



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월24일  
(11) 등록번호 10-1881494  
(24) 등록일자 2018년07월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02S 50/00 (2014.01) G01R 19/165 (2006.01)  
G01R 31/12 (2006.01) H01L 31/02 (2006.01)  
H02H 3/02 (2006.01) H02S 40/32 (2014.01)  
(21) 출원번호 10-2013-7022209  
(22) 출원일자(국제) 2011년07월12일  
심사청구일자 2016년02월18일  
(85) 번역문제출일자 2013년08월22일  
(65) 공개번호 10-2014-0052940  
(43) 공개일자 2014년05월07일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2011/058049  
(87) 국제공개번호 WO 2012/103963  
국제공개일자 2012년08월09일  
(30) 우선권주장  
10 2011 000 737.7 2011년02월15일 독일(DE)  
10 2011 010 172.1 2011년02월02일 독일(DE)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP62126418 A\*  
W02009073868 A1\*  
W02010078303 A2\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
에스엠에이 솔라 테크놀로지 아게  
독일 34266 니스테탈 조넨알레 1  
(72) 발명자  
호프 마르쿠스  
독일 34314 에슈페나우 강글로프프조메르너 링 18  
피크토어 마티아스  
독일 34266 니스테탈 암 아이히베르크 20  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 25 항

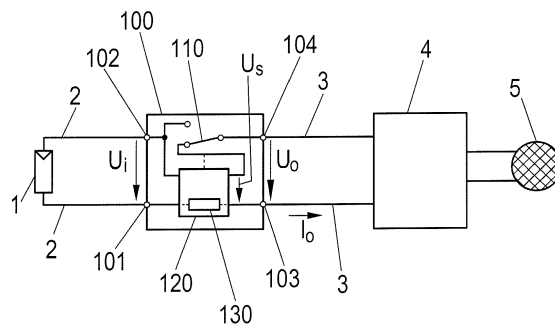
심사관 : 박성호

(54) 발명의 명칭 광발전 시스템용의 보호 기기

(57) 요약

광발전 시스템용 보호 기기 (100)로서, 광발전 발전기 (1)로의 연결을 위한 적어도 하나의 입력 (101, 102) 그리고 광발전 발전기 (1)에 의해 공급되는 전력을 배송하기 위한 적어도 하나의 출력 (103, 104)을 포함한다. 상기 보호 기기 (100)는 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)을 경유하여 인가된 신호에 대한 탐지 기기를 포함하며, 그리고 공급된 신호가 미리 정해진 기준에 합치하지 않는 경우에 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)에서 자신의 레벨이 제한된 저전압 ( $U_s$ )을 제공하고, 그리고 상기 인가된 신호가 상기 미리 정해진 기준에 합치하는 경우 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)을 스위칭 기기 (110)를 경유하여 낮은 저항값으로 상기 적어도 하나의 입력 (101, 102)에 연결시키도록 구성된 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**그라이처 프란크**

독일 34260 카우퉁겐 인 데어 게버 40

**벤테보르트 게르트**

독일 34119 카셀 엘프부헨슈트라쎄 2

**프리베 옌스**

독일 34246 펠마어 트리프트슈트라쎄 59

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

광발전 시스템용 보호 기기 (100)로서,

광발전 발전기 (1)로의 연결을 위한 적어도 하나의 입력 (101, 102) 그리고

광발전 발전기 (1)에 의해 공급되는 전력을 배송하기 위한 적어도 하나의 출력 (103, 104)을 포함하며,

상기 보호 기기 (100)는 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)을 경유하여 인가된 신호에 대한 탐지 기기를 포함하며, 그리고

- 공급된 신호가 미리 정해진 기준에 합치하지 않는 경우에, 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)에서, 자신의 레벨이 제한된 저전압 ( $U_s$ )을 제공하고 - 이 저전압 ( $U_s$ )은 120 볼트의 DC 전압까지 확대되는 보호 전압의 범위 내에 존재함 -, 그리고

- 상기 인가된 신호가 상기 미리 정해진 기준에 합치하는 경우 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)을 스위칭 기기 (110)를 경유하여 낮은 저항값으로 상기 적어도 하나의 입력 (101, 102)에 연결시키도록,

구성된 것을 특징으로 하는, 보호 기기.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 탐지 기기는 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)에서 방사된 전류 ( $I_o$ )에 대한 전류 측정 기기 (130)를 포함하며,

이 경우에 상기 인가된 신호는 상기 전류 ( $I_o$ )의 크기와 연관된, 보호 기기.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 탐지 기기는 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)에 인가된 전압 ( $U_o$ )에 대한 전압 측정 기기를 포함하며,

이 경우에 상기 인가된 신호는 상기 전압 ( $U_o$ )의 레벨과 연관된, 보호 기기.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 미리 정해진 기준은 상기 신호의 시간 변조에 관련된, 보호 기기.

#### 청구항 5

제2항에 있어서,

상기 미리 정해진 기준은 상기 전류 ( $I_o$ )의 크기에 관련되며,

상기 방사된 전류 ( $I_o$ )가 하단 문턱값 ( $I_{su}$ )보다 더 작으면 상기 보호 기기 (100)는 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)에서 상기 저전압 ( $U_s$ )을 제공하도록 구성되며, 그리고

상기 방사된 전류 ( $I_o$ )가 상단 문턱값 ( $I_{so}$ )보다 더 크거나 같으면 상기 보호 기기 (100)는 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)을 상기 스위칭 기기 (110)를 경유하여 낮은 저항값으로 상기 적어도 하나의 입력 (101, 102)에 연결하도록 구성되며,

상기 상단 문턱값 ( $I_{so}$ )은 상기 하단 문턱값 ( $I_{su}$ )보다 더 크거나 같은, 보호 기기.

#### 청구항 6

제2항 또는 제5항에 있어서,

상기 전류 측정 기기 (130)는 전류 측정을 위한 셉트 (131) 그리고 문턱값 스위치 (132)를 포함하는, 보호 기기.

#### 청구항 7

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 저전압 ( $U_s$ )의 직접적인 공급을 위해서 또는 생성을 위해서 상기 광발전 발전기 (1)로부터의 부분 전압을 인가하기 위한 추가 입력 (105)을 포함하는, 보호 기기.

#### 청구항 8

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 저전압 ( $U_s$ )을 제한하기 위한 DC-DC 컨버터 (140), 직렬 레귤레이터 (regulator) 또는 셉트 레귤레이터를 포함하는, 보호 기기.

#### 청구항 9

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 저전압 ( $U_s$ )은 직렬 저항기 (141)를 경유하여 고 임피던스에서 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)에 연결된, 보호 기기.

#### 청구항 10

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 저전압 ( $U_s$ )은 다이오드 (142)를 경유하여 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)에 연결된, 보호 기기.

#### 청구항 11

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 스위칭 기기 (110)는 반도체 스위치인, 보호 기기.

#### 청구항 12

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

타이머 (133)가 제공되며,

그것에 의해서 상기 스위칭 기기 (110)의 제어가 지연되어, 미리 정해진 시간 구간 ( $t_x$ )을 넘는 동안 상기 신호가 상기 미리 정해진 기준과 합치해야만 상기 스위칭 기기 (110)의 스위칭이 발생하도록 하는, 보호 기기.

#### 청구항 13

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 스위칭 기기 (110) 제어를 위해 그 스위칭 기기 (110)에 연결된 전기 아크 검출 수단 (150)을 포함하는, 보호 기기.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,

상기 전기 아크 검출 수단 (150)은 상기 스위칭 기기 (110)에 연결되어, 전기 아크가 검출되면 상기 스위칭 기기 (110)가 개방되도록 하는, 보호 기기.

#### 청구항 15

제13항에 있어서,

상기 전기 아크 검출 수단 (150)은 대역-통과 필터 (151) 및 포락선 (envelope) 탐지기 (152)를 포함하는, 보호 기기.

#### 청구항 16

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 따른 통합 보호 기기 (100)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 광발전 모듈.

#### 청구항 17

제16항에 있어서,

상기 보호 기기 (100)는 상기 광발전 모듈에 의해서 접속 박스 (junction box) 내에 배치된, 광발전 모듈.

#### 청구항 18

제17항에 있어서,

상기 보호 기기 (100)는 상기 저전압 ( $U_s$ )의 직접적인 공급을 위해서 또는 생성을 위해서, 상기 광발전 발전기 (1)의 부분 전압을 인가하기 위해 상기 광발전 모듈의 탭에 연결된 추가 입력 (105)을 포함하는, 광발전 모듈.

#### 청구항 19

광발전 발전기 (1)로의 연결을 위한 적어도 하나의 입력 (101, 102) 및 상기 광발전 발전기 (1)에 의해서 공급된 전력을 배송하기 위한 적어도 하나의 출력 (103, 104)을 포함하는 광발전 시스템의 보호 기기 (100)를 위한 동작 방법으로서,

- 120 볼트의 DC 전압까지 확대되는 보호 전압의 범위 내에 존재하는 저전압 ( $U_s$ )을 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)에 인가하는 단계;
- 신호의 존재를 위해 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)을 모니터링하는 단계;
- 탐지된 신호가 미리 정해진 기준에 합치하면, 상기 광발전 발전기 (1)에 의해서 공급된 전체 전력을 배송하기 위해서 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)에 동작 전압을 인가하는 단계; 그리고
- 신호가 전혀 존재하지 않으면 또는 상기 탐지된 신호가 규정된 기준에 합치하지 않으면, 상기 저전압 ( $U_s$ )을 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)에 인가하는 단계를 포함하는, 동작 방법.

#### 청구항 20

제19항에 있어서,

상기 미리 정해진 기준은 상기 신호의 시간 변조에 의해서 전송된 상기 광발전 시스템의 인버터 (4)의 동작 상태에 관련된, 동작 방법.

#### 청구항 21

제19항에 있어서,

상기 미리 정해진 기준은 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)에서 방사된 전류 ( $I_o$ )의 크기에 관련되며,

이 경우 상기 방사된 전류 ( $I_o$ )가 상단 문턱값 ( $I_{so}$ )보다 더 크거나 같으면 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)에는 상기 동작 전압이 제공되며, 그리고

상기 출력 (103, 104)에서 방사된 전류 ( $I_o$ )가 하단 문턱값 ( $I_{su}$ )보다 더 작으면 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)에는 상기 저전압 ( $U_s$ )이 제공되며,

상기 하단 문턱값 ( $I_{su}$ )은 상기 상단 문턱값 ( $I_{so}$ )보다 더 작거나 같은, 동작 방법.

#### 청구항 22

제19항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서,

- 전기 아크의 존재에 대한 특성인, 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)에 신호가 존재하는가의 여부를 모니터링하는 단계; 및
- 그런 신호가 존재하면 상기 저전압 ( $U_s$ )을 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)에 인가하는 단계를 더 포함하는, 동작 방법.

#### 청구항 23

제4항에 있어서,  
상기 미리 정해진 기준은 펄스 패턴에 관련된, 보호 기기.

#### 청구항 24

제6항에 있어서,  
상기 문턱값 스위치는 스위칭 히스테리시스를 구비한, 보호 기기.

#### 청구항 25

제19항에 있어서,  
신호의 존재를 위해 상기 적어도 하나의 출력 (103, 104)을 모니터링하는 상기 단계는 존재 신호를 탐지하는 단계를 포함하는, 동작 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

- [0001] 본 발명은 광발전 발전기로의 연결을 위한 적어도 하나의 입력, 그리고 그 광발전 발전기에 의해서 공급된 전력의 배송을 위한 적어도 하나의 출력을 포함하는 광발전 시스템용의 보호 기기에 관련된다. 본 발명은 보호 기기를 갖춘 광발전 모듈 그리고 광발전 시스템의 보호 기기를 위한 동작 방법에 더 관련된다.

#### 배경 기술

- [0002] 아래에서는 PV 시스템이라고 약자로 언급되는 광발전 (Photovoltaic) 시스템은 태양광을 전기 에너지로 변환하기 위해서 사용된다. 보통, 아래에서 약자로 PV 모듈들로 약자로 언급되는 복수의 광발전 모듈들 각각은 복수의 셀라 셀들의 상호 연결을 나타내며, 상기 PV 모듈들은 광발전 발전기로서 서로 전기적으로 연결된다. 상기 광발전 발전기 (PV 발전기)는 멀리 떨어져서 설치된 인버터에 때로는 연결되며, 이 인버터는 상기 PV 발전기에 의해서 공급된 직류 전류 (DC)를 공중의 또는 사설 (고립된 동작) 전력 공급망으로 피딩되기에 적합한 교류 전류로 변환하기 위해서 사용된다.
- [0003] 그럼으로써 상기 PV 모듈들은 대개 직렬로 연결되어, 상기 PV 발전기 그리고 상기 인버터 사이의 DC 전력 케이블들이 명백하게 100 볼트가 넘는 범위의 전압들에 노출되도록 한다. 이 크기의 전압은 큰 케이블 단면을 선택할 필요 없이 라인들에서의 참을 수 있을 만큼 작은 옴 손실을 유지하기에 유효한 이유들로 유용하다. 그러나 PV 모듈들에 번개가 칠 때에, 고전압으로 인한 손상의 경우에, 예를 들면, 화재의 경우에, 또는 설치 및 유지보수 동안에, 생명에 위협일 수 있을 전기적인 충격의 위험이 존재한다. 추가의 보호하는 측정 수단들 없이, 직접적인 접촉 또는 예를 들면 화재 진화수 (fire water)를 통한 또는 간접적인 접촉의 경우에서의 생명의 위험은, 예를 들면, PV 모듈들을 빗으로부터 차단함으로써 상기 PV 모듈들에 의한 전기 생성이 방해되어야만 막아질 수 있다. 그러나, 이는 큰 PV 시스템들 용으로 또는 화재의 경우에 구현되기에 어렵다.
- [0004] PV 시스템들의 다른 문제점은 상기 PV 모듈들로부터 상기 인버터로 흐르는 높은 DC 전류들과 결합된 DC 고전압으로 인한 전기 아크 형성의 위험이다. 예를 들면, 나사형 커넥터들 또는 플러그-인 커넥터들에서, 불완전하게 납땜된 접속 부분들 또는 불량인 나사형 커넥터들에서의 접촉 저하의 경우 또는 손상된 케이블 절연의 경우의 (전류-운반 와이어와 단락될 때의) 유지보수 동안에 전기 아크가 발생할 수 있을 것이다. 발생한 아크를 소멸시키는 것은 그 아크를 통해서 흐르는 전류를 철저히 감소시켜야만 가능한 것이 보통이다.
- [0005] PV 시스템을 가동시키는 동안의 유지보수 또는 화재의 경우에 위험한 전압들의 발생을 방지하기 위해서, PV 모듈들에 아주 가깝게, 예를 들면, PV 모듈의 접속 박스 (junction box) 내에, 에어 갭 (air gap) 스위치들 또는

반도체 스위치들과 같은, 스위칭 기기들을 배치하는 것이 알려져 있으며, 상기 인버터 또는 다른 제어 센터에 의해 중심 라인들을 경유하여 스위치될 때에, 상기 스위칭 기기들은 상기 PV 모듈들과 상기 인버터 사이의 연결 라인들을 탈에너지화된 (deenergized) 상태로 스위치한다. 이는 상기 스위칭 기기들에 의해서 또는, 예를 들면, 2005년 5월호 Photon magazine 75-77면에서 개시된 것처럼 상기 PV 모듈들을 단락시켜 상기 연결 라인들을 중단시키는 것에 의해서 행해질 수 있다. 특허 명세서 DE 10 2005 018 173 A1에서 개시된 것처럼, 상기 PV 발전기와 상기 인버터 사이의 연결 라인들은 상기 PV 발전기에 배치된 단일의 스위칭 기기에 의해서 또한 탈에너지화될 수 있다.

[0006] 상기 스위칭 기기들로 제어 신호들을 전송하기 위해서, 추가적으로 설치된 케이블들이 사용되며, 그러나, 특히 대형 PV 시스템들에서, 이는 증가된 설치 비용들과 연관이 있다. 대안으로서, 전력 전송을 위해서 상기 제어 신호들을 변압기에 의해 고주파수에서의 신호들로서 상기 DC 케이블들에 인가하고 그리고 이 신호들을 이 케이블들을 경유하여 전달하는 것이 특허 공개 DE 10 2006 060 815 A1로부터 알려져 있다. 이 목적을 위해서, 고주파수로 전송된 제어 신호들을 디코드하고, 그리고 그 스위칭 동작을 제어하는 제어 유닛이 상기 스위칭 기기들에게 제공된다. DC 라인들 상의 고전류들로 인해 상기 제어 신호들을 인가하는 것을 위해서 재질-집약적인 변압기가 필요하기 때문에, 이 해결책은 또한 비용이 많이 든다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 특허 공개 DE 10 2005 018 173 A1  
(특허문헌 0002) 특허 공개 DE 10 2006 060 815 A1

### 비특허문헌

[0008] (비특허문헌 0001) Photon magazine, 2005년 5월호 75-77면

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0009] 그러므로, 본 발명의 목적은 위험한 경우에 PV 발전기로부터 인버터로 가는 DC 라인들에게 고전압들이 공급되는 것을 간단한 구조를 이용하여 신뢰성있고 안전하게 방지하는 PV 시스템용의 보호 기기를 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 그런 보호 기기를 동작시키는 방법을 제공하고 그리고 안전한 PV 시스템들과 함께 구축될 수 있는 PV 모듈들 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0010] 이 목적은 청구항 1의 특징들을 가진 보호 기기에 의해서, 청구항 16의 특징들을 가진 PV 모듈에 의해서 그리고 청구항 19의 특징들을 가진 동작 방법에 의해서 달성된다. 추가의 전개들 그리고 유리한 실시예들이 종속 청구항들에서 주어진다.

[0011] 본 발명의 첫 번째 모습에 따르면, 상기 언급된 전체부에 따른 상기 보호 기기는 적어도 하나의 출력을 경유하여 인가된 신호에 대한 탐지 기기를 포함하며, 그리고 인가된 신호가 미리 정해진 기준에 합치하지 않는 경우에 상기 출력에서, 자신의 레벨이 제한된 저전압을 제공하고, 그리고 상기 인가된 신호가 상기 미리 정해진 기준에 합치하는 경우 상기 적어도 하나의 출력을 스위칭 기기를 경유하여 낮은 저항값으로 상기 적어도 하나의 입력에 연결시키도록 구성된다.

[0012] 상기 보호 기기는, 상기 PV 발전기에 공간적으로 가능한 가깝게 위치하는 것이 바람직하며, 그리고 자신의 입력 단에서 상기 PV 발전기에 연결되며, 그리고 자신의 출력단에서 인버터에 연결되며, 이는 결국에는 멀리 떨어져서 위치하며, 상기 출력을 처음에는 비-위험 저전압에만 드러나게 한다. 이 방식에서, PV 발전기가 태양 방사에 노출된 상기 보호 기기로부터 정보가 전송된다. 인버터 (또는 상기 발전기로부터 멀리 떨어져있는 다른 기기)가 이것에 응답하고 그리고 미리 정해진 신호를 전송할 때에만, 상기 보호 기기는 상기 출력을 스위칭 기기를 경유

하여 낮은 저항값으로 자신의 입력에 연결시키며 그리고 DC 연결 라인을 상기 PV 발전기의 풀(full) 전압으로 상기 인버터에 드러나게 하며, 또는, 다른 말로 하면, 상기 보호 기기는 상기 PV 발전기를 상기 DC 라인들에 연결시키며, 이에 의해서 상기 PV 발전기의 풀 전력이 상기 인버터로 전달될 수 있다. 예를 들면 위험한 경우에 상기 인버터를 스위치 오프할 때에, 상기 미리 정해진 기준은 더 이상 합치되지 않으며, 이는, 예를 들면, 상기 미리 정해진 신호가 더 이상 인가되지 않기 때문이다. 상기 보호 기기의 입력 및 출력은 상기 스위칭 기기에 의해서 분리되며 그리고 상기 출력은 상기 비-위험 저전압에만 다시 노출된다.

[0013] 상기 보호 기기의 유리한 실시예에 따르면, 상기 탐지 기기는 상기 적어도 하나의 출력에서 방사된 전류에 대한 전류 측정 기기를 포함하며, 이 경우 상기 인가된 신호는 상기 전류의 크기와 연관된다. 대안으로, 상기 탐지 기기는 상기 적어도 하나의 출력에 인가된 전압에 대한 전압 측정 기기를 포함하며, 이 경우에 상기 인가된 신호는 상기 전압의 레벨과 연관된다.

[0014] 상기 보호 기기의 추가의 유리한 실시예에 따르면, 상기 미리 정해진 기준은 상기 신호의 시간 변조에 관련되며, 특히 펄스 패턴에 관련된다. 이 방식에서, 스위칭 신호의 신뢰성있는 탐지가 달성된다.

[0015] 추가의 유리한 실시예에 따르면, 상기 미리 정해진 기준은 상기 적어도 하나의 출력에서 방사된 상기 전류의 크기에 관련되며, 상기 방사된 전류가 하단 문턱값보다 더 작으면 상기 보호 기기는 상기 적어도 하나의 출력에서 상기 저전압을 제공하도록 구성되며, 그리고 상기 방사된 전류가 상단 문턱값보다 더 크거나 같으면 상기 보호 기기는 상기 적어도 하나의 출력을 상기 스위칭 기기를 경유하여 낮은 저항값으로 상기 적어도 하나의 입력에 연결하도록 구성되며, 상기 상단 문턱값은 상기 하단 문턱값보다 더 크거나 같다.

[0016] 이는, 인버터가 이 저전압에 노출된 자신의 DC 입력을 로딩하고 그리고 상기 상단 문턱값에서의 또는 위에서의 전류가 상기 보호 기기의 출력에서 탐지되면 상기 보호 기기가 상기 PV 발전기를 상기 DC 라인들에 연결시키는 것을 보장한다. 반대로, 예를 들어 위험한 경우에 상기 인버터를 스위칭 오프시킬 때에, 상기 인버터의 DC 입력, 그러므로 상기 보호 기기의 출력에는 더 이상 로딩되지 않으며, 그리고 상기 보호 기기의 입력 및 출력은 상기 스위칭 기기에 의해서 다시 끊어진다. 상기 DC 연결 라인들을 터치하여, 크게 줄어든 절연 저항에 의해서 또는 (화재 진압) 물의 전도성에 의해 초래된 상기 보호 기기의 출력의 상기 입력으로의 연결이 일어나지 않도록 상기 전류에 대한 문턱값들이 선택되어야만 한다.

[0017] 상기 보호 기기의 유리한 실시예에 따르면, 상기 보호 기기는 상기 저전압의 직접적인 공급을 위해서 또는 생성을 위해서 상기 광발전 발전기로부터의 부분 전압을 인가하기 위한 추가 입력을 포함한다. 이 방식에서, 상기 저전압은 변환 손실 없이 또는 최소의 변환 손실만으로 가장 경제적으로 제공될 수 있다.

[0018] 상기 보호 기기의 유리한 실시예에 따르면, 상기 저전압은 직렬 저항을 경유하여 높은 임피던스에서 상기 적어도 하나의 출력에 인가된다. 이 방식에서, 여러 보호 기기들이 자신의 출력들에서 병렬로 연결된 경우에, 다른 것들 중에서, 상기 저전압 신호가 로딩되고 그리고 그래서 상기 보호 기기들 각각이 자신의 스위칭 기능을 수행할 수 있을 때에 상기 보호 기기들 각각에서 전류 흐름이 결과로서 생기는 것이 달성된다.

[0019] 상기 보호 기기의 유리한 실시예에 따르면, 상기 보호 기기는 전기 아크를 검출하기 위한 아크 검출 수단을 포함하며, 이는 스위치 기기를 제어하기 위해서 그 스위칭 기기에 연결된다. 바람직하게는, 상기 아크 검출 수단은 상기 스위칭 기기에 연결되며, 전기 아크가 검출되면 상기 스위칭 기기가 개방되도록 한다. 이 방식에서, 상기 보호 기기는 전기 아크들을 자동적으로 소멸시키기 위해서 사용될 수 있다. 위험한 전압 그리고 아크 소멸에 대해 보호를 상기 보호 기기에 통합하는 것은 두 가지 모두의 경우들에서 사용되는, 예를 들면, 스위칭 기기로서 사용되는 엘리먼트들과 같은 컴포넌트들을 경제적으로 사용하도록 한다.

[0020] 본 발명의 두 번째 모습에 따르면, 상기 목적은 그런 통합된 보호 기기를 포함하는 광발전 모듈에 의해서 달성된다. PV 모듈들은 PV 시스템들에서 알려진 PV 모듈들로서 동일한 방식으로 사용될 수 있으며 그리고 상기 보호 기기의 맥락에서 이전에 설명된 이점들을 어떤 추가의 설비들 없이 제공한다.

[0021] 상기 PV 모듈의 유리한 실시예에서, 상기 보호 기기는 상기 PV 모듈의 접속 박스(junction box) 내에 배치되며, 이는 특히 컴팩트한 설계를 허용한다.

[0022] 본 발명의 세 번째 모습에 따르면, 상기 목적은 PV 시스템의 보호 기기를 위한 동작 방법에 의해서 달성되며, 이 경우 t-아기 보호 기기는 PV 발전기로의 연결을 위한 적어도 하나의 입력 및 상기 PV 발전기에 의해서 공급된 전력을 배송하기 위한 적어도 하나의 출력을 포함한다. 상기 동작 방법은 다음의 단계들을 구비한다: 상기 적어도 하나의 출력에 저전압이 인가되며 그리고 신호의 존재를 위해 모니터링되며, 가능하다면, 존재 신호가 탐지된다. 탐지된 신호가 미리 정해진 기준에 합치하면, 상기 PV 발전기에 의해서 공급된 전체 PV 전력을 배송하기



위해서 상기 적어도 하나의 출력에 동작 전압이 인가된다. 신호가 전혀 존재하지 않으면 또는 상기 탐지된 신호가 미리 정해진 기준에 합치하지 않으면, 상기 출력에 상기 저전압이 다시 공급된다. 이 이점은 상기 첫 번째 및 두 번째 모습들에서의 이점에 대응한다.

### 발명의 효과

[0023] 본 발명의 효과는 본 명세서의 해당되는 부분들에 개별적으로 명시되어 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0024] 아래에서, 본 발명은 실시예들을 이용하고 그리고 7개의 도면들을 참조하여 더 상세하게 설명될 것이다.

도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 보호 기기를 갖춘 PV 시스템의 개략적인 도면을 보여준다.

도 2는 보호 기기를 위한 동작 방법을 흐름도를 보여준다.

도 3은 보호 기기의 제2 실시예의 회로도를 보여준다.

도 4는 보호 기기의 제3 실시예의 회로도를 보여준다.

도 5는 복수의 보호 기기들을 구비한 PV 시스템의 개략적인 도면을 보여준다.

도 6은 보호 기기의 제4 실시예의 회로도를 보여준다.

도 7은 보호 기기의 제5 실시예의 회로도를 보여준다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 도 1은 제1 실시예에 따른 보호 기기를 구비한 PV 시스템의 기본적인 구조를 개략적으로 보여준다.

[0026] 상기 PV 시스템은 연결 라인 (2)을 경유하여 보호 기기 (100)의 입력들 (101, 102)에 연결된 PV 발전기 (1)를 포함한다. 상기 보호 기기 (100)는 출력들 (103, 104)을 또한 구비하며, DC 라인들 (3)은 이 출력들을 전력 공급망 (5)에 연결된 인버터 (4)로 인도한다.

[0027] 예시적으로, 상기 PV 발전기 (1)는 도 1에서 단일 광발전 셀의 전자적인 심볼에 의해서 부호로 표시된다. 도시된 PV 시스템의 실제의 구현에서, 상기 PV 발전기 (1)는 단일의 PV 모듈일 수 있으며, 이는 복수의 광발전 셀들을 포함한다. 마찬가지로, 상기 PV 발전기 (1)는 여러 PV 모듈들의 직렬 연결, 소위 스트링일 수 있으며, 이 경우 개별 PV 모듈들의 전압들이 더해진다. 또한, PV 모듈들의 병렬 연결 또는 직렬과 병렬 연결의 혼합이 가능하다.

[0028] 상기 PV 발전기 (1)에 의해서 공급된 전력은 상기 보호 기기 (100)에 입력 전압 ( $U_i$ )으로서 인가된다. 예시적으로, 음 (negative) 입력 (101)은 음의 전위로 인가되고 그리고 다른 입력 (102)은 양 (positive) 전위로 인가된다. 상기 출력들 (103, 104)에서 상기 보호 기기 (100)에 의해서 공급된 전압은 아래에서는 출력 전압 ( $U_o$ )으로서 언급된다.

[0029] 도시된 실시예에서, 상기 출력 (103)은 전류 측정 기기 (130)를 경유하여 낮은 저항값으로 상기 입력 (101)에 영구적으로 연결되며, 반면에서 상기 출력 (104)은 스위칭 기기 (110)를 경유하여 상기 입력 (102)에 연결될 수 있다. 상기 전류 측정 기기 (130)는 상기 보호 기기 (100)의 제어 유닛 (120)의 일부이며, 상기 제어 유닛 (120)은 상기 입력들 (101, 102)에서 전압 ( $U_i$ )을 공급받는다. 참조번호 104의 출력이 참조번호 102의 입력에 연결되지 않을 때에, 상기 제어 유닛 (120)은 한편으로는 상기 전류 측정 기기 (130)에 의해서 이 실시예에서는 출력 (103)에서 측정된 전류  $I_o$ 에 종속하여 상기 스위칭 기기 (110)를 제어하며, 다른 한편으로는 저전압 출력들 (103, 104)에 인가된, 또한 보호 전압 ( $U_s$ )이라고도 불리는 저 전압 ( $U_s$ )을 제공한다. 이 목적을 위해서, 이 실시예에서 상기 스위칭 기기 (110)는 전환 스위치 (changeover switch)로서 설계된다.

[0030] 아래에서 더욱 상세하게 설명된 것처럼, 위험한 경우에 상기 보호 기기는 자신의 출력들 (103, 104)에서, 그리고 DC 라인들 (3)에서 위험한 고전압들이 발생하는 것을 방지하며, 이를 인버터로 이끈다. 이와는 독립적으로, 광 방사의 경우에 상기 PV 발전기 (1)는 결국에는 생명에 위험한 레벨의 전압을 연결 라인들 (2)에 인가하기 때문에, 상기 보호 기기 (100)는 상기 PV 발전기 (1)에 가능한 가깝게 위치하는 것이 바람직하며, 이는 상기 연결 라인들 (2)의 길이를 대응하여 짧게 유지하기 위해서이다.

[0031] 다음에서 보호 기기용의 동작 방법이 도 2에서의 흐름도에 의해서 도시되며, 이 경우에 예로서 그리고 제한하지

않으면서, 도 1에서 개략적으로 도시된 보호 기기를 참조한다.

- [0032] PV 발전기 (10)가, 예를 들면, 야간에 전혀 또는 무시할 수 있을 정도로 낮은 출력 전압을 운반하는 방법의 시작 포인트를 가지는 것으로 가정된다. 상기 PV 발전기 (1)의 출력 전압은 상기 보호 기기 (100)의 입력들 (101, 102)을 경유하여 입력 전압 ( $U_i$ )으로서 제공된다. PV 발전기 (1)에서 태양 방사의 강도가 증가함으로 인해서 이 입력 전압 ( $U_i$ )이 이제 증가하면, 상기 보호 기기 (100)의 제어 유닛 (120)은 동작을 위한 전압을 가지고 또한 충분하게 공급된다.
- [0033] 첫 번째 단계 S1에서 상기 제어 유닛 (120)은 그러면 상기 보호 기기 (100)의 출력들 (103, 104)에서 저전압 ( $U_s$ )을 공급하며, 그 저전압의 레벨은 DC 전압들의 안전 값을 초과하지 않으며, 상기 입력 전압 ( $U_i$ )에 독립적이다. 상기 저전압 ( $U_s$ )은, 예를 들면, 수 볼트 또는 수십 볼트까지일 수 있다. 상기 저전압 ( $U_s$ )이 소위 말하는 보호 전압들의 범위 내에 있어야 하는 것이 중요하다. 약 120 볼트의 DC 전압까지 확대되는 이 범위 내의 전압들은 그 전압과 접촉하는 경우 인명에는 해가 되지 않는다고 가정된다.
- [0034] 도 4에서의 예를 참조하면, 여러 보호 기기들 (100)의 직렬 연결의 경우에 개별 보호 기기들 (100)의 저전압들 ( $U_s$ )의 합은 상기 보호 전압들의 범위 내에 있어야만 한다는 것이 고려되어야만 한다는 것이 미리 언급되어야 한다. 상기 저전압 ( $U_s$ )은 출력 전압 ( $U_o$ )으로서 상기 DC 라인들 (3)에 그리고 상기 인버터 (4)에 공급된다.
- [0035] 특정 레벨로부터의 입력 전압 ( $U_i$ )에 독립적으로, 그래서 상기 PV 발전기 (1)에 비추어지는 광의 세기에 독립적으로 저전압들 ( $U_s$ )의 레벨에 대해서 공급들이 실행될 수 있을 것이다. 대안으로, 상기 저전압 ( $U_s$ )의 레벨을 상기 입력 전압 ( $U_i$ )의 레벨에 종속하여, 예를 들면, 입력 전압에 비례하여, 또는 미리 정해진 입력 전압 범위 내 입력 전압에 비례하여 가지는 것이 가능하다. 이런 방식에서, 상기 방사 세기에 관한 정보는 상기 저전압 ( $U_s$ )의 레벨을 경유하여 인버터 (4)로 전송되며, 상기 인버터는 자기 자신의 동작 상태를 제어하기 위해서 이 레벨을 어둡으로 구할 수 있다.
- [0036] 다음의 단계 S2에서, 상기 보호 기기 (100)의 출력들 (103 또는 104)에서의 전류  $I_o$ 의 크기는 상기 전류 측정 기기 (130)에 의해 상기 제어 유닛 (120)에서 측정된다.
- [0037] 추가의 단계 S3에서, 이 전류  $I_o$ 는 미리 정해진 하단 전류 문턱값  $I_{su}$ 와 비교된다. 전류  $I_o$ 가 상기 하단 문턱값  $I_{su}$  아래면, 상기 방법은 단계 S4로 분기하고, 이 단계에서 스위칭 기기 (110)는 스위치 오프되거나 또는 스위치 오프된 상태로 머무른다. 그 결과, 상기 저전압  $U_s$ 는 출력 전압  $U_o$ 로서 상기 출력들 (103, 104)에 여전히 제공된다. 그러면 상기 방법은 단계 S2로 돌아가고, 그 단계에서 상기 전류  $I_o$ 는 다시 측정된다. 대조적으로, 상기 전류  $I_o$ 가 단계 S3에서 상기 하단 문턱값  $I_{su}$ 보다 더 크거나 또는 동일하면, 상기 방법은 다음의 단계 S5로 분기한다.
- [0038] 단계 S5에서, 상기 전류  $I_o$ 는 미리 정해진 상단 전류 문턱값  $I_{so}$ 와 비교된다. 인버터들에는 흔히 있는 것이지만, 상기 PV 발전기로부터 전력을 뽑아내기 위해서 상기 인버터 (4)는 자신의 DC 입력에 인가되고 있는 전압을 탐지하면 그 DC 입력을 로드하도록 설계되며, 이는 교류 전류의 모습으로 전력 공급망 (5)으로 피당될 수 있다.
- [0039] 상기 인버터 (4)의 DC 입력을 로드하는 것은 상기 보호 기기 (100)의 출력들 (103, 104)에서, 상기 전류 문턱값  $I_{so}$ 에 도달하거나 또는 초과하는 전류  $I_o$ 로 인도된다. 이 경우에, 상기 방법은 단계 S5에서 단계 S6으로 분기하며, 단계 S6에서 상기 제어 유닛 (120)은 상기 스위칭 기기 (110)를 스위치 온 (switch on) 한다. 상기 입력 (102)은 그러면 스위칭 기기 (110)를 경유하여 낮은 저항값으로 상기 출력 (104)에 연결된다. 이 실시예에서 상기 입력 (101)이 상기 출력 (103)에 낮은 저항값으로 영구적으로 연결되기 때문에, 상기 출력들 (103, 104)에서의 출력 전압  $U_o$ 에 대해서 본질적으로 입력 전압  $U_i$ , 즉, 상기 PV 발전기 (1)에 의해서 제공된 전압이 동작 전압으로서 발생한다.
- [0040] 이것이 보호 기기 (100) 없이 PV 발전기 (1)의 인버터 (4)와의 직접적인 연결의 경우라면, 상기 입력들 (101, 102)과 상기 출력들 (103, 104) 사이의 낮은 저항 연결로 인해서, 상기 PV 발전기 (1)에 의해서 제공된 전체 전력은 주로 상기 DC 라인들 (3)을 경유하여 상기 인버터 (4)로 전달될 수 있다. 상기 스위칭 기기 (110)의 스위칭-온을 유도하는 상기 전류  $I_o$ 의 증가는 또한 전력 공급 유닛 또는 상기 인버터 (4)의 부스트 컨버터의 기동의 원인일 수 있다. 상기 인버터 (4)가 자신의 DC 입력의 로딩을 능동적으로 수행하는 것이 또한 가능하며, 이는 상기 보호 기기 (100)에 대한 제어 신호로서 유사하게 동작한다. 단계 S6에서 상기 스위칭 기기 (110)를 스위치 온 한 이후에, 상기 방법은 단계 S2로 돌아가며, 이 경우에 상기 전류  $I_o$ 가 다시 측정된다.
- [0041] 상기 전류  $I_o$ 는 상기 보호 기기 (100)의 제어 유닛 (120)에 의해서 계속해서 또는 반복적으로 측정된다 (단계

S2). 예를 들어 유지보수를 위해서 또는 위험한 경우에, 상기 인버터 (4)가 차단되거나 또는 상기 전력 공급망 (5)으로부터 분리되면, 그것은 자신의 DC 측에서는 더 이상 전력을 취하지 않는다. 상기 DC 라인들 (3)을 통한 전류는 0으로 돌아가고 그리고 특히 상기 하단 문턱값  $I_{su}$ 보다 더 작은 값으로 된다. 이는, 차례로, 단계 S3에서 상기 보호 기기 (100)에 의해서 탐지되며, 그 이후에 실행되는 단계 S4에서, 상기 스위칭 기기 (110)는 스위치 오프된다. 그러면 상기 출력 전압  $U_o$ 은 해롭지 않은 저전압  $U_s$ 이다.

[0042] 상기 상단 문턱값  $I_{so}$ 는 상기 하단 문턱값  $I_{su}$ 와 동일하도록 선택될 수 있을 것이다. 그러나, 상기 상단 문턱값  $I_{so}$ 는 상기 하단 문턱값  $I_{su}$ 보다 더 큰 것이 바람직하다. 그래서, 상기 스위칭 기기 (110)의 두 개의 스위칭 상태들 사이에서 정의된 스위칭을 지원하는 히스테리시스가 설립된다. 상기 전류  $I_o$ 가 상기 하단 문턱값 아래로 떨어지지 않고, 상기 상단 문턱값과 같지도 않고 더 크지도 않은 경우에, 단계 S2로의 직접적인 귀환이 수행되며, 이 경우에 단계 S4 또는 단계 S6 중 하나로 먼저 분기하지 않으면서 상기 전류  $I_o$ 는 다시 측정된다.

[0043] 이 실시예에서, 그러므로, 상기 측정된 전류  $I_o$ 의 크기는 상기 보호 기기 (100)가 수신한 그리고 상기 스위칭 기기 (110)의 스위칭 상태를 결정하기 위해서 미리 정해진 기준과 비교된 신호를 나타낸다. 상기 기준은 상기 전류  $I_o$ 의 크기와 관련되며 그리고 상기 문턱값들  $I_{su}$  및  $I_{so}$ 의 모습으로 규정된다. 상기 저전압  $U_s$ 를 상기 DC 전력 라인 (3)에 인가하는 것은 상기 보호 기기 (100)가, 추가적인 제어 신호들 또는 제어 신호들에 의한 변조에 대한 어떤 필요도 없이 수행된 전류 측정에 의해서 상기 인버터 (4)에 의한 전력 요구를 탐지하는 것을 가능하게 한다. 길고 그리고 종종 노출된 DC 라인들 (3)은 그러므로 상기 PV 발전기 (1)의 전체 DC 전압을 보통의 동작 상태에서만 운반하며, 이 경우 상기 DC 라인들 (3) 상의 고전압들 그리고 고전류들에 의한 어떤 잠재적인 위험도 고려될 필요가 없다.

[0044] 위험한 경우에, 소방수들이 화재를 진압하기 이전에 화재 현장을 전력 공급망으로부터 끊는 것이 보통의 절차이다. PV 시스템에 대해서, AC 전력 공급망으로부터 인버터들을 끊는 보통의 절차는 상기 DC 라인들 (3) 및 상기 인버터 (4) 그 자체처럼 노출된 DC-측 컴포넌트들을 상기 PV 발전기들에 의해서 생성된 위험한 DC 고전압으로부터 적어도 끊기 위한 적당한 측정으로 실제 구성된다는 것이 보호 회로에 의해서 얻어질 뿐이다.

[0045] 상기 보호 기기 그리고 상기 방법 각각의 대안의 실시예에서, 미리 정해진 패턴의 펄스들 각각에 대해서 상기 전류  $I_o$ 가 상기 상단 문턱값  $I_{so}$ 와 같거나 또는 더 큰 그런 미리 정해진 패턴의 펄스들이 탐지되어야만 상기 스위칭 기기 (100)를 스위치 온 하는 것이 제공된다. 그와 같은 "인코딩 된" 스위칭-온은, 예를 들면, 위험한 상황에서조차 결함이 있는 절연의 결과로서 흐르는 전류들에 의한 의도되지 않은 스위칭을 방해할 수 있다. 아래에서 도 4의 환경에서 더욱 상세하게 설명될 추가의 실시예에서, 전압 펄스 신호를 기초로, 또는 상기 보호 기기의 출력에서 전압 신호의 변화들을 기반으로 하여 유사한 패턴을 탐지하는 것이 제공된다. 또한, 전류 문턱값들의 절대값을 규정하지 않으면서 전류 변화들을 기반으로 하여 전류 신호를 탐지하는 것이 가능하다.

[0046] 동작하는 동안에 예를 들면 부스트 컨버터들로서 행동하는 DC-DC 컨버터들을 PV 모듈 내에, 예를 들면, PV 모듈의 접속 박스 내에 통합하여 배치하는 것이 알려져 있다. 그런 DC-DC 컨버터는 본 발명의 사상 내에서 보호 기기로서 소용이 될 수 있으며 그리고 도 2의 환경에서 설명된 방법을 수행할 수 있다. 이를 위해서, 상기 DC-DC 컨버터는 자신의 출력에서 저전압  $U_s$ 를 초기에 인가하도록 적응된다. 미리 정해진 기준에 합치하는 DC-DC 컨버터에 의해서 신호가 탐지될 때에만, 전류가 상기 상단 문턱값  $I_{so}$  위에 있는 것이 탐지되면, 상기 DC-DC 컨버터는 PV 모듈로부터의 실질적인 모든 전력을 (변환 손실들은 제외하고) 배송하기 위한 보통의 동작 상태에서 동작한다. 이 모드에서, 자신의 값이 보호 저전압들의 범위로 한정되지 않는 DC-DC 컨버터의 출력에 동작 전압이 인가된다. 따라서, 상기 탐지된 신호가 상기 미리 정해진 기준에 더 이상 합치하지 않으며, 예를 들면, 상기 전류가 상기 하단 전류 문턱값  $I_{su}$  밑으로 가면, 그것은 동작 전압으로부터 상기 저전압  $U_s$ 로 거꾸로 스위치된다.

[0047] 도 3은 추가의 실시예에 따른 보호 기기 (100)의 구성을 상세한 도면으로 보여준다. 아래의 도면들에서는 물론이며 이 도면에서의 동일한 참조 번호들은 도 1에서의 동등한 요소들과 동일하게 표시된다.

[0048] 예시적으로, 상기 보호 기기 (100)는 자신의 입력들 (101, 102)에서 PV 발전기 (1)에 다시 연결되며, 이 PV 발전기는 두 개의 연결 라인들 (2)을 경유하여 단일의 광전지 셀에 의해서 심볼화된다. 도 1의 환경에서 설명된 것처럼, 상기 PV 발전기 (1)는, 특히 직렬로 연결된 하나 또는 그 이상의 PV 모듈들을 포함할 수 있을 것이다. 동일한 내용이 아래에서 설명된 실시예들에 대해 동일하게 유지된다.

[0049] 상기 입력들 (101, 102)에 추가로, 상기 보호 기기 (100)는 출력들 (103, 104)을 포함한다. 상기 출력 (103)이 전류 감지 저항 (섀트, shunt)을 경유하여 낮은 저항값으로 상기 입력 (101)에 영구적으로 연결되며, 상기 출력 (104)은 상기 스위칭 기기 (110)를 경유하여 상기 입력 (102)에 선택적으로 연결될 수 있다. 상기 스위칭 기기

(110)는 제어 가능한 스위치로서 상징적으로 보이며, 바람직하게는 상기 스위칭 기기 (110)는, 예를 들면, IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 또는 MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)의 모습인 반도체 스위치에 의해서 실현된다. 상기 스위칭 기기 (110)는 도시된 것과 같이 상기 출력 (104)을 스위칭할 수 있다. 그러나, 상기 스위칭 기기 (110)에 의해서 상기 출력 (103)을 스위칭하는 것이 또한 가능하며, 또는 다극 구조의 스위칭 기기 (110)에서 두 출력 (103, 104) 모두를 스위칭하는 것이 가능하다. 또한, 예를 들면, 스위칭의 신뢰성을 증가시키기 위해서, 복수의 스위치들을, 예를 들면, 반도체 스위치들을 직렬 연결로 스위칭 기기 (110)로서 사용하는 것이 제공될 수 있을 것이다.

[0050] 상기 스위칭 기기 (110)의 스위칭 경로에 병렬로 다이오드 (111)가 위치한다. 예를 들면, 상기 인버터의 DC 입력 회로에서의 커패시터로 인해서 상기 출력들 (103, 104)에 전압이 존재할 때에, 상기 다이오드 (111)는 반도체 스위치에 의해서 실현된 스위칭 기기 (110)를, 상기 PV 발전기 (1)에 그들이 질 때에 발생할 수 있을 너무 높은 차단 전압들에 대하여 보호하며, 사용된 반도체 스위치 (111)의 유형에 종속하여, 상기 다이오드는 반도체의 내부 구조로 인해 상기 반도체 스위치 내에 이미 통합된다. 이 경우에, 그 다이오드는 또한 고유 다이오드로 언급된다.

[0051] 추가의 다이오드 (112)는 상기 출력들 (103, 140)에 반 (anti)-병렬로 연결된다. 그 추가의 다이오드는 인가를 위한 바이패스 다이오드로서 동작하며, 그 경우에 각각 보호 기기들 (100)을 갖춘 복수의 PV 발전기들 (1)은 직렬로 연결된다. 그런 시스템 개념은 도 4의 환경에서 더욱 상세하게 설명될 것이다.

[0052] 상기 전류 감지 저항 (131)은 문턱값 스위치 (132)와 함께 전류 측정 기기 (130)를 형성한다. 상기 문턱값 스위치 (132)의 입력에서, 상기 보호 기기 (100)용으로 선택된 레퍼런스 전위 GND와 관련된 전압이 발생하며, 이는 상기 전류  $I_o$ 에 비례한다. 이 전압은 미리 정해진 전류  $I_s$ 에 대응하는 전압과 상기 문턱값 스위치 (132)에 의해서 비교된다. 상기 전류  $I_o$ 가 상기 미리 정해진 문턱값  $I_s$ 를 초과하면 상기 문턱값 스위치 (132)의 출력에서 전압이 발생한다. 신뢰성있는 탐지를 위해서 그리고 정의된 스위칭 상태들을 얻기 위해서, 스위칭 프로세스를 위해서 히스테리시스 (hysteresis)가 제공될 수 있다. 도 2의 환경에서 이미 설명된 것처럼, 그러면 발산하는 하단 및 상단 문턱값들  $I_{su}$ ,  $I_{so}$ 가 주어진다. 상기 DC 라인들 (3) 중 하나를 터치하는 경우에 또는, 예를 들면, 소방용 물에 의해 상기 인버터 (4)의 DC 입력의 또는 상기 DC 라인들 (3)의 절연 저항이 심하게 감소된 경우에 상기 스위칭 기기 (110)의 스위칭-온이 배제되도록 상기 문턱값들이 선택된다.

[0053] 상기 문턱값 스위치 (132)는 타이머 (133)에 연결되며, 미리 정해진 시간 주기  $t_x$ 보다 더 오래 동안 상기 타이머의 입력에 비-제로 신호가 존재하면 그 타이머의 출력은 비-제로 전압을 가진다. 상기 타이머 (133)의 출력으로부터, 상기 스위칭 기기 (110)가 스위치 된다. 상기 타이머 (133)는, 예를 들면, 상기 DC 라인들 (3)에서 유도되는 쇼트 (short) 간섭 전압 펄스들이 상기 스위칭 기기 (110)의 스위칭을 초래하는 것이 일어나지 않게 한다.  $I_s$ 보다 더 큰 전류 흐름  $I_o$ 이 상기 미리 정해진 시간 구간  $t_x$ 보다 더 길게, 예를 들면, 수백 밀리초 또는 몇 초보다 더 길게 유지되는 것이 탐지되어야만, 상기 스위칭 기기 (110)는 스위치 온 되며, 이 경우, 필요하다면, 스위칭 이전에 추가의 시간 지연이 실행된다. 복수의 보호 기기들 (100)이 병렬로 연결된 경우에, 상기 추가의 시간 지연은 첫 번째 보호 기기 (100)의 스위칭이 상기 각각의 미리 정해진 시간 구간  $t_x$ 의 종료 이전에 상기 추가의 보호 기기들 (100)의 출력들 (103, 104)에서 흐르는 전류를 중단시키지 않는다는 것을 확실하게 한다.

[0054] 안전의 이유로, 상기 전류  $I_o$ 가 상기 문턱값  $I_s$  아래로 떨어지는 반대의 경우에는 유리하게도 어떤 시간 지연도 제공되지 않는다. 이 경우에, 상기 문턱값이 언더런 (underrun)인 이후에 상기 스위칭 기기 (110)는 즉각 스위치 오프하며 그리고 상기 미리 정해진 구간  $t_x$ 보다 더 긴 동안 상기 문턱값이 초과될 때에 다시 스위치 온 한다.

[0055] 도 3에서의 실시예에서, 상기 저전압  $U_s$ 는 DC-DC 컨버터 (140)에 의해서 상기 입력 전압  $U_i$ 로부터 생성된다. 상기 저전압  $U_s$ 는 자신의 음전극에서 상기 레퍼런스 전위 GND로 연결되고 그리고 자신의 양전극에서 직렬 저항 (141) 및 다이오드 (142)를 경유하여 상기 출력 (104)으로 연결된다. 상기 출력 (104)이 상기 저전압  $U_s$ 를 초과하는 전압에 인가되면, 즉, 상기 스위칭 기기 (110)가 스위치 온 되면, 상기 다이오드 (142)는 상기 DC-DC 컨버터 (140)로의 역전류를 막는다. 상기 직렬 저항 (141)은 저전압  $U_s$ 에 의해 초래된 전류를 제한하기 위해서 사용된다. 상기 직렬 저항 (141)은, 상기 문턱값  $I_s$ 보다 더 큰 전류가 저전압  $U_s$ 의 주어진 레벨을 위해서 더 이상 얻어지지 않게 그렇게 크게 선택되지 않을 수 있을 것이다. 특히 중요하게 상기 직렬 저항 (141)은 복수의 상호 접속된, 특히 병렬 접속된 보호 기기들과 조합되며 그리고 아크 소멸과 조합되며, 이는 도 6의 환경에서 설명된 것과 같다. 상기 직렬 저항 (141)에 대안으로 또는 추가로, 상기 DC-DC 컨버터 (140)는 능동적으로 전류-제한



제어되도록 설계될 수 있을 것이다.

- [0056] 상기 DC-DC 컨버터 (140)에 대한 대안으로서 직렬 레귤레이터 (선형 레귤레이터)로서 또는 셉트 레귤레이터로서 설계된 전압 레귤레이터가 상기 입력 전압  $U_i$ 를 저전압  $U_s$ 로 제한하기 위해서 사용될 수 있다. 그런 레귤레이터들은 설계에 있어서 더 단순하지만, 더 높은 변환 손실들과 연관된다.
- [0057] 추가의 실시예에서, 다이오드 (111)는 제공되지 않는다. 상기 스위칭 기기 (110)는 상기 하단 문턱값  $I_{su}$ 보다 더 작거나 또는 동일한 전류  $I_o$ 에서 그리고 네거티브 전류들 (역 전류들)에 대해서 개방한다. 다이오드 (111)가 없으면, 상기 스위칭 기기가 개방된 경우에 상기 PV 발전기 (1)를 통해서 어떤 역 전류도 흐르지 않는다. 이 기능은 복수의 PV 발전기들의 병렬 연결에 대해서 특히 적당하며, 이는 예를 들면, 부정확한 배선 또는 손상된 우회 다이오드들로 인해서 상기 PV 발전기들 중 하나에서 큰 역 전류들이 발생하기 때문이다. 보호 기기가 사용되어 역 전류가 방지되면, 예를 들면, 스트링들의 병렬 연결의 경우에, 병렬로 연결될 PV 발전기들 각각에 대해서 그런 보호 기기가 존재하면, PV 발전기들의 병렬 연결을 위해서 보통 사용되는 퓨즈는 생략될 수 있다. 내부 다이오드들을 갖춘 반도체 스위치들이 상기 스위칭 기기 (110)를 위해서 사용되면, 그런 두 반도체 스위치들은 양-방향으로 직렬로 연결되어 스위칭 기기 (110)를 형성하여, 스위칭 기기 (110)가 개방될 때에 역 전류가 방지된다.
- [0058] 도 4는 추가의 실시예에서 보호 기기 (100)의 구조의 상세한 도면을 보여준다. 도 3에서 보이는 실시예에서와 비슷하게, 스위칭 기기 (110)가 다시 제공되며, 그 스위칭 기기에 의해 상기 입력들 중 하나, 이 경우에는 참조번호 102의 입력은 출력들 중 하나, 이 경우에는 참조번호 104의 출력에 낮은 저항값으로 연결될 수 있다. 다른 입력 (101)은 다른 출력 (103)에 영구적으로 연결된다. 또한, 도 3의 실시예에서와 비슷하게, 상기 스위칭 기기 (110)가 개방되는 경우에, DC-DC 컨버터 (140)는 보호 저전압  $U_s$ 를 생성하기 위해서 제공되며, 상기 출력들 (103, 104)은 직렬 저항 (141) 및 다이오드 (142)를 경유하여 드러내진다.
- [0059] 이전에 보여진 실시예들과는 대조적으로, 이 경우에 상기 출력들에 의해서 제공된 전류  $I_o$ 의 레벨은 미리 정해진 기준과 비교되는 신호를 나타내지 않는다. 대신, 상기 스위칭 기기 (110)는 특정 방식으로 인코딩 된, 예를 들면, 펄스 시퀀스 인코딩된 신호가 탐지될 때에 스위치 온 되며, 그것에 의해서, 상기 출력들 (103, 104)에 존재하는 DC 전압이 변조된다.
- [0060] 상기 보호 기기 (100)는 이 목적을 위한 디코딩 유닛 (134)을 포함하며, 이 경우에 추정을 위해서 상기 출력들 (103, 104) 사이의 전압  $U_o$ 이 인가된다. 상기 디코딩 유닛 (134)은 미리 정해진 기준에 따라서 시간에 따라 변하는 전압 신호가 상기 출력들 (103, 104)에 존재하는가의 여부를 모니터한다. 변조라고도 또한 불리는 시간적인 변이는, 예를 들면, 일련의 펄스들 (펄스 패턴)에 의해서 제공될 수 있으며, 각 펄스는 쇼트 전압 강하 (short voltage drop)이라는 특징을 가진다. 미리 정해진 패턴이 탐지되면, 상기 디코딩 유닛 (134)은 상기 스위칭 기기 (110)를 스위치 온 시키며, 패턴이 탐지되지 않으면, 상기 스위칭 기기 (110)는 스위치 오프된다 (또는 스위치 오프된 채로 있다).
- [0061] 여기에서 보여지지 않은 실시예에서, 상기 디코딩 유닛 (134)은 변조된 전류 신호에 관하여 상기 출력들 (103, 104)에서 흐르는 전류  $I_o$ 를 추정하기 위해서 대안으로 적용될 수 있다. 상기 출력 전압  $U_o$ 을 추정하는 경우와 유사하게, 상기 전류  $I_o$ 의 변조는, 예를 들면, 펄스들의 시퀀스에 의해서 제공될 수 있으며, 이 경우 각 펄스는 쇼트 전류 증가라는 특징을 가진다.
- [0062] 이 실시예에서 설명된 것과 같은 보호 기기 (100)를 구비한 PV 시스템에 대해서, 상기 스위칭 기기 (110)를 스위치 온 하기 위한 적절한 신호가 상기 보호 기기 (100)로부터 멀리 떨어져서 위치한 기기에 의해서 상기 DC 라인들 (3) 상에서 변조되는 것이 가정된다. 보통의 상황에서, 미리 정해진 패턴을 가진 신호는 반복적으로, 예를 들면, 주기적으로 상기 DC 라인들 상으로 변조되며, 이는 상기 DC 라인들이 상기 PV 발전기로부터 제공된 전압에 드러나도록 한다. 위험한 상황에서는, 상기 미리 정해진 패턴을 가진 신호로 변조하는 것이 중단되며, 그러면 상기 보호 기기 (100)는 상기 PV 발전기 (1)와 상기 DC 라인들 (3) 사이의 저-임피던스 연결을 중단시키고 그리고 그것들을 안전한 저전압  $U_s$ 에 드러낸다. 이 실시예는 특히 고장에 안전하며, 이는, 예를 들면, 단락 회로로 인한 또는 전기 아크 (arc)로 인한 전류가 상기 스위칭 기기 상의 스위칭을 위한 신호로서 잘못 해석되지 않을 것이기 때문이다. 바람직하게는, 스위칭 온을 위해서 복합적인 펄스 패턴들이 선택될 수 있을 것이며, 이 경우 스위칭 온을 위해서 예정된 신호를 잘못 탐지하는 것이 최소화되거나 또는 실제로 배제되도록 리던던시 (redundancy)가 제공될 수 있다.
- [0063] 클로킹 될 (clocked) 수 있으며 그리고 상기 DC 라인들 (3)에 연결되는 적어도 하나의 스위치를 제어함으로써,

신호 생성기에 의해 상기 변조가 실행될 수 있다. 예를 들면, 클로킹 되는 상기 신호는 상기 두 DC 라인들 (3) 사이에 부하 저항을 갖춘 직렬 연결로 배치될 수 있으며, 이는 상기 신호가 인버터의 입력 단자들에 병렬로, 그래서 상기 보호 기기 (100)의 단자들 (103, 104)에 병렬로 배치된다는 것을 의미한다. 상기 스위치의 클로킹 된 스위칭 (clocked switching)은 상기 스위치의 클로킹 (clocking)에 따라 변조된 전류의 결과를 가져오며, 이는 상기 보호 기기 (100)의 비-제로 내부 저항으로 인한 상기 단자들 (103, 104)에서의 변조된 전압 신호의 결과를 가져온다. 상기 스위칭 기기 (110)가 (여전히) 개방된 때에, 상기 보호 기기 (100)의 내부 저항은 상기 직렬 저항 (141)에 의해서 좌우된다. 상기 저전압  $U_s$ 가 인가되면, 클로킹될 수 있는 상기 스위치를 통한 상대적인 저전류는 명백하게 변조된 전압 신호를 생성하기에 충분하다. 클로킹 될 수 있는 상기 스위치는 이 목적을 위해서 인버터 (4)에 특별하게 내장될 수 있다. 그런 스위치는 상기 인버터의 입력 단 내 커패시터가 인버터의 동작 상태에 무관하게 클로킹될 수 있는 스위치 그리고 부하 저항의 직렬 배치를 경유하여 방전될 수 있다는 추가적인 이점을 가질 수 있을 것이며, 이는 안전을 위해서는 바람직할 것이다.

[0064] 대안으로 또는 추가적으로, 전류 신호 또는 전압 신호를 인가하기 위해서 상기 인버터 (4) 내 존재하는 스위치, 예를 들면, DC-DC 컨버터의 또는 상기 인버터 (4)의 다른 입력 단의 스위치가 사용될 수 있다. 바람직한 실시예에서, 예를 들면, 상기 인버터 (4)가 아직 동작하지 않으며 그리고 상기 DC 라인들 (3)이 상기 저전압  $U_s$ 에 인가될 수 있으면, 클로킹될 수 있는 별개의 스위치가 사용될 수 있다. 상기 스위칭 기기 (110)가 처음에 스위치 오프될 때에, 상기 스위칭 기기 (110)를 스위치 온 하기 위한 미리 정해진 기준을 충족하는 신호가 클로킹 될 수 있는 상기 개별 스위치에 의해서 처음에 생성된다. 전압 신호가 상기 보호 기기 (100)에 의해서 탐지되고 그리고 그에 따라서 상기 스위칭 기기 (110)가 폐쇄된 이후에, 상기 신호를 인가하는 것은 상기 입력 단의 스위치들에 의해서 수행될 수 있으며, 이는 보통은 더 높은 전류 용량을 가지는 것이 보통이다.

[0065] 상기 DC 라인들 (3)의 클로킹된 로딩에 의해서, 상기 인버터 내 또는 상기 발전기와 멀리 떨어진 다른 기기에서 상기 변조된 신호를 피딩하기 위한 재료-집약적인 변압기를 필요로 하지 않으면서, 예를 들면, 펄스 시퀀스 형상인 신호가 상기 DC 라인들 (3) 상으로 변조된다. 기본적으로, 이는 상기 보호 기기 (100)가 상기 저전압  $U_s$ 를 제공한다는 사실에 의해서 달성된다.

[0066] 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예를 보여주며, 이 경우 복수의 PV 발전기들 (1)이 제공되며, 그 각각에 보호 기기 (100)가 할당되며, 그리고 각 PV 발전기 (1)가 연결된다. 복수의 PV 발전기들 (1)의 그런 성상 (constellation)에서, 이것들은 부분 발전기들 (1)로서 또한 언급된다. 상기 보호 기기들 (100)은 자신의 출력들에서 연결되며, 그리고 상기 보호 기기들 (100)의 직렬 연결이 상기 인버터 (4)에 연결된다.

[0067] 이런 방식으로 연결된 연관된 보호 기기들 (100)을 구비한 N 개의 부분적 발전기들 (1)에 대해서, 상기 DC 라인들 (3)에 인가된 그리고 상기 인버터 (4)의 입력에 인가된 전체 출력 전압  $U_o$ 는 상기 보호 기기들 (100)의 출력들에서 전압들  $U_o$ 의 합으로서 귀결된다. 개별 보호 기기들 (100)에 의해서 탐지된 전류  $I_o$ 는 모든 보호 기기들에 대해서 동일하며 그리고 상기 DC 라인들 (3)에 흐르는 전류  $I_o$ 에 대응한다. 이 전류  $I_o$ 가 상기 문턱값  $I_s$ 를 초과하면, 이는 상기 보호 기기들 (100) 각각에 의해서 서로 독립적으로 탐지되며, 상기 보호 기기는 그러면 미리 정해진 시간 구간  $t_x$  이후에 상기 스위칭 기기들 (110)을 스위치 온 시킨다. 결과적으로, 상기 각각의 PV 발전기 (1)에 의해 제공된 전력은 상기 인버터 (4)로 전달될 수 있다.

[0068] 상기 보호 기기들 (100)의 도시된 직렬 연결에 대해서, 몇 볼트의 범위 내에서 각 저전압  $U_s$ 를 이용하는 것이 합당하다. 예를 들면, 심지어는 열 개의 부분적 PV 발전기들 (1)의 상호 접속에 대해서, 위험한 상황의 경우에 DC 라인들 (3) 상의 결과 전압은 그러면 몇 십 볼트의 범위 내에 있으며, 이는 위험한 것으로 간주되는 DC 전압 소스들 용의 120 V의 전압 제한 아래에 여전히 있는 것이다. 추가적으로, 상기 부분적 PV 발전기들 (1) 각각의 최대 출력 전압이 위험한 것으로 간주되는 120 V의 전압 제한보다 더 작으면, 위험한 상태에서, 심지어는 부분적 PV 발전기 (1) 내에 있지 않은 곳에서 또는 그 발전기를 각 보호 기기 (100)와 연결시키는 라인들 상 상기 PV 시스템의 어떤 포인트에서도 위험한 전압이 존재하지 않는다.

[0069] 도 5에 도시된 구성의 환경에서, 단일의 모듈을 부분적인 PV 발전기 (1)로서 사용하고 그리고 이 PV 모듈 내에 통합된, 예를 들면, 상기 PV 모듈의 접속 박스 내에 통합된 각 보호 기기 (100)를 배치하는 것이 특히 이점이다. 보통, PV 모듈에 대해서, 최대 전압은 120 V의 전압 제한 아래에 있다. 이 방식으로, PV 모듈이 설립되어, 어떤 보호 기기도 가지지 않은 알려진 PV 모듈과 꼭 같이 PV 시스템 내 인버터 (4)에 연결되며, 예를 들면, 직렬로 연결되어 스트링을 형성하여, 위험한 경우에 상기 PV 시스템의 어떤 포인트에서도 위험한 전압이 존재하지 않는다.

[0070] 상기 접속 박스는 흠탕물 방지를 하도록 또한 설계될 수 있다. 이 방식에서, 상기 보호 기기 (100)로 이르게 하

는, 그리고 상기 PV 모듈의 결국은 고출력 전압에 직접적으로 드러나는, 상기 PV 모듈에서 케이블들을 연결시키는 것은 소방을 위한 물과 접촉할 수 있게 되는 것이 방지될 수 있다. 그래서, 120 V의 규정된 전압을 넘는 최대 출력 전압을 가진 PV 모듈들을 구비하여, 위험한 경우에 높은 레벨의 안전에 도달할 수 있다.

[0071] 직렬 연결에 대안으로서 또는 결합하여, 각각의 전용 보호 기기들 (100)을 구비한 PV 발전기들 (1)의 병렬 연결이 가능하다. 그런 경우에, 상기 인버터 및 상기 DC 라인들 (3)을 통해서 흐르는 전류가 개별적인 보호 기기 (100)를 위해서 분할되어서, 상기 개별 스위칭 기기들 (110)을 스위칭하는 것을 개시하는 것을 위해서 상기 인버터 (4)로부터 전체적으로 더 높은 전류 흐름이 획득되어야만 하도록 하는 것이 고려되어야만 한다. 상이한 보호 기기들 (100)의 저전압들  $U_s$  이 정확하게 동일하지는 않기 때문에, DC-DC 컨버터들 (140)의 컴포넌트 공차들로 인해서, 상기 보호 기기들 사이에서의 강하게 비-균일한 전류 분배는 상기 보호 기기들 (100)의 병렬 연결의 경우에 발생할 수 있다. 이는 상기 직렬 저항 (141)에 의해서 방지되며, 상기 DC-DC 컨버터 (140)의 출력은 그 직렬 저항을 경유하여 상기 보호 기기 (100)의 출력 (104)에 연결된다.

[0072] 도 6은 도 3과 유사하게 도시된 보호 기기 (100)의 추가의 실시예의 회로도를 보여준다. 도 3의 실시예에 대조적으로, 추가의 입력 (105)에서 제공되며 이는 상기 PV 발전기 (10)에서 전압 탭에 연결된다. 상기 PV 발전기 (1)에서의 상기 전압 탭은 실제의 출력 전압의 부분적 전압을 탭한다.

[0073] 상기 PV 발전기 (1)가, 예를 들면, 복수의 직렬-연결된 PV 모듈들의 구성이면, 상기 탭은 상기 PV 모듈들 중 둘 사이에서 만들어질 수 있다. 예를 들면, 열 개의 직렬 연결된 PV 모듈들이 상기 PV 발전기 (1)를 형성하면, 상기 탭은 상기 첫 번째 PV 모듈과 두 번째 모듈 사이에서 만들어질 수 있으며, 그래서 상기 PV 발전기 (1)의 모든 PV 모듈들 상에 균일한 방사되는 경우에, 상기 탭에서의 전압은 상기 PV 발전기 (1)에 의해 제공된 전체 전력의 1/10이 되도록 한다.

[0074] 상기 태핑된 (tapped) 전압은 상기 보호 기기 (100)의 저전압  $U_s$ 로서 상기 입력 (105)에 인가되며, 상기 태핑된 전압은 그것으로부터 상기 직렬 저항 (141) 및 상기 다이오드 (142)를 경유하여 상기 보호 기기 (100)의 출력 (104)에 다시 인가된다. 도시된 회로를 구비하여, 상기 보호 기기 (100)는 컴포넌트들을 위한 추가적인 노력을 하지 않고 그리고 DC-DC 컨버터 또는 전압 레귤레이터와 연관된 손실없이 또는 그런 손실들을 적게 하면서 상기 저전압  $U_s$ 를 제공할 수 있다.

[0075] 각각이 자신의 전용 보호 기기 (100)를 구비한 복수의 부분적 PV 발전기들 (1)이 도 5에서 보이는 것처럼 직렬로 연결되면, 전압 탭을 경유하여 저전압  $U_s$ 을 공급하는 것은 대안의 실시예에서 또한 수행될 수 있을 것이다. 이는, 단일 PV 모듈들이 부분적 PV 발전기들 (1)로서 사용되고 그리고 상기 보호 기기 (100)가 상기 PV 모듈의 접속 박스 내에 위치하면, 특히 적절하다. PV 모듈들의 PV 셀들은 공통적으로 여러 그룹들, 예를 들면, 세 개의 그룹들에 결합되며, 이 경우 그룹의 PV 셀들은 셀 어레이 내에서 직렬로 연결된다. 개별 그룹들의 연결 라인들은 상기 접속 박스로 개별적으로 이끌어지며, 그 접속 박스에서 그 연결 라인들은 직렬로 같이 연결되며, 이 경우 각 그룹에 비-병렬로 제공된 바이패스 다이오드가 존재하는 것이 보통이다. 그래서, 상기 부분적 전압들을 제공하는 PV 모듈의 탭들은 상기 접속 박스에서 이미 이용 가능하다. 이런 탭들 중 하나는 추가의 입력 (105)에 연결되어, 이 부분적 전압으로부터 상기 저전압  $U_s$ 을 간단한 방식으로 유도하도록 한다.

[0076] 도 7은 도 3과 유사한 회로도 내 보호 기기 (100)의 추가의 실시예를 보여준다. 이전의 실시예들과는 대조적으로, 여기에서 도시된 보호 기기는 DC 라인들 상에서 위험한 높은 DC 전압을 섣다운하기 위해서만이 아니라 상기 PV 발전기 (1)와 상기 인버터 (4) 사이의 전류 흐름에서의 전기적인 아크를 끄는 것을 위해서도 소용이 된다. 이 목적을 위해서, 전기 아크 탐지를 위한 수단 (150)이 제공되며, 예를 들면, 대역-통과 필터 (151) 및 그 대역의 포락선 (envelope) 탐지기 (포락선 디코더) (152)의 다운스트림을 포함한다. 전기 아크 탐지의 다른 방법들이 또한 사용될 수 있을 것이다.

[0077] 인접한 두 접속 포인트들 사이의 전기 아크가 타고 있는 동안에 고도로 이온화된 타고 있는 플라즈마가 형성되며, 이를 통해서 전류 흐름이 발생한다. 전기 아크를 경유하여 흐르는 전류는 보통은 일정하지 않지만, 더 높은 주파수 성분들이 있으면 변동한다. 상기 PV 발전기 (1)와 상기 인버터 (4) 사이의 전류 흐름에서의 임의 포인트에서 아크가 방출되면, 상기 DC 라인들 (3)은 별개의 더 높은 주파수 간섭 스펙트럼으로 로딩된다. 전기 아크라는 특성이 있는 주파수 범위 내에 더 높은 주파수 간섭의 존재는 상기 대역-통과 필터 (151) 및 그 대역의 포락선 탐지기 (152) 다운스트림에 의해서 탐지된다. 아크가 탐지되면 상기 포락선 탐지기 (152)의 출력에서 비-제어 전압 신호가 발생한다.

[0078] 상기 포락선 탐지기 (152)의 출력 그리고 상기 타이머 (133)의 출력은 논리적인 AND 디바이스 (153)에 의해서

결합되며, 이 경우에 상기 포락선 탐지기 (152)에 연결된 입력은 역전되도록 설계된다. 상기 AND 디바이스 (153)의 출력은 상기 스위칭 기기 (110)를 제어한다. 이 논리적인 연산의 결과로서, 한편으로는 상단 문턱값  $I_{so}$  위의 전류  $I_o$ 가 상기 미리 정해진 시간 구간  $t_x$ 보다 더 길게 존재하면, 다른 한 편으로는, 어떤 전기 아크도 탐지되지 않으면, 상기 스위칭 기기 (110)는 스위치 온 된다.

[0079] 반대로, 하단 문턱값  $I_{su}$  보다 더 낮은 전류  $I_o$ 가 관찰되면, 또는 전기 아크가 상기 DC 회로에서 탐지되면, 상기 스위칭 기기 (110)는 상기 입력 (102)으로부터 상기 출력 (104)을 끊는다. 상기 출력 (104)을 상기 입력 (102)으로부터 끊은 이후에, 저전압  $U_s$  만이 상기 출력들 (103, 104)에 다시 제공된다. 상기 직렬 저항 (141)으로 인해서, 이 경우에 상기 보호 기기 (100)는 상기 전기 아크를 유지하기 위한 충분한 전류를 공급하지 않으며, 그래서 그 아크는 소멸된다. 상기 직렬 저항 (141)이 존재하지 않는 실시예들에서, 그때에 제공되는 상기 DC-DC 컨버터 (140)의 전류 제한에 의해서 동일한 결과가 이루어진다.

[0080] 단순한 예로서, 도 5 내지 도 7에서 도시된 실시예들은 도 3의 환경에서 제시된 실시예를 기반으로 하며, 이 경우 상기 보호 기기의 출력에서의 전류의 레벨은 출력이 상기 저전압으로 공급되는지 또는 상기 PV 발전기의 동작 전압으로 제공되는지에 관한 기준으로서 사용된다. 이 실시예들에서, 도 4에서의 실시예가 이를 기반으로 하는, 상기 DC 라인들 상의 인코딩된 신호의 상기 기준 역시 마찬가지로 사용될 수 있다.

### 부호의 설명

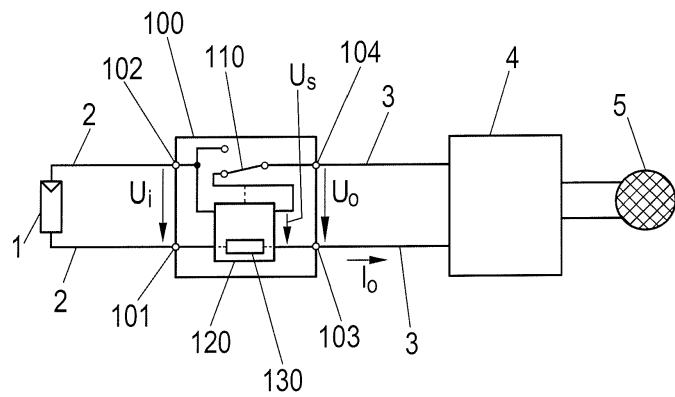
[0081]

1	PV 발전기
2	연결 라인들
3	DC 라인들
4	인버터
5	전력 공급망
100	보호 기기
101, 102	입력
103, 104	출력
105	추가 입력
110	스위칭 기기
111	다이오드
112	추가 다이오드
120	제어 유닛
130	전류 측정 기기
131	전류 감지 저항
132	문턱값 스위치
133	타이머
134	디코딩 유닛
140	DC-DC 컨버터
141	직렬 저항
142	다이오드
150	전기 아크 검출 수단
151	대역-통과 필터
152	포락선 탐지기

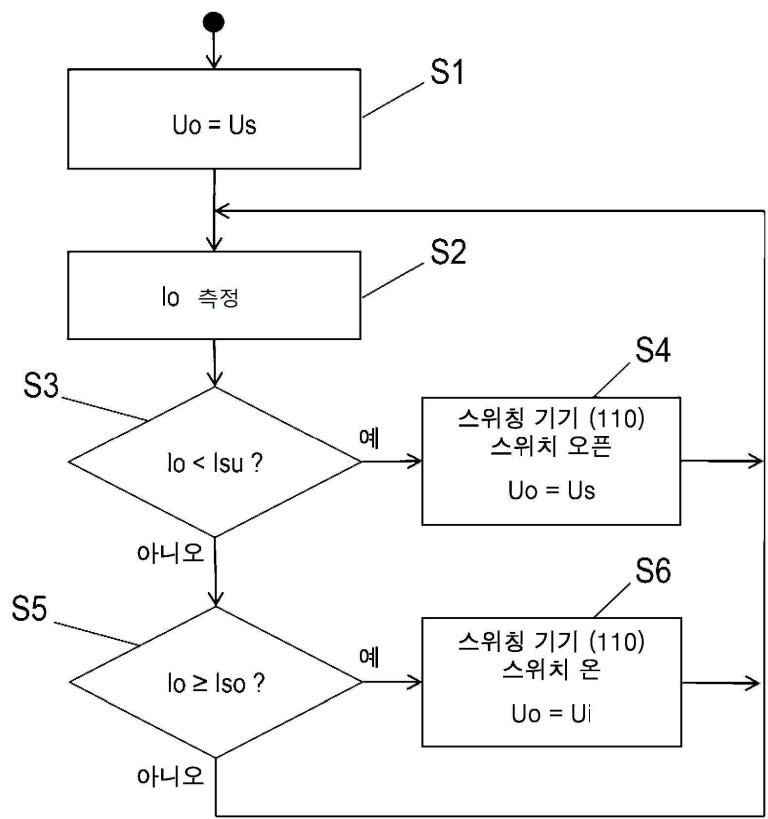


도면

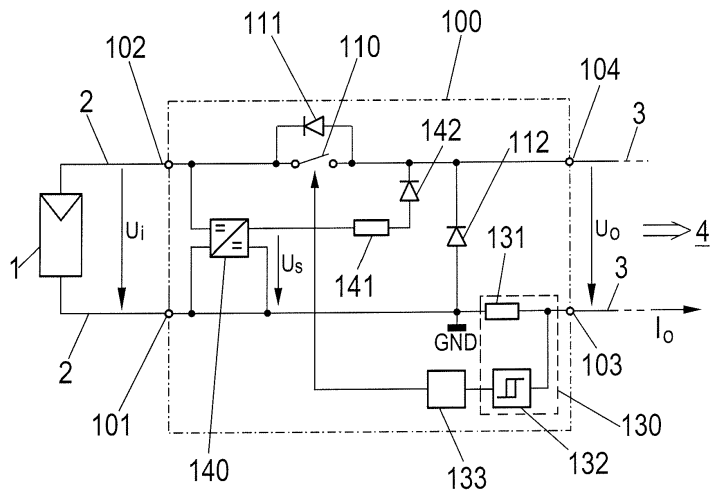
도면1



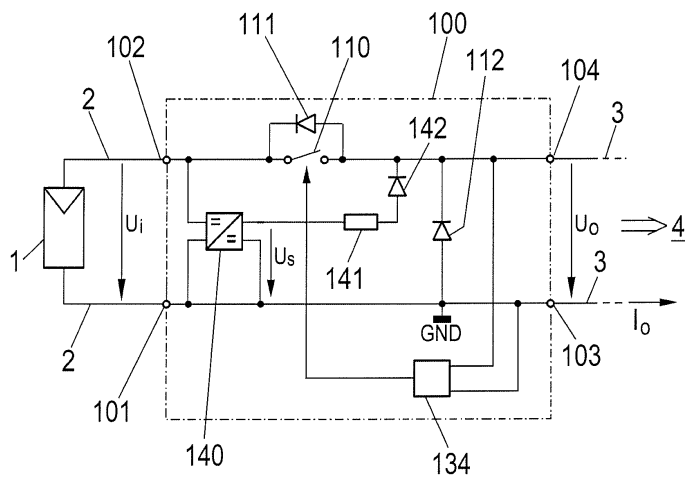
도면2



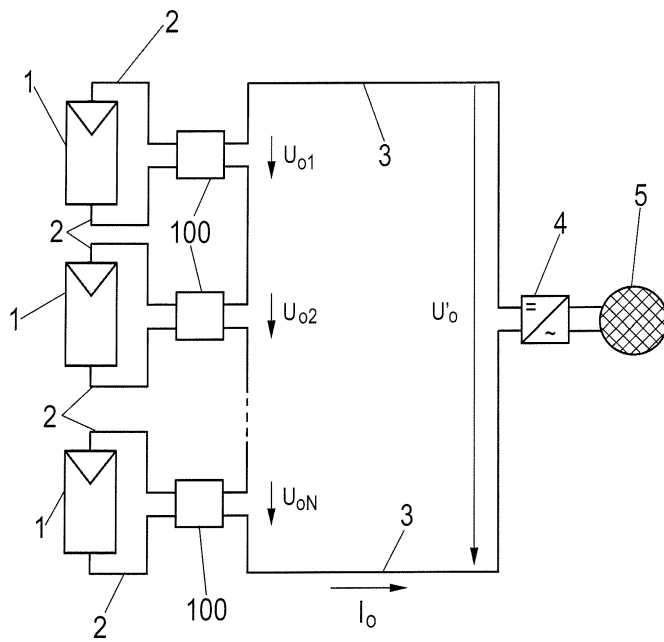
도면3



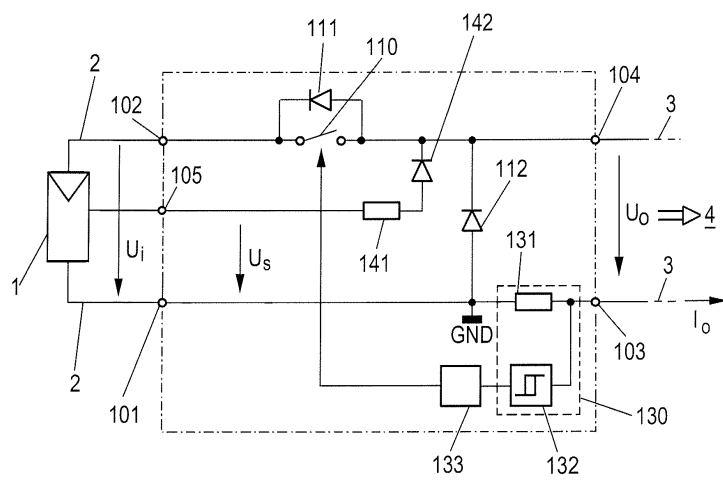
도면4



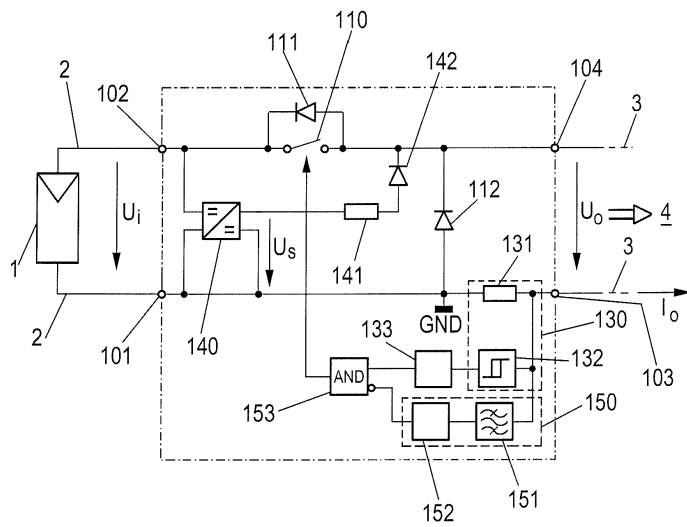
도면5



도면6



도면7



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 21

【변경전】

상기 출력 전류 ( $I_o$ )

【변경후】

상기 출력 (103, 104)에서 방사된 전류 ( $I_o$ )

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 20

【변경전】

상기 광발전 시스템의

【변경후】

상기 광발전 시스템의