



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월29일

(11) 등록번호 10-2117140

(24) 등록일자 2020년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H02K 1/20* (2006.01) *H02K 1/08* (2006.01)  
*H02K 21/24* (2014.01) *H02K 3/24* (2014.01)  
*H02K 9/197* (2006.01)

(52) CPC특허분류  
*H02K 1/20* (2013.01)  
*H02K 1/08* (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-7020249

(22) 출원일자(국제) 2014년01월31일  
 심사청구일자 2018년11월28일

(85) 번역문제출일자 2015년07월24일

(65) 공개번호 10-2015-0122128

(43) 공개일자 2015년10월30일

(86) 국제출원번호 PCT/GB2014/050261

(87) 국제공개번호 WO 2014/118554  
 국제공개일자 2014년08월07일

(30) 우선권주장  
 1301758.7 2013년01월31일 영국(GB)

(56) 선행기술조사문헌  
 JP2005304174 A\*  
 JP2009142095 A\*  
 W02012022974 A1\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 야사 리미티드  
 영국, 오엑스5 1큐유 키플링톤, 안톤, 미드 로드,  
 옥스포드 인터스트리얼 파크 11-14

(72) 발명자  
 울머, 티모시  
 영국, 휘틀리 옥스포드셔 오엑스33 1엔와이, 그린  
 레인 로지 2  
 코트, 앤드류  
 영국, 옥스포드셔 오엑스26 6유케이, 비세스터,  
 머간저 드라이브 34  
 (뒷면에 계속)

(74) 대리인  
 강철중, 김윤배

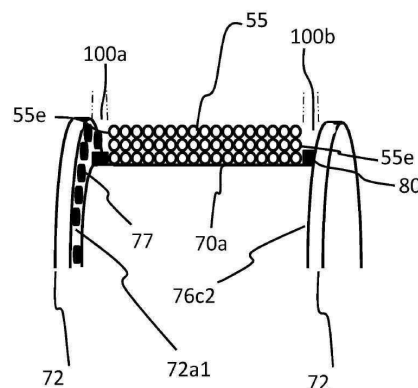
전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 정재현

(54) 발명의 명칭 **축방향 모터의 폴 슈 냉각 겹****(57) 요약**

하나 이상의 회전 디스크(10)와 벽들(40a, 40b) 사이에 형성된 캐비티(cavity)를 포함하는 고정자(20)를 포함하고 및 그 속에 하나 이상의 전자기 코일 어셈블리(50)를 내장하고 있는 축방향 플럭스 모터를 제공한다. 각 전자기 코일 어셈블리 (50)는 하나 이상의 폴 피스(60)를 포함하고, 각각 축 방향으로 연장되는 생크 부분(70A)과 제

(뒷면에 계속)

**대표도**

1 및 제 2 방사상으로 확장되는 앤드 슈(72a, 72b) 및 하나 이상의 관련된 코일(55)을 가지며, 하나 이상의 관련된 코일들(55) 각각은 상기 생크 부분(70A) 둘레에 권취(wound)되며, 여기서 상기 앤드 슈의 외부 표면(75)은 바람직하게는 상기 벽들(40a, 40b) 중의 하나 또는 다른 하나와 결합한다. 상기 제1 또는 제2 슈의 하나 또는 둘 모두다 상기 열 교환 표면(72a1, 72b1)의 하나 또는 모두와 코일(55) 사이의 제1 냉각 채널(100a, 100b)과 상기 코일(55)과 인접 코일들(55)의 이격에 의하여 정의되는 제2 흐름 채널(100c)을 정의하기 위하여 생크(70a) 둘레에 권취된 코일(55)에 대향하는 열 교환 표면(72a1, 72b1)을 더 포함한다.

(52) CPC특허분류

**H02K 21/24** (2013.01)

**H02K 3/24** (2013.01)

**H02K 9/197** (2013.01)

**바커, 존**

영국, 옥스포드셔 오엑스33 1이에이치, 포레스트 힐, 휘틀리 로드, 그린 타일스

(72) 발명자

**킹, 찰스**

영국, 옥스포드셔 오엑스5 1이에이치, 키틀링톤, 하젤 크레스센트 39

**이스트, 마크**

영국, 버크셔 알지17 0에이치에스, 훈제포드, 물리 플레이스 2

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

축방향 플럭스(flux) 모터(1)에 있어서:

하나 이상의 회전하는 디스크(10);

벽들(40a, 40b) 사이에 형성된 캐비티를 가지며, 각각이 축 방향으로 연장하는 생크 부분(70a)를 갖는 둘 이상의 폴 피스(60)를 포함하는 하나 이상의 전자기 코일 어셈블리를 내장한, 고정자(20);

상기 하나 이상의 생크 부분(70a)의 단부에서 반경방향으로 연장하는 제1 및 제2 말단 슈(72); 및

각각이 생크 부분(70a) 주위에 권취된(wound) 하나 이상의 코일(55)을 포함하며,

상기 반경방향으로 연장하는 제1 및 제2 말단 슈(72)는 하나 이상의 외측 표면(75)을 포함하고, 상기 하나 이상의 외측 표면(75) 중의 하나 이상은 상기 벽들(40a, 40b) 중 하나 또는 다른 하나와 결합하며;

상기 반경방향으로 연장하는 제1 및 제2 말단 슈(72) 중 하나 또는 둘 다는, 열 교환 표면(72a1, 72b1) 중 하나 또는 둘 다와 상기 코일(55) 사이에 하나 이상의 제1 냉각 채널(100a, 100b)을 정의하기 위해, 코일(55)에 대향하는 열 교환 표면(72a1, 72b1)을 더 포함하며; 및

상기 모터(1)는,

인접한 코일들의 이격에 의하여 정의되는 제2 흐름 채널(100c)로서, 상기 제2 흐름 채널(100c)은 상기 하나 이상의 제1 냉각 채널(100a, 100b)과 유체 연통하는, 제2 흐름 채널(100c); 및

상기 제1 냉각 채널(100a, 100b)과 상기 제2 흐름 채널(100c) 내부에서 흐르는 액체 냉각제로서, 상기 코일(55)과 상기 열 교환 표면(72a1, 72b1)으로부터의 열이 상기 액체 냉각제로 전달되어 상기 코일(55)과 상기 열 교환 표면(72a1, 72b1)으로부터 제거되는, 액체 냉각제;를 더 포함하는, 축방향 플럭스 모터.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 열 교환 표면(72a1, 72b1)의 각각은, 각각의 열교환 표면(72a1, 72b1)과 상기 코일(55) 사이의 상기 하나 이상의 제1 냉각 채널(100a, 100b)을 정의하기 위하여 상기 코일(55)로부터 이격되는, 축방향 플럭스 모터.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 코일(55)은 스페이스(spacer, 80)에 의하여 하나 이상의 상기 열 교환 표면(72a1, 72b1)으로부터 이격되는, 축방향 플럭스 모터.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 코일은 베이스가 그것의 상단(top)보다 넓은 테이퍼형(tapered) 코일(55)을 포함하며, 상기 베이스는 테이퍼형 냉각 채널(100a, 100b)을 정의하기 위하여 상기 상단보다 상기 생크 부분(70a)의 더 큰 길이를 따라 연장하는, 축방향 플럭스 모터.

#### 청구항 5

제3항에 있어서,

상기 스페이스(80)는 상기 생크 부분(70a) 상에 돌출부를 포함하는, 축방향 플럭스 모터.

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

하나 이상의 냉각 채널(100a, 100b) 내에 하나 이상의 난류(turbulence) 발생기를 더 포함하는, 축방향 플럭스 모터.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

하나 이상의 난류 발생기는 하나 이상의 열 교환 표면(72a1, 72b1) 상에 멈춤쇠(detents)를 포함하는, 축방향 플럭스 기계.

#### 청구항 8

제1항 내지 제5항 중 한 항에 있어서,

보빈(bobbin)(200)을 더 포함하며, 상기 코일(55)은 상기 보빈(200) 상에 그리고 주위에 장착되는, 축방향 플럭스 기계.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 보빈(200)은 열교환 표면(72a1, 72b1) 중 하나 또는 다른 하나 또는 둘 모두로부터 상기 코일(55)을 이격시키는 하나 이상의 스페이서(210)를 포함하는, 축방향 플럭스 기계.

#### 청구항 10

제8항에 있어서,

상기 보빈(200)은, 보빈(200) 자체로부터 코일(55)을 이격시키는 하나 이상의 스페이서(230)를 더 포함하고, 보빈(200)과 코일(55)의 종단면(end face) 또는 면들(55e) 사이의 하나 이상의 내부 냉각 경로(100d, 100e)를 정의하는, 축방향 플럭스 기계.

#### 청구항 11

제8항에 있어서,

상기 보빈(200)은 전기적으로 절연되는, 축방향 플럭스 모터.

#### 청구항 12

제8항에 있어서,

상기 보빈은 폴 피스(60) 둘레에 맞는 형상의 내부(202)를 포함하는, 축방향 플럭스 모터.

#### 청구항 13

제1항 내지 제5항 중 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 냉각 채널(100a, 100b)의 하나 이상 속으로 유체 냉각제를 안내하기 위한 유체 냉각제 공급 수단(18)을 더 포함하는, 축방향 플럭스 모터.

#### 청구항 14

삭제

### 발명의 설명

## 기술분야

[0001] 본 발명은 전기 기계에 관한 것으로서, 특히, 일반적으로 폴 피스(pole pieces)에 권취된 전자기 코일이 고정자(stator)에 제공되고 로터와 고정자 사이의 에어 갭(airgap)을 가로질러 전자기 코일과 연동하기 위한 영구자석이 로터(rotor, 회전자)에 제공되는 요크리스 세그먼트형 아마추어(Yokeless And Segmented Armature, YASA) 모터 또는 발전기로 공지된 종류의 전기모터 또는 발전기에 관한 것이나 그에 국한되지는 않는다.

## 배경기술

[0002] 전자기 코일은 폴 생크(pole shank)와 폴 생크의 양측 단부에 위치한 두 개의 폴 슈(pole shoes)로 구성되어 있다. 폴 생크는 솔레노이드 코일을 유지하고 폴 슈는 a) 솔레노이드 코일을 폴 생크 상에 한정하는 것, 즉 와이어가 폴 생크 상에 권취되고 그것에 대해 와이어 코일이 맞붙어 있는 폴 슈에 의하여 내장되는 것, 및 b) 폴 생크로부터 자속(magnetic flux)을 폴 생크와 로터 자석 사이의 에어 갭을 가로질러 확산하여 그것에 의해 에어 갭 전체에 자기 저항을 낮추는 두 가지 목적에 소용된다. 폴 생크, 폴 슈 및 솔레노이드 코일로 구성된 복합 구조는 전자기 코일을 형성한다.

[0003] GB 2468018A 에서, 옥스포드 YASA 모터는 고정자 주위에 원주 방향으로 이격되어 축 방향으로 배치된(즉, 로터의 회전축에 평행되게) 폴 피스 주위에 권취된 일련의 코일을 포함하는 기기를 개시한다. 로터는 고정자의 각 전자기 코일의 양단부를 대향하는 영구 자석이 제공되는 디스크를 포함하는 두개의 단(stages)을 갖는다.

[0004] GB 2482928A 에서, 옥스포드 YASA 모터는 앞서 기술한 것과 유사하지만, 폴 슈를 보유하기 위하여 성형된(moulded) 케이싱 내에 장치(arrangement)의 자석과 코일을 싸서 보호하도록(encapsulated) 설계된 오버-몰드된 케이싱 장치(arrangement)를 포함하는 장치(arrangement)를 개시하며, 따라서, 전자석, 케이싱 부분은 그렇지 않았다면 코일과 전자석이 장착되는 고정자 바의 종단면 사이에 형성되었을 갭 내로 연장된다.

[0005] 일본 문헌JP2009142095A에서, 스미모토는 위에 자석이 장착된 고정자 코어를 냉각하기 위한, 고정자 바의 종단면의 표면 속으로 새긴(cut) 복수의 냉매 그루브(refrigerant grooves)를 포함하는 장치(arrangement)를 개시하고 있다. 코일들 자체는 종단면의 표면에 위로 맞붙어 있으며 그들 사이에 갭은 존재하지 않는다. 그루브를 통과하는 냉각 유체의 흐름이 있다 하더라도 거의 없을 것이고 및/또는 그루브가 코일 자체의 원주 둘레의 제한된 부분에 제공되기 때문에 그러한 장치에 의하여 제공되는 냉각의 정도는 제한된다.

[0006] 축방향 플럭스(axial flux), 세그먼트형 아마추어(전기자) 모터(1)의 개략적인 다이어그램을 나타내는 도 1을 참조하면, 전기 회로는 전자기 코일(50)이 활성화하도록 배열되고 그래서 그들의 극성을 번갈아 바꾸어 코일들이 다른 시간에 다른 자석 쌍들에 맞추게 하는데 소용되고 로터와 고정자 사이에 적용되는 토크를 초래한다. 로터들(10)은 일반적으로 함께 연결되고(예를 들어 샤프트에 의해, 미도시), 및 일반적으로 예를 들어 하우징(20) 내에 고정되는 고정자에 대하여 X 축 주위를 함께 회전한다. 도 1에 도시된 장치는 인접 고정자와 자석 쌍에 의해 제공되는 자기 회로의 일부를 나타내며 반면에 로터(10)는 각각의 코일로부터 떨어져 대향하는 각 자석(15)의 후면 사이의 자속(flux)을 연결하기 위해 사용된다. 따라서, 전자기 코일을 적절히 활성화(energizing)함에 의하여 로터는 X축 주위를 회전하도록 강제된다. 물론 발전기 환경에서는, 로터가 회전하기 때문에 고정자 바(bar)에서 유도된 자속 변화에 따라 로터의 회전은 고정자 코일에서 전류를 유도한다.

[0007] 전기 모터는 종종 다양한 구성 요소에 부과되는 온도 제한 때문에 전력과 토크에서 제한을 받는다. 에너지는 와전류 및 히스테리시스 손실(hysteresis loss)에 의해 폴 생크와 폴 슈에서,  $I^2R$  손실을 통해 코일 와이어에서 손실된다. 듀얼 로터, 축 방향 자속, 요크리스 세그먼트형 아마추어(전기자) 모터 또는 발전기용 전자기 코일은 기술한 바와 같이, 시계 방향 분포로 장착되고 플레이트들(plates)이 코일과 폴 피스를 임의의 실재의 방열판(heat sink)으로부터 열적으로 분리되는 고정자 플레이트들을 전기적으로 절연함으로써 사이에 끼워져 유지된다.

[0008] 와전류 손실로 인해 폴 생크와 폴 슈에서 소실된 에너지는 W02010/092403 A2 에 기술된 소프트 자석 합성물을 사용함으로써 극복되나, 그러나, 소프트 자성 합성물은 여전히 실리콘 강철 라미네이션보다 약 3 배 이상 손실이 있는 히스테리시스 손실에 취약하고, 높은 회전 속도와 토크의 요구에서 이러한 손실은 상당하다. 더 높은 히스테리시스 손실에도 불구하고, 실리콘 강철 라미네이션 대비 소프트 자기 혼합물의 생존력(viability)을 유지하는 것은 바로 대량 생산 및 거의 제로 와전류 손실로 폴 생크와 슈를 용이하게 성형(moulding)하기 때문이다.

- [0009] 따라서, 그러한 장치(arrangement)의 문제는 특히 히스테리시스에 의하여 발생되고 높은 회전속도와 토크 요구에서 실행되는 모터들로부터 전도된  $I^2R$  손실에 의하여 악화된 폴 피스에서의 과도한 온도 상승이다. 이러한 조합된 손실들은 폴 슈에서 열 발생에 기여하고 그리하여 그들의 온도 상승에 기여한다. 자기 효율(magnetic efficiency) 요건은 일반적으로 코일들이 폴 생크와 폴 슈의 표면을 커버할 것을 요구하며, 코일 와이어 층을 통한 전도 외에는 달리 이러한 표면들로부터 열을 제거할 기회가 없다. 듀얼 로터, 축방향 플럭스, YASA 모터 또는 다이나모(dynamo)용으로, 폴 슈 바깥 면은 고정자 어셈블리에 폴 피스를 부착하기 위하여 사용되는 폴리머 또는 수지로 싸여있다. 방사상의 자속 회전 코일 기계에 대해 발견된 바와 같이 외측 폴 슈 면에 대한 공기 냉각이 없기 때문에, YASA 기계에서 폴 슈의 온도는 코일을 통해 냉각 유체로의 열 전도를 제압하기 위하여 상승할 수 있고, 따라서 고정자 판에 폴 슈를 부착하면 열적으로 약화될 수 있고, 그래서 장착된 모터는 이러한 열 한계들을 충족하기 위해 제한된 출력을 낸다.
- [0010] 종래의 방법은 이것이 다이나모(dynamo) 전기 기계에서 주요 발열 소스이기 때문에 코일의 냉각에 초점을 맞춘다. 모터 코일에서의 열 발생을 극복하기 위하여, 문헌 GB626823에서는 공기가 코일의 내부 가장자리를 지나, 코일 단부에서 슬롯(slotted) 또는 덕트(ducted)된 절연 부재를 통과하는 것을 허용하기 위해 사용되도록 형성된 환형의 갭을 가진 코일들이 감기는 폴보다 더 큰 내부 치수의 코일들을 기술하고 있다.
- [0011] 이러한 방법은 코일 와이어에 냉각을 제공하나 또한 폴에서 자속 발생을 감소시켜 코일이 폴 생크에 단단히 감기는 경우 본 발명에서 제안된 기능보다 토크와 출력을 적게 생산한다. 문헌 GB626823에 개시된 코일을 지지하는 슬롯 또는 덕트된 부재를 절연하면 또한 본 발명의 주 목적인 폴 앤드 피스(슈)의 냉각을 방지한다.
- [0012] 문헌 GB2468018은 냉각 유체들이 고정자 코일들 사이에 밀어 넣어지고 그래서 냉각용 유체가 코일들 사이에 교대로 앞뒤로 흐르도록 강제하기 위하여 배열된 블로킹 요소들에 의하여 방향을 바꾸고 그것에 의해 열을 제거하는 YASA 모터를 언급하고 있다.
- [0013] 종래 기술보다 상당히 더 효과적이지만, 이러한 개시는 코일로부터의 열 제거를 목표로 하며, 폴 슈는 한편으로는 수지(resin)에 커버되어 또는 고정자 플레이트에 접착제 접합에 의해 다른 한편으로는 와이어 코일에 의해 열적으로 절연되어 있다. 그러므로 폴 슈는 수용할 수 없는 레벨까지 온도에 있어서 상승할 수 있다.
- [0014] 문헌 US3633054는 폴 슈 냉각을 목표로 하고 다리형(leg-type) 폴 다이나모(dynamo, 발전기) 전기 기계에 대한 장치가 개시되어 있으며, 여기서 냉각 채널을 가진 청동 링은 폴 슈와 직접 접촉하도록 위치되어 있고 그리하여 슈로부터 열을 멀리 운반한다. 이러한 방법은 전도하는 링이 모터의 작동을 방해하는 와전류 손실을 발생하기 때문에 축방향 플럭스 동기 기계에 적용할 수 없다. 본 발명은 중간의 금속 냉각 채널을 개시하는 US3633054보다 열 제거에 상당한 개선이 있는 SMC 폴 슈 내부 면들과 직접 접촉하는 액체 냉각제가 제안되어 있다. 본 발명은 추가적인 제조 구성 요소가 필요 없으며 그래서 비용 및 모터의 부피를 최소화하고 와전류 손실을 피하는 한편 열 제거를 상당히 개선한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0015] 본 발명이 해결하려는 과제는 듀얼 로터, 폴 슈, 축방향 플럭스, 요크리스 세그먼트형 아마추어(전기자) 모터 또는 발전기에서 코일과 폴 슈 사이에 갭을 제공함으로써 그래서 냉각 유체가 코일 슈에 영향을 미침으로써 폴 슈를 냉각하고, 동시에 코일이 폴 생크 상에 단단히 감기도록 허용하여 자속 발생을 극대화하는 한편 폴 슈로부터 냉각 유체로의 개선된 열 전달을 달성하는 것이 본 발명의 목적이다.

### 과제의 해결 수단

- [0016] 본 발명 과제의 해결 수단은 본 발명의 한 측면에 따라 하나 이상의 회전 디스크; 벽 사이에 형성된 캐비티를 가지고 그 안에 각각 축 방향으로 확장하는 생크 부분을 가진 하나 이상의 폴 피스를 포함하는 하나 이상의 전자기 코일 어셈블리를 포함하는 고정자; 상기 하나 이상의 생크 부분들의 종단에 제1 및 제2 방사상으로 확장하는 앤드 슈; 및 각각 생크 부분 주위에 감긴 하나 이상의 코일을 포함하는 축방향 플럭스 모터가 제공되며, 여기서 상기 앤드 슈는 상기 벽들 중의 하나 또는 다른 하나와 결합된 하나 이상의 외부 표면을 포함하고; 상기 제1 또는 제2 슈 중 하나 또는 둘 다 상기 열 교환 표면과 상기 코일 사이의 하나 이상의 제1 냉각 채널을 정의하기 위하여 코일에 대향하는 열 교환 표면을 더 포함하며; 및 상기 모터는 상기 코일과 인접한 코일의 이격(spacing)에 의해 정의되는 제 2 흐름(flow) 채널을 더 포함한다.



## 발명의 효과

[0017] 본 발명은 듀얼 로터, 폴 슈, 축방향 플럭스, 요크리스 세그먼트형 아마추어(전기자) 모터 또는 발전기에서 코일과 폴 슈 사이에 갭을 제공함으로써 그래서 냉각 유체가 코일 슈에 영향을 미침으로써 폴 슈를 냉각하고, 동시에 코일이 폴 생크 상에 단단히 감기도록 허용하여 자속 발생을 극대화하는 한편 폴 슈로부터 냉각 유체로의 개선된 열 전달을 달성할 수 있는 유리한 효과가 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 축방향 플럭스 모터에서 코일, 고정자 및 자석 배열의 개략적인 다이어그램이다.

도 2a는 폴 생크 및 폴 슈를 나타내는 폴 피스의 개략적인 다이어그램이다.

도 2b는 갭을 시작하는데 사용되는 폴 슈와 코일 단부와 스페이서(spacer) 사이의 갭을 나타내는 와이어 코일을 가진 폴 피스의 개략적 다이어그램이다.

도 3a는 이격 요소(spacing element)를 가진 폴 슈 내부 표면과 냉각제 유체에서 난류를 발생시키기 위한 특징을 나타내는 직사각형 코일을 가진 폴 피스의 개략적인 다이어그램이다.

도 3b는 이격 요소(spacing element)를 가진 폴 슈 내부 표면과 냉각용 유체에서 난류를 발생시키기 위한 특징을 나타내는 점점 가늘어지는(tapered) 코일을 가진 폴 피스의 개략적인 다이어그램이다.

도 4a는 고정자 플레이트 상의 폴 피스의 분포를 나타내는 개략적인 다이어그램이다.

도 4b는 두 개의 전자기 코일, 즉, 냉각제에 대한 "I" 흐름 경로를 나타내는 직사각형 와이어 코일과 관련된 폴 피스를 통과하는 단면의 개략적인 다이어그램이다;

도 4c는 두 개의 점점 가늘어지는 전자기 코일, 즉, 냉각제에 대한 "I" 흐름 경로를 나타내는 와이어 코일과 관련된 폴 피스를 통과하는 단면의 개략적인 다이어그램이다;

도 5a는 코일이 권취되고, 또한 스페이서(spacer)의 기능을 수행 할 수 있는 보빈을 통합하는 더욱 추가된 장치를 통과하는 개략적인 단면이며; 및

도 5b는 도 5a의 보빈의 부분 단면도이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 듀얼 로터, 폴 슈, 축방향 플럭스, 요크리스 세그먼트형 아마추어(전기자) 모터 또는 발전기에서 코일과 폴 슈 사이에 갭을 제공함으로써 그래서 냉각 유체가 코일 슈에 영향을 미침으로써 폴 슈를 냉각하고, 동시에 코일이 폴 생크 상에 단단히 감기도록 허용하여 자속 발생을 극대화하는 한편 폴 슈로부터 냉각 유체로의 개선된 열 전달을 달성하는 것이 본 발명의 목적이다.

[0020] 본 발명의 한 측면에 따라 하나 이상의 회전 디스크; 벽 사이에 형성된 캐비티를 가지고 그 안에 각각 축 방향으로 확장하는 생크 부분을 가진 하나 이상의 폴 피스를 포함하는 하나 이상의 전자기 코일 어셈블리를 포함하는 고정자; 상기 하나 이상의 생크 부분들의 종단에 제1 및 제2 방사상으로 확장하는 엔드 슈; 및 각각 생크 부분 주위에 감긴 하나 이상의 코일을 포함하는 축방향 플럭스 모터가 제공되며, 여기서 상기 엔드 슈는 상기 벽들 중의 하나 또는 다른 하나와 결합된 하나 이상의 외부 표면을 포함하고; 상기 제1 또는 제2 슈 중 하나 또는 둘 다 상기 열 교환 표면과 상기 코일 사이의 하나 이상의 제1 냉각 채널을 정의하기 위하여 코일에 대향하는 열 교환 표면을 더 포함하며; 및 상기 모터는 상기 코일과 인접한 코일의 이격(spacing)에 의해 정의되는 제 2 흐름(flow) 채널을 더 포함한다.

[0021] 바람직하게는, 상기 각각의 열 교환 표면은 각각의 열 교환 표면과 상기 코일 사이에 제1 냉각 채널을 정의하기 위하여 상기 코일로부터 이격되어 있다.

[0022] 바람직하게는 상기 코일은 스페이서(spacer)에 의해 하나 이상의 열 교환 표면으로부터 이격되어 있다. 상기 스페이서는 모터 출력 밀도를 최대화하는 한편 상기 열 교환 표면에 냉각제 접근을 가능하게 할 수 있는 크기가 바람직하다. 바람직하게는 상기 스페이서는 상기 생크 부분 또는 상기 생크 부분 주위에 제공되는 분리된 링 상에 돌출부(protrusion)를 포함한다. 대안적으로 상기 코일은 상단(top)보다 더 넓은 베이스(base)를 가진 점점 가늘어지는(tapered) 코일을 포함하며 여기서 상기 베이스는 점점 가늘어지는 냉각 채널을 정의하기 위하여 상

기 상단 보다 상기 생크 부분의 더 큰 길이를 따라 확장한다. 더 바람직하게는 상기 점점 가늘어지는 코일은 냉각제 접근과 자기 성질(magnetic property)을 최적화하기 위하여 상기 폴 슈 열 교환 표면의 적어도 약 75% 를 노출시킬 것이다.

- [0023] 열 교환은 난류(turbulence) 냉각제 흐름과 접촉하는 표면을 최대화함으로써 최대화되기 때문에 바람직하게는 상기 열 교환 표면은 하나 이상의 냉각 채널 내에 하나 이상의 난류 발생기를 포함한다. 바람직하게는 난류 발생기는 하나 이상의 열 교환 표면 상에 하나 이상의 멈춤쇠(detents) 또는 돌출부(protrusion)를 포함한다. 상기 멈춤쇠 또는 돌출부 모두 상기 열 교환 표면적을 증가시키고 상기 난류 냉각제 흐름에 기여한다.
- [0024] 특히 바람직한 구성에서 기계는 보빈(bobbin)을 포함하고 상기 코일은 상기 보빈 상에 또는 둘레에 설치된다.
- [0025] 유리하게는, 보빈은 열 교환 표면의 하나 또는 다른 하나 또는 둘 모두로부터 상기 코일을 이격시키기 위한 하나 이상의 스페이스(spacer)를 포함할 수 있다.
- [0026] 바람직하게는, 또한 보빈은 보빈 자체로부터 코일을 이격시키기 위한 추가 스페이스를 포함하고 보빈과 코일의 종단면 또는 면 사이에 하나 이상의 냉각 경로를 정의한다.
- [0027] 유리하게는, 상기 보빈은 전기 절연 물질로 전기적으로 절연 또는 형성 또는 코팅된다.
- [0028] 바람직하게는, 상기 보빈은 폴 피스 둘레에 맞게 형성된 내부를 포함한다.
- [0029] 바람직하게는, 상기 하나 이상의 제1 냉각 채널은 제2 냉각 채널과 연결되어 있다.
- [0030] 바람직하게는, 상기 축방향 플럭스 모터는 그것과 관련된 슈를 냉각시키기 위하여 상기 하나 이상의 냉각 채널 안으로 유체냉각제를 안내하기 위한 액체 냉각제 공급 수단을 포함하며, 그것은 냉각제 흐름 속도(flow rate)가 제공된 흐름 채널에서 난류를 발생할 경우에 유리하다.
- [0031] 상기 세그먼트형 아마추어(전기자)는 열적으로 격리되고 관련된 폴 슈들은 고정자 플레이트에 대한 접합(bonding)을 약화시키도록 온도가 상승할 수 있는 축방향 플럭스 세그먼트형 아마추어(전기자) 모터에 대하여, 본 발명이 제공하는 해결책은 폴 슈로부터의 열 제거이며 그것에 의하여 고정자 플레이트에 대한 폴 슈의 온전한 접합을 유지하는 한편 주어진 전력 입력 동안 상기 폴 슈에서의 온도 상승을 감소시키고 그래서 전력 출력을 증가시킬 수 있으며, 여기서 상기 개선된 열 제거는 냉각용 유체를 위해 정의된 흐름 경로를 통해 획득된 냉각 유체로 개선된(enhanced) 열 교환, 난류 흐름을 유도하기 위한 폴 슈 내부 면 상의 열 교환 표면 특징에 의해 제공되며, 그리하여 폴 슈 내부의 면들로부터 냉각용 유체로 열 전달을 극대화한다.
- [0032] 본 발명은 이제 더욱 특별히 첨부된 도면만을 참조하여 예시에 의해 기술될 것이다:
- [0033] 도 1를 참조하면 이중 로터, 요크리스 세그먼트형 아마추어(전기자) 모터의 고정자는 각각 폴 피스(60)와 캐비티 벽(40a, 40b)를 가진 캐비티 (30)내에 시계 방향으로 분포된 관련된 코일(55)을 포함하는 전자기 코일(50)로 구성되며, 상기 코일들(55)은 함께 와이어로 연결되고(wired) 외부 전원에 의해 구동되며(미도시) 그래서 자기장이 코일 주위를 회전하게 된다. 전자기 코일의 양단부와 상호 작용하는 것은 로터에 시계 방향으로 분산되어 장착된 다수의 영구 자석(15)이다. 자석들과 로터들은 회전하는 자기장에 의해 하나의 폴 위치에서 그 다음 위치로 움직이도록 강제되고, 로터(10)는 X축 주위를 회전한다. 고정자 캐비티(30)는 전자기 코일 사이에서 순환하도록 만들어진 액체 냉각제를 포함하고 그것에 의하여 열을 제거하고 모터와 라지에이터(미도시) 등의 외부로 이것을 통과시킨다. 도면에서 화살표(18)로 개략적으로 나타낸 순환 수단(18)은 이러한 목적을 위하여 제공될 수 있다.
- [0034] 도 2a는 본 발명의 모터에서 전자기 코일의 코어를 형성하는 폴 피스(60)의 개략적인 다이어그램이다. 폴 피스(60)는 폴 생크(70a)와 폴 생크(70a)의 양단부에 위치한 폴 슈(72a 및 72b), 폴 슈 가장자리와 폴 생크 사이의 높이 H1을 가진 것으로 특징지어진다. 슈(72)는 생크(70a)에 통합되어 또는 별개로 형성 될 수 있는 것으로 이해해야 한다.
- [0035] 도 2b를 참조하면 폴 생크(70a)는 요구되는 전력을 전달하기에 충분한 전류를 통과시키기에 적합한 임의의 단면의 와이어 (55A)로 만들어질 수 있는 솔레노이드 코일을 유지하며, 상기 와이어 코일(55)은 폴 생크(70a)에 타이트하게 감겨서 와이어 코일(55)과 폴 생크(70a) 사이에 에어 갭이 존재하지 않는다. 와이어는 일반적으로 절연 코팅(미도시)을 가질 것이고 부가적으로 폴 생크로부터 절연될 수 있다. 에어 갭(100A, 100B)은 코일 단부(55e)와 폴 슈 내부 면(76c1, 76c2) 사이의 코일의 양단에 형성된다. 갭은 폴 생크를 만드는 과정에서 형성된 하나 이상의 스페이스(80)에 의해 시작되고 그들은 권선(winding)에 앞서 추가될 수 있다. 일반적으로 스페이스



(80)는 제1 층을 안내하고 제2 와이어 층이 추가되는 경우 그것은 제1 층에 잇따라 생기고 그것에 의해 에어 갭을 유지한다. 폴 슈 외부 면(75)은 고정자 플레이트(40a와 40b)에 결합되어 있다. 고정자 하우징에 대한 내부 및 외부 원주 벽은 도시되지 않았다. 코일(50)은 높이(H2)를 가진다. 특정 크기의 모터에 대하여 이 기술 분야에 통상의 기술을 가진 자는 폴 슈의 크기에 제한이 있으며, 자기(magnetic)의 목적을 달성하고 여전히 시계방향 분포에 맞도록 하기 위하여 결과적으로 폴 생크 높이(H1)와 코일 높이(H2)에 제한이 있음을 이해할 것이다.

[0036] 도 3a는 폴 슈(72a 및 72b)와 폴 생크(70a)를 구비한 폴 피스의 일부를 나타낸다. 스페이서(80)는 폴 슈와 폴 생크(70a) 상에 권취된(wound) 직사각형 와이어 코일(55) 사이의 갭(100a 및 100b)을 시작하고 유지하기 위하여 사용된다. 열 전달을 개선하기 위하여 돌출부 또는 만입부(indent, 77)가 폴 슈 내부 면(76c1과 76c2) 상에 형성된다. 그러한 특징들은 연 자성 복합 폴 피스의 제조 동안 경제적으로 형성된다.

[0037] 도 3b는 폴 슈(72a 및 72b)와 폴 생크(70a)를 구비한 폴 피스의 일부를 나타낸다. 스페이서(80)는 폴 슈와 폴 생크(70a) 상에 권취된 점점 가늘어지는(tapered) 와이어 코일 사이의 점점 가늘어지는 갭(100a 및 100b)을 시작하고 유지하기 위하여 사용된다. 열 전달을 개선하기 위해 돌출부 또는 만입부(77)가 폴 슈 내부 면(76c1과 76c2) 상에 형성된다. 그러한 특징들은 연 자성 복합 폴 피스의 제조 동안 경제적으로 형성된다.

[0038] 도 4a는 플레이트가 냉각용 유체를 수용하는 캐비티의 일부를 형성하는 고정자 플레이트(40a) 상에 폴 피스(60)의 시계 방향 분포를 나타내는 개략적인 다이어그램이다. 대향하는 고정자 플레이트, 내부와 외부 벽(모두 미도시)은 나머지 캐비티 벽 구성요소(component)를 형성한다.

[0039] 도 4b는 두 폴 피스(60)와 그들과 관련된 코일(55)를 통과하는 단면(A-A')(도 4a)이다. 폴 피스(60)은 도시되지 않은 층에 의하여 고정자 플레이트(40a, b)와 접합되어 있다. 폴 피스(60)와 코일(55)을 포함하는 두 개의 인접한 전자기 코일은 코일과 폴 슈 내부 표면과 코일 단부 사이의 갭(100) 사이의 대략적으로 평행하는 벽 섹션(110)을 포함하는 "I" 섹션 유체 흐름 경로를 형성한다.

[0040] 도 4c는 두 개의 폴 피스(60)와 그들과 관련된 코일(55)를 통과하는 단면(A-A')이다. 폴 피스(60)은 도시되지 않은 층에 의하여 고정자 플레이트(40a, b)와 접합되어 있다. 폴 피스(60)와 코일(55)을 포함하는 두 개의 인접한 전자기 코일은 코일과 폴 슈 내부 표면과 코일 단부 사이의 점점 가늘어지는 갭(100) 사이의 대략 평행하는 벽 섹션(110)을 포함하는 "I" 섹션 유체 흐름 경로를 형성한다. 벽 섹션(110)은 코일들(55) 사이에 냉각 유체의 통로를 허용하는 제2 또는 방사상 흐름 채널(100c)을 제공한다. 갭(100a, 100b)은 바람직하게는 갭(100a와 100b)과 흐름 통로(100c)에 의해 형성된 복잡한 통로를 통해서 냉각제의 개선된 흐름을 허용하도록 흐름 채널(100c)에 흐름 목적으로 연결되어 있다.

[0041] 도 5a는, 생크(70a)에 근접하게 도시되고 표면(72a1 및 72b1)을 안쪽으로 향하는 스페이서(80) 및 코일 배치의 대안적인 구성의 단면도이다. 와이어 (55A) 상의 절연 피복 (도시하지 않음)은 추가 절연에 의해 보강될 수 있고, 이것은 절연 재료로 형성할 수 있으며 내장된 스페이스 기능(210)을 또한 가질 수 있고, 보빈(200)을 내부 표면(72b1 및 72a1)으로부터 이격하고 그리하여 앞선 도면을 참조하여 설명한 것과 유사한 방식으로 냉각 매체가 이들 표면에 액세스할 수 있도록 허용하는 보빈(200)의 형태를 취할 수 있다. 바람직하게는, 상기 보빈 (200)은 부분적으로 또는 전체적으로 그것을 싸서 보호하도록(encapsulated) 폴 피스(60)의 둘레에 맞게 형성된 내부 부분(202)을 포함하며 그러한 구성은 코일들이 폴 피스 상에 배치되기 전에 보빈(200) 상에 미리 조립될 것을 허용하고 보빈(200)이 둘레에 와이어(55)가 감기는 형성자(former)가 되도록 허용할 수 있다. 선택적으로 보빈(200)은 보빈 자체로부터 코일(55)을 이격하는 스페이서 기능(230)을 추가로 또한 포함할 수 있고, 그래서 코일 종단면(55e)에 하나 이상의 내부 냉각 통로(들)(100d, 100e)을 제공한다. 보빈(200)은 코일(55)을 갇출 수 있으며 코일과 결합하여 제조 공정 동안에 생크(70A) 상에 조립될 서브-어셈블리를 형성할 수 있다. 전기적으로 절연하는 기능(220)이 제공되고 사용되는 전압에 따라 절연 장벽을 제공하는 역할을 할 수 있다. 보빈의 각각의 기능에 의하여 제공되는 특별한 이점은 폴 슈 표면(72a1, 72b1)에 흐르는 냉각 매체의 접근을 제공하는 본 발명의 목적을 향상시키기 위하여 개별적으로 또는 서로 결합하여 채택될 수 있으며, 따라서 전체 구성(arrangement)의 냉각의 개선할 수 있는 것이다. 스페이서 기능(210 및 230)은 원주의 또는 국부적인 이산(discrete) 돌출부일 수 있으며 그래서 폴 슈 및 인접 표면을 가로질러 통과하는 유체 매체에 난류(turbulence)를 제공할 수 있다.

[0042] 또한 상기 장치(arrangement)는 코일의 열 교환 표면(72a1, 72b1)과 코일의 외측 표면(55C)의 전체 표면적의 상당한 부분이 냉각 채널 또는 채널들(100a, 100b)을 통해 전달되는 냉각 유체의 흐름에 노출되게 하는 것을 알 수 있을 것이다. 또한, 열 교환 표면은 일반적으로 홈이 있는 것(grooved)보다 평평할 수 있으나 그것을 통과하는 임의의 냉각제 흐름이 교란되어 더욱 난류가 되도록 하기 위하여, 그러한 움직임이 더 냉각 효과를 향상시킬

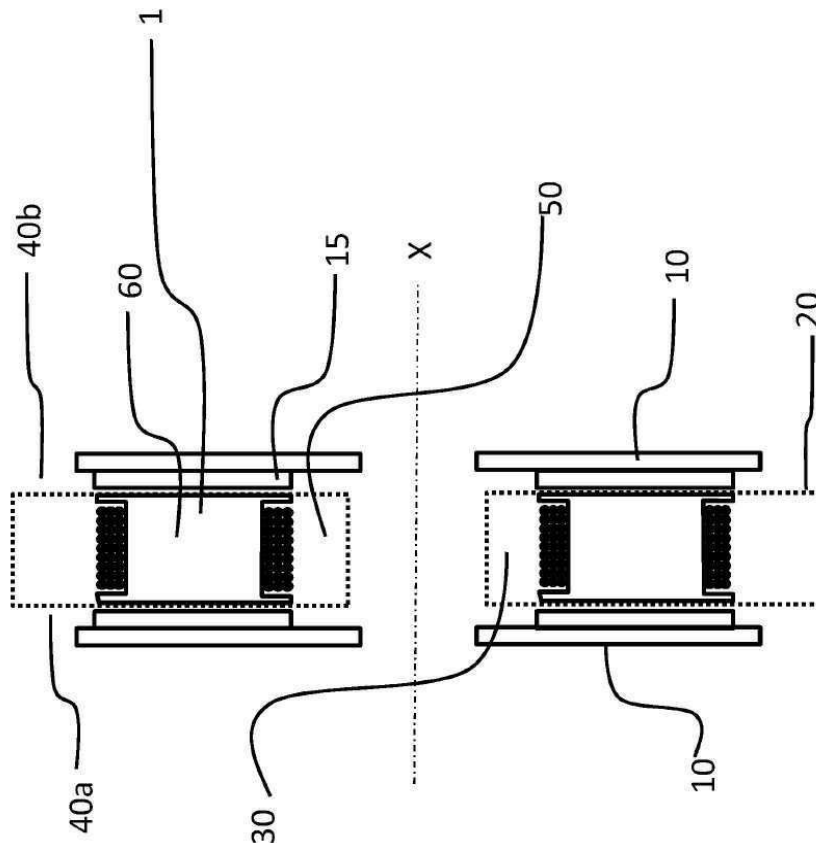
수 있기 때문에, (77)에 도시된 이산된(discrete) 멈춤쇠(detent) 또는 톱니꼴(indent)이 제공될 수 있는 것으로 이해될 것이다. 스페이서(80)로부터 코일(55)을 이격시키고 제2 냉각 채널(100d, 100e)을 정의함에 의하여 전체적인 냉각 효과를 훨씬 더 향상시킬 수 있다. 또한, 잭들 또는 채널들(100a, 100b, 100c)은 코일(55)의 전체 원주 둘레로 그러나 다른 위치들에서 확장될 것이고, 따라서, 코일(55)과 열 교환 표면(72a1, 72b1)이 그렇지 않으면 스페이서 없이 사용할 수 있는 또는 종래 기술의 장치에서 사용할 수 있는 것보다 큰 둘레 주위에서 맞은 접촉 면적에 걸쳐 냉각되는 것으로 이해할 수 있을 것이다. 또한, 하나 이상의 제1 냉각 채널(100a, 100b)을 자체 코일들(55) 사이의 관련된 방사상 냉각 채널(100c)과 링크함에 의하여 냉각 유체가 보다 쉽게 순환되고 채널(100a, 100b)의 상대적으로 제한된 흐름 영역에서 데드 스팟(dead spot) 또는 무-흐름(no flow) 또는 감소된 흐름(reduced flow)을 감소시키거나 또는 심지어 피할 수 있음을 보장할 수 있다.

[0043] 본 발명은 액체의 냉각제가 SMC 폴 슈 내부 면과 직접 접촉할 수 있게 하며, 그것은 중간의 냉각된 금속 채널을 개시하고 있는 US3633054 에 비해 상당히 개선된 열 제거이다. 본 발명은 추가적인 설치 부품을 요구하지 않으며 그래서 모터의 가격 및 볼륨을 최소화하면서 와전류 손실을 피하는 한편 열 제거를 상당히 개선한다.

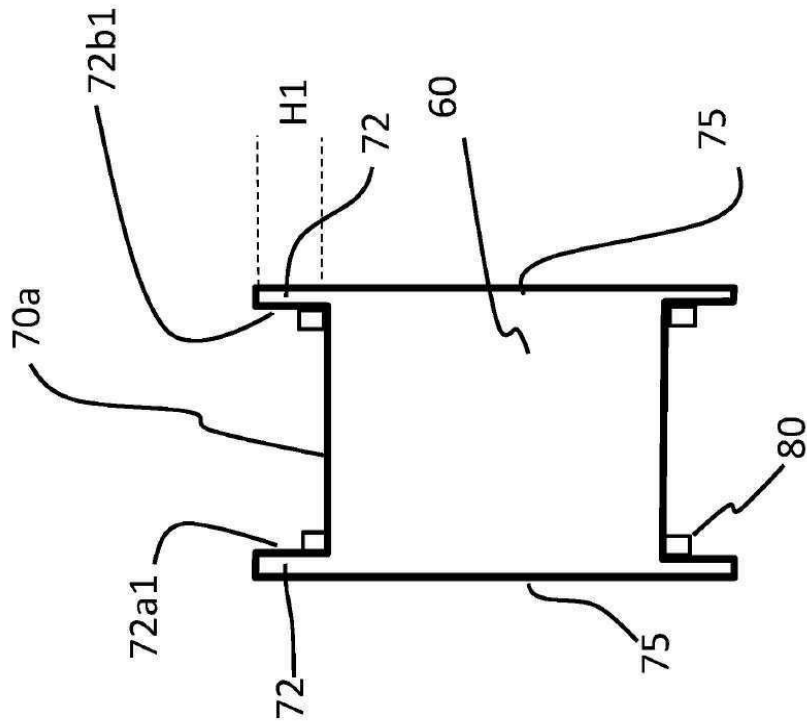
[0044] 앞서 설명한 개별 아이템들은 나름대로 또는 도면에 도시되거나 설명에 기재된 다른 아이템과 함께 것을 사용될 수 있으며 서로 동일한 통로 또는 서로 동일 도면에 언급된 항목은 서로 조합하여 사용할 필요는 없는 것으로 이해할 수 있을 것이다. 추가적으로, "수단(means)"이라는 표현은 원하는 바에 따라 액추에이터 또는 시스템 또는 장치(device)로 대체될 수 있다. "포함하는(comprising)" 또는 "이루어진(consisting)"에 대한 임의의 참조는 어떠한 방식으로든 한정되는 것은 아니며 독자는 설명과 청구범위에 따라 해석하여야 한다. 또한 본 발명이 앞서 설명한 바와 같이 바람직한 실시 예의 관점에서 설명되었지만, 이러한 실시 예들은 단지 예시적인 것으로 이해되어야 한다. 통상의 기술자는 본 발명을 고려하여 첨부된 청구항의 범주 내에 있는 것으로 고려되는 변형 및 대체를 할 수 있을 것이다.

## 도면

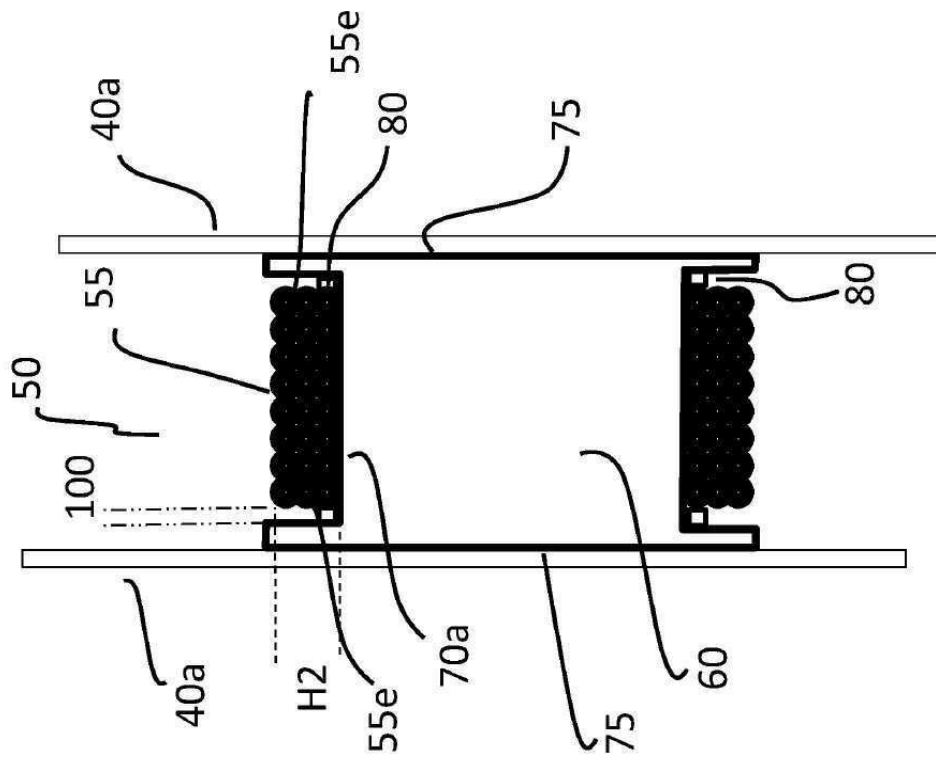
### 도면1



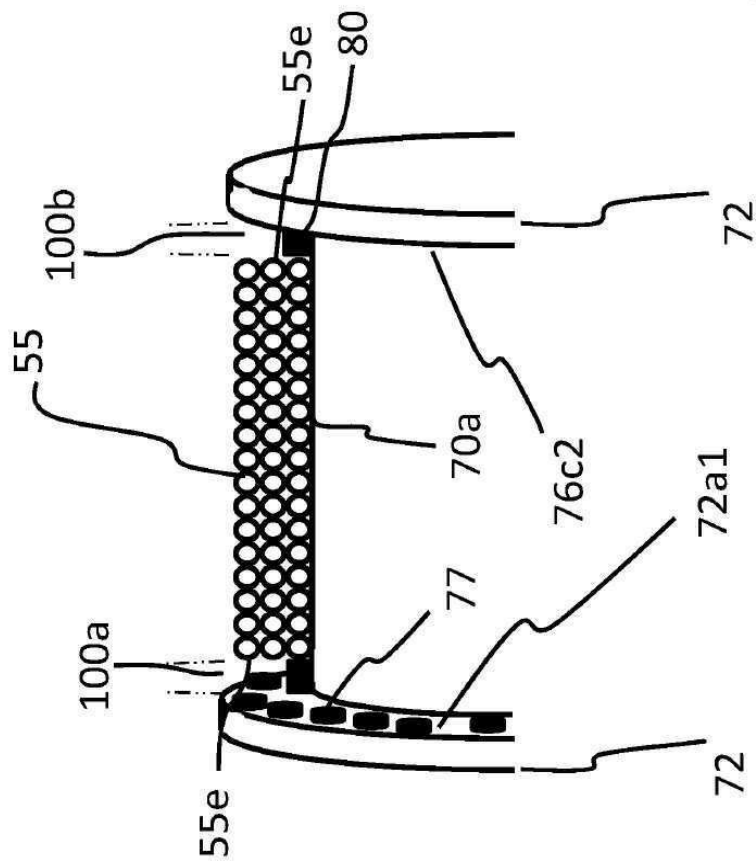
도면2a



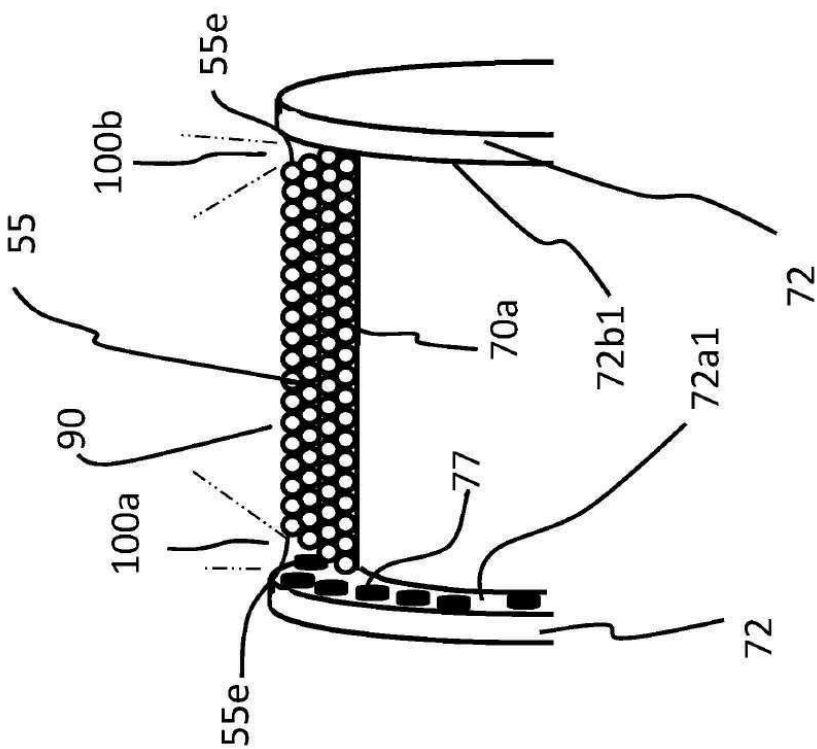
도면2b



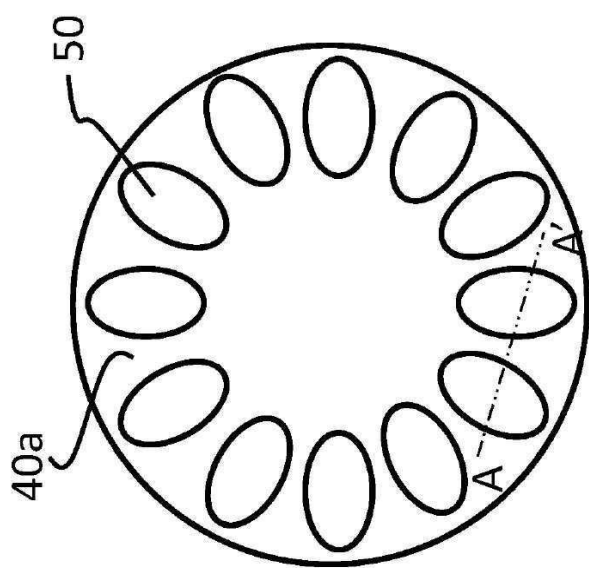
도면3a



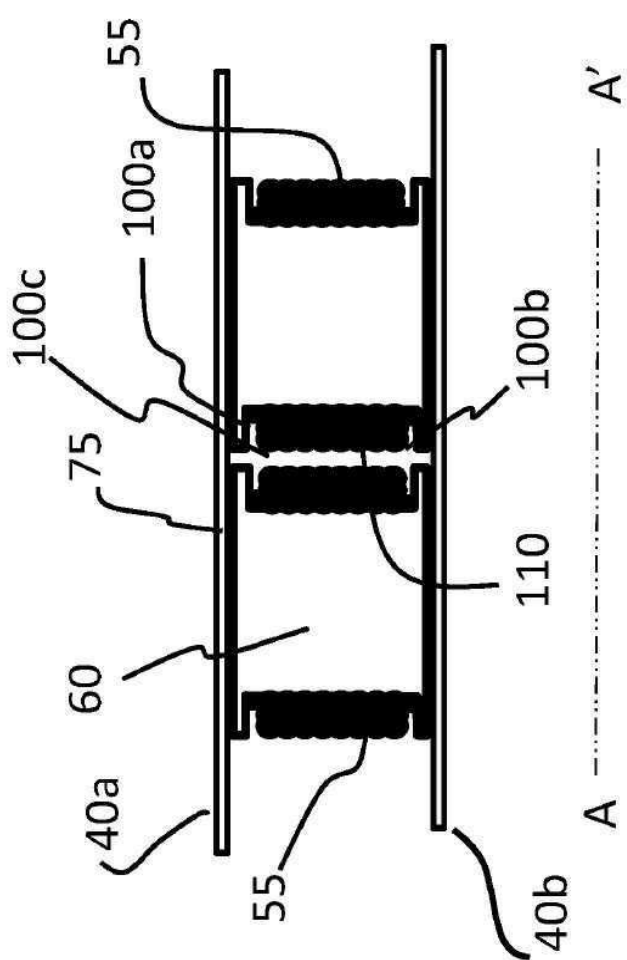
도면3b



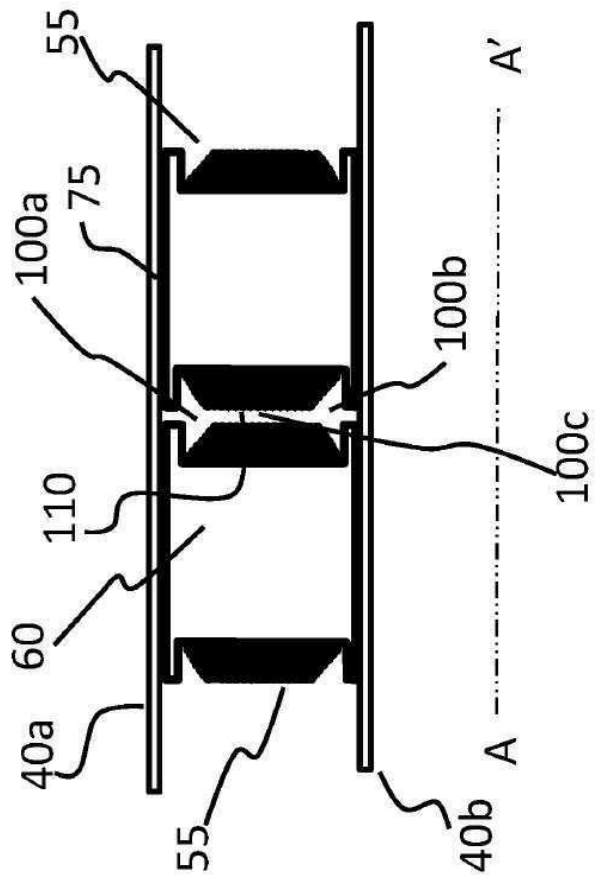
도면4a



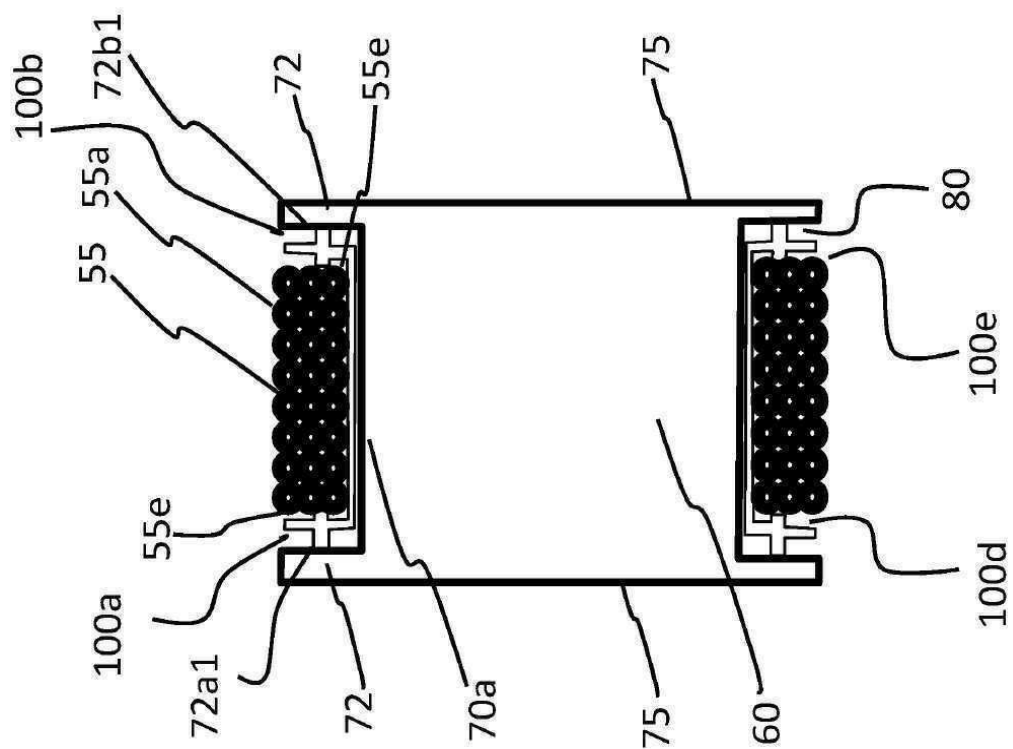
도면4b



도면4c



도면5a





도면5b

