(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [6]
H02K 19/06

(45) 공고일자 2003년02월05일
(11) 등록번호 10-0371159
(24) 등록일자 2003년01월22일

(21) 출원번호 10-1999-0041153
(22) 출원일자 1999년09월22일

(65) 공개번호 특2001-0028749
(43) 공개일자 2001년04월06일

(73) 특허권자 엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의도동 20번지 LG트윈타워

(72) 발명자 오재윤
서울특별시영등포구당산동2가68번지
정달호
서울특별시마포구상수동86-18홍익빌라102호

(74) 대리인 박장원

심사관 : 이창희

(54) 싱크로너스 리럭턴스 모터의 토오크 리플 저감구조

요약

본 발명은 싱크로너스 리럭턴스 모터의 토오크 리플 저감구조에 관한 것으로, 본 발명은 고정자 몸체에 회전자가 삽입되는 관통구멍이 형성되고 그 관통구멍과 연통되도록 그 고정자 몸체에 일정 간격을 두고 형성되는 다수개의 슬릿 및 그 슬릿들에 의해 그 사이에 각각 티스가 구비되며 상기 티스에 권선 코일이 권선된 고정자와, 상기 고정자의 관통구멍에 삽입되도록 환봉 형태로 형성된 회전자 몸체에 각각 일정 폭과 곡선 길이를 갖도록 관통 형성된 플럭스 배리어가 복수개 형성되며 그 플럭스 배리어의 양 끝벽과 회전자 몸체 외주면에 의해 리브들이 형성되는 회전자를 포함하여 구성되는 싱크로너스 리럭턴스 모터에 있어서, 상기 회전자가 회전하는 상태 또는 정지한 상태의 어떠한 경우에도, 상기 각 플럭스 배리어의 양 끝에 위치하는 한 쌍의 리브들이 동시에 고정자의 티스에 대응되거나 동시에 고정자의 슬릿에 대응되는 일이 없도록 플럭스 배리어와 리브를 형성하여 상기 회전자가 토오크를 받아 회전하는 과정에서 슬롯 개구부분(Slot Openning)에 의해 발생하는 자기저항의 변화를 감소시킴으로써 토오크 리플을 최소화하고 아울러 회전자의 구조를 간단하게 할 수 있도록 한 것이다.

대표도

도 7

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 싱크로너스 리럭턴스 모터를 도시한 평면도,

도 2a,2b는 상기 싱크로너스 리럭턴스 모터의 플럭스 패턴 형태를 각각 도시한 평면도,

도 3,4는 상기 싱크로너스 리럭턴스 모터의 자기저항이 크게 변하여 토크 리플이 발생하는 상태를 도시한 평면도,

도 5,6은 종래 싱크로너스 리럭턴스 모터의 다른 예를 각각 도시한 평면도,

도 7은 본 발명의 싱크로너스 리럭턴스 모터를 도시한 평면도,

도 8은 본 발명의 싱크로너스 리럭턴스 모터의 플럭스 배리어의 설정 과정을 도시한 평면도,

도 9는 본 발명의 싱크로너스 리럭턴스 모터의 일부분을 확대 도시한 평면도,

도 10은 본 발명의 싱크로너스 리럭턴스 모터의 작동상태를 부분 도시한 평면도.

(도면의 주요부분에 대한 부호의 설명)

30 ; 고정자 31 ; 고정자 몸체

33 ; 슬롯 34 ; 티스

40 ; 회전자 41 ; 회전자 몸체

42 ; 플럭스 배리어 43 ; 리브

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 싱크로너스 리럭턴스 모터에 관한 것으로, 특히 토오크 리플를 최소화할 뿐만 아니라 회전자의 구조를 간단하게 할 수 있도록 한 싱크로너스 리럭턴스 모터의 토오크 리플 저감구조에 관한 것이다.

일반적으로 싱크로너스 리럭턴스 모터는 플럭스 배리어에 의한 설정된 축의 인덕턴스 차에 의해 회전자에 토오크가 발생되면서 전기적인 에너지를 운동에너지로 변환시키게 된다.

도 1은 상기 싱크로너스 리럭턴스 모터의 일례를 도시한 것으로, 이를 참조하여 설명하면, 상기 싱크로너스 리럭턴스 모터는 코일이 권선된 고정자(10)와 상기 고정자(10)에 회전 가능하도록 삽입되는 회전자(20)를 포함하여 구성된다. 상기 고정자(10)는 소정 형상으로 형성된 몸체(11)의 내부에 회전자(20)가 삽입될 수 있도록 회전자 삽입구멍(12)이 형성되고 상기 회전자 삽입구멍(12)의 내주면에 복수개의 슬롯(Slot)(13)이 일정 간격을 두고 형성되며 상기 슬롯(1

3)과 슬롯(13)에 의해 그 사이에 티스(Teeth)(14)가 형성된다. 상기 슬롯(13)은 코일이 위치하는 코일삽입부(13a)와 상기 회전자 삽입구멍(12)과 코일삽입부(13a)를 연통시키는 개구부(13b)로 형성된다. 그리고 각 티스(14)에 코일(15)이 권선된다.

상기 회전자(20)는 상기 고정자(10)의 회전자 삽입구멍(12)에 삽입될 수 있도록 환봉 형태로 형성된 몸체(21)내부에 극(Pole)에 상응하는 플럭스 배리어(Flux-Barrier)(22)가 형성되어 이루어진다.

상기한 바와 같은 싱크로너스 리럭턴스 모터의 작동은 다음과 같다.

먼저 상기 고정자(10)의 권선 코일(15)에 전류를 인가하여 플럭스 패턴을 번갈아가며 형성하게 되면, 도 2a, 2b에 도시한 바와 같이, 회전자(20)에 형성된 플럭스 배리어(22)에 의한 D축과 Q축의 인덕턴스(Inductance)의 차에 의해 토오크(Torque)가 발생되며 그 토오크에 의해 회전자(20)가 회전하게 된다.

한편, 상기 고정자(10)의 종래 구조에 대한 일례로 고정자 몸체(11)에 형성되는 플럭스 배리어(22)가 소정의 폭과 길이를 갖도록 형성되고 그 플럭스 배리어(22)는 일정 간격을 두고 복수개 형성되어 있다. 그리고 플럭스 배리어(22)들의 양단 간의 간격, 즉 플럭스 배리어(22)의 끝부분과 그에 인접한 몸체(21)의 외면사이의 부분인 리브(Rib)(23)의 간격이 고정자(10)의 슬롯 피치(Slot Pitch)와 동일하게 형성되어 있다.

상기 싱크로너스 리럭턴스 모터는 고정자(10)의 슬롯 개구부(3b)와 회전자 플럭스 배리어(22)의 상관 관계에 의해 슬롯 개구부(3b)와 플럭스 배리어(22)의 위치에 따라 자기저항이 변하게 되며 특히 종래의 구조와 같이 플럭스 배리어(22)와 슬롯(13)과의 비가 1 : 1이 될 경우 토오크 리플(Torque Ripple)이 심하게 발생하게 된다. 즉, 도 3에 도시한 바와 같이, 플럭스 배리어(22)의 양단부가 슬롯 개구부(3b)에 접해 있을 경우와, 도 4에 도시한 바와 같이, 플럭스 배리어(22)의 양단이 티스(14)에 접해 있을 경우 자기저항이 매우 크게 변하게 되며 이러한 형상이 회전자(20)가 회전하면서 토오크 리플을 크게 유발시키게 된다.

이러한 토오크 리플을 감소시키기 위한 종래 구조의 일례로, 도 5에 도시한 바와 같이, 상기 고정자(10)가 고정자 몸체(11)에 다수개의 플럭스 배리어(22)들을 형성한 구조이다. 이 경우 항상 일부분의 플럭스 배리어(22)들이 고정자(10)의 티스(14)와 마주보고 있다면 다른 일부분은 슬롯(13)에 접해 있게 된다. 따라서 고정자(10)가 회전하면서 자기저항의 변화가 평균되어 적어지게 된다. 그러나 이와 같은 구조는 고정자(10)의 크기가 한정된 상태에서 플럭스 배리어(22)를 다수개 형성하게 되므로 구조가 복잡할 뿐만 아니라 가공이 난해한 문제점이 있다.

또한, 토오크 리플을 감소시키기 위한 종래 구조의 다른 일례로, 도 6에 도시한 바와 같이, 상기 회전자(20)의 전기적 극(Pole)의 중심각을 고정자 피치의 일정부분 만큼 이동시킨 구조이다. 이와 같은 구조는 항상 플럭스 배리어(22)의 리브(23)들이 티스(14) 및 슬롯 개구부(13b) 부분과 같이 접하게 되어 평균적으로 자기저항의 변화량이 줄어들게 됨으로써 토오크 리플을 감소시키게 된다. 그러나 이와 같은 구조는 기계적으로 D, Q 축이 어긋나게 되며 실제 모터를 제어할 때 전기적인 D, Q 축의 위치를 확인하기 어렵게 될 뿐만 아니라 D축이나 Q축으로 얼라인(Align)했을 경우 발생되는 Ld, Lq의 값에 영향을 주게되어 전체적인 토오크 출력이 저감된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 회전자가 회전함에 따라 슬롯 개부부에 의해 발생되는 자기저항의 변화를 감소시켜 토오크 리플를 최소화할 뿐만 아니라 회전자의 구조를 간단하게 할 수 있도록 한 싱크로너스 리럭턴스 모터의 토오크 리플 저감구조를 제공함에 있다.

발명의 구성 및 작용

상기한 바와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위하여 고정자 몸체에 회전자가 삽입되는 관통구멍이 형성되고 그 관통구멍과 연통되도록 그 고정자 몸체에 일정 간격을 두고 형성되는 다수개의 슬릿 및 그 슬릿들에 의해 그 사이에 각각 티스가 구비되며 상기 티스에 권선 코일이 권선된 고정자와, 상기 고정자의 관통구멍에 삽입되도록 환봉 형태로 형성된 회전자 몸체에 각각 일정 폭과 곡선 길이를 갖도록 관통 형성된 플럭스 배리어가 복수개 형성되며 그 플럭스 배리어의 양 끝벽과 회전자 몸체 외주면에 의해 리브들이 형성되는 회전자를 포함하여 구성되는 싱크로너스 리럭턴스 모터에 있어서, 상기 회전자가 회전하는 상태 또는 정지한 상태의 어떠한 경우에도, 상기 각 플럭스 배리어의 양 끝에 위치하는 한 쌍의 리브들이 동시에 고정자의 티스에 대응되거나 동시에 고정자의 슬릿에 대응되는 일이 없도록 플럭스 배리어와 리브를 형성한 것을 특징으로 하는 싱크로너스 리럭턴스 모터의 토오크 리플 저감구조가 제공된다.

이하, 본 발명의 싱크로너스 리럭턴스 모터의 토오크 리플 저감구조를 첨부도면에 도시한 실시예에 따라 설명하면 다음과 같다.

도 7은 본 발명의 싱크로너스 리럭턴스 모터의 일례를 도시한 것으로, 이를 참조하여 설명하면, 상기 고정자(30)는 소정 형상으로 형성된 고정자 몸체(31)에 회전자(40)가 삽입되는 관통구멍(32)이 형성되고 상기 관통구멍(32)의 내주면에 코일이 위치하는 다수개의 슬롯(33)이 형성되며 그 슬롯(33)들에 의해 그 사이에 다수개의 티스(34)가 형성된다. 그리고 상기 슬롯(33) 및 티스(34)에 권선 코일(35)이 결합된다.

상기 회전자(40)는 상기 고정자(30)의 관통구멍(32)에 회전 가능하도록 형성되는 회전자 몸체(41)에 복수개의 플럭스 배리어(42)가 형성된다. 상기 회전자(40)의 플럭스 배리어(42)는 소정의 폭과 굴곡된 형태의 길이를 갖도록 형성된다. 또한 상기 플럭스 배리어(42)의 양 끝벽과 회전자 몸체(41) 외주면에 의해 리브(43)가 형성된다. 상기 플럭스 배리어(42)와 리브(43)는 상기 회전자(40)가 회전하는 상태 또는 정지한 상태의 어떠한 경우에도 각 플럭스 배리어(42)의 양 끝에 위치하는 한 쌍의 리브(43)들이 동시에 고정자(30)의 티스(34)에 대응되거나 동시에 고정자(30)의 슬릿(33)에 대응되는 일이 없도록 배치된다. 그리고 상기 플럭스 배리어(42)는 회전자(40)의 극에 해당하는 영역에 각각 형성되며 상기 회전자(40)의 극당 형성되는 플럭스 배리어(42)의 개수는 $N_b = Ns / 2P$ 또는 $N_b = (Ns / 2P) - 1$이고, 이때 P는 회전자(40)의 극수이고 Ns라는 고정자(30)의 슬롯수이다. 상기 플럭스 배리어(42)의 개수 $N_b = (Ns / 2P) - 1$ 일 경우는 가장 바깥쪽의 플럭스 배리어(42)를 사용하지 않을 경우이고 플럭스 배리어(42)의 개수 $N_b = Ns / 2P$ 일 경우는 가장 바깥쪽의 플럭스 배리어(42)를 사용할 경우이다.

그리고 상기 플럭스 배리어(42)들의 각 양단부에 위치하는 리브(43)의 사이각(α)은 $\alpha = (2m-1)\theta - \theta/2$, (m = 정수 $\leq Ns / 2P$)의 관계를 갖게 된다. 여기서 θ는 고정자 슬롯 사이 각이다.

상기한 바와 같은 상관 관계에 대하여 4극 24 슬롯의 모터를 예를 들어 설명하면 다음과 같다.

4극 모터의 경우 하나의 회전자 극은 기계적으로 90° 에 해당된다. 이때 고정자(30)의 극과 극사이의 간격인 폴 피치(Pole Pitch)와 동일하게 회전자(40)의 리브(43)가 분포되면, 도 8에 도시한 바와 같이, 각 리브(43)의 위치점은 수평선상으로부터 슬롯(33)과 동일 위치점인 R1, R2, R3, R4, R5, R6에 놓이게 된다. 이와 같은 리브(43)의 분포는 오히려 토오크 리플이 매우 큰 상태가 되며 토오크 리플을 줄이기 위하여 리브(43)들의 중심각에 해당하는 L선을 기준으로 각각 리브(43)들을 1/4 폴 피치, 즉 이경우 폴 피치의 1/4되는 3.75° 씩 중심 L선 방향으로 이동시킨다. 그 결과 이동한 리브(43)들의 위치점은 각각 r1, r2, r3, r4, r5, r6 점에 위치하게 되며 상기 각 점에서 r1,r6 및 r2,r5 그리고 r3,r4는 한 쌍을 이루어, 도 9에 도시한 바와 같이, 플럭스 배리어(42)의 양단부를 이루게 되고 상기 한쌍의 r3,r4는 사용할 수도 있고 사용하지 않을 수도 있다. 그리고 나머지 회전자(40)의 3개 극에 대하여도 같은 방법으로 리브(43)의 위치를 설정하면 된다.

이와 같은 조합은 회전자(40)의 극수와 고정자(30)의 슬롯수에 따라서 여러 가지의 조합이 가능하며 전체적으로 그 특징은 플럭스 배리어(42)를 이루는 리브(43)의 사이각이 고정자 폴 피치와 위의 관계식과 같은 관계를 갖게 된다. 즉, 상기 리브(43)의 사이각(α)은 $\alpha = (2m-1)\theta - \theta/2$, ($m$ = 정수 $\leq Ns/2P$)에서 $m = 1, 2, 3$을 대입하면 리브(43)의 사이각은 7.5°, 37.5°, 67.5°가 된다.

이하, 본 발명의 싱크로너스 리럭턴스 모터의 작용효과를 설명하면 다음과 같다.

상기 고정자(30)의 권선 코일(35)에 전류를 인가하여 플럭스 패턴을 번갈아가며 형성하게 되면 회전자(40)에 형성된 플럭스 배리어(42)에 의한 D축과 Q축의 인덕턴스(Inductance)의 차에 의해 토오크(Torque)가 발생되며 그 토오크에 의해 회전자(40)가 회전하게 된다. 상기 회전자(40)가 토오크를 받아 회전하는 과정에서 각 플럭스 배리어(42)의 양 끝에 위치하는 한 쌍의 리브(43)들이 도 10에 도시한 바와 같이, 서로 다른 영역에 위치하는 상태, 즉 각 플럭스 배리어(42)의 양 끝에 위치하는 한 쌍의 리브(43)들이 동시에 고정자(30)의 티스(34)에 위치하거나 동시에 고정자(30)의 슬릿(33)에 위치하지 않는 상태로 되므로 슬롯 개구부, 즉 슬롯 오프닝에 의한 자기저항의 변화가 평균되어 작아지게 된다.

또한 본 발명은 종래 4극 24 슬롯의 모터와 비교하여 볼 때 회전자(40)의 플럭스 배리어(42)의 개수를 줄임과 동시에 슬롯 오프닝에 의한 자기저항의 변화를 감소시키게 되므로 회전자(40)의 구조가 간단하게 된다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 의한 싱크로너스 리럭턴스 모터는 고정자에 삽입되어 회전하는 회전자가 토오크를 받아 회전하는 과정에서 자기저항의 평균이 일정하게 되어 슬롯 오프닝에 의한 자기저항의 변화가 감소하게 됨으로써 토오크 리플이 최소화되어 모터의 구동이 안정적으로 이루어지고, 또한 회전자의 구조가 간단하게 됨으로써 가공이 수월하게 되어 제작비를 절감시킬 수 있는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

고정자 몸체에 회전자가 삽입되는 관통구멍이 형성되고 그 관통구멍과 연통되도록 그 고정자 몸체에 일정 간격을 두고 형성되는 다수개의 슬릿 및 그 슬릿들에 의해 그 사이에 각각 티스가 구비되며 상기 티스에 권선 코일이 권선된 고정자와, 상기 고정자의 관통구멍에 삽입되도록 환봉 형태로 형성된 회전자 몸체에 각각 일정 폭과 곡선 길이를 갖도록 관통 형성된 플럭스 배리어가 복수개 형성되며 그 플럭스 배리어의 양 끝벽과 회전자 몸체 외주면에 의해 리브들이 형성되는 회전자를 포함하여 구성되는 싱크로너스 리럭턴스 모터에 있어서, 상기 회전자가 회전하는 상태 또는 정지한 상태의 어떠한 경우에도, 상기 각 플럭스 배리어의 양 끝에 위치하는 한 쌍의 리브들이 동시에 고정자의 티스에 대응되거나 동시에 고정자의 슬릿에 대응되는 일이 없도록 플럭스 배리어와 리브를 형성한 것을 특징으로 하는 싱크로너스 리럭턴스 모터의 토오크 리플 저감구조.

청구항 2.

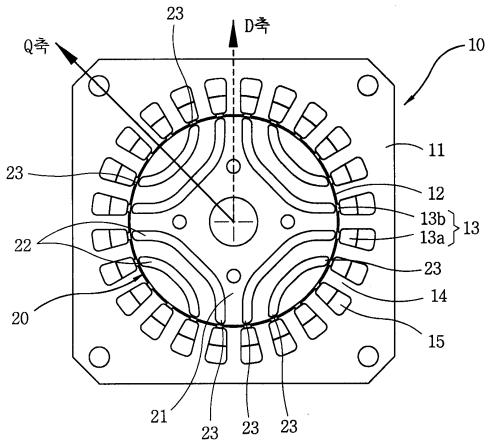
제1항에 있어서, 상기 회전자의 극당 형성되는 플럭스 배리어의 개수 $N_b = Ns/2P$이고, 이때 P는 회전자의 극수이고 Ns라는 고정자의 슬롯수이며, 상기 플럭스 배리어들의 각 양단부에 위치하는 리브의 사이각(α)은 $\alpha = (2m-1)\theta - \theta/2$, ($m$ = 정수 $\leq Ns/2P$)이고, 상기 θ는 고정자 슬롯의 사이각임을 특징으로 하는 싱크로너스 리럭턴스 모터의 토오크 리플 저감구조.

청구항 3.

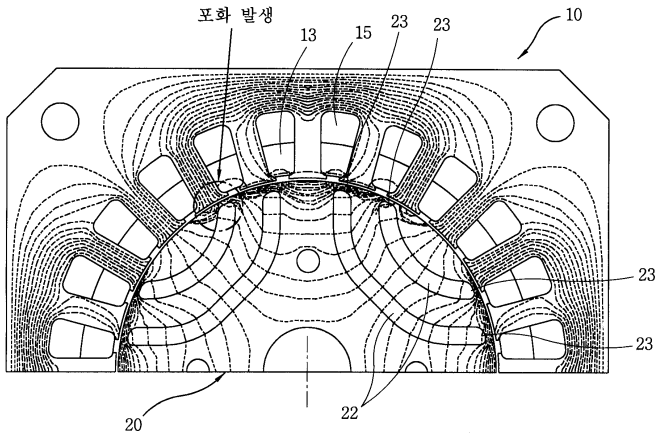
상기 회전자의 극당 형성되는 플럭스 배리어의 개수 $N_b = (Ns / 2P) - 1$이고, 이때 P는 회전자의 극수이고 Ns라는 고정자의 슬롯수이며, 상기 플럭스 배리어의 양단부에 위치하는 리브들의 사이각(α)은 $\alpha = (2m-1)\theta - \theta/2$, (m = 정수 $\leq$ Ns / 2P)이고 상기 θ는 고정자 슬롯의 사이각임을 특징으로 하는 싱크로너스 리럭턴스 모터의 토오크 리플 저감구조.

도면

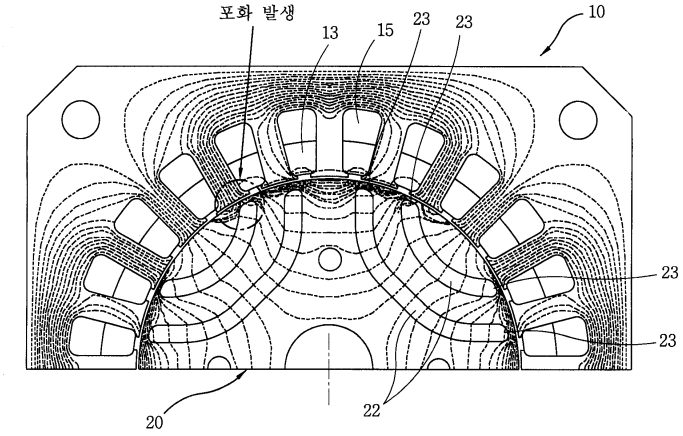
도면 1



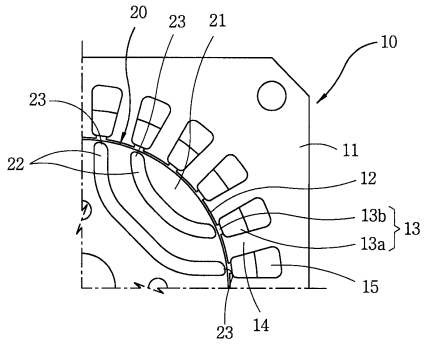
도면 2a



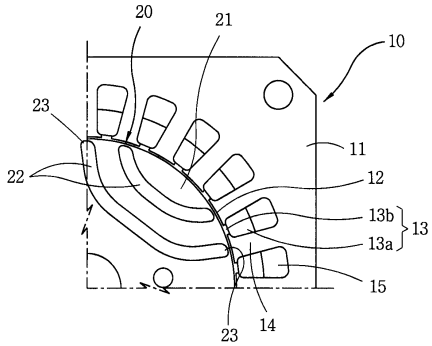
도면 2b


포화 발생
13
15
23
23
10
23
23
20
22

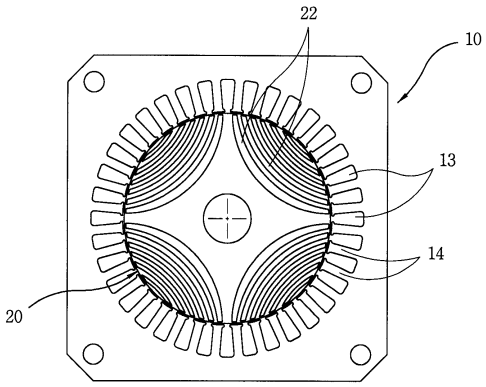
도면 3


20
23
21
10
23
11
22
12
13b
13
13a
15
23
14

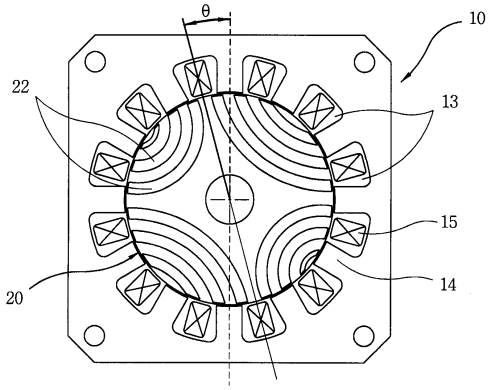
도면 4


20
21
10
23
11
22
12
13b
13
13a
15
23
14

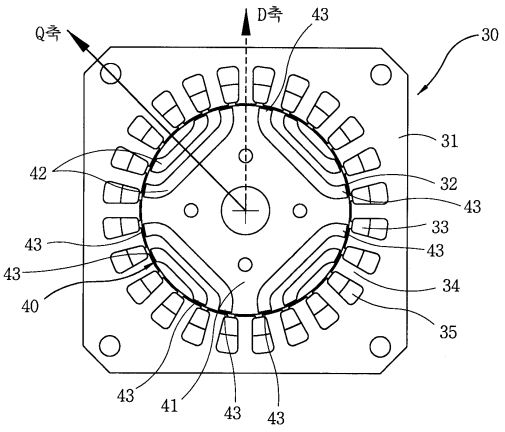
도면 5


22
10
13
14
20

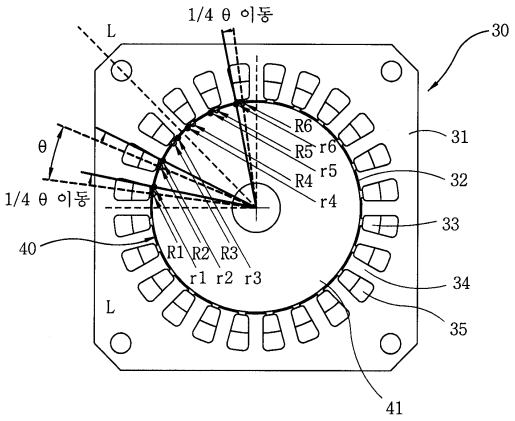
도면 6


θ
10
22
13
15
14
20

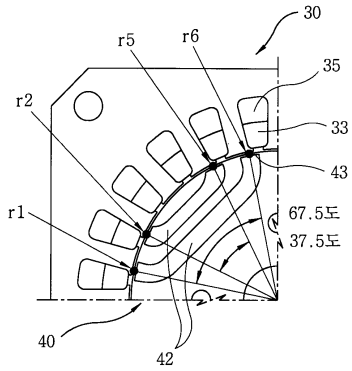
도면 7


D축
43
Q축
30
31
42
32
43
33
43
43
43
34
40
35
43
41
43
43

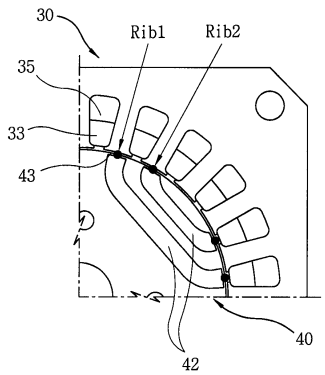
도면 8


1/4 θ 이동
L
30
θ
1/4 θ 이동
R6
R5
R4
r6
r5
r4
31
32
33
40
R1 R2 R3
r1 r2 r3
34
35
L
41

도면 9


30
r5
r6
35
r2
33
43
r1
67.5도
37.5도
40
42

도면 10


30
Rib1
Rib2
35
33
43
40
42