

(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
29. November 2012 (29.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/159811 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/056015
- (22) Internationales Anmeldedatum: 3. April 2012 (03.04.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2011 076 515.8 26. Mai 2011 (26.05.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FEUERSTACK, Peter** [DE/DE]; Reichertshalde 13, 71642 Ludwigsburg (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ENERGY STORAGE DEVICE, AND SYSTEM HAVING AN ENERGY STORAGE DEVICE

(54) Bezeichnung : ENERGIESPEICHEREINRICHTUNG UND SYSTEM MIT ENERGIESPEICHEREINRICHTUNG

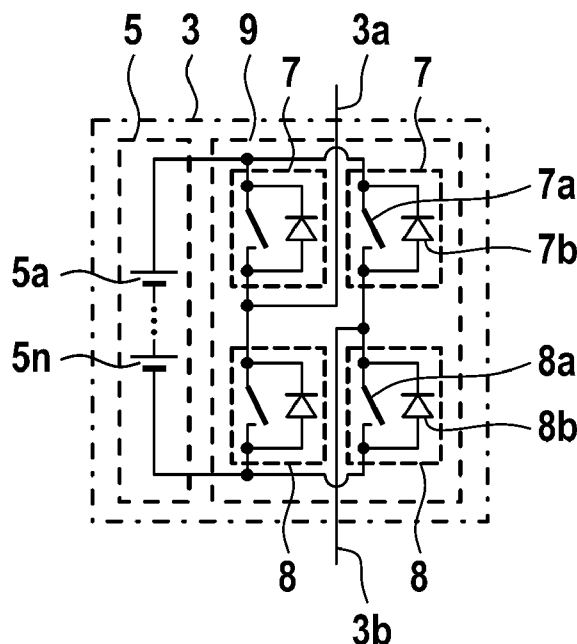


FIG. 3

(57) Abstract: The invention relates to an energy storage device (1) for generating an n-phase supply voltage, where $n \geq 1$, with n energy supply branches which are connected in parallel and which are each connected to one of n phase connections, wherein each of the energy supply branches has a large number of energy storage modules (3) which are connected in series and which each comprise: an energy storage cell module (5) which has at least one energy storage cell (5a, 5n), and a coupling device (9) with coupling elements (7, 8) which are designed to switch or to bridge the energy storage cell module (5) selectively into the respective energy supply branch, wherein those coupling elements (8) of the coupling devices (9) which are designed to bridge the energy storage cell module (5) in the respective energy supply branch comprise normally-on semiconductor switches (8a). The other coupling elements (7) can comprise normally-off semiconductor switches (7a) in this case.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Energiespeichereinrichtung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

(1) zum Erzeugen einer n-phasigen Versorgungsspannung, wobei $n \geq 1$, mit n parallel geschalteten Energieversorgungszeigen, welche jeweils mit einem von n Phasenanschlüssen verbunden sind, wobei jeder der Energieversorgungszeigen eine Vielzahl von in Serie geschalteten Energiespeichermodulen (3) aufweist, welche jeweils umfassen: ein Energiespeicherzellenmodul (5), welches mindestens eine Energiespeicherzelle (5a, 5n) aufweist, und eine Koppereinrichtung (9) mit Koppелеlementen (7, 8), welche dazu ausgelegt sind, das Energiespeicherzellenmodul (5) selektiv in den jeweiligen Energieversorgungszeig zu schalten oder zu überbrücken, wobei diejenigen Koppелеlemente (8) der Koppereinrichtungen (9), die dazu ausgelegt sind, das Energiespeicherzellenmodul (5) in dem jeweiligen Energieversorgungszeig zu überbrücken, selbstleitende Halbleiterschalter (8a) umfassen. Die übrigen Koppелеlemente (7) können dabei selbstsperrende Halbleiterschalter (7a) umfassen.

Beschreibung

5 Titel

Energiespeichereinrichtung und System mit Energiespeichereinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Energiespeichereinrichtung und ein System mit einer Energiespeichereinrichtung, insbesondere in einer Batteriedirektumrichterschaltung zur
10 Stromversorgung elektrischer Maschinen.

Stand der Technik

Es zeichnet sich ab, dass in Zukunft sowohl bei stationären Anwendungen, wie z.B.
15 Windkraftanlagen oder Solaranlagen, wie auch in Fahrzeugen, wie Hybrid- oder Elektrofahrzeugen, vermehrt elektronische Systeme zum Einsatz kommen, die neue Energiespeichertechnologien mit elektrischer Antriebstechnik kombinieren.

Fig. 1 beispielsweise zeigt die Einspeisung von Drehstrom in eine dreiphasige elektrische
20 Maschine 101. Dabei wird über einen Umrichter in Form eines Pulswechselrichters 102 eine von einem Gleichspannungszwischenkreis 103 bereitgestellte Gleichspannung in eine dreiphasige Wechselspannung umgerichtet. Der Gleichspannungszwischenkreis 103 wird von einem Strang 104 aus seriell verschalteten Batteriemodulen 105 gespeist. Um
25 die für eine jeweilige Anwendung gegebenen Anforderungen an Leistung und Energie erfüllen zu können, werden häufig mehrere Batteriemodule 105 in einer Traktionsbatterie 104 in Serie geschaltet.

Die Serienschaltung mehrerer Batteriemodule bringt das Problem mit sich, dass der gesamte Strang ausfällt, wenn ein einziges Batteriemodul ausfällt. Ein solcher Ausfall des
30 Energieversorgungsstrangs kann zu einem Ausfall des Gesamtsystems führen. Weiterhin können temporär oder permanent auftretende Leistungsminderungen eines einzelnen Batteriemoduls zu Leistungsminderungen im gesamten Energieversorgungsstrang führen.

In der Druckschrift US 5,642,275 A1 ist ein Batteriesystem mit integrierter
35 Wechselrichterfunktion beschrieben. Systeme dieser Art sind unter dem Namen Multilevel Cascaded Inverter oder auch Battery Direct Inverter (Batteriedirektumrichter, BDI) bekannt. Solche Systeme umfassen Gleichstromquellen in mehreren Energiespeichermodulsträngen, welche direkt an eine elektrische Maschine oder ein

elektrisches Netz anschließbar sind. Dabei können einphasige oder mehrphasige Versorgungsspannungen generiert werden. Die Energiespeichermodulstränge weisen dabei eine Mehrzahl von in Serie geschalteten Energiespeichermodulen auf, wobei jedes Energiespeichermodul mindestens eine Batteriezelle und eine zugeordnete steuerbare Koppereinheit aufweist, welche es erlaubt, in Abhängigkeit von Steuersignalen den jeweiligen Energiespeichermodulstrang zu unterbrechen oder die jeweils zugeordnete mindestens eine Batteriezelle zu überbrücken oder die jeweils zugeordnete mindestens eine Batteriezelle in den jeweiligen Energiespeichermodulstrang zu schalten. Durch geeignete Ansteuerung der Koppereinheiten, z.B. mit Hilfe von Pulsweitenmodulation, können auch geeignete Phasensignale zur Steuerung der Phasenausgangsspannung bereitgestellt werden, so dass auf einen separaten Pulswechselrichter verzichtet werden kann. Der zur Steuerung der Phasenausgangsspannung erforderliche Pulswechselrichter ist damit sozusagen in den BDI integriert.

BDIs weisen üblicherweise einen höheren Wirkungsgrad und eine höhere Ausfallsicherheit gegenüber herkömmlichen Systemen, wie in Fig. 1 gezeigt, auf. Die Ausfallsicherheit wird unter anderem dadurch gewährleistet, dass defekte, ausgefallene oder nicht voll leistungsfähige Batteriezellen durch geeignete Überbrückungsansteuerung der Koppereinheiten aus den Energieversorgungssträngen herausgeschaltet werden können.

Die Energie für die Steuerung der Koppereinheiten wird üblicherweise durch die Batteriezellen innerhalb des Energiespeichermoduls selbst bereitgestellt. Bei spannungslosen Batteriezellen, beispielsweise bei defekten oder vollständig entladenen Batteriezellen, kann daher unter Umständen der Fall auftreten, dass die Koppereinheiten aufgrund fehlender Betriebsspannung nicht mehr angesteuert werden können. In diesen Fällen ist eine geeignete Überbrückungsansteuerung der Koppereinheiten nicht mehr möglich und der gesamte Energieversorgungsstrang fällt aus.

Offenbarung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung schafft gemäß einer Ausführungsform eine Energiespeichereinrichtung zum Erzeugen einer n-phasigen Versorgungsspannung, wobei $n \geq 1$, mit n parallel geschalteten Energieversorgungssträngen, welche jeweils mit einem von n Phasenanschlüssen verbunden sind, wobei jeder der Energieversorgungsstränge eine Vielzahl von in Serie geschalteten Energiespeichermodulen aufweist, welche jeweils ein Energiespeicherzellenmodul, welches mindestens eine Energiespeicherzelle aufweist, und eine Koppereinrichtung mit

Koppelementen, welche dazu ausgelegt sind, das Energiespeicherzellenmodul selektiv in den jeweiligen Energieversorgungsweig zu schalten oder zu überbrücken, umfassen. Dabei umfassen diejenigen Koppelemente der Koppeleinrichtungen, die dazu ausgelegt sind, das Energiespeicherzellenmodul in dem jeweiligen Energieversorgungsweig zu überbrücken, selbstleitende Halbleiterschalter.

Die vorliegende Erfindung schafft gemäß einer weiteren Ausführungsform ein System mit einer n-phasigen elektrischen Maschine, wobei $n \geq 1$, einer erfindungsgemäßen Energiespeichereinrichtung, deren Phasenanschlüsse mit den Phasenleitungen der elektrischen Maschine verbunden sind, und einer Steuereinrichtung, welche dazu ausgelegt ist, die Koppeleinrichtungen der Energiespeichermodule zum Erzeugen einer Versorgungsspannung für die elektrische Maschine selektiv anzusteuern.

Vorteile der Erfindung

Eine Idee der vorliegenden Erfindung ist es, die Ausfallssicherheit von Batteriedirektumrichtern noch weiter zu erhöhen, indem in einer entsprechenden Energiespeichereinrichtung an kritischen Stellen Koppelemente vorgesehen werden, die im spannungslosen Zustand automatisch einen Überbrückungsschaltzustand der zugehörigen Energiespeicherzellenmodule einstellen. Dadurch ist auch bei einem vollständigen Ausfall der Versorgungsspannung der Koppelemente eine sichere Überbrückung defekter Energiespeicherzellenmodule gewährleistet, so dass die Energiespeichereinrichtung auch bei einem Ausfall einzelner Energiespeicherzellenmodule in jedem Fall weiter betrieben werden kann.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform kann eine Energiespeichereinrichtung als Koppelemente Halbleiterschalter, beispielsweise MOSFET-Schalter, aufweisen, die je nach Position in der Schaltkette selbstleitend oder selbstsperrend sind. Für Koppelemente, die in einem Überbrückungszustand des zugehörigen Energiespeicherzellenmoduls eingeschaltet sind, können beispielsweise selbstleitende Halbleiterschalter vorgesehen werden, die im spannungslosen Zustand automatisch den Überbrückungszustand einstellen. Für andere Koppelemente, die in einem Überbrückungszustand des zugehörigen Energiespeicherzellenmoduls ausgeschaltet sind oder zumindest nicht eingeschaltet sein müssen, können hingegen vorteilhafterweise selbstsperrende Halbleiterschalter verwendet werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform können die Koppeleinrichtungen jeweils in Vollbrückenschaltung oder in Halbbrückenschaltung realisiert werden, je nach

Anwendungsfall. Wenn beispielsweise eine Polaritätsumkehr der
Energiespeicherzellenmodule in den Energieversorgungszweigen gewünscht ist, können
die Koppereinrichtungen in Vollbrückenschaltung mit je vier Koppелеlementen ausgestaltet
werden. In diesem Fall können beispielsweise jeweils zwei der Koppелеlemente als
5 selbstleitende Halbleiterschalter und die übrigen zwei Koppелеlemente als
selbstsperrende Halbleiterschalter ausgebildet werden. Falls eine Polaritätsumkehr der
Energiespeicherzellenmodule nicht gewünscht oder erforderlich ist, können die
Koppereinrichtungen in Halbbrückenschaltung mit je zwei Koppелеlementen ausgestaltet
werden. In diesem Fall kann beispielsweise jeweils eines der beiden Koppелеlemente als
10 selbstleitender Halbleiterschalter und das andere Koppелеlement als selbstsperrender
Halbleiterschalter ausgebildet werden.

Weitere Merkmale und Vorteile von Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus
der nachfolgenden Beschreibung mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Spannungsversorgungssystems für
eine dreiphasige elektrische Maschine,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Systems mit einer
Energiespeichereinrichtung gemäß einer Ausführungsform der
vorliegenden Erfindung,

Fig. 3 eine schematische Darstellung des Aufbaus eines Energiespeichermoduls
einer Energiespeichereinrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform
der vorliegenden Erfindung, und

Fig. 4 eine schematische Darstellung des Aufbaus eines Energiespeichermoduls
einer Energiespeichereinrichtung gemäß noch einer weiteren
Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 zeigt ein System 20 zur Spannungswandlung von durch Energiespeichermodule 3
bereitgestellter Gleichspannung in eine n-phasige Wechselspannung. Das System 20
umfasst eine Energiespeichereinrichtung 1 mit Energiespeichermodulen 3, welche in
Energieversorgungszweigen in Serie geschaltet sind. Beispielhaft sind in Fig. 2 drei

Energieversorgungswege gezeigt, welche zur Erzeugung einer dreiphasigen Wechselspannung, beispielsweise für eine Drehstrommaschine 2, geeignet sind. Es ist jedoch klar, dass jede andere Anzahl an Energieversorgungsweigen ebenso möglich sein kann. Die Energiespeichereinrichtung 1 verfügt an jedem Energieversorgungsweig
5 über einen Ausgangsanschluss, welche jeweils an Phasenleitungen 2a, 2b, 2c angeschlossen sind. Beispielhaft dient das System 20 in Fig. 2 zur Speisung einer elektrischen Maschine 2. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die Energiespeichereinrichtung 1 zur Erzeugung von elektrischem Strom für ein Energieversorgungsnetz 2 verwendet wird.

10 Das System 20 kann weiterhin eine Steuereinrichtung 6 umfassen, welche mit der Energiespeichereinrichtung 1 verbunden ist, und mithilfe derer die Energiespeichereinrichtung 1 gesteuert werden kann, um die gewünschten Ausgangsspannungen an den jeweiligen Phasenanschlüssen 2a, 2b, 2c bereitzustellen.

15 Die Energieversorgungswege können an ihrem Ende mit einem Bezugspotential 4 (Bezugsschiene) verbunden werden, welches in der dargestellten Ausführungsform in Bezug auf die Phasenleitungen 2a, 2b, 2c der elektrischen Maschine 2 ein mittleres Potential führt. Das Bezugspotential 4 kann beispielsweise ein Massepotential sein. Jeder
20 der Energieversorgungswege weist mindestens zwei in Reihe geschaltete Energiespeichermodule 3 auf. Beispielhaft beträgt die Anzahl der Energiespeichermodule 3 pro Energieversorgungsweig in Fig. 2 drei, wobei jedoch jede andere Anzahl von Energiespeichermodulen 3 ebenso möglich ist. Vorzugsweise umfasst dabei jeder der Energieversorgungswege die gleiche Anzahl an Energiespeichermodulen 3, wobei es
25 jedoch auch möglich ist, für jeden Energieversorgungsweig eine unterschiedliche Anzahl an Energiespeichermodulen 3 vorzusehen.

Die Energiespeichermodule 3 weisen jeweils zwei Ausgangsanschlüsse 3a und 3b auf, über welche eine Ausgangsspannung der Energiespeichermodule 3 bereitgestellt werden
30 kann.

Ein beispielhafter Aufbau der Energiespeichermodule 3 ist in Fig. 3 in größerem Detail gezeigt. Die Energiespeichermodule 3 umfassen jeweils eine Koppereinrichtung 9 mit mehreren Koppелеlementen 7 und 8. Die Energiespeichermodule 3 umfassen weiterhin
35 jeweils ein Energiespeicherzellenmodul 5 mit einem oder mehreren in Reihe geschalteten Energiespeicherzellen 5a, 5n.

Das Energiespeicherzellenmodul 5 kann dabei beispielsweise in Reihe geschaltete Batterien 5a, 5n, beispielsweise Lithium-Ionen-Batterien aufweisen. Dabei beträgt die Anzahl der Energiespeicherzellen 5a, 5n in dem in Fig. 2 gezeigten Energiespeichermodule beispielhaft zwei, wobei jedoch jede andere Zahl von Energiespeicherzellen 5a, 5n ebenso möglich ist. In anderen Ausführungsformen können die Energiespeicherzellen 5a, 5n beispielsweise auch Photovoltaikmodule umfassen.

Die Energiespeicherzellenmodule 5 sind über Verbindungsleitungen mit Eingangsanschlüssen der zugehörigen Koppereinrichtung 9 verbunden. Die Koppereinrichtung 9 ist in Fig. 3 beispielhaft als Vollbrückenschaltung mit je zwei Koppелеlementen 7 und zwei Koppелеlementen 8 ausgebildet. Die Koppелеlemente 7 können dabei jeweils ein aktives Schaltelement 7a, beispielsweise einen Halbleiterschalter 7a, und eine dazu parallel geschaltete Freilaufdiode 7b aufweisen. In ähnlicher Weise können die Koppелеlemente 8 können dabei jeweils ein aktives Schaltelement 8a, beispielsweise einen Halbleiterschalter 8a, und eine dazu parallel geschaltete Freilaufdiode 8b aufweisen. Die Halbleiterschalter 7a und 8a können beispielsweise Feldeffekttransistoren (FETs) aufweisen. In diesem Fall können die Freilaufdioden 7b und 8b auch jeweils in die Halbleiterschalter 7a und 8a integriert sein.

Die Koppелеlemente 7 und 8 in Fig. 3 können derart angesteuert werden, beispielsweise mithilfe der Steuereinrichtung 6 in Fig. 2, dass das Energiespeicherzellenmodul 5 selektiv zwischen die Ausgangsanschlüsse 3a und 3b geschaltet wird oder dass das Energiespeicherzellenmodul 5 überbrückt wird. Beispielsweise kann das Energiespeicherzellenmodul 5 in Vorwärtsrichtung zwischen die Ausgangsanschlüsse 3a und 3b geschaltet werden, indem das aktive Schaltelement 8a rechts unten und das aktive Schaltelement 7a links oben in einen geschlossenen Zustand versetzt werden, während die beiden übrigen aktiven Schaltelemente in einen offenen Zustand versetzt werden. Ein Überbrückungszustand kann beispielsweise dadurch eingestellt werden, indem die beiden aktiven Schaltelemente 8a in geschlossenen Zustand versetzt werden, während die beiden aktiven Schaltelemente 7a in offenem Zustand gehalten werden.

Durch geeignetes Ansteuern der Koppereinrichtungen 9 können daher einzelne Energiespeicherzellenmodule 5 der Energiespeichermodule 3 gezielt in die Reihenschaltung eines Energieversorgungszweigs integriert werden.

Die aktiven Schaltelemente 7a, 8a erhalten ihre Betriebsspannung dabei von den Energiespeicherzellen 5a, 5n. Sollte nun der Fall eintreten, dass Energiespeicherzellen 5a, 5n defekt oder vollständig entladen sind, so werden die aktiven Schaltelemente 7a, 8a

nicht mehr mit ausreichender Betriebsspannung versorgt, um Schaltvorgänge durchführen zu können. In diesem Fall ist es wünschenswert, dass das defekte

Energiespeicherzellenmodul 5 in dem Energieversorgungsweig überbrückt werden kann, um die Betriebsfähigkeit des gesamten Strangs aufrechtzuerhalten. Die aktiven

- 5 Schaltelemente 8a, welche zur Herstellung eines Überbrückungszustands in einen geschlossenen Zustand versetzt werden müssen, sind daher als selbstleitende Halbleiterschalter ausgebildet. Selbstleitende Halbleiterschalter kennzeichnen sich gerade dadurch, dass bei einem Wegfall der Betriebsspannung der Ruhezustand ein geschlossener Zustand des Halbleiterschalters ist. Wenn also die Betriebsspannung der
- 10 aktiven Schaltelemente 8a ausfällt, wird die Koppereinrichtung 9 automatisch in einen Überbrückungszustand versetzt.

Die jeweils anderen aktiven Schaltelemente 7a, welche für die Einstellung eines Überbrückungszustands nicht in einem geschlossenen Zustand sein dürfen oder müssen,

- 15 können vorzugsweise als selbstsperrende Halbleiterschalter ausgebildet sein. Bei einem Wegfall der Betriebsspannung sind die aktiven Schaltelemente 7a dann automatisch in einem offenen Zustand. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass sich bei einem Defekt oder Ausfall der Energiespeicherzellen 5a, 5n eines Energiespeicherzellenmoduls 5 immer automatisch ein sicherer Schaltzustand der Koppereinrichtung 9 einstellt. Die
- 20 Energiespeichereinrichtung 1 kann so auch bei einem Ausfall einzelner Energiespeicherzellen 5a, 5n ohne Leistungsbeitrag der defekten Energiespeicherzellen weiter betrieben werden. Weiterhin wird ein Laden des betroffenen Energiespeichermoduls 3 möglich.

- 25 Fig. 4 zeigt eine weitere beispielhafte Ausführungsform eines Energiespeichermoduls 3. Das in Fig. 4 gezeigte Energiespeichermodul 3 unterscheidet sich von dem in Fig. 3 gezeigten Energiespeichermodul 3 nur dadurch, dass die Koppereinrichtung 9 zwei statt vier Koppелеlemente 7, 8 aufweist, die in Halbbrückenschaltung statt in Vollbrückenschaltung verschaltet sind. Für die in Fig. 4 gezeigte Koppereinrichtung 9 ist
- 30 das aktive Schaltelement 8a, welches für einen Überbrückungszustand der Koppereinrichtung 9 geschlossen sein muss, ein selbstleitender Halbleiterschalter und das aktive Schaltelement 7a ein selbstsperrender Halbleiterschalter.

- In den dargestellten Ausführungsvarianten können die aktiven Schaltelemente 7a und 8a
- 35 bzw. die Koppелеlemente 7 und 8 als Leistungshalbleiterschalter, zum Beispiel in Form von IGBTs (Insulated Gate Bipolar Transistors), JFETs (Junction Field-Effect Transistors) oder als MOSFETs (Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistors), ausgeführt sein. Dabei ist selbstverständlich zu beachten, dass die verwendeten

Leistungshalbleiterschalter die entsprechenden Selbstleitungs- bzw.

Selbstsperrungscharakteristiken aufweisen. Beispielsweise können die selbstleitenden

Halbleiterschalter in Fig. 3 und 4 als JFETs, oder IGBTs oder Silizium-MOSFETs des

Verarmungstyps ausgeführt werden. Die selbstsperrenden Halbleiterschalter in Fig. 3 und

5 4 können beispielsweise als IGBTs oder Silizium-MOSFETs des Anreicherungstyps ausgeführt werden.

Ansprüche

- 5 1. Energiespeichereinrichtung (1) zum Erzeugen einer n-phasigen Versorgungsspannung, wobei $n \geq 1$, mit:
n parallel geschalteten Energieversorgungs Zweigen, welche jeweils mit einem von n Phasenanschlüssen (2a, 2b, 2c) verbunden sind, wobei jeder der
10 Energiespeichermodule (3) aufweist, welche jeweils umfassen:
ein Energiespeicherzellenmodul (5), welches mindestens eine Energiespeicherzelle (5a, 5n) aufweist, und
eine Koppereinrichtung (9) mit Koppелеlementen (7, 8), welche dazu ausgelegt sind, das Energiespeicherzellenmodul (5) selektiv in den jeweiligen
15 Energieversorgungs Zweig zu schalten oder zu überbrücken,
wobei diejenigen Koppелеlemente (8) der Koppereinrichtungen (9), die dazu ausgelegt sind, das Energiespeicherzellenmodul (5) in dem jeweiligen Energieversorgungs Zweig zu überbrücken, selbstleitende Halbleiterschalter (8a) umfassen.
- 20 2. Energiespeichereinrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei die übrigen Koppелеlemente (7) der Koppereinrichtungen (9) selbstsperrende Halbleiterschalter (7a) umfassen.
3. Energiespeichereinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei die Koppereinrichtungen (9) Koppелеlemente (7, 8) in Vollbrückenschaltung umfassen.
- 25 4. Energiespeichereinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei die Koppereinrichtungen (9) Koppелеlemente (7,8) in Halbbrückenschaltung umfassen.
5. System, mit:
30 einer n-phasigen elektrischen Maschine (2), wobei $n \geq 1$;
einer Energiespeichereinrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, deren Phasenanschlüsse (2a, 2b, 2c) mit den Phasenleitungen der elektrischen Maschine (2) verbunden sind; und
einer Steuereinrichtung (6), welche dazu ausgelegt ist, die Koppereinrichtungen (9) der
35 Energiespeichermodule (3) zum Erzeugen einer Versorgungsspannung für die elektrische Maschine (2) selektiv anzusteuern.

1 / 2

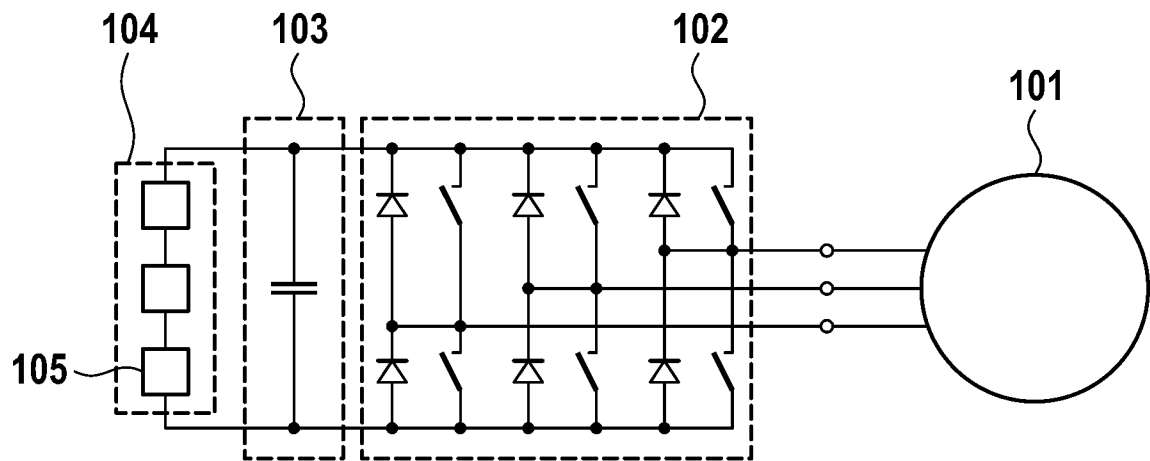


FIG. 1

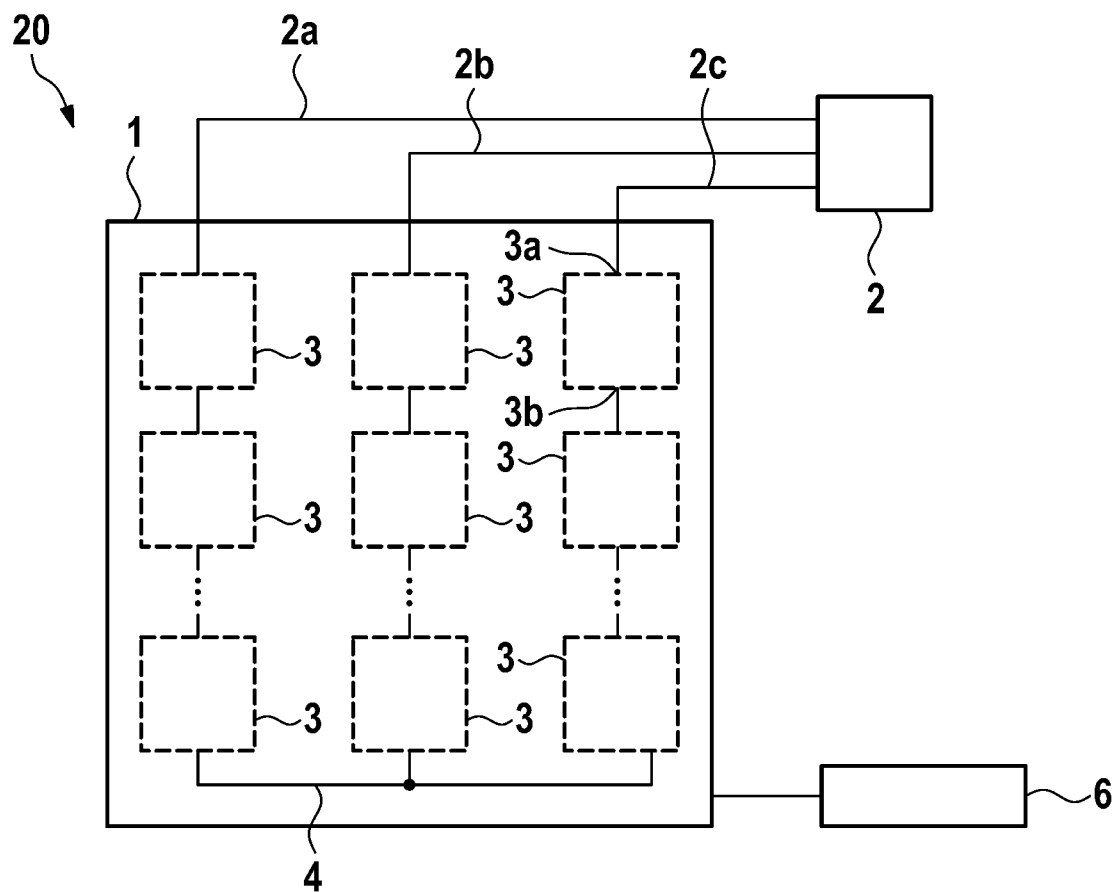


FIG. 2

2 / 2

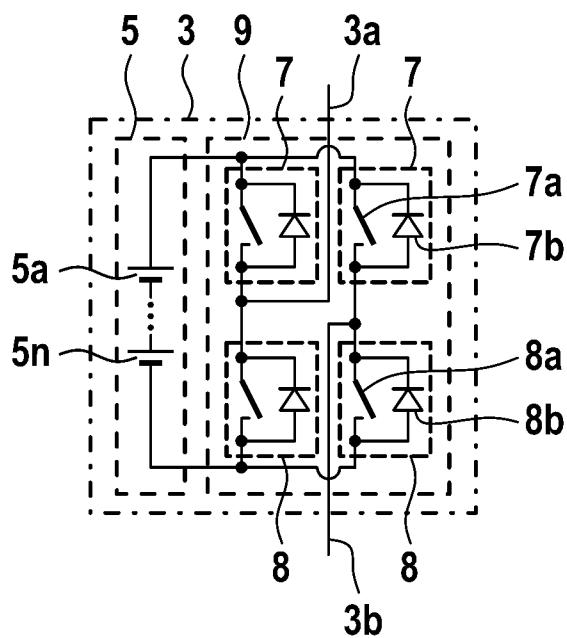


FIG. 3

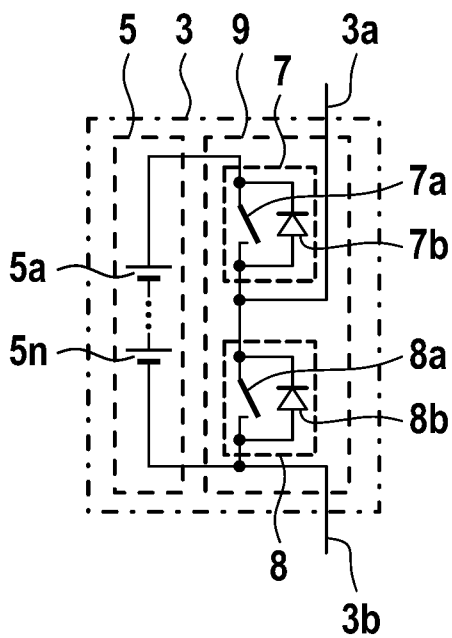


FIG. 4