

(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2009-81973

(P2009-81973A)

(43) 公開日 平成21年4月16日(2009.4.16)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>HO2K 15/02 (2006.01)</b>	HO2K 15/02	F 5H601
<b>HO2K 1/18 (2006.01)</b>	HO2K 15/02	G 5H615
	HO2K 1/18	B

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2007-250654 (P2007-250654)  
 (22) 出願日 平成19年9月27日 (2007. 9. 27)

(71) 出願人 00004260  
 株式会社デンソー  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
 (74) 代理人 100080045  
 弁理士 石黒 健二  
 (72) 発明者 橋沢 隆  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
 社デンソー内  
 Fターム(参考) 5H601 AA01 AA09 AA24 BB16 CC01  
 CC02 CC14 DD01 DD11 EE14  
 EE15 EE16 EE17 EE19 GA02  
 GB05 GB12 GB33 GC13 GC34  
 KK06 KK08 KK22 KK29 KK30  
 5H615 AA01 BB01 BB02 BB05 BB14  
 PP01 PP11 SS03 SS05 SS11  
 SS13 SS16

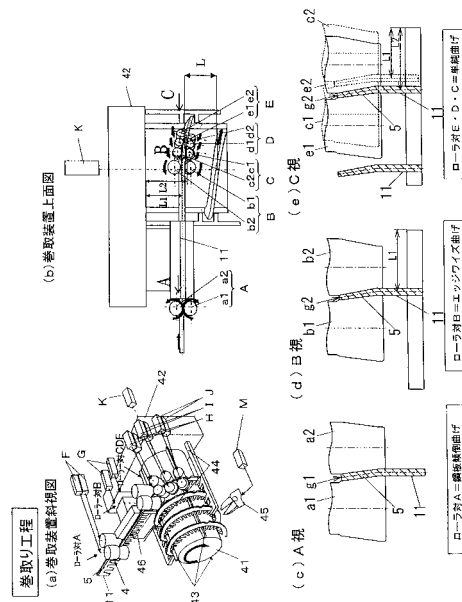
(54) 【発明の名称】 回転電機のステータコアおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 コア巻取りにおけるコア背部5の割れの発生を防止するとともにシート間隙間の発生を抑制し、強度特性に優れたステータコア3とその製造方法を提供する。

【解決手段】 巻取り工程において、鋼板シート11のシート外端部6が、シート外端部6のコア外周側方向に対し傾きを形成する傾倒曲げ加工と、シート外端部6の長手方向に対しエッジワイズに曲げられるエッジワイズ曲げ加工と、さらに、シート外端部6の板厚方向に反らせる単純曲げ加工との連続した加工工程によって加工された後、ヘリカルに巻回し、円筒状に積層してステータコア3を構成する。これにより、コア巻取りにおけるコア背部5の割れの発生を防止するとともにシート間隙間の発生を抑制する。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

帯状の鋼板シートに磁極ティース形状をプレス成形するプレス工程と、前記プレス成形した前記帯状の鋼板シートのシート外端部を、薄肉化して、螺旋状に巻回して円筒状に積層するステータコアの巻取り工程と、前記ステータコアを径方向ならびに周方向に整列させ、整列した前記シート外端部を溶接して固定する溶接工程と、溶接して固定された前記ステータコアの外径を所定の形状にしごき成形するための仕上げ工程と、からなる回転電機のステータコアの製造方法において、

前記巻取り工程は、

前記シート外端部が、前記シート外端部のコア外周側方向に対し傾きを形成する傾倒曲げ加工と、

かつ、前記シート外端部のコア長手方向に対しエッジワイズに曲がるエッジワイズ曲げ加工と、

さらに、前記シート外端部のコア板厚方向に反りを生じる単純曲げ加工と、

の連続する加工工程によって加工された後、

螺旋状に巻回して円筒状に積層されるステータコアが成形されることを特徴とする回転電機のステータコアの製造方法。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の回転電機のステータコアの製造方法において、

前記巻取り工程は、

前記シート外端部が、前記シート外端部のコア長手方向に対しエッジワイズに曲がるエッジワイズ曲げ加工と、

かつ、前記シート外端部のコア外周側方向に対し傾きを形成する傾倒曲げ加工と、

さらに、前記シート外端部のコア板厚方向に反りを生じる単純曲げ加工と、

の連続する加工工程によって加工された後、

螺旋状に巻回して円筒状に積層されるステータコアが成形されることを特徴とする回転電機のステータコアの製造方法。

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の回転電機のステータコアの製造方法において、

前記傾倒曲げ加工は、

前記シート外端部が、前記シート外端部のコア外周側方向に対し傾きを形成するように、対をなす互いに軸方向に対し同じ傾斜を有する末広がりローラと先細りローラとのローラ対によって、ロール加工されることを特徴とする回転電機のステータコアの製造方法。

## 【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載の回転電機のステータコアの製造方法において、

前記エッジワイズ曲げ加工は、

前記シート外端部が、前記シート外端部のコア長手方向に対しエッジワイズに曲げられるように、対をなす互いに軸方向に対し異なる傾斜を有する末広がりローラと先細りローラであって、前記末広がりローラの前記傾斜より前記先細りローラの前記傾斜の大きなローラ対によって、ロール加工されることを特徴とする回転電機のステータコアの製造方法

## 【請求項 5】

請求項 1 または 2 に記載の回転電機のステータコアの製造方法において、

前記単純曲げ加工は、

前記シート外端部が、前記シート外端部のコア板厚方向に反りを生じるように、対をなす互いに軸方向に対し異なる傾斜を有する末広がりローラと先細りローラからなるローラ対であって、前記末広がりローラの前記傾斜より前記先細りローラの前記傾斜の大きな複数のローラ対を、前記シート外端部のコア長手方向に整列するとともに前記コア長手方向に対し互いにオフセットして配置し、

前記複数のローラ対によって、ロール加工されることを特徴とする回転電機のステータ

10

20

30

40

50

コアの製造方法。

【請求項 6】

磁極ティース形状をプレス成形した帯状の鋼板シートを螺旋状に巻回して円筒状に積層するステータコアであって、

前記鋼板シートのシート外端部が、コア外周側方向に対して傾倒し、

前記シート外端部のコア長手方向に対しエッジワイズに曲がり、

前記シート外端部のコア板厚方向に反りを生じて、

螺旋状に巻回して円筒状に積層されたことを特徴とする回転電機のステータコア。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の回転電機のステータコアにおいて、

前記シート外端部は、前記シート外端部のコア長手方向に対しエッジワイズに曲げられて、螺旋状に巻回して円筒状に積層されるときに、前記シート外端部の外周に割れが生じないことを特徴とする回転電機のステータコア。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転電機のステータコアおよびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

〔従来の技術〕

従来から、回転電機用のステータコアとして、磁極ティース形状をプレス成形した帯状の鋼板シートを螺旋状（ヘリカル）に巻回しつつ円筒状に多数枚を積層してなるヘリカルステータコアが一般に用いられている。ヘリカルステータコア（以下、単にステータコアと呼ぶ）は、ステータコアのコア背部のシート外端部の板厚方向を圧延ロール等によってテーパ状に薄くして、シート外端部側の巻取り周長を長くすることによって巻取りがしやすくなっている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

また、このステータコアは、積層後、各ターン、各枚を径方向に揃えて径方向のずれを許容範囲に微調整し、コア背部側のシート外端部を溶接してずれが促進しないように固定される。そして、さらにステータコアの外径の真円度、ならびに内径に対する同心度と直角度など所定の形状を確保するためのしごき成形による仕上げ工程を経て、ステータコアが製造される（例えば、特許文献 2 参照）。

【0004】

〔従来技術の不具合〕

ところで、従来の巻取り工程でのステータコアの巻取り方法では、磁極ティース形状をプレス成形した帯状の鋼板シートを、磁極ティース側を内側にして、反磁極ティース側となるコア背部側を外側にして巻くエッジワイズ曲げによる巻取りでは、コア巻回の外側となるコア背部のシート外端部の周長が周方向に伸びて、コア背部の板厚がシート外端部に向うほどに薄くなり、コア背部割れが発生する場合がある。

【0005】

これを防止して巻取りをしやすくするために、巻取りの前工程として、鋼板シートのコア背部の板厚方向を圧延ロール等によって薄くしつつ周長を長くすることにより、さらに圧延により材料が送り方向に塑性流動させて鋼板シートの長手方向を幅方向に曲げるエッジワイズ曲げを生じさせ、鋼板シート自体に湾曲形状を形成させてヘリカルな巻取りを容易にする方法が採用される。

【0006】

しかし、この圧延ロール等による薄肉化、およびエッジワイズ曲げにおいて、近年の回転電機の高出力化に伴うコア背部の幅拡大をしながらも、渦電流損（鉄損）を低減するため鋼板シート自体も薄くなる傾向にあるため、薄肉化加工が益々高負荷とならざるを得ず、加工装置が大型化して、省力化を損ね、また、過度の薄肉化はコア巻取り時におけるコ

10

20

30

40

50

ア背部割れが発生する問題がある。

【 0 0 0 7 】

また、薄肉化を強めると、コア背部のシート外端部のテーパ状のシート間隙間が大きくなり、ステータコアの外径を所定の形状に形成するしごき成形工程において、適度なしごき代のしごき荷重があるにも拘らず、シート間隙間が大きいことによりシート外端部同士の拘束が強まらず、塑性変形されるシート外端部はシート間隙間によってしごき荷重が逃げやすく、さらに、シート外端部の径方向の不揃いが大きいと、しごきが促進せずに、シート外端部の曲りが促進して益々シート間隙間が拡大する懸念がある。

【 0 0 0 8 】

この薄肉化の強化によるコア背部のシート外端部のシート間隙間の拡大もしくはコア背部割れの発生は、品質面では、外観上の見栄えを悪くするとともに発錆の懸念や、性能面では、シート間隙間による磁気抵抗が大きくなって磁路の通りが悪くなり出力低下の懸念がある。また、強度面では、このステータコアが、ステータコアの軸方向一端側と他端側とをフレームによって挟装してスルーボルトの締め付けによって保持されるに際し、ステータコアのコア背部の積層方向の締め付け軸力が、シート間隙間によって変化し、保持力が低下する懸念がある。

【特許文献1】特許第3539626号公報

【特許文献2】特開2006-246586号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

そこで、今後の回転電機の高出力化ならびに高効率化に対し、ステータコアの大型・大径化とステータコアのスロットに収容する導体の高密度化が望まれる。このため、ステータコアのスロット数の増加とスロットピッチの微細化と、コア背部の寸法拡大ならびにステータコアの鉄損を低減するための鋼板シートの板厚を薄くすることが必要となる。

【 0 0 1 0 】

このことは、円筒状のステータコアの製造工程の巻取り工程時において、コア背部のシート外端部の薄肉化加工の圧下量を大きく確保することが困難であり、圧下量を大きくしたことによるシート外端部のシート間隙間が増大したり、コア背部割れが発生する問題があり、ステータコアの製造方法の改善が課題となる。

【 0 0 1 1 】

また、しごき成形工程時においても、良好なしごき加工が確保されず、益々シート間隙間を拡大する懸念がある。従って、少なくとも巻取り工程時に、コア巻取りにおけるコア背部の割れの発生を防止するとともにシート間隙間の発生が抑制されたステータコアをヘリカルに巻き取る巻取り方法の提供が重要な課題となる。

【 0 0 1 2 】

本発明は、上記課題を鑑みてなされたもので、コア巻取りにおけるコア背部の割れの発生を防止するとともにシート間隙間の発生を抑制し、強度特性に優れるステータコアとその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

〔請求項1の手段〕

請求項1に記載の回転電機のステータコアの製造方法では、帯状の鋼板シートに磁極ティース形状をプレス成形するプレス工程と、プレス成形した帯状の鋼板シートのシート外端部を、薄肉化して、螺旋状に巻回して円筒状に積層するステータコアの巻取り工程と、ステータコアを径方向ならびに周方向に整列させ、整列したシート外端部を溶接して固定する溶接工程と、溶接して固定されたステータコアの外径を所定の形状にしごき成形するための仕上げ工程と、からなる回転電機のステータコアの製造方法において、巻取り工程は、シート外端部が、シート外端部のコア外周側方向に対し傾きを形成する傾倒曲げ加工と、かつ、シート外端部のコア長手方向に対しエッジワイズに曲がるエッジワイズ曲げ加

10

20

30

40

50

工と、さらに、シート外端部のコア板厚方向に反りを生じる単純曲げ加工との連続する加工工程によって加工された後、螺旋状に巻回して円筒状に積層されるステータコアが成形されることを特徴としている。

【0014】

これにより、各鋼板シートのシート外端部をコア外周側方向に対し傾倒したので、コア外側径が小さくなり、傾倒しない従来コアに比べてシート外端部における周方向歪みは小さくなって、外周割れが生じにくくなる。また、鋼板シート沿面方向に対する曲げに比べ、曲げ領域が狭く、加工歪みが小さい板厚方向に対する曲げを併用することで、従来コアに比べてさらに周方向歪みを減らすことができるため、板厚方向の薄肉化は少なく済む。従って、積層されたステータコアのシート外端部のシート間隙間の発生が抑制される。

10

【0015】

〔請求項2の手段〕

請求項2に記載の回転電機のステータコアの製造方法では、巻取り工程は、シート外端部が、シート外端部のコア長手方向に対しエッジワイズに曲がるエッジワイズ曲げ加工と、かつ、シート外端部のコア外周側方向に対し傾きを形成する傾倒曲げ加工と、さらに、シート外端部のコア板厚方向に反りを生じる単純曲げ加工と、の連続する加工工程によって加工された後、螺旋状に巻回して円筒状に積層されるステータコアが成形されることを特徴としている。

【0016】

これにより、加工工程は請求項1の手段と変わるところはなく、加工順序のみ異なるので請求項1の手段と同様な作用・効果を奏することができる。

20

【0017】

〔請求項3の手段〕

請求項3に記載の回転電機のステータコアの製造方法では、傾倒曲げ加工は、シート外端部が、シート外端部のコア外周側方向に対し傾きを形成するように、対をなす互いに軸方向に対し同じ傾斜を有する末広がりローラと先細りローラとのローラ対によって、ロール加工されることを特徴としている。

【0018】

これにより、傾倒曲げ加工が簡単に連続して実施でき、加工設備の簡素化と加工スピード（生産性）の向上が可能となる。また、傾倒することによって、従来コアに比べて周方向歪みは小さくなる。従って、次工程のシート外端部のエッジワイズ曲げに際し、外周割れが生じにくくなる。また、傾倒したことによって薄肉化の圧下量を少なく済ませることができる。

30

【0019】

〔請求項4の手段〕

請求項4に記載の回転電機のステータコアの製造方法では、エッジワイズ曲げ加工は、シート外端部が、シート外端部のコア長手方向に対しエッジワイズに曲げられるように、対をなす互いに軸方向に対し異なる傾斜を有する末広がりローラと先細りローラであって、末広がりローラの傾斜より先細りローラの傾斜の大きなローラ対によって、ロール加工されることを特徴としている。

40

【0020】

これにより、シート外端部の板厚方向の薄肉化が簡単に連続して実施でき、加工設備の簡素化と加工スピード（生産性）の向上が可能となる。また、圧延ロール加工により材料が送り方向に塑性流動されてコア長手方向にエッジワイズな曲げ変形を生じやすくなり、ヘリカルな巻取りを容易にする。

【0021】

〔請求項5の手段〕

請求項5に記載の回転電機のステータコアの製造方法では、単純曲げ加工は、シート外端部が、シート外端部のコア板厚方向に反りを生じるように、対をなす互いに軸方向に対し異なる傾斜を有する末広がりローラと先細りローラからなるローラ対であって、末広が

50

りローラの傾斜より先細りローラの傾斜の大きな複数のローラ対を、シート外端部のコア長手方向に整列するとともにコア長手方向に対し互いにオフセットして配置し、複数のローラ対によって、ロール加工されることを特徴としている。

【0022】

これにより、シート外端部の板厚方向に反りが簡単に連続して実施でき、周方向歪みを抑えつつ小径に巻回すること、および鋼板シートの長手方向にヘリカルなリードが付与できるので、ヘリカルな巻取りに際し、各鋼板シートが重なったり、干渉することなく確実に巻き取ることが可能となり、加工設備の簡素化と加工スピード（生産性）の向上も可能となる。

【0023】

〔請求項6の手段〕

請求項6に記載の回転電機のスレータコアでは、磁極ティース形状をプレス成形した帯状の鋼板シートを螺旋状に巻回して円筒状に積層するスレータコアであって、鋼板シートのシート外端部が、コア外周側方向に対して傾倒し、シート外端部のコア長手方向に対しエッジワイズに曲がり、シート外端部のコア板厚方向に反りを生じて、螺旋状に巻回して円筒状に積層されたことを特徴としている。

【0024】

これにより、シート間隙間の生成が抑制されるので、磁気抵抗を増やすことなく磁路の通りをよくし、出力低下を抑制する。また、強度面では、このスレータコアが、スレータコアの軸方向一端側と他端側とをフレームによって挟装してスルーボルトの締め付けによって保持されるに際し、スレータコアのコア背部の積層方向の締め付け軸力が、シート間隙間の生成が抑制されるので、保持力が低下する心配がない。また、コア外周に割れが生じないのでコアの強度向上が可能となる。

【0025】

〔請求項7の手段〕

請求項7に記載の回転電機のスレータコアでは、シート外端部は、シート外端部のコア長手方向に対しエッジワイズに曲げられて、螺旋状に巻回して円筒状に積層されるときに、シート外端部の外周に割れが生じないことを特徴としている。

これによりコアの強度向上が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

この発明の最良の実施形態を、図に示す実施例1とともに説明する。

【実施例1】

【0027】

本実施例は、本発明の回転電機のスレータコアとその製造方法を車両用交流発電機に適用したものである。以下、図1～5に基づいて本実施例のスレータコアとその製造方法について説明する。

【0028】

〔実施例1の構成〕

図1(a)は車両用交流発電機の半断面図であり、(b)はスレータコアの平面図であり、(c)は(b)のX-X断面図である。図2はスレータコアの製造方法を製造工程順に示した模式図である。図3はスレータコアの製造方法の仕上げ工程を示した模式図である。

【0029】

スレータコア（積層コア）3は、図1に示すように、磁極ティース12を成形された鋼板シート11を円筒状に積層し、その内周側には複数のスロット4と、その外周側には各スロット4を等ピッチに配置するコア背部5とを構成する積層コア3であり、そのコア背部5側の外周部（以下、シート外端部6と呼ぶ）を所定の形状に仕上げたものである。そして、各スロット4内に導体巻線10を挿着することで固定子2となし、固定子2の内部に界磁として働く回転子7を収容して、車両用交流発電機1を構成する。また、スレータ

10

20

30

40

50

コア 3 は、スルーボルト 8 によって両フレーム 9 間に挟持されて締結され、車両用交流発電機 1 の電機子として働くものである。

【 0 0 3 0 】

このステータコア 3 の製造方法として、図 2 に示すような 4 つの加工工程が通常採用される。まず、最初の工程として、帯状の鋼板シート 1 1 に磁極ティース 1 2 を定寸プレス成形または連続プレス成形しつつスロット 4 とコア背部 5 を形成するプレス工程と、次に、磁極ティース 1 2 が成形された鋼板シート 1 1 を螺旋状に巻回しやすいうように、鋼板シート 1 1 のコア背部 5 の内、シート外端部 6 の板厚方向を圧延ロール等によって薄くして、巻取り周長を長くしつつ円筒状に多数枚を積層してステータコア 3 となる積層コア 3 を製造する巻取り工程と、つづいて、この積層コア 3 を積層後、各ターン、各枚を径方向ならびに周方向に揃えて径方向のずれを許容範囲に微調整して整列させ、ずれが促進しないようにシート外端部 6 を溶接にて固定する溶接工程と、そして、さらに積層コア 3 の外径の真円度、ならびに内径に対する同心度と直角度など所定の形状を保持するためのしごき成形による仕上げ工程とからなる。

10

【 0 0 3 1 】

最終工程の仕上げ工程は、上記したように積層コア 3 を所定の形状寸法に仕上げたステータコア 3 となすしごき成形工程であり、以下のようなステップにて加工される。なお、積層コア 3 はステータコア 3 と同じものであるが、製造工程での途中段階の加工状態に照らしその形態から積層コア 3 と呼称するものである。

【 0 0 3 2 】

図 3 ( a ) に示すように、しごき成形装置 2 0 は、ワークである積層コア 3 を支持する円筒状のワーク受け 2 1、ワーク受け 2 1 内に収容され積層コア 3 の内径を成形する内径芯金 2 2、積層コア 3 のスロット 4 を成形するスロット揃え矢 2 3、積層コア 3 の外径を成形する外径しごきリング 2 4、積層コア 3 をワーク受け 2 1 に押圧するワーク押え 2 5 と、これら各部材を駆動する図示しない駆動手段（例えば、油圧プレス等）を備えている。

20

【 0 0 3 3 】

仕上げ工程の第 1 ステップはワークの投入工程である（図 3 ( a ) 参照）。溶接後の積層コア 3 が固定されたワーク受け 2 1 の上に投入され、円筒状のワーク受け 2 1 の上端面に同軸を維持して支持される。ワーク受け 2 1 の外径は、積層コア 3 の外径より僅かに小さく形成されている。

30

【 0 0 3 4 】

仕上げ工程の第 2 ステップはワーク端面押え工程である（図 3 ( b ) 参照）。ワーク押え 2 5 が駆動手段によって駆動され、下降して積層コア 3 の他端側に当接して押圧する。このとき、積層コア 3 とワーク押え 2 5 とが同軸を維持して押圧可能なように、ワーク押え 2 5 の外径は、積層コア 3 の外径より僅かに小さく形成されている。なお、ワーク押え 2 5 とワーク受け 2 1 とは同軸に配置されており、互いの外径は同径かもしくは僅かに径差を有して、良好なしごき成形を得ることが可能である。

【 0 0 3 5 】

仕上げ工程の第 3 ステップはスロット・内径部の拘束工程である（図 3 ( c ) 参照）。まず、スロット揃え矢 2 3 が、駆動手段により上方に駆動され、その後、内径芯金 2 2 が上方に駆動される。スロット揃え矢 2 3 と内径芯金 2 2 とはともに積層コア 3 の一端側から嵌入され、これにより、スロット揃え矢 2 3 は各スロット 4 内の径方向ならびに周方向のシート内端の僅かなずれを整列して所定のスロット幅と正確なスロットピッチを確保するとともに、内径芯金 2 2 はスロット揃え矢 2 3 との間で径方向にずれを調整し、内径を整列して真円度を確保する。

40

【 0 0 3 6 】

仕上げ工程の第 4 ステップは外径しごき加工工程である（図 3 ( d ) 参照）。外径しごきリング 2 4 が駆動手段によって駆動され、ワーク押え 2 5 の外径部を摺動して下降させる。外径しごきリング 2 4 の内径寸法は積層コア 3 の外径とは僅かに径小に形成されてい

50

る。この両者の寸法差に相当する適度なしごき代によって、積層コア 3 のシート外端部 6 は塑性変形されつつ径方向に押し込まれてしごき成形される。外径しごきリング 2 4 が所定の位置まで下降して、積層コア 3 のシート外端部 6 のしごき成形は完了する。

【 0 0 3 7 】

そして、仕上げ工程の第 5 ステップは全解除取出工程である（図 3（e）参照）。外径しごきリング 2 4 と、内径芯金 2 2 およびスロット揃え矢 2 3 と、ワーク押え 2 5 とをそれぞれ逆方向に駆動して全拘束を解除して、成形されたステータコア 3 を取出して、仕上げ工程を終了する。

【 0 0 3 8 】

以上の一連の成形工程により、各スロット 4 および内径の所定の形状が確保されるとともに、外径も真円度、ならびに内径との同心度と直角度など所定の形状を確保するステータコア 3 が得られる。

【 0 0 3 9 】

上記した 4 つの製造工程は、基本的な工程の流れとして従来と略同様であるが、上記に説明したように、巻取り工程で、単に、鋼板シート 1 1 のシート外端部 6 の板厚方向を圧延ロール等によって薄くして、巻取り周長を長くしつつ円筒状に多数枚を積層したのでは、薄肉化されたシート外端部 6 にはテーパ状の僅かな隙間がシート間隙間として残ることとなる。

【 0 0 4 0 】

また、しごき代の多少によって、塑性変形されるシート外端部 6 はそのシート間隙間によってしごき荷重が逃げ、さらに、シート外端部 6 の径方向の不揃いが大きいと、シート外端部 6 同士の拘束が強まらずしごき加工が促進せずに、シート外端部 6 の曲りが促進して益々シート間隙間を拡大することになる。このことは、既に述べた強度特性を低下させることとなる。

【 0 0 4 1 】

本実施例で採用する本発明の製造方法は、積層コア 3 の巻取り工程において、コア背部 5 の割れの発生とシート間隙間の発生を抑制する巻取り方法を採用したことが特徴であり、これにより、良好なしごき加工が確保でき、強度特性に優れるステータコア 3 を得るものである。以下、本実施例で採用する特徴ある巻取り方法と、これにより製造されるステータコア 3 の構成を詳細に説明する。

【 0 0 4 2 】

図 4（a）は、本発明の製造方法を実現する巻取り装置の模式斜視図であり、（b）はその動作を示す模式上面図であり、（c）～（e）はその動作を示す要部拡大模式図である。図 5（a）は、本巻取り方法で製造されたステータコア 3 の平面図であり、（b）は Y - Y 断面図である。

【 0 0 4 3 】

図 4（a）、（b）において、鋼板シート 1 1 は前工程にてプレス成形されて形成された一定ピッチのスロット 4 とコア背部 5 を備えてローラ対 A ~ E によって上流から下流へ順次圧延ロール加工されている。ローラ対 A は、圧延ロール加工の最も上流に配設され、対をなす 2 つの円錐ローラ a 1、a 2 から構成される。その各円錐ローラ a 1、a 2 は末広がりがりローラと先細りローラであり、互いの円錐傾斜面が平行隙間 g 1 を形成して、水平方向に並設されて垂直軸を中心に回転自在に支承されている。

【 0 0 4 4 】

また、鋼板シート 1 1 のローラ対 A より下流側であって、後記する巻取芯金 4 1 の軸心の真上（垂直方向）にローラ対 B が配設され、対をなす 2 つの円錐ローラ b 1、b 2 から構成される。その各円錐ローラ b 1、b 2 は末広がりがりローラと先細りローラであり、互いの円錐傾斜面が楔状隙間 g 2 を形成して、同様に、水平方向に並設されて垂直軸を中心に回転自在に支承されている。

【 0 0 4 5 】

さらに、鋼板シート 1 1 のローラ対 B より下流側にローラ対 C ~ E が配設され、それぞ

10

20

30

40

50

れ対をなす2つの円錐ローラ c 1、c 2 と円錐ローラ d 1、d 2 および円錐ローラ e 1、e 2 から構成される。その各円錐ローラ c 1 ~ e 2 は、同じく末広がりローラと先細りローラであり、互いに対をなす円錐傾斜面が楔状隙間 g 2 を形成して、後記する巻取芯金 4 1 の外周面に沿って、巻取芯金 4 1 の軸心より放射方向に並設されて法線軸を中心に回転自在に支承されている。そして、ローラ対 C ~ E はそれぞれのみかけの回転中心位置が適度にオフセットされて、鋼板シート 1 1 の仮想の長手方向とは僅かにずれて板厚方向に反りが生じるように3段ロール機構を構成している。

【0046】

そして、ローラ対 A ~ E の対をなす2つの円錐ローラ a 1 ~ e 2 はそれぞれローラ対制御装置 F ~ J によって回転駆動されるとともに鋼板シート 1 1 に対する所定の押圧力（塑性変形力）を付与する操作が行われる。これにより、鋼板シート 1 1 のコア背部 5 に傾倒曲げがローラ対 A で、鋼板シート 1 1 のコア背部 5 の幅方向に曲げるエッジワイズ曲げがローラ対 B で、および板厚方向に反りを生じる単純曲げがローラ対 C ~ E で加工される。

10

【0047】

巻取芯金 4 1 が各ローラ対 A ~ E の配設位置より下方側に、その軸心が水平に配設されてユニットベース 4 2 に回転自在に架設され、巻取芯金制御装置 K により回転駆動される。巻取芯金 4 1 には湾曲形状を形成された鋼板シート 1 1 が巻きつけられる。巻取芯金 4 1 の外周面には互いに周方向所定角度離れてガイドプレート 4 3 が軸方向に突設されており、ガイドプレート 4 3 は鋼板シート 1 1 の内周面にあらかじめ形成されたスロット 4 に嵌合して、鋼板シート 1 1 の各ターンのスロット 4 の周方向位置合わせを行うとともに、鋼板シート 1 1 を所定トルクで巻き取ることにより、このトルクを各ローラ対 A ~ E の圧延ロール加工によるシート送り力に利用している。

20

【0048】

また、複数の鋼板シート送りガイド 4 4 が、巻取芯金 4 1 の外周上を互いに周方向所定角度離れて配設され、ユニットベース 4 2 にその端部が固定され、回転する巻取芯金 4 1 に巻き取られる鋼板シート 1 1 が重なって互いに干渉しないよう所定のリード L を形成して巻取り可能なようにガイドしている。切断機構 4 5 は巻取芯金 4 1 の巻取り完了後に、巻取芯金 4 1 に向かって接近して、巻取芯金 4 1 に巻回された鋼板シート 1 1 を所定位置で切断する。この作動は、切断制御装置 M にて操作される。

【0049】

次に、上記した製造装置の作動を説明する。

30

ローラ対 A ~ E および巻取芯金 4 1 はそれぞれ所定の回転数で回転される。すると、まず、ローラ対 A の各円錐ローラ a 1、a 2 は、図 4 (c) に示すように、それぞれの円錐傾斜面が平行隙間 g 1 を形成しているので、図示するように、鋼板シート 1 1 のコア背部 5 が円錐傾斜面の傾斜角だけ一方側に傾いた傾倒鋼板シート 1 1 が形成される。

【0050】

つづいて、傾倒鋼板シート 1 1 は鋼板シートガイド 4 6 にガイドされて、次のローラ対 B の各円錐ローラ b 1、b 2 の間の楔状隙間 g 2 に誘導される。ローラ対 B の各円錐ローラ b 1、b 2 は、図 4 (d) に示すように、それぞれの円錐傾斜面が楔状隙間 g 2 を形成しているので、図示するように、傾倒鋼板シート 1 1 のコア背部 5 が巻き込まれると同時に所定の押圧力で押し付けられ、これにより、楔状隙間 g 2 の傾倒鋼板シート 1 1 はその外端の板厚が圧延ロール圧下されて薄肉化され、同時に周方向の周長が伸びて、巻取芯金 4 1 の外周に沿うようなエッジワイズ曲げが加工され湾曲変形される傾倒鋼板シート 1 1 が形成される。

40

【0051】

そして、さらに、この湾曲変形される傾倒鋼板シート 1 1 は、3段ロール加工となる各ローラ対 C ~ E の各円錐ローラ c 1 ~ e 2 の間にそれぞれ形成される楔状隙間 g 2 に順次誘導される。ローラ対 C ~ E の各円錐ローラ c 1 ~ e 2 は、図 4 (b) に示すように、鋼板シート 1 1 の長手方向にはそれぞれの円錐ローラ c 1 ~ e 2 の回転軸が適度にオフセットされ、この適度にオフセットされた3つのローラ対からなる3段ロール機構によって、

50

長手方向の単純曲げ加工がなされ、ヘリカルに巻き取る軸方向のリードLが形成される。

【0052】

なお、円錐ローラc1～e2の回転軸のオフセットは、図4(b)に示すように、基準となるユニットベース42の端面から鋼板シート11までの距離L1およびL2との差で示され、このオフセット量で巻取芯金41が周方向に一周したとき、ヘリカル状のリードLに相当する。また、ヘリカル状のリードLを設けることは、上記した3段ロール機構によって、長手方向の単純曲げ加工によって形成することに限らず、楔状隙間g2の形状をさらに外側傾斜を強めて内側に湾曲変形が起こりやすくした楔状隙間g2となすことによっても実現可能である。

【0053】

また、ローラ対A～Eの上流から下流への配設順序は、上記説明した順序に限ることなく、ローラ対Bのエッジワイズ曲げの加工をまず実施した後、つづいてローラ対Aの傾倒曲げ加工を実施する工程であってもよい。

【0054】

そして、ヘリカルに巻き取られ所定のシート数またはターン数が積層されて後、巻取りが停止され、切断機構45が積層コア3に向かって接近し、所定位置で積層コア3を切断する。そして、巻取芯金41の軸方向に圧縮して密着させた後、巻取芯金41から積層コア3を取出す。

【0055】

取出した積層コア3は、図5に示すように、コア背部5のシート外端部6が板厚方向に傾倒し、傾倒したシート外端部6がヘリカルに整列、積層されて、シート外端部6におけるシート間隙間の発生を抑えた形状を構成している。

【0056】

〔実施例1の効果〕

本実施例のステータコア3の製造方法は、巻取り工程において、鋼板シート11のシート外端部6が、シート外端部6のコア外周側方向に傾きを形成する傾倒曲げ加工と、シート外端部6の長手方向に対しエッジワイズに曲げられるエッジワイズ曲げ加工と、さらに、シート外端部6の板厚方向に反らせる単純曲げ加工との連続した加工工程によって加工された後、ヘリカルに巻回し、円筒状に積層してステータコア3を製造する。

【0057】

これにより、各鋼板シート11のシート外端部6がコア外周側方向に対し傾倒し、コア外側径が小さくなり、傾倒しない従来コアに比べてシート外端部における周方向歪みは小さくなって、外周割れが生じにくくなる。また、鋼板シート沿面方向に対する曲げに比べ、曲げ領域が狭く、加工歪みが小さい板厚方向に対する曲げを併用することで、従来コアに比べてさらに周方向歪みを減らすことができるため、板厚方向の薄肉化は少なく済む。従って、積層されたステータコア3のシート外端部6のシート間隙間の発生が抑制される。

【0058】

また、板厚方向の薄肉化が抑制されるので、磁気抵抗を増やすことなく磁路の通りをよくして、出力低下を抑制する。また、強度面では、このステータコア3が、ステータコア3の軸方向一端側と他端側とをフレーム9によって挟装してスルーボルト8の締め付けによって保持されるに際し、ステータコア3のコア背部5の積層方向の締付け保持力が低下する心配がない。また、コア外周に割れが生じないのでコアの強度向上が可能となる。

【0059】

〔変形例〕

上記実施形態では、本発明の回転電機のステータコア3とその製造方法を車両用交流発電機に適用した場合について説明したが、これに限ることなく、同様のステータコア3を持つ回転電機、例えば、高電圧駆動モータなどに適用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0060】

10

20

30

40

50

【図1】(a)は車両用交流発電機の半断面図であり、(b)はステータコアの平面図であり、(c)は(b)のX-X断面図である(実施例1)。

【図2】ステータコアの製造方法を製造工程順に示した模式図である(実施例1)。

【図3】ステータコアの製造方法の仕上げ工程を示した模式図である(実施例1)。

【図4】(a)は巻取り装置の模式斜視図であり、(b)はその動作を示す模式上面図であり、(c)~(e)はその動作を示す要部拡大模式図である。(実施例1)。

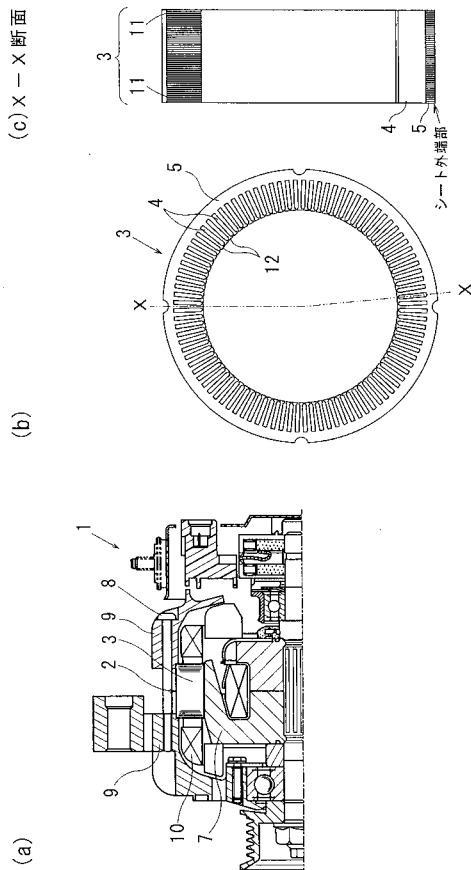
【図5】(a)はステータコアの平面図であり、(b)はY-Y断面図である(実施例1)。

【符号の説明】

【0061】

- 1 車両用交流発電機(回転電機)
- 3 積層コア(ステータコア)
- 6 シート外端部
- 11 鋼板シート
- 12 磁極ティース
- a 1、b 1、c 1、d 1、e 1 末広がりローラ
- a 2、b 2、c 2、d 2、e 2 先細りローラ
- A、B、C、D、E ローラ対

【図1】



【図2】

