



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

(11) 공개번호 10-2024-0118095  
(43) 공개일자 2024년08월02일

- |  |  |
|--|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>H01H 1/20 (2006.01) H01H 50/20 (2006.01)<br/>H01H 50/54 (2006.01) H01H 71/24 (2006.01)<br/>H01H 73/04 (2006.01) H01H 9/34 (2006.01)<br/>H01H 9/44 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>H01H 1/20 (2013.01)<br/>H01H 50/20 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2024-7019603</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2022년11월30일<br/>심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2024년06월12일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/EP2022/025544</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2023/104330<br/>국제공개일자 2023년06월15일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>2117585.6 2021년12월06일 영국(GB)</p> | <p>(71) 출원인<br/>이턴 인텔리전트 파워 리미티드<br/>아일랜드 더블린 4 웬브룩 로드 30</p> <p>(72) 발명자<br/>랑 폴커<br/>독일 53125 엔알더블유 본 고다르트슈트라세 52<br/>프리드리켄 루츠<br/>독일 52379 엔알더블유 랑게르베 피러 스트르. 24<br/>바우슈 크리스토프<br/>독일 53123 엔알더블유 본 헬름홀츠슈트라세 40</p> <p>(74) 대리인<br/>제일특허법인(유)</p> |
|--|--|

전체 청구항 수 : 총 16 항

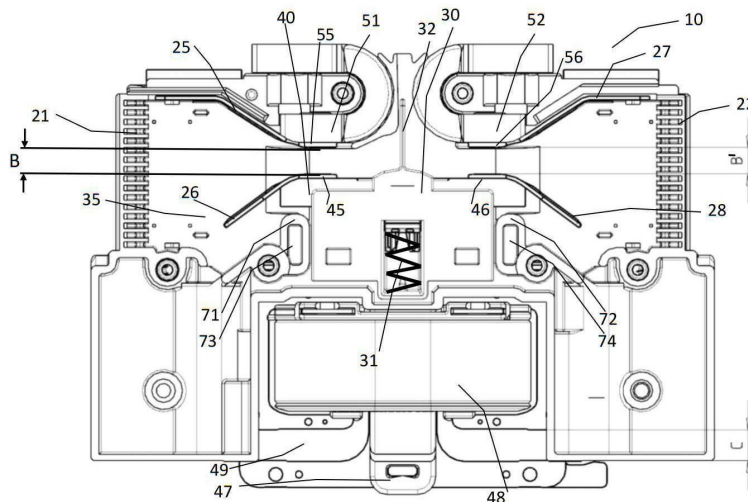
(54) 발명의 명칭 **스토퍼를 가진 스위칭 디바이스 및 상기 스위칭 디바이스를 작동시키기 위한 방법**

**(57) 요약**

스토퍼를 가진 스위칭 디바이스 및 스위칭 디바이스를 작동시키기 위한 방법

스위칭 디바이스(10)는 제 1 및 제 2 고정 콘택(55, 56), 콘택 브릿지(40), 상기 콘택 브릿지(40)에 배치된 제 1 및 제 2 가동 콘택(45, 46), 콘택 스프링(31), 콘택 브릿지 캐리어(30), 하우징(35) 및 적어도 하나의 스톱퍼(71, 72)를 포함한다. 콘택 브릿지 캐리어(30)는 이동가능하고 콘택 스프링(31)을 통하여 콘택 브릿지(40)에 커플링된다. 적어도 하나의 스톱퍼(71, 72)는 하우징(35)에 연결되고, 단락 회로의 경우에 상기 콘택 브릿지(40)의 이동을 제한하도록 구성된다. 상기 스위칭 디바이스(10)는 전기 코일(48), 마그네틱 코어(50) 및 전기자(47)를 가진 마그네틱 드라이브 어셈블리를 더 포함하고, 상기 전기자(47)는 이동가능하고 상기 콘택 브릿지 캐리어(30)에 연결된다.

**대표도**



(52) CPC특허분류

*H01H 50/546* (2013.01)

*H01H 71/2418* (2013.01)

*H01H 73/045* (2021.05)

*H01H 9/34* (2013.01)

*H01H 9/44* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

스위칭 디바이스(10)로서,

제 1 및 제 2 고정 콘택(55, 56);

콘택 브릿지(40);

상기 콘택 브릿지(40)에 배치된 제 1 및 제 2 가동 콘택(45, 46);

콘택 스프링(31);

이동가능하고 상기 콘택 스프링(31)을 통하여 상기 콘택 브릿지(40)에 커플링된 콘택 브릿지 캐리어(30);

전기 코일(48), 마그네틱 코어(50) 및 전기자(armature; 47)를 가진 마그네틱 드라이브 어셈블리 - 상기 전기자(47)는 이동가능하고 상기 콘택 브릿지 캐리어(30)에 연결됨 -;

하우징(35); 및

상기 하우징(35)에 연결되고, 단락 회로의 경우에 상기 콘택 브릿지(40)의 이동을 제한하도록 구성된 적어도 하나의 스톱퍼(71, 72)를 포함하는, 스위칭 디바이스(10).

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 스위칭 디바이스(10)는,

단락 회로의 경우에 상기 제 1 고정 콘택(55), 상기 제 1 가동 콘택(45), 상기 콘택 브릿지(40), 상기 제 2 가동 콘택(46) 및 상기 제 2 고정 콘택(56)을 통해 흐르는 전류 및 상기 콘택 브릿지 캐리어(30)의 이동이, 상기 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-온( switched-on) 상태에서의 상기 콘택 브릿지(40)의 온-위치로부터 상기 적어도 하나의 스톱퍼(71, 72)까지의 상기 콘택 브릿지(40)의 이동을 초래하도록 구성된, 스위칭 디바이스(10).

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

최대 클리어링 거리(E)는, 상기 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-온 상태에서의 상기 콘택 브릿지(40)의 온-위치로부터 단락 회로의 경우에 상기 적어도 하나의 스톱퍼(71, 72)까지의 상기 콘택 브릿지(40)의 이동의 최대 거리인, 스위칭 디바이스(10).

#### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 스톱퍼(71, 72) 및 상기 적어도 하나의 스톱퍼(71, 72)에 연결된 상기 하우징(35)의 일부는 동일한 재료로 제조된, 스위칭 디바이스(10).

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 콘택 브릿지 캐리어(30) 및 상기 콘택 브릿지(40)는,

상기 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-온 상태에서의 상기 콘택 브릿지(40)의 온-위치로부터의 상기 콘택 브릿지 캐리어(30)에 대한 콘택 브릿지(40)의 상대적인 운동이, 단락 회로의 경우에 말단 정지 거리(F)로 제한되도록 구성된, 스위칭 디바이스(10).

**청구항 6**

제 5 항에 있어서,

상기 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-온 상태에서의 상기 콘택 브릿지(40)의 온-위치로부터의 상기 콘택 브릿지 캐리어(30)에 대한 콘택 브릿지(40)의 상대적인 운동은,

- 상기 콘택 브릿지 캐리어(30)에 연결된 적어도 하나의 범퍼(75) 및/또는
- 상기 콘택 스프링(31)의 블록 길이

에 의하여 제한된, 스위칭 디바이스(10).

**청구항 7**

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 말단 정지 거리(F)는 상기 최대 클리어링 거리(E)에 따라 달라지는, 스위칭 디바이스(10).

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,

상기 말단 정지 거리는 다음 수학적식에 따른 값 F를 가지고:

$$F_{min} = 4.8 \text{ mm} + \frac{E - 6.3 \text{ mm}}{2} \leq F \leq 5.6 \text{ mm} + \frac{E - 6.3 \text{ mm}}{2} = F_{max}$$

Fmin 및 Fmax는 상기 말단 정지 거리의 최소 값 및 최대 값이고, E는 상기 최대 클리어링 거리의 값인, 스위칭 디바이스(10).

**청구항 9**

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

클리어링 거리(B)는 상기 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-온 상태에서의 상기 콘택 브릿지(40)의 온-위치로부터 단락 회로가 없는 경우의 상기 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-오프(switched-off) 상태에서의 상기 콘택 브릿지(40)의 오프-위치까지의 상기 콘택 브릿지(40)의 이동의 거리인, 스위칭 디바이스(10).

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,

상기 최대 클리어링 거리(E)는 상기 클리어링 거리(B)보다 긴, 스위칭 디바이스(10).

**청구항 11**

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서,

상기 최대 클리어링 거리는 다음 수학적식에 따른 값 E를 가지고:

$$B + 1.2 \text{ mm} \leq E \leq B + 2.0 \text{ mm},$$

B는 상기 클리어링 거리의 값인, 스위칭 디바이스(10).

**청구항 12**

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 콘택 브릿지 캐리어(30)는 리미터(82)를 포함하고,

상기 리미터(82)는, 상기 콘택 브릿지 캐리어(30) 내에서의 상기 콘택 브릿지(40)의 상기 제 1 및 제 2 고정 콘택(55, 56)을 향한 이동을 제한하도록 구성된, 스위칭 디바이스(10).

**청구항 13**

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

스위칭 디바이스(10)는 복귀 스프링(77)을 포함하고,

상기 복귀 스프링(77)의 일측은 상기 하우징(35)과 접촉하며, 상기 복귀 스프링(77)의 타측은 상기 콘택 브릿지 캐리어(30)에 커플링되고,

상기 복귀 스프링(77)은 상기 콘택 브릿지 캐리어(30)에 상기 제 1 및 제 2 고정 콘택(55, 56)으로부터 멀어지는 방향으로 힘을 제공하도록 구성된, 스위칭 디바이스(10).

#### 청구항 14

제 1 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 스위칭 디바이스(10)는 전기 코일(48), 마그네틱 코어(50) 및 전기자(47)를 가진 마그네틱 드라이브 어셈블리를 포함하고,

상기 전기자(47)는 이동가능하고 상기 콘택 브릿지 캐리어(30)에 연결된, 스위칭 디바이스(10).

#### 청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 하우징(35)은 단락 회로의 경우에 상기 전기자(47)의 이동을 제한하도록 구성된, 스위칭 디바이스(10).

#### 청구항 16

스위칭 디바이스(10)를 작동시키기 위한 방법으로서,

상기 스위칭 디바이스(10)는,

제 1 및 제 2 고정 콘택(55, 56), 콘택 브릿지(40), 상기 콘택 브릿지(40)에 배치된 제 1 및 제 2 가동 콘택(45, 46), 콘택 스프링(31), 이동가능하고 상기 콘택 스프링(31)을 통하여 상기 콘택 브릿지(40)에 커플링된 콘택 브릿지 캐리어(30), 하우징(35), 상기 하우징(35)에 연결된 적어도 하나의 스톱퍼(71, 72), 및 전기 코일(48), 마그네틱 코어(50) 및 전기자(47)를 가진 마그네틱 드라이브 어셈블리

를 포함하고,

상기 전기자(47)는 이동가능하고 상기 콘택 브릿지 캐리어(30)에 연결되며,

상기 방법은,

단락 회로의 경우에 상기 콘택 브릿지(40)의 이동을 상기 적어도 하나의 스톱퍼(71, 72)에 의하여 제한하는 단계

를 포함하는, 스위칭 디바이스 작동 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 스톱퍼를 가진 스위칭 디바이스 및 스위칭 디바이스를 작동시키기 위한 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 스위칭 디바이스는, 예를 들어 양방향성 DC 전류를 통전시키고 스위칭하기 위한, 특히 전기-모빌리티(electromobility) 분야에서의 고-전력 배터리 네트워크를 위한 전기기계 스위칭 디바이스로서 실현된다. 스위칭 디바이스는 또한 단락 회로가 발생했을 때의 안전한 단절을 위해 구성된다.

[0003] 보호 스위칭 디바이스의 단락-회로 스위칭 도중에, 강한 동적 힘이 고전류에 기인하여 콘택 시스템에 작용하게 된다. 결과적으로 얻어지는 강한 오프닝 임펄스가 콘택 시스템의 리바운드와 재-접촉을 초래할 수 있다. 콘택들의 재폐쇄(reclosing)는 상이한 문제점들을 초래할 수 있다: 재폐쇄 때문에, 디바이스는 갈바닉 격리를 획득하지 않는다. 콘택들의 재폐쇄는 되풀이되는 바운싱(bouncing)을 초래할 수 있는데, 그 이유는 콘택들이 폐쇄

되면 단락 회로 전류가 다시 흐를 수 있기 때문이다; 그러면 최초의 이슈가 반복되게 될 수 있다. 재폐쇄 때문에, 스위칭 디바이스 내의 소호(extinguishing) 시간 및 스트레스가 증가된다.

[0004] 문서 WO 2020/035489 A1은 양방향성 DC 전류를 운반하고 단절시키기 위한 스위칭 디바이스를 기술한다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 스위칭 콘택들의 의도하지 않은 재-접촉에 대한 확률을 줄이는 스위칭 디바이스 및 이러한 스위칭 디바이스를 작동시키기 위한 방법을 제공하는 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0006] 이러한 목적은 독립항들의 각각의 기술 요지에 의해서 달성된다. 추가적인 개발에 및 실시형태들은 종속항에서 기술된다.

[0007] 제 1 및 제 2 고정 콘택, 콘택 브릿지, 콘택 브릿지에 배치된 제 1 및 제 2 가동 콘택, 콘택 스프링, 콘택 브릿지 캐리어, 전기 코일을 가진 마그네틱 드라이브 어셈블리, 마그네틱 코어 및 전기자, 하우징 및 적어도 하나의 스토퍼를 포함하는 스위칭 디바이스가 제공된다. 콘택 브릿지 캐리어는 이동가능하고 상기 콘택 스프링을 통하여 상기 콘택 브릿지에 커플링된다. 전기자는 이동가능하고 상기 콘택 브릿지 캐리어에 연결된다. 적어도 하나의 스토퍼는 상기 하우징에 연결되고, 단락 회로의 경우에 브릿지의 이동을 제한하도록 구성된다.

[0008] 바람직하게는, 적어도 하나의 스토퍼가 단락 회로의 경우에 콘택 브릿지의 이동의 브레이크 또는 리미터의 기능을 획득한다. 고 에너지 단락 회로 아크에 의해 유도되는 강제된 콘택 브릿지 오프닝 도중에 콘택 브릿지의 운동 에너지를 감소시킴으로써, 재-연결에 대한 가능성이 줄어든다.

[0009] 일 실시형태에서, 스위칭 디바이스는, 단락 회로의 경우에 상기 제 1 고정 콘택, 상기 제 1 가동 콘택, 상기 콘택 브릿지, 상기 제 2 가동 콘택 및 상기 제 2 고정 콘택을 통해 흐르는 단락 회로 전류 및 상기 콘택 브릿지 캐리어의 이동이, 상기 스위칭 디바이스의 스위치드-온 상태에서의 상기 콘택 브릿지의 온-위치로부터 상기 적어도 하나의 스토퍼까지의 상기 콘택 브릿지의 이동을 초래하도록 구성된다.

[0010] 스위칭 디바이스의 일 실시형태에서, 최대 클리어링 거리는, 상기 스위칭 디바이스의 스위치드-온 상태에서의 상기 콘택 브릿지의 온-위치로부터 단락 회로의 경우의 상기 적어도 하나의 스토퍼까지의 상기 콘택 브릿지의 이동의 최대 거리이다. 최대 클리어링 거리가 너무 짧으면, 아크 스틱킹(arc sticking)의 위험이 증가한다. 최대 클리어링 거리가 너무 길면, 재-접촉의 위험이 증가한다.

[0011] 스위칭 디바이스의 일 실시형태에서, 상기 적어도 하나의 스토퍼 및 상기 적어도 하나의 스토퍼에 연결된 상기 하우징의 일부는 동일한 재료로 제조된다. 예를 들어, 적어도 하나의 스토퍼는 폴리머로 제조된다. 예를 들어, 적어도 하나의 스토퍼 및 상기 적어도 하나의 스토퍼에 연결된 하우징의 일부는 사출 성형에 의해 제작된다.

[0012] 스위칭 디바이스의 일 실시형태에서, 적어도 하나의 스토퍼는 제 1 재료로 제조되고, 상기 적어도 하나의 스토퍼에 연결된 하우징의 일부는 제 2 재료로 제조된다. 적어도 하나의 스토퍼가 하우징에 부착된다.

[0013] 스위칭 디바이스의 일 실시형태에서, 상기 콘택 브릿지 캐리어 및 상기 콘택 브릿지는, 상기 스위칭 디바이스의 스위치드-온 상태에서의 상기 콘택 브릿지의 온-위치로부터의 상기 콘택 브릿지 캐리어에 대한 콘택 브릿지의 상대적인 운동이, 단락 회로의 경우에 말단 정지 거리로 제한되도록 구성된다. 말단 정지 거리가 너무 짧으면, 아크 스틱킹 또는 이중 연결이 생길 수 있다.

[0014] 스위칭 디바이스의 일 실시형태에서, 상기 스위칭 디바이스의 스위치드-온 상태에서의 상기 콘택 브릿지의 온-위치로부터의 상기 콘택 브릿지 캐리어에 대한 콘택 브릿지의 상대적인 운동은, 콘택 브릿지 캐리어에 연결된 적어도 하나의 범퍼 및/또는 상기 콘택 스프링의 블록 길이에 의하여 제한된다. 블록 길이는 서로 직접적으로 인접한 코일들을 가진 콘택 스프링의 길이이다. 다르게 말하면, 콘택 스프링은 블록 길이까지만 압축될 수 있다.

[0015] 스위칭 디바이스의 일 실시형태에서, 말단 정지 거리는 최대 클리어링 거리에 따라 달라진다.

[0016] 스위칭 디바이스의 일 실시형태에서, 말단 정지 거리는 다음 수학적식에 따른 값 F를 가지고:

[0017] 
$$F_{min} = 4.8 \text{ mm} + \frac{E - 6.3 \text{ mm}}{2} \leq F \leq 5.6 \text{ mm} + \frac{E - 6.3 \text{ mm}}{2} = F_{max}$$

[0018] 여기에서 Fmin 및 Fmax는 말단 정지 거리의 최소 값 및 최대 값이고 E는 최대 클리어링 거리의 값이다.

[0019] 일 예에서, 최대 클리어링 거리는 6.3 mm 내지 8.6 mm의 범위 내에 있다. 따라서, 말단 정지 거리는 4.8 mm 내지 6.8 mm의 범위 내에 있다.

[0020] 스위칭 디바이스의 일 실시형태에서, 클리어링 거리는 상기 스위칭 디바이스의 스위치드-온 상태에서의 상기 콘택 브릿지의 온-위치로부터 단락 회로가 없는 경우의 상기 스위칭 디바이스의 스위치드-오프 상태에서의 상기 콘택 브릿지의 오프-위치까지의 상기 콘택 브릿지의 이동의 거리이다. 클리어링 거리가 너무 짧으면, 아크 스티킹 및 재-접촉의 위험이 존재한다.

[0021] 스위칭 디바이스의 일 실시형태에서, 최대 클리어링 거리는 클리어링 거리보다 길다.

[0022] 일 실시형태에서, 최대 클리어링 거리는 클리어링 거리에 따라 달라진다.

[0023] 스위칭 디바이스의 일 실시형태에서, 상기 최대 클리어링 거리는 다음 수학적식에 따른 값 E를 가지고:

[0024] 
$$B + 1.2 \text{ mm} \leq E \leq B + 2.0 \text{ mm},$$

[0025] B는 상기 클리어링 거리의 값이다.

[0026] 일 예에서, 클리어링 거리는 5.1 mm 내지 6.6 mm의 범위 내에 있다.

[0027] 스위칭 디바이스의 일 실시형태에서, 콘택 브릿지 캐리어는 리미터를 포함한다. 리미터는 콘택 브릿지 캐리어 내에서의 제 1 및 제 2 고정 콘택을 향한 콘택 브릿지의 이동을 제한하도록 구성된다.

[0028] 스위칭 디바이스의 일 실시형태에서, 스위칭 디바이스는 복귀 스프링을 포함한다. 상기 복귀 스프링의 일측은 상기 하우징과 접촉한다. 상기 복귀 스프링의 타측은 상기 콘택 브릿지 캐리어에 커풀링된다. 스위칭 디바이스는, 예를 들어 상기 스프링의 타측을 콘택 브릿지 캐리어에 연결하는 부분 또는 부분들을 포함한다. 이러한 부분 또는 부분들은 복귀 스프링으로부터의 힘을 콘택 브릿지 캐리어에 제공한다. 복귀 스프링은 제 1 및 제 2 고정 콘택으로부터 멀어지는 방향으로의 힘을 콘택 브릿지 캐리어에 제공하도록 구성된다.

[0029] 일 실시형태에서, 스위칭 디바이스는 전기 코일, 마그네틱 코어 및 전기자를 가진 마그네틱 드라이브 어셈블리를 포함한다. 전기자는 이동가능하다. 전기자는 콘택 브릿지 캐리어에 연결되거나 직접적으로 부착된다.

[0030] 일 실시형태에서, 스위칭 디바이스는 단락 회로의 경우에 콘택 브릿지 캐리어에 대한 콘택 브릿지의 이동이 전기자가 이동을 시작하기 이전에 시작되도록 구성된다.

[0031] 스위칭 디바이스의 일 실시형태에서, 하우징은 전기자의 이동을 제한하도록 구성된다. 콘택 브릿지는 콘택 스프링 및 콘택 브릿지 캐리어를 통하여 전기자에 힘을 제공한다. 단락 회로의 경우에, 스위칭 디바이스의 전류 센서는 부하 전류가 미리 결정된 한계보다 크다는 것을 검출하고, 단락 회로를 표시한다. 미리 결정된 한계보다 큰 부하 전류는 단락 회로 전류 또는 과부하 전류라고 명명될 수 있다. 전류 센서는 전기 코일이 신속하게 에너지공급-해제되어 결과적으로 상기 전기자의 이동이 초래되게 트리거링한다. 상기 전기자의 이동 및 전술된 힘은 동일한 방향이다. 상기 전기자의 이동은 하우징에 의해 제한된다. 전기자의 운동 에너지는 전기자가 하우징에 부딪힘으로써 감소된다.

[0032] 스위칭 디바이스의 일 실시형태에서, 콘택 브릿지는,

[0033] - 단락 회로의 경우에,

[0034] - 상기 스위칭 디바이스의 스위치드-오프 상태에서부터 스위치드-온 상태로의 천이 시에, 및

[0035] - 스위칭 디바이스의 스위치드-온 상태에서부터 스위치드-오프 상태로의 천이 시에

[0036] 선형 이동을 수행하도록 구성된다.

[0037] 일 실시형태에서, 스위칭 디바이스는 제 1 고정 콘택이 부착된 제 1 단자 콘택 및 제 2 고정 콘택이 부착된 제 2 단자 콘택을 포함한다. 제 1 및 제 2 단자 콘택 양자 모두는 U-형태 또는 U-형상으로 휘어져 있다.

- [0038] 스위칭 디바이스를 작동시키기 위한 방법이 제공된다. 상기 스위칭 디바이스는, 제 1 및 제 2 고정 콘택, 콘택 브릿지, 상기 콘택 브릿지에 배치된 제 1 및 제 2 가동 콘택, 콘택 스프링, 이동가능하고 상기 콘택 스프링을 통하여 상기 콘택 브릿지에 커플링된 콘택 브릿지 캐리어, 하우징, 상기 하우징에 연결된 적어도 하나의 스토포, 및 전기 코일, 마그네틱 코어 및 전기자를 가진 마그네틱 드라이브 어셈블리를 포함하고, 상기 전기자는 이동가능하고 상기 콘택 브릿지 캐리어에 연결된다. 상기 방법은, 단락 회로의 경우에 상기 콘택 브릿지의 이동을 상기 적어도 하나의 스토포에 의하여 제한하는 단계를 포함한다.
- [0039] 바람직하게는, 스위칭 디바이스가 단락 회로 스위칭 디바이스 내의 콘택 리바운드를 최소화하기 위한 기계식 시스템을 구현한다. DC 스위칭 디바이스는 적어도 하나의 기계식 스토포에 기인하여 개선된 단락 회로 스위칭 거동을 획득한다.
- [0040] 스위칭 디바이스를 작동시키기 위한 방법은, 예를 들어 앞서 규정된 실시형태들 중 하나에 따른 스위칭 디바이스에 의하여 구현될 수 있다. 따라서, 이러한 방법에 관하여 개시된 특징들이 이러한 스위칭 디바이스에 대해서 사용될 수 있고, 그 반대의 경우도 마찬가지이다.
- [0041] 일 예에서, 스위칭 디바이스는 기계식 말단 정지부로부터 초래되는 개선된 단락-회로 스위칭 거동을 가진 DC 스위칭 디바이스로서 구현된다. 이러한 기계식 시스템은 단락-회로 스위칭 디바이스 내의 콘택 리바운드를 최소화하고, 미리 규정된 거리에 있는 기계식 말단 정지부를 사용하여 에너지를 감소시키며, 따라서 콘택 시스템을 재-접촉으로부터 방지한다. 리바운드를 최소화하기 위하여, 콘택 시스템 내의 운동 에너지가 감소된다. 이러한 에너지를 최소화하는 솔루션은, 예를 들어 후속하는 파라미터 중 적어도 하나를 최적화하는 것이다: 말단 정지부에 도달하기 이전의 거리, 클리어링 거리, 최대 클리어링 거리, 마그네틱 액츄에이터의 과다이동 및 이동. 이러한 값들의 이상적인 조율(coordination)은 결과적으로 고속이고 균질한 아크 런(arc run)을 초래하고, 높은 단락 회로 전류가 발생한 경우에도 재-접촉을 초래하지 않는다.
- [0042] 일 예에서, DC 스위칭 디바이스는 부하 및 과부하 전류, 특히 단락 회로 전류를 스위칭하기 위하여 실현된다. 스위칭 디바이스는 단락 회로가 단절된 이후의 높은 동적 특성(high dynamics)에 기인하여 생길 수 있는 스위칭 디바이스의 재-접촉을 방지한다.
- [0043] 일 예에서, 스위칭 디바이스의 구조는 종래의 접촉기(contactor)의 구조와 유사하다. 스위칭 디바이스는 전자기 드라이브 및 콘택/퀘칭(quench) 시스템을 포함한다. 접촉기와 달리, 콘택/퀘칭 시스템은 특수 트리핑(tripping) 메커니즘과 조합되어 매우 높은 단락 회로 전류도 핸들링할 수 있다.
- [0044] 일 예에서, 콘택 장치는 전자기 드라이브의 전기자에 단단하게 커플링된다. 단락 회로의 경우의 전기동역학적 리프트-오프(electrodynamic lift-off) 이후의 결과적으로 얻어지는 아크 및 스위칭 챔버 내의 결과적으로 얻어지는 압력 축적에 기인하여, "오프" 방향으로의 전기자 이동은 부하 전류가 스위치 오프될 때보다 훨씬 더 빠르다. 전기자의 더 큰 가속도는, 단단하게 커플링된 콘택 장치를 가진 전기자가 고정 콘택과 가동 콘택이 재-접촉하는 말단 위치에 도달한 이후에 "온" 상태를 향해서 매우 강하게 바운스 백(bounce back)하게 할 수 있다. 그러면 단락 회로 전류가 다시 흐르게 될 것이다.
- [0045] 일 예에서, 재-접촉/재-바운스는, 예를 들어 콘택 시스템의 유히 스트로크(idle stroke), 과부하의 경우의 최대 클리어링 거리 및 가동 콘택 피스의 최대 자유 이동의 조율에 의하여 방지될 수 있다.
- [0046] 단락 회로가 발생할 때, 가동 콘택 피스는 이론적으로 두 가지 메커니즘에 의해서 개방될 수 있다: 첫 번째 메커니즘은 높은 홀름 력(Holm's force)에 기인한 전기동역학 리프트-오프인데, 이것은 단락 회로 전류의 경우에 압축된 콘택 압력 스프링에 의해 초래된 콘택 압력(contact pressure force)을 초과한다. 스위칭 디바이스의 경우에, 홀름 력은 콘택에 직접적으로 작용한다. 콘택 내의 전류 방향은 결과적으로 역병렬 전류 방향을 초래하고, 이것은 이제 결과적으로 리프트-오프 힘(microscopic)을 초래한다. 전자기 액츄에이터가 여전히 닫혀 있더라도 콘택들은 개방된다. 한계는 콘택 브릿지 캐리어 내의 정지부에 의하여 또는 콘택 스프링의 블록 길이에 의하여 설정될 수 있다. 전기동역학 리프트-오프에 의해 초래된 최대 콘택 개방 거리는 후속하는 설명에서 가동 콘택 브릿지의 말단 정지 거리 또는 최대 자유 이동이라고 불린다.
- [0047] 두 번째 메커니즘은 전기자 및 단단하게 연결된 콘택 장치에 의해 개시된 개방 운동(opening movement)이다. 과부하 전류가 감축된 이후에, 전자기 액츄에이터의 전기 코일의 신속한 에너지공급-해제가 발생한다. 결과적으로, 단단하게 연결된 콘택 장치를 가진 전기자가 콘택 스프링 및 인상 스프링에 의하여 오프-위치를 향해 이동되고, 콘택들이 유히 스트로크의 시작 시에 개방되게 한다.

[0048] 보통 부하의 경우에, 콘택 개방은 드라이브 전기 코일의 에너지공급-해제를 통해서만 일어난다. 과부하의 경우에, 두 개의 메커니즘들의 조합이 발생하고, 여기에서 낮은 관성질량에 기인하여 전기동역학 리프트-오프가 시간에 있어서 더 신속하게 일어난다. 양자 모두의 메커니즘들은 서로 독립적이다. 따라서, 이론적으로 달성가능한 콘택 개방 거리는 최대 자유 비행 및 빈 스트로크의 합이 될 것이다. 콘택 개방 거리가 길어지면 아크가 콘택을 신속하게 벗어나는 데에 도움이 되지만, 재-접촉의 확률이 고도로 프리로딩된 콘택 스프링에 기인하여 증가하게 된다. 그러므로, 최대 클리어링 거리를 타당한 값으로 한정하여, 아크 런(arc run)이 억제되지 않지만 콘택 스프링이 이미 다시 이완된 상태가 되게 하는 것이 바람직하다. 이러한 경우에, 가동 콘택 브릿지는 전기가 자신의 말단 정지부에 도달하기 이전에 정지부에 도달한다. 이러한 태스크는 가동 콘택 브릿지에 대한 스위칭 챔버 내의 스톱퍼에 의해서 보강적으로 해결된다.

[0049] 일 예에서, 말단 정지 거리(최대 자유 이동이라고도 불림), 클리어링 거리(유휴 스트로크 또는 자유 스트로크라고도 불림) 및 최대 클리어링 거리의 파라미터는 후속하는 기능들이 이상적으로 해결되는 방식으로 선택될 수 있다: 고속의 균질한 아크 이동; 높은 단락 회로 전류 시의 재-접촉 없음; 및 전자기 드라이브의 최소 풀-인 파워(pull-in power). 이러한 예에서, 이러한 범위 밖에서는, 매우 큰 단락 회로 전류가 컷오프될 때에 아크 이동이 억제될 수 있거나, 또는 기계식 재-접촉이 생길 수 있다.

[0050] 일 예에서, 스위칭 디바이스는 특히 전기-모빌리티 분야에서의 고-전력 배터리 네트워크를 위하여 양방향성 DC 전류를 통전시키고 스위칭하기 위한 전기기계 스위칭 디바이스로서 구현된다.

[0051] 스위칭 디바이스는, 예를 들어 전기차 및/또는 하이브리드차의 부품이다. 스위칭 디바이스는 예를 들어 접촉기 및/또는 회로 차단기로서 실현된다. 스위칭 디바이스는 예를 들어 공기중 스위칭(switching in air)으로서 또는 기밀(gas-tight) 밀봉된 스위칭 디바이스로서 구현된다.

**도면의 간단한 설명**

[0052] 실시형태들의 도면의 후속하는 설명은 스위칭 디바이스의 양태들을 추가적으로 예시하고 설명할 수 있다. 동일한 구조 및 동일한 효과를 가지는 부품들 및 디바이스들은 동일한 레퍼런스 심볼과 함께 각각 표현된다. 부품들 또는 디바이스들이 상이한 도면에서 그들의 기능에 있어서 서로 대응하는 한, 그 설명은 후속하는 도면들 각각에서 반복되지 않는다.

도 1 내지 도 4는 상이한 상태 또는 페이즈인 스위칭 디바이스의 일 예를 보여준다;

도 5a는 스위칭 디바이스의 콘택 영역의 일 예의 세부사항을 보여주고, 도 5b 및 도 5c는 스위칭 디바이스의 일 예의 추가적인 세부사항을 보여준다;

도 6a 내지 도 6c는 스위칭 디바이스의 상이한 예들의 특성을 보여준다; 그리고

도 7은 스위칭 디바이스의 파라미터의 값들의 예를 보여준다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0053] 도 1은 스위칭 디바이스(10)의 일 예를 보여준다. 스위칭 디바이스(10)는 제 1 가동 콘택(45), 제 2 가동 콘택(46), 제 1 고정 콘택(55), 제 2 고정 콘택(56) 및 콘택 브릿지(40)를 포함한다. 콘택 브릿지(40)는 직육면체로서 실현된다. 콘택 브릿지(40)는 예를 들어 구리로 제작된다. 콘택 브릿지(40)는 스위칭 브릿지 또는 스위칭 콘택 브릿지라고 불릴 수 있다. 제 1 및 제 2 가동 콘택(45, 46)은 콘택 브릿지(40)에 고정된다. 제 1 및 제 2 가동 콘택(45, 46)은 금속으로, 예를 들어 산화은 재료로 제작된다. 제 1 및 제 2 가동 콘택(45, 46)의 두께는, 예를 들어 0,5 mm 내지 1,5 mm(0,5 mm는 500 μm와 같고, 1,5 mm는 1500 μm와 같음)의 범위에 속한다.

[0054] 더욱이, 스위칭 디바이스(10)는 제 1 고정 콘택(51) 및 제 2 고정 콘택(52)을 포함한다. 제 1 고정 콘택(55)은 제 1 단자 콘택(51) 상에 고정된다. 제 2 고정 콘택(56)은 2 단자 콘택(52) 상에 고정된다. 제 1 및 제 고정 콘택(55, 56)은 금속으로, 예를 들어 산화은 재료로 제작된다. 제 1 및 제 2 고정 콘택(55, 56)의 두께는, 예를 들어 0,5 mm 내지 1,5 mm의 범위에 속한다. 제 1 및 제 2 단자 콘택(51, 52)은 휘어진 형태를 가진다. 제 1 및 제 2 단자 콘택(51, 52)은 U-형태를 가진다. 제 1 및 제 2 단자 콘택(51, 52)은, 예를 들어 구리로 제작된다.

[0055] 스위칭 디바이스(10)는 콘택 브릿지 캐리어(30)를 포함한다. 콘택 브릿지 캐리어(30)는, 예를 들어 플라스틱으

로 제작된다. 콘택 브릿지 캐리어(30)는, 예를 들어 폴리머, 예컨대 열가소성 또는 열경화성 재료로 제작된다. 콘택 브릿지 캐리어(30)의 재료는, 예를 들어 자신의 표면에서의 전류에 대한 전기 저항과 더불어 고차원성 (high dimensional) 및 온도 안정성을 가진다. 콘택 브릿지(40)는 콘택 브릿지 캐리어(30) 내에 삽입된다. 도 1에서, 콘택 브릿지(40)는 부분적으로 콘택 브릿지 캐리어(30) "뒤에 있다(behind)". 스위칭 디바이스(10)는 콘택 압력 스프링이라고 명명될 수 있는 콘택 스프링(31)을 포함한다. 콘택 스프링(31)은 콘택 브릿지(40)를 콘택 브릿지 캐리어(30)에 커플링한다. 콘택 스프링(31)은, 예를 들어 압축 스프링 또는 인장/압축 스프링으로서 실현된다.

[0056] 더욱이, 콘택 브릿지 캐리어(30)는 제 1 및 제 2 단자 콘택들(51, 52) 사이의 공간 내에 배치된 베리어(32)를 포함한다. 베리어(32)는 제 1 및 제 2 단자 콘택들(51, 52) 사이에 격리시키는 방식으로 위치된다. 베리어(32)는 자유롭게 제 1 및 제 2 단자 콘택(51, 52)에 접촉한다. 베리어(32)는 플레이트의 형태를 가진다. 베리어(32) 및 콘택 브릿지 캐리어(30)는, 예를 들어 동일한 재료로 제작된다. 콘택 브릿지 캐리어(30) 및 베리어(32)는 바람직하게는 하나의 부품으로서 제작된다.

[0057] 더욱이, 스위칭 디바이스(10)는 마그네틱 드라이브 어셈블리를 포함한다. 마그네틱 드라이브 어셈블리는 전기 기계 스위칭 드라이브 또는 마그네틱 액츄에이터라고도 명명될 수 있다. 마그네틱 드라이브 어셈블리는 전기 코일(48), 마그네틱 코어(50) 및 전기자(47)를 포함한다. 전기 코일(48)은 마그네틱 코어(50) 내에 고정된다. 하우징(35)은, 예를 들어 열가소성 또는 열경화성 재료로 제작된다. 전\*자(47)는 콘택 브릿지 캐리어(30)에 고정된다. 전기자(47)는 콘택 브릿지 캐리어(30) 및 콘택 스프링(31)을 통하여 콘택 브릿지(40)에 커플링된다. 콘택 스프링(31)은, 예를 들어 비산화(inox) 강철과 같은 강철로 제작된다. 콘택 스프링(31)은 콘택 브릿지(40)를 제 1 및 제 2 단자 콘택(51, 52)의 방향으로 누른다. 콘택 스프링(31)은 콘택 브릿지(40)를 그 목표 위치에 고정한다. 콘택 스프링(31)은 콘택 브릿지를 규정된 힘을 이용하여 프리로딩한다. 콘택 스프링(31)은 스위칭 디바이스(10)가 스위치드-온 상태에 있을 때에 적절한 접촉력을 보장한다. 콘택 스프링(31)은 힘 콘택 브릿지(40)에게 제 1 및 제 2 고정 콘택(55, 56)을 향한 방향으로 힘을 제공한다.

[0058] 스위칭 디바이스(10)는 적어도 하나의 스톱퍼, 예를 들어 제 1 및 제 2 스톱퍼(71, 72)를 포함한다. 제 1 및 제 2 스톱퍼(71, 72)는 하우징(35) 밖으로 돌출된다. 제 1 및 제 2 스톱퍼(71, 72)는, 예를 들어 하우징(35)에 일체화되어 연결된다. 일 실시형태에서, 스톱퍼(71, 72)는 하우징(35)과 동일한 재료로 제작된다. 제 1 스톱퍼(71)는 개구(73)를 포함하고, 제 2 스톱퍼(72)는 개구(74)를 포함한다. 제 1 및 제 2 스톱퍼(71, 72)는 중공 실린더(원통형 셸(shell)이라고도 명명됨) 또는 기다란 중공 실린더의 형태를 가질 수 있다.

[0059] 더욱이, 스위칭 디바이스(10)는 제 1 단자 콘택(51)에 연결된 제 1 아크 러너(arc runner; 25)를 포함한다. 더욱이, 스위칭 디바이스(10)는 제 1 가동 콘택(45)의 근방에서 콘택 브릿지(40)에 연결된 제 2 아크 러너(26)를 포함한다. 추가적으로, 스위칭 디바이스(10)는 제 2 단자 콘택(52)에 연결된 제 3 아크 러너(27)를 포함한다. 더욱이, 스위칭 디바이스(10)는 제 2 가동 콘택(46)의 근방에서 콘택 브릿지(40)에 연결된 제 4 아크 러너(28)를 포함한다.

[0060] 스위칭 디바이스(10)의 제 1 아킹 챔버(arc chamber; 21)는 제 1 아크 러너(25)에 연결된다. 스위칭 디바이스(10)의 제 2 아킹 챔버(22)는 제 3 아크 러너(27)에 연결된다. 제 1 및 제 2 아킹 챔버(21, 22)는 여러 스플리터 플레이트(미도시)를 포함한다. 더욱이, 스위칭 디바이스(10)는 영구자석 및 제 1 및 제 2 극판(pole plate)을 가지는 영구 자석 시스템(미도시)에 의해 둘러싸인다. 콘택 브릿지(40), 제 1 및 제 2 단자 콘택(51, 52) 및 제 1 및 제 2 아킹 챔버(21, 22)는 제 1 및 제 2 극판들 사이에 배치된다.

[0061] 도 1 내지 도 4에서, 스위칭 디바이스(10)의 일 예의 동작이 도시된다. 스위칭 디바이스(10)는 양방향성 DC 스위칭 디바이스로서 구성된다. 스위칭 디바이스(10)는 스위치드-온 상태 또는 스위치드-오프 상태로 설정되도록 구성된다.

[0062] 도 1에서, 스위칭 디바이스(10)의 예는 스위치드-오프 상태로 도시된다. 다르게 말하면, 스위칭 디바이스(10)는 동작에 있어서 스위치드-오프 상태(노말 스위치-오프, 무고장의 경우)이다. 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-오프 상태에서, 콘택 브릿지(40)는 오프-위치에 있다. 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-온 상태에서, 콘택 브릿지(40)는 온-위치에 있다.

[0063] 스위치드-오프 상태에서, 제 1 및 제 2 고정 콘택(55, 56)은 제 1 및 제 2 가동 콘택(45, 46)과 접촉하지 않는다. 따라서, 제 1 단자 콘택(51)으로부터 콘택 브릿지(40)를 통하여 제 2 단자 콘택(52)으로 흐르는 부하 전류가 억제된다. 스위칭 디바이스(10)는, 콘택 브릿지(40)를 제 1 및 제 2 단자 콘택(51, 52)으로부터 분리시키는

콘택 브릿지(40)의 이동에 의하여 스위치드-온 상태에서부터 스위치드-오프 상태로 설정된다. 이러한 이동은, 콘택 브릿지(40)가 커플링된 마그네틱 드라이브 어셈블리의 전기자(47)의 이동에 의해서 영향받게 된다. 부하 전류가 스위칭 이전에 흐르는 경우에, 제 1 고정 콘택(55) 및 제 1 가동 콘택(45) 사이에 제 1 아크가 생성될 수 있고, 제 2 가동 콘택(46) 및 제 2 고정 콘택(56) 사이에 제 2 아크가 생성될 수 있다.

[0064] 클리어링 거리(B)는 콘택 브릿지(40)의 온-위치로부터 콘택 브릿지(40)의 오프-위치까지의 콘택 브릿지(40)의 이동의 거리이다. 다르게 말하면, 클리어링 거리(B)는 제 1 고정 콘택(55)의 표면 및 제 1 가동 콘택(45)의 표면 사이의 거리이다. 스위칭 디바이스(10)는 예를 들어 중간 축에 대해 대칭적이다. 따라서, 클리어링 거리(B)는 제 2 고정 콘택(56)의 표면 및 제 2 가동 콘택(46)의 표면 사이의 추가 클리어링 거리(B')와 같거나 거의 같다. 제조 공차 및 이전의 아크들의 효과에 기인하여, 클리어링 거리(B) 및 추가 클리어링 거리(B')는 같지 않을 수도 있다. 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-오프 상태에서는, 전기자(48) 및 마그네틱 코어(50) 사이에 공극(49)이 존재한다.

[0065] 스위치드-온 상태와 스위치드-오프 상태 사이의 천이 이후에, 전기자(47)는 콘택 브릿지 캐리어(30) 및 콘택 브릿지(40)를 제 1 및 제 2 단자 콘택(51, 52)로부터 멀어지게 견인한다. 전기자(47)의 이동 거리(C)는 마그네틱 드라이브 어셈블리의 이동 거리라고도 불릴 수 있고, 도 1에 표시된다. 이동 거리(C)는 전기자(47)가 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-온 상태에서부터 스위치드-오프 상태로 이동된 거리이다. 스위칭 디바이스(10)가 작동되지 않고 개방되는 경우, 클리어링 거리(B) 및 이동 거리(C)는, 예를 들어 길이 또는 거리 측정을 위한 디바이스에 의하여 측정될 수 있다. 통상적으로, 스위칭 디바이스(10)는 노말 오프(normally off) 디바이스이다. 길이 또는 거리 측정을 위한 디바이스는, 예를 들어 레이저 거리 측정 디바이스 또는 레이저 삼각측량 디바이스 또는 캘리퍼이다. 일반적으로 전기자(47)의 스트로크 또는 이동은 이러한 길이 또는 거리 측정을 위한 디바이스에 의하여 쉽게 측정된다. 직접적으로 측정될 수 없는 파라미터는 연산될 수 있다.

[0066] 도 2는 도 1에 도시되는 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-온 상태에서의 예를 도시한다. 여기에서, 전기자(47)의 폴 페이스(pole face) 및 마그네틱 드라이브 어셈블리의 마그네틱 코어의 콘택 스프링(31)과의 접촉은, 콘택 브릿지(40)가 폐쇄되게 하고, 두 개의 가동 콘택(45, 46)이 정격 전류의 영구적 통전을 위해 구성된 접촉력으로 두 개의 고정 콘택(55, 56)과 접촉되게 한다. 따라서, 부하 전류는 제 1 단자 콘택(51)으로부터 제 1 고정 콘택(55), 제 1 가동 콘택(45), 콘택 브릿지(40), 제 2 가동 콘택(46) 및 제 2 고정 콘택(56)을 통하여 제 2 단자 콘택(52)으로 흐를 수 있다.

[0067] 과다이동 거리(overtravel distance; A)가 도 2에 도시된다. 과다이동 거리(A)는 가동 콘택들(45, 46) 양자 모두가 고정 콘택들 양자 모두와 접촉하는 지점을 넘어서 전기자(47)가 이동되는 거리이다. 따라서, 콘택 스프링(31)은 콘택 브릿지 캐리어(30)에 의해 압축된다. 콘택 스프링(31)은 이완된 콘택 스프링(31)과 비교할 때 과다이동 거리(A)만큼 더 짧아진다. 과다이동 거리(A)는 측정 또는 계산될 수 있다. 콘택 스프링(31)은 스위치드-오프 상태와 비교할 때 다소 압축되어 영구적인 전류 흐름을 위해 적절한 접촉력을 인가한다. 바람직하게는, 과다이동 거리(A)는 스위칭 디바이스(10)에 진동이 인가되거나 가동 콘택(45, 46) 또는 고정 콘택(55, 56)의 두께가 이전의 아크들의 영향으로서 짧아지는 경우에도, 스위칭 디바이스(10)가 스위치드-온 상태가 되도록 보장한다.

[0068] 도 3은 단락 회로의 경우인 도 1 및 도 2에 도시되는 스위칭 디바이스(10)의 예를 도시한다. "단락 회로의 경우에(in case of a short circuit)"라는 말은, 예를 들어 "단락 회로가 발생할 때(in the event of a short circuit)"라는 말로 대체될 수 있다. 도 3에서는 단락 회로의 제 1 페이즈가 예시된다. 단락 회로의 제 1 페이즈에서(예를 들어 높은 단락 회로 전류가 있음), 가동 콘택(45, 46)의 동적인 테어 오픈(tearing open)이 발생한다. 도 3에 도시된 이러한 경우에, 콘택 브릿지(40)는 하향 이동하는 반면에 전기자(47)는 여전히 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-온 상태에 대한 위치에 있다. 콘택 스프링(31)은 고도로 압축된다. 제 1 페이즈에서 콘택 스프링(31)이 압축되는 것은 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-온 상태에서의 콘택 스프링(31)의 압축보다 심하다.

[0069] 단락 회로의 제 1 페이즈에서, 콘택 브릿지(40)는 하우스(35)에 대하여 이동하고, 또는 두 개의 고정 콘택(55, 56) 및 콘택 브릿지 캐리어(30)는 이동하지 않는다. 따라서, 콘택 브릿지(40)는 콘택 브릿지 캐리어(30)에 대한 상대적인 운동을 수행한다. 콘택 브릿지(40)의 온-위치로부터의 이동은 단락 회로의 경우에 말단 정지 거리(F)로 제한된다. 콘택 브릿지 캐리어(30)에 대한 콘택 브릿지(40)의 상대적인 운동은 최대의 경우에도 말단 정지 거리(F)만을 획득할 수 있다.

[0070] 일 예에서, 이러한 이동은 콘택 스프링(31)에 의하여 중단된다. 콘택 스프링(31)은 블록 길이라고 불리는 최소

길이를 가진다. 블록 길이는 총 블록 상태(total blocking)에서의 콘택 스프링(31)의 길이이다. 블록 길이는 최대 압축 시의 콘택 스프링(31)의 길이이다; 따라서, 각각의 권선은 인접한 권선과 접촉한다. 콘택 스프링(31)이 자신의 블록 길이까지 압축되면, 콘택 브릿지 캐리어(30)를 향한 콘택 브릿지(40)의 상대적인 운동이 중단된다. 콘택 스프링(31)의 이동은 콘택 스프링(31)의 블록 길이에 의하여 또는 콘택 브릿지 캐리어(30) 내의 적어도 하나의 범퍼(75, 76)(도 5에 도시된 바와 같음)에 의하여 중단될 수 있다. 스위칭 디바이스(10)가 작동되지 않고 개방되며 콘택 브릿지(40)가 외력에 의하여 콘택 브릿지 캐리어(30)에 상대적으로 이동되는 경우에, 말단 정지 거리(F)는, 예를 들어 길이 또는 거리 측정을 위한 디바이스에 의하여 측정될 수 있다. 말단 정지 거리(F)는 콘택 브릿지 캐리어(30) 내의 콘택 브릿지(40)의 두 개의 말단 위치들 사이의 거리이다(예를 들어, 말단 정지 거리(F)는 이러한 거리에서 과다이동 거리(A)를 뺀 것이다).

[0071] 도 4는 단락 회로의 경우인 도 1 내지 도 3에 도시되는 스위칭 디바이스(10)의 예를 도시한다. 도 4에서는 단락 회로의 제 2 페이지가 예시된다. 스위칭 디바이스(10)는, 예를 들어 제 1 및 제 2 스톱퍼(71, 72)로서 실현된 적어도 하나의 스톱퍼를 포함한다. 제 1 및 제 2 스톱퍼(71, 72)는 하우징(35)에 연결된다. 단락 회로가 발생할 때, 전류 센서는 부하 전류가 미리 결정된 한계보다 크다는 것을 검출하고, 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-오프 상태에서의 전기자(47)의 위치를 향한 전기자(47)의 이동을 트리거링하는 신호를 제어 회로에 제공한다. 따라서, 콘택 브릿지 캐리어(30)가 이동된다.

[0072] 제 1 및 제 2 스톱퍼(71, 72)는 단락 회로의 제 2 페이지에서 하우징(35)에 대한 콘택 브릿지(40)의 이동을 제한한다. 최대 클리어링 거리(E)는, 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-온 상태에서의 콘택 브릿지(40)의 온-위치로부터 단락 회로의 경우의 적어도 하나의 스톱퍼(71, 72)까지의 콘택 브릿지(40)의 이동의 최대 거리이다. 최대 클리어링 거리(E)는, 예를 들어 제 1 고정 콘택(55)으로부터 제 1 스톱퍼(71)까지의 거리(콘택 브릿지(40)의 이동의 방향에 평행한 거리)에서 콘택 브릿지(40)의 두께를 뺀 것이다. 이러한 거리 및 콘택 브릿지(40)의 두께는 개방되고 무전력인(powerless) 스위칭 디바이스(10)에서 길이 또는 거리 측정을 위한 디바이스에 의하여 측정될 수 있다. 최대 클리어링 거리(E)는 말단 정지 거리(F)보다 길다. 거리차(D)는 다음과 같이 연산될 수 있다:

[0073]  $D = E - B$

[0074] 도 5a는 도 1 내지 도 4에 도시된 예의 추가적인 진행예인 스위칭 디바이스(10)의 콘택 영역의 세부사항을 도시한다. 도 5에서, 단락 회로의 제 1 페이지는 도 3에서와 유사하게 예시된다. 콘택 브릿지(40)의 이동은, 콘택 브릿지(40) 및 콘택 브릿지 캐리어(30) 사이에 배치된 스위칭 디바이스(10)의 기계식 부품에 의해 중단된다. 기계식 부품은, 예를 들어 콘택 브릿지 캐리어(30)에 연결된 제 1 범퍼(75)이다. 제 1 범퍼(75)는 콘택 브릿지(40)의 이동을 중단한다. 콘택 브릿지 캐리어(30)는 제 1 범퍼(75)를 포함할 수 있다. 콘택 브릿지 캐리어(30) 및 제 1 범퍼(75)는, 예를 들어 동일한 재료로 제작된다. 제 1 범퍼(75)는, 예를 들어 핀, 실린더 또는 막대로서 형성된다. 도 5에 도시된 바와 같이, 스위칭 디바이스(10)는 제 2 범퍼(76)를 포함한다. 제 2 범퍼는 제 1 범퍼(75)와 동일한 기능 및 구조를 가진다. 두 개의 범퍼(75, 76) 및 콘택 브릿지(40)의 일부는 섹션으로 표시되는데, 그 이유는 이들이 콘택 브릿지 캐리어(30)의 전면 플레이트의 "뒤에" 있기 때문이다.

[0075] 대안적이고 도시되지 않은 실시형태에서, 제 1 범퍼(75)는 콘택 브릿지 캐리어(30) 내의 횡단 립(transverse rib)에 의해 실현된다. 횡단 립은 예를 들어 콘택 브릿지 캐리어(30)의 플라스틱의 일부이다. 바람직하게는, 추가적인 부품이 필요하지 않다. 스위칭 디바이스(10)에는 제 2 범퍼(76)가 없다.

[0076] 도 5b는 앞서 도시된 예들의 추가적인 진행예인 스위칭 디바이스(10)의 일 예의 추가적인 세부사항을 보여준다. 도 5b에는 상이한 평면에 있는 두 개의 단면들이 도시된다. 점선의 좌측에 있는 단면은 콘택 브릿지(40)를 통과하는 단면인 반면에, 점선의 우측에 있는 단면은 콘택 브릿지(40) 뒤의 평면을 통과하는 단면이다. 점선의 우측에 도시된 바와 같이, 스위칭 디바이스(10)는 복귀 스프링(77)을 포함한다. 복귀 스프링(77)의 일측은 하우징(35)과 접촉한다. 복귀 스프링(77)의 타측은 콘택 브릿지 캐리어(30)에 커플링된다. 스위칭 디바이스(10)의 금속 브릿지(78)는 복귀 스프링(77)의 타측(78)을 콘택 브릿지 캐리어(30)에 커플링한다. 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-온 상태에서(도 5b에 도시된 바와 같음), 코일 전류는 코일(48)을 통해서 흐르고, 따라서 전기자(47)가 마그네틱 코어(50)를 향해 견인된다. 더 자세히 말하면, 스위칭 디바이스(10)가 스위치드-오프 상태에서부터 스위치드-온 상태로 스위칭될 때, 코일 전류는 제 1 지속기간 동안 제 1 값을 가지고 그 후에 제 2 값을 가진다. 제 2 값은 제 1 값보다 작다. 제 2 값은, 예를 들어 제 1 값의 20% 또는 10% 또는 5%보다 작다. 바람직하게는, 제 1 지속기간 동안에 큰 힘이 코일 전류의 큰 값에 의해 획득되어 전기자(47)를 신속하게 이동시킨다. 코일 전류의 더 작은 값이 전기자(47)를 스위치드-온 위치에서 유지시키기 위해 적합하다.

- [0077] 도 5c는 앞서 도시된 예들의 추가적인 진행예인 스위칭 디바이스(10)의 일 예의 추가적인 세부사항을 보여준다. 도 5c에서는 도 5b와 동일한 단면들이 도시된다. 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-오프 상태에서(도 5c에 도시된 바와 같음), 코일 전류가 코일(48)을 통해서 흐르지 않는다; 따라서 공극(49)이 전기자(47) 및 마그네틱 코어(50) 사이에 존재한다.
- [0078] 콘택 브릿지 캐리어(30)는 리미터(82)를 포함한다. 콘택 브릿지 캐리어(30) 및 리미터(80)는 동일한 재료로 제작된다. 리미터(82)는 콘택 브릿지 캐리어(30) 내에서의 제 1 및 제 2 고정 콘택(55, 56)을 향한 콘택 브릿지(40)의 이동을 제한하도록 구성된다. 따라서, 콘택 브릿지(40)는 콘택 브릿지 캐리어(30) 내에서 리미터(82) 및 제 1 범퍼(75) 사이에서 이동할 수 있다.
- [0079] 복귀 스프링(77)은 콘택 브릿지 캐리어(30)를, 그리고 따라서 콘택 브릿지(40)를, 스위칭 디바이스(10)의 스위치드-오프 상태에서의 제 1 및 제 2 단자 콘택(51, 52)에 대해 소정 거리에 홀딩한다. 복귀 스프링(77)은 제 1 및 제 2 고정 콘택(55, 56)으로부터 멀어지는 방향으로 콘택 브릿지 캐리어(30)에 힘을 제공한다.
- [0080] 도 6a 내지 도 6c는, 예를 들어 앞서 도시된 예들과 같이 실현된 스위칭 디바이스(10)의 상이한 예들의 특성을 보여준다. 도 6a 내지 도 6c에서, 단락 회로 전류(IL) 및 전압(VL)이 시간 t의 함수로서 표시된다. 단락 회로 전류(IL)는 제 1 단자 콘택(51)으로부터 콘택 브릿지(40)를 통하여, 그리고 아크가 없이 또는 아크와 함께 제 2 단자 콘택(52)으로 흐른다. 전압(VL)은 제 1 단자 콘택(51) 및 제 2 단자 콘택(52) 사이에서 태핑된다. 셉트 저항, 예를 들어 제 2 단자 콘택(52) 및 레퍼런스 포텐셜 사이에서 회로 내에 삽입된다. 셉트 저항은 예를 들어 60 μΩ의 값을 가진다. 셉트 저항 양단의 전압은 2500 A의 부하 전류(IL)에서 150 mV의 값을 가진다. 도 6a 내지 도 6c에서는 측정의 결과들이 표시된다. 각각의 도면은 단락 회로를 표시한다.
- [0081] 도 6a에서, 단락 회로 전류(IL)는 단락 회로에 기인하여 상승하고, 결과적으로 전술된 콘택 브릿지(40)가 이동하게 한다. 따라서, 가동 콘택(45, 46) 및 고정 콘택(55, 56) 사이에서 아크가 생성된다. 아크는 신속하게 소호된다(extinguished). 일 예에서, 스위칭 디바이스(10)의 동작이 없으면 단락 회로 전류(IL)는 20 kA의 값에 도달한다. 스위칭 디바이스(10)의 동작은 빨라서, 단락 회로 전류(IL)가 예를 들어 17500 A에 도달하게 되고, 따라서 단락 회로 전류에 대하여 20 kA의 공칭 값 아래에 유지되게 된다. 전압(VL)은 콘택 브릿지가 이동하기 시작한 이후에 상승되고, 약 800 V에서 유지된다. 도 6a는 도 7a에서 후술되는 바와 같은 최적화된 파라미터 값을 가지는 스위칭 디바이스(10)의 일 예를 도시한다.
- [0082] 도 6b에서, 스위칭 디바이스(10)는 도 6a의 스위칭 디바이스(10)와 비교할 때 더 긴 소호 시간을 보여준다. 최대 클리어링 거리(E)는 너무 작은 값을 가진다. 긴 소호 시간은 아크가 결과적으로 가동 및 고정 콘택(45, 46, 55, 56)의 많은 양의 재료가 용해되게 하는 위험을 증가시킨다. 용해된 재료는 아킹 챔버(21, 22) 내로의 아크의 이동을 억제할 수 있다. 도 6b에 도시된 바와 같이, 아크는 최종적으로 소호되고, 약 800 V의 전압(VL)이 제 1 단자 콘택(51) 및 제 2 단자 콘택(52) 사이에서 강하된다.
- [0083] 도 6c에서, 스위칭 디바이스(10)는 도 6a에 도시되는 상황과 유사한 짧은 소호 시간을 보여준다. 그러나, 콘택 브릿지(40)는 제 1 및 제 2 고정 콘택(55, 56)으로 다시 이동하고, 단락 회로 전류(IL)는 다시 상승한다. 긴 소호 시간 이후에 단락 회로 전류(IL)는 다시 강하되고 전압(VL)은 800 V의 값을 획득한다. 도 6c에서, 최대 클리어링 거리(E)는 너무 큰 값을 가진다(예를 들어 E = 9 mm).
- [0084] 도 7a는 앞서 도시된 예들의 추가적인 진행예인 스위칭 디바이스(10)의 파라미터들의 값들의 예를 보여준다. 말단 정지 거리(F)의 값이 최대 클리어링 거리(E)의 값의 함수로서 표시된다. 말단 정지 거리(F), 클리어링 거리(B) 및 최대 클리어링 거리(E)의 값들은 mm 단위로 주어진다(5,1 mm는 5100 μm를 의미함). 도 7a는 1-차원 다중물리(multiphysics) 시뮬레이션의 결과를 보여준다. 흑색으로 표시된 말단 정지 거리(F)의 영역은 결과적으로 스위칭 디바이스(10)가 동작하게 한다.
- [0085] 스위칭 디바이스(10)는 말단 정지 거리의 값(F)에 대하여 정확하게 동작하고,
- [0086] 최대 클리어링 거리에 대한 주어진 값 E에서  $F_{min} \leq F \leq F_{max}$ 이다.  $F_{min}$  및  $F_{max}$ 는 말단 정지 거리의 최소 값 및 최대 값이고, 다음 수학식에 따라서 연산될 수 있다:

[0087] 
$$F_{min} = 4,8 \text{ mm} + \frac{E - 6,3 \text{ mm}}{2}; F_{max} = 5,6 \text{ mm} + \frac{E - 6,3 \text{ mm}}{2}$$

[0088] 따라서, 말단 정지 거리는 다음 수학식에 따른 값 F를 가지고:

[0089]  $4,8 \text{ mm} + \frac{E-6,3 \text{ mm}}{2} \leq F \leq 5,6 \text{ mm} + \frac{E-6,3 \text{ mm}}{2}$ ,

[0090] E는 최대 클리어링 거리의 값이다.

[0091] 최대 클리어링 거리(E) 및 말단 정지 거리(F)의 이러한 값들은 결과적으로 단락 회로의 경우에도 스위칭 디바이스(10)를 정확하게 동작시키게 한다. 예를 들어, 최대 클리어링 거리에 대한 값 E = 7,2 mm에서, 말단 정지 거리의 값 F는  $F_{\min} = 5,3 \text{ mm} \leq F \leq 6,1 \text{ mm} = F_{\max}$ 이다. 이러한 예에서, 클리어링 거리는, 예를 들어 값 B = 5,6 mm를 획득한다. 최대 클리어링 거리(E)의 값은 클리어링 거리(B)의 값에 따라 달라진다. 말단 정지 거리(F)의 값도 클리어링 거리(B)의 값에 대한 작은 의존성을 가진다. 클리어링 거리(B)는 5,1 mm 내지 6,6 mm의 범위 내의 값들을 획득한다. 다음이 성립할 수도 있다: 클리어링 거리(B)의 값이 최대 클리어링 거리(E)의 값에 따라 달라진다. 최대 클리어링 거리(E)의 값이 말단 정지 거리(F)의 값에 따라 달라진다.

[0092] 최대 클리어링 거리(E)가 6,3 mm 내지 8,6 mm의 범위 내의 값을 획득한다. 따라서, 최대 클리어링 거리(E) 및 말단 정지 거리(F)는 단락 회로의 경우에도 스위칭 디바이스(10)를 정확하게 작동시키기 위한 가장 중요한 파라미터들이다. 일 예에서, 수학적들로부터 얻어진 값들은 반올림될 것이다.

[0093] 일 예에서, 말단 정지 거리(F), 최대 클리어링 거리(E) 및 다른 거리는 대상물의 치수를 측정하기에 적합한 디바이스를 사용하여 측정된다; 거리는, 예를 들어 길이 또는 거리 측정을 위한 디바이스에 의하여, 예를 들어 레이저 또는 캘리퍼에 의하여 측정된다. 캘리퍼는 측정 결과를 눈금 스케일, 다이얼 또는 디지털 디스플레이에서 판독하게 한다.

[0094] 백색으로 표시된 말단 정지 거리(E)의 영역은 결과적으로 스위칭 디바이스(10)를 정확하게 작동시키지 않는 것을 초래한다. 예를 들어, 표의 좌측 하단의 영역 내의 파라미터 값들은 단락 회로의 경우에 결과적으로 20 kA의 단락 회로 전류를 이용한 재연결을 초래한다; 아크는 아킹 챔버(21, 22) 내로 이동하지 않는다. 표의 우측 상단의 영역 내의 파라미터 값은 결과적으로 작은 단락 회로 전류의 경우에 문제가 생기게 한다; 이러한 파라미터 값들의 경우에도 재연결이 생길 수 있다.

[0095] 과다이동 거리(A)의 값은, 예를 들어 말단 정지 거리(F) 및 최대 클리어링 거리(E)와 독립적이다. 이동 거리(C)는, 예를 들어  $C = B + A$ 를 사용하여 연산될 수 있다. 클리어링 거리(B), 이동 거리(C) 및 차분 거리(D)에 대한 값들은 결과적으로, 예를 들어 말단 정지 거리(F) 및 최대 클리어링 거리(E)에 대한 값들의 선택으로부터 초래된다.

[0096] 진술된 바와 같이 도 1 내지 도 7에 도시되는 실시형태들은 개선된 스위칭 디바이스(10) 및 방법의 예를 나타낸다; 그러므로, 이들은 개선된 스위칭 디바이스 및 방법에 따른 모든 실시형태의 완성된 목록을 구성하지 않는다. 실제 스위칭 디바이스 및 방법은, 예를 들어 부품, 구조 및 형상에 있어서 도시된 실시형태들로부터 달라질 수 있다.

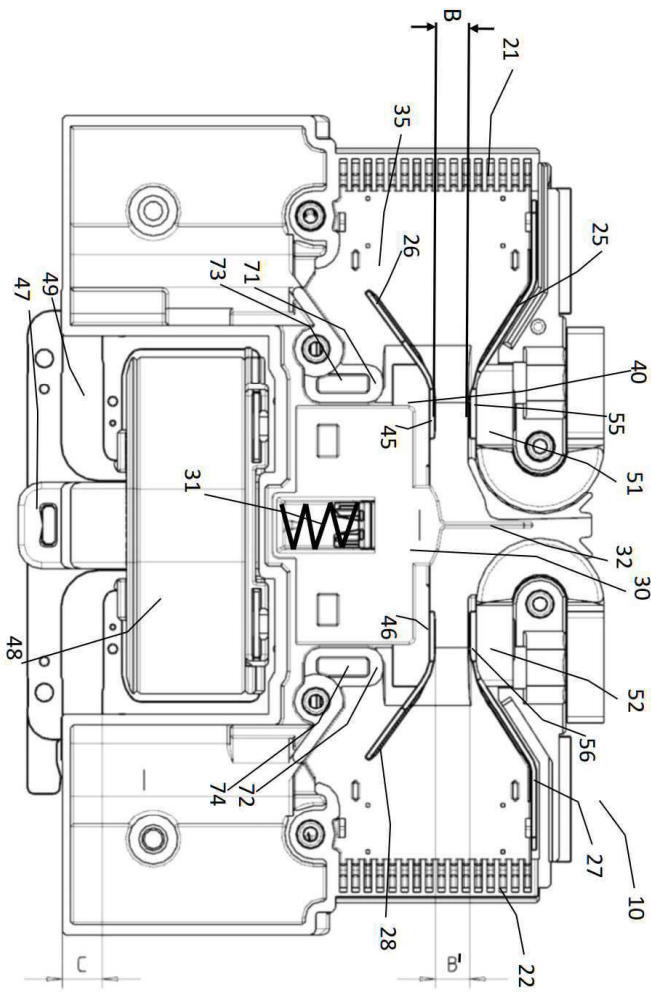
**부호의 설명**

- [0097] 참조 번호
- 10 스위칭 디바이스
  - 21, 22 아킹 챔버
  - 25 내지 28 아크 러너
  - 30 콘택 브릿지 캐리어
  - 31 콘택 스프링
  - 35 하우징
  - 40 콘택 브릿지
  - 45, 46 가동 콘택
  - 47 전기자
  - 48 전기 코일

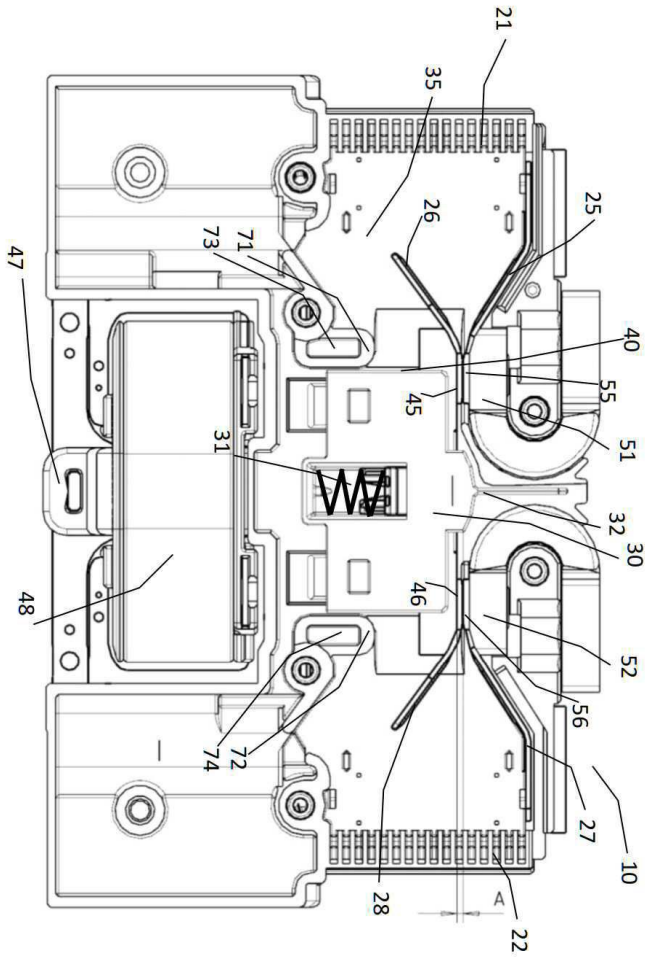
- 49 공극
- 50 마그네틱 코어
- 51 제 1 단자 콘택
- 52 제 2 단자 콘택
- 55, 56 고정 콘택
- 71 제 1 스톱퍼
- 72 제 2 스톱퍼
- 73, 74 개구
- 75, 76 범퍼
- 77 복귀 스프링
- 78 금속 브릿지
- 79, 80, 81 전기자 연결부
- 82 리미터
- A 과다이동 거리
- B 클리어링 거리
- C 이동 거리
- D 거리차
- E 최대 클리어링 거리
- F 말단 정지 거리
- IL 단락-회로 전류
- VL 전압

도면

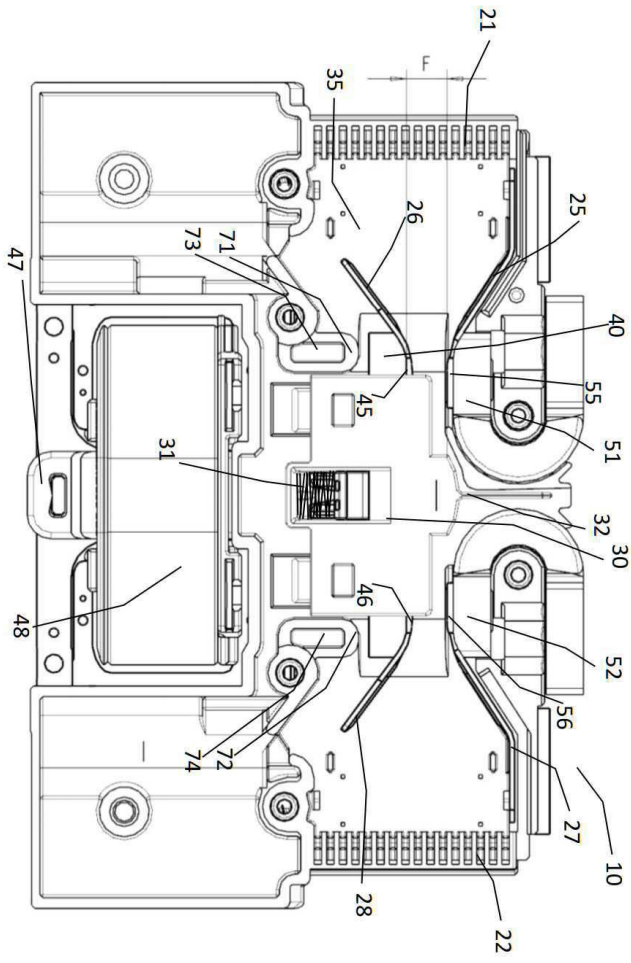
도면1



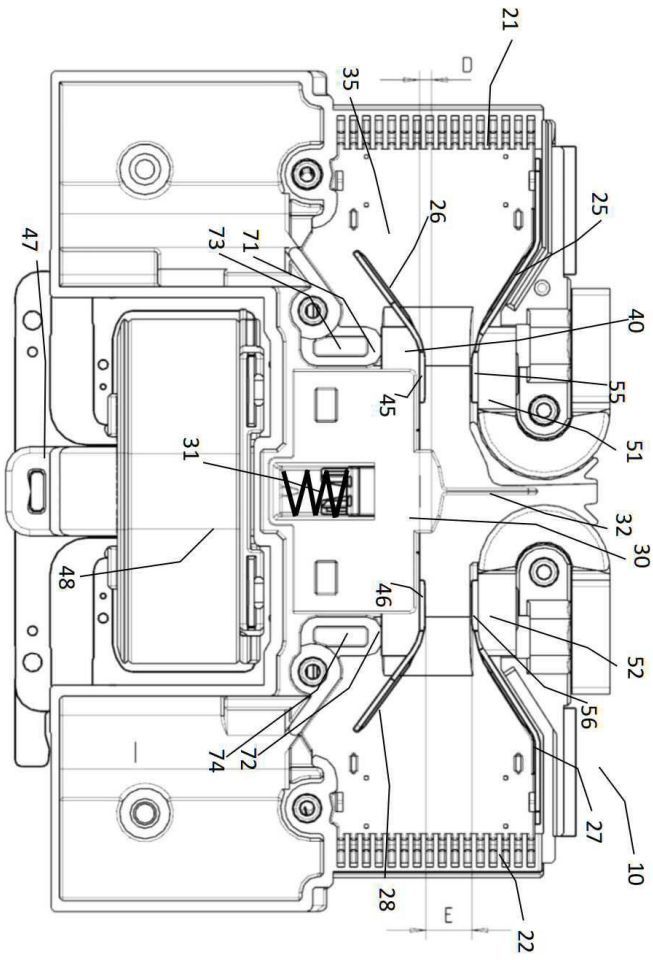
도면2



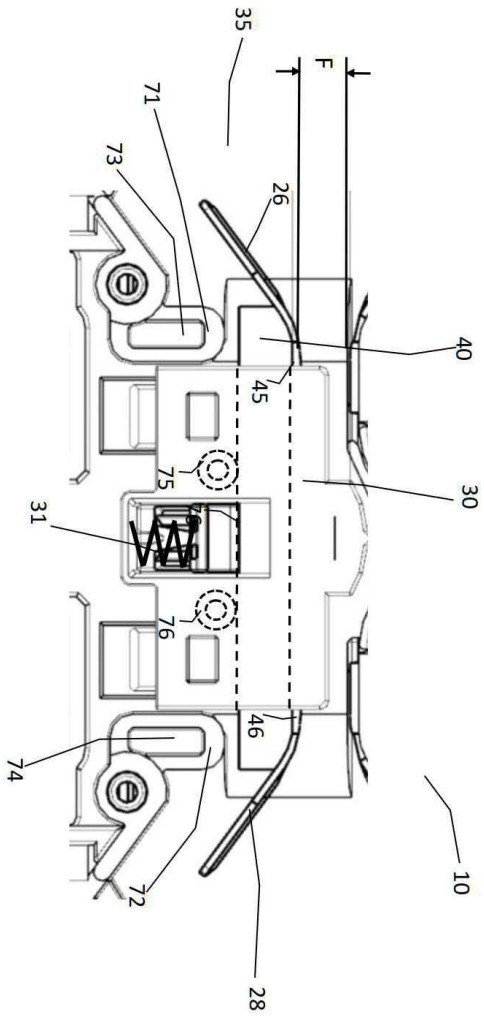
도면3



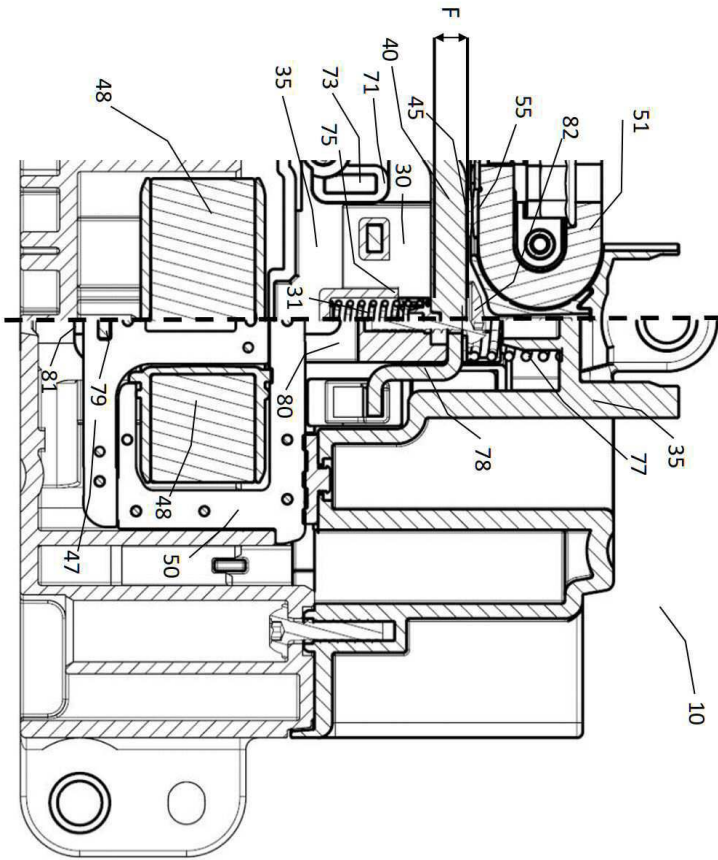
도면4



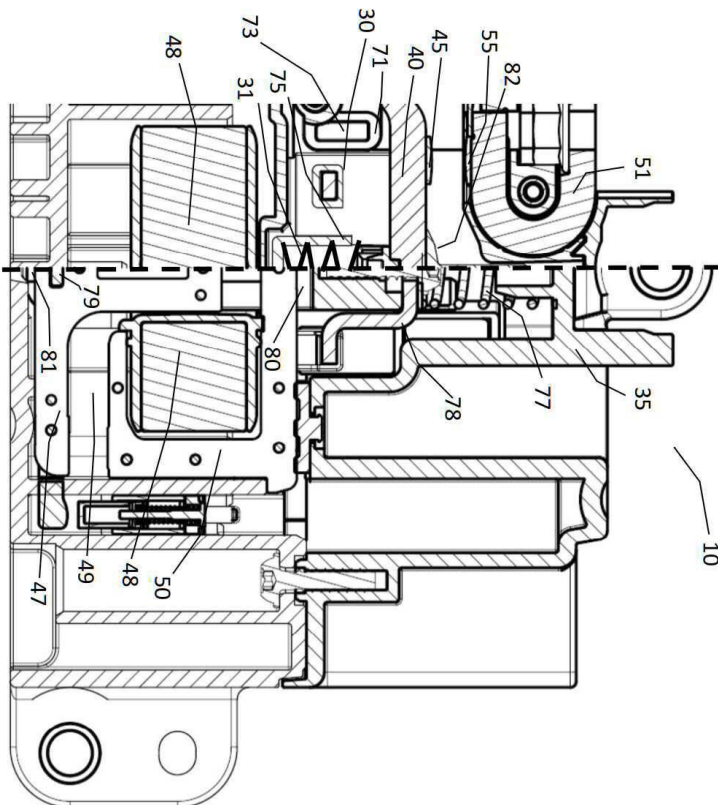
도면5a



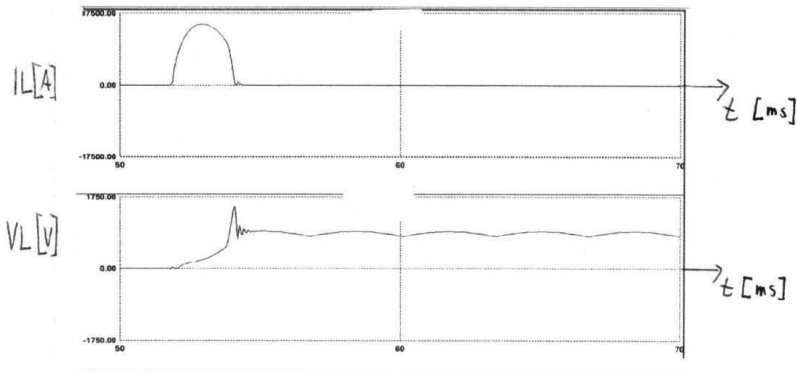
도면5b



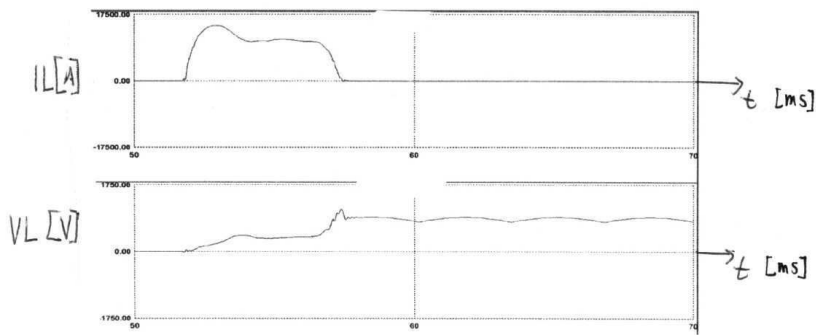
도면5c



도면6a



도면6b



도면6c

