

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-100537  
(P2009-100537A)

(43) 公開日 平成21年5月7日(2009.5.7)

| (51) Int.Cl.                | F I            | テーマコード (参考) |
|-----------------------------|----------------|-------------|
| <b>HO2K 15/02 (2006.01)</b> | HO2K 15/02 E   | 5H601       |
| <b>HO2K 1/22 (2006.01)</b>  | HO2K 15/02 K   | 5H615       |
| <b>HO2K 1/27 (2006.01)</b>  | HO2K 1/22 A    | 5H622       |
|                             | HO2K 1/27 501K |             |

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2007-269084 (P2007-269084)  
(22) 出願日 平成19年10月16日 (2007.10.16)

(71) 出願人 000003218  
株式会社豊田自動織機  
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地  
(74) 代理人 100068755  
弁理士 恩田 博宣  
(74) 代理人 100105957  
弁理士 恩田 誠  
(72) 発明者 米良 実  
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会  
社豊田自動織機内  
(72) 発明者 深作 博史  
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会  
社豊田自動織機内

最終頁に続く

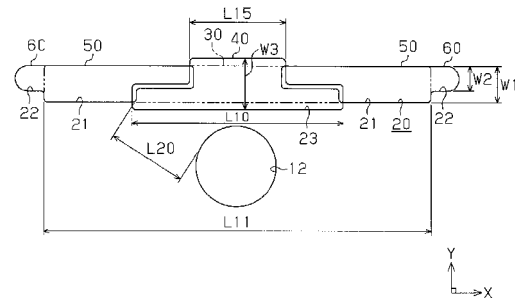
(54) 【発明の名称】 永久磁石付き回転子における鉄心の製造方法および鉄心

(57) 【要約】

【課題】 金型強度保持とスロット位置精度を両立することができ、しかもトルク低下を抑えることができる永久磁石付き回転子における鉄心の製造方法および鉄心を提供する。

【解決手段】 鋼板における各スロット形成予定領域のうちの永久磁石の中央部分に対応する部分40を、全てのスロット形成予定領域について同時に打ち抜く(中央部分打抜工程)。その後、鋼板における各スロット形成予定領域のうちの永久磁石の両端部分に対応する部分50を、全てのスロット形成予定領域について同時に打ち抜き、かつ、同時に鋼板にリベット穴12を形成する(両端部分打抜工程)。打ち抜く部分40は、打ち抜く部分50と一部が重なるとともに、打ち抜く部分50よりもスロットの延設方向Xに直交する方向Yでの幅が広く、かつ、リベット穴12に遠い側が近い側よりもスロットの延設方向Xに短い。

【選択図】 図6



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

鋼板を積層して構成した積層鉄心における前記鋼板には、複数の細長いスロットが形成され、前記スロットの端部が前記鋼板の外周面に接近して形成され、当該各スロットに細長い断面形状の永久磁石がそれぞれ挿入される永久磁石付き回転子における鉄心の製造方法であって、

鋼板における各スロット形成予定領域のうちの永久磁石の中央部分に対応する部分を、全てのスロット形成予定領域について同時に打ち抜く中央部分打抜工程と、

前記鋼板における各スロット形成予定領域のうちの永久磁石の両端部分に対応する部分を、全てのスロット形成予定領域について同時に打ち抜き、かつ、同時に前記鋼板に貫通孔または窪みを形成する両端部分打抜工程と、

を有し、前記中央部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分は、前記両端部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分と一部が重なるとともに、前記両端部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分よりもスロットの延設方向に直交する方向での幅が広く、かつ、前記貫通孔または窪みに遠い側が近い側よりもスロットの延設方向に短いことを特徴とする永久磁石付き回転子における鉄心の製造方法。

## 【請求項 2】

前記中央部分打抜工程の後に前記両端部分打抜工程を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の永久磁石付き回転子における鉄心の製造方法。

## 【請求項 3】

前記各スロットには永久磁石が、前記スロットにおける両端をフラックスバリアとして残した状態でそれぞれ挿入される永久磁石付き回転子における鉄心の製造方法であって、

前記両端部分打抜工程において、前記鋼板における各スロット形成予定領域のうちの永久磁石の両端部分およびフラックスバリアに対応する部分を、全てのスロット形成予定領域について同時に打ち抜くことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の永久磁石付き回転子における鉄心の製造方法。

## 【請求項 4】

鋼板を積層して構成した積層鉄心における前記鋼板には、複数の細長いスロットが形成され、前記スロットの端部が前記鋼板の外周面に接近して形成され、当該各スロットに細長い断面形状の永久磁石がそれぞれ挿入される永久磁石付き回転子における鉄心であって、

前記鋼板におけるスロットは、永久磁石の中央部分に対応する第 1 部分と、永久磁石の両端部分に対応する第 2 部分を有し、各スロット同時に打ち抜かれる第 1 部分は、第 1 部分とは異なるタイミングで各スロット同時に打ち抜かれる第 2 部分よりもスロットの延設方向に直交する方向での幅が広く、かつ、第 2 部分と同じタイミングで鋼板に形成する貫通孔または窪みに遠い側が近い側よりもスロットの延設方向に短いことを特徴とする永久磁石付き回転子における鉄心。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、永久磁石付き回転子における鉄心の製造方法および鉄心に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

永久磁石付き回転子の一例を図 8, 9 を用いて説明する。図 8 は永久磁石付き回転子 100 の断面を示し、図 9 は永久磁石 120 の配置箇所を示す。図 8, 9 において積層鉄心における鋼板 110 には、六角形の各辺に対応する部位に各辺に沿って延びるスロット 115 が形成され、各スロット 115 に永久磁石 120 がそれぞれ挿入されている。

## 【0003】

ここで、積層鉄心を構成する鋼板 110 の形成の際には、図 10 に示すように、鋼板 P

S に対し、6つのスロット115を1回の打ち抜きにて形成する（例えば特許文献1）。

あるいは、鋼板PSに対し、図11に示すように6つのスロットのうちの1個おきに配するスロット115a, 115b, 115cを第1工程で同時に打ち抜き、図12に示すように残りの3つのスロット115d, 115e, 115fを第2工程で同時に打ち抜く（例えば特許文献2）。このように、各3つのスロット115a, 115b, 115cおよび115d, 115e, 115fを2工程にわたり打ち抜く。

【特許文献1】特開2002-84722号公報

【特許文献2】特開2006-115613号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

スロット115の端部と鋼板110の外周面との間隔について言及すると、図13に示すように回転子およびステータによる磁気回路としての第1の永久磁石 第2の永久磁石ステータ（ステータティース） 第1の永久磁石を通る磁束に対し、各永久磁石における漏れ磁束を少なくする必要から、図8のスロット115の端部と鋼板110の外周面との間隔L100を高精度に小さくする必要がある。

【0005】

ところが、図10で説明したように6つのスロット115を同時に打ち抜くと、6つのスロット115の位置精度は高いが、金型強度が維持できず金型破損を招く可能性がある。詳しくは、図14, 15に示すように、スロットの端部と鋼板の外周面とは位置精度を必要とする箇所であり、6つのスロットを同時に打ち抜けば位置精度は確保できるがパンチによるプレス荷重を支持するため金型強度が不足してしまう。

【0006】

一方、図11, 12で説明したように各3つのスロット115a, 115b, 115cおよび115d, 115e, 115fを2工程にわたり打ち抜くと、金型強度を確保することができるが、位置精度が悪く第1工程と第2工程でスロット位置のずれが発生してモータ特性の悪化を招いてしまう。

【0007】

本発明は、このような背景の下になされたものであり、その目的は、金型強度保持とスロット位置精度を両立することができ、しかもトルク低下を抑えることができる永久磁石付き回転子における鉄心の製造方法および鉄心を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

請求項1に記載の発明は、鋼板を積層して構成した積層鉄心における前記鋼板には、複数の細長いスロットが形成され、前記スロットの端部が前記鋼板の外周面に接近して形成され、当該各スロットに細長い断面形状の永久磁石がそれぞれ挿入される永久磁石付き回転子における鉄心の製造方法であって、鋼板における各スロット形成予定領域のうちの永久磁石の中央部分に対応する部分を、全てのスロット形成予定領域について同時に打ち抜く中央部分打抜工程と、前記鋼板における各スロット形成予定領域のうちの永久磁石の両端部分に対応する部分を、全てのスロット形成予定領域について同時に打ち抜き、かつ、同時に前記鋼板に貫通孔または窪みを形成する両端部分打抜工程と、を有し、前記中央部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分は、前記両端部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分と一部が重なるとともに、前記両端部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分よりもスロットの延設方向に直交する方向での幅が広く、かつ、前記貫通孔または窪みに遠い側が近い側よりもスロットの延設方向に短いことを要旨とする。

【0009】

これにより、スロットの端部は精度が必要な部分であり、この精度が必要な部分のみを同時に打ち抜くことによりスロット位置精度を確保できる。また、両端部分打抜工程では永久磁石の中央部分に対応する部分でも金型プレス荷重を支持しており、金型の強度を保

10

20

30

40

50

持することができる。また、中央部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分は両端部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分と一部が重なることにより、2つの工程の位置ずれを吸収することができる。さらに、中央部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分は両端部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分よりもスロットの延設方向に直交する方向での幅が広いので、2つの工程の位置ずれを吸収することができる。さらには、中央部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分は、貫通孔または窪みに遠い側が近い側よりもスロットの延設方向に短いので、短くしない場合には空洞となっていた部分に鉄心があるので磁気抵抗を減らして磁束が通りやすくトルクの低下を抑えることができる。また、両端部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分と、貫通孔または窪みとの距離を確保して金型強度を確保することができる。

10

**【0010】**

請求項2に記載のように、請求項1に記載の永久磁石付き回転子における鉄心の製造方法において中央部分打抜工程の後に両端部分打抜工程を行うようにしてもよい。

請求項3に記載のように、請求項1または2に記載の永久磁石付き回転子における鉄心の製造方法において前記各スロットには永久磁石が、前記スロットにおける両端をフラックスバリアとして残した状態でそれぞれ挿入される永久磁石付き回転子における鉄心の製造方法であって、前記両端部分打抜工程において、前記鋼板における各スロット形成予定領域のうちの永久磁石の両端部分およびフラックスバリアに対応する部分を、全てのスロット形成予定領域について同時に打ち抜くようにしてもよい。

20

**【0011】**

請求項4に記載の発明は、鋼板を積層して構成した積層鉄心における前記鋼板には、複数の細長いスロットが形成され、前記スロットの端部が前記鋼板の外周面に接近して形成され、当該各スロットに細長い断面形状の永久磁石がそれぞれ挿入される永久磁石付き回転子における鉄心であって、前記鋼板におけるスロットは、永久磁石の中央部分に対応する第1部分と、永久磁石の両端部分に対応する第2部分を有し、各スロット同時に打ち抜かれる第1部分は、第1部分とは異なるタイミングで各スロット同時に打ち抜かれる第2部分よりもスロットの延設方向に直交する方向での幅が広く、かつ、第2部分と同じタイミングで鋼板に形成する貫通孔または窪みに遠い側が近い側よりもスロットの延設方向に短いことを要旨とする。

30

**【0012】**

これにより、スロットの端部は精度が必要な部分であり、この精度が必要な部分のみを同時に打ち抜くことによりスロット位置精度を確保できる。また、永久磁石の両端部分に対応する第2部分を打ち抜く際には永久磁石の中央部分に対応する第1部分でも金型プレス荷重を支持しており、金型の強度を保持することができる。また、第1部分は第2部分よりもスロットの延設方向に直交する方向での幅が広いので、第1部分の打ち抜きと第2部分の打ち抜きの際の位置ずれを吸収することができる。

**【0013】**

また、各スロット同時に打ち抜かれる第1部分は、第2部分と同じタイミングで鋼板に形成する貫通孔または窪みに遠い側が近い側よりもスロットの延設方向に短いので、短くしない場合には空洞となっていた部分に鉄心であるので磁気抵抗を減らして磁束が通りやすくトルクの低下を抑えることができる。また、第2部分と貫通孔または窪みとの距離を確保して金型強度を確保することができる。

40

**【発明の効果】****【0014】**

本発明によれば、金型強度保持とスロット位置精度を両立することができる、しかもトルク低下を抑えることができる。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0015】**

以下、本発明を具体化した一実施形態を図面に従って説明する。

50

図 1 には、本実施形態における永久磁石付き回転子 1 の縦断面を示す。図 1 での A - A 線での断面を図 2 に示す。

【 0 0 1 6 】

図 1 において、積層鉄心 1 0 は、図 2 に示すように鋼板 1 0 a を積層して構成されている。図 1 の積層鉄心 1 0 における鋼板 1 0 a には、かしめ部（窪み）1 1 が 6 箇所形成され、図 2 に示すように、鋼板 1 0 a を重ねたときに鋼板 1 0 a のかしめ部 1 1 が係合して鋼板 1 0 a を結束させている。さらに、図 1 の積層鉄心 1 0 における鋼板 1 0 a にはリベット穴 1 2 が 6 箇所形成され、このリベット穴 1 2 にはリベット 1 3 が嵌挿されている。つまり、図 2 に示すように積層鉄心 1 0 の両面に端板 P 1 , P 2 を配置し、積層鉄心 1 0 および端板 P 1 , P 2 を貫通するリベット 1 3 にて固定して積層鉄心 1 0 を結束させている。

10

【 0 0 1 7 】

さらに、図 1 の積層鉄心 1 0 の中心部にはシャフト用貫通孔 1 4 が形成され、この貫通孔 1 4 には回転軸（シャフト）1 5 が嵌挿されている。

図 1 において、積層鉄心 1 0 における鋼板 1 0 a には、複数の細長いスロット 2 0 が形成されている。詳しくは、スロット 2 0 は正六角形の各辺に対応する部位において各辺に沿って延びている。各スロット 2 0 には、断面が長方形の永久磁石 3 0 が挿入されている。各スロット 2 0 の端部が鋼板 1 0 a の外周面に近接して形成されている。図 1 においてスロット 2 0 の端部と鋼板 1 0 a の外周面との距離 L 1 は 0 . 6 mm 程度である。リベット穴 1 2（リベット 1 3）はスロット 2 0 の延設方向での中央部から回転子 1 の中心に向かって一定距離だけ離間した位置に設けられている。

20

【 0 0 1 8 】

図 3 は、スロット付近の拡大図である。各スロット 2 0 に関して、図 3 に示すように、スロット 2 0 は、永久磁石 3 0 の両端部分に対応する部分 2 1 と、この部分 2 1（永久磁石 3 0 における両端）から延びるフラックスバリア 2 2 と、永久磁石 3 0 の中央部分に対応する部分 2 3 からなる。スロット 2 0 の延設方向 X に直交する方向 Y での幅 W 1 , W 2 , W 3 について、スロット 2 0 における永久磁石の両端部分に対応する部分 2 1 での幅 W 1 は永久磁石 3 0 の幅よりも若干大きくなっている。また、スロット 2 0 における永久磁石の両端部分に対応する部分 2 1 での幅 W 1 よりも永久磁石における両端から延びるフラックスバリア 2 2 での幅 W 2 の方が狭くなっており（W 1 > W 2）、この段差により、断面が長方形の永久磁石 3 0 が移動不能に支持されている。このように、各スロット 2 0 には、細長い断面形状の永久磁石 3 0 が、スロット 2 0 における両端をフラックスバリアとして残した状態でそれぞれ挿入されている。

30

【 0 0 1 9 】

また、永久磁石の両端部分に対応する部分 2 1 の幅 W 1 よりも、永久磁石の中央部分に対応する部分 2 3 の幅 W 3 の方が広がっている（W 1 < W 3）。これにより、スロット 2 0 における永久磁石の両端部分に対応する部分 2 1 において永久磁石 3 0 が位置決めされている。

【 0 0 2 0 】

また、永久磁石の中央部分に対応する部分 2 3 について、スロットの延設方向 X においてリベット穴 1 2 に対し近い側の長さ L 1 0 と、遠い側の長さ L 1 5 とは、近い側の長さ L 1 0 に比べて遠い側の長さ L 1 5 が小さくなっている（L 1 0 > L 1 5）。このようにして、永久磁石の中央部分に対応する部分 2 3 は、リベット穴 1 2 に遠い側が近い側よりもスロットの延設方向 X に短くなっている。

40

【 0 0 2 1 】

具体的には、例えば、永久磁石の中央部分に対応する部分 2 3 におけるリベット穴 1 2 に近い側の長さ L 1 0 は 8 mm 程度であり、リベット穴 1 2 に遠い側の長さ L 1 5 は 5 mm 程度である。永久磁石の中央部分に対応する部分 2 3 および永久磁石の両端部分に対応する部分 2 1 の全長 L 1 1 は 2 0 mm 程度である。L 1 5 / L 1 0 = 0 . 5 であるとよい。また、長さ L 1 0 , L 1 5 は金型強度が許す限り小さくするのがよい。

50

## 【 0 0 2 2 】

次に、永久磁石付き回転子における鉄心の製造方法について説明する。

図 4 に示すように、鋼板 P S を用意し、第 1 工程として 1 回目のプレス加工にて、各スロット形成予定領域のうちの永久磁石の中央部分に対応する部分 4 0 を、全てのスロット形成予定領域について同時に打ち抜く。また、この中央部分打抜工程においてかしめ部 1 1 を同時に形成する。スロットについて図 6 で説明すると、各スロット形成予定領域のうちの永久磁石の中央部分に対応する部分 4 0 は凸型形状をなし、この凸型形状部分 4 0 を、全てのスロット形成予定領域について同時に打ち抜く。この中央部分打抜工程においてはスロットの位置精度は必要ない。

## 【 0 0 2 3 】

さらに、図 5 に示すように、第 2 工程として 2 回目のプレス加工にて、鋼板 P S における各スロット形成予定領域のうちの永久磁石の両端部分に対応する部分 5 0 およびフラックスバリアに対応する部分 6 0 を、全てのスロット形成予定領域について同時に打ち抜く。この両端部分打抜工程で打ち抜く部分 5 0 , 6 0 と、中央部分打抜工程で打ち抜く部分 4 0 について、図 6 に示すように、中央部分打抜工程で打ち抜く部分 4 0 と両端部分打抜工程で打ち抜く部分 5 0 とは一部が重なり、かつ、中央部分打抜工程で打ち抜く部分 4 0 は両端部分打抜工程で打ち抜く部分 5 0 ( 6 0 ) よりもスロットの延設方向 X に直交する方向 Y での幅が広い。さらに、中央部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分 4 0 は、リベット穴 1 2 に遠い側が近い側よりもスロットの延設方向 X に短い。例えば、永久磁石の中央部分に対応する部分 4 0 の幅 W 3 は、永久磁石の両端部分に対応する部分 5 0 の幅 W 1 に比べて 0 . 4 mm 程度大きくなっている。また、この両端部分打抜工程において、図 5 に示すように、リベット穴 1 2 も同時に形成する。

## 【 0 0 2 4 】

その結果、スロットの端部は精度が必要な部分であり、この精度が必要な部分のみを第 2 工程としての両端部分打抜工程において同時に打ち抜くことによりスロット位置精度を確保できる。また、図 5 に示すように、金型プレス荷重を、スロット間の 6 箇所と、永久磁石の中央部分に対応する部分 ( 6 箇所 ) の計 1 2 箇所を支持している。つまり、両端部分打抜工程では永久磁石の中央部分に対応する部分でも金型プレス荷重を支持している。よって、金型強度を確保することができる。さらに、図 6 に示すように、中央部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分 4 0 は両端部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分 5 0 と一部が重なることにより、打ち抜き箇所の端部同士をオーバーラップすることによって第 1 工程としての中央部分打抜工程と第 2 工程としての両端部分打抜工程の 2 つの工程の位置ずれ ( 型ずれ ) を吸収することができる。さらには、中央部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分 4 0 は両端部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分 5 0 ( 6 0 ) よりもスロットの延設方向 X に直交する方向 Y での幅が広いので、2 つの工程の位置ずれ ( 型ずれ ) を吸収することができる。

## 【 0 0 2 5 】

また、中央部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分 4 0 は、リベット穴 1 2 に遠い側が近い側よりもスロットの延設方向 X に短くなっており、このように打ち抜き形状を工夫することによりトルク低下を抑制することができる。つまり、比較例として図 7 に示すように中央部分打抜工程で打ち抜く部分 7 0 についてスロットの延設方向 X においてリベット穴 1 2 に対し遠い側での長さが近い側での長さと同じである場合 ( 即ち、短くしない場合 ) には鉄心のない空洞となっており、これが磁気抵抗となってトルクが低下する。これに対し、本実施形態ではトルクに寄与する領域の鉄心を残すようにすることにより、短くしない場合には空洞となっていた部分に鉄心があるので図 1 3 の回転子およびステータによる磁気回路における磁気抵抗を減らして磁束が通りやすくできトルクの低下を抑えることができる。また、モータトルク低下を抑えるには図 7 の長さ L 3 0 をできるだけ小さくする必要がある。しかし、図 5 において部分 5 0 , 6 0 とリベット穴 1 2 は同時に打ち抜くので、図 7 での長さ L 3 0 を小さくすると金型強度に影響するリベッ

10

20

30

40

50

ト穴 12 と部分 50 ( 21 ) との距離 L 20 までも小さくなる。そのため、金型強度の確保のためには長さ L 30 をあまり小さくできない。そこで本実施形態では図 6 に示すように  $L 15 < L 10$  と設定することにより部分 50 ( 21 ) とリベット穴 12 との距離を確保して金型強度を確保しつつモータのトルク低下を抑えることができる。

【 0026 】

このようにして、6つのスロットを分割抜きにて製造することにより金型強度と位置精度を両立させることができる。つまり、永久磁石を挿入するスロットを永久磁石の中央部と両端部に分割して打ち抜くこととし、第 1 工程では永久磁石の中央部での打ち抜きを同時に行い、第 2 工程では永久磁石の両端部での打ち抜きを同時に行い、金型強度を保持しつつスロット位置精度が向上する効果を得る（モータ特性への影響を抑えることができる）。また、打ち抜き形状を工夫することにより磁気抵抗を減らして磁束が通りやすくトルクの低下を抑えることができる。

10

【 0027 】

図 5 の状態から、さらに、次工程でシャフト用貫通孔 14 を形成するプレス加工を行うとともに、鉄心の外形形状を作るプレス加工を行う（図 5 で K 1 で示すラインで打ち抜く）。

【 0028 】

そして、鋼板を積層して配置するとともに永久磁石 30 をスロット 20 に挿入する。さらに、鉄心の両側に端板 P 1 , P 2 ( 図 2 参照 ) を配し、この端板 P 1 , P 2 を含めて積層した鉄心を貫通するリベット 13 により支持する。

20

【 0029 】

さらに、鉄心 10 に回転軸 15 を焼き嵌めにて固定する。

上記実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

( 1 ) 永久磁石付き回転子における鉄心の製造方法として、図 4 に示すごとく中央部分打抜工程と、図 5 に示すごとく両端部分打抜工程の 6 スロット分割抜きとし、かつ、図 6 に示すごとく中央部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分 40 は、両端部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分 50 と一部が重なるとともに、両端部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分 50 よりもスロットの延設方向 X に直交する方向 Y での幅が広く、かつ、貫通孔としてのリベット穴 12 に遠い側が近い側よりもスロットの延設方向 X に短い。よって、金型強度保持とスロット位置精度を両立することができ、しかもトルク低下を抑えることができる。

30

【 0030 】

( 2 ) 両端部分打抜工程において、永久磁石の両端部分に対応する部分 50 に加えてフラックスバリアに対応する部分 60 を、全てのスロット形成予定領域について同時に打ち抜くことにより、フラックスバリアも容易に形成できる。

【 0031 】

( 3 ) 永久磁石付き回転子における鉄心として、図 3 に示すごとく鋼板 10 a におけるスロット 20 は、永久磁石の中央部分に対応する第 1 部分 23 と、永久磁石の両端部分に対応する第 2 部分 21 を有し、各スロット同時に打ち抜かれる第 1 部分 23 は、第 1 部分 23 とは異なるタイミングで各スロット同時に打ち抜かれる第 2 部分 21 よりもスロットの延設方向 X に直交する方向 Y での幅が広く、かつ、第 2 部分 21 と同じタイミングで鋼板 10 a に形成するリベット穴 12 に遠い側が近い側よりもスロットの延設方向 X に短い。そして、スロット 20 における永久磁石の両端部分に対応する第 2 部分 21 において永久磁石 30 を位置決めしている。よって、スロット 20 の端部は精度が必要な部分であり、この精度が必要な部分のみを同時に打ち抜くことによりスロット位置精度を確保でき、また、永久磁石の両端部分に対応する第 2 部分 21 を打ち抜く際には永久磁石の中央部分に対応する第 1 部分 23 でも金型プレス荷重を支持しており、金型の強度を保持することができる。また、第 1 部分 23 は第 2 部分 21 よりもスロット 20 の延設方向 X に直交する方向 Y での幅が広いので、第 1 部分 23 の打ち抜きと第 2 部分 21 の打ち抜きの際の位置ずれを吸収することができる。さらに、両側で永久磁石 30 を支持し中央部分が永久磁

40

50

石 30 よりも幅広となっており、永久磁石 30 とは接していない。これにより、以下に説明する効果を奏する。回転軸（シャフト）15 は積層鉄心 10 の貫通孔 14 に焼き嵌めにて嵌入固定するが、このとき、鉄心 10 が変形してスロット 20 が曲がり（弓なりになり）、永久磁石 30 が破損するおそれがある。あるいは、焼き嵌め後に永久磁石 30 をスロット 20 に挿入する場合において、焼き嵌め時に鉄心 10 が変形してスロット 20 が曲がり（弓なりになり）、焼き嵌め後に永久磁石 30 をスロット 20 に挿入できなくなるおそれがある。これに対し、本実施形態においてはスロット 20 の中央部が幅広となっているので、焼き嵌め時の変形を吸収することができる。即ち、径方向に応力が加わった際に第 1 部分 23 において変形を吸収して応力を緩和することができる。これにより、鉄心 10 の変形を抑制して（スロット 20 の曲がりを抑制して）、永久磁石 30 の破損を防止することができる。あるいは、焼き嵌め後に永久磁石 30 をスロット 20 に挿入する場合において、焼き嵌め時の鉄心 10 の変形（スロット 20 が曲がり）を抑制して、焼き嵌め後に永久磁石 30 をスロット 20 に挿入することができる。

10

#### 【0032】

また、各スロット同時に打ち抜かれる第 1 部分 23 は、第 2 部分 21 と同じタイミングで鋼板に形成する貫通孔としてのリベット穴 12 に遠い側が近い側よりもスロットの延設方向 X に短いので、短くしない場合には空洞となっていた部分に鉄心であるので磁気抵抗を減らして磁束が通りやすくトルクの低下を抑えることができる。また、第 2 部分 21 とリベット穴 12 との距離を確保して金型強度を確保することができる。

20

#### 【0033】

実施形態は前記に限定されるものではなく、例えば、次のように具体化してもよい。

図 4 の中央部分打抜工程の後に図 5 の両端部分打抜工程を行うようにしたが、両端部分打抜工程の後に中央部分打抜工程を行ってもよい。

#### 【0034】

図 1 では正六角形の各辺に対応する部位に、各辺に沿って延びるスロット 20 が形成されているが、これに代わり、他の正多角形、例えば、正四角形の各辺に対応する部位に、各辺に沿って延びるスロットが形成されていてもよいし、他にも、同心円上に所定角度ごとに円周上に延びるスロットが形成されていてもよい。要は、細長いスロットの端部が鋼板の外周面に近接して形成された鉄心に適用することができる。

30

#### 【0035】

また、各スロット 20 に永久磁石 30 が挿入された状態においてスロット 20 における両端に空隙（フラックスバリア）が残ったが、スロット 20 における両端に空隙（フラックスバリア）が残らない鉄心に適用してもよい。

#### 【0036】

また、両端部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分 50（60）とリベット穴 12 を同時に形成したが、リベット穴 12 以外にも軽量化のための穴部（貫通孔）でもよく、あるいは、かしめ部（窪み）でもよい。この場合、同様に部分 50 と軽量化のための穴部（貫通孔）又はかしめ部（窪み）との距離を確保して金型強度を確保しつつモータのトルク低下を抑えることができる。

40

#### 【0037】

また、中央部分打抜工程でスロット形成予定領域において打ち抜く部分 40 は、リベット穴（貫通孔）12 に遠い側を近い側よりもスロットの延設方向 X に短くしたが、リベット穴 12 以外にも軽量化のための穴部（貫通孔）でもよく、あるいは、かしめ部（窪み）でもよい。このように、鋼板 10a を積層して構成した積層鉄心を結束させるための穴や窪み、あるいは軽量化用穴であってもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0038】

【図 1】本実施形態における永久磁石付き回転子の縦断面図。

【図 2】図 1 での A - A 線での断面図。

【図 3】磁石配置箇所での永久磁石付き回転子の拡大図。

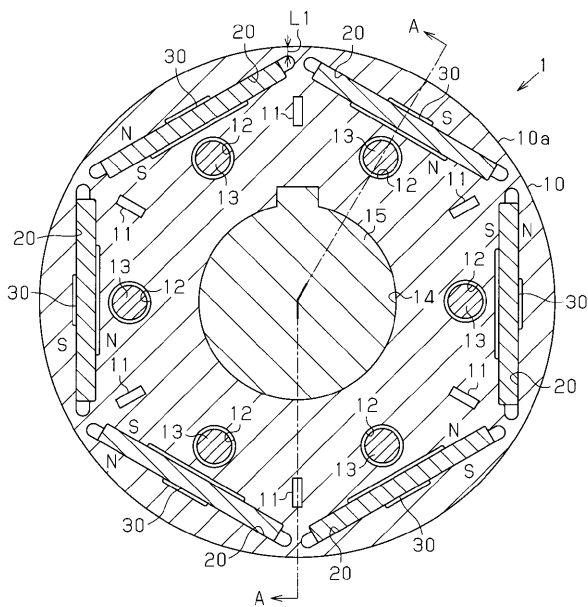
50

- 【図4】 製造方法を説明するための平面図。
- 【図5】 製造方法を説明するための平面図。
- 【図6】 製造方法を説明するための拡大図。
- 【図7】 比較のための製造方法を説明するための拡大図。
- 【図8】 背景技術を説明するための永久磁石付き回転子の断面図。
- 【図9】 磁石配置箇所での永久磁石付き回転子の拡大図。
- 【図10】 製造方法を説明するための平面図。
- 【図11】 製造方法を説明するための平面図。
- 【図12】 製造方法を説明するための平面図。
- 【図13】 磁束の流れを示す説明図。
- 【図14】 プレス加工時の平面図。
- 【図15】 図14のA - A線での断面図。
- 【符号の説明】

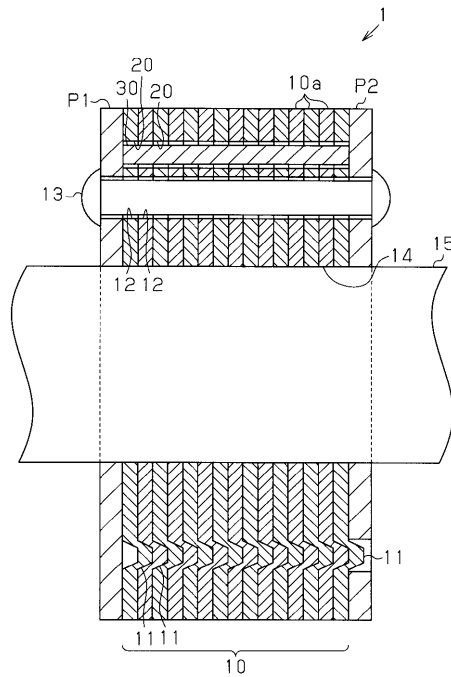
【0039】

10 ... 積層鉄心、10a ... 鋼板、20 ... スロット、21 ... 永久磁石の両端部分に対応する部分（第2部分）、22 ... フラックスバリア、23 ... 永久磁石の中央部分に対応する部分（第1部分）、30 ... 永久磁石、40 ... 永久磁石の中央部分に対応する部分、50 ... 永久磁石の両端部分に対応する部分、60 ... フラックスバリアに対応する部分。

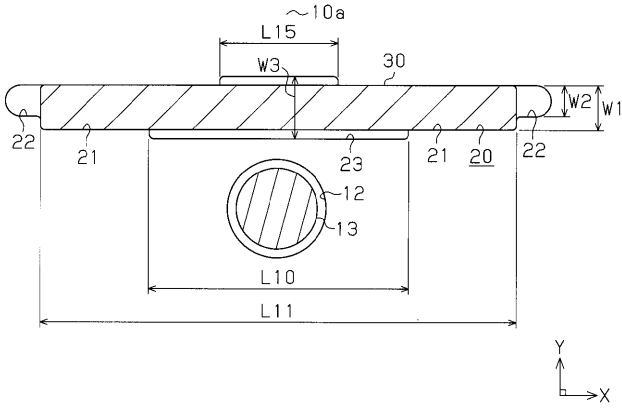
【図1】



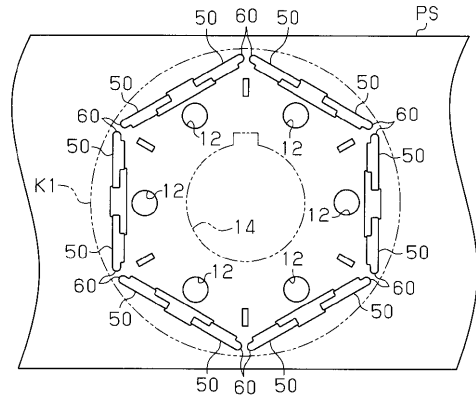
【図2】



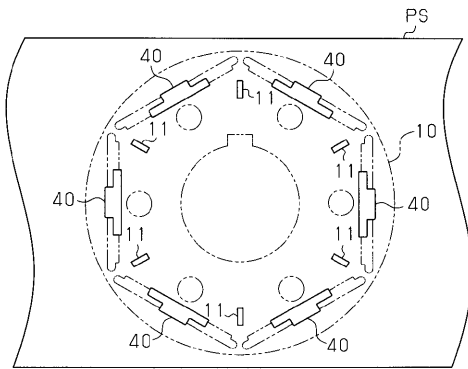
【 図 3 】



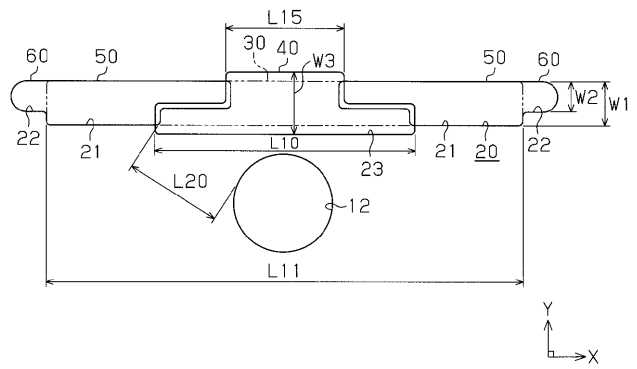
【 図 5 】



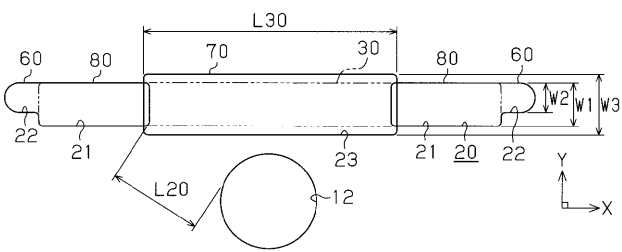
【 図 4 】



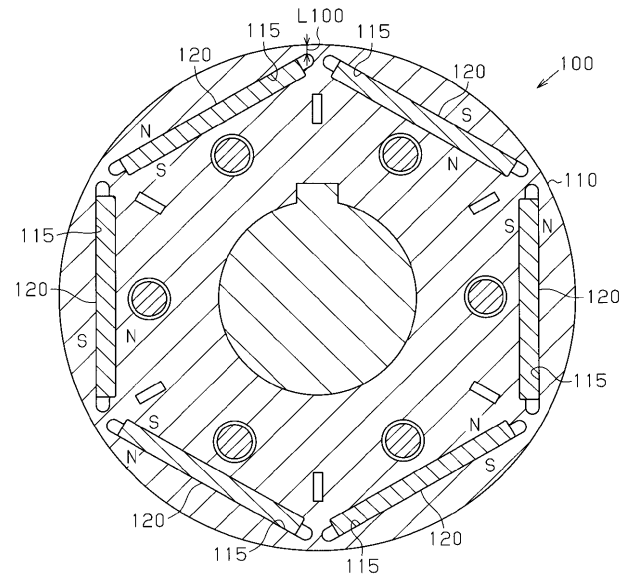
【 図 6 】



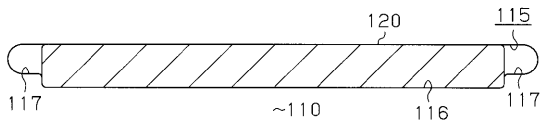
【 図 7 】



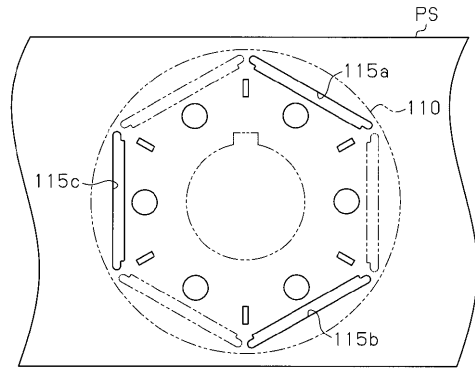
【 図 8 】



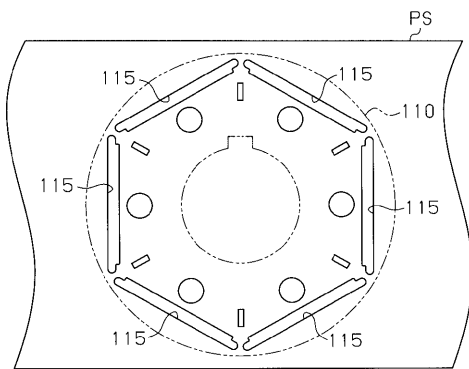
【図9】



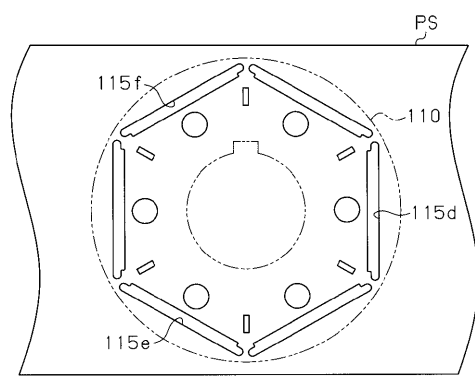
【図11】



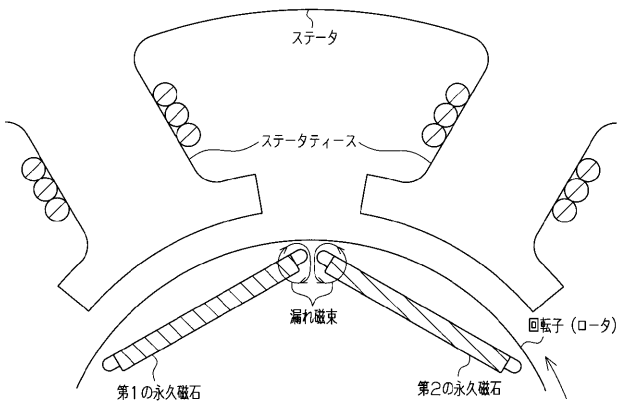
【図10】



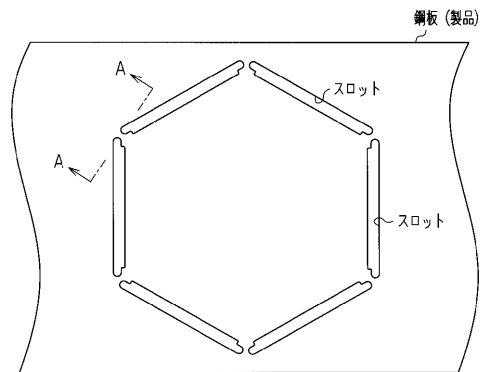
【図12】



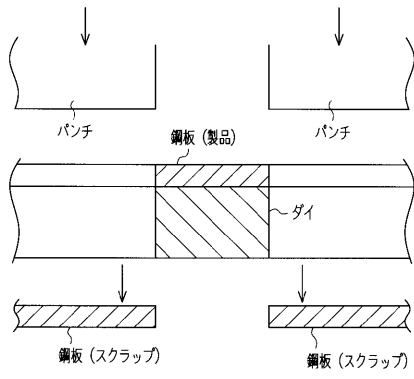
【図13】



【図14】



【 図 1 5 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 安谷屋 拓

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

Fターム(参考) 5H601 AA08 AA09 AA29 CC01 CC15 DD01 DD09 DD11 DD18 EE15  
EE16 GA02 GA24 GA25 GA32 GA39 JJ05 KK01 KK13 KK30  
5H615 AA01 BB01 BB14 PP02 PP07 SS03 SS05 SS13  
5H622 AA03 CA02 CA07 CA10 CB03 CB05 PP10 PP11