

(19)



(11)

EP 2 704 261 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.03.2014 Patentblatt 2014/10

(51) Int Cl.:
H01R 13/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13175241.2**

(22) Anmeldetag: **05.07.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **SEMIKRON Elektronik GmbH & Co. KG
90431 Nürnberg (DE)**

(72) Erfinder: **Kulas, Hartmut
91320 Ebermannstadt (DE)**

(30) Priorität: **04.09.2012 DE 102012215651**

(54) **Verbindungselement zur elektrisch leitenden Verbindung einer ersten Leistungselektronikeinrichtung mit einer zweiten Leistungselektronikeinrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verbindungselement zur elektrisch leitenden Verbindung einer ersten Leistungselektronikeinrichtung (13) mit einer zweiten Leistungselektronikeinrichtung (14), wobei das Verbindungselement (1) eine erste und eine zweite, längs einer gemeinsamen Achse (X) angeordnete, miteinander ver-

bundene, elektrisch leitende Evolutfeder (2,3) aufweist, wobei die erste und zweite die Evolutfeder (2,3) bandartige, konisch spiralförmige Windungen (5a,5b) aufweisen, deren axialeitigen Außenflächen elektrische Kontaktflächen (6a,6b) ausbilden. Die Erfindung ermöglicht eine zuverlässige elektrisch leitende Verbindung zwischen Leistungselektronikeinrichtungen (13,14).

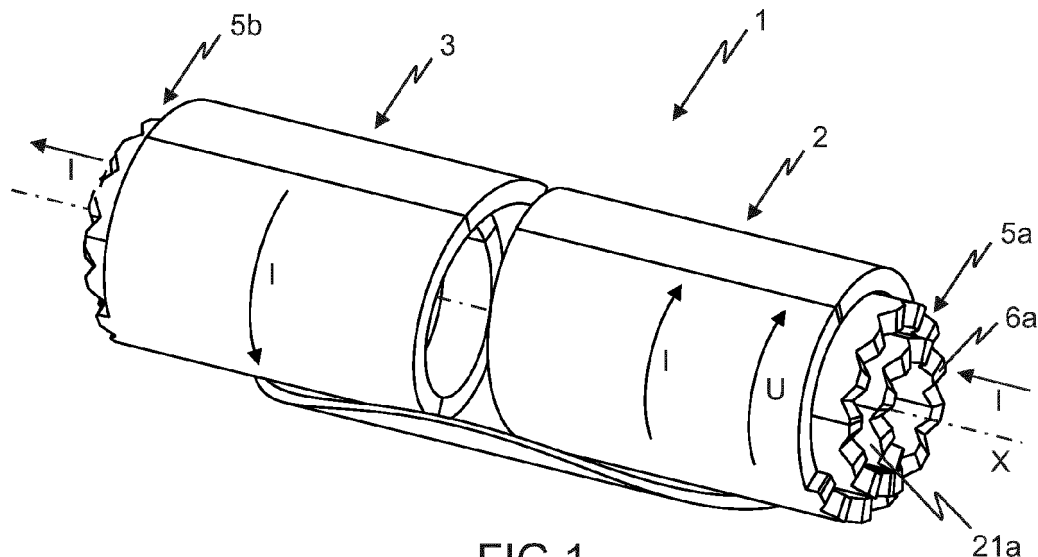


FIG 1

EP 2 704 261 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verbindungselement zur elektrisch leitenden Verbindung einer ersten Leistungselektronikeinrichtung mit einer zweiten Leistungselektronikeinrichtung.

[0002] In der Leistungselektronik werden häufig Leistungselektronikeinrichtungen, wie z.B. Leistungshalbleitermodule und Kondensatormodule, verwendet.

[0003] Bei Leistungshalbleitermodulen sind im Allgemeinen auf einem Substrat Leistungshalbleiterbauelemente, wie z.B. Leistungshalbleiterschalter und Dioden angeordnet und mittels einer Leiterschicht des Substrats, Bonddrähten und/oder einem Folienverbund miteinander elektrisch leitend verbunden. Die Leistungshalbleiterschalter liegen dabei im Allgemeinen in Form von Transistoren, wie z.B. IGBTs (Insulated Gate Bipolar Transistor) oder MOSFETs (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor), oder in Form von Thyristoren vor.

[0004] Die auf dem Substrat angeordneten Leistungshalbleiterbauelemente sind dabei häufig elektrisch zu einer einzelnen oder mehreren sogenannten Halbbrückenschaltungen verschalten, die üblicherweise zum Gleich- und Wechselrichten von elektrischen Spannungen und Strömen verwendet werden.

[0005] Bei Kondensatormodulen sind im Allgemeinen mehrere Kondensatoren elektrisch parallel und/oder in Reihe geschaltet. Im einfachsten Fall kann ein Kondensatormodul auch nur aus einem einzelnen Kondensator bestehen. Kondensatormodule werden häufig zur Realisierung der bei Umrichtern oder Wechselrichtern mit Gleichspannungszwischenkreis im Allgemeinen notwendigen Zwischenkreiskapazität verwendet.

[0006] Bei Leistungselektronikeinrichtungen erfolgt technisch die Realisierung der elektrisch leitenden Verbindung zwischen den Leistungselektronikeinrichtungen mittels Stromschienen und Schraubverbindungen. Die Schraubverbindungen sind gegen Lockerung im Betrieb zu sichern, um eine damit einhergehende Erhöhung des elektrischen Widerstands der Schraubverbindung und eine Erhitzung der Schraubverbindung zu verhindern.

[0007] Insbesondere Temperaturwechsel und Vibrationen, die im Betrieb der Leistungselektronikeinrichtungen auftreten, können zu einer Lockerung der Schraubverbindungen führen.

[0008] Weiterhin sollten die Stromschienen, zur Realisierung einer möglichst niederinduktiven elektrischen Verbindung zwischen den Leistungselektronikeinrichtungen, mit möglichst geringem Abstand zu einander angeordnet sein.

[0009] Es ist Aufgabe der Erfindung eine zuverlässige elektrisch leitende Verbindung zwischen Leistungselektronikeinrichtungen zu ermöglichen.

[0010] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verbindungselement zur elektrisch leitenden Verbindung einer ersten Leistungselektronikeinrichtung mit einer zweiten Leistungselektronikeinrichtung, wobei das Verbindungs-

element eine erste und eine zweite, längs einer gemeinsamen Achse angeordnete, miteinander verbundene, elektrisch leitende Evolutfeder aufweist, wobei die erste und die zweite Evolutfeder bandartige, konisch spiralförmige Windungen aufweisen, deren axialeitigen Außenflächen elektrische Kontaktflächen ausbilden.

[0011] Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0012] Es erweist sich als vorteilhaft, wenn die erste und zweite Evolutfeder einen derartigen Wicklungssinn aufweisen und derartig miteinander verbunden sind, dass ein durch eine Kontaktfläche einer Windung der ersten Evolutfeder zu einer Kontaktfläche einer Windung der zweiten Evolutfeder fließender elektrischer Strom durch die Windungen der ersten Evolutfeder in umgekehrter tangentialer Richtung wie durch die Windungen der zweiten Evolutfeder fließt. Durch diese Maßnahme wird eine besonders niederinduktive Verbindungselement geschaffen, das eine besonders niederinduktive elektrisch leitende Verbindung zwischen einer ersten Leistungselektronikeinrichtung und einer zweiten Leistungselektronikeinrichtung ermöglicht.

[0013] Weiterhin erweist es sich als vorteilhaft, wenn die in tangentialer Richtung verlaufenden jeweiligen Oberflächen der Windungen der ersten und zweiten Evolutfeder gegeneinander mittels einer, zwischen den in tangentialer Richtung verlaufenden jeweiligen Oberflächen der Windungen der ersten und zweiten Evolutfeder angeordneten, elektrischen Isolationsschicht elektrisch isoliert sind. Durch diese Maßnahme wird eine besonders enge Anordnung der Windungen der ersten und zweiten Evolutfeder ermöglicht und somit eine besonders kompakte Realisierung des Verbindungselement erzielt.

[0014] Ferner erweist es sich als vorteilhaft, wenn die erste Evolutfeder mit der zweiten Evolutfeder einstückig ausgebildet ist, da hierdurch die Realisierung eines besonders einfach aufgebauten Verbindungselements erzielt wird und das Verbindungselement besonders einfach hergestellt werden kann.

[0015] Weiterhin erweist es sich als vorteilhaft, wenn die Kontaktflächen der ersten und zweiten Evolutfeder eine zackenförmige Oberflächenkontur aufweisen. Durch diese Maßnahme wird eine besonders zuverlässiger elektrisch leitender Kontakt zwischen dem Verbindungselement und der ersten und der zweiten Leistungselektronikeinrichtung erzielt.

[0016] Ferner erweist es sich als vorteilhaft, wenn die erste und zweite Evolutfeder aus Kupfer oder einer Kupferlegierung, insbesondere aus Bronze, bestehen, da dann das Verbindungselement einen besonders geringen elektrischen Widerstand aufweist. Wenn die erste und zweite Evolutfeder aus Bronze bestehen, weisen die erste und zweite Evolutfeder eine gegenüber Kupfer hohe Härte auf, was eine besonders langlebige und somit besonders zuverlässige Verbindungselement ermöglicht.

[0017] Weiterhin erweist es sich als vorteilhaft, wenn

die erste Leistungselektronikeinrichtung als Leistungshalbleitermodul und die zweite Leistungselektronikeinrichtung als Kondensatormodul ausgebildet ist, da dies eine übliche Ausbildung der ersten und zweiten Leistungselektronikeinrichtung darstellt. Selbstverständlich können die erste und zweite Leistungselektronikeinrichtung jedoch auch in einer anderen Form vorliegen.

[0018] Ferner erweist sich eine Verbindungseinrichtung, die ein elektrisch isolierendes Gehäuse aufweist, das mindestens ein erfindungsgemäßes Verbindungselement in tangentialer Richtung des Verbindungselements umschließt und in axialer Richtung des mindestens einen Verbindungselements offen ist, als vorteilhaft, da hierdurch das mindestens eine Verbindungselement gegen externe elektrische Komponenten elektrisch isoliert wird.

[0019] Weiterhin erweist sich ein Verbindungseinrichtungssystem, das miteinander verbundene erfindungsgemäße Verbindungseinrichtungen aufweist, als vorteilhaft. Hierdurch wird eine kompakt aufgebaute elektrische Verbindung zwischen einer ersten Leistungselektronikeinrichtung und einer zweiten Leistungselektronikeinrichtung geschaffen.

[0020] Weiterhin erweist es sich als vorteilhaft, wenn die Verbindungseinrichtungen zu einer matrixförmigen Struktur angeordnet sind. Hierdurch wird eine kompakt aufgebaute elektrische Verbindung zwischen mehreren ersten Leistungselektronikeinrichtungen und mehreren zweiten Leistungselektronikeinrichtungen ermöglicht.

[0021] Ferner erweist es sich als vorteilhaft, wenn das Verbindungseinrichtungssystem wabenförmige Strukturelemente aufweist in denen jeweilig mindestens eine Verbindungseinrichtung angeordnet ist. Hierdurch wird eine kompakt und sehr stabil aufgebaute elektrische Verbindung zwischen mehreren ersten Leistungselektronikeinrichtungen und mehreren zweiten Leistungselektronikeinrichtungen ermöglicht.

[0022] Weiterhin erweist sich ein Leistungselektroniksystem, das eine erste und eine zweite Leistungselektronikeinrichtung aufweist, wobei die erste und die zweite Leistungselektronikeinrichtung mit einem erfindungsgemäßen Verbindungselement miteinander elektrisch leitend verbunden sind, wobei das Verbindungselement zwischen der ersten und zweiten Leistungselektronikeinrichtung angeordnet ist, wobei die erste und zweite Leistungselektronikeinrichtung mittels eines Verbindungsmittels mechanisch miteinander verbunden sind, wobei das Verbindungsmittel Gegenkräfte zu der von der ersten und zweiten Evolutfeder erzeugten in axiale Richtung des Verbindungselements wirkenden Federkräfte erzeugt, als vorteilhaft, da ein solches Leistungselektroniksystem sehr zuverlässig ist.

[0023] Weiterhin erweist sich ein Leistungselektroniksystem, das mehrere erste und mehrere zweite Leistungselektronikeinrichtungen aufweist, wobei die ersten und die zweiten Leistungselektronikeinrichtungen mit oben genannten Verbindungseinrichtungssystem miteinander elektrisch leitend verbunden sind, wobei das

Verbindungseinrichtungssystem zwischen den ersten und zweiten Leistungselektronikeinrichtungen angeordnet ist, wobei die ersten und zweiten Leistungselektronikeinrichtungen mittels eines Verbindungsmittels mechanisch miteinander verbunden sind, wobei das Verbindungsmittel Gegenkräfte zu der von den ersten und zweiten Evolutfedern der Verbindungselemente des Verbindungseinrichtungssystem erzeugten in axiale Richtung der Verbindungselemente des Verbindungseinrichtungssystem wirkenden Federkräfte erzeugt, als vorteilhaft. Hierdurch wird ein kompakt und sehr stabil aufgebautes Leistungselektroniksystem geschaffen, das eine zuverlässige elektrische Verbindung zwischen mehreren ersten Leistungselektronikeinrichtungen und mehreren zweiten Leistungselektronikeinrichtungen ermöglicht.

[0024] Ferner erweist sich eine Verwendung eines erfindungsgemäßen Verbindungselements zur elektrischen leitenden Verbindung einer ersten Leistungselektronikeinrichtung mit einer zweiten Leistungselektronikeinrichtung als vorteilhaft.

[0025] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. Dabei zeigen:

- 25 FIG 1 eine schematisierte perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Verbindungselements zur elektrisch leitenden Verbindung einer ersten Leistungselektronikeinrichtung mit einer zweiten Leistungselektronikeinrichtung,
- 30 FIG 2 eine weitere schematisierte perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Verbindungselements zur elektrisch leitenden Verbindung einer ersten Leistungselektronikeinrichtung mit einer zweiten Leistungselektronikeinrichtung,
- 35 FIG 3 eine weitere schematisierte perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Verbindungselements zur elektrisch leitenden Verbindung einer ersten Leistungselektronikeinrichtung mit einer zweiten Leistungselektronikeinrichtung,
- 40 FIG 4 eine schematisierte perspektivische Ansicht eines, eine erste und eine zweite Verbindungseinrichtung aufweisenden, Verbindungseinrichtungssystem,
- 45 FIG 5 eine schematisierte Seitenansicht des Verbindungseinrichtungssystems,
- 50 FIG 6 eine schematisierte perspektivische Ansicht eines Leistungselektroniksystems,
- 55 FIG 7 eine schematisierte perspektivische Ansicht einer weiteren Ausbildung eines Verbindungseinrichtungssystems,

- FIG 8 eine schematisierte perspektivische Detailansicht einer weiteren Ausbildung des Verbindungseinrichtungssystems,
- FIG 9 eine schematisierte perspektivische Ansicht eines weiteren Leistungselektroniksystems und
- FIG 10 ein schematisierter perspektivischer Ausschnitt eines weiteren Leistungselektroniksystems.

[0026] In den Figuren 1 bis 3 sind schematisierte perspektivische Ansichten eines erfindungsgemäßen Verbindungselements 1 zur elektrisch leitenden Verbindung einer ersten Leistungselektronikeinrichtung 13 mit einer zweiten Leistungselektronikeinrichtung 14 aus unterschiedlichen Perspektiven dargestellt (siehe auch FIG 6). Das Verbindungselement 1 weist eine erste und eine zweite elektrisch leitende Evolutfeder 2 und 3, die längs einer gemeinsamen Achse X angeordnet und, insbesondere durch einen Verbindungsbereich 4, miteinander verbunden sind, auf. Die erste und zweite Evolutfeder 2 und 3 weisen bandartige, konisch spiralförmige Windungen 5a und 5b auf, deren axialseitigen Außenflächen elektrische Kontaktflächen 6a und 6b ausbilden, d.h. wenn die Kontaktflächen 6a bzw. 6b mit einem elektrisch leitfähigen Element in einen mechanischen Kontakt treten, entsteht eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Verbindungselement 1 und dem elektrisch leitfähigen Element.

[0027] Zur Realisierung der elektrisch leitenden Verbindung einer ersten Leistungselektronikeinrichtung 13 mit einer zweiten Elektronikeinrichtung 14 (siehe FIG 6) wird im einfachsten Fall das Verbindungselements 1 zwischen die erste und zweite Elektronikeinrichtung 13 und 14 gedrückt, so dass die erste und zweite Evolutfeder 2 und 3 zumindest geringfügig zusammengedrückt werden und in axiale Richtung nach Außen eine jeweilige Federkraft auf die jeweilige Kontaktfläche ausüben, so dass die Kontaktfläche 6a gegen die erste und die Kontaktflächen 6b gegen die zweite Leistungselektronikeinrichtung gedrückt werden und solchermaßen eine elektrisch leitende Verbindung zwischen der ersten und zweiten Elektronikeinrichtung 13 und 14 mittels des Verbindungselements 1 realisiert wird.

[0028] Vorzugsweise weisen die erste und zweite Evolutfeder 2 und 3 einen derartigen Wicklungssinn auf und sind derartig, vorzugsweise durch den Verbindungsbereich 4, miteinander verbunden, dass ein durch eine Kontaktfläche einer Windung der ersten Evolutfeder 2 zu einer Kontaktfläche einer Windung der zweiten Evolutfeder 3 fließender elektrischer Strom I durch die Windungen der ersten Evolutfeder 2 in umgekehrter tangentialer Richtung U wie durch die Windungen der zweiten Evolutfeder 3 fließt. Der Strom I dringt beim Ausführungsbeispiel an der elektrischen Kontaktfläche der innersten Windung der ersten Evolutfeder 2 in das Verbindungselement 1

ein, fließt in tangentialer Richtung U durch die Windungen der ersten Evolutfeder 2. Der Verbindungsbereich 4 leitet den Strom I zur äußersten Windung der zweiten Evolutfeder 3, von wo er in umgekehrter tangentialer Richtung U wie durch die Windungen der ersten Evolutfeder 2 zur elektrischen Kontaktfläche der innersten Windung der zweiten Evolutfeder 3 fließt und das Verbindungselement 1 an der elektrischen Kontaktfläche der innersten Windung der zweiten Evolutfeder 3 verlässt.

[0029] Dadurch, dass beim Ausführungsbeispiel der Strom I durch die Windungen der zweiten Evolutfeder 3 in umgekehrter tangentialer Richtung U wie durch die Windungen der ersten Evolutfeder 2 fließt, weisen die von den Windungen der ersten und zweiten Evolutfeder 2 und 3 erzeugten Magnetfelder entgegengesetzte Richtungen auf, so dass diese sich gegenseitig vermindern und somit das Verbindungselement 1 nur eine geringe Induktivität aufweist. Die Induktivität ist besonders gering wenn, wie im Ausführungsbeispiel, die erste und die zweite Evolutfeder 2 und 3 die gleiche Anzahl von Windungen aufweisen.

[0030] Die konisch spiralförmigen Windungen der ersten und/oder der zweiten Evolutfeder können auch derart ausgebildet sein, dass die konische Form der Windungen in entgegengesetzte Richtung wie beim Ausführungsbeispiel verläuft, d.h. die jeweilige äußerste Windung sich am weitesten in axiale Richtung erstreckt und die jeweilige innerste Windung sich am wenigsten weit in axiale Richtung erstreckt.

[0031] Beim Ausführungsbeispiel weisen die Windungen der ersten und zweiten Evolutfeder den gleichen, bezogen auf die in FIG 1 dargestellte Ansicht, von außen nach innen entgegen dem Uhrzeigersinn verlaufenden, Wicklungssinn auf. Dies muss, z.B. bei entsprechender Ausbildung des Verbindungselements, nicht notwendigerweise so sein.

[0032] Im Rahmen des Ausführungsbeispiels sind die in tangentialer Richtung U verlaufenden, jeweiligen Oberflächen 21 a und 21 b der Windungen 5a und 5b der ersten und zweiten Evolutfeder gegeneinander mittels einer, zwischen den in tangentialer Richtung U verlaufenden jeweiligen Oberflächen 21 a und 21 b der Windungen 5a und 5b der ersten und zweiten Evolutfeder angeordneten, elektrischen Isolationsschicht 30a bzw. 30b elektrisch isoliert. Die Isolationsschicht 30a bzw. 30b ist der Übersichtlichkeit halber nur in FIG 2 schraffiert dargestellt. Durch diese Maßnahme wird eine besonders enge Anordnung der Windungen 5a und 5b der ersten und zweiten Evolutfeder 2 und 3 ermöglicht und somit eine besonders kompakte Realisierung des Verbindungselement 1 erzielt. Die elektrische Isolationsschicht 30a bzw. 30b kann z.B. in Form einer auf die Ober- und/oder Unterseite der Windungen 5a und 5b aufgebrachte elektrisch nichtleitende Lackschicht bzw. Kunststoffschicht ausgebildet sein. Die elektrischen Isolationsschicht 30a bzw. 30b kann aber z.B. auch aus einem elektrisch nichtleitenden flachen Element, wie z.B. einer elektrisch nicht leitenden Folie, welche zwischen den in tangentialer Rich-

tung U verlaufende Oberflächen 21 a und 21 b der Windungen 5a und 5b der ersten und zweiten Evolutfeder 2 und 3 angeordnet ist, ausgebildet sein.

[0033] Im Rahmen des Ausführungsbeispiels ist die erste Evolutfeder 2 mit der zweiten Evolutfeder 3 und dem Verbindungsbereich 4 einstückig ausgebildet ist, was eine einfache Herstellung des Verbindungselements 1 ermöglicht.

[0034] Weiterhin weisen vorzugsweise die Kontaktflächen 6a und 6b der ersten und zweiten Evolutfeder 2 und 3 eine zackenförmige, insbesondere zahnförmige, Oberflächenkontur auf. Durch diese Maßnahme wird eine besonders zuverlässiger elektrisch leitender Kontakt zwischen dem Verbindungselement 1 und der ersten und der zweiten Leistungselektronikeinrichtung 13 und 14 erzielt.

[0035] Die erste und die zweite Evolutfeder 2 und 3 und der Verbindungsbereich 4 bestehen aus einem elektrisch leitfähigen Material. Als elektrisch leitfähiges Material zur Ausbildung der ersten und der zweiten Evolutfeder 2 und 3 und des Verbindungsbereichs 4 eignet sich dabei besonders Kupfer oder eine Kupferlegierung, insbesondere Bronze, da dann das Verbindungselement 1 einen besonders niedrigen elektrischen Widerstand aufweist. Die erste und die zweite Evolutfeder 2 und 3 und der Verbindungsbereich 4 können aber selbstverständlich auch aus einem anderen elektrisch leitfähigen Material bestehen.

[0036] In FIG 4 ist eine schematisierte perspektivische Ansicht eines, eine erste und eine zweite Verbindungseinrichtung 8a und 8b aufweisenden, Verbindungseinrichtungssystems 11 dargestellt. In FIG 5 ist eine schematisierte Seitenansicht des Verbindungseinrichtungssystems 11 dargestellt. Die Verbindungseinrichtung 8a bzw. 8b weist jeweilig ein elektrisch isolierendes Gehäuse 7 auf, das mindestens ein Verbindungselement 1 in tangentialer Richtung U des Verbindungselements 1 umschließt und in axialer Richtung des mindestens einen Verbindungselements 1 offen ist. Im Falle des Ausführungsbeispiels weisen Verbindungseinrichtungen 8a und 8b jeweilig drei Verbindungselemente 1 auf.

[0037] Wenn die Verbindungseinrichtung ein elektrisch isolierendes Gehäuse 7 aufweist, das mindestens zwei Verbindungselemente 1 in tangentialer Richtung U des Verbindungselements 1 umschließt, dann ist vorzugsweise zwischen den Verbindungselementen mindestens eine elektrisch isolierende Trennwand 20 angeordnet. Die mindestens eine Trennwand ist vorzugsweise einstückig mit dem Gehäuse ausgebildet. Beim Ausführungsbeispiels sind drei Trennwände 20 zwischen den Verbindungselementen angeordnet, wobei der Übersichtlichkeit halber nur eine Trennwand mit einem Bezugszeichen versehen ist.

[0038] Das Gehäuse 7 der Verbindungseinrichtung weist vorzugsweise mindestens eine in axiale Richtung verlaufende Auswölbung 10 auf. Die mindestens eine Auswölbung 10 dient zur Positionierung der Verbindungseinrichtung an den zur Kontaktierung der ersten

und zweiten Leistungselektronikeinrichtung 13 und 14 vorgesehenen elektrischen Kontaktflächen 15 der ersten und zweiten Leistungselektronikeinrichtung 13 und 14 (siehe FIG 6).

[0039] Das Verbindungseinrichtungssystem 11 weist miteinander verbundene Verbindungseinrichtungen auf, wobei beim Ausführungsbeispiel die erste und zweite Verbindungseinrichtung 8a und 8b durch einen Verbindungssteg 9 miteinander zu dem Verbindungseinrichtungssystem 11 verbunden sind.

[0040] Die Verbindungseinrichtungen sind vorzugsweise an Ihrem Gehäuse miteinander verbunden.

[0041] In FIG 6 ist eine schematisierte perspektivische Ansicht eines Leistungselektroniksystems 12 dargestellt. Das Leistungselektroniksystem 12 weist, im Rahmen des Ausführungsbeispiels, die erste und die zweite Leistungselektronikeinrichtung 13 und 14 auf, wobei die erste und die zweite Leistungselektronikeinrichtung 13 und 14 mit mehreren erfindungsgemäßen Verbindungselementen miteinander elektrisch leitend verbunden sind, wobei die Verbindungselemente zwischen der ersten und zweiten Leistungselektronikeinrichtung angeordnet sind, wobei die erste und zweite Leistungselektronikeinrichtung mittels eines Verbindungsmittels 16 mechanisch miteinander verbunden sind, wobei das Verbindungsmittel 16 Gegenkräfte zu der von den ersten und zweiten Evolutfedern der Verbindungselemente erzeugten in axiale Richtung der Verbindungselemente wirkenden Federkräfte erzeugt. Im Rahmen des Ausführungsbeispiels ist das Verbindungsmittels 16 in Form von Schraubverbindungen ausgebildet, die an gegenüberliegenden Seitenwänden der Gehäuse der ersten und zweiten Leistungselektronikeinrichtung 13 und 14 die erste und die zweite Leistungselektronikeinrichtung mechanisch miteinander verbinden.

[0042] Bei dem in FIG 6 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die erste und zweite Leistungselektronikeinrichtung 13 und 14, mittels Verbindungseinrichtungen bzw. mittels des Verbindungseinrichtungssystem 11, elektrisch leitend miteinander verbunden.

[0043] Vorzugsweise ist die erste Leistungselektronikeinrichtung 13 als Leistungshalbleitermodul und die zweite Leistungselektronikeinrichtung 12 als Kondensatormodul ausgebildet.

[0044] In FIG 7 ist eine schematisierte perspektivische Ansicht einer weiteren Ausbildung eines Verbindungseinrichtungssystems 11' dargestellt. In FIG 8 ist eine schematisierte perspektivische Detailansicht des Verbindungseinrichtungssystems 11' dargestellt.

[0045] Das Verbindungseinrichtungssystem 11' entspricht dem Verbindungseinrichtungssystem 11 gemäß FIG 4, wobei beim Verbindungseinrichtungssystem 11' die Verbindungseinrichtungen zu einer matrixförmigen Struktur angeordnet sind. Durch die matrixförmige Struktur wird eine kompakt aufgebaute elektrische Verbindung zwischen mehreren ersten Leistungselektronikeinrichtungen und mehreren zweiten Leistungselektronikeinrichtungen ermöglicht (siehe FIG 9 und FIG 10).

[0046] Im Rahmen des Ausführungsbeispiels weist das Verbindungseinrichtungssystem 11' wabenförmige Strukturelemente 18 auf, in denen jeweilig mindestens eine Verbindungseinrichtung 8a bzw. 8b angeordnet ist. Die wabenförmigen Strukturelemente 18 ermöglichen einen mechanisch sehr stabilen Aufbau des Verbindungseinrichtungssystem 11'.

[0047] In FIG 9 ist eine schematisierte perspektivische Ansicht eines weiteren Leistungselektroniksystems 12' dargestellt. In FIG 10 ist ein schematisierter perspektivischer Ausschnitt des weiteren Leistungselektroniksystems 12' dargestellt, wobei in FIG 10 gegenüber FIG 9 nur eine einzelne der ersten und eine einzelne der zweiten Leistungselektronikeinrichtungen dargestellt sind.

[0048] Das Leistungselektroniksystem 12' weist mehrere erste und mehrere zweite Leistungselektronikeinrichtungen aufweist, wobei der Übersichtlichkeit halber in FIG 10 nur eine erste Leistungselektronikeinrichtung 13 und nur eine Leistungselektronikeinrichtung 14 mit einem Bezugszeichen versehen sind. Die ersten und die zweiten Leistungselektronikeinrichtungen sind übereinander angeordnet und bilden im Rahmen des Ausführungsbeispiels einen jeweiligen Stapel aus. Die ersten und die zweiten Leistungselektronikeinrichtungen sind mit dem in FIG 7 und FIG 8 dargestellten Verbindungseinrichtungssystem 11' miteinander elektrisch leitend verbunden, wobei das Verbindungseinrichtungssystem 11' zwischen den ersten und zweiten Leistungselektronikeinrichtungen angeordnet ist, wobei die ersten und zweiten Leistungselektronikeinrichtungen mittels eines Verbindungsmittels 16 mechanisch miteinander verbunden sind, wobei das Verbindungsmittel 16 Gegenkräfte zu der von den ersten und zweiten Evolutfedern der Verbindungselemente des Verbindungseinrichtungssystem 11' erzeugten in axiale Richtung der Verbindungselemente des Verbindungseinrichtungssystem wirkenden Federkräfte erzeugt. Im Rahmen des Ausführungsbeispiels ist das Verbindungsmittel 16 in Form von Schraubverbindungen ausgebildet, die an gegenüberliegenden Seitenwänden der Gehäuse der ersten und zweiten Leistungselektronikeinrichtungen die ersten und die zweiten Leistungselektronikeinrichtungen mechanisch miteinander verbinden.

[0049] Das Leistungselektroniksystem ist 12' ist solchermaßen mittels des Verbindungseinrichtungssystem 11' sehr kompakt und sehr stabil aufgebaut.

[0050] Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass in den Figuren gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sind.

Patentansprüche

1. Verbindungselement zur elektrisch leitenden Verbindung einer ersten Leistungselektronikeinrichtung (13) mit einer zweiten Leistungselektronikeinrichtung (14), wobei das Verbindungselement (1) eine erste und eine zweite, längs einer gemeinsamen

Achse (X) angeordnete, miteinander verbundene, elektrisch leitende Evolutfeder (2,3) aufweist, wobei die erste und die zweite Evolutfeder (2,3) bandartige, konisch spiralförmige Windungen (5a,5b) aufweisen, deren axialseitigen Außenflächen elektrische Kontaktflächen (6a,6b) ausbilden.

2. Verbindungselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und zweite Evolutfeder (2,3) einen derartigen Wicklungssinn aufweisen und derartig miteinander verbunden sind, dass ein durch eine Kontaktfläche (6a) einer Windung (5a) der ersten Evolutfeder (2) zu einer Kontaktfläche (6b) einer Windung (5b) der zweiten Evolutfeder (3) fließender elektrischer Strom (I) durch die Windungen (5a) der ersten Evolutfeder (2) in umgekehrter tangentialer Richtung (U) wie durch die Windungen (5b) der zweiten Evolutfeder (3) fließt.

3. Verbindungselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in tangentialer Richtung (U) verlaufenden jeweiligen Oberflächen (21 a, 21 b) der Windungen (5a, 5b) der ersten und zweiten Evolutfeder (2,3) gegeneinander mittels einer, zwischen den in tangentialer Richtung (U) verlaufenden jeweiligen Oberflächen (21 a, 21 b) der Windungen (5a, 5b) der ersten und zweiten Evolutfeder (2,3) angeordneten, elektrischen Isolationsschicht (30a, 30b) elektrisch isoliert sind.

4. Verbindungselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Evolutfeder (2) mit der zweiten Evolutfeder (3) einstückig ausgebildet ist.

5. Verbindungselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktflächen (6a, 6b) der ersten und zweiten Evolutfeder (2,3) eine zackenförmige Oberflächenkontur aufweisen.

6. Verbindungselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und zweite Evolutfeder (2,3) aus Kupfer oder einer Kupferlegierung, insbesondere aus Bronze, bestehen.

7. Verbindungselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Leistungselektronikeinrichtung (13) als Leistungshalbleitermodul und die zweite Leistungselektronikeinrichtung (14) als Kondensatormodul ausgebildet ist.

8. Verbindungseinrichtung, wobei die Verbindungseinrichtung (8a) ein elektrisch isolierendes Gehäuse (7) aufweist, das mindestens ein Verbindungselement

(1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche in tangentialer Richtung (U) des Verbindungselements (1) umschließt und in axialer Richtung des mindestens einen Verbindungselements (1) offen ist.

9. Verbindungseinrichtungssystem, wobei das Verbindungseinrichtungssystem (11,11') miteinander verbundene Verbindungseinrichtungen (8a,8b) nach Anspruch 8 aufweist.

10. Verbindungseinrichtungssystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungseinrichtungen zu einer matrixförmigen Struktur angeordnet sind.

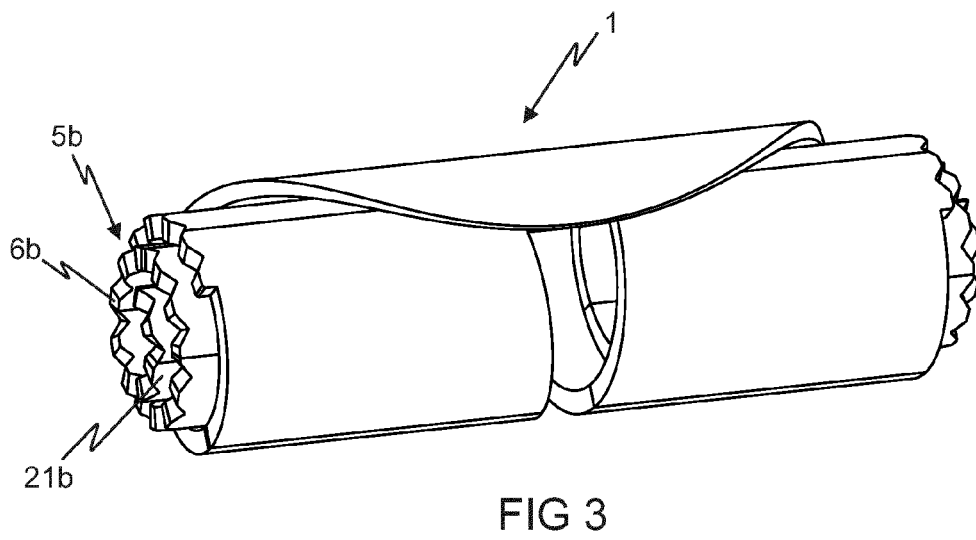
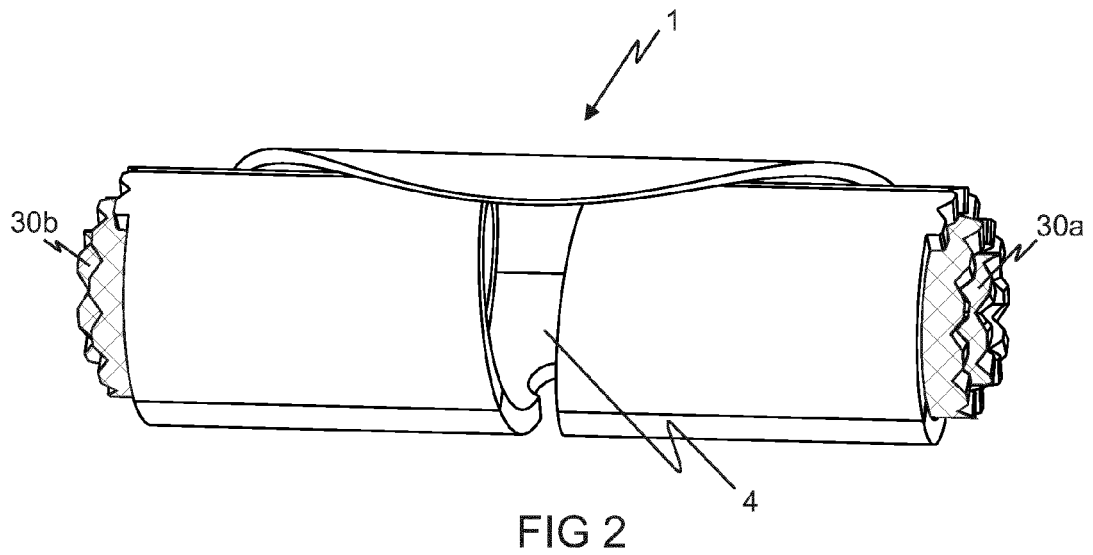
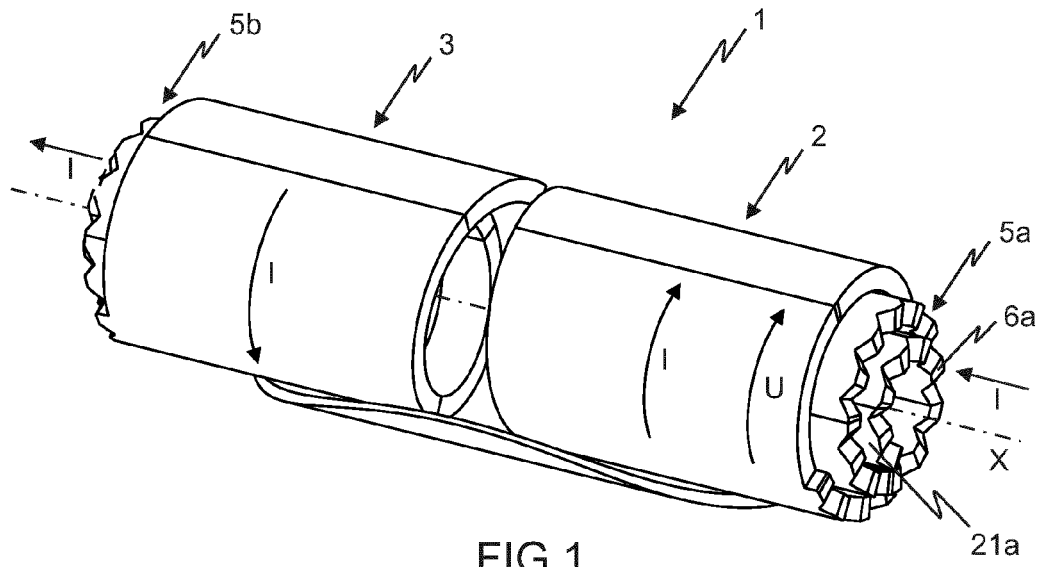
11. Verbindungseinrichtungssystem nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungseinrichtungssystem (11') wabenförmige Strukturelemente (18) aufweist in denen jeweilig mindestens eine Verbindungseinrichtung (8a,8b) nach Anspruch 8 angeordnet ist.

12. Leistungselektroniksystem, wobei das Leistungselektroniksystem (12,12') eine erste und eine zweite Leistungselektronikeinrichtung (13,14) aufweist, wobei die erste und die zweite Leistungselektronikeinrichtung (13,14) mit einem Verbindungselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 miteinander elektrisch leitend verbunden sind, wobei das Verbindungselement (1) zwischen der ersten und zweiten Leistungselektronikeinrichtung (13,14) angeordnet ist, wobei die erste und zweite Leistungselektronikeinrichtung (13,14) mittels eines Verbindungsmittels (16) mechanisch miteinander verbunden sind, wobei das Verbindungsmittel (16) Gegenkräfte zu der von der ersten und zweiten Evolutfeder (2,3) erzeugten in axiale Richtung des Verbindungselements (1) wirkenden Federkräfte erzeugt.

13. Leistungselektroniksystem, wobei das Leistungselektroniksystem (12') mehrere erste und mehrere zweite Leistungselektronikeinrichtungen (13,14) aufweist, wobei die ersten und die zweiten Leistungselektronikeinrichtungen (13,14) mit einem Verbindungseinrichtungssystem (11,11') nach einem der Ansprüche 9 bis 11 miteinander elektrisch leitend verbunden sind, wobei das Verbindungseinrichtungssystem (11,11') zwischen den ersten und zweiten Leistungselektronikeinrichtungen (13,14) angeordnet ist, wobei die ersten und zweiten Leistungselektronikeinrichtungen (13,14) mittels eines Verbindungsmittels (16) mechanisch miteinander verbunden sind, wobei das Verbindungsmittel (16) Gegenkräfte zu der von den ersten und zweiten Evolutfedern (2,3,) der Verbindungselemente (1) des Verbindungseinrichtungssystem (11,11') erzeugten in axiale Richtung der Verbindungselemente (1) des Verbindungseinrichtungssystem (11,11') wirkenden

Federkräfte erzeugt.

14. Verwendung eines Verbindungselements nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur elektrischen leitenden Verbindung einer ersten Leistungselektronikeinrichtung (13) mit einer zweiten Leistungselektronikeinrichtung (14).



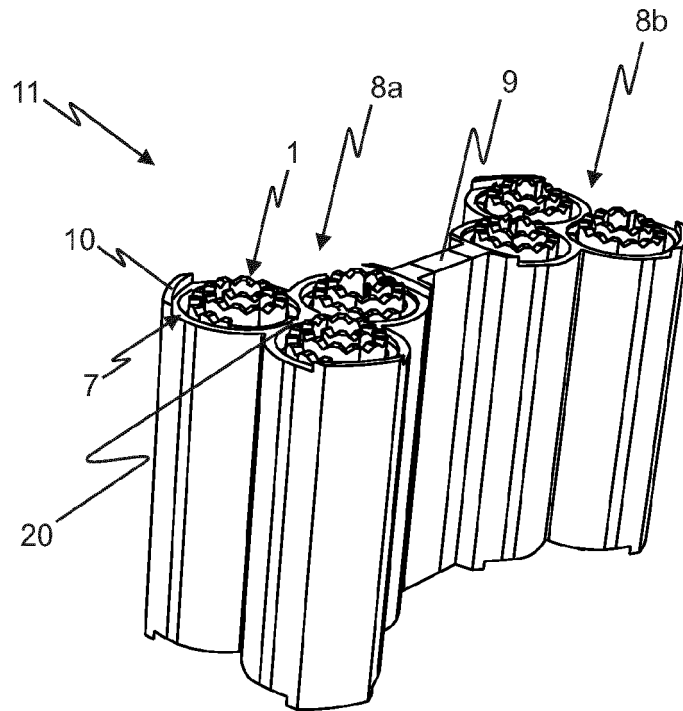


FIG 4

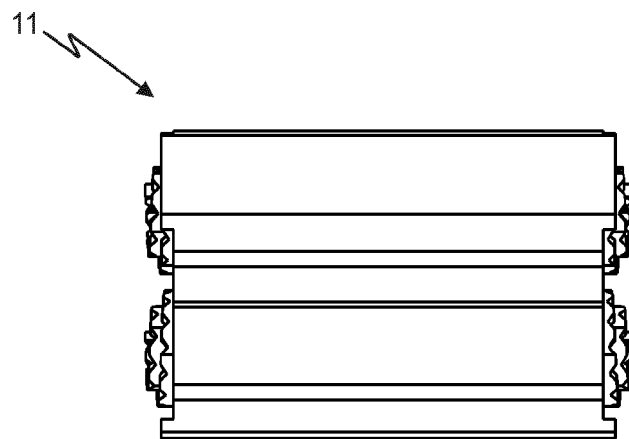


FIG 5

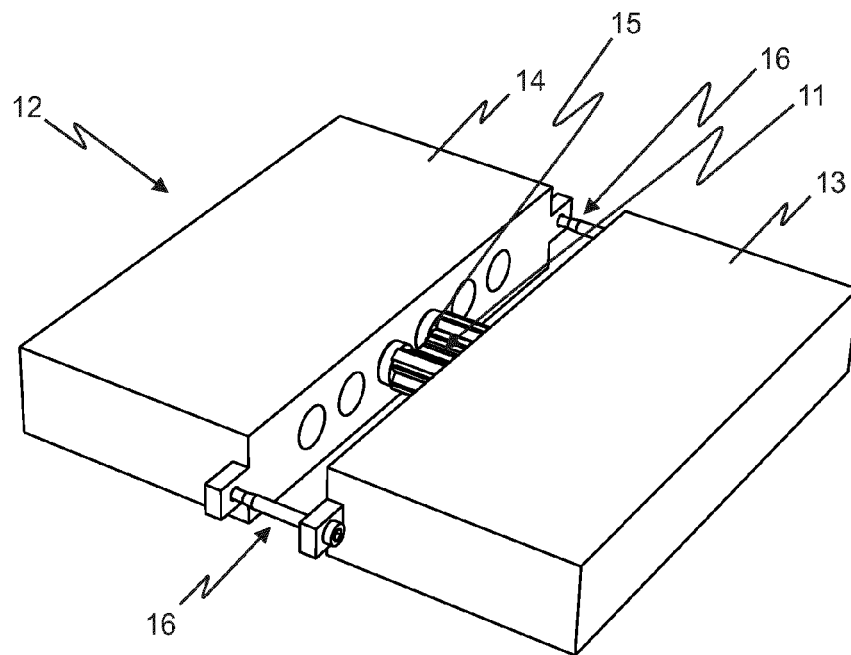


FIG 6

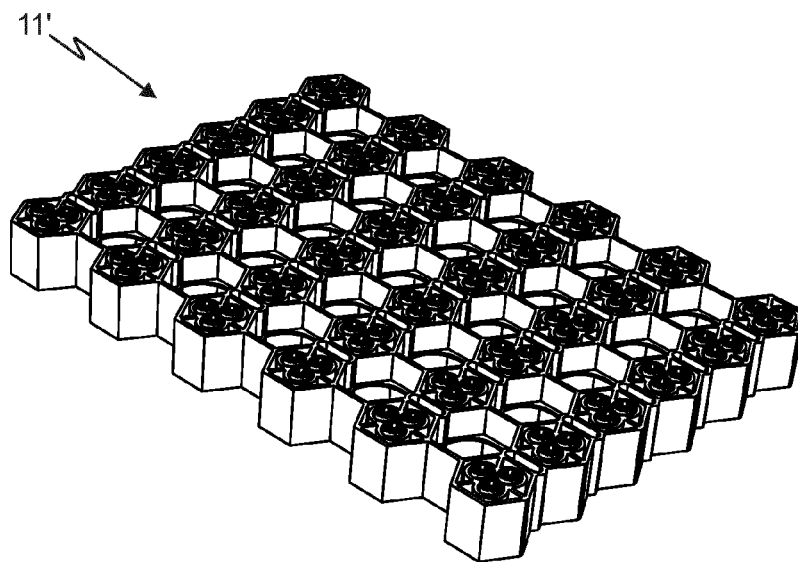


FIG 7

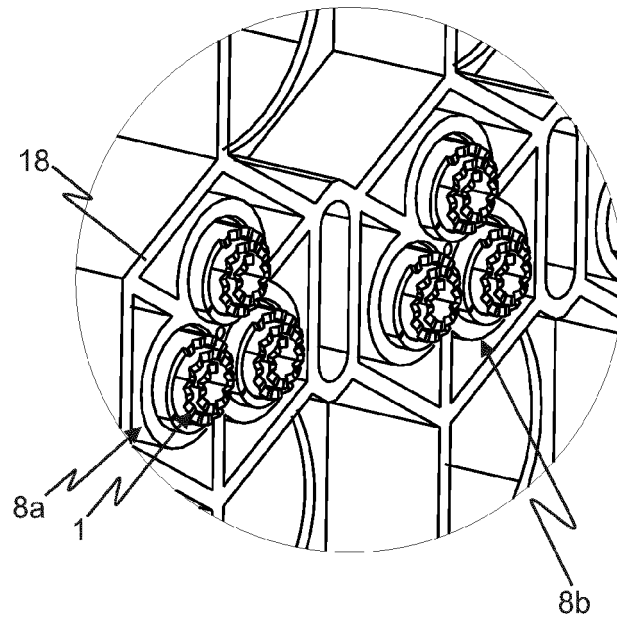


FIG 8

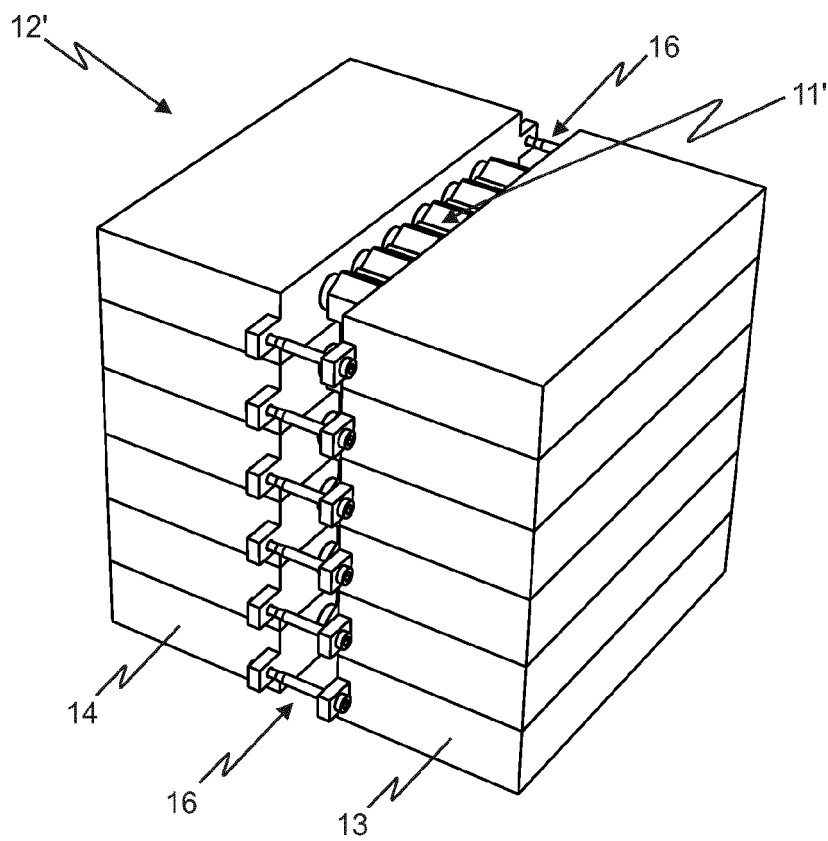


FIG 9

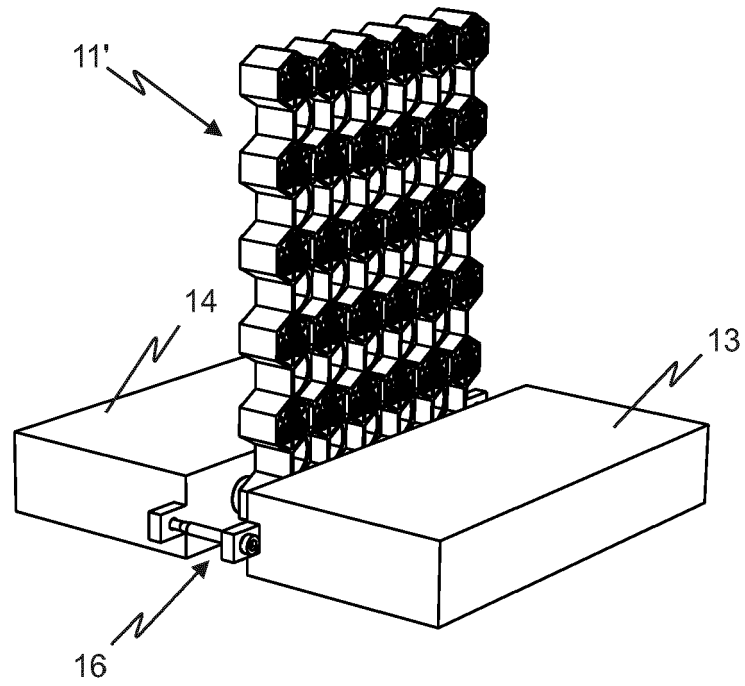


FIG 10



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 17 5241

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 2003 346963 A (CITIZEN ELECTRONICS; CITIZEN IWATE CO LTD) 5. Dezember 2003 (2003-12-05) * das ganze Dokument *	1-14	INV. H01R13/24
X	US 2003/186567 A1 (KUWABARA ATSUSHI [JP] ET AL) 2. Oktober 2003 (2003-10-02) * Absätze [0025] - [0032]; Abbildungen 1-9 *	1-14	
X	US 2005/277306 A1 (MILLARD STEVEN J [US] ET AL MILLARD STEVEN JAY [US] ET AL) 15. Dezember 2005 (2005-12-15) * Absätze [0018] - [0029]; Abbildungen 1-4 *	1-4, 6-14	
X	US 4 961 709 A (NOSCHESI ROCCO J [US]) 9. Oktober 1990 (1990-10-09) * Spalte 3, Zeile 19 - Spalte 4, Zeile 13; Abbildungen 1,2 *	1-14	
X	US 2005/088193 A1 (HAGA TSUYOSHI [JP]) 28. April 2005 (2005-04-28) * Absätze [0025], [0040]; Abbildungen 1,3(d) *	1-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01R H01L H05K
X	DE 10 2010 042804 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26. April 2012 (2012-04-26) * Absatz [0035]; Abbildung 10 *	1-14	
A	WO 97/15105 A1 (SUVISALMI ANTTI [FI]) 24. April 1997 (1997-04-24) * Seite 2, Zeilen 12-14 *	3	
A	DE 10 2004 041207 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30. März 2006 (2006-03-30) * Absatz [0026] *	3	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. November 2013	Prüfer Teske, Ekkehard
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 17 5241

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 0 462 706 A1 (ITT [US]) 27. Dezember 1991 (1991-12-27) * Abbildung 7 *	8-11	
A	DE 103 40 297 A1 (SEMIKRON ELEKTRONIK GMBH [DE]) 31. März 2005 (2005-03-31) * das ganze Dokument *	7-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. November 2013	Prüfer Teske, Ekkehard
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2
EPO FORM 1503 03.82 (P4/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 17 5241

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-11-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2003346963 A	05-12-2003	KEINE	
US 2003186567 A1	02-10-2003	CN 1449075 A US 2003186567 A1	15-10-2003 02-10-2003
US 2005277306 A1	15-12-2005	KEINE	
US 4961709 A	09-10-1990	KEINE	
US 2005088193 A1	28-04-2005	CN 1611950 A JP 2005129428 A KR 20050040102 A US 2005088193 A1	04-05-2005 19-05-2005 03-05-2005 28-04-2005
DE 102010042804 A1	26-04-2012	CN 103181037 A DE 102010042804 A1 EP 2630702 A1 US 2013270963 A1 WO 2012052319 A1	26-06-2013 26-04-2012 28-08-2013 17-10-2013 26-04-2012
WO 9715105 A1	24-04-1997	FI 941810 A WO 9715105 A1	20-10-1995 24-04-1997
DE 102004041207 A1	30-03-2006	KEINE	
EP 0462706 A1	27-12-1991	CA 2043795 A1 EP 0462706 A1 JP H0619372 B2 JP H04270967 A	12-12-1991 27-12-1991 16-03-1994 28-09-1992
DE 10340297 A1	31-03-2005	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82