

(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
26. September 2019 (26.09.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/179749 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01F 17/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/055145

(22) Internationales Anmeldedatum:
01. März 2019 (01.03.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 204 366.3
22. März 2018 (22.03.2018) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **KOLAR, Johann W.**; Forsterstr. 75, 8044 Zürich (CH). **BORTIS, Dominik**; Katzenbachstr. 91, 8052 Zürich (CH). **SCHAEFER, Jannik Robin**; Stegstr. 15, 8820 Wädenswil (CH).

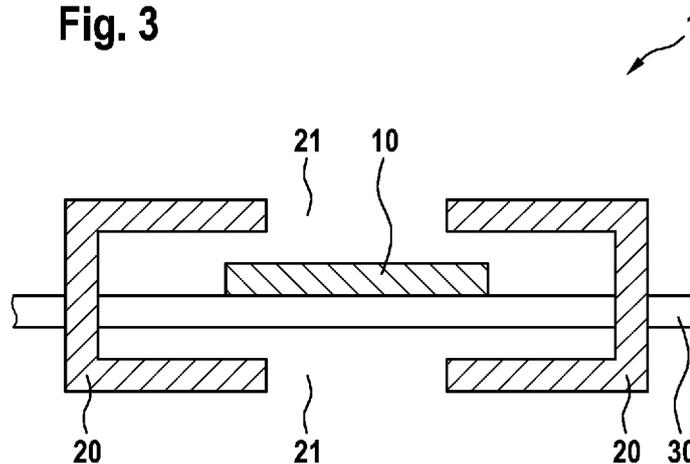
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,

(54) Title: INDUCTIVE COMPONENT AND HIGH-FREQUENCY FILTER DEVICE

(54) Bezeichnung: INDUKTIVES BAUELEMENT UND HOCHFREQUENZ-FILTERVORRICHTUNG

Fig. 3



(57) Abstract: The invention relates to an inductive component having a planar conductive track structure. The planar conductive track structure is surrounded along a predetermined section by a ferromagnetic core. For targeted control of the current flow inside the planar conductive track structure and, in particular, of the current density in the cross-section of the planar conductive track structure, gaps are provided in a targeted manner in the ferromagnetic core. The gaps in the ferromagnetic core are arranged in regions above and/or below the planar conductive track structure.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein induktives Bauelement mit einer planaren Leiterbahnstruktur. Die planare Leiterbahnstruktur ist entlang eines vorgegebenen Abschnittes mit einem ferromagnetischen Kern umschlossen. Zur gezielten Steuerung des Stromflusses innerhalb der planaren Leiterbahnstruktur und insbesondere der Stromdichte im Querschnitt der planaren Leiterbahnstruktur sind dabei gezielt Spalte im ferromagnetischen Kern vorgesehen. Die Spalte im ferromagnetischen Kern werden dabei in Bereichen oberhalb und/oder unterhalb der planaren Leiterbahnstruktur angeordnet.



WO 2019/179749 A1

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)

5 Beschreibung

Titel

Induktives Bauelement und Hochfrequenz-Filtervorrichtung

10

Die vorliegende Erfindung betrifft ein induktives Bauelement. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung eine Hochfrequenz-Filtervorrichtung mit einem solchen induktiven Bauelement.

15

Stand der Technik

20

In elektronischen Schaltungen werden Induktivitäten, die für hohe Ströme und hohe Frequenzen ausgelegt sind, oft als diskrete Bauelemente realisiert und anschließend auf einer Leiterplatte festgelötet. Im Zuge einer Optimierung ist es wünschenswert, auch für induktive Bauelemente die Wicklungen in Form von Kupferbahnen direkt auf einer Leiterplatte zu integrieren.

25

Die Druckschrift WO 2004/030001 A1 offenbart eine Hochfrequenz-Drossel für Leiterplatten mit einer Induktivität und einem parallel geschalteten ohmschen Widerstand. Hierbei kann die Induktivität aus einer mäanderartig geführten Leiterbahn realisiert werden.

30

Bei Anwendungen mit hohen Frequenzen fließt aufgrund des sogenannten Skin-Effekts der elektrische Strom mit steigender Frequenz nur in einem Randbereich des elektrischen Leiters. Daher steht gerade bei gedruckten elektrischen Schaltungen für höherfrequente Anwendungen nur der Randbereich der Leiterbahnen für einen elektrischen Stromfluss zur Verfügung.

35

Offenbarung der Erfindung

- 2 -

Die vorliegende Erfindung offenbart ein induktives Bauelement mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, sowie eine Hochfrequenz-Filtervorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10.

5 Demgemäß ist vorgesehen:

Ein induktives Bauelement mit einer planaren Leiterbahnstruktur und einem ferromagnetischen Kern. Die planare Leiterbahnstruktur weist eine Oberseite sowie eine der Oberseite gegenüberliegende Unterseite auf. Der
10 ferromagnetische Kern ist um die planare Leiterbahnenstruktur herum angeordnet. Insbesondere umfasst der ferromagnetische Kern im Bereich der Oberseite und/oder der Unterseite der planaren Leiterbahnenstruktur mindestens einen Spalt.

15 Bevorzugt weist die planare Leiterbahnstruktur eine Längsausdehnung auf, welche in Richtung eines gewünschten Stromflusses durch die planare Leiterbahnstruktur ausgerichtet ist. Bevorzugt weist die planare Leiterbahnstruktur eine Querausdehnung auf, welche senkrecht zu der Richtung des gewünschten Stromflusses durch die planare Leiterbahnstruktur ausgerichtet
20 ist. Eine Diagonale des Querschnitts des ferromagnetischen Kerns ist senkrecht zu der Richtung des gewünschten Stromflusses ausgerichtet. Somit ist der ferromagnetische Kern, welcher bevorzugt röhrenförmig oder ringförmig ausgestaltet ist, zumindest teilweise entlang der Längsausdehnung der planaren Leiterbahnstruktur um die planare Leiterbahnstruktur herum angeordnet. Der
25 Begriff röhrenförmig oder ringförmig schließt in dieser Beschreibung bevorzugt neben rechteckigen oder vieleckigen Querschnitten auch runde oder ovale Querschnitte mit ein.

Weiterhin ist vorgesehen:

30

Eine Hochfrequenz-Filtervorrichtung mit einem erfindungsgemäßen induktiven Bauelement.

Vorteile der Erfindung

35

Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass bei hochfrequenten elektrischen Strömen durch einen elektrischen Leiter aufgrund des Skin-Effekts der Stromfluss vermehrt nur im Außenbereich des elektrischen Leiters stattfindet. Darüber hinaus liegt der vorliegenden Erfindung die Erkenntnis zugrunde, dass durch magnetische Kerne mit einem Luftspalt, aufgrund der durch den Luftspalt bedingten inhomogenen Verteilung eines magnetischen Feldes, ebenfalls eine partielle Stromverdrängung innerhalb eines elektrischen Leiters hervorgerufen werden kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Idee zugrunde, dieser Erkenntnis Rechnung zu tragen und eine Anordnung für ein induktives Bauelement zu schaffen, welches auch für hochfrequente elektrische Ströme eine hohe Stromtragfähigkeit aufweist. Hierzu wird eine Anordnung aus einem planaren elektrischen Leiter und einem den elektrischen Leiter umgebenden ferromagnetischen Kern geschaffen, wobei die Stromverdrängungseffekte aufgrund eines Spaltes in dem ferromagnetischen Kern den Stromverdrängungseffekten aufgrund des Skin-Effekts entgegenwirken. Hierdurch ist es möglich, gerade bei planaren Leiterbahnstrukturen den elektrischen Stromfluss über einen großen Bereich des Querschnitts des elektrischen Leiters zu verteilen. Auf diese Weise kann die Stromtragfähigkeit des planaren elektrischen Leiters erhöht werden.

Als planare Leiterbahnstruktur kann dabei zunächst jede Art von Leiterbahnstruktur verstanden werden, die eine Querschnittsfläche senkrecht zur beabsichtigten Stromflussrichtung aufweist, bei der die Ausdehnung in eine Richtung signifikant größer ist als die Ausdehnung in eine senkrecht dazu verlaufende weitere Richtung. Insbesondere kann der Unterschied der beiden Ausdehnungen dabei mindestens eine Größenordnung oder mehr betragen. Als planare Leiterbahnstrukturen können beispielsweise gedruckte Leiterbahnstrukturen auf einem Leiterplattensubstrat verstanden werden. Beispielsweise kann auf dem Leiterplattensubstrat ein elektrisch leitfähiges Material, wie zum Beispiel Kupfer oder ähnliches, aufgebracht werden, das gemäß einer gewünschten Leiterbahnstruktur verläuft. Darüber hinaus sind als planare Leiterbahnstrukturen jedoch auch beliebige andere planare Leiterbahnstrukturen zu verstehen. Insbesondere müssen die planaren

Leiterbahnstrukturen dabei nicht auf einem vollflächigen Trägersubstrat aufgebracht werden. Grundsätzlich ist es auch möglich, dass die planaren Leiterbahnstrukturen nur partiell, beispielsweise an Stützstellen getragen werden.

5 In einem einfachen Fall kann die planare Leiterbahnstruktur beispielsweise aus einem linear verlaufenden planaren elektrisch leitfähigen Element bestehen. Darüber hinaus kann die planare Leiterbahnstruktur jedoch auch durch eine spulenartige Leiterbahnstruktur mit einer beliebigen Anzahl von zwei oder mehr Windungen gebildet werden. Die einzelnen Windungen können hierbei, wie
10 nachfolgend noch näher beschrieben wird, beispielsweise nebeneinander oder übereinander verlaufen. Auch eine Kombination hiervon ist möglich.

Als Oberseite und Unterseite der planaren Leiterbahnstruktur sind hierbei insbesondere diejenigen Seiten der Leiterbahnstruktur zu verstehen, welche
15 senkrecht zu dem gewünschten elektrischen Stromfluss die größere, insbesondere die größte Ausdehnung aufweisen. Die Oberseite der Leiterbahnstruktur ist gegenüber der Unterseite der Leiterbahnstruktur angeordnet. Die Oberseite und die Unterseite der Leiterbahnstruktur können bei einem beispielsweise rechteckförmigen Querschnitt der Leiterbahnstruktur
20 jeweils mittels zwei Seitenflächen miteinander verbunden sein.

Die planare Leiterbahnstruktur ist entlang eines vorgegebenen Abschnitts mit dem ferromagnetischen Kern umgeben. Der ferromagnetische Kern kann
25 zumindest annähernd vollumfänglich die planare Leiterbahnstruktur umschließen. Dabei weist der ferromagnetische Kern jedoch in seinem Umlauf einen oder mehrere Spalte auf. Dieser Spalt bzw. diese Spalte sind insbesondere im Bereich der Oberseite und/oder der Unterseite der planaren Leiterbahnstruktur angeordnet. Unter dem Ausdruck "im Bereich" der Oberseite bzw. der Unterseite ist zu verstehen, dass eine virtuelle Linie, welche senkrecht zu der Oberseite
30 bzw. der Unterseite verlaufen kann, auch durch einen solchen Spalt verläuft. Somit unterscheidet sich ein solcher Spalt im Bereich der Oberseite bzw. der Unterseite der planaren Leiterbahnstruktur eindeutig von Spalten, die seitlich an einer planaren Leiterbahnstruktur angeordnet sind. Ein ferromagnetischer Kern eines induktiven Bauelements gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst

vorzugsweise keine solchen seitlichen Spalte im Bereich der Seitenflächen der planaren Leiterbahnstruktur.

5 Der ferromagnetische Kern kann aus einem beliebigen ferromagnetischen Material gebildet werden. Derartige ferromagnetische Materialien sind bekannt und werden daher hier nicht näher erläutert.

10 Wie im Nachfolgenden noch näher ausgeführt wird, kann es sich bei dem Spalt in dem ferromagnetischen Kern um einen Luftspalt oder einen zumindest teilweise mit einem dielektrischen Material ausgefüllten Spalt handeln.

15 Der ferromagnetische Kern kann hierbei sowohl im Bereich der Oberseite als auch im Bereich der Unterseite der planaren Leiterbahnstruktur Spalte aufweisen. Insbesondere kann die Anordnung von einem oder mehreren Spalte im Bereich der Oberseite der planaren Leiterbahnstruktur und im Bereich der Unterseite der Leiterbahnstruktur gleich oder zumindest annähernd gleich ausgeführt sein. Darüber hinaus sind jedoch auch grundsätzlich unterschiedliche Ausführungen mit einem oder mit mehreren Spalte im Bereich der Oberseite bzw. der Unterseite der planaren Leiterbahnstruktur möglich.

20 Gemäß einer Ausführungsform umfasst der ferromagnetische Kern mehrere Spalte. Insbesondere können sowohl im Bereich der Oberseite als auch im Bereich der Unterseite jeweils mehrere Spalte vorgesehen sein. Die einzelnen Spalte können beispielsweise jeweils eine gleiche Spaltbreite aufweisen. Darüber hinaus kann die Spaltbreite einzelner Spalte auch in Abhängigkeit von weiteren Anforderungen variiert werden. Durch das Anordnen mehrerer Spalte kann insbesondere ein magnetischer Fluss eingestellt werden, der die homogene Verteilung des Stromflusses innerhalb der planaren Leiterbahnstruktur weiter verbessert.

30 Gemäß einer Ausführungsform kann die planare Leiterbahnenstruktur mehrere parallel verlaufende Leiterbahnen umfassen. Jede dieser einzelnen parallel verlaufenden Leiterbahnen kann ebenfalls eine planare Struktur aufweisen, wobei der Querschnitt einer solchen Leiterbahnstruktur in eine Raumrichtung signifikant größer ist als der Querschnitt in eine senkrecht dazu verlaufende

35

Raumrichtung. Durch die Verwendung mehrerer Leiterbahnen kann dabei insbesondere eine gesteigerte Induktivität des induktiven Bauteils erzielt werden.

5 Gemäß einer Ausführungsform umfasst die planare Leiterbahnenstruktur mehrere übereinander angeordnete Leiterbahnen. Dabei ist unter dem Ausdruck "übereinander" zu verstehen, dass sich jeweils die Unterseite einer Leiterbahn und die Oberseite einer benachbarten Leiterbahn beabstandet gegenüberliegen. Die einzelnen Leiterbahnen können beispielsweise mittels eines elektrisch isolierenden Substrates voneinander beabstandet werden. Auf diese Weise kann
10 eine Spulenanordnung mit mehreren Windungen realisiert werden. Gemäß einer Ausführungsform kann die planare Leiterbahnenstruktur mehrere komplanare Leiterbahnen umfassen. Bei einer solchen komplanaren Anordnung sind mehrere, insbesondere mehrere parallel verlaufenden Leiterbahnen in einer gemeinsamen Ebene angeordnet. Beispielsweise können die einzelnen
15 Leiterbahnen auf einem gemeinsamen Trägersubstrat angeordnet sein. Es versteht sich, dass die Anordnung mehrerer komplanar angeordneter Leiterbahnen und die Anordnung mehrerer übereinander angeordneter Leiterbahnen wie zuvor bereits beschrieben, auch miteinander kombiniert werden können.

20 Gemäß einer Ausführungsform ist insbesondere bei einer komplanaren Anordnung mehrerer Leiterbahnen im Bereich der Oberseite und/oder der Unterseite jeder Leiterbahn mindestens ein Spalt angeordnet. Auf diese Weise kann für jede Leiterbahn der Leiterbahnstruktur eine möglichst homogene Stromverteilung innerhalb der jeweiligen Leiterbahn erreicht werden.
25

Gemäß einer Ausführungsform kann mindestens ein Spalt des ferromagnetischen Kerns zumindest teilweise mit einem dielektrischen Füllmaterial ausgefüllt sein. Insbesondere können auch sämtliche Spalte des
30 ferromagnetischen Kerns mit dem gleichen Füllmaterial ausgefüllt sein. Aber auch unterschiedliche Füllmaterialien für die einzelnen Spalte sind möglich. Durch die Verwendung eines geeigneten Füllmaterials kann der magnetische Fluss beeinflusst werden und hierdurch die Stromverteilung innerhalb der planaren Leiterbahnstruktur gesteuert werden. Darüber hinaus kann durch die

Verwendung eines Füllmaterials auch die Anordnung, insbesondere der magnetische Kern mechanisch stabilisiert werden.

5 Gemäß einer Ausführungsform umfasst der ferromagnetische Kern im Übergang zu dem Spalt abgerundete Kanten. Durch das Abrunden der Kanten in dem ferromagnetischen Kern, insbesondere durch die Verwendung abgerundeter Kanten im Bereich der Spalte kann ebenfalls eine Beeinflussung des magnetischen Feldes und somit eine Beeinflussung der Stromverteilung innerhalb der planaren Leiterbahnstruktur erreicht werden.

10 Gemäß einer Ausführungsform umfasst der magnetische Kern im Bereich der Oberseite und/oder der Unterseite der planaren Leiterbahnenstruktur ein Material mit ferromagnetischen Pulverteilchen. Durch die partielle Verwendung derartiger ferromagnetischer Pulverteilchen kann ebenfalls der magnetische Fluss beeinflusst werden. Insbesondere sind magnetische Kerne mit solchen ferromagnetischen Teilchen auch als Pulverkerne oder Kerne mit einem sogenannten verteilten Luftspalt bekannt.

20 Gemäß einer Ausführungsform umfasst das induktive Bauelement ein Trägersubstrat. Insbesondere kann die planare Leiterbahnstruktur mit der Unterseite und/oder der Oberseite mit einem dielektrischen Trägersubstrat verbunden werden. Beispielsweise kann es sich bei dem dielektrischen Trägersubstrat um ein Leiterplattensubstrat für gedruckte Schaltungen handeln. Hierdurch kann beispielsweise besonders einfach eine planare
25 Leiterbahnstruktur realisiert werden. Insbesondere sind auch mehrschichtige Aufbauten mit mehreren Trägersubstraten und/oder mehreren planaren Leiterbahnstrukturen möglich.

30 Die obigen Ausgestaltungen und Weiterbildungen lassen sich, soweit sinnvoll, beliebig miteinander kombinieren. Weitere Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Implementierungen der Erfindung umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich den Ausführungsbeispielen beschriebenen Merkmalen der Erfindung. Insbesondere wird der Fachmann dabei auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder
35 Ergänzungen zu den jeweiligen Grundformen der Erfindung hinzufügen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen
5 Figuren der Zeichnungen angeführten Ausführungsformen näher erläutert. Dabei
zeigen:

Figur 1: eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch ein
10 induktives Bauelement gemäß einer Ausführungsform;

Figur 2: eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch ein
induktives Bauelement gemäß einer weiteren Ausführungsform;

Figur 3: eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch ein
15 induktives Bauelement gemäß noch einer Ausführungsform;

Figur 4: eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch einen
Teilbereich eines induktiven Bauelements gemäß einer
Ausführungsform;

Figur 5a,5b: eine perspektivische Darstellung eines induktiven Bauelements
gemäß einer weiteren Ausführungsform; und

Figur 6: eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch ein
25 konventionelles Bauelement.

Beschreibung der Ausführungsformen

In der nachfolgenden Beschreibung werden gleiche oder gleichartige Elemente
30 durch gleiche Bezugszeichen bezeichnet. Darüber hinaus können die
nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen, soweit sinnvoll, beliebig
miteinander kombiniert werden.

Figur 6 zeigt einen Querschnitt durch eine Anordnung für ein induktives
35 Bauelement. Auf einem Trägersubstrat 130 ist eine elektrisch leitfähige

Leiterbahnstruktur 110 aufgebracht. Beispielsweise kann es sich dabei um eine gedruckte Leiterbahn auf einem Leiterplattensubstrat handeln. Die Höhe h der Leiterbahnstruktur 110 ist dabei signifikant geringer als die Breite b der Leiterbahnstruktur 110. Die Leiterbahnstruktur 110 ist von zwei Halbschalen 120 umgeben, welche einen magnetischen Kern bilden sollen. Aufgrund des durchgängigen Trägersubstrats 130 ist der durch die beiden Halbschalen 120 gebildete Kern an den Positionen 121 unterbrochen. Daher weist der magnetische Kern an den Positionen 121 jeweils einen Spalt auf, der die magnetische Feldstärke in diesem Bereich erhöht.

Bei einer gemäß Figur 6 dargestellten Anordnung führt der Verlauf der magnetischen Feldlinien aufgrund der Position der Spalte 121 im magnetischen Kern zu einer Stromverdrängung in der Leiterbahn 110 hin zu den Rändern der Leiterbahnstruktur 110.

Wird darüber hinaus der elektrische Leiter 110 von einem hochfrequenten elektrischen Strom durchflossen, so verschiebt sich der Stromfluss ebenfalls in die Randbereiche des elektrischen Leiters 110. Hierdurch wird die maximale Stromtragfähigkeit signifikant herabgesetzt.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch ein induktives Bauelement 1 gemäß einer Ausführungsform. Das induktive Bauelement 1 umfasst eine planare Leiterbahnstruktur 10 und einen ferromagnetischen Kern 20. Der Querschnitt der planaren Leiterbahnstruktur 10 weist dabei eine Höhe h auf, die signifikant geringer ist als die Breite b der planaren Leiterbahnstruktur. Die Breite b zeigt in die Richtung der Querausdehnung der planaren Leiterbahnstruktur 10. Insbesondere kann die Breite b um mehr als eine Größenordnung, das heißt den Faktor 10 größer als die Höhe h sein. Entlang eines vorbestimmten Abschnittes in Richtung der Längsausdehnung der Leiterbahnstruktur 10 ist die planare Leiterbahnstruktur 10 von einem ferromagnetischen Kern 20 umgeben. Der ferromagnetische Kern 20 kann aus einem beliebigen ferromagnetischen Material gebildet werden.

Die planare Leiterbahnstruktur 10 weist insbesondere eine Oberseite 11 und eine der Oberseite 11 gegenüberliegende Unterseite 12 auf. Die Oberseite 11 und die

Unterseite 12 werden durch diejenigen Seiten gebildet, welche die größeren Abmessungen aufweisen, in diesem Falle folglich die Breite b , welche signifikant größer ist als die Höhe h . Die Leiterbahnstruktur 10 kann beispielsweise aus einem beliebigen elektrisch leitfähigen Material, z.B. Kupfer, gebildet werden. Zum Beispiel kann die planare Leiterbahnstruktur 10 als eine Leiterbahnstruktur einer gedruckten Schaltung realisiert werden. Darüber hinaus sind jedoch beliebige andere planare Leiterbahnstrukturen möglich.

Der ferromagnetische Kern 20, welcher die planare Leiterbahnstruktur 10 in einem vorgegebenen Abschnitt umschließt, weist mindestens einen Spalt 21 auf. Der oder die Spalte 21 sind dabei in einem Bereich A der Oberseite 11 und/oder der Unterseite 12 angeordnet. Hierunter ist zu verstehen, dass beispielsweise eine virtuelle gedachte Linie V, welche senkrecht zu der Oberseite 11 oder der Unterseite 12 steht, durch den entsprechenden Spalt 21 hindurch verläuft. Beispielsweise ist in Figur 1 eine solche virtuelle Linie als gestrichelte Linie V dargestellt.

Im Gegensatz zu Figur 6 weist das induktive Bauelement 1 dabei ausdrücklich keinen Spalt im Bereich B der Seitenflächen auf, also im Bereich der Flächen, welche die Oberseite 11 und die Unterseite 12 miteinander verbinden.

Durch die Spalte 21 im Bereich A der Oberseite 11 bzw. der Unterseite 12 der planaren Leiterbahnstruktur 10 entstehen Inhomogenitäten im Verlauf des magnetischen Feldes, welche den Stromfluss durch die planare Leiterbahnstruktur 10 beeinflussen können. Insbesondere wird durch diese Inhomogenitäten im magnetischen Feld der Stromfluss zumindest teilweise vom Rand weg Richtung Mitte der planaren Leiterbahnstruktur 10 gedrängt. Dies wirkt insbesondere bei hochfrequenten Signalen einem eventuell auftretenden Skin-Effekt entgegen, wodurch der elektrische Stromfluss zur Außenseite hin gedrängt würde. Somit kann durch gezieltes Positionieren und Einstellen der Spalte 21 in dem ferromagnetischen Kern 20 ein elektrischer Stromfluss in der planaren Leiterbahnstruktur 10 erreicht werden, der auch im Innenbereich der planaren Leiterbahnstruktur 10 erfolgt. Insbesondere kann der elektrische Stromfluss vom Randbereich weg in den Innenbereich der planaren Leiterbahnstruktur 10

verschoben werden. Auf diese Weise kann die Stromtragfähigkeit der planaren Leiterbahnstruktur 10 erhöht werden.

5 Gegebenenfalls kann der Spalt 21 des ferromagnetischen Kerns 20 mit einem dielektrischen Füllmaterial 22 ausgefüllt werden. Durch die Wahl eines geeigneten dielektrischen Füllmaterials 22 kann ebenfalls Einfluss auf den Verlauf der magnetischen Feldlinien und somit auf die Stromverteilung innerhalb der planaren Leiterbahnstruktur 10 genommen werden. Sind mehrere Spalte 21 in dem ferromagnetischen Kern 20 vorhanden, so können die einzelnen Spalte 10 21 entweder mit dem gleichen Füllmaterial 22 ausgefüllt werden, oder es können gegebenenfalls auch unterschiedliche dielektrische Füllmaterialien 22 für die einzelnen Spalte 21 verwendet werden.

15 Weiterhin können die Kanten des ferromagnetischen Kerns 20 im Bereich des Übergangs zu den Spalten 21 abgerundet sein.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch ein induktives Bauelement 1 gemäß einer weiteren Ausführungsform. Die in Figur 2 dargestellte Ausführungsform unterscheidet sich von der zuvor beschriebenen 20 Ausführungsform insbesondere dadurch, dass anstelle eines einzigen Spaltes 21 im Bereich A der Oberseite 11 bzw. der Unterseite 12 der planaren Leiterbahnstruktur 10 nun mehrere Spalte 21 vorgesehen sind. Die hier dargestellte Anzahl von vier Spalten ist jedoch nur ein beliebiges Beispiel. Darüber hinaus ist auch eine beliebige andere Anzahl von Spalten 21 an der 25 Oberseite und/oder der Unterseite der planaren Leiterbahnstruktur 10 möglich. Darüber hinaus sei auch angemerkt, dass Spalte 21, wie hier dargestellt, sowohl im Bereich der Oberseite 11 als auch im Bereich der Unterseite 12 angebracht werden können. Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich, die Spalte 21 nur im Bereich der Oberseite 11 oder alternativ auch nur im Bereich der Unterseite 12 30 vorzusehen.

Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch ein induktives Bauelement 1 gemäß noch einer weiteren Ausführungsform. Das hier 35 dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel insbesondere dadurch, dass die planare

Leiterbahnstruktur 10 auf einem elektrisch isolierenden Trägersubstrat 30 angeordnet ist. Insbesondere ist eine Seite der planaren Leiterbahnstruktur 10, hier insbesondere die Unterseite 12 der planaren Leiterbahnstruktur 10 mit einer Seite des Trägersubstrats 30 verbunden.

5

Neben der hier dargestellten Ausführungsform einer planaren Leiterbahnstruktur 10 sind darüber hinaus auch Anordnungen mit mehreren Leiterbahnen möglich. Beispielsweise können an zwei gegenüberliegenden Seiten des Trägersubstrats 30 jeweils planare Leiterbahnen angeordnet sein. Darüber hinaus ist beispielsweise auch ein Schichtaufbau mit mehreren Trägersubstraten 30 und gegebenenfalls mehreren planaren Leiterbahnen möglich. Auch können gegebenenfalls mehrere Leiterbahnen als planare Leiterbahnstruktur 10 nebeneinander auf dem Trägersubstrat 30 angeordnet sein.

10

15

Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Teils eines induktiven Bauelements 1 gemäß einer weiteren Ausführungsform. Wie in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel zu erkennen ist, kann die planare Leiterbahnstruktur 10 mehrere einzelne Leiterbahnen 10-i umfassen. Diese einzelnen Leiterbahnen 10-i können beispielsweise übereinander angeordnet sein. Übereinander bedeutet in diesem Zusammenhang beispielsweise dass jeweils die Unterseite einer Leiterbahn 10-1 zu einer Oberseite einer benachbarten Leiterbahn 10-1 weist. Darüber hinaus können die einzelnen Leiterbahnen 10-i der Leiterbahnstruktur 10 auch unterschiedliche Abmessungen aufweisen. Beispielsweise weisen die oberen beiden Leiterbahnen 10-1 und 10-2 eine geringere Breite auf, als die darunter angeordneten Leiterbahnen 10-3 und 10-4. Ferner ist es auch möglich, mehrere Leiterbahnen 10-i in einer gemeinsamen Ebene nebeneinander anzuordnen. Auf diese Weise kann beispielsweise eine komplanare Leiterbahnanordnung 10 realisiert werden.

20

25

30

Wie darüber hinaus in dem Beispiel gemäß Figur 4 zu erkennen ist, kann die Breite d_1 , d_2 der Spalte 21 variieren. Beispielsweise kann die Breite d_1 , d_2 der Spalte 21 in Abhängigkeit der jeweiligen Leiterbahnstruktur 10 angepasst sein. So kann beispielsweise für eine höhere Anzahl von Leiterbahnen 10-i oder Leiterbahnen 10-i, für welche eine höhere Stromdichte zu erwarten ist, eine größere Spaltbreite d_1 gewählt werden, während für eine geringere Anzahl von

35

5 Leiterbahnen 10-i bzw. eine geringere zu erwartende Stromdichte eine geringere Spaltbreite d_2 eingestellt werden kann. Darüber hinaus kann beispielsweise auch die Anzahl der Spalte 21 entsprechend der Konfiguration der Leiterbahnstruktur 10 über die Breite variiert werden. Auf diese Weise kann in Abhängigkeit der Eigenschaften der planaren Leiterbahnstruktur 10 die Dichte der Spalte 21 in dem ferromagnetischen Kern 20 variiert werden.

10 Figur 5a und 5b zeigen eine perspektivische Darstellung eines induktiven Bauelements 1 gemäß einer Ausführungsform. In dem Teilbild 5a ist dabei die planare Leiterbahnstruktur 10 dargestellt. Die planare Leiterbahnstruktur 10 weist hierbei mehrere Windungen auf. In dem Teilbild 5b ist darüber hinaus dargestellt, wie die planare Leiterbahnstruktur 10 von einem ferromagnetischen Kern 20 umschlossen werden kann. Dieser ferromagnetische Kern 20 kann beispielsweise entsprechend dem Verlauf der planaren Leiterbahnstruktur 10 einen oder mehrere Spalte 21 aufweisen. Auf diese Weise kann der Verlauf des Stromflusses innerhalb der planaren Leiterbahnstruktur 10 gezielt beeinflusst werden. Entsprechend des ringförmigen Verlaufs der Leiterbahnenstruktur 10 in diesem Ausführungsbeispiel ist daher auch der Spalt 21 des ferromagnetischen Kerns 20 ebenfalls ringförmig ausgeführt.

20 Das zuvor beschriebene induktive Bauelement 1 kann beispielsweise als induktives Filterelement für eine Hochfrequenz-Filtervorrichtung verwendet werden. Gegebenenfalls kann das zuvor beschriebene induktive Bauelement 1 hierzu mit weiteren Bauelementen, wie beispielsweise einem ohmschen Widerstand und/oder einem kapazitiven Bauelement kombiniert werden.

30 Zusammenfassend betrifft die vorliegende Erfindung ein induktives Bauelement mit einer planaren Leiterbahnstruktur. Die planare Leiterbahnstruktur ist entlang eines vorgegebenen Abschnittes mit einem ferromagnetischen Kern umschlossen. Zur gezielten Steuerung des Stromflusses innerhalb der planaren Leiterbahnstruktur und insbesondere der Stromdichte im Querschnitt der planaren Leiterbahnstruktur sind dabei gezielt Spalte im ferromagnetischen Kern vorgesehen. Die Spalte im ferromagnetischen Kern werden dabei in Bereichen oberhalb und/oder unterhalb der planaren Leiterbahnstruktur angeordnet.

5 Ansprüche

1. Induktives Bauelement (1), mit:

einer planaren Leiterbahnstruktur (10), die eine Oberseite (11) und eine
10 Unterseite (12) umfasst, wobei die Oberseite (11) gegenüber der
Unterseite (12) angeordnet ist, und

einem ferromagnetischen Kern (20), der um die planare
Leiterbahnstruktur (10) herum angeordnet ist,
15

wobei der ferromagnetische Kern (20) in einem Bereich (A) der
Oberseite (11) und/oder der Unterseite (12) der planaren
Leiterbahnenstruktur (10) mindestens einen Spalt (21) umfasst.
- 20 2. Induktives Bauelement (1) nach Anspruch 1, wobei der
ferromagnetische Kern (20) mehrere Spalte (21) umfasst, die im Bereich
(A) der Oberseite (11) und/oder der Unterseite (12) der planaren
Leiterbahnstruktur (10) angeordnet sind.
- 25 3. Induktives Bauelement (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die planare
Leiterbahnstruktur (10) mehrere parallel verlaufende Leiterbahnen (10-i)
umfasst.
4. Induktives Bauelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die
30 planare Leiterbahnstruktur (10) mehrere übereinander angeordnete
Leiterbahnen (10-i) umfasst.
5. Induktives Bauelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die
planare Leiterbahnstruktur (10) mehrere komplanare Leiterbahnen (10-i)

umfasst, und wobei im Bereich (A) der Oberseite (11) und/der Unterseite (12) jeder Leiterbahnen (10-i) mindestens ein Spalt (21) angeordnet ist.

- 5 6. Induktives Bauelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der mindestens eine Spalt (21) des ferromagnetischen Kerns (20) zumindest teilweise mit einem dielektrischen Füllmaterial (22) ausgefüllt ist.
- 10 7. Induktives Bauelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der ferromagnetische Kern (20) am Übergang zu dem Spalt (21) abgerundete Kanten umfasst.
- 15 8. Induktives Bauelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der magnetische Kern (20) im Bereich der Oberseite (11) und/oder der Unterseite (12) der planaren Leiterbahnenstruktur (10) ein Material mit ferromagnetischen Pulverteilchen umfasst.
- 20 9. Induktives Bauelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit einem Trägersubstrat (30),
wobei die Unterseite (11) und/oder die Oberseite (12) der planaren Leiterbahnenstruktur (10) auf dem Trägersubstrat (30) angeordnet ist.
- 25 10. Hochfrequenz-Filtervorrichtung mit einem induktiven Bauelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

Fig. 1

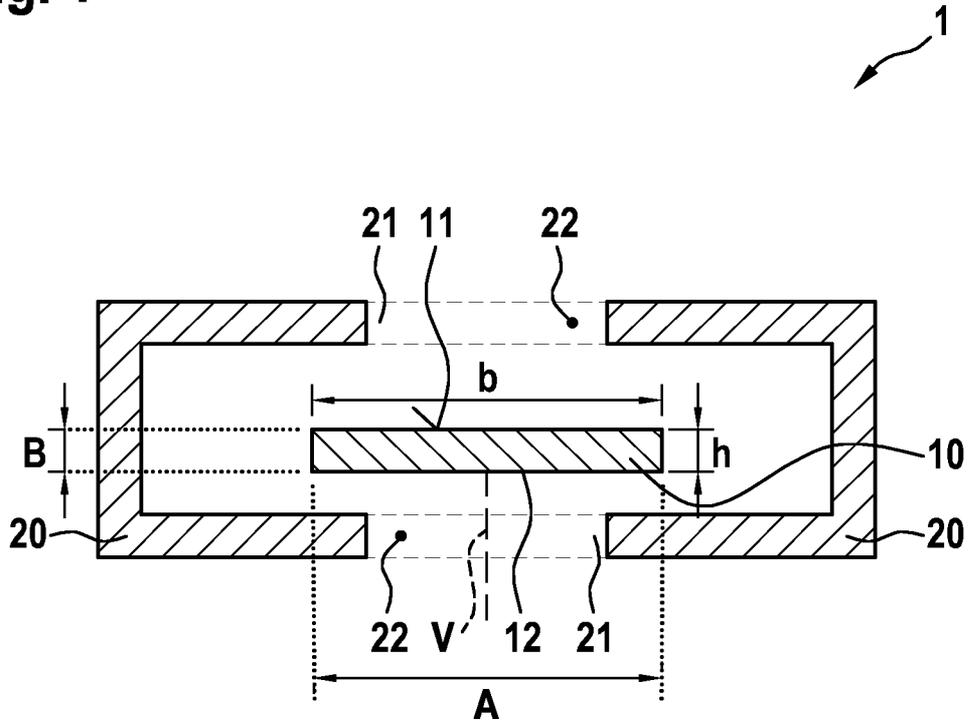


Fig. 2

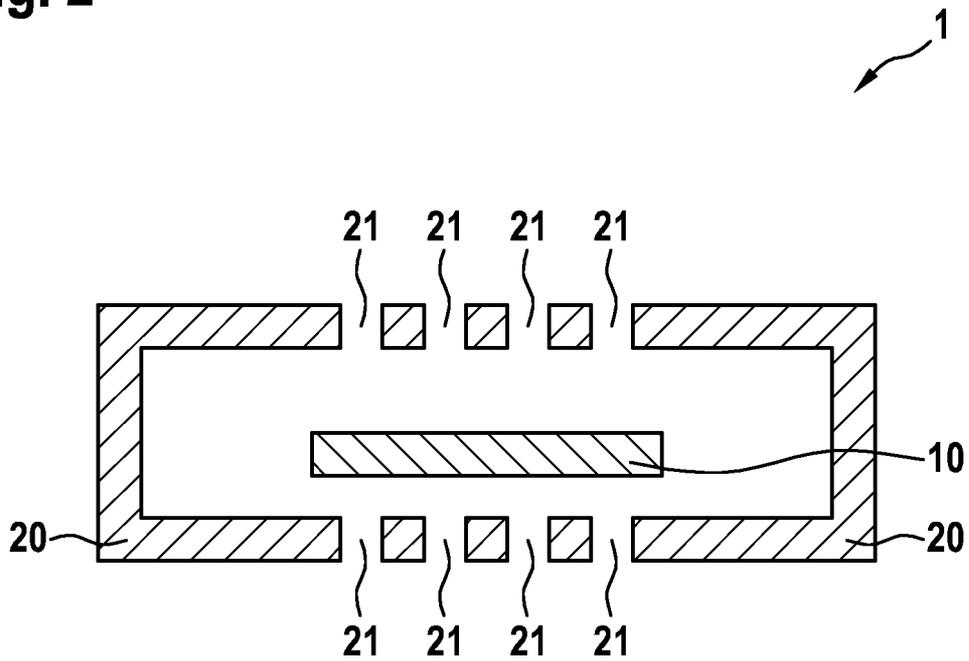


Fig. 3

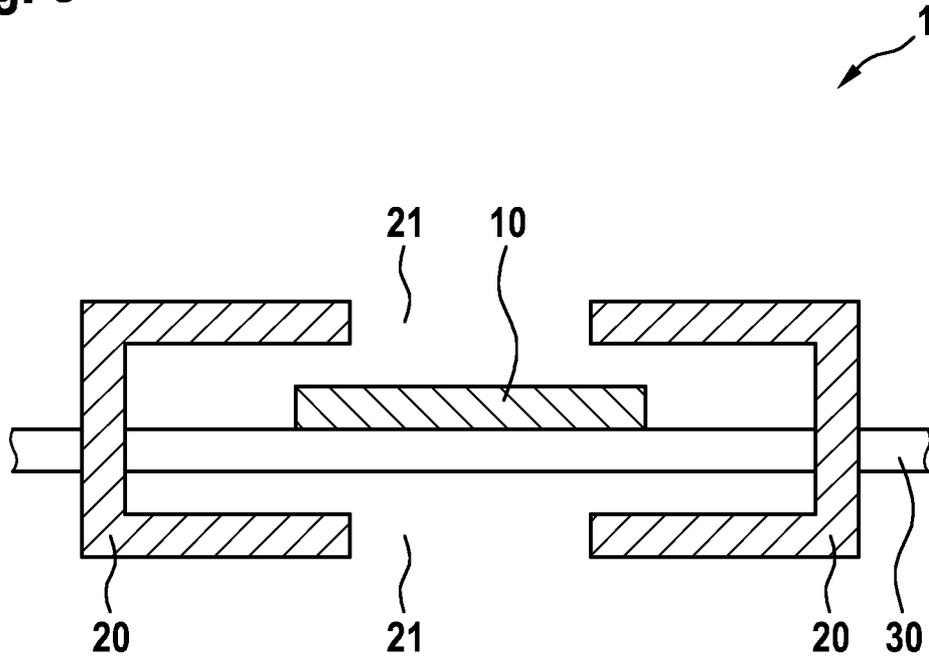


Fig. 4

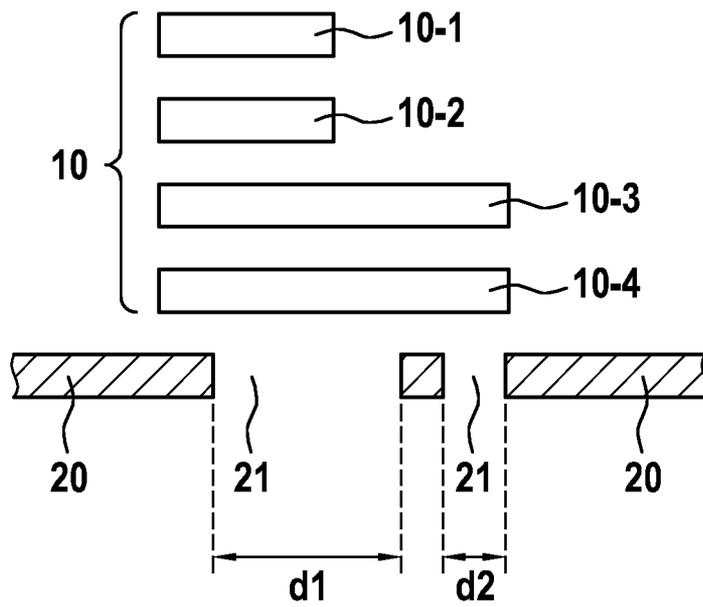


Fig. 5a

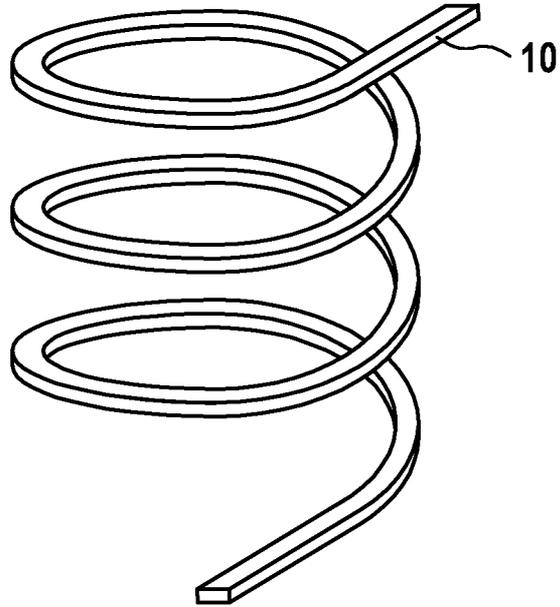


Fig. 5b

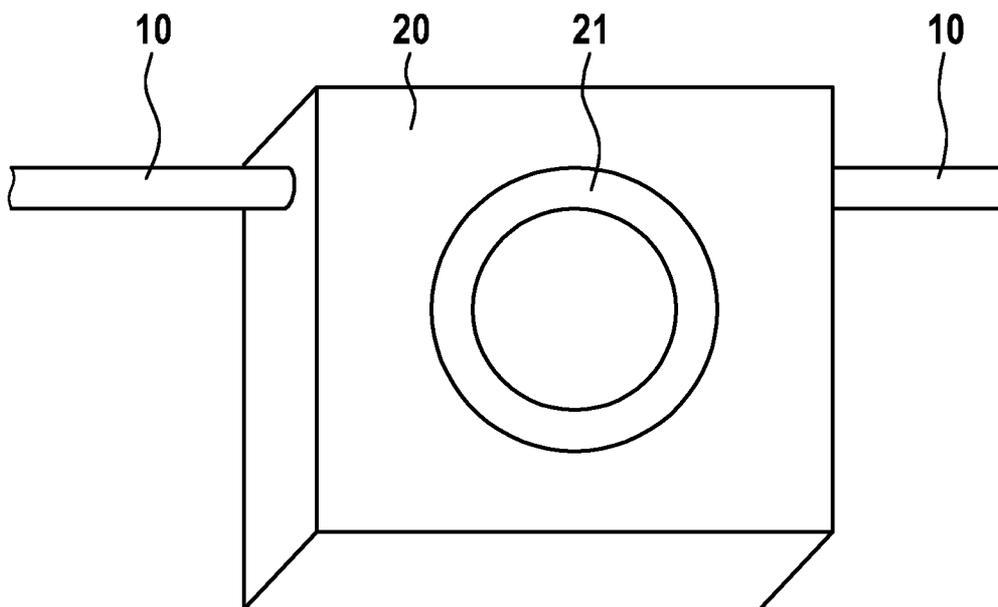
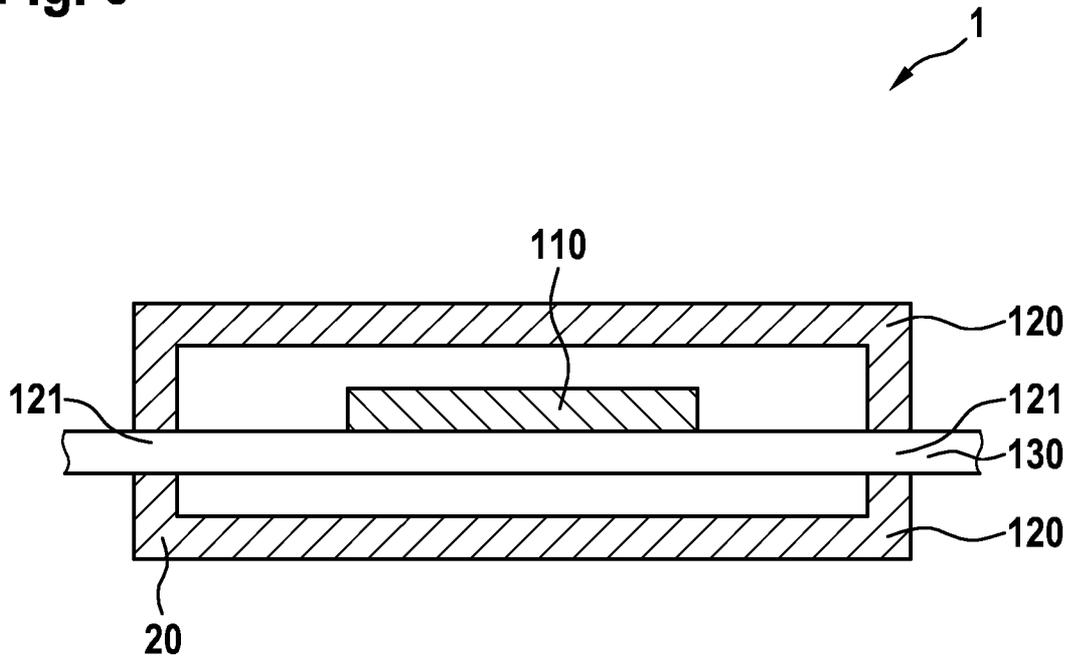


Fig. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/055145

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01F 17/00 (2006.01)j		
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)		
H01F		
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 A	US 2009079529 A1 (KNOTT BERNHARD [DE] ET AL.) 26 March 2009 (2009-03-26) paragraphs [0001], [0012] - [0017] figure 1	1-7,9,10 8
X A	WO 0031760 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; KUETTNER KLAUS [DE] ET AL.) 02 June 2000 (2000-06-02) page 1, lines 9 - 11 page 2, lines 17 - 24 page 3, lines 12 - 15, 22 - 25 page 4, lines 1 - 14 page 5, lines 9, 10 and 17 - 22 figures 1 - 3	1-5,9,10 8
A	DE 102006022785 A1 (PATENT TREUHAND GES FUER ELEKTRISCHE GLUEHLAMPEN MBH [DE]) 22 November 2007 (2007-11-22) paragraphs [0001], [0002], [0012], [0016], [0024], [0033], [0046], [0047] paragraphs [0050], [0063] claim 1 figures 5, 6, 8	1-10
<input 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 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
18 June 2019		25 June 2019
Name and mailing address of the ISA/EP		Authorized officer
European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Van den Berg, G Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/055145

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2009079529	A1	26 March 2009	DE	102008047395	A1	23 July 2009
				US	2009079529	A1	26 March 2009
WO	0031760	A1	02 June 2000	DE	19854234	C1	21 June 2000
				TW	454212	B	11 September 2001
				WO	0031760	A1	02 June 2000
DE	102006022785	A1	22 November 2007	CN	101443863	A	27 May 2009
				DE	102006022785	A1	22 November 2007
				EP	2018643	A1	28 January 2009
				JP	4971432	B2	11 July 2012
				JP	2009537976	A	29 October 2009
				KR	20090015975	A	12 February 2009
				TW	200802436	A	01 January 2008
				US	2009102591	A1	23 April 2009
				WO	2007131884	A1	22 November 2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01F17/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01F

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 2009/079529 A1 (KNOTT BERNHARD [DE] ET AL) 26. März 2009 (2009-03-26)	1-7,9,10
A	Absätze [0001], [0012] - [0017] Abbildung 1	8
X	WO 00/31760 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; KUETTNER KLAUS [DE] ET AL.) 2. Juni 2000 (2000-06-02)	1-5,9,10
A	Seite 1, Zeilen 9 - 11 Seite 2, Zeilen 17 - 24 Seite 3, Zeilen 12 - 15, 22 - 25 Seite 4, Zeilen 1 - 14 Seite 5, Zeilen 9, 10 und 17 - 22 Abbildungen 1 - 3	8
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Juni 2019

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25/06/2019

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

Van den Berg, G

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2006 022785 A1 (PATENT TREUHAND GES FUER ELEKTRISCHE GLUEHLAMPEN MBH [DE]) 22. November 2007 (2007-11-22) Absätze [0001], [0002], [0012], [0016], [0024], [0033], [0046], [0047] Absätze [0050], [0063] Anspruch 1 Abbildungen 5, 6, 8 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/055145

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2009079529 A1	26-03-2009	DE 102008047395 A1 US 2009079529 A1	23-07-2009 26-03-2009

WO 0031760 A1	02-06-2000	DE 19854234 C1 TW 454212 B WO 0031760 A1	21-06-2000 11-09-2001 02-06-2000

DE 102006022785 A1	22-11-2007	CN 101443863 A DE 102006022785 A1 EP 2018643 A1 JP 4971432 B2 JP 2009537976 A KR 20090015975 A TW 200802436 A US 2009102591 A1 WO 2007131884 A1	27-05-2009 22-11-2007 28-01-2009 11-07-2012 29-10-2009 12-02-2009 01-01-2008 23-04-2009 22-11-2007
