



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 38 324 T2 2008.10.09**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 922 300 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 23/485 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 38 324.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP97/02987**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 937 811.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1998/009332**

(86) PCT-Anmeldetag: **27.08.1997**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **05.03.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.06.1999**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **28.11.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.10.2008**

(30) Unionspriorität:
24426996 27.08.1996 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, NL

(73) Patentinhaber:
Nippon Steel Corp., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:
TATSUMI, Kohei, Kanagawa 211, JP; SHIMOKAWA, Kenji, Kanagawa 211, JP; HASHINO, Eiji, Kawasaki City, Kanagawa 211, JP

(74) Vertreter:
Vossius & Partner, 81675 München

(54) Bezeichnung: **HERSTELLUNGSVERFAHREN EINER HALBLEITERANORDNUNG MIT NIEDRIG SCHMELZEN-DEM METALLHÖCKERN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterelements, das mit Metallhöckern bzw. -bondhügeln mit niedrigem Schmelzpunkt ausgestattet ist.

[0002] Halbleiterelemente werden gegenwärtig in verschiedenen Gebieten weitverbreitet eingesetzt. Die Halbleiterelemente werden gewöhnlich verwendet, indem sie auf Substraten montiert werden. Zu den Montageverfahren gehören Bondverfahren wie z. B. das automatische Filmbonden (TAB), das Drahtbonden und das Flip-Chip- bzw. Höckerbonden.

[0003] TAB-Bonden und Drahtbonden sind Technologien, durch die ein Halbleiterelement über Zuleitungen auf einem Substrat montiert wird. Die Zuleitungen sind in einer Reihe pro Umfangsseite des Halbleiterelements angeordnet. Die Technologien eignen sich daher nicht für eine Montage mit hohem Integrationsgrad der Halbleiterelemente. Im Gegensatz zu den oben erwähnten Technologien ist das Flip-Chip- bzw. Höckerbonden eine Technologie, durch welche die Elektroden eines Halbleiterelements durch ein Bondmetall direkt mit den Elektrodenanschlüssen auf dem Substrat verbunden werden. Da die Elektroden des Halbleiterelements in einer gitterartigen Form auf der gesamten Oberfläche vorgesehen werden können, eignet sich die Technologie für die Montage mit hohem Integrationsgrad. Als Bondmetall werden beim Flip-Chip- bzw. Höckerbonden im allgemeinen verschiedene Lötmetalle verwendet, da das Bonden durch Schmelzen bei niedriger Temperatur ausgeführt wird.

[0004] Beim Flip-Chip- bzw. Höckerbonden werden Halbleiterelemente verwendet, die mit niedrighschmelzenden, an Elektroden angeordneten Metallhöckern zum Kontaktieren bzw. Bonden ausgestattet sind, und die Halbleiterelemente werden durch ein Aufschmelzverfahren, durch das die Höcker aufgeschmolzen und wieder zum Erstarren gebracht werden, mit den Elektrodenanschlüssen von Substraten verbunden.

[0005] Im allgemeinen werden die Höcker durch Aufdampfen oder Plattieren gebildet. Derartige Höckerbildungsverfahren müssen jedoch alle komplizierte Behandlungsschritte unter Verwendung einer Maske wiederholen. Außerdem wird bei der Methode zur Bildung der Höcker durch Aufdampfen ein Höckermaterial auf Abschnitten abgeschieden, wo die Höcker nicht ausgebildet werden sollen, und die Beschichtungsmenge darauf ist sehr groß. Das Verfahren wird daher im Hinblick auf die Kosten und die Leistungsfähigkeit nicht bevorzugt. Ferner führt nasses Plattieren, wie z. B. Elektroplattieren und stromlose Abscheidung, zum Verschmutzen von Wafern und verursacht ein Umweltproblem, und Gegenmaß-

nahmen gegen derartige Probleme sind unentbehrlich. Wie oben erläutert, sind herkömmliche Verfahren zur Ausbildung der Höcker bzw. Bondhügel relativ kostenaufwendig, und der praktische Nutzen der Verfahren ist beschränkt.

[0006] Es gibt ein Stifthöckerverfahren als Verfahren zur Bildung von Höckern auf andere Weise als durch Aufdampfen und Plattieren. Da Höcker bei dem Verfahren einzeln nacheinander gebildet werden, ist die Produktionsleistung niedrig, und außerdem variiert die Höckermenge gewöhnlich zwischen den Höckern. Dementsprechend, ist es schwierig, beim Bonden der Halbleiterelemente und der Substrate Gleichmäßigkeit sicherzustellen.

[0007] JP-A-06 333 930 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterelements mit Aufbringen von Flußmittel auf die Oberflächen von Kontaktstellen auf einem IC-Wafer und Ankleben einer Lötmetallkugel an jede Kontaktstelle durch Rollen der Kugeln auf dem Wafer.

[0008] JP-A-59-148 352 beschreibt ein Verfahren zum Aufbringen von Lötmetallkugeln auf Anschlüsse durch Aufbringen eines Flußmittels auf ein hitzebeständiges Substrat und Ankleben der Kugeln daran.

[0009] JP-02-299 288 beschreibt das Aufbringen eines Flußmittels auf eine Leiterplatte, Fixieren von Lötmetallkugeln an statisch aufgeladenen Stiften und Anpressen der Lötmetallkugeln an das Flußmittel.

[0010] US-A-5 188 280 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines Gehäuses für Chipmontage unter Verwendung von Lötmetallkugeln.

[0011] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Verfahrens zur Herstellung eines Halbleiterelements, das mit niedrighschmelzenden Metallhöckern von hoher Qualität ausgestattet ist und durch Höckerbonden auf einem Substrat montiert werden kann.

[0012] Das Halbleiterelement weist auf einem Halbleiterchip ausgebildete Elektroden auf und ist mit Höckern bzw. Bondhügeln ausgestattet, die jeweils aus einer Metallkugel mit niedrigem Schmelzpunkt bestehen, die kugelförmig ist und eine gegebene Größe aufweist und mit den Elektroden adhäsiv verbunden bzw. daran angeklebt ist.

[0013] Die niedrighschmelzenden Metallkugeln werden mit einem Flußmittel mit den entsprechenden Elektroden adhäsiv verbunden bzw. daran angeklebt.

[0014] Die Elektroden auf dem Halbleiterchip bestehen vorzugsweise aus einem Elektrodenmaterial aus Cu oder einer Cu-Legierung, Al oder einer Al-Legierung oder Au oder einer Au-Legierung.

[0015] Wenn das Elektrodenmaterial Al oder eine Al-Legierung ist, dann wird auf die aus dem Elektrodenmaterial gebildete Schicht vorzugsweise mindestens eine Schicht aus einem Metall oder einer Metalllegierung mit höherem Schmelzpunkt als dem des Elektrodenmaterials auflaminiert.

[0016] Die laminierten Schichten werden vorzugsweise aus einem Material gebildet, das unter Ti, W, Ni, Cr, Au, Pd, Cu, Pt, Ag, Sn und Pb oder einer Legierung dieser Metalle ausgewählt ist.

[0017] Vorzugsweise wird von den auf die Elektrodenmaterialschicht auflaminierten Schichten die mit der Elektrodenmaterialschicht in Kontakt befindliche Schicht aus Ti, W, Ni, Cr, Pd, Cu oder Pt oder einer Legierung dieser Metalle gebildet, und die Schicht, die mit der niedrigschmelzenden Metallkugel in Kontakt gebracht wird, wird aus Ni, Au, Pd, Cu, Pt, Ag, Sn oder Pd oder einer Legierung dieser Metalle gebildet.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterelements ist ein Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterelements, das auf einem Halbleiterchip ausgebildete Elektroden aufweist und mit Höckern bzw. Bondhügeln ausgestattet ist, die aus niedrigschmelzenden Metallkugeln bestehen, die jeweils kugelförmig ausgebildet sind und ein gegebene Größe aufweisen, und die adhäsiv mit den entsprechenden Elektroden verbunden werden, wobei die niedrigschmelzenden Metallkugeln mit einem Flußmittel adhäsiv mit den entsprechenden Elektroden verbunden und daran fixiert werden.

[0019] Das Flußmittel wird auf die Elektroden aufgebracht.

[0020] Nach einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung weist das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterelements den Schritt zum Aufschmelzen der niedrigschmelzenden Metallkugeln auf.

[0021] Die niedrigschmelzenden Metallkugeln werden mit einem auf die Elektroden aufgetragenen Flußmittel adhäsiv mit den entsprechenden Elektroden verbunden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen:

[0022] [Fig. 1](#) zeigt eine perspektivische Ansicht, die ein Halbleiterelement darstellt, das mit einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt worden ist.

[0023] [Fig. 2](#) zeigt eine Ansicht, die eine Elektrode in dem mit einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Halbleiterelement darstellt.

[0024] [Fig. 3](#) zeigt eine Ansicht, die einen halbku-gelförmigen Höcker bzw. Bondhügel des mit dem er-

findungsgemäßen Verfahren hergestellten Halbleiterelements darstellt, wobei der Höcker durch Aufschmelzen einer niedrigschmelzenden Metallkugel gebildet wird.

[0025] Die [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4D](#) zeigen ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung des Halbleiterelements.

[0026] [Fig. 5](#) zeigt eine Ansicht, die einen Höcker bzw. Bondhügel aus einer Lötmetallkugel darstellt, der direkt auf einer Chipelektrode aus einem einzigen Material ausgebildet wird.

[0027] Die [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) zeigen Ansichten, die ein bevorzugtes Verfahren zum adhäsiven Verbinden bzw. Verkleben von niedrigschmelzenden Metallkugeln mit den entsprechenden Elektroden darstellen.

[0028] [Fig. 1](#) zeigt ein mit einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes Halbleiterelement. Das Halbleiterelement **1** ist mit Höckern **3** aus niedrigschmelzendem Metall versehen, die adhäsiv mit den auf einer Oberfläche eines Halbleiterchips **2** ausgebildeten Elektroden (nicht dargestellt) verbunden sind.

[0029] Die niedrigschmelzenden Metallkugeln **3** können aus einem der verschiedenen Lötmetalle bestehen, die zur Montage eines Halbleiterelements auf einem Substrat verwendet werden. Beispiele der Lötmetalle sind unter anderem Sn-Legierungen, wie z. B. eine Sn-Pb-Legierung und eine Sn-Ag-Legierung, und Lötmetalle aus Pb-Legierungen, wie z. B. einer Pb-In-Legierung.

[0030] Die Elektroden, mit denen die Höcker **3** aus niedrigschmelzenden Metallkugeln adhäsiv verbunden werden, können aus einem Elektrodenmaterial aus Cu oder einer Cu-Legierung, Al oder einer Al-Legierung oder Au oder einer Au-Legierung bestehen. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird vorzugsweise eine Elektrode mit einer Oberfläche von 900 bis 22500 μm^2 verwendet. Das heißt, wenn eine quadratische Elektrode verwendet wird, hat eine der Seiten der Elektrode eine Abmessung von 30 bis 150 μm .

[0031] Wenn das Elektrodenmaterial Al oder eine Al-Legierung ist, wird durch Verbinden von Lötmetallkugeln (der Begriff Lötmetallkugeln bezeichnet nachstehend niedrigschmelzende Metallkugeln und wird im folgenden benutzt) mit einer Elektrode durch Aufschmelzen die Bindung zwischen den Lötmetallkugeln und der Elektrode verschlechtert. Wenn Al oder eine Al-Legierung als Elektrodenmaterial verwendet wird, dann wird mindestens eine Schicht aus einem Metall oder einer Legierung des Metalls mit höherem Schmelzpunkt als dem des Elektrodenmaterials auf

die aus dem Elektrodenmaterial gebildete Schicht auflaminiert, um die Verschlechterung zu vermeiden. Ein typisches Beispiel des dafür verwendeten Materials ist ein Metall, das unter Ti, W, Ni, Cr, Au, Pd, Cu, Pt, Ag, Sn und Pb oder einer Legierung dieser Metalle ausgewählt ist. Von diesen Substanzen sind Ti, W, Ni, Cr, Pd, Cu oder Pt oder eine Legierung dieser Metalle besonders wirksam bei der Bindung zwischen dem Material und der aus Al oder seiner Legierung gebildeten Schicht. Dementsprechend wird vorzugsweise irgendeines der obigen Metalle oder eine Legierung dieser Metalle als Schicht verwendet, die mit der Schicht aus Al oder seiner Legierung in Kontakt gebracht wird. Außerdem weist ein Lötmetall gewöhnlich eine gute Benetzbarkeit mit Ni, Au, Pd, Cu, Pt, Ag, Sn oder Pb oder einer Legierung dieser Metalle auf. Von Schichten, die auf die Elektrodenmaterialschicht aus Al oder einer Al-Legierung auflaminiert werden, wird die mit der Lötmetallkugel in Kontakt gebrachte Schicht daher vorzugsweise aus diesen Materialien gebildet.

[0032] Wie oben erläutert, weist bei Verwendung von Al oder einer Al-Legierung die Elektrode eine mehrschichtige Struktur auf, wie in [Fig. 2](#) dargestellt. In [Fig. 2](#) wird eine Elektrode **8** als laminierte Struktur ausgebildet, die eine erste Schicht **5** aus Al (oder einer Al-Legierung) auf einer Oberfläche eines Halbleiterchips **2**, eine zweite Schicht **6** aus Cr auf der ersten Schicht und eine dritte Schicht **7** aus Cu auf den zweiten Schicht aufweist.

[0033] Außer der laminierten Struktur, die von der Seite des Halbleiterchips aus der Reihe nach eine Schicht aus Al (oder einer Al-Legierung), eine Cr-Schicht und eine Cu-Schicht aufweist (eine derartige laminierte Struktur wird nachstehend als Al/Cr/Cu dargestellt), wie in [Fig. 2](#) dargestellt, können Beispiele der laminierten Elektrodenstruktur, in der Al oder seine Legierung als Elektrodenmaterial verwendet wird, die folgenden einschließen: Al/Ni, Al/Ni/Au, Al/Ni/Cu/Au, Al/Cr/Cu/Au, Al/Ti/Cu/Au, Al/Ti/TiW (Legierung)/Cu/Au, Al/TiW (Legierung)/Cu/Au, Al/Cr/Ni/Pd, Al/Pd/Au, Al/Ni/Sn, Al/Cr/Cu/Pd und Al/Cr/Pt. Selbstverständlich sind effektive laminierte Elektrodenstrukturen in dem erfindungsgemäßen Halbleiterelement nicht auf die oben erwähnten Strukturen beschränkt.

[0034] Zum adhäsiven Verbinden der Lötmetallkugel mit der Elektrode wird ein Flußmittel verwendet. Es kann irgendeines der Flußmittel eingesetzt werden, die allgemein bei der Herstellung von Halbleiterelementen verwendet werden. Das Flußmittel wird vorzugsweise auf die Elektrodenoberfläche aufgebracht. Zum Aufbringen des Flußmittels auf die Elektrodenoberfläche können Standardverfahren wie z. B. Siebdruck angewandt werden.

[0035] Wenn das Halbleiterelement durch Höcker-

bonden mit einem Substrat verbunden wird, können die Lötmetallkugelhöcker den entsprechenden Elektrodenanschlüssen des Substrats zugewandt angeordnet, mit diesen in Kontakt gebracht werden, und anschließend werden die Höcker aufgeschmolzen. Ein derartiges Verfahren zum Höckerbonds ist allgemein bekannt und braucht nicht ausführlich erläutert zu werden.

[0036] Das Halbleiterelement kann durch Höckerbonds mit dem Substrat verbunden werden, nachdem die Lötmetallkugeln einmal aufgeschmolzen worden sind, um halbkugelförmige Höcker zu bilden. [Fig. 3](#) zeigt ein Beispiel eines halbkugelförmigen Höckers. Der halbkugelförmige Höcker **10** in [Fig. 3](#) wird durch Aufschmelzen des Lötmetallkugelhöckers **3** geformt, der adhäsiv mit der in [Fig. 2](#) erläuterten laminierten Elektrode **8** verbunden ist.

[0037] Außerdem wird hierin der Höcker **10** in [Fig. 3](#), der durch Aufschmelzen einer Lötmetallkugel geformt wird, als halbkugelförmig beschrieben. Der Begriff beruht hauptsächlich auf der in [Fig. 3](#) dargestellten Längsschnittform des Höckers nach dem Aufschmelzen. Elektroden auf Halbleiterchips haben verschiedene Formen, wie z. B. eine Kreisform, eine Quadratform und beliebige andere Formen. Zum Beispiel hat ein Höcker, der durch Aufschmelzen einer Lötmetallkugel auf einer quadratischen Elektrode geformt wird, eine halbkugelförmige Längsschnittform, wie in [Fig. 3](#) erkennbar. Da jedoch das geschmolzene Lötmetall die gesamte quadratische Elektrodenoberfläche benetzt und dann erstarrt, ist die von oben betrachtete Form (Querschnittsform) nicht ein Kreis, sondern ein Quadrat oder eine Form, die einem Quadrat nahekommt. Dementsprechend ist zu beachten, daß der hierin als halbkugelförmig bezeichnete Höcker nicht nur einen Höcker, der nach dem Aufschmelzen, von oben betrachtet, eine runde Querschnittsform zu haben scheint, sondern auch einen Höcker einschließt, der eine beliebige Querschnittsform aufweist, welche die Elektrodenform unter dem Höcker widerspiegelt. Das heißt, "ein halbkugelförmiger Höcker" bezeichnet hierin alle Arten von Höckern, die durch Aufschmelzen von Lötmetallkugeln gebildet werden, die adhäsiv mit Elektroden von beliebiger Form verbunden sind.

[0038] Um einen halbkugelförmigen Höcker auf einer Elektrode auf geeignete Weise durch Aufschmelzen einer Lötmetallkugel zu formen, wird der Radius R der Lötmetallkugel, die adhäsiv mit der Elektrode zu verbinden ist, günstigerweise so gewählt, daß die Ungleichung

$$0,4\sqrt{A} \leq R \leq 2\sqrt{A}$$

erfüllt ist, wobei A die Oberfläche der Elektrode ist. Wenn der Radius R der Lötmetallkugel kleiner als $0,4\sqrt{A}$ ist, wird die Lötmetallmenge ungenügend, und

die Bildung eines guten halbkugelförmigen Höckers nach dem Aufschmelzen wird schwierig. Wenn der Radius R der Lötmetallkugel größer als $2\sqrt{A}$ ist, wird der halbkugelförmige Höcker groß im Vergleich zur Größe der Elektrode. Folglich ist der gebondete Abschnitt zwischen der Elektrode und dem Höcker einer Spannungskonzentration ausgesetzt und neigt zum Bruch.

[0039] Wenn eine Elektrode mit einer Oberfläche von 900 bis 22500 μm^2 in dem mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Halbleiterelement verwendet wird, dann beträgt ein aus der obigen Ungleichung abgeleiteter bevorzugter Radius R der Lötmetallkugel 12 bis 300 μm .

[0040] Nachstehend wird unter Bezugnahme auf **Fig. 4** ein Beispiel der Herstellung eines Halbleiterelements mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erläutert.

[0041] Wie in **Fig. 4A** dargestellt, wird auf einem Halbleiterchip **41** durch Sputtern eine $100 \times 100 \mu\text{m}$ Elektrode **42** von 1,0 μm Dicke aus einer Al-Legierung (Al-Si-Cu-Legierung) gebildet. Das Bezugszeichen **43** in der Figur bezeichnet eine Passivierungsschicht, welche die so gebildete Elektrode unterteilt. Als nächstes werden eine Metallschicht **44** aus Ni und eine Metallschicht **45** aus Cu jeweils mit einer Dicke von 80 nm nacheinander durch Sputtern auf die Chipelektrode **42** auflaminiert, wie in **Fig. 4B** dargestellt.

[0042] Was oben erläutert wird, ist der Schritt zur Bildung eines Substrats, auf dem ein niedrigschmelzender Metallhöcker gebildet werden soll. Als nächstes wird, wie in **Fig. 4C** dargestellt eine Lötmetallkugel **46** aus Pb-Sn-Legierung mit einem Durchmesser von 80 μm adhäsiv mit der Cu-Metallschicht **45** verbunden. Bei der adhäsiven Verbindung der Lötmetallkugel wird zunächst die Oberfläche der Metallschicht **45** durch Siebdruck mit einem Flußmittel (nicht dargestellt) beschichtet. Dann wird die Lötmetallkugel **46** adhäsiv mit dem Flußmittel verbunden. Ein bevorzugtes Verfahren zur adhäsiven Verbindung der Lötmetallkugel mit der Elektrode wird später erläutert.

[0043] Das so hergestellte Halbleiterelement kann durch Höckerbonden mit einem Substrat verbunden werden, indem die Lötmetallkugelhöcker den entsprechenden Elektrodenanschlüssen des Substrats zugewandt ausgerichtet werden, die Höcker positioniert werden, die Höcker in Kontakt mit den entsprechenden Elektrodenanschlüssen gebracht und die Höcker aufgeschmolzen werden.

[0044] Das mit den Höckern aus Lötmetallkugeln **46** versehene Halbleiterelement, wie in **Fig. 4C** dargestellt, kann auch nach der Ausbildung halbkugelförmiger Höcker **47** durch einmaliges Aufschmelzen der

Lötmetallkugeln, wie in **Fig. 4D** dargestellt, durch Höckerbonden mit dem Substrat verbunden werden.

[0045] Da in dem obigen Beispiel eine Al-Legierung als Elektrodenmaterial verwendet wird, werden die Ni-Schicht und die Cu-Schicht auf die Al-Legierungsschicht auflaminiert, um das Halbleiterelement durch den Lötmetallhöcker fest mit dem Substrat zu verbinden. Wenn jedoch das Elektrodenmaterial weder Al noch eine Al-Legierung ist, zum Beispiel wenn das Elektrodenmaterial Cu oder eine Cu-Legierung oder Au oder eine Au-Legierung ist, braucht das Substrat (eine oder mehrere Metallschichten (oder Legierungsschichten) auf der Elektrodenmaterialschicht) zur Ausbildung niedrigschmelzender Metallhöcker nicht gebildet zu werden. Folglich kann, wie in **Fig. 5** dargestellt, ein Höcker aus einer Lötmetallkugel **53** direkt auf einer Elektrode **52** eines Halbleiterchips **51** ausgebildet werden. Der Lötmetallkugelhöcker kann auch einmal aufgeschmolzen werden, um zu einem halbkugelförmigen Höcker geformt zu werden, der danach zum Höckerbonden verwendet wird.

[0046] Nachstehend wird ein weiteres Beispiel beschrieben, in dem Lötmetallkugelhöcker mit einem Durchmesser von 150 μm auf einer Elektrode mit einem Durchmesser von 50 μm gebildet werden. In diesem Fall werden nacheinander Cr-, Cu- und Au-Schichten durch ein Sputterverfahren über eine Elektrode aus Al-Cu-Legierung geschichtet, die einen Durchmesser von 50 μm und eine Dicke von 1,0 μm aufweist, wobei die überlagerten Cr-, Cu- bzw. Au-Schichten eine Dicke 80 nm, 80 nm bzw. 30 nm und einen Durchmesser aufweisen, der gleich dem Durchmesser der Elektrode oder etwas größer ist. Die Oberfläche der Au-Schicht wird dann mit einem Flußmittel beschichtet, auf dem eine Lötmetallkugel aus Pb-Sn-Legierung mit einem Durchmesser von 150 μm adhäsiv gebunden wird. Ein Schertest, der für halbkugelförmige Höcker ausgeführt wurde, die durch Aufschmelzen der Lötmetallkugeln gebildet wurden, zeigte, daß alle Brüche in den Lötmetallkugeln auftraten und kein Bruch an den gebondeten Abschnitten zwischen den Höckern und den Elektroden beobachtet wurde.

[0047] Als Nächstes wird ein bevorzugtes Verfahren zum adhäsiven Verbinden der Lötmetallkugeln mit den Elektroden erläutert. Gegenwärtig wird die adhäsive Verbindung der Lötmetallkugeln nicht mit Elektroden, die jeweils eine mehrschichtige Struktur aufweisen, sondern mit Elektroden erläutert, die jeweils aus einem einzigen Material bestehen, wie in **Fig. 5** erläutert.

[0048] Wie in **Fig. 6A** dargestellt, wird eine Schwingung mit kleiner Amplitude an einen Behälter **60** angelegt, der die Lötmetallkugeln **53** enthält, um die Lötmetallkugeln **53** hochspringen zu lassen. Die Lötmetallkugeln **53** werden auf einer Anordnungsgrund-

platte **63** angeordnet und gehalten, indem die hochspringenden Lötmetallkugeln **53** an Anziehungsöffnungen **61** (wobei der Anziehungsmechanismus zur Anziehung der Lötmetallkugeln nicht dargestellt ist) angezogen werden, die in der Anordnungsgrundplatte **63** in Positionen vorgesehen sind, die Positionen der Elektroden des Halbleiterchips entsprechen, mit denen die Lötmetallkugeln **53** adhäsiv zu verbinden sind. Während der Anziehung und Anordnung der Lötmetallkugeln haften überschüssige Lötmetallkugeln **53'** an anderen Abschnitten der Anordnungsgrundplatte **63** als den Anziehungsöffnungen **61**, oder andere überschüssige Lötmetallkugeln **53''** haften an den Lötmetallkugeln **53**, die an die Anziehungsöffnungen **61** angezogen sind, wie in [Fig. 6A](#) dargestellt. Die überschüssigen Lötmetallkugeln **53'**, **53''** werden daher entfernt. Um das Entfernen auszuführen, können beliebige Verfahren angewandt werden. Zum Beispiel können überschüssige Lötmetallkugeln **53'**, **53''** vorzugsweise entfernt werden, indem eine Ultraschallschwingung in horizontaler Richtung an die Anordnungsgrundplatte **63** angelegt wird. Obwohl in [Fig. 6A](#) der Einfachheit halber nur zwei Anziehungsöffnungen **61** in der Anordnungsgrundplatte **63** dargestellt sind, ist zu beachten, daß die tatsächliche Anordnungsgrundplatte eine Anzahl von Anziehungsöffnungen aufweist, die gleich der Anzahl von Lötmetallkugeln ist, die adhäsiv mit den Elektroden des Halbleiterchips zu verbinden sind.

[0049] Als Nächstes wird, wie in [Fig. 6B](#) dargestellt, die Anordnungsgrundplatte **63**, welche die Lötmetallkugeln **53** in vorgegebenen Positionen hält, so über den Halbleiterchip **51** bewegt, daß die Lötmetallkugeln **53** bezüglich der entsprechenden Elektroden **52** des Halbleiterchips **51** richtig positioniert werden. Die Anordnungsgrundplatte **63** wird dann nach unten bewegt, so daß die Lötmetallkugeln **53** mit den entsprechenden Elektroden **52** in Kontakt gebracht werden. Nach dem Kontakt wird die Anziehung der Lötmetallkugeln **53** an die Anordnungsgrundplatte **63** unterbrochen (durch Unterbrechen des Anziehungsmechanismus), und die Anordnungsgrundplatte **63** wird nach oben bewegt.

[0050] Die Oberfläche der Elektroden **52** wird mit einem Flußmittel beschichtet (in der Figur nicht dargestellt), und die Lötmetallkugeln **53** werden durch Anhaften daran adhäsiv mit den Elektroden verbunden.

[0051] Da Lötmetallkugeln durch das oben erläuterte Verfahren gleichzeitig mit einer großen Zahl der entsprechenden Elektroden adhäsiv verbunden werden können, ist das Verfahren für die Herstellung des Halbleiterelements sehr vorteilhaft.

[0052] Im allgemeinen werden auf einem Wafer eine große Zahl von Halbleiterchips ausgebildet und durch Schneiden getrennt, um Einzelchips zu liefern. Das oben erwähnte Verfahren kann auch auf mehre-

re Halbleiterchips angewandt werden, bevor diese durch Schneiden von dem Wafer getrennt werden, oder es kann auf einzelne Halbleiterchips nach ihrer Trennung von dem Wafer angewandt werden. Aus der obigen Erläuterung ist klar ersichtlich, daß der Halbleiterchip bei der vorliegenden Erfindung nicht nur einen abgetrennten einzelnen Halbleiterchip, sondern auch mehrere Halbleiterchips in einem Zustand einschließt, in dem sie auf einem Wafer erzeugt werden.

[0053] Aus der obigen Erläuterung ist klar ersichtlich, daß das mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Halbleiterelement mit niedrigschmelzenden Metallkugelhöckern versehen ist, die mit den entsprechenden, auf einem Halbleiterchip ausgebildeten Elektroden direkt adhäsiv verbunden sind. Die Höcker können in hoher Qualität hergestellt werden, indem die Metallkugeln in gleichmäßiger Größe ausgeführt werden. Die Metallkugeln werden auf den Elektroden des Halbleiterchips nicht durch einen Arbeitsgang wie z. B. Plattieren oder Aufdampfen in herkömmlichen Verfahren ausgebildet, sondern können adhäsiv mit den Elektroden verbunden werden. Folglich kann das Halbleiterelement ohne Maske und ohne Risiko einer Umweltverschmutzung hergestellt werden.

[0054] Ferner kann die Höckermenge leicht und mit hoher Genauigkeit gesteuert werden, indem die Größe der niedrigschmelzenden Metallkugeln reguliert wird, um die Zuverlässigkeit der Höcker zu erhöhen.

[0055] Die vorliegende Erfindung kann vorteilhaft auf das Flip-Chip- bzw. Höckerbonden angewandt werden, wodurch die hochintegrierte Montage eines Halbleiterelements auf einem Substrat ermöglicht wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterbauelements mit Elektroden, die auf einem Halbleiterchip gebildet sind, und jeweils aus einer kugelförmig ausgebildeten niedrigschmelzenden Metallkugel bestehenden Höckern, die eine vorgegebene Größe haben und mit den Elektroden adhäsiv verbunden sind, wobei das Verfahren das adhäsive Verbinden der niedrigschmelzenden Metallkugeln mit den Elektroden mit einem auf die Elektroden aufgetragenen Flußmittel aufweist, wobei die niedrigschmelzenden Metallkugeln mit den Elektroden durch ein Verfahren adhäsiv verbunden werden, das die folgenden Schritte aufweist: Anlegen einer Schwingung mit einer kleinen Amplitude an einen die niedrig schmelzenden Metallkugeln enthaltenden Behälter, um die niedrigschmelzenden Metallkugeln hochspringen zu lassen; Anordnen und Halten der niedrigschmelzenden Metallkugeln auf einer Anordnungsgrundplatte durch

Anziehen der hochspringenden niedrigschmelzenden Metallkugeln zu Anziehungsöffnungen, die in der Anordnungsgrundplatte an Positionen vorgesehen sind, die den Elektroden des Halbleiterchips entsprechen, mit denen die niedrigschmelzenden Metallkugeln adhäsiv zu verbinden sind;

Entfernen überschüssiger niedrigschmelzender Metallkugeln, die an der Anordnungsgrundplatte oder an den niedrigschmelzenden Metallkugeln haften, die zu den Anziehungsöffnungen angezogen sind; und gleichzeitiges Kontaktieren der auf der Anordnungsgrundplatte gehaltenen und angeordneten niedrigschmelzenden Metallkugeln mit den Elektroden des Halbleiterchips.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Verfahren den folgenden Schritt aufweist:
Wiederaufschmelzen der niedrigschmelzenden Metallkugeln.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Fig.1

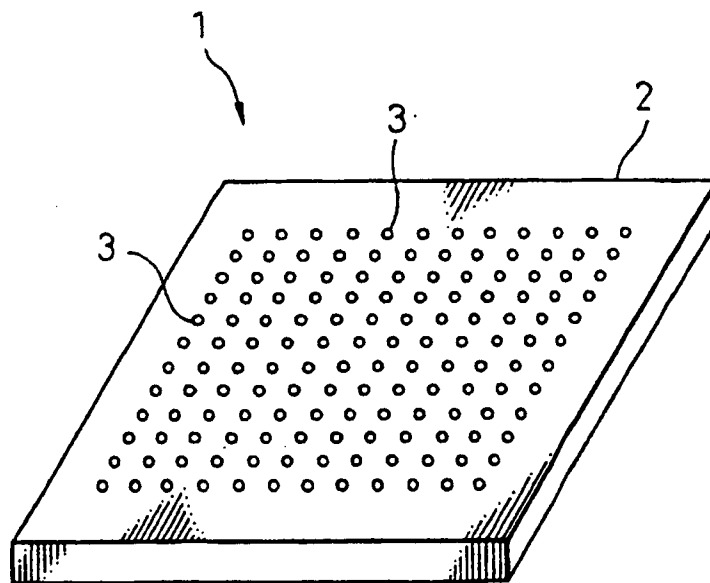


Fig. 2

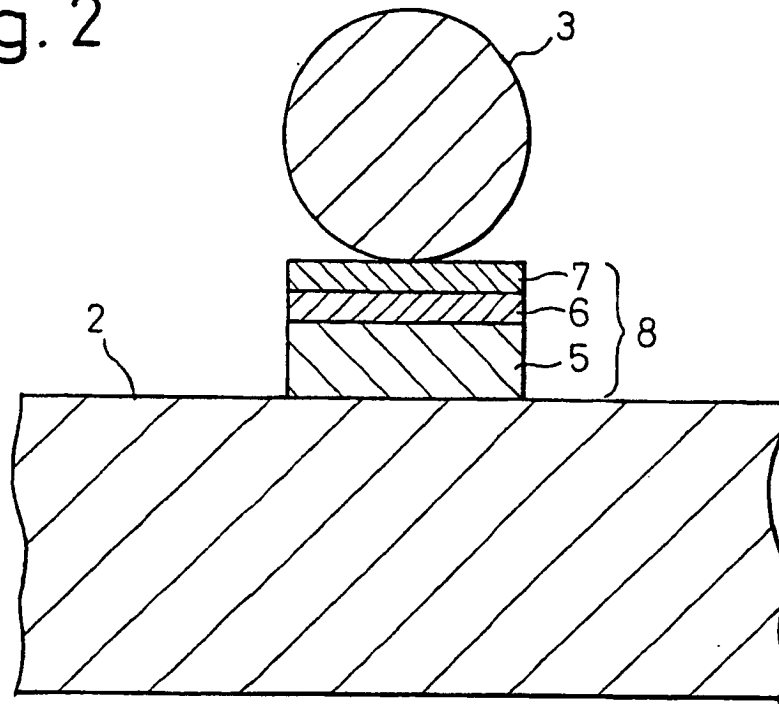


Fig. 3

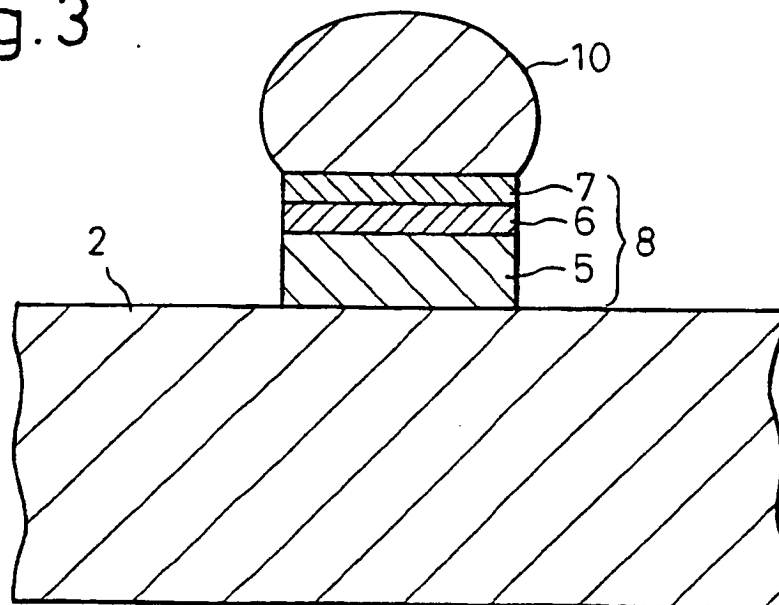


Fig. 4A

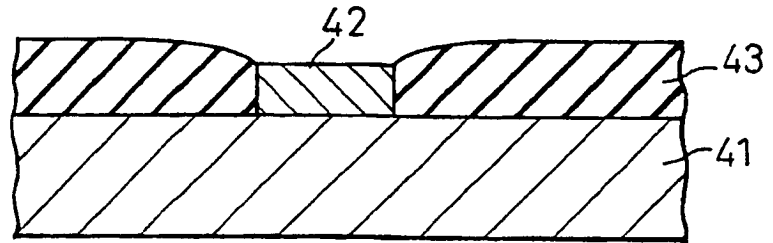


Fig. 4B

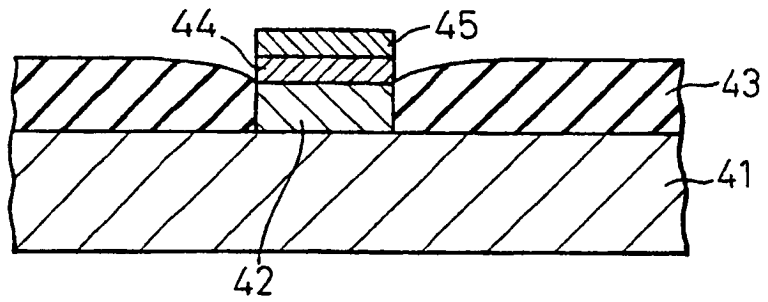


Fig. 4C

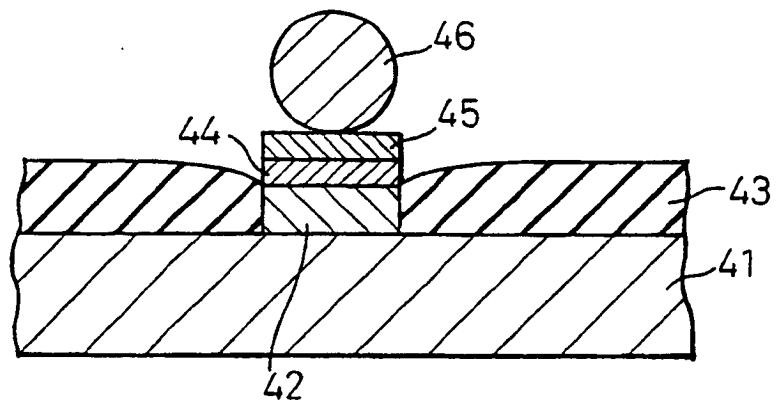


Fig. 4D

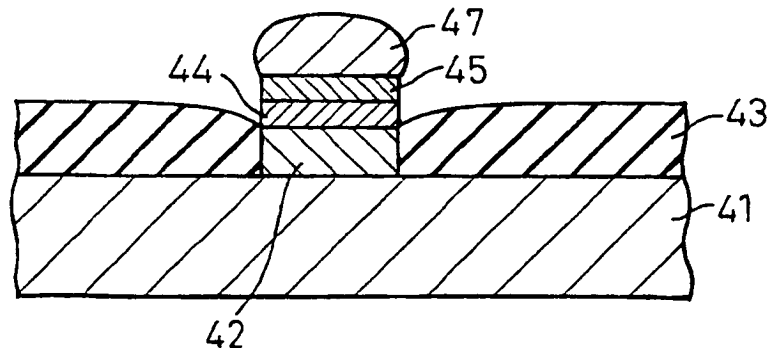


Fig. 5

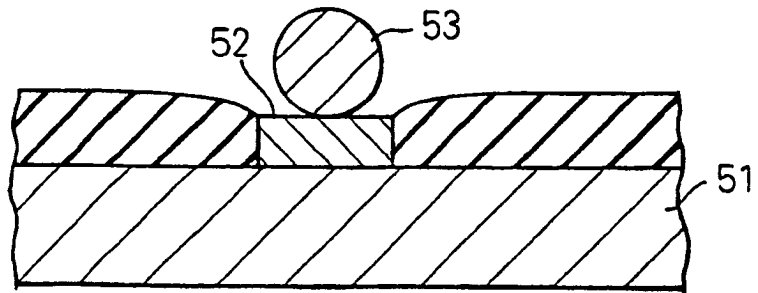


Fig. 6A

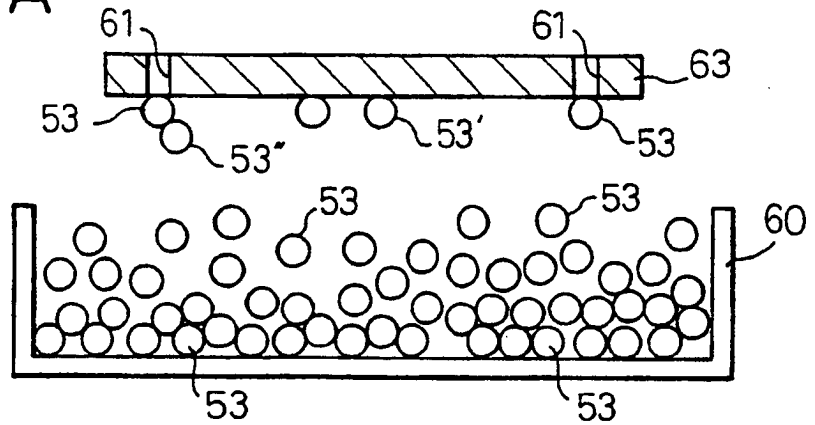


Fig. 6B

