



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.

H02K 16/04 (2006.01)

H02K 16/00 (2006.01)

(45) 공고일자

2007년05월17일

(11) 등록번호

10-0719472

(24) 등록일자

2007년05월11일

(21) 출원번호	10-2006-0027851	(65) 공개번호	10-2006-0104923
(22) 출원일자	2006년03월28일	(43) 공개일자	2006년10월09일
심사청구일자	2006년03월28일		

(30) 우선권주장 JP-P-2005-00092282 2005년03월28일 일본(JP)

(73) 특허권자 캐논 가부시끼가이사  
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3조메 30방 2고(72) 발명자 아오시마 치카라  
일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3조메 30방 2고 캐논가부시끼가이  
샤 나이(74) 대리인 권태복  
이화의(56) 선행기술조사문현  
JP06225509 A JP07075321 A  
JP10229669 A KR1020030090261 A

심사관 : 한상일

전체 청구항 수 : 총 6 항

## (54) 구동장치

## (57) 요약

출력 파워를 높이고 소형화를 실현하는 것이 가능한 구동장치. 중공의 원통 형상 마그넷(1)은, 원주 방향으로 서로 다른 극이 교대로 자화된다. 제1 및 제2 코일(2, 3)은, 마그넷(1)과 동심으로 상기 마그넷(1)의 축방향 양측에 각각 배치된다. 치상의 제1 및 제2 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D, 9A, 9B, 9C, 9D)는, 각각 제1 및 제2 코일(2, 3)에 의해 자화되며, 마그넷(1)의 단면 양측 각각으로부터 마그넷(1)에 대향상태로 배치된다. 마그넷(1)의 내주부에 고정된 회전축(10)에는, 제1 제2 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D, 9A, 9B, 9C, 9D)에 대향 상태로 배치되어 상기 제1 및 제2 코일(2, 3)에 의해 자화되는 내측 자극부(10A)가 형성된다. 제1 및 제2 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D, 9A, 9B, 9C, 9D)는 각각 나선 형상으로 형성된다.

대표도

도 2

## 특허청구의 범위

## 청구항 1.

중공의 원통 형상을 가지며, 원주 방향으로 서로 다른 극이 교대로 자화되는 마그넷(1)과,

상기 마그넷(1)과 동심으로 상기 마그넷(1)의 축방향 양측에 각각 배치된 제1 코일(2) 및 제2 코일(3)과,

각각 상기 제1 코일(2)에 의해 자화되며, 상기 마그넷(1)의 축방향 한쪽의 단면의 측으로부터 상기 마그넷(1)의 외주면을 따라 상기 마그넷(1)에 대향상태로 배치된 치상의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)와,

각각 상기 제2 코일(3)에 의해 자화되며, 상기 마그넷(1)의 축방향 다른 한쪽의 단면의 측으로부터 상기 마그넷(1)의 외주면을 따라 상기 마그넷(1)에 대향상태로 배치된 치상의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)와,

상기 마그넷(1)의 내주부에 고정되며, 상기 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)와 상기 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)의 적어도 어느 한쪽에 대향상태로 배치되어 상기 제1 코일(2)과 상기 제2 코일(3)의 적어도 어느 하나에 의해 자화되는 내측 자극부(10A)를 가진 회전축(10)을 구비하고,

상기 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D) 및 상기 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)를 각각 나선 형상으로 형성한 것을 특징으로 하는 구동장치.

## 청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)의 선단부와 상기 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)의 선단부가, 상기 마그넷(1)의 축방향으로 서로 중복하도록 구성한 것을 특징으로 하는 구동장치.

## 청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 마그넷(1)의 자화부(1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 1H)의 각각 대응하는 자화 위상에 대한 상기 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)의 각각의 위치와, 상기 마그넷(1)의 상기 자화부(1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 1H)의 각각 대응하는 자화 위상에 대한 상기 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)의 각각의 위치가, 각각 서로의 사이에서, 소정 각도 어긋나도록 구성한 것을 특징으로 하는 구동장치.

## 청구항 4.

중공의 원통 형상을 가지며, 원주 방향으로 서로 다른 극이 교대로 자화되는 마그넷(1)과,

상기 마그넷(1)과 동심으로 상기 마그넷(1)의 축방향 양측에 각각 배치된 제1 코일(2) 및 제2 코일(3)과,

각각 상기 제1 코일(2)에 의해 자화되며, 상기 마그넷(1)의 축방향 한쪽의 단면의 측으로부터 상기 마그넷(1)의 외주면을 따라 상기 마그넷(1)에 대향상태로 배치된 치상의 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)와,

각각 상기 제2 코일(3)에 의해 자화되며, 상기 마그넷(1)의 축방향 다른 한쪽의 단면의 측으로부터 상기 마그넷(1)의 외주면을 따라 상기 마그넷(1)에 대향상태로 배치된 치상의 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)와,

상기 마그넷(1)의 내주부에 고정되며, 상기 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)와 상기 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)의 적어도 어느 한쪽에 대향상태로 배치되어 상기 제1 코일(2)과 상기 제2 코일(3)의 적어도 하나에 의해 자화되는 내측 자극부(10A)를 가진 회전축(10)을 구비하고,

상기 마그넷(1)은 나선 형상으로 자화되어 있는 것을 특징으로 하는 구동장치.

## 청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)의 선단부와 상기 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)의 선단부가, 상기 마그넷(1)의 축방향으로 서로 중복하도록 구성한 것을 특징으로 하는 구동장치.

## 청구항 6.

제 4 항에 있어서,

상기 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)의 각각이 상기 마그넷(1)의 자극부의 대응하는 1개에 대향하는 각도  $\theta_3$ 과, 상기 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)의 각각이 상기 마그넷(1)의 상기 자극부의 대응하는 1개에 대향하는 각도  $\theta_4$  와, 상기 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)의 각각과 상기 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)의 각각의 위상차  $\theta_5$ 와의 관계가,  $\theta_5 > (\theta_3 + \theta_4)/2$ 가 되도록 구성한 것을 특징으로 하는 구동장치.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 전형적으로는, 개량된 중공의 원통형 스텝퍼 모터로서 실시되는 구동장치에 관한 것이다.

종래에는 로터(rotor) 축(회전 축)을 중심으로 하는 직경을 감소시킨 동시에 출력 파워를 향상시킨 스텝퍼 모터가 제안되어 있다(예를 들면, 일본 특개평(Kokai) 09-331666호 공보 참조). 이하, 이 공보기재의 종래기술에 따른 스텝핑 모터(스텝퍼 모터)에 관해서 도 13 및 도 14를 참조하여 설명한다.

도 13은 종래의 스텝퍼 모터의 구성을 나타내는 분해 사시도, 도 14는 스텝퍼 모터의 조립 완성 상태의 도 13에 나타낸 스텝퍼 모터의 단면도이다.

도 13 및 도 14에 도시한 바와 같이, 스텝퍼 모터는 로터(201), 제1 코일(202), 제2 코일(203), 제1 스테이터(stator;204), 제2 스테이터(205), 출력 축(206), 및 연결 링(207)을 구비하고 있다.

로터(201)는, 중공의 원통 형상으로 형성되며, 원주 방향으로 4개로 분할되어 서로 다른 극으로 교대로 자화되는 영구자석(마그넷)으로 구성되어 있다. 제1 코일(202) 및 제2 코일(203)은, 로터(201)의 축방향의 양측에 로터(201)에 인접해 배치되어 있다. 제1 스테이터(204)는, 연자성 재료로 형성되고, 제1 코일(202)에 의해 자화된다. 제2 스테이터(205)는, 연자성 재료로 형성되고, 제2 코일(203)에 의해 자화된다.

제1 스테이터(204)는, 제1 외측 자극부(204A 및 204B)와 로터(201)의 외주면과의 사이에 간격을 두고 로터(201)의 외주면에 대향하는 제1 외측 자극부(204A, 204B)과, 제1 내측 자극부(204C 및 204D)와 로터(201)의 내주면과의 사이에 간

격을 두고 로터(201)의 내주면에 대향하는 제1 내측 자극부(204C, 204D)를 포함한다. 제2 스테이터(205)는, 제2 외측 자극부(205A 및 205B)와 로터(201)의 외주면과의 사이에 간격을 두고 로터(201)의 외주면에 대향하는 제2 외측 자극부(205A, 205B)와, 제2 내측 자극부(205C 및 205D)와 로터(201)의 내주면과의 사이에 간격을 두고 로터(201)의 내주면에 대향하는 제2 내측 자극부(205C, 205D)를 포함한다.

출력 축(206)에는 로터(201)가 고착되어 있으며, 이 출력 축(206)은 제1 스테이터(204)의 베어링(204E)과 제2 스테이터(205)의 베어링(205E)에 의해 회전 가능하게 보유되어 있다. 연결 링(207)은, 비자성 재료로 형성되고, 제1 스테이터(204)와 제2 스테이터(205) 사이에 소정의 간격을 두고 제1 스테이터(204)와 제2 스테이터(205)를 보유한다.

상기 구성에 있어서, 제1 코일(202) 및 제2 코일(203)의 통전 방향을 전환해서, 제1 외측 자극부(204A, 204B), 제1 내측 자극부(204C, 204D), 제2 외측 자극부(205A, 205B), 및 제2 내측 자극부(205C, 205D)의 극성을 전환한다. 이것에 의해, 로터(201)를 계속 회전시킨다.

상술한 스텝퍼 모터에서는, 제1 코일(202)과 제2 코일(203)의 통전에 의해 발생한 자속이 외측 자극부에서 반경 방향으로 대향하는 내측 자극부로, 혹은, 내측 자극부에서 반경 방향으로 대향하는 외측 자극부로 흘러, 자속이 외측 자극부와 각 관련된 내측 자극부 사이에 위치하는 로터(201)를 구성하는 마그넷에 효율적으로 작용한다. 또, 외측 자극부와 관련된 내측 자극부 사이의 거리를 중공의 원통형 마그넷의 두께와 거의 같은 값으로 설정할 수 있기 때문에, 외측 자극부와 내측 자극부로 구성되는 자기회로의 저항을 작게 할 수 있다. 자기회로의 저항이 작을수록, 적은 전류로 많은 자속을 발생시킬 수 있어, 스텝퍼 모터의 출력 파워의 향상으로 연결된다.

또, 상술한 스텝퍼 모터를 더 개량한 스텝퍼 모터가 제안되어 있다(예를 들면, 일본 특개평(Kokai) 10-229670호 공보 참조). 제안된 스텝퍼 모터는, 내측 자극부를 중공의 원통형 부재의 일부로서 형성해, 그 중공의 원통형 부재의 각 구멍에 삽입되어 있는 출력축을 연자성 재료로 구성함과 동시에, 출력 축을 회전 가능하게 보유하는 베어링을, 내측 자극부와 외측 자극부를 구비한 스테이터에 부착해서 베어링을 비자성 재료로 구성한 것이다. 제안된 스텝퍼 모터에 의하면, 출력 축도 자기회로의 구성소자로서 이용할 수 있기 때문에, 스텝퍼 모터의 출력 파워가 증가한다.

그러나, 상기 일본 특개평(Kokai) 09-331666호 공보 및 특개평 10-229670호 공보에 개시되어 있는 스텝퍼 모터는, 로터를 구성하는 마그넷의 내주면과 거기에 대향하는 내측 자극부의 외주면과의 사이에 소정의 간격이 필요하다. 소정 간격을 스텝퍼 모터의 제조 시에 관리하는 것은 제조비용을 상승시킨다. 또, 스테이터에 대해서는, 중공의 원통형 내측 자극부와 외측 자극부를 형성하는 것이 필요하지만, 내측 자극부와 외측 자극부를 일체적으로 구성하는 것은 어렵다. 또, 내측 자극부와 외측 자극부를 개별적으로 제조한 후에, 일체적으로 조립하는 경우에는, 부품 개수가 많아져, 제조비용이 상승하게 된다.

또한, 일본 특개평(Kokai) 09-331666호 공보 기재의 스텝퍼 모터의 경우, 제1 스테이터의 제1 외측 자극부와 제2 스테이터의 제2 외측 자극부가 서로 근접하면, 서로 크로스토크(crosstalk)를 일으켜 회전 정밀도 및 회전 출력이 저하해 버린다. 이러한 문제점을 해결하기 위해, 제1 외측 자극부와 제2 외측 자극부와의 사이에는, 축방향으로 간격 T1이 제공되어 있다.

로터를 구성하는 마그넷의 자극 수를 n로 하면, 제1 외측 자극부와 제2 외측 자극부는, 로터의 외주면에  $(180/n)$ 도 위상을 시프트하여 배치되어 있다. 게다가, 제1 외측 자극부는, 로터의 외주면에 대해  $720/n$ 도의 피치로  $360/n$ 도 이하의 대향각으로  $n/2$  개소에 설치되며, 제2 외측 자극부도, 로터의 외주면에 대해  $720/n$ 도의 피치로  $360/n$ 도 이하의 대향각으로  $n/2$  개소에 설치되어 있다. 그 때문에, 만약 제1 외측 자극부와 제2 외측 자극부 사이에 축방향의 간격 T1를 설치하지 않는 경우에, 제1 외측 자극부와 제2 외측 자극부가 서로 접촉하게 된다.

또, 제1 외측 자극부와 각 관련된 제2 외측 자극부 사이에 간격 T1이 설치되어 있기 때문에, 로터에 대향하는 제1 외측 자극부의 축방향의 길이는,  $(ML-T1)/2$ 로 되는데, 여기서 ML은 로터의 축방향의 길이를 나타낸다. 그 때문에, 로터를 유효하게 이용하고 있다고는 말할 수 없으며, 특히 스텝퍼 모터의 축방향의 사이즈를 작게 했을 경우, 스텝퍼 모터의 출력 파워가 저하하게 된다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은, 파워를 높이고 소형화를 실현하는 것이 가능한 구동장치를 제공하는 것에 있다.

상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 제1 국면에 의하면, 중공의 원통 형상을 가지며, 원주 방향으로 서로 다른 극이 교대로 자화되는 마그넷과, 상기 마그넷과 동심으로 상기 마그넷의 축방향 양측에 각각 배치된 제1 코일 및 제2 코일과, 각각 상기 제1 코일에 의해 각각 자화되며, 상기 마그넷의 축방향 한쪽의 단면의 측으로부터 상기 마그넷의 외주면을 따라 상기 마그넷에 대향상태로 배치된 치상의 제1 외측 자극부과, 각각 상기 제2 코일에 의해 각각 자화되며, 상기 마그넷의 축방향 다른 한쪽의 단면의 측으로부터 상기 마그넷의 외주면을 따라 상기 마그넷에 대향상태로 배치된 치상의 제2 외측 자극부와, 상기 마그넷의 내주부에 고정되며, 상기 제1 외측 자극부와 상기 제2 외측 자극부의 적어도 어느 한쪽에 대향상태로 배치되어 상기 제1 코일과 상기 제2 코일의 적어도 어느 하나에 의해 자화되는 내측 자극부가 형성된 회전축을 구비하고, 상기 제1 외측 자극부 및 상기 제2 외측 자극부를 각각 나선 형상으로 형성한 구동장치가 제공된다.

본 발명의 제1 국면에 따른 구동장치의 구성에 의하면, 제1 외측 자극부 및 제2 외측 자극부를 각각 마그넷의 외주면을 따라 나선 형상으로 형성하거나, 마그넷이 나선 형상으로 자화해, 제1 외측 자극부와 제2 외측 자극부와의 사이의 크로스토크를 막으면서, 마그넷의 자화부와 제1 외측 자극부 혹은 제2 외측 자극부의 대향 면적을 크게 한다. 이것에 의해, 마그넷을 유효하게 이용하여, 구동장치의 출력 토크를 증가시킬 수 있다.

또, 구동장치의 직경은, 마그넷의 직경을 포함하며, 제1 및 제2 외측 자극부를 마그넷의 외주면에 대향시킬 만큼의 크기가 있으면 된다. 이것에 의해 구동장치의 소형화를 실현하는 것이 가능해진다.

또, 상술한 종래 예와 같이, 내측 자극부와 외측 자극부를 일체적으로 구성하는 경우와 비교해, 본 발명과 관련되는 구동장치는 제조가 용이하므로, 장치의 제조비용의 삐감을 도모할 수 있다.

바람직하게는, 상기 제1 외측 자극부의 선단부와 상기 제2 외측 자극부의 선단부가, 상기 마그넷의 축방향으로 서로 중복하도록 구성했다.

바람직하게는, 상기 마그넷의 자화부의 각각 대응하는 자화 위상에 대한 상기 제1 외측 자극부의 각각의 위치와, 상기 마그넷의 자화부의 상기 각각 대응하는 자화 위상에 대한 상기 제2 외측 자극부의 각각의 위치가, 각각 서로의 사이에서, 소정 각도 어긋나도록 구성했다.

상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 제2 국면에 의하면, 중공의 원통 형상을 가지며, 원주 방향으로 서로 다른 극이 교대로 자화되는 마그넷과, 상기 마그넷과 동심으로 상기 마그넷의 축방향 양측에 각각 배치된 제1 및 제2 코일과, 각각 상기 제1 코일에 의해 자화되며, 상기 마그넷의 축방향 한쪽의 단면의 측으로부터 상기 마그넷의 외주면을 따라 상기 마그넷에 대향상태로 배치된 치상의 제1 외측 자극부와, 각각 상기 제2 코일에 의해 자화되며, 상기 마그넷의 축방향 다른 한쪽의 단면의 측으로부터 상기 마그넷의 외주면을 따라 상기 마그넷에 대향상태로 배치된 치상의 제2 외측 자극부와, 상기 마그넷의 내주부에 고정되며, 상기 제1 외측 자극부와 상기 제2 외측 자극부의 적어도 어느 한쪽에 대향상태로 배치되어 상기 제1 코일과 상기 제2 코일의 적어도 하나에 의해 자화되는 내측 자극부가 형성된 회전축을 구비하고, 상기 마그넷이 나선 형상으로 자화되어 있는 구동장치가 제공된다.

본 발명의 제2 국면과 관련되는 구동장치의 구성에 의하면, 제1 국면과 관련되는 구동장치와 같은 효과를 얻을 수 있다.

바람직하게는, 상기 제1 외측 자극부의 선단부와 상기 제2 외측 자극부의 선단부가, 상기 마그넷의 축방향으로 서로 중복하도록 구성했다.

바람직하게는, 상기 제1 외측 자극부의 각각이 상기 마그넷의 자극부의 대응하는 1개에 대향하는 각도  $\theta_3$ 과, 상기 제2 외측 자극부의 각각이 상기 마그넷의 상기 자극부의 대응하는 1개에 대향하는 각도  $\theta_4$ 와, 상기 제1 외측 자극부의 각각과 상기 제1 외측 자극부의 각각에 인접하는 상기 제2 외측 자극부의 각각의 위상차  $\theta_5$ 와의 관계가,  $\theta_5 > (\theta_3 + \theta_4)/2$ 가 되도록 구성했다.

본 발명의 다른 목적, 특징 및 이점은 첨부도면을 참조하여 아래에 상세히 설명된 내용으로부터 더 분명해질 것이다.

## 발명의 구성

이하, 본 발명의 실시예를 도면을 참조해 설명한다.

도 1은, 본 발명의 제1 실시예에 따른 스텝퍼 모터의 분해 사시도이다. 도 2는, 스텝퍼 모터의 조립 완성 상태에서의 도 1에 나타낸 스텝퍼 모터의 단면도이다. 도 3은, 도 2의 A-A선에 따른 스텝퍼 모터의 단면도이다. 또, 도 4는, 스테이터의 외측 자극부와 마그넷 링과의 관계를 나타내는 전개 평면도이고, 도 5 내지 도 8은, 마그넷 링의 회전 동작을 설명하는 전개 평면도이다.

도 1 내지 도 8에 나타낸 바와 같이, 스텝퍼 모터는, 마그넷 링(1), 제1 코일(2), 제2 코일(3), 제1 스테이터(8), 제2 스테이터(9), 회전축(10), 제1 베어링(12), 제2 베어링(13), 연결 링(14), 제1 보빈(15), 및 제2 보빈(16)을 구비하고 있다.

마그넷 링(1)은, 로터를 구성하고, 중공의 원통 형상으로 형성되어 있다. 또, 이 마그넷 링은 원주 방향으로 n개의 자화부로 분할(본 실시예에서는 8개로 분할(n는 정수))되는데, 이 n개의 자화부(1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 1H)는 S극 및 N극이 교대로 자화되어 있다. 자화부 1A, 1C, 1E, 1G의 외주면이 S극을 제공하고, 자화부 1B, 1D, 1F, 1H의 외주면은 N극을 제공한다. 마그넷 링(1)은, 사출 성형으로 형성된 플라스틱 마그넷으로 구성되어 있으며, 간단한 형상을 가지고 있기 때문에, 작고 얇게 구성하는 것이 용이하다. 또, 마그넷 링(1)은, 압입에 의해 조립을 실시해도 분열은 발생하지 않는다.

제1 코일(2)은, 중공의 원통 형상으로 형성되어 있고, 제1 보빈(15)의 중공의 원통부에 감겨 있다. 제1 코일(2)은, 스텝퍼 모터의 조립 시에, 제1 코일(2)의 축을 마그넷 링(1)의 축과 일치시킨 상태로, 제2 코일(3)로부터 마그넷 링(1)을 지나 배치된다. 또, 제1 코일(2)은, 그 외경이 마그넷 링(1)의 외경과 대략 같게 형성되어 있다.

제2 코일(3)은, 중공의 원통 형상으로 형성되어 있고, 제2 보빈(16)의 중공의 원통부에 감겨 있다. 제2 코일(3)은, 스텝퍼 모터의 조립 시에, 제2 코일(3)의 축을 마그넷 링(1)의 축과 일치시킨 상태로, 제1 코일(2)로부터 마그넷 링(1)을 지나 배치된다. 또, 제2 코일(3)은, 그 외경이 마그넷 링(1)의 외경과 대략 같게 형성되어 있다.

제1 스테이터(8)는, 연자성 재료로 형성되어 있고, 중공의 원통 형상의 외통(outer tube)부와, 외측 자극부로서의 치상(tooth-shaped)부와, 컷아웃(cutout)부로 구성되어 있다. 제1 스테이터(8)는, 제1 코일(2)에 의해 자화된다. 제1 스테이터(8)의 치상부는, 제1 외측 자극부와 마그넷 링(1)의 외주면 사이에 소정의 간격을 두고 마그넷 링(1)의 외주면에 대향하고, 마그넷 링(1)의 한쪽의 단면의 축에 배치된 스테이터 본체로부터 마그넷 링(1)의 외주면을 따라 나선 형상으로 연장되는 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)를 형성한다.

제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)는, 중공의 원통 형상의 연자성 재료의 선단을 나선 형상으로 컷아웃함으로써 선단이 원주 방향으로 복수개 분할되어 각각이 상기 외통부의 단면으로부터 축방향으로 연장되는 치상으로 형성되어 있다. 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)는, 기계적인 각도로  $720/n$ 도마다의 위상(즉 90도)으로, 즉 전기적인 각도로 360도마다의 위상으로  $n/2$ 개(즉 4개) 배치되어 있다.

제2 스테이터(9)는, 연자성 재료로 형성되어 있으며, 중공의 원통 형상의 외통부와, 외측 자극부로서의 치상부와, 컷아웃부로 구성되어 있다. 제2 스테이터(9)는, 제2 코일(3)에 의해 자화된다. 제2 스테이터(9)의 치상부는, 제2 외측자극부와 마그넷 링(1)의 외주면 사이에 소정의 간격을 두고 마그넷 링(1)의 외주면에 대향하고, 마그넷 링(1)의 다른 한쪽의 단면의 축에 배치된 스테이터 본체로부터 마그넷 링(1)의 외주면을 따라 나선 형상으로 연장되는 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)를 형성한다.

제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)는 중공의 원통 형상의 연자성 재료의 선단을 나선 형상으로 컷아웃함으로써, 선단이 원주방향으로 분할되어 각각이 상기 외통부의 단면으로부터 축방향으로 연장되는 치상으로 형성되어 있다. 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)는, 기계적인 각도로  $720/n$ 도마다의 위상(즉, 90도), 전기적인 각도로 360도마다의 위상으로 ( $n/2$ )개(즉 4개) 배치되어 있다.

상기와 같이, 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D) 및 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)는, 양자 모두 마그넷 링(1)의 외주면을 따른 나선 형상으로 연장되는 치상부와 컷아웃부로 구성되어 있다. 본 구성에 의해, 스텝퍼 모터의 직경을 최소한으로 하면서, 외측 자극부를 형성할 수 있다. 즉, 만약 외측 자극부를 스테이터의 반경 방향의 볼록부에서 형성하면, 그만큼, 스텝퍼 모터의 직경은 커져 버린다. 그러나, 본 실시예에서는, 외측 자극부를 축방향으로 연장되는 치상부와 컷아웃부로 구성하고 있으므로, 스텝퍼 모터의 직경을 최소한으로 억제할 수가 있다.

제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)와, 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)는, 동일 형상을 가지며, 제1 외측 자극부의 치상부의 선단과 각 관련 제2 외측 자극부의 치상부의 선단이 서로 대향하는 방향으로 배

치되도록 배치되어 있다. 또, 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)와, 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)는, 나선 형상으로 형성되어 있고, 제1 외측 자극부의 치상부의 선단과 각 대응하는 제2 외측 자극부의 치상부의 선단은, 그들이, 원주 방향으로 서로 떨어져서 연장되도록 배치되어 있다.

제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)는, 나선 형상으로 형성되어 있기 때문에, 각 제1 외측 자극부와 마그넷 링(1)의 관련 자화부의 위상 관계는, 마그넷 링(1)의 축방향에 있어서의 위치가 다른 제1 외측 자극부의 각 부 사이에서 변화한다. 특히, 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)의 각각의 선단측(치상부의 선단측)과 마그넷 링(1)의 관련 자화부의 위상 관계는 제1 외측 자극부의 근원부(마그넷 링(1)의 한쪽의 단면에 가까운 부분)과 관련 자화부의 위상 관계와 다르다.

도 4를 참조하면, 마그넷 링(1)의 자화부(1A~1H) 사이의 경계선에 대해서 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)의 나선 각도를  $\Theta_2$ 로 나타낸다. 또, 마그넷 링(1)의 자화부에 대한 제1 외측 자극부(8A)의 각부의 평균적인 위상 위치는 B1로 가리키는 위치에 있다. 마찬가지로, 마그넷 링(1)의 자화부에 대한 제1 외측 자극부(8B, 8C, 8D)의 평균적인 위상 위치는, 각각 B2, B3, B4로 가리키는 각 위치에 있다.

마찬가지로, 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)는, 나선 형상으로 형성되어 있기 때문에, 각 제2 외측 자극부와 제2 외측 자극부과 대향 관계에 있는 마그넷 링(1)의 관련 자화부의 위상 관계는, 마그넷 링(1)의 축방향에 있어서의 위치가 다른 제2 외측 자극부의 각 부 사이에서 변화한다. 특히, 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)의 각각의 선단측(각 치상부의 선단측)과 마그넷 링(1)의 관련 자화부의 위상 관계는 제1 외측 자극부의 근원부(마그넷 링(1)의 다른 한쪽의 단면측에 가까운 부분)과 관련 자화부의 위상 관계와 다르다.

도 4를 참조하면, 마그넷 링(1)의 자화부(1A~1H) 사이의 경계선에 대해서 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)의 나선 각도를  $\Theta_1$ 로 나타낸다. 또, 마그넷 링(1)의 관련 자화부에 대한 제2 외측 자극부(9A)의 평균적인 위상 위치는 A1로 가리키는 위치에 있다. 마찬가지로, 마그넷 링(1)의 관련 자화부에 대한 제2 외측 자극부(9B, 9C, 9D)의 평균적인 위상 위치는, 각각 A2, A3, A4로 가리키는 위치에 있다.

각 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)의 평균적인 위상 위치(B1, B2, B3, B4)는, 각 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)의 평균적인 위상 위치(A1, A2, A3, A4) 중 대응하는 하나로부터, 마그넷 링(1)의 자화부의 자화 위상에 대하여 전기적인 각도로 90도로, 기계적인 각도로 ( $180/n$ )도로(본 실시예에서는 22.5도) 위상이 어긋나 있다.

도 4에 나타낸 바와 같이, 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)는, 마그넷 링(1)의 자화부 사이의 경계선에 대해서  $\Theta_2$ 의 각도로 나선형상으로 배치되어 있다. 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)는, 마그넷 링(1)의 자화부 사이의 경계선에 대해서  $\Theta_1$ 의 각도로 나선형상으로 배치되어 있다. 나선 형상이기 때문에, 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)의 선단부와, 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)의 선단부가 마그넷 링(1)의 원주 방향으로 서로 떨어져 있다. 그 때문에, 제1 및 제2 외측 자극부의 치상의 선단이, 마그넷 링(1)의 축방향으로 서로를 향해 선단이 서로 마그넷 링(1)의 축방향으로 L만큼 중복하도록 배치되어 있어도, 제1 및 제2 외측 자극부의 선단부는 서로 접촉하지 않고 서로 떨어져 있도록 배치될 수 있다.

본 실시예와 종래예(일본 특개평(Kokai) 09-331666호 공보(Kokai))를 비교하면, 종래예에서는, 제1 외측 자극부와 제2 외측 자극부와의 사이의 크로스토크를 막기 위해 마그넷 링(1)의 축방향으로 제1 외측 자극부와 제2 외측 자극부 사이에 간격이 형성되어 있어야 한다. 마그넷 링(1)의 길이를 ML로 나타내고, 간격의 길이를 T1로 나타내면, 마그넷 링에 대향하는 외측 자극부의 길이는 (ML-T1)/2이다.

반대로, 본 실시예에서는, 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)의 선단부와 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)의 선단부가 서로 마그넷 링(1)의 축방향으로 중복하도록 배치될 수 있다. 그 중복한 부분의 길이를 L로 표시하면, 마그넷 링(1)에 대향하는 제1 및 제2 외측 자극부의 길이는 (ML+L)/2가 된다.

스텝퍼 모터의 출력 토크(torque)는, 외측 자극부가 마그넷 링에 대향하는 면적에 거의 비례한다. 또, 본 실시예에서는, 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)와 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)가 나선 형상으로 되어 있기 때문에, 발생하는 전자기력이 모두 회전축(10)의 회전 방향으로 향하지 않는다. 그 때문에, 나선 각도를  $\Theta$ 로 하면, 스텝퍼 모터의 회전력을 발생하는 전자기력의  $\cos\Theta$ 배가 된다. 즉, 발생하는 전자기력이 회전축(10)의 회전 방향으로 향하지 않기 때문에, 회전력이 작게 된다.

마그넷 링에 대향하는 외측 자극부의 면적의 증가에 의한 회전력 증대와 발생하는 전자기력이 회전축의 회전 방향으로 향하지 않음으로써 발생한 회전력의 감소를 고려하면, 본 실시예에 따른 스텝퍼 모터의 출력 파워는, 종래예의 출력 파워에 대하여

$$((ML+L)/(ML-T1)) \times \cos\theta$$

배가 된다.

예를 들면, 외경 치수가  $\Phi 6$  mm, 축방향 치수가 9mm 정도의 스텝퍼 모터의 경우에는, ML=3mm, L=0.5 mm, T1=0.5 mm,  $\theta=10$ 도이므로, 이들 값을 상기 식에 대입하면, 아래와 같다.

$$((3 + 0.5)/(3 - 0.5)) \times \cos 10^\circ$$

상기 식에서 얻은 값은 1.379이다. 따라서, 본 실시예의 스텝퍼 모터의 출력 토크는, 종래예의 출력 토크와 비교하면 1.379배의 상승이 전망된다.

또, 상술한 것처럼, 제1 스테이터(8)와 제2 스테이터(9)는, 중공의 원통 형상의 연자성 재료의 선단을 나선 형상으로 깃아웃함으로써 선단이 원주방향으로 복수개 분할되어 각각이 외통부의 단면으로부터 축방향으로 연장되는 치상으로 형성된 치상부를 가진 단순한 컵 형상으로 구성되어 있다. 그것에 의해 제1 스테이터(8)와 제2 스테이터(9)의 제조 및 조립이 용이하다.

회전축(10)은, 연자성 재료로 형성되어 있고, 마그넷 링(1)의 내주부에 고정되어 있다. 회전축(10)에는, 외경 D1를 가진 내측 자극부(10A)가 형성되어 있다. 내측 자극부(10A)가 마그넷 링(1)에 대향하고 있는 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)에 대향한 축 방향의 범위 내에서, 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)와 내측 자극부(10A) 사이에 마그넷 링(1)을 삽입한 위치에 내측 자극부(10A)가 배치되어 있다. 상술한 것처럼, 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)는, 마그넷 링(1)의 축방향으로 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)와 중복하도록 배치되어 있다. 그 때문에, 회전축(10)의 내측 자극부(10A)는, 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)에 대향한다.

회전축(10)은, 일부(10c)가 제1 코일(2)이 감겨 있는 제1 보빈(15)의 중공의 원통부에 삽입되어 있다. 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)에 대향하는 각도 범위에 있는 회전축(10)의 내측 자극부(10A)의 부분이, 제1 코일(2)에 의해, 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)와 반대의 극을 갖도록 자화되어 있다. 회전축(10)의 축과 직교하는 방향에서, 회전축(10)의 내측 자극부(10A)의 단면 형상은, 도 3에 나타낸 바와 같이 원형이다.

회전축(10)은, 일부(10D)가 제2 코일(3)이 감겨 있는 제2 보빈(16)의 중공의 원통부에 삽입되어 있다. 회전축(10)의 내측 자극부(10A)는, 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)에 대향하는 부분이, 제2 코일(3)에 의해, 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)와 반대의 극을 갖도록 자화된다. 회전축(10)은, 내측 자극부(10A)를 통해서 마그넷 링(1)에 고착되어 있다.

상기와 같이, 회전축(10)의 내측 자극부(10A)에 의해 마그넷 링(1)의 내부 공간을 채우고 있으므로, 마그넷 링(1)의 기계적 강도를 증대시킬 수 있다. 또, 회전축(10)의 내측 자극부(10A)는, 백 메탈(back metal)로서 작용해, 자기회로의 퍼미언스(permeance) 계수는 높게 설정되어, 고온의 환경에서 자기회로를 사용했을 경우에서도 자화 감소에 의한 자기적 열화도 적게 된다.

제1 베어링(12)은, 비자성 재료로 형성되어 있고 제1 스테이터(8)에 고정되어, 회전축(10)의 얇은 축부(10E)를 회전 가능하게 보유하고 있다.

제2 베어링(13)은, 비자성 재료로부터 형성되어 있고 제2 스테이터(9)에 고정되어, 회전축(10)의 얇은 축부(10F)를 회전 가능하게 보유하고 있다.

제1 베어링(12) 및 제2 베어링(13)은, 모두 비자성 재료로 형성되어 있으므로, 제1 스테이터(8)와 회전축(10)과의 사이에 발생하는 자력에 의한 제1 베어링의 흡착 및 제2 스테이터(9)와 회전축(10)과의 사이에 발생하는 자력에 의한 제2 베어링의 흡착을 방지해, 제1 베어링(12) 및 제2 베어링(13)의 회전 특성 및 내구성을 높일 수가 있다.

제1 베어링(12) 및 제2 베어링(13)은, 연자성 재료로 형성해도 상관없다. 이 경우에, 자기회로의 자기저항이 작아지므로, 발생하는 토크 자체는 커진다. 물론, 제1 베어링(12)과 회전축(10)과의 사이 혹은 제2 베어링(13)과 회전축(10)과의 사이에는, 흡착력이 발생해, 마찰력에 의한 토크 손실이 생기거나 회전축(10) 및 베어링(12, 13)의 슬라이딩(sliding)면의 내구성을 해칠 수 있다.

그 문제점을 해결하기 위해서, 제1 베어링(12), 회전축(10), 및 제2 베어링(13)의 표면에, 윤활제의 도포, 윤활 도장(불소계 윤활 도장, 그래파이트(graphite)계 윤활 도장, 이황화 몰리브덴계 윤활 도장), 윤활 도금(예를 들면 PTFE (polytetrafluoroethylene) 입자를 함유한 무전해 니켈 도금, 텐플론(등록상표) 윤활 무전해 니켈 도금 등) 등을 시행한다. 이것에 의해, 슬라이딩면의 마찰에 의한 토크 손실을 억제하거나 슬라이딩면의 내구성을 해치는 것을 방지할 수 있어, 출력 토크가 큰 스텝퍼 모터로 할 수가 있다.

제1 스테이터(8)의 외통부와 회전축(10) 사이와, 동시에 제1 베어링(12)을 통해서 제1 스테이터(8)의 외통부와 회전축(10) 사이를 연결하는 연결부 근방에, 제1 코일(2)을 배치한다. 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)와 회전축(10)의 내측 자극부(10A)와의 사이에, 마그넷 링(1)의 일단측을 삽입한다. 또, 제2 스테이터(9)의 외통부와 회전축(10) 사이와 동시에 제2 베어링(13)을 통해서 제2 스테이터(9)의 외통부와 회전축(10) 사이를 연결하는 연결부 근방에, 제2 코일(3)을 배치한다. 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)와 회전축(10)의 내측 자극부(10A)와의 사이에, 마그넷 링(1)의 타단측을 삽입한다.

특히, 스텝퍼 모터는 다음과 같은 구조를 갖는다. 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)와 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)가, 마그넷 링(1)의 외주면과 대향하고 있다. 또, 회전축(10)의 내측 자극부(10A)가 마그넷 링(1)의 내주면에 위치하고, 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)와 회전축(10)의 내측 자극부(10A)가 대향하고 있다. 마찬가지로, 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)와 회전축(10)의 내측 자극부(10A)가 대향하고 있다.

연결 링(14)은, 중공의 원통 형상으로 형성되어 있고, 그 내측에는 그루브(14A, 14B, 14C, 14D, 14E, 14F, 14G, 14H)가 형성되어 있다. 또, 연결 링(14)은, 비자성 재료로 형성되어 있고, 제1 스테이터(8)와 제2 스테이터(9)와의 사이의 자기회로를 분단할 수 있어 제1 스테이터(8)와 제2 스테이터(9)의 자극부가 서로에게 불리한 영향을 주기 어려운 구성으로 되어 있다.

그루브(14A, 14C, 14E, 14G)는, 서로 위상이  $360/n$ 도, 즉 90도 어긋나 있다. 마찬가지로 그루브(14B, 14D, 14F, 14H)도, 서로 위상이  $360/n$ 도, 즉 90도 어긋나 있다. 그루브(14A, 14C, 14E, 14G)에는, 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)가 끼워 맞춰져 있고, 접착제 등으로 고정된다. 그루브(14B, 14D, 14F, 14H)에는, 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)가 끼워 맞춰져 있고, 접착제 등으로 고정된다.

그루브(14A, 14C, 14E, 14G)는, 그루브(14B, 14D, 14F, 14H)로부터, 마그넷 링(1)의 자화부의 자화 위상에 대하여 전기적인 각도로 90도, 기계적인 각도로 ( $180/n$ )도(본 실시예에서는 22.5도) 위상이 어긋나 있다. 이것에 의해, 상술한 것처럼, 제1 스테이터(8)의 치상의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)와, 제2 스테이터(9)의 치상의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)는, 마그넷 링(1)의 자화부의 자화 위상에 대하여 제1 외측 자극부가 제2 외측 자극부로부터 전기적인 각도로 90도, 기계적인 각도로 ( $180/n$ )도(본 실시예에서는 22.5도) 위상이 어긋나 배치되어 보유된다.

상기와 같이, 연결 링(14)에 제1 스테이터(8)와 제2 스테이터(9)를 고정함으로써, 이들 제1 스테이터(8)와 제2 스테이터(9)를 소망한 위치 및 위상에 배치할 수 있다.

상술한 것처럼, 본 실시예에서는, 마그넷 링(1)의 내부 공간은 회전축(10)의 내측 자극부(10A)로 채워져 있으므로, 종래 예(일본 특개평(Kokai) 09-331666호 공보, 특개평 10-229670호 공보)와 비교해, 마그넷 링(1)의 기계적 강도를 크게 할 수 있다. 또, 회전축(10)은, 마그넷 링(1)의 내주면측에 나타나는 S극과 N극과의 사이의 자기저항을 작게 하는 이른바 백 메탈로서 작용하므로, 자기회로의 퍼미언스 계수는 높게 설정되어, 자기회로가 고온의 환경에서 사용되어도 자화 감소에 의한 자기적 열화도 적다.

또, 제1 스테이터(8)와 제2 스테이터(9)는, 중공의 원통 형상의 부재에 컷아웃을 형성한 단순한 컵 형상으로 각각 형성되어 있기 때문에, 제조가 용이하다. 만약, 제1 및 제2 스테이터가 종래예(일본 특개평(Kokai) 09-331666호 공보, 특개평 10-229670호 공보)에 나타낸 구조이면, 제1 스테이터(8)와 제2 스테이터(9)는 각각 내측 자극부를 외측 자극부와 일체적으로 구성해야 한다. 그것에 의해 내측 자극부와 외측 자극부를 동일한 부품으로 구성하는 경우는 내측 자극부와 외측 자극부를 제조하는 것이 어렵다.

예를 들면, 내측 자극부와 외측 자극부를 메탈 인젝션 몰드(metal injection molding)에 의해 성형하는 경우는, 제조비용이 증가한다. 또, 내측 자극부와 외측 자극부를 프레스(press)에 의해 일체적으로 제조하는 경우는, 부품이 작아짐에 따라 내측 자극부와 외측 자극부를 제조하는 것이 더 어려워진다. 또, 내측 자극부와 외측 자극부를 따로따로 제조하고 나서 코킹(caulking), 용접 혹은 접착 등에 의해 일체적으로 고착하는 경우에는, 제조비용이 증가한다.

특히, 종래예(일본 특개평(Kokai) 09-331666호 공보, 특개평 10-229670호 공보)의 스텝퍼 모터는, 코일 2개, 마그넷 링 1개, 출력축 1개, 제1 스테이터(외측 자극부를 구성하는 부품과 내측 자극부를 구성하는 부품의 2부품), 제2 스테이터(외측 자극부를 구성하는 부품과 내측 자극부를 구성하는 부품의 2부품), 및 연결 링의, 함께 9부품이 최저한 필요했다.

이것에 대해, 본 실시예의 스텝퍼 모터는, 코일 2개, 마그넷 링 1개, 출력 축에 대응하는 회전축 1개, 제1 스테이터(외측 자극부를 구성하는 부품), 제2 스테이터(외측 자극부를 구성하는 부품), 연결 링의, 함께 7부품으로 구성되는 것이 가능해진다. 이것에 의해, 부품 점수를 삭감할 수 있기 때문에, 제조비용이 줄어들 뿐만 아니라, 스텝퍼 모터의 제조도 용이해진다.

또한, 종래예(일본 특개평(Kokai) 09-331666호 공보, 특개평 10-229670호 공보)의 스텝퍼 모터는, 마그넷의 외주면과 외측 자극부 사이의 간격을 정밀도 좋게 유지해 조립할 필요가 있다. 또한, 내측 자극부와 마그넷 사이에 소정의 간격을 두고 마그넷의 내주면에 대향하는 위치에 내측 자극부를 배치할 필요가 있다. 그러나, 부품 정밀도의 격차 및 조립 정밀도의 저하에 의해, 이 간격을 확보하지 못하고, 내측 자극부가 마그넷에 접촉해 버리는 등의 불량이 생길 가능성이 크다.

이것에 대해, 본 실시예의 스텝퍼 모터에서는, 마그넷 링(1)의 외주와 외측 자극부 사이의 간격만을 관리하는 것만을 필요로 하기 때문에, 스텝퍼 모터의 조립이 용이하게 된다.

더욱이, 종래예(일본 특개평(Kokai) 09-331666호 공보, 특개평 10-229670호 공보)의 스텝퍼 모터에서는, 내측 자극부를 구성하는 부품과 외측 자극부를 구성하는 부품의 2개의 부품으로 스테이터를 구성한다.

이것에 대해, 본 실시예의 스텝퍼 모터에서는, 제1 스테이터(8)와 제2 스테이터(9)를 모두 단일의 부품으로 구성한다. 이 것에 의해, 그만큼 부품 간의 상호 차이가 작으면서 정밀도가 좋은 스텝퍼 모터를 구성할 수 있다.

더욱이, 종래예(일본 특개평(Kokai) 09-331666호 공보, 특개평 10-229670호 공보)의 스텝퍼 모터는, 내측 자극부가 마그넷과 출력축 사이를 연결하는 부분과 접촉하지 않게 구성되어야 한다. 그 때문에, 스텝퍼 모터는 내측 자극부와 마그넷이 서로 대향하는 축방향의 길이(도 14의 L1)를 충분히 확보할 수 없다.

이것에 대해, 본 실시예의 스텝퍼 모터에서는, 도 2의 ML로 표시된 바와 같이, 회전축(10)의 내측 자극부(10A)와 마그넷 링(1)이 서로 대향하는 축방향의 길이를 용이하게 길게 확보할 수가 있다. 이것에 의해, 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D), 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D), 마그넷 링(1)을 유효하게 이용할 수가 있어, 스텝퍼 모터의 출력 파워를 향상시킬 수가 있다.

더욱이, 본 실시예와 종래예(일본 특개평(Kokai) 09-331666호 공보)를 비교하면, 종래예의 스텝퍼 모터는, 제1 외측 자극부와 제2 외측 자극부와의 사이의 크로스토크를 막기 위해, 제1 외측 자극부와 제2 외측 자극부 사이에 마그넷 링(1)의 축방향으로 간격을 두어야 한다. 마그넷 링(1)의 길이를 ML로 나타내고, 간격의 길이를 T1로 하면, 마그넷 링(1)에 대향하는 외측 자극부의 길이는 (ML-T1)/2이다.

이것에 대해, 본 실시예의 스텝퍼 모터에서는, 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)의 선단부와 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)의 선단부가, 마그넷 링(1)의 축방향으로 서로 중복하도록 배치되어 있다. 그 중복된 부분의 길이를 L로 하면, 상술한 것처럼, 마그넷 링(1)에 대향하는 제1 및 제2 외측 자극부의 길이는 (ML+L)/2가 된다. 이것에 의해, 마그넷 링(1)을 유효하게 이용할 수 있어, 출력 파워가 큰 것으로서 스텝퍼 모터를 구성할 수가 있다.

다음에, 본 실시예의 스텝퍼 모터의 회전 구동에 대해 도 5 내지 도 8을 참조하면서 설명한다.

도 5는, 제1 코일(2) 및 제2 코일(3)이 통전되어, 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)를 N극으로 자화하고, 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)를 S극으로 자화한 상태를 나타낸다.

도 5에 나타낸 상태에서, 제1 코일(2) 및 제2 코일(3)이 통전되어, 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)를 N극으로 자화하고, 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)를 N극으로 자화한다. 상기 자화에 따라, 로터인 마그넷 링(1)은, 도 3에 도시한 바와 같이, 시계 방향으로 11.25도 회전함으로써, 도 6에 나타낸 상태가 된다.

다음에, 제1 코일(2)의 통전을 반전시켜, 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)를 S극으로 자화하고, 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)를 N극으로 자화한다. 상기 자화에 따라, 로터인 마그넷 링(1)은, 더욱 시계 방향으로 11.25도 회전해, 도 7에 나타낸 상태가 된다.

다음에, 제2 코일(3)의 통전을 반전시켜, 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부(8A, 8B, 8C, 8D)를 S극으로 자화하고, 제2 스테이터(9)의 제2 외측 자극부(9A, 9B, 9C, 9D)를 S극으로 자화한다. 상기 자화에 따라, 로터인 마그넷 링(1)은, 더욱 시계 방향으로 11.25도 회전해, 도 8에 나타낸 상태가 된다.

이후, 상기와 같이 제1 코일(2) 및 제2 코일(3)의 통전 방향을 순차적으로 전환함으로써, 로터인 마그넷 링(1)은, 통전 위치에 의존한 위치로 순차적으로 회전한다.

이상 설명한 것처럼, 본 실시예에 의하면, 제1 및 제2 코일(2, 3)의 통전에 의해 발생하는 자속을 직접 마그넷 링(1)에 작용 시킴으로써, 스텝퍼 모터를 고출력 파워인 것으로 구성함과 동시에, 매우 소형화 가능한 것으로 구성한다. 즉, 스텝퍼 모터의 직경은, 마그넷 링(1)의 직경을 포함하며, 제1 및 제2 스테이터(8, 9)의 외측 자극부를 마그넷 링(1)의 외주면과 대향시킬 만큼의 크기가 있으면 된다. 또, 스텝퍼 모터의 길이는, 마그넷 링(1)의 길이에 제1 및 제2 코일 2, 3의 길이를 더한 만큼의 길이가 있으면 된다.

따라서, 스텝퍼 모터의 크기는, 마그넷 링(1) 및 제1 및 제2 코일(2, 3)의 직경과 길이에 의해 결정되고, 마그넷 링(1) 및 제1 및 제2 코일(2, 3)의 직경과 길이를 각각 매우 작게 하면, 스텝퍼 모터의 초소형화를 실현하는 것이 가능해진다.

이 경우, 마그넷 링(1) 및 제1 및 제2 코일(2, 3)의 직경과 길이를 각각 매우 작게 하면, 스텝퍼 모터의 정밀도를 유지하는 것이 어려워지지만, 이 문제는 다음과 같이 해결한다. 즉, 상술한 것처럼 마그넷 링(1)을 중공의 원통 형상으로 형성함과 동시에, 마그넷 링(1)의 내주부에 회전축(10)을 고정한다. 더욱이, 마그넷 링(1)의 외주면에 제1 및 제2 스테이터(8, 9)의 외측 자극부를 대향시키고, 마그넷 링(1)의 내주면에 회전축(10)의 내측 자극부를 대향시킨다. 이러한 간단한 구조에 의해, 스텝퍼 모터의 정밀도의 문제를 해결할 수 있다.

또, 스텝퍼 모터를, 코일 2개, 마그넷 링 1개, 회전축 1개, 제1 및 제2 스테이터(외측 자극부를 형성하는 구성부품), 및 연결 링의, 합계 7개의 부품으로 구성함으로써, 부품 점수를 삭감할 수 있기 때문에, 스텝퍼 모터의 제조비용을 삭감할 수가 있다.

또, 제1 스테이터(8)의 제1 외측 자극부의 선단부와 제2 스테이터(9)의 각 관련 제2 외측 자극부의 선단부를, 마그넷 링(1)의 축방향으로 서로 중복하도록 배치함으로써, 마그넷 링(1)에 대향하는 외측 자극부의 길이는, 제1 및 제2 외측 자극부의 선단부의 중복한 부분의 길이를 L로 하면,  $(ML + L)/2$ 가 된다. 이것에 의해, 마그넷 링(1)을 유효하게 이용할 수 있어 파워가 큰 스텝퍼 모터를 실현할 수가 있다.

이하, 본 발명의 제2 실시예를 설명한다.

도 9는, 본 발명의 제2 실시예와 관련되는 스텝퍼 모터의 구성을 나타내는 분해 사시도다. 도 10은, 스텝퍼 모터의 조립 완성 상태의 도 9에 나타낸 스텝퍼 모터의 단면도이다. 또, 도 11은, 도 10의 A-A선에 따른 스텝퍼 모터의 단면도, 도 12는, 스테이터의 외측 자극부와 마그넷 링 간의 관계를 나타내는 전개 평면도이다.

본 실시예는, 마그넷 링을 나선 형상으로 자화시키고, 제1 스테이터의 제1 외측 자극부 및 제2 스테이터의 제2 외측 자극부를 마그넷 링의 축방향에 따라 똑바로 연장하는 치상부로서 구성한 점에서 상술한 제1 실시예와 상위하다. 본 실시예에 있어서, 상술한 제1 실시예와 같은 구성요소에 대해서는 동일한 부호를 부착하고, 그 설명을 생략한다.

도 9 내지 도 12에 도시한 바와 같이, 본 실시예에 따른 스텝퍼 모터는, 마그넷 링(51), 제1 코일(2), 제2 코일(3), 제1 스테이터(58), 제2 스테이터(59), 회전축(10), 제1 베어링(12), 제2 베어링(13), 연결 링(54), 제1 보빈(15), 및 제2 보빈(16)을 구비하고 있다.

마그넷 링(51)은, 중공의 원통 형상으로 형성되고, 나선 형상으로 연장하는 자화부(51A, 51B, 51C, 51D, 51E, 51F, 51G, 51H)를 구비하고 있다. 자화부(51A~51H)는, 나선 형상으로 형성되고, 서로 인접해 배치되어 있다. 자화부(51A, 51C, 51E, 51G)는, S극으로 자화되고, 자화부(51B, 51D, 51F, 51H)는, N극으로 자화되어 있다. 자화부(51A~51H)의 각각의 자화 위상은, 마그넷 링(51)의 축방향에서 본 위치를 달리하는 자화부 각부에서 변화한다.

마그넷 링(51)을, 그 축과 직교하는 방향의 단면으로 나타낸 경우, 도 11에 나타낸 바와 같이, 마그넷 링(51)의 외주면에는 자화부(51A~51H)의 8개의 자극부가 나타난다. 본 실시예에서는, 마그넷 링(51)의 외주면에는 자화부 51A~51H의 8극이 나타난 경우를 예로 들어, 요크 형상 등을 이하에 설명하고 있지만, 본 발명은 특정의 자극부의 수에 한정되는 것은 아니다.

제1 코일(2) 및 제2 코일(3)은 모두 그 축이 마그넷 링(51)의 축과 일치하고, 마그넷 링(51)의 축방향을 따라 마그넷 링(51)을 사이에 둔 위치에 배치되어 있다. 제1 코일(2) 및 제2 코일(3)의 외경은, 마그넷 링(51)의 외경과 대략 같게 설정되어 있다.

제1 스테이터(58)는, 연자성 재료로 형성되어 있고, 중공의 원통 형상의 외통부와, 외측 자극부로서 형성된 치상부와, 컷아웃부로 구성되어 있다. 제1 스테이터(58)는, 제1 코일(2)에 의해 자화된다. 제1 스테이터(58)에는, 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)와 마그넷 링(51)의 외주면 사이에 소정의 간격을 두고, 마그넷 링(51)의 외주면에 대향하며, 마그넷 링(51)의 한쪽의 단면의 측에 배치된 스테이터 본체로부터 마그넷 링(51)의 외주면을 따라 축방향으로 연장하는 치상의 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)가 형성되어 있다.

제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)는, 기계적인 각도로  $(720/n)$ 도마다의 위상(90도)으로, 전기적인 각도로 360도마다의 위상으로  $(n/2)$ 개(4개) 배치되어 있다. 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)는, 중공의 원통 형상의 연자성 재료의 선단을 컷아웃함으로써 선단이 원주방향으로 복수개 분할되어 각각이 상기 외통부의 단면으로부터 축방향으로 연장되는 치상으로 형성된 치상부로서 형성되어 있다. 또, 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)는, 각각이 마그넷 링(51)과  $\Theta_3$ 의 각도로 경사져 마그넷 링과 대향하도록 구성되어 있다.

제2 스테이터(59)는, 연자성 재료로 형성되고, 중공의 원통 형상의 외통부와, 외측 자극부로서 형성된 치상부와, 컷아웃부로 구성되어 있다. 제2 스테이터(59)는, 제2 코일(3)에 의해 자화된다. 제2 스테이터(59)에는, 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)와 마그넷 링(51)의 외주면 사이에 소정의 간격을 두고, 마그넷 링(51)의 외주면과 대향하며, 마그넷 링(51)의 다른 한쪽의 단면에 인접하게 배치된 스테이터 본체로부터 마그넷 링(51)의 축방향으로 연장하는 치상의 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)가 형성되어 있다.

제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)는, 기계적인 각도로  $(720/n)$ 도마다의 위상으로(90도), 전기적인 각도로 360도마다의 위상으로  $(n/2)$ 개(4개) 배치되어 있다. 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)는, 중공의 원통 형상의 연자성 재료의 선단을 컷아웃함으로써 선단이 원주방향으로 복수개로 분할되어 각각이 상기 외통부의 단면으로부터 축방향으로 연장되는 치상으로 형성된 치상부로서 형성되어 있다. 또, 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)는, 각각이 마그넷 링(51)과 대향하는 각도가  $\Theta_4$ 가 되도록 구성되어 있다.

제1 스테이터(58)의 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)와, 제2 스테이터(59)의 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)는 동일한 형상을 갖고, 제1 및 제2 외측 자극부의 치상부의 선단이 서로 대향하도록 배치되어 있다.

연결 링(54)은, 중공의 원통 형상으로 형성되어 있고, 그 내측에는, 그루브(54A, 54B, 54C, 54D, 54E, 54F, 54G, 54H)가 형성되어 있다. 또, 연결 링(54)은, 비자성 재료로 형성되어 있고, 제1 스테이터(58)와 제2 스테이터(59)와의 사이에 형성된 자기회로를 분단할 수 있어 제1 스테이터(58)와 제2 스테이터(59)의 자극부가 서로에게 불리한 영향을 가하는 것이 어려운 구성으로 되어 있다.

그루브(54A, 54C, 54E, 54G)는, 서로 위상이  $360/n$ 도, 즉 90도 어긋나 있다. 마찬가지로, 그루브(54B, 54D, 54F, 54H)는 서로 위상이  $360/n$ 도, 즉 90도 어긋나 있다. 그루브(54A, 54C, 54E, 54G)에는, 제1 스테이터(58)의 제1 외측 자극부

(58A, 58B, 58C, 58D)가 끼워 맞춰지고, 접착제 등으로 고정된다. 그루브(54B, 54D, 54F, 54H)에는, 제2 스테이터(59)의 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)가 끼워 맞춰지고 접착제 등으로 고정된다. 그루브(54A, 54C, 54E, 54G)는, 그루브(54B, 54D, 54F, 54H)로부터 마그넷 링(51)의 자화부의 자화 위상에 대하여 전기적인 각도로 90도 위상이 어긋나 있다.

상술한 것처럼, 제1 스테이터(58)의 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)와 제2 스테이터(59)의 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)는, 마그넷 링(51)의 외주면을 따라 마그넷 링(51)의 축방향으로 연장되는 치상부로서 구성되어 있다. 또, 마그넷 링(51)의 자화부는, 자화부 상에서의 축방향 위치가 다른 자화부의 각부에서 자화부의 자화 위상이 변화해 가는 나선 형상으로 구성되어 있다. 그 때문에, 마그넷 링(51)의 자화부의 자화 위상에 관해서, 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)와 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)를 서로 완전히 같은 각 위상 위치에 배치하기 위해, 제1 및 제2 외측 자극부를 서로 기계적인 각도로  $\alpha$ 도 위상 시프트시킬 필요가 있다.

그루브(54A, 54C, 54E, 54G)와 그루브(54B, 54D, 54F, 54H)를, 마그넷 링(51)의 자화부의 자화 위상에 관해서 서로 전기적인 각도로 90도 위상 시프트시켜 형성하기 위해, 그루브(54A, 54C, 54E, 54G)와 그루브(54B, 54D, 54F, 54H)를, 자화 위상에 대하여 기계적인 각도로 서로  $(180/n) + \alpha$ 도(즉 22.5도+  $\alpha$ 도) 위상 시프트시켜 구성해야 한다. 이것에 의해, 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)와, 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)도 기계적인 각도로 서로  $(180/n) + \alpha$ 도(즉 22.5도+  $\alpha$ 도) 위상이 어긋나 배치되고, 즉 마그넷 링(51)의 자화부의 자화 위상에 대하여 전기적인 각도로 서로 90도 위상이 어긋나 배치되게 된다.

여기서, 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)와 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)와의 기계적인 각도의 어긋남 양, 즉  $(180/n) + \alpha$ 도(즉 22.5도+  $\alpha$ 도)를  $\theta_5$ 로 하면, 도 11에 나타낸 바와 같이,  $\theta_5 > (\theta_3 + \theta_4)/2$ 가 된다.

특히, 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)가 마그넷 링(51)의 각 자극부에 대향하는 각도  $\theta_3$ 과, 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)가 마그넷 링(51)의 각 자극부에 대향하는 각도  $\theta_4$ , 제1 외측 자극부와 제2 외측 자극부 간의 위상차  $\theta_5$ 와의 관계가,  $\theta_5 > (\theta_3 + \theta_4)/2$ 가 되도록 구성되어 있다.

상기와 같이, 연결 링(54)에 제1 스테이터(58)와 제2 스테이터(59)를 고정하는 것으로, 이들 제1 스테이터(58)와 제2 스테이터(59)를 소망의 위치 및 위상에 배치할 수가 있다.

본 실시예의 스텝퍼 모터는, 상기의 일본 특개평(Kokai) 10-229670호 공보에 제안되어 있는, 중공의 원통 형상의 내측 자극부에 삽입된 출력축을 회전 가능하게 보유하는 베어링을, 내측 자극부와 외측 자극부를 구비한 스테이터에 설치한 스텝퍼 모터와 비교해, 다음과 같은 특징이 있다. 즉, 마그넷 링(51)을 나선 형상으로 자화하기 때문에, 제1 스테이터(58)의 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)의 선단부와 그것에 대응하는 제2 스테이터(59)의 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)의 선단부가, 기계적인 각도로  $\alpha$ 도로 서로 더 떨어져 있도록 구성되어 있다.

이것에 의해, 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)의 선단부와 그것에 대응하는 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)의 선단부와의 사이에 축방향으로 형성된 간격  $T_1$ 을 작게 해도, 양 선단부 간의 간격을 확보할 수 있다. 따라서, 상기 간격  $T_1$ 를 충분히 작게 해도, 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)와 그것과 관련된 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)와의 사이의 크로스토크를 방지할 수가 있어, 스텝퍼 모터의 축방향 치수를 충분히 작게 할 수가 있다.

또, 본 실시예에서는, 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)와 그것에 대응하는 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)와의 기계적인 각도의 어긋남 양을  $\theta_5$ 로 했을 경우,  $\theta_5 > (\theta_3 + \theta_4)/2$ 가 된다. 단,  $\theta_3$ 은, 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)의 마그넷 링(51)의 자극부에 대향하는 각도를 나타내고,  $\theta_4$ 는, 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)의 마그넷 링(51)의 자극부에 대향하는 각도를 나타낸다.

이러한 구성에 의해, 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)의 선단부와 그것에 대응하는 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)의 선단부를, 마그넷 링(51)의 축방향으로 서로 중복하도록 배치해도, 양 선단부는 서로 접촉하지 않는다. 그 중복 한 부분의 길이를  $L$ 로 하면, 마그넷 링(51)에 대향하는 제1 및 제2 외측 자극부의 길이는  $(ML + L)/2$ 가 된다.

스텝퍼 모터의 출력 토크는, 외측 자극부가 마그넷 링(51)과 대향하는 면적에 거의 비례한다. 또, 본 실시예에서는, 마그넷 링(51)을 나선 형상으로 자화하고 있기 때문에, 발생하는 전자기력이 모두 회전축(10)의 회전 방향으로 작용하지 않는다. 그 때문에, 나선 각도를  $\theta$ 로 하면, 스텝퍼 모터의 회전력은 발생하는 전자기력의  $\cos\theta$ 배가 된다. 즉, 발생하는 전자기력이 회전축(10)의 회전 방향으로 작용하지 않기 때문에, 회전력이 작게 된다.

외측 자극부가 마그넷 링과 대향하는 면적의 증가에 의한 회전력의 증대와, 발생하는 모든 전자기력이 회전축의 회전 방향으로 작용하지 않은 것에 의한 회전력의 감소를 모두 고려하면, 본 실시예의 스텝퍼 모터는, 종래예에 대해,

$$((ML+L)/(ML-T1)) \times \cos\theta$$

배의 출력이 된다.

예를 들면, 예를 들면, 외경 치수가  $\Phi 6$  mm, 축방향 치수가 9mm 정도의 스텝퍼 모터의 경우에는, ML=3mm, L=0.5 mm, T1=0.5 mm,  $\theta=10$ 도이므로, 이들 값을 상기 식에 대입하면, 아래와 같다.

$$((3+0.5)/(3-0.5)) \times \cos 10^\circ$$

상기의 식으로부터 얻은 값은 1.379가 된다. 따라서, 본 실시예의 스텝퍼 모터의 출력 토크는, 종래예의 출력 토크와 비교하면, 1.379배의 상승이 예상된다.

더욱이, 종래예(일본 특개평(KoKai) 09-331666호 공보, 특개평 10-229670호 공보)의 스텝퍼 모터는, 내측 자극부가 마그넷과 출력축 사이를 연결하는 부분과 접촉하지 않게 구성되어야 한다. 그 때문에, 스텝퍼 모터는 내측 자극부와 로터(마그넷)가 서로 대향하는 축방향의 길이(도 14의 L1)를 충분히 길게 할 수 없다.

이에 반해, 본 실시예의 스텝퍼 모터는, 도 10의 ML로 표시한 바와 같이, 회전축(10)의 내측 자극부(10A)와 마그넷 링(51)이 서로 대향하는 축방향의 길이를 용이하게 길게 확보할 수가 있다. 이것에 의해, 제1 스테이터(58)의 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)와, 제2 스테이터(59)의 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)와, 마그넷 링(51)을 유효하게 이용할 수가 있어, 스텝퍼 모터의 출력 파워를 향상시킬 수가 있다.

더욱이, 마그넷 링(51)의 길이를 ML로 나타내고, 본 실시예와 종래예(일본 특개평(Kokai) 09-331666호 공보)와 비교하면, 다음과 같이 된다. 종래 예의 스텝퍼 모터는, 제1 외측 자극부와 제2 외측 자극부와의 사이의 크로스토크를 막기 위해, 제1 외측 자극부와 제2 외측 자극부와의 사이에 마그넷 링(51)의 축방향으로 간격을 형성해야 한다. 그 간격의 길이를 T1로 하면, 마그넷 링에 대향하는 각 외측 자극부의 길이는  $(ML-T1)/2$ 가 된다.

이것에 반해, 본 실시예의 스텝퍼 모터에서는, 제1 스테이터(58)의 제1 외측 자극부(58A, 58B, 58C, 58D)의 선단부와 그 것과 관련된 제2 스테이터(59)의 제2 외측 자극부(59A, 59B, 59C, 59D)의 선단부를, 마그넷 링(51)의 축방향으로 서로 중복하도록 배치한다. 그 중복한 부분의 길이를 L로 하면, 상술한 것처럼, 마그넷 링(51)에 대향하는 제1 및 제2 외측 자극부의 길이는  $(ML+L)/2$ 가 된다. 이것에 의해, 마그넷 링(51)을 유효하게 이용할 수 있어, 파워가 큰 스텝퍼 모터를 구성할 수가 있다.

이상 설명한 것처럼, 본 실시예에 의하면, 제1 및 제2 코일(2, 3)의 통전에 의해 발생하는 자속을 직접 마그넷 링(51)에 직접 작용시킴으로써, 스텝퍼 모터를 고출력 파워인 것으로 구성함과 동시에, 매우 소형화 가능한 것으로 구성한다. 즉, 스텝퍼 모터의 직경은, 마그넷 링(51)의 직경을 포함하며, 제1 및 제2 스테이터(58, 59)의 외측 자극부를 마그넷 링(51)의 외주면과 대향시킬 만큼의 크기가 있으면 된다. 또, 스텝퍼 모터의 길이는, 마그넷 링(51)의 길이에 제1 및 제2 코일(2, 3)의 길이를 더한 만큼의 길이가 있으면 된다.

따라서, 스텝퍼 모터의 크기는, 마그넷 링(51) 및 제1 및 제2 코일(2, 3)의 직경과 길이에 의해 결정되고, 마그넷 링(51) 및 제1 및 제2 코일(2, 3)의 직경과 길이를 각각 매우 작게 하면, 스텝퍼 모터의 초소형화를 실현하는 것이 가능해진다.

이 경우, 마그넷 링(51) 및 제1 및 제2 코일(2, 3)의 직경과 길이를 각각 매우 작게 하면, 스텝퍼 모터의 정밀도를 유지하는 것이 어렵지만, 이 문제는 다음과 같이 해결한다. 즉, 상술한 것처럼 마그넷 링(51)을 중공의 원통 형상으로 형성함과 동시에, 마그넷 링(51)의 내주부에 회전축(10)을 고정한다. 또한, 마그넷 링(51)의 외주면에 제1 및 제2 스테이터(58, 59)의 외측 자극부를 대향시키고, 마그넷 링(51)의 내주면에 회전축(10)의 내측 자극부를 대향시킨다. 이러한 간단한 구조에 의해, 스텝퍼 모터의 정밀도의 문제를 해결할 수 있다.

또, 스텝퍼 모터를, 코일 2개, 마그넷 링 1개, 회전축 1개, 제1 및 제2 스테이터, 연결 링의, 합계 7개의 부품으로 구성하면, 부품 점수를 삭감할 수 있기 때문에, 스텝퍼 모터의 제조비용을 삭감할 수가 있다.

또, 제1 및 제2 스테이터(58, 59)의 외측 자극부의 선단부를, 마그넷 링(51)의 축방향으로 서로 중복하도록 배치하고, 그 중복한 부분의 길이를 L로 하면, 마그넷 링(51)에 대향하는 외측 자극부의 길이는  $(ML+L)/2$ 가 된다. 이것에 의해, 마그넷 링(51)을 유효하게 이용할 수 있어, 출력 파워가 큰 스텝퍼 모터를 실현할 수가 있다.

상기 제1 및 제2 실시예에서는, 제1 스테이터의 제1 외측 자극부 및 제2 스테이터의 제2 외측 자극부와 회전축을, 축방향의 범위 내에서 서로 대향시키는 구성으로 했을 경우를 예로 들었지만, 본 발명은, 이것에 한정되는 것은 아니다. 제1 스테이터의 제1 외측 자극부 혹은 제2 스테이터의 제2 외측 자극부(즉, 제1 외측 자극부와 제2 외측 자극부 중 적어도 어느 한 쪽)와 회전축을, 축방향의 범위 내에서 서로 대향시키는 구성으로 해도 괜찮다.

### 발명의 효과

본 발명에 의하면, 출력 파워를 높이고 소형화를 실현하는 것이 가능한 구동장치를 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은, 본 발명의 제1 실시예에 따른 스텝퍼 모터의 분해 사시도이다.

도 2는, 스텝퍼 모터의 조립 완성 상태에서의 도 1에 나타낸 스텝퍼 모터의 단면도이다.

도 3은, 도 2의 III-III 선에 따른 스텝퍼 모터의 단면도이다.

도 4는, 스테이터의 외측 자극부와 마그넷 링과의 관계를 나타내는 전개 평면도이다.

도 5는, 마그넷 링의 회전 동작을 설명하는 전개 평면도이다.

도 6은, 마그넷 링의 회전 동작을 설명하는 전개 평면도이다.

도 7은, 마그넷 링의 회전 동작을 설명하는 전개 평면도이다.

도 8은, 마그넷 링의 회전 동작을 설명하는 전개 평면도이다.

도 9는, 본 발명의 제2 실시예에 따른 스텝퍼 모터의 분해 사시도이다.

도 10은, 스텝퍼 모터의 조립 완성 상태에서의 도 9에 나타낸 스텝퍼 모터의 단면도이다.

도 11은, 도 10의 XI-XI 선에 따른 스텝퍼 모터의 단면도이다.

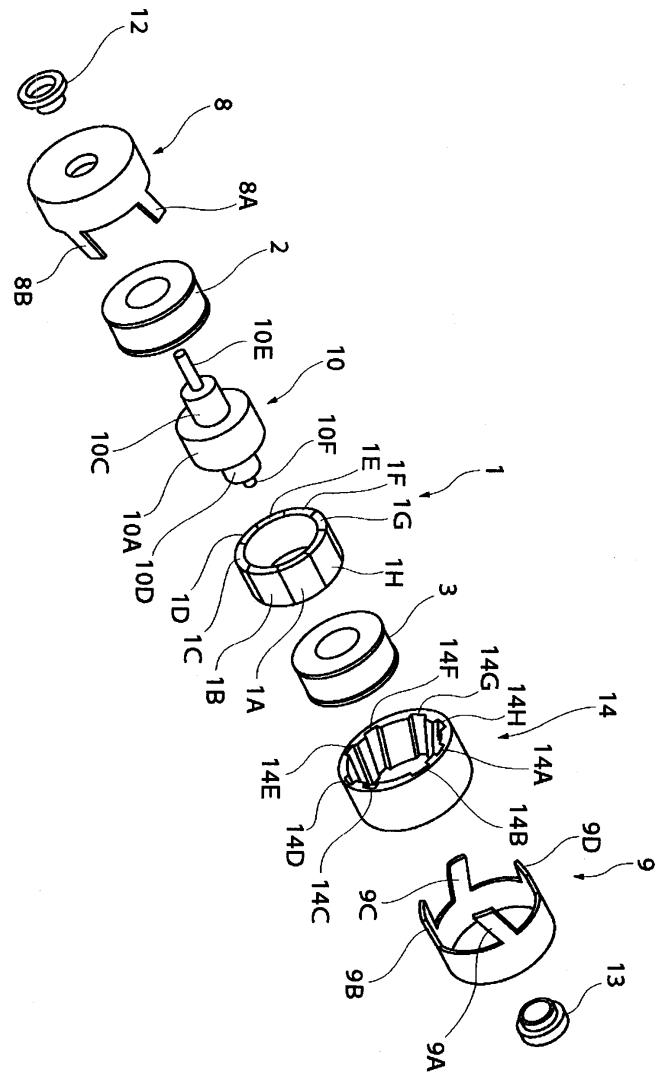
도 12는, 스테이터의 외측 자극부와 마그넷 링과의 관계를 나타내는 전개 평면도이다.

도 13은, 종래의 스텝퍼 모터의 분해 사시도이다.

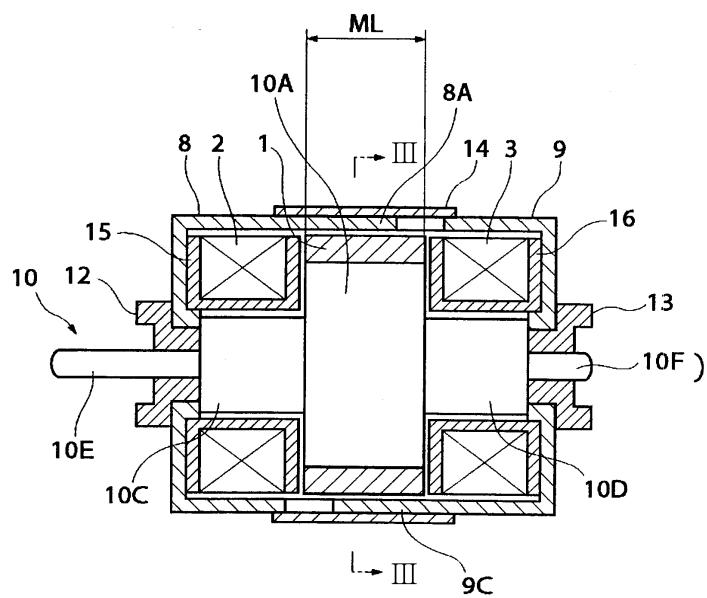
도 14는, 스텝퍼 모터의 조립 완성 상태에서의 도 13에 나타낸 스텝퍼 모터의 단면도이다.

### 도면

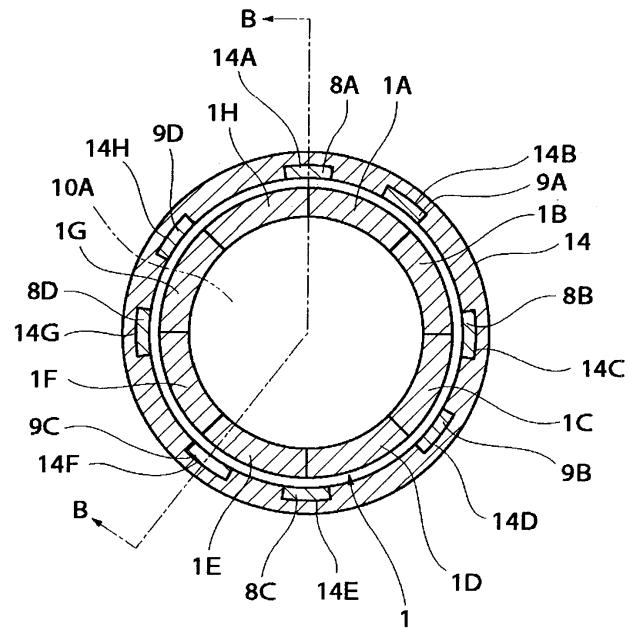
## 도면1



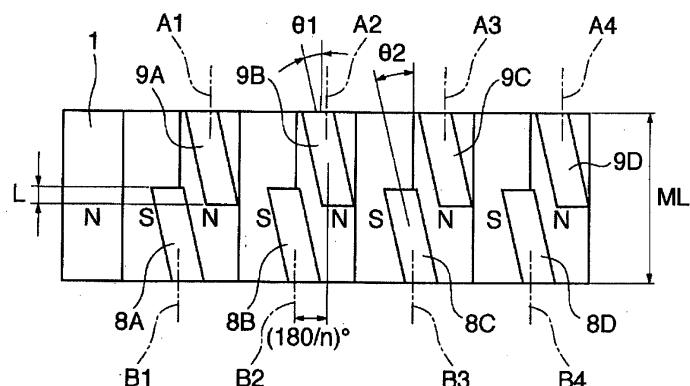
도면2



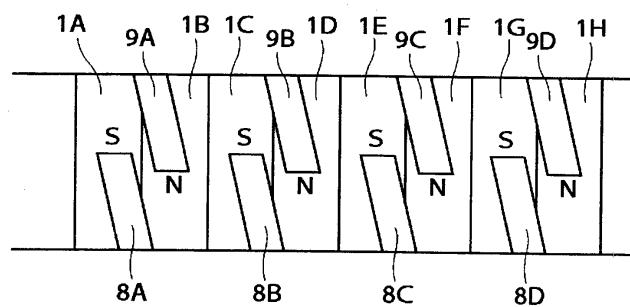
도면3



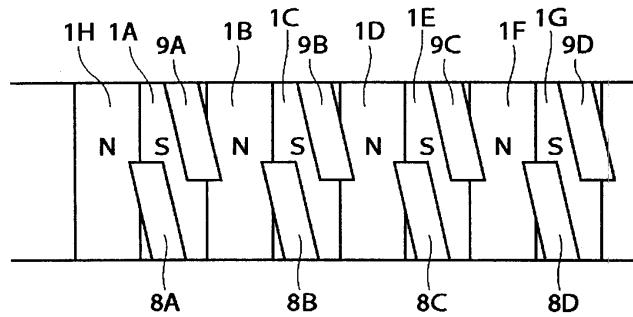
도면4



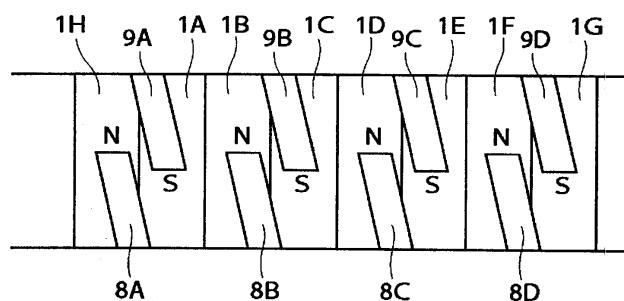
도면5



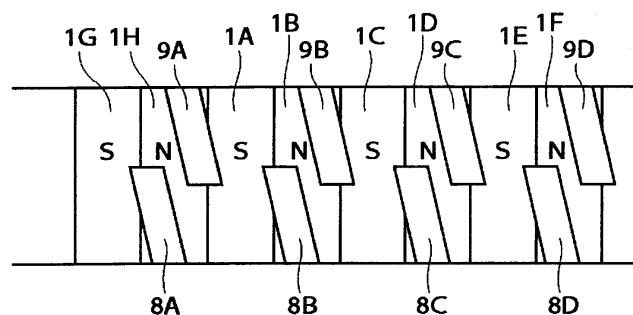
도면6



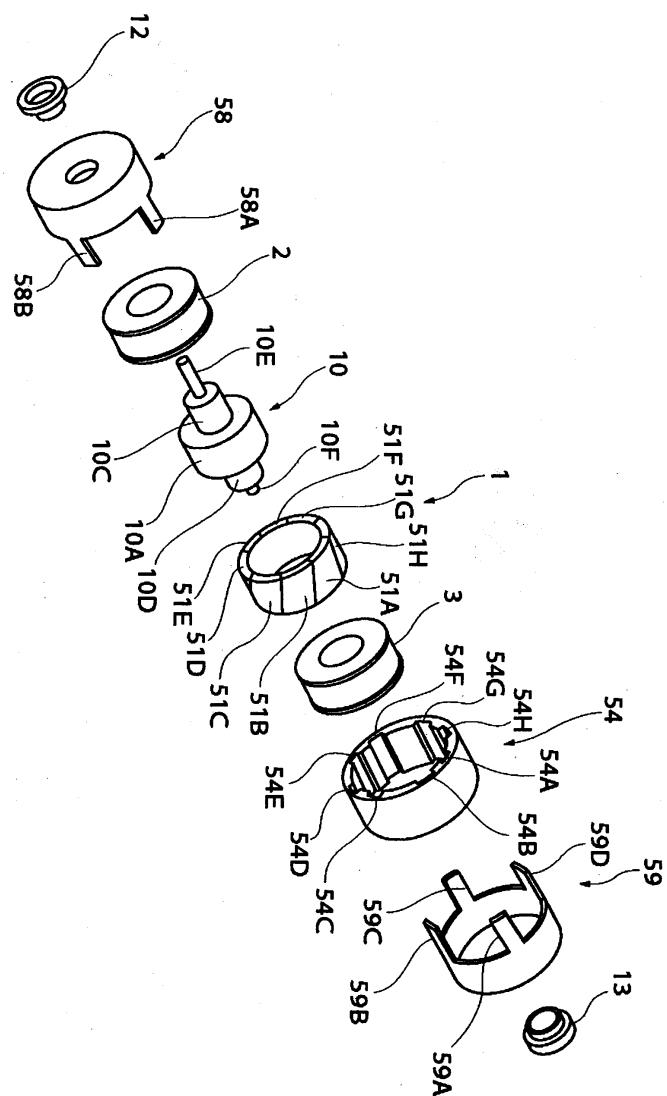
도면7



도면8

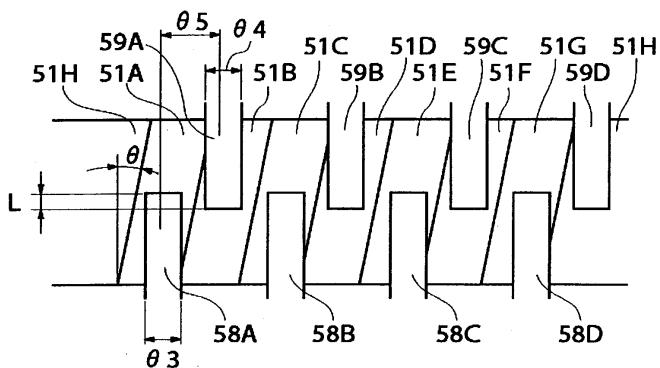


도면9

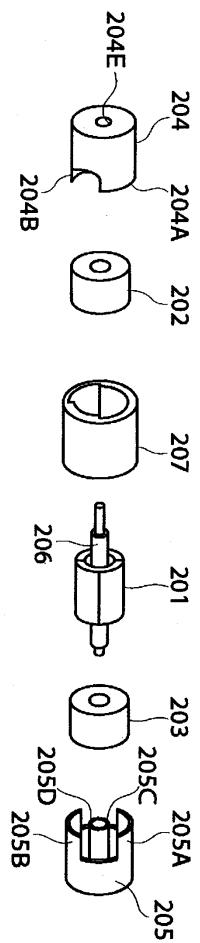




도면12



도면13



도면14

