

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. September 2006 (14.09.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/094785 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/002130

(22) Internationales Anmeldedatum:

8. März 2006 (08.03.2006)

CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2005 011 081.9 8. März 2005 (08.03.2005) DE

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: MUNTERMANN, Axel [DE/DE]; Gotenweg
51, 35578 Wetzlar (DE).

(74) Anwalt: BLUMBACH & ZINNGREBE; Alexandras-
trasse 5, 65107 Wiesbaden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: ACCUMULATOR AND METHOD FOR THE OPERATION THEREOF

(54) Bezeichnung: AKKUMULATOR UND VERFAHREN ZU DESSEN BETRIEB

(57) **Abstract:** The invention relates to accumulators having improved properties, in particular for mobile electric devices, in addition to accumulators in devices which are to be used and which can be used with a different type of accumulator, in particular with cells having another cell voltage. The invention also relates to an accumulator which can be operated with the aid of an external voltage which is arranged at least temporarily on the outlet of the accumulator, and which has less than the starting voltage of the accumulator in the fully charged state. Said accumulator comprises at least one chargeable electrochemical cell, an electric connection which is arranged on the outlet of the accumulator for supplying and/or withdrawing electric energy, a housing which surrounds at least one chargeable electrochemical cell, and a control circuit which is used to control the charging step of the accumulators and/or the preparation of the accumulator voltage. The invention also relates to a method for operating said type of accumulator. The invention further relates to an accumulator which comprises at least one lithium-ion cell, in addition to a communication interface for the communication between the accumulator and a consumer which is to be supplied, said consumer being adapted to the properties of the lithium-ion cell. Said lithium-ion cell can be operated without circuit protection. The invention also relates to an accumulator arrangement, a medical device, a charging device, in addition to the use of an accumulator and/or a medical device.

(57) **Zusammenfassung:** Um Akkumulatoren mit besseren Eigenschaften insbesondere für mobile elektrische Geräte bereitzustellen, sowie um Akkumulatoren in Geräten zu verwenden, welche für den Einsatz mit Akkumulatoren eines anderen Typs, insbesondere mit Zellen einer anderen Zellspannung, ausgelegt sind, sieht die Erfindung einen Akkumulator zum Betrieb mit einer zumindest zeitweise am Ausgang des Akkumulators anliegenden externen Spannung, welche unterhalb der Ausgangsspannung des Akkumulators in dessen voll aufgeladenem Zustand liegt, vor, welcher zumindest eine ladbare elektrochemische Zelle, einen elektrischen Anschluss am Ausgang des Akkumulators für das Zuführen und/oder Abführen von elektrischer Energie, ein die zumindest eine ladbare elektrochemische Zelle umgebendes Gehäuse, und eine Regelschaltung zum Regeln des Aufladevorgangs des Akkumulators und/oder des Bereitstellens der Akkumulatorspannung am Ausgang des Akkumulators aufweist. Die Erfindung sieht ferner ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Akkumulators vor. Die Erfindung schlägt außerdem einen Akkumulator vor, welcher zumindest eine Lithiumionenzelle umfasst, sowie eine Kommunikationsschnittstelle für die Kommunikation zwischen dem Akkumulator und einem zu versorgenden Verbraucher, welche auf die Eigenschaften der Lithiumionenzelle angepasst ist, wobei die Lithiumionenzelle für einen Betrieb ohne Schutzschaltung geeignet ist. Weiterhin sieht die Erfindung eine Akkumulator-Anordnung, ein medizinisches Gerät, ein Ladegerät, sowie die Verwendung eines Akkumulators bzw. eines medizinischen Gerätes vor.

WO 2006/094785 A2

Akkumulator und Verfahren zu dessen Betrieb

Beschreibung

5

Die Erfindung betrifft Akkumulatoren mit mindestens einer ladbaren elektrochemischen Zelle, insbesondere Akkumulatoren mit hohem Entladestrom zum Einsatz in medizinischen Geräten wie Defibrillatoren, sowie ein
10 Verfahren zum Auf- und Entladen von Akkumulatoren.

Zur Energieversorgung mobiler elektrischer Geräte werden häufig Akkumulatoren oder Akkumulator-Zellen eingesetzt. Übliche Akkumulatortypen sind Blei-Säure-Akkumulatoren, welche beispielsweise in Autobatterien Anwendung finden,
15 oder alkalische Akkumulatoren, zu denen unter anderem Nickel-Cadmium (NiCd)- und Nickel-Metall-Hydrid (NiMH)-Akkumulatoren zählen.

20 Große Bedeutung haben die eine negative Elektrode aus metallischem Cadmium aufweisenden Ni-Cd-Akkumulatoren erlangt, welche als kleine gasdichte gekapselte Knopf- und Rundzellen wegen ihrer Wartungsfreiheit häufig zur Stromversorgung in elektronischen Geräten, wie zum Beispiel
25 Taschenrechnern, Rundfunkgeräten, Mobiltelefonen oder Blitzlichtgeräten eingesetzt werden.

Die bekannten Nachteile der NiCd-Zellen, zu denen der sogenannte Memory-Effekt, Selbstentladung der Zellen, geringe Volumenkapazität, sowie die Verwendung toxischer
30 Bestandteile gehören, werden durch die fortschrittlicheren

NiMH-Zellen nur teilweise vermieden. Insbesondere Memory-Effekt und Selbstentladung treten auch bei NiMH-Zellen auf.

5 Wesentlich bessere Eigenschaften hingegen haben Lithium-Ionen (Li-Ion)-Akkumulatoren. Bei diesem Akkumulatortyp tritt kein Memory-Effekt und nur eine minimale Selbstentladung auf. Außerdem weisen Lithiumionenzellen eine deutlich höhere spezifische auf und haben daher ein deutlich geringeres Gewicht.

10

Herkömmliche Lithiumionenzellen benötigen jedoch eine aufwendige elektronische Schutzschaltung (Protection Circuit Module; PCM), welche die Zellen vor Überladen und Überentladen, sowie gegen Kurzschluß schützt, da sonst die Gefahr einer Zerstörung oder Explosion der Zellen besteht. Eine Schutzschaltung für Lithiumionenzellen wird beispielsweise in EP 0 871 273 A1 beschrieben. Der Einsatz eines Akkumulators, welcher mit einer Schutzschaltung ausgestattet ist, birgt prinzipiell das Risiko einer Fehlfunktion und damit eines unerwarteten Ausfalls. Dies macht insbesondere den Einsatz in medizinischen Geräten, wie beispielsweise in der Rettungsmedizin eingesetzten Defibrillatoren, aufgrund der dort geforderten hohen Verfügbarkeit problematisch. Daher haben Lithiumionen-Akkumulatoren im Bereich medizinischer Geräte trotz ihrer besseren Eigenschaften bisher keine Verbreitung gefunden.

20

25

Ferner stellt die unterschiedliche Zellspannung von NiCd- bzw. NiMH-Zellen, welche beide eine Nominalspannung von etwa 1,25 V aufweisen, und Lithiumionenzellen mit einer Nominalspannung von etwa 3,6 V bis 3,7 V ein weiteres Problem bei der Umstellung auf Li-Ion-Akkumulatoren dar. Das Problem besteht darin, dass die Spannung, welche ein Akkumulator liefert, prinzipiell durch die Anzahl der in Reihe geschalteten Zellen definiert ist und demnach nur ein

30

35

Vielfaches der Zellspannung der verwendeten Zellen sein kann und daher in der Regel die Spannung des Li-Ion-Akkumulators nicht mit der Spannung des zu ersetzenden Akkumulators übereinstimmt. Dies ist insbesondere dann
5 problematisch, wenn im Gerät ein Netzteil zum Aufladen des Akkumulators integriert ist oder bestehende Ladegeräte weiter verwendet werden sollen. Wird in diesem Fall für den Li-Ion-Akkumulator eine Spannung gewählt, welche oberhalb des zu ersetzenden Akkumulators liegt, so wird der Li-Ion-
10 Akkumulator nie voll aufgeladen. Wird hingegen für den Li-Ion-Akkumulator eine Spannung gewählt, welche unterhalb des zu ersetzenden Akkumulators liegt, ist möglicherweise kein korrekter Betrieb des Gerätes gewährleistet.

15 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Weg aufzuzeigen, wie Akkumulatoren mit besseren Eigenschaften bereitgestellt und eingesetzt werden können, insbesondere in mobilen elektrischen Geräten. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Weg zum Einsatz von
20 Akkumulatoren in Geräten aufzuzeigen, welche für den Einsatz mit Akkumulatoren eines anderen Typs, insbesondere mit Zellen einer anderen Zellspannung, ausgelegt sind.

Diese Aufgabe wird in höchst überraschend einfacher Weise
25 durch einen Akkumulator gemäß Anspruch 1 und 23, ein Verfahren zum Betrieb eines Akkumulators gemäß Anspruch 14, sowie eine Akkumulator-Anordnung gemäß Anspruch 41, ein medizinisches Gerät gemäß Anspruch 43, ein Ladegerät gemäß Anspruch 50 und eine Verwendung gemäß einem der Ansprüche
30 51, 52 oder 53 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind in den jeweiligen Unteransprüchen umschrieben.

Unter dem Ausdruck Akkumulator wird im Folgenden ein
35 elektrochemischer Energiespeicher verstanden, welcher eine

oder mehrere ladbare elektrochemische Zellen aufweist.
Mehrere Zellen können innerhalb des Akkumulators parallel
und/oder in Reihe geschaltet sein, angepasst an die für den
jeweiligen Einsatzzweck erforderlichen Werte der
5 Akkumulatorspannung und des Entladestroms.

Der erfindungsgemäße Akkumulator umfasst zumindest eine
ladbare elektrochemische Zelle, einen elektrischen
Anschluss am Ausgang des Akkumulators für das Zuführen
10 und/oder Abführen von elektrischer Energie, ein die
zumindest eine ladbare elektrochemische Zelle umgebendes
Gehäuse, und eine Regelschaltung zum Regeln des
Aufladevorgangs des Akkumulators und/oder des
Bereitstellens der Akkumulatorspannung am Ausgang des
15 Akkumulators. Zweckmäßigerweise ist die Regelschaltung
vorzugsweise innerhalb des Gehäuses des Akkumulators
angeordnet. Der Akkumulator ist für einen Betrieb
ausgelegt, in dem zumindest zeitweise am Ausgang des
Akkumulators eine externe Spannung, beispielsweise von
20 einem Netzteil, anliegt, welche unterhalb der
Ausgangsspannung des Akkumulators in dessen voll
aufgeladenem Zustand liegt. Die Regelschaltung ist
dementsprechend vorteilhaft dazu ausgebildet zu überwachen,
ob die externe Spannung anliegt, und in Abhängigkeit davon
25 den Aufladevorgang des Akkumulators und/oder das
Bereitstellen der Akkumulatorspannung am Ausgang des
Akkumulators zu regeln. Die zeitweise am Ausgang des
Akkumulators anliegende externe Spannung wird dabei
insbesondere von einem zeitweise an ein elektrisches
30 Versorgungsnetz angeschlossenen Netzteil bereitgestellt,
welches beispielsweise in das von dem Akkumulator zu
versorgende elektrische Gerät integriert ist.

Für elektrische Geräte, welche bisher beispielsweise mit
35 NiCd- oder NiMH-Akkumulatoren mit einer Akkumulatorspannung

von zum Beispiel 10 V betrieben werden und mit einer integrierten Ladeeinrichtung zum Aufladen der Akkumulatoren ausgestattet sind, ermöglicht die Erfindung durch die integrierte Regelschaltung den Einsatz eines Lithium-Ionen-Akkumulators mit einer höher liegenden Akkumulatorspannung auf eine Weise, welche die Ladefunktion gewährleistet ohne Änderungen am Gerät selbst vornehmen zu müssen.

Zum Bereitstellen der Akkumulatorspannung am Ausgang des Akkumulators umfasst die Regelschaltung vorteilhaft einen entsprechenden steuerbaren Schalter, mittels dessen die Akkumulatorspannung auf den Ausgang geschaltet oder von diesem getrennt werden kann. Zum Aufladen des Akkumulators umfasst die Regelschaltung ferner mit Vorteil eine steuerbare Ladeschaltung, welche vorzugsweise einen Spannungswandler umfasst, um die externe Spannung in eine höhere, zum Aufladen des Akkumulators geeignete Spannung wandelt.

Der Begriff Akkumulatorspannung bezeichnet die Spannung, welche von der zumindest einen elektrochemischen Zelle des Akkumulators geliefert wird und mittels des steuerbaren Schalters wahlweise auf den Ausgang des Akkumulators gelegt werden kann.

Zum Überwachen der am Ausgang des Akkumulators anliegenden Spannung weist die Regelschaltung bevorzugt zumindest einen Komparator auf, welcher dazu ausgebildet ist, die am Ausgang des Akkumulators anliegende Spannung mit einer Referenzspannung zu vergleichen. Es können insbesondere auch zwei Komparatoren vorgesehen sein, wobei der erste Komparator anspricht, wenn die überwachte Spannung unterhalb einer Referenzspannung liegt und der zweite Komparator, wenn die überwachte Spannung oberhalb einer Referenzspannung liegt.

Da der Aufladevorgang des Akkumulators und/oder das Bereitstellen der Akkumulatorspannung am Ausgang des Akkumulators von der Regelschaltung in Abhängigkeit davon geregelt wird, ob die externe Spannung anliegt, ist der
5 zumindest eine Komparator bevorzugt dazu ausgebildet, den steuerbaren Schalter und/oder die steuerbare Ladeschaltung anzusteuern.

10 Insbesondere ist die Regelschaltung vorteilhaft dazu ausgebildet, bei Erkennen einer am Ausgang des Akkumulators anliegenden Spannung unterhalb einer Referenzspannung die Akkumulatorspannung an den Ausgang des Akkumulators zu
15 legen und den Aufladevorgang des Akkumulators durch die Ladeschaltung zu unterbrechen. Entsprechend ist die Regelschaltung vorteilhaft dazu ausgebildet, bei Erkennen einer am Ausgang des Akkumulators anliegenden Spannung oberhalb der Referenzspannung die Akkumulatorspannung von dem Ausgang des Akkumulators zu trennen und den
20 Aufladevorgang des Akkumulators mittels der Ladeschaltung auszuführen.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Regelschaltung zumindest ein Zeitglied, welches
25 zwischen den zumindest einen Komparator und den steuerbaren Schalter und/oder die steuerbare Ladeschaltung geschaltet und dazu ausgebildet ist, das Steuersignal des Komparators um eine vorgegebene Verzögerungszeit zu verzögern.

30 Insbesondere wird bei Erkennen einer am Ausgang des Akkumulators anliegenden Spannung oberhalb der Referenzspannung dasjenige Steuersignal des Komparators mittels eines entsprechenden Zeitglieds um eine vorgegebene Verzögerungszeit verzögert, welches zum Trennen der
35 Akkumulatorspannung vom Ausgang des Akkumulators dient und

insbesondere den zu diesem Zweck vorgesehenen steuerbaren Schalter ansteuert. Auf diese Weise wird erreicht, dass die Akkumulatorspannung in zyklischen Abständen vom Ausgang des Akkumulators getrennt wird, um zu überprüfen, ob die
5 unterhalb der Akkumulatorspannung liegende externe Spannung am Ausgang anliegt.

Vorzugsweise wird durch ein zweites Zeitglied das Ausführen des Aufladevorgangs des Akkumulators beziehungsweise das
10 Aktivieren der Ladeschaltung um eine zweite vorgegebene Verzögerungszeit verzögert, wobei diese Verzögerungszeit bevorzugt so eingestellt ist, dass der Aufladevorgang nicht vor Erkennen einer am Ausgang anliegenden externen Spannung begonnen wird. Ob eine externe Spannung am Ausgang anliegt,
15 wird dadurch erkannt, dass das Erkennen einer am Ausgang des Akkumulators anliegenden Spannung unterhalb der Referenzspannung ausbleibt, wenn die Akkumulatorspannung vom Ausgang des Akkumulators getrennt wird.

20 Um die Versorgung eines am Ausgang des Akkumulators angeschlossenen Verbrauchers zu gewährleisten, wenn die Akkumulatorspannung bei nicht anliegender externer Spannung vom Ausgang des Akkumulators getrennt wird, umfasst die Regelschaltung vorteilhaft einen Energiespeicher zum
25 Speichern elektrischer Energie, welcher insbesondere als Kondensator ausgebildet ist.

Durch die beschriebene Regelschaltung ermöglicht die Erfindung generell in besonders vorteilhafter Weise das
30 Betreiben eines Akkumulators in einem elektrischen Gerät, welches zumindest zeitweise an eine Spannungsversorgung angeschlossen wird, wobei im angeschlossenen Zustand die Spannungsversorgung sowohl zum Betreiben des elektrischen Gerätes als auch zum Aufladen des Akkumulators dient, das
35 elektrische Gerät jedoch zum Aufladen des Akkumulators nur

eine Spannung bereitstellt, welche zumindest unterhalb der maximalen Ladespannung des Akkumulators liegt. Dieser Anwendungsfall tritt insbesondere dann auf, wenn in einem bestehenden elektrischen Gerät ein neuer Akkumulatortyp
5 höherer Spannung eingesetzt werden soll.

Ferner können die Anforderungen an Spannung und Kapazität des Akkumulators je nach Einsatzzweck unterschiedlich sein. Daher umfasst der erfindungsgemäße Akkumulator vorteilhaft
10 zumindest zwei in Reihe geschaltete und/oder zumindest zwei parallel geschaltete Zellen. Selbstverständlich liegt auch jede andere Anzahl in Reihe und/oder parallel geschalteter Akkumulatorzellen im Rahmen der Erfindung.

15 Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betrieb eines Akkumulators mit einer schaltbar am Ausgang des Akkumulators anliegenden Akkumulatorspannung und einer zumindest zeitweise am Ausgang des Akkumulators anliegenden externen Spannung, welche unterhalb der Akkumulatorspannung
20 bei voll aufgeladenem Akkumulator liegt, umfasst das Überwachen der am Ausgang des Akkumulators anliegenden Spannung, sowie das Anlegen der Akkumulatorspannung an den Ausgang des Akkumulators und das Aufladen des Akkumulators durch die am Ausgang des Akkumulators anliegende externe
25 Spannung, wobei das Anlegen der Akkumulatorspannung und das Aufladen des Akkumulators in Abhängigkeit der überwachten Spannung erfolgt. Die zeitweise am Ausgang des Akkumulators anliegende externe Spannung wird beispielsweise von einem zeitweise an ein elektrisches Versorgungsnetz
30 angeschlossenen Netzteil bereitgestellt wird.

Das Überwachen der am Ausgang des Akkumulators anliegenden Spannung umfasst vorteilhaft das Vergleichen mit einer vorgegebenen Referenzspannung.

Vorzugsweise sieht das Verfahren vor, dass die Akkumulatorspannung an den Ausgang des Akkumulators gelegt wird und das Aufladen des Akkumulators unterbrochen wird, wenn die überwachte Spannung unter einen vorgegebenen Referenzwert fällt. Dies ist typischerweise der Fall, wenn die externe Spannung vom Ausgang des Akkumulators getrennt wird.

Wird nun die externe Spannung wiederum an den Ausgang des Akkumulators angelegt, stellt es sich als problematisch dar, dies zu erkennen, wenn die Akkumulatorspannung einen höheren Wert aufweist, als die externe Spannung, da sich der am Ausgang anliegende Spannungspegel bei diesem Vorgang nicht ändert.

Vorteilhaft wird daher zur Überprüfung, ob die externe Spannung am Ausgang des Akkumulators anliegt, die Akkumulatorspannung in zyklischen Zeitabständen vom Ausgang des Akkumulators getrennt. Nach Trennen der Akkumulatorspannung vom Ausgang des Akkumulators wird das Aufladen des Akkumulators vorzugsweise erst dann ausgeführt, wenn die überwachte Spannung über einen vorgegebenen Zeitraum oberhalb eines vorgegebenen Referenzwertes liegt beziehungsweise eine anliegende externe Spannung erkannt wurde. Dementsprechend liegt der vorgegebene Spannungs-Referenzwert vorzugsweise unterhalb des Spannungswertes der externen Spannung.

Da die externe Spannung zumindest unterhalb der maximalen Ladespannung des Akkumulators liegt, sieht das Verfahren vorteilhaft vor, dass das Aufladen des Akkumulators durch die am Ausgang des Akkumulators anliegende externe Spannung das Wandeln einer Spannung umfasst.

Ferner sieht das Verfahren vorzugsweise vor, elektrische Energie, welche insbesondere vom Akkumulator bereitgestellt wird, in einem Energiespeicher, insbesondere einem
5 Kondensator, zu speichern.

Bei der Verwendung von zumindest zwei Akkumulatoren, insbesondere von zumindest einem ersten Akkumulator und zumindest einem zweiten Akkumulator, sieht das Verfahren in
10 einer weiteren Ausführungsform vor, dass automatisch von dem zumindest ersten Akkumulator auf den zumindest zweiten Akkumulator umgeschaltet wird.

Der Erfinder hat ferner überraschend herausgefunden, dass
15 Akkumulatoren auf Basis bestimmter Lithiumionenzellen ohne die sonst für Lithiumionenzellen erforderliche Schutzschaltung betrieben werden können.

Dementsprechend wird die Aufgabe ferner durch einen
20 Akkumulator gelöst, welcher zumindest eine Lithiumionenzelle, einen elektrischen Anschluß für das Zuführen und/oder Abführen von elektrischer Energie, ein die zumindest eine Lithiumionenzelle umgebendes Gehäuse, und eine Kommunikationsschnittstelle für die Kommunikation
25 zwischen dem Akkumulator und einem zu versorgenden Verbraucher, wobei die Kommunikationsschnittstelle an die Eigenschaften der Lithiumionenzelle angepasst ist und die Lithiumionenzelle dazu ausgebildet ist, ohne Schutzschaltung betrieben zu werden.

30 Die Erfindung stellt somit einen Akkumulator auf der Basis von Lithiumionenzellen bereit, der ohne eine Schutzschaltung, welche die Zellen vor Überladen, Überentladen, und Kurzschluß schützt, betrieben werden kann. Die
35 Kommunikationsschnittstelle kann beispielsweise bevorzugt

dazu ausgebildet sein, das Smart Battery System (SBS) zu unterstützen, wobei die mit dem zu versorgenden elektrischen Gerät auszutauschenden Protokolldaten auf die Eigenschaften der verwendeten Lithiumionenzellen, welche
5 ohne Schutzschaltung betrieben werden können, angepasst sind.

Selbstverständlich läßt sich auch mit diesem Akkumulator sowie den im folgenden beschriebenen bevorzugten
10 Ausführungsformen eines solchen Akkumulators das oben beschriebene Verfahren zum Betrieb eines Akkumulators ausführen.

Vorteilhaft umfasst zumindest eine Elektrode der Lithium-
15 ionenzelle Mangan. Mit besonderem Vorteil weist die positive Elektrode der Lithiumionenzelle eine Nickel/Mangan-Mischung auf. Die Verwendung dieser Materialien verbessert signifikant die Eigenschaften der Zelle im Hinblick auf Überladen, Überentladen und
20 Kurzschluß.

Ferner ist die Lithiumionenzelle vorteilhaft als Lithium-Polymer-Zelle ausgebildet. Akkumulatorzellen auf Polymerbasis, beispielsweise mit einer festen oder
25 gelartigen, polymeren Elektrolytschicht, ermöglichen die Fertigung von dünnen Folienbatterien und damit eine günstige Formgestaltung für den Einbau in transportable Geräte.

Vorteilhaft weist die Lithiumionenzelle eine maximale Spannung von etwa 4,2 V und eine Nominalspannung von etwa 3,7 V auf. Selbstverständlich können eine beliebige Anzahl von Lithiumionenzellen innerhalb des Akkumulators in Reihe und/oder parallel zusammengeschaltet werden, um den
35 Akkumulator an verschiedene Anwendungszwecke anzupassen.

Dementsprechend umfasst ein erfindungsgemäßer Akkumulator vorteilhaft zumindest zwei in Reihe geschaltete und/oder zumindest zwei parallel geschaltete Lithiumionenzellen.

5 Besonders bevorzugt erfüllt die zumindest eine Lithiumionenzelle den Sicherheitsstandard gemäß UL 1642. Insbesondere bei Einhaltung dieses Sicherheitsstandards durch die Lithiumionenzelle ist eine in den Akkumulator integrierte Schutzschaltung nicht erforderlich.

10

Um den Akkumulator zur Versorgung mobiler elektrischer Geräte, insbesondere im Außenbereich, einzusetzen, muss der Akkumulator auch bei niedrigen Temperaturen einsetzbar sein. Dementsprechend ist die zumindest eine

15

Lithiumionenzelle vorzugsweise zum Entladen in einem Betriebstemperaturbereich von wenigstens 0° bis 40° C, insbesondere -10° bis 50° C, insbesondere -20° bis 60 °C, geeignet. Analog ist die Lithiumionenzelle vorteilhaft zum Aufladen in einem Betriebstemperaturbereich von wenigstens
20 10° bis 40° C, insbesondere 5° bis 45° C, insbesondere 0° bis 50 °C, geeignet.

25

Um den Akkumulator in Fahrzeugen, insbesondere vibrationsstarken Fahrzeugen wie beispielsweise Helikoptern oder Flugzeugen einzusetzen, weist die Lithiumionenzelle vorzugsweise eine Vibrationsbeständigkeit gemäß EN 1789 auf.

30

Ferner weist die Lithiumionenzelle eine Anfangskapazität von vorzugsweise wenigstens 1400 mAh, insbesondere wenigstens 1600 mAh, insbesondere wenigstens 1800 mAh, insbesondere wenigstens 2000 mAh, auf, um eine ausreichende Betriebsdauer des Akkumulators zu gewährleisten.

Die Lithiumionenzelle erlangt vorzugsweise über eine hohe Anzahl von Lade- und Entladezyklen einen hohen Prozentsatz ihrer Anfangskapazität, um eine hohe Lebensdauer des Akkumulators zu gewährleisten. Dementsprechend weist die

5 Lithiumionenzelle vorteilhaft nach etwa 500 Ladezyklen bei einem durchschnittlichen Entladestrom von 1,5 A und einer Entladung auf eine Akkumulatorspannung von etwa 3 V eine Kapazität von wenigstens 60%, insbesondere 70%, insbesondere 80%, der Anfangskapazität auf. Ferner weist

10 die Lithiumionenzelle vorteilhaft nach etwa 500 Ladezyklen bei einem durchschnittlichen Entladestrom von 4,5 A und einer Entladung auf eine Akkumulatorspannung von etwa 3 V eine Kapazität von wenigstens 40%, insbesondere 50%, insbesondere 60%, der Anfangskapazität auf.

15 Um elektrische Geräte mit einem hohen Strombedarf, wie beispielsweise Defibrillatoren, zu versorgen, weist die Lithiumionenzelle einen maximalen Entladestrom von wenigstens 10 A, insbesondere 30 A, insbesondere 50 A, auf.

20 Des weiteren sieht die Erfindung eine Akkumulator-Anordnung vor, welche zumindest einen ersten und einen zweiten Akkumulator wie oben beschrieben umfasst, sowie einen Anschluss für das Zuführen und/oder Abführen von

25 elektrischer Energie, und eine elektronische Baugruppe, welche dazu ausgebildet ist, bei Entladen der Akkumulator-Anordnung den zweiten Akkumulator nur zu entladen, wenn der erste Akkumulator vollständig entladen ist. Hierdurch wird eine deutlich höherer Lebensdauer des zweiten Akkumulators

30 erreicht, da dieser typischerweise weniger Ladezyklen durchläuft als der erste Akkumulator. Damit erhöht sich die Gesamt-Verfügbarkeit des Gerätes, in dem die Akkumulator-Anordnung eingesetzt wird, erheblich.

Ein erfindungsgemäßer Akkumulator ist besonders vorteilhaft einsetzbar in elektrischen Geräten, welche einen hohen Entladestrom und eine hohe Verfügbarkeit erfordern. Die Erfindung umfasst daher ferner ein medizinisches Gerät, insbesondere mit einer Einrichtung zur Überwachung der Herzfunktionen und/oder einem Defibrillator, welches einen Akkumulator und/oder eine Akkumulator-Anordnung wie oben beschrieben umfasst. Ein erfindungsgemäßes medizinisches Gerät umfasst vorteilhaft ein integriertes Netzteil, welches an ein elektrisches Versorgungsnetz anschließbar ist. In einer weiteren Ausführungsform kann bereits der erfindungsgemäße Akkumulator zumindest ein Netzteil umfassen. Das Netzteil ist vorzugsweise in oder an dem Gehäuse des Akkumulators integriert bzw. angeordnet.

Weiterhin sieht die Erfindung ein Ladegerät vor, welches dazu ausgebildet ist, einen oben beschriebenen Akkumulator aufzuladen.

Der oben beschriebene auf Lithiumionenzellen basierende Akkumulator und die entsprechende Akkumulator-Anordnung weisen eine Reihe vorteilhafter Eigenschaften gegenüber herkömmlichen Akkumulatoren auf. Hierzu gehören eine erhöhte mechanische Stabilität, eine Einsatzfähigkeit in einem größeren Temperaturbereich, eine erhöhte Lagerfähigkeit, eine längere Betriebszeit, sowie ein hoher konstanter Entladestrom.

Dementsprechend eignet sich ein erfindungsgemäßer Akkumulator und/oder Akkumulator-Anordnung besonders vorteilhaft zur Verwendung in einem medizinischen Gerät, welches insbesondere eine Einrichtung zur Überwachung der Herzfunktionen und/oder einen Defibrillator umfasst. Durch den Einsatz eines erfindungsgemäßen Akkumulators beispielsweise in einem Defibrillator/Monitor-System vom

Typ LifePak 12 der Firma Medtronic kann die Betriebszeit von derzeit etwa 2,5 h bei Verwendung eines NiCd-Akkumulators auf etwa 5,5 h bei Verwendung eines erfindungsgemäßen 3s3p-Akkumulators (3s3p: Drei
5 Lithiumionenzellen seriell und drei parallel geschaltet) und auf etwa 11 h bei Verwendung einer Akkumulator-Anordnung mit zwei Akkumulatoren erhöht werden.

Bei der Verwendung von zumindest zwei Akkumulatoren,
10 insbesondere von zumindest einem ersten Akkumulator und zumindest einem zweiten Akkumulator, umfasst das medizinische Gerät in einer Ausführungsform Mittel zum Feststellen der Akkumulatorspannung und/oder Mittel zum automatischen Umschalten von dem zumindest ersten
15 Akkumulator auf den zumindest zweiten Akkumulator. Beispielsweise wird der erste Akkumulator zum allgemeinen Betrieb des medizinischen Gerätes und der zweite als Ersatz- oder Notakkumulator verwendet. Der Notakkumulator wird erst dann eingesetzt, wenn der erste Akkumulator zum
20 Betrieb des medizinischen Gerätes keine ausreichende Leistung mehr bereitstellt. Ist der erste Akkumulator nicht in der Lage, die erforderliche Leistung bereitzustellen, weil er beispielsweise bereits in Benutzung war und nicht mehr ausreichend geladen ist, wird erfindungsgemäß
25 automatisch auf den zweiten Akkumulator umgeschaltet. Ein Anwender des medizinischen Gerätes muß nicht erst den Zustand des ersten Akkumulators prüfen oder sogar einen manuellen Wechsel oder ein manuelles Schalten auf den zweiten Akkumulator vornehmen. Somit kann beispielsweise im
30 Fall einer zeitkritischen Reanimation, welche die Verwendung eines Defibrillators erfordert, durch das automatische Umschalten auf den geladenen Akkumulator wertvolle Zeit gewonnen werden.

In einer Ausführungsform können die Mittel zum automatischen Schalten von dem zumindest ersten Akkumulator auf den zumindest zweiten Akkumulator auch bereits in der erfindungsgemäßen Akkumulator-Anordnung beinhaltet sein.

5

Um ein vereinfachtes Auffinden und/oder Identifizieren des Akkumulators, der Akkumulator-Anordnung, des medizinischen Geräts und/oder des Ladegeräts zu ermöglichen, ist vorzugsweise eine Signalfarbe bzw. eine für das menschliche
10 Auge deutlich wahrzunehmende Farbe auf den vorstehend angegebenen Einrichtungen aufgebracht. Um das Auffinden und Identifizieren auch in Dunkelheit zu ermöglichen, kann die aufgebrachte Farbe eine Leuchtfarbe sein, welche entsprechende Leuchtstoffe als Bestandteile umfasst.

15

Als Alternative oder als Ergänzung können die im vorstehenden Absatz genannten Einrichtungen zumindest eine Lichtquelle, beispielsweise ein LED, aufweisen. Die Lichtquelle kann hierbei kontinuierlich Licht aussenden
20 oder, um die Signalwirkung zu erhöhen, das Licht in Form kurzer, vorzugsweise periodischer, Lichtpulse oder blinkend aussenden.

Als weitere Alternative oder als weitere Ergänzung zu den
25 vorstehend beschriebenen Ausführungsformen können die genannten Einrichtungen zumindest eine Schallquelle aufweisen. Die Schallquelle kann hierbei kontinuierlich Schall, insbesondere zumindest einen Ton, aussenden oder, um die Signalwirkung zu erhöhen, den Schall in Form kurzer,
30 vorzugsweise periodischer, Schallpulse aussenden. In einer Ausführungsform weist die genannte Schallquelle zudem Mittel zum Erfassen eines akustischen Signals, vorzugsweise einer Tonfolge, auf. Die Schallquelle beginnt mit dem Aussenden erst nach dem Erfassen dieses akustischen

Signals, welches beispielsweise von einem Anwender des medizinischen Gerätes ausgesendet wird.

Die Lichtquelle und/oder die Schallquelle weist bzw. weisen
5 zur Versorgung insbesondere zumindest einen eigenen Akkumulator auf, der beispielsweise auch über den erfindungsgemäßen Ladevorgang geladen werden kann.

Durch die vorteilhaften Eigenschaften liegt ferner eine
10 Verwendung eines oben beschriebenen medizinischen Gerätes in einem Rettungsfahrzeug, insbesondere einem Rettungswagen oder Rettungshubschrauber, ebenfalls im Rahmen der Erfindung.

15 Weiterhin kann ein erfindungsgemäßes medizinisches Gerät beispielsweise vorteilhaft in öffentlichen Einrichtungen, in Off-Shore-Einrichtungen, in Sportstätten, in Bahnhöfen oder auf Flugfeldern verwendet werden. Bei diesen Verwendungsmöglichkeiten kommt insbesondere der größere
20 Temperaturbereich zum Tragen, bei dem ein medizinisches Gerät mit einem erfindungsgemäßen Akkumulator betrieben werden kann.

Durch die lange Lagerfähigkeit eines erfindungsgemäßen
25 Akkumulators ist auch der Einsatz in Defibrillator- und/oder Monitor-Vorrichtungen von Vorteil, welche für Notfälle beispielsweise in Sportstätten oder Bahnhöfen installiert sind und herkömmlich mit Einwegbatterien, zum Beispiel Trockenbatterien, ausgerüstet sind.

30 Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsformen und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Dabei bezeichnen gleiche Bezugszeichen in den Zeichnungen gleiche oder ähnliche
35 Teile.

Es zeigen:

- 5 Fig. 1.a schematisch eine Regelschaltung zum Regeln des
Auf- und Entladens eines erfindungsgemäßen
Akkumulators bei Betrieb mit einer zumindest
teilweise am Ausgang des Akkumulators anliegenden
externen Spannung,
- 10 Fig. 1.b schematisch eine Regelschaltung zum Regeln des
Aufladens eines erfindungsgemäßen Akkumulators bei
Betrieb mit einer zumindest teilweise am Ausgang
des Akkumulators anliegenden externen Spannung,
- 15 Fig. 1.c eine erweiterte Ausführungsform der Regelschaltung
aus Fig. 1.b,
- Fig. 2 ein schematisches Funktionsdiagramm der in Fig.
1.a dargestellten Regelschaltung ,
- 20 Fig. 3 eine schematische Darstellung einer ersten
Ausführungsform eines erfindungsgemäßen
Akkumulators,
- Fig. 4 eine schematische Darstellung einer zweiten
Ausführungsform eines erfindungsgemäßen
25 Akkumulators, welche zum Zusammenschalten mehrerer
Akkumulatoren ausgebildet ist,
- Fig. 5 eine schematische Darstellung zweier zusammen-
geschalteter Akkumulatoren,
- Fig. 6 eine schematische Darstellung einer dritten
30 Ausführungsform eines erfindungsgemäßen
Akkumulators, welche eine Verschleißanzeige
umfasst,
- Fig. 7 schematisch ein Diagramm der Ladecharakteristik
einer bevorzugt in einem erfindungsgemäßen
35 Akkumulator eingesetzten Lithiumionenzelle,

- Fig. 8 schematisch ein Diagramm der Entladekapazität in Abhängigkeit des Entladestroms einer bevorzugt in einem erfindungsgemäßen Akkumulator eingesetzten Lithiumionenzelle,
- 5 Fig. 9 schematisch ein Diagramm der Entladekapazität in Abhängigkeit der Temperatur einer bevorzugt in einem erfindungsgemäßen Akkumulator eingesetzten Lithiumionenzelle,
- 10 Fig. 10 schematisch ein Diagramm mit Entladekurven bei unterschiedlichen Entladeströmen einer bevorzugt in einem erfindungsgemäßen Akkumulator eingesetzten Lithiumionenzelle,
- Fig. 11 schematisch ein Diagramm mit Entladekurven bei unterschiedlichen Temperaturen einer bevorzugt in einem erfindungsgemäßen Akkumulator eingesetzten Lithiumionenzelle,
- 15 Fig. 12 schematisch ein Diagramm der Kapazität einer bevorzugt in einem erfindungsgemäßen Akkumulator eingesetzten Lithiumionenzelle in Abhängigkeit der Ladezyklen bei einem Entladestrom von 1,5 A,
- 20 Fig. 13 schematisch ein Diagramm der Kapazität einer bevorzugt in einem erfindungsgemäßen Akkumulator eingesetzten Lithiumionenzelle in Abhängigkeit der Ladezyklen bei einem Entladestrom von 4,5 A.
- 25
- Fig. 1.a zeigt ein schematisches Blockschaltbild einer Regelschaltung zum Regeln des Auf- und Entladens eines erfindungsgemäßen Akkumulators bei Betrieb mit einer zumindest teilweise am Ausgang 30 des Akkumulators anliegenden externen Spannung 20, welche zumindest bei voll aufgeladenem Akkumulator niedriger ist als die Akkumulatorspannung 10.

Im Folgenden wird die in Fig. 1.a dargestellte
35 Regelschaltung in Verbindung mit dem zugehörigen, in Fig. 2

dargestellten Funktionsdiagramm beschrieben. In dem Funktionsdiagramm in Fig. 2 sind in Abhängigkeit der Zeit die externe Spannung 220, die am Ausgang des Akkumulators anliegende Spannung 210, sowie die jeweiligen
5 Schaltzustände 230 bzw. 240 des Entladeschalters 70 bzw. der Ladeschaltung 80 dargestellt.

Zum Anfangszeitpunkt des in Fig. 2 dargestellten Funktionsdiagramms hat der Entladeschalter den
10 Schaltzustand AN, d.h. die Akkumulatorspannung 10 liegt am Ausgang 30 an und entspricht daher der Ausgangsspannung 210. Die Ladeschaltung hat zu diesem Zeitpunkt den Schaltzustand AUS, d.h. der Akkumulator wird nicht aufgeladen. Ferner liegt die externe Spannung 20 am Ausgang
15 30 an, in Fig. 2 dargestellt durch den Spannungsverlauf 220 der externen Spannung. Für die externe Spannung ist ein Sollbereich in Fig. 2 dargestellt.

Die Referenzspannung 40, welche unterhalb der externen
20 Spannung 20 liegt, ist ebenfalls auch in Fig. 2 durch eine entsprechende Linie dargestellt. Zum Anfangszeitpunkt liegt die am Ausgang anliegende Spannung oberhalb der Referenzspannung. Der Komparator 54 hat bereits zu einem Zeitpunkt vor dem Anfangszeitpunkt auf diesen Zustand
25 angesprochen und ein Steuersignal generiert. Dieses Steuersignal wurde durch das Verzögerungsglied 62 um die Zeit T_1 verzögert und in diesem Beispiel zum Zeitpunkt t_1 weitergeleitet. Durch das Steuersignal wird der Entladeschalter 70 in den Schaltzustand AUS geschaltet und
30 am Ausgang 30 liegt somit die externe Spannung 20 an. Durch ein zweites Verzögerungsglied 64 wird das Steuersignal Komparators 54 um eine weitere Verzögerungszeit T_2 verzögert und zum Zeitpunkt t_2 zu der Ladeschaltung 80 geleitet und diese in den Schaltzustand AN geschaltet, um

den Akkumulator mittels der anliegenden externen Spannung 20 aufzuladen.

5 Wird, wie in diesem Beispiel zum Zeitpunkt t_3 , die externe Spannung 20 abgeschaltet und fällt diese auf Null, wird ein Abfallen der am Ausgang anliegenden Spannung durch einen beispielweise als Kondensator ausgebildeten Energiespeicher 90 gepuffert. Dennoch fällt die am Ausgang 30 anliegende Spannung 210 zum Zeitpunkt t_4 unter die Referenzspannung 10 40. Dadurch spricht der Komparator 52 an und schaltet unverzüglich den Entladeschalter 70 in den Schaltzustand AN und die Ladeschaltung in den Schaltzustand AUS. Zum Zeitpunkt t_5 liegt somit am Ausgang 30 wiederum die Akkumulatorspannung 10 an.

15 Sobald die Ausgangsspannung 210 wieder oberhalb der Referenzspannung 40 liegt, spricht wiederum der Komparator 54 an und schaltet den Entladeschalter 70 nach der Verzögerungszeit T_1 in den Schaltzustand AUS, wodurch die Spannung am Ausgang 30 wiederum abfällt. Solange die 20 externe Spannung 220 jedoch auf Null bzw. unterhalb der Referenzspannung 40 liegt, fällt die Ausgangsspannung wiederum unter die Referenzspannung 40 und es schaltet wiederum der Komparator 52, und zwar vor Ablauf der 25 Verzögerungszeit T_2 , der Aufladevorgang des Akkumulators wird daher nicht gestartet.

Liegt die externe Spannung 20 aber wieder am Ausgang 30 an, wenn durch den Komparator 52 der Entladeschalter 70 zum 30 Zeitpunkt t_6 in den Schaltzustand AUS geschaltet wird, so fällt die Ausgangsspannung 210 nicht unter die Referenzspannung 40 und der Aufladevorgang wird nach der Verzögerungszeit T_2 wieder aufgenommen.

Fig. 1.b zeigt schematisch eine weitere Regelschaltung insbesondere zum Aufladen eines erfindungsgemäßen Akkumulators. Die Regelschaltung umfasst einen integrierten Schaltkreis 925 zum Überwachen der Spannung beim Ladevorgang. Der gezeigte Schaltkreis 925 besitzt beispielhaft zwei Kanäle, von denen nur ein Kanal, in der Figur der obere Kanal, verwendet wird. Dazu wird der Akkumulator 102 oder zumindest eine Zelle des Akkumulators 102 mit einem Netzteil 980 verbunden. Die angelegte Betriebsspannung des Netzteils 980 oder die externe Spannung 20 wird über die als Spannungsteiler wirkenden Widerstände 901, 902 und 903 oder R1, R2 und R3 auf eine für einen Komparator 910 angepaßte Größenordnung reduziert.

Der Komparator 910 vergleicht die reduzierte Spannung mit einer Referenz- oder Vergleichsspannung 920, welche beispielsweise wie vorliegend einen Wert von etwa 1,3 V hat. Solange die reduzierte Spannung kleiner als die Vergleichsspannung 920 ist, wird über einen verstärkenden Inverter 930 und einen MOS-FET 941 der Ausgang des Schaltkreises 925 auf „High“ gesetzt. Dadurch wird über den Basiswiderstand bzw. den Widerstand 904 oder R4 ein Transistor 950 an- oder durchgesteuert und somit ein Relais 960 geschaltet. Im Detail spricht der Transistor 950 die zum Relais 960 gehörende Spule 960 an und die Leitung 915 zwischen dem Netzteil 980 und den Zellen des Akkumulators 102 wird durch das Relais 960 geschlossen. Die Betriebsspannung liegt nun über den Relaiskontakt 960 auch an den zu ladenden Zellen des Akkumulators 102 an.

Vorzugsweise beträgt die Betriebsspannung etwa 12,25 V. Steigt die Spannung auf einen Wert von größer als 12,25 V, wird dies über die als Spannungsteiler wirkenden Widerstände R1, R2 und R3 detektiert und der Ausgang des Schaltkreises 928 auf „Low“ gesetzt, so daß das Relais 960

schaltet und die Leitung 915 und somit das Laden unterbrochen wird. Dadurch wird eine Schädigung der Zellen des Akkumulators 102 durch eine überhöhte Betriebsspannung vermieden.

5

Der am MOS-FET 941 und an der Leitung 915 angeschlossene Widerstand 905 oder R5 bilden zusammen mit der Diode 970 eine Schutzschaltung für den gezeigten integrierten Schaltkreis 925 und/oder das gesamte gezeigte System.

10 Vorzugsweise ist die Diode 970 als eine in Sperrrichtung betriebene sogenannte Zener-Diode oder Z-Diode ausgebildet. Die Diode 970 ist derart gewählt, dass deren Z-Spannung an die kritische Spannung des Systems oder des Schaltkreises 925 angepaßt ist. Sobald die Betriebsspannung einen für den
15 Schaltkreis 925 oder das System schädlichen Spannungswert überschreitet, zeigt die Diode 970 einen stark verringerten Widerstand, führt die Betriebsspannung des Netzteils 980 über den Widerstand R5 auf Erdpotential und schützt somit den Schaltkreis vor einer möglichen Schädigung. In einer
20 bevorzugten Ausführungsform weist die Z-Diode eine Z-Spannung von etwa 15 V auf.

Fig. 1.c zeigt eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Regelschaltung. Die Schaltung entspricht
25 der in Figur 1.b gezeigten Schaltung und ist mit dem Widerstand 906 oder R6 und einer Diode 971 erweitert, welche parallel zum Relais 960 abgeordnet sind. Über die Diode 971 kann das Netzteil 980 oder ein angeschlossener Defibrillator auch bei geöffnetem Schalter, hier bei
30 geöffnetem Relais 960, feststellen, ob der Akkumulator 102 angeschlossen ist. Anstelle des in den Figuren 1.b und 1.c gezeigten Relais 960 kann auch ein anderes Bauteil mit geeigneter Funktion zum Herstellen der Verbindung zwischen Netzteil 980 und Akkumulator 102, wie beispielsweise ein
35 MOS-FET, verwendet werden.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Akkumulators 102, welcher drei in Serie geschaltete Lithiumionenzellen 110 auf Mangan-Basis aufweist. Vorteilhaft sind ferner zur Erhöhung der Kapazität des Akkumulators jeweils drei Zellen parallel geschaltet, dies ist jedoch in Fig. 3 nicht dargestellt. Der Akkumulator weist in diesem Ausführungsbeispiel eine elektronische Baugruppe 120 auf, welche zur Kommunikation mit dem zu versorgenden elektrischen Gerät dient. Vorteilhaft kann die elektronische Baugruppe 120 ferner eine Regelschaltung wie oben beschrieben umfassen. Der Anschluss-Stecker 130 des Akkumulators 102 umfasst Anschlusskontakte 132 und 134 zum Zu- oder Abführen elektrischer Energie, sowie eine Kommunikationsschnittstelle 136 zum uni- oder bidirektionalen Austausch von Protokolldaten. Hierdurch sind individuelle, dem Akkumulator 102 zugeordnete Informationen abrufbar und/oder in einem Speicher der elektronischen Baugruppe 120 ablegbar. Die Kommunikationsschnittstelle bzw. die ausgetauschten Protokolldaten sind auf die Eigenschaften der verwendeten Lithiumionenzellen angepasst, welche ohne Schutzschaltung betrieben werden können.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Akkumulators 104, welche zum Zusammenschalten mehrerer Akkumulatoren ausgebildet ist. Zu diesem Zweck weist der Akkumulator 104 zusätzlich eine Anschluss-Buchse 140 auf, umfassend Anschlusskontakte 142 und 144 zum Zu- oder Abführen elektrischer Energie, sowie eine Kommunikations-schnittstelle 146 zum uni- oder bidirektionalen Austausch von Daten. Die Anschluss-Buchse 140 ist ferner dazu ausgebildet, einen Anschluss-Stecker 130 aufzunehmen. Auf diese Weise können zumindest zwei gleichartige

Akkumulatoren 104 zu einer zusammengeschaltet werden. Der Akkumulator 104 weist zusätzlich eine weitere elektronische Baugruppe 150 auf. Im Zusammenwirken sind die Baugruppen 120 und 150 dazu ausgebildet, die zusammengeschalteten
5 Akkumulatoren kaskadierend zu entladen und/oder aufzuladen. Beispielsweise bei zwei zusammengeschalteten Akkumulatoren 104 und 104', wie in Fig. 5 dargestellt, sind die Baugruppen 120 und 150 jeweils dazu ausgebildet, bei Entladen über den Anschluss des Akkumulators 104 den
10 Akkumulator 104' nur zu entladen, wenn der Akkumulator 104 bereits vollständig entladen ist.

Fig. 6 zeigt eine weitere vorteilhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Akkumulators, welche eine
15 Ladezustandsanzeige 300 umfasst, die in diesem Ausführungsbeispiel den aktuellen Ladezustand des Akkumulators mittels Leuchtdioden 310 anzeigt. Optional kann die Anzeige über einen Druckschalter 320 bei Bedarf aktiviert werden. Zusätzlich zur Anzeige des aktuellen
20 Ladezustands des Akkumulators ist in diesem Ausführungsbeispiel eine weitere Leuchtdiode 330 als Verschleißanzeige vorgesehen, welche beispielsweise das Erreichen einer vorgegebenen Anzahl von Ladezyklen des Akkumulators anzeigt. Für die Verschleißanzeige können auch mehrere
25 Leuchtdioden vorgesehen sein, welche in Abhängigkeit der bereits absolvierten Ladezyklen aktiviert werden. Selbstverständlich liegt auch jede andere geeignete Art der optischen oder nicht-optischen Anzeige des Ladezustands und/oder der Ladezyklen des Akkumulators im Rahmen der
30 Erfindung.

In den Fig. 7 bis 13 sind verschiedene Eigenschaften von Lithiumionenzellen auf Manganbasis dargestellt, welche bevorzugt in einem erfindungsgemäßen Akkumulator verwendet
35 werden.

Fig. 7 zeigt schematisch ein Diagramm der Lade-
charakteristik der Lithiumionenzelle. Dargestellt sind
Ladespannung 410, Ladekapazität 420 sowie Ladestrom 430.

5

Fig. 8 zeigt schematisch ein Diagramm der Entladekapazität
510 in Abhängigkeit des Entladestroms der Lithiumionenzelle
bei einer Temperatur von 23° C, wobei die Zelle bei einer
Spannung von 4,2 V und einem Ladestrom von 1A über 3 h
10 aufgeladen wurde und der Entladevorgang bei 3,0 V
abgebrochen wird.

Fig. 9 zeigt schematisch ein Diagramm der Entladekapazität
520 in Abhängigkeit der Temperatur der Lithiumionenzelle,
wobei die Zelle bei einer Spannung von 4,2 V und einem
15 Ladestrom von 1A über 3 h aufgeladen wurde und der
Entladevorgang mit einem Entladestrom von 1,5 A erfolgt und
bei 3,0 V abgebrochen wird.

Fig. 10 zeigt schematisch ein Diagramm mit Entladekurven
20 610, 620 630, 640 und 650 der Lithiumionenzelle bei
unterschiedlichen Entladeströmen.

Fig. 11 zeigt schematisch ein Diagramm mit Entladekurven
710, 720 730, 740 und 750 der Lithiumionenzelle bei
25 unterschiedlichen Temperaturen.

Fig. 12 zeigt schematisch ein Diagramm der Kapazität 810
der Lithiumionenzelle in Abhängigkeit der Anzahl der
Ladezyklen bei einem Entladestrom von 1,5 A, Fig. 13 zeigt
30 entsprechend ein schematisches Diagramm der Kapazität 820
der Lithiumionenzelle in Abhängigkeit der Anzahl der
Ladezyklen bei einem Entladestrom von 4,5 A.

Bezugszeichenliste

	10	Akkumulatorspannung
	20	Externe Spannung
5	30	Ausgangsspannung
	40	Referenzspannung
	52	Erster Komparator
	54	Zweiter Komparator
	62	Erstes Verzögerungsglied
10	64	Zweites Verzögerungsglied
	70	Entladeschalter
	80	Ladeschaltung
	90	Energiespeicher
	102	Akkumulator
15	104, 104'	erweiterbarer Akkumulator
	106	Akkumulator mit Verschleißanzeige
	110	Lithiumionenzelle
	120	Elektronische Baugruppe
	130	Anschluß-Stecker
20	132, 134	Anschlußkontakte zum Zu- oder Abführen elektrischer Energie
	136	Kommunikationsschnittstelle
	141	Anschluß-Buchse
	142, 144	Anschlußkontakte zum Zu- oder Abführen elektrischer Energie
25		
	146	Kommunikationsschnittstelle
	150	Elektronische Baugruppe
	210	Ausgangsspannung des Akkumulators
	220	Externe Spannung
30	230	Schaltzustand des Entladeschalters
	240	Schaltzustand der Ladeschaltung
	300	Ladezustandsanzeige
	310	Leuchtdiode
	320	Schalter

	330	Leuchtdiode zur Verschleißanzeige
	410	Ladespannung
	420	Ladekapazität
	430	Ladestrom
5	510, 520	Entladekapazität
	610 - 650	Entladekurven
	710 - 750	Entladekurven
	810, 820	Kapazität
	901 - 906	Widerstände R1 bis R6
10	910	Komparator
	915	Leitung
	920	Vergleichsspannung
	925	Schaltkreis oder integrierter Schaltkreis
	930	Inverter
15	940, 941	MOS-FET
	950	Transistor
	960	Relais
	970, 971	Diode
	980	Netzteil
20	t1-t6	Zeitpunkte
	T1, T2	Verzögerungszeiten

Patentansprüche

1. Akkumulator zum Betrieb mit einer zumindest zeitweise
am Ausgang des Akkumulators anliegenden externen Spannung,
5 welche unterhalb der Ausgangsspannung des Akkumulators in
dessen voll aufgeladenem Zustand liegt, umfassend
- zumindest eine ladbare elektrochemische Zelle,
- einen elektrischen Anschluss am Ausgang des Akkumulators
für das Zuführen und/oder Abführen von elektrischer
10 Energie,
- ein die zumindest eine ladbare elektrochemische Zelle
umgebendes Gehäuse, und
- eine Regelschaltung zum Regeln des Aufladevorgangs des
Akkumulators und/oder des Bereitstellens der
15 Akkumulatorspannung am Ausgang des Akkumulators.
2. Akkumulator nach Anspruch 1, wobei die zumindest
zeitweise am Ausgang des Akkumulators anliegende externe
Spannung von einem zumindest zeitweise an ein elektrisches
20 Versorgungsnetz angeschlossenes Netzteil bereitgestellt
wird.
3. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei die Regelschaltung innerhalb des Gehäuses angeordnet
25 ist.
4. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei die Regelschaltung einen steuerbaren Schalter zum
Bereitstellen der Akkumulatorspannung am Ausgang des
30 Akkumulators umfasst.
5. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei die Regelschaltung eine steuerbare Ladeschaltung zum
Aufladen des Akkumulators umfasst.

6. Akkumulator nach Anspruch 5, wobei die Ladeschaltung einen Spannungswandler umfasst.

5 7. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Regelschaltung zumindest einen Komparator umfasst, welcher dazu ausgebildet ist, die am Ausgang des Akkumulators anliegende Spannung mit einer Referenzspannung zu vergleichen.

10

8. Akkumulator nach Anspruch 7, wobei der zumindest eine Komparator dazu ausgebildet ist, den steuerbaren Schalter und/oder die steuerbare Ladeschaltung anzusteuern.

15 9. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Regelschaltung dazu ausgebildet ist, bei Erkennen einer am Ausgang des Akkumulators anliegenden Spannung unterhalb der Referenzspannung die Akkumulatorspannung an den Ausgang des Akkumulators zu legen und den
20 Aufladevorgang des Akkumulators durch die Ladeschaltung zu unterbrechen.

10. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Regelschaltung dazu ausgebildet ist, bei Erkennen
25 einer am Ausgang des Akkumulators anliegenden Spannung oberhalb der Referenzspannung die Akkumulatorspannung von dem Ausgang des Akkumulators zu trennen und den Aufladevorgang des Akkumulators mittels der Ladeschaltung auszuführen.

30

11. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche, ferner umfassend zumindest ein Zeitglied, welches zwischen den zumindest einen Komparator und den steuerbaren Schalter und/oder die steuerbare Ladeschaltung geschaltet ist, und

dazu ausgebildet ist, das Steuersignal des Komparators um eine vorgegebene Verzögerungszeit zu verzögern.

12. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche,
5 wobei die Regelschaltung einen Energiespeicher zum Speichern elektrischer Energie umfasst, welcher insbesondere als Kondensator ausgebildet ist.

13. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche,
10 umfassend zumindest zwei in Reihe geschaltete und/oder zumindest zwei parallel geschaltete Zellen.

14. Verfahren zum Betrieb eines Akkumulators mit einer schaltbar am Ausgang des Akkumulators anliegenden
15 Akkumulatorspannung und einer zumindest zeitweise am Ausgang des Akkumulators anliegenden externen Spannung, welche unterhalb der Akkumulatorspannung bei voll aufgeladenem Akkumulator liegt, umfassend die Schritte
- Überwachen der am Ausgang des Akkumulators anliegenden
20 Spannung,
- Anlegen der Akkumulatorspannung an den Ausgang des Akkumulators in Abhängigkeit der überwachten Spannung, und
- Aufladen des Akkumulators durch die am Ausgang des Akkumulators anliegende externe Spannung in Abhängigkeit
25 der überwachten Spannung.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Überwachen der am Ausgang des Akkumulators anliegenden Spannung das Vergleichen mit einer vorgegebenen Referenzspannung
30 umfasst.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei die Akkumulatorspannung an den Ausgang des Akkumulators gelegt wird und das Aufladen des Akkumulators unterbrochen wird,

wenn die überwachte Spannung unter einen vorgegebenen Referenzwert fällt.

17. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei
5 zur Überprüfung, ob die externe Spannung am Ausgang des
Akkumulators anliegt, die Akkumulatorspannung in zyklischen
Zeitabständen vom Ausgang des Akkumulators getrennt wird,
und das Aufladen des Akkumulators ausgeführt wird, wenn die
überwachte Spannung über einen vorgegebenen Zeitraum
10 oberhalb eines vorgegebenen Referenzwertes liegt.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, wobei der
vorgegebene Referenzwert unterhalb des Spannungswertes der
externen Spannung liegt.

15 19. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei
Aufladen des Akkumulators durch die am Ausgang des
Akkumulators anliegende externe Spannung das Wandeln einer
Spannung umfasst.

20 20. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
ferner umfassend den Schritt des Speicherns elektrischer
Energie in einem Energiespeicher, insbesondere einem
Kondensator.

25 21. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei
die zumindest zeitweise am Ausgang des Akkumulators
anliegende externe Spannung von einem zumindest zeitweise
an ein elektrisches Versorgungsnetz angeschlossenen
30 Netzteil bereitgestellt wird.

22. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass automatisch von zumindest
einem ersten Akkumulator auf zumindest einen zweiten
35 Akkumulator geschaltet wird.

23. Akkumulator, insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche, umfassend

- zumindest eine Lithiumionenzelle,
- 5 - einen elektrischen Anschluß für das Zuführen und/oder Abführen von elektrischer Energie,
- ein die zumindest eine Lithiumionenzelle umgebendes Gehäuse, und
- eine Kommunikationsschnittstelle für die Kommunikation
- 10 zwischen dem Akkumulator und einem zu versorgenden Verbraucher, welche an die Eigenschaften der zumindest einen Lithiumionenzelle angepasst ist, wobei die zumindest eine Lithiumionenzelle für einen Betrieb ohne Schutzschaltung geeignet ist.

15

24. Akkumulator nach Anspruch 23, wobei zumindest eine Elektrode der Lithiumionenzelle Mangan umfasst.

25. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die positive Elektrode der Lithiumionenzelle eine Nickel/Mangan-Mischung aufweist.

26. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche, umfassend zumindest zwei in Reihe geschaltete und/oder

25 zumindest zwei parallel geschaltete Lithiumionenzellen.

27. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die zumindest eine Lithiumionenzelle den Sicherheitsstandard gemäß UL 1642 erfüllt.

30

28. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die zumindest eine Lithiumionenzelle zum Entladen in einem Betriebstemperaturbereich von wenigstens 0° bis 40° C, insbesondere -10° bis 50° C, insbesondere -20° bis

35 60 °C, geeignet ist.

29. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei die zumindest eine Lithiumionenzelle zum Aufladen in
einem Betriebstemperaturbereich von wenigstens 10° bis
5 40° C, insbesondere 5° bis 45° C, insbesondere 0° bis
50 °C, geeignet ist.

30. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei die zumindest eine Lithiumionenzelle eine
10 Vibrationsbeständigkeit gemäß EN 1789 aufweist.

31. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei die zumindest eine Lithiumionenzelle eine
Anfangskapazität von wenigstens 1400 mAh, insbesondere
15 wenigstens 1600 mAh, insbesondere wenigstens 1800 mAh,
insbesondere wenigstens 2000 mAh, aufweist.

32. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei die zumindest eine Lithiumionenzelle nach etwa 500
20 Ladezyklen bei einem durchschnittlichen Entladestrom von
1,5 A und einer Entladung auf eine Akkumulatorspannung von
etwa 3 V eine Kapazität von wenigstens 60%, insbesondere
70%, insbesondere 80%, der Anfangskapazität aufweist.

25 33. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei die zumindest eine Lithiumionenzelle nach etwa 500
Ladezyklen bei einem durchschnittlichen Entladestrom von
4,5 A und einer Entladung auf eine Akkumulatorspannung von
etwa 3 V eine Kapazität von wenigstens 40%, insbesondere
30 50%, insbesondere 60%, der Anfangskapazität aufweist.

34. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei die zumindest eine Lithiumionenzelle einen maximalen
Entladestrom von wenigstens 10 A, insbesondere 30 A,
35 insbesondere 50 A, aufweist.

35. Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche,
ferner umfassend eine Verschleißanzeige, welche
insbesondere eine optische Anzeige in Abhängigkeit der
5 Ladezyklen des Akkumulators generiert.

36. Akkumulator nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder 23
bis 35, umfassend zumindest ein Netzteil, welches
vorzugsweise in dem Gehäuse integriert ist.

10

37. Akkumulator nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder 23
bis 36 dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche des
Gehäuses zumindest abschnittsweise eine Signalfarbe
aufweist.

15

38. Akkumulator nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder 23
bis 37 dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche des
Gehäuses zumindest abschnittsweise eine Leuchtfarbe
aufweist.

20

39. Akkumulator nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder 23
bis 38, umfassend zumindest eine Lichtquelle, welche Licht
vorzugsweise kontinuierlich und/oder in Pulsen emittiert.

25 40. Akkumulator nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder 23
bis 39, umfassend zumindest eine Schallquelle, welche
insbesondere Mittel zum Erfassen eines akustischen Signals
aufweist.

30 41. Akkumulator-Anordnung, umfassend
- zumindest einen ersten und einen zweiten Akkumulator nach
einem der vorstehenden Ansprüche,
- einen Anschluss für das Zuführen und/oder Abführen von
elektrischer Energie, und

- eine elektronische Baugruppe, welche dazu ausgebildet ist, bei Entladen der Akkumulator-Anordnung den zweiten Akkumulator nur zu entladen, wenn der erste Akkumulator vollständig entladen ist.

5

42. Akkumulator-Anordnung nach vorstehendem Anspruch, umfassend Mittel zum automatischen Umschalten von dem zumindest ersten Akkumulator auf den zumindest zweiten Akkumulator.

10

43. Medizinisches Gerät, insbesondere mit einer Einrichtung zur Überwachung der Herzfunktionen und/oder einem Defibrillator, umfassend einen Akkumulator und/oder eine Akkumulator-Anordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche.

15

44. Medizinisches Gerät nach Anspruch 43, ferner umfassend ein integriertes Netzteil, welches an ein elektrisches Versorgungsnetz anschließbar ist.

20

45. Medizinische Gerät nach einem der beiden vorstehenden Ansprüche, umfassend Mittel zum automatischen Umschalten von zumindest einem ersten Akkumulator auf zumindest einen zweiten Akkumulator.

25

46. Medizinisches Gerät nach einem der vorstehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass eine Gehäuseoberfläche zumindest abschnittsweise eine Signalfarbe aufweist.

30

47. Medizinisches Gerät nach einem der vorstehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass eine Gehäuseoberfläche zumindest abschnittsweise eine Leuchtfarbe aufweist.

48. Medizinisches Gerät nach einem der vorstehenden Ansprüche, umfassend zumindest eine Lichtquelle, welche Licht vorzugsweise kontinuierlich und/oder in Pulsen
5 emittiert.

49. Medizinisches Gerät nach einem der vorstehenden Ansprüche, umfassend zumindest eine Schallquelle, welche insbesondere Mittel zum Erfassen eines akustischen Signals
10 aufweist.

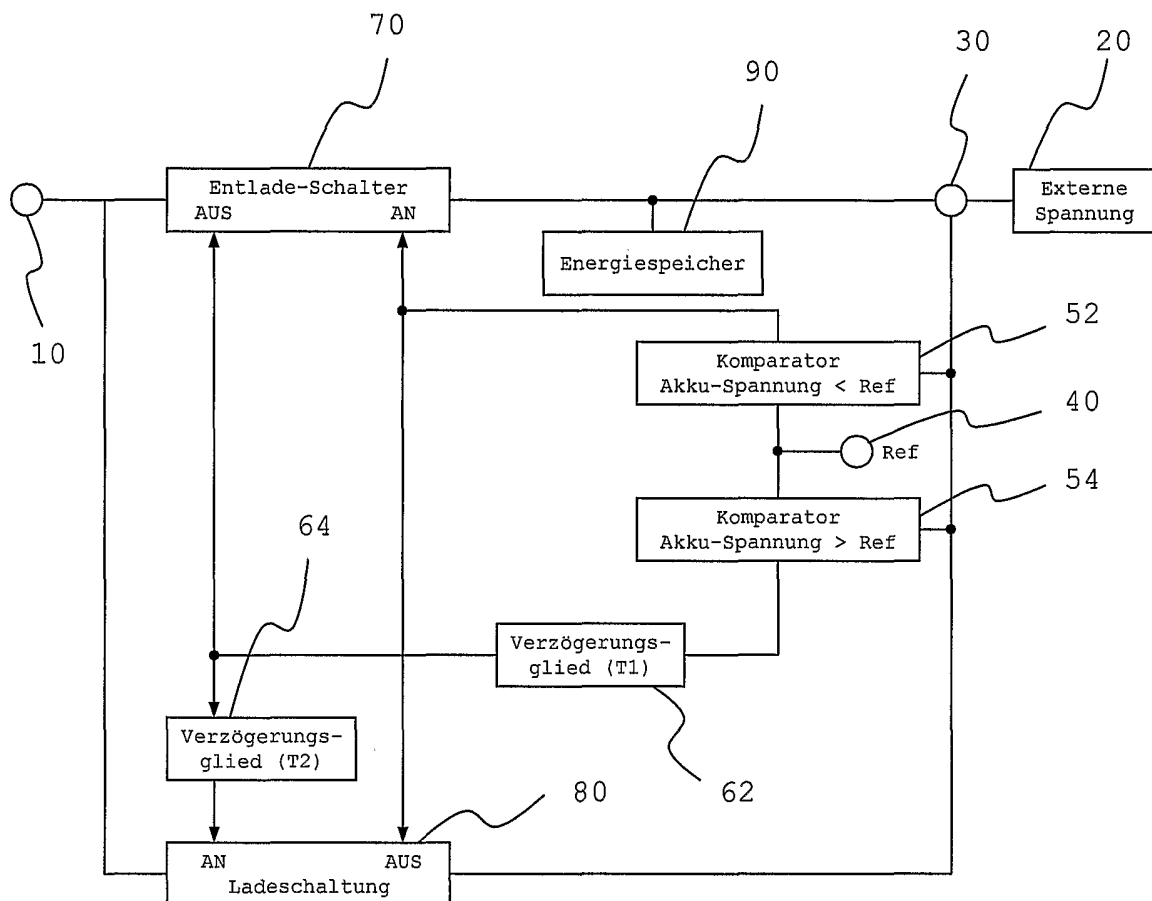
50. Ladegerät, welches dazu ausgebildet ist, zumindest einen Akkumulator nach einem der vorstehenden Ansprüche aufzuladen.
15

51. Verwendung eines Akkumulators und/oder einer Akkumulator-Anordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche in einem medizinischen Gerät, welches insbesondere eine Einrichtung zur Überwachung der Herzfunktionen und/oder
20 einen Defibrillator umfasst.

52. Verwendung eines medizinischen Gerätes nach einem der vorstehenden Ansprüche in
- Fahrzeugen,
25 - öffentlichen Einrichtungen,
- Off-Shore-Einrichtungen,
- Sportstätten,
- Bahnhöfen, oder
- Flugfeldern.

30
53. Verwendung eines medizinischen Gerätes nach einem der vorstehenden Ansprüche in einem Rettungsfahrzeug, insbesondere einem Rettungswagen oder Rettungshubschrauber.

Fig. 1.a



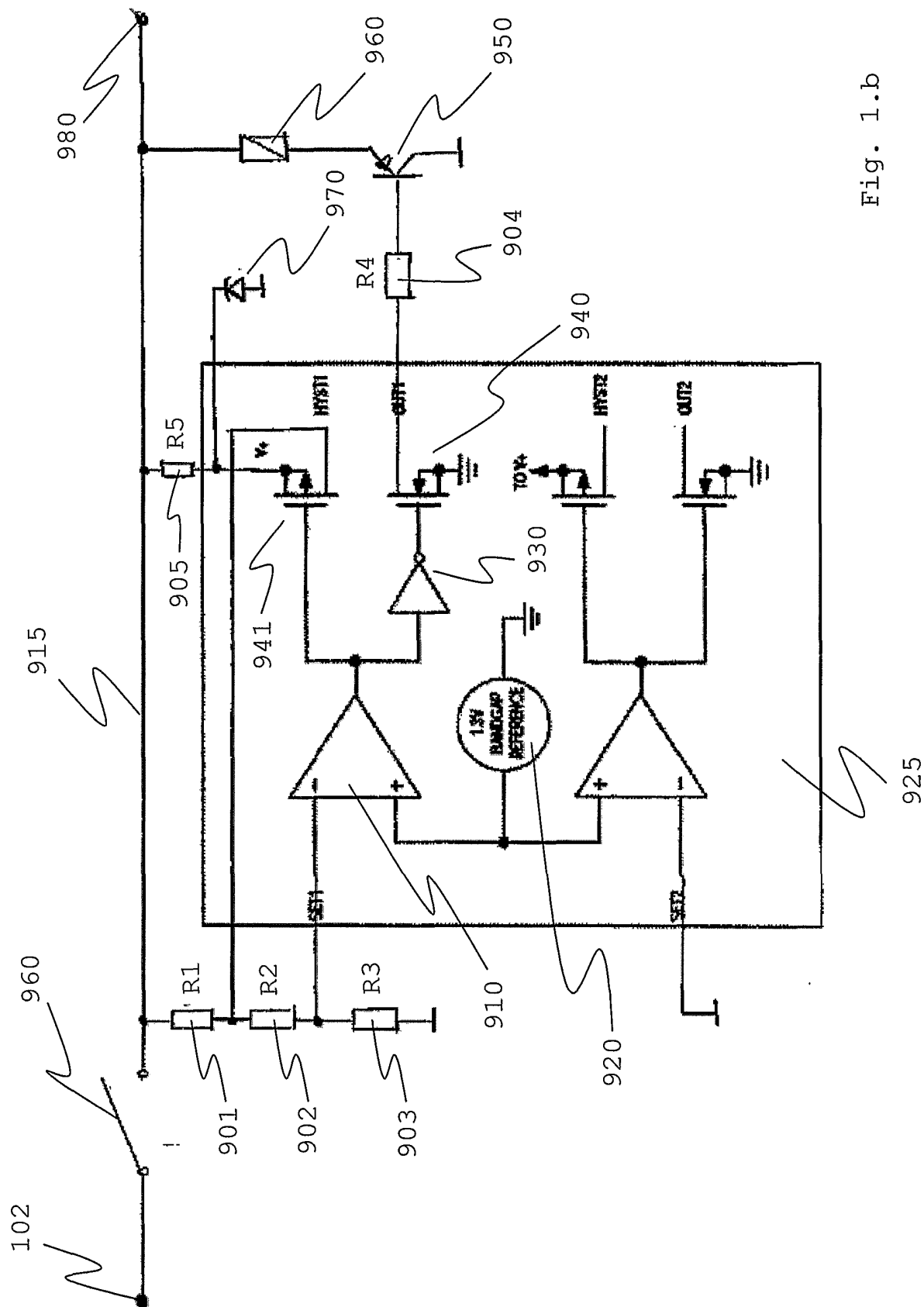


Fig. 1.b

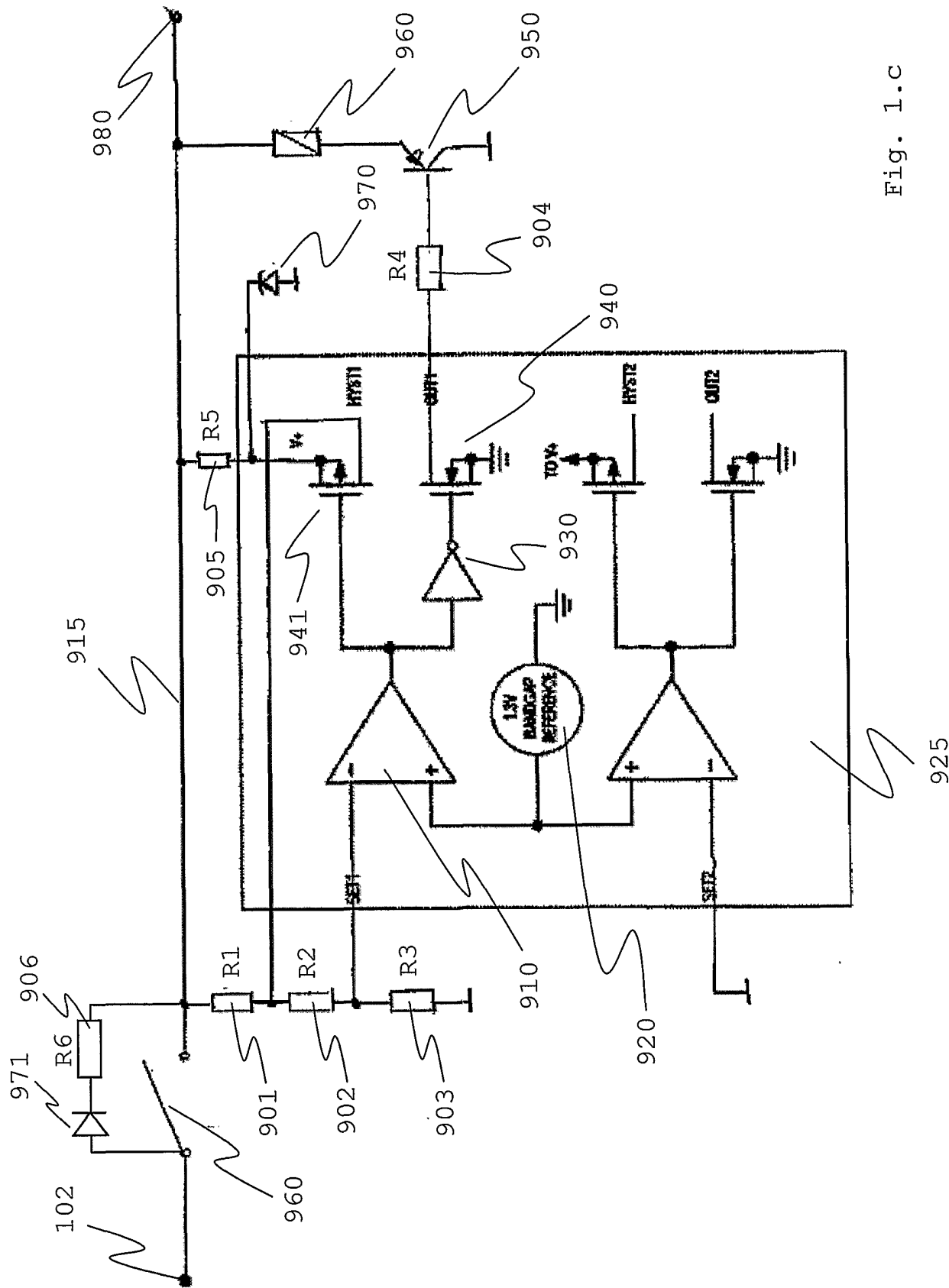


Fig. 1.c

Fig. 2

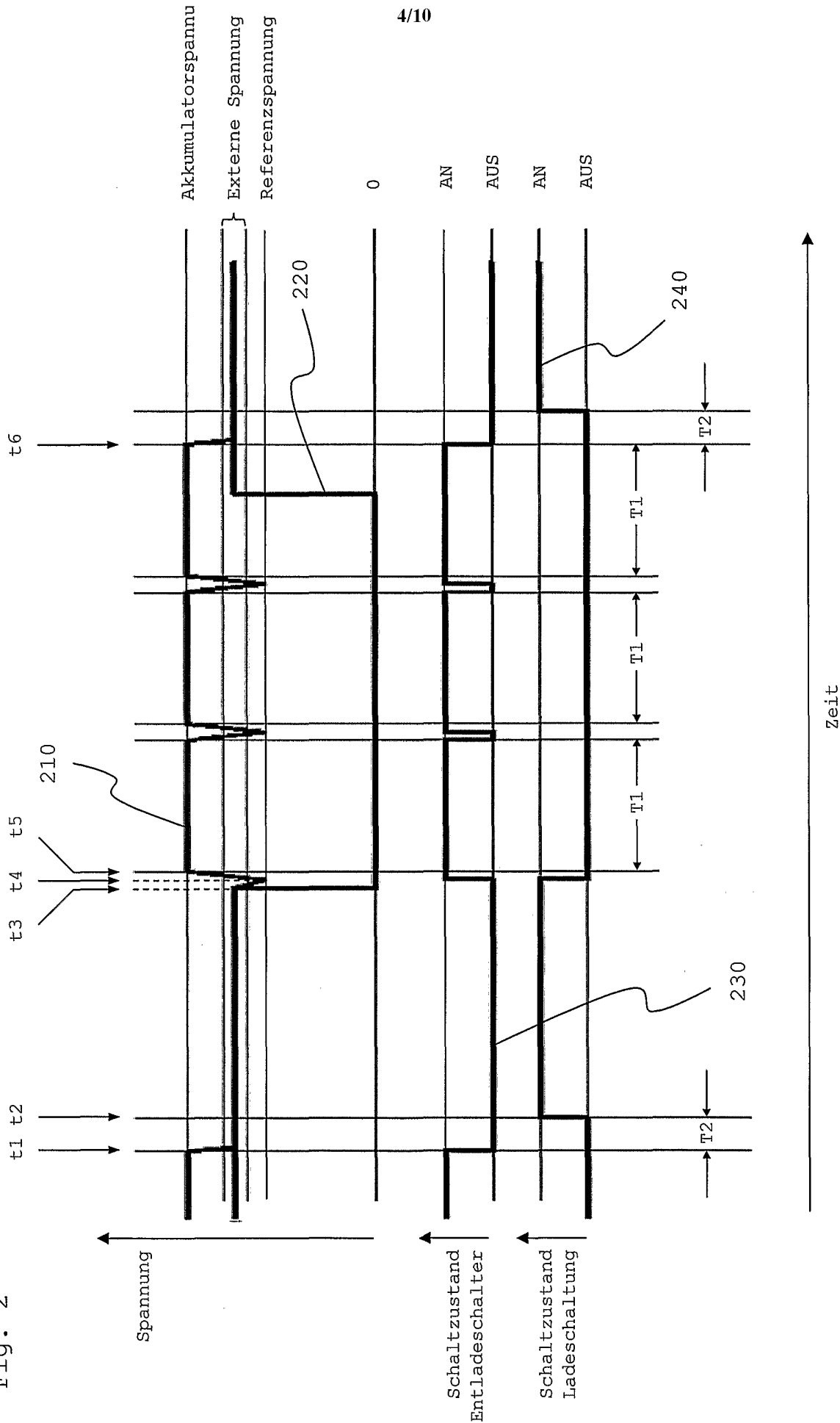


Fig. 3

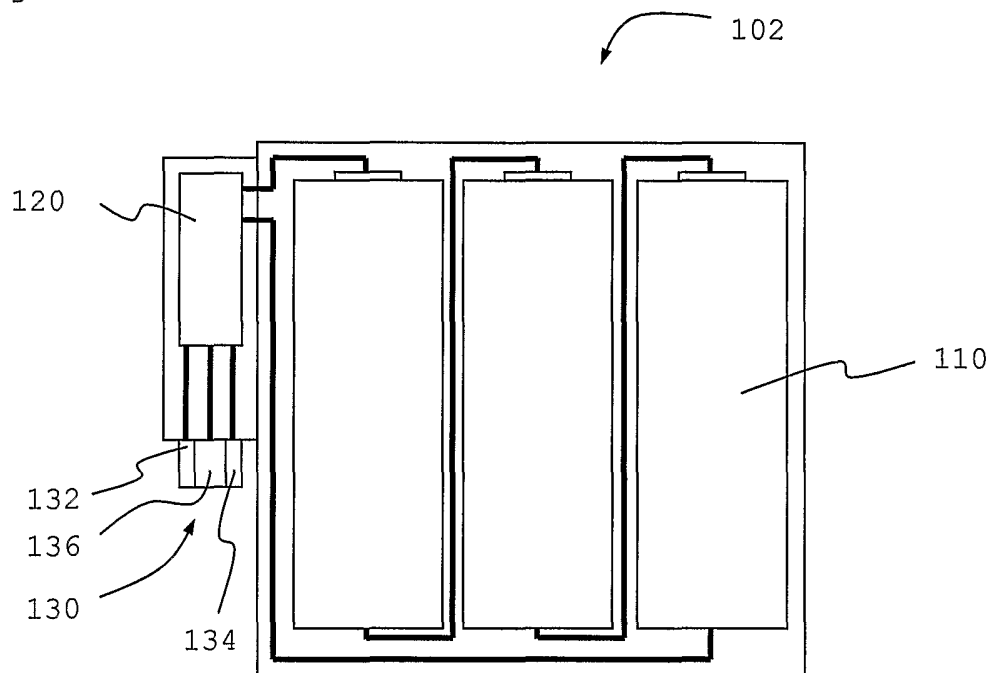


Fig. 4

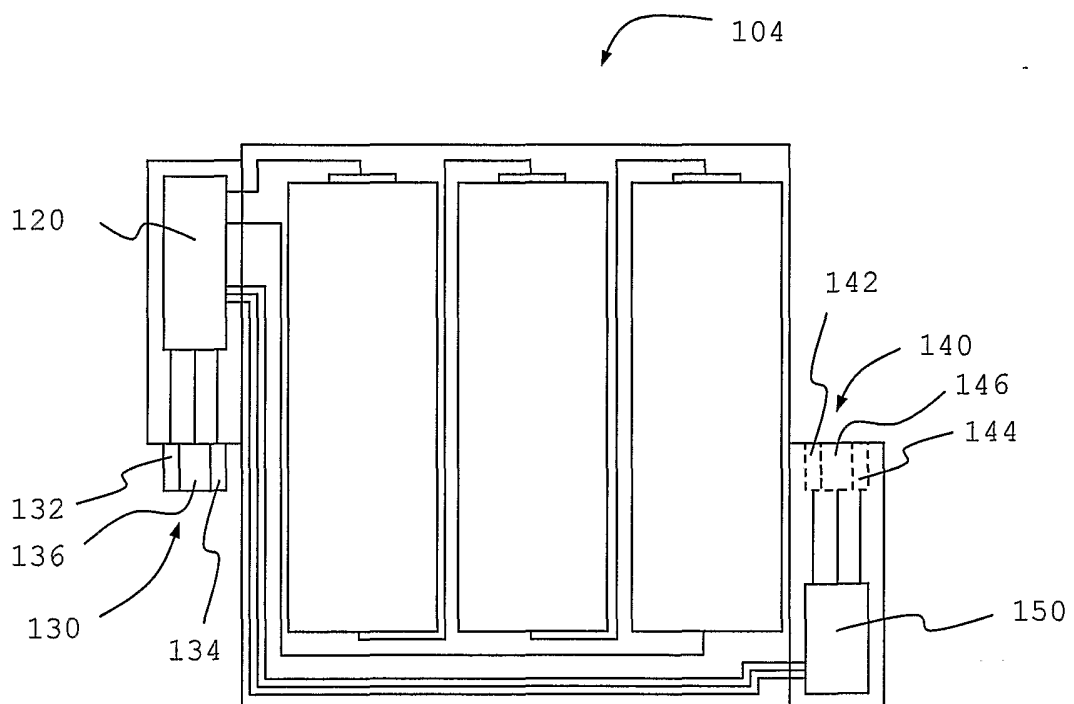


Fig. 5

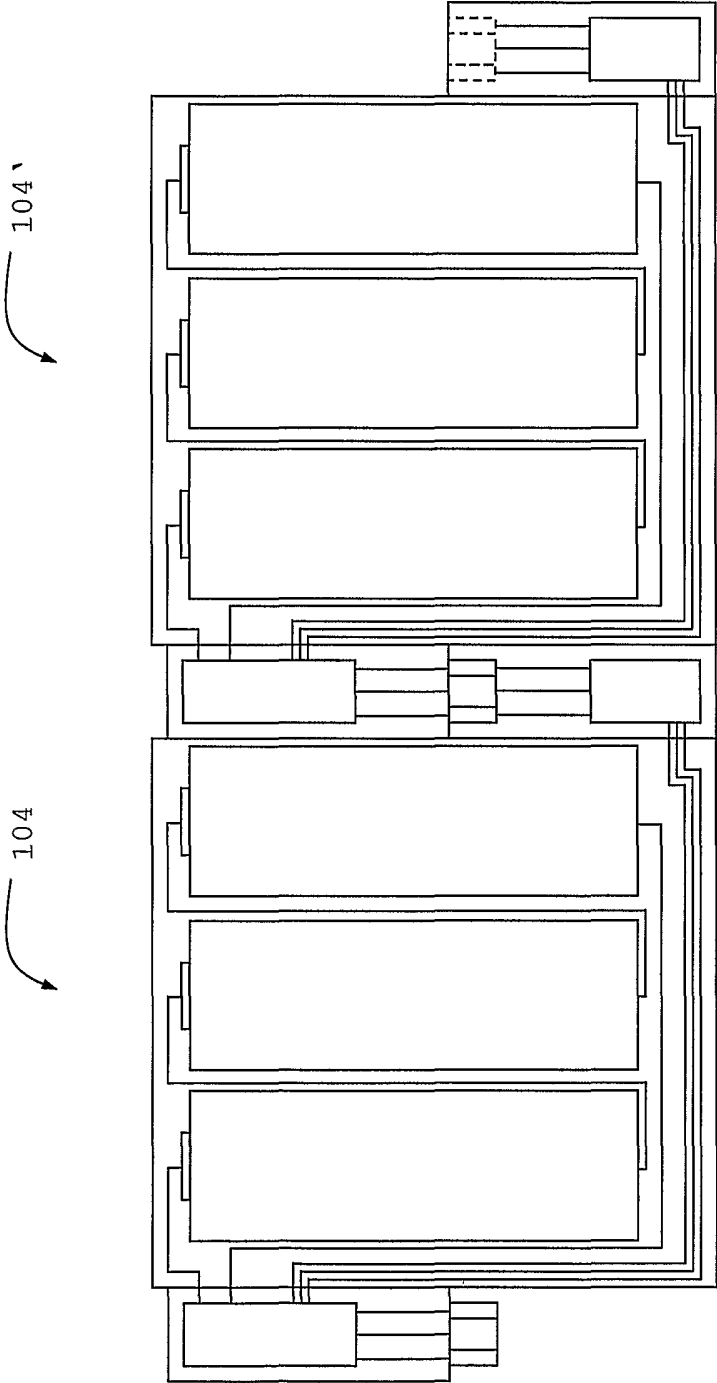


Fig. 6

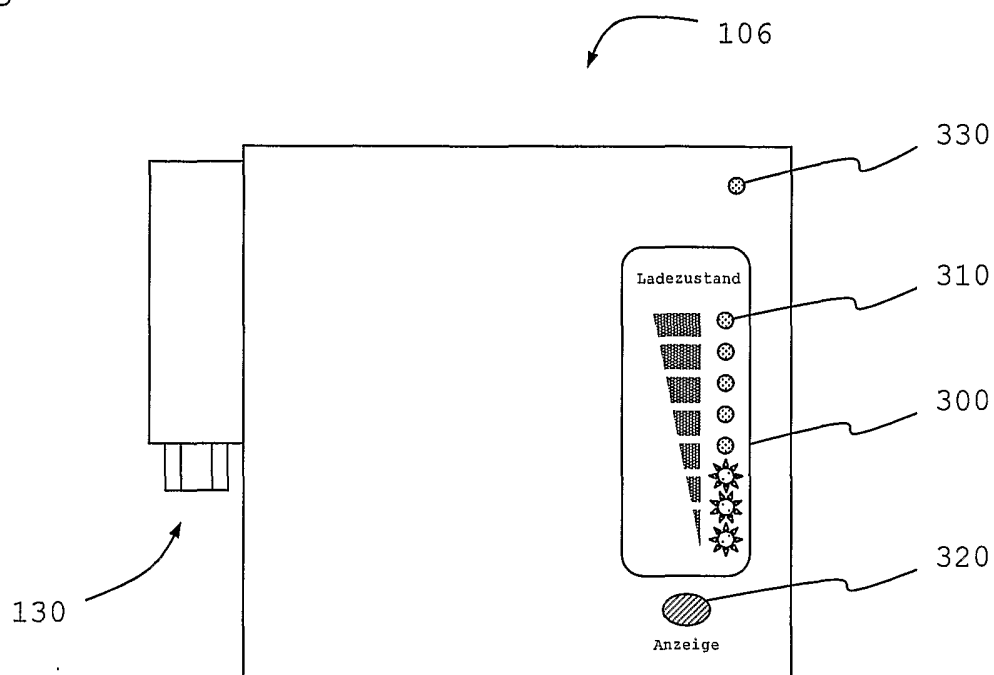


Fig. 7

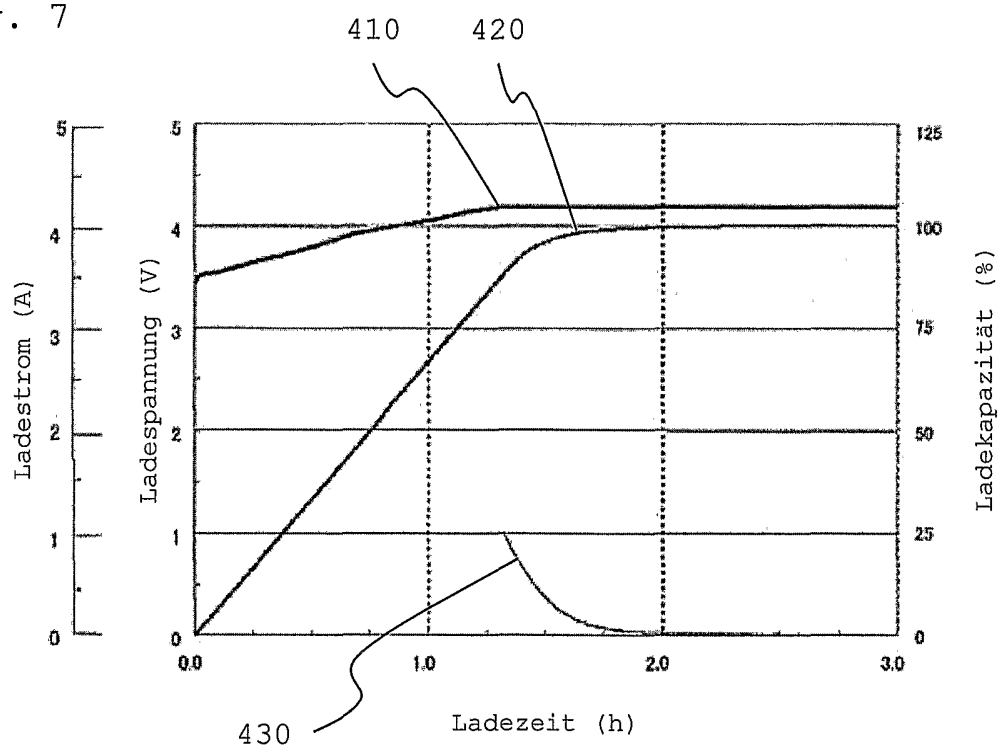


Fig. 8

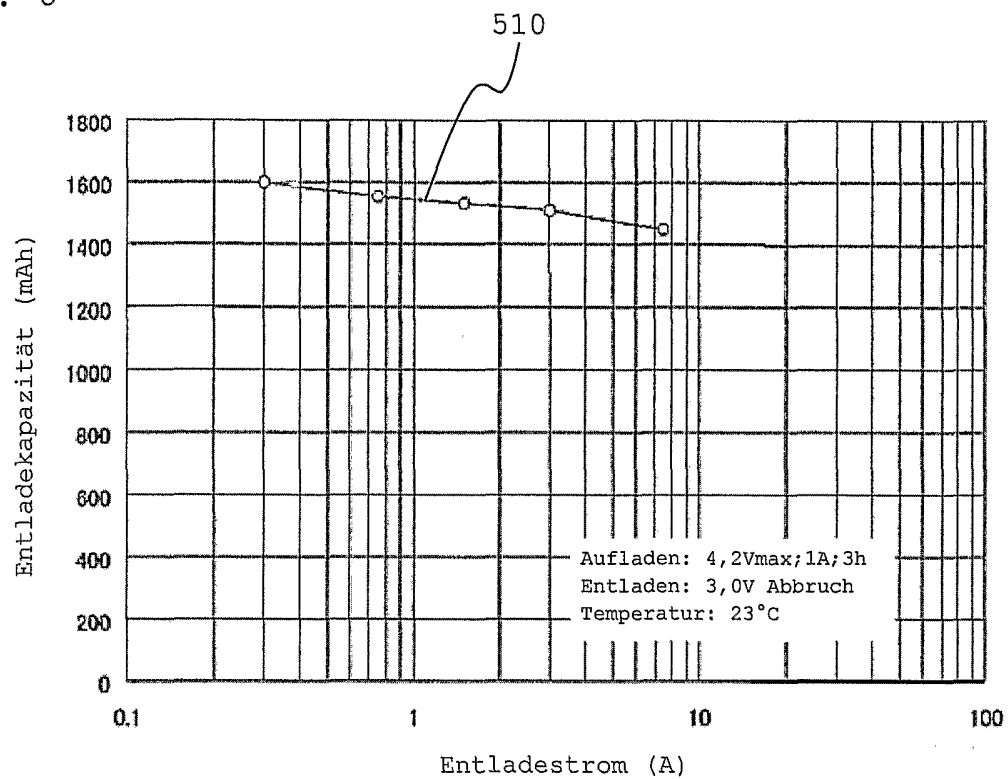


Fig. 9

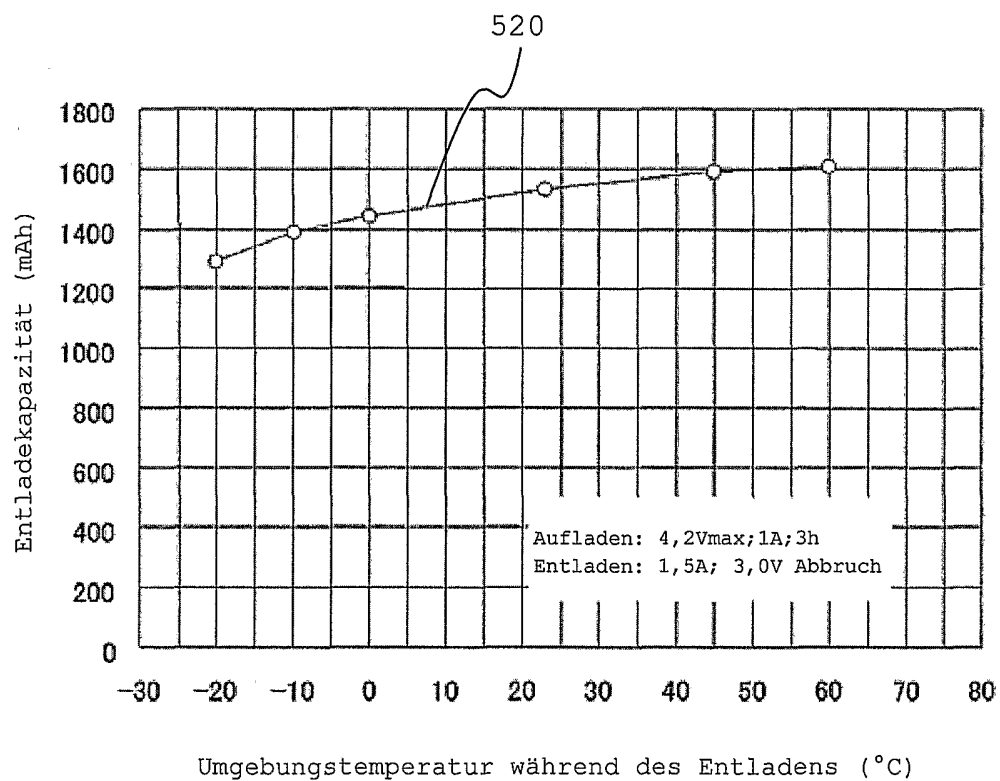


Fig. 10

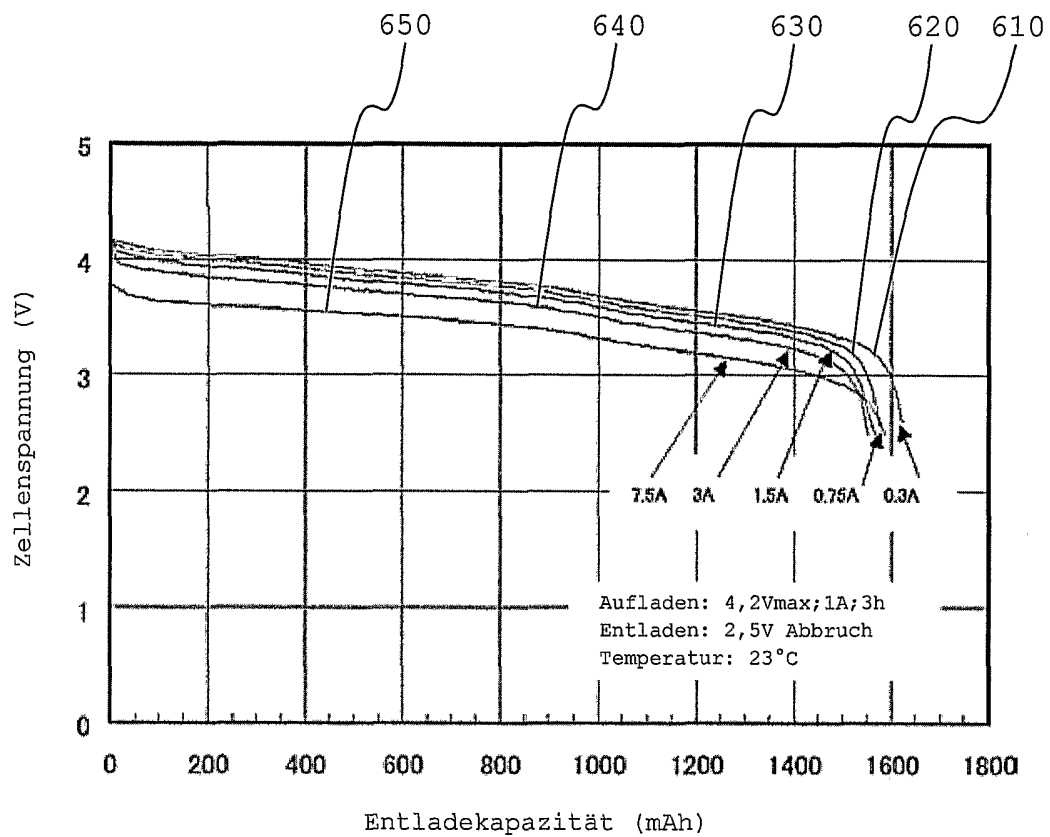


Fig. 11

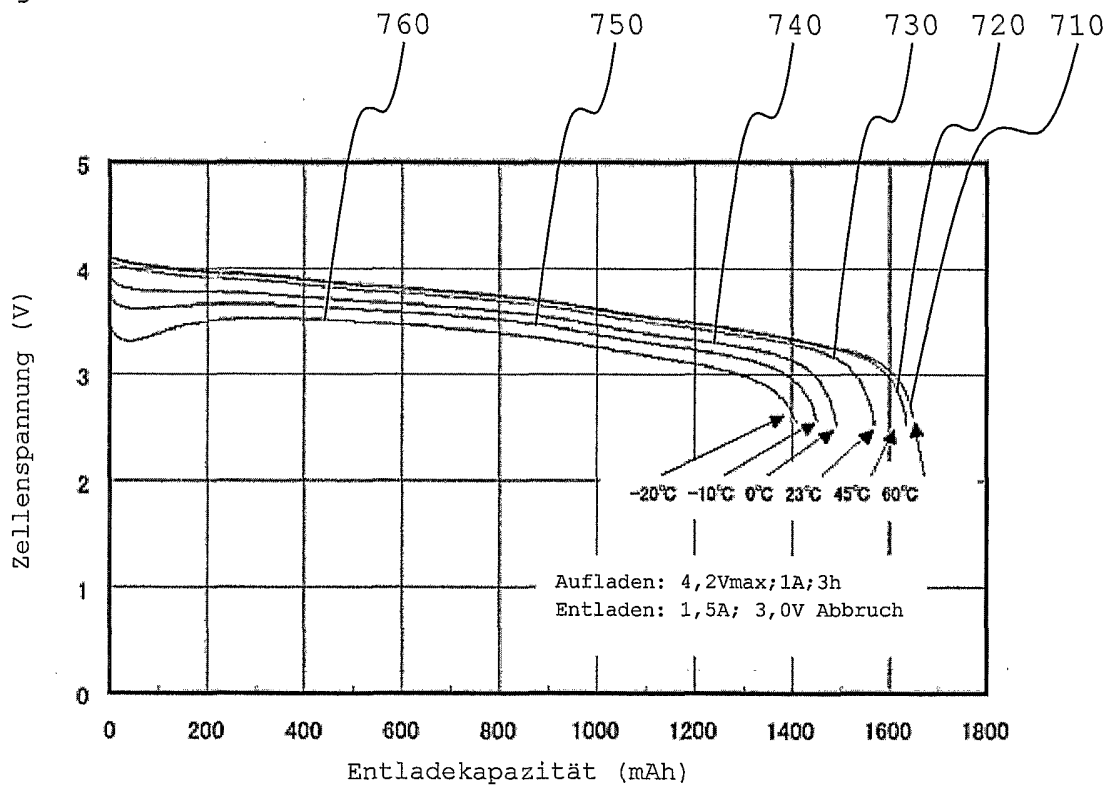


Fig. 12

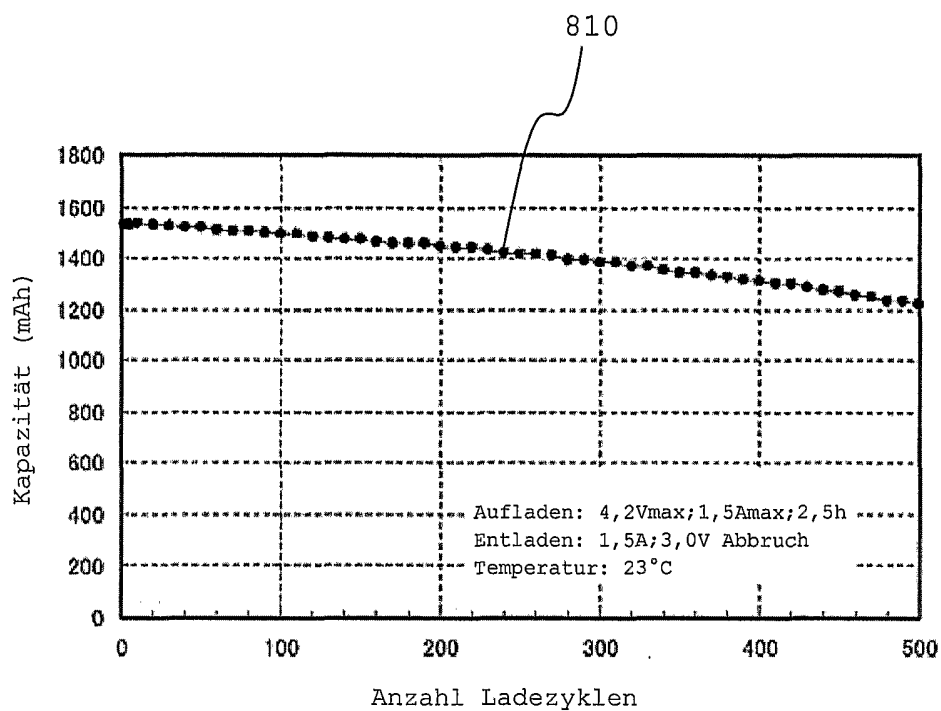


Fig. 13

