

(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
2016 年 7 月 21 日(21.07.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/113876 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 1/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/050920

(22) 国際出願日: 2015 年 1 月 15 日(15.01.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 村上 直司(MURAKAMI Tadashi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 菊池 奈緒美(KIKUCHI Naomi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 坂上 篤史(SAKAUE Atsushi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 日野 辰郎(HINO Tatsuro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 山村 明弘(YAMAMURA Akihiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 岡本 省吾(OKAMOTO Shogo); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 西村 慎二(NISHIMURA Shinji); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内

Tokyo (JP). 井上 正哉(INOUE Masaya); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 大岩 増雄, 外(OIWA Masuo et al.); 〒6610033 兵庫県尼崎市南武庫之荘 3 丁目 3 番 8 号 Hyogo (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, JP, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

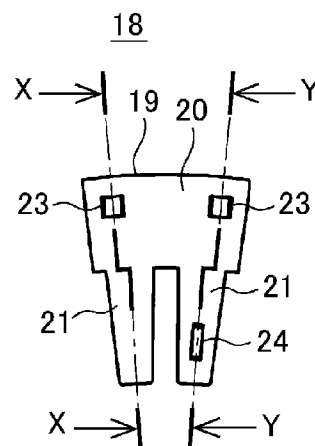
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ROTATING ELECTRIC MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機

図 11A



(57) Abstract: When steel sheets 19 constituting a stator core 16 having a plurality of tooth portions 21 are laminated by swaging a yoke portion 20 and the tooth portions 21, the stator core 16 is constituted by including the steel sheets 19 equipped with the tooth portions 21 having sections to be pressed into another steel sheets 19 by a swaging process and the tooth portions 21 without the sections to be pressed into another steel sheets 19 by the swaging process.

(57) 要約: ティース部 21 を複数有するステータコア 16 を構成する鋼板 19 の積層をヨーク部 20 でのカシメと、ティース部 21 でのカシメによって行うとき、カシメによって他の鋼板 19 に圧入される部分を有するティース部 21 と、カシメによって他の鋼板 19 に圧入される部分を有しないティース部 21 を備えた鋼板 19 を含んでステータコア 16 を構成する。

WO 2016/113876 A1

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： 回転電機

技術分野

[0001] この発明は、複数の電磁鋼板を積層した積層鋼板で構成されるステータコアを備えた回転電機に関するものである。

背景技術

[0002] 従来の回転電機において、ステータコアを複数の電磁鋼板を積層した積層鋼板で構成することが知られている。その回転電機のステータコアでは、例えば特開 2008-252978 号公報（特許文献 1）あるいは特開 2013-59262 号公報（特許文献 2）に開示されているように、積層された鋼板同士を結合するためにカシメを用いる方法が知られている。また、例えば特開 2003-264962 号公報（特許文献 3）に開示されているように、積層した鋼板を接着して一体化する方法が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2008-252978 号公報

特許文献 2：特開 2013-59262 号公報

特許文献 3：特開 2003-264962 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 前記特許文献 1 あるいは特許文献 2 に開示されているように、従来の回転電機では、ステータコアの薄鋼板の積層をヨーク部でのカシメと、ティース部でのカシメによって行うとき、カシメ部が厚さ方向に貫通しているから厚さ方向に渦電流が導通するため、ロータによって発生する磁束がその貫通したカシメの間を通過する場合、大きな渦電流損を発生し、効率が低下する問題点があった。特許文献 2 の構成では、コアのティース部でカシメを減らすことによって、カシメによって積層しつつ積層コアに形成される渦電流の導

通回路を小さくすることができる。しかし、積層された鋼板にティース部のカシメがないものが含まれているため、その部分でティース部の積層強度が低下してしまう問題点がある。

[0005] それに対して前記特許文献3に開示されているように、鋼板を接着によって積層する場合、積層時の鋼板同士の位置関係を保持するのが困難であり、カシメによって積層する場合に比較して製品の寸法精度が低下するという問題点がある。

[0006] この発明は、かかる問題点を解決するためになされたもので、カシメによって積層されたステータコアの損失を低減し、積層強度を確保しながら電磁氣的効率の良い回転電機を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0007] この発明に係る回転電機は、回転可能に設けられたロータと、前記ロータの外周側に配置されたステータを有する回転電機であって、前記ステータは、円環状のステータコアと、前記ステータコアに巻装されたコイル部を備え、前記ステータコアは、環状に配置された複数の分割コアによって構成されると共に、前記分割コアは、周方向に形成されたヨーク部と、前記ヨーク部から径方向内側に突出して形成された二つのティース部を備えた鋼板を、前記ヨーク部に設けられた第1のカシメ部と、前記ティース部に設けられた第2のカシメ部によって鋼板同士を結合して積層構成される回転電機において、
前記分割コアは、前記2つのティース部のうち一方あるいは両方において、前記第2のカシメ部によって厚さ方向に隣接する鋼板同士が結合されていない箇所を少なくとも一か所以上有するものである。

発明の効果

[0008] この発明に係る回転電機によれば、ヨーク部のカシメとティース部のカシメによってステータコアの積層を行うことにより、積層の強度を保持しつつ、ティース部においてカシメによって鋼板同士を結合しない箇所を設けることにより、渦電流の導通回路を小さくすることができ、回転電機の損失を低減させることができる。

この発明の上記以外の目的、特徴、観点及び効果は、図面を参照する以下のこの発明の詳細な説明から、さらに明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]この発明の実施の形態1に係る回転電機の片側断面図である。

[図2]この発明の実施の形態1に係る回転電機のステータ及びロータの外観を示す斜視図である。

[図3]この発明の実施の形態1に係る回転電機のステータの外観を示す斜視図である。

[図4]この発明の実施の形態1に係る回転電機のステータコアの正面図である。

[図5]この発明の実施の形態1に係る回転電機のステータコアの斜視図である。

[図6]この発明の実施の形態1に係る回転電機のステータの分割コアの一つの斜視図である。

[図7]この発明の実施の形態1に係る回転電機のステータの分割コアの一つの正面図である。

[図8A]従来の回転電機におけるステータの分割コアを積層方向に見た図である。

[図8B]図8AのX-X線断面図である。

[図8C]図8AのY-Y線断面図である。

[図9A]図8A、図8B、図8Cに示す分割コアのヨーク部に沿う磁束のイメージを示す図である。

[図9B]図8A、図8B、図8Cに示す分割コアに発生する渦電流のイメージを示す図である。

[図9C]図8A、図8B、図8Cに示す分割コアに発生する渦電流のイメージを示す図である。

[図10]図8A、図8B、図8Cに示す分割コアに発生する磁束と渦電流のイメージを示す図である。

[図11A]この発明の実施の形態1に係る回転電機におけるステータの分割コアを積層方向に見た図である。

[図11B]図11AのX-X線断面図である。

[図11C]図11AのY-Y線断面図である。

[図12A]この発明の実施の形態1に係る回転電機の分割コアを構成する鋼板の一つの正面図である。

[図12B]この発明の実施の形態1に係る回転電機の分割コアを構成する鋼板の一つの正面図である。

[図13A]図11A、図11B、図11Cに示す分割コアのヨーク部に沿う磁束のイメージを示す図である。

[図13B]図11A、図11B、図11Cに示す分割コアに発生する渦電流のイメージを示す図である。

[図13C]図11A、図11B、図11Cに示す分割コアに発生する渦電流のイメージを示す図である。

[図14A]この発明の実施の形態2に係る回転電機におけるステータの分割コアを積層方向に見た図である。

[図14B]図14AのX-X線断面図である。

[図14C]図14AのY-Y線断面図である。

[図15A]図14A、図14B、図14Cに示す分割コアのヨーク部に沿う磁束のイメージを示す図である。

[図15B]図14A、図14B、図14Cに示す分割コアに発生する渦電流のイメージを示す図である。

[図15C]図14A、図14B、図14Cに示す分割コアに発生する渦電流のイメージを示す図である。

[図16A]この発明の実施の形態2に係る回転電機におけるステータの分割コアの他の例を積層方向に見た図である。

[図16B]図16AのX-X線断面図である。

[図16C]図16AのY-Y線断面図である。

[図17]この発明の実施の形態2に係る回転電機におけるステータの分割コアを構成する鋼板の他の例を示す正面図である。

[図18A]この発明の実施の形態3に係る回転電機におけるステータの分割コアを積層方向に見た図である。

[図18B]図18AのX-X線断面図である。

[図18C]図18AのY-Y線断面図である。

[図19A]この発明の実施の形態3に係る回転電機におけるステータの分割コアを構成する鋼板の一つの正面図である。

[図19B]この発明の実施の形態3に係る回転電機におけるステータの分割コアを構成する鋼板の一つの正面図である。

[図20A]図18A、図18B、図18Cに示す分割コアのヨーク部に沿う磁束のイメージを示す図である。

[図20B]図18A、図18B、図18Cに示す分割コアに発生する渦電流のイメージを示す図である。

[図20C]図18A、図18B、図18Cに示す分割コアに発生する渦電流のイメージを示す図である。

[図21A]この発明の実施の形態4に係る回転電機におけるステータの分割コアを積層方向に見た図である。

[図21B]図21AのX-X線断面図である。

[図21C]図21AのY-Y線断面図である。

[図22]図21A、図21B、図21Cで示す分割コアに発生する磁束と渦電流のイメージを示す図である。

[図23A]この発明の実施の形態4に係る回転電機におけるステータの分割コアの他の例を積層方向に見た図である。

[図23B]図23AのX-X線断面図である。

[図23C]図23AのY-Y線断面図である。

[図24A]この発明の実施の形態5に係る回転電機におけるステータの分割コアを積層方向に見た図である。

[図24B]図24AのX-X線断面図である。

[図24C]図24AのY-Y線断面図である。

[図25]この発明の実施の形態6に係る回転電機におけるステータの分割コアを構成する鋼板の一つの正面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、この発明に係る回転電機の好適な実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、各図において、同一または相当する部分については同一符号を付して説明する。

[0011] 実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1に係る回転電機の片側断面図である。

図1において、回転電機100は、ケース10に回転可能に取り付けられたロータ11とケース10に固定されたステータ12を備え、ロータ11の外周は、ステータ12の内周と所定の間隙を有して対向している。ロータ11は、図2に示すように、シャフト13と、シャフト13に固定されたロータコア14及びロータコア14に固定された磁石15を有している。

[0012] ステータ12は、図3に示すように、円環状のステータコア16とステータコア16に分布巻に巻回されたコイル17を有している。ステータコア16は、図4及び図5に示すように、分割コア18を円環状に配置して構成されている。分割コア18は、図6に示すように、複数の鋼板19を積層して構成されており、図7に示すように、それぞれの鋼板19は、周方向に伸びるヨーク部20と、ヨーク部20から径方向内周側に伸びる二つのティース部21を備えている。ステータコア16には、ティース部21に隣接するようにスロット部22が構成される。図6に示すように、分割コア18を構成する鋼板19の積層厚方向Aは、ステータコア16の軸方向と等しい。また、鋼板19は、ヨーク部20に設けられた第1のカシメ部23とティース部21に設けられた第2のカシメ部24によって各々結合されて積層されている。

[0013] ところで、特許文献1に開示されたステータコアのカシメ方法では、ヨー

ク部 20 に周方向に設けられた第 1 のカシメ部 23 とヨーク部 20 から径方向内周側に伸びるティース部 21 に設けられた第 2 のカシメ部 24 が鋼板 19 の積層厚方向 A において貫通しており、貫通した第 1 のカシメ部 23 と第 2 のカシメ部 24 によって、図 9 B、図 9 C、及び図 10 に示すように、鋼板 19 同士での渦電流の導通回路 B、E が形成され、図 9 A に示すように、例えばヨーク部 20 に沿う磁束 C が分割コア 18 を通過するとき、大きな渦電流損を発生させるという問題があった。

[0014] 大きな渦電流損が発生すると、ステータ 12 の温度上昇が大きくなり、ロータ 11 に設けられた磁石 15 が減磁しやすくなる。そこで、温度上昇を抑えるためにコイル 17 の電流密度を低減させる必要が生じ、回転電機 100 の性能を低下させなくてはならなくなる等の問題がある。また、第 1 のカシメ部 23 及び第 2 のカシメ部 24 において鋼板 19 の凹部に凸部を圧入するため、応力が発生する。応力が発生すると、鋼板 19 の透磁率が低下し、回転電機 100 の効率が悪化するという問題があるため、圧入する部分は少ない方が好ましい。なお、図 8 A は分割コア 18 を積層方向に見た図、図 8 B は図 8 A の X-X 線断面図、図 8 C は図 8 A の Y-Y 線断面図である。また、図 9 A は、ヨーク部 20 に沿う磁束のイメージを示す図、図 9 B、図 9 C は、図 8 A、図 8 B、図 8 C に示す分割コア 18 に発生する渦電流のイメージを示す図である。図 10 は、図 8 A、図 8 B、図 8 C に示す分割コア 18 に発生する磁束と渦電流のイメージを示す図である。

[0015] これらの問題に対し、特許文献 2 のように、ティース部 21 に第 2 のカシメ部 24 を設けた鋼板 19 とティース部 21 で第 2 のカシメ部 24 を設けない鋼板 19 を交互に積層した構成が考えられるが、ティース部 21 で第 2 のカシメ部 24 を設けない鋼板 19 は、ティース部 21 にて鋼板 19 同士の結合がなされないため、その部分で積層の強度が低下する。

[0016] 複数の分割コア 18 でステータコア 16 を構成するとき、ステータコア 16 をケース 10 へ圧入ないし焼嵌めして、周方向の残留応力を利用して固定するとき、ティース部 21 の積層強度が不足していると、ティース部 21 の

めくれ上がりが発生する問題がある。分布巻モータでは、ティース部 21 にめくれ上がりが発生すると、コイル 17 をティース部 21 に隣接して構成されるスロット部 22 に挿入する場合に、コイル 17 の被膜を傷つけてしまうという問題があり、高い絶縁性能が要求される場合には、被膜を厚くするか、ステータコア 16 とコイル 17 の間に絶縁体を挿入するなどの対策が必要となり、導体の占積率を低下させ、回転電機 100 の性能が低下する。このため、ティース部 21 の寸法精度を確保することが重要である。

[0017] 以上の問題に対し、図 11 A、図 11 B、図 11 C に示す実施の形態 1 による回転電機 100 の分割コア 18 では、鋼板 19 の二つティース部 21 に設けられた第 2 のカシメ部 24 について、図 12 A、図 12 B に示すように一つのティース部 21 ではカシメによって他の鋼板 19 に圧入される第 2 のカシメ部 24 を設け、もう一つのティース部 21 にはカシメによって他の鋼板 19 に圧入される第 2 のカシメ部 24 を構成しない鋼板 19 a 1、19 a 2 を含んでいる。この第 2 のカシメ部 24 によって厚さ方向に隣接する鋼板同士が結合されない部分 S a 1、S a 2 によって鋼板 19 同士の渦電流の導通回路が途切れることになる。これにより図 13 B、図 13 C に示すように、渦電流の導通回路 B のループが小さくなり、図 13 A に示すように、例えばヨーク部 20 に沿うような磁束 C が分割コア 18 を通過するとき、図 9 A に示す渦電流の導通回路 B を形成する場合に比べて渦電流損を抑制することができる。図 11 B、図 11 C において、符号 H o は鋼板 19 に形成される貫通穴を示している。なお、図 11 A は分割コア 18 を積層方向に見た図、図 11 B は図 11 A の X-X 線断面図、図 11 C は図 11 A の Y-Y 線断面図である。また、図 13 A は、ヨーク部 20 に沿う磁束のイメージを示す図、図 13 B、図 13 C は、図 11 A、図 11 B、図 11 C に示す分割コア 18 に発生する渦電流のイメージを示す図である。

[0018] また、図 11 A、図 11 B、図 11 C に示す鋼板 19 のカシメ部の構成では、鋼板 19 に設けられた複数の第 2 のカシメ部 24 のうち、他の鋼板 19 のティース部 21 と結合されていない部分があっても、他の少なくとも一つ

の第2のカシメ部24によって他の鋼板19のティース部21と結合されているため、第2のカシメ部24の数を低減しつつ、ティース部21において、積層の強度を保持することができる。そのため、ティース部21のめくれ上がりを防止することができる。ティース部21のめくれ上がりを防止することで、分割コア18の寸法精度を確保することができ、ステータ12とロータ11の空隙を確保できるという効果もある。

[0019] また、鋼板19は第1のカシメ部23、第2のカシメ部24によって結合されているため、接着によって積層する場合に比較して製作が容易であり、また、積層時の鋼板19同士の位置精度が良好である。

[0020] 実施の形態2.

次に、この発明の実施の形態2に係る回転電機について説明する。

図14A、図14B、図14Cは、実施の形態2に係る回転電機におけるステータの分割コアを示す図である。実施の形態2においては、図14A、図14B、図14Cに示すように、分割コア18の積層厚方向Aで、符号Z（図14C参照）で示す部分に位置する鋼板19では、ティース部21に設けた第2のカシメ部24に関し、片側のティース部21にのみカシメによって他の鋼板19に圧入される第2のカシメ部24を設けた鋼板19a1と、その逆側のティース部21にのみカシメによって他の鋼板19に圧入される第2のカシメ部24を設けた鋼板19a2を、一定枚数ずつ交互に積層して構成している。なお、図14Aは分割コア18を積層方向に見た図、図14Bは図14AのX-X線断面図、図14Cは図14AのY-Y線断面図である。

[0021] これにより、ステータコア16に発生する渦電流の導通回路Bは、例えば図15B、図15Cに示すように、実施の形態1で説明した図13B、図13Cの渦電流の導通回路Bに比較してその導通回路Bのループが小さくなる。このため、渦電流損を低減することができる。なお、図15Aは、ヨーク部20に沿う磁束のイメージを示す図、図15B、図15Cは、図14A、図14B、図14Cに示す分割コア18に発生する渦電流のイメージを示す

図である。

- [0022] また、第2のカシメ部24によって厚さ方向に隣接する鋼板同士が結合される個所と結合されない個所を交互に繰り返すため、分割コア18の二つのティース部21にて厚さの偏りが少なく積層できる。ティース部21の厚さの偏りが少ないため、分割コア18のティース部21において、積層厚方向Aの寸法精度が向上する効果がある。
- [0023] さらに、鋼板19の第2のティース部21の結合が一定枚数ごとに交互に行われている。このため、分割コア18の積層強度を確保しながら、三相モータでの各層の磁氣的バランスを保持することができる。また、ステータコア16の軸方向の磁氣的バランスが取れているため、ロータコア14が、コギングトルクを低減する目的で段スキューが構成されて積層されている場合、そのコギングトルクを低減する効果を阻害しにくい効果もある。
- [0024] 実施の形態1及び2では、ヨーク部20に構成される第1のカシメ部23が、分割コア18の二つのティース部21の中間線Dを介して周方向に複数（図では2箇所）設けられると共に、積層されるすべての鋼板19に設けられているため、ヨーク部20の積層強度を確保できる。そのため、ヨーク部20のめくれ上がりを防止することができる。
- [0025] また、ステータ12がケース10に圧入または焼嵌めされて固定される場合、ヨーク部20には圧縮応力が生じる。実施の形態1及び2では、ヨーク部20の積層強度を確保することができるため、この圧縮応力によるステータコア16の座屈を防止することができ、鋼板19の軸方向の変形を抑制することができる。このため、ヨーク部20の軸方向近傍に他の部品が設置される場合、それらとの干渉を防ぐことができる。
- [0026] ただし、回転電機100の渦電流による損失をより低減するために、より分割コア18に形成される渦電流の導通回路Bを小さくするため、図16A、図16B、図16Cに示すように、ヨーク部20の第1のカシメ部23によって厚さ方向に隣接する鋼板同士が結合されない個所Sbを設ける構成は、当然考えられる。なお、図16Aは分割コア18を積層方向に見た図、図

16Bは図16AのX-X線断面図、図16Cは図16AのY-Y線断面図である。

[0027] また、実施の形態1及び2では、図11A、図11B、図11C、あるいは図14A、図14B、図14Cに示すように、ヨーク部20に二つの第1のカシメ部23を設けた構成について説明したが、図17に示すように、分割コア18の第1のカシメ部23をヨーク部20に一か所設けると共に、ティース部21に二つの第2のカシメ部24を設けた構成でも実施の形態1及び2に記載の効果を得ることができる。なお、図17は分割コア18を構成する鋼板19の他の例を示す正面図である。

[0028] 実施の形態3.

次に、この発明の実施の形態3に係る回転電機について説明する。

図18A、図18B、図18Cは、実施の形態3に係る回転電機におけるステータの分割コアを示す図である。実施の形態3においては、分割コア18は、図19A、図19Bに示す鋼板19b、19cのように、二つのティース部21に構成されて厚さ方向に隣接する鋼板同士を結合する第2のカシメ部24は、一方のティース部21にのみ設けられている。また、ヨーク部20に構成されて厚さ方向に隣接する鋼板同士を結合する第1のカシメ部23は、二つのティース部21の中間線Dを隔てて、第2のカシメ部24と周方向の逆側にのみ設けられている鋼板を含んで構成される。

[0029] 図18A、図18B、図18Cに示す分割コア18に構成されるカシメ部は、一方のティース部21にカシメによって他の鋼板19に圧入される第2のカシメ部24を有し、ヨーク部20に設けた第1のカシメ部23については、第2のカシメ部23とは中間線Dを隔てて周方向の逆側にのみカシメによって他の鋼板19に圧入される部分を有する鋼板19bまたは19cを含んで積層している。

[0030] これにより、ステータコア16に発生する渦電流の導通回路は、例えば図20B、図20Cに示すように、実施の形態1で説明した図9B、図9Cの渦電流の導通回路Bに比較してその導通回路Bのループが小さくなる。この

ため、渦電流損を低減することができる。なお、図20Aは、ヨーク部20に沿う磁束のイメージを示す図、図20B、図20Cは、図18A、図18B、図18Cに示す分割コア18に発生する渦電流のイメージを示す図である。

[0031] また、鋼板19b、19cにおいて、二つのティース部21の中間線Dを隔てて第1のカシメ部23と第2のカシメ部24を設けていることから、ヨーク部20とティース部21の積層の厚さ方向のバランスが取れ、分割コア18の厚さ方向の寸法精度が向上する。

[0032] 実施の形態4.

次に、この発明の実施の形態4に係る回転電機について説明する。

図21A、図21B、図21Cは、実施の形態4に係る回転電機におけるステータの分割コアを示す図である。実施の形態4においては、図21A、図21B、図21Cに示すように、分割コア18は、分割コア18の積層厚方向Aで、符号Z（図21C参照）で示す部分に位置する鋼板19では、一方のティース部21でのみ第2のカシメ部24によって厚さ方向に隣接する鋼板同士が結合されつつ、中間線Dを隔てて周方向でその逆側にのみ第1のカシメ部23によってその鋼板同士が結合されている部分と、もう一方のティース部21でのみ第2のカシメ部24によって厚さ方向に隣接する鋼板同士が結合されつつ、中間線Dを隔てて周方向でその逆側にのみ第1のカシメ部23によってその鋼板同士が結合されている部分とを、厚さ方向で一定数ずつ交互に繰り返して積層されている。なお、図21Aは分割コア18を積層方向に見た図、図21Bは図21AのX-X線断面図、図21Cは図21AのY-Y線断面図である。

[0033] 以上において説明したように、例えばヨーク部20に沿うような磁束Cが分割コア18を通過するとき、分割コア18には、ティース部21の中間線Dを隔てて片側にて、第1のカシメ部23と第2のカシメ部24によって形成させる導通回路Bによる渦電流が発生するが、図10に示すように、ティース部21の中間線D（図10では図示省略）を隔てて一方にある第1のカ

シメ部 23 と、逆側にある第 2 のカシメ部 24 によって形成される渦電流の導通回路 E によっても渦電流が発生することが考えられる。

[0034] 図 22 は、図 21 A、図 21 B、図 21 C で示す分割コア 18 に発生する渦電流のイメージを示す図である。本実施の形態では、分割コア 18 の積層厚方向 A の Z で示す部分においては、ティース部 21 の中間線 D を隔てて一方では、第 1 のカシメ部 23 あるいは第 2 のカシメ部 24 の少なくとも一方は圧入されていないので、渦電流が通る導通回路を遮断している。よって、その部分では、ティース部 21 の中間線 D を隔てて片側にて、第 1 のカシメ部 23 と第 2 のカシメ部 24 によって形成される渦電流の導通回路による渦電流損を大きく抑制できる。

[0035] また、ティース部 21 の中間線 D を隔てて一方にある第 1 のカシメ部 23 と、逆側にある第 2 のカシメ部 24 によって形成される渦電流の導通回路によって発生する渦電流に関しても、図 22 で示す渦電流の導通回路 E は、図 10 に示す従来の技術でのカシメで形成される導通回路 E に対して、小さくなるので、渦電流損を抑制できる。

[0036] また、鋼板 19 において、二つのティース部 21 の中間線 D を隔てて第 1 のカシメ部 23 と第 2 のカシメ部 24 を片側ずつ設けた鋼板 19 b と、その逆関係に第 1 のカシメ部 23 と第 2 のカシメ部 24 を片側ずつ設けた鋼板 19 c を交互に積層することによって、ヨーク部 20 とティース部 21 の積層厚方向 A のバランスが取れ、分割コア 18 の厚さ方向の寸法精度が向上する。また、ヨーク部 20 の周方向における積層厚方向 A のバラツキを抑制することができ、二つのティース部 21 の積層厚方向 A のバラツキも抑制することができる。

[0037] 図 23 A、図 23 B、図 23 C は、実施の形態 4 に係る回転電機におけるステータの分割コアの変化例を示す図である。

実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3、及び図 21 A、図 21 B、図 21 C で説明した実施の形態 4 においては、第 1 のカシメ部 23 または第 2 のカシメ部 24 によって他の鋼板 19 に圧入されない部分は、カシメ部が

構成されるべき部分が周囲と同様の平面になっているものと、他の鋼板 19 のカシメ部が圧入される鋼板 19 に貫通穴 H o を構成しているものがある。しかし、図 23 A、図 23 B、図 23 C に示すように、第 1 のカシメ部 23 または第 2 のカシメ部 24 によって他の鋼板 19 のカシメ部が圧入されない部分 S a 1、S a 2 を、貫通穴とする構成も当然考えられる。なお、図 23 A は、分割コア 18 を積層方向に見た図、図 23 B は図 23 A の X-X 線断面図、図 23 C は図 23 A の Y-Y 線断面図である。

[0038] 実施の形態 5.

次に、この発明の実施の形態 5 に係る回転電機について説明する。

図 24 A、図 24 B、図 24 C は、実施の形態 5 に係る回転電機におけるステータの分割コアを示す図である。図 24 A、図 24 B、図 24 C に示すように、分割コア 18 の厚さ方向の両端部 F 1、F 2 の複数枚数の鋼板 19 では、分割コア 18 のヨーク部 20 に周方向に設けられた 2 つの第 1 のカシメ部 23 とヨーク部 20 から径方向内周側に伸びる二つのティース部 21 に設けられたそれぞれの第 2 のカシメ部 24 によってすべての厚さ方向に隣接する鋼板 19 同士が結合されている。なお、図 24 A は分割コア 18 を積層方向に見た図、図 24 B は図 24 A の X-X 線断面図、図 24 C は図 24 A の Y-Y 線断面図である。

[0039] 本実施の形態では、積層された両端部 F 1、F 2 の複数枚数の鋼板 19 に、2 つの第 1 のカシメ部 23 と、二つのティース部 21 に設けられたそれぞれの第 2 のカシメ部 24 によってすべての厚さ方向に隣接する鋼板 19 同士が結合されるため、ティース部 21 のめくれ上がりをより防止することができる。

[0040] また、分割コア 18 のうち、磁束密度の低い部分にカシメ部を集中させることによって、カシメ部を構成することによる損失を低減しつつ、積層の強度を保持することができる。

[0041] 実施の形態 6.

次に、この発明の実施の形態 6 に係る回転電機について説明する。

図25は、実施の形態6に係る回転電機におけるステータの分割コアを構成する鋼板の一つの正面図である。分割コア18を構成する鋼板19のヨーク部20に構成される第1のカシメ部23のうち、少なくとも一つの中心位置は、ヨーク部20の径方向幅Hの中心位置よりも外周側に設けられている。即ち、図25において、 $h \geq 1/2 H$ の関係に設けられている。これにより、ヨーク部20のめくれ上がりを強く防止することができ、実施の形態2の効果を上げることができる。また、ティース部21に構成される第2のカシメ部24のうち、少なくとも一つの中心位置は、ティース部21の径方向長さLの中心位置よりも外周側に設けられている。即ち、図25において、 $l \geq 1/2 L$ の関係に設けられている。これにより、ティース部21のめくれ上がりを強く防止することができ、実施の形態2の効果を上げることができる。

[0042] 従来の方法では、このようにヨーク部20のカシメ部を外径側に設けるか、またはティース部21のカシメ部を内径側に設けると、カシメ部に構成される渦電流の導通回路が大きくなるため、渦電流による損失が大きくなる問題があった。

[0043] しかし、本実施の形態では、分割コア18の積層厚方向Aでカシメによる渦電流の導通回路のループを小さくすることができる。このため、積層厚方向Aに対するラジアル方向での導通経路が大きくなっても、分割コア18に形成される渦電流の導通回路を比較的小さく抑えることができ、損失を低減しながら、積層の強度を上げることができる。

[0044] 以上においては、この発明の実施の形態1から6について説明したが、この発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変更、省略することが可能である。例えば、説明した実施の形態以外においても、積層強度を保持しながら、分割コア18に形成される渦電流の導通回路を縮小するために、第1のカシメ部23、第2のカシメ部24の鋼板19の平面方向の位置関係や数、渦電流の導通回路を遮断するために、他の鋼板19に圧入されていない部分の厚さ方向位置などを変え

た他の構成は、当然考えられる。

請求の範囲

- [請求項1] 回転可能に設けられたロータと、前記ロータの外周側に配置されたステータを有する回転電機であって、前記ステータは、円環状のステータコアと、前記ステータコアに巻装されたコイル部を備え、前記ステータコアは、環状に配置された複数の分割コアによって構成されると共に、前記分割コアは、周方向に形成されたヨーク部と、前記ヨーク部から径方向内側に突出して形成された二つのティース部を備えた鋼板を、前記ヨーク部に設けられた第1のカシメ部と、前記ティース部に設けられた第2のカシメ部によって鋼板同士を結合して積層構成される回転電機において、
- 前記分割コアは、前記2つのティース部のうち一方あるいは両方において、前記第2のカシメ部によって厚さ方向に隣接する鋼板同士が結合されていない箇所を少なくとも一か所以上有することを特徴とする回転電機。
- [請求項2] 前記分割コアは、前記二つのティース部のうち、一方のティース部において前記第2のカシメ部によって結合されていない厚さ方向に隣接する鋼板同士は、他方のティース部では前記第2のカシメ部によって結合されていることを特徴とする請求項1に記載の回転電機。
- [請求項3] 前記分割コアは、前記二つのティース部のうち、一方のティース部のみにおいて前記第2のカシメ部によって厚さ方向に隣接する鋼板同士を結合している箇所と、他方のティース部のみにおいて前記第2のカシメ部によって厚さ方向に隣接する鋼板同士を結合している箇所が厚さ方向に一定数ずつ交互になるように積層した部分を含んで構成されていることを特徴とする請求項2に記載の回転電機。
- [請求項4] 前記分割コアは、すべての厚さ方向に隣接する鋼板同士が、前記第1のカシメ部によって結合されていることを特徴とする、請求項1から3の何れか一項に記載の回転電機。
- [請求項5] 前記分割コアは、前記二つのティース部にそれぞれ一つ以上の前記

第2のカシメ部を有し、前記二つのティース部の中心線を介して周方向にそれぞれ一つ以上の前記第1のカシメ部を有して積層され、

前記二つのティース部の一方と、前記中心線を介して周方向でその逆側のヨーク部でのみ、前記第2および第1のカシメ部によって厚さ方向に隣接する鋼板同士が結合されている箇所を少なくとも1箇所以上有することを特徴とする請求項2に記載の回転電機。

[請求項6] 前記分割コアは、前記二つのティース部の一方と、前記中心線を介して周方向でその逆側のヨーク部でのみ、前記第2および第1のカシメ部によって厚さ方向に隣接する鋼板同士が結合されている箇所と、他方のティース部と、前記中心線を介して周方向でその逆側のヨーク部でのみ、前記第2および第1のカシメ部によって厚さ方向に隣接する鋼板同士が結合されている箇所が厚さ方向に一定数ずつ交互になるように積層した部分を含んで構成されていることを特徴とする請求項5に記載の回転電機。

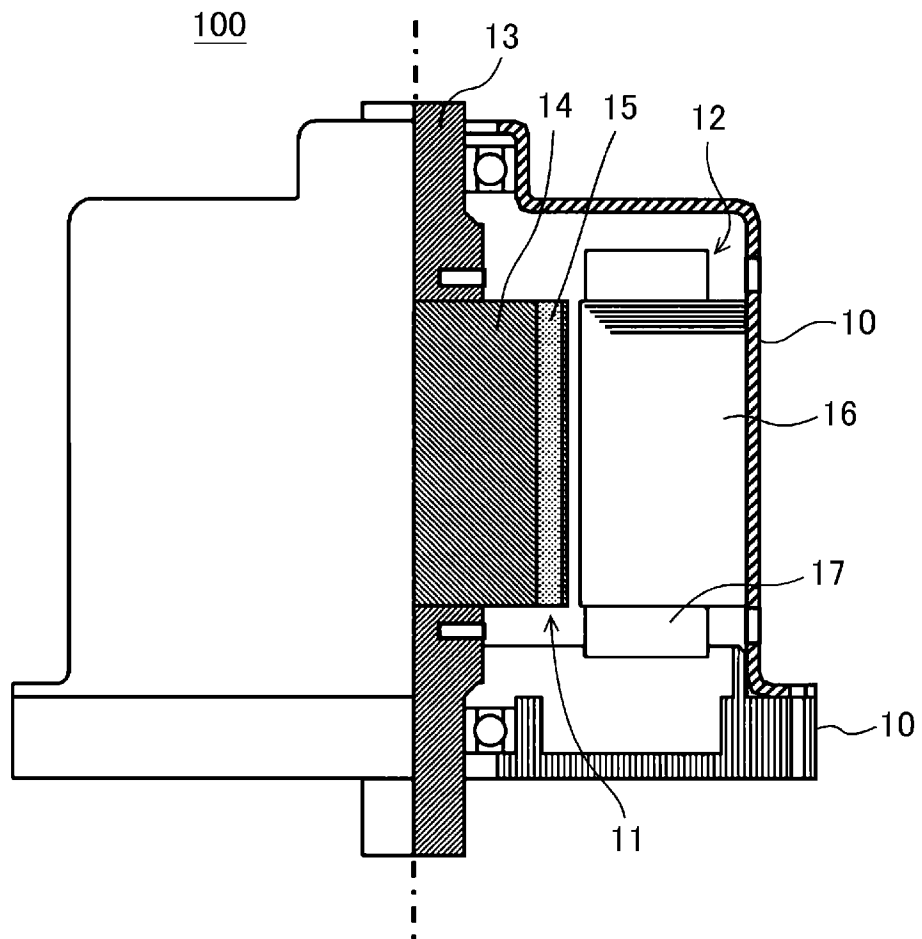
[請求項7] 前記分割コアは、積層の厚さ方向における一端の所定の枚数と、他端の所定の枚数においては、前記二つのティース部の両方で前記第2のカシメ部によって厚さ方向に隣接する鋼板同士が結合されるとともに、前記ヨーク部において前記第1のカシメ部によって厚さ方向に隣接する鋼板同士が結合されていることを特徴とする請求項1から6の何れか一項に記載の回転電機。

[請求項8] 前記第1のカシメ部は、前記ヨーク部の径方向幅の中心位置よりも外径側に設けられていることを特徴とする請求項1から7の何れか一項に記載の回転電機。

[請求項9] 前記第2のカシメ部は、前記ティース部の径方向長さの中心位置よりも内径側に設けられていることを特徴とする請求項1から8の何れか一項に記載の回転電機。

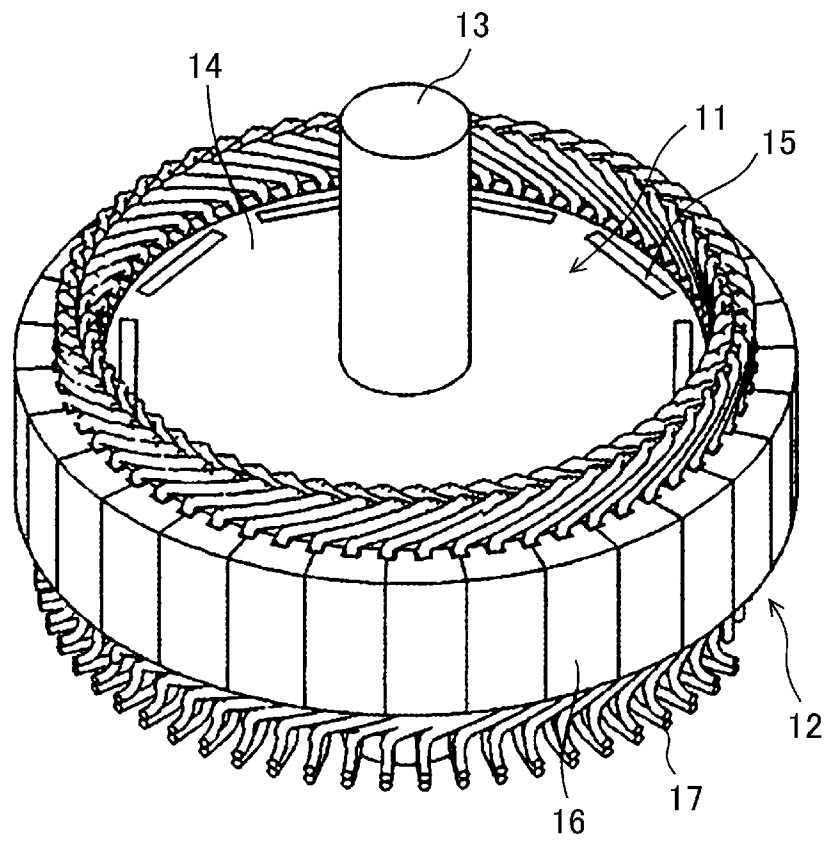
[図1]

図 1



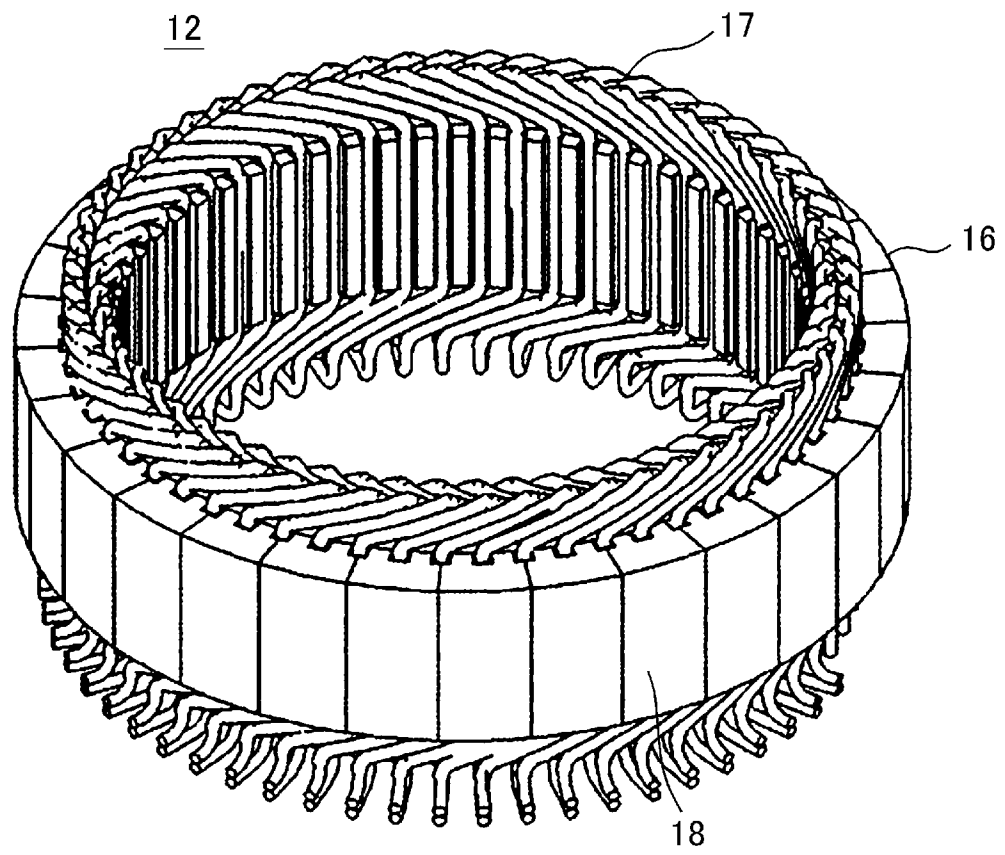
[図2]

図 2



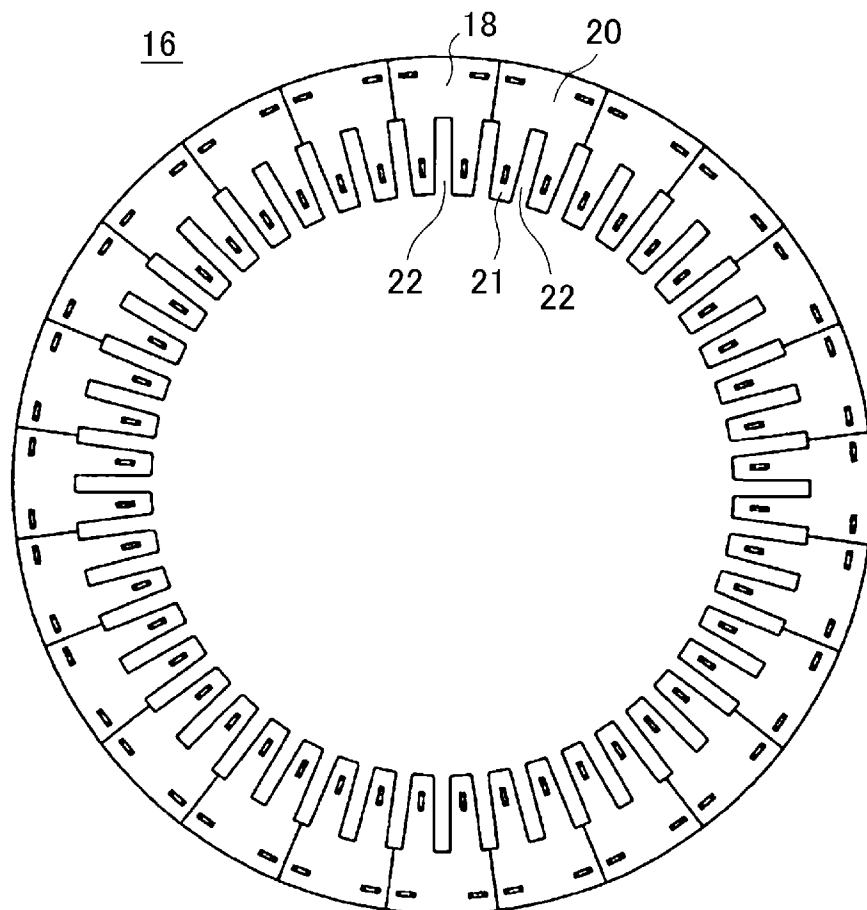
[図3]

図 3



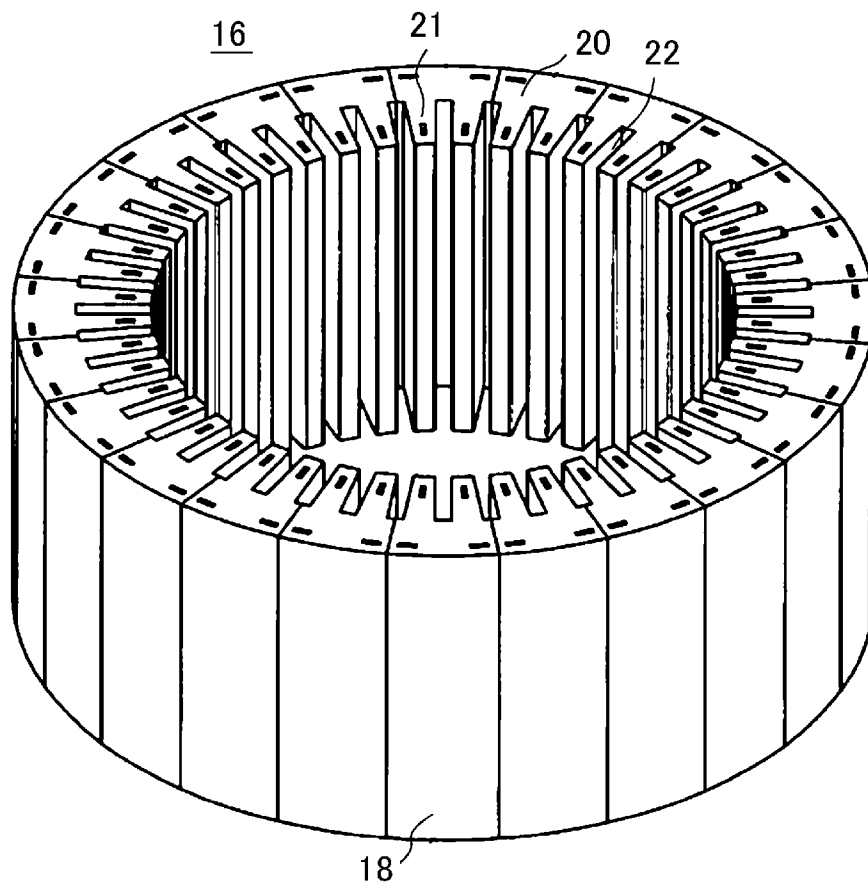
[図4]

図 4



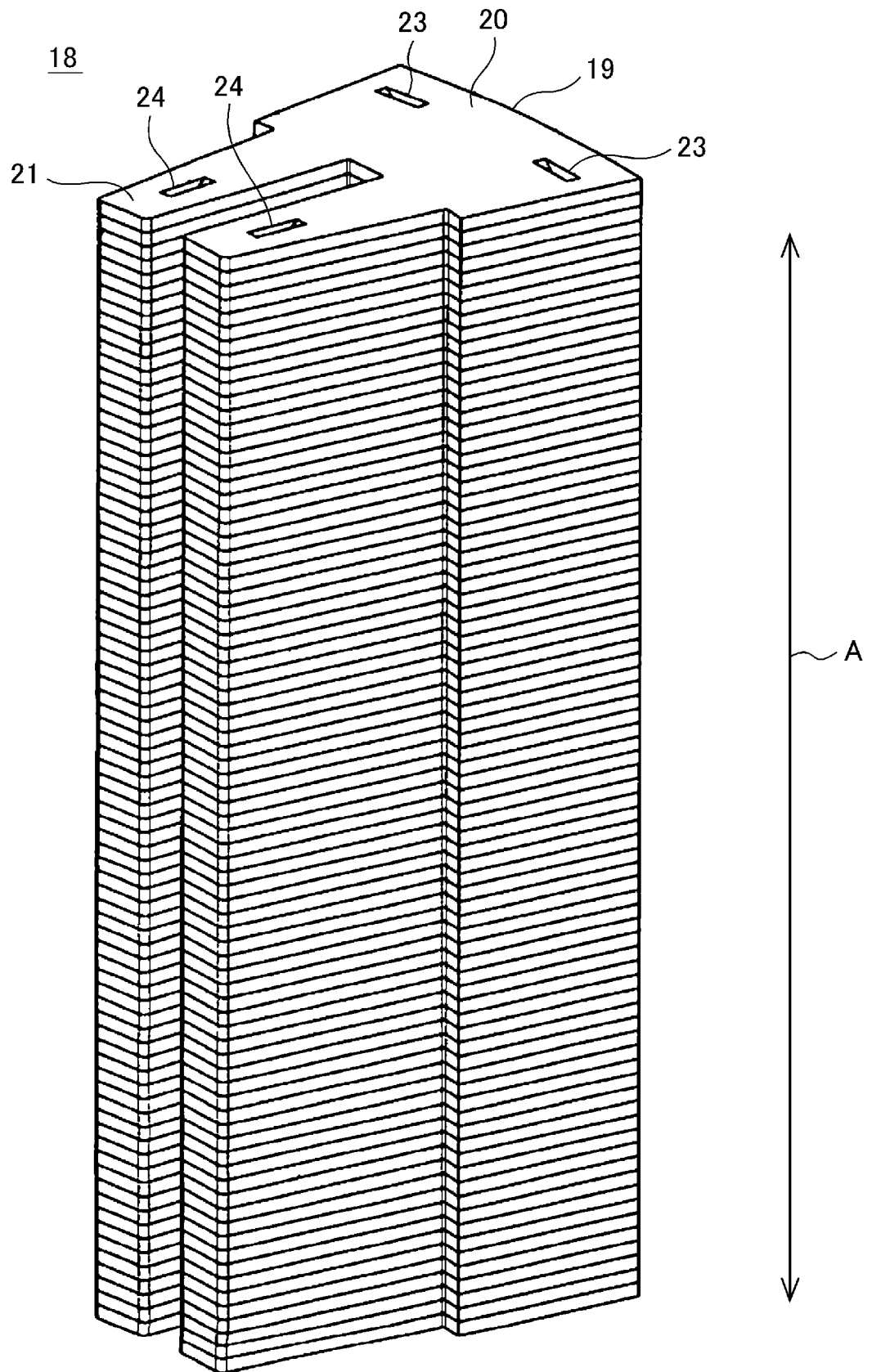
[図5]

図 5



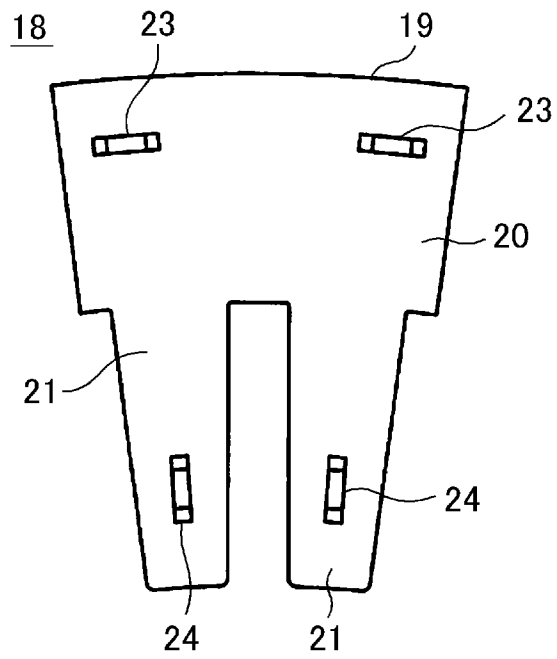
[図6]

図 6



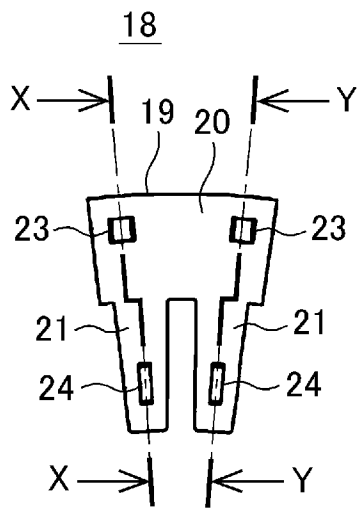
[図7]

図 7



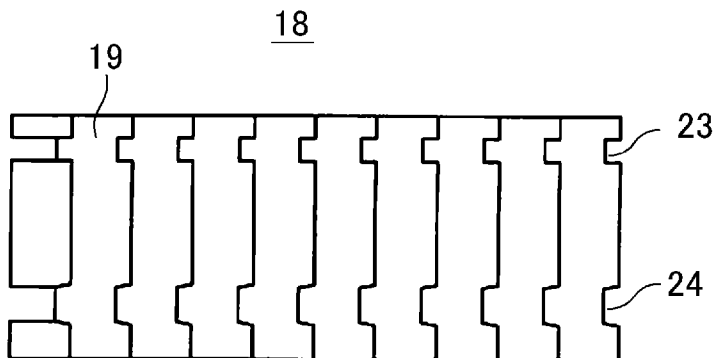
[図8A]

図 8A



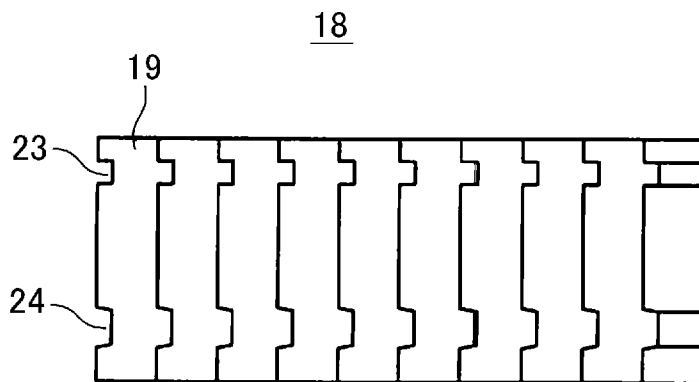
[図8B]

図 8B



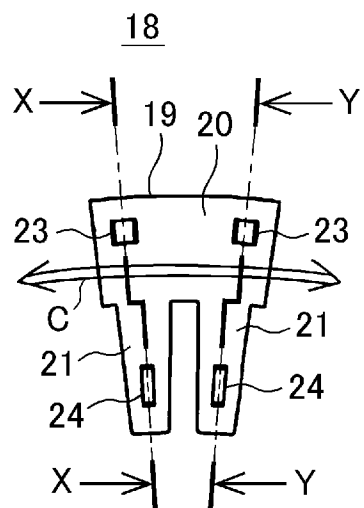
[図8C]

図 8C



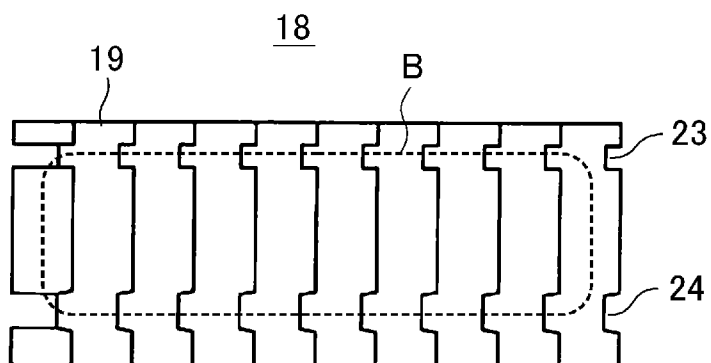
[図9A]

図 9A



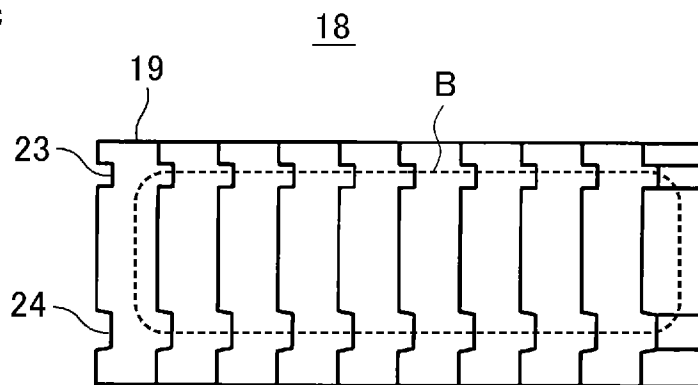
[図9B]

図 9B



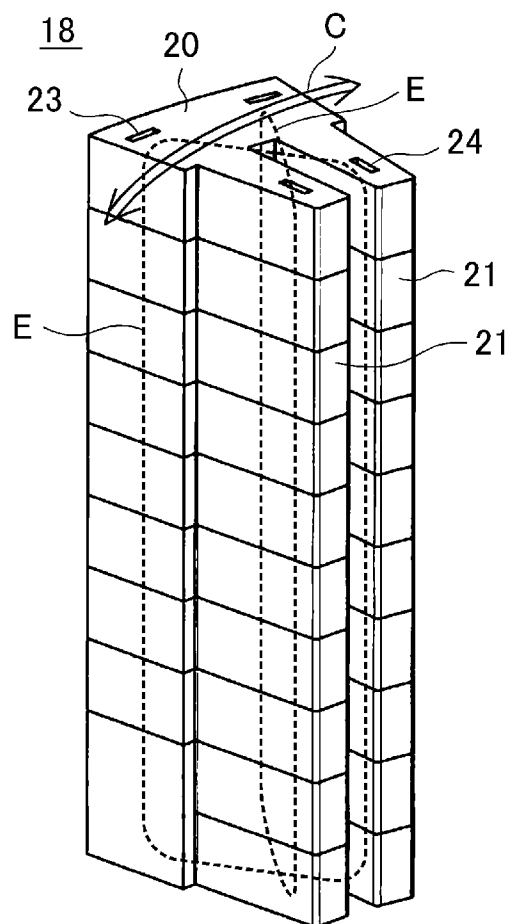
[図9C]

図 9C



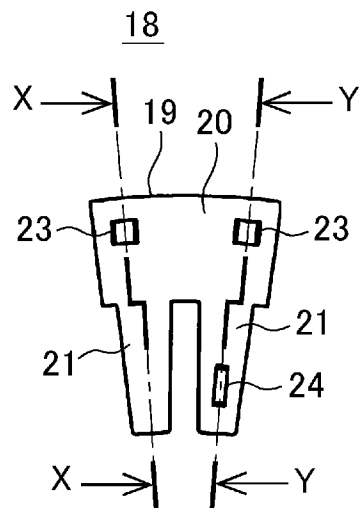
[図10]

図 10



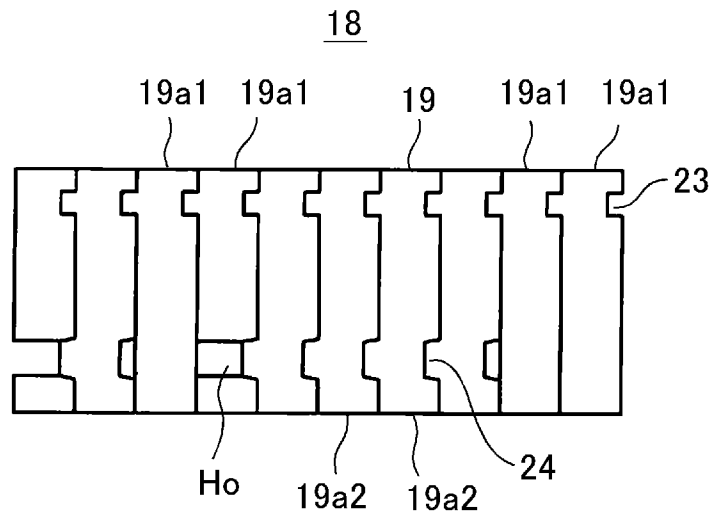
[図11A]

図 11A



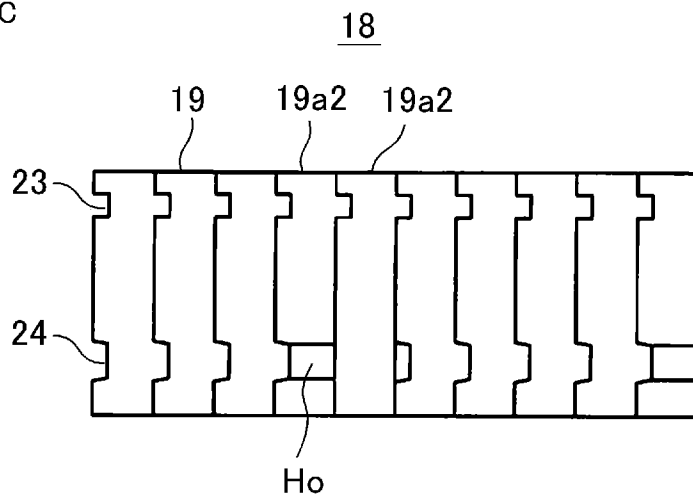
[図11B]

図 11B



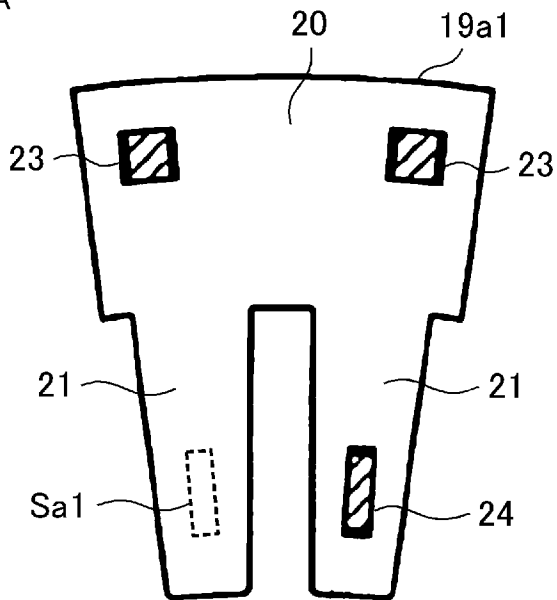
[図11C]

図 11C



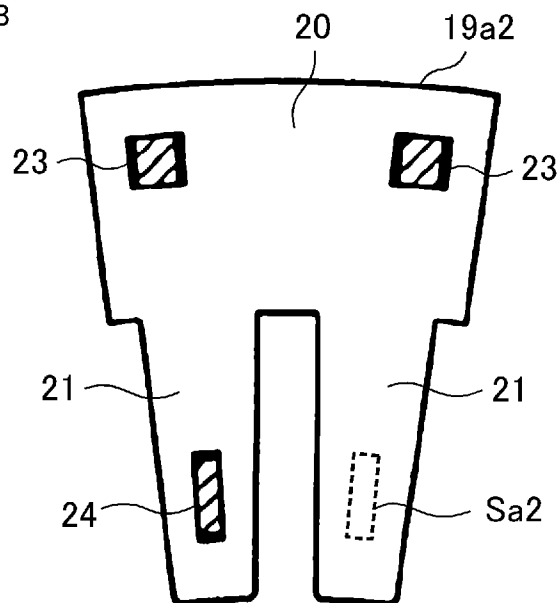
[図12A]

図 12A



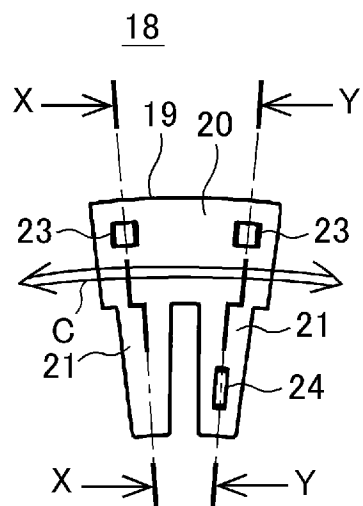
[図12B]

図 12B



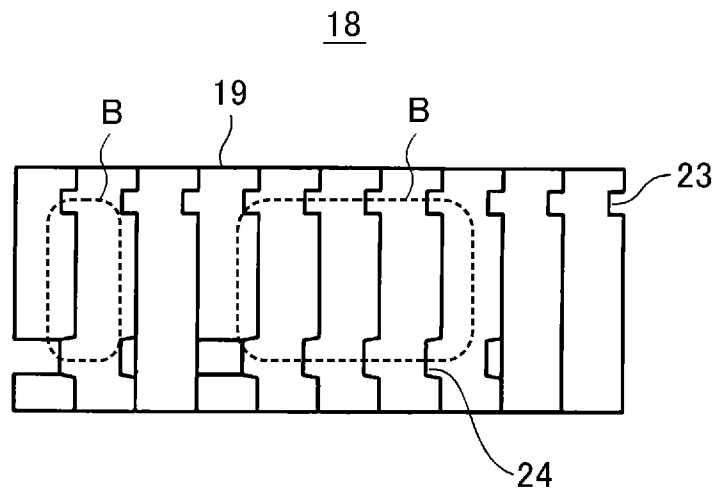
[図13A]

図 13A



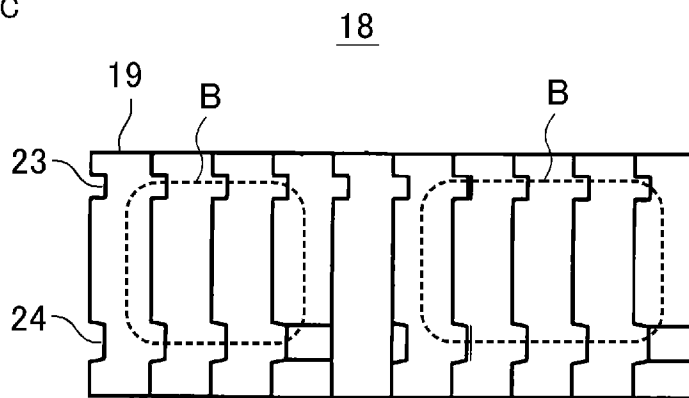
[図13B]

図 13B



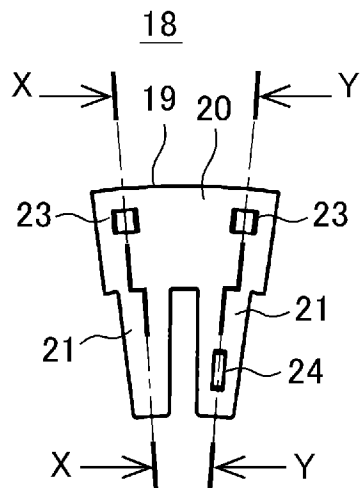
[図13C]

図 13C



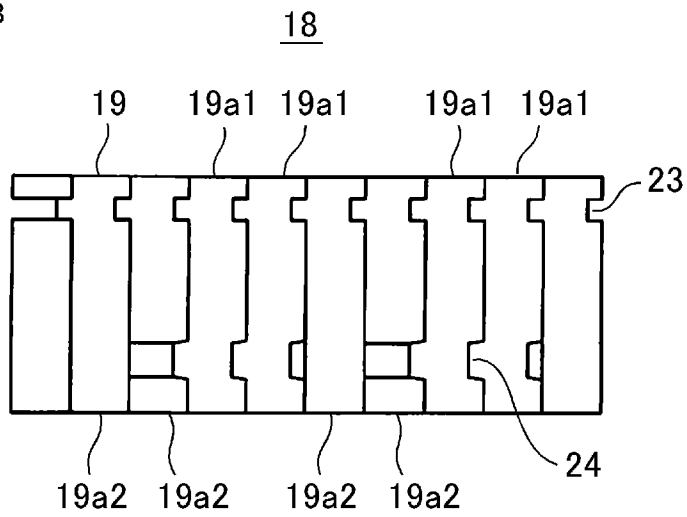
[図14A]

図 14A



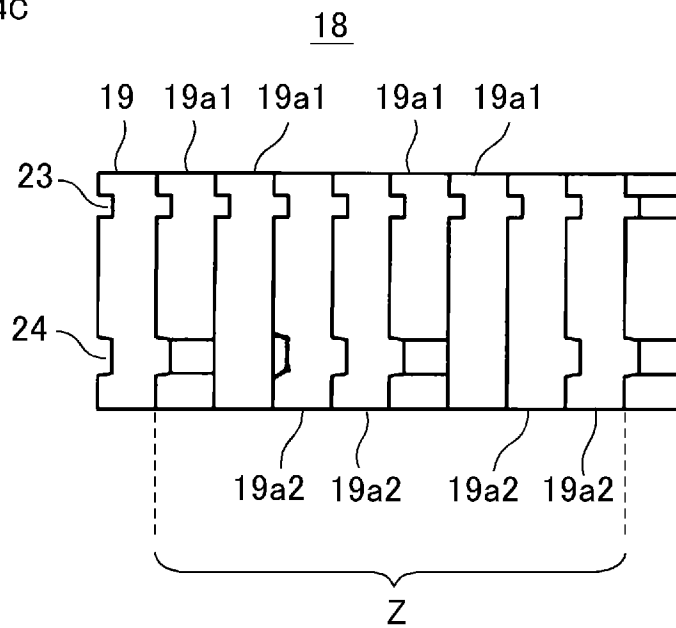
[図14B]

図 14B



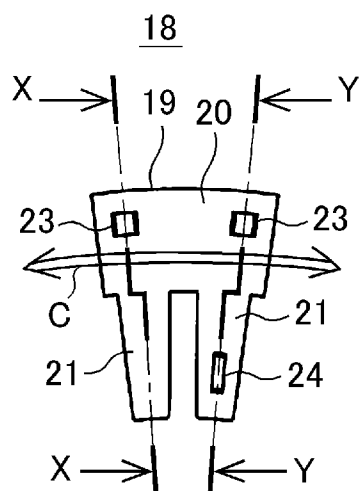
[図14C]

図 14C



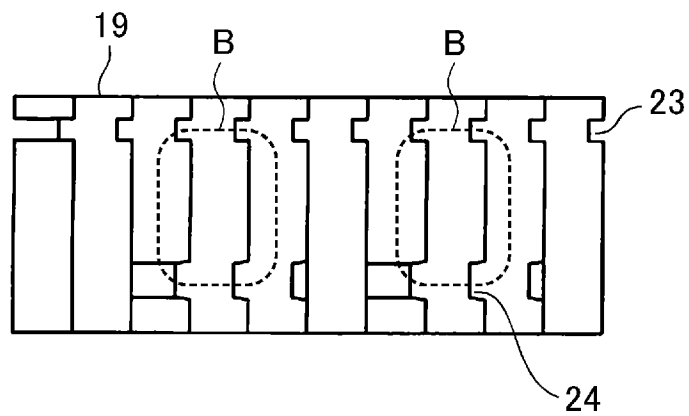
[図15A]

図 15A



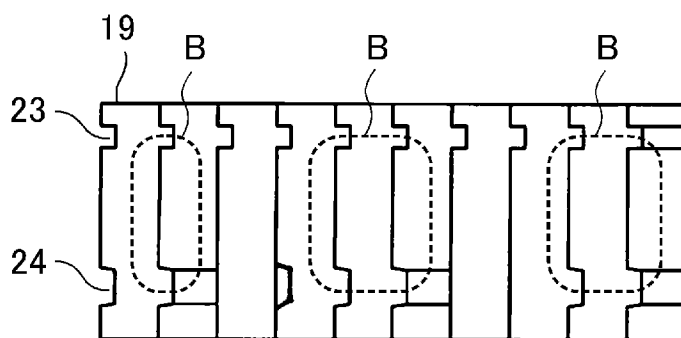
[図15B]

図 15B

18

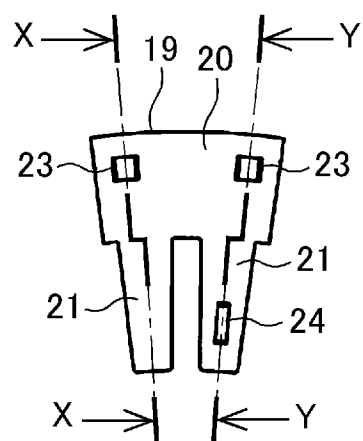
[図15C]

図 15C

18

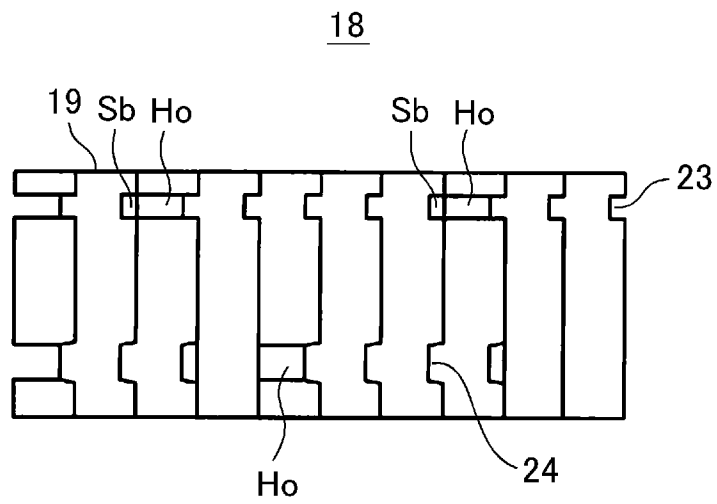
[図16A]

図 16A

18

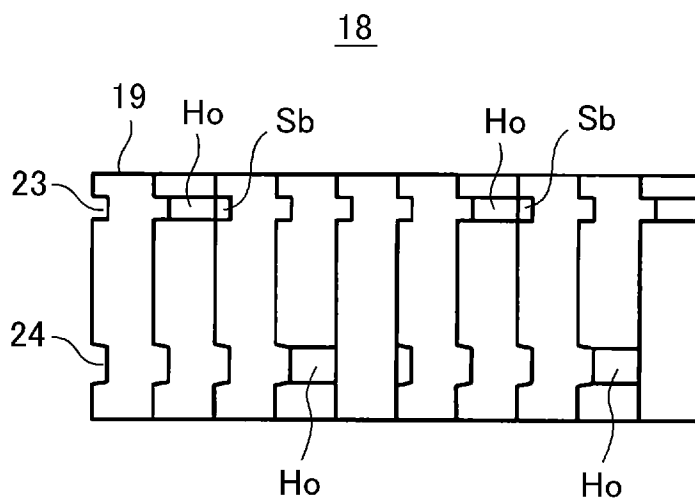
[図16B]

図 16B



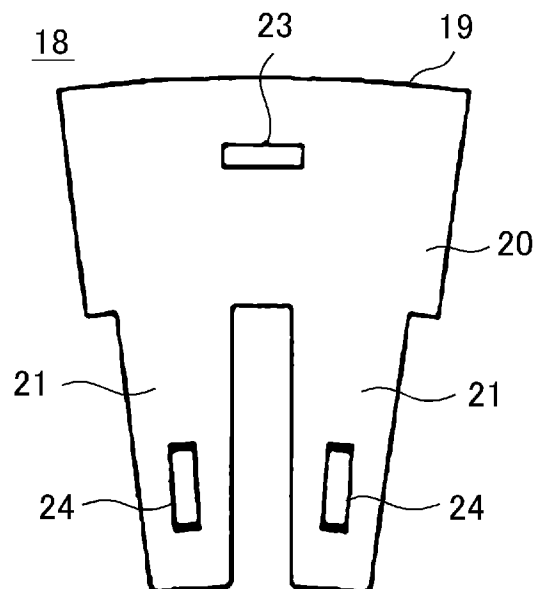
[図16C]

図 16C



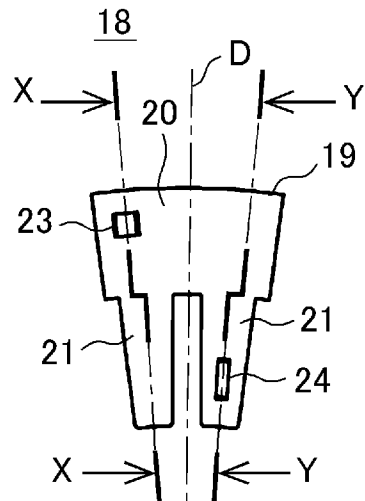
[図17]

図 17



[図18A]

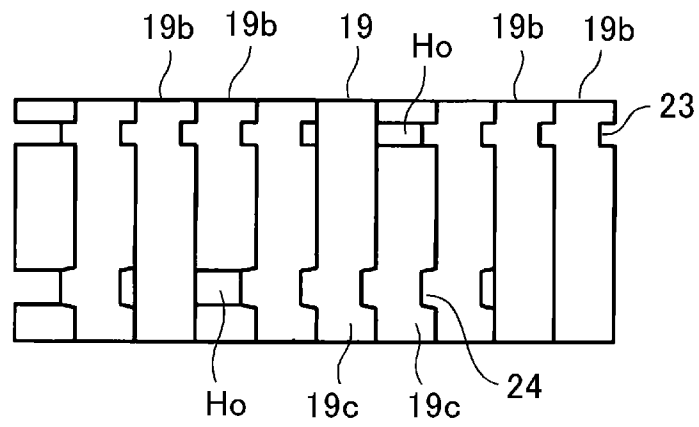
図 18A



[図18B]

図 18B

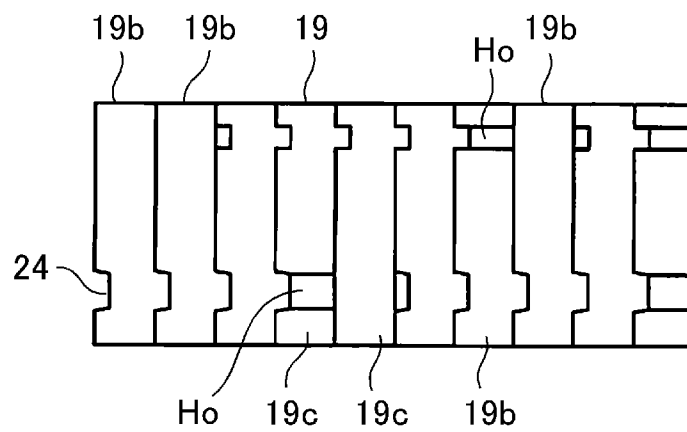
18



[図18C]

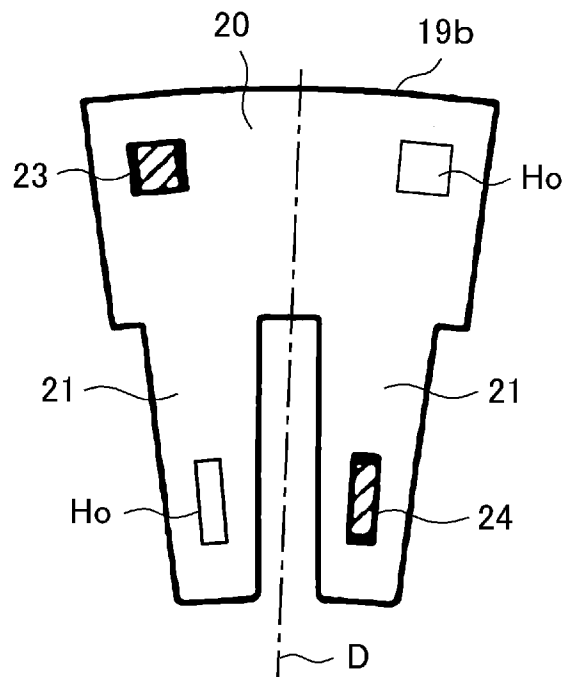
図 18C

18



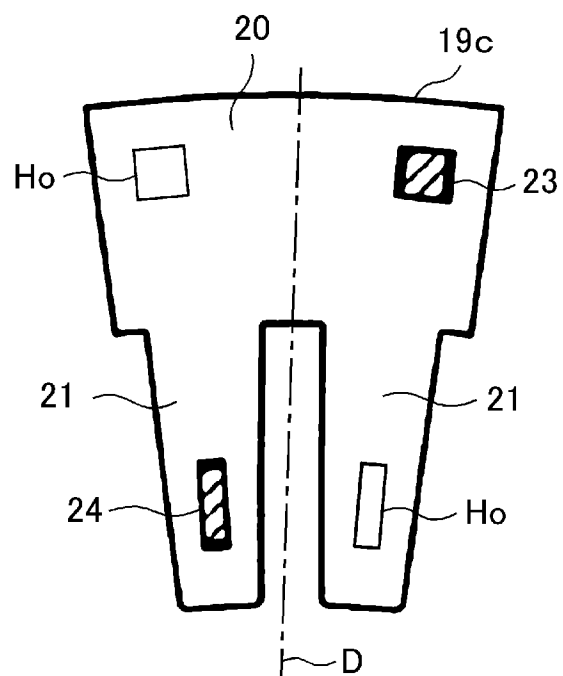
[図19A]

図 19A



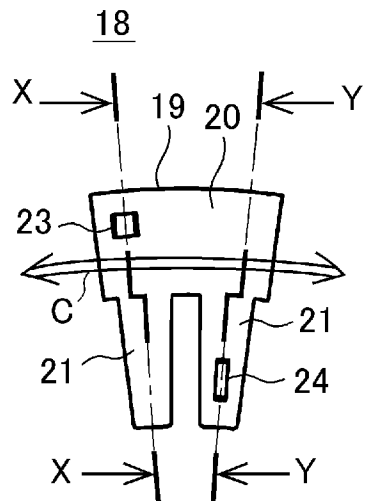
[図19B]

図 19B



[図20A]

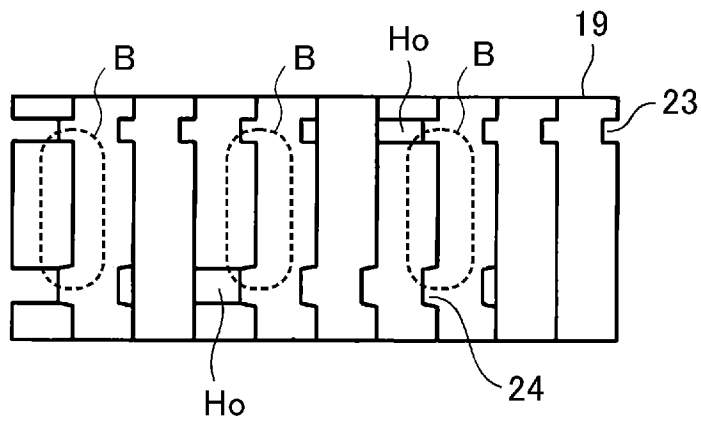
図 20A



[図20B]

図 20B

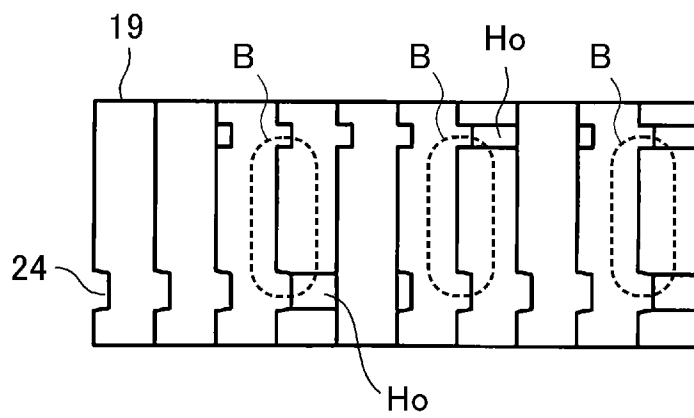
18



[図20C]

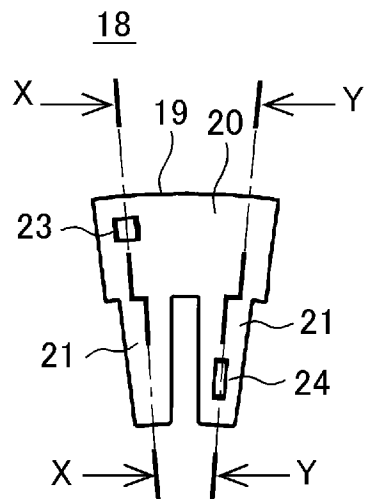
図 20C

18



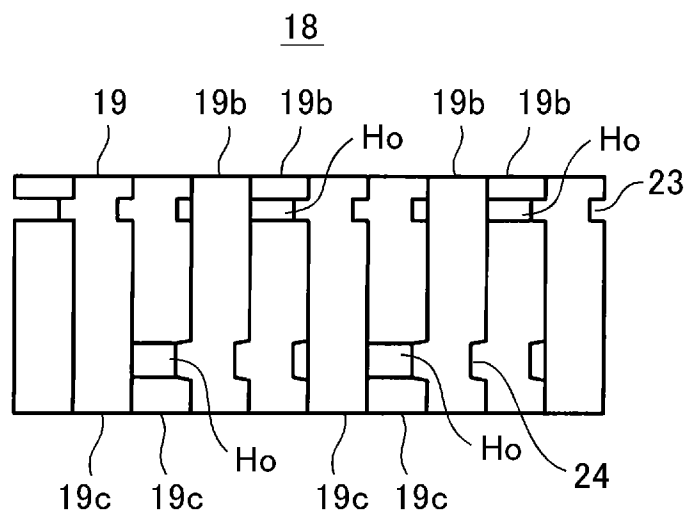
[図21A]

図 21A



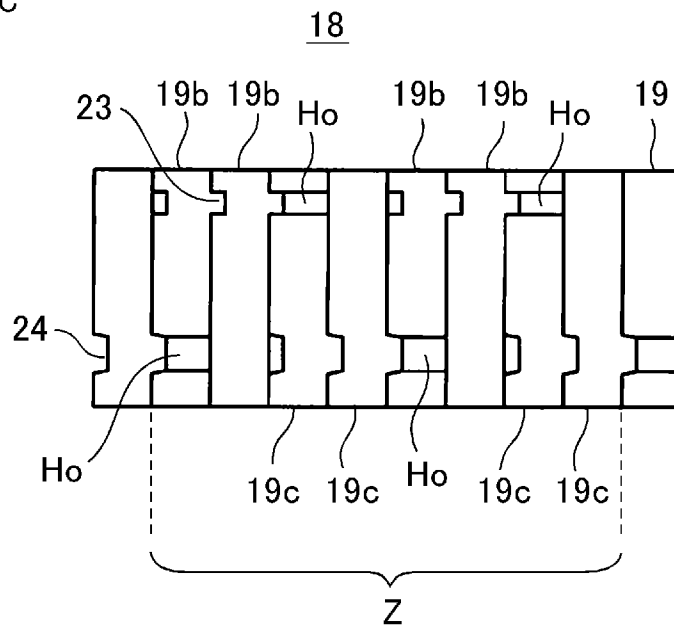
[図21B]

図 21B



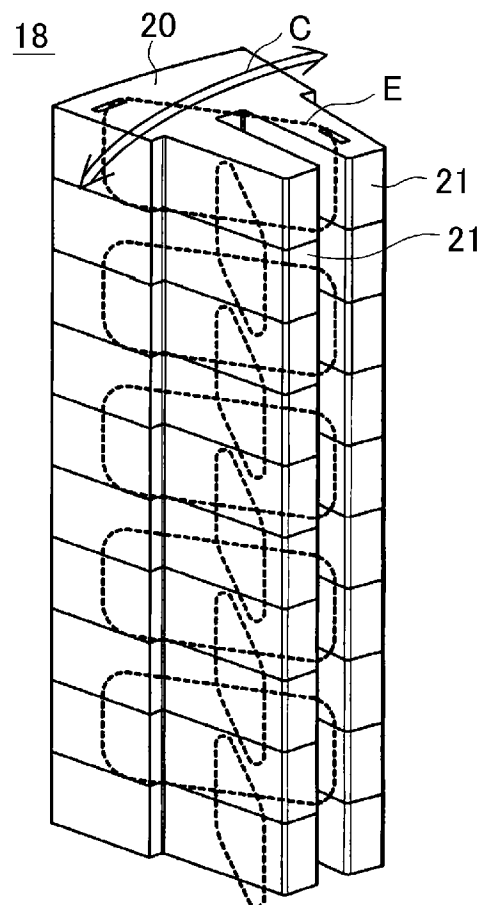
[図21C]

図 21C



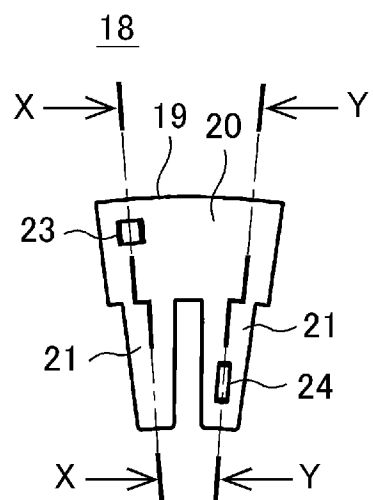
[図22]

図 22



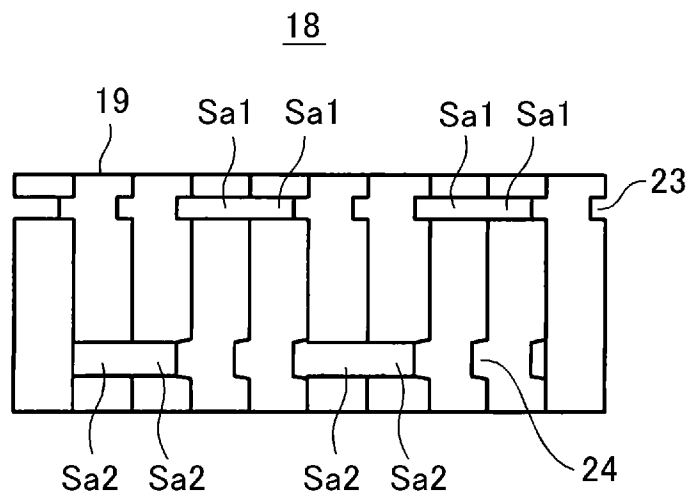
[図23A]

図 23A



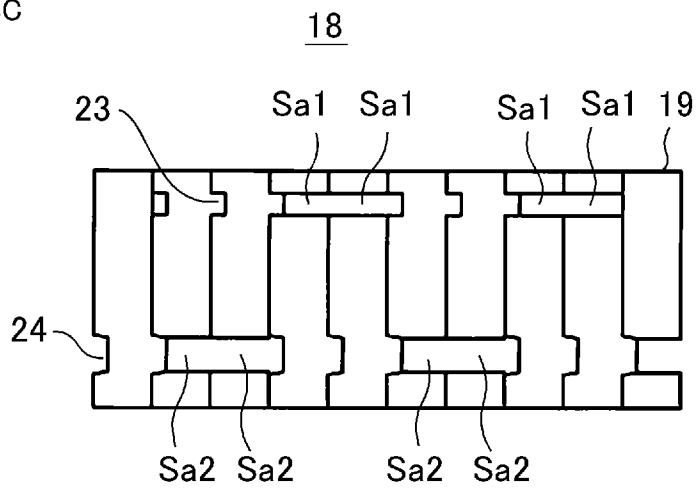
[図23B]

図 23B



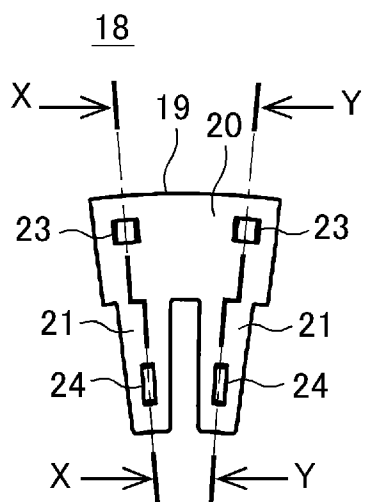
[図23C]

図 23C



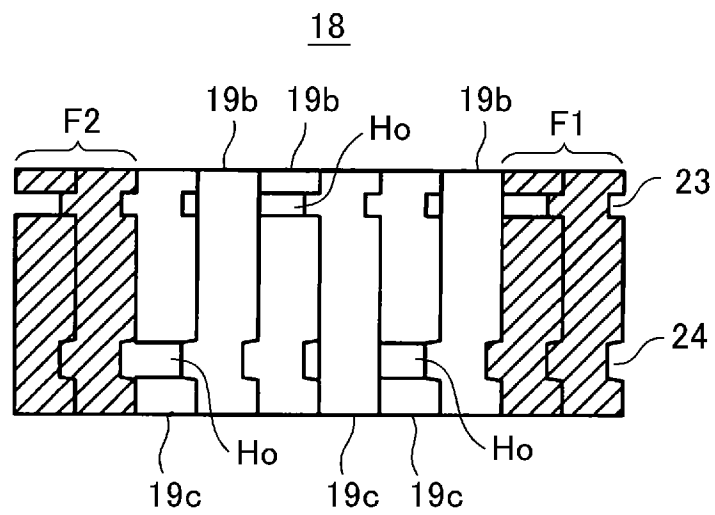
[図24A]

図 24A



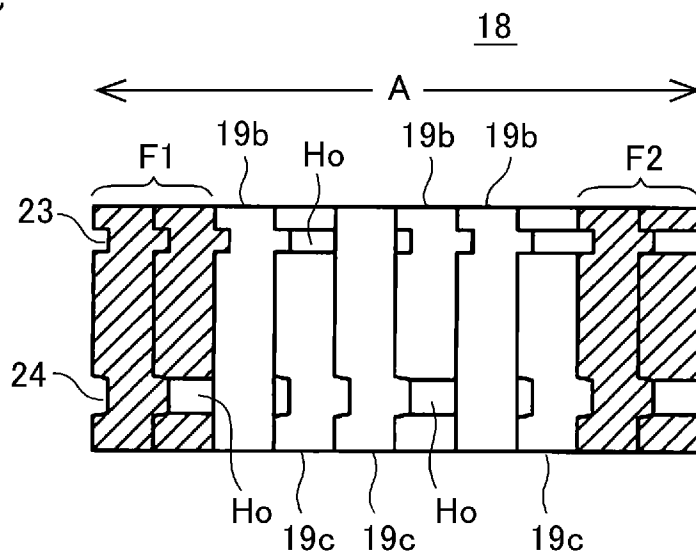
[図24B]

図 24B



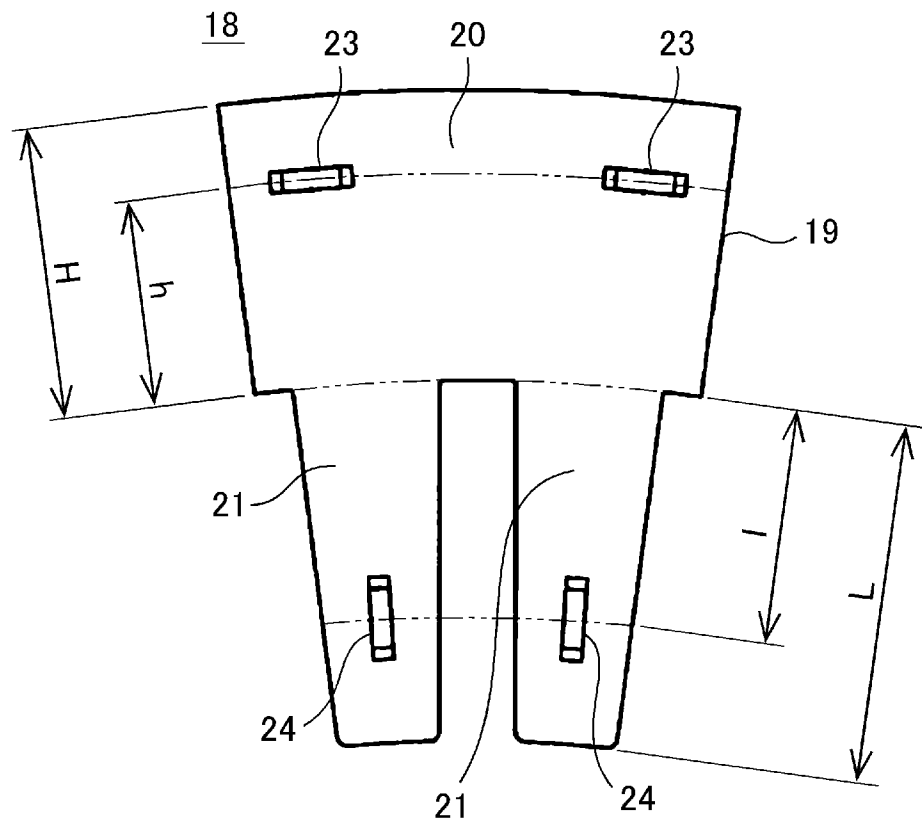
[図24C]

図 24C



[図25]

図 25



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/050920

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02K1/18 (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) H02K1/18		
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.
Y A	JP 2003-274582 A (Mitsui High-Tec Inc.), 26 September 2003 (26.09.2003), paragraphs [0006] to [0008], [0011]; fig. 1 to 2, 5 (Family: none)	1, 4, 7-9 2-3, 5-6
Y	JP 2011-120392 A (Mitsubishi Electric Corp.), 16 June 2011 (16.06.2011), paragraphs [0031] to [0034]; fig. 8 to 10 (Family: none)	1, 4, 7-9
Y	JP 2015-2617 A (Honda Motor Co., Ltd.), 05 January 2015 (05.01.2015), paragraphs [0029] to [0032]; fig. 3 (Family: none)	8-9
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "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 "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 20 March 2015 (20.03.15)		Date of mailing of the international search report 31 March 2015 (31.03.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/050920

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-174631 A (JTEKT Corp.), 29 June 2006 (29.06.2006), paragraph [0013]; fig. 2 (Family: none)	9
A	JP 2000-245083 A (Hitachi, Ltd.), 08 September 2000 (08.09.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H02K1/18(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（I P C）） Int.Cl. H02K1/18			
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
Y A	JP 2003-274582 A（株式会社三共ハイテック）2003.09.26, 段落 0006-0008, 0011, 図 1-2, 5（ファミリーなし）		1, 4, 7-9 2-3, 5-6
Y	JP 2011-120392 A（三菱電機株式会社）2011.06.16, 段落 0031-0034, 図 8-10（ファミリーなし）		1, 4, 7-9
Y	JP 2015-2617 A（本田技研工業株式会社）2015.01.05, 段落 0029-0032, 図 3（ファミリーなし）		8-9
☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ 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 20.03.2015		国際調査報告の発送日 31.03.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / 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） 松永 謙一 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	3V 2925

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
Y	JP 2006-174631 A (株式会社ジェイテクト) 2006.06.29, 段落 0013, 図 2 (ファミリーなし)	9
A	JP 2000-245083 A (株式会社日立製作所) 2000.09.08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9