



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년11월14일  
(11) 등록번호 10-2602028  
(24) 등록일자 2023년11월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61M 60/00 (2021.01) A61M 60/122 (2021.01)
- (52) CPC특허분류  
A61M 60/50 (2023.05)  
A61M 60/148 (2021.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7024391
- (22) 출원일자(국제) 2018년02월05일  
심사청구일자 2021년02월01일
- (85) 번역문제출일자 2019년08월20일
- (65) 공개번호 10-2019-0112013
- (43) 공개일자 2019년10월02일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2018/052797
- (87) 국제공개번호 WO 2018/146045  
국제공개일자 2018년08월16일
- (30) 우선권주장  
17155078.3 2017년02월07일  
유럽특허청(EPO)(EP)
- (56) 선행기술조사문헌  
US06278251 B1\*  
JP06066901 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
아비오메드 유럽 게엠베하  
독일 아헨 52074 노이엔호페 베그 3
- (72) 발명자  
지이스, 토르스텐  
독일 아헨 52074 노이엔호페 베그 3 아비오메드 유럽 게엠베하 씨/오  
말츠콘, 크리스토프  
독일 아헨 52074 노이엔호페 베그 3 아비오메드 유럽 게엠베하 씨/오  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
특허법인 수

전체 청구항 수 : 총 15 항

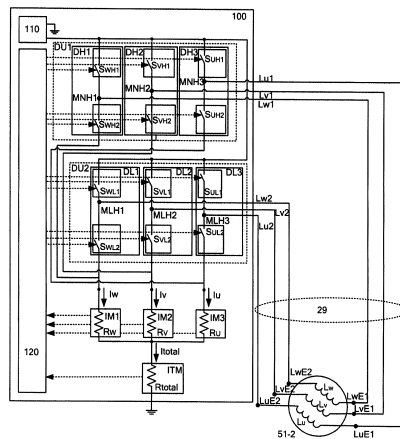
심사관 : 하재욱

(54) 발명의 명칭 혈액 펌프

(57) 요약

혈액 펌프를 구동하기 위한, 적어도 세 개의 모터 권선 유닛을 포함하는 전기 모터를 포함하는 환자의 심실 안으로의 경피적인 삽입을 위한 혈액 펌프에 있어서, 각각의 모터 권선 유닛은 각각의 모터 권선 유닛 단자에 연결되는 두 개의 별개의 위상 공급 라인을 거쳐서 파워 공급부에 개별적으로 연결될 수 있다. 혈액 펌프의 전기 모터  
(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



를 구동하고 제어하기 위한 모터 제어기에 있어서, 모터 제어기는 혈액 펌프의 전기 모터의 각각의 모터 권선 유닛을 위한 대응하는 위상 공급 라인 구동 유닛을 포함하며, 이 위상 공급 라인 구동 유닛은 대응하는 두 개의 위상 공급 라인을 거쳐서 대응하는 모터 권선 유닛과 연결된다. 혈액 펌프 및 모터 제어기를 포함하는 혈액 펌프 시스템. 혈액 펌프의 모터 권선 유닛에 대한 파워 공급을 제어하기 위한 제어 방법에 있어서, 이 방법은 모터 권선 유닛 중 하나의 모터 권선 유닛의 결함을 검출하는 단계, 및 검출된 결함이 있는 모터 권선 유닛의 경우에, 결함이 있는 모터 권선 유닛의 대응하는 위상 공급 라인 구동 유닛을 스위치 오프하고 또한 남아 있는 모터 권선 유닛에 의해 전기 모터를 더욱 동작시키거나, 또는 대안적으로, 결함이 있는 모터 권선 유닛의 구동 파라미터를 조정하고 모든 모터 권선 유닛에 의해 전기 모터를 더욱 동작시키는 단계를 포함한다. 경피 삽입을 위한 혈액 펌프의 구동을 위한 전기 모터 내 적어도 세 개의 독립적인 모터 권선의 용도에 있어서, 이 모터 권선은 적어도 세 개의 모터 권선 중 하나의 모터 권선의 각각의 모터 권선 단부에 연결되는 대응하는 두 개의 별개의 위상 공급 라인을 거쳐서 대응하는 파워 공급부에 개별적으로 연결된다.

(52) CPC특허분류

*A61M 60/419* (2021.01)

*A61M 60/422* (2021.01)

*A61M 60/871* (2023.05)

*A61M 2205/10* (2013.01)

*A61M 2205/16* (2013.01)

*A61M 2205/17* (2013.01)

(72) 발명자

**코티카, 마틴**

독일 아헨 52074 노이엔호페 베그 3 아비오메드 유럽 게엠베하 씨/오

**모자, 크리스티안**

독일 아헨 52074 노이엔호페 베그 3 아비오메드 유럽 게엠베하 씨/오

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

삭제

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

경피 삽입을 위한 혈액 펌프(50)의 전기 모터(51; 51-2)를 구동하고 제어하기 위한 모터 제어기(100)에 있어서, 상기 혈액 펌프(50)는, 상기 혈액 펌프(50)를 구동하기 위한 상기 전기 모터(51)를 포함하며, 상기 전기 모터(51; 51-2)는 적어도 세 개의 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)을 포함하되, 상기 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw) 각각은 모터 권선 유닛 단자(LuE1, LuE2; LvE1, LvE2; LwE1, LwE2) 각각에 연결되는 별개의 위상 공급 라인(Lu1, Lu2; Lv1, Lv2; Lw1, Lw2)을 거쳐서 파워 공급부(110)에 개별적으로 연결되도록 배열되고 구성되고,

상기 모터 제어기(100)는, (i) 상기 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw) 각각을 위한 대응하는 위상 공급 라인 구동 유닛(DH1, DH2, DH3; DL1, DL2, DL3) - 상기 대응하는 위상 공급 라인 구동 유닛(DH1, DH2, DH3; DL1, DL2, DL3)은, 대응하는 위상 공급 라인(Lu1, Lu2; Lv1, Lv2; Lw1, Lw2)을 통해서 상기 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw) 중 하나와 각각 연결 가능함 - ; 및 (ii) 상기 위상 공급 라인 구동 유닛(DH1, DH2, DH3; DL1, DL2, DL3)을 제어하도록 구성되어 상기 전기 모터(51; 51-2)를 동작시키는 제어 유닛(120); 을 포함하고,

상기 제어 유닛(120)은, 상기 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw) 중 어느 하나에서 결함을 검출하도록 구성되고, 검출된 결함이 있는 모터 권선 유닛의 경우에, 상기 결함이 있는 모터 권선 유닛에 대한 구동 파라미터를 조정하고 모든 모터 권선 유닛에 의해서 상기 전기 모터(51; 51-2)를 더욱 동작시키도록 구성되는,

모터 제어기(100).

**청구항 5**

제4 항에 있어서,

상기 위상 공급 라인 구동 유닛(DH1, DH2, DH3; DL1, DL2, DL3) 각각은 대응하는 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)에 공급되는 전력의 협력적인 제어를 위해서 스위칭가능하도록 구성되는 두 개의 대응하는 하프 브릿지(half bridge) 유닛에 의해서 구현되는,

모터 제어기(100).

**청구항 6**

제4 항에 있어서,

상기 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)을 통하는 전류(Iu, Iv, Iw)의 실제 값을 측정하기 위한 각각의 위상 전류 측정 유닛(Ru, Rv, Rw);

모든 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)을 통한 전체 전류(Itotal)의 실제 값을 측정하기 위한 전체 전류측정 유닛(Rtotal); 및

구동되지 않는 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)에 대한 각각의 유도된 카운터 전자기력(CEMF)를 측정하기 위해 구성된 각각의 측정 유닛;

중 적어도 하나를 더 포함하는,  
모터 제어기(100).

**청구항 7**

제4 항에 있어서,  
상기 제어 유닛(120)은, 상기 전기 모터(51; 51-2)의 회전 속도, 상기 전기 모터(51)의 회전 방향, 및 상기 전기 모터(51; 51-2)에 의해서 생성되는 토크 중 적어도 하나를 구동하고 제어하도록 구성되는,  
모터 제어기(100).

**청구항 8**

제4 항에 있어서,  
상기 전기 모터(51, 51-2)는 상기 혈액 펌프(50)의 일체형 구성요소로, 환자의 신체 안으로 경피적으로 완전히 삽입되도록 구성되어, 상기 혈액 펌프(50)가 삽입되면 상기 전기 모터(51; 51-2)에 전력을 제공하고 이를 제어하기 위한 상기 모터 제어기(100)가 환자의 신체 외부에 위치되고 상기 전기 모터(51; 51-2)에 대한 파워 공급 및 이의 동작의 제어를 위한 연결부가 상기 혈액 펌프(50)까지 카테터(10)를 통과하는,  
모터 제어기(100).

**청구항 9**

제4 항에 있어서,  
상기 결합이 있는 모터 권선 유닛은, 상기 모터 권선 유닛의 와이어에서의 또는 상기 모터 권선 유닛의 상기 대응하는 위상 공급 라인(Lu1, Lu2; Lv1, Lv2; Lw1, Lw2)에서의 단선; 상기 전기 모터(51)의 케이싱에 대한 상기 모터 권선 유닛의 누전; 및 상기 모터 권선 유닛의 와이어 턴(turn) 사이의 단락 회로 중 적어도 하나에 의해서 정의되고;  
상기 제어 유닛(120)은 상기 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)을 통한 각각의 실제 전류(Iu, Iv, Iw) 또는 상기 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)의 실제 전압의 비교 중 적어도 하나에 근거하여 상기 결합이 있는 모터 권선 유닛을 검출하도록 더 구성되는,  
모터 제어기(100).

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

혈액 펌프 시스템에 있어서,  
경피 삽입을 위한 혈액 펌프(50) 및 제4 항 내지 제9 항 중 어느 한 항의 모터 제어기(100)를 포함하고,  
상기 혈액 펌프(50)는, 상기 혈액 펌프(50)를 구동하기 위한 상기 전기 모터(51)를 포함하며, 상기 전기 모터(51; 51-2)는 적어도 세 개의 상기 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)을 포함하되, 상기 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw) 각각은 상기 모터 권선 유닛 단자(LuE1, LuE2; LvE1, LvE2; LwE1, LwE2) 각각에 연결되는 상기 별개의 위상 공급 라인(Lu1, Lu2; Lv1, Lv2; Lw1, Lw2)을 거쳐서 상기 파워 공급부(110)에 개별적으로 연결되도록 배열되고 구성되는,  
혈액 펌프 시스템.

**청구항 12**

경피 삽입을 위한 혈액 펌프(50)의 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)에 대한 파워 공급을 제어하기 위한 제어 방법에 있어서,  
상기 혈액 펌프(50)는, 상기 혈액 펌프(50)를 구동하기 위한 전기 모터(51)를 포함하며, 상기 전기 모터(51;

51-2)는 적어도 세 개의 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)을 포함하되, 각각의 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)은 각각의 모터 권선 유닛 단자(LuE1, LuE2; LvE1, LvE2; LwE1, LwE2)에 연결되는 별개의 위상 공급 라인(Lu1, Lu2; Lv1, Lv2; Lw1, Lw2)을 거쳐서 파워 공급부(110)에 개별적으로 연결되도록 배열되고 구성되고,

상기 방법은,

(i) 상기 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw) 중 하나에 있는 결함을 검출하는 단계; 및

(ii) 검출된 결함이 있는 모터 권선 유닛의 경우에, 상기 결함이 있는 모터 권선 유닛에 대한 구동 파라미터를 조정하고 모든 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)에 의해서 상기 전기 모터(51; 51-2)를 더욱 동작시키는 단계;를 포함하는,

제어 방법.

### 청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw) 중 하나에서의 결함 검출은,

(a) 상기 결함이 있는 모터 권선 유닛의 와이어에서의 또는 상기 결함이 있는 모터 권선 유닛의 대응하는 위상 공급 라인(Lu1, Lu2; Lv1, Lv2; Lw1, Lw2)에서의 단선,

(b) 상기 전기 모터(51; 51-2)의 케이싱에 대한 상기 결함이 있는 모터 권선 유닛의 누전,

(c) 상기 결함이 있는 모터 권선 유닛의 와이어 턴(turn) 사이의 단락 회로, 및

(d) 상기 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw) 중 두 개의 모터 권선 유닛의 와이어 사이의 단락 회로,

중 적어도 하나의 검출을 포함하는,

제어 방법.

### 청구항 14

제12 항에 있어서,

상기 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw) 중 하나의 모터 권선 유닛의 결함 검출은,

(a) 상기 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)을 통한 각각의 실제 전류(Iu, Iv, Iw);

(b) 상기 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)에서의 실제 전압 강하(降下)의 비교; 및

(c) 상기 결함이 있는 모터 권선 유닛을 통한 실제 전류의 비교(Iu, Iv, Iw);

중 적어도 하나에 근거하는,

제어 방법.

### 청구항 15

제12 항에 있어서,

상기 전기 모터(51, 51-2)는 상기 혈액 펌프(50)의 일체형 구성요소로, 환자의 신체 안으로 경피적으로 완전히 삽입되도록 구성되어, 상기 혈액 펌프(50)가 삽입되면 상기 전기 모터(51; 51-2)에 전력을 제공하고 이를 제어하기 위한 상기 모터 제어기(100)가 환자의 신체 외부에 위치되고 상기 전기 모터(51; 51-2)에 대한 파워 공급 및 이의 동작의 제어를 위한 연결부가 상기 혈액 펌프(50)까지 카테터(10)를 통과하는,

제어 방법.

### 청구항 16

제11 항에 있어서,

상기 전기 모터(51, 51-2)는 상기 혈액 펌프(50)의 일체형 구성요소로, 환자의 신체 안으로 경피적으로 완전히 삽입되도록 구성되어, 상기 혈액 펌프(50)가 삽입되면 상기 전기 모터(51; 51-2)에 전력을 제공하고 이를 제어

하기 위한 상기 모터 제어기(100)가 환자의 신체 외부에 위치되고 상기 전기 모터(51; 51-2)에 대한 파워 공급 및 이의 동작의 제어를 위한 연결부가 상기 혈액 펌프(50)까지 카테터(10)를 통과하는, 혈액 펌프 시스템.

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

제11 항에 있어서, 상기 전기 모터(51; 51-2)는 영구 자석 여기(勵起) 동기 모터인, 혈액 펌프 시스템.

**청구항 19**

제11 항에 있어서, 상기 전기 모터(51; 51-2)는 세 개의 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)을 포함하며, 각각의 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)은 대응하는 위상 공급 라인(Lu1, Lu2; Lv1, Lv2; Lw1, Lw2)에 연결되는, 혈액 펌프 시스템.

**청구항 20**

제12 항에 있어서, 상기 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)을 통한 전류(Iu, Iv, Iw)의 실제 값을 측정하는 단계; 모든 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)을 통한 전체 전류(Itotal)의 실제 값을 측정하는 단계; 및 구동되지 않는 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)에 대한 각각의 유도된 카운터 전자기력(CEMF)를 측정하는 단계; 중 적어도 하나를 더 포함하는, 제어 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 경피 삽입을 위한 심실 보조 디바이스(VAD)의 분야에 관한 것이다. 특히, 본 발명은, 경피 삽입가능한 혈액 펌프, 예를 들어 혈관 내 로터리 혈액 펌프와 같은 VAD의 모터의 모터 권선 유닛의 회로 구성 및 이러한 VAD의 제어 장치뿐만 아니라 제어에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 모터 권선을 갖는 전기 모터에 의해서 구동되는 VAD는 일반적으로 알려져 있다. 경피적으로 삽입가능한 혈액 펌프와 같은 VAD의 구체적인 예는 회복까지 심장 기능 보조를 위해서 몇 시간 동안 또는 며칠 동안 심장 안에 직접적으로 혈관을 통해서 배치되거나 또는 임플란트(implant)되도록 배열되는 카테터 기반 로터리 혈액 펌프이다.

[0003] US 5 911 685 A는 예시의 혈관 내 로터리 혈액 펌프를 개시한다. 그러나, 전기 모터를 포함하는 다른 타입의 VAD가 또한 있다.

[0004] VAD를 구동하기 위한 전기 모터는 VAD의 기능성에 관한 그리고 환자의 심장에 요구되는 지원을 제공하기 위한 VAD의 중요한 일 구성요소이다. 모터의 고장은 심각한 문제를 유발할 수 있고 비록 VAD가 교체될 수 있다고 하더라도 이러한 교체는 불필요한 위험을 초래할 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 본 발명의 제일 목적은, 고장난 전기 모터의 위험을 감소시킬 수 있고, 특히 전기 모터의 완전한 드롭 아웃(drop out)을 회피할 수 있는 VAD를 위한 향상된 전기 구동부를 제공하는 것이다.

[0006] 또한, 본 발명의 제이 목적은, 고장난 모터 권선의 경우에, 전기 모터를 더욱 동작시키기 위해서 제일 목적을 달성하는 향상된 전기 모터를 위한 향상된 제어 방법 및 디바이스를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 목적 중 적어도 하나는 각각의 독립 청구항의 특징부에 의해서 달성된다. 추가적인 실시형태는 각각의 종속 청구항에서 정의된다.

[0008] 본 발명의 핵심 아이디어는, 모터 권선이 어느 하나와 각각의 나머지 모터 권선 사이의 임의의 회로 인터커넥션을 회피하는 회로 구성으로 배열되는, VAD, 특히 혈관 내 로터리 혈액 펌프와 같은 경피적으로 삽입가능한 혈액 펌프를 구동하기 위한 전기 모터를 사용하는 것이다. 바람직하게는, 모든 모터 권선이 별개의 공급 라인을 거쳐서 개별적으로 동작된다. 유리하게는, 전기 모터는, 만약 고장이 있다면, 영향을 받는 모터 권선을 동작으로부터 제외시킴으로써 또는 영향을 받는 모터 권선을 조정된 파라미터로 동작시킴으로써 모터 권선의 어느 하나로 여전히 동작될 수 있다. 예를 들어, 만약 모터 권선 중 어느 하나를 위한 위상 공급 라인 중 하나에 단선이 있다면, 전기 모터는 나머지 모터 권선에 의해서 여전히 동작될 수 있다. 예를 들어, 만약 두 개의 특정 권선 사이에 단락 회로가 있다면, 영향을 받는 권선 중 하나가 동작에서 제외될 수 있어 전기 모터가 나머지 모터 권선에 의해서 여전히 동작될 수 있다. 예를 들어, 만약 하나의 특정 권선 내에 단락 회로(예를 들어, 턴-투-턴(turn-to-turn) 단락 회로)가 있다면, 영향을 받는 권선이 동작에서 제외되거나 또는 조정된 파라미터로 동작될 수 있어 전기 모터가 나머지 모터 권선에 의해서 여전히 동작될 수 있다. 예를 들어, 만약 특정 권선으로부터, 예를 들어, 펌프의 케이싱으로의 고장 전류가 있다면, 영향을 받는 권선이 동작에서 제외될 수 있어 전기 모터가 나머지 모터 권선에 의해서 여전히 동작될 수 있다.

[0009] 본 발명의 제1 양태는, 예를 들어, 혈관 내 적용과 같은 경피 삽입을 위한 혈액 펌프를 제공한다. 혈액 펌프는 혈액 펌프의 구동을 위한 전기 모터를 포함한다. 전기 모터는 적어도 세 개의 모터 권선 유닛을 포함한다. 각각의 모터 권선 유닛은, 두 개의 대응하는 별개의 위상 공급 라인-하나를 두 개의 모터 권선 유닛 단자 중 하나에 연결되고 나머지 하나는 모터 권선 유닛 단자 중 나머지 하나에 연결됨-을 통해서 파워 공급부에 개별적으로 연결되도록 배열되고 구성된다.

[0010] 특정 모터 권선 유닛이 적어도 하나의 특정 모터 권선을 포함하나, 단지 하나의 특정 권선에 한정되지 않는다. 다시 말하면, 모터 권선 유닛은 두 개 이상의 권선을 포함할 수 있다. 특히, 모터 권선 유닛은 서로 병렬로 연결되는 두 개 이상의 모터 권선을 포함할 수 있다. 예를 들어, 모터 권선 유닛은, 두 개 이상의 권선이 상이한 층에 구현되고 병렬로 연결되어 모터 권선 유닛을 구성하는 다층 권선을 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나의 권선은, 상이한 층에 배치되고 병렬로 연결되어 각각의 모터 권선 유닛을 형성하는 두 개의 병렬 연결된 권선으로 구성될 수 있다.

[0011] 바람직하게는, 전기 모터는 동기 모터이다. 가장 바람직하게는, 모터는 영구 자석 여기(勵起) 동기 모터이고, 다시 말하면, 영구 자석을 포함하는 로터를 포함한다.

[0012] 바람직하게는, 전기 모터는 적어도 세 개의 모터 권선 유닛 및 각각의 모터 권선 유닛에 대해서 두 개의 대응하는 위상 공급 라인을 포함한다. 특정 실시형태에서, 전기모터는 세 개의 모터 권선 유닛을 포함하며, 대응하는 모터 권선 유닛 단자 각각이 하나의 대응하는 위상 공급 라인에 연결된다.

[0013] 본 발명의 제2 양태는, 본 발명의 제1 양태에 따른 혈액 펌프의 전기 모터를 구동하고 제어하기 위한 모터 제어기를 제공한다. 모터 제어기는 각각의 모터 권선 유닛에 대한 대응하는 스위치가능한 위상 공급 라인 구동 유닛을 포함한다. 각각의 스위치가능한 위상 공급 라인 구동 유닛은 모터 권선 유닛 중 하나와 대응하는 두 개의 위상 공급 라인을 거쳐서 연결된다.

[0014] 바람직하게는, 위상 공급 라인 구동 유닛은, 모터 권선 유닛의 각각에 공급되는 전력의 협조 제어를 위해서 스위치가능한 두 개의 하프 브릿지 유닛에 의해서 구현된다.

- [0015] 바람직하게는, 모터 제어기는, 대응하는 모터 권선 유닛을 통한 전류의 실제 값을 측정하기 위한 각각의 위상 전류 측정 유닛; 모든 모터 권선 유닛을 통한 전체 전류의 실제 값을 측정하기 위한 전체 전류 측정 유닛; 및 각각의 모터 권선 유닛이 구동되지 않는 순간에, 즉 각각의 모터 권선 유닛이 파워 공급부로부터 단절되는 순간에 각각의 모터 권선 유닛에 대한 각각의 유도된 백 전자기력(induced back electromagnetic force)(back EMF) 전압을 측정하도록 구성된 각각의 측정 유닛 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0016] 바람직하게는, 모터 제어기는 위상 공급 라인 구동 유닛에 동작 가능하게 연결되고 이를 제어하기 위한, 그리고 전기 모터의 회전 속도, 전기 모터의 회전 방향, 및 전기 모터에 의해서 생성되는 토크 중 적어도 하나를 구동하고 제어하도록 구성되는 제어 유닛을 포함한다.
- [0017] 바람직하게는, 제어 유닛은 모터 권선 유닛 중 하나의 모터 권선 유닛의 결함을 검출하도록 구성된다. 또한, 제어 유닛은, 결함이 있는 모터 권선 유닛의 경우에, 결함이 있는 모터 권선 유닛의 대응하는 위상 공급 라인 구동 유닛을 스위치 오프하도록, 그리고 남아 있는 모터 권선에 의해서 전기 모터를 더욱 동작시키도록 구성된다. 대안적으로, 제어 유닛은 조정된 파라미터로 결함이 있는 모터 권선 유닛을 더욱 구동하도록 그리고 모든 모터 권선에 의해서 전기 모터를 더욱 동작시키도록 구성될 수 있다. 달리 말해서, 혈액 펌프는 남아 있는 모터 권선 유닛만에 의해서 또는, 결함이 있는 모터 권선 유닛은 조정된 구동 파라미터로 동작되면서, 모든 모터 권선 유닛에 의해서 동작이 유지될 수 있다.
- [0018] 바람직하게는, 모터 권선 유닛은 다음 중 적어도 하나의 경우에 결함이 있는 것으로 결정된다:
- [0019] (a) 모터 권선 유닛의 와이어에서의 또는 모터 권선 유닛의 대응하는 위상 공급 라인 중 적어도 하나에서의 단선;
- [0020] (b) 전기 모터의 케이싱에 대한 모터 권선 유닛의 누전;
- [0021] (c) 모터 권선 유닛의 와이어 턴 사이의 단락 회로.
- [0022] 바람직하게는, 제어 유닛은 결함이 있는 권선 유닛, 즉 상술된 결함 (a) 내지 (c) 중 하나를, 모터 권선 유닛 또는 모터 권선 유닛들을 통한 각각의 실제 전류 및 모터 권선 유닛 또는 모터 권선 유닛들의 실제 전압의 비교 중 적어도 하나에 근거하여 검출하도록 구성된다.
- [0023] 대안적으로, 모터 권선 유닛의 결함은 두 개의 모터 권선 유닛의 와이어 사이의 단락 회로를 포함할 수 있으며, 즉 두 개의 모터 권선 유닛이 결함이 있는 것으로 귀결된다. 바람직하게는, 제어 유닛은 두 개의 결함이 있는 모터 권선 유닛을 두 개의 결함이 있는 모터 권선 유닛을 통하는 실제 전류의 비교에 근거하여 검출하도록 구성된다. 바람직하게는, 이러한 두 개의 결함이 있는 권선 유닛의 경우에, 제어 유닛은, 결함이 있는 모터 권선 유닛으로서 두 개의 결함이 있는 모터 권선 유닛 중 하나를 결정하도록 구성된다 대응하는 위상 공급 라인 구동 유닛은 스위치 오프되거나 또는 조정된 파라미터에 의해서 동작될 것이다.
- [0024] 본 발명의 제3 양태는, 본 발명의 제1 양태에 따른 혈액 펌프 및 본 발명의 제2 양태에 따른 모터 제어를 포함하는 혈액 펌프 시스템을 제공한다.
- [0025] 본 발명의 제4 양태는, 바람직하게는 본 발명의 제1 양태에 따른 혈액 펌프의 모터 권선 유닛에 대한 파워 공급을 제어하기 위한 제어 방법을 제공한다. 방법은 (i) 모터 권선 유닛 중 하나의 모터 권선 유닛의 결함을 검출하고; (ii) 검출된 결함이 있는 모터 권선 유닛의 경우에, 제일 대안에 있어서, 상기 결함이 있는 모터 권선 유닛의 대응하는 위상 공급 라인 구동 유닛을 스위치 오프하고 남아 있는 모터 권선의 위상 공급 라인 구동 유닛을 제어함으로써 전기 모터를 더욱 동작시키거나; 제이 대안에 있어서, 결함이 있는 모터 권선 유닛의 구동 파라미터를 조정하고 모든 모터 권선의 위상 공급 라인 구동 유닛을 제어함으로써 전기 모터를 더욱 동작시키는 방법을 포함한다.
- [0026] 바람직하게는, 모터 권선 유닛 중 하나에 있는 결함을 검출하는 단계는:
- [0027] (a) 결함이 있는 모터 권선 유닛의 와이어에서의 또는 결함이 있는 모터 권선 유닛의 대응하는 위상 공급 라인에서의 단선;
- [0028] (b) 전기 모터의 케이싱에 대한 결함이 있는 모터 권선 유닛의 누전;
- [0029] (c) 결함이 있는 모터 권선 유닛의 와이어 턴 사이의 단락 회로; 및
- [0030] (d) 두 개의 상기 모터 권선 유닛의 와이어 사이의 단락 회로 중 적어도 하나를 검출하는 단계를 포함하나, 이

에 한정되지 않는다.

[0031] 바람직하게는, 모터 권선 유닛 중 하나에 있는 결합을 검출하는 단계는 모터 권선을 통하는 각각의 실제 전류, 모터 권선 유닛에서의 실제 전압 강하(降下)의 비교, 및 결합이 있는 모터 권선 유닛을 통하는 실제 전류의 비교 중 적어도 하나에 근거한다.

[0032] 본 발명의 제5 양태는 경피 삽입을 위한 혈액 펌프의 구동을 위한 전기 모터의 적어도 세 개의 독립적인 모터 권선 유닛의 용도에 관한 것이다. 각각의 모터 권선 유닛은, 대응하는 모터 권선 유닛의 두 개의 모터 권선 유닛 단자 중 각각의 하나에 연결되는 대응하는 두 개의 별개의 위상 공급 라인을 통해서 파워 공급부에 개별적으로 연결되도록 배열되고 구성된다.

[0033] 마지막으로, 본 발명의 제1 양태의 혈액 펌프, 본 발명의 제2 양태의 모터 제어기, 본 발명의 제3 양태의 혈액 펌프 시스템, 본 발명의 제4 양태의 제어 방법, 또는 본 발명의 제5 양태의 용도에 관하여, 어느 경우이든, 전기 모터는 바람직하게는 혈액 펌프에 대한 일체형 구성요소이다. 혈액 펌프는 환자 신체 안으로 경피적으로 완전히 삽입되도록 구성되기 때문에, 혈액 펌프가 환자 안으로 삽입될 때, 혈액 펌프의 일체형 부분으로서 전기 모터 또한 삽입된다. 다음으로, 전기 모터에 전력을 공급하고 이를 제어하는 모터 제어기는 바람직하게는 환자의 신체 외부에 위치될 것이다. 단지 전기 모터에 대한 파워 공급 및 이의 동작의 제어를 위한 연결부는 환자 외부로부터 경피적으로 환자의 신체 안으로 혈액 펌프로 그리고 대응하게 전기 모터로 카테터를 통과할 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0034] 이하에서 본 발명이 동반되는 도면을 참조하여 예시의 형태로 설명될 것이다.

도 1은 전기 모터에 의해서 구동되는 경피 삽입을 위한 VAD에 대한 예시를 도시한다.

도 2는 세 개의 모터 권선 유닛에 대한 회로 구성, 즉 (a) 델타 구성, (b) 스타 또는 와이(Y) 구성, 및 (c) 개방 권선 단부를 갖는 구성을 도시한다.

도 3은 파워 공급부와 모터 권선 유닛의 세 개의 파워 공급 라인 사이의 대응하는 스위치의 펄스 폭 변조된 제어에 의한 스타 구성으로 세 개의 모터 권선 유닛을 갖는 전기 모터를 구동하는 원리를 도시한다.

도 4는 경피 삽입을 위한 혈액 펌프의 전기 모터의 모터 권선 유닛의 본 명세서에서 제안되는 새로운 구성의 하나의 구체적 실시형태를 도시하고, 전기 모터에 대한 구동 단계의 기본적 구성을 간략화된 개략적인 회로 다이어그램에 의해서 도해한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0035] 도 1은 대응하는 모터 권선 유닛을 포함하는 전기 모터에 의해서 구동되는 경피 삽입을 위한 VAD에 대한 예시를 도시한다. VAD는 마이크로 축류 로터리 혈액 펌프(50), 특히 환자의 심장 안으로 환자의 혈관을 통한 경피 삽입을 위한 카테터 기반 마이크로 축류 회전 혈액 펌프(아래에서 간결성을 위해 "혈액 펌프(50)"라함)이다. 이러한 혈액 펌프는, 예를 들어, US 5 911 685 A로부터 공지된다.

[0036] 혈액 펌프(50)는 카테터(10)에 기반을 두며, 이 카테터에 의해서 혈액 펌프(50)가 환자의 심장의 심실 안으로 혈관을 거쳐서 임시적으로 도입될 수 있다. 혈액 펌프(50)는 카테터(10)에 부가하여 카테터 튜브(20)의 단부에 고정된 펌핑 디바이스를 포함한다. 로터리 펌핑 디바이스는 전기 모터(51) 및 이로부터 어떤 축선방향 거리에 위치한 펌프 섹션(52)을 포함한다. 유동 카놀라(53)는 자신의 일 단에서 펌프 섹션(52)에 연결되고, 펌프 섹션(52)으로부터 연장되고, 자신의 타단에 위치한 유입 케이지(54)를 갖는다. 유입 케이지(54)는 부드러운 가요성 팁(55)을 자신에게 부착하고 있다. 펌프 섹션(52)은 유출구 개구(56)를 갖는 펌프 하우징을 포함한다. 또한, 펌핑 디바이스는 펌프 섹션(52)의 펌프 하우징 안으로 전기 모터(51)로부터 돌출된 구동 샤프트(57)를 포함한다. 구동 샤프트(57)는 추력 요소로서 임펠러(58)를 구동한다. 혈액 펌프(50)의 동작 동안, 혈액은 구동 샤프트(57)를 거쳐서 전기 모터(50)에 의해 구동되는 회전 임펠러(58)에 의해서 유입 케이지(54)를 통해서 흡입되고 유출구 개구(56)를 통해서 배출된다.

[0037] 카테터(10)의 카테터 튜브(20)를 세 개의 라인, 즉 두 개의 신호 라인(28A, 28B) 및 펌핑 디바이스의 전기 모터(51)에 전력을 제공하기 위한 파워 공급 라인(29)이 통과한다. 두 개의 신호 라인(28A, 28B) 및 파워 공급 라인(29)은 펌핑 디바이스의 제어를 위한 제어 디바이스(미도시)에 이들의 근위 단부에서 부착된다. 신호 라인(28A, 28B)은 각각 대응하는 센서 헤드(30 및 60)를 갖는 혈압 센서의 부분이다. 파워 공급 라인(29)은 모터 섹션의 전기 모터(51)의 각각의 모터 권선 유닛에 전력을 공급하기 위한 별개의 위상 공급 라인을 포함한다. 전기 모터

(51)는 바람직하게는 동기 모터이다. 예시의 구성에서, 전기 모터는 구동 샤프트(57)와 결합된 로터(미도시)를 구동하기 위한 세 개의 모터 권선 유닛을 포함한다. 로터는 적어도 하나의 계자 권선을 포함할 수 있다. 대안적으로, 로터는 영구 자석 여기(勵起) 동기 모터로 귀결되는 영구 자석을 포함한다. 특정 실시형태에서, 특정 모터 권선 유닛은 상이한 층에 배치되고 병렬로 연결되는 두 개의 병렬 연결된 권선을 포함한다.

[0038] 혈액 펌프(50)는 마이크로 축류 로터리 혈액 펌프이며, 여기서 "마이크로"는 혈액 펌프가 심장의 심실로 이어지는 혈관을 통해서 심실 안으로 경피적으로 삽입될 수 있을 만큼 사이즈가 작다는 점을 나타낸다. 이것은 또한 혈액 펌프(50)를 경피 삽입을 위한 혈관 내 혈액 펌프로서 정의한다. "축류"는 펌프 섹션(52)을 구동하기 위한 전기 모터(51)의 배열이 축방향 구성으로 배열되었다는 점을 나타낸다. "회전"은 펌프 기능성이 회전 전기 모터(51)에 의해서 구동되는 추력 요소, 예를 들어 임펠러의 회전 동작에 근거하는 점을 의미한다.

[0039] 바람직하게는 그리고 도 1에 도시되는 바와 같이, 전기 모터(51)는 환자의 신체 안으로 경피적으로 완전히 삽입 되도록 구성되는 혈액 펌프(50)의 하나의 구성요소이다. 일반적으로, 혈액 펌프(50)는, 예를 들어 환자의 심장의 심실로 이어지는 혈관을 거쳐서 환자의 신체 안으로 삽입된다. 위에서 논의된 바와 같이, 혈액 펌프(50)는 카테터(10)에 기반하며, 이 카테터에 의해 혈관을 통한 혈액 펌프(50)의 삽입이 행해질 수 있고, 이 카테터를 통해서, 전기 모터(51)에 전력을 공급하고 이의 제어를 위한 파워 공급 라인(29)이 통과될 수 있다. 즉, 전기 모터(51)에 전력을 공급하고 이를 제어하는 모터 제어기(예를 들어, 도 4에서 100)는 환자의 신체 외부에 위치된다. 따라서, 모터(51)에 대한 파워 공급 및 이의 제어를 위한 연결부(예를 들어, 29)만 카테터(10)를 통해서 연장된다. 이것은, 카테터를 통해서 놓여진 회전 구동 와이어를 거쳐서 구동되어 단지 펌프 섹션이 환자의 신체 안으로 삽입되는 반면 구동하는 전기 모터는 환자의 신체 외부에 위치될 수 있는 혈액 펌프와 완전히 상이하다. 이 경우에, 고장난 전기 모터는 더 용이하게 교체될 수 있다.

[0040] 도 2는 도 1의 혈액 펌프(50)의 전기 모터(51)를 위한 각각의 회로 구성을 도시한다. 예로서, 전기 모터는 세 개의 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)을 포함한다. 도 2a에서, 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)은 델타 회로 구성으로 연결된다. 도 2b에서, 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)은 별 또는 Y(와이) 회로 구성으로 연결된다.

[0041] 도 2c는 개방된 권선 단부를 갖는 구성, 소위 "개방 단부 권선" 구성인 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)을 도시한다. 도시된 구성은, 세 개의 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw) 중 어느 하나와 나머지 두 개의 모터 권선 유닛 사이에 의도된 회로 인터커넥션이 없다는 사실에 의해서 특징지워진다. 이 구성에 있어서, 세 개의 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw) 중 어느 하나는 나머지 모터 권선 유닛과 독립적으로 전력을 공급 받을 수 있다.

[0042] 특정 모터 권선 유닛이 적어도 하나의 특정 모터 권선을 포함하나, 하나의 권선에 한정되지 않는 점을 주의한다. 모터 권선 유닛은 두 개 이상의 모터 권선을 포함할 수 있다. 특히, 모터 권선 유닛은 병렬로 연결되어 모터 권선 유닛을 형성하는 두 개 이상의 모터 권선을 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나의 모터 권선 유닛은 두 개의 병렬로 연결된 권선으로 구성될 수 있다. 상이한 권선은 상이한 층에 배치될 수 있고, 모터 권선 유닛의 단자를 형성하는 각각의 권선 단부에 병렬로 연결될 수 있다.

[0043] 도 3은, 하나의 대응하는 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)에 공급하는 세 개의 파워 공급 라인(L1, L2, L3) 중 단지 각각 하나에 그리고 두 개의 파워 공급 노드(Us, Ug) 중 하나에 각각 연결되는 대응하는 스위치(Su1 및 Su2, Sv1 및 Sv2, Sw1 및 Sw2)의 펄스 폭 변조된 제어에 의한, 도 2b의 구성인 세 개의 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)을 갖는 전기 모터(51-1)의 종래 구동을 도시한다.

[0044] 전기 모터(51-1)는 US 5 911 685 A로부터 공지된 마이크로 축류 회전 혈액 펌프에서 사용되는 것과 같은 모터 권선 구성을 포함한다. 세 개의 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)은 스타 노드(SN)에서 이들의 단자 중 하나와 서로 연결되는 한편, 각각의 모터 권선 유닛의 나머지 각각의 단자는, 스위치(Su1 및 Su2, Sv1 및 Sv2, Sw1 및 Sw2)로서 도시되는 예를 들어 파워 MOSFET과 같은 두 개의 반도체 스위치를 각각 포함하는 세 개의 하프 브릿지(H1, H2, H3) 각각의 대응하는 미들 노드(MN1, MN2, MN3)에 대응하는 파워 공급 라인(L1, L2, L3) 중 하나를 통해서 연결된다. 세 개의 하프 브릿지(H1, H2, H3) 각각은 제어 유닛(1)에 의해서 제어되는 각각의 위상 공급 라인 구동 유닛을 정의한다. 세 개의 하프 브릿지(H1, H2, H3), 즉 위상 공급 라인 구동 유닛은 하나의 구동 유닛(DU)으로 통합되거나 또는 이에 의해서 구현될 수 있다.

[0045] 하프 브릿지(H1, H2, H3) 각각은, 특정 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)을 구동하는 전압의 파형이 나머지 두 개의 모터 권선을 구동하는 각각의 전압의 파형 중 어느 하나에 대해서 120°의 위상 차이를 갖도록 펄스 폭 변조에 의해 각각의 스위치(Su1 및 Su2, Sv1 및 Sv2, Sw1 및 Sw2)를 제어하도록 구성되는 제어 유닛(1)에 의해서 제어된다.

- [0046] 하프 브릿지(H1, H2, H3)는, 예를 들어 그라운드인 기준 전압(Ug) 및 공급 전압(Us)을 또한 제공하는 제어 유닛(1)에 각각 연결된다. 하나의 하프 브릿지(H1, H2, H3) 내의 스위치의 각각의 제어는 제어 유닛(1)으로부터 각각의 스위치(Su1 및 Su2, Sv1 및 Sv2, Sw1 및 Sw2)로의 대응하는 화살표에 의해서 도 3에 표시된다. 각각의 하프 브릿지(H1, H2, H3)를 스위칭함으로써, 대응하는 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)에 공급되는 각각의 전류가 스위치되어 특정 모터 권선 유닛에 의해서 생성되는 자기장의 대응하는 변화로 귀결된다. 따라서, 모터 권선 유닛은 모터(51-1)의 로터(미도시)를 움직이기 위한 회전 자기장을 생성한다. 여기(勵起)된 계자 권선을 포함하는 로터는 대응하게 회전된다.
- [0047] 하프 브릿지(H1, H2, H3)(위상 공급 라인 구동 유닛) 내의 스위치(Su1 및 Su2, Sv1 및 Sv2, Sw1 및 Sw2)의 대응하는 제어는 전기 모터(51-1)의 회전 방향 및 회전 속도의 제어뿐만 아니라 전기 모터(51-1)에 의해서 생성되는 토크에 대한 제어를 가능하게 한다. 예를 들어, 도 1에 도시된 공지된 혈액 펌프(50)에서, 세 개의 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)을 갖는 동기 모터(51)는 별 구성으로 동작된다. 따라서, 카테터 튜브(20)를 통해서 이어지는 도 1에 도시된 공급 라인(29)은 각각의 모터 권선 유닛에 전력을 공급하기 위한 세 개의 위상 공급 라인(L1, L2 및 L3)을 포함한다.
- [0048] 도 4는 도 1에 도시된 것과 같은 경피 삽입을 위한 혈액 펌프의 전기 모터(51-2) 내 모터 권선 유닛의 본 명세서에서 제안되는 새로운 구성의 하나의 구체적 실시형태를 도시한다. 또한, 도 4는 전기 모터(51-2)를 위한 구동 단계의 기본적 구성을 간략화된 개략적인 회로 다이어그램에 의해서 도시한다.
- [0049] 앞에서 언급된 바와 같이 그리고 도 1에 의해서 도해된 바와 같이, 전기 모터(51-2)는 혈액 펌프(50)의 하나의 일체형 구성요소이다. 따라서, 혈액 펌프(50)와 함께, 또한 전기 모터(51-2)가 환자의 신체 안으로 경피적으로 완전히 삽입된다. 또한, 위에서 논의된 바와 같이, 혈액 펌프(50)는 카테터(10)에 기반하며, 이 카테터에 의해 혈관을 통한 혈액 펌프(50)의 삽입이 행해질 수 있고, 이 카테터를 통해서, 전기 모터(51-2)에 전력을 공급하고 이의 제어를 위한 파워 공급 라인(29)이 안내된다. 파워 공급 라인(29)은 (아래에서 더욱 상세히 논의될) 여섯 개의 개별적인 분리된 위상 공급 라인(Lw1, Lv1, 및 Lu1, Lw2, Lv2, 및 Lu2)을 포함한다. 무엇보다도, 전기 모터(51-2)에 전력을 공급하고 이를 제어하는 모터 제어기(100)는 환자의 신체 외부에 위치될 것이다. 달리 말하면, 모터(51-2)에 대한 파워 공급 및 이의 동작 제어를 위한 연결부는 카테터(10)를 통과한다.
- [0050] 전기 모터(51-2)는 세 개의 모터 권선 유닛(Lu, LV, Lw)을 포함한다. 또한 네 개 이상의 모터 권선 유닛이 사용될 수 있다는 점이 주의된다. 각각의 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)은 양측의 모터 권선 유닛 단자(LwE1과 LwE2, LvE1과 LvE2, 및 LuE1과 LuE2) 각각에서 하나의 개별적인 분리된 위상 공급 라인(Lw1, Lv1, 및 Lu1, Lw2, Lv2, 및 Lu2)에 개별적으로 연결된다. 하나의 특정 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)의 두 개의 위상 공급 라인 각각은 하나의 대응하는 하프 브릿지 회로(DH1, DH2, DH3, DL1, DL2, DL3)에 연결된다. 각각의 하프 브릿지 회로(DH1, DH2, DH3, DL1, DL2, DL3)는, 도 3과 관련하여 설명되는 바와 같이, 두 개의 대응하는 반도체 스위치(SwH1 및 SwH2, SvH1 및 SvH2, SuH1 및 SuH2, SwL1 및 SwL2, SvL1 및 SvL2, SuL1 및 SuL2)로 구성된다.
- [0051] 예를 들어, 모터 권선 유닛(Lw)에 대해서, 제일 권선 유닛 단자(LwE1)는 하프 브릿지 회로(DH1)의 미들 노드(MNH1)에 제일 위상 공급 라인(Lw1)을 거쳐서 연결되는 한편, 제이 권선 엔드(LwE2)는 대응하는 제이 하프 브릿지 회로(DL1)의 미들 노드(MNL1)에 제이 위상 공급 라인(Lw2)을 거쳐서 연결된다. 두 개의 하프 브릿지 회로(DH1, DL1)의 각각은 두 개의 반도체 스위치(SwH1 및 SwH2, SwL1 및 SwL2) 각각을 포함한다. 두 개의 하프 브릿지 회로(DH1, DL1)는 함께 모터 권선 유닛(Lw)을 위한 위상 공급 라인 구동 유닛을 정의한다. 동일한 것이 나머지 하프 브릿지 및 모터 권선 유닛에 대해서 대응하게 적용된다.
- [0052] 도 3에 도시된 구성과 비교하여, 도 4의 전기 모터(51-2)는 원칙적으로 두 개의 구동 유닛(DU1, DU2)을 포함하는 모터 제어기(100)에 의해서 구동되고 제어된다. 두 개의 구동 유닛(DU1, DU2)의 각각은 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)의 각각의 제일 권선 유닛 단자에 각각 연결된다. 특정한 실시형태에서, 예를 들어, 구동 유닛(DU1, DU2)은, 텍사스 인스트루먼트(Texas Instruments)로부터의 세 개의 위상 펄스 폭 변조 구동 유닛인 DRV8312와 같은 집적 회로(IC)에 의해서 구현될 수 있다.
- [0053] 하나의 특정 모터 권선 유닛(Lw, Lv, Lu)을 통과하는 실제 전류(Iv, Iu, Iw)를 측정하기 위해서, 구동 유닛(DU1, DU2)은, 원칙적으로 대응하는 모터 권선 유닛(Lw, Lv, Lu)과 직렬로 연결되는 각각의 전류 측정 유닛(IM1, IM2, IM3)에 연결된다. 예를 들어, 하나의 특정 모터 권선 유닛(Lw, Lv, Lu)을 통과하는 실제 전류는, 셉트(hjunt) 저항과 같은, 전류 감지 요소를 걸친 전압 강하(降下)에 대응하는 것으로서 결정될 수 있다. 도 4에 도시된 실시형태에서, 전류 감지 유닛(IM1, IM2, IM3)은 대응하는 셉트 저항(Rw, Rv, Ru)에 의해서 구현된다.

- [0054] 대응하는 방식으로, 모터 제어기(100)는 모든 모터 권선 유닛(Lw, Lv, Lu)을 통과하는 전체 전류에 대한 측정 유닛(ITM)을 포함한다. 전체 전류 측정 유닛(ITM)은 전류 감지 요소를 포함하고, 원칙적으로-모터 권선 유닛 자체와 같이- 서로 병렬로 연결되는 모든 위상 공급 라인의 공통 노드와 직렬로 연결된다. 전체 전류를 위한 전류 감지 유닛(ITM)은 선트 저항(Rtotal)에 의해서 구현되고, 이 저항의 전압 강하(降下)는 측정될 수 있고, 전체 전류(Itotal)에 비례한다.
- [0055] 또한, 제어 유닛(120)은, 모든 모터 권선 유닛(Lw, Lv, Lu)을 통과하는 전체 전류(Itotal)에 대해서 뿐만 아니라 각각의 개별 모터 권선 유닛(Lw, Lv, Lu)에 대해서 실제 전류(Iv, Iu, Iw)에 대한 측정 값을 수신하기 위한 감지 입력부를 포함한다. 또한, 제어 유닛(120)은 구동 유닛(DU1, DU2)을 거쳐서 공급되는 실제 전압을 수신하기 위해 파워 공급 유닛(110)에 동작가능하게 연결된다.
- [0056] 게다가, 대응하는 전압 측정은, 각각의 모터 권선 유닛이 현재 구동되지 않을 때, 즉 대응하는 하프 브릿지 내의 스위치 중 어느 하나가 개방되어 있을 때, 각각의 모터 권선 유닛에서 유도된 카운터 전자기력(CEMF) 전압을 측정하기 위해 구동 유닛(DU1) 내의 각각의 미들 노드(MNH1, MNH2, 및 MNH3) 및/또는 구동 유닛(DU2) 내의 각각의 미들 노드(MNL1, MNL2, 및 MNL3) 에서 또한 구현된다.
- [0057] 또한, 출력 제어 라인은 하프 브릿지(DH1, DH2, DH3, DL1, DL2, DL3)의 각각의 반도체 스위치의 제어를 위해 제어 유닛(120)으로부터 이 스위치로 연결된다.
- [0058] 전류 감지 라인 및 제어 라인이 도면을 간단하게 유지하기 위해서 도 4에서 단지 개략적으로 도시되는 점이 주의된다; 예로서, 모터 권선(Lw)에서 실제 전류(Iw)에 대한 측정 값의 제어 유닛(120)에 대한 입력을 나타내는, 선트 저항(Rw)을 갖는 전류 측정 유닛(IM1)으로부터 제어 유닛(120)으로의 화살표가 있다. 유사하게, 제어 유닛(120)으로부터, 구동 유닛(DU2) 내의 하프 브릿지(DL1)의 반도체 스위치(SwL2)로의 화살표는 스위치(SwL2)의 동작이 나머지 스위치와 같이 제어 유닛(120)의 제어 하에 있다는 점을 도해한다.
- [0059] 원칙적으로, 전기 모터(51-2)의 회전 방향, 회전 속도 및 생성되는 모터 토크의 제어는 도 3에 도시되는 구성에서의 제어와 유사하다. 그러나, 여기서 제안되는 구성은 몇 가지 특정한 장점을 제공한다.
- [0060] 첫째로, 제어 유닛(120)은 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw) 중 어느 하나에서 결함을 검출하도록 구성된다. 일단 특정 모터 권선 유닛이 결함이 있는 것으로 검출 되면, 검출된 결함이 있는 모터 권선 유닛에 근거하여, 제어 유닛(120)은, 결함이 있는 권선 유닛에 연결된 대응하는 하프 브릿지(DH1, DH2, DH3, DL1, DL2, DL3)를 스위치 오프하도록 구성된다. 모터 권선 유닛(Lu, Lv, Lw)의 각각의 개별 제어 때문에, 전기 모터(51-2)는 대안적으로 남아있는 모터 권선 유닛만에 의해서, 특히 대응하는 남아 있는 하프 브릿지의 제어에 의해서, 또는 모든 모터 권선 유닛에 의해서, 더욱 제어되고 동작될 수 있으며, 결함이 있는 모터 권선 유닛에 대한 구동 파라미터가 조정된다.
- [0061] 유리하게, 결함이 있는 모터 권선 유닛은 적어도 다음의 회로 결함 중 하나를 검출함으로써 정의될 수 있다.
- [0062] 예를 들어, 모터 권선 유닛의 와이어에 또는 모터 권선 유닛의 대응하는 위상 공급 라인에, 차단이 있을 수 있으며, 이는 특정 모터 권선 유닛에 있는 결함에 대응한다.
- [0063] 예를 들어, 모터 권선 유닛 중 하나에 있는 장착 파손 때문에, 모터 권선과 전기 모터(51-2)의 케이싱 사이에 누전이 있을 수 있다.
- [0064] 예를 들어, 특정 모터 권선 유닛의 와이어 턴 사이에 단락 회로가 있을 수 있으며, 이는 대응하는 모터 권선 유닛의 감소된 인덕턴스로 귀결되고, 또한 결함이 있는 모터 권선 유닛을 정의한다.
- [0065] 모든 이러한 전술된 결함의 경우에서, 제어 유닛(120)은 모터 권선 유닛을 통하는 각각의 측정된 실제 전류 및/또는 모터 권선 유닛에서의 실제 전압 강하(降下)의 비교에 근거하여 각각의 결함이 있는 모터 권선 유닛을 검출하도록 구성된다.
- [0066] 또한, 예를 들어, 모터 권선 유닛에 있는 결함은 두 개의 모터 권선 유닛 사이의 단락 회로에 의해서 정의될 수 있다. 제어 유닛(120)은 이러한 두 개의 결함이 있는 모터 권선 유닛을, 예를 들어 모터 권선 유닛을 통하는 실제 전류의 비교에 근거하여 검출하도록 또한 구성된다. 이러한 결함의 경우에, 제어 유닛(120)은 두 개의 결함이 있는 모터 권선 유닛 중 하나를 결함이 있는 모터 권선 유닛으로서 결정하도록 구성되며, 이 유닛에 대한 대응하는 하프 브릿지(DH1 및 DL1, DH2 및 DL2, 또는 DH3 및 DL3)는 스위치 오프될 것이고, 그리고/또는 대응하는 하프 브릿지는 조정된 파라미터로 동작될 것이다. 결과적으로, 위에서 논의된 바와 같이, 전기 모터(51-2)는 남

아 있는 모터 유닛에 의해서 더욱 동작될 수 있다.

[0067] 심장의 심실 안으로의 경피적 삽입을 위한 혈액 펌프의 경우에, 혈액 펌프를 구동하는 전기 모터의 모터 권선 유닛의 여기서 설명된 예러 허용 구성은 혈액 펌프로부터 전체 강하(降下)에 의한 환자에 대한 위험을 감소시킨다. 이것뿐만 아니라, 새로운 혈액 펌프에 의해서 혈액 펌프를 교체하는 동안 환자로부터 혈액 펌프를 제거함으로써 부여되는 위험이 또한 감소될 수 있다.

[0068] 마지막으로, 본 개시는 혈액 펌프를 구동하기 위한, 적어도 세 개의 모터 권선 유닛을 포함하는 전기 모터를 포함하는 경피 삽입 및/또는 혈관 내 적용을 위한 새로운 혈액 펌프를 제안하며, 각각의 모터 권선 유닛은 각각의 모터 권선 유닛 단자에 연결되는 두 개의 분리된 위상 공급 라인을 거쳐서 파워 공급부에 개별적으로 연결될 수 있다.

[0069] 또한, 본 개시는 혈액 펌프의 전기 모터를 구동하고 제어하기 위한 모터 제어를 제안하며, 모터 제어기는 혈액 펌프의 전기 모터의 각각의 모터 권선 유닛을 위한 대응하는 위상 공급 라인 구동 유닛을 포함하며, 이 위상 공급 라인 구동 유닛은 대응하는 두 개의 위상 공급 라인을 거쳐서 대응하는 모터 권선 유닛과 연결된다.

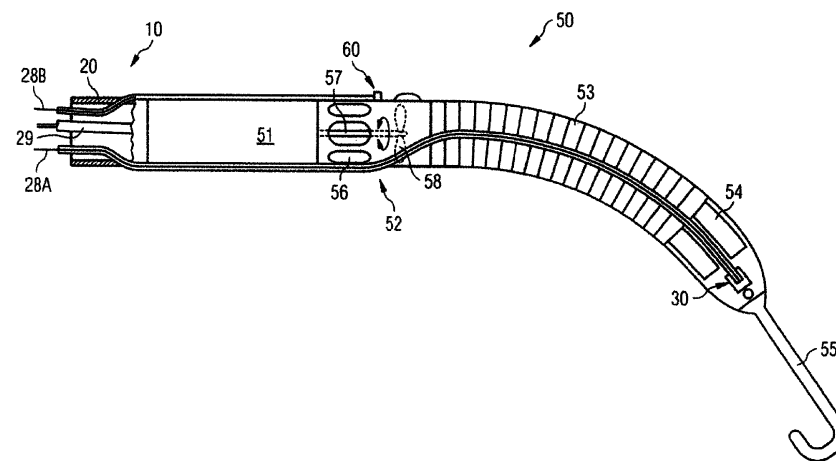
[0070] 또한, 본 개시는 혈액 펌프 및 모터 제어를 포함하는 대응하는 혈액 펌프 시스템을 제안한다.

[0071] 또한, 본 개시는 혈액 펌프의 모터 권선 유닛에 대한 파워 공급을 제어하기 위한 대응하는 제어 방법을 제안하며, 이 방법은 모터 권선 유닛 중 하나의 모터 권선 유닛의 결함을 검출하는 단계, 및 검출된 결함이 있는 모터 권선 유닛의 경우에, 결함이 있는 모터 권선 유닛의 대응하는 위상 공급 라인 구동 유닛을 스위치 오프하고 또한 남아 있는 모터 권선의 위상 공급 라인 구동 유닛을 제어함으로써 전기 모터를 더욱 동작시키거나, 또는 대안적으로, 결함이 있는 모터 권선 유닛에 대한 구동 파라미터가 조정된 구동 파라미터이면서 모든 모터 권선 유닛을 더욱 동작시키는 단계를 포함한다.

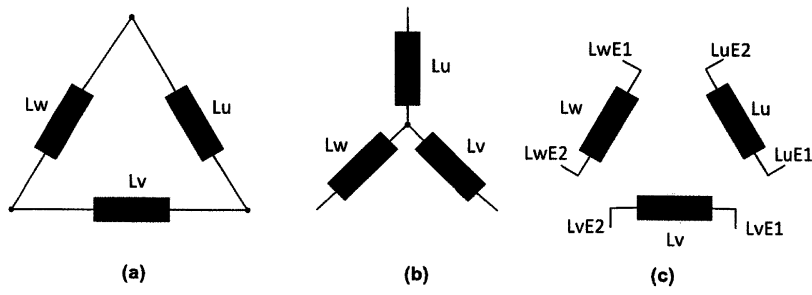
[0072] 마지막으로, 본 개시는 경피 삽입 및/또는 혈관 내 적용을 위한 혈액 펌프의 구동을 위한 전기 모터 내 적어도 세 개의 독립적인 모터 권선의 용도를 제안하며, 이 모터 권선은 적어도 세 개의 모터 권선 중 하나의 모터 권선의 각각의 모터 권선 단부에 연결되는 대응하는 두 개의 별개의 위상 공급 라인을 거쳐서 대응하는 파워 공급부에 개별적으로 연결된다.

**도면**

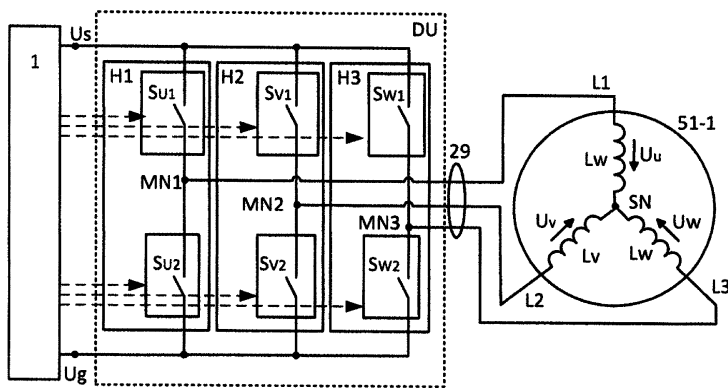
**도면1**



도면2



도면3



도면4

