



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 47 674 A1** 2004.04.22

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 47 674.8**  
(22) Anmeldetag: **09.10.2002**  
(43) Offenlegungstag: **22.04.2004**

(51) Int Cl.7: **A61N 1/375**  
**A61N 1/378**

(71) Anmelder:  
**Biotronik Meß- und Therapiegeräte GmbH & Co.  
Ingenieurbüro Berlin, 12359 Berlin, DE**

(74) Vertreter:  
**Eisenführ, Speiser & Partner, 10178 Berlin**

(72) Erfinder:  
**Neumann, Wiebke, 12209 Berlin, DE; Starke,  
Marcel, 12167 Berlin, DE; Uhrlant, Werner, 12355  
Berlin, DE; Schaldach jun., Max, Dr., 12359 Berlin,  
DE; Drews, Jürgen, Dr., 01796 Pirna, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
ziehende Druckschriften:

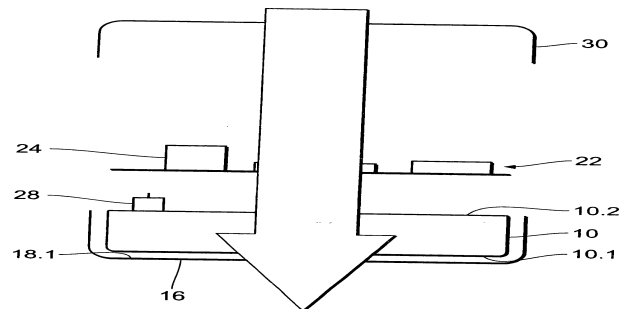
**DE 100 41 728 A1**  
**US 64 45 948 B1**  
**WO 02/32 503 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Elektromedizinisches Implantat zur interkardialen Herztherapie**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein elektro-  
medizinisches Implantat zur intrakardialen Herztherapie  
mit einem Implantatgehäuse, in dem funktionelle Kompo-  
nenten des Implantats, nämlich eine Schaltung, eine Batte-  
rie und dergleichen, untergebracht sind. Sie ist dadurch ge-  
kennzeichnet, dass die Batterie (10) eine Flachseite (10.2),  
eine Unterseite (10.3) und eine umlaufende Schmalseite  
(10.1) aufweist und die Batterie (10) mit ihrer Unterseite  
(10.3) auf eine innere Grundfläche (18.1) des Implantatge-  
häuses (18) und die Schaltung (22) benachbart zu einer  
Flachseite (10.2) der Batterie (10) angeordnet ist.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein elektromedizinisches Implantat zur intrakardialen Herztherapie mit dem im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Merkmalen.

### Stand der Technik

[0002] Die elektrotherapeutische Behandlung kardialer Rhythmusstörungen mittels implantierbarer Herzschrittmacher hat sich als leistungsfähige, vielseitige, vergleichsweise risikoarme und zuverlässige Behandlungsform etabliert. Derartige elektromedizinische Implantate umfassen zahlreiche funktionelle Einzelkomponenten, die für eine dauerhafte, den physiologischen Gegebenheiten angepasste und möglichst störungsfreie therapeutische Behandlung des Herzens notwendig sind. Diese Komponenten lassen sich systematisch in Komponenten gliedern, die in einem Gehäuse des Implantats untergebracht werden und Komponenten, die außerhalb des Gehäuses angesiedelt sind. Letztere betreffen beispielsweise Sensoren für physiologische Parameter und die Elektroden, über die ein Schrittmacherimpuls zum Vorhof- oder Ventrikelmuskel weitergeleitet wird. Im Implantatsgehäuse sind dagegen funktionelle Komponenten wie eine Batterie, eine Schaltung, telemetrische Mittel und dergleichen angeordnet.

[0003] Das elektromedizinische Implantat soll eine möglichst lange Lebensdauer und eine gute Verträglichkeit besitzen. Diese beiden Aspekte können unter Umständen gegenläufig sein. So soll einerseits das Implantat eine möglichst geringe Baugröße aufweisen, um nach der Implantation nicht durch den Patienten als störend empfunden zu werden oder gar unerwünschte physiologische Reaktionen hervorzurufen. Andererseits muss die Batterie für eine lange Lebensdauer eine möglichst hohe Kapazität haben, was in der Praxis dazu führt, dass die Batterie zu meist deutlich mehr als 80% des Gehäuseinnenraumes ausfüllt. Es besteht daher immer die Notwendigkeit den zur Verfügung stehenden Bauraum möglichst optimal auszunutzen.

[0004] Da sich die intrakardiale Herztherapie mittlerweile zu einem weltweit millionenfach bewährtem Standardverfahren entwickelt hat, ist es aus Kostengründen sinnvoll das Herstellungsverfahren der Implantate zu automatisieren. Der Aufbau gängiger elektromedizinischer Implantate lässt sich dabei vereinfacht wie folgt beschreiben. Alle funktionellen Komponenten, wie die Batterie, die Schaltung, die Telemetrieinheit oder dergleichen, werden nebeneinander im Implantatsgehäuse untergebracht. Das Implantatsgehäuse selber hat in der Regel eine flache, langgestreckte Kontur mit abgerundeten Rändern und wird in der Regel aus zwei Halbschalen mit einer Art Schnappmechanismus aus ineinandergreifenden Konten gebildet. Im geöffneten Zustand ist dann die herkömmliche Anordnung mit auf einer inneren

Grundfläche der Halbschalen nebeneinander montierten funktionellen Komponenten deutlich zu erkennen. Eine solche Anordnung hat allerdings den Nachteil, dass bei der Montage der einzelnen Komponenten mehrere Fertigungsachsen angesteuert werden müssen. Dies erschwert eine Automatisierung und führt zu erhöhten Kosten. Zudem kann der zur Verfügung stehende Bauraum nicht optimal ausgenutzt werden, z. B. weil in der Regel eine aufwendige elektrische Kontaktierung der energieverbrauchenden Komponenten mit der Batterie zusätzlich eingebracht werden muss.

[0005] Aus der US 6,026,325 von Weinberg et al. ist ein elektromedizinisches Implantat mit einer Schaltung bekannt, deren elektronische Bauteile stapelweise angeordnet sind. Die einzelnen elektronischen Bauteile einer derartigen Schaltung werden senkrecht zur Höhenerstreckung des Implantatsgehäuses auf parallelen Substratebenen untergebracht. Die Schaltung und die weiteren funktionellen Komponenten, wie Batterie und Kondensatoren, werden in konventioneller Weise nebeneinander auf der Grundfläche des Implantatsgehäuses montiert.

[0006] In der US 6,251,124 von Youker et al. ist ein Herzschrittmacher beschrieben, bei dem eine Vielzahl von Kondensatoren in mehreren Substratebenen im Gehäuse angeordnet wird. Alle weiteren funktionellen Komponenten sind – den Kondensatoren nebengeordnet – auf der inneren Grundfläche des Gehäuses untergebracht.

[0007] Weiterhin ist aus der WO 99/06107 ein Herzschrittmacher bekannt, dessen Schaltung eine Speichereinheit aus übereinander gestapelten Speicherchips beinhaltet. Dadurch soll der benötigte Bauraum für eine elektrische Verbindung zwischen den einzelnen Speicherchips möglichst klein gehalten werden. Wie auch in den vorgenannten Schriften beschränkt sich die Stapelanordnung auf ausgewählte Teilstrukturen der funktionellen Komponenten des Implantats.

### Aufgabenstellung

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, den im Gehäuse vorhandenen Bauraum besser auszunutzen und den Aufbau des Implantats unter dem Gesichtspunkt eines möglichst einfachen und automatisierbaren Herstellungsverfahrens zu optimieren.

[0009] Diese Aufgabe wird durch das elektromedizinische Implantat zur intrakardialen Herztherapie mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst. Dadurch, dass die Batterie eine Flachseite, eine Unterseite und eine umlaufende Schmalseite aufweist und die Batterie mit ihrer Unterseite auf eine inneren Grundfläche des Implantatsgehäuses und die Schaltung benachbart zu einer Flachseite der Batterie angeordnet ist (Sandwich-Aufbau), lässt sich zum einen die Herstellung in einem einachsigen Verfahrensablauf realisieren und zum anderen eine verbesserte Bauraumausnutzung erzielen. Es ergibt sich bei konstantem Verhältnis zwischen Batterie- und Schal-

tungsvolumen ein Gewinn an bestückbarer Fläche gegenüber einer konventionellen Anordnung.

[0010] In einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Schaltung einen Bauteileträger mit Bestückungssatz, auf dessen Oberseite die einzelnen elektronischen Bauteile der Schaltung montiert sind. Eine Unterseite des Bauteileträgers und damit der Schaltung wird benachbart zur Flachseite der Batterie angeordnet. Vorteilhafterweise wird die Schaltung an der Flachseite der Batterie fest montiert, beispielsweise unter Zuhilfenahme bekannter Klebetechniken. In der geschilderten Anordnung werden demnach die auf herkömmlichen Bauteileträgern realisierten, flachen Schaltungen direkt auf der Batterie fixiert, wobei eine Montagerichtung von Batterie und Schaltung beibehalten wird. Es versteht sich von selbst, dass eine elektrische Verbindung zur Spannungsversorgung zwischen Batterie und Schaltung nur geringe Abmessungen haben braucht und im Gegensatz zu konventionellen elektrischen Verbindungen nicht über eine Anbindungs-Technik mit zusätzlichen Verbindungselementen erstellt werden muss, sondern auch in direkter Steckbauweise erfolgen kann. Es ist demnach eine kurze, diskrete Anbindung ohne diskrete Elemente möglich.

[0011] Während der Entladung der Batterie kommt es in Folge der zugrunde liegenden elektrochemischen Reaktion zu einer geringen Volumenzunahme der Batterie. Dieses entladungsbedingte Anschwellen der Batterie muss bei einer festen Verbindung zwischen der Batterie und der Schaltung kompensiert werden, da sonst eine mechanische Beschädigung der Schaltung droht. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden dazu Strukturen zwischen der Flachseite der Batterie und der Unterseite der Schaltung eingebracht, mit denen sich das entladungsbedingte Anschwellen der Batterie kompensieren lässt. Diese Strukturen umfassen Freiräume zwischen der Batterie und der Schaltung oder Anbindungselemente, die eine Relativbewegung der Schaltung zur Batterie zulassen.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Unterseite des Bauteileträgers und damit der Schaltung benachbart zu einer Innenseite des Implantatsgehäuses angeordnet. Die elektronischen Bauteile der Schaltung weisen dann in Richtung der Batterie. Wenn die Innenseite der Halbschale entsprechend strukturiert ist, kann die Halbschale gleichzeitig als Bauteileträger für die elektronischen Bauteile fungieren. In jedem Fall kann auf die Strukturen zur Kompensation des entladungsbedingten Anschwellens der Batterie verzichtet werden. Bei der Herstellung des Implantats wird in einem gemeinsamen Herstellungsschritt die Schaltung in das Implantat eingebracht und das Gehäuse geschlossen.

[0013] Ferner ist es vorteilhaft, wenn ein Montageelement vorgesehen ist, das die Schaltung aufnimmt. Die relative Ausrichtung des Bestückungssatzes der Schaltung zur Batterie kann den jeweiligen Erfordernissen angepasst werden. Die elektronischen Bautei-

le können demnach entweder in Richtung der Batterie oder in Richtung des Gehäuses weisen. Das Montageelement kann ohne mechanische Anbindung zur Batterie bzw. nur an deren Peripherie in das Implantat eingebracht werden, so dass die infolge der entladungsbedingten Volumenänderung auftretenden mechanischen Spannungen nicht auf die Schaltung abgeleitet werden können.

[0014] Weiterhin hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Batterie nicht die gesamte innere Grundfläche des Implantatgehäuses ausfüllt. Die verbleibenden Freiräume werden so genutzt, dass nach der Montage der Komponenten elektronische Bauteile mit hoher Bauhöhe in diese Freiräume ragen. Ziel ist es eine möglichst gute Raumausnutzung bei geringer Gesamtbauhöhe zu gewährleisten ohne in der Funktionalität Abstriche machen zu müssen.

[0015] Die für einen solchen einachsigen Aufbau des elektromedizinischen Implantats geeignete Batterie soll, da benachbart zu ihrer Flachseite die Schaltung und gegebenenfalls weiterer funktioneller Komponenten angeordnet werden, in ihrer Kontur möglichst flach sein. In diesem Zusammenhang hat sich der Einsatz von elektrochemischen Energiespeichersystemen auf Basis von Lithium und Mangandioxid als besonders vorteilhaft erwiesen. Auch der Bestückungssatz der Schaltung weist vorzugsweise eine möglichst geringe Bauhöhe auf.

[0016] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die benachbarten Flachseiten von Batterie und Schaltung ein aufeinander abgestimmtes Höhenprofil besitzen. Ziel ist es, die Gesamthöhe der beiden aufeinander gestapelten Komponenten zu minimieren. So hat die Batterie in Bereichen, in denen elektronische Bauteile der Schaltung mit größerer Bauhöhe vorgesehen sind, eine geringere Bauhöhe als in den sonstigen Bereichen. Werden weitere oder alle im Implantatsgehäuse untergebrachten funktionellen Komponenten aufeinander gestapelt, so lassen sich die vorab beschriebenen Abstimmungen des Höhenprofils auch auf diese Komponenten übertragen.

[0017] Bevorzugt ist zudem eine Ausgestaltung der Erfindung, bei der das Implantatsgehäuse aus zwei Halbschalen besteht und eine der Halbschalen gleichzeitig Bestandteil des Batteriegehäuses ist. Damit kann auf eine Gehäusehalbschale verzichtet werden.

[0018] In einer weiteren Fortbildung letzteren Erfindungsgedankens bilden beide Halbschalen gleichzeitig auch das Batteriegehäuse. In diesem Fall müssen die Schaltung und alle weiteren funktionellen Komponenten des Implantats hermetisch gegenüber dem Elektrolyten der Batterie versiegelt werden. Damit kann auf zwei Halbschale verzichtet und die Raumausnutzung weiter optimiert werden.

[0019] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

[0020] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von

Zeichnungen in Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

[0021] **Fig. 1a bis 1d** eine schematische Drauf- und Seitenansichten auf Batterien für ein elektromedizinisches Implantat;

[0022] **Fig. 2a und 2b** zwei schematische Draufsichten auf eine Halbschale eines Implantatsgehäuses mit einer auf der inneren Grundfläche angeordneten Batterie;

[0023] **Fig. 3** eine Schnittansicht auf eine Schaltungsanordnung im Implantat nach einer ersten Variante;

[0024] **Fig. 4** eine Schnittansicht auf eine Schaltungsanordnung im Implantat nach einer zweiten Variante;

[0025] **Fig. 5a und 5b** zwei Schnittansichten auf alternative Anordnungen der Schaltung mit einem Montageelement;

[0026] **Fig. 6** eine Schnittansicht auf eine weitere, alternative Schaltungsanordnung im Implantat mit einem Freiraum im Bereich des Implantatsgehäuses;

[0027] **Fig. 7a und 7b** zwei Schnittansichten auf alternative Anordnungen mit einem zwischen Batterie und Schaltung abgestimmten Höhenprofil;

[0028] **Fig. 8a bis 8f** eine perspektivische Detaildarstellung sechs, alternativer Durchführungen für die Erstellung einer elektrischen Verbindung;

[0029] **Fig. 9a und 9b** eine Teilschnittansicht und eine vergrößerte Detailansicht durch die Batterie, Schaltung und einer Struktur zur Kompensation entladungsbedingter Volumenänderungen;

[0030] **Fig. 10a und 10b** eine perspektivische Seitenansicht auf zwei Anbindungselemente zur Kompensation entladungsbedingter Volumenänderungen in geöffneter und geschlossener Form;

[0031] **Fig. 11** eine Schnittansicht auf eine Anordnung, in der das Batteriegehäuse eine Halbschale des Implantatsgehäuses ersetzt;

[0032] **Fig. 12** eine Schnittansicht auf ein Implantatsgehäuse, in der das Batteriegehäuse beide Halbschalen des Implantatsgehäuses ersetzt;

[0033] **Fig. 13** eine Illustration des einachsigen Herstellungsverfahrens eines elektromedizinischen Implantats.

[0034] Funktionsweise und Einsatzgebiet elektromedizinischer Implantate sind allgemein bekannt. Durch sinnvolle Auswahl von funktionellen Komponenten lassen sich alle für den Einzelfall notwendigen Stimulations- und Diagnostikfunktionen in einem solchen elektromedizinischen Implantat integrieren. Von Bedeutung ist im vorliegenden Fall allerdings nur die erfindungsgemäße Anordnung der funktionellen Komponenten im Implantatsgehäuse. In den nachfolgenden Beispielen werden daher nur die erfindungsnotwendigen strukturellen Merkmale der einzelnen funktionellen Komponenten und ihre relative Lage zueinander beschrieben.

[0035] In den **Fig. 1a bis 1d** sind in einer stark vereinfachten Seiten- und Draufsicht die Konturen zweier alternativer Ausführungsformen einer Batterie **10**

dargestellt. Die Batterie **10** hat in diesem Beispiel eine ovale Grundform. Bei gleicher Grundfläche, d. h. gleicher Längs- und Breitenerstreckung, unterscheiden sich die beiden Batterien **10** nur in ihrem Höhenprofil. Die in den **Fig. 1a und 1b** dargestellte Batterie **10** weist eine mit konstanter Höhe umlaufende Schmalseite **10.1** sowie eine Flachseite **10.2** und eine Unterseite **10.3** mit ebener Kontur auf, so dass sich ein homogenes Höhenprofil ergibt. Dagegen besitzt die in den **Fig. 1c und 1d** dargestellte Batterie **10** ein Höhenprofil, bei dem ein erster Abschnitt **12** der Schmalseite **10.1** und der Flachseite **10.2** eine geringere Höhe als ein zweiter Abschnitt **14** besitzt. Unter welchen Umständen der Einsatz der einen oder anderen alternativen Ausführungsform der Batterie **10** sinnvoll ist, wird im weiteren noch erläutert.

[0036] Die Batterie selbst ist insbesondere eine elektrochemische Zelle auf Basis von Lithium-/Manganoxid-Elementen. Derartige Batterien **10** zeichnen sich durch ihre besonders hohe Energiedichte als auch ihr flexibles Design aus, so dass sie als Flachbaugruppe bzw. Sandwichbaugruppe geeignet sind. In den **Fig. 2a und 2b** ist die relative Lage von zwei Batterien **10** mit unterschiedlichen Grundformen in einer Halbschale **16** eines Implantatsgehäuses **18** dargestellt. Wie deutlich wird, nimmt die Batterie **10** nicht jeweils eine gesamte innere Grundfläche **18.1** der Halbschale **16** in Anspruch. Vielmehr verbleiben unterschiedlich große Freiräume **20** auf deren Verwendung ebenfalls weiter unten noch näher eingegangen wird.

[0037] In einer stark schematisierten Schnittansicht ist in der **Fig. 3** ein elektromedizinisches Implantat dargestellt, das zwei funktionelle Komponenten enthält, nämlich die Batterie **10** und eine Schaltung **22**. Die Schaltung **22** beinhaltet alle für die Funktionslogik des Implantats notwendigen elektronischen Bauteile **24**, die als Bestückungssatz auf einem Bauteilträger **26** mit Platine angeordnet sind. Die elektronischen Bauteile **24** sind vorzugsweise SMT-Baueinheiten, die in an sich bekannter Weise unter dem Gesichtspunkt einer möglichst niedrigen Bauhöhe gefertigt werden. Eine elektrische Verbindung zwischen der Batterie **10** und der Schaltung **22** kann durch die hier angedeutete Durchführung **28** erstellt werden. Die Schaltung **22** wird nun derart mit ihrer Unterseite **22.1** auf die Flachseite **10.2** der Batterie **10** gesetzt, dass ein elektrischer Kontakt zustande kommt und die Schaltung **22** benachbart zur Flachseite **10.2** der Batterie **10** – gegebenenfalls durch Verkleben fixiert – angeordnet ist. Anschließend wird das Implantatsgehäuse **18** geschlossen indem eine zweite Halbschale **30** auf die erste Halbschale **16** gesetzt wird. Die beiden Halbschalen **16, 30** sind dazu bevorzugt als Schnappschalen mit ineinandergreifenden Kanten ausgebildet.

[0038] In einer zu **Fig. 3** alternativen Anordnung wird die Schaltung **22** mit ihrer Unterseite **22.1** benachbart zu einer Innenseite **30.1** der zweiten Halbschale **30** angeordnet (**Fig. 4**). Der Bestückungssatz

der Schaltung **22** zeigt dann in Richtung der Batterie **10**. Eine elektrische Verbindung wird wiederum über die Durchführung **28** beim Zusammensetzen der beiden Halbschalen **16**, **30** des Implantatsgehäuses **18** erstellt. Gegebenenfalls kann die Innenseite **30.1** der zweiten Halbschale **30** in geeigneter Weise strukturiert werden, um die elektronischen Bauteile **24** der Schaltung **22** zu tragen. So kann beispielsweise ein Bauteileträger direkt in die Innenseite **30.1** der Halbschale **30** eingebracht werden.

[0039] Die **Fig. 5a** und **5b** zeigen Schaltung **22** und Batterie **10** in prinzipiell gleicher Stapelanordnung, wie in den **Fig. 3** und **4**. Die Schaltung **22** liegt jedoch nicht direkt an der Batterie **10** oder der Halbschale **30** an, sondern wird durch ein Montageelement **32** aufgenommen. Das Montageelement **32** weist dazu geeignete Strukturen auf, in die der Bauteileträger **26** eingespannt werden kann. Die konkrete Ausgestaltung der Strukturen muss den jeweiligen baulichen Gegebenheiten angepasst sein. Derartige Maßnahmen sind dem Fachmann hinlänglich bekannt, so dass hierauf nicht näher eingegangen wird. Nach der Aufnahme der Schaltung **22** wird das Montageelement **32** benachbart zur Batterie **10** angeordnet, wobei die Bestückungsseite wahlweise in Richtung der Halbschale **30** (**Fig. 5a**) oder in Richtung der Batterie **10** (**Fig. 5b**) weist. Ein solches Montageelement **32** birgt den Vorteil, dass Spannungen, die im Bereich der Batterie **10** infolge von Volumenänderungen auftreten können nicht direkt auf die Schaltung **22** übertragen werden und dort zu einer mechanischen Beschädigung führen. Zusätzlich ergeben sich Optionen für an einachsige Montageoperationen angepasste Anbindungstechnologien.

[0040] Wenn die Batterie **10** nicht die gesamte Grundfläche der Halbschale **16** des Implantatsgehäuses **18** einnimmt und somit Freiräume **20** verbleiben, so kann die in **Fig. 6** skizzierte alternative Anordnung der Komponenten des Implantats realisiert werden. Gemäß dieser Anordnung werden elektronische Bauteile **24** mit besonders hoher Bauhöhe derart auf der Schaltung **22** platziert, dass sie nach dem Zusammenbau der beiden Komponenten in die Freiräume **20** ragen.

[0041] Bei unterschiedlicher Bauhöhe der elektronischen Bauteile **24** der Schaltung **22** bieten sich noch zwei weitere alternative Ausgestaltungsmöglichkeiten für eine solche einachsige Anordnung der Komponenten an (**Fig. 7a** und **7b**). Beiden Alternativen liegt eine Batterie **10** mit Höhenprofil zugrunde, wie sie bereits in **Fig. 1 b** beschrieben wurde. Nach **Fig. 7a** ist die Kontur der Schaltung **22** inklusive des Bauteileträgers **26** an das Höhenprofil der Batterie **10** angepasst. Im Bereich **12** der Batterie **10** mit geringster Höhererstreckung werden sinnigerweise die elektronischen Bauteile **24** mit größter Bauhöhe angesiedelt (**Fig. 7a**). Alternativ wird nach **Fig. 7b** eine Schaltung **22** mit einem flachen Bauteileträger **26** benachbart zur Halbschale **30** angeordnet und zwar derart, dass die höchsten elektronischen Bauteile **24** nach

der Montage oberhalb des Bereichs **12** der Batterie **10** mit geringster Bauhöhe angeordnet sind.

[0042] Die **Fig. 8a** bis **8f** zeigen insgesamt sechs alternative Ausführungsformen einer Durchführung **28**, die zur Erstellung der elektrischen Verbindung zwischen Batterie **10** und Schaltung **22** verwendet werden kann. Die Durchführungen **28** können während eines SMT-Bestückungsprozesses als Bestandteile der Schaltung **22** aufgelötet werden. An welchen Stellen letztendlich eine Lötung stattfindet bzw. welche Ausrichtung einzelne Elemente der Durchführung **28** relativ zur Lage der zu verbindenden Komponenten hat, muss im Einzelfall entschieden werden. Grundsätzlich ist allerdings durch den einachsigen Aufbau der funktionellen Komponenten eine deutliche Vereinfachung des elektrischen Schaltbildes möglich, da nur noch geringe Distanzen überbrückt werden müssen. Dies führt zu Materialeinsparungen und Bauraumgewinnen. Die beispielhaft aufgeführten Durchführungen **28** stehen mit der Schaltung **22** über Nagelköpfe (**Fig. 8a**), Adapter (**Fig. 8b** und **8c**), gebogene Pins (**Fig. 8d**), abgeflachte Pins (**Fig. 8e**) oder herkömmliche Lötstellen (**Fig. 8f**) in elektrischer Verbindung. Nach den Varianten der **Fig. 8b** und **8c** kann auf Anbindungs-Verfahren zur Erstellung der elektrischen Verbindung verzichtet werden. Selbstverständlich können zu diesem Zwecke verschiedenartig ausgeformte elektrische Steckelemente vorgesehen sein, die beim Zusammenbau des Implantats ineinandergreifen. Auch hier wird auf eine tiefergehende Beschreibung verzichtet, da solche Steckelemente dem Fachmann hinlänglich bekannt sind und von Fall zu Fall den jeweiligen funktionellen und baulichen Erfordernissen angepasst werden müssen.

[0043] Wenn die Schaltung **22** fest mit der Batterie **10** verbunden ist, so müssen Maßnahmen getroffen werden, die eine Beschädigung der Schaltung **22** in Folge einer allmählichen Volumenänderung der Batterie **10** verhindern. Eine solche Volumenänderung resultiert aus den elektrochemischen Reaktionen, die während des Entladungsprozesses in der Batterie **10** stattfinden. Zur Kompensation des entladungsbedingten Anschwellens der Batterie **10** werden spezielle Strukturen **34** zwischen der Flachseite **10.2** der Batterie **10** und der Unterseite **22.1** der Schaltung **22** angeordnet. Die **Fig. 9a** und **9b** zeigen – teils in vergrößerter Detailansicht – eine Schnittansicht durch die Batterie **10** und die Schaltung **22** im Bereich der Strukturen **34**. Diese sind als Freiräume zwischen der Batterie **10** und der Schaltung **22** ausgestaltet, in die Teile der Batterie **10** beim Entladungsprozess und der damit verbundenen Volumenzunahme eindringen können. Diese Strukturen **34** können integraler Bestandteil des Bauteileträgers **26** sein, z. B. geätzte Kupferstrukturen, und sind bei der Bauteileträgerherstellung kostengünstig in Standardprozessen herstellbar.

[0044] Alternativ hierzu können zwischen der Batterie **10** und der Schaltung **22** auch Anbindungselemente **36** vorgesehen sein, wie sie in den **Fig. 10a**

und 10b vor und nach der Montage der Komponenten dargestellt sind. Die Anbindungselemente **36** beinhalten eine männliche und weibliche Kontur, die beim Aufeinanderstapeln der Komponenten ineinander greifen und die Komponenten in einen definierten Abstand halten. Selbstverständlich kann hier auf eine Vielzahl alternativer Ausführungsformen der Anbindungselemente **36**, wie sie aus dem Stand der Technik hinreichend bekannt sind, zurückgegriffen werden. Wesentliches Kriterium der Anbindungselemente **36** ist lediglich, dass sie eine Relativbewegung der beiden Komponenten zueinander zulassen. Aus Automatisierungsgründen bietet sich die dargestellte Snap-Verbindung besonders an.

[0045] In der **Fig. 11** ist schematisch eine weitere alternative Anordnung mit einem einachsigen Komponentenaufbau dargestellt. In den Grundzügen entspricht sie der bereits in der **Fig. 3** vorgestellten Anordnung von Schaltung **22** und Batterie **10**. Hier wird allerdings ein Batteriegehäuse **38** gleichzeitig zur Ausbildung der unteren Halbschale des Implantatsgehäuses **18** genutzt. Dazu ist das Batteriegehäuse **38** zumindest in diesem Bereich aus einem biokompatiblen Material, insbesondere Titan, gefertigt. Auf diese Weise kann auf eine der beiden Halbschalen des Implantatsgehäuses **18** verzichtet werden und der resultierende Bauraum für die funktionellen Komponenten genutzt werden. Zudem fällt im Herstellungsverfahren ein Herstellungsschritt weg, nämlich das Platzieren der Batterie **10** in einer der Halbschalen des Implantatsgehäuses **18**. Bei der Umsetzung einer Naht zwischen Batteriegehäuse **38** und Gehäusechale **30** kann im Bedarfsfall (z. B. wegen thermischer Belastung beim Fügeprozess) ein nachträgliches Befüllen der Batterie **10** mit Elektrolyt bzw. ein anderweitiges Aktivieren über eine zusätzliche Befüllöffnung zur Anwendung kommen, wodurch der Zeitpunkt des energieverbrauchenden Funktionsbeginns des Implantats bestimmt werden kann.

[0046] In Fortführung letzterer Ausführungsform zeigt die **Fig. 12** in einer schematischen Schnittdarstellung ein elektromedizinisches Implantat, bei dem das Implantatsgehäuse **18** vollständig durch das Batteriegehäuse **38** ersetzt wird. Alle funktionellen Komponenten – in diesem Falle die dargestellte Schaltung **22** mit ihren elektronischen Bauelementen **24** – sind innerhalb der Batterie **10** untergebracht und müssen zu ihrem Schutz hermetisch gegen den Elektrolyten der Batterie **10** abgedichtet werden. Die Abdichtung der Schaltung **22** kann beispielsweise im Tauchverfahren mit inerten Harzen/ Tauchlacken erfolgen. Die getrockneten Harze/ Tauchlacke bilden eine Schutzschicht, die der Elektrolyt nicht durchdringen bzw. angreifen kann. Damit kann auf zwei Gehäusehalbschalen verzichtet werden.

[0047] Die **Fig. 13** soll noch einmal exemplarisch die einachsige Montage der funktionellen Komponenten während der Herstellung eines Implantats verdeutlichen (angedeutet durch den Pfeil). Jeweils aus gleicher Anfahrtrichtung wird zunächst die Batterie

**10**, dann die Schaltung **22** und zuletzt die Halbschale **30** in bzw. auf die Halbschale **16** gesetzt. Dies vereinfacht die Automatisierung wesentlich und erhöht die Präzision bei der Platzierung der einzelnen Komponenten. Die Anordnung und Montageabfolge kann variieren.

[0048] Die in vorab beschriebener Weise gefertigten Implantate sollen in ihren Abmessungen denen bekannter Implantate entsprechen. Sie haben daher eine Gesamthöhe von ca. 5 bis 7 mm. Davon nimmt die Metallhülle des Implantatsgehäuses **18** inklusive aufgebrachtener Folien zur Isolation und Freiraum für die Fixierung der Komponenten etwa 0,6 – 0,9 mm in Anspruch. In Ausführungen, in denen die Batterie **10** ein Höhenprofil besitzt (**Fig. 7a** und **7b**) variiert die Dicke der Batterie in der Regel zwischen 1,5 bis 4,5 mm, wobei der verbleibende Bauraum für die Schaltung **22** genutzt wird.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Batterie
<b>10.1</b>	Schmalseite der Batterie 10
<b>10.2</b>	Flachseite der Batterie 10
<b>10.3</b>	Unterseite der Batterie 10
<b>12</b>	Abschnitt niedriger Bauhöhe
<b>14</b>	Abschnitt größerer Bauhöhe
<b>16</b>	untere Halbschale
<b>18</b>	Implantatsgehäuse
<b>18.1</b>	innere Grundfläche
<b>20</b>	Freiraum
<b>22</b>	Schaltung
<b>22.1</b>	Unterseite der Schaltung 22
<b>24</b>	elektronische Bauteile
<b>26</b>	Bauteileträger
<b>28</b>	Durchführung
<b>30</b>	obere Halbschale
<b>30.1</b>	Innenseite der oberen Halbschale 30
<b>32</b>	Montageelement
<b>34</b>	Strukturen zur Kompensation entladungsbedingten Anschwellens
<b>36</b>	Anbindungselement
<b>38</b>	Batteriegehäuse

#### Patentansprüche

1. Elektromedizinisches Implantat zur intrakardialen Herztherapie mit einem Implantatsgehäuse in dem funktionelle Komponenten des Implantats, nämlich eine Schaltung, eine Batterie und dergleichen, untergebracht sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Batterie (**10**) eine Flachseite (**10.2**), eine Unterseite (**10.3**) und eine umlaufende Schmalseite (**10.1**) aufweist und die Batterie (**10**) mit ihrer Unterseite (**10.3**) auf eine innere Grundfläche (**18.1**) des Implantatsgehäuses (**18**) und die Schaltung (**22**) benachbart zu einer Flachseite (**10.2**) der Batterie (**10**) angeordnet ist.

2. Elektromedizinisches Implantat nach An-

spruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung (22) einen Bauteileträger (26) mit Bestückungssatz (elektronische Bauteile (24)) umfasst und eine Unterseite (22.1) des Bauteileträgers (26) und damit der Schaltung (22) benachbart zur Flachseite (10.2) der Batterie (10) angeordnet ist.

3. Elektromedizinisches Implantat nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung (22) an der Flachseite (10.2) der Batterie (10) fixiert ist.

4. Elektromedizinisches Implantat nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Flachseite (10.2) der Batterie (10) und der Unterseite (22.1) der Schaltung (22) Strukturen (34) vorhanden sind, die ein entladungsbedingtes Anschwellen der Batterie (10) kompensieren.

5. Elektromedizinisches Implantat nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturen (34) Freiräume zwischen der Batterie (10) und der Schaltung (22) umfassen.

6. Elektromedizinisches Implantat nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturen (34) Anbindungselemente (36) zwischen der Batterie (10) und der Schaltung (22) umfassen, die eine Relativbewegung der Schaltung (22) zur Batterie (10) zulassen.

7. Elektromedizinisches Implantat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung (22) einen Bauteileträger (26) mit Bestückungssatz (elektronische Bauteile (24)) umfasst und die Unterseite (22.1) des Bauteileträgers (26) und damit der Schaltung (22) benachbart zu einer Innenseite (30.1) einer oberen Halbschale (30) des Implantatsgehäuses (18) angeordnet ist.

8. Elektromedizinisches Implantat nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das die Batterie (10) nicht die gesamte innere Grundfläche (18.1) des Implantatsgehäuses (18) ausfüllt, sondern kleine Freiräume (20) vorgesehen sind und die Schaltung (22) und die Batterie (10) so zueinander angeordnet sind, dass elektronische Bauteile (24) mit hoher Bauhöhe nach dem Montieren der Komponenten in diese Freiräume (20) ragen.

9. Elektromedizinisches Implantat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Flachseite (10.2) der Batterie (10) und die Schaltung (22) ein aufeinander abgestimmtes Höhenprofil aufweisen.

10. Elektromedizinisches Implantat nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung (22) in ihrer Kontur dem Höhenprofil der Batterie (10) folgt und die elektronischen Bauteile (24) der

Schaltung (22) so angeordnet sind, dass eine Gesamthöhe der beiden aufeinander gestapelten Komponenten minimiert ist.

11. Elektromedizinisches Implantat nach Anspruch 1, 2, 7 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Montageelement (32) vorgesehen ist, das die Schaltung (22) aufnimmt.

12. Elektromedizinisches Implantat nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das weitere oder alle im Implantatsgehäuse (18) untergebrachten funktionellen Komponenten von der inneren Grundfläche des Implantatsgehäuses (18) ausgehend aufeinander gestapelt sind.

13. Elektromedizinisches Implantat nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Bestückungssatz der Schaltung (22) eine möglichst geringe Bauhöhe aufweist.

14. Elektromedizinisches Implantat nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Implantatsgehäuse (18) aus zwei Halbschalen (16, 30) besteht und eine der Halbschale (16, 30) gleichzeitig eine Gehäuseschale (38) der Batterie (10) ist.

15. Elektromedizinisches Implantat nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Implantatsgehäuse (18) aus zwei Halbschalen (16, 30) besteht und beide Halbschalen (16, 30) des Implantatsgehäuses (18) gleichzeitig die Gehäuseschalen (38) der Batterie (10) bilden und die Schaltung (22) sowie alle weiteren funktionellen Komponenten des Implantats hermetisch gegenüber einem Elektrolyt der Batterie (10) versiegelt sind.

16. Elektromedizinisches Implantat nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Halbschalen (16, 30) des Implantatsgehäuses (18) als Schnappschalen ausgebildet sind.

17. Elektromedizinisches Implantat nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Gehäuseschale (38) der Batterie (10) aus einem biokompatiblen Material besteht.

18. Elektromedizinisches Implantat nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Gehäuseschale (38) aus Titan ist.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

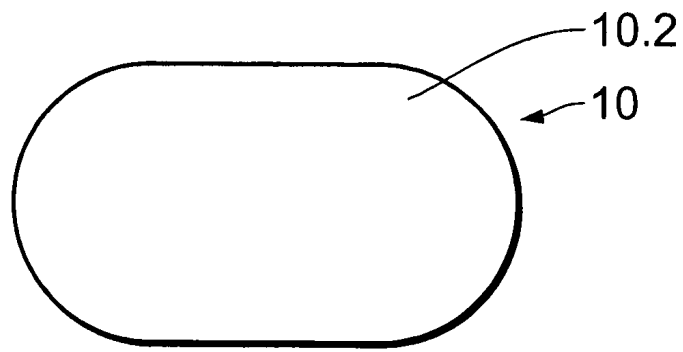


Fig. 1a

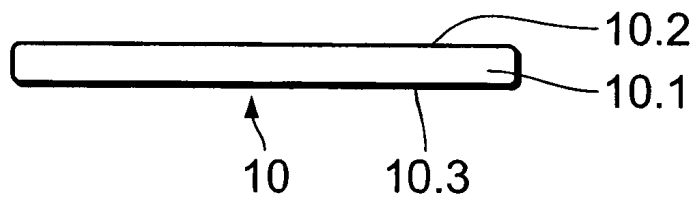


Fig. 1b

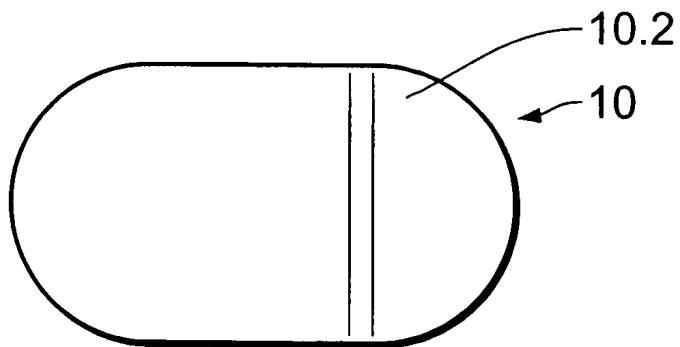


Fig. 1c

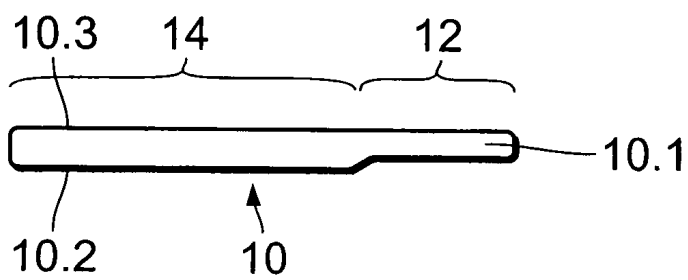


Fig. 1d



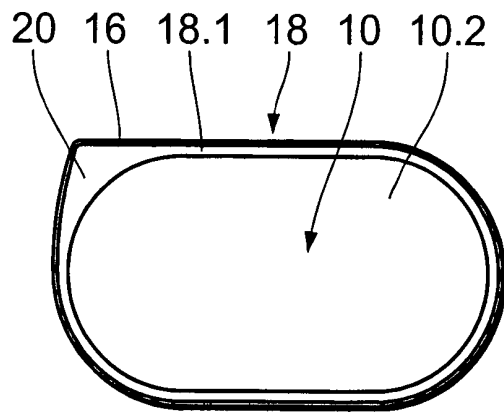


Fig. 2a

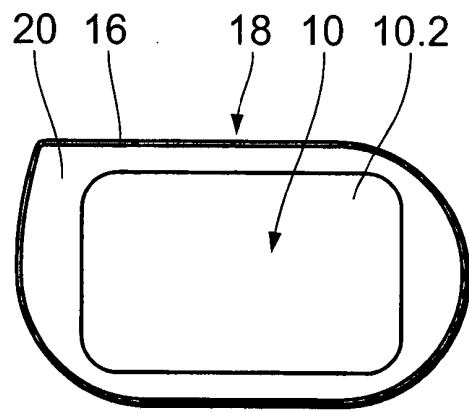


Fig. 2b

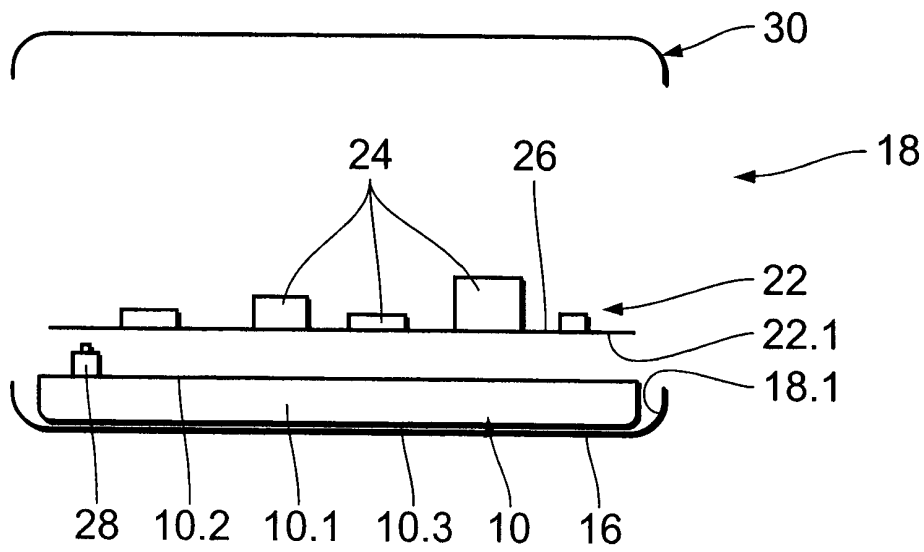


Fig. 3

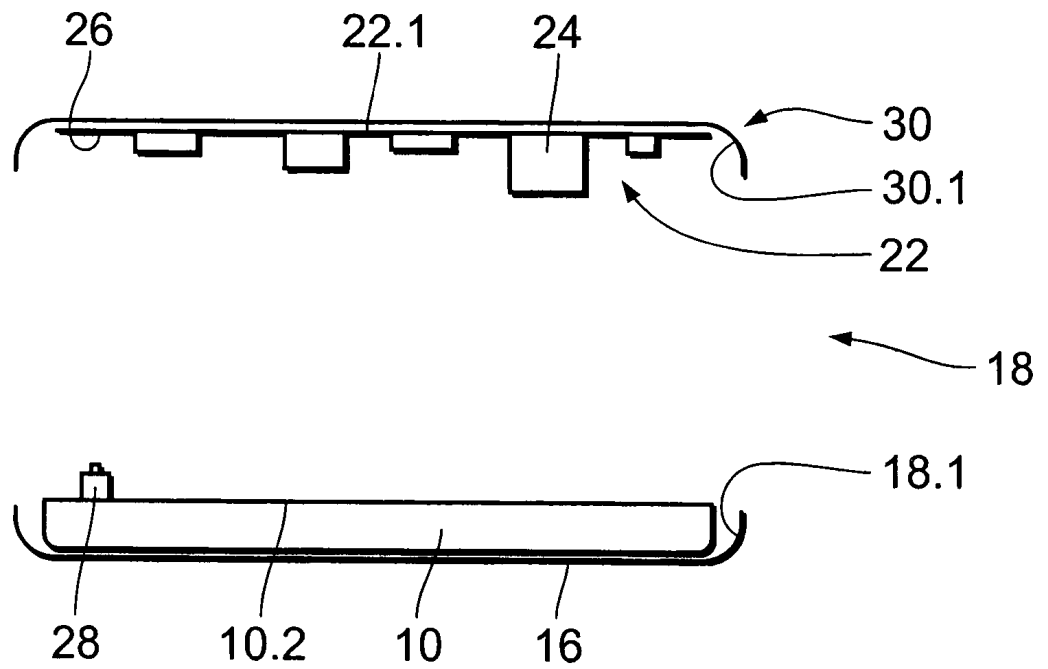


Fig. 4

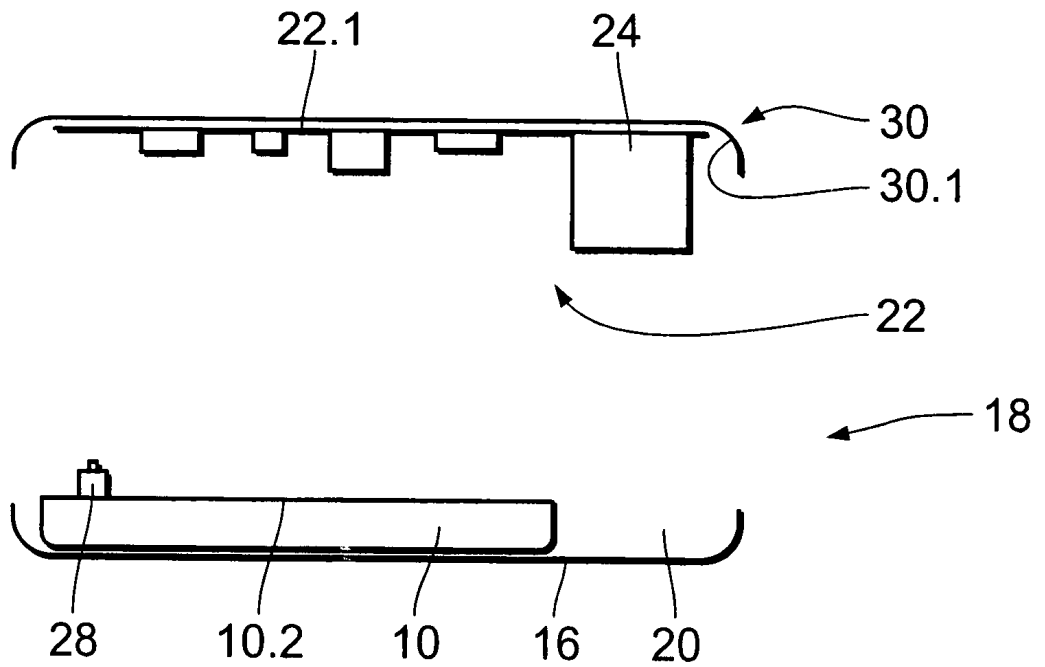


Fig. 6

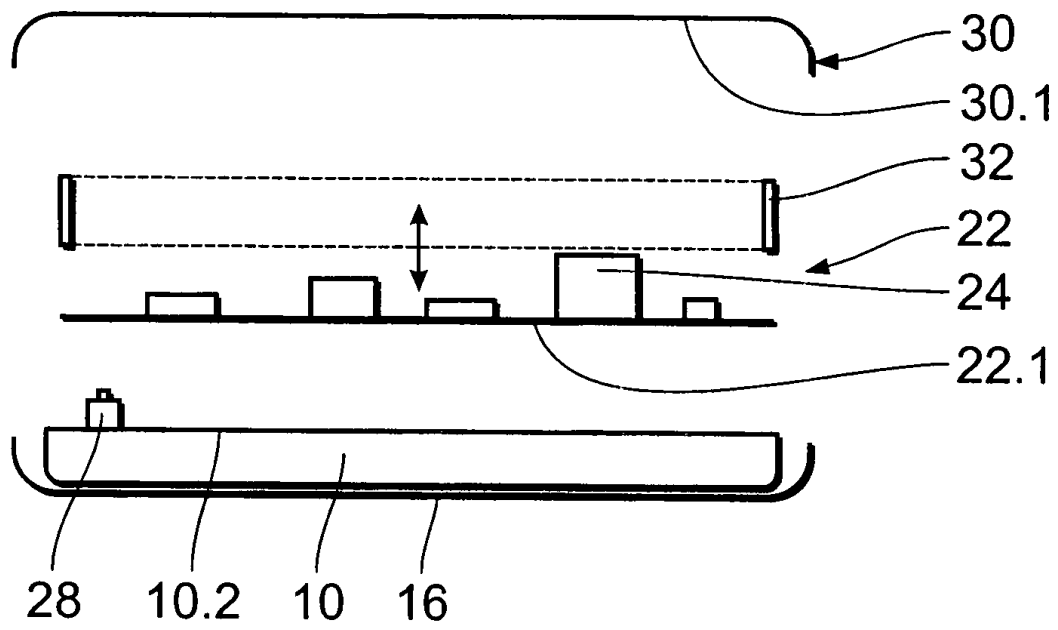


Fig. 5a

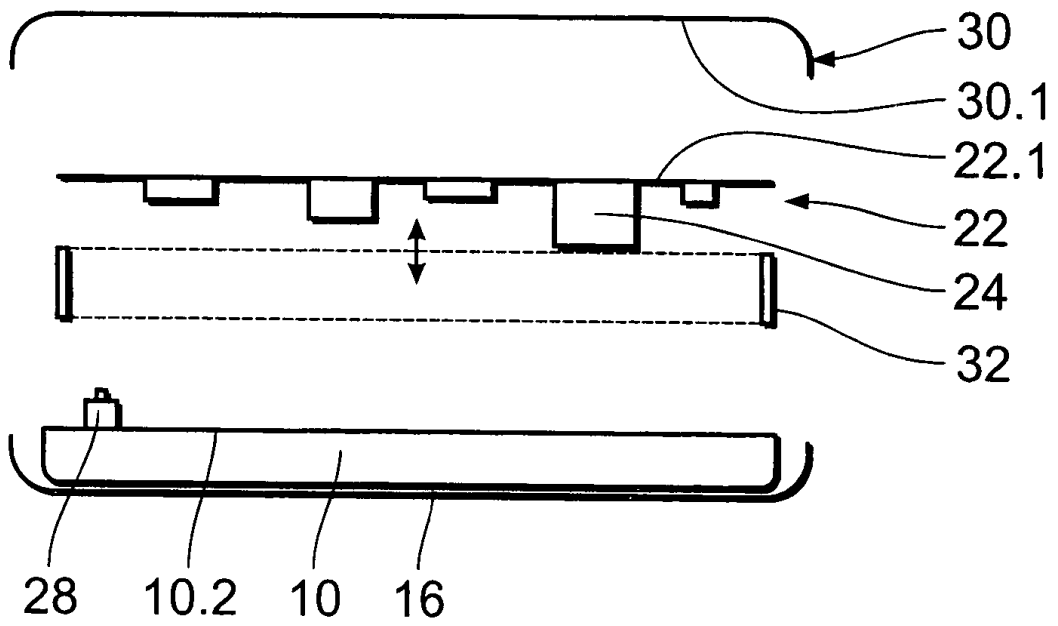


Fig. 5b

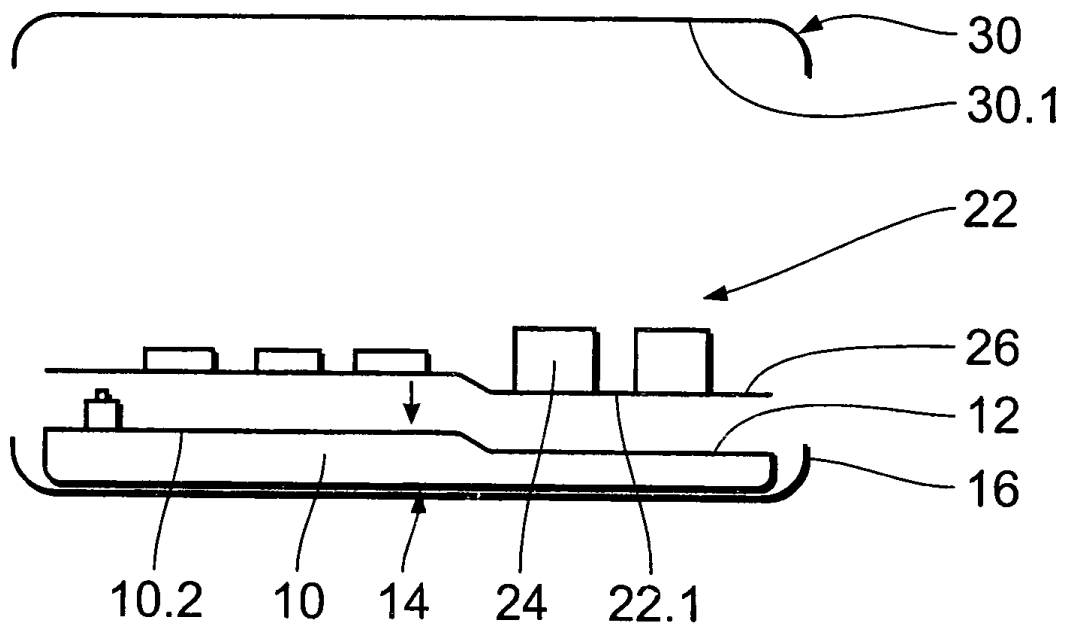


Fig. 7a

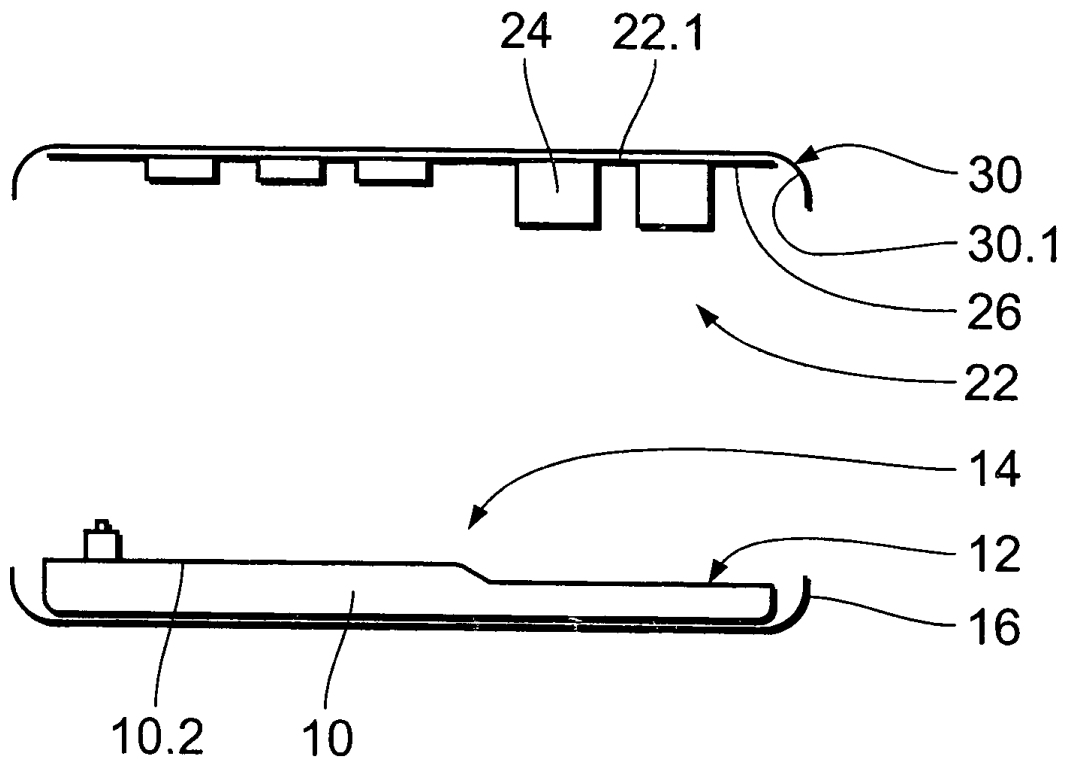


Fig. 7b

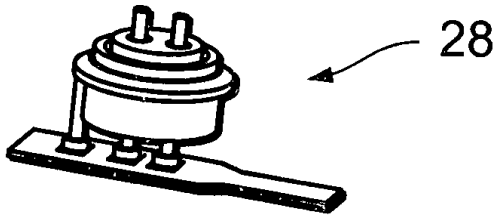


Fig. 8a

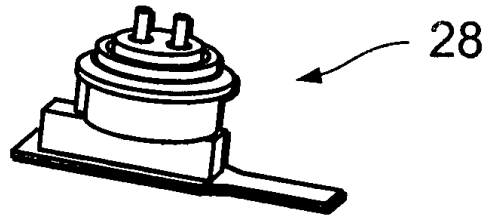


Fig. 8b

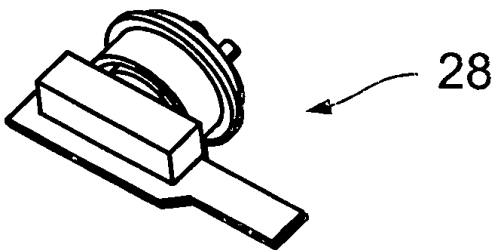


Fig. 8c

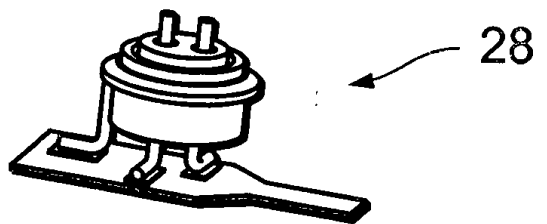


Fig. 8d

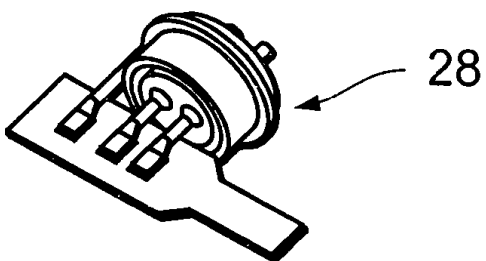


Fig. 8e

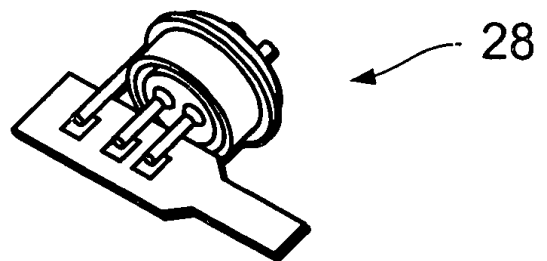


Fig. 8f

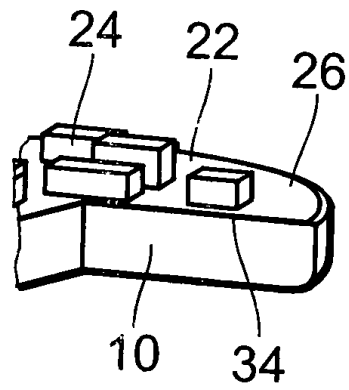


Fig. 9a

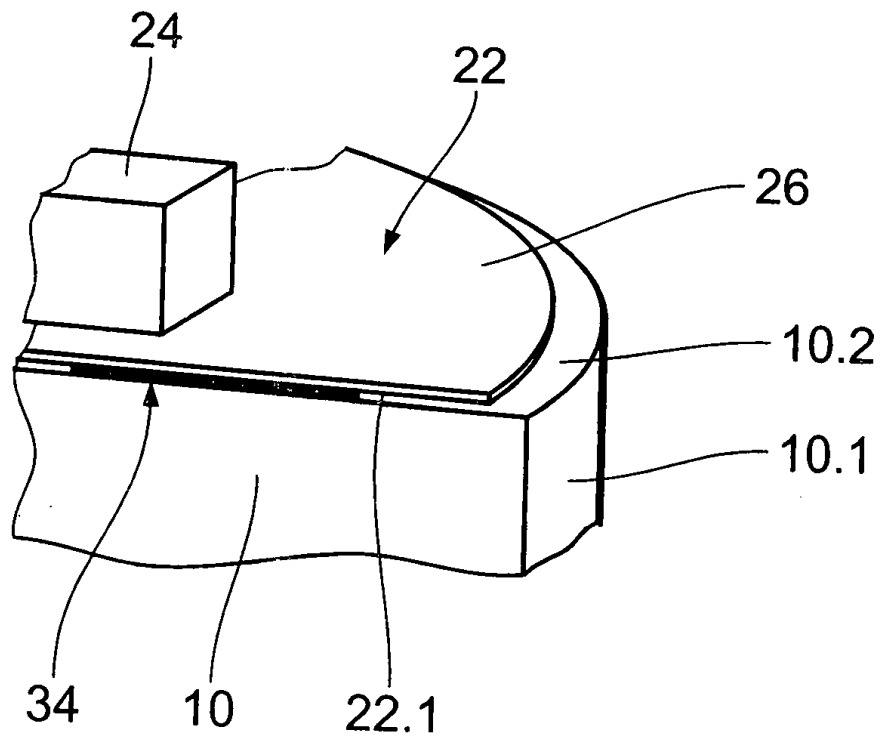


Fig. 9b

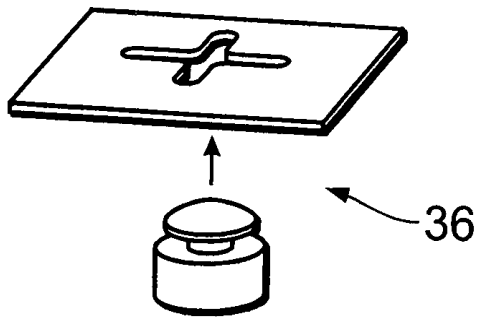


Fig. 10a

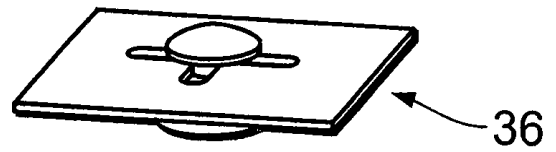


Fig. 10b

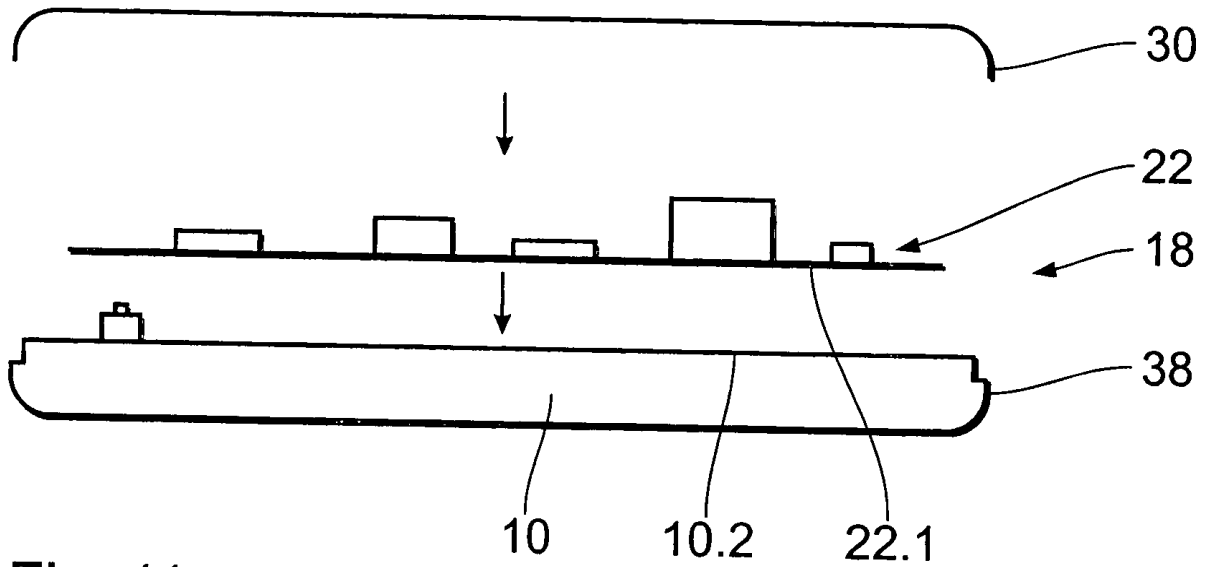


Fig. 11

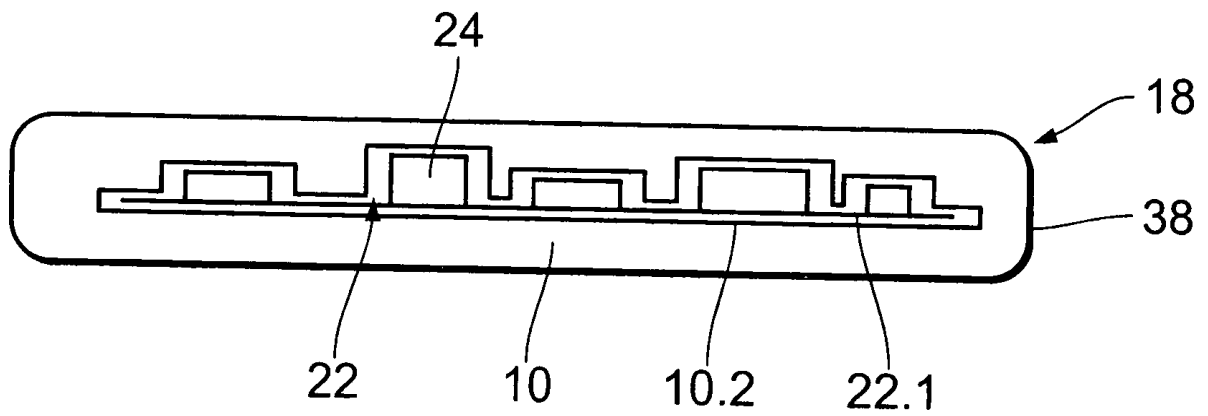


Fig. 12

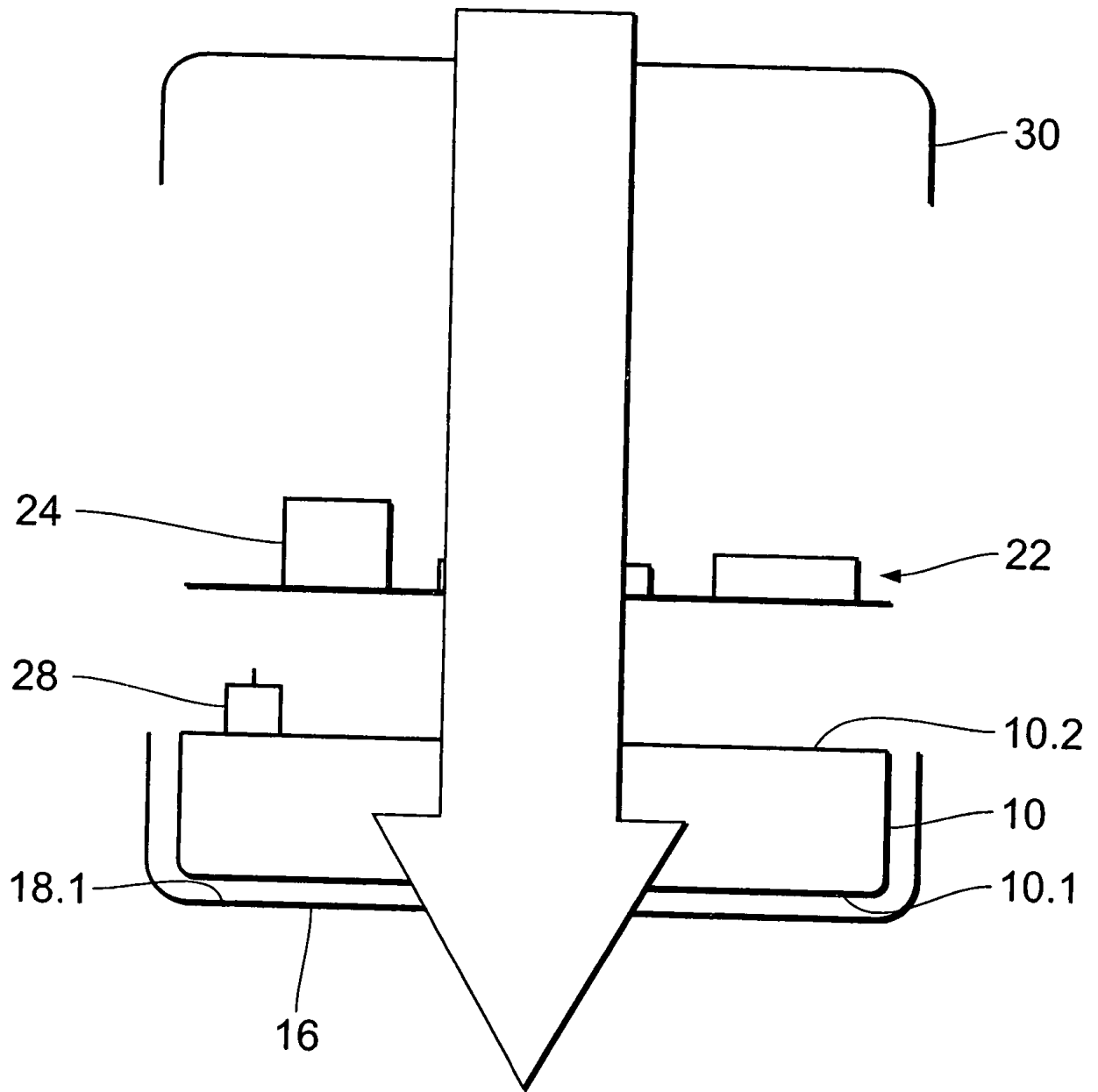


Fig. 13