



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0098643
(43) 공개일자 2020년08월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 1/27 (2006.01) F04B 39/00 (2020.01)
H02K 1/16 (2006.01) H02K 15/03 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02K 1/27 (2013.01)
F04B 39/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7020478
(22) 출원일자(국제) 2018년03월12일
심사청구일자 2020년07월15일
(85) 번역문제출일자 2020년07월15일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2018/009465
(87) 국제공개번호 WO 2019/175927
국제공개일자 2019년09월19일

(71) 출원인
미쓰비시덴키 가부시카이가이샤
일본국 도쿄도 지요다구 마루노우치 2초메 7반 3고
(72) 발명자
야베 코지
일본국 도쿄도 지요다구 마루노우치 2초메 7반 3고 미쓰비시덴키 가부시카이가이샤 내
(74) 대리인
최달용

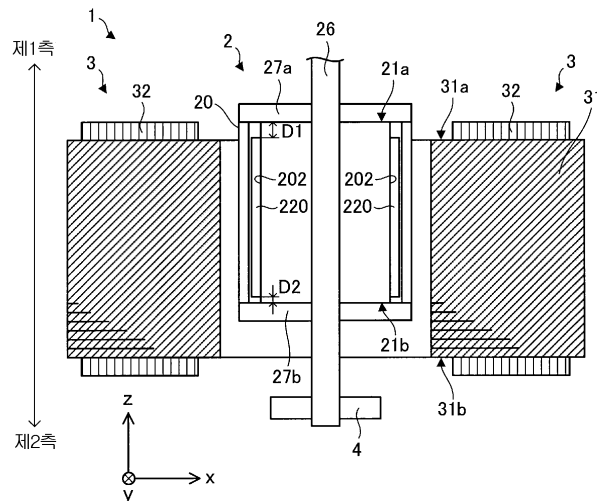
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 전동기, 압축기, 송풍기, 및 냉동 공조 장치

(57) 요약

전동기(1)는, 제1 회전자 단부(21a)와 제2 회전자 단부(21b)를 갖는 회전자(2)와, 제1 고정자 단부(31a)와 제2 고정자 단부(31b)를 갖는 고정자(3)를 갖는다. 제1 회전자 단부(21a)는, 제1 고정자 단부(31a)로부터 제1측으로 떨어져서 위치하고 있다. 제2 회전자 단부(21b)는, 제2 고정자 단부(31b)로부터 제1측으로 떨어져서 위치하고 있다. 영구자석(220)부터 제1 단판(27a)까지의 거리를 D1로 하고, 영구자석(220)부터 제2 단판(27b)까지의 거리를 D2로 하였을 때, 거리(D1) 및 거리(D2)의 관계는, $D1 > D2 \geq 0$ 을 충족시킨다. 복수의 전자강판(201)의 각각의 두께는 0.1mm 이상 0.25mm 이하이다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

H02K 1/16 (2013.01)

H02K 15/03 (2013.01)

H02K 2213/03 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

축방향에서의 제1측에 있는 제1 고정자 단부와, 상기 축방향에서 상기 제1측의 반대측인 제2측에 있는 제2 고정자 단부와, 지름방향으로 연재되는 티스와, 상기 티스에 권회된 권선을 갖는 고정자와,

상기 축방향으로 적층된 복수의 전자강판, 자석 삽입구멍, 상기 제1측에 있는 제1 회전자 단부, 및 상기 제2측에 있는 제2 회전자 단부를 갖는 회전자 철심과, 상기 자석 삽입구멍에 삽입된 영구자석과, 상기 회전자 철심에 고정되어 있음과 함께 상기 제2측만으로 지지된 축과, 상기 자석 삽입구멍의 상기 제1측을 덮는 제1 단판과, 상기 자석 삽입구멍의 상기 제2측을 덮는 제2 단판을 갖는 회전자를 구비하고,

상기 제1 회전자 단부는, 상기 축방향에서 상기 제1 고정자 단부로부터 상기 제1측으로 떨어져서 위치하고 있고,

상기 제2 회전자 단부는, 상기 축방향에서 상기 제2 고정자 단부로부터 상기 제1측으로 떨어져서 위치하고 있고,

상기 영구자석부터 상기 제1 단판까지의 거리를 D1로 하고, 상기 영구자석부터 상기 제2 단판까지의 거리를 D2로 하였을 때, 상기 거리(D1) 및 상기 거리(D2)의 관계는, $D1 > D2 \geq 0$ 을 충족시키고,

상기 복수의 전자강판의 각각의 두께가 0.1mm 이상 0.25mm 이하인 것을 특징으로 하는 전동기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 회전자 철심은, 지름방향에서의 상기 회전자 철심의 단부이고 또한 상기 회전자의 자극 중심부에 위치하는 제1 부분과, 지름방향에서의 상기 회전자 철심의 단부이고 또한 상기 회전자의 극간부에 위치하는 제2 부분을 가지며,

상기 축방향에 직교하는 평면에서, 상기 회전자의 회전 중심부터 상기 제1 부분까지의 거리는, 상기 회전자의 상기 회전 중심부터 상기 제2 부분까지의 거리보다도 긴 것을 특징으로 하는 전동기.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 단판은, 상기 제1 단판의 외연의 일부를 형성하는 제1 외연과, 둘레방향에서 상기 제1 외연에 인접하여 있는 제2 외연을 가지며,

상기 제1 외연은, 지름방향에서 상기 제1 부분부터 내측으로 떨어져서 위치하고 있고,

상기 제2 외연은, 지름방향에서 상기 제2 부분부터 외측으로 떨어져서 위치하고 있는 것을 특징으로 하는 전동기.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 회전자 철심은, 상기 제1 부분을 포함하는 제1 외주면과, 상기 제2 부분을 포함하는 제2 외주면을 가지며,

상기 제1 외주면은, 상기 제2 외주면보다도 지름방향에서 외측으로 돌출하고 있는 것을 특징으로 하는 전동기.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 티스는, 상기 회전자에 면하는 티스 선단부를 가지며,

상기 축방향과 직교하는 평면에서, 둘레방향에서의 상기 티스 선단부의 양단부와 상기 회전자의 회전 중심을 통과하는 2직선이 이루는 각도를 θ_1 으로 하고, 상기 평면에서, 상기 둘레방향에서의 상기 제1 외주면의 양단과 상기 회전자의 상기 회전 중심을 통과하는 2직선이 이루는 각도를 θ_2 라고 하면,

상기 전동기는 $\theta_1 \geq \theta_2$ 를 충족시키는 것을 특징으로 하는 전동기.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 회전자 철심은, 지름방향에서 상기 자석 삽입구멍의 외측에 형성된 구멍을 가지며, 상기 구멍은 둘레방향으로 연재되어 있는 것을 특징으로 하는 전동기.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 구멍은, 둘레방향에서의 상기 티스 선단부의 단부와 상기 회전자의 회전 중심을 통과하는 직선상에 위치하고 있는 것을 특징으로 하는 전동기.

청구항 8

제6항 또는 제7항에 있어서,

상기 회전자 철심은, 상기 구멍과 상기 회전자 철심의 외연과의 사이에 형성된 박육부를 갖는 것을 특징으로 하는 전동기.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

지름방향에서의 상기 영구자석의 폭은, 상기 지름방향에서의 상기 자석 삽입구멍의 폭보다도 작고,

상기 영구자석은, 상기 자석 삽입구멍 내에서 상기 지름방향에서의 내측에 위치하고 있는 것을 특징으로 하는 전동기.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 단판은 제1 고정구멍을 가지며,

상기 회전자 철심은 제2 고정구멍을 가지며,

상기 회전자는, 상기 제1 단판을 상기 회전자 철심에 고정하는 고정부재를 가지며,

상기 고정부재는, 상기 제1 고정구멍 및 상기 제2 고정구멍에 삽입되어 있고,

상기 고정부재의 반경을 r_1 로 하고, 상기 제1 고정구멍의 반경을 r_2 로 하고, 상기 제2 고정구멍의 반경을 r_3 으로 하고, 상기 회전자의 자극 중심부에서의 상기 회전자 철심의 반경을 M_1 로 하고, 상기 자극 중심부상의 상기 제1 단판의 반경을 T_1 로 하였을 때,

상기 전동기는,

$$(r_2+r_3)-2 \times r_1 \leq M_1-T_1$$

을 충족시키는 것을 특징으로 하는 전동기.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 권선에 인가되는 전압을 조정하기 위한 캐리어 주파수가 1kHz부터 8kHz인 것을 특징으로 하는 전동기.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 권선에 인가된 전압을 증압시키는 증압 회로를 또한 구비하는 것을 특징으로 하는 전동기.

청구항 13

전동기와,

상기 전동기에 의해 구동되는 압축 기구와,

상기 전동기 및 상기 압축 기구를 덮는 하우징을 구비하고,

상기 전동기는,

축방향에서의 제1측에 있는 제1 고정자 단부와, 상기 축방향에서 상기 제1측의 반대측인 제2측에 있는 제2 고정자 단부와, 지름방향으로 연재되는 티스와, 상기 티스에 권회된 권선을 갖는 고정자와,

상기 축방향으로 적층된 복수의 전자강판, 자석 삽입구멍, 상기 제1측에 있는 제1 회전자 단부, 및 상기 제2측에 있는 제2 회전자 단부를 갖는 회전자 철심과, 상기 자석 삽입구멍에 삽입된 영구자석과, 상기 회전자 철심에 고정되어 있음과 함께 상기 제2측만으로 지지된 축과, 상기 자석 삽입구멍의 상기 제1측을 덮는 제1 단판과, 상기 자석 삽입구멍의 상기 제2측을 덮는 제2 단판을 갖는 회전자를 가지며,

상기 제1 회전자 단부는, 상기 축방향에서 상기 제1 고정자 단부로부터 상기 제1측으로 떨어져서 위치하고 있고,

상기 제2 회전자 단부는, 상기 축방향에서 상기 제2 고정자 단부로부터 상기 제1측으로 떨어져서 위치하고 있고,

상기 영구자석부터 상기 제1 단판까지의 거리를 D1로 하고, 상기 영구자석부터 상기 제2 단판까지의 거리를 D2로 하였을 때, 상기 거리(D1) 및 상기 거리(D2)의 관계는, $D1 > D2 \geq 0$ 을 충족시키고,

상기 복수의 전자강판의 각각의 두께가 0.1mm 이상 0.25mm 이하인 것을 특징으로 하는 압축기.

청구항 14

전동기와,

상기 전동기에 의해 구동되는 날개를 구비하고,

상기 전동기는,

축방향에서의 제1측에 있는 제1 고정자 단부와, 상기 축방향에서 상기 제1측의 반대측인 제2측에 있는 제2 고정자 단부와, 지름방향으로 연재되는 티스와, 상기 티스에 권회된 권선을 갖는 고정자와,

상기 축방향으로 적층된 복수의 전자강판, 자석 삽입구멍, 상기 제1측에 있는 제1 회전자 단부, 및 상기 제2측에 있는 제2 회전자 단부를 갖는 회전자 철심과, 상기 자석 삽입구멍에 삽입된 영구자석과, 상기 회전자 철심에 고정되어 있음과 함께 상기 제2측만으로 지지된 축과, 상기 자석 삽입구멍의 상기 제1측을 덮는 제1 단판과, 상기 자석 삽입구멍의 상기 제2측을 덮는 제2 단판을 갖는 회전자를 가지며,

상기 제1 회전자 단부는, 상기 축방향에서 상기 제1 고정자 단부로부터 상기 제1측으로 떨어져서 위치하고 있고,

상기 제2 회전자 단부는, 상기 축방향에서 상기 제2 고정자 단부로부터 상기 제1측으로 떨어져서 위치하고 있고,

상기 영구자석부터 상기 제1 단판까지의 거리를 D1로 하고, 상기 영구자석부터 상기 제2 단판까지의 거리를 D2로 하였을 때, 상기 거리(D1) 및 상기 거리(D2)의 관계는, $D1 > D2 \geq 0$ 을 충족시키고,

상기 복수의 전자강판의 각각의 두께가 0.1mm 이상 0.25mm 이하인 것을 특징으로 하는 송풍기.

청구항 15

실내기와,

상기 실내기에 접속된 실외기를 구비하고,

상기 실내기 및 상기 실외기의 적어도 하나는 전동기를 가지며,

상기 전동기는,

축방향에서의 제1측에 있는 제1 고정자 단부와, 상기 축방향에서 상기 제1측의 반대측인 제2측에 있는 제2 고정자 단부와, 지름방향으로 연재되는 티스와, 상기 티스에 권회된 권선을 갖는 고정자와,

상기 축방향으로 적층된 복수의 전자장판, 자석 삽입구멍, 상기 제1측에 있는 제1 회전자 단부, 및 상기 제2측에 있는 제2 회전자 단부를 갖는 회전자 철심과, 상기 자석 삽입구멍에 삽입된 영구자석과, 상기 회전자 철심에 고정되어 있음과 함께 상기 제2측만으로 지지된 축과, 상기 자석 삽입구멍의 상기 제1측을 덮는 제1 단판과, 상기 자석 삽입구멍의 상기 제2측을 덮는 제2 단판을 갖는 회전자를 가지며,

상기 제1 회전자 단부는, 상기 축방향에서 상기 제1 고정자 단부로부터 상기 제1측으로 떨어져서 위치하고 있고,

상기 제2 회전자 단부는, 상기 축방향에서 상기 제2 고정자 단부로부터 상기 제1측으로 떨어져서 위치하고 있고,

상기 영구자석부터 상기 제1 단판까지의 거리를 D1로 하고, 상기 영구자석부터 상기 제2 단판까지의 거리를 D2로 하였을 때, 상기 거리(D1) 및 상기 거리(D2)의 관계는, $D1 > D2 \geq 0$ 을 충족시키고,

상기 복수의 전자장판의 각각의 두께가 0.1mm 이상 0.25mm 이하인 것을 특징으로 하는 냉동 공조 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 영구자석을 갖는 전동기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 냉동 사이클 장치에 사용되는 고효율 밀폐형 압축기 내의 전동기로서, 영구자석 매입형 전동기 등의 영구자석 동기 전동기(브러시레스 DC 모터라고도 한다)가 사용되고 있다. 영구자석 동기 전동기의 회전자의 회전자 철심의 내부에는 영구자석이 배치되어 있다. 통상, 영구자석 동기 전동기의 구동에 수반하여 회전자 철심에 열이 발생한다. 회전자 철심에 발생한 열이 영구자석에 전하여지면, 영구자석의 온도가 상승하고, 영구자석의 감자(減磁)를 야기한다. 그 결과, 전동기의 토크 및 효율이 저하된다는 문제가 있다. 그 때문에, 영구자석의 주위에 냉매를 통과시킴에 의해, 영구자석의 온도 상승을 저감하는 회전자가 제안되어 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특개2016-86462호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그렇지만, 종래의 기술에서는, 냉매를 이용하여 회전자의 영구자석을 냉각하기 때문에, 냉매가 통과하는 경로가 막힌 경우, 영구자석을 충분히 냉각할 수가 없다. 회전자의 영구자석의 온도 상승은, 영구자석의 감자를 야기한다. 그 결과, 전동기의 효율이 저하된다는 문제가 있다.

[0005] 본 발명의 목적은, 상기한 바와 같은 과제를 해결하기 위해 이루어진 것으로, 회전자의 영구자석의 온도 상승을 저감함에 의해, 전동기의 효율을 개선하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 전동기는, 축방향에서의 제1측에 있는 제1 고정자 단부와, 상기 축방향에서 상기 제1측의 반대측인 제2측에 있는 제2 고정자 단부와, 지름방향으로 연재되는 티스와, 상기 티스에 권회(卷回)된 권선을 갖는 고정자와, 상기 축방향으로 적층된 복수의 전자강판, 자석 삽입구멍, 상기 제1측에 있는 제1 회전자 단부, 및 상기 제2측에 있는 제2 회전자 단부를 갖는 회전자 철심과, 상기 자석 삽입구멍에 삽입된 영구자석과, 상기 회전자 철심에 고정되어 있음과 함께 상기 제2측만으로 지지된 축과, 상기 자석 삽입구멍의 상기 제1측을 덮는 제1 단판과, 상기 자석 삽입구멍의 상기 제2측을 덮는 제2 단판을 갖는 회전자를 구비하고, 상기 제1 회전자 단부는, 상기 축방향에서 상기 제1 고정자 단부로부터 상기 제1측으로 떨어져서 위치하고 있고, 상기 제2 회전자 단부는, 상기 축방향에서 상기 제2 고정자 단부로부터 상기 제1측으로 떨어져서 위치하고 있고, 상기 영구자석부터 상기 제1 단판까지의 거리를 D1로 하고, 상기 영구자석부터 상기 제2 단판까지의 거리를 D2로 하였을 때, 상기 거리(D1) 및 상기 거리(D2)의 관계는, $D1 > D2 \geq 0$ 을 충족시키고, 상기 복수의 전자강판의 각각의 두께가 0.1 mm 이상 0.25mm 이하이다.

발명의 효과

[0007] 본 발명에 의하면, 회전자의 영구자석의 온도 상승을 저감함에 의해, 전동기의 효율을 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 도 1은 본 발명의 실시의 형태 1에 관한 전동기의 구조를 개략적으로 도시하는 평면도.
- 도 2는 전동기의 구조를 개략적으로 도시하는 부분 단면도.
- 도 3은 회전자의 구조를 개략적으로 도시하는 측면도.
- 도 4는 회전자의 구조를 개략적으로 도시하는 단면도.
- 도 5는 xz평면에서의 회전자와 고정자와의 위치 관계를 도시하는 도면.
- 도 6은 xy평면에서의 회전자와 고정자 철심과의 위치 관계를 도시하는 도면.
- 도 7은 제1 단판의 구조를 개략적으로 도시하는 평면도.
- 도 8은 회전자(2)의 구조를 개략적으로 도시하는 평면도.
- 도 9는 도 8에서의 선(C9-C9)에 따른 단면도.
- 도 10은 제2 단판의 다른 예를 도시하는 도면.
- 도 11은 전동기에서의 구동계의 구성의 한 예를 도시하는 블록도.
- 도 12는 전동기의 구동 중에서의 회전자의 상태의 한 예를 도시하는 도면.
- 도 13은 전동기에서의 전자강판의 두께와 회전자에 생기는 철손의 크기와의 관계를 도시하는 그래프.
- 도 14는 본 발명의 실시의 형태 2에 관한 압축기의 구조를 개략적으로 도시하는 단면도.
- 도 15는 본 발명의 실시의 형태 3에 관한 공기 조화기의 구성을 개략적으로 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 이하, 본 발명의 실시의 형태에 관해, 도면을 참조하면서 상세히 설명한다.
- [0010] 각 도면에 도시되는 xy 직교좌표계에서, z축방향(z축)은, 전동기(1)의 축(26)의 축선(A1)과 평행한 방향을 나타내고, x축방향(x축)은, z축방향(z축)에 직교하는 방향을 나타내고, y축방향(y축)은, 축방향 및 x축방향의 양방에 직교하는 방향을 나타낸다. 축선(A1)은, 회전자(2)의 회전 중심이다. 축선(A1)과 평행한 방향은, 「회전자(2)의 축방향」 또는 단지 「축방향」이라고도 한다. 지름방향은, 축선(A1)과 직교하는 방향이다.
- [0011] 실시의 형태 1.
- [0012] 도 1은, 본 발명의 실시의 형태 1에 관한 전동기(1)의 구조를 개략적으로 도시하는 평면도이다. 화살표(C1)는, 축선(A1)을 중심으로 하는 고정자(3)의 둘레방향이다. 화살표(C1)는, 축선(A1)을 중심으로 하는 회전자(2)의 둘

레방향도 나타낸다. 회전자(2) 및 고정자(3)의 둘레방향은, 단지 「둘레방향」이라고도 한다.

- [0013] 도 2는, 전동기(1)의 구조를 개략적으로 도시하는 부분 단면도이다. 도 2에서, 회전자(2)의 외관, xz평면에서의 고정자(3)의 단면이 각각 도시되어 있다. 도 2에서의 상측(즉, +측)을 제1측, 하측(즉, -측)을 제2측이라고 각각 부른다.
- [0014] 전동기(1)는, 회전자(2)와, 고정자(3)와, 축반이(4)를 갖는다. 전동기(1)는, 예를 들면, 영구자석 매입형 전동기이다.
- [0015] 도 2에 도시되는 바와 같이, 고정자(3)는, 고정자 철심(31)과, 축방향에서의 제1측에 있는 제1 고정자 단부(31a)와, 축방향에서의 제2측에 있는 제2 고정자 단부(31b)와, 고정자 철심(31)(구체적으로는, 티스(311))에 권회된 권선(32)을 갖는다. 예를 들면, 고정자 철심(31)과 권선(32)과의 사이에는 인슐레이터가 배치된다. 도 1에 도시되는 고정자(3)에서는, 고정자 철심(31)부터 권선(32)이 제외되어 있다.
- [0016] 제1 고정자 단부(31a)는, 제1측에서의 고정자 철심(31)의 단부이고, 제2 고정자 단부(31b)는, 제2측에서의 고정자 철심(31)의 단부이다.
- [0017] 도 1에 도시되는 바와 같이, 고정자 철심(31)은, 지름방향으로 연재되는 적어도 하나의 티스(311)와, 둘레방향으로 연재되는 요크(312)를 갖는다. 도 1에 도시되는 예에서는, 고정자 철심(31)은, 복수의 티스(311)(구체적으로는, 6개의 티스(311))를 갖는다.
- [0018] 고정자 철심(31)은, 환형상으로 형성되어 있다. 고정자 철심(31)은, 복수의 전자강관을 축방향으로 적층함에 의해 형성되어 있다. 복수의 전자강관의 각각은, 미리 정하여진 형상으로 타발(打拔)되어 있다.
- [0019] 도 3은, 회전자(2)의 구조를 개략적으로 도시하는 측면도이다. 도 3에 도시되는 파선은, 고정구멍(206) 및 고정구멍(274)의 내벽을 도시한다.
- [0020] 도 4는, 회전자(2)의 구조를 개략적으로 도시하는 단면도이다. 도 4에서는, 제1 단판(27a)은 회전자 철심(20)로부터 제외되어 있다.
- [0021] 회전자(2)는, 지름방향에서의 고정자(3)의 내측에 회전 가능하게 배치되어 있다. 회전자(2)는, 회전자 철심(20)과, 적어도 하나의 영구자석(220)과, 축(26)과, 제1 단판(27a)과, 제2 단판(27b)과, 적어도 하나의 고정부재(28)를 갖는다. 회전자(2)의 회전축은, 축선(A1)과 일치한다.
- [0022] 회전자 철심(20)은, 축방향으로 적층된 복수의 전자강관(201)과, 적어도 하나의 자석 삽입구멍(202)과, 축구멍(203)과, 적어도 하나의 구멍(204)과, 적어도 하나의 박육부(205)와, 적어도 하나의 고정구멍(206)(제2 고정구멍이라고도 한다)과, 제1측에 있는 제1 회전자 단부(21a)와, 제2측에 있는 제2 회전자 단부(21b)를 갖는다. 회전자 철심(20)은, 개략 원통형상이다.
- [0023] 제1 회전자 단부(21a)는, 축방향에서의 제1측의 단부이다. 제2 회전자 단부(21b)는, 축방향에서의 제2측의 단부이다.
- [0024] 도 3에 도시되는 바와 같이, 제1 단판(27a)은, 자석 삽입구멍(202)의 제1측을 덮고 있다. 제2 단판(27b)은, 자석 삽입구멍(202)의 제2측을 덮고 있다. 고정부재(28)는, 회전자 철심(20)의 고정구멍(206) 및 제1 단판(27a) 및 제2 단판(27b)의 고정구멍(274)에 삽입되어 있다. 고정부재(28)는, 제1 단판(27a) 및 제2 단판(27b)을 회전자 철심(20)에 고정한다. 이에 의해, 제1 단판(27a) 및 제2 단판(27b)이 회전자 철심(20)에 고정되어 있다.
- [0025] 복수의 전자강관(201)의 각각의 두께는 0.1mm 이상 0.25mm 이하이다. 각 전자강관(201)은, 미리 정하여진 형상으로 타발되어 형성되어 있다. 적어도 하나의 자석 삽입구멍(202), 축구멍(203), 적어도 하나의 구멍(204), 적어도 하나의 박육부(205), 및 적어도 하나의 고정구멍(206)은, 복수의 전자강관(201)에 형성되어 있다. 축구멍(203)은, 축방향과 직교하는 평면, 즉, xy평면에서의 전자강관(201)의 중심에 형성되어 있다.
- [0026] 도 4에 도시되는 예에서는, 복수의 자석 삽입구멍(202)(구체적으로는, 4개의 자석 삽입구멍(202))이 둘레방향으로 배열되어 있다. 도 4에 도시되는 예에서는, 자석 삽입구멍(202)의 수는, 회전자(2)의 자극의 수와 같다.
- [0027] 영구자석(220)은, 자석 삽입구멍(202)에 삽입되어 있다. 영구자석(220)은, 예를 들면, 희토류 자석이다. 단, 영구자석(220)은, 희토류 자석으로 한정되지 않는다. 지름방향에서의 영구자석(220)의 폭은, 지름방향에서의 자석 삽입구멍(202)의 폭보다도 작다.
- [0028] 도 4에 도시되는 바와 같이, 영구자석(220)은, 자석 삽입구멍(202) 내에서 지름방향에서의 내측에 위치하고 있

다. 따라서 자석 삽입구멍(202)의 내벽과 지름방향에서의 영구자석(220)의 외측의 표면의 사이에는 공극이 형성되어 있다. 이 공극에는, 기름(油) 또는 냉매가 존재하고 있어도 좋다.

- [0029] 적어도 하나의 구멍(204)은, 지름방향에서 자석 삽입구멍(202)의 외측에 형성되어 있다. 도 4에 도시되는 예에서는, 복수의 구멍(204)(구체적으로는, 8개의 구멍(204))이 회전자 철심(20)에 형성되어 있다. 각 구멍(204)은, 둘레방향으로 연재되어 있다. 구멍(204) 이외의 구멍이 회전자 철심(20)에 형성되어 있어도 좋다. 이 경우, 구멍(204)은, 극간부(極間部)에게 가장 가까운 구멍이다.
- [0030] 적어도 하나의 박육부(205)는, 구멍(204)과 회전자 철심(20)의 외연과의 사이에 형성되어 있다. 도 4에 도시되는 예에서는, 복수의 박육부(205)(구체적으로는, 8개의 박육부(205))가 회전자 철심(20)에 형성되어 있다. 각 박육부(205)는, 둘레방향으로 연재되어 있다.
- [0031] 축(26)은, xy평면에서의 회전자(2)의 중심부에 형성된 축구멍(203)에 삽입되어 있다. 축(26)은, 회전자 철심(20)(구체적으로는, 축구멍(203))에 고정되어 있음과 함께 제2축만으로 회전 가능하게 지지되어 있다. 구체적으로는, 축(26)은, 제2축에서, 축받이(4)에 의해 회전 가능하게 지지되어 있다.
- [0032] 회전자 철심(20)은, 또한, 회전자(2)의 자극(磁極) 중심부에 위치하는 제1 부분(20a)과, 회전자(2)의 극간부에게 위치하는 제2 부분(20b)과, 제1 부분(20a)을 포함하는 외주면(20c)(제1 외주면이라고도 한다)과, 제2 부분(20b)을 포함하는 외주면(20d)(제2 외주면이라고도 한다)을 갖는다.
- [0033] xy평면에서, 제1 부분(20a)은, 지름방향에서의 회전자 철심(20)의 단부이다. 마찬가지로, xy평면에서, 제2 부분(20b)은, 지름방향에서의 회전자 철심(20)의 단부이다. 제1 부분(20a) 및 제2 부분(20b)은, 회전자 철심(20)의 외연(外緣)의 일부를 형성한다.
- [0034] 자극 중심부는, 회전자(2)에서 자극 중심선(B1)이 통과하는 부분이다. 파선으로 도시되는 자극 중심선(B1)은, xy평면에서, 영구자석(220)의 중심 및 회전자(2)의 회전 중심을 통과하는 직선이다.
- [0035] 극간부는, 회전자(2)에서 극간선(B2)이 통과하는 부분이다. 파선으로 도시되는 극간선(B2)은, xy평면에서, 서로 인접하는 2개의 영구자석(220)의 중간점 및 회전자(2)의 회전 중심을 통과하는 직선이다.
- [0036] 외주면(20c)은, 외주면(20d)보다도 지름방향에서 외측으로 돌출하고 있다. xy평면에서, 회전자(2)의 회전 중심부터 제1 부분(20a)까지의 거리는, 회전자(2)의 회전 중심부터 제2 부분(20b)까지의 거리보다도 길다. 환언하면, 자극 중심부에서의 회전자 철심(20)의 반경(M1)은, 극간부에서의 회전자 철심(20)의 반경(M2)보다도 크다. 따라서 제2 부분(20b)부터 고정자 철심(31)까지의 최단 거리는, 제1 부분(20a)부터 고정자 철심(31)까지의 최단 거리보다도 크다. 환언하면, 극간부에서의 회전자 철심(20)과 고정자 철심(31) 사이의 공극은, 자극 중심부에서의 회전자 철심(20)과 고정자 철심(31) 사이의 공극보다도 크다.
- [0037] 도 5는, xz평면에서의 회전자(2)와 고정자(3)와의 위치 관계를 도시하는 도면이다. 도 5에서는, 회전자(2) 및 고정자(3)의 단면 구조가 도시되어 있다.
- [0038] 도 5에 도시되는 바와 같이, 제1 회전자 단부(21a)는, 축방향에서 제1 고정자 단부(31a)로부터 제1축으로 떨어져서 위치하고 있고, 제2 회전자 단부(21b)는, 축방향에서 제2 고정자 단부(31b)로부터 제1축으로 떨어져서 위치하고 있다.
- [0039] 영구자석(220)부터 제1 단판(27a)까지의 축방향에서의 거리를 D1로 하고, 영구자석(220)부터 제2 단판(27b)까지의 축방향에서의 거리를 D2로 하였을 때, 거리(D1) 및 거리(D2)의 관계는, $D1 > D2 \geq 0$ 을 충족시킨다. 영구자석(220)부터 제1 단판(27a)까지의 거리가 일정하지 않은 경우, 거리(D1)는, 영구자석(220)부터 제1 단판(27a)까지의 최단 거리이다. 마찬가지로, 영구자석(220)부터 제2 단판(27b)까지의 거리가 일정하지 않은 경우, 거리(D2)는, 영구자석(220)부터 제2 단판(27b)까지의 최단 거리이다.
- [0040] 도 6은, xy평면에서의 회전자(2)와 고정자 철심(31)와의 위치 관계를 도시하는 도면이다. 도 6에는, 회전자(2)의 일부 및 고정자 철심(31)의 일부가 도시되어 있다.
- [0041] 티스(311)는, 본체부(311a)와, 티스 선단부(311b)를 갖는다. 단부(311c)는, 둘레방향에서의 티스 선단부(311b)의 단부이다. 본체부(311a)는, 지름방향으로 연재되어 있다. 티스 선단부(311b)는, 둘레방향으로 연재되어 있고, 회전자(2)(구체적으로는, 회전자 철심(20))에 면하고 있다.
- [0042] 각 구멍(204)은, 티스 선단부(311b)의 단부(311c)와 축선(A1)(즉, 회전자(2)의 회전 중심)을 통과하는 직선(L1)상에 위치하고 있다. 마찬가지로, 각 박육부(205)는, 둘레방향에서의 티스 선단부(311b)의 단부(311c)와 축선

(A1)을 통과하는 직선(L1)상에 위치하고 있다.

- [0043] 축방향과 직교하는 평면, 즉, xy평면에서, 티스 선단부(311b)의 양단부(311c)와 회전자(2)의 회전 중심을 통과하는 2직선(L1)이 이루는 각도를 θ_1 로 하고, xy평면에서, 둘레방향에서의 외주면(20c)의 양단과 회전자(2)의 회전 중심을 통과하는 2직선(L2)이 이루는 각도를 θ_2 라고 하면, 전동기(1)는 $\theta_1 \geq \theta_2$ 를 충족시킨다.
- [0044] 도 7은, 제1 단판(27a)의 구조를 개략적으로 도시하는 평면도이다. 제2 단판(27b)의 구조도 도 7에 도시되는 제1 단판(27a)의 구조와 같다.
- [0045] 제1 단판(27a)은, 제1 단판(27a)의 xy평면에서의 외연의 일부를 형성하는 외연(271)(제1 외연이라고도 한다)과, 둘레방향에서 외연(271)에 인접하여 있는 외연(272)(제2 외연이라고도 한다)과, 축(26)이 통과하는 축구멍(273)과, 적어도 하나의 고정구멍(274)(제1 고정구멍이라고도 한다)과, 제1 단판(27a)은, 적어도 하나의 자석 고정부(275)를 갖는다.
- [0046] 도 7에 도시되는 예에서는, 복수의 외연(271)(구체적으로는, 4개의 외연(271)), 복수의 외연(272)(구체적으로는, 4개의 외연(272)), 복수의 고정구멍(274)(구체적으로는, 4개의 고정구멍(274)), 및 복수의 자석 고정부(275)(구체적으로는, 5개의 자석 고정부(275))가 제1 단판(27a)에 형성되어 있다. 회전자(2)의 자극 중심부상의 제1 단판(27a)의 반경(T1)은, 회전자(2)의 극간부상의 제1 단판(27a)의 반경(T2)보다도 크다. 제1 단판(27a) 및 제2 단판(27b)은, 예를 들면, 비자성체로 형성되어 있다.
- [0047] 도 8은, 회전자(2)의 구조를 개략적으로 도시하는 평면도이다. 도 8에서, 회전자 철심(20)의 구조는 파선으로 도시되어 있고, 제1 단판(27a)의 구조는 실선으로 도시되어 있다.
- [0048] 제1 단판(27a)의 외연(271)의 일부는, 회전자(2)의 자극 중심부상에 위치하고, 제1 단판(27a)의 외연(272)의 일부는, 회전자(2)의 극간부상에 위치하고 있다.
- [0049] 제1 단판(27a)의 외연(271)은, 지름방향에서 회전자 철심(20)의 외주면(20c)부터 내측으로 떨어져서 위치하고 있다. 제1 단판(27a)의 외연(272)은, 지름방향에서 회전자 철심(20)의 외주면(20d)부터 외측으로 떨어져서 위치하고 있다. 구체적으로는, 자극 중심부상에서, 제1 단판(27a)의 외연(271)은, 지름방향에서 회전자 철심(20)의 제1 부분(20a)부터 내측으로 떨어져서 위치하고 있다. 극간부상에서, 제1 단판(27a)의 외연(272)은, 지름방향에서 회전자 철심(20)의 제2 부분(20b)부터 외측으로 떨어져서 위치하고 있다.
- [0050] 도 9는, 도 8에서의 선(C9-C9)에 따른 단면도이다.
- [0051] 자석 고정부(275)는, 영구자석(220)의 위치를 고정한다. 자석 고정부(275)는, 예를 들면, 스프링 특성을 갖는 돌기이다. 예를 들면, 도 9에 도시되는 바와 같이, 제1 단판(27a)의 일부를 영구자석(220)을 향하여 절곡함에 의해, 스프링 특성을 갖는 돌기를 형성할 수 있다. 도 9에 도시되는 예에서는, 영구자석(220)의 위치는, 자석 고정부(275)로 고정되어 있다. 이 경우, 거리(D1) 및 거리(D2)의 관계는, $D1 > D2$ 또한 $D2 = 0$ 을 충족시킨다.
- [0052] 도 10은, 제2 단판(27b)의 다른 예를 도시하는 도면이다.
- [0053] 제2 단판(27b)은, 영구자석(220)의 위치를 고정하는 자석 고정부(275)를 가져도 좋다. 도 10에 도시되는 예에서는, 영구자석(220)의 위치는, 제1 단판(27a)의 자석 고정부(275) 및 제2 단판(27b)의 자석 고정부(275)로 고정되어 있다. 이 경우, 축방향에서의 제1 단판(27a)의 자석 고정부(275)의 길이는, 제2 단판(27b)의 자석 고정부(275)보다도 길다. 이에 의해, 거리(D1) 및 거리(D2)의 관계는, $D1 > D2 > 0$ 을 충족시킨다.
- [0054] 영구자석(220)이 자석 고정부(275)로 축방향에서 고정되어 있기 때문에, 전동기(1)의 구동중에 있어서, 영구자석(220)이 축방향으로 빗나가는 것을 방지할 수 있고, 고정자(3)에 유입한 축방향에서의 자속의 편차를 저감할 수 있다. 이에 의해, 전동기(1)의 효율을 개선할 수 있다. 또한, 자석 삽입구멍(202) 또는 영구자석(220)의 축방향에서의 치수의 오차가 있는 경우에도, 자석 고정부(275)는, 스프링 특성을 갖고 있기 때문에, 그 오차를 흡수할 수 있다.
- [0055] 회전자 철심(20)의 고정구멍(206), 제1 단판(27a)의 고정구멍(274), 및 고정부재(28)는, xy평면에서 원형이다. xy평면에서, 고정부재(28)의 반경을 r_1 로 하고, 고정구멍(274)의 반경을 r_2 로 하고, 고정구멍(206)의 반경을 r_3 으로 하고, 자극 중심부에서의 회전자 철심(20)의 반경을 M_1 로 하고, 자극 중심부상의 제1 단판(27a)의 반경을 T_1 로 하였을 때, 이들의 관계는, $r_1 < r_2$, $r_1 < r_3$, 또한 $M_1 > T_1$ 을 충족시킨다.
- [0056] 또한, 전동기(1)는, $(r_2 + r_3) - 2 \times r_1 \leq M_1 - T_1$ 을 충족시킨다.

- [0057] 도 11은, 전동기(1)에서의 구동계의 구성의 한 예를 도시하는 블록도이다.
- [0058] 전동기(1)는, 권선(32)에 전압을 인가하는 인버터(7)와, 권선(32)에 인가되는 전압을 승압시키는 승압 회로(8) (컨버터라고도 한다)를 또한 갖는다. 전동기(1)가 구동할 때에, 권선(32)에 인가되는 전압을 조정하기 위한 캐리어 주파수는, 예를 들면, 1kHz부터 8kHz이다. 캐리어 주파수는, 인버터(7)에 의해 제어되어도 좋고, 인버터(7)의 외부의 제어 장치에 의해 제어되어도 좋다.
- [0059] 본 실시의 형태에 관한 전동기(1)의 효과를 이하에 설명한다.
- [0060] 일반적으로, 영구자석 동기 전동기가 구동할 때, 고정자(구체적으로는, 권선)에 전압이 인가되고, 고정자로부터 자력이 발생한다. 고정자로부터의 자력에는 고조파(고조파 성분이라고도 한다)가 포함되어 있기 때문에, 회전자의 회전과 동기하지 않는 고조파가 존재한다. 이 고조파에는, 권선에 통전할 때에 생기는 전류 왜곡을 기인(起因)으로 하여 발생하는 고조파와, 고정자의 티스 사이에 형성되는 공간인 슬롯에 기인하는 고조파가 포함된다. 회전자의 회전과 동기하지 않는 고조파는, 회전자(구체적으로는, 영구자석)에서의 자속을 변화시키고, 그 결과, 회전자에 철손(鐵損)이 발생한다. 이 철손은, 회전자의 표면에 발생하고, 발열을 야기한다. 이 열이 회전자 철심을 통하여 영구자석에 전하여지면, 영구자석의 온도가 상승한다.
- [0061] 일반적으로, 전동기의 출력을 높이기 위해, 회전자의 영구자석으로서 희토류 자석이 사용되고 있다. 희토류 자석의 온도가 상승하면, 자력 및 보호자력의 저하를 야기하고, 그 결과, 전동기의 출력 및 효율의 저하를 야기한다. 따라서 영구자석의 온도는 가능한 한 낮은 것이 바람직하다.
- [0062] 디스프로슘의 함유량이 적은 희토류 자석은, 열의 영향을 받기 쉽기 때문에, 디스프로슘의 함유량이 적은 희토류 자석을 사용한 전동기에서는, 회전자에서의 온도 상승을 저감할 필요가 있다. 특히, 디스프로슘을 포함하지 않는 영구자석의 보호자력은 낮기 때문에, 디스프로슘의 함유량이 적은 희토류 자석을 사용한 전동기에서는, 온도 상승을 가능한 한 저감할 필요가 있다. 따라서 영구자석에서 디스프로슘의 함유량이 중량비로 4% 이하일 때, 영구자석의 온도 상승을 저감하는 것이 중요하다. 역으로 말하면, 영구자석의 온도를 저감할 수 있는 기술을 이용함에 의해, 회전자의 영구자석으로서, 디스프로슘의 함유량이 중량비로 0%부터 4%의 영구자석을 사용할 수 있다.
- [0063] 도 12는, 전동기(1)의 구동 중에서의 회전자(2)의 상태의 한 예를 도시하는 도면이다. 도 12에서, 회전자(2)와 고정자(3) 사이의 공극에 도시되는 화살표는, 고정자(3)로부터의 자속의 흐름을 나타낸다.
- [0064] 일반적으로, 회전자의 축이 축방향에서의 일방에서 회전 가능하게 지지되어 있는 경우, 전동기의 구동중에 축이 기울어지기 쉽다. 회전자의 축이 기울어진 경우, 회전자와 고정자 사이의 공극이 좁아지는 영역이 발생한다. 회전자와 고정자 사이의 공극이 좁은 경우, 회전자 철심에 유입하는 자속의 밀도가 커지기 때문에, 회전자 철심은 고정자로부터의 자력의 고조파의 영향을 받기 쉽다. 그 결과, 회전자 철심의 표면에서의 철손이 증가한다. 따라서 회전자의 축이 축방향에서의 일방에서 회전 가능하게 지지되어 있는 경우, 철손을 기인으로 하는 회전자 철심의 발열이 크다.
- [0065] 전동기(1)에서는, 회전자(2)의 축(26)이 축방향에서의 일단축만으로 지지되어 있고, 제1 회전자 단부(21a)는, 축방향에서 제1 고정자 단부(31a)로부터 제1축으로 떨어져서 위치하고 있고, 제2 회전자 단부(21b)는, 축방향에서 제2 고정자 단부(31b)로부터 제1축으로 떨어져서 위치하고 있다. 이와 같은 구조를 갖는 전동기(1)는, 예를 들면, 로터리 압축기의 전동기로서 사용된다.
- [0066] 로터리 압축기의 전동기에 전동기(1)를 적용한 경우, 제1 회전자 단부(21a) 및 제2 회전자 단부(21b)가, 축방향에서 제1 고정자 단부(31a) 및 제2 고정자 단부(31b)로부터 제1축으로 각각 떨어져서 위치하고 있기 때문에, 전동기(1) 내에서 축방향으로 흡인력이 발생한다. 이에 의해, 압축기 내에서 냉매를 압축하기 위한 간극을 관리할 수 있다.
- [0067] 도 12에 도시되는 바와 같이, 제1 회전자 단부(21a) 및 제2 회전자 단부(21b)가, 축방향에서 제1 고정자 단부(31a) 및 제2 고정자 단부(31b)로부터 제1축으로 각각 떨어져서 위치하고 있을 때, 축방향에서의 회전자(2)의 일단축에 유입하는 고정자(3)로부터의 자속이 증가한다. 도 12에 도시되는 예에서는, 회전자(2)의 제2축에 유입하는 고정자(3)로부터의 자속이 증가한다. 이 경우, 고정자(3)로부터의 자력의 고조파 성분이 크고, 회전자(2)의 제2축에서의 자속밀도가 증가하기 때문에, 회전자(2)의 제2축에서의 철손이 증가한다. 그 결과, 회전자(2)의 온도가 상승한다는 문제가 있다. 특히, 회전자(2)의 제2축에서의 온도가 상승하기 쉽다는 문제가 있다.
- [0068] 본 실시의 형태에 관한 전동기(1)에서, 거리(D1) 및 거리(D2)의 관계는, $D1 > D2 \geq 0$ 을 충족시킨다. 이에 의해, 제

1층의 영구자석(220)의 양을 줄인 것을 할 수 있고, 고정자(3)에 면하는 영구자석(220)의 면적을 증가시킬 수 있다. 그 결과, 영구자석(220)의 자력을 효율적으로 사용할 수 있고, 회전자(2)의 자력을 높일 수 있다.

- [0069] 영구자석(220)이 제2 단판(27b)에 접촉하고 있을 때(즉, D2=0), 고정자(3)에 면하는 영구자석(220)의 면적이 가장 크기 때문에, 회전자(2)의 자력을 가장 유효하게 사용할 수 있다. 단, 회전자(2)의 제2층에서의 영구자석(220)의 양을 많게 함에 의해, 영구자석(220)의 제2층의 온도가 상승하기 쉽다. 따라서 회전자(2)의 제2층에서의 영구자석(220)의 양을 많게 함과 함께, 영구자석(220)의 온도 상승을 저감시키는 것이 바람직하다.
- [0070] 도 13은, 전동기(1)에서의 전자강판(201)의 두께와 회전자(2)에 생기는 철손의 크기와의 관계를 도시하는 그래프이다.
- [0071] 도 13에 도시되는 바와 같이, 전자강판(201)의 두께가 0.25mm보다 큰 때, 철손이 현저하게 증가한다. 일반적으로, 전자강판의 철손에는, 히스테리시스손(損) 및 와전류손이 포함된다. 고정자(3)로부터의 자력의 고조파를 기인으로 하는 철손을 저감하기 위해서는, 와전류손을 저감하는 것이 유효하다. 전자강판(201)의 두께가 0.25mm 이하에서는, 철손, 특히, 와전류손을 저감할 수 있다. 단, 전자강판(201)의 두께가 0.1mm보다도 작은 때, 전자강판(201)의 타발 가공이 곤란하다. 따라서 전자강판(201)의 두께는, 0.1mm 이상 0.25mm 이하인 것이 바람직하다.
- [0072] 본 실시의 형태에 관한 전동기(1)에서는, 회전자(2)의 제2층에 유입하는 고정자(3)로부터의 자속이 증가하기 때문에, 영구자석(220)의 제2층의 온도가 상승하기 쉽고, 감자 특성이 악화하기 쉽다. 영구자석(220)으로서 큰 보호자력을 갖는 자석을 사용함으로써 감자 특성을 개선할 수도 있다. 본 실시의 형태에 관한 전동기(1)에서는, 큰 보호자력을 갖는 자석을 사용하지 않고, 전자강판(201)의 두께를, 0.1mm 이상 0.25mm 이하로 설정함에 의해, 회전자(2)에 생기는 철손을 저감할 수 있고, 철손을 기인으로 하는 발열을 저감할 수 있다. 그 결과, 영구자석(220)의 온도 상승을 저감할 수 있다.
- [0073] 각도($\theta 2$)(도 6)가 클수록, 회전자(2)와 고정자(3) 사이의 공극이 좁은 영역을 둘레방향으로 길게 할 수 있고, 이에 의해, 영구자석(220)의 자속을 효율적으로 고정자(3)에 유입시킬 수 있다. 그렇지만, 고정자 철심(31)부터 회전자 철심(20)까지의 거리가 짧은 때, 고정자 철심(31)부터의 자력의 고조파의 영향이 커지기 때문에, 회전자 철심(20)에서의 철손이 증가한다. 본 실시의 형태에 관한 전동기(1)에서는, 각도($\theta 1$ 및 $\theta 2$)의 관계는, $\theta 1 \geq \theta 2$ 를 충족시킨다. 이에 의해, 고정자(3)로부터의 자력의 고조파의 영향을 저감할 수 있다. 그 결과, 영구자석(220)의 자력을 효율적으로 고정자(3)에 유입시킬 수 있고, 회전자 철심(20)의 표면에 생기는 철손을 저감할 수 있다.
- [0074] 회전자 철심(20)의 구멍(204)(도 4)은, 둘레방향으로 연재되어 있다. 이에 의해, 회전자 철심(20)의 외주면부터 전자강판(201)을 통하여 영구자석(220)까지의 경로를 길게 할 수 있다. 그 결과, 회전자 철심(20)의 외주면에서 발생한 열이 영구자석(220)에 전하여지기 어려워지기 때문에, 영구자석(220)의 온도 상승을 저감할 수 있다. 또한, 회전자 철심(20)에 구멍(204)이 형성되어 있기 때문에, 회전자 철심(20)의 표면적을 증가시킬 수 있고, 회전자 철심(20) 및 영구자석(220)의 열을 구멍(204)부터 회전자(2)의 외부에 방출하기 쉽게 할 수 있다.
- [0075] 회전자 철심(20)의 구멍(204)은, 둘레방향에서의 티스 선단부(311b)의 단부(311c)와 축선(A1)(즉, 회전자(2)의 회전 중심)을 통과하는 직선(L1)상에 위치하고 있다. 이에 의해, 티스 선단부(311b)의 구조 및 2개의 티스(311) 사이의 슬롯의 구조를 기인으로 하는 자력의 고조파를 저감할 수 있고, 회전자(2)에서의 철손을 저감할 수 있다.
- [0076] 영구자석(220)은, 자석 삽입구멍(202) 내에서 지름방향에서의 내측에 위치하고 있다. 따라서 자석 삽입구멍(202)의 내벽과 지름방향에서의 영구자석(220)의 외측의 표면과의 사이에는 공극이 형성되어 있다. 이에 의해, 회전자 철심(20)의 외주면에서 발생한 열이 영구자석(220)에 전하여지기 어렵고. 그 결과, 영구자석(220)의 온도 상승을 저감할 수 있다.
- [0077] 극간부상의 제1 단판(27a)의 반경(T2)은, 극간부에서의 회전자 철심(20)의 반경(M2)보다도 크다. 환언하면, 외연(272)은, 지름방향에서 회전자 철심(20)의 제2 부분(20b)부터 외측으로 떨어져서 위치하고 있다. 즉, 회전자 철심(20)의 제2 부분(20b)부터 외측으로 돌출한 제1 단판(27a)의 체적을 증가시킬 수 있다. 이에 의해, 극간부에서의 회전자 철심(20)의 열을, 제1 단판(27a)을 통하여 방출할 수 있다. 그 결과, 극간부에서의 회전자 철심(20)부터 영구자석(220)에 전하여지는 열을 저감할 수 있다.
- [0078] 자극 중심부상의 제1 단판(27a)의 반경(T1)은, 자극 중심부에서의 회전자 철심(20)의 반경(M1)보다도 작다. 환언하면, 외연(271)은, 지름방향에서 회전자 철심(20)의 제1 부분(20a)부터 내측으로 떨어져서 위치하고 있다.

이에 의해, 제1 단판(27a)이 고정자 철심(31)에 접촉하는 것을 막아, 자극 중심부에서의 회전자 철심(20)부터 고정자 철심(31)까지의 거리를 좁게 할 수 있다. 그 결과, 회전자(2)로부터의 자속을 효율적으로 고정자 철심(31)에 유입시킬 수 있다.

- [0079] xy평면에서, 회전자 철심(20)에 대한 제1 단판(27a)의 어긋남량은, $(r2-r1)+(r3-r1)=(r2+r3)-2\times r1$ 로 표시된다. 여기서, 고정부재(28)와 제1 단판(27a)의 고정구멍(274) 사이의 최대 이동량은 $r2-r1$ 로 표시되고, 고정부재(28)와 회전자 철심(20)의 고정구멍(206) 사이의 최대 이동량은 $r3-r1$ 로 표시된다.
- [0080] 따라서 전동기(1)가 $(r2+r3)-2\times r1 \leq M1-T1$ 을 충족시킬 때, 제1 단판(27a)이 고정부재(28)와 고정구멍(206 및 274)의 간극에 의해 어긋난 경우에도, 제1 단판(27a)의 외연(271)이, 지름방향에서 회전자 철심(20)의 제1 부분(20a)로부터 내측으로 떨어져서 위치하도록, 제1 단판(27a)을 회전자 철심(20)에 부착할 수 있다. 이 형상으로 함으로써, 제1 단판(27a)이 회전자(2)의 지름방향 외측으로 튀어나가는 것이 없어진다. 그 때문에, 고정자(3)와 회전자(2) 사이의 지름방향의 폭을 회전자(2)의 외주면(20c 및 20d)으로 정할 수 있다. 따라서 고정자(3)와 회전자(2) 사이의 지름방향의 폭을 회전자(2)의 편심, 축(26)의 휨, 및 형상의 편차 등을 고려한 최소의 치수로 설정할 수 있다. 이 조건하에서, 극간부상의 제1 단판(27a)의 반경(T2)을 극간부에서의 회전자 철심(20)의 반경(M2)보다도 크게 함에 의해, 회전자 철심(20)의 제2 부분(20b)부터 외측으로 돌출한 제1 단판(27a)의 체적을 증가시킬 수 있다. 이에 의해, 극간부에서의 회전자 철심(20)의 열을, 제1 단판(27a)을 통하여 회전자(2)의 외부에 방출할 수 있다. 그 결과, 극간부에서의 회전자 철심(20)부터 영구자석(220)에 전하여지는 열을 저감할 수 있다.
- [0081] 극간부에서의 회전자 철심(20)과 고정자 철심(31) 사이의 공극은, 자극 중심부에서의 회전자 철심(20)과 고정자 철심(31) 사이의 공극보다도 크다. 이에 의해, 고정자(3)의 공간 고조파를 저감할 수 있기 때문에, 극간부에서의 회전자 철심(20)의 표면에 발생하는 철손을 저감할 수 있다. 그 결과, 영구자석(220)의 극간부측의 온도 상승을 저감할 수 있다.
- [0082] 코일(32)에 인가되는 전압을 조정하기 위한 캐리어 주파수가 큰 때, 권선(32)에 인가되는 전압, 즉, 전동기(1)를 구동하기 위한 전압을 치밀하게 조정할 수 있고, 자력의 고조파 성분을 저감할 수 있다. 전동기(1)에서는, 권선(32)에 인가되는 전압의 캐리어 주파수는, 예를 들면, 1kHz부터 8kHz이다. 이에 의해, 전동기(1)를 구동하기 위한 전압을 치밀하게 조정할 수 있고, 자력의 고조파 성분을 저감할 수 있다.
- [0083] 일반적으로, 캐리어 주파수가 커질수록 스위칭 손실이 많아지고, 전동기의 효율이 저하된다. 전동기(1)에서의 캐리어 주파수가 1kHz부터 8kHz일 때, 고정자(3)로부터의 자력의 고조파 및 스위칭 손실을 저감한 상태에서, 전동기(1)를 구동하기 위한 전압을 치밀하게 조정할 수 있다. 단, 캐리어 주파수가 1kHz부터 8kHz의 범위에서는, 고정자(3)로부터의 자력의 고조파를 기인으로 하는 철손을 충분히 작게 할 수가 없다. 그렇지만, 본 실시의 형태에 관한 전동기(1)에서는, 캐리어 주파수가 1kHz부터 8kHz의 범위에서도, 본 실시의 형태에서 설명한 구성을 구비하고 있기 때문에, 회전자 철심(20)의 표면에 생기는 철손을 저감할 수 있다.
- [0084] 전동기(1)는, 권선(32)에 인가되는 전압을 승압시키는 승압 회로(8)를 또한 갖는다. 일반적으로, 승압 회로를 이용하면 전압이 커지기 때문에, 회전수가 낮은 상태에서 전동기를 구동하는 경우, 전압의 변조율이 작아진다. 변조율이 작으면 전동기를 구동하는 전류의 왜곡이 커지고, 전류에 의한 자력의 고조파 성분이 증가한다. 그 결과, 회전자에 발생하는 철손이 증가한다. 그렇지만, 본 실시의 형태에 관한 전동기(1)에서는, 승압 회로(8)를 이용한 경우에도, 상술의 구성을 구비하고 있기 때문에, 회전자 철심(20)의 표면에 생기는 철손을 저감할 수 있다.
- [0085] 전동기의 부하의 맥동이 크고, 회전자의 위치를 검출하는 센서를 탑재하지 않는 전동기에 있어서, 본 실시의 형태에 관한 전동기(1)의 특징은 보다 효과적이다. 일반적으로, 회전자의 위치를 검출하는 센서를 이용한 전동기는, 회전자의 위치를 파악할 수 있기 때문에, 전동기의 부하의 맥동이 커도 일정한 회전수로 구동하도록 회전자를 제어할 수 있다. 그렇지만, 회전자의 위치를 검출하는 센서를 탑재하지 않는 전동기에서는, 회전자가 일정한 회전수로 구동하도록 제어하기가 어렵다.
- [0086] 예를 들면, 회전자의 위치를 검출하는 센서를 탑재하지 않은 전동기에서는, 고정자로부터의 자력의 기본파가 회전자와 동기하지 않는 상태가 발생하기 때문에, 고정자로부터의 자력의 기본파를 기인으로 하는 철손이 회전자 철심의 표면에 발생한다. 그 결과, 회전자의 온도가 상승하고, 영구자석의 온도 상승을 야기한다. 본 실시의 형태에 관한 전동기(1)는, 본 실시의 형태에서 설명한 구성을 갖기 때문에, 전동기(1)가 회전자의 위치를 검출하는 센서를 탑재하지 않는 경우라도, 영구자석(220)의 온도 상승을 저감할 수 있다.

- [0087] 전동기의 부하의 맥동에 관해, 전동기의 토오크의 최소치와 최대치와의 비가 20% 이상일 때, 회전자의 위상에 대해 고정자로부터의 자속을 적절한 위치에 흐르지 않는 상태가 발생하기 쉬워진다. 이 현상은, 전동기의 토오크의 최소치와 최대치와의 비가 50% 이상일 때, 더욱 현저하게 발생한다. 일반적으로, 공기 조화기의 압축기 내의 전동기에서는, 부하의 맥동이 크다. 예를 들면, 로터리 압축기 내의 전동기에서는, 토오크의 최소치와 최대치와의 비가 50% 이상 발생하는 일이 있다. 따라서 압축기 내의 전동기로서 전동기(1)를 사용할 때, 본 실시의 형태에 관한 전동기(1)의 특징은 보다 효과적이다.
- [0088] 이상에 설명한 바와 같이, 전동기(1)에서는, 제1 회전자 단부(21a)는, 축방향에서 제1 고정자 단부(31a)로부터 제1측으로 떨어져서 위치하고 있고, 제2 회전자 단부(21b)는, 축방향에서 제2 고정자 단부(31b)로부터 제1측으로 떨어져서 위치하고 있다. 또한, 축(26)은, 회전자 철심(20)(구체적으로는, 축구멍(203))에 고정되어 있음과 함께 제2측만으로 회전 가능하게 지지되어 있다. 이와 같은 조건하에서, 전동기(1)는, 본 실시의 형태에서 설명한 구성을 갖기 때문에, 회전자(2)의 영구자석(220)의 온도 상승을 저감시킬 수 있고, 전동기의 효율을 개선할 수 있다.
- [0089] 실시의 형태 2.
- [0090] 본 발명의 실시의 형태 2에 관한 압축기(6)에 관해 설명한다.
- [0091] 도 14는, 실시의 형태 2에 관한 압축기(6)의 구조를 개략적으로 도시하는 단면도이다.
- [0092] 압축기(6)는, 전동 요소로서의 전동기(60)와, 하우징으로서의 밀폐 용기(61)와, 압축 요소로서의 압축 기구(62)를 갖는다. 본 실시의 형태에서는, 압축기(6)는, 로터리 압축기이다. 단, 압축기(6)는, 로터리 압축기로 한정되지 않는다.
- [0093] 전동기(60)는, 실시의 형태 1에 관한 전동기(1)이다. 본 실시의 형태에서는, 전동기(60)는, 영구자석 매입형 전동기이지만, 이것으로 한정되지 않는다.
- [0094] 밀폐 용기(61)는, 전동기(60) 및 압축 기구(62)를 덮는다. 밀폐 용기(61)의 저부에는, 압축 기구(62)의 활수부분을 윤활한 냉동기유가 저류되어 있다.
- [0095] 압축기(6)는, 또한, 밀폐 용기(61)에 고정된 유리 단자(63)와, 어큐물레이터(64)와, 흡입 파이프(65)와, 토출 파이프(66)를 갖는다.
- [0096] 압축 기구(62)는, 실린더(62a)와, 피스톤(62b)과, 상부 프레임(62c)(제1의 프레임)과, 하부 프레임(62d)(제2의 프레임)과, 상부 프레임(62c) 및 하부 프레임(62d)에 각각 부착된 복수의 머플러(62e)를 갖는다. 압축 기구(62)는, 또한, 실린더(62a) 내를 흡입측과 압축측으로 나누는 베인을 갖는다. 압축 기구(62)는, 전동기(60)에 의해 구동된다.
- [0097] 전동기(60)는, 압입 또는 수축끼워맞춤으로 밀폐 용기(61) 내에 고정되어 있다. 압입 및 수축끼워맞춤 대신에 용접으로 고정자(3)를 밀폐 용기(61)에 직접 부착하여도 좋다.
- [0098] 전동기(60)의 고정자(3)의 권선에는, 글라스 단자(63)를 통하여 전력이 공급된다.
- [0099] 전동기(60)의 회전자(구체적으로는, 축(26)의 일단측)는, 상부 프레임(62c) 및 하부 프레임(62d)의 각각에 구비된 축받이에 의해 회전 자유롭게 지지되어 있다.
- [0100] 피스톤(62b)에는, 축(26)이 삽통되어 있다. 상부 프레임(62c) 및 하부 프레임(62d)에는, 축(26)이 회전 자유롭게 삽통되어 있다. 상부 프레임(62c) 및 하부 프레임(62d)은, 실린더(62a)의 단면(端面)을 폐색한다. 어큐물레이터(64)는, 흡입 파이프(65)를 통하여 냉매(예를 들면, 냉매 가스)를 실린더(62a)에 공급한다.
- [0101] 다음에, 압축기(6)의 동작에 관해 설명한다. 어큐물레이터(64)로부터 공급된 냉매는, 밀폐 용기(61)에 고정된 흡입 파이프(65)로부터 실린더(62a) 내에 흡입된다. 인버터의 통전에 의해 전동기(60)가 회전함에 의해, 축(26)에 감합된 피스톤(62b)이 실린더(62a) 내에서 회전한다. 이에 의해, 실린더(62a) 내에서 냉매의 압축이 행하여진다.
- [0102] 냉매는, 머플러(62e)를 통과하고, 밀폐 용기(61) 내를 상승한다. 압축된 냉매에는, 냉동기유가 혼입되어 있다. 냉매와 냉동기유와의 혼합물은, 회전자 철심에 형성된 바람구멍(36)을 통과할 때에, 냉매와 냉동기유와의 분리가 촉진되고, 이에 의해, 냉동기유가 토출 파이프(66)에 유입하는 것을 방지할 수 있다. 이와 같이 하여, 압축된 냉매가, 토출 파이프(66)를 통과하여 냉동 사이클의 고압측에 공급된다.

- [0103] 압축기(6)의 냉매로서, R410A, R407C, 또는 R22 등을 사용할 수 있다. 단, 압축기(6)의 냉매는, 이들로 한정되지 않는다. 예를 들면, 압축기(6)의 냉매로서, GWP(지구 온난화 계수)가 작은 냉매 등을 사용할 수 있다.
- [0104] GWP가 작은 냉매의 대표례로서, 이하의 냉매가 있다.
- [0105] (1) 조성 중에 탄소의 2중결합을 갖는 할로젠화 탄화수소는, 예를 들면, HFO-1234yf(CF₃CF=CH₂)이다. HFO는, Hydro-Fluoro-Olefin의 약칭이다. Olefin은, 2중결합을 1개 갖는 불포화 탄화수소인 것이다. HFO-1234yf의 GWP는, 4이다.
- [0106] (2) 조성 중에 탄소의 2중결합을 갖는 탄화수소는, 예를 들면, R1270(프로필렌)이다. R1270의 GWP는 3이고, HFO-1234yf의 GWP보다도 작지만, R1270의 가연성은, HFO-1234yf의 가연성보다도 좋다.
- [0107] (3) 조성 중에 탄소의 2중결합을 갖는 할로젠화 탄화수소 및 조성 중에 탄소의 2중결합을 갖는 탄화수소의 적어도 하나를 포함하는 혼합물은, 예를 들면, HFO-1234yf와 R32와의 혼합물이다. HFO-1234yf는, 저압 냉매이기 때문에, 압손이 커지고, 냉동 사이클(특히, 증발기에서)의 성능이 저하되기 쉽다. 그 때문에, 고압 냉매인 R32 또는 R41 등과의 혼합물을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0108] 실시의 형태 2에 관한 압축기(6)에 의하면, 실시의 형태 1에서 설명한 효과를 갖는다.
- [0109] 또한, 전동기(60)로서 실시의 형태 1에 관한 전동기(1)를 사용함에 의해, 전동기(60)의 효율을 개선할 수 있고, 그 결과, 압축기(6)의 효율을 개선할 수 있다.
- [0110] 실시의 형태 3.
- [0111] 본 발명의 실시의 형태 3에 관한 공기 조화기(50)(냉동 공조 장치 또는 냉동 사이클 장치라고도 한다)에 관해 설명한다.
- [0112] 도 15는, 본 발명의 실시의 형태 3에 관한 공기 조화기(50)의 구성을 개략적으로 도시하는 도면이다.
- [0113] 실시의 형태 3에 관한 공기 조화기(50)는, 송풍기(제1의 송풍기)로서의 실내기(51)와, 냉매 배관(52)과, 냉매 배관(52)을 통하여 실내기(51)에 접속된 송풍기(제2의 송풍기)로서의 실외기(53)를 구비한다.
- [0114] 실내기(51)는, 전동기(51a)(예를 들면, 실시의 형태 1에 관한 전동기(1))와, 전동기(51a)에 의해 구동됨에 의해, 송풍하는 송풍부(51b)와, 전동기(51a) 및 송풍부(51b)를 덮는 하우징(51c)을 갖는다. 송풍부(51b)는, 예를 들면, 전동기(51a)에 의해 구동되는 날개(51d)를 갖는다. 예를 들면, 날개(51d)는, 전동기(51a)의 축(예를 들면, 축(26))에 고정되어 있고, 기류(氣流)를 생성한다.
- [0115] 실외기(53)는, 전동기(53a)(예를 들면, 실시의 형태 1에 관한 전동기(1))와, 송풍부(53b)와, 압축기(54)와, 열교환기(도시 생략)를 갖는다. 송풍부(53b)는, 전동기(53a)에 의해 구동됨에 의해, 송풍한다. 송풍부(53b)는, 예를 들면, 전동기(53a)에 의해 구동되는 날개(53d)를 갖는다. 예를 들면, 날개(53d)는, 전동기(53a)의 축(예를 들면, 축(26))에 고정되어 있고, 기류를 생성한다. 압축기(54)는, 전동기(54a)(예를 들면, 실시의 형태 1에 관한 전동기(1))와, 전동기(54a)에 의해 구동된 압축 기구(54b)(예를 들면, 냉매 회로)와, 전동기(54a) 및 압축 기구(54b)를 덮는 하우징(54c)을 갖는다. 압축기(54)는, 예를 들면, 실시의 형태 2에서 설명한 압축기(6)이다.
- [0116] 공기 조화기(50)에서, 실내기(51) 및 실외기(53)의 적어도 하나는, 실시의 형태 1에서 설명한 전동기(1)를 갖는다. 구체적으로는, 송풍부의 구동원으로서, 전동기(51a 및 53a)의 적어도 일방에, 실시의 형태 1에서 설명한 전동기(1)가 적용된다. 또한, 압축기(54)의 전동기(54a)로서, 실시의 형태 1에서 설명한 전동기(1)를 사용하여도 좋다.
- [0117] 공기 조화기(50)는, 예를 들면, 실내기(51)로부터 찬 공기를 송풍하는 냉방 운전, 또는 따뜻한 공기를 송풍하는 난방 운전 등의 운전을 행할 수가 있다. 실내기(51)에서, 전동기(51a)는, 송풍부(51b)를 구동하기 위한 구동원이다. 송풍부(51b)는, 조정된 공기를 송풍할 수 있다.
- [0118] 실시의 형태 3에 관한 공기 조화기(50)에 의하면, 전동기(51a 및 53a)의 적어도 일방에, 실시의 형태 1에서 설명한 전동기(1)가 적용되기 때문에, 실시의 형태 1에서 설명한 효과와 같은 효과를 얻을 수 있다. 이에 의해, 공기 조화기(50)의 효율을 개선할 수 있다.
- [0119] 또한, 송풍기(예를 들면, 실내기(51))의 구동원으로서, 실시의 형태 1에 관한 전동기(1)를 이용함에 의해, 실시의 형태 1에서 설명한 효과와 같은 효과를 얻을 수 있다. 이에 의해, 송풍기의 효율을 개선할 수 있다. 실시의 형태 1에 관한 전동기(1)와 전동기(1)에 의해 구동되는 날개(예를 들면, 날개(51d 또는 53d))를 갖는 송풍기는,

송풍하는 장치로서 단독으로 사용할 수 있다. 이 송풍기는, 공기 조화기(50) 이외의 기기에도 적용 가능하다.

[0120] 또한, 압축기(54)의 구동원으로서, 실시의 형태 1에 관한 전동기(1)를 사용함에 의해, 실시의 형태 1에서 설명한 효과와 같은 효과를 얻을 수 있다. 이에 의해, 압축기(54)의 효율을 개선할 수 있다.

[0121] 실시의 형태 1에서 설명한 전동기(1)는, 공기 조화기(50) 이외에, 환기 팬, 가전 기기, 또는 공작기 등, 구동원을 갖는 기기에 탑재할 수 있다.

[0122] 이상에 설명한 각 실시의 형태에서의 특징은, 서로 적절히 조합시킬 수 있다.

부호의 설명

[0123] 1, 51a, 53a, 54a, 60 : 전동기

2 : 회전자

3 : 고정자

4 : 축받이

6 : 압축기

8 : 송압 회로

20 : 회전자 철심

20a : 제1 부분

20b : 제2 부분

20c : 외주면(제1 외주면)

20d : 외주면(제2 외주면)

21a : 제1 회전자 단부

21b : 제2 회전자 단부

26 : 축

27a : 제1 단판

27b : 제2 단판

31 : 고정자 철심

31a : 제1 고정자 단부

31b : 제2 고정자 단부

50 : 공기 조화기

51 : 실내기(송풍기)

53 : 실외기(송풍기)

201 : 전자강판

202 : 자석 삽입구멍

220 : 영구자석

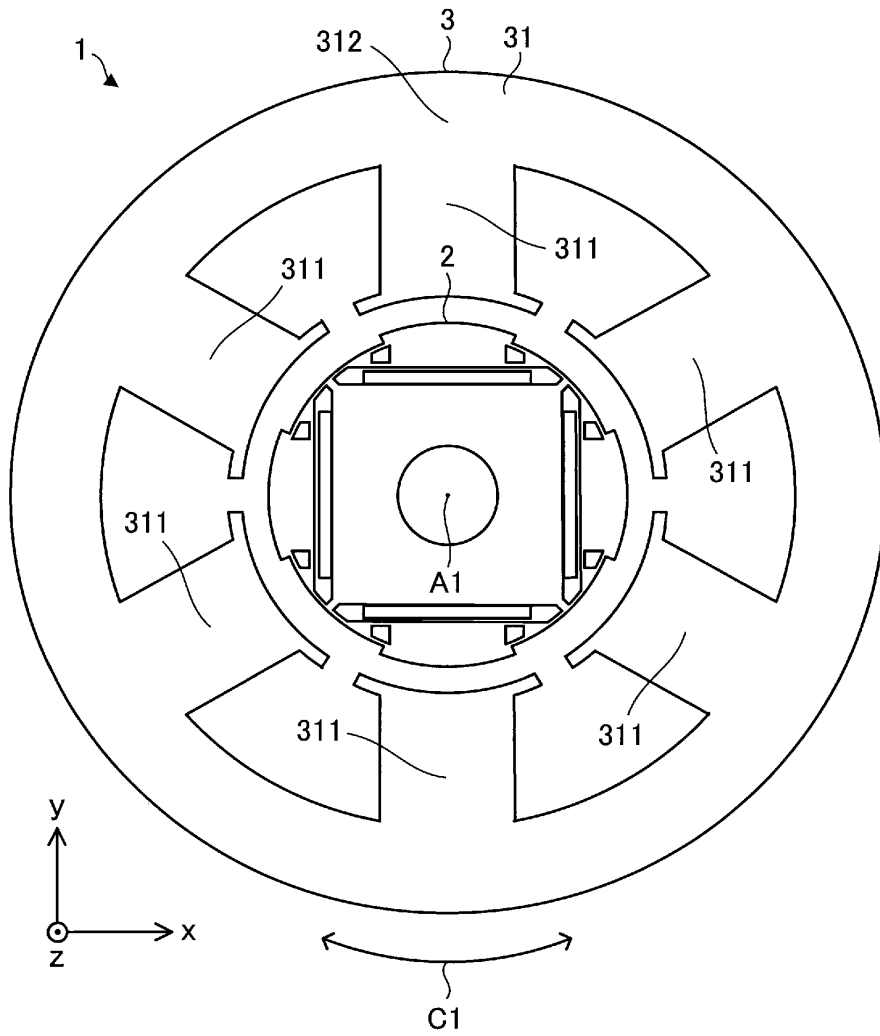
311 : 티스

311a : 본체부

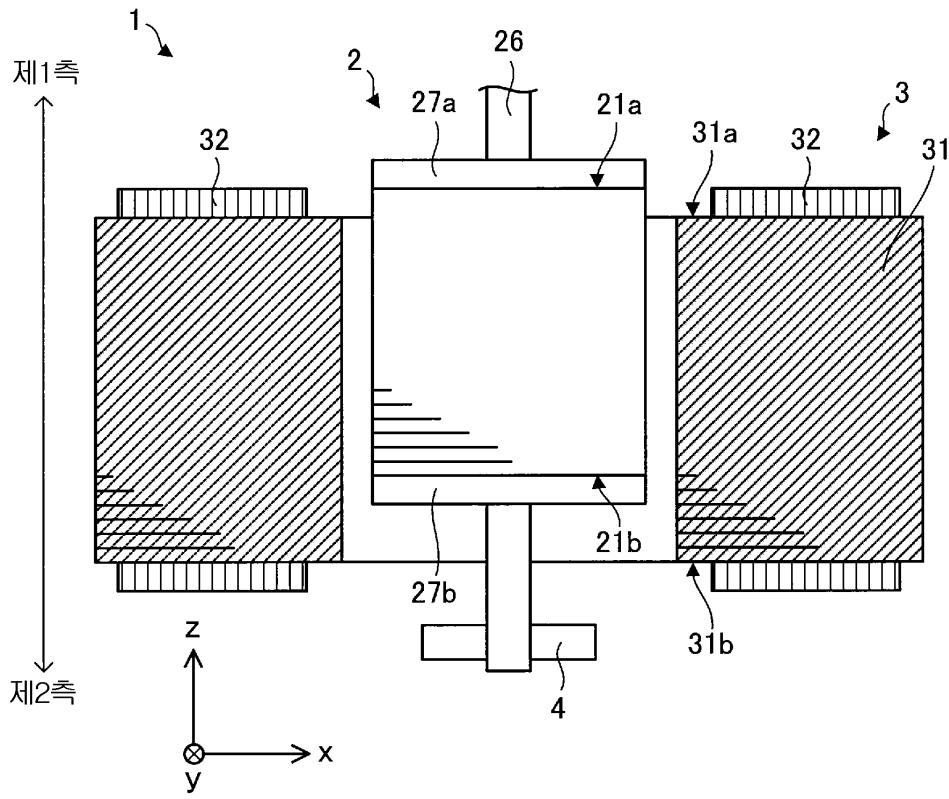
311b : 티스 선단부

도면

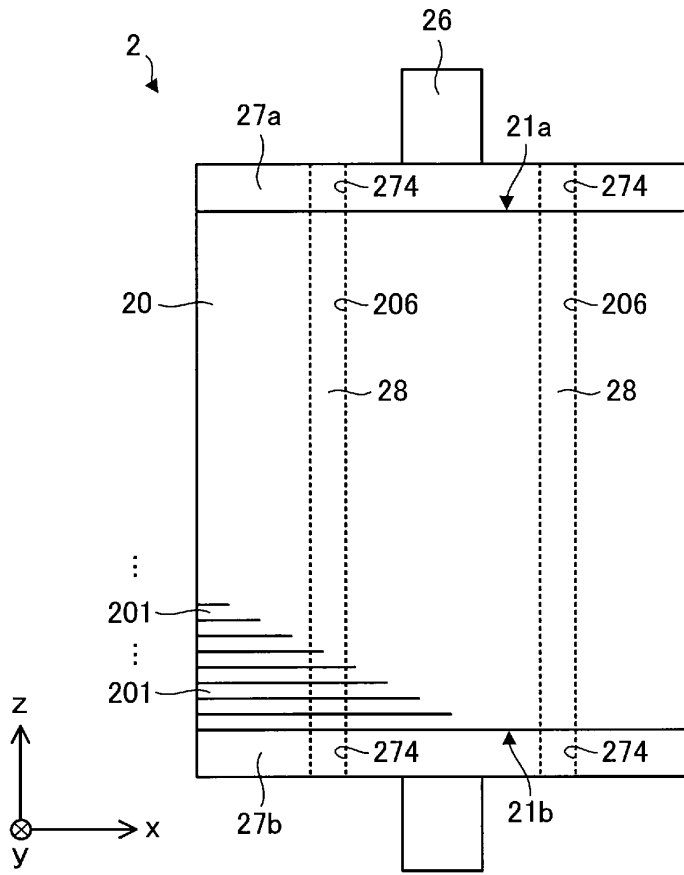
도면1



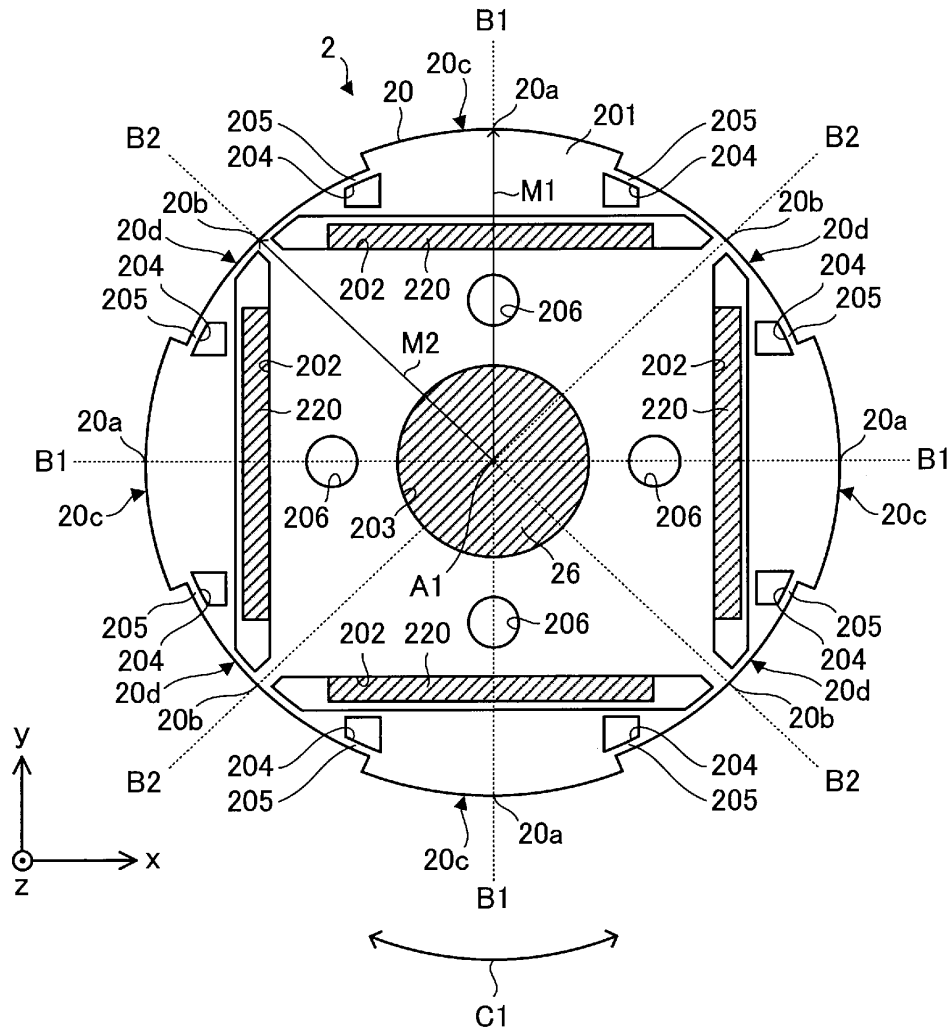
도면2



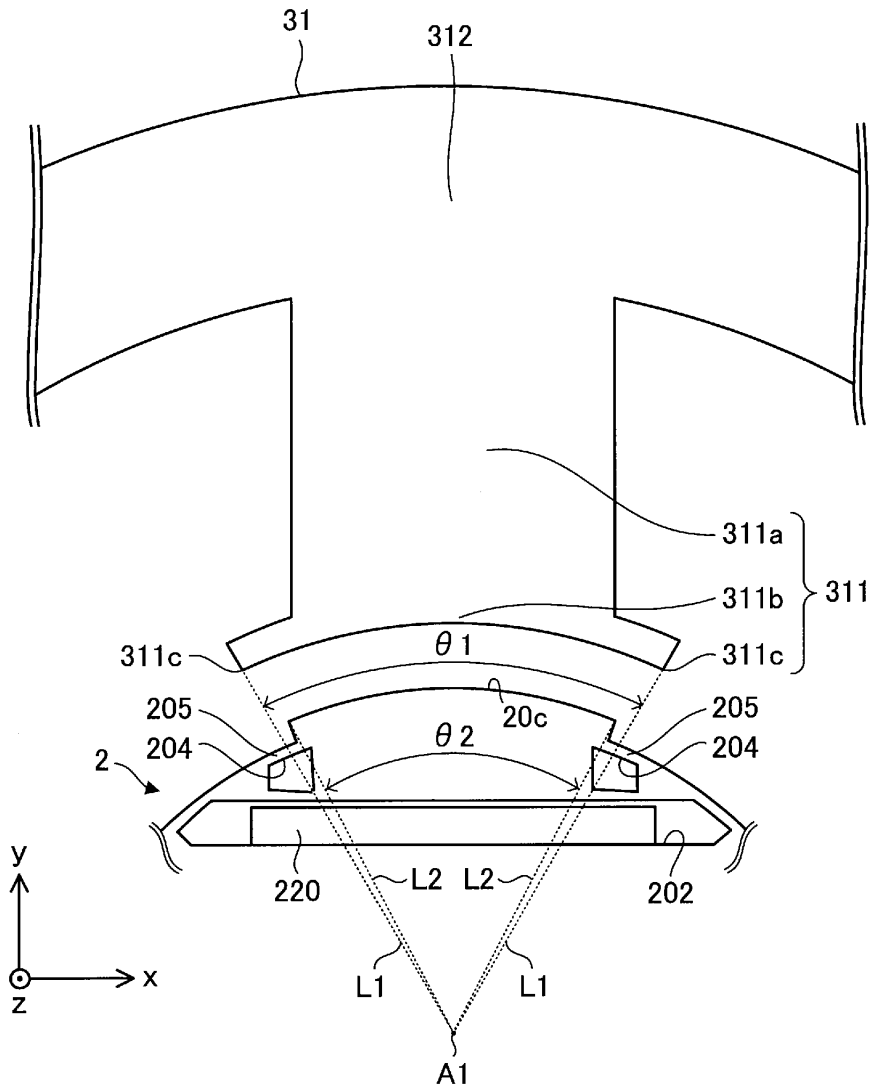
도면3



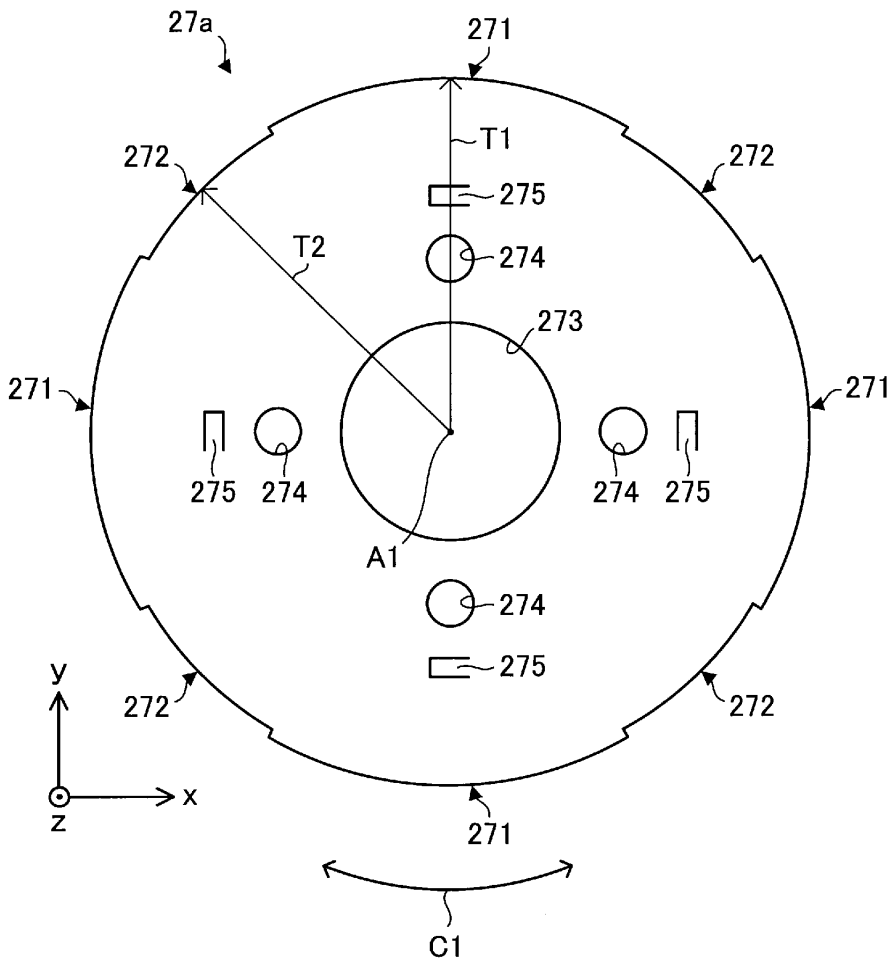
도면4



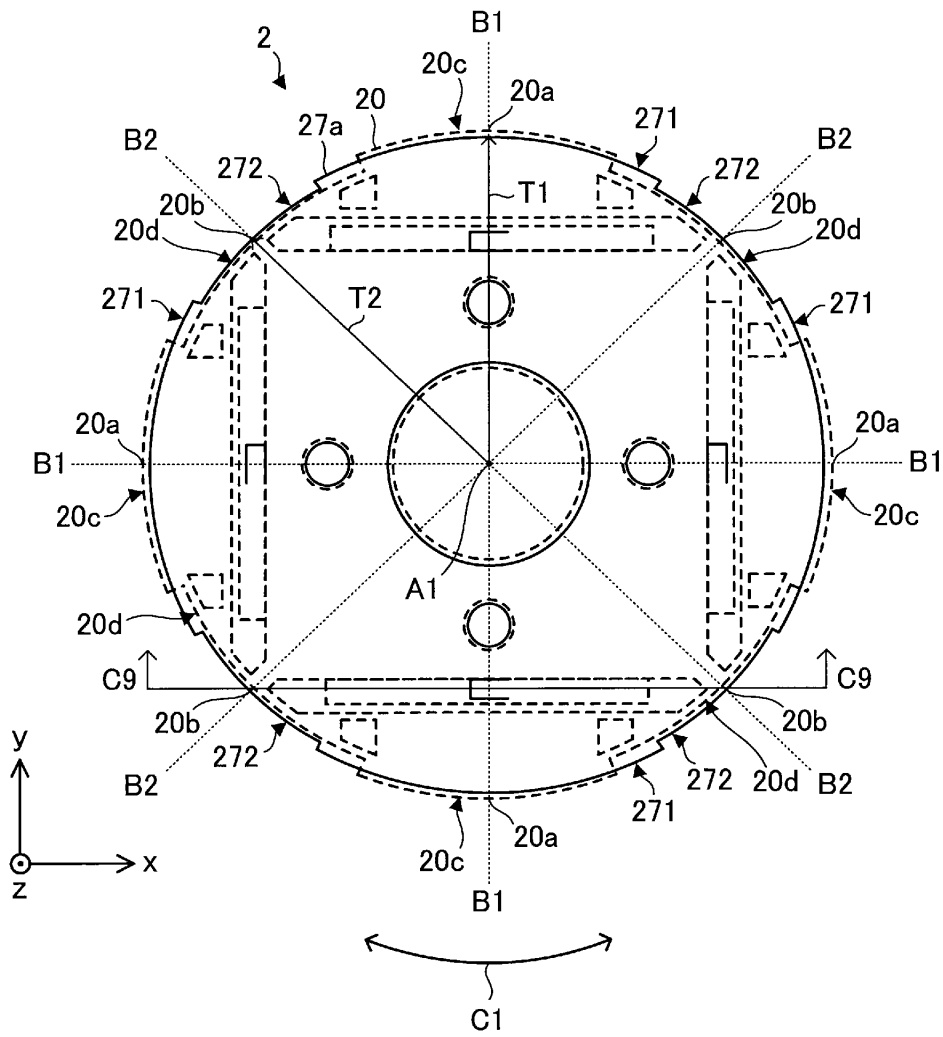
도면6



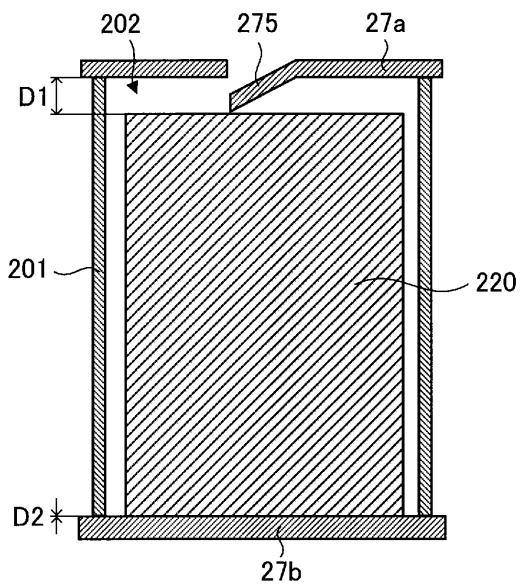
도면7



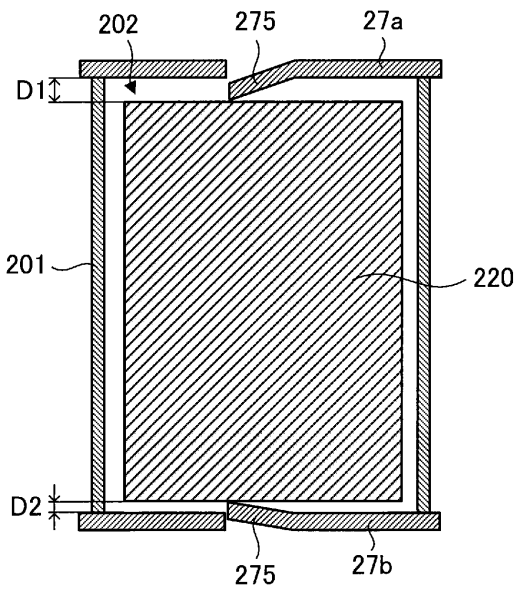
도면8



도면9



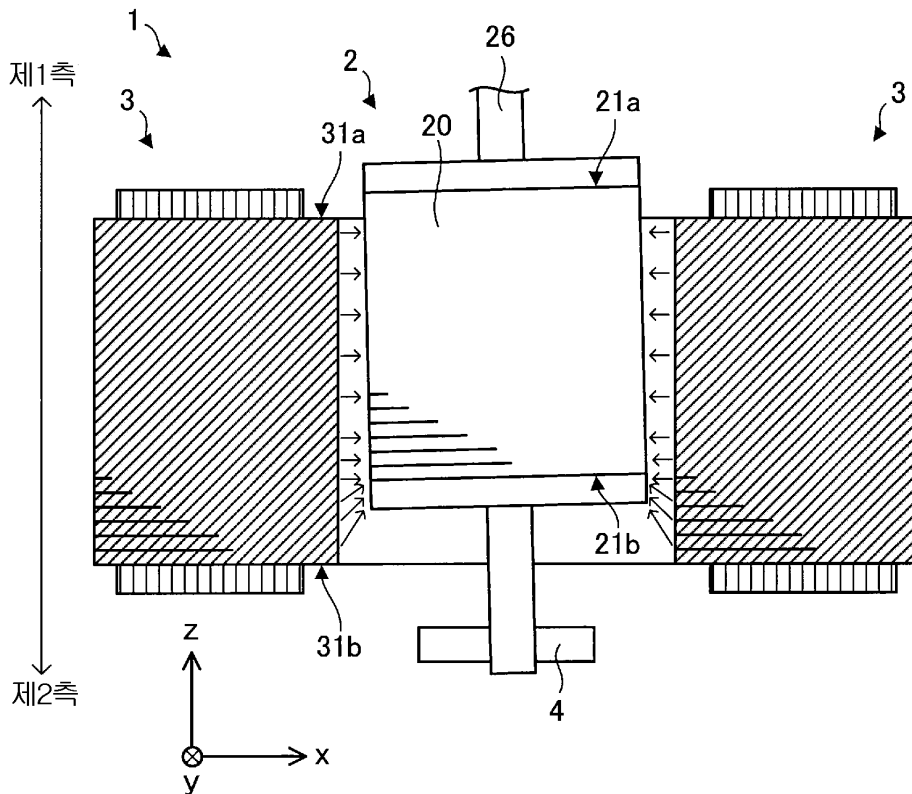
도면10



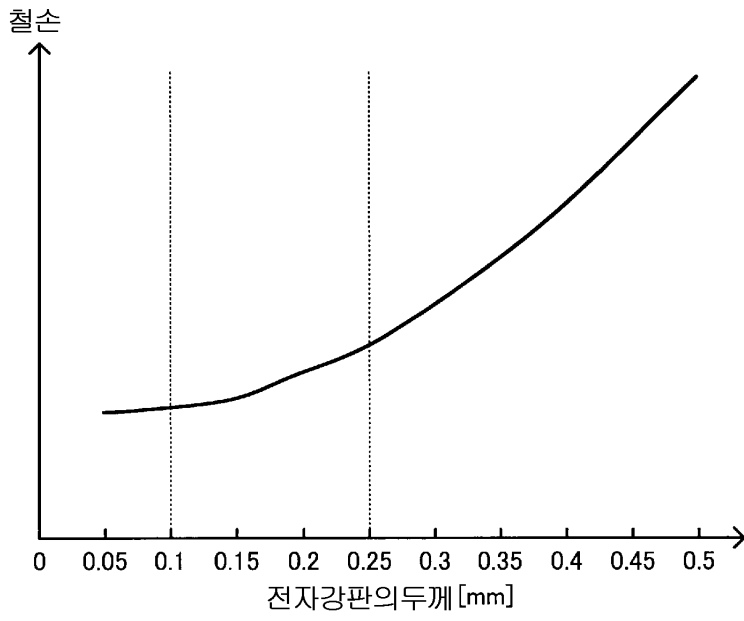
도면11



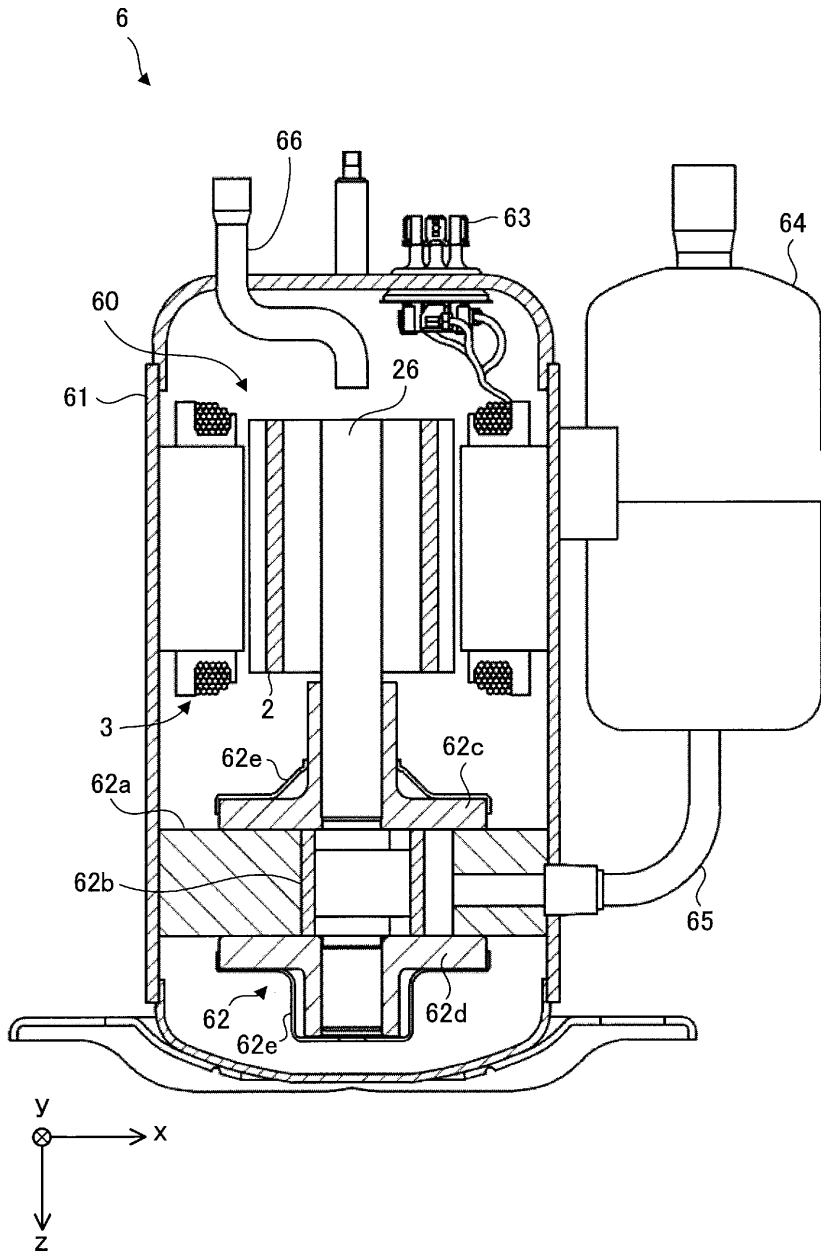
도면12



도면13



도면14



도면15

