

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.⁷
H02K 1/12
H02K 3/28

(11) 공개번호 10-2005-0109480
(43) 공개일자 2005년11월21일

(21) 출원번호 10-2005-7014501
(22) 출원일자 2005년08월05일
 번역문 제출일자 2005년08월05일
(86) 국제출원번호 PCT/US2004/003825
 국제출원일자 2004년02월05일

(87) 국제공개번호 WO 2004/073365
 국제공개일자 2004년08월26일

(30) 우선권주장 60/445,884 2003년02월07일 미국(US)

(71) 출원인 코어 이노베이션, 엘엘씨
미국, 몬타나 59864, 로난, 1000 이노베이션 드라이브

(72) 발명자 조어, 매튜, 비.
미국, 59864 몬타나, 로난, 이노베이션 드라이브 1000
조어, 링컨, 엠.
미국, 59864 몬타나, 로난, 이노베이션 드라이브 1000

(74) 대리인 청운특허법인

심사청구 : 없음

(54) 도체 최적화된 축 방향 필드 회전 에너지 장치

요약

본 발명은 다중-위상 전기 전류 장치로 구성된 축 회전 에너지 장치를 제공한다. 상기 장치는 회전자를 포함하는데 상기 회전자는 거기에 고정된 다수의 영구 자석 극을 갖고, 상기 장치는 또한 다수의 인쇄회로기판 작업 도체층과 다수의 인쇄회로기판 회로 연결층을 적층함으로써 형성된 고정자를 포함한다. 상기 고정자는 상기 전기 전류의 각 위상에 대한 적어도 하나의 작업 도체층과, 하나의 작업 도체층과 결합된 적어도 하나의 연결 도체층을 갖는다. 상기 작업 도체층과 상기 연결 도체층은 각각 내측 직경 쓰루홀로부터 외부 직경 쓸루홀에 걸친 방사형 도체들을 갖는다. 상기 연결 도체층의 방사형 도체들 중 선택된 것들을 상기 쓰루홀을 통해 상기 작업 도체층의 방사형 도체들 중 선택된 것들에 연결하기 위한 다수의 비아 도체들이 제공된다.

대표도

도 4

명세서

기술분야

본 출원은 가출원 번호 60/445,884, 출원일 2003년 2월 7일의 우선권을 향유한다.

본 발명은 전기 에너지를 운동 에너지로 변환하는 모터 또는 회전 운동 에너지를 전기 에너지로 변환하는 발전기로 사용될 수 있는 최적화된 축방향 필드 회전 에너지 장치에 관한 것이다. 본 발명은 다수의 인쇄회로기판을 적층함으로써 형성되는 고정자를 포함하고, 여기서 전기 소자들은 최대 전력 및 효율을 내도록 구성된다.

배경기술

층상의 디스크 고정자를 갖는 축방향 에어 갭 브러시리스(brushless) 모터는 예컨대, 미국특허 5,789,841, 발명자 Wang에 공지되어 있다. 상기 Wang에서의 고정자 권선은 파형 또는 랩 구성으로 상호연결된 와이어를 이용한다. 이러한 모터들은 상대적으로 그 크기가 크고 제조하기 어려웠다.

또한, 인쇄회로기판 고정자를 이용하는 축방향 필드 전기 장치는 또한, 예컨대 미국특허번호 6,411,002, 발명자 Smith 등에 개시되어 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 다중-위상 전력으로 동작하는 회전 에너지 장치를 제공한다. 상기 장치는 대체적으로 평평하며, 상대적으로 얇고, 전기 드릴, 전기톱, 잡초 제거기, 전기 자전거, 세탁기 및 드라이어 등과 같은 최근에 사용되는 많은 도구 및 장치들에 사용되는 사용될 수 있는 모터를 제공한다. 본 발명에 따른 장치는 전기 저항을 최소화하고 에디 및 루프 전류를 최소화하도록 설계된다. 전자기 인덕턴스는 회전자 자석들과 고정자 회로들 사이의 갭을 최소화함으로써 개선되고, 또한, 모터는 인쇄회로기판으로 구성되기 때문에, 제조 비용도 상당히 최소화될 수 있다.

본 발명은 다중-위상 전기 전류 장치로 구성되는 축방향 회전 에너지 장치를 제공한다. 상기 장치는 회전자를 포함하고, 상기 회전자에는 다수의 영구 자석극이 고정되고 있고, 또한 상기 장치는 다수의 인쇄회로기판 작업 도체층과 다수의 인쇄회로기판 연결층을 함께 적층함으로써 형성된 고정자를 더 포함한다. 상기 고정자는 상기 전기 전류의 각 위상에 대한 적어도 하나의 작업 도체층과 하나의 작업 도체층과 관련된 적어도 하나의 연결 도체층을 갖는다. 상기 작업 도체층 및 연결 도체층은 각각 내부 직경 쓰루홀에서 외부 직경 쓰루홀에 걸친 방사형의 도체를 갖는다. 상기 연결 도체층들의 방사형 커넥터들 중 선택된 것을, 상기 쓰루홀을 통해 상기 작업 도체층들의 방사형 커넥터들 중 선택된 것에 전기적으로 연결하기 위한 다수의 비아 도체들이 제공된다.

본 발명을 보다 명확하고 쉽게 이해하도록 하기 위해, 이하 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 보다 상세히 설명한다.

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명에 사용되는 고정자의 일부분이 제거된 부분 파쇄도.

도2는 도1에 도시된 고정자에서 추가적인 부분들을 제거한 고정자.

도3은 도2에 도시된 고정자에서 추가적인 부분들을 제거한 고정자.

도4는 본 발명에 따른 에너지 장치의 파쇄도.

도5는 본 발명에 따른 에너지 장치의 단면도.

도6은 도1에 도시된 고정자에 사용되는 제1 작업 도체층의 평면도.

도6A는 도6에 도시된 제1 작업 도체층에서 도체 패턴의 상세부분을 제거한 평면도.

도7은 도1에 도시된 고정자와 함께 사용되는 제1 연결 도체층의 평면도.

도8은 도1에 도시된 고정자 내에 사용되는 제2 작업 도체층의 평면도.

도9는 도1에 도시된 고정자 내에 사용되는 제2 연결 도체층의 평면도.

도10은 도1에 도시된 고정자 내에 사용되는 제3 작업 도체층의 평면도.

도11은 도1에 도시된 고정자와 함께 사용되는 제3 연결층의 평면도.

도12는 본 발명에 따른 고정자 내에 사용되는 분리 도체층의 평면도.

도13A는 고정자 층의 제조방법을 나타내는 파쇄 단면도.

도13B는 도13A에 도시된 적층된 고정자 층들을 나타내는 단면도.

도13C는 도13B에 도시된 단면도에 도금된 쓰루홀을 포함한 도면.

도14는 본 발명의 제1 실시예에 따른 도체층에 사용되는 방사형 도체의 상세도.

도15는 본 발명에 따라 평행하게 연결된 6개의 도체층의 방사형 도체들을 나타내는 상세도.

도16는 도6에 도시된 제1 작업 도체층의 평면도.

도17은 도7에 도시된 제1 연결 도체층의 평면도를 하이라이트한 도면.

도18은 본 발명의 제2 실시예에 따른 도체층의 평면도.

도19는 본 발명의 제3 실시예에 따른 도체층에 사용되는 방사형 도체층의 상세도.

도20은 본 발명의 제4 실시예에 따른 도체층에 사용되는 방사형 도체의 상세도.

도21은 본 발명의 제5 실시예에 따른 도체층에 사용되는 방사형 도체의 상세도.

도22는 본 발명의 제6 실시예에 따른 도체층에 사용되는 방사형 도체의 상세도.

도23은 본 발명의 제7 실시예에 따른 도체층에 사용되는 방사형 도체의 상세도.

도24는 본 발명의 제8 실시예에 따른 도체층에 사용되는 방사형 도체의 상세도.

도25는 도12에 도시된 분리 도체층을 도1에 도시된 고정자의 부분 파쇄도에 포함시킨 도면.

실시예

본 발명은 도전성 재료로 구성된 복수의 전기 회로로 구성되고 비도전성 유전 재료를 포함하는 복수의 인쇄회로기판(PCB)을 적층함으로써 형성되는 고정자를 포함한다. 전체적으로, 본 발명은 평평하고, 상대적으로 얇으며, 장치의 기능에 적절한 환형, 정사각형 또는 다른 형태를 갖는다.

비한정적인 실시예로서, 도1은 3상 전기 전류 장치로 구성된 6 PCB층으로 구성되는 본 발명의 바람직한 실시예의 3차원 도면을 나타낸다. 3상은 여기서 각각 A,B,C로 표기된다. 도1에서, 축방향 스케일은 간명함을 위해 과장되어 있고, 통상적으로 전기 절연재 및 기계적 지지부를 나타내는 비도전성 재료는 제거되어 있다. 도1은 가능한 장치들 중 하나를 나타내고, 위상 A 회로, 위상 B 회로, 위상 C 회로는 서로 인터메쉬(intermesh) 및 바이패스 시킨다. 도2에서, 위상 C 회로는 그 상세도를 쉽게 볼 수 있도록 하기 위해 제거되어 있다. 도2는 가능한 장치들 중 하나를 나타내고, 위상 A 회로는 위상 B 회로를 인터메쉬 및 바이패스한다. 위상 B 및 위상 C 회로가 제거된 도3에 도시된 바와 같이, 위상 A 회로는 도전성 재료층들로 구성된다. 각 도전성 재료층은 다수의 방사형 도체들로 구성되고, 방사형 도체(2) 및 비방사형 도체들(3,4,5)로 표시되는 다양한 비방사형 도체들로 예시된다. 층간 도체들은 또한 평행한 도전성 재료의 서로 다른 층들 상의 해당 방사형 도체들을 연결할 수 있다. 위상 A 회로는, 직렬, 또는 직렬 및 병렬로 동일한 층상에 함께 연결되고 직병렬, 직렬 또는 병렬로

층들 사이에 상호 연결된 다수의 방사형 및 비방사형 도체들을 가지며, 도전성 재료의 동일한 층상 내에 포함된 임의의 다른 위상의 회로들을 인터메쉬 및 바이패스 한다. 위상 A,B,C들은 도1-3에 도시된 바와 같이 6개의 도전성 재료들 층으로 구성될 수 있으나, 본 발명에 따른 다른 실시예에서는 그 이상 또는 그 이하의 도전성 재료를 가질 수 있다.

도1-3을 참조하여, 이하에 설명될 바와 같이, 위상 A,B,C 회로 내의 각 도체의 크기, 공간적 구성, 및 상호 연결은 본 발명에 일체화되는 장치의 기능 및 바람직한 성능에 따라 최적화된다. 도전성 재료의 층 상의 한 도체의 크기, 공간적 구성, 및 상호 연결은 도전성 재료의 동일한 층의 다른 도체에 독립적으로 변화될 수 있다. 도전성 재료의 한 층 상의 한 도체의 크기, 공간적 구성, 및 상호 연결은 도전성 재료의 다른 층 상의 다른 도체에 독립적으로 변화될 수 있다. 한 실시예로서, 도 3은, 도전성 재료의 동일한 층 상에서 서로 연결되어 있기는 하지만, 비방사형 도체(3)의 폭보다 적은 폭을 갖는 방사형 도체(2)를 나타낸다. 위상 A,B,C 회로 내의 모든 각 도체의 크기, 공간적 구성 및 상호연결을 선택적으로 조정함으로써, 장치는 전기 저항, 전자기 인덕턴스, 에디 및 루프 전류 생성, 열 소모 및 제조 비용을 포함하는, 그러나 그에 한정되지 않는 다수의 인자들에 대해 최적화될 수 있다. 이하에서, 본 발명의 추가적인 범위를 설명하기 위해 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하고자 한다.

도4는 본 발명의 바람직한 실시예를 나타낸다. 모터 또는 발전기로 기능하도록 구성된 도체 최적화된 에너지 장치(10)는 2개의 하우징(11,12), 구동 샤프트(13), 샤프트 키(13a), 2개의 회전자(14a,14b), 도체 최적화된 고정자(15), 2개의 베어링(16a,16b), 2개의 축방향-자화된 영구자석(17a,17b), 웨이브형 와셔(18) 및 3개의 홀 센서(19)로 구성된다. 본 장치(10)는 또한 고정자 위상 커넥터(20), 고정자 센서 커넥터(21), 전자 제어판(22), 제어 위상 커넥터(23), 제어 센서 커넥터(24), 제어 히트 싱크(25), 및 제어 커버(26)로 구성된다. 전자 제어판(22)은 전기 전류를 도체 최적화된 고정자(15)에 적절히 전달하기 위한 전자 센싱 및 제어 수단을 제공한다. 전자 제어판(22)은 배터리 또는 직류 파워 서플라이(미도시)와 같은 직류 전원에 연결된다. 전자 제어판(22)은 또한 모터 드라이브로서 공지되어 있고, 정규 집적 회로칩, 파워 트랜지스터, 레귤레이터, 다이오드, 저항소자, 캐패시터와 같은 통상적인 소자 타입을 사용한다.

고정자 위상 커넥터(20)는 제어 위상 커넥터(23)와 인터페이스되고, 고정자 센서 커넥터(21)는 제어 센서 커넥터(24)와 인터페이스되어 전자 제어판(22)을 도체 최적화된 고정자(15)에 연결시킨다. 또한, 하우징(11), 하우징(12) 및 제어 커버(26)를 함께 고정하는 볼트(27) 및 너트(28)가 도시되어 있다. 제어 마운팅 볼트(29)는 전자 제어판(22) 및 제어 히트 싱크(25)를 하우징(11)에 고정시킨다.

다시 도4를 참조하면, 자석(17a,17b)은 축방향으로 자화되고, 링 주위로 교번하는 N극 및 S극을 갖는다. 자석(17a,17b)은 바람직하게는 링 자석으로 도시 및 설명되어 있으나, 개별적인 세그먼트로 구성될 수도 있다. 자석(17a,17b)은 바람직하게는 네오디뮴(neodymium), 철, 및 붕소의 합금과 같은 적어도 하나의 희귀 금속을 포함한다. 도5에 도시된 바와 같이 장치(10) 내에 결합되면, 자석(17a,17b)은 회전자(14a,14b)에 부착된다. 회전자(14a,14b)는 고정자(15)의 대향하는 면상의 구동 샤프트(13)에 고정적으로 부착되고, 자석(17a,17b)은 자석(17a)의 N극이 자석(17b)의 S극을 향하도록 배치된다. 자석(17a,17b)은 그 사이에 도체 최적화된 고정자(15)의 표면에 수직한 자속을 생성한다. 자석(17a,17b)은 4개의 자극을 갖는 것으로 도시 및 설명되어 있으나, 장치(10)는 2개, 6개, 8개, 16개, 또는 제조가능한 임의의 짝수개의 극들을 갖는 자석으로 구성될 수 있다.

도5에서, 성형된 플라스틱과 같은 리지드 재료 또는 알루미늄 또는 마그네슘을 포함하는 합금으로 구성되는 하우징(11,12)은 베어링(16a,16b)을 지지한다. 드라이브 샤프트(13)는 2개의 베어링(16a,16b)에 의해 지지되고, 드라이브 샤프트(13)는 하우징(12)의 개구부를 통해 돌출되어 있다. 자석(17a,17b)이 부착된 회전자(14a,14b)는 샤프트(13)에 부착된다. 회전자(14a,14b)는 자석(17a,17b)에 자석 회귀(flux return)를 제공하기 위해 강철과 같은 투자성 재료로 만들어진다. 자석(17a,17b)은 그 사이에 집중된 자속을 생성한다. 하우징(11,12)은 회전자(14a,14b) 사이 및 자석(17a,17b)에서 에어 갭(31a,31b)을 횡단한 위치에 도체 최적화된 고정자(15)를 배치한다. 자석(17a,17b) 사이의 집중된 자속 내에 있는 도체 최적화 고정자의 일부는 작업 섹션(30)을 정의한다. 자석(17a,17b)의 외부 수단에 의한 회전은 작업 섹션(30)의 도전성 재료 내에 전기 전류를 유도할 것이다. 반대로, 작업 섹션(30)의 도전성 재료에 전기 전류를 적절히 인가하면, 흐르는 전류와 자기 필드 사이에 로렌츠의 힘이 생성될 것이다. 결과적인 힘은 드라이브 샤프트(13)에 고정적으로 부착되어 있는 회전자(14a,14b)에 고정적으로 부착된 자석(17a,17b)을 회전시키는 토크이다. 드라이브 샤프트(13)는 작업을 할 수 있고, 장치(10)는 모터 또는 액추에이터로서 동작할 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에 따라서, 도체 최적화된 회전 에너지 장치(10)의 신규한 특징을 설명한다. 장치(10)의 도체 최적화된 고정자(15)는 다수의 비도전성 재료에 의해 지지되는 도전성 재료의 적층된 PCB층들로 구성된다. 도6-11 각각은 도체 최적화된 고정자(15) 내의 도전성 재료 층에 대한 도체 패턴을 나타낸다. 도6은 "작업" PCB 패턴(32)을 갖는 도체 최적화된 고정자(15) 내의 도전성 재료의 층을 나타낸다. 각 도전성 재료층은 다른 도전성 재료층들로부터 분리시키는 비도전성 재료층에 의해 지지된다. 도체 최적화된 고정자(15) 내의 각 도전성 재료층은 동일하거나 또는 서로 다른 PCB 패

턴을 가질 수 있다. 각 층에 대한 패턴들은 구리와 같은 전기 도전성 재료로 구성되고, 섬유유리와 같은 비도전성 재료에 의해 전기적으로 절연되고 기계적으로 지지된다. 각 층의 도체 패턴은 에칭, 스탬핑, 스프레이, 커팅, 또는 머시닝과 같은 다양한 방법에 의해 생성될 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 바람직한 방법은 도체 패턴(32)과 같은 도체 패턴을, 2개의 구리 시트 사이에 샌드위치된 한장의 섬유유리로 구성된 다수의 양면 회로 기관(39)의 각 면에 화학적으로 에칭하는 것이다. 비한정적인 예로서, 도13A-13C는 도체 최적화된 고정자(15)가 어떻게 제조될 수 있는가를 나타낸다. 도13A에서, 3개의 양면 회로 기관(39)이 그 사이의 2개의 섬유유리 시트들과 함께 적층된다. 도13B에서, 적층된 회로 기관(39) 및 섬유유리 시트(40)는 열과 압력을 사용하여 도체 최적화된 고정자(15)에 대한 다수 기관 구조를 형성함으로써 라미네이트된다. 중심홀(41)은 샤프트(13)가 관통할 수 있도록 형성된다. 다수의 홀들(42)은 드릴링되고, 도13C에 도시된 바와 같이, 홀(42)은 구리와 같은 도전성 재료로 도금되어, 도13C에 도금된 홀(43)로 예시화된 다수의 도금된 홀들을 형성할 수 있다.

대부분의 제조되는 회로 기관에서 사용되는 구리 시트보다 두꺼운 구리 시트를 갖는 회로 기관을 사용하는 것이 바람직하다. 0.004인치 내지 0.007인치의 구리 시트 두께가 바람직하지만 다른 구리 시트의 두께도 사용될 수 있다. 앞서 도1에 도시된 바와 같이, 바람직한 범위의 구리 시트 두께는 지지 섬유유리를 제외하고 보면 리본 형태를 띠는 도체를 생성한다. 다시 도6을 참조하면, 홀들은 도체 최적화된 고정자(15)의 다중 회로 기관을 통해 정확한 위치에 드릴링되고, 그리고 나서 홀의 내벽은 구리와 같은 도전성 재료로 도금된다. 비아라고도 알려진 도금된 홀들은 도체 최적화된 고정자(15)의 서로 다른 층들 상의 도체들을 전기적으로 연결하는 비아들(201,301)로 예시되는 다수의 층간 도체들을 제공한다. 본 실시예에서 도금된 홀들을 도시 및 설명하였으나, 도전성 재료, 금속핀, 크림프(crimp) 포인트, 점용접, 또는 와이어로 채워진 홀들을 포함하는 다른 층간 도체 수단이 사용될 수 있음이 이해되어야 한다. 앞서 언급된 바와 같이, 도체 최적화된 고정자(15)의 서로 다른 층들 상의 다양한 도체들은 비아에 의해 직렬 및 병렬로 연결되며, 본 발명의 최적화된 도체 회로를 포함한다. 최근의 회로 기관 제조 기술은 도체 크기, 공간적 구성, 고정자 두께, 및 고정자 편평도에 대해 상대적으로 작은 오차 뿐만 아니라, 도체 회로에 대한 100퍼센트 신뢰를 갖는 많은 도체 최적화된 고정자(15)를 제공할 수 있다.

도4-11에 도시된 본 바람직한 실시예에는, 3개의 위상 전력 회로의 각 전기 전력 위상에 대해 하나씩 3개의 최적화된 도체 회로가 존재한다. 전술한 바와 같이, 도6은 작업 PCB 패턴(32)을 포함하는 도체 최적화된 고정자(15) 내의 도전성 재료층을 나타낸다. 도7은 "연결" PCB 패턴(33)을 포함하는 도체 최적화된 고정자(15) 내의 도전성 재료층을 나타낸다. 도6의 PCB 패턴(32) 및 도7의 PCB 패턴(33)은 위상 A 회로의 일부 전기적으로 완성하기 위해 함께 연결된 도체들로 구성된다. PCB 패턴(32,33)은 또한 위상 B,C 회로와 관련된 도체들로 구성된다. 마찬가지로, 도8에 도시된 작업 PCB 패턴(34) 및 도9에 도시된 연결 PCB 패턴(35)은 위상 B 회로의 일부를 전기적으로 완성하기 위해 서로 연결된 도체들로 구성된다. PCB 패턴(34,35) 또한 위상 A,C 회로와 관련된 도체들로 구성된다. 또한, 도10에 도시된 작업 PCB 패턴(36) 및 도11에 도시된 연결 PCB 패턴(37)은 위상 C 회로의 일부를 전기적으로 완성하기 위해 서로 연결된 도체들로 구성된다. PCB 패턴(36,37) 또한 위상 A,B 회로와 관련된 도체들로 구성된다.

PCB 패턴(32,33,34,35,36,37)의 방사형 도체 패턴은 모든 층에서 동일하다.

도12는 다른 PCB 층의 방사형 도체의 패턴과 동일한 방사형 도체들의 PCB 패턴(38)을 갖는 도전성 재료의 PCB 층을 나타낸다. PCB 패턴(38)은 다수의 센서 터미널(45)을 다수의 센서 실장 패드(46)에 연결하는 다수의 도체들(44)을 더 포함한다. 센서 실장 패드(46)는 홀 센서 어레이와 같은 자석(17a,17b)의 자극 N,S의 위치를 검출하는 수단의 표면 실장을 위한 것이다. 하나의 센서 실장 패드(46)에 대해 하나의 홀 센서(19)가 도시되어 있다. 센서 실장 패드(46A)는 서미스터(thermistor)와 같은 외부 전자 제어 수단에의 연결 수단을 제공한다. PCB 패턴(38)은 또한 위상 A,B,C 회로와 관련된 도체들로 구성된다. 도25는 도1에 도시된 바와 같은 적층된 PCB 패턴들(32,33,34,35,36,37)의 상면의 PCB 패턴(38)을 나타낸다. PCB 패턴(38)은 바람직하게는 홀 센서(19)를 센서 실장 패드(46)로, 고정자 위상 커넥터(20)를 위상 터미널(53)로, 고정자 센서 커넥터(21)를 센서 터미널(45)로 실장하는 경우와 같이, 센서 및 커넥터의 표면 실장을 촉진하기 위해 상면 또는 밑면층이다. 방사형 도체 I PCB 패턴(38)은 비아 도체에 의해 PCB 패턴(32,33,34,35,36,37)의 위상 회로 A,B,C에 전기적으로 연결된다.

도6A를 참조하면, PCB 패턴(32)은 그에 포함된 도체들의 기능에 의해 차별화되는 다수의 동축 링형상의 섹션들로 구성된다. 도6A는 PCB 패턴(32)의 다양한 기능적 링 형상의 섹션을 나타내며, 간명함을 위해 PCB 패턴(32)의 상면은 생략되어 있다. PCB 패턴(32)에 대한 다음의 기능적 링 형상 설명은 도체 최적화된 고정자(15) 내의 도전성 재료의 각 층 상의 각 PCB 패턴에 적용될 것이다. 또한 도6A에는 자극 N,S를 갖는 자석(17b)이 도시되어 있다. 자석(17b)은 도6A에 도시된 바와 같이 도체 최적화된 고정자(15)의 뒤에 위치하며, 자석(17a)(미도시)은 동일한 위치에 배치되지만, 도체 최적화된 고정자(15) 위에 배치된다. PCB 패턴(32)은 자석(17a)의 자극 N,S에 의해 정의되는 작업 도체 섹션을 갖는다. 즉, 작업 도체 섹션(30)은 자석(17a,17b) 사이의 자속에 의해 교차되는 도체 최적화된 고정자(15)의 일부이다. 도6A에 도시된 바와 같이, A,B,C로 표시된 작업 도체 섹션(30)의 다수의 위상 섹터가 존재한다. 총 위상 섹터 수는 자극 수에 사용되는 전기 위상 수를 곱한 것과 같다. 본 실시예에서, 장치(10)는 3위상 구성 및 4 자극 구성을 사용하며, 따라서 작업 도체 섹션(30)은 총

12개의 위상 섹터를 갖는다. 장치(10)는 또한 위상 섹터의 수를 변화시킬 다른 다중 위상 구성과 함께 사용될 수 있도록 구성된다. 비한정적인 예로서, 5위상 구성 및 4자극을 이용하는 장치(10)의 또다른 실시에는 12개의 위상 섹터로 나뉘는 작업 도체 섹션(30)을 가질 것이다. 도6A에 도시된 바와 같이, 위상 섹터 A,B,C의 구성은 작업 도체 섹션(30) 주위로 순차적이며, 3상 위상 섹터의 결합된 영역은 하나의 자극의 영역과 동일하다.

다시 도6A를 참조하여, PCB 패턴(32)의 다른 섹션들을 설명한다. 작업 도체 섹션(30)의 내부로 향하는 방사형은 내부 비아 섹션(47)이다. 내부 비아 섹션의 내부로 향하는 방사형은 내부 비방사형 도체 섹션(48)이다. 내부 비방사형 도체 섹션(48)의 내부로 향하는 방사형은 샤프트 홀(49)이다. 외부 비아 섹션(50)의 외부로 향하는 방사형은 외부 비방사형 도체 섹션(51)이다. 외부 비방사형 도체 섹션(51)의 외부로 향하는 방사형은 히트 싱크 섹션(52)이다. 히트 싱크 섹션(52)은 하우징(11,12)에 접촉하여 도체 최적화된 고정자(15)로부터 열을 하우징(11,12)으로 전달하기 위한 수단을 제공한다. 히트 싱크 섹션(52)의 한 영역은 모터 드라이브, 정류기 또는 컨버터와 같은 외부 전기 시스템에의 연결 수단을 제공하는 터미널 섹션(53)으로 지정되어 있다.

도체 최적화된 고정자(15)의 PCB 패턴(32)은 6개의 동축 링형상 섹션으로 도시되어 있으나, 그 이상 또는 이하의 수를 갖는 본 발명의 다른 실시에도 가능하다.

터미널 섹션(53)은 터미널(53A,53B,53C,53D,53E,53F)를 포함하며, 전기 파워 회로의 각 위상에 대해 2개의 터미널이다. 적층된 층 각각은 도1에 도시된 바와 같은 비아 커넥터와 함께 연결된 이러한 터미널들을 갖는다. 작업 도체층(32)은 터미널(53A,53B)에 연결된다. 작업 도체층(36)은 터미널(53E,53F)에 연결된다.

도6-11에 도시된 바와 같이, PCB(32)의 제1 섹션에 있는 제1 도체의 크기 및 형태는 통상적으로 PCB 패턴(32)의 제2 섹션에 있는 제2 도체의 크기 및 형태와 다르다. 또한, 도체 최적화된 고정자(15)의 제1 층의 제1 패턴의 제1 섹션에 있는 도체의 크기, 형태 및 위치는 도체 최적화된 고정자(15)의 제1 층의 제2 패턴의 해당 제1 섹션에 있는 도체와 동일하거나 다를 수 있다. 이것은 도체가 모터 또는 발전기 전체에 걸쳐 일정한 크기 및 형상을 갖도록 하는 고정 직경을 갖는 와이어가 권선된 통상적인 모터 및 발전기의 도체와 반대이다.

PCB 패턴(32)의 각 섹션의 도전성 재료의 구성은 각 섹션이 도체 최적화된 고정자(15)에 대해 어떤 기능적 역할을 하는지에 따라 달라진다. 전술한 바와 같이, 위상 섹터 A,B,C는 자석(17a,17b) 사이의 자속 필드 내에 위치한다. 도14를 참조하면, PCB 패턴(32)의 일부가 작업 도체 섹션(30), 내부 비아 섹션(47), 내부 비방사형 도체 섹션(48), 샤프트 홀(49), 외부 비아 섹션(50) 및 외부 비방사형 도체 섹션(51)의 일부와 함께 도시되어 있다. 도체가 PCB 패턴(32)의 서로 다른 섹션에 최적화되는지에 대한 예로써, 방사형 도체(101) 및 몇몇 관련된 비방사형 도체를 상세히 설명한다. 본 실시예에서, 방사형 도체(101)는 작업 도체 섹션(30) 내에 일정한 폭(54) 및 반경(55)을 따라 대칭인 폭(54)을 갖는 작업 도체(101a)로 구성된다. 방사형 도체(101)는 또한 폭(56)을 갖는 내부 비아 섹션(47) 내의 내부 패드(101b) 및 폭(57)을 갖는 외부 비아 섹션(50) 내의 외부 패드(101c)로 구성된다. 폭(54)은 폭(56)보다 작거나 동일하다. 폭(54)은 폭(57)보다 작다. 폭(54)이 자속에 수직이 평면에 놓이므로, 증가하는 폭(54)은 작업 도체(101a)에 에디 전류를 증가시킬 것이다. 에디 전류는 자석(17a,17b)의 회전에 반대되는 힘을 생성하고, 장치(10)가 발전기 또는 모터로 동작하고 있을 때 장치(10)의 전력을 소모시킨다. 자석(17a,17b)의 회전 속도는 폭(54)을 결정하는데 사용되는 하나의 팩터이다. 더 빠른 회전 속도는 더 많은 에디 전류를 생성하고, 고속을 회전하도록 구성된 장치(10)의 실시에는 저속으로 회전하도록 구성된 장치(10)의 실시예에서의 폭(54)의 값보다 적은 폭(54) 값을 갖는다. 전기 저항은 폭(54)의 값을 결정하는데 사용되는 또다른 팩터이다. 전기 저항은 장치(10)가 발전기 또는 모터로 동작할 때 장치(10)의 전력을 소모시킨다. 전기 저항은 전기 전류가 최적화된 고정자(15)의 도전성 재료를 통해 흐를 때 열을 생성하고, 도전성 재료의 온도가 상승할 수록 전기 저항은 증가한다. 폭(54)이 감소할 수록 전기 저항은 증가한다. 따라서 전기 저항에 기인하는 손실을 감소시키도록 폭(54)의 최대값이 선택될 수 있다. 그러나, 장치(10)의 동작 속도에 따라, 폭(54)의 최대값은 에디 전류에 기인한 상당한 손실이 될 수 있다. 따라서, 작업 도체(101a)의 폭(54)의 값은 에디 전류 손실과 전기 저항 손실의 균형을 맞추도록 선택된다.

도6 및 도14를 참조하면, 패드(101b)는 내부 비아 섹션(47) 내에 존재한다. 내부 비아(201)는 방사형 도체(101)의 내부 패드(101b)를 도체 최적화된 고정자(15) 내의 도전성 재료의 다른 층들 상의 해당 방사형 도체에 전기적으로 연결시킨다. 내부 패드(101b)는 폭(59)을 갖는 내부 비방사형 도체(58)와 연속적이다. 내부 비방사형 도체(58)의 폭(59)은 바람직하게는 방사형 도체(101)의 내부 패드(101b)의 폭(56)과 같거나 그보다 크다. 외부 패드(101c)는 방사형 도체(101)의 패드(101c)를 도체 최적화된 고정자(15) 내의 도전성 재료의 다른 층들 상의 해당 방사형 도체들에 연결시키는 외부 비아(301)를 갖는다. 외부 패드(101c)는 폭(61)을 갖는 외부 비방사형 도체(62)와 연속적이다. 폭(61)은 바람직하게는 폭(57)과 같거나 그보다 크다. 도14에서, 내부 패드(101b)는 비방사형 도체(63)와 연속적으로 도시되어 있고, 외부 패드(101c)는 외부 비방사형 도체(62)와 연속적으로 도시되어 있다. 그러나, 본 실시예에서, 방사형 도체(101)의 내부 패드(101b)는 도6에 도시된 PCB 패턴(32)의 내부 비방사형 도체(63)와 도7에 도시된 PCB 패턴(33)의 내부 비방사형 도체(65)에 연결될 뿐이

다. 외부 패드(101c)는 도6에 도시된 PCB 패턴(32)의 외부 비방사형 도체(62)에 연결될 뿐이다. 도8,9,10,11에 각각 도시된 PCB 패턴(34,35,36,37)의 방사형 도체(101)는 내부 비방사형 도체 또는 외부 비방사형 도체에 연결된 것으로 도시되어 있지 않다. 방사형 도체(101)는 도체 최적화된 고정자(15) 내의 도전성 재료의 임의의 층 상의 내부 비방사형 도체(63) 또는 외부 비방사형 도체(62)에 선택적으로 연결될 수 있음이 이해되어야 한다.

다시 도14를 참조하면, 방사형 도체(101)의 내부 패드(101b) 및 외부 패드(101c), 내부 비방사형 도체(63), 외부 비방사형 도체(62)는 자석(17a,17b)의 집중된 자기 필드에 영향을 받지 않는다. 따라서, 에디 전류는 팩터가 아니며, 폭(56,57,59,61)은 총 회로의 전기 저항을 감소시키기 위해 도체 최적화된 고정자(15)의 각 섹션 내에서 가능한 한 크게 형성된다.

도체 최적화된 고정자(15) 내의 도체의 총 전기 저항을 감소시키는 또다른 방법은 도전성 재료의 서로 다른 층에 있는 해당 도체들을 병렬로 연결하는 것이다. 비한정적인 예로서, 도15는 비아(201,301)에 의해 전기적으로 병렬 연결된 6층의 방사형 도체(101)를 나타낸다. 각각 전기 저항값을 갖는 다수의 평행한 도체들의 총 전기 저항은 각 도체의 저항값의 역수의 합으로 1을 나눈 것과 같다. 도15에 도시된 방사형 도체(101)의 6개층 각각과 같이 도체 각각이 동일한 저항값을 갖는 경우는, 공식은 한 도체의 저항값을 병렬로 연결된 도체 수로 나눈 총 저항값으로 단순화될 수 있다. 예를 들어, 제1층의 방사형 도체(101)가 0.006옴의 저항값을 갖고, 다른 5개의 층들 각각의 방사형 도체(101)는 동일한 저항값을 갖는 경우는, 방사형 도체(101)의 6개층의 총 전기 저항값은 0.006옴을 도체수인 6으로 나눈값, 즉 0.001옴이 된다. 도15는 6층을 관통하는 방사형 도체 집합의 병렬 연결을 나타낸다. 도3은 6층에 걸친 위상 A 회로에 대한 각 섹터의 방사형 도체들의 병렬 연결을 나타낸다.

도체 최적화된 고정자(15)가 어떻게 기능하는가에 대한 한 예로서, 장치(10)가 모터로써 구동될 때 본 실시예의 한 회로를 통해 흐르는 전기 전류의 경로를 설명한다. 도16을 참조하면, 동작 PCB 패턴(32)의 동작 도체 섹션(30)은 방사형 도체들(101-172)로 구성된다. 본 바람직한 실시예에서, 각 위상 섹터는 동일한 방사 방향의 위상 섹터를 통해 전기 전류를 전달하는 6개의 방사형 도체들을 포함한다. 방사형 도체들(101-106)은 양의 위상 섹터 A 내에 있고, 방사형 도체들(107-112)은 양의 위상 섹터 B 내에 있고, 작업 도체들(113-118)은 양의 위상 섹터 C 내에 있다. 방사형 도체들(119-124)은 음의 위상 섹터 B 내에 있고, 방사형 도체들(131-136)은 음의 위상 섹터 C 내에 있다. 방사형 도체(137-142)는 양의 위상 섹터 A 내에 있고, 방사형 도체들(143-148)은 양의 위상 섹터 B 내에 있고, 방사형 도체들(149-154)은 양의 위상 섹터 C 내에 있다. 방사형 도체들(155-160)은 음의 위상 섹터 A 내에 있고, 방사형 도체들(161-166)은 음의 위상 섹터 B 내에 있고, 방사형 도체들(167-172)은 음의 위상 섹터 C 내에 있다. 장치(10)의 바람직한 출력 요구조건에 따라 각 위상 섹터에 더 많거나 더 적은 수의 방사형 도체들이 사용될 수 있음이 이해되어야 한다.

각 위상 섹터의 방사형 도체는 작업 섹션(30)을 통과하는 다수의 전기 통로를 제공하기 위해 직렬로 연결된다. 도16은 전술한 작업 PCB 패턴(32)을 도시하고 있으며, 여기서 위상 A 회로는 하이라이트 되어 있고, 도17은 연결 전기 도체 PCB 패턴(33)을 나타내고, 또한 위상 A 회로가 하이라이트 되어 있다.

도16에서, 전기 전류는 제어 수단으로부터 A+ 단말(53A)로 전달된다. 전술한 전기 제어판(22)과 같은 제어 수단은 위상 회로 A,B,C의 각 위상 섹터를 통해 흐르는 영구 자석(17A,17B)에 의해 생성되는 자속의 분극을 결정하기 위한 센싱 수단을 이용한다. 센싱 수단은 바람직하게는 도체 최적화된 고정자(15) 상에 표면실장된 어레이 홀 센서이다. 제어 수단은 적절한 시간 및 내구성으로 위상 회로 A,B,C로 전기 전류를 스위칭하여 홀 센서 어레이의 입력에 따라 장치의 회전 움직임을 생성 및 유지하는 다수의 전력 트랜지스터 또는 MOSFET을 사용한다. 제어 수단은 장치(10)의 외부에 위치하며, 제어 수단 및 도체 최적화된 고정자(15) 사이의 전기 연결은 와이어 또는 리본 케이블 다발과 같은 별개의 도체에 의해 수행될 수 있다.

A+ 단말(53A)로부터 전기 전류는 외부 비방사형 도체(62)를 통해 이동한다. 전류는 방사형 도체(101)를 통과하게 되고, 그리고 나서 내부 비방사형 도체(63) 내로 들어가게 된다. 내부 비방사형 도체(63)는 전류가 방사형 도체(124)를 통과하도록 한다. 이로부터 전류는 작업 PCB 패턴(32)을 떠나게 된다. 전류는 외부 비아(324)를 통해 도17의 연결 PCB 패턴(33)으로 흘러간다. 외부 비아(324)로부터, 전류는 외부 비방사형 도체(64)를 통해 방사형 도체(102)에 도달한다. 전류는 작업 도체(102)를 통과하여 비방사형 도체(65)로 향하고, 방사형 도체(123)에 들어간 다음, 외부 비방사형 도체(66)에 도달하고 방사형 도체(103)에 들어간다. 전기 전류가 방사형 도체를 통과할 때마다, 전류는 작업 도체 섹션(30)을 지나가게 된다. 전기 전류는 계속해서 방사형 도체(122,104,121,105,120,106,119)를 통과하여 흘러간다. 방사형 도체(119)로부터, 전류는 외부 비아(319)를 통해 도16에 도시된 작업 PCB 패턴(32)으로 돌아온다. 외부 비아(319)로부터, 전류는 외부 비방사형 도체(67)를 통과하여 방사형 도체(137)로 들어간다. 방사형 도체(137)로부터, 전기 전류는 내부 비방사형 도체(68)를 통해 방사형 도체(160)로 들어간다. 전류는 외부 비아(360)를 통해 연결 PCB 패턴(33)으로 이동하여야 하고, 다시 도17을 참조하면, 전류는 외부 비방사형 도체(69)를 통과하여 방사형 도체(138)로 이동할 수 있다. 전류는 계속해서 방사형 도

체(139,158,140,157,141,156,142,155)를 통과한다. 방사형 도체(155)로부터, 전류는 도15에 도시된 바와 같이, 외부 비아(355)를 통과하여 작업 PCB 패턴으로 이동하게 된다. 외부 비아(355)로부터 전류는 외부 비방사형 도체(71)를 통해 A-터미널(53B)로 이동한다. A-터미널(53B)로부터, 전류는 다시 제어 수단으로 전달된다. 유사한 형태로, 도8,9에 도시된 바와 같이 작업 패턴(34)은 터미널(53B,53C)에 연결되고, 전기 전류는 작업 PCB 패턴(34) 및 연결 PCB 패턴(35)에 포함된 위상 B 회로를 통해 흐르게 된다. 또한, 도10,11에 도시된 바와 같이, 작업 패턴(36)은 터미널(53C,53D)에 연결되고, 전기 전류는 작업 PCB 패턴(36) 및 연결 PCB 패턴(37)에 포함된 위상 C 회로를 통해 흐르게 된다. 도15를 참조하여 전술한 바와 같이, 외부 비아(301) 및 내부 비아(201)는 PCB 패턴(32,33,34,35,36,37)에 포함된 도전성 재료의 각 층상의 방사형 도체들(101)을 병렬로 연결시킨다. 마찬가지로, 도16 및 도17에 도시된 방사형 도체들(102 내지 172)은 외부 비아(302 내지 372) 및 내부 비아(202 내지 272)에 의해 도체 최적화된 고정자(15) 내의 도체 재료의 각 층상의 해당 방사형 도체들에 병렬로 연결된다.

도18에 본 발명의 또다른 실시예가 도시되어 있다. 이 실시예는 고정자(15)와 함께 사용되는 PCB 패턴(91)을 포함한다. 전술한 실시예와 다른점은 작업 섹션(30) 내에 홀 센서(95) 같은 자극 센서를 위치시키는 수단을 포함한다는 것이다. 패턴(91)은 센서 포켓(92)을 포함한다. 센서 포켓(92)은 모든 도전성 및 비도전성 재료 층에 걸치는 비어있는 영역이다. 센서 포켓(92)은 자극 센서가 자석(17a,17b) 사이의 집중된 자속 사이에 배치될 수 있도록 하는 크기 및 위치를 갖는다. 센서 포켓(92) 근처의 방사형 도체들은 충분한 정확도를 제공하고, 도체 최적화된 고정자(15)의 회로들 내에 연결을 유지하도록 패턴화된다.

본 발명은 전술한 것 외에 도체 최적화된 고정자(15)의 도체들을 최적화하는 다른 실시예들을 제공한다. 전술한 바와 같이, 도15는 방사형 도체(101)의 한 구성을 나타내고, 이 구성은 반경(55) 주위에 대칭적인 단일의 직선 작업 도체(101a)와 함께, 내부 비아 패드(101b), 내부 비아(201), 외부 비아 패드(101c), 및 외부 비아(301)로 구성된다. 비한정적인 예로서, 도19-24는 본 발명의 도체들을 최적화하는 다른 가능한 수단들을 나타낸다. 도19는 내부 패드(101b)에 3개의 비아(201) 및 외부 패드(101c)에 3개의 비아(301)를 포함하는 전술한 방사형 도체(101)를 나타낸다. 도전성 재료의 각 층상의 방사형 도체(101)를 연결하는 비아수를 증가시키면 회로의 전기 저항을 감소시키는 각 연결의 총 도금된 영역이 증가된다. 3개의 비아(201) 및 3개의 비아(301)가 도시되어 있으나, 다른 개수의 비아가 사용될 수 있음이 이해되어야 한다.

도20에 도시된 또다른 실시예는 2개의 작업 도체(401a,401b)로 구성된 방사형 도체(401)를 나타낸다. 작업 도체(401a,401b)는 반경(55)에 평행하고, 동일한 폭(402)을 갖는다. 방사형 도체(401)는 2개의 작업 도체와 함께 도시되어 있다. 그러나, 다른 개수의 작업 도체가 사용될 수 있다. 각 개별적인 작업 도체의 폭은 에디 전류 손실을 감소시킬 수 있도록 최소화된다. 작업 도체들(401a,401b)과 같이 평행한 다수의 작업 도체들을 사용하면, 단일 작업 도체의 경우와 비교할 때 전기 저항이 감소되고 외부로의 열전달이 개선된다.

도21은 본 발명 내의 방사형 도체의 또다른 실시예를 나타낸다. 브랜칭 도체(501)는 내부 패드(501b)와 연속적인 작업 도체(501a)로 도시되어 있다. 외부 방사형으로, 작업 도체(501a)는 작업 도체(501d,501e) 내로 브랜치되고, 추가적으로 작업 도체(501f,501g,501h) 안으로 다시 브랜치된다. 브랜칭 도체(501)는 에디 전류 손실을 감소시키고, 저항을 감소시키며, 도체 최적화된 고정자(15)의 외부 에지로의 열전달을 증가시키는 또다른 방법이다.

도22 및 도23에서, 반경(55)의 일면에서 다른 면으로 한쌍의 작업 도체의 작업 섹션(30)의 단면의 다수의 비아(602)가 도시되어 있다. 도22에서, 방사형 도체(601)는 작업 도체들(601a,601b,601c,601d)로 구성된다. 작업 도체(601a,601b)는 도시된 바와 같이 연속적이고, 작업 도체(601c,601d)는 도시된 바와 같이 비아(602)에서 중단된다. 작업 도체(601a)를 통해 이동하는 전기 전류는 반경(55)의 일면에 있고, 작업 도체(601b)의 반경(55)의 다른 면을 관통한다. 작업 도체(601c)를 통과하는 전기 전류는 도23에 도시된 바와 같이 구성된 비아(602)에 의해 도전성 재료의 또다른 층에 연결된다. 전기 전류는 비아(602)에서 작업 도체(601c)로 이동하고, 그리고 나서 반경(55)을 통해 작업 도체(601d)로 이동한다. 도23에 도시된 도전성 재료의 층상에서, 작업 도체(601a,601b)는 비아(602)에서 중단된다. 작업 도체(601a)를 통해 흐르는 전기 전류는 도22에 도시된 바와 같이 도전성 재료의 층에 연결되고, 여기서 작업 도체(601a)에 연결된후, 반경(55)을 통해 작업 도체(601b)로 이동된다. 위와 같은 방식으로 작업 도체를 관통시키는 것은 교번 자계 필드에서 평행인 도체 내에 유도된 루프 전류를 감소시키는 방법이다.

도24는 방사형 도체(701)의 또다른 실시예로서, 반경(55)으로부터 거리(703) 만큼 떨어져 있고, 도체 최적화된 고정자(15)의 중심으로부터 거리(704)만큼 떨어진 중간점(702)으로 구성된다. 중간점(702)은 도체 최적화된 고정자(15) 내의 도전성 재료의 서로 다른 층에서, 거리(703,704)에 대해 동일하거나 서로 다른 값을 가질 수 있다. 위와 같은 방식으로 방사형 도체(701)를 반경(55)으로부터 멀어지는 방향으로 굽히는 것은 코깅(cogging)을 감소시키는 방법의 하나이다.

도14,15에는 서로 다른 방사형 도체들이 도시되어 있으며, 도19-24는 비한정적인 예로서 제공되어 있으며, 도체들을 더 최적화할 수 있는 더 많은 구성들이 가능함이 이해될 것이다.

본 발명의 주요한 신규 특징들이 도시 및 설명되었으나, 당업자는 본 발명의 범위 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 따라서, 모든 그러한 변형은 첨부되는 청구의 범위에 의해 정의되는 본 발명의 범위에 포함된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

양극, 음극 및 다중-위상 전기 전류 터미널을 갖는 축방향 필드 회전 에너지 장치로서,

복수의 영구 자석극을 갖는 회전자; 및

전기 전류의 각 위상에 대해 적어도 하나의 작업 도체를 갖는 복수의 회로 기관 작업 도체층들로서, 상기 각 작업 도체층들은 내부 쓰루홀 및 외부 쓰루홀 사이를 흐르는 복수의 방사형 도체들의 패턴을 포함하고, 상기 내부 쓰루홀은 상기 작업 도체층의 내부 직경에 위치하며, 상기 외부 쓰루홀은 상기 작업 도체층의 외부 직경에 위치하는 복수의 회로 기관 작업 도체층들을 포함하고;

상기 각 작업층은 전기 전류의 한 위상의 양 및 음의 터미널을 선택된 외부 쓰루홀에 전기적으로 연결하는 한쌍의 외부 도체들, 및 선택된 쓰루홀들을 전기적으로 연결하는 복수의 내부 도체들을 더 갖고;

적어도 하나는 각 작업 도체층과 관련되고, 각각은 내부 쓰루홀 및 외부 쓰루홀 사이를 통과하는 복수의 방사형 도체들의 패턴을 포함하는 복수의 회로기관 연결 도체층으로서, 상기 내부 쓰루홀은 상기 연결 도체층의 내부 직경에 위치하고, 상기 외부 쓰루홀들은 상기 연결 도체층의 외부 직경에 위치하는 복수의 회로기관 연결 도체층을 포함하며;

각 연결층은 선택된 외부 쓰루홀들을 전기적으로 연결하는 복수의 외부 도체들 및 선택된 내부 쓰루홀들을 전기적으로 연결하는 복수의 내부 커넥터들을 더 갖고;

상기 작업 도체층 및 연결층들의 선택된 내부 및 외부 쓰루홀들 내에 위치하며, 상기 연결 도체층을 상기 작업 도체층의 방사형 커넥터들 중 선택된 것에 전기적으로 연결하는 복수의 비아 도체들;

을 포함하는 고정자;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 축방향 필드 회전 에너지 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서,

각 회로 기관 작업 도체층은 평판형의 구성을 갖고, 각 회로 기관은 연결 도체층은 평판형의 구성을 가지며, 상기 고정자는 상기 작업 도체층 및 상기 연결 도체층을 각 층 사이에 기관층을 사이에 두고 적층함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 축방향 필드 회전 에너지 장치.

청구항 3.

제2항에 있어서,

상기 고정자는 상기 층들의 평판형 구성에 수직인 방향으로 중심 구멍을 갖고, 상기 중심 구멍을 통해 확장되는 회전가능한 드라이브 샤프트를 더 포함하고, 상기 고정자의 일면 상에서 상기 드라이브 샤프트에 고정적으로 부착된 제1 회전자 및 상기 고정자의 반대면 상에서 상기 드라이브 샤프트에 고정적으로 부착된 제2 회전을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 축방향 필드 회전 에너지 장치.

청구항 4.

제3항에 있어서,

상기 영구 자석 극의 회전 위치를 결정하기 위해 상기 고정자에 실장된 센싱 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 축방향 필드 회전 에너지 장치.

청구항 5.

제3항에 있어서,

상기 제1 회전의 영구 자석 극들은, 상기 제2 회전의 영구 자석 극들에 대해 자속선이 상기 작업 도체층들의 평판형 구성에 수직 방향의 고정자를 통과하도록 위치하는 것을 특징으로 하는 축방향 필드 회전 에너지 장치.

청구항 6.

제3항에 있어서, 각 회전자는 적어도 4개의 영구 자석 극들을 갖는 것을 특징으로 하는 축방향 필드 회전 에너지 장치.

청구항 7.

제1항에 있어서,

적어도 3상 전기 회로용으로 구성된 것을 특징으로 하는 축방향 필드 회전 에너지 장치.

청구항 8.

제1항에 있어서, 상기 작업 도체층 및 상기 연결 도체층의 방사형 도체들은 기선택된 폭을 갖고, 상기 작업 도체층의 외부 및 내부 도체들 및 상기 연결 도체층의 외부 및 내부 도체들은 상기 기선택된 폭보다 큰 폭을 갖는 것을 특징으로 하는 축방향 필드 회전 에너지 장치.

청구항 9.

제1항에 있어서,

각 작업 도체층 및 각 연결 도체층은 섹터들로 분할되고, 각 섹터는 상기 전기 전류의 각 위상의 양극 및 음극과 관련되고, 방사형 도체들은 각 섹터를 통과하는 것을 특징으로 하는 축방향 필드 회전 에너지 장치.

청구항 10.

제9항에 있어서,

각 작업 도체층의 상기 내부 도체들은 각 연결 도체층의 내부 및 외부 도체들과 함께 상기 전기 전류의 위상과 관련된 각 섹터의 방사형 커넥터들을 상기 비아 도체들을 통해 직렬로 연결하는 것을 특징으로 하는 축방향 필드 회전 에너지 장치.

청구항 11.

제10항에 있어서,

상기 장치는 적어도 3상 전기 회로용으로 구성되고, 상기 회전자는 적어도 4개의 영구 자석 극들을 포함하고, 각 작업 도체층 및 각 연결층은 적어도 12개의 섹터들로 분할되고, 상기 작업 도체층은 상기 위상의 음극과 관련된 섹터를 그 위상의 양극과 관련된 섹터에 연결하는 적어도 하나의 외부 도체를 포함하는 것을 특징으로 하는 축방향 필드 회전 에너지 장치.

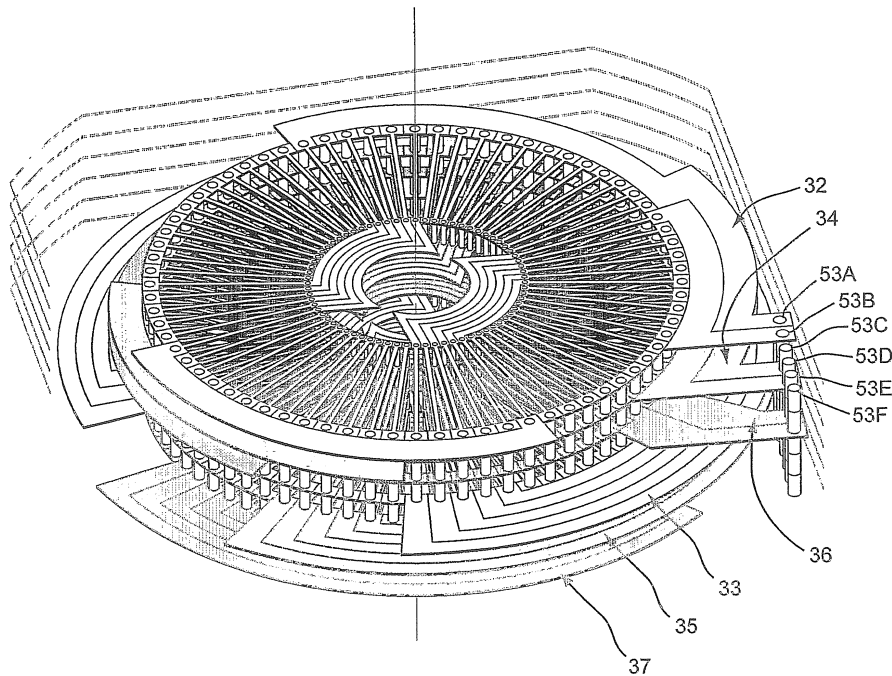
청구항 12.

제10항에 있어서,

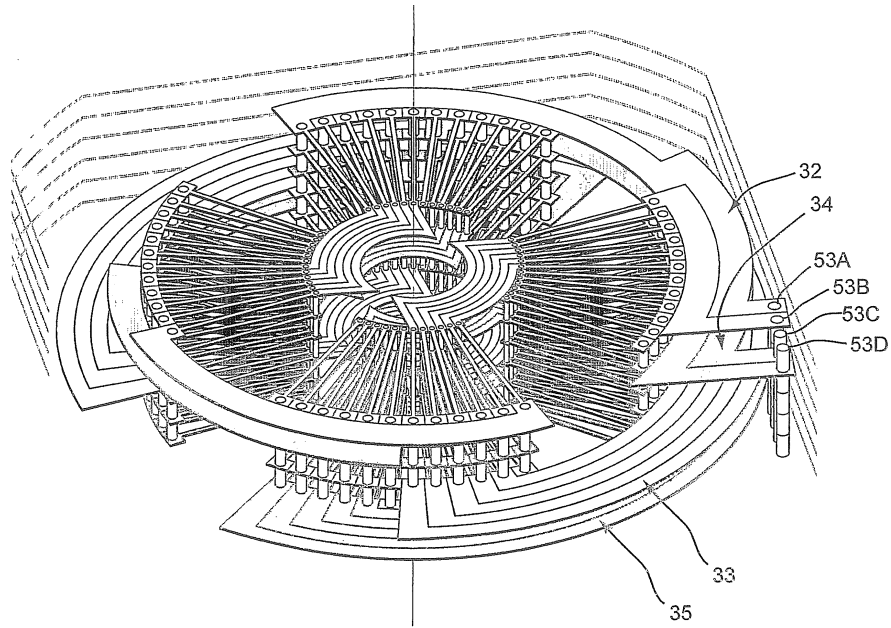
각 작업 도체층 및 각 연결 도체층의 방사형 도체들은 동일한 패턴으로 구성되고, 각 층의 해당 방사형 도체들은 상기 비아 도체들과 전기적으로 병렬로 연결되는 것을 특징으로 하는 축방향 필드 회전 에너지 장치.

도면

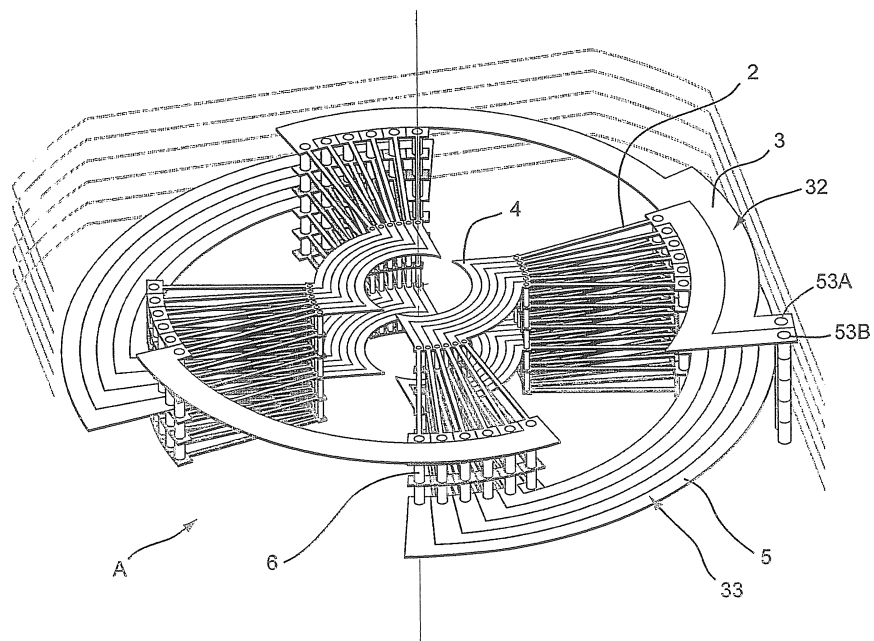
도면1



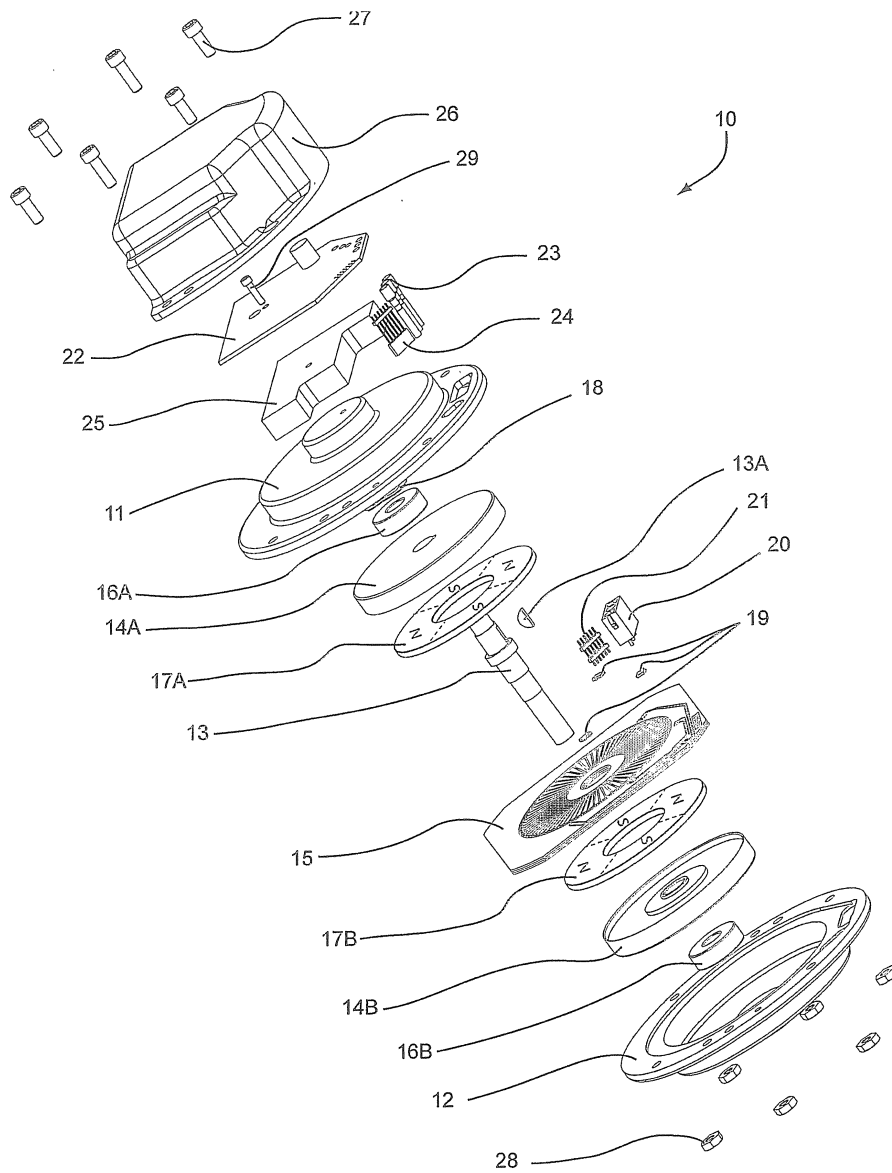
도면2



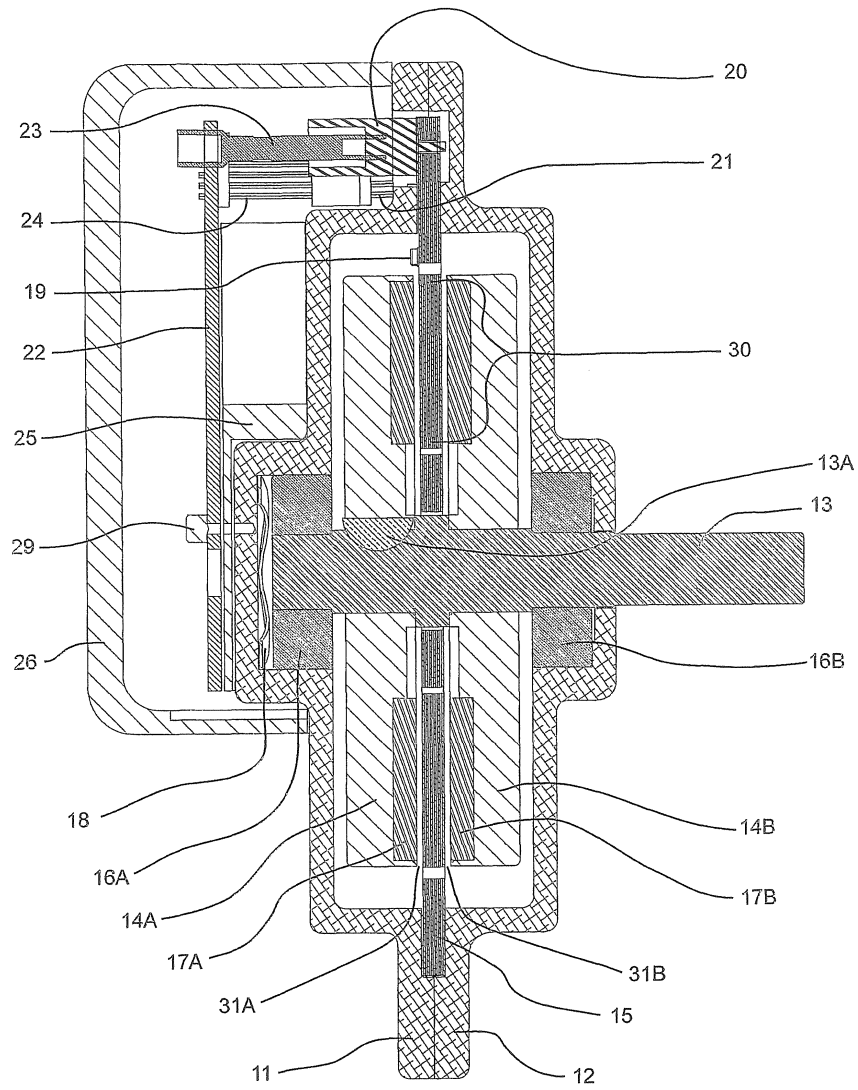
도면3



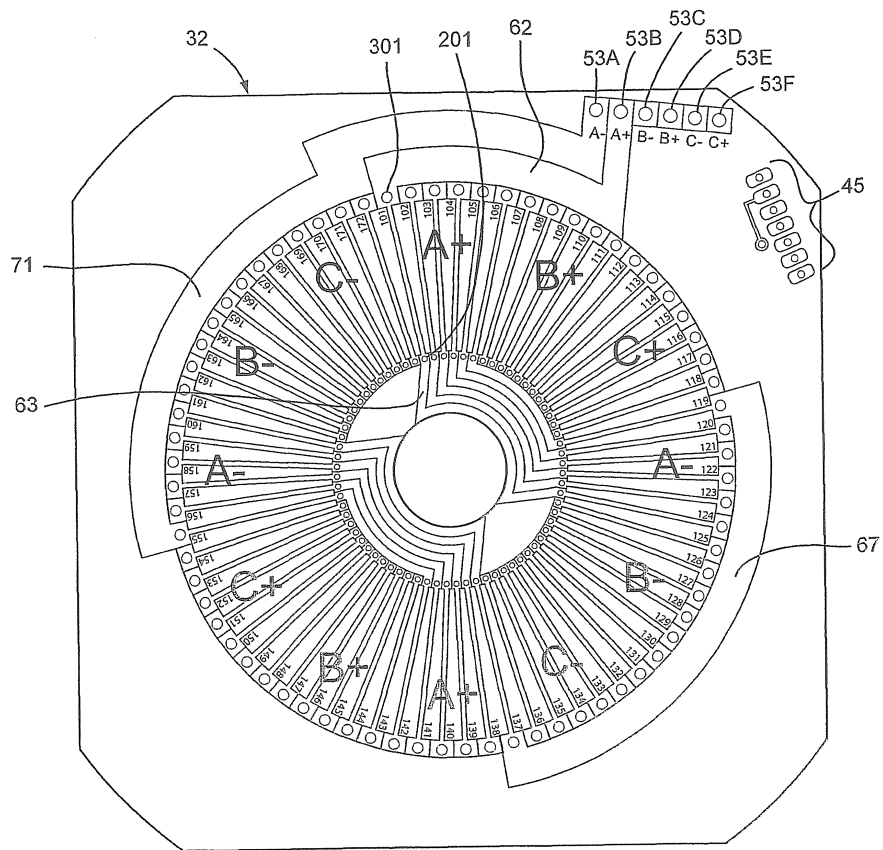
도면4



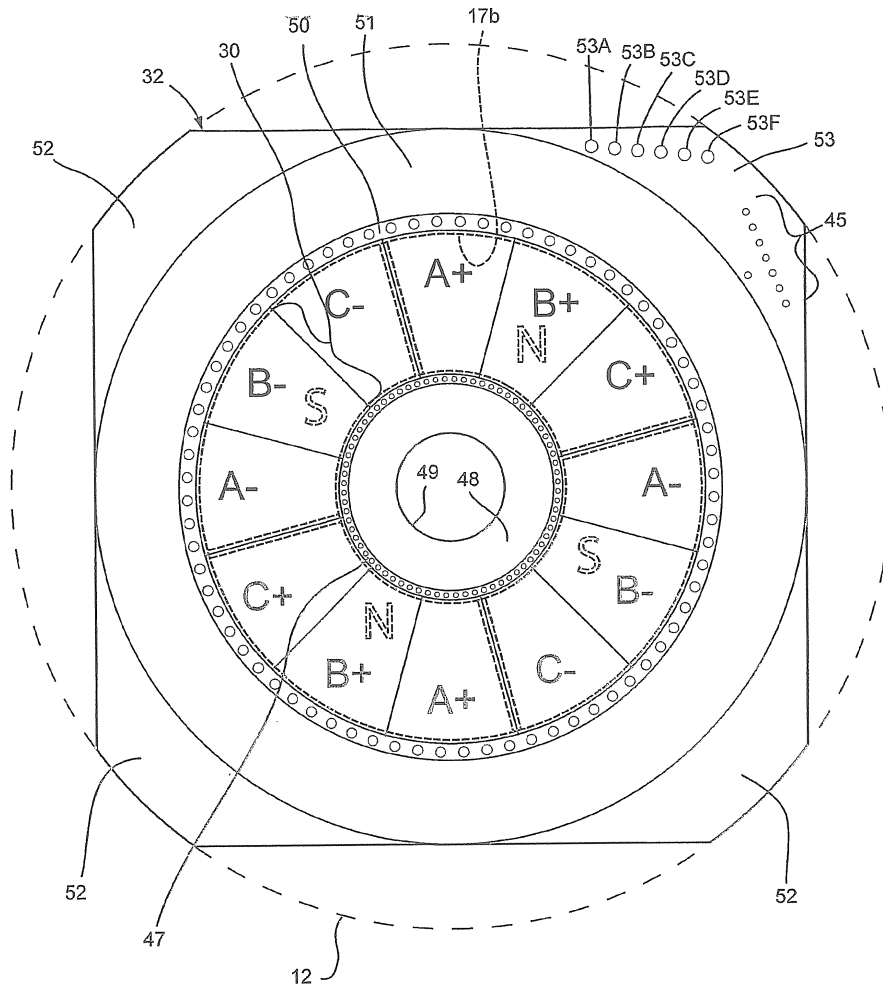
도면5



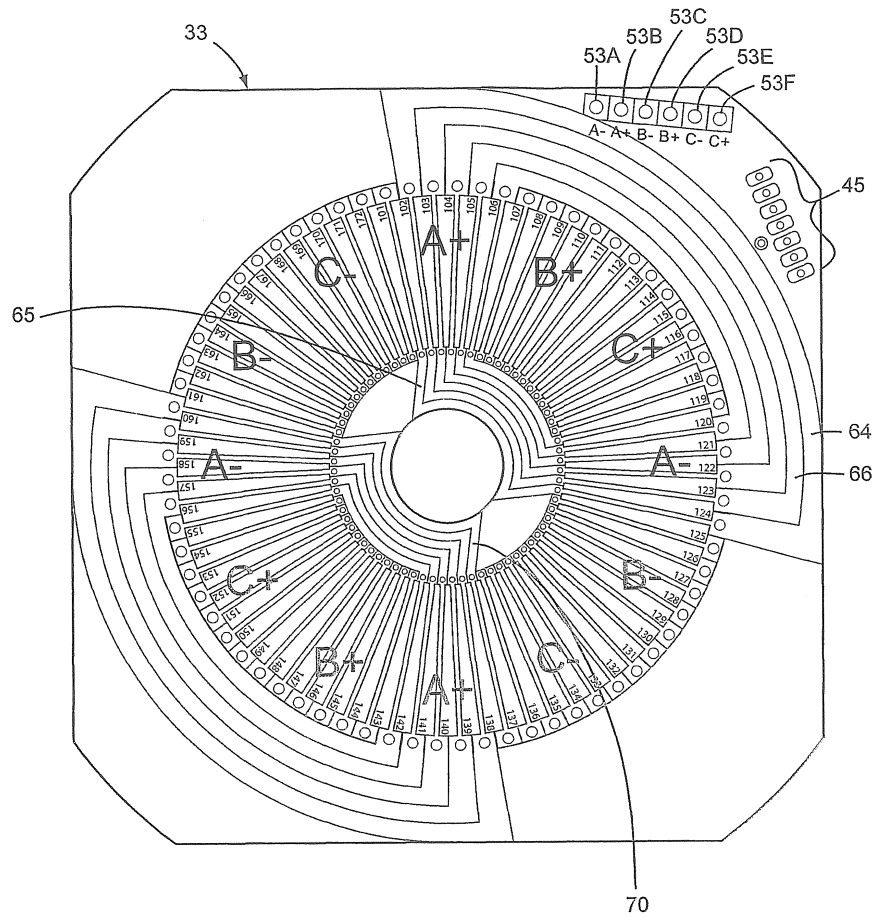
도면6



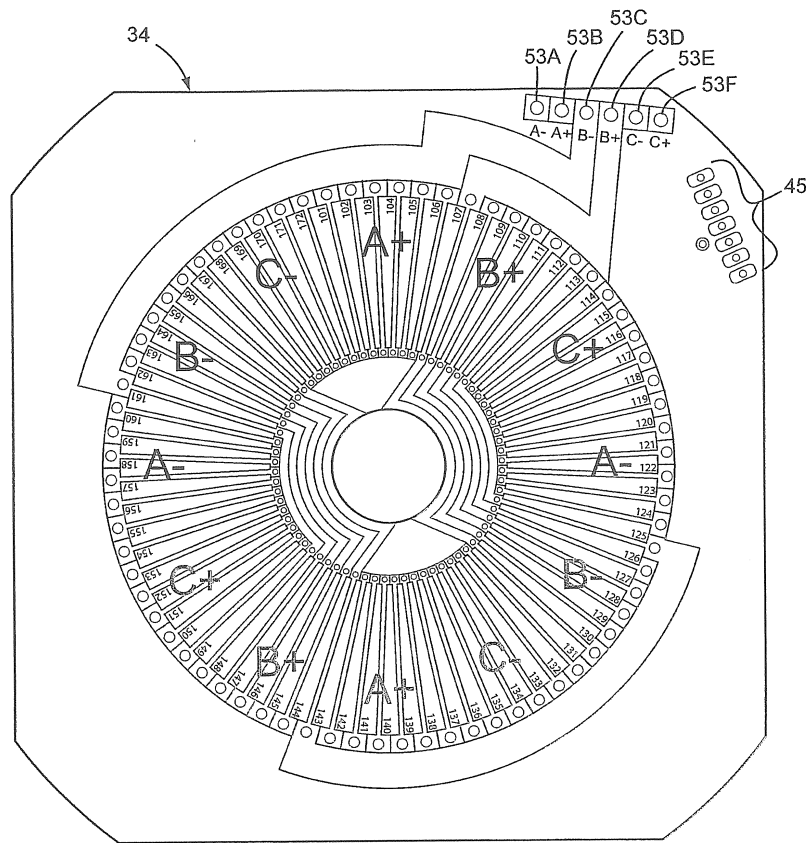
도면6a



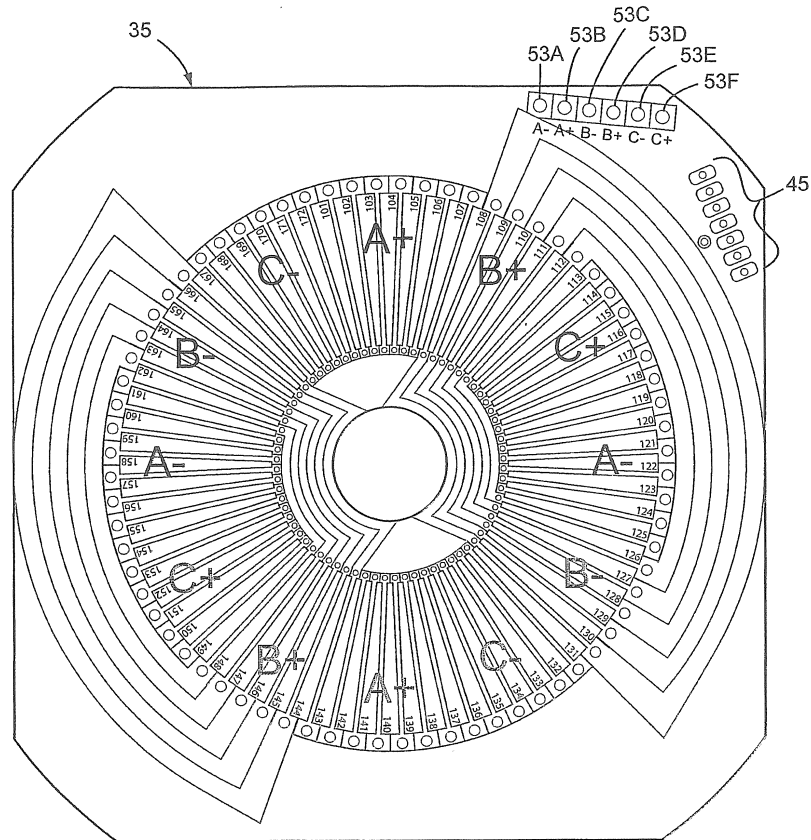
도면7



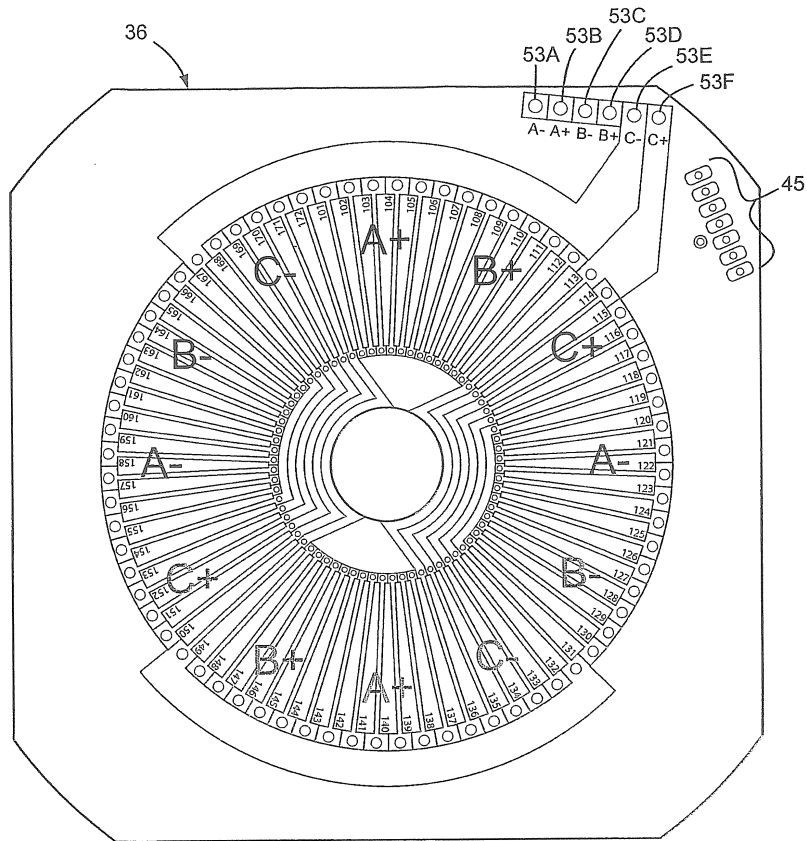
도면8



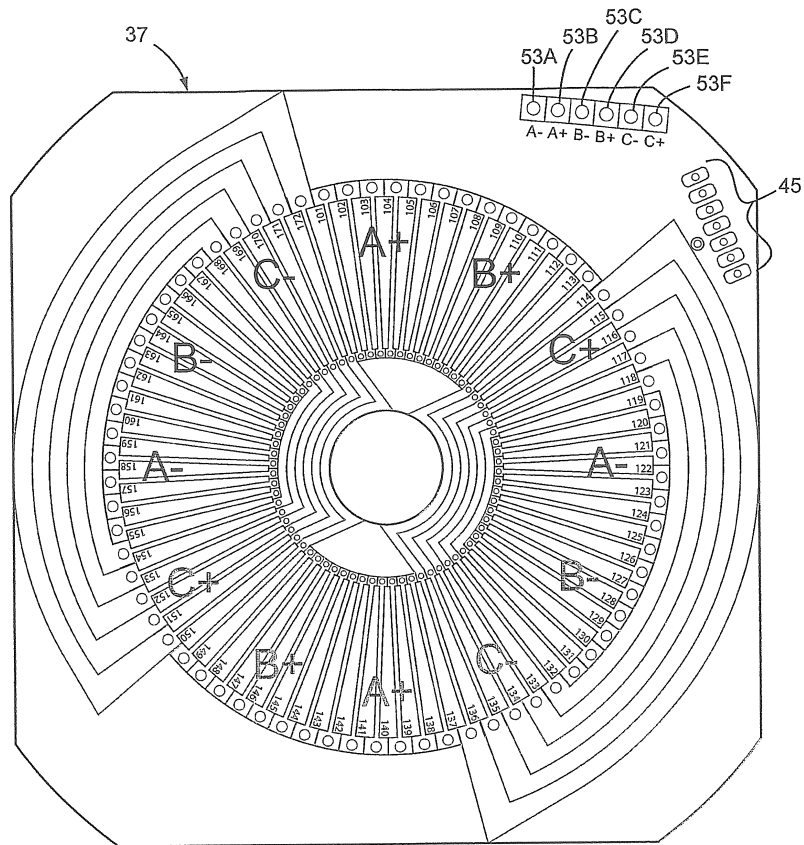
도면9



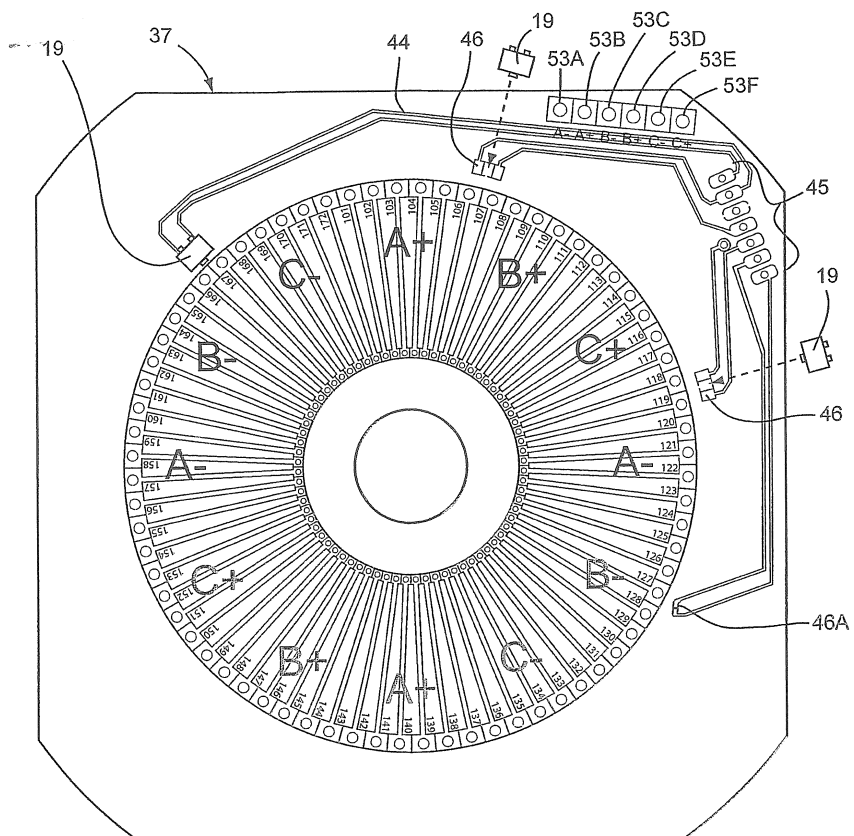
도면10



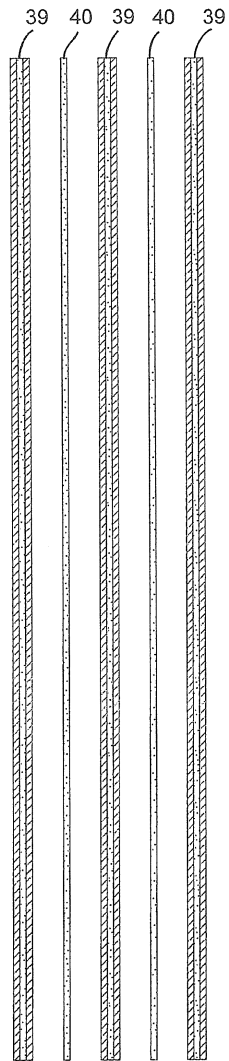
도면11



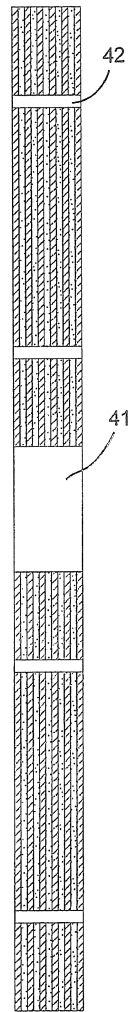
도면12



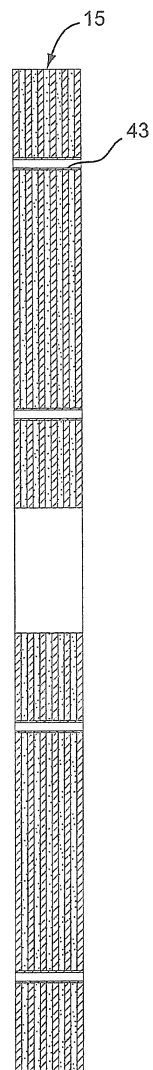
도면13a



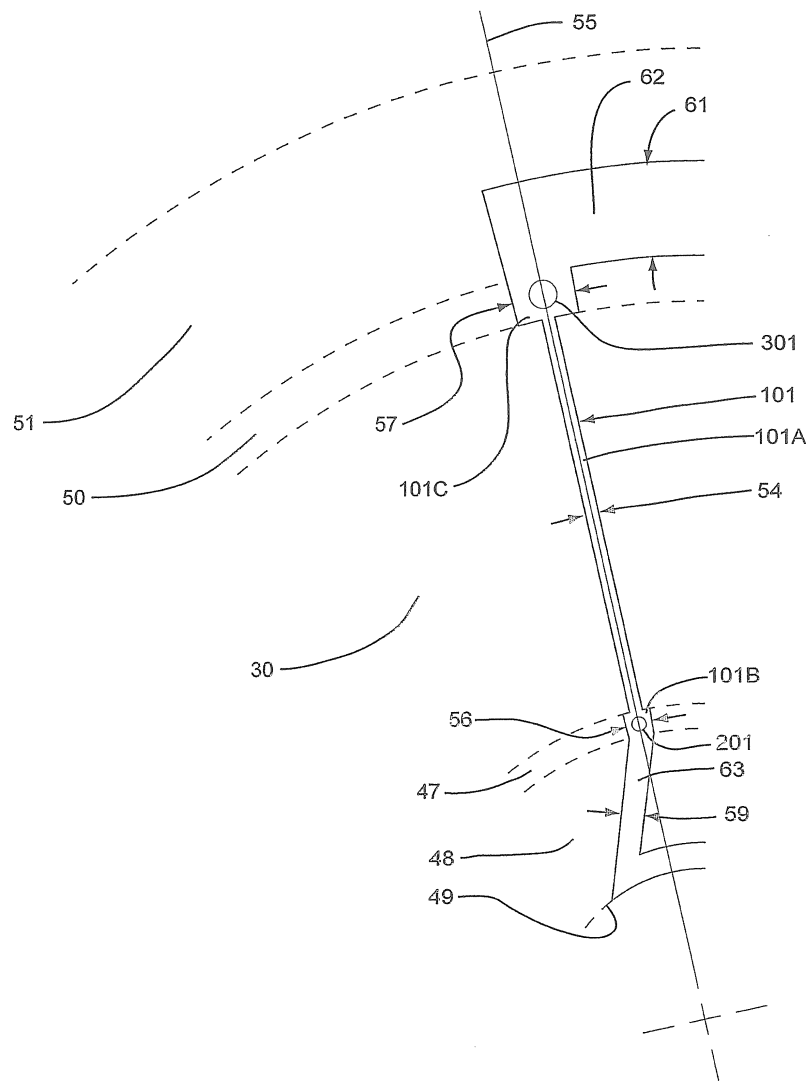
도면13b



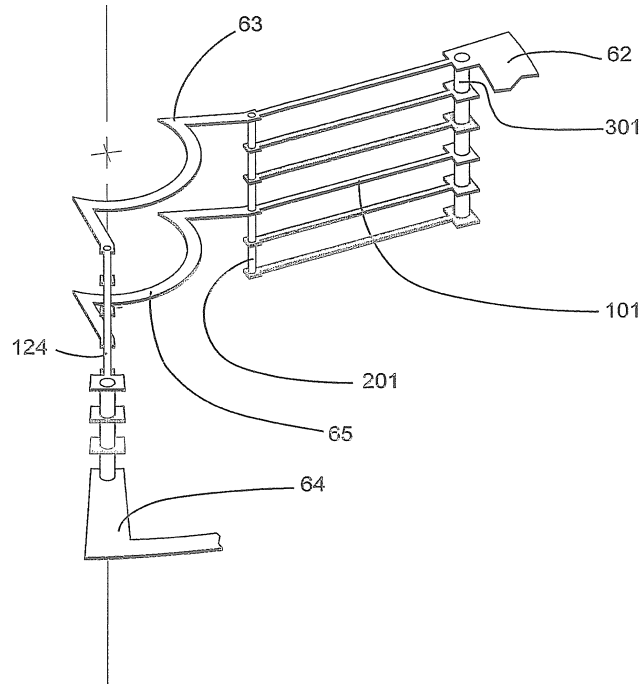
도면13c



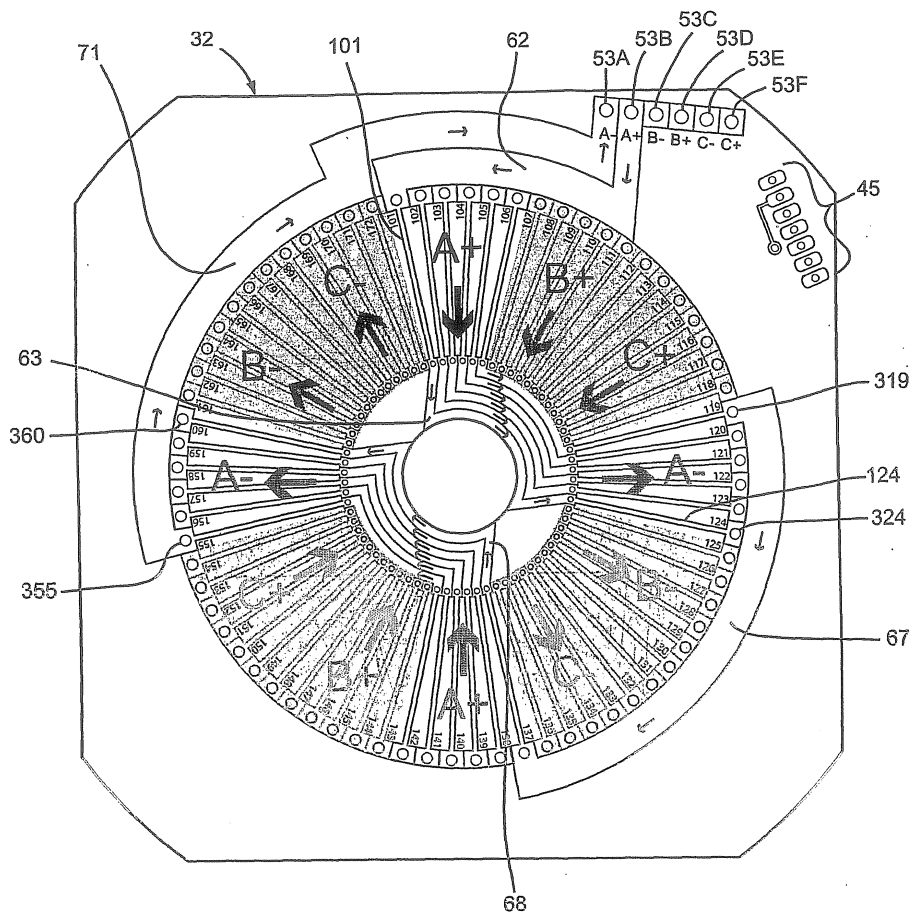
도면14



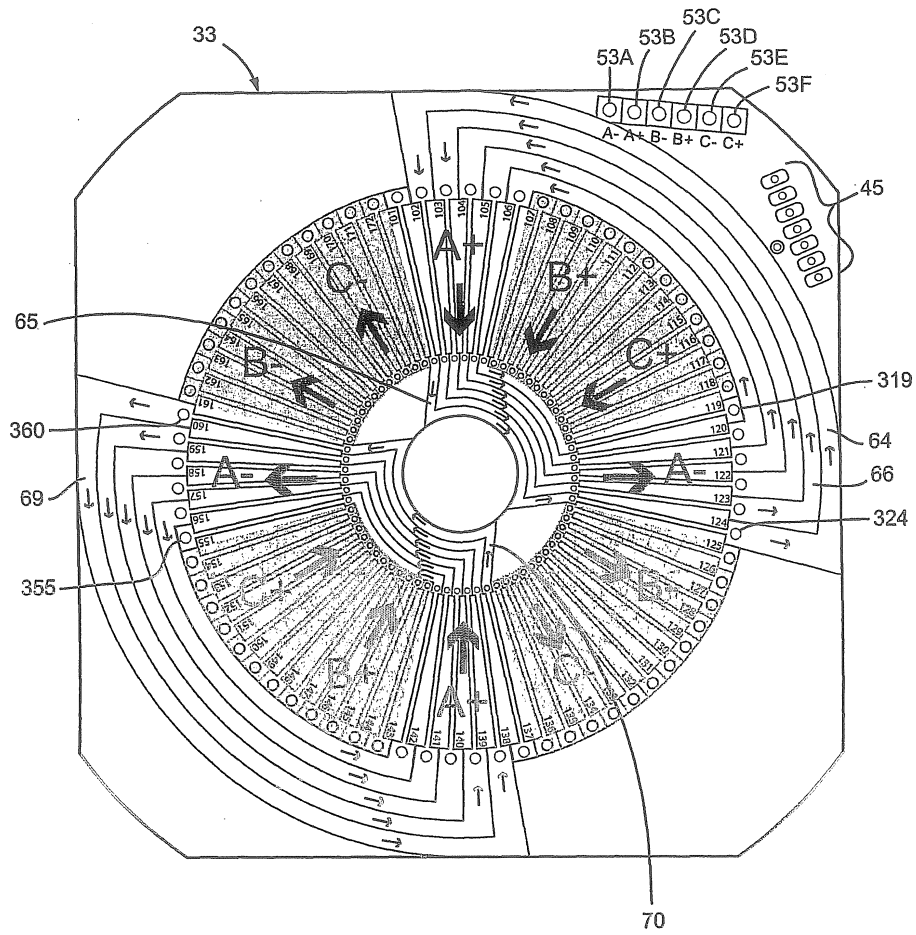
도면15



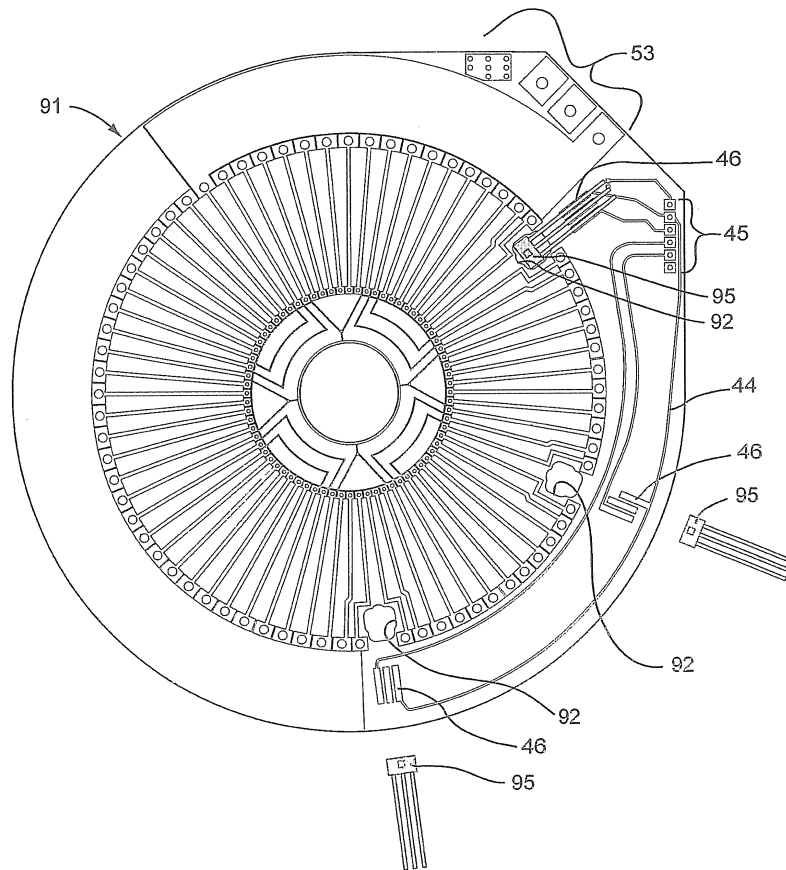
도면16



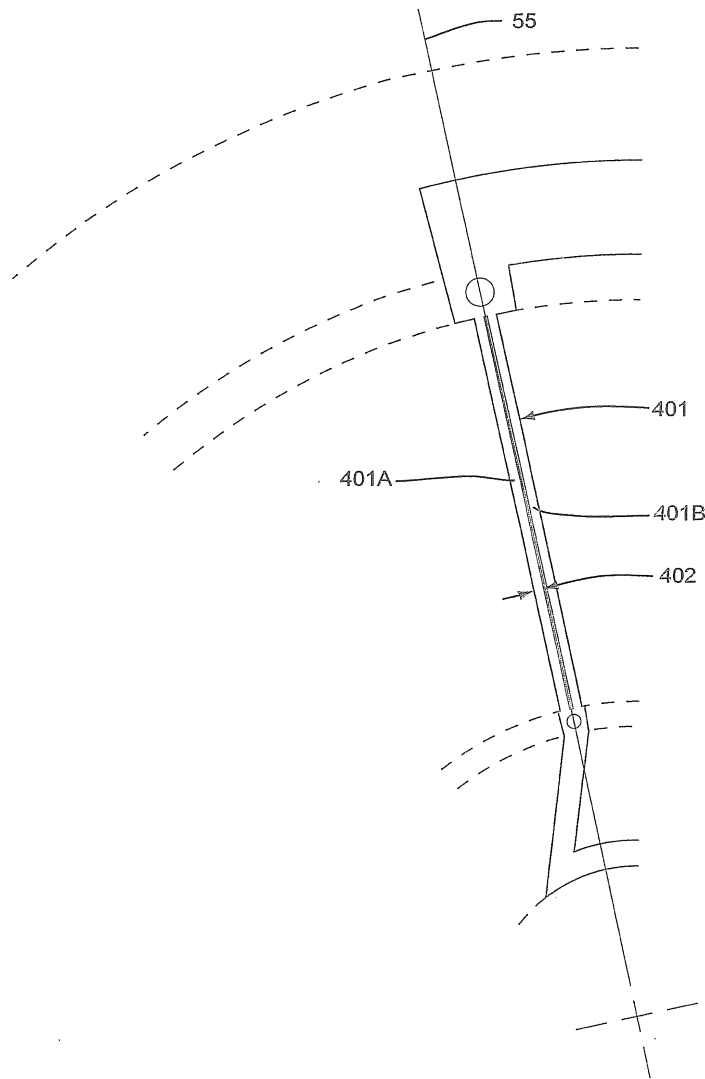
도면17



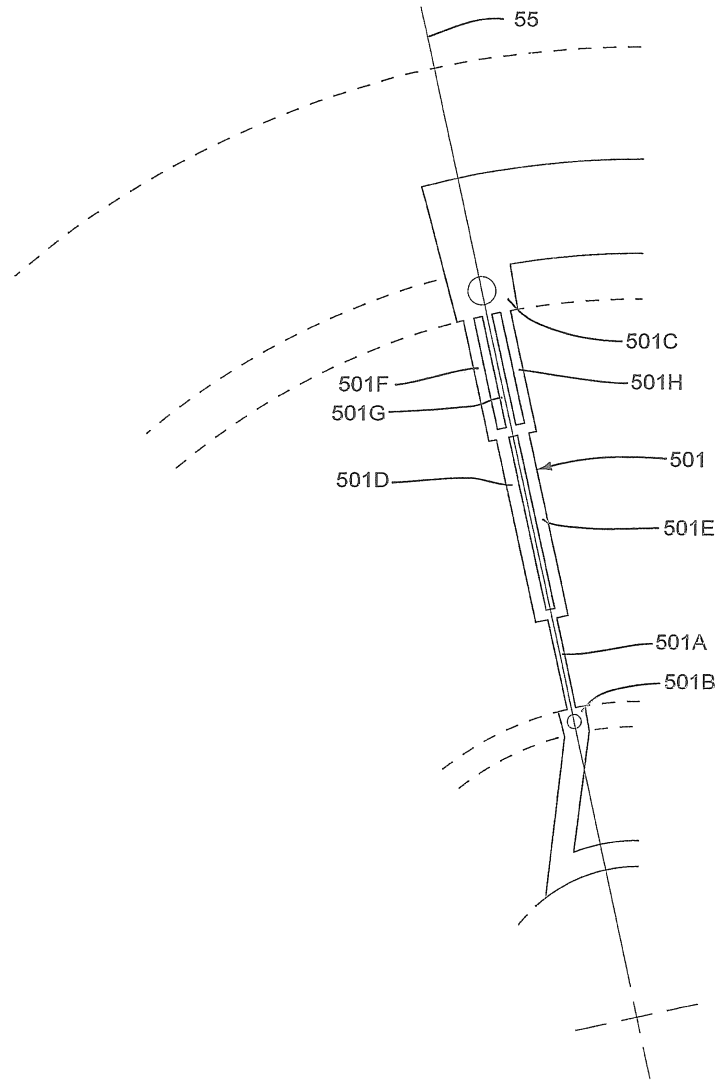
도면18



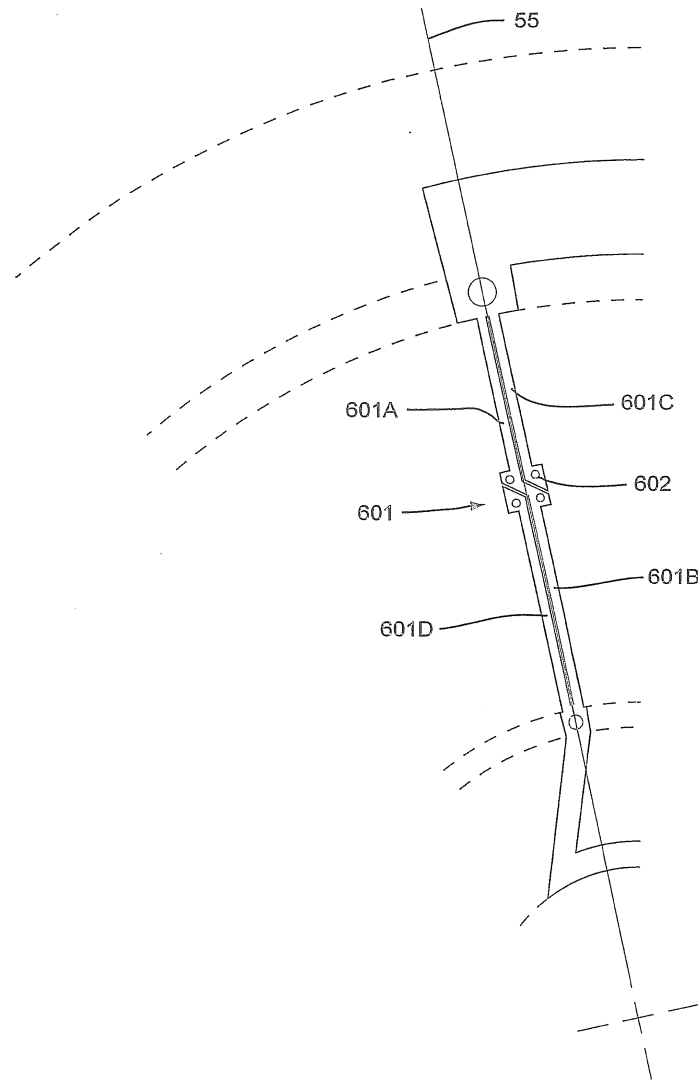
도면20



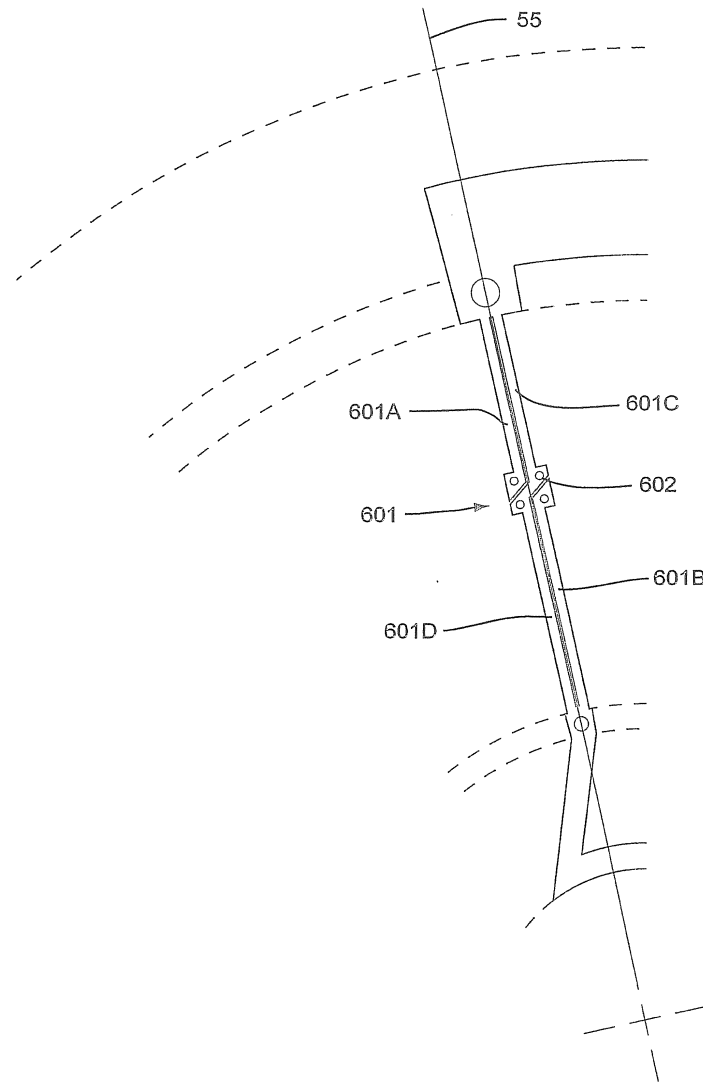
도면21



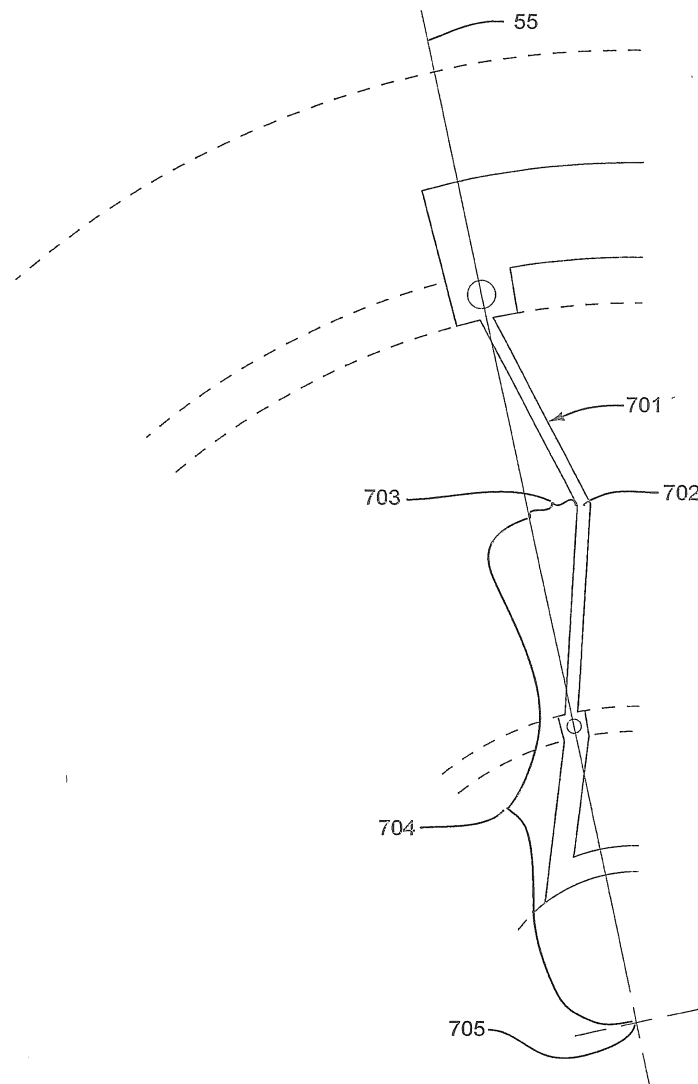
도면22



도면23



도면24



도면25

