(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0094412
(43) 공개일자 2017년08월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 15/24 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01R 15/246 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7019359
(22) 출원일자(국제) 2015년01월16일
심사청구일자 2017년07월12일
(85) 번역문제출일자 2017년07월12일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2015/050774
(87) 국제공개번호 WO 2016/112993
국제공개일자 2016년07월21일

(71) 출원인
지멘스 악티엔게젤샤프트
독일 뮌헨 베르너-본-지멘스-슈트라쎄 1 (우: 80333)
(72) 발명자
호프스테터, 미하엘
독일 81371 뮌헨 알람스트라세 31
에르긴, 도미니크
독일 91083 바이어스도르프 토마스 만 스트라세 1
빌쉬, 미하엘
독일 07745 예나 암 린덴베르크 2
(74) 대리인
양영준, 백만기

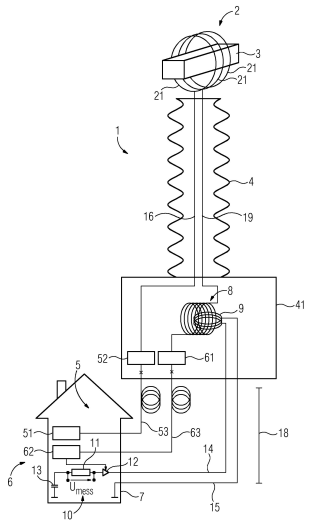
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **광전기 측정 디바이스 및 전류를 측정하기 위한 방법**

(57) 요 약

본 발명은 패러데이 센서 유닛(2)으로 공급하기 위한 편광된 일차 광 신호를 생성하기 위한 광원(5)을 포함하고, 패러데이 센서 유닛(2)에 의해 제공되고 일차 광 신호와 관련하여 편광이 변경된 이차 광 신호를 검출하기 위한 검출기(6)를 포함하는, 전류를 측정하기 위한 측정 디바이스(1)에 관한 것이다. 본 발명은 이차 광 신호의 편광 변경이 반대의 편광 변경을 통해 보상될 수 있고, 반대의 편광 변경에 따라 측정 신호가 전류에 대해 유도될 수 있게 하는 광전기 보상 요소(8, 9, 10)를 특징으로 한다. 본 발명은 또한 측정 디바이스(1)에 의해 전류를 측정하기 위한 방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



명 세 서

청구범위

청구항 1

패러데이 센서 디바이스(2)로 공급하기 위한 편광된 일차 광 신호를 생성하기 위한 광원(5), 및 상기 패러데이 센서 디바이스(2)에 의해 제공되고 상기 일차 광 신호와 관련하여 편광이 변경된 이차 광 신호를 검출하기 위한 검출기(6)를 갖는, 전류를 측정하기 위한 측정 디바이스(1)에 있어서,

상기 이차 광 신호의 상기 편광의 변화가 상기 편광의 반대 변화에 의해 보상될 수 있고, 상기 편광의 상기 반대 변화에 의존하는 측정 신호가 상기 전류에 대해 유도될 수 있는 보상 요소(8, 9, 10)를 특징으로 하는 측정 디바이스(1).

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 보상 요소(8, 9, 10)는 보상 패러데이 센서 디바이스(8) 및 상기 보상 패러데이 센서 디바이스(8)에 물리적으로 근접하게 배열된 보상 전기 전도체(9)를 포함하고, 상기 이차 광 신호는 상기 보상 패러데이 센서 디바이스(8)를 통과하고, 상기 보상 전기 전도체(9)의 보상 전류는 상기 이차 광 신호의 상기 편광의 상기 변화가 보상될 수 있는 방식으로 조정될 수 있으며, 상기 측정 신호는 상기 보상 전류에 의존하여 유도될 수 있는, 측정 디바이스(1).

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 보상 요소(8, 9, 10)는 상기 보상 전류를 조작 변수로서 사용하여 상기 이차 광 신호의 상기 편광의 상기 변화 또는 그로부터 유도된 제어 변수의 제로-조절(zero-regulation)을 위해 설계되는 제어 디바이스(10)를 포함하는, 측정 디바이스(1).

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 패러데이 센서 디바이스(2)와 상기 보상 패러데이 센서 디바이스(8)는 동일한 구성을 갖는, 측정 디바이스(1).

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 검출기(6)는 상기 이차 광 신호의 편광 상태에 의존하는 광 세기를 검출하도록 설계되는, 측정 디바이스(1).

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 검출기(6)는 편광 분석기(61)를 포함하는, 측정 디바이스(1).

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 편광 분석기(61)는 편광의 변화가 없는 이차 광 신호가 상기 검출기(6)의 출력에서 제로 신호가 되도록 조정되는, 측정 디바이스(1).

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 패러데이 센서 디바이스(2)는 상기 일차 광 신호를 안내하기 위한 광섬유 코일 또는 유리 링을 포함하는, 측정 디바이스(1).

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 패러데이 센서 디바이스(2)는 고전압 전기 전도체(3)에 근접하게 배열되어, 상기 고전압 전기 전도체(3)의 상기 전류에 대한 상기 측정 신호가 유도될 수 있는, 측정 디바이스(1).

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 광원(5) 및 상기 검출기(6)는 접지 전위에 근접하게 배열되고, 상기 광원(5)은 광 생성 요소(51) 및, 그로부터 분리된 편광 요소(52)를 포함하고, 상기 광 생성 요소(51) 및 상기 편광 요소(52)는 광섬유(53)에 의해 함께 연결되고, 상기 측정 디바이스(1)는 상기 편광 요소(52)와 상기 패러데이 센서 디바이스(2)를 함께 연결하는, 상기 일차 광 신호를 운반하기 위한 편광-유지 광섬유(16)를 또한 포함하는, 측정 디바이스(1).

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 검출기(6)가 편광 분석기(61) 및 편광 분석기로부터 분리된 세기 센서(62)를 포함하고, 상기 편광 분석기(61) 및 상기 세기 센서(62)가 추가의 광섬유(63)에 의해 함께 연결되고, 상기 측정 디바이스(1)는 또한 상기 이차 광 신호를 운반하기 위한 다른 편광-유지 광섬유(19)- 이는 상기 패러데이 센서 디바이스(2)와 상기 편광 분석기(61)를 함께 연결함 -를 포함하는, 측정 디바이스(1).

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 검출기(6)는 상기 보상 패러데이 센서 디바이스(8)에 물리적으로 근접하게 배열되는, 측정 디바이스(1).

청구항 13

광원(5)에 의해 생성된 일차 광 신호가 상기 일차 광 신호와 관련하여 변화된 편광을 갖는 이차 광 신호를 제공하는 패러데이 센서 디바이스(2)로 공급되는, 전류를 측정하기 위한 방법에 있어서,

보상 요소(8, 9, 10)에 의해, 상기 이차 광 신호의 상기 편광의 변화가 상기 편광의 반대 변화에 의해 보상되고, 상기 편광의 상기 반대 변화에 의존하는 측정 신호가 상기 전류에 대해 유도되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 이차 광 신호의 편광의 상기 변화의 상기 보상은 편광의 상기 변화의 제로-조절에 의해 또는 그로부터 유도된 제어 변수의 제로-조절에 의해 수행되는, 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 이차 광 신호는 보상 전기 전도체(9)에 물리적으로 근접하게 배열되는 보상 패러데이 센서 디바이스(8)를 통과하고, 상기 제로-조절은 상기 보상 전기 전도체(9)를 통한 보상 전류를 조작 변수로서 이용하여 수행되는, 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 패러데이 센서 디바이스에 공급하기 위한 편광된 일차 광 신호를 생성하기 위한 광원, 및 패러데이 센서 디바이스에 의해 제공되고 일차 광 신호와 관련하여 편광이 변경된 이차 광 신호를 검출하기 위한 검출기를 갖는, 전류를 측정하기 위한 측정 디바이스에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 이러한 측정 디바이스는 예를 들어 EP 0 865 610 B1에서 공지되어 있다. 전류의 측정은 여기서 소위 패러데이 효과에 기초한다. 패러데이 효과는 자기장에 의존하는, 특정 재료들의 굴절률의 변화를 나타낸다. 이 효과는 재료를 통과하는 광의 편광 상태를 변화시키는 데 사용될 수 있다. 특히, 선형 편광된 광의 경우, 이 변화는 광의 편광면에서 회전을 일으킨다. 이상적으로, 대응하는 회전 각도는 재료 내에서 광이 진행하는 경로를 따르는 자기장의 선 적분에 비례한다. 검출기에서의 편광 상태의 변화의 검출 및 그 후속 평가로부터, 자기장을 발생시키는 전류에 관한 정보를 포함하는 측정된 파라미터가 그에 따라 획득될 수 있다.

[0003] 공지된 측정 디바이스에 불리한 점은, 간섭계들 또는 편광 분석기들에 의해 통상적으로 행해지는, 예를 들어 편

광 각도의 편광 상태의 측정 정밀도가 비교적 복잡하고 제한된 정밀도만이라는 사실이다. 따라서, 이 효과는 단지 최대 90° 의 편광 회전까지 명백하고, 예를 들어 이 패러데이 효과의 비선형성 및 온도 의존성 양자 모두 정밀도를 제한한다. 정밀도의 증가는 항상 검출기의 비용 상승과 측정 디바이스의 오차들에 대한 증가된 부담과 연관된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 가장 정확하고 신뢰할 수 있는 측정이 가능하도록 허용하는 전술한 유형의 측정 디바이스를 제안하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 이 목적은, 이차 광 신호의 편광의 변화가 편광의 반대 변화에 의해 보상될 수 있고, 편광의 반대 변화에 의존하는 측정 신호가 전류에 대해 유도될 수 있는 보상 요소가 제공되는 일반적인 측정 디바이스에 의해 달성된다.

[0006] 본 발명은 편광 상태의 직접 측정보다 제로-측정(zero-measurement)이 보다 정확하고 환경 영향들에 대한 감소된 의존성 및 검출 방식의 감소된 복잡성으로 수행될 수 있다는 인식에 기초한다. 이차 광 신호의 편광의 변화의 보상으로 인해, 이 경우에 검출기는 편광의 변화의 제로 측정에 적합하기만 하면 된다. 근본적으로, 달리 말하면, 단지 편광의 변화가 존재하는지 여부를 확증하는 측정이 검출기에서 필요하다. 편광의 변화에 대한 보상은 여기서 편광의 반대 변화, 즉 패러데이 센서 디바이스에서 달성된 편광의 변화에 대항하여 작용하는 편광의 새로운 변화를 통해 달성된다. 예를 들어, 특정 회전 각도를 통한 선형 편광된 일차 광 신호의 편광면의 회전은 동일한 크기를 갖지만 반대 방향인 회전 각도를 통한 이차 광 신호의 편광면의 새로운 회전에 의해 보상될 수 있다.

[0007] 측정될 전류에 대한 측정 신호는 여기서 편광의 반대 변화에 의존하여 유도된다. 이는 본 발명에 따른 측정 디바이스를 사용하여 측정 신호를 유도하기 위해, 편광의 변화에 대한 직접적인 사용이 이루어지지 않고 반대 편광에 대한 측정이 이용된다는 것을 의미한다.

[0008] 이러한 방식으로, 본 발명에 따른 측정 디바이스는 패러데이 효과에 기초한 공지된 측정 디바이스들의 이점들과 제로-측정의 이점들을 조합한다.

[0009] 본 발명에 따른 측정 디바이스의 추가의 이점은 패러데이 센서 디바이스와 검출기 사이에 광섬유들의 사용 가능성을 통해, 고전압 공학에서의 적용의 경우에 경제적으로 전압 격리가 실현될 수 있다는 점에서 얻어지며, 그 이유는 이러한 전압 격리가 어떤 경우든 시스템에 내재되기 때문이다. 보상 요소는 접지 전위에서의 위치 지정 가능성을 통해 전기적으로 구동될 수 있다. 검출기는 동시에 이 이상적인 작동 지점에서 동작할 수 있다. 이러한 방식으로 고정밀도의 측정이 달성될 수 있다. 온도 영향들과 같은 원치 않는 부작용들과 독립적인 측정도 가능하다. 따라서, 측정의 향상된 신뢰성이 본 발명의 이점이다.

[0010] 본 발명은 직류의 측정 및 교류의 측정 양자 모두에 적합하다.

[0011] 일차 광 신호의 운반을 위한 패러데이 센서 디바이스는 예를 들어, 광 섬유 코일 또는 유리 링을 포함할 수 있다. 광 섬유 코일 또는 유리 링이 측정될 전류를 운반하는 전기 전도체 또는 전기 케이블 주위에 감기는 것이 적절하다. 편광의 변화는 흐르는 전류에 의해 생성된 자기장을 통한 광의 다중 통과를 통해 강화될 수 있다. 유리 링의 유리는, 예를 들어 벌크 유리(bulk glass)일 수 있다.

[0012] 보상 요소는, 예를 들어 광학 요소들 및 전류를 운반하는 요소들을 포함하는 광전기 보상 요소일 수 있다.

[0013] 본 발명의 실시예의 바람직한 형태에 따르면, 보상 요소는 보상 패러데이 센서 디바이스 및 보상 패러데이 센서 디바이스에 물리적으로 근접하게 배열된 보상 전기 전도체를 포함하며, 이차 광 신호는 보상 패러데이 센서 디바이스를 통과하고, 보상 전기 전도체에서의 보상 전류는 이차 광 신호의 편광의 변화가 보상될 수 있는 방식으로 조정될 수 있으며, 측정 신호는 보상 전류로부터 유도될 수 있다. 이에 따라, 보상 전기 전도체는 보상 자기장을 생성하는 전류를 운반한다. 보상 자기장은 이차 광 신호에 작용하며, 그 이유는 이차 광 신호를 운반하는 보상 패러데이 센서 디바이스가 거기에 물리적으로 근접하여 위치되기 때문이다. 보상 자기장은 이차 광 신호의 편광의 변화가 보상되는 편광의 반대 변화를 적절하게 일으킨다. 보상 전기 전도체를 통한 보상 전류는 편광의 변화의 보상이 달성되는 방식으로 조정될 수 있다. 따라서, 보상 전류의 값은 측정될 전류에 대한 정량

적인 정보를 운반한다. 따라서, 측정 신호는 보상 전류로부터 유도될 수 있다. 본 발명의 이러한 형태의 실시예는 측정 신호가 보상 전류로부터 비교적 용이하게 획득될 수 있다는 이점을 나타낸다. 검출기는 여기서 보상 전기 전도체를 통해 주어진 전류에서의 편광의 변화의 (완전한) 보상이 존재하는지 여부를 확립하도록 적절하게 설계된다. 이는 검출기의 특히 간단하고 강건한 구조를 허용한다. 또한, 검출기의 임의의 비선형성은 역할을 하지 않는다.

[0014] 바람직하게는, 보상 요소는, 보상 전류를 조작 변수로서 사용하여 이차 광 신호의 편광의 변화 또는 그로부터 유도된 제어 변수의 제로-조절(zero-regulation)을 위해 설계되는 제어 디바이스를 포함한다. 이에 따라 제어 디바이스는 보상 패러데이 센서 디바이스에서 반대 편광에 의해 편광의 변화가 보상될 때까지 보상 전기 전도체를 통한 보상 전류를 변화시키도록 설계된다. 이러한 맥락에서, 따라서 제로-조절은 제어 변수가 제로와 동일한 설정점 값으로 조절되어야 하는 것을 의미해야 한다. 여기서 제어 변수는 편광의 변화 또는 그로부터 유도된 크기에 의해 주어진다. 여기서, 제어 루프 내의 피드백은 이차 광 신호의 편광 상태에 관한 검출기에 의해 획득된 정보를 통해 적절하게 달성된다. 그 후, 측정되는 전류의 측정 신호는 보상 전류의 값으로부터 획득될 수 있다. 즉, 편광의 변화의 완전한 보상에 필요한 보상 전류는 측정되는 전류에 관한 정보를 운반한다. 보상 전류가 흐르는 적합한 측정 저항기에 걸쳐 측정된 전압은, 예를 들어 측정 신호를 결정하는 데 사용될 수 있다. 제로-조절은 특히 전류의 정확한 측정을 허용한다. 또한, 조절은 (제어 루프에서 능동 또는 수동 요소들의 사용을 통해) 능동 또는 수동 형태로 구현될 수 있고, 매우 동적일 수 있다. 이는 유익하게는 아마도 수 마이크로초만큼 짧은 비측정 시간(dead time)을 초래할 수 있다. 측정 속도는 측정 디바이스의 광 운반 부분들의 길이에 의해서뿐만 아니라 검출기의 속도에 의해 물리적으로 정의된다.

[0015] 패러데이 센서 디바이스와 보상 패러데이 센서 디바이스는 바람직하게는 동일한 구성을 갖는다. 보상 패러데이 센서 디바이스가 광섬유 코일인 경우, 광섬유 코일의 권선은 예를 들어 보상 전기 전도체 주위에 감길 수 있다. 패러데이 센서 디바이스 및 보상 패러데이 센서 디바이스의 권선 수는 측정되는 전류와 편광의 변화의 보상에 필요한 보상 전류 사이의 변환 비를 정의하는 데 적합하다. 측정 디바이스의 비용은 동일한 부분들의 다수회 사용을 통해 유익하게 낮출 수 있다. 또한, 이러한 방식으로, 동일한 온도가 2개의 센서 디바이스의 환경에서 보장될 수 있는 경우에 또는 관련 효과들의 온도 의존성이 공지된 경우에 임의의 온도 영향들이 감소될 수 있어서, 존재할 수 있는 임의의 온도 차이가 교정되거나 또는 계산될 수 있다.

[0016] 바람직하게는, 검출기는 이차 광 신호의 편광 상태에 의존하는 광 세기를 검출하도록 설계된다. 여기서 편광 상태는, 예를 들어, 검출기의 미리 설정된 제로 각도를 기준으로 한 편광 각도이다. 검출기는, 예를 들어, 광 세기의 검출을 위한 포토다이오드를 포함할 수 있다. 따라서 검출기는 이차 광 신호의 편광 상태를 정량적으로 평가하도록 적절히 설계된다. 측정 디바이스 또는 검출기는 정량적 평가를 위한 적합한 계산 구성요소들을 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 유익한 형태의 실시예에 따르면, 검출기는 편광 분석기를 포함한다. 편광 분석기는, 예를 들어, 선형 편광된 광 신호가 편광 분석기를 통과할 때 광 신호의 편광 각도에 의존하는 세기 신호를 공급하도록 설계될 수 있다. 그 후, 세기 신호는 예를 들어 포토다이오드에 의해 수신되고 적합한 연산 유닛으로 전달될 수 있다. 이러한 편광 상태에 의존하는 세기를 검출할 가능성은 특히 간단하고, 따라서 이에 따라 경제적이고 신뢰성이 있다.

[0018] 바람직하게는, 편광 분석기는 편광의 변화가 없는 이차 광 신호가 검출기의 출력에서 제로 신호가 되도록 조정된다. 이는 제로 각도의 적합한 선택을 통해 행해질 수 있다. 이러한 맥락에서, 제로 신호는 이차 광 신호가 일차 광 신호에 대해 어떠한 편광 변화도 나타내지 않을 때, 편광 분석기에 의해 공급되는 세기 신호가 측정 정밀도의 경계 내에서 제로인 것을 의미하도록 의도된다. 이는, 예를 들어, 이차 광 신호의 편광의 변화가 보상 요소에 의해 완전히 보상되는 경우에도 해당한다.

[0019] 여기서 검출기는 또한 다른 측정 원리들에 기초할 수 있다는 점에 유의해야 한다. 검출기는, 예를 들어, 편광 상태에 의존하는 세기를 검출하기 위한 사냑(Sagnak) 간섭계를 포함할 수 있다. 이 외에도, 임의의 적합한 간섭계 평가가 사용될 수 있다.

[0020] 본 발명의 실시예의 특히 바람직한 형태에 따르면, 패러데이 센서 디바이스는 중간 전압 또는 고전압 전기 전도체에 근접하게 배열되어, 고전압 전기 전도체의 전류에 대한 측정 신호가 유도될 수 있다. 즉, 측정 디바이스는 특히 고전압에서(예를 들어 최대 800 kV의 전위에서) 전류를 측정하는 데 적합하다. 패러데이 센서 디바이스가 고전압 전기 전도체를 둘러싸고 있는 자기장에 위치되는 것이면 충분하다. 그러나, 이는 방금 전술한 바와 같은 패러데이 센서 디바이스가 광섬유 등을 포함하고, 광섬유가 고전압 전기 전도체 주위에 감기는 경우에

특히 유리하다. 중간 전압 및 고전압 설비들과 관련하여 측정 디바이스의 특별한 이점들은 고전압 전기 전도체와 측정 디바이스 사이의 효과적인 전위 절연 가능성으로부터 드러난다. 패러데이 센서 디바이스는 예를 들어 중간 전압 또는 고전압 설비의 부분들에 근접하게 배열될 수 있다. 검출기 및 측정 디바이스의 다른 구성요소들은 접지에 근접한 전위에 배열될 수 있다. 일차 및 이차 광 신호들은 패러데이 센서 디바이스와 검출기 사이의 광섬유들을 통해 안내될 수 있다. 패러데이 센서 디바이스와 검출기 및/또는 보상 요소 사이의 가능한 공간 분리로 인해, 측정 디바이스의 구성 및 설치가 간단하고 안전하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 가스-절연형 개폐기(GIS) 또는 고전압 피드 스루(high-voltage feed-through)와 같은 절연 요소가 고전압 설비에 이미 제공되어 있는 경우, 측정 디바이스가 외측 상의 절연 요소 주위에 감길 수 있다. 측정 디바이스의 광섬유들은 중공 절연체를 통과할 수 있다. 고전압 직류 송신 분야의 응용들의 경우, 패러데이 센서 디바이스와 검출기 사이의 더 먼(최대 수 킬로미터까지의) 거리들이 일부 환경들에서 또한 가능하고 바람직할 수 있다.

[0021] 전문가에게 공지된, 소위 스펀 고복굴절 섬유(spun HiBi fiber)는 본 발명과 관련한 응용에 특히 적합하다. 이는 센서 섬유로서 사용과 편광 정보의 전송 양자 모두에 적합하다.

[0022] 본 발명의 실시예의 바람직한 형태에 따르면, 광원 및 검출기는 접지 전위에 근접하게 배열되고, 광원은 광 생성 요소 및, 그로부터 분리된 편광 요소를 포함하고, 광 생성 요소 및 편광 요소는 광섬유에 의해 함께 연결되고, 측정 디바이스는 편광 요소와 패러데이 센서 디바이스를 함께 연결하는, 일차 광 신호를 운반하기 위한 편광-유지 광섬유를 또한 포함한다. 이에 따라, 측정 디바이스의 부분들은 유익하게는 고전압 전위에 배열된 고전압 전기 전도체에 근접하여 위치된 패러데이 센서 디바이스와 편광 요소 사이의 경로 길이가 가능한 한 짧은 방식으로 공간적으로 분리될 수 있다. 이는 측정 디바이스의 비용을 유익하게 낮출 수 있게 한다: 편광 요소와 패러데이 센서 디바이스 사이의 비교적 짧은 거리에 대하여, 비교적 고가의 편광-유지 광섬유가 일차 광 신호를 운반하는 데 사용된다; 광 생성 요소 및 편광 요소로부터의 상대적으로 긴 경로의 나머지에 걸쳐서, 광이 거기에서 임의의 잘 정의된 편광을 가질 필요가 없기 때문에 비교적 경제적인 광섬유를 사용할 수 있다. 이러한 방식으로, 광 생성 요소는 측정 디바이스의 비용에 상당히 영향을 미치지 않으면서 공간적으로 가변적인 배열을 가질 수 있다.

[0023] 검출기가 편광 분석기와 편광 분석기로부터 분리된 세기 센서를 포함하고, 편광 분석기 및 세기 센서가 추가의 광섬유에 의해 함께 연결되고, 측정 디바이스는 또한 이차 광 신호를 운반하기 위한 다른 편광-유지 광섬유- 이는 패러데이 센서 디바이스와 편광 분석기를 함께 연결함 -를 포함하는 경우에 추가의 이점이 달성될 수 있다. 이차 광 신호의 편광 상태에 관해 편광 분석기에 의해 공급된 정보는 편광 분석기에 의해 제공된 광의 세기에 포함된다. 따라서, 이 광은 임의의 정의된 편광을 나타낼 필요가 없다. 따라서, 경제적인 추가의 광섬유는 편광 분석기에 의해 제공된 광을 운반하는 데 사용될 수 있다.

[0024] 일차 또는 이차 광 신호가 변조된 신호들의 형태로 존재하는 것을 생각할 수 있다. 이 경우, 위상 변조 및/또는 세기 변조가 이용될 수 있다.

[0025] 일반적으로, 2개의 분리된 광섬유가 일차 광 신호 및 이차 광 신호를 운반하도록 제공될 수 있다. 그러나, 일차 및 이차 광 신호들이 공통의 광섬유로 운반되는 것이 동일하게 가능하다. 또한, 이는 적어도 하나의 광 섬유가 그 단부에 거울들 및/또는 적어도 하나의 1/4 파장판이 장착되어 편광에 추가로 영향을 미치는 경우에 유리할 수 있다.

[0026] 바람직하게는, 검출기는 보상 패러데이 센서 디바이스에 물리적으로 근접하게 배열된다. 이는 측정 디바이스의 보다 소형 구성을 허용한다. 예를 들어, 검출기 및 보상 패러데이 센서 디바이스는 고전압 전기 전도체와 접지 사이 또는 그 전위가 접지에 근접한 고전압 설비의 일부로 연장되는 절연체의 절연체 풋(insulator foot) 내에 배열될 수 있다.

[0027] 본 발명은 또한 광원에 의해 생성된 일차 광 신호가 일차 광 신호와 관련하여 변화된 편광을 갖는 이차 광 신호를 제공하는 패러데이 센서 디바이스로 공급되는 전류를 측정하기 위한 방법에 관한 것이다.

[0028] 그러한 방법은 공지된 패러데이 효과를 이용하고, 이미 상기 언급된 문서 EP 0 865 610 B1에 설명되어 있다.

[0029] 공지된 방법에 기초하여, 본 발명의 목적은 전류의 가능한 가장 정확하고 신뢰할 수 있는 측정을 위한 방법을 제공하는 것이다.

[0030] 이 목적은, 이전에 언급된 방법이 보상 요소에 의해 이차 광 신호의 편광의 변화가 편광의 반대 변화에 의해 보상되고, 편광의 반대 변화에 의존하는 측정 신호가 전류에 대해 유도된다는 점에서 본 발명에 따라 달성된다.

[0031] 본 발명에 따른 측정 디바이스와 관련하여 이미 설명된 이점들은 본 발명에 따른 방법에 의해 달성될 수 있다.

[0032] 본 방법의 실시예의 형태에 따르면, 이차 광 신호의 편광의 변화의 보상은 편광의 변화의 제로-조절에 의해 또는 그로부터 유도된 제어 변수의 제로-조절에 의해 수행된다. 이전에 설명한 제로-조절의 모든 변형예들이 여기서 적용가능하다.

[0033] 바람직하게는, 이차 광 신호는 보상 전기 전도체에 물리적으로 근접하게 배열되는 보상 패러데이 센서 디바이스를 통과한다. 여기서, 제로-조절은 보상 전기 전도체를 통한 보상 전류를 조작 변수로서 이용하여 수행된다.

도면의 간단한 설명

[0034] 본 발명은 도 1 내지 도 3을 참조하여 이하에서 더 설명된다.

도 1은 본 발명에 따른 측정 디바이스의 예시적인 실시예의 개략적인 구조를 도시한다;

도 2는 본 발명에 따른 측정 디바이스의 추가의 예시적인 실시예의 개략적인 표현을 도시한다;

도 3은 본 발명에 따른 디바이스의 추가의 대안적인 예시적인 실시예의 개략적인 표현을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 이에 따라, 측정 디바이스(1)의 개략도가 도면에 도시된다. 측정 디바이스(1)는 고전압 전기 전도체(3)에 근접하게 배열된 패러데이 센서 디바이스(2)를 포함한다. 패러데이 센서 디바이스(2)는 고전압 전기 전도체(3) 주위에 감긴 복수의 광섬유 권선(21)을 포함한다. 여기서 도시된 변형예에서, 전기 전도체(3)는 고전압 설비(도시되지 않음)의 일부이다.

[0036] 따라서, 고전압 전기 전도체(3)는 고전압 전위에 있다. 고전압 전기 전도체(3)와 접지 사이에서 연장되는 고전압 전위와 접지 전위 사이의 전위 절연을 위해 절연 요소(4)가 제공되고, 여기서 중공 절연체로서 형성되는 것으로서 도시된다. 절연 요소(4)는 절연 요소(4)가 배치되는 절연체 풋(41)을 더 포함한다.

[0037] 측정 디바이스(1)는 광원(5)을 더 포함한다. 광원(5)은 광 생성 요소(51) 및 편광 요소(52)를 포함한다. 편광 요소(52)는 절연체 풋(41)에 배열된다. 광 생성 요소(51)는 건물(7)에 배열된다. 건물(7)은 측정 디바이스(1)의 부분들뿐만 아니라 고전압 설비의 추가의 부분들을 수용하도록 건립된다. 도면에서, 라인(18; line)은 건물(7)과 절연 요소(4) 사이의 거리가 최대 수 천미터까지 될 수 있다는 것을 제안하기 위해 사용된다. 광 생성 요소(51)와 편광 요소(52)는 광섬유(53)에 의해 함께 연결된다.

[0038] 검출기는 편광 분석기(61), 세기 센서(62) 및 광섬유(63)를 포함하고, 광섬유(63)는 편광 분석기(61)를 세기 센서(62)에 연결한다. 편광 분석기(61)는 도시된 형태로 절연체 풋(41)에 배열된다. 세기 센서(62)는 건물(7) 내에 또한 접지 전위로 배열된다.

[0039] 측정 디바이스(1)는 편광 분석기(61)와 패러데이 센서 디바이스(2) 사이에서 연장되는 광섬유(19)에 통합된 보상 패러데이 센서 디바이스(8)를 더 포함한다. 도면에 도시된 본 발명의 예시적인 실시예에서, 보상 패러데이 센서 디바이스(8)는 섬유 권선들로서 구성되고, 섬유 코일의 섬유 권선들은 보상 전기 전도체(9) 주위에 감긴다. 예시된 예시적인 실시예에서, 보상 전기 전도체(9)는 전기 전도체의 복수의 권선을 포함한다.

[0040] 또한 측정 디바이스(1)는 여기서 도시된 변형예에서 건물(7) 내에 배열된 제어 디바이스(10)를 포함한다. 제어 디바이스(10)는 도면에 단순화된 방식으로 도시된다. 이에 따라, 제어 디바이스(10)는 측정 저항기(11), 피드백 루프(12) 및 전압원(13)을 포함한다. 제어 디바이스(10)가 전기적 전도성 접속부들(14 및 15)에 의해 보상 전기 전도체(9)에 연결되어, 적합한 회로가 형성된다.

[0041] 예시된 예시적인 실시예에서, 보상 패러데이 센서 디바이스(8), 보상 전기 전도체(9) 및 제어 디바이스(10)는 보상 요소의 요소들을 형성한다.

[0042] 측정 디바이스(1)가 기능하는 방식은 이하에서 보다 면밀하게 고려될 것이다. 광 신호는 광 생성 요소(51)에 의해 생성된다. 이 광 신호는 아직 임의의 정의된 편광을 갖지 않는다. 광 신호는 광섬유(53)를 통해 편광 요소(52)로 전달된다. 광 신호는 편광 요소(52)에 의해 잘 정의된 편광 상태로 설정된다. 이에 따라, 편광된 일차 광 신호는 편광 요소(52)의 출력에 제공된다. 일차 광 신호는 편광-유지 광섬유(16)에 의해 패러데이 센서 디바이스(2)로 전달된다. 일차 광 신호는 고전압 전기 전도체(3) 주위를 순환한다. 도면에 도시된 측정 디바이스(1)의 예시적인 실시예에서 일차 광 신호는 선형 편광을 갖는다. 이는 일차 광 신호가 미리 정의된 제로

각도, 예를 들어 0도에 대해 잘 정의된 편광 각도를 나타내는 것을 의미한다. 패러데이 효과의 결과로서, 이 편광 각도는 고전압 전기 전도체(3)의 자기장 내에서 변한다. 이는 변화된 편광을 갖는 이차 광 신호가 패러데이 센서 디바이스의 출력에 제공되는 것을 의미한다. 이차 광 신호는 광섬유(19)를 통과하고, 보상 패러데이 센서 디바이스(8)로 공급된다. 보상 전기 전도체(9)를 통해 흐르는 전류에 의해 여기서 자기장이 생성될 수 있고, 이는 보상 패러데이 센서 디바이스에서 이차 광 신호의 편광의 반대 변화를 생성한다.

[0043] 설명의 목적을 위해, 고전압 전기 전도체(3)를 통해 주어진 전류 ih가 존재할 때, 이차 광 신호가 각도 ah로 편광면의 회전에 대응하는 편광의 변화를 나타낸다는 것이 이하에서 가정될 것이다. 보상 패러데이 센서 디바이스(8)의 반대 편광은, 예를 들어, 보상 전류의 주어진 값 ik가 존재할 때, 음의 값들을 또한 채택할 수 있는 추가의 각도 ak로 편광의 각도의 회전을 생성한다. 따라서, 보상 패러데이 센서 디바이스의 출력에서, 이차 광 신호는 전체적으로 각도 ah+ak로 편광면의 회전을 나타낸다. 각도 ah+ak에 의존하는 세기 신호는 편광 분석기(61)에서 생성되고, 세기 센서(62)에 전달된다. 편광 분석기(61)는 각도 ah+ak=0° 에 대해 제로 세기 신호를 출력하는 방식으로 설정된다. 세기 신호가 제로와 동일하지 않으면, 보상 전류의 양 또는 음의 증폭이 피드백 루프(12)를 통해 생성된다. 과다보상 또는 과소보상이 존재하는지, 즉 양 또는 음의 증폭이 예를 들어, 적합한 추가 측정에 의해, 적절하게 선택된 평가에 의해 또는 측정 범위 외측의 중첩된 고주파수 신호를 통해 적용되어야 하는지를 결정하는 것이 가능하다. 이어서, 각도 ak의 값은 이러한 방식으로 영향을 받을 수 있다. 보상 전류 ik가 최종적으로 조정되어 그것이 ah+ak=0이 되도록 각도 ak로 편광면의 회전을 야기하면, 이차 광 신호의 편광의 변화의 완전한 보상이 반대 편광을 통해 도달된다. 이 보상 전류에서 측정 저항기(11)에서 측정된 전압 Umax는 고전압 전기 전도체(3)의 전류 ih에 관한 정보를 운반한다.

[0044] 본 발명에 따른 측정 디바이스(100)의 추가의 예시적인 실시예가 도 2에 도시된다. 도 1 및 도 2에서 동일한 부분들에는 동일한 참조 부호들을 부여하였다. 측정 디바이스(100)가 기능하는 일반적인 방식은 측정 디바이스(1)의 방식과 대응한다. 명확성의 이유들로 인해, 도 1 및 도 2의 예시적인 실시예들 사이의 차이들만이 이하에서 더 상세히 고려될 것이다.

[0045] 도 2의 측정 디바이스(100)는 도 1의 편광 요소(52) 및 편광 분석기(61)가 도 2에서 위상 변조기(54)에 의해 대체된다는 점에서 도 1의 측정 디바이스(1)와 상이하다. 위상 변조기(54)는 2개의 입력 및 2개의 출력을 갖는다. 위상 변조기(54)의 위상 입력들 및 출력들은 일차 광 신호 및 이차 광 신호가 위상 변조기(54)를 통과하도록 배열된다.

[0046] 본 발명에 따른 측정 디바이스(200)의 대안적인 예시적인 실시예가 도 3에 도시된다. 도 1 및 도 3에서 측정 디바이스들(100 및 200)의 동일하거나 유사한 부분들 각각에는 동일한 참조 부호들을 부여하였다. 도 2 및 도 3의 측정 디바이스들(100 및 200) 사이의 차이들만이 이하에서 더 상세히 고려된다.

[0047] 도 3의 예시적인 실시예에서, 측정 디바이스(200)는 또한 위상 변조기(54)를 갖는다. 측정 디바이스(200)의 위상 변조기(54)는 2개의 입력 및 1개의 출력을 갖는다. 따라서, 도 2의 측정 디바이스(100)의 편광-유지 광섬유들(16 및 19)은 도 3의 측정 디바이스(200)에서 일치한다. 따라서, 일차 광 신호 및 이차 광 신호 양자 모두는 편광-유지 광섬유(16)를 따라 지나간다. 일차 광 신호 및 이차 광 신호는 광섬유(16)에 중첩된다. 측정 디바이스(200)는 패러데이 센서 디바이스에 배열된 거울(20)을 더 포함한다. 일차 광 신호는 미러(20)에서 반사하고, 따라서 그 전파 방향을 반전시킨다.

부호의 설명

[0048] 참조 부호들의 목록

1, 100, 200 측정 디바이스

2 패러데이 센서 디바이스

21 섬유 권선

3 고전압 전기 전도체

4 절연 요소

41 절연체 풋

5 광원

51 광 생성 요소

52 편광 요소

53, 63 광섬유

54 위상 변조기

6 검출기

61 편광 분석기

62 세기 센서

7 건물

8 보상 패러데이 센서 디바이스

9 보상 전기 전도체

10 제어 디바이스

11 측정 저항기

12 피드백 루프

13 전압원

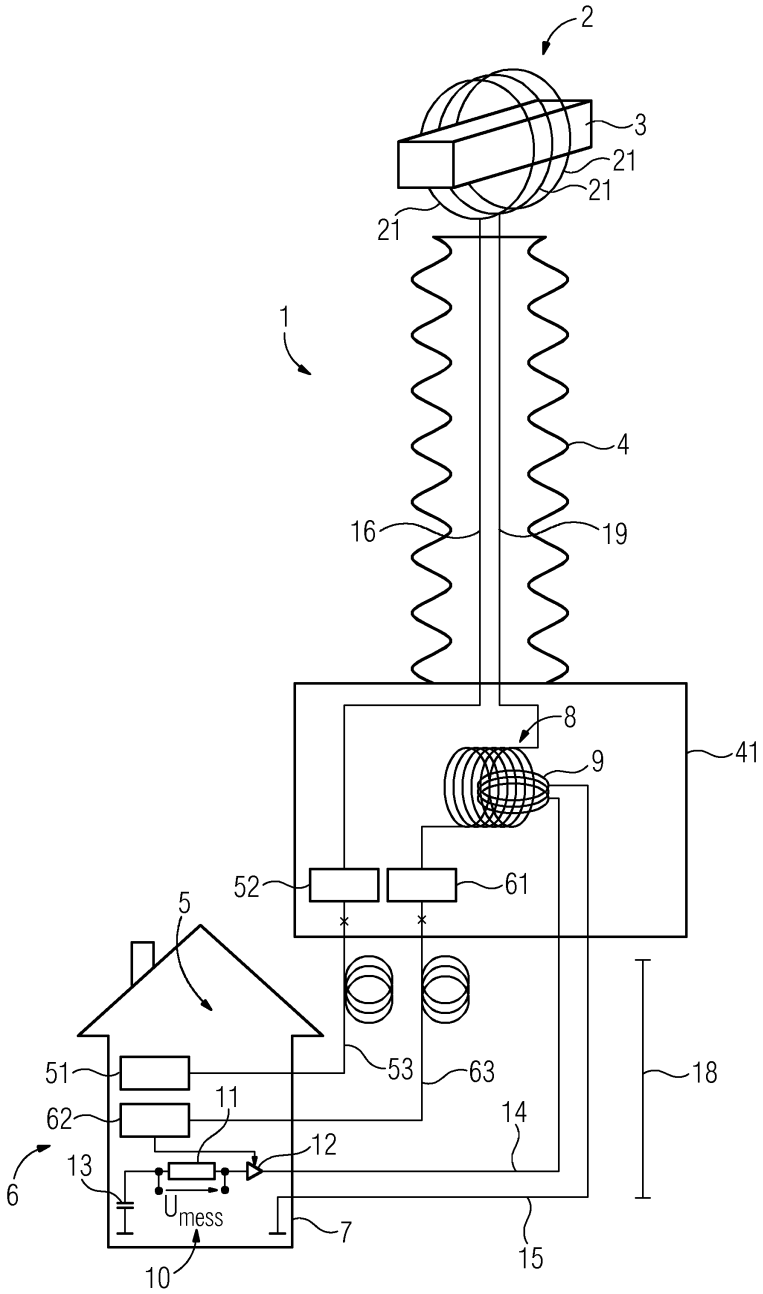
14, 15 광섬유

16, 19 편광-유지 광섬유

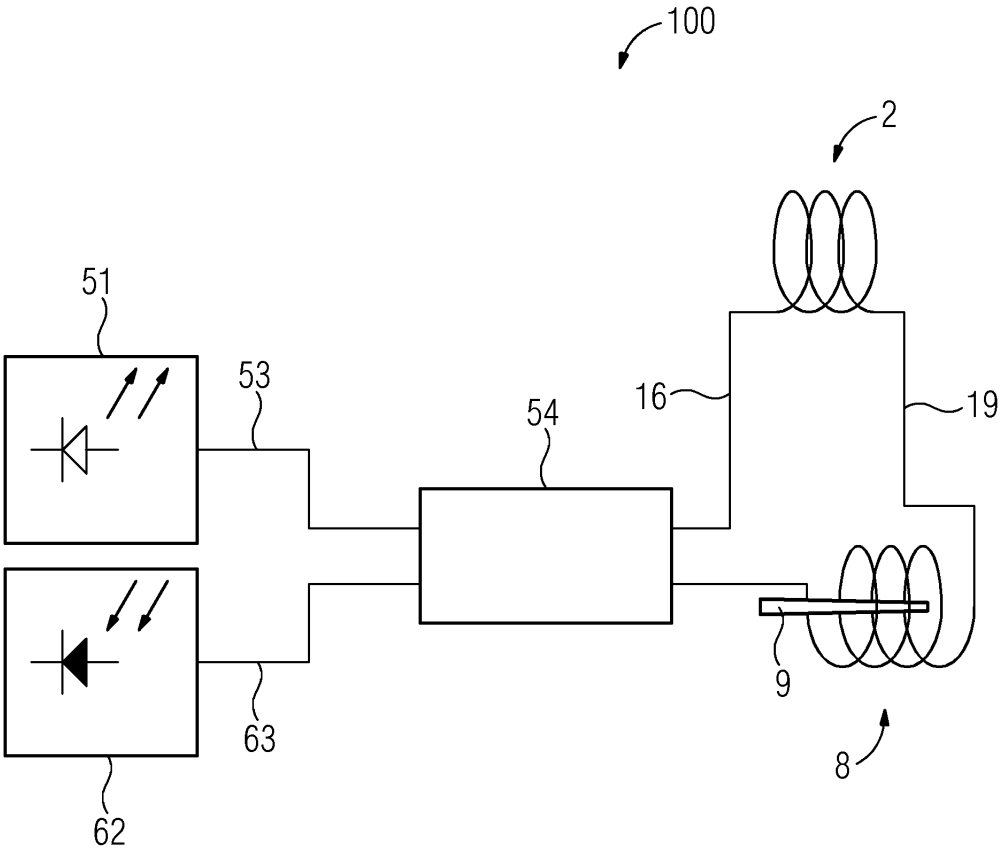
20 거울

도면

도면1


2
3
21
21
21
1
4
16
19
8
9
41
52
61
5
51
53
63
18
62
11
14
12
13
6
U_{mess}
7
10
15

도면2



도면3

