



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 213 628.9**

(22) Anmeldetag: **13.08.2018**

(43) Offenlegungstag: **13.02.2020**

(51) Int Cl.: **H02M 3/337 (2006.01)**

(71) Anmelder:
Schmidhauser AG, Romanshorn, CH

(74) Vertreter:
Patentanwälte Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner mbB, 70174 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Itten, Alex, Romanshorn, CH; Schekulin, Dirk, Dr., Gais, CH

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2003 / 0 202 368	A1
US	2013 / 0 200 715	A1
US	2014 / 0 191 745	A1
US	2016 / 0 359 415	A1

Jongwoo Bae, Bang L.H Nguyen, and Honnyoung Cha: A Novel Battery Formation Equipment Using Two-Stage Differential Buck Converter. In: IEEE Transportation Electrification Conference and Expo, Asia-Pacific (ITEC), 2016, 740-744.

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Bidirektionaler Stromrichter**

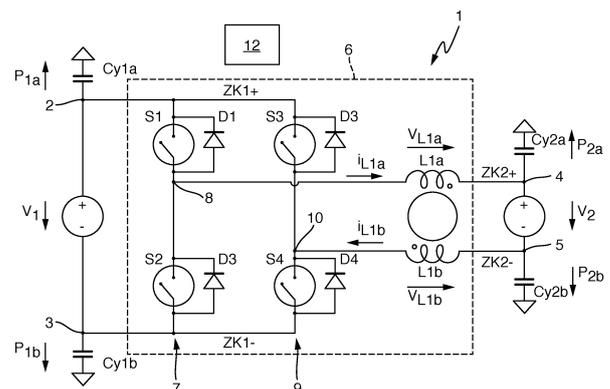
(57) Zusammenfassung: Bidirektionaler Stromrichter (1), aufweisend:

- einen ersten Anschlusspol (2), einen zweiten Anschlusspol (3), einen dritten Anschlusspol (4) und einen vierten Anschlusspol (5), wobei der bidirektionale Stromrichter (1) dazu ausgebildet ist, eine zwischen dem ersten Anschlusspol (2) und dem zweiten Anschlusspol (3) anstehende erste Gleichspannung (V_1) mit einem ersten Pegel in eine zwischen dem dritten Anschlusspol (4) und dem vierten Anschlusspol (5) anstehende zweite Gleichspannung (V_2) mit einem zweiten Pegel zu wandeln, und

- mindestens eine Stromrichtereinheit (6), aufweisend:

- eine erste Halbbrückenschaltung (7), wobei die erste Halbbrückenschaltung (7) mindestens ein erstes ansteuerbares Schaltmittel (S1) und ein zweites ansteuerbares Schaltmittel (S2) aufweist, die in Reihe zwischen den ersten Anschlusspol (2) und den zweiten Anschlusspol (3) eingeschleift sind, wobei die erste Halbbrückenschaltung (7) einen Anschlussknoten (8) an einem Verbindungspunkt ihres ersten ansteuerbaren Schaltmittels (S1) und ihres zweiten ansteuerbaren Schaltmittels (S2) aufweist,

- eine zweite Halbbrückenschaltung (9), wobei die zweite Halbbrückenschaltung (9) mindestens ein erstes ansteuerbares Schaltmittel (S3) und ein zweites ansteuerbares Schaltmittel (S4) aufweist, die in Reihe zwischen den ersten Anschlusspol (2) und den zweiten Anschlusspol (3) eingeschleift sind, wobei die zweite Halbbrückenschaltung (9) einen Anschlussknoten (10) an einem Verbindungspunkt ihres ersten ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen bidirektionalen Stromrichter.

[0002] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen bidirektionalen Stromrichter zur Verfügung zu stellen, der möglichst kostengünstig herstellbar ist.

[0003] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch einen bidirektionalen Stromrichter nach Anspruch 1.

[0004] Der Wortlaut sämtlicher Ansprüche wird hiermit durch Bezugnahme zum Gegenstand der Beschreibung gemacht, um Wiederholungen zu vermeiden.

[0005] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen detailliert beschrieben. Hierbei zeigt:

Fig. 1 ein Schaltbild eines bidirektionalen Stromrichters gemäß einer ersten Ausführungsform und

Fig. 2 ein Schaltbild eines bidirektionalen Stromrichters gemäß einer weiteren Ausführungsform.

[0006] **Fig. 1** zeigt ein Schaltbild eines bidirektionalen Stromrichters **1**, aufweisend einen ersten Anschlusspol **2**, einen zweiten Anschlusspol **3**, einen dritten Anschlusspol **4** und einen vierten Anschlusspol **5**, wobei der bidirektionale Stromrichter **1** dazu ausgebildet ist, eine zwischen dem ersten Anschlusspol **2** und dem zweiten Anschlusspol **3** anstehende erste Gleichspannung **V1** mit einem ersten Pegel in eine zwischen dem dritten Anschlusspol **4** und dem vierten Anschlusspol **5** anstehende zweite Gleichspannung **V2** mit einem zweiten Pegel zu wandeln.

[0007] Die erste Gleichspannung **V1** entspricht einer Potentialdifferenz zwischen den Zwischenkreispotentialen **ZK1+** und **ZK1-**. Die zweite Gleichspannung **V2** entspricht einer Potentialdifferenz zwischen den Zwischenkreispotentialen **ZK2+** und **ZK2-**.

[0008] Der bidirektionale Stromrichter weist weiter eine Stromrichtereinheit **6** auf.

[0009] Die Stromrichtereinheit **6** weist eine erste Halbbrückenschaltung **7** auf, wobei die erste Halbbrückenschaltung **7** ein erstes ansteuerbares Schaltmittel **S1** und ein zweites ansteuerbares Schaltmittel **S2** aufweist, die in Reihe zwischen den ersten Anschlusspol **2** und den zweiten Anschlusspol **3** eingeschleift sind, wobei die erste Halbbrückenschaltung **7** einen Anschlussknoten **8** an einem Verbindungspunkt ihres ersten ansteuerbaren Schaltmittels **S1** und ihres zweiten ansteuerbaren Schaltmittels **S2** aufweist.

[0010] Die Stromrichtereinheit **6** weist weiter eine zweite Halbbrückenschaltung **9** auf, wobei die zweite Halbbrückenschaltung **9** ein erstes ansteuerbares Schaltmittel **S3** und ein zweites ansteuerbares Schaltmittel **S4** aufweist, die in Reihe zwischen den ersten Anschlusspol **2** und den zweiten Anschlusspol **3** eingeschleift sind, wobei die zweite Halbbrückenschaltung **9** einen Anschlussknoten **10** an einem Verbindungspunkt ihres ersten ansteuerbaren Schaltmittels **S3** und ihres zweiten ansteuerbaren Schaltmittels **S4** aufweist.

[0011] Die Stromrichtereinheit **6** weist weiter eine erste Drossel **L1a** auf, die zwischen den Anschlussknoten **8** der ersten Halbbrückenschaltung **7** und den dritten Anschlusspol **4** eingeschleift ist.

[0012] Die Stromrichtereinheit **6** weist weiter eine zweite Drossel **L1b** auf, die zwischen den Anschlussknoten **10** der zweiten Halbbrückenschaltung **9** und den vierten Anschlusspol **5** eingeschleift ist.

[0013] Die erste Drossel **L1a** und die zweite Drossel **L1b** sind magnetisch gekoppelt.

[0014] Ein Strom durch die erste Drossel **L1a** ist mit **iL1a** bezeichnet und eine an der ersten Drossel **L1a** abfallende Spannung ist mit **VL1a** bezeichnet. Ein Strom durch die zweite Drossel **L1b** ist mit **iL1b** bezeichnet und eine an der zweiten Drossel **L1b** abfallende Spannung ist mit **VL1b** bezeichnet.

[0015] Der bidirektionale Stromrichter **1** weist weiter einen ersten Y-Kondensator **Cy1a** auf, der zwischen den ersten Anschlusspol **2** und ein Bezugspotential eingeschleift ist, einen zweiten Y-Kondensator **Cy1b** auf, der zwischen den zweiten Anschlusspol **3** und das Bezugspotential eingeschleift ist, einen dritten Y-Kondensator **Cy2a** auf, der zwischen den dritten Anschlusspol **4** und das Bezugspotential eingeschleift ist, und einen vierten Y-Kondensator **Cy2b** auf, der zwischen den vierten Anschlusspol **5** und das Bezugspotential eingeschleift ist.

[0016] Der bidirektionale Stromrichter **1** weist weiter eine Steuereinheit **12** auf, die dazu ausgebildet ist, die Schaltmittel **S1**, **S2**, **S3**, **S4** der Halbbrückenschaltungen **7**, **9** derart anzusteuern, dass das erste Schaltmittel **S1** der ersten Halbbrückenschaltung **7** synchron zum zweiten Schaltmittel **S4** der zweiten Halbbrückenschaltung **9** angesteuert wird; und/oder dass das zweite Schaltmittel **S2** der ersten Halbbrückenschaltung **7** synchron zum ersten Schaltmittel **S3** der zweiten Halbbrückenschaltung **9** angesteuert wird.

[0017] **Fig. 2** zeigt ein Schaltbild eines bidirektionalen Stromrichters gemäß einer weiteren Ausführungsform.

[0018] Der bidirektionale Stromrichter **1** weist drei parallel geschalteten Stromrichtereinheiten auf, wobei eine erste Stromrichtereinheit Komponenten **S1, S2, S3, S4, L1a, L1b** aufweist, wobei eine zweite Stromrichtereinheit Komponenten **S5, S6, S7, S8, L2a, L2b** aufweist und wobei eine dritte Stromrichtereinheit Komponenten **S9, S10, S11, S12, L3a, L3b** aufweist.

[0019] Erfindungsgemäß ist der bidirektionale Stromrichter in Brückenschaltung sowie einer vorzugsweise magnetisch gekoppelten Drossel und diagonalen synchroner Taktung der Brückenschalter realisiert.

[0020] Der bidirektionale Stromrichter kann sowohl abwärts (von links nach rechts) als auch aufwärts (von rechts nach links) die Energie zwischen den beiden DC-Teilnetzen verschieben.

[0021] **Fig. 1** zeigt das Prinzip anhand von zwei Halbbrücken, welche gemeinsam zur Stromregelung in einer gekoppelten Drossel eingesetzt werden.

[0022] Im Fall eines unidirektionalen Gleichstromstellers können asymmetrische Halbbrücken aus jeweils zwei Transistoren und zwei Dioden verwendet werden. Je nach Anschluss ergibt sich dann ein Tiefsetzsteller oder ein Hochsetzsteller.

[0023] Durch Aufbau und das Verfahren der Ansteuerung sind die Potentiale **P1a, P1b, P2a, P2b** ruhig (**P** entspricht einem Potential gegen Chassis/Erde). Potentialsprünge werden an diesen Stellen vermieden, wodurch theoretisch keine hochfrequenten Ableitströme über die Entstörkondensatoren **CY1a, Cy1b, CY2a, Cy2b** fließen. Sofern auch die wirksamen Ableitwiderstände symmetrisch sind, werde sich auch die statischen Potentiale symmetrisch gegen Erde bzw. Chassis einstellen und durch den Betrieb (Lastwechsel) verursachte Common Mode Störungen weitgehend vermieden.

[0024] Bei Verwendung von Einzelregelkreisen für die Drosselströme können beliebig viele Gleichstromsteller parallel geschaltet werden, siehe **Fig. 2** bei **Fig. 3** parallel geschalteten Einzelregelkreisen.

[0025] Erfindungsgemäß sind ein symmetrischer Aufbau und eine symmetrische Wirkungsweise des bidirektionalen Stromrichters vorgesehen.

[0026] Weiter ist bevorzugt eine magnetisch gekoppelte Drossel vorgesehen, wobei paarweise magnetisch gekoppelte Drosseln bei Parallelschaltung mehrerer Gleichstromsteller verwendet werden.

[0027] Bevorzugt werden jeweils zwei gegenüberliegende Schalter getaktet.

Patentansprüche

1. Bidirektionaler Stromrichter (1), aufweisend:
 - einen ersten Anschlusspol (2), einen zweiten Anschlusspol (3), einen dritten Anschlusspol (4) und einen vierten Anschlusspol (5), wobei der bidirektionale Stromrichter (1) dazu ausgebildet ist, eine zwischen dem ersten Anschlusspol (2) und dem zweiten Anschlusspol (3) anstehende erste Gleichspannung (V1) mit einem ersten Pegel in eine zwischen dem dritten Anschlusspol (4) und dem vierten Anschlusspol (5) anstehende zweite Gleichspannung (V2) mit einem zweiten Pegel zu wandeln, und
 - mindestens eine Stromrichtereinheit (6), aufweisend:
 - eine erste Halbbrückenschaltung (7), wobei die erste Halbbrückenschaltung (7) mindestens ein erstes ansteuerbares Schaltmittel (S1) und ein zweites ansteuerbares Schaltmittel (S2) aufweist, die in Reihe zwischen den ersten Anschlusspol (2) und den zweiten Anschlusspol (3) eingeschleift sind, wobei die erste Halbbrückenschaltung (7) einen Anschlussknoten (8) an einem Verbindungspunkt ihres ersten ansteuerbaren Schaltmittels (S1) und ihres zweiten ansteuerbaren Schaltmittels (S2) aufweist,
 - eine zweite Halbbrückenschaltung (9), wobei die zweite Halbbrückenschaltung (9) mindestens ein erstes ansteuerbares Schaltmittel (S3) und ein zweites ansteuerbares Schaltmittel (S4) aufweist, die in Reihe zwischen den ersten Anschlusspol (2) und den zweiten Anschlusspol (3) eingeschleift sind, wobei die zweite Halbbrückenschaltung (9) einen Anschlussknoten (10) an einem Verbindungspunkt ihres ersten ansteuerbaren Schaltmittels (S3) und ihres zweiten ansteuerbaren Schaltmittels (S4) aufweist,
 - eine erste Drossel (L1a), die zwischen den Anschlussknoten (8) der ersten Halbbrückenschaltung (7) und den dritten Anschlusspol (4) eingeschleift ist, und
 - eine zweite Drossel (L1b), die zwischen den Anschlussknoten (10) der zweiten Halbbrückenschaltung (9) und den vierten Anschlusspol (5) eingeschleift ist.

2. Bidirektionaler Stromrichter (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - die erste Drossel (L1a) und die zweite Drossel (L1b) magnetisch gekoppelt sind.

3. Bidirektionaler Stromrichter (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - der bidirektionale Stromrichter (1) weiter aufweist:
 - einen ersten Y-Kondensator (Cy1a), der zwischen den ersten Anschlusspol (2) und ein Bezugspotential eingeschleift ist,
 - einen zweiten Y-Kondensator (Cy1b), der zwischen den zweiten Anschlusspol (3) und das Bezugspotential eingeschleift ist,

- einen dritten Y-Kondensator (Cy2a), der zwischen den dritten Anschlusspol (4) und das Bezugspotential eingeschleift ist, und
- einen vierten Y-Kondensator (Cy2b), der zwischen den vierten Anschlusspol (5) und das Bezugspotential eingeschleift ist.

4. Bidirektionaler Stromrichter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- der bidirektionale Stromrichter (1) weiter aufweist:
- eine Steuereinheit (12), die dazu ausgebildet ist, die Schaltmittel (S1, S2, S3, S4) der Halbbrückenschaltungen (7, 9) derart anzusteuern, dass das erste Schaltmittel (S1) der ersten Halbbrückenschaltung (7) synchron zum zweiten Schaltmittel (S4) der zweiten Halbbrückenschaltung (9) angesteuert wird; und/oder dass das zweite Schaltmittel (S2) der ersten Halbbrückenschaltung (7) synchron zum ersten Schaltmittel (S3) der zweiten Halbbrückenschaltung (9) angesteuert wird.

5. Bidirektionaler Stromrichter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der bidirektionale Stromrichter (1) eine Mehrzahl, insbesondere drei, von parallel geschalteten Stromrichtereinheiten (S1, S2, S3, S4, L1a, L1b; S5, S6, S7, S8, L2a, L2b; S9, S10, S11, S12, L3a, L3b) aufweist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

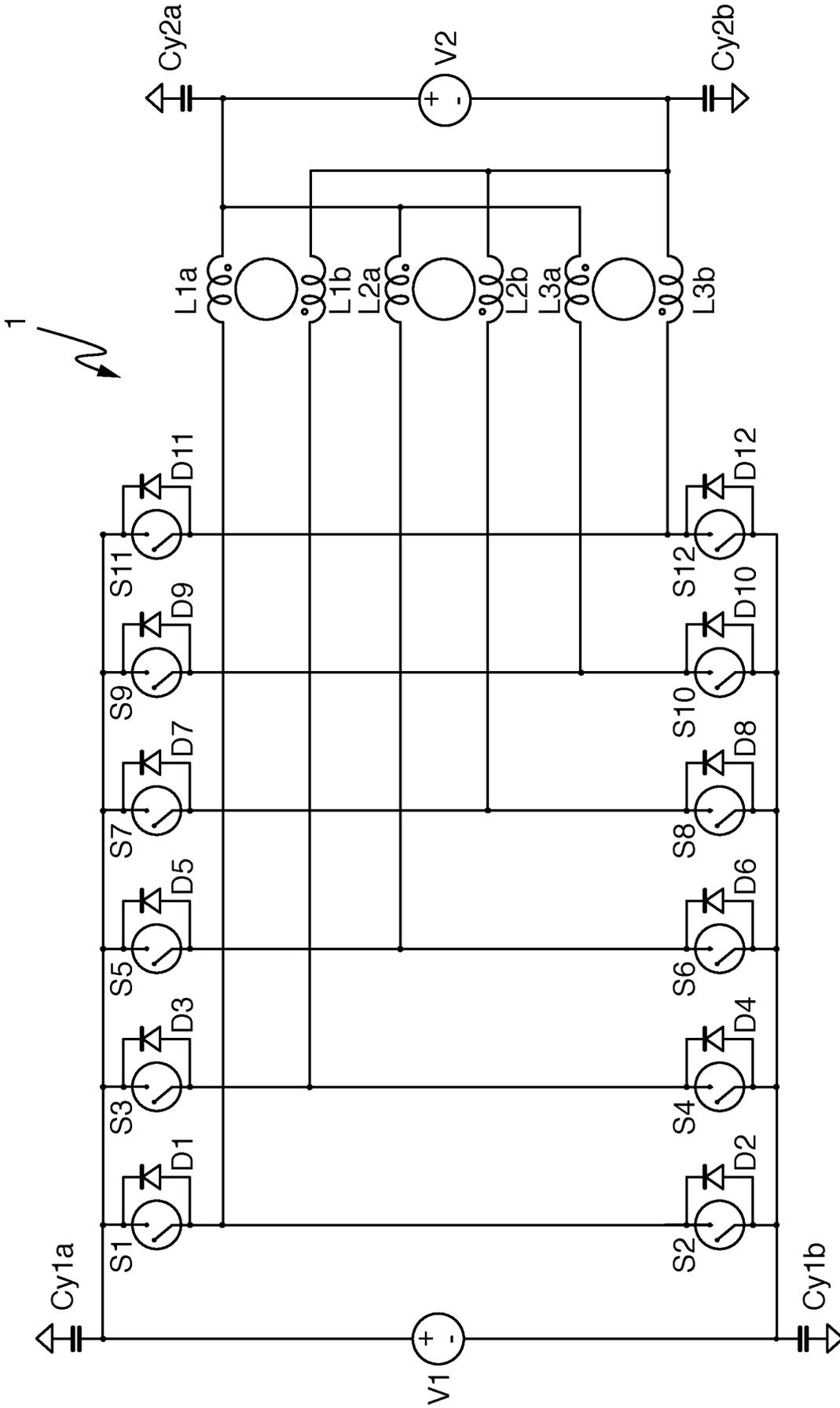


Fig. 2