



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 982 784 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
03.04.2002 Patentblatt 2002/14

(51) Int Cl.7: **H01M 2/10**, H01M 6/50,
A61N 1/362, A61N 1/378,
A61N 1/375, H01M 10/44,
H01M 2/34

(21) Anmeldenummer: **98121610.4**

(22) Anmeldetag: **12.11.1998**

(54) **Energieversorgungsmodul für eine implantierbare Vorrichtung**

Battery pack for an implantable medical device

Système de batteries pour dispositif médical implantable

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **20.08.1998 DE 19837912**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.03.2000 Patentblatt 2000/09

(73) Patentinhaber: **Cochlear Limited**
Lane Cove, NSW 2066 (AU)

(72) Erfinder: **Leysieffer, Hans Dr.-Ing.**
82024 Taufkirchen (DE)

(74) Vertreter: **Schwan, Gerhard, Dipl.-Ing. et al**
Schwan Schwan Schorer
Patentanwälte
Elfenstrasse 32
81739 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 3 824 129 **US-A- 4 082 097**
US-A- 4 275 739 **US-A- 5 314 451**
US-A- 5 411 537

EP 0 982 784 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Energieversorgungsmodul für eine implantierbare Vorrichtung, wobei das Energieversorgungsmodul eine über eine Ladestromeinspeiseanordnung mehrfach nachladbare elektrochemische Batterie, die ein Hauptmodul der implantierbaren Vorrichtung über ein Koppelorgan mit elektrischer Energie versorgt, und ein Detektororgan aufweist, welches ausgelegt oder einstellbar ist, bei einem unzulässigen Betriebszustand der Batterie mindestens ein Schaltorgan zu betätigen, das ein Nachladen und/oder Entladen der Batterie verhindert, wobei in die Ladestromeinspeiseanordnung über eine von dem Energieversorgungsmodul und dem Hauptmodul getrennte, außerhalb des Körpers anordenbare Ladevorrichtung Energie einspeisbar ist, und wobei die Ladestromeinspeiseanordnung mindestens eine Spule umfasst.

[0002] Ein Energieversorgungsmodul dieser Art ist aus US-A-4 082 097 bekannt. Dabei finden sich keine weiteren Angaben bezüglich der Anordnung der Spule der Ladestromeinspeiseanordnung. Es wird jedoch auf US-A-3 888 260 Bezug genommen, wo die Energieempfangsspule einer Ladestromeinspeiseanordnung innerhalb des Außengehäuses der implantierbaren Vorrichtung sitzt.

[0003] Aus der DE 41 04 359 C2 ist eine implantierbare Vorrichtung bekannt, bei der es sich um eine Hörhilfe oder einen Tinnitus-Maskierer handelt und welche in einer Ausführungsform ein Hauptmodul sowie ein Energieversorgungsmodul aufweist. Beide Module sind in jeweils einem separaten, biokompatiblen Gehäuse untergebracht, wobei eine Energieübertragung vom Energieversorgungsmodul zum Hauptmodul über ein Koppelorgan mit galvanischer oder galvanisch getrennter und induktiv gekoppelter Verbindung erfolgt. Im Gehäuse des Energieversorgungsmoduls können eine Batterie, eine Ladeelektronik und ein Empfangsresonanzkreis untergebracht sein, der mit einem Senderesonanzkreis einer außerhalb des Körpers anbringbaren Ladeeinrichtung induktiv koppelbar ist. Ein wesentlicher Vorteil an dem modularen Aufbau ist, daß man mit dem Implantationsort des Energieversorgungsmoduls nicht an denjenigen des Hauptmoduls gebunden ist. Das Energieversorgungsmodul kann vielmehr an einer Stelle des Körpers implantiert werden, an der ausreichend Platz zur Verfügung steht, auch eine Batterie mit relativ großer elektrischer Kapazität zu verwenden. Dies gilt für ein Koppelorgan, welches für eine unlösbare Verbindung ausgebildet ist, in gleicher Weise wie für ein lösbares Koppelorgan. Letzteres gestattet zudem einen Austausch der Batterie, ohne das gesamte System ersetzen zu müssen.

[0004] Das in der DE 41 04 359 C2 offenbarte, für eine galvanisch getrennte und induktiv gekoppelte, lösbare Verbindung ausgebildete Koppelorgan umfaßt zwei Koppelspulen sowie einen Ferritstab als gemeinsamen Kern. Die eine Koppelspule ist dem Energieversor-

gungsmodul zugeordnet und wird als Teil eines Serienschwingkreises von der Batterie über einen Oszillator gespeist, die zweite, als Empfangsspule wirkende Koppelspule ist über eine flexible Anschlußleitung mit dem Hauptmodul verbunden. Die in der Empfangsspule induzierte Wechsellspannung steht über einen Gleichrichter zum Betrieb der Hörhilfe zur Verfügung.

[0005] Die deutsche Offenlegungsschrift DE 33 31 620 A1 beschreibt eine hermetisch dichte Steckverbindung, die einer lösbaren galvanischen Verbindung von Elektrodenzuleitungen mit einem implantierbaren Herzschrittmacher, einem Defibrillator oder einem Kardioverter dient.

[0006] Die Druckschrift DE 196 22 669 A1 befaßt sich mit einer Kontaktanordnung zur lösbaren elektrischen Verbindung zwischen einem Implantatgehäuse und weiteren, insbesondere sensorischen und aktorischen Komponenten, mit der sich ein hoher Miniaturisierungsgrad erreichen läßt.

[0007] Ein besonderes Problem beim Einsatz mehrfach nachladbarer elektrochemischer Batterien ist darin zu sehen, daß es beispielsweise bei übermäßigem Laden oder einem Kurzschluß zwischen den Anschlußkontakten oder Polen der Batterie zu einem Druckanstieg im Inneren des Batteriegehäuses kommen kann, der zu einer Verformung desselben führt, die so groß werden kann, daß Chemikalien insbesondere in gasförmiger Form austreten.

[0008] Aus der EP-A-0 322 112, EP-A-0 360 395 und der EP-A-0 370 634 ist es bekannt, elektrochemische Batterien mit einem Schaltorgan zu versehen, das bei Überschreiten einer bestimmten noch tolerierten Grenzverformung des Batteriegehäuses einen elektrischen Anschlußkontakt von einer zugehörigen elektrochemisch aktiven Elektrode vorzugsweise irreversibel trennt, um eine weitere Verformung des Batteriegehäuses zu verhindern. Das Batteriegehäuse umfaßt einen elektrisch leitfähigen stirnseitig geschlossenen zylindrischen Gehäuseabschnitt, der mit einer Elektrode kontaktiert ist, wobei an der Stirnseite das tellerförmige Schaltorgan zentrisch mittels eines elektrisch isolierenden Klebstoffes von außen angebracht ist. Das elektrisch ebenfalls leitfähige Schaltorgan bildet in seiner Grundstellung über seinen Außenrand eine elektrische Verbindung zwischen dem Gehäuseabschnitt und dem im Zentrum des Schaltorgans angeordneten nach außen vorstehenden elektrischen Anschlußkontakt. Bei Druckzunahme im Inneren des Batteriegehäuses wölbt sich die als Detektororgan wirkende Stirnseite des Gehäuseabschnitts nach außen, wodurch der Kontakt zwischen dem Gehäuseabschnitt und dem Außenrand des Schaltorgans und somit zwischen der einen Elektrode und dem Anschlußkontakt unterbrochen wird. Als typisches Anwendungsgebiet solcher Schaltorgane werden Standardbatterien vom Typ "D" genannt. Die Wölbung der Stirnseite, ab der das Schaltorgan den elektrischen Kontakt unterbricht, beträgt in diesem Fall 0,76 mm bis 1,8 mm. Bei einer Wölbung von mehr als 1,8

mm ist üblicherweise mit dem Austreten von Chemikalien aus dem Inneren des Batteriegehäuses zu rechnen.

[0009] EP-A-0 470 726 offenbart eine elektrochemische Batterie mit einem zylindrischen Batteriegehäuse und einer Druckmembran als Detektororgan, die stirnseitig im Batteriegehäuse integriert ist und sich bei Druckanstieg im Inneren des Batteriegehäuses wölbt, wodurch ein zentrisch mit der Druckmembran verbundenes tellerförmiges Schaltorgan einen elektrischen Kontakt zwischen einer Elektrode und einem Anschlußkontakt der Batterie reversibel oder irreversibel unterbricht.

[0010] Aus der EP-A-0 674 351 ist eine elektrochemische Batterie bekannt, deren Batteriegehäuse eine von einer Druckmembran betätigbare Schnitteinrichtung umfaßt, die bei Überschreitung eines Grenzdrucks im Inneren des Batteriegehäuses einen elektrischen Leiter irreversibel durchtrennt, der einen Anschlußkontakt der Batterie mit einer elektrochemisch aktiven Elektrode verbindet.

[0011] Auch bei Einsatz eines Schaltorgans, welches bei Überschreitung eines bestimmten Druckes im Inneren des Batteriegehäuses die elektrische Verbindung zwischen einem Anschlußkontakt und der zugehörigen elektrochemisch aktiven Elektrode unterbricht, ist es möglich, daß der Druck weiter ansteigt und es letztendlich zu einem Austritt von Chemikalien aus dem Batteriegehäuse kommt oder dieses gar explodiert. Aus diesem Grund wurde vorgeschlagen (beispielsweise in der EP-A-0 364 995, der EP-A-0 573 998 oder der EP-A-0 739 047), eine in das Batteriegehäuse integrierte, das Schaltorgan betätigende Druckmembran mit einem Berstbereich zu versehen, über den nach Aktivierung des Schaltorgans und weiterem Druckanstieg Chemikalien aus dem Inneren des Batteriegehäuses austreten können.

[0012] Die im oben genannten Stand der Technik aufgeführten Sicherheitsmaßnahmen für elektrochemische Batterien sind für eine Verwendung bei einem Energieversorgungsmodul einer implantierbaren Vorrichtung nicht ausreichend bzw. ungeeignet, da für dieses besonders hohe Anforderungen, insbesondere in Bezug auf Sicherheit und Zuverlässigkeit bei gleichzeitig weitestgehender Reduzierung sämtlicher Abmessungen, erfüllt werden müssen.

[0013] Der im Anspruch 1 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Energieversorgungsmodul für eine implantierbare Vorrichtung zu schaffen, welches eine Gefährdung des Implantatträgers bei einer Fehlfunktion der Batterie, beispielsweise durch Kontamination mit toxischen Substanzen, ausschließt und die spezifischen Anforderungen an implantierbare Vorrichtungen erfüllt.

[0014] Diese Aufgabe wird bei einem Energieversorgungsmodul mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß

- das Energieversorgungsmodul ein die Batterie auf-

nehmendes biokompatibles Außengehäuse umfaßt, das als hermetisch gasdichtes Schutzgehäuse ausgebildet ist oder ein solches aufnimmt;

- das Außengehäuse des Energieversorgungsmoduls als von dem das Hauptmodul aufnehmenden Hauptmodulgehäuse gesondertes Gehäuse ausgebildet ist;
- das Schutzgehäuse das Detektororgan aufweist; und
- die Spule der Ladestromeinspeiseanordnung von einem biokompatiblen Polymer umgeben und an einer Außenseite des Hauptmodulgehäuses oder des Außen- oder Schutzgehäuses festgelegt ist.

[0015] Bei der implantierbaren Vorrichtung kann es sich grundsätzlich um eine beliebige implantierbare medizinische oder biologische Vorrichtung handeln, so unter anderem um ein aktives, elektronisches Hörimplantat, einen Herzschrittmacher, einen Defibrillator, einen Drogenspender, einen Nerven- oder Knochenwachstumsstimulator, einen Neurostimulator, ein Schmerzunterdrückungsgerät oder dergleichen.

[0016] Indem das Außengehäuse als hermetisch dichtes Schutzgehäuse ausgebildet ist oder ein solches aufnimmt, ist die Batterie stets hermetisch dicht in einem Gehäuse aufgenommen, und es ist möglich, eine herkömmliche Batterie, beispielsweise eine gewöhnliche Knopfzelle, zu verwenden, ohne daß auf Materialwahl oder dergleichen besonders zu achten ist. Aus dem Inneren des Batteriegehäuses austretende Chemikalien werden im hermetisch dichten Schutzgehäuse sicher zurückgehalten, welches überdies explosionsicher ausgestaltet sein kann.

[0017] Nimmt das biokompatible Außengehäuse ein hermetisch dichtes Schutzgehäuse auf, welches seinerseits die Batterie umschließt, braucht das Schutzgehäuse selbst nicht biokompatibel ausgebildet zu sein, so daß eine größere Freiheit bei der Materialwahl und -optimierung besteht.

[0018] Unter hermetischer Dichtheit wird vorliegend vorzugsweise hermetische Gasdichtheit nach Mil-Std 883 D verstanden. Durch diese Ausführung wird gewährleistet, daß bei Verwendung eines hermetisch dichten Schutzgehäuses, das selbst wiederum in einem hermetisch dichten und ferner biokompatiblen Außengehäuse untergebracht ist, neben flüssigen toxischen Substanzen auch keine Gase aus dem Schutzgehäuse austreten können. Solche Batteriegease treten grundsätzlich in geringen Mengen auch bei bestimmungsgemäßem Normalbetrieb der vom Schutzgehäuse umschlossenen Batterie auf. Durch die hermetische Gasdichtheit des Schutzgehäuses wird eine Gefährdung einer im Außengehäuse außerhalb des Schutzgehäuses untergebrachten Elektronik sicher verhindert; dies bedeutet, daß die elektronischen Schaltungen, insbesondere integrierte Schaltungen, ungeschützt bleiben können, da eine Kontamination auch durch kleinste Mengen austretender Batteriegease nicht möglich ist.

[0019] Energie kann von der außerhalb des Körpers angeordneten Ladevorrichtung durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder in die Ladestromeinspeiseanordnung transferiert werden. Eine geeignete Ausführung einer Ladestromeinspeiseanordnung mit Empfangsspule sowie einer Ladevorrichtung mit induktiv gekoppelter Sendespule ist in der bereits erwähnten DE 41 04 359 C2 gezeigt.

[0020] In die an einer Außenseite des Hauptmodulgehäuses bzw. alternativ an einer Außenseite des Außen- oder des Schutzgehäuses festgelegte Spule, die beispielsweise aus reinem Gold, Goldlegierungen, Platin, Platin-Iridium, Niob, Tantal oder anderen metallischen Werkstoffen besteht, die biokompatibel und beständig gegen Körperfluid sind, kann mit hohem Wirkungsgrad Energie eingespeist werden, ohne dass dazu ein fertigungsintensives Metall-Keramik-Verbundgehäuse notwendig ist. Gleiches gilt für eine fakultativ vorgesehene Energieabstrahlung durch eine auch als Sendespule zu verwendende Spule oder eine zusätzliche, ebenfalls vom biokompatiblen Polymer umgebene Sendespule, mit der beispielsweise Informationen einer bidirektionalen Telemetrieschaltung über die relative Position der Spule des Energieversorgungsmoduls zur Sendespule der Ladevorrichtung und/oder den Ladezustand der Batterie transkutan ausgetauscht werden können. Der implantierte Teil der Telemetrieschaltung ist sowohl im Haupt- als auch im Energieversorgungsmodul integrierbar.

[0021] Das biokompatible Polymer, vorzugsweise Silikon, Polytetrafluorethylen (PTFE), Polymethan, Parylen oder dergleichen, kann zum einen zur Erhöhung des mechanischen Zusammenhalts der Spule selbst, zum anderen zur mechanischen Anbindung der Spule am entsprechenden Gehäuse dienen.

[0022] Ein unzulässiger Betriebszustand der Batterie, bei dem es sich neben einer Ausdehnung des Gehäuses der Batterie auch um ein kontinuierliches Austreten von Chemikalien aus dem Batteriegehäuse handeln kann, das zu einem Druckanstieg im Schutzgehäuse bzw. im als Schutzgehäuse ausgebildeten Außengehäuse führt, wird vom Detektororgan vorzugsweise mit einer Formänderung beantwortet, die direkt mechanisch und/oder über eine Auswerteelektronik eine Betätigung des mindestens einen Schaltorgans bewirkt, welches ein weiteres Nachladen und/oder Entladen der Batterie verhindert.

[0023] Das mindestens eine Schaltorgan ist prinzipiell reversibel oder irreversibel auslegbar und kann im Außen- oder Schutzgehäuse untergebracht bzw. integriert sein. Ferner ist denkbar, mindestens ein Schaltorgan im Gehäuse des Hauptmoduls zu platzieren. Das Schaltorgan kann als Öffner ausgebildet sein, der ausgelegt oder einstellbar ist, bei einem unzulässigen Betriebszustand der Batterie einen Nachlade- und/oder Entladestrom elektrisch zu unterbrechen. Ein Nachladen und/oder Entladen der Batterie läßt sich ferner durch ein als Schließer ausgebildetes Schaltorgan verhindern, wel-

cher ausgelegt oder einstellbar ist, bei einem unzulässigen Betriebszustand der Batterie diese elektrisch kurzzuschließen, um sie gezielt zu entladen. Alternativ kann der Schließer einen Nachladestromkreis elektrisch kurzschließen, um eine weitere Energiezufuhr zur Batterie zu unterbrechen.

[0024] Zur Verwendung bei der vorliegenden Erfindung geeignete Detektor- und Schaltorgane sind in EP-A- 0 981 173 beschrieben. Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für ein im Schutzgehäuse integriertes Detektor- und Schaltorgan ist nachfolgend in der Figurenbeschreibung unter Bezugnahme auf die Fig. 1 detailliert erläutert.

[0025] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0026] Das Koppelorgan zur Übertragung elektrischer Energie kann, wie bereits erwähnt, prinzipiell unlösbar oder lösbar ausgebildet sein und eine galvanische oder alternativ eine galvanisch getrennte und induktive Verbindung ermöglichen. Eine unlösbare Verbindung zeichnet sich durch besonders hohe Zuverlässigkeit aus. Die lösbare, galvanisch getrennte und induktive Verbindung hat den Vorteil, daß es keine galvanische Verbindung zwischen dem Energieversorgungsmodul und dem Hauptmodul gibt, die gegen das Eindringen von Körperflüssigkeit abgedichtet zu werden braucht. Eine gleichstromlose Energieübertragung, sei es unter Verwendung der lösbaren oder unlösbaren galvanischen oder galvanisch getrennten Verbindung, vermindert generell die Gefahr, daß eine Ionenwanderung über längere Zeit in gleicher Richtung in einem Isolator zwischen Stellen unterschiedlicher elektrischer Spannung erfolgt, was nach und nach die elektrische Leitfähigkeit des Isolators erhöht und zu Kriechströmen führt.

[0027] Die Kombination aus Hauptmodul und Energieversorgungsmodul läßt sich besonders kompakt gestalten, wenn eine dem Energieversorgungsmodul zugeordnete Hälfte des Koppelorgans in dem Außen- oder dem Schutzgehäuse integriert und eine komplementäre, dem Hauptmodul zugeordnete Hälfte des Koppelorgans in einem Gehäuse des Hauptmoduls integriert ist.

[0028] Eine größere Freiheit bei der Platzierung des Energieversorgungsmoduls ergibt sich, wenn eine dem Energieversorgungsmodul zugeordnete Hälfte des Koppelorgans mit dem Energieversorgungsmodul über eine flexible Anschlußleitung elektrisch verbunden ist. Zusätzlich oder alternativ kann auch eine dem Hauptmodul zugeordnete Hälfte des Koppelorgans mit dem Hauptmodul über eine flexible Anschlußleitung elektrisch verbunden sein.

[0029] Nimmt das Außen- oder das Schutzgehäuse des Energieversorgungsmoduls eine Lade-/Entladeelektronik zur Steuerung des Nach- und/oder Entladens der Batterie auf und ist das Koppelorgan lösbar, so läßt sich beim Austausch des Energieversorgungsmoduls gegen ein solches mit geändertem Batterietyp auch die Lade-/Entladeelektronik mitwechseln und dem jeweiligen Batterietyp anpassen. Die Lade-/Entladeelektronik

kann jedoch auch im Gehäuse des Hauptmoduls untergebracht sein.

[0030] Die Ladestromeinspeiseanordnung läßt sich im Außen- oder im Schutzgehäuse des Energieversorgungsmoduls bzw. alternativ im Gehäuse des Hauptmoduls unterbringen.

[0031] Wird die Spule der Ladestromeinspeiseanordnung in Richtung der größten Abmessung des Hauptmodul- bzw. des Außen- oder Schutzgehäuses seitlich neben demselben plaziert und bildet eine in dieser Richtung verlaufende Gerade mit einer Senkrechten zur Spulennachse einen Winkel im Bereich von 5° bis 25°, so ergibt sich eine Einheit aus Spule und entsprechendem Gehäuse, die sich besonders zur Implantation an der Außenseite der Schädelkalotte des Menschen, insbesondere im Bereich des Planum Mastoideum eignet, wie dies z.B. bei mindestens teilweise implantierbaren Hörhilfen, Tinnitus-Maskierern oder Retinastimulatoren der Fall ist und bereits in der deutschen Patentanmeldung 198 29 637.1 beschrieben wurde.

[0032] Ist die Spule am Hauptmodul- bzw. am Außen- oder Schutzgehäuse, insbesondere mittels des biokompatiblen Polymers, flexibel festgelegt, kann sich die Einheit aus Spule und Gehäuse dem Implantationsort geometrisch besonders gut anpassen.

[0033] In vorteilhafter weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist wenigstens ein Schaltorgan ausgelegt, bei einem unzulässigen Betriebszustand der Batterie vom Detektororgan mechanisch betätigt zu werden, und ist im Außen- oder Schutzgehäuse integriert. Das Schaltorgan wird somit ohne nichtmechanische Zwischenglieder betätigt und arbeitet sehr zuverlässig. Das Detektororgan kann als wölbbare Membran ausgebildet und Teil des Schutzgehäuses sein. Beispielsweise läßt sich eine Außen- oder Trennwand des hermetisch dichten Schutzgehäuses wenigstens teilweise als Detektororgan ausgestalten, was eine raumsparende Konstruktion und eine gut vorherbestimmbare Formänderung des Detektororgans bei einem unzulässigen Betriebszustand der Batterie, wie etwa einem Druckanstieg im Schutzgehäuse, erlaubt.

[0034] Insbesondere wenn zwei oder mehrere Schaltorgane redundant vorhanden sind, kann mindestens ein Schaltorgan elektrisch von einer das Detektororgan überwachenden Auswerteelektronik betätigbar sein. Über die Auswerteelektronik läßt sich beispielsweise eine Formänderung des Detektororgans erfassen, die diesem bei einem unzulässigen Betriebszustand der Batterie aufgeprägt wird. Vorteilhaft wird ein elektrischer Dehnungsmesser eingesetzt, der die Formänderung des Detektororgans aufnimmt und mit Änderung einer elektrischen Größe, die von der Auswerteelektronik überwacht wird, antwortet. Handelt es sich bei dem elektrischen Dehnungsmesser um ein passives System, kann er die Formänderung des Detektororgans in eine Änderung seines elektrischen Widerstands (Dehnungsmeßstreifen), seiner Induktivität oder seiner Kapazität umwandeln. Alternativ kann ein aktiver elektri-

scher Dehnungsmesser eingesetzt werden, der, wie z. B. ein Piezoelement, mit einer Ladungsänderung auf eine vom Detektororgan auf den Dehnungsmesser aufgebrachte Formänderung reagiert.

[0035] Die Auswerteelektronik läßt sich im Außen- oder im Schutzgehäuse unterbringen. Alternativ kann auch das Hauptmodul die Auswerteelektronik umfassen. In letzterem Fall sind das Koppelorgan und eine gegebenenfalls vorhandene flexible Anschlußleitung vorteilhaft dergestalt ausgebildet, daß zwischen dem Hauptmodul und dem Energieversorgungsmodul neben der Energie- auch eine Signalübertragung durchführbar ist.

[0036] Es versteht sich, daß das Energieversorgungsmodul auch ein oder mehr an das Hauptmodul anschließbare(s) Nebenmodul(e) mit elektrischer Energie versorgen kann, bei denen es sich um aktorische und/oder sensorische Komponenten handeln kann.

[0037] Nachfolgend sind vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert.

[0038] Es zeigt:

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch ein hermetisch dichtes, biokompatibles Schutzgehäuse mit mehrfach nachladbarer elektrochemischer Batterie und Detektor- sowie Schaltorgan;

Fig. 2 einen schematischen Schnitt durch eine implantierbare Vorrichtung mit einem Haupt- und einem Energieversorgungsmodul sowie Nebenmodulen, wobei das Energieversorgungsmodul lösbar und starr an das Hauptmodul angekoppelt ist;

Fig. 3 einen schematischen Schnitt durch eine abgewandelte Ausführungsform des Haupt- und Energieversorgungsmoduls;

Fig. 4 eine schematische Schnittdarstellung eines Energieversorgungsmoduls mit einer Spule einer Ladestromeinspeiseanordnung, die in einem eigenen Gehäuseteil untergebracht ist;

Fig. 5 eine Schnittdarstellung entlang der Linie V-V des Energieversorgungsmoduls gemäß Fig. 4;

Fig. 6 eine schematische Darstellung im Schnitt durch eine weitere Ausführungsform einer implantierbaren Vorrichtung an deren Hauptmodul das Energieversorgungsmodul über eine flexible Anschlußleitung angekoppelt ist;

Fig. 7 eine schematische Darstellung im Schnitt durch eine weitere implantierbare Vorrichtung mit flexibel angekoppeltem Energieversorgungsmodul, wobei die Spule der Ladestromeinspeiseanordnung dem Hauptmodul zu-

geordnet und in einem eigenen Gehäuseteil untergebracht ist;

Fig. 8 eine schematische Darstellung ähnlich Fig. 3, wobei das Energieversorgungsmodul über eine flexible Anschlußleitung mit galvanisch trennendem Koppelorgan das Haupt- und die Nebenmodule mit Energie versorgt.

[0039] Die Fig. 1 zeigt ein Schutzgehäuse 10 für eine mehrfach nachladbare elektrochemische Batterie 12, bei der es sich um eine übliche Knopfzelle handelt. Das Schutzgehäuse 10 besitzt einen einteiligen Boden 14 aus einem elektrisch leitfähigen Material und wird von einem ebenfalls elektrisch leitfähigen Deckel 16 abgeschlossen, wobei zwischen dem Deckel 16 und dem Boden 14 ein Isolerring 18 aus Oxidkeramik eingelötet ist. Der Isolerring 18, dessen Innendurchmesser kleiner ist als derjenige der zylindrischen Seitenwand des Bodens 14, trägt elektrisch gegeneinander isoliert an seiner Unterseite eine Membran 20 und an seiner Oberseite eine Kontaktmembran 22. Beide Membranen 20 und 22 sind aus elektrisch leitfähigem Material gefertigt, wobei die Kontaktmembran 22 mit ihrer Oberseite gegenüber dem benachbart angeordneten Deckel 16 mittels einer Isolierschicht 24 elektrisch isoliert ist und über eine Metallisierung 26, eine Durchkontaktierung 28 und eine Löt-schicht 30 auf das elektrische Potential des Bodens 14 gelegt ist. Die Batterie 12 ist vom Boden 14, der Unterseite des Isolierings 18 und der Membran 20 hermetisch dicht umschlossen, und ihr positiver Pol (die Batteriepole sind durch + und - in Fig. 1 gekennzeichnet) ist über eine Stirnfläche 32 mit der inneren Grundfläche des Bodens 14 kontaktiert. Eine Feder 34 ist zwischen einer Schulter der Batterie 12 und dem Übergangsbereich zwischen dem Isolerring 18 und der Seitenwand des Bodens 14 angeordnet und dient der Zentrierung sowie spielfreien Anlage der Stirnfläche 32 der Batterie 12 an der Grundfläche des Bodens 14. Die Feder 34 steht gleichzeitig in elektrischem Kontakt mit der Seitenwand des Bodens 14, der Löt-schicht 30 und dem positiven Pol der Batterie 12, der sich bis in den Bereich der Schulter erstreckt, an der die Feder 34 anliegt. Der negative Pol der Batterie 12 ist über eine Stirnfläche 36 der Batterie 12 sowie über eine optionale Feder 38 mit der Unterseite der Membran 20 kontaktiert. Eine Metallisierung 40 an der Unterseite des Isolierings 18, eine Durchkontaktierung 42 durch den Isolerring 18 sowie eine Löt-schicht 44 schließen die elektrische Verbindung zwischen der Membran 20 und dem Deckel 16, von dem der negative Pol der Batterie 12 über einen Anschluß 46 abgegriffen wird. Ein Anschluß 48 an der äußeren Seitenwand des Bodens 14 dient dem Abgriff des positiven Pols der Batterie 12. Die beiden Anschlüsse 46, 48 sind von einem biokompatiblen Isoliermantel 50 umgeben; ein biokompatibles Polymer 52, beispielsweise Silikon, umhüllt das Schutzgehäuse 10 sowie die gehäuseseitigen Enden der Anschlüsse 46, 48.

[0040] Während also die Membran 20 mit dem negativen Pol der Batterie 12 in Verbindung steht, ist die von der Membran 20 in einem der Dicke des Isolierings 18 entsprechenden Abstand befindliche Kontaktmembran 22 mit dem positiven Pol der Batterie 12 kontaktiert. Dieser Abstand ist so bemessen, daß bei einem unzulässigen Betriebszustand der Batterie 12, insbesondere bei einer Volumensexpansion der Batterie 12 und/oder bei einem Austritt von Batteriegasen, der zu einem Druckanstieg im Inneren des Schutzgehäuses 10 führt, der als Detektororgan fungierenden Membran 20 eine Wölbung aufgeprägt wird, die ausreicht, mit der Kontaktmembran 22 in elektrisch leitenden Kontakt zu gelangen, so daß die Batterie 12 elektrisch kurzgeschlossen wird.

[0041] Ein Abschnitt der Lötverbindung 44 kann als Schmelzsicherung dimensioniert sein, die irreversibel durchbrennt, falls ein Nachlade- oder ein Entladestrom einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet, ohne daß die Kontaktmembran 22 von der Membran 20 kontaktiert wird. Eine weitere Energiezufuhr und -abgabe über die Anschlüsse 46, 48 ist damit unterbunden.

[0042] Bei der Ausführung des Schutzgehäuses nach Fig. 1 dient die Kombination von Membran 20 und Kontaktmembran 22 als reversibel arbeitendes Schaltorgan, das als Schließer ausgebildet ist und mechanisch vom Detektororgan 20 betätigt wird. Die gesamte, in Fig. 1 gezeigte Einheit stellt eine Ausführungsform eines Energieversorgungsmoduls mit biokompatiblen, hermetisch dichtem Außengehäuse dar, wobei das Außengehäuse als Schutzgehäuse ausgebildet ist und ein Detektor- sowie ein Schaltorgan umfaßt.

[0043] Eine implantierbare Vorrichtung 54 umfaßt gemäß Fig. 2 ein Hauptmodul 56, ein Energieversorgungsmodul 58 sowie als Nebenmodule eine sensorische und eine aktorische Komponente 60 bzw. 70. Die Nebenmodule 60 und 70 sind jeweils über eine flexible Anschlußleitung 62 und ein als Ganzes mit 64 bezeichnetes Koppelorgan elektrisch und mechanisch mit dem Hauptmodul verbunden. Das Koppelorgan 64 besitzt eine dem Hauptmodul 56 zugeordnete erste Hälfte 66 sowie eine mit der ersten Hälfte 66 lösbar gekoppelte nebenmoduleseitige zweite Hälfte 68, in welche die flexible Anschlußleitung 62 mündet. Es versteht sich, daß sämtliche in den Figuren durch eine einfache Linie vereinfacht wiedergegebenen Leitungen je nach den Komponenten, die sie verbinden, prinzipiell ein- oder mehrpolig ausgeführt sein können. Entsprechendes gilt für Koppelorgane und Leitungsdurchführungen durch Gehäuse oder Gehäuseteile.

[0044] Ein Hauptmodulgehäuse 72 des Hauptmoduls 56 nimmt eine Signalverarbeitungselektronik 74, eine Lade-/Entladeelektronik 76 und eine Ladestromeinspeisungsanordnung 78 mit einer Spule hermetisch dicht auf und ist aus einem biokompatiblen Werkstoff gefertigt, der eine ausreichende Durchflutung der Spule mit elektromagnetischen Feldern einer außerhalb des Körpers angeordneten Sendespule einer Ladevorrichtung ge-

stattet. Die Funktion der Signalverarbeitungselektronik 74 ist von der Art der implantierbaren Vorrichtung abhängig. Sie steuert die aktorische Komponente 70 nach einem gespeicherten Programm in Abhängigkeit von den Signalen der sensorischen Komponente 60 und ist an die beiden Komponenten über die Koppelorgane 64 angeschlossen, deren ersten Hälften 66 im Hauptmodulgehäuse 72 hermetisch dicht integriert sind. Die Lade-/Entladeelektronik 76 bildet einen Knotenpunkt zwischen der Signalverarbeitungselektronik 74, der Ladestromeinspeiseanordnung 78 sowie einer nachladbaren elektrochemischen Batterie 90 und dient der Energieverteilung zwischen diesen Komponenten.

[0045] Ein Koppelorgan 82 mit einer ersten, im Hauptmodulgehäuse 72 hermetisch dicht integrierten Hälfte 84 und einer zweiten Hälfte 86, die ein biokompatibles Außengehäuse 80 des Energieversorgungsmoduls 58 hermetisch dicht abschließt, übernimmt eine lösbare, starre mechanische Anbindung des Energieversorgungsmoduls 58 an das Hauptmodul 56. Gleichzeitig dient das Koppelorgan 82 einer lösbaren, galvanischen Kontaktierung der Batterie 90 mit der Lade-/Entladeelektronik 76, die an einer in das Innere des Hauptmodulgehäuses 72 weisenden Innenseite der ersten Hälfte 84 mit dieser verbunden ist. Im Strompfad zwischen der zweiten Hälfte 86 des Koppelorgans 82 und der Batterie 90, die in einem hermetisch dichten Schutzgehäuse 88 aufgenommen ist, befindet sich ein als Öffner ausgebildetes Schaltorgan 94, welches am Schutzgehäuse 88 festgelegt ist und mechanisch von einem Detektororgan 92, beispielsweise einer wölbbaren Membran in einer Außen- oder Trennwand des Schutzgehäuses 88, betätigt wird, wenn dem Detektororgan 92 bei einem unzulässigen Betriebszustand der Batterie 90 eine Formänderung aufgeprägt wird.

[0046] Es ist denkbar, anstelle des Schutzgehäuses 88 das Schutzgehäuse 10 einzusetzen, das dann allerdings nicht biokompatibel zu sein braucht, da diese Funktion vom Außengehäuse 80 übernommen wird. In diesem Fall wäre das Schaltorgan 94 ein Schließer, der die Batterie 90 bei unzulässigem Betriebszustand derselben elektrisch kurzschließt und eine weitere Energiezufuhr und -abgabe zu der bzw. von der Batterie 90 unterbricht.

[0047] Die Ausführungsform der Fig. 3 unterscheidet sich von derjenigen der Fig. 2 im wesentlichen nur dadurch, daß die Lade-/Nachladeelektronik 76 und die Ladestromeinspeiseanordnung 78 nicht im Hauptmodulgehäuse 72, sondern im Außengehäuse 80 des Energieversorgungsmoduls 58 untergebracht sind. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit ist eine Auswerteelektronik 96 vorgesehen, die den Zustand des Detektororgans 92 überwacht und in Abhängigkeit davon ein als Öffner ausgestaltetes Schaltorgan 98 elektrisch betätigt, welches im Strompfad zwischen der Ladestromeinspeiseanordnung 78 und der Lade-/Entladeelektronik 76 platziert ist. Der Formänderungszustand des Detektororgans 92 wird beispielsweise über einen elektrischen

Dehnungsmeßstreifen erfaßt. Bei Überschreitung einer vorgegebenen Grenzformänderung des Detektororgans 92 unterbricht das Schaltorgan 98 eine weitere Energiezufuhr aus der Ladestromeinspeiseanordnung 78 unabhängig von der Funktion des Schaltorgans 94, so daß eine Redundanz gegeben ist.

[0048] Ein Energieversorgungsmodul 100 ist in den Fig. 4 und 5 veranschaulicht und unterscheidet sich vom Energieversorgungsmodul 58 in der Ausführung der Fig. 3 hauptsächlich durch eine Platzierung einer Spule 106 in einem eigenen Gehäuseteil aus biokompatiblen Polymer 104. Die Spule 106 ist Teil der Ladestromeinspeiseanordnung 78, welche noch weitere Komponenten, wie z.B. einen Kondensator zum Aufbau eines Schwingkreises, enthalten kann, die nicht gezeigt sind. Die Spule 106, bei der es sich auch um mehrere Einzelspulen handeln kann, ist mit dem biokompatiblen Polymer 104 umgossen, welches gleichzeitig auch der mechanischen Befestigung der Spule 106 an einer Seitenwand eines Außengehäuses 102 dient, wobei die Seitenwand senkrecht zu einer in Richtung der größten Ausdehnung des Außengehäuses 102 verlaufenden Geraden 110 liegt. Eine senkrecht zur Achse 112 der Spule 106 verlaufende Gerade bildet mit der Geraden 110 einen Winkel α im Bereich von 5° bis 25° , vorzugsweise im Bereich von 7° bis 15° . In das Außengehäuse 102 ist eine hermetisch dichte Durchführung 108 integriert, die sich im Strompfad zwischen der Spule 106 mit dem Schaltorgan 98 befindet. Hinsichtlich spezieller Ausführungen der Durchführung 108 sei auf die bereits erwähnte, gleichlaufend unter dem Titel "Schutzvorrichtung für eine mehrfach nachladbare elektrochemische Batterie" eingereichte Anmeldung der Anmelderin verwiesen.

[0049] Durch die Unterbringung der Spule 106 außerhalb des Außengehäuses 102 in einer Polymerummantelung läßt sich das Außengehäuse 102 bis auf die Bereiche, in denen die Durchführung 108 und die zweite Hälfte 86 des Koppelorgans 82 integriert ist, rein metallisch, insbesondere in Titan, ausführen. Auf ein Metall-Keramik-Verbundgehäuse, welches vielfach verwendet wird, um im Vergleich zum metallischen Gehäuse einen höheren Wirkungsgrad der Energieeinspeisung in die Spule 106 ohne unzulässige Erwärmung des Gehäuses durch Wirbelströme zu erzielen, kann, wie bereits im allgemeinen Beschreibungsteil erwähnt wurde, verzichtet werden.

[0050] Die Festlegung der Spule 106 an dem Außengehäuse 102 durch das Polymer 104 kann relativ starr erfolgen. Es ist aber ebenso möglich, die mechanische Anbindung bewußt flexibel zu gestalten, indem beispielsweise die Polymerummantelung der Spule auf der dem Außengehäuse 102 zugewandten Seite lappenförmig verjüngt und nur der Lappen an das Außengehäuse 102 angegossen wird.

[0051] Es versteht sich, daß, anstatt die Einheit aus Außengehäuse 102 und seitlich angeordneter Spule 106 zu knicken, auch ein geknicktes Koppelorgan 82

zwischen dem Hauptmodulgehäuse 72 und dem Außengehäuse 102 verwendet werden kann.

[0052] Durch die Anordnung der Spule 106 seitlich neben dem Außengehäuse 102 und Ummantelung mit dem biokompatiblen Polymer 104 besitzt die Anordnung eine besonders hohe Durchlässigkeit für elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder in Durchflutungsrichtung der Spule, d.h. im wesentlichen in Richtung der Achse 112 der Spule 106. Je nach Wahl der Materialien für das Außengehäuse 102 und Frequenz des zur Energieübertragung in die Spule 106 verwendeten Feldes kann es jedoch - insbesondere zur Minimierung des Platzbedarfs - auch sinnvoll sein, die Spule auf einer Oberseite des Außengehäuses 102 und somit in Durchflutungsrichtung auf der einer Sendespule zugewandten Seite des Außengehäuses 102 zu platzieren.

[0053] Ferner kann die Spule auch mechanisch vollständig vom Außengehäuse 102 gelöst und mit einer flexiblen Anschlußleitung sowie gegebenenfalls einem Koppelorgan versehen werden, um unabhängig vom Außengehäuse 102 an einem geeigneten Ort im Körper implantiert werden zu können.

[0054] Eine abgewandelte Ausführungsform einer implantierbaren Vorrichtung 114 hat, wie in Fig. 6 veranschaulicht, ein Hauptmodul 116, dessen Hauptmodulgehäuse 118 neben den bereits in Zusammenhang mit der Fig. 2 beschriebenen Komponenten des Hauptmoduls 56 zusätzlich die Auswerteelektronik 96 und das Schaltorgan 98 aufnimmt. Ein Energieversorgungsmodul 126 weist ein hermetisch dichtes Außengehäuse auf, welches als biokompatibles Schutzgehäuse 128 ausgebildet ist, so daß auf ein zusätzliches Außengehäuse verzichtet werden kann. Ein als Ganzes mit 120 bezeichnetes Koppelorgan dient der elektrischen Anbindung des Energieversorgungsmoduls 126 an das Hauptmodul 116 und ist in zwei hermetisch dicht in Eingriff bringbare Teile unterteilt, von denen eine erste Hälfte 122 in das Hauptmodulgehäuse 118 hermetisch dicht integriert und eine zweite Hälfte 124 über eine flexible Anschlußleitung mit dem Energieversorgungsmodul 126 verbunden ist. Die Anschlußleitung umfaßt neben einer Energieleitung 125 zur Energieversorgung des Hauptmoduls 116 und der Nebenmodule 60, 70 aus der Batterie 90 auch eine Signalleitung 127, die der im Hauptmodulgehäuse 118 untergebrachten Auswerteelektronik 96 eine Überwachung des Detektororgans 92 gestattet.

[0055] Ein Hauptmodul 130 einer implantierbaren Vorrichtung gemäß Fig. 7 unterscheidet sich von dem Hauptmodul 116 der Fig. 6 im wesentlichen nur dadurch, daß die Spule 106 als Teil der Ladestromeinspeiseanordnung 78 außerhalb eines Hauptmodulgehäuses 132 angeordnet und über die in einer Seitenwand des Hauptmodulgehäuses hermetisch dicht aufgenommene Durchführung 108 elektrisch mit dem Schaltorgan 98 verbunden ist. Die Spule 106 ist mit dem biokompatiblen Polymer 104 umgossen und an einer Seitenwand des Hauptmodulgehäuses 132 festgelegt, die senkrecht

zu einer in Richtung der größten Ausdehnung des Hauptmodulgehäuses 132 verlaufenden Geraden. Die Spule 106 kann mit dem Hauptmodulgehäuse 132 in ähnlicher Weise eine wenigstens in einer Richtung um den Winkel α geknickte Einheit bilden, wie dies bei dem Außengehäuse 102 der Fall ist (siehe die Fign. 4 und 5). Die ersten Hälften 66 zweier Koppelorgane 64 sind, ebenso wie die erste Hälfte 122 des Koppelorgans 120 im Hauptmodulgehäuse 132 in einer Seitenwand integriert, die derjenigen gegenüberliegt, an der die Spule 106 angebunden ist.

[0056] Fig. 8 zeigt eine implantierbare Vorrichtung, die sich von derjenigen der Fig. 3 im wesentlichen nur durch die Art der Ankopplung eines Energieversorgungsmoduls 142 an ein Hauptmodul 134 unterscheidet. Diese erfolgt mittels eines Koppelorgans 138, welches für eine galvanisch getrennte und induktive Verbindung ausgebildet ist. Das Koppelorgan 138 ist vorzugsweise lösbar und arbeitet nach dem bereits beschriebenen, aus der DE 41 04 359 C2 bekannten Prinzip der Energieübertragung zwischen zwei Koppelspulen durch Resonanzkopplung. Die in der Batterie 90 gespeicherte Energie wird mittels eines Oszillators 146 in einen Wechschelsschwingung umgewandelt, über die Durchführung 108 in einer Außenwand eines abgewandelten Außengehäuses 144 und eine flexible Anschlußleitung 140 in eine erste Koppelspule des Koppelorgans 138 eingespeist, wodurch in einer zweiten Koppelspule des Koppelorgans 138 eine Wechselspannung induziert wird. Diese steht über eine zweite flexible Anschlußleitung 140, eine hermetisch dicht in einer Außenwand eines Hauptmodulgehäuses 136 aufgenommene Durchführung 108 und einen nicht gezeigten Gleichrichter zum Betrieb der Signalverarbeitungselektronik 74 zur Verfügung. Es versteht sich, daß auch das Energieversorgungsmodul 142 dahingehend abgewandelt werden kann, daß die Spule 106 der Energieeinspeiseanordnung 78 außerhalb des Außengehäuses 144 angeordnet und vom biokompatiblen Polymer 104 umgossen sein kann.

[0057] Wie aus den Fign. 2, 6 und 7 hervorgeht, umfaßt das Außen- bzw. das Schutzgehäuse des Energieversorgungsmoduls neben dem Detektororgan 92 und dem mindestens einen Schaltorgan 94 wenigstens noch die Batterie 90. Es kann jedoch sinnvoll sein, insbesondere im Außengehäuse, sofern dies zusätzlich zum Schutzgehäuse vorgesehen ist, weitere Komponenten, die funktionsmäßig dem Energieversorgungsmodul zuzuordnen sind, zu integrieren. Hierzu zählen beispielsweise die Lade-/Entladeelektronik 76, die Ladestromeinspeiseanordnung 78, die Auswerteelektronik 96 und zusätzliche Schaltorgane 98. Auf diese Weise ergibt sich ein vorzugsweise lösbar gekoppeltes, eigenständiges Energieversorgungsmodul, welches sich selbst überwacht und Schutzfunktionen aufweist, die bei einem unzulässigen Betriebszustand der Batterie 90 aktiv werden. Die Information über einen unzulässigen Betriebszustand der Batterie kann über eine Warneinrich-

tung dem Implantatträger mitgeteilt werden. Handelt es sich bei der implantierbaren Vorrichtung um eine Hörhilfe, so läßt sich die Information direkt in den Signalpfad der aktorische Komponente einspeisen. Ebenso kann sie über eine Sendespule in die außerhalb des Körpers befindliche Ladevorrichtung übermittelt werden.

Patentansprüche

1. Energieversorgungsmodul für eine implantierbare Vorrichtung (54, 114), wobei das Energieversorgungsmodul (58, 100, 126, 142) eine über eine Ladestromeinspeiseanordnung (78) mehrfach nachladbare elektrochemische Batterie (12, 90), die ein Hauptmodul (56, 116, 130, 134) der implantierbaren Vorrichtung (54, 114) über ein Koppelorgan (82, 120, 138) mit elektrischer Energie versorgt, und ein Detektororgan (20, 92) aufweist, welches ausgelegt oder einstellbar ist, bei einem unzulässigen Betriebszustand der Batterie (12, 90) mindestens ein Schaltorgan (20, 22, 94, 98) zu betätigen, das ein Nachladen und/oder Entladen der Batterie (12, 90) verhindert, wobei in die Ladestromeinspeiseanordnung (78) über eine von dem Energieversorgungsmodul (58, 100, 126, 142) und dem Hauptmodul (56, 116, 130, 134) getrennte, außerhalb des Körpers anordenbare Ladevorrichtung Energie einspeisbar ist, und wobei die Ladestromeinspeiseanordnung (78) mindestens eine Spule (106) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- das Energieversorgungsmodul (58, 100, 126, 142) ein die Batterie (12, 90) aufnehmendes biokompatibles Außengehäuse (80, 102, 128, 144) umfasst, das als hermetisch gasdichtes Schutzgehäuse (10, 88, 128) ausgebildet ist oder ein solches aufnimmt;
- das Außengehäuse (80, 102, 128, 144) des Energieversorgungsmoduls als von dem das Hauptmodul (56, 116, 130, 134) aufnehmenden Hauptmodulgehäuse (72, 118, 132, 136) gesondertes Gehäuse ausgebildet ist;
- das Schutzgehäuse (10, 88, 128) das Detektororgan (20, 92) aufweist; und
- die Spule (106) der Ladestromeinspeiseanordnung (78) von einem biokompatiblen Polymer (104) umgeben und an einer Außenseite des Hauptmodulgehäuses (132) oder des Außen- oder Schutzgehäuses festgelegt ist.

2. Energieversorgungsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Koppelorgan (82, 120) für eine galvanische Verbindung ausgebildet ist.

3. Energieversorgungsmodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Koppelorgan (138) für eine galvanisch getrennte und induktive Verbindung ausgebildet ist.

4. Energieversorgungsmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Koppelorgan (82, 120, 138) für eine lösbar Verbindung ausgebildet ist.

5. Energieversorgungsmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine dem Energieversorgungsmodul (58, 100) zugeordnete Hälfte (86) des Koppelorgans (82) in dem Außen- (80, 102) oder dem Schutzgehäuse integriert ist.

6. Energieversorgungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine dem Energieversorgungsmodul (126, 142) zugeordnete Hälfte (124) des Koppelorgans (120, 138) mit dem Energieversorgungsmodul (126, 142) über eine flexible Anschlußleitung (125, 127, 140) elektrisch verbunden ist.

7. Energieversorgungsmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine dem Hauptmodul (56, 116, 130) zugeordnete Hälfte (84, 122) des Koppelorgans (82, 120) in einem Gehäuse (72, 118, 132) des Hauptmoduls (56, 116, 130) integriert ist.

8. Energieversorgungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine dem Hauptmodul (134) zugeordnete Hälfte des Koppelorgans (138) mit dem Hauptmodul (134) über eine flexible Anschlußleitung (140) elektrisch verbunden ist.

9. Energieversorgungsmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Außen- (80, 102, 144) oder das Schutzgehäuse des Energieversorgungsmoduls (58, 100, 142) eine Lade-/Entladeelektronik (76) zur Steuerung des Nach- und/oder Entladens der Batterie (90) aufnimmt.

10. Energieversorgungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Hauptmodul (56, 116, 130) eine Lade-/Entladeelektronik (76) zur Steuerung des Nach- und/oder Entladens der Batterie (90) umfaßt.

11. Energieversorgungsmodul nach einem der Vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Außen- (80, 144) oder das Schutzgehäuse des Energieversorgungsmoduls (58, 142) die Ladestromeinspeiseanordnung (78) aufnimmt.

12. Energieversorgungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Gehäuse (72, 118) des Hauptmoduls (56, 116) die Ladestromeinspeisearrangement (78) aufnimmt.
13. Energieversorgungsmodul nach einem der Vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Empfangsspule (106) in Richtung der größten Abmessung des Hauptmoduls (132) bzw. des Außen- (102) oder Schutzgehäuses seitlich neben demselben platziert ist und daß eine in dieser Richtung verlaufende Gerade (110) mit einer Senkrechten zur Spulenchse (112) einen Winkel (α) im Bereich von 5° bis 25° bildet.
14. Energieversorgungsmodul nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Empfangsspule (106) am Hauptmodul- (132) bzw. am Außen- (102) oder Schutzgehäuse, insbesondere mittels des biokompatiblen Polymers (104), flexibel festgelegt ist.
15. Energieversorgungsmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens ein Schaltorgan (20, 22, 94) ausgelegt ist, bei einem unzulässigen Betriebszustand der Batterie (12, 90) vom Detektororgan (20, 92) mechanisch betätigt zu werden und daß es im Außen- oder Schutzgehäuse (10, 88, 128) integriert ist.
16. Energieversorgungsmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens ein Schaltorgan (98) elektrisch von einer das Detektororgan (92) überwachenden Auswerteelektronik (96) betätigbar ist.
17. Energieversorgungsmodul nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Auswerteelektronik (96) von dem Außen- (80, 102, 144) oder dem Schutzgehäuse aufgenommen ist.
18. Energieversorgungsmodul nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Hauptmodul (116, 130) die Auswerteelektronik (96) umfaßt.
19. Energieversorgungsmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Koppelorgan (120) und eine gegebenenfalls vorhandene flexible Anschlußleitung (125, 127) dergestalt ausgebildet ist bzw. sind, daß neben der Energieversorgung auch eine Signalübertragung durchführbar ist.
20. Energieversorgungsmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Energieversorgungsmodul (58, 100, 126, 142) auch ein oder mehr an das Hauptmodul (56, 116, 130, 134) anschließbare(s) Nebenmodul(e)

(60, 70) mit elektrischer Energie versorgt.

Claims

1. Battery pack for an implantable device (54, 114), wherein the battery pack (58, 100, 126, 142) has an electrochemical battery (12, 90) capable of being recharged more than once via a charging current supply device (78) and supplying a main unit (56, 116, 130, 134) of the implantable device (54, 114) with electricity via a coupling element (82, 120, 138), and a detector element (20, 92), which is wired or can be set to actuate, if the battery (12, 90) is in an unauthorised operating state, at least one switching element (20, 22, 94, 98), which prevents recharging and/or discharging of the battery (12, 90), wherein power can be supplied to the charging current supply device (78) via a charging device separate from the battery pack (58, 100, 126, 142) and the main unit (56, 116, 130, 134) and capable of being disposed outside the body, and wherein the charging current supply device (78) comprises at least one coil (106), **characterised in that**
 - the battery pack (58, 100, 126, 142) comprises a biocompatible outer housing (80, 102, 128, 144) which holds the battery (12, 90) and which is formed as or holds a hermetically gas-tight protective housing (10, 88, 128);
 - the outer housing (80, 102, 128, 144) of the battery pack is formed as a housing which is separate from the main unit housing (72, 118, 132, 136) holding the main unit (56, 116, 130, 134);
 - the protective housing (10, 88, 128) comprises the detector element (20, 92); and
 - the coil (106) of the charging current supply device (78) is surrounded by a biocompatible polymer (104) and is fixed to an outer face of the main unit housing (132) or of the outer or protective housing.
2. Battery pack according to claim 1, **characterised in that** the coupling element (82, 120) is formed for a galvanic connection.
3. Battery pack according to claim 1, **characterised in that** the coupling element (138) is formed for a galvanically separate and inductive connection.
4. Battery pack according to one of the preceding claims, **characterised in that** the coupling element (82, 120, 138) is formed for a detachable connection.
5. Battery pack according to one of the preceding claims, **characterised in that** one half (86) of the coupling element (82) allocated to the battery pack

(58, 100) is incorporated in the outer (80, 102) or protective housing.

6. Battery pack according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** one half (124) of the coupling element (120, 138) allocated to the battery pack (126, 142) is electrically connected to the battery pack (126, 142) via a flexible connecting line (125, 127, 140). 5
7. Battery pack according to one of the preceding claims, **characterised in that** one half (84, 122) of the coupling element (82, 120) allocated to the main unit (56, 116, 130) is incorporated in a housing (72, 118, 132) of the main unit (56, 116, 130). 10
8. Battery pack according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** one half of the coupling element (138) allocated to the main unit (134) is electrically connected to the main unit (134) via a flexible connecting line (140). 15
9. Battery pack according to one of the preceding claims, **characterised in that** the outer (80, 102, 144) or protective housing of the battery pack (58, 100, 142) holds an electronic charging/discharging device (76) for controlling the recharging and/or discharging of the battery (90). 20
10. Battery pack according to one of claims 1 to 8, **characterised in that** the main unit (56, 116, 130) comprises an electronic charging/discharging device (76) for controlling the recharging and/or discharging of the battery (90). 25
11. Battery pack according to one of the preceding claims, **characterised in that** the outer (80, 144) or protective housing of the battery pack (58, 142) holds the charging current supply device (78). 30
12. Battery pack according to one of claims 1 to 10, **characterised in that** a housing (72, 118) of the main unit (56, 116) holds the charging current supply device (78). 35
13. Battery pack according to one of the preceding claims, **characterised in that** the receiving coil (106) is placed in the direction of the largest dimension of the main unit (132) or of the outer (102) or protective housing laterally adjacent thereto, and **in that** a straight line (110) extending in this direction forms with a line perpendicular to the coil axis (112) an angle (α) in the range of 5° to 25°. 40
14. Battery pack according to claim 13, **characterised in that** the receiving coil (106) is flexibly fixed to the main unit (132) or to the outer (102) or protective housing, in particular by means of the biocompatible polymer (104). 45

ble polymer (104).

15. Battery pack according to one of the preceding claims, **characterised in that** at least one switching element (20, 22, 94) is wired to be mechanically actuated in the case of an unauthorised operating state of the battery (12, 90) by the detector element (20, 92) and **in that** it is incorporated in the outer or protective housing (10, 88, 128). 50
16. Battery pack according to one of the preceding claims, **characterised in that** at least one switching element (98) is electrically actuatable by an electronic evaluating device (96) monitoring the detector element (92). 55
17. Battery pack according to claim 16, **characterised in that** the electronic evaluating device (96) is held by the outer (80, 102, 144) or protective housing.
18. Battery pack according to claim 16, **characterised in that** the main unit (116, 130) comprises the electronic evaluating device (96).
19. Battery pack according to one of the preceding claims, **characterised in that** the coupling element (120) and an optional flexible connecting line (125, 127) is/are so formed that in addition to a power supply it is possible to execute signal transmission.
20. Battery pack according to one of the preceding claims, **characterised in that** the battery pack (58, 100, 126, 142) also supplies electrical power to one or more subsidiary unit(s) (60, 70) connectable to the main unit (56, 116, 130, 134). 60

Revendications

1. Système de batteries pour un dispositif médical implantable (54, 114), le système de batteries (58, 100, 126, 142) comprenant une batterie électrochimique (12, 90)) pouvant être rechargée à plusieurs reprises au moyen d'un dispositif d'alimentation du courant de charge (78) et qui alimente un module principal (56, 116, 130, 134) du dispositif implantable (54, 114) en énergie électrique à travers un organe de couplage (82, 120, 138) et un organe de détection (20, 92), qui est conçu ou qui est réglable pour, dans le cas d'un état de fonctionnement inadmissible de la batterie (12, 90), actionner au moins un organe de commutation (20, 22, 94, 98) qui évite un rechargement et/ou un déchargement de la batterie (12, 90), de l'énergie pouvant être amenée au dispositif d'alimentation du courant de charge (78) au moyen d'un dispositif de charge séparé du système de batteries (58, 100, 126, 142) et du module principal (56, 116, 130, 134) et pouvant être disposé 65

en dehors du corps et le dispositif d'alimentation du courant de charge (78) comprenant au moins une bobine (106), **caractérisé**

- **en ce que** le système de batteries (58, 100, 126, 142) comprend un boîtier extérieur (80, 102, 128, 144) biocompatible recevant la batterie (12, 90), qui est conçu comme boîtier de protection (10, 88, 128) hermétique et étanche aux gaz, ou qu'il reçoit un tel boîtier, 5
 - **en ce que** le boîtier extérieur (80, 102, 128, 144) du système de batteries est conçu comme boîtier séparé du boîtier du module principal (72, 118, 132, 136) recevant le module principal (56, 116, 130, 134), 10
 - **en ce que** le boîtier de protection (10, 88, 128) comprend l'organe de détection (20, 92) et
 - **en ce que** la bobine (106) du dispositif d'alimentation du courant de charge (78) est entourée d'un polymère biocompatible (104) et est fixée sur un côté extérieur du boîtier de module principal (132) ou du boîtier extérieur ou de protection. 15
2. Système de batteries selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'organe de couplage (82, 120) est conçu pour une liaison galvanique. 20
3. Système de batteries selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'organe de couplage (138) est conçu pour une liaison à séparation galvanique et inductive. 25
4. Système de batteries selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'organe de couplage (82, 120, 138) est conçu pour une liaison séparable. 30
5. Système de batteries selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** moitié (86) de l'organe de couplage (82) attribuée au système de batteries (58, 100) est intégrée dans le boîtier extérieur (80, 102) ou de protection. 35
6. Système de batteries selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'une** moitié (124) de l'organe de couplage (120, 138) attribuée au système de batteries (126, 142) est reliée électriquement au système de batteries (126, 142) à l'aide d'une ligne de raccordement souple (125, 127, 140). 40
7. Système de batteries selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** moitié (84, 122) de l'organe de couplage (82, 120) attribuée au module principal (56, 116, 130) est intégrée dans un boîtier (72, 118, 132) du module principal (56, 116, 130). 45
8. Système de batteries selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'une** moitié de l'organe de couplage (138) attribuée au module principal (134) est reliée électriquement au module principal (134) à l'aide d'une ligne de raccordement souple (140). 50
9. Système de batteries selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le boîtier extérieur (80, 102, 144) ou de protection du système de batteries (58, 100, 142) reçoit un système électronique de charge/décharge (76) pour la commande du rechargement et/ou du déchargement de la batterie (90). 55
10. Système de batteries selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le module principal (56, 116, 130) comprend un système électronique de charge/décharge (76) pour la commande du rechargement et/ou du déchargement de la batterie (90).
11. Système de batteries selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le boîtier extérieur (80, 144) ou de protection du système de batteries (58, 142) reçoit le dispositif d'alimentation du courant de charge (78).
12. Système de batteries selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'un** boîtier (72, 118) du module principal (56, 116) reçoit le dispositif d'alimentation du courant de charge (78).
13. Système de batteries selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'en** direction de la dimension la plus importante du module principal (132) ou du boîtier extérieur (102) ou de protection, la bobine de réception (106) est placée latéralement à côté de celui-ci et **en ce qu'une** droite (110) s'étendant dans cette direction forme avec une verticale par rapport à l'axe de la bobine (112) un angle (α) situé entre 5° et 25°.
14. Système de batteries selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la bobine de réception (106) est fixée de manière souple sur le boîtier du module principal (132) ou sur le boîtier extérieur (102) ou de protection, en particulier à l'aide du polymère biocompatible (104).
15. Système de batteries selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au** moins un organe de commutation (20, 22, 94) est conçu pour être actionné mécaniquement par l'organe de détection (20, 92) dans le cas d'un état de fonctionnement inadmissible de la batterie (12, 90) et **en ce qu'il** est intégré dans le boîtier extérieur ou de protection (10, 88, 128).

16. Système de batteries selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un organe de commutation (98) est actionnable électriquement par un système électronique d'évaluation (96) qui surveille l'organe de détection (92). 5
17. Système de batteries selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** le système électronique d'évaluation (96) est logé dans le boîtier extérieur (80, 102, 144) ou de protection. 10
18. Système de batteries selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** le module principal (116, 130) comprend le système électronique d'évaluation (96). 15
19. Système de batteries selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'organe de couplage (120) et une ligne de raccordement souple éventuellement disponible (125, 127) est(sont) conçu(s) de telle manière qu'en plus de l'alimentation en énergie une transmission de signaux soit également possible. 20
25
20. Système de batteries selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le système de batteries (58, 100, 126, 142) alimente aussi en énergie électrique un ou plusieurs module(s) auxiliaire(s) (60, 70) pouvant être raccordé(s) au module principal (56, 116, 130, 134). 30

35

40

45

50

55

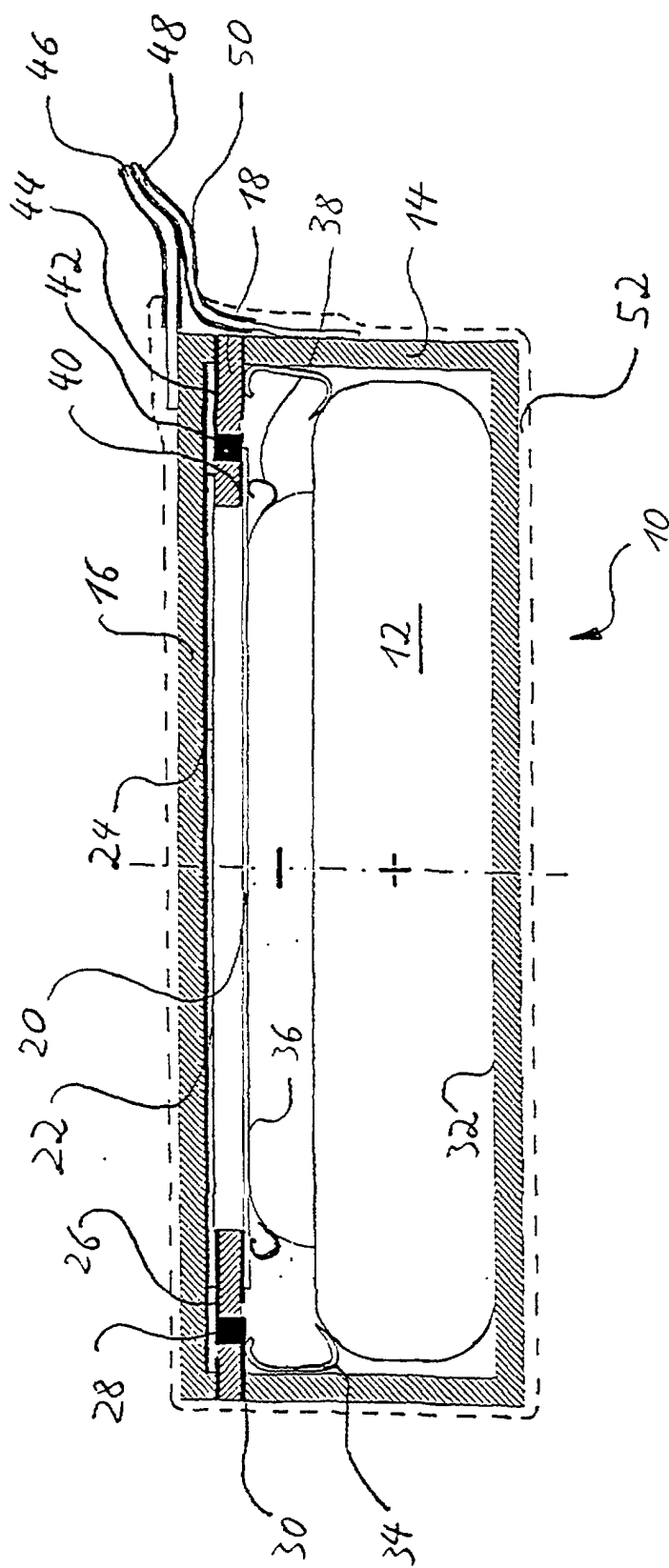


FIG. 1

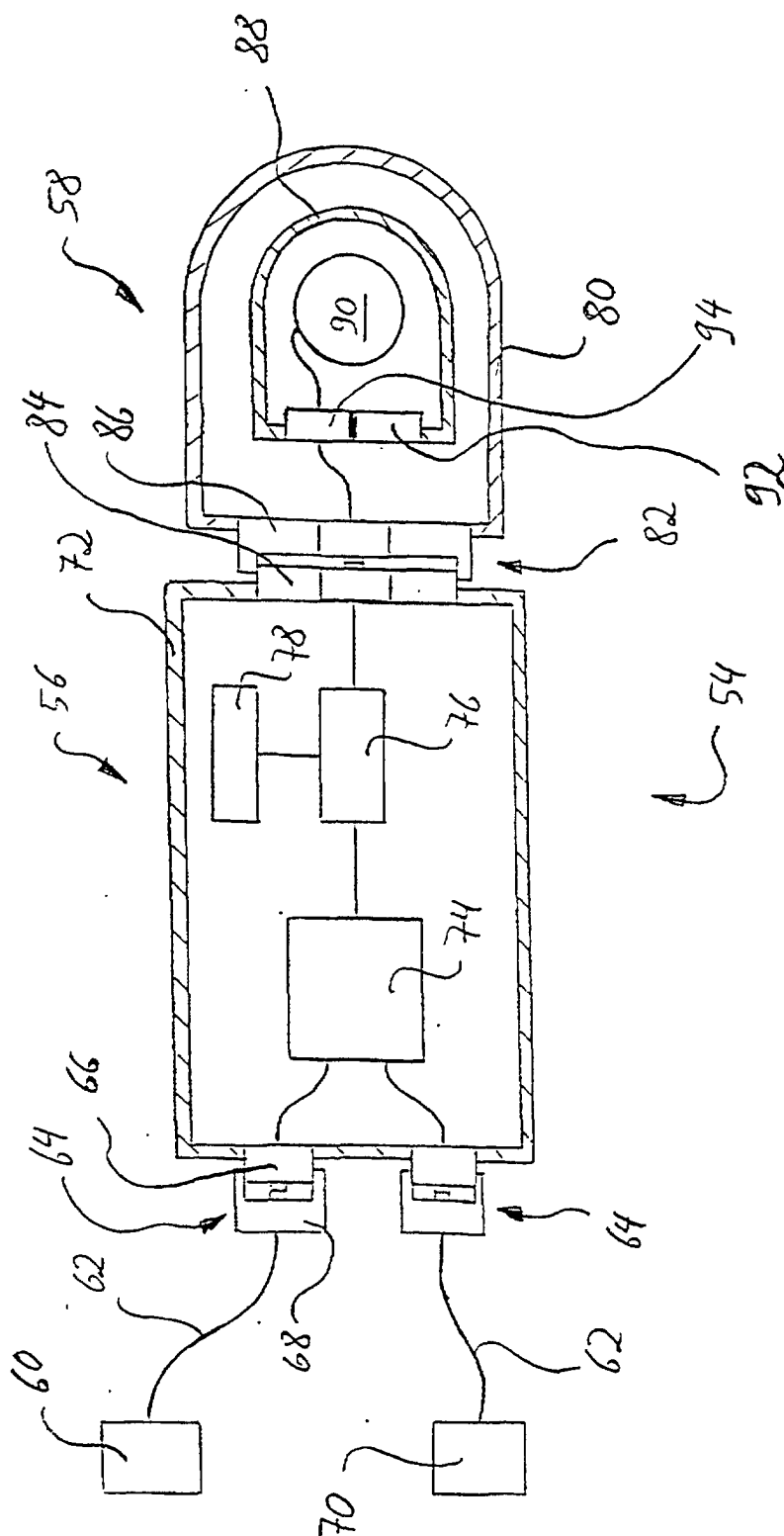


FIG. 2

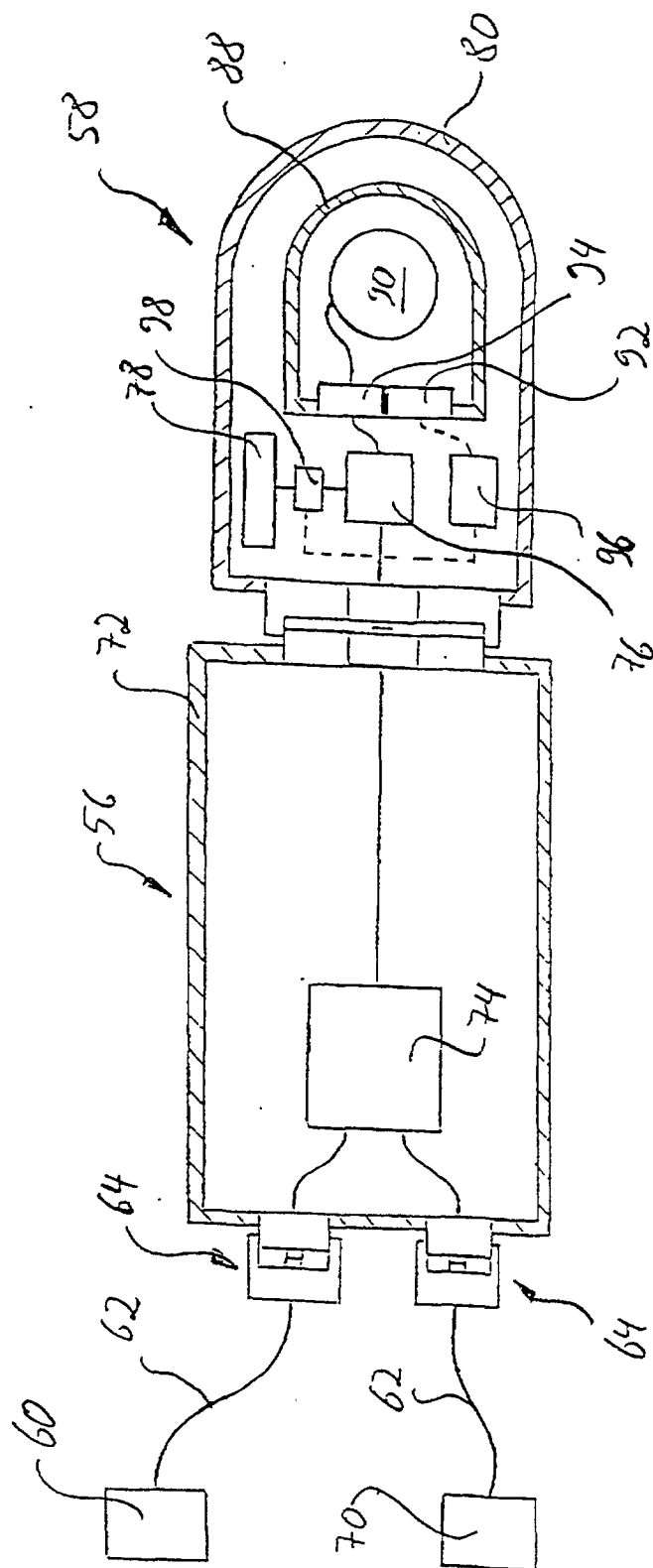


FIG. 3

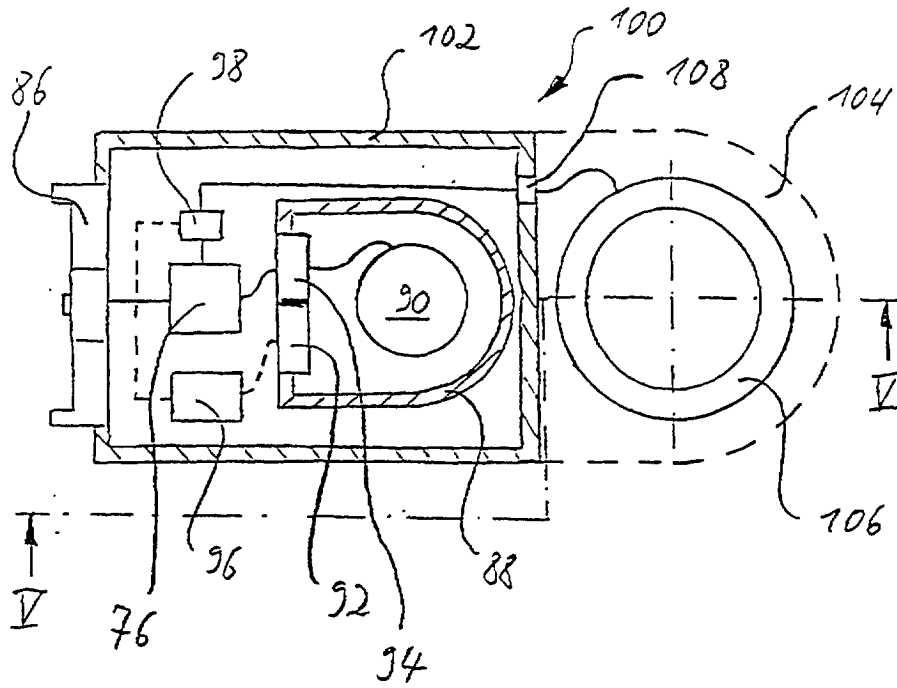


FIG. 4

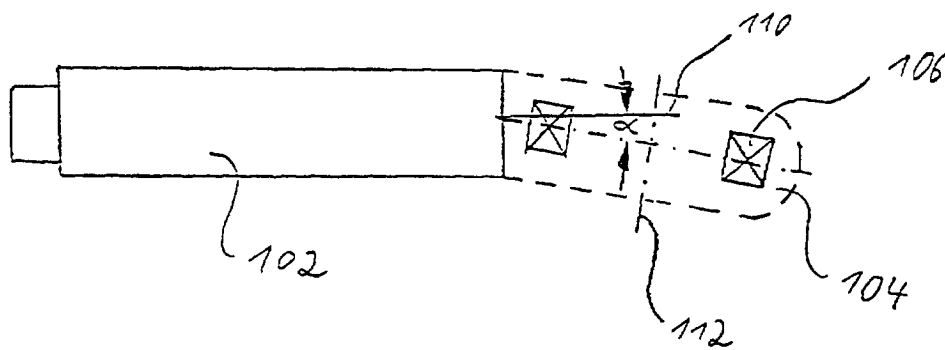


FIG. 5

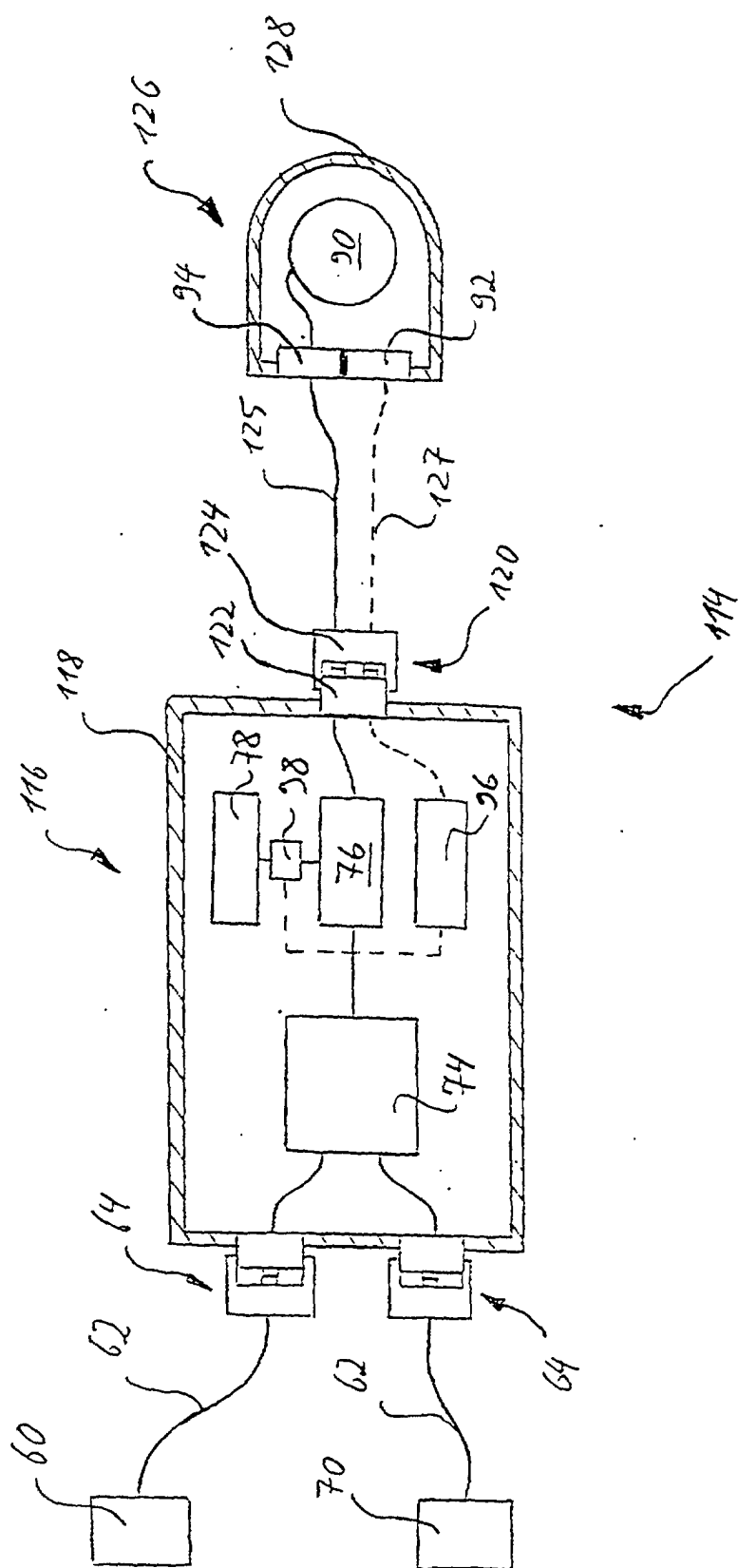


FIG. 6

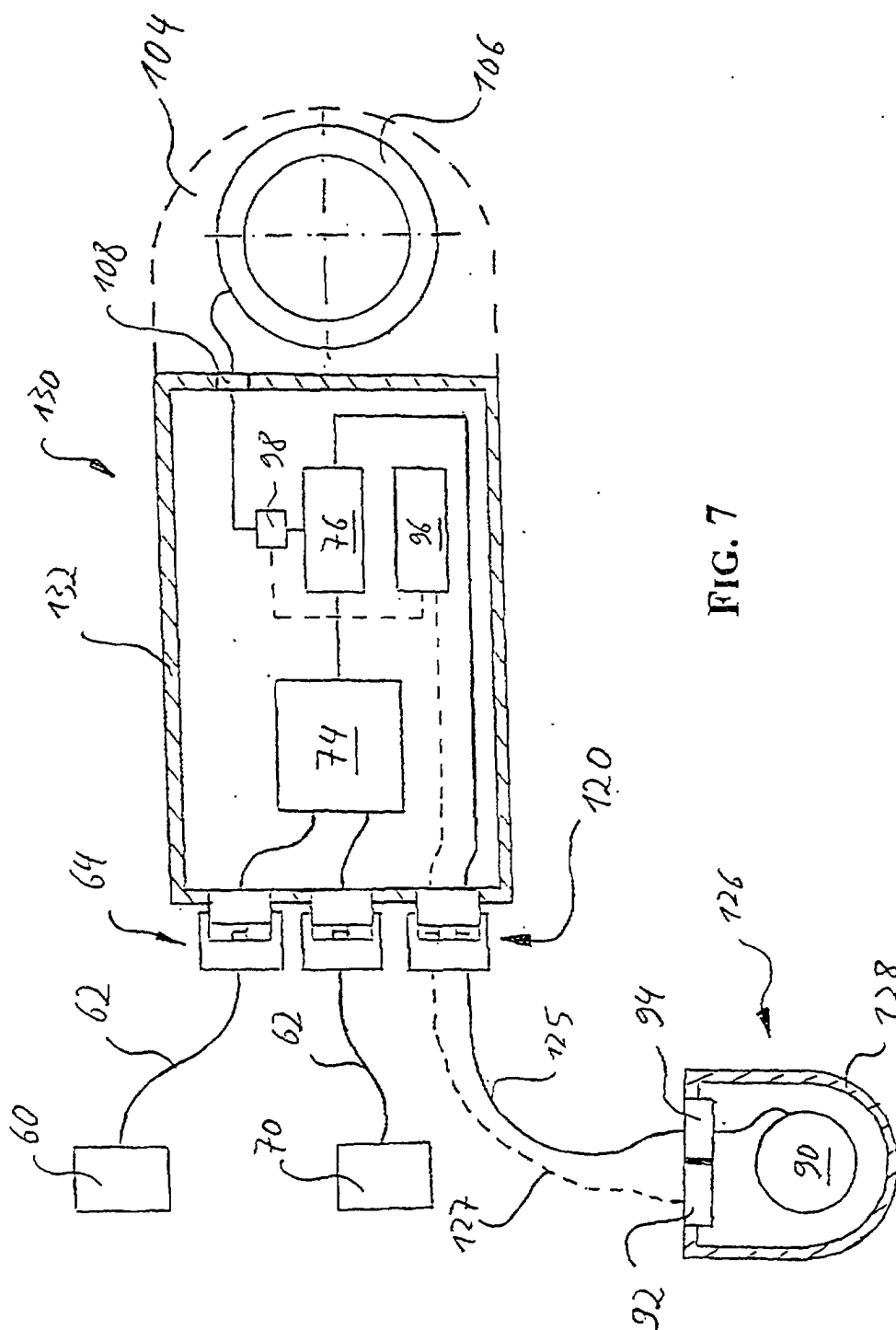


FIG. 7

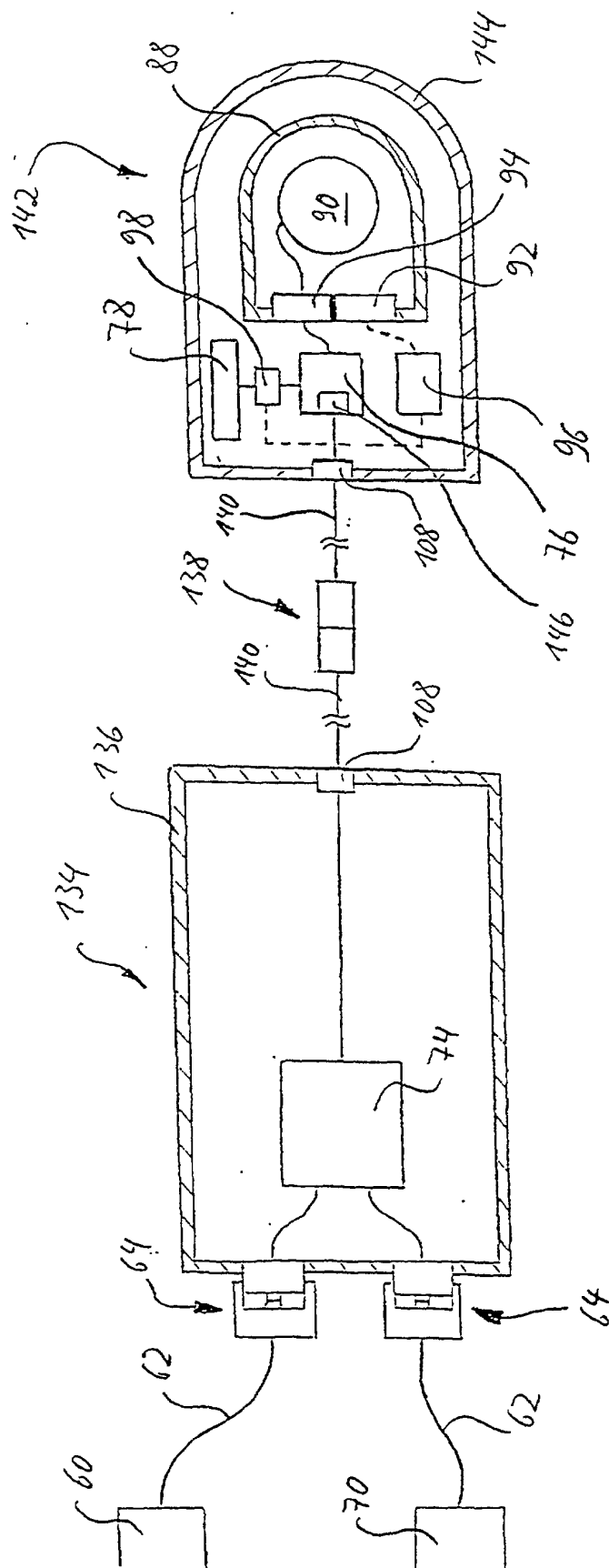


FIG. 8