



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 18 217 T2 2007.11.08**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 458 510 B1**

(51) Int Cl.⁸: **B22D 19/00 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 18 217.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/BR02/00192**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 806 302.2**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/059553**

(86) PCT-Anmeldetag: **20.12.2002**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **24.07.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.09.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **14.02.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.11.2007**

(30) Unionspriorität:
0106597 28.12.2001 BR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR**

(73) Patentinhaber:
Whirlpool S.A., Sao Paulo, BR

(72) Erfinder:
**RAMIREZ, Arturo, Rivio, CEP-89203-070 Joinville,
SC, BR; KRZEMINSKI, Edison, CEP-89218-250
Joinville, SC, BR; DROZDEK, Antonio, Cláudio,
CEP-89219-310 Joinville, SC, BR**

(74) Vertreter:
**GEYER, FEHNERS & PARTNER (G.b.R.), 80687
München**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES ROTORS EINES ELEKTROMOTORS**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Gießen eines Rotors für einen Elektromotor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Aus dem Stand der Technik (siehe z. B. WO-96/32769-A) ist bereits das Gießen der Aluminiumkäfige in Rotoren mittels Schleuderguß bekannt, wobei diese Aluminiumkäfige durch eine Schichtanordnung einander überlappender, identischer ringförmiger Stahllamellen gebildet werden, die mit Öffnungen versehen sind, welche in Längsrichtung zu den Öffnungen anderer Lamellen der Schichtanordnung ausgerichtet sind, um eine Vielzahl von Axialkanälen zu bilden, welche die Außenflächen der Endlamellen der Schichtanordnung untereinander verbinden und entlang einer kreisförmigen Ausrichtung, die konzentrisch zur Längsachse der Schichtanordnung, aber gegenüber der Seitenfläche der letzteren radial zurückgesetzt verläuft, in einem Winkelabstand zueinander versetzt angeordnet sind.

[0003] Wie die [Fig. 1–Fig. 5](#) zeigen, die den Stand der Technik darstellen, ist die Lamellen-Schichtanordnung **10** mit der vertikal angeordneten Längsachse in einer Form **20** angeordnet, die eine untere ringförmige Mulde **22** nahe der Außenfläche der unteren Endlamelle und eine im wesentlichen zylinder- oder kegelstumpfförmige obere Mulde **21** nahe der Außenfläche der oberen Endlamelle festlegt, die zum Einlaßkanal **23** hin zum Einbringen von Aluminium in die Form **20** offen ist.

[0004] Beim Gießen von Aluminium oder der gewählten Metall-Legierung wird die Axialmittelbohrung **11** der Lamellen-Schichtanordnung **10**, in welcher später die Welle des Elektromotors montiert wird, mit einem Kern **25** gefüllt, der ein oberes Ende, das im wesentlichen mit der oberen Endlamelle der Lamellen-Schichtanordnung **10** bündig ist, und einen aufgeweiteten unteren Endabschnitt aufweist, der auf einer entsprechenden unteren Endaufweitung **11a** der Axialmittelbohrung **11** der Lamellen-Schichtanordnung **10** sowie an der Form sitzt, welche die untere Mulde **22** festlegt.

[0005] Das Aluminium wird in die obere Mulde **21** gegossen, läuft durch die Axialkanäle **12** der Lamellen-Schichtanordnung **10** zur unteren Mulde **22**, füllt letztere, die Axialkanäle **12** und die obere Mulde **21**, in dieser Reihenfolge, und erstarrt in einem radial einwärts und nach oben laufenden Muster, während sich die Form **20** um ihre vertikale Achse dreht und das Metall abkühlt.

[0006] Nach Abschluß des Aluminiumgießens und nach Erstarren wird die Form **20** geöffnet und der geformte Rotor Bearbeitungsverfahren unterzogen, um einen Vorsprung **36**, der im Einlaßkanal **23** ([Fig. 4](#)) erstarrt ist, und anschließend die Aluminiumplatte, die an der oberen Endlamelle der Lamellen-Schichtanordnung **10** angeschmolzen ist, zu entfernen, um das benachbarte Ende der Axialmittelbohrung **11** der Lamellen-Schichtanordnung **10** freizulegen und das korrekte Innenprofil für den oberen Ring **31** des Aluminiumkäfigs festzulegen, der ferner einen bereits durch die Form **20** einstückig mit diesem gebildeten unteren Ring **32** und eine Vielzahl von in den Axialkanälen **12** der Lamellen-Schichtanordnung **10** ausgebildeten Stäben **33** umfaßt.

[0007] Beim Spritzgießen dieser Rotoren werden die obere Mulde **21** und die untere Mulde **22** der Form **20** sowie die Lamellen-Schichtanordnung **10** selbst aufgeheizt, so daß das schmelzflüssige Aluminium durch die obere Mulde **21** und durch die Axialkanäle **12** der Lamellen-Schichtanordnung **10** läuft, ohne zu erstarren, und aufgrund der Schwerkraft die untere Mulde **22** erreicht, diese füllt und von außen nach innen sowie von unten nach oben zu erstarren beginnt. Daher werden die obere Mulde **21** und die Lamellen-Schichtanordnung **10** üblicherweise auf eine Temperatur erwärmt, die deutlich niedriger als die Schmelztemperatur von Aluminium ist, während die untere Mulde **22** auf eine niedrigere Temperatur erwärmt wird, bei der das Aluminium zuletzt im wärmsten oberen Bereich der Form **20** erstarren kann. Damit die sowohl in der oberen Mulde **21** als auch in der unteren Mulde **22** und in den Axialkanälen **12** vorhandene Luft durch das der Form zugeführte Aluminium aus der Form nach außen geleitet wird, ist die untere Mulde **22** mit einem (nicht gezeigten) Luftauslaß entsprechender Bauweise versehen.

[0008] Wie in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) gezeigt, erfolgt das Gießen von Aluminium in die Form **20** durch den Einlaßkanal **23** und in das Innere der oberen Mulde **21**, deren untere Wand durch die obere Endlamelle der Lamellen-Schichtanordnung **10** und durch das obere Ende der in die Axialmittelbohrung **11** der Schichtanordnung **10** eingeführten Stange **25** festgelegt ist.

[0009] Das in die obere Mulde **21** gegossene flüssige Aluminium kommt jedoch in direkten Kontakt mit dem inneren Randbereich der oberen Endlamelle der Lamellen-Schichtanordnung **10**, was in diesem Bereich Verformungen bewirkt und das Aluminium zwischen die oberen Lamellen der Lamellen-Schichtanordnung **10** eindringen läßt.

[0010] Dieses Spritzgießverfahren gemäß dem Stand der Technik erfordert nicht nur teure Bearbeitungsverfahren, um den oberen Ring **31** zu bilden, sondern auch eine schwierige Bearbeitung des Mit-

telbereiches des oberen Rings **31**, um die Ölpumpe des Verdichters wegen der Verformung der oberen Endlamelle im unbedeckten Mittelbereich des oberen Rings **31** anzupassen. Diese Bearbeitungsverfahren verringern die Produktivität und erhöhen die Herstellungskosten der Rotoren, insbesondere der Rotoren mit kleinen Abmessungen, bei einem relativ großen Produktionsvolumen. Ferner beeinträchtigt das Eindringen von Aluminium zwischen die Lamellen in radial auswärtiger Richtung vom oberen Endbereich der Axialmittelbohrung **11** aus die elektromagnetische Wirksamkeit des Rotors.

Ziel der Erfindung

[0011] Angesichts der oben erwähnten Probleme im Zusammenhang mit dem Verfahren zum Gießen von Rotoren mittels Schleuderguß ist es Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Gießen dieser Teile mittels Schleuderguß bereitzustellen, das die Bearbeitungsverfahren zum Ausbilden des oberen Ringes des aus Aluminium oder aus einem anderen leitfähigen Material gefertigten Käfigs des Rotors merklich verringert und das Problem der Verformung der oberen Endschicht und folglich des Eindringens von Aluminium zwischen die oberen Lamellen der Schichtanordnung beseitigt.

Zusammenfassung der Erfindung

[0012] Um das oben erwähnte Ziel zu erreichen, wird das Gießverfahren der vorliegenden Erfindung angewendet, um einen Rotor zu erhalten, der umfaßt: eine mit einer Axialmittelbohrung und einer Vielzahl von Axialkanälen versehene Lamellen-Schichtanordnung, und einen Käfig, der aus schmelzflüssigem Metall gefertigt und durch einen oberen Endring sowie durch einen unteren Endring gebildet ist, die jeweils an der oberen und an der unteren Endlamelle der Lamellen-Schichtanordnung sitzen und in einem einzigen Stück durch eine Vielzahl von in die Axialkanäle eingeschmolzenen Stäben miteinander verbunden sind, wobei das Verfahren die Schritte umfaßt:

- Herstellen der Lamellen-Schichtanordnung,
- Füllen des unteren Endes der Axialmittelbohrung durch Einsetzen eines unteren Kerns in diese;
- Positionieren der Lamellen-Schichtanordnung mit ihrer vertikal angeordneten Längsachse innerhalb einer Form, die eine untere ringförmige Mulde nahe der Außenfläche der unteren Endlamelle und eine obere Mulde nahe der Außenfläche der oberen Endlamelle festlegt und in einen Einlaßkanal zum Einbringen von schmelzflüssigem Metall in die Form mündet,
- Drehen der Form und Gießen des Metalls in deren Inneres durch den Einlaßkanal, um die untere Mulde, die Axialkanäle und die obere Mulde zu füllen, und
- Erstarrenlassen des Metalls, Anhalten und Öff-

nen der Form, um den Rotor aus ihrem Inneren zu entnehmen, wobei der Käfig bereits ausgebildet ist und den unteren Ring sowie die Stäbe und den unteren Kern umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß das erfindungsgemäße Verfahren ferner umfaßt:

vor dem Positionieren der Lamellen-Schichtanordnung in der Form

- Montieren eines oberen Kerns, der einen verbreiterten Kopf, welcher an der oberen Endlamelle der Lamellen-Schichtanordnung sitzt, und eine kreisförmige Kontur mit einem diametralen Querschnitt aufweist, der mit dem diametralen Querschnitt der Mittelöffnung des oberen Rings des Käfigs zusammenfällt, am oberen Endabschnitt der Axialmittelbohrung,

- Erwärmen der Lamellen-Schichtanordnung auf eine erste Temperatur, die niedriger als die Schmelztemperatur des einzuspritzenden Metalls ist;

- Erwärmen der oberen Mulde der Form, die nahe der oberen Endschicht der Lamellen-Schichtanordnung angeordnet werden soll, auf diese erste Temperatur und der unteren Mulde der Form, die nahe der unteren Endlamelle der Lamellen-Schichtanordnung positioniert werden soll, auf eine zweite Temperatur, die deutlich niedriger als die erste Temperatur ist, und nach dem Öffnen der Form:

- Entnehmen des Rotors zusammen mit einer oberen Platte aus erstarrtem Metall, die den oberen Kern überdeckt, und

- Herausziehen des oberen Kerns in axialer Richtung, um die obere Platte in der Mitte aufzubrechen, wodurch sie in den oberen Ring des Käfigs umgewandelt wird.

[0013] Wie festzustellen ist, beseitigt das vorliegende Verfahren die schädlichen Wirkungen beim Kontakt des flüssigen Metalls mit dem freiliegenden Mittelabschnitt der oberen Endlamelle bei einer hohen Temperatur sowie die Notwendigkeit der zerspanenden Bearbeitung einer großen Menge Aluminium, um die Mittelöffnung des oberen Rings des Käfigs zu bilden. Die Entnahme des oberen Kerns bewirkt den Bruch der oberen Platte des Metalls, wodurch praktisch die Mittelöffnung des oberen Rings des Käfigs festgelegt wird und, wenn überhaupt, nur eine geringe zerspanende Bearbeitung (Abfasen) für die Feinbearbeitung der scharfen Kante nötig ist, um die vom Herausziehen des Preßstiftes herrührenden Widerhaken zu beseitigen.

[0014] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

ben. Es zeigen:

[0016] [Fig. 1](#) eine diametrale Längsschnittdarstellung einer Lamellen-Schichtanordnung, die im Inneren einer Form montiert ist, für das anschließende Gießen von Aluminium oder einem anderen Metall mittels Schleuderguß gemäß einem Verfahren nach dem Stand der Technik;

[0017] [Fig. 2](#) eine ähnliche Ansicht wie die aus [Fig. 1](#), die jedoch die Lamellen-Schichtanordnung zeigt, die bereits den im Inneren der beiden Mulden der Form und in den Axialkanälen der Schichtanordnung gebildeten Käfig trägt;

[0018] [Fig. 3](#) eine Längsschnittdarstellung des mit dem Verfahren nach dem Stand der Technik erhaltenen Rotors nach dessen Entnahme aus der in [Fig. 2](#) dargestellten Form, wobei die Ansicht ferner die Verformung zeigt, die üblicherweise in der oberen Endlamelle der Lamellen-Schichtanordnung auftritt;

[0019] die [Fig. 4](#) bis [Fig. 5](#) Ansichten, die der aus [Fig. 3](#) entsprechen, aber zwei Bearbeitungsverfahren zeigen, die nach dem Stand der Technik erforderlich sind, um den oberen Ring des Käfigs zu bilden;

[0020] [Fig. 6](#) eine Darstellung, die der aus [Fig. 2](#) entspricht, aber den in die Lamellen-Schichtanordnung eingegossenen Käfig gemäß dem Verfahren nach der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0021] [Fig. 7](#) eine Ansicht, die der aus [Fig. 3](#) entspricht, aber zeigt, wie der Rotor aus der Form entnommen und gemäß einem weiteren Schritt des neuen Verfahrens vom unteren Kern befreit wird, und

[0022] [Fig. 8](#) eine Ansicht, die der aus [Fig. 7](#) entspricht, aber den Schritt der Entnahme des Preßstiftes zur Bildung der Mittelöffnung im oberen Ring des Käfigs zeigt.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0023] Wie bereits erwähnt, erfolgt beim in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) gezeigten Schleudergußverfahren das Gießen von flüssigem Aluminium (oder einem anderen Metall) in die obere Mulde direkt über die gesamte ringförmige Außenfläche der oberen Endlamelle der Lamellen-Schichtanordnung **10**, was Verformungen an der Oberfläche erzeugt.

[0024] Neben dem obigen Problem ist die obere Mulde **21** der Form **20** so gestaltet, daß sie das Schmelzen einer Platte **35** ergibt, in die ein oberer axialer Vorsprung **36** eingebracht ist, der im Inneren des Einlaßkanals **23** festgelegt ist und teilweise dazu verwendet wird, die Schrumpfung des Aluminiums während des Erstarrens auszugleichen.

[0025] Diese Lösung erfordert die in den [Fig. 4](#) bis [Fig. 5](#) schematisch dargestellten Bearbeitungsverfahren.

[0026] Gemäß dem Verfahren nach der vorliegenden Erfindung wird die untere Endaufweitung **11a** der Axialmittelbohrung **11** der Lamellen-Schichtanordnung **10** mit einem entsprechenden Kern **25** gefüllt, der im inneren Teil der Erstreckung der Axialmittelbohrung **11** der Lamellen-Schichtanordnung **10** sitzt.

[0027] Im oberen Endabschnitt der Axialmittelbohrung **11** sitzt ein Preßstift **40**, der einen verbreiterten Kopf **41** mit kreisförmiger Kontur aufweist, welcher auf der oberen Endlamelle der Lamellen-Schichtanordnung **10** sitzt. Der verbreiterte Kopf **41** des Preßstiftes **40** ist so bemessen, daß sein diametraler Querschnitt mit dem diametralen Querschnitt der Mittelöffnung des oberen Rings **31** des Käfigs **30** zusammenfällt.

[0028] Die so hergestellte Lamellen-Schichtanordnung **10** wird auf eine geeignete Temperatur erwärmt, die allgemein deutlich niedriger als der Schmelzpunkt von Aluminium ist, und im Inneren der Form **20** angeordnet, deren obere Mulde **21** zuvor allgemein auf die gleiche Temperatur wie die Lamellen-Schichtanordnung **10** und deren untere Mulde **22** zuvor auf eine niedrigere Erwärmungstemperatur als die obere Mulde erwärmt wird.

[0029] Die Lamellen-Schichtanordnung **10** wird im Inneren der Form **20** so angeordnet, daß ihre Längsachse vertikal ausgerichtet ist, und dann wird die Form **20** um ihre Achse gedreht, während das geschmolzene Aluminium durch den Einlaßkanal **23** in das Innere der oberen und unteren Mulden **21**, **22** und in die Axialkanäle **12** der Lamellen-Schichtanordnung **10** vergossen wird.

[0030] Nachdem die Mulden **21** und **22** der Form **20** und die Axialkanäle **12** der Lamellen-Schichtanordnung gefüllt wurden, beginnt das Aluminium mit seinem Erstarrungsvorgang von außen nach innen, während sich die Form weiterhin dreht.

[0031] Sobald das Aluminium vollständig erstarrt ist, wird die Form angehalten und geöffnet, um den Rotor **R** aus ihrem Inneren zu entnehmen und den Kern **25** aus dem Inneren der Lamellen-Schichtanordnung **10** herausziehen zu können. Der gegossene Rotor **R** weist den unteren Ring **32** des Käfigs **30** mit den bereits geformten Stäben und eine obere Platte auf, die den verbreiterten Kopf **41** des Preßstiftes **40** bedeckt, und enthält den oberen Axialvorsprung **36**, wie dies in [Fig. 8](#) gezeigt ist.

[0032] Die Abmessungen des Kopfes **41** des Preßstiftes **40** sind dergestalt, daß mit der oberen Mulde **21** der Form **20** ein ringförmiger Durchlaß festgelegt

wird, der ausreicht, damit das flüssige Aluminium zu den Axialkanälen **12** hin fließen kann, aber diesen Randbereich fokussiert, in dem die Platte **35** mit dem Axialvorsprung **36** zusammenläuft.

[0033] Diese Bauweise gestattet das Brechen der oberen Platte **35** um die Umlaufkante des verbreiterten Kopfes **41** herum, wenn der Preßstift **40** axial nach außen gedrückt wird. Somit bewirkt das axiale Herausziehen des Preßstiftes **40** die Bildung der Mittelöffnung des oberen Rings **31** des Käfigs **30**, ohne Bearbeitungsverfahren zum Entfernen großer Mengen Aluminium zu erfordern.

[0034] Im allgemeinen ist nur eine geringfügige Innenbearbeitung des oberen Rings **31** erforderlich, die als Abfasungsvorgang zum Entfernen der beim Herausziehen (Pressen) des Aluminiums während des Herausziehens des Stiftes entstandenen Widerhaken gekennzeichnet ist.

[0035] Es versteht sich, daß die Vorerwärmungstemperaturen der Formmulden und der Lamellen-Schichtanordnung abhängig von anderen am Verfahren beteiligten Parametern veränderlich sind, sofern die Erwärmung der unteren Mulde geringer als die für die obere Mulde und für die Lamellen-Schichtanordnung vorgegebene Erwärmung ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Gießen eines Rotors für einen Elektromotor, wobei dieser Rotor eine mit einer Axialmittelbohrung (**11**) und einer Vielzahl von Axialkanälen (**12**) versehene Lamellen-Schichtanordnung (**10**) und einen Käfig (**30**) aus Metall umfaßt, der durch einen oberen Endring (**31**) und einen unteren Endring (**32**) gebildet ist, die jeweils an der oberen und an der unteren Endlamelle der Lamellen-Schichtanordnung (**10**) sitzen und in einem einzigen Stück durch eine Vielzahl von in die Axialkanäle (**12**) eingeschmolzenen Stäben (**33**) miteinander verbunden sind, wobei das Verfahren die Schritte umfaßt:

- Herstellen der Lamellen-Schichtanordnung (**10**),
- Füllen des unteren Endes (**10a**) der Axialmittelbohrung (**11**) durch Einsetzen eines unteren Kerns (**25**) in diese;
- Positionieren der Lamellen-Schichtanordnung (**10**) mit ihrer vertikal angeordneten Längsachse innerhalb einer Form (**20**), die eine untere ringförmige Mulde (**22**) nahe der Außenfläche der unteren Endlamelle und eine obere Mulde (**21**) nahe der Außenfläche der oberen Endlamelle festlegt und in einen Einlaßkanal (**23**) zum Einbringen von schmelzflüssigem Metall in die Form (**20**) mündet,
- Drehen der Form (**20**) und Gießen des Metalls in deren Inneres durch den Einlaßkanal (**23**), um die untere Mulde (**22**), die Axialkanäle (**12**) und die obere Mulde (**21**) zu füllen, und
- Erstarrenlassen des Metalls, Anhalten der Form

(**20**) und Öffnen der Form, um den Rotor aus ihrem Inneren zu entnehmen, wobei der Käfig (**30**) bereits ausgebildet ist und den unteren Ring (**32**) sowie die Stäbe (**33**) und den unteren Kern (**25**) umfaßt, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verfahren ferner umfaßt:

vor dem Positionieren der Lamellen-Schichtanordnung (**10**) in der Form (**20**)

– Montieren eines oberen Kerns (**40**), der einen verbreiterten Kopf (**41**), welcher an der oberen Endlamelle der Lamellen-Schichtanordnung (**10**) sitzt, und eine kreisförmige Kontur mit einem diametralen Querschnitt aufweist, der mit dem diametralen Querschnitt der Mittelöffnung des oberen Rings (**31**) des Käfigs (**30**) zusammenfällt, an der oberen Endlamelle der Axialmittelbohrung (**11**),

– Erwärmen der Lamellen-Schichtanordnung auf eine erste Temperatur, die niedriger als die Schmelztemperatur des einzuspritzenden Metalls ist,

– Erwärmen der oberen Mulde (**21**) der Form (**20**), die nahe der oberen Endlamelle der Lamellen-Schichtanordnung (**10**) angeordnet werden soll, auf die erste Temperatur und der unteren Mulde (**22**) der Form (**20**), die nahe der unteren Endlamelle der Lamellen-Schichtanordnung (**10**) positioniert werden soll, auf eine zweite Temperatur, die deutlich niedriger als die erste Temperatur ist, und nach dem Öffnen der Form (**20**):

– Entnehmen des Rotors zusammen mit einer oberen Platte (**35**) aus erstarrtem Metall, die den oberen Kern (**40**) überdeckt, und

– Herausziehen des oberen Kerns (**40**) in axialer Richtung, um die obere Platte (**35**) in der Mitte aufzubrechen, wodurch sie in den oberen Ring (**31**) des Käfigs (**30**) umgewandelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es den zusätzlichen Schritt einer Innenbearbeitung des oberen Endrings (**31**) zur Endform umfaßt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall Aluminium ist und die erste Temperatur zum Erwärmen der Lamellen-Schichtanordnung (**10**) und der oberen Mulde (**21**) der Form (**20**) deutlich niedriger als die Schmelztemperatur von Aluminium ist, während die zweite Temperatur zum Erwärmen der unteren Mulde (**22**) der Form (**20**) deutlich niedriger als die zum Erwärmen der oberen Mulde (**21**) ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

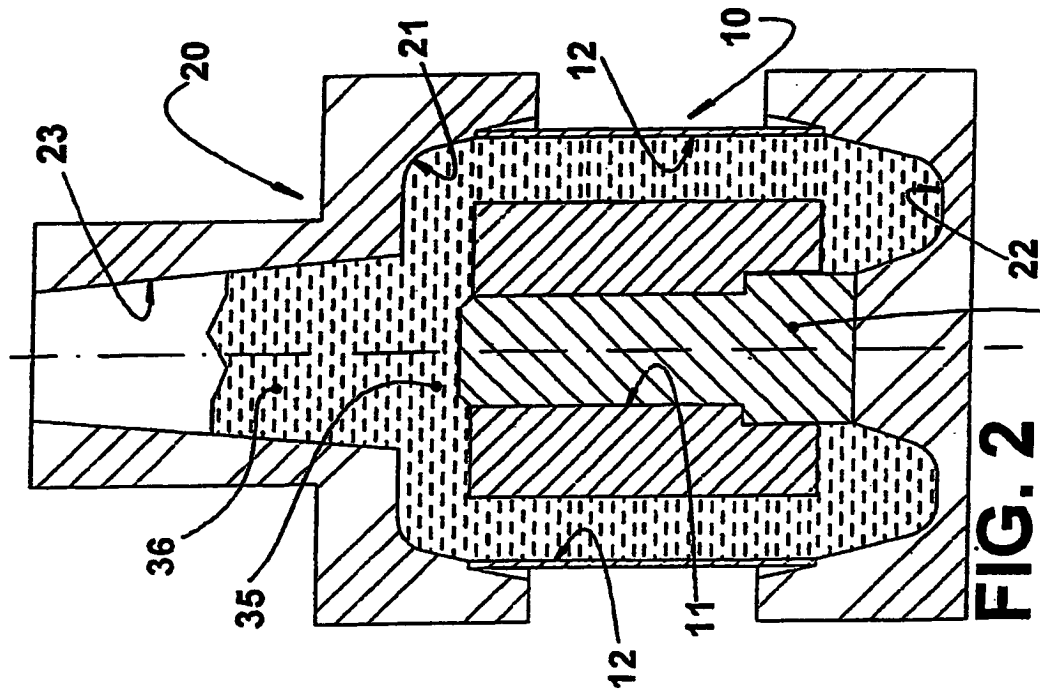


FIG. 2

STAND DER TECHNIK 25

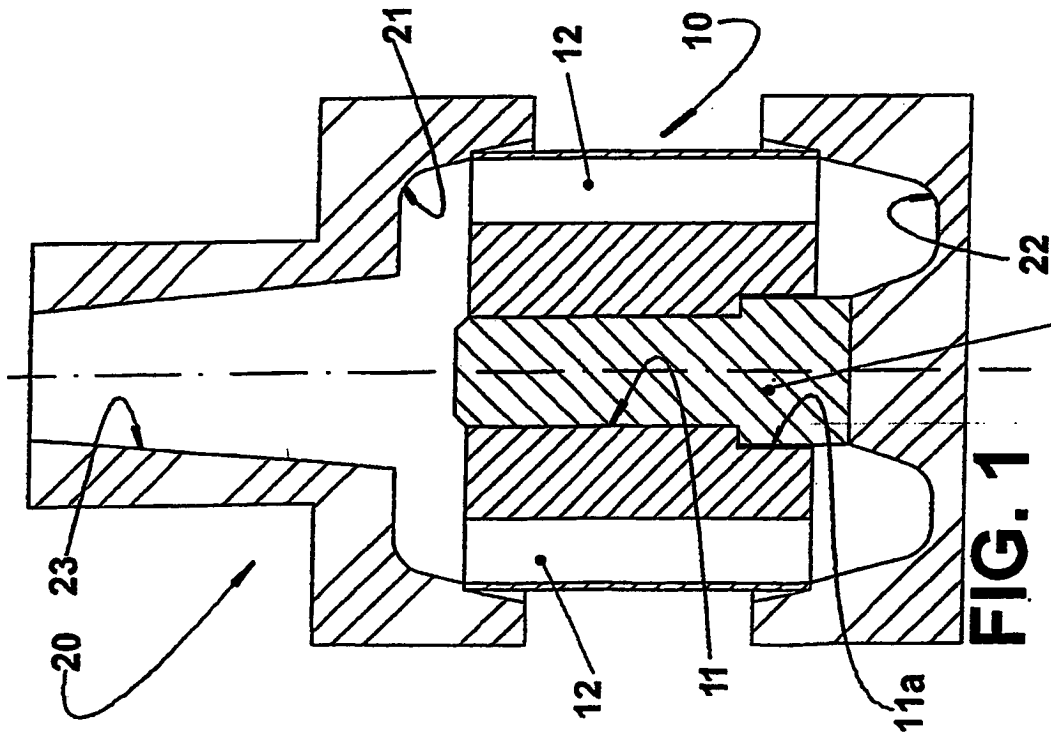


FIG. 1

STAND DER TECHNIK 25

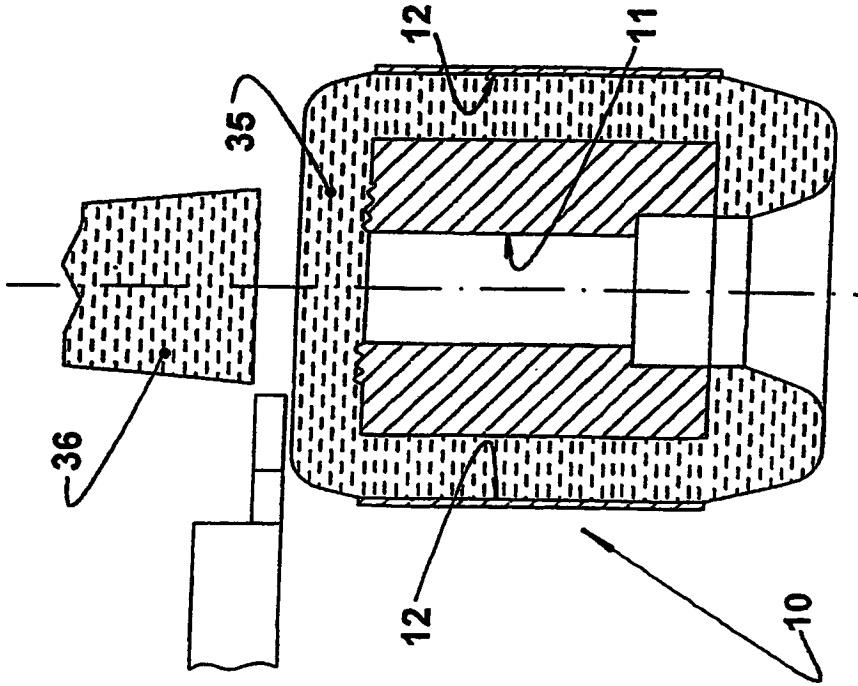


FIG. 4

STAND DER TECHNIK

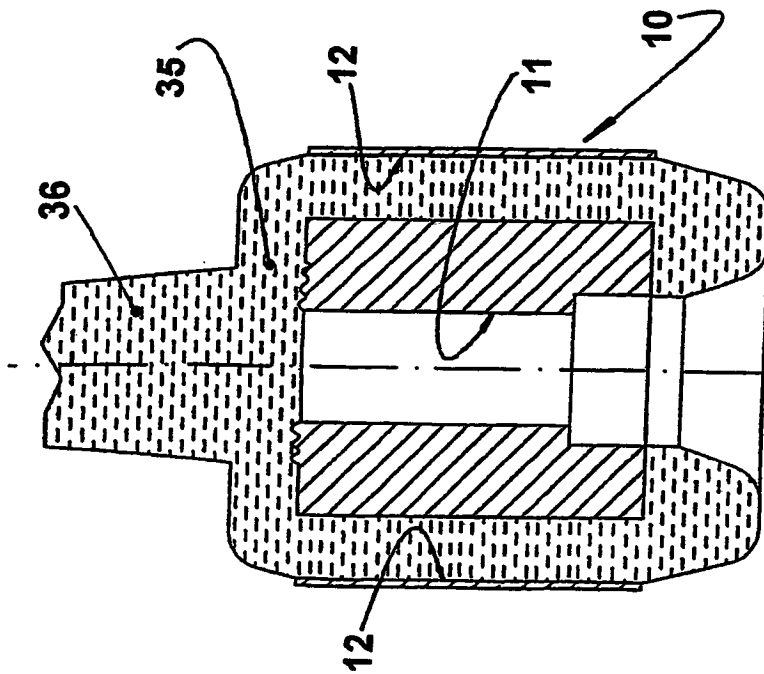
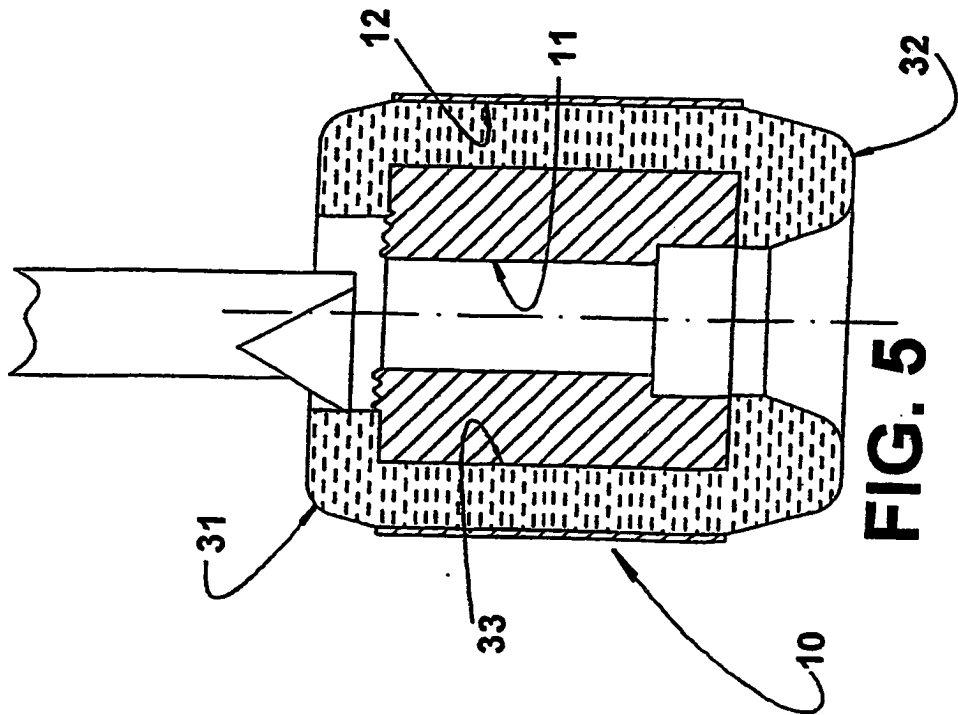
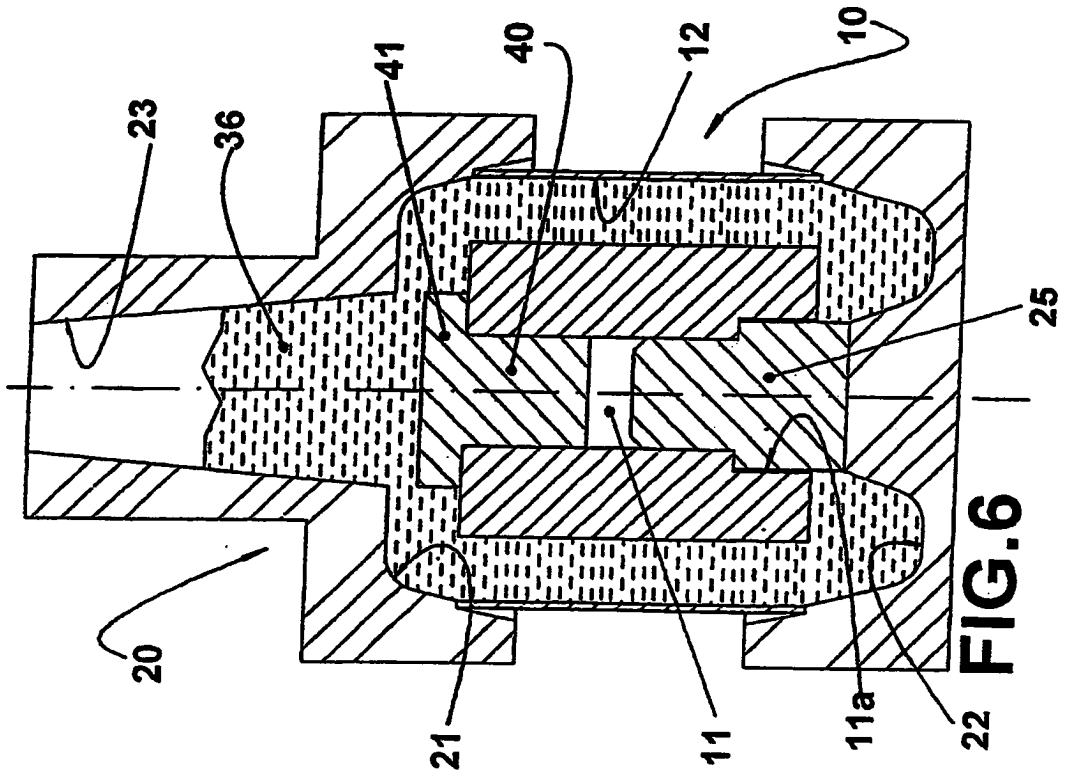


FIG. 3

STAND DER TECHNIK



STAND DER TECHNIK

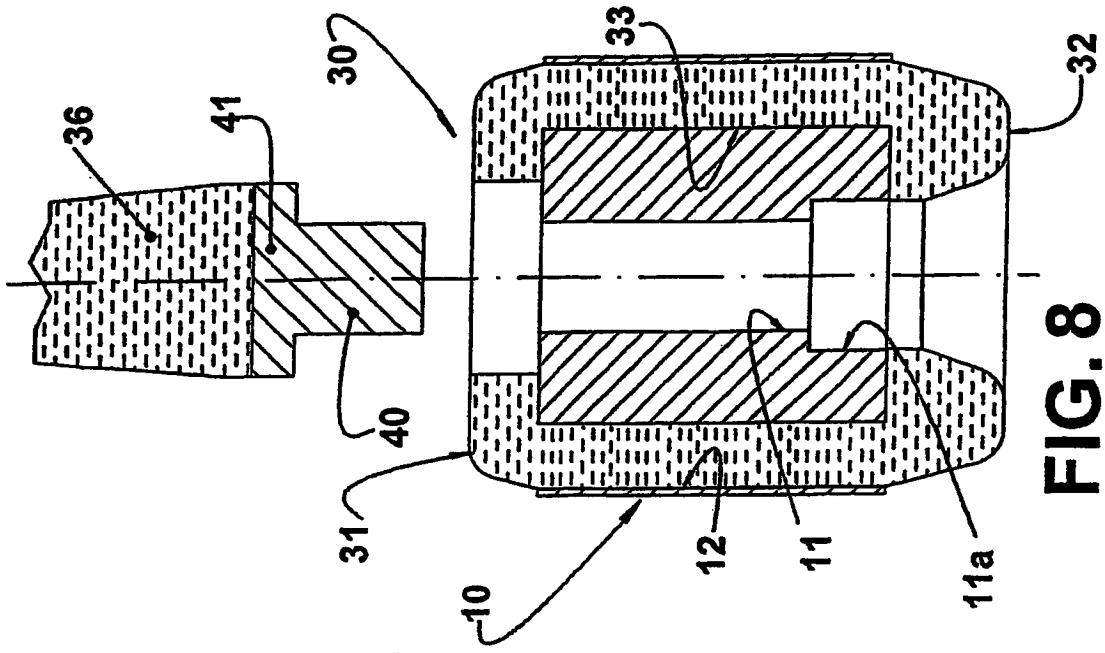


FIG. 8

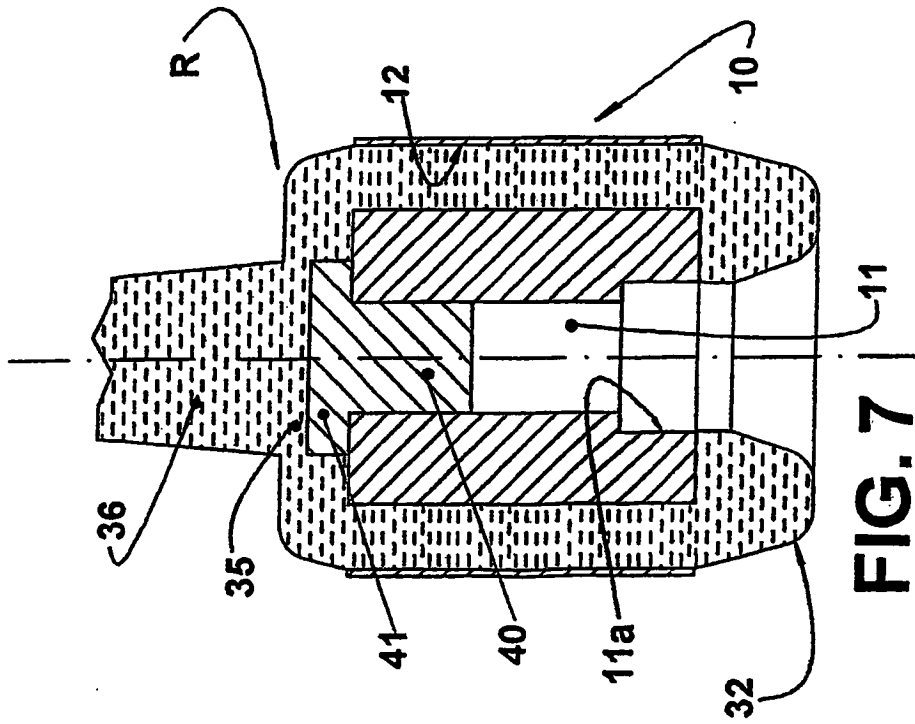


FIG. 7