

(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2010-4647

(P2010-4647A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010.1.7)

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

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2008-160766 (P2008-160766)  
 (22) 出願日 平成20年6月19日 (2008.6.19)

(71) 出願人 000002853  
 ダイキン工業株式会社  
 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号  
 梅田センタービル  
 (74) 代理人 100088672  
 弁理士 吉竹 英俊  
 (74) 代理人 100088845  
 弁理士 有田 貴弘  
 (74) 代理人 100103229  
 弁理士 福市 朋弘  
 (72) 発明者 青田 桂治  
 滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の  
 2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

最終頁に続く

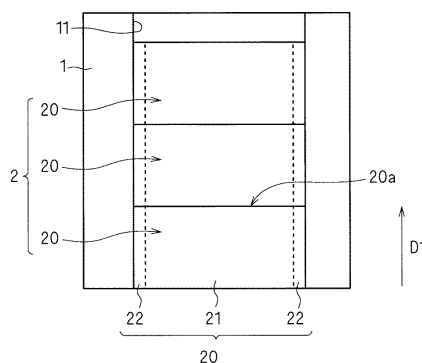
(54) 【発明の名称】 回転子

## (57) 【要約】

【課題】界磁磁石に生じる渦電流を低減しつつも、製造コストを低減できる回転子を提供する。

【解決手段】界磁磁石2は複数の単位磁石20を有している。複数の単位磁石20は隣接方向D1に沿って隣接して配置される。単位磁石20の各々は第1磁石部分21と第2磁石部分22とを備えている。第1磁石部分21と第2磁石部分22とは隣接方向D1に直交する方向に並んでいる。隣接方向D1における第2磁石部分22の熱膨張係数は第1磁石部分21の熱膨張係数よりも大きい。第2磁石部分22は隣り合う単位磁石20と接触している。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

所定の軸(P)の周りで回転する回転子であって、  
前記軸の周りで環状に配置された界磁磁石貫挿孔(11)を有する回転子コア(1)と、  
前記軸に沿った軸方向又は前記軸を中心とした周方向である隣接方向(D1)で相互に隣接して配置される複数の単位磁石(20)を有し、前記界磁磁石貫挿孔に貫挿される界磁磁石(2)と  
を備え、  
前記単位磁石の各々は、  
前記隣接方向において第 1 熱膨張係数を有する前記第 1 磁石部分(21)と、  
前記隣接方向において隣り合う他の前記単位磁石と接触し、前記隣接方向において前記第 1 熱膨張係数よりも大きい第 2 熱膨張係数を有し、前記隣接方向(D1)に直交する方向で前記第 1 磁石部分と並ぶ第 2 磁石部分(22)と  
を有する、回転子。

## 【請求項 2】

前記隣接方向(D1)は前記軸方向であって、前記第 2 磁石部分(22)は前記軸を中心とした周方向において前記単位磁石(20)の端に位置し、前記第 1 磁石部分(21)と前記第 2 磁石部分(22)とは前記周方向において並んでおり、  
前記軸(P)を中心とした径方向における前記第 1 磁石部分(21)の第 3 熱膨張係数は前記径方向における前記第 2 磁石部分の第 4 熱膨張係数よりも小さい、請求項 1 に記載の回転子。

## 【請求項 3】

前記単位磁石(2)が有する前記第 2 磁石部分(22)は 2 つあって、  
前記隣接方向に直交する前記方向において前記第 1 磁石部分(21)は前記第 2 磁石部分の間に介在する、請求項 1 又は 2 に記載の回転子。

## 【請求項 4】

前記隣接方向(D1)は前記軸方向であって、前記第 2 磁石部分(22)は前記周方向における前記単位磁石の端に位置し、  
前記第 2 磁石部分の保持力は前記第 1 磁石部分(21)よりも大きい、請求項 1 に記載の回転子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は回転子に関し、特に永久磁石が埋め込まれる回転子に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献 1 には、複数の永久磁石と、これらの永久磁石が回転軸を中心に環状に埋設される回転子コアとを備える回転子が記載されている。永久磁石に生じる渦電流を低減するために、一つの永久磁石は複数の磁石片(単位磁石)で構成されている。そして、隣接された磁石片同士の間の面に、2 つ以上の凸部を設けることで、磁石片の間に絶縁層としての空隙を設けている。

## 【0003】

なお本発明に関連する技術として特許文献 2 , 3 が開示されている。

## 【0004】

【特許文献 1】特開 2000 - 245085 号公報

【特許文献 2】特開平 9 - 172575 号公報

【特許文献 3】特開 2000 - 150217 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

磁石片に設けられる２つ以上の凸部は例えば切削などの加工によって実現されていた。このような加工は磁石片の製造コストの上昇を招く。

【０００６】

そこで、本発明は、単位磁石の相互間に空隙を形成しつつも、製造コストを低減できる回転子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明に係る回転子の第１の態様は、所定の軸(P)の周りで回転する回転子であって、前記軸の周りで環状に配置された界磁磁石貫挿孔(11)を有する回転子コア(1)と、前記軸に沿った軸方向又は前記軸を中心とした周方向である隣接方向(D1)で相互に隣接して配置される複数の単位磁石(20)を有し、前記界磁磁石貫挿孔に貫挿される界磁磁石(2)とを備え、前記単位磁石の各々は、前記隣接方向において第１熱膨張係数を有する前記第１磁石部分(21)と、前記隣接方向において隣り合う他の前記単位磁石と接触し、前記隣接方向において前記第１熱膨張係数よりも大きい第２熱膨張係数を有し、前記隣接方向(D1)に直交する方向で前記第１磁石部分と並ぶ第２磁石部分(22)とを有する。

10

【０００８】

本発明に係る回転子の第２の態様は、第１の態様に係る回転子であって、前記隣接方向(D1)は前記軸方向であって、前記第２磁石部分(22)は前記軸を中心とした周方向において前記単位磁石(20)の端に位置し、前記第１磁石部分(21)と前記第２磁石部分(22)とは前記周方向において並んでおり、前記軸(P)を中心とした径方向における前記第１磁石部分(21)の第３熱膨張係数は前記径方向における前記第２磁石部分の第４熱膨張係数よりも小さい。

20

【０００９】

本発明に係る回転子の第３の態様は、第１又は第２の態様に係る回転子であって、前記単位磁石(2)が有する前記第２磁石部分(22)は２つあって、前記隣接方向に直交する前記方向において前記第１磁石部分(21)は前記第２磁石部分の間に介在する。

【００１０】

本発明に係る回転子の第４の態様は、第１の態様に係る回転子であって、前記隣接方向(D1)は前記軸方向であって、前記第２磁石部分(22)は前記周方向における前記単位磁石の端に位置し、前記第２磁石部分の保持力は前記第１磁石部分(21)よりも大きい。

30

【発明の効果】

【００１１】

本発明に係る回転子の第１の態様によれば、回転子の温度は、例えば軸の周りでの回転に起因して上昇する。第２熱膨張係数は第１熱膨張係数よりも大きいので、隣接する単位磁石同士の間で第２磁石部分は第１磁石部分に対して隣接方向に突出する。よって、単位磁石同士の間には空隙が生じる。これによって、界磁磁石に生じる渦電流を低減できる。

【００１２】

以上のように、界磁磁石の相互間に空隙を設けるために、隣接方向に突出した形状に単位磁石を加工する必要がある。よって、製造コストを低減できる。

【００１３】

40

本発明に係る回転子の第２の態様によれば、第４熱膨張係数は第３熱膨張係数よりも大きいので、第１磁石部分に対して第２磁石部分が径方向に突出する。よって、周方向における単位磁石の端で径方向における幅が増大する。

【００１４】

減磁耐力は磁石の保持力と磁石の幅に依存するところ、保持力は温度上昇に伴って低下する。一方、上述したように周方向の端において単位磁石の幅は温度上昇に伴って増大するので、温度上昇に伴う当該端での減磁耐力の低下を抑制できる。

【００１５】

以上のように、減磁耐力の低下を抑制するために、単位磁石の端において径方向に突出する形状に加工する必要がある。よって製造コストを低減できる。

50

## 【 0 0 1 6 】

本発明に係る回転子の第 3 の態様によれば、回転子の温度上昇に伴って、2 つの第 2 磁石部分は隣接する単位磁石に向かって突出し、これらが隣接する単位磁石に当接する。よって、単位磁石同士のがたつきを抑制できる。

## 【 0 0 1 7 】

本発明に係る回転子の第 4 の態様によれば、単位磁石の端で減磁耐力を向上できる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 1 8 】

第 1 の実施の形態 .

図 1 は第 1 の実施の形態に係る回転子の概念的な構成の一例を示す断面図であり、回転子の回転軸 P に垂直な断面を示す。図 2 は図 1 に示す A - A 断面における回転子の概念的な構成の一例を示す断面図である。

10

## 【 0 0 1 9 】

回転子は、回転子コア 1 と、複数の界磁磁石 2 とを備えている。

## 【 0 0 2 0 】

回転子コア 1 は例えば回転軸 P を中心とする円柱状の形状を有した磁性体であって、複数の界磁磁石貫挿孔 1 1 と、シャフト孔 1 2 とを備えている。

## 【 0 0 2 1 】

シャフト孔 1 2 は例えば回転軸 P を含む領域で回転子コア 1 を回転軸 P に沿った軸方向（以下、単に軸方向と呼ぶ）に貫通している。シャフト孔 1 2 には図示せぬシャフトが貫通配置される。なお、シャフト孔 1 2 は必須の要件ではない。例えば軸方向における回転子コア 1 の両端に端板（図示せず）を取り付け、当該端板にシャフトが取り付けられる場合であれば、シャフト孔 1 2 は不要である。

20

## 【 0 0 2 2 】

界磁磁石貫挿孔 1 1 は回転軸 P の周りで環状に配置されている。なお、界磁磁石貫挿孔 1 1 は回転軸 P を中心とする周方向（以下、単に周方向と呼ぶ）を長手方向とする長方形の形状を有しているが、これに限らず、例えば V 字形状であってもよく、その他の形状であっても構わない。

## 【 0 0 2 3 】

界磁磁石 2 はそれぞれ界磁磁石貫挿孔 1 1 に貫挿される。複数の界磁磁石 2 は周方向で交互に異なる極性を呈する。図 1 においては 4 つの界磁磁石貫挿孔 1 1 に 4 つの界磁磁石 2 がそれぞれ貫挿された、いわゆる 4 極の回転子が示されているが、2 極であってもよく、4 極以上であってもよい。

30

## 【 0 0 2 4 】

また図 2 も参照して、界磁磁石 2 の各々は複数の単位磁石 2 0 を有している。複数の単位磁石 2 0 はそれぞれ隣接方向 D 1 で相互に隣接して配置されている。図 1 , 2 においては、隣接方向 D 1 として軸方向を採用した場合が例示されている。

## 【 0 0 2 5 】

単位磁石 2 0 の各々は第 1 磁石部分 2 1 と、第 2 磁石部分 2 2 とを備えている。第 2 磁石部分 2 2 は隣接方向 D 1 で隣り合う他の単位磁石 2 0 と接触している。第 2 磁石部分 2 2 は第 1 磁石部分 2 1 と回転軸 P に直交する方向で並んでいる。図 1 , 2 においては当該方向として周方向が採用されている。また第 1 磁石部分 2 1 と第 2 磁石部分 2 2 とは一体で成形されている。

40

## 【 0 0 2 6 】

第 1 磁石部分 2 1 は隣接方向 D 1 において熱膨張係数  $\alpha 1$  を有している。第 2 磁石部分 2 2 は隣接方向 D 1 において熱膨張係数  $\alpha 1$  よりも大きい熱膨張係数  $\alpha 2$  を有している。

## 【 0 0 2 7 】

このような熱膨張係数が相互に異なる第 1 磁石部分 2 1 と第 2 磁石部分 2 2 とを有する単位磁石 2 0 は、第 2 磁石部分 2 2 を例えば希土類（例えばネオジム）と、鉄と、ホウ素とをそれぞれ所定の組成比で構成し、第 1 磁石部分 2 1 を例えば希土類（例えばネオジム

50

）と、鉄と、ホウ素と、アルミニウムとをそれぞれ所定の組成比で構成することで実現される。より具体的な一例として上記特許文献 3 に示された表 1 の実施例及び比較例をそれぞれ第 1 磁石部分 2 1、第 2 磁石部分 2 2 として採用してもよい。

【0028】

このような回転子に対して回転軸 P とは反対側から回転子コア 1 と対面するように電機子（図示せず）を配置することで、回転電機を構成できる。そして、電機子からの磁束変化を受けて回転子は回転軸 P を中心として回転する。

【0029】

回転子の温度は例えば回転軸 P を中心とした回転に伴って上昇する。回転電機の種類や回転速度によってその温度は変わるが、例えば 100 度程度まで上昇する。図 3 は回転に伴って回転子が上昇した場合の、回転子の概念的な構成の一例を示している。但し、熱による界磁磁石 2 の変形を誇張して示している。熱膨張係数  $\alpha 2$  は熱膨張係数  $\alpha 1$  よりも大きいので、隣接する単位磁石 2 0 同士の間で第 2 磁石部分 2 2 は第 1 磁石部分 2 1 に対して隣接方向 D 1 に沿って突出する。言い換えると、第 2 磁石部分 2 2 が凸部を形成する。

【0030】

これによって、単位磁石 2 0 同士の間には絶縁体としての空隙が形成される。よって、界磁磁石 2 の内部で発生する渦電流損を低減できる効果がある。特に、界磁磁石 2 として焼結のネオジム系の希土類磁石を採用した場合には、その導電率が高いので上記効果は顕著となる。

【0031】

また、回転子の温度上昇に伴って第 2 磁石部分 2 2 が凸部を形成するので、当該凸部を形成するための切削などの加工を単位磁石 2 0 に施す必要がない。よって製造コストを低減できる。また、図 1 ~ 3 に示すように、単位磁石 2 0 同士の間の表面 2 0 a として、製造が容易な平面形状を採用することができる。よって製造コストを更に低減できる。

【0032】

なお、図 1 ~ 3 においては表面 2 0 a として平面が示されているが、所定の温度（例えば回転電機が運転しているときの回転子の温度の最小値）に達したときに第 2 磁石部分 2 2 のみが隣り合う他の単位磁石 2 0 と接触する形状であればよい。

【0033】

また図 1 ~ 3 に示す単位磁石 2 0 はそれぞれ 2 つの第 2 磁石部分 2 2 を有している。そして、第 1 磁石部分 2 1 は 2 つの第 2 磁石部分 2 2 の間に介在している。よって、回転子の温度上昇に伴って、2 つの第 2 磁石部分 2 2 は隣り合う他の単位磁石 2 0 に向かって突出し、当該単位磁石 2 0 に当接する。言い換えると、単位磁石 2 0 の相互間において 2 箇所第 2 磁石部分 2 2 が凸部を形成する。よって、単位磁石 2 0 同士のがたつきを抑制できる。

【0034】

図 4 は図 2 と同じ断面での回転子の概念的な構成の他の一例を示している。図 1 ~ 3 に示す回転子と比較して、単位磁石 2 0 は周方向で相互に隣接している。言い換えると、隣接方向 D 1 として周方向を採用している。そして、第 1 磁石部分 2 1 と第 2 磁石部分 2 2 とは軸方向で並んで配置されている。

【0035】

図 5 は回転に伴って回転子の温度が上昇した場合の、図 3 に示す回転子の概念的な構成の一例を示している。この場合であっても、第 2 磁石部分 2 2 は第 1 磁石部分 2 1 に対して隣接方向 D 1 に沿って突出するので、単位磁石 2 0 同士の間空隙を形成できる。よって、図 1 ~ 3 に示す回転子と同様に、製造コストを低減できる。

【0036】

図 6 は、単位磁石 2 0 の概念的な他の一例を示す斜視図である。図 1 ~ 5 に示す単位磁石と比較して、第 2 磁石部分 2 2 が相違している。図 1 ~ 図 5 に示す単位磁石 2 0 においては、第 2 磁石部分 2 2 が隣接方向 D 1 に沿った単位磁石 2 0 の全域に渡って設けられていた。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 7 】

図 6 においては、第 2 磁石部分 2 2 は隣接方向 D 1 の一方の側にのみ設けられている。このような単位磁石 2 0 の複数は、第 2 磁石部分 2 2 が隣接方向 D 1 の同じ側に位置するように、隣接方向 D 1 で相互に隣接して配置される。

## 【 0 0 3 8 】

これによって、回転子の温度上昇に伴って、単位磁石 2 0 同士の相互間に空隙を形成することができる。

## 【 0 0 3 9 】

第 2 の実施の形態 .

第 2 の実施の形態においては、界磁磁石 2 に逆磁界が印加された場合の減磁耐力の観点について述べる。一般的に、逆磁界は周方向における界磁磁石 2 の端に集中する。よって、当該端における減磁耐力が問題となる。

10

## 【 0 0 4 0 】

図 7 は第 2 の実施の形態にかかる回転子の概念的な構成の一例を示す断面図である。第 1 の実施の形態と比較して、まず界磁磁石貫挿孔 1 1 の形状が相違している。周方向における界磁磁石貫挿孔 1 1 の端 1 1 a での、その径方向における幅が周方向における中央に比べて広い。

## 【 0 0 4 1 】

単位磁石 2 0 は軸方向で相互に隣接している。第 1 磁石部分 2 1 と第 2 磁石部分 2 2 とは周方向で並んで配置されている。第 2 磁石部分 2 2 は周方向における単位磁石 2 0 の端に位置している。径方向における第 1 磁石部分 2 1 の熱膨張係数  $\alpha_3$  は、径方向における第 2 磁石部分の熱膨張係数  $\alpha_4$  よりも小さい。

20

## 【 0 0 4 2 】

このような第 1 磁石部分 2 1、第 2 磁石部分 2 2 として、第 1 の実施の形態と同様に、例えば上記特許文献 3 に示された表 1 の実施例及び比較例を採用してもよい。

## 【 0 0 4 3 】

これによって、回転子の温度上昇に伴って、第 2 磁石部分 2 2 は第 1 磁石部分 2 1 に対して径方向に沿って突出する。よって、温度上昇に伴って、周方向における界磁磁石 2 の端において、径方向における界磁磁石 2 の幅が増大する。

## 【 0 0 4 4 】

30

一般的に、界磁磁石 2 は、自身の内部の温度が上昇するに伴って保持力が低下するために、減磁耐性が劣化する。減磁耐性は保持力と径方向における界磁磁石 2 の幅とに基づいて決定される。

## 【 0 0 4 5 】

本回転子によれば、温度の上昇に伴って、周方向における界磁磁石 2 の端で径方向における幅が広がるので、当該端において温度上昇に伴う減磁耐力の低下を抑制できる。また減磁耐力の低下を抑制するために、単位磁石 2 0 の端において径方向に突出する形状に加工する必要がない。よって製造コストを低減できる。

## 【 0 0 4 6 】

第 3 の実施の形態 .

40

第 3 の実施の形態に係る回転子の概念的な構成は図 1 ~ 3 で示した回転子と同様である。即ち、単位磁石 2 0 は軸方向で相互に隣接している。第 2 磁石部分 2 2 は周方向における単位磁石 2 0 の端に位置している。本実施の形態においては更に、第 2 磁石部分の保持力は第 1 磁石部分の保持力に比べて大きい。このような保持力の異なる第 1 磁石部分 2 1 と第 2 磁石部分 2 2 とを有する単位磁石 2 0 は、例えば第 2 磁石部分 2 2 のみに、ジスプロシウム、マンガン、マグネシウム、銅、炭素、タングステン、ジルコニウム、チタンなどの元素を添加することで実現される。

## 【 0 0 4 7 】

これによって、界磁磁石 2 の端において減磁耐力を向上できる。

## 【 0 0 4 8 】

50

なお、第 3 の実施の形態においても第 1 又は第 2 の実施の形態の技術を適用しても構わない。これによって、界磁磁石 2 の端において減磁耐力を更に向上できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 9 】

【図 1】第 1 の実施の形態に係る回転子の概略的な一例を示す断面図である。

【図 2】図 1 における A - A 断面を示す概念的な構成図である。

【図 3】回転子の温度が上昇したときの回転子の概念的な構成を示す断面図である。

【図 4】第 1 の実施の形態に係る回転子の他の一例を示す断面図である。

【図 5】回転子の温度が上昇したときの回転子の概念的な構成を示す断面図である。

【図6】単位磁石の概念的な一例を示す斜視図である。

【図 7】第 2 の実施の形態に係る回転子の概念的な一例を示す断面図である。

【符号の説明】

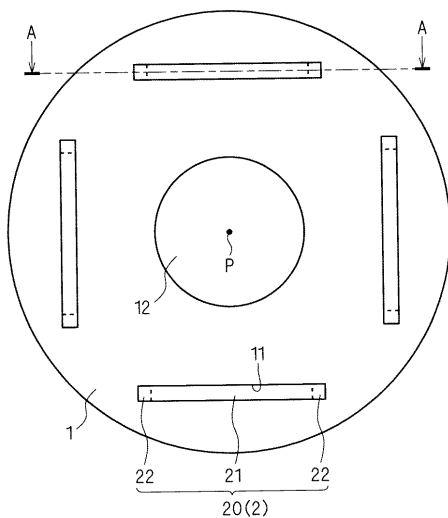
【 0 0 5 0 】

- 1 回転子コア  
1 1 界磁磁石貫挿孔  
2 界磁磁石  
2 0 単位磁石  
2 1 第1磁石部分  
2 2 第2磁石部分  
D 1 隣接方向  
 $\alpha 1 \sim \alpha 4$  熱膨張係数

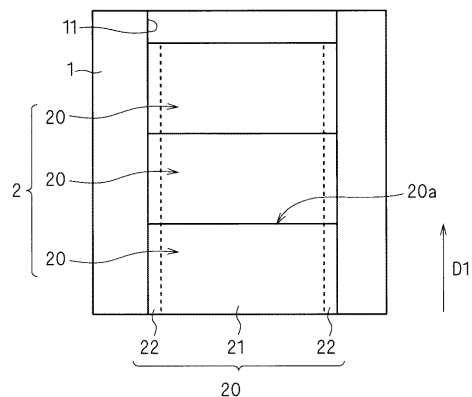
10

20

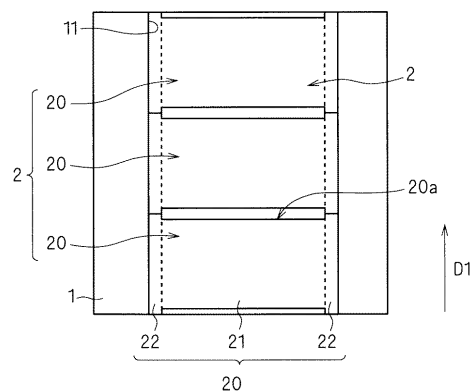
【 図 1 】



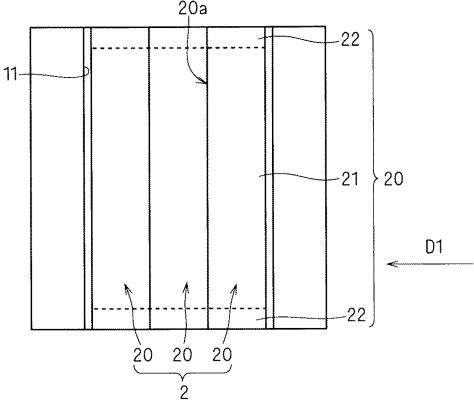
【 図 2 】



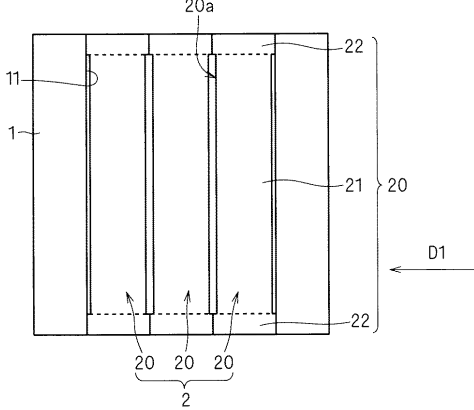
【 図 3 】



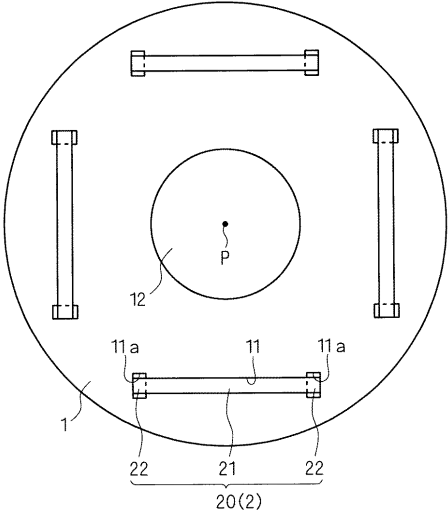
【 図 4 】



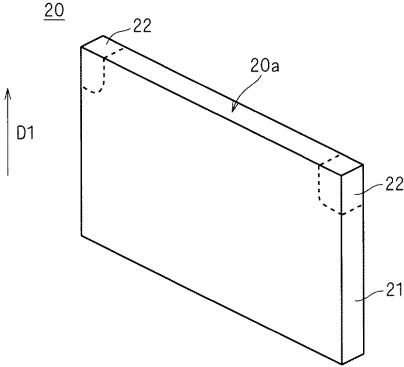
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 三箇 義仁

滋賀県草津市岡本町字大谷 1 0 0 0 番地の 2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

(72)発明者 山際 昭雄

滋賀県草津市岡本町字大谷 1 0 0 0 番地の 2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

F ターム(参考) 5H601 AA26 BB01 CC15 DD01 DD11 GA02 GA21 GA32

5H622 AA03 CA07 CB01 CB06