



(10) **DE 10 2020 200 566 A1** 2021.07.22

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 200 566.4**

(22) Anmeldetag: **17.01.2020**

(43) Offenlegungstag: **22.07.2021**

(51) Int Cl.: **H01L 25/07 (2006.01)**

H02M 1/00 (2007.01)

(71) Anmelder:

**ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen,
DE**

(72) Erfinder:

**Liang, XiaoGuang, 88046 Friedrichshafen, DE;
Wei, Junsheng, 88045 Friedrichshafen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

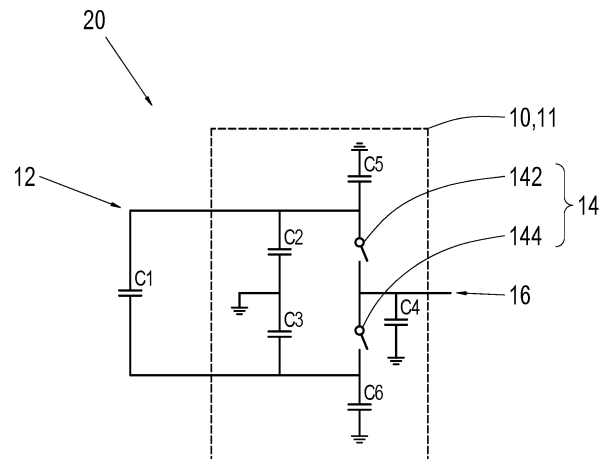
DE	10 2015 109 814	A1
DE	10 2015 115 271	A1
DE	10 2016 117 248	A1
US	2004 / 0 113 268	A1
US	2016 / 0 191 046	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Leistungsmodul zum Betreiben eines Elektrofahrzeugantriebs mit erhöhter Störfestigkeit**

(57) Zusammenfassung: Leistungsmodul (10) für ein Steuergerät (20) zum Betreiben eines Elektrofahrzeugantriebs, umfassend einen Leistungseingang (12) zum Einspeisen einer Eingangsleistung, wobei der Leistungseingang (12) einen Positivpol (122) und einen Negativpol (124) aufweist, das Leistungsmodul (10) ferner umfassend eine Brückenschaltung (14) zum Erzeugen einer Ausgangsleistung basierend auf der Eingangsleistung, wobei die Brückenschaltung (14) zumindest einen Leistungsschalter (142, 144) aufweist, wobei der Leistungseingang (12) einen Isolierschichtaufbau (123) mit einer ersten Isolierschicht (1232) und einer zur ersten Isolierschicht (1232) im Wesentlichen parallel ausgerichteten zweiten Isolierschicht (1234) aufweist, wobei der Positivpol (122) und der Negativpol (124) durch den Isolierschichtaufbau (123) voneinander elektrisch getrennt sind.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der halbleiterbasierten Leistungsmodule. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Leistungsmodul zum Betreiben eines Elektrofahrzeugantriebs, bei dem zwei Halbleitermaterialien verschiedener Bandlücken in einer Brückenschaltung eingesetzt werden.

TECHNISCHER HINTERGRUND

[0002] Leistungsmodule, die auf Halbleiterbauteilen basieren, kommen in einer Vielzahl von Anwendungen in der Leistungselektronik zum Einsatz. Heutige Leistungsmodule wie zum Beispiel High Power IGBT Module bestehen aus einer großen Anzahl von komplexen Bauelementen, die wiederum mittels aufwändiger Verfahren einzeln hergestellt und zusammengesetzt sind.

[0003] Derartige Leistungsmodule werden beispielsweise in einem DC/AC-Wechselrichter (Inverter) eingesetzt. Der Inverter dient dazu, basierend auf einer DC-Eingangsleistung, insbesondere einem DC-Strom, eine AC-Ausgangsleistung, insbesondere einen AC-Strom bzw. einen mehrphasigen Wechselstrom, zu erzeugen. Hierzu umfasst das Leistungsmodul eine Brückenschaltung, etwa eine Halbbrücke, die einen Highside-Schalter (HS-Schalter) und einen Lowside-Schalter (LS-Schalter) umfasst. Der HS-Schalter und der LS-Schalter werden abgewechselt ein- bzw. ausgeschaltet, sodass der Laststrom stets nur durch einen der beiden Leistungsschalter fließt. Somit wird eine Pulsweitenmodulation (PWM) am Laststrom durchgeführt um einen sinusförmigen Stromverlauf zu realisieren.

[0004] Damit die PWM mit hinreichender Genauigkeit durchführbar ist, spielen die Eigenschaften der Leistungsschalter eine wichtige Rolle. Insbesondere ist es von hoher Bedeutung, dass die Leistungsschalter hinreichend schnell schaltbar sind bzw. eine hinreichend kurze Schaltzeit aufweisen. Das schnelle Schalten der Leistungshalbleiter ist jedoch mit einem Nachteil verbunden: hochfrequente Stromfluktuationen spielen zunehmend eine Rolle und führen zur Beeinträchtigung der Funktionalitäten. Auch können diese hochfrequenten Stromfluktuationen zu hohen Überspannungen während der Schaltvorgänge führen. Daher ist es wichtig, solche hochfrequenten Stromfluktuationen zu reduzieren oder deren Effekte zu minimieren.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, die Effekte hochfrequenter Stromfluktuationen im Leistungsmodul bei gleichzeitiger kurzer Schaltzeit zu minimieren.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Leistungsmodul gemäß Anspruch 1, ein Steuergerät gemäß Anspruch 7 sowie durch ein Verfahren gemäß Anspruch 8.

[0007] Das Leistungsmodul ist beispielsweise ein IGBT-Modul und kann für oberflächenmontierte Bauelemente (Engl.: Surface Mounted Devices, SMD) eingesetzt werden. Das Leistungsmodul findet vorzugsweise Anwendung in einem Fahrzeug, insbesondere einem Elektrofahrzeug oder einem Hybridfahrzeug. Das Leistungsmodul ist in einem Steuergerät, etwa einem DC/AC-Wechselrichter oder einem AC/DC-Gleichrichter, verbaut. Im Bereich der Elektromobilität kann das erfindungsgemäße Leistungsmodul in 48V-, 400V- und/oder 800V-Anwendungen Einsatz finden.

[0008] Die Brückenschaltung ist die mittels einer Steuereinheit zum Erzeugen einer Ausgangsleistung basierend auf einer Eingangsleistung betreibbar ist. Die Brückenschaltung ist vorzugsweise eine Halbbrücke, die zwei Leistungsschalter bestehend aus einem HS-Schalter und einem LS-Schalter aufweist. Zumindest einer der beiden Leistungsschalter, vorzugsweise beide Leistungsschalter weisen vorzugsweise ein erstes Schaltelement und ein zweites Schaltelement auf. Vorzugsweise sind beide Schaltelemente zueinander reihengeschaltet. Das erste Schaltelement und das zweite Schaltelement weisen vorzugsweise jeweils einen Transistor auf. Beispielsweise kann es sich beim ersten Schaltelement um einen HEMT (High-Electron-Mobility-Transistor) und/oder beim zweiten Schaltelement um einen MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor-Field-Effect-Transistor) handeln.

[0009] Das erste Schaltelement weist vorzugsweise ein erstes Halbleitermaterial mit einer ersten Bandlücke auf, die größer ist als eine zweite Bandlücke im zweiten Schaltelement. Somit basieren beide Schaltelemente auf zwei verschiedenen Halbleitermaterialien, deren Bandlücken verschieden sind.

[0010] Im erfindungsgemäßen Steuergerät zum Betreiben eines Elektroantriebs eines Fahrzeugs, etwa eines Elektrofahrzeugs oder eines Hybridfahrzeugs, ist ein Leistungsmodul gemäß den hier beschriebenen Ausführungsformen eingebaut. Das Steuergerät kann einen DC/AC-Wechselrichter (Inverter), einen AC/DC-Gleichrichter (Konverter) oder ein anderer Wandler zur Leistungsumwandlung umfassen. Das Steuergerät, insbesondere das darin verbaute Leistungsmodul, ist vorzugsweise durch eine elektronische Steuer- oder Regeleinheit (engl. ECU = Electronic Control Unit) ansteuerbar. Das Steuergerät kann vorzugsweise drahtlos, etwa über Bluetooth, Infrarot, Nahfeld-Kommunikation (Engl.: NFC), Funk, Internet, Intranet, Cloud-Systeme und/oder verdrahtet-

te Systeme mit einer externen Entität oder einem im Fahrzeug befindlichen Terminal kommunizieren.

[0011] Das Steuergerät umfasst ferner einen Kühler, der dazu dient, die aufgrund der hohen in die Leistungsschalter eingespeisten Leistung entstehende Wärme zu absorbieren.

[0012] Das Leistungsmodul wird mit dem Kühler mittels einer Isolierschicht in thermischen Kontakt gebracht. Die Isolierschicht kann vorzugsweise eine Keramikschiicht umfassen. Das Steuergerät kann ferner einen Zwischenkreiskondensator umfassen, der zur Brückenschaltung parallelgeschaltet ist und dazu dient, hochfrequente Spannungsfuktuationen auszufiltern („glätten“).

[0013] Das Leistungsmodul umfasst einen Leistungseingang zum Einspeisen einer Eingangsleistung. Der Leistungseingang weist einen Positivpol und einen Negativpol auf. Der Leistungseingang umfasst einen Isolierschichtaufbau mit einer ersten Isolierschicht und einer zur ersten Isolierschicht im Wesentlichen parallel ausgerichteten zweiten Isolierschicht. Der Positivpol und der Negativpol des Leistungseingangs sind durch den Isolierschichtaufbau voneinander elektrisch getrennt.

[0014] Auf diese Weise ist ein Leistungsmodul mit einer signifikant reduzierten Kommutierungsinduktivität geschaffen, wodurch hohe Überspannungen vermieden sind. Außerdem können hochfrequente Stromfuktuationen vermieden werden. Die Störfestigkeit des Leistungsmoduls ist daher erhöht. Auch ist eine Eingangskapazität direkt in Form eines Plattenkondensators geschaffen, der die erste und zweite Isolierschicht als Kondensatorplatten umfasst. Ein separater externer Kondensator ist daher nicht erforderlich. Dies vereinfacht den Aufbau und Kosten des Leistungsmoduls.

[0015] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0016] Gemäß einer Ausführungsform ist der Isolierschichtaufbau mit dem zumindest einen Leistungsschalter in einer vertikalen Richtung überlappungsfrei angeordnet.

[0017] Die Ebene des Isolierschichtaufbaus ist in einer horizontalen Richtung. Somit ist der Isolierschichtaufbau derart ausgestaltet, dass sich dieser in der vertikalen Richtung senkrecht zur Ebene des Isolierschichtaufbaus nicht mit dem zumindest einen Leistungsschalter überschneidet. Aus der Überlappungsfreiheit ergibt sich, dass der Isolierschichtaufbau besonders unabhängig von den strukturellen Einzelheiten des zumindest einen Leistungsschalters und daher mit reduziertem Aufwand realisierbar ist.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform erstreckt sich der Isolierschichtaufbau in einer ersten horizontalen Richtung, die zumindest teilweise senkrecht zu einer zweiten horizontalen Richtung ist, wobei die zumindest eine Leistungsschalter ein Highside-Schalter ist, wobei die Brückenschaltung zusätzlich einen Lowside-Schalter umfasst, wobei die zweite horizontale Richtung durch eine Verbindung zwischen dem Highside-Schalter und dem Lowside-Schalter definiert ist.

[0019] Der Isolierschichtaufbau erstreckt sich vorzugsweise senkrecht zur zweiten horizontalen Richtung des Leistungsmoduls. Der Isolierschichtaufbau kann einen Verlauf annehmen, der entlang einer horizontalen Ebene zumindest einmal eine Richtungsänderung aufweist. Somit kann die Kommutierungsinduktivität wirksam reduziert werden, wodurch Überspannungen und Beeinträchtigungen der Funktionalitäten des Leistungsmoduls vermieden werden können.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der Isolierschichtaufbau in einem DC-seitigen Bereich des Leistungsmoduls beschränkt.

[0021] Vorzugsweise ist der Isolierschichtaufbau mit dem zumindest einen Leistungsschalter in einer vertikalen Richtung überlappend angeordnet. Weiter vorzugsweise umfasst ein mit dem Leistungsschalter (142, 144) in der vertikalen Richtung überlappender Bereich des Isolierschichtaufbaus (123) zumindest zwei in einer horizontalen Richtung voneinander beabstandete Abschnitte.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der zumindest eine Leistungsschalter ein erstes Schaltelement und ein zu diesem reihengeschaltetes zweites Schaltelement auf, wobei das erste Schaltelement ein verschiedenes Halbleitermaterial als das zweite Schaltelement aufweist, wobei das erste Schaltelement und das zweite Schaltelement durch eine flexible Kontaktierung miteinander verbunden sind.

[0023] Die flexible Kontaktierung kann beispielsweise eine Bogenform aufweisen, die es erlaubt, Vibrationen und Erschütterungen abzufedern und wirksam einzudämpfen. Das erste Schaltelement kann einen Transistor, etwa einen High-Electron-Mobility-Transistor (HEMT), aufweisen. Das zweite Schaltelement kann ebenfalls einen Transistor, etwa einen Metal-Oxide-Semiconductor-Field-Effect-Transistor (MOSFET) aufweisen. Das erste Schaltelement kann ein erstes Halbleitermaterial aufweisen, welches eine größere Bandlücke hat als ein zweites Halbleitermaterial im zweiten Schaltelement.

[0024] Ausführungsformen werden nun beispielhaft und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Steuergeräts mit einem Leistungsmodul gemäß einer Ausführungsform in Seitenansicht;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Steuergeräts mit einem Leistungsmodul gemäß einer weiteren Ausführungsform in Seitenansicht;

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Schaltung eines Leistungsmoduls gemäß einer weiteren Ausführungsform;

Fig. 4 eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung eines Verhaltens eines Rauschsignals mehrerer Leistungsmodule unterschiedlicher Aufbauten; und

Fig. 5 eine weitere schematische Darstellung zur Veranschaulichung eines Verhaltens eines Rauschsignals mehrerer Leistungsmodule unterschiedlicher Aufbauten; und.

[0025] In den Figuren beziehen sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder funktionsähnliche Bezugsteile. In den einzelnen Figuren sind die jeweils relevanten Bezugsteile gekennzeichnet.

[0026] **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung einer Beschaltung eines Steuergeräts **20**. Das beispielhaft als DC/AC-Wechselrichter bzw. Inverter ausgebildete Steuergerät **20** umfasst einen Leistungseingang **12** zum Einspeisen einer DC-Leistung, etwa von einer Batterie, einen Leistungsausgang **16** zum Ausgeben einer AC-Leistung, etwa an eine E-Maschine wie Elektromotor. Zwischen dem Leistungseingang **12** und dem Leistungsausgang **16** sind zum einen mehrere Kondensatoren C1, C2, C3, die einen Zwischenkreis bilden, zum anderen eine Brückenschaltung **14** in Form einer Halbbrücke angeordnet. Die Halbbrücke **14** umfasst einen Highside-Schalter (HS-Schalter) **142** und einen Lowside-Schalter (LS-Schalter) **144**. Die Halbbrücke **14** ist zum Zwischenkreis C1 parallelgeschaltet. Der HS-Schalter **142** und der LS-Schalter **144** werden im Betrieb abwechselnd ein- und ausgeschaltet, um eine Pulsweitenmodulation der eingespeisten Eingangsleistung, etwa eines DC-Stroms, durchzuführen und hieraus eine sinusförmige Ausgangsleistung, etwa eines mehrphasigen AC-Stroms, zu erzeugen. Weitere Kondensatoren C4, C5, C6 sind mit der Halbbrücke **14** in Verbindung stehend angeordnet. Dabei handelt es sich bei einem Kondensator C4, der am Leistungsausgang **16** angeordnet ist, sodass der Ausgangsstrom durch den Kondensator C4 abzweigt ist, um eine Ausgangskapazität des Leistungsmoduls **10**.

[0027] **Fig. 2** zeigt schematisch eine Seitenansicht des Leistungsmoduls **10**. Das Leistungsmodul **10**

weist einen Schichtaufbau auf, der in der gezeigten Darstellung von unten bis oben mehrere Schichten umfasst.

[0028] Das Leistungsmodul **10** umfasst einen Leistungseingang **12** zum Einspeisen einer Eingangsleistung, die in diesem Beispiel eine DC-Spannung bzw. einen DC-Strom umfasst. Der Leistungseingang **12** umfasst einen Positivpol **122** und einen Negativpol **124**. Der Positivpol **122** erstreckt sich in einer ersten horizontalen Richtung, die in die Zeichnungsebene hineinzeigt. Auch der Negativpol **124** erstreckt sich in der ersten horizontalen Richtung, wobei der Negativpol **124** einen Abschnitt aufweist, der in einer zweiten horizontalen Richtung, die senkrecht zur ersten horizontalen Richtung steht, weiter verläuft. In einer vertikalen Richtung, die in der Zeichnungsebene senkrecht zu den Schichtebenen des Schichtaufbaus des gesamten Leistungsmoduls steht, sind der Positivpol **122** und der Negativpol **124** voneinander durch einen Isolierschichtaufbau **123** elektrisch voneinander getrennt. Zwischen einer ersten Isolierschicht **1232** und einer zweiten Isolierschicht **1234** ist eine Kupferschicht angeordnet. Somit fungieren der Positivpol **122**, der Negativpol **124** sowie die Kupferschicht zwischen der ersten und der zweiten Isolierschicht **1232**, **1234** als Elektroden für zwei Plattenkondensatoren, die den DC-seitigen Kondensatoren C2, C3 in **Fig. 1** entsprechen.

[0029] Beide Leistungsschalter **142**, **144** der Halbbrücke **14** sind oberseitig des Schichtaufbaus angeordnet. Der HS-Schalter **142** weist ein erstes Schaltelement **1422** und ein zum ersten Schaltelement **1422** reihengeschaltetes zweites Schaltelement **1424** auf. Das erste Schaltelement **1422** ist hier beispielhaft als ein Transistor (etwa ein HEMT) basierend auf einem ersten Halbleitermaterial mit einer ersten Bandlücke, etwa einem sogenannten Wide-Bandgap-Semiconductor, vorzugsweise Galliumnitrid (GaN), ausgebildet. Alternativ kann der Transistor Siliziumcarbid (SiC) verwenden. Das zweite Schaltelement **1424** ist hier beispielhaft als ein Transistor (etwa ein MOSFET) basierend auf einem zweiten Halbleitermaterial (etwa Silizium) mit einer zweiten Bandlücke, die kleiner ist als die erste Bandlücke, ausgebildet.

[0030] Das erste Schaltelement **1422** und das zweite Schaltelement **1424** sind mittels einer ersten Kontaktierung **1423** miteinander elektrisch verbunden. Eine zweite Kontaktierung **1425** verbindet das erste Schaltelement **1422** und dem Positivpol **122** des Leistungseingangs **12** über einen Abschnitt einer Kupferbeschichtung **148**. Diese Kupferbeschichtung **148** erstreckt sich in der zweiten horizontalen Richtung über die Breite der Brückenschaltung **14** und umfasst mehrere, räumlich voneinander beabstandete Abschnitte. Das erste Schaltelement **1422** ist auf einem Abschnitt der Kupferbeschichtung **148** angebracht. Das zweite

Schaltelement **1424** ist auf einem weiteren Abschnitt der Kupferbeschichtung 148 angebracht. Unterhalb der Kupferbeschichtung 148 ist eine Isolierschicht **146** zum Verbinden der Kupferbeschichtung 148 und somit auch der Halbbrücke **14** mit einem Kühler **18** mittels einer Lötsschicht oder Sinterschicht **149** angeordnet. Die Isolierschicht **146** weist vorzugsweise ein Keramikmaterial auf. Die Isolierschicht **146** umfasst einen ersten Bereich **1462**, der dem ersten Schaltelement **1422** zugeordnet ist und direkt unterhalb des ersten Schaltelements **1422** angeordnet ist. Die Isolierschicht **146** umfasst ferner einen zweiten Bereich **1464**, der dem zweiten Schaltelement **1424** zugeordnet ist und direkt unterhalb des zweiten Schaltelements **1424** angeordnet ist.

[0031] Die Isolierschicht **146** ist im ersten Bereich **1462** und im zweiten Bereich **1464** vorzugsweise unterschiedlich ausgebildet. Dies bedeutet, dass die Isolierschicht **146** in beiden Bereichen **1462**, **1464** unterschiedliche Dielektrizitätskonstanten und/oder Dicken hat. Vorzugsweise ist die Dielektrizitätskonstante der Isolierschicht **146** im ersten Bereich **1462** höher als im zweiten Bereich **1464**. Alternativ oder zusätzlich ist die Dicke der Isolierschicht **146** im ersten Bereich **1462** kleiner als im zweiten Bereich **1464**.

[0032] Das zweite Schaltelement **1424** ist gegenüber dem ersten Schaltelement **1422** am Leistungsausgang **16** angeordnet. D. h., der Laststrom fließt zuerst durch das erste Schaltelement **1422** und danach das zweite Schaltelement **1424**, bevor er durch den Leistungsausgang **16** an eine externe Entität (etwa E-Maschine für den Elektrofahrzeugantrieb) ausgegeben wird. Die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Isolierschicht **146** führt daher zu einer reduzierten Ausgangskapazität des Ausgangskondensators C4, was eine erhöhte Gesamtimpedanz der Halbbrücke **14** bewirkt. Aufgrund der erhöhten Gesamtimpedanz ist eine Übertragung von Störsignalen, die auf hochfrequente Leistungsfluktuationen zurückzuführen sind, vom Leistungsausgang **16** zum Leistungseingang **12** erschwert. Das Leistungsmodul **10** ist daher störfestiger, was das Betreiben des Elektrofahrzeugantriebs verbessert. Auch kann hierdurch ein Aufbau des Leistungsmoduls **10** erreicht werden, der eine höhere mechanische Stabilität und Kostengünstigkeit aufweist.

[0033] Der LS-Schalter **144** ist ähnlich zum HS-Schalter **142** ausgebildet und weist ebenfalls ein erstes Schaltelement **1442** und ein zu diesem reihengeschaltetes zweites Schaltelement **1444** auf. Das erste und das zweite Schaltelement **1442**, **1444** sind zueinander mittels einer dritten Kontaktierung **1443** reihengeschaltet. Das erste Schaltelement **1442** ist mittels einer vierten Kontaktierung **1445** mit der Kupferbeschichtung 148 elektrisch verbunden.

[0034] Im Unterschied zum HS-Schalter **142** kann beim LS-Schalter **144** die Isolierschicht **146** in den Bereichen des ersten und zweiten Schaltelements **1442**, **1444** gleichermaßen ausgebildet sein.

[0035] In dem in Fig. 2 gezeigten Beispiel ist der Isolierschichtaufbau **123** in einem DC-seitigen Endbereich des Leistungsmoduls **10** räumlich eingeschränkt. Somit ist der Isolierschichtaufbau **123** mit den Leistungsschaltern **142**, **144** überlappungsfrei. Fig. 3 zeigt ein weiteres Beispiel des Leistungsmoduls 11, das im Wesentlichen ähnlich aufgebaut ist wie das in Fig. 2 gezeigte Beispiel. Im Unterschied zum Letzteren erstreckt sich der Isolierschichtaufbau **123** in Fig. 3 jedoch in der zweiten horizontalen Richtung, derart, dass sich der Isolierschichtaufbau **123** mit den Leistungsschaltern **142**, **144** in der vertikalen Richtung überlappt.

[0036] Fig. 4 und Fig. 5 zeigen je ein Diagramm, in dem mehrere Kurven D0 bis D2 gezeigt sind. Die Kurven beschreiben jeweils einen Verlauf eines Verhältnisses r zwischen einem Störsignal, welches auf hochfrequente Leistungsfluktuationen der Ausgangsleistung zurückzuführen ist, und der Ausgangsleistung als Funktion der Frequenz f . Die Kurve D0 bezieht sich auf einen Aufbau eines konventionellen Leistungsmoduls, bei dem statt des erfindungsgemäßen, doppelagigen Isolierschichtaufbaus nur eine einzelne Isolierschicht zwischen dem Positivpol **122** und dem Negativpol **124** des Leistungseingangs **12** verwendet wird. Die Kurve D1 bezieht sich auf den in Fig. 2 gezeigten Aufbau des erfindungsgemäßen Leistungsmoduls **10**. Die Kurve D2 bezieht sich auf den in Fig. 3 gezeigten Aufbau des erfindungsgemäßen Leistungsmoduls 11. Wie in den Kurven ersichtlich, ist das Verhältnis r des Störsignals relativ zur Ausgangsleistung bei den erfindungsgemäßen Leistungsmodulen **10**, **11** geringer als beim konventionellen Aufbau. Dies zeigt, dass die doppelschichtige Struktur des Isolierschichtaufbaus **123** die Störfestigkeit des Leistungsmoduls **10**, **11** gegen hochfrequente Stromfluktuationen erhöht. Außerdem ist ein DC-seitiger Kondensator C2, C3 als im Leistungsmodul **10**, **11** eingebetteter Kondensator realisiert, was gegenüber Einsatz von externen Kondensatoren außerhalb des Leistungsmoduls platzsparender und kostengünstiger ist, da beispielsweise kein zusätzlicher Herstellungsschritt zum Einbringen des externen Kondensators erforderlich ist.

Bezugszeichenliste

10	Leistungsmodul
12	Leistungseingang
122	Positivpol
123	Isolierschichtaufbau
1232	erste Isolierschicht

1234	zweite Isolierschicht
124	Negativpol
14	Brückenschaltung
142	HS-Schalter
1422	erstes Schaltelement
1423, 1425	Kontaktierung
1424	zweites Schaltelement
144	LS-Schalter
1442	erstes Schaltelement
1443, 1445	Kontaktierung
1444	zweites Schaltelement
146	Isolierschicht
1462	erster Bereich
1464	zweiter Bereich
149	Lötschicht oder Sinterschicht
16	Leistungsausgang
18	Kühler
20	Steuergerät
C1-C6	Kondensatoren
D0-D2	Messkurven

Patentansprüche

1. Leistungsmodul (10) für ein Steuergerät (20) zum Betreiben eines Elektrofahrzeugantriebs, umfassend einen Leistungseingang (12) zum Einspeisen einer Eingangsleistung, wobei der Leistungseingang (12) einen Positivpol (122) und einen Negativpol (124) aufweist, das Leistungsmodul (10) ferner umfassend eine Brückenschaltung (14) zum Erzeugen einer Ausgangsleistung basierend auf der Eingangsleistung, wobei die Brückenschaltung (14) zumindest einen Leistungsschalter (142, 144) aufweist, wobei der Leistungseingang (12) einen Isolierschichtaufbau (123) mit einer ersten Isolierschicht (1232) und einer zur ersten Isolierschicht (1232) im Wesentlichen parallel ausgerichteten zweiten Isolierschicht (1234) aufweist, wobei der Positivpol (122) und der Negativpol (124) durch den Isolierschichtaufbau (123) voneinander elektrisch getrennt sind.

2. Leistungsmodul (10) nach Anspruch 1, wobei der Isolierschichtaufbau (123) mit dem zumindest einen Leistungsschalter in einer vertikalen Richtung überlappungsfrei angeordnet ist.

3. Leistungsmodul (10) nach Anspruch 2, wobei sich der Isolierschichtaufbau (123) in einer ersten horizontalen Richtung erstreckt, die zumindest teilweise senkrecht zu einer zweiten horizontalen Richtung ist, wobei der zumindest eine Leistungsschal-

ter ein Highside-Schalter (142) ist, wobei die Brückenschaltung (14) zusätzlich einen Lowside-Schalter (144) umfasst, wobei die zweite horizontale Richtung durch eine Verbindung zwischen dem Highside-Schalter (142) und dem Lowside-Schalter (144) definiert ist.

4. Leistungsmodul (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Isolierschichtaufbau (123) in einem DC-seitigen Bereich des Leistungsmoduls (10) beschränkt ist.

5. Leistungsmodul (10) nach Anspruch 1, wobei der Isolierschichtaufbau (123) mit dem zumindest einen Leistungsschalter (142, 144) in einer vertikalen Richtung überlappend angeordnet ist.

6. Leistungsmodul (10) nach Anspruch 5, wobei ein mit dem Leistungsschalter (142, 144) in der vertikalen Richtung überlappender Bereich des Isolierschichtaufbaus (123) zumindest zwei in einer horizontalen Richtung voneinander beabstandete Abschnitte umfasst.

7. Leistungsmodul (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der zumindest eine Leistungsschalter ein erstes Schaltelement (1422) und ein zu diesem reihengeschaltetes zweites Schaltelement (1424) aufweist, wobei das erste Schaltelement (1422) ein verschiedenes Halbleitermaterial als das zweite Schaltelement (1424) aufweist, wobei das erste Schaltelement (1422) und das zweite Schaltelement (1424) durch eine flexible Kontaktierung miteinander verbunden sind.

8. Steuergerät (20), insbesondere DC/AC-Wechselrichter, zum Betreiben eines Elektrofahrzeugantriebs, umfassend ein Leistungsmodul (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

9. Verfahren zum Betreiben eines Elektrofahrzeugantriebs, umfassend Einspeisen einer Eingangsleistung über einen Leistungseingang (12), wobei der Leistungseingang (12) einen Positivpol (122) und einen Negativpol (124) aufweist, das Verfahren weiter umfassend Erzeugen einer Ausgangsleistung basierend auf der Eingangsleistung mittels einer Brückenschaltung (14) mit zumindest einem Leistungsschalter (142, 144), wobei der Leistungseingang (12) einen Isolierschichtaufbau (123) mit einer ersten Isolierschicht (1232) und einer zur ersten Isolierschicht (1232) im Wesentlichen parallel ausgerichteten zweiten Isolierschicht (1234) aufweist, wobei der Positivpol (122) und der Negativpol (124) durch den Isolierschichtaufbau (123) voneinander elektrisch getrennt sind.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

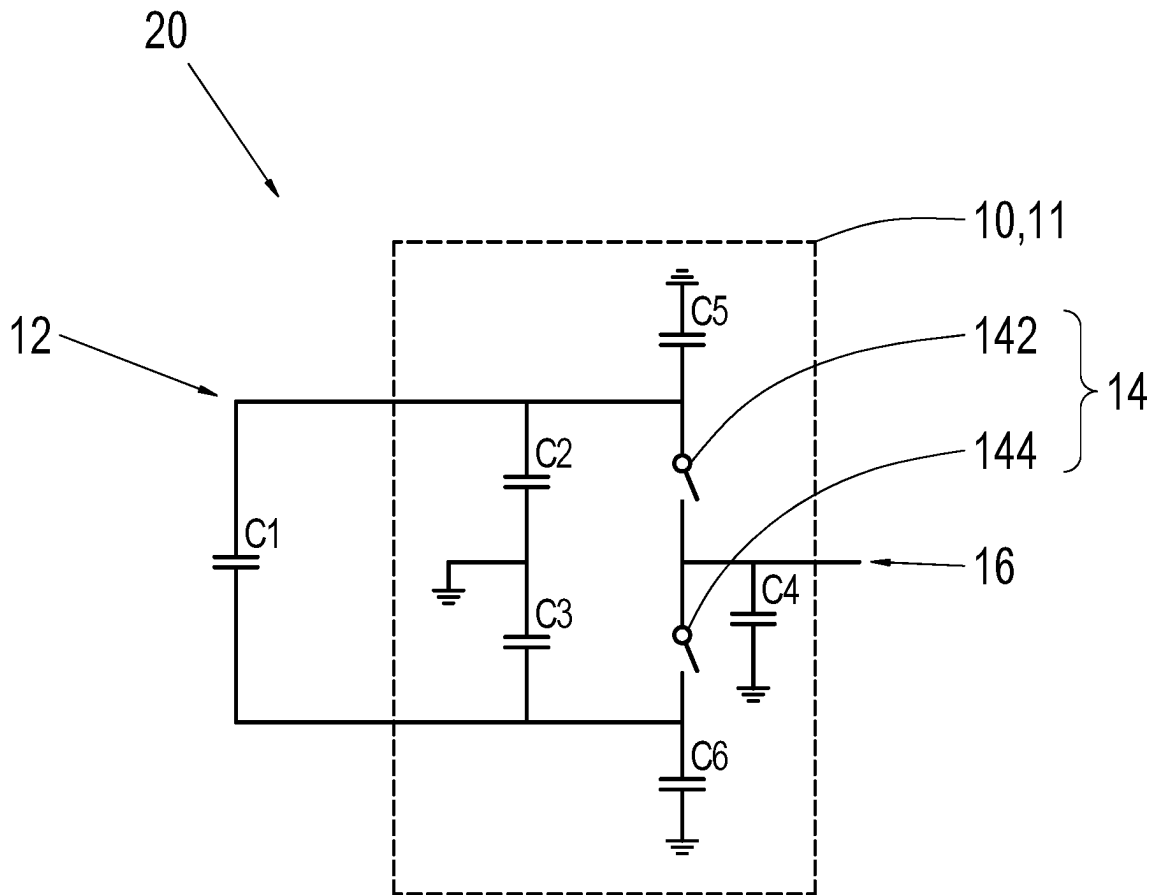


Fig. 1

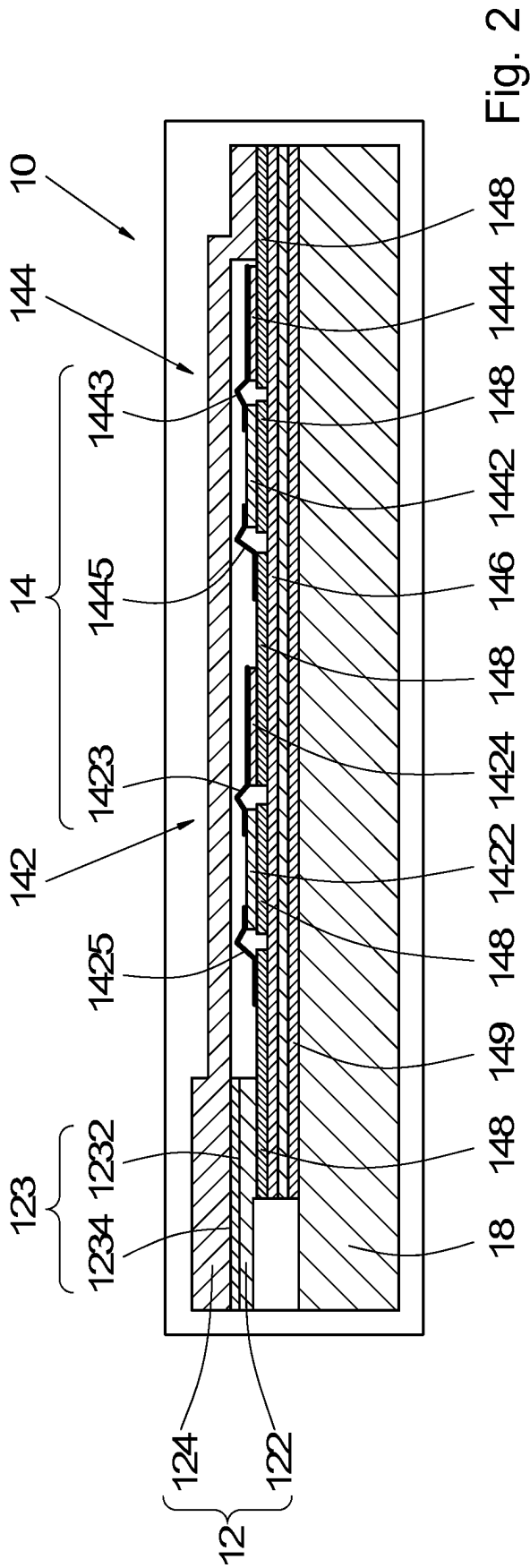


Fig. 2

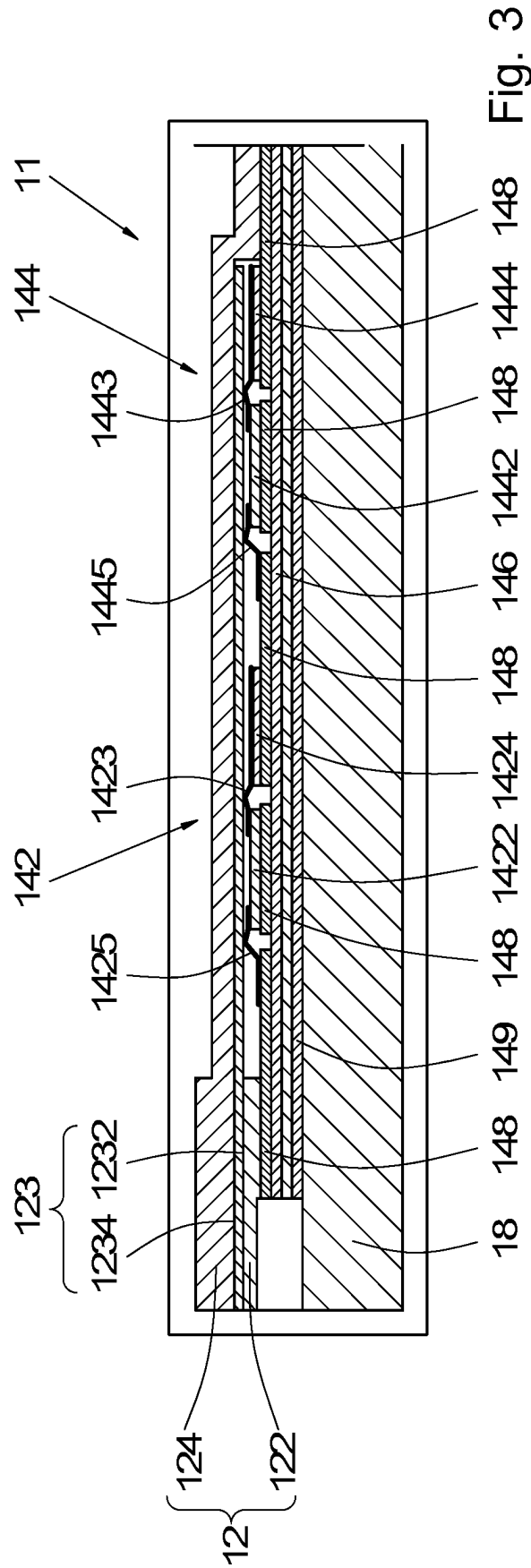


Fig. 3

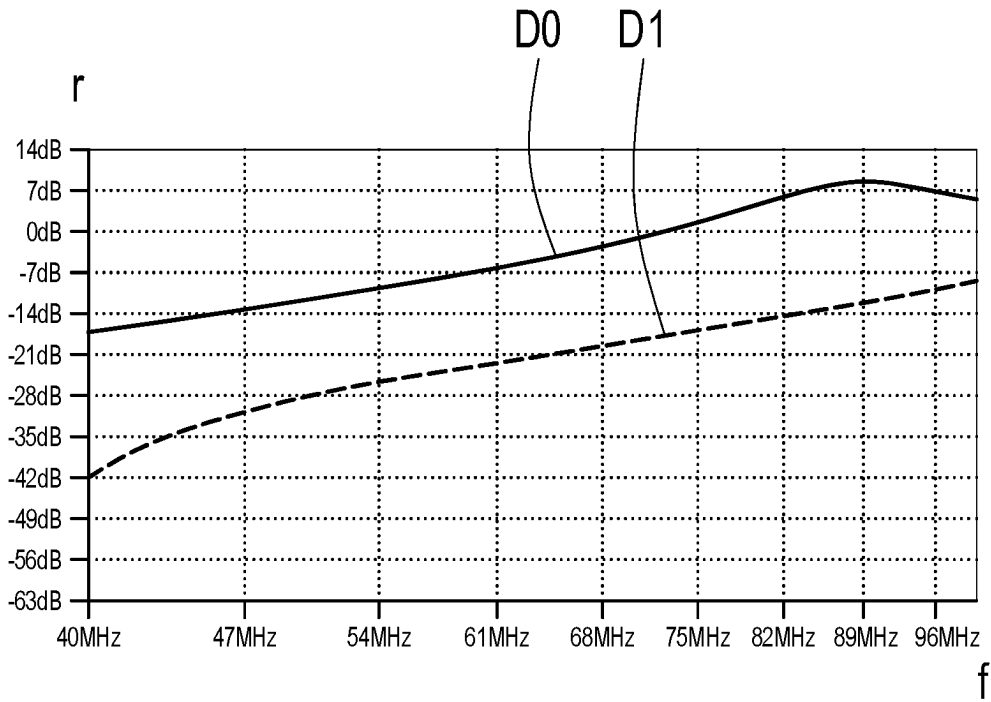


Fig. 4

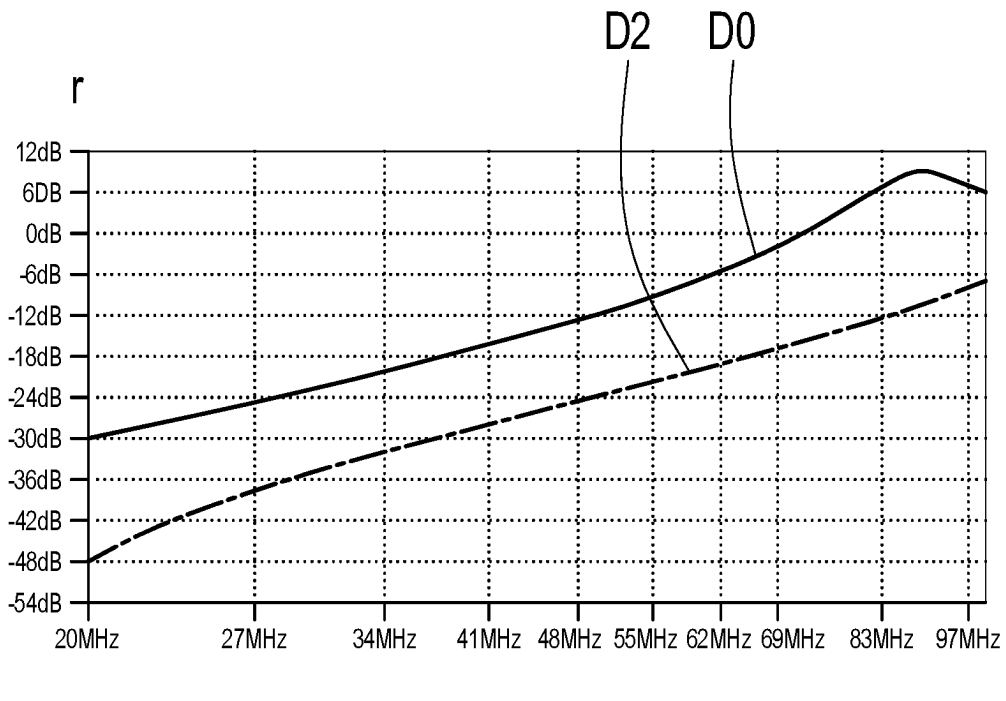


Fig. 5