

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7375475号
(P7375475)

(45)発行日 令和5年11月8日(2023.11.8)

(24)登録日 令和5年10月30日(2023.10.30)

(51)国際特許分類 F I
H 0 2 K 15/03 (2006.01) H 0 2 K 15/03 Z
B 2 9 C 45/14 (2006.01) B 2 9 C 45/14

請求項の数 3 (全17頁)

(21)出願番号	特願2019-199427(P2019-199427)	(73)特許権者	000000011 株式会社アイシン
(22)出願日	令和1年10月31日(2019.10.31)		愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
(65)公開番号	特開2021-72732(P2021-72732A)	(74)代理人	110003133 弁理士法人近島国際特許事務所
(43)公開日	令和3年5月6日(2021.5.6)	(72)発明者	郡 智基 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイ シン・エイ・ダブリュ株式会社内
審査請求日	令和4年9月8日(2022.9.8)	(72)発明者	小島 義偉 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイ シン・エイ・ダブリュ株式会社内
		(72)発明者	佐分利 俊之 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイ シン精機株式会社内
		(72)発明者	林 直孝

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ロータの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転電機のロータを製造するロータの製造方法において、
ロータコアを形成する複数の積層鋼板が上方から積層されると共に前記ロータコアの下面を覆う下板と、前記ロータコアの上方に配置される上板と、前記ロータコアの上面を覆う押圧板と、前記上板と前記押圧板との間に縮設されるスプリングと、を有する保持治具を、前記積層鋼板に形成された孔部に磁石部材が配置された状態のロータコアに、前記ロータコアを積層方向に押圧した状態で保持するように取付ける治具取付け工程と、
前記保持治具が取付けられたロータコアの孔部に熱硬化性の樹脂を注入する樹脂注入工程と、

前記樹脂が前記孔部に注入された前記ロータコアを加熱して前記樹脂を硬化させ、前記磁石部材を前記孔部に固定する加熱工程と、

前記保持治具を前記ロータコアから取外す治具取外し工程と、

前記保持治具が取外された前記ロータコアを冷却する冷却工程と、を備える、

ロータの製造方法。

【請求項2】

前記冷却工程にあって、前記保持治具が取外された前記ロータコアを冷却装置に投入して冷却する、

請求項1に記載のロータの製造方法。

【請求項3】

前記冷却工程において、前記ロータコアから取外した前記保持治具を前記ロータコアと共に前記冷却装置に投入して冷却する、

請求項 2 に記載のロータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この技術は、回転電機のロータを製造するロータの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、例えばハイブリッド車両や電気自動車等の車両に搭載される回転電機は、磁石埋込型モータ（IPM）が用いられている。このような回転電機のロータを製造する際は、孔が形成された積層鋼板を積層してロータコア（積層鉄心）を構成し、孔に磁石を挿入し、さらに孔に熱硬化性の樹脂を注入して加熱し、ロータコアに磁石を固定することで、磁石がロータコアに埋め込まれたロータを得ている。

10

【0003】

ところで、ロータコアの孔に樹脂を注入する際には、積層鋼板同士の間から樹脂が漏れないように積層方向に押圧しつつ樹脂を注入する必要がある。しかしながら、樹脂の注入装置において上型と下型とで押圧する場合、積層鋼板の公差等を考慮すると、押圧力を製造毎に同等にかけることが難しく、必要以上の押圧力が生じてロータコアの反り等を生じさせる虞がある。そのため、積層鋼板を積層して構成したロータコアを押圧した状態で保持する保持治具を用い、各ロータコアでの押圧力を個別に設定し、その状態で樹脂を注入するようにしたものが提案されている（特許文献 1 参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特許第 6 5 3 3 6 3 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、孔に樹脂が注入されたロータコアは、樹脂を硬化させるために加熱する必要があるが、樹脂が漏れ出ないように保持治具を取付けたままロータコアを加熱することになり、つまり保持治具も加熱することが必要となる。しかしながら、ロータコアに押圧力を付与するための保持治具は、熱容量が大きいため、その後の冷却時間が長くなってしまい、生産効率の向上を妨げてしまうという問題がある。

30

【0006】

そこで、ロータコアの冷却時間の短縮化を図ることが可能なロータの製造方法を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本ロータの製造方法は、

40

回転電機のロータを製造するロータの製造方法において、

ロータコアを形成する複数の積層鋼板が上方から積層されると共に前記ロータコアの下面を覆う下板と、前記ロータコアの上方に配置される上板と、前記ロータコアの上面を覆う押圧板と、前記上板と前記押圧板との間に縮設されるスプリングと、を有する保持治具を、前記積層鋼板に形成された孔部に磁石部材が配置された状態のロータコアに、前記ロータコアを積層方向に押圧した状態で保持するように取付ける治具取付け工程と、

前記保持治具が取付けられたロータコアの孔部に熱硬化性の樹脂を注入する樹脂注入工程と、

前記樹脂が前記孔部に注入された前記ロータコアを加熱して前記樹脂を硬化させ、前記磁石部材を前記孔部に固定する加熱工程と、

50

前記保持治具を前記ロータコアから取外す治具取外し工程と、
前記保持治具が取外された前記ロータコアを冷却する冷却工程と、を備える。

【発明の効果】

【0008】

本ロータの製造方法によると、ロータコアを、熱容量の大きい保持治具を取外した状態で冷却するので、冷却時間の短縮化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本実施の形態に係るロータの製造方法の各工程を示すフローチャート。

【図2】ロータコアと保持治具の下方プレートとを示す斜視図。

10

【図3】保持治具の下方プレートにロータコアを設置した状態を示す斜視図。

【図4】ロータコアに保持治具を取付けた状態を示す斜視図。

【図5】注入装置においてロータ設置部から注入機を離間させた状態を示す断面図。

【図6】注入装置においてロータ設置部に注入ノズルを取付けた状態を示す断面図。

【図7】注入装置においてロータコアをロータ設置部に設置した状態を示す断面図。

【図8】注入装置においてロータコアに樹脂を注入する状態を示す断面図。

【図9】注入装置において樹脂を注入したロータコアをロータ設置部から取外した状態を示す断面図。

【図10】注入装置における注入機を示す断面図。

【図11】(a)は注入ノズルを示す上方視図、(b)は注入ノズルを示す断面図、(c)はロータコアと注入ノズルとの位置関係を示す上方視図。

20

【図12】(a)はロータコアの孔部と注入ノズルのノズルとゲートとの位置関係、及び注入後の樹脂の状態を示す拡大上方視図、(b)はロータコアの孔部と注入ノズルのノズルとゲートとを示す拡大断面図、(c)は樹脂注入後のロータコア及び樹脂の状態を示す拡大断面図。

【図13】(a)はロータコアの孔部と注入ノズルのノズルとゲートとの形状及び位置関係を説明する断面模式図、(b)は樹脂注入後においてゲートにおける樹脂の切離しを説明する断面模式図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本実施の形態を図に沿って説明する。

30

【0011】

[ロータの概略構成]

まず、例えばハイブリッド駆動装置や電気自動車の駆動モータ(回転電機)におけるロータの構造を簡単に説明する。駆動モータは、大まかにステータ(固定子)とロータ1(回転子)とで構成されている。そのうちのロータ1は、図2に示すように、プレス加工等で複数の孔1bが形成された積層鋼板1aが積層されることで構成されるロータコア1Aを有している。ロータコア1Aには、上記孔1bが位相を合わせられた状態で積層鋼板1aが積層方向に積層されることで、複数の孔部1Bが形成されており、図3に示すように、それら孔部1Bのそれぞれに磁石部材としての磁石1Mが挿入されて設置され、その状態で樹脂によって磁石1Mが孔部1Bに固定されることで、磁石1Mがロータコア1Aに埋設されたロータ1が構成される。

40

【0012】

[ロータの製造方法の概略]

続いて、本実施の形態に係るロータの製造方法の概略について説明する。図1に示すように、本ロータの製造方法においては、積層鋼板1aを積層してロータコア1Aを構成する鋼板積層工程S1と、ロータコア1Aの孔部1Bに磁石1Mを挿入して設置する磁石設置工程S2と、ロータコア1Aに保持治具10を取付ける治具取付け工程S3と、を備えている。また、本ロータの製造方法においては、ロータコア1Aを加熱する加熱工程S4と、樹脂を注入する樹脂注入装置30にロータコア1Aを設置する注入装置設置工程S5

50

と、樹脂注入装置 30 によりロータコア 1 A の孔部 1 B に樹脂を注入する樹脂注入工程 S 6 と、を備えている。さらに、本ロータの製造方法においては、注入された樹脂を硬化させてロータコア 1 A に磁石 1 M を固定する磁石固定工程 S 7 と、保持治具 10 をロータコア 1 A から取外す治具取外し工程 S 8 と、ロータコア 1 A を冷却する冷却工程 S 9 と、を備えている。これらの各工程は、工場のラインにおいて、例えばベルトコンベア等でロータコア 1 A を移動させつつ順次行われる。また、後述の鋼板積層工程 S 1 において積層鋼板 1 a を積層する際は、作業による調整を行うが、その他の工程で、ロータコア 1 A の搬送、保持治具 10 の取付けや取外し等は、例えば多関節ロボット等の工場設備によって行う。

【 0 0 1 3 】

[鋼板積層工程の詳細]

まず、鋼板積層工程 S 1 の詳細について図 2 を用いて説明する。図 2 に示すように、ロータコア 1 A は、例えばプレス加工等で中心を点対称とした中空円板状に形成され、かつ複数の孔 1 b が形成された積層鋼板 1 a が、詳しくは後述する保持治具 10 の下板 1 1 の上面 1 1 b に順次重ねられて積層されることで構成される。各積層鋼板 1 a には、僅かながら公差があるため、作業者が中空円板状における周方向に位相を調整しつつ積層することで、最上位となる積層鋼板 1 a が積層方向と直交する平面（つまり水平方向）に対して傾斜が少なくなるように積層される。なお、積層鋼板 1 a を積層する際は、上述のように保持治具 10 の下板 1 1 の上面 1 1 b に積層しても良いし、別の場所で積層してロータコア 1 A を構成した後、保持治具 10 の下板 1 1 の上面 1 1 b に設置してもよい。

【 0 0 1 4 】

保持治具 10 の下板 1 1 は、中心に孔 1 1 a が形成された中空板状の部材であり、孔 1 1 a にはロータコア 1 A を位置決め支持する支持板 1 6 が固定されている。また、下板 1 1 には、第 1 軸 1 4 と、第 1 軸 1 4 よりも短い第 2 軸 1 5 とがそれぞれ例えば 4 か所に立設されている。これにより、下板 1 1 の上面 1 1 b にロータコア 1 A が設置される際は、支持板 1 6 がロータコア 1 A の内周面の一部に当接すると共に、第 2 軸 1 5 が外周面の一部に当接することで、水平方向の移動が規制されて、下板 1 1 とロータコア 1 A との相対位置が位置決めされつつ下板 1 1 に対して支持される。また、下板 1 1 には、ロータコア 1 A が設置された際に孔部 1 B の位置に積層方向で重なる位置に下板 1 1 を貫通するように形成され、後述の樹脂注入時における空気抜き用の孔となる空気孔 1 1 c が複数個所に形成されている。

【 0 0 1 5 】

[磁石設置工程の詳細]

次に、磁石設置工程 S 2 の詳細について図 3 を用いて説明する。図 3 に示すように、保持治具 10 の下板 1 1 に設置されたロータコア 1 A には、積層鋼板 1 a の孔 1 b が積層されて形成された複数の孔部 1 B が形成されており、各孔部 1 B に対してそれぞれ磁石 1 M が挿入されて設置される。なお、図 3 に示すロータコア 1 A においては、磁石 1 M の長手方向が周方向に向いた形で設置されるものを説明しているが、本実施の形態においては、図 1 1 (c) に示すように、磁石 1 M の長手方向が周方向に対して傾斜し、2 つの磁石 1 M で上方から見て V 字状となるように設置されるものを想定している。また、一般的に磁石は加熱されると減磁されてしまうため、この段階での磁石 1 M は磁化される前の磁石の材料である。

【 0 0 1 6 】

[治具取付け工程の詳細]

続いて、治具取付け工程 S 3 の詳細について図 4 を用いて説明する。まず、保持治具 10 の構成について説明する。

【 0 0 1 7 】

図 4 に示すように、保持治具 10 は、大まかに、下板 1 1、押圧板 1 2、上板 1 3 が上下方向に順に略平行に配置されるように備えられている。上述したように、下板 1 1 の上面 1 1 b にはロータコア 1 A が設置され、そのロータコア 1 A の上方に、押圧板 1 2 の下

10

20

30

40

50

面 1 2 b が当接するように押圧板 1 2 が設置される。押圧板 1 2 は、中心に孔 1 2 a が形成された中空板状の部材であり、詳しくは後述するように樹脂を注入するための複数の注入孔 1 2 c がロータコア 1 A の孔部 1 B の上方に位置するように貫通形成されている。また、押圧板 1 2 には、上述した第 2 軸 1 5 が貫通可能となる複数の貫通孔 1 2 d が形成されている。

【 0 0 1 8 】

上板 1 3 は、中心に孔 1 3 a が形成された中空板状の部材であり、第 2 軸 1 5 の上端に対してボルト 2 1 によって締結される。また、押圧板 1 2 と上板 1 3 との間にはコイルスプリング 2 3 が縮設され、コイルスプリング 2 3 の内部に図示を省略した支持軸が配置され、その支持軸がボルト 2 2 で上板 1 3 に固定されることでコイルスプリング 2 3 が位置決め支持されている。このように構成された保持治具 1 0 は、ロータコア 1 A が、下板 1 1 と、上板 1 3 からコイルスプリング 2 3 によって押圧される押圧板 1 2 とによって押圧されて挟持される。これにより、ロータコア 1 A の複数の積層鋼板 1 a は、積層方向に押圧されて積層方向に極力隙間なく接した状態で保持される。なお、第 1 軸 1 4 の上端は、押圧板 1 2 の下面に対向するように形成され、押圧板 1 2 がコイルスプリング 2 3 により下方に押圧された状態で当接して、ロータコア 1 A を積層方向に潰さないよう構成されている。

10

【 0 0 1 9 】

以上のように構成された保持治具 1 0 を、治具取付け工程 S 3 においてロータコア 1 A に取付ける際は、下板 1 1 の上面 1 1 b にロータコア 1 A を設置し、貫通孔 1 5 d を第 2 軸 1 5 に貫通させつつ押圧板 1 2 をロータコア 1 A の上方に設置し、コイルスプリング 2 3 を押圧板 1 2 との間に挟持しつつ上板 1 3 を設置して、ボルト 2 1 により第 2 軸 1 5 と上板 1 3 とを締結する。これにより、ロータコア 1 A を積層方向に押圧しつつ保持する保持治具 1 0 がロータコア 1 A に取付けられる。

20

【 0 0 2 0 】

[加熱工程の詳細]

次に、加熱工程 S 4 の詳細について説明する。本実施の形態において、ロータコア 1 A の孔部 1 B に磁石 1 M を固定するための樹脂としては、例えば溶融開始温度が 6 0 度、硬化開始温度が 1 2 0 度の、常温では固体である熱硬化性材の樹脂材料を用いる。ロータコア 1 A が溶融開始温度よりも低いと、後述の樹脂注入工程 S 6 において樹脂を注入した際に、樹脂が途中で凝固し、孔部 1 B に対する樹脂の充填が不十分となる虞がある。そのため、樹脂の注入時にロータコア 1 A が溶融開始温度以上となっている必要がある。さらに、本実施の形態においては、樹脂を孔部 1 B に注入した際に、積層鋼板 1 a 同士の僅かな隙間から樹脂が漏出する可能性があるため、樹脂の注入時にロータコア 1 A を硬化開始温度以上にしておくことで、孔部 1 B に接した樹脂から硬化を開始させ、樹脂が積層鋼板 1 a 同士の間に漏出することを防止させることが可能となる。

30

【 0 0 2 1 】

以上のような背景から、加熱工程 S 4 において、保持治具 1 0 に保持されている（保持治具 1 0 が取付けられた）ロータコア 1 A を、保持治具 1 0 ごと例えば高周波加熱器等の加熱装置に入れて、樹脂の溶融開始温度以上、好ましくは硬化開始温度以上に加熱する。本実施の形態においては、加熱工程 S 4 において、ロータコア 1 A が例えば 1 5 0 度程度になるように加熱する。

40

【 0 0 2 2 】

[注入装置設置工程の詳細]

続いて、樹脂を注入する樹脂注入装置 3 0 に、保持治具 1 0 に保持されたロータコア 1 A を設置する注入装置設置工程 S 5 の詳細について図 5、図 6、図 7、図 8、図 1 0、図 1 1 (a)、図 1 1 (b)、図 1 1 (c) を用いて説明する。まず、樹脂注入装置 3 0 の構造について説明する。

【 0 0 2 3 】

図 6 に示すように、樹脂注入装置 3 0 は、狭義として、樹脂注入機 4 0 とテーブル部 5

50

0とを備えており、テーブル部50にランナ60が設置されることで、広義として、樹脂をロータコア1Aに注入する樹脂注入装置30が構成される。樹脂注入機40は、図10に示すように、上端が固形の樹脂を投入する樹脂材投入口40Bとなる樹脂投入孔48が形成された投入部47と、樹脂材投入口40Bから投入された樹脂を溶融しつつかつ攪拌しつつ流路49に送出するスクリュ46と、流路49に導通する流路44が形成された筒部41と、筒部41の下端に固定され、下端が樹脂を射出する射出口40Aを形成するノズル部42と、流路49から流路44への樹脂の流れを開閉弁43aによって開閉するストップバルブ43と、流路44の樹脂を射出口40Aから射出させるプランジャ45と、を備えて構成されている。この樹脂注入機40には、図8に示すように、例えば電熱線や冷媒の供給により加熱又は冷却が可能な温調装置81(Temp Control Device)が取付けられており、温調装置81は、樹脂材投入口40Bから射出口40Aまでの間にある樹脂を溶融した状態に維持するため、樹脂の温度を溶融開始温度以上かつ硬化開始温度未満の例えば80度程度に調温する。特に温調装置81は、スクリュ46を加熱することで樹脂材投入口40Bに投入された常温で固体の樹脂を溶融し、樹脂が溶融した状態を維持する。

10

【0024】

一方、テーブル部50は、図6に示すように、下方側に配置された下方板51と、下方板51の側方端部に固定された側壁53と、側壁53に支持されて下方板51の上方に平行に対向配置された上方板52とを備えている。また、下方板51には中央部分に孔51aが形成されており、テーブル部50には、その孔51aの形状に合わせて形成され、上面55aが保持治具10の下板11を設置する台座となる設置台55と、その設置台55を昇降駆動自在にかつ回転駆動自在に制御する駆動装置59とが備えられている。なお、図示を省略したが、設置台55の上面55aには、凸部が設けられ、保持治具10の下板11の下面には凹部が設けられ、設置台55に保持治具10が設置された際に、それら凸部と凹部とが嵌合されることで、設置台55に対して保持治具10が回転方向に位置規制され、つまり設置台55の回転で保持治具10及びロータコア1Aの回転方向の位置が制御される。

20

【0025】

また、テーブル部50の上方板52には、図5に示すように、装着孔52aが形成されており、その装着孔52aにランナ60の上軸部62が嵌合されることで、ランナ60が着脱自在に装着される。ランナ60は、図11(a)及び図11(b)に示すように、円板状の本体61と、本体61の中心から上方に延びる軸状の上軸部62と、本体61の下方の外周側から下方に延びる複数の分岐ノズル63と、を備えて構成されている。本実施の形態において、分岐ノズル63は、ロータコア1Aの孔部1Bの半数となる本数となるように設けられており、つまりロータコア1Aの孔部1B(即ち磁石1M)の数が32箇所である場合、分岐ノズル63は16本となるように構成されている。

30

【0026】

ランナ60の内部においては、図11(b)に示すように、上端が樹脂の投入口60Aとなる投入流路67が上軸部62及び本体61の円板状の中心軸に沿って上下方向に形成されている。また、図11(c)に示すように、本体61の内部において、投入流路67から分岐ノズル63に向けて分岐する分岐流路68が形成されており、分岐流路68は、投入流路67から放射状に中心軸と直交する方向の水平方向へ8本に分岐する放射流路68Aと、放射流路68Aの外周側で周方向の両側に分岐する周方向流路68Bとを有するように形成されている。さらに、図11(b)に示すように、本体61及び各分岐ノズル63の内部において、分岐流路68の周方向流路68Bの周方向の端部のそれぞれから下方に向けて注入流路69が形成され、その注入流路69の下端が射出口60Bとして形成されている。また、注入流路69のそれぞれの内部には、射出口60Bを開閉するストップバルブ64が設けられている。

40

【0027】

また、このランナ60には、周方向に周回するように配置された電熱線65と、同じく

50

周方向に周回するように配置された冷媒流路 6 6 とが設けられており、これら電熱線 6 5 と冷媒流路 6 6 とは、図 8 に示す温調装置 8 2 (Temp Control Device) に接続されている。この温調装置 8 2 は、ランナ 6 0 が保持治具 1 0 の押圧板 1 2 に対して切離されるため、ランナ 6 0 が熱の外乱として保持治具 1 0 及びロータコア 1 A の温度から影響を受けるので、電熱線 6 5 に電流を供給して加熱したり、或いは冷媒流路 6 6 に冷媒を供給して冷却したりすることで、投入口 6 0 A から射出口 6 0 B までの間にある樹脂の温度を溶融開始温度以上かつ硬化開始温度未満の例えば 8 0 度程度に維持するように調温する。このようにランナ 6 0 には、温調装置 8 2 が接続されているため、上下方向或いは回転方向に移動させることは難しいが、後述するように設置台 5 5 が駆動装置 5 9 によって昇降駆動或いは回転駆動されるため、樹脂注入工程 S 6 でランナ 6 0 を移動させることが無いように構成されている。

10

【0028】

以上のように構成された樹脂注入装置 3 0 に、保持治具 1 0 が取付けられたロータコア 1 A を設置する注入装置設置工程 S 5 では、まず、図 5 に示すように、テーブル部 5 0 から樹脂注入機 4 0 を離間させ、かつ設置台 5 5 を上面 5 5 a が下方板 5 1 と同じ位置となるように下げた状態で、図 6 に示すように、ランナ 6 0 を、上方板 5 2 の装着孔 5 2 a に上軸部 6 2 を嵌合させることで上方板 5 2 に装着する。この状態から、図 7 に示すように、保持治具 1 0 が取付けられたロータコア 1 A を設置台 5 5 に設置する。この際、上述したように設置台 5 5 の上面 5 5 a に設けられた凸部 (不図示) と、保持治具 1 0 の下板 1 1 に設けられた凹部 (不図示) とを嵌合させ、回転方向に移動不能に固定する。そして、図 8 に示すように、設置台 5 5 を駆動装置 5 9 により上昇させ、保持治具 1 0 に形成された上板 1 3 の貫通孔 1 3 c と押圧板 1 2 の注入孔 1 2 c とに分岐ノズル 6 3 が挿入され、注入孔 1 2 c に分岐ノズル 6 3 の先端が圧接された状態にセットされることで、樹脂注入装置 3 0 に対するロータコア 1 A が設置される。

20

【0029】

[樹脂注入工程の詳細]

ついで、樹脂注入工程 S 6 の詳細について図 8、図 1 2 (a)、図 1 2 (b)、図 1 2 (c) を用いて説明する。まず、保持治具 1 0 の押圧板 1 2 の注入孔 1 2 c とロータコア 1 A の孔部 1 B との位置関係と、注入孔 1 2 c の形状とについて説明する。なお、図 1 2 (b) は図 1 2 (a) の A - A 矢視断面を示しており、図 1 2 (c) は図 1 2 (b) と同じ位置でロータコア 1 A から保持治具 1 0 を取外した状態を示している。

30

【0030】

図 1 2 (a) に示すように、保持治具 1 0 をロータコア 1 A に取付けた状態では、押圧板 1 2 の注入孔 1 2 c がロータコア 1 A の孔部 1 B の上方に少なくとも一部が重なる位置となる。詳細には、注入孔 1 2 c の中心は、孔部 1 B に対してロータコア 1 A の内径側に位置するように配置され、樹脂を孔部 1 B に注入した際に、樹脂の圧力によって磁石 1 M を外周側に押付ける。これにより、磁石 1 M はロータコア 1 A の外径側に寄せられ、つまり回転電機としてステータに組付けられた際に磁石 1 M がなるべくステータに近づけられ、磁力を強めて回転電機の出力や効率の向上が図られている。

【0031】

保持治具 1 0 の押圧板 1 2 の注入孔 1 2 c は、図 1 2 (b) に示すように、分岐ノズル 6 3 の先端にある円錐形状の傾斜面 6 3 a が圧接されて嵌合可能であるように内径が徐々に小さくなる傾斜形状であり、嵌合されるとシールされた状態となる第 1 傾斜面 1 2 c a と、第 1 傾斜面 1 2 c a よりも下方 (ロータコア 1 A の側) に配置され、注入孔 1 2 c の中心に対して鋭角となる角度で傾斜することで、注入孔 1 2 c の貫通方向においてロータコア 1 A に向けて内径が小さくなる先細り形状となる第 2 傾斜面 1 2 c b と、第 1 傾斜面 1 2 c a と第 2 傾斜面 1 2 c b との間に形成され、分岐ノズル 6 3 が第 2 傾斜面 1 2 c b まで入り込むことを防止する段差部 1 2 c c と、第 2 傾斜面 1 2 c b の下方の先端に形成され、最も孔径が小さくなって絞り部として機能する小径部 1 2 c e と、小径部 1 2 c e の下方で小径部 1 2 c e よりも水平方向 (貫通方向に直交する方向) に広がり、かつ注

40

50

入孔 1 2 c の開口部となる拡大開口部 1 2 c d と、を有するように形成されている。

【 0 0 3 2 】

なお、本実施の形態において上記第 2 傾斜面 1 2 c b の角度 は例えば 3 0 度に形成されているが、鋭角であればよく、つまり 0 度よりも大きく 4 5 度未満であればよい。また、拡大開口部 1 2 c d は、本実施の形態では、図 1 2 (a) に示すように、上下方向から見て小径部 1 2 c e を包含する位置で水平方向に広がる矩形状に形成されているが、これに限らず、断面視で円形状、楕円形状、長孔形状等でも、どのような形状でも小径部 1 2 c e より水平方向の断面積が広がるように形成されていけばよい。この拡大開口部 1 2 c d は、押圧板 1 2 がロータコア 1 A の上面 1 A a に当接された状態で、ロータコア 1 A の上面 1 A a と孔部 1 B とに跨る位置となるように形成されている。また、小径部 1 2 c e は、例えば直径 1 mm ~ 5 mm 程度に形成されており、また、拡大開口部 1 2 c d の上下方向の厚みは、例えば 0 . 5 mm 程度に形成されている。

10

【 0 0 3 3 】

このように構成された保持治具 1 0 の押圧板 1 2 の注入孔 1 2 c からロータコア 1 A の孔部 1 B に樹脂を注入する樹脂注入工程 S 6 では、図 8 に示すように、樹脂注入装置 3 0 の樹脂注入機 4 0 において、ストップバルブ 4 3 が開かれると共にプランジャ 4 5 により流路 4 4 の樹脂が押圧されることで(図 1 0 参照)、射出口 4 0 A からランナ 6 0 の投入口 6 0 A に樹脂が射出され、樹脂がランナ 6 0 の投入流路 6 7 から 8 本の放射流路 6 8 A に分岐して流れ、さらにそれぞれの放射流路 6 8 A から周方向流路 6 8 B によって 1 6 本の分岐ノズル 6 3 の射出口 6 0 B に流れ、各ストップバルブ 6 4 が開かれることで 1 6 箇所の射出口 6 0 B から各注入孔 1 2 c に樹脂が射出され、それら注入孔 1 2 c からロータコア 1 A の 1 6 箇所の孔部 1 B に樹脂が注入される。これにより、各孔部 1 B において、樹脂が磁石 1 M をロータコア 1 A の外径側に向けて押圧しつつ磁石 1 M の周囲に樹脂が充填されていく。

20

【 0 0 3 4 】

この際、孔部 1 B の内部にあった空気は、保持治具 1 0 の下板 1 1 の空気孔 1 1 c から抜けていき、樹脂が孔部 1 B に隙間なく充填される。また、ロータコア 1 A は、上述したように樹脂の硬化開始温度よりも高く加熱されているため、孔部 1 B に充填された樹脂のうち、孔部 1 B の側面に触れた部分から硬化を開始し、これにより、積層鋼板 1 a 同士の隙間から樹脂が漏れ出ることが防止される。このように充填された樹脂 9 9 は、図 1 2 (c) に示すように、孔部 1 B の開口部分まで充填され、さらに、拡大開口部 1 2 c d に僅かに空気を逃がしながら拡大開口部 1 2 c d にも充填され、矩形の板状である樹脂の板部 9 9 a が、孔部 1 B とロータコア 1 A の上面 1 A a とに跨るように形成される。なお、この板部 9 9 a の機能については、後述の治具取外し工程 S 8 の詳細で説明する。

30

【 0 0 3 5 】

このように、ロータコア 1 A の 8 箇所の孔部 1 B に対する樹脂の充填が終わると、図 7 に示すように、設置台 5 5 を駆動装置 5 9 により下降して保持治具 1 0 が取付けられたロータコア 1 A を分岐ノズル 6 3 から離反させる。その後、駆動装置 5 9 により設置台 5 5 を回転して、樹脂が充填されていない孔部 1 B の上方に分岐ノズル 6 3 が位置するように位相合わせを行い、さらに設置台 5 5 を上昇して、樹脂の注入を行っていない注入孔 1 2 c に対して分岐ノズル 6 3 を挿入してセットする。そして、上述と同様に樹脂の注入を行って、3 2 箇所の孔部 1 B のうちの残りの 1 6 箇所の孔部 1 B に対しても同様に樹脂の充填を行い、以上で樹脂注入工程 S 6 を終了する。

40

【 0 0 3 6 】

[磁石固定工程の詳細]

次に、磁石固定工程 S 7 の詳細について説明する。上述の樹脂注入工程 S 6 が終了すると、図 9 に示すように、樹脂注入装置 3 0 から保持治具 1 0 が取付けられたロータコア 1 A を設置台 5 5 から取外して、つまり樹脂注入装置 3 0 からロータコア 1 A を取り出す。この状態で、保持治具 1 0 を取付けたままロータコア 1 A の温度を不図示の加熱装置によって樹脂の硬化開始温度以上の例えば 1 5 0 度程度が維持されるように加熱する。即ち、

50

ロータコア 1 A の孔部 1 B に充填された樹脂は、上述のように注入時にロータコア 1 A に触れた部分から硬化が開始されるが、孔部 1 B の内部で完全に硬化していない部位もあるため、この磁石固定工程 S 7 においては、加熱された状態で維持し、孔部 1 B の樹脂が硬化開始温度以上に維持されて完全に硬化するまで、所定時間の間、硬化開始温度以上に維持することで、ロータコア 1 A の孔部 1 B に樹脂によって磁石 1 M が完全に固定される。なお、本実施の形態では、磁石固定工程 S 7 で加熱装置によりロータコア 1 A の温度を例えば 150 度程度となるように加熱しているものを説明しているが、樹脂の硬化を早めるため、これ以上の温度（例えば 170 度程度）に加熱するようにしてもよい。

【0037】

以上のように、磁石固定工程 S 7 で樹脂の硬化が完了すると、ロータコア 1 A は、ロータ 1 として完成したことになる。なお、その後、ロータ 1 にはロータ軸等が取付けられて軸付きロータとなり、回転電機の部品としての広義のロータを構成することになる。

10

【0038】

なお、本実施の形態では、加熱工程 S 4 と磁石固定工程 S 7 とを分けて記載しているが、上述したように、加熱工程 S 4 においてロータコア 1 A の加熱を開始し、磁石固定工程 S 7 までロータコア 1 A の温度を樹脂の硬化開始温度以上に維持しているため、広義としての加熱工程は、加熱工程 S 4、注入装置設置工程 S 5、樹脂注入工程 S 6、磁石固定工程 S 7 まで継続していることになる。また、換言すると、加熱工程 S 4 も、樹脂の注入前であるが、樹脂を硬化させるために加熱しているので、磁石 1 M をロータコア 1 A に固定する工程であると言える。

20

【0039】

[治具取外し工程の詳細]

続いて、治具取外し工程 S 8 の詳細について説明する。上述の磁石固定工程 S 7 において磁石 1 M がロータコア 1 A の孔部 1 B に樹脂の硬化によって完全に固定されると、保持治具 10 をロータコア 1 A（ロータ 1）から取外す。即ち、治具取付け工程 S 3 でロータコア 1 A に対する保持治具 10 の取付け順と逆の順で保持治具 10 をロータコア 1 A から取外す。具体的には、図 4 に示すボルト 21 の締結を解除して上板 13 及びコイルスプリング 23 を取外し、続いて、押圧板 12 を第 2 軸 15 から抜くことで下板 11 から取外して図 3 に示す状態にし、最後に、下板 11 からロータコア 1 A を上方に向けて取出すことで治具取外し工程 S 8 が終了する。

30

【0040】

ここで、保持治具 10 の押圧板 12 の注入孔 12c による樹脂の切離しについて、図 13 (a) 及び図 13 (b) を用いて説明する。なお、図 13 (a) 及び図 13 (b) に示す図は、説明を容易にするために模式的に示した図であり、注入孔 12c の詳細な形状は図 12 (b) に示す形状が正確である。

【0041】

一般に、樹脂をノズルから充填した後、ノズルを離間させると、硬化していない樹脂が糸状に延びて、所謂バリを生じてしまうことがあり、そのバリが回転電機の内部で周辺の部品と接触しないように、或いは回転電機の内部に脱落しないようにするため、そのバリを綺麗に除去するバリ取り処理を行う必要がある。しかしながら、このようなバリ取り処理する工程は、専用設備が必要であり、また、バリ取り処理の自動化が困難であることから作業者を配する必要がある、コストが増大する虞がある。そのため、本実施の形態においては、バリ取り処理が不要となるように、注入孔 12c の形状に特徴を有するものである。

40

【0042】

上述した樹脂注入工程 S 6 においては、図 13 (a) に示すように、ランナ 60 の分岐ノズル 63 が押圧板 12 の注入孔 12c に挿入されて圧接された状態でロータコア 1 A の孔部 1 B に樹脂の注入が行われる。この際、射出口 60B の位置は、段差部 12cc によって分岐ノズル 63 が第 2 傾斜面 12cb に入り込まないため、注入孔 12c の小径部 12ce よりも貫通方向における第 2 傾斜面 12cb の側の位置にあり、分岐ノズル 63 の

50

射出口 60B よりも下方にあって、特に第 2 傾斜面 12cb に囲まれた部分と、拡大開口部 12cd に囲まれた部分とに、樹脂 99 が充填され、図 13 (b) に示すように、拡大開口部 12cd によって板部 99a (図 12 (c) 参照) が形成されると共に、板部 99a に繋がる形で第 2 傾斜面 12cb によって円錐状の円錐部 99b が形成される。この際、小径部 12ce によって、樹脂の板部 99a と円錐部 99b との間に水平方向に絞られた括れが形成される。なお、本実施の形態においては、射出口 60B が第 1 傾斜面 12ca の端部の位置にあるが、第 2 傾斜面 12cb の途中まで入り込んでいてもよい。

【0043】

そして、治具取外し工程 S8 において、押圧板 12 がロータコア 1A の上面 1Aa から取外される際、押圧板 12 をロータコア 1A から離反させると、第 2 傾斜面 12cb が円錐部 99b を啞え込んだ形で上方に引っ張り、剛性が弱い括れ部分にせん断応力を集中させて破断させることができる。また、押圧板 12 を上方に引張る際、円錐部 99b が板部 99a を引張ることになるが、板部 99a は、図 12 (a) に示すように、孔部 1B とロータコア 1A の上面 1Aa とに跨り、かつ小径部 12ce の断面積以上の面積で板部 99a がロータコア 1A に貼付くように形成されているため、引張り応力の大部分がロータコア 1A の上面 1Aa で受けられ、孔部 1B の樹脂 99 を介して磁石 1M を引張って磁石 1M の位置精度に影響を与えることを防止することができる。なお、図 13 (b) で示す円錐部 99b の破断部位 99bx と板部 99a の破断部位 99ax とは、破断部位 99ax が凹状で破断部位 99bx が凸状となるものを示しているが、温度や引っ張り強さの加減により、略平滑となったり、凹凸が逆となったりすることもある。また、分岐ノズル 63 が注入孔 12c から離反する際、射出口 60B から樹脂が糸状に延びてバリを生じることもあるが、そのバリが生じる部分は円錐部 99b の上部であり、円錐部 99b は最終的に破棄されるため、その部分でバリが生じてもロータコア 1A にバリが残ることはない。

【0044】

以上のように、治具取外し工程 S8 において、ロータコア 1A から保持治具 10 の押圧板 12 を取外す際に、樹脂の板部 99a から綺麗に円錐部 99b を破断させることができ、例えばバリ取り処理を行う工程を不要とすることができる。また、後述の冷却工程 S9 で冷却する前に保持治具 10 を取外すので、下板 11 とロータコア 1A の孔部 1B の樹脂との間、押圧板 12 と上記樹脂の板部 99a や孔部 1B との間、の切離しを樹脂が冷却されずに高温の状態で行うことができ、つまり樹脂の冷却によって固着が強まる前に切離すことができるので、保持治具 10 の取外しも容易にできる。なお、押圧板 12 の注入孔 12c に残った円錐部 99b は、例えばピン等で押し出すことで除去されて破棄される。その後、保持治具 10 は、下板 11 の空気孔 11c も含めて、それぞれの部品がブラシ等で清掃され、次のロータコア 1A の製造に再び用いられる。

【0045】

[冷却工程の詳細]

最後に、冷却工程 S9 の詳細について説明する。上述したように治具取外し工程 S8 において、保持治具 10 がロータコア 1A (ロータ 1) から取外された後、保持治具 10 が取外されたロータコア 1A と、ロータコア 1A から取外した保持治具 10 とを、冷却装置に共に投入して、ロータコア 1A 及び保持治具 10 とをそれぞれ冷却装置の内部で個別に冷却する。即ち、ロータコア 1A に保持治具 10 を取付けた状態であると、特に下板 11 と押圧板 12 とがロータコア 1A の上下方向の両面に接して覆った状態となるため、保持治具 10 を取外すことで、ロータコア 1A において露出する表面積が取外す前よりも大きくなり、冷却効率が上昇する。また、保持治具 10 も熱容量が大きいいため、ロータコア 1A に保持治具 10 を取付けた状態では、熱容量が大きくて冷え難いが、それらを分離することでそれぞれの熱容量が小さくなり、冷却効率が上昇する。これにより、ロータコア 1A の冷却時間を短縮することが可能となり、また、保持治具 10 の冷却時間も短縮することが可能となる。

【0046】

< 本実施の形態のまとめ >

10

20

30

40

50

以上説明した本ロータの製造方法は、

回転電機のロータ(1)を製造するロータの製造方法において、

積層鋼板(1a)に形成された孔部(1B)に磁石部材(1M)が配置されたロータコア(1A)を、積層方向に押圧した状態で保持する保持治具(10)を取付ける治具取付け工程(S3)と、

前記保持治具(10)が取付けられたロータコア(1A)の孔部(1B)に熱硬化性の樹脂(99)を注入する樹脂注入工程(S6)と、

前記樹脂(99)が前記孔部(1B)に注入された前記ロータコア(1A)を加熱して前記樹脂(99)を硬化させ、前記磁石部材(1M)を前記孔部(1B)に固定する加熱工程(S4, S7)と、

前記保持治具(10)を前記ロータコア(1A)から取外す治具取外し工程(S8)と、

前記保持治具(10)が取外された前記ロータコア(1A)を冷却する冷却工程(S9)と、を備える。

【0047】

これにより、ロータコア1Aを、熱容量の大きい保持治具10を取外した状態で冷却するので、冷却時間の短縮化を図ることができる。このため、ロータコア1Aを次の製造工程(例えば回転電機の製造工程等)に進ませる場合、或いは工場から出荷させる場合における時間短縮を可能とすることができる。また、冷却する前に保持治具10をロータコア1Aから取外すので、樹脂が冷却されて固着が強まるまでに保持治具10の取外しを行うことができ、保持治具10の取外しを容易に行うことができる。

【0048】

また、本ロータの製造方法は、

前記冷却工程(S9)にあって、前記保持治具(10)が取外された前記ロータコア(1A)を冷却装置に投入して冷却する。

【0049】

これにより、ロータコア1Aを自然放熱で冷却するよりも冷却時間を短縮することができる。

【0050】

また、本ロータの製造方法は、

前記冷却工程(S9)において、前記ロータコア(1A)から取外した前記保持治具(10)を前記ロータコア(1A)と共に前記冷却装置に投入して冷却する。

【0051】

これにより、保持治具10を自然放熱で冷却するよりも冷却時間を短縮することができる。

【0052】

<他の実施の形態の可能性>

なお、以上説明した本実施の形態においては、保持治具10が大まかに下板11、押圧板12、上板13、及びコイルスプリング23で構成されたものを説明したが、これに限らず、ロータコア1Aを積層方向に挟持して保持できるものであれば、どのような構成であってもよい。

【0053】

また、本実施の形態においては、加熱工程S4で樹脂の硬化開始温度以上に加熱してから樹脂の注入を行うものを説明したが、これに限らず、加熱工程S4で予熱として熔融開始温度程度に加熱し、樹脂の注入後の磁石固定工程S7で加工温度以上に本加熱するものであっても構わない。

【0054】

また、本実施の形態においては、冷却工程S9で保持治具10も冷却装置で冷却する場合を説明したが、これに限らず、保持治具10を自然冷却してもよく、特に保持治具10を再利用するとしても自然冷却で足りるように保持治具10を多数準備しておけばよい。

【0055】

10

20

30

40

50

また、本実施の形態においては、冷却工程 S 9 でロータコア 1 A (ロータ 1) を冷却装置で冷却する場合を説明したが、これに限らず、ロータコア 1 A を自然冷却するとしても、保持治具 1 0 を取外す方が冷却時間を短縮できることは勿論のことである。

【 0 0 5 6 】

また、本実施の形態においては、樹脂の板部 9 9 a 及び円錐部 9 9 b を形成する注入孔 1 2 c を、当接部材としての保持治具 1 0 の押圧板 1 2 に形成したものを説明したが、これに限らず、例えばロータコア 1 A を保持治具 1 0 で保持せず、別の手法で保持して樹脂注入を行う場合等、保持治具 1 0 を用いない場合も考えられる。この場合、樹脂の板部 9 9 a 及び円錐部 9 9 b を形成する注入孔は、ロータコア 1 A に当接させる別のプレート等に形成することが考えられる。

10

【 0 0 5 7 】

また、本実施の形態においては、注入孔 1 2 c により樹脂の板部 9 9 a 及び円錐部 9 9 b を形成するものを説明したが、これらの形状はどのようなものでもよい。即ち、拡大開口部でロータコア 1 A の上面よりも突出するように形成される形状は、板状でなく、例えば三角錐状、四角錐状、円錐状、半球状等でもよく、また、先細り部で形成される形状は、円錐状でなく、例えば三角錐状、四角錐状、円錐状、半球状等でもよい。

【 0 0 5 8 】

また、本実施の形態においては、ランナ 6 0 をテーブル部 5 0 に着脱自在に支持したものを説明したが、ランナ 6 0 を樹脂注入機 4 0 のノズル部 4 2 等に直接的に固定して支持させてもよく、さらには、テーブル部 5 0 以外の他の部材に支持させるようにしてもよい。

20

【 0 0 5 9 】

また、本実施の形態においては、設置台 5 5 にロータコア 1 A を設置し、ランナ 6 0 に向けてロータコア 1 A を上昇させて射出口 6 0 B を注入孔 1 2 c を介してロータコア 1 A の孔部 1 B に対向させるものを説明したが、これに限らず、樹脂注入機 4 0 やランナ 6 0 の向きによっては、ロータコア 1 A をどの方向に向けて移動してもよく、つまり少なくとも樹脂注入工程 S 6 で樹脂注入機 4 0 やランナ 6 0 を移動させないように構成できれば、どのような構成でもよい。

【 0 0 6 0 】

また、本実施の形態においては、温調装置 8 1 が樹脂注入機 4 0 の温度管理を行い、温調装置 8 2 がランナ 6 0 の温度管理を行うものについて説明したが、これに限らず、例えば 1 つの温調装置で温度管理を行うようにしてもよく、反対に、さらに多くの温調装置を用いて樹脂注入機 4 0 やランナ 6 0 の温度管理を細分化するようにしてもよい。

30

【 0 0 6 1 】

また、本実施の形態においては、樹脂注入機 4 0 が溶融された樹脂を圧縮して射出する所謂圧縮成型の樹脂注入機と同様な構成のものを説明したが、これに限らず、例えば予熱した樹脂材料をトランスファー室に入れてから射出する所謂トランスファー成型の樹脂注入機を用いても構わない。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 2 】

- 1 ... ロータ
- 1 A ... ロータコア
- 1 B ... 孔部
- 1 M ... 磁石部材 (磁石)
- 1 a ... 積層鋼板
- 1 0 ... 保持治具
- 9 9 ... 樹脂
- S 3 ... 治具取付け工程
- S 4 ... 加熱工程
- S 6 ... 樹脂注入工程
- S 7 ... 加熱工程 (磁石固定工程)

40

50

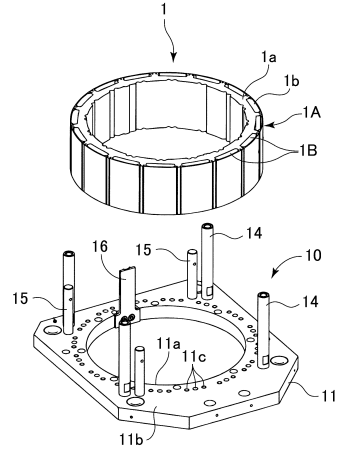
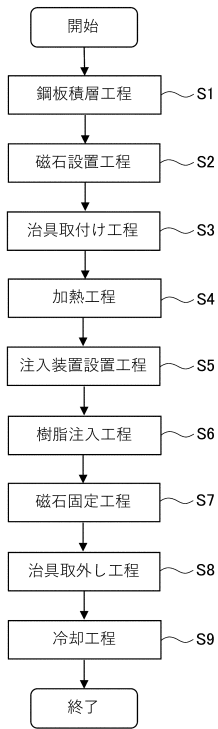
S 8 ... 治具取外し工程

S 9 ... 冷却工程

【 図面 】

【 図 1 】

【 図 2 】



10

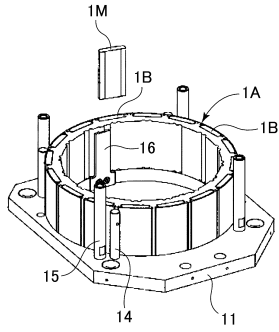
20

30

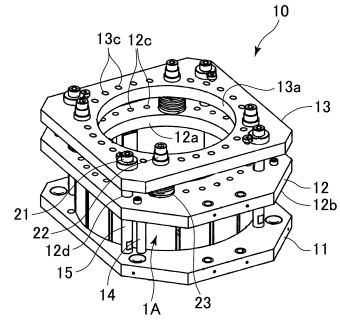
40

50

【 図 3 】



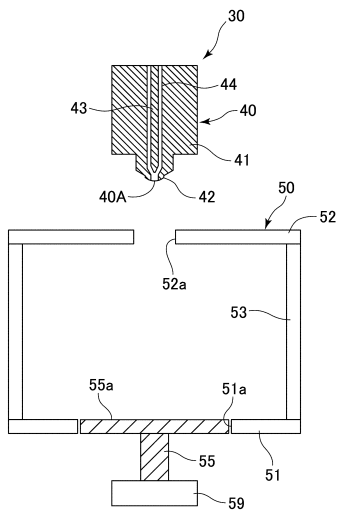
【 図 4 】



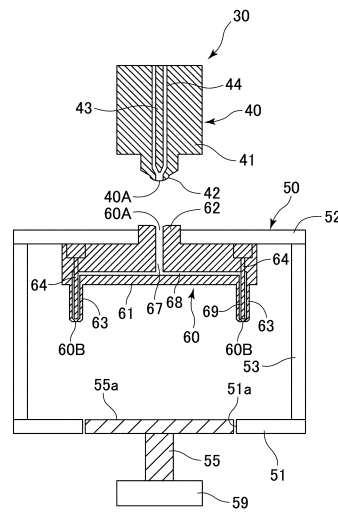
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

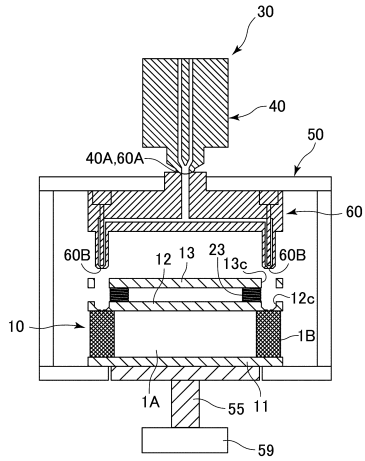


30

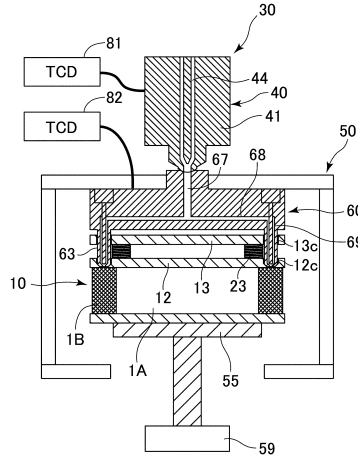
40

50

【 図 7 】



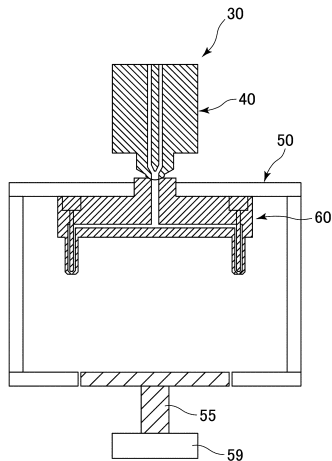
【 図 8 】



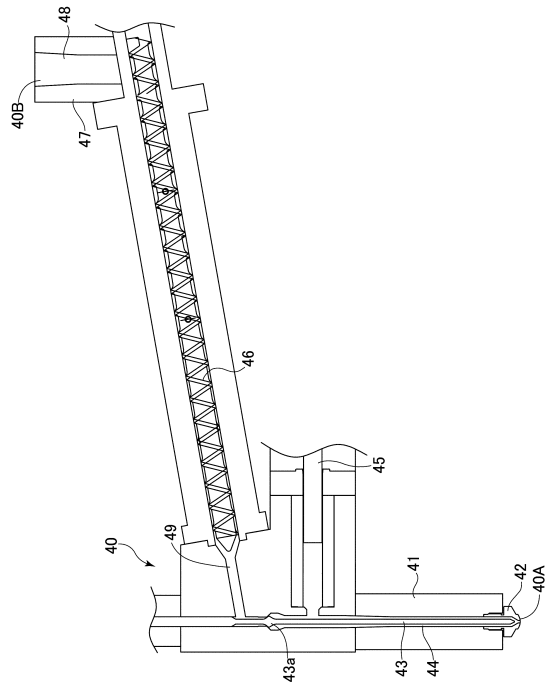
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

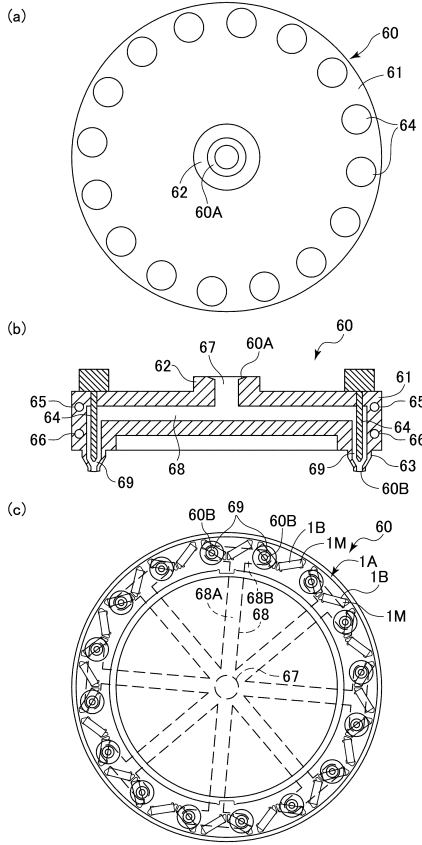


30

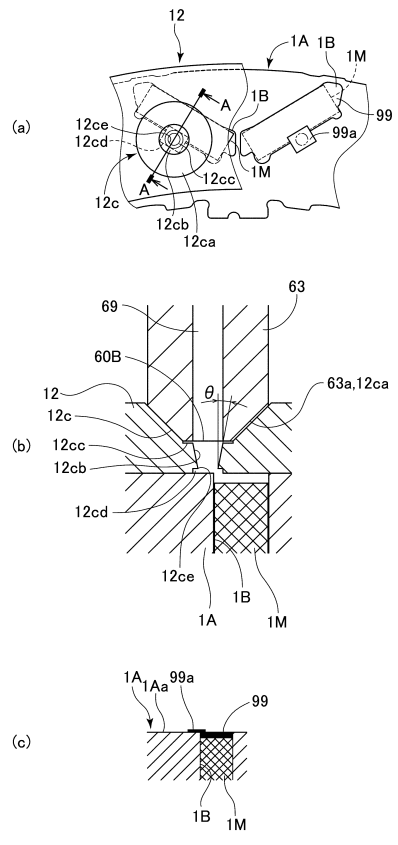
40

50

【 図 1 1 】



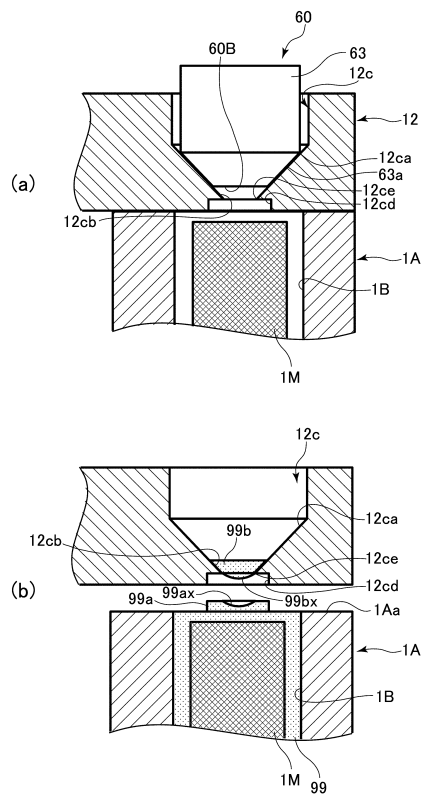
【 図 1 2 】



10

20

【 図 1 3 】



30

40

50

フロントページの続き

愛知県刈谷市朝日町 2 丁目 1 番地 アイシン精機株式会社内

審査官 谿花 正由輝

(56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 0 6 4 3 2 7 (J P , A)

特許第 6 5 3 3 6 3 5 (J P , B 1)

(58)調査した分野 特開 2 0 1 9 - 1 7 6 6 2 2 (J P , A)
(Int.Cl. , D B 名)

H 0 2 K 1 5 / 0 3

B 2 9 C 4 5 / 1 4