



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2007 001 046 T5** 2009.02.19

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2007/129547**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2007 001 046.0**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2007/058605**  
(86) PCT-Anmeldetag: **20.04.2007**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **15.11.2007**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **19.02.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01J 1/02** (2006.01)  
**H01L 37/02** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**2006-131052**      **10.05.2006**      **JP**

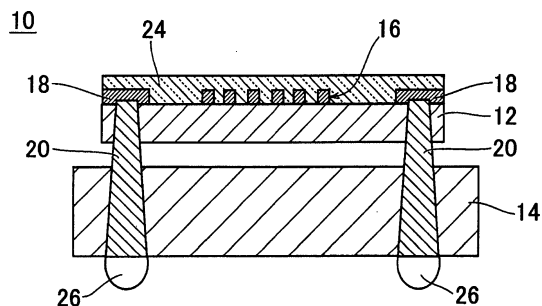
(71) Anmelder:  
**Murata Manufacturing Co. Ltd., Nagaokakyo-shi,  
Kyoto-fu, JP**

(74) Vertreter:  
**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049  
Pullach**

(72) Erfinder:  
**Ushimi, Yoshimitsu, Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu,  
JP; Aizawa, Naoko, Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu, JP;  
Fujino, Hiroyuki, Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu, JP;  
Yamada, Hajime, Nagaokakyo-shi, Kyoto-fu, JP**

(54) Bezeichnung: **Infrarotsensor und Verfahren zum Herstellen desselben**

(57) Hauptanspruch: Ein Infrarotsensor, der folgende Merkmale umfasst:  
ein erstes Substrat, das aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial besteht;  
ein zweites Substrat, das entfernt von dem ersten Substrat auf solch eine Weise angeordnet ist, dass eine Hauptoberfläche des zweiten Substrats einer Hauptoberfläche des ersten Substrats zugewandt ist;  
eine Mehrzahl von säulenförmigen Stützen, die konfiguriert sind, um das erste Substrat und das zweite Substrat zu verbinden, und das erste Substrat und das zweite Substrat zu tragen, während das erste Substrat und das zweite Substrat in einem getrenntem Zustand sind; und  
eine Erfassungselektrode, die auf zumindest einer Hauptoberfläche des ersten Substrats angeordnet ist, wobei die Erfassungselektrode Infrarotstrahlen erfasst, die auf das erste Substrat auftreffen.



**Beschreibung**

Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Infrarotsensoren und Verfahren zum Herstellen der Infrarotsensoren. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung beispielsweise auf einen Infrarotsensor, der einen Infraroterfassungsabschnitt mit einer Erfassungselektrode auf einem Substrat aufweist, das aus thermoelektrischen Wandlungsmaterial zusammengesetzt ist, und ein Verfahren zum Herstellen des Infrarotsensors.

Stand der Technik

**[0002]** Fig. 19 ist eine darstellende Ansicht eines beispielhaften Verfahrens zum Herstellen eines Infrarotsensors im Stand der Technik. Um den Infrarotsensor herzustellen, wie er in Fig. 19(A) gezeigt ist, wird ein Substrat **3**, das beispielsweise aus Si besteht, vorbereitet. Eine untere Elektrode **1** ist auf dem Substrat **3** gebildet. Eine glasartige Schicht **2** wird darauf gebildet. Ein Pb-Dünnschicht **4** wird aufgebracht durch Verdampfung auf einer Verbindungsoberfläche eines PbTiO<sub>3</sub>-basierten pyroelektrischen Substrat **5**. Der Pb-Dünnschicht **4** auf dem pyroelektrischen Substrat **5** wird mit der glasartigen Schicht **2** auf dem Substrat **3** in Kontakt gebracht. Eine Wärmebehandlung wird bei 600°C bis 1.000°C durchgeführt, um es der glasartigen Schicht **2** zu ermöglichen, mit dem Pb-Dünnschicht **4** zu reagieren, um eine glasartige Schicht **6** mit niedrigem Schmelzpunkt zu bilden, und dadurch das pyroelektrische Substrat **5** auf dem Substrat **3** zu stapeln. Dann wird das pyroelektrische Substrat **5**, wie es in Fig. 19(B) gezeigt ist, durch Polieren in der Dicke reduziert. Eine lichtaufnehmende Oberflächenelektrode **7** wird durch Sputtern gebildet, um einen Infraroterfassungsabschnitt zu bilden. Wie es in Fig. 19(C) gezeigt ist, wird ein isolierender Film **8**, der beispielsweise aus SiO<sub>2</sub> besteht, auf dem pyroelektrischen Substrat **5** gebildet, das mit der lichtempfangenden Oberflächenelektrode **7** versehen ist. Das Substrat **3**, das auf einem Abschnitt angeordnet ist, wo die lichtempfangende Oberflächenelektrode **7** angeordnet ist, wird durch Ätzen entfernt, um einen Si-Substratentfernungsabschnitt **9** zu bilden.

**[0003]** Da in solch einem Infrarotsensor das pyroelektrische Substrat **5** mit dem Substrat **3**, verbunden ist, kann das pyroelektrische Substrat **5** in der Dicke reduziert werden. Die Bildung des Si-Substratentfernungsabschnitts **9** verhindert Wärmeleitung von dem Abschnitt, wo die lichtempfangende Oberflächenelektrode **7** angeordnet ist, zu dem Substrat **3**. Wenn somit Infrarotenergie auf den Infraroterfassungsabschnitt auftrifft, wird die Temperatur des Infraroterfassungsabschnitts überwiegend geändert. Dies führt zu einer Verbesserung der thermoelektrischen Umwandlungseffizienz und Ansprechempfindlichkeit.

Ferner kann der Infraroterfassungsabschnitt eine sehr geringe Dicke aufweisen, so dass ein schmaler Wärmeleitweg noch verschmälert wird. Somit können benachbarte Infraroterfassungsabschnitte an kürzeren Intervallen angeordnet werden, was zu einer größeren Packungsdichte führt. Darüber hinaus kann in dem Fall eines Mehrelementsensors, der eine Mehrzahl von Infraroterfassungsabschnitten umfasst, das verbleibende Substrat **3**, das zwischen benachbarten Infraroterfassungsabschnitten angeordnet ist, als Wärmesenke dienen, was dadurch zu einem kleinen Mehrelementsensor führt, der frei von dem Einfluss von Übersprechen ist (siehe Patentdokument 1).

Patentdokument 1: japanische ungeprüfte Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. 6-194226

Offenbarung der Erfindung

Probleme, die durch die Erfindung zu lösen sind

**[0004]** Bei solch einem Infrarotsensor ist jedoch das pyroelektrische Substrat in Kontakt mit dem Si-Substrat, ausgenommen dem Infraroterfassungsabschnitt, was somit zu einer unzureichenden thermischen Isolation führt. Die thermoelektrische Umwandlungseffizienz und Ansprechempfindlichkeit sind nach wie vor unangemessen.

**[0005]** Folglich ist es eine Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Infrarotsensor zu schaffen, der einen Infraroterfassungsabschnitt mit verbesserter thermischer Isolation aufweist und eine zufriedenstellende thermoelektrische Umwandlungseffizienz und Ansprechempfindlichkeit aufweist.

**[0006]** Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors mit einem Infraroterfassungsabschnitt mit ausreichender thermischer Isolation zu schaffen.

Einrichtung zum Lösen der Probleme

**[0007]** Die vorliegende Erfindung schafft einen Infrarotsensor, der ein erstes Substrat, das aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial besteht, ein zweites Substrat, das entfernt von dem ersten Substrat auf solche Weise angeordnet ist, dass eine Hauptoberfläche des zweiten Substrats einer Hauptoberfläche des ersten Substrats zugewandt ist, eine Mehrzahl von säulenförmigen Stützen, die konfiguriert sind, um das erste Substrat und das zweite Substrat zu verbinden, und das erste Substrat und das zweite Substrat tragen, während das erste Substrat und das zweite Substrat in einem getrennten Zustand sind, und eine Erfassungselektrode umfasst, die auf zumindest einer Hauptoberfläche des ersten Substrats angeordnet ist, wobei die Erfassungselektrode Infrarotstrahlung erfasst, die auf das erste Substrat auftrifft.

**[0008]** Ein Infraroterfassungsabschnitt wird durch die Erfassungselektrode gebildet, die auf dem ersten Substrat angeordnet ist, das aus dem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial besteht. Das erste Substrat, das mit dem Infraroterfassungsabschnitt versehen ist, wird durch die Stützen getragen, während dasselbe von dem zweiten Substrat getrennt ist, wodurch die thermische Isolation zwischen dem Infraroterfassungsabschnitt und dem zweiten Substrat sichergestellt wird.

**[0009]** In dem Infrarotsensor kann eine Außenanschlussverbindungselektrode für die Verbindung mit einer äußeren Schaltung auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats angeordnet sein gegenüber der Oberfläche, die dem ersten Substrat zugewandt ist, und die Erfassungselektrode kann mit den Stützen und der Außenanschlussverbindungselektrode elektrisch verbunden sein. In diesem Fall kann der Infrarotsensor auf einer Schaltungsplatine befestigt sein und mit der äußeren Schaltung verbunden sein, unter Verwendung der Außenanschlussverbindungselektrode.

**[0010]** Alternativ kann eine Verbindungselektrode auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats angeordnet sein, gegenüber der Oberfläche, die dem ersten Substrat zugewandt ist, und die Erfassungselektrode kann mit der Verbindungselektrode elektrisch verbunden sein. In diesem Fall kann der Infrarotsensor auf einer Schaltungsplatine befestigt sein, und die Verbindungselektrode kann mit einer äußeren Schaltung drahtgebondet sein.

**[0011]** Die Stützen können angeordnet sein, um zumindest entweder durch das erste Substrat oder das zweite Substrat zu verlaufen.

**[0012]** Das zweite Substrat kann ein IC-Substrat sein. In diesem Fall kann ein Signal, das durch Erfassen von Infrarotstrahlen in dem Infraroterfassungsabschnitt erhalten wird, in dem zweiten Substrat behandelt werden.

**[0013]** Die vorliegende Erfindung schafft auch einen Infrarotsensor, der ein erstes Substrat, das aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial besteht, eine Erfassungselektrode, die auf zumindest einer Hauptoberfläche des ersten Substrats angeordnet ist, wobei die Erfassungselektrode Infrarotstrahlen erfasst, die auf das erste Substrat auftreffen, ein zweites Substrat, das mit dem ersten Substrat verbunden ist, um das erste Substrat zu tragen, einen Hohlraum, der in einem Abschnitt des zweiten Substrats angeordnet ist, der einem Abschnitt entspricht, wo die Erfassungselektrode angeordnet ist, und einen Durchgangsschlitz umfasst, der in dem ersten Substrat und um den Abschnitt herum, wo die Erfassungselektrode angeordnet ist, angeordnet ist.

**[0014]** Das erste Substrat wird durch das zweite Substrat getragen. Der Hohlraum ist in dem Abschnitt des zweiten Substrats angeordnet, der einem Infraroterfassungsabschnitt entspricht, der mit der Erfassungselektrode versehen ist, wodurch eine thermische Isolation zwischen dem Infraroterfassungsabschnitt und dem zweiten Substrat bereitgestellt wird. Ferner ist der Durchgangsschlitz in dem ersten Substrat und um den Abschnitt herum angeordnet, wo die Erfassungselektrode angeordnet ist, wodurch eine thermische Isolation zwischen dem Infraroterfassungsabschnitt und einem Abschnitt des ersten Substrats in Kontakt mit dem zweiten Substrat bereitgestellt wird.

**[0015]** In dem Infrarotsensor kann der Hohlraum angeordnet sein, um durch das zweite Substrat zu verlaufen. Alternativ kann der Hohlraum aus einer Ausnehmung gebildet sein, die in einem Abschnitt des zweiten Substrats angeordnet ist, der dem Abschnitt entspricht, wo die Erfassungselektrode angeordnet ist.

**[0016]** In diesen obigen Infrarotsensoren kann ein infrarotabsorbierender Film angeordnet sein, um die Erfassungselektrode abzudecken. Die Absorption von Infrarotstrahlen durch den infrarotabsorbierenden Film führt zu einer zufriedenstellenden Ansprechempfindlichkeit.

**[0017]** Alternativ kann ein Schutzfilm angeordnet sein, um die Erfassungselektrode abzudecken, und ein infrarotabsorbierender Film kann auf einem Abschnitt des Schutzfilms angeordnet sein, der dem Abschnitt entspricht, wo die Erfassungselektrode angeordnet ist.

**[0018]** Die Oberfläche des Infrarotsensors wird durch den Schutzfilm geschützt. Ferner führt die Absorption von Infrarotstrahlen durch den infrarotabsorbierenden Film zu einer zufriedenstellenden Ansprechempfindlichkeit.

**[0019]** Das erste Substrat kann aus einem Thermistormaterial oder pyroelektrischen Material gebildet sein.

**[0020]** Als das Thermistormaterial kann ein  $Mn_3O_4$ -basiertes Material, ein  $(Ba,Sr)TiO_3$ -basiertes Material oder ein  $(La,Ba)MnO_3$ -basiertes Material verwendet werden. Als das pyroelektrische Material kann ein  $PbTiO_3$ -basiertes oder  $(Pb,Zr)TiO_3$ -basiertes Material verwendet werden.

**[0021]** Ferner kann ein Infrarotsensorarray gebildet werden durch Anordnen einer Mehrzahl der oben beschriebenen Infrarotsensoren.

**[0022]** Die vorliegende Erfindung schafft auch ein Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors, wo-

bei das Verfahren folgende Schritte umfasst: Vorbereiten eines ersten Substrats, das aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial besteht, Vorbereiten eines zweiten Substrats, Verbinden einer Hauptoberfläche des ersten Substrats mit einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats unter Verwendung eines Bindemittels, Reduzieren der Dicke des ersten Substrats, Bilden einer Erfassungselektrode auf einer Hauptoberfläche des ersten Substrats mit einer reduzierten Dicke, wobei die Erfassungselektrode Infrarotstrahlen erfasst, die auf das erste Substrat auftreffen, Bilden einer Stütze, die durch das Bindemittel verläuft, um das erste Substrat mit dem zweiten Substrat zu verbinden, und Entfernen des Bindemittels.

**[0023]** Da das erste Substrat mit dem zweiten Substrat verbunden ist, wird das erste Substrat leicht in der Dicke reduziert. Nach der Reduzierung der Dicke des ersten Substrats wird das Bindemittel entfernt. Als Folge wird das erste Substrat durch die Stütze getragen, während es von dem zweiten Substrat getrennt ist. Das heißt, das erste Substrat mit einer reduzierten Dicke wird getragen, während es von dem zweiten Substrat getrennt ist. Die Erfassungselektrode ist auf dem ersten Substrat gebildet mit einer reduzierten Dicke, um einen Infraroterfassungsabschnitt zu bilden. Dadurch ist es möglich, einen Infrarotsensor zu erzeugen, der einen Infraroterfassungsabschnitt umfasst, der von anderen Abschnitten thermisch isoliert ist und eine geringe Wärmekapazität aufweist.

**[0024]** Bei dem Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors kann der Schritt des Bildens der Stütze einen Teilschritt des Bildens eines Durchgangslochs, das durch das zweite Substrat und das Bindemittel verläuft und mit dem ersten Substrat kommuniziert, und einen Teilschritt des Bildens einer Elektrode in dem Durchgangsloch, um die Stütze zu bilden, umfassen.

**[0025]** Die Stütze kann gebildet sein, um mit der Erfassungselektrode verbunden zu sein, und das Verfahren kann ferner einen Schritt des Bildens einer Außenanschlussverbindungselektrode auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats umfassen, gegenüber der Oberfläche, die dem ersten Substrat zugewandt ist, wobei die Außenanschlussverbindungselektrode mit der Stütze verbunden ist. In diesem Fall ist es möglich, einen Infrarotsensor zu schaffen, der auf einer Schaltungsplatine befestigt sein kann und mit der Außenanschlussverbindungselektrode mit einer äußeren Schaltung verbunden sein kann.

**[0026]** Alternativ kann der Schritt des Bildens der Stütze einen Teilschritt des Bildens eines Durchgangslochs, das durch das erste Substrat und das Bindemittel verläuft und mit dem zweiten Substrat

kommuniziert, und einen Teilschritt des Bildens einer Elektrode in dem Durchgangsloch, um die Stütze zu bilden, umfassen.

**[0027]** In diesem Fall kann das Verfahren ferner die Schritte des Bildens einer Verbindungselektrode auf der Hauptoberfläche des zweiten Substrats, die dem ersten Substrat zugewandt ist, umfassen, vor dem Verbinden des ersten Substrats mit dem zweiten Substrat, und des Verbindens der Stütze mit der Verbindungselektrode, wenn die Stütze gebildet wird, so dass die Erfassungselektrode mit der Stütze und der Verbindungselektrode verbunden ist. Es ist möglich, durch das Herstellungsverfahren einen Infrarotsensor zu schaffen, der die Verbindungselektrode auf dem zweiten Substrat umfasst, wobei die Verbindungselektrode konfiguriert ist, um durch Drahtbonden mit der äußeren Schaltung verbunden zu sein.

**[0028]** Ferner kann bei dem Herstellungsverfahren, bei dem die Stütze, die durch das erste Substrat und das Bindemittel verläuft, mit der Verbindungselektrode verbunden wird, das Verfahren ferner folgende Schritte umfassen: Bilden eines Durchgangslochs, das durch das zweite Substrat verläuft und nach dem Bilden der Stütze mit der Verbindungselektrode kommuniziert, Bilden einer Elektrode in dem Durchgangsloch, die durch das zweite Substrat verläuft, und Bilden einer Außenanschlussverbindungselektrode auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats gegenüber der Oberfläche, die dem ersten Substrat zugewandt ist, wobei die Außenanschlussverbindungselektrode mit der Stütze verbunden ist. In diesem Fall wird die Verbindungselektrode als ein Relais zwischen der Stütze, die mit der Erfassungselektrode verbunden ist, die den Infraroterfassungsabschnitt bildet, und der Außenanschlussverbindungselektrode verwendet.

**[0029]** In dem Herstellungsverfahren, in dem die Stütze, die durch das erste Substrat und das Bindemittel verläuft, gebildet wird, kann das zweite Substrat ein IC-Substrat sein, und die Erfassungselektrode kann durch die Stütze mit einer Schaltung verbunden sein, die auf dem zweiten Substrat angeordnet ist.

**[0030]** Es ist möglich, durch das Herstellungsverfahren einen Infrarotsensor zu schaffen, der in der Lage ist, ein Signal zu behandeln, das von dem Infraroterfassungsabschnitt in einer Schaltung gesendet wird, die auf dem zweiten Substrat angeordnet ist.

**[0031]** Der Schritt des Entferns des Bindemittels wird vorzugsweise durch isotropes Ätzen durchgeführt. Die Entfernung der Bindschicht durch isotropes Ätzen kann teilweises Unter- und Überätzen während des Ätzens verhindern und Schäden aufgrund von Ätzen an einem anderen Abschnitt als dem Bindemittel reduzieren.

**[0032]** Die vorliegende Erfindung schafft auch ein Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst: Vorbereiten eines ersten Substrats, das aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial besteht, Vorbereiten eines zweiten Substrats, Bilden einer ersten Zwischenelektrode auf einer Hauptoberfläche des ersten Substrats, Bilden einer zweiten Zwischenelektrode auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats, Verbinden der ersten Zwischenelektrode mit der zweiten Zwischenelektrode, um eine Stütze zu bilden zum Stapeln des ersten Substrats und des zweiten Substrats, so dass dieselben einander zugewandt sind, Reduzieren der Dicke des ersten Substrats und Bilden einer Erfassungselektrode auf einer Hauptoberfläche des ersten Substrats, wobei die Erfassungselektrode Infrarotstrahlen erfasst, die auf das erste Substrat auftreffen.

**[0033]** Die Verbindungselektroden, die auf dem ersten Substrat und dem zweiten Substrat gebildet sind, werden verbunden, um die Stütze zu bilden. Somit wird das erste Substrat durch die Stütze getragen, während es von dem zweiten Substrat getrennt ist.

**[0034]** Das Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors kann ferner folgende Schritte umfassen: Bilden eines Durchgangslochs in dem ersten Substrat nach dem Bilden der Erfassungselektrode, wobei das Durchgangsloch mit der Erfassungselektrode und der ersten Zwischenelektrode kommuniziert, Bilden einer Elektrode in dem Durchgangsloch, das in dem ersten Substrat angeordnet ist, um die Erfassungselektrode mit der ersten Zwischenelektrode zu verbinden, Bilden eines Durchgangslochs in dem zweiten Substrat, wobei das Durchgangsloch mit der zweiten Verbindungselektrode kommuniziert, Bilden einer Elektrode in dem Durchgangsloch, das in dem zweiten Substrat angeordnet ist, und Bilden einer Außenanschlussverbindungselektrode auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats gegenüber der Oberfläche, die dem ersten Substrat zugewandt ist, auf solch eine Weise, dass die Außenanschlussverbindungselektrode mit der Elektrode verbunden ist, die in dem Durchgangsloch in dem zweiten Substrat angeordnet ist, wobei die Außenanschlussverbindungselektrode für die Verbindung mit einer äußeren Schaltung angeordnet ist.

**[0035]** Die Erfassungselektrode, die auf dem ersten Substrat gebildet ist, ist mit der Außenanschlussverbindungselektrode verbunden, die auf dem zweiten Substrat gebildet ist; somit kann der Infrarotsensor unter Verwendung der Außenanschlussverbindungselektrode auf einer Schaltungsplatine befestigt werden und mit der äußeren Schaltung verbunden werden.

**[0036]** Jedes der vorhergehenden Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors kann ferner die

Schritte des Bildens einer Rille in dem ersten Substrat und um die Erfassungselektrode herum und des Entfernens eines Abschnitts des ersten Substrats, der außerhalb der Rille angeordnet ist, die um die Erfassungselektrode herum angeordnet ist, umfassen.

**[0037]** Da der Abschnitt des ersten Substrats, der außerhalb der Rille angeordnet ist, die um die Erfassungselektrode herum angeordnet ist, entfernt ist, ist das erste Substrat kleiner als das zweite Substrat. Dies führt zu einem großen Abstand zwischen dem ersten Substrat und einem Element benachbart zu dem ersten Substrat, wenn der Infrarotsensor auf einer Schaltungsplatine oder dergleichen befestigt ist, wodurch eine zufriedenstellende thermische Isolation zwischen dem ersten Substrat, das mit dem Infraroterfassungsabschnitt versehen ist, und dem Element benachbart zu dem ersten Substrat bereitgestellt wird und Übersprechen aufgrund von Wärmeleitung verhindert wird.

**[0038]** Die vorliegende Erfindung schafft auch ein Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst: Vorbereiten eines ersten Substrats, das aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial besteht, Vorbereiten eines zweiten Substrats, Bilden eines Durchgangslochs in dem zweiten Substrat, Verbinden einer Hauptoberfläche des ersten Substrats mit einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats mit dem Durchgangsloch, Reduzieren der Dicke des ersten Substrats, Bilden einer Erfassungselektrode auf einem Abschnitt einer Hauptoberfläche des ersten Substrats, der dem Durchgangsloch entspricht, wobei die Erfassungselektrode Infrarotstrahlen erfasst, die auf das erste Substrat auftreffen, und Bilden eines Durchgangsschlitzes in dem ersten Substrat und um die Erfassungselektrode herum.

**[0039]** Nachdem das erste Substrat mit dem zweiten Substrat verbunden ist, das das Durchgangsloch aufweist und in der Dicke reduziert ist, wird der Durchgangsschlitz in dem ersten Substrat und um die Erfassungselektrode herum gebildet. Somit ist ein Infraroterfassungsabschnitt, der mit der Erfassungselektrode versehen ist, auf dem dünnen ersten Substrat angeordnet, das durch den Durchgangsschlitz umgeben ist. Der Infraroterfassungsabschnitt ist durch einen Hohlraum von dem zweiten Substrat getrennt und von dem Umfang derselben durch den Durchgangsschlitz thermisch isoliert. Daher ist es möglich, einen Infrarotsensor herzustellen, der einen Infrarotsensorabschnitt umfasst, der von anderen Abschnitten thermisch isoliert ist und eine geringe Wärmekapazität aufweist.

**[0040]** Die vorliegende Erfindung schafft auch ein Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst: Vorbereiten eines ersten Substrats, das aus einem thermo-

elektrischen Umwandlungsmaterial besteht, Vorbereiten eines zweiten Substrats, Bilden einer Ausnehmung in einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats, Verbinden einer Hauptoberfläche des ersten Substrats mit der Hauptoberfläche des zweiten Substrats, die die Ausnehmung aufweist, Reduzieren der Dicke des ersten Substrats, Bilden einer Erfassungselektrode auf einem Abschnitt einer Hauptoberfläche des ersten Substrats, der der Ausnehmung entspricht, wobei die Erfassungselektrode Infrarotstrahlen erfasst, die auf das erste Substrat auftreffen, und Bilden eines Durchgangsschlitzes in dem ersten Substrat und um die Erfassungselektrode herum.

**[0041]** Der Hohlraum, der konfiguriert ist, um den Infraroterfassungsabschnitt von dem zweiten Substrat zu trennen, kann auch gebildet werden durch Bilden einer Ausnehmung in dem zweiten Substrat.

**[0042]** Die vorliegende Erfindung schafft auch ein Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst: Vorbereiten eines ersten Substrats, das aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial besteht, Vorbereiten eines zweiten Substrats, Verbinden einer ersten Hauptoberfläche des ersten Substrats mit einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats, Reduzieren der Dicke des ersten Substrats, Bilden einer Erfassungselektrode auf einer zweiten Hauptoberfläche des ersten Substrats, wobei die Erfassungselektrode Infrarotstrahlen erfasst, die auf das erste Substrat auftreffen, Bilden eines Durchgangslochs in einem Abschnitt des zweiten Substrats, der der Erfassungselektrode entspricht, um einen Hohlraum auf der ersten Hauptoberflächenseite des ersten Substrats zu bilden, und Bilden eines Durchgangslochs in dem ersten Substrat und um die Erfassungselektrode herum.

**[0043]** Das Durchgangsloch, das in dem zweiten Substrat angeordnet ist, das als der Hohlraum dient, kann gebildet werden, nachdem das erste Substrat mit dem zweiten Substrat verbunden ist.

**[0044]** Jedes der vorhergehenden Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors kann ferner einen Schritt des Bildens eines infrarotabsorbierenden Films auf solch eine Weise umfassen, dass der infrarotabsorbierende Film die Erfassungselektrode abdeckt. Alternativ kann jedes der vorhergehenden Verfahren ferner folgende Schritte umfassen: Bilden eines Schutzfilms auf solche Weise, dass der Schutzfilm die Erfassungselektrode abdeckt, und Bilden eines infrarotabsorbierenden Films auf einem Abschnitt des Schutzfilms, der einem Abschnitt entspricht, wo die Erfassungselektrode angeordnet ist. Die Bildung des Schutzfilms schützt die Oberfläche des ersten Substrats, das mit der Erfassungselektrode versehen ist. Die Bildung des infrarotabsorbierenden Films führt zu einer zufriedenstellenden An-

sprechempfindlichkeit.

#### Vorteile

**[0045]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, einen Infrarotsensor zu erhalten, der einen Infraroterfassungsabschnitt umfasst, der von anderen Abschnitten thermisch isoliert ist und zufriedenstellende thermoelektrische Umwandlungseffizienz und Ansprechempfindlichkeit aufweist.

**[0046]** Es ist auch möglich, durch ein Herstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung effizient einen Infrarotsensor herzustellen, der einen Infraroterfassungsabschnitt aufweist, der von anderen Abschnitten thermisch isoliert ist.

**[0047]** Die vorhergehenden Aufgaben, andere Aufgaben, Charakteristika und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden von der nachfolgenden Beschreibung der besten Modi zum Ausführen der Erfindung mit Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen offensichtlich werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0048]** [Fig. 1](#) ist eine Draufsicht eines Infrarotsensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

**[0049]** [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht, die den in [Fig. 1](#) gezeigten Infrarotsensor darstellt.

**[0050]** [Fig. 3](#) ist eine darstellende Ansicht einer beispielhaften Erfassungselektrode, die in dem in [Fig. 1](#) gezeigten Infrarotsensor gebildet ist.

**[0051]** [Fig. 4](#) ist eine Querschnittsansicht, die einen Infrarotsensor gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt.

**[0052]** [Fig. 5](#) ist eine darstellende Ansicht eines Verfahrens zum Herstellen des in [Fig. 1](#) gezeigten Infrarotsensors.

**[0053]** [Fig. 6](#) ist eine darstellende Ansicht eines Verfahrens zum Herstellen eines Infrarotsensors mit einer Struktur, die sich von derjenigen des in [Fig. 1](#) gezeigten Infrarotsensors unterscheidet.

**[0054]** [Fig. 7](#) ist eine darstellende Ansicht eines Verfahrens zum Herstellen eines Infrarotsensors mit einer anderen Struktur, die sich von derjenigen des in [Fig. 1](#) gezeigten Infrarotsensors unterscheidet.

**[0055]** [Fig. 8](#) ist eine darstellende Ansicht eines Verfahrens zum Herstellen eines Infrarotsensors mit einer anderen Struktur, die sich von derjenigen des in [Fig. 1](#) gezeigten Infrarotsensors unterscheidet.

**[0056]** Fig. 9 ist eine darstellende Ansicht eines Verfahrens zum Herstellen eines Infrarotsensors mit einer anderen Struktur, die sich von derjenigen des in Fig. 1 gezeigten Infrarotsensors unterscheidet.

**[0057]** Fig. 10 ist eine darstellende Ansicht eines Infrarotsensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

**[0058]** Fig. 11 ist eine darstellende Ansicht eines beispielhaften Infrarotsensorarrays, das mit einem Abdeckungsbauglied versehen ist.

**[0059]** Fig. 12 ist eine Querschnittsansicht, die einen Infrarotsensor gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt.

**[0060]** Fig. 13 ist eine Draufsicht des in Fig. 12 gezeigten Infrarotsensors.

**[0061]** Fig. 14 ist eine darstellende Ansicht einer Erfassungselektrode, die in dem in Fig. 12 gezeigten Infrarotsensor gebildet ist.

**[0062]** Fig. 15 ist eine Querschnittsansicht, die einen Infrarotsensor gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt.

**[0063]** Fig. 16 ist eine darstellende Ansicht eines Verfahrens zum Herstellen des in Fig. 12 gezeigten Infrarotsensors.

**[0064]** Fig. 17 ist eine darstellende Ansicht eines Verfahrens zum Herstellen eines Infrarotsensors mit einer Struktur, die sich von derjenigen des in Fig. 12 gezeigten Infrarotsensors unterscheidet.

**[0065]** Fig. 18 ist eine darstellende Ansicht eines Verfahrens zum Herstellen eines Infrarotsensors mit einer anderen Struktur, die sich von derjenigen des in Fig. 12 gezeigten Infrarotsensors unterscheidet.

**[0066]** Fig. 19 ist eine darstellende Ansicht eines Verfahrens zum Herstellen eines Infrarotsensors des Stands der Technik.

Beste Modi zum Ausführen der Erfindung

**[0067]** Fig. 1 ist eine Draufsicht eines Infrarotsensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht, die den Infrarotsensor darstellt. Ein Infrarotsensor 10 umfasst ein erstes Substrat 12 und ein zweites Substrat 14. Das erste Substrat 12 besteht aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial, wie z. B. einem Thermistormaterial oder einem pyroelektrischen Material, und weist eine kleine Dicke auf. Beispiele eines Thermistormaterials, das verwendet werden kann, umfassen  $Mn_3O_4$ -basierte Materialien, (Ba,Sr)TiO<sub>3</sub>-basierte Materialien und

(La,Ba)MnO<sub>3</sub>-basierte Materialien. Beispiele eines pyroelektrischen Materials, das verwendet werden kann, umfassen PbTiO<sub>3</sub>-basierte Materialien und (Pb,Zr)TiO<sub>3</sub>-basierte Materialien. Das zweite Substrat 14 besteht beispielsweise aus Si. In dem Fall, wo das erste Substrat 12 aus einem Thermistormaterial besteht, ist eine Erfassungselektrode 16 auf einer Hauptoberfläche des ersten Substrats 12 gebildet. Die Erfassungselektrode 16 wird gebildet durch ineinandergreifendes Anordnen zweier kammförmiger Elektrodensegmente 16a und 16b, wie es in der Draufsicht von Fig. 3 gezeigt ist. Die kammförmigen Elektrodensegmente 16a und 16b erstrecken sich in entgegengesetzten Richtungen und sind mit jeweiligen Anschlussleitungsabschnitten 18 verbunden. Die Erfassungselektrode 16 und die Anschlussleitungsabschnitte 18 bestehen beispielsweise aus Al/Ti oder Al/NiCr. Ein Infrarot erfassungsabschnitt ist auf einem Abschnitt gebildet, wo die Erfassungselektrode 16 angeordnet ist. In dem Fall, wo das erste Substrat 12 aus einem pyroelektrischen Material besteht, ist die Erfassungselektrode auf solch eine Weise gebildet, dass die Elektrodensegmente auf beiden Hauptoberflächen des ersten Substrats 12 gegenüberliegend angeordnet sind.

**[0068]** Das erste Substrat 12 wird durch zwei Stützen 20 getragen, während es von dem zweiten Substrat 14 getrennt ist. Die Stützen 20 bestehen beispielsweise aus einem Elektrodenmaterial. Die Stützen 20 verlaufen durch das erste Substrat 12 und das zweite Substrat 14 und sind mit den Anschlussleitungsabschnitten 18 der Erfassungselektrode 16 verbunden. Das erste Substrat 12 ist kleiner als das zweite Substrat 14. Somit ist das erste Substrat 12 in dem zweiten Substrat 14 angeordnet, wenn es von dem ersten Substrat 12 aus gesehen wird.

**[0069]** Ein Schutzfilm 22 ist auf dem ersten Substrat 12 angeordnet, um die Erfassungselektrode 16 abzudecken. Der Schutzfilm 22 besteht aus einem isolierenden Material, wie z. B. SiO<sub>2</sub> oder Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Ein infrarotabsorbierender Film 24 ist auf einem Abschnitt des Schutzfilms 22 angeordnet, der dem Abschnitt entspricht, wo die Erfassungselektrode 16 angeordnet ist. Der infrarotabsorbierende Film 24 besteht beispielsweise aus Au schwarz (Au black), NiCr oder TiN.

**[0070]** Außenanschlussverbindungselektroden 26 sind auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats 14 angeordnet, gegenüber der Hauptoberfläche, die dem ersten Substrat 12 zugewandt ist. Die Außenanschlussverbindungselektroden 26 sind mit den beiden Stützen 20 verbunden. Somit sind die Außenanschlussverbindungselektroden 26 durch die Stützen 20 mit den Segmenten der Erfassungselektrode 16 verbunden. Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht, die einen Infrarotsensor gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dar-



stellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der infrarotabsorbierende Film **24** angeordnet, um die Erfassungselektrode **16** abzudecken. Der infrarotabsorbierende Film **24** kann Infrarotstrahlen absorbieren und die Erfassungselektrode **16** schützen.

**[0071]** Der Infrarotsensor **10** ist auf einer Schaltungsplatine oder dergleichen befestigt. Die Außenanschlussverbindungselektroden **26** sind mit Anschlüssen verbunden, die auf der Schaltungsplatine angeordnet sind. Der infrarotabsorbierende Film **24** absorbiert auftreffende Infrarotstrahlen, um die Temperatur des ersten Substrats **12** zu ändern, was somit zu einer Änderung bei dem Widerstand zwischen den kammförmigen Elektrodensegmenten **16a** und **16b** führt. Eine Temperaturänderung kann durch die Widerstandsänderung erfasst werden. Ein Signal, das der Temperaturänderung entspricht, wird durch die Stützen **20** und die Außenanschlussverbindungselektroden **26** zu einer äußeren Schaltung übertragen.

**[0072]** Fig. 5 zeigt ein Verfahren zum Herstellen des Infrarotsensors **10**. Wie es in Fig. 5(A) gezeigt ist, ist das massive erste Substrat **12** mit dem massiven zweiten Substrat **14** mit einem Bindemittel **30** verbunden, das aus einem Harzmaterial gebildet ist, wie z. B. einem Polyimidharz oder einem Epoxydharz. Wie es in Fig. 5(B) gezeigt ist, wird das erste Substrat **12** in der Dicke reduziert durch Polieren, wie z. B. Lappen oder Zuleitungsschleifen (in-feed grinding), um eine gewünschte Dicke (50 µm oder weniger) aufzuweisen.

**[0073]** Wie es in Fig. 5(C) gezeigt ist, sind die kammförmigen Elektrodensegmente **16a** und **16b** auf dem ersten Substrat **12** gebildet und bilden somit die Erfassungselektrode **16**. Zu diesem Zeitpunkt werden die Anschlussleitungsabschnitte **18** gleichzeitig gebildet. Fig. 4 zeigt eine Erfassungselektrode **16**. In der Tat werden große Substrate **12** und **14** verwendet. Eine Mehrzahl von Erfassungselektroden **16** ist auf einem ersten Substrat **12** gebildet. Infraroterfassungsabschnitte sind auf Abschnitten gebildet, wo die Erfassungselektroden **16** angeordnet sind. Wie es in Fig. 5(D) gezeigt ist, ist der Schutzfilm **22**, der beispielsweise aus SiO<sub>2</sub> oder Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> besteht, auf dem ersten Substrat **12** gebildet, um die Erfassungselektrode **16** und die Anschlussleitungsabschnitte **18** abzudecken. Wie es in Fig. 5(E) gezeigt ist, ist der infrarotabsorbierende Film **24** auf einem Abschnitt des Schutzfilms **22** gebildet, der dem Abschnitt entspricht, wo die Erfassungselektrode **16** angeordnet ist.

**[0074]** Wie es in Fig. 5(F) gezeigt ist, sind Durchgangslöcher **32** durch das zweite Substrat **14** und das Bindemittel **30** gebildet, um mit den Anschlussleitungsabschnitten **18** der Erfassungselektrode **16** zu kommunizieren. Die Durchgangslöcher **32** sind gebildet durch Bestrahlen des zweiten Substrats **14** mit ei-

nem Laser von einer Seite des zweiten Substrats **14** gegenüber der Seite, die dem ersten Substrat **12** zugewandt ist, oder einem Verfahren, wie z. B. RIE (RIE = reactive ion etching = reaktives Ionenätzen) oder Sandstrahlen. Wie es in Fig. 5(G) gezeigt ist, sind Elektroden in den Durchgangslöchern **32** durch Platieren oder dergleichen gebildet, wodurch die Stützen **20** gebildet werden. Wie es in Fig. 5(H) gezeigt ist, sind die Außenanschlussverbindungselektroden **26** auf dem zweiten Substrat **14** gebildet, um mit den Stützen **20** verbunden zu sein. Daher sind die Außenanschlussverbindungselektroden **26** durch die Stützen **20** mit den Segmenten der Erfassungselektrode **16** verbunden.

**[0075]** Wie es in Fig. 5(I) gezeigt ist, ist eine Rille **34**, die durch das erste Substrat **12** und den Schutzfilm **22** verläuft, gebildet, um die Erfassungselektrode **16** zu umgeben. Wie es in Fig. 5(J) gezeigt ist, wird das Bindemittel **30** durch Ätzen oder dergleichen entfernt. Die Entfernung des Bindemittels **30** durch isotropes Ätzen kann das teilweise Unter- und Überätzen während des Ätzens verhindern, und die Schäden aufgrund des Ätzens an einem anderen Abschnitt als dem Bindemittel **30** reduzieren. Als Folge werden das erste Substrat **12** und das zweite Substrat **14** durch die Stützen **20** getragen, während dieselben getrennt voneinander sind. Die Rille **34** ist um den Abschnitt herum angeordnet, wo die Erfassungselektrode **16** angeordnet ist; somit werden das erste Substrat **12** und der Schutzfilm **22**, die zwischen benachbarten Erfassungselektroden **16** angeordnet sind, nach der Entfernung des Bindemittels **30** nicht getragen. Dieser Abschnitt wird entfernt, um einen Zwischenraum zwischen benachbarten Infraroterfassungsabschnitten zu bilden. Das zweite Substrat **14** wird entlang dem Zwischenraum in einzelne Infrarotsensoren **10** geschnitten.

**[0076]** Das erste Substrat **12** ist mit einem zweiten Substrat **14** verbunden, mit dem Bindemittel **30**. Somit kann das massive erste Substrat **12** in der Dicke auf 50 µm oder weniger reduziert werden. Ferner sind in dem resultierenden Infrarotsensor **10** das erste Substrat **12** und das zweite Substrat **14** verbunden, unter Verwendung nur der beiden Stützen **20**, was somit zu einem kleinen Kontaktbereich zwischen dem ersten Substrat **12** und dem zweiten Substrat **14** führt. Dies führt zu einer geringen Wärmekapazität des ersten Substrats **12**, ausreichender Wärmeisolation und einer Verbesserung bei der thermoelektrischen Effizienz und Ansprechempfindlichkeit. Darüber hinaus führt das erste Substrat **12**, das kleiner ist als das zweite Substrat **14**, zu einem großen Abstand zwischen dem Infraroterfassungsabschnitt und einem Element benachbart zu dem Infraroterfassungsabschnitt, wenn der Infrarotsensor **10** auf einer Schaltungsplatine oder dergleichen befestigt ist, wodurch Übersprechen aufgrund von Wärmeleitung verhindert wird und eine thermische Isolationsstruk-



tur kostengünstig gebildet wird.

**[0077]** Bei diesem Herstellungsverfahren wird ein Pb-freies Harzmaterial als das Bindemittel **30** verwendet, das das erste Substrat **12** und das zweite Substrat **14** verbindet, wodurch die Verwendung eines umweltbelastenden Materials eliminiert wird. Der Infrarotsensor **10**, der durch das Herstellungsverfahren hergestellt wird, hat die Außenanschlussverbindungselektroden **26** auf der Oberfläche des zweiten Substrats **14** und kann somit auf einer Schaltungsplatte oder dergleichen oberflächenbefestigt sein, wodurch der Befestigungsbereich reduziert wird. In **Fig. 5(D)** kann der infrarotabsorbierende Film **24** statt dem Schutzfilm **22** gebildet werden, um den in den **Fig. 5(E)** gezeigten Schritt zu eliminieren.

**[0078]** **Fig. 6** ist eine darstellende Ansicht eines weiteren Verfahrens zum Herstellen eines Infrarotsensors gemäß der vorliegenden Erfindung. Bei diesem Herstellungsverfahren, wie es in **Fig. 6(A)** gezeigt ist, sind zwei Verbindungselektroden **36** auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats **14** gebildet, um voneinander beabstandet zu sein. Wie es in **Fig. 6(B)** gezeigt ist, ist das massive erste Substrat **12** mit der Hauptoberfläche des zweiten Substrats **14** verbunden, das mit den Verbindungselektroden **36** versehen ist, unter Verwendung des Bindemittels **30**. Wie es in **Fig. 6(C)** gezeigt ist, ist das erste Substrat **12** in der Dicke reduziert. Wie es in **Fig. 6(D)** gezeigt ist, sind die Erfassungselektrode **16** und die Anschlussleitungsabschnitte **18** auf dem ersten Substrat **12** reduzierter Dicke gebildet. An diesem Punkt sind die Anschlussleitungsabschnitte **18** der Erfassungselektrode **16** an Positionen angeordnet, die im Wesentlichen den Verbindungselektroden **36** entsprechen.

**[0079]** Wie es in **Fig. 6(E)** gezeigt ist, sind Durchgangslöcher, die mit den Verbindungselektroden **36** kommunizieren, durch das erste Substrat **12** und das Bindemittel **30** gebildet. Elektroden sind durch Plattieren darin gebildet, um Stützen **38** zu bilden. In diesem Fall sind die Anschlussleitungsabschnitte **18** an Positionen angeordnet, die im Wesentlichen den Verbindungselektroden **36** entsprechen; somit sind die Durchgangslöcher, die mit den Verbindungselektroden **36** kommunizieren, gebildet, um die Anschlussleitungsabschnitte **18** teilweise zu entfernen. Durch Bilden der Elektroden in den Durchgangslöchern sind die Stützen **38** mit den Anschlussleitungsabschnitten **18** verbunden, so dass die Segmente der Erfassungselektrode **16** mit den Verbindungselektroden **36** elektrisch verbunden sind. Alternativ können Durchgangslöcher in Peripherien der Anschlussleitungsabschnitte **18** gebildet sein. Wenn in diesem Fall Elektroden in den Durchgangslöchern gebildet sind, können die Elektroden in den Durchgangslöchern mit den Anschlussleitungsabschnitten **18** verbunden sein.

**[0080]** Nach der Bildung der Stützen **38**, wie es in **Fig. 6(F)** gezeigt ist, wird der Schutzfilm **22** auf dem ersten Substrat **12** gebildet, um die Erfassungselektrode **16** abzudecken. Wie es in **Fig. 6(G)** gezeigt ist, ist der infrarotabsorbierende Film **24** auf einem Abschnitt des Schutzfilms **22** gebildet, der der Erfassungselektrode **16** entspricht. Wie es in **Fig. 6(H)** gezeigt ist, sind Durchgangslöcher, die mit den Verbindungselektroden **36** kommunizieren, durch das zweite Substrat **14** gebildet. Elektroden **40** sind durch Plattieren oder dergleichen in den Durchgangslöchern gebildet. Wie es in **Fig. 6(I)** gezeigt ist, sind die Außenanschlussverbindungselektroden **26** auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats **14** gebildet, um mit den Elektroden **40** verbunden zu sein. In **Fig. 6(F)** ist der infrarotabsorbierende Film **24** statt dem Schutzfilm **22** gebildet, um den in **Fig. 6(G)** gezeigten Schritt zu eliminieren.

**[0081]** Wie es in **Fig. 6(J)** gezeigt ist, ist die Rille **34**, die durch den Schutzfilm **22** und das erste Substrat **12** verläuft, gebildet, um die Erfassungselektrode **16** zu umgeben. Wie es in **Fig. 6(K)** gezeigt ist, wird das Bindemittel **30** entfernt durch Ätzen oder dergleichen, um das erste Substrat **12** von dem zweiten Substrat **14** zu trennen, so dass das erste Substrat **12** durch die Stützen **38** getragen wird. Abschnitte des Schutzfilms **22** und des ersten Substrats **12**, die außerhalb der Rille **34** und zwischen benachbarten Erfassungselektroden **16** angeordnet sind, werden entfernt. Dann wird das zweite Substrat an Positionen zwischen benachbarten Erfassungselektroden **16** in einzelne Infrarotsensoren **10A** geschnitten. In jedem der Infrarotsensoren **10A** werden die Stützen **38** aus dem ersten Substrat **12** gebildet, und das erste Substrat **12** wird durch die Stützen **38** getragen, während es von dem zweiten Substrat **14** getrennt ist.

**[0082]** Wie es in **Fig. 7** gezeigt ist, kann der Infrarotsensor **10** ohne die Verwendung eines Bindemittels gebildet werden. In diesem Fall, wie es in **Fig. 7(A)** gezeigt ist, sind erste Verbindungselektroden **42** auf dem massiven ersten Substrat **12** gebildet. Zweite Verbindungselektroden **44** sind auf dem zweiten Substrat **14** gebildet. Die ersten Zwischenelektroden **42** und entsprechende der zweiten Verbindungselektroden **44** sind an entsprechenden Positionen angeordnet, wenn das erste Substrat **12** und das zweite Substrat **14** überlagert sind, so dass Hauptoberflächen derselben einander zugewandt sind. Die ersten Verbindungselektroden **42** und die zweiten Verbindungselektroden **44** sind aus Materialien wie z. B. Ga, In, Sn, Cu, Au und Ni gebildet. Alternativ sind die ersten und zweiten Verbindungselektroden **42** und **44** aus Laminaten gebildet, die aus den Materialien bestehen. Vorzugsweise sind die ersten Zwischenelektroden **42** und die zweiten Verbindungselektrode **44** auf solche Weise gebildet, dass ein erstes Metall, das aus zumindest einem bestehen, das aus Ga, In und Sn ausgewählt ist, und ein zweites Metall, das aus

zumindest einem besteht, das aus Ni, Au und Cu ausgewählt ist, in Kontakt miteinander gebracht werden, wenn die ersten Zwischenelektroden **42** und die zweiten Zwischenelektroden **44** verbunden werden.

**[0083]** Wie es in **Fig. 7(B)** gezeigt ist, sind das erste Substrat **12** und das zweite Substrat **14** überlagert, und die ersten Verbindungselektroden **42** und die zweiten Verbindungselektroden **44** sind verbunden. Die ersten Verbindungselektroden **42** und die zweiten Verbindungselektroden **44** sind beispielsweise durch Erwärmen verbunden, während diese Verbindungselektroden **42** und **44** gegeneinander gedrückt werden. Die Erwärmung führt zu der Bildung einer Legierungsschicht, die aus dem ersten Metall und dem zweiten Metall besteht, an der Schnittstelle zwischen den ersten Verbindungselektroden **42** und den zweiten Verbindungselektroden **44**. Die Legierungsschicht verbindet die Verbindungselektroden **42** und **44**. Die ersten Verbindungselektroden **42** sind mit den zweiten Verbindungselektroden **44** verbunden, um Stützen **46** zu bilden, die das erste Substrat **12** tragen, während das erste Substrat **12** von dem zweiten Substrat **14** getrennt ist.

**[0084]** Wie es in **Fig. 7(C)** gezeigt ist, ist das erste Substrat **12** in der Dicke reduziert. Wie es in **Fig. 7(D)** gezeigt ist, ist die Erfassungselektrode **16** auf dem ersten Substrat **12** gebildet. Die Anschlussleitungsabschnitte **18** der Erfassungselektrode **16** sind an Positionen gebildet, die im Wesentlichen den Stützen **46** entsprechen. Wie es in **Fig. 7(E)** gezeigt ist, sind Durchgangslöcher, die mit den Stützen **46** kommunizieren, durch das erste Substrat **12** gebildet. Elektroden **48** sind durch Plattieren oder dergleichen in den Durchgangslöchern gebildet. Die Anschlussleitungsabschnitte **18** der Erfassungselektrode **16** sind elektrisch verbunden mit den Stützen **46**, durch die Elektroden **48**. Alternativ können Durchgangslöcher in Peripherien der Anschlussleitungsabschnitte **18** gebildet werden. Wenn Elektroden in den Durchgangslöchern gebildet sind, können in diesem Fall die Elektroden in den Durchgangslöchern mit den Anschlussleitungsabschnitten **18** verbunden sein.

**[0085]** Wie es in **Fig. 7(F)** gezeigt ist, ist der Schutzfilm **22** auf dem ersten Substrat **12** gebildet, um die Erfassungselektrode **16** abzudecken. Wie es in **Fig. 7(G)** gezeigt ist, ist der infrarotabsorbierende Film **24** auf dem Schutzfilm **22** gebildet. Wie es in **Fig. 7(H)** gezeigt ist, sind Durchgangslöcher, die mit den Stützen **46** kommunizieren, durch das zweite Substrat **14** gebildet. Elektroden **50** sind durch Plattieren oder dergleichen in den Durchgangslöchern gebildet. Wie es in **Fig. 7(I)** gezeigt ist, sind die Außenanschlussverbindungselektroden **26** auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats **14** gebildet, um mit den Elektroden **50** verbunden zu sein. In **Fig. 7(F)** kann der infrarotabsorbierende Film **24** statt dem Schutzfilm **22** gebildet werden, um den in

**Fig. 7(G)** gezeigten Schritt zu eliminieren.

**[0086]** Wie es in **Fig. 7(J)** gezeigt ist, ist die Rille **34**, die durch den Schutzfilm **22** und das erste Substrat **12** verläuft, gebildet, um die Erfassungselektrode **16** zu umgeben. Abschnitte des Schutzfilms **22** und des ersten Substrats **12**, die außerhalb der Rille **34** und zwischen benachbarten Erfassungselektroden **16** angeordnet sind, werden entfernt. Dann wird das zweite Substrat **14** an Positionen zwischen benachbarten Erfassungselektroden **16** in einzelne Infrarotsensoren **108** geschnitten. Die Verwendung des Verfahrens zum Herstellen der Infrarotsensoren **10B** führt zu der Eliminierung des Schritts des Entfernens einer Bindschicht.

**[0087]** Wie es in **Fig. 8** gezeigt ist, kann der Infrarotsensor **10**, der Elektroden für Drahtbonden aufweist, ebenfalls hergestellt werden. In diesem Fall, wie es in **Fig. 8(A)** gezeigt ist, werden Verbindungselektroden **52** an Positionen getrennt voneinander auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats **14** gebildet. Die Verbindungselektroden **52** sind an den Positionen angeordnet, die Anschlussleitungsabschnitten einer Erfassungselektrode entsprechen, die auf dem ersten Substrat **12** zu bilden sind, und erstrecken sich in entgegengesetzten Richtungen. Das heißt, obwohl **Fig. 8(A)** zwei Verbindungselektroden zeigt, die an jedem Ende des zweiten Substrats **14** angeordnet sind, sind die beiden Verbindungselektroden, die an jedem Ende angeordnet sind, auf dem zweiten Substrat **14** geleitet und miteinander verbunden.

**[0088]** Wie es in **Fig. 8(B)** gezeigt ist, ist das massive erste Substrat **12** mit dem zweiten Substrat **14** verbunden, mit dem Bindemittel **30** dazwischen vorgesehen, um die Verbindungselektroden **52** abzudecken. Wie es in **Fig. 8(C)** gezeigt ist, ist das erste Substrat **12** in der Dicke reduziert. Wie es in **Fig. 8(D)** gezeigt ist, sind die Erfassungselektrode **16** und die Anschlussleitungsabschnitte **18** auf dem ersten Substrat **12** mit einer reduzierten Dicke gebildet. In diesem Fall sind die Anschlussleitungsabschnitte **18** der Erfassungselektrode **16** an Positionen angeordnet, die im Wesentlichen inneren Teilen der Verbindungselektroden **52** entsprechen, die entfernt voneinander angeordnet sind.

**[0089]** Wie es in **Fig. 8(E)** gezeigt ist, sind Durchgangslöcher, die mit den inneren Teilen der Verbindungselektroden **52** kommunizieren, durch das erste Substrat **12** und das Bindemittel **30** gebildet. Elektroden sind in den Durchgangslöchern gebildet, um Stützen **54** zu bilden. In diesem Fall sind die Anschlussleitungsabschnitte **18** der Erfassungselektrode **16** an den Positionen angeordnet, die im Wesentlichen den inneren Teilen der Verbindungselektroden **52** entsprechen; somit ist die Erfassungselektrode **16** durch die Stützen **54** elektrisch verbunden mit den Zwischenelektroden **52**. Alternativ können Durch-

gangslöcher in Peripherien der Anschlussleitungsabschnitte **18** gebildet sein. In diesem Fall, wenn Elektroden in den Durchgangslöchern gebildet sind, können die Elektroden mit den Anschlussleitungsabschnitten **18** verbunden sein.

**[0090]** Wie es in **Fig. 8(F)** gezeigt ist, wird der Schutzfilm **22** auf dem ersten Substrat **12** gebildet, um die Erfassungselektrode **16** abzudecken. Wie es in **Fig. 8(G)** gezeigt ist, ist der infrarotabsorbierende Film **24** auf dem Schutzfilm **22** gebildet. Wie es in **Fig. 8(H)** gezeigt ist, ist eine Rille, die durch den Schutzfilm **22** und das erste Substrat **12** verläuft, gebildet, um die Erfassungselektrode **16** zu umgeben. Abschnitte des Schutzfilms **22** und des ersten Substrats **12**, die außerhalb der Rille angeordnet sind, und zwischen benachbarten Erfassungselektroden **16**, werden entfernt. Wie es in **Fig. 8(I)** gezeigt ist, wird das Bindemittel **30** durch Ätzen oder dergleichen entfernt. Somit sind äußere Teile der Verbindungselektroden **52** auf dem zweiten Substrat **14** freigelegt. Alternativ kann in **Fig. 8(F)** der infrarotabsorbierende Film **24** statt dem Schutzfilm **22** gebildet sein, um den in **Fig. 8(G)** gezeigten Schritt zu eliminieren.

**[0091]** Außerdem wird bei diesem Herstellungsverfahren das zweite Substrat **14** an Positionen zwischen benachbarten Erfassungselektroden **16** in einzelne Infrarotsensoren **10C** geschnitten. Abschnitte des Schutzfilms **22** und des ersten Substrats **12**, die außerhalb der Rille angeordnet sind, wurden entfernt; somit ist das erste Substrat **12** kleiner als das zweite Substrat **14**. Als Ergebnis sind die äußeren Teile der Verbindungselektroden **52** freigelegt, wenn sie von außen betrachtet werden. Somit können die äußeren Teile der Verbindungselektroden **52** als Elektroden für Drahtbonden verwendet werden. Anders ausgedrückt, nachdem der Infrarotsensor **10C** auf einer Schaltungsplatine befestigt ist, können die äußeren Teile der Verbindungselektroden **52** durch Drahtbonden mit Anschlüssen auf der Schaltungsplatine verbunden werden.

**[0092]** Wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, kann ein IC-Substrat als zweites Substrat **14** verwendet werden. In diesem Fall, wie es in **Fig. 9(A)** gezeigt ist, ist das massive erste Substrat **12** mit dem zweiten Substrat **14** verbunden, das als das IC-Substrat dient, unter Verwendung des Bindemittels **30**. Wie es in **Fig. 9(B)** gezeigt ist, ist das erste Substrat **12** in der Dicke reduziert. Wie es in **Fig. 9(C)** gezeigt ist, sind die Erfassungselektrode **16** und die Anschlussleitungsabschnitte **18** auf dem ersten Substrat **12** gebildet. Die Anschlussleitungsabschnitte **18** der Erfassungselektrode **16** sind an Positionen angeordnet, die im Wesentlichen äußeren Anschlüssen (nicht gezeigt) des IC-Substrats entsprechen, das als das zweite Substrat **14** dient.

**[0093]** Wie es in **Fig. 9(D)** gezeigt ist, sind Durch-

gangslöcher, die mit den äußeren Anschlüssen auf dem zweiten Substrat **14** kommunizieren, durch das erste Substrat **12** und das Bindemittel **30** gebildet. Elektroden sind durch Plattieren oder dergleichen in den Durchgangslöchern gebildet, um Stützen **56** zu bilden. Die Anschlussleitungsabschnitte **18** der Erfassungselektrode **16** sind an den Positionen angeordnet, die im Wesentlichen den äußeren Anschlüssen auf dem zweiten Substrat **14** entsprechen; somit sind die Anschlussleitungsabschnitte **18** der Erfassungselektrode **16** durch die Stützen **56** mit den äußeren Anschlüssen auf dem zweiten Substrat **14** elektrisch verbunden. Alternativ können Durchgangslöcher Peripherien in den Anschlussleitungsabschnitten **18** sein. Wenn Elektroden in den Durchgangslöchern gebildet sind, können in diesem Fall die Elektroden in den Durchgangslöchern mit den Anschlussleitungsabschnitten **18** verbunden sein.

**[0094]** Wie es in **Fig. 9(E)** gezeigt ist, ist der Schutzfilm **22** auf dem ersten Substrat **12** gebildet, um die Erfassungselektrode **16** abzudecken. Wie es in **Fig. 9(F)** gezeigt ist, ist der infrarotabsorbierende Film **24** auf dem Schutzfilm **22** gebildet. Wie es in **Fig. 9(G)** gezeigt ist, ist die Rille **34**, die durch den Schutzfilm **22** und das erste Substrat **12** verläuft, gebildet, um die Erfassungselektrode **16** zu umgeben. Wie es in **Fig. 9(H)** gezeigt ist, wird das Bindemittel **30** durch Ätzen oder dergleichen entfernt, so dass das erste Substrat **12** durch die Stützen **56** getragen wird, während dasselbe von dem zweiten Substrat **14** getrennt ist. Abschnitte des Schutzfilms **22** und des ersten Substrats **12**, die außerhalb der Rille **34** und zwischen benachbarten Erfassungselektroden **16** angeordnet sind, werden entfernt. Das zweite Substrat **14** wird an Positionen zwischen benachbarten Erfassungselektroden **16** in einzelne Infrarotsensoren **10D** geschnitten. Alternativ kann in **Fig. 9(E)** der infrarotabsorbierende Film **24** statt dem Schutzfilm **22** gebildet werden, um den in **Fig. 9(F)** gezeigten Schritt zu eliminieren.

**[0095]** In jedem der Infrarotsensoren **10D** sind Segmente der Erfassungselektrode **16** durch die Stützen **56** mit dem IC-Substrat verbunden, das als das zweite Substrat **14** dient; somit kann ein Signal, das von dem Infraroterfassungsabschnitt gesendet wird, in dem zweiten Substrat **14** verarbeitet werden.

**[0096]** Bei diesen Herstellungsverfahren wird das zweite Substrat **14** an Positionen zwischen benachbarten Erfassungselektroden **16** in einzelne Infrarotsensoren **10** geschnitten. Alternativ, wie es in **Fig. 10** gezeigt ist, kann das zweite Substrat **14**, auf dem eine Mehrzahl von Infraroterfassungsabschnitten befestigt ist, in ein Infrarotsensorarray **60** ausgeschnitten werden. In dem Infrarotsensorarray **60** ist das erste Substrat **12** nur durch die Stützen mit dem zweiten Substrat **14** verbunden, und das erste Substrat **12** ist von dem zweiten Substrat **14** in dem anderen Ab-

schnitt getrennt. Ferner sind benachbarte erste Substrate **12** entfernt voneinander angeordnet. Dies führt zu einem zufriedenstellenden thermischen Isolationseffekt zwischen benachbarten Infraroterfassungsabschnitten und verhindert somit Übersprechen aufgrund von Wärme.

**[0097]** Wie es in [Fig. 11](#) gezeigt ist, kann das Infrarotsensorarray **60** ein Abdeckungsbauglied **62** umfassen, das konfiguriert ist, um das erste Substrat **12** abzudecken. In diesem Fall ist das Abdeckungsbauglied **62** unter Verwendung eines Bindemittels **64** mit dem zweiten Substrat **14** verbunden. Das Abdeckungsbauglied **62** wird durch ein infrarottransparentes Substrat gebildet, auf solche Weise, dass Infrarotstrahlen, die von der Außenseite auftreffen, Infraroterfassungsabschnitte erreichen. Ferner können konvexe Abschnitte auf dem Abdeckungsbauglied **62** an Positionen gebildet werden, die Infraroterfassungsabschnitten entsprechen, und Kondensorlinsen **66**, die konfiguriert sind, um Infrarotstrahlen zu kondensieren, können an den konvexen Abschnitten gebildet sein.

**[0098]** [Fig. 12](#) ist eine Querschnittsansicht, die einen Infrarotsensor gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt. [Fig. 13](#) ist eine Draufsicht des Infrarotsensors. Ein Infrarotsensor **70** umfasst ein dünnes erstes Substrat **72**, das aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial besteht, und ein zweites Substrat **74**, das aus Si oder dergleichen besteht. Das erste Substrat **72** und das zweite Substrat **74** sind unter Verwendung eines Bindemittels **76** verbunden, das aus einem Harzmaterial, wie z. B. einem Polyimidharz oder einem Epoxydharz, besteht. Eine Erfassungselektrode **78** ist auf dem ersten Substrat **72** gebildet. Wie es in [Fig. 14](#) gezeigt ist, ist die Erfassungselektrode **78** durch ineinandergreifendes Anordnen von zwei kammförmigen Elektrodensegmenten **78a** und **78b** gebildet. Die kammförmigen Elektrodensegmente **78a** und **78b** erstrecken sich in entgegengesetzten Richtungen auf dem ersten Substrat **72** und sind mit jeweiligen Anschlussleitungsabschnitten **80** verbunden. Ein Infraroterfassungsabschnitt ist auf einem Abschnitt gebildet, wo die kammförmigen Elektrodensegmente **78a** und **78b** gebildet sind. Die Erfassungselektrode **78** und die Anschlussleitungsabschnitte **80** bestehen beispielsweise aus Al/Ti, Al/NiCr.

**[0099]** Ein Schutzfilm **82**, der aus einem isolierenden Material besteht, wie z. B.  $\text{SiO}_2$  oder  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , ist auf dem ersten Substrat **72** gebildet, um den Abschnitt abzudecken, wo die Erfassungselektrode **78** angeordnet ist. Ein infrarotabsorbierender Film **84** ist auf einem Abschnitt des Schutzfilms **82** gebildet, der dem Abschnitt entspricht, wo die Erfassungselektrode **78** angeordnet ist. Der infrarotabsorbierende Film **84** besteht beispielsweise aus Au schwarz, NiCr oder

TiN. Ein Durchgangsloch ist in einem Abschnitt des zweiten Substrats **74** gebildet, der dem Abschnitt entspricht, wo die Erfassungselektrode angeordnet ist, und bildet dadurch einen Hohlraum **86**. Durchgangsschlitze **88** sind in dem ersten Substrat **72** und um den Abschnitt herum gebildet, wo die Erfassungselektrode **78** angeordnet ist. Die Durchgangsschlitze **88** sind gebildet, um den Abschnitt zu umgeben, wo die Erfassungselektrode **78** angeordnet ist, außer Verbindungsabschnitten zwischen der Erfassungselektrode **78** und den Anschlussleitungsabschnitten **80**. [Fig. 15](#) ist eine Querschnittsansicht, die einen Infrarotsensor gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein infrarotabsorbierender Film **84** gebildet, um die Erfassungselektrode **78** abzudecken. Auf diese Weise kann der infrarotabsorbierende Film **84** Infrarotstrahlen absorbieren und die Erfassungselektrode **78** schützen.

**[0100]** In dem Infrarotsensor **70** ist ein Teil des zweiten Substrats **74**, der dem Infraroterfassungsabschnitt entspricht, der die Erfassungselektrode **78** umfasst, eliminiert, um den Hohlraum **86** zu bilden. An Abschnitten, wo die Anschlussleitungsabschnitte **80** angeordnet sind, sind das erste Substrat **72** und das zweite Substrat **74** verbunden. Der Durchgangsschlitz **88** ist jedoch um den Infraroterfassungsabschnitt herum gebildet. Somit ist der Infraroterfassungsabschnitt thermisch isoliert von einem Abschnitt des ersten Substrats **72**, der mit dem zweiten Substrat **74** verbunden ist, außer den Verbindungsabschnitten zwischen der Erfassungselektrode **78** und den Anschlussleitungsabschnitten **80**. Somit hat der Infraroterfassungsabschnitt eine geringe Wärmekapazität und ist thermisch isoliert von anderen Abschnitten, so dass der Infrarotsensor eine hervorragende thermoelektrische Umwandlungseffizienz und Ansprechempfindlichkeit aufweist. In dem Fall, wo ein Infrarotsensorarray mit einer Mehrzahl der Infraroterfassungsabschnitte, die zufriedenstellende thermische Isolation aufweisen, hergestellt wird, hat das Infrarotsensorarray außerdem einen niedrigen Nebensprechpegel aufgrund nur eines geringen Einflusses der Wärme auf benachbarte Infraroterfassungsabschnitte.

**[0101]** Um den Infrarotsensor **70** herzustellen, wie es in [Fig. 16\(A\)](#) gezeigt ist, werden eine Mehrzahl von Durchgangslöchern **90**, die die Hohlräume **86** werden sollen, durch Nassätzen, RIE, Sandstrahlen oder mit einem Laser oder dergleichen in dem zweiten Substrat **74** gebildet. Wie es in [Fig. 16\(B\)](#) gezeigt ist, ist das Bindemittel **76** auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats **74** gebildet, das die Durchgangslöcher **90** aufweist. Wie es in [Fig. 16\(C\)](#) gezeigt ist, ist das massive erste Substrat **72** mit dem Bindemittel **76** verbunden. Durch Verbinden des ersten Substrats **72** mit dem Bindemittel **76** werden Abschnitte, wo die Durchgangslöcher **90** gebildet sind,

in die Hohlräume **86** umgewandelt. Wie es in **Fig. 16(D)** gezeigt ist, ist das erste Substrat **72** durch Polieren, wie z. B. Läppen, in der Dicke reduziert.

**[0102]** Wie es in **Fig. 16(E)** gezeigt ist, sind die Erfassungselektroden **78** und die Anschlussleitungsabschnitte **80** auf dem ersten Substrat **72** gebildet. An diesem Punkt sind die Erfassungselektroden **78** an Abschnitten gebildet, die den Hohlräumen **86** entsprechen, die in dem zweiten Substrat **74** gebildet sind. Wie es in **Fig. 16(F)** gezeigt ist, sind Durchgangsschlitze **88** in dem ersten Substrat **72** und um jede Erfassungselektrode **78** herum mit einem Laser oder dergleichen gebildet, außer Abschnitten, die sich zu den Anschlussleitungsabschnitten **80** erstrecken.

**[0103]** Wie es in **Fig. 16(G)** gezeigt ist, sind die Schutzfilme **82** auf dem ersten Substrat **72** gebildet, um die Erfassungselektroden **78** abzudecken. Wie es in **Fig. 16(H)** gezeigt ist, sind die infrarotabsorbierenden Filme **84** auf den Schutzfilmen **82** gebildet. Wie es in **Fig. 16(I)** gezeigt ist, wird das zweite Substrat **74** an Positionen zwischen benachbarten Erfassungselektroden **78** durch Vereinzeln oder mit einem Laser usw., in einzelne Infrarotsensoren **70** geschnitten. In **Fig. 16(G)** können die infrarotabsorbierenden Filme **84** statt den Schutzfilmen **82** gebildet werden, um den in **Fig. 16(H)** gezeigten Schritt zu eliminieren.

**[0104]** Die in **Fig. 12**, **Fig. 13** und **Fig. 15** gezeigten Infrarotsensoren **70** können ohne weiteres durch das Herstellungsverfahren hergestellt werden.

**[0105]** Wie es in **Fig. 17** gezeigt ist, können Ausnehmungen, die in dem zweiten Substrat **74** gebildet sind, als die Hohlräume **86** verwendet werden. In diesem Fall, wie es in **Fig. 17(A)** gezeigt ist, sind eine Mehrzahl von Ausnehmungen **92** auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats **74** gebildet. Wie es in **Fig. 17(B)** gezeigt ist, ist das Bindemittel **76** auf der Seite des zweiten Substrats **74** benachbart zu den Ausnehmungen **92** gebildet. Wie es in **Fig. 17(C)** gezeigt ist, ist das massive erste Substrat **72** mit dem Bindemittel **76** verbunden. Wie es in **Fig. 17(D)** gezeigt ist, ist das erste Substrat **72** in der Dicke reduziert. Durch Verbinden des ersten Substrats **72** mit dem zweiten Substrat **74** werden die Ausnehmungen **92** zu den Hohlräumen **86** gebildet.

**[0106]** Wie es in **Fig. 17(E)** gezeigt ist, sind die Erfassungselektroden **78** und Anschlussleitungsabschnitte **80** auf dem ersten Substrat **72** gebildet. In diesem Punkt sind die Erfassungselektroden **78** an Abschnitten angeordnet, die den in dem zweiten Substrat **74** gebildeten Hohlräumen **86** entsprechen. Wie es in **Fig. 17(F)** gezeigt ist, sind die Durchgangsschlitze **88** in dem ersten Substrat **72** und um jede Erfassungselektrode **78** herum gebildet, außer den Abschnitten, die sich zu den Anschlussleitungsabschnit-

ten **80** erstrecken.

**[0107]** Wie es in **Fig. 17(G)** gezeigt ist, sind die Schutzfilme **82** auf dem ersten Substrat **72** gebildet, um die Erfassungselektroden **78** abzudecken. Wie es in **Fig. 17(H)** gezeigt ist, sind die infrarotabsorbierenden Filme **84** auf den Schutzfilmen **82** gebildet. Wie es in **Fig. 17(I)** gezeigt ist, ist das zweite Substrat **74** an Positionen zwischen benachbarten Erfassungselektroden **78** in einzelne Infrarotsensoren **70A** geschnitten. In **Fig. 17(G)** können die infrarotabsorbierenden Filme **84** statt den Schutzfilmen **82** gebildet werden, um den in **Fig. 17(H)** gezeigten Schritt zu eliminieren.

**[0108]** Auf diese Weise ist es auch in dem Fall, wo die Hohlräume **86** durch Bilden der Ausnehmungen **92** in dem zweiten Substrat **74** gebildet sind, möglich, eine zufriedenstellende thermische Isolation zwischen benachbarten Infraroterfassungsabschnitten zu liefern.

**[0109]** Wie es in **Fig. 18** gezeigt ist, können die Hohlräume **86** gebildet werden, nachdem das erste Substrat **72** mit dem zweiten Substrat **74** verbunden ist. In diesem Fall, wie es in **Fig. 18(A)** gezeigt ist, ist das Bindemittel **76** auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats **74** gebildet. Wie es in **Fig. 18(B)** gezeigt ist, ist das erste Substrat **72** mit dem Bindemittel **76** verbunden. Wie es in **Fig. 18(C)** gezeigt ist, ist das erste Substrat **72** in der Dicke reduziert.

**[0110]** Wie es in **Fig. 18(D)** gezeigt ist, sind die Mehrzahl von Erfassungselektroden **78** und die Anschlussleitungsabschnitte **80** auf dem ersten Substrat **72** gebildet. Wie es in **Fig. 18(E)** gezeigt ist, sind die Schutzfilme **82** auf dem ersten Substrat **72** gebildet, um Abschnitte abzudecken, wo die Erfassungselektroden **78** angeordnet sind. Wie es in **Fig. 18(F)** gezeigt ist, sind die infrarotabsorbierenden Filme **84** auf den Schutzfilmen **82** gebildet. In **Fig. 18(E)** können die infrarotabsorbierenden Filme **84** statt den Schutzfilmen **82** gebildet werden, um den in **Fig. 18(F)** gezeigten Schritt zu eliminieren.

**[0111]** Wie es in **Fig. 18(G)** gezeigt ist, sind Durchgangslöcher in Abschnitten des zweiten Substrats **74** gebildet, die den Abschnitten entsprechen, wo die Erfassungselektroden **78** angeordnet sind, wodurch die Hohlräume **86** gebildet werden. Die Durchgangslöcher sind beispielsweise gebildet durch Nassätzen, RIE oder Sandstrahlen oder mit einem Laser, usw. Wie es in **Fig. 18(H)** gezeigt ist, sind die Durchgangsschlitze **88** in dem ersten Substrat **72** und um die Erfassungselektroden **78** herum gebildet, außer Abschnitten, die sich zu den Anschlussleitungsabschnitten **80** und den Erfassungselektroden **78** erstrecken. Wie es in **Fig. 18(I)** gezeigt ist, wird das zweite Substrat **74** an Positionen zwischen benachbarten Erfassungselektroden **78** in einzelne Infrarotsensoren **70B**



geschnitten.

30, 76  
32  
60  
86  
88  
90  
92

Bindemittel  
Durchgangsloch  
Infrarotsensorarray  
Hohlraum  
Durchgangsschlitz  
Durchgangsloch  
Ausnehmung

**[0112]** Auf diese Weise können die Hohlräume **86** gebildet werden, bevor das erste Substrat **72** mit dem zweiten Substrat **74** verbunden wird, oder nachdem das erste Substrat **72** mit dem zweiten Substrat **74** verbunden wird.

**[0113]** Gemäß diesen Herstellungsverfahren ist es möglich, einen Infrarotsensor herzustellen, der eine zufriedenstellende thermische Isolation eines Infraroterfassungsabschnitts, eine zufriedenstellende thermoelektrische Umwandlungseffizienz und gute Ansprechempfindlichkeit aufweist.

#### Zusammenfassung

**[0114]** Ein Infrarotsensor, der eine verbesserte thermische Isolation in einem Infraroterfassungsabschnitt, eine zufriedenstellende thermoelektrische Umwandlungseffizienz und Ansprechempfindlichkeit aufweist, und ein Verfahren zum Herstellen des Infrarotsensors werden geschaffen.

**[0115]** Der Infrarotsensor **10** umfasst ein erstes Substrat **12**, das aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial gebildet ist, und ein zweites Substrat **14**. Das erste Substrat **12** wird durch Stützen **20** getragen, die aus einem Elektrodenmaterial bestehen, während dasselbe von dem zweiten Substrat **14** getrennt ist. Eine Erfassungselektrode **16** und Anschlussleitungsabschnitte **18**, die damit verbunden sind, sind auf dem ersten Substrat **12** gebildet. Diese sind mit einem infrarotabsorbierenden Film **24** abgedeckt. Die Stützen **20** sind mit den Anschlussleitungsabschnitten **18** verbunden, und Außenanschlussverbindungselektroden **26** sind auf den Stützen **20** gebildet und mit denselben verbunden.

#### Bezugszeichenliste

<b>10, 10A, 10B, 10C, 10D, 70, 70A, 70B</b>	Infrarotsensor
<b>12, 72</b>	erstes Substrat
<b>14, 74</b>	zweites Substrat
<b>16, 8</b>	Erfassungselektrode
<b>18, 80</b>	Anschlussleitungsabschnitt
<b>20, 38, 46, 54, 56</b>	Stütze
<b>22, 82</b>	Schutzfilm
<b>24, 84</b>	infrarotabsorbierender Film
<b>26</b>	Außenanschlussverbindungselektrode



**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 6-194226 [\[0003\]](#)

**Patentansprüche**

1. Ein Infrarotsensor, der folgende Merkmale umfasst:

ein erstes Substrat, das aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial besteht;  
 ein zweites Substrat, das entfernt von dem ersten Substrat auf solch eine Weise angeordnet ist, dass eine Hauptoberfläche des zweiten Substrats einer Hauptoberfläche des ersten Substrats zugewandt ist;  
 eine Mehrzahl von säulenförmigen Stützen, die konfiguriert sind, um das erste Substrat und das zweite Substrat zu verbinden, und das erste Substrat und das zweite Substrat zu tragen, während das erste Substrat und das zweite Substrat in einem getrenntem Zustand sind; und  
 eine Erfassungselektrode, die auf zumindest einer Hauptoberfläche des ersten Substrats angeordnet ist, wobei die Erfassungselektrode Infrarotstrahlen erfasst, die auf das erste Substrat auftreffen.

2. Der Infrarotsensor gemäß Anspruch 1, bei dem eine Außenanschlussverbindungselektrode für eine Verbindung mit einer äußeren Schaltung auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats angeordnet ist, gegenüber der Oberfläche, die dem ersten Substrat zugewandt ist, und die Erfassungselektrode mit den Stützen und der Außenanschlussverbindungselektrode elektrisch verbunden ist.

3. Der Infrarotsensor gemäß Anspruch 1, bei dem eine Verbindungselektrode auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats angeordnet ist, gegenüber der Oberfläche, die dem ersten Substrat zugewandt ist, und die Erfassungselektrode mit der Verbindungselektrode elektrisch verbunden ist.

4. Der Infrarotsensor gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Stützen angeordnet sind, um durch zumindest entweder das erste Substrat oder das zweite Substrat zu verlaufen.

5. Der Infrarotsensor gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem das zweite Substrat ein IC-Substrat ist.

6. Ein Infrarotsensor, der folgende Merkmale umfasst:

ein erstes Substrat, das aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial besteht;  
 eine Erfassungselektrode, die auf zumindest einer Hauptoberfläche des ersten Substrats angeordnet ist, wobei die Erfassungselektrode Infrarotstrahlen erfasst, die auf das erste Substrat treffen;  
 ein zweites Substrat, das mit dem ersten Substrat verbunden ist, um das erste Substrat zu tragen;  
 einen Hohlraum, der in einem Abschnitt des zweiten Substrats angeordnet ist, der einem Abschnitt entspricht, wo die Erfassungselektrode angeordnet ist; und

einen Durchgangsschlitz, der in dem ersten Substrat und um den Abschnitt herum angeordnet ist, wo die Erfassungselektrode angeordnet ist.

7. Der Infrarotsensor gemäß Anspruch 6, bei dem der Hohlraum angeordnet ist, um durch das zweite Substrat zu verlaufen.

8. Der Infrarotsensor gemäß Anspruch 6, bei dem der Hohlraum aus einer Ausnehmung gebildet ist, die in einem Abschnitt des zweiten Substrats angeordnet ist, der dem Abschnitt entspricht, wo die Erfassungselektrode angeordnet ist.

9. Der Infrarotsensor gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, der ferner einen infrarotabsorbierenden Film umfasst, der angeordnet ist, um die Erfassungselektrode abzudecken.

10. Der Infrarotsensor gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, der ferner einen Schutzfilm, der angeordnet ist, um die Erfassungselektrode abzudecken, und einen infrarotabsorbierenden Film umfasst, der auf einem Abschnitt des Schutzfilms angeordnet ist, der dem Abschnitt entspricht, wo die Erfassungselektrode angeordnet ist.

11. Der Infrarotsensor gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem das erste Substrat aus einem Thermistormaterial besteht.

12. Der Infrarotsensor gemäß Anspruch 11, bei dem das Thermistormaterial ein  $Mn_3O_4$ -basiertes Material ist.

13. Der Infrarotsensor gemäß Anspruch 11, bei dem das Thermistormaterial ein  $(Ba,Sr)TiO_3$ -basiertes Material ist.

14. Der Infrarotsensor gemäß Anspruch 11, bei dem das Thermistormaterial ein  $(La,Ba)MnO_3$ -basiertes Material ist.

15. Der Infrarotsensor gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem das erste Substrat aus einem pyroelektrischen Material besteht.

16. Der Infrarotsensor gemäß Anspruch 15, bei dem das pyroelektrische Material ein  $PbTiO_3$ -basiertes Material oder ein  $(Pb,Zr)TiO_3$ -basiertes Material ist.

17. Ein Infrarotsensorarray, das eine Mehrzahl der Infrarotsensoren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16 umfasst.

18. Ein Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors, das folgende Schritte umfasst:  
 Vorbereiten eines ersten Substrats, das aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial besteht;

Vorbereiten eines zweiten Substrats;  
 Verbinden einer Hauptoberfläche des ersten Substrats mit einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats unter Verwendung eines Bindemittels;  
 Reduzieren der Dicke des ersten Substrats;  
 Bilden einer Erfassungselektrode auf einer Hauptoberfläche des ersten Substrats mit einer reduzierten Dicke, wobei die Erfassungselektrode Infrarotstrahlen erfasst, die auf das erste Substrat auftreffen;  
 Bilden einer Stütze, die durch das Bindemittel verläuft, um das erste Substrat mit dem zweiten Substrat zu verbinden; und  
 Entfernen des Bindemittels.

19. Das Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors gemäß Anspruch 18, bei dem der Schritt des Bildens der Stütze einen Teilschritt des Bildens eines Durchgangslochs, das durch das zweite Substrat und das Bindemittel verläuft und mit dem ersten Substrat kommuniziert, und einen Teilschritt des Bildens einer Elektrode in dem Durchgangsloch, um die Stütze zu bilden, umfasst.

20. Das Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors gemäß Anspruch 19, bei dem die Stütze gebildet ist, um mit der Erfassungselektrode verbunden zu sein, und das Verfahren ferner einen Schritt des Bildens einer Außenanschlussverbindungselektrode auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats umfasst, gegenüber der Oberfläche, die dem ersten Substrat zugewandt ist, wobei die Außenanschlussverbindungselektrode mit der Stütze verbunden ist und für eine Verbindung mit einer äußeren Schaltung angeordnet ist.

21. Das Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors gemäß Anspruch 18, bei dem der Schritt des Bildens der Stütze einen Teilschritt des Bildens eines Durchgangslochs, das durch das erste Substrat und das Bindemittel verläuft und mit dem zweiten Substrat kommuniziert, und einen Teilschritt des Bildens einer Elektrode in dem Durchgangsloch, um die Stütze zu bilden, umfasst.

22. Das Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors gemäß Anspruch 21, das ferner die Schritte des Bildens einer Verbindungselektrode auf der Hauptoberfläche des zweiten Substrats, die dem ersten Substrat zugewandt ist, vor dem Verbinden des ersten Substrats mit dem zweiten Substrat, und des Verbindens der Stütze mit der Verbindungselektrode umfasst, wenn die Stütze gebildet wird, so dass die Erfassungselektrode mit der Stütze und der Verbindungselektrode verbunden ist.

23. Das Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors gemäß Anspruch 22, das ferner die Schritte des Bildens eines Durchgangslochs, das durch das zweite Substrat verläuft und nach dem Bilden der Stütze mit der Verbindungselektrode kommuniziert,

des Bildens einer Elektrode in dem Durchgangsloch, das durch das zweite Substrat verläuft, und des Bildens einer Außenanschlussverbindungselektrode auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats gegenüber der Oberfläche, die dem ersten Substrat zugewandt ist, umfasst, wobei die Außenanschlussverbindungselektrode angeordnet ist für eine Verbindung mit einer äußeren Schaltung, die mit der Elektrode verbunden werden soll, die durch das zweite Substrat verläuft.

24. Das Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors gemäß Anspruch 21, bei dem das zweite Substrat ein IC-Substrat ist und die Erfassungselektrode durch die Stütze mit einer Schaltung verbunden ist, die auf dem zweiten Substrat angeordnet ist.

25. Das Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors gemäß einem der Ansprüche 18 bis 24, bei dem der Schritt des Entferns des Bindemittels durch isotropes Ätzen durchgeführt wird.

26. Ein Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors, das folgende Schritte umfasst:  
 Vorbereiten eines ersten Substrats, das aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial besteht;  
 Vorbereiten eines zweiten Substrats;  
 Bilden einer ersten Verbindungselektrode auf einer Hauptoberfläche des ersten Substrats;  
 Bilden einer zweiten Verbindungselektrode auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats;  
 Verbinden der ersten Verbindungselektrode mit der zweiten Verbindungselektrode, um eine Stütze zu bilden zum Stapeln des ersten Substrats und des zweiten Substrats, damit dieselben einander zugewandt sind;  
 Reduzieren der Dicke des ersten Substrats; und  
 Bilden einer Erfassungselektrode auf einer Hauptoberfläche des ersten Substrats, wobei die Erfassungselektrode Infrarotstrahlen erfasst, die auf das erste Substrat auftreffen.

27. Das Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors gemäß Anspruch 26, das ferner die Schritte des Bildens eines Durchgangslochs in dem ersten Substrat nach dem Bilden der Erfassungselektrode, wobei das Durchgangsloch mit der Erfassungselektrode und der ersten Verbindungselektrode kommuniziert, des Bildens einer Elektrode in dem Durchgangsloch, das in dem ersten Substrat angeordnet ist, um die Erfassungselektrode mit der ersten Verbindungselektrode zu verbinden, des Bildens eines Durchgangslochs in dem zweiten Substrat, wobei das Durchgangsloch mit der zweiten Verbindungselektrode kommuniziert, des Bildens einer Elektrode in dem Durchgangsloch, das in dem zweiten Substrat angeordnet ist, und des Bildens einer Außenanschlussverbindungselektrode auf einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats gegenüber der Oberfläche, die dem ersten Substrat zugewandt ist, umfasst,

auf solch eine Weise, dass die Außenanschlussverbindungselektrode mit der Elektrode verbunden ist, die in dem Durchgangsloch in dem zweiten Substrat angeordnet ist, wobei die Außenanschlussverbindungselektrode für eine Verbindung mit einer äußeren Schaltung angeordnet ist.

28. Das Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors gemäß einem der Ansprüche 18 bis 26, das ferner die Schritte des Bildens einer Rille in dem ersten Substrat und um die Erfassungselektrode herum, und des Entferns eines Abschnitts des ersten Substrats umfasst, der außerhalb der Rille angeordnet ist, die um die Erfassungselektrode herum angeordnet ist.

29. Das Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors, das folgende Schritte umfasst:  
Vorbereiten eines ersten Substrats, das aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial besteht;  
Vorbereiten eines zweiten Substrats;  
Bilden eines Durchgangslochs in dem zweiten Substrat;  
Verbinden einer Hauptoberfläche des ersten Substrats mit einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats, das das Durchgangsloch aufweist;  
Reduzieren der Dicke des ersten Substrats;  
Bilden einer Erfassungselektrode auf einem Abschnitt einer Hauptoberfläche des ersten Substrats, der dem Durchgangsloch entspricht, wobei die Erfassungselektrode Infrarotstrahlen erfasst, die auf das erste Substrat auftreffen; und  
Bilden eines Durchgangsschlitzes in dem ersten Substrat und um die Erfassungselektrode herum.

30. Ein Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors, das folgende Schritte umfasst:  
Vorbereiten eines ersten Substrats, das aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial besteht;  
Vorbereiten eines zweiten Substrats;  
Bilden einer Ausnehmung in einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats;  
Verbinden einer Hauptoberfläche des ersten Substrats mit der Hauptoberfläche des zweiten Substrats, das die Ausnehmung aufweist;  
Reduzieren der Dicke des ersten Substrats;  
Bilden einer Erfassungselektrode auf einem Abschnitt einer Hauptoberfläche des ersten Substrats, der der Ausnehmung entspricht, wobei die Erfassungselektrode Infrarotstrahlen erfasst, die auf das erste Substrat auftreffen; und  
Bilden eines Durchgangsschlitzes in dem ersten Substrat und um die Erfassungselektrode herum.

31. Ein Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors, das folgende Schritte umfasst:  
Vorbereiten eines ersten Substrats, das aus einem thermoelektrischen Umwandlungsmaterial besteht;  
Vorbereiten eines zweiten Substrats;  
Verbinden einer ersten Hauptoberfläche des ersten

Substrats mit einer Hauptoberfläche des zweiten Substrats;

Reduzieren der Dicke des ersten Substrats;

Bilden einer Erfassungselektrode auf einer zweiten Hauptoberfläche des ersten Substrats, wobei die Erfassungselektrode Infrarotstrahlen erfasst, die auf das erste Substrat auftreffen;

Bilden eines Durchgangslochs in einem Abschnitt des zweiten Substrats, der der Erfassungselektrode entspricht, um einen Hohlraum auf der ersten Hauptoberflächenseite des ersten Substrats zu bilden; und

Bilden eines Durchgangslochs in dem ersten Substrat und um die Erfassungselektrode herum.

32. Das Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors gemäß einem der Ansprüche 18 bis 31, das ferner einen Schritt des Bildens eines infrarotabsorbierenden Films umfasst, auf solch eine Weise, dass der infrarotabsorbierende Film die Erfassungselektrode abdeckt.

33. Das Verfahren zum Herstellen eines Infrarotsensors gemäß einem der Ansprüche 18 bis 31, das ferner die Schritte des Bildens eines Schutzfilms auf solch eine Weise, dass der Schutzfilm die Erfassungselektrode abdeckt, und des Bildens eines infrarotabsorbierenden Films auf einem Abschnitt des Schutzfilms umfasst, der einem Abschnitt entspricht, wo die Erfassungselektrode angeordnet ist.

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

10

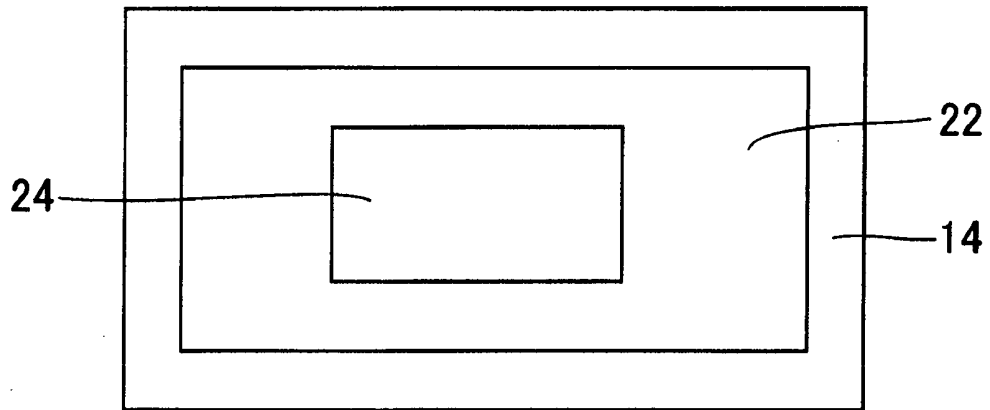


FIG 2

10

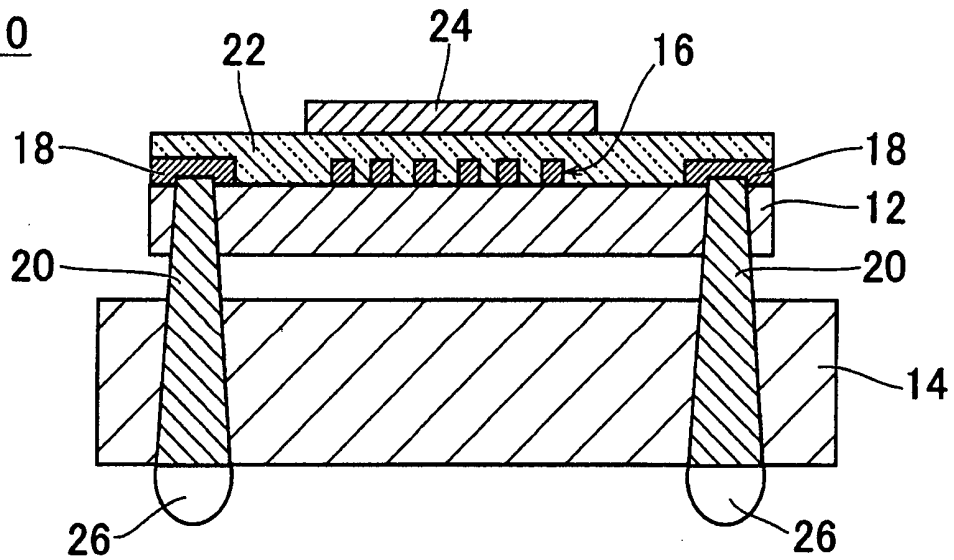
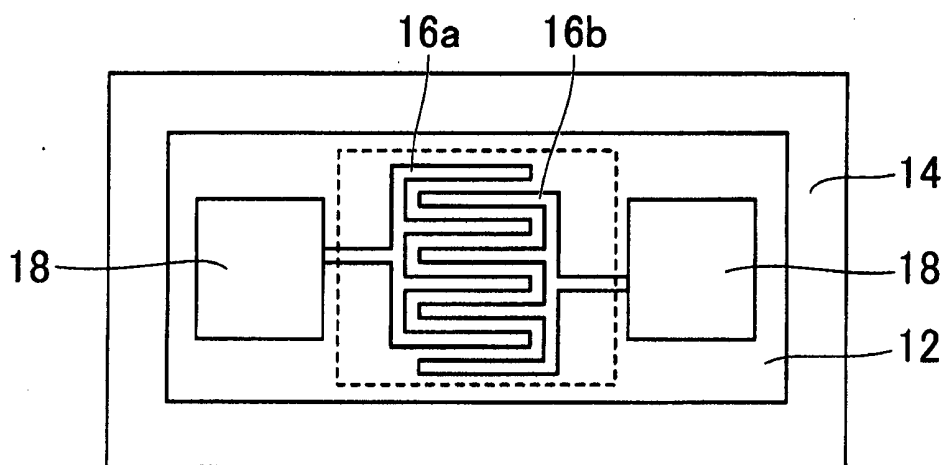


FIG 3



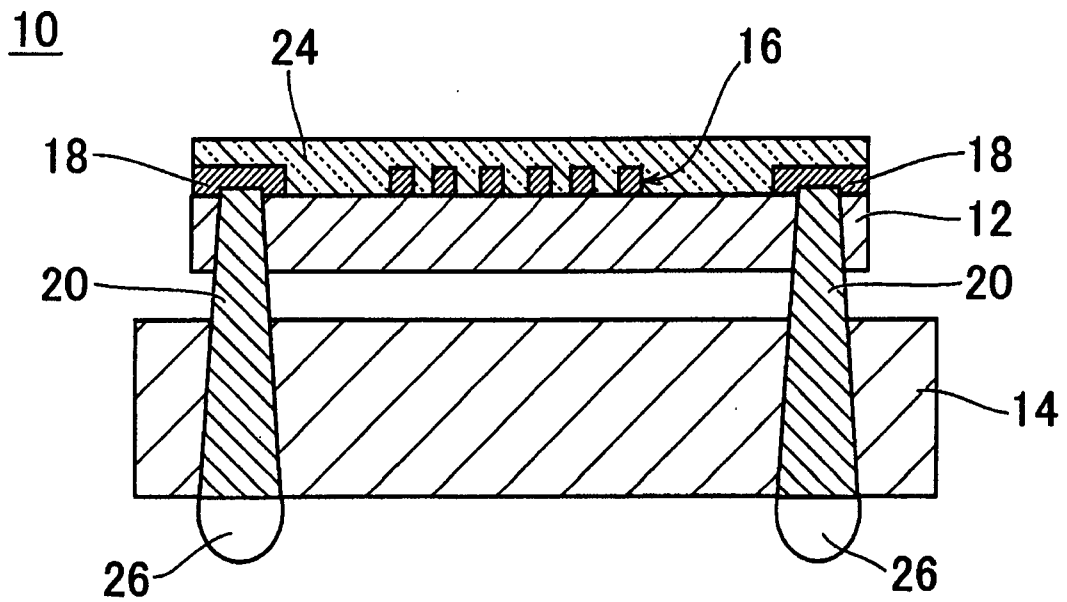


FIG 4



FIG 5A

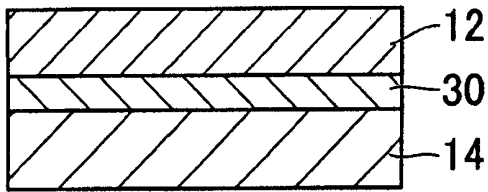


FIG 5B

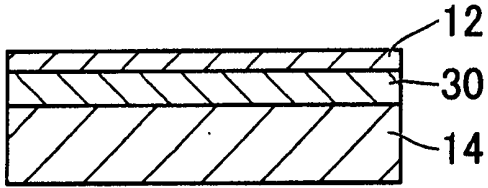


FIG 5C

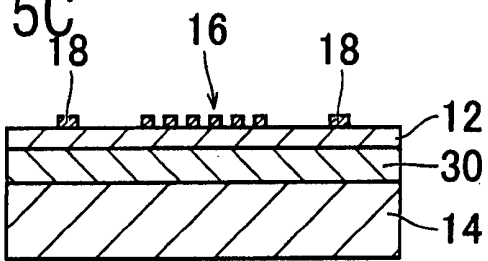


FIG 5D

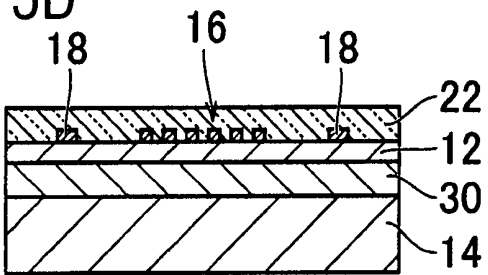


FIG 5E

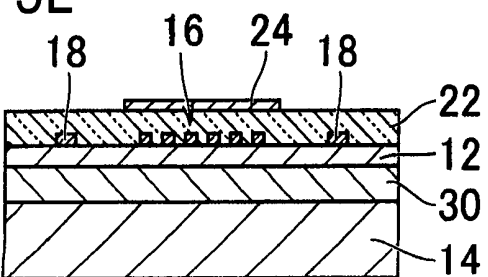


FIG 5F

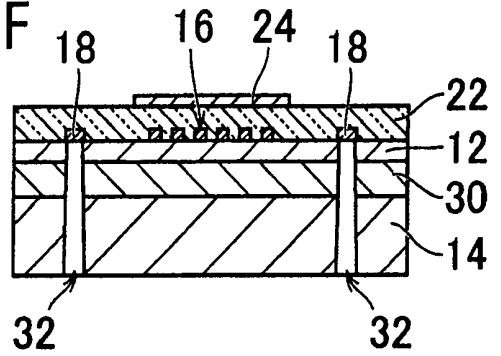


FIG 5G

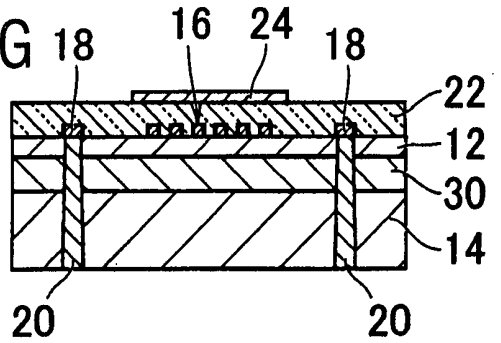


FIG 5H

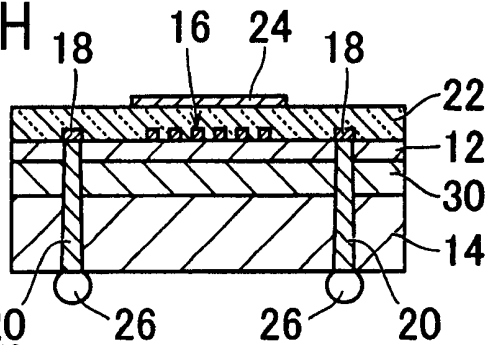


FIG 5I

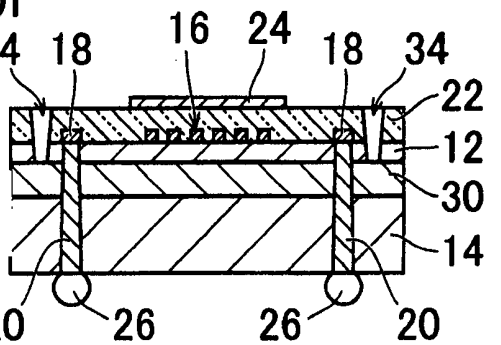


FIG 5J

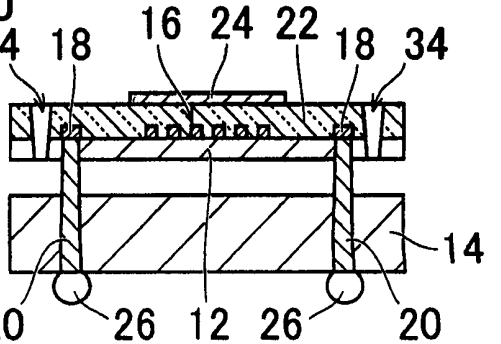


FIG 6A

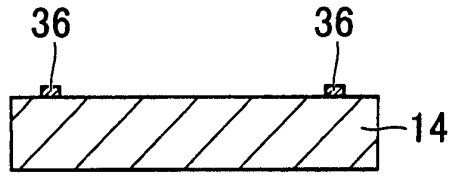


FIG 6B

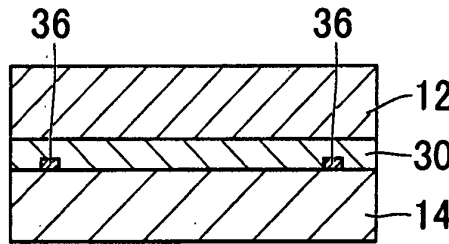


FIG 6C

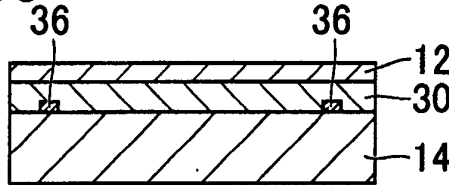


FIG 6D

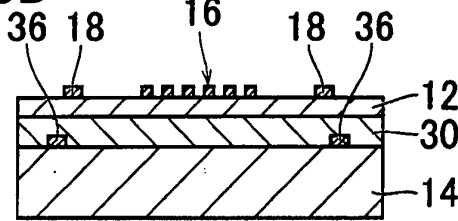


FIG 6E

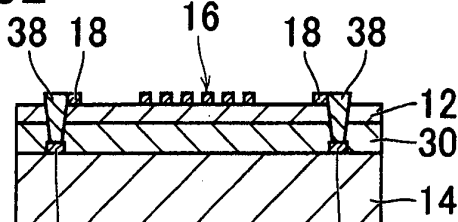


FIG 6F

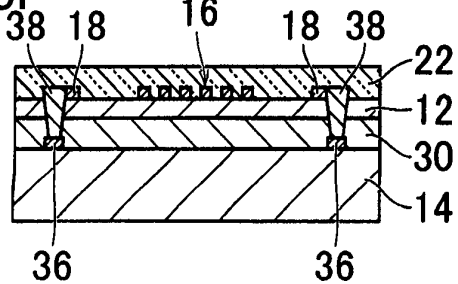


FIG 6G

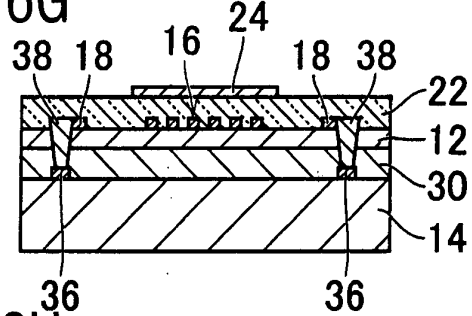


FIG 6H

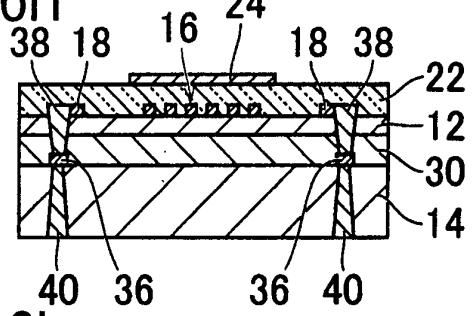


FIG 6I

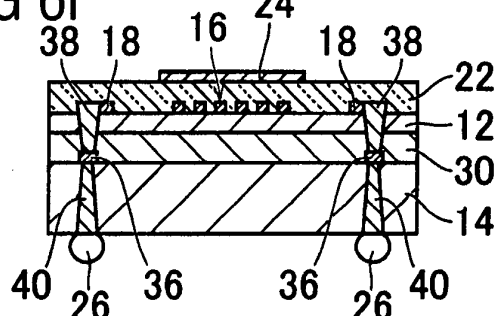


FIG 6J

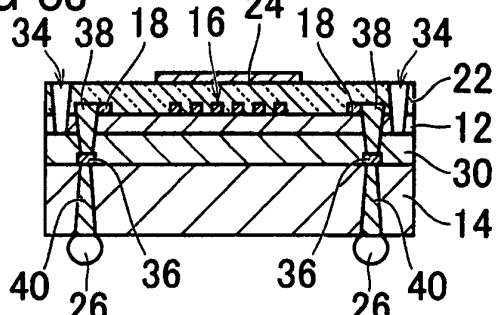


FIG 6K

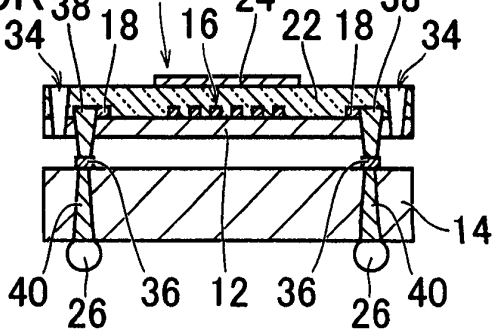


FIG 7A

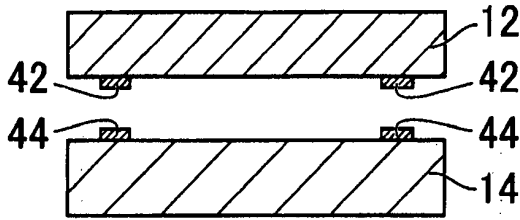


FIG 7F

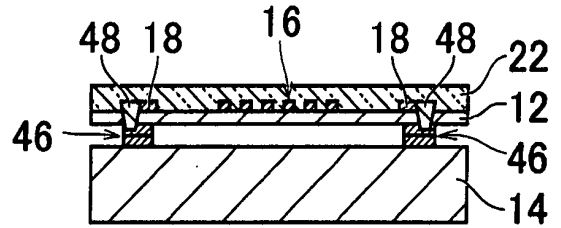


FIG 7B

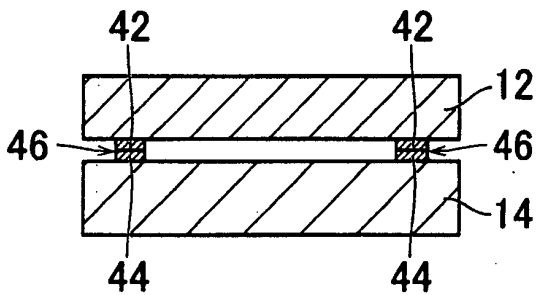


FIG 7G

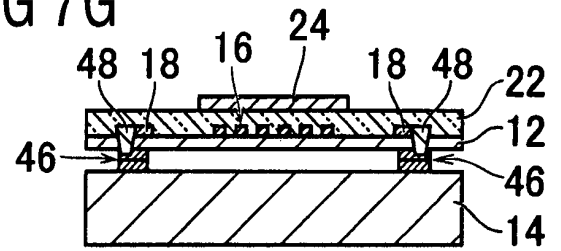


FIG 7C

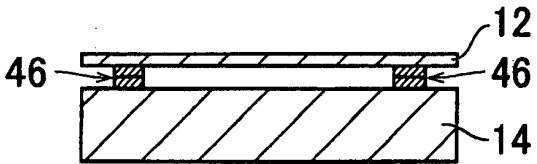


FIG 7H

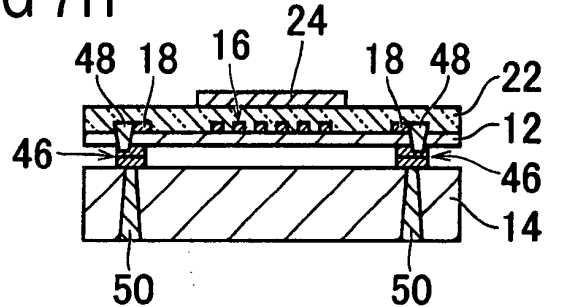


FIG 7D

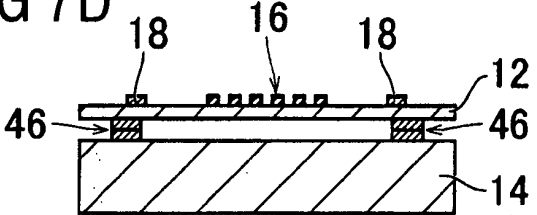


FIG 7I

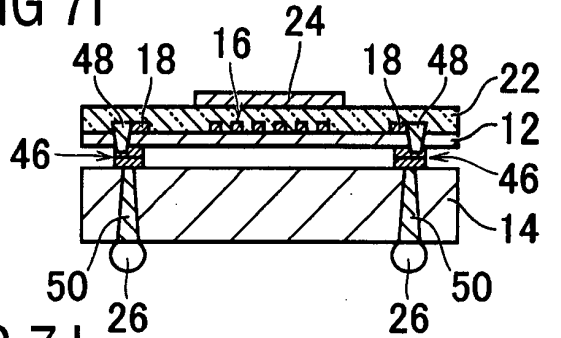


FIG 7E

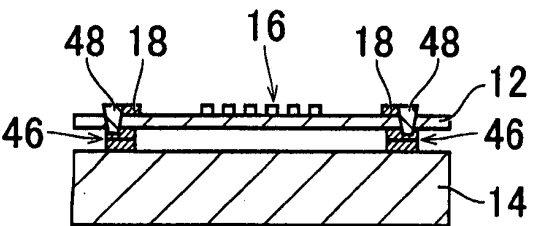


FIG 7J

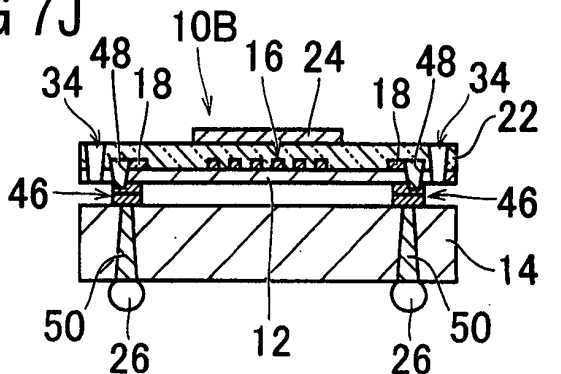


FIG 8A

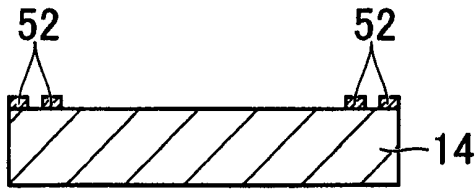


FIG 8F

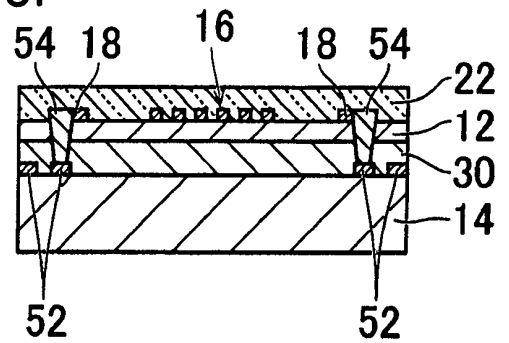


FIG 8B

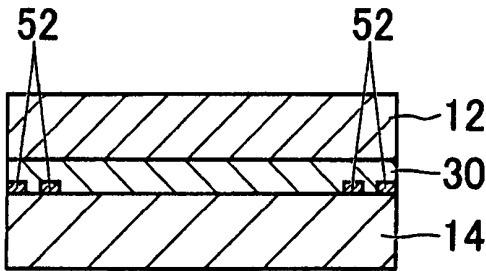


FIG 8G

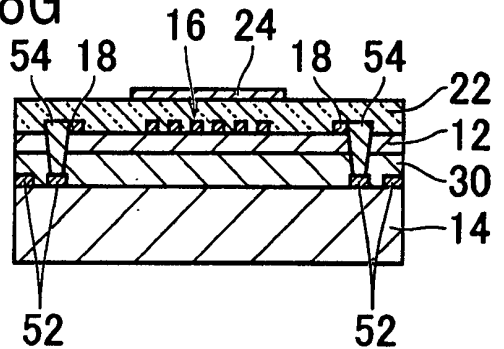


FIG 8C

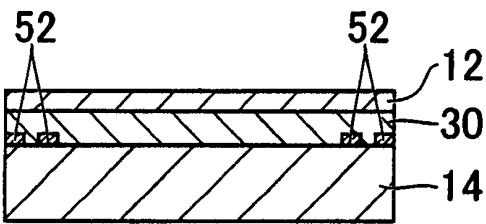


FIG 8H

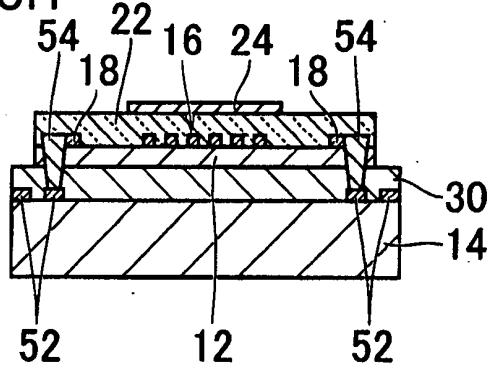


FIG 8D

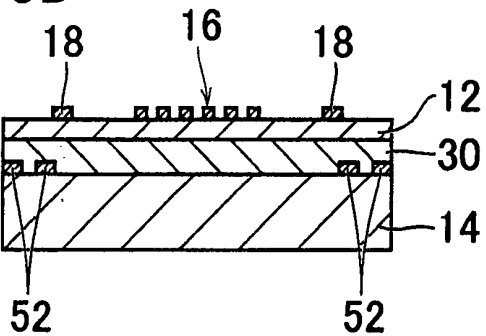


FIG 8I

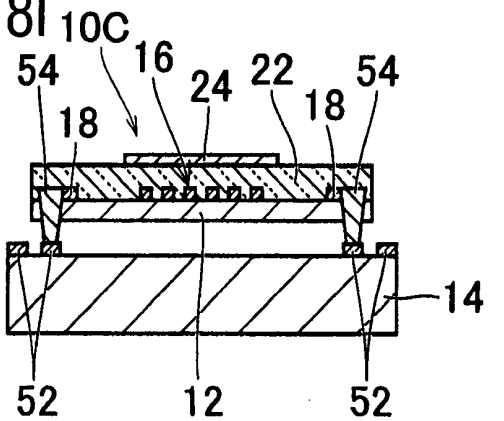


FIG 8E

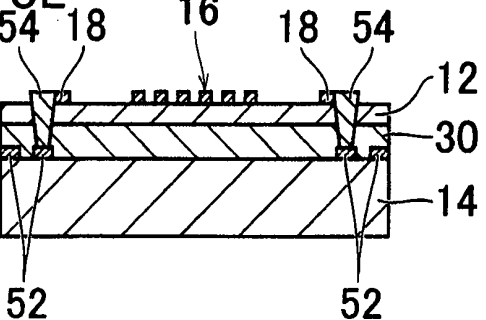


FIG 9A

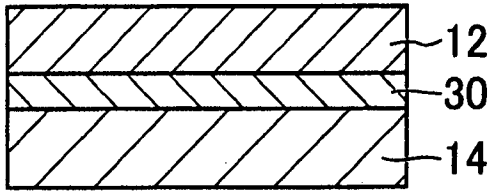


FIG 9E

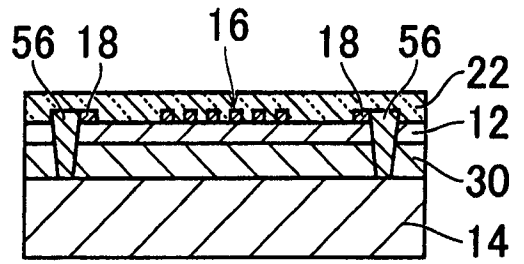


FIG 9B

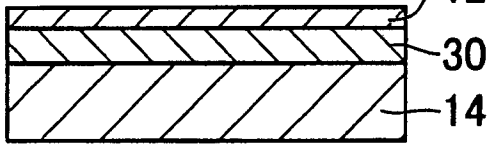


FIG 9F

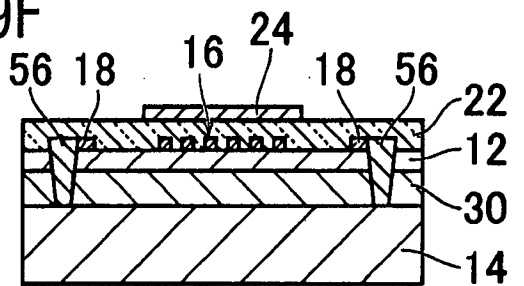


FIG 9C

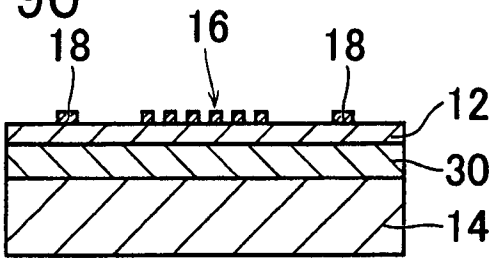


FIG 9G

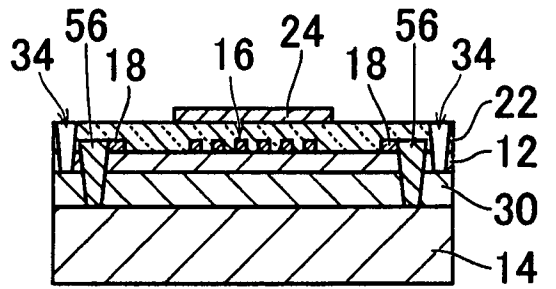


FIG 9D

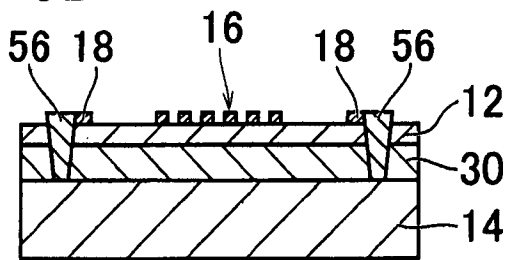
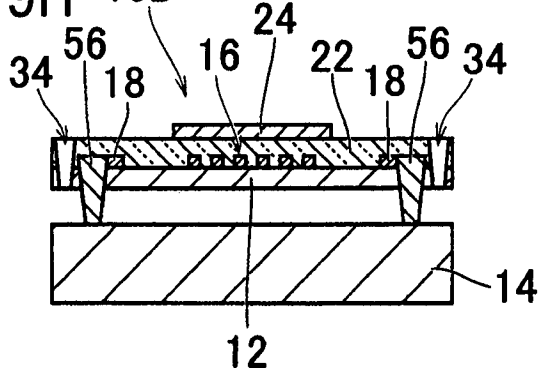


FIG 9H



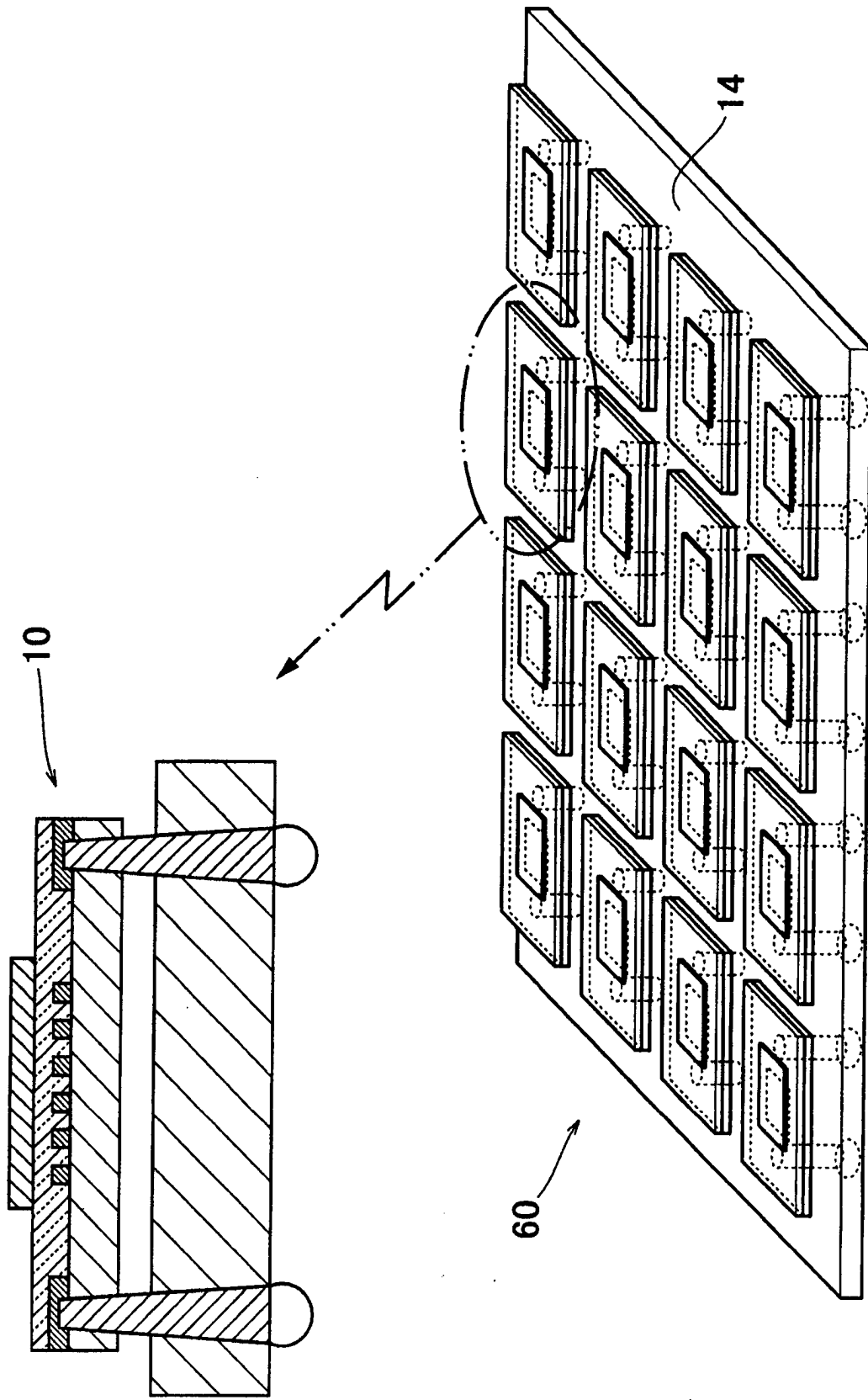


FIG 10



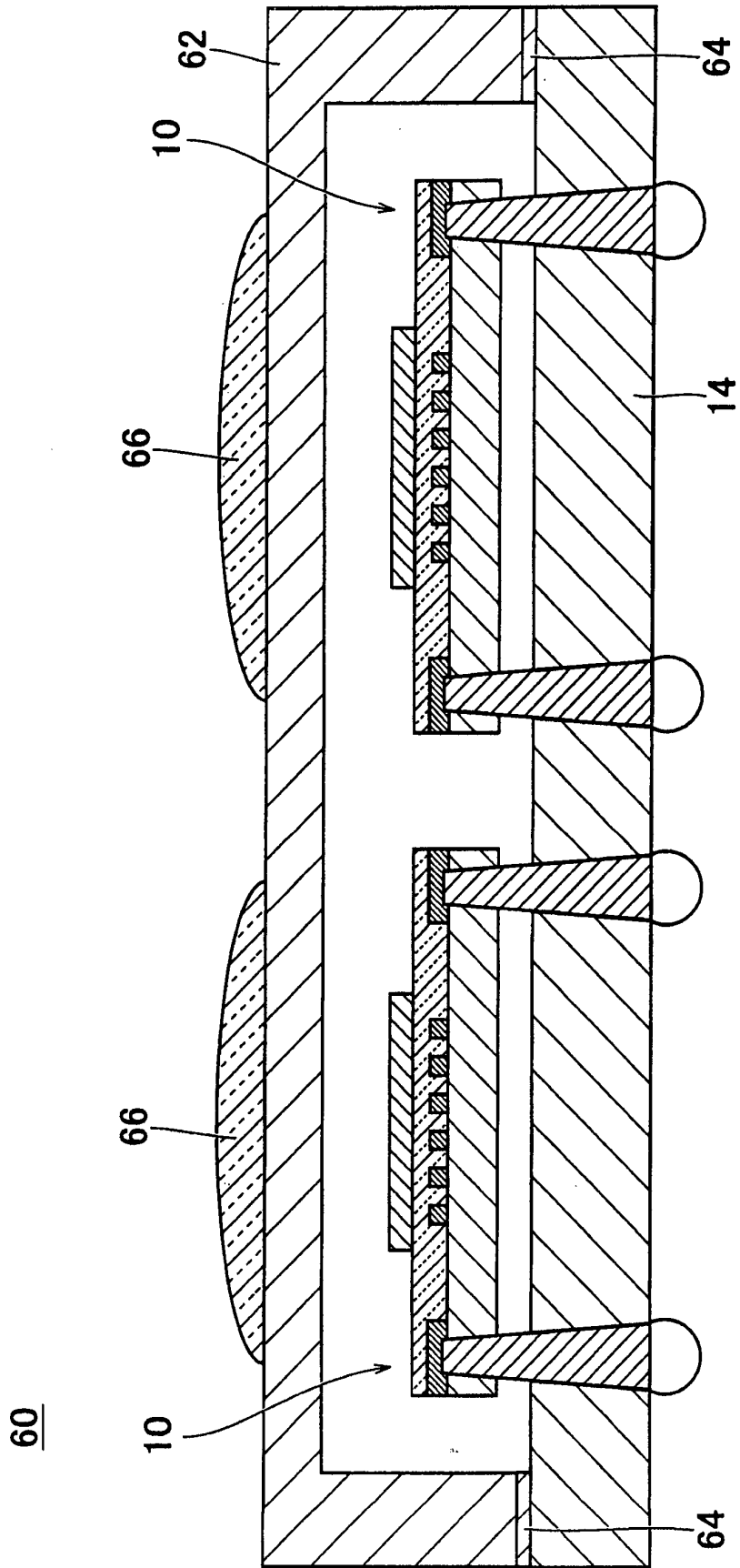


FIG 11

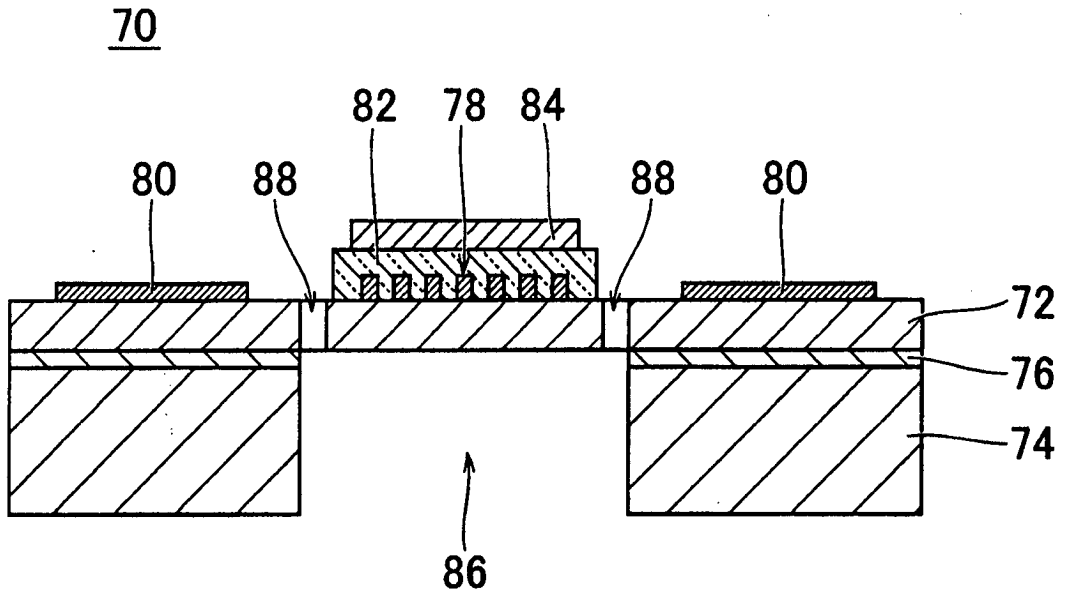


FIG 12

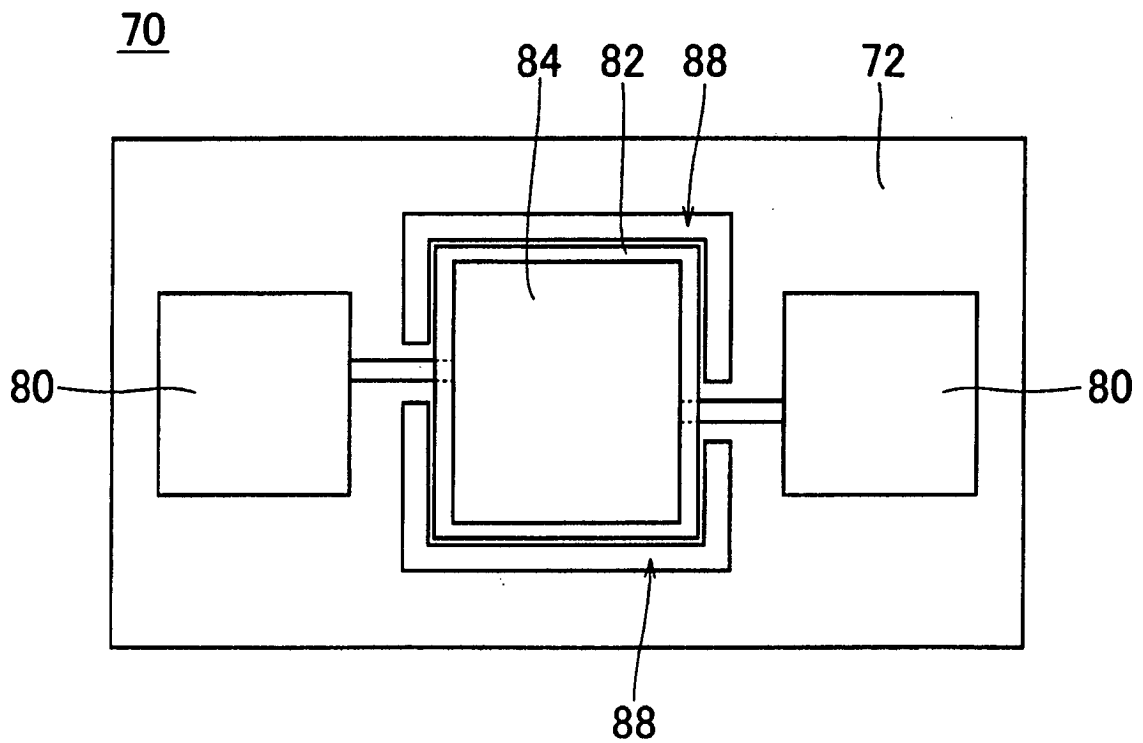


FIG 13

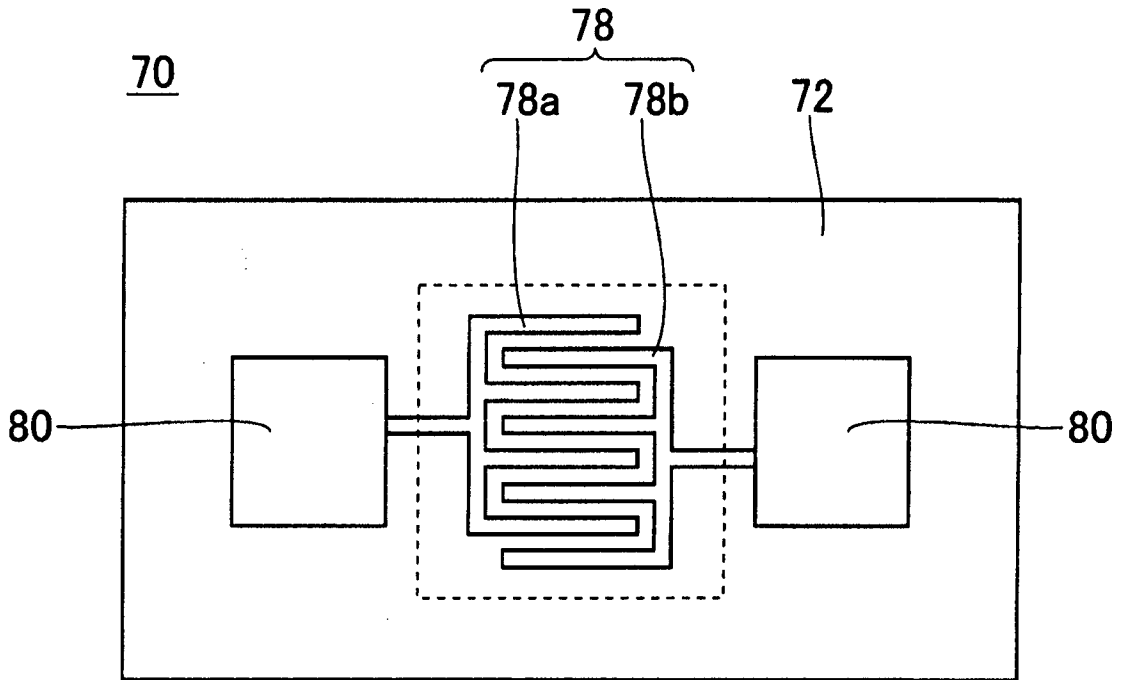


FIG 14

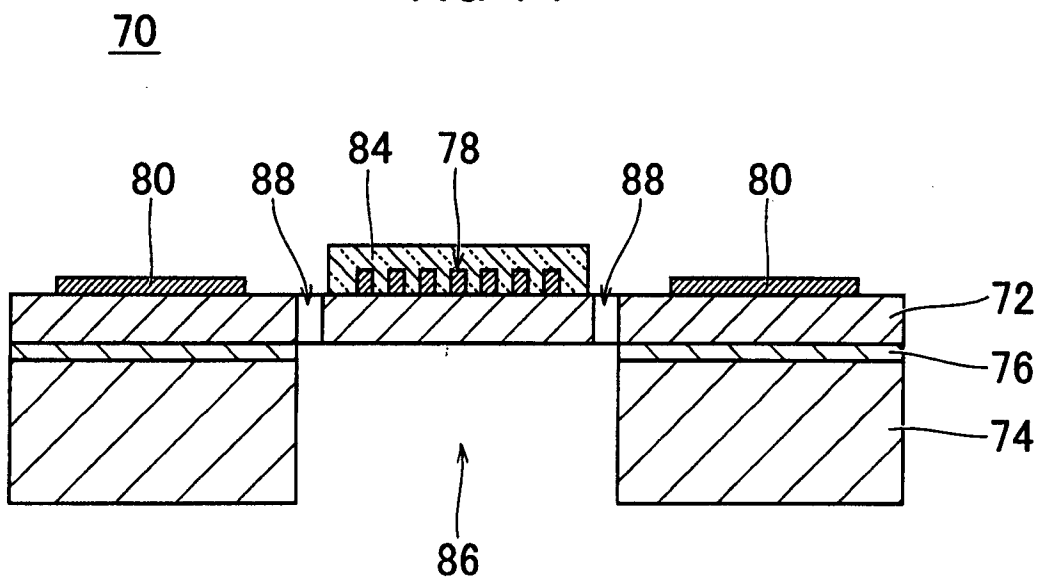
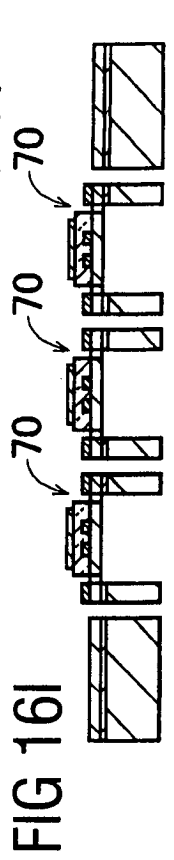
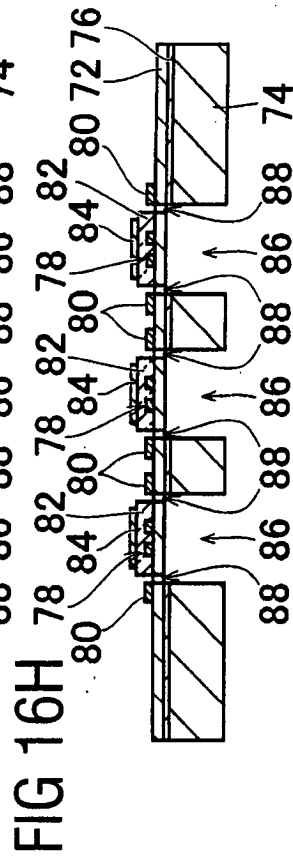
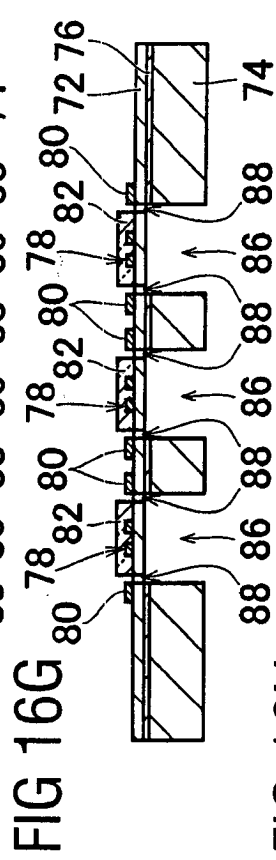
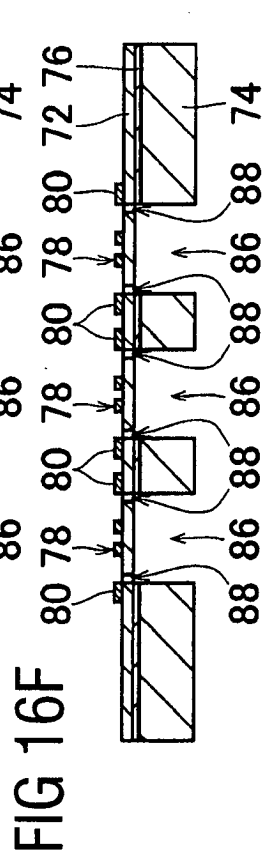
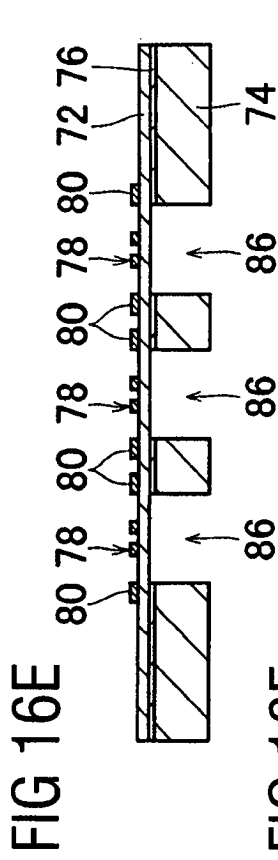
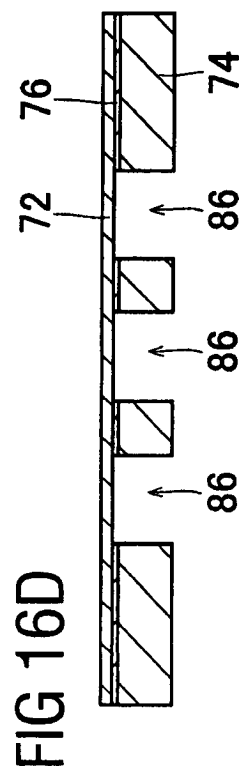
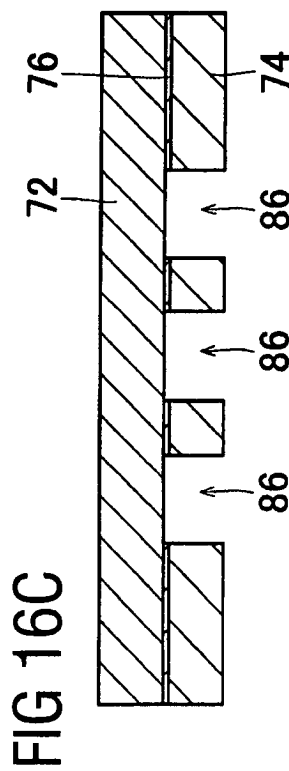
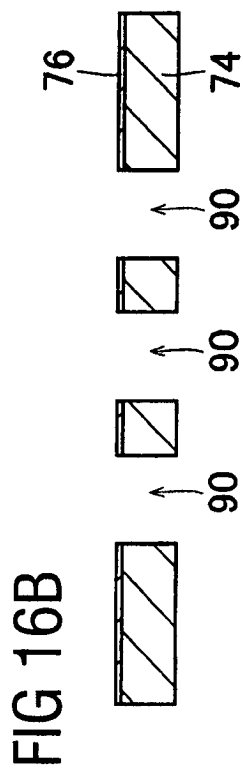
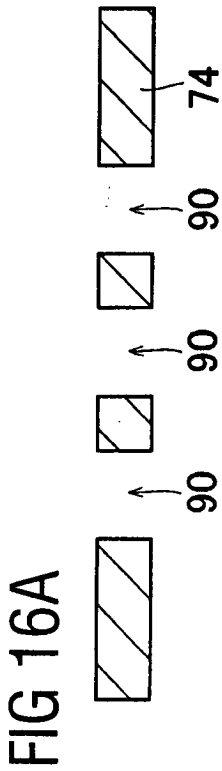
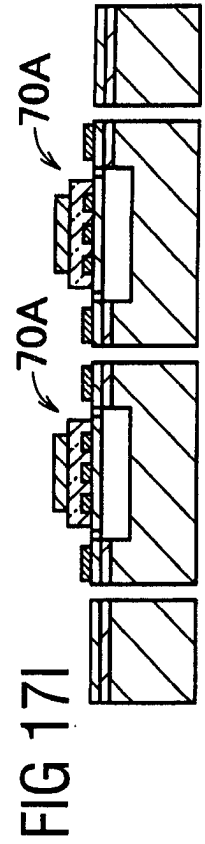
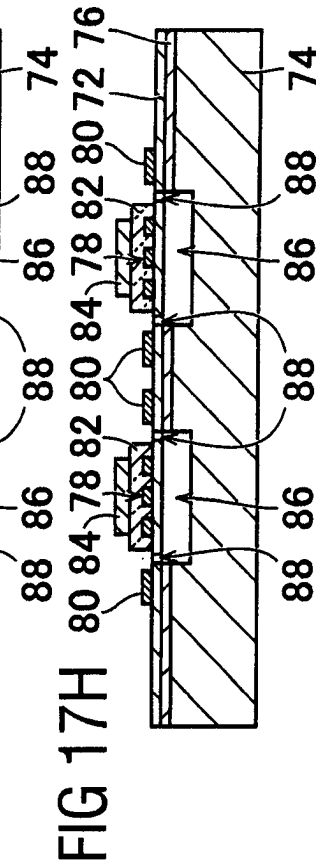
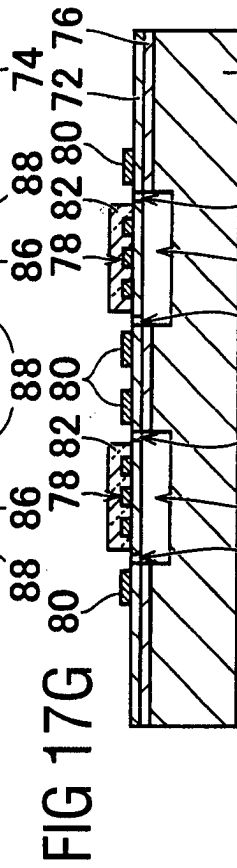
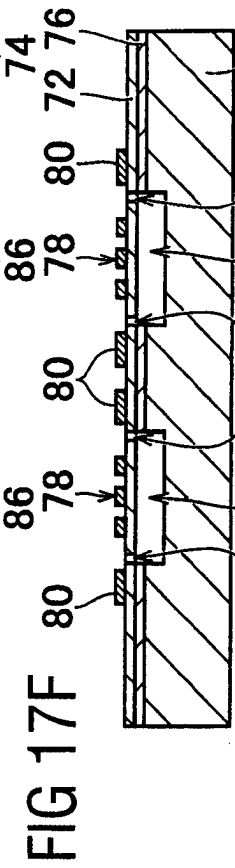
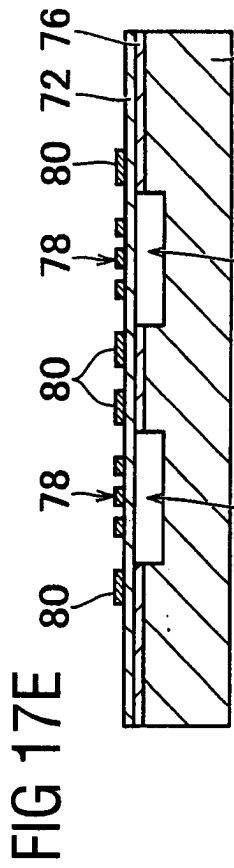
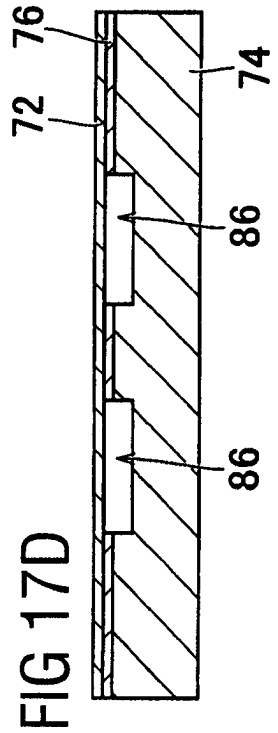
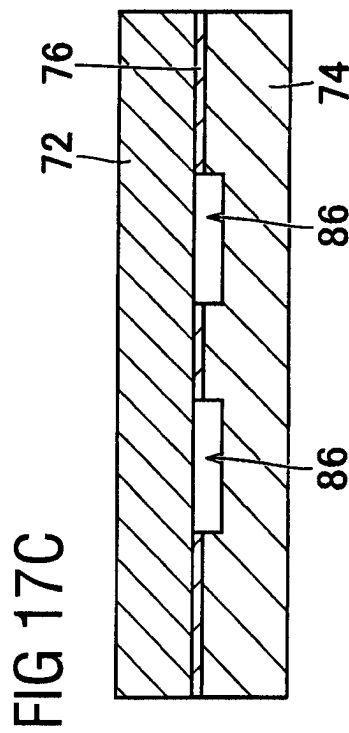
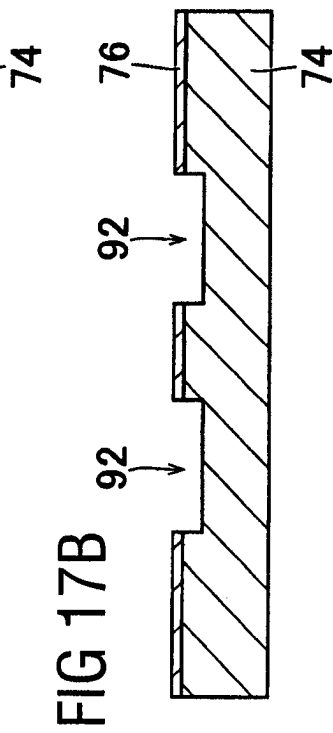
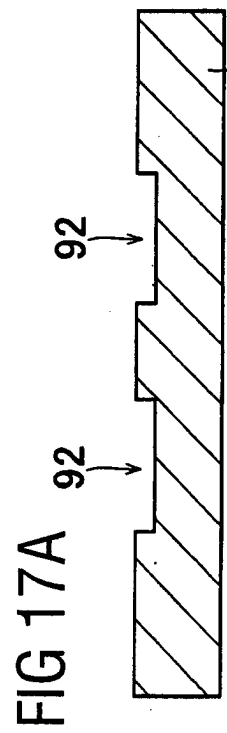
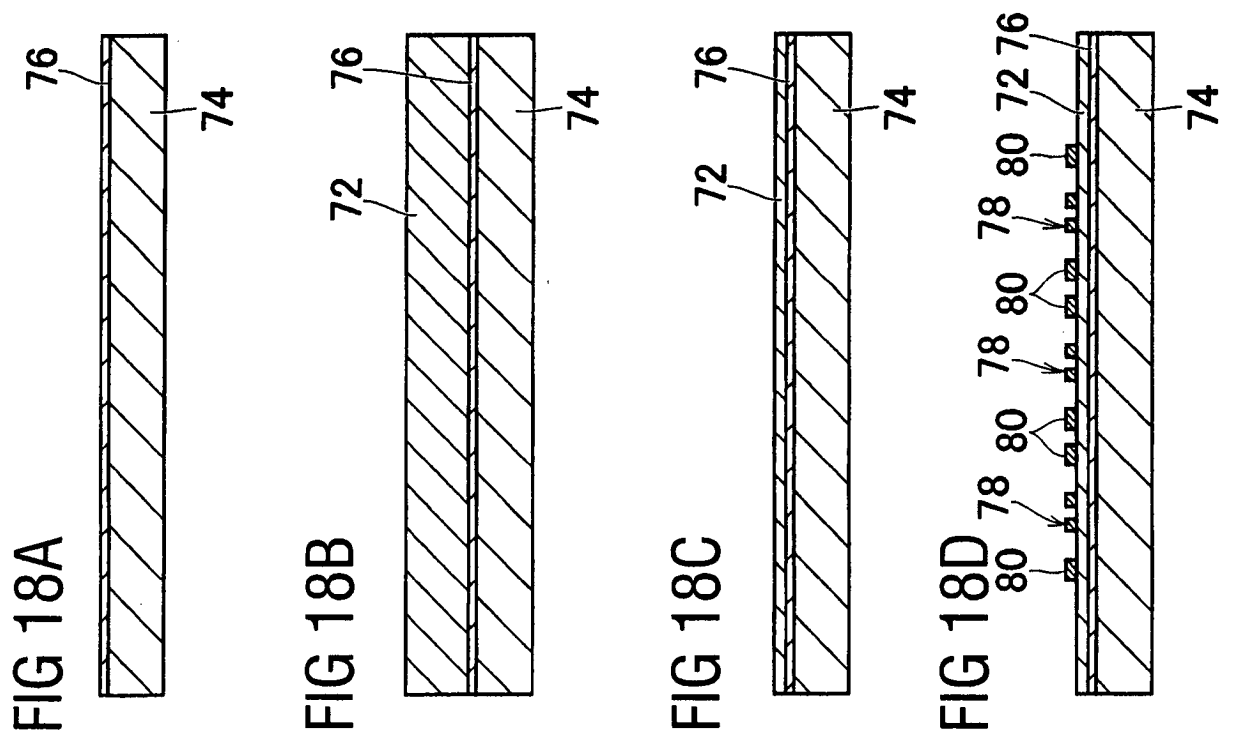
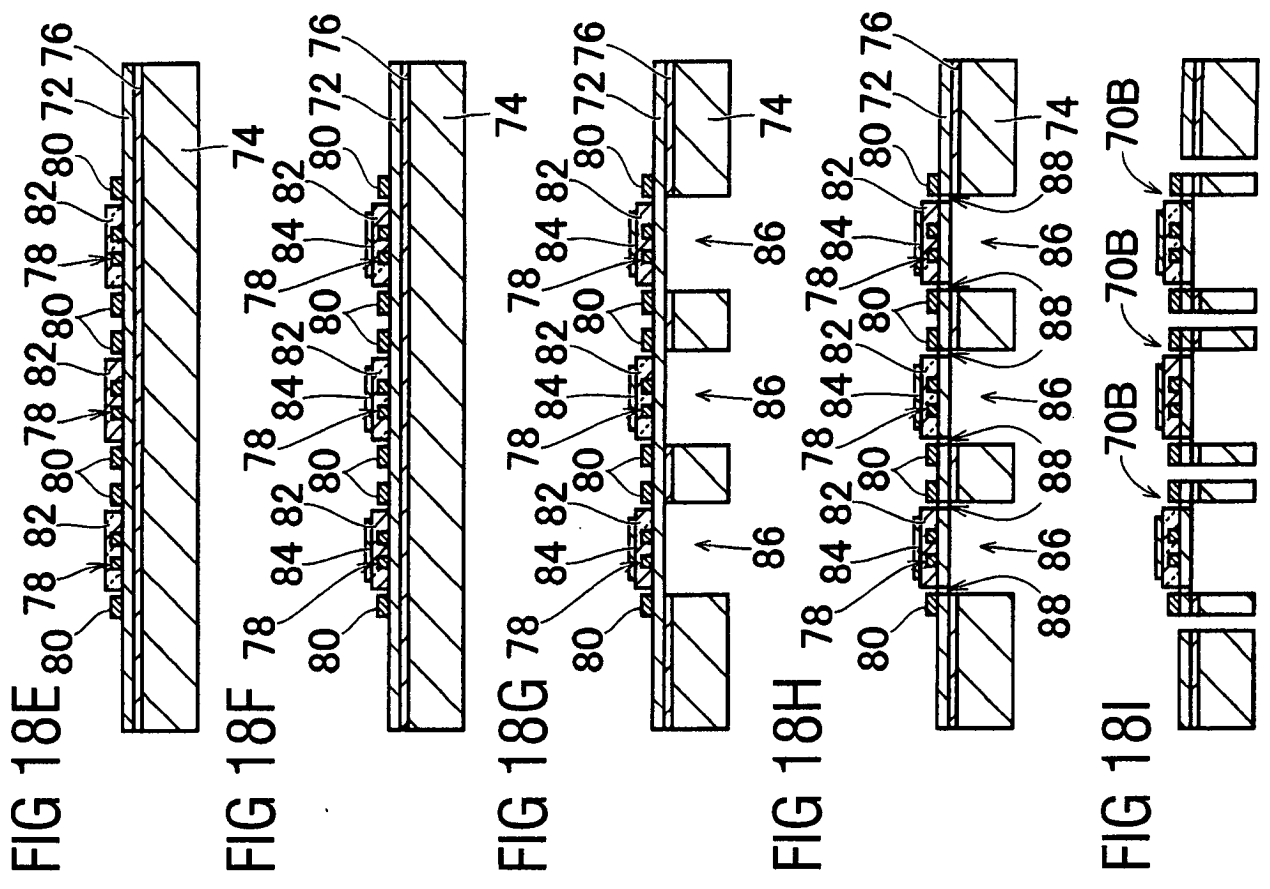


FIG 15







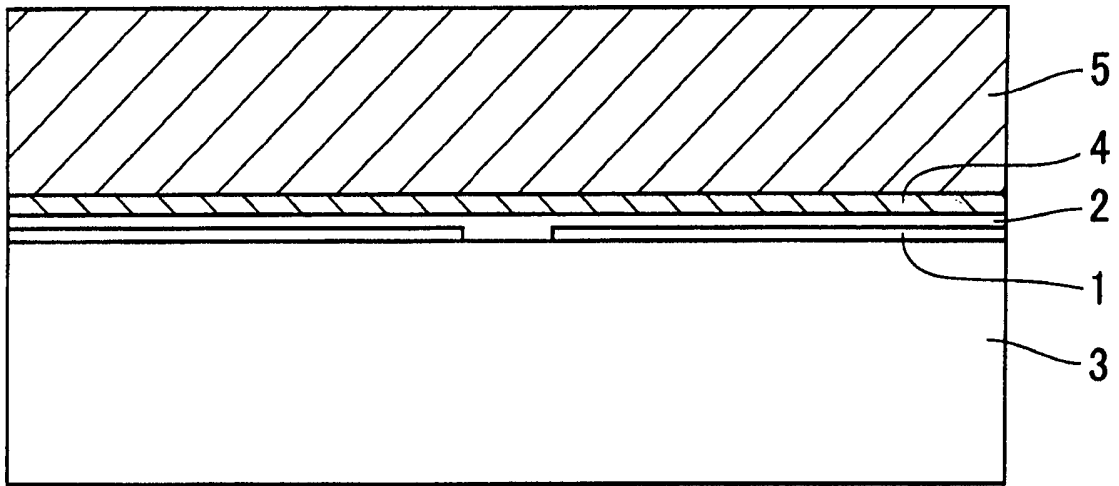


FIG 19A

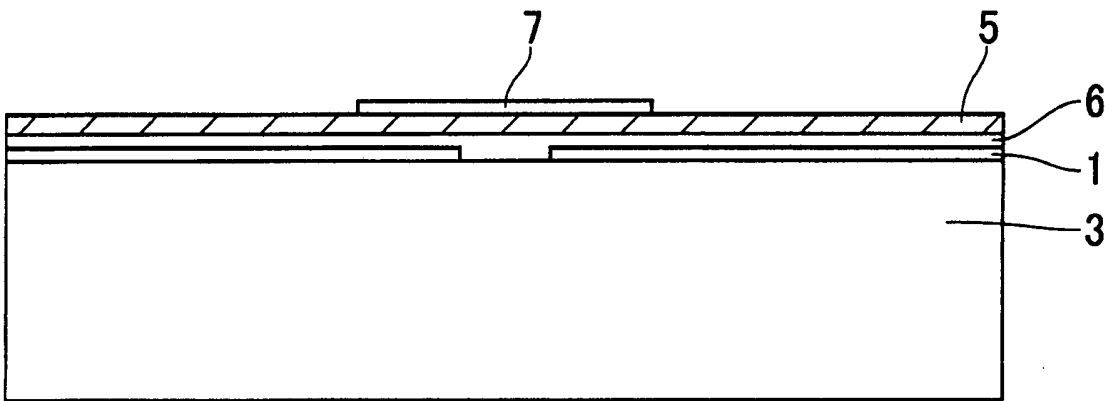


FIG 19B

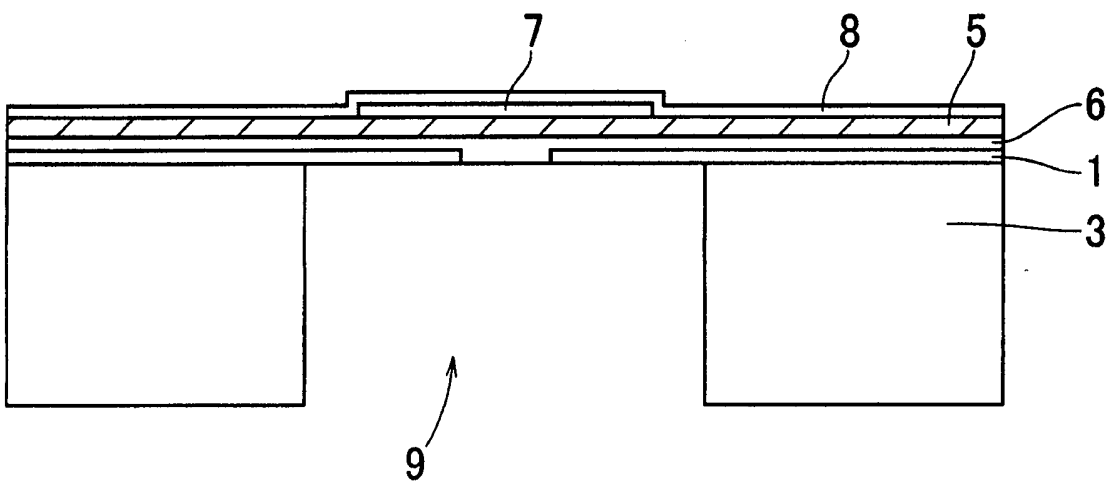


FIG 19C