

(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2020-9910

(P2020-9910A)

(43) 公開日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H 0 1 F 27/245 (2006.01) H 0 1 F 27/245 1 5 0 5 E 0 6 2
H 0 1 F 41/02 (2006.01) H 0 1 F 41/02 B

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2018-129938 (P2018-129938)	(71) 出願人	513296958
(22) 出願日	平成30年7月9日(2018.7.9)		東芝産業機器システム株式会社
			神奈川県川崎市幸区堀川町580番地
		(74) 代理人	110000567
			特許業務法人 サトー国際特許事務所
		(72) 発明者	増田 剛
			三重県三重郡朝日町大字縄生2121番地
			東芝産業機器システム株式会社 三重事業所内
		(72) 発明者	塩田 広
			三重県三重郡朝日町大字縄生2121番地
			東芝産業機器システム株式会社 三重事業所内

最終頁に続く

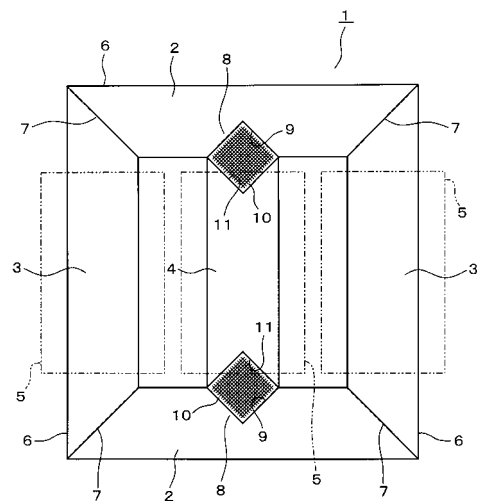
(54) 【発明の名称】 静止誘導機器用積層鉄心及びその製造方法並びに静止誘導機器

(57) 【要約】

【課題】 T型接合部における鉄損の改善を図ることができるものであって、製造工程の簡単化を図ることができ、製造コストを安価に抑える。

【解決手段】 実施形態に係る静止誘導機器用積層鉄心は、電磁鋼板を複数枚積層して構成される継鉄部及び脚部を備えて構成されると共に、それら継鉄部と脚部との突合せ部にT型接合部を備えるものであって、継鉄部のT型接合部部分には、継鉄部を構成する電磁鋼板の圧延方向に対して直交する幅方向を深さ方向とするV字形切込み部が形成されており、T型接合部を構成する脚部の端部には、V字形切込み部に嵌合する切片が別パーツとして配置され、切片は、電磁鋼板の表面に対し、連続した線状に延びるレーザ照射処理を、互いに交差する二方向に格子状に施してなるベクトル磁気特性材から構成されていると共に、その他の継鉄部及び脚部部分には、方向性電磁鋼板が用いられている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電磁鋼板を複数枚積層して構成される継鉄部及び脚部を備えて構成されると共に、それら継鉄部と脚部との突合せ部に T 形接合部を備える積層鉄心であって、

前記継鉄部の T 形接合部部分には、該継鉄部を構成する電磁鋼板の圧延方向に対して直交する幅方向を深さ方向とする V 字形切込み部が形成されており、

前記 T 形接合部を構成する脚部の端部には、前記 V 字形切込み部に嵌合する切片が別パーツとして配置され、

前記切片は、電磁鋼板の表面に対し、連続した線状に延びるレーザ照射処理を、互いに交差する二方向に格子状に施してなるベクトル磁気特性材から構成されていると共に、

その他の前記継鉄部及び脚部部分には、方向性電磁鋼板が用いられている静止誘導機器用積層鉄心。

10

【請求項 2】

前記 T 形接合部を構成する脚部の端部にも、V 字形切込み部が形成され、

前記切片は、菱形形状に構成されて、前記継鉄部及び脚部の V 字形切込み部の双方に嵌合される請求項 1 記載の静止誘導機器用積層鉄心。

【請求項 3】

前記切片を構成するベクトル磁気特性材は、0.50mm 以下の間隔で平行に格子状のレーザ照射処理が施されている請求項 1 又は 2 記載の静止誘導機器用積層鉄心。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の静止誘導機器用積層鉄心を製造するための方法であって、

前記 T 形接合部を構成する脚部の端部に、前記ベクトル磁気特性材の切片を接合し、その後、前記継鉄部に接合する静止誘導機器用積層鉄心の製造方法。

20

【請求項 5】

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の静止誘導機器用積層鉄心を製造するための方法であって、

前記継鉄部の V 字型切込み部に前記ベクトル磁気特性材の切片を接合し、その後、前記脚部を接合する静止誘導機器用積層鉄心の製造方法。

【請求項 6】

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の静止誘導機器用積層鉄心を備えている静止誘導機器。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明の実施形態は、静止誘導機器用積層鉄心及びその製造方法並びに静止誘導機器に関する。

【背景技術】**【0002】**

静止誘導機器例えば変圧器の鉄心においては、ケイ素鋼板等の電磁鋼板を複数枚積層して構成される積層鉄心が知られている。例えば三相変圧器用の積層鉄心にあっては、中央の脚部と上下の継鉄部との接合部が T 型接合部とされるが、この部分において、電磁鋼板の圧延方向とは異なる方向の回転磁束が生ずるため、鉄損が大きくなることが指摘されている。そこで、特許文献 1 においては、積層鉄心を構成する電磁鋼板の表面に対して、その圧延方向に対して縦横方向に格子状にレーザ照射を行うスクラッチ処理を施すことにより、磁区細分化制御を行い、鉄損の低減を図ることが提案されている。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2015 - 106631 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記した特許文献1では、積層鉄心全体、或いは積層鉄心の継鉄部及び脚部の各パーツを構成する電磁鋼板に対し、レーザ照射の処理を行うようにしている。つまり、比較的大型の電磁鋼板を取扱ってその表面に対するレーザ照射処理を行うための、大掛かりな設備が必要となっていた。そのため、電磁鋼板に対するレーザ照射の処理に高いコストを要し、積層鉄心全体としての製造コストが大きくなる不具合があった。

【0005】

そこで、T型接合部における鉄損の改善を図ることができるものであって、製造工程の簡単化を図ることができ、製造コストを安価に抑えることが可能な静止誘導機器用積層鉄心及びその製造方法並びに静止誘導機器を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

実施形態に係る静止誘導機器用積層鉄心は、電磁鋼板を複数枚積層して構成される継鉄部及び脚部を備えて構成されると共に、それら継鉄部と脚部との突合せ部にT形接合部を備えるものであって、前記継鉄部のT形接合部部分には、該継鉄部を構成する電磁鋼板の圧延方向に対して直交する幅方向を深さ方向とするV字形切込み部が形成されており、前記T形接合部を構成する脚部の端部には、前記V字形切込み部に嵌合する切片が別パーツとして配置され、前記切片は、電磁鋼板の表面に対し、連続した線状に延びるレーザ照射処理を、互いに交差する二方向に格子状に施してなるベクトル磁気特性材から構成されていると共に、その他の前記継鉄部及び脚部部分には、方向性電磁鋼板が用いられている。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】第1の実施形態を示すもので、積層鉄心の全体構成を概略的に示す正面図

【図2】積層鉄心のT型接合部部分の拡大正面図

【図3】切片を構成するベクトル磁気特性材の拡大平面図

【図4】組立工程を説明するための図

【図5】第2の実施形態を示すもので、組立工程を説明するための図

【図6】第3の実施形態を示すもので、積層鉄心のT型接合部部分の拡大正面図

【発明を実施するための形態】

【0008】

(1) 第1の実施形態

以下、静止誘導機器としての三相用の変圧器に適用した第1の実施形態について、図1から図4を参照しながら説明する。図1は、本実施形態に係る変圧器用の積層鉄心1の全体構成を示している。この積層鉄心1は、図で左右方向に延びる上部、下部の継鉄部2、2、上下方向に延びそれら継鉄部2、2間を上下に2つ左右の脚部3、3、並びに中央脚部4を備えている。各脚部3、3、4には、夫々巻線5（想像線で示す）が装着される。尚、以下の説明で方向を言う場合には、図1の状態を正面図として説明する。

【0009】

積層鉄心1を構成する継鉄部2、2及び各脚部3、3、4は、夫々例えば厚み寸法が0.2～0.3mmのケイ素鋼板からなる帯状の電磁鋼板6を、図で前後方向に複数枚積層して構成される。そして、詳しくは後述するように、それら継鉄部2、2及び各脚部3、3、4が突合せ接合されることにより、積層鉄心1全体が構成される。尚、継鉄部2、2を構成する電磁鋼板6としては、方向性電磁鋼板が用いられ、圧延方向が図で左右方向とされている。各脚部3、3、4を構成する電磁鋼板6としては、やはり方向性電磁鋼板が用いられ、圧延方向が図で上下方向とされている。

【0010】

積層鉄心1においては、突合せ部分のうち、継鉄部2、2の左右の両端部と左右の脚部3、3の上下端部とが接合される上下左右の4つの角部が、斜めほぼ45度に切込まれた

10

20

30

40

50

いわゆる額縁状の突合せ形態とされる。このとき、詳しく図示はしないが、継鉄部 2、2 と脚部 3、3 との接合部 7 においては、双方の接合面が、電磁鋼板 6 の積層方向（図で前後方向）に、電磁鋼板 6 の 1 枚毎或いは複数枚毎に凸部と凹部とを交互に有した形態とされる。この場合、前記凹部及び凸部は、継鉄部 2 の接合面側と、脚部 3 の接合面側とで、逆の関係となるように形成され、それらが互いに噛合うことにより、周知のいわゆるラップジョイント方式の接合がなされている。

【0011】

さて、図 2 等にも示すように、継鉄部 2、2 の中央部と、中央脚部 4 の上下両端部との接合は、T 形接合部 8 とされているのであるが、本実施形態では、その T 形接合部 8 は、次のように構成されている。即ち、図 2 に上側の T 形接合部 8 を代表して示すように、前記継鉄部 2 の中央部の T 形接合部 8 部分には、該継鉄部 2 を構成する電磁鋼板 6 の圧延方向（図で左右方向）に対して直交する幅方向（図で上下方向）を深さ方向とする V 字形切込み部 9 が、例えば角度 90 度で形成されている。尚、下側の継鉄部 2 にも、同様の V 字形切込み部 9 が上下対称的に形成されている。

10

【0012】

そして、前記 T 形接合部 8 を構成する中央脚部 4 の端部、図 2 では上端部には、前記 V 字形切込み部 9 に嵌合する切片 10 が別パーツとして配置される。このとき、本実施形態では、図 4 にも示すように、T 形接合部 8 を構成する中央脚部 4 の端部にも、V 字形切込み部 11 が形成されている。前記切片 10 は、菱形形状この場合ほぼ正形状に構成されて、継鉄部 2 の V 字形切込み部 9 及び中央脚部 4 の V 字形切込み部 11 の双方に嵌合される。

20

【0013】

前記切片 10 は、ほぼ正形状に裁断された電磁鋼板 6 の表面に対し、連続した線状に延びるレーザ照射処理を、互いに交差する二方向に格子状に施してなるベクトル磁気特性材 12 を、複数枚積層して構成されている。尚、電磁鋼板 6 に対するレーザ照射処理は、周知の一般的なレーザ照射装置により行うことができる。このときのレーザ照射処理の条件等については、例えば特開 2015 - 106631 号公報（段落 [0023]、図 8）等で公知であり、ここでの説明は省略する。

【0014】

図 3 では、ベクトル磁気特性材 12 の表面上に施された、レーザ照射処理ライン L1、L2 を線で示している。一方向に延びる処理ライン L1 は、菱形（正方形）の切片 10 の一方の辺の延びる方向に延びて、所定の間隔 p を有して多数本が平行に形成されている。これに対し、処理ライン L2 は、処理ライン L1 に交差する方向、この場合直交する方向（切片 10 の他辺の延びる方向）に延びて、やはり所定の間隔 p を有して多数本が平行に形成されている。この場合、処理ライン L1、L2 の形成される間隔 p は、0.50 mm 以下、例えば 0.50 mm とされている。

30

【0015】

尚、詳しい図示や説明は省略するが、中央脚部 4 の V 字形切込み部 11 に対する切片 10 の接合、並びに、継鉄部 2 の V 字形切込み部 9 に対する切片 10 の接合についても、積層鉄心 1 のコーナー部分の接合部 7 と同様に、周知のいわゆるラップジョイント方式の接合がなされている。また、中央脚部 4 と下側の継鉄部 2 とが接合される下部の T 型接合部 8 に関しても、継鉄部 2 に V 字形切込み部 9 が設けられると共に、中央脚部 4 の下端部に形成された V 字形切込み部 11 に切片 10 が別パーツとして配置され、上記と同様の構成が上下対称的に設けられている、

40

【0016】

次に、上記構成の積層鉄心 1 の組立手順について、図 4 も参照して述べる。積層鉄心 1 を構成する継鉄部 2、2、左右の脚部 3、3、中央脚部 4 は、夫々、予め必要形状に裁断された複数枚の電磁鋼板 6 が積層され、例えば接着により固着一体化されて各パーツとされる。また、上下の切片 10 についても、電磁鋼板 6 を処理してなるベクトル磁気特性材 12 を積層してパーツとして構成される。その際、予め必要形状に裁断された複数枚の電

50

磁鋼板 6 に対し、その表面（片面）に対し、上記したようなレーザ照射処理が施される。これにて、切片 10 は、レーザ照射処理ライン L 1、L 2 が形成されたベクトル磁気特性材 12 が積層されて構成されている。尚、それらパーツの各接合面には、凸部と凹部とが、互いに噛合う形態で積層方向に交互に設けられている。

【0017】

そして、前記中央脚部 4 の上下両端部に形成された V 字形切込み部 11 に対して、夫々切片 10 がラップジョイント方式で接合される。次いで、下部の継鉄部 2 の上部の接合部に、夫々脚部 3、3、並びに中央脚部 4 の下端部の切片 10 の接合面がラップジョイント方式で突合せ接合される。この後、各脚部 3、3、4 に対して夫々巻線 5 が装着される。しかる後、図 4 に一部示すように、上部の継鉄部 2 が、脚部 3、3、及び中央脚部 4 の上端部の切片 10 に対し、ラップジョイント方式で突合せ接合される。この際のパーツ間の接合には、例えばクランプ部材或いは締結部材を用いた周知の方法を採用することができる。

10

【0018】

これにて、図 1、図 2 に示すように、上下の継鉄部 2、2 と、左右の脚部 3、3 及び中央脚部 4 とが突合せ接合された積層鉄心 1 が得られる。継鉄部 2 と中央脚部 4 とがなす T 型接合部 8 においては、継鉄部 2 に設けられた V 字形切込み部 9 に対し、中央脚部 4 の端部に別パーツとして設けられた切片 10 が配置されるようになる。この切片 10 は、電磁鋼板 6 の表面に対し、連続した線状に延びるレーザ照射処理を、互いに交差する二方向に格子状に施してレーザ照射処理ライン L 1、L 2 が設けられたベクトル磁気特性材 12 から構成されている。その他の継鉄部 2、2、脚部 3、3、中央脚部 4 については、方向性電磁鋼板が用いられている。

20

【0019】

上記のように構成された本実施形態の積層鉄心 1 によれば、次のような作用・効果を得ることができる。即ち、継鉄部 2 と中央脚部 4 とがなす T 型接合部 8 においては、レーザ照射処理ライン L 1、L 2 が設けられたベクトル磁気特性材 12 から構成された切片 10 が配置されるようになるので、この部分における鉄損を低減することができ、全体として鉄損の少ない積層鉄心 1 を得ることができる。

【0020】

このとき、切片 10 は、中央脚部 4 全体から比べると小型のものとなり、また別パーツとして取扱い可能であるから、切片 10 を構成する電磁鋼板 6 に対する、レーザ照射の処理に要する設備を比較的小型で簡易なもので済ませることができ、作業効率も良好となる。他の部分即ち上下の継鉄部 2、2 及び左右の脚部 3、3 は、方向性電磁鋼板を、レーザ照射の処理を行わずにそのまま用いることができ、比較的安価に済ませることができる。この結果、本実施形態によれば、T 型接合部 8 における鉄損の改善を図ることができるのであって、製造工程の単純化を図ることができ、製造コストを安価に抑えることが可能となるという優れた効果を得ることができる。

30

【0021】

特に本実施形態では、前記 T 型接合部 8 を構成する中央脚部 4 の端部にも、V 字形切込み部 11 が形成され、ベクトル磁気特性材 12 からなる切片 10 を、菱形形状に構成して、継鉄部 2 の V 字形切込み部 9 及び中央脚部 4 の V 字形切込み部 11 の双方に嵌合させる構成とした。これにより、T 型接合部 8 における鉄損の抑制効果に優れたものとすることができると共に、組付け作業も良好とすることができる。

40

【0022】

更に本実施形態では、切片 10 を構成するベクトル磁気特性材 12 に、0.50 mm 以下の間隔で平行に格子状のレーザ照射処理を施して、レーザ照射処理ライン L 1、L 2 を設けるようにした。ここで、電磁鋼板 6 にレーザ照射処理を施してベクトル磁気特性材 12 を構成する場合、レーザ照射処理は、電磁鋼板 6 の表面に、平行に間隔を有して、交差する二方向に格子状に、連続した線状に施されることが好ましいことが判明している。その際の線状のレーザ処理の間隔を、0.50 mm 以下とすることにより、鉄損低減率を大

50

きくすることができることも明らかになっている。この場合、 0.50 mm を越えた間隔とすると、鉄損低減に劣るようになる。特に、レーザ照射処理ライン $L1$ 、 $L2$ を、 V 字状切込み部 9 、 11 の辺に平行及び直交する向きに、直交する格子状に形成したので、鉄損の低減に効果的となる。

【0023】

(2)第2、第3の実施形態、その他の実施形態

図5は、第2の実施形態を示すものであり、上記第1の実施形態と異なる点は、積層鉄心1の組立手順にある。即ち、この第2の実施形態においても、積層鉄心1は、継鉄部2と中央脚部4とがなすT型接合部8においては、レーザ照射処理ライン $L1$ 、 $L2$ が設けられたベクトル磁気特性材から構成された切片10が配置された上記第1の実施形態の積層鉄心1と同等の構成を備えている。

10

【0024】

そして、積層鉄心1の組立の工程においては、先に継鉄部2のV字型切込み部9に、ベクトル磁気特性材12を積層してなる切片10を接合し、その後、その切片10に対し、中央脚部4のV字型切込み部11を接合するようになっている。この第2の実施形態においても、上記第1の実施形態と同様に、T型接合部8における鉄損の改善を図ることができるものであって、製造工程の簡単化を図ることができ、製造コストを安価に抑えることが可能となるという優れた効果を得ることができる。

【0025】

図6は、第3の実施形態を示すものであり、第3の実施形態に係る積層鉄心21の上部のT型接合部22部分、つまり上部の継鉄部2と中央脚部23との接合部分の構成を概略的に示している。このとき、継鉄部2の中央部のT形接合部22部分には、やはりV字形切込み部9が形成されている。そして、前記T形接合部22を構成する中央脚部23の上端部には、前記V字形切込み部9に嵌合する切片24が別パーツとして配置される。

20

【0026】

前記切片24は、ほぼ直角二等辺三角形形状に裁断された電磁鋼板6の表面に対し、連続した線状に延びるレーザ照射処理を、互いに交差する二方向に格子状に施すことにより、レーザ照射処理ライン $L3$ 、 $L4$ を形成してなるベクトル磁気特性材を、複数枚積層して構成されている。一方向に延びる処理ライン $L3$ は、V字形切込み部9の一方の辺の延びる方向に延びて、やはり所定の間隔 p を有して多数本が平行に形成されている。処理ライン $L4$ は、V字形切込み部9の他方の辺の延びる方向に延びて、やはり所定の間隔 p を有して多数本が平行に形成されている。この場合も、処理ライン $L3$ 、 $L4$ の形成される間隔 p は、 0.50 mm 以下、例えば 0.50 mm とされている。

30

【0027】

前記中央脚部23の上端部は、横方向に真直ぐ切断された形状とされ、切片24の底辺部に接合されるようになっている。このとき、詳しく図示はしないが、継鉄部2のV字形切込み部9の2辺に対して、切片24の2つの斜辺がラップジョイント方式で突合せ接合される。これと共に、中央脚部23の上端部に対し、切片24の底辺部がラップジョイント方式で突合せ接合される。尚、積層鉄心21の組立の行程にあっては、中央脚部23に対する切片24の接合の工程が、V字形切込み部9に対する切片24の接合の工程よりも先であっても良いし、或いは、後であっても良い。

40

【0028】

上記構成の積層鉄心21にあっては、継鉄部2と中央脚部23とがなすT型接合部22においては、レーザ照射処理ライン $L3$ 、 $L4$ が設けられたベクトル磁気特性材を積層して構成された切片24が配置されるようになるので、この部分における鉄損を低減することができ、全体として鉄損の少ない積層鉄心1を得ることができる。従って、この第3の実施形態によれば、上記第1の実施形態と同様に、T型接合部22における鉄損の改善を図ることができるものであって、製造工程の簡単化を図ることができ、製造コストを安価に抑えることが可能となるという優れた効果を得ることができる。

【0029】

50

尚、上記した実施形態では、切片を構成する電磁鋼板の表面に対するレーザ照射処理について、レーザ照射処理ラインをV字形切込み部の辺に対して平行や直角に延びるように形成したが、それに限定されず、様々な方向に延びるように形成することができる。2本のレーザ照射処理ラインが交差する場合、90度からずれた角度で斜め方向に傾斜する形態で交差するものであっても良い。レーザ照射処理を電磁鋼板の両面に施すものであっても良い。レーザ照射処理ラインのピッチについても、様々な変更が可能である。

【 0 0 3 0 】

その他、切片を菱形或いは直角二等辺三角形としたが、切片の形状としても様々な変更が可能である。また、静止誘導機器としては、変圧器に限らず、リアクトル等にも適用することができる。以上説明した実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

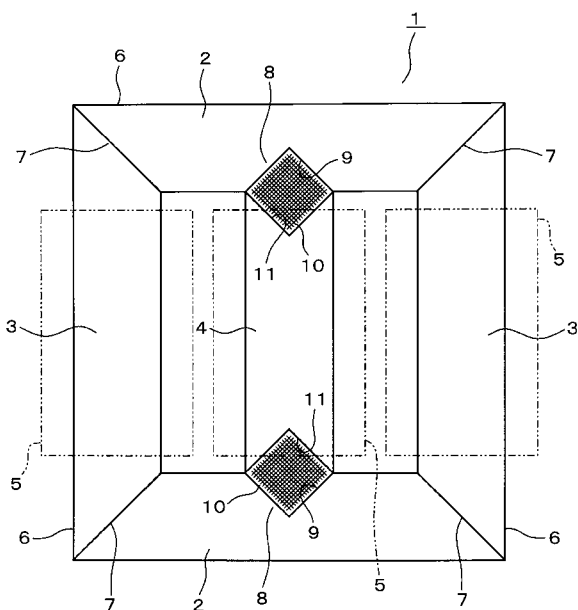
【符号の説明】

【 0 0 3 1 】

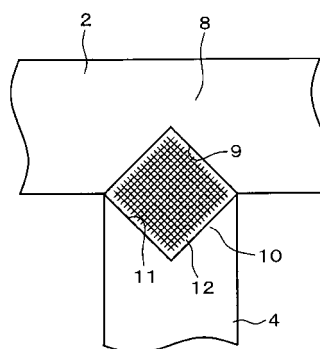
図面中、１、２１は積層鉄心、２は継鉄部、３は脚部、４、２３は中央脚部、６は電磁鋼板、８、２２はＴ型接合部、９、１１はＶ字型切込み部、１０、２４は切片、１２は、ベクトル磁気特性材、Ｌ１、Ｌ２、Ｌ３、Ｌ４はレーザ照射処理ラインを示す。

10

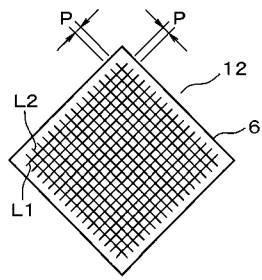
【 圖 1 】



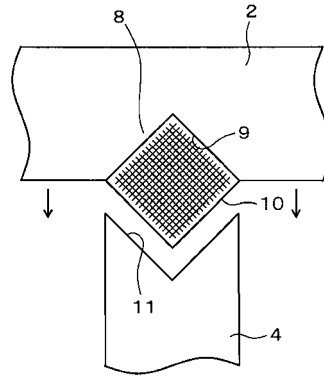
【 圖 2 】



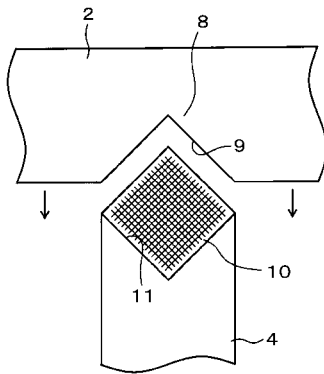
【図 3】



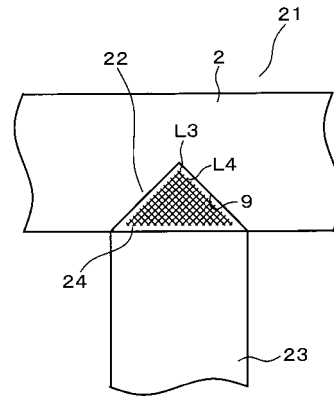
【図 5】



【図 4】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 霜村 英二

三重県三重郡朝日町大字縄生 2 1 2 1 番地 東芝産業機器システム株式会社 三重事業所内

Fターム(参考) 5E062 AC13