

(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
23. April 2020 (23.04.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/078841 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H05K 7/14 (2006.01) H05K 7/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/077580

(22) Internationales Anmeldedatum:

11. Oktober 2019 (11.10.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2018 217 780.5

17. Oktober 2018 (17.10.2018) DE

(71) Anmelder: **ROLLS-ROYCE DEUTSCHLAND LTD & CO KG** [DE/DE]; Eschenweg 11, OT Dahlewitz, 15827 Blankenfelde-Mahlow (DE).

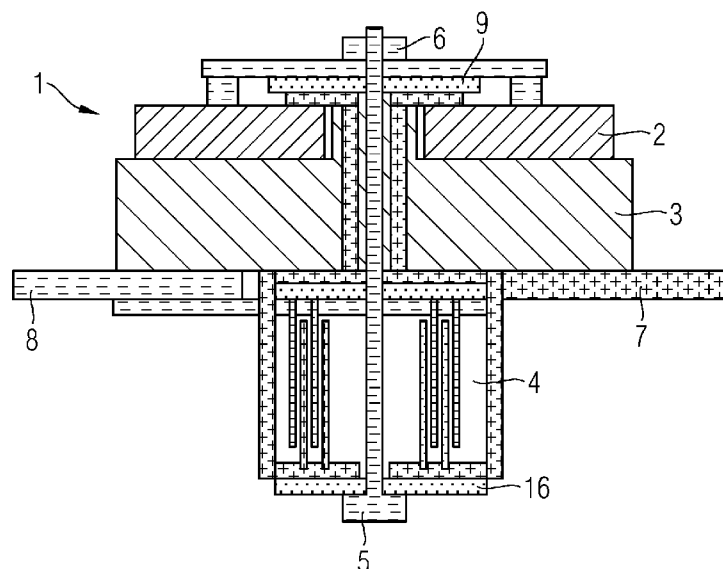
(72) **Erfinder:** RUPPERT, Swen; c/o Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG, Eschenweg 11, 15827 Blankenfelde-Mahlow (DE). WALTRICH, Uwe; c/o Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG, Eschenweg 11, 15827 Blankenfelde-Mahlow (DE).

(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, JO, 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.

(54) **Title:** POWER SUPPLY FOR ELECTRIC AND/OR ELECTRONIC COMPONENTS

(54) **Bezeichnung:** ENERGIEVERSORGUNG ELEKTRISCHER UND/ODER ELEKTRONISCHER BAUTEILE

FIG 1



(57) **Abstract:** The invention relates to a device (1) for supplying electric power to electric and/electronic components of a power converter (17), comprising at least one power module (2), at least one capacitor (4), at least one heat sink (3) between the power module (2) and the capacitor (4), a first DC conductor element (7) having a first potential, and at least one additional, second DC conductor element (8) having a second potential. The first and second DC conductor elements (7, 8) are designed to supply electric power to the power module (2) and the capacitor (4). The first and second DC conductor elements (7, 8) extend coaxially to each other by means of the heat sink (3). The invention also relates to a power converter (17) and an aircraft.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung gibt eine Vorrichtung (1) zur elektrischen Energieversorgung elektrischer und/oder elektro-



WO 2020/078841 A1

(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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

nischer Bauteile eines Stromrichters (17) mit mindestens einem Leistungsmodul (2), mindestens einem Kondensator (4), mindestens einem zwischen dem Leistungsmodul (2) und dem Kondensator (4) angeordneten Kühlkörper (3), ein erstes DC-Leiterelement (7) mit einem ersten Potenzial und mindestens ein weiteres zweites DC-Leiterelement (8) mit einem zweiten Potenzial. Das erste und das zweite DC-Leiterelement (7, 8) sind ausgebildet, das Leistungsmodul (2) und den Kondensator (4) mit elektrischer Energie zu versorgen. Das erste und das zweite DC-Leiterelement (7, 8) verlaufen durch den Kühlkörper (3) zueinander coaxial angeordnet. Außerdem gibt die Erfindung einen Stromrichter (17) und ein Luftfahrzeug an.

Beschreibung

Energieversorgung elektrischer und/oder elektronischer Bauteile

5

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

- 10 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur elektrischen Energieversorgung elektrischer und/oder elektronischer Bauteile eines Stromrichters. Die Erfindung betrifft des Weiteren einen Stromrichter und ein Luftfahrzeug mit einer derartigen Vorrichtung. Die Erfindung kann insbesondere
15 im elektrischen oder hybrid-elektrischen Flugantrieb in der Luftfahrt verwendet werden.

Beschreibung des Stands der Technik

- 20 Leistungsmodule werden zur Kühlung auf Kühlkörper (Flüssigkeits- oder Luftkühler) geschraubt. Viele Stromrichter-Topologien erfordern einen Zwischenkreiskondensator, der möglichst niederinduktiv und niederohmig an ein Leistungsmodul elektrisch angebunden werden muss. Die notwendige Kapazität
25 des Zwischenkreises ist in erster Näherung proportional zum erforderlichen Volumen und Gewicht des Kondensators. Oft begrenzt die zulässige Temperatur im Inneren des Kondensators eine optimale Ausnutzung der Endstufe. Die Verluste im Kondensator müssen daher durch eine gute thermische Anbindung
30 abgeführt werden. Die Kühlung über die elektrischen Anschlussflächen des Kondensators ist bei Folienkondensatoren am effektivsten.

- Aus am Markt verfügbaren Produkten ist der Anmelderin bekannt, den Kondensator an die noch „freie“ Unterseite des
35 Kühlkörpers thermisch anzubinden, um möglichst kompakt und leicht zu bauen. Die Anbindung erfolgt meistens über Schraubverbindungen und einer Anpressmechanik. Die geforderte nie-

derinduktive Anbindung wird über laminierte Busbars (elektrisch isoliert, thermisch leitfähig) mit entsprechenden Biegungen zum Leistungsmodul auf der gegenüberliegenden Seite des Kühlkörpers geführt und kontaktiert.

5

Dies hat den Nachteil, dass die Spannmechanik (Rahmen, Schrauben, etc.) und die gebogene Kupfer-Busbar gewichtsin-
tensiv sind. Zudem ist die minimale Länge der Anbindung des
Zwischenkreiskondensators an das Leistungsmodul durch die
10 Kühlkörpergeometrie bestimmt. Diese Länge ist direkt propor-
tional zur Kommutierungsinduktivität und damit als kritisch
anzusehen. Außerdem erschweren die Toleranzen die Schweißpro-
zesse. Das Schweißen wiederum führt zu einer starren Verbin-
dung und zu einer thermomechanischen Belastung der Verbindung
15 und des meist steifen keramischen Schaltungsträgers des Leis-
tungsmoduls. Schließlich erfordert das Niederdrücken der Bus-
Bar Kontakte auf das Modul zusätzlichen mechanischen Aufwand.

Aus am Markt verfügbaren Produkten sind der Anmelderin auch
20 Lösungen bekannt, bei denen die elektrische Kontaktierung der
Kühlkörper abgewandten Seite des Kondensators die Aufgaben
der elektrischen Leitung sowie der thermischen Wärmeableitung
zum Kühlkörper hin übernimmt.

25 ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Lösung für eine
verbesserte elektrische Energieversorgung von elektrischen
und/oder elektronischen Bauteilen anzugeben, die insbesondere
30 bei hybrid-elektrischen Antrieben in der Luftfahrt zum Ein-
satz kommen kann.

Gemäß der Erfindung wird die gestellte Aufgabe mit der Vor-
richtung zur elektrischen Energieversorgung elektrischer
35 und/oder elektronischer Bauteile eines Stromrichters, dem
Stromrichter und dem Luftfahrzeug der unabhängigen Patentan-
sprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den ab-
hängigen Ansprüchen gegeben.

Erfindungsgemäß wird ein Kondensator, insbesondere ein Zwischenkreiskondensator, mittels zueinander coaxial angeordnet verlaufenden DC-Leiterelementen elektrisch an ein Leistungsmodul und thermisch an einen Kühlkörper kontaktiert.

Die Erfindung beansprucht eine Vorrichtung zur elektrischen Energieversorgung elektrischer und/oder elektronischer Bauteile eines Stromrichters mit mindestens einem Leistungsmodul, mindestens einem Kondensator, mindestens einem zwischen dem Leistungsmodul und dem Kondensator angeordneten Kühlkörper, ein erstes DC-Leiterelement mit einem ersten Potenzial und mindestens ein weiteres zweites DC-Leiterelement mit einem zweiten Potenzial. Das erste und das zweite DC-Leiterelement sind ausgebildet, das Leistungsmodul und den Kondensator mit elektrischer Energie zu versorgen, d.h. dass das erste und das zweite DC-Leiterelement elektrisch mit dem Leistungsmodul und dem Kondensator verbunden sind. Das erste und das zweite DC-Leiterelement verlaufen durch den Kühlkörper zueinander coaxial angeordnet. Die DC-Leiterelemente sind beispielsweise als Durchführung durch den Kühlkörper ausgeführt. Der Kühlkörper ist von einem Kühlmedium umströmbar und/ oder durchströmbar.

Die Erfindung bietet den Vorteil einer gewichtssparenden thermischen, elektrischen und mechanischen Anbindung durch den Wegfall einer gewichtsintensiven und starren Busbar-Verschienung. Zusätzlich bietet die Erfindung den Vorteil einer sehr niederinduktiven Anbindung durch die durch den Kühlkörper zueinander coaxial verlaufenden DC-Leiterelemente.

In einer weiteren Ausgestaltung kann der Kondensator ein Zwischenkreiskondensator oder ein Flying Cap Kondensator, der z.B. als Folienkondensator ausführbar ist, sein.

In einer weiteren Ausführung ist, zumindest in dem im Kühlkörper verlaufenden Bereich, das erste DC-Leiterelement als

Stift ausgebildet ist und das zweite DC-Leiterelement als Hülse ausgebildet ist.

5 In einer Weiterbildung kann der Stift als Schraube ausgebildet sein, welche in ein Gewinde derart eindrehbar ist, dass der Kondensator und das Leistungsmodul auf den Kühlkörper pressbar sind.

10 Die Zwischenkreiskondensatorverschraubung bietet den Vorteil, dass sie multifunktional als thermische, elektrische sowie mechanische Kontaktierung des Kondensators an den Kühlkörper dient. Die Verschraubung stellt eine thermisch optimierte Anbindung des Zwischenkreiskondensators durch die zweiseitige Kühlung (zweiter Wärmepfad durch Schraubverbindung) dar.

15 In einer weiteren Ausführung ist das Gewinde in einer Schraubenmutter in dem Kondensator oder in dem Kühlkörper ausgebildet. Dies kann zum Beispiel durch einen Gewinde-einsatz erfolgen.

20 In einer weiteren Ausführung kann statt mit einem Stift die Verbindung zwischen Leistungsmodul und Kühlkörper mit einer Lötsschicht hergestellt werden. Der Kühlkörper kann auf der Seite des Leistungsmoduls DC-Kondensator-Anschlussflächen besitzen, auf die das Leistungsmodul aufgelötet wird. Bodenplattenlose Leistungsmodule können auf der Unterseite ein ko-axiales Muster der kühlkörperseitigen DC-Kondensatorschlussflächen besitzen. Dadurch kann die Lötung des Substrats auf den Kühlkörper auch zur elektrischen Kontaktierung des Leistungsmoduls eingesetzt werden, welche die Kommutierungsinduktivität weiter reduziert. Zwischen der Lötsschicht kann sich zusätzlich ein Isolationsverguss befinden.

35 In einer weiteren Ausführung kann das Leistungsmodul aus Multilayersubstraten gebildet sein. Dieses kann zum Beispiel aus aus DCB, AMB, LTCC und Leiterplatte bestehen.

In einer Weiterbildung weist die Vorrichtung eine am Kondensator an der vom Kühlkörper abgewandter Seite angeordnete Platte, zum Beispiel ein Federplatte, auf, welche durch die Schraube an den Kondensator gepresst wird. Dies bietet den
5 Vorteil, den Kondensator doppelseitig zu kühlen. Je nach Anordnung der Kontaktstellen des Kondensators, kann die Platte lokal elektrisch leitfähig bzw. isolierend sein.

In einer Weiterbildung ist der Kühlkörper aus einem
10 elektrisch-isolierenden keramischen Material gebildet. Alternativ können die Durchgänge am Kondensator elektrisch isoliert sein. Elektrisch isolierte Durchgänge können beispielsweise mit Hohlzylindern ausgebildet werden.

15 Die Erfindung beansprucht außerdem einen Stromrichter mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

In einer Weiterbildung kann der Stromrichter ein Umrichter
20 sein.

Außerdem beansprucht die Erfindung ein Luftfahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und einem erfindungsgemäßen Stromrichter, beispielsweise für einen elektrischen oder hybrid-elektrischen Flugantrieb.
25

In einer Weiterbildung kann das Luftfahrzeug ein Flugzeug
30 sein.

In einer Weiterbildung verfügt das Luftfahrzeug über einen
35 durch den Umrichter mit elektrischer Energie versorgten Elektromotor und einen durch den Elektromotor in Rotation versetzbaren Propeller.

Erweiterungen mit zusätzlichen DC-Leiterelementen, Leistungsmodulen, Kühlkörpern und/ oder Kondensatoren sind möglich.

Unter Luftfahrzeug wird jede Art von fliegendem Fortbewegungs- oder Transportmittel, sei es bemannt oder unbemannt, verstanden.

5 KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die Besonderheiten und Vorteile der Erfindung werden aus den nachfolgenden Erläuterungen mehrerer Ausführungsbeispiele anhand von schematischen Zeichnungen ersichtlich.

10

Es zeigen:

15

Fig. 1: Einen Querschnitt einer koaxialen DC-Kondensatoranbindung an Leistungsmodul und Kühlkörper,

20

Fig. 2: Einen Querschnitt einer koaxialen DC-Kondensatoranbindung an Kühlkörper mit aufgelötetem Leistungsmodul,

25

Fig. 3: Eine Draufsicht einer koaxialen DC-Kondensatoranbindung,

Fig. 4: Eine Draufsicht einer weiteren koaxialen DC-Kondensatoranbindung,

30

Fig. 5: Ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zur elektrischen Energieversorgung elektrischer und/oder elektronischer Bauteile eines Stromrichters und

Fig. 6: Eine Ansicht eines Flugzeugs.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

35

Fig. 1 zeigt einen schematischen Querschnitt einer koaxialen DC-Kondensatoranbindung an eine Leistungselektronik und eine Kühlung. Zu sehen ist die Leistungselektronik oder auch Leistungsmodul 2 genannt, ein Kühlkörper 3, der von einem nicht

dargestellten Kühlmedium durchströmbar ist, und ein Kondensator 4, zum Beispiel ein Zwischenkreiskondensator, der z.B. als Folienkondensator ausführbar ist.

5 Koaxial zum Kondensator 4 verläuft eine koaxiale DC-Kondensatoranbindung, welche aus zwei DC-Leiterelementen 7, 8 aufgebaut ist. Das erste DC-Leiterelement 7 verfügt über ein
erstes Potenzial, welches zum Beispiel als eine auf einem positiven Potenzial liegende DC-Durchkontaktierung ausgeführt
10 sein kann. Das zweite DC-Leiterelement 8 verfügt über ein zweites Potenzial und kann zum Beispiel als eine auf einem negativen Potenzial liegende DC-Durchkontaktierung ausgebildet sein. Zumindest im Bereich des Kühlkörpers 3 verläuft das
zweite DC-Leiterelement 8 koaxial im Inneren des ersten DC-
15 Leiterelements 7. Wobei im Beispiel das erste DC-Leiterelement 7 teilweise als Stift, beispielsweise als Schraube 5, ausgebildet ist und durch die Befestigung in einem Gewinde 12, hier das Gewinde 12 einer Schraubenmutter 6, den Kondensator 4 auf den Kühlkörper 3 presst. Zwischen dem
20 Kondensator 4 und dem Kopf der Schraube 5 ist eine Platte 16, zum Beispiel eine Federplatte, angebracht, welche durch die Schraube 5 den Kondensator 4 auf den Kühlkörper 3 presst. Durch die Pressung wird eine elektrische und thermische Kontaktierung der Kühlkörper 3 zugewandten Seite realisiert.
25 Durch die Verwendung einer thermisch (hoch-)leitfähigen Platte 16, zum Beispiel aus einer mechanisch stabilen Keramik (Si₃N₄, Al₂O₃) entsteht über die Schraube 5 ein zusätzlicher thermischer Pfad von der Kühlkörper 3 abgewandten Seite des Kondensators 4 zum Kühlkörper 3. Dadurch wird der Kondensator
30 4 doppelseitig gekühlt.

Alternativ kann die Schraube 5 durch ein Gewinde 12 im Kondensator 4, hier als Gewindeeinsatz ausgeführt, befestigt werden. Im gezeigten Beispiel befindet sich der Kopf der
35 Schraube 5 auf der Seite des Kondensators 4 und die Schraubenmutter 6 auf der Seite des Leistungsmoduls 2. Eine alternative Möglichkeit ist die Positionierung des Kopfes der

Schraube 5 auf der Seite des Leistungsmoduls 2 und die Schraubenmutter 6 auf der Seite des Kondensators 4.

Zwischen dem ersten DC-Leiterelement 7 und dem zweiten DC-Leiterelement 8 befinden sich elektrische Isolierschichten 9. Der Kühlkörper 3 kann aus elektrisch-isolierender Keramik ausgebildet sein oder alternativ aus Metall mit Isolierungen zu dem ersten und dem zweiten DC-Leiterelement 7, 8 ausgebildet sein.

Fig. 2 zeigt eine alternative Form der Ausführung zu Fig. 1. Die Alternative, ebenfalls im Querschnitt dargestellt, zeigt eine Version, in welcher das Leistungsmodul 2 auf den Kühlkörper 3 mit einer Lötsschicht 10 aufgelötet ist. Der Kühlkörper 3 besitzt auf der Seite des Leistungsmoduls 2 DC-Kondensator-Anschlussflächen, auf die das Leistungsmodul 2 aufgelötet wird. Bodenplattenlose Leistungsmodul 2 mit Multilayersubstraten können auf der Unterseite ein koaxiales Muster der kühlkörperseitigen DC-Kondensatorschlussflächen besitzen. Dadurch kann die Lötung des Substrats auf den Kühlkörper 3 auch zur elektrischen Kontaktierung des Leistungsmoduls 2 eingesetzt werden, welche die Kommutierungsinduktivität weiter reduziert. Der Vorteil dieser Variante ist, dass die Kontaktstelle vom Leistungsmodul 2 zum Kühlkörper 3 so mit einem ohmschen Übergangswiderstand optimal gekühlt wird. Oftmals sind die Verluste der Schraubkontakte eine zusätzliche Wärmequelle, die den Kondensator 4 aufheizen würden. Zudem führen erhöhte Temperaturwechsel der Kontaktstelle zu einer Reduktion der Lebensdauer. Dies wird hiermit auch verbessert.

Zudem ist das Leistungsmodul 2 detaillierter als in Fig. 1 dargestellt. Zu sehen ist das Multilagensubstrat aus DCB, AMB, LTCC und Leiterplatte. Auf der Lötsschicht 10 befindet sich ein Isolationsverguss 11 (z.B. als Underfill-Material, welches z.B. durch speziell dafür vorgesehene Zuleitungen im Substratlayout appliziert wird oder Anschluss im Rand eines Schaltungsträger findet). Wie in Fig. 2 besitzt der Kondensa-

tor ein erstes DC-Leiterelement 7 und ein zweites DC-Leiterelement 8. Das erste DC-Leiterelement 7 verfügt über ein erstes Potenzial, welches zum Beispiel als eine auf einem positiven Potenzial liegende DC-Durchkontaktierung ausgeführt sein kann. Das zweite DC-Leiterelement 8 verfügt über ein zweites Potenzial und kann zum Beispiel als eine auf einem negativen Potenzial liegende DC-Durchkontaktierung ausgebildet sein. Zwischen den positiven ersten DC-Anschlüssen 7 und den negativen DC-Durchkontaktierungen 8 befinden sich elektrische Isolierschichten 9. In dieser Ausführung verbindet die Schraube 5 nur den Kondensator 4 und den Kühlkörper 3. Die Schraube 5 verläuft durch den kompletten Kondensator 4 und wird in einem Innengewinde 12, welches im Kondensator 4 sitzt, befestigt. So entsteht zusätzlich zur mechanischen Verbindung auch eine elektrische Durchkontaktierung.

Fig. 3 zeigt eine Schnittansicht durch den Kühlkörper 3 einer koaxialen DC-Kondensatoranbindung mit einem ersten DC-Leiterelement 7 und einem zweiten DC-Leiterelement 8. Das erste DC-Leiterelement 7 verfügt über ein erstes Potenzial, welches zum Beispiel als eine auf einem positiven Potenzial liegende DC-Durchkontaktierung ausgeführt sein kann. Das zweite DC-Leiterelement 8 verfügt über ein zweites Potenzial und kann zum Beispiel als eine auf einem negativen Potenzial liegende DC-Durchkontaktierung ausgebildet sein. Das im Inneren liegende zweite DC-Leiterelement 8 verläuft koaxial zu dem ersten DC-Leiterelement 7.

Fig. 4 zeigt eine Schnittansicht durch den Kühlkörper 3 einer koaxialen DC-Kondensatoranbindung mit vier ersten DC-Leiterelementen 7 und einem zweiten DC-Leiterelement 8 als eine zu Fig. 3 alternative Form der Ausführung. Die ersten DC-Leiterelemente 7 verfügen über ein erstes Potenzial, welches zum Beispiel als eine auf einem positiven Potenzial liegende DC-Durchkontaktierung ausgeführt sein kann. Das zweite DC-Leiterelement 8 verfügt über ein zweites Potenzial und kann zum Beispiel als eine auf einem negativen Potenzial liegende DC-Durchkontaktierung ausgebildet sein. Das zweite DC-

Leiterelement 8 verläuft coaxial zu den darum angeordneten ersten DC-Leiterelementen 7.

In den Fig. 1 bis Fig. 4 sind Teile, die auf einem positiven Potenzial liegen, mit Pluszeichen versehen, Teile mit negativem Potenzial weisen Minuszeichen auf.

Fig. 5 zeigt ein Blockschaltbild einer Vorrichtung 1 zur elektrischen Energieversorgung elektrischer und/oder elektronischer Bauteile eines Stromrichters 12, mit einem in Wirkverbindung stehenden Elektromotor 13 und einem Propeller 14 eines Flugzeuges 15. Der Stromrichter 12 kann ein Umrichter sein.

Fig. 6 zeigt eine Ansicht eines elektrischen oder hybrid-elektrischen Flugzeugs 15, als Beispiel eines Luftfahrzeugs, mit einem den nicht sichtbaren Elektromotor 13 mit elektrischer Energie versorgenden nicht sichtbaren Stromrichter 12. Der Elektromotor 13 versetzt einen Propeller 14 in Rotation.

Der Mehrwert besteht zusätzlich zu der vorgestellten Anwendung auch in anderen Anwendungen. Es gibt viele Umrichter Anwendungen bei denen eine hohe Taktung verlangt wird und damit eine niederinduktive Anbindung notwendig ist. Generell trifft dies bei hohen Drehzahlen oder hohen Polzahlen der elektrischen Maschine zu.

Obwohl die Erfindung im Detail durch die Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, ist die Erfindung durch die offenbarten Beispiele nicht eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann daraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur elektrischen Energieversorgung elektrischer und/oder elektronischer Bauteile eines Strom-
richters (17),
aufweisend:

- Mindestens ein Leistungsmodul (2),
- Mindestens einen Kondensator (4),
- Mindestens einen zwischen dem Leistungsmodul (2) und dem Kondensator (4) angeordneten Kühlkörper (3),
- Mindestens ein erstes DC-Leiterelement (7) mit einem ersten Potenzial und
- Mindestens ein zweites DC-Leiterelement (8) mit einem zweiten Potenzial,

wobei:

- Das erste und das zweite DC-Leiterelement (7, 8) mit dem Leistungsmodul (2) und dem Kondensator (4) elektrisch verbunden sind und
- Das erste und das zweite DC-Leiterelement (7, 8) durch den Kühlkörper (3) zueinander koaxial angeordnet verlaufen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Kondensator (4), ein Zwischenkreiskondensator oder ein Flying Cap Kondensator ist.

3. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest in dem im Kühlkörper (3) verlaufenden Bereich:

- Das erste DC-Leiterelement (7) als Stift ausgebildet ist und
- Das zweite DC-Leiterelement (8) als Hülse ausgebildet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Stift als Schraube (5) ausgebildet ist, welche in ein Gewinde (12) derart eindrehbar ist, dass der Kondensator (4)

und das Leistungsmodul (2) auf den Kühlkörper (3) pressbar sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4,

5 dadurch gekennzeichnet, dass
das Gewinde (12) in einer Schraubenmutter (6), in dem Kondensator (4), oder in dem Kühlkörper (3) ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4,

10 gekennzeichnet durch:
eine am Kondensator (4) an der vom Kühlkörper (3) abgewandten Seite angeordnete Platte (16), welche durch die Schraube (5) an den Kondensator (4) gepresst wird.

15 7. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass
der Kühlkörper (3) aus einem elektrisch-isolierenden keramischen Material gebildet ist.

20 8. Stromrichter (17) mit einer Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche.

9. Stromrichter (17) nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet, dass
25 der Stromrichter (17) ein Umrichter ist.

10. Luftfahrzeug mit einem Stromrichter (17) nach Anspruch 8 oder 9

für einen elektrischen oder hybrid-elektrischen Flugantrieb.
30

11. Luftfahrzeug nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet, dass
das Luftfahrzeug ein Flugzeug (15) ist.

35 12. Luftfahrzeug nach Anspruch 10 und 11,
gekennzeichnet durch:

- einen durch den Umrichter mit elektrischer Energie versorgten Elektromotor (13) und

- einen durch den Elektromotor (13) in Rotation versetzbaren Propeller (14).

FIG 1

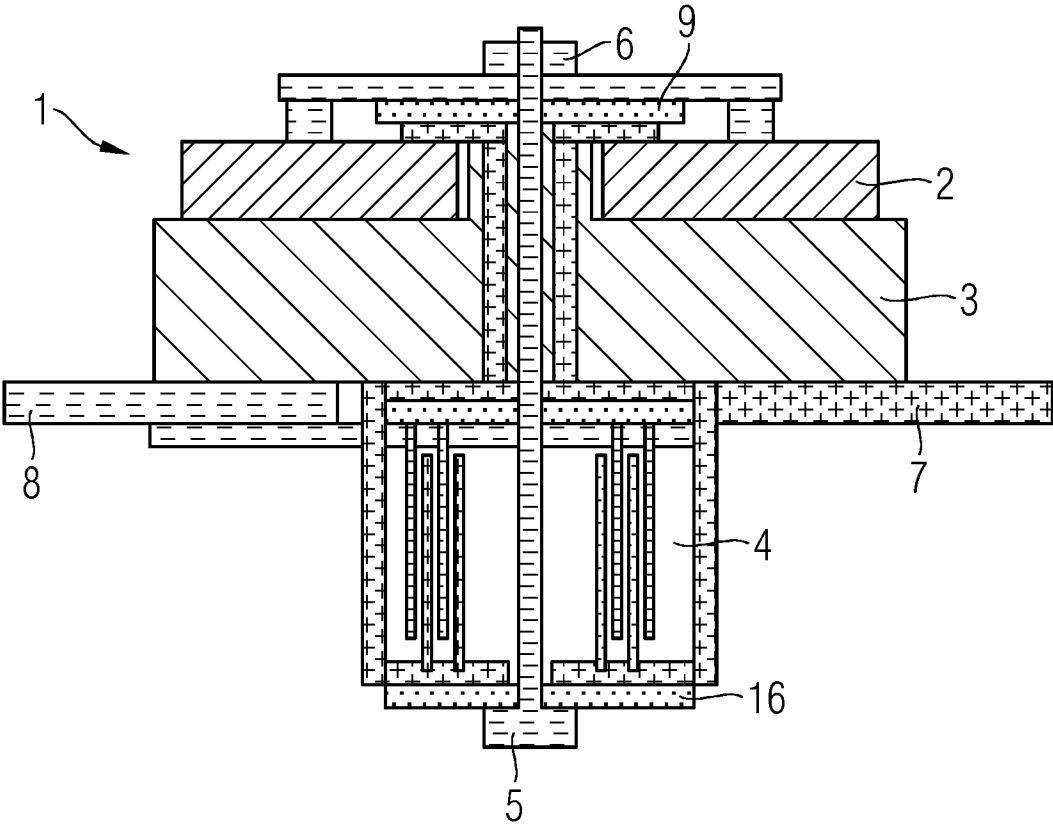


FIG 2

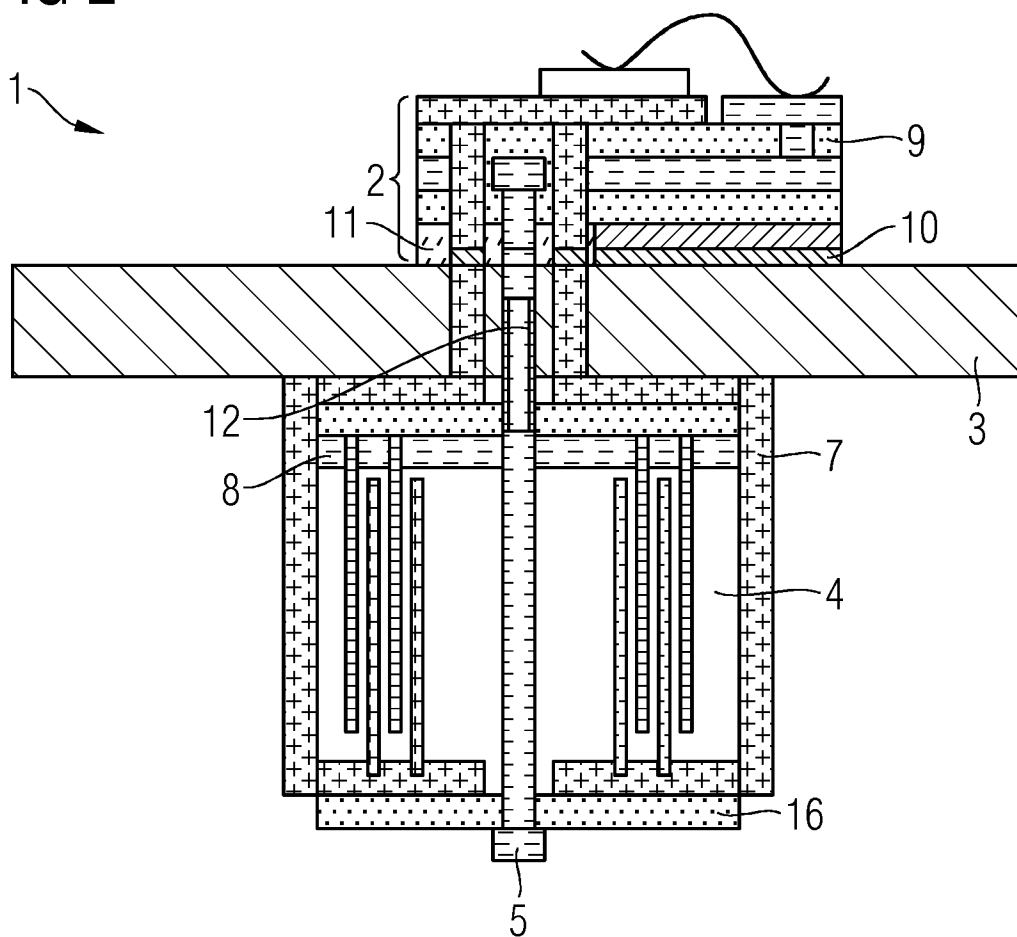


FIG 3

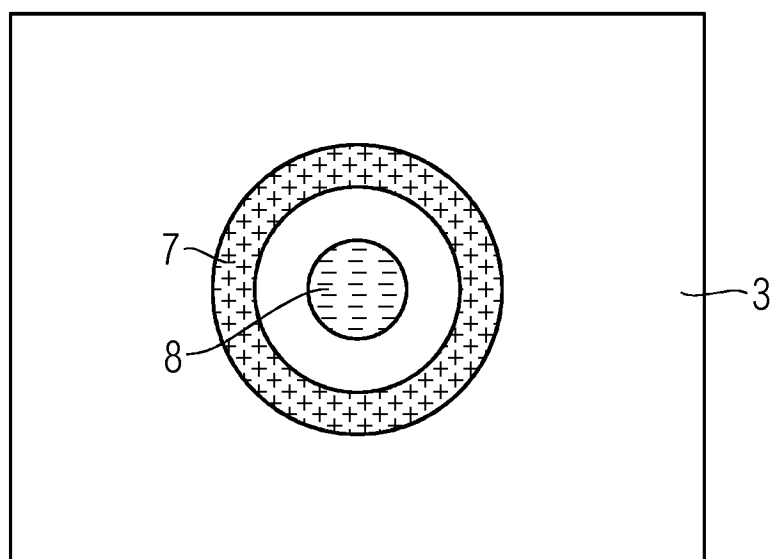


FIG 4

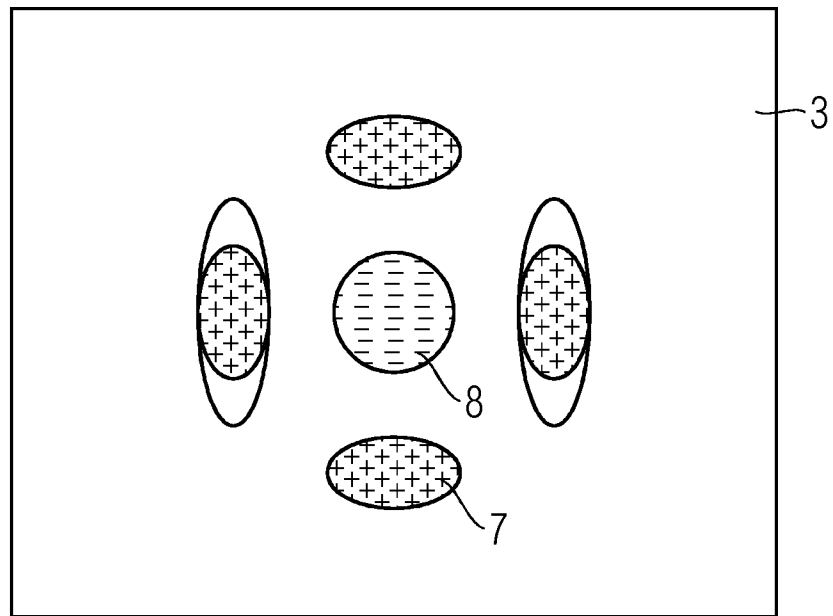


FIG 5

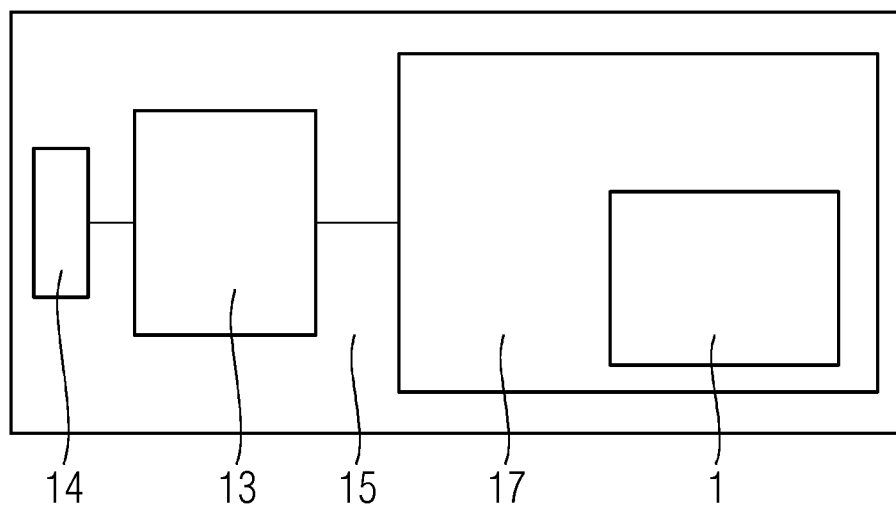
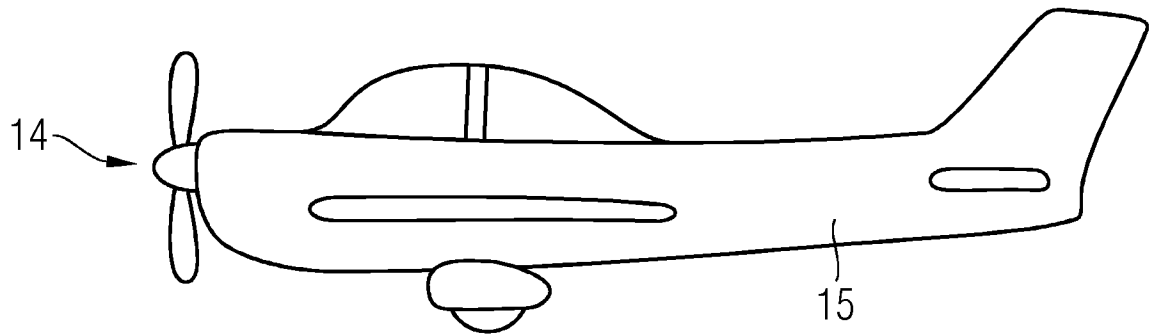


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/077580

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H05K 7/14(2006.01)i; H05K 7/20(2006.01)i 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) H05K; 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 practicable, 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.
X A	US 2010195301 A1 (FOTHERBY CHRISTOPHER WILLIAM [NZ]) 05 August 2010 (2010-08-05) figure 2 paragraph [0005] paragraphs [0030] - [0046]	1-3,7-12 4-6
X A	DE 102016208475 A1 (DEERE & CO [US]) 24 November 2016 (2016-11-24) figures 1-6 paragraphs [0011] - [0027]	1-3,7-12 4-6
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent 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 19 December 2019		Date of mailing of the international search report 13 January 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Galary, Grzegorz Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/077580

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2010195301	A1	05 August 2010	EP	2171836	A1	07 April 2010
				US	2010195301	A1	05 August 2010
				WO	2009008741	A1	15 January 2009
DE	102016208475	A1	24 November 2016	BR	102016011289	A2	22 November 2016
				CN	106169682	A	30 November 2016
				DE	102016208475	A1	24 November 2016
				GB	2539789	A	28 December 2016
				US	9490555	B1	08 November 2016

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H05K7/14 H05K7/20
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H05K 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.
X A	US 2010/195301 A1 (FOTHERBY CHRISTOPHER WILLIAM [NZ]) 5. August 2010 (2010-08-05) Abbildung 2 Absatz [0005] Absätze [0030] - [0046] -----	1-3,7-12 4-6
X A	DE 10 2016 208475 A1 (DEERE & CO [US]) 24. November 2016 (2016-11-24) Abbildungen 1-6 Absätze [0011] - [0027] -----	1-3,7-12 4-6



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

19. Dezember 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/01/2020

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

Galary, Grzegorz

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/077580

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2010195301 A1	05-08-2010	EP 2171836 A1	07-04-2010
		US 2010195301 A1	05-08-2010
		WO 2009008741 A1	15-01-2009

DE 102016208475 A1	24-11-2016	BR 102016011289 A2	22-11-2016
		CN 106169682 A	30-11-2016
		DE 102016208475 A1	24-11-2016
		GB 2539789 A	28-12-2016
		US 9490555 B1	08-11-2016
