

(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
09. November 2023 (09.11.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/213799 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01F 17/04 (2006.01) H01F 27/28 (2006.01)
H01F 41/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/061524

(22) Internationales Anmeldedatum:
02. Mai 2023 (02.05.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2022 111 353.1
06. Mai 2022 (06.05.2022) DE

(71) Anmelder: TDK ELECTRONICS AG [DE/DE]; Rosen-
heimer Str. 141 e, 81671 München (DE).

(72) Erfinder: BECK, Fabian; Vorstädli 2, 4522 Rüttenen
(CH). DRESPLING, Anneliese; Flamenweg 44, 89522
Heidenheim (DE). BECKMANN, Dirk; Wilhelm-Hauff-
Str. 15, 89551 Königsbrunn (DE). HERIADIN, Michael;
Reutheweg 26, 86720 Nördlingen (DE).

(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTAN-
WALTSGESELLSCHAFT MBH; Schloßschmidstr. 5,
80639 München (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, CV, CZ, DE, DJ,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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,

(54) Title: INDUCTIVE COMPONENT, MOLD TOOL AND EMBEDDING METHOD

(54) Bezeichnung: INDUKTIVES BAUELEMENT, MOLD-WERKZEUG UND VERFAHREN ZUM EINBETTEN

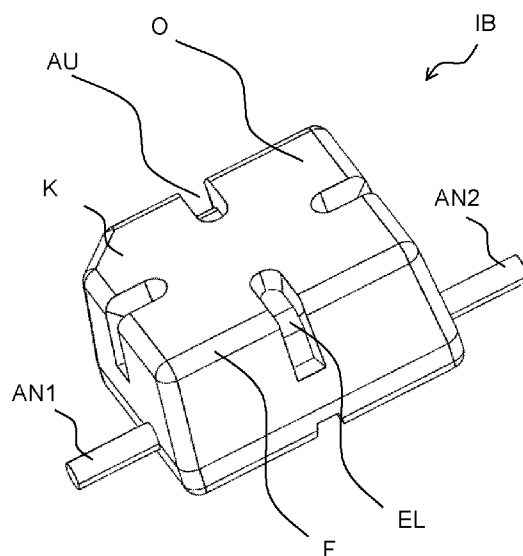


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an easily manufacturable inductive component with precisely adjustable electrical and magnetic properties. The inductive component comprises a body with a central region of an electrical conductor. The central region is centred in the body. In addition, the body has one or more outwardly opening recesses.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein leicht herstellbares induktives Bauelement mit präzise einstellbaren elektrischen und magnetischen Eigenschaften angegeben. Dazu hat das induktive Bauelement einen Körper mit einem Zentralbereich eines elektrischen Leiters. Der Zentralbereich ist im Körper zentriert. Ferner hat der Körper eine oder mehrere nach außen geöffnete Ausnehmungen.



WO 2023/213799 A1

IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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)

Beschreibung

Induktives Bauelement, Mold-Werkzeug und Verfahren zum Einbetten

5

Die Erfindung betrifft induktive Bauelemente, speziell induktive Bauelemente mit verbesserten magnetischen Eigenschaften, Mold-Werkzeuge zur Herstellung solcher Bauelemente und Verfahren zum Einbetten, z.B. zum Einbetten
10 von elektrischen Leitern in einen Bauelement-Körper.

Induktive Bauelemente können in elektrischen Schaltkreisen Verwendung finden, wo sie induktive Schaltungselemente realisieren. Die Induktivitäten solcher Bauelemente sind im
15 Allgemeinen durch die Form eines elektrischen Leiters und der magnetischen Eigenschaften dessen Umgebung charakterisiert. So kann eine Spule in einem Umgebungsmaterial vergossen sein. Die Position der Spule im Vergussmaterial beeinflusst dabei die magnetischen und elektrischen Eigenschaften des
20 entsprechenden Bauelements.

Zum Beispiel aus den Druckschriften US 9,728,331 B2, US 4,801,912 A oder US 2010/0219924 A1 sind induktive Elemente mit einer Halterung für die Spule bekannt. Aus der US
25 2012/0019343 A1 oder US 2009/0250836 A1 sind komplexe Verfahrensschritte zur Herstellung induktiver Bauelemente bekannt.

Es besteht allerdings noch der Wunsch nach induktiven
30 Bauelementen, die durch einfache, leicht durchzuführende Herstellungsschritte erzeugbar sind und dabei präzise einstellbare magnetische Eigenschaften aufweisen.

Dazu werden ein induktives Bauelement bzw. ein Mold-Werkzeug und ein Verfahren zum Einbetten eines elektrischen Leiters gemäß den unabhängigen Ansprüchen angegeben. Abhängige Ansprüche geben vorteilhaften Ausgestaltungen an.

5

Das induktive Bauelement umfasst einen elektrischen Leiter. Der elektrische Leiter hat einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss. Ferner hat der elektrische Leiter einen Zentralbereich. Der Zentralbereich ist elektrische zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss angeordnet. Ferner hat das induktive Bauelement einen Körper, in dem der Zentralbereich angeordnet ist. Der Zentralbereich ist dabei im Körper zentriert. Ferner weist der Körper eine erste, nach außen geöffnete Ausnehmung auf.

15

Die elektrische Anordnung des Zentralbereichs zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss bedeutet im Wesentlichen, dass der elektrische Leiter so ausgestaltet ist, dass der Zentralbereich des elektrischen Leiters zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss in Serie verschaltet ist. Das Zentriertsein des Zentralbereichs im Körper bewirkt, dass die Prozession des Zentralbereichs im Körper mit hoher Präzision festgelegt ist. Dadurch ist die magnetische Umgebung des Zentralbereichs des elektrischen Leiters im Wesentlichen mit hoher Präzision festgelegt, so dass die elektrischen und magnetischen Eigenschaften des induktiven Elements mit hoher Präzision einstellbar sind.

Das Vorhandensein der nach außen geöffneten Ausnehmung steht dabei in einem direkten Zusammenhang mit hoher Präzision einstellbaren Induktivität. So dient die nach außen geöffnete Ausnehmung dazu während des Herstellungsverfahrens des induktiven Bauelements den elektrischen Leiter und

insbesondere seinen Zentralbereich an der dafür vorgesehenen Position zu halten. Mold-Materialien können dann dazu verwendet werden den Zentralbereich zu umgeben, wobei selbst bei hohen Mold-Drücken ein sicheres Fixieren des

5 Zentralbereichs gewährleistet ist. Die Position innerhalb des Körpers und damit die Dicken des Materials des Körpers in den verschiedenen Richtungen um den Zentralbereich herum sind somit fest definiert, woraus die hohe Präzision der Einstellbarkeit der elektrischen magnetischen Eigenschaften

10 des induktiven Bauelements resultiert.

Der Zentralbereich des elektrischen Leiters ist dabei im Wesentlichen derjenige Bereich des Leiters der maßgeblich die elektrischen bzw. magnetischen Eigenschaften des induktiven

15 Bauelements bestimmt.

So ist es insbesondere möglich, dass der elektrische Leiter in dem Zentralbereich zu einer oder mehreren Spule(n) geformt ist. Der elektrische Leiter kann dabei aus einem oder

20 mehreren Drähten bestehen oder einen Draht umfassen dessen entsprechende Abschnitt zu Windungen geformt ist, die die Spule(n) des induktiven Bauelements ergeben.

Der erste Anschluss und der zweite Anschluss des elektrischen

25 Leiters stellen dabei Anschlussmöglichkeiten des induktiven Bauelements dar, mit dem das induktive Bauelement mit einer externen Schaltungsumgebung verschaltbar ist. Der erste Anschluss und der zweite Anschluss können dabei auf unterschiedlichen Seiten des induktiven Bauelements aus dem

30 Körper des Bauelements herausragen. Allerdings ist es auch möglich, dass beide Anschlüsse auf derselben Seite des Körpers herausragen. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn das induktive Bauelement mittels SMD-Technik (SMD =

surface mounted device) mit einer Leiterplatte verschaltbar sein soll.

Die Spule kann dabei im Wesentlichen kreisförmige Windungen aufweisen. Die Spule kann dabei insbesondere eine Zylinderspule oder eine Planarspule sein. Allerdings ist es auch möglich, dass die Windungen der Spule einem ovalen Querschnitt folgen oder einem rechteckförmigen Querschnitt folgen.

Es ist möglich, dass der Körper des induktiven Bauelements, in dem sich der Zentralbereich befindet, ein Mold-Material enthält oder aus einem Mold-Material besteht.

Ferner ist es möglich, dass der Zentralbereich des elektrischen Leiters in Körper des induktiven Bauelements eingebettet ist.

Das Einbetten mittels Molden (Vergießen) stellt eine einfach durchführbare Möglichkeit zur Herstellung eines induktiven Bauelements dar. Dabei ist es möglich, dass der Zentralbereich und das den Zentralbereich umgebende Mold-Material zusammen ein monolithisch gebildetes induktives Bauelement ergeben. Dabei ist der Zentralbereich des elektrischen Leiters im Wesentlichen über seine ganze Länge in direktem Kontakt mit dem Mold-Material.

Es ist möglich, dass der Körper eine zweite, nach außen geöffnete Ausnehmung enthält, die der ersten Ausnehmung so gegenüberliegend am Körper angeordnet ist, dass der Zentralbereich zwischen der ersten und der zweiten Ausnehmung angeordnet ist.

Die Bedeutung der Ausnehmungen besteht darin, das während der Herstellung das zugehörige Mold-Werkzeug entsprechend geformte Elemente, z.B. Rippen oder Lamellen aufweist, die den Zentralbereich des induktiven Bauelements während des Vergießens an seiner Position halten. Rippen des Mold-Werkzeugs können dabei aus verschiedenen Richtungen, z.B. aus gegenüberliegenden Richtungen, gegen den Zentralbereich des elektrischen Leiters drücken und ihn so mit hoher Präzision an einer unveränderlichen Position halten, auch wenn während des Moldens, d.h. während des Vergießens mit der Vergussmasse, ein je nach Mold-Material nötiger, hoher Mold-Druck zum Vergießen aufzuwenden ist.

Insbesondere hat das Mold-Werkzeug einen Hohlraum, der dazu vorgesehen ist durch die Mold-Masse gefüllt zu werden, wobei die Füllung des Hohlraums durch das Mold-Material den späteren Körper bildet, in dem der elektrische Leiter mit seinem Zentralbereich monolithisch eingeschlossen ist.

Die Begrenzung des Hohlraums des Mold-Werkzeugs einerseits und das mit hoher Präzision definierte Positionieren des Zentralbereichs andererseits resultiert in einem induktiven Bauelement, dessen äußere Abmessungen präzise einstellbar sind und dessen Zentralbereich des elektrischen Leiters mit hoher Präzision so bestimmt ist, dass die magnetische Umgebung des elektrischen Leiters und insbesondere des Zentralbereichs mit hoher Präzision bestimmt ist.

Damit sind die elektrischen und magnetischen Eigenschaften des induktiven Bauelements mit hoher Genauigkeit einstellbar, so dass ein induktives Bauelement mit präzisen elektrischen und magnetischen Eigenschaften erhalten wird und das

induktive Bauelement durch einfach durchzuführende
Verfahrensschritte herstellbar ist.

Es ist möglich, dass das induktive Bauelement ferner weitere
5 erste Ausnehmungen im Körper aufweist.

Die Zahl der Ausnehmungen im Körper, d.h. der möglichen
Stellen bzw. Richtungen aus denen der Zentralbereich des
elektrischen Leiters während des Umgießens fixierbar ist,
10 bestimmt die Präzision, mit der Zentralbereich einstellbar
ist und den mechanischen Widerstand, den der Zentralbereich
bei dem Umgießen der Vergussmasse entgegenbringen kann.

Allerdings können die Ausnehmungen, in denen der
15 entsprechende Leiterabschnitt des elektrischen Leiters
weniger Mold-Material in seiner Umgebung enthält, als
Inhomogenitäten der magnetischen Umgebung des induktiven
Bauelements gesehen werden. Deshalb ergibt sich im
Allgemeinen für ein bestimmtes induktives Bauelement eine
20 bestimmte Anzahl an Ausnehmungen und bestimmte Positionen für
die Ausnehmungen, so dass die vorteilhaften Eigenschaften der
Ausnehmungen das Fehlen des entsprechenden Materials
überwiegt.

25 Die Tiefen der Ausnehmungen und die Breiten der Ausnehmungen
sind dabei idealerweise so gewählt, dass die nötige
mechanische Stabilität bei der Positionierung des
Zentralbereichs ausreichend groß und die Störung der
magnetischen Umgebung ausreichend klein sind.

30

Entsprechend ist es auch möglich, dass das induktive
Bauelement weitere zweite Ausnehmungen im Körper umfasst.
Dabei sind erste Ausnehmungen und zweite Ausnehmungen im

Wesentlichen auf gegenüberliegenden Seiten des induktiven Bauelements angeordnet.

Durch das gegenüberliegende Anordnen der Ausnehmungen bzw.

5 das gegenüberliegende Anordnen entsprechender Rippen im Mold-Werkzeug kann der Zentralbereich optimal während der Herstellung festgeklemmt werden, so dass eine optimale Fixierung des Zentralbereichs während des Applikation des Mold-Materials gegeben ist.

10

Es ist möglich, dass die Ausnehmungen eine Breite B mit $0,1 \text{ mm} \leq B \leq \text{mm}$ betragen.

Entsprechend ist es möglich, dass die Ausnehmungen eine Tiefe

15 T mit $0,05 \text{ mm} \leq T \leq 1,0 \text{ mm}$ betragen.

Es ist möglich, dass der Körper des induktiven Bauelements eine im Wesentlichen quaderförmige Form hat. Der im Wesentlichen quaderförmige Körper kann dabei Kantenlängen $K1$,
20 $K2$, $K3$ aufweisen, die $0,2 \text{ mm}$ oder mehr und 5 mm oder weniger haben.

Der Körper kann dabei - bis auf die Anschlüsse - eine Form haben, die genau einer Quaderform entspricht. Allerdings ist
25 es oft vorteilhaft, wenn die genaue Form des Körpers leicht von einer Quaderform abweicht. So können zum Beispiel die Kanten des Quaders jeweils eine Fase aufweisen. Ferner kann der Körper eine Seitenfläche aufweisen, die asymmetrisch zu anderen Seitenflächen des Körpers ausgestaltet ist, um ein
30 Orientieren des Bauelements, z.B. beim Verbinden mit einer Leiterplatte, zu erleichtern.

Entsprechend ist es möglich, dass das induktive Element ein SMD-Element ist.

Dazu ist es möglich, dass die Anschlüsse des induktiven Bauelements mit einer gewissen Länge aus dem Körper des Bauelements herausragen, die dazu geeignet ist, den Körper mit Leiterstrukturen auf einer Leiterplatte mechanisch und elektrisch zu verbinden. Insbesondere können die Oberflächen der Anschlüsse mit einem lotfähigen Material benetzt sein.

Es ist möglich, dass der elektrische Leiter eine Induktivität I aufweist, wobei die Induktivität $I \geq 5 \text{ nH}$ und $\leq 100 \text{ }\mu\text{H}$ sein kann.

Es ist möglich, dass das induktive Element eine Oberseite und eine Unterseite aufweist, wobei die Unterseite der oben beschriebenen gegenüberliegt. Das Bauelement kann dabei vier Ausnehmungen an der Oberseite und zwei Ausnehmungen an der Unterseite aufweisen. Insbesondere die vier Ausnehmungen an der Oberseite können auf jeweils eine Seite einer im Wesentlichen rechteckigen Grundfläche angeordnet sein.

Entsprechend ist es auch bevorzugt, wenn die zwei Ausnehmungen an der Unterseite an gegenüberliegenden Seiten des im Wesentlichen quaderförmigen Körpers angeordnet sind.

Es ist möglich, dass der Körper eine magnetische Permeabilität P aufweist, wobei die magnetische Permeabilität P größer oder gleich 2 H/m und kleiner oder gleich 100 H/m ist.

Es ist möglich, dass der Körper des induktiven Bauelements einen Kunststoff umfasst, wobei der Kunststoff mit einem magnetischen Material gefüllt ist.

5 Als Materialien für den Kunststoff und als Materialien für die magnetischen Füllungen kommen Materialien in Frage wie z.B. Ferrite oder Eisenlegierungen für das magnetische Material, das als Füllstoff in die Kunststoffmatrix eingemischt ist.

10

Umfasst der Körper ein Mold-Material, kann das Mold-Material ein Kunstharz, z.B. ein Epoxy umfassen oder daraus bestehen.

Es ist möglich, dass der elektrische Leiter ein Material
15 umfasst oder aus einem Material besteht, das ausgewählt ist aus Kupfer (Cu), Silber (Ag), Gold (Au) und Aluminium (Al).

Im Zentralbereich kann zumindest ein Abschnitt des elektrischen Leiters durch die Ausnehmung sichtbar sein.

20

Ein entsprechendes Mold-Werkzeug zum Herstellen eines induktiven Bauelements wie oben beschrieben kann dabei einen Zugang und eine Rippe umfassen.

25 Der Zugang dient dabei dazu, während des Herstellungsverfahrens als Öffnung zum Hinzugeben des Mold-Materials zu dienen. Die Rippe dient als Auflage und zum Fixieren des Zentralbereichs des elektrischen Leiters, so dass diese am fertigen Bauelement mit hoher Präzision an
30 seiner vorgesehenen Position angeordnet ist.

Es ist ferner möglich, dass das Mold-Werkzeug einen unteren Teil und einen oberen Teil aufweist. Dabei kann der untere

Teile zwei Rippen und der obere Teil vier Rippen – oder umgekehrt – aufweisen. Die Rippen dienen dazu, den Zentralbereich in seiner Position während des Vergießens zu halten und offenbaren sich später als die Ausnehmungen im
5 fertigen induktiven Bauelement.

Weiterhin kann das Mold-Werkzeug Seitenwände aufweisen, die einen Hohlraum, in dem der Zentralbereich des Leiters angeordnet werden kann, aufweisen, wobei die Seitenwände die
10 späteren äußeren Oberflächen des späteren Bauelements definieren.

Ein Verfahren zum zentrierten Einbetten eines Zentralbereichs eines elektrischen Leiters kann dabei die Schritte:

- 15 - Bereitstellen eines Mold-Werkzeugs mit einem Zugang und einer Rippe,
- Bereitstellen des elektrischen Leiters,
- Positionieren des Zentralbereichs an der Rippe,
- Umhüllen des Zentralbereichs durch Pressen einer Mold-Masse
20 durch den Zugang

umfassen.

Die Mold-Masse kann einen Körper bilden, in dem der Zentralbereich des elektrischen Leiters eingeschlossen ist,
25 wobei die Mold-Masse ein Volumen der Rippe nicht einnimmt, so dass an der Position der Rippe eine Ausnehmung in dem Körper bildet.

Durch die Verwendung des beschriebenen Mold-Werkzeugs und
30 durch Anwenden von Schritten des beschriebenen Verfahrens wird ein induktives Bauelement erhalten, dessen Zentralbereich des elektrischen Leiters mit hoher Präzision zentriert angeordnet ist, so dass präzise definierte

Materialstärken an den Seitenwänden zwischen den Zentralbereich und des äußeren Oberflächen des Körpers erhalten wird. Damit wird ein leicht herzustellendes induktives Bauelement mit präzise definierten elektrischen und magnetischen Eigenschaften erhalten.

Funktionsprinzipien und Details von bevorzugten Ausführungsformen werden anhand der schematischen Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1: eine perspektivische Ansicht eines induktiven Bauelements,

Figur 2: eine perspektivische Ansicht der Unterseite des Bauelements,

Figur 3: eine perspektivische Ansicht des elektrischen Leiters, der im Körper des Bauelements angeordnet ist,

Figur 4: einen aufgeschnittenen Körper eines induktiven Bauelements, das die Position die elektrischen Leiters anzeigt,

Figuren 5 und 6: aus unterschiedlichen Richtungen gezeigte perspektivische Ansichten der Lage des elektrischen Leiters in Inneren des Körpers,

Figuren 7 bis 10: Seitenansichten eines induktiven Bauelements mit Größenangaben einer bevorzugten Ausführungsform,

Figur 11: eine perspektivische Ansicht eines Mold-Werkzeugs mit Zugängen zum Applizieren des Mold-Materials,

Figur 12: einen Querschnitt durch die Anordnung von Mold-Werkzeug und Mold-Material mit Größenangaben einer bevorzugten Ausführungsform.

Figur 1 zeigt eine perspektivische Ansicht eines induktiven Bauelements IB mit einem Körper K und einem ersten Anschluss AN1 und einem zweiten Anschluss AN2. Der Körper K hat eine im Wesentlichen quaderförmige Form und eine Oberseite O. An der Oberseite O sind vier Ausnehmungen AU angeordnet, wobei die Ausnehmungen AU an den vier Kanten der Oberfläche so angeordnet sind, dass sich jeweils zwei Ausnehmungen AU einander gegenüberliegen. In der perspektivischen Ansicht ist erkennbar, dass auch an der Unterseite zumindest an der Seitenfläche die in der perspektivischen Ansicht den Betrachter zugewandt ist eine Ausnehmung angeordnet ist.

Die Anschlüsse AN1, AN2 liegen auf gegenüberliegenden Seiten des im Wesentlichen quaderförmigen Körpers K. Dazwischen ist der Zentralbereich angeordnet, von dem zumindest einen Abschnitt des elektrischen Leiters EL durch die Ausnehmung AU sichtbar ist.

25

An seinen Kanten hat der im Wesentlichen quaderförmige Körper K eine Fase F. Diese abgeschrägte Fläche verringert Grate und kann die weitere Montage vereinfachen.

Figur 2 zeigt eine perspektivische Ansicht des induktiven Bauelements IB so, dass dem Betrachter die Unterseite U zugewandt ist. Dabei ist auch zu sehen, dass der im Wesentlichen quaderförmige Körper K anstelle einer Kante eine

Orientierungsfläche OF aufweist, die durch die Symmetriebrechung ein Orientieren des Bauelements IB vereinfacht.

- 5 An der Unterseite U des Bauelements IB sind zwei Ausnehmungen A an gegenüberliegenden Seiten des im Wesentlichen quaderförmigen Grundkörpers K vorhanden.

Figur 3 zeigt eine perspektivische Ansicht des elektrischen
10 Leiters EL, bei dem der Zentralbereich ZB Windungen einer Spule enthält, die elektrische in Reihe zwischen dem ersten Anschluss AN1 und dem zweiten Anschluss AN2 verschaltet sind. Die Anschlüsse AN1, AN2 dienen zur Verschaltung des induktiven Bauelements mit einer externen Schaltungsumgebung.
15 Die Form des Leiters EL im Zentralbereich ZB bestimmt im Wesentlichen die elektrischen und magnetischen Eigenschaften des induktiven Bauelements.

Figur 4 zeigt eine perspektivische Ansicht eines induktiven
20 Bauelements IB mit einem Schnitt durch den Körper K, so dass die Lage des elektrischen Leiters im Innern des Körpers K erkennbar ist.

Die Figuren 5 und 6 wiederum zeigen die vollständige Lage des
25 elektrischen Leiters EL im Innern des induktiven Bauelements und die entsprechenden Lagen der Ausnehmungen aus verschiedenen Blickrichtungen. So blickt der Betrachter auf die Unterseite des Bauelements in Figur 5 und auf die Oberseite O des Bauelements in Figur 6.

30

Figur 7 zeigt eine Seitenansicht eines induktiven Bauelements mit einer Gesamthöhe in vertikaler Richtung des Bauelements

in Höhe von 1 mm, wobei die tatsächliche Höhe um 0,03 mm variieren kann.

Figur 8 zeigt ein entsprechendes Bauelement in einer
5 Oberseitenansicht, wobei das Bauelement eine Länge von $2 \pm 0,03$ mm aufweist und das Bauelement eine Breite von $1,65 \pm 0,03$ mm aufweist. Die Orientierungsfläche hat dabei eine Kante, die 0,3 mm von der zugehörigen Seitenwand des Bauelements entfernt ist, wobei die Orientierungsfläche
10 zusammen mit einer Seitenfläche einen Winkel von 45° einschließt.

Figur 9 zeigt eine mögliche Dimensionierung der Ausnehmungen an der Oberseite. So können vier Ausnehmungen vorgesehen
15 sein, wobei jede Ausnehmung an der Oberseite eine Breite von $0,2 \pm 0,02$ mm aufweist.

Figur 10 zeigt die mögliche Dimensionierung einer Ausnehmung an der Unterseite. So existieren an der Unterseite zwei
20 Ausnehmungen, die ebenfalls eine Breite von $0,2 \pm 0,02$ mm aufweisen.

Figur 11 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Mold-Werkzeugs MW, das Zugänge Z aufweist, die als Löcher
25 ausgebildet sind. Über die Zugänge Z kann die Vergussmasse in den dahinterliegenden Hohlraum mit einem entsprechenden Druck so gepresst werden, dass eine vollständige Füllung des Hohlraums erhalten wird, ohne dass der Zentralbereich des elektrischen Leiters von seiner bevorzugten Position
30 weggedrückt wird.

Figur 12 zeigt einen Querschnitt und die Anwesenheit der Rippe R während des Vergießens, die den Zentralbereich an

seiner Position hält, und an deren Position die spätere Ausnehmung positioniert sein wird, da die Mold-Masse das Volumen der Rippe R nicht einnehmen kann.

Bezugszeichenliste

	AN: AN1, AN2:	Anschluss, erster, zweiter Anschluss
5	AU:	Ausnehmung, Kerbe
	B, T:	Breite, Tiefe einer Ausnehmung
	EL:	elektrischer Leiter
	F:	Fase
	IB:	induktives Bauelement
10	K:	Körper
	MW:	Mold-Werkzeug
	O:	Oberseite
	OF:	Orientierungsfläche
	R:	Rippe, Lamelle
15	SP:	Spule
	U:	Unterseite
	MW:	Mold-Werkzeug
	ZB:	Zentralbereich
	Z:	Zugang
20		

Patentansprüche

1. Induktives Bauelement (IB), umfassend
 - einen elektrischen Leiter (EL) mit einem ersten Anschluss
 - 5 (A1), einem zweiten Anschluss (A2) und einem Zentralbereich (ZB), der elektrisch zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss angeordnet ist,
 - einen Körper (K), in dem der Zentralbereich angeordnet ist, wobei
 - 10 - der Zentralbereich im Körper zentriert ist und
 - der Körper eine erste oder mehrere, nach außen geöffnete Ausnehmung(en) (A) aufweist.
2. Induktives Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche,
- 15 bei dem der Leiter im Zentralbereich zu einer oder mehreren Spule(n) (SP) geformt ist.
3. Induktives Bauelement nach dem vorherigen Anspruch, wobei der Körper ein Mold-Material enthält oder aus einem Mold-
- 20 Material besteht.
4. Induktives Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Zentralbereich im Körper eingebettet ist.
- 25 5. Induktives Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Körper eine zweite oder mehrere zweite, nach außen geöffnete Ausnehmung(en) enthält, die den ersten Ausnehmungen so gegenüberliegend am Körper angeordnet ist, dass der Zentralbereich zwischen den ersten und den zweiten Ausnehmung
- 30 angeordnet ist.
6. Induktives Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend weitere erste Ausnehmungen im Körper.

7. Induktives Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend weitere zweite Ausnehmungen im Körper, wobei jeweils erste und zweite Ausnehmungen an gegenüberliegenden
5 Seiten des Körpers angeordnet sind.

8. Induktives Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Ausnehmungen eine Breite B mit $0,1 \text{ mm} \leq B \leq 1,0 \text{ mm}$ betragen.

10

9. Induktives Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Ausnehmungen eine Tiefe T mit $0,05 \text{ mm} \leq T \leq 1,0 \text{ mm}$ betragen.

15

10. Induktives Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem der Körper eine im Wesentlichen quaderförmige Form mit Kantenlängen K1, K2, K3 mit $0,2 \text{ mm} \leq K1, K2, K3 \leq 5 \text{ mm}$ hat.

20

11. Induktives Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, das ein SMD-Element ist.

12. Induktives Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem der elektrische Leiter eine Induktivität I aufweist und $5 \text{ nH} \leq I \leq 100 \text{ µH}$.

25

13. Induktives Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche mit einer Oberseite und einer gegenüberliegenden Unterseite und 1, 2, 3 oder 4 Ausnehmungen an der Oberseite und 1, 2, 3
30 oder 4 Ausnehmungen an der Unterseite.

14. Induktives Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Körper eine magnetische Permeabilität P mit $2 \text{ H/m} \leq P \leq 100 \text{ H/m}$ aufweist.

5 15. Induktives Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Körper einen Kunststoff, gefüllt mit einem magnetischen Material, umfasst.

10 16. Induktives Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der elektrische Leiter ein Material umfasst oder aus einem Material besteht, das ausgewählt ist aus Cu, Ag, Au, Al.

15 17. Induktives Bauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei im Zentralbereich (ZB) zumindest einen Abschnitt des elektrischen Leiters (EL) durch die Ausnehmung (A) sichtbar ist.

20 18. Mold-Werkzeug zum Herstellen eines induktiven Bauelements nach einem der vorherigen Ansprüche, umfassend einen Zugang (Z) und eine Rippe (R).

25 19. Mold-Werkzeug nach dem vorherigen Anspruch, umfassend einen unteren Teil, einen oberen Teil, 1, 2, 3 oder 4 Rippen am unteren Teil und 1, 2, 3 oder 4 Rippen am oberen Teil.

30 20. Verfahren zum zentrierten Einbetten eines Zentralbereichs eines elektrischen Leiters, umfassend die Schritte:
- Bereitstellen eines Mold-Werkzeugs mit einem Zugang und einer Rippe,
- Bereitstellen des elektrischen Leiters,
- Positionieren des Zentralbereichs an der Rippe,

- Umhüllen des Zentralbereichs durch Pressen einer Mold-Masse durch den Zugang.

21. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch,

- 5 wobei die Mold-Masse einen Körper bildet, in dem der Zentralbereich (ZB) des elektrischen Leiters (EL) eingeschlossen ist, wobei die Mold-Masse ein Volumen der Rippe (R) nicht einnimmt, so dass an der Position der Rippe (R) eine Ausnehmung (A) in dem Körper bildet.

1/4

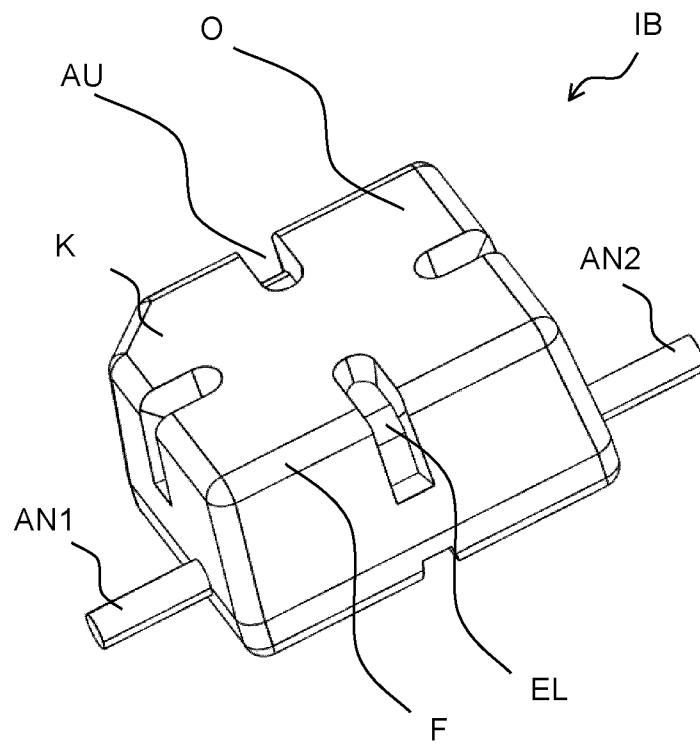


Fig. 1

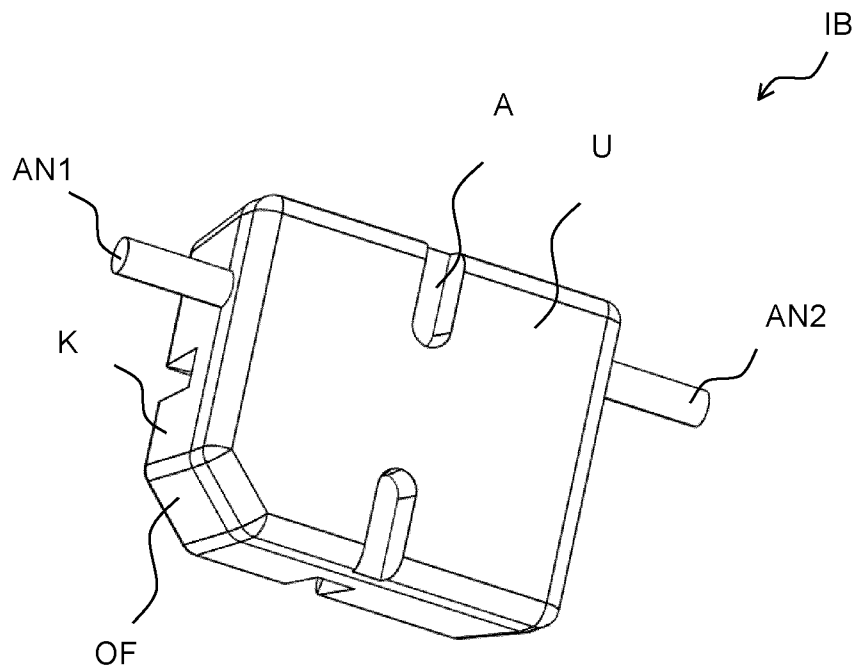
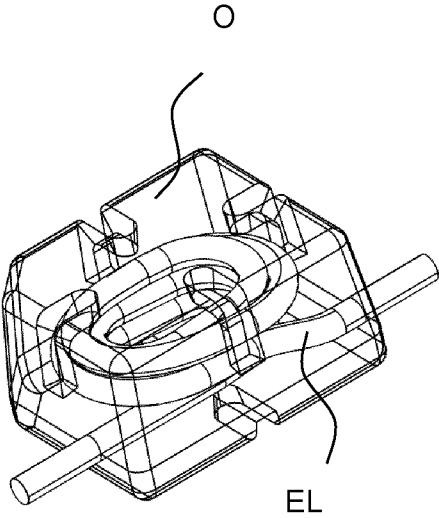
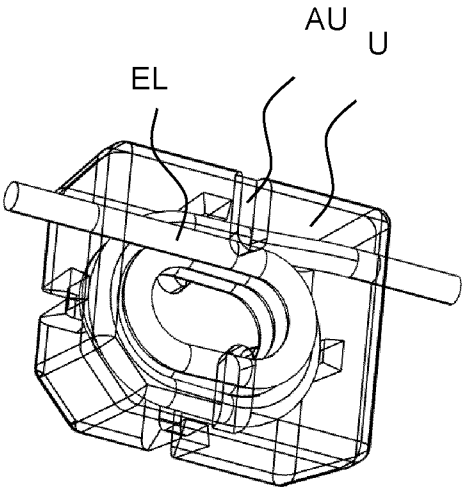
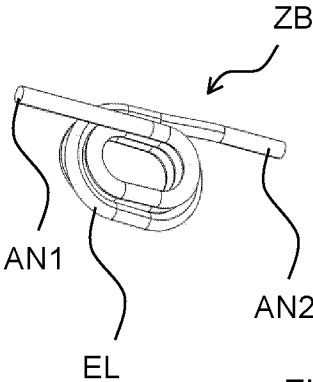
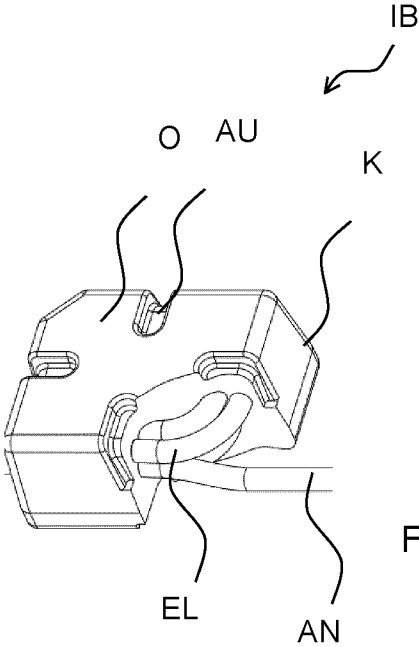


Fig. 2



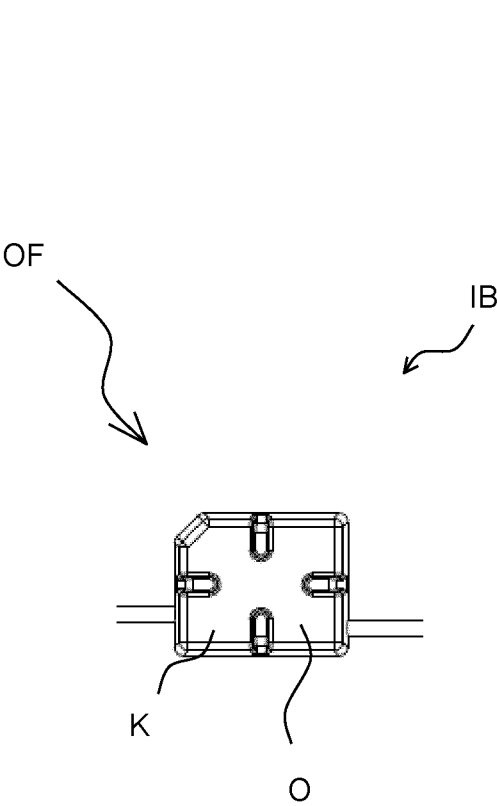


Fig. 8

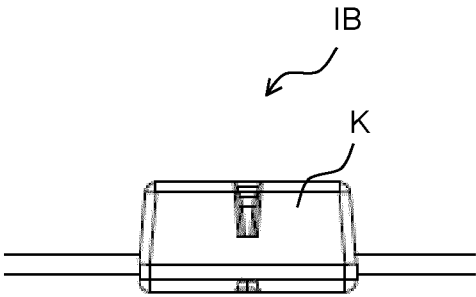


Fig. 7

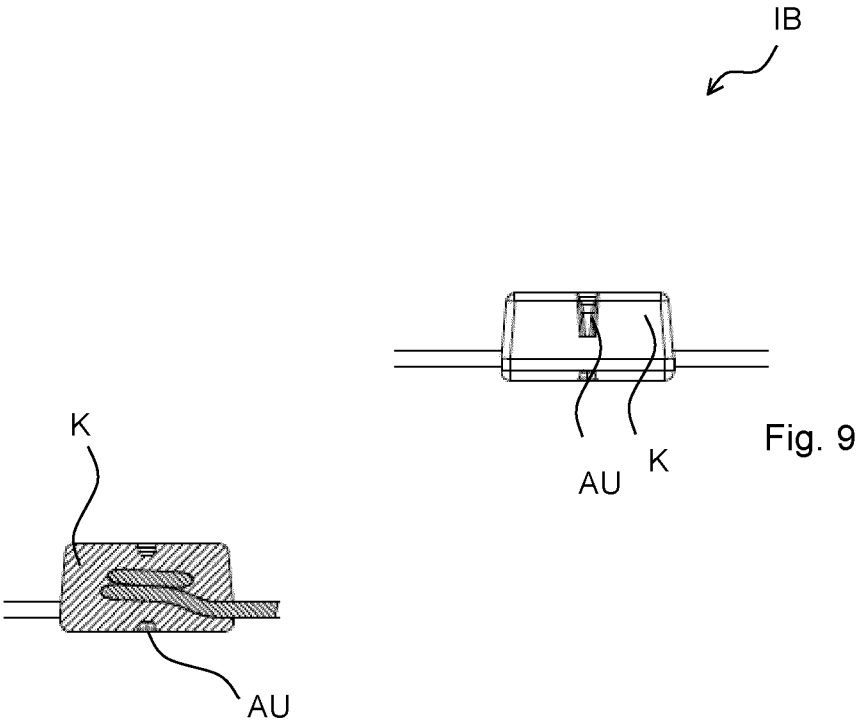


Fig. 9

Fig. 10

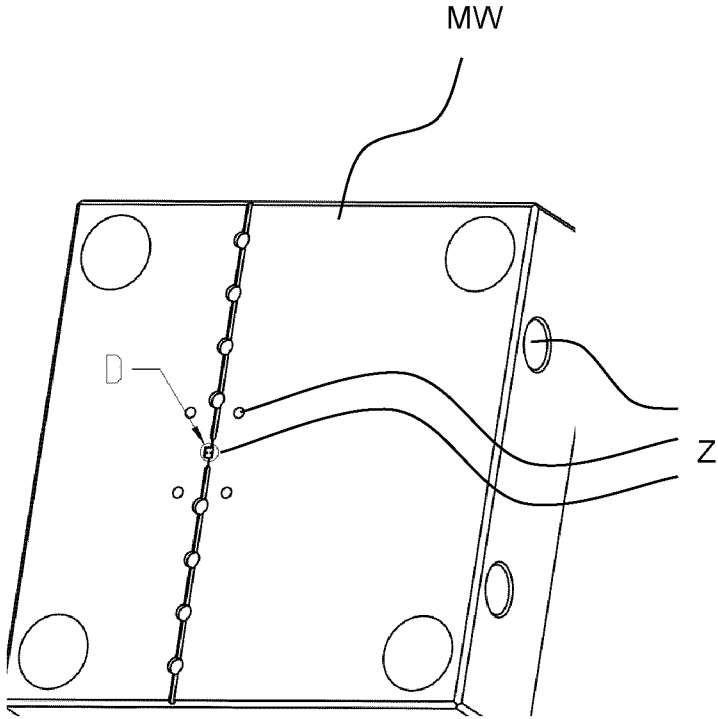


Fig. 11

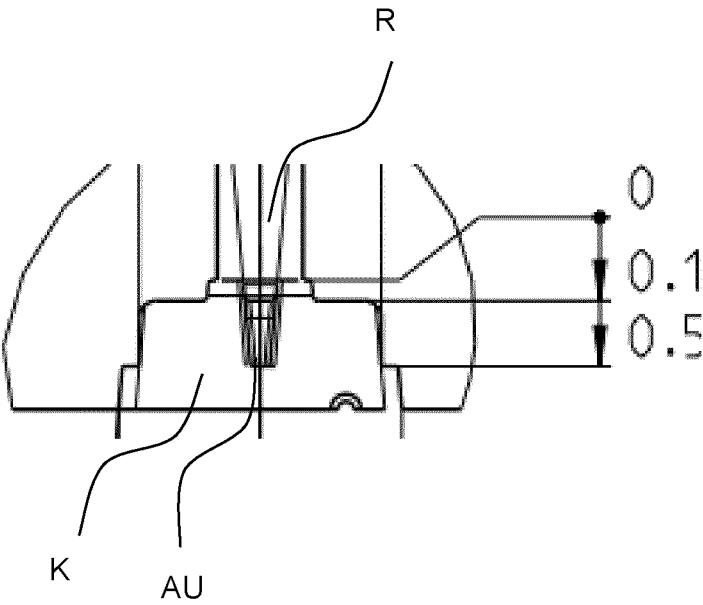


Fig. 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/061524**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01F 17/04**(2006.01)i; **H01F 41/02**(2006.01)i; **H01F 27/28**(2006.01)n

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004193215 A (KITAGAWA IND CO LTD) 08 July 2004 (2004-07-08) §§24-29, 37, 38;figures 1, 4	1-21
X	JP 2009290146 A (SHINDENGEN ELECTRIC MFG) 10 December 2009 (2009-12-10) §§55, 82-96;figures 8-10	1-4,8-12,14-16,18,20,21
X	US 2011304420 A1 (CHANG JUNG-FONG [TW]) 15 December 2011 (2011-12-15) §§3, 21-23;figures 1-3	1-16,18,19



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

26 July 2023

Date of mailing of the international search report

08 August 2023

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Brächer, Thomas

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/061524

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2004193215	A	08 July 2004	NONE	
JP	2009290146	A	10 December 2009	NONE	
US	2011304420	A1	15 December 2011	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01F17/04 H01F41/02 ADD. H01F27/28		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2004 193215 A (KITAGAWA IND CO LTD) 8. Juli 2004 (2004-07-08) 24-29, 37, 38; Abbildungen 1, 4 -----	1-21
X	JP 2009 290146 A (SHINDENGEN ELECTRIC MFG) 10. Dezember 2009 (2009-12-10) 55, 82-96; Abbildungen 8-10 -----	1-4, 8-12, 14-16, 18, 20, 21
X	US 2011/304420 A1 (CHANG JUNG-FONG [TW]) 15. Dezember 2011 (2011-12-15) 3, 21-23; Abbildungen 1-3 -----	1-16, 18, 19
☐ 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 26. Juli 2023		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 08/08/2023
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 Brächer, Thomas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/061524

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2004193215 A	08-07-2004	KEINE	
JP 2009290146 A	10-12-2009	KEINE	
US 2011304420 A1	15-12-2011	KEINE	