

(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2017-145453

(P2017-145453A)

(43) 公開日 平成29年8月24日(2017.8.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 O 3 U	4 K O 3 3
C 2 2 C 38/06 (2006.01)	C 2 2 C 38/06	5 E O 4 1
C 2 1 D 8/12 (2006.01)	C 2 1 D 8/12 A	
H O 1 F 1/16 (2006.01)	H O 1 F 1/16 A	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-27767 (P2016-27767)	(71) 出願人	000006655
(22) 出願日	平成28年2月17日 (2016.2.17)		新日鐵住金株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
		(74) 代理人	110002044
			特許業務法人プライタス
		(72) 発明者	新井 聡
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
			日鐵住金株式会社内
		(72) 発明者	田中 一郎
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
			日鐵住金株式会社内
		(72) 発明者	屋鋪 裕義
			東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
			日鐵住金株式会社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 モータ用無方向性電磁鋼板およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】円形のステータ形状やロータ形状に打ち抜いたときに高い真円度を得られるモータ用無方向性電磁鋼板を提供する。

【解決手段】化学組成が、Si : 0.5 ~ 4.0 %、Al : 0.1 ~ 2.0 %、Mn : 0.1 ~ 3.0 %、P : 0.01 ~ 0.2 %、Sn : 0.01 ~ 0.3 %、残部Feおよび不純物であり、機械特性が、圧延方向の一樣伸びを uEl_0 とし、圧延45°方向の一樣伸びを uEl_{45} とし、圧延直角方向の一樣伸びを uEl_{90} とし、3方向の一樣伸びの平均を $uEl = (uEl_0 + uEl_{45} + uEl_{90}) / 3$ とした場合に、各方向の一樣伸びの偏差が、 $|(uEl_0 - uEl) / uEl| \leq 0.2$ 、 $|(uEl_{45} - uEl) / uEl| \leq 0.2$ 、および $|(uEl_{90} - uEl) / uEl| \leq 0.2$ である、モータ用無方向性電磁鋼板である。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

化学組成が、質量％で、
 $Si: 0.5 \sim 4.0\%$ 、
 $Al: 0.1 \sim 2.0\%$ 、
 $Mn: 0.1 \sim 3.0\%$ 、
 $P: 0.01 \sim 0.2\%$ 、
 $Sn: 0.01 \sim 0.3\%$ 、
 残部 Fe および不純物であり、

機械特性が、圧延方向の一樣伸びを uEl_0 とし、圧延 45° 方向の一樣伸びを uEl_{45} とし、圧延直角方向の一樣伸びを uEl_{90} とし、3 方向の一樣伸びの平均を $uEl = (uEl_0 + uEl_{45} + uEl_{90}) / 3$ とした場合に、各方向の一樣伸びの偏差が、 $|(uEl_0 - uEl) / uEl| \leq 0.2$ 、 $|(uEl_{45} - uEl) / uEl| \leq 0.2$ 、および $|(uEl_{90} - uEl) / uEl| \leq 0.2$ である、モータ用無方向性電磁鋼板。

【請求項 2】

スラブに熱間圧延を行い、1 回または中間焼鈍を挟む 2 回以上の冷間圧延を行って最終板厚とし、仕上げ焼鈍を行う、請求項 1 に記載されたモータ用無方向性電磁鋼板の製造方法であって、

前記仕上げ焼鈍の通板時の均熱後の冷却過程での $700 \sim 500$ の領域における通板張力 UT を $1 MPa \leq UT \leq 8 MPa$ とするとともに、

前記領域における冷却速度 CR を $3 / sec \leq CR \leq 30 / sec$ とする、モータ用無方向性電磁鋼板の製造方法。

【請求項 3】

前記冷却過程での $700 \sim 600$ の領域における通板張力 UTH と、前記冷却過程での $600 \sim 500$ の領域における通板張力 UTL との比 (UTH / UTL) が 1.0 超である、請求項 2 に記載のモータ用無方向性電磁鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータ用無方向性電磁鋼板およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ハイブリッド自動車や電気自動車といった電気駆動自動車の主駆動モータや主発電機モータには、燃費に直結するため、高いレベルでの高効率化が求められる。モータの高効率化を図るためには、電磁鋼板の低鉄損化に加えて、磁石の配置の最適化や励磁巻線のコンパクト化等が指向されている。

【0003】

また、モータコアを構成するステータおよびロータ間の空隙であるエアギャップの短縮化によっても、モータの励磁電流を低く抑えられるため、銅損の低減を通じてモータの高効率化を図ることができる。モータの出力を低下させずにモータコアを小型・軽量化させる観点から、モータにはより一層の高速回転化が求められている。

【0004】

一般的に、通常の量産型のモータに使用されるステータ鉄心、ロータ鉄心は、渦電流損低減効果を得るために板厚 $0.2 \sim 0.35 mm$ 程度に薄板化された絶縁皮膜を有する電磁鋼板を、打抜き金型を用いた高速プレスによって円形に打抜いてステータ片、ロータ片とし、得られたステータ片、ロータ片を積層し、積層されたステータ片、ロータ片を溶接もしくは「かしめ」とよばれる凹凸部を嵌合させる方法等によって締結・一体化することにより、製造される。

【0005】

この際、積層するステータ片，ロータ片を真円形状に打ち抜けないと、回転中におけるエアギャップが一定値にならず変動する。このため、信頼性を確保するために、エアギャップのよりいっそうの短縮化を図ることができず、出力トルクに比例するエアギャップの磁束密度を高めるために励磁電流を増やさざるを得なくなり、モータの効率が低下する。

【 0 0 0 6 】

このように、素材である電磁鋼板から高い真円度でステータ片，ロータ片を打ち抜くことは、モータコアの製造技術の根幹であり、モータの効率や生産性に大きく影響する。なお、本明細書における「真円度」とはモータコアの（最大半径）と（最小半径）の差として得られる値を意味する。

10

【 0 0 0 7 】

特許文献 1 には、無方向性電磁鋼板の化学組成を P : 0 . 1 質量 % 以下を含む特定の化学組成とすることにより、磁気特性を劣化させることなく、ステータ片，ロータ片の打ち抜き端面のせん断比率を向上させて打抜き後の寸法精度を高める発明が開示されている。

【 0 0 0 8 】

特許文献 2 には、無方向性鋼板の伸びとステータの外径に応じて打抜き型の切り刃の真円度を調整することにより、ステータ片，ロータ片の真円度を高める発明が開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

20

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 特開平 1 0 - 2 1 2 5 5 7 号公報

【 特許文献 2 】 特開平 1 0 - 2 4 3 3 3 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

エアギャップのよりいっそうの短縮化を図るためには、直径が 2 0 0 m m のステータ片，ロータ片の真円度を 2 0 ~ 5 0 μ m にする必要がある。

【 0 0 1 1 】

しかし、本発明者らの検討結果によれば、特許文献 1 により開示された発明では、打抜き金型を用いた高速プレスによって電磁鋼板を円形に打抜いても、ステータ片，ロータ片の真円度を 2 0 ~ 5 0 μ m に向上することはできない。

30

【 0 0 1 2 】

また、特許文献 2 により開示された発明では、ステータ片，ロータ片の真円度を高めるためには、全伸びに応じて切り刃の真円度を調整する必要がある。このため、ステータ片、ロータ片の生産性の低下が否めない。

【 0 0 1 3 】

本発明は、従来の技術が有するこのような課題に鑑みてなされたものであり、切り刃に特段の調整をせず真円の金切り刃を用いて打抜き金型の高速プレスによって所望の真円度（最大径 - 最小径）： 2 0 ~ 5 0 μ m を得られるモータ用無方向性電磁鋼板を提供することを目的とする。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 4 】

本発明者らは、以下に列記の知見 A , B を得て、さらに検討を重ねて本発明を完成した。

【 0 0 1 5 】

（ A ）電磁鋼板の引張特性の面内異方性、特に、電磁鋼板の一樣伸びの面内異方性が小さければ、円形の鉄心打抜き型で打抜いた時のステータ片，ロータ片の真円度を高めることができる。しかし、電磁鋼板の全伸びの面内異方性を小さくしても真円度を高めることはできない。

50

【0016】

(B) 無方向性電磁鋼板にPを添加することによって、 $\{100\} \langle 012 \rangle$ を中心とするキューブ系の結晶方位粒が増加することが知られている。キューブ系の結晶方位粒の面内磁化特性は4回対称であり、他の結晶方位粒よりも対称性が高いため、磁化特性の面内異方性は小さくなる傾向がある。さらに、 $\{100\} \langle 012 \rangle$ 方位では鋼板面垂直方向(ND方向)廻りに左右方向の回転した方位粒が存在するため、磁化特性の面内異方性はさらに小さくなる。キューブ系の結晶方位粒は、その対称性から引張特性等の機械特性についても面内異方性を小さくできることが期待される。

【0017】

本発明は、化学組成が、質量%で、Si: 0.5 ~ 4.0%、Al: 0.1 ~ 2.0%、Mn: 0.1 ~ 3.0%、P: 0.01 ~ 0.2%、Sn: 0.01 ~ 0.3%、残部Feおよび不純物であり、機械特性が、圧延方向の1様伸びを uEl_0 とし、圧延45°方向の1様伸びを uEl_{45} とし、圧延直角方向の1様伸びを uEl_{90} とし、3方向の1様伸びの平均を $uEl = (uEl_0 + uEl_{45} + uEl_{90}) / 3$ とした場合に、各方向の1様伸びの偏差が、 $|(uEl_0 - uEl) / uEl| \leq 0.2$ 、 $|(uEl_{45} - uEl) / uEl| \leq 0.2$ 、および $|(uEl_{90} - uEl) / uEl| \leq 0.2$ と、20%以下である、打抜き時の真円度特性に優れた高効率のモータ用無方向性電磁鋼板である。

【0018】

別の観点からは、本発明は、スラブに熱間圧延を行い、必要に応じて熱延板焼鈍を行った後、1回または中間焼鈍を挟む2回以上の冷間圧延を行って最終板厚とし、再結晶と結晶粒成長を主たる目的とする仕上げ焼鈍を行う、上記の本発明に係るモータ用無方向性電磁鋼板の製造方法であって、前記仕上げ焼鈍の通板時の均熱後の冷却過程での700 ~ 500の領域における通板張力UTを1MPa $UT \leq 8MPa$ とするとともに、前記領域における冷却速度CRを3 / sec $CR \leq 30 / sec$ とする、モータ用無方向性電磁鋼板の製造方法である。

【0019】

本発明に係る製造方法では、前記冷却過程での700 ~ 600の領域における通板張力UTHと、該冷却過程での600 ~ 500の領域における通板張力UTLとの比 (UTH / UTL) が1.0超であることが好ましい。

【0020】

ここで、通板張力UTとUTH、UTLとの関係は、 $UT = (UTH + UTL) / 2$ とする。

【発明の効果】

【0021】

本発明に係るモータ用無方向性電磁鋼板によれば、円形のステータ形状やロータ形状に打抜いたときに高い真円度を得られ、これにより、エアーギャップを短く設定することができ、モータの高速回転化や、モータの励磁電流を低く抑えられることから銅損低減を通じてモータのさらなる高効率化を図ることができる。

【発明を実施するための形態】

【0022】

本発明を説明する。以降の説明では、化学組成に関する「%」は「質量%」を意味する。

【0023】

1. 本発明に係るモータ用無方向性電磁鋼板

(1) 化学組成

(1-1) Si: 0.5 ~ 4.0%

Siは、電気抵抗を高めて鉄損を改善する必須元素である。Si含有量が0.5%未満ではこの効果を得られず、またオーステナイト変態を生じ、熱延組織が大きく変化する他、仕上げ焼鈍において変態し、良好な磁気特性を得ることができない。このため、Si含有量は、0.5%以上であり、オーステナイト変態を完全に生じない2.0%以上が好ま

10

20

30

40

50

しく、2.5%以上がさらに好ましい。

【0024】

一方、Si含有量が4.0%を超えると鋼板の加工性が悪化し、さらに飽和磁束密度 B_s も低下する。このため、Si含有量は、4.0%以下であり、3.7%以下が好ましく、3.5%以下がさらに好ましい。

【0025】

(1-2) Al: 0.1~2.0%

Alは、Siと同様に電気抵抗を高めて鉄損を改善する元素であるために、Al含有量は、0.1%以上であり、0.3%以上が好ましく、0.5%以上がさらに好ましい。

【0026】

しかし、Alは飽和磁束密度 B_s を大きく低下させ、また飽和磁歪定数 λ_s を高くする元素であるために、Al含有量は、2.0%以下であり、1.5%以下が好ましく、1.0%以下がさらに好ましい。

【0027】

(1-3) Mn: 0.1~3.0%

Mnは、熱間加工性を良好にするために有効な元素である。Mn含有量が0.1%未満ではこの効果を得られない。このため、Mn含有量は、0.1%以上であり、0.3%以上であることが好ましく、0.5%以上であることがさらに好ましい。

【0028】

一方、Mn含有量が3.0%を超えると、オーステナイト変態が生じるようになるため、Mn含有量は、3.0%以下であり、2.0%以下であることが好ましく、1.0%以下であることがさらに好ましい。

【0029】

(1-4) P: 0.01~0.2%

Pは、0.01%以上含有することにより、真円形の鉄心打抜き型で打抜いた時のコア片の真円度を高めることができる。このため、P含有量は、0.01%以上であり、好ましくは0.05%以上であり、さらに好ましくは0.10%以上である。

【0030】

しかし、P含有量が0.2%を超えると、延性が劣化し、冷間圧延時に圧延材の破断等のトラブルを生じる。このため、P含有量は、0.2%以下であり、好ましくは0.15%以下であり、さらに好ましくは0.12%以下である。

【0031】

(1-5) Sn: 0.01~0.3%

Snは、0.01%以上含有することにより鉄損の改善に有効である。このため、Sn含有量は、0.01%以上であり、好ましくは0.05%以上であり、さらに好ましくは0.10%以上である。しかし、Sn含有量が0.3%を超えると、脆性が著しく劣化する。このため、Sn含有量は、0.3%以下であり、好ましくは0.2%以下であり、さらに好ましくは0.15%以下である。

【0032】

(1-6) 残部

Feおよび不純物である。不純物としては、鉱石やスクラップ等の原材料に含まれるもの、製造工程において含まれるもの、が例示される。

【0033】

(2) 機械特性

圧延方向の一樣伸びを uEl_0 とし、圧延45°方向の一樣伸びを uEl_{45} とし、圧延直角方向の一樣伸びを uEl_{90} とし、3方向の一樣伸びの平均を $uEl = (uEl_0 + uEl_{45} + uEl_{90}) / 3$ とした場合に、各方向の一樣伸びの偏差が、 $|(uEl_0 - uEl) / uEl| \leq 0.2$ 、 $|(uEl_{45} - uEl) / uEl| \leq 0.2$ 、および $|(uEl_{90} - uEl) / uEl| \leq 0.2$ と、いずれも20%以下であり、好ましくは16%以下であり、さらに好ましくは12%以下である。

10

20

30

40

50

【0034】

このように、本発明に係る、打抜き時の真円度特性に優れた高効率のモータ用無方向性電磁鋼板は、一様伸びの面内異方性が小さいため、真円形の鉄心打抜き型で打抜いた時のコア片の真円度（最大径 - 最小径）を、従来にはない程度（ $20 \sim 50 \mu\text{m}$ ）に高めることができる。なお、全伸びの面内異方性が小さくても、上記真円度を高めることはできない。

【0035】

2. 本発明に係るモータ用無方向性電磁鋼板の製造方法

本発明に係るモータ用無方向性電磁鋼板は、以下に列記の工程により製造される。

【0036】

10

（2-1）熱間圧延工程

まず、熱間圧延に供されるスラブの化学組成を説明する。

【0037】

[C: 0.005%以下]

Cは、最終製品板で炭化物を形成すると鉄損を劣化させる。特に一定以上の高温に保持されると時効現象を生じ炭化物を析出するため、駆動中のモータで長期間使用されると鉄損の劣化を生じ易い。このため、スラブのC含有量は、0.005%以下であり、好ましくは0.003%以下である。

【0038】

[Si: 2.0~4.0%]

20

スラブのSi含有量の理由は、電磁鋼板のSi含有量の理由と同じである。

【0039】

[Al: 0.1~2.0%]

スラブのAl含有量の理由は、電磁鋼板のAl含有量の理由と同じである。

【0040】

[Mn: 0.1~3.0%]

スラブのMn含有量の理由は、電磁鋼板のMn含有量の理由と同じである。

【0041】

[P: 0.01~0.2%]

スラブのP含有量の理由は、電磁鋼板のP含有量の理由と同じである。

30

【0042】

[Sn: 0.01~0.3%]

スラブのSn含有量の理由は、電磁鋼板のSn含有量の理由と同じである。

【0043】

上記の化学組成に調整した溶鋼を通常の造塊法や連続鋳造法を用いてスラブとする。また、直接鋳造法を用いて100mm以下の厚さの薄鋳片を直接製造するようにしてもよい。

【0044】

スラブは、通常の方法により加熱して熱間圧延して熱延板とするが、スラブに鋳造した後に加熱せずに直ちに熱間圧延に供してもよい。また、薄鋳片の場合には、熱間圧延を行ってもよいし、熱間圧延を省略してそのまま以後の工程に進めてもよい。

40

【0045】

スラブ加熱温度は、熱間圧延が可能な最低温度（例えば1100 程度）で十分である。

【0046】

（2-2）熱延板焼鈍および冷間圧延工程

必要に応じて熱延板焼鈍を施した後に、1回または中間焼鈍を挟む2回以上の冷間圧延を施して、板厚を0.2~0.35mm程度とする。

【0047】

熱延板焼鈍は、磁気特性の向上に有効である。同様に、中間焼鈍を冷間圧延の間に挟む

50

ことは、磁気特性の安定化に有効である。しかし、いずれも電磁鋼板の製造コストを上昇させるため、熱延板焼鈍や中間焼鈍と、その温度や時間は、経済的な観点から適宜決定すればよい。

【0048】

(2-3) 仕上げ焼鈍工程

さらに、仕上げ焼鈍を施すことによって再結晶と粒成長を発達させる。

【0049】

仕上げ焼鈍では、通板時の均熱後の冷却過程での700 ~ 500 の領域における通板張力UTを1MPa <math>UT < 8MPa</math>とするとともに、この領域における冷却速度CRを3 /sec <math>CR < 30 /sec</math>とする。

10

【0050】

これにより、圧延方向の一樣伸びを uEl_0 とし、圧延45°方向の一樣伸びを uEl_{45} とし、圧延直角方向の一樣伸びを uEl_{90} とし、3方向の一樣伸びの平均を $uEl = (uEl_0 + uEl_{45} + uEl_{90}) / 3$ とした場合に、圧延方向、圧延45°方向および圧延直角方向それぞれの方向の一樣伸びの偏差を、 $| (uEl_0 - uEl) / uEl | < 0.2$ 、 $| (uEl_{45} - uEl) / uEl | < 0.2$ 、および $| (uEl_{90} - uEl) / uEl | < 0.2$ と、いずれも20%以下に抑制することができる。

【0051】

さらに、この冷却過程での700 ~ 600 の領域における通板張力UTHと、該冷却過程での600 ~ 500 の領域における通板張力UTLとの比(UTH/UTL)が1.0超であることが好ましい。これにより、圧延方向、圧延45°方向および圧延直角方向それぞれの方向の一樣伸びの偏差を、15%以下とさらに小さく抑制することができる。

20

【0052】

その後、必要に応じて絶縁コーティングを施す。この絶縁コーティングは、2種類以上の被膜からなる多層膜であってもよいし、また用途に応じて樹脂等を混合させたコーティングを施してもよい。

【0053】

(2-4) 完成および出荷

このようにして、本発明に係るモータ用無方向性電磁鋼板が製造される。製造された本発明に係るモータ用無方向性電磁鋼板は、製品としてモータ製造メーカへ向けて出荷される。

30

【0054】

3. 出荷先での歪取り焼鈍

モータ製造メーカでは、本発明に係るモータ用無方向性電磁鋼板を所定の形状に連続的に打ち抜いた後、得られた多数の打ち抜き材を積層し、それらを溶接、またはかしめとよばれる凹凸部を嵌合させる方法等によって一体化することにより、モータコアを構成するステータおよびロータを形成する。

【0055】

一体化により形成された鉄芯は、700 から800 前後の温度で歪取り焼鈍されてから、あるいはそのままモータとして組み立てされる。

40

【0056】

本発明に係るモータ用無方向性電磁鋼板は、円形のステータ形状やロータ形状に打ち抜いたときに高い真円度を得られるため、モータコアを構成するステータおよびロータの設計段階でエアーギャップを従来よりも短く設定することができる。このため、モータの高速回転化や、モータの励磁電流を低く抑えられることから銅損低減を通じてモータのさらなる高効率化を図ることができる。

【実施例】

【0057】

Si: 3.0%、Al: 0.9%、Mn: 0.5%を含有し、Pを0.01%、0.0

50

5 %、0.13 %、0.23 %と変化させた残部 Fe および不純物よりなる化学組成（表 1 に示す化学組成）を有する 5 水準の鋼塊（No. 1 ~ 5）を、2.2 mm 厚に熱間圧延し、1000 で 30 秒間の熱延板焼鈍を行い、0.27 mm まで冷間圧延した後、950 で 30 秒間の仕上げ焼鈍を行った。

【0058】

【表 1】

鋼塊 No.	Si(%)	Al(%)	Mn(%)	P(%)	Sn(%)
1	3.0	0.9	0.5	0.01	0.06
2	3.0	0.9	0.5	0.05	0.05
3	3.0	0.9	0.5	0.13	0.05
4	3.0	0.9	0.5	0.23	0.04
5	3.0	0.9	0.5	0.15	0.005

10

【0059】

この仕上げ焼鈍の均熱域に引続く冷却域において、700 から 500 までの領域の通板張力を 0.8 MPa, 2.0 MPa, 4.0 MPa, 8.4 MPa と変化させ、また同領域の冷却速度を 2 / sec, 13 / sec, 25 / sec, 35 / sec と変化させるとともに、冷却過程での 700 ~ 600 の領域における通板張力 UTH と、この冷却過程での 600 ~ 500 の領域における通板張力 UTL との比 (UTH / UTL) を、0.9, 1.0, 1.1, 1.3 と変化させることにより、本発明例のモータ用無方向性電磁鋼板と、比較例のモータ用無方向性電磁鋼板を製造した。

20

【0060】

これらのモータ用無方向性電磁鋼板から円形のモータコアを金型で打ち抜き、それぞれの真円度を、上述した方法により測定した。測定結果を試験条件とともに表 2 にまとめて示す。

【0061】

なお、表 2 における一様伸び、全伸びの異方性は、圧延方向、圧延 45° 方向、圧延直角方向の異方性のうち最大のもを示す。全伸びの偏差も一様伸びの偏差と同様に、圧延方向の全伸びを E_{l_0} とし、圧延 45° 方向の全伸びを $E_{l_{45}}$ とし、圧延直角方向の全伸びを $E_{l_{90}}$ とし、3 方向の全伸びの平均を $E_l = (E_{l_0} + E_{l_{45}} + E_{l_{90}}) / 3$ とした場合に、それぞれ $|(E_{l_0} - E_l) / E_l|$ 、 $|(E_{l_{45}} - E_l) / E_l|$ 、および $|(E_{l_{90}} - E_l) / E_l|$ で表わされ、これら偏差の内の最大値を全伸びの異方性とする。

30

【0062】

【表 2】

試料 No.	鋼塊 No.	通板張力 UT (MPa)	冷却 速度 (°C/sec)	比 (UTH/ UTL)	一様伸び 異方性 (%)	全伸び 異方性 (%)	真円度 (μm)	区分
1	1	0.8	2	0.9	30	5	70	比較例
2	1	2.0	25	0.9	18	10	50	本発明例
3	2	2.0	13	1.1	15	6	35	本発明例
4	2	8.4	13	1.1	25	9	80	比較例
5	2	2.0	2	1.0	32	6	65	比較例
6	3	2.0	13	1.3	12	9	20	本発明例
7	3	2.0	35	1.1	27	5	60	比較例
8	3	4.0	25	1.1	13	11	30	本発明例
9	3	8.4	13	1.0	28	8	70	比較例
10	3	2.0	13	1.0	16	5	35	本発明例
11	4	4.0	25	1.3	15	8	30	本発明例
12	4	2.0	2	1.3	29	9	75	比較例
13	5	4.0	13	1.1	34	6	90	比較例
14	5	8.4	25	1.0	36	10	100	比較例

10

【0063】

表 2 に示すように、本発明例のモータ用無方向性電磁鋼板の真円度は 20 ~ 50 μm と高く、エアーギャップを従来よりも約 30 % 短く設定することができた。

20

【0064】

これに対し、比較例のモータ用無方向性電磁鋼板の真円度は 60 ~ 100 μm と不芳であり、エアーギャップを従来よりも短く設定することはできなかった。

【0065】

特に、急凝固等、他のプロセスによる { 100 } 系方位強度の強い比較例のモータ用無方向性電磁鋼板は、全伸びの異方性は小さいものの、一様伸びの異方性が大きく真円度特性の改善は見られなかった。

フロントページの続き

(72)発明者 市江 毅

東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内

F ターム(参考) 4K033 AA01 CA02 CA08 CA09 FA01 FA13 FA14 HA01 HA03 KA02

QA02 RA03 SA03 TA03

5E041 AA02 AA19 BD09 CA04 NN01 NN18