

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年7月30日(30.07.2015)



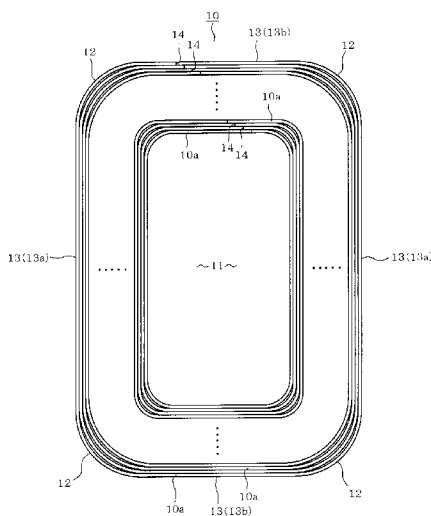
(10) 国際公開番号
WO 2015/111320 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 27/25 (2006.01) H01F 41/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/082841
- (22) 国際出願日: 2014年12月11日(11.12.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-012416 2014年1月27日(27.01.2014) JP
- (71) 出願人: 東芝産業機器システム株式会社
(TOSHIBA INDUSTRIAL PRODUCTS AND SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2120013 神奈川県川崎市幸区堀川町580番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 塩田 広(SHIOTA, Hiromu); 〒5108521 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内 Mie (JP). 増田 剛(MASUDA, Tsuyoshi); 〒5108521 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内 Mie (JP). 山崎 義典(YAMAZAKI, Yoshinori); 〒5108521 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内 Mie (JP). 池田 宜史(IKEDA, Takashi); 〒5108521 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内 Mie (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 サトー国際特許事務所 (SATO INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒4600008 愛知県名古屋市中区栄四丁目6番15号 フォーティーンヒルズセンタービル Aichi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

[続葉有]

(54) Title: WOUND CORE AND METHOD FOR MANUFACTURING WOUND CORE

(54) 発明の名称: 巻鉄心及び巻鉄心の製造方法



(57) Abstract: The wound core in this embodiment is obtained by winding a plurality of sheets of core material, each of which has at least one cut point, and has a rectangular hole in the middle. The space factor of the core material in corner sections is lower than the space factor of the core material in non-corner side sections.

(57) 要約: 本実施形態に係る巻鉄心は、一卷ごとに少なくとも1箇所の切断部を有する複数枚の鉄心材が巻回され、中心に矩形の窓部を有する巻鉄心であって、コーナ部における鉄心材の占積率がコーナ部を除く辺部における鉄心材の占積率よりも低い。

WO 2015/111320 A1



ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：巻鉄心及び巻鉄心の製造方法

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、複数枚の鉄心材が巻回された巻鉄心および巻鉄心の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、例えば配電用の小型の変圧器における大きな技術動向として、日本国内ではいわゆるトップランナー制度が適用され、世界的にも、例えば高効率化を定めた規格が制定されるなど、省エネルギー化や効率化が強く推し進められている。とりわけ、鉄心で発生する電力損失である無負荷損、いわゆる「鉄損」を低減するための努力が世界規模で展開されており、各メーカーは、鉄心材料の改良や鉄心構造の改良に注力し激しい競争を繰り広げている。ここで、変圧器用の鉄心としては、切断した薄い珪素鋼板を積層した積層鉄心、切断した薄い珪素鋼板を巻回した巻鉄心が知られている。そして、巻鉄心は、鉄心中の磁束の流れが阻害されにくいことから、鉄損の低減の観点からは積層鉄心よりも有利である。

[0003] 例えば特許文献1には、このような巻鉄心の製造方法の一例が開示されている。この種の巻鉄心は、一般的に、次のような方法により製造されている。即ち、薄い珪素鋼板から鉄心材を一巻き分、つまりワンターン分ごとに切断しながら円形の巻き取り型に巻き取る。その後、巻き取った鉄心材の内側と外側に成形型を当ててプレスし、これにより、中心にほぼ矩形の鉄心窓を形成する。このとき、巻鉄心を構成する鉄心材には、鉄損増大の原因となる曲げ応力が生じる。そのため、残留応力を緩和して鉄損特性を回復させるための処理、即ち、巻鉄心を例えば約800℃に加熱した後に冷却する焼鈍処理が行われる。また、巻鉄心に巻線を組み付ける際には、巻鉄心を、各鉄心材の切断部において一旦開き、巻鉄心の辺部に巻線を組み付けた後、再び、巻鉄心を閉じる。このとき、各鉄心材の切断部が接合される接合部にギャッ

プが生じると、例えば巻鉄心の形状が歪むなどして鉄損増大の原因となる。そのため、巻鉄心の周囲を締付バンドで締め付けることにより、ギャップの発生を極力抑えるようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平5－159953号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 巻鉄心の鉄損増大を抑制するためには、各鉄心材の切断部が接合される接合部に生じるギャップを極力小さくしなければならない。そのため、現状では、巻鉄心を製造する一連の各工程、即ち、珪素鋼板の切断工程、巻き取り工程、成形工程、焼鈍工程、巻線の組み付け工程において精密な寸法管理が必要とされている。また、特に巻線の組み付け工程では、上述したように巻鉄心を締め付ける作業が必要であり、製造工数の増大を招いている。

[0006] そこで、本実施形態は、製造工程における精密な寸法管理を要することなく、また、製造工数の増大を招くことなく製造することができ、且つ、鉄損の増大を抑制することができる巻鉄心、および、当該巻鉄心を製造する製造方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本実施形態に係る巻鉄心は、一卷ごとに少なくとも1箇所の切断部を有する複数枚の鉄心材が巻回され、中心に矩形の窓部を有する巻鉄心であって、前記窓部の4隅に設けられるコーナ部と、前記コーナ部間を繋ぐ辺部と、を有する。そして、コーナ部における前記鉄心材の占積率が前記コーナ部を除く辺部における前記鉄心材の占積率よりも低くなっている。

[0008] また、本実施形態に係る巻鉄心の製造方法は、一卷ごとに少なくとも1箇所の切断部を有する複数枚の鉄心材を緩く巻回し、各鉄心材の前記切断部を接合した状態で中心に矩形の窓部を形成することにより、コーナ部における

前記鉄心材の占積率が前記コーナ部を除く辺部における前記鉄心材の占積率よりも低くなっている巻鉄心を製造する。

[0009] また、本実施形態に係る巻鉄心の製造方法は、一卷ごとに少なくとも1箇所の切断部を有し、且つ、コーナ部を形成する部分が予め折り曲げられた鉄心材を緩く積層し、各鉄心材の前記切断部を接合した状態で中心に矩形の窓部を形成することにより、前記コーナ部における前記鉄心材の占積率が前記コーナ部を除く辺部における前記鉄心材の占積率よりも低くなっている巻鉄心を製造する製造方法であって、前記鉄心材を積層する前に、一の前記鉄心材において前記辺部を形成する部分の長さを、当該鉄心材の内側の鉄心材において前記辺部を形成する部分の長さよりも所定量長くなるように折り曲げ、且つ、一の前記鉄心材において前記コーナ部を形成する部分の長さを、当該鉄心材の内側の鉄心材において前記コーナ部を形成する部分の長さよりも所定量長くなるように折り曲げる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]第1実施形態に係る巻鉄心の一構成例を示す全体図
[図2]コーナ部およびその周辺の一構成例を拡大して示す図
[図3]接合部およびその周辺の一構成例を拡大して示す図
[図4]相互に隣接する鉄心材の周長の大小関係の一例を示す図
[図5]巻鉄心の製造装置の一構成例を概略的に示す図
[図6]巻鉄心の成形工程の一例を示す図
[図7A]巻線の組み付け工程の一例を示す図（その1）
[図7B]巻線の組み付け工程の一例を示す図（その2）
[図7C]巻線の組み付け工程の一例を示す図（その3）
[図7D]巻線の組み付け工程の一例を示す図（その4）
[図8]第2実施形態に係る巻鉄心の一構成例を示す全体図
[図9]コーナ部およびその周辺の一構成例を拡大して示す図
[図10]相互に隣接する鉄心材の折り曲げ位置の一例を示す図
[図11]巻鉄心の成形工程の一例を示す図

[図12]第1実施形態の変形例に係るコーナ部およびその周辺の一構成例を拡大して示す図

[図13]第2実施形態の変形例に係るコーナ部およびその周辺の一構成例を拡大して示す図

発明を実施するための形態

[0011] 以下、巻鉄心および巻鉄心の製造方法に係る複数の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、各実施形態で実質的に同一の要素には同一の符号を付し、説明を省略する。

[0012] (第1実施形態)

例えば図1に示す巻鉄心10は、図示しない珪素鋼板を切断することにより得られた複数枚の鉄心材10aが巻回された構成である。この巻鉄心10は、中心にほぼ矩形の窓部11を有する。また、巻鉄心10は、窓部11の4隅に設けられる4つのコーナ部12と、これらコーナ部12を除く4つの辺部13を有する。辺部13は、コーナ部12間を繋ぐ。この場合、辺部13は、図示しない巻線が組み付けられる長辺部13aと、この長辺部13aよりも短い短辺部13bからなる。巻鉄心10を構成する複数枚の鉄心材10aは、一巻き分、つまりワンターン分ごとに珪素鋼板から切断されたものであり、従って、この場合、一巻ごとに1箇所の切断部を有している。そして、各鉄心材10aにおいて切断部が接合される部分、つまり、各鉄心材10aの両端部には接合部14が形成される。

[0013] そして、例えば図2に示すように、巻鉄心10は、コーナ部12における鉄心材10aの占積率が辺部13における鉄心材10aの占積率よりも低くなっている。即ち、辺部13では鉄心材10aが密に積層されているが、コーナ部12では鉄心材10aが密に積層されておらず各鉄心材10a間に隙間を有する状態となっている。この場合、各鉄心材10aは、1枚毎に隙間を有している。なお、占積率とは、巻鉄心10の断面積に対し鉄心材10aが占める面積の割合を示すものであり、占積率が高いほど、各鉄心材10aが密に積層されていることを示す。

[0014] また、例えば図3に示すように、巻鉄心10は、所定枚の鉄心材10aごと鉄心材群15a, 15b, ...を形成した構成である。即ち、最も窓部11側となる内側から所定枚の鉄心材10aが積層されるごとに1つの鉄心材群15a, 15b, ...が形成される。なお、1つの鉄心材群を形成する鉄心材10aの数は適宜変更して実施することができる。また、各鉄心材群を形成する鉄心材10aの数を適宜異ならせてもよい。

[0015] また、各鉄心材群15a, 15b, ...に含まれる鉄心材10aは、切断部が接合される接合部14が相互に周方向にずれて階段状に位置するように巻回されている。また、例えば鉄心材群15bにおいて最も内側で巻回される鉄心材10aの接合部14の位置Pbは、当該鉄心材群15bの内側に隣接する鉄心材群15aにおいて最も内側で巻回される鉄心材10aの接合部14の位置Paとほぼあるいは完全に一致している。

[0016] また、例えば図4に示すように、鉄心材群15bにおいて最も内側で巻回される鉄心材10aの周長Lbは、当該鉄心材群15bの内側に隣接する鉄心材群15aにおいて最も外側で巻回される鉄心材10aの周長Laよりも大きくなっている。この場合、周長Lbは、鉄心材10aの板厚dに応じた長さだけ長くなるように設定されており、例えば、次式(1)で示す関係が成立するようになっている。なお、「 π 」は円周率であり、「 α 」は適宜変更して設定することができる変数である。

$$Lb = La + \pi d + \alpha \dots \dots (1)$$

[0017] 次に、このようにコーナ部12の占積率が低くなった巻鉄心10を製造するための製造方法の一例について説明する。この製造方法は、珪素鋼板の切断工程、鉄心材の巻き取り工程、巻鉄心の成形工程、巻鉄心の焼鈍工程からなる。

[0018] <<珪素鋼板の切断工程>>

この工程では、例えば図5に示すように、製造装置100は、珪素鋼帯Mをフィーダ101によって順次送る構成である。そして、製造装置100は、順次送られる珪素鋼帯Mから、一卷き分、つまりワンターン分の鉄心材1

0 a を切断刃 1 0 2 により順次切断する。

[0019] 《鉄心材の巻き取り工程》

この工程では、例えば図 5 に示すように、製造装置 1 0 0 は、珪素鋼帯 M から得られた鉄心材 1 0 a を、円形の巻き取り型 1 0 3 に順次巻き取る。このとき、各鉄心材 1 0 a は、従来よりも緩く巻回される。なお、鉄心材 1 0 a を緩める程度は、目標とする巻鉄心 1 0 のコーナ部 1 2 の占積率に応じて、適宜調整して実施することができる。即ち、鉄心材 1 0 a を緩める程度を大きくするほど、コーナ部 1 2 の占積率をより低くすることができる。

[0020] 《巻鉄心の成形工程》

この工程では、例えば図 6 に示すように、巻き取られ積層された複数枚の鉄心材 1 0 a の内側の 4 箇所と外側の 4 箇所に成形型 1 0 4, 1 0 5 を当てる。そして、成形型 1 0 4, 1 0 5 により、鉄心材 1 0 a の 4 箇所を積層方向に沿って適宜プレスする。なお、プレスは、各鉄心材 1 0 a の切断部を接合した状態で行われる。鉄心材 1 0 a の 4 箇所が適宜プレスされることにより、プレスされる部分つまり成形型 1 0 4, 1 0 5 によって挟まれた部分にそれぞれ辺部 1 3 が形成され、それ以外の部分、つまり、プレスされない部分にそれぞれコーナ部 1 2 が形成される。なお、「プレスされない部分」とは、換言すれば、成形型 1 0 4, 1 0 5 によって挟まれていない部分である。

[0021] このとき、各鉄心材 1 0 a が従来よりも緩く巻回されていることから、プレスに際し、コーナ部 1 2 が形成される部分の鉄心材 1 0 a が適宜変形する。コーナ部 1 2 が適宜変形することにより、プレスに伴う鉄心材 1 0 a の変形が吸収される。よって、プレス後に、各鉄心材 1 0 a の切断部、換言すれば接合部 1 4 が開いてしまうことを防止することができる。

[0022] なお、成形型 1 0 4, 1 0 5 は、二組の長辺成形型 1 0 4 a, 1 0 5 a と、二組の短辺成形型 1 0 4 b, 1 0 5 b とからなる。そして、長辺成形型 1 0 4 a, 1 0 5 a によってプレスされる部分に長辺部 1 3 a が形成され、短辺成形型 1 0 4 b, 1 0 5 b によってプレスされる部分に短辺部 1 3 b が形

成される。そして、接合部14は、短辺部13bに位置して形成されるように設定されている。即ち、各鉄心材10aは、接合部14を形成する部分が短辺成形型104b, 105bの間に挟まれた状態でプレスされる。

[0023] 《巻鉄心の焼鈍工程》

この工程では、巻鉄心10を、例えば約800℃ほどの所定温度に加熱した後冷却する。これにより、巻鉄心10を構成する各鉄心材10aに生じている残留応力を緩和することができ、残留応力に起因して巻鉄心10の鉄損特性が悪化してしまうことを回避することができる。なお、残留応力が解消されることに伴い各鉄心材10aが若干変形する場合がある。しかし、このような変形が生じたとしても、その変形は、占積率が低いコーナ部12が適宜変形することにより吸収される。よって、この焼鈍工程により接合部14が開いてしまうことも防止される。

[0024] 以上の各工程により、コーナ部12における鉄心材10aの占積率が辺部13における鉄心材10aの占積率よりも低くなっている巻鉄心10が製造される。この巻鉄心10において、各鉄心材10aが形成する接合部14は殆どあるいは全く開いておらず、接合部14においてギャップは殆どあるいは全く発生していない。

[0025] 次に、巻鉄心10に巻線を組み付ける組み付け工程について説明する。この巻線の組み付け工程では、まず、図7Aに例示する巻鉄心10が、図7Bに例示するように、各鉄心材10aの切断部、換言すれば接合部14を境界として一旦開かれる。そして、図7Cに例示するように、長辺部13aに巻線600が組み付けられる。そして、図7Dに例示するように、再び、各鉄心材10aの切断部が接合するように巻鉄心10を閉じる。これにより、長辺部13aに巻線600が組み付けられた巻鉄心10が製造される。

[0026] このとき、巻鉄心10を開く前においては、上述した通り、各鉄心材10aの接合部14にはギャップが発生していない。よって、巻鉄心10を一旦開いたとしても、再び閉じて開く前の元通りの形状に戻すことで、接合部14にギャップが発生していない巻鉄心10を巻線600が組み付けられた状

態で再生することができる。そのため、巻鉄心 10 を閉じる際に、接合部 14 のギャップを縮めるための作業、つまり、巻鉄心 10 の周囲を締付バンドで締め付けるといった従来の作業を行う必要がなくなり、製造工数の削減を図ることができる。

[0027] 本実施形態によれば、巻鉄心 10 は、コーナ部における鉄心材の占積率がコーナ部を除く辺部における鉄心材の占積率よりも低くなっている。従って、例えば巻鉄心 10 の成形時や締め付け時において鉄心材 10 a に変形が生じたとしても、その変形をコーナ部で吸収することができ、接合部 14 が開いてしまうことを防止することができる。よって、各製造工程において精密な寸法管理を行わなくとも、接合部 14 が閉じられた良好な巻鉄心 10 を製造することができる。また、例えば巻線の組み付け後における巻鉄心の締付工程を不要とすることができ、製造工数の増大を招くことなく巻鉄心 10 を製造することができる。また、製造される巻鉄心 10 において接合部 14 が開いてしまうことを防止できることから、鉄損の増大を抑制することができる。

[0028] また、本実施形態によれば、巻鉄心 10 は、所定枚の鉄心材 10 a ごとに鉄心材群 15 a, 15 b, . . . を形成している。そして、巻鉄心 10 において、各鉄心材群 15 a, 15 b, . . . に含まれる鉄心材 10 a は、切断部が接合される接合部 14 が相互に周方向にずれて階段状に位置するように巻回されている。また、巻鉄心 10 において、一の鉄心材群において最も内側で巻回される鉄心材 10 a の接合部 14 の位置は、当該鉄心材群の内側に隣接する鉄心材群において最も内側で巻回される鉄心材 10 a の接合部 14 の位置と完全にあるいはほぼ一致している。即ち、巻鉄心 10 において、接合部 14 が形成される部分が周方向に階段状にずれるように構成した。これにより、磁路の磁気抵抗が比較的大きくなる接合部 14 を周方向に沿って順次ずらすことができ、巻鉄心 10 における磁束の流れをスムーズにすることができる。

[0029] また、本実施形態によれば、巻鉄心 10 は、一の鉄心材群において最も内

側で巻回される鉄心材 10 a の周長が、当該鉄心材群の内側に隣接する鉄心材群において最も外側で巻回される鉄心材 10 a の周長よりも大きくなるように構成した。これにより、コーナ部 12 の占積率を確実に低くすることができる。また、各鉄心材 10 a の周長を適宜調整することにより、コーナ部 12 の占積率を定量的に低くすることができる。

[0030] また、本実施形態に係る巻鉄心の製造方法によれば、一卷ごとに 1 箇所の切断部を有する複数枚の鉄心材 10 a を少なくとも従来よりも緩く巻回し、各鉄心材 10 a の切断部を接合した状態で中心に矩形の窓部 11 を形成する。この製造方法によれば、コーナ部 12 における鉄心材 10 a の占積率がコーナ部 12 を除く辺部 13 における鉄心材 10 a の占積率よりも低くなっている巻鉄心 10 を安定的に製造することができる。

[0031] (第 2 実施形態)

例えば図 8 に示す巻鉄心 20 は、図示しない珪素鋼板を切断することにより得られた複数枚の鉄心材 20 a が巻回された構成である。この巻鉄心 20 は、中心にほぼ矩形の窓部 21 を有する。また、巻鉄心 20 は、窓部 21 の 4 隅に設けられる 4 つのコーナ部 22 と、これらコーナ部 22 を除く 4 つの辺部 23 を有する。辺部 23 は、コーナ部 22 間を繋ぐ。この場合、辺部 23 は、図示しない巻線が組み付けられる長辺部 23 a と、この長辺部 23 a よりも短い短辺部 23 b からなる。巻鉄心 20 を構成する鉄心材 20 a は、一卷き分、つまりワンターン分ごとに珪素鋼板から切断されたものであり、従って、この場合、一卷ごとに 1 箇所の切断部を有している。そして、各鉄心材 20 a において切断部が接合される部分、つまり、各鉄心材 20 a の両端部には接合部 24 が形成される。

[0032] そして、例えば図 9 に示すように、巻鉄心 20 は、コーナ部 22 における鉄心材 20 a の占積率が辺部 23 における鉄心材 20 a の占積率よりも低くなっている。即ち、辺部 23 では鉄心材 20 a が密に積層されているが、コーナ部 22 では鉄心材 20 a が密に積層されておらず各鉄心材 20 a 間に隙間を有する状態となっている。この場合、各鉄心材 20 a は、1 枚毎に隙間

を有している。

[0033] より具体的に説明すると、図10に例示するように、例えば鉄心材20a2は、当該鉄心材20a2において辺部23を形成する部分の長さ L_{a2} が、当該鉄心材20a2の内側の鉄心材20a1において辺部23を形成する部分の長さ L_{a1} よりも所定量だけ長くなるように折り曲げられている。この場合、所定量は、「 $2 \times \alpha$ 」である。なお、所定量 α の値は、目標とする巻鉄心20のコーナ部22の占積率に応じて、適宜変更して設定することができる。また、鉄心材20a2は、当該鉄心材20a2においてコーナ部22を形成する部分の長さ L_{b2} が、当該鉄心材20a2の内側の鉄心材20a1においてコーナ部22を形成する部分の長さ L_{b1} よりも所定量だけ長くなるように折り曲げられている。この場合、所定量は、「 $2 \times \beta$ 」である。なお、所定量 β の値は、目標とする巻鉄心20のコーナ部22の占積率に応じて、適宜変更して設定することができる。

[0034] また、この巻鉄心20も、所定枚の鉄心材20aごとに鉄心材群25a, 25b, ...を形成した構成である。即ち、内側から所定枚の鉄心材20aが積層されるごとに1つの鉄心材群25a, 25b, ...が形成される。また、各鉄心材群25a, 25b, ...に含まれる鉄心材20aは、切断部が接合される接合部24が相互に周方向にずれて階段状に位置するように巻回されている。また、例えば鉄心材群25bにおいて最も内側で巻回される鉄心材20aの接合部24の位置 P_b は、当該鉄心材群25bの内側に隣接する鉄心材群25aにおいて最も内側で巻回される鉄心材群25aの接合部24の位置 P_a とほぼあるいは完全に一致している。また、鉄心材群25bにおいて最も内側で巻回される鉄心材20aの周長 L_b は、当該鉄心材群25bの内側に隣接する鉄心材群25aにおいて最も外側で巻回される鉄心材20aの周長 L_a よりも大きくなっている。

[0035] 次に、このようにコーナ部22の占積率が低くなった巻鉄心20を製造するための製造方法の一例について説明する。この製造方法は、珪素鋼板の折り曲げ工程、珪素鋼板の切断工程、鉄心材の積層工程、巻鉄心の成形工程、

巻鉄心の焼鈍工程からなる。

[0036] 《珪素鋼板の切断工程》

この工程では、図示しない製造装置は、珪素鋼帯をフィーダによって順次送る構成である。そして、順次送られる珪素鋼帯から、一卷き分、つまりワントーン分の鉄心材 20a を切断刃により順次切断する。

[0037] 《珪素鋼板の折り曲げ工程》

この工程では、図示しない製造装置は、順次送られる鉄心材 20a を折り曲げ機によって適宜折り曲げる。このときの折り曲げ位置を適宜調整して設定することにより、例えば図 10 に示したように、適宜の位置にて折り曲げられた鉄心材 20a が順次得られる。なお、珪素鋼帯を所定位置にて順次折り曲げる折り曲げ工程を行った後に、その珪素鋼帯をワントーン分ごとに切断する切断工程を行うように構成してもよい。

[0038] 《鉄心材の積層工程》

この工程では、珪素鋼帯から得られた折り曲げ済みの鉄心材 20a を順次積層する。このとき、例えば図 9 に示したように、コーナ部 22 となる部分における各鉄心材 20a 間には隙間が形成された状態となる。なお、この積層工程においては、各鉄心材 20a を密に積層する必要はなく、折り曲げられた部分、さらには折り曲げられていない部分も含めて全体的に緩く積層すればよい。

[0039] 《巻鉄心の成形工程》

この工程では、例えば図 11 に示すように、積層された複数枚の鉄心材 20a の内側の 4 箇所と外側の 4 箇所に成形型 104, 105 を当てる。そして、成形型 104, 105 により、鉄心材 20a の 4 箇所を積層方向に沿って適宜プレスする。なお、プレスは、各鉄心材 20a の切断部を接合した状態で行われる。鉄心材 20a の 4 箇所が適宜プレスされることにより、プレスされる部分に辺部 23 が形成され、それ以外の部分、つまり、プレスされない部分にコーナ部 22 が形成される。このとき、コーナ部 22 となる部分における各鉄心材 20a 間には隙間が形成されていることから、当該部分に

より、プレスに伴う鉄心材 20 a の変形を吸収することができる。よって、プレス後に、各鉄心材 20 a の切断部、換言すれば接合部 24 が開いてしまうことを防止することができる。なお、接合部 24 は、短辺部 23 b に位置して形成されるように設定されている。即ち、各鉄心材 20 a は、接合部 24 を形成する部分が短辺成形型 104 b, 105 b の間に挟まれた状態でプレスされる。

[0040] 《巻鉄心の焼鈍工程》

この工程では、巻鉄心 20 を、例えば約 800℃ほどの所定温度に加熱した後冷却する。これにより、巻鉄心 20 を構成する各鉄心材 20 a に生じている残留応力を緩和することができ、残留応力に起因して巻鉄心 20 の鉄損特性が悪化してしまうことを回避することができる。なお、残留応力が解消されることに伴い各鉄心材 20 a が若干変形する場合がある。しかし、このような変形が生じたとしても、その変形は、占積率が低いコーナ部 22 が適宜変形することにより吸収される。よって、この焼鈍工程により接合部 24 が開いてしまうことも防止される。

[0041] 以上の各工程により、コーナ部 22 における鉄心材 20 a の占積率が辺部 23 における鉄心材 20 a の占積率よりも低くなっている巻鉄心 20 が製造される。この巻鉄心 20 において、各鉄心材 20 a が形成する接合部 24 は殆どあるいは全く開いておらず、接合部 24 においてギャップは殆どあるいは全く発生していない。

[0042] 次に、巻鉄心 20 に巻線を組み付ける組み付け工程について説明する。図示は省略するが、この巻線の組み付け工程では、まず、巻鉄心 20 が、各鉄心材 20 a の切断部、換言すれば接合部 24 を境界として一旦開かれる。そして、長辺部 23 a に巻線が組み付けられる。そして、再び、各鉄心材 20 a の切断部が接合するように巻鉄心 20 を閉じる。巻鉄心 20 を開く前においては、上述した通り、各鉄心材 20 a の接合部 24 にはギャップが発生していない。よって、巻鉄心 20 を一旦開いたとしても、再び閉じて開く前の元通りの形状に戻すことで、接合部 24 にギャップが発生していない巻鉄心

20を巻線が組み付けられた状態で再生することができる。そのため、巻鉄心20を閉じる際に、接合部24のギャップを縮めるための作業を行う必要がなくなり、製造工数の削減を図ることができる。

[0043] 本実施形態によれば、巻鉄心20は、コーナ部における鉄心材の占積率がコーナ部を除く辺部における鉄心材の占積率よりも低くなっている。従って、例えば巻鉄心20の成形時や締め付け時において鉄心材20aに変形が生じたとしても、その変形をコーナ部で吸収することができ、接合部24が開いてしまうことを防止することができる。よって、各製造工程において精密な寸法管理を行わなくとも、接合部24が閉じられた良好な巻鉄心20を製造することができる。また、例えば巻線の組み付け後における巻鉄心の締付工程を不要とすることができ、製造工数の増大を招くことなく巻鉄心20を製造することができる。また、製造される巻鉄心20において接合部24が開いてしまうことを防止できることから、鉄損の増大を抑制することができる。

[0044] また、本実施形態によれば、巻鉄心20は、所定枚の鉄心材20aごとに鉄心材群25a, 25b, ...を形成している。そして、巻鉄心20において、各鉄心材群25a, 25b, ...に含まれる鉄心材20aは、切断部が接合される接合部24が相互に周方向にずれて階段状に位置するように巻回されている。また、巻鉄心20において、一の鉄心材群において最も内側で巻回される鉄心材20aの接合部24の位置は、当該鉄心材群の内側に隣接する鉄心材群において最も内側で巻回される鉄心材20aの接合部24の位置と完全にあるいはほぼ一致している。即ち、巻鉄心20において、接合部24が形成される部分が周方向に階段状にずれるように構成した。これにより、磁路の磁気抵抗が比較的大きくなる接合部24を周方向に沿って順次ずらすことができ、巻鉄心10における磁束の流れをスムーズにすることができる。

[0045] また、本実施形態によれば、巻鉄心20は、一の鉄心材群において最も内側で巻回される鉄心材20aの周長が、当該鉄心材群の内側に隣接する鉄心

材群において最も外側で巻回される鉄心材 20 a の周長よりも大きくなるように構成した。これにより、コーナ部 22 の占積率を確実に低くすることができる。また、各鉄心材 20 a の周長を適宜調整することにより、コーナ部 22 の占積率を定量的に低くすることができる。

[0046] また、本実施形態に係る巻鉄心の製造方法によれば、一卷ごとに 1 箇所の切断部を有し、且つ、コーナ部 22 を形成する部分が予め折り曲げられた鉄心材 20 a を緩く積層し、各鉄心材 20 a の切断部を接合した状態で中心に矩形の窓部 21 を形成する。この製造方法においては、鉄心材 20 a を積層する前に、一の鉄心材において辺部を形成する部分の長さを、当該鉄心材の内側の鉄心材において辺部を形成する部分の長さよりも所定量長くなるように折り曲げ、且つ、一の鉄心材においてコーナ部を形成する部分の長さを、当該鉄心材の内側の鉄心材においてコーナ部を形成する部分の長さよりも所定量長くなるように折り曲げる。この製造方法によっても、コーナ部 22 における鉄心材 20 a の占積率がコーナ部 22 を除く辺部 13 における鉄心材 20 a の占積率よりも低くなっている巻鉄心 20 を安定的に製造することができる。

[0047] 以上に説明した実施形態に係る巻鉄心は、一卷ごとに少なくとも 1 箇所の切断部を有する複数枚の鉄心材が巻回され、中心に矩形の窓部を有する巻鉄心であって、コーナ部における前記鉄心材の占積率が前記コーナ部を除く辺部における前記鉄心材の占積率よりも低くなっている。

[0048] また、以上に説明した実施形態に係る巻鉄心の製造方法は、一卷ごとに少なくとも 1 箇所の切断部を有する複数枚の鉄心材を緩く巻回し、各鉄心材の前記切断部を接合した状態で中心に矩形の窓部を形成することにより、コーナ部における前記鉄心材の占積率が前記コーナ部を除く辺部における前記鉄心材の占積率よりも低くなっている巻鉄心を製造する。

[0049] また、以上に説明した実施形態に係る巻鉄心の製造方法は、一卷ごとに少なくとも 1 箇所の切断部を有し、且つ、コーナ部を形成する部分が予め折り曲げられた鉄心材を緩く積層し、各鉄心材の前記切断部を接合した状態で中

心に矩形の窓部を形成することにより、前記コーナ部における前記鉄心材の占積率が前記コーナ部を除く辺部における前記鉄心材の占積率よりも低くなっている巻鉄心を製造する製造方法であって、前記鉄心材を積層する前に、一の前記鉄心材において前記辺部を形成する部分の長さを、当該鉄心材の内側の鉄心材において前記辺部を形成する部分の長さよりも所定量長くなるように折り曲げ、且つ、一の前記鉄心材において前記コーナ部を形成する部分の長さを、当該鉄心材の内側の鉄心材において前記コーナ部を形成する部分の長さよりも所定量長くなるように折り曲げる。

[0050] 以上に説明した実施形態によれば、製造工程における精密な寸法管理を要することなく、また、製造工数の増大を招くことなく製造することができ、且つ、鉄損の増大を抑制することができる。

[0051] なお、本実施形態は、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。本実施形態およびその変形は、発明の範囲および要旨に含まれるとともに、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。

[0052] 例えば、鉄心材は、一卷ごとに1箇所の切断部を有するものに限られず、一卷ごとに複数箇所の切断部を有するものであってもよい。即ち、鉄心材は、一卷ごとに少なくとも1箇所の切断部を有するものであれば、本実施形態に係る技術思想に含まれる。

[0053] また、例えば図12に示すように、巻鉄心10は、コーナ部12における各鉄心材10aが複数枚毎に隙間を有している構成としてもよい。また、例えば図13に示すように、巻鉄心20は、コーナ部22における各鉄心材20aが複数枚毎に隙間を有している構成としてもよい。この場合、隙間と隙間との間に存在させる鉄心材10aあるいは鉄心材20aの枚数は適宜変更して実施することができ、例えば、上述した鉄心材群毎に隙間を有する構成とすることができる。また、図示はしないが、巻鉄心は、コーナ部において

、各鉄心材が1枚毎に隙間を有する領域と各鉄心材が複数枚毎に隙間を有する領域とを混在させる構成としてもよい。

符号の説明

[0054] 図面中、10は巻鉄心、11は窓部、12はコーナ部、13は辺部、14は接合部、20は巻鉄心、21は窓部、22はコーナ部、23は辺部、24は接合部を示す。

請求の範囲

- [請求項1] 一巻ごとに少なくとも1箇所の切断部を有する複数枚の鉄心材が巻回され、中心に矩形の窓部を有する巻鉄心であって、
前記窓部の4隅に設けられるコーナ部と、前記コーナ部間を繋ぐ辺部と、を有し、
前記コーナ部における前記鉄心材の占積率が前記辺部における前記鉄心材の占積率よりも低い巻鉄心。
- [請求項2] 所定枚の前記鉄心材ごとに複数の鉄心材群が形成され、
各鉄心材群に含まれる前記鉄心材は、前記切断部が接合される接合部が相互に周方向にずれて階段状に位置するように巻回され、
前記鉄心材群において最も内側で巻回される前記鉄心材の前記接合部の位置は、当該鉄心材群の内側の鉄心材群において最も内側で巻回される前記鉄心材の前記接合部の位置と一致し、
前記鉄心材群において最も内側で巻回される前記鉄心材の周長は、当該鉄心材群の内側の鉄心材群において最も外側で巻回される前記鉄心材の周長よりも大きい請求項1に記載の巻鉄心。
- [請求項3] 前記鉄心材は、前記コーナ部を形成する部分が折り曲げられており、
前記鉄心材において前記辺部を形成する部分は、当該鉄心材の内側の鉄心材において前記辺部を形成する部分よりも長く、
前記鉄心材において前記コーナ部を形成する部分は、当該鉄心材の内側の鉄心材において前記コーナ部を形成する部分よりも長い請求項1または2に記載の巻鉄心。
- [請求項4] 前記鉄心材は、前記コーナ部において1枚毎に隙間を有する請求項1から3の何れか1項に記載の巻鉄心。
- [請求項5] 前記鉄心材は、前記コーナ部において複数枚毎に隙間を有する請求項1から4の何れか1項に記載の巻鉄心。
- [請求項6] 一巻ごとに少なくとも1箇所の切断部を有する複数枚の鉄心材を緩

く巻回し、各鉄心材の前記切断部を接合した状態で中心に矩形の窓部を形成することにより、コーナ部における前記鉄心材の占積率が辺部における前記鉄心材の占積率よりも低い巻鉄心を製造する巻鉄心の製造方法。

[請求項7]

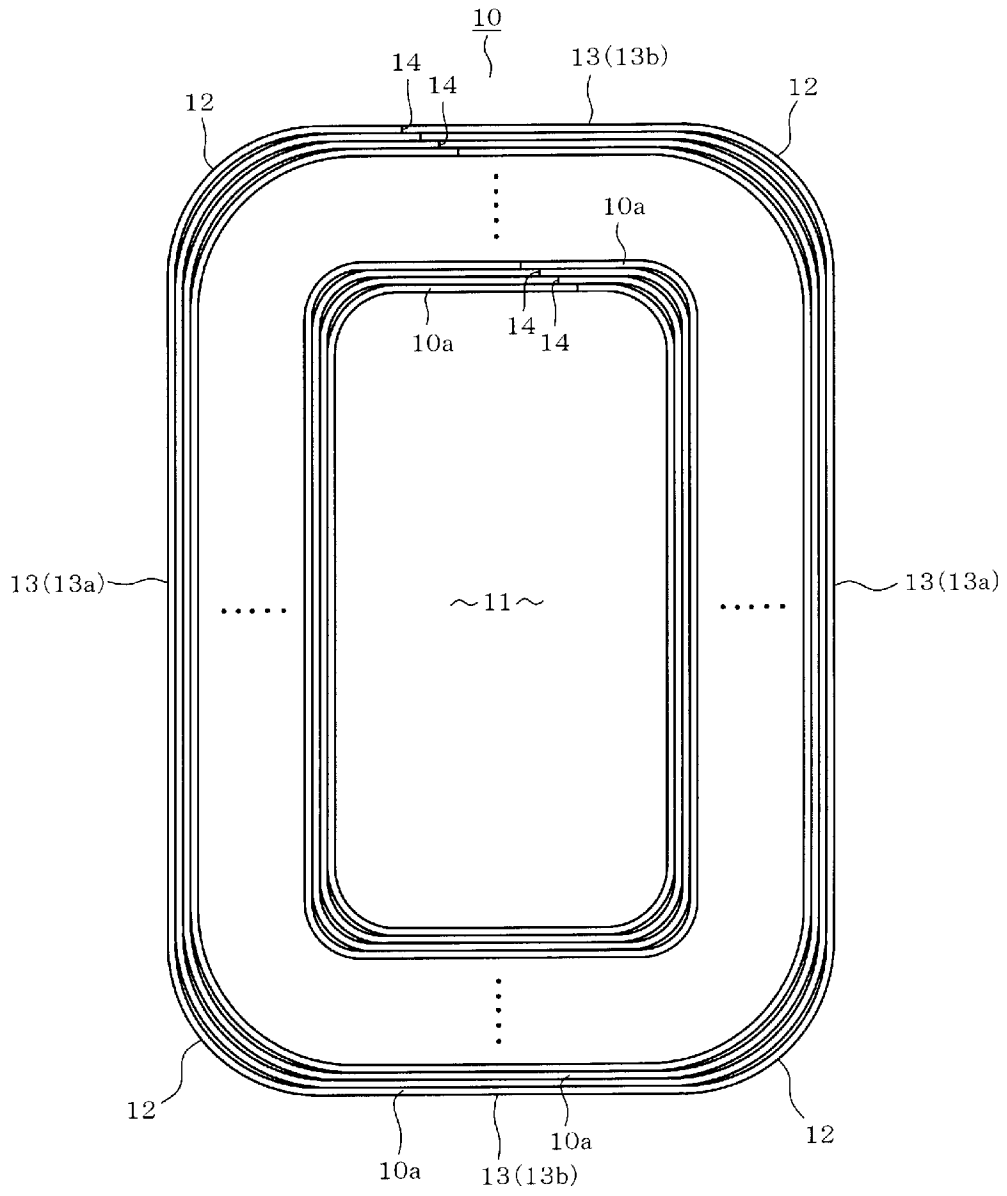
一卷ごとに少なくとも1箇所の切断部を有し、且つ、コーナ部を形成する部分が予め折り曲げられた鉄心材を積層し、各鉄心材の前記切断部を接合した状態で中心に矩形の窓部を形成することにより、前記コーナ部における前記鉄心材の占積率が辺部における前記鉄心材の占積率よりも低い巻鉄心を製造する方法であって、

前記鉄心材を積層する前に折り曲げることにより、

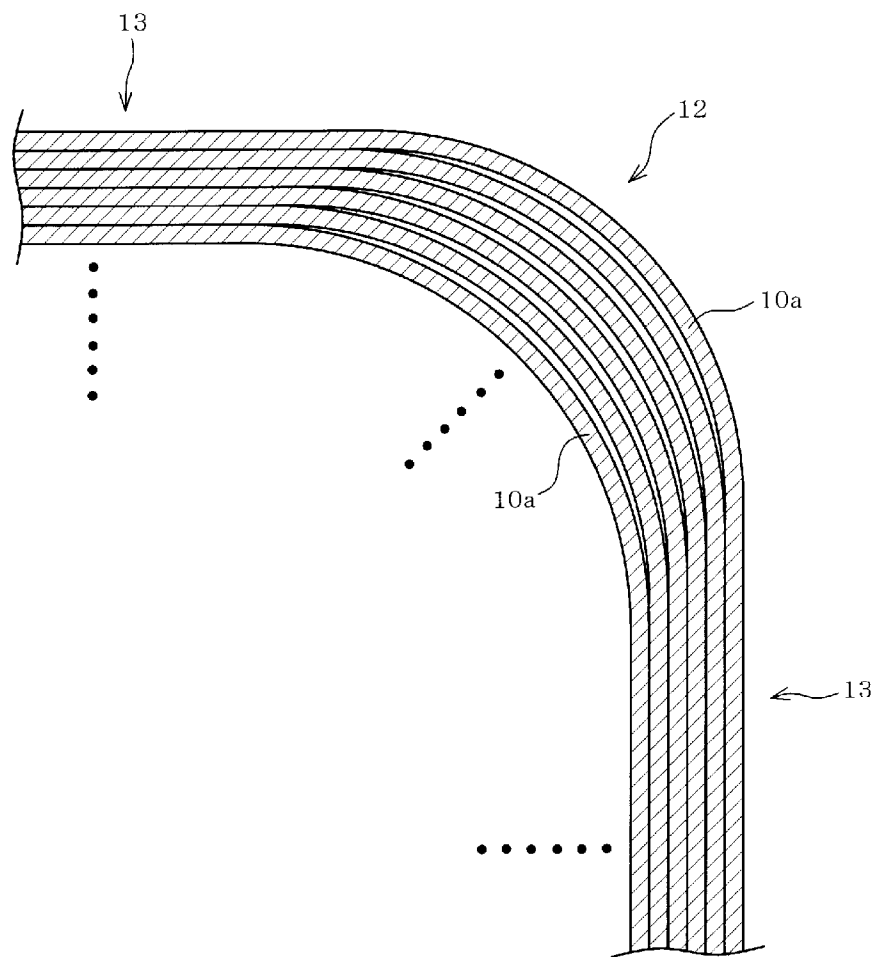
前記鉄心材において前記辺部を形成する部分を、当該鉄心材の内側の鉄心材において前記辺部を形成する部分よりも長くし、且つ、

前記鉄心材において前記コーナ部を形成する部分を、当該鉄心材の内側の鉄心材において前記コーナ部を形成する部分よりも長くする巻鉄心の製造方法。

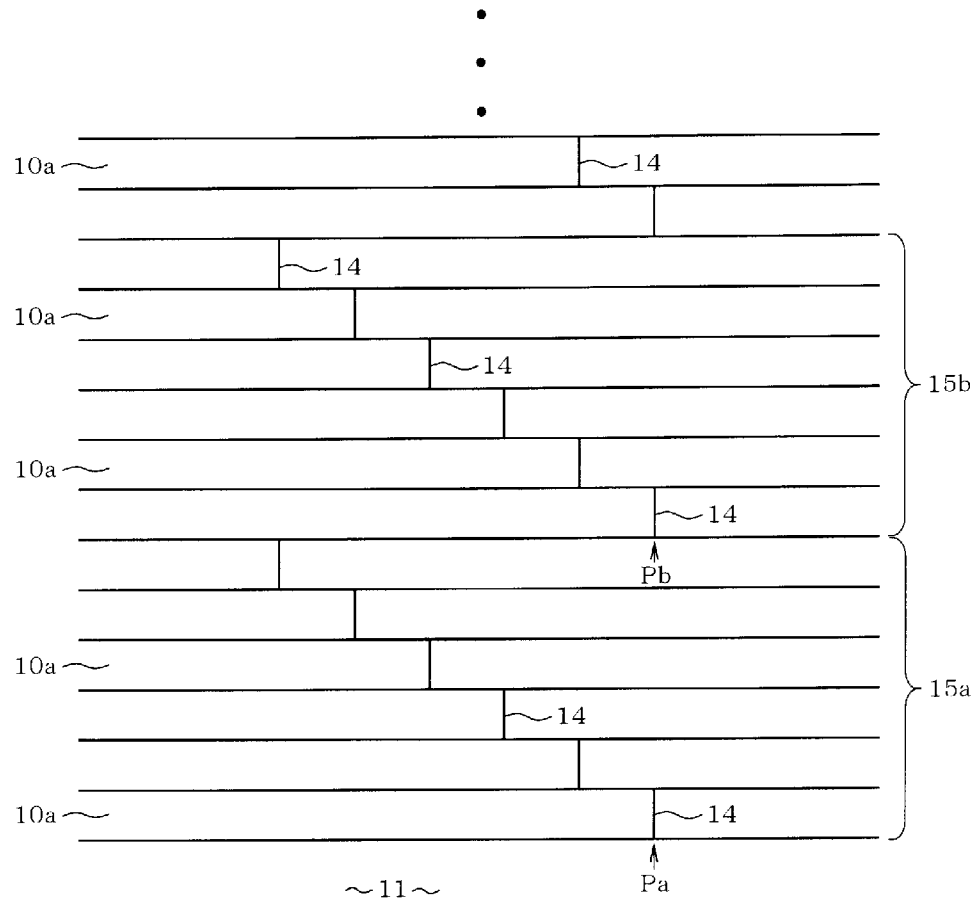
[図1]



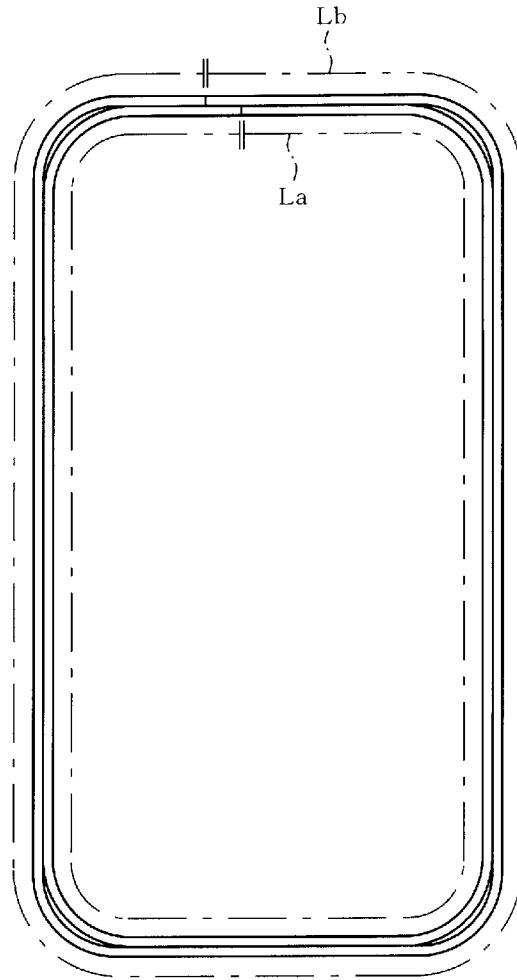
[図2]



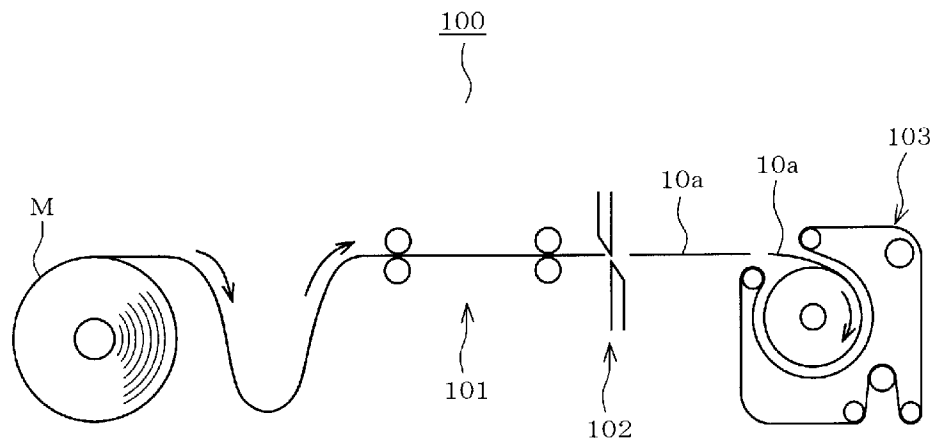
[図3]



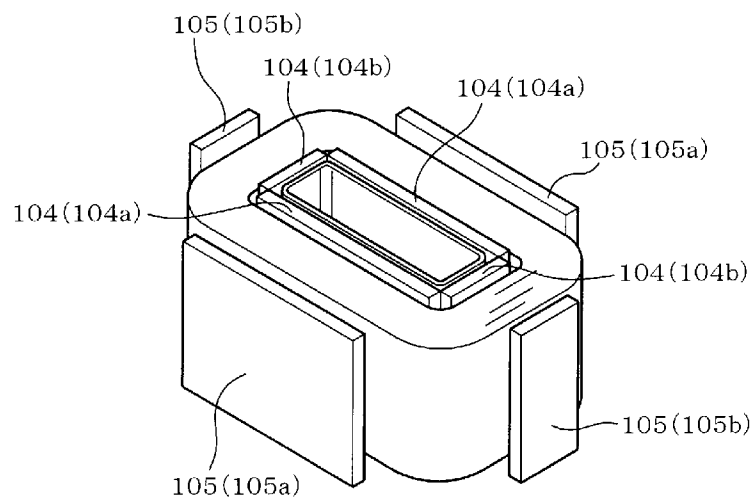
[図4]



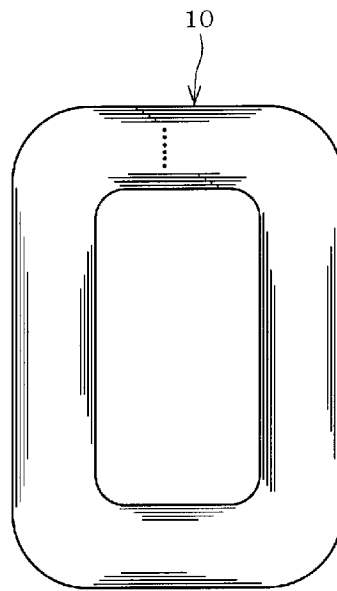
[図5]



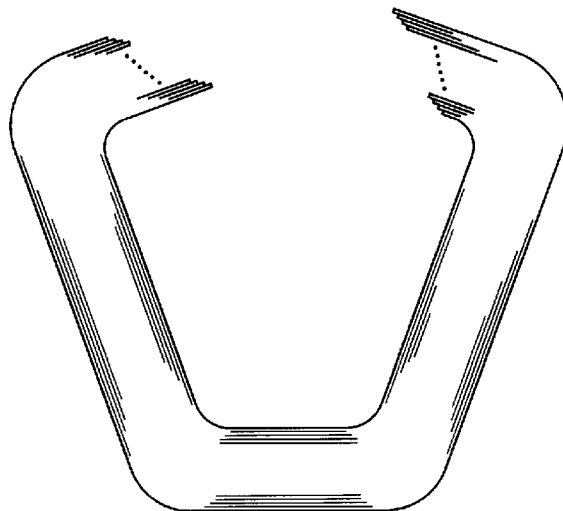
[図6]



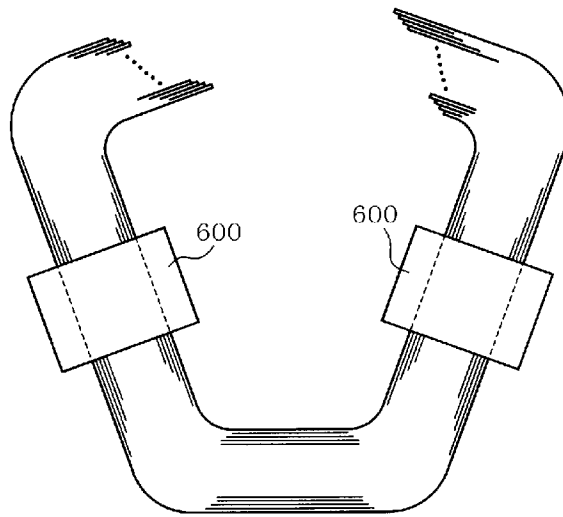
[図7A]



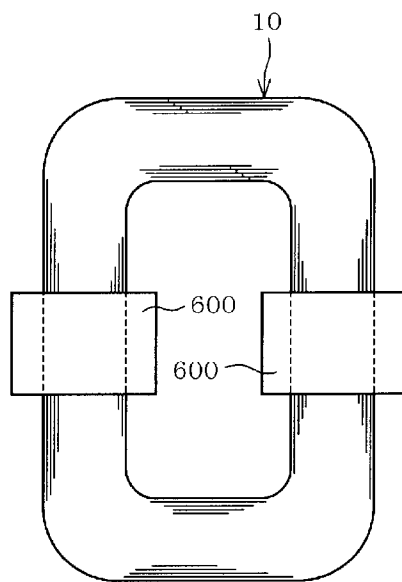
[図7B]



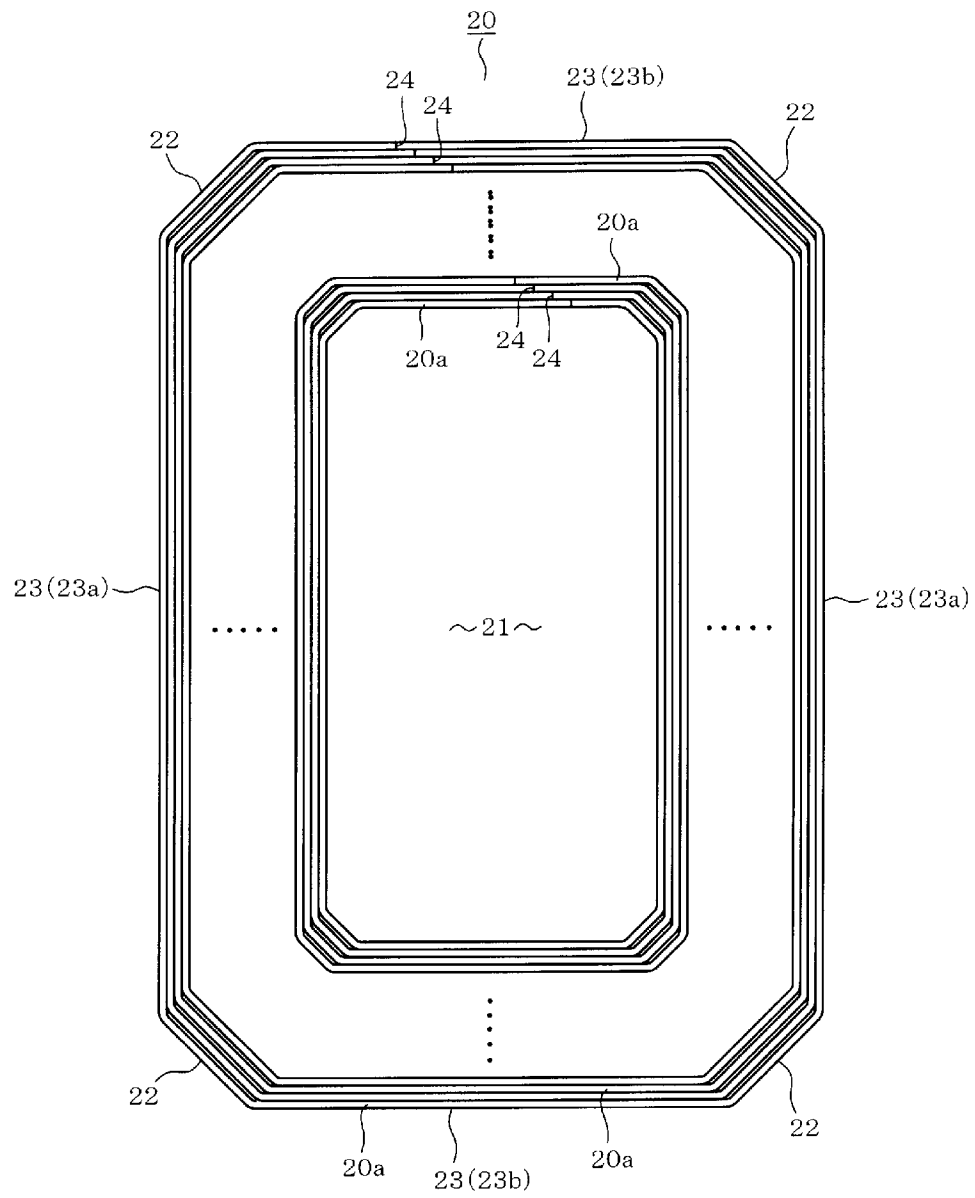
[図7C]



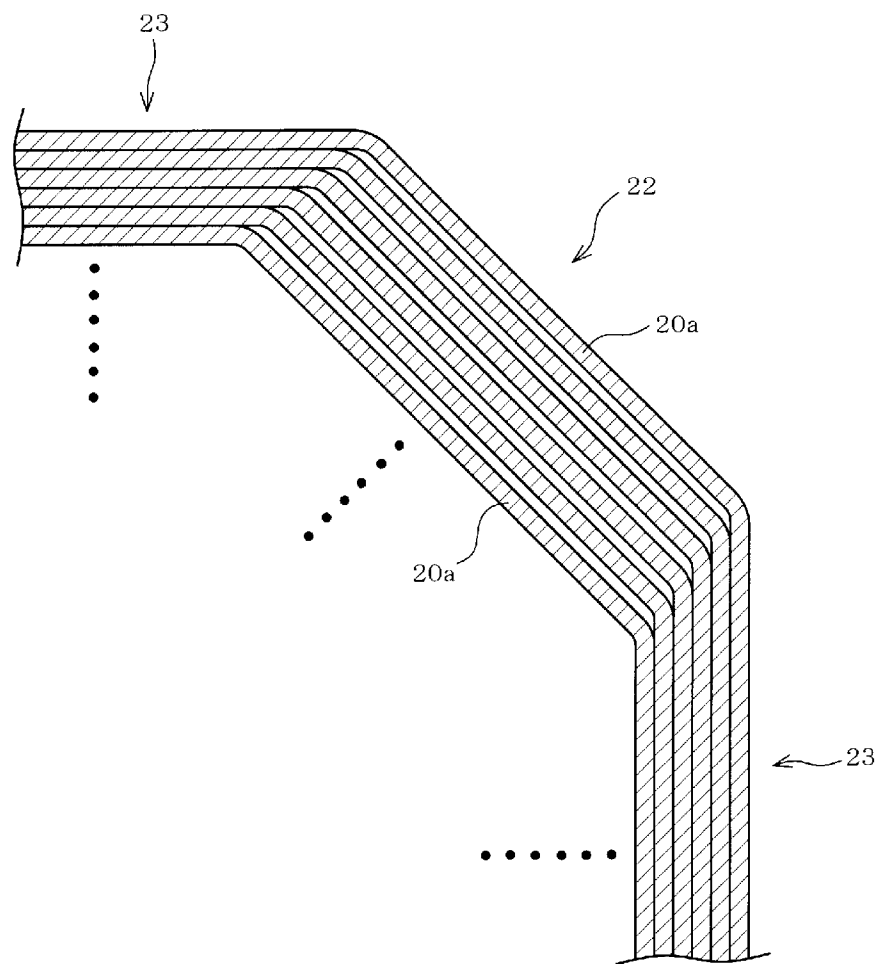
[図7D]



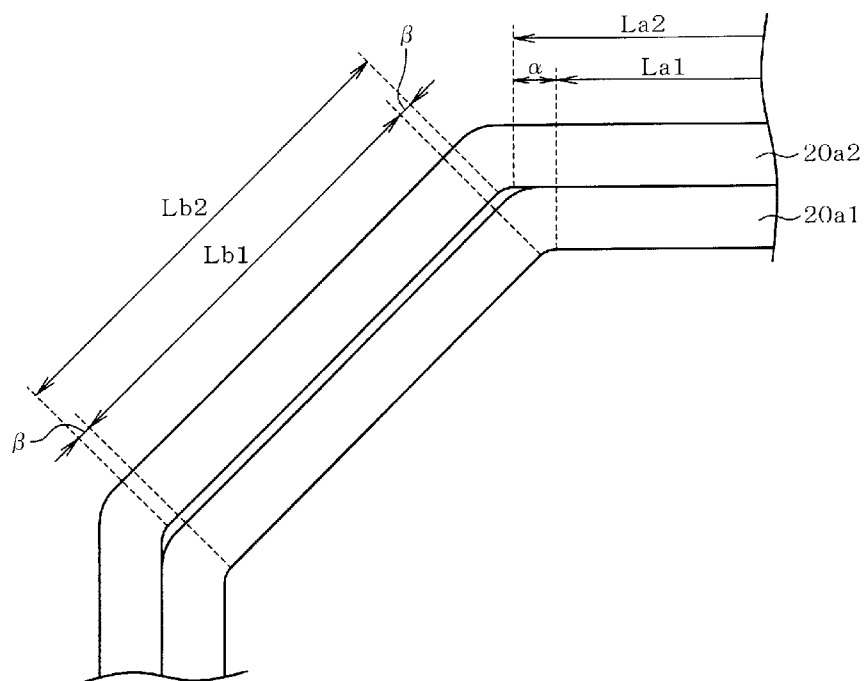
[図8]



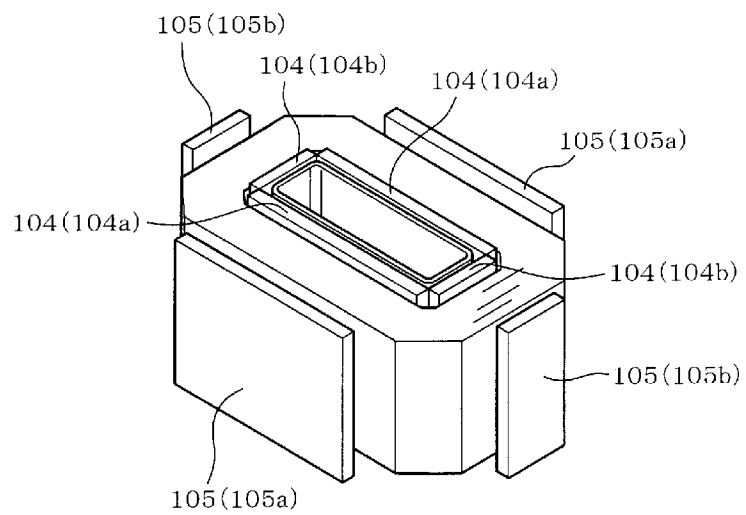
[図9]



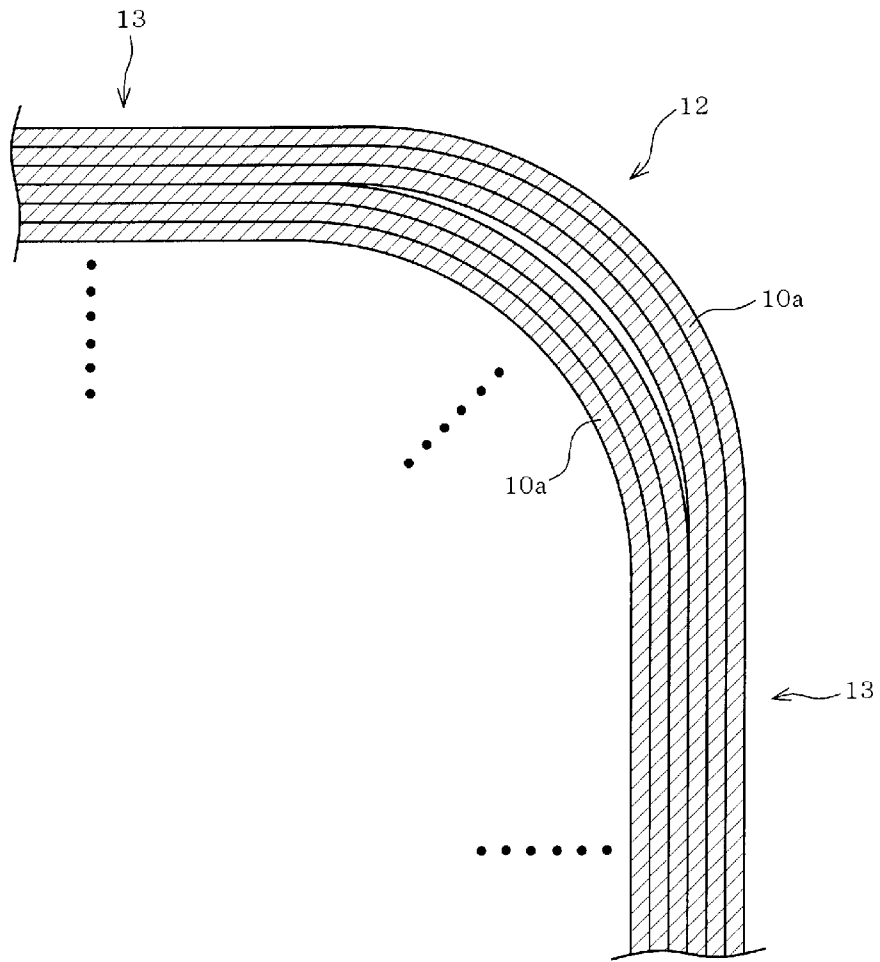
[図10]



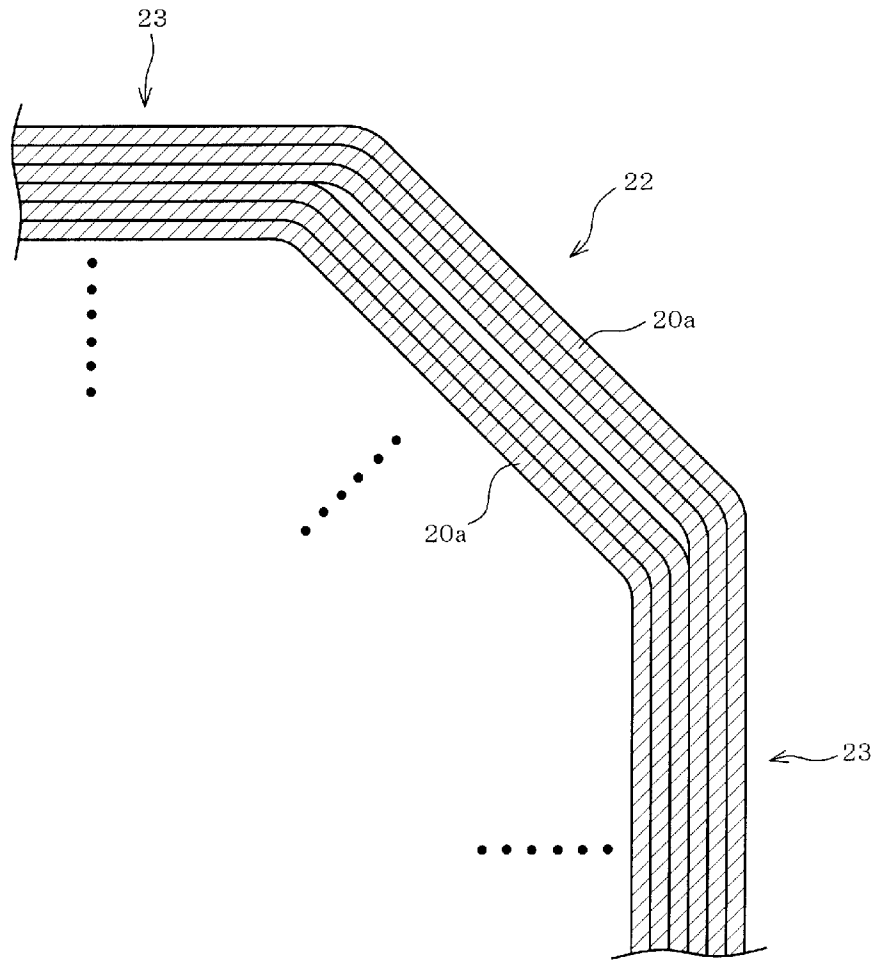
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/082841

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01F27/25(2006.01) i, H01F41/02(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01F27/25, H01F41/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 61-179517 A (Toshiba Corp.), 12 August 1986 (12.08.1986), page 3, upper right column, line 16 to lower left column, line 9; fig. 1, 3, 4	1, 2, 5
A	page 3, upper right column, line 16 to lower left column, line 9; fig. 1, 3, 4 (Family: none)	3, 4, 6, 7
A	JP 6-45165 A (Takaoka Electric Mfg. Co., Ltd.), 18 February 1994 (18.02.1994), entire text; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-7

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 27 February 2015 (27.02.15)	Date of mailing of the international search report 10 March 2015 (10.03.15)
--	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H01F27/25(2006.01)i, H01F41/02(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H01F27/25, H01F41/02		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	J P 6 1 - 1 7 9 5 1 7 A (株式会社東芝) 1 9 8 6 . 0 8 . 1 2 第3頁右上欄第16行-左下欄第9行 第1, 3, 4図	1, 2, 5
A	第3頁右上欄第16行-左下欄第9行 第1, 3, 4図 (ファミリーなし)	3, 4, 6, 7
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 27.02.2015	国際調査報告の発送日 10.03.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 五貫 昭一 電話番号 03-3581-1101 内線 3551	5D 9368

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	J P 6 - 4 5 1 6 5 A (株式会社高岳製作所) 1 9 9 4 . 0 2 . 1 8 全文, 第 1 - 6 図 (ファミリーなし)	1 - 7