

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6871239号  
(P6871239)

(45) 発行日 令和3年5月12日(2021.5.12)

(24) 登録日 令和3年4月19日(2021.4.19)

(51) Int. Cl. F I  
**HO2K 1/27 (2006.01)** HO2K 1/27 5O1D  
**HO2K 15/02 (2006.01)** HO2K 15/02 K

請求項の数 22 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2018-512012 (P2018-512012)	(73) 特許権者	000170853
(86) (22) 出願日	平成29年4月10日 (2017.4.10)		黒田精工株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/014700		神奈川県川崎市幸区堀川町580番地16
(87) 国際公開番号	W02017/179547	(73) 特許権者	000144821
(87) 国際公開日	平成29年10月19日 (2017.10.19)		アピックヤマダ株式会社
審査請求日	令和2年2月17日 (2020.2.17)		長野県千曲市大字上徳間90番地
(31) 優先権主張番号	PCT/JP2016/002009	(74) 代理人	110001379
(32) 優先日	平成28年4月13日 (2016.4.13)		特許業務法人 大島特許事務所
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	(72) 発明者	福山 修
(31) 優先権主張番号	PCT/JP2016/004123		神奈川県川崎市幸区堀川町580番地16
(32) 優先日	平成28年9月9日 (2016.9.9)		黒田精工株式会社内
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	(72) 発明者	村山 友章
			神奈川県川崎市幸区堀川町580番地16
			黒田精工株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁石埋込み型コアの製造方法、磁石埋込み型コアの製造装置及び製造治具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ロータコアに軸線方向に沿って形成された両端開口の磁石挿入孔に対し、樹脂の充填により磁石片が埋め込まれた磁石埋込み型コアの製造方法であって、

一方の端面が載置台に当接するように前記ロータコアを載置台に載置する載置工程と、

固形状態の前記樹脂を前記磁石挿入孔に投入する樹脂投入工程と、

前記磁石挿入孔内において前記樹脂を溶融させる溶融工程と、

前記磁石片を前記磁石挿入孔に投入する磁石片投入工程と、

前記磁石挿入孔の前記載置台とは反対の側の開口を閉塞する閉塞工程と、

前記磁石挿入孔の前記載置台側の開口から前記載置台に形成されたバッファ室に流入した溶融状態の前記樹脂を前記閉塞工程後に加圧する樹脂加圧工程を含む磁石埋込み型コアの製造方法。

【請求項2】

前記樹脂加圧工程は、前記樹脂の加圧によって前記バッファ室の前記樹脂の少なくとも一部を前記磁石挿入孔に押し戻すことを伴う請求項1に記載の磁石埋込み型コアの製造方法。

【請求項3】

前記樹脂加圧工程は、前記バッファ室に移動可能に設けられた第1ピストンによって行う請求項1又は2に記載の磁石埋込み型コアの製造方法。

【請求項4】

前記磁石挿入孔は複数設けられており、前記バッファ室は前記磁石挿入孔毎に個別に設けられ、各バッファ室の熔融状態の前記樹脂を前記バッファ室毎の流体圧式の駆動装置によって加圧し、各駆動装置に対する流体圧の供給を共通のマニホールド通路から行う請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の磁石埋込み型コアの製造方法。

【請求項 5】

前記樹脂加圧工程は、前記磁石挿入孔の前記載置台の側の開口及び前記載置台とは反対側の開口の少なくとも何れか一方に連通する空気抜き通路によって前記磁石挿入孔の空気を外部に排出することを伴う請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の磁石埋込み型コアの製造方法。

【請求項 6】

前記バッファ室は、ロータコアの載置面に前記磁石挿入孔の開口面積より小さい開口面積をもって開口し、前記磁石挿入孔に連通している請求項 1 から 5 の何れか一項に記載の磁石埋込み型コアの製造方法。

【請求項 7】

前記バッファ室の載置面に対する開口と前記磁石挿入孔の前記載置台側の開口との少なくとも一部がオーバーラップしており、

前記バッファ室の樹脂がオーバーラップ部分で前記磁石挿入孔の樹脂と繋がった状態で前記ロータコアを前記載置台から取り外す取外し工程を更に含む請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の磁石埋込み型コアの製造方法。

【請求項 8】

前記バッファ室の載置面に対する開口と前記磁石挿入孔の前記載置台側の開口とがオーバーラップしておらず、前記両開口が前記載置面に形成された連通溝によって連通しており、

前記バッファ室の樹脂が前記連通溝の樹脂によって前記磁石挿入孔の樹脂と繋がった状態で前記ロータコアを前記載置台から取り外す取外し工程を更に含む請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の磁石埋込み型コアの製造方法。

【請求項 9】

前記載置台と前記ロータコアとの間にプレートを入れ、前記プレートに形成された貫通孔によって前記バッファ室の載置面に対する開口と前記磁石挿入孔の前記載置台側の開口とが連通しており、

前記バッファ室の樹脂が前記貫通孔の樹脂によって前記磁石挿入孔の樹脂と繋がった状態で前記ロータコアを前記プレートと共に前記載置台から取り外す取外し工程を更に含む請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の磁石埋込み型コアの製造方法。

【請求項 10】

ロータコアに軸線方向に沿って形成された両端開口の磁石挿入孔に対し、樹脂の充填により磁石片が埋め込まれた磁石埋込み型コアの製造装置であって、

前記ロータコアを載置され、当該ロータコアの前記磁石挿入孔に連通して熔融状態の樹脂を受容するバッファ室を含む載置台と、

前記載置台に載置された前記ロータコアを加熱することにより、前記磁石挿入孔内の固形状態の前記樹脂を熔融させる加熱装置と、

前記磁石挿入孔の前記載置台とは反対の側の開口を閉塞する閉塞部材と、

前記バッファ室の前記熔融状態の樹脂を加圧する樹脂加圧装置とを含む磁石埋込み型コアの製造装置。

【請求項 11】

前記樹脂加圧装置は前記バッファ室に移動可能に設けられて前記バッファ室の前記熔融状態の樹脂を加圧する第 1 ピストンを含む請求項 10 に記載の磁石埋込み型コアの製造装置。

【請求項 12】

前記載置台を載置される基台を更に含み、

前記樹脂加圧装置は、前記基台に設けられて前記第 1 ピストンを加圧する第 2 ピストン

10

20

30

40

50

と、前記第 2 ピストンを駆動する駆動装置とを有する請求項 1 1 に記載の磁石埋込み型コアの製造装置。

【請求項 1 3】

前記磁石挿入孔は複数設けられており、前記バッファ室は前記磁石挿入孔毎に個別に設けられ、前記駆動装置は流体圧式のものであり、前記第 2 ピストン及び当該第 2 ピストンのシリンダ室が前記バッファ室毎に個別に設けられ、

各シリンダ室に共通のマニホールド通路から流体圧が供給される請求項 1 2 に記載の磁石埋込み型コアの製造装置。

【請求項 1 4】

前記載置台を載置される基台を更に含み、

前記樹脂加圧装置は、前記基台に設けられて前記バッファ室の前記熔融状態の樹脂を加圧する第 3 ピストンと、前記第 3 ピストンを駆動する駆動装置とを有する請求項 1 0 に記載の磁石埋込み型コアの製造装置。

【請求項 1 5】

前記磁石挿入孔は複数設けられており、前記バッファ室は前記磁石挿入孔毎に個別に設けられ、前記駆動装置は流体圧式のものであり、前記第 3 ピストン及び当該第 3 ピストンのシリンダ室が前記バッファ室毎に個別に設けられ、

各シリンダ室に共通のマニホールド通路から流体圧が供給される請求項 1 3 に記載の磁石埋込み型コアの製造装置。

【請求項 1 6】

前記バッファ室は、前記ロータコアの載置面に前記磁石挿入孔の開口面積より小さい開口面積をもって開口し、前記磁石挿入孔に連通している請求項 1 0 から 1 5 の何れか一項に記載の磁石埋込み型コアの製造装置。

【請求項 1 7】

前記バッファ室の載置面に対する開口と前記磁石挿入孔の前記載置台側の開口とが一部オーバーラップしている請求項 1 0 から 1 6 の何れか一項に記載の磁石埋込み型コアの製造装置。

【請求項 1 8】

前記バッファ室の載置面に対する開口と前記磁石挿入孔の前記載置台側の開口とがオーバーラップしておらず、前記載置面に前記両開口を連通する連通溝が形成されている請求項 1 0 から 1 6 の何れか一項に記載の磁石埋込み型コアの製造装置。

【請求項 1 9】

前記載置台と前記ロータコアとの間に配置され、前記バッファ室と前記磁石挿入孔との連通する貫通孔を有するプレートを更に含む請求項 1 0 から 1 6 の何れか一項に記載の磁石埋込み型コアの製造装置。

【請求項 2 0】

前記閉塞部材は、前記載置台とは反対側の前記磁石挿入孔の開口を外部に開放する空気抜き通路を有する請求項 1 0 から 1 9 の何れか一項に記載の磁石埋込み型コアの製造装置。

【請求項 2 1】

前記載置台は、前記載置台側の前記磁石挿入孔の開口を外部に開放する空気抜き通路を有する請求項 1 0 から 2 0 の何れか一項に記載の磁石埋込み型コアの製造装置。

【請求項 2 2】

ロータコアに軸線方向に沿って形成された両端開口の磁石挿入孔に対し、樹脂の充填により磁石片が埋め込まれた磁石埋込み型コアの製造治具であって、

前記ロータコアを軸線方向に挟む一对の挟持板と、

前記一对の挟持板を係脱可能に互いに連結する連結具とを含み、

前記一对の挟持板の一方には前記磁石挿入孔の一方の開口に連通するバッファ室及び当該バッファ室の樹脂を加圧するためのピストンが設けられ、

前記一对の挟持板の他方には前記磁石挿入孔の他方の開口に連通する樹脂及び磁石片の

10

20

30

40

50

挿入孔が設けられている磁石埋込み型コアの製造治具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内部に磁石片が埋め込まれた磁石埋込み型コアの製造方法、磁石埋込み型コアの製造装置及び製造治具に関する。

【背景技術】

【0002】

回転電機の磁石埋込み型コアの製造に関して、ロータコアに軸線方向に沿って形成された複数の磁石挿入孔の各々に磁石片を挿入した後に、その磁石挿入孔に液状の樹脂を充填し、充填した樹脂を硬化させることにより、ロータコアに磁石片を固定する技術が開発されている。このように磁石片が磁石挿入孔内に樹脂によって固定されることにより、ロータコアの磁氣的性能が安定し、回転電機のステータ側に形成される回転磁界にロータコアを安定的に追従させることが可能となる。

10

【0003】

この種の磁石埋込み型コアの製造方法に関しては、例えば、上型及び下型を備えたモールド金型において、ロータコアが中間型と共にモールド金型内に搬入され、下型には、筒状のポットとそのポット孔内にプランジャが昇降可能に設けられ、プランジャを上動させることによりポット内で溶融したモールド樹脂を圧送し、モールド樹脂が中間型と下型との間に形成されたランナ及びゲートを通じてロータコアにおける磁石挿入孔内に充填された後に加熱硬化する樹脂モールド方法が知られている（特許文献1参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2014-79056号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載のような従来技術では、樹脂モールド後にモールド金型を型開きして、ロータコアを取り出す際に、ランナ等に硬化した樹脂が残留しているため、それらの不要な樹脂（以下、「不要樹脂」という。）は最終的にロータコアから分離されて廃棄される。したがって、磁石埋込み型コアの製造に際しては、樹脂材料コストの低減等の観点から、そのような不要樹脂の発生を抑制することが望ましい。

30

【0006】

本発明は、このような従来技術の課題を鑑みて案出されたものであり、樹脂による磁石片の固定において不要樹脂の発生を抑制することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一つの実施形態による磁石埋込み型コアの製造方法は、ロータコアに軸線方向に沿って形成された両端開口の磁石挿入孔に対し、樹脂の充填により磁石片が埋め込まれた磁石埋込み型コアの製造方法であって、一方の端面が載置台に当接するように前記ロータコアを載置台に載置する載置工程と、固形状態の前記樹脂を前記磁石挿入孔に投入する樹脂投入工程と、前記磁石挿入孔内において前記樹脂を溶融させる溶融工程と、前記磁石片を前記磁石挿入孔に投入する磁石片投入工程と、前記磁石挿入孔の前記載置台とは反対の側の開口を閉塞する閉塞工程と、前記磁石挿入孔の前記載置台側の開口から前記載置台に形成されたバッファ室に流入した溶融状態の前記樹脂を前記閉塞工程後に加圧する樹脂加圧工程とを含む。

40

【0008】

この方法によれば、固形状態の樹脂を磁石挿入孔に投入し、磁石挿入孔内で樹脂を溶融させるから、外部で溶融した樹脂を磁石挿入孔内に導くための樹脂通路が不要となり、不

50

要樹脂の発生を抑制することが可能となる。更に、バッファ室に流入した熔融状態の樹脂が磁石挿入孔の一方の開口を閉塞した状態で加圧されるから、磁石挿入孔内の熔融状態の樹脂が加圧され、磁石挿入孔内の磁石片とロータコアとの間隙に熔融樹脂が良好に行き回り、硬化した樹脂による磁石片の固定強度が安定し且つ向上する。

【0009】

上記磁石埋込み型コアの製造方法において、好ましくは、前記樹脂加圧工程は、前記樹脂の加圧によって前記バッファ室の前記樹脂の少なくとも一部を前記磁石挿入孔に押し戻すことを伴う。

【0010】

この方法によれば、磁石挿入孔内の磁石片とロータコアとの間隙に熔融樹脂が良好に行きまわることがより確実になる。

10

【0011】

上記磁石埋込み型コアの製造方法において、好ましくは、前記樹脂加圧工程は、前記バッファ室に移動可能に設けられた第1ピストンによって行う。

【0012】

この方法によれば、第1ピストンによってバッファ室の熔融状態の樹脂の加圧が確実に行われる。

【0013】

上記磁石埋込み型コアの製造方法において、好ましくは前記磁石挿入孔は複数設けられており、前記バッファ室は前記磁石挿入孔毎に個別に設けられ、各バッファ室の熔融状態の前記樹脂を前記バッファ室毎の流体圧式の駆動装置によって加圧し、各駆動装置に対する流体圧の供給を共通のマニホールド通路から行う。

20

【0014】

この方法によれば、各バッファ室及び各磁石挿入孔の熔融状態の樹脂の加圧が互いに均等に行われる。

【0015】

上記磁石埋込み型コアの製造方法において、好ましくは、前記樹脂加圧工程は、前記磁石挿入孔の前記載置台の側の開口及び前記載置台とは反対側の開口の少なくとも何れか一方に連通する空気抜き通路によって前記磁石挿入孔の空気を外部に排出することを伴う。

【0016】

この方法によれば、磁石挿入孔内の熔融状態の樹脂の加圧時に磁石挿入孔に空気が残留していても、空気抜き通路によって残留空気の排出が良好に行われ、磁石挿入孔内の磁石片とロータコアとの間隙の全てに熔融樹脂が満遍なく行きまわることが、より確実になる。

30

【0017】

上記磁石埋込み型コアの製造方法において、好ましくは、前記バッファ室は、ロータコアの載置面に前記磁石挿入孔の開口面積より小さい開口面積をもって開口し、前記磁石挿入孔に連通している。

【0018】

この方法によれば、磁石挿入孔に投入された固形の樹脂及び磁石片がバッファ室に落ち込む不良を生じることがない。

40

【0019】

上記磁石埋込み型コアの製造方法において、好ましくは、前記バッファ室の載置面に対する開口と前記磁石挿入孔の前記載置台側の開口との少なくとも一部がオーバーラップしており、前記バッファ室の樹脂がオーバーラップ部分で前記磁石挿入孔の樹脂と繋がった状態で前記ロータコアを前記載置台から取り外す取外し工程を更に含む。

【0020】

この方法によれば、ロータコアが載置台から取り外された後にバッファ室に樹脂が残存することがなく、バッファ室から樹脂を取り除く手間が掛からない。

【0021】

上記磁石埋込み型コアの製造方法において、好ましくは、前記バッファ室の載置面に対

50

する開口と前記磁石挿入孔の前記載置台側の開口とがオーバーラップしておらず、前記ロータコアの径方向に離間しており、前記両開口が前記載置面に形成された連通溝によって連通しており、前記バッファ室の樹脂が前記連通溝の樹脂によって前記磁石挿入孔の樹脂と繋がった状態で前記ロータコアを前記載置台から取り外す取外し工程を更に含む。

【0022】

この方法によれば、ロータコアが載置台から取り外された後にバッファ室に樹脂が残存することがなく、バッファ室から樹脂を取り除く手間が掛からない。

【0023】

上記磁石埋込み型コアの製造方法において、好ましくは、前記載置台と前記ロータコアとの間にプレートを入れ、前記プレートに形成された貫通孔によって前記バッファ室の載置面に対する開口と前記磁石挿入孔の前記載置台側の開口とが連通しており、前記バッファ室の樹脂が前記貫通孔の樹脂によって前記磁石挿入孔の樹脂と繋がった状態で前記ロータコアを前記プレートと共に前記載置台から取り外す取外し工程を更に含む。

10

【0024】

この方法によれば、ロータコアが載置台から取り外された後にバッファ室に樹脂が残存することがなく、バッファ室から樹脂を取り除く手間が掛からない。

【0025】

本発明の一つの実施形態による磁石埋込み型コアの製造装置は、ロータコアに軸線方向に沿って形成された両端開口の磁石挿入孔に対し、樹脂の充填により磁石片が埋め込まれた磁石埋込み型コアの製造装置であって、前記ロータコアを載置され、当該ロータコアの前記磁石挿入孔に連通して溶融状態の樹脂を受容するバッファ室を含む載置台と、前記載置台に載置された前記ロータコアを加熱することにより、前記磁石挿入孔内の固形状態の前記樹脂を溶融させる加熱装置と、前記磁石挿入孔の前記載置台とは反対の側の開口を閉塞する閉塞部材と、前記バッファ室の前記溶融状態の樹脂を加圧する樹脂加圧装置とを含む。

20

【0026】

この構成によれば、固形状態の樹脂を磁石挿入孔に投入して磁石挿入孔内で樹脂を溶融させることができる。これにより、外部で溶融した樹脂を磁石挿入孔内に導くための樹脂通路が不要となり、不要樹脂の発生を抑制することが可能となる。更には、バッファ室に流入した溶融状態の樹脂が磁石挿入孔の一方の開口を閉塞した状態で加圧されるから、磁石挿入孔内の溶融状態の樹脂が加圧され、磁石挿入孔内の磁石片とロータコアとの間に溶融樹脂が良好に行き回り、硬化した樹脂による磁石片の固定強度が安定し且つ向上する。

30

【0027】

上記磁石埋込み型コアの製造装置において、好ましくは、前記樹脂加圧装置は、前記バッファ室に移動可能に設けられて前記バッファ室の前記溶融状態の樹脂を加圧する第1ピストンを含む。

【0028】

この構成によれば、第1ピストンによってバッファ室の溶融状態の樹脂の加圧が確実に行われる。

40

【0029】

上記磁石埋込み型コアの製造装置において、好ましくは、前記載置台を載置される基台を更に含み、前記樹脂加圧装置は、前記基台に設けられて前記第1ピストンを加圧する第2ピストンと、前記第2ピストンを駆動する駆動装置とを有する。

【0030】

この構成によれば、流体圧駆動の第2ピストンによって第1ピストンを加圧することが行われる。第1ピストンと第2ピストンとを分離可能に構成することが可能であるので、基台に対して載置台が分離可能になる。

【0031】

上記磁石埋込み型コアの製造装置において、前記磁石挿入孔は複数設けられており、前

50

記バッファ室は前記磁石挿入孔毎に個別に設けられ、前記駆動装置は流体圧式のものであり、前記第2ピストン及び当該第2ピストンのシリンダ室が前記バッファ室毎に個別に設けられ、各シリンダ室に共通のマニホールド通路から流体圧が供給される。

【0032】

この構成によれば、各バッファ室及び各磁石挿入孔の熔融状態の樹脂の加圧が互いに均等に行われる。

【0033】

上記磁石埋込み型コアの製造装置において、好ましくは、前記載置台を載置される基台を更に含み、前記樹脂加圧装置は、前記基台に設けられて前記バッファ室の前記熔融状態の樹脂を加圧する第3ピストンと、前記第3ピストンを駆動する駆動装置とを有する。

10

【0034】

この構成によれば、簡単な構造によってバッファ室の熔融状態の樹脂の加圧が確実に行われる。

【0035】

上記磁石埋込み型コアの製造装置において、前記磁石挿入孔は複数設けられており、前記バッファ室は前記磁石挿入孔毎に個別に設けられ、前記駆動装置は流体圧式のものであり、前記第3ピストン及び当該第3ピストンのシリンダ室が前記バッファ室毎に個別に設けられ、各シリンダ室に共通のマニホールド通路から流体圧が供給される。

【0036】

この構成によれば、各バッファ室及び各磁石挿入孔の熔融状態の樹脂の加圧が互いに均等に行われる。

20

【0037】

上記磁石埋込み型コアの製造装置において、好ましくは、前記バッファ室は、前記ロータコアの載置面に前記磁石挿入孔の開口面積より小さい開口面積をもって開口し、前記磁石挿入孔に連通している。

【0038】

この構成によれば、磁石挿入孔に投入された磁石片がバッファ室に落ち込む不良を生じることがない。

【0039】

上記磁石埋込み型コアの製造装置において、好ましくは、前記バッファ室の載置面に対する開口と前記磁石挿入孔の前記載置台側の開口とが一部オーバーラップしている。

30

【0040】

この構成によれば、バッファ室の樹脂がオーバーラップ部分で磁石挿入孔の樹脂と繋がった状態でロータコアを載置台から取り外すことができる。これにより、ロータコアが載置台から取り外された後にバッファ室に樹脂が残存することがなく、バッファ室から樹脂を取り除く手間が掛からない。

【0041】

上記磁石埋込み型コアの製造装置において、好ましくは、前記バッファ室の載置面に対する開口と前記磁石挿入孔の前記載置台側の開口とがオーバーラップしておらず、前記載置面に前記両開口を連通する連通溝が形成されている。

40

【0042】

この構成によれば、バッファ室の樹脂が連通溝の樹脂によって磁石挿入孔の樹脂と繋がった状態でロータコアを載置台から取り外すことができる。これにより、ロータコアが載置台から取り外された後にバッファ室に樹脂が残存することがなく、バッファ室から樹脂を取り除く手間が掛からない。

【0043】

上記磁石埋込み型コアの製造装置において、好ましくは、前記載置台と前記ロータコアとの間に配置され、前記バッファ室と前記磁石挿入孔との連通する貫通孔を有するプレートを更に含む。

【0044】

50

この構成によれば、バッファ室の樹脂が連通孔の樹脂によって磁石挿入孔の樹脂と繋がった状態でロータコアを載置台から取り外すことができる。これにより、ロータコアが載置台から取り外された後にバッファ室に樹脂が残存することがなく、バッファ室から樹脂を取り除く手間が掛からない。

【0045】

上記磁石埋込み型コアの製造装置において、好ましくは、前記閉塞部材は、前記載置台とは反対側の前記磁石挿入孔の開口を外部に開放する空気抜き通路を有する。

【0046】

この構成によれば、磁石挿入孔内の熔融状態の樹脂の加圧時に磁石挿入孔に空気が残留していても、空気抜き通路によって残留空気の排出が良好に行われ、磁石挿入孔内の磁石片とロータコアとの間に熔融樹脂が良好に行き届くことが、より確実になる。

10

【0047】

上記磁石埋込み型コアの製造装置において、好ましくは、前記載置台は、前記載置台側の前記磁石挿入孔の開口を外部に開放する空気抜き通路を有する。

【0048】

この構成によれば、磁石挿入孔内の熔融状態の樹脂の加圧時に磁石挿入孔に空気が残留していても、空気抜き通路によって残留空気の排出が良好に行われ、磁石挿入孔内の磁石片とロータコアとの間に熔融樹脂が良好に行き届くことが、より確実になる。

【0049】

本発明の一つの実施形態による磁石埋込み型コアの製造治具は、ロータコアに軸線方向に沿って形成された両端開口の磁石挿入孔に対し、樹脂の充填により磁石片が埋め込まれた磁石埋込み型コアの製造治具であって、前記ロータコアを軸線方向に挟む一对の挟持板と、前記一对の挟持板を係脱可能に互いに連結する連結具とを含む。

20

【0050】

この製造治具は、治具単体でロータコアを保持することができ、製造装置に対して着脱可能に構成することが可能であるから、製造装置の稼働率の向上に寄与する。

【0051】

上記磁石埋込み型コアの製造治具において、好ましくは、前記一对の挟持板の一方には前記磁石挿入孔の一方の開口に連通するバッファ室及び当該バッファ室の樹脂を加圧するためのピストンが設けられている。

30

【0052】

この構成によれば、基台にバッファ室やピストンを設ける必要がなくなり、基台の構造が簡単になる。

【0053】

上記磁石埋込み型コアの製造治具において、好ましくは、前記一对の挟持板の他方には前記磁石挿入孔の他方の開口に連通する樹脂及び磁石片の挿入孔が設けられている。

【0054】

この構成によれば、製造治具によってロータコアを保持した状態で、磁石挿入孔に樹脂及び磁石片を投入することができ、製造装置の稼働率を向上することができる。

【0055】

40

上記磁石埋込み型コアの製造治具において、好ましくは、前記一对の挟持板の他方には前記磁石挿入孔の他方の開口を閉塞する閉塞部が設けられている。

【0056】

この構成によれば、製造治具によってロータコアを保持し、且つ磁石挿入孔の他方の開口を閉塞することができ、製造装置の稼働率を向上することができる。

【発明の効果】

【0057】

このように本実施形態によれば、樹脂による磁石片の固定において不要樹脂の発生が抑制される。

【図面の簡単な説明】

50

## 【 0 0 5 8 】

【図 1】本発明の一つの実施形態に係る製造方法及び製造装置によって製造される埋込み磁石型ロータの一例を示す斜視図

【図 2】同磁石埋込み型ロータの縦断面図

【図 3】実施形態 1 による埋込み磁石型ロータの製造装置の樹脂及び磁石片の投入工程時の縦断面図

【図 4】実施形態 1 による埋込み磁石型ロータの製造方法の搬入工程を示す要部の縦断面図

【図 5】実施形態 1 による埋込み磁石型ロータの製造方法の樹脂投入工程を示す要部の縦断面図

10

【図 6】実施形態 1 による埋込み磁石型ロータの製造方法の磁石片投入工程の前半を示す要部の縦断面図

【図 7】実施形態 1 による埋込み磁石型ロータの製造方法の磁石片投入工程の後半を示す要部の縦断面図

【図 8】実施形態 1 による埋込み磁石型ロータの製造方法の閉塞工程の前半を示す要部の縦断面図

【図 9】実施形態 1 による埋込み磁石型ロータの製造方法の閉塞工程の後半及び溶融工程を示す要部の縦断面図

【図 10】実施形態 1 による埋込み磁石型ロータの製造方法の閉塞工程の後半及び溶融工程を示す要部の拡大縦断面図

20

【図 11】実施形態 1 による埋込み磁石型ロータの製造方法の樹脂加圧工程を示す要部の縦断面図

【図 12】実施形態 1 による埋込み磁石型ロータの製造方法の搬出工程を示す要部の縦断面図

【図 13】実施形態 1 による埋込み磁石型ロータの製造方法の取外し工程によって取り外された埋込み磁石型ロータを示す縦断面図

【図 14】実施形態 2 による埋込み磁石型ロータの製造装置の要部の縦断面図及び取外し工程を示す縦断面図

【図 15】実施形態 3 による埋込み磁石型ロータの製造装置の要部の縦断面図及び取外し工程を示す縦断面図

30

【図 16】本発明の一つの実施形態に係るロータコア保持具（製造治具）の断面図

【図 17】実施形態 4 による磁石埋込み型コアの製造装置の樹脂及び磁石片の投入工程時の縦断面図

【図 18】実施形態 4 による磁石埋込み型コアの製造装置の閉塞工程時の縦断面図

【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 5 9 】

本発明に係る好適な実施形態を、添付図面を参照して説明する。

## 【 0 0 6 0 】

先ず、図 1 及び図 2 を参照して本発明の一つの実施形態に係る製造方法及び製造装置によって製造される埋込み磁石型ロータの一例について説明する。

40

## 【 0 0 6 1 】

磁石埋込み型コア 1 は、モータ等の回転電機の構成部品であり、ロータコア 2 を含む。ロータコア 2 は、複数枚の電磁鋼板が公知の結合方法（かしめ結合、レーザー溶接等）により互いに結合された状態で積層された積層鉄心であり、平面視において略円環状をなし、中央に軸方向に貫通した軸孔 3 を有する。

## 【 0 0 6 2 】

ロータコア 2 には複数の磁石挿入孔 4 が形成されている。各磁石挿入孔 4 は、略直方体状の空間をなし、ロータコア 2 を軸方向に貫通してロータコア 2 の両端面に開口している。図示例では、磁石挿入孔 4 がロータコア 2 の周方向の 4 箇所等に等間隔に配置された例を示しているが、これに限らず、磁石挿入孔 4 の形状、数、及び配置等については種々の変

50

更が可能である。

【0063】

各磁石挿入孔4には略直方体状の磁石片5が収容されている。磁石片5は、例えば、フェライト系の焼結磁石片や、ネオジム磁石片等の永久磁石(着磁前のものを含む)によって構成することができる。磁石片5の各部の寸法は、磁石挿入孔4の各部の寸法よりも小さく設定されている。これにより、磁石挿入孔4内において、ロータコア2と磁石片5との間に隙間ができる。この隙間には樹脂6が充填される。各磁石片5は隙間に充填された樹脂6によってロータコア2に対して固定される。樹脂6としては、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂を用いることができる。

【0064】

各磁石片5は、例えば、図1に示されているように、磁石挿入孔4において内側(ロータコア2の中心側)に偏倚して配置されており、ロータコア2の中心側に向いた外面5Aは当該外面5Aに対向する磁石挿入孔4の内面4Aに当接している。これにより、各磁石片5のロータコア2の径方向の配置位置が様に決まり、磁石挿入孔4がロータコア2の周方向に等間隔に設けられることと相まって、磁石片5がロータコア2の回転方向のアンバランス要因になることがない。なお、各磁石片5は、図1に示されている位置と反対側(ロータコア2の外周側)に偏倚して配置してもよい。

【0065】

次に、図3を参照して実施形態1に係る磁石埋込み型コア1の製造装置10について説明する。

【0066】

製造装置10は、上下方向に延在する複数のタイバー12と、各タイバー12の下部に固定された平板状の固定プラテン16と、固定プラテン16の上方において各タイバー12に上下方向に移動可能に設けられた平板状の可動プラテン14とを含むプレス構造を有する。可動プラテン14は不図示の型締装置によって上下方向に駆動される。型締装置は、公知のトグルリンク式のものや送りねじ式であってよい。

【0067】

可動プラテン14の下底面には上型18が固定されている。上型18には上型18の下底面から下方に突出した複数のロッド19によって複数の閉塞部材20が固定されていると共にばね22によって上型18からコア押さえ部材24が吊り下げられている。各閉塞部材20は、ロータコア2の各磁石挿入孔4に対応して設けられており、対応する磁石挿入孔4の上側の開口を閉塞すべく、平面視で、磁石挿入孔4の平面形状より大きい略矩形の平面形状をしている。コア押さえ部材24には閉塞部材20が上下方向に嵌合する貫通孔26が形成されている。なお、各閉塞部材20は1個の磁石挿入孔4よりも少し大きい略矩形の平面形状をなしてよい。また、閉塞部材20は、隣接する複数の磁石挿入孔4を包含する領域となる平面形状をなして、装置の簡素化を図ったものであってもよい。

【0068】

閉塞部材20及び後述する上部挟持板36には、図10に示されているように、磁石挿入孔4の上側の開口を外部に開放する空気抜き通路21及び37が形成されている。空気抜き通路21及び37は、通路断面積が小さく、空気の流れを自由に許し、溶融樹脂の流れに対しては大きい流路抵抗を与えるように構成されている。

【0069】

固定プラテン16の上面には下型(基台)30が固定されている。下型30の上面には製造治具である可搬式のロータコア保持具32が搬入・搬出可能に載置されている。

【0070】

ロータコア保持具32は上下一対の平板状の下部挟持板34及び上部挟持板36を含む。下部挟持板34は、ロータコア2を載置される載置台をなし、上部挟持板36との間にロータコア2を挟む。換言すると、下部挟持板34と上部挟持板36とは上下方向に相対向してロータコア2を上下から軸線方向に挟む。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 1 】

下部挟持板 3 4 及び上部挟持板 3 6 には各々ロータコア 2 の外周に係合する突部 3 4 A、3 6 A が形成されている。これにより、ロータコア 2 は、突部 3 4 A、3 6 A によって位置決めされた状態で、下部挟持板 3 4 と上部挟持板 3 6 とに上下から軸線方向に挟まれる。ここで云う位置決めは、ロータコア保持具 3 2 に対するロータコア 2 の配置位置が一義的に設定されることである。なお、突部 3 4 A、3 6 B と同様の効果を奏するために、図示しない抜き孔に挿入可能な突起によりロータコア 2 の位置決めが行われてもよい。

## 【 0 0 7 2 】

下部挟持板 3 4 には可動係止爪 3 8 が取り付けられている。上部挟持板 3 6 には固定係止爪 4 0 が取り付けられている。可動係止爪 3 8 と固定係止爪 4 0 とは、連結具であり、互いに係脱可能に係合することにより、下部挟持板 3 4 と上部挟持板 3 6 とを当該両者間にロータコア 2 を挟んだ状態で互いに連結する。これにより、ロータコア保持具 3 2 は、ロータコア 2 を挟持した状態で、下型 3 0 に対して搬入及び搬出することができる。

## 【 0 0 7 3 】

下部挟持板 3 4 及び下型 3 0 には互いに係合する凹部 3 4 B 及び突部 3 0 A が形成されている。下部挟持板 3 4 は凹部 3 4 B と突部 3 0 A との係合によって下型 3 0 に対する配置位置を一義的に設定される。上部挟持板 3 6 及びコア押さえ部材 2 4 には互いに係合する突部 3 6 B 及び凹部 2 4 A が形成されている。上部挟持板 3 6 は突部 3 6 B と凹部 2 4 A との係合によってコア押さえ部材 2 4 に対する配置位置を一義的に設定される。これにより、ロータコア保持具 3 2 の搬入位置が決められる。

## 【 0 0 7 4 】

上部挟持板 3 6 には、ロータコア 2 の各磁石挿入孔 4 に整合する位置に、例えば、磁石挿入孔 4 より少し大きくて閉塞部材 2 0 が進入可能な挿入孔 4 2 が上下に貫通形成されている。挿入孔 4 2 はコア押さえ部材 2 4 に形成された貫通孔 2 6 と同等の大きさに形成されていてよい。挿入孔 4 2 と閉塞部材 2 0 との整合は、貫通孔 2 6 の外周の突起 2 4 B ( 図 3 参照 ) と挿入孔 4 2 の外周の凹部 3 6 C ( 図 3 参照 ) とが噛み合わされることにより ( 図 1 0 参照 ) 、近接した位置での位置決めによって得られる。尚、挿入孔 4 2 と閉塞部材 2 0 との整合は、ロータコア保持具 3 2 の下型 3 0 に対する周方向の位置決めによって得てもよい。挿入孔 4 2 と磁石挿入孔 4 との整合はロータコア 2 のロータコア保持具 3 2 に対する周方向の位置決めによって得てもよい。

## 【 0 0 7 5 】

各閉塞部材 2 0 及び下部挟持板 3 4 には、図 1 0 ( A ) 及び ( B ) に示されているように、各磁石片 5 の外面 5 A が対応する磁石挿入孔 4 の内面 4 A に当接する側に各磁石片 5 をオフセットさせて配置するための突部 2 0 A 及び 3 4 C が形成されていてよい。図 1 0 ( A ) 及び ( B ) は図 1 0 とは異なった部分の断面を局部的に示している。尚、突部 2 0 A 及び 3 4 C は、磁石挿入孔 4 の外側に当接する側に各磁石片 5 をオフセットさせて配置させることもできる。

## 【 0 0 7 6 】

下部挟持板 3 4 は下部挟持板 3 4 上に載置されたロータコア 2 の各磁石挿入孔 4 の下側の開口に各々個別に連通するバッファ室 ( オバーフロー室 ) 4 4 を有する。各バッファ室 4 4 は、磁石挿入孔 4 毎に個別に設けられていて、磁石挿入孔 4 内において溶融した樹脂 8 の一部を受容するものであり、平面形状が円形または矩形で、下部挟持板 3 4 の上面がなす載置面 3 5 に磁石挿入孔 4 の開口面積より小さい開口面積をもって且つ対応する磁石挿入孔 4 の下側の開口に一部がオーバーラップして開口している。バッファ室 4 4 の載置面 3 5 に対する開口面積が、磁石挿入孔 4 が載置面 3 5 に向けて開口する開口面積よりも小さいから、磁石挿入孔 4 に投入された磁石片 5 がバッファ室 4 4 に落ち込む不良を生じることがない。尚、バッファ室 4 4 は、複数の磁石挿入孔 4 にオーバーラップした位置に設けてもよいし、複数の磁石挿入孔 4 とオーバーラップせずに連通溝を介して連通させてもよい。

## 【 0 0 7 7 】

各バッファ室 4 4 には下部フランジ 4 6 A ( 図 1 0 参照 ) を有する第 1 ピストン 4 6 が上下方向 ( 軸線方向 ) に移動可能に嵌合している。各第 1 ピストン 4 6 は、バッファ室 4 4 毎に個別に設けられ、上方への移動によってバッファ室 4 4 が受容した溶融状態の樹脂 8 を加圧する樹脂加圧部材をなす。各第 1 ピストン 4 6 は、図 1 0 に示されているように、バッファ室 4 4 の下方に形成されたバッファ室 4 4 より大径のバッファ室 4 4 毎の個別のピストン室 4 8 とバッファ室 4 4 との肩部に下部フランジ 4 6 A が係合することにより上限位置を規定され、ピストン室 4 8 に設けられた圧縮コイルばね 5 0 によって上方に向けて付勢されている。

【 0 0 7 8 】

下型 3 0 には、各ピストン室 4 8 に対応してシリンダボア 5 2 が形成されている。各シリンダボア 5 2 には第 2 ピストン 5 4 が上下方向 ( 軸線方向 ) に移動可能に嵌合している。各第 2 ピストン 5 4 のピストンロッド 5 6 は、図 1 0 に示されているように、下型 3 0 に形成された貫通孔 5 8 を貫通して下型 3 0 の上方に突出し、更に下部挟持板 3 4 に形成された貫通孔 6 0 を貫通してピストン室 4 8 に進入し、対応する第 1 ピストン 4 6 の下面に当接可能になっている。各シリンダボア 5 2 には第 2 ピストン 5 4 を下方に付勢する圧縮コイルばね 6 2 が設けられている。

【 0 0 7 9 】

下型 3 0 は各第 2 ピストン 5 4 の下側に加圧室としてシリンダ室 6 4 を画定している。各シリンダ室 6 4 は、第 2 ピストン 5 4 毎、換言すると、バッファ室 4 4 毎の個別に設けられ、下型 3 0 に形成されたマニホールド通路 6 6 及び外部配管 6 8 によって油圧装置 7 0 に接続され、油圧装置 7 0 から圧力油を供給される。第 2 ピストン 5 4 は、油圧装置 7 0 からシリンダ室 6 4 に圧力油を供給されることにより圧縮コイルばね 6 2 のばね力に抗して上昇移動し、ピストンロッド 5 6 を介して第 1 ピストン 4 6 を上方へ向けて押圧 ( 加圧 ) する。

【 0 0 8 0 】

このように、溶融状態の樹脂 8 を加圧する樹脂加圧部材をなす第 1 ピストン 4 6 、第 2 ピストン 5 4 及びシリンダ室 6 4 がバッファ室 4 4 毎に個別に設けられた構成において、複数のシリンダ室 6 4 に共通のマニホールド通路 6 6 から圧力油を供給されることにより、複数のシリンダ室 6 4 の均等圧化が図られる。これにより、各バッファ室 4 4 及び各磁石挿入孔 4 における溶融状態の樹脂 8 の成形時の圧力 ( 樹脂圧 ) が均等化され、ロータコア 2 の各磁石挿入孔 4 における均質な成形が可能となる。

【 0 0 8 1 】

下型 3 0 には電気式ヒータ ( 加熱装置 ) 7 2 が埋め込まれている。

【 0 0 8 2 】

次に、図 4 ~ 図 1 3 を参照して製造装置 1 0 を用いた実施形態 1 による磁石埋込み型コア 1 の製造方法を各工程順に説明する。

【 0 0 8 3 】

まず、図 4 に示されているように、可動プラテン 1 4 ( 図 3 参照 ) が上昇した状態下で、下部挟持板 3 4 及び上部挟持板 3 6 とでロータコア 2 を挟持し、可動係止爪 3 8 及び固定係止爪 4 0 によって下部挟持板 3 4 と上部挟持板 3 6 とが連結されたロータコア保持具 3 2、つまり、ロータコア 2 をセットされたロータコア保持具 3 2 が下型 3 0 上に搬入される。尚、製造装置 1 0 ( 特にプレス構造 ) 上での加熱時間の低減のため、ロータコア 2 は製造装置 1 0 外の加熱炉 ( 不図示 ) によって予加熱されていてもよい。このような予加熱工程は、ロータコア保持具 3 2 にセットされた状態で行われてもよいし、セットしていない状態で行われてもよい。

【 0 0 8 4 】

次に、樹脂投入工程として、図 5 に示されているように、樹脂投入装置 8 0 が上部挟持板 3 6 上にセットされる。樹脂投入装置 8 0 は、各磁石挿入孔 4 に対応する樹脂保持孔 8 2 を有する本体 8 4 と、樹脂保持孔 8 2 の下端開口を開閉する常閉式のシャッター板 8 6 及びシャッター保持板 8 8 と、各樹脂保持孔 8 2 に対応してシャッター保持板 8 8 に取り付けら

10

20

30

40

50

れた筒状の樹脂ガイド部材 90 とを含む。この時の上部挟持板 36 に対する樹脂投入装置 80 の位置決めは、本体 84 に形成された凹部 84 A に上部挟持板 36 の突部 36 B が係合することにより行われる。

**【0085】**

各樹脂保持孔 82 には予め固形状態の樹脂（以下、固形樹脂 7 と云う）が投入されており、樹脂投入装置 80 が上部挟持板 36 上にセットされると、各樹脂ガイド部材 90 は上部挟持板 36 の対応する挿入孔 42 に挿入される。

**【0086】**

固形樹脂 7 は、磁石挿入孔 4 の上側の開口から磁石挿入孔 4 内に投入可能なものであればよく、未硬化（熱硬化性樹脂の場合は加熱による化学反応前）の粉末或いは比較的小径の顆粒状の原料樹脂や充填材（フィラーや添加剤等）を不図示の打錠機によって円柱状等の任意の形状に成形したものや、未硬化の粉末の原料樹脂を比較的大きい粒径の顆粒に成形したものである。このように成形されたものは樹脂粉末の飛散を防止する点で好適である。

10

**【0087】**

磁石挿入孔 4 毎の固形樹脂 7 の体積は、磁石挿入孔 4 の容積から磁石片 5 の体積を差引いた値より所定量（余剰部）だけ大きい。尚、固形樹脂 7 は、必ずしも固体からなるものに限定されず、少なくとも磁石挿入孔 4 への挿入時に一定の形を保持可能な状態（実質的に流動しない状態）であればよい。つまり、各磁石挿入孔 4 に対する固形樹脂 7 の投入量（容積）は、磁石片 5 が磁石挿入孔 4 に挿入された場合に、溶融した樹脂 8（固形樹脂 7 が溶融したもので、以降、溶融樹脂 8 と云うことがある）が磁石挿入孔 4 から少し溢れ出る程度に設定されるのが好ましい。なお、後述する工程において磁石挿入孔 4 から溢れ出させた溶融樹脂 8 を全て磁石挿入孔 4 に戻すことができれば、磁石挿入孔 4 毎の固形樹脂 7 の体積は磁石挿入孔 4 の容積から磁石片 5 の体積を引いた量と同一でもよい。このことは、固形樹脂 7 の使用量を削減できる点で好ましい。

20

**【0088】**

樹脂投入装置 80 が上部挟持板 36 上にセットされた状態でシャッタ板 86 が開かれることにより、各樹脂保持孔 82 の固形樹脂 7 が樹脂ガイド部材 90 内を通過して対応する磁石挿入孔 4 に落下する。この場合、同図に示されているように、ガイド部材 90 の内周の形状が磁石挿入孔 4 の大きさより小さく構成され、位置合わせされることで、固形樹脂 7 が磁石挿入孔 4 の縁に引っかかって投下不良となるのを防止できる。

30

**【0089】**

電気式ヒータ 72 は常にオン状態であってよく、電気式ヒータ 72 の熱が下型 30 及び下部挟持板 34 を介してロータコア 2 に伝わることにより、各磁石挿入孔 4 に固形樹脂 7 が落下すると、各磁石挿入孔 4 内において固形樹脂 7 を加熱によって溶融させる溶融工程が開始される。尚、ロータコア 2 の予加熱工程を行うことで、固形樹脂 7 の加熱及び溶融を促進して成形時間を短縮することができる。

**【0090】**

樹脂投入工程が完了すれば、次に、磁石片投入工程として、図 6 に示されているように、樹脂投入装置 80 に代えて磁石片投入装置 100 が上部挟持板 36 の上方に配置される。磁石片投入装置 100 は、各磁石挿入孔 4 に対応する磁石片保持孔 102 を有する本体 104 と、磁石片保持孔 102 の下端開口を開閉する常閉式のシャッタ板 106 及びシャッタ保持板 108 と、各磁石片保持孔 102 に対応してシャッタ保持板 108 に取り付けられた筒状の磁石片ガイド部材 110 とを含む。磁石片投入装置 100 は、更に、本体 104 に立設された複数のガイドロッド 114 に案内されて本体 104 に対して上下方向に移動可能な可動板 116 と、可動板 116 から各磁石片保持孔 102 に向けて垂下されたプレッシャロッド 118 と、本体 104 上に設けられた電動機 120 と、上下方向に延在して電動機 120 によって回転駆動される送りねじ棒 122 と、可動板 116 に固定されて送りねじ棒 122 にねじ係合した送りナット 124 を含む。各磁石片保持孔 102 には予め磁石片 5 が投入されている。この時の上部挟持板 36 に対する磁石片投入装置 100

40

50

の位置決めは、本体 104 に形成された凹部 104A に上部挟持板 36 の突部 36B が係合することにより行われる。

【0091】

図 7 に示されているように、磁石片投入装置 100 が上部挟持板 36 上に降下されることにより、各磁石片ガイド部材 110 は上部挟持板 36 の対応する挿入孔 42 に挿入される。そして、シャッタ板 106 が開かれ、電動機 120 によって送りねじ棒 122 が回転駆動されることにより、可動板 116 が本体 104 に対して降下し、各プレッシャロッド 118 が対応する磁石片保持孔 102 の磁石片 5 を、磁石片ガイド部材 110 を通過させて磁石挿入孔 4 に押し込むことが行われる。この磁石片ガイド部材 110 も上述したガイド部材 90 と同じ趣旨により、磁石片 5 を円滑に磁石挿入孔 4 に挿入可能とすることができる。尚、プレッシャロッド 118 によって磁石片 5 を磁石挿入孔 4 に押し込む工程においては、図 7 に示されているように、磁石片 5 が固形樹脂 7 上に接触する高さまで押し込んでよく、更にそれ以上押し込んで溶融樹脂 8 を磁石挿入孔 4 内に充填させる工程を開始してもよい。

10

【0092】

磁石片投入工程が完了すると、図 8 に示されているように、磁石片投入装置 100 が取り除かれ、閉塞工程として、可動プラテン 14 (図 3 参照) が降下されることにより、上型 18 が降下し、上部挟持板 36 がコア押さえ部材 24 に当接する。

【0093】

続いて、各閉塞部材 20 により、磁石挿入孔 4 の上側の開口が閉塞されると共に、磁石片 5 の挿入が行われる。本実施形態では、図 9 に示されているように可動プラテン 14 (図 3 参照) が降下されることにより、ばね 22 が撓み、各閉塞部材 20 が対応する挿入孔 42 に進入すると共に各磁石片 5 を閉塞部材 20 によって磁石挿入孔 4 に更に押し込むことが行われる。そして、ロータコア 2 が閉塞部材 20 に当接することにより、磁石挿入孔 4 の上側の開口が閉塞部材 20 によって閉塞される。このようにして、閉塞工程が行われる。

20

【0094】

この時には、図 10 に示されているように、溶融状態の樹脂 (溶融樹脂) 8 の一部が各磁石挿入孔 4 の下側の開口から対応する第 1 ピストン 46 を圧縮コイルばね 50 のばね力に抗して押し下げつつ各バッファ室 44 に流入する。また、磁石挿入孔 4 内において磁石片 5 の側面を介して溶融樹脂 8 が充填されていく。この場合、先の工程で磁石挿入孔 4 の上側の開口が閉塞部材 20 によって閉塞されることで、磁石挿入孔 4 の上側から溶融樹脂 8 が溢れ出すことを防止できる。

30

【0095】

この後に、図 11 に示されているように、樹脂加圧工程として、油圧装置 70 から各シリンダ室 64 に油圧が供給されることにより、各第 2 ピストン 54 がピストンロッド 56 を介して対応する第 1 ピストン 46 を上方に向けて加圧する。これにより、各バッファ室 44 に流入した溶融樹脂 8 が加圧され、バッファ室 44 に流入した溶融樹脂 8 の少なくとも一部が対応する磁石挿入孔 4 に押し戻されると共に磁石挿入孔 4 の溶融樹脂 8 も加圧される。

40

【0096】

これにより、空気抜き通路 21、37 による空気排出のもとに、磁石挿入孔 4 内の磁石片 5 とロータコア 2 との間隙に溶融樹脂 8 が良好に行き亘らせることができ、溶融樹脂 8 の加熱による化学反応 (硬化) を進行させることができる。この場合、適切に樹脂圧を加えた状態で硬化させることができるため、硬化した樹脂 6 による磁石片 5 の固定強度が安定し且つ向上する。

【0097】

所定の保圧時間経過後に、各シリンダ室 64 に対する油圧の供給が停止され、その後、図 12 に示されているように、可動プラテン 14 (図 3 参照) が上昇されることにより、上型 18 が元の上昇位置に戻る。そして、搬出工程として、ロータコア保持具 32 を下

50

型 30 から取り外すことが行われる。

【0098】

次に、熔融樹脂 8 の加熱による化学反応をさらに進行させる熱硬化工程として、ロータコア保持具 32 と共にロータコア 2 が不図示の加熱炉によって加熱され、熔融樹脂 8 の加熱による磁石挿入孔 4 及びバッファ室 44 の熔融樹脂 8 の硬化が更に進行する。これにより、製造装置 10 (特にプレス構造) 上での加熱時間を短縮することができる。したがって、一台の製造装置 10 に対して複数のロータコア保持具 32 が準備されることにより、製造装置 10 の稼働率を向上することができる。

【0099】

なお、熱硬化工程は、ロータコア保持具 32 が下型 30 上に載置された図 11 に示されている状態でも、電気式ヒータ 72 による加熱によって行うことも可能であり、簡易な構成で硬化を完了できる。

【0100】

熔融樹脂 8 の硬化が完了した後に、取外し工程として、可動係止爪 38 と固定係止爪 40 とによる下部挟持板 34 と上部挟持板 36 との連結を解除し、ロータコア保持具 32 からロータコア 2 を取り外すことが行われる。ロータコア保持具 32 から取り外されたロータコア 2 は、図 13 に示されているように、バッファ室 44 で硬化した樹脂 6A がオーバーラップ部分によって磁石挿入孔 4 で硬化樹脂 6 と繋がった状態で、下部挟持板 34 から取り外される。

【0101】

これにより、バッファ室 44 で硬化した樹脂 6A がロータコア保持具 32 側に残ることがなく、繰り返し使用されるロータコア保持具 32 の清掃作業が容易になる。つまり、バッファ室 44 から硬化した樹脂 6A を取り除く手間が掛からない。オーバーラップ部分によって磁石挿入孔 4 の樹脂 6 と繋がっている樹脂 6A は、バリ除去を含む磁石埋込み型コア 1 の仕上げ工程において除去されればよい。尚、ロータコア 2 において、硬化樹脂 6A を残してよい場合には除去する必要はない。

【0102】

以上に説明したように、本実施形態では、固形状態の樹脂 7 を磁石挿入孔 4 に投入し、磁石挿入孔 4 内で熔融させた樹脂 8 をバッファ室 44 に流入させながら磁石片 5 を挿入させる際に、磁石挿入孔 4 の上側の開口を閉塞するため、磁石挿入孔 4 の上側から熔融樹脂 8 が溢れ出ることを適切に防止できる。また、閉塞された磁石挿入孔 4 において熔融樹脂 8 に加圧することができ、加熱加圧による成形も可能となる。また、外部で熔融した樹脂を磁石挿入孔 4 内に導くためのランナ等の樹脂通路が不要となり、不要樹脂の発生を抑制することが可能となる。尚、樹脂 6A の容積はランナ等によって生じる不要樹脂の容量に比して極僅かである。

【0103】

次に、図 14 を参照して実施形態 2 に係る磁石埋込み型コア 1 の製造装置 10 について説明する。なお、図 14 において、図 3 ~ 図 13 に対応する部分は、図 3 ~ 図 13 に付した符号と同一の符号を付けて、その説明を省略する。

【0104】

実施形態 2 では、図 14 (A) に示されているように、バッファ室 44 の載置面 35 に対する開口と磁石挿入孔 4 の下側の開口とがオーバーラップしておらず、ロータコア 2 の径方向に離間しており、両開口が載置面 35 に形成された連通溝 45 によって連通している。

【0105】

磁石挿入孔 4 の熔融樹脂 8 の一部は連通溝 45 を通ってバッファ室 44 へ流れ、樹脂加圧工程ではバッファ室 44 の熔融樹脂 8 の一部が連通溝 45 を通って磁石挿入孔 4 へ流れる。

【0106】

硬化工程では、磁石挿入孔 4 及びバッファ室 44 の熔融樹脂 8 に加えて連通溝 45 の溶

10

20

30

40

50

融樹脂 8 も硬化する。溶融樹脂 8 の硬化後の取外し工程では、図 1 4 ( B ) に示されているように、バッファ室 4 4 で硬化した樹脂 6 A が連通溝 4 5 で硬化した樹脂によって磁石挿入孔 4 で硬化樹脂 6 と繋がった状態で、下部挟持板 3 4 から取り外される。

【 0 1 0 7 】

これにより、実施形態 2 でも、バッファ室 4 4 で硬化した樹脂 6 A がロータコア保持具 3 2 側に残ることがなく、繰り返し使用されるロータコア保持具 3 2 の清掃作業が容易になる。この場合も、バッファ室 4 4 から硬化した樹脂 6 A を取り除く手間が掛からない。連通溝 4 5 の樹脂によって磁石挿入孔 4 の樹脂 6 と繋がっている樹脂 6 A は、図 1 4 ( C ) に示されているように、バリ除去を含む磁石埋込み型コア 1 の仕上げ工程において除去されればよい。

10

【 0 1 0 8 】

次に、図 1 5 を参照して実施形態 3 に係る磁石埋込み型コア 1 の製造装置 1 0 について説明する。なお、図 1 5 において、図 3 ~ 図 1 3 に対応する部分は、図 3 ~ 図 1 3 に付した符号と同一の符号を付けて、その説明を省略する。

【 0 1 0 9 】

実施形態 3 では、図 1 5 ( A ) に示されているように、バッファ室 4 4 の全体が磁石挿入孔 4 にオーバーラップするように設けられている。下部挟持板 3 4 と下部挟持板 3 4 上のロータコア 2 との間に平らなプレート 1 3 0 が下部挟持板 3 4 とロータコア 2 とに挟まれるようにして配置されている。プレート 1 3 0 には、磁石挿入孔 4 毎に、バッファ室 4 4 の載置面 3 5 に対する開口と磁石挿入孔 4 の下側の開口とを互いに連通する小径の貫通孔 1 3 2 が形成されている。

20

【 0 1 1 0 】

磁石挿入孔 4 の溶融樹脂 8 の一部は貫通孔 1 3 2 を通ってバッファ室 4 4 へ流れ、樹脂加圧工程ではバッファ室 4 4 の溶融樹脂 8 の一部が貫通孔 1 3 2 を通って磁石挿入孔 4 へ流れる。

【 0 1 1 1 】

硬化工程では、磁石挿入孔 4 及びバッファ室 4 4 の溶融樹脂 8 に加えて貫通孔 1 3 2 の溶融樹脂 8 も硬化する。溶融樹脂 8 の硬化後の取外し工程では、図 1 5 ( B ) に示されているように、プレート 1 3 0 と共にロータコア 2 をロータコア保持具 3 2 から取り外すことが行われる。これにより、バッファ室 4 4 で硬化した樹脂 6 A が貫通孔 1 3 2 の樹脂によって磁石挿入孔 4 で硬化した樹脂 6 と繋がった状態で、下部挟持板 3 4 から取り外される。

30

【 0 1 1 2 】

これにより、実施形態 3 でも、バッファ室 4 4 で硬化した樹脂 6 A がロータコア保持具 3 2 側に残ることがなく、繰り返し使用されるロータコア保持具 3 2 の清掃作業が容易になる。この場合も、バッファ室 4 4 から硬化した樹脂 6 A を取り除く手間が掛からない。貫通孔 1 3 2 の樹脂によって磁石挿入孔 4 の樹脂 6 と繋がっている樹脂 6 A は、磁石埋込み型コア 1 の仕上げ工程において、図 1 5 ( C ) に示されているように、プレート 1 3 0 をロータコア 2 から分離することにより取り外されればよい。貫通孔 1 3 2 が小径であることにより、貫通孔 1 3 2 の樹脂を破断して行われるプレート 1 3 0 の分離は小さい荷重によって容易に行われる。

40

【 0 1 1 3 】

次に、図 1 6 を参照してロータコア保持具 3 2 の他の実施形態について説明する。なお、図 1 6 において、図 3 ~ 図 1 3 に対応する部分は、図 3 ~ 図 1 3 に付した符号と同一の符号を付けて、その説明を省略する。

【 0 1 1 4 】

この実施形態では、図 1 6 ( A ) に示されているように、ロータコア 2 上に載置する中間板 3 3 が載置されている。中間板 3 3 には磁石挿入孔 4 毎に挿入孔 3 9 が形成されている。各磁石挿入孔 4 に対する固形樹脂 7 及び磁石片 5 の投入は挿入孔 3 9 から行われる。

【 0 1 1 5 】

50

上部挟持板 36 には磁石挿入孔 4 毎に挿入孔 39 に進入可能で、磁石挿入孔 4 の上側の開口を閉塞する閉塞部 41 が設けられている。

【0116】

図 16 (B) に示されているように、可動係止爪 38 と固定係止爪 40 との係合によって下部挟持板 34 と上部挟持板 36 とが連結されると、各閉塞部 41 が対応する挿入孔 39 に進入し、各閉塞部 41 がロータコア 2 の上面に当接することにより、各磁石挿入孔 4 の上側の開口が閉塞される。尚、磁石片 5 の挿入により磁石挿入孔 4 への樹脂充填も可能である。

【0117】

これにより、ロータコア保持具 32 単体で、樹脂投入工程、磁石片投入工程、熔融工程を行うことができる。更にはピストン室 48 に連通孔 49 からピストン室 48 に押し棒（不図示）を進入させ、押し棒によって第 1 ピストン 46 を押すことにより、樹脂加圧工程も行うことができる。この場合には製造装置 10 を必要としない。

10

【0118】

次に、図 17 及び図 18 を参照して実施形態 4 に係る磁石埋込み型コア 1 の製造装置 10 について説明する。なお、図 17 及び図 18 において、図 3 ~ 図 13 に対応する部分は、図 3 ~ 図 13 に付した符号と同一の符号を付けて、その説明を省略する。

【0119】

実施形態 4 では、図 17 に示されているように、ロータコア保持具 32 が省略され、載置台として、下型 30 上に載置板 140 が設けられている。載置板 140 上にはロータコア 2 が載置される。載置板 140 には磁石挿入孔 4 毎に実施形態 1 のバッファ室 44 と同等のバッファ室 142 が形成されている。載置板 140 には電気式ヒータ 144 が埋め込まれている。載置板 140 は上述したような一連の工程を所定回数行った後に交換されればよく、簡易な構成の装置を用いた生産が可能になる。

20

【0120】

下型 30 には、各バッファ室 142 に対応してシリンダボア 53 が形成されている。各シリンダボア 53 には第 3 ピストン 55 が上下方向（軸線方向）に移動可能に嵌合している。各第 3 ピストン 55 のピストンロッド 57 は対応するバッファ室 142 に進入してバッファ室 142 を昇降可能で、バッファ室 142 の熔融樹脂 8 を直接加圧するように構成されている。シリンダボア 52 には第 3 ピストン 55 を下方に付勢する圧縮コイルばね 63 が設けられている。

30

【0121】

下型 30 は各第 3 ピストン 55 の下側に加圧室としてシリンダ室 65 を画定している。各シリンダ室 65 は、第 3 ピストン 55 毎、換言すると、バッファ室 142 毎に個別に設けられ、下型 30 に形成されたマニホールド通路 67 及び外部配管 68 によって油圧装置 70 に接続され、油圧装置 70 から圧力油を供給される。

【0122】

図 18 に示されているように、可動プラテン 14 が降下されることにより、ロータコア 2 が閉塞部材 20 に当接し、各磁石挿入孔 4 の上側の開口が対応する閉塞部材 20 によって閉塞される。

40

【0123】

熔融工程によって各磁石挿入孔 4 の固形樹脂 7 は熔融しており、磁石挿入孔 4 内の熔融樹脂 8 の一部はバッファ室 142 に流入している。樹脂加圧工程として、油圧装置 70 から各シリンダ室 65 に油圧が供給されることにより、各第 3 ピストン 55 が上方に向けて加圧され、ピストンロッド 57 によってバッファ室 142 の熔融樹脂 8 が加圧される。

【0124】

これにより、実施形態 4 においても、実施形態 1 と同等の作用、効果が得られる。実施形態 4 においても、熔融状態の樹脂 8 を加圧する樹脂加圧部材をなす第 3 ピストン 55 及びシリンダ室 65 がバッファ室 142 毎に個別に設けられた構成において、複数のシリンダ室 65 に共通のマニホールド通路 67 から圧力油を供給されることにより、複数のシリ

50

ンダ室 6 5 の均等圧化が図られる。これにより、バッファ室 1 4 2 及び各磁石挿入孔 4 内における溶融状態の樹脂 8 の成形時の圧力（樹脂圧）が均等化され、ロータコア 2 の各磁石挿入孔 4 における均質な成形が可能となる。

【 0 1 2 5 】

なお、本実施形態では、閉塞部材 2 0 を相対的に昇降可能に有し可動プラテン 1 4 側に組み付けられたコア押さえ部材 2 4 でロータコア 2 を用いて挟持する構成について説明したが、平板状のコア押さえ部材 2 4 を設けることで、ロータコア 2 を直接閉塞してもよい。換言すれば、平板状のコア押さえ部材 2 4 を閉塞部材 2 0 として機能させることができる。これによれば、簡易な構成により、上述した製造方法と同等の作用効果を奏することができる。

10

【 0 1 2 6 】

以上、本発明を特定の実施形態に基づいて説明したが、これらの実施形態はあくまでも例示であって、本発明はこれらの実施形態によって限定されるものではない。

【 0 1 2 7 】

例えば、溶融工程は、樹脂投入直後から樹脂が加熱されることで、樹脂の溶融が始まる設定としてもよいが、磁石片投入工程と同時に進行されても、磁石片投入工程の前或いは磁石片投入工程の後に行われてもよい。

【 0 1 2 8 】

上記実施形態では、樹脂 6 として、熱硬化性樹脂を用いる例を示したが、これに限らず、熱可塑性樹脂を用いることも可能である。熱可塑性樹脂を用いる場合には、熱硬化性樹脂における熱硬化工程の代わりに、冷却による硬化工程が実施される。固形樹脂は、ペレット、パウダーや顆粒状のものであってもよい。

20

【 0 1 2 9 】

上記実施形態では、磁石挿入孔 4 において磁石片 5 を内側に偏倚して配置した例を示したが、これに限らず、磁石挿入孔 4 における磁石片 5 の位置は適宜変更することが可能である。例えば、平面視における磁石挿入孔 4 の中央に磁石片 5 を配置してもよい。電気式ヒータはコア押さえ部材 2 4 にも設けられてもよい。プレス機構は、可動側が上下に反転し、可動側が下側にあってもよい。この場合には、上側に固定プラテン 1 6 が配置され、下側に可動プラテン 1 4 が配置され、可動プラテン 1 4 上に下型 3 0 が配置される。

【 0 1 3 0 】

バッファ室 4 4 、 1 4 2 の溶融状態の樹脂 8 の加圧は、流体圧式のものに限られることはなく、電動式、電歪式、機械式等であってもよい。

30

【 0 1 3 1 】

図 1 0 に示されているように、下部挟持板 3 4 側の磁石挿入孔 4 の開口を外部に開放する空気抜き通路 4 3 が下部挟持板 3 4 に設けられてもよい。

【 0 1 3 2 】

上記実施形態に示した本発明に係る磁石埋込み型コアの製造方法の各構成要素は、必ずしも全てが必須ではなく、少なくとも本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて適宜取捨選択することが可能である。

【 符号の説明 】

40

【 0 1 3 3 】

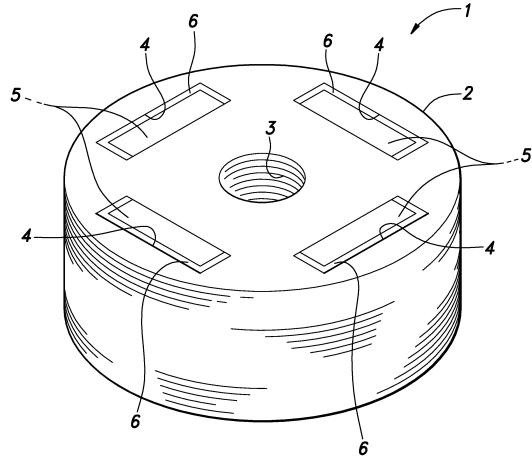
- 1 : 磁石埋込み型コア
- 2 : ロータコア
- 3 : 軸孔
- 4 : 磁石挿入孔
- 4 A : 内面
- 5 : 磁石片
- 5 A : 外面
- 6 : 硬化樹脂
- 6 A : 樹脂

50

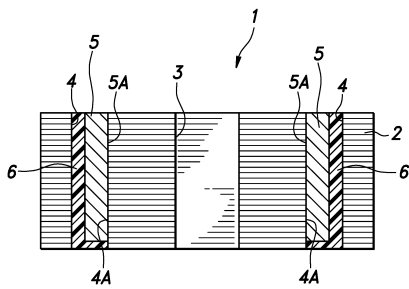
7	: 固形樹脂	
8	: 熔融樹脂	
1 0	: 製造装置	
1 2	: タイバー	
1 4	: 可動プラテン	
1 6	: 固定プラテン	
1 8	: 上型	
1 9	: ロッド	
2 0	: 閉塞部材	
2 0 A	: 突部	10
2 1	: 空気抜き通路	
2 2	: ばね	
2 4	: コア押さえ部材	
2 4 A	: 凹部	
2 4 B	: 突部	
2 6	: 貫通孔	
3 0	: 下型 ( 基台 )	
3 0 A	: 突部	
3 2	: ロータコア保持具 ( 製造治具 )	
3 3	: 中間板	20
3 4	: 下部挟持板 ( 載置台 )	
3 4 A	: 突部	
3 4 B	: 凹部	
3 4 C	: 突部	
3 5	: 載置面	
3 6	: 上部挟持板	
3 6 A	: 突部	
3 6 B	: 突部	
3 6 C	: 凹部	
3 7	: 空気抜き通路	30
3 8	: 可動係止爪	
3 9	: 挿入孔	
4 0	: 固定係止爪	
4 1	: 閉塞部	
4 2	: 挿入孔	
4 3	: 空気抜き通路	
4 4	: バッファ室	
4 5	: 連通溝	
4 6	: 第 1 ピストン	
4 6 A	: 下部フランジ	40
4 8	: ピストン室	
4 9	: 連通孔	
5 0	: 圧縮コイルばね	
5 2	: シリンダボア	
5 3	: シリンダボア	
5 4	: 第 2 ピストン	
5 5	: 第 3 ピストン	
5 6	: ピストンロッド	
5 7	: ピストンロッド	
5 8	: 貫通孔	50

6 0	: 貫通孔	
6 2	: 圧縮コイルばね	
6 3	: 圧縮コイルばね	
6 4	: シリンダ室 ( 加圧室 )	
6 5	: シリンダ室 ( 加圧室 )	
6 6	: マニホールド通路	
6 7	: マニホールド通路	
6 8	: 外部配管	
7 0	: 油圧装置	
7 2	: 電気式ヒータ	10
8 0	: 樹脂投入装置	
8 2	: 樹脂保持孔	
8 4	: 本体	
8 4 A	: 凹部	
8 6	: シャッタ板	
8 8	: シャッタ保持板	
9 0	: 樹脂ガイド部材	
1 0 0	: 磁石片投入装置	
1 0 2	: 磁石片保持孔	
1 0 4	: 本体	20
1 0 4 A	: 凹部	
1 0 6	: シャッタ板	
1 0 8	: シャッタ保持板	
1 1 0	: 磁石片ガイド部材	
1 1 2	: 電気式ヒータ	
1 1 4	: ガイドロッド	
1 1 6	: 可動板	
1 1 8	: プレッシャロッド	
1 2 0	: 電動機	
1 2 2	: 送りねじ棒	30
1 2 4	: 送りナット	
1 3 0	: プレート	
1 3 2	: 貫通孔	
1 4 0	: 載置板 ( 載置台 )	
1 4 2	: バッファ室	
1 4 4	: 電気式ヒータ	

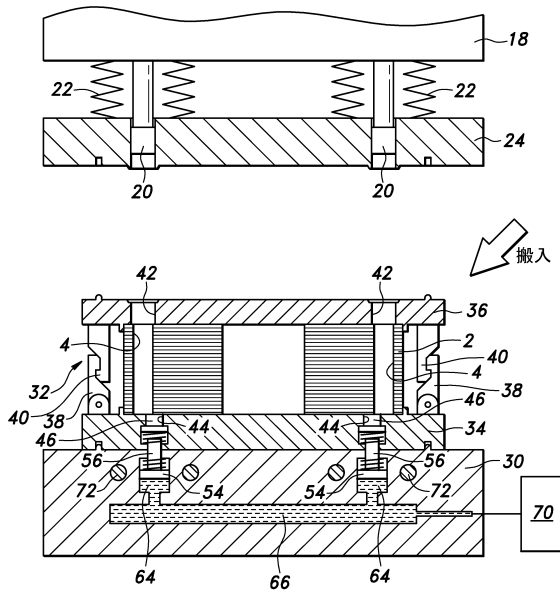
【図1】



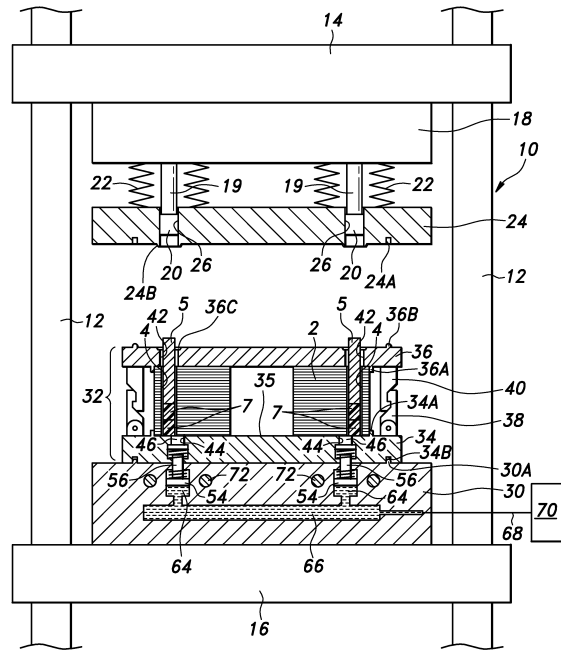
【図2】



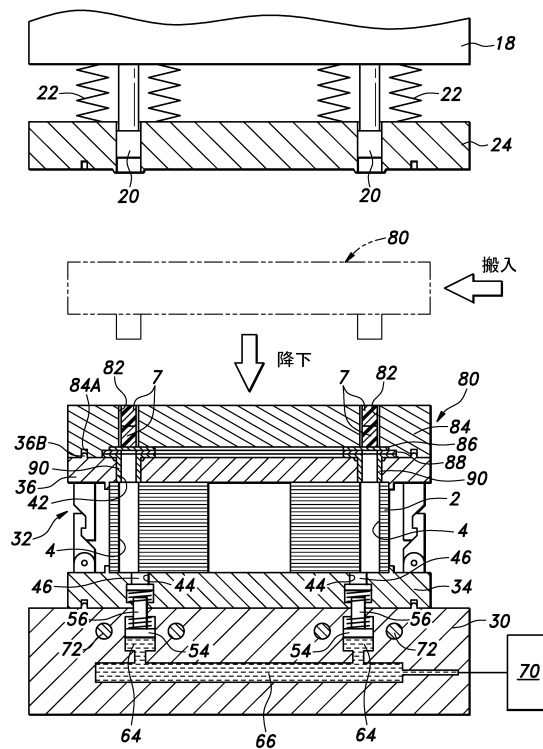
【図4】



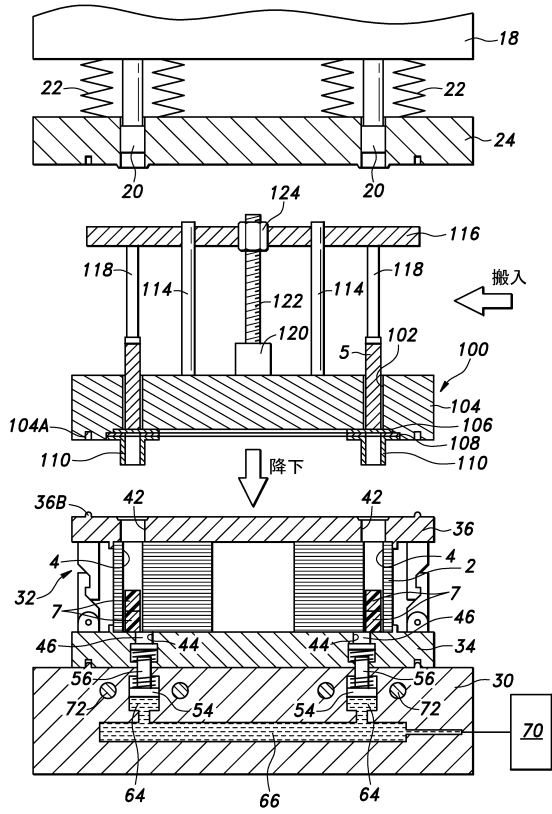
【図3】



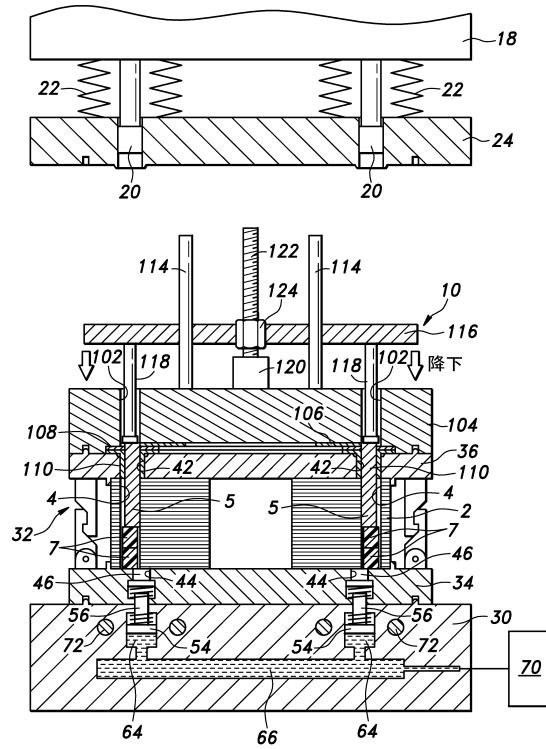
【図5】



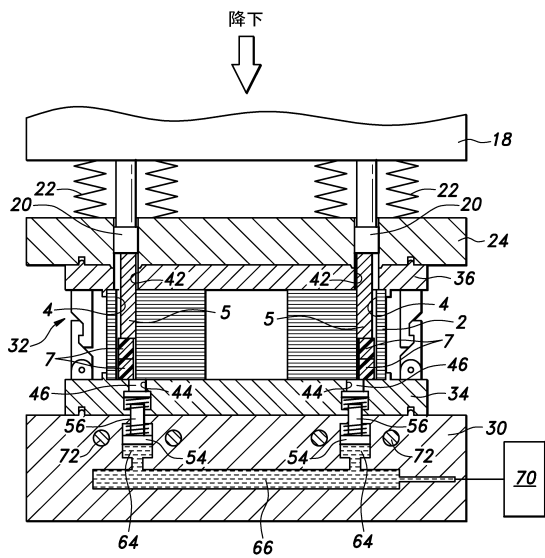
【図6】



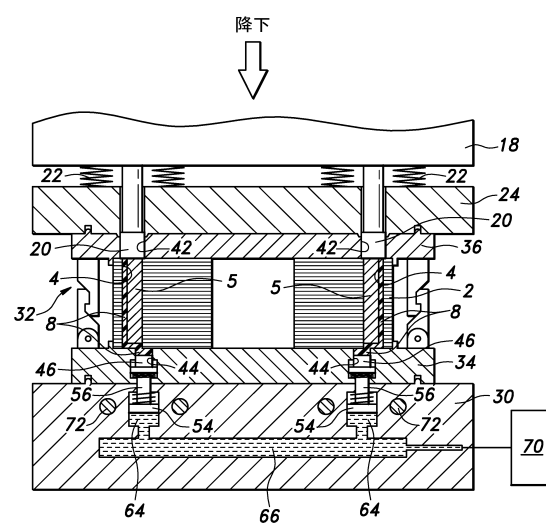
【図7】



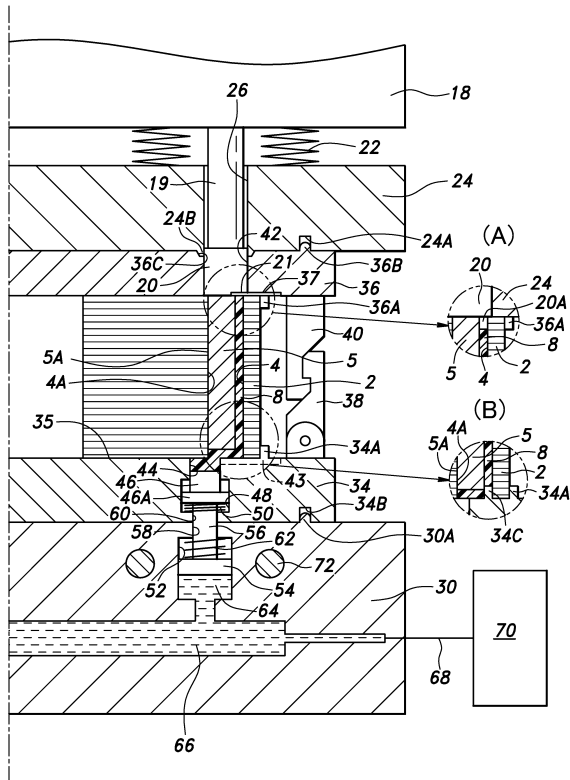
【図8】



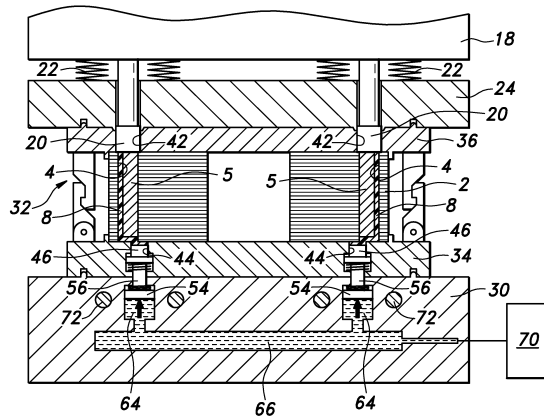
【図9】



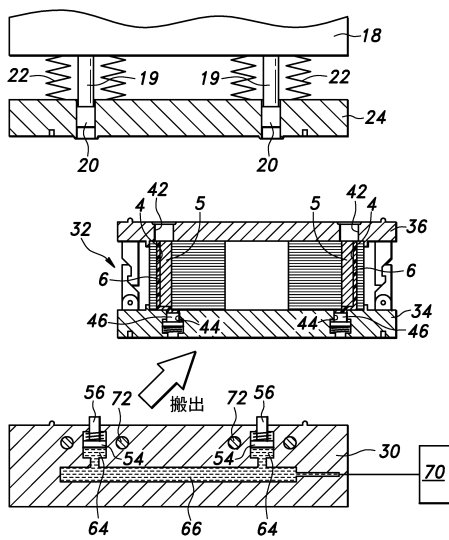
【図10】



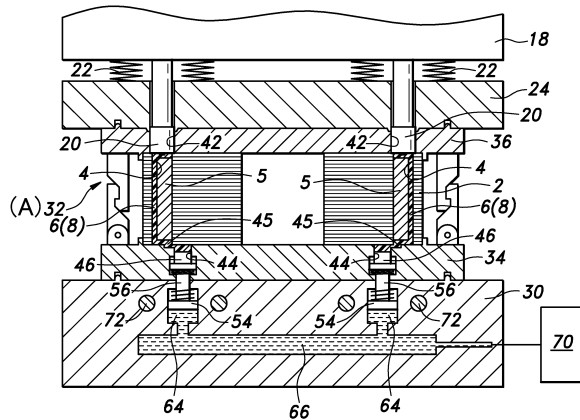
【図11】



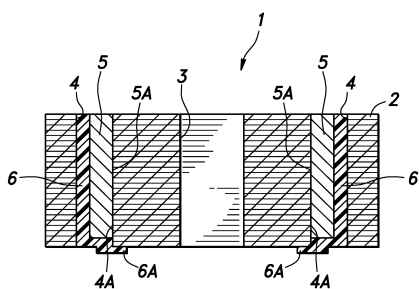
【図12】



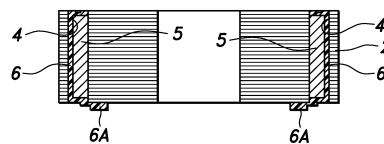
【図14】



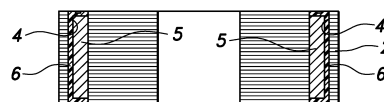
【図13】



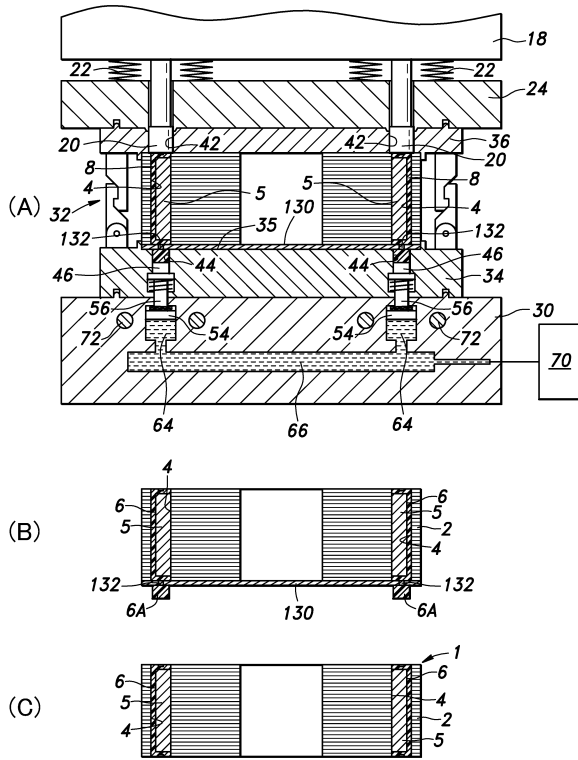
(B)



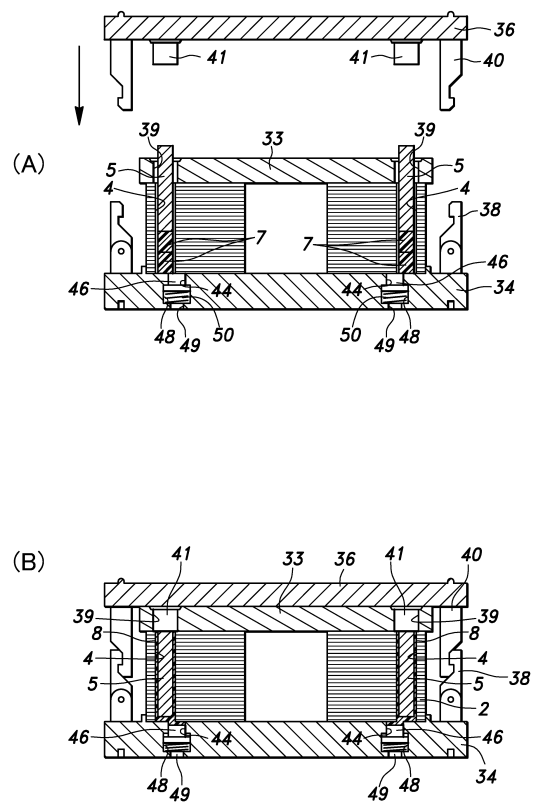
(C)



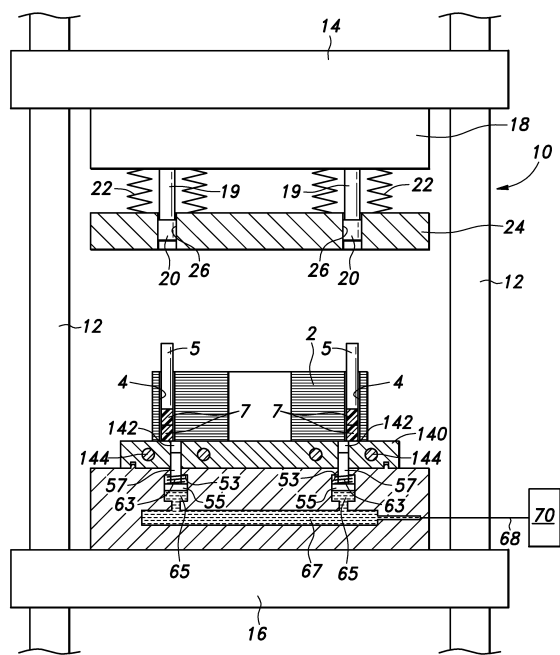
【図15】



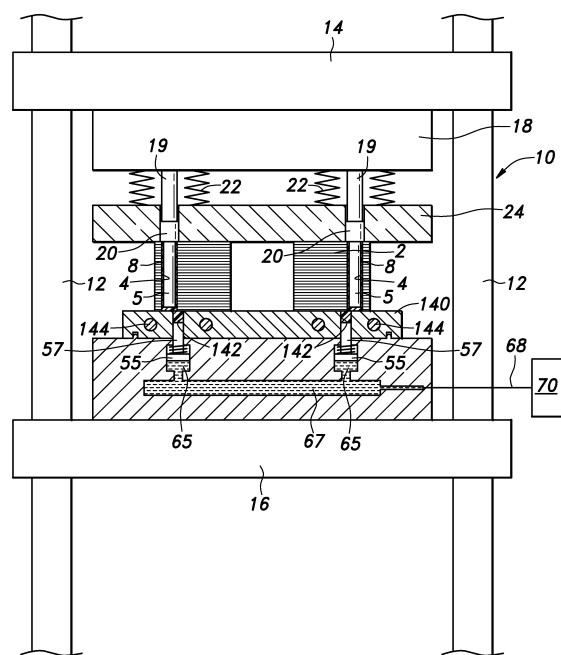
【図16】



【図17】



【図18】



## フロントページの続き

(31)優先権主張番号 PCT/JP2016/082291

(32)優先日 平成28年10月31日(2016.10.31)

(33)優先権主張国・地域又は機関  
日本国(JP)

(31)優先権主張番号 PCT/JP2017/012034

(32)優先日 平成29年3月24日(2017.3.24)

(33)優先権主張国・地域又は機関  
日本国(JP)

(72)発明者 西沢 哲也

長野県千曲市大字上徳間90番地 アピックヤマダ株式会社内

(72)発明者 池田 正信

長野県千曲市大字上徳間90番地 アピックヤマダ株式会社内

(72)発明者 中村 一雄

長野県千曲市大字上徳間90番地 アピックヤマダ株式会社内

審査官 尾家 英樹

(56)参考文献 特開2014-83811(JP,A)

特開2007-110880(JP,A)

特開2012-223024(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 1/27

H02K 15/02