



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2019-0090059  
(43) 공개일자 2019년07월31일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61M 1/10 (2006.01) A61M 1/12 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
A61M 1/101 (2013.01)  
A61M 1/1015 (2015.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7021530(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2017년03월21일  
심사청구일자 없음
- (62) 원출원 특허 10-2018-7030550  
원출원일자(국제) 2017년03월21일  
심사청구일자 2018년11월05일
- (85) 번역문제출일자 2019년07월22일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2017/056613
- (87) 국제공개번호 WO 2017/162619  
국제공개일자 2017년09월28일
- (30) 우선권주장  
16161941.6 2016년03월23일  
유럽특허청(EPO)(EP)

- (71) 출원인  
아비오메드 유럽 게엠베하  
독일 아헨 52074 노이엔호페 베그 3
- (72) 발명자  
지이스, 토르스텐  
독일 아헨 52074 노이엔호페 베그 3 아비오메드 유럽 게엠베하 씨/오  
방, 짐포  
독일 아헨 52074 노이엔호페 베그 3 아비오메드 유럽 게엠베하 씨/오  
스패니어, 게르트  
독일 아헨 52074 노이엔호페 베그 3 아비오메드 유럽 게엠베하 씨/오
- (74) 대리인  
특허법인 수

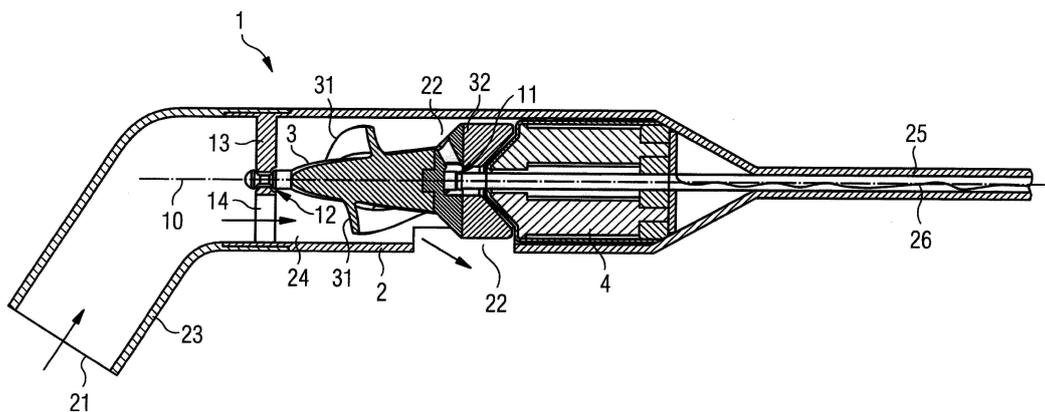
전체 청구항 수 : 총 31 항

(54) 발명의 명칭 **혈액 펌프**

(57) 요약

혈관내 혈액 펌프(1)는 혈류 입구(21) 및 혈류 출구(22)를 갖는 펌프 케이싱(2)과, 회전축(10) 주위로 회전가능하도록 펌프 케이싱(2) 내에 배치되는 임펠러(3)를 포함하며, 임펠러(3)는 혈류 입구(21)로부터 혈류 출구(22)로 혈액을 전달하도록 크기 및 형상을 갖는 블레이드(31)를 갖는다. 혈액 펌프(1)는 임펠러(3)를 회전시키기 위한 구동 유닛(4)을 더 포함하며, 구동 유닛(4)은 회전축(10) 주위에 배치된 복수의 포스트들(40)을 포함하며, 포스트들(40) 각각은 축부(41) 및 헤드부(42)를 포함한다. 포스트들(40) 주위의 코일 권선(47)은 순차적으로 제어가능하여 회전 자계를 생성한다. 구동 유닛(4)은 헤드부들(42)에 대항하는 포스트들(40)의 축부(41)의 단부(44)에 결합되는 백 플레이트(50)를 더 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

*A61M 1/1031* (2015.01)

*A61M 1/125* (2015.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

혈액 펌프(1)로서,

혈류 입구(21) 및 혈류 출구(22)를 갖는 펌프 케이싱(2),

회전축(10) 주위로 회전가능하도록 상기 펌프 케이싱(2) 내에 배치되는 임펠러(3) - 상기 임펠러(3)는 상기 혈류 입구(21)로부터 상기 혈류 출구(22)로 혈액을 전달하도록 크기 및 형상을 갖는 블레이드(31)를 가짐 -, 및

상기 임펠러(3)를 회전시키기 위한 구동 유닛(4) - 상기 구동 유닛(4)은 상기 회전축(10) 주위에 배치된 복수의 포스트들(40)을 포함하며, 상기 포스트들(40)의 각각은 축부(41) 및 헤드부(42)를 포함하되, 상기 헤드부(42)는 상기 임펠러(3)를 가리키며, 코일 권선(47)이 상기 포스트들(40) 각각의 상기 축부(41) 주위에 배치되며, 상기 코일 권선(47)은 순차적으로 제어가능하여 회전 자계를 생성하며, 인접한 포스트들(40)의 각 헤드부(42) 사이에 자기적 절연 물질이 배치되며, 상기 임펠러(3)는 상기 회전 자계와 상호작용하도록 배치되는 적어도 하나의 자석(32)을 포함하여 상기 임펠러(3)의 회전을 야기시키며, 상기 구동 유닛(4)은 상기 헤드부(42)의 반대편으로 상기 포스트들(40) 각각의 상기 축부(41)의 단부(44)에 결합되는 백 플레이트(50)를 더 포함함 -

을 포함하는 혈액 펌프.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 포스트들(40) 중 적어도 하나의 상기 헤드부(42)는 상기 회전축(10)에 수직한 평면에 대해서 일정 각으로 경사진 상부 표면(43)을 갖는 혈액 펌프.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 회전축(10)과 상기 경사진 상부 표면(43)의 중심 사이의 방사 방향으로의 거리는 상기 회전축(10)과 상기 포스트들(40) 각각의 축부(41)의 단면적의 중심 사이의 방사 방향 거리보다 작거나 같은 혈액 펌프.

#### 청구항 4

제2항에 있어서,

상기 헤드부(42)는 상기 회전축(10)을 포함하는 평면에 따른 단면이 실질적으로 삼각형인 혈액 펌프.

#### 청구항 5

제2항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 헤드부(42)의 상기 경사진 상부 표면(43)은 원뿔형 표면을 형성하는 혈액 펌프.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 임펠러(3)의 상기 적어도 하나의 자석(32)은 상기 포스트들(40) 중 적어도 하나의 상기 헤드부(42)에 의해 형성되는 상기 원뿔형 표면에 크기 및 형상이 대응하는 원뿔형 홈(35)을 형성하는 혈액 펌프.

#### 청구항 7

제2항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 임펠러(3)의 적어도 하나의 자석(32)은 상기 포스트들(40) 중 적어도 하나의 상기 헤드부(42)에 대향하고

상기 헤드부(42)의 상기 경사진 상부 표면(43)의 상기 각에 대응하는 각(34)으로 경사지는 표면(33)을 갖는 혈액 펌프.

**청구항 8**

제2항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 각은 0° 와 90° 사이인 혈액 펌프.

**청구항 9**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 자기적 절연 물질은 자기 물질로, 이의 자계가 상기 코일 권선(47)에 의해 생성된 전자계를 상기 인접한 포스트들(40) 내에 유지시키는 혈액 펌프.

**청구항 10**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 자기적 절연 물질은 자기 물질 - 상기 자기 물질은 상기 인접한 포스트들(40)의 각 헤드부(42) 및 상기 코일 권선(47)에 의해 생성된 각각의 전자계를 서로 분리시키도록 상기 인접한 포스트들(40)의 각 헤드부(42) 사이에 배치됨 - 의 판으로 형성되는 혈액 펌프.

**청구항 11**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 임펠러(3)는 적어도 두 개의 상기 자석들(32)을 포함하는 혈액 펌프.

**청구항 12**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 구동 유닛(4)은 적어도 두 개의 상기 포스트들(40)을 포함하는 혈액 펌프.

**청구항 13**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 헤드부(42)는 상기 회전축(10)에 수직인 평면에서 각각의 상기 축부(41)보다 더 큰 단면 치수를 가지는 혈액 펌프.

**청구항 14**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 백 플레이트(50)는 상기 회전축(10) 주위에 배치되며 상기 축부(41)의 상기 단부(44)를 수용하는 복수의 개구들(51)을 포함하는 혈액 펌프.

**청구항 15**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 구동 유닛(4)을 에워싸는 하우징(60)을 더 포함하되, 상기 하우징(60)은 비자기 및 전기적 비전도성 물질로 이루어진 혈액 펌프.

**청구항 16**

제15항에 있어서,  
상기 비자기 및 전기적 비전도성 물질은 알루미늄인 혈액 펌프.

**청구항 17**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 코일 권선은 전기적으로 비전도성인 열 전도 매트릭스로 구현되는 혈액 펌프.

**청구항 18**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 구동 유닛(4)은 상기 회전축(10)을 따라 연장되는 중앙 개구(54)를 가지는 혈액 펌프.

**청구항 19**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 구동 유닛(4)은 상기 펌프 케이싱(2) 내에 배치되는 혈액 펌프.

**청구항 20**

제2항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 각은 30° 와 60° 사이인 혈액 펌프.

**청구항 21**

제2항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 각은 45° 인 혈액 펌프.

**청구항 22**

제2항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 경사진 상부 표면(43)은 방사상으로 외측을 향하여 경사진 혈액 펌프.

**청구항 23**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 임펠러(3)는 적어도 네 개의 상기 자석들(32)을 포함하는 혈액 펌프.

**청구항 24**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 임펠러(3)는 여섯 개의 상기 자석들(32)을 포함하는 혈액 펌프.

**청구항 25**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 임펠러(3)는 여덟 개의 상기 자석들(32)을 포함하는 혈액 펌프.

**청구항 26**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 자석들(32)은 방사상으로 연장되는 간격(66)만큼 분리되는 혈액 펌프.

**청구항 27**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 구동 유닛(4)은 적어도 네 개의 상기 포스트들(40)을 포함하는 혈액 펌프.

**청구항 28**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 구동 유닛(4)은 여섯 개의 상기 포스트들(40)을 포함하는 혈액 펌프.

**청구항 29**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 구동 유닛(4)은 여덟 개의 상기 포스트들(40)을 포함하는 혈액 펌프.

**청구항 30**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
각각의 상기 코일 권선(47)은 적어도 방사 방향으로 상기 헤드부(42) 이상으로 연장되지 않는 혈액 펌프.

**청구항 31**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 구동 유닛(4)은 긴 핀(15)을 수용하기 위해 중앙 개구(54)를 가지며, 상기 핀(15)의 축단부 표면은 상기 임펠러(3)를 위한 베어링 표면을 형성하는 혈액 펌프.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 혈액 펌프에 관한 것으로, 특히, 환자의 혈관내 혈류를 지원하도록, 피부를 통해서 환자의 혈관에 삽입하기 위한 혈관내 혈액 펌프에 관한 것이다. 이 혈액 펌프는 혈액 펌프의 외경이 감소되도록 하는 개선된 구동 유닛을 갖는다.

**배경 기술**

[0002] 축류 혈액 펌프, 원심 혈액 펌프 또는 혼합형 혈액 펌프와 같은 다양한 유형의 혈액 펌프가 공지되어 있으며, 여기서 혈류는 축방향 및 방사방향 힘에 의해 야기된다. 혈관내 혈액 펌프는 카테터에 의해 대동맥과 같은 환자의 혈관에 삽입된다. 혈액 펌프는 보통 통로에 의해 접속되는 혈류 입구 및 혈류 출구를 갖는 펌프 케이싱을 포함한다. 혈액이 상기 통로를 따라서 혈류 입구로부터 혈류 출구로 흐르도록 하기 위해, 상기 펌프 케이싱 내에서 임펠러 또는 로터가 회전가능하게 지지되며, 임펠러에는 혈액을 운반하기 위한 블레이드가 구비된다.

[0003] 혈액 펌프는 보통 전기 모터가 될 수 있는 구동 유닛에 의해 구동된다. 예를 들어, US 2011/0238172 A1에는 자기적으로 전기 모터에 결합될 수 있는 임펠러를 갖는 체외 혈액 펌프가 개시되어 있다. 임펠러는 전기 모터 내의 자석에 인접해서 배치되는 자석들을 포함한다. 임펠러 및 모터 내의 자석들 사이의 인력으로 인해, 모터의 회전이 임펠러로 전달된다. 회전하는 부품들의 수를 줄이기 위해, US 2011/0238172 A1에는 회전 자계를 활용하는 것이 공지되어 있으며, 여기서 구동 유닛은 회전축 주위에 배치된 복수의 정적 포스트를 가지며, 각각의 포스트는 와이어 코일 권선을 가지고 있으며 자기 코어로서 동작한다. 제어 장치가 순차적으로 전압을 코일 권선에 공급하여 회전 자계를 생성한다. 충분히 강한 자기 결합을 제공하기 위해, 자기력이 충분히 높아야 하며, 이는 구동 유닛에 공급되는 충분히 높은 전류에 의해 또는 큰 자석에 의해 달성될 수 있지만, 이로 인해 혈액 펌프의 전체 직경이 커지게 된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 그러므로, 본 발명의 목적은 구동 유닛과 임펠러 사이가 자기 결합되는 혈액 펌프, 바람직하게는, 혈관내 혈액 펌프 또는 관막통과 혈액 펌프를 제공하는 것이며, 여기서 혈액 펌프는 소형으로 설계되며, 특히 충분히 작은 외경을 가져서 혈액 펌프가 혈관내로, 정맥을 통과하여, 동맥을 통과하여 또는 관막을 통과하여 삽입되도록 한다.

[0005] 이와 같은 목적은 본 발명에 따라 청구범위의 독립항 제1항의 특징을 갖는 혈액 펌프에 의해 달성된다. 본 발

명의 바람직한 실시예들 및 추가 개발은 그 종속 청구항들에 명시되어 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0006] 본 발명에 따르면, 바람직하게는 혈관내 혈액 펌프이며 축류 혈액 펌프, 원심 혈액 펌프 및 혼합형 혈액 펌프중 하나가 될 수 있는 혈액 펌프는, 상기 임펠터를 회전시키기 위한 구동 유닛을 포함한다. 상기 구동 유닛은 상기 회전축 주위에 배치되는 적어도 두개, 적어도 세개, 적어도 네개, 적어도 다섯개 또는 바람직하게는 여섯개의 포스트와 같이 복수의 포스트를 포함한다. 여덟개, 열개 또는 열두개와 같이 더 많은 수의 포스트가 가능할 수도 있다. 포스트의 수는 바람직하게는 임펠터를 균형있게 제어하기 위해 짝수가 되지만, 세개 또는 다섯개와 같이 홀수가 될 수도 있다. 상기 포스트 각각은 축부 및 헤드부를 포함하며, 상기 헤드부는 임펠터를 가리킨다. 회전 자계를 생성하기 위해, 상기 포스트 각각의 축부 주위에 코일 권선이 배치되며, 상기 코일 권선은 순차적으로 제어가능하여 회전 자계를 생성하게 된다. 상기 임펠터는 적어도 하나의 자석을 포함하며, 이는 임펠터를 구동 유닛에 자기 결합하도록, 즉, 회전 자계와 상호작용하도록 하여 상기 임펠터의 회전을 야기시킨다.
- [0007] 회전 전자계를 생성하는 구동 유닛은 공통 전기 모터에 비해서 이동 부품의 수를 감소시키므로 상기 혈액 펌프의 기계장치를 간소화시키게 된다. 이로 인해 마모도 줄게 되는데, 전기 모터에 대한 접촉 베어링이 필요하지 않기 때문이다. 상기 구동 유닛 및 상기 임펠터 사이의 자기 결합은 상기 임펠터의 회전을 야기시킬 뿐 아니라 상기 임펠터를 정확하게 정렬시킨다. 특히, 자기 결합은 방사상 베어링은 물론이고 축방향 베어링을 제공할 수 있다.
- [0008] 상기 구동 유닛과 상기 임펠터의 자석 사이의 자기 결합의 밀도를 증가시키기 위해, 여러 포스트들을 동시에 동작시키는 것이 유리할 수 있는데, 여기서 "동작시키다"는 각각의 극 자석을 생성하기 위해 각각의 코일 권선에 전력을 공급하는 것을 의미한다. 예를 들어, 임펠터 내의 포스트의 수 및 자석의 수에 따라, 상기 포스트의 반 이상이, 이를테면 여섯개의 포스트중 네개가 동시에 동작될 수 있다. 바람직하게는, 동작 및 동작정지된 포스트의 배열은 회전 대칭이며 포스트는 쌍으로 제어된다.
- [0009] 상기 구동 유닛은 헤드부의 반대편으로 복수의 포스트의 축부의 단부와 결합되는 백 플레이트를 더 포함한다. 일 실시예에서, 상기 백 플레이트는, 바람직하게는 일정한 각 거리로, 축부의 상기 단부를 수용하기 위해 회전축 주위에 배치되는 복수의 개구를 포함할 수 있다. 그러나, 포스트는 다른 수단에 의해 영구적으로 또는 해제가능하게, 백 플레이트에 부착, 접촉 또는 고정될 수 있음을 인식할 것이다. 상기 백 플레이트는 특히 자속 회로를 폐쇄하는 역할을 하여 자속 발생을 용이하게 하면서 증가시키고 결합 기능을 개선시킨다. 자속이 백 플레이트에 의해 증가되므로, 상기 혈액 펌프의 전체 직경은 감소될 수 있으며, 이는 특히 혈관내 혈액 펌프에 유리하다. 백 플레이트를 갖는 포스트를 포함하는 장치는 또한 상기 혈액 펌프의 고주파를 허용하는데, 즉, 상기 혈액 펌프는 고속으로 동작할 수 있다. 이에 더해서, 백 플레이트가 포스트에 결합되므로, 백 플레이트는 포스트 조립체에 구조적인 안정성을 제공한다.
- [0010] 백 플레이트는 자속 회로를 폐쇄하는데 적절한 자석 강 또는 다른 물질, 바람직하게는 코발트 강으로 이루어질 수 있다. 백 플레이트의 직경은 약 3mm 내지 9mm, 이를테면 5mm 또는 6mm 내지 7mm가 될 수 있다. 백 플레이트의 두께는 약 0.5mm 내지 약 2.5mm, 이를테면 약 1.5mm가 될 수 있다. 상기 혈액 펌프의 외경은 약 4mm 내지 약 10mm, 바람직하게는, 약 6mm가 될 수 있다. 복수의 포스트의 장치의 외경, 특히 포스트의 헤드부에서 측정되는 복수의 포스트의 장치의 최대 외경은 약 3mm 내지 8mm, 이를테면 4mm 내지 6mm, 바람직하게는 5mm가 될 수 있다.
- [0011] 포스트의 치수, 특히 길이 및 단면적은 변동되며 각종 인자에 의존할 수 있다. 상기 혈액 펌프의 치수, 예를 들어, 상기 혈액 펌프의 응용에 의존하는 외경과 대조적으로, 포스트의 치수는 전자기 특성에 의해 결정되며, 이는 상기 구동 유닛의 소정의 성능을 달성하기 위해 조정된다. 상기 인자 중 하나는 자속 밀도로서 포스트의 최소 단면적을 통해 달성된다. 상기 단면적이 작을수록, 원하는 자속을 달성하는데 필요한 전류가 더 높아진다. 그러나, 더 높은 전류는 전기 저항으로 인해 코일의 도선내 열을 더 발생시킨다. 이는 전체 크기를 감소시키는데는 "얇은" 포스트가 바람직함에도 불구하고, 높은 전류를 필요로 하며, 따라서 결과적으로 원하지 않는 열이 생김을 의미한다. 상기 도선에서 발생된 열 또한 코일 권선에 사용되는 도선의 길이 및 직경에 의존한다. 짧은 도선 길이 및 큰 도선 직경이 바람직한데 이는 권선 손실을 최소화하기 위한 것이다(보통 그러하듯이, 동 도선이 사용되면 "동 손실" 또는 "동 전력 손실"이라고 함). 다시 말해서, 도선 직경이 작으면, 동일 전류에서는 더 두꺼운 도선에 비해서 더 많은 열이 발생되며, 바람직한 도선 직경은 예를 들어 0.05mm 내지 0.2mm, 이를테면 0.1mm가 된다. 포스트 치수 및 구동 유닛의 성능에 영향을 주는 또 다른 인자는 코일의 권선

수 및 권선의 외경, 즉 권선을 포함하는 포스트이다. 많은 수의 권선이 각각의 포스트 주위의 둘 이상의 층에 배치될 수 있으며, 예를 들어, 둘 또는 세개의 층이 제공될 수 있다. 그러나, 층의 수가 많아질수록, 더 큰 권선 직경을 갖는 외부 층의 도선의 길이가 증가하므로 더 많은 열이 발생될 것이다. 증가되는 도선의 길이는 더 짧은 것에 비해서 긴 도선의 더 높은 저항으로 인해 더 많은 열을 발생할 수 있다. 따라서, 작은 권선 직경을 갖는 권선의 단일 층이 바람직할 것이다.

- [0012] 계속해서 포스트의 길이에 의존하는 전형적인 권선 수는 약 50 내지 약 150, 예를 들어, 56 또는 132가 될 수 있다.
- [0013] 일 실시예에서, 상기 임펠러는 임펠러의 적어도 하나의 자석에 부착되는, 바람직하게는 상기 구동 유닛으로부터 이격되어 대향하는 상기 임펠러의 일측에, 예를 들어, 상기 자석과 상기 임펠러의 블레이드 사이에 부착되는 요크 또는 백 플레이트를 포함할 수 있다. 상기 포스트의 축의 단부에 부착되는 백 플레이트와 같이, 상기 임펠러의 요크 또는 백 플레이트는 자속 회로를 폐쇄하는데 사용되어 자속 발생을 증가시키고 결합 기능을 향상시킨다. 이것은 자석 강, 바람직하게는 코발트 강으로 이루어질 수 있다.
- [0014] 상기 포스트 역시 자석 강으로 이루어질 수 있다. 바람직하게는, 상기 포스트 및 백 플레이트를 포함하는 구동 유닛은 코발트 강으로 이루어진다. 코발트 강의 사용은 펌프 크기, 특히 직경을 감소시키는데 기여한다. 모든 자석 강 중에서 가장 높은 투자율 및 가장 높은 포화 자속밀도를 가지고 있으므로, 코발트 강은 사용되는 동일 양의 물질에 대해서 가장 높은 자속을 생성한다.
- [0015] 상기 포스트들이 서로에 대해서 자기적으로 절연되면 상기 구동 유닛의 효율 및 성능이 유리하게 된다. 따라서, 본 발명에 따르면 자기적 절연 물질은 인접 포스트의 헤드부들 사이에 배치되어 포스트들을 서로 분리시키며 각각의 자계를 각각의 포스트내에 유지시킬 수 있다. 자기적 절연 물질은 자기 물질로, 이의 자계가 코일 권선에 의해 생성된 전자계를 각각의 포스트 내에 유지시킬 수 있다.
- [0016] 일 실시예에서, 포스트들 중 적어도 하나의 헤드부, 바람직하게는 포스트 각각의 헤드부는 회전축에 수직인 평면에 대해서 일정 각으로 경사진 상부 표면을 갖는다. 상기 회전축과 상기 경사진 면의 중심 사이의 방사 방향으로의 거리는 상기 회전축과 각각의 포스트의 축부의 단면적의 중심 사이의 방사 방향 거리보다 작거나 같을 수 있다. 표면 또는 영역의 방사 방향으로 중심은 방사상으로 최내측의 지점과 상기 표면 또는 면적의 방사상으로 최외측 지점 사이의 중심이다. 다시 말해서, 상기 임펠러에 대향하는 표면인 상기 헤드부의 경사진 상부 표면은 비스듬이 연장되거나 또는 회전축에 대해서 일정 각으로 경사질 수 있으며, 상기 경사진 표면의 반 이상은 상기 축부의 중심에 대해서 방사상으로 내측으로 배치될 수 있다. 이는 상기 구동 유닛의 외경, 따라서, 상기 혈액 펌프의 외경이 최소를 유지하도록 하며 이는 상기 구동 유닛을 임펠러에 자기적으로 결합시키는데 필요하다. 이처럼 직경을 줄여서 설계하는 것은 펌프가 동작하는 동안 환자의 혈관 내에 위치하며 카테터에 의해 배치될 수 있는 혈관내 혈액 펌프에 특히 유리하다. 이에 더해서, 경사진 결합 표면은 방사상으로 임펠러의 중심을 설정한다. 전술한 작은 회전축에 수직인 평면에 대해서, 바람직하게는 45° 이지만, 약 0° 와 약 90° 사이, 바람직하게는 약 30° 와 60° 사이, 더 바람직하게는 약 40° 와 약 50° 사이가 될 수 있다. 상기 포스트의 경사진 표면들은 바람직하게는 방사상으로 외측으로 향하며, 즉, 상기 표면들은 볼록한 형상을 형성한다. 대안으로, 상기 경사진 표면들은 오목한 형상을 형성하도록 방사상으로 내측으로 향할 수도 있다.
- [0017] 상기 모든 포스트들은 바람직하게는 상기 구동 유닛이 회전축에 대해서 대칭이 되도록 일치한다. 그러나, 상기 포스트들은 본 발명에 따른 구동 유닛을 형성하는데 호환되는 한 정확히 일치할 필요는 없음을 인식할 것이다. 그러나, 축부는 동일 길이를 가지며 헤드부의 경사진 표면은 동일 경사각을 갖는 것이 바람직하다. 상기 구동 유닛을 이룰때면 다른 방식으로 형성하도록 상이한 포스트들이 불규칙적으로 또는 규칙적으로 배치될 수 있다.
- [0018] 상기 적어도 하나의 포스트의 헤드부의 경사진 표면은, 바람직하게는 헤드부 각각의 경사진 표면은, 각각의 포스트의 코일 권선의 방사상으로 최외측의 표면에 대해서 방사상으로 정렬되거나 또는 방사상으로 내측으로 또는 외측으로 배치될 수 있다. 예를 들어, 축방향 돌출부에서, 즉, 축방향으로 상면도에서 보는 바와 같이, 헤드부의 경사진 표면은 코일 권선 내에 배치될 수 있으며 축 방향으로 축 또는 코일 권선에 정렬될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 상기 헤드부는 축 및/또는 원주 방향으로 코일 권선의 외부 원주밖으로 연장될 수 있다. 상기 헤드부는 회전축에 수직인 평면에서 각각의 축부보다 더 큰 단면 치수를 가질 수 있으며, 각각의 코일 권선은 바람직하게는 적어도 방사 방향으로 헤드부 밖으로 연장되지 않는다. 다시 말해서, 상기 헤드부는 솔더를 형성할 수 있으며, 이는 방사상 제한은 물론이고 코일 권선에 대한 축방향 정지장치로서 동작할 수 있다.
- [0019] 헤드부 중 적어도 하나, 바람직하게는 모든 헤드부는, 회전축을 포함하는 평면에 따른 단면이 실질적으로 삼각

형 또는 사다리꼴이 될 수 있다. 조립된 상태에서, 헤드부의 비스듬한 또는 경사진 표면들은 함께 원뿔형 표면 또는 실질적으로 원뿔형 표면, 예를 들어 측면을 갖지만 거의 원뿔형 표면을 형성하는 표면을 형성할 수 있다. 일반적으로, 형성된 표면의 형상은 볼록이 될 수 있다. 예시적으로 말하면, 헤드부는 파이 조각처럼 함께 모여서 원뿔형 상부 표면을 갖는 원형 배치를 형성할 수 있다. 상기 임펠러의 적어도 하나의 자석은 크기 및 형상이 포스트의 헤드부로 형성되는 원뿔형 표면에 실질적으로 대응하는 원뿔형 또는 실질적으로 원뿔형 홈을 갖거나 또는 형성할 수 있다. 일반적으로, 상기 자석은 자기 결합을 개선하기 위해 포스트에 의해 형성되는 볼록 표면을 마주보는 오목 표면을 형성할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 상기 오목 및 볼록 표면의 배치는 역이 될 수 있고, 즉, 포스트의 헤드부는 원뿔형 홈을 형성할 수 있는 한편 상기 자석은 볼록 원뿔형 표면을 형성한다.

[0020] 상기 구동 유닛 및 임펠러의 각각의 볼록 및 오목 표면은 간격을 형성하여 상기 표면들 사이의 거리가 일정하게 된다. 그러나, 바람직하게는, 상기 간격 거리는 일정하지 않고 원주 방향으로 볼 때, 상기 간격의 단면적이 방사 방향으로 일정하도록 선택된다. 후자의 경우에 상기 표면들 사이의 거리는 회전축을 향해서 증가된다. 그 조합들도 고려될 수 있다. 임펠러와 구동 유닛 사이의 간격의 형상 및 치수는 유체역학적 베어링 기능에 기여할 수 있다.

[0021] 상기 임펠러의 자석은 전술한 바와 같이 거리가 변동하는 간격을 포함하여 포스트의 헤드부의 형상에 대응하는 원뿔형 또는 실질적으로 원뿔형 홈을 갖는 단일 조각으로서 형성될 수 있다. 그러나, 복수의 자석, 이를테면, 두개 이상, 예로서, 네개, 바람직하게는 여섯개의 자석, 또는 여덟개, 열개 또는 열두개의 자석도 제공될 수 있으며, 이는 회전축 주위의 임펠러에 배치되어 상기 원뿔형 홈을 형성함을 인식할 것이다. 복수의 자석, 바람직하게는 짝수, 더 바람직하게는 포스트의 수에 대응하는 수의 자석을 제공하는 것이 유리한데, 자석이 사각지대 없이 자계의 교번하는 북쪽/남쪽 배향을 가지고 배치될 수 있기 때문이다. 상기 자석이 단일 조각으로서 제공되면, 상이하게 배향된 자계들 사이의 전이점에 사각지대가 생성될 수 있다.

[0022] 상기 임펠러가 복수의 자석을 포함하면, 상기 자석들은 자기 물질의 양을 증가시키기 위해 개별 자석들 사이에 실질적으로 간격이 없이 배치될 수 있다. 그러나, 자기 결합의 효율은 상기 자석이 일정 간격, 특히 방사상으로 연장되는 간격만큼 분리되면 감소되지 않음을 알게 되었다. 이는 자계의 특성 및 상기 구동 유닛과 임펠러 사이의 간격으로 인한 것이다. 상기 임펠러의 자석이 서로 가까우면, 하나의 자석(북쪽)으로부터 인접한 자석(남쪽)으로 아치로 연장되는, 최내측의 자계선은 상기 구동 유닛과 임펠러 사이의 간격 이상으로 연장되지 않으며, 따라서, 상기 구동 유닛에 도달하지 않고, 즉, 상기 자계선은 상기 임펠러의 구동에 기여하지 않는다. 그러므로, 상기 임펠러 내의 자석들 사이에 간격이 제공되면 효율에 손실이 없다. 상기 구동의 효율 손실없이 제공될 수 있는 임펠러의 자석들 사이의 간격 크기는 당업자라면 계산할 수 있는 바와 같이 상기 임펠러와 구동 유닛 사이의 간격의 크기에 의존한다. 상기 임펠러 자석들 사이의 간격은 예를 들어 세척 채널(wash out channels)로서 사용될 수 있다.

[0023] 일반적으로 말해서 그리고 상기 헤드부가 원뿔형 표면을 형성하는지 여부에 관계없이, 상기 임펠러의 자석은 상기 포스트의 헤드부를 향하며 상기 헤드부의 경사진 표면의 각에 실질적으로 대응하는 각으로 경사지는 표면을 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 배치는 전술한 배치의 반대가 될 수 있으며, 즉, 상기 포스트의 헤드부는 원뿔형 홈과 같은 오목한 표면을 형성할 수 있으며, 상기 임펠러의 자석은 원뿔형 표면과 같은 볼록한 표면을 형성할 수 있다.

[0024] 각각의 표면의 경사에 관계없이, 상기 임펠러의 자석 또는 자석들은 상기 포스트의 헤드부와 방사상으로 정렬될 수 있다. 그러나, 일부 실시예에서, 상기 임펠러의 자석 또는 자석들은 방사상으로 내측으로 또는 방사상으로 외측으로와 같이 상기 포스트의 헤드부에 대해서 방사상으로 옅어질 수 있다. 이러한 방사상 옅어짐은 상기 임펠러와 구동 유닛 사이의 자기력이 방사상 성분을 가지므로 상기 임펠러의 안정화 및 방사상 중심설정을 개선시킬 수 있는 한편, 상기 자기력은 상기 자석이 상기 포스트의 헤드부와 방사상으로 정렬된 경우 단지 실질적으로 축 방향으로 방향설정된다.

[0025] 일 실시예에서, 상기 임펠러는 적어도 부분적으로 상기 구동 유닛 주변에, 특히 상기 포스트의 헤드부 주변에 연장될 수 있다. 다시 말해서, 상기 임펠러는 원주 방향으로 상기 구동 유닛과 중첩하는 연장부를 가질 수 있다. 이것은 상기 자기 결합이 상기 포스트의 헤드부의 경사진 표면의 영역에서 발생할 뿐 아니라 상기 헤드부의 방사상으로 외측 표면에서도 발생함을 의미한다. 상기 임펠러는 직경이 증가될 수 있으며, 특히 상기 구동 유닛보다 더 큰 직경이 될 수 있어서, 상기 임펠러는 상기 포스트의 헤드부의 영역 주위로 연장될 수 있다. 따라서, 상기 임펠러는 전술한 바와 같이 원뿔형 부분과 원통형 부분을 갖는 홈을 가질 수 있다. 상기 임펠러 및 구동 유닛이 방사 방향으로도 결합되므로 상기 자기 결합은 상기 임펠러의 이러한 설계로 인해 개선될 수 있

으며, 여기서 상기 자계선은 방사 방향으로 연장된다. 이 영역에서는 가장 큰 직경으로 인해 높은 토크가 생성되어 상기 임펠터를 구동할 수 있다.

[0026] 일 실시예에서, 상기 혈관내 혈액 펌프는 상기 구동 유닛을 에워싸는 하우징을 더 포함할 수 있으며, 상기 하우징은 바람직하게는 크기와 형상이 복수의 포스트의 외측 윤곽에 대응한다. 특히, 상기 하우징은 상기 포스트의 헤드부의 경사진 표면으로 형성되는 상기 표면의 형상에 대응하는 원뿔형 축 단부 표면을 가질 수 있다. 반대편 단부는 개방될 수 있으며 백 플레이트와 결합되어 하우징을 닫을 수 있다. 상기 하우징은 상기 포스트 조립체를 위한 보호장치로서, 특히 혈액 접촉에 대한 보호장치로서 역할하며, 이는 특히 코일 권선에 유용하다. 바람직하게는, 상기 하우징은 펌프 케이싱 내에 배치된다. 그러한 하우징의 존재에 관계없이, 상기 구동 유닛은 바람직하게는 상기 펌프 케이싱 내에 배치된다. 상기 하우징은 바람직하게는 비자기 및 비전도성(즉, 전기적으로 절연) 물질로 이루어지며 양호한 열 전달을 제공한다. 상기 하우징의 물질은 예를 들어 알루미늄이 될 수 있다.

[0027] 상기 코일 권선은 열 전도 매트릭스로 구현될 수 있으며, 이는 전기적으로 비전도성(즉, 전기적으로 절연성)이다. 상기 매트릭스는 코일 권선을 보호하며 코일 권선에 의해 생성된 열을 전달한다. 열 전도 매트릭스의 물질은 열 전도 특성을 증가시키기 위해 첨가물을 갖는 플라스틱 물질이 될 수 있다. 예를 들어, 상기 매트릭스는 알루미늄 첨가제를 갖는 에폭시 수지를 포함할 수 있다. 상기 매트릭스는 코일 권선들 주위에서 그리고 그 사이에서 상기 물질을 성형하고 이어서 상기 물질을 경화시켜서 형성될 수 있다.

[0028] 바람직하게는, 상기 구동 유닛은 상기 회전축을 따라서 연장되는 중앙 개구를 갖는다. 상기 중앙 개구는 상기 포스트의 헤드부에 의해 형성될 수 있으며 긴 핀을 수용하도록 구성될 수 있으며, 상기 핀의 축방향 단부 표면은 상기 임펠터를 위한 베어링 표면을 형성하도록 크기 및 치수를 갖는다. 이러한 배치로 인해 상기 포스트들 사이의 공간이 핀에 사용되므로 혈액 펌프를 작게 설계할 수 있다. 상기 중앙 개구는 가이드 도선 등의 삽입을 위해 제공될 수도 있거나 또는 유체 통로를 형성할 수 있다.

[0029] 상기 임펠러와 구동 유닛 사이의 간격을 통한 세척 흐름을 향상시키기 위해, 블레이드의 이차 세트가 상기 임펠러에 제공될 수 있다. 특히, 이차 블레이드가, 상기 구동 유닛을 향하는 자석 또는 자석들의 측면에, 즉, 상기 임펠러와 구동 유닛 사이의 간격에 제공될 수 있다. 상기 세척 흐름은 부가적으로 또는 대안으로 상기 구동 유닛을 향하는 자석의 표면에서 홈이 파인 채널에 의해 증가될 수 있다. 상기 채널은 예를 들어 방사상으로 또는 나선형으로 확대될 수 있다.

[0030] 일 실시예에서, 상기 임펠러를 지지하는데 하나 이상의 유체역학적 베어링이 제공될 수 있다. 예를 들어, 전술한 이차 블레이드 및 채널은 유체역학 베어링을 형성하거나 또는 상기 임펠러와 구동 유닛 사이의 간격의 크기 및 형상에 대해서 전술한 바와 같이 유체역학 베어링 기능을 적어도 지원할 수 있다. 역으로, 상기 임펠러를 향하는 구동 유닛의 표면, 즉, 특히 상기 구동 유닛을 에워싸는 하우징의 단부 표면은 유체역학 베어링을 형성하도록 적응될 수 있다. 상기 유체역학 베어링은 축방향이거나 방사방향이거나 또는 축방향 및 방사 방향이 될 수 있다. 특히 상기 임펠러 및 구동 유닛 사이의 경계의 원뿔형 형상으로 인해 방사방향 및 축방향으로 유체역학적 베어링이 형성될 수 있다. 방사상 유체역학적 베어링은 상기 임펠러의 외측 표면과 펌프 케이싱의 내측 표면 사이에 형성될 수도 있다. 특히, 상기 임펠러와 펌프 케이싱 사이에 간격이 형성될 수 있으며, 여기서 상기 유체역학 베어링에 충분한 혈액 양이 상기 간격을 통해 흘러서 부가적인 혈류 출구를 통해 펌프 케이싱을 빠져나가게 된다. 주요 혈류는 혈류 출구를 통해 상기 펌프 케이싱을 빠져나가며 상기 간격을 통해 흐르지 않는다. 베어링에 접촉하지 않는 유체역학적 베어링은 마찰력을 감소시킴으로써 상기 구동 유닛의 기능을 지원할 수 있다.

**발명의 효과**

[0031] 본 발명에 따르면, 구동 유닛과 임펠러 사이가 자기 결합되는 혈액 펌프, 바람직하게는, 혈관내 혈액 펌프 또는 판막통과 혈액 펌프를 제공할 수 있으며, 여기서 혈액 펌프는 소형으로 설계되며, 특히 충분히 작은 외경을 가져서 혈액 펌프가 혈관내로, 정맥을 통과하여, 동맥을 통과하여 또는 판막을 통과하여 삽입되도록 할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0032] 후술하는 바람직한 실시예의 상세한 설명은 물론이고 전술한 요약은 첨부 도면을 참조하여 읽을 때 더 잘 이해될 것이다. 본 개시를 예시하기 위한 목적으로, 도면이 참조된다. 그러나, 본 개시의 범위는 도면에 개시된 특정 실시예로 제한되지 않는다. 도면에서:

- 도 1은 본 발명에 따른 혈액 펌프의 단면도를 도시한다.
- 도 2는 도 1의 혈액 펌프의 확대된 상세를 도시한다.
- 도 3은 구동 유닛의 포스트의 사시도를 도시한다.
- 도 4a 내지 도 4d는 포스트의 또 다른 실시예의 상이한 도면을 도시한다.
- 도 5는 여섯개의 포스트를 포함하는 장치를 도시한다.
- 도 6은 백 플레이트와 함께 도 5의 장치를 도시한다.
- 도 7은 코일 권선과 함께 도 6의 장치를 도시한다.
- 도 8은 하우징과 함께 도 7의 장치를 도시한다.
- 도 9a 내지 도 9c는 백 플레이트의 상이한 도면을 도시한다.
- 도 10a 내지 도 10c는 임펠러의 자석의 상이한 도면을 도시한다.
- 도 11은 구동 유닛의 또 다른 실시예를 도시한다.
- 도 12는 혈액 펌프의 또 다른 실시예를 도시한다.
- 도 13a 및 도 13b는 또 다른 실시예에 따른 구동 유닛 및 임펠러 자석의 상이한 도면을 도시한다.
- 도 14a 및 도 14b는 임펠러의 자석들 사이의 자계선을 개략적으로 도시한다.
- 도 15는 또 다른 실시예에 따른 구동 유닛 및 임펠러 자석의 단면도를 도시한다.
- 도 16은 구동 유닛의 동작 모드를 개략적으로 도시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0033] 도 1을 참조하면, 혈액 펌프(1)의 단면도가 예시된다. 도 2는 혈액 펌프(1)의 내부의 확대도를 도시한다. 혈액 펌프(1)는 혈류 입구(21) 및 혈류 출구(22)를 갖는 펌프 케이싱(2)을 포함한다. 혈액 펌프(1)는 카테터 펌프로 불리우기도 하는 혈관내 펌프로서 설계되며, 카테터(25)에 의해 환자의 혈관 내에 배치된다. 혈류 입구(21)는 사용중에 대동맥 판막과 같은, 심장 판막을 통해 배치될 수 있는 신축성 캐논러(23)의 단부에 있다. 혈류 출구(22)는 펌프 케이싱(2)의 측표면에 배치되며 대동맥과 같은 심장 판막에 배치될 수 있다. 혈액 펌프(1)는 카테터(25)에 접속되며, 이하 더 상세히 설명되는 바와 같이 구동 유닛(4)에 의해 펌프(1)를 구동하기 위해 혈액 펌프(1)에 전력을 공급하도록 전기 선(26)이 카테터(25)를 통해 연장된다.
- [0034] 혈액은 혈류 입구(21) 및 혈류 출구(22)에 접속되는 통로(24)를 따라서 전달된다(혈류는 화살표로 표시된다). 통로(24)를 따라서 혈액을 전달하도록 임펠러(3)가 제공되며 임펠러는 제1 베어링(11) 및 제2 베어링(12)에 의해 펌프 케이싱(2) 내의 회전축(10) 주위에서 회전가능하도록 장착된다. 회전축(10)은 바람직하게는 임펠러(3)의 길이방향 축이다. 양 베어링(11, 12)은 본 실시예에서는 접촉식 베어링이 될 수 있다. 그러나, 베어링(11, 12)중 적어도 하나는 자기 또는 유체역학적 베어링과 같은 비접촉식 베어링이 될 수 있다. 제1 베어링(11)은 어느 정도의 피벗 운동은 물론이고 회전 운동을 허용하는 구형 베어링 표면을 갖는 피벗 베어링이다. 핀(15)이 제공되어, 베어링 표면중 하나를 형성한다. 제2 베어링(12)은 임펠러(3)의 회전을 안정시키기 위한 지지 부재(13)에 배치되며, 지지 부재(13)는 혈류를 위한 적어도 하나의 개구(14)를 갖는다. 일단 임펠러(3)가 회전하면 임펠러(3) 상에 혈액을 전달하기 위한 블레이드(31)가 제공된다. 임펠러(3)의 회전은 임펠러(3)의 단부에서 자석(32)에 자기적으로 결합된 구동 유닛(4)에 의해 야기된다. 예시된 혈액 펌프(1)는 혼합형 혈액 펌프로서, 혈류의 주 방향은 축방향이다. 혈액 펌프(1)는 임펠러(3), 특히 블레이드(31)의 배치에 따라 순수하게 축방향 혈액 펌프가 될 수 있음을 인식할 것이다.
- [0035] 도 2는 혈액 펌프의 내부, 특히 임펠러(3) 및 구동 유닛(4)을 더 상세히 예시하다. 구동 유닛(4)은 여섯개의 포스트(40)와 같은 복수의 포스트(40)를 포함하며, 그 중 두 개만이 도 2의 단면도에 나타난다. 포스트(40)는 축부(41) 및 헤드부(42)를 갖는다. 헤드부(42)는 구동 유닛(4)을 임펠러(3)에 자기적으로 결합시키기 위해 임펠러(3)에 인접하여 배치된다. 이러한 목적으로, 임펠러(3)는 자석(32)을 가지며, 이는 도10a 내지 도 10c를 참조하여 더 상세히 설명되는 바와 같이 본 실시예에서는 다중 조각 자석으로서 형성된다. 자석(32)은 구동 유닛(4)을 마주보는 임펠러(3)의 단부에 배치된다. 포스트(40)는 혈액 펌프(1)를 구동하기 위한 회전 자계를 생

성하기 위해 제어 장치(미도시)에 의해 순차적으로 제어된다. 자석(32)은 회전 자계와 상호작용하도록 배치되어 회전축(10) 주위로 임펠러(3)를 회전시킨다. 도 7을 참조하여 더 상세히 설명되는 바와 같이, 포스트(40)의 축부(41) 주위에 코일 권선이 배치된다.

[0036] 자속 경로를 폐쇄시키기 위해, 헤드부(42)와 대향하는 축부(41)의 단부에 백 플레이트(50)가 배치된다. 포스트(40)는 자기 코어로서 작용하며 강 또는 적절한 합금, 특히 코발트 강과 같은 적절한 물질로 이루어진다. 마찬가지로, 백 플레이트는 코발트 강과 같은 적절한 자기 물질로 이루어진다. 백 플레이트(50)는 자속을 향상시키며, 이는 혈액 펌프(1)의 전체 직경을 감소시키며, 이는 혈관내 혈액 펌프에 중요하다. 동일한 목적으로, 구동 유닛(4)으로부터 이격되어 대향하는 자석(32)의 일측에서 임펠러(3)에 요크(37), 즉 부가적인 백 플레이트가 제공된다. 본 실시예에서 요크(37)는 임펠러(3)를 따라서 혈류를 유도하기 위해 원뿔형 형상을 갖는다. 요크(37) 역시 코발트 강으로 이루어질 수 있다. 중심 베어링을 향해서 연장되는 하나 이상의 세척 채널이 요크(37) 또는 자석(32)에 형성될 수 있다.

[0037] 구동 유닛(4)의 상세는 도 3 내지 도 9에 도시되며, 도 10은 임펠러(3)의 자석(32)을 예시한다. 도 3을 참조하면, 포스트(40)중 하나가 사시도로 도시된다. 본 실시예에서, 조립체의 모든 포스트(40)(즉, 여섯개의 포스트(40))는 일치한다. 포스트(40)는 축부(41) 및 헤드부(42)를 포함한다. 헤드부(42)는 본 실시예에서 길이방향 축에 대해서 60° (즉, 길이방향 축에 수직인 평면에 대해서 30°)로 경사진 경사 표면(43)을 갖는다. 축부(41)는 헤드부(42)에 대향하는 단부(44)를 포함하며, 백 플레이트(50)를 결합하기 위해 그 직경이 감소된다. 헤드부(42)는 길이방향 축에 수직인 평면에서 축부(41)에 비해 더 큰 단면 치수를 갖는다. 헤드부(42)는 구동 유닛(4)을 형성하도록 조립될 때 인접 포스트의 측면에 인접한 측면(47)을 갖는다. 포스트들(40) 사이의 자속의 단락 회로를 회피하기 위해, 포스트(40) 각각 내에 자계를 유지하는 포스트(40)의 헤드부들(42) 사이에 절연 물질을 제공하는 것이 유리하다. 다시 말해서, 헤드부(42)는 자기적 절연 물질에 의해 분리된다. 예를 들어, 자석, 예를 들어, 자기 물질의 판이 헤드부들(42) 사이에 배치될 수 있어서 헤드부(42) 및 각각의 자계를 서로 분리시키게 된다. 포스트 헤드부(42)의 방사상 내측 표면(48)은 중앙 개구(54)를 형성한다. 표면들(43 및 48) 사이의 전이 표면이 곡선이 될 필요가 없음을 인식할 것이다.

[0038] 포스트(40)의 또 다른 실시예에 대한 상이한 도면이 도4에 도시되며, 이는 축부(41) 및 헤드부(42)의 형상에서 약간의 차이를 제외하고는 이전 실시예에 대응한다. 도 4a는 도 4d에 도시된 선 A-A를 따른 단면도를 도시하며, 포스트(40)의 상면도(헤드부(42)를 향함)를 도시한다. 도 4b는 포스트(40)의 사시도를 도시하는 한편, 도 4c는 저면도(즉, 축부(41)의 단부(44)를 향하는 도면)를 도시한다. 포스트(40)는 약 9 내지 10mm의 전체 길이를 가질 수 있으며, 여기서 헤드부(42)는 약 2mm의 길이를 가질 수 있다. 본 실시예에서, 헤드부(42)는 회전축 또는 길이방향 축에 대해서 45°의 각으로 경사진 표면(43)을 갖는다. 따라서, 도 4a에 도시된 표면(43)과 돌출부(49) 사이의 각(45)은 135°이다. 돌출부(49)는 포스트(40)가 하우징에서 조립될 때 정지장치로서 역할할 수 있다. 더욱이, 솔더(46)가 헤드부(42)에 의해 형성되며, 이는 코일 권선을 위한 정지장치로서 역할할 수 있다. 도 3에서 설명되는 바와 같이, 헤드부(42)는 측면(47) 및 방사상 내측 표면(48)을 포함한다.

[0039] 도 5는 도 3과 관련하여 설명된 여섯개의 포스트(40)를 포함하는 조립체를 도시한다. 모든 포스트(40)가 동일하게 형성되어, 각각의 헤드부(42)가 원형의 60° 조각을 형성하며, 즉, 60°의 "파이 조각"을 형성한다. 이러한 조립체는 두개, 세개, 네개 또는 다섯개 또는 여섯개 이상과 같이 다소간의 포스트를 포함할 수 있으며, 여기서 작은 포스트의 수에 의존하는데, 예를 들어, 각각 90° 조각을 형성하는 네개의 포스트 또는 각각 45° 조각을 형성하는 여덟개의 포스트가 된다는 것을 알 것이다. 전술한 바와 같이, 포스트(40)의 수는 바람직하게는 짝수이며, 여기서 완전히 반대인 포스트들(40)이 예를 들어 자계의 제어에 대해서, 쌍을 형성할 수 있으며, 즉, 포스트의 각 쌍은 각각의 개별 쌍의 포스트를 동시에 동작시키기 위해 하나의 장치로서 제어될 수 있다. 헤드부(42)는 경사진 표면(43)에 의해 형성되는 원뿔형 표면을 갖는 원뿔을 형성한다. 이는 도 6에서 더 명확하게 볼 수 있다. 도 6에는, 축부(41)의 감소된 직경 단부(44)가 백 플레이트(50)에 장착된다.

[0040] 도 7에는, 포스트(40) 주변에 코일 권선(47)을 포함하는 동일 배치가 예시된다. 코일 권선(47)은 방사상으로 헤드부(42) 이상으로 연장되지 않으며, 그럼으로써 소형의 외측 치수를 제공한다. 바람직하게는 헤드부(42)에 의해 규정되는 최대 단면적이 코일 권선(47)에 사용되어, 허용 공간의 사용을 최적화하고 절연체로서 작용하며 자속에 영향을 주는 에어 간격을 최소화시킴을 인식할 것이다. 더욱이, 포스트(40)의 축부(41)의 직경은 코일 권선(47)의 권선의 수를 최적화하도록 선택된다. 도 8은 포스트 배치 상에 장착되는 하우징(60)을 도시한다. 하우징(60)은 포스트 장치의 형상에 적응되며 실질적으로 원통형 부분(62) 및 원뿔형 단부(61)를 포함한다. 원뿔형 단부(61)는 포스트의 헤드부(42)의 경사진 표면(43)에 의해 형성되는 원뿔형 표면과 같은 각으로 테이퍼지는데, 즉, 그 각은 바람직하게는 길이방향 축에 수직인 평면에 대해서 약 30° 내지 60° 사이, 바람직하게는 30

° 또는 45° 가 된다. 하우징(60)은 원뿔형 단부(61)에 대항하는 개방 단부(63)에서 백 플레이트(50)에 의해 닫힌다. 원뿔형 단부(61)는 포스트(40)에 의해 형성되는 중앙 개구(54) 및 백 플레이트(50)의 중앙 개구(53)와 정렬되는 중앙 개구(64)를 갖는다.

[0041] 백 플레이트(50)는 도 9의 여러 도면(도 9a에는 상면도, 도 9b에는 라인 A-A를 따른 단면도, 도 9c에는 라인 B-B를 따른 단면도)에서 더 상세하게 예시된다. 백 플레이트(50)는 포스트(40)의 축부(41)의 감소된 직경 단부(44)를 수용하기 위한 개구(51)를 갖는다. 바람직하게는, 백 플레이트(50)의 개구(51)의 수는 구동 유닛(4)의 포스트(40)의 수에 대응한다. 도시된 실시예에서, 회전축(10) 주위에 60°의 일정한 거리로 여섯개의 개구(51)가 배치되며, 개구(51) 각각은 회전축(10)으로부터 동일 거리에 놓인다. 개구(51)는 도 9c의 단면도에서 백 플레이트(50)를 완전히 통과해서 연장되는 것으로 도시된다. 그러나, 개구(51)는 백 플레이트(50)를 완전히 관통하는 대신에, 소정의 깊이까지만 백 플레이트(50)로 연장될 수 있다. 전술한 바와 같이, 베어링 핀(15)을 수용하기 위해 중앙 개구(53)가 형성된다. 백 플레이트(50)는 자기 물질, 바람직하게는 코발트 강으로 이루어져서, 자속 통로를 막는다. 백 플레이트(50)의 직경은 약 5 내지 7mm가 될 수 있다. 더욱이, 도 9b에 개략적으로 파선으로 도시된 바와 같이, 백 플레이트(50)의 이면의 인쇄 회로 기판(PCB)과 같이, 코일 권선(47)을 제어 장치(55)에 접속시키기 위한 도선(56)을 수용하도록 백 플레이트(50)의 주변에 노치(52)가 제공된다.

[0042] 도 10을 참조하면, 임펠러(3)(도 2 참조)의 자석(32)이 상면도(도 10a), 단면도(도 10b) 및 사시도(도 10c)에 도시된다. 본 실시예에서, 회전축(10) 주위에 균일하게 배치되는 여섯개의 자석(32)이 제공되며, 각각의 자계의 배향은 교번된다. 네개, 여덟개, 열개 또는 열두개의 자석과 같이 다소간의 자석이 제공될 수 있다. 자석(32)은 표면(33)을 갖는 홈(35)을 형성한다. 홈(35)은 구동 유닛(4)을 에워싸는 하우징(60), 특히 원뿔형 단부(61)(도 8)을 고려하여, 도 6에 최적으로 도시된 바와 같이, 포스트(40)의 헤드부(42)의 표면(43)에 의해 형성되는 원뿔형 표면과 크기 및 형상이 대응한다. 이는 임펠러(3)와 구동 유닛(4) 사이의 거리가 일정하지 않고 전술한 바와 같이 회전축(10)을 향해서 증가될 수 있음을 인식할 것이다. 본 실시예의 홈(35)은 회전축(10) 및 길이방향 축에 대해서 45°의 각(34)을 갖는 원뿔형 형상을 갖는다. 구동 유닛(4)의 형상, 특히 포스트(40)의 헤드부(42)에 의해 형성되는 단부 표면에 따라, 60°와 같은 다른 각이 가능하다. 더욱이, 자석(32)은 도 2에 도시된 바와 같이, 베어링 핀(15)을 수용하기 위한 중앙 개구(36)를 형성한다. 중앙 개구(36)는 구동 유닛(4)의 중앙 개구(54)에 정렬된다. 도 10b에 도시된 바와 같이, 자석(32)의 자속은 요크(37)에 의해 단된다. 요크(37)는 도 2에 도시된 바와 같이 원뿔형 또는 도 10b에 표시된 바와 같이 디스크 형상과 같이 임펠러의 형상에 따라 적절한 형상을 가질 수 있다. 선택적으로는, 자석(32), 및 해당될 경우, 요크(37)를 에워싸서 자석(32) 및 요크(37)가 부식되지 않도록 하는 피포(38)가 제공된다.

[0043] 도 11에는 전술한 실시예와 실질적으로 유사한 구동 유닛의 또 다른 실시예가 예시된다. 이러한 장치는 그 축부(41')에 각각의 코일 권선(47)을 갖는 여섯개의 포스트(40')를 포함한다. 이전 실시예에서와 같이, 다소간의 포스트(40')가 있을 수 있다. 포스트(40')는 바람직하게는 이전 실시예에서와 같이 백 플레이트(미도시)에 부착된다. 포스트(40)는 각각 헤드부(42')를 포함하며, 이는 전술한 헤드부(42)와는 상이한 형상을 갖는다. 그 각이 전술한 바와 같을 수 있지만, 경사진 표면(43')은 방사상으로 외측이 아니라 방사상으로 내측을 향한다. 말하자면, 헤드부(42')는 실질적으로 원뿔형 홈을 형성한다. 임펠러의 자석은 그에 따라 형상화되는데, 즉, 자석은 이전 실시예에서와 같이 원뿔형 홈이 아니고 대응하는 원뿔형 형상을 가질 것임을 알 것이다. 이전 실시예에서와 같이, 구동 유닛은 중앙 개구(54')를 갖는다. 도 11의 실시예의 포스트들(40')은 포스트들(40') 사이의 바이패스 또는 단락 회로를 방지하는 간격(57')으로 분리되는 반면에, 이전 실시예의 포스트(40)의 헤드부(42)는 서로 직접 인접하도록 또는 작은 간격 만큼만 분리되는 것으로 도시된다. 그러나, 포스트들 사이의 단락 회로는 모든 실시예에서 회피되는 것을 인식할 것이다.

[0044] 도 12를 참조하면, 혈액 펌프(1)의 또 다른 실시예가 도시되며, 이는 도 1 및 도 2의 혈액 펌프와 유사하다. 전술한 실시예와 대조적으로, 도 12의 혈액 펌프(1)는 부가적인 방사상 유체역학적 베어링을 갖는다. 임펠러(3)와 원주 부분(28) 사이에 간격(27)을 형성하도록 펌프 케이싱(2)의 원주 부분(28) 또는 슬리브가 제공된다. 혈류 출구(22)에 더해서, 또 다른 혈류 출구(29)가 혈액이 간격(27)을 통해 그리고 펌프 케이싱(2) 밖으로 흐르도록 한다. 간격(27)의 크기는 방사상 유체역학적 베어링을 형성하도록 선택된다.

[0045] 도 13a 및 도 13b는 임펠러의 자석(32) 및 상기 구동 유닛(4)에 대해서 배치된 자석(32)를 개략적으로 도시한다. 본 실시예에서, 각각의 간격(66)에 의해 분리되는 네개의 자석(32)이 제공된다. 자석(32)의 표면들(33) 사이에서 채널로서 형성될 수 있는 간격(66)은 중앙 개구(36)로부터 자석(32)의 외측 주변을 향해서 방사상으로 연장된다. 도 15a 및 도 15b를 참조하여 이하에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 자석(32)의 크기를 줄이는 것은 자기 결합의 효율의 손실을 야기시키지 않는다. 도 13b는 자석(32)과 구동 유닛(4)의 상대적인 배

치를 도시하며, 여기서 구동 유닛(4)(즉, 스테이터) 및 임펠러(즉, 로터)의 자석(32) 사이에 간격(65)이 제공된다. 채널 또는 간격(65)은 혈액에 대해서 원심 펌프 효과를 야기시키므로 간격(65)의 세척을 개선시킨다.

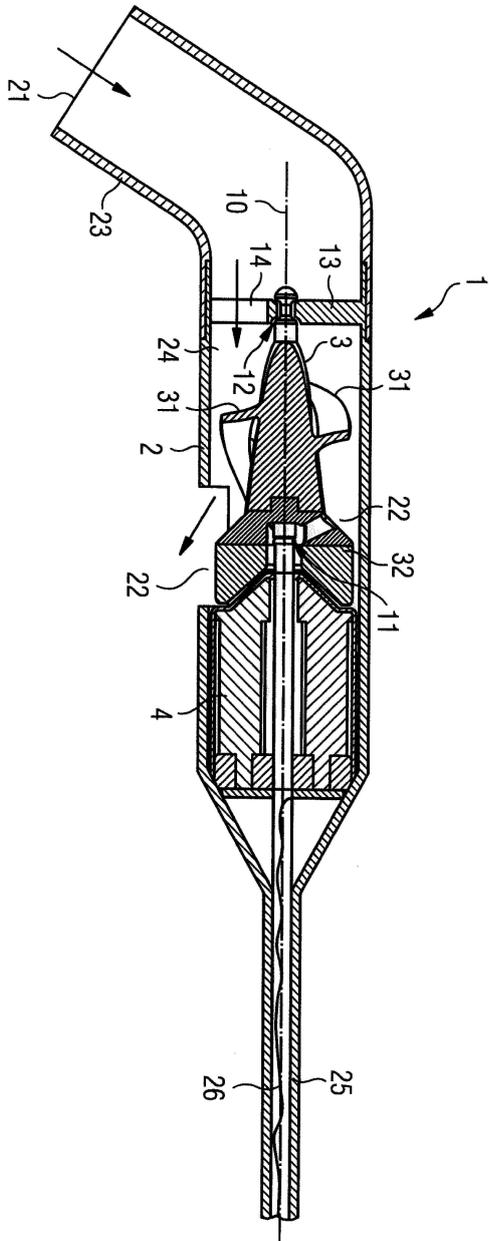
[0046] 도 14a 및 도 14b를 참조하면, 로터, 특히 자석(32)과 스테이터, 즉 구동 유닛(4) 사이의 자기 결합의 원리가 개략적으로 예시된다. 도 14a에서, 자석(32)은 간격만큼 분리되지 않거나 실질적으로 분리되지 않는다. 북극 N으로부터 남극 S까지의 일부 예시적인 자계선이 예시된다. 구동 유닛(4)과 자석(32) 사이의 간격(65)으로 인해, 최내측의 자계선은 구동 유닛(4)과 상호작용하지 않는다. 말하자면, 이와 같은 자계의 부분은 임펠러의 구동에 기여하지 않는다. 따라서, 자석들(32) 사이에 간격(66)이 제공되면 자기 결합의 효율은 손실되지 않을 것이다. 도 14b에서는, 도 14a와 동일양의 자계선이 구동 유닛(4)에 도달한다. 자계선의 배향이 계산가능함을 당업자라면 알 수 있는 바와 같이, 간격(66)의 크기는 간격(65)의 크기에 직접적으로 달려 있다.

[0047] 도 15를 참조하면, 혈액 펌프에 대한 구동 유닛의 또 다른 실시예가 도시된다. 코일 권선(47)을 갖는 포스트(40)를 포함하여, 구동 유닛(4)은 전술한 것과 실질적으로 동일하다. 동일 참조 번호는 동일 부품을 나타낸다. 이전의 실시예에서와 같이, 구동 유닛(4)은 백 플레이트(50)를 포함한다. 그러나, 임펠러의 설계는 상이하다. 도 15에는, 임펠러의 자석(32) 및 요크(37)만이 도시된다. 임펠러는 직경이 증가되며, 특히, 구동 유닛(4)보다 더 큰 직경 및 축방향 확대부(39)를 가져서 연장부(39)는 구동 유닛(4) 주위에서 원주방향으로, 특히 포스트(40)의 헤드부(39)의 영역에서 연장된다. 이러한 장치는 이하에서 설명되는 바와 같이 자기 결합을 개선시킨다.

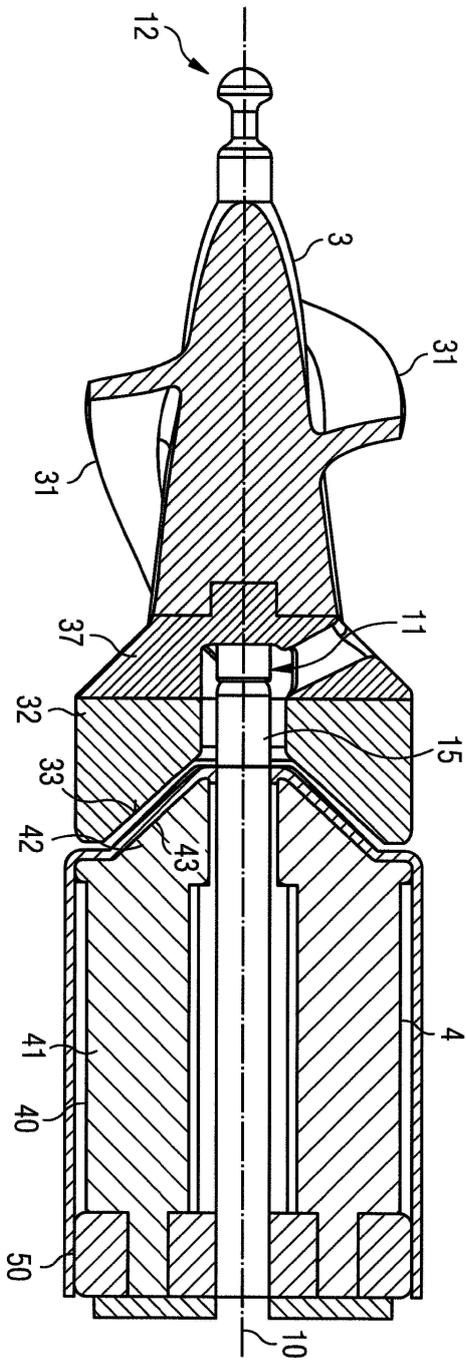
[0048] 일부 예시적인 개략적 자계선으로 표시되는 바와 같이, 확대부(39)는 자석(32)과 구동 유닛(4) 사이에 자기 결합을 야기시켜서 경사진 표면(43)의 영역에는 물론이고 포스트(40)의 헤드부(42)의 외측 표면의 영역에서도 발생되도록 한다. 이 영역에서 자계선은 혈액 펌프의 로터와 스테이터 사이에서 실질적으로 방사 방향으로 연장되며 높은 토크가 생성되어 임펠러를 구동할 수 있게 된다. 도 15에도 도시된 바와 같이, 모든 다른 실시예에서와 같이, 자계선은 자석(32)을 통해 그리고 양단부 플레이트 또는 요크(50 및 37)를 통해, 헤드부(42) 및 축부(41)를 포함하여, 포스트(40)를 통해 연장되는 폐쇄 루프를 형성한다.

[0049] 도 13을 참조하면, 구동 유닛의 동작 모드는 여섯개의 포스트(40a, 40b, 40c, 40d, 40e 및 40f)를 갖는 예로 개략적으로 예시된다. 회전 자계를 생성하기 위해, 포스트는 순차적으로 제어된다. 포스트는 쌍으로 제어되어 균형잡힌 임펠러의 회전을 확립하게 되며, 여기서 직경방향으로 대향하는 포스트(40a 및 40d, 40b 및 40e, 및 40c 및 40f)가 각각 쌍을 형성한다. 자기 밀도는 동시에 여섯개의 포스트중 네개를 동작시킴으로서 증가될 수 있다. 도 13은 세개의 단계를 갖는 순서를 예시하며, 여기서 동작된 포스트가 표시된다. 제1 단계에서는, 포스트(40a, 40c, 40d 및 40f)가 동작되며, 즉, 전류가 각각의 코일 권선에 공급되어 자계를 생성한다. 제2 단계에서는, 포스트(40a, 40b, 40d 및 40c)가 동작되는 한편, 제3 단계에서는, 포스트(40b, 40c, 40e 및 40f)가 동작된다. 이러한 순서가 반복되어 회전 자계를 생성한다.

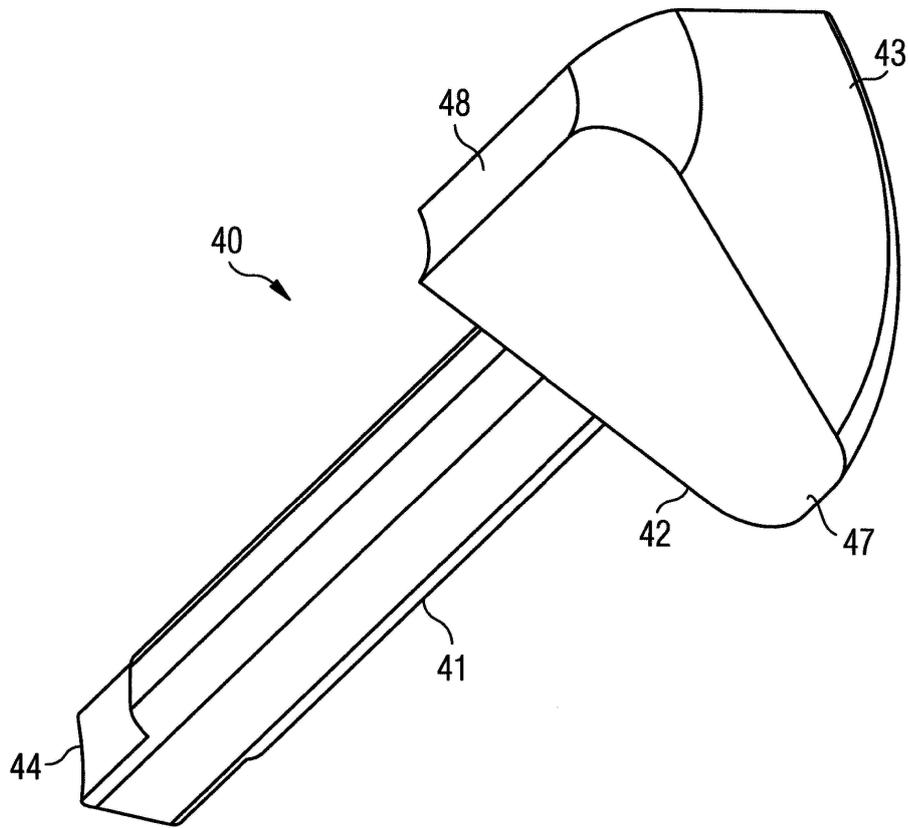
도면  
도면1



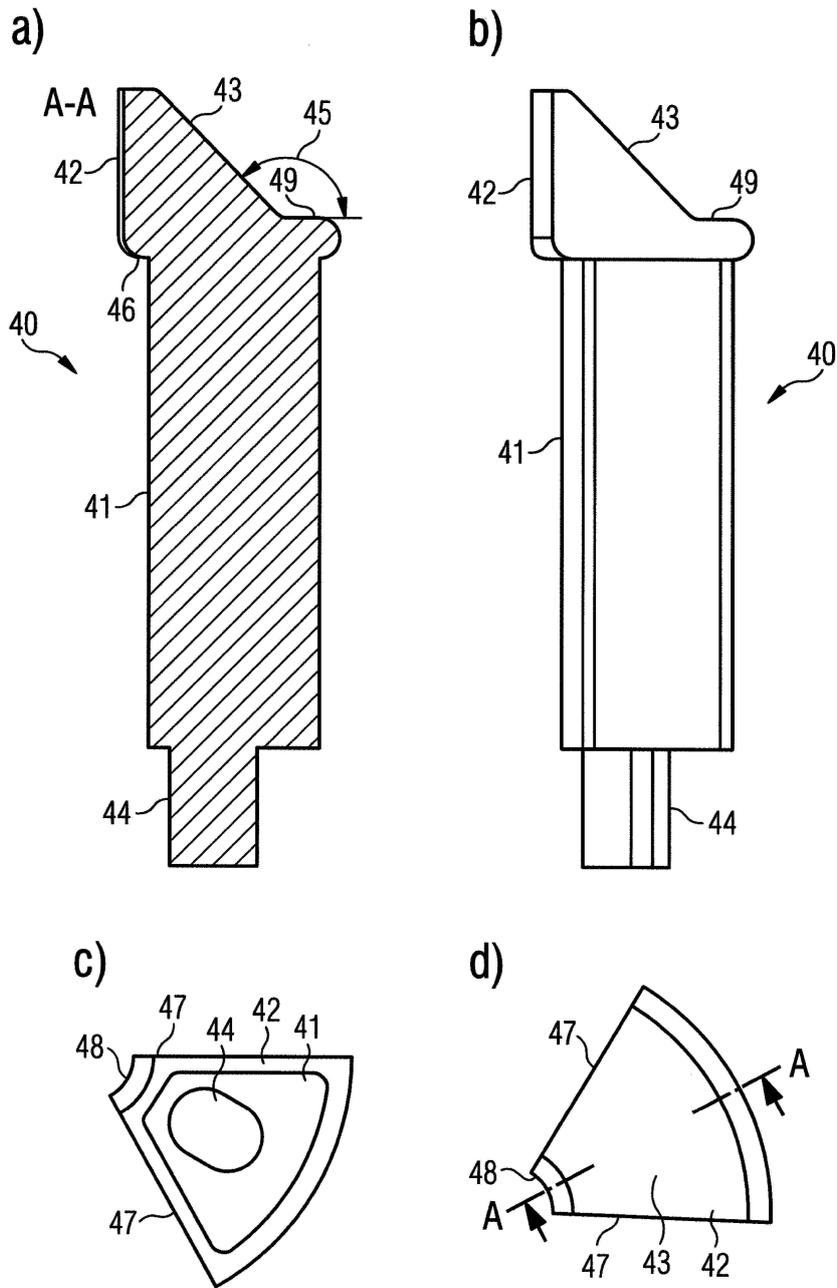
도면2



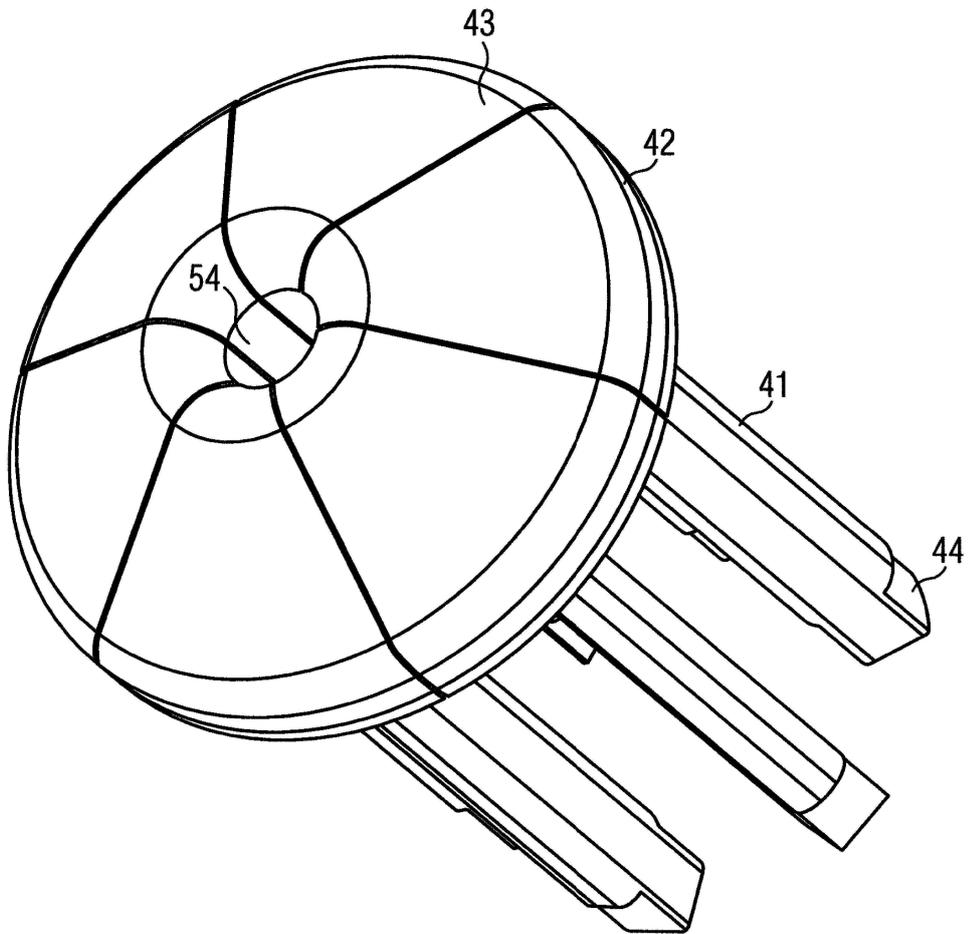
도면3



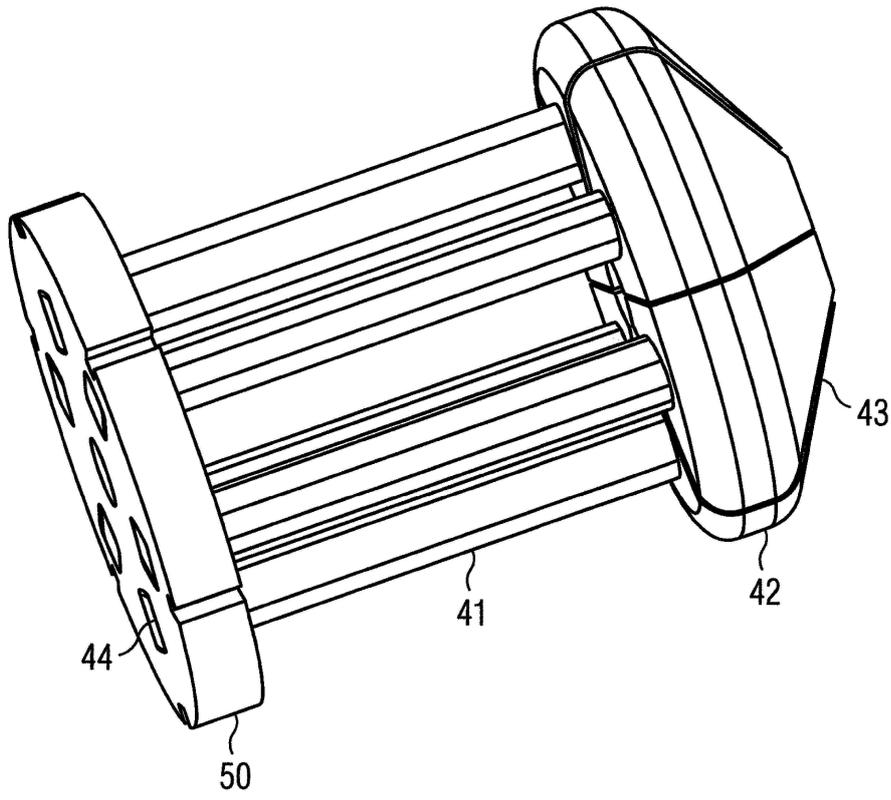
도면4



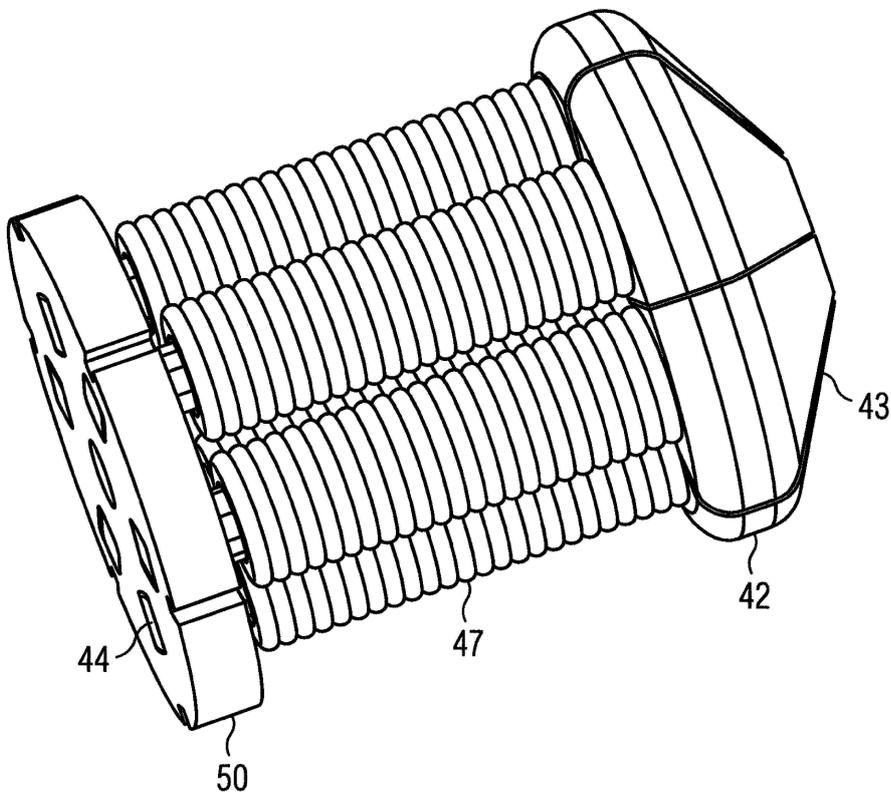
도면5



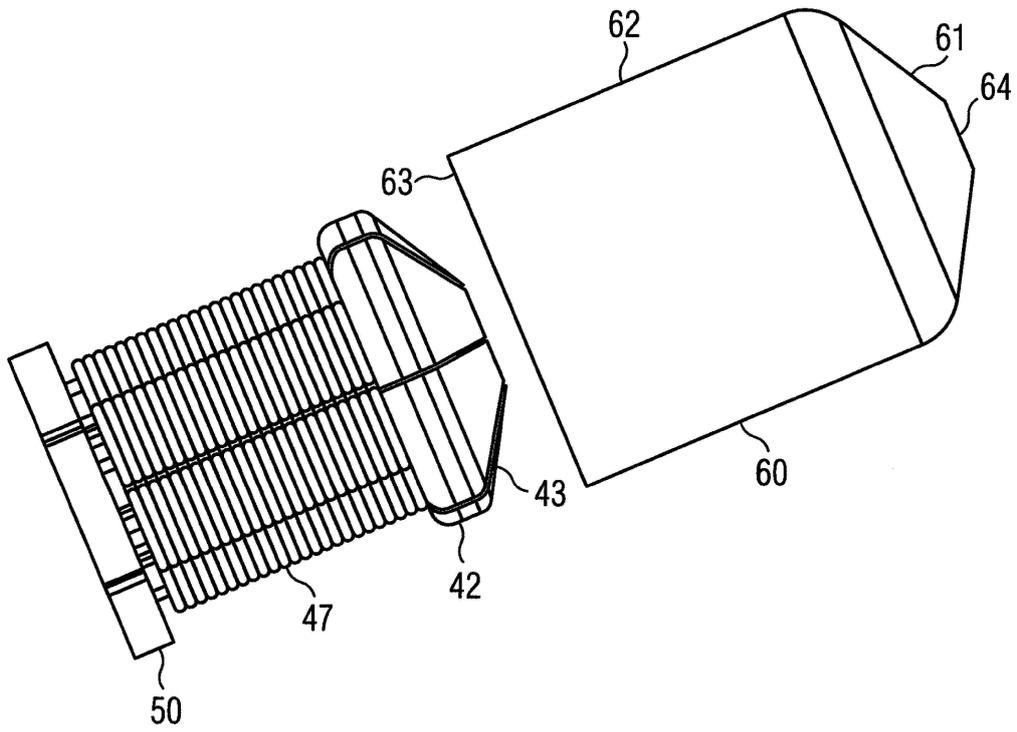
도면6



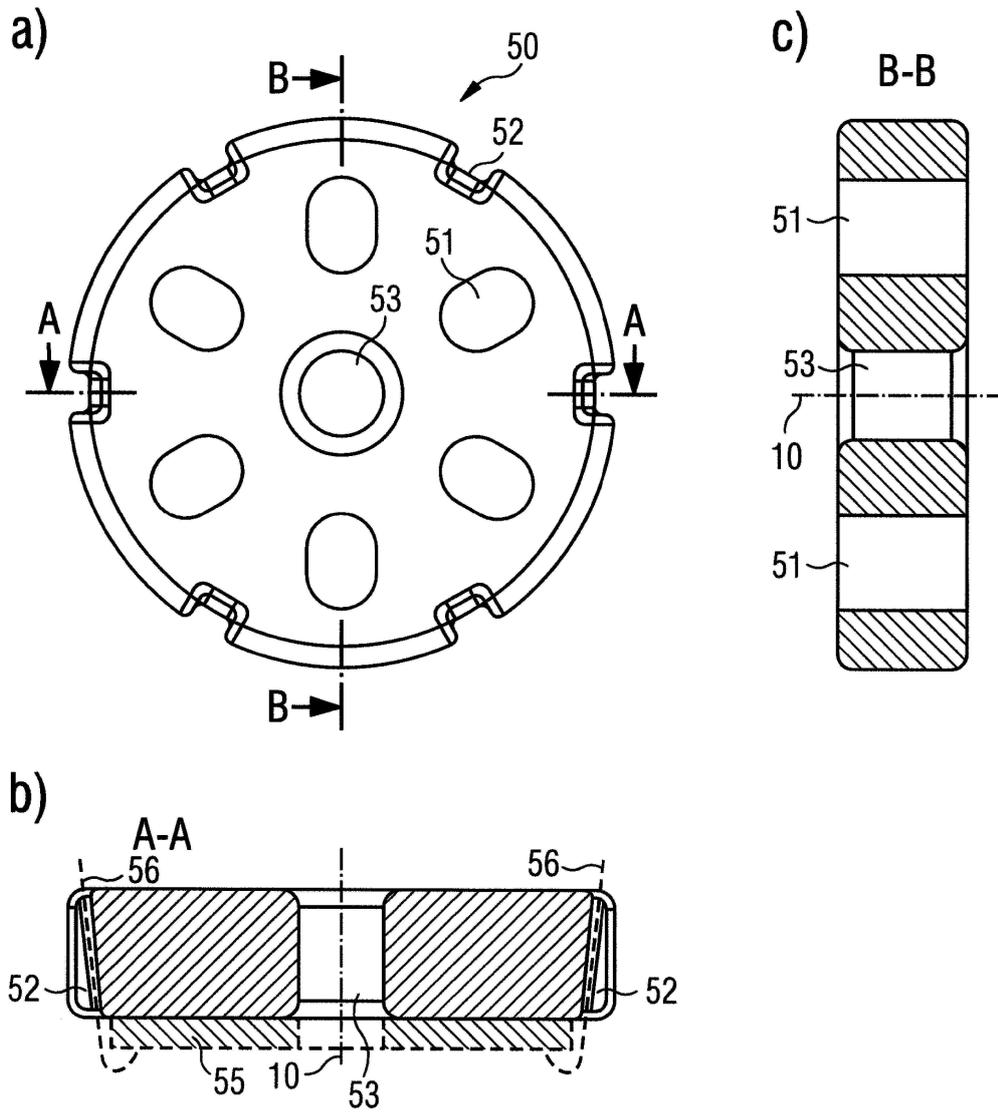
도면7



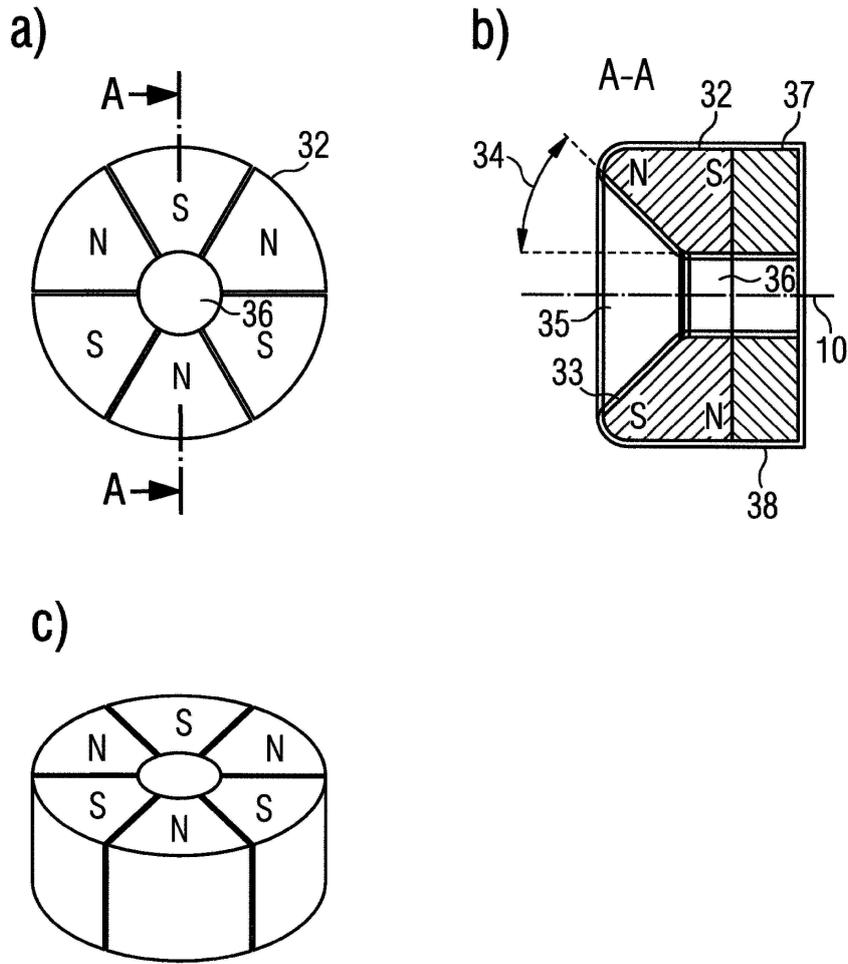
도면8



도면9

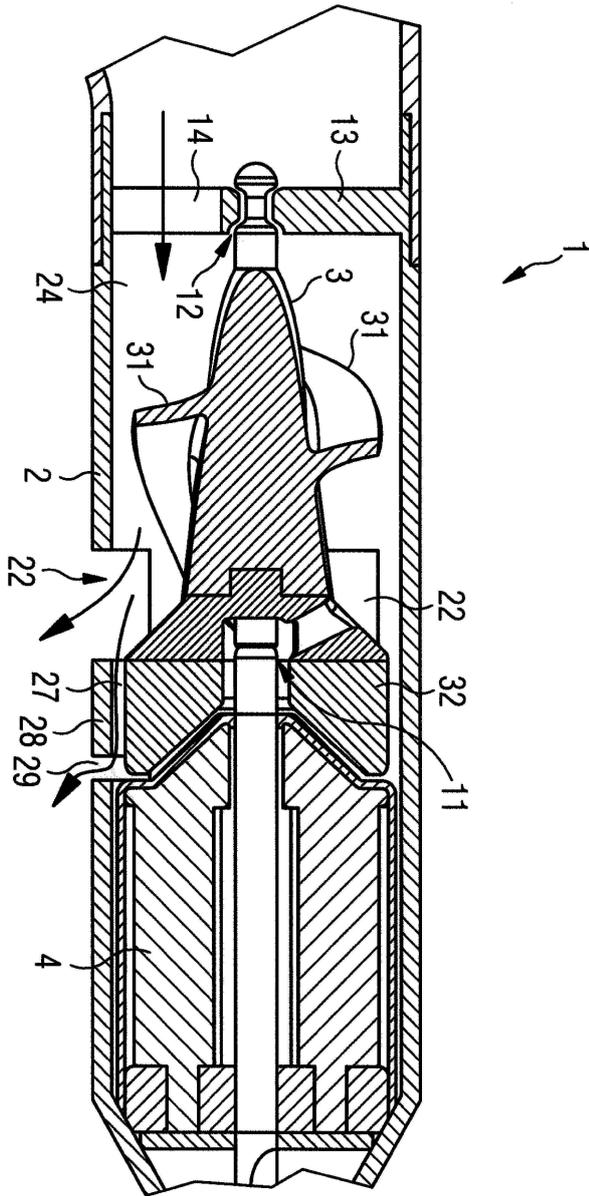


도면10

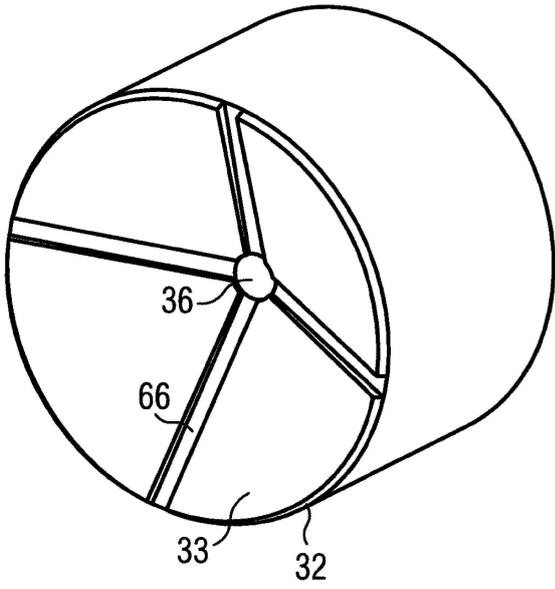




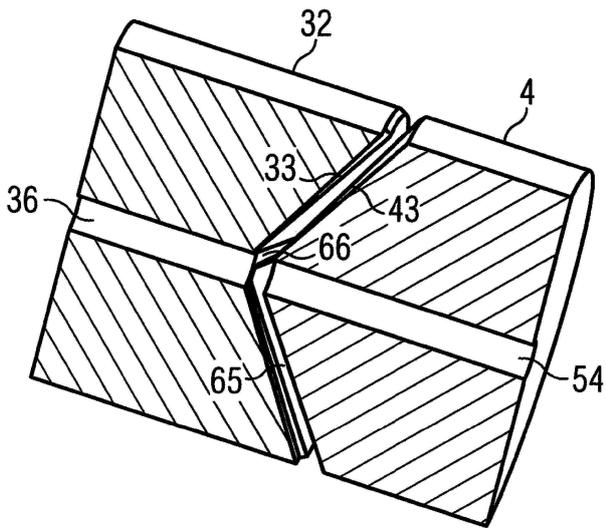
도면12



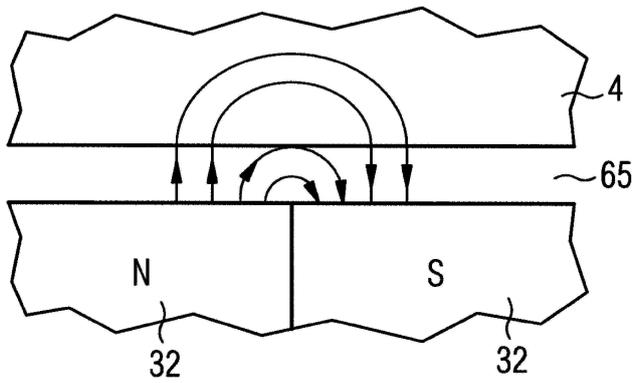
도면13a



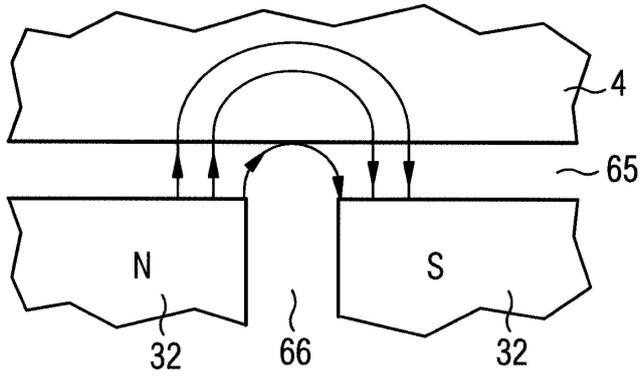
도면13b



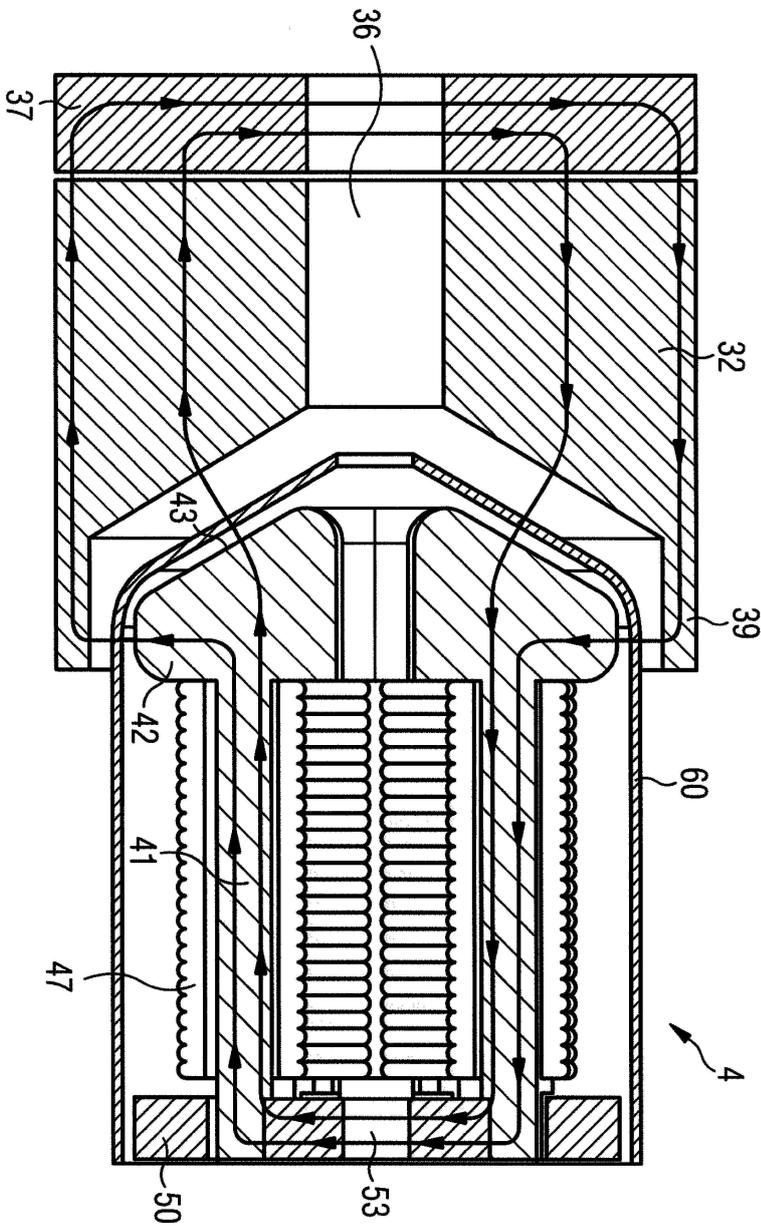
도면14a



도면14b



도면15



도면16

