



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0026900  
(43) 공개일자 2009년03월16일

(51) Int. Cl.

H01H 83/06 (2006.01) H02H 9/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0091968

(22) 출원일자 2007년09월11일

심사청구일자 2007년09월11일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

문영현

서울 마포구 용강동 대림아파트 103동 1602호

이수원

경기 부천시 원미구 중4동 한라마을아파트 121동 1504호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

신영무

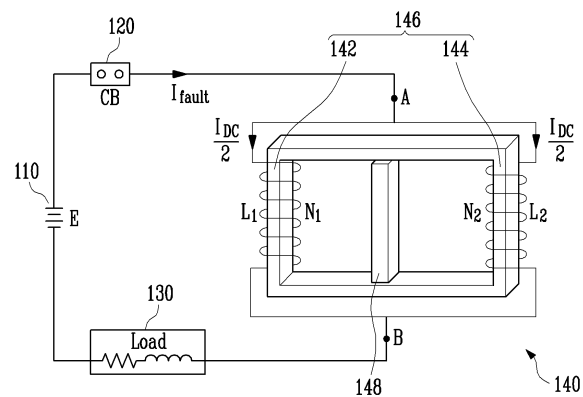
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 자계 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기

### (57) 요약

본 발명은 직류전력 계통의 단락 사고 시 직류 차단기의 고장 전류 차단을 용이하게 하도록 자계 스위칭을 이용하여 차단 직전의 고장 전류를 순간적으로 감소시키기 위하여, 자계 형성을 위해 권선이 감긴 제 1철심과, 상기 제 1철심과 연결되고 상기 제 1철심과 반대의 자계가 형성되도록 권선이 감긴 제 2철심으로 구성되는 철심부와; 상기 철심부에 의한 자계 회로를 단락시키기 위해 상기 철심부에 결합되는 자계 스위칭부가 포함되어 구성되는 자계 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기를 제공한다.

대표도 - 도2b



(72) 발명자

**장봉환**

경기 광명시 철산1동 우성아파트 105동 1202호

**박관수**

부산 연제구 거제1동 현대 홈타운 210동 2501호

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

자계 형성을 위해 권선이 감긴 제 1철심과, 상기 제 1철심과 연결되고 상기 제 1철심과 반대의 자계가 형성되도록 권선이 감긴 제 2철심으로 구성되는 철심부와;

상기 철심부에 의한 자계 회로를 단락시키기 위해 상기 철심부에 결합되는 자계 스위칭부가 포함되어 구성됨을 특징으로 하는 자계 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 철심부는 직류전력 계통 회로에 고장 전류 유입 시 상기 고장 전류를 차단하는 직류 차단기에 연결됨을 특징으로 하는 자계 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기.

### 청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 고장 전류가 유입된 것으로 판단된 경우, 순간적으로 상기 자계 스위칭부가 철심부에 결합됨을 특징으로 하는 자계 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기.

### 청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 자계 스위칭부는 상기 철심부의 개방된 중앙 영역에 결합되어 제 1철심 및 제 2철심과 각각 전기적으로 연결됨을 특징으로 하는 자계 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기.

### 청구항 5

제 3항에 있어서,

상기 자계 스위칭부가 철심부에 결합되면, 상기 철심부에 의한 자계회로는 단락되고, 전기회로는 개방됨을 특징으로 하는 자계 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기.

### 청구항 6

제 4항에 있어서,

상기 자계회로의 단락 및 전기회로의 개방에 의해 상기 철심부 내의 자속 발생이 증가되고, 이에 따라 상기 자속 증가를 억제하는 역기전력이 발생되어 상기 철심부를 흐르는 고장 전류가 순간적으로 감소됨을 특징으로 하는 자계 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기.

### 청구항 7

직류전력 계통 회로에 고장 전류 유입 시 상기 고장 전류를 차단하는 직류 차단기에 연결되며,

자계 스위칭을 이용하여 내부의 자계회로를 단락시키고, 전기회로를 개방시킴으로써, 상기 고장 전류 유입 시 순간적으로 상기 고장 전류를 감소시킴을 특징으로 하는 자계 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기.

### 청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 순간 전류 제한기는,

자계 형성을 위해 권선이 감긴 제 1철심과, 상기 제 1철심과 연결되고 상기 제 1철심과 반대의 자계가 형성되도록 권선이 감긴 제 2철심으로 구성되는 철심부와;

상기 철심부에 의한 자계 회로를 단락시키기 위해 상기 철심부에 결합되는 자계 스위칭부가 포함되어 구성됨을 특징으로 하는 자계 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기.

## 청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 고장 전류가 유입된 것으로 판단된 경우, 순간적으로 상기 자계 스위칭부가 철심부에 결합됨을 특징으로 하는 자계 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기.

## 청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 자계 스위칭부는 상기 철심부의 개방된 중앙 영역에 결합되어 제 1철심 및 제 2철심과 각각 전기적으로 연결됨을 특징으로 하는 자계 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술 분야

- <1> 본 발명은 직류 차단기에 관한 것으로, 특히 직류 차단기의 전류 차단을 용이하게 하도록 자계 스위칭을 이용하여 차단 직전의 고장 전류를 순간적으로 감소시키는 순간 전류 제한기에 관한 것이다.

#### 배경 기술

- <2> 일반적으로 직류 차단기는 직류전력 계통에 사용되는 차단기로서, 직류 전철 변전소, 제철 및 전기화학 공장 등에 직류 전원을 공급하기 위하여 반드시 필요한 보호 장치이다. 직류전력 계통의 단락 사고 시 고장 전류에 따른 기기 손상 및 사고의 파급을 방지하여 직류 전력의 신뢰성과 안정성을 향상시키기 위해 상기 고장 전류를 차단하는 고성능 직류 차단기의 수요가 크게 증가하고 있다.
- <3> 직류 전원은 교류 전원과 달리 단락 고장이 발생된 경우 고장 전류의 증가가 대단히 빠르고 영점 전류가 존재하지 않기 때문에 상기 고장 전류의 유입 시 그 차단이 매우 어렵다는 특성이 있다.
- <4> 또한, 직류 차단기의 스위칭이 수행되는 접점은 허용 전류 이상의 대전류가 차단될 때 마모 또는 변형이 일어나기 때문에 수명 단축의 원인이 되며, 이를 극복하기 위해 상기 허용 전류의 용량을 증가시키는 경우에는 막대한 추가 비용이 소요된다는 문제가 있다.
- <5> 이에 따라 직류 차단기의 동작에 있어서, 고장 전류 유입 시 이를 직접 차단하기 보다는 직류 차단기의 성능 보전 등을 위해 고장 전류가 최대치에 이르기 전 빠른 고속 차단이 이루어짐이 바람직하다.
- <6> 종래의 경우 상기와 같은 문제점을 극복하기 위해 고장 전류가 너무 커지기 전에 약 0.02초 정도 내에 차단하는 신속 차단방식을 취하고 있다.
- <7> 그러나, 이와 같은 단시간 신속 차단 방식은 고장 전류의 관정이 짧은 시간 내에 이루어져야만 가능하므로 전류 증가속도( $dI/dt$ )와 전류 크기를 동시에 고려하여 상기 고장 전류의 관정을 수행하나, 상기와 같은 관정은 매우 민감하여 차단기의 오동작을 일으키는 원인이 되는 단점이 있다.

#### 발명의 내용

##### 해결 하고자하는 과제

- <8> 본 발명은 직류전력 계통의 단락 사고 시 직류 차단기의 고장 전류 차단을 용이하게 하도록 자계 스위칭을 이용하여 차단 직전의 고장 전류를 순간적으로 감소시키는 직류 차단기용 순간 전류 제한기를 제공함에 그 목적이 있다.

##### 과제 해결수단

- <9> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 실시예에 의한 자계 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기는, 자계 형성을 위해 권선이 감긴 제 1철심과, 상기 제 1철심과 연결되고 상기 제 1철심과 반대의 자계가 형성되도록 권선이 감긴 제 2철심으로 구성되는 철심부와; 상기 철심부에 의한 자계 회로를 단락시키기 위해 상기 철심부에 결합되는 자계 스위칭부가 포함되어 구성됨을 특징으로 한다.
- <10> 여기서, 상기 철심부는 직류전력 계통 회로에 고장 전류 유입 시 상기 고장 전류를 차단하는 직류 차단기에 연결되며, 상기 고장 전류가 유입된 것으로 판단된 경우, 순간적으로 상기 자계 스위칭부가 철심부에 결합됨을 특징으로 한다.
- <11> 또한, 상기 자계 스위칭부는 상기 철심부의 개방된 중앙 영역에 결합되어 제 1철심 및 제 2철심과 각각 전기적으로 연결되며, 상기 자계 스위칭부가 철심부에 결합되면, 상기 철심부에 의한 자계회로는 단락되고, 전기회로는 개방됨을 특징으로 한다.
- <12> 이 때, 상기 자계회로의 단락 및 전기회로의 개방에 의해 상기 철심부 내의 자속 발생이 증가되고, 이에 따라 상기 자속 증가를 억제하는 역기전력이 발생되어 상기 철심부를 흐르는 고장 전류가 순간적으로 감소됨을 특징으로 한다.
- <13> 본 발명의 다른 실시예에 의한 자계 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기는, 직류전력 계통 회로에 고장 전류 유입 시 상기 고장 전류를 차단하는 직류 차단기에 연결되며, 자계 스위칭을 이용하여 내부의 자계회로를 단락시키고, 전기회로를 개방시킴으로써, 상기 고장 전류 유입 시 순간적으로 상기 고장 전류를 감소시킴을 특징으로 한다.

## 효 과

- <14> 본 발명에 따른 자계 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기에 의하면, 차단 직전의 고장 전류를 순간적으로 감소시킴으로써, 직류 차단기의 전류 차단 충격을 크게 완화시키고 고장 전류의 차단을 용이하게 수행할 수 있다는 장점이 있다.
- <15> 또한, 고장 전류가 실질적으로 크게 증가한 후에도 이를 순간적으로 감소시켜 안전하게 차단할 수 있도록 함으로써, 고장 판정에 시간적 여유를 가질 수 있으며, 고장 판정 오류를 획기적으로 개선할 수 있다는 장점이 있다.

## 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <16> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 상세히 설명하도록 한다.
- <17> 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 직류 차단기용 순간 전류 제한기가 포함된 개략적인 직류전력 계통 회로도이다.
- <18> 도 1에 도시된 직류전력 계통 회로는, 기존의 직류전력 계통 회로와 비교할 때 직류 차단기에 순간 전류 제한기가 연결됨을 특징으로 한다.
- <19> 즉, 도 1에 도시된 직류전력 계통 회로(100)는, 직류 전원을 제공하는 전원부(E)(110)와, 상기 전원부에서 제공하는 직류 전원이 소비되는 부하부(Load)(130)와, 상기 직류전력 계통 회로에 단락 사고가 발생된 경우 고장 전류에 따른 기기 손상 및 사고의 파급을 방지하기 위해 상기 고장 전류를 차단하는 직류 차단기(Circuit Breaker, CB)(120) 및 상기 차단 직전의 고장 전류를 순간적으로 감소시켜 상기 직류 차단기의 전류 차단 충격을 크게 완화시키고 고장 전류의 차단을 용이하게 수행토록 하는 순간 전류 제한기(140)가 연결되어 구성된다.
- <20> 상기 직류 차단기(120)는 고장 전류가 유입된다고 판단되는 경우 스위칭을 수행하여 상기 고장 전류를 차단한다. 이 때, 급격하게 증가하는 고장 전류를 직접 차단하게 되면, 상기 직류 차단기의 스위칭이 수행되는 접점은 상기 고장 전류가 허용 전류 이상의 대전류로 유입됨에 의해 차단 시 마모 또는 변형이 일어나 수명이 크게 단축되는 문제가 발생된다.
- <21> 상기와 같이 스위칭이 수행되는 접점의 마모 또는 변형이 일어나는 것은 회로 내의 전류를 강제로 차단할 경우 스위칭 아크(switching arc)가 발생됨에 기인하며, 이는 도 1에 도시된 직류전력 계통 회로를 포함한 전기 회로가 항상 어느 정도의 인덕턴스(미도시)를 가지고 있기 때문이다.
- <22> 보다 상세히 설명하면, 상기 인덕턴스에 저장된 에너지는 회로 내의 전류를 강제로 차단하는 스위칭 순간에 아크 에너지로 변환되어 순간적으로 발산되며, 이는 상기 아크가 발생하는 부분이 스위치의 끝단 즉, 스위치의 접

점 부분으로 국소 지역에 순간적으로 인덕턴스에 저장된 에너지가 방전되기 때문이다.

- <23> 또한, 상기 회로의 인덕턴스에 저장된 에너지가 작더라도 매우 큰 에너지 밀도를 가지는 스파크(spark)가 발생하여 부분적으로 큰 아크 충격을 가하게 되므로, 상기 스위치의 접점 부분에 손상을 일으키는 원인이 되는 것이다.
- <24> 이와 같은 문제는 상기 직류 차단기(120)에 의한 차단 직전의 고장 전류를 순간적으로 감소시킴으로써 극복될 수 있으며, 이와 같이 상기 차단 직전의 고장 전류를 순간적으로 감소시키는 동작은 본 발명의 실시예에 의한 순간 전류 제한기(140)에 의해 수행된다.
- <25> 상기 순간 전류 제한기(140)는 상기 고장 전류 유입시 회로의 인덕턴스에 저장된 에너지를 상기 직류 차단기의 스위치 이외의 부분에서 흡수함으로써, 상기 스위칭이 수행되는 접점에서 발생하는 아크(arc) 충격을 상당히 완화시킬 수 있음을 특징으로 한다.
- <26> 보다 상세히 설명하면, 상기 순간 전류 제한기(140)는, 고장 전류 유입시 자체 스위칭을 수행하여 회로 내의 인덕턴스에 저장된 에너지가 대부분 자체회로에서 소비되도록 구현함으로써, 전기회로 스위치 즉, 상기 직류 차단기(140) 내의 스위치(미도시)를 개방할 경우 발생하는 아크 충격을 크게 완화시키는 역할을 한다.
- <27> 이는 상기 자체 스위칭에 의하여 자체 회로가 단락(short)됨으로써 이에 대응하는 전기 회로가 개방(open)되는 효과를 얻을 수 있기 때문이며, 상기 자체회로 단락(short)에 의하여 전기회로가 개방되어 있는 상태에서 상기 직류전력 계통 회로 내의 직류 차단기(120) 스위치가 동작되므로 아크 충격을 최소화할 수 있는 것이다.
- <28> 따라서, 본 발명의 실시예에 의한 순간 전류 제한기(140)는 직류 차단기의 고장 전류 차단을 용이하게 하기 위해 자체 스위칭을 이용하여 차단 직전의 고장 전류를 순간적으로 0에 근사한 값으로 감소시키도록 구현됨을 특징으로 한다.
- <29> 이와 같이 순간 전류 제한기(140)에 의해 차단 직전의 고장 전류가 순간적으로 감소되고, 상기 직류 차단기(120) 내의 스위치를 고장 전류가 감소된 순간에 개방시킴으로써, 고장 전류 차단의 충격을 크게 완화시킬 수 있다.
- <30> 또한, 이는 고장 전류가 실질적으로 크게 증가한 후에도 이를 순간적으로 감소시켜 안전하게 차단할 수 있도록 함으로써, 고장 판정에 시간적 여유를 가질 수 있으며, 고장 판정 오류를 획기적으로 개선할 수 있다는 장점이 있다.
- <31> 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 실시예에 의한 자체 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기의 구성 및 동작을 설명하는 도면이다.
- <32> 즉, 도 2a는 순간 전류 제한기의 동작 전의 직류전력 계통 회로를 나타내며, 도 2b는 순간 전류 제한기의 동작 후의 직류전력 계통 회로를 나타낸다.
- <33> 본 발명의 실시예에 의한 순간 전류 제한기(140)는 앞서 언급한 바와 같이 직류전력 계통 회로에 고장 전류가 유입된 것으로 판단된 경우 순간적으로 자체 스위칭에 의하여 자체 회로를 단락(short)시킴으로써 이에 대응하는 전기 회로를 개방(open)시키는 효과를 얻을 수 있도록 구현된다.
- <34> 이 때, 상기 전기 회로를 개방시키는 효과는 고장 전류를 순간적으로 0에 근사한 값으로 감소시키는 것과 같은 의미이다.
- <35> 도 2a 및 도 2b에 도시된 순간 전류 제한기(140)는, 자체 형성을 위해 권선이 감긴 제 1철심(142)과, 상기 제 1철심과 연결되고 상기 제 1철심과 반대의 자계가 형성되도록 권선이 감긴 제 2철심(144)으로 구성되는 철심부(146)와; 철심부(146)에 의한 자체 회로를 단락시키기 위해 상기 철심부에 결합되는 자체 스위칭부(148)가 포함되어 구성된다.
- <36> 단, 이는 하나의 실시예로서 고장 전류가 유입된 것으로 판단된 경우 순간적으로 자체 스위칭에 의하여 자체 회로를 단락(short)시킴으로써, 이에 대응하는 전기 회로를 개방(open)시키도록 구현되는 순간 전류 제한기의 구성이 상기 실시예에 한정되지 않음은 당업자에게 자명하다.
- <37> 먼저 도 2a에 도시된 바와 같이 직류전력 계통 회로에서 사고가 발생되지 않은 경우 즉, 고장 전류가 유입되지 않은 경우에는 상기 순간 전류 제한기(140) 내의 자체회로가 개방됨으로써, 이에 대응하는 상기 순간 전류 제한기 내의 전기 회로는 단락되는 효과를 얻는다.

- <38> 이는 철심부(146) 양측 즉, 제 1철심(142) 및 제 2철심(144)에 감긴 권선에 의한 각각의 인덕턴스(L1, L2)의 결합계수가 -1을 갖는 경우로, 이 경우에는 상기 L1, L2는 상기 직류전력 계통 회로에 흐르는 직류 전류에 전혀 영향을 미치지 않는다.
- <39> 도 3a는 도 2a에 대응되는 순간 전류 제한기의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- <40> 도 3a를 참조하면, 직류전력 계통 회로에서 사고가 발생되지 않아 고장 전류가 유입되지 않은 경우에는 철심부(146)에 자계 스위칭부(미도시)가 결합되지 않는다.
- <41> 이에 따라 상기 철심부(146) 내부에서 발생하는 자계 즉, 서로 반대의 자계를 발생하도록 권선이 감긴 제 1철심(142) 및 제 2철심(144)에서 발생하는 자속는 도 3a에 도시된 바와 같이 서로 상쇄( $\Phi_a + \Phi_b = \Phi = 0$ )되며, 결과적으로 단자 A 및 B에 걸리는 역기전력( $N \frac{d\Phi}{dt}$ )은 0이 되어 직류전력 계통 회로에 손실을 수반하지 않는 일반 회로처럼 동작한다.
- <42> 즉, 이는 상기 순간 전류 제한기(140)의 자계회로가 개방되고, 전기회로가 단락됨을 의미하는 것으로, 상기 전류 제한기는 상기 직류전력 계통 회로에서 단락된 상태의 효과를 얻을 수 있는 것이다.
- <43> 이에 따라, 상기 직류전력 계통 회로의 직류전원(E)(110)에 의해 흐르는 직류 전류( $I_{dc}$ )는 도 2a에 도시된 바와 같이 손실없이 상기 순간 전류 제한기(140) 내의 제 1철심(142) 및 제 2철심(144)에 각각 1/2로 나뉘어 흐르게 된다.
- <44> 다음으로 도 2b에 도시된 바와 같이 직류전력 계통 회로에서 사고가 발생되어 고장 전류( $I_{fault}$ )가 유입된 것으로 판단된 경우에는 순간적으로 상기 순간 전류 제한기(140)의 자계 스위칭부(148)가 철심부(146)에 결합되는 자계 스위칭이 수행되어 상기 순간 전류 제한기(140) 내의 자계회로가 단락됨으로써, 이에 대응하는 상기 순간 전류 제한기(140) 내의 전기 회로는 개방되는 효과를 얻는다.
- <45> 본 발명의 실시예의 경우 상기 자계 스위칭부(148)는 상기 철심부(146)의 개방된 중앙 영역 즉, 철심부를 구성하는 제 1철심(142)과 제 2철심(144) 사이에 결합되어 상기 철심부(146) 내에 2개의 전기적 루프를 형성한다. 상기 2개의 전기적 루프는 제 1철심(142)과 자계 스위칭부(148) 간의 루프 및 제 2철심(144)과 자계 스위칭부(148) 간의 루프를 말한다.
- <46> 이와 같이 상기 자계 스위칭부(148)가 철심부(146)에 결합되면, 상기 철심부(146) 내의 자속 발생을 증가시키게 되고, 이에 따라 상기 자속 증가를 억제하는 역기전력이 발생됨으로써, 결과적으로 상기 순간 전류 제한기(140)를 통해 흐르는 직류 전류 즉, 고장 전류가 순간적으로 감소되는 것이다.
- <47> 다시 말하면, 상기 자계 스위칭부(148)가 철심부(146)에 결합되는 자계 스위칭이 수행됨에 따라 순간 전류 제한기(140) 내의 자계회로가 단락됨으로써, 이에 대응하는 상기 순간 전류 제한기(140) 내의 전기 회로는 개방되는 효과를 얻으며, 이를 통해 상기 고장 전류가 순간적으로 감소되는 효과를 얻을 수 있는 것이다.
- <48> 이 때, 상기 고장 전류 유입의 판단은 종래의 직류 차단기(120)가 구비되는 직류전력 계통 회로에서의 일반적인 방법을 사용하여도 무방하다.
- <49> 도 3b는 도 2b에 대응되는 순간 전류 제한기의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- <50> 도 3b를 참조하면, 직류전력 계통 회로에서 사고가 발생되어 고장 전류가 유입된 것으로 판단되는 경우에는 상기 자계 스위칭부(148)가 빠르게 상기 철심부(146)에 결합된다.
- <51> 이에 따라, 도 3b에 도시된 바와 같이 철심부(146) 내의 자속 즉, 상기 철심부에 결합된 자계 스위칭부(148)로 제 1철심(142)에서 발생된 자속( $\Phi_a$ ) 및 제 2 철심(144)에서 발생된 자속( $\Phi_b$ )이 더해짐으로써, 결과적으로 상기 철심부(146) 내의 자속( $\Phi = \Phi_a + \Phi_b$ )이 급격하게 증가된다.
- <52> 이와 같은 자속의 급격한 증가는 상기 제 1철심(142) 및 제 2철심(144)의 권선에  $N \frac{d\Phi}{dt}$ 에 해당하는 역기전력을



발생시킨다. 이에 상기 역기전력에 의한 역전압은 매우 큰 순간 임펄스 전압 형태로 나타나며, 이와 같은 역전압에 의하여 전기 회로의 전류는 순간적으로 크게 감소하게 된다.

<53> 즉, 이는 상기 순간 전류 제한기(140)의 자체회로가 단락되고, 전기회로가 개방됨을 의미하는 것으로, 상기 전류 제한기는 상기 직류전력 계통 회로에서 개방된 상태의 효과를 얻을 수 있는 것이다.

<54> 이에 따라, 상기 직류전력 계통 회로에 유입된 고장 전류는 순간적으로 0에 근사한 값으로 감소되며, 이 순간에 직류 차단기 내의 스위치를 개방시키면 전류 차단이 충격을 크게 완화시킬 수 있으며, 직류전원 계통 사고 시 큰 고장 전류도 비교적 용이하게 차단할 수 있게 된다.

<55> 도 4는 본 발명의 실시예에 의한 순간 전류 제한기를 이용하여 고장 전류를 순간적으로 감소시킨 결과를 나타내는 그래프이다.

<56> 단, 도 4는 도 1에 도시된 바와 같은 직류전력 계통 회로(100)에서, 전원부(E)(110)를 통해 30V의 직류 전압이 인가된 경우를 그 예로 설명한다.

**<57>** 도 4를 참조하면, 상기 30V의 직류 전압 인가에 의해 상기 직류전력 계통 회로에는 약 1800mA의 전류가 흐르게 되는데, 이 때 순간 전류 제한기가 동작함에 따라 상기 전류가 순간적으로 크게 감소됨을 확인할 수 있다.

<58> 즉, 순간 전류 제한기 내의 철심부와 스위칭부를 결합하게 되면, 순간적으로 약 30 ~ 50msec 동안 전류 기울기 (dI/dt)가 음(-)으로 진행되며, 이 때, 전류의 크기는 500mA 즉, 상기 순간 전류 제한기가 동작되기 전 전류의 약 70% 정도까지 감소됨을 확인할 수 있다.

<59> 이 때, 철심부를 구성하는 제 1철심 및 제 2철심의 투자율( $\mu$ )이 무한대( $\infty$ )인 이상적인 경우를 가정하면, 상기 순간적으로 감소된 전류는 0mA가 된다.

**<60>** 따라서, 상기 직류전력 계통 회로에 고장 전류가 유입된 경우를 가정하여, 상기 고장 전류가 유입된 경우에 순간 전류 제한기가 동작되면 유입된 고장 전류가 순간적으로 0에 근사한 값으로 감소됨을 확인할 수 있다.

**<61>** 본 발명의 실시예에 의한 순간 전류 제한기는 기존의 직류 차단기가 사용되는 모든 분야에 적용될 수 있을 뿐 아니라, 구조나 구동원리가 매우 간단하다는 장점을 갖는다.

<62> 한편, 이상에서 설명한 본 발명은 상술한 실시 예 및 첨부된 도면에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 본 발명이 속하는 기술분야에서 종래의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

## 도면의 간단한 설명

<63> 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 직류 차단기용 순간 전류 제한기가 포함된 개략적인 직류전력 계통 회로도.

<64> 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 실시예에 의한 자계 스위칭을 이용한 직류 차단기용 순간 전류 제한기의 구성 및 동작을 설명하는 도면.

<65> 도 3a 및 도 3b는 각각 도 2a 및 도 2b에 대응되는 순간 전류 제한기의 동작을 설명하기 위한 도면.

<66> 도 4는 본 발명의 실시예에 의한 순간 전류 제한기를 이용하여 고장 전류를 순간적으로 감소시킨 결과를 나타내는 그래프.

<67> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

<68>            140 : 순간 전류 제한기                                 142 : 제 1철심

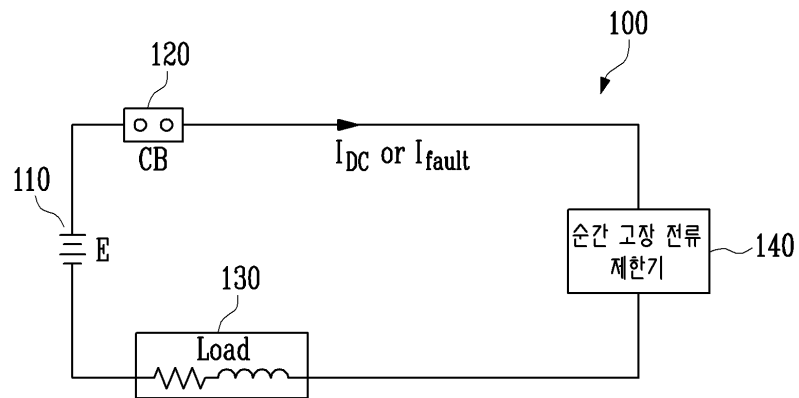
<69>            144 : 제 2철심    146 : 철심부

<70> 148 : 자계 스위칭부

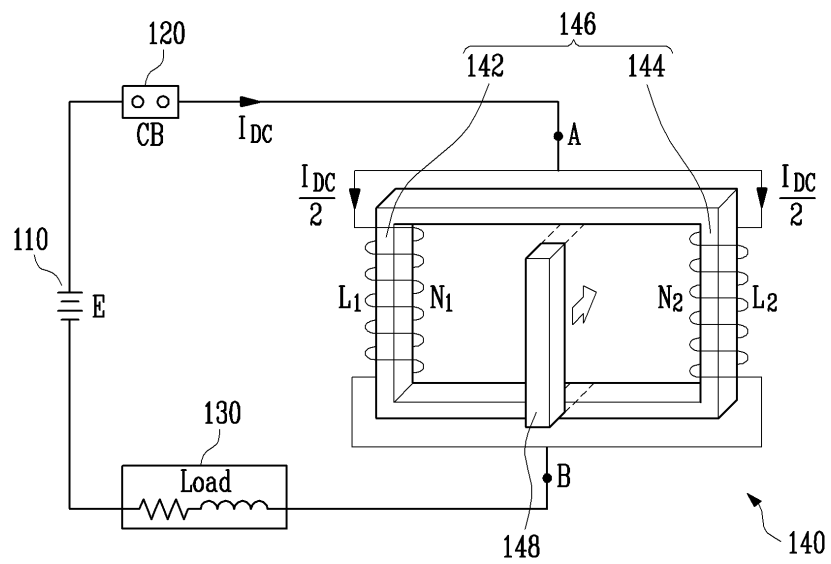


도면

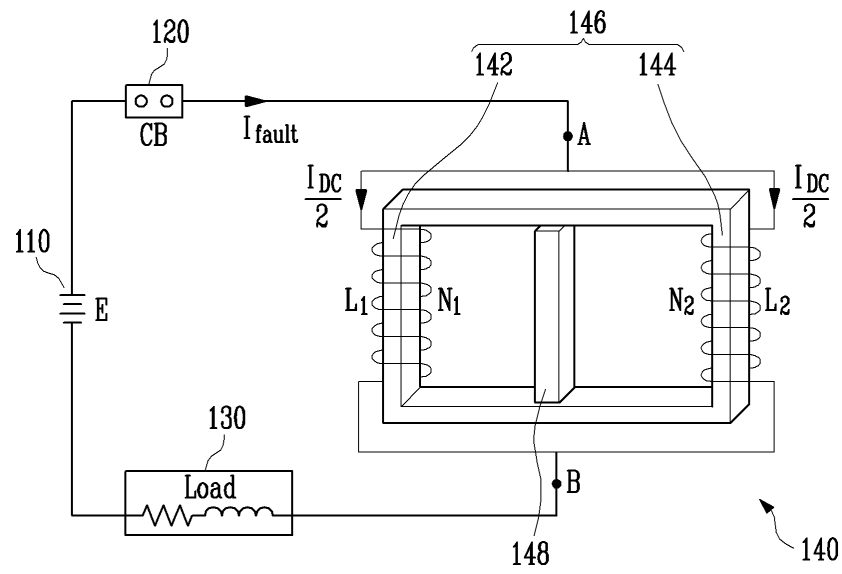
도면1



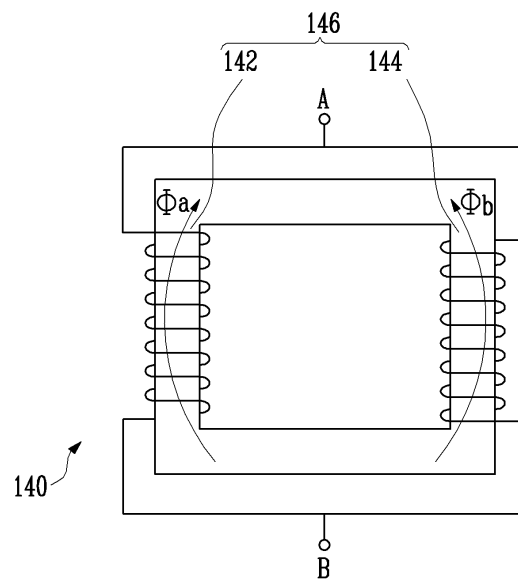
도면2a



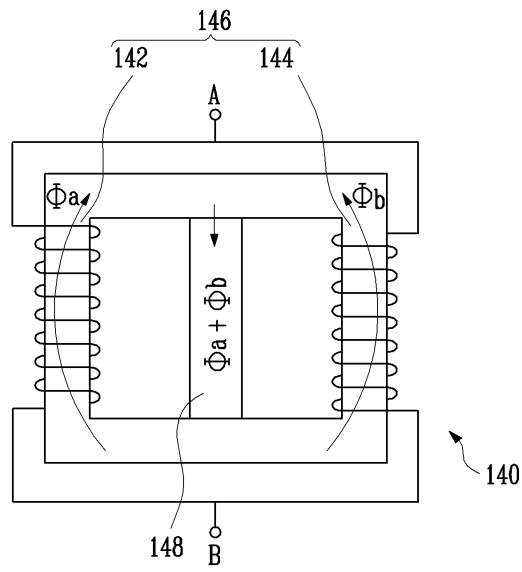
도면2b



도면3a



도면3b



도면4

