



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT**  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① **CH 690 707 A5**

⑤ Int. Cl. 7: **A 61 B 006/08**  
**A 61 B 019/00**  
**G 01 S 007/481**  
**G 01 S 005/16**

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

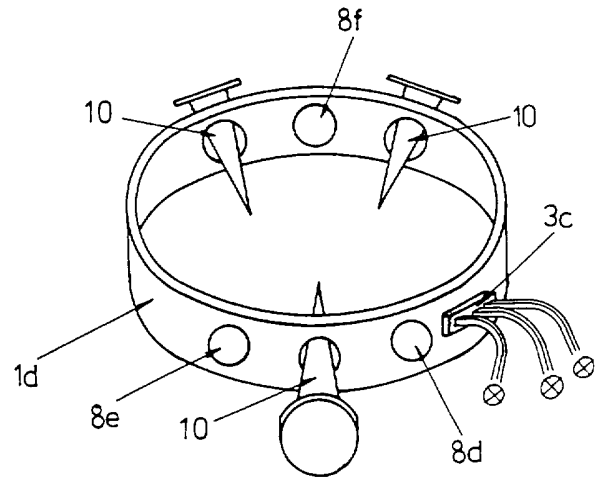
⑫ **PATENTSCHRIFT A5**



<p>⑲ Gesuchsnummer: 01443/96</p> <p>⑳ Anmeldungsdatum: 10.06.1996</p> <p>㉔ Patent erteilt: 29.12.2000</p> <p>④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 29.12.2000</p>	<p>⑦③ Inhaber: Leica Mikroskopie Systeme AG, 9435 Heerbrugg (CH)</p> <p>⑦② Erfinder: Roger Spink, Schloss Grünenstein, 9436 Balgach (CH)</p> <p>⑦④ Vertreter: Patentbüro Paul Rosenich, Postfach 118, 9495 Triesen (LI)</p>
--	---

⑤④ **Marker zur Positionserfassung mit elektrischen bzw. elektronischen Licht-Sendeelementen.**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen Marker (1d) zur Positionserfassung mit elektrischen bzw. elektronischen Licht-Sendeelementen, optischen Wellenleitern (3c) und Lichtaustritts-Enden (8d, 8e, 8f). Das Neue an den Markern (1d) ist, dass ihre aktive Sendeleistung – in der Regel Lichtpulse o.dgl. – mittels optischen Wellenleitern (3c) herangeführt wird, sodass im Bereich des Markers (1d) keine messbaren elektrischen Ströme auftreten. Patienten sind daher optimal vor unerwünschten elektrischen Störeinflüssen bewahrt.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Marker gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, insbesondere zur Verwendung in der Mikro- und Neurochirurgie, ist jedoch auf dieses Verwendungsgebiet nicht eingeschränkt. Die diesbezüglichen Angaben in dieser Patentanmeldung sind daher insofern nur beispielhaft zu verstehen.

Um Operationen im Inneren eines menschlichen oder tierischen Organismus durchführen zu können, sieht die neuere Operationstechnik vor, mittels MRI oder Computertomographie das zu operierende Gebiet räumlich zu erfassen und dreidimensional auf Bildschirmen darzustellen. Die verbesserte Mikroskopiertechnologie erlaubt dabei, ein Bild des von aussen gesehenen Körpers ausserhalb des Operationsbereiches zu erfassen und dem MRI oder CT Bild zu überlagern. Dies hilft einem Chirurgen grundsätzlich, die zu operierende Stelle im Gewebe besser zu lokalisieren. Dazu ist es jedoch auch erforderlich, die Position des Körpers relativ zur Position des Körpers zum Zeitpunkt der MRI- oder CT-Aufnahme festzulegen bzw. die beiden Positionen in Übereinstimmung zu bringen. Bevorzugt werden dazu am Körper (z.B. am Kopf eines Patienten; sogenannte Fiducial Markers) Marker montiert, die zueinander in einer bestimmten Position sind und sowohl bei der MRI- oder CT-Aufnahme, als auch während der Operation unter dem Operationsmikroskop am selben Ort des Patienten verbleiben. Über diese Marker ist eine Orientierung möglich. Bevorzugt werden solche Marker als aktive Sendeelemente ausgebildet, die z.B. Infrarotsignale abstrahlen, die von einem Infrarotempfänger empfangen werden und zur Positionsbestimmung computerunterstützt ausgewertet werden können.

Die DE 3 807 578 A1 offenbart ein Verfahren zur räumlichen Erfassung eines menschlichen Schädels, bei dem optisch erfassbare Bezugspunkte am Schädel befestigt werden. Diese Bezugspunkte können auch durch Leuchtdioden gebildet sein.

Die DE 4 202 505 A1 offenbart ein Führungssystem zur räumlichen Positionierung eines Instrumentes, bietet jedoch keine Lehre hinsichtlich der Positionserfassung eines Patienten oder Objektes. Die Problematik von spannungsinduzierten Fehlströmen im Gehirn durch stromleitende Bahnen im Bereich desselben ist dort nicht erkannt worden.

Die Erfindung geht von der Entdeckung aus, dass solche aktiven Positionierungs-Systeme, zumal sie häufig am Kopf eines Patienten oder in seiner Nähe angewendet werden und mit dem Kopf des Patienten unmittelbar verbunden sind (eingeschraubt), Probleme erzeugen könnten. Das Gehirn eines Patienten sollte bei solchen Operationen möglichst wenig, und zwar schon gar nicht durch elektrische Fremdströme irritiert oder belastet werden, da solches das Operationsrisiko steigern könnte. Ausserdem können auftretende Fremdströme operationsnotwendige Überwachungen der Gehirnströme negativ beeinflussen. Die Erfindung setzt sich daher zum Ziel, Marker mit aktiven Sendeeigenschaften zu schaffen, die im Bereich ihres Anwendungsortes ohne elektrische Ströme auskommen.

Gelöst wird das Ziel dadurch, dass die elektrischen bzw. elektronischen Licht-Sendeelemente vom Marker entfernt angeordnet sind und mit dem Marker über optische Wellenleiter derart verbunden sind, dass die an einem Ende der optischen Wellenleiter eingespeisten Signale der Licht-Sendeelemente am Lichtaustritts-Ende der optischen Wellenleiter – am Marker – ins Freie abstrahlen können.

Gemäss einer bevorzugten Ausbildung der Erfindung sind pro Marker wenigstens zwei, vorzugsweise drei Austrittsstellen von zwei bzw. drei voneinander unabhängigen Lichtwellenleitern vorgesehen, denen wenigstens ein oder gegebenenfalls je ein Sender zugeordnet ist. Das Verfahren zum Betreiben der Sender entspricht dem bisher bekannten und angewendeten Verfahren, sodass darauf hier nicht näher eingegangen werden muss.

Ein weiterer besonders grosser Vorteil durch die Anwendung der Glasfasern ergibt sich daraus, dass die Glasfasern im Vergleich zu bisher verwendeten Leuchtdioden eine sehr kleine definierte Lichtaustrittsfläche aufweisen, die somit eine Positionierung des Ortes dieses Lichtaustrittes mit grösserer Genauigkeit erlauben, als dies bisher mit Leuchtdioden möglich war.

Die Lichtaustrittsfläche kann darüber hinaus durch an sich bekannte optische Massnahmen, wie Korrekturlinsen, Loch- oder Schlitzenblenden, Pinholes o.dgl. noch verbessert werden.

## Figurenbeschreibung

In der Zeichnung sind 6 Figuren mit unterschiedlichen Details dargestellt. Die Figuren sind rein schematisch und werden zusammenhängend beschrieben. Gleiche Bauteile tragen gleiche Bezugszeichen. Funktionsähnliche Bauteile tragen indizierte Bezugszeichen. Es zeigen:

Fig. 1 zwei einander gegenüberliegend angeordnete Marker mit Positionssensor und Steuerung,

Fig. 2 einen Marker mit drei Lichtsendeaugängen und einem optischen Wellenleiter,

Fig. 3 einen ringförmigen, beispielsweise an einem Kopf befestigbaren Marker mit wenigstens drei optischen Wellenleitern,

Fig. 4 einen rahnenförmigen Marker, dessen optische Wellenleiter mit einer Steuerung verbunden sind,

Fig. 5 eine vergrösserte Variante einer Lichtaustrittsfläche aus einem optischen Wellenleiter und

Fig. 6 eine Variante mit mehreren, durch geometrische Schlitzenblenden codierten Markern oder optischen Wellenleiter-Ausgängen.

Fig. 1 zeigt einen Marker 1a, an dessen Oberseite ein kleiner Umlenkspiegel oder ein lichtoptisches Streuelement 2a und das Ende eines Lichtwellenleiters 3a montiert sind. Am anderen Ende des Lichtwellenleiters 3a befindet sich ein Sender in Form einer Leuchtdiode 4a, diese ist über eine Steuerung 5a angesteuert. Mit der Steuerung 5a ist ein Positionssensor 6a verbunden, der das Licht des Markers 1a empfangen kann. Ein zweiter Marker 1b ist in einem Abstand 7 vom ersten angeordnet und

sendet ebenso das Signal desselben Senders 4a oder eines anderen Senders 4b in den Raum. Über elektronisches bzw. rechnerisches Auswerten können die Informationen, die aus verschiedenen Richtungen am Sensor 6a eintreffen, ausgewertet werden, um den Abstand 7 zwischen benachbarten Markern 1a, b und den Abstand zum Sensor 6a und dann die Position der Marker bzw. des damit verbundenen Körperteils zu bestimmen. Als Streuelement 2a kommen beispielsweise aufgeraute reflektierende Flächen in Frage z.B. sandgestrahlte Aluminiumflächen.

Als Positionssensoren kommen an sich bekannte, mehrdimensionale Sensoren, wie z.B. CCD-Arrays, Matrixanordnungen etc. in Frage.

Als Lichtwellenleiter bieten sich Glasfasern(-Bündel), Kunststoffleitungen, flüssigkeitsbefüllte Schläuche (z.B. Siliconöl) usw. an.

Dieses Verfahren ist grundsätzlich schon bekannt. Neu ist, dass an den Markern 1 erfindungsgemäss keine messbaren elektrischen Ströme auftreten.

Fig. 2 zeigt einen Marker 1c mit drei Lichtsendeausgängen 8a-c, die von einem einzigen Lichtwellenleiter 3b über ein integriertes Lichtleitersystem mit Sendeenergie versorgt werden. Das integrierte Lichtleitersystem 9a ist nur angedeutet, da sich dafür viele bekannte Techniken einsetzen lassen. Insbesondere könnten Lichtleiterbahnen entlang von Glasplatten oder gespleisste Glasfasern, Strahlenteiler o.dgl. zum Einsatz gelangen. Der Vorteil eines solchen Markers gegenüber jenen nach Fig. 1 liegt in einer verbesserten bzw. vereinfachten Bestimmbarkeit seiner Position relativ zum Sensor 6a, da auf dem Marker selbst eine vorgegebene Geometrie der Signalabgabestellen herrscht, die bekannt und vorzugsweise unveränderbar ist, was noch weiter verbessert ist mit einem noch grösseren Marker nach Fig. 3.

Fig. 3 zeigt einen grossflächigen Marker 1d in Ringform, der mittels drei Schrauben 10 beispielsweise an einem Kopf befestigt werden kann. In dem Ring 1d integriert sind drei oder mehr Lichtwellenleiter 3c, die zu je einem Sendeausgang 8d-f führen, wobei an den jeweils anderen Enden der Lichtwellenleiter 3c jeweils ein eigener Sender angeordnet ist, sodass die von den Ausgängen 8d-f abgestrahlte Sendeenergie unterschiedlich ist, z.B. unterschiedliche Pulsfrequenz, Lichtfarbe o.dgl. aufweist. Diese ermöglicht die Lagebestimmung des Markers durch Erkennen der Lage der einzelnen Ausgänge 8d-f. Die Ringform erhöht dessen Stabilität, sodass es bei wiederholten Montagen weniger leicht zu Abweichungen kommen kann. Der ringförmige stabile Aufbau erlaubt darüber hinaus ein gutes reproduzierbares Positionieren des Markers 1b z.B. am Kopf eines Patienten, selbst wenn er nicht mittels Schrauben im Schädel angeschraubt, sondern von diesem durch Mess-Distanz-Stellschrauben reproduzierbar distanziert ist.

Fig. 4 zeigt eine andere Variante mit einem Rahmen 15, der die Marker 8g trägt, die über Lichtwellenleiter 3 mit der Steuerung 5a verbunden sind. Der Rahmen verfügt über eine bestimmte geometrische Form, die seine Erkennung und damit seine

Lage im Raum festzustellen erlaubt. Der Rahmen ist über einen Arm 14 z.B. mittels «mayfield clamp» (einer am Patienten befestigbaren Klammer 1e) verbunden, sodass er in einer starren Relation zum Patienten liegt. Eine Positionsänderung des Patienten führt zu einer Änderung der Raumlage des Rahmens und der Lichtausgänge 8g. Dieser Aufbau ist insofern unterschiedlich und vorteilhaft gegenüber dem Aufbau der Fig. 3, als er beim Patienten mehr Bewegungsfreiheit für einen Operateur ermöglicht, ohne zu einer erhöhten Abschattung der Lichtaustrittsflächen zu führen.

Fig. 5 zeigt eine vergrösserte Variante einer Lichtaustrittsfläche aus einem Lichtwellenleiter 3, der eine Linse 11 vorgesetzt ist, die zu einem vergrösserten Austrittswinkel bzw. Abstrahlwinkel  $\alpha$  führt. Das Ende des Lichtwellenleiters 3 und die Linse sind gemeinsam an einer Fassung 12 gehalten, die mit einer Basis 13 verbunden ist.

Selbstverständlich kann die Erfindung auch in allen anderen Bereichen, in denen eine lichtoptische Positionierung von Vorteil ist und in denen auf elektrische Strombahnen im Bereich der Markierungen verzichtet werden soll, zum Einsatz gelangen. Die Anwendung in der Operationschirurgie ist nur als typisches Beispiel angeführt.

Als weitere Variante liegt im Rahmen der Erfindung eine Ausbildung mit mehreren Markern, d.h. Lichtleiterausgängen, jedoch nur einer einzigen Signalfunktion darauf. D.h. die Zuführung zu allen Markern erfolgt über ein einziges Glasfaserkabel bzw. mehrere Glasfaserkabel gehen von einer einzigen Lichtquelle aus. Die optische Erkennung und Zuordnung ist dann nicht eingeschränkt auf die modulierten Lichtabgabe vom einzelnen Marker, sondern nur von dessen räumlicher Anordnung in Bezug zu den anderen Markern.

Eine weitere Variante der Erfindung ist denkbar (vgl. Fig. 6), bei der an Stelle der geometrischen Anordnung mehrerer Marker bzw. Lichtwellenleiterausgänge durch geometrische Schlitzblenden 16 o.dgl. geometrisch codiert sind, sodass beispielsweise von einem einzigen Marker 1f eine geometrisch definierte, z.B. sternförmige oder auch asymmetrische Abstrahlleistung abgegeben werden kann, wobei die Querschnitte der einzelnen Strahlenbündel 17 definiert sind, z.B. rund, dreieckig oder mehrfach punktförmig nebeneinander liegend o.dgl. Dies ermöglicht das Verwenden von nur wenigen Markern oder nur einem, was zu einer verbesserten Kompaktheit führt. Die einzelnen Strahlenbündel 17 könnten beispielsweise jedoch auch z.B. mittels Filter farbcodiert sein, um eine entsprechende Zuordnung und Orientierung zu ermöglichen.

#### Bezugszeichenliste

1a-f	Marker
2a	Streuelement
3	optischer Wellenleiter
3a-d	Lichtwellenleiter
4a-c	Sendeelement, Leuchtdiode, Sender
5a	Steuerung
6	Sensor
6a	Sensor

7 Abstand	
8 Lichtaustritt-Ende	
8a-c Lichtsendeausgänge	
8d-h Ausgänge/Sendeausgänge	
9 Lichtleitersystem	5
9a Lichtleitersystem	
10 Schrauben	
11 Linse	
12 Fassung	
13 Basis	10
14 Arm	
15 Rahmen	

### Patentansprüche

1. Marker (1) mit elektrischen bzw. elektronischen Licht-Sendeelementen (4), dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen bzw. elektronischen Licht-Sendeelemente (4) vom Marker (1) entfernt angeordnet sind und mit dem Marker (1) über optische Wellenleiter (3) derart verbunden sind, dass die Signale der Licht-Sendeelemente (4) an einem Ende der optischen Wellenleiter (3) eingespeist, am Lichtaustritts-Ende (8) der optischen Wellenleiter (3) – am Marker (1) – ins Freie abstrahlen können.	15
2. Marker (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ihm wenigstens zwei, vorzugsweise drei Lichtaustritts-Enden (8) von zwei bzw. drei voneinander unabhängigen optischen Wellenleitern (3) zugeordnet sind, denen wenigstens ein oder gegebenenfalls je ein Licht-Sendeelement (4) zugeordnet ist.	20
3. Marker (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er zweiteilig ausgebildet ist, wobei der untere Teil als in einem Knochen befestigbare Schraube ausgebildet ist und der obere Teil – der die Lichtaustritts-Enden (8) trägt – am unteren Teil lösbar befestigbar ist.	25
4. Marker (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem oberen und dem unteren Teil des Markers (1) eine Rast-Klemm- oder Magnethaftverbindung vorgesehen ist.	30
5. Marker (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die am Marker (1) mündenden Lichtaustritts-Enden (8) des optischen Wellenleiters (3) lösbar befestigt sind.	35
6. Marker (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem Lichtaustritts-Ende (8h) der optischen Wellenleiter (3) eine geometrische Schablone oder Blende (16) zugeordnet ist.	40

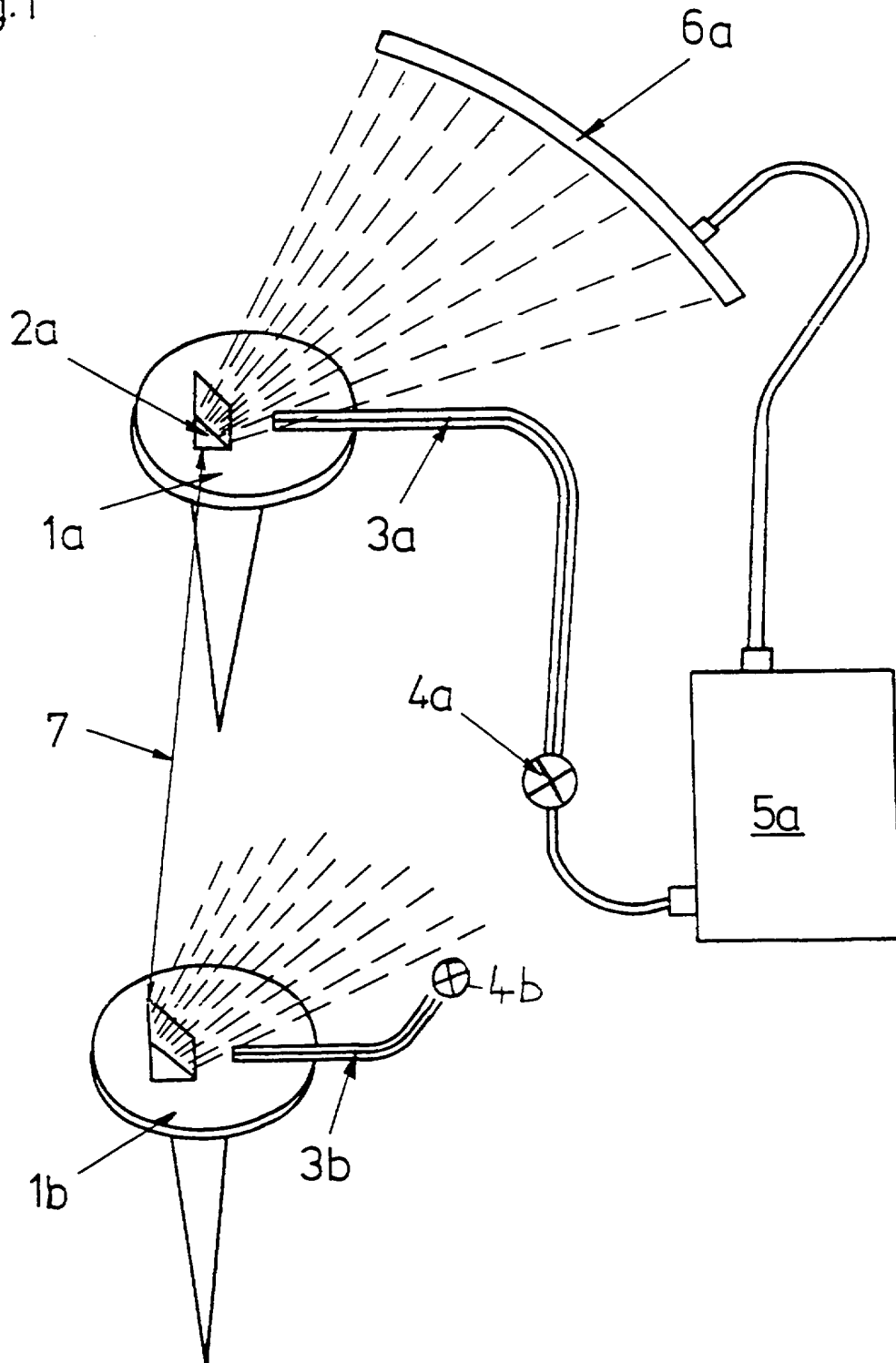
55

60

65

4

Fig.1



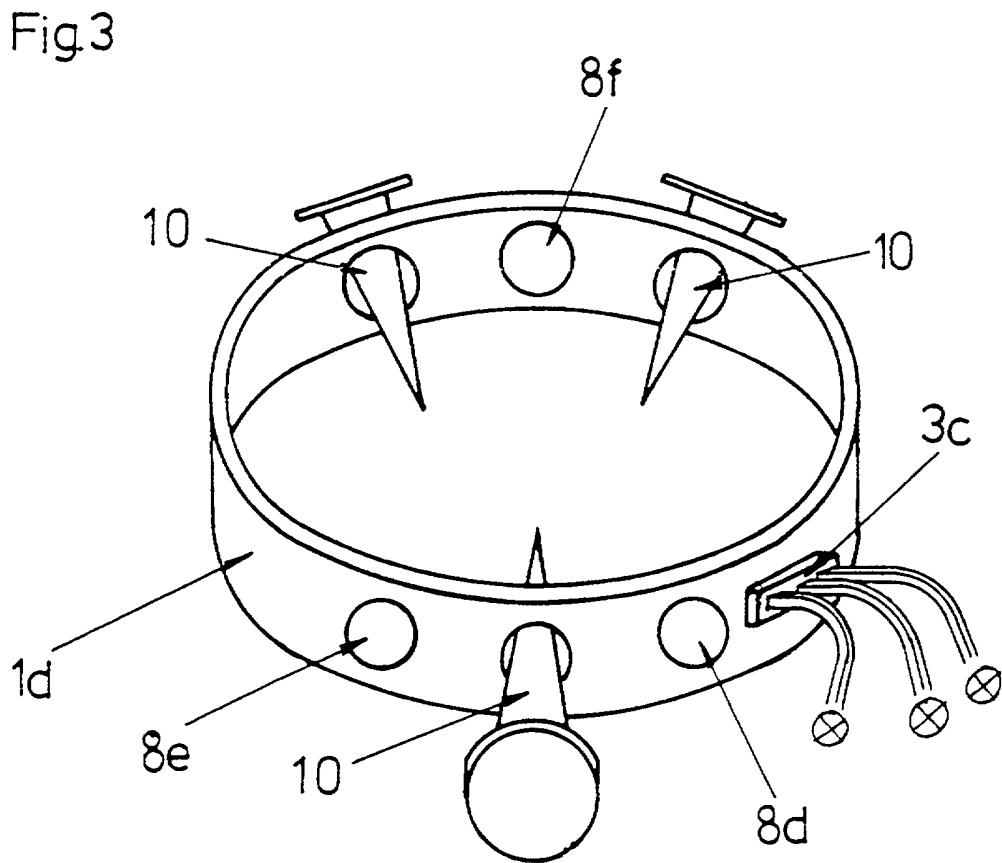
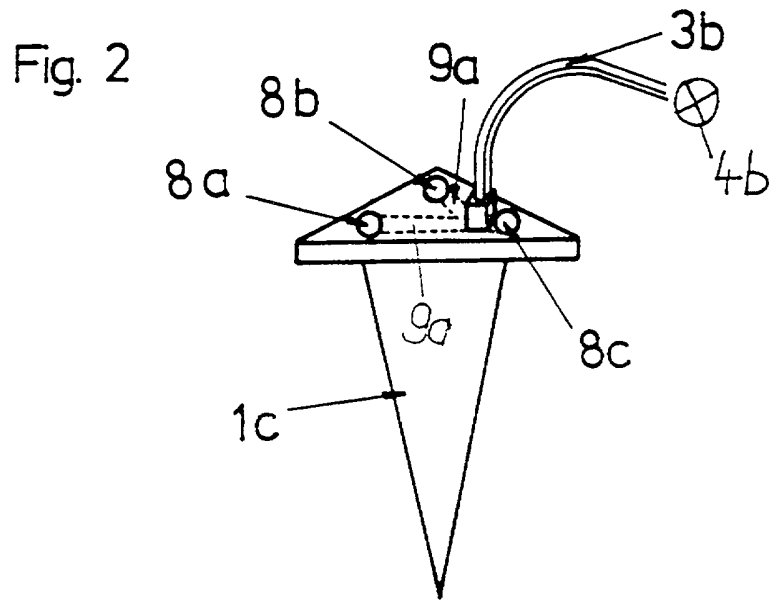


Fig.4

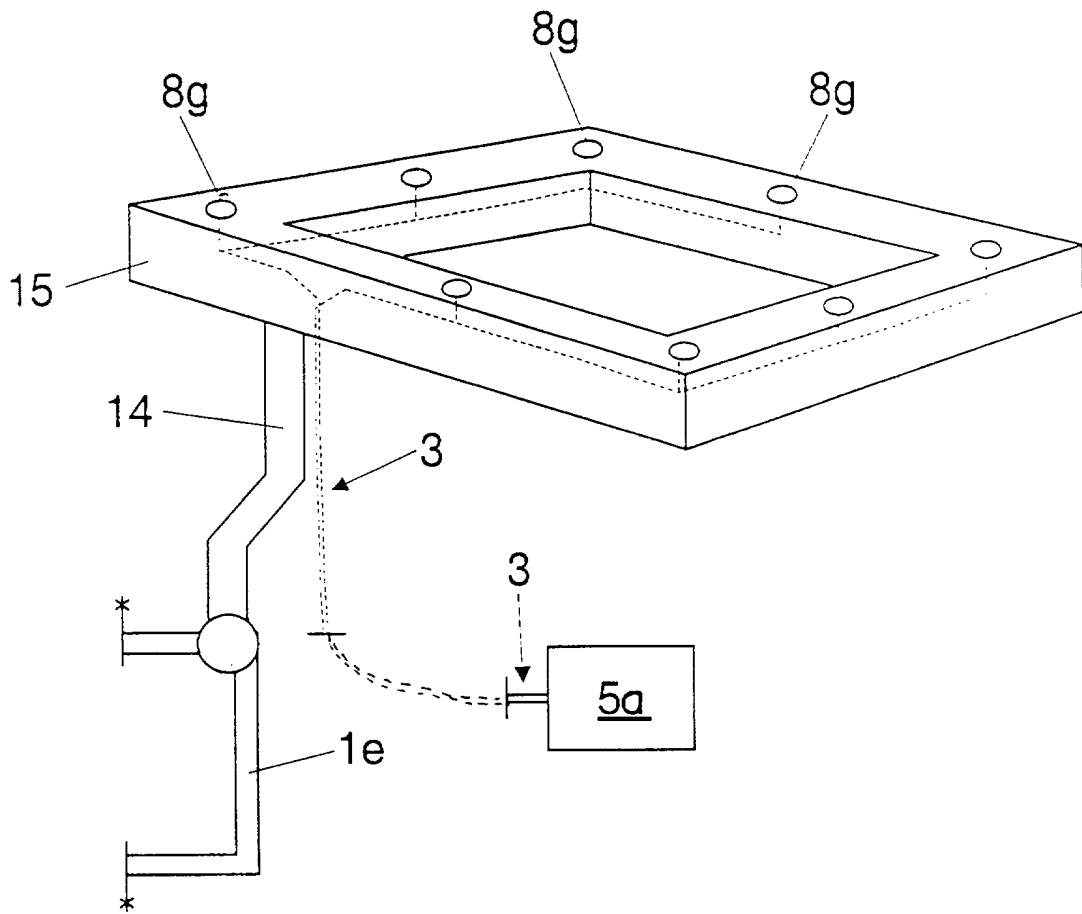
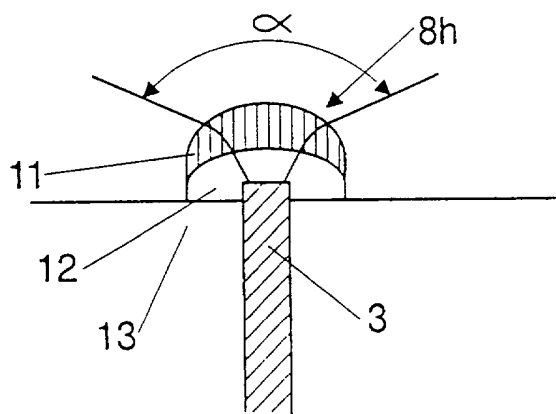


Fig.5



**Fig. 6**

