

(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2016-201960

(P2016-201960A)

(43) 公開日 平成28年12月1日(2016.12.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H02K 1/27 (2006.01)</b>	H02K 1/27 501M	5H601
<b>H02K 1/22 (2006.01)</b>	H02K 1/27 501K	5H622
	H02K 1/22 A	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2015-82519 (P2015-82519)  
 (22) 出願日 平成27年4月14日 (2015.4.14)

(71) 出願人 000004260  
 株式会社デンソー  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
 (74) 代理人 100080045  
 弁理士 石黒 健二  
 (74) 代理人 100124752  
 弁理士 長谷 真司  
 (74) 代理人 100155011  
 弁理士 生田 直子  
 (72) 発明者 角谷 勇人  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
 社デンソー内  
 Fターム(参考) 5H601 AA29 BB01 CC15 DD01 DD11  
 DD18 FF02 FF15 GA02 GA24  
 GA34  
 5H622 AA04 CA02 CA14 CB05 DD01

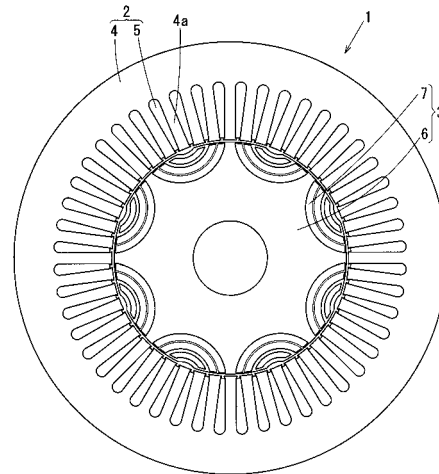
(54) 【発明の名称】 埋込磁石型モータ

(57) 【要約】

【課題】ロータ最内径側に配置される永久磁石7の耐減磁性を向上できる埋込磁石型モータを提供する。

【解決手段】ロータコア6には、ロータ半径方向に1極当たり3層のスリット8(ロータ最内径側より外径側に向かって順に第1スリット8a、第2スリット8b、第3スリット8c)が形成され、各スリット8の内部に永久磁石7が挿入されている。第1スリット8aと第2スリット8bとの間に設けられる第1磁路6aの幅(磁路幅A)が、第2スリット8bと第3スリット8cとの間に設けられる第2磁路6bの幅(磁路幅B)より小さく形成される。磁路幅Aを磁路幅Bより小さくすることで、磁路幅A=磁路幅Bの構成と比較して、ステータから第1磁路6aへ流れ込む磁束を抑制できる。これにより、第1スリット8aに挿入されるロータ最内径側の永久磁石7の中心部に加わる逆磁界が減少するので、磁石中心部の耐減磁性を向上することが可能である。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

回転磁界を発生するステータ(2)と、このステータ(2)の内周側に回転可能に配置されるロータ(3)とを備え、前記ロータ(3)の半径方向に1極あたり3層以上のスリット(8)が形成され、そのスリット(8)内に永久磁石(7)が埋め込まれる埋込磁石型モータ(1)であって、

前記3層以上のスリット(8)のうち前記ロータ(3)の最内径側に形成される前記スリット(8)を第1スリット(8a)と呼び、この第1スリット(8a)より一つ外径側に形成される前記スリット(8)を第2スリット(8b)と呼び、この第2スリット(8b)より一つ外径側に形成される前記スリット(8)を第3スリット(8c)と呼び、前記第1スリット(8a)と前記第2スリット(8b)との間に設けられる磁路を第1磁路(6a)と呼び、前記第2スリット(8b)と前記第3スリット(8c)との間に設けられる磁路を第2磁路(6b)と呼ぶ時に、

前記第1磁路(6a)の幅<前記第2磁路(6b)の幅であることを特徴とする埋込磁石型モータ。

## 【請求項 2】

請求項1に記載した埋込磁石型モータ(1)において、

前記スリット(8)を長手方向に分断して前記スリット(8)の内径側と外径側とを連結するブリッジ(9)を有し、前記第1スリット(8a)を分断する前記ブリッジ(9)を第1ブリッジ(9a)と呼び、前記第2スリット(8b)を分断する前記ブリッジ(9)を第2ブリッジ(9b)と呼ぶ時に、

前記第1ブリッジ(9a)の幅>前記第2ブリッジ(9b)の幅であることを特徴とする埋込磁石型モータ。

## 【請求項 3】

請求項1に記載した埋込磁石型モータ(1)において、

前記スリット(8)を長手方向に分断して前記スリット(8)の内径側と外径側とを連結するブリッジ(9)を有し、前記第1スリット(8a)を分断する前記ブリッジ(9)を第1ブリッジ(9a)と呼び、前記第2スリット(8b)を分断する前記ブリッジ(9)を第2ブリッジ(9b)と呼ぶ時に、

前記第1ブリッジ(9a)の幅=前記第1磁路(6a)の幅+前記第2ブリッジ(9b)の幅であることを特徴とする埋込磁石型モータ。

## 【請求項 4】

請求項1に記載した埋込磁石型モータ(1)において、

前記スリット(8)を長手方向に分断して前記スリット(8)の内径側と外径側とを連結するブリッジ(9)を有し、前記第1スリット(8a)を分断する前記ブリッジ(9)を第1ブリッジ(9a)と呼ぶ時に、

前記第1磁路(6a)の幅=前記第1ブリッジ(9a)の幅であることを特徴とする埋込磁石型モータ。

## 【請求項 5】

請求項1に記載した埋込磁石型モータ(1)において、

前記スリット(8)を長手方向に分断して前記スリット(8)の内径側と外径側とを連結するブリッジ(9)を有し、前記第1スリット(8a)を分断する前記ブリッジ(9)を第1ブリッジ(9a)と呼ぶ時に、

前記第1磁路(6a)の幅=2×前記第1ブリッジ(9a)の幅であることを特徴とする埋込磁石型モータ。

## 【請求項 6】

請求項1～5のいずれか一項に記載した埋込磁石型モータ(1)において、

前記スリット(8)および前記永久磁石(7)は、前記ロータ(3)の回転中心側に凸となる円弧形状を有することを特徴とする埋込磁石型モータ。

## 【請求項 7】

10

20

30

40

50

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載した埋込磁石型モータ ( 1 ) において、  
前記ロータ ( 3 ) の回転中心と磁極中心とを結ぶ方向を d 軸方向と定義した時に、  
前記永久磁石 ( 7 ) は、前記 d 軸方向と平行に着磁されていることを特徴とする埋込磁石型モータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロータの内部に永久磁石を埋め込んだ埋込磁石型モータに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ロータの回転中心側に向かって凸となる円弧形状のスリット内に永久磁石を埋め込んだ埋込磁石型モータが公知である。この埋込磁石型モータは、マグネットトルクとリラクタンストルクとを足し合わせた複合トルクを出力できるので、ネオジム磁石等の希土類磁石を使わずにフェライト磁石を使用しても強いトルク性能を得ることが可能である。

しかし、高トルク化を行うためには、可能な限り多くの磁石をスリット内に埋め込む必要があるため、磁石の両端部がロータの表面近くに配置されることになる。この場合、磁石端部がステータから逆磁界を受けやすくなり、且つ、ネオジム磁石に比べてフェライト磁石は保持力が低く減磁しやすいという背景もあるため、磁石の耐減磁性を確保することが必要となる。これに対し、特許文献 1 では、磁石の配向を d 軸方向と平行となるように着磁することで、ロータの表面近くに配置される磁石端部のパーミアンスを大きくして耐減磁性を向上させる技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 187802 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、一般的なラジアル着磁の場合は、配向方向に対する磁石の厚さが均一であるのに対し、d 軸方向と平行に着磁した場合は、配向方向に対する磁石の厚さが磁石中心部で最も薄くなり、パーミアンスが小さくなる。このため、ラジアル着磁の場合は、磁石隅部から減磁していくが、d 軸方向と平行に着磁した場合は、磁石中心部の方が磁石端部より減磁しやすくなる。また、図 8 に示すように、ステータ 2 に回転磁界が発生すると、回転磁界が作る磁束 ( 破線で示す ) がロータ最内径側の磁石 7 と、その一つ外側の磁石 7 との間の磁路 6 a に流れ込み、ロータ最内径側の磁石 7 に逆磁界として作用するため、パーミアンスが小さい磁石中心部が最も減磁しやすいと言った問題がある。

本発明は、上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的は、ロータ最内径側に配置される永久磁石の耐減磁性を向上できる埋込磁石型モータを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

請求項 1 に係る本発明は、回転磁界を発生するステータと、このステータの内周側に回転可能に配置されるロータとを備え、前記ロータの半径方向に 1 極あたり 3 層以上のスリットが形成され、そのスリット内に永久磁石が埋め込まれる埋込磁石型モータであって、前記 3 層以上のスリットのうち前記ロータの最内径側に形成される前記スリットを第 1 スリットと呼び、この第 1 スリットより一つ外径側に形成される前記スリットを第 2 スリットと呼び、この第 2 スリットより一つ外径側に形成される前記スリットを第 3 スリットと呼び、前記第 1 スリットと前記第 2 スリットとの間に設けられる磁路を第 1 磁路と呼び、前記第 2 スリットと前記第 3 スリットとの間に設けられる磁路を第 2 磁路と呼ぶ時に、前記第 1 磁路の幅 < 前記第 2 磁路の幅であることを特徴とする。

10

20

30

40

50

## 【0006】

上記の構成によれば、第1磁路の幅を第2磁路の幅より小さくすることにより、ステータから第1磁路へ流れ込む磁束を抑制できるので、ロータ最内径側の永久磁石に加わる逆磁界が減少する。その結果、ロータ最内径側の永久磁石の耐減磁性を向上することが可能である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0007】

- 【図1】実施例1に係るロータの1/4断面図である。  
【図2】実施例1に係る埋込磁石型モータの断面図である。  
【図3】実施例1に係る発明の効果を示すグラフである。  
【図4】実施例2に係るロータの1/4断面図である。  
【図5】実施例3に係るロータの1/4断面図である。  
【図6】実施例4に係るロータの1/4断面図である。  
【図7】実施例4に係る発明の効果を示すグラフである。  
【図8】従来技術の課題を説明するロータの一部断面図である。  
【発明を実施するための形態】

10

## 【0008】

本発明を実施するための形態を以下の実施例により詳細に説明する。

## 【実施例】

## 【0009】

20

## 〔実施例1〕

実施例1の埋込磁石型モータ1は、図2に示すように、電機子を構成するステータ2と、界磁子を構成するロータ3とを備える。なお、図2はモータ1の断面図であるが、断面を表示するハッチングは省略している。

ステータ2は、所定本数のティース4aを有するステータコア4と、ティース4aに巻装される電機子コイル5とを有し、インバータ(図示せず)を通じて電機子コイル5に三相交流が印加されることで回転磁界を発生する。

ロータ3は、ステータ2の内周側に回転可能に配置されるロータコア6と、このロータコア6の内部に埋め込まれる永久磁石7とを有し、ステータ2に発生する回転磁界に同期して回転する。

30

## 【0010】

ロータコア6には、図1に示すように、ロータ半径方向に1極当たり3層のスリット8が形成され、各スリット8の内部に永久磁石7が挿入される。

スリット8は、ロータ3の回転中心側が凸となる円弧形状に形成され、スリット8の両端がロータ3の外周面近くまで延設されている。スリット幅は一定である。

永久磁石7は、例えば、フェライト磁石であり、スリット8の形状に合致した円弧形状を有し、スリット8の全体に埋め込まれている。この永久磁石7は、d軸方向と平行に着磁されている。なお、本発明では、ロータ3の磁極が作る磁束の方向(永久磁石7の中心軸)をd軸とし、このd軸と電氣的に直交する方向をq軸と定義する(図1参照)。

40

## 【0011】

以下、ロータ3の最内径側に形成されるスリット8を第1スリット8aと呼び、この第1スリット8aより一つ外径側に形成されるスリット8を第2スリット8bと呼び、この第2スリット8bより一つ外径側つまりロータ3の最外径側に形成されるスリット8を第3スリット8cと呼ぶ。また、第1スリット8aと第2スリット8bとの間に設けられる磁路を第1磁路6aと呼び、第2スリット8bと第3スリット8cとの間に設けられる磁路を第2磁路6bと呼ぶ。

実施例1のロータ3は、図1に示すように、第1磁路6aの幅(以下、磁路幅Aと言う)が、第2磁路6bの幅(以下、磁路幅Bと言う)より小さく形成されている。また、第1スリット8aより外径側の磁路幅が略一定となるように、ロータコア6の外周面が円弧状に窪んで形成される。

50

## 【 0 0 1 2 】

## 〔実施例 1 の作用および効果〕

実施例 1 のロータ 3 は、円弧形状の永久磁石 7 を d 軸方向と平行に着磁しているため、永久磁石 7 の両端部をロータ 3 の外周面近くまで配置しても減磁しにくくなる。また、磁路幅 A を磁路幅 B より小さく形成しているため、磁路幅 A = 磁路幅 B の構成と比較して、ステータ 2 から第 1 磁路 6 a へ流れ込む磁束を抑制できる。これにより、ロータ最内径側の永久磁石 7、つまり第 1 スリット 8 a に挿入される永久磁石 7 の中心部に加わる逆磁界が減少するので、磁石中心部の耐減磁性を向上することが可能である。なお、永久磁石 7 の中心部（磁石中心部）とは、d 軸と交差する長手方向の中心部を言う。

図 3 に示すグラフは、磁路幅 A / 磁路幅 B と磁石中心部の減磁率との相関をシミュレーションによって求めた結果である。同グラフに示されるように、磁路幅 A / 磁路幅 B が小さくなる程、減磁率が小さくなっている。但し、磁路幅 A を小さくし過ぎると、第 1 磁路 6 a を流れる q 軸磁束が減少して q 軸磁路の磁気飽和によりトルクが低下する恐れがある。よって、必要なトルクを確保できる範囲で磁路幅 A を適宜に設定することが望ましい。

10

## 【 0 0 1 3 】

以下、本発明に係る他の実施例について説明する。

なお、実施例 1 と共通する部品および構成を示すものは、実施例 1 と同一の符号を付与して詳細な説明は省略する。

## 〔実施例 2〕

この実施例 2 は、スリット 8 を長手方向に分断してロータ 3 を補強するブリッジ 9 を設けた事例である。

20

ブリッジ 9 は、図 4 に示すように、スリット長が長い第 1 スリット 8 a と第 2 スリット 8 b にそれぞれ二ヶ所ずつ設けられ、第 1 スリット 8 a および第 2 スリット 8 b を長手方向に三分割している。

以下、第 1 スリット 8 a を分断するブリッジ 9 を第 1 ブリッジ 9 a と呼び、第 2 スリット 8 b を分断するブリッジ 9 を第 2 ブリッジ 9 b と呼ぶ。第 1 ブリッジ 9 a と第 2 ブリッジ 9 b は、共に d 軸方向と平行に設けられ、且つ、磁極中心から同距離に位置している。

## 【 0 0 1 4 】

実施例 2 のロータ 3 は、実施例 1 の構成（磁路幅 A < 磁路幅 B）に加えて、第 1 ブリッジ 9 a の幅（以下、ブリッジ幅 C とする）が第 2 ブリッジ 9 b の幅（以下、ブリッジ幅 D とする）より大きく形成される（ブリッジ幅 C > ブリッジ幅 D）。

30

ブリッジ幅 C をブリッジ幅 D より大きくすることにより、ステータ 2 から第 1 磁路 6 a へ流れ込む磁束と、第 2 磁路 6 b から第 2 ブリッジ 9 b を通って第 1 磁路 6 a へ流れ込む磁束とを第 1 ブリッジ 9 a に流すことが可能となる。これにより、第 1 スリット 8 a に挿入されるロータ最内径側の磁石中心部に加わる逆磁界が減少するので、磁石中心部の耐減磁性を向上することが可能である。

## 【 0 0 1 5 】

## 〔実施例 3〕

この実施例 3 は、第 1 スリット 8 a を分断する第 1 ブリッジ 9 a と、第 2 スリット 8 b を分断する第 2 ブリッジ 9 b とを設けた他の事例である。

40

実施例 3 のロータ 3 は、図 5 に示すように、実施例 1 の構成（磁路幅 A < 磁路幅 B）に加えて、ブリッジ幅 C が磁路幅 A とブリッジ幅 D とを足し合わせた大きさに形成される（ブリッジ幅 C = 磁路幅 A + ブリッジ幅 D）。

上記の構成によれば、ステータ 2 から第 1 磁路 6 a へ流れる込む磁束と、第 2 磁路 6 b から第 2 ブリッジ 9 b を通って第 1 磁路 6 a へ流れ込む磁束との全てを第 1 ブリッジ 9 a に流すことが可能である。これにより、第 1 スリット 8 a に挿入されるロータ最内径側の磁石中心部に加わる逆磁界が減少するので、磁石中心部の耐減磁性を向上することが可能である。

また、実施例 3 の構成では、ブリッジ幅 C を必要以上に大きくしないので、第 1 ブリッジ 9 a を通る永久磁石 7 の漏れ磁束を低減できる。

50

## 【 0 0 1 6 】

## 〔 実施例 4 〕

この実施例 4 は、少なくとも第 1 スリット 8 a を分断する第 1 ブリッジ 9 a を設けた事例である。

実施例 4 のロータ 3 は、図 6 に示すように、実施例 1 の構成（磁路幅 A < 磁路幅 B）に加えて、磁路幅 A がブリッジ幅 C と等しい大きさに形成される（磁路幅 A = ブリッジ幅 C）。

磁路幅 A をブリッジ幅 C と等しくすることにより、ステータ 2 から第 1 磁路 6 a へ流れる込む磁束を第 1 ブリッジ 9 a へ流すことが可能となる。これにより、ロータ最内径側の永久磁石 7 に加わる磁束量が少なくなるので、磁石中心部の耐減磁性を向上することが可能である。

10

## 【 0 0 1 7 】

図 7 に示すグラフは、磁路幅 A / ブリッジ幅 C と磁石中心部の減磁率との相関をシミュレーションによって求めた結果である。同グラフに示されるように、磁路幅 A = ブリッジ幅 C（磁路幅 A / ブリッジ幅 C = 1）のときに減磁率が最小となる。また、磁路幅 A をブリッジ幅 C より小さくする（磁路幅 A / ブリッジ幅 C > 1）と、磁石中心部以外の部分でより多くの減磁が発生するため、磁路幅 A = ブリッジ幅 C の場合と比較して効果が減少する。よって、磁路幅 A とブリッジ幅 C とを等しい大きさに形成することで、磁石中心部の耐減磁性を向上できる。

20

## 【 0 0 1 8 】

## 〔 変形例 〕

実施例 1 では、ロータコア 6 に 1 極当たり 3 層のスリット 8 を形成する事例を記載したが、4 層以上のスリット 8 を形成しても良い。

磁路幅 A とブリッジ幅 C との関係において、磁路幅 A > ブリッジ幅 C または磁路幅 A < 2 × ブリッジ幅 C とすることも出来る。

実施例 2 ~ 4 に記載したブリッジ 9 は、必ずしも d 軸方向と平行に設ける必要は無く、例えば、スリット 8 の円弧形状に対しラジアル方向に設けることも出来る。また、第 1 ブリッジ 9 a と第 2 ブリッジ 9 b は磁石中心からの位置が同距離でなくても良い。

実施例 1 ~ 4 では、スリット 8 および永久磁石 7 を円弧形状として記載したが、円弧より曲率が大きい曲形状でも良い。

30

実施例 1 では、8 極モータの事例を記載しているが、本発明は 8 極以外のモータ構造にも適用できる。

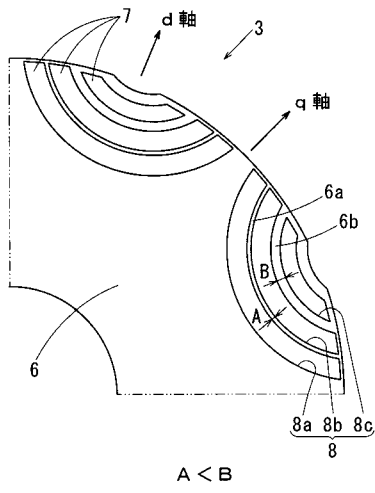
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 1 9 】

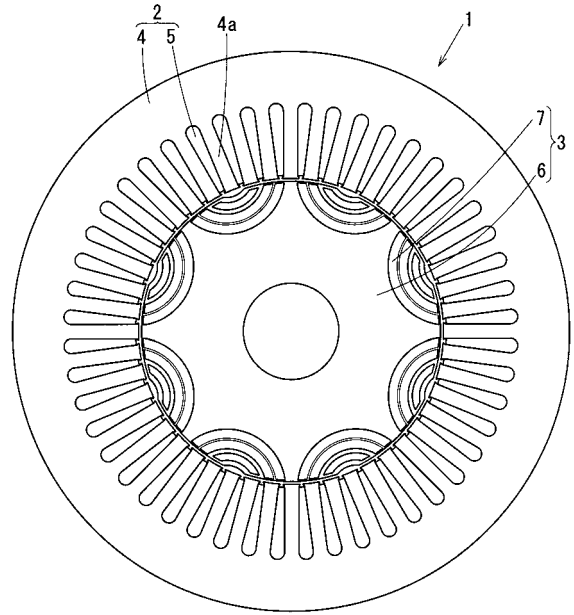
- 1 埋込磁石型モータ
- 2 ステータ
- 3 ロータ
- 6 a 第 1 磁路
- 6 b 第 2 磁路
- 7 永久磁石
- 8 スリット
- 8 a 第 1 スリット
- 8 b 第 2 スリット
- 8 c 第 3 スリット
- 9 ブリッジ
- 9 a 第 1 ブリッジ
- 9 b 第 2 ブリッジ

40

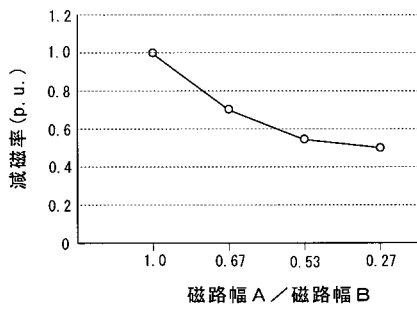
【 図 1 】



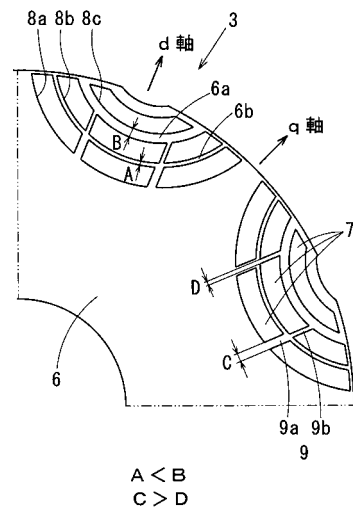
【 図 2 】



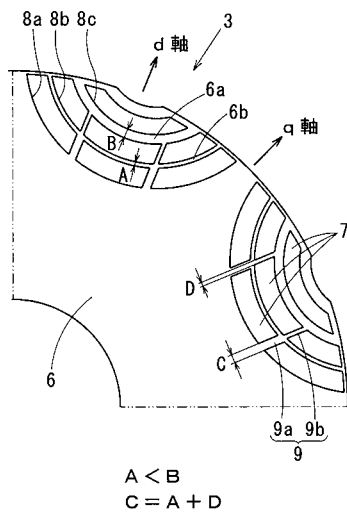
【 図 3 】



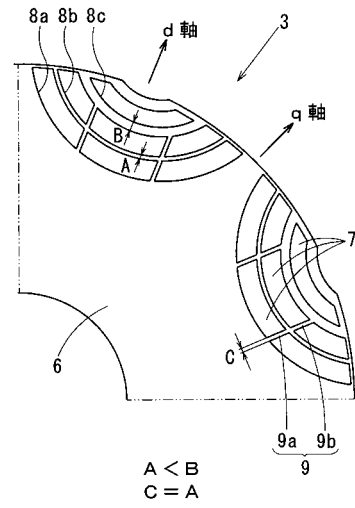
【 図 4 】



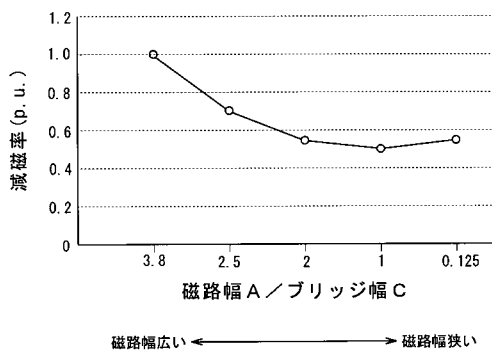
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

