

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
31. Dezember 2014 (31.12.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/206665 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H05K 1/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/060776

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Mai 2014 (26.05.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 212 446.5 27. Juni 2013 (27.06.2013) DE

(71) Anmelder: ZF FRIEDRICHSHAFEN AG [DE/DE];
Graf-von-Soden-Platz 1, 88046 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: MAIER, Thomas; Neckermannstr. 14, 92431
Neunburg v. Wald (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: ELECTRICAL CIRCUIT AND METHOD FOR PRODUCING AN ELECTRICAL CIRCUIT FOR ACTIVATING A
LOAD

(54) Bezeichnung : ELEKTRISCHE SCHALTUNG UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER ELEKTRISCHEN
SCHALTUNG ZUR ANSTEUERUNG EINER LAST

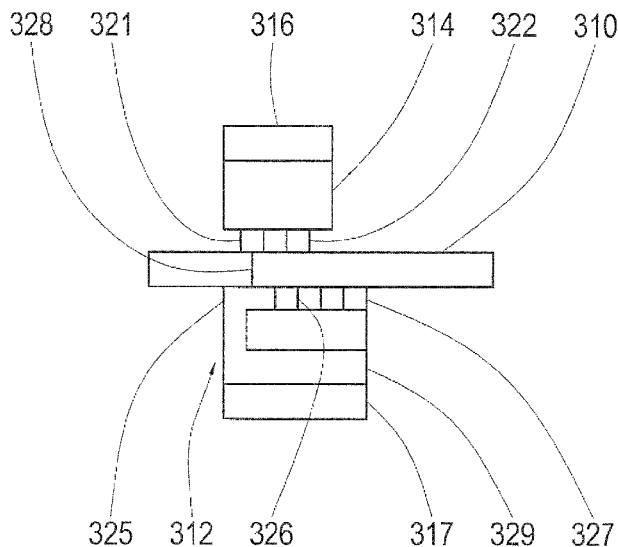


Fig. 3

(57) Abstract: An electrical circuit (102) for activating a load, in particular an electric motor for a vehicle, comprises: a circuit carrier (310) having a first surface and a second surface opposite the first surface; an intermediate circuit capacitor (314), which is arranged on the first surface; and a power semiconductor (312), which is arranged on the second surface and is connected in an electrically conductive manner to the intermediate circuit capacitor (314), to provide electrical energy for the load. The power semiconductor (312) has at least one first electric terminal (325) and one second electric terminal (326, 327), wherein the first electric terminal (325) is connected in an electrically conductive manner to a thermally conductive face (329), which is arranged on a side of the power semiconductor (312) facing away from the second surface of the circuit carrier (310).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/206665 A1



Eine elektrische Schaltung (102) zur Ansteuerung einer Last, insbesondere eines elektrischen Motors für ein Fahrzeug weist einen Schaltungsträger (310) mit einer ersten Oberfläche und einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche, einen auf der ersten Oberfläche angeordneten Zwischenkreiskondensator (314) und einen auf der zweiten Oberfläche angeordneten und mit dem Zwischenkreiskondensator (314) elektrisch leitfähig verbundenen Leistungshalbleiter (312) zum Bereitstellen elektrischer Energie für die Last auf. Der Leistungshalbleiter (312) weist zumindest einen ersten elektrischen Anschluss (325) und einen zweiten elektrischen Anschluss (326, 327) auf, wobei der erste elektrische Anschluss (325) elektrisch leitend mit einer auf einer der zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers (310) abgewandten Seite des Leistungshalbleiters (312) angeordneten Wärmeleitfläche (329) verbunden ist.

Elektrische Schaltung und Verfahren zum Herstellen einer elektrischen Schaltung zur Ansteuerung einer Last

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine elektrische Schaltung und auf ein Verfahren zum Herstellen einer elektrischen Schaltung zur Ansteuerung einer Last, beispielsweise eines elektrischen Motors eines Fahrzeugs.

Bei der Ansteuerung von elektrischen Motoren im Automotivbereich für höhere Leistungen werden Leistungshalbleiter in verschiedenen Konfigurationen eingesetzt, z.B. H-Brücken für DC-Motoren (Gleichstrommotoren) oder B6-Brücken für BLDC-Motoren (bürstenlose Gleichstrommotoren). Im Niedervoltbereich werden als diskrete Leistungshalbleiter vor allem Power-MOSFETs verwendet. Bei höheren Spannungen vor allem für Hybridsysteme werden auch Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode eingesetzt. Solche Leistungshalbleiter erfordern eine Kühlung, um während des Betriebes nicht zu überhitzen.

Eine Ansteuerung einer Last, beispielsweise eine Motoransteuerung benötigt als Puffer einen Zwischenkreiskondensator, der aus Gründen der elektromagnetischen Verträglichkeit optimal anzuordnen ist. Auch der Zwischenkreiskondensator ist aufgrund der Ripplestrombelastung und der daraus resultierenden Verlustleistung eventuell zu kühlen.

Vor diesem Hintergrund schafft die vorliegende Erfindung eine verbesserte elektrische Schaltung zur Ansteuerung einer Last und ein verbessertes Verfahren zum Herstellen einer elektrischen Schaltung zur Ansteuerung einer Last gemäß den Hauptansprüchen. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

Weist ein Leistungshalbleiter auf einer seiner Montagefläche gegenüberliegenden Seite eine Wärmeleitfläche auf, so kann die während des Betriebs des Leistungshalbleiters entstehende Wärme über die Wärmeleitfläche abgeleitet werden. Auf diese Weise ist es nicht oder nur in einem geringen Maß erforderlich, Wärme

über einen Schaltungsträger abzuführen, auf dem der Leistungshalbleiter montiert ist.

Eine elektrische Schaltung zur Ansteuerung einer Last, insbesondere eines elektrischen Motors für ein Fahrzeug, weist einen Schaltungsträger mit einer ersten Oberfläche und einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche, einen auf der ersten Oberfläche angeordneten Zwischenkreiskondensator und einen auf der zweiten Oberfläche angeordneten und mit dem Zwischenkreiskondensator elektrisch leitfähig verbundenen Leistungshalbleiter zum Bereitstellen elektrischer Energie für die Last auf.

Der Zwischenkreiskondensator und der Leistungshalbleiter sind bezüglich des Schaltungsträgers sich gegenüberliegend auf dem Schaltungsträger angeordnet. Hierdurch wird eine verbesserte EMV-(elektromagnetische Verträglichkeit) Anbindung der einzelnen Bauelemente erreicht. Selbstverständlich ist es möglich, dass auch weitere elektronische Bauelemente dem Leistungshalbleiter gegenüberliegend auf dem Schaltungsträger angeordnet sind.

Der Leistungshalbleiter ist zweckmäßig als Reverse-Leistungsendstufe ausgeführt, insbesondere als Reverse-MOSFET oder Direct-FET. Bei den Zwischenkreiskondensatoren handelt es sich zweckmäßig um SMD-Elektrolytkondensatoren, insbesondere um Polymer-Elektrolytkondensatoren.

Der Leistungshalbleiter weist zumindest einen ersten elektrischen Anschluss und einen zweiten elektrischen Anschluss auf, wobei der erste elektrische Anschluss elektrisch leitend mit einer auf einer der zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers abgewandten Seite des Leistungshalbleiters angeordneten Wärmeleitfläche verbunden ist.

Unter einer elektrischen Schaltung kann beispielsweise eine bestückte Leiterplatte, eine Vorrichtung oder ein elektrisches Gerät, beispielsweise ein Steuergerät verstanden werden. Die elektrische Schaltung kann Schnittstellen, beispielsweise zu einer Energieversorgung oder zu der Last aufweisen. Bei der Last kann es sich um

einen elektrischen Verbraucher, beispielsweise eine elektrische Maschine handeln. Die elektrische Energie kann zum Betreiben der Last als ein Gleichstrom oder ein Wechselstrom bereitgestellt werden. Der Leistungshalbleiter kann einen Steueranschluss aufweisen, über den beispielsweise eine Menge oder ein zeitlicher Verlauf der für die Last bereitzustellenden Energie gesteuert werden kann. Der Leistungshalbleiter kann in Form eines sogenannten Reverse-Bauteils, beispielsweise einer Reverse-Endstufe ausgeführt sein. Dabei kann der Leistungshalbleiter an einer Montageseite elektrische Anschlüsse, beispielsweise Lötballs oder Lötflächen aufweisen oder Lötanschlüsse aufweisen, deren Lötflächen zu der Montagefläche hin gerichtet sind. Auf einer der Montageseite gegenüberliegenden Seite kann der Leistungshalbleiter oder ein Gehäuse des Leistungshalbleiters die Wärmeleitfläche aufweisen. Die Wärmeleitfläche kann elektrisch leitend mit zumindest einem der elektrischen Anschlüsse des Leistungshalbleiters verbunden sein. Auf diese Weise kann im Inneren des Leistungshalbleiters entstehende Wärme sehr gut nach außen abgeleitet werden. Der Leistungshalbleiter kann eine Schnittstelle zwischen einem Zwischenkreis und einem Ausgangskreis darstellen. Beispielsweise kann der Leistungshalbleiter Teil einer Endstufe der elektrischen Schaltung sein oder eine solche Endstufe darstellen. In dem Ausgangskreis kann die Last angeordnet sein. In dem Zwischenkreis kann unter Einsatz des Zwischenkreiskondensators elektrische Energie zwischengespeichert werden. Unter einem Zwischenkreiskondensator kann ein einzelner Kondensator oder eine Zusammenschaltung beispielsweise eine Parallelschaltung mehrerer einzelner Kondensatoren verstanden werden. Unter einem Schaltungsträger kann eine Leiterplatte oder Platine mit einer Mehrzahl elektrischer Leitungen verstanden werden.

Ein solcher Ansatz ermöglicht eine absolut platzsparende Anordnung der Elektronikkomponenten, eine EMV-optimale (EMV = elektromagnetische Verträglichkeit) Anbindung des Zwischenkreiskondensators und eine verbesserte Kühlung der Leistungskomponenten, beispielsweise eines oder mehrere Leistungshalbleiter.

Der erste elektrische Anschluss und der zweite elektrische Anschluss des Leistungshalbleiters können auf einer der zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers zugewandten Seite des Leistungshalbleiters angeordnet sein. Alternativ können

Lötflächen oder Kontaktierungsflächen des ersten elektrischen Anschlusses und des zweiten elektrischen Anschlusses der zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers zugewandt sein. Der Leistungshalbleiter kann ausgebildet sein, um die elektrische Energie für die Last über den ersten elektrischen Anschluss zu führen. Beispielsweise kann es sich bei dem ersten elektrischen Anschluss um einen Eingang zum Verbinden des Leistungshalbleiters mit dem Zwischenkreiskondensator oder um einen Ausgang zum Verbinden des Leistungshalbleiters mit der Last handeln. Indem die Anschlüsse auf der dem Schaltungsträger zugewandten Seite des Leistungshalbleiters angeordnet sind, kann die Länge der Leitungen innerhalb des Leistungshalbleiters sehr gering gehalten werden. Zudem kann der Leistungshalbleiter beispielsweise als ein SMD-Baustein ausgeführt sein.

Die elektrische Schaltung kann einen Leistungshalbleiter-Kühlkörper aufweisen. Der Leistungshalbleiter-Kühlkörper kann mit der Wärmeleitfläche des Leistungshalbleiters verbunden sein. Beispielsweise kann eine Oberfläche des Leistungshalbleiter-Kühlkörpers direkt oder über eine Zwischenschicht mit der Wärmeleitfläche verbunden sein. Somit kann der Leistungshalbleiter-Kühlkörper auf den Leistungshalbleiter aufgesetzt sein, oder umgekehrt. Dies ermöglicht einen sehr kompakten Aufbau. Zudem kann die während des Betriebs des Leistungshalbleiters entstehende Wärme über den Leistungshalbleiter-Kühlkörper von dem Schaltungsträger weggeleitet werden. Dadurch können weitere, eventuell temperaturempfindliche Bauteile, in der Nähe des Leistungshalbleiters auf dem Schaltungsträger angeordnet werden.

Ferner kann die elektrische Schaltung einen Zwischenkreiskondensator-Kühlkörper aufweisen. Der Zwischenkreiskondensator-Kühlkörper kann mit einer der ersten Oberfläche des Schaltungsträgers abgewandten Seite des Zwischenkreiskondensators verbunden sein. Beispielsweise kann eine Oberfläche des Zwischenkreiskondensator-Kühlkörpers direkt oder über eine Zwischenschicht mit dem Zwischenkreiskondensator verbunden sein. Somit kann der Zwischenkreiskondensator-Kühlkörper auf den Zwischenkreiskondensator aufgesetzt sein, oder umgekehrt. Über den Zwischenkreiskondensator-Kühlkörper kann Wärme von dem Zwischenkreiskondensator abgeleitet werden. Dies kann die Lebensdauer des Zwischenkreiskondensators verlängern. Vorteilhafterweise kann der Zwischenkreiskondensator-

Kühlkörper so angeordnet werden, dass die von dem Zwischenkreiskondensator abgeleitete Wärme von dem Schaltungsträger weggeführt wird.

Zwischen der Wärmeleitfläche des Leistungshalbleiters und dem Leistungshalbleiter-Kühlkörper kann ein wärmeleitendes Material angeordnet sein. Entsprechend kann zwischen dem Zwischenkreiskondensator-Kühlkörper und der der ersten Oberfläche des Schaltungsträgers abgewandten Seite des Zwischenkreiskondensators ein wärmeleitendes Material angeordnet sein. Bei dem wärmeleitenden Material kann es sich beispielsweise um eine Paste, eine Folie oder eine Oxidschicht handeln, die einen Wärmeübergang zwischen Kühlkörper und zu kühlendem Bauteil erhöhen kann. Zudem kann das wärmeleitende Material als eine mechanische Stütze des zu kühlenden Bauteils dienen.

Gemäß einer Ausführungsform weist die elektrische Schaltung ein Gehäuse auf. Dabei ist der Schaltungsträger innerhalb des Gehäuses angeordnet. Eine erste Gehäusewand des Gehäuses kann den Zwischenkreiskondensator-Kühlkörper ausformen. Eine der ersten Gehäusewand gegenüberliegende zweite Gehäusewand des Gehäuses kann den Leistungshalbleiter-Kühlkörper ausformen. Die erste und die zweite Gehäusewand können parallel zueinander angeordnet sein. Die Gehäusewände können aus Metall ausgeführt sein. Indem das Gehäuse als Kühlkörper verwendet wird, kann auf zusätzliche Kühlkörper verzichtet werden. Dadurch können Gewicht und Bauraum eingespart werden. Zudem kann eine Lage des Zwischenkreiskondensators sowie des Leistungshalbleiters innerhalb des Gehäuses über den direkten Kontakt zu dem Gehäuse stabilisiert werden.

Gemäß einer Ausführungsform kann der Leistungshalbleiter als ein Transistor ausgeführt sein. Der erste elektrische Anschluss, der zweite elektrische Anschluss und ein dritter elektrischer Anschluss des Transistors können über an der zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers angeordnete Kontaktflächen mit dem Schaltungsträger elektrisch leitend verbunden sind. Beispielsweise kann es sich bei den Kontaktflächen um Lötflächen handeln. Bei dem Transistor kann es sich um einen Leistungstransistor handeln. Beispielsweise kann es sich bei dem Transistor um einen MOSFET (Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor) oder Leistungs-MOSFET han-

deln. Ein solcher MOSFET kann als elektrische Anschlüsse einen Drain-, einen Source- und einen Gate-Anschluss aufweisen. Beispielsweise kann der Drain-Anschluss oder der Source-Anschluss mit der Wärmeleitfläche elektrisch leitend verbunden sein. Auch kann es sich um einen Bipolartransistor, einen Leistungs-Bipolartransistor mit einem Kollektor-Anschluss, einem Emitter-Anschluss und einem Basis-Anschluss oder um einen IGBT (Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode) mit einem Kollektor-Anschluss, einem Emitter-Anschluss und einem Gate-Anschluss handeln. Bei einem Bipolartransistor kann beispielsweise der Kollektor-Anschluss oder der Emitter-Anschluss mit der Wärmeleitfläche elektrisch leitend verbunden sein.

Gemäß einer Ausführungsform können der Zwischenkreiskondensator und der Leistungshalbleiter so an dem Schaltungsträger angeordnet sein, dass eine der ersten Oberfläche des Schaltungsträgers zugewandte Grundfläche des Zwischenkreiskondensators mit einer der zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers zugewandten Grundfläche des Leistungshalbleiters überlappt. Somit können der Zwischenkreiskondensator und der Leistungshalbleiter direkt gegenüberliegend an dem Schaltungsträger angeordnet sein. Dadurch kann eine elektrische Leitung zum Verbinden des Zwischenkreiskondensators mit dem Leistungshalbleiter sehr kurz, beispielsweise als eine Durchkontaktierung durch den Schaltungsträger, ausgeführt sein.

Die elektrische Schaltung kann zumindest einen weiteren auf der ersten Oberfläche angeordneten Zwischenkreiskondensator aufweisen. Zusätzlich oder alternativ kann die elektrische Schaltung zumindest einen weiteren auf der zweiten Oberfläche angeordneten Leistungshalbleiter zum Bereitstellen weiterer elektrischer Energie für die Last aufweisen. Der weitere Leistungshalbleiter kann mit dem zumindest einen weiteren Zwischenkreiskondensator elektrisch leitfähig verbunden sein. Beispielsweise kann die elektrische Schaltung drei Leistungshalbleiter aufweisen, über die beispielsweise eine Last in Form eines Drehstrommotors mit Drehstrom versorgt werden kann. Eine Anzahl der Zwischenkreiskondensatoren kann einer Anzahl der Leistungshalbleiter entsprechen. Alternativ kann sich die Anzahl der Zwischenkreiskondensatoren von einer Anzahl der Leistungshalbleiter unterscheiden. Auf diese Weise

kann die elektrische Schaltung an die von der Last gestellten Anforderungen angepasst werden.

Ein Verfahren zum Herstellen einer elektrischen Schaltung zur Ansteuerung einer Last, insbesondere eines elektrischen Motors für ein Fahrzeug umfasst die folgenden Schritte:

Bereitstellen eines Schaltungsträgers mit einer ersten Oberfläche und einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche;

Anordnen eines Zwischenkreiskondensators auf der ersten Oberfläche des Schaltungsträgers;

Anordnen eines Leistungshalbleiters zum Bereitstellen elektrischer Energie für die Last auf der zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers, wobei der Leistungshalbleiter zumindest einen ersten elektrischen Anschluss und einen zweiten elektrischen Anschluss aufweist, wobei der erste elektrische Anschluss elektrisch leitend mit einer auf einer der zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers abgewandten Seite des Leistungshalbleiters angeordneten Wärmeleitfläche verbunden ist; und

Elektrisch leitfähiges Verbinden des Leistungshalbleiters mit dem Zwischenkreiskondensator.

Das elektrisch leitfähige Verbinden des Leistungshalbleiters mit dem Zwischenkreiskondensator kann beispielsweise durch die Schritte des Anordnens des Zwischenkreiskondensators und des Leistungshalbleiters auf dem Schaltungsträger oder durch einen separaten Schritt, beispielsweise einer Erhitzung der Anordnung aus Schaltungsträger, Zwischenkreiskondensator und Leistungshalbleiter erfolgen.

Die Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Fahrzeug mit einer elektrischen Schaltung zur Ansteuerung einer Last, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine elektrische Schaltung zur Ansteuerung einer Last;

Fig. 3 eine elektrische Schaltung zur Ansteuerung einer Last, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 eine elektrische Schaltung zur Ansteuerung einer Last, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 5 ein Verfahren zum Herstellen einer elektrischen Schaltung zur Ansteuerung einer Last, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

In der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden für die in den verschiedenen Figuren dargestellten und ähnlich wirkenden Elemente gleiche oder ähnliche Bezugszeichen verwendet, wobei auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente verzichtet wird.

Fig. 1 zeigt ein Fahrzeug 100 mit einer elektrischen Schaltung 102 zur Ansteuerung einer Last 104 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Bei dem Fahrzeug 100 kann es sich beispielsweise um ein Fahrzeug zur Personenbeförderung, beispielsweise um ein Kraftfahrzeug oder ein Schienenfahrzeug handeln. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist die Last 104 als ein elektrischer Motor 104 ausgeführt. Dabei kann es sich beispielsweise um einen Antriebsmotor 104 des Fahrzeugs 100 handeln. Somit kann die Schaltung 102 eine Ansteuerelektronik von einem elektrischen Motor 104 darstellen.

Die elektrische Schaltung 102 ist ausgebildet, um elektrische Energie zum Betreiben des Motors 104 an den Motor 104 bereitzustellen. Dazu weist die elektrische Schaltung 102 eine geeignete Ausgangsschnittstelle, beispielsweise in Form eines Steckers oder in Form von elektrischen Leitungen auf. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist die elektrische Schaltung 102 über zwei elektrische Leitungen mit dem Motor 104 verbunden. Somit kann es sich bei dem Motor 104 um einen Gleichstrommotor handeln. Wenn der Motor 104 als ein Drehstrommotor ausgeführt ist, kann die elektrische Schaltung 102 beispielsweise über drei elektrische Leitungen mit dem Motor 104 verbunden sein.

Eine von dem Motor 104 bereitgestellte mechanische Leistung kann über die von der elektrischen Schaltung 102 an den Motor 104 bereitgestellte elektrische Energie gesteuert werden. Zum Bereitstellen der elektrischen Energie für den Motor 104 weist die elektrische Schaltung 102 zumindest einen Leistungshalbleiter, beispielsweise einen Leistungstransistor auf. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist die elektrische Schaltung 102 mit einer Energieversorgung 106 verbunden. Die elektrische Schaltung 102 ist ausgebildet, um elektrische Energie der Energieversorgung 106 aufzunehmen, beispielsweise in einem Zwischenkreiskondensator zu speichern und gesteuert an den Motor 104 abzugeben. Bei der Energieversorgung 106 kann es sich beispielsweise um eine Batterie des Fahrzeugs 100 handeln.

Ferner weist die elektrische Schaltung 102 gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine Schnittstelle zu einer Steuereinrichtung 108 auf. Die Steuereinrichtung 108 ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel ausgebildet, um ein Steuersignal zum Steuern des Motors 104 an die elektrische Schaltung 102 bereitzustellen. Beispielsweise kann das Steuersignal verwendet werden, um einen Steueranschluss eines Leistungstransistors der elektrischen Schaltung 102 anzusteuern, über den die elektrische Energie an den Motor 104 bereitgestellt wird. Gemäß alternativen Ausführungsbeispielen können die Energieversorgung 106 und zusätzlich oder alternativ die Steuereinrichtung 108 von der elektrischen Schaltung 102 umfasst sein.

Die elektrische Schaltung 102 kann in einem Gehäuse angeordnet sein. Ein solches Gehäuse kann die elektrische Schaltung 102 vollständig umschließen und lediglich Schnittstellen, beispielsweise zum Verbinden der elektrischen Schaltung 102 mit dem Motor 104 oder der Energieversorgung 106 umfassen.

Fig. 2 zeigt eine elektrische Schaltung 202 zur Ansteuerung einer Last. Beispielsweise kann die elektrische Schaltung 202 anstelle der in Fig. 1 gezeigten elektrischen Schaltung zum Ansteuern der Last, beispielsweise des in Fig. 1 gezeigten Motors eingesetzt werden.

Die elektrische Schaltung 202 weist einen Schaltungsträger 210 auf. Auf einer Oberfläche des Schaltungsträgers 210 sind drei Endstufen 212 und daneben drei Kondensatoren 214 angeordnet. Der Schaltungsträger 210 ist in einem Gehäuse angeordnet, von dem eine Gehäuseoberseite 216 und eine Gehäuseunterseite 217 gezeigt sind. Zwischen dem Schaltungsträger 210 und der Gehäuseunterseite 217 befindet sich ein Spalt. Innerhalb des Spalts ist, einer jeder der Endstufen 212 gegenüberliegend, ein wärmeleitendes Material 219 angeordnet, das eine thermische Kopplung zwischen dem Schaltungsträger 210 und der Gehäuseunterseite 117 ermöglicht.

Die Kondensatoren 214 bilden einen Zwischenkondensator. Beispielsweise können die drei Kondensatoren 214 drei parallel geschaltete SMD-Elektrolytkondensatoren darstellen. Die drei Endstufen 212 können mit Standard-MOSFETs realisiert sein.

In Fig. 2 ist eine mögliche Aufbauweise einer elektrischen Schaltung 202 zur Ansteuerung von elektrischen Motoren im Automobilbereich dargestellt. Als besonderes Merkmal ist hervorzuheben, dass die Kühlung der Leistungsendstufen 212 durch den Schaltungsträger 210 hindurch erfolgt. Die Wärmesenke, z.B. Gehäuseteile, die auch zur Wärmeabfuhr dienen oder Kühlkörper, befindet sich auf der gegenüberliegenden Seite der Endstufen 212. Aus EMV-Gründen, also aus Gründen der elektromagnetischen Verträglichkeit, ist der aus den drei Kondensatoren 214 gebildete Zwischenkreiskondensator so nah wie möglich an den Leistungsendstufen 212 platziert und eventuell auch thermisch an die Heatsink, also an die Wärmesenke, angebunden.

Fig. 3 zeigt eine elektrische Schaltung 102 zur Ansteuerung einer Last gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Beispielsweise kann die elektrische Schaltung 102 die in Fig. 1 gezeigte elektrische Schaltung darstellen.

Die elektrische Schaltung 102 weist einen Schaltungsträger 310 auf. Auf einer ersten Oberfläche des Schaltungsträgers 310 ist ein Zwischenkreiskondensator 314 angeordnet. Auf einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberflä-

che des Schaltungsträgers 310 ist ein Leistungshalbleiter 312 angeordnet. Der Leistungshalbleiter 312 stellt gemäß diesem Ausführungsbeispiel eine Endstufe zum Ansteuern einer elektrischen Last dar und kann als ein Leistungstransistor ausgeführt sein.

Der Zwischenkreiskondensator 314 ist über zwei elektrische Anschlüsse 321, 322 elektrisch leitfähig mit elektrischen Kontaktstellen auf der ersten Oberfläche des Schaltungsträgers 310 verbunden.

Der Leistungshalbleiter 312 ist über drei elektrische Anschlüsse 325, 326, 327 elektrisch leitfähig mit elektrischen Kontaktstellen auf der zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers 310 verbunden.

Die elektrischen Anschlüsse 321, 322, 325, 326, 327 können beispielsweise als Lötkontaktstellen oder Lötflächen ausgeführt sein. Beispielsweise können der Zwischenkreiskondensator 314 und der Leistungshalbleiter 312 als SMD-Bauteile ausgeführt sein.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist ein Anschluss 321 des Leistungshalbleiters 312 über eine Durchkontaktierung 328 durch den Schaltungsträger 310 mit einem Anschluss 321 des Zwischenkreiskondensators 114 elektrisch leitend verbunden.

Der Leistungshalbleiter 312 weist auf einer, im montierten Zustand dem Schaltungsträger 310 abgewandten Seite eine Wärmeleitfläche 329 auf. Die Wärmeleitfläche 329 kann beispielsweise als eine Metallfläche realisiert sein. Die Wärmeleitfläche 329 kann eine dem Schaltungsträger 310 abgewandte Seite des Leistungshalbleiters 312 vollständig bedecken. Der Leistungshalbleiter 312 ist als ein sogenannter Reverse-Baustein ausgeführt. Dabei ist einer der Anschlüsse 325, 326, 327 des Leistungshalbleiters 312 elektrisch leitend mit der Wärmeleitfläche 329 verbunden. Bei dem mit der Wärmeleitfläche 329 elektrisch leitend verbundenen Anschluss 325, 326, 327 kann es sich um einen von einem Masseanschluss verschiedenen Anschluss handeln. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist der Leistungshalbleiter 312

als ein MOSFET ausgeführt und ein Drain-Anschluss 325 des Leistungshalbleiters 312 ist mit der Wärmeleitfläche 329 verbunden.

Dazu kann sich eine elektrisch leitende Randverbindung, beispielsweise aus Metall, entlang einer Randseite des Leistungshalbleiters 210 erstrecken. Über die Randverbindung ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel der elektrische Anschluss 325 des Leistungshalbleiters 312 mit der Wärmeleitfläche 329 verbunden.

Die Wärmeleitfläche 329 kann verwendet werden, um während des Betriebs des Leistungshalbleiters 312 entstehende Wärme abzuleiten, beispielsweise an einen auf die Wärmeleitfläche 329 aufgesetzten Kühlkörper 317. Der Kühlkörper 317 kann als ein separates Bauteil, beispielsweise eine Kühlplatte ausgeführt sein. Alternativ kann der Kühlkörper 317 Teil eines Gehäuses sein, dass die elektrische Schaltung 102 vollständig oder teilweise umschließen kann.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist der Kondensator 314 ebenfalls mit einem Kühlkörper 316 versehen. Der Kühlkörper 316 kann ebenfalls als ein separates Bauteil oder als Teil des Gehäuses ausgeführt sein.

Fig. 4 zeigt eine elektrische Schaltung 102 zur Ansteuerung einer Last gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Beispielsweise kann die elektrische Schaltung 102 die in Fig. 1 gezeigte elektrische Schaltung darstellen.

Die elektrische Schaltung 102 weist einen Schaltungsträger 310 auf. Auf einer ersten Oberfläche des Schaltungsträgers 310 sind drei Kondensatoren 314 angeordnet, die zusammen einen Zwischenkreiskondensator bilden. Auf einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers 310 sind drei Leistungshalbleiter 312 angeordnet. Die drei Leistungshalbleiter 312 stellen gemäß diesem Ausführungsbeispiel je eine Endstufe zum Ansteuern einer elektrischen Last dar. Die Leistungshalbleiter 312 sind je als Leistungstransistoren ausgeführt oder umfassen zumindest einen Leistungstransistor. Die Anzahl der Kondensatoren 314 und Leistungshalbleitern 312 ist hier lediglich beispielhaft gewählt und kann entsprechend gestellter Anforderungen variiert werden.

Die drei Kondensatoren 314 sind nebeneinander auf der ersten Oberfläche des Schaltungsträgers 310 angeordnet. Ebenso sind die drei Leistungshalbleiter 312 nebeneinander auf der zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers 310 angeordnet. Dabei sind die Leistungshalbleiter 312 den Kondensatoren 314 gegenüberliegend angeordnet. Gemäß der Darstellung in Fig. 4 ist jeweils ein Leistungshalbleiter 312 unterhalb eines Kondensators 314 angeordnet.

Die Leistungshalbleiter 312 können wie anhand von Fig. 3 beschrieben ausgeführt sein. Von jedem der Leistungshalbleiter 312 ist ein Bauteilkörper gezeigt, der über einen elektrischen Anschluss 327 mit dem Schaltungsträger 310 verbunden ist. Auf einer der Montagefläche des Leistungshalbleiters 312 gegenüberliegenden Seite ist eine Wärmeleitfläche 329 angeordnet.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel stellt jeder der Leistungshalbleiter 312 eine Endstufe dar, die beispielsweise in Form eines Reverse-MOSETs ausgeführt sein kann.

Der Zwischenkreiskondensator kann aus einer Mehrzahl, hier beispielsweise drei Kondensatoren 314 aufgebaut sein, die parallel geschaltet sein können. Die Kondensatoren 314 können als SMD-Elektrolytkondensatoren ausgeführt sein.

Gemäß diesem Ausführungsbeispiel weist die elektrische Schaltung 102 ein Gehäuse auf, von dem in Fig. 4 eine Gehäuseoberseite 316 und eine Gehäuseunterseite 317 gezeigt sind. Die Gehäuseoberseite 316 und die Gehäuseunterseite 317 erstrecken sich parallel zu dem Schaltungsträger 310. Der Schaltungsträger 310 ist zwischen der Gehäuseoberseite 316 und der Gehäuseunterseite 317 angeordnet. Das Gehäuse kann weitere Gehäuseteile aufweisen, sodass der Schaltungsträger 310 teilweise oder vollständig von dem Gehäuse umgeben sein kann. Beispielsweise können die Gehäuseoberseite 316 und die Gehäuseunterseite 317 über Seitenwände miteinander verbunden sein.

Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist zwischen freien Enden der Kondensatoren 314, also zwischen dem Schaltungsträger 310 abgewandten Seiten der Kondensatoren 314 und einer dem Schaltungsträger 310 zugewandten Oberfläche der Gehäuseoberseite 316, wärmeleitendes Material 418 angeordnet. Dabei kann jeweils ein Element aus wärmeleitendem Material 418 zwischen einem Kondensator 314 und der Gehäuseoberseite 316 angeordnet sein. Das wärmeleitende Material 418 kann zur Entwärmung und mechanischen Abstützung dienen. Beispielsweise kann sich die Gehäuseoberseite 316 über das wärmeleitende Material 418 an den Kondensatoren 314 abstützen. Zusätzlich kann Abwärme der Kondensatoren 314 über das wärmeleitende Material 418 zu der Gehäuseoberseite 316 geführt und von der Gehäuseoberseite 316 abgeleitet werden.

Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist zwischen den Wärmeleitflächen 329 der Leistungshalbleiter 312 und einer dem Schaltungsträger 310 zugewandten Oberfläche der Gehäuseunterseite 317 weiteres wärmeleitendes Material 419 angeordnet. Dabei kann jeweils ein Element aus wärmeleitendem Material 419 zwischen einer Wärmeleitfläche 329 und der Gehäuseunterseite 317 angeordnet sein. Das wärmeleitende Material 419 kann zur Entwärmung und mechanischen Abstützung dienen. Beispielsweise kann sich die Gehäuseunterseite 317 über das wärmeleitende Material 419 an den Leistungshalbleitern 312 abstützen. Zusätzlich kann Abwärme der Leistungshalbleiter 312 über das wärmeleitende Material 419 zu der Gehäuseunterseite 317 geführt und von der Gehäuseunterseite 317 abgeleitet werden.

Die spezielle Aufbauweise mit gleichzeitiger Verwendung von speziellen Komponenten ermöglicht eine sehr platzsparende, thermisch optimierte und EMV-optimierte Anordnung. Gemäß einem Ausführungsbeispiel werden sogenannte Reverse-Endstufen 312, z.B. Reverse-MOSFETs verwendet, die dadurch gekennzeichnet sind, dass die Kühlanbindung, bei Reverse-MOSFETs der Drainanschluss, auf der gegenüberliegenden Seite der Lötanbindung liegt. Somit erfolgt die Entwärmung der Leistungsendstufen 312 nicht oder nur wenig durch die Leiterplatte 310 hindurch, sondern über wärmeleitendes Material 419, beispielsweise in Form einer Folie oder Paste direkt zur Wärmesenke, hier einem Teil des Gehäuses der elektrischen Schaltung 102. Dies ermöglicht auf der anderen Seite der Leiterplatte 310 auch elektrische

Bauteile zu bestücken. Wird auf der gegenüberliegenden Seite der Zwischenkreis-kondensator 314 platziert, wird eine EMV-optimierte Anbindung erreicht. Gemäß einem Ausführungsbeispiel werden als Kondensatoren 314 SMD-Elektrolytkondensatoren verwendet, wobei mehrere parallel geschaltet werden. Damit ergibt sich eine skalierbare Lösung, die gemäß dem Laststrom, der an die Last bereitgestellt wird, angepasst werden kann. Ein weiteres spezielles Merkmal dieser Lösung ist die Verwendung von sogenannten Polymerelektrolytkondensatoren als Kondensatoren 314. Diese haben den Vorteil, dass sie sich aufgrund des konstant bleibenden ESR (Equivalent Series Resistance) über Temperatur sehr gut für eine Parallelschaltung der Kondensatoren 314 eignen. Damit kann eine gleichmäßige Verteilung der Strombelastung sichergestellt werden. Des Weiteren ist eine thermische Anbindung der SMD-Kondensatoren 314 über Paste bzw. Folie an die Gehäuseoberseite 316, die dann als Wärmesenke dient, vorgesehen. Zusätzlich dient diese Anbindung über ein wärmeleitendes Material 314, als mechanische Stütze, die zusätzlich die Kondensatoren gegenüber Vibration schützt.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel erfolgt die Verwendung von Reverse-Leistungsendstufen 312, im speziellen Reverse-MOSFETs, die über wärmeleitendes Material 419 an ein Gehäuseunterteil 317, die als Wärmesenke dient, angebunden sind.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel werden als Kondensatoren 314 SMD-Elektrolytkondensatoren verwendet, die für eine optimierte EMV-Anbindung, auf der gegenüberliegenden Seite der Endstufen 312 auf dem Schaltungsträger 310 platziert sind. Im speziellen werden mehrere Kondensatoren 314 vorzugsweise sogenannte Polymer-Elektrolytkondensatoren parallel geschaltet. Auch diese werden zwecks Entwärmung und/oder Vibrationsschutz über eventuell wärmeleitendes Material 418 an die Gehäuseoberseite 316 angebunden. Diese dient dabei als mechanische Stütze und/oder als Wärmesenke.

Gemäß einem Ausführungsbeispiel werden weitere elektronische Bauelemente, beispielsweise integrierte Schaltungen, die gegenüber den Leistungsendstufen platziert sind, auf dem Schaltungsträger 310 angeordnet.

Statt der Reverse-MOSFETs als Endstufen 312 können auch Direct-FETs eingesetzt werden, wobei bei diesen die Lötung als zusätzliche Toleranz mit eingeht. Bei den Reverse-MOSFETs sollte der Drainanschluss (Kühlfläche) nicht verzinnt sein, um beim SMD-Lötvorgang während der Fertigung nicht ein Aufschmelzen der Verzinnung zu bekommen, welche die Toleranz Wärmesenke verschlechtern könnte.

Fig. 5 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Herstellen einer elektrischen Schaltung zur Ansteuerung einer Last gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Dabei kann es sich um eine in den vorangegangenen Figuren beschriebene Schaltung handeln.

In einem Schritt 501 wird ein Schaltungsträger bereitgestellt. In Schritten 503, 505 wird zumindest ein als Zwischenkreiskondensator dienender Kondensator auf einer Oberfläche des Schaltungsträgers und zumindest ein Leistungshalbleiter auf einer gegenüberliegenden Oberfläche des Schaltungsträgers angeordnet. Der Leistungshalbleiter weist mehrere elektrische Anschlüsse und auf einer Kontaktierungsfläche der elektrischen Anschlüsse gegenüberliegenden Seite eine Wärmeleitfläche auf, die elektrisch leitend mit zumindest einen der elektrischen Anschlüsse verbunden ist.

In einem Schritt 507, der separat oder zeitgleich mit zumindest einem der Schritte 503, 505 ausgeführt werden kann, werden der zumindest eine Zwischenkondensator und der zumindest eine Leistungshalbleiter elektrisch leitfähig mit dem Schaltungsträger und über zumindest eine elektrische Leitung des Schaltungsträgers auch elektrisch leitend miteinander verbunden.

Die beschriebenen und in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele sind nur beispielhaft gewählt. Unterschiedliche Ausführungsbeispiele können vollständig oder in Bezug auf einzelne Merkmale miteinander kombiniert werden. Auch kann ein Ausführungsbeispiel durch Merkmale eines weiteren Ausführungsbeispiels ergänzt werden. Ferner können erfindungsgemäße Verfahrensschritte wiederholt sowie in einer anderen als in der beschriebenen Reihenfolge ausgeführt werden.

Umfasst ein Ausführungsbeispiel eine „und/oder“ Verknüpfung zwischen einem ersten Merkmal und einem zweiten Merkmal, so kann dies so gelesen werden, dass das Ausführungsbeispiel gemäß einer Ausführungsform sowohl das erste Merkmal als auch das zweite Merkmal und gemäß einer weiteren Ausführungsform entweder nur das erste Merkmal oder nur das zweite Merkmal aufweist.

Bezugszeichen

100	Fahrzeug
102	elektrische Schaltung
104	Last
106	Energieversorgung
108	Steuereinrichtung
202	elektrische Schaltung
210	Schaltungsträger
212	Endstufen
214	Kondensatoren
216	Gehäuseoberseite
217	Gehäuseunterseite
219	wärmeleitendes Material
310	Schaltungsträger
312	Leistungshalbleiter
314	Zwischenkreiskondensator
316	Gehäuseoberseite
317	Gehäuseunterseite
321	erster Anschluss des Zwischenkreiskondensators
322	zweiter Anschluss des Zwischenkreiskondensators
325	erster Anschluss des Leistungshalbleiters
326	zweiter Anschluss des Leistungshalbleiters
327	dritter Anschluss des Leistungshalbleiters
328	Durchkontaktierung
329	Wärmeleitfläche
418	wärmeleitendes Material
419	wärmeleitendes Material
501	Schritt des Bereitstellens
503	Schritt des Anordnens eines Zwischenkreiskondensators
505	Schritt des Anordnens eines Leistungshalbleiters
507	Schritt des Verbindens

Patentansprüche

1. Elektrische Schaltung (102) zur Ansteuerung einer Last (104), insbesondere eines elektrischen Motors für ein Fahrzeug (100), wobei die elektrische Schaltung (102) einen Schaltungsträger (310) mit einer ersten Oberfläche und einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche, einen auf der ersten Oberfläche angeordneten Zwischenkreiskondensator (314) und einen auf der zweiten Oberfläche angeordneten und mit dem Zwischenkreiskondensator (314) elektrisch leitfähig verbundenen Leistungshalbleiter (312) zum Bereitstellen elektrischer Energie für die Last (104) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Zwischenkreiskondensator (314) und der Leistungshalbleiter (312) sich bezüglich des Schaltungsträgers (310) gegenüberliegend angeordnet sind.

2. Elektrische Schaltung (102) gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Leistungshalbleiter (312) eine Reverse-Leistungsendstufe, insbesondere ein Reverse-MOSFET oder ein Direct-FET ist.

3. Elektrische Schaltung (102) gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Leistungshalbleiter (312) zumindest einen ersten elektrischen Anschluss (325) und einen zweiten elektrischen Anschluss (326, 327) aufweist, wobei der erste elektrische Anschluss (325) elektrisch leitend mit einer auf einer der zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers (310) abgewandten Seite des Leistungshalbleiters (312) angeordneten Wärmeleitfläche (329) verbunden ist.

4. Elektrische Schaltung (102) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste elektrische Anschluss (325) und der zweite elektrische Anschluss (326, 327) auf einer der zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers (310) zugewandten Seite des Leistungshalbleiters (312) angeordnet sind und der Leistungshalbleiter (312) ausgebildet ist, um die elektrische Energie für die Last (104) über den ersten elektrischen Anschluss (325) zu führen.

5. Elektrische Schaltung (102) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Schaltung (102) einen Leistungs-

halbleiter-Kühlkörper (317) aufweist, der mit der Wärmeleitfläche (329) des Leistungshalbleiters (312) verbunden ist.

6. Elektrische Schaltung (102) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Schaltung (102) einen Zwischenkreiskondensator-Kühlkörper (316) aufweist, der mit einer der ersten Oberfläche des Schaltungsträgers (310) abgewandten Seite des Zwischenkreiskondensators (314) verbunden ist.

7. Elektrische Schaltung (102) gemäß einem der Ansprüche 5 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Wärmeleitfläche (329) des Leistungshalbleiters (312) und dem Leistungshalbleiter-Kühlkörper (317) ein wärmeleitendes Material (419) und/oder zwischen dem Zwischenkreiskondensator-Kühlkörper (316) und der ersten Oberfläche des Schaltungsträgers (310) abgewandten Seite des Zwischenkreiskondensators (314) ein weiteres wärmeleitendes Material (418) angeordnet ist.

8. Elektrische Schaltung (102) gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Schaltung (102) ein Gehäuse aufweist, wobei der Schaltungsträger (310) innerhalb des Gehäuses angeordnet ist und eine erste Gehäusewand des Gehäuses den Zwischenkreiskondensators-Kühlkörper (316) ausformt und/oder eine der ersten Gehäusewand gegenüberliegende zweite Gehäusewand des Gehäuses den Leistungshalbleiter-Kühlkörper (317) ausformt.

9. Elektrische Schaltung (102) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Leistungshalbleiter (312) als ein Transistor ausgeführt ist, wobei der erste elektrische Anschluss (325), der zweite elektrische Anschluss (326) und ein dritter elektrischer Anschluss (327) des Transistors über an der zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers (310) angeordnete Kontaktflächen mit dem Schaltungsträger (310) elektrisch leitend verbunden sind.

10. Elektrische Schaltung (102) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, eine der ersten Oberfläche des Schaltungsträ-

gers (310) zugewandte Grundfläche des Zwischenkreiskondensators (314) mit einer der zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers (310) zugewandten Grundfläche des Leistungshalbleiters überlappt.

11. Elektrische Schaltung (102) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Schaltung (102) zumindest einen weiteren auf der ersten Oberfläche angeordneten Zwischenkreiskondensator (314) und zumindest einen weiteren auf der zweiten Oberfläche angeordneten und mit dem zumindest einen weiteren Zwischenkreiskondensator (314) elektrisch leitfähig verbundenen Leistungshalbleiter (312) zum Bereitstellen weiterer elektrischer Energie für die Last (104) aufweist.

12. Verfahren zum Herstellen einer elektrischen Schaltung (102) zur Ansteuerung einer Last (104), insbesondere eines elektrischen Motors für ein Fahrzeug (100), dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

Bereitstellen eines Schaltungsträgers (310) mit einer ersten Oberfläche und einer der ersten Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche;

Anordnen eines Zwischenkreiskondensators (314) auf der ersten Oberfläche des Schaltungsträgers (310);

Anordnen eines Leistungshalbleiters (312) zum Bereitstellen elektrischer Energie für die Last (104) auf der zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers (310), wobei der Leistungshalbleiter (312) zumindest einen ersten elektrischen Anschluss (325) und einen zweiten elektrischen Anschluss (326, 327) aufweist, wobei der erste elektrische Anschluss (325) elektrisch leitend mit einer auf einer der zweiten Oberfläche des Schaltungsträgers (310) abgewandten Seite des Leistungshalbleiters (312) angeordneten Wärmeleitfläche (329) verbunden ist; und

Elektrisch leitfähiges Verbinden des Leistungshalbleiters (312) mit dem Zwischenkreiskondensator (314).

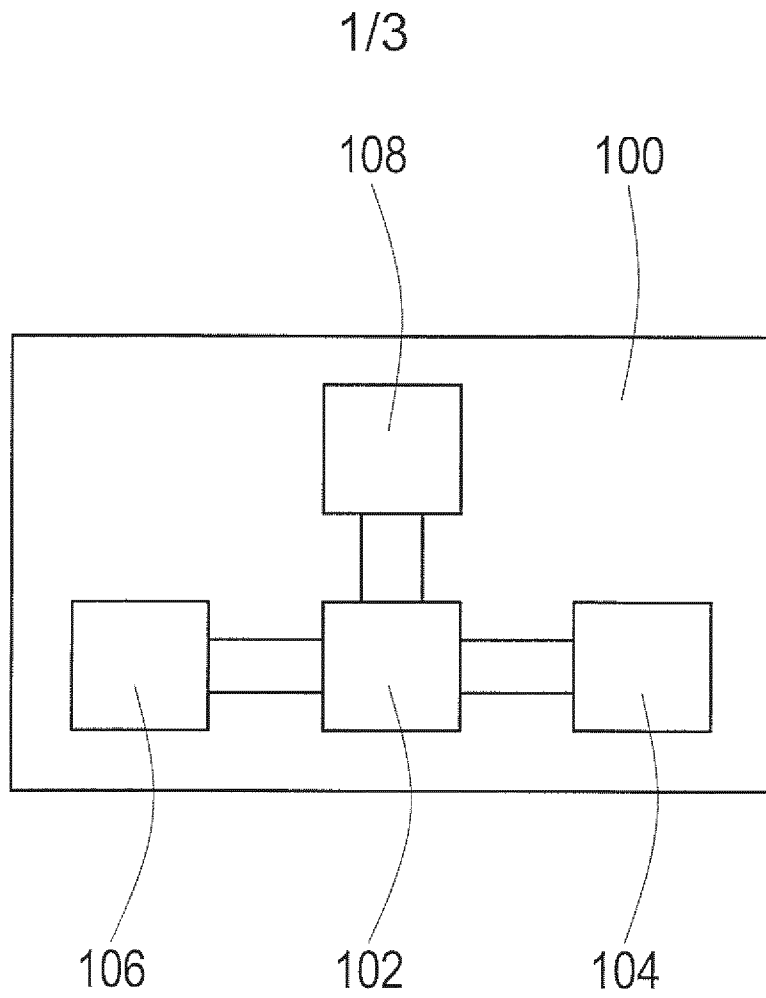


Fig. 1

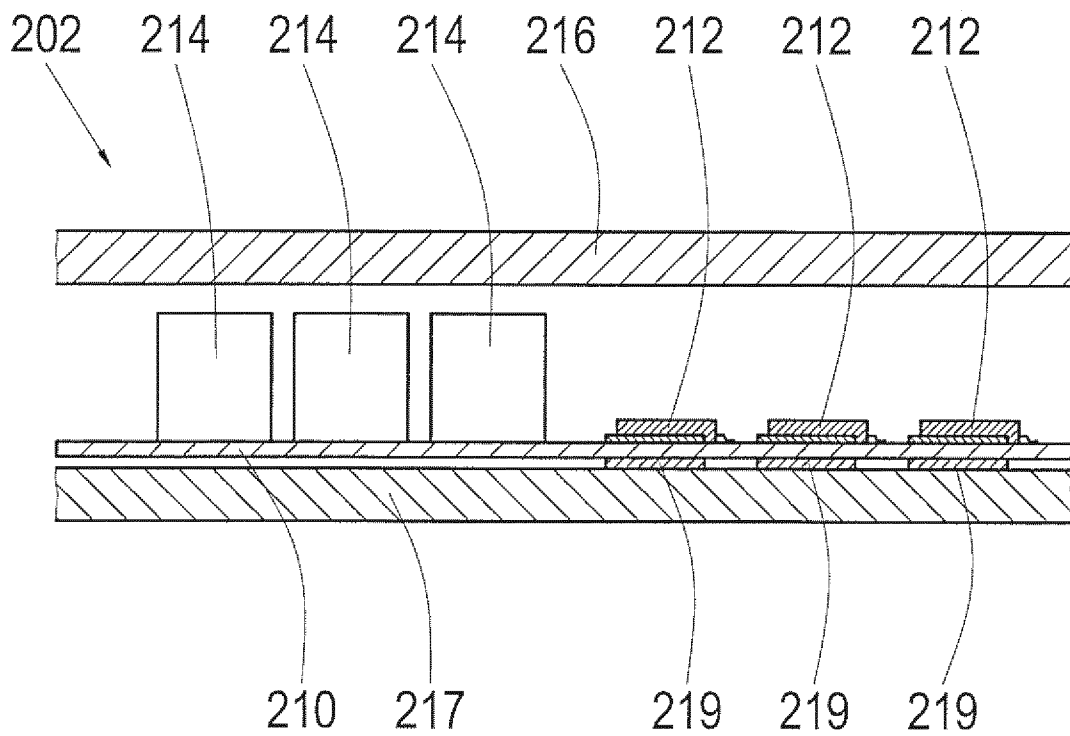


Fig. 2

3/3

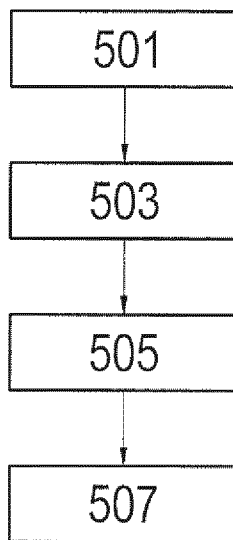


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/060776

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H05K1/02 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H05K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2007/205038 A1 (TOMINAGA TSUTOMU [JP] ET AL) 6 September 2007 (2007-09-06) page 2; figures 1-2 -----	1-12
X	US 2006/012034 A1 (KADOYA KIYOOMI [JP] ET AL) 19 January 2006 (2006-01-19) page 3; figures 1-3 -----	1-12
X	US 2011/013365 A1 (OOTA SHINSUKE [JP]) 20 January 2011 (2011-01-20) page 2; figure 1 -----	1-12
X	JP H09 8482 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD) 10 January 1997 (1997-01-10) abstract -----	1-12
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 28 July 2014	Date of mailing of the international search report 06/08/2014	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Poulsen, Martin	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/060776

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003/067748 A1 (TAMBA AKIHIRO [JP] ET AL) 10 April 2003 (2003-04-10) abstract; figures 1-4 -----	1-12
A	WO 2012/034190 A1 (INTERVENTION TECHNOLOGY PTY LTD [AU]; WILLIAMS DONALD VICTOR [AU]) 22 March 2012 (2012-03-22) abstract -----	1-12
A	DE 10 2012 202785 A1 (TOYOTA JIDOSHOKKI KK [JP]) 30 August 2012 (2012-08-30) abstract -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2014/060776

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2007205038	A1	06-09-2007	DE 102006034991 A1 JP 4353951 B2 JP 2007237790 A US 2007205038 A1	13-09-2007 28-10-2009 20-09-2007 06-09-2007
US 2006012034	A1	19-01-2006	CN 1722431 A DE 602005000529 T2 EP 1626616 A1 JP 2006032490 A US 2006012034 A1	18-01-2006 22-11-2007 15-02-2006 02-02-2006 19-01-2006
US 2011013365	A1	20-01-2011	CN 101958312 A DE 102010017815 A1 JP 5110049 B2 JP 2011023593 A KR 20110007581 A US 2011013365 A1	26-01-2011 03-02-2011 26-12-2012 03-02-2011 24-01-2011 20-01-2011
JP H098482	A	10-01-1997	JP H098482 A JP 3101179 B2	10-01-1997 23-10-2000
US 2003067748	A1	10-04-2003	JP 3676719 B2 JP 2003116282 A US 2003067748 A1 US 2003067749 A1	27-07-2005 18-04-2003 10-04-2003 10-04-2003
WO 2012034190	A1	22-03-2012	NONE	
DE 102012202785	A1	30-08-2012	CN 102651354 A DE 102012202785 A1 JP 5510432 B2 JP 2012195559 A US 2012218716 A1	29-08-2012 30-08-2012 04-06-2014 11-10-2012 30-08-2012

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/060776

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H05K1/02 ADD.				
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC				
B. RECHERCHIERTE GEBIETE				
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H05K				
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen				
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data				
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN				
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.		
X	US 2007/205038 A1 (TOMINAGA TSUTOMU [JP] ET AL) 6. September 2007 (2007-09-06) Seite 2; Abbildungen 1-2 -----	1-12		
X	US 2006/012034 A1 (KADOYA KIYOOMI [JP] ET AL) 19. Januar 2006 (2006-01-19) Seite 3; Abbildungen 1-3 -----	1-12		
X	US 2011/013365 A1 (OOTA SHINSUKE [JP]) 20. Januar 2011 (2011-01-20) Seite 2; Abbildung 1 -----	1-12		
X	JP H09 8482 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD) 10. Januar 1997 (1997-01-10) Zusammenfassung ----- -/--	1-12		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen</td> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie</td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie			
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist </td> <td style="width: 50%; border: none;"> "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist </td> </tr> </table>			* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist			
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">28. Juli 2014</div>	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">06/08/2014</div>			
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Poulsen, Martin</div>			

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2003/067748 A1 (TAMBA AKIHIRO [JP] ET AL) 10. April 2003 (2003-04-10) Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 -----	1-12
A	WO 2012/034190 A1 (INTERVENTION TECHNOLOGY PTY LTD [AU]; WILLIAMS DONALD VICTOR [AU]) 22. März 2012 (2012-03-22) Zusammenfassung -----	1-12
A	DE 10 2012 202785 A1 (TOYOTA JIDOSHOKKI KK [JP]) 30. August 2012 (2012-08-30) Zusammenfassung -----	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/060776

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007205038 A1	06-09-2007	DE 102006034991 A1	13-09-2007
		JP 4353951 B2	28-10-2009
		JP 2007237790 A	20-09-2007
		US 2007205038 A1	06-09-2007
US 2006012034 A1	19-01-2006	CN 1722431 A	18-01-2006
		DE 602005000529 T2	22-11-2007
		EP 1626616 A1	15-02-2006
		JP 2006032490 A	02-02-2006
		US 2006012034 A1	19-01-2006
US 2011013365 A1	20-01-2011	CN 101958312 A	26-01-2011
		DE 102010017815 A1	03-02-2011
		JP 5110049 B2	26-12-2012
		JP 2011023593 A	03-02-2011
		KR 20110007581 A	24-01-2011
		US 2011013365 A1	20-01-2011
JP H098482 A	10-01-1997	JP H098482 A	10-01-1997
		JP 3101179 B2	23-10-2000
US 2003067748 A1	10-04-2003	JP 3676719 B2	27-07-2005
		JP 2003116282 A	18-04-2003
		US 2003067748 A1	10-04-2003
		US 2003067749 A1	10-04-2003
WO 2012034190 A1	22-03-2012	KEINE	
DE 102012202785 A1	30-08-2012	CN 102651354 A	29-08-2012
		DE 102012202785 A1	30-08-2012
		JP 5510432 B2	04-06-2014
		JP 2012195559 A	11-10-2012
		US 2012218716 A1	30-08-2012