



(10) **DE 11 2006 002 302 B4 2022.05.25**

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2006 002 302.0**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2006/034263**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2007/028039**
(86) PCT-Anmeldetag: **01.09.2006**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **08.03.2007**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **17.07.2008**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **25.05.2022**

(51) Int Cl.: **H05K 7/20 (2006.01)**
H01L 23/36 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

<p>(30) Unionspriorität: 11/219,228 02.09.2005 US</p> <p>(73) Patentinhaber: GM Global Technology Operations LLC (n. d. Ges. d. Staates Delaware), Detroit, Mich., US</p> <p>(74) Vertreter: Manitz Finsterwald Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB, 80336 München, DE</p>	<p>(72) Erfinder: Thompson, Alex, Fullerton, Calif., US; Korich, Mark, Chino Hills, Calif., US; Selogie, Mark, Manhattan Beach, Calif., US; Chen, Keming, Torrance, Calif., US</p> <p>(56) Ermittelte Stand der Technik: siehe Folgeseiten</p>
--	--

(54) Bezeichnung: **ELEKTRISCHES SYSTEM UMFASSEND EINE LEISTUNGSTRANSISTORANORDNUNG, EINE STROMSCHIENE UND EINE LEITERPLATTENBAUGRUPPE**

(57) Hauptanspruch: Elektrisches System (100, 200, 300), das umfasst:
eine elektrische Leistungstransistoreinrichtung (102, 202, 302) mit einem Source-, Gate- und Drain-Kontakt, mit einem Gehäuse und einem leitfähigen Basisabschnitt des Gehäuses und einem Hochstromkontaktstift (314), die beide dem Drain-Kontakt der Leistungstransistoreinrichtung (102, 202, 302) entsprechen, wobei sowohl der leitfähige Basisabschnitt des Gehäuses als auch der Hochstromkontaktstift (314) ein Ausgangssignal erzeugen, das einem Hochstromsignal entspricht;
eine elektrisch und thermisch leitfähige Stromschiene (104, 204, 304) mit einer Einrichtungskontaktfläche (110, 310) und einer wärmeleitenden Wärmeübertragungsoberfläche (112), wobei die Einrichtungskontaktfläche (110, 310) mit dem leitfähigen Basisabschnitt des Gehäuses der elektrischen Leistungstransistoreinrichtung (102, 202, 302) zur Herstellung eines elektrischen Kontakts gekoppelt ist, wobei die Stromschiene (104, 204, 304) einen geeignet ausgestalteten Ausgangsanschluss (114, 318) zur Bereitstellung des Ausgangssignals umfasst, und wobei über die Wärmeübertragungsoberfläche (112), die mit einer Kühlplatte (108, 208, 308) thermisch gekoppelt und von dieser elektrisch isoliert ist, eine Wärmeleitung von der Stromschiene (104, 204, 304)

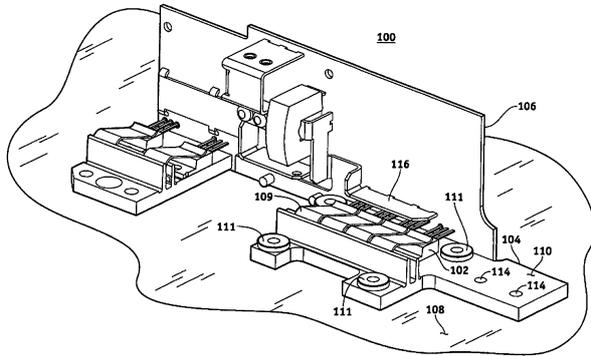
bereitgestellt wird; und
eine Leiterplattenbaugruppe (106, 206, 306, 400) mit einer an einer ersten Seite (412) derselben ausgebildeten elektrisch leitfähigen Schnittstellenleitung (414) und einer an einer zweiten Seite (402) derselben ausgebildeten elektrisch leitfähigen Leitung (404), wobei die elektrisch leitfähige Schnittstellenleitung (414) und die elektrisch leitfähige Leitung (404) miteinander elektrisch gekoppelt sind, wobei der Hochstromkontaktstift (314) mit der Schnittstellenleitung (414) auf der Leiterplattenbaugruppe (206) gekoppelt ist und die Schnittstellenleitung (414) eine elektrische Verbindung mit der Stromschiene (104, 204, 304) bildet, wenn die Leiterplattenbaugruppe (106, 206, 306, 400) an dem Rand der Stromschiene (104, 204, 304) festgehalten ist und die Stromschiene (104, 204, 304) somit mit dem Hochstromkontaktstift (314) der elektrischen Leistungstransistoreinrichtung (102, 202, 302) eine elektrische Verbindung herstellt.

(19)



Deutsches
Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2006 002 302 B4** 2022.05.25



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	101 09 329	C1
DE	101 44 324	A1
DE	196 46 195	A1
GB	2 352 092	A
US	6 503 090	B2
US	2001 / 0 045 777	A1
US	2004 / 0 160 731	A1
US	5 450 284	A
EP	1 100 294	A2
EP	1 178 584	A2
EP	1 245 455	A2

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein elektronische Systeme und sie betrifft insbesondere ein elektrisches System, das eine Leistungs transistoranordnung, eine Stromschiene und eine Leiterplattenbaugruppe umfasst.

HINTERGRUND

[0002] Elektrische Leistungseinrichtungen, wie zum Beispiel Hochleistungstransistoren, werden in vielen Systemen für viele Anwendungen in der Praxis verwendet. Beispielsweise kann man derartige Einrichtungen in einem DC-zu-DC-Wandler für Elektro- oder Hybridfahrzeuge antreffen. In diesem Kontext kann ein DC-zu-DC-Wandler verwendet werden, um eine relativ hohe DC-Batteriespannung (z.B. 42 oder 300 Volt) in eine relativ niedrige DC-Spannung (z.B. 12 Volt) umzuwandeln. Bei dieser Beispielanwendung und anderen Anwendungen in der Praxis kann eine Anzahl von Leistungseinrichtungen parallel geschaltet sein, um ein kombiniertes Ausgangssignal zu erzeugen. Im Betrieb können die Leistungseinrichtungen eine große Wärmemenge erzeugen.

[0003] Eine Hochleistungseinrichtung in der Praxis umfasst typischerweise eine thermische Platte oder ein thermisches Gehäuse, die/das konzipiert ist, um mit der von der Einrichtung erzeugten Wärme zurechtzukommen. Lamellenkühlkörper und/oder Ventilatoren werden oft verwendet, um Hochleistungseinrichtungen durch thermische Konvektionstechniken zu kühlen. Die Verwendung von Kühlkörpern und Ventilatoren kann bei einigen Anwendungen unerwünscht sein, insbesondere diejenigen, welche Beschränkungen bei der physischen Größe und/oder den Kosten aufweisen.

[0004] In der EP 1 100 294 A2 ist ein Stromschiennenkühlkörper mit einer Wärme leitenden elektrischen Isolierschicht offenbart, auf der eine Stromschiene in Form mehrerer voneinander isolierter elektrisch leitender Substrate aufgebracht ist, die elektrische oder elektronische Komponenten aufweisen.

[0005] Die EP 1 178 584 A2 offenbart einen Leistungsverteiler mit einer Stromschiene und darauf aufgebrachten Halbleiterschalteneinrichtungen, wobei die Stromschiene im Bereich der Halbleiterschalteneinrichtungen über eine Wärme leitende elektrische Isolierschicht mit einem Kühlkörper thermisch gekoppelt ist.

[0006] In der DE 101 09 329 C1 ist eine Schaltungsanordnung mit einer Stromschiene offenbart, die Wärme erzeugende Bauelemente trägt. Die Strom-

schiene ist elektrisch isoliert zumindest im Bereich der Wärme erzeugenden Bauelemente auf einem Kühlkörper angeordnet.

[0007] Die DE 101 44 324 A1 offenbart ein elektrisches Modul mit einer Stromschiene, die auf einer Seite über ein Wärme leitendes elektrisch isolierendes Medium mit einem Kühlkörper Wärme leitend verbunden ist und auf einer entgegengesetzten Seite mit mehreren elektrischen Leistungselementen sowohl Wärme leitend als auch elektrisch verbunden ist.

[0008] In der US 6 503 090 B2 ist eine Platinenverbindungsstruktur zur Verbindung einer Platine mit einer Stromschiene offenbart, bei der eine Steuerungsplatine parallel zu der Stromschiene angeordnet ist und über Verbindungsstifte mit der Stromschiene elektrisch verbunden ist. Die Stromschiene ist im Bereich von daran angebrachten Leistungshalbleitern über eine elektrisch isolierende Schicht mit einem Kühlkörper Wärme leitend verbunden.

[0009] Die US 2001 / 0 045 777 A1 offenbart einen Leistungsverteiler für ein Fahrzeug, bei dem eine Steuerungsplatine parallel zu einer Stromschiene mit daran angebrachten Leistungshalbleitern angeordnet ist. Im Bereich der Leistungshalbleiter ist die Stromschiene über eine Wärme leitende, elektrisch isolierende Schicht mit einem Kühlkörper thermisch gekoppelt.

[0010] In der EP 1 245 455 A2 ist ein Kraftfahrzeugleistungsverteiler mit einer Steuerungsplatine und einer parallel dazu angeordneten Stromschiene offenbart, bei dem die Wärme, die von an der Stromschiene angebrachten Leistungshalbleitern erzeugt wird, zum einen über eine Wärme leitende Beschichtung der Steuerungsplatine und Befestigungsschrauben, und zum anderen über eine Wärme leitende, elektrisch isolierende Schicht zwischen der Stromschiene und einem Kühlkörper, an den Kühlkörper übertragen wird.

[0011] Die DE 196 46 195 A1 offenbart einen modular aufgebauten stranggepressten Flüssigkeitskühlkörper mit einstellbaren Kühleigenschaften.

[0012] In der GB 2 352 092 A ist eine Kühlung eines Kraftfahrzeugsteuerungsmoduls offenbart, bei dem ein Fluidkühlkanal durch das Modul gelegt ist, um von verschiedenen Modulplatinen erzeugte Wärme abzuführen.

[0013] Die US 5 450 284 A offenbart eine Transistorhaltevorrichtung, die gleichzeitig als Kühlkörper dient, bei der mehrere Transistoren zwischen zwei Isolierschichten angeordnet und mit Hilfe von Halteklammern an einer als Kühlkörper dienenden Grund-

platte befestigt werden. Die gesamte Anordnung wird anschließend senkrecht auf eine Platine montiert.

[0014] In der US 2004 / 0 160 731 A1 ist ein Leistungsmodul und ein Produktionsverfahren dafür offenbart, bei dem eine Leistungsschaltung mit mehreren Stromschienen durch eine Isolierschicht an einer Schaltungseinrichtungsoberfläche eines Kühlkörpers hindurch angeordnet wird und die Stromschienen hochgebogen werden, um einen externen Verbindungsanschluss zu bilden.

[0015] Dementsprechend ist es wünschenswert, über ein elektrisches System für Hochleistungseinrichtungen zu verfügen, das eine kompakte Größe umfasst, weniger Teile als herkömmliche Systeme aufweist, ein direktes Kühlen der Hochleistungseinrichtungen bereitstellt und niedrigere Kosten als herkömmliche Systeme aufweist. Darüber hinaus werden andere wünschenswerte Merkmale und Eigenschaften der vorliegenden Erfindung aus der nachfolgenden genauen Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen und dem voranstehenden technischen Gebiet und Hintergrund offenbar werden.

KURZZUSAMMENFASSUNG

[0016] Ein elektrisches System, das gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ausgestaltet ist, umfasst eine elektrische Leistungstransistoreinrichtung, eine Leiterplattenbaugruppe und eine elektrisch leitfähige und wärmeleitfähige Stromschiene, die für elektrische Einrichtungen in dem System als ein Signalbus und ein Wärmeleitungs-kühlkörper dient.

[0017] Bei einem derartigen System muss keine separate Kühlkörperanordnung vom Lamellentyp verwendet werden, wodurch die Kosten, die Größe und die Komplexität des Systems verringert wird. Die voranstehenden und andere Aspekte der Erfindung können in einer Form durch ein elektrisches System ausgeführt sein, das umfasst: eine elektrische Leistungstransistoreinrichtung, eine Leiterplattenbaugruppe und eine elektrisch leitfähige und wärmeleitfähige Stromschiene mit einer Einrichtungs-kontaktfläche, die mit einem leitfähigen Basisabschnitt eines Gehäuses einer Leistungstransistoreinrichtung gekoppelt ist, wobei die Stromschiene eine wärmeleitende Wärmeübertragungsoberfläche umfasst; einen Ausgangsanschluss, der an der Stromschiene gelegen ist, um ein Ausgangssignal durchzuschalten; und eine Kühlplatte, die mit der wärmeleitenden Wärmeübertragungsoberfläche thermisch gekoppelt und von dieser elektrisch isoliert ist, wobei die Kühlplatte ausgestaltet ist, um für eine Wärmeleitung von der Stromschiene zu sorgen.

[0018] Die Leistungstransistoranordnung umfasst Source-, Gate-, und Drain-Kontakte, das Gehäuse mit dem leitfähigen Basisabschnitt und einen Hochstromkontaktstift, die beide dem Drain-Kontakt entsprechen und das Ausgangssignal erzeugen.

Figurenliste

[0019] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend in Verbindung mit den folgenden Zeichnungsfiguren beschrieben, in denen gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente bezeichnen und

Fig. 1 eine perspektivische Vorderansicht eines elektrischen Systems ist, das gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ausgestaltet ist;

Fig. 2 eine perspektivische Rückansicht des in **Fig. 1** gezeigten elektrischen Systems ist;

Fig. 3 eine Draufsicht auf das in **Fig. 1** gezeigte elektrische System ist;

Fig. 4 eine von der Linie 4-4 in **Fig. 3** aus betrachtete Seitenansicht des in **Fig. 1** gezeigten elektrischen Systems ist;

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines elektrischen Systems ist, das gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ausgestaltet ist;

Fig. 6 eine Schnittansicht eines elektrischen Systems ist, das gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ausgestaltet ist;

Fig. 7 eine Rückansicht einer Leiterplatte ist, die zur Verwendung in dem in **Fig. 1** gezeigten elektrischen System geeignet ist; und

Fig. 8 eine Vorderansicht der in **Fig. 7** gezeigten Leiterplatte ist.

GENAUE BESCHREIBUNG

[0020] Bei der Verwendung hierin bedeutet ein „Knoten“ einen beliebigen internen oder externen Bezugspunkt, einen Verbindungspunkt, eine Verbindung, eine Signalleitung, ein leitfähiges Element oder dergleichen, an welchem ein gegebenes Signal, ein Logikpegel, eine Spannung, ein Datenmuster, ein Strom oder eine Größe vorliegt. Darüber hinaus können zwei oder mehr Knoten durch ein physikalisches Element realisiert sein (und zwei oder mehrere Signale können gemultiplext, moduliert oder anderweitig unterschieden sein, obwohl sie an einem gemeinsamen Knoten empfangen oder ausgegeben werden).

[0021] Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf Knoten oder Merkmale, die mit einander „verbunden“ oder „gekoppelt“ sind. Bei einer Verwendung hierin bedeutet „verbunden“, sofern nicht ausdrücklich anderweitig angegeben, dass ein Knoten/Merk-

mal mit einem anderen Knoten/Merkmal direkt verbunden ist (oder direkt damit kommuniziert), und zwar nicht notwendigerweise mechanisch. Gleichermaßen bedeutet „gekoppelt“, sofern nicht ausdrücklich anderweitig angegeben, dass ein Knoten/Merkmal mit einem anderen Knoten/Merkmal direkt oder indirekt gekoppelt ist (oder direkt oder indirekt damit kommuniziert), und zwar nicht notwendigerweise mechanisch.

[0022] Fig. 1 ist eine perspektivische Vorderansicht eines elektrischen Systems 100, das gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ausgestaltet ist, Fig. 2 ist eine perspektivische Rückansicht des elektrischen Systems 100, Fig. 3 ist eine Draufsicht auf das elektrische System 100 und Fig. 4 ist eine Seitenansicht des elektrischen Systems 100 von einer Linie 4-4 in Fig. 3 aus betrachtet. Das elektrische System 100 stellt eine Ausführungsform der Erfindung in der Praxis dar, die zur Verwendung in Verbindung mit einem DC-zu-DC-Wandler für ein Elektro- oder Hybridfahrzeug geeignet ist.

[0023] Das elektrische System 100 umfasst allgemein eine oder mehrere elektrische Einrichtungen 102, eine mit den elektrischen Einrichtungen 102 gekoppelte Stromschiene 104, eine Leiterplattenbaugruppe 106, die mit der Stromschiene 104 und den elektrischen Einrichtungen 102 gekoppelt ist und eine Kühlplatte 108 (in Fig. 1 und Fig. 2 ist nur ein Teil der Kühlplatte 108 - die Wärmeübertragungsschnittstelle - dargestellt). Die Stromschiene 104 ist elektrisch leitfähig und wärmeleitfähig und bewirkt die Leitung eines Signals, das von den elektrischen Einrichtungen 102 erzeugt oder empfangen wird, während sie gleichzeitig als eine Wärmeübertragungskomponente dient, die eine Wärmeleitung zwischen den elektrischen Einrichtungen 102 und der Kühlplatte 108 bereitstellt.

[0024] Bei diesem Beispiel sind die elektrischen Einrichtungen 102 Leistungseinrichtungen, wie zum Beispiel Leistungstransistoren, und die elektrischen Einrichtungen 102 weisen einen gemeinsamen Knoten für ein kombiniertes Signal auf. Mit anderen Worten kann das Signal, das von der Stromschiene 104 geleitet wird, auf einer beliebigen Anzahl von Einzelsignalen basieren, die von den einzelnen elektrischen Einrichtungen 102 erzeugt werden. Wie es in der Erfindung beansprucht ist, ist jede hierin beschriebene elektrische Einrichtung 102 ein Leistungstransistor, der einen Source-Knoten (welcher als ein Energieversorgungsknoten dient), einen Gate-Knoten (welcher als ein Steuerungsknoten dient) und einen Drain-Knoten aufweist (durch welchen praktisch der gesamte Source-Knotenstrom hindurchgeht, wenn der Steuerungsknoten auf „Ein“ vorgespannt ist). Bei der Ausführungsform in der Praxis umfasst jede elektrische Einrichtung 102 einen leitfähigen Basisabschnitt des Gehäuses oder

der Verpackung, welcher aus Kupfer oder einem beliebigen geeigneten elektrischen Leiter und Wärmeleiter gebildet sein kann. Darüber hinaus ist der leitfähige Abschnitt des Gehäuses mit dem Hochstromknoten für die elektrische Einrichtung 102 gekoppelt oder steht damit anderweitig in Verbindung. Mit anderen Worten kann das leitfähige Gehäuse einer jeden elektrischen Einrichtung 102 als der Drain-Knoten für diese elektrische Einrichtung 102 dienen.

[0025] Die elektrischen Einrichtungen 102 sind an der Stromschiene 104 unter Verwendung einer beliebigen geeigneten Technik, einer Komponente, eines Mechanismus oder dergleichen gehalten. Beispielsweise kann das elektrische System 100 Klammern, Federn oder Bügel 109 verwenden, die eine Kraft übermitteln, um die elektrischen Einrichtungen 102 in Kontakt mit der Stromschiene 104 zu halten. Alternativ (oder zusätzlich) können die elektrischen Einrichtungen 102 unter Verwendung von Montageschrauben oder -bolzen an der Stromschiene 104 befestigt sein. Bei der Ausführungsform in der Praxis wird auf die Verbindung der elektrischen Einrichtungen 102 und der Stromschiene 104 eine geeignete Paste, Komponente oder Substanz aufgebracht, um eine effektive und effiziente elektrische Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit zu fördern. Beispielsweise kann das elektrische System 100 zu diesem Zweck eine auf Silber basierende Paste verwenden.

[0026] Die Stromschiene 104 kann mit der Kühlplatte 108 und/oder mit einer Montagestruktur unter Verwendung von Bolzen, Schrauben oder einer beliebigen geeigneten Befestigungseinrichtung oder -technik gekoppelt sein. Bei diesem Beispiel ist die Stromschiene 104 an der Kühlplatte 108 unter Verwendung von mit Gewinden versehenen Befestigungselementen 111 gesichert. Die Stromschiene 104 kann elektrisch isolierende Buchsen, Dichtungen und/oder Unterlegscheiben (nicht gezeigt) umfassen, welche die mit Gewinden versehenen Befestigungselemente 111 von der Stromschiene 104 isolieren.

[0027] Die Stromschiene 104 ist vorzugsweise aus einem geeigneten Material ausgebildet, welches eine hohe elektrische Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit aufweist. Beispielsweise kann die Stromschiene 104 aus Kupfer, Aluminium, einer Legierung daraus oder dergleichen ausgebildet sein. Die Stromschiene 104 umfasst eine Einrichtungskontakt-oberfläche 110, die mit dem Drain-Knoten der elektrischen Einrichtungen 102 gekoppelt ist, um die elektrische Schnittstelle und Wärmeschnittstelle zwischen den elektrischen Einrichtungen 102 und der Stromschiene 104 bereitzustellen. Bei der dargestellten Ausführungsform entspricht die Einrichtungskontakt-oberfläche 110 der flachen oberen Oberfläche der Stromschiene 104, und die Einrichtungskontakt-oberfläche 110 ist ausgestaltet, um einen elektri-

schen Kontakt mit einer Ausgangsoberfläche einer jeden elektrischen Einrichtung 102 herzustellen, beispielsweise mit der unteren flachen Montageoberfläche des leitfähigen Außengehäuses einer jeden elektrischen Einrichtung 102. Die Stromschiene 104 umfasst auch eine wärmeleitende Wärmeübertragungsoberfläche 112 (siehe **Fig. 4**), die mit der Kühlplatte 108 thermisch gekoppelt und davon elektrisch isoliert ist, um eine Wärmeleitung von der Stromschiene 104 bereitzustellen.

[0028] Im Betrieb erzeugen die elektrischen Einrichtungen 102 jeweils Hochstromsignale, welche bei diesem Beispiel elektrische Ströme darstellen, die kombiniert werden, um einen kombinierten Strom zu bilden, der von der Stromschiene 104 geleitet wird. Die Stromschiene 104 kann einen oder mehrere Anschlüsse 114 umfassen, um dieses kombinierte Signal bereitzustellen. Wie nachfolgend in Verbindung mit **Fig. 6** genauer beschrieben ist, kann ein Anschluss 114 als ein mit einem Innengewinde versehenes Loch ausgestaltet sein, das einen Bolzen, einen Kontaktstift oder ein Anschlusselement mit einem Außengewinde aufnimmt, der/das wiederum mit einem Kabel oder einer anderen geeigneten elektrischen Leitung verbunden sein kann.

[0029] Auf **Fig. 2** Bezug nehmend kann die Leiterplattenbaugruppe 106 mit der Stromschiene 104 unter Verwendung von Schrauben, Bolzen oder einer beliebigen geeigneten Befestigungstechnik oder eines beliebigen geeigneten Befestigungsmechanismus gekoppelt sein. Bei diesem Beispiel wird die Leiterplattenbaugruppe 106 an der Stromschiene 104 unter Verwendung von Gewindebolzen 115 gehalten, welche von Löchern mit Innengewinde aufgenommen sind, die im Rand der Stromschiene 104 ausgebildet sind. Wie nachfolgend genauer beschrieben ist, können die Bolzen 115 elektrisch leitfähig sein und ausgestaltet sein, um eine elektrische Verbindung zwischen der Stromschiene 104 und einer oder mehreren leitfähigen Leitungen herzustellen, die auf der Leiterplattenbaugruppe 106 ausgebildet sind.

[0030] Bei diesem Beispiel ist die Stromschiene 104 mit den Drain-Kontakten der elektrischen Einrichtungen 102 gekoppelt. Das elektrische System 100 kann auch eine weitere Stromschiene 116 umfassen, die mit den Source-Kontakten der elektrischen Einrichtungen 102 gekoppelt ist. Die Stromschiene 116 ist an der Leiterplattenbaugruppe 106 montiert, welche leitfähige Leitungen (siehe **Fig. 7** und **Fig. 8**) umfasst. Es ist anzumerken, dass die Stromschiene 116 unter Verwendung von Konvektionstechniken, beispielsweise einem Lamellenkühlkörper, gekühlt sein kann.

[0031] **Fig. 5** ist eine schematische Darstellung eines elektrischen Systems 200, das gemäß einer

beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ausgestaltet ist. Das elektrische System 200 kann realisiert sein wie voranstehend für das elektrische System 100 beschrieben. Das elektrische System 200 umfasst allgemein mindestens eine elektrische Einrichtung 202, eine Stromschiene 204, eine Leiterplattenbaugruppe 206 und eine Kühlplatte 208 (diese Komponenten sind voranstehend in Verbindung mit dem elektrischen System 100 beschrieben). **Fig. 5** stellt eine elektrische Kopplung 210 zwischen den elektrischen Einrichtungen 202 und der Stromschiene 204, eine elektrische Kopplung 212 zwischen den elektrischen Einrichtungen 202 und der Leiterplattenbaugruppe 206, und eine elektrische Kopplung 214 zwischen der Stromschiene 204 und der Leiterplattenbaugruppe 206 schematisch dar. **Fig. 5** stellt auch Wärmekopplungen (als gewellte Linien gezeigt) zwischen den elektrischen Einrichtungen 202 und der Stromschiene 204, zwischen der Stromschiene 204 und einem elektrischen Isolator 216 und zwischen dem elektrischen Isolator 216 und der Kühlplatte 208 schematisch dar. Das elektrische System 100 verwendet auch einen elektrischen Isolator, jedoch ist der elektrische Isolator in **Fig. 1 - Fig. 4** nicht sichtbar.

[0032] **Fig. 5** stellt die elektrischen Pfade und Wärmepfade, welche dem elektrischen System 200 zugeordnet sind, schematisch dar. Bemerkenswerterweise dient die Stromschiene 204 sowohl als ein elektrischer Leiter als auch als ein Kühlkörper für die elektrischen Einrichtungen 202. Der elektrische Isolator 216, welcher aus einem wärmeleitfähigen Material ausgebildet ist, ist zwischen die wärmeleitende Wärmeübertragungsoberfläche der Stromschiene 204 und die Kühlplatte 208 gekoppelt. Bei Ausführungsformen in der Praxis kann der elektrische Isolator 216 gebildet sein aus: einem mit Keramik gefüllten Silikonmaterial, einem Polyimidmaterial, beispielsweise KAPTON®, einem Kunststoff, einem Polyurethan oder dergleichen. Der elektrische Isolator 216 wird in bei Einsätzen in der Praxis verwendet, bei denen die Kühlplatte 208 aus einem elektrisch leitfähigen Material ausgebildet ist; der elektrische Isolator 216 verhindert Kriechströme und Kurzschluss. Die Wärmeleitfähigkeit des elektrischen Isolators 216 erleichtert eine effiziente Wärmeübertragung von der Stromschiene 204 an die Kühlplatte 208. Bei einer Ausführungsform in der Praxis ist die Kühlplatte 208 Teil eines flüssiggekühlten wärmeleitenden Wärmeübertragungssystems. Beispielsweise kann die Kühlplatte 208 als eine Außenwand oder eine äußere Oberfläche einer Kammer oder Leitung realisiert sein, welche ein geeignetes Kühlmittel führt. Die von den elektrischen Einrichtungen 202 erzeugte Wärme wird an die Stromschiene 204, durch den elektrischen Isolator 216, an die Kühlplatte 208 und schließlich an das Kühlmittel in der Kammer oder Leitung geleitet.

[0033] Die Leiterplattenbaugruppe 206 umfasst vorzugsweise eine elektrische Schnittstelle 218, die eine elektrische Verbindung mit der Stromschiene 204 ausbildet, wenn die Leiterplattenbaugruppe 206 mit der Stromschiene 204 gekoppelt ist. Bei einer Ausführungsform in der Praxis ist die elektrische Schnittstelle 218 als eine elektrisch leitfähige Schnittstellenleitung realisiert (nachfolgend in Verbindung mit **Fig. 7** genauer beschrieben), die auf der Leiterplattenbaugruppe 206 ausgebildet ist, und die Schnittstellenleitung kontaktiert einen Rand der Stromschiene 204, wenn die Leiterplattenbaugruppe 206 mit der Stromschiene 204 gekoppelt ist. Bei der beispielhaften Ausführungsform umfasst jede elektrische Einrichtung 202 einen Hochstromkontaktstift und der Hochstromkontaktstift ist mit einer leitfähigen Leitung 220 auf der Leiterplattenbaugruppe 206 gekoppelt. Die leitfähige Leitung 220 ist vorzugsweise ausgestaltet, um eine elektrische Verbindung zwischen der elektrischen Schnittstelle 218 (z.B. der Schnittstellenleitung auf der Leiterplattenbaugruppe 206) und dem Hochstromkontaktstift der jeweiligen elektrischen Einrichtung 202 herzustellen. Diese „redundante“ Verbundenheit ist in **Fig. 5** in der Leiterplattenbaugruppe 206 schematisch dargestellt. Bemerkenswerterweise fließt der größte Teil des Stroms, der von den elektrischen Einrichtungen 202 erzeugt wird, durch die Stromschiene 204 an die Systemverbindung (statt durch die Leiterplattenbaugruppe 206).

[0034] **Fig. 6** ist eine Schnittansicht eines elektrischen Systems 300, das gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ausgestaltet ist. Das elektrische System 300 teilt eine Anzahl von Elementen und Merkmalen mit dem elektrischen System 100 und dem elektrischen System 200, und derartige gemeinsame Elemente und Merkmale werden hierin nicht redundant beschrieben. Beispielsweise umfasst das elektrische System allgemein eine elektrische Einrichtung 302, eine Stromschiene 304, die eine Einrichtungskontaktfläche 310 aufweist, eine Leiterplattenbaugruppe 306, eine Kühlplatte 308 und einen elektrischen Isolator 312.

[0035] Die elektrische Einrichtung 302 umfasst einen Hochstromkontaktstift 314, der ihrem elektrischen Knoten entspricht (bei der beispielhaften Ausführungsform stellt der Kontaktstift 314 den Drain-Kontakt eines Leistungstransistors dar). Die untere Oberfläche des leitfähigen Gehäuses der elektrischen Einrichtung 302 entspricht ebenfalls dem Hochstromknoten der elektrischen Einrichtung 302. Wie in **Fig. 6** dargestellt ist, wird die elektrische Einrichtung 302 an der Einrichtungskontaktfläche 310 derart gehalten, dass ihr leitfähiges Gehäuse eine elektrische Verbindung mit der Stromschiene 304 ausbildet. Obwohl es in **Fig. 6** nicht gezeigt ist, ist die Stromschiene 304 an der Kühlplatte 308 unter Verwendung einer beliebigen geeigneten Anfüge-

technik oder eines beliebigen geeigneten Anfügemechanismus angebracht. In der Praxis liegt ein elektrischer Isolator 312 zwischen der Stromschiene 304 und der Kühlplatte 308, um die Stromschiene 304 von der Kühlplatte 308 elektrisch zu isolieren. Die Leiterplattenbaugruppe 306 ist an der Stromschiene 304 unter Verwendung einer beliebigen geeigneten Anfügetechnik oder eines beliebigen geeigneten Anfügemechanismus angebracht. Bei der beispielhaften Ausführungsform verwendet das elektrische System 300 Gewindebolzen, Schrauben oder andere Befestigungselemente 316, welche durch die Leiterplattenbaugruppe 306 eingeführt und direkt in die Stromschiene 304 geschraubt sind.

[0036] Wie voranstehend in Verbindung mit dem elektrischen System 100 beschrieben ist, kann die Stromschiene 304 einen geeignet ausgestalteten Eingangs-/Ausgangsanschluss 318 zur Bereitstellung eines Eingangs-/Ausgangssignals umfassen. Bei diesem Beispiel ist der Eingangs-/Ausgangsanschluss 318 als ein Loch mit Innengewinde realisiert, das in der Stromschiene 304 ausgebildet ist. Das Gewindeloch ist ausgestaltet, um einen elektrisch leitfähigen Bolzen, einen Kontaktstift oder ein Anschlusselement 320 mit Außengewinde aufzunehmen. Das Anschlusselement 320 kann auf eine geeignete Weise gestaltet, ausgelegt und verlegt sein, um den Bedürfnissen der speziellen Anwendung zu genügen. Beispielsweise kann das Anschlusselement 320 durch ein Loch oder einen Durchgang 322, das/der in der Kühlplatte 308 (und/oder dem Wärmeübertragungsuntersystem) ausgebildet ist, eingeführt sein, um einen elektrischen Zugriff unter die Kühlplatte 308 zu schaffen. In der Praxis kann eine elektrisch isolierende Buchse 324, die in das Loch 322 eingeführt ist, das Anschlusselement 320 von der Kühlplatte 308 isolieren, welche elektrisch leitfähig sein kann.

[0037] Wie voranstehend beschrieben stellt eine Leiterplattenbaugruppe für das elektrische System die elektrischen Pfade für die elektrischen Einrichtungen in dem elektrischen System bereit. Bei der hierin beschriebenen beispielhaften Ausführungsform weist jede elektrische Einrichtung drei Kontaktstifte auf (für Source, Gate und Drain), und jeder Kontaktstift ist mit geätzten Leitungen, die auf der Leiterplattenbaugruppe ausgebildet sind, elektrisch gekoppelt. In dieser Hinsicht ist **Fig. 7** eine Rückansicht einer Leiterplattenbaugruppe 400, die zur Verwendung bei dem elektrischen System 100 geeignet ist, und **Fig. 8** ist eine Vorderansicht der Leiterplattenbaugruppe 400. Die Leiterplattenbaugruppe 400 wurde vereinfacht, um nur die Merkmale und Elemente zu zeigen, die für die beispielhaften Ausführungsformen der hierin beschriebenen Erfindung relevant sind. In der Praxis wird die Leiterplattenbaugruppe 400 zusätzliche leitfähige Leitungen, Kompo-

nenten und Merkmale umfassen, die für den Zweck dieser Beschreibung relativ unbedeutend sind.

[0038] Die Rückseite 402 der Leiterplattenbaugruppe 400 umfasst allgemein eine elektrisch leitfähige Leitung 404 und elektrisch leitfähige Source-Leitungen 406, die darauf ausgebildet sind. Jede leitfähige Source-Leitung 406 ist von einer jeweiligen Source-Kontaktstiftaufnahme 408 an eine jeweilige Source-Stromschienenaufnahme 410 verlegt. Auf **Fig. 1** Bezug nehmend sind die Source-Stromschienenaufnahmen 410 geeignet ausgestaltet und angeordnet, um Zacken oder Zungen der Source-Stromschiene 116 aufzunehmen, sodass die Source-Stromschiene 116 an die leitfähigen Source-Leitungen 406 gelötet oder daran befestigt werden kann.

[0039] Die Vorderseite 412 der Leiterplattenbaugruppe 400 umfasst allgemein eine leitfähige Schnittstellenleitung 414. Wie voranstehend beschrieben ist, bildet die Schnittstellenleitung 414 eine elektrische Verbindung mit der Stromschiene, wenn die Leiterplattenbaugruppe 400 an dem Rand der Stromschiene festgehalten ist. In dieser Hinsicht kann die Schnittstellenleitung 414 die Drain-Kontaktstiftaufnahmen 416 als einen gemeinsamen Knoten miteinander verbinden. Bei der beispielhaften Ausführungsform sind die Drain-Kontaktstiftaufnahmen 416 Löcher, die durch die Platine der Leiterplattenbaugruppe 400 hindurch gebildet sind, und die Drain-Kontaktstifte der elektrischen Einrichtungen sind durch die Drain-Kontaktstiftaufnahmen 416 hindurch eingeführt und mit den Abschnitten der Leitung 414, welche die Drain-Kontaktstiftaufnahmen 416 umgeben, verlötet oder daran befestigt. Die leitfähige Leitung 414 stellt eine Parallelverbindung (zusätzlich zu der Stromschienenverbindung) für die elektrischen Einrichtungen bereit, und die leitfähige Leitung 414 muss keinen leitfähigen Pfad zu anderen Elementen oder Komponenten auf der Leiterplattenbaugruppe 400 bereitstellen.

[0040] Darüber hinaus können die leitfähige Leitung 414 und die Schnittstellenleitung 404 unter Verwendung leitfähiger Vias, die in der Platine der Leiterplattenbaugruppe 400 ausgebildet sind, miteinander gekoppelt sein, oder mittels elektrisch leitfähiger Bolzen oder Befestigungselemente miteinander gekoppelt sein, die auch zum Anbringen der Leiterplattenbaugruppe 400 an der Stromschiene dienen (siehe **Fig. 2** und **Fig. 6**). In dieser Hinsicht kann die Leiterplattenbaugruppe 400 eine Anzahl von Montagelöchern 418 umfassen, die darin ausgebildet sind, wobei die Montagelöcher 418 in der Nähe der leitfähigen Leitung 414 und der Schnittstellenleitung 404 liegen oder davon umgeben sind. Diese Parallelverbindungsanordnung stellt sicher, dass die Stromschiene, die Schnittstellenleitung 404, die leitfähige Leitung 414, die Hochstromkontaktstifte der elektrischen Einrichtungen (z.B. die Drain-Kontaktstifte)

und der Hochstromknoten der elektrischen Einrichtungen (z.B. die leitfähigen Gehäuse oder Verpackungen der elektrischen Einrichtungen) einen gemeinsamen Knoten für das elektrische System darstellen.

Patentansprüche

1. Elektrisches System (100, 200, 300), das umfasst:

eine elektrische Leistungstransistoreinrichtung (102, 202, 302) mit einem Source-, Gate- und Drain-Kontakt, mit einem Gehäuse und einem leitfähigen Basisabschnitt des Gehäuses und einem Hochstromkontaktstift (314), die beide dem Drain-Kontakt der Leistungstransistoreinrichtung (102, 202, 302) entsprechen, wobei sowohl der leitfähige Basisabschnitt des Gehäuses als auch der Hochstromkontaktstift (314) ein Ausgangssignal erzeugen, das einem Hochstromsignal entspricht;

eine elektrisch und thermisch leitfähige Stromschiene (104, 204, 304) mit einer Einrichtungs-kontaktoberfläche (110, 310) und einer wärmeleitenden Wärmeübertragungsoberfläche (112), wobei die Einrichtungs-kontaktoberfläche (110, 310) mit dem leitfähigen Basisabschnitt des Gehäuses der elektrischen Leistungstransistoreinrichtung (102, 202, 302) zur Herstellung eines elektrischen Kontakts gekoppelt ist, wobei die Stromschiene (104, 204, 304) einen geeignet ausgestalteten Ausgangsanschluss (114, 318) zur Bereitstellung des Ausgangssignals umfasst, und wobei über die Wärmeübertragungsoberfläche (112), die mit einer Kühlplatte (108, 208, 308) thermisch gekoppelt und von dieser elektrisch isoliert ist, eine Wärmeleitung von der Stromschiene (104, 204, 304) bereitgestellt wird; und

eine Leiterplattenbaugruppe (106, 206, 306, 400) mit einer an einer ersten Seite (412) derselben ausgebildeten elektrisch leitfähigen Schnittstellenleitung (414) und einer an einer zweiten Seite (402) derselben ausgebildeten elektrisch leitfähigen Leitung (404), wobei die elektrisch leitfähige Schnittstellenleitung (414) und die elektrisch leitfähige Leitung (404) miteinander elektrisch gekoppelt sind, wobei der Hochstromkontaktstift (314) mit der Schnittstellenleitung (414) auf der Leiterplattenbaugruppe (206) gekoppelt ist und die Schnittstellenleitung (414) eine elektrische Verbindung mit der Stromschiene (104, 204, 304) bildet, wenn die Leiterplattenbaugruppe (106, 206, 306, 400) an dem Rand der Stromschiene (104, 204, 304) festgehalten ist und die Stromschiene (104, 204, 304) somit mit dem Hochstromkontaktstift (314) der elektrischen Leistungstransistoreinrichtung (102, 202, 302) eine elektrische Verbindung herstellt.

2. Elektrisches System (100, 200, 300) nach Anspruch 1, das ferner umfasst:

wobei die Kühlplatte (108, 208, 308) so ausgestaltet

ist, dass sie eine Wärmeleitung von der Stromschiene (104, 204, 304) bereitstellt; und einen elektrischen Isolator (216, 312), der zwischen die wärmeleitende Wärmeübertragungsoberfläche (112) und die Kühlplatte (108, 208, 308) gekoppelt ist, wobei der elektrische Isolator (216, 312) wärmeleitend ist.

3. Elektrisches System (100, 200, 300) nach Anspruch 2, wobei die Kühlplatte (108, 208, 308) flüssiggekühlt ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

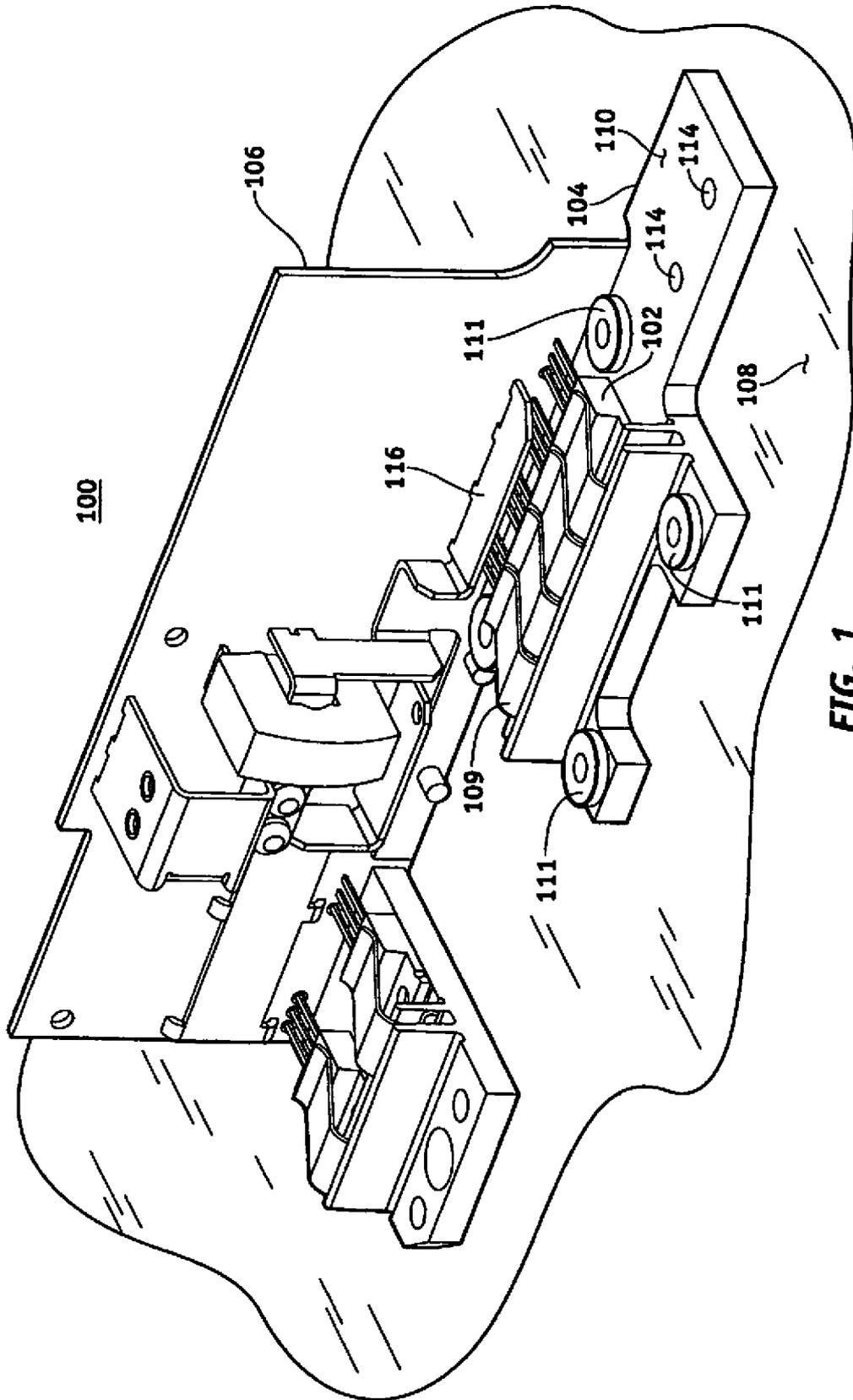


FIG. 1

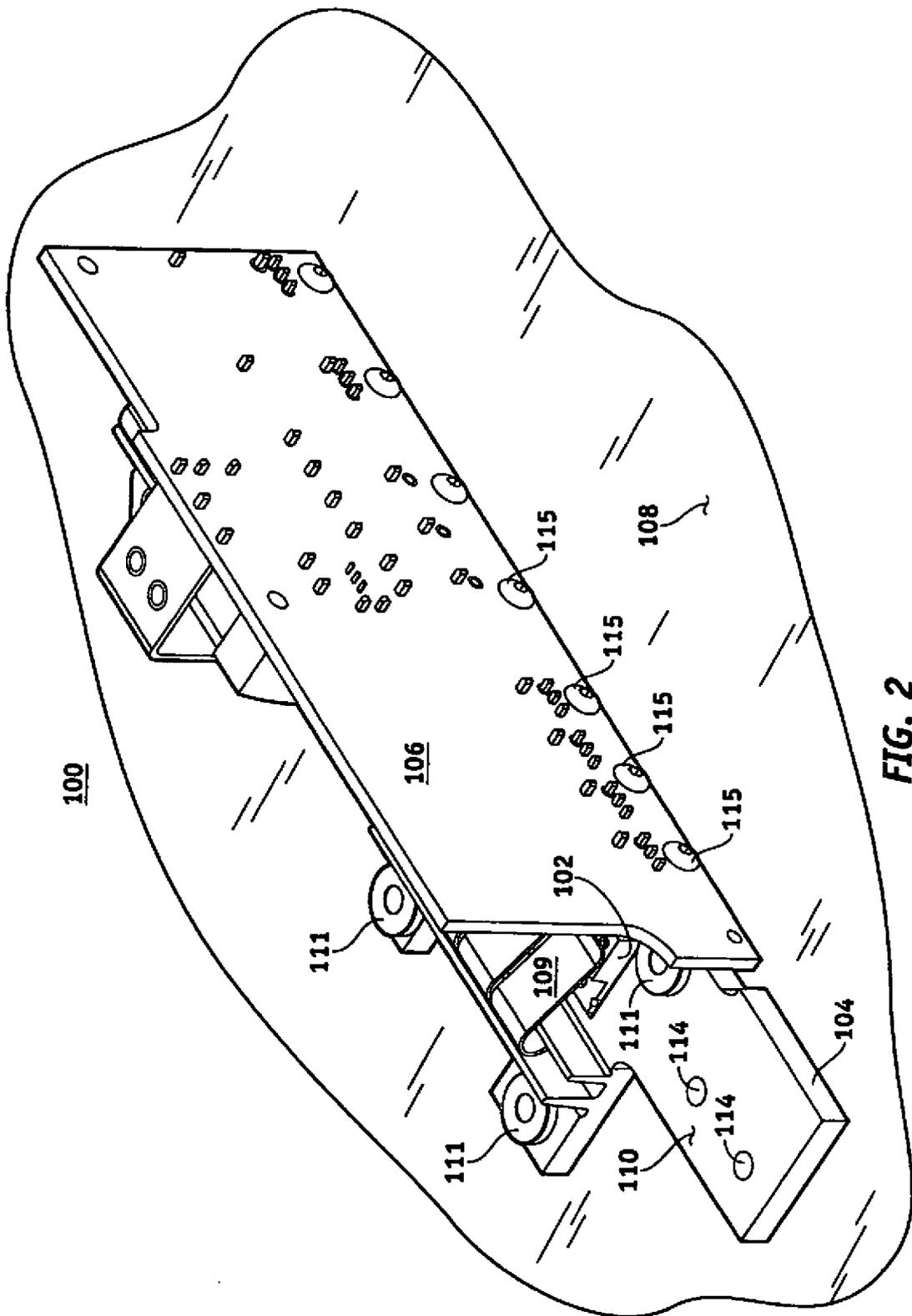


FIG. 2

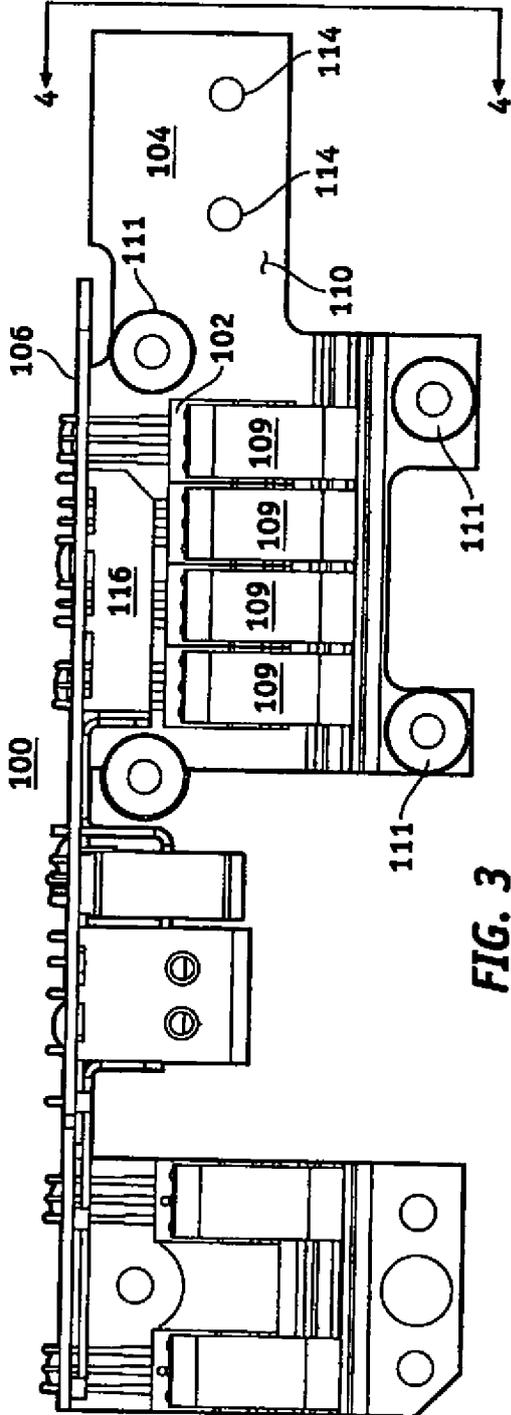


FIG. 3

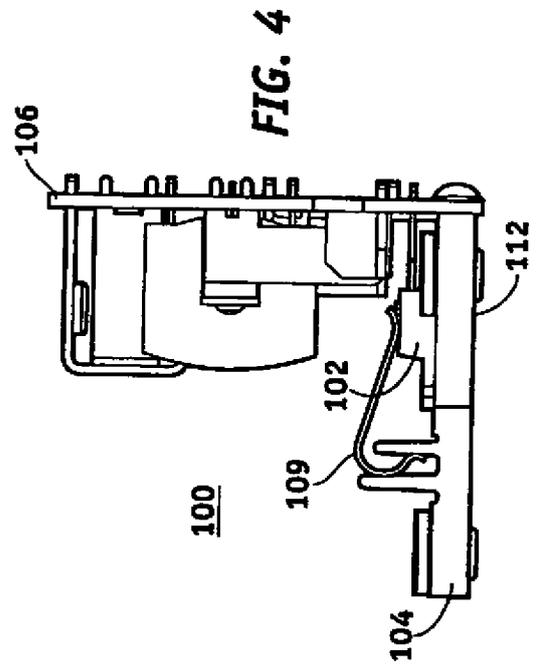
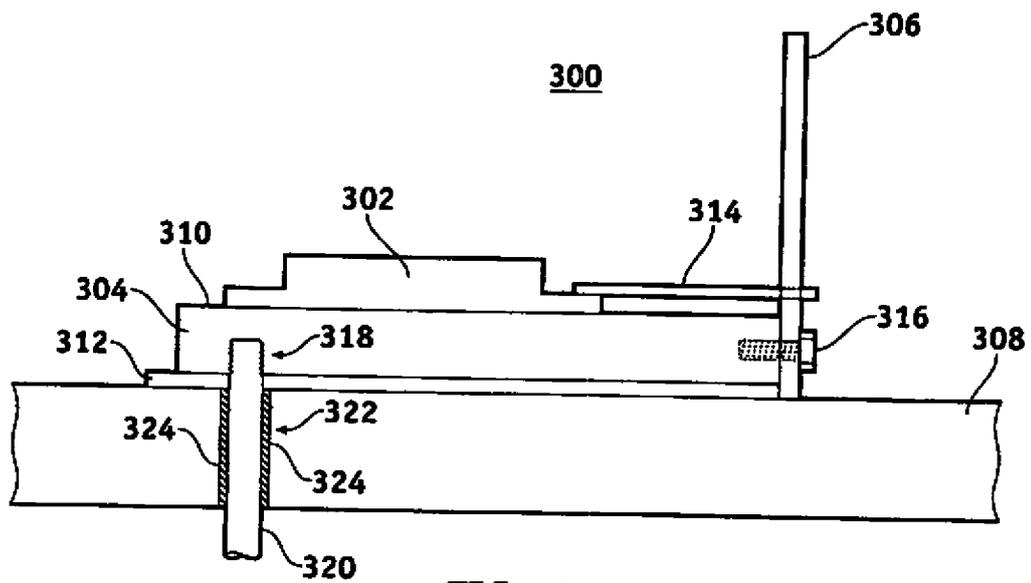
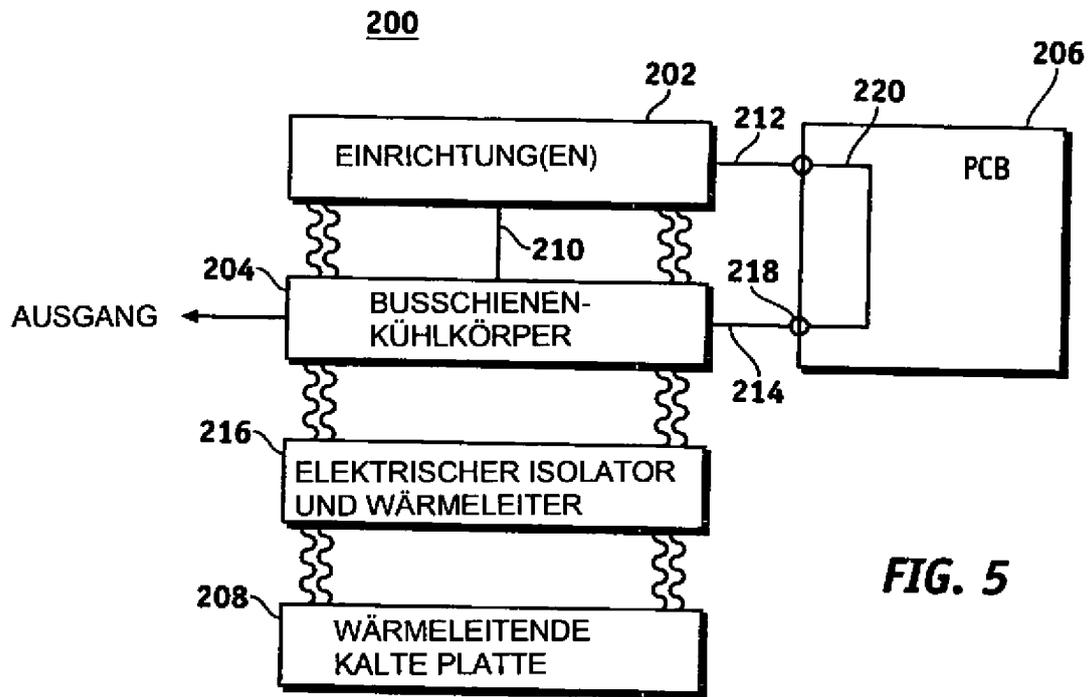


FIG. 4



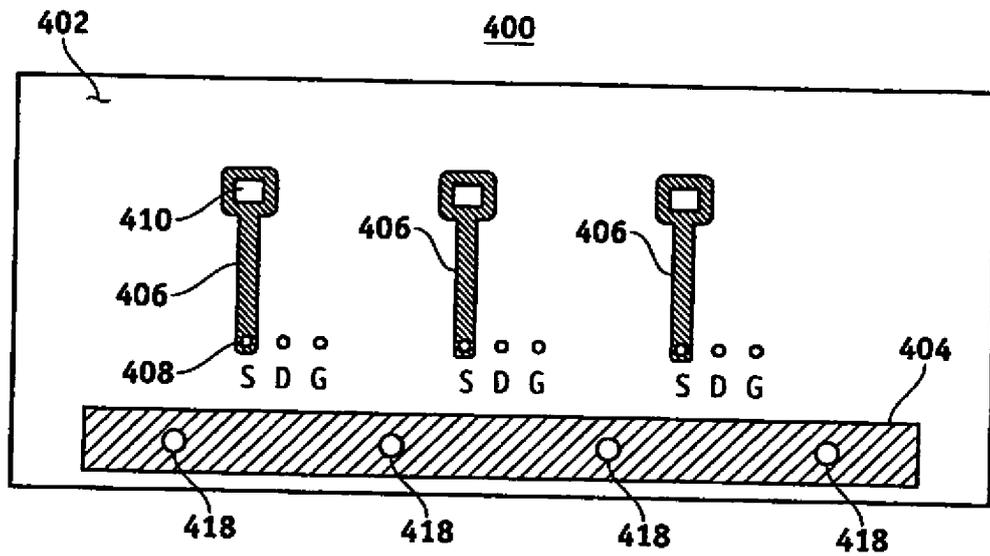


FIG. 7

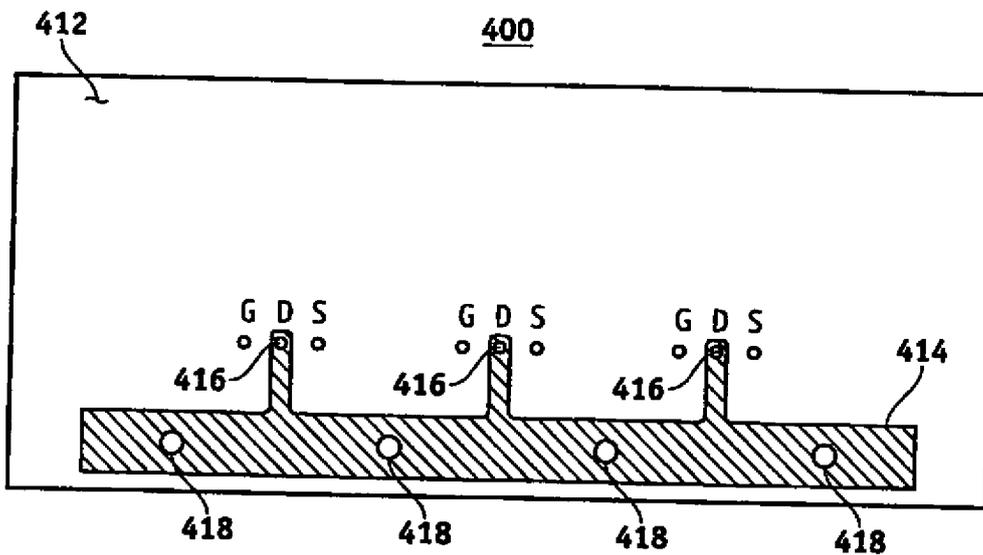


FIG. 8