

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-4739

(P2010-4739A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H02K 1/28 (2006.01)	H02K 1/28	5H601
H02K 1/18 (2006.01)	H02K 1/18	B

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2009-233951 (P2009-233951)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成21年10月8日 (2009.10.8)		トヨタ自動車株式会社
(62) 分割の表示	特願2005-311029 (P2005-311029)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
	の分割	(74) 代理人	110000291
原出願日	平成17年10月26日 (2005.10.26)		特許業務法人コスモス特許事務所
		(72) 発明者	福丸 健一郎
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	加藤 剛
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		Fターム(参考)	5H601 AA01 AA03 AA05 BB01 DD01
			DD11 FF17 GC01 JJ05 KK12

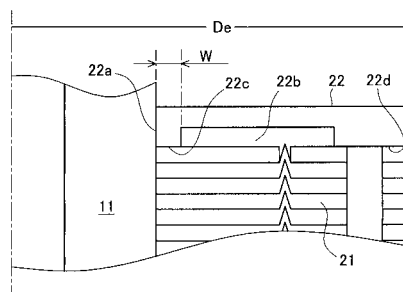
(54) 【発明の名称】 ロータシャフト

(57) 【要約】

【課題】 ロータの外径が小さい場合であってもカシメによりシャフトにロータを固定することができ、カシメ荷重を小さくして必要なロータの抜き荷重を確保でき、カシメ固定後の品質の保証を図ることができるロータシャフトを提案すること。

【解決手段】 中空円筒形状の積層鋼板からなるロータコア21と、ロータコア21の中心軸方向に隣接配置されロータコア21側の端面に肉欠き部22bが形成されることによりロータコア21とは内径側と外径側の2つの接触面(22c、22d)で接するエンドプレート22を有するロータシャフトにおいて、ロータコア21とエンドプレート22の内径側の接触面22cの径方向の幅をWとし、エンドプレート22の直径をDeとすると、 $(2 \times W / De) < 0.26$ とする条件を満たす。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

中空円筒形状の積層鋼板からなるロータコアと、前記ロータコアの中心軸方向に隣接配置され前記ロータコア側の端面に肉欠き部が形成されることにより前記ロータコアとは内径側と外径側の 2 つの接触面で接するエンドプレートを有するロータシャフトにおいて、

前記ロータコアと前記エンドプレートの内径側の前記接触面の径方向の幅を W とし、前記エンドプレートの直径を D_e とするときに、 $(2 \times W / D_e) < 0.26$ とする条件を満たすこと、

を特徴とするロータシャフト。

【請求項 2】

10

請求項 1 に記載するロータシャフトにおいて、

カシメ固定後の前記固定用部材におけるロータの中心軸方向の端部と前記溝の入口部との幅とする出代が径方向におけるシャフトの溝の深さより大きいこと、

を特徴とするロータシャフト。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シャフトとロータとをカシメにより固定するロータシャフトに関するものである。

【背景技術】

20

【0002】

特許文献 1 には、シャフトとロータとをカシメにより固定する方法として、以下のような発明が開示されている。図 20 および図 21 は、特許文献 1 に開示されたシャフト 111 にロータ 112 を固定する方法の実施例 1 を示すものである。図 20 に示すように、ロータ 112 をシャフト 111 のフランジ部 111a の上に配置し、ロータ 112 の上に固定用部材 113 を配置する。また、カシメ用治具 114 がシャフト 111 の軸部 111c の切り欠き部 111d を移動できるように配置されている。カシメ用治具 114 の先端部 114a の内径は、シャフト 111 の切り欠き部 111d の外径よりも大きく形成され、かつシャフト 111 の軸部 111c の直径よりも小さく形成されている。

【0003】

30

このような構成のもと、カシメ用治具 114 をシャフト 111 の切り欠き部 111d の終端部に当接させ、カシメ用治具 114 とシャフト 111 を相対回転させる。これにより、図 21 に示すように、シャフト 111 の軸部 111c と切り欠き部 111d の境界部分がカシメ用治具 114 によりカシメられることにより、突出部 115 が形成される。そのため、固定用部材 113 が突出部 115 によりシャフト 111 にカシメ固定されとする。

【0004】

また、図 22 および図 23 は、特許文献 1 に開示されたシャフトとロータとをカシメにより固定する方法の実施例 2 を示すものである。図 22 に示すように、ロータ 112 をシャフト 111 のフランジ部 111a の上に配置し、ロータ 112 の上に固定用部材 113 を配置する。また、カシメ用治具 116 がシャフト 111 の軸部 111c を移動できるように配置されている。カシメ用治具 116 には、テーパ面 116a が形成されている。

40

【0005】

このような構成のもと、カシメ用治具 116 を回転させながらロータ 112 の中心軸方向に荷重を印加させる。すると、固定用部材 113 がカシメ用治具 116 のテーパ面 116a による荷重により圧縮され、固定用部材 113 の先端部 113a をシャフト 111 の溝 111b 内に入り込ませる。これにより、固定用部材 113 がシャフト 111 にカシメ固定されとする。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 4 8 9 2 5 (第 0 1 2 5、0 1 2 6、0 1 3 5、0 1 3 6 段落、第 1 5、1 6 図)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

特許文献 1 に開示されたシャフトとロータとをカシメにより固定する方法の実施例 1 は、ロータ 1 1 2 の外径が $\phi 160$ 程度でシャフト 1 1 1 の外径が大きい場合には、シャフト 1 1 1 を変形させてカシメることができる。しかし、ロータ 1 1 2 の外径が $\phi 130$ 程度でシャフト 1 1 1 の外径が小さい場合には、構造的にシャフト 1 1 1 の内径側に配置できるカシメ用治具 1 1 4 を製作することが困難となり、カシメることができない。

10

【 0 0 0 8 】

また、特許文献 1 に開示されたシャフトとロータとをカシメにより固定する方法の実施例 2 は、固定用部材 1 1 3 の先端部 1 1 3 a の全てをシャフト 1 1 1 の溝 1 1 1 b 内に入り込ませているが、ロータ 1 1 2 は中心軸方向の寸法のバラツキが大きく、カシメに必要なカシメ荷重が大きくなってしまふおそれがある。また、固定用部材 1 1 3 をロータ 1 1 2 の中心軸方向から押圧し座屈させることにより、先端部 1 1 3 a をシャフト 1 1 1 の溝 1 1 1 b に圧入するので、カシメに必要なカシメ荷重が大きくなってしまふおそれがある。そのため、大きなカシメ荷重を与えることが出来ない場合には、ロータシャフトが回転してロータ 1 1 2 に遠心力が掛かったときに固定用部材 1 1 3 によるカシメ固定が外れてシャフト 1 1 1 からロータ 1 1 2 が抜けてしまふときの荷重であるロータ 1 1 2 の抜き荷重を必要な量だけ確保できないおそれがある。

20

【 0 0 0 9 】

さらに、特許文献 1 の実施例 1 および実施例 2 に共通することであるが、カシメ固定後において固定用部材 1 1 3 によりロータ 1 1 2 がシャフト 1 1 1 に対して必要なロータ 1 1 2 の抜け荷重を確保しつつ固定されたかどうかを確認することができない。そのため、カシメ固定後のロータシャフトの品質の保証を図ることができない。

【 0 0 1 0 】

そこで、本発明は、ロータの外径が小さい場合であってもカシメによりシャフトにロータを固定することができ、カシメに必要なカシメ荷重を小さくして必要なロータの抜き荷重を確保でき、カシメ固定後の品質の保証を図ることができるロータシャフトおよびロータシャフトの製造方法を提案することとする。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

前記目的を達成するために、本発明は以下のような特徴を有する。

(1) 本発明は、ロータの中心軸方向側に隣接配置された固定用部材を径方向に向いた溝を備えるシャフトにカシメ固定するものであって、固定用部材が配置位置において溝と反対側の径方向端部に径方向荷重が印加され肉の一部が溝に圧入されることにより、ロータをシャフトに固定するカシメ固定工程を有するロータシャフトの製造方法において、カシメ治具をシャフトの径方向から固定用部材に押圧することによりロータをシャフトに固定するカシメ固定工程を有することを特徴とする。

40

【 0 0 1 2 】

(2) 本発明は、(1) に記載するロータシャフトの製造方法において、カシメ固定工程は、固定用部材をロータの中心軸方向から押圧する押さえ治具と、ロータとの間に隙間を設けてロータをシャフトに固定することを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

(3) 本発明は、(1) または (2) に記載するロータシャフトの製造方法において、カシメ固定工程は、シャフトの外周面に対する溝の切り込み角度を θ_s とし、固定用部材を押圧するカシメ治具の先端部に備えるテーパ形状とロータの中心軸とがなす角度を θ_p としたときに、 $(\theta_s - 20) < \theta_p < (\theta_s - 10)$ とする条件のもとロータをシャフト

50

に固定することを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

(4) 本発明は、(1) 乃至 (3) に記載するロータシャフトの製造方法において、カシメ治具は周方向に分割されるものであることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

(5) 本発明は、ロータの中心軸方向側に隣接配置された固定用部材を径方向に向いた溝を備えるシャフトにカシメ固定するものであって、固定用部材が配置位置において溝と反対側の径方向端部に径方向荷重が印加され肉の一部が溝に圧入されることにより、ロータをシャフトに固定するカシメ固定工程を有するロータシャフトの製造方法において、ロータの中心軸方向に昇降動作することにより固定用部材における溝と反対側の径方向端部に径方向に荷重を印加させるカシメ治具とシャフトとの間の隙間量をパンチシャフト間隙間量 Δc とし、固定用部材におけるカシメ治具により径方向荷重が印加される部分の厚みを固定用部材厚み T とし、溝における固定用部材の肉が収まる深さを溝食込み深さ Δt とするときに、 $\Delta c = T - \Delta t$ とする条件のもとシャフトにロータをカシメ固定するカシメ固定工程を有することを特徴とする。

10

【 0 0 1 6 】

(6) 本発明は、(5) に記載するロータシャフトの製造方法において、カシメ治具は固定用部材に径方向荷重を印加する内径側の先端部がテーパ形状となっていることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

(7) 本発明は、(5) または (6) に記載するロータシャフトの製造方法において、固定用部材は溝と反対側の径方向端部にテーパ部を備え、テーパ部の延長線とシャフトの外周との交点は、シャフトの外径上であってロータの中心軸方向について溝の範囲内に存在することを特徴とする。

20

【 0 0 1 8 】

(8) 本発明は、(5) 乃至 (7) に記載するいずれか一つのロータシャフトの製造方法において、カシメ治具のロータ側の端部には、シャフトにロータをカシメ固定するときに固定用部材に刻印を押すための突出部が形成されていることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

(9) 本発明は、中空円筒形状の積層鋼板からなるロータコアと、ロータコアの中心軸方向に隣接配置されロータコア側の端面に肉欠き部が形成されることによりロータコアとは内径側と外径側の 2 つの接触面で接するエンドプレートとを有するロータシャフトにおいて、ロータコアとエンドプレートの内径側の接触面の径方向の幅を W とし、エンドプレートの直径を D_e とするときに、 $(2 \times W / D_e) < 0.26$ とする条件を満たすことを特徴とする。

30

【 0 0 2 0 】

(10) 本発明は、(9) に記載するロータシャフトにおいて、カシメ固定後の固定用部材におけるロータの中心軸方向の端部と溝の入口部との幅とする出代が径方向におけるシャフトの溝の深さより大きいことを特徴とする。

【 発明の効果 】

40

【 0 0 2 1 】

このような特徴を有する本発明は、以下のような作用および効果が得られる。

(1) 本発明は、ロータの中心軸方向側に隣接配置された固定用部材を径方向に向いた溝を備えるシャフトにカシメ固定するものであって、固定用部材が配置位置において溝と反対側の径方向端部に径方向荷重が印加され肉の一部が溝に圧入されることにより、ロータをシャフトに固定するカシメ固定工程を有するロータシャフトの製造方法において、カシメ治具をシャフトの径方向から固定用部材に押圧することによりロータをシャフトに固定するカシメ固定工程を有するので、シャフトを変形させるのではなく固定用部材を変形させることからロータの外径が小さい場合であっても対応したカシメ治具を製作してカシメによりシャフトにロータを固定することができ、カシメ治具の押圧力が固定用部材をシャ

50

フトの溝内へ圧入する方向に働きカシメ荷重を小さくできることから必要なロータの抜き荷重を確保することができ、カシメ固定後においては固定用部材のカシメ部分の外径を測定することでロータの抜き荷重を確認できることからカシメ固定後のロータシャフトの品質の保証を図ることができる。

【 0 0 2 2 】

(2) 本発明は、(1) に記載するロータシャフトの製造方法において、カシメ固定工程は、固定用部材をロータの中心軸方向から押圧する押さえ治具と、ロータとの間に隙間を設けてロータをシャフトに固定するので、(1) に記載する効果に加えて、カシメ固定後において固定用部材とロータの間に隙間は生じないことからより確実に必要なロータの抜き荷重を確保することができる。

10

【 0 0 2 3 】

(3) 本発明は、(1) または(2) に記載するロータシャフトの製造方法において、カシメ固定工程は、シャフトの外周面に対する溝の切り込み角度を θ_s とし、固定用部材を押圧するカシメ治具の先端部に備えるテーパ形状とロータの中心軸とがなす角度を θ_p としたときに、 $(\theta_s - 20) < \theta_p < (\theta_s - 10)$ とする条件のもとロータをシャフトに固定するので、(1) または(2) に記載する効果に加えて、加工上の強度に問題がなくカシメ治具を製作することができ、所定のカシメ荷重を与えることによりカシメ治具は必要な押し込み量を確保できることからより確実に必要なロータの抜き荷重を確保できる。

【 0 0 2 4 】

(4) 本発明は、(1) 乃至(3) に記載するロータシャフトの製造方法において、カシメ治具は周方向に分割されるものであるので、(1) 乃至(3) に記載する効果に加えて、カシメ固定後においてカシメ固定工程を終了した後か否かを目視で確認できることからより確実にカシメ固定後のロータシャフトの品質の保証を図ることができる。

20

【 0 0 2 5 】

(5) 本発明は、ロータの中心軸方向側に隣接配置された固定用部材を径方向に向いた溝を備えるシャフトにカシメ固定するものであって、固定用部材が配置位置において溝と反対側の径方向端部に径方向荷重が印加され肉の一部が溝に圧入されることにより、ロータをシャフトに固定するカシメ固定工程を有するロータシャフトの製造方法において、ロータの中心軸方向に昇降動作することにより固定用部材における溝と反対側の径方向端部に径方向に荷重を印加させるカシメ治具とシャフトとの間の隙間量をパンチシャフト間隙間量 Δc とし、固定用部材におけるカシメ治具により径方向荷重が印加される部分の厚みを固定用部材厚み T とし、溝における固定用部材の肉が収まる深さを溝食込み深さ Δt とするときに、 $\Delta c = T - \Delta t$ とする条件のもとシャフトにロータをカシメ固定するカシメ固定工程を有するので、シャフトを変形させるのではなく固定用部材を変形させることからロータの外径が小さい場合であっても対応したカシメ治具を製作してカシメによりシャフトにロータを固定することができ、シャフトとカシメ治具の隙間に入り込む固定用部材の量を増大させてその強度を増大させることからカシメ実施時およびカシメ治具をシャフトから抜く際に固定用部材の一部が脱落することがなくバリの発生を防ぐことができる。

30

【 0 0 2 6 】

(6) 本発明は、(5) に記載するロータシャフトの製造方法において、カシメ治具は固定用部材に径方向荷重を印加する内径側の先端部がテーパ形状となっているので、(5) に記載する効果に加えて、小さなカシメ荷重により固定用部材をシャフトの溝に圧入してシャフトにロータを固定できることからより確実に必要なロータの抜き荷重を確保することができる。

40

【 0 0 2 7 】

(7) 本発明は、(5) または(6) に記載するロータシャフトの製造方法において、固定用部材は溝と反対側の径方向端部にテーパ部を備え、テーパ部の延長線とシャフトの外周との交点は、シャフトの外径上であってロータの中心軸方向について溝の範囲内に存在するので、(5) または(6) に記載する効果に加えて、確実に固定用部材をシャフトの

50

溝に圧入してシャフトにロータを固定できることからより確実に必要なロータの抜き荷重を確保することができる。

【0028】

(8) 本発明は、(5)乃至(7)に記載するいずれか一つのロータシャフトの製造方法において、カシメ治具のロータ側の端部には、シャフトにロータをカシメ固定するとき固定用部材に刻印を押すための突出部が形成されているので、(5)乃至(7)に記載する効果に加えて、カシメ固定後は外觀によりカシメがなされたことを確認することができることからカシメ固定後のロータシャフトの品質の保証を図ることができる。

【0029】

(9) 本発明は、中空円筒形状の積層鋼板からなるロータコアと、ロータコアの中心軸方向に隣接配置されロータコア側の端面に肉欠き部が形成されることによりロータコアとは内径側と外径側の2つの接触面で接するエンドプレートを有するロータシャフトにおいて、ロータコアとエンドプレートの内径側の接触面の径方向の幅をWとし、エンドプレートの直径をD_eとするときに、 $(2 \times W / D_e) < 0.26$ とする条件を満たすので、カシメ固定時において外径部分においてエンドプレートとロータコアの間に隙間が生じるおそれがないことから高速回転時の遠心力によるコアの破断を防止することができる。

10

【0030】

(10) 本発明は、(9)に記載するロータシャフトにおいて、カシメ固定後の固定用部材におけるロータの中心軸方向の端部と溝の入口部との幅とする出代が径方向におけるシャフトの溝の深さより大きいので、(9)に記載する効果に加えて、固定用部材の先端部の一部がシャフトの溝から突出してバリが発生することを防止することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】実施例1の概要図である。(カシメ前)

【図2】実施例1の概要図である。(カシメ後)

【図3】パンチの押圧部の上面図である。

【図4】図3のA-A矢視図である。

【図5】シャフトの溝の部分の拡大図である。

【図6】ロータコアの径方向の位置とその位置における積層厚みとの関係を調べた評価結果を表す図である。

30

【図7】図6に示す評価結果をまとめた図である。

【図8】エンドプレートの直径と接触面の径方向の幅の位置関係を示す図である。

【図9】シャフトの溝からのカシメプレートの出代とシャフトの溝の深さの関係を示す図である。

【図10】実施例2の概要図である。(カシメ前)

【図11】実施例2の概要図である。(カシメ後)

【図12】パンチとロータシャフトとカシメプレートの周辺図である。

【図13】 Δc とカシメ荷重の関係および Δt とカシメ抜き荷重の関係の検証結果を示す図である。

40

【図14】パンチの最大ストローク時のシャフトの溝部分の拡大図である。

【図15】圧縮荷重を作用させる前のカシメプレートの様子を示す図である。

【図16】圧縮荷重を作用させた時のカシメプレートの様子を示す図である。

【図17】カシメプレートのテーパ部の設定を示す図である。

【図18】パンチの先端部に突起部を設けて、カシメプレートの上面に刻印を押す例を示す図である。

【図19】パンチの先端部に突起部を設けて、カシメプレートの側面に刻印を押す例を示す図である。

【図20】特許文献1に開示されたシャフトにロータを固定する方法の実施例1を示す図である。

【図21】特許文献1に開示されたシャフトにロータを固定する方法の実施例1を示す図

50

である。

【図 2 2】特許文献 1 に開示されたシャフトにロータを固定する方法の実施例 2 を示す図である。

【図 2 3】特許文献 1 に開示されたシャフトにロータを固定する方法の実施例 2 を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下、本発明の実施例について説明する。

【実施例 1】

【0033】

10

図 1 と図 2 は、本発明の実施例 1 のロータシャフト 1 の製造方法の概要を示した図であり、図 1 はシャフト 1 1 にロータ 1 2 を固定する前の様子を、図 2 はシャフト 1 1 にロータ 1 2 を固定した後の様子を示している。図 1 と図 2 に示すように、本発明のロータシャフト 1 の製造方法を実現するための構成として、シャフト 1 1、ロータ 1 2、カシメプレート 1 3、パンチ 1 4、押さえ治具 1 5などを備えている。ロータ 1 2 は、ロータコア 2 1 とエンドプレート 2 2 を備えている。

【0034】

シャフト 1 1 は円筒形状であり、外径がロータコア 2 1 の内径にほぼ一致するように形成されている。シャフト 1 1 の外周部には全周にわたってフランジ部 1 1 a やカシメ溝 1 1 b が形成されている。そして、エンドプレート 2 2 の中心軸方向の一端面は、シャフト 1 1 のフランジ部 1 1 a により支持されている。エンドプレート 2 2 は円盤形状からなり、中央部にシャフト 1 1 を挿入するための挿入孔 2 2 a が形成され、さらにロータコア 2 1 側の端面には径方向の所定の範囲について肉を欠いた部分である肉欠き部 2 2 b が存在する。そして、このエンドプレート 2 2 には、中央部にシャフト 1 1 を挿入するための挿入孔 2 2 a が形成され円盤形状の積層鋼板からなるロータコア 2 1 が載せられている。このロータコア 2 1 にはさらに前記のエンドプレート 2 2 がさらに載せられ、このエンドプレート 2 2 にはカシメプレート 1 3 が載せられている。カシメプレート 1 3 は断面が L 字型に形成される円盤形状からなり、中央部にシャフト 1 1 を挿入するための挿入孔が形成されている。このカシメプレート 1 3 にはさらに押さえ治具 1 5 が載せられている。押さえ治具 1 5 は中空円盤形状からなり、内径付近にてカシメプレート 1 3 と嵌合している。

20

30

【0035】

また、図 1 に示すように、パンチ 1 4 がカシメプレート 1 3 や押さえ治具 1 5 に対してロータ 1 2 の中心軸方向の位置に配置されており、ロータ 1 2 の中心軸方向に昇降するストローク部 3 1 と、ストローク部 3 1 の接触によりシャフト 1 1 の径方向にカシメプレート 1 3 を押圧する押圧部 3 2 とからなる。ここで、図 3 は押圧部 3 2 の上面図、図 4 は図 3 の A - A 矢視図である。図 3 に示すように、パンチ 1 4 の押圧部 3 2 は中空の円錐台形を 4 分割したような形状からなり、図 4 に示すように、外周面 3 2 b がテーパ形状に形成されている。

【0036】

一方、ストローク部 3 1 は、テーパ形状に形成された押圧部 3 2 の外周面 3 2 b と接触しながら昇降するように内周面がテーパ形状に形成された中空円筒形状となっている。このような形状からなるストローク部 3 1 と押圧部 3 2 について、ストローク部 3 1 をロータ 1 2 の中心軸方向に昇降させることにより押圧部 3 2 がシャフト 1 1 の径方向に移動するカム機構を構成している。

40

【0037】

このような構成のもと、本実施例では以下のような工程が実現される。

まず、図 1 に示すように、カシメプレート 1 3 の外周部分にパンチ 1 4 の押圧部 3 2 に備わるパンチ先端部 3 2 a を当てる。この時、パンチ 1 4 のストローク部 3 1 は押圧部 3 2 に対してロータ 1 2 の中心軸方向にカシメプレート 1 3 とは離れた位置に配置されている。

50

【 0 0 3 8 】

そして、パンチ 1 4 のストローク部 3 1 をロータ 1 2 が配置される方向に移動させる。すると、前記のようにストローク部 3 1 と押圧部 3 2 がカム機構を構成していることから、押圧部 3 2 がシャフト 1 1 の径方向に移動してパンチ先端部 3 2 a がカシメプレート 1 3 を押圧する。押圧されたカシメプレート 1 3 は押圧された付近の部分が変形し、シャフト 1 1 の溝 1 1 b に圧入される。

【 0 0 3 9 】

その後、ストローク部 3 1 が最下点の位置まで移動すると、押圧部 3 2 がシャフト 1 1 の径方向の最も内側に移動してカシメプレート 1 3 を押圧する。そのため、カシメプレート 1 3 は、エンドプレート 2 2 に対してロータ 1 2 の中心軸方向に隣接配置した状態でシャフト 1 1 に対して圧入固定される。これにより、エンドプレート 2 2 およびロータコア 2 1 は中心軸方向への移動ができなくなりシャフト 1 1 に固定される。従って、カシメプレート 1 3 をシャフト 1 1 に圧入固定することにより、カシメプレート 1 3 がロータ 1 2 の中心軸方向に隣接配置されているエンドプレート 2 2 およびロータコア 2 1 をシャフト 1 1 にカシメ固定することができる。

【 0 0 4 0 】

以上のように本実施例では、シャフト 1 1 を変形させてカシメるのではなく、カシメプレート 1 3 を変形させてカシメるので、ロータコア 2 1 の外径が小さい場合であっても対応したパンチ 1 4 を製作して、カシメによりシャフト 1 1 にロータ 1 2 を固定することができる。

【 0 0 4 1 】

また、本実施例では前記のようにパンチ先端部 3 2 a がカシメプレート 1 3 を径方向から押圧する。そのため、パンチ先端部 3 2 a の押圧力（カシメ荷重）がカシメプレート 1 3 をシャフト 1 1 の溝 1 1 b 内へ圧入する方向に働くので、カシメプレート 1 3 をシャフト 1 1 内に圧入するためのカシメ荷重は小さくてもよい。特に、本実施例ではパンチ先端部 3 2 a の断面形状が円になっており、パンチ先端部 3 2 a がカシメプレート 1 3 に最初に当たるときには点で当たってパンチ先端部 3 2 a の押圧力が集中するので、カシメ荷重は小さくてもよい。そのため、大きなカシメ荷重を与えなくても必要なロータ 1 2 の抜き荷重を確保することができる。

【 0 0 4 2 】

図 5 は、シャフト 1 1 の溝 1 1 b の部分の拡大図である。ハイブリッド車両の衝突 G により、カシメプレート 1 3 がシャフト 1 1 の溝 1 1 b から抜けてロータ 1 2 がシャフト 1 1 から抜けてしまう時にカシメプレート 1 3 にかかる荷重の下限値をロータ 1 2 の抜き荷重という。そのため、ロータ 1 2 の抜き荷重が大きいほど、ロータ 1 2 はシャフト 1 1 から抜けにくいといえる。そして、このロータ 1 2 の抜き荷重はカシメプレート 1 3 のシャフト 1 1 の溝 1 1 b への入り込み量と相関関係がある。ここで、本実施例では前記のようにパンチ先端部 3 2 a がカシメプレート 1 3 を径方向から押圧する。そのため、カシメプレート 1 3 のカシメ部分の形状が顕著に現れ、図 5 に示すカシメ部分の外径 D_c の測定がしやすくなる。従って、カシメ固定後にカシメ部分の外径 D_c を測定することで、ロータ 1 2 の抜き荷重を確認することができ、カシメ固定後のロータシャフト 1 の品質の保証を図ることができる。

【 0 0 4 3 】

また、シャフト 1 1 の溝 1 1 b への入り込み量はパンチ 1 4 の径方向へのストローク量との間において相関関係がある。そして、パンチ 1 4 がストローク部 3 1 と押圧部 3 2 とによりカム機構を構成しており、ストローク部 3 1 をロータ 1 2 が配置される方向に移動させることにより押圧部 3 2 がシャフト 1 1 の径方向に移動してカシメプレート 1 3 を押圧することから、パンチ 1 4 の押圧部 3 2 の径方向へのストローク量とパンチ 1 4 のストローク部 3 1 のロータ 1 2 の中心軸方向へのストローク量との間にも相関関係がある。以上より、ロータ 1 2 の抜き荷重は、パンチ 1 4 のストローク部 3 1 のロータ 1 2 の中心軸方向へのストローク量との間において相関関係があるといえる。従って、パンチ 1 4 のス

10

20

30

40

50

トローク部 3 1 のロータ 1 2 の中心軸方向へのストローク量を管理することによっても、ロータ 1 2 の抜き荷重を管理することができる。

【 0 0 4 4 】

また、パンチ 1 4 のストローク部 3 1 をロータ 1 2 が配置される方向に移動させて、押圧部 3 2 をシャフト 1 1 の径方向に移動させカシメプレート 1 3 を押圧する時には、エンドプレート 2 2 とロータコア 2 1 の間に隙間が生じないように、エンドプレート 2 2 を中心軸方向に押さえておく必要がある。そこで、押さえ治具 1 5 によりエンドプレート 2 2 に中心軸方向の荷重を与える。しかし、ここで、押さえ治具 1 5 により直接的にエンドプレート 2 2 を押さえると、カシメプレート 1 3 はシャフト 1 1 にカシメ固定されるので、カシメプレート 1 3 とエンドプレート 2 2 の間に隙間が生じるおそれがある。そこで、押
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995
1000

【 0 0 4 5 】

次に、エンドプレート 2 2 の特徴的な形状について説明する。ここで、薄板に突起部分（ダボ）を形成して、それを凹み部分に圧着挿入することによりカシメを成形する方法として、ダボカシメというカシメ方法が存在する。ロータコア 2 1 は、積層鋼板を互いにダボカシメにより結合させることにより構成されている。そのため、エンドプレート 2 2 のロータコア 2 1 側の端面はこのダボカシメがなされた部分を逃がすために、ダボカシメがなされた部分に対応する部分の肉が欠けた形状を形成する必要がある。しかし、肉が欠けた部分の径方向の幅が小さい場合には、ダボカシメがなされた部分を逃がすことが出来たとしても、カシメ時においてエンドプレート 2 2 をロータコア 2 1 に押さえつけた時に、肉が欠けた部分の径方向の両側に存在するエンドプレート 2 2 とロータコア 2 1 の接触面（2 2 c、2 2 d）のうち、内径側の接触面 2 2 c の幅が大きくなる。そのため、押さえ治具 1 5 によりカシメプレート 1 3 を介してエンドプレート 2 2 を押さえ、エンドプレート 2 2 によりロータコア 2 1 を押さえるときに、ロータコア 2 1 が径方向に全体的に押さえつけられることになる。従って、外径部分においてエンドプレート 2 2 とロータコア 2
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995
1000

【 0 0 4 6 】

そこで、本実施例では、エンドプレート 2 2 のロータコア 2 1 側の端面において、ロータコア 2 1 のダボカシメ部の付近から内径付近までの広い範囲の肉が欠けた形状に形成されている。このように、エンドプレート 2 2 のロータコア 2 1 側の端面を広い範囲で欠けた形状にすることにより、エンドプレート 2 2 とロータコア 2 1 の接触面 2 2 c の径方向の幅が小さくなるので、この接触面 2 2 c に集中してロータコア 2 1 を押さえつける荷重が働き、外径部分においてエンドプレート 2 2 とロータコア 2 1 の間に隙間が生じるおそれがない。

【 0 0 4 7 】

そこで、出願人は以上の効果を検証するために、接触面 2 2 c の径方向の幅を変化させた場合のロータコア 2 1 の積層厚みの変化の様子を調べた。図 6 は、ロータコア 2 1 の径方向の位置とその位置における積層厚みとの関係を示したものである。接触面 2 2 c の径方向の幅は A、B、C、D の 4 つに変化させて検証した。なお、 $A < B < C < D$ の関係を有している。図 6 に示すように、ロータコア 2 1 の積層厚みについて、接触面 2 2 c の径方向の幅が小さい（A、B）ときは、内径側よりも外径側のほうが大きい、あるいは同等となっている。しかし、接触面 2 2 c の径方向の幅が所定の値以上（C、D）になると内径側よりも外径側のほうが小さくなってしまい、エンドプレート 2 2 とロータコア 2 1 の間に隙間が生じてしまうことが分かる。

【 0 0 4 8 】

そこで、図 6 に示す評価結果のまとめを図 7 に示す。図 7 は、接触面 2 2 c の径方向の幅である A、B、C、D について、エンドプレート 2 2 の直径に対する接触面 2 2 c の径方向の幅の割合と、エンドプレート 2 2 とロータコア 2 1 の間の隙間の発生の有無との関係について示す。図 7 に示すように、エンドプレート 2 2 の直径に対する接触面 2 2 c の径方向の幅の割合が 2 6 % 以上の場合に、エンドプレート 2 2 とロータコア 2 1 の間の隙間が発生することが分かる。以上の検証結果から、図 8 に示すように、エンドプレート 2 2 の直径を D_e とし、接触面 2 2 c の径方向の幅を W としたときに、 $(2 \times W / D_e) < 0.26$ とする条件を満たす場合には、外径部分においてエンドプレート 2 2 とロータコア 2 1 の間に隙間が生じるおそれがないといえる。そのため、必要なロータ 1 2 の抜き荷重を確保することができる。

10

【0049】

次に、シャフト 1 1 の溝 1 1 b の角度とパンチ 1 4 の押圧部 3 2 の角度の関係について説明する。本実施例では、前記の図 5 に示すように、シャフト 1 1 の溝 1 1 b の切り込み角度を θ_s とし、パンチ 1 4 の押圧部 3 2 のテーパ形状とロータ 1 2 の中心軸とがなす角度を θ_p とするとき、以下のように設定する。

【数 1】

$$(\theta_s - 20^\circ) < \theta_p < (\theta_s - 10^\circ)$$

20

【0050】

このように設定する理由は以下のとおりである。仮に $(\theta_s - 20^\circ) > \theta_p$ とする場合には、パンチ 1 4 の押圧部 3 2 の先端部の角度が大きくなるので、カシメプレート 1 3 をパンチ 1 4 の押圧部 3 2 により押圧したときに、シャフト 1 1 の溝 1 1 b の側面から受ける反力が大きく、カシメ荷重が顕著に大きくなってしまふ。そのため、標準のカシメ荷重ではパンチ 1 4 の押圧部 3 2 の必要な押し込み量を確保することが出来ず、カシメプレート 1 3 のカシメ量が不十分となり、満足できるロータ 1 2 の抜き荷重を確保することができない。そこで、パンチ 1 4 のロータ 1 2 の中心軸方向の許容範囲内におけるカシメ荷重が最も大きくなる最上部においても、満足できるロータ 1 2 の抜き荷重を確保することができる条件として、 $(\theta_s - 20^\circ) < \theta_p$ とする。

30

【0051】

また、仮に $(\theta_s - 10^\circ) < \theta_p$ とする場合には、超鋼品であるパンチ 1 4 の押圧部 3 2 の先端部の角度が非常に小さくなり、加工が不可能となってしまうおそれがある。そこで、加工が可能な範囲として $\theta_p < (\theta_s - 10^\circ)$ とする。

【0052】

以上のような理由から、前記の数 1 のようにシャフト 1 1 の溝 1 1 b の角度とパンチ 1 4 の押圧部 3 2 の角度の関係を設定する。そのため、必要なロータ 1 2 の抜き荷重を確保することができる。

【0053】

次に、シャフト 1 1 の溝 1 1 b からのカシメプレート 1 3 の出代 α とシャフト 1 1 の溝 1 1 b の深さ d の関係について説明する。図 9 は、出代 α と深さ d の関係を示す図である。ここで、図 9 に示すように、出代 α はカシメプレート 1 3 の先端部 1 3 a の端部とシャフト 1 1 の溝 1 1 b の入口部との幅を示している。そして、図 9 に示すように、シャフト 1 1 の溝 1 1 b からのカシメプレート 1 3 の出代 α の値をシャフト 1 1 の溝 1 1 b の深さの値よりも大きくしている。そのため、カシメプレート 1 3 の先端部 1 3 a がシャフト 1 1 の溝 1 1 b に入り込んでしまうことを防止することができ、ロータ 1 2 の抜き荷重を確実に確保することができる。また、カシメプレート 1 3 の先端部 1 3 a の一部がシャフト 1 1 の溝 1 1 b に入り込み、一部がシャフト 1 1 の溝 1 1 b から突出してバリが発生するということも防止することができる。

40

【0054】

50

次に、パンチ 1 4 の構成について説明する。本実施例では、図 3 に示すようにパンチ 1 4 を周方向に 4 分割しておりカシメを行なう部分と行なわない部分とを設けている。そのため、カシメ後において、ロータシャフト 1 の外観を目視することによりカシメ工程を終了した後か否かを確認することができる。なお、パンチ 1 4 の分割数は 4 分割に限られず、2 分割、3 分割、5 分割など複数に分割していけばよい。

【0055】

以上のような実施例 1 により、以下の効果が得られる。

(1) 本実施例は、ロータ 1 2 の中心軸方向側に隣接配置されたカシメプレート 1 3 を径方向に向いた溝 1 1 b を備えるシャフト 1 1 にカシメ固定するものであって、カシメプレート 1 3 が配置位置において溝 1 1 b と反対側の径方向端部に径方向荷重が印加され肉の一部が溝 1 1 b に圧入されることにより、ロータ 1 2 をシャフト 1 1 に固定するカシメ固定工程を有するロータシャフトの製造方法において、パンチ 1 4 をシャフト 1 1 の径方向からカシメプレート 1 3 に押圧することによりロータ 1 2 をシャフト 1 1 に固定するカシメ固定工程を有するので、シャフト 1 1 を変形させるのではなくカシメプレート 1 3 を変形させることからロータ 1 2 の外径が小さい場合であっても対応したパンチ 1 4 を製作してカシメによりシャフト 1 1 にロータ 1 2 を固定することができ、パンチ 1 4 の押圧力がカシメプレート 1 3 をシャフト 1 1 の溝 1 1 b 内へ圧入する方向に働きカシメ荷重を小さくできることから必要なロータ 1 2 の抜き荷重を確保することができ、カシメ固定後においてはカシメプレート 1 3 のカシメ部分の外径 D_c を測定することでロータ 1 2 の抜き荷重を確認できることからカシメ固定後のロータシャフトの品質の保証を図ることができる。

10

20

【0056】

(2) 本実施例は、(1) に記載するロータシャフトの製造方法において、カシメ固定工程は、カシメプレート 1 3 をロータ 1 2 の中心軸方向から押圧する押さえ治具 1 5 と、ロータ 1 2 との間に隙間を設けてロータ 1 2 をシャフト 1 1 に固定するので、(1) に記載する効果に加えて、カシメ固定後においてカシメプレート 1 3 とロータ 1 2 の間に隙間は生じないことからより確実にロータ 1 2 を固定することができる。

【0057】

(3) 本実施例は、(1) または (2) に記載するロータシャフトの製造方法において、カシメ固定工程は、シャフト 1 1 の外周面に対する溝 1 1 b の切り込み角度を θ_s とし、カシメプレート 1 3 を押圧するパンチ 1 4 の先端部に備えるテーパ形状とロータ 1 2 の中心軸とがなす角度を θ_p としたときに、 $(\theta_s - 20) < \theta_p < (\theta_s - 10)$ とする条件のもとロータ 1 2 をシャフト 1 1 に固定するので、(1) または (2) に記載する効果に加えて、加工上の強度に問題がなくパンチ 1 4 を製作することができ、所定のカシメ荷重を与えることによりパンチ 1 4 は必要な押し込み量を確保できることからより確実に必要なロータ 1 2 の抜き荷重を確保できる。

30

【0058】

(4) 本実施例は、(1) 乃至 (3) に記載するロータシャフトの製造方法において、パンチ 1 4 は周方向に分割されるものであるので、(1) 乃至 (3) に記載する効果に加えて、カシメ固定後においてカシメ固定工程を終了した後か否かを目視で確認することができることからカシメ固定後のロータシャフトの品質の保証を図ることができる。

40

【0059】

(5) 本実施例は、中空円筒形状の積層鋼板からなるロータコア 2 1 と、ロータコア 2 1 の中心軸方向に隣接配置されロータコア 2 1 側の端面に肉欠き部 2 2 b が形成されることによりロータコア 2 1 とは内径側と外径側の 2 つの接触面 (2 2 c、2 2 d) で接するエンドプレート 2 2 を有するロータシャフトにおいて、ロータコア 2 1 とエンドプレート 2 2 の内径側の接触面 2 2 c の径方向の幅を W とし、エンドプレート 2 2 の直径を D_e とするときに、 $(2 \times W / D_e) < 0.26$ とする条件を満たすので、カシメ固定時において外径部分においてエンドプレート 2 2 とロータコア 2 1 の間に隙間が生じるおそれがないことから高速回転時の遠心力によるコアの破断を防止することができる。

50

【 0 0 6 0 】

(6) 本実施例は、(5) に記載するロータシャフトにおいて、カシメ固定後のカシメプレート 1 3 におけるロータ 1 2 の中心軸方向の端部と溝 1 1 b の入口部との幅とする出代 α が径方向におけるシャフト 1 1 の溝 1 1 b の深さ d より大きいので、(5) に記載する効果に加えて、カシメプレート 1 3 の先端部の一部がシャフト 1 1 の溝 1 1 b から突出してバリが発生することを防止することができる。

【 実施例 2 】

【 0 0 6 1 】

次に、実施例 2 について説明する。

図 1 0 と図 1 1 は、本発明の実施例 2 のロータシャフトの製造方法の概要を示した図であり、図 1 0 はシャフト 1 1 にロータ 1 2 を固定する前の様子を、図 1 1 はシャフト 1 1 にロータ 1 2 を固定した後の様子を示している。実施例 2 のロータシャフト 2 の製造方法を実現するための構成において、実施例 1 と異なる点はパンチ 1 6 である。パンチ 1 6 は、中空円筒形状からなり、中空部を形成する内周面にはテーパ部が形成されている。パンチ 1 6 のテーパ部の端面側の直径はカシメプレート 1 3 の鉛直部分の外径に比して大きく形成され、パンチ 1 6 のテーパ部の内周面側の直径はカシメプレート 1 3 の鉛直部分の外径に比して小さく形成されている。パンチ 1 6 以外のその他の構成は、実施例 1 と共通するため、以下の説明は省略する。

【 0 0 6 2 】

このような構成のもと、実施例 2 では以下のような工程が実現される。

図 1 0 に示すような状態からパンチ 1 6 をロータ 1 2 の中心軸方向に移動する。すると、図 1 1 に示すように、パンチ 1 6 のテーパ部がカシメプレート 1 3 に接触し、カシメプレート 1 3 がシャフト 1 1 の溝 1 1 b 側に押圧される。これにより、カシメプレート 1 3 の肉の一部をシャフト 1 1 の溝 1 1 b に圧入してロータ 1 2 をシャフト 1 1 に固定する。

【 0 0 6 3 】

ここで、図 1 2 はパンチ 1 6 とシャフト 1 1 とカシメプレート 1 3 の周辺図である。図 1 2 に示すように、本発明では、シャフト 1 1 の外周とパンチ 1 6 の間の隙間量を Δc とし、カシメプレート 1 3 においてパンチ 1 6 により径方向荷重が印加される部分の厚みを固定用部材厚み T とし、溝 1 1 b におけるカシメプレート 1 3 の肉が収まる深さを溝食込み深さ Δt とする。

【 0 0 6 4 】

そして、本発明では、以下のような条件式を設定する。

【 数 2 】

$$\Delta c = T - \Delta t$$

このように、シャフト 1 1 の外周とパンチ 1 6 の間の隙間量の Δc を設けることにより、シャフト 1 1 とパンチ 1 6 の隙間に入り込むカシメプレート 1 3 の量が増大して強度が増大するので、カシメ実施時およびパンチ 1 6 を抜く際に脱落せずバリの発生を防ぐことができる。

【 0 0 6 5 】

ここで、出願人は Δc とカシメ荷重の関係および Δt とカシメ抜き荷重の関係を実験により検証した。図 1 3 は、 Δc とカシメ荷重の関係および Δt とカシメ抜き荷重の検証結果を示す。図 1 3 に示すように、 Δc の値とカシメ荷重は比例関係にあり、 Δc の値が小さくなるほどカシメ荷重は大きくなり、 Δc の値が大きくなるほどカシメ荷重は小さくなることわかる。また、 Δt とカシメ抜き荷重の関係は曲線で表現され、 Δt の値が小さくなるほどカシメ抜き荷重は小さくなり、 Δt の値が大きくなるほどカシメ抜き荷重は大きくなることわかる。さらに、図 1 3 にはパンチ 1 6 を抜く際にシャフト 1 1 とパンチ 1 6 の隙間に入り込むカシメプレート 1 3 が脱落してバリが発生しない領域も示し

ている。図 13 より、 Δc が 0.3 mm 以上の場合にはバリが発生しないことが分かる。そのため、 Δc は 0.3 mm 以上が望ましい。

【0066】

また、前記の図 10 および図 11 に示すように、パンチ 16 の先端部分にはテーパ部が形成されている。このように、テーパ部を形成することにより、パンチ 16 によりロータ 12 の中心軸方向にカシメプレート 13 を圧縮させると、カシメプレート 13 には径方向に荷重が掛かる。そのため、この径方向に掛かる荷重によりカシメプレート 13 がシャフト 11 の溝 11b に圧入される。従って、小さなカシメ荷重によりカシメプレート 13 をシャフト 11 の溝 11b に押し込んで、シャフト 11 にロータ 12 を固定することができ、より確実に必要なロータ 12 の抜き荷重を確保することができる。

10

【0067】

図 14 は、パンチ 16 の最大ストローク時のシャフト 11 の溝 11b 部分の拡大図である。図 14 に示すように、パンチ 16 の最大ストローク時にはテーパ形状部の端部がシャフト 11 の溝 11b の先端部よりも、ロータ 12 の中心軸方向について下にくるように設定している。そのため、パンチ 16 のテーパ形状部の全体からカシメプレート 13 にはシャフト 11 の径方向に荷重を受けることになる。従って、カシメプレート 13 が確実にシャフト 11 の溝 11b に押し込まれて、エンドプレート 22 の抜き荷重を大きくすることができる。

【0068】

図 15 は、圧縮荷重がかかる直前のカシメプレート 13 の様子を示す図である。図 15 に示すようにカシメプレート 13 にはテーパ部 13b が形成されている。この状態から、カシメプレート 13 の先端部 13a にロータ 12 の中心軸方向に圧縮荷重を加えると、図 16 に示すように、テーパ部 13b が突っ張ることによりカシメプレート 13 の内周側の材料が流動してテーパ部 13b の終点付近が膨れる。そして、この膨れた部分をシャフト 11 の溝 11b に圧入することにより、たとえ溝 11b に対してカシメプレート 13 の先端部 13a が遠くても、シャフト 11 にロータ 12 を固定することができる。ここで、図 17 に示すように、テーパ部 13b を延長させた線とシャフト 11 の外周面を延長させた線との交点の位置を溝 11b の範囲内となるようにテーパ部 13b の形状を設定する。このようにテーパ部 13b の形状を設定することにより、シャフト 11 にロータ 12 を確実に固定することができ、より確実に必要なロータ 12 の抜き荷重を確保することができる。

20

30

【0069】

また、図 18 に示すように、パンチ 16 の先端部に突起部 16a を設けてパンチ 16 をカシメプレート 13 に接した時に、カシメプレート 13 の上面に刻印が押されるようにしたり、図 19 に示すように、パンチ 16 の先端部の側面に突起部 16b を設けてパンチ 16 をカシメプレート 13 に接した時に、カシメプレート 13 の側面に刻印が押されるようにしてもよい。このようにカシメプレート 13 に刻印を付けることで、ロータシャフトを外観で目視することによりカシメ固定工程が終了したことを確認することができ、カシメ固定後のロータシャフトの品質の保証を図ることができる。

【0070】

40

その他、(1) カシメ固定時に押さえ治具 15 とエンドプレート 22 の間に隙間を設けておくこと、(2) エンドプレート 22 が特徴的な形状を有すること、(3) シャフト 11 の溝 11b からのカシメプレート 13 の出代 α とシャフト 11 の溝 11b の深さ d の関係を設定すること、(4) パンチ 16 を周方向に 4 分割すること、などは実施例 1 と共通するため、以下説明は省略する。

【0071】

以上のような実施例 2 により、以下の効果が得られる。

(1) 本実施例は、ロータ 12 の中心軸方向側に隣接配置されたカシメプレート 13 を径方向に向いた溝 11b を備えるシャフト 11 にカシメ固定するものであって、カシメプレート 13 が配置位置において溝 11b と反対側の径方向端部に径方向荷重が印加され肉の

50

一部が溝 1 1 b に圧入されることにより、ロータ 1 2 をシャフト 1 1 に固定するカシメ固定工程を有するロータシャフトの製造方法において、ロータ 1 2 の中心軸方向に昇降動作することによりカシメプレート 1 3 における溝 1 1 b と反対側の径方向端部に径方向に荷重を印加させるパンチ 1 6 とシャフト 1 1 との間の隙間量をパンチシャフト間隙間量 Δc とし、カシメプレート 1 3 におけるパンチ 1 6 により径方向荷重が印加される部分の厚みを固定用部材厚み T とし、溝 1 1 b におけるカシメプレート 1 3 の肉が収まる深さを溝食込み深さ Δt とするときに、 $\Delta c = T - \Delta t$ とする条件のもとシャフト 1 1 にロータ 1 2 をカシメ固定するカシメ固定工程を有するので、シャフト 1 1 を変形させるのではなくカシメプレート 1 3 を変形させることからロータ 1 2 の外径が小さい場合であっても対応したパンチ 1 6 を製作してカシメによりシャフト 1 1 にロータ 1 2 を固定することができ、シャフト 1 1 とパンチ 1 6 の隙間に入り込むカシメプレート 1 3 の量を増大させてその強度を増大させることからカシメ実施時およびパンチ 1 6 をシャフト 1 1 から抜く際にカシメプレート 1 3 の一部が脱落することがなくバリの発生を防ぐことができる。

10

【0072】

(2) 本実施例は、(1)に記載するロータシャフトの製造方法において、パンチ 1 6 はカシメプレート 1 3 に径方向荷重を印加する内径側の先端部がテーパ形状となっているので、(1)に記載する効果に加えて、小さなカシメ荷重によりカシメプレート 1 3 をシャフト 1 1 の溝 1 1 b に圧入してシャフト 1 1 にロータ 1 2 を固定できることからより確実に必要なロータ 1 2 の抜き荷重を確保することができる。

20

【0073】

(3) 本実施例は、(1)または(2)に記載するロータシャフトの製造方法において、カシメプレート 1 3 は溝 1 1 b と反対側の径方向端部にテーパ部 1 3 b を備え、テーパ部 1 3 b の延長線とシャフト 1 1 の外周との交点は、シャフト 1 1 の外径上であってロータ 1 2 の中心軸方向について溝 1 1 b の範囲内に存在するので、(1)または(2)に記載する効果に加えて、確実にカシメプレート 1 3 をシャフト 1 1 の溝 1 1 b に圧入してシャフト 1 1 にロータ 1 2 を固定できることからより確実に必要なロータ 1 2 の抜き荷重を確保することができる。

【0074】

(4) 本実施例は、(1)乃至(3)に記載するいずれか一つのロータシャフトの製造方法において、パンチ 1 6 のロータ 1 2 側の端部には、シャフト 1 1 にロータ 1 2 をカシメ固定するときにカシメプレート 1 3 に刻印を押すための突出部 (1 6 a、1 6 b) が形成されているので、(1)乃至(3)に記載する効果に加えて、カシメ固定後は外観によりカシメがなされたことを確認することができることからカシメ固定後のロータシャフトの品質の保証を図ることができる。

30

【0075】

(5) 本実施例は、中空円筒形状の積層鋼板からなるロータコア 2 1 と、ロータコア 2 1 の中心軸方向に隣接配置されロータコア 2 1 側の端面に肉欠き部 2 2 b が形成されることによりロータコア 2 1 とは内径側と外径側の 2 つの接触面 (2 2 c、2 2 d) で接するエンドプレート 2 2 を有するロータシャフトにおいて、ロータコア 2 1 とエンドプレート 2 2 の内径側の接触面 2 2 c の径方向の幅を W とし、エンドプレート 2 2 の直径を D_e とするときに、 $(2 \times W / D_e) < 0.26$ とする条件を満たすので、カシメ固定時において外径部分においてエンドプレート 2 2 とロータコア 2 1 の間に隙間が生じるおそれがないことから高速回転時の遠心力によるコアの破断を防止することができる。

40

【0076】

(6) 本実施例は、(5)に記載するロータシャフトにおいて、カシメ固定後のカシメプレート 1 3 におけるロータ 1 2 の中心軸方向の端部と溝 1 1 b の入口部との幅とする出代 α が径方向におけるシャフト 1 1 の溝 1 1 b の深さ d より大きいので、(5)に記載する効果に加えて、カシメプレート 1 3 の先端部の一部がシャフト 1 1 の溝 1 1 b から突出してバリが発生することを防止することができる。

【0077】

50

尚、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。

【符号の説明】

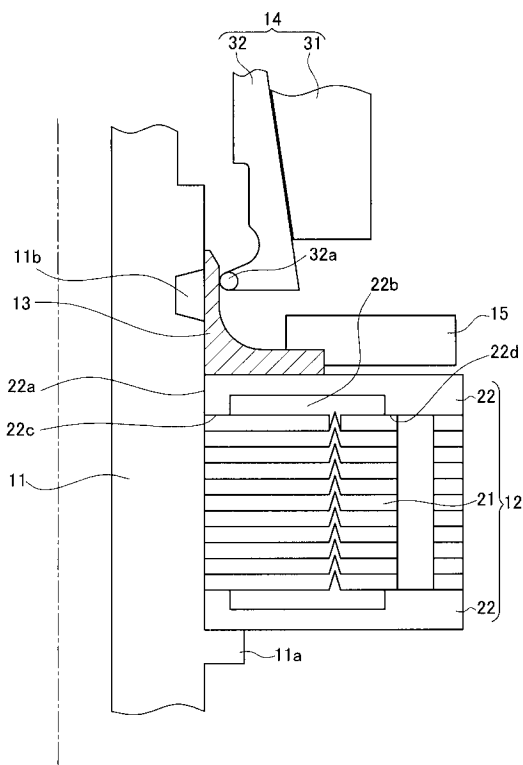
【 0 0 7 8 】

- 1 1 シャフト
- 1 1 a フランジ部
- 1 1 b 溝
- 1 2 ロータ
- 1 3 カシメプレート
- 1 3 a 先端部
- 1 4 パンチ
- 1 5 押さえ治具
- 1 6 パンチ
- 2 1 ロータコア
- 2 2 エンドプレート
- 2 2 a 挿入孔
- 2 2 b 肉欠き部
- 2 2 c 接触面
- 2 2 d 接触面
- 3 1 ストローク部
- 3 2 押圧部

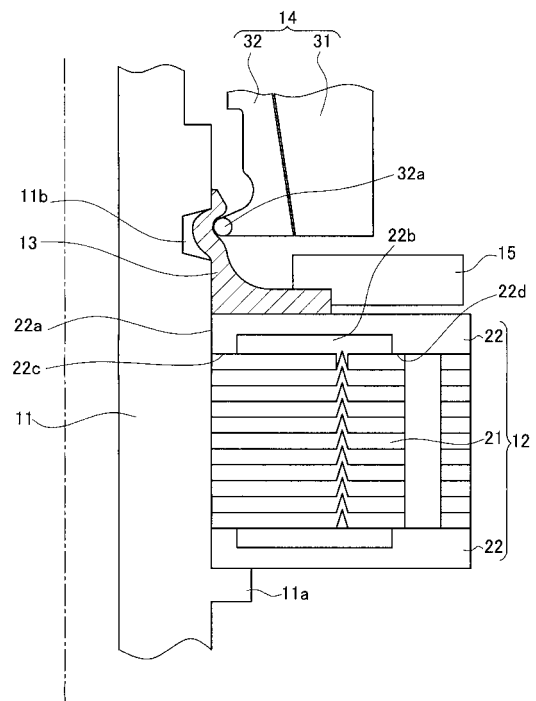
10

20

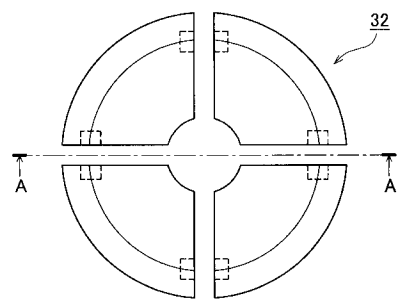
【 図 1 】



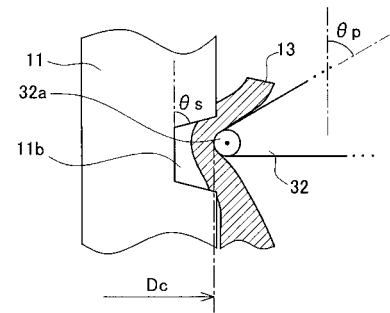
【 図 2 】



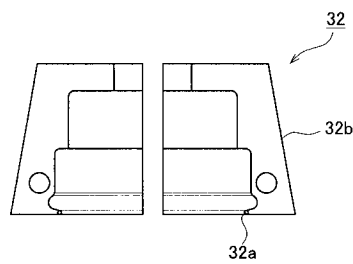
【 図 3 】



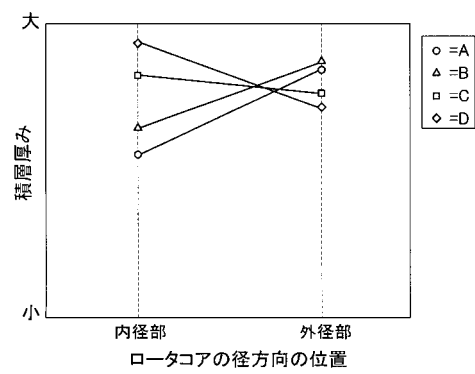
【 図 5 】



【 図 4 】



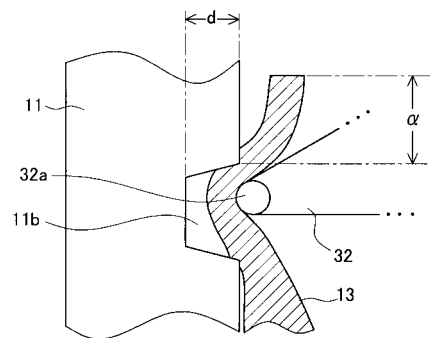
【 図 6 】



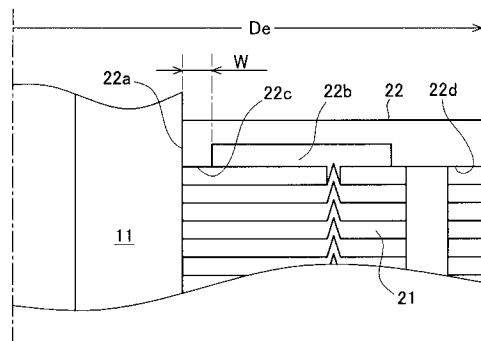
【 図 7 】

	径に対する割合	エンドプレート × ロータコア間の隙間
A	15%	無
B	22%	無
C	26%	有
D	31%	有

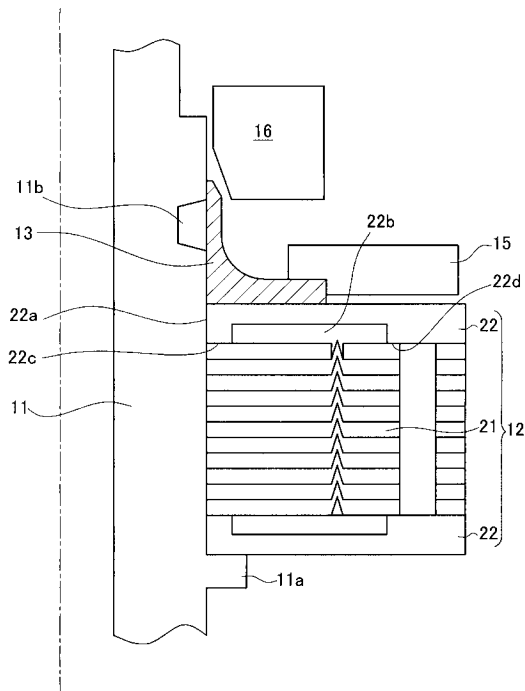
【 図 9 】



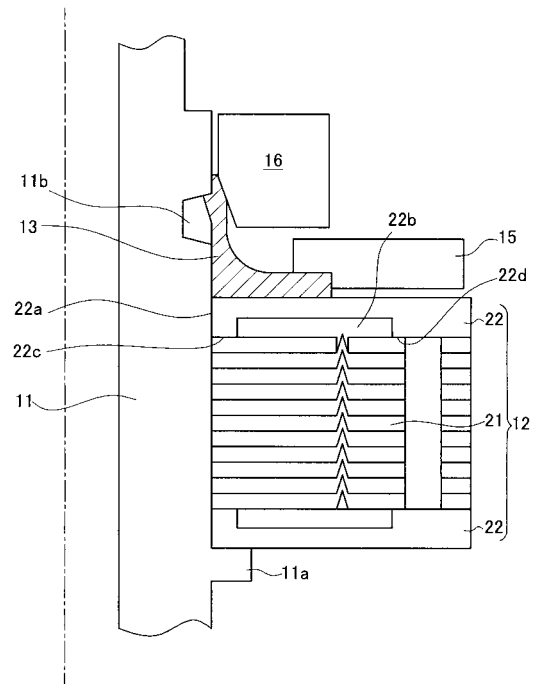
【 図 8 】



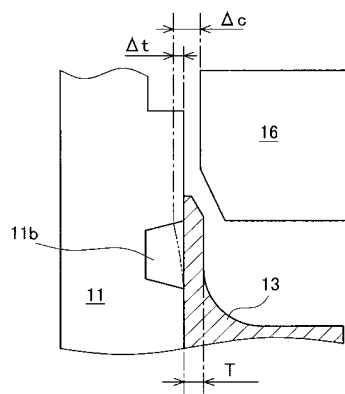
【図 10】



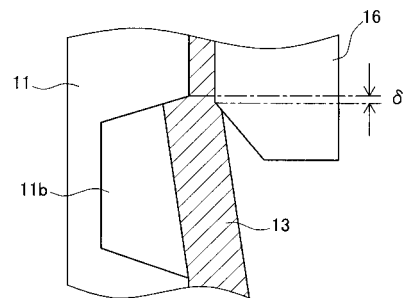
【図 11】



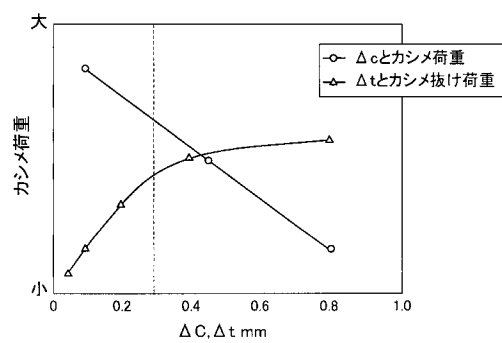
【図 12】



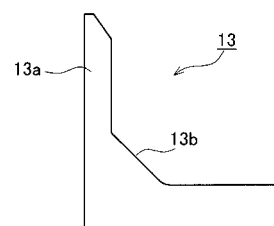
【図 14】



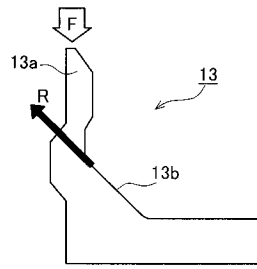
【図 13】



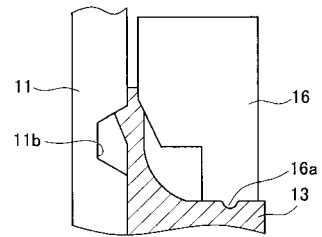
【図 15】



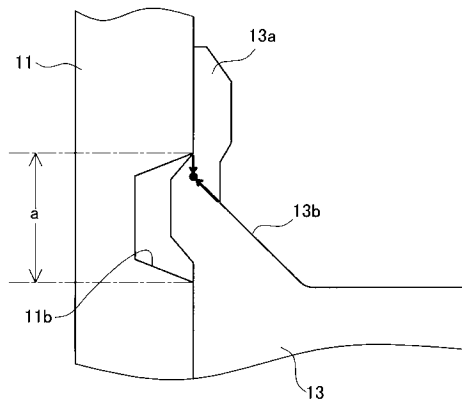
【図 16】



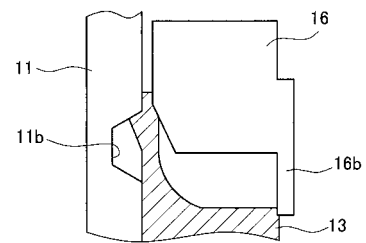
【図 18】



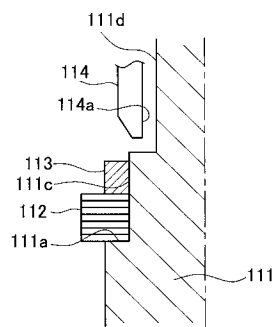
【図 17】



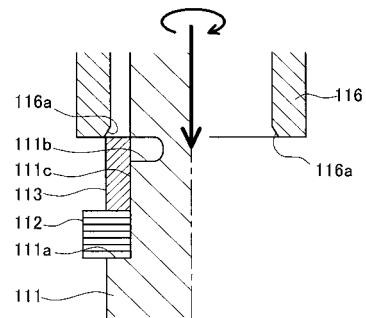
【図 19】



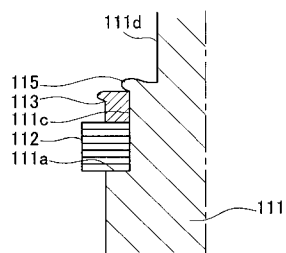
【図 20】



【図 22】



【図 21】



【図 23】

