

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-184820

(P2020-184820A)

(43) 公開日 令和2年11月12日(2020.11.12)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
 H02K 1/16 (2006.01) H02K 1/16 C 5H601

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2019-87416 (P2019-87416)  
 (22) 出願日 令和1年5月7日(2019.5.7)

(71) 出願人 390008235  
 ファナック株式会社  
 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358  
 〇番地  
 (74) 代理人 110002103  
 特許業務法人にじいろ特許事務所  
 (72) 発明者 杉本 靖典  
 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358  
 〇番地ファナック株式会社内  
 Fターム(参考) 5H601 AA16 AA22 CC01 CC02 DD01  
 DD11 EE39 GA02 GA37 GA39  
 GB05 GB13 GB22 GB28 GB34  
 GB42 GE10 JJ06 JJ10

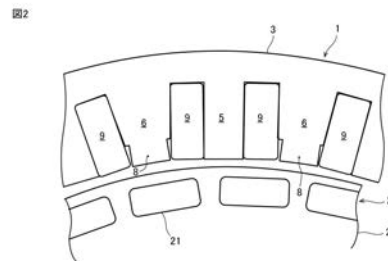
(54) 【発明の名称】 固定子及び固定子を備えた電動機

(57) 【要約】

【課題】 コイルの放熱性を確保しながらコギングトルクの悪化を抑えることができる電動機の固定子が望まれている。

【解決手段】 電動機の固定子1は、円筒形状の固定子鉄心3を有する。固定子鉄心3の内周面には周方向に沿って、第1、第2のコア歯5、6が交互に配列される。第2のコア歯6は固定子鉄心3の中心軸に垂直な断面形状が第1のコア歯5の断面形状と異なる。第1のコア歯5にはコイル9が組み付けられる。第1のコア歯5と第2のコア歯6の一方にはコイル9が組み付けられる。第2のコア歯6の幅は先端部分とそれより後方の部分との境界で段差又は曲面をもって狭められている。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

円筒形状の固定子鉄心と、  
前記固定子鉄心の内周面に周方向に沿って配列される第 1 のコア歯と、  
前記固定子鉄心の内周面に周方向に沿って前記第 1 のコア歯と交互に配列される、前記固定子鉄心の中心軸に垂直な断面形状が前記第 1 のコア歯の断面形状と異なる第 2 のコア歯と、

前記第 1 のコア歯と前記第 2 のコア歯の一方に組み付けられるコイルとを具備し、  
前記第 2 のコア歯の幅は先端部分とそれより後方の部分との境界で段差又は曲面をもって狭められる、固定子。

10

**【請求項 2】**

前記第 2 のコア歯の先端の幅は前記第 1 のコア歯の先端の幅と同一である、請求項 1 記載の固定子。

**【請求項 3】**

前記第 2 のコア歯の先端部分は前記第 1 のコア歯の先端部分と同形状且つ同寸法である、請求項 1 又は 2 記載の固定子。

**【請求項 4】**

前記第 1 のコア歯は長方形の断面形状を有し、前記第 2 のコア歯は台形の断面形状を有する、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項記載の固定子。

**【請求項 5】**

前記第 2 のコア歯の先端部分は前記第 1 のコア歯の先端部分と同じ幅であって、該幅が所定の奥行き長だけ継続する形状である、請求項 4 記載の固定子。

20

**【請求項 6】**

前記第 2 のコア歯は、前記第 1 のコア歯と前記第 2 のコア歯との間のスロットが平行スロットになるように前記断面形状を有する、請求項 1 記載の固定子。

**【請求項 7】**

前記第 2 のコア歯の先端部分は非磁性体のキャップで被覆される、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項記載の固定子。

**【請求項 8】**

前記キャップは特定材料のフィラーを添加して熱伝導性を向上させたエポキシ樹脂である、請求項 7 記載の固定子。

30

**【請求項 9】**

前記キャップは弾性を有する、請求項 7 記載の固定子。

**【請求項 10】**

請求項 1 乃至 9 のいずれか一項記載の固定子を備える電動機。

**【請求項 11】**

円筒形状の固定子鉄心と、  
前記固定子鉄心の内周面に周方向に沿って配列される、前記固定子鉄心の中心軸に垂直な断面形状が異なる複数種類のコア歯と、

前記コア歯に組み付けられるコイルとを具備し、  
前記複数種類のコア歯のうち特定種類のコア歯の先端部分の形状に対して他の種類のコア歯の先端部分が同形状且つ同寸法になるように前記他の種類のコア歯の幅は前記先端部分とそれより後方の部分との境界で段差又は曲面をもって狭められる、固定子。

40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、固定子及び固定子を備えた電動機に関する。

**【背景技術】****【0002】**

モータやジェネレータなどの電動機には回転磁界を発生させて回転子を回転させる固定

50

子が設けられている。例えば図 8 に示すように固定子 101 は略円筒形状の固定子鉄心 103 を有する。固定子鉄心 103 の内周面には周方向に沿って例えば長方形のコア歯 105 が配列される。隣り合うコア歯 105 の間のスロット 107 にコイル 109 が挿入され、コア歯 105 に組み付けられる。

【0003】

このコイル 109 に電流が流れるとその抵抗に応じて発熱し、コイル 109 の温度が上昇する。コイル 109 の温度が過度に上昇すると、コイル被膜が破壊され、ショートおよび発熱等の不具合が生じる恐れがある。そのためにコイル 109 を冷却する必要がある。コイル 109 の冷却の一部はコア歯 105 を通じて固定子鉄心 103 へ放熱することにより行われている。

10

【0004】

図 8 に示すように固定子鉄心 103 の中心軸に垂直な断面形状が長方形であるコア歯 105 が一様に配列される構造では、コイル 109 はその内側においてコア歯 105 に接するので放熱性は高いものの、コイル 109 の外側においてはコア歯 105 との間に隙間が生じるので放熱性は低下してしまう。

【0005】

図 9 に示すように固定子鉄心 103 の内周面に周方向に沿って断面形状が長方形のコア歯 105 と、断面形状が台形のコア歯 106 とが交互に配列される構造もある（例えば特許文献 1 参照）。この構造ではコイル 109 の両側においてコア歯 105 に接するので高い放熱性が確保され得る。

20

【0006】

放熱性の観点では図 9 に示した長方形コア歯 105 と台形コア歯 106 との交互配列構造が、図 8 に示した長方形コア歯 105 の一様配列構造に比べて有利である。図 10 に示すように、回転子 120 の永久磁石 121 と台形コア歯 106 の側面との間の距離が、永久磁石 121 と長方形コア歯 105 の側面との間の距離よりも近くなるため、回転子 120 の永久磁石 121 から台形コア歯 106 が受ける磁気吸引力  $F_2$  は、長方形コア歯 105 が回転子 120 の永久磁石 121 から受ける磁気吸引力  $F_1$  よりも強くなる。したがって図 11 に示すように、長方形コア歯 105 と台形コア歯 106 との交互配列構造は長方形コア歯 105 の一様配列構造に比べてコギングトルクが悪化する反面性がある。

電動機の固定子においてはコイル放熱性能とコギングトルクとはトレードオフの関係にあった。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特表 2009-528811 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

コイルの放熱性を確保しながらコギングトルクの悪化を抑えることができる電動機の固定子が望まれている。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

本開示の一態様に係る電動機の固定子は、円筒形状の固定子鉄心を有する。固定子鉄心の内周面には周方向に沿って第 1 のコア歯が配列される。固定子鉄心の内周面には周方向に沿って第 1 コア歯と交互に第 2 のコア歯が配列される。第 2 のコア歯は、固定子鉄心の中心軸に垂直な断面形状が第 1 のコア歯の断面形状と異なる。第 1 のコア歯と第 2 のコア歯の一方にはコイルが組み付けられる。第 2 のコア歯の幅は先端部分とそれより後方の部分との境界で段差又は曲面をもって狭められる。

【発明の効果】

【0010】

50

本態様によれば、第1コア歯の側面にコイルを接することができるとともに、第2コア歯の先端部分はコイルとの間に間隙があげられて接することができないものの、先端部分より後方の部分においてはコイルを第2コア歯に接することができる。それにより第2コア歯のほぼ全域にわたってコイルとの間に隙間が生じる場合よりも、コイルの放熱性を向上させることができる。

【0011】

また、第1のコア歯の先端の幅と第2のコア歯の先端の幅とは同一であり、第2のコア歯の先端部分が第1のコア歯の先端部分と同形状であるので、第2コア歯と回転子の磁石との間の磁気吸引力を、第1コア歯と回転子の磁石との間の磁気吸引力に近似させることができる。それによりコギングトルクの悪化を抑えることができる。

10

【0012】

さらに単に第1、2コア歯の先端部分を同形状にしたのではなく、第2のコア歯の先端部分の側面がえぐることにより第2のコア歯の先端部分を第1のコア歯の先端部分と同形状にしたことにより、第2コア歯の先端部分は細くなり、それによりコイルの挿入作業性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】一実施形態に係る電動機の固定子の一部分の斜視図である。

【図2】図1の電動機の一部の断面図である。

【図3】図1の長方形コア歯と台形コア歯の拡大断面図である。

20

【図4】本実施形態に係る固定子のコイル放熱性に関する説明補足図である。

【図5】図1の台形コア歯、長方形コア歯それぞれの回転子の永久磁石から受ける磁気吸引力を示す図である。

【図6】本実施形態に係る固定子によるコギングトルクを示す図である。

【図7】図1の台形コア歯を被覆するキャップを示す図である。

【図8】従来の長方形コア歯の一樣配列構造におけるコイルの放熱性に関する説明補足図である。

【図9】従来の長方形コア歯と台形コア歯との交互配列構造におけるコイルの放熱性に関する説明補足図である。

【図10】図9の台形コア歯と長方形コア歯それぞれと回転子の永久磁石との間の磁気吸引力を示す図である。

30

【図11】図9、図10それぞれの固定子によるコギングトルクを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照しながら本実施形態に係る固定子及び該固定子を備える電動機を説明する。

図1、図2、図3に示すように、固定子1は永久磁石21を備える回転子2とともに電動機を構成する。固定子1は、略円筒形状の固定子鉄心3を有し、その内側に回転子2が収容される。回転子2は、中心に回転軸が貫通された略円柱形の鉄心20と、鉄心20の周方向に沿って等間隔に配列される永久磁石21とを備える。

40

【0015】

固定子鉄心3の内周面には、固定子鉄心3の中心軸Rに垂直な断面形状が異なる複数種類、ここでは2種類の第1、第2のコア歯5, 6が中心軸Rに向かって突設される。第1、第2のコア歯5, 6は固定子鉄心3の周方向に沿って交互に配列される。第1のコア歯5と第2のコア歯6は、それぞれの中心線C1、C2は円筒半径に一致するように、固定子鉄心3の中心軸Rを中心として放射状に配列される。第1、第2のコア歯5, 6の間隙(スロット)7にはコイル9が挿入され、第1のコア歯5に組み付けられる。コイル9は第2のコア歯6に組み付けられてもよい。

【0016】

第1のコア歯5どうしは同形且つ同寸であり、第2のコア歯6どうしも同形且つ同寸で

50

ある。第 2 のコア歯 6 は第 1 のコア歯 5 に対して異形である。典型的には第 1 のコア歯 5 の固定子鉄心 3 の中心軸 R に垂直な断面形状は長方形である。第 1 のコア歯 5 は、回転子 2 に対峙する先端の幅 W 1 が半径外側方向（奥方向）に向かって一定である。

【 0 0 1 7 】

一方、第 2 のコア歯 6 は、第 2 のコア歯 6 の側面とその隣の第 1 のコア歯 5 の側面とが平行になり、それらの間のスロット 7 が平行スロットをなすように、概略台形の断面形状を有している。その上底の幅 W 2 は第 1 のコア歯 5 の先端の幅 W 1 と同一に構成され、その下底から先端に向かって連続的に幅が狭く台形形状をなしているものの、その幅は途中で段差をもって幅 W 2 に狭くなり、その幅 W 2 が先端まで継続する。幅が段差をもって狭くなっている位置から先端までの部分を先端部分 8 という。換言すると、第 2 のコア歯 6 は、その先端の幅 W 2 が所定の奥行き長までの範囲にわたって継続し、第 2 のコア歯 6 の先端部分 8 が第 1 のコア歯 5 の先端部分と同じ形状且つ同じ寸法になるように、その両側面が細く凹状にえぐられている。なお、第 2 のコア歯 6 の先端部分 8 とそれより後方の部分との境界は、段差をもって幅 W 2 に狭くなると説明したが、曲面をもって緩やかに幅 W 2 に狭くなるように形成されてもよい。

10

【 0 0 1 8 】

第 1 のコア歯 5 にはコイル 9 として長方形コイルが組み付けられる。第 2 のコア歯 6 に組付けられる場合、コイル 9 は台形コイルとされる。ここでは前者の例で説明する。いずれの場合であっても、コイル 9 の一方の側面が全域にわたって第 1 のコア歯 5 の側面に接し、一方、コイル 9 の他方の側面は先端部分 8 より後方の部分において第 2 のコア歯 6 の側面に接する。なお、実際にはコイル 9 と第 1、第 2 のコア歯 5、6 との間には絶縁紙が介在される。

20

【 0 0 1 9 】

図 4 に示すように凹状にえぐられている先端部分 8 においては、コイル 9 との間に隙間が生じて接しないものの、先端部分 8 よりも半径外側（奥側）の部分においてはコイル 9 は第 2 のコア歯 6 の側面に接するので、図 8 に示したようなコイル 9 がその全域にわたって第 2 のコア歯 6 の側面と隙間が空いて接しない構造に比して、コイル 9 の放熱性は向上する。

【 0 0 2 0 】

また第 1 のコア歯 5 は断面形状が長方形であるのでその両側面が中心線 C 1 と同じく円筒半径に対して平行を示しており、それと同様に第 2 のコア歯 6 は先端部分 8 に限りその両側面が円筒半径に対して平行になり、しかも両者の幅も等価に構成される。図 5 に示すように、第 1 のコア歯 5 の先端付近の側面上のある位置に着目すると、その着目位置と回転子 2 がある位相にあるときの永久磁石 2 1 との間の最短距離 D 1 に対して、第 2 のコア歯 6 の先端付近の側面上の着目位置に同じ位置と永久磁石 2 1 との間の最短距離 D 2 とは同一になる。この距離 D 2 は、第 2 のコア歯 6 の先端部分 8 の両側面を凹状にえぐっていない図 9 の構造の場合のそれに比してえぐられた深度に応じて短くなる。従って第 1 のコア歯 5 の先端付近の側面上の着目位置と永久磁石 2 1 との距離が回転子 2 の位相変位とともに変動するが、それに対して第 2 のコア歯 6 の先端付近の側面上の対応位置と永久磁石 2 1 との距離の変動はほぼ等価になる。

30

40

【 0 0 2 1 】

磁気吸引力は距離も 2 乗に反比例するので、第 2 のコア歯 6 が永久磁石 2 1 から受ける磁気吸引力 F 3 は、第 1 のコア歯 5 が永久磁石 2 1 から受ける磁気吸引力 F 1 よりも大きいものの、図 9 の構造の場合の磁気吸引力 F 2 より小さくなる。

【 0 0 2 2 】

従って図 6 に示すように本実施形態に係る長方形の第 1 のコア歯 5 と先端部分が断面長方形をなすよう凹状にえぐられた台形の第 2 のコア歯 6 とが交互配列された構造のコギングトルクは、図 8 に示した長方形コア歯が一様に配列された構造のコギングトルクより悪化するものの、図 9 に示した長方形コア歯と先端部分が凹状にえぐられていない台形コア歯との交互配列構造のコギングトルクより抑えられ得る。

50

## 【 0 0 2 3 】

なお、第 2 のコア歯 6 の先端部分 8 を長くすることによりコギングトルクの悪化はより効果的に抑えられ、長方形コア歯が一様に配列された構造のコギングトルクに近似するが、それに反して、コイル 9 が第 2 のコア歯 6 の先端部分 8 の側面に接する範囲が狭くなり、放熱性は低下する。第 2 のコア歯 6 の凹状にえぐられる先端部分 8 の長さ L は、コギングトルクと放熱性とのバランスを考慮して決定される。

## 【 0 0 2 4 】

第 2 のコア歯 6 の先端部分 8 を凹状にえぐることなく、第 1 のコア歯 5 の先端部分を台形状に幅広に拡張して、両者の先端形状を同形状且つ同寸法に構成する場合も、コギングトルクを抑えることができる。しかし、本実施形態では、第 2 のコア歯 6 の先端部分 8 を凹状にえぐって、第 1 のコア歯 5 の先端部分と同形状且つ同寸法に構成したことにより、コイル 9 の挿入作業を効率化することが可能となる。

10

## 【 0 0 2 5 】

図 7 に示すように、コイル 9 の脱落を防止するために第 2 のコア歯 6 の先端部分 8 をキャップ 11 で被覆してもよい。キャップ 11 の材料としてはコギングトルクに影響を与えないように非磁性体樹脂であり、より具体的には Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlN、BN、BeO 等のフィラーを添加して熱伝導性を向上させたエポキシ樹脂、弾性を備えた EVA 樹脂又はその他の樹脂が用いられる。前者であれば放熱性を向上させることができ、また後者であればコイル 9 の脱落を効果的に防止することができる。キャップ 11 は第 2 のコア歯 6 の凹状にえぐった先端部分 8 とコイル 9 との間の隙間を埋めるよう角錐台の外形を備えた短筒体に予め成形して第 2 のコア歯 6 に被せた後にコイル 9 を挿入するようにしてもよいし、コイル 9 を第 1 のコア歯 5 に挿入した後に第 2 のコア歯 6 の凹状にえぐった先端部分 8 とコイル 9 との間の隙間に注入し、硬化するようにしてもよい。

20

## 【 0 0 2 6 】

本発明の実施形態を説明したが、この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を意図したものではない。本実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

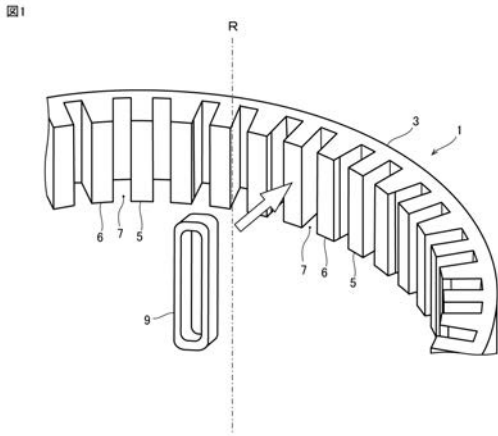
## 【 符号の説明 】

30

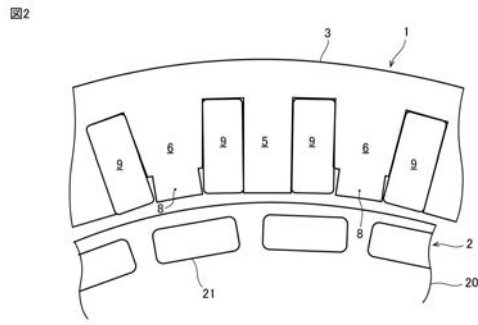
## 【 0 0 2 7 】

1・・・固定子、2・・・回転子、3・・・固定子鉄心、5・・・第 1 のコア歯、6・・・第 2 のコア歯、7・・・スロット、9・・・コイル。

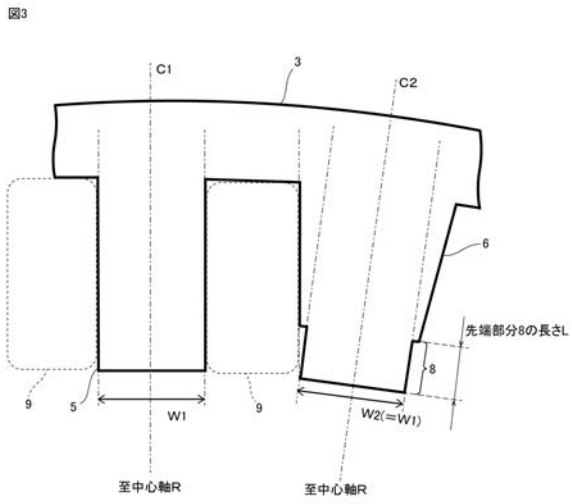
【 図 1 】



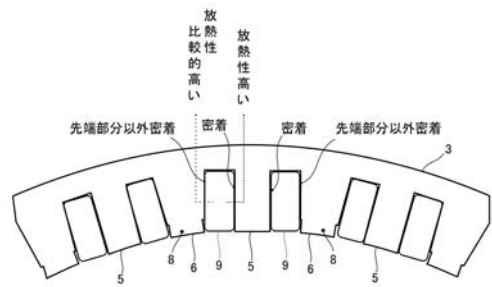
【 図 2 】



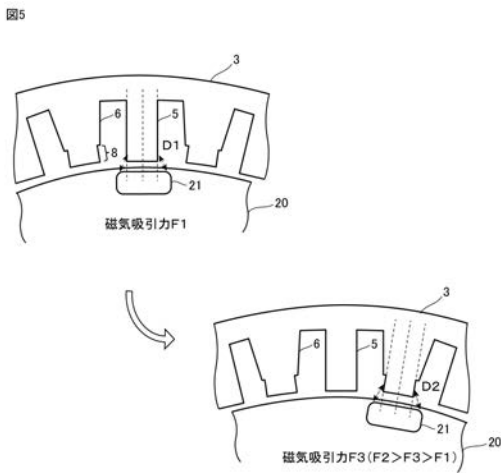
【 図 3 】



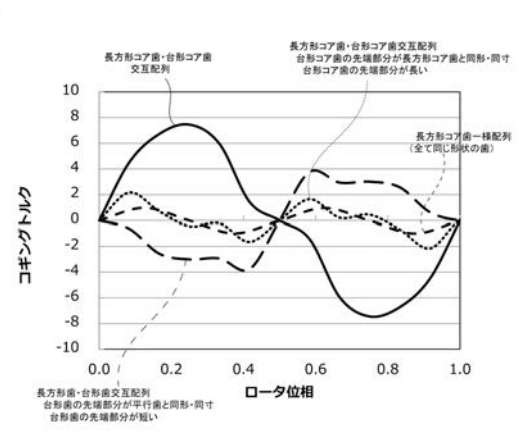
【 図 4 】



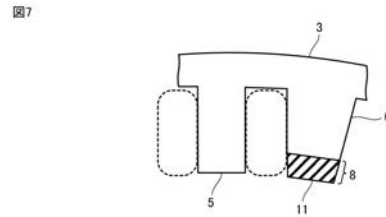
【 図 5 】



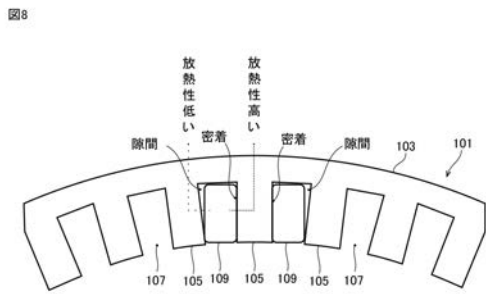
【 図 6 】



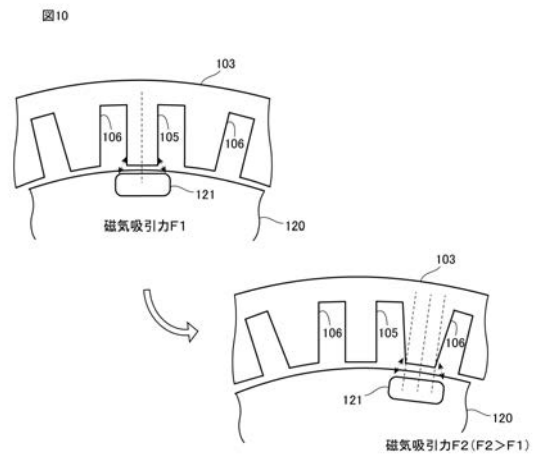
【 図 7 】



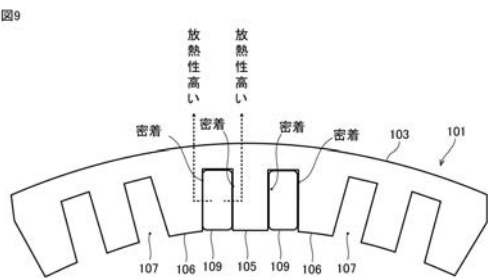
【 図 8 】



【 図 10 】



【 図 9 】



【 図 1 1 】

図11

