

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-192575
(P2015-192575A)

(43) 公開日 平成27年11月2日(2015.11.2)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
HO2K	1/27	(2006.01)	HO2K	1/27	501D	5H615	
HO2K	15/03	(2006.01)	HO2K	1/27	501K	5H622	
HO2K	15/02	(2006.01)	HO2K	15/03	Z		
			HO2K	15/02	K		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2014-70286 (P2014-70286)
(22) 出願日 平成26年3月28日 (2014. 3. 28)

(71) 出願人 000005326
本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目1番1号
(74) 代理人 100064908
弁理士 志賀 正武
(74) 代理人 100146835
弁理士 佐伯 義文
(74) 代理人 100175802
弁理士 寺本 光生
(74) 代理人 100094400
弁理士 鈴木 三義
(74) 代理人 100126664
弁理士 鈴木 慎吾

最終頁に続く

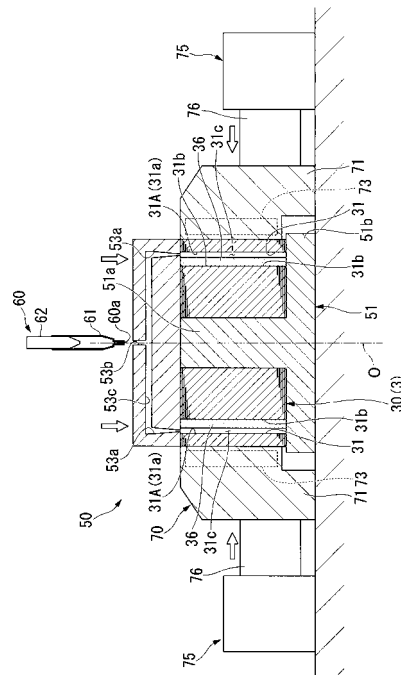
(54) 【発明の名称】 ロータ製造方法

(57) 【要約】

【課題】製造時間を短縮しつつ熱可塑性樹脂材料を確実に充填することができるロータ製造方法を提供する。

【解決手段】磁石挿入用の第一スロット31、第二スロットおよび第三スロットの各スロットを複数備えたロータコア30を有するロータ3の製造方法であって、ロータコア30の各スロットに磁石36を挿入する磁石挿入工程と、各スロットの内壁と磁石36の外表面との間に熱可塑性樹脂材料を射出して充填する充填工程と、を含み、充填工程は、ロータコア30の径方向の外側からロータコア30の外周面に対して加熱型70を接触させて、加熱型70によりロータコア30を加熱する加熱工程と、加熱型70をロータコア30に接触させた状態で、加熱型70によりロータコア30を加熱しつつ、熱可塑性樹脂材料を射出する射出工程と、を含むことを特徴としている。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

磁石挿入用のスロットを複数備えたロータコアを有するロータを製造するためのロータ製造方法であって、

前記ロータコアの前記スロットに磁石を挿入する磁石挿入工程と、

前記スロットの内壁と前記磁石の外面との間に熱可塑性樹脂材料を射出して充填する充填工程と、

を含み、

前記充填工程は、

前記ロータコアの径方向の外側から前記ロータコアの外周面に対して加熱装置を接触させて、前記加熱装置により前記ロータコアを加熱する加熱工程と、

前記加熱装置を前記ロータコアに接触させた状態で、前記加熱装置により前記ロータコアを加熱しつつ、前記熱可塑性樹脂材料を射出する射出工程と、

を含むことを特徴とするロータ製造方法。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のロータ製造方法であって、

前記射出工程では、前記スロットの前記内壁と前記磁石の前記外面との間であって、前記磁石よりも前記径方向の外側の位置から、前記熱可塑性樹脂材料を射出することを特徴とするロータ製造方法。

【請求項 3】

20

請求項 1 または 2 に記載のロータ製造方法であって、

前記射出工程では、複数の前記スロットの全てに対して、同一のタイミングで前記熱可塑性樹脂材料を射出することを特徴とするロータ製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のロータ製造方法であって、

前記加熱工程では、前記ロータコアの外周面の全面に対して前記加熱装置を接触させることを特徴とするロータ製造方法。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のロータ製造方法であって、

前記射出工程では、前記加熱装置が前記ロータコアを前記径方向の外側から内側に向かって、所定の押圧力により押圧した状態で行うことを特徴とするロータ製造方法。

30

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のロータ製造方法であって、

前記充填工程で充填される前記熱可塑性樹脂材料は、液晶ポリマーであることを特徴とするロータ製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、ロータ製造方法に関するものである。

【背景技術】

40

【0002】

近年、燃料電池自動車、ハイブリッド自動車、電気自動車など車両駆動用の電動機（モータ）を搭載した車両が次々と開発されている。電動機としては、コイルが配されたステータと、ステータの内周側において軸線周りに回転自在に支持され、磁石が配設されたロータと、を備えたものが一般的である。ロータとしては、ロータコアにスロットを形成し、スロットに磁石を挿入してロータに磁石を埋め込む、いわゆる IPM (Interior Permanent Magnet) ロータが広く知られている。

【0003】

通常、ロータコアのスロットに挿入された磁石は、スロットの内壁と磁石の外面との間に樹脂材料を充填した後、固化することにより固定される。

50

ここで、樹脂材料は、熱硬化性樹脂材料と熱可塑性樹脂材料とに大別されるが、一般に熱硬化性樹脂材料のほうが熱可塑性樹脂材料よりも粘性が低い。したがって、I P M ロータの磁石の固定には、粘性が低く、スロットの内壁と磁石の外面との間に浸透しやすい熱硬化性樹脂材料が広く採用されている。

しかしながら、熱硬化性樹脂材料を固化させるためには、スロットに樹脂材料を充填した後、ロータを例えば恒温槽等の加熱器に投入して、所定温度になるまで所定時間加熱する必要がある。したがって、製造工程の時間の短縮という点で改善の余地があった。

【0004】

これに対して、熱可塑性樹脂材料は、自然冷却により固化することができる。したがって、I P M ロータの磁石の固定に熱可塑性樹脂材料を採用した場合、スロットに樹脂材料を充填した後に加熱する必要がないため、固化時間の短縮という点では優位性がある。しかしながら、熱可塑性樹脂材料は、粘性が高くかつ固化しやすいため、高い射出速度および高い射出圧力で充填する必要がある。したがって、スロットに充填された樹脂材料の圧力によりロータコアが変形し、製造不良が発生するおそれがあった。

10

【0005】

このような問題を解決するため、例えば特許文献1には、積層鉄心（ロータコア）の外周の一部または全部と当接する当接部材を備え、上型および下型により当接部材を挟持し固定した状態で穴部（スロット）と磁石の間に樹脂部材（熱可塑性樹脂材料）を充填させる射出成型用金型装置が記載されている。特許文献1に記載の技術によれば、磁石をバランス良く確実に固定するとともに、樹脂部材の充填時に積層鉄心に樹脂の成型圧力が加わった場合にも積層鉄心の破損を防止し、信頼性の向上を図ることができるとされている。

20

【0006】

また、一般に、熱可塑性樹脂材料をスロットに充填する前に、ロータコアを恒温槽等の加熱器に投入して予熱を行う。これにより、ロータコアが高温の状態では樹脂材料を充填することができるので、熱可塑性樹脂材料が充填時に固化するのを抑制するとともに、熱可塑性樹脂材料の流動性を確保して、スロットの内壁と磁石の外面との間に熱可塑性樹脂材料を充填することができるとされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

30

【特許文献1】特開2007-318942号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、従来技術にあっては、ロータコアを予熱するのに数十分程度の時間を要する。したがって、製造時間の短縮という点で課題が残されている。

このように、従来技術にあっては、ロータの製造時間を短縮しつつ熱可塑性樹脂材料を確実に充填するという点で改善の余地がある。

【0009】

そこで、本発明は、上記事情に鑑みたものであって、製造時間を短縮しつつ熱可塑性樹脂材料を確実に充填することができるロータ製造方法の提供を課題とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の課題を解決するため、請求項1に記載の発明に係るロータ製造方法は、磁石挿入用のスロット（例えば、後述の実施形態における第一スロット31、第二スロット32、第三スロット33）を複数備えたロータコア（例えば、後述の実施形態におけるロータコア30）を有するロータ（例えば、後述の実施形態におけるロータ3）を製造するためのロータ製造方法であって、前記ロータコアの前記スロットに磁石（例えば、後述の実施形態における磁石36）を挿入する磁石挿入工程（例えば、後述の実施形態における磁石挿入工程S11）と、前記スロットの内壁と前記磁石の外面との間に熱可塑性樹脂材料を射

50

出して充填する充填工程（例えば、後述の実施形態における充填工程 S 1 3）と、を含み、前記充填工程は、前記ロータコアの径方向の外側から前記ロータコアの外周面に対して加熱装置（例えば、後述の実施形態における加熱型 7 0）を接触させて、前記加熱装置により前記ロータコアを加熱する加熱工程（例えば、後述の実施形態における加熱工程 S 1 3 B）と、前記加熱装置を前記ロータコアに接触させた状態で、前記加熱装置により前記ロータコアを加熱しつつ、前記熱可塑性樹脂材料を射出する射出工程（例えば、後述の実施形態における射出工程 S 1 3 C）と、を含むことを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、加熱工程は、ロータコアの径方向の外側からロータコアの外周面に対して加熱装置を接触させて加熱装置によりロータコアを加熱するので、ロータコアを短時間で高温にすることができる。また、射出工程では、加熱装置をロータコアに接触させた状態で、加熱装置によりロータコアを加熱しつつ、熱可塑性樹脂材料を射出するので、熱可塑性樹脂材料が固化することなく速やかに流動して、短時間で確実にスロットの内壁と磁石の外面との間に充填される。したがって、ロータの製造時間を短縮しつつ熱可塑性樹脂材料を確実に充填することができる。とりわけ、ロータの高効率化の要求にともない、スロットの内壁と磁石の外面との間隙が狭小となる傾向にある。これに対して本発明によれば、狭小な間隙に対しても、従来技術よりも低い射出圧力で熱可塑性樹脂材料を確実に充填でき、かつロータコアの変形を防止することができる。

また、恒温槽等の加熱器が必要ないので、従来技術と比較して、製造設備の小型化および低コスト化ができる。

【 0 0 1 2 】

また、請求項 2 に記載の発明に係るロータ製造方法は、前記射出工程では、前記スロットの前記内壁と前記磁石の前記外面との間であって、前記磁石よりも前記径方向の外側の位置から、前記熱可塑性樹脂材料を射出することを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、磁石よりも径方向の外側の位置から、熱可塑性樹脂材料を射出するので、射出圧力によりスロットの径方向における内側の内壁に磁石を当接させた状態で、スロットの径方向における外側の内壁と磁石との間に熱可塑性樹脂材料を充填することができる。これにより、完成したロータが回転し、磁石からロータに対して遠心力による荷重が発生した場合であっても、熱可塑性樹脂材料により荷重を分散して、ロータに対する応力集中を防止できる。したがって、高回転時においても耐久性に優れたロータとすることができる。

【 0 0 1 4 】

また、請求項 3 に記載の発明に係るロータ製造方法は、前記射出工程では、複数の前記スロットの全てに対して、同一のタイミングで前記熱可塑性樹脂材料を射出することを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、一度に複数のスロットに対して熱可塑性樹脂材料を充填することができるので、ロータの製造時間をさらに短縮できる。

【 0 0 1 6 】

また、請求項 4 に記載の発明に係るロータ製造方法は、前記加熱工程では、前記ロータコアの外周面の全面に対して前記加熱装置を接触させることを特徴としている。

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、ロータコアの外周面の全面に対して加熱装置を接触させることにより、短時間でロータコアを高温にすることができるので、ロータの製造時間をさらに短縮できる。また、ロータコアの全てのスロットを径方向の外側から加熱できるので、全てのスロットの内壁と磁石の外面との間に熱可塑性樹脂材料を確実に充填することができる。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 5 に記載の発明に係るロータ製造方法は、前記射出工程では、前記加熱装置が前記ロータコアを前記径方向の外側から内側に向かって、所定の押圧力により押圧し

10

20

30

40

50

た状態で行うことを特徴としている。

【0019】

本発明によれば、射出工程では、加熱装置がロータコアを径方向の外側から内側に向かって、所定の押圧力により押圧した状態で行うので、スロット内に熱可塑性樹脂材料を充填するときに熱可塑性樹脂材料の内部圧力が上昇した場合であっても、ロータコアが径方向の外側に膨出して変形するのを防止できる。したがって、ロータの製造工程において、製造不良が発生するのを防止できる。

【0020】

また、請求項6に記載の発明に係るロータ製造方法は、前記充填工程で充填される前記熱可塑性樹脂材料は、液晶ポリマーであることを特徴としている。

10

【0021】

本発明によれば、充填工程でスロットに充填される熱可塑性樹脂材料として、液晶ポリマー(Liquid Crystal Polymer: LCP)を好適に採用できる。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、加熱工程は、ロータコアの径方向の外側からロータコアの外周面に対して加熱装置を接触させて加熱装置によりロータコアを加熱するので、ロータコアを短時間で高温にすることができる。また、射出工程では、加熱装置をロータコアに接触させた状態で、加熱装置によりロータコアを加熱しつつ、熱可塑性樹脂材料を射出するので、熱可塑性樹脂材料が固化することなく速やかに流動して、短時間で確実にスロットの内壁と磁石の外表面との間に充填される。したがって、ロータの製造時間を短縮しつつ熱可塑性樹脂材料を確実に充填することができる。とりわけ、ロータの高効率化の要求にともない、スロットの内壁と磁石の外表面との間隙が狭小となる傾向にある。これに対して本発明によれば、狭小な間隙に対しても、従来技術よりも低い射出圧力で熱可塑性樹脂材料を確実に充填でき、かつロータコアの変形を防止することができる。

20

また、恒温槽等の加熱器が必要ないので、従来技術と比較して、製造設備の小型化および低コスト化ができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】モータユニットの概略断面図である。

30

【図2】ロータの斜視図である。

【図3】ロータの平面図であって、磁極部の拡大図である。

【図4】ロータの製造工程のフローチャートである。

【図5】磁石挿入工程の説明図である。

【図6】インジェクション装置の側面断面模式図である。

【図7】インジェクション装置をロータコアの軸方向から見たときの模式図である。

【図8】型締め工程の説明図である。

【図9】射出工程の説明図である。

【図10】他の実施形態に係るインジェクション装置の側面断面模式図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下に、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。

図1は、モータユニット1の概略断面図である。

図1に示すように、モータユニット1は、モータ4と、モータ4を収容するハウジング5と、を備えている。なお、以下の説明では、モータ4の中心軸Oに沿う方向を軸方向といい、中心軸Oと直交する方向を径方向といい、中心軸O周りに周回する方向を周方向という。

【0025】

モータ4は、いわゆるインナーロータ型のモータであって、筒状のステータ2と、ステータ2の内側に配置されたロータ3と、ロータ3と同軸に圧入固定され回転可能に支持さ

50

れたシャフト 6 と、を備えている。

ステータ 2 は、電磁鋼板が軸方向に沿って複数積層されることにより形成されたステータコア 20 を有している。ステータコア 20 は、径方向の内側に向かって延びるティース 21 を備えている。ティース 21 には、インシュレータ 22 を介してコイル 23 が巻装されている。

【0026】

図 2 は、ロータ 3 の斜視図である。

図 2 に示すように、ロータ 3 は、電磁鋼板が軸方向に沿って複数積層されることにより形成されたロータコア 30 を有している。

ロータコア 30 の中央部には、貫通孔 30 a が形成されている。ロータコア 30 の中央部には、貫通孔 30 a にシャフト 6 (図 1 参照) が挿入されて圧入固定される。また、ロータコア 30 は、貫通孔 30 a の周囲に複数の肉抜き部 30 b を有している。

【0027】

ロータコア 30 は、周方向にわたって等間隔に配される複数のスロット群 35 を有している。スロット群 35 は、肉抜き部 30 b よりも径方向の外側において、周方向に約 45°ピッチとなるように 8 か所に設けられている。

スロット群 35 は、第一スロット 31、第二スロット 32 および第三スロット 33 (いずれも請求項における「スロット」に相当。) により構成されている。第一スロット 31、第二スロット 32 および第三スロット 33 には、それぞれ後述の磁石 36 が挿入される。

【0028】

ロータコア 30 には、スロット群 35 の周辺部分が磁石 36 により磁化されることにより磁極部 37 が形成されている。本実施形態のロータ 3 は、スロット群 35 が 8 か所に設けられており、8 極 (4 極対) の磁極部 37 を有している。周方向に隣り合う磁極部 37 は、磁石 36 によりそれぞれ異なる極に磁化されている。すなわち、ロータ 3 の磁極部 37 は、周方向に N 極 37 A と S 極 37 B とが交互に並ぶように形成される。

【0029】

図 3 は、ロータ 3 の平面図であって、磁極部 37 の拡大図である。

図 3 に示すように、スロット群 35 は、第一スロット 31 と、第一スロット 31 を挟んで周方向の両側に形成された第二スロット 32 および第三スロット 33 と、により形成されている。

第一スロット 31 は、平面視で等脚台形状をしており、長手方向が径方向と直交するように設けられている。

第一スロット 31 の径方向の外側における内壁 (以下、「外側壁 31 a」という。) には、長手方向の中間部において径方向の外側に窪むとともに、軸方向に沿うように充填溝 31 A が形成されている。充填溝 31 A に対応する位置には、後述のロータ 3 の製造工程において第一スロット 31 に熱可塑性樹脂材料を充填するときに、充填用金型 53 の充填孔 53 a (図 6 参照) が配置される。

【0030】

第一スロット 31 の内部には、磁石 36 が挿入配置されている。磁石 36 は、例えばネオジム磁石等の永久磁石であって、矩形板状に形成されている。なお、磁石 36 は、後述の第二スロット 32 および第三スロット 33 にも挿入される。

磁石 36 の径方向に沿う厚さは、第一スロット 31 の径方向に沿う幅よりも薄くなっている。磁石 36 は、第一スロット 31 の径方向における内側の内壁 (以下、「内側壁 31 b」という。) に当接した状態で配されている。これにより、磁石 36 の径方向の外側面と第一スロット 31 の外側壁 31 a との間には、間隙 31 c が形成される。

【0031】

また、磁石 36 の周方向の両側には、対称形状の空洞部 31 d, 31 e が形成される。空洞部 31 d, 31 e の体積は、略同一となっている。空洞部 31 d, 31 e は、第一スロット 31 に挿入された磁石 36 の磁束が漏洩するのを防止する、いわゆるフラックスバ

10

20

30

40

50

リアとして機能している。

【0032】

間隙31cおよび空洞部31d, 31eを含む第一スロット31の内壁と磁石36の外表面との間には、熱可塑性樹脂材料が充填されて第一モールド部38Aが形成されている。第一モールド部38Aは、後述のロータ3の製造工程において、熱可塑性樹脂材料が充填されて固化することにより形成される。第一モールド部38Aは、第一スロット31に対して磁石36を保持している。なお、第一モールド部38Aを形成する熱可塑性樹脂としては、液晶ポリマー(Liquid Crystal Polymer: LCP)が好適である。

【0033】

第二スロット32および第三スロット33は、それぞれ平面視で台形状をしており、径方向の内側から外側に向かって、互いに漸次広がるように配置されている。第二スロット32と第三スロット33とは、第一スロット31を挟んで互に対称形状に形成されている。

【0034】

第二スロット32の外側壁32aには、長手方向の中間部よりも第一スロット31側において、径方向の外側に窪むとともに、軸方向に沿うように充填溝32Aが形成されている。充填溝32Aに対応する位置には、後述のロータ3の製造工程において第二スロット32に熱可塑性樹脂材料を充填するときに、充填用金型53の充填孔53a(図6参照)が配置される。

【0035】

第二スロット32の内部には磁石36が挿入配置されている。磁石36は、第二スロット32の内側壁32bに当接した状態で配されている。これにより、磁石36の径方向の外側面と第二スロット32の外側壁32aとの間には、間隙32cが形成される。

【0036】

また、磁石36の周方向の両側には、非対称形状の空洞部32d, 32eが形成される。本実施形態では、磁石36を挟んで第一スロット31側(図3における右側)の空洞部32dの体積は、磁石36を挟んで第一スロット31とは反対側(図3における左側)の空洞部32eの体積よりも小さくなっている。空洞部32d, 32eは、第二スロット32に挿入された磁石36の磁束が漏洩するのを防止する、いわゆるフラックスバリアとして機能している。

【0037】

間隙32cおよび空洞部32d, 32eを含む第二スロット32の内壁と磁石36の外表面との間には、熱可塑性樹脂材料が充填されて第二モールド部38Bが形成されている。第二モールド部38Bは、後述のロータ3の製造工程において、熱可塑性樹脂材料が充填されて固化することにより形成される。第二モールド部38Bは、第二スロット32に対して磁石36を保持している。なお、第二モールド部38Bを形成する熱可塑性樹脂としては、第一モールド部38Aと同様に、液晶ポリマー(Liquid Crystal Polymer: LCP)が好適である。

【0038】

第三スロット33は、第二スロット32と対称形状に形成されている。したがって、第三スロット33の充填溝33Aや、外側壁33a、内側壁33b、間隙33c、空洞部33d, 33e、第三モールド部38Cの構成は、上述した第二スロット32の充填溝32Aや、外側壁32a、内側壁32b、間隙32c、空洞部32d, 32e、第二モールド部38Bと同様であるため、詳細な説明を省略する。

【0039】

図1に示すように、ハウジング5は、略筒状に形成されてモータ4を覆うモータハウジング5Aと、モータハウジング5Aの軸方向の一端側に設けられた不図示のセンサハウジングと、を備えている。

モータハウジング5Aには、ステータ2のステータコア20が例えば不図示のボルト等

10

20

30

40

50

により固定されている。

センサハウジングには、ロータ3の回転角度を検出可能な例えばレゾルバ等の不図示の回転センサが、ロータ3と同軸となるように取り付けられている。また、センサハウジングには、ロータ3のシャフト6の一端を回転自在に支持する不図示のベアリングが設けられている。なお、ロータ3のシャフト6の他端は、不図示のミッションハウジング等に設けられたベアリングにより回転自在に支持されている。これにより、ロータ3は、ステータ2の内側において回転可能となっている。

【0040】

(ロータの製造工程)

続いて、上述したロータ3の製造工程(請求項の「ロータ製造方法」に相当。)について説明する。なお、以下の説明において、各部品の符号については、必要に応じて図1から図3を参照されたい。

10

図4は、ロータ3の製造工程S10のフローチャートである。

図4に示すように、本実施形態のロータ3の製造工程S10は、主に、磁石挿入工程S11と、充填工程S13と、固化工程S15と、を含む。以下に、各工程の詳細について、図面を用いて説明をする。なお、以下で述べる工程は、ロータコア30の第一スロット31から第三スロット33の各スロットに対して、それぞれ同様に同一のタイミングで行われる。したがって、以下では、ロータコア30の第一スロット31に対して磁石36を挿入して固定する工程について説明をし、第二スロット32および第三スロット33に対して磁石36を挿入して固定する工程については説明を省略する。

20

【0041】

(磁石挿入工程S11)

図5は、磁石挿入工程S11の説明図であって、ロータコア30の第一スロット31を含む側面断面模式図である。

図5に示すように、本実施形態のロータ3の製造工程では、まず磁石挿入工程S11を行う。

磁石挿入工程S11では、ロータコア30の貫通孔30aに台座治具51の位置決め部51aを挿通し、台座治具51の台座部51bにロータコア30の軸方向端面を当接させることにより、ロータコア30を軸方向および径方向に位置決めした状態でセットする。続いて、ロータコア30の第一スロット31に対して、磁石36を軸方向に沿って挿入して配置する。以上で、磁石挿入工程S11が終了する。

30

【0042】

(充填工程S13)

続いて、充填工程S13を行う。以下では、充填工程S13で使用されるインジェクション装置50の概要について図面を用いて説明をした後、充填工程S13の詳細について説明をする。

【0043】

図6は、インジェクション装置50の側面断面模式図である。

図6に示すように、充填工程S13は、主に前述の台座治具51と、充填孔53aが形成された充填用金型53と、シリンダ61およびピストン62を有するインジェクションノズル60と、加熱型70(請求項の「加熱装置」に相当。)と、を備えたインジェクション装置50を用いて行われる。

40

【0044】

充填用金型53は、台座治具51の台座部51bとは反対側において、例えば不図示の油圧アクチュエータによりロータコア30の軸方向に沿って移動可能となっている。充填用金型53は、熱可塑性樹脂材料の充填時において、ロータコア30の軸方向端面と当接するとともに、ロータコア30から離反しないように、ロータコア30の軸方向端面に向かって所定の押圧力により押圧する(いわゆる型締め)。

充填用金型53の充填孔53aは、ロータコア30の第一スロット31に形成された充填溝31Aに対応する位置に形成されている。

50

また、充填用金型 5 3 の外面における中央には、インジェクションノズル 6 0 が接続される接続孔 5 3 b が設けられている。接続孔 5 3 b と充填孔 5 3 a とは、熱可塑性樹脂材料が通流する通流路 5 3 c を通じて連通している。

【 0 0 4 5 】

インジェクションノズル 6 0 は、熱可塑性樹脂材料を射出してロータコア 3 0 の第一スロット 3 1 内に充填するためのものである。インジェクションノズル 6 0 は、ロータコア 3 0 の軸方向に沿って移動可能となっており、熱可塑性樹脂材料の充填時において、先端の射出口 6 0 a が充填用金型 5 3 の接続孔 5 3 b に挿入配置される。

シリンダ 6 1 は、筒状の形状を成して所定の容積を有しており、不図示の供給路を通じて内部に熱可塑性樹脂材料が供給される。

ピストン 6 2 は、例えば不図示の油圧アクチュエータ等によりシリンダ 6 1 の内部をシリンダ 6 1 の軸方向に沿ってスライド移動可能とされる。

インジェクションノズル 6 0 は、ピストン 6 2 がシリンダ 6 1 内をロータコア 3 0 側に向かってスライド移動することにより、熱可塑性樹脂材料を射出する。

【 0 0 4 6 】

図 7 は、インジェクション装置 5 0 をロータコア 3 0 の軸方向から見たときの模式図であって、図 7 (a) は型締め後の状態を図示しており、図 7 (b) は型締め前の状態を図示している。なお、図 7 では、充填用金型 5 3 を二点鎖線で図示するとともに、インジェクションノズル 6 0 (図 6 参照) の図示を省略している。

図 7 に示すように、加熱型 7 0 は、全体として平面視で略矩形形状に形成されたブロック状の部材であり、中央部にロータコア 3 0 を配置可能となっている。本実施形態の加熱型 7 0 は、同一形状をした 4 個のスライドコア型 7 1 により 4 分割されて構成されている。

【 0 0 4 7 】

スライドコア型 7 1 は、それぞれ平面視で略台形状をした部材であり、ロータコア 3 0 の周方向に 9 0 ° ピッチで隣接して設けられている。各スライドコア型 7 1 は、ロータコア 3 0 の外周面と対向するように弧状部 7 2 を有している。弧状部 7 2 の曲率半径は、ロータコア 3 0 の外周面の曲率半径と同一となるように設定されている。これにより、スライドコア型 7 1 の弧状部 7 2 は、全面にわたってロータコア 3 0 の外周面に接触可能となっている。

【 0 0 4 8 】

各スライドコア型 7 1 は、ロータコア 3 0 の径方向に沿ってスライド移動可能に設けられている。本実施形態では、各スライドコア型 7 1 の外側に、油圧アクチュエータ 7 5 が設けられている。各スライドコア型 7 1 は、油圧アクチュエータ 7 5 のピストン部 7 6 がロータコア 3 0 の径方向に沿ってスライド移動することにより、ロータコア 3 0 に対して接近離反するように移動するとともに、ロータコア 3 0 の外周面を径方向の外側から内側に向かって押圧可能となっている。

【 0 0 4 9 】

ここで、各スライドコア型 7 1 の内部には、熱源 7 3 が設けられている。熱源 7 3 は、例えば電熱用ニッケルクロム線等の抵抗発熱体であり、通電することにより発熱する。本実施形態のスライドコア型 7 1 は、熱源 7 3 により例えば 1 2 0 ~ 2 4 0 程度まで発熱可能となっている。スライドコア型 7 1 は、弧状部 7 2 がロータコア 3 0 の外周面に接触した状態で発熱することにより、ロータコア 3 0 を加熱する。

【 0 0 5 0 】

本実施形態の充填工程 S 1 3 は、上述のように構成されたインジェクション装置 5 0 により行われる工程である。充填工程 S 1 3 は、第一スロット 3 1 の内壁と磁石 3 6 の外面との間に熱可塑性樹脂材料である液晶ポリマーを射出して充填する工程であって、型締め工程 S 1 3 A と、加熱工程 S 1 3 B と、射出工程 S 1 3 C と、含む。

【 0 0 5 1 】

図 8 は、型締め工程 S 1 3 A の説明図であって、ロータコア 3 0 の第一スロット 3 1 を含む側面断面模式図である。

10

20

30

40

50

充填工程 S 1 3 では、まず型締め工程 S 1 3 A を行う。図 8 に示すように、型締め工程 S 1 3 A では、不図示の油圧アクチュエータを駆動して充填用金型 5 3 をロータコア 3 0 に向かって移動させ、ロータコア 3 0 の軸方向端面に接触させる。また、油圧アクチュエータ 7 5 を駆動して各スライドコア型 7 1 をロータコア 3 0 に向かって移動させ、ロータコア 3 0 の外周面に接触させる。そして、充填用金型 5 3 および各スライドコア型 7 1 を所定の押圧力でロータコア 3 0 に対して押圧することにより、いわゆる型締めを行う。これにより、ロータコア 3 0 は、軸方向において、台座治具 5 1 の台座部 5 1 b と充填用金型 5 3 とにより挟持される。また、ロータコア 3 0 は、ロータコア 3 0 の外周面の全面に対して加熱型 7 0 のスライドコア型 7 1 が接触した状態で、各スライドコア型 7 1 により囲繞される。

10

【 0 0 5 2 】

ここで、充填用金型 5 3 の押圧力は、熱可塑性樹脂材料の充填時において、熱可塑性樹脂材料の充填時の内部圧力により充填用金型 5 3 がロータコア 3 0 から離反しないような大きさに設定される。また、各スライドコア型 7 1 の押圧力は、熱可塑性樹脂材料の充填時における内部圧力によりロータコア 3 0 が変形しないように、径方向の外側から保持できる大きさに設定される。

以上で、型締め工程 S 1 3 A が終了する。

【 0 0 5 3 】

続いて、充填工程 S 1 3 では、加熱工程 S 1 3 B を行う。

加熱工程 S 1 3 B では、ロータコア 3 0 の径方向の外側からロータコア 3 0 の外周面に対して加熱型 7 0 の各スライドコア型 7 1 を接触させた状態で、ロータコア 3 0 を加熱する。ロータコア 3 0 の加熱は、各スライドコア型 7 1 の内部に設けられた熱源 7 3 に電流を通电し、各スライドコア型 7 1 を発熱させることで行う。ここで、加熱型 7 0 の各スライドコア型 7 1 は、ロータコア 3 0 の外周面に対して接触していることから、ロータコア 3 0 の温度が瞬時に上昇して目標温度（例えば 1 2 0 ）に到達する。

20

【 0 0 5 4 】

図 9 は、射出工程 S 1 3 C の説明図である。

続いて、充填工程 S 1 3 では、射出工程 S 1 3 C を行う。射出工程 S 1 3 C では、加熱型 7 0 をロータコア 3 0 に接触させた状態で、加熱型 7 0 によりロータコア 3 0 を加熱しつつ、熱可塑性樹脂材料を射出する。

30

具体的には、図 9 に示すように、まず、インジェクションノズル 6 0 を充填用金型 5 3 に向かって移動させて、インジェクションノズル 6 0 の先端の射出口 6 0 a を充填用金型 5 3 の接続孔 5 3 b に挿入する。

【 0 0 5 5 】

続いて、インジェクションノズル 6 0 のピストン 6 2 を射出口 6 0 a に向かって移動させ、第一スロット 3 1 に対して熱可塑性樹脂材料を射出し充填する。ここで、ロータコア 3 0 の第一スロット 3 1 に形成された充填溝 3 1 A に対応した位置には、充填用金型 5 3 の充填孔 5 3 a が配置される。したがって、第一スロット 3 1 内に配置された磁石 3 6 は、第一スロット 3 1 の充填溝 3 1 A に充填された熱可塑性樹脂材料の内部圧力により径方向の内側に押圧されて、第一スロット 3 1 の内側壁 3 1 b に当接する。

40

【 0 0 5 6 】

このとき、加熱型 7 0 によりロータコア 3 0 を径方向の外側から加熱しているため、第一スロット 3 1 において最も径方向の外側に位置する充填溝 3 1 A の周辺の外側壁 3 1 a は、第一スロット 3 1 において最も径方向の内側に位置する内側壁 3 1 b に比べて、高温となっている。したがって、インジェクションノズル 6 0 から充填溝 3 1 A に射出された熱可塑性樹脂材料は、第一スロット 3 1 の外側壁 3 1 a と磁石 3 6 の外面との間に形成される狭小な間隙 3 1 c を固化することなく良好に流動して、第一スロット 3 1 内に確実に充填される。

射出工程 S 1 3 C により、第一スロット 3 1 内に熱可塑性樹脂材料を充填した時点で、充填工程 S 1 3 が終了する。

50

【0057】

続いて、固化工程S15を行う。固化工程S15では、第一スロット31内に充填された熱可塑性樹脂材料を自然冷却により固化させる。ここで、従来技術において第一スロット31内に熱硬化性樹脂材料を充填していた場合には、例えば恒温槽等の加熱器にロータ3を投入して所定温度になるまで所定時間加熱する必要があった。これに対して、本実施形態では、第一スロット31内に熱可塑性樹脂材料を充填しているので、所定時間加熱することなく自然冷却にて素早く固化することができる。したがって、ロータ3を製造する際の製造工程の簡素化および製造時間の短縮化をすることができる。

第一スロット31から第三スロット33の各スロット内に充填された熱可塑性樹脂材料が固化した時点で固化工程S15が終了するとともに、ロータ3の製造工程S10が終了する。

10

【0058】

本実施形態によれば、加熱工程S13Bは、ロータコア30の径方向の外側からロータコア30の外周面に対して加熱型70を接触させて加熱型70によりロータコア30を加熱するので、ロータコア30を短時間で高温にすることができる。また、射出工程S13Cでは、加熱型70をロータコア30に接触させた状態で、加熱型70によりロータコア30を加熱しつつ、熱可塑性樹脂材料を射出するので、熱可塑性樹脂材料が固化することなく速やかに流動して、短時間で確実に第一スロット31から第三スロット33の各スロットの内壁と磁石36の外面との間に充填される。したがって、ロータ3の製造時間を短縮しつつ熱可塑性樹脂材料を確実に充填することができる。とりわけ、ロータ3の高効率化の要求にともない、第一スロット31から第三スロット33の各スロットの内壁と磁石36の外面との間隙が狭小となる傾向にある。これに対して本実施形態によれば、狭小な間隙に対しても、従来技術よりも低い射出圧力で熱可塑性樹脂材料を確実に充填でき、かつロータコア30の変形を防止することができる。

20

また、恒温槽等の加熱器が必要ないので、従来技術と比較して、製造設備の小型化および低コスト化ができる。

【0059】

また、磁石36よりも径方向の外側の位置から、熱可塑性樹脂材料を射出するので、射出圧力により第一スロット31から第三スロット33の各スロットの内側壁31b, 32b, 33bに磁石を当接させた状態で、第一スロット31から第三スロット33の各スロットの外側壁31aと磁石36との間に熱可塑性樹脂材料を充填することができる。これにより、完成したロータ3が回転し、磁石36からロータ3に対して遠心力による荷重が発生した場合であっても、熱可塑性樹脂材料(すなわち第一モールド部38A、第二モールド部38B、第三モールド部38C)により荷重を分散して、ロータ3に対する応力集中を防止できる。したがって、高回転時においても耐久性に優れたロータ3とすることができる。

30

【0060】

また、射出工程S13Cでは、第一スロット31から第三スロット33の複数の各スロットの全てに対して、同一のタイミングで熱可塑性樹脂材料を射出するので、一度に第一スロット31から第三スロット33の複数の各スロットに対して熱可塑性樹脂材料を充填することができる。したがって、ロータ3の製造時間をさらに短縮できる。

40

【0061】

また、ロータコア30の外周面の全面に対して加熱型70のスライドコア型71を接触させることにより、短時間でロータコア30を高温にすることができるので、ロータ3の製造時間をさらに短縮できる。また、ロータコア30の全ての第一スロット31から第三スロット33を径方向の外側から加熱できるので、全ての第一スロット31から第三スロット33の内壁と磁石36の外面との間に熱可塑性樹脂材料を確実に充填することができる。

【0062】

また、射出工程S13Cでは、加熱型70がロータコア30を径方向の外側から内側に

50

向かって、所定の押圧力により押圧した状態で行うので、第一スロット31から第三スロット33の各スロットに熱可塑性樹脂材料を充填するとき、熱可塑性樹脂材料の内部圧力が上昇した場合であっても、ロータコア30が径方向の外側に膨出して変形するのを防止できる。したがって、ロータ3の製造工程において、製造不良が発生するのを防止できる。

【0063】

また、充填工程S13で第一スロット31から第三スロット33の各スロットに充填される熱可塑性樹脂材料として、液晶ポリマー(Liquid Crystal Polymer: LCP)を好適に採用できる。

【0064】

なお、本発明は上述の実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上述の実施形態に種々の変更を加えたものを含む。

【0065】

例えば、実施形態では、第一スロット31、第二スロット32および第三スロット33により構成されたスロット群35を有するロータ3の製造方法について説明をしたが、スロットの個数や形状等は実施形態に限定されない。

【0066】

例えば、実施形態では、第一スロット31、第二スロット32および第三スロット33の各スロットに挿入される磁石36として、ネオジウムを主成分とするいわゆるネオジウム磁石を採用していたが、磁石36の種類は実施形態に限定されない。したがって、磁石36は、例えば、サマリウム(Sm)やコバルト(Co)等を主原料とするいわゆるサマリウムコバルト磁石や、アルミニウム(Al)やニッケル(Ni)、コバルト(Co)等を主原料とするいわゆるアルニコ磁石であってもよい。

【0067】

また、実施形態では、第一スロット31から第三スロット33の各スロットに対して充填される熱可塑性樹脂材料として、液晶ポリマーを採用した場合について説明をしたが、各スロットに対して充填される熱可塑性樹脂材料は、液晶ポリマーに限定されない。したがって、例えば、ポリブチレンテレフタレート(Polybutylene Terephthalate: PBT)やポリフェニレンサルファイド(Polyphenylene Sulfide Resin: PPS)、ポリエーテルエーテルケトン(Polyetheretherketone: PEEK)等、液晶ポリマー以外の熱可塑性樹脂材料であってもよい。

【0068】

また、実施形態における加熱型70は、同一形状をした4個のスライドコア型71により4分割されていた。これに対して、加熱型70の分割数は実施形態に限定されない。したがって、加熱型70は、例えば6個のスライドコア型により6分割されていてもよいし、8個のスライドコア型により8分割されていてもよい。

【0069】

(他の実施形態)

図10は、他の実施形態に係るインジェクション装置150の側面断面模式図である。インジェクション装置50は、上述の実施形態に限定されることはなく、図10に示すようなインジェクション装置150を採用してもよい。なお、上述の実施形態と同様の構成については、説明を省略する。

【0070】

図10に示すように、他の実施形態に係るインジェクション装置150は、台座治具51と、充填用金型53と、インジェクションノズル60と、加熱型70とにより構成されている。

充填用金型53は、例えば不図示の油圧アクチュエータにより、ロータコア30の軸方向に沿って移動可能となっている。充填用金型53は、テーパブロック56と、テーパピン58と、を備えている。

10

20

30

40

50

テーパブロック 56 は、加熱型 70 に向かって突出するように設けられている。テーパブロック 56 の端部には、上方から下方に向かって、径方向の内側から外側に傾斜するようにテーパ面 56a が設けられている。

テーパピン 58 は、テーパブロック 56 よりも径方向の外側において、加熱型 70 に向かって突出するように設けられている。テーパピン 58 は、上方から下方に向かって、径方向の内側から外側に傾斜するように設けられている。

【0071】

加熱型 70 は、複数のスライドコア型 71 により構成されている。

スライドコア型 71 には、テーパブロック 56 のテーパ面 56a と当接可能なテーパ面 71a が形成されている。スライドコア型 71 のテーパ面 71a は、テーパブロック 56 のテーパ面 56a に対応するように、上方から下方に向かって、径方向の内側から外側に傾斜するように設けられている。

10

また、スライドコア型 71 には、テーパピン 58 が挿通可能な挿通孔 71b が形成されている。スライドコア型 71 の挿通孔 71b は、テーパピン 58 に対応するように、径方向の内側から外側に傾斜するように設けられている。

【0072】

充填用金型 53 がロータコア 30 に向かって移動すると、スライドコア型 71 は、テーパブロック 56 のテーパ面 56a およびテーパピン 58 に沿うように、径方向の内側に向かって移動する。そして、充填用金型 53 およびスライドコア型 71 は、ロータコア 30 に対して接触するとともに所定の押圧力で押圧することにより、いわゆる型締めを行う。

20

上述の他の実施形態によれば、一個の油圧アクチュエータで充填用金型 53 を移動させることにより、スライドコア型 71 を連動させ、ロータコア 30 に対して接近離反させることができる。したがって、スライドコア型 71 を駆動するための油圧アクチュエータが不要となるので、低コストなインジェクション装置 150 とすることができる。

【0073】

その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、前記した実施の形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能である。

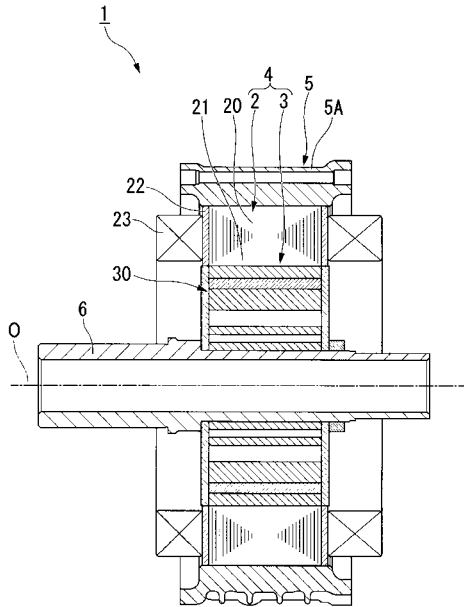
【符号の説明】

【0074】

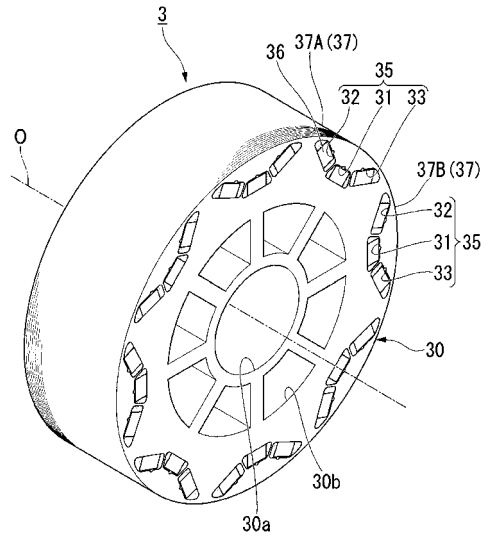
- 3 ロータ
- 30 ロータコア
- 31 第一スロット(スロット)
- 32 第二スロット(スロット)
- 33 第三スロット(スロット)
- 36 磁石
- 70 加熱型(加熱装置)
- S13 充填工程
- S13B 加熱工程
- S13C 射出工程

30

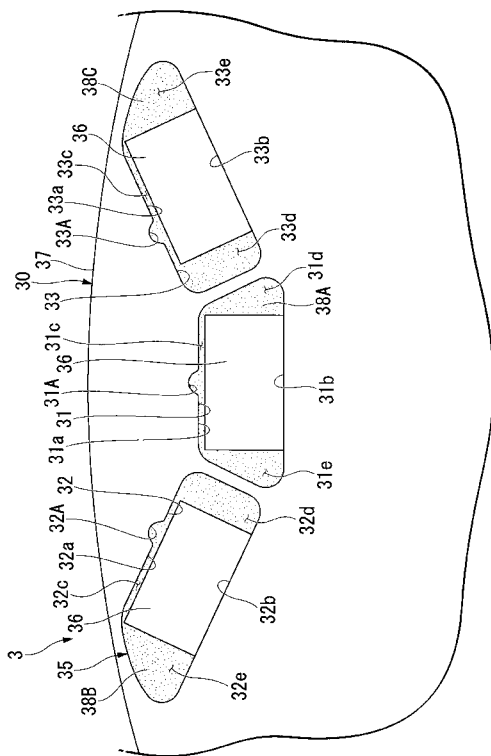
【 図 1 】



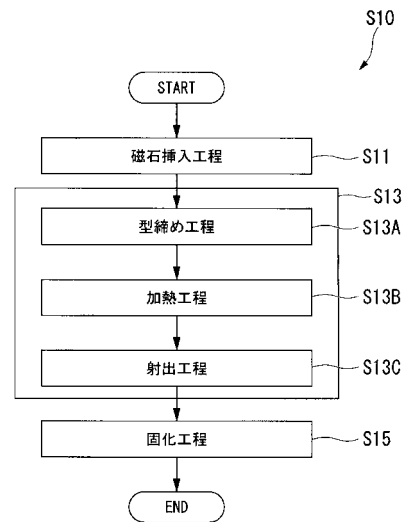
【 図 2 】



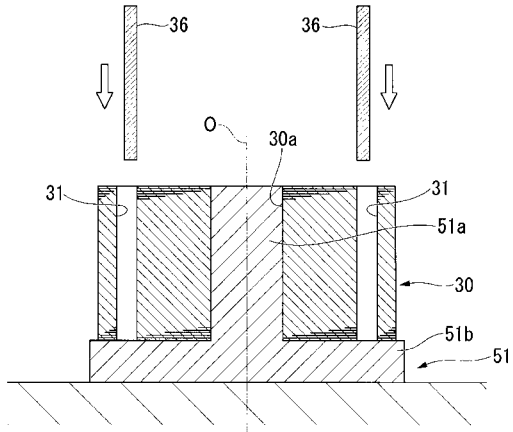
【 図 3 】



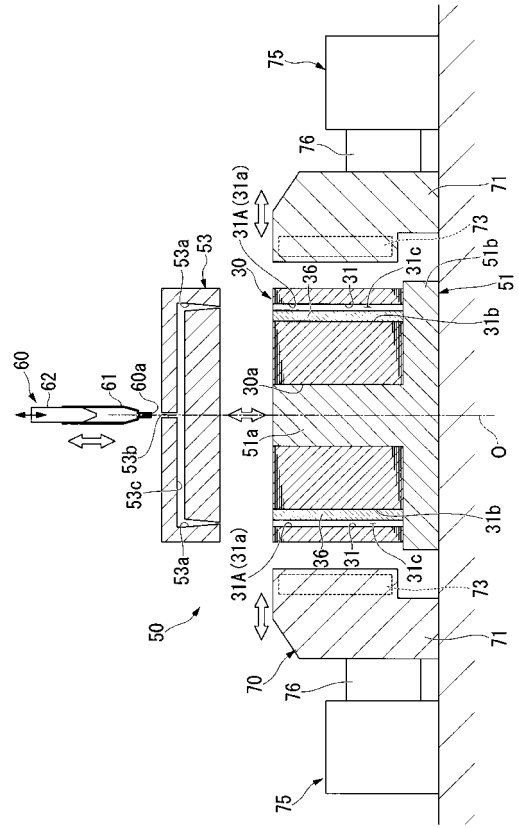
【 図 4 】



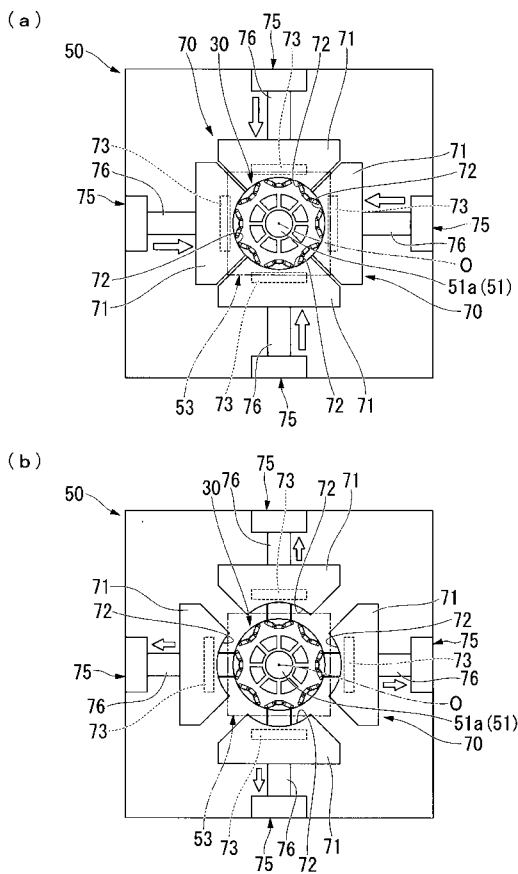
【 図 5 】



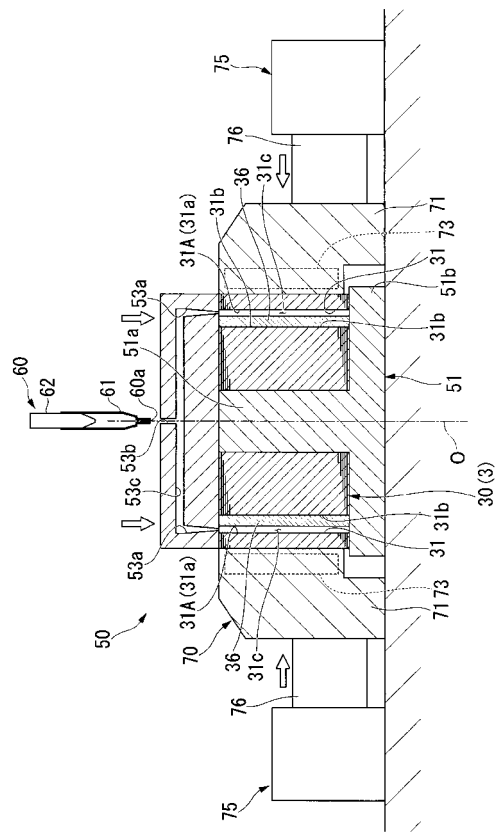
【 図 6 】



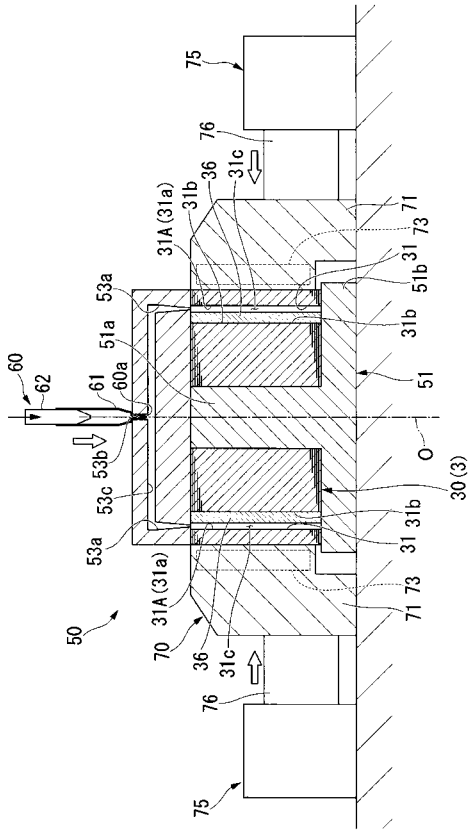
【 図 7 】



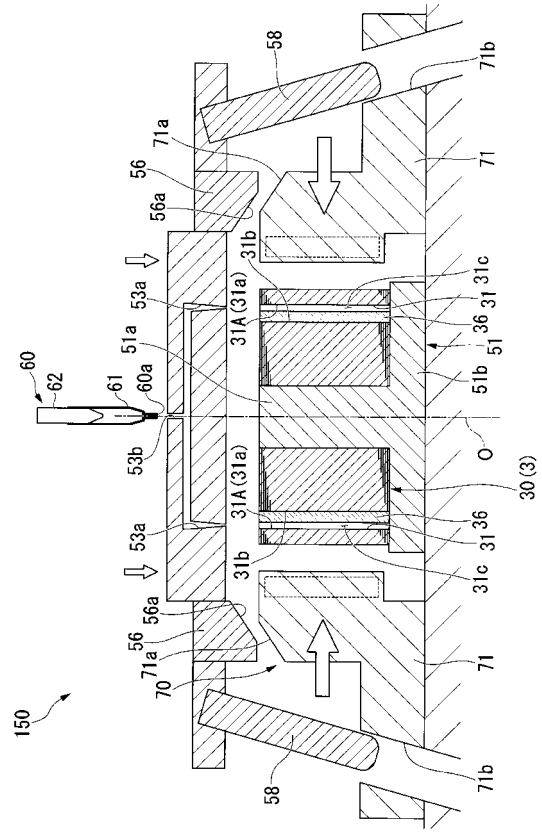
【 図 8 】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 中西 勝

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 永廣 健太郎

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 土屋 淳志

福島県福島市蓬莱町一丁目1番1号 ムネカタ株式会社内

(72)発明者 稲熊 孝浩

福島県福島市蓬莱町一丁目1番1号 ムネカタ株式会社内

Fターム(参考) 5H615 AA01 BB01 BB07 PP02 SS05 SS13 SS24 SS44 TT05 TT32

TT37

5H622 CA02 CA10 CA14 CB03 DD02 DD03 PP03 PP20