

(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. März 2020 (26.03.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/058407 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B21J 5/00 (2006.01) B22D 31/00 (2006.01)
B22D 17/22 (2006.01) H02K 15/04 (2006.01)
B22D 25/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/075179

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. September 2019 (19.09.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 215 987.4
19. September 2018 (19.09.2018) DE

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG
E.V.** [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder: **WÖSTMANN, Franz-Josef**; c/o Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, Wiener Straße 12, 28359 Bremen (DE). **HEUSER, Michael**; c/o Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, Wiener Straße 12, 28359 Bremen (DE). **BUSSE, Matthias**; c/o Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, Wiener Straße 12, 28359 Bremen (DE).

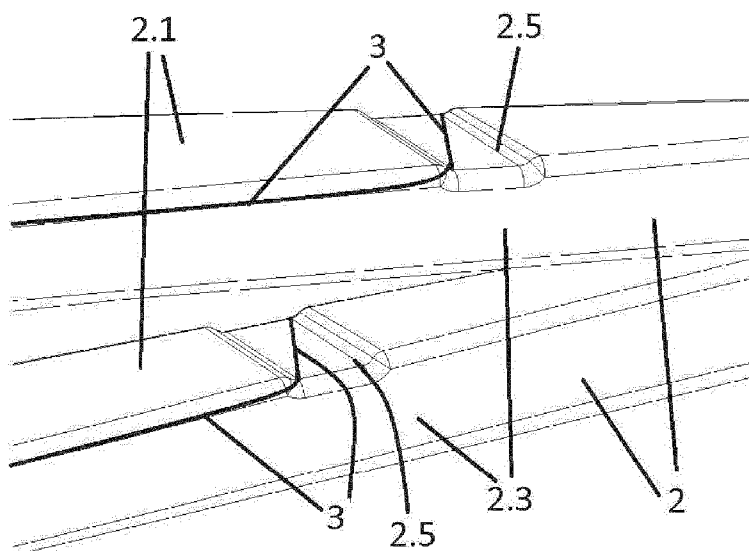
(74) Anwalt: **PFENNING, MEINIG & PARTNER MBB**; Joachimsthaler Straße 10-12, 10719 Berlin (DE).

(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,

(54) Title: PRODUCTION OF A COIL, PERMANENT MOLD FOR A COIL, AND COIL

(54) Bezeichnung: HERSTELLUNG EINER WENDEL, DAUERFORM FÜR EINE WENDEL SOWIE WENDEL

Fig. 8



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for producing a coil (2). A permanent mold with mold halves which can be joined together on a mold separation plane is provided. The mold halves of the permanent mold are joined together such that the permanent mold has a cavity, which defines the shape of the coil (2) or the shape of a bent open coil, when the permanent mold is joined together. The specified coil (2) or the bent open coil has a flattened profiled winding cross-section which has two opposite flat faces (2.1, 2.1'), an outer face and an inner face (2.3) opposite the outer face. The mold separation plane runs at least partly along the flat faces (2.1, 2.1') from the inner face to the outer face (2.3), wherein the permanent mold has a bulge (2.5) which extends along the mold separation plane and protrudes into the cavity at least in a region in which the mold separation plane runs along one of the flat faces (2.1, 2.1') such that the cast body is provided with recesses (2.5) on the flat faces (2.1, 2.1'). The invention further relates to a permanent mold for carrying out the method and to a coil which has been produced using the method or using the permanent mold.

WO 2020/058407 A1

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, 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)

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Wendel (2), bei dem eine Dauerform mit in einer Formteilungsebene zusammenfügbaren Formhälften bereitgestellt wird. Die Formhälften der Dauerform werden zusammengefügt, so dass die Dauerform in zusammengefügten Zustand eine Kavität aufweist, welche eine Form der Wendel (2) oder eine Form einer aufgebogenen Wendel vorgibt, wobei die vorgegebene Wendel (2) oder die aufgebogene Wendel ein abgeflachtes Windungsquerschnittprofil aufweist, welches zwei gegenüberliegende Flachseiten (2.1, 2.1'), eine Außenseite und eine der Außenseite gegenüberliegende Innenseite (2.3) aufweist. Die Formteilungsebene verläuft dabei abschnittsweise entlang der Flachseiten (2.1, 2.1') von der Innenseite zu der Außenseite (2.3), wobei die Dauerform zumindest in einem Bereich, in dem die Formteilungsebene entlang einer der Flachseiten (2.1, 2.1') verläuft, eine sich entlang der Formteilungsebene erstreckende in die Kavität ragende Ausbauchung aufweist, so dass der Gusskörper an den Flachseiten (2.1, 2.1') entsprechende Einbuchtungen (2.5) erhält. Die Erfindung betrifft ferner eine Dauerform zur Durchführung des Verfahrens sowie eine Wendel, die mit Hilfe des Verfahrens oder mit Hilfe der Dauerform hergestellt wurde.

Herstellung einer Wendel, Dauerform für eine Wendel sowie Wendel

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Wendel. Weiterhin betrifft sie eine Dauerform, die zur Herstellung einer Wendel dient, sowie eine Wendel, die mittels des Verfahrens oder mittels der Dauerform hergestellt wurde.

10 Wendeln, die beispielsweise als elektrische Spulen verwendet werden, werden gemäß dem Stand der Technik häufig gewickelt. Dabei wird das Wickeln mitunter manuell durchgeführt, um den Füllgrad gegenüber Serienverfahren zu verbessern. Eine deutliche Verbesserung der Leistungsfähigkeit konnte in letzter Zeit durch gegossene Spulen erreicht werden.

15 Das Dokument DE 10 2012 212 637 A1 beschreibt die gießtechnische Herstellung von Spulen. Durch diese Art der Herstellung können die bei wickelbaren Runddrähten ungünstigen Füllfaktoren durch Verwendung anderer Drahtgeometrien (die sich üblicherweise nicht wickeln lassen würden) deutlich über-

troffen und so die Leistungsfähigkeit gesteigert werden.

Für gießtechnisch hergestellte Spulen werden nach Stand der Technik bei komplexen Geometrien ergänzend zu einer Form Kerne eingelegt oder Schieber verwendet, wodurch die Herstellung teuer oder ineffizient werden kann.

Weiterhin wird die Form aufgrund hoher Gießtemperaturen stark beansprucht, was zu Auswaschungen und Rissen in der Form führen kann. Diese Schädigungen führen zur Bildung von erhabenen Graten auf der Spulenoberfläche. Die Grate können die Qualität der hergestellten Spulen negativ beeinträchtigen und eine aufwendige Nachbearbeitung notwendig machen. In der Folge sind die Herstellungsprozesse aufwändig und die Standzeiten für die verwendeten Formen sehr kurz, so dass die Herstellung gegossener Spulen bisher oft wenig wirtschaftlich ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die oben genannten Probleme zumindest teilweise zu umgehen.

Dies wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 sowie durch eine Dauerform bzw. durch eine Wendel mit den Merkmalen der nebengeordneten Ansprüche erreicht.

Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung und den Figuren.

Mit Hilfe des Verfahrens wird eine Wendel in einem Gießprozess hergestellt.

Das Verfahren umfasst dabei zumindest einen Schritt, in dem eine Dauerform bereitgestellt wird, die in einer Formteilungsebene zusammenfügbare Formhälften aufweist.

Die Formhälften der Dauerform werden so zusammengefügt, dass die Dauerform in zusammengefügt Zustand eine Kavität aufweist, welche eine Form der Wendel oder eine Form einer aufgebogenen Wendel vorgibt.

Die Wendel oder die aufgebogene Wendel, die von der Kavität vorgegeben

wird, hat dabei ein abgeflachtes Windungsquerschnittprofil mit zwei gegenüberliegenden Flachseiten, einer Außenseite und einer der Außenseite gegenüberliegenden Innenseite.

5 Die Formteilungsebene verläuft dabei abschnittsweise entlang der Flachseiten von der Innenseite zu der Außenseite. Die Dauerform weist zumindest in einem Bereich, in dem die Formteilungsebene entlang einer der Flachseiten verläuft, eine sich entlang der Formteilungsebene erstreckende, in die Kavität ragende Ausbauchung auf. Die Ausbauchung verjüngt die Kavität und sorgt für
10 eine Einbuchtung in dem mit der Dauerform zu fertigenden Gusskörper.

In einem weiteren Schritt des Verfahrens wird ein Gussmaterial in die Kavität eingebracht, um einen Gusskörper zu Erzeugen, der die von der Kavität vorgegebene Form der Wendel oder die von der Kavität vorgegebene Form der aufgebogenen Wendel besitzt.
15

In einem nachfolgenden Schritt wird die Dauerform geöffnet und der Gusskörper entnommen. Der Gusskörper weist aufgrund der sich an den Flachseiten erstreckenden Ausbauchungen der Dauerform an seinen Flachseiten entsprechende Einbuchtungen auf.
20

Grate können beim Gießen der Wendel, wie erwähnt, in der Formteilungsebene entstehen, wenn das Gussmaterial in der Formteilungsebene zwischen die Formhälften gelangt.
25

Ein Vorteil des Verfahrens ist also, dass zumindest ein Teil der Grate, die an den Flachseiten entstehen, in die Einbuchtungen verlagert werden können, die genau dort positioniert sind, wo Grate entstehen können. Für zumindest einen der Bereiche, in denen die Formteilungsebene entlang der Flachseiten verläuft, weist die Dauerform, wie erwähnt, eine sich entlang der Formteilungsebene erstreckende Ausbauchung auf, so dass der Gusskörper an der entsprechenden Flachseite eine entsprechende Einbuchtung erhält. Ein dort entstehender Grat liegt dann in der Einbuchtung. Wenn der Gusskörper in der Form der Wendel vorliegt, kann dieser Grat, der an der Flachseite in der Einbuchtung liegt, benachbarte Flachseiten nicht berühren und ist somit
30
35
schädlich.

Aufgrund komplexer Geometrie der Wendel bzw. der aufgebogenen Wendel und des dafür benötigten Werkzeugs, kann es sein, dass die Formteilungsebene und somit auch die Grate mehrfach entlang der Flachseiten der Wendel verlaufen. Das kann insbesondere bei Dauerformen, die genau zwei Formhälften aufweisen der Fall sein. Die Formteilungsebene verläuft dann beispielsweise pro Windung an jeder der Flachseiten zweimal von der Innenseite zu der Außenseite.

Entsprechend kann jede der Einbuchtungen von der Innenseite zur Außenseite verlaufen. In einer beispielhaften Ausführung wird für jeden Bereich, in dem die Formteilungsebene entlang einer der Flachseiten verläuft eine solche Einbuchtung in der Wendel bereitgestellt. In einer anderen Ausführung wird nur auf einer ersten der Flachseiten für jeden Bereich, in dem die Formteilungsebene entlang dieser Flachseiten verläuft, eine Einbuchtung in der Wendel bereitgestellt. Grate, die an der gegenüberliegenden zweiten Flachseite verlaufen, können so in einer Ebene mit den Graten bzw. Einbuchtungen der ersten Flachseite positioniert werden, dass sie in den Einbuchtungen der ersten Flachseite positioniert sind, wenn die Spule zusammengedrückt wird.

Wenn an der ersten der Flachseiten der Wendel Einbuchtungen bereitgestellt werden, ist es auch möglich, an der zweiten der Flachseiten statt weiterer Einbuchtungen Ausbauchungen, die sich entlang der Formteilungsebene erstrecken, bereitzustellen. Diese Ausbauchungen kommen innerhalb der Einbuchtungen zu liegen, wenn der Gusskörper in der Form der Wendel vorliegt und zusammengedrückt wird, vorzugsweise jedoch so, dass die Grate die in den Einbuchtungen liegen und die Grate, die an den Ausbauchungen liegen die jeweils andere Flachseite nicht berühren, indem die Einbuchtung entsprechend größer ist als die Ausbauchung. Dadurch kann ein durch die Einbuchtungen entstehender Querschnittsverlust zumindest teilweise kompensiert werden.

In Ausführungen des Verfahrens ist es möglich, dass die Formteilungsebene zumindest abschnittsweise auch entlang der Außenseite und/oder entlang der Innenseite und/oder entlang von Kanten des Windungsquerschnittsprofils verläuft.

Dabei ist es in dem Verfahren möglich, nach Entnahme des Gussteils aus der Dauerform an der Außenseite und/oder an der Innenseite und/oder an den Kanten des Gusskörpers verlaufende Grate zu entfernen.

5

Die Innenseiten begrenzen einen Inneren Hohlraum der Wendel, in den beispielsweise ein Spulenkern eingebracht werden kann. Die der Innenseite abgewandte Außenseite ist typischerweise frei zugänglich wenn der Gusskörper in der Form der Wendel vorliegt oder in die Form der Wendel gebracht wird.

10

Ein Vorteil des Verfahrens kann also darin liegen, dass die Außenseite und die Innenseite und die Kanten, an denen die Formteilungsebene zumindest abschnittsweise verläuft, leicht zugänglich sind, wenn der Gusskörper in der Form der Spule vorliegt oder in die Form der Spule gebracht wird. Die Grate verlaufen in der zuletzt genannten Ausführung zumindest abschnittsweise entlang der genannten leicht zugänglichen Bereiche und können mit geringem Aufwand entfernt werden.

15

In einer Ausführung des Verfahrens verläuft die Formteilungsebene überwiegend entlang der Außenseite und/oder der Innenseite und/oder der Kanten. Dabei kann eine Länge einer Schnittlinie definiert werden, in der die Formteilungsebene an dem in der Kavität liegenden Formteil entlang läuft. Entlang dieser Schnittlinie können Grate entstehen. Beispielsweise verläuft diese Schnittlinie über mindestens 60 % ihrer Länge entlang der Außenseite und/oder der Innenseite und/oder der Kanten, bevorzugt über mindestens 75 % ihrer Länge, besonders bevorzugt über mindestens 90 % ihrer Länge. In den verbleibenden Bereichen können die Grate entlang der Flachseiten verlaufen und durch die oben beschriebenen Einbuchtungen an den Flachseiten des Gussteils unschädlich gemacht werden.

20

25

30

In einer Ausführung des Verfahrens umfasst die Dauerform genau zwei Formhälften. Vorzugsweise werden keine zusätzlichen Schieber oder Kerne verwendet.

35

Es sind Ausführungen des Verfahrens angedacht, in denen die Kavität nicht die Form der fertig gebogenen Wendel vorgibt, sondern die Form der aufge-

bogenen Wendel. Der Gusskörper kann in solchen Ausführungen nach dem Entnehmen in die Form der Wendel gebogen werden. Die geschieht beispielsweise durch Zusammendrücken, orthogonal zu den Flachseiten. Das Zusammendrücken kann auch durch Einschieben eines Dorns in den Hohlraum der Wendel geschehen, wobei der Dorn an einem Ende ein Flachteil aufweisen kann, welches gegen die Flachseite der Wendel gedrückt wird. Alternativ oder zusätzlich zum Biegen in die Form der Wendel kann durch Einschieben des Dorns ein Umbiegen von in den Hohlraum ragenden Graten bewirkt werden.

Die Formteilungsebene kann in den Abschnitten, in denen sie entlang der Außenseite und/oder der Innenseite und/oder der Kanten des Windungsquerschnitts verläuft, so ausgebildet sein, dass sie einen Winkel von mehr als 0° und weniger als 180° mit der Außenseite und/oder der Innenseite einschließt, so dass entstehende Grate sich ausgehend von der Innenseite weiter nach innen oder ausgehend von der Außenseite weiter nach außen erstrecken. Das heißt, die Formteilungsebene und von ihr verursachte Grate sind insbesondere nicht parallel zu der Außenseite und der Innenseite. Dadurch sind die entstehenden Grate besonders gut entfernbar.

Alternativ oder zusätzlich kann die Dauerform zumindest in einem Teil der Bereiche, in denen die Formteilungsebene entlang der Außenseite und/oder der Innenseite und/oder der Kanten des Windungsquerschnitts verläuft, zusätzlichen Einbuchtungen aufweisen. Durch die zusätzlichen Einbuchtungen in der Kavität wird entsprechend zusätzliches Material an dem Gusskörper erzeugt. Das zusätzliche Material wird für die angedachte Spule nicht benötigt und stellt Opferstrukturen dar, die sich an der Außenseite und/oder der Innenseite und/oder den Kanten des wendelförmigen Gusskörpers in der Formteilungsebene erstrecken. Die Opferstrukturen werden in einem Nachbearbeitungsschritt nach dem Entnehmen des Gusskörpers zusammen mit den Graten die an ihnen verlaufen, entfernt.

Zum Entfernen der Grate und/oder der Opferstrukturen kann zum Beispiel durch den oben beschriebenen Dorn und/oder durch Fräsprozesse und/oder durch Schleifprozesse erfolgen.

Das Gussmaterial kann beispielsweise Aluminium und/oder Kupfer umfassen. Eine Gießtemperatur kann zum Beispiel über 1100°C liegen. Als Gussverfahren kommen beispielsweise Druckgussverfahren oder Kokillengussverfahren oder Niederdruckgussverfahren in Frage.

5

Die Dauerform für die Wendel, die zur Durchführung des vorgestellten Verfahrens geeignet ist, umfasst zwei entlang einer Formteilungsebene zusammenfügbare Formhälften, wobei die Formhälften der Dauerform in zusammengefügt Zustand eine Kavität aufweisen, welche für den Gusskörper die Form der Wendel oder der aufgebogenen Wendel vorgibt. Die Wendel oder aufgebogene Wendel hat das abgeflachte Windungsquerschnittprofil, wobei das Windungsquerschnittprofil die zwei gegenüberliegenden Flachseiten, die Außenseite und die der Außenseite gegenüberliegende Innenseite aufweist. Die Flachseiten sind dabei einander zugewandt sind, wenn der Gusskörper in Form einer Wendel vorliegt oder in Form einer Wendel gebracht wird.

10

15

20

Bei der Dauerform verläuft Formteilungsebene zumindest einmal – insbesondere bei einer möglichen Ausführung innerhalb jeder Windung der von der Kavität definierten Wendel oder aufgebogenen Wendel – entlang der Flachseiten von der Innenseite zu der Außenseite. Es kann beispielsweise sein, dass die Formteilungsebene pro Windung je zweimal entlang der Innenseite und entlang der Außenseite verläuft. Die Dauerform hat dabei zumindest in einem der Bereiche, in denen die Formteilungsebene entlang der Flachseiten verläuft, eine sich entlang der Formteilungsebenen erstreckende Ausbauchung, die die Kavität verjüngt. Die Ausbauchung dient zum Herstellen der Einbuchtung an der Flachseite des Gussteils.

25

30

Wenn eine Ausbauchung an der Flachseite vorgesehen ist, umfasst die Dauerform eine zu der Ausbauchung komplementäre Aussparung, die die Kavität vergrößert und die entlang der Formteilungsebene verläuft. Das in diese Aussparung gelangende Gussmaterial kann dann die Ausbauchung bilden.

35

Die Formteilungsebene kann in Ausführungen der Dauerform zumindest abschnittsweise entlang der Außenseite und/oder entlang der Innenseite und/oder entlang von Kanten des Windungsquerschnittprofils verlaufen.

Dementsprechend können an dem Gussteil nach dem Entnehmen aus der Form Grate vorliegen, die sich in der beschriebenen Formteilungsebene erstrecken. Das entnommene Gussteil kann vor einer möglichen Weiterbearbeitung ein typisches Zwischenprodukt darstellen, das sich durch die beschriebene Lage der Grate auszeichnet.

Die Wendel kann insgesamt beispielsweise mehr als zwei Windungen aufweisen.

Die gegossene Wendel, die Wendel, die sich mit dem beschriebenen Verfahren oder mit Hilfe der beschriebenen Dauerform herstellen lässt weist ein das abgeflachte Windungsquerschnittprofil auf. Das Windungsquerschnittprofil zeigt die zwei gegenüberliegende Flachseiten, eine Außenseite und eine der Außenseite gegenüberliegende Innenseite aufweist. Die Flachseiten sind einander zugewandt.

Die Wendel weist zumindest an einer ersten der beiden Flachseiten mindestens eine Einbuchtung auf, die von der Außenseite zur Innenseite verläuft. Sie kann auch an der ersten Flachseite mehrere solche Einbuchtungen oder an beiden Flachseiten mehrere solche Einbuchtungen aufweisen. In diesen Einbuchtungen können die Grate verlaufen.

Es ist in Ausführungen der Wendel möglich, dass sie an der Innenseite und an der Außenseite keine Grate aufweist, da diese in dem Verfahren entfernt wurden. Grate zeigen sich üblicherweise einzig auf den Flachseiten und verlaufen jeweils zwischen der Innenseite und der Außenseite. Ihr Verlauf kann so gewählt sein, dass die Länge jedes die Flachseite auf diese Weise überlaufenden Grats möglichst gering ist, zum Beispiel jeweils höchstens 50 % länger als eine Breite der Flachseite. Zumindest ein Teil der Grate, die an den Flachseiten verlaufen, verlaufen in Einbuchtungen.

Es kann auch sein, dass an der ersten der Flachseiten Einbuchtungen und an der zweiten Flachseite von der Außenseite zur Innenseite verlaufende Ausbauchungen vorhanden sind, die in die Einbuchtungen ragen.

Es sei betont, dass Merkmale, die nur im Zusammenhang mit dem Verfahren beschrieben wurden auch für die Dauerform und/oder den Gusskörper beansprucht werden können und anders herum.

5 Gleichmaßen können die im Zusammenhang mit der Dauerform beschriebenen Merkmale auch für den Gusskörper beansprucht werden und anders herum.

10 Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren beispielhaft näher erläutert.

Es zeigen

15	Figuren 1 a-c	einen Gusskörper in Form einer Wendel,
	Figur 1 d	den Gusskörper in Form einer aufgebogenen Wendel,
20	Figuren 2 a-c,3 und 4	den Gusskörper innerhalb einer Kavität einer Dauerform,
	Figuren 5 a-c	Schnittansichten des Gusskörpers innerhalb der Kavität der Dauerform,
25	Figuren 6 a und b	eine Nachbearbeitung des Gusskörpers nach Entnahme aus der Dauerform,
	Figuren 7 a und b	eine Formhälfte der Dauerform mit zusätzlichen Ausbauchungen, und
30	Figuren 8, 9 und 10 a und b	den Gusskörper mit Einbuchtungen an Flachseiten.

35 Figuren 1 a-d zeigen einen Gusskörper, der in den Figuren 1 a-c in Form einer Wendel 2 und in Figur 1d in Form einer aufgebogenen Wendel 2' vorliegt. Aus der in der Figur 1d gezeigten Form kann der Gusskörper in die Form der Wen-

del 2 (wie in Fig. 1a-c gezeigt) umbogen werden.

Figur 1a zeigt eine Schrägansicht des Gusskörpers als Wendel 2, Figur 1b eine
Seitenansicht und Figur 1c eine Draufsicht. Die Wendel hat ein abgeflachtes
Windungsquerschnittprofil. Das Windungsquerschnittprofil ist im vorliegen-
den Fall rechteckig ausgebildet und hat zwei gegenüberliegende Flachseiten
2.1, 2.1', eine Außenseite 2.2 und eine der Außenseite 2.2 gegenüberliegende
Innenseite 2.3. Ein innerer Hohlraum der Wendel 2, der von den Windungen
umlaufen und von der Innenseite 2.3 begrenzt wird, ist ebenfalls rechteckig.

Die äußeren Abmessungen der Wendel, die Außenseite 2.2 umlaufend, sind
ebenfalls rechteckig bzw. quaderförmig.

Für die Wendel können aneinandergrenzende Windungen so definiert wer-
den, dass jede Windung einen vollständigen Umlauf um den inneren Hohl-
raum von 360° beschreibt. Gezeigt sind sieben Windungen.

Der Windungsquerschnitt sowie die Ausgestaltung des Hohlraums können
durch wickeln nicht erreicht werden.

Äußere Abmessungen der Wendel können in jeder Richtung beispielsweise
zwischen 2 cm und 20 cm betragen.

Diese Anmeldung bezieht sich zum einen auf die hier gezeigte Art von Guss-
körper als Wendel oder aufgebogene Wendel.

Die Wendel kann mit Verfahren, auf die sich diese Anmeldung ebenfalls be-
zieht, vorteilhaft hergestellt werden. Weiterhin kann die Wendel mit Hilfe von
Dauerformen, auf die sich diese Anmeldung obendrein bezieht, vorteilhaft
hergestellt werden. Wendel, Verfahren und Dauerform werden nachfolgend
anhand der übrigen Figuren noch näher beschrieben.

Figur 2 zeigt den Gusskörper während eines Schritts des Verfahrens zu seiner
Herstellung, innerhalb einer Kavität 1.3 einer Dauerform 1. Dabei ist nur eine
Formhälfte 1.1 der Dauerform 1 gezeigt. Eine zweite Formhälfte 1.2 der Dau-
erform 1 ist komplementär zu der ersten Formhälfte 1.1 aufgebaut und wurde

zur besseren Veranschaulichung in der Figur 2 weggelassen. Die zweite Formhälfte ist derart ausgebildet, dass die erste 1.1 und die zweite Formhälfte 1.2 in einer Formteilungsebene 1.5 zusammenfügbar sind und sich zwischen den beiden Formhälften die Kavität 1.3 erstreckt. Der Verlauf der Kavität 1.3 ist in der Figur durch den eingezeichneten Gusskörper erkennbar, der die Form der Wendel 2 aufweist und die Kavität 1.3 ausfüllt. Die Merkmale der Wendel 2 sind entsprechend auf die Kavität 1.3 übertragbar und umgekehrt. Das heißt, auch die Kavität ist rechteckig ausgebildet und hat die gegenüberliegenden Flachseiten 2.1, 2.1', die Außenseite 2.2 und die der Außenseite 2.2 gegenüberliegende Innenseite 2.3.

Weiterhin ist aus dieser Figur somit auch die Gestalt der zweiten Formhälfte 1.2 ersichtlich.

Die Wendel 2 ist lediglich leicht auseinandergezogen aber nicht aufgebogen und weist ansonsten die Merkmale auf, die in Figur 1 gezeigt sind.

Wie in der Figur zu sehen ist, verläuft die Formteilungsebene 1.5 zumindest abschnittsweise entlang der Außenseite 2.2 entlang der Innenseite 2.3 sowie entlang von Kanten des Windungsquerschnittsprofils. Insbesondere erstreckt sie sich in Bereichen parallel zur Innenseite 2.3 und zur Außenseite 2.2. Sie überläuft innerhalb jeder Windungen jede der beiden Flachseiten 2.1, 2.1' zweimal.

Zum Herstellen des Gusskörpers wird ein Gussmaterial in die Kavität 1.3 der Dauerform 1 eingefüllt. Die Dauerform 1 weist hierfür eine entsprechende Öffnung auf. Es können dabei Druckgussverfahren, Kokillengussverfahren oder Niederdruckgussverfahren angewandt werden. Das Gussmaterial umfasst Aluminium und/oder Kupfer. Eine Gießtemperatur liegt über 1100°C.

Es ist dabei möglich, dass dabei Gussmaterial außerhalb der Kavität 1.3 in die Formteilungsebene 1.5 zwischen den beiden Formhälften 1.1, 1.2 gelangt. Dadurch können Grate 3 entstehen. Aus dem Verlauf der Formteilungsebene 1.5 kann somit auf die Position der Grate 3 geschlossen werden. Mögliche Grate 3 erstrecken sich demnach bei dem aus der in der Figur 2 gezeigten Dauerform entnommenen Gussteil ausgehend von der Außenseite 2.2 oder

der Innenseite 2.3 parallel zu der Außenseite 2.2 bzw. Innenseite 2.3 sowie in Bereichen, in denen die Formteilungsebene 1.5 entlang der Flachseiten 2.1, 2.1' verläuft, entlang der jeweiligen Flachseite 2.1, 2.1' und orthogonal dazu.

5 Figuren 2b und 2c zeigen jeweils nochmals die Ansicht aus Figur 2a, wobei jeweils zwei Bereiche markiert sind, für welche Schnitte durch die Wendel 2 unterhalb der jeweiligen Ansicht vergrößert dargestellt sind. In den Schnitten sind die Lage und Ausrichtung der möglichen Grate 3 illustriert. Wie im Zusammenhang mit Figur 2a dargelegt, erstrecken sie sich aufgrund des Verlaufs
10 der Teilungsebene 1.5 ausgehend von inneren und äußeren Kanten an der Außenseite 2.2 und der Innenseite 2.3. Sie verlaufen dabei parallel zu der Außenseite 2.2 und der Innenseite 2.3, jeweils nur in Richtung einer der Flachseiten 2.1, 2.1'.

15 Die Grate werden in einem Verfahrensschritt nach dem Entnehmen des Gussteils aus der Dauerform 1 entfernt. Aufgrund ihrer Lage ist das Entfernen leicht möglich.

20 In Figur 2c ist dabei noch gezeigt, dass die Kavität 1.3 zusätzliche Einbuchtungen aufweist, die sich an der gesamten Außenseite 2.2 und der gesamten Innenseite 2.1, inklusive der jeweiligen Kanten erstrecken. Sie dienen zum Herstellen von Opferstrukturen 2.4, des wendelförmigen Gusskörpers. Sie verlaufen so in der Formteilungsebene 1.5, dass die Grate 3 zumindest bereichsweise an den Opferstrukturen 2.4 verlaufen. Die Opferstrukturen werden in
25 einem Nachbearbeitungsschritt nach dem Entnehmen des Gusskörpers zusammen mit den Graten 3, die an ihnen verlaufen.

30 Figuren 3 und 4 zeigen Dauerformen 1 mit Kavitäten 1.3, die so ausgebildet sind, dass die darin hergestellte Gussform die Form der aufgebogenen Wendel 2' aufweist, die nach Entnahme in die Form der Wendel 2 gebogen wird. Es ist jeweils wieder nur die erste Formhälfte 1.1 gezeigt und die zweite Formhälfte 1.2 aus Gründen der Sichtbarkeit weggelassen. Es kann hier mit nur zwei Formhälften und ohne Verwendung von Kernen oder Schiebern die aufgebogene Wendel 2' hergestellt werden.

35 Zum Herstellen des Gusskörpers wird ein Gussmaterial in die Kavität 1.3 der

Dauerform 1 eingefüllt. Die Dauerform 1 weist hierfür eine entsprechende Öffnung auf. Es können dabei Druckgussverfahren, Kokillengussverfahren oder Niederdruckgussverfahren angewandt werden. Das Gussmaterial umfasst Aluminium und/oder Kupfer. Eine Gießtemperatur liegt über 1100°C.

5

Die Formteilungsebene 1.5, die in den Figuren 3 und 4 jeweils exemplarisch in einem Ausschnitt dargestellt ist, weist im Fall der Figur 3 einen Winkel α von ca. 45° sowohl zu der Außenseite 2.2 als auch zu der Innenseite 2.3 der aufgebogenen Wendel 2' auf. Entsprechend erstrecken sich mögliche Grate 3, von denen einer exemplarisch dargestellt ist, mit diesem Winkel α von der Außenseite 2.2 bzw. der Innenseite 2.3 weg. Das ist im Unterschied zu der Ausführung aus Figur 2, wo die Grate 3 parallel zu Außenseite 2.2 bzw. Innenseite 2.3 verlaufen. Dies hat den Effekt, dass die Grate 3 noch leichter entfernt werden können. In Figur 4 ist die Formteilungsebene 1.5 so ausgebildet, dass der Winkel α der Grate 3 zur Innenseite 2.3 ungefähr 45° beträgt und zur Außenseite 90°.

10

15

In Figur 5 sind Schnitte durch die zwei Formhälften 1.1, 1.2 der Dauerform 1 und den in der zwischen ihnen gebildeten Kavität 1.3 liegenden Gusskörper gezeigt, wobei insbesondere die Formteilungsebene 1.5 und ihre Lage im Verhältnis zu dem Gusskörper illustriert wird. Es kann sich um den Gusskörper in Form der Wendel 2 oder in Form der aufgebogenen Wendel 2' handeln.

20

Im Bereich des in Figur 5a gezeigten Schnitts (es kann sich beispielsweise um einen Schnitt durch die Konfiguration aus Figur 3 handeln) beträgt der Winkel α zwischen der Außenseite 2.2 und der Formteilungsebene 1.5 ca. 45°. Die Formteilungsebene 1.5 erstreckt sich dabei von einer an der Außenseite 2.2 liegenden Kante. Der Winkel α zwischen der Innenseite 2.2 und der Formteilungsebene 1.5 beträgt ebenfalls ca. 45° und die Formteilungsebene 1.5 erstreckt sich hier von einer an der Innenseite 2.2 liegenden Kante.

25

30

Im Bereich des in Figur 5b gezeigten Schnitts (es kann sich beispielsweise um einen Schnitt durch die Konfiguration aus Figur 4 handeln) erstreckte sich die Formteilungsebene 1.5 wieder ausgehend von Kanten, die an der Innenseite 2.3 bzw. der Außenseite des Gussteils bzw. der Kavität 1.3 liegen. Der Winkel

35

α zwischen der Innenseite 2.3 und der Formteilungsebene 1.5 beträgt ca. 45° . Der Winkel α zwischen der Außenseite 2.2 und der Formteilungsebene 1.5 beträgt ca. 90° .

Figur 5c zeigt eine Abwandlung der Darstellung aus Figur 5b. Die Formteilungsebene 1.5 erstreckt sich dabei an der Außenseite nicht direkt von der Kante des Gussteils ausgehend, sondern grenzt an eine Opferstruktur 2.4, die als an der Außenseite 2.2 angeordnetes zusätzliches Gussmaterial bereitgestellt wird und danach zusammen mit einem möglichen Grat 3 entfernt werden kann.

In allen Konfigurationen aus den Figuren 5 a bis c schließt die Formteilungsebene 1.5 also einen Winkel von mehr als 0 Grad und weniger als 180 Grad mit der Außenseite 2.2 und/oder der Innenseite 2.3 ein, ist also zu keiner der beiden Seiten parallel.

Figur 6 zeigt, wie in einem Verfahren gemäß dieser Anmeldung Grate 3, die an der Innenseite 2.3 des Gussteils liegen, entfernt werden. Die Grate erstrecken sich im inneren Hohlraum des Gussteils, wenn dieses in Form der Wendel 2 vorliegt. Zum Entfernen der Grate wird ein Dorn 4 in den inneren Hohlraum eingeführt, der die Abmessungen des inneren Hohlraums besitzt. Jegliches überschüssiges Material, welches sich ausgehend von dem Gussteil in den inneren Hohlraum erstreckt wird dadurch umgebogen oder abgetragen. Dieses überschüssige Material umfasst insbesondere die Grate 3. Weiterhin kann es, so wie hier gezeigt, die Opferstrukturen 2.4 umfassen, die an der Innenseite 2.3 der Wendel 2 positioniert sind. Der Dorn 4 kann auch dann in den inneren Hohlraum eingeführt werden, wenn das Gussteil anfangs, nach Entnahme aus der Dauerform 1, in der Form der Wendel 2 vorliegt, jedoch leicht auseinander gezogen ist. Ebenso kann der Dorn 4 in den inneren Hohlraum eingeführt werden, wenn der Gusskörper zu Beginn, nach Entnahme aus der Dauerform 1, in Form der aufgebogenen Wendel 2 vorliegt. Der Dorn 4 weist an einem Ende ein Flachteil auf, welches an der Flachseite 2.1' angreift und das Gussteil, bei gleichzeitigem Gegendruck von der anderen Flachseite 2.1, in die Form der Wendel biegen kann.

Figur 7 zeigt die erste Formhälfte 1.1 der Dauerform 1 mit der Kavität 1.3.

Figur 7 a zeigt eine Ansicht schräg von der Seite und Figur 7 b eine Ansicht von schräg oben. Dabei weist die Dauerform 1 in einigen der Bereiche, in denen die Formteilungsebene 1.5 entlang einer der Flachseiten 2.1, 2.1' verläuft, sich entlang der Formteilungsebenen 1.5 erstreckende Ausbauchungen 1.4 auf, die in die Kavität 1.3 ragen und diese verjüngen. Der mit dieser Dauerform 1 gefertigte Gusskörper erhält dadurch an den Flachseiten 2.1, 2.1' entsprechende Einbuchtungen 2.5, die zu den Ausbauchungen 1.4 komplementär sind und von der Innenseite 2.3 zur Außenseite 2.2 verlaufen. Nachdem entlang dieser Ausbauchungen 1.4 die Formteilungsebene 1.5 verläuft können mit dieser Dauerform die Grate 3 in die Einbuchtungen 2.5 verlegt werden.

Die beschriebene Ausgestaltung ist auch bei Werkzeugen, die ansonsten die Merkmale aus den Figuren 2-5 aufweisen, möglich.

Zum Herstellen des Gusskörpers wird ein Gussmaterial in die Kavität 1.3 der Dauerform 1 eingefüllt. Die Dauerform 1 weist hierfür eine entsprechende Öffnung auf. Es können dabei Druckgussverfahren, Kokillengussverfahren oder Niederdruckgussverfahren angewandt werden. Das Gussmaterial umfasst Aluminium und/oder Kupfer. Eine Gießtemperatur liegt über 1100°C.

Figuren 8 und 9 illustrieren Gusskörper, die beispielsweise mit der Dauerform 1 aus Figur 7 hergestellt sind. Sie weisen die Einbuchtungen 2.5 an einer oder beiden der Flachseiten 2.1, 2.1' auf.

In Figur 8 sind dabei Abschnitte von Windungen des Gusskörpers gezeigt, in denen Einbuchtungen an der ersten Flachseite 2.1 angeordnet sind. Die Einbuchtungen 2.5 verlaufen orthogonal zu den Kanten des Gusskörpers, die Außenseite 2.2 und die Innenseite 2.3 verbinden. Die Position von möglichen Graten 3 ist in der Figur 8 kenntlich gemacht. Sie verlaufen gemäß der in Figur 7 gezeigten Ausführung der Dauerform 1 diagonal durch die Einbuchtungen 2.5 und sind dadurch unschädlich, da sie die zweite Flachseite 2.1' auch bei Zusammendrücken des Gussteils als Wendel 2 nicht berühren. Im Bereich der Kanten, wenn die Formteilungsebene 1.5 und somit die Grate 3 in den Bereich der Außenseite 2.2 bzw. Innenseite 2.3 kommen, werden die Formteilungsebene 1.5 und somit der Grat 3 an der Kante entlang geführt und können in einem Nachbearbeitungsschritt, zusammen mit möglichen dort vorhandenen

Opferstrukturen 2.4, abgetragen werden. In der Figur 8 ist an der zweiten Flachseite 2.1' keine Einbuchtung 2.5 vorgesehen, da dort verlaufende Grate 3 durch die Formteilungsebene 1.5 so vorgegeben sind, dass sie bei Zusammen-
drücken der Wendel 2 in die Aussparungen 2.5 der ersten Flachseite 2.1 ragen und dadurch ebenfalls unschädlich sind.

Figur 9 illustriert weitere Mögliche Ausgestaltungen, bei denen an Flachseiten liegende Grate 3 durch Einbuchtungen 2.5 unschädlich gemacht werden.

Oben in der Figur ist die Wendel 2 in der Seitenansicht aus Figur 1 b gezeigt. In dieser Seitenansicht ist ein Bereich Z markiert, der unten in der Figur 9 für drei Ausführungen (i), (ii), (iii) der Wendel vergrößert dargestellt wird.

In der Mitte der Figur 9 ist die Draufsicht aus Figur 1c gezeigt, in der der Verlauf der Formteilungsebene 1.5 und somit der Verlauf der Grate 3 über die Flachseiten 2.1, 2.1', von der Außenseite 2.2 zur Innenseite 2.3, dargestellt ist. Eben dieser Grat 3 wird unten in der Figur nun für die drei Ausführungen (i), (ii), (iii) vergrößert gezeigt.

Ausführung (i) ist dabei eine Ausführung bei der gar keine Einbuchtung 2.5 vorhanden ist. Bei solchen Ausführungen kann es sein, dass die Grate 3 in einem Nachbearbeitungsschritt an Außenseite 2.2 und/oder Innenseite 2.3 und/oder den Flachseiten 2.3 entfernt werden müssen.

Ausführung (ii) zeigt an nur einer Flachseite 2.1' eine Einbuchtung 2.5. Der Grat 3 verläuft an beiden Flachseiten 2.1, 2.1' innerhalb dieser Einbuchtung 2.5, wobei der Grat 3 an der einen Flachseite 2.1 gegenüber der anderen Flachseite 2.1' so versetzt ist, dass sich die Grate 3 der einander zugewandten Flachseiten 2.1, 2.1' auch dann nicht berühren, wenn die Wendel 2 wie hier gezeigt komplett zusammengedrückt wird.

Ausführung (iii) ist eine Ausführung, bei der an beiden Flachseiten 2.1, 2.1' die Einbuchtungen 2.5 vorliegen. Die Grate 3 sind wie in (ii) gegeneinander versetzt und können sich nicht berühren. In dieser Ausführung können noch größere Grate 3 toleriert werden als in (ii).

Figur 10 zeigt nochmals die Wendel 2, bei der Grate, die an Flachseiten verlaufen, unschädlich gemacht werden sollen. Die Ansicht ist wie in Figur 9 unten gewählt.

- 5 Figur 10 a weist dabei ähnlich wie die Ausführung (iii) an beiden Flachseiten 2.1, 2.1' Einbuchtungen 2.5 auf. Die entsprechende Dauerform 1 hat also an beiden Flachseiten 2.1, 2.1' die zu den Einbuchtungen 2.5 komplementären Ausbauchungen 1.4.
- 10 Im Unterschied hierzu hat die in der Figur 10 b gezeigte Ausführung an der Flachseite 2.1' Einbuchtungen 2.5, an der anderen Flachseite 2.1 jedoch Ausbauchungen 2.6. Diese Ausbauchungen 2.6 der Wendel 2 sind ähnlich wie die Einbuchtungen 2.5 positioniert, verlaufen also entlang der Formteilungsebene 1.5. Grate 3 erstrecken sich demnach also auch an den Ausbauchungen 2.6.
- 15 Wenn die Wendel 2 wie in der Figur 10 b gezeigt zusammengedrückt wird, werden die Ausbauchungen 2.6 und die daran befindlichen Grate 3 in die Einbuchtungen 2.5 gedrückt. Abmessungen der Ausbauchungen 2.6 sind dabei kleiner als Abmessungen der Einbuchtungen 2.5, so dass die Ausbauchungen 2.6 und die Grate 3 in den Einbuchtungen 2.5 Platz finden. Durch das zusätzliche Material, welches in Form der Ausbauchungen 2.6 an der Flachseite 2.1 zur Verfügung gestellt wird, kann ein Querschnittverlust zumindest teilweise kompensiert werden. Die Dauerform 1 weist zur Herstellung eines solchen Gussteils wie es in Figur 10 b gezeigt ist an einer der Flachseiten 2.1, 2.1' Ausparungen auf, die sich in der Formteilungsebene 1.5 erstrecken und durch
- 20 entsprechende Vergrößerung der Kavität 1.3 die Ausbauchungen 2.6 vorgeben. An der anderen der beiden Flachseiten 2.1, 2.1' weist sie hingegen die Ausbauchungen 1.4 auf, die die Einbuchtungen 2.5 vorgeben.
- 25

Bezugszeichenliste

	1	Dauerform
	1.1	Erste Formhälfte
5	1.2	Zweite Formhälfte
	1.3	Kavität
	1.4	Ausbauchung der Dauerform
	1.5	Formteilungsebene
10	2	Wendel
	2'	Aufgebogene Wendel
	2.1, 2.1'	Flachseite
	2.2	Außenseite
	2.3	Innenseite
15	2.4	Opferstruktur
	2.5	Einbuchtung
	2.6	Ausbauchung
	3	Grat
20		
	4	Dorn
25		

Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Herstellung einer Wendel (2), zumindest die folgenden Schritte umfassend:

10

- Bereitstellen einer Dauerform (1) mit in einer Formteilungs-
ebene (1.5) zusammenfügbaren Formhälften (1.1, 1.2);

15

- Zusammenfügen der Formhälften (1.1, 1.2) der Dauerform (1)
in der Formteilungsebene (1.5), sodass die Dauerform (1) in zusam-
mengefügten Zustand eine Kavität (1.3) aufweist, welche eine Form
der Wendel (2) oder eine Form einer aufgebogenen Wendel (2') vor-
gibt, wobei die vorgegebene Wendel (2) oder aufgebogene Wendel (2')
ein abgeflachtes Windungsquerschnittprofil aufweist, welches zwei
gegenüberliegende Flachseiten (2.1, 2.1'), eine Außenseite (2.2) und
eine der Außenseite (2.2) gegenüberliegende Innenseite (2.3) aufweist,

20

- Einbringen eines Gussmaterials in die Kavität (1.3) zum Erzeu-
gen eines Gusskörpers mit der Form der Wendel (2) oder der Form der
aufgebogenen Wendel (2'),

25

- Öffnen der Dauerform (1) und Entnehmen des Gusskörpers,
wobei die Flachseiten (2.1, 2.1') des Gusskörpers einander zugewandt
sind, wenn der Gusskörper in der Form der Wendel (2) vorliegt oder in
die Form der Wendel (2) gebracht wird,

30

wobei

35

die Formteilungsebene (1.5) abschnittsweise entlang der Flachseiten
(2.1, 2.1') von der Innenseite (2.2) zu der Außenseite (2.3) verläuft, und
wobei die Dauerform (1) zumindest in einem Bereich, in dem die Form-
teilungsebene entlang einer der Flachseiten (2.1, 2.1') verläuft, eine

sich entlang der Formteilungsebene (1.5) erstreckende in die Kavität (1.3) ragende Ausbauchung (1.4) aufweist, so dass der Gusskörper an den Flachseiten (2.1, 2.1') entsprechende Einbuchtungen (2.5) erhält.

- 5 2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Dauerform (1) in jedem Bereich, in dem die Formteilungsebene entlang einer ersten (2.1) der Flachseiten (2.1, 2.1') verläuft, sich entlang der Formteilungsebene (1.5) erstreckende in die Kavität (1.3) ragende Ausbauchungen (1.4) aufweist, so dass der wendelförmige Gusskörper an der ersten Flachseite (2.1) entsprechende in der Formteilungsebene (1.5) verlaufende
- 10 Einbuchtungen (2.5) erhält.
3. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei die Dauerform (1) in jedem der Bereiche, in denen die Formteilungsebene entlang einer zweiten (2.1') der Flachseiten (2.1, 2.1') verläuft,
- 15 - entweder ebenfalls die sich entlang der Formteilungsebenen erstreckende Ausbauchungen (1.4) aufweist, so dass der wendelförmige Gusskörper an beiden Flachseiten (2.1, 2.1') in der Formteilungsebene (1.5) die Einbuchtungen (2.5) erhält,
- oder sich entlang der Formteilungsebene erstreckende Aussparungen aufweist, so dass der wendelförmige Gusskörper an der ersten
- 20 Flachseite (2.1) in der Formteilungsebene (1.5) die Einbuchtungen (2.5) und an der zweiten Flachseite (2.1') in der Formteilungsebene (1.5) Ausbauchungen (2.6) erhält, wobei die Ausbauchungen (2.6) innerhalb der Einbuchtungen (2.5) liegen, wenn der Gusskörper in der Form der Wendel (2) vorliegt.
- 25 4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Gusskörper nach dem Entnehmen in die Form der Wendel (2) gebogen wird.
5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gussmaterial Aluminium und/oder Kupfer umfasst.
- 30 6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Gießtemperatur über 1100°C liegt.

7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Druckgussverfahren oder ein Kokillengussverfahren oder ein Niederdruckgussverfahren verwendet wird.
- 5 8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Formteilungsebene (1.5) zumindest abschnittsweise entlang der Außenseite (2.2) und/oder der Innenseite (2.1) und/oder von Kanten des Windungsquerschnittprofils verläuft und an der Außenseite (2.2) und/oder der Innenseite (2.3) und/oder den Kanten des Gusskörpers in der Formteilungsebene (1.5) erstreckende Graten (3) nach dem Entnehmen des Gusskörpers entfernt werden.
- 10 9. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei zumindest in einem Teil der Bereiche, in denen die Formteilungsebene (1.5) entlang der Außenseite (2.2) und/oder der Innenseite (2.1) und/oder der Kanten des Windungsquerschnittprofils verläuft, die Kavität (1.3) zusätzliche Einbuchtungen aufweist, zum Herstellen von Opferstrukturen (2.4), die sich an der Außenseite (2.2) und/oder der Innenseite (2.1) und/oder den Kanten des wendelförmigen Gusskörpers in der Formteilungsebene (1.5) erstrecken, wobei die Opferstrukturen in einem Nachbearbeitungsschritt nach dem Entnehmen des Gusskörpers zusammen mit den Graten (3), die an ihnen verlaufen, entfernt werden.
- 15 10. Verfahren gemäß Anspruch 8 oder 9, wobei zum Entfernen der Grate (3) an der Innenseite und/oder zum Zusammenbiegen der aufgebogenen Wendel (2') zu der Wendel (2) ein Dorn (4) in die aufgebogene Wendel (2') eingesteckt wird.
- 20 11. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei die Formteilungsebene (1.5) sich in Abschnitten, in denen sie entlang der Außenseite (2.2) und/oder der Innenseite (2.1) und/oder der Kanten des Windungsquerschnittprofils verläuft, einen Winkel (α) von mehr als 0° und weniger als 180° mit der Außenseite (2.2) und/oder der Innenseite (2.3) einschließt.
- 25 30

12. Dauerform zum Gießen einer Wendel, zwei in einer Formteilungsebene (1.5) zusammenfügbare Formhälften (1.1, 1.2) umfassend, wobei die Formhälften (1.1, 1.2) der Dauerform (1) in zusammengefügt Zustand eine Kavität (1.3) aufweisen, welche für den Gusskörper eine Form der Wendel (2) oder einer aufgebogenen Wendel (2') mit abgeflachtem Windungsquerschnittprofil vorgibt, wobei das Windungsquerschnittprofil zwei gegenüberliegende Flachseiten (2.1, 2.1'), eine Außenseite (2.2) und eine der Außenseite (2.2) gegenüberliegende Innenseite (2.3) aufweist, und die Flachseiten (2.1, 2.1') einander zugewandt sind, wenn der Gusskörper in Form einer Wendel (2) vorliegt oder in Form einer Wendel gebracht wird, wobei die Formteilungsebene (1.5) innerhalb jeder Windung der von der Kavität (1.3) definierten Wendel (2) oder aufgebogenen Wendel (2) entlang der Flachseiten (2.1, 2.1') von der Innenseite (2.2) zu der Außenseite (2.3) verläuft, und wobei die Kavität (1.3) zumindest in einem der Bereiche, in denen die Formteilungsebene entlang der Flachseiten (2.1, 2.1') verläuft, eine sich entlang der Formteilungsebenen erstreckende Ausbauchung (1.4) aufweist.
13. Gegossene Wendel (2), hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 oder mittels einer Dauerform gemäß Anspruch 12, wobei die Wendel (2) ein abgeflachtes Windungsquerschnittprofil aufweist und wobei das Windungsquerschnittprofil zwei gegenüberliegende Flachseiten (2.1, 2.1'), eine Außenseite (2.2) und eine der Außenseite (2.2) gegenüberliegende Innenseite (2.3) aufweist, und die Flachseiten (2.1, 2.1') einander zugewandt sind.
14. Gegossene Wendel (2) gemäß Anspruch 13, wobei zumindest an einer ersten (2.1) der beiden Flachseiten (2.1, 2.1') von der Außenseite (2.2) zur Innenseite (2.3) verlaufende Einbuchtungen (2.5) vorhanden sind.
15. Gegossene Wendel (2) gemäß Anspruch 14, wobei
- entweder an einer zweiten (2.1') der beiden Flachseiten (2.1, 2.1') ebenfalls von der Außenseite (2.2) zur Innenseite (2.3) verlaufende Einbuchtungen (2.5) vorhanden sind,
 - oder an der zweiten Flachseite (2.1') von der Außenseite (2.2)

zur Innenseite (2.3) verlaufende Ausbauchungen (2.6) vorhanden sind,
die in die Einbuchtungen (2.5) ragen.

Fig. 1

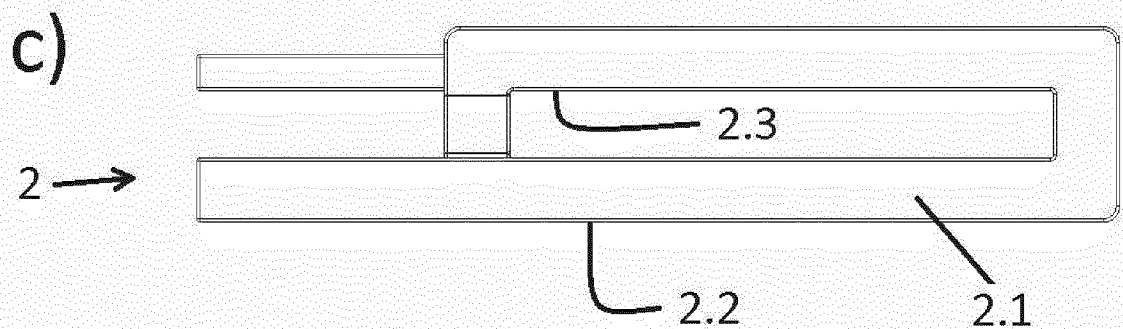
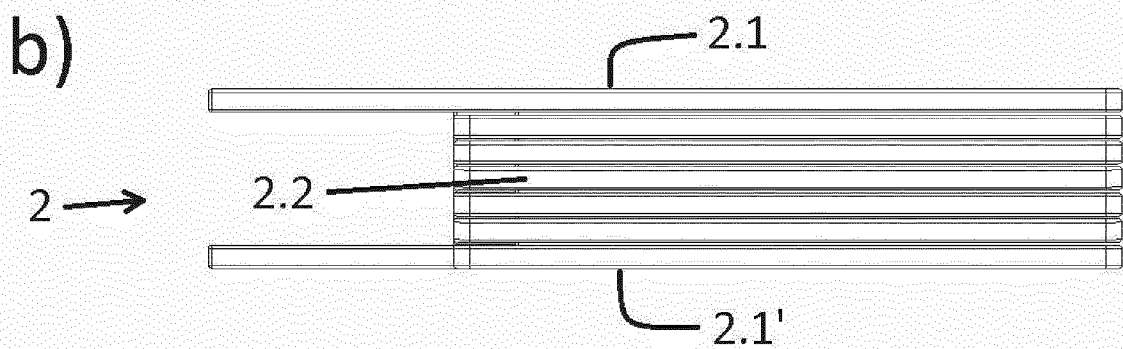
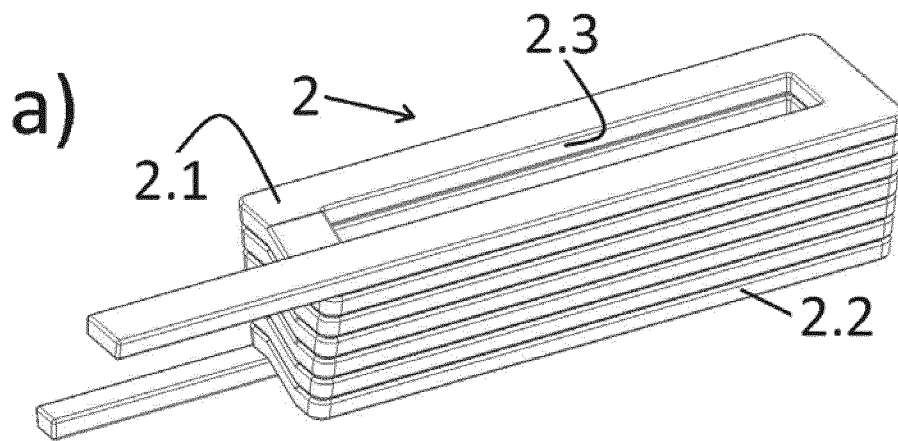


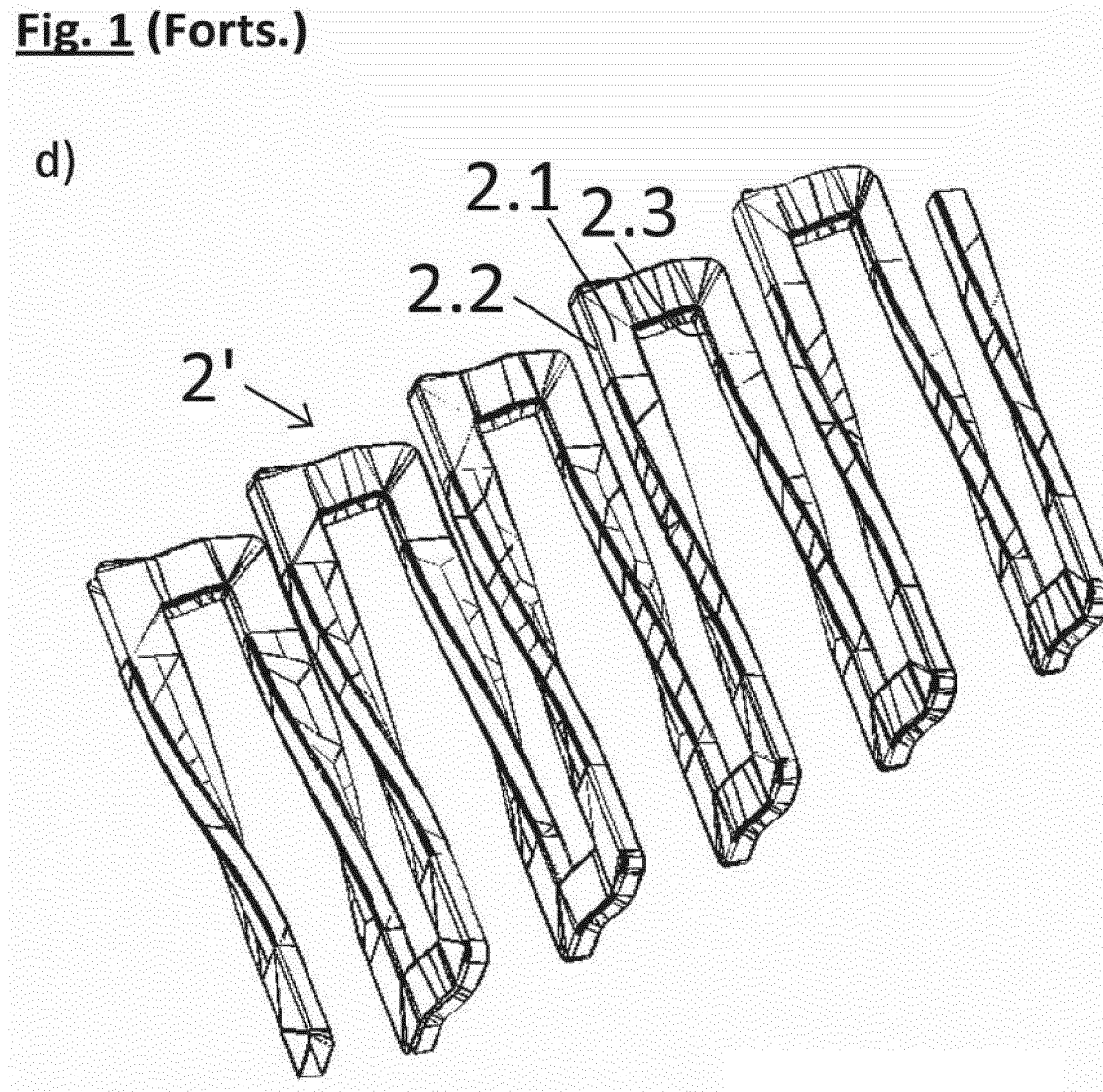
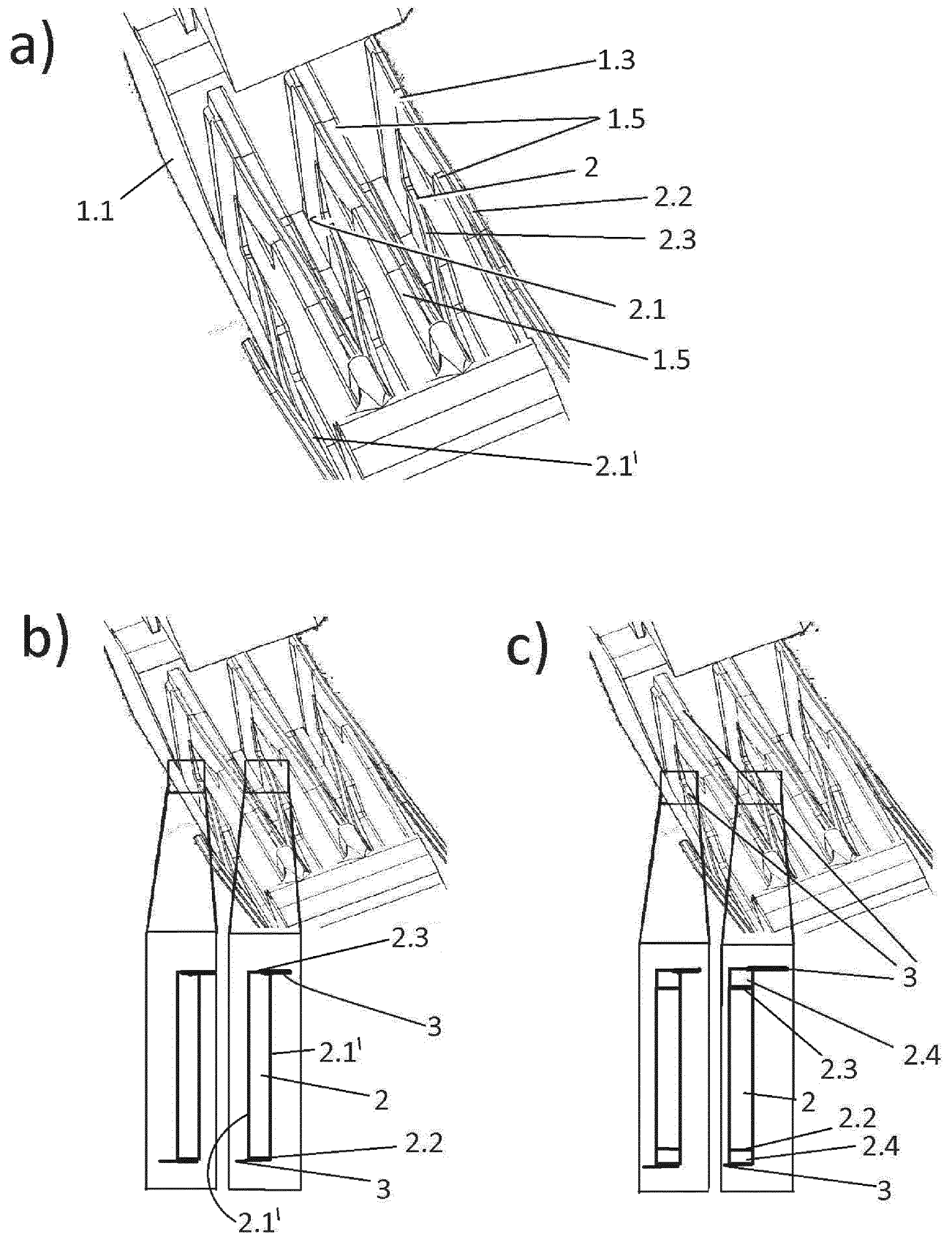
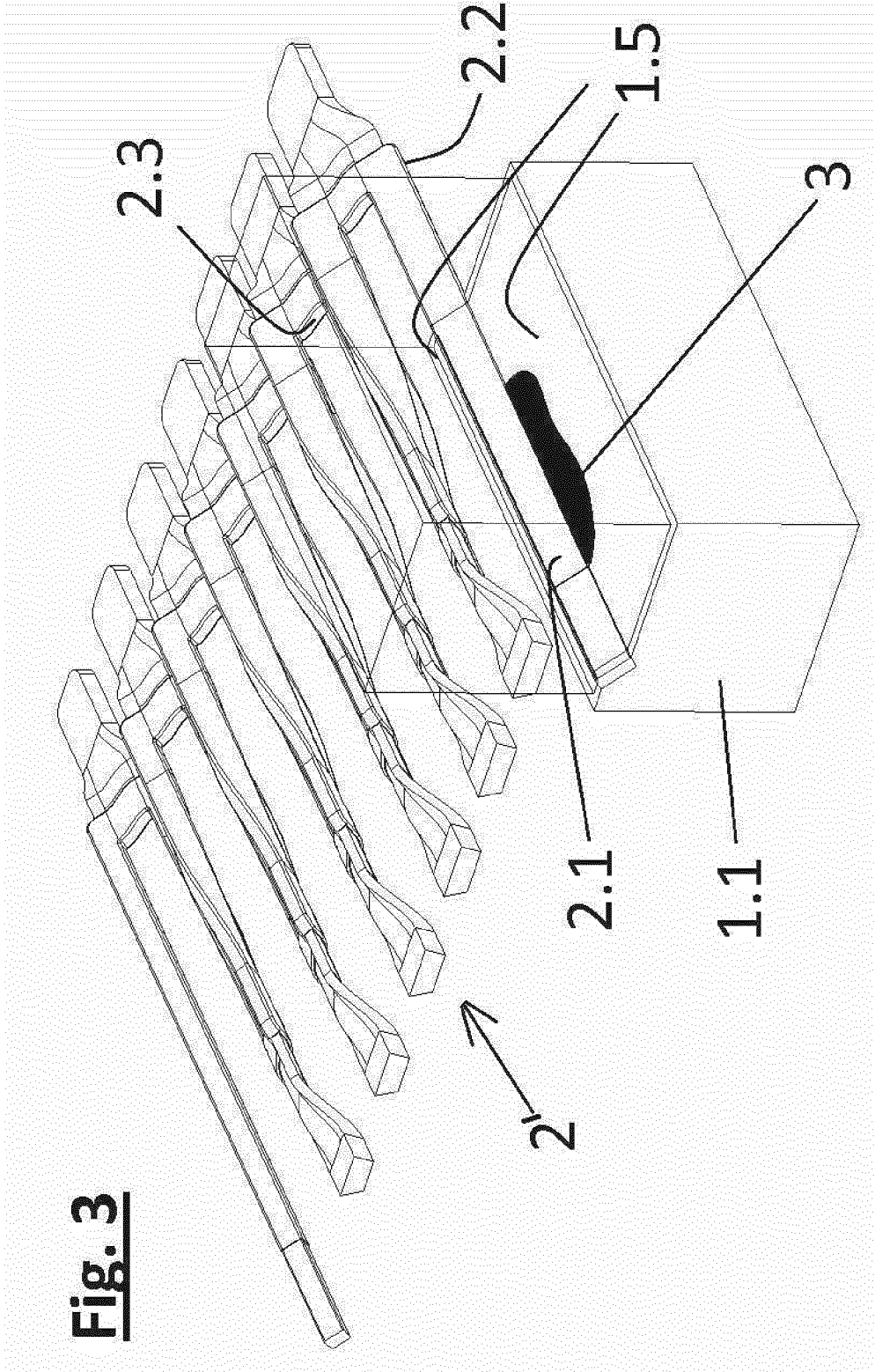
Fig. 1 (Forts.)

Fig. 2





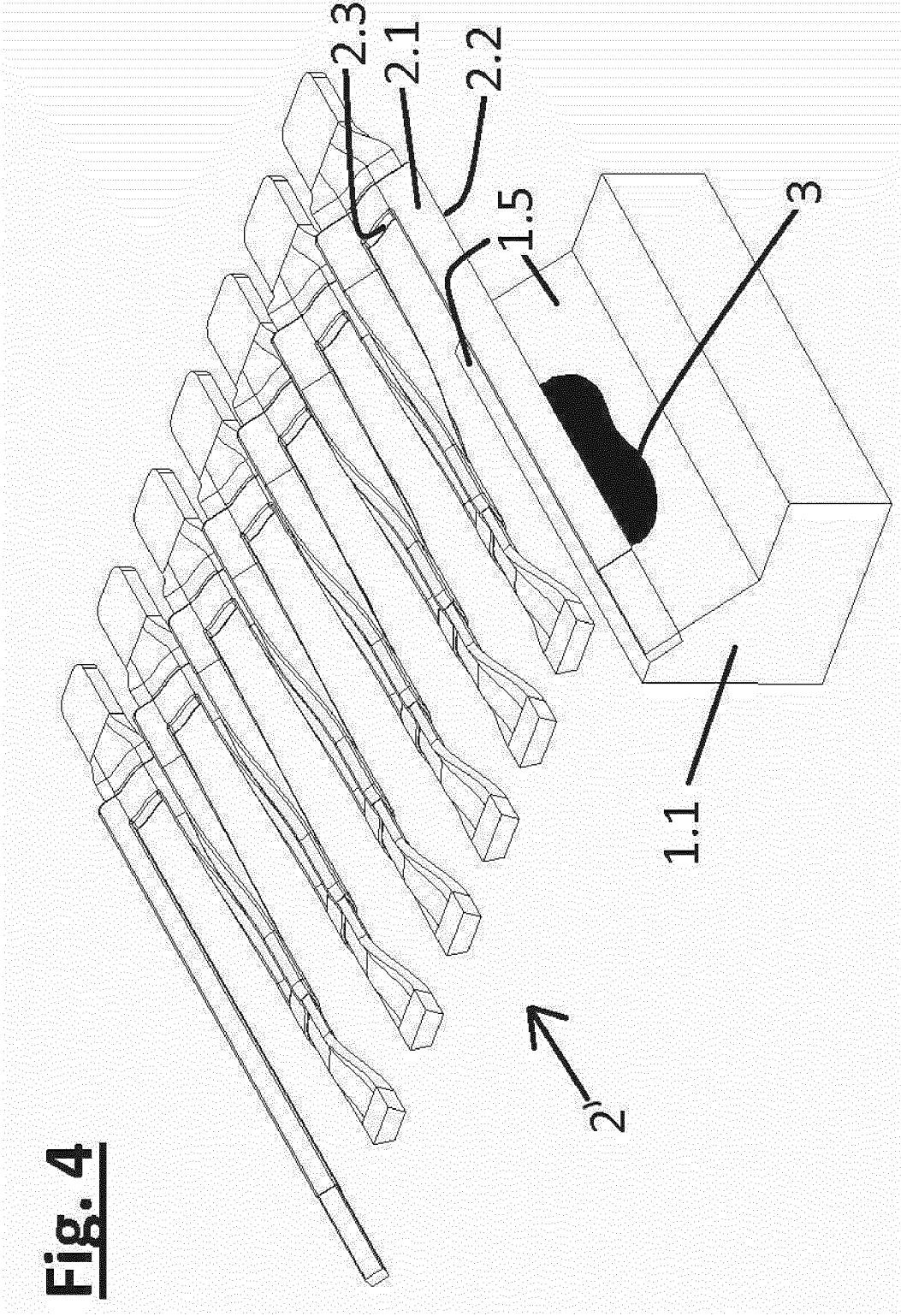


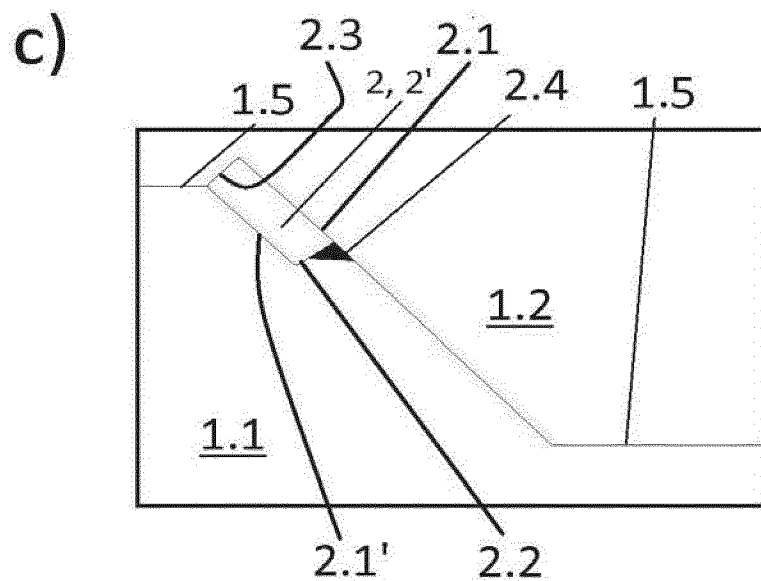
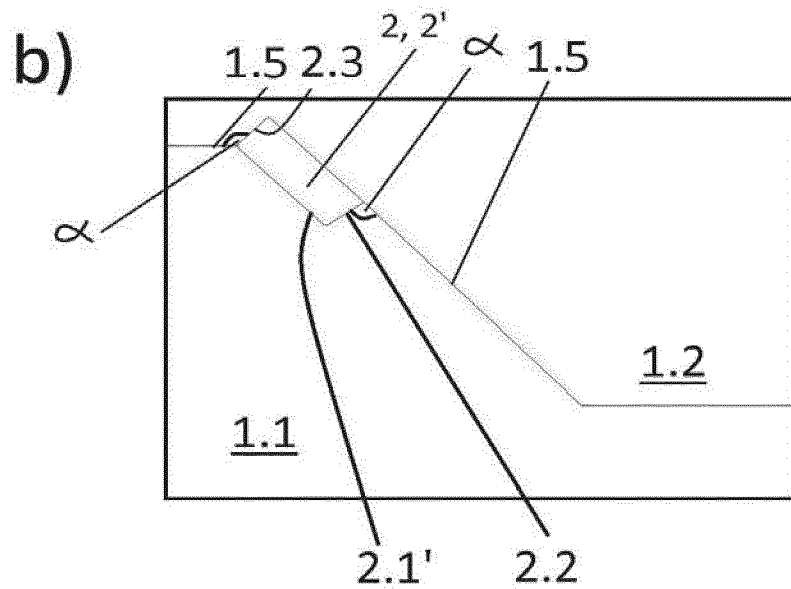
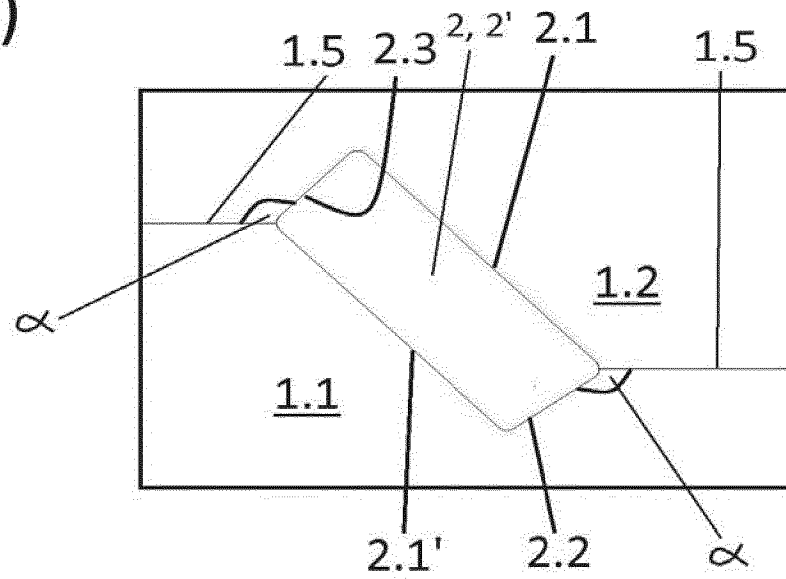
Fig. 5 a)

Fig. 6

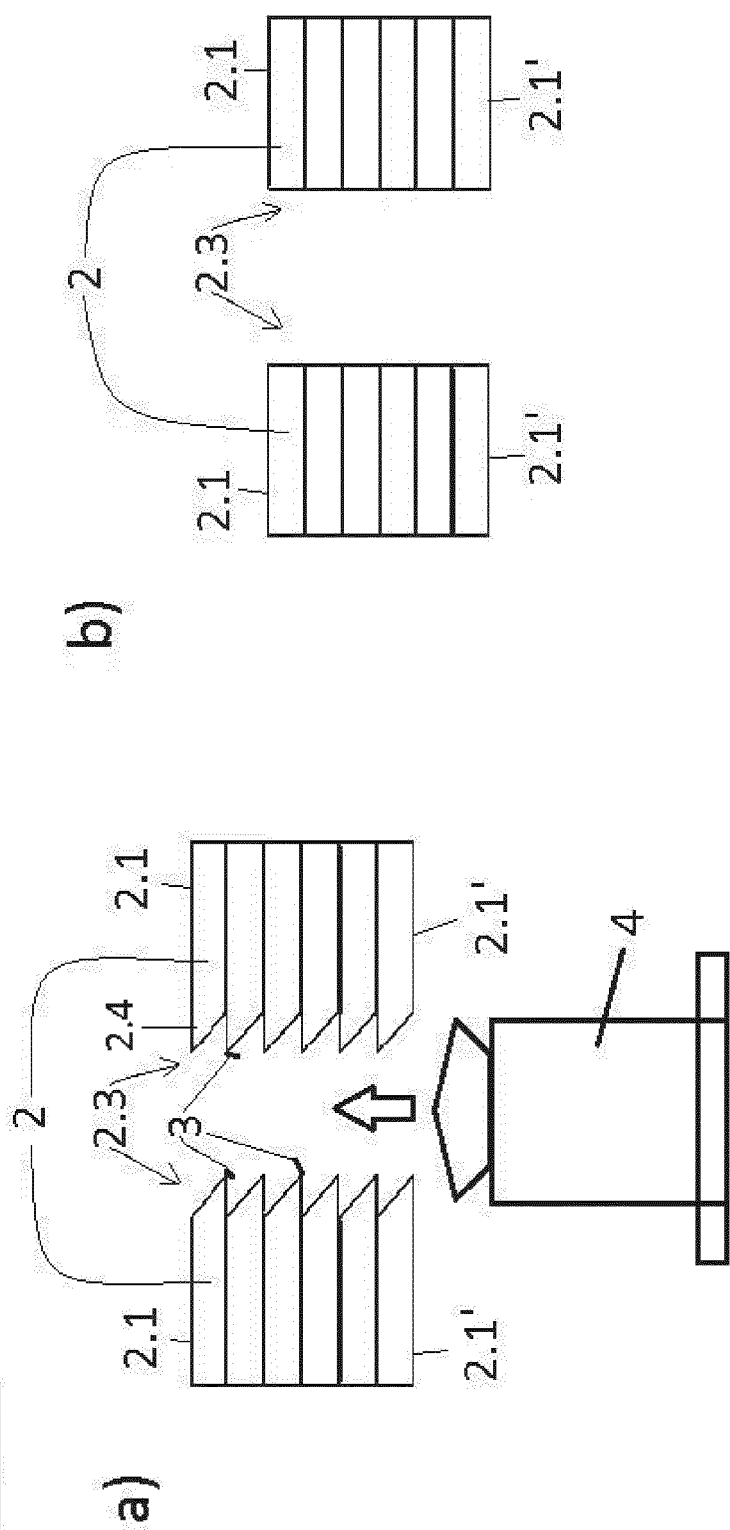


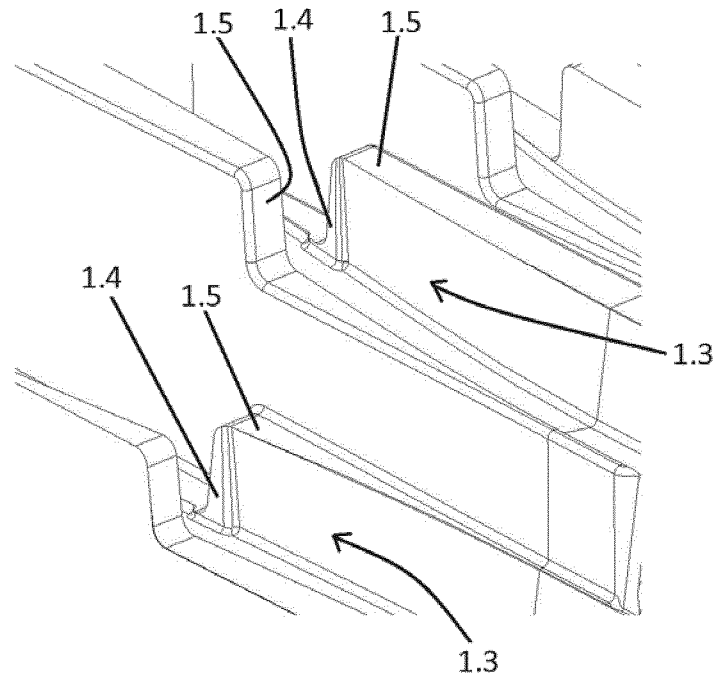
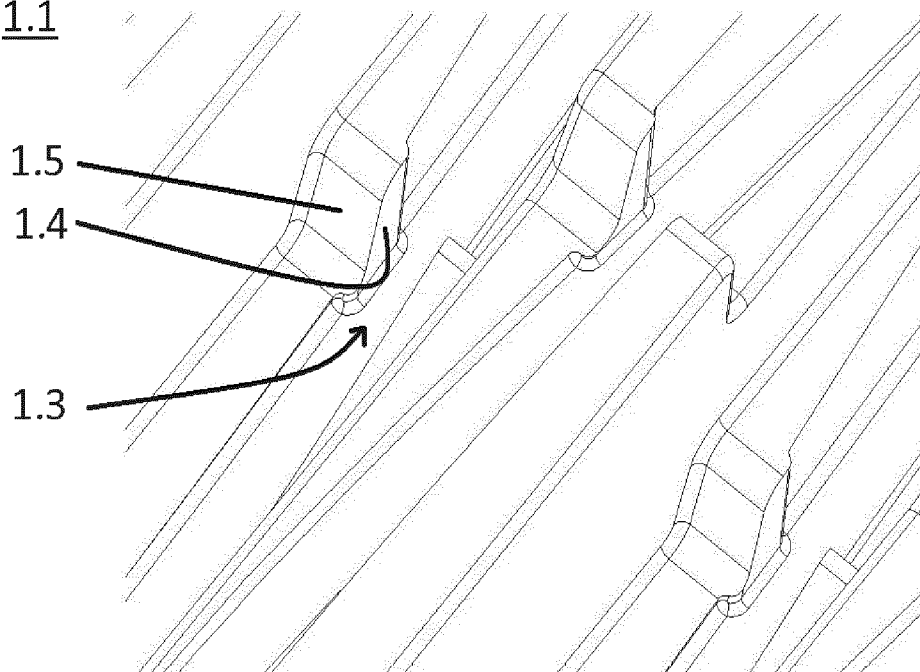
Fig. 7**a)**1.1**b)**1.1

Fig. 8

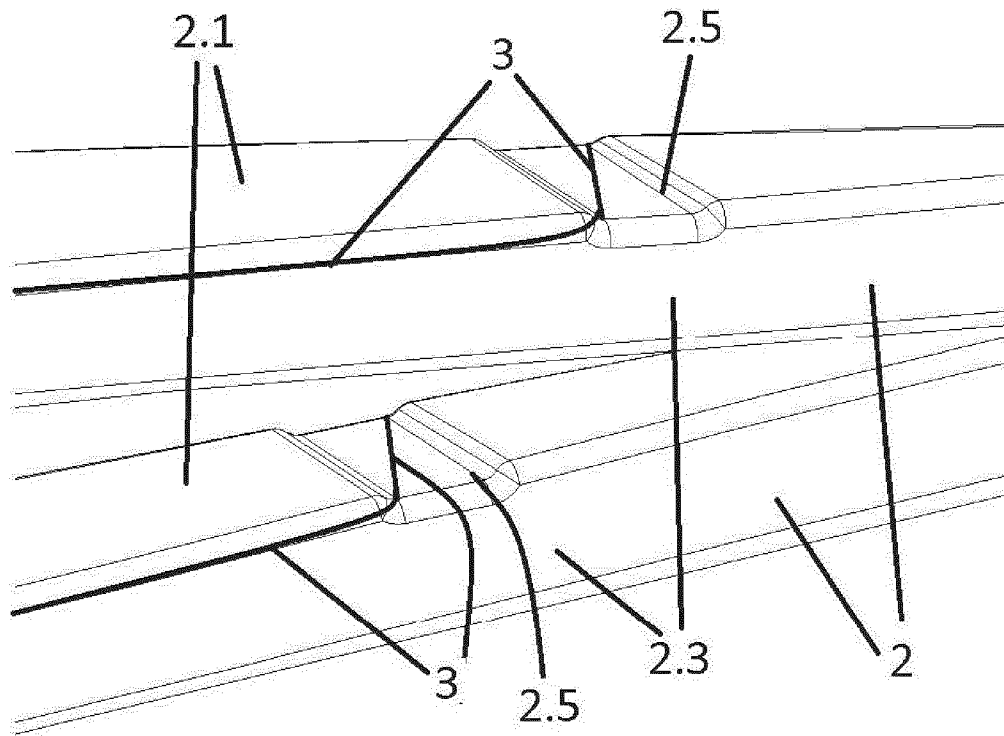


Fig. 9

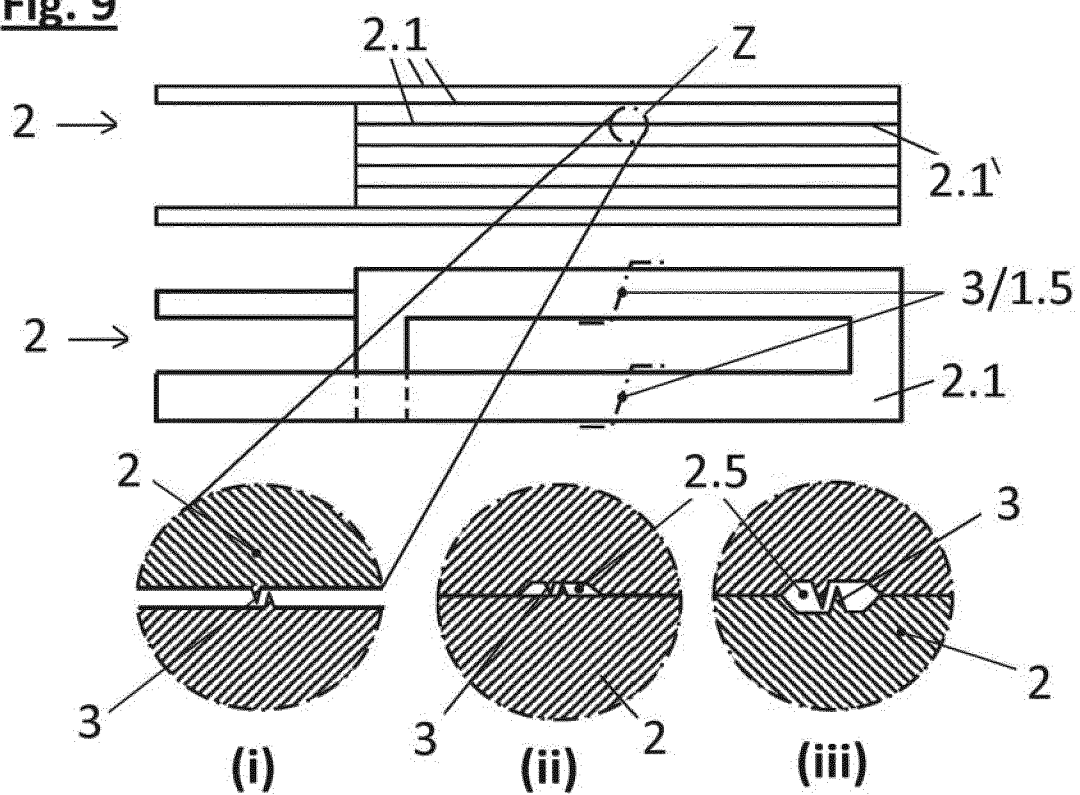
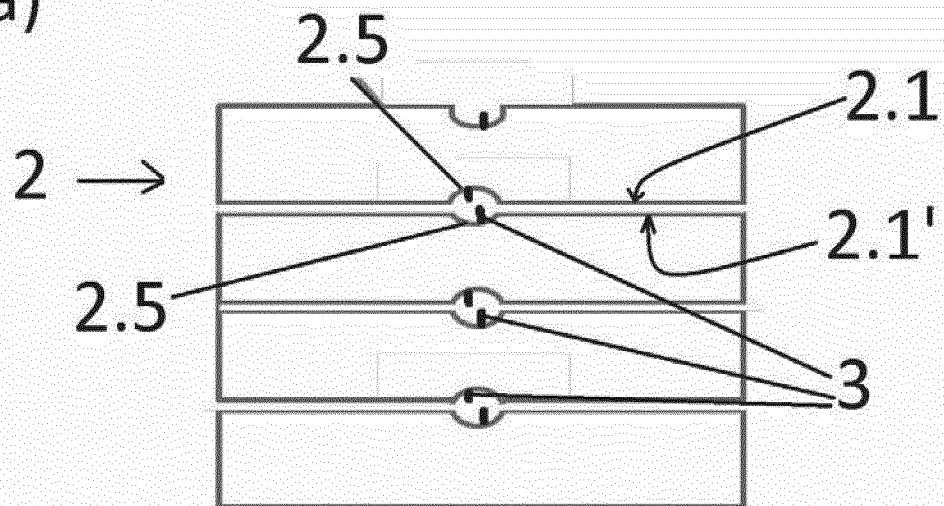
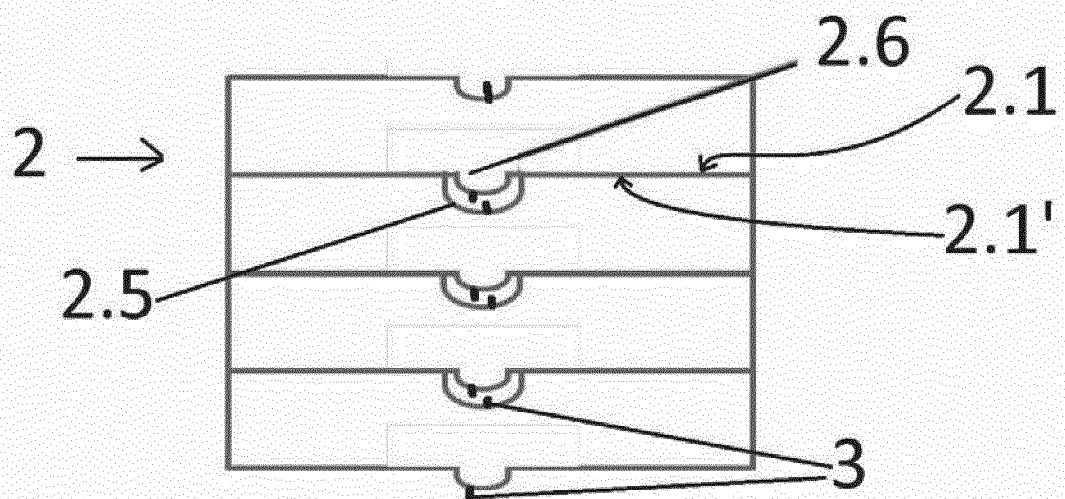


Fig. 10

a)



b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/075179**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****B21J 5/00**(2006.01)i; **B22D 17/22**(2006.01)i; **B22D 25/02**(2006.01)i; **B22D 31/00**(2006.01)i; **H02K 15/04**(2006.01)i

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)

B21J; B22D; H02K; B22C; 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	DE 102013204047 A1 (FRAUNHOFER GES ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E V [DE] ET AL.) 11 September 2014 (2014-09-11)	13
A	abstract paragraphs [0011], [0012], [0015] - [0017], [0020], [0061] figure 4	1-12,14,15
X	FR 1580467 A (ÉTABLISSEMENTS MERLIN & GERIN, SOCIÉTÉ ANONYME) 05 September 1969 (1969-09-05)	13-15
A	page 1, line 1 - line 8 page 1, line 39 - line 40 page 2, line 1 - line 5 figures 2,4,5	1-12
A	DE 102016202657 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E V [D] 24 August 2017 (2017-08-24)	1-15
	abstract paragraphs [0008], [0009], [0016], [0018], [0019], [0045], [0053], [0056], [0062] figures 1,12,16,17	



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

12 December 2019

Date of mailing of the international search report

19 December 2019

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

Grave, Christian

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/075179

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102013204047	A1	11 September 2014	NONE			
FR	1580467	A	05 September 1969	FR	1580467	A	05 September 1969
				NL	6910329	A	13 January 1970
DE	102016202657	A1	24 August 2017	DE	102016202657	A1	24 August 2017
				EP	3208013	A1	23 August 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B21J5/00	B22D17/22 B22D25/02 B22D31/00 H02K15/04
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B21J B22D H02K B22C 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	DE 10 2013 204047 A1 (FRAUNHOFER GES ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E V [DE] ET AL.)	13
A	11. September 2014 (2014-09-11) Zusammenfassung Absätze [0011], [0012], [0015] - [0017], [0020], [0061] Abbildung 4	1-12, 14, 15
X	FR 1 580 467 A (ÉTABLISSEMENTS MERLIN & GERIN, SOCIÉTÉ ANONYME)	13-15
A	5. September 1969 (1969-09-05) Seite 1, Zeile 1 - Zeile 8 Seite 1, Zeile 39 - Zeile 40 Seite 2, Zeile 1 - Zeile 5 Abbildungen 2,4,5	1-12
	----- -/-	
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
12. Dezember 2019		19/12/2019
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 Grave, Christian

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 2016 202657 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E V [D]) 24. August 2017 (2017-08-24) Zusammenfassung Absätze [0008], [0009], [0016], [0018], [0019], [0045], [0053], [0056], [0062] Abbildungen 1,12,16,17 -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/075179

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013204047 A1	11-09-2014	KEINE	
FR 1580467 A	05-09-1969	FR 1580467 A	05-09-1969
		NL 6910329 A	13-01-1970
DE 102016202657 A1	24-08-2017	DE 102016202657 A1	24-08-2017
		EP 3208013 A1	23-08-2017