



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년11월30일  
(11) 등록번호 10-0780706  
(24) 등록일자 2007년11월23일

(51) Int. Cl.

H02H 9/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0077520

(22) 출원일자 2006년08월17일

심사청구일자 2006년08월17일

(56) 선행기술조사문헌

JP05068328 A

JP11113167 A

KR1020020030317 A

KR1020050031750 A

(73) 특허권자

엘에스산전 주식회사

서울 중구 남대문로5가 84-11

(72) 발명자

박권배

대전 대덕구 중리동 377-7

이방우

충북 청주시 흥덕구 복대동 영조 아름다운나날2차  
아파트 204동302호

(74) 대리인

박장원

전체 청구항 수 : 총 10 항

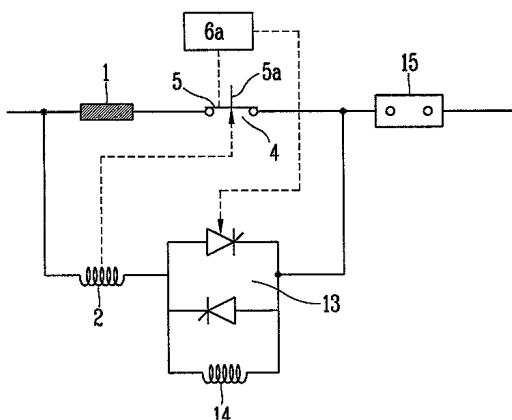
심사관 : 진상범

(54) 복합형 초전도 한류기

(57) 요 약

본 발명은 초전도체에 한류용 리액터를 추가하여 사고전류로부터 회로를 보호하는 복합형 초전도 한류기에 관한 것으로 특히 다수의 초전도체 및 코일의 직병렬 구성을 회피하여 최소한의 초전도 한류기만으로 구성되는 경제적이고 소형으로 제작가능한 복합형 초전도 한류기를 제공하는 것으로, 초전도체와 고속스위치 및 회로 차단기의 직렬회로에 병렬로 저 임피던스의 제1 리액터와 고 임피던스의 제2 리액터를 접속하여 상기 직렬회로의 통전전류의 분류회로를 구성하고, 고 임피던스의 제2 리액터에 병렬로 상기 고속스위치의 개로동작에 의해 연동하는 반도체 스위치를 접속하고, 상기 초전도체와 상기 분류회로에 접속되는 차단기 트립구동제어기를 구성하여, 사고전류 발생시 상기 분류회로로 사고전류를 분류시켜 제2 리액터가 이를 제한하게 하고, 사고전류의 발생시 상기 차단기 트립구동제어기가 초전도체의 전압 또는 분류회로의 전류값에 따라 상기 회로 차단기에 트립을 위한 트립구동신호를 제공하게 한 것이다.

대표도 - 도2



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

통전 선로상에 직렬로 접속되는 초전도체;

상기 초전도체에 직렬로 접속되고, 정상전류 통전시 폐로 위치에 위치하여 상기 통전 선로상에 전류를 통전시키다가 대전류 통전시 개로 위치로 절환하여 통전을 차단하며, 자기력에 의해 상기 개로 위치로 절환 가능한 제 1 스위치;

대전류 통전시 상기 초전도체가 갖는 임피던스 보다 작은 제 1 임피던스를 갖고 상기 초전도체에 병렬로 접속되어, 대전류 통전시 상기 초전도체와 상기 제 1 스위치를 통해 흐르던 전류의 분류 경로를 제공하며, 상기 분류 경로를 통해 흐르는 분류 전류에 의해 자화되어 상기 제 1 스위치를 개로 위치로 절환시키는 제 1 리액터;

상기 제 1 리액터가 구성하는 상기 분류 경로에 직렬로 접속되고, 상기 제 1 리액터가 갖는 제 1 임피던스 보다 큰 제 2 임피던스를 갖고 상기 대전류를 제한하는 제 2 리액터;

상기 제 2 리액터에 병렬로 접속되고 트리거 신호에 의해 턴 온 가능한 반도체 스위치; 및

상기 제 1 스위치의 상기 개로 위치 동작에 응답하여 상기 반도체 스위치에 상기 트리거 신호의 제공을 중단하는 트리거 제어기;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 복합형 초전도 한류기.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 통전 선로 중 상기 초전도체와 상기 제 1 스위치 및 상기 분류 경로의 후단에 접속되어, 대전류 통전시 회로를 차단하게 동작하는 차단기;

상기 분류 전류를 검출하기 위해 상기 분류 경로상에 접속되고, 검출한 전류량에 따른 제 1 전압신호를 출력하는 변류기;

상기 초전도체에 접속되어 상기 초전도체의 전압에 따른 제 2 전압신호가 입력되는 제 1 입력과, 상기 변류기로부터의 제 1 전압신호가 입력되는 제 2 입력을 구비하며, 소정의 상기 제 1 전압신호 또는 제 2 전압신호 중 적어도 어느 하나가 있을 때 상기 차단기에 트립 구동신호를 제공하는 차단기 트립 구동제어기;를 추가적으로 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 복합형 초전도 한류기.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 트리거 제어기는,

광신호를 방사하는 발광부와, 상기 제 1 스위치가 폐로 위치에 있을 때 상기 발광부로부터의 광신호를 수신하면 상기 반도체 스위치에 상기 트리거 신호를 제공하고 상기 제 1 스위치가 개로 위치로 이동하면서 상기 광신호를 차단하면 그에 따라 상기 반도체 스위치에 상기 트리거 신호의 제공을 중단하는 수광부를 구비하는 광 스위치를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 복합형 초전도 한류기.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 트리거 제어기는,

상기 제 1 스위치의 개로 위치 이동 경로상에 상기 제 1 스위치의 위치에 연동하도록 설치되어, 상기 제 1 스위치가 폐로 위치에 있을 때 상기 반도체 스위치에 상기 트리거 신호를 제공하고 상기 제 1 스위치의 개로 위치 이동에 따라 연동하여 상기 반도체 스위치에 상기 트리거 신호의 제공을 중단하는 마이크로 스위치를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 복합형 초전도 한류기.

### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 반도체 스위치는 싸이리스터(Thyristor), 트라이액( TRIAC), IGBT(Insulated Gate

Bipolar Transistor), GTO 싸이리스터(Gate Turn-off Thyristor), SSR(Solid State Relay), FET(Field Effect Transistor), 트랜지스터 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 복합형 초전도 한류기.

#### 청구항 6

제2항에 있어서,

상기 차단기 트립 구동제어기는,

상기 소정의 제 1 전압신호 또는 제 2 전압신호 중 적어도 어느 하나가 있을 때 상기 차단기에 트립 구동신호를 제공하는 논리합(OR) 회로로 구성되는 것을 특징으로 하는 복합형 초전도 한류기.

#### 청구항 7

제2항에 있어서,

상기 차단기 트립 구동제어기는,

상기 제 1 전압신호의 값을 미리 결정된 제 1 기준전압과 비교하여, 상기 제 1 전압신호의 값이 상기 제 1 기준전압 값 보다 크면 이를 나타내는 신호를 출력하는 제 1 비교기;

상기 제 2 전압신호의 값을 미리 결정된 제 2 기준전압과 비교하여, 상기 제 2 전압신호의 값이 상기 제 2 기준전압 값 보다 크면 이를 나타내는 신호를 출력하는 제 2 비교기;

상기 제 1 과 제 2 비교기의 출력과 접속되어, 상기 제 1 과 제 2 비교기 중 적어도 하나로부터 상기 신호가 입력되면, 상기 차단기에 트립 구동신호를 출력하는 논리합(OR) 회로;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 복합형 초전도 한류기.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제 1 스위치는 정상 폐로 접점 스위치인 것을 특징으로 하는 복합형 초전도 한류기.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제 1 스위치는 상기 초전도체와 상기 차단기 사이의 선로상에 직렬로 접속되는 고정접점과, 상기 고정접점에 접촉하여 상기 통전 선로를 통전시키는 위치와 상기 제 1 리액터로부터의 자기력에 의해 상기 고정접점으로부터 개리하여 상기 통전 선로를 차단하는 위치로 변위 가능한 가동접점과,로 구성되는 것을 특징으로 하는 복합형 초전도 한류기.

#### 청구항 10

통전 선로상에 직렬로 접속되는 초전도체;

상기 초전도체에 직렬로 접속되고, 정상전류 통전시 폐로 위치에 위치하여 상기 통전 선로상에 전류를 통전시키다가 대전류 통전시 개로 위치로 절환하여 통전을 차단하며, 자기력에 의해 상기 개로 위치로 절환 가능한 제 1 스위치;

대전류 통전시 상기 초전도체가 갖는 임피던스 보다 작은 제 1 임피던스를 갖고 상기 초전도체에 병렬로 접속되어, 대전류 통전시 상기 초전도체와 상기 제 1 스위치를 통해 흐르던 전류의 분류 경로를 제공하며, 상기 분류 경로를 통해 흐르는 분류 전류에 의해 자화되어 상기 제 1 스위치를 개로 위치로 절환시키는 제 1 리액터;

상기 분류 경로를 통해 흐르는 전류를 검출하기 위해 상기 분류 경로상에 접속되고, 검출한 전류량에 따른 제 1 전압신호를 출력하는 변류기;

상기 통전 선로 중 상기 초전도체와 상기 제 1 스위치 및 상기 분류 경로의 후단에 접속되어, 대전류 통전시 회로를 차단하게 동작하는 차단기; 및

상기 초전도체에 접속되어 상기 초전도체의 전압에 따른 제 2 전압신호가 입력되는 제 1 입력과, 상기 변류기로부터의 제 1 전압신호가 입력되는 제 2 입력을 구비하며, 소정의 상기 제 1 전압신호 또는 제 2 전압신호 중

적어도 어느 하나가 있을 때 상기 차단기에 트립 구동신호를 제공하는 차단기 트립 구동제어기;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 복합형 초전도 한류기.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<12> 본 발명은 초전도체를 이용하여 전력계통상에서 발생하는 단락전류를 효과적으로 제한하는 초전도 한류기에 관한 것으로, 특히 초전도체에 고속 스위치, 반도체 스위치 및 리액터를 상호 유기적으로 연동되게 부가 구성하여 사고전류 발생시 초전도체에 부과되는 대전류 및 고전압의 부담 시간을 최소화하고 초전도체의 사용을 최소화함으로써 경제적이고 소형으로 제작 가능한 복합형 초전도 한류기에 관한 것이다.

<13> 초전도체는 일정의 전류값까지는 통전전류에 대한 저항이 거의 없다가 일정 전류값이상에서는 저항이 급격히 상승하는 특성을 가져 단락전류와 같은 전력계통상의 사고전류에 대한 한류소자로서의 활용 가능성을 가지고 있다.

<14> 과거 초전도상태를 유지하기 위해 액체 헬륨을 냉매로 사용하는 초전도 한류기는 엄청난 냉각비용 및 제작의 난해함으로 인해 세계적으로 그 연구가 지지부진하였으나, 최근 액체질소를 초전도상태를 유지하기 위한 냉매로 사용하는 초전도 물질이 개발됨에 따라 다시 이를 이용한 초전도 한류기의 연구 개발이 활성화되고 있다.

<15> 초전도체를 이용한 초전도 한류기는 저항형 한류기와, 유도형 한류기, 복합형 한류기등이 제안되고 있다.

<16> 이러한 초전도 한류기는 전력계통의 고전압 및 대전류를 감당하는 것이 요구되어 초전도체의 사용량이 기하급수적으로 늘어나야 하게 되었다. 즉, 초전도 한류기의 고전압에 대한 내력을 위해서 많은 초전도체들을 직렬로 연결해야 하고, 대전류에 대한 내력을 위해 많은 초전도체의 병렬 연결도 요구된다.

<17> 이와 같은 종래기술의 예를 도 1 을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

<18> 도 1에 도시된 바와 같은 종래의 초전도 한류기는 한류 메트릭스(matrix)(220)와, 한류 메트릭스(220)내 초전도체의 동시 퀸치(quench, 초전도 상태에서 상전도 상태 즉, 저항을 갖는 상태로 전이하는 것)를 유도하기 위해서 자기장을 인가하는 트리거 메트릭스(trigger matrix)(218)로 구성된다. 더욱 상세히, 상기 한류 메트릭스(220)는 n개의 한류 메트릭스 소자(314-1 ~ 314n)를 병렬접속하여 구성된 m개의 한류 모듈(312-1 ~ 312-m)을 직렬접속하여 구성된다. 여기서 각각의 한류 메트릭스 소자(314-1 ~ 314n)는 하나의 초전도체를 포함한다.

<19> 상기 트리거 메트릭스(218)는 n개의 트리거 매트릭스 소자(310-1 ~ 310-n)를 병렬로 접속하여 구성되며, 각각의 트리거 매트릭스 소자(310-1 ~ 310-n)는 하나의 초전도체를 포함하며 각각 상기 n개의 한류 메트릭스 소자(314-1 ~ 314n)에 접속된다.

<20> 도 1에 있어서 미 설명 부호 A와 C는 종래의 초전도 한류기의 입력단과 출력단을 각각 지시한다.

<21> 즉, 초전도 한류기가 사용되는 전력계통 즉, 회로(선로)의 전압 및 전류 용량에 따라서 다수의 초전도 한류모듈을 직렬, 병렬 연결 개수를 조정하여 구성된다.

<22> 위에 소개한 종래 기술에 따른 초전도 한류기는 다음과 같은 문제점을 가진다.

<23> 즉, 첫째로, 초전도 한류기의 고전압 내력과 대전류 통전 내력을 위해서 수 많은 초전도체의 직렬, 병렬 접속하는 것이 필요하므로, 그로 인해 전술한 바와 같은 초전도체의 초전도상태 유지를 위한 냉각 매질의 봉입 용기가 그 만큼 필요하고 따라서 그 크기가 거대해 지게 되고 그 제작비용 또한 과다하게 소요된다.

<24> 둘째로, 상기와 같이 수많은 초전도체의 직렬, 병렬 접속하는 데 이를 초전도체들은 동시에 퀸치 되어야만 상기 고압에 견딜 수 있으므로, 제작 공정이나 운용상에 있어서 초전도체의 제작불량이나 성능 미비시 그 초전도체가 소손되어 전체 초전도 한류기 장치가 동작 불능 상태로 될 가능성이 높다는 것이다. 즉, 일부 초전도체의 이상 동작에 따라 전체 초전도 한류기의 동작이 심각하게 영향을 받을 수 있어 동작 신뢰도가 불안정한 문제가 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<25> 따라서, 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해소하는 것으로서, 최소한의 초전도체를 사용함으로써 제작비용이 경제적이고 그 크기를 소형화할 수 있으며, 동작에 신뢰성이 높은 초전도 한류기를 제공하는 데 그 목적이 있다.

### 발명의 구성 및 작용

<26> 상기 본 발명의 목적은, 통전 선로상에 직렬로 접속되는 초전도체와;

<27> 상기 초전도체에 직렬로 접속되고, 정상전류 통전시 폐로 위치에 위치하여 상기 통전 선로상에 전류를 통전시키다가 대전류 통전시 개로 위치로 절환하여 통전을 차단하며, 자기력에 의해 상기 개로(開路) 위치로 절환 가능한 제 1 스위치와;

<28> 대전류 통전시 상기 초전도체가 갖는 임피던스(impedance) 보다 작은 제 1 임피던스를 갖고 상기 초전도체에 병렬로 접속되어, 대전류 통전시 상기 초전도체와 상기 제 1 스위치를 통해 흐르던 전류의 분류 경로를 제공하며, 상기 분류 경로를 통해 흐르는 분류 전류에 의해 자화(magnetizing)되어 상기 제 1 스위치를 개로 위치로 절환시키는 제 1 리액터(reactor)와;

<29> 상기 제 1 리액터가 구성하는 상기 분류 경로에 직렬로 접속되고, 상기 제 1 리액터가 갖는 제 1 임피던스 보다 큰 제 2 임피던스를 갖고 상기 대전류를 제한하는 제 2 리액터와;

<30> 상기 제 2 리액터에 병렬로 접속되고 트리거(trigger) 신호에 의해 턴 온(turn ON) 가능한 반도체 스위치와;

<31> 상기 제 1 스위치의 상기 개로 위치 동작에 응답하여 상기 반도체 스위치에 상기 트리거 신호의 제공을 중단하는 트리거 제어기와;

<32> 상기 통전 선로 중 상기 초전도체와 상기 제 1 스위치 및 상기 분류 경로의 후단에 접속되어, 대전류 통전시 회로를 차단하게 동작하는 차단기와;

<33> 를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 본 발명에 따른 복합형 초전도 한류기를 제공함으로써 달성될 수 있다.

<34> 바람직하기로, 본 발명의 복합형 초전도 한류기는,

<35> 상기 통전 선로 중 상기 초전도체와 상기 제 1 스위치 및 상기 분류 경로의 후단에 접속되어, 대전류 통전시 회로를 차단하게 동작하는 차단기와;

<36> 상기 분류 전류를 검출하기 위해 상기 분류 경로상에 접속되고, 검출한 전류량에 따른 제 1 전압신호를 출력하는 변류기와;

<37> 상기 초전도체에 접속되어 상기 초전도체의 전압에 따른 제 2 전압신호가 입력되는 제 1 입력과, 상기 변류기로부터의 제 1 전압신호가 입력되는 제 2 입력을 구비하며, 소정의 상기 제 1 전압신호 또는 제 2 전압신호 중 적어도 어느 하나가 있을 때 상기 차단기에 트립(trip) 구동신호를 제공하는 차단기 트립 구동제어기와;를 추가적으로 포함하여 구성된다.

<38> 또한 바람직하기로 상기 트리거 제어기는,

<39> 광신호를 방사하는 발광부와, 상기 제 1 스위치가 폐로 위치에 있을 때 상기 발광부로부터의 광신호를 수신하면 상기 반도체 스위치에 상기 트리거 신호를 제공하고 상기 제 1 스위치가 개로 위치로 이동하면서 상기 광신호를 차단하면 그에 따라 상기 반도체 스위치에 상기 트리거 신호의 제공을 중단하는 수광부를 구비하는 광 스위치를 포함하여 구성된다.

<40> 또한 바람직하기로 상기 트리거 제어기는,

<41> 상기 제 1 스위치의 개로 위치 이동 경로상에 상기 제 1 스위치의 위치에 연동하도록 설치되어, 상기 제 1 스위치가 폐로 위치에 있을 때 상기 반도체 스위치에 상기 트리거 신호를 제공하고 상기 제 1 스위치의 개로 위치 이동에 따라 연동하여 상기 반도체 스위치에 상기 트리거 신호의 제공을 중단하는 마이크로 스위치(micro switch)를 포함하여 구성될 수 있다.

<42> 또한 바람직하기로, 상기 반도체 스위치는 싸이리스터(Thyristor), 트라이액(TRIAC), IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor), GTO 싸이리스터(Gate Turn-off Thyristor), SSR(Solid State Relay), FET(Field Effect

Transistor), 트랜지스터 중 어느 하나로 구성된다.

<43> 또한 바람직하기로, 상기 차단기 트립 구동제어기는,

<44> 상기 소정의 제 1 전압신호 또는 제 2 전압신호 중 적어도 어느 하나가 있을 때 상기 차단기에 트립 구동신호를 제공하는 논리합(OR) 회로로 구성된다.

<45> 또한 바람직하기로, 상기 차단기 트립 구동제어기는,

<46> 상기 제 1 전압신호의 값을 미리 결정된 제 1 기준전압과 비교하여, 상기 제 1 전압신호의 값이 상기 제 1 기준전압 값 보다 크면 이를 나타내는 신호를 출력하는 제 1 비교기와;

<47> 상기 제 2 전압신호의 값을 미리 결정된 제 2 기준전압과 비교하여, 상기 제 2 전압신호의 값이 상기 제 2 기준전압 값 보다 크면 이를 나타내는 신호를 출력하는 제 2 비교기와;

<48> 상기 제 1 과 제 2 비교기의 출력과 접속되어, 상기 제 1 과 제 2 비교기 중 적어도 하나로부터 상기 신호가 입력되면, 상기 차단기에 트립 구동신호를 출력하는 논리합(OR) 회로와; 를 포함하여 구성된다.

<49> 또한 바람직하기로, 상기 제 1 스위치는 정상 폐로 접점 스위치로 구성된다.

<50> 또한 바람직하기로, 상기 제 1 스위치는 상기 초전도체와 상기 차단기 사이의 선로상에 직렬로 접속되는 고정 접점과, 상기 고정접점에 접촉하여 상기 통전 선로를 통전시키는 위치와 상기 제 1 리액터로부터의 자기력에 의해 상기 고정접점으로부터 개리하여 상기 통전 선로를 차단하는 위치로 변위 가능한 가동접점과,로 구성된다.

<51> 상술한 본 발명의 목적 및 이를 달성하는 본 발명의 구성은 첨부 도면을 참조한 본 발명의 바람직한 실시예에 대한 구성과 동작에 대한 이하의 설명으로 좀 더 명확히 이해될 수 있을 것이다.

<52> 먼저, 본 발명의 일 실시예에 따른 복합형 초전도 한류기의 구성을 블록도로서 보여주는 도 2를 참조하여 설명하기로 한다.

<53> 본 발명에 일 실시예에 따른 복합형 초전도 한류기는, 통전 선로상에 직렬로 접속되는 초전도체(1)와; 초전도체(1)에 직렬로 접속되고, 정상전류 통전시 폐로 위치에 위치하여 상기 통전 선로상에 전류를 통전시키다가 대전류 통전시 개로 위치로 절환하여 통전을 차단하며, 자기력에 의해 상기 개로 위치로 절환 가능한 제 1 스위치(4)와; 대전류 통전시 초전도체(1)가 갖는 임피던스 보다 작은 제 1 임피던스를 갖고 초전도체(1)에 병렬로 접속되어, 대전류 통전시 초전도체(1)와 상기 제 1 스위치(4)를 통해 흐르던 전류의 분류 경로를 제공하며, 상기 분류 경로를 통해 흐르는 분류 전류에 의해 자화되어 제 1 스위치(4)를 개로 위치로 절환시키는 제 1 리액터(2)와; 제 1 리액터(2)가 구성하는 상기 분류 경로에 직렬로 접속되고, 제 1 리액터(2)가 갖는 제 1 임피던스 보다 큰 제 2 임피던스를 갖고 상기 대전류를 제한하는 제 2 리액터(14)와; 제 2 리액터(14)에 병렬로 접속되고 트리거 신호에 의해 턴 온 가능한 반도체 스위치(13)와; 제 1 스위치(4)의 상기 개로 위치 동작에 응답하여 반도체 스위치(13)에 상기 트리거 신호의 제공을 중단하는 트리거 제어기(6a)와; 를 포함하여 구성된다.

<54> 본 발명에 따른 복합형 초전도 한류기는 상기 통전 선로 중 초전도체(1)와 제 1 스위치(4) 및 상기 분류 경로의 후단에 접속되어, 대전류 통전시 회로를 차단하게 동작하는 차단기(15)를 추가적으로 포함할 수 있다.

<55> 제 1 스위치(4)는 제 1 리액터(2)로부터의 자력에 의해 개로 위치로 절환 가능한 정상 폐로 접점 스위치로 구성될 수 있다. 즉, 제 1 스위치(4)는 제 1 리액터(2)로부터 자력이 부과되면 개로되고 제 1 리액터(2)로부터의 자력 부과가 없으면 폐로 상태로 되는 접점 스위치로 구성될 수 있다.

<56> 제 1 스위치(4)는 초전도체(1)와 차단기(15) 사이의 선로상에 직렬로 접속되는 고정접점(부호 미지정)과, 상기 고정접점에 접촉하여 선로를 통전시키는 위치와 제 1 리액터(2)로부터의 자기력에 의해 상기 고정접점으로부터 개리하여 통전을 차단하는 위치로 변위 가능한 가동접점(5)과,로 구성될 수 있다. 미 설명 부호 5a 는 가동접점(5)에 구비될 수 있는 트리거 제어기(6a)에 제 1 스위치(4)의 개리위치 변위상태를 전달하기 위한 부분이다.

<57> 이러한 제 1 스위치(4)는 상기와 같은 구성에 의해서 1ms(밀리 초)내에 고속 개리될 수 있는 고속 스위치로서 동작될 수 있다.

<58> 트리거 제어기(6a)는, 광신호를 방사하는 발광부와, 제 1 스위치(4)가 폐로 위치에 있을 때 상기 발광부로부터의 광신호를 수신하면 반도체 스위치(13)에 상기 트리거 신호를 제공하고 제 1 스위치(4)가 개로 위치로 이동하면서 상기 광신호를 차단하면 그에 따라 반도체 스위치(13)에 상기 트리거 신호의 제공을 중단하는 수광부를 구

비하는 광 스위치를 포함하여 구성될 수 있다.

<59> 또한, 트리거 제어기(6a)는, 제 1 스위치(4)의 개로 위치 이동 경로 상에 제 1 스위치(4)의 위치에 연동하도록 설치되어, 제 1 스위치(4)가 폐로 위치에 있을 때 반도체 스위치(13)에 상기 트리거 신호를 제공하고 상기 제 1 스위치의 개로 위치 이동에 따라 연동하여 반도체 스위치(13)에 상기 트리거 신호의 제공을 중단하는 마이크로 스위치를 포함하여 구성될 수 있다.

<60> 반도체 스위치(13)는 싸이리스터(Thyristor), 트라이액(TRIAC), IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor), GTO 싸이리스터(Gate Turn-off Thyristor), SSR(Solid State Relay), FET(Field Effect Transistor), 트랜지스터 중 어느 하나로 구성될 수 있다.

<61> 차단기(15)는 상기 통전 선로가 비교적 저전압용의 선로인 경우 잘 알려진 배선용 차단기나 기중 차단기로 구성될 수 있고, 상기 통전 선로가 고전압용의 선로인 경우 역시 잘 알려져 있는 진공 차단기로 구성될 수 있다.

<62> 한편, 본 발명의 다른 실시 예에 따른 복합형 초전도 한류기의 구성을 도 3을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

<63> 본 발명의 다른 실시 예에 따른 복합형 초전도 한류기는, 통전 선로상에 직렬로 접속되는 초전도체(1)와; 초전도체(1)에 직렬로 접속되고, 정상전류 통전시 폐로 위치에 위치하여 상기 통전 선로상에 전류를 통전시키다가 대전류 통전시 개로 위치로 절환하여 통전을 차단하며, 자기력에 의해 상기 개로 위치로 절환 가능한 제 1 스위치(4)와; 대전류 통전시 초전도체(1)가 갖는 임피던스 보다 작은 제 1 임피던스를 갖고 초전도체(1)에 병렬로 접속되어, 대전류 통전시 초전도체(1)와 제 1 스위치(4)를 통해 흐르던 전류의 분류 경로를 제공하며, 상기 분류 경로를 통해 흐르는 분류 전류에 의해 자화되어 제 1 스위치(4)를 개로 위치로 절환시키는 제 1 리액터(2)와; 제 1 리액터(2)가 구성하는 상기 분류 경로에 직렬로 접속되고, 제 1 리액터(2)가 갖는 제 1 임피던스 보다 큰 제 2 임피던스를 갖고 상기 대전류를 제한하는 제 2 리액터(14)와; 제 2 리액터(14)에 병렬로 접속되고 트리거 신호에 의해 턴 온 가능한 반도체 스위치(13)와; 제 1 스위치(4)의 상기 개로 위치 동작에 응답하여 반도체 스위치(13)에 상기 트리거 신호의 제공을 중단하는 트리거 제어기(6, 7)와; 상기 통전 선로 중 초전도체(1)와 제 1 스위치(4) 및 상기 분류 경로의 후단에 접속되어, 대전류 통전시 회로를 차단하게 동작하는 차단기(15)와; 상기 분류 경로를 통해 흐르는 전류를 검출하기 위해 상기 분류 경로상에 접속되고, 검출한 전류량에 따른 제 1 전압신호를 출력하는 변류기(부호 미지정)와; 초전도체(1)에 접속되어 초전도체(1)의 전압에 따른 제 2 전압신호가 입력되는 제 1 입력(8)과, 상기 변류기로부터의 제 1 전압신호가 입력되는 제 2 입력(10)을 구비하며, 소정의 상기 제 1 전압신호 또는 제 2 전압신호 중 적어도 어느 하나가 있을 때 차단기(15)에 트립 구동신호를 제공하는 차단기 트립 구동제어기(11)와;를 포함하여 구성된다.

<64> 상기 본 발명의 다른 실시 예는 변류기와, 차단기 트립 구동제어기(11)를 추가적으로 포함하는 점이 전술한 본 발명의 일 실시 예와 구성상 가장 대별되는 점이다.

<65> 상기 본 발명의 다른 실시 예에 있어서, 트리거 제어기(6, 7)는 광신호를 방사하는 발광부(6)와, 제 1 스위치(4)가 폐로 위치에 있을 때 발광부(6)로부터의 광신호를 수신하면 반도체 스위치(13)에 상기 트리거 신호를 제공하고 제 1 스위치(4)가 개로 위치로 이동하면서 상기 광신호를 차단하면 그에 따라 반도체 스위치(13)에 상기 트리거 신호의 제공을 중단하는 수광부(7)를 구비하는 광 스위치로 구성될 수 있다.

<66> 물론, 본 발명의 다른 실시 예에 있어서, 트리거 제어기(6, 7)는 전술한 본 발명의 일 실시 예와 마찬가지로, 제 1 스위치(4)의 개로 위치 이동 경로 상에 제 1 스위치(4)의 위치에 연동하도록 설치되어, 제 1 스위치(4)가 폐로 위치에 있을 때 반도체 스위치(13)에 상기 트리거 신호를 제공하고 상기 제 1 스위치의 개로 위치 이동에 따라 연동하여 반도체 스위치(13)에 상기 트리거 신호의 제공을 중단하는 마이크로 스위치로 상기 광 스위치를 대체하여 구성될 수 있다.

<67> 한편, 본 발명의 다른 실시 예에 있어서, 차단기 트립 구동제어기(11)는, 도 4(a)에 도시된 바와 같이 상기 소정의 제 1 전압신호 또는 제 2 전압신호 중 적어도 어느 하나가 있을 때 차단기(15)에 트립 구동신호를 제공하는 논리합(OR) 회로(OR)로 구성될 수 있다.

<68> 또한 차단기 트립 구동제어기(11)는, 도 4(b)에 도시된 바와 같이 상기 제 1 전압신호의 값을 미리 결정된 제 1 기준전압(REF1)과 비교하여, 상기 제 1 전압신호의 값이 제 1 기준전압(REF1)의 값 보다 크면 이를 나타내는 신호를 출력하는 제 1 비교기(COM1)와; 상기 제 2 전압신호의 값을 미리 결정된 제 2 기준전압(REF2)과 비교하여, 상기 제 2 전압신호의 값이 상기 제 2 기준전압(REF2)의 값 보다 크면 이를 나타내는 신호를 출력하는 제 2 비교기(COM2)와; 제 1 과 제 2 비교기(COM1, COM2)의 출력과 접속되어, 제 1 과 제 2 비교기(COM1, COM2) 중 적어도 하나로부터 상기 신호가 입력되면, 상기 차단기에 트립 구동신호를 출력하는 논리합(OR) 회로(OR)와;를

포함하여 구성될 수 있다.

<69> 도 3에 있어서 미 설명 부호 3은 제 1 리액터(2)가 자화되었을 때 제 1 스위치(4)에 부과하는 자기력선을 나타낸다.

<70> 제 1 스위치(4)는 초전도체(1)와 차단기(15) 사이의 선로상에 직렬로 접속되는 고정접점(부호 미지정)과, 상기 고정접점에 접촉하여 선로를 통전시키는 위치와 제 1 리액터(2)로부터의 자기력에 의해 상기 고정접점으로부터 개리하여 통전을 차단하는 위치로 변위 가능한 가동접점(5)과,로 구성될 수 있다. 미 설명 부호 5a는 가동접점(5)에 구비될 수 있는 트리거 제어기(6a)에 제 1 스위치(4)의 개리위치 변위상태를 전달하기 위한 부분으로서 이 실시 예에서는 발광부(6)로부터 수광부(7)로 방사되는 광신호를 차단하는 부분이 해당될 수 있다.

<71> 미 설명 부호 12는 차단기 트립 구동제어기(11)로부터 상기 트립 구동신호가 차단기(15)에 전달되는 신호 경로를 나타낸다.

<72> 한편, 이상과 같이 구성되는 본 발명의 복합형 초전도 한류기의 동작을 도 5 내지 8을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

<73> 도 5는 사고전류 발생시 본 발명의 초전도 한류기를 통해 흐르는 전류의 변화를 보여주는 과정도이고, 도 6 내지 도 8은 본 발명의 복합형 초전도 한류기의 동작을 설명하기 위한 동작 설명도로서, 도 6은 본 발명의 복합형 초전도 한류기에 정상전류가 흐를 때의 동작을 보여주는 동작 설명도이고, 도 7은 본 발명의 복합형 초전도 한류기의 사고전류가 흐르는 초기 시의 동작을 보여주는 동작 설명도이며, 도 8은 본 발명의 복합형 초전도 한류기 중 분류회로를 통해 사고전류가 흐르는 동작완료 상태의 동작 설명도이다.

<74> 먼저 본 발명의 복합형 초전도 한류기에 정상전류가 흐를 때의 동작을 보여주는 동작 설명도인 도 6과 과정도 도 5를 참조하여 설명하면 다음과 같다. 도 5의 정상전류 과정과 같이 전력 계통 즉, 통전 선로 상에 흐르는 통전 전류(16)가 정상전류일 때, 통전 전류(16)는 초전도체(1)의 퀸치를 일으키는 임계전류(threshold current) 보다 작으므로 초전도체(1)는 전기저항이 "0" 즉 제로(zero)이다. 제 1 리액터(2)는 대전류 통전시 초전도체(1)가 갖는 임피던스 보다는 작지만 "0" 보다는 큰 소정의 임피던스 예컨대 수 내지 수십  $\text{m}\Omega$ (밀리 오옴)을 가지므로, 이때 통전 전류(16)는 제 1 리액터(2)로는 흐르지 않고 전기적 저항이 없는 초전도체(1)로만 흐르게 된다.

<75> 따라서 통전 전류(16)는 손실없이 초전도체(1)를 통해 흘러나와 제 1 스위치(4)를 거쳐 도 2, 3의 차단기(15)로 흐른다.

<76> 한편, 본 발명의 복합형 초전도 한류기에 사고전류가 흐르는 초기 시의 동작을 보여주는 동작 설명도인 도 7과 과정도 도 5를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

<77> 도 5의 사고전류 발생 시점에서 선로 상 단락 또는 지락과 같은 사고가 발생하면, 통전 전류(16)는 급격히 상승하여 대전류가 된다. 본 발명의 복합형 초전도 한류기가 설치되지 않았을 경우, 선로 상을 흐르는 통전 전류(16)는 도 5의 사고전류 발생시점 이후의 통전 전류(16)와 같이 급격히 상승하는 과정과 같게 된다. 사고전류 발생 초기 통전 전류(16)는 도 7과 같이 초전도체(1)를 통해 흐르는 전류(17)와 제 1 리액터(2)를 통해 흐르는 분류 전류(18)로 분류된다. 이때, 단락사고 발생시 초전도체(1)는 수백  $\mu\text{sec}$ (마이크로 초)내에 퀸치되어 저항이 제로로부터 수 내지 수십 오옴( $\text{ohm}$ )으로 급격히 증가하여 큰 저항체로 전이하게 되므로, 대부분의 사고전류는 임피던스가 낮은 제 1 리액터(2)로 분류되어 흐른다. 이때 제 1 리액터(2)를 통해 흐르는 분류 전류(18)가 도 5의 과정 18과 같다. 초전도체(1)가 퀸치된 직후에는 분류전류(18)가 작기 때문에 제 1 리액터(2)가 자화되어 발생하는 자기력 다시 말해 자기장(19)도 작아 전자반발력(electromagnetic repulsive force)도 크지 않으므로 제 1 스위치(4)의 가동접점(5)은 도 7에 도시된 바와 같이 아직 개리되지 못하는 상태로 된다.

<78> 한편, 본 발명의 복합형 초전도 한류기 중 분류회로를 통해 사고전류가 흐르는 동작완료 상태의 동작 설명도인 도 8과 과정도 도 5를 참조하여 설명하면 다음과 같다. 사고전류가 전력 계통 즉 통전 선로상에 유입되어 초전도체(1)가 퀸치된 후 분류전류(18)가 점차 증가하여 제 1 리액터(2)로부터 큰 자기력 다시 말해 큰 자기장(19\*)이 발생하면, 가동접점(5)상의 와전류가 커져 제 1 리액터(2)와 가동접점(5)간 전자반발력이 증가하여, 가동접점(5)가 도 8과 같이 고정접점으로부터 개리된다. 이때 초전도체(1)와 제 1 스위치(4)를 통해 흐르는 전류는 초전도체(1)의 한류동작과 제 1 리액터(2)로의 대부분의 분류에 의해 도 5의 17로 나타낸 과정과 같이 작기 때문에 가동접점(5)이 개리될 때 아크(arc)발생은 없으며, 접점의 접압력(접촉상태를 유지하려는 압력)에 비해서 발생된 상기 전자반발력이 매우 크기 때문에, 매우 짧은 도 5 상에 도시된 바와 같은 자연시간 내에 가동접점

(5)은 완전히 개리된다.

<79> 고속스위치 즉, 제 1 스위치(4)의 개방 이후, 사고전류는 도 8에 분류전류(18\*)로 도시된 바와 같이 모두 제 1 리액터(2)와 제 2 리액터(14)로 구성되는 분류경로 다시말해 병렬회로로만 흐른다.

<80> 여기서 제 1 스위치(4)가 완전히 개리될 때까지 초전도체(1)의 양단에 부과되는 전압을 처리하는 것이 매우 중요하다. 종래기술에서는 초전도체의 저항 상승에 따른 초전도체 양단의 이러한 전압 상승에 대응하기 위해서 다수의 초전도체를 직렬로 접속해야 했으며, 본 발명에 따른 복합형 초전도 한류기는 이 전압을 다음과 같이 경감시킨다.

<81> 즉, 본 발명에 따른 복합형 초전도 한류기는 제 1 리액터(2)의 임피던스가 수 내지 수십  $\text{m}\Omega$ 으로 매우 작으므로 초전도체(1)의 퀸치시 발생하는 임피던스와의 합성 임피던스 또한 매우 작아 초전도체(1)의 양단에는 고전압이 부과되지 않는다. 이것을 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$V = If \times Zt \quad \text{---(1)}$$

<83> 여기서  $V$ 는 초전도체 양단에 부과되는 전압이고,  $If$ 는 사고전류의 크기,  $Zt$ 는 제 1 리액터(2)의 임피던스와 초전도체(1)의 퀸치시 발생하는 임피던스의 합성임피던스이다. 예를 들어 사고전류가 30KA(킬로 암페어)이고, 합성임피던스가 20 $\text{m}\Omega$ (밀리 오옴)을 상기 식(1)에 대입하면, 초전도체 양단에 부과되는 전압은 600Volt(볼트)에 불과하다. 이러한 전압은 낮게는 수 킬로 볼트에서 높게는 수백 킬로볼트의 고전압 전력 계통의 정상 전압 즉 계통전압에 대비했을 때 매우 작은 전압이다.

<84> 또한 단락전류의 대전류를 제한하는 역할도 본 발명의 복합형 초전도 한류기는 초전도체(1)가 부담하는 것이 아니고, 본 발명의 복합형 초전도 한류기에 있어서 초전도체(1)는 대부분의 사고전류를 제 1 리액터(2)쪽으로 분류시키는 기능을 수행한다.

<85> 한편, 제 1 스위치(4)의 가동접점(5)이 완전히 개리되면, 트리거 제어기(6a)는 반도체 스위치(13)에 트리거 신호의 송신을 중단하고 따라서 반도체 스위치(13)가 오프된다. 따라서 사고전류는 모두 제 1 리액터(2)거쳐 오프된 반도체 스위치(13)에 병렬로 접속된 제 2 리액터(14)로 흐르게 된다. 제 2 리액터(14)는 예컨대 수  $\Omega$ (오옴)의 높은 임피던스를 가지므로 사고전류는 제 2 리액터(14)에 의해 제한되어 도 5의 과정(18\*)과 같이 감소된다.

<86> 또한, 제 1 스위치(4)의 가동접점(5)이 완전히 개리된 후, 사고전류에 의한 고전압도 높은 임피던스를 가진 제 2 리액터(14)가 부담한다. 이와 같은 제 2 리액터(14)의 고전압 부담도 100  $\text{msec}$ (밀리 초)이내에 차단기 트립 구동 제어기(11)로부터의 트립 구동 신호에 의해 차단기(15)가 트립되어 때문에 순간적이어서 제 2 리액터(14)에 손상을 주지 않게 된다.

<87> 반도체 스위치(13)는 제 1 스위치(4)가 개리될 때까지의 1ms(밀리 초)이내의 짧은 사고전류만을 통전하고 사고전류가 첨두값에 도달하기 전에 오프되기 때문에, 손상의 우려가 없고 대전류에 대한 큰 내력이 요구되지 않는다.

<88> 제 2 리액터(14)는 수 오옴의 높은 임피던스값을 갖기 위해서 수 내지 수십  $\text{mH}$ (밀리 헨리)의 인덕턴스 값이 필요하기 때문에 코일의 권회수가 많아지게 되지만, 정상전류 통전시에는 작용하지 않고 100  $\text{msec}$ (밀리 초)이내의 짧은 사고전류만을 감당하면 되므로 코일은 굽지 않아도 되고 따라서 제 2 리액터(14)의 크기 나아가 초전도 한류기의 크기가 커지지 않는다.

<89> 또한 사고전류 통전에 따른 초전도체(1)의 상승 전압을 나타내는 제 2 전압신호와, 상기 변류기로부터의 제 1 전압신호 중 어느 하나 또는 이를 두 전압신호가 모두 입력되면, 차단기 트립 구동제어기(11)는 차단기(15)에 트립 구동신호를 제공하고 따라서 상기 분류경로의 후단에 접속된 차단기(15)는 트립되어 회로를 차단한다. 여기서 사고전류가 흐르게 되면 초전도체(1)는 수백  $\mu\text{sec}$ (마이크로 초)내에 퀸치되고 임의의 저항과 전압을 발생하게 되며, 따라서 제 1 전압신호 및/또는 제 2 전압신호에 의해 사고전류의 감지시간을 단축하여 차단기(15)에 의한 차단소요시간도 차단기(15) 만에 의한 사고전류 감지 시간 보다 단축될 수 있다.

### 발명의 효과

<90> 상기에서 상세히 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 복합형 초전도 한류기는, 초전도체에 병렬로 연결된 분류 경로 중 고 임피던스의 제 2 리액터가 고 전압을 부담하여 초전도체 양단에는 고전압이 발생 되지 않고, 사고전류의 대전류도 상기 분류 경로에서 감당하고 제한하며 초전도체는 정상전류 통전 시의 정격전류만 감당하면 되기

때문에, 초전도체의 사용량을 극소화할 수 있다.

<91> 또한, 본 발명에 따른 복합형 초전도 한류기는 초전도체를 극소화했기 때문에 종래기술과 같이 다수의 초전도체를 동시에 퀸치시켜야 함에 따른 성능과 동작 신뢰도상의 불안정한 문제가 발생되지 않는다.

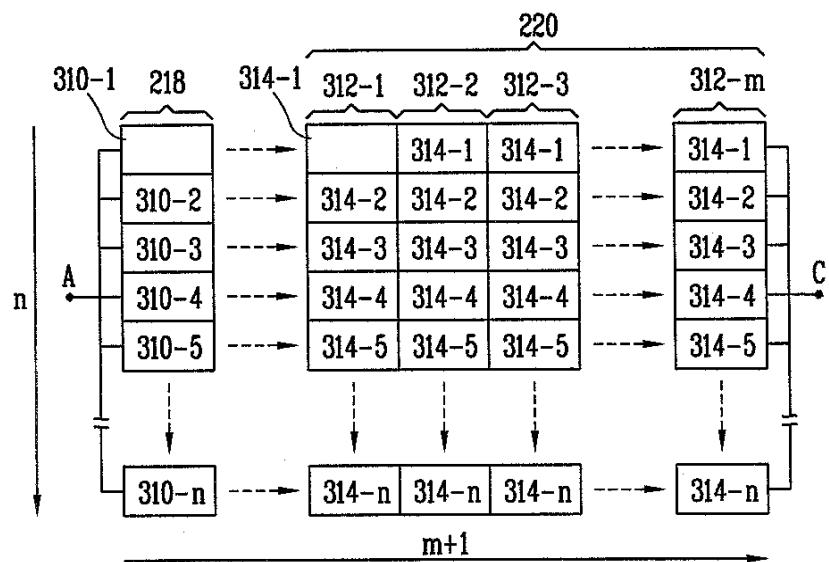
<92> 또한 본 발명에 따른 복합형 초전도 한류기는 수백  $\mu$  sec(마이크로 초)이내에 퀸치되는 초전도체의 전압변화를 감지하여 이것을 차단기의 트립에 이용하므로 차단기만으로 사고전류를 감지하는 것 보다 사고전류에 대한 차단 속도도 단축할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

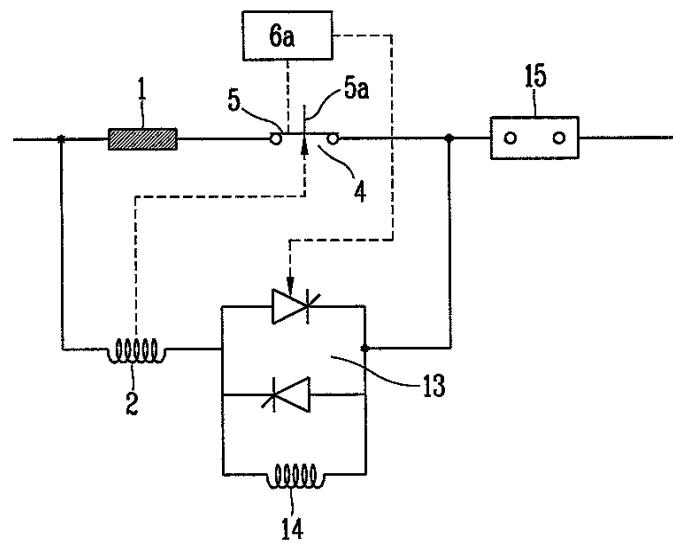
- <1> 도1은 종래의 초전도 한류기 구성예를 도시한 블록도이고,
- <2> 도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 복합형 초전도 한류기의 구성을 보여주는 블록도이며,
- <3> 도3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 복합형 초전도 한류기의 구성을 보여주는 블록도이고,
- <4> 도4는 본 발명의 복합형 초전도 한류기 중 차단기 트립 구동제어기의 구성예를 보여주는 블록도로서,
- <5> 도 4(a)는 일 실시예에 따른 차단기 트립 구동제어기의 구성을 보여주는 블록도이고,
- <6> 도 4(b)는 다른 실시예에 따른 차단기 트립 구동제어기의 구성을 보여주는 블록도이며,
- <7> 도 5는 사고전류 발생시 본 발명의 초전도 한류기를 통해 흐르는 전류의 변화를 보여주는 과정도이고,
- <8> 도 6 내지 도 8은 본 발명의 복합형 초전도 한류기의 동작을 설명하기 위한 동작 설명도로서,
- <9> 도 6은 본 발명의 복합형 초전도 한류기에 정상전류가 흐를 때의 동작을 보여주는 동작 설명도이고,
- <10> 도 7은 본 발명의 복합형 초전도 한류기에 사고전류가 흐르는 초기시의 동작을 보여주는 동작 설명도이며,
- <11> 도 8은 본 발명의 복합형 초전도 한류기 중 분류회로를 통해 사고전류가 흐르는 동작완료 상태의 동작 설명도이다.

### 도면

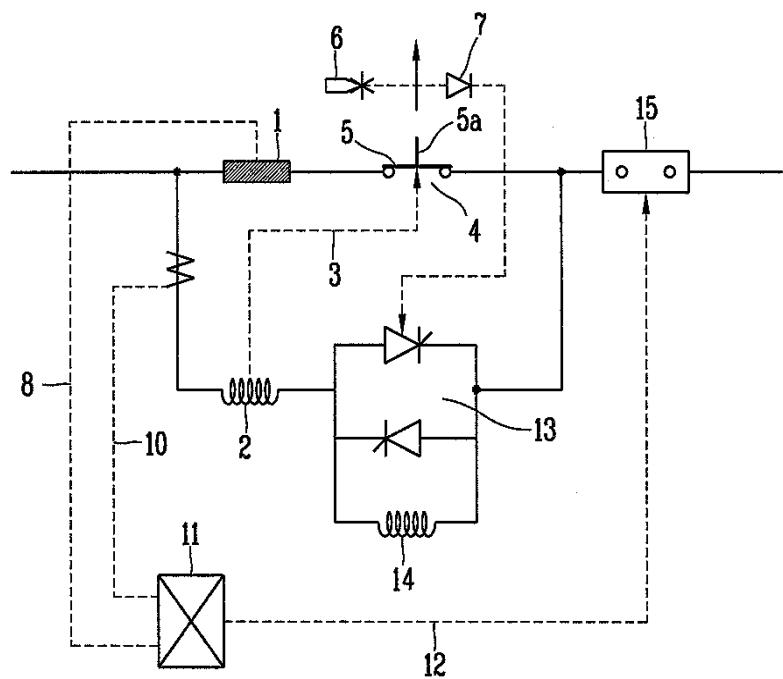
#### 도면1



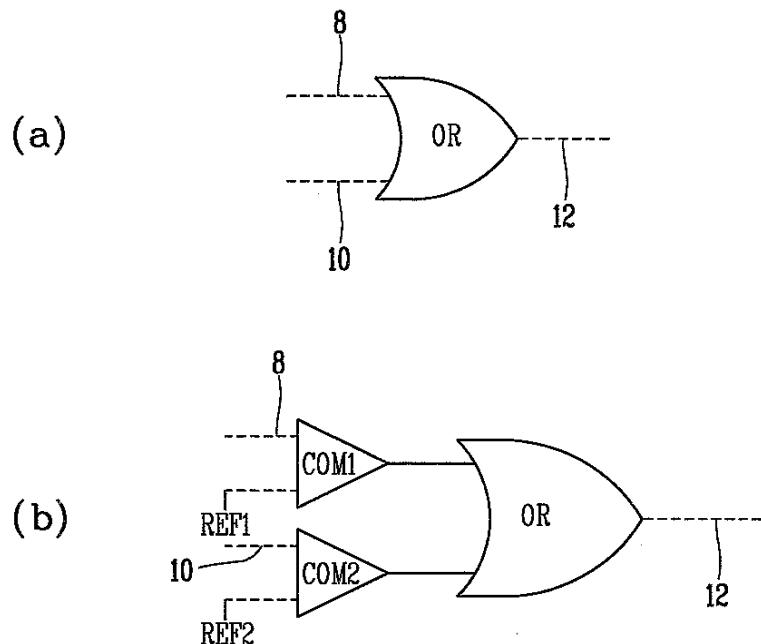
도면2



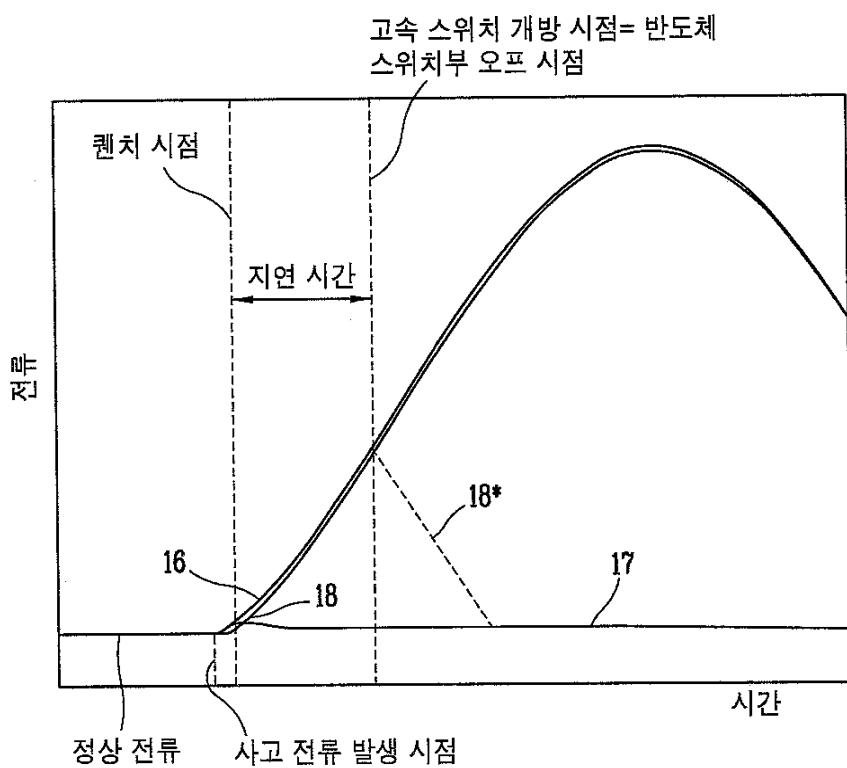
도면3



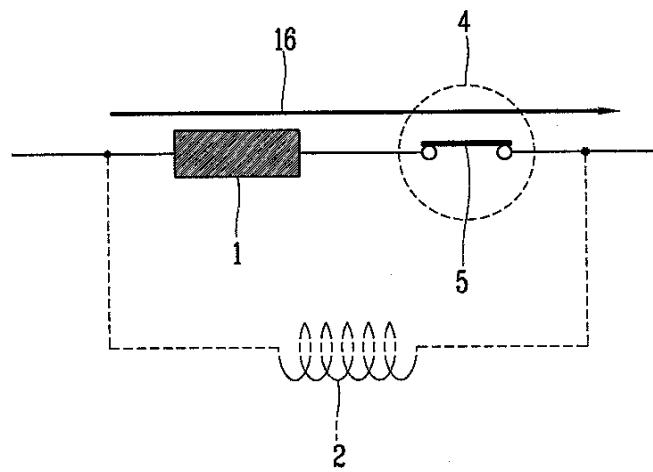
## 도면4



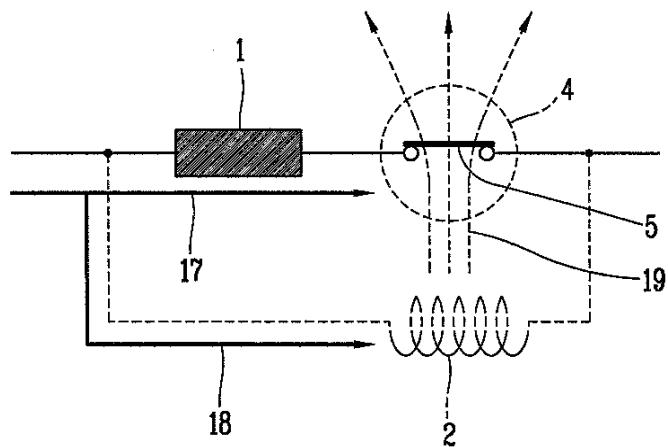
## 도면5



도면6



도면7



도면8

