

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7480676号  
(P7480676)

(45)発行日 令和6年5月10日(2024.5.10)

(24)登録日 令和6年4月30日(2024.4.30)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 K	15/03 (2006.01)	H 0 2 K	15/03	Z
H 0 2 K	1/278(2022.01)	H 0 2 K	1/278	
H 0 2 K	15/12 (2006.01)	H 0 2 K	15/12	E
B 2 9 C	45/02 (2006.01)	B 2 9 C	45/02	
B 2 9 C	33/12 (2006.01)	B 2 9 C	33/12	

請求項の数 8 (全26頁)

(21)出願番号 特願2020-181917(P2020-181917)

(22)出願日 令和2年10月29日(2020.10.29)

(65)公開番号 特開2021-101605(P2021-101605  
A)

(43)公開日 令和3年7月8日(2021.7.8)

審査請求日 令和4年11月7日(2022.11.7)

(31)優先権主張番号 特願2019-199429(P2019-199429)

(32)優先日 令和1年10月31日(2019.10.31)

(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 特願2019-237345(P2019-237345)

(32)優先日 令和1年12月26日(2019.12.26)

(33)優先権主張国・地域又は機関  
日本国(JP)

(73)特許権者 000000011

株式会社アイシン  
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(74)代理人 110003133

弁理士法人近島国際特許事務所

(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

(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 大屋 遥平

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】

常温において固体であり、溶融開始温度以上に加熱することで液体となり、硬化開始温度以上に加熱することで硬化する特性を有する熱硬化性の樹脂を用い、積層鋼板により形成されたロータコアの孔部に磁石部材を配置し、樹脂注入装置により樹脂を注入し、注入した樹脂を硬化させ、前記磁石部材をロータコアに固定することで、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、

前記ロータコアを前記樹脂注入装置外に設けられた第1熱付与部により前記硬化開始温度以上に昇温する昇温工程と、

前記硬化開始温度以上である前記ロータコアの孔部に、前記樹脂注入装置内に設けられた第2熱付与部によって前記溶融開始温度以上かつ前記硬化開始温度未満に加熱され、液体状である樹脂を、前記樹脂注入装置によって注入する樹脂注入工程と、

前記ロータコアを前記硬化開始温度以上に維持して樹脂を硬化させる磁石固定工程と、を備える、

ロータの製造方法。

## 【請求項2】

前記昇温工程において、前記ロータコアを前記硬化開始温度以上である加熱温度に昇温し、

前記磁石固定工程において、前記ロータコアを、樹脂の硬化を前記樹脂注入工程で樹脂の注入を終了してから所定時間以内に終了することが可能な前記加熱温度よりも高い固定

10

20

温度に昇温する、

請求項 1 に記載のロータの製造方法。

【請求項 3】

前記昇温工程及び前記磁石固定工程において、前記ロータコアを加熱するための前記第 1 熱付与部は、同じ熱付与部である、

請求項 1 又は 2 に記載のロータの製造方法。

【請求項 4】

前記昇温工程において、前記ロータコアを、樹脂の硬化を前記樹脂注入工程で樹脂の注入を終了してから所定時間以内に終了することが可能な固定温度に昇温し、

前記磁石固定工程において、前記ロータコアを加熱しない、

請求項 1 に記載のロータの製造方法。

10

【請求項 5】

前記樹脂注入工程において、前記ロータコアが前記積層鋼板の積層方向に押圧された状態で樹脂の注入を行う、

請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載のロータの製造方法。

【請求項 6】

前記昇温工程の前に、保持治具内に前記積層鋼板を配置し、前記ロータコアの孔部に前記磁石部材を配置する治具取付け工程を備える、

請求項 5 に記載のロータの製造方法。

【請求項 7】

前記保持治具は、第 1 板と、樹脂注入孔が形成された第 2 板と、を有し、前記第 1 板及び前記第 2 板によって前記積層方向における両端にある積層鋼板に面接触して前記ロータコアを押圧する、

請求項 6 に記載のロータの製造方法。

20

【請求項 8】

前記樹脂注入工程において、前記第 2 熱付与部によって前記硬化開始温度以上に加熱された前記樹脂注入装置に固体の樹脂を投入し、その樹脂を溶融しつつ前記硬化開始温度になる前に通過させて、前記硬化開始温度以上である前記ロータコアの孔部に注入する、

請求項 1 に記載のロータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

30

【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に、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、孔に磁石を挿入して、ロータコアを予熱しておき、ロータコアの孔に熱硬化性の樹脂を注入し、その後ロータコアを本加熱することで、ロータコアに磁石を固定して、磁石がロータコアに埋め込まれたロータを得るものが提案されている（特許文献 1 参照）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特許第 5 3 7 3 2 6 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上述のようにロータコアは、積層鋼板が積層されることで形成されているので、治具等でロータコアを挟持するように付勢しておいたとしても、溶融した樹脂をロー

50

タコアの孔に注入した後、本加熱で樹脂を硬化させるまでの溶融樹脂の滞留時間が長いと、積層鋼板同士の隙間から樹脂が漏れ出す虞があるという問題があった。

【0005】

そこで、ロータコアの孔部に樹脂を注入した際に、樹脂が積層鋼板同士の間から漏れ出すことの防止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】

【0006】

本ロータの製造方法は、

常温において固体であり、溶融開始温度以上に加熱することで液体となり、硬化開始温度以上に加熱することで硬化する特性を有する熱硬化性の樹脂を用い、積層鋼板により形成されたロータコアの孔部に磁石部材を配置し、樹脂注入装置により樹脂を注入し、注入した樹脂を硬化させ、前記磁石部材をロータコアに固定することで、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、

10

前記ロータコアを前記樹脂注入装置外に設けられた第1熱付与部により前記硬化開始温度以上に昇温する昇温工程と、

前記硬化開始温度以上である前記ロータコアの孔部に、前記樹脂注入装置内に設けられた第2熱付与部によって前記溶融開始温度以上かつ前記硬化開始温度未満に加熱され、液体状である樹脂を、前記樹脂注入装置によって注入する樹脂注入工程と、

前記ロータコアを前記硬化開始温度以上に維持して樹脂を硬化させる磁石固定工程と、

20

【発明の効果】

【0007】

本ロータの製造方法によると、ロータコアの孔部に樹脂を注入した際に、孔部に触れた樹脂が硬化開始温度以上となって硬化するため、樹脂が積層鋼板同士の間から漏れ出すことの防止を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】第1の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。

30

【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】加熱装置においてロータコア及び保持治具を加熱する状態を示す断面図。

【図8】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9】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10】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11】注入装置における注入機を示す断面図。

40

【図12】(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。

【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14】(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。

【図15】ロータコアの孔部に注入された樹脂の状態を説明する説明図。

50

【図 16】第 1 の実施の形態に係る各工程でのロータコアの温度と樹脂の温度との遷移を示すタイムチャート。

【図 17】従来の各工程でのロータコアの温度と樹脂の温度との遷移を示すタイムチャート。

【図 18】第 2 の実施の形態に係る樹脂注入装置を示す模式断面図。

【図 19】第 3 の実施の形態に係る各工程でのロータコアの温度と樹脂の温度との遷移を示すタイムチャート。

【発明を実施するための形態】

【0009】

< 第 1 の実施の形態 >

以下、本第 1 の実施の形態を図に沿って説明する。

【0010】

[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 1 b が形成された積層鋼板 1 a が積層されることで構成されるロータコア 1 A を有している。ロータコア 1 A には、上記孔 1 b が位相を合わせられた状態で積層鋼板 1 a が積層方向に積層されることで、複数の孔部 1 B が形成されており、図 3 に示すように、それら孔部 1 B のそれぞれに磁石部材としての磁石 1 M が挿入されて設置され、その状態で樹脂によって磁石 1 M が孔部 1 B に固定されることで、磁石 1 M がロータコア 1 A に埋設されたロータ 1 が構成される。

【0011】

[ロータの製造方法の概略]

続いて、第 1 の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 1 a を積層してロータコア 1 A を構成する鋼板積層工程 S 1 と、ロータコア 1 A の孔部 1 B に磁石 1 M を挿入して設置する磁石設置工程 S 2 と、ロータコア 1 A に保持治具 1 0 を取付ける治具取付け工程 S 3 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 1 A を昇温する昇温工程 S 4 と、樹脂を注入する樹脂注入装置 3 0 にロータコア 1 A を設置する注入装置設置工程 S 5 と、樹脂注入装置 3 0 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 1 0 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 1 0 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。

【0012】

[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 1 0 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 1 0 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 1 0 の下板 1 1 の上面 1 1 b に設置してもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 3 】

保持治具 1 0 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。

10

## 【 0 0 1 4 】

## [ 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 1 0 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 2 ( 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。

20

## 【 0 0 1 5 】

## [ 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 1 0 の構成について説明する。

## 【 0 0 1 6 】

図 4 に示すように、保持治具 1 0 は、大まかに、第 1 板としての下板 1 1、第 2 板としての押圧板 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樹脂注入孔である注入孔 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。

30

## 【 0 0 1 7 】

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。

40

## 【 0 0 1 8 】

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（積層鋼板 1 a を配置

50

し)、貫通孔 15 d を第 2 軸 15 に貫通させつつ押圧板 12 をロータコア 1 A の上方に設置し、コイルスプリング 23 を押圧板 12 との間に挟持しつつ上板 13 を設置して、ボルト 21 により第 2 軸 15 と上板 13 とを締結する。これにより、積層方向(上下方向)の両端にある積層鋼板 1 a に下板 11 と押圧板 12 とが面接触し、孔部 1 B を除いた孔部 1 B の周りを含めて各種積層鋼板 1 a が押圧された状態となるように、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 10 がロータコア 1 A に取付けられる。

#### 【0019】

##### [昇温工程の詳細]

次に、昇温工程 S 4 の詳細について説明する。本第 1 の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、例えば熔融開始温度が 60 度、硬化開始温度が 120 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 が熔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。さらに、詳しくは後述するように、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 の少なくとも孔部 1 B 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 同士の間から漏れ出すことを防止させるものである。

#### 【0020】

以上のような背景から、昇温工程 S 4 において、図 7 に示すように、保持治具 10 に保持されている(保持治具 10 が取付けられた)ロータコア 1 A を、保持治具 10 ごと加熱装置 200 により加熱して昇温する。加熱装置 200 は、樹脂注入装置 30 の外に別の装置として存在しており、保持治具 10 を取付けたロータコア 1 A を入れる加熱室 201 を有している。さらに、加熱装置 200 は、ロータコア 1 A の外径側からロータコア 1 A を加熱する熱付与部としての誘導加熱器 210 と、ロータコア 1 A の内径側からロータコア 1 A を加熱する熱付与部としての誘導加熱器 220 とを有しており、誘導加熱器 210 の誘導加熱を行うコイル 211 は、ロータコア 1 A の外周面に対向して周回するように配置され、一方の誘導加熱器 220 の誘導加熱を行うコイル 221 は、ロータコア 1 A の内周面に対向して周回するように配置されている。昇温工程 S 4 では、このような加熱装置 200 によって、ロータコア 1 A の少なくとも孔部 1 B を樹脂の硬化開始温度以上に加熱して昇温する。本第 1 の実施の形態においては、昇温工程 S 4 において、ロータコア 1 A の孔部 1 B が例えば 150 度程度になるように昇温する。

#### 【0021】

なお、本実施の形態においては、ロータコア 1 A の外径側から加熱する誘導加熱器 210 と、ロータコア 1 A の内径側から加熱する誘導加熱器 220 と、を備えたものを説明しているが、何れか一方だけを備えたものであってもよい。また、本実施の形態では、ロータコア 1 A を誘導加熱によって加熱して昇温するものを説明しているが、これに限らず、加熱室の雰囲気温度を上昇して加熱室内部に設置されたロータコア 1 A を加熱して昇温する、所謂雰囲気路を用いる手法であっても構わない。

#### 【0022】

##### [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 30 に、保持治具 10 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 8、図 9、図 11、図 12(a)、図 12(b)、図 12(c)を用いて説明する。まず、樹脂注入装置 30 の構造について説明する。

#### 【0023】

図 6 に示すように、樹脂注入装置 30 は、狭義として、樹脂注入機 40 とテーブル部 50 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 1 A 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 11 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 40 B 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 40 B から投入された樹脂を熔融しつつかつ攪拌

10

20

30

40

50

しつつ流路 4 9 に送出するスクリュ 4 6 と、流路 4 9 に導通する流路 4 4 が形成された筒部 4 1 と、筒部 4 1 の下端に固定され、下端が樹脂を射出する射出口 4 0 A を形成するノズル部 4 2 と、流路 4 9 から流路 4 4 への樹脂の流れを開閉弁 4 3 a によって開閉するストップバルブ 4 3 と、流路 4 4 の樹脂を射出口 4 0 A から射出させるプランジャ 4 5 と、を備えて構成されている。この樹脂注入機 4 0 には、図 9 に示すように、例えば樹脂注入装置 3 0 内にある熱付与部としての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 8 1 (Temp Control Device) が取付けられており、温調装置 8 1 は、樹脂材投入口 4 0 B から射出口 4 0 A 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 8 0 度程度に調温する。特に温調装置 8 1 は、スクリュ 4 6 を加熱することで樹脂材投入口 4 0 B 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 5 0 は、図 6 に示すように、下方側に配置された下方板 5 1 と、下方板 5 1 の側方端部に固定された側壁 5 3 と、側壁 5 3 に支持されて下方板 5 1 の上方に平行に対向配置された上方板 5 2 とを備えている。また、下方板 5 1 には中央部分に孔 5 1 a が形成されており、テーブル部 5 0 には、その孔 5 1 a の形状に合わせて形成され、上面 5 5 a が保持治具 1 0 の下板 1 1 を設置する台座となる設置台 5 5 と、その設置台 5 5 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 5 9 とが備えられている。なお、図示を省略したが、設置台 5 5 の上面 5 5 a には、凸部が設けられ、保持治具 1 0 の下板 1 1 の下面には凹部が設けられ、設置台 5 5 に保持治具 1 0 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 5 5 に対して保持治具 1 0 が回転方向に位置規制され、つまり設置台 5 5 の回転で保持治具 1 0 及びロータコア 1 A の回転方向の位置が制御される。

20

#### 【0025】

また、テーブル部 5 0 の上方板 5 2 には、図 5 に示すように、装着孔 5 2 a が形成されており、その装着孔 5 2 a にランナ 6 0 の上軸部 6 2 が嵌合されることで、ランナ 6 0 が着脱自在に装着される。ランナ 6 0 は、図 1 2 (a) 及び図 1 2 (b) に示すように、円板状の本体 6 1 と、本体 6 1 の中心から上方に延びる軸状の上軸部 6 2 と、本体 6 1 の下方の外周側から下方に延びる複数の分岐ノズル 6 3 と、を備えて構成されている。本第 1 の実施の形態において、分岐ノズル 6 3 は、ロータコア 1 A の孔部 1 B 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 1 A の孔部 1 B (即ち磁石 1 M) の数が 3 2 箇所である場合、分岐ノズル 6 3 は 1 6 本となるように構成されている。

30

#### 【0026】

ランナ 6 0 の内部においては、図 1 2 (b) に示すように、上端が樹脂の投入口 6 0 A となる投入流路 6 7 が上軸部 6 2 及び本体 6 1 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 1 2 (c) に示すように、本体 6 1 の内部において、投入流路 6 7 から分岐ノズル 6 3 に向けて分岐する分岐流路 6 8 が形成されており、分岐流路 6 8 は、投入流路 6 7 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 6 8 A と、放射流路 6 8 A の外周側で周方向の両側に分岐する周方向流路 6 8 B とを有するように形成されている。さらに、図 1 2 (b) に示すように、本体 6 1 及び各分岐ノズル 6 3 の内部において、分岐流路 6 8 の周方向流路 6 8 B の周方向の端部のそれぞれから下方に向けて注入流路 6 9 が形成され、その注入流路 6 9 の下端が射出口 6 0 B として形成されている。また、注入流路 6 9 のそれぞれの内部には、射出口 6 0 B を開閉するストップバルブ 6 4 が設けられている。

40

#### 【0027】

また、このランナ 6 0 には、周方向に周回するように配置された電熱線 6 5 と、同じく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 9 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

50

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。

#### 【 0 0 2 8 】

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 8 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 9 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。

#### 【 0 0 2 9 】

##### [ 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 9、図 1 3 ( a )、図 1 3 ( b )、図 1 3 ( c )、図 1 5 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 3 ( b ) は図 1 3 ( a ) の A - A 矢視断面を示しており、図 1 3 ( c ) は図 1 3 ( 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。

#### 【 0 0 3 0 】

図 1 3 ( 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。

#### 【 0 0 3 1 】

保持治具 1 0 の押圧板 1 2 の注入孔 1 2 c は、図 1 3 ( 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、本第 1 の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、本第 1 の実施の形態では、図 1 3 ( 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ればよい。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。

#### 【 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 9 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 1 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。

#### 【 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 ( 特に孔部 1 B の内周面は ) 、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、図 1 5 に示すように、孔部 1 B に充填された樹脂 9 9 のうち、内側の部分 9 9 B は液体のままであるが、孔部 1 B の側面に触れた部分 9 9 A から硬化を開始し、これにより、孔部 1 B において積層鋼板 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 3 ( 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。

#### 【 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 8 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。

#### 【 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 1 0 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 の温度を上記昇温工程 S 4 で用いた同じ加熱装置 2 0 0 によって樹脂の硬化開始温度以上の例えば 1 7 0 度程度に昇温する。即ち、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

10

20

30

40

50

い部位もあるため、この磁石固定工程 S 7 においては、さらに昇温し、樹脂注入工程 S 6 で樹脂の注入を終了してから所定時間（例えば 1 分間）以内に孔部 1 B の樹脂が完全に硬化するようにする。本実施の形態では、孔部 1 B の樹脂が完全に硬化しているように、所定時間が経過するまでの間、硬化開始温度 T 3 以上の固定温度 T 5 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、本第 1 の実施の形態では、磁石固定工程 S 7 で加熱装置 2 0 0 によりロータコア 1 A の温度を例えば 1 7 0 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、昇温工程 S 4 で既にロータコア 1 A が樹脂の硬化開始温度以上の例えば 1 5 0 度程度に加熱されているため、そのまま樹脂が硬化して磁石が固定されるまで硬化開始温度以上に維持されるように保温するだけでもよい。勿論、本第 1 の実施の形態のように、さらにロータコア 1 A を加熱した方が、その後の冷却時間を考慮しても、確実に樹脂が硬化するまでの時間は早い。

10

#### 【 0 0 3 7 】

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。

#### 【 0 0 3 8 】

なお、本第 1 の実施の形態では、昇温工程 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、昇温工程 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、広義としての昇温工程は、昇温工程 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、昇温工程 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。また、昇温とは、広義として、通常的环境温度に対してロータコア 1 A や樹脂の温度が上昇される状態にすることをいうものであり、必ずしも温度が上昇し続けるものに限定するものではない。

20

#### 【 0 0 3 9 】

##### [ 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 1 0 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 1 0 の取付け順と逆の順で保持治具 1 0 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 2 1 の締結を解除して上板 1 3 及びコイルスプリング 2 3 を取外し、続いて、押圧板 1 2 を第 2 軸 1 5 から抜くことで下板 1 1 から取外して図 3 に示す状態にし、最後に、下板 1 1 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

#### 【 0 0 4 0 】

ここで、保持治具 1 0 の押圧板 1 2 の注入孔 1 2 c による樹脂の切離しについて、図 1 4 ( a ) 及び図 1 4 ( b ) を用いて説明する。なお、図 1 4 ( a ) 及び図 1 4 ( 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 1 2 c の詳細な形状は図 1 3 ( b ) に示す形状が正確である。

40

#### 【 0 0 4 1 】

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、本第 1 の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 1 2 c の形状に特徴を有するものである。

#### 【 0 0 4 2 】

50

上述した樹脂注入工程 S 6 においては、図 1 4 ( a ) に示すように、ランナ 6 0 の分岐ノズル 6 3 が押圧板 1 2 の注入孔 1 2 c 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 6 0 B の位置は、段差部 1 2 c c によって分岐ノズル 6 3 が第 2 傾斜面 1 2 c b に入り込まないため、注入孔 1 2 c の小径部 1 2 c e よりも貫通方向における第 2 傾斜面 1 2 c b の側の位置にあり、分岐ノズル 6 3 の射出口 6 0 B よりも下方にあって、特に第 2 傾斜面 1 2 c b に囲まれた部分と、拡大開口部 1 2 c d に囲まれた部分とに、樹脂 9 9 が充填され、図 1 4 ( b ) に示すように、拡大開口部 1 2 c d によって板部 9 9 a ( 図 1 3 ( c ) 参照 ) が形成されると共に、板部 9 9 a に繋がる形で第 2 傾斜面 1 2 c b によって円錐状の円錐部 9 9 b が形成される。この際、小径部 1 2 c e によって、樹脂の板部 9 9 a と円錐部 9 9 b との間に水平方向に絞られた括れが形成される。なお、本第 1 の実施の形態においては、射出口 6 0 B が第 1 傾斜面 1 2 c a の端部の位置にあるが、第 2 傾斜面 1 2 c b の途中まで入り込んでいてもよい。

#### 【 0 0 4 3 】

そして、治具取外し工程 S 8 において、押圧板 1 2 がロータコア 1 A の上面 1 A a から取外される際、押圧板 1 2 をロータコア 1 A から離反させると、第 2 傾斜面 1 2 c b が円錐部 9 9 b 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 1 2 を上方に引張る際、円錐部 9 9 b が板部 9 9 a を引張ることになるが、板部 9 9 a は、図 1 3 ( a ) に示すように、孔部 1 B とロータコア 1 A の上面 1 A a とに跨り、かつ小径部 1 2 c e の断面積以上の面積で板部 9 9 a がロータコア 1 A に貼付くように形成されているため、引っ張り応力の大部分がロータコア 1 A の上面 1 A a で受けられ、孔部 1 B の樹脂 9 9 を介して磁石 1 M を引っ張って磁石 1 M 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 1 4 ( b ) で示す円錐部 9 9 b の破断部位 9 9 b x と板部 9 9 a の破断部位 9 9 a x とは、破断部位 9 9 a x が凹状で破断部位 9 9 b x 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 6 3 が注入孔 1 2 c から離反する際、射出口 6 0 B 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 9 9 b の上部であり、円錐部 9 9 b 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 1 A にバリが残ることはない。

#### 【 0 0 4 4 】

以上のように、治具取外し工程 S 8 において、ロータコア 1 A から保持治具 1 0 の押圧板 1 2 を取外す際に、樹脂の板部 9 9 a から綺麗に円錐部 9 9 b 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 S 9 で冷却する前に保持治具 1 0 を取外すので、下板 1 1 とロータコア 1 A の孔部 1 B の樹脂との間、押圧板 1 2 と上記樹脂の板部 9 9 a や孔部 1 B 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 1 0 の取外しも容易にできる。なお、押圧板 1 2 の注入孔 1 2 c に残った円錐部 9 9 b 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 1 0 は、下板 1 1 の空気孔 1 1 c 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 1 A の製造に再び用いられる。

#### 【 0 0 4 5 】

##### [ 冷却工程の詳細 ]

最後に、冷却工程 S 9 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 S 8 において、保持治具 1 0 がロータコア 1 A ( ロータ 1 ) から取外された後、保持治具 1 0 が取外されたロータコア 1 A と、ロータコア 1 A から取外した保持治具 1 0 とを、冷却装置に共に投入して、ロータコア 1 A 及び保持治具 1 0 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 1 A に保持治具 1 0 を取付けた状態であると、特に下板 1 1 と押圧板 1 2 とがロータコア 1 A 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 1 0 を取外すことで、ロータコア 1 A 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 1 0 も熱容量が大きいいため、ロータコア 1 A に保持治具 1 0 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

10

20

30

40

50

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 1 A 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】

[各工程におけるロータコアの温度と樹脂の温度との遷移について]

ついで、上述した各工程におけるロータコアの温度と樹脂の温度との遷移について図 16 及び図 17 を用いて説明する。まず、図 17 を用いて従来のロータコアの加熱手法について説明する。図 17 に示すように、時点  $t_{11}$  にロータコア 1 A を加熱して予熱する予熱工程を開始する際は、ロータコア 1 A の温度（以下、「ロータコア温度」という） $T_c$  は常温であり、一方で、樹脂注入機 40 で加熱されている樹脂の温度（以下、「樹脂温度」という） $T_r$  は溶融開始温度  $T_1$ （例えば 60 度）よりも高い温度（例えば 80 度）で溶融されている。なお、常温とは、工場等における樹脂注入装置 30 が設置されている環境の温度であり、例えば 15 度～30 度程度を想定している。また、樹脂注入機で溶融されている樹脂温度  $T_r$  は、そのままロータコア 1 A の孔部 1 B に注入される温度であるため、以下、注入温度  $T_2$  という。

10

【0047】

この予熱工程では、時点  $t_{12}$  にロータコア温度  $T_c$  が溶融開始温度  $T_1$  を超え、時点  $t_{13}$  までに注入温度  $T_2$  に加熱される。そして、時点  $t_{13}$  にロータコア 1 A が樹脂注入装置 30 に設置され、樹脂注入工程に進んで、ロータコア 1 A の孔部 1 B に樹脂注入機 40 から樹脂が注入される。その後、時点  $t_{14}$  に樹脂注入工程が終了すると、ロータコア 1 A は樹脂注入装置 30 から取外されて本昇温工程に進み、不図示の加熱装置で樹脂が注入されたロータコア 1 A を再加熱し、時点  $t_{15}$  に樹脂が硬化する硬化開始温度  $T_3$ （例えば 120 度）を超えて、時点  $t_{16}$  に目標となる例えば 150 度まで昇温される。そのまま時点  $t_{16}$  から磁石固定工程に進み、ロータコア 1 A の孔部 1 B に注入された樹脂が硬化されるまで待機し、時点  $t_{17}$  に樹脂の硬化が確実に終了している時間となると冷却工程に進み、ロータコア 1 A の冷却を時点  $t_{18}$  まで行って、以上でロータコア 1 A の孔部 1 B に樹脂を注入して磁石 1 M を固定する各工程を終了する。

20

【0048】

以上説明した従来のロータコア 1 A の加熱手法では、時点  $t_{13}$  からロータコア 1 A の孔部 1 B に対する樹脂の注入を開始した後、時点  $t_{15}$  にロータコア 1 A の温度が樹脂の硬化開始温度  $T_3$  を超えるまでの間が、孔部 1 B において溶融された樹脂が滞留している時間（以下、「溶融樹脂の滞留時間」という） $T_S$  となり、特にこの溶融樹脂の滞留時間  $T_S$  が長いため、途中の「x」印で示すように積層鋼板 1 a 同士の間から樹脂が漏れ出す虞がある。そこで本第 1 の実施の形態においては、以下に説明するようにロータコア 1 A の加熱手法を変えて、積層鋼板 1 a 同士の間から樹脂が漏れ出すことの防止を図るものである。

30

【0049】

続いて、図 16 を用いて本第 1 の実施の形態におけるロータコアの加熱手法について説明する。図 16 に示すように、時点  $t_1$  にロータコア 1 A を加熱する昇温工程 S4（図 1 参照）を開始する際は、本第 1 の実施の形態でも従来と同様に、ロータコア温度  $T_c$  は常温であり、一方で、樹脂注入機 40 で加熱（昇温）されている樹脂温度  $T_r$  は、溶融開始温度  $T_1$ （例えば 60 度）よりも高くかつ硬化開始温度  $T_3$  よりも低い温度（例えば 80 度）で溶融されていて、常温では固定の樹脂をロータコア 1 A の孔部 1 B に注入することが可能な状態となっている。

40

【0050】

本第 1 の実施の形態における昇温工程 S4 においては、ロータコア 1 A を樹脂の硬化開始温度  $T_3$ （例えば 120 度）よりも高い第 1 温度としての加熱温度  $T_4$ （例えば 150 度）まで昇温する。そのため、時点  $t_2$  にロータコア温度  $T_c$  が溶融開始温度  $T_1$  を超え、時点  $t_3$  に第 2 温度としての注入温度  $T_2$  を超える。そして、時点  $t_4$  にロータコア 1 A が樹脂注入装置 30 に設置され（注入装置設置工程 S5）、樹脂注入工程 S6 に進んで

50

、ロータコア 1 A の孔部 1 B に樹脂注入機 4 0 から樹脂が注入される。すると、孔部 1 B に注入された樹脂の特に孔部 1 B に触れた部分の樹脂温度  $T_r$  は、ロータコア 1 A の熱量によって加熱されて昇温され、時点  $t_5$  に硬化開始温度  $T_3$  を超えて概ね加熱温度  $T_4$  まで上昇する。

#### 【 0 0 5 1 】

なお、ロータコア 1 A の孔部 1 B に注入される樹脂の熱容量に対して、金属製のロータコア 1 A の熱容量が遙かに大きいため、ロータコア温度  $T_c$  は下降したとしても僅かである（例えば 0.1 度程度である）。また、ロータコア 1 A を加熱する際は、例えば誘導加熱器 2 1 0, 2 2 0 等で加熱するため、全体に均等に加熱されるとは限らないが、少なくとも孔部 1 B の部分が樹脂注入工程 S 6 で樹脂を注入する際に加熱温度  $T_4$  となっていればよい。具体的には、加熱装置からロータコア 1 A を取り出し、樹脂注入装置 3 0 に設置する注入装置設置工程 S 5 を経て、樹脂注入工程 S 6 で樹脂が注入されるまでの経過時間でロータコア 1 A が僅かに冷えることを考慮して、特に孔部 1 B の部分を加熱温度  $T_4$  よりも僅かに高くなるように加熱しておくことが考えられる。

10

#### 【 0 0 5 2 】

その後、時点  $t_6$  に樹脂注入工程 S 6 が終了すると、ロータコア 1 A は樹脂注入装置 3 0 から取外されて磁石固定工程 S 7 に進み、加熱装置 2 0 0 でロータコア 1 A を再加熱し、加熱温度  $T_4$ （例えば 1 5 0 度）よりも高い第 3 温度としての固定温度  $T_5$  まで加熱され、ロータコア 1 A の孔部 1 B に注入された樹脂が確実に硬化されるように所定時間が経過するまで待機し、時点  $t_7$  に樹脂の硬化が確実に終了している時間となると、冷却工程 S 9 に進み、保持治具 1 0 を取外してロータコア 1 A の冷却を時点  $t_8$  まで行って、以上で本第 1 の実施の形態における、ロータコア 1 A の孔部 1 B に樹脂を注入して磁石 1 M を固定する各工程を終了する。

20

#### 【 0 0 5 3 】

以上説明した本実施の形態に係るロータコア 1 A の加熱手法では、時点  $t_4$  からロータコア 1 A の孔部 1 B に対する樹脂の注入を開始した後、時点  $t_5$  にロータコア 1 A の温度が樹脂の硬化開始温度  $T_3$  を超えるまでの間が、熔融樹脂の滞留時間  $T_S$  となり、従来の熔融樹脂の滞留時間  $T_S$  に比して短く、さらに、孔部 1 B に注入された樹脂が加熱温度  $T_4$  まで加熱されている孔部 1 B に触れた部分から硬化を開始するので、積層鋼板 1 a 同士の間から樹脂が漏れ出すことの防止が図られる。

30

#### 【 0 0 5 4 】

また、本第 1 の実施の形態では、樹脂注入工程 S 6 を行う際に、ロータコア温度  $T_c$  が硬化開始温度  $T_3$ （例えば 1 2 0 度）よりも高い加熱温度  $T_4$ （例えば 1 5 0 度）となっているため、樹脂温度  $T_r$  もロータコア 1 A の熱量で加熱されて硬化開始温度  $T_3$  を超えて概ね加熱温度  $T_4$  となるので、そのままだも樹脂の硬化は進むが、時点  $t_6$  から時点  $t_7$  における磁石固定工程 S 7 を設けることで、樹脂を確実に硬化させ、樹脂によってロータコア 1 A の孔部 1 B に磁石 1 M を確実に固定することができている。さらに、磁石固定工程 S 7 において、ロータコア 1 A を加熱温度  $T_4$ （例えば 1 5 0 度）よりも高い固定温度  $T_5$ （例えば 1 7 0 度）に加熱して昇温することで、確実に樹脂を硬化させる時間を短縮することができ、その後の冷却工程 S 9 におけるロータコア 1 A の冷却時間を考慮しても、総じて時間の短縮化を図ることができている。

40

#### 【 0 0 5 5 】

##### < 第 2 の実施の形態 >

ついで、上記第 1 の実施の形態を一部変更した第 2 の実施の形態について図 1 8 を用いて説明する。本第 2 の実施の形態においては、トランスファ成型の樹脂注入装置 1 3 0 を用いてロータコア 1 A の孔部 1 B に樹脂を注入するものである。

#### 【 0 0 5 6 】

詳細には、樹脂注入装置 1 3 0 は、大まかに、樹脂注入機 1 4 0、ランナ 1 6 0、設置台 1 5 0 を備えている。樹脂注入機 1 4 0 は、所謂トランスファ成型機であり、本体 1 4 1 が複数の軸 1 4 2 によって上下に移動可能であり、ランナ 1 6 0 を介してロータコア 1

50

Aを設置台150に押圧可能に構成されている。本体141には、樹脂タブレット199が投入口140Aから投入される樹脂ポッド143（トランスファ室）が設けられており、また、樹脂ポッド143で溶融された樹脂を高圧で押圧して樹脂を射出口140Bから射出するプランジャ144が備えられている。また、本体141には、熱付与部としての電熱線145が内蔵されており（樹脂注入装置130内に配置されており）、不図示の加熱装置から供給される電力によって本体141及びプランジャ144を加熱して昇温することが可能となっている。

【0057】

上記ランナ160は、樹脂注入機140の射出口140Bに接続される投入口160Aと、投入口160Aから流路が分岐してロータコア1Aの各孔部1Bに対向するように配置された複数の射出口160Bと、を有して構成されている。また、上記設置台150には、熱付与部としての電熱線155が内蔵されており（樹脂注入装置130内に配置されており）、不図示の加熱装置から供給される電力によってロータコア1Aを下方から加熱して昇温することが可能となっている。さらに、ロータコア1Aの外周には、IHコイル181が配置されており、不図示の加熱装置から供給される高周波の電磁波によってロータコア1Aを側方から加熱することが可能となっている。なお、ランナ160がロータコア1Aの上方にある上金型となり、設置台150がロータコア1Aの下方になる下金型となるとも言える。

10

【0058】

ついで、このように構成された樹脂注入装置130によってロータコア1Aの孔部1Bに樹脂を注入して硬化させるまでの工程について説明する。まず、昇温工程によって樹脂注入装置130の外部の加熱装置（不図示）によってロータコア1Aを樹脂の硬化開始温度以上に昇温する。一方で、樹脂ポッド143に樹脂タブレット199が投入される前に、樹脂注入機140の本体141も電熱線145によって硬化開始温度以上に加熱して昇温しておく。

20

【0059】

次に、注入装置設置工程において、硬化開始温度以上であるロータコア1Aを樹脂注入装置130の設置台150に設置し、ランナ160を本体141に取付け、本体141を下降させて、ランナ160と設置台150とでロータコア1Aを積層鋼板の積層方向に押圧した状態にする。この状態でも、樹脂注入装置130の電熱線155やIHコイル181によってロータコア1Aを昇温することで、ロータコア1Aが樹脂の硬化開始温度以上に維持され、電熱線145によって本体141を加熱して昇温することで、本体141（樹脂注入機140）も樹脂の硬化開始温度以上に維持される。なお、昇温工程でロータコア1Aを硬化開始温度以上に昇温しておくことが好ましいが、注入装置設置工程の後に、ロータコア1Aを樹脂注入装置130で硬化開始温度以上に昇温するようにしてもよい。

30

【0060】

ついで、樹脂注入工程において、樹脂注入機140の投入口140Aに、常温で固体の樹脂タブレット199を投入し、樹脂ポッド143及びプランジャ144の熱によって樹脂タブレット199を溶融して液体にしつつプランジャ144によって高圧でランナ160に樹脂を射出し、ランナ160の射出口160Bからロータコア1Aの孔部1Bのそれぞれに液体の樹脂を射出する。この際、本体141は樹脂の硬化開始温度以上に昇温されているが、樹脂が溶融し、かつ硬化する前のタイミングで樹脂の射出を行うため、基本的に樹脂注入機140に樹脂が硬化して残ることはない。

40

【0061】

そして、ロータコア1Aの孔部1Bに射出されて注入された樹脂は、硬化開始温度付近まで昇温しており（半硬化状態であり）、硬化開始温度以上に加熱されているロータコア1Aの孔部1Bの側面に樹脂が触れることで樹脂の硬化が開始されるので、積層鋼板同士の間から樹脂が漏れ出ることの防止が図られる。

【0062】

その後、本第2の実施の形態における磁石固定工程では、ロータコア1Aを樹脂注入装

50

置 130 に設置したまま、電熱線 155 や IH コイル 181 によってロータコア 1A を硬化開始温度以上に維持し、孔部 1B に注入された樹脂の硬化を完了して、つまり磁石 1M をロータコア 1A に固定させる。なお、樹脂がある程度硬化した後、ロータコア 1A を樹脂注入装置 130 から取外して、樹脂注入装置 130 外にある加熱装置（熱付与部）によってロータコア 1A を加熱して硬化開始温度以上に維持してもよく、つまり磁石固定工程を、ロータコア 1A を樹脂注入装置 130 の外部で行ってもよい。

【0063】

なお、本第 2 の実施の形態では、樹脂タブレット 199 の投入前に、樹脂注入機 140 の本体 141 及びプランジャ 144 を硬化開始温度以上に昇温しておくものを説明しているが、溶融開始温度以上かつ硬化開始温度未満に昇温しておくものでもよい。この場合でも、樹脂タブレット 199 は樹脂ポッド 143 で溶融して液体となり、ロータコア 1A の孔部 1B で側面に触れることで樹脂の硬化が開始されることになる。

10

【0064】

なお、本第 2 の実施の形態における、これ以外の構成、作用、効果は、第 1 の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

【0065】

< 第 3 の実施の形態 >

ついで、上記第 1 の実施の形態を一部変更した第 3 の実施の形態について図 19 を用いて説明する。上記第 1 の実施の形態においては、昇温工程 S4 で加熱温度 T4 まで加熱して昇温し、樹脂注入工程 S6 が終了して磁石固定工程 S7 を行うときにさらに固定温度 T5 に加熱して昇温するもの（図 16 参照）を説明したが、本第 3 の実施の形態においては、昇温工程 S4 で、樹脂の硬化を樹脂注入工程 S6 で樹脂の注入を終了してから所定時間（例えば 1 分間）以内に終了することが可能となる固定温度 T5 まで加熱して昇温し、樹脂注入工程 S6 及び磁石固定工程 S7 では加熱しないものである。

20

【0066】

詳細には、図 19 に示すように、時点 t21 にロータコア 1A を昇温する昇温工程 S4（図 1 参照）を開始する際は、ロータコア温度 Tc は常温であり、一方で、樹脂注入機 40 で昇温されている樹脂温度 Tr は、溶融開始温度 T1（例えば 60 度）よりも高くかつ硬化開始温度 T3 よりも低い温度（例えば 80 度）で溶融されていて、常温では固定の樹脂をロータコア 1A の孔部 1B に注入することが可能な状態となっている。

30

【0067】

本第 3 の実施の形態における昇温工程 S4 においては、ロータコア 1A を樹脂の硬化開始温度 T3（例えば 120 度）よりも高く、上記加熱温度 T4（例えば 150 度）（図 16 参照）よりも高い固定温度 T5（例えば 170 度）まで昇温する。そのため、時点 t22 にロータコア温度 Tc が溶融開始温度 T1 を超え、時点 t23 に第 2 温度としての注入温度 T2 を超える。そして、時点 t24 にロータコア 1A が樹脂注入装置 30 に設置され（注入装置設置工程 S5）、樹脂注入工程 S6 に進んで、ロータコア 1A の孔部 1B に樹脂注入機 40 から樹脂が注入される。すると、孔部 1B に注入された樹脂の特に孔部 1B に触れた部分の樹脂温度 Tr は、ロータコア 1A の熱量によって加熱され、時点 t25 に硬化開始温度 T3 を超えて概ね固定温度 T5 まで昇温する。

40

【0068】

その後、時点 t26 に樹脂注入工程 S6 が終了すると、ロータコア 1A は樹脂注入装置 30 から取外されて磁石固定工程 S7 に進み、樹脂注入工程 S6 で樹脂の注入が終了してから所定時間（例えば 1 分間）が経過するまで、ロータコア 1A を加熱せずに固定温度 T5 に維持し、つまりロータコア 1A の孔部 1B に注入された樹脂が確実に硬化されるように所定時間が経過するまで待機する。そして、時点 t27 に樹脂の硬化が確実に終了している時間となると、冷却工程 S9 に進み、保持治具 10 を取外してロータコア 1A の冷却を時点 t28 まで行って、以上で本第 3 の実施の形態における、ロータコア 1A の孔部 1B に樹脂を注入して磁石 1M を固定する各工程を終了する。

【0069】

50

このように本第3の実施の形態では、磁石固定工程S7でロータコア1Aを昇温することを省略することができ、例えば磁石固定工程S7を行うためにロータコア1Aを、昇温工程S4を行った加熱装置200に製造ラインを逆行して戻すことを不要とし、生産性の向上を図ることができる。

【0070】

なお、本第3の実施の形態における、これ以外の構成、作用、効果は、第1の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

【0071】

<本実施の形態のまとめ>

以上説明した本ロータの製造方法は、

常温において固体であり、溶融開始温度(T1)以上に加熱することで液体となり、硬化開始温度(T3)以上に加熱することで硬化する特性を有する熱硬化性の樹脂を用い、積層鋼板(1a)により形成されたロータコア(1A)の孔部(1B)に磁石部材(1M)を配置し、樹脂を注入して硬化させ、前記磁石部材(1M)をロータコア(1A)に固定することで、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、

前記ロータコア(1A)を前記硬化開始温度(T3)以上に昇温する昇温工程(S4)と、

前記硬化開始温度(T3)以上である前記ロータコア(1A)の孔部(1B)に、樹脂注入装置(30, 130)によって前記溶融開始温度(T1)以上かつ液体状である樹脂を注入する樹脂注入工程(S6)と、

前記ロータコア(1A)を前記硬化開始温度(T3)以上に維持して樹脂を硬化させる磁石固定工程(S7)と、を備える。

【0072】

これにより、ロータコア1Aの孔部1Bに樹脂を注入した際に、孔部1Bに触れた樹脂が硬化開始温度T3以上となって硬化するため、樹脂が積層鋼板1a同士の間から漏れ出すことの防止を図ることができる。

【0073】

また、本ロータの製造方法は、

前記昇温工程(S4)において、前記ロータコア(1A)を前記硬化開始温度(T3)以上である加熱温度(T4)に昇温し、

前記磁石固定工程(S7)において、前記ロータコア(1A)を、樹脂の硬化を前記樹脂注入工程(S6)で樹脂の注入を終了してから所定時間以内に終了することが可能な前記加熱温度(T4)よりも高い固定温度(T5)に昇温する。

【0074】

これにより、樹脂注入工程S6でロータコア1Aの温度を、加熱温度T4に設定することができ、例えばロータコア1Aの温度を固定温度T5に昇温しておく場合に比して、樹脂の硬化の進行を遅くでき、例えば孔部1Bの長さが長い場合でも樹脂の注入を行い易くすることができる。

【0075】

また、本ロータの製造方法は、

前記昇温工程(S4)及び前記磁石固定工程(S7)において、前記ロータコア(1A)を加熱するための熱付与部は、前記樹脂注入装置(30, 130)外に設けられ、

前記樹脂注入工程(S6)において、樹脂を前記溶融開始温度(T1)以上に加熱するための熱付与部は、前記樹脂注入装置(30, 130)内に設けられている。

【0076】

これにより、樹脂注入装置30(130)が硬化開始温度T3以上とならないため、樹脂注入機40(140)の内部で樹脂が硬化することがなく、樹脂材の歩留まりを向上することができる。

【0077】

また、本ロータの製造方法は、

10

20

30

40

50

前記昇温工程（S4）及び前記磁石固定工程（S7）において、前記ロータコア（1A）を加熱するための熱付与部は、同じ熱付与部である。

【0078】

これにより、ロータコア1Aを加熱するための設備を簡略化することができる。

【0079】

また、本ロータの製造方法は、

前記昇温工程（S4）において、前記ロータコア（1A）を、樹脂の硬化を前記樹脂注入工程（S6）で樹脂の注入を終了してから所定時間以内に終了することが可能な固定温度（T5）に昇温し、

前記磁石固定工程（S7）において、前記ロータコア（1A）を加熱しない。

10

【0080】

これにより、磁石固定工程S7でロータコア1Aを加熱することを省略することができる。例えば磁石固定工程S7を行うためにロータコア1Aを、昇温工程S4を行った加熱装置に製造ラインを逆行して戻すことを不要とし、生産性の向上を図ることができる。

【0081】

また、本ロータの製造方法は、

前記昇温工程（S4）において、前記ロータコア（1A）を加熱するための熱付与部は、前記樹脂注入装置（30, 130）外に設けられ、

前記樹脂注入工程（S6）において、樹脂を前記溶融開始温度（T1）以上に加熱するための熱付与部は、前記樹脂注入装置（30, 130）内に設けられている。

20

【0082】

これにより、樹脂注入装置30（130）が硬化開始温度T3以上とならないため、樹脂注入機40（140）の内部で樹脂が硬化することがなく、樹脂材の歩留まりを向上することができる。

【0083】

また、本ロータの製造方法は、

前記樹脂注入工程（S6）において、前記ロータコア（1A）が前記積層鋼板（1a）の積層方向に押圧された状態で樹脂の注入を行う。

【0084】

これにより、ロータコア1Aの孔部1Bに樹脂を注入した際に、樹脂が孔部1Bに触れて硬化することと相俟って、孔部1Bにおいて積層鋼板1a同士の間から樹脂が漏れ出すことをさらに発生し難くすることができる。

30

【0085】

また、本ロータの製造方法は、

前記昇温工程（S4）の前に、保持治具（10）内に前記積層鋼板（1a）を配置し、前記ロータコア（1A）の孔部（1B）に前記磁石部材（1M）を配置する治具取付け工程（S3）を備える。

【0086】

これにより、ロータコア1Aを加熱する前に保持治具10を取付けるので、ロータコア1Aの積層方向への熱膨張を加味した押圧力を付与した状態を保持治具10によって設定することができる。

40

【0087】

また、本ロータの製造方法は、

前記保持治具（10）は、第1板（11）と、樹脂注入孔（12c）が形成された第2板（12）と、を有し、前記第1板（11）及び前記第2板（12）によって前記積層方向における両端にある積層鋼板（1a）に面接触して前記ロータコア（1A）を押圧する。

【0088】

これにより、ロータコア1Aの孔部1Bの周囲を押圧することができ、孔部1Bにおいて積層鋼板1a同士の間から樹脂が漏れ出すことの防止効果をさらに増すことができる。

【0089】

50

また、本ロータの製造方法は、

前記樹脂注入工程（S 6）において、前記硬化開始温度（T 3）以上である前記樹脂注入装置（1 3 0）に固体の樹脂を投入し、その樹脂を溶融しつつ通過させて、前記硬化開始温度（T 3）以上である前記ロータコア（1 A）の孔部（1 B）に注入する。

【0 0 9 0】

これにより、樹脂の注入から樹脂を硬化させるまでを短時間で行うことができ、孔部 1 B において積層鋼板 1 a 同士の間から樹脂が漏れ出す前に樹脂の硬化を完了させることができる。

【0 0 9 1】

そして、本ロータの製造方法は、

前記昇温工程（S 4）において、前記ロータコア（1 A）を加熱するための熱付与部は、前記樹脂注入装置（1 3 0）外に設けられる。

【0 0 9 2】

これにより、昇温工程 S 4 におけるロータコア 1 A の温度管理を安定的に行うことができる。

【0 0 9 3】

< 他の実施の形態の可能性 >

なお、以上説明した本第 1 及び第 2 の実施の形態においては、昇温工程 S 4 でロータコア 1 A を加熱温度 T 4 として例えば 1 5 0 度に加熱して昇温するものを一例として説明したが、この値は適宜変更可能である。即ち、昇温工程 S 4 でロータコア 1 A を昇温した後の加熱温度 T 4 は、樹脂の硬化開始温度 T 3 よりも高ければ、樹脂を注入した際に孔部 1 B に触れて硬化が開始される時点で目的を達成できる。しかしながら、樹脂を孔部 1 B に注入した際に樹脂の硬化が早いと孔部 1 B に樹脂が完全に充填される前に硬化した樹脂が邪魔することになるため、加熱温度 T 4 は、高すぎても良好ではなく、例えば 1 6 0 度以下程度に設定することが好ましい。

【0 0 9 4】

また、本第 1 及び第 2 の実施の形態においては、樹脂注入機 4 0 , 1 4 0 で樹脂の温度を注入温度 T 2 として例えば 8 0 度に昇温するものを一例として説明したが、この値も適宜変更可能である。即ち、樹脂を孔部 1 B に注入することを可能にする点では、樹脂が溶融して液体となる溶融開始温度 T 1（例えば 6 0 度）以上に設定する必要があり、かつ樹脂が硬化しないように硬化開始温度 T 3 未満にする必要がある。また、ロータコア 1 A の孔部 1 B に注入された樹脂は、昇温されているロータコア 1 A の熱量で昇温され、つまり樹脂温度 T r が急上昇することになるため、それを考慮した注入温度 T 2 を設定することが好ましい。この注入温度 T 2 は、ロータコア 1 A の加熱温度 T 4 が低いほど注入された樹脂が昇温され難いので高く設定することになり、反対にロータコア 1 A の加熱温度 T 4 が高いほど注入された樹脂が昇温され易いので低く設定することになる。

【0 0 9 5】

また、本第 1 及び第 2 の実施の形態においては、磁石固定工程 S 7 でロータコア 1 A を固定温度 T 5 として例えば 1 7 0 度に昇温するものを一例として説明したが、この値も適宜変更可能である。即ち、固定温度 T 5 を加熱温度 T 4 よりも高くすることによって、樹脂の硬化を早める効果がある点で目的を達成できる。しかしながら、ロータコア 1 A の温度が高くなり過ぎると、熱歪み等が生じる虞もあり、また、加熱時間がかかって時間短縮の効果が薄れるので、例えば 1 8 5 度以下程度に設定することが好ましい。

【0 0 9 6】

また、本第 1 の実施の形態においては、保持治具 1 0 が大まかに下板 1 1、押圧板 1 2、上板 1 3、及びコイルスプリング 2 3 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 1 A 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。

【0 0 9 7】

また、本第 1 の実施の形態においては、冷却工程 S 9 で保持治具 1 0 も冷却装置で冷却

10

20

30

40

50

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。

【0098】

また、本第 1 の実施の形態においては、冷却工程 S9 でロータコア 1A (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 1A を自然冷却するとしても、保持治具 10 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。

【0099】

また、本第 1 の実施の形態においては、樹脂の板部 99a 及び円錐部 99b を形成する注入孔 12c を、当接部材としての保持治具 10 の押圧板 12 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 1A を保持治具 10 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 10 を用いない場合も考えられる。この場合、樹脂の板部 99a 及び円錐部 99b を形成する注入孔は、ロータコア 1A 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

【0100】

また、本第 1 の実施の形態においては、注入孔 12c により樹脂の板部 99a 及び円錐部 99b 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 1A 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。

20

【0101】

また、本第 1 の実施の形態においては、ランナ 60 をテーブル部 50 に着脱自在に支持したものを説明したが、ランナ 60 を樹脂注入機 40 のノズル部 42 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 50 以外の他の部材に支持させるようにしてもよい。

【0102】

また、本第 1 の実施の形態においては、設置台 55 にロータコア 1A を設置し、ランナ 60 に向けてロータコア 1A を上昇させて射出口 60B を注入孔 12c を介してロータコア 1A の孔部 1B 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 40 やランナ 60 の向きによっては、ロータコア 1A 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 S6 で樹脂注入機 40 やランナ 60 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。

30

【0103】

また、本第 1 の実施の形態においては、温調装置 81 が樹脂注入機 40 の温度管理を行い、温調装置 82 がランナ 60 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 40 やランナ 60 の温度管理を細分化するようにしてもよい。

【符号の説明】

【0104】

- 1 ... ロータ
- 1a ... 積層鋼板
- 1A ... ロータコア
- 1B ... 孔部
- 1M ... 磁石部材 (磁石)
- 10 ... 保持治具
- 11 ... 第 1 板 (下板)
- 12 ... 第 2 板 (押圧板)
- 12c ... 樹脂注入孔 (注入孔)
- 30 ... 樹脂注入装置
- 130 ... 樹脂注入装置

40

50

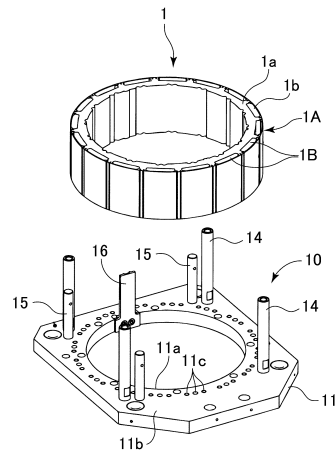
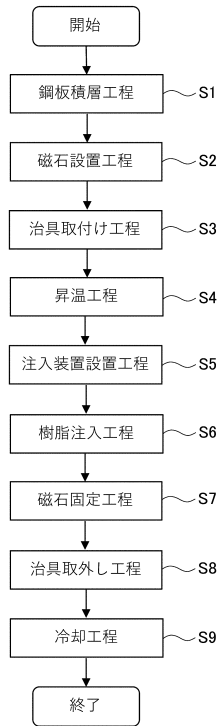
- S 3 ... 治具取付け工程
- S 4 ... 昇温工程
- S 6 ... 樹脂注入工程
- S 7 ... 磁石固定工程
- T 1 ... 溶融開始温度
- T 3 ... 硬化開始温度
- T 4 ... 加熱温度
- T 5 ... 固定温度

【図面】

【図 1】

【図 2】

10



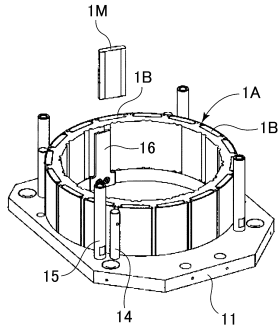
20

30

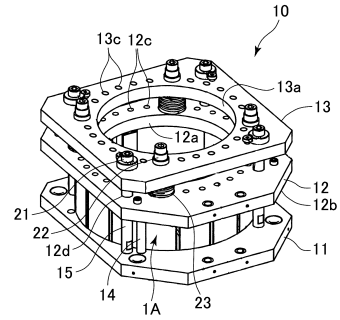
40

50

【 図 3 】



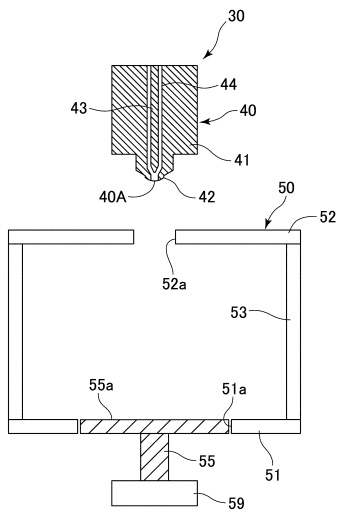
【 図 4 】



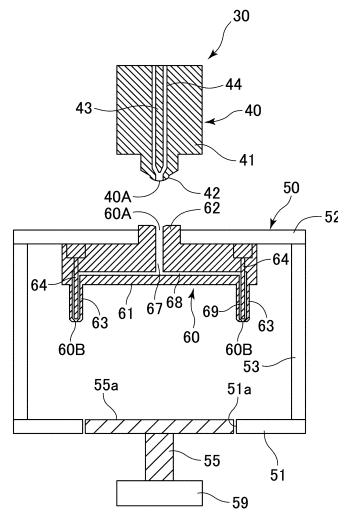
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

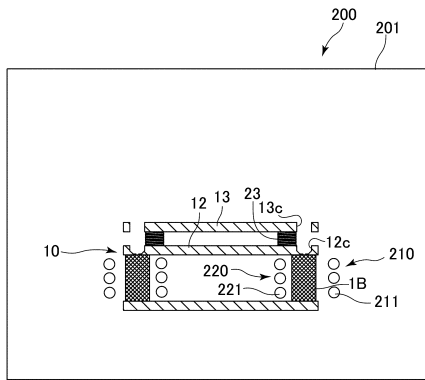


30

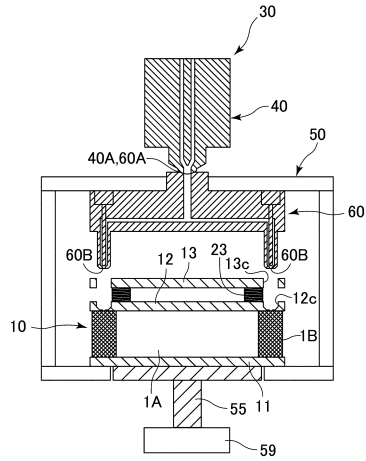
40

50

【 図 7 】



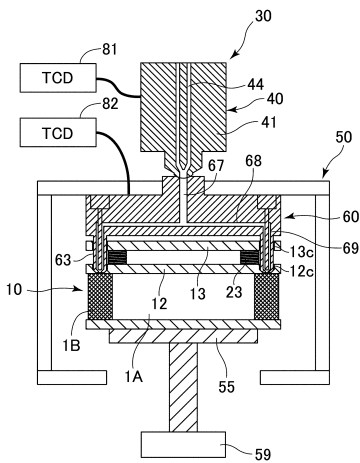
【 図 8 】



10

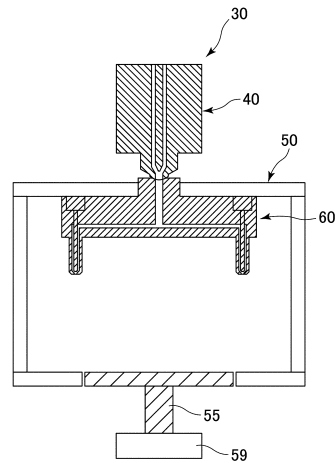
20

【 図 9 】



30

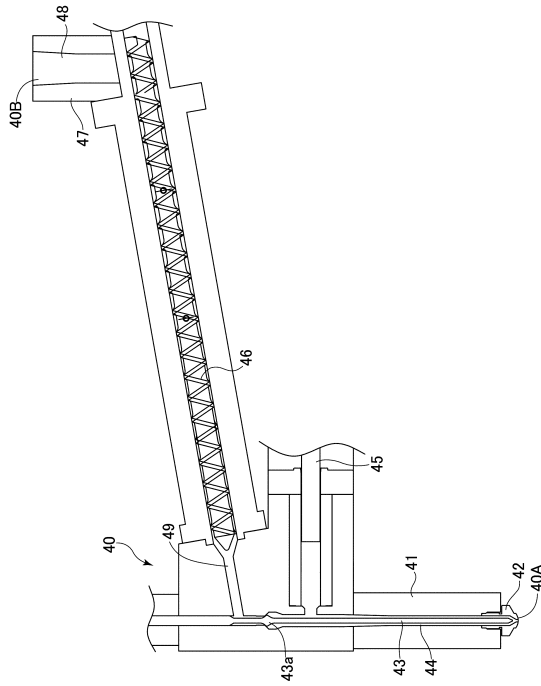
【 図 10 】



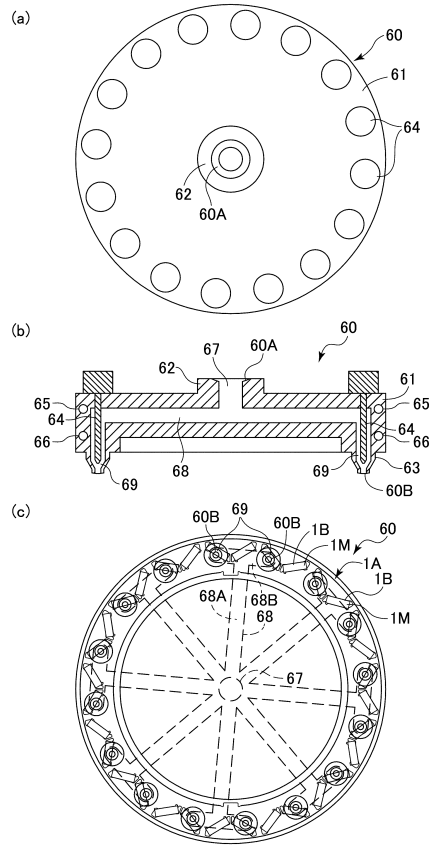
40

50

【 図 1 1 】



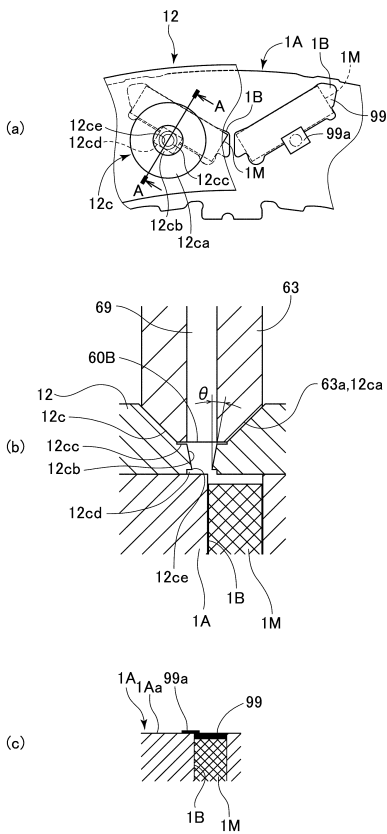
【 図 1 2 】



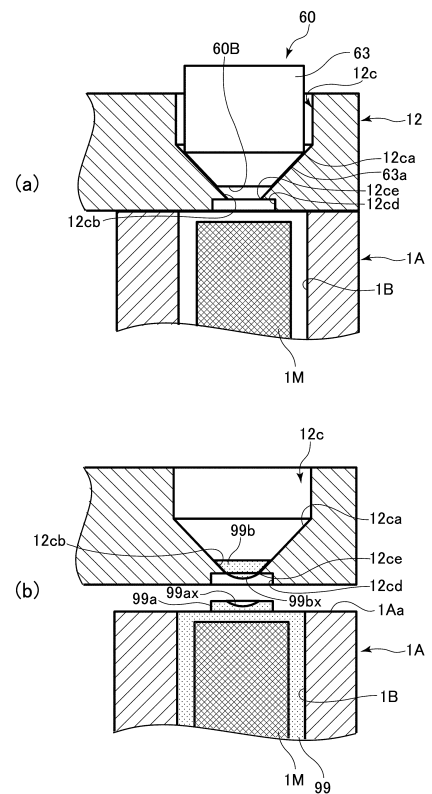
10

20

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

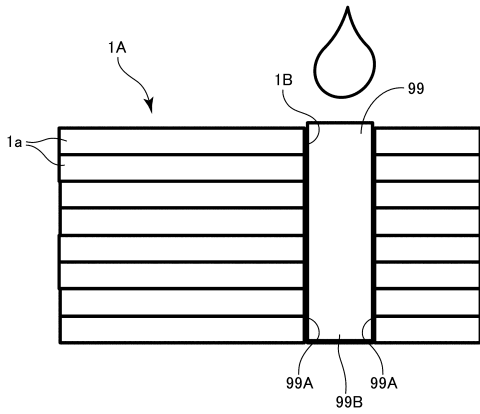


30

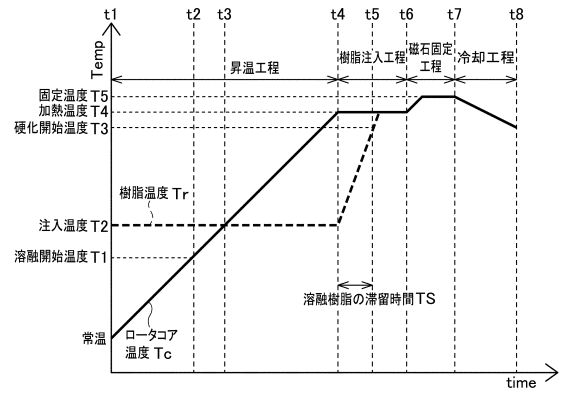
40

50

【 図 1 5 】



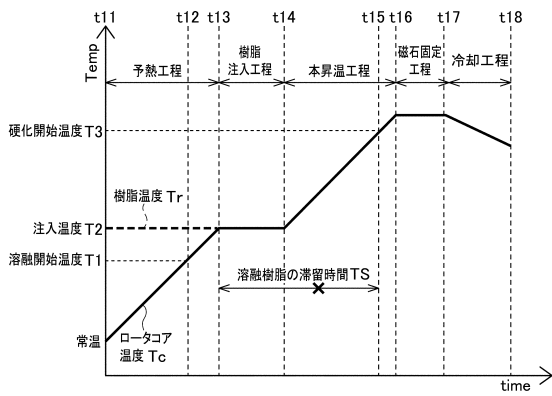
【 図 1 6 】



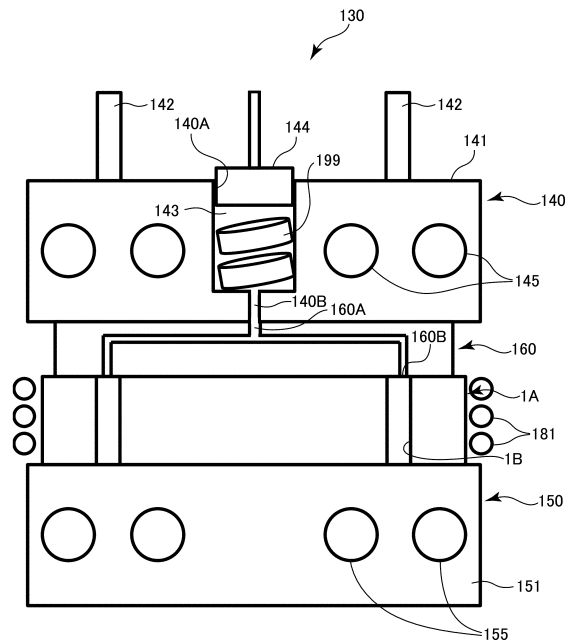
10

20

【 図 1 7 】



【 図 1 8 】

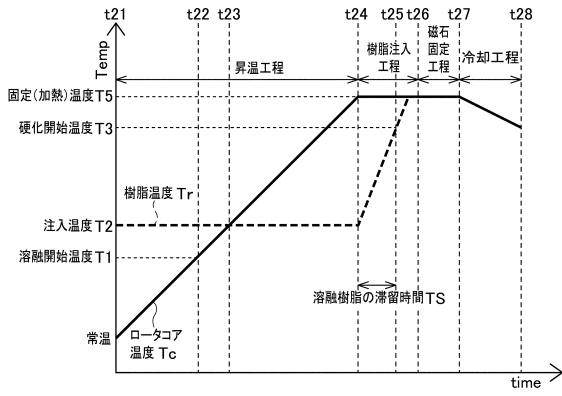


30

40

50

【 図 19 】



10

20

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 三島木 英宏

- (56)参考文献 特開2012-161209(JP,A)  
特開2008-042967(JP,A)  
特開2014-217137(JP,A)  
特開2016-182032(JP,A)  
特開2015-180187(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H02K 15/03  
H02K 1/27  
H02K 15/12  
B29C 45/02  
B29C 33/12