

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7693029号  
(P7693029)

(45)発行日 令和7年6月16日(2025.6.16)

(24)登録日 令和7年6月6日(2025.6.6)

|                          |                 |   |  |
|--------------------------|-----------------|---|--|
| (51)国際特許分類               | F I             |   |  |
| H O 2 K 15/0273(2025.01) | H O 2 K 15/0273 |   |  |
| H O 2 K 1/14 (2006.01)   | H O 2 K 1/14    | Z |  |
| H O 2 K 1/18 (2006.01)   | H O 2 K 1/18    | B |  |
|                          | H O 2 K 1/18    | C |  |

請求項の数 6 (全28頁)

|                   |                             |          |                   |
|-------------------|-----------------------------|----------|-------------------|
| (21)出願番号          | 特願2023-576685(P2023-576685) | (73)特許権者 | 000006013         |
| (86)(22)出願日       | 令和4年12月14日(2022.12.14)      |          | 三菱電機株式会社          |
| (86)国際出願番号        | PCT/JP2022/046062           |          | 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 |
| (87)国際公開番号        | WO2023/145286               | (74)代理人  | 110002941         |
| (87)国際公開日         | 令和5年8月3日(2023.8.3)          |          | 弁理士法人ばるも特許事務所     |
| 審査請求日             | 令和5年12月14日(2023.12.14)      | (72)発明者  | 角木 亮介             |
| (31)優先権主張番号       | 特願2022-10600(P2022-10600)   |          | 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 |
| (32)優先日           | 令和4年1月27日(2022.1.27)        |          | 三菱電機株式会社内         |
| (33)優先権主張国・地域又は機関 | 日本国(JP)                     | (72)発明者  | 袖岡 覚              |
|                   |                             |          | 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         |
|                   |                             | (72)発明者  | 日野 辰郎             |
|                   |                             |          | 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         |
|                   |                             | (72)発明者  | 山代 諭              |
|                   |                             |          |                   |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 積層コアの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

電磁鋼板から打ち抜かれた第1コア板および第2コア板を複数枚積層して形成された積層コアの製造方法であって、  
前記第1コア板は、一方から他方に向かって板厚が増加して形成され、  
前記第2コア板は、前記他方から前記一方に向かって板厚が増加して形成され、  
前記第1コア板および前記第2コア板は、あらかじめ設定された枚数ごとに交互に積層して形成され、  
板幅方向において板厚が異なる電磁鋼板から前記第1コア板および前記第2コア板を打ち抜く打ち抜き工程と、  
前記第1コア板および前記第2コア板をあらかじめ設置された枚数ごとに交互に積層して整列されたコア板群を形成する整列工程と、  
前記コア板群の積層方向において固定する固定工程とを有し、  
前記打ち抜き工程は、前記電磁鋼板の板幅方向において前記第1コア板および前記第2コア板のティース先端側を反転させて打ち抜くか、または、前記電磁鋼板の圧延方向において前記第1コア板および前記第2コア板のティース先端側を反転させて打ち抜く積層コアの製造方法において、  
前記整列工程は、前記第1コア板および前記第2コア板を異なる入口にそれぞれ投入し、前記第1コア板および前記第2コア板が合流する出口までに、前記第1コア板および前記第2コア板の前記ティース先端側の向きを揃えて前記コア板群を形成する積層コアの製造

方法。

【請求項 2】

前記整列工程は、前記ティース先端側の向きが揃った前記第 1 コア板および前記第 2 コア板を歯車によって交互に積層して前記コア板群を形成する請求項 1 に記載の積層コアの製造方法。

【請求項 3】

前記整列工程は、前記打ち抜き工程において打ち抜かれた前記第 1 コア板または前記第 2 コア板のティース先端側の向きのいずれか一方の向きに、前記第 1 コア板および前記第 2 コア板の前記ティース先端側の向きを揃えて前記コア板群を形成する請求項 1 または請求項 2 に記載の積層コアの製造方法。

【請求項 4】

前記整列工程は、前記打ち抜き工程において打ち抜かれた前記第 1 コア板および前記第 2 コア板のティース先端側の向きと異なる向きに、前記第 1 コア板および前記第 2 コア板のティース先端側の向きを揃えて前記コア板群を形成する請求項 1 または請求項 2 に記載の積層コアの製造方法。

【請求項 5】

電磁鋼板から打ち抜かれた第 1 コア板および第 2 コア板を複数枚積層して形成された積層コアの製造方法であって、

前記第 1 コア板は、一方から他方に向かって板厚が増加して形成され、

前記第 2 コア板は、前記他方から前記一方に向かって板厚が増加して形成され、

前記第 1 コア板および前記第 2 コア板は、あらかじめ設定された枚数ごとに交互に積層して形成され、

板幅方向において板厚が異なる電磁鋼板から前記第 1 コア板および前記第 2 コア板を打ち抜く打ち抜き工程と、

前記第 1 コア板および前記第 2 コア板をあらかじめ設置された枚数ごとに交互に積層して整列されたコア板群を形成する整列工程と、

前記コア板群の積層方向において固定する固定工程とを有し、

前記打ち抜き工程は、前記電磁鋼板の板幅方向において前記第 1 コア板および前記第 2 コア板のティース先端側を反転させて打ち抜くか、または、前記電磁鋼板の圧延方向において前記第 1 コア板および前記第 2 コア板のティース先端側を反転させて打ち抜く積層コアの製造方法において、

前記整列工程は、

回転移動中心を中心として回転し、前記打ち抜き工程にて打ち抜かれた前記第 1 コア板と前記第 2 コア板の経路に連結することによって前記第 1 コア板および前記第 2 コア板を収容する貫通孔を有する回転板が、

前記打ち抜き工程に同期して、前記第 1 コア板と前記第 2 コア板の前記経路に前記貫通孔が対応する角度だけ回転し、前記回転板の前記貫通孔に前記第 1 コア板と前記第 2 コア板を収納して積層し、

前記回転板が、前記第 1 コア板の前記経路と前記第 2 コア板の前記経路とが前記貫通孔が連結していない角度において、前記回転板の前記貫通孔から、積層された前記第 1 コア板および前記第 2 コア板を排出して前記コア板群を形成する積層コアの製造方法。

【請求項 6】

前記整列工程は、

前記第 1 コア板と前記第 2 コア板の前記経路が 360 度を 2 以上の整数で除した角度だけ回転移動して一致する位置関係にある場合、

前記貫通孔を、前記中心に対して等配された位置に 3 つ以上有する前記回転板が、

前記打ち抜き工程に同期して、前記 360 度を 2 以上の整数で除した角度を更に 1 以上の整数で除した角度だけ回転させ、前記回転板の前記貫通孔に前記第 1 コア板と前記第 2 コア板を積層する請求項 5 に記載の積層コアの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、積層コアの製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、電動機、発電機などの回転電機には、小型高出力化が求められている。回転電機に用いられる電機子鉄心は電磁鋼板から形成されたコア板が積層された積層コアにより構成される。これにより、電機子鉄心に生じる渦電流を抑制して高効率化を図ることが、広く知られている。また、分割した積層コアを一体化して電機子鉄心を形成することで、巻線占積率を高めて高効率化を図ることも、広く知られている。

10

【0003】

ここで積層鉄心に使用される電磁鋼板は、圧延ロール間で圧延加工された薄板であるため、圧延ロールの特性および状態などにより板厚に偏り（以下、板厚偏差と称す）を生じていることが一般的である。電磁鋼板が薄くなると積層枚数が増加するため、板厚偏差に起因する積層コアの傾きが大きくなる問題がある。板厚偏差を低減する方策として、打ち抜く前に電磁鋼板を分割し重ね合わせる手法が開示されている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

20

本開示は、上記のような課題を解決するための技術を開示するものであり、安価かつ安定的に生産できる積層コアの製造方法を得ることを目的としている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来の積層コア、回転電機、積層コアの製造方法、および、回転電機の製造方法は、打ち抜き前に電磁鋼板を切断する工程と重ね合わせる工程が必要であるため、プレス装置が大きくなり設備費用が高騰するという問題点があった。

【0006】

本願は、上記のような課題を解決するための技術を開示するものであり、安価かつ安定的に生産できる積層コア、回転電機、積層コアの製造方法、および、回転電機の製造方法を得ることを目的としている。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示された積層コアの製造方法は、  
電磁鋼板から打ち抜かれた第1コア板および第2コア板を複数枚積層して形成された積層コアの製造方法であって、  
前記第1コア板は、一方から他方に向かって板厚が増加して形成され、  
前記第2コア板は、前記他方から前記一方に向かって板厚が増加して形成され、  
前記第1コア板および前記第2コア板は、あらかじめ設定された枚数ごとに交互に積層して形成され、  
板幅方向において板厚が異なる電磁鋼板から前記第1コア板および前記第2コア板を打ち抜く打ち抜き工程と、  
前記第1コア板および前記第2コア板をあらかじめ設置された枚数ごとに交互に積層して整列されたコア板群を形成する整列工程と、  
前記コア板群の積層方向において固定する固定工程とを有し、  
前記打ち抜き工程は、前記電磁鋼板の板幅方向において前記第1コア板および前記第2コア板のティース先端側を反転させて打ち抜くか、または、前記電磁鋼板の圧延方向において前記第1コア板および前記第2コア板のティース先端側を反転させて打ち抜く積層コアの製造方法において、

40

50

前記整列工程は、前記第 1 コア板および前記第 2 コア板を異なる入口にそれぞれ投入し、前記第 1 コア板および前記第 2 コア板が合流する出口までに、前記第 1 コア板および前記第 2 コア板の前記ティース先端側の向きを揃えて前記コア板群を形成するものである。

また、本開示された積層コアの製造方法は、  
電磁鋼板から打ち抜かれた第 1 コア板および第 2 コア板を複数枚積層して形成された積層コアの製造方法であって、

前記第 1 コア板は、一方から他方に向かって板厚が増加して形成され、

前記第 2 コア板は、前記他方から前記一方に向かって板厚が増加して形成され、

前記第 1 コア板および前記第 2 コア板は、あらかじめ設定された枚数ごとに交互に積層して形成され、

板幅方向において板厚が異なる電磁鋼板から前記第 1 コア板および前記第 2 コア板を打ち抜く打ち抜き工程と、

前記第 1 コア板および前記第 2 コア板をあらかじめ設置された枚数ごとに交互に積層して整列されたコア板群を形成する整列工程と、

前記コア板群の積層方向において固定する固定工程とを有し、

前記打ち抜き工程は、前記電磁鋼板の板幅方向において前記第 1 コア板および前記第 2 コア板のティース先端側を反転させて打ち抜くか、または、前記電磁鋼板の圧延方向において前記第 1 コア板および前記第 2 コア板のティース先端側を反転させて打ち抜く積層コアの製造方法において、

前記整列工程は、

回転移動中心を中心として回転し、前記打ち抜き工程にて打ち抜かれた前記第 1 コア板と前記第 2 コア板の経路に連結することによって前記第 1 コア板および前記第 2 コア板を収容する貫通孔を有する回転板が、

前記打ち抜き工程に同期して、前記第 1 コア板と前記第 2 コア板の前記経路に前記貫通孔が対応する角度だけ回転し、前記回転板の前記貫通孔に前記第 1 コア板と前記第 2 コア板を収納して積層し、

前記回転板が、前記第 1 コア板の前記経路と前記第 2 コア板の前記経路とが前記貫通孔が連結していない角度において、前記回転板の前記貫通孔から、積層された前記第 1 コア板および前記第 2 コア板を排出して前記コア板群を形成するものである。

【発明の効果】

【0008】

本開示の積層コアの製造方法によれば、

安価にかつ安定的に生産できる積層コアの製造方法を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】実施の形態 1 による積層コアの構成を示す斜視図である。

【図 2】図 1 に示した積層コアを用いた回転電機の構成を示す断面図である。

【図 3】図 1 に示した積層コアの製造方法を示すフローチャートである。

【図 4】図 1 に示した積層コアの製造方法を説明するため図であり、図 4 A は、電磁鋼板の平面図、図 4 B は、電磁鋼板の板厚を示す図である。

【図 5】図 1 に示した積層コアの製造方法を説明するため図であり、図 5 A は、第 1 コア板の構成を示す平面図、図 5 B は、図 5 A の第 1 コア板の径方向の板厚を示す図、図 5 C は、第 2 コア板の構成を示す平面図、図 5 D は、図 5 C の第 2 コア板の径方向の板厚を示す図である。

【図 6】図 1 に示した積層コアにコイルを設置した状態を示す斜視図である。

【図 7】実施の形態 1 による他の積層コアの構成を示す斜視図である。

【図 8】実施の形態 1 による他の積層コアの構成を示す斜視図である。

【図 9】実施の形態 2 による積層コアの構成を示す斜視図である。

【図 10】図 9 に示した積層コアの製造方法を説明するため図であり、図 10 A は、電磁鋼板の平面図、図 10 B は、電磁鋼板の板厚を示す図である。

【図 1 1】図 9 に示した積層コアの製造方法を説明するため図であり、図 1 1 A は、第 1 コア板の構成を示す平面図、図 1 1 B は、図 1 1 A の第 1 コア板の周方向の板厚を示す図、図 1 1 C は、第 2 コア板の構成を示す平面図、図 1 1 D は、図 1 1 C の第 2 コア板の周方向の板厚を示す図である。

【図 1 2】実施の形態 3 による積層コアの製造方法を示す図である。

【図 1 3】実施の形態 3 による積層コアの製造方法を示す図であり、図 1 3 A は、電磁鋼板の平面図、図 1 3 B は、電磁鋼板の板厚を示す図、図 1 3 C は、打ち抜いて積層された各コア板の側面図である。

【図 1 4】実施の形態 3 による積層コアの製造方法を示す図であり、図 1 4 A は、電磁鋼板の平面図、図 1 4 B は、電磁鋼板の板厚を示す図、図 1 4 C は、打ち抜いて積層された各コア板の側面図である。

10

【図 1 5】実施の形態 3 による積層コアの製造方法を示す図であり、図 1 5 A は、電磁鋼板の平面図、図 1 5 B は、電磁鋼板の板厚を示す図、図 1 5 C は、打ち抜いて積層された各コア板の側面図である。

【図 1 6】実施の形態 3 によるコア板群の構成を示す斜視図である。

【図 1 7】実施の形態 4 による積層コアの整列装置の構成を示す図である。

【図 1 8】実施の形態 4 による積層コアの他の整列装置の構成を示す図である。

【図 1 9】実施の形態 7 による積層コアの製造方法を示す図である。

【図 2 0】比較例による積層コアの製造方法を示す図である。

【図 2 1】実施の形態 5 によるプレス装置の構成を示す図である。

20

【図 2 2】実施の形態 5 による積層コアの整列装置の構成を示す図である。

【図 2 3】図 2 2 に示した整列装置の K 1 - K 1 位置における第 1 コア板と第 2 コア板との状態を示した平面図である。

【図 2 4】図 2 2 に示した整列装置の K 2 - K 2 位置における第 1 コア板と第 2 コア板との状態を示した平面図である。

【図 2 5】図 2 2 に示した整列装置の K 3 - K 3 位置における第 1 コア板と第 2 コア板との状態を示した平面図である。

【図 2 6】図 2 2 に示した整列装置の K 4 - K 4 位置における第 1 コア板と第 2 コア板との状態を示した平面図である。

【図 2 7】図 2 2 に示した整列装置の K 5 - K 5 位置における第 1 コア板と第 2 コア板との状態を示した平面図である。

30

【図 2 8】図 2 2 に示した整列装置の K 6 - K 6 位置における第 1 コア板と第 2 コア板との状態を示した平面図である。

【図 2 9】実施の形態 6 による積層コアの整列装置の構成を示す図である。

【図 3 0】図 2 9 に示した整列装置の K - K 線方向から見た回転円板の構成を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

実施の形態 1 .

図 1 は、実施の形態 1 による積層コアの構成を示す斜視図である。図 2 は、図 1 に示した積層コアを用いた回転電機の構成を示す断面図である。図 3 は、図 1 に示した積層コアの製造方法を示すフローチャートである。図 4 および図 5 は、図 1 に示した積層コアの製造方法を説明するため図である。図 4 A は、電磁鋼板の平面図、図 4 B は、図 4 A の矢印 W 1 方向からみた電磁鋼板の板厚を示す図である。

40

【0011】

図 5 A は、第 1 コア板の構成を示す平面図、図 5 B は、図 5 A の第 1 コア板を矢印 W 2 方向からみた板厚を示す図である。図 5 C は、第 2 コア板の構成を示す平面図、図 5 D は、図 5 C の第 2 コア板を矢印 W 3 方向からみた板厚を示す図である。図 6 は、図 1 に示した積層コアにコイルを設置した状態を示す斜視図である。図 7 および図 8 は、実施の形態 1 による他の積層コアの構成を示す斜視図である。

50

## 【0012】

図2において、回転電機10は、回転する部分であるロータ122と、ロータ122を回転させる力を生み出すステータ123と、ロータ122とステータ123とを収納するためのフレーム124とで構成されている。ステータ123とロータ122とは、エアギャップ107を介して対向して設置される。ステータ123は、インシュレータ（図示せず）とコイル9（図6参照）が設置された積層コア4を、環状に複数個配置して形成される。そして、回転電機10において、軸方向T1および径方向T2とする。

## 【0013】

図1において、積層コア4は、第1コア板11と第2コア板21とが交互に積層方向T1に積層され、積層方向T1においてあらかじめ設定された長さに形成されたコア板群40にて形成される。積層コア4の積層方向T1は、回転電機10の軸方向T1と同一方向である。そして、積層コア4は、コア板群40の側面の一部に積層方向T1に渡って形成された接着部5によって固定される。

10

## 【0014】

第1コア板11および第2コア板21は後述する電磁鋼板100から打ち抜かれて形成される。図5に示すように、第1コア板11は、一方から他方に向かって、ここでは、径方向T2の一方から他方に向かって板厚が増加して形成され、第2コア板21は、他方から一方に向かって、ここでは、径方向T2の他方から一方に向かって板厚が増加して形成される。なお、第1コア板11および第2コア板21の詳細は、積層コア4の製造方法において説明する。また、図1では、便宜上、板厚について同一にて示している。また、便宜上、板厚について同一にて示している点は、他の図6、図7、図8においても同様である。

20

## 【0015】

図4Aに示すように、第1コア板11および第2コア板21が打ち抜かれる電磁鋼板100の各方向を、圧延方向X、板幅方向Yとして説明する。そして、ここでは、図4Bに示すように、例えば、電磁鋼板100の板幅方向Yの一端側から他端側に向かって板厚Zが厚くなる板厚偏差が生じている場合について説明する。電磁鋼板100とは、圧延ロール間で圧延加工された薄板である。薄板とは、一般的に、厚み0.5mm以下と非常に薄い板である。

## 【0016】

このように薄板のため、圧延ロールの特性および状態などにより板幅方向Yの板厚Zに板厚偏差を生じることが一般的である。なお、当該各方向および板厚偏差については、以下の説明においても同様であるため、その説明は適宜省略する。なお、板厚偏差の例は様々な場合が考えられるが、説明の便宜上、当該例にて説明する。また、各図においては、板厚Zを明確化するために、板厚Zを誇張して図示している。

30

## 【0017】

次に、上記のように構成された実施の形態1の積層コアおよび回転電機の製造方法について説明する。まず、プレス加工により、図4Aに示すような、板厚偏差を有する電磁鋼板100において、板幅方向Yにおいて異なる位置で、板幅方向Yにおいて第1コア板11および第2コア板21のティース先端側64を反転するように、第1位置61にて第1コア板11を打ち抜き、第2位置62にて第2コア板21を打ち抜く（図3の打ち抜き工程ST1）。

40

## 【0018】

そして、第1位置61にて打ち抜かれた第1コア板11は、図5Aに示すように形成される。そして、図5Bに示すように、第1コア板11は、ティース先端側64からコアバック側63に向かうほど板厚Zが厚く形成される。すなわち、第1コア板11は、回転電機10の径方向T2の一方、ここでは、ティース先端側64から、他方、ここでは、コアバック側63に向かって板厚Zが増加して形成される。

## 【0019】

これに対し、第2位置62にて、第1コア板11のティース先端側64と反転したティ

50

ース先端側 6 4 となるように打ち抜かれた第 2 コア板 2 1 は、図 5 C に示すように形成される。そして、図 5 D に示すように、第 2 コア板 2 1 は、コアバック側 6 3 からティース先端側 6 4 に向かうほど板厚 Z が厚く形成される。すなわち、第 2 コア板 2 1 は、回転電機 1 0 の径方向 T 2 の他方、ここでは、コアバック側 6 3 から、一方、ここでは、ティース先端側 6 4 に向かって板厚 Z が増加して形成されている。なお、図 5 に示す、径方向 T 2 は、各コア板 1 1、2 1 の周方向 T 3 の中心位置における方向を示したものである。

【0020】

もし、このように形成された、第 1 コア板 1 1 のみ（または、第 2 コア板 2 1 のみ）を積層すると、回転電機の径方向のコアバック側とティース先端側と厚みの差が蓄積するため、得られた積層コアは、積層コアの側面から見たときにコア径方向に湾曲し傾いた形状となる。この現象は、コア板の積層枚数に比例して大きくなるため、積層コアの積厚が大きくなるほど、または電磁鋼板の板厚が薄くなるほど積層コアを構成する薄板コアの積層枚数が増えて顕著となる。

10

【0021】

そして、このように傾いた積層コアを使用して回転電機を製造した場合、積層コアとロータの間のエアギャップが不均一となり、回転角度による磁気吸引力がばらついてモータ性能が悪化する。さらに、積層コアにインシュレータおよびコイルを取り付けるとき、および、ステータをフレームに取り付けるときに治具および装置に干渉する可能性も大きくなり、回転電機を製造する際の生産性が悪化する。

【0022】

20

これに対し、本実施の形態 1 では、図 5 に示すように、コアバック側 6 3 とティース先端側 6 4 の間の板厚 Z の傾向が逆の 2 種類の第 1 コア板 1 1 および第 2 コア板 2 1 を 1 枚ずつ交互に積層してコア板群 4 0 を形成する（図 3 の整列工程 S T 2）。よって、積層コア 4 では、第 1 コア板 1 1 および第 2 コア板 2 1 の板厚 Z の差が蓄積しない。したがって、積層コア 4 のコアバック側 6 3 とティース先端側 6 4 の積層方向 T 1 の寸法の差が小さくなり、積層コア 4 の傾きの度合いを抑えることができ、回転電機 1 0 を製造した場合のモータ性能を向上できる。また、圧延加工の性質上、圧延方向 X の板厚の偏差はほとんどないため、各コア板 1 1、2 1 の打ち抜き位置について圧延方向 X の位置による影響は板幅方向 Y と比較して十分に小さい。

【0023】

30

次に、当該積層コア 4 の整列され積層された第 1 コア板 1 1 および第 2 コア板 2 1 を固定するために、第 1 コア板 1 1 および第 2 コア板 2 1 の側面の一部を接着剤により接着して接着部 5 を形成し固定する（図 3 の固定工程 S T 3）。

【0024】

一般的に、積層されたコア板同士を固定する方法として、コア板同士を軸方向にかしめる方法がある。この方法では、固定された部分で電磁鋼板間が積層方向に電氣的に短絡するため、渦電流が発生して効率が悪化する問題がある。また、かしめ部分には残留応力が生じるため、ヒステリシス損が増加して、回転電機の効率が悪化する問題もある。

【0025】

40

これに対し、図 1 に示すように、接着部 5 により積層コア 4 を固定することで、電氣的な短絡がなくなり残留応力も減少できるため、効率のよい積層コア 4 を得ることができる。次に、図 6 に示すように、積層コア 4 にコイル 9 を形成する。次に、フレーム 1 2 4 内に、コイル 9 が形成された積層コア 4 を複数個環状に配置して形成されたステータ 1 2 3 を設置し、ロータ 1 2 2 をエアギャップ 1 0 7 を介して対向して配置して回転電機 1 0 を形成する（図 2）。

【0026】

なお、上記実施の形態 1 に示した積層コア 4 は、図 1 に示すように、第 1 コア板 1 1 と第 2 コア板 2 1 とを 1 枚ずつ交互に積層方向 T 1 に積層する例を示したが、これに限られることはなく、例えば、図 7 に示すように、第 1 コア板 1 1 と第 2 コア板 2 1 とを、あらかじめ設定された複数枚ずつ交互に積層方向 T 1 に積層する場合も考えられ（図 7 におい

50

ては、5枚ずつ積層する例を示している）、上記実施の形態1と同様に積層コア4および回転電機10を形成できる。なお、積層コア4を製造する装置のサイクルタイムまたは電磁鋼板100の板厚偏差のプロファイルなどの情報に基づいて、第1コア板11および第2コア板21の最適な積層枚数を適宜選択して、積層コア4を構成すればよい。

【0027】

また、上記実施の形態1に示した積層コア4は、図1に示すように、固定工程ST3において、接着剤にて接着部5を形成して固定する例を示したが、これに限られることはなく、例えば、図8に示すように、当該積層コア4の整列され積層された第1コア板11および第2コア板21を固定するために、第1コア板11および第2コア板21の側面の一部を溶接して溶接部8を形成し、固定する場合も考えられ、上記実施の形態1と同様に積層コア4および回転電機10を形成できる。なお、かしめと同様に溶接部分で電磁鋼板が積層方向に短絡して渦電流が発生し効率が悪化する問題があるが、接着部と比較して固定の強度を高めることが可能となるため、積層間の強い固定が必要な場合には有効な手段である。

【0028】

また、上記実施の形態1では、整列工程ST2の後に固定工程ST3を行う例を示したが、整列工程ST2と固定工程ST3とを同時に実施してもよい。例えば、電磁鋼板100から各コア板11、21を打ち抜く際に、かしめ部分を作成し、積層間を加圧することで、各コア板11、21を整列しながらかしめにより積層間を固定できる。

【0029】

このようにすれば、整列工程ST2と固定工程ST3とが一体化し、製造工程が短縮されて、積層コア4および回転電機10の製造コストが低下する。さらに、かしめではなく積層間に接着剤を塗布または噴霧して積層間を加圧することで積層間を固定してもよい。このようにすれば、かしめによる固定で起こる電磁鋼板が積層方向に短絡して渦電流が発生し効率が悪化する問題を解決し、効率のよい積層コアを得ることができる。

【0030】

また、上記実施の形態1では、固定工程ST3として接着部5または溶接部8を形成する例に示したが、これに限られることはなく、接着部または溶接部を形成しない場合は、図6に示したようにコイル9を設置することで、積層間を固定する固定工程ST3として製造することも考えられる。

【0031】

上記のように構成された実施の形態1の積層コアによれば、電磁鋼板から打ち抜かれた第1コア板および第2コア板を複数枚積層して形成された積層コアであって、

前記第1コア板は、一方から他方に向かって板厚が増加して形成され、

前記第2コア板は、前記他方から前記一方に向かって板厚が増加して形成され、

前記第1コア板および前記第2コア板は、あらかじめ設定された枚数ごとに交互に積層して形成され、

また、上記のように構成された実施の形態1の回転電機によれば、

上記記載の積層コアが環状に複数個配置して形成されたステータと、前記ステータにエアギャップを介して対向して配置されたロータとを備えられ、

第1コア板と第2コア板とを積層した際に発生する、積層方向の寸法の差が蓄積されず低減され、傾きの少ない姿勢の安定した積層コアが得られる。

これは、第1コア板と第2コア板とを多数積層しても板厚偏差の影響を最小限にでき、安価な設備を使用して安定的に傾きの小さい積層コアを得ることができる。

これにより、積層コアを用いて形成されるステータとロータとのエアギャップが均一化され、回転角度による磁気吸引力のばらつきが抑えられてモータ性能が向上する。

また、積層コアにインシュレータおよびコイルを取り付ける際、また、積層コアをフレームに取り付ける際に治具および装置と干渉する可能性が小さくなり回転電機の生産性が向上する。

10

20

30

40

50



## 【0032】

さらに、実施の形態1の積層コアによれば、  
前記第1コア板は、回転電機の径方向の前記一方から前記他方に向かって板厚が増加して形成され、

前記第2コア板は、回転電機の径方向の前記他方から前記一方に向かって板厚が増加して形成されたので、

さらに、上記のように行われた実施の形態1の積層コアの製造方法によれば、  
板幅方向において板厚が異なる電磁鋼板から前記第1コア板および前記第2コア板を打ち抜く打ち抜き工程と、

前記第1コア板および前記第2コア板をあらかじめ設置された枚数ごとに交互に積層して整列されたコア板群を形成する整列工程と、

前記コア板群の積層方向において固定する固定工程とを有し、

前記打ち抜き工程は、前記電磁鋼板の板幅方向において前記第1コア板および前記第2コア板のティース先端側を反転させて打ち抜くので、

一方から他方に向かって板厚が増加する第1コア板と、他方から一方に向かって板厚が増加する第2コア板を確実に形成できる。

さらに、電磁鋼板の歩留まりを向上できる。

## 【0033】

さらに、実施の形態1の積層コアの製造方法によれば、  
前記固定工程は、前記コア板群の積層方向の側面の一部を接着剤にて接着して接着部を形成するので、

電気的な短絡がなくなり残留応力も減少できるため、渦電流の発生を抑えかつヒステリシス損の少ない効率のよい積層コアおよび回転電機を得ることができる。

## 【0034】

さらに、実施の形態1の積層コアの製造方法によれば、  
前記固定工程は、前記コア板群の積層方向の一部を溶接して溶接部を形成するので、  
積層間の固定が強力となる積層コアおよび回転電機を得ることができる。

## 【0035】

さらに、実施の形態1の積層コアの製造方法によれば、  
前記固定工程は、前記コア板群にコイルを巻回して前記コア板群を固定するので、  
コイルの設置により積層コアの固定を行うので製造工程が削減できる。

## 【0036】

実施の形態2.

上記実施の形態1においては、回転電機10の径方向T2の一方（ティース先端側64）から他方（コアバック側63）に向かって板厚Zが増加して形成され第1コア板11と、回転電機10の径方向T2の他方（コアバック側63）から一方（ティース先端側64）に向かって板厚Zが増加して形成された第2コア板21の例を示したが、これに限られるものではなく、第1コア板が、一方から他方に向かって板厚が増加して形成され、第2コア板が、前記他方から前記一方に向かって板厚が増加して形成されていればよく、本実施の形態2においては他の例について説明する。なお、板厚以外については、上記実施の形態1と同様であるためその説明は適宜省略する。

## 【0037】

図9は、実施の形態2による積層コアの構成を示す斜視図である。図10および図11は、図9に示した積層コアの製造方法を説明するため図である。図10Aは、電磁鋼板の平面図、図10Bは、図10Aの矢印W1方向からみた電磁鋼板の板厚を示す図である。図11Aは、第1コア板の構成を示す平面図、図11Bは、図11Aの第1コア板の矢印W4方向からみた板厚を示す図である。図11Cは、第2コア板の構成を示す平面図、図11Dは、図11Bの第2コア板の矢印W5方向からみた板厚を示す図である。図において、上記実施の形態1と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。また、図9では、便宜上、板厚について同一にて示している。

10

20

30

40

50

## 【0038】

本実施の形態2においては、プレス加工により、上記実施の形態1と同様に、図10Aに示すような、板厚偏差を有する電磁鋼板100において、板幅方向Yにおいて異なる位置で、圧延方向Xにおいて第1コア板12および第2コア板22のティース先端側64を反転させた、第1位置71にて第1コア板12を打ち抜き、第2位置72にて第2コア板22を打ち抜く。

## 【0039】

そして、第1位置71にて打ち抜かれた第1コア板12は、図11Aに示すように形成される。そして、図11Bに示すように、第1コア板12は、周方向T3の一方から他方に向かうほど板厚Zが厚く形成される。これに対し、第2位置72にて、第1コア板12とティース先端側64とティース先端側64が反転されて打ち抜かれた第2コア板22は、図11Cに示すように形成される。そして、図11Dに示すように、第2コア板22は、周方向T3の他方から一方に向かうほど板厚Zが厚く形成される。

## 【0040】

このように形成された、第1コア板12は、一方から他方に向かって板厚が増加して形成され、第2コア板22は、他方から一方に向かって板厚が増加して形成されている。なお、図11に示す、径方向T2は、各コア板11、21の周方向T3の中心位置における方向を示したものである。そして、図9に示すように、積層コア4は、第1コア板12、第2コア板22が1枚ずつ交互に積層方向T1に積層して形成される。

## 【0041】

よって、周方向T3の一方に板厚Zが増加する第1コア板12と、周方向T3の他方に板厚Zが増加する、すなわち周方向T3の一方に板厚Zが減少する第2コア板22とを積層方向T1に積層しているため、第1コア板12と第2コア板22との板厚Zの差が蓄積されず、適切に第1コア板12と第2コア板22の打ち抜き位置を組み合わせることにより、上記実施の形態1と同様に、積層コア4において板厚偏差による積層方向T1の寸法の差が小さくなり、傾きの小さい安定した姿勢の積層コア4および回転電機10を構成できる。

## 【0042】

上記のように構成された実施の形態2の積層コアによれば、上記実施の形態1と同様の効果を奏するとともに、前記第1コア板は、回転電機の周方向の前記一方から前記他方に向かって板厚が増加して形成され、前記第2コア板は、回転電機の周方向の前記他方から前記一方に向かって板厚が増加して形成されたので、

さらに、上記のように行われた実施の形態2の積層コアの製造方法によれば、板幅方向において板厚が異なる電磁鋼板から前記第1コア板および前記第2コア板を打ち抜き打ち抜き工程と、前記第1コア板および前記第2コア板をあらかじめ設置された枚数ごとに交互に積層して整列されたコア板群を形成する整列工程と、前記コア板群の積層方向において固定する固定工程とを有し、前記打ち抜き工程は、前記電磁鋼板の圧延方向において前記第1コア板および前記第2コア板のティース先端側を反転させて打ち抜くので、

一方から他方に向かって板厚が増加する第1コア板と、他方から一方に向かって板厚が増加する第2コア板を確実に形成できる。

さらに、電磁鋼板の歩留まりを向上できる。

## 【0043】

実施の形態3.

上記各実施の形態においては、打ち抜いた後の第1コア板11、12および第2コア板21、22の積層方法について特に示していないが、本実施の形態3においては、当該積層方法について説明する。なお、他の点については、上記各実施の形態と同様であるため

10

20

30

40

50

、その説明は適宜省略する、また、本実施の形態3においては、第1コア板11および第2コア板21の例について説明する。

【0044】

一般的に、第1コア板11および第2コア板21の形状は複雑な形状である。このため、例えば、比較例の図20に示すように、コア板を打ち抜く場合、打ち抜かれない部分の範囲が広くなり電磁鋼板の材料歩留まりが悪化する。

【0045】

そこで、本実施の形態3においては、図12に示すように、第1コア板11および第2コア板21を第1位置61および第2位置62にてそれぞれ電磁鋼板100における向きを反転させて打ち抜き、打ち抜かれない部分を減らす。これにより、電磁鋼板100の材料歩留まりを向上できる。また、電磁鋼板100の板厚偏差は板幅方向Yに一樣であることが多いため、各コア板11、21を打ち抜く向きを反転させることで、板厚Zの傾向が異なる2種類の第1コア板11、および、第2コア板21を容易に製造できる。

【0046】

次に、打ち抜いた第1コア板11および第2コア板21を整列する方法について図13から図16を用いて説明する。図13から図15は、実施の形態3による積層コアの製造方法を示す図である。図13Aは、電磁鋼板の平面図、図13Bは、図13Aの矢印W1方向からみた電磁鋼板の板厚を示す図、図13Cは、打ち抜いて積層された各コア板の側面図である。図14Aは、電磁鋼板の平面図、図14Bは、図14Aの矢印W1方向からみた電磁鋼板の板厚を示す図、図14Cは、打ち抜いて積層された各コア板の側面図である。図15Aは、電磁鋼板の平面図、図15Bは、図15Aの矢印W1方向からみた電磁鋼板の板厚を示す図、図15Cは、打ち抜いて積層された各コア板の側面図である。図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。なお、図13から図16では、便宜上、板厚について同一にて示している。

【0047】

図14に示したような、板幅方向Yおよび圧延方向Xに水平方向Qに回転可能なダイ31を用いて行う。上記においても示したように、電磁鋼板100は一般的に板厚Zが0.5mm以下と非常に薄いため、板幅方向Yにおいて、異なる位置で打ち抜かれた第1コア板11と第2コア板21とをプレス装置から取り出し、交互に積層しながら整列することは困難である。

【0048】

そこで、図13から図15に示すようにプレス装置による打ち抜きと同期してダイ31を一定間隔ごとに圧延方向Xおよび板幅方向Yにおける水平方向Qに180度回転させ、板幅方向Yにおいて異なる位置で打ち抜いた第1コア板11と第2コア板21とをダイ31の中で交互に積層しながら整列する。

【0049】

具体的には、まず、図13Aに示すように、ダイ31があらかじめ設定された位置に配置された状態で、電磁鋼板100を打ち抜く。ここでは、1回のプレスにて、第1位置61にて第1コア板11と、第2位置62にて第2コア板21とが同時に打ち抜かれる。そして、5回プレスすると、図13Cに示すようにダイ31の中に第1コア板11が5枚と第2コア板21が5枚とがそれぞれ積層方向T1に整列され積層される。

【0050】

次に、第1コア板11および第2コア板21が、あらかじめ設定された積層される枚数が5枚の場合、図14Aに示すように、ダイ31を水平方向Qに180度回転させる。すると、図14Cに示すように、第1位置61の下に整列して積層された5枚の第2コア板21が配置され、第2位置62の下に整列して積層された5枚の第1コア板11が設置される。

【0051】

この状態で再度、図15Aに示すように、電磁鋼板100を打ち抜くことで、図15Cに示すように、整列して積層された5枚の第2コア板21の上に、第1位置61にて打ち

10

20

30

40

50

抜かれた第1コア板11が整列され積層される。また、整列して積層された5枚の第1コア板11の上に第2位置62にて打ち抜かれた第2コア板21が整列され積層される。

【0052】

当該動作をあらかじめ設置された打ち抜き回数ごと、ここでは、第1コア板11と第2コア板21とのあらかじめ設定された積層枚数の5枚ごとに繰り返し実施すれば、図16に示すように、第1コア板11および第2コア板21にて構成されたコア板群400が形成される。このように形成された、コア板群400をダイ31により整列されたまま取り出すことができ、整列工程に必要な時間とコストを削減することが可能となる。

【0053】

また、コア板群400は、積層コア4に必要とする枚数が積層された時点でコア板群400としてダイ31から取り出すことも考えられるが、これに限られることはなく、図16に示すように、積層コア4に必要となる枚数以上に積層された状態のコア板群400としてダイ31から取り出し、取り出した後に、積層コア4の必要となる枚数分のコア板群400に分割して製造することも考えられる。その場合、さらに必要な時間とコストの削減となる。

【0054】

上記のように行われた実施の形態3の積層コアの製造方法によれば、前記整列工程は、前記打ち抜き工程に同期して、前記第1コア板または前記第2コア板の少なくともいずれか一方をあらかじめ設定された枚数積層し、当該あらかじめ設定された枚数が積層されると、水平方向に180度回転して、積層された前記第1コア板または前記第2コア板と異なる前記第2コア板または前記第1コア板を積層して整列させ前記コア板群を形成するので、

第1コア板および第2コア板を、打ち抜き工程時から取り出すことなく連続的にかつ容易に整列して積層できるため、生産性が向上する。

また、工程の数が削減でき、製造にかかる時間が短縮され、生産性が向上する。

【0055】

実施の形態4.

上記各実施の形態においては、打ち抜いた後の第1コア板11、12および第2コア板21、22の整列装置について特に示していないが、本実施の形態4においては、当該整列装置について説明する。なお、他の点については、上記各実施の形態と同様であるため、その説明は適宜省略する。また、本実施の形態4においては、第1コア板11および第2コア板21の例について説明する。

【0056】

図17は、実施の形態4による積層コアの整列装置の構成示す図である。図18は、実施の形態4による積層コアの他の整列装置の構成示す図である。図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。なお、図17、図18では、便宜上、板厚について同一にて示している。

【0057】

図17に示すように整列装置32は、第1コア板11を紙面下方向に搬送する搬送レーン331と、第2コア板21を紙面下方向に搬送する搬送レーン332と、各コア板11、21を整列し、コア板群40として排出する整列レーン34と、搬送レーン331上のある位置で第1コア板11を止めるストッパ351と、搬送レーン332上のある位置で第2コア板21を止めるストッパ352と、搬送レーン331から整列レーン34に第1コア板11を移載する移載ブロック361と、搬送レーン332から整列レーン34に第2コア板21を移載する移載ブロック362と、整列レーン34に形成されたコア板群40を排出方向に押し出す排出ブロック37で構成される。

【0058】

次に上記のように構成された実施の形態4の整列装置32による各コア板11、21を整列する手順について説明する。まず、打ち抜いた第1コア板11を搬送レーン331の紙面上側から複数枚投入し、ストッパ351に先端を当てる。同様に、第2コア板21を

10

20

30

40

50

搬送レーン 3 3 2 に複数枚投入し、ストッパ 3 5 2 に先端を当てる。

【 0 0 5 9 】

次に、搬送レーン 3 3 1 上の複数枚の第 1 コア板 1 1 をストッパ 3 5 1 に押し当てた状態で、移載ブロック 3 6 1 を整列レーン 3 4 側に動かして第 1 コア板 1 1 を整列レーン 3 4 に移載する。次に、排出ブロック 3 7 を紙面下側に動かして、複数枚の第 1 コア板 1 1 を紙面下方向に動かす。その後、搬送レーン 3 3 2 上の第 2 コア板 2 1 をストッパ 3 5 2 に押し当てた状態で移載ブロック 3 6 2 を整列レーン 3 4 側に動かし第 2 コア板 2 1 を整列レーン 3 4 に移載する。次に、排出ブロック 3 7 を紙面下方向に動かして、複数枚の第 2 コア板 2 1 を紙面下方向に動かす。この作業を繰り返し実施することである一定枚数ごとに第 1 コア板 1 1 と第 2 コア板 2 1 とが交互に積層されたコア板群 4 0 を製造できる。

10

【 0 0 6 0 】

また、他の例として、図 1 8 に示すような整列ブロック 3 8 を用いてコア板群 4 0 を製造してもよい。整列ブロック 3 8 の入り口 6 8 1 に第 1 コア板 1 1 を投入し、入り口 6 8 2 に第 2 コア板 2 1 を投入する。それぞれの入り口 6 8 1、6 8 2 から投入された各コア板 1 1、2 1 は結合部 6 9 で交互に積層され、出口 7 0 では第 1 コア板 1 1 と第 2 コア板 2 1 が交互に積層されたコア板群 4 0 となる。このような整列ブロック 3 8 を用いることで、上記に示した整列装置 3 2 と比較して単純な構造でコア板群 4 0 を製造でき、装置費用が低減して生産性が向上する効果がある。

【 0 0 6 1 】

上記のように行われた実施の形態 4 の積層コアの製造方法によれば、  
上記実施の形態 3 と同様の効果を奏するとともに、  
前記整列工程は、前記第 1 コア板および前記第 2 コア板を異なる入口にそれぞれ投入し、  
前記第 1 コア板および前記第 2 コア板が合流する出口までに、前記第 1 コア板および前記第 2 コア板の前記ティース先端側の向きを揃えて前記コア板群を形成するので、  
簡便に第 1 コア板と第 2 コア板との向きを揃えることができる。

20

【 0 0 6 2 】

上記実施の形態 4 の図 1 8 においては、第 1 コア板 1 1 と第 2 コア板 2 1 を 1 列に整列させる方法の概念的な例の説明にとどまっていたが、以下に示す実施の形態 5 および実施の形態 6 において、より具体的な例を説明する。なお、他の点については、上記各実施の形態と同様であるため、その説明は適宜省略する。

30

【 0 0 6 3 】

実施の形態 5 .

図 2 1 は、実施の形態 5 によるプレス装置の構成を示す図である。図 2 2 は、実施の形態 5 による積層コアの整列装置の構成を示す図である。図 2 3 は、図 2 2 に示した整列装置の K 1 - K 1 位置における第 1 コア板と第 2 コア板との状態を示した平面図である。図 2 4 は、図 2 2 に示した整列装置の K 2 - K 2 位置における第 1 コア板と第 2 コア板との状態を示した平面図である。図 2 5 は、図 2 2 に示した整列装置の K 3 - K 3 位置における第 1 コア板と第 2 コア板との状態を示した平面図である。図 2 6 は、図 2 2 に示した整列装置の K 4 - K 4 位置における第 1 コア板と第 2 コア板との状態を示した平面図である。図 2 7 は、図 2 2 に示した整列装置の K 5 - K 5 位置における第 1 コア板と第 2 コア板との状態を示した平面図である。図 2 8 は、図 2 2 に示した整列装置の K 6 - K 6 位置における第 1 コア板と第 2 コア板との状態を示した平面図である。図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。

40

【 0 0 6 4 】

図 2 1 に示すように、プレス装置 5 0 は、搭載された金型 5 1 に、リボン状の電磁鋼板 1 0 0 を送り、第 1 コア板 1 1 と第 2 コア板 2 1 とを打ち抜いている。打ち抜かれた第 1 コア板 1 1 と第 2 コア板 2 1 は、繰り返し打ち抜かれることにより金型 5 1 内を下方の圧送される。そして、各コア板 1 1、2 1 の圧送の進行方向を曲げて、紙面上手前に圧送させる。なお、各コア板 1 1、2 1 の進行方向を曲げずに、金型 5 1 の直下に、次に説明する第 1 コア板 1 1 と第 2 コア板 2 1 を 1 列に整列する整列装置を配置してもよい。

50

## 【0065】

図22に示した、整列装置320は、第1コア板11および第2コア板21を異なる入口にそれぞれ投入し、第1コア板11および第2コア板21が合流する出口までに、第1コア板11および第2コア板21のティース先端側64の向きを揃えてコア板群40を形成するものである。そして、プレス装置50より排出された第1コア板11と第2コア板21を、第1コア板11と第2コア板21のティース先端側64の向きを揃える”向き揃え区間H1”と、第1コア板11および第2コア板21を1列に整列させる”合流区間H2”とを有する。

## 【0066】

そして、向き揃え区間H1には、直線ガイド521と、螺旋ガイド522とを備え、合流区間H2には、側面ガイド523と、先端ガイド524と、第1歯車531と、第2歯車532とを備える（図26から図28参照）。合流区間H2には、湾曲部91と、重ね合わせ部92と、整列部93とを有する。各部の詳細は後述する。

## 【0067】

直線ガイド521は、第1コア板11を支えながら、一定向きにて圧送ガイドする。螺旋ガイド522は、第2コア板21の向きを回転させながら、圧送ガイドする。側面ガイド523は、各コア板11、21のティース側面65をガイドする。先端ガイド524は、各コア板11、21のティース先端側64をガイドする。第1歯車531および第2歯車532は、各コア板11、21を予め設定された枚数毎に積層する。

## 【0068】

次に、上記のように構成された整列装置320を用いて、プレス装置50より排出された第1コア板11と第2コア板21を1列に整列させる方法について説明する。まず、向き揃え区間H1において、図22および図23に示すように、整列装置320に導入された当初の第1コア板11と第2コア板21のティース先端側64の向きは相反する側を向いている。そして、第1コア板11は直線ガイド521によって向きを一定に保たれながら、そして、第2コア板21は螺旋ガイド522によって向きを回転させながら通過させる。そして、図22および図24に示すように、第2コア板21はその向きを回転し、最終的には、図22および図25に示すように、第1コア板11と第2コア板21との向きが揃えられ、第1コア板11と第2コア板21のティース先端側64の向きが揃う。

## 【0069】

なお、ここでは第2コア板21の向きを回転させて、第1コア板11と第2コア板21のティース先端側64の向きを揃える例を示したが、これに限られることはなく、第1コア板11の向きを回転させ、または、第1コア板11および第2コア板21の両方向の向きを回転させて、第1コア板11と第2コア板21のティース先端側64の向きを揃えるようにしてもよい。

## 【0070】

なお、ここでは2本の螺旋ガイド522で構成された圧送ガイドの例を示したが、これに限られることはなく、1本を直線ガイドとし、周りに螺旋ガイドを配置する場合も、2本の螺旋ガイド522と同様に、コア板の向きを回転させることは可能である。また、円柱の側面にらせん状の溝、あるいは、円筒にらせん状の切り欠き溝を形成して、コア板の向きを回転させる経路を形成してもよい。更には、3Dプリンタ等を利用し、コア板形状と概ね同じ形状の穴をらせん状の形成することで経路を形成してもよい。

## 【0071】

次に、向き揃え区間H1を通過し、ティース先端側64の向きの揃った第1コア板11と第2コア板21は、合流区間H2に入る。図22および図26に示すように、第1コア板11と第2コア板21は、3枚のプレートで構成されティース側面65をガイドする側面ガイド523と、ティース先端側64をガイドする先端ガイド524によって、各コア板11、12の圧送をガイドする。合流区間H2は、湾曲部91と重ね合わせ部92と整列部93から成る経路で構成されており、それぞれの役割について説明する。湾曲部91では、第1コア板11と第2コア板21をそれぞれ近づかせると同時に、積層された各コ

10

20

30

40

50

ア板 1 1、2 1 間に隙間を形成させる。即ち、湾曲部 9 1 の経路内周側に比べて、外周側の軌道が長いため、湾曲部 9 1 の外側の各コア板 1 1、2 1 間に隙間ができる。

【0072】

次に、図 2 2 および図 2 7 に示すように、重ね合わせ部 9 2 では、第 1 コア板 1 1 と第 2 コア板 2 1 を更に近接させる経路と、第 1 歯車 5 3 1 と第 2 歯車 5 3 2 で構成される。第 1 コア板 1 1 には第 1 歯車 5 3 1 が、第 2 コア板 2 1 には第 2 歯車 5 3 2 が近接して配置されており、第 1 歯車 5 3 1 と第 2 歯車 5 3 2 は回転可能な同一軸にピッチ半分の位相がずれた状態で固定されている。湾曲部 9 1 を通過した第 1 コア板 1 1 に形成された積層方向の隙間に第 1 歯車 5 3 1 の歯先が第 1 コア板 1 1 の 1 枚每もしくは数枚毎に噛み込み、第 1 コア板 1 1 の圧送に連動して回転する。同様に、湾曲部 9 1 を通過した第 2 コア板 2 1 に形成された積層方向の隙間に第 2 歯車 5 3 2 の歯先が第 2 コア板 2 1 の 1 枚每もしくは数枚毎に噛み込み、第 2 コア板 2 1 の圧送に連動して回転する。

10

【0073】

これらの第 1 歯車 5 3 1 と第 2 歯車 5 3 2 はピッチ半分の位相がずれた状態で同一軸に固定された状態で回転するため、各コア板 1 1、2 1 が交互に 1 枚ずつもしくは数枚ずつ次の整列部 9 3 に送られる。即ち、第 1 歯車 5 3 1 と第 2 歯車 5 3 2 によって、第 1 コア板 1 1 と第 2 コア板 2 1 が衝突することなく、各コア板 1 1、2 1 を交互に 1 枚每もしくは数枚毎に重ね合わせることができる。なお、これらの各歯車 5 3 1、5 3 2 は、外部のモータなどの動力によって回転させてもよく、各コア板 1 1、2 1 の圧送により回転させてもよい。

20

【0074】

次に、図 2 2 および図 2 8 に示すように、整列部 9 3 では、第 1 コア板 1 1 と第 2 コア板 2 1 がコア 1 枚每もしくは数枚毎に積層された状態から、徐々に経路の幅を狭めていき、第 1 コア板 1 1 と第 2 コア板 2 1 を整列させコア板群 4 0 を製造し、次の固定工程へ送る。また、これらの装置を複数連結すれば、4 列のコア板をまず 2 列に整列し、更に 2 列から 1 列に整列させることも可能となる。

【0075】

上記のように行われた実施の形態 5 の積層コアの製造方法によれば、上記各実施の形態と同様の効果を奏するとともに、前記整列工程は、前記ティース先端側の向きが揃った前記第 1 コア板および前記第 2 コア板を歯車によって交互に積層して前記コア板群を形成するので、歯車により、第 1 コア板と第 2 コア板とを衝突させることなく交互の積層できる。

30

【0076】

さらに、実施の形態 5 の積層コアの製造方法によれば、前記整列工程は、前記打ち抜き工程において打ち抜かれた前記第 1 コア板または前記第 2 コア板のティース先端側の向きのいずれか一方の向きに、前記第 1 コア板および前記第 2 コア板の前記ティース先端側の向きを揃えて前記コア板群を形成するので、複雑な動作を必要とせず、第 1 コア板と第 2 コア板のティース先端側の向きを揃えることが整列できる。

【0077】

さらに、実施の形態 5 の積層コアの製造方法によれば、前記整列工程は、前記打ち抜き工程において打ち抜かれた前記第 1 コア板および前記第 2 コア板のティース先端側の向きと異なる向きに、前記第 1 コア板および前記第 2 コア板のティース先端側の向きを揃えて前記コア板群を形成するので、複雑な動作を必要とせず、第 1 コア板と第 2 コア板のティース先端側の向きを揃えることが整列できる。

40

【0078】

実施の形態 6 .

本実施の形態 6 では、上記実施の形態 5 とは別の方式で、第 1 コア板 1 1 と第 2 コア板 2 1 を 1 列に整列させる方法について説明する。なお、他の点については、上記各実施の

50

形態と同様であるため、その説明は適宜省略する。

【0079】

図29は、実施の形態6による積層コアの整列装置の構成を示す図である。図30は、図29に示した整列装置のK-K線方向から見た回転円板の構成を示す平面図である。図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。図29に示すように、整列装置321は、プレス装置50より排出された、第1コア板11と第2コア板21を、第1コア板11と第2コア板21のティース先端側64の向きを揃えたとともに1列に整列させるものである。第1ガイド571、第2ガイド572、回転円板55、プッシャ56、出口ガイド573を備える。

【0080】

第1ガイド571は、プレス装置50より圧送されてくる第1コア板11の経路に連通して形成される。第2ガイド572は、第2コア板21の経路に連通されて形成される。図30に示すように、回転円板55は、回転移動中心を中心Oとして、図に示す0度を基準として90度毎に配置され各コア板11、21と同様の形状に通して形成された、貫通孔551、貫通孔552、貫通孔553、貫通孔554が4箇所に設けられている。現時点の貫通孔551の位置を0度とすると、反時計回りに90度の位置に貫通孔552、180度の位置に貫通孔553、270度の位置に貫通孔554がある。すなわち、貫通孔551～554は、中心Oに対して等配された位置に3つ以上、ここでは4箇所に形成されている。

【0081】

また、回転円板55は、サーボモータなどのアクチュエータに、直接あるいはベルトおよびギアを介して連結されており、回転可能に形成される。なお、本実施の形態6においては、回転円板55を円形状に形成された例を示したが、これに限られることはなく、各貫通孔の配置関係、さらに、各貫通孔の移動が同様に行うことが可能であれば、円形状に限られるものではない回転板でも可能である。

【0082】

また、第1ガイド571内の第1コア板11と第2ガイド572内の第2コア板21との位置関係は、回転円板55の中心Oを中心に第1コア板11を180度回転移動させると第2コア板21と重なる位置関係に配置されている。言い換えれば、第1コア板11と第2コア板21の経路が360度を2以上、ここでは2の整数で除した角度である180度だけ回転移動して一致する位置関係にある。図30の状態においては、0度の位置にある貫通孔551は第1ガイド571に、180度の位置にある貫通孔553は第2ガイド572に繋がっている。更に、270度の位置にある貫通孔554にはプッシャ56が配置され、その反対側には出口ガイド573が繋がっている。プッシャ56はリニアサーボモータなどのアクチュエータに連結されており直動可能に形成される。

【0083】

次に上記のように構成された整列装置321の回転円板55とプッシャ56とプレス装置50の連動動作について説明する。回転円板55はプレス装置50と連動し、プレス装置50の1行程毎もしくはある一定の複数行程毎に、各コア板11、21を打ち抜いていないタイミングに反時計回り（図30の矢印方向）に90度回転させる。言い換えれば、360度を2以上の整数、ここでは2で除した角度、180度を、更に1以上の整数、ここでは2で除した角度、90度だけ回転させる。プッシャ56は回転円板55が回転していないタイミング、即ちプレス装置50が各コア板11、21を打ち抜くのとほぼ一致したタイミングで、一定の位置まで直動を1往復させる。

【0084】

上記の連動動作のうち、1行程毎に回転円板55を回転させる場合について、第1コア板11と第2コア板21を1列に整列させる過程を貫通孔551に注目して説明する。図30に示した状態で、プレス装置50により各コア板11、21が打ち抜かれると0度の位置にあり、第1ガイド571に連結された貫通孔551に第1コア板11が1枚挿入される。このときの打ち抜きをN回目とする。次のN+1回目の打ち抜きまでの間に、回転

10

20

30

40

50



円板 5 5 が回転し、第 1 コア板 1 1 が 1 枚入った貫通孔 5 5 1 が 9 0 度の位置に移動する。  
【 0 0 8 5 】

この N + 1 回目の打ち抜きでは、貫通孔 5 5 1 には第 1 ガイド 5 7 1 が連結されていないので、第 1 コア板 1 1 が 1 枚入った状態から変化はない。次の N + 2 回目の打ち抜き時、貫通孔 5 5 1 は 1 8 0 度の位置に回転移動し、第 2 ガイド 5 7 2 に連結されるので、第 2 コア板 2 1 が 1 枚挿入される。即ち、このとき、貫通孔 5 5 1 には第 1 コア板 1 1 が 1 枚と第 2 コア板 2 1 が 1 枚入った状態になる。

【 0 0 8 6 】

次の N + 3 回目の打ち抜き時、貫通孔 5 5 1 は 2 7 0 度の位置に回転移動し、プッシャ 5 6 により、第 1 コア板 1 1 が 1 枚と第 2 コア板 2 1 が 1 枚の合計 2 枚が出口ガイド 5 7 3 に送られ、貫通孔 5 5 1 内にはコア板が入っていない状態になる。次の N + 4 回目の打ち抜き時、貫通孔 5 5 1 は 0 度の位置に回転移動し、N 回目の状態に戻り、上記の動作を繰り返すことになる。

【 0 0 8 7 】

ここでは貫通孔 5 5 1 についてのみ説明したが、他の貫通孔 5 5 2 ~ 5 5 4 についても、それぞれが貫通孔 5 5 1 と同様の動作をするので、プレス装置 5 0 の 1 行程毎に、第 1 コア板 1 1 が 1 枚と第 2 コア板 2 1 が 1 枚の合計 2 枚が出口ガイド 5 7 3 に送られ、第 1 コア板 1 1 と第 2 コア板 2 1 が交互に積層されたコア板群 4 0 が整列され、次の固定工程へ送られる。なお、上記説明では、1 行程毎に回転円板 5 5 が回転する場合について説明したが、ある一定の複数行程毎に回転円板 5 5 が回転する場合は、複数枚毎に交互に積層されたコア板群 4 0 が整列される。

【 0 0 8 8 】

上記実施の形態 6 に示すようにコア板自体を回転させてティース先端側の向きを揃える必要がないため、例えば、図 4 のような配置で打ち抜かれた第 1 コア板 1 1 と第 2 コア板 2 1 を交互に重ねコア板群 4 0 を整列させることが可能であり、金型 5 1 の直下に配置することもできる。また、金型 5 1 の直下に配置した場合、プレス装置 5 0 にプッシャ 5 6 を直接連結し、打ち抜きの動作と連動してプッシャ 5 6 が直動するような構成にすれば、プッシャ 5 6 を駆動させるアクチュエータを不要にできる。

【 0 0 8 9 】

また、本実施の形態 6 によれば、上記実施の形態 3 の図 1 3 から図 1 5 に示したようにガイドとしてのダイ 3 1 のように回転させずに、回転円板 5 5 を回転させることにより対応できるため、回転の負荷を低減でき回転の動作速度を上げることができる。また、本実施の形態 6 では、上記実施の形態 4 の図 1 7 のように押し出して移載する移載ブロック 3 6 1、3 6 2 に代えて、回転円板 5 5 を用いるため、各コア板 1 1、2 1 を保持しながら向きが異なる各コア板 1 1、1 2 の向きを揃えて整列できる。

【 0 0 9 0 】

また、ここでは第 1 コア板 1 1 と第 2 コア板 2 1 の 2 つのコア板を 1 列に整列させる方法について示したが、これに限られることはなく、当該実施の形態 6 の方法を用いれば、更に多くのコア板を一度に 1 列に整列させることが可能である。例えば、4 つのコア板を 1 列に整列させる場合は、回転円板内に 5 つの貫通孔を 7 2 度毎に配置し、5 つの貫通孔のうち 4 つの貫通孔の位置に 4 つのガイドを連結させ、残りの 1 つの貫通孔の位置にプッシャと出口ガイドを配置し、7 2 度毎に回転円板を回転させ、プッシャを直動させれば、4 つのコア板の 1 列に整列が可能となる。

【 0 0 9 1 】

上記のように行われた実施の形態 6 の積層コアの製造方法によれば、  
上記各実施の形態と同様の効果を奏するとともに、  
前記整列工程は、

回転移動中心を中心として回転し、前記打ち抜き工程にて打ち抜かれた前記第 1 コア板と前記第 2 コア板の経路に連結することによって前記第 1 コア板および前記第 2 コア板を收容する貫通孔を有する回転板が、

前記打ち抜き工程に同期して、前記第 1 コア板と前記第 2 コア板の前記経路に前記貫通孔が対応する角度だけ回転し、前記回転板の前記貫通孔に前記第 1 コア板と前記第 2 コア板を収納して積層し、

前記回転板が、前記第 1 コア板の前記経路と前記第 2 コア板の前記経路とが前記貫通孔が連結していない角度において、前記回転板の前記貫通孔から、積層された前記第 1 コア板および前記第 2 コア板を排出して前記コア板群を形成するので、

回転の負荷を低減でき回転の動作速度を上げることができるため、生産性が向上する。

【0092】

さらに、実施の形態 6 の積層コアの製造方法によれば、

前記整列工程は、

前記第 1 コア板と前記第 2 コア板の前記経路が 360 度を 2 以上の整数で除した角度だけ回転移動して一致する位置関係にある場合、

前記貫通孔を、前記中心に対して等配された位置に 3 つ以上有する前記回転板が、

前記打ち抜き工程に同期して、前記 360 度を 2 以上の整数で除した角度を更に 1 以上の整数で除した角度だけ回転させ、前記回転板の前記貫通孔に前記第 1 コア板と前記第 2 コア板を積層するので、

さらに回転の負荷を低減でき、確実に生産性が向上する。

【0093】

実施の形態 7 .

上記各実施の形態においては、第 1 コア板 11、12 および第 2 コア板 21、22 の板厚の異なる 2 種類のコア板にて形成される積層コア 4 の例を示したが、これに限られることはなく、板厚の異なる 3 種類以上のコア板にて積層コアを形成することも可能であり、本実施の形態 7 において説明する。なお、板厚の異なる 3 種類以上のコア板を用いる点以外は、上記各実施の形態と同様であるためその説明は適宜省略する。

【0094】

図 19 に示すように、電磁鋼板 100 において、板幅方向 Y において異なる位置でコア板を打ち抜く。電磁鋼板 100 における、圧延方向 X と板幅方向 Y と板厚 Z との関係は上記各実施の形態と同様である。そして、ここでは、板幅方向 Y において異なる第 1 位置 81、第 2 位置 82、第 3 位置 83、第 4 位置 84 の 4 列にて同時に打ち抜く。このため、板厚の異なる 4 種類のコア板が同時に形成される。そして、板厚の異なる 4 種類のコア板を、あらかじめ設定された枚数ごとに積層して積層コアを形成する。

【0095】

このように製造すれば、上記各実施の形態とは異なり、多数のコア板を一度に打ち抜くことができ、時間あたりの生産枚数が増加して生産性を向上できる。また、事前に板幅方向 Y の板厚 Z を測定して板厚 Z のプロファイルを入手すれば、交互に積層した際の積層コアの板厚偏差を最も低減できる、板厚の異なる複数種のコア板の積層方向の組み合わせが選択できる。

【0096】

したがって、2 種類のコア板のみを交互に積層する場合と比較して、板厚偏差の低減効果の可能性が高くなり、効率のよい回転電機 10 を構成する積層コア 4 を製造できる。さらに材料である電磁鋼板 100 の板厚の状態に対応して積層する組み合わせを変化できるため、材料ロットの変化および気候の変動など外乱への対応が容易となり製造する積層コア 4 の品質が安定し生産性が向上する。

【0097】

上記のように行われた積層コアの製造方法によれば、

板幅方向において板厚が異なる電磁鋼板から打ち抜かれたコア板を複数枚積層して形成する積層コアの製造方法であって、

前記電磁鋼板の前記板幅方向において異なる位置にて複数の前記コア板を同時に打ち抜き、板厚の異なる複数種の前記コア板を形成する打ち抜き工程と、

複数種の前記コア板をあらかじめ設定された順番でかつ枚数ごとに積層して整列してコア

10

20

30

40

50

板群を形成する整列工程と、

前記コア板群を積層方向において固定する固定工程とを備えたので、

板厚の異なる複数種のコア板を用いることにより、安価にかつ安定的に生産できる積層コア、回転電機、積層コアの製造方法、および、回転電機の製造方法を得ることができる。

【0098】

本願は、様々な例示的な実施の形態および実施例が記載されているが、1つ、または複数の実施の形態に記載された様々な特徴、態様、および機能は特定の実施の形態の適用に限られるのではなく、単独で、または様々な組み合わせで実施の形態に適用可能である。

したがって、例示されていない無数の変形例が、本願に開示される技術の範囲内において想定される。例えば、少なくとも1つの構成要素を変形する場合、追加する場合または省略する場合、さらには、少なくとも1つの構成要素を抽出し、他の実施の形態の構成要素と組み合わせる場合が含まれるものとする。

【符号の説明】

【0099】

10 回転電機、122 ロータ、123 ステータ、124 フレーム、100 電磁鋼板、107 エアギャップ、11 第1コア板、12 第1コア板、21 第2コア板、22 第2コア板、4 積層コア、5 接着部、8 溶接部、9 コイル、31 ダイ、32 整列装置、320 整列装置、321 整列装置、331 搬送レーン、332 搬送レーン、34 整列レーン、351 ストップ、352 ストップ、361 移載ブロック、362 移載ブロック、37 排出ブロック、38 整列ブロック、40 コア板群、50 プレス装置、51 金型、521 直線ガイド、522 螺旋ガイド、531 第1歯車、532 第2歯車、55 回転円板、551 貫通孔、552 貫通孔、553 貫通孔、554 貫通孔、56 プッシャ、571 第1ガイド、572 第2ガイド、573 出口ガイド、61 第1位置、62 第2位置、63 コアバック側、64 ティース先端側、681 入り口、69 結合部、70 出口、71 第1位置、72 第2位置、81 第1位置、82 第2位置、83 第3位置、84 第4位置、91 湾曲部、92 重ね合わせ部、93 整列部、O 中心、T1 積層方向、T1 軸方向、T2 径方向、T3 周方向、X 圧延方向、Y 板幅方向、Z 板厚。

10

20

30

40

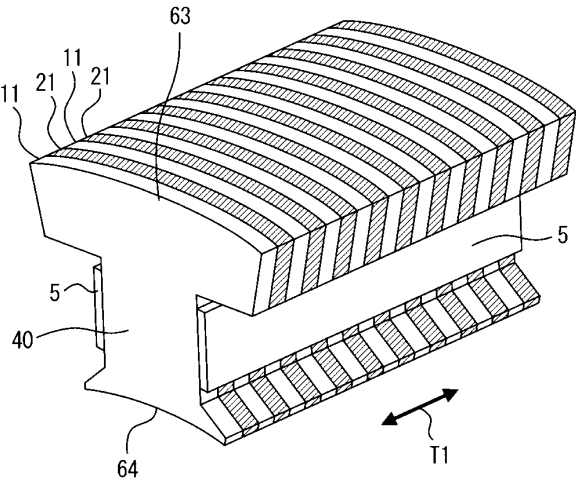
50

【図面】

【図 1】

図1

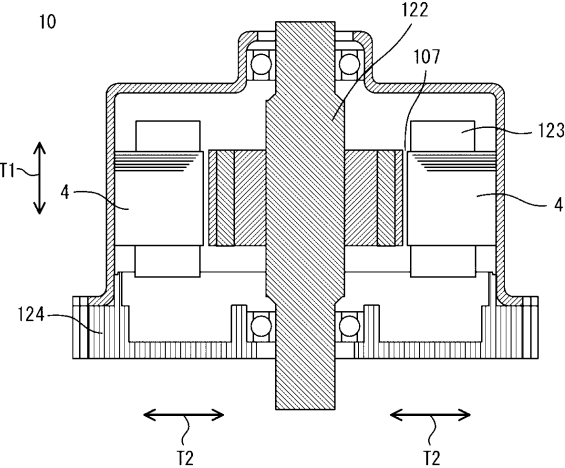
4



【図 2】

図2

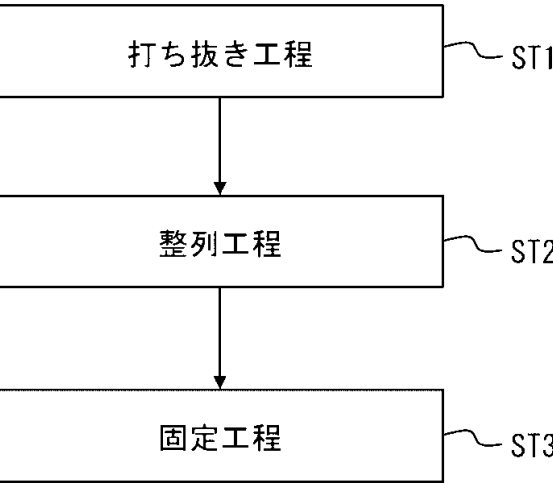
10



10

【図 3】

図3



【図 4】

図4B

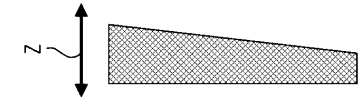
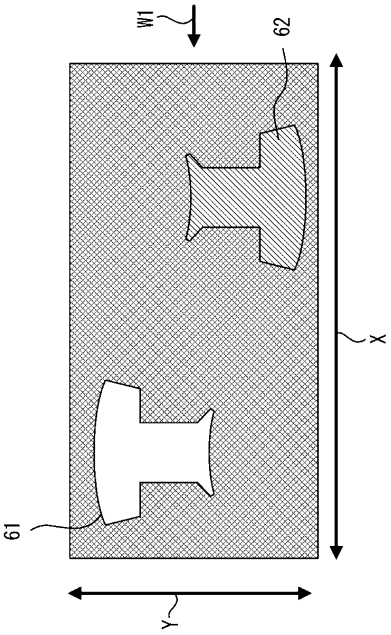


図4A

100

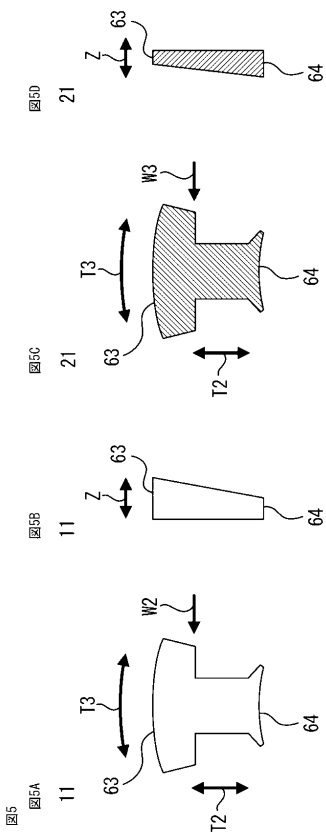


30

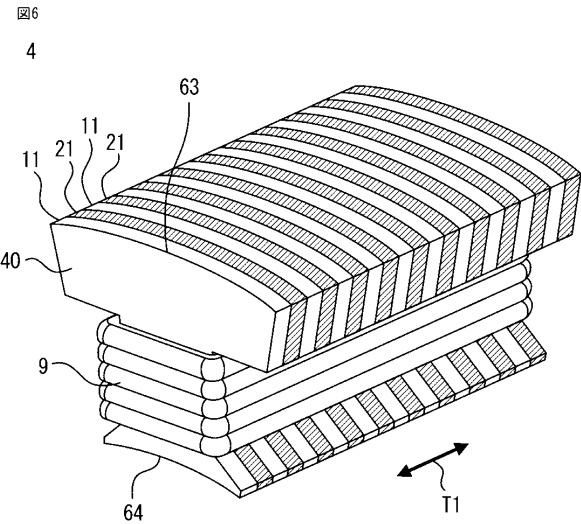
40

50

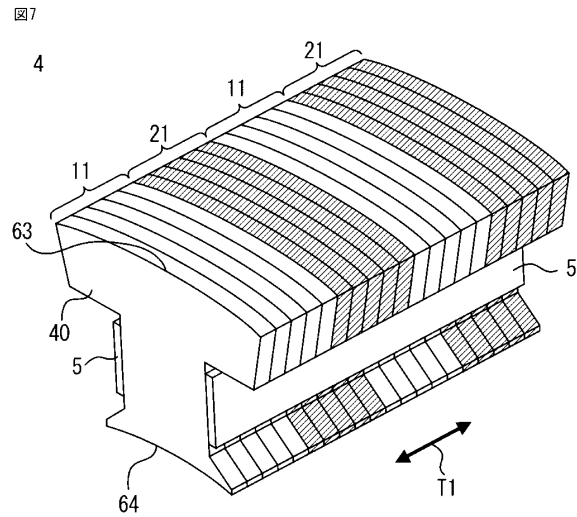
【図 5】



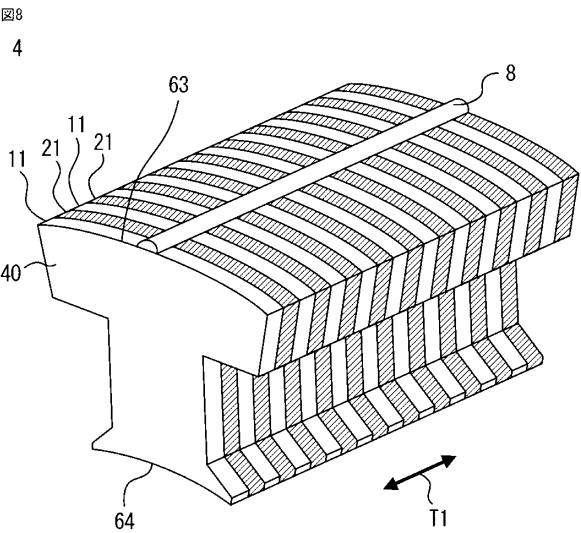
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

20

30

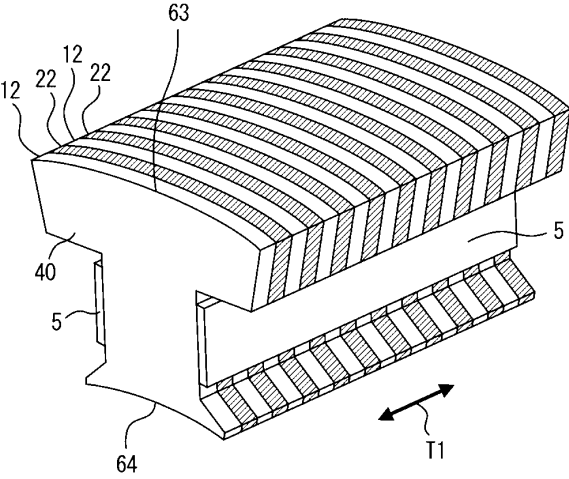
40

50

【図 9】

図9

4



【図 10】

図10B

100

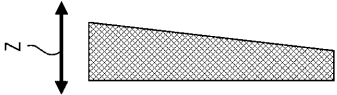
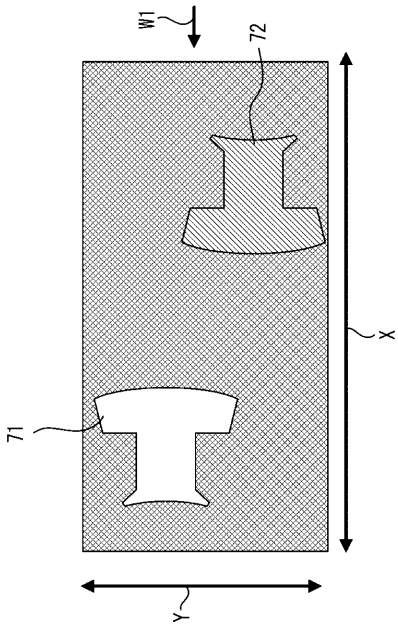


図10

図10A

100



【図 11】

図11

図11A

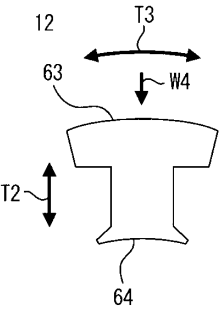


図11B

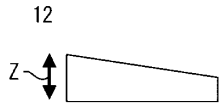


図11C

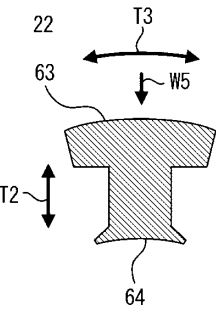
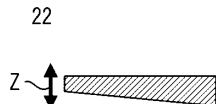


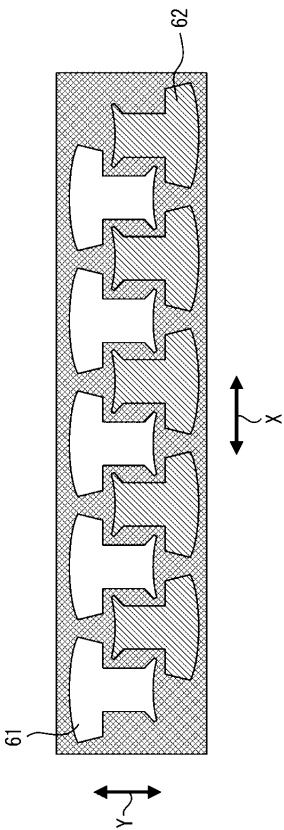
図11D



【図 12】

図12

100



10

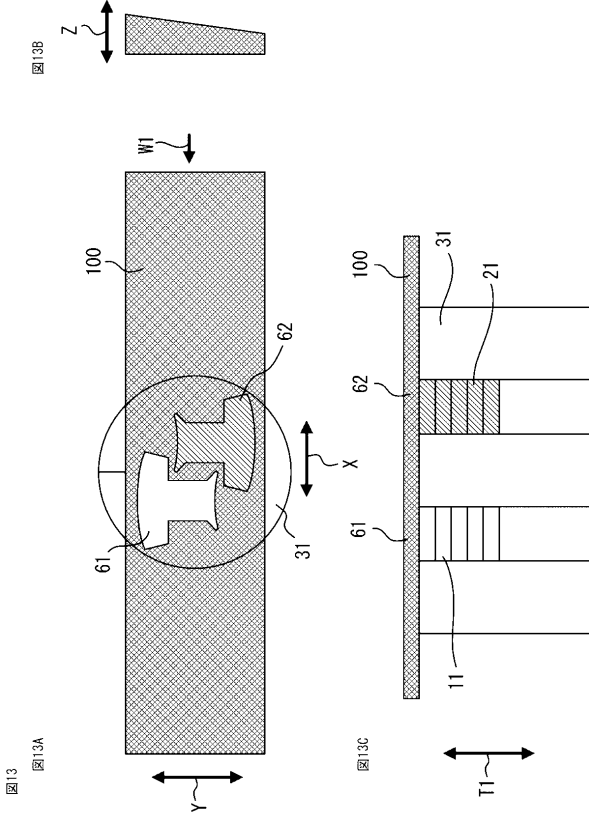
20

30

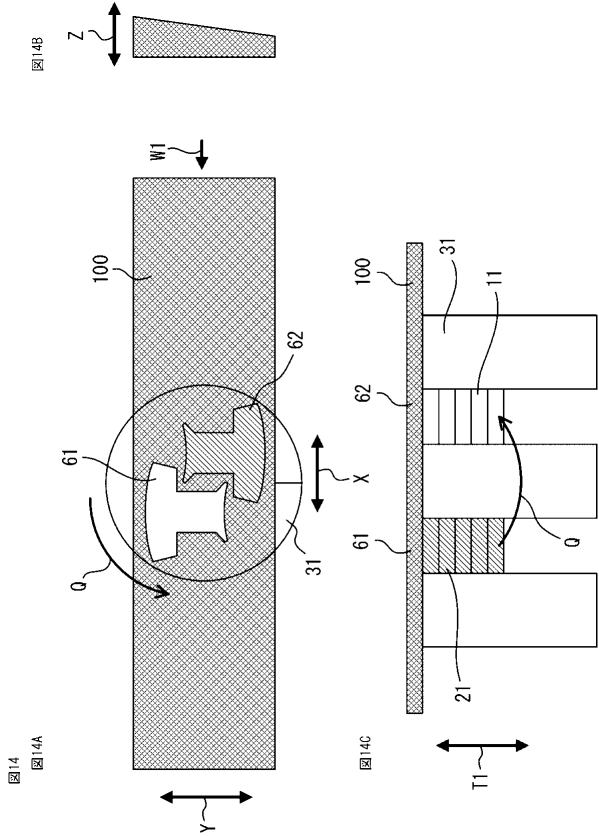
40

50

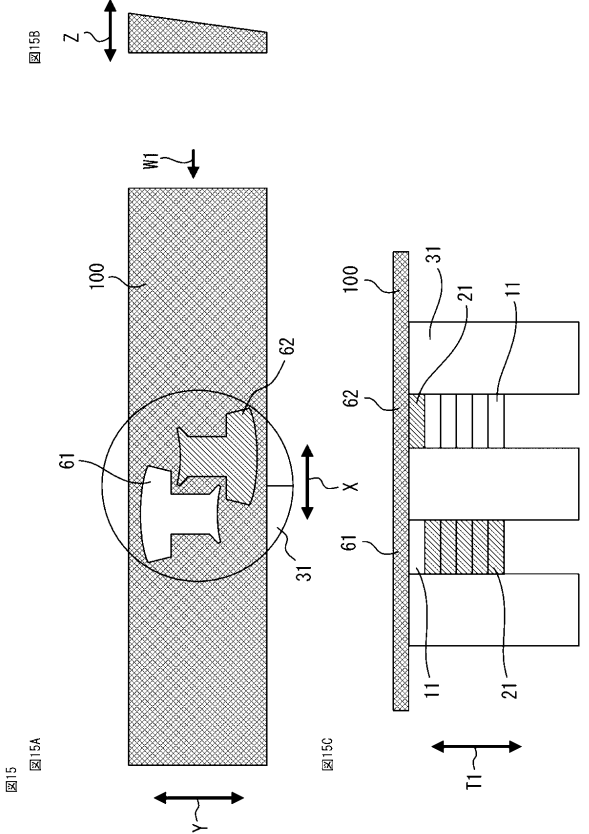
【図 1 3】



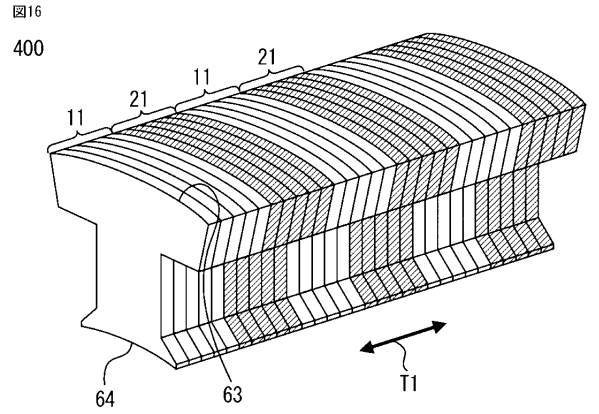
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



10

20

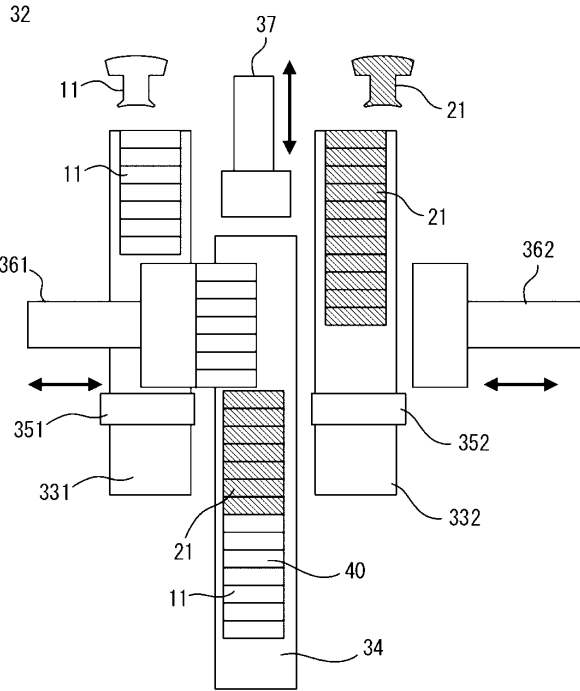
30

40

50

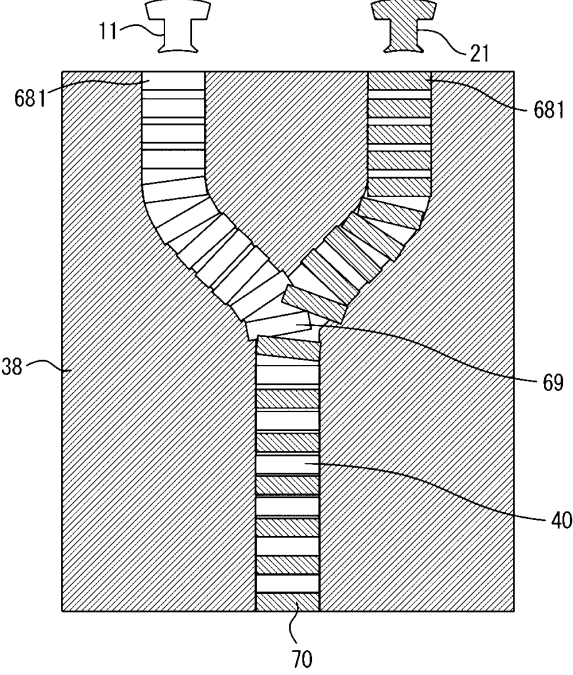
【図 1 7】

図17



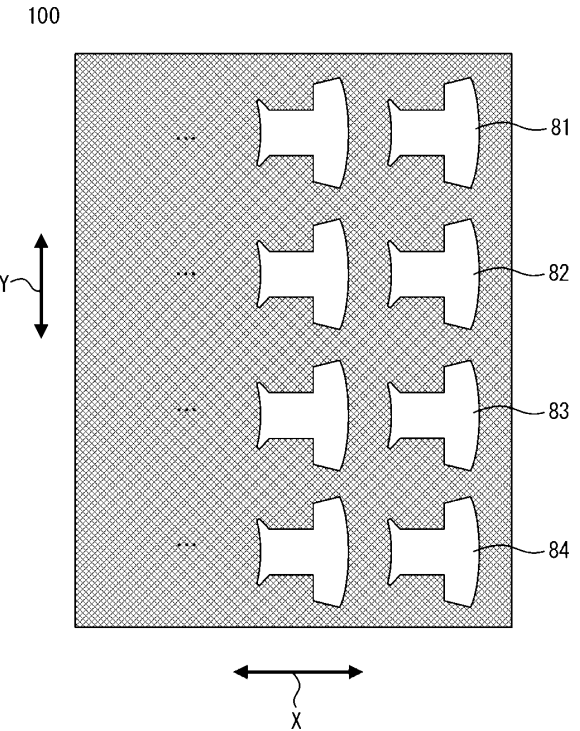
【図 1 8】

図18



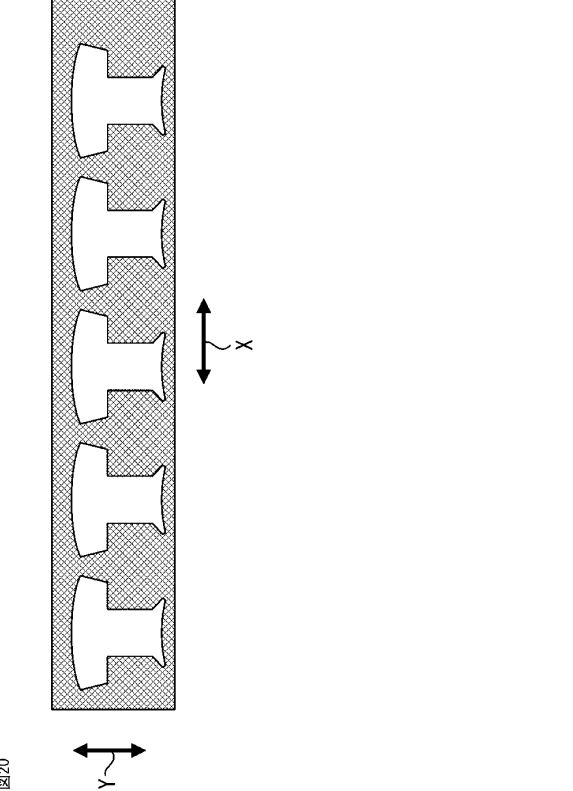
【図 1 9】

図19



【図 2 0】

図20



10

20

30

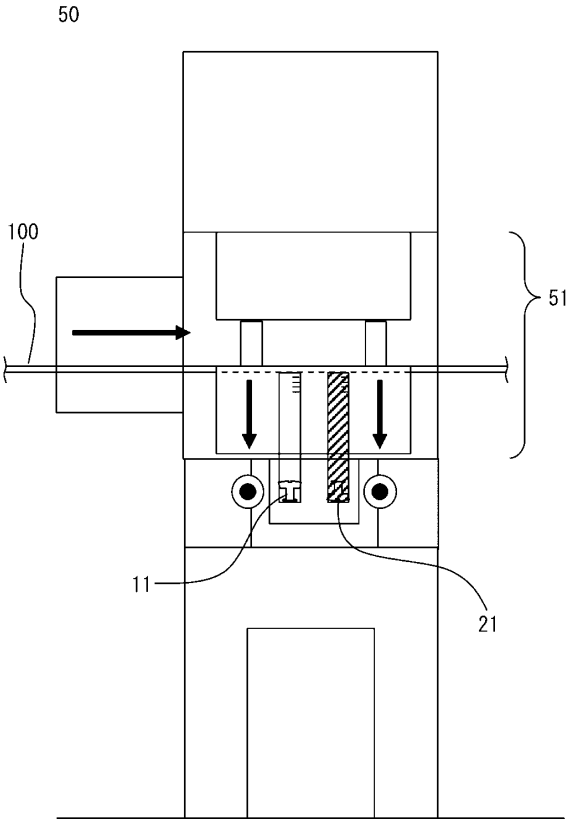
40

50



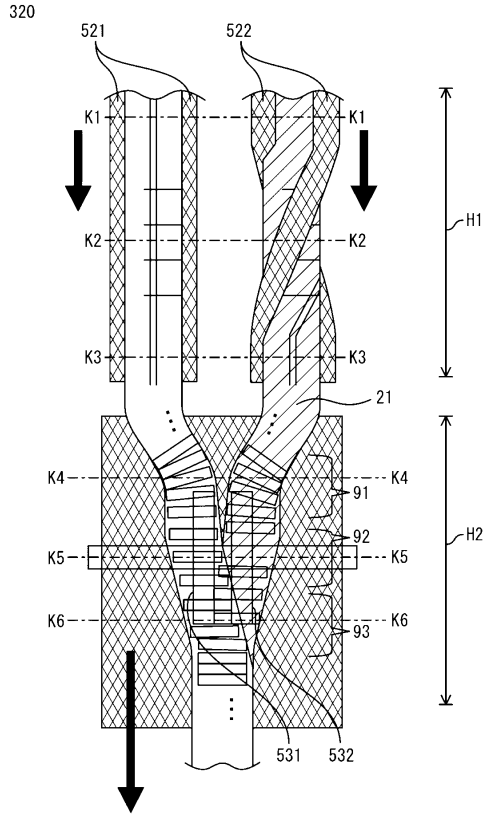
【図 2 1】

図21



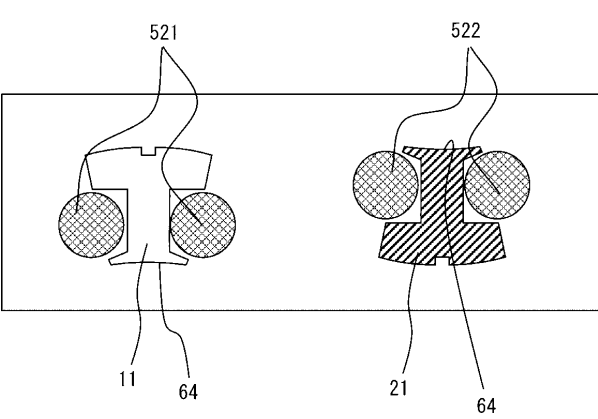
【図 2 2】

図22



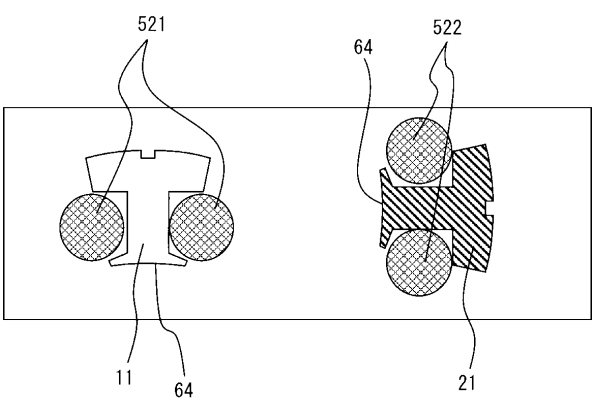
【図 2 3】

図23



【図 2 4】

図24



10

20

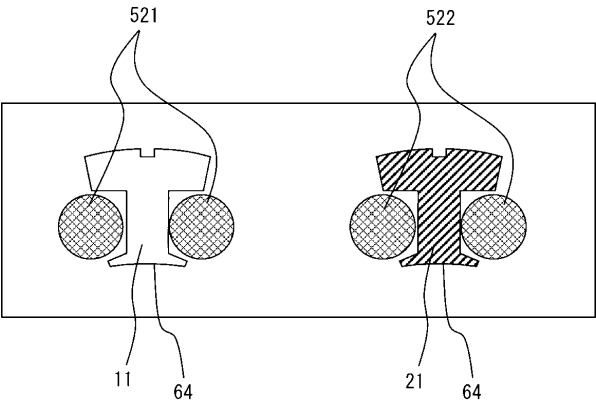
30

40

50

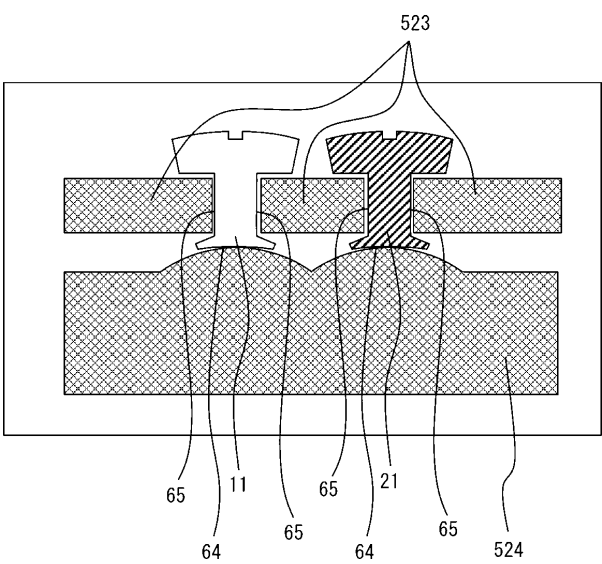
【図 2 5】

図25



【図 2 6】

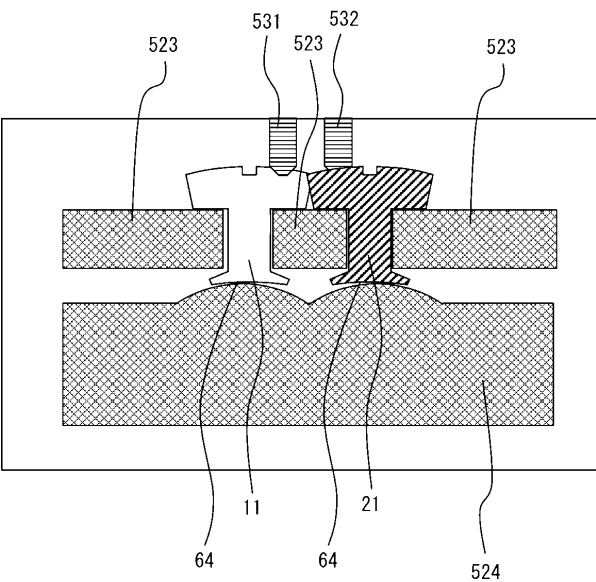
図26



10

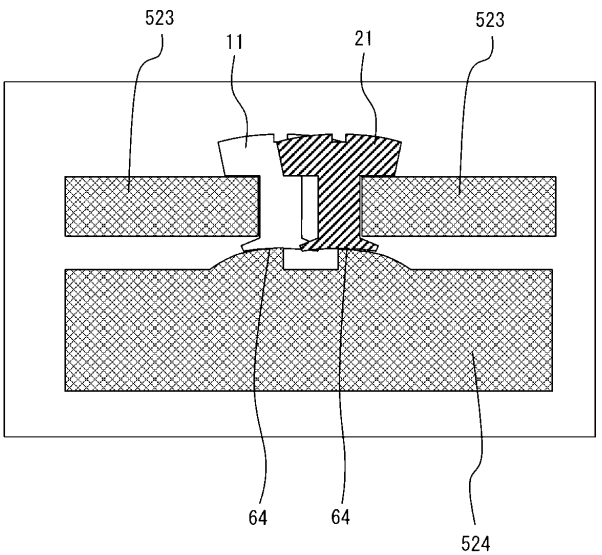
【図 2 7】

図27



【図 2 8】

図28



20

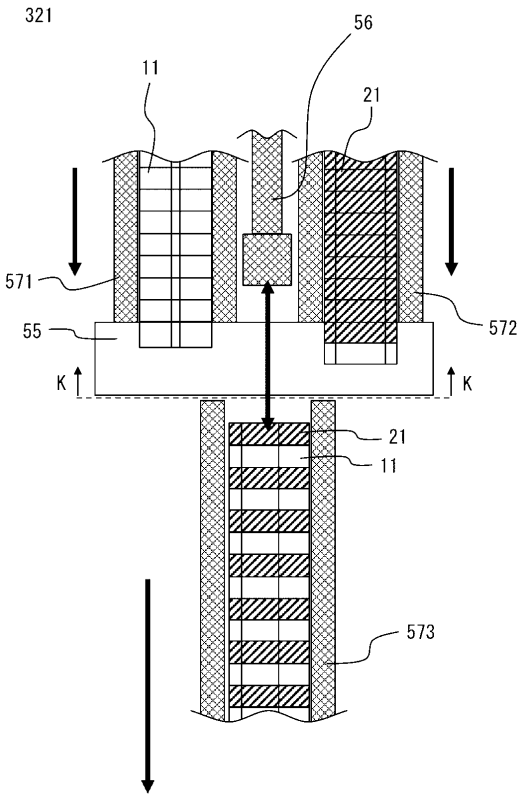
30

40

50

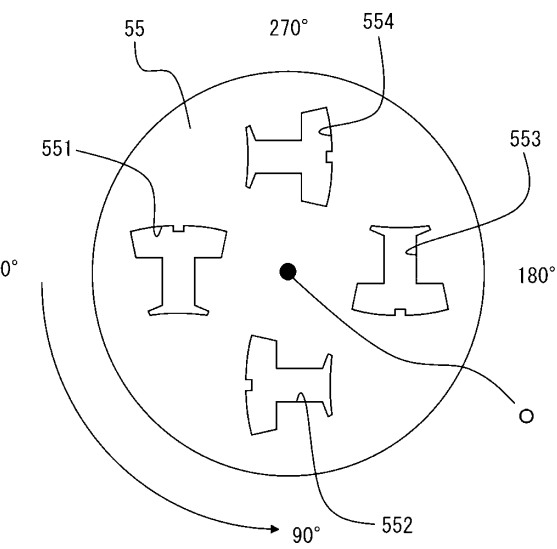
【図 29】

図29



【図 30】

図30



10

20

30

40

50

フロントページの続き

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  
(72)発明者 竹田 誉  
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  
(72)発明者 ▲高▼須 敦也  
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  
審査官 尾家 英樹  
(56)参考文献 特開平09-216020(JP,A)  
特開2007-028799(JP,A)  
特開2010-233436(JP,A)  
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H02K 1/00- 1/34  
H02K 15/00- 15/95