

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Januar 2006 (05.01.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/000471 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H02J 7/00**,
H02M 3/335

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/051386

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. März 2005 (24.03.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 031 216.8 28. Juni 2004 (28.06.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BOLZ, Stephan**
[DE/DE]; Lehenweg 14, 93102 Pfatter (DE). **GÖTZEN-
BERGER, Martin** [DE/DE]; Welsstr. 20, 85051 Ingol-
stadt (DE). **KNORR, Rainer** [DE/DE]; Hohlweg 10C,
93055 Regensburg (DE). **LUGERT, Günter** [DE/DE];
Gertrud-Bäumer-Weg 7, 93055 Regensburg (DE).

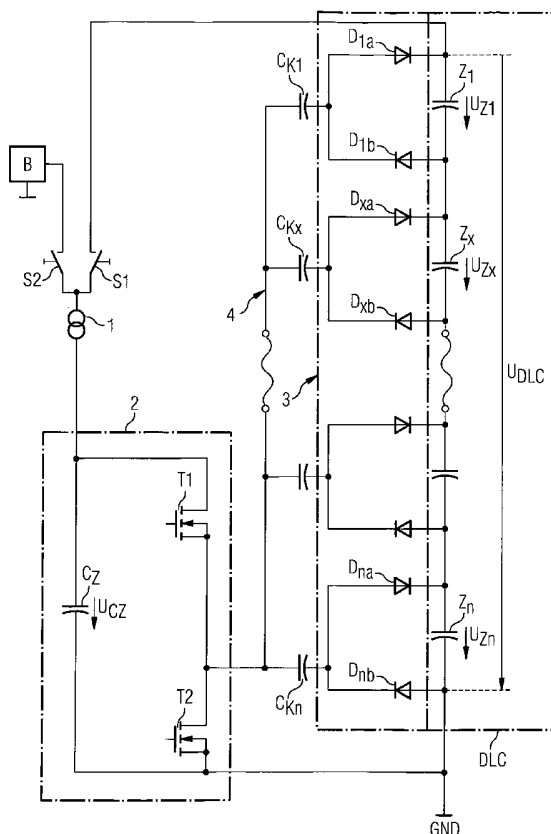
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(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,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR COMPENSATING CHARGES OF SERIALLY MOUNTED INDIVIDUAL CELLS OF AN ENERGY STORE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM LADUNGS AUSGLEICH VON IN REIHE ANGEORDNETEN EINZELNEN ZELLEN EINES ENERGIESPEICHERS



(57) Abstract: Disclosed are a device and a method for compensating charges of serially mounted individual cells of an energy store comprising a DC/DC converter which taps power from the energy store or an additional energy source, charges a capacitor of an intermediate circuit by means of said tapped power, inverts the voltage thereof in a DC/AC converter, converts said alternating voltage into an intermittent direct current via an AC bus and a double capacitor by means of a rectifier, and charges the cell with said intermittent direct current at the lowest cell voltage.

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung und Verfahren zum Ladungsausgleich von in Reihe angeordneten einzelnen Zellen eines Energiespeichers Vorrichtung und Verfahren zum Ladungsausgleich von in Reihe angeordneten einzelnen Zellen eines Energiespeichers mit einem DC/DC-Wandler, welcher dem Energiespeicher oder einer weiteren Energiequelle Energie entnimmt, damit einen Zwischenkreiskondensator auflädt, dessen Spannung in einem DC/AC-Wandler wechselrichtet und diese Wechselspannung über einen AC-Bus und einen Koppelkondensator mittels eines Gleichrichters in einen pulsierenden Gleichstrom wandelt und mit diesem die Zelle mit der geringsten Zellenspannung lädt.

WO 2006/000471 A1



MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, 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.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, MC, NL,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

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

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zum Ladungsausgleich von in Reihe angeordneten einzelnen Zellen eines Energiespeichers

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Ladungsausgleich von in Reihe angeordneten einzelnen Zellen eines Energiespeichers, insbesondere von in Reihe geschalteten Kondensatoren eines Doppelschichtkondensators, wie sie
10 beispielsweise bei einem Kraftfahrzeug-Bordnetz Verwendung finden.

Doppelschichtkondensatoren haben sich als sinnvollste technische Lösung zur Speicherung und Bereitstellung kurzfristig
15 hoher Leistungen in einem Kraftfahrzeug-Bordnetz erwiesen, beispielsweise bei der Beschleunigungsunterstützung (Boosten) der Brennkraftmaschine durch einen als Elektromotor arbeitenden integrierten Starter-Generator oder bei der Umwandlung von Bewegungsenergie in elektrische Energie durch den als Ge-
20 nerator arbeitenden integrierten Starter-Generator beim regenerativen Bremsvorgang (Rekuperation).

Die maximale Spannung einer Einzelzelle eines Doppelschichtkondensators ist auf etwa 2,5V bis 3,0V begrenzt, so dass für
25 eine Spannung von beispielsweise 60V - ein typischer Spannungswert für einen in einem 42V-Bordnetz verwendeten Doppelschichtkondensator - etwa 20 bis 26 Einzelkondensatoren zu einem Kondensatorstapel in Reihe geschaltet werden müssen.

30 Bedingt durch unterschiedliche Selbstentladung der Einzelzellen baut sich im Lauf der Zeit ein Ladungsungleichgewicht im Kondensatorstapel auf, welches den Doppelschichtkondensator letztendlich unbrauchbar macht, wenn kein Ladungsausgleich vorgenommen wird.

35

Extrapoliert man die Entladekurve auf Zeiträume von Wochen bis Monate, die beim Kraftfahrzeug relevant sind, so wird das

bestehende Problem offensichtlich. Figur 1 zeigt beispielhaft den Streubereich der Kondensatorspannungen für einen Doppelschichtkondensator (Kondensatorstapel) mit 18 Zellen (Kondensatoren) über der Zeit. Die in Figur 1 dargestellte Streubreite (zwischen Maximum und Minimum) zeigt, wie weit die Selbstentladung der Einzelzellen innerhalb eines Kondensatorstapels mit der Zeit schwanken kann.

Ein einfacher Ladungsausgleich, beispielsweise durch geringes Überladen des Kondensatorstapels, wie bei einem Blei-Säure-Akkumulator, ist bei einem Doppelschichtkondensator jedoch nicht möglich.

Eine firmenintern bekannte Möglichkeit besteht darin, die Spannung jeder Einzelzelle mittels separater Elektronik (Operationsverstärker und Spannungsteiler R_1/R_2) zu überwachen und bei Erreichen oder Überschreiten eines vorgegebenen Maximalwertes U_{rcf} eine Teilentladung mittels eines anschaltbaren Parallelwiderstandes R_{byp} herbeizuführen (Figur 2). Die Zelle entlädt sich dann über den Parallelwiderstand R_{byp} und ihre Spannung U_C sinkt wieder unter den Maximalwert. Wird der Maximalwert um einen vorbestimmten Spannungswert unterschritten, so wird der Parallelwiderstand R_{byp} wieder abgeschaltet.

Solch eine Schaltung verbraucht im passiven Zustand wenig Energie, jedoch wird der Ladungsausgleich durch Ladungsabbau (Energieverlust im Parallelwiderstand R_{byp}) erzielt. Diese Variante ist sinnvoll dort einzusetzen, wo ein Kondensatorstapel überwiegend nahe der Maximalspannung betrieben wird, etwa bei der Versorgung von Notstromanlagen.

Das Konzept ist jedoch darauf beschränkt, dass der Ladestrom in den Kondensatorstapel hinein kleiner sein muss als der Entladestrom der Ladungsausgleichschaltung, da sonst trotzdem eine Überladung von einzelnen Kondensatoren beim Aufladen des Moduls nicht zu verhindern ist. Zudem kann das Ausgleichssystem nicht von extern eingeschaltet werden, sondern nur durch

Überschreiten der vorbestimmten Spannungsschwelle aktiviert werden. Bei dem Betrieb in einem Kraftfahrzeug wird jedoch genau dieser Zustand nicht über eine längere Zeit erreicht. Ein so gestalteter Ladungsausgleich führt langfristig zu einer Unsymmetrie im Kondensatorstapel. Dies konnte bereits durch Messungen in einem Versuchsfahrzeug nachgewiesen werden.

Zusammengefasst hat eine solche Schaltungsanordnung folgende Nachteile:

- keine Rückmeldung an eine übergeordnete Betriebsführung, wenn eine Zelle die maximale Spannung überschritten hat (beispielsweise $U_c > 2,5V$),
- keine Rückmeldung, ob die Zellenspannungen gleich groß sind und daher der Kondensatorstapel ausgeglichen ist,
- der Ausgleich wird nur aktiviert, wenn die maximale Spannung überschritten wird,
- Energie wird während des Ausgleichsvorganges von Widerständen in Wärme umgewandelt,
- bei hohen Strömen von bis zu ca. 1kA, wie sie bei der oben beschriebenen Fahrzeugfunktionen Rekuperation (Regeneratives Bremsen) auftreten, ist ein derartig aufgebauter Ladungsausgleich ausgeschlossen.

Aus EP 0 432 639 B2 ist bekannt, bei einer Vielzahl von in Reihe geschalteten Akkumulatoren einen Ladungsausgleich zwischen einem schwach geladenen Akkumulator und der Gruppe der übrigen Akkumulatoren herbeizuführen, indem für jeden Einzelakkumulator des Akkumulatorstapels eine Vergleichsschaltung und eine Ladeschaltung (welche einen Rechteck-Funktionsgenerator aufweist) sowie eine Diode, ein Transformator und ein Unterbrecher vorgesehen sind.

Mittels einer solchen, als Flyback-Konverter nach dem Sperrwandlerprinzip arbeitenden Vorrichtung (Figur 3) wird dem ge-

samten Stapel Energie entnommen und diese anschließend in den am meisten entladenen Akkumulator zurückgespeist.

5 Dieser Aufwand mag für zwei oder drei Akkumulatoren gerechtfertigt sein, für einen Stapel aus zwanzig oder mehr Akkumulatoren/Kondensatorzellen ist er entschieden zu hoch.

10 Alternativ kann hier auch eine andere Energiequelle - etwa eine zusätzliche Batterie - genutzt werden, wodurch die Schaltung zusätzlich zum langsamen Aufladen des Kondensatorstapels dienen kann - siehe auch DE 102 56 704 B3.

15 Diese Form des Ladungsausgleichs kann zudem unabhängig vom Erreichen einer maximalen Spannung des Einzelkondensators jederzeit durchgeführt werden, so dass sich ein gefährliches Ladungsungleichgewicht im Kondensatorstapel gar nicht erst aufbauen kann.

20 Es werden dabei nur Ladungen verschoben. Es wird dem Stapel langfristig keine Energie entnommen oder in Wärme umgesetzt. Dies macht das Konzept für Kraftfahrzeug-Anwendungen besonders attraktiv, da auch nach längerem Fahrzeugstillstand genügend Energie im Bordnetz vorhanden sein muss, um einen erfolgreichen Motorstart sicher zu gewährleisten.

25 Nachteilig bei dieser Ausführung ist allerdings, dass die Sekundärseite des Flyback-Transformators sehr viele Anschlüsse benötigt. Bei einem Kondensatorstapel mit beispielsweise 25 Einzelzellen, wie er für das 42V-Bordnetz benötigt wird, ergeben sich daraus 50 Anschlüsse. In der technischen Realisierung würde dies einen speziellen Wickelkörper erforderlich machen, der handelsüblich nicht verfügbar ist. Zudem bedarf jede Änderung der Zellenzahl im Stapel einer Anpassung des Transformators. Dies ist aber zu erwarten, da mit der technischen Weiterentwicklung des Doppelschichtkondensators die zulässige Maximalspannung von Generation zu Generation steigt

30

35

und bei gegebener Modulspannung entsprechend weniger Einzelkondensatoren benötigt werden.

5 Auch ist die Leitungsführung vom Transformator zu den Kondensatorzellen aufwendig, da jeder Kontakt im Stapel separat verbunden werden muss. Im obigen Beispiel ergibt dies 26 Leitungen, sofern die Gleichrichterioden am Transformator angeordnet sind; andernfalls sind es 50 Leitungen. Darüber hinaus sind diese Leitungen mit hochfrequenten Spannungspulsen aus
10 den Schaltvorgängen des Flyback-Converters belastet und benötigen gesonderte EMV-Entstörmaßnahmen.

Ein weiterer Aspekt ist die Methode zum Betrieb des Flyback-Konverters. Marktübliche Ansteuerschaltungen (Schaltregler-
15 ICs) arbeiten fast ausschließlich mit einer festen Schaltfrequenz. Die Aufladung des Magnetspeichers (Speicherinduktivität oder -transformator) erfolgt in der einen Phase, die Entladung, bzw. Energieübertragung in den Ausgangskreis erfolgt in der anderen Phase des Taktes. Dies ist vor allem sinnvoll,
20 wenn neben dem geschalteten Strom auch ein Gleichstromanteil mit übertragen wird (nichtlückender Betrieb). Ganz generell versucht man, eine Schaltlücke - also den Zeitraum, in welchem das magnetische Speicherelement völlig entladen bleibt - zu vermeiden, da dann verstärkt Oszillationsneigungen auftreten und die Speichereigenschaften des Magnetkernes nicht optimal genutzt werden. Die Oszillationen sind in dem Resonanzkreis begründet, der aus Speicherinduktivität und Wicklungskapazität besteht, sowie der Tatsache, dass der Resonanzkreis
25 anfangs der Schaltlücke angeregt ist und durch keine ohmsche Last bedämpft wird.
30

Im vorliegenden Anwendungsfall ist ein nichtlückender Betrieb jedoch nicht möglich, da bei kontinuierlichem Nachladen des Magnetspeichers jeweils vor dessen vollständiger Entladung
35 eine Sättigung des Kernmaterials nicht zu vermeiden ist.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung mit einem vereinfachten Aufbau zu schaffen, mittels welcher ein selbstgesteuerter Betrieb zum Ladungsausgleich zwischen den einzelnen in Serie geschalteten Zellen mit geringem technischem Aufwand erreicht werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es auch, ein Verfahren zum Betreiben dieser Vorrichtung zu schaffen.

10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung gemäß den Merkmalen von Anspruch 1 und ein Verfahren zum Betreiben dieser Vorrichtung gemäß den Merkmalen von Anspruch 11 gelöst.

15 Bei zumindest zwei in Reihe geschalteten Energiespeichern (Zellen) wird die zum Ausgleich der gespeicherten Ladungen benötigte Energie über einen Wechselspannungsbuss (AC-Bus) jeweils der Zelle, an der die geringste Zellenspannung abfällt, zugeführt.

20 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Anbindung und Potentialtrennung der Zellen erfolgt erfindungsgemäß über Kondensatoren.

Die Installation ist durch das Bussystem einfach durchführbar. Die einzelnen Zellen werden über eine oder zwei AC-Busleitungen versorgt. Es werden für die Schaltung nur wenige und preiswerte Komponenten benötigt. Bei diesen handelt es sich im Wesentlichen um Standardkomponenten.

Der Ausgleichsvorgang kann jederzeit aktiviert werden. Diese Aktivierung kann beispielsweise durch ein Steuergerät erfolgen, das den Aktivierungszeitpunkt aufgrund von Betriebsparametern eines Kraftfahrzeugs, insbesondere einer Brennkraftmaschine und/oder eines Starter-Generators, bestimmt.

Über die Ausgleichsschaltung kann ein Nachladen des Kondensatorstapels erfolgen. Auf diese Weise kann eine Serienschaltung leerer Zellen aus einer weiteren Energiequelle wieder aufgeladen werden und so beispielsweise ein Kraftfahrzeug, das längere Zeit stillstand, wieder startfähig gemacht werden.

Das Gesamtsystem ist einfach zu erweitern und dadurch leicht skalierbar.

Die Schaltungsanordnung eignet sich in besonderer Weise für eine Integration in den Stapel von in Reihe geschalteten Zellen eines Energiespeichers und/oder in das Gehäuse der einzelnen Zellen oder des gesamten Energiespeichers.

Als Energiespeicher eignen sich hier insbesondere Doppelschichtkondensatoren, auch Super- oder Ultra-Caps genannt.

Ausführungsbeispiele nach der Erfindung werden nachstehend anhand einer schematischen Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 die Streuung der Kondensatorspannungen verschiedener Zellen eines Doppelschichtkondensators über der Zeit,

Figur 2 eine bekannte Schaltungsanordnung zum Erzielen eines Ladungsausgleichs bei Energiespeichern,

Figur 3 eine weitere bekannte Schaltungsanordnung zum Erzielen eines Ladungsausgleichs bei Energiespeichern,

Figur 4 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Ladungsausgleichsschaltung,

Figur 5 ein Ausführungsbeispiel einer Ladungsausgleichsschaltung, und

Figur 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Ladungsausgleichsschaltung.

Die Figuren 1 bis 3 sind bereits weiter oben erläutert worden.

5 Ein Blockschaltbild einer prinzipiellen Schaltung zum Ladungsausgleich von Zellen eines Energiespeichers nach der Erfindung ist in Figur 4 dargestellt. Durch einen ersten Wandler 1 wird eine Gleichspannung erzeugt. Diese Gleichspannung wird über einen zweiten Wandler 2 mit einer Pulsfrequenz von
10 beispielsweise 50kHz wechselgerichtet und mit dieser Wechselspannung ein AC-Bus 4 beaufschlagt. Als Bus wird hier ein System von Leitern (Kabeln, Kupferschienen, etc.) bezeichnet.

An diesen Bus 4 sind über jeweils einen Koppelkondensator und einen Gleichrichter 3 die in Reihe geschalteten Zellen Z_1 bis
15 Z_n des Doppelschichtkondensators DLC angeschlossen. Die Koppelkondensatoren C_K werden zur Potentialtrennung eingesetzt und durch die Wechselspannung teilweise umgeladen.

Figur 5 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Ladungsausgleich von
20 Zellen Z_1 bis Z_n eines Doppelschichtkondensators DLC. Die über der Reihenschaltung der einzelnen Zellen Z_1 bis Z_n des Doppelschichtkondensators DLC abfallende Spannung U_{DLC} wird einem DC/DC-Spannungswandler 1 - beispielsweise einem stromgeregelten Tiefsetzsteller - über einen ersten Schalter S1
25 zugeführt. Über einen zweiten Schalter S2 kann zusätzlich oder alternativ eine Energiequelle, beispielsweise ein Akkumulator B, mit dem DC/DC-Spannungswandler 1 verbunden werden.

30 Der DC/DC-Spannungswandler 1 ist wiederum mit einem Eingang eines DC/AC-Spannungswandlers 2 elektrisch verbunden, welcher in diesem Ausführungsbeispiel einen Zwischenkreiskondensator C_Z und zwei als Halbbrücke geschaltete Transistoren T1 und T2 aufweist. Der Zwischenkreiskondensator C_Z kann entweder vom
35 Doppelschichtkondensator DLC über Schalter S1 oder von dem Akkumulator B über Schalter S2 aufgeladen werden. Der zwischen den beiden Transistoren T1 und T2 liegende Ausgang die-

ses DC/AC-Spannungswandlers 2 ist mit einem AC-Bus 4 verbunden, der wiederum jeweils einen Koppelkondensator C_{K1} bis C_{Kn} für die ihm zugeordnete Zelle Z_1 bis Z_n aufweist.

5 Zwischen jedem Koppelkondensator C_{Kx} ($x = 1 \dots n$) und der ihm zugeordneten Zelle Z_x ist ein Gleichrichter 3, hier bestehend aus jeweils zwei Dioden D_{xa} , D_{xb} angeordnet. Die Dioden
- D_{xa} - verbinden jeweils den dem AC-Bus 4 abgewandeten Anschluss des Koppelkondensators C_{Kx} mit dem das höhere Potential aufweisenden Anschluss (künftig „positiver Anschluss“
10 genannt) der zugeordneten Zelle Z_x , und die Dioden D_{xb} verbinden diesen Anschluss mit dem das niedrigere Potential aufweisenden Anschluss (künftig „negativer Anschluss“ genannt) dieser zugeordneten Zelle Z_x .

15

Hierbei ist die Diode D_{xa} vom Koppelkondensator C_{Kx} zum positiven Anschluss der Zelle Z_x hin in Durchflussrichtung gepolt, während die Diode D_{xb} vom negativen Anschluss der Zelle Z_x zum Koppelkondensator C_{Kx} hin in Durchflussrichtung gepolt

20

ist.

Der in diesem Ausführungsbeispiel aus einer Halbbrücke T1, T2 bestehende DC/AC-Spannungswandler 2 liefert an seinem zwischen den beiden Transistoren T1 und T2 liegenden Ausgang eine rechteckförmige Wechselspannung, die durch die Koppelkondensatoren C_{K1} bis C_{Kn} zu den einzelnen Zellen Z_1 bis Z_n übertragen werden kann.

25

Für die Koppelkondensatoren können verschiedene Kondensator-
30 typen Verwendung finden. Allerdings müssen Kapazität, Frequenz und der innere Verlustwiderstand des Kondensators miteinander abgestimmt werden. Eine Fehlabstimmung würde zu einer zu großen Umladung der Koppelkondensatoren führen und somit die Selektivität und Trennschärfe der Ausgleichsschaltung
35 nachhaltig verschlechtern.

Über den anschließenden Gleichrichter 3 (Dioden D_{1a} , D_{1b} bis D_{na} , D_{nb}) wird der Strom wieder gleichgerichtet und den Zellen Z_1 bis Z_n als Ladestrom zugeführt.

- 5 Um einen Ladungsausgleich an den in Reihe geschalteten Kondensatorzellen Z_1 bis Z_n eines Doppelschichtkondensators DLC erreichen zu können, muss denjenigen Zellen Z_1 bis Z_n , welche die höchste Spannung aufweisen, Energie entnommen und den Zellen, an denen die geringste Spannung anliegt, wieder so
10 zugeführt werden, dass diese Zellen geladen werden.

Die Schaltung lässt sich in drei Teilschaltungen aufteilen. Der erste Teil ist eine Stromquelle, die vorteilhaft als DC/DC-Schaltregler 1 ausgeführt ist. Energie kommt - bei einem Ladungsausgleich - aus dem Doppelschichtkondensator DLC selbst oder - bei einem Ladevorgang - aus einer zweiten Energiequelle, wie z.B. einem Akkumulator B. Diese Energie wird einem Zwischenkreiskondensator C_z der zweiten Teilschaltung zugeführt. Für den DC/DC-Schaltregler 1 kommen alle bekannten
15 Varianten in Frage; vorteilhaft ist eine Ausführung als Abwärtsschaltregler, bestehend aus Transistor, Drossel und Freilaufdiode (nicht dargestellt).

Die zweite Teilschaltung 2 weist neben dem Zwischenkreiskondensator C_z eine Brückenschaltung auf, hier eine Halbbrücke, bestehend aus den beiden Transistoren T1 und T2, die aus dem Zwischenkreiskondensator C_k gespeist wird, und dessen Ausgang über den AC-Bus 4 an alle Koppelkondensatoren C_{K1} bis C_{Kn} geführt wird. Sie erzeugt eine Wechselspannung, bezogen auf Bezugspotential GND (Masse).
25
30

Die dritte Teilschaltung, der Gleichrichter 3, ist je Zelle Z_1 bis Z_n einmal vorhanden. Er wandelt den Wechselstrom in einen durch die Zellen fließenden pulsierenden Gleichstrom um.
35

Der Vorgang des Ladungsausgleichs wird beispielhaft für eine Zelle Z_x erklärt (mit $x = 1$ bis n), welche in diesem Ausführungsbeispiel die niedrigste Zellenspannung U_{Z_x} aufweisen soll.

5

Der Koppelkondensator C_{Kx} wird in der negativen Phase des Wechselspannungssignals (Transistor T2 stromleitend) durch die untere Diode D_{xb} auf das untere Potenzial (am negativen Anschluss der Zelle) der Zelle Z_x - abzüglich der Durchlaßspannung der Diode D_{xb} - geladen.

10

Wenn das Wechselspannungssignal das Potenzial anschließend ausreichend weit anhebt (Transistor T1 stromleitend), fließt Strom vom Zwischenkreiskondensator C_z über Transistor T1, den AC-Bus 4, den Koppelkondensator C_{Kx} und die Diode D_{xa} durch die Zelle Z_x und durch alle Zellen, deren positiver Anschluss ein gegen Bezugspotential GND geringeres Potential als der positive Anschluss der zu ladenden Zelle Z_x aufweisen, hier also die Zellen Z_{x+1} bis Z_n , und von dort zurück zum Zwischenkreiskondensator C_z .

15

20

In der folgenden negativen Phase des Wechselspannungssignals (Transistor T2 wieder stromleitend) fließt der Strom in umgekehrter Richtung durch die Zellen, deren positiver Anschluss ein gegen Bezugspotential GND geringeres Potential als der positive Anschluss der zu ladenden Zelle Z_x aufweisen, also die Zellen Z_n bis Z_{x+1} , und jetzt durch Diode D_{xb} und den Koppelkondensator C_{Kx} . Der Stromkreis schließt sich über den AC-Bus 4 und den stromleitenden Transistor T2.

25

30

Es stellt sich also in der Zelle Z_x ein pulsierender Ladegleichstrom ein, während alle Zellen Z_{x+1} bis Z_n , deren positiver Anschluss ein geringeres Potential gegen Bezugspotential GND aufweisen, einen Wechselstrom erfahren.

35

Der pulsierende Gleichstrom kann nur in die Zelle Z_x mit der geringsten Zellenspannung U_{Z_x} fließen und lädt dann diese

Zelle als erste so lange auf, bis diese die nächsthöhere Zellenspannung einer weiteren Zelle erreicht hat. Der pulsierende Gleichstrom teilt sich dann auf diese beiden Zellen auf, bis diese die Zelle mit der dann nächst höheren Zellenspannung erreicht hat, u.s.w.. Auf diese Weise wird ein Ladungsausgleich des gesamten Kondensatorstapels, d.h., aller Zellen des Doppelschichtkondensators DLC, erreicht.

Die Energie, mit welcher die jeweilige Zelle Z_x des Doppelschichtkondensators DLC geladen wird, kommt aus dem Zwischenkreiskondensator C_z , der sich durch diese Belastung einerseits und die konstante Nachladung andererseits auf eine geeignete Spannung U_{Cz} selbständig einstellt. Dabei ergibt sich auch automatisch, dass die Zelle, an der die geringste Spannung abfällt, die meiste Energie bekommt, während Zellen (hier Z_1 bis Z_{x-1} und Z_{x+1} bis Z_n), an denen momentan eine höhere Zellenspannung abfällt, gar keine Energie bekommen.

Dabei stellen sich hochkapazitive Koppelkondensatoren hoher Güte und Dioden mit geringen Durchlassspannungen als besonders geeignet dar.

Die erfindungsgemäße Schaltung weist die folgenden Funktionsgruppen auf:

- einen stromgeregelten Tiefsetzsteller 1, der die H-Brücke 2 speist,
- eine selbstgetaktete H-Brücke 2,
- einen AC-Bus 4, an dem die einzelnen Zellen zur Auskoppelung der Energie angeschlossen sind,
- Koppelkondensatoren C_{K1} bis C_{Kn} zur Potentialtrennung und Energieübertragung, und
- einen Gleichrichter 3 mit Dioden D_{1a} , D_{1b} bis D_{na} , D_{nb} zur Gleichrichtung des Wechselstromes, der die Zelle, die jeweils die geringste Spannung aufweist, lädt.

35

Figur 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung mit einer Vollbrücke und ei-

nem (Graetz-) Gleichrichter in einer Zweiphasen-Variante. Auch hier sei die Zelle Z_x diejenige mit der niedrigsten Zellenspannung U_{Zx} .

- 5 Funktionsidentische Teile tragen hier die gleichen Bezugszeichen wie in Figur 5.

Die Schaltung des Ausführungsbeispiels mit zwei Phasen arbeitet ähnlich wie die Schaltung des zuvor beschriebenen und in
10 Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiels mit einer Halbbrücke und einer Phase. Es ergeben sich hier aber gewisse Vorteile, die dem Mehraufwand gegengerechnet werden müssen.

Das Ausführungsbeispiel nach Figur 6 weist als DC/AC-Spannungswandler 2 eine Vollbrückenschaltung mit zwei Halbbrücken
15 auf, bestehend aus erstem und zweitem Transistor T1-T2 bzw. drittem und viertem Transistor T3-T4, die mit je einer Busleitung 4.1, 4.2 verbunden sind. Jede Busleitung wird über die ihr zugeordnete Halbbrücke mit Energie versorgt.

20

Die Busleitung 4.1 ist über jeweils einen Koppelkondensator C_{K1a} bis C_{Kna} , und eine Gleichrichterschaltung aus jeweils
zwei Dioden D_{1a} , D_{1b} bis D_{na} , D_{nb} mit den in Reihe geschalteten Zellen Z_1 bis Z_n verbunden.

25

Die Busleitung 4.2 ist über jeweils einen Koppelkondensator C_{K1b} bis C_{Knb} und eine Gleichrichterschaltung 3 aus jeweils
zwei Dioden D_{1c} , D_{1d} bis D_{nc} , D_{nd} mit den in Reihe geschalteten Zellen Z_1 bis Z_n verbunden.

30

Beispielhaft für die Zelle Z_x bedeutet dies: die mit der Halbbrücke T1-T2 verbundene Busleitung 4.1 ist über den Koppelkondensator C_{Kxa} einerseits über die zur Zelle hin stromleitende Diode D_{xa} mit dem positiven Anschluss der Zelle Z_x
35 verbunden und andererseits über die zum Koppelkondensator hin stromleitende Diode D_{xb} mit dem negativen Anschluss der Zelle Z_x verbunden.

Zusätzlich ist die mit der Halbbrücke T3-T4 verbundene Busleitung 4.2 über den Koppelkondensator C_{Kxb} einerseits über die zur Zelle hin stromleitende Diode D_{xc} mit dem positiven Anschluss der Zelle Z_x verbunden und andererseits über die
5 zum Koppelkondensator hin stromleitende Diode D_{xd} mit dem negativen Anschluss der Zelle Z_x verbunden.

Die beiden Gleichrichter D_{xa}, D_{xb} und D_{xc}, D_{xd} arbeiten also parallel auf die Zelle Z_x . Ebenso sieht die Schaltung für alle
10 anderen Zellen Z_1 bis Z_{x-1} und Z_{x+1} bis Z_n aus.

Wesentlicher Vorteil bei zwei Phasen ist hierbei, dass der Wechselstrom durch die eigentlich unbeteiligten Zellen, die momentan nicht geladen werden, also alle Zellen, deren positiver Anschluss ein gegen Bezugspotential GND geringeres Potential, aber höhere Zellenspannungen U_z als die Zelle Z_x
15 aufweisen (hier also durch die Zellen Z_{x+1} bis Z_n), entfällt.

In diesem Ausführungsbeispiel arbeiten die beiden Halbbrücken gegenphasig, d.h., wenn die Transistoren T1 und T4 in der
20 ersten Phase stromleitend sind, sind die Transistoren T2 und T3 nichtleitend; in der zweiten Phase ist es umgekehrt: hier sind die Transistoren T2 und T3 stromleitend, während die Transistoren T1 und T4 nichtleitend sind.

25 In der ersten Phase fließt ein Strom vom Zwischenkreiskondensator C_z über Transistor T1 in den Bus 4.1, über Koppelkondensator C_{Kxa} und Diode D_{xa} durch die Zelle Z_x und zurück über Diode D_{xd} , Koppelkondensator C_{Kxb} , den Bus 4.2 und Transistor T4 zum Zwischenkreiskondensator CZ.
30

In der zweiten Phase fließt ein Strom vom Zwischenkreiskondensator C_z über Transistor T3 in den Bus 4.2, über Koppelkondensator C_{Kxb} und Diode D_{xc} durch die Zelle Z_x und zurück
35 über Diode D_{xb} , Koppelkondensator C_{Kxa} , den Bus 4.1 und Transistor T2 zum Zwischenkreiskondensator C_z .

Es kompensieren sich der Nachladestrom des einen Koppelkondensators C_{Kxa} und der Entladestrom des anderen Koppelkondensators C_{Kxb} .

- 5 Durch den Tiefsetzsteller 1 wird die Energie dem gesamten aus den in Reihe geschalteten einzelnen Zellen Z bestehenden Kondensatorstapel, also dem Doppelschichtkondensator DLC, entnommen. Wahlweise kann dem System über einen zusätzlichen Schalter S2 Energie zugeführt werden.

10

- Die Spannung am jeweiligen AC-Bus steigt soweit, bis sie der niedrigsten Zellenspannung plus einer (Ausführungsbeispiel nach Figur 5) bzw. plus zwei Diodenspannungen (Ausführungsbeispiel nach Figur 6) entspricht. Dadurch wird eine sehr effiziente Nachladung der am stärksten entladenen Zelle erreicht.

15

Die Gesamtschaltung benötigt keine komplexen, teuren Einzelbauteile.

20

Durch die Struktur des AC-Busses 4 bzw. 4.1 und 4.2 ist das System leicht erweiterbar. Zusätzliche Energiespeicher Z_{n+1} können einfach an den Bus angeschlossen oder überflüssige entfernt werden.

25

Die Ladungsausgleichschaltung kann auch zum Ladungsausgleich von anderen Energiespeichern, beispielsweise von in Reihe geschalteten Akkumulatoren, verwendet werden.

30

Diese Schaltungsanordnungen (DLC, Gleichrichterioden, Koppelkondensatoren und Busleitung/en können sowohl in Gehäuse integriert werden, welche die einzelnen Zellen umgeben, oder in ein gemeinsames Gehäuse. Auf diese Weise kann eine kompakte Einheit aufgebaut werden, die lediglich drei oder vier Anschlüsse aufweist.

35

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Ladungsausgleich von in Reihe angeordneten
5 einzelnen Zellen (Z_1 bis Z_n) eines Energiespeichers (DLC),

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

10 dass ein DC/DC-Wandler (1) vorgesehen ist, welcher über einen
ersten Schalter (S1) mit dem einen Anschluss des Energie-
speichers (DLC) verbunden ist,

dass ein dem DC/DC-Wandler (1) nachgeschalteter DC/AC-Wandler
(2) vorgesehen ist, welcher einen Zwischenkreiskondensator
(C_2) und eine Brückenschaltung (T1 bis T4) enthält,

15 dass wenigstens ein dem DC/AC-Wandler (2) nachgeschalteter
AC-Bus (4, 4.1, 4.2) vorgesehen ist, und

20 dass zwischen jeder Zelle (Z_1 bis Z_n) und jedem AC-Bus (4,
4.1, 4.2) eine Reihenschaltung wenigstens eines Koppelkon-
densators (C_{K1} bis C_{Kn} , C_{K1a} und C_{K1b} bis C_{Kna} und C_{Knb}) und
eines Gleichrichters (3) angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
25 der Gleichrichter (3) so ausgebildet ist, dass eine Diode
(D_{xa} , D_{xc}) von dem vom AC-Bus (4, 4.1, 4.2) abgewandten An-
schluss des Koppelkondensators (C_{Kx} , C_{Kxa} , C_{Kxb} , wobei $x = 1$
bis n) zum positiven Anschluss der zugeordneten Zelle (Z_x)
hin stromleitend ist, und die andere Diode (D_{xb} , D_{xd}) vom ne-
gativen Anschluss der Zelle (Z_x) zu dem vom AC-Bus (4, 4.1,
30 4.2) abgewandten Anschluss des zugeordneten Koppelkondensa-
tors (C_{Kx} , C_{Kxa} , C_{Kxb}) hin stromleitend ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
35 der DC/DC-Wandler (1) über einen zweiten Schalter (S2) mit
einer weiteren Energiequelle (B) verbindbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der DC/DC-Wandler (1) ein stromgeregelter Tiefsetzsteller ist.
- 5
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brückenschaltung des DC/AC-Wandlers (2) als einphasige Halbbrücke mit zwei parallel zum Zwischenkreiskondensator (C_z) in Reihe liegenden Transistoren (T1, T2) ausgebildet ist.
- 10
6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brückenschaltung des DC/AC-Wandlers (2) mehrphasig ausgebildet ist, wobei jede Phase als Halbbrücke aus zwei in Reihe liegenden Transistoren (T1-T2, T3-T4) besteht, die parallel zum Zwischenkreiskondensator (C_z) angeordnet ist.
- 15
7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Energiespeicher (DLC) ein Doppelschichtkondensator ist.
- 20
8. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Energiespeicher (DLC) aus einer Reihenschaltung von Akkumulatoren besteht.
- 25
9. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Brückenschaltung des DC/AC-Wandlers (2) selbstgetaktet ist.
- 30
10. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Energiespeicher (DLC), Gleichrichter (3), Koppelkondensatoren (CK1 bis CKn, CK1a bis CKnb) und AC-Bus (4, 4.1, 4.2) in einem gemeinsamen Gehäuse integriert sind.
- 35

11. Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der vom Energiespeicher (DLC) oder der weiteren Energiequelle (B) gespeiste DC/DC-Wandler (1) dem Zwischenkreis-kondensator (C_z) einen Strom zuführt, wodurch sich an diesem eine Spannung (U_{Cz}) zum Laden der Zellen (Z_1 bis Z_n) selbständig einstellt, und
5 dass der DC/AC-Wandler (2) diese Spannung (U_{Cz}) wechselrichtet und über den oder die AC-Busse (4, 4.1, 4.2), die zugeordneten Koppelkondensatoren (C_{K1} bis C_{Kn} , C_{K1a} bis C_{Knd}) und Dioden (D_{1a} bis D_{nd}) des Gleichrichters (3) der Zelle (Z_x) mit der geringsten Zellenspannung (U_{Zx}) einen gleichgerichteten, pulsierenden Ladestrom zuführt.
10

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem einphasigen DC/AC-Wandler (2) der Ladestrom für die Zelle (Z_x , $x = 1$ bis n) mit der geringsten Zellenspannung (U_{Zx}) in der positiven Phase vom Zwischenkreiskondensator (C_z) über den stromleitenden ersten Transistor (T1), den AC-Bus (4), den Koppelkondensator (C_{Kx}), die Diode (D_{xa}) zur Zelle (Z_x) und von dort über alle Zellen (Z_{x+1} bis Z_n), deren positiver Anschluss ein gegen Bezugspotential (GND) geringeres Potential als der positive Anschluss der zu ladenden Zelle (Z_x) aufweisen, und über Bezugspotential (GND) zurück zum Zwischenkreiskondensator (C_z) fließt, und
20 in der folgenden negativen Phase in umgekehrter Richtung vom nun stromleitenden zweiten Transistor (T2) durch die Zellen (Z_n bis Z_{x+1}), deren positiver Anschluss ein gegen Bezugspotential (GND) geringeres Potential als der positive Anschluss der zu ladenden Zelle (Z_x) aufweisen, die Diode (D_{xb}), den Koppelkondensator (C_{Kx}) und den AC-Bus (4) zurück zum zweiten Transistor (T2) fließt.
30

13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem mehrphasigen DC/AC-Wandler (2) der Ladestrom für
35

die Zelle (Z_x , mit $x = 1$ bis n) mit der geringsten Zellen-
spannung (U_{Z_x}) in der ersten Phase vom Zwischenkreiskondensa-
tor (C_z) über den ersten Transistor (T1), den ersten AC-Bus
(4.1), Koppelkondensator ($C_{K_{xa}}$) und Diode (D_{xa}), durch die
5 Zelle (Z_x) und zurück über Diode (D_{xd}), Koppelkondensator
($C_{K_{xb}}$), den zweiten AC-Bus (4.2) und den vierten Transistor
(T4) zum Zwischenkreiskondensator (C_z) fließt, und
in der zweiten Phase vom Zwischenkreiskondensator (C_z) über
den dritten Transistor (T3), den AC-Bus (4.2), Koppelkon-
densator ($C_{K_{xb}}$) und Diode (D_{xc}), durch die Zelle (Z_x) und
10 zurück über Diode (D_{xb}), Koppelkondensator ($C_{K_{xa}}$), den AC-
Bus (4.1) und den zweiten Transistor (T2) zum Zwischen-
kreiskondensator (C_z) fließt.

FIG 1

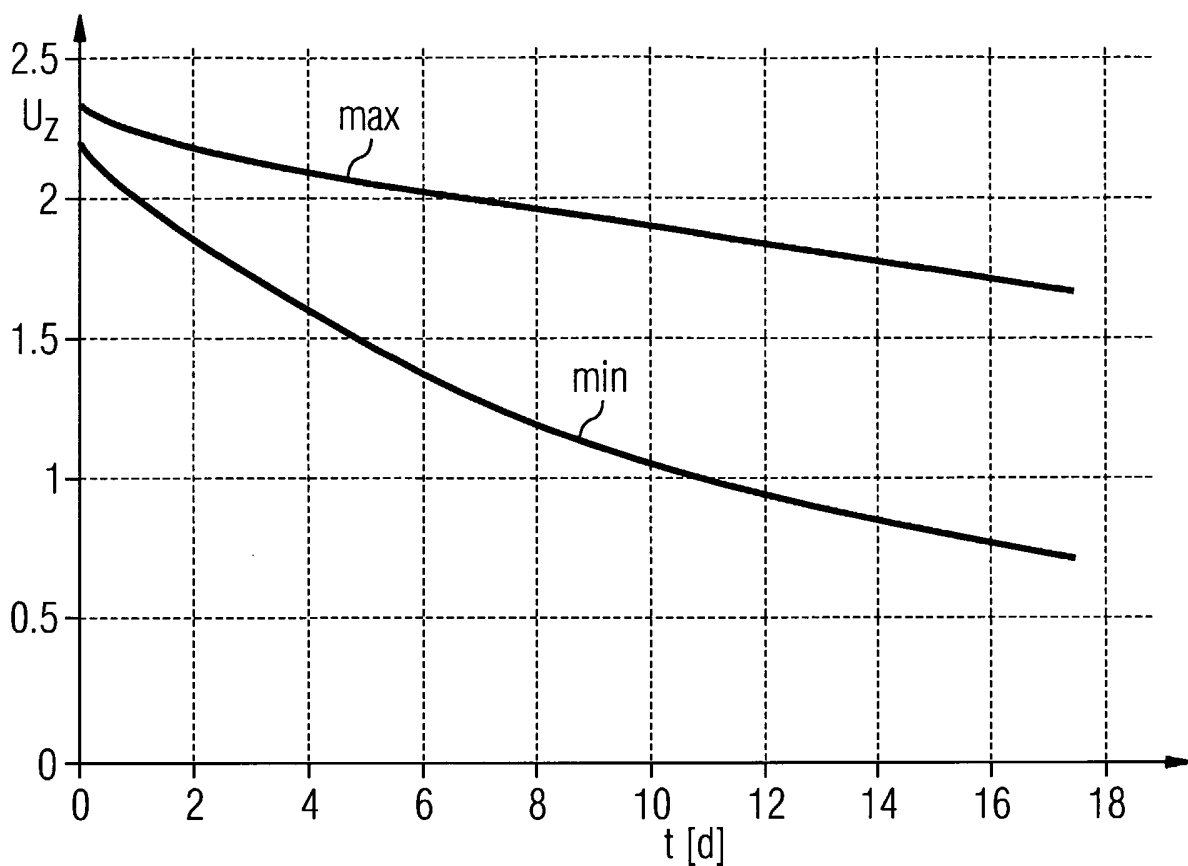


FIG 2

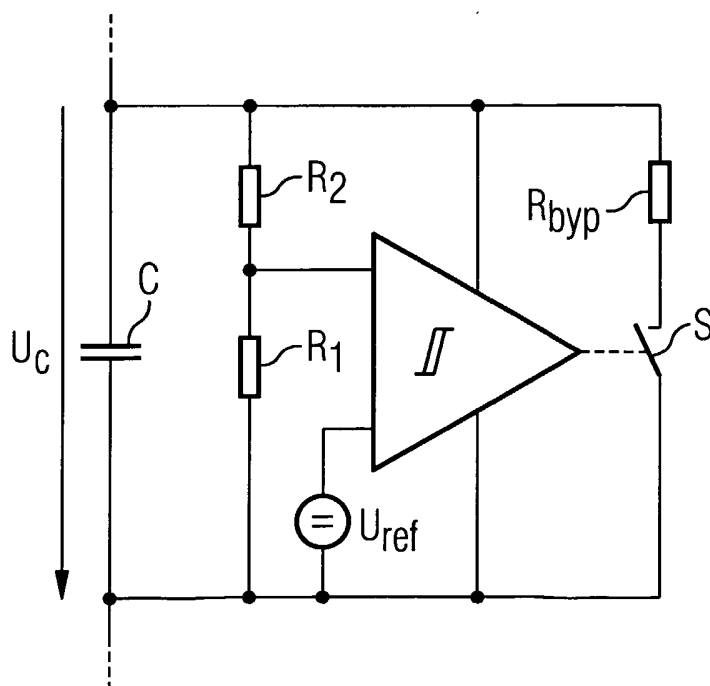


FIG 3

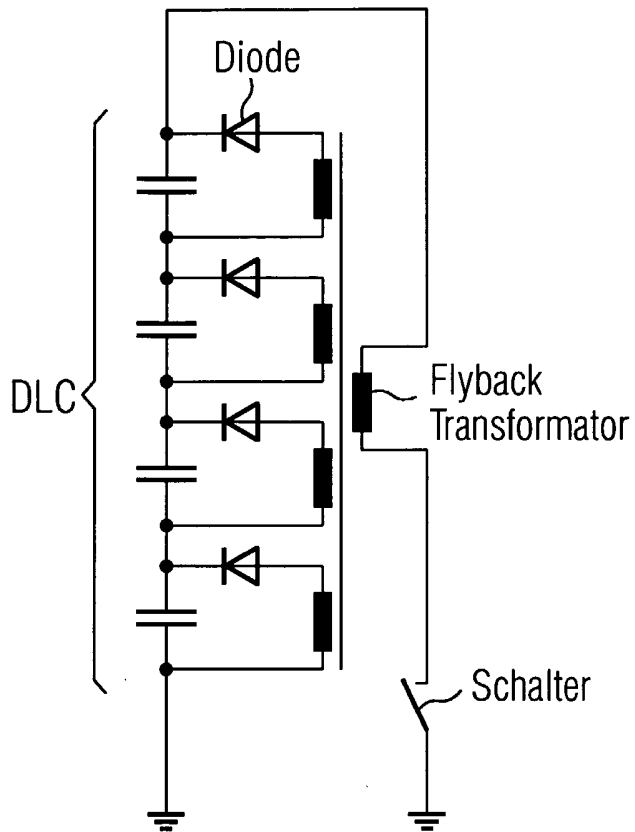


FIG 4

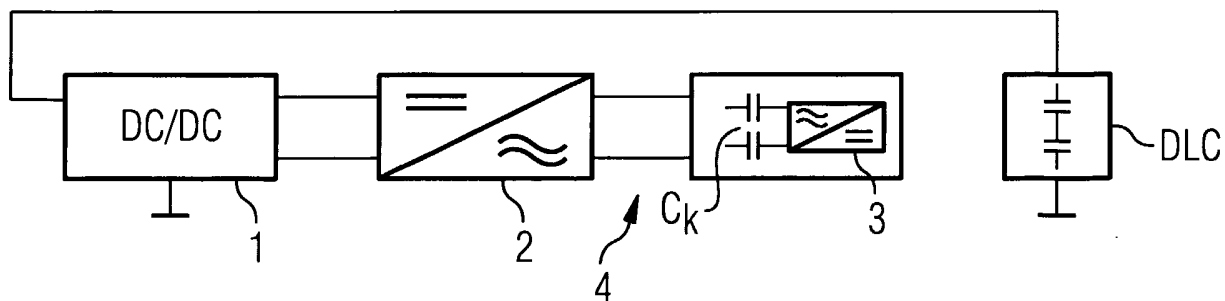


FIG 5

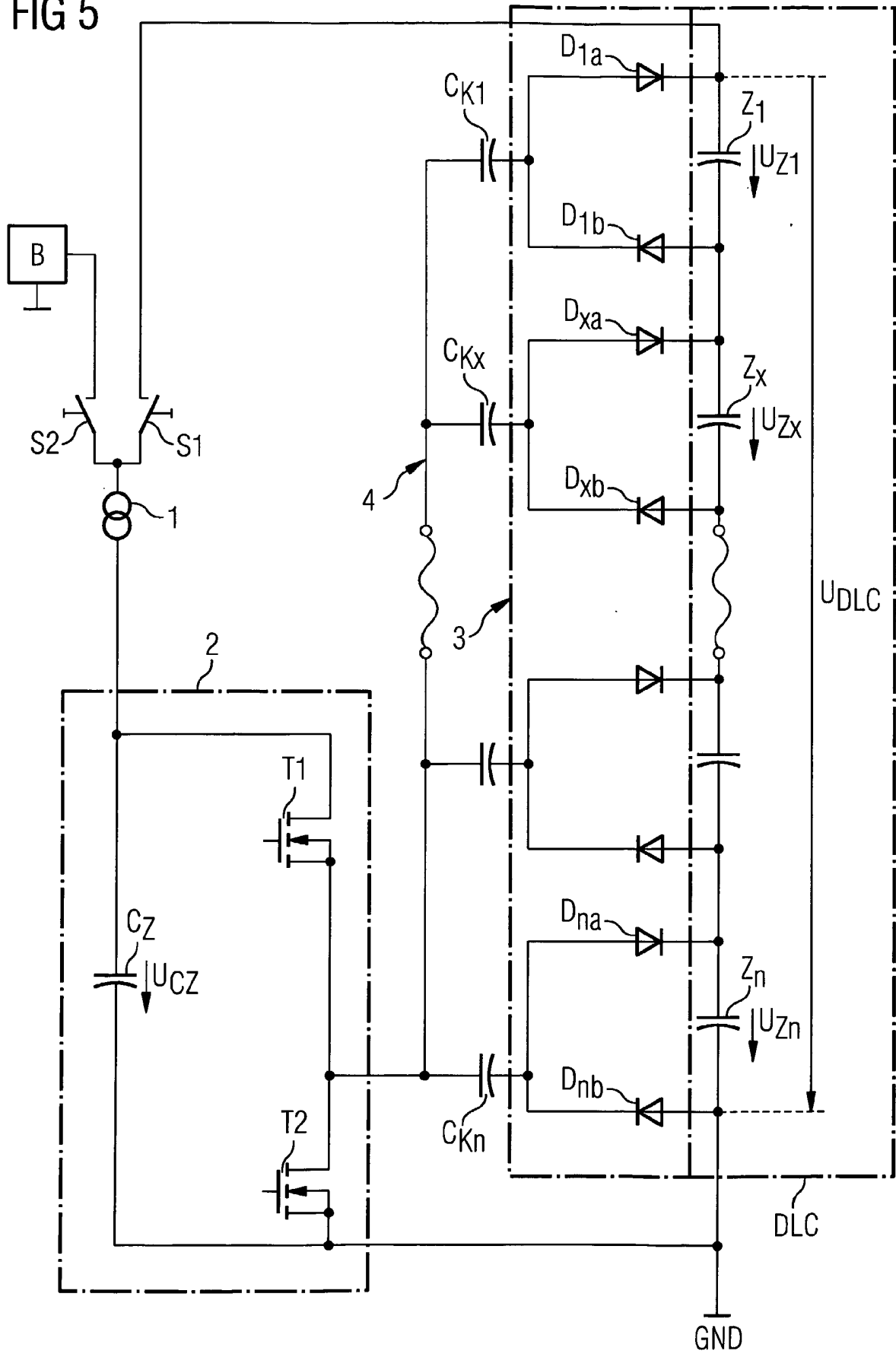
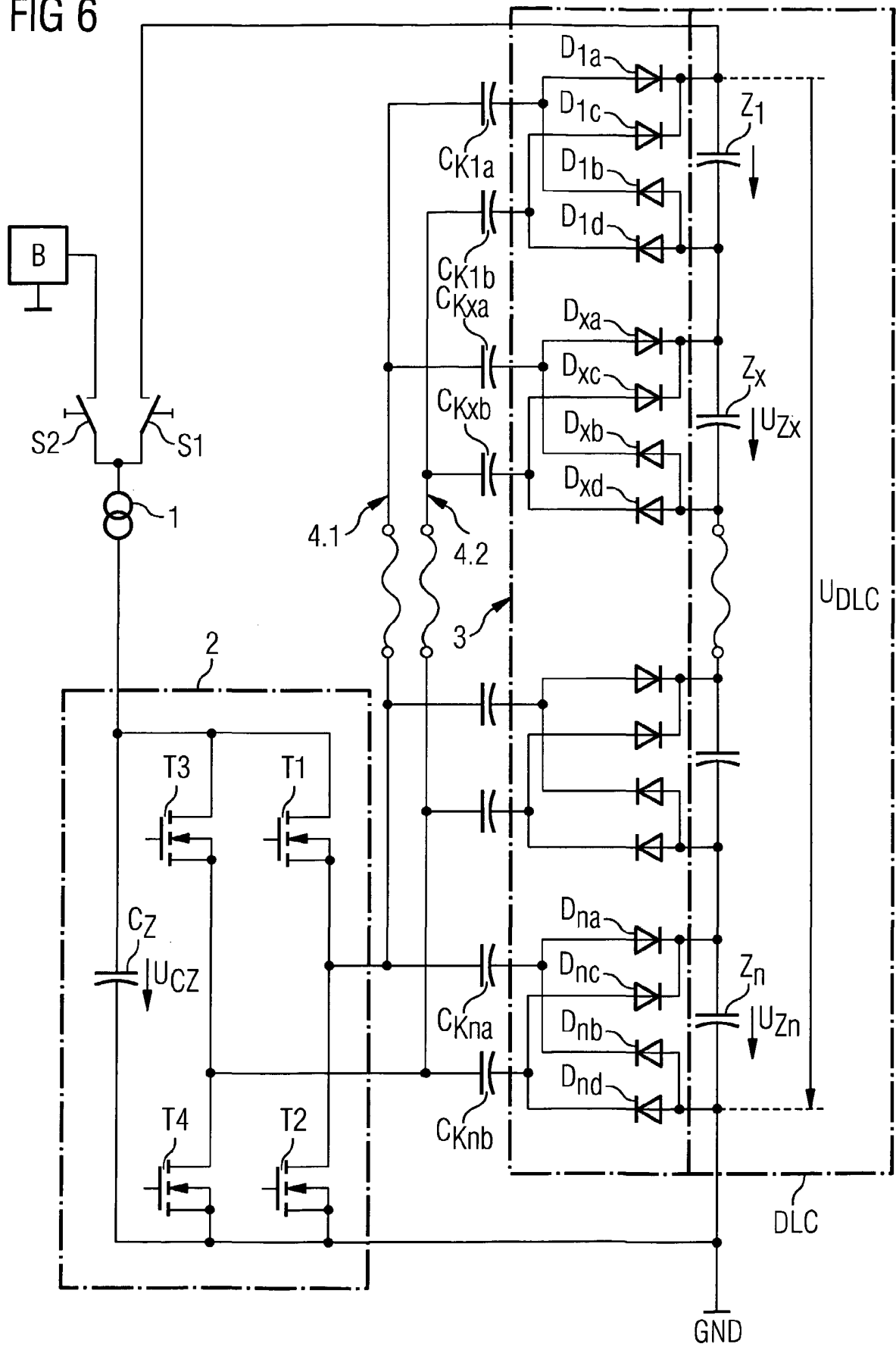


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2005/051386

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H02J7/00 H02M3/335				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H02J H02M				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
A	KUTKUT N H ET AL: "Dynamic equalization techniques for series battery stacks" TELECOMMUNICATIONS ENERGY CONFERENCE, 1996. INTELEC '96., 18TH INTERNATIONAL BOSTON, MA, USA 6-10 OCT. 1996, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 6 October 1996 (1996-10-06), pages 514-521, XP010204362 ISBN: 0-7803-3507-4 page 515 - page 517; figures 3-10	1-13		
A	DE 102 56 704 B3 (SIEMENS AG) 26 February 2004 (2004-02-26) cited in the application abstract; figure 1 ----- -/--	1-13		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. </td> <td style="width: 50%; border: none;"> <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex. </td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.	<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.	<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.			
° Special categories of cited documents :				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family </td> </tr> </table>			"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search <p style="text-align: center; font-weight: bold;">6 June 2005</p>		Date of mailing of the international search report <p style="text-align: center; font-weight: bold;">15/06/2005</p>		
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <p style="text-align: center; font-weight: bold;">Zeng, W</p>		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2005/051386

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2004/037100 A1 (ORR RAYMOND K ET AL) 26 February 2004 (2004-02-26) paragraph '0081! - paragraph '0091!; figures 8,10 -----	1,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2005/051386

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10256704 B3	26-02-2004	WO 2004051820 A1	17-06-2004
US 2004037100 A1	26-02-2004	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP2005/051386

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 H02J7/00 H02M3/335		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTER GEBIETE Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 H02J H02M		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	KUTKUT N H ET AL: "Dynamic equalization techniques for series battery stacks" TELECOMMUNICATIONS ENERGY CONFERENCE, 1996. INTELEC '96., 18TH INTERNATIONAL BOSTON, MA, USA 6-10 OCT. 1996, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 6. Oktober 1996 (1996-10-06), Seiten 514-521, XP010204362 ISBN: 0-7803-3507-4 Seite 515 - Seite 517; Abbildungen 3-10	1-13
A	DE 102 56 704 B3 (SIEMENS AG) 26. Februar 2004 (2004-02-26) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1	1-13
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 6. Juni 2005		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 15/06/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Zeng, W

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2004/037100 A1 (ORR RAYMOND K ET AL) 26. Februar 2004 (2004-02-26) Absatz '0081! - Absatz '0091!; Abbildungen 8,10 -----	1,11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP2005/051386

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10256704	B3	26-02-2004	WO 2004051820 A1
US 2004037100	A1	26-02-2004	17-06-2004

