

(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
3. August 2017 (03.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/129334 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B60L 3/04 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/082309
- (22) Internationales Anmeldedatum:
22. Dezember 2016 (22.12.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2016 101 252.1
25. Januar 2016 (25.01.2016) DE
- (71) Anmelder: **AUTO-KABEL MANAGEMENT GMBH** [DE/DE]; Im Grien 1, 79688 Hausen i.W. (DE).
- (72) Erfinder: **BETSCHER, Simon**; Am Limpertz-Hof 2, 41515 Grevenbroich (DE). **TAZARINE, Wacim**; Fuchsstraße 81, 41239 Mönchengladbach (DE).
- (74) Anwalt: **COHAUSZ & FLORACK**; Bleichstraße 14, 40211 Düsseldorf (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HIGH-VOLTAGE VEHICLE ELECTRICAL SYSTEM HAVING A PYROTECHNIC DISCONNECTING DEVICE, AND METHOD FOR OPERATING THE HIGH-VOLTAGE VEHICLE ELECTRICAL SYSTEM

(54) Bezeichnung : HOCHVOLTBOARDNETZSYSTEM MIT EINER PYROTECHNISCHEN TRENNVORRICHTUNG, UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN DES HOCHVOLTBOARDNETZSYSTEMS

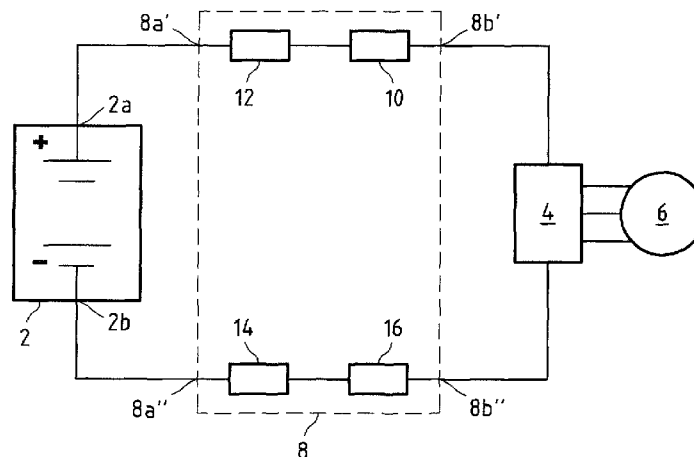


Fig.1

(57) Abstract: The invention relates to a high-voltage vehicle electrical system, comprising a high-voltage battery connection having a high-side connection contact and a low-side connection contact and comprising a high-voltage output having a high-side output contact and a low-side output contact. In order to reliably interrupt a short-circuit current by using levitation, at least one series circuit of a first switching relay and of a pyrotechnic disconnecting device is provided, which series circuit is arranged between the low-side connection contact and the low-side output contact.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/129334 A1

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Hochvoltbordnetzsystem umfassend einen Hochvoltbatterieanschluss mit einem High-Side Anschlusskontakt und einem Low-Side Anschlusskontakt, und einem Hochvoltausgang mit einem High-Side Ausgangskontakt und einem Low-Side Ausgangskontakt. Zum sicheren Trennen eines Kurzschlussstroms unter Nutzung einer Levitation ist zumindest eine zwischen dem Low-Side Anschlusskontakt und dem Low-Side Ausgangskontakt angeordneten Reihenschaltung aus einem erstes Schaltrelais und einer pyrotechnischen Trennvorrichtung vorgesehen.

HOCHVOLTBOARDNETZSYSTEM MIT EINER PYROTECHNISCHEN TRENNVORRICHTUNG, UND
VERFAHREN ZUM BETREIBEN DES HOCHVOLTBOARDNETZSYSTEMS

Der Gegenstand betrifft ein Hochvoltbordnetzsystem, insbesondere in automotiven
Anwendungen, beispielweise in hybrid-elektrischen Fahrzeugen (HEV), batterie-
5 elektrischen Fahrzeugen (BEV) oder Brennstoffzellen-Fahrzeugen (FCV). Darüber
hinaus betrifft der Gegenstand ein Verfahren zum Betreiben eines solchen
Hochvoltbordnetzsystems.

Der Anteil an elektrisch betriebenen Fahrzeugen wird in Zukunft steigen. Hierbei ist
10 ein schrittweiser Übergang von fossilen Treibstoffen zu elektrischen
Fahrzeugantrieben zu beobachten. Die gegenständliche Anwendung ist beispielsweise
in Hybridfahrzeugen (HEV) batterie-elektrischen Fahrzeugen (BEV) als auch in
Brennstoffzellen-Fahrzeugen (FCV) sinnvoll.

15 Da in den nächsten Jahren und Jahrzehnten der Anteil an elektrisch betriebenen
Fahrzeugen, insbesondere mit elektrischen Primärantrieben, zunehmen wird,
verändern sich die Anforderungen an die Bordnetze erheblich. Maßgeblich für die
Akzeptanz von elektrischen Antrieben ist dabei die Zuverlässigkeit als auch Sicherheit
des Hochvoltbordnetzsystems.

20 Abhängig von dem Grad der Elektrifizierung, also welcher Anteil der Antriebsleistung
elektrisch ist, liegt die elektrische Leistung im Bereich zwischen 10 und 120 kW. Im
Vergleich zu herkömmlichen 12V Bordnetzen ist die Betriebsspannung in den
Bordnetzen von elektrisch betriebenen Fahrzeugen erheblich höher. Dies wird durch
25 die Integration von Hochvolt-Batterien als aufladbare Energiespeicher ermöglicht.
Durch die erheblich höheren Betriebsspannungen steigt die Komplexität des
Bordnetzes und somit auch die Anforderungen an Bordnetzkomponenten wie Relais,
Leitungen und Sicherungen.

Insbesondere zu sicherheitskritischen Zeitpunkten ist die verlässliche Abschaltung des Hochvoltbordnetzes von der Hochvoltbatterie ein ganz wesentlicher Punkt. Bei Spannungen von bis zu 1000V DC und bei Kurzschlussströmen in Kiloamperebereich sind die Anforderungen an Schaltrelais und Sicherungen erheblich. Das zuverlässige Schaltverhalten der Relais als auch der Sicherungen muss sowohl im Normalfall als auch im Falle eines Unfalls sichergestellt sein. Im Betriebsfall ist ein Schalten bei erheblich geringeren Strömen notwendig als im Falle eines Unfalls oder einer Störung. Im Betriebsfall, also beispielsweise bei Wartung und Instandhaltung, muss zwar eine galvanische Trennung erfolgen, die zu schaltenden Ströme sind aber relativ gering. Die Abschaltung kann im Betriebsfall oder auch in sonstigen Sondersituationen, in dem kein Kurzschlussstrom fließt, über Schaltrelais ermöglicht werden.

Im Kurzschlussfall fließen jedoch erheblich höhere Ströme und auch dann muss ein sicheres Abschalten möglich sein. Herkömmlicherweise wird hierzu sowohl High-side als auch Low-side eine Kombination von Sicherungen und Relais genutzt. Die Sicherungen dienen zum Abschalten im Kurzschlussfall, wohingegen die Relais in der Regel zum Abschalten im Betriebsfall dienen.

Gegenständlich ist erkannt worden, dass die herkömmliche Kombination aus Sicherung und Relais einen erheblichen Aufwand bedeutet. Die Auslegung der jeweiligen Kombination von Sicherung und Relais muss aufeinander abgestimmt sein, um auch im Kurzschlussfall ein sicheres Auslösen der Sicherung zu gewährleisten. Hierdurch entstehen hohe Anforderungen an die Auslösekennlinien von Relais und Sicherungen, was zu einem erheblichen Kostennachteil führt.

Somit lag dem Gegenstand die Aufgabe zugrunde, eine Sicherung für ein Hochvoltbordnetzsystem zur Verfügung zu stellen, welche eine zuverlässige Kurzschlussabschaltung bei geringen Komponentenkosten ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch ein Hochvoltbordnetzsystem nach Anspruch 1 sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Hochvoltbordnetzsystems nach Anspruch 10 gelöst.

Ein gegenständliches Hochvoltbordnetzsystem ist in der Regel zwischen einer
5 Hochvoltbatterie und einem elektrischen Antrieb angeordnet. Im Gegensatz zu
herkömmlichen 12V Bordnetzen sind in Hochvoltbordnetzen sowohl der
Batteriepluspol (High-side) als auch der Batterieminuspol (Low-side) über ein
elektrisches Kabel mit dem elektrischen Motor, vorzugsweise über einen dazwischen
angeordneten DC/DC oder AC/DC Wandler, verbunden. Die Masserückführung erfolgt
10 somit nicht über die Karosse. Hochvoltbatterien im Sinne des Gegenstandes sind in
der Regel wiederaufladbare Energiespeicher, welche Ausgangsspannungen zwischen
einigen 100V bis zu einigen 1000V zur Verfügung stellen. Die Ausgangsspannungen
werden als Gleichspannungen (DC) über die elektrischen Leitungen des
Hochvoltbordnetzsystems an den elektrischen Antriebsmotor angelegt.
15 Ausgangsseitig des Hochvoltbordnetzsystems ist in der Regel noch ein DC/DC oder
AC/DC Wandler zur Wandlung der Eingangsspannung in eine geeignete
Ausgangsspannung für den elektrischen Antrieb vorgesehen.

Die elektrischen Antriebe werden mit sehr hohen Leistungen betrieben, welche
20 zwischen 10KW und über 120 kW liegen. Diese hohen Leistungen bedingten auch bei
den genannten hohen Spannungen noch sehr hohe Ströme.

Während eines Normalbetriebs werden solche hohen Ströme in der Regel über ein
High-side Relais geschaltet. Ein solches High-side Relais liegt zwischen dem High-side
25 Anschlusskontakt und dem High-side Ausgangskontakt. Low-side wird in der Regel
nur dann im Betrieb geschaltet, wenn bereits das High-side Relais geschaltet wurde.
Aus diesem Grunde ist das Low-side Relais in der Regel für das Schalten geringerer
Ströme ausgelegt.

30 Gegenständlich ist nun erkannt worden, dass für eine Notfallabschaltung,
beispielsweise im Crashfall, auch das Low-side Relais einen hohen Strom schalten

können muss. Die Erfinder haben jedoch erkannt, dass eine hohe Stromschaltfähigkeit, wie sie High-side vorgesehen ist, nicht notwendig ist, um ein zuverlässiges Schalten sicherzustellen. Vielmehr kann mit einer gegenständlichen Reihenschaltung aus einem Schaltrelais und einer pyrotechnischen Trennvorrichtung eine ausreichende
5 Absicherung zwischen dem Low-side Anschlusskontakt und dem Low-side Ausgangskontakt gewährleistet werden.

Im Notfall schaltet zunächst das erste Schaltrelais den Kurzschlussstrom zumindest teilweise. Da sehr hohe Ströme auftreten, kann es zu der sogenannten Levitation
10 kommen. Levitation wird auch als „electric magnetic repulsion“ bezeichnet. Dabei kommt es trotz angesteuerter Spule im Relais zu einer Zwangsbewegung des Brückenkontakts. Die Ursache hierfür liegt in einer elektromagnetischen Abstoßung zwischen zwei gegenläufig stromdurchflossenen Leitern. Im Falle des Relais entsteht die Abstoßung dadurch, dass der Festkontakt keinen Vollflächenkontakt mit dem
15 Brückenkontakt bildet. Das führt dazu, dass der Strom über den Festkontakt zu der Kontaktstelle mit dem Brückenkontakt fließt und von dort zurück. Hierdurch ergibt sich ein Strom in entgegengesetzter Richtung. Die dadurch entstehenden, nicht orthogonalen Stromrichtungen führen zur Abstoßung zwischen dem Brückenkontakt und dem Festkontakt. Kommt es zu einer Levitation im Relais, kann es zu
20 Kontaktöffnungen kommen, und über diese Kontaktöffnung können Lichtbögen zwischen dem Brückenkontakt und dem Festkontakt entstehen.

Wenn das Relais öffnet, entsteht ein Lichtbogen, an dem der größte Teil der Spannung bereits abfällt. Dies führt dazu, dass der pyrotechnische Trenner nur noch einen
25 geringeren Strom schalten muss. Die Erfinder haben nun erkannt, dass für die Notfallabschaltung die Levitation im Low-side Relais nutzbar gemacht wird. Die Levitation im ersten Schaltrelais führt bereits zu einer erheblichen Reduktion der Schaltspannung bzw. des Schaltstroms in der pyrotechnischen Trennvorrichtung. Diese kann dann ohne das Auftreten eines Lichtbogens den Reststrom schalten und
30 die Hochvoltbatterie von dem elektrischen Motor auch Low-side trennen.

Wie bereits erläutert, verfügt das Hochvoltbordnetzsystem auch über eine High-side Absicherung. Diese wird gemäß einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel durch zumindest ein zweites Schaltrelais realisiert, welches zwischen dem High-side Anschlusskontakt und dem High-side Ausgangskontakt angeordnet ist. Neben dem
5 zweiten Schaltrelais kann High-side auch eine weitere Sicherung vorgesehen sein.

Wie bereits erläutert, wird im Normalbetrieb der Strom über das erste und das zweite Schaltrelais fließen. Es versteht sich, dass der Strom auch über die Sicherung bzw. das pyrotechnische Trennelement fließt. Die Stromtragfähigkeit, insbesondere die DC
10 Stromtragfähigkeit der beiden Schaltrelais ist somit in etwa gleich auszulegen. Insbesondere sind Stromtragfähigkeiten von über 100A, vorzugsweise über 200A notwendig, um die im Normalbetrieb fließenden Ströme in den Schaltrelais zu führen, ohne dass diese beschädigt werden.

15 Ferner wird im Normalbetrieb die Hochvoltbatterie von dem elektrischen Motor über das High-side Schaltrelais getrennt. Erst nach Trennung des High-side Schaltrelais kann auch das erste Schaltrelais Low-side geöffnet werden. Da dann bereits kein Strom mehr fließt, kann das erste Schaltrelais für einen geringeren Schaltstrom ausgelegt sein, als das erste Schaltrelais.

20

Erfindungsgemäß ist jedoch erkannt worden, dass selbst dann eine Notfallabschaltung High-side als auch Low-side im Falle eines Kurzschlusses möglich ist. Hierfür wird die im ersten Schaltrelais auftretende Levitation nutzbar gemacht, in dem der pyrotechnische Trenner zum Zeitpunkt der Levitation im ersten Schaltrelais trennt.

25

Da der Schaltstrom durch die auftretende Levitation im ersten Schaltrelais im pyrotechnischen Trenner bereits reduziert ist, kann dieser für einen geringen Schaltstrom ausgelegt werden.

Der pyrotechnische Trenner ist insofern vorteilhaft gegenüber einer herkömmlichen
30 Sicherung, die in Reihe zu einem Low-side Schaltrelais geschaltet ist, als dass eine Sicherung selbstauslösend ist und vergleichsweise viel elektrische Energie benötigt,

um auszulösen. Eine Sicherung kann in der Regel nur dann schnell auslösen, wenn die gesamte Energie des Kurzschlusses auch tatsächlich der Sicherung zur Verfügung steht. Im Falle der Levitation teilt sich die Batteriespannung jedoch auf die Sicherung und das Relais auf. Wenn das Relais durch Levitation öffnet, entsteht ein Lichtbogen, in dem der größte Teil der Spannung bereits abfällt. Dann steht einer herkömmlichen Sicherung aber nur vergleichsweise wenig Leistung zur Verfügung, so dass die Sicherung nicht mehr schnell genug auslöst. Es kann sogar dazu kommen, dass die Sicherung gar nicht mehr auslöst, da der durch die Levitation auftretende Spannungsabfall bereits so groß ist, dass die Sicherung nicht mehr auslösen kann.

10

Die Erfinder haben jedoch erkannt, dass durch den Einsatz des pyrotechnischen Trenners die ansonsten zu vermeidende Levitation im Low-side Schaltrelais genutzt werden kann.

15

Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird vorgeschlagen, dass die pyrotechnische Trennvorrichtung durch ein Trennsignal aktiviert wird. Dieses von außen eingetragene Trennsignal kann beispielsweise von einem Airbagsteuergerät kommen, welches im Crashfall eine Auslösung des Airbags bewirkt. In einem solchen Fall ist es auch sinnvoll, die Hochvoltbatterie von dem Bordnetz zu trennen. Das Auslösesignal führt somit zu einem Öffnen des pyrotechnischen Trenners. Eine Zündung des pyrotechnischen Trenners kann durch ein beliebiges externes Trennsignal erfolgen. Beispielsweise kann auch eine Strommessung in dem Bordnetz, beispielsweise Low-side, erfolgen und bei einem Überstrom kann ein Auslösesignal der pyrotechnischen Trennvorrichtung zugeführt werden.

20

Die pyrotechnische Trennvorrichtung ist in der Regel dadurch ausgezeichnet, dass eine pyrotechnische Trennpille durch einen elektrischen Zündimpuls aktiviert werden kann. Die dadurch bewirkte pyrotechnische Reaktion führt zu einem mechanischen Auftrennen einer elektrischen Verbindung an einer Trennstelle.

25

30

Die pyrotechnische Trennvorrichtung wird gemäß einem Ausführungsbeispiel vorteilhaft derart angesteuert, dass sie bei einer Levitation des ersten Schaltrelais aktiviert ist. Im Kurzschlussfall fließt ein hoher Strom über das Low-side Relais. Dort kommt es zu einer Levitation und der Brückenkontakt kann sich von dem Festkontakt lösen. Der Reststrom, der über den Lichtbogen fließt, kann jedoch über die pyrotechnische Trennvorrichtung ohne das Auslösen eines weiteren Lichtbogens getrennt werden, so dass der an dem ersten Schaltrelais auftretende Lichtbogen zusammenbricht.

10 Wie bereits erwähnt, soll das pyrotechnische Trennelement nur den Reststrom, der bei einer Levitation auftritt, unterbrechen. Insofern ist das pyrotechnische Trennelement nur für einen solchen Strom auszulegen, der während einer Levitation in dem ersten Schaltrelais fließt. Einen solchen Reststrom kann eine herkömmliche Sicherung nicht sicher trennen, da die Energie des Reststromes teilweise nicht
15 ausreicht, die Sicherung auszulösen.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird vorgeschlagen, dass die pyrotechnische Trennvorrichtung und das erste Schaltrelais in einem gemeinsamen Gehäuse verbaut sind. Somit kann in einer kompakten Baugruppe die sicherheitskritische
20 Abschaltmechanik für einen Kurzschlussfall in einem Hochvoltbordnetzsystem zur Verfügung gestellt werden.

Im Kurzschlussfall kann es dazu kommen, dass zwischen den Ausgangskontakten ein Kurzschlussstrom fließt. Das erste Schaltrelais öffnet dabei aufgrund der Levitation
25 zumindest teilweise. Ein Reststrom fließt während dieser Levitation über das erste Schaltrelais, insbesondere entlang des dort entstehenden Lichtbogens. Das pyrotechnische Trennelement ist zum Trennen dieses Reststroms ausgelegt.

Gemäß einem weiteren Aspekt wird das Hochvoltbordnetzsystem so betrieben, dass
30 in einem Betriebsfall ein zweites Schaltrelais zwischen dem High-side Anschlusskontakt und dem High-side Ausgangskontakt geöffnet wird. D.h., im

Betriebsfall kann ein Schalten über das zweite Schaltrelais erfolgen, da die Schaltströme hinreichend klein sind.

Überschreiten die Schaltströme jedoch mehrere 100A, z.B. in einem Fehlerfall,, so
5 kann eine Levitation im ersten Schaltrelais zwischen dem Low-side Anschlusskontakt und dem Ausgangskontakt auftreten. Die Levitation an dem ersten Schaltrelais führt zu einem teilweisen Öffnen des ersten Schaltrelais. Der über den durch die Levitation gebildeten Lichtbogen fließende Reststrom wird gegenständlich durch die pyrotechnische Trennvorrichtung getrennt.

10

Nachfolgend wird der Gegenstand anhand einer ein Ausführungsbeispiel zeigenden Zeichnungen näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild eines gegenständlichen
15 Hochvoltbordnetzsystems gemäß einem Ausführungsbeispiel.

Fig. 1 zeigt eine Hochvoltbatterie 2, mit einem Pluspol 2a an High-side und einem Minuspol 2b an Low-side. Ferner zeigt Fig. 1 einen DC/DC Wandler 4, der mit einem elektrischen Antriebsmotor 6 verbunden ist. Ein Hochvoltbordnetzsystem 8 ist über
20 einen High-side Anschlusskontakt 8a' mit dem Pluspol 2a der Hochvoltbatterie 2 verbunden. Das Hochvoltbordnetzsystem 8 ist über einen Low-side Anschlusskontakt 8a'' mit dem Minuspol 2b der Hochvoltbatterie 2 verbunden. Ausgangsseitig ist das Hochvoltbordnetzsystem 8 high-side über einen Ausgangskontakt 8b' und low-side über einen Ausgangskontakt 8b'' mit dem DC/DC Wandler 4 verbunden. Zwischen
25 dem Anschlusskontakt 8a' und dem Ausgangskontakt 8b' ist zumindest ein Schaltrelais 10 angeordnet. Darüber hinaus kann eine Sicherung 12 vorgesehen sein. Parallel hierzu kann (nicht gezeigt) ein weiteres Relais und ein ohmscher Widerstand geschaltet sein. Diese können z.B. als Strombegrenzer im Startfall, insbesondere bei einem Warmstart, dienen, Der Startstrom fließt dann zunächst über das weitere Relais
30 und den Widerstand und ist hierdurch begrenzt.

Zwischen dem Anschlusskontakt 8a“ und dem Ausgangskontakt 8b“ ist vorzugsweise in einem Gehäuse zusammengebaut zumindest ein pyrotechnisches Trennelement 14 und ein Schaltrelais 16 angeordnet.

- 5 Im Betrieb fließt von der Hochvoltbatterie 2 ein Strom über das Hochvoltbordnetzsystem 8 zu dem DC/DC Wandler 4. Sowohl High-side als auch Low-side fließen die Betriebsströme.

- 10 Die beiden Schaltrelais 10 und 16 sind so ausgelegt, dass sie dauerhaft die Betriebsströme, welche auch 100A und mehr betragen können, tragen können, ohne dass diese beschädigt werden.

- In normalen Abschaltsituationen, d.h. im Betrieb kann es notwendig sein, die Hochvoltbatterie 2 von dem DC/DC Wandler 4 elektrisch zu trennen. Hierfür wird das Schaltrelais 10 geöffnet, um den Betriebsstrom zu unterbrechen. Da der Betriebsstrom einige 100A betragen kann, ist das Schaltrelais 10 zum Schalter solch hoher Ströme ausgelegt. Nachdem das Schaltrelais 10 geöffnet wurde, kann das Schaltrelais 16 stromlos geöffnet werden und es kann eine galvanische Trennung zwischen der Hochvoltbatterie 2 und dem DC/DC Wandler 4 durch das Bordnetzsystem 8 gewährleistet sein.
- 15
- 20

- Sollte das Schaltrelais 10 auch den Abschaltstrom nicht trennen, gibt es als „Backup“ immer noch das pyrotechnische Trennelement 14 und ein Schaltrelais 16 welche definitiv den Strom abschalten können.
- 25

Im Fehlerfall können kurzfristig sehr hohe Kurzschlussströme fließen, welche erheblich über den Betriebsströmen liegen. Im Fehlerfall ist ein unmittelbares Trennen sowohl High-side als auch Low-side notwendig.

- 30 Die Erfinder haben erkannt, dass die Levitation, die im Falle eines Kurzschlussstromes über das Schaltrelais 16 auftreten kann, nutzbar gemacht werden kann. Insbesondere

haben die Erfinder erkannt, dass im Falle eines Kurzschlussstromes ein erheblich höherer Strom als der Betriebsstrom über das Schaltrelais 16 fließt.

5 Am Schaltrelais 16, welches für geringere Schaltströme ausgelegt ist, als das Schaltrelais 10, kommt es zu Levitation. D.h., dass trotz aktivierter Spule des Schaltrelais 16 der Brückenkontakt vom Festkontakt angehoben wird. Dies erfolgt aufgrund der elektromagnetischen Abstoßung der stromführenden Teile des Festkontaktes bzw. des Brückenkontaktes.

10 Durch die Levitation, die auch elektromagnetische Repulsion genannt wird, kommt es zum kurzzeitigen Trennen des Strompfads über das Schaltrelais 16. Da die Levitation jedoch nur eine geringe Anhebung des Brückenkontakts von dem Festkontakt in dem Schaltrelais 16 bewirkt, beginnt ein Lichtbogen zwischen diesen beiden Kontakten zu brennen und ein Reststrom fließt über diesen Lichtbogen.

15

Da im Fehlerfall eine komplette Abtrennung der Hochvoltbatterie 2 von dem DC/DC Wandler 4 notwendig ist, wird erfindungsgemäß nun vorgeschlagen, dass der bei der Levitation entstehende Reststrom über das pyrotechnische Trennelement 14 getrennt wird. Hierzu empfängt das pyrotechnische Trennelement 14 ein externes

20 Steuersignal. Über dieses externe Steuersignal wird das pyrotechnische Trennelement 14 angesteuert und die darin verbaute Zündpille gezündet. Die pyrotechnische Reaktion führt zu einem mechanischen Auftrennen eines Leiters im Bereich des pyrotechnischen Trennelements 14, so dass eine elektrische Verbindung zwischen dem Anschlusskontakt 8a“ und dem Ausgangskontakt 8b“ vollständig getrennt wird.

25

Da der zu trennende Reststrom erheblich geringer ist, als der Kurzschlussstrom, kommt es im Bereich des pyrotechnischen Trennelements 14 nicht mehr zu einer Lichtbogenbildung. Vielmehr wird der Strom komplett getrennt. Da das Trennelement 14 nur zum Trennen des Reststromes ausgelegt sein muss, kann es erheblich kleiner
30 und weniger leistungsstark sein, als wenn es zum Trennen des Kurzschlussstroms gebildet wäre.

Das pyrotechnische Trennelement 14 sowie das Schaltrelais 16 können in einer Baugruppe zusammen mit einem Gehäuse verbaut sein. Somit ist es besonders einfach möglich, nach einem Crashfall diese Baugruppe auszutauschen, insbesondere wenn
5 diese beispielsweise über Steckkontakte mit dem Hochvoltbordnetzsystem 8 verbindbar ist. Da das pyrotechnische Trennelement 14 auslöst, ist ohnehin ein Austausch notwendig. Bei diesem Austausch kann gleich das Schaltrelais 16 mit ausgetauscht werden, welches durch den bei der Levitation entstehenden Lichtbogen in der Regel stark beschädigt oder zerstört worden ist.

10

Auch ist es möglich die Kombination aus pyrotechnischen Trennelement 14 und Schaltrelais 16 gegebenenfalls mit einer anderen Dimensionierung des Schaltrelais 16 auch High-side einzusetzen, d.h. im Ersatz für das Schaltrelais 10 und die Sicherung 12. Somit ist auch ein Bordnetzsystem 8 vorstellbar, bei welchem sowohl High-side als
15 auch Low-side eine Baugruppe gebildet aus dem pyrotechnischen Trennelement 14 und einem Schaltrelais 10, 16 vorgesehen ist.

Eine vollständige galvanische Trennung wird dadurch erreicht, dass gegenständig zumindest Low-side ein pyrotechnisches Trennelement einen Reststrom trennt.

20

Bezugszeichenliste

	2	Hochvoltbatterie
	2a	Pluspol
5	2b	Minuspol
	4	DC/DC Wandler
	6	Antriebsmotor
	8	Hochvoltbordnetzsystem
	8a', 8a''	Anschlusskontakt
10	8b', 8b''	Ausgangskontakt
	10	Schaltrelais
	12	Sicherung
	14	pyrotechnisches Trennelement
	16	Schaltrelais
15		

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Hochvoltbordnetzsystem umfassend,
 - einen Hochvoltbatterieanschluss mit einem High-Side Anschlusskontakt und einem Low-Side Anschlusskontakt,
 - 5 - einem Hochvoltausgang mit einem High-Side Ausgangskontakt und einem Low-Side Ausgangskontakt, und
 - zumindest einer zwischen dem Low-Side Anschlusskontakt und dem Low-Side Ausgangskontakt angeordneten Reihenschaltung aus einem erstes Schaltrelais und einer pyrotechnischen Trennvorrichtung.
- 10 2. Hochvoltbordnetzsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
 - dass zwischen dem High-Side Anschlusskontakt und dem High-Side Ausgangskontakt zumindest ein zweites Schaltrelais angeordnet ist.
- 15 3. Hochvoltbordnetzsystem nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Stromtragfähigkeit des ersten und des zweiten Schaltrelais in etwa gleich ist, insbesondere dass die Gleichstromtragfähigkeit des ersten und des
 - 20 zweiten Schaltrelais über 100 Ampere, vorzugsweise über 200 Ampere liegt.
4. Hochvoltbordnetzsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
 - dass das erste Schaltrelais für einen geringeren Schaltstrom als das zweite
 - 25 Schaltrelais ausgelegt ist.
5. Hochvoltbordnetzsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche.

dadurch gekennzeichnet,

- dass die pyrotechnische Trennvorrichtung durch ein Trennsignal aktiviert wird, insbesondere dass die pyrotechnische Trennvorrichtung von einem Airbagsteuersignal aktiviert wird.

5

6. Hochvoltbordnetzsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

- dass die pyrotechnische Trennvorrichtung derart angesteuert wird, dass sie bei einer Levitation des ersten Schaltrelais aktiviert ist.

10

7. Hochvoltbordnetzsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

- dass die pyrotechnische Trennvorrichtung für einen während einer Levitation in dem ersten Schaltrelais fließenden Schaltstrom ausgelegt ist.

15

8. Hochvoltbordnetzsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

- dass die pyrotechnische Trennvorrichtung und das erste Schaltrelais in einem gemeinsamen Gehäuse verbaut sind.

20

9. Hochvoltbordnetzsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

- dass das erste Schaltrelais bei einem zwischen den Ausgangskontakten fließenden Kurzschlussstrom nur teilweise öffnet wobei dann ein Reststrom über einen bei einer Levitation des ersten Schaltrelais entstehenden Lichtbogen fließt und dass die pyrotechnische Trennvorrichtung zum Trennen des Reststroms ausgelegt ist.

25

10. Verfahren zum Betreiben eines Hochvoltbordnetzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9 bei dem,

30

- in einem Betriebsfall ein zweites Schaltrelais zwischen dem High-Side Anschlusskontakt und dem High-Side Ausgangskontakt geöffnet wird, und
 - in einem Fehlerfall zusätzlich zunächst das erste Schaltrelais zwischen dem Low-Side Anschlusskontakt und dem Low-Side Ausgangskontakt geöffnet wird, wobei
- 5 hierbei eine Levitation an dem ersten Schaltrelais auftritt und ein über den durch die Levitation gebildeten Lichtbogen fließender Reststrom durch die pyrotechnischen Trennvorrichtung unterbrochen wird.

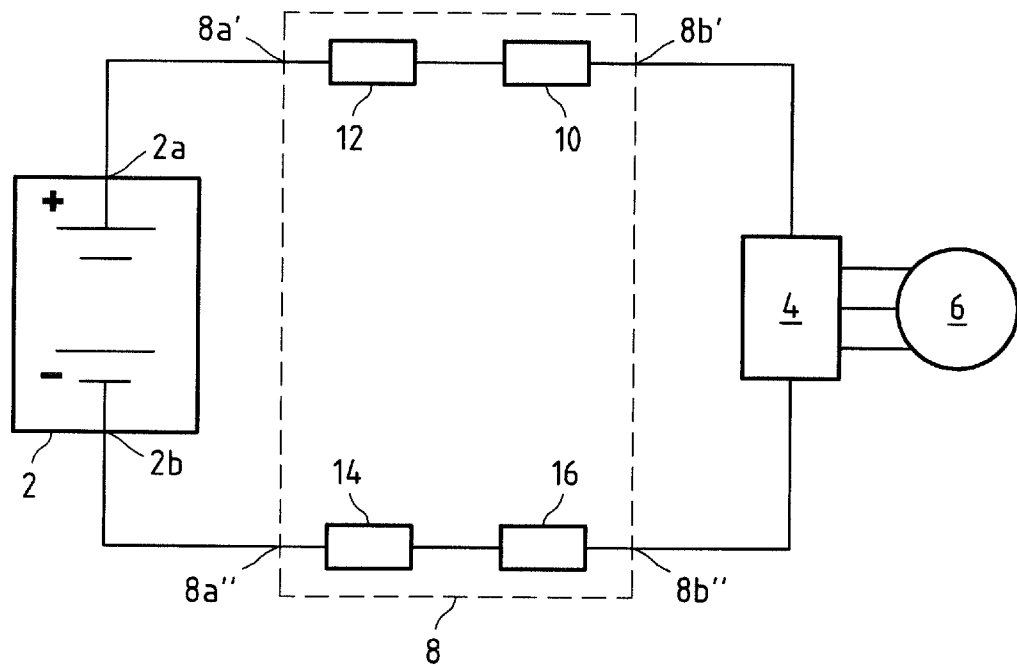


Fig.1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/082309

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B60L3/04
 ADD.

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)
 B60L

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 practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2013 017409 A1 (DAIMLER AG [DE]) 24 July 2014 (2014-07-24) paragraph [0025] - paragraph [0029] paragraph [0034] - paragraph [0035] figure 1 <p style="text-align: center;">-----</p>	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.
 See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 24 March 2017	Date of mailing of the international search report 31/03/2017
---	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <p style="text-align: center;">Eriksson, Hans</p>
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/082309

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102013017409 A1	24-07-2014	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B60L3/04
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B60L

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2013 017409 A1 (DAIMLER AG [DE]) 24. Juli 2014 (2014-07-24) Absatz [0025] - Absatz [0029] Absatz [0034] - Absatz [0035] Abbildung 1 -----	1-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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

24. März 2017

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

31/03/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Eriksson, Hans

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/082309

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013017409 A1	24-07-2014	KEINE	