



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년04월08일  
(11) 등록번호 10-2098626  
(24) 등록일자 2020년04월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01R 15/24 (2006.01) G01R 15/14 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0123560  
(22) 출원일자 2013년10월16일  
심사청구일자 2018년10월10일  
(65) 공개번호 10-2015-0044313  
(43) 공개일자 2015년04월24일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2011150082 A\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
한국전자통신연구원  
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)  
(72) 발명자  
박형준  
광주 광산구 첨단중앙로68번길 60, 302동 1306호  
(산월동, 호반리첼시빌아파트)  
허영순  
광주 광산구 산월로 64 첨단부영사랑으로아파트  
6차 1203동 404호  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
팬코리아특허법인

전체 청구항 수 : 총 6 항

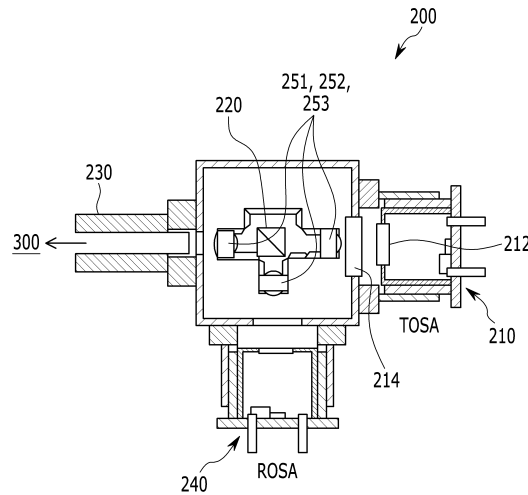
심사관 : 오경환

(54) 발명의 명칭 광섬유 전류 센서

(57) 요약

광섬유 전류 센서는 광원으로부터의 광을 선형 편광시켜 광섬유로 이루어진 센서 코일로 입사시키는 선형 편광기가 패키징된 TOSA(Transmitter Optical Subassembly)와, 센서 코일로부터 반사된 광을 편광에 따라 분리하는 편광 빔 분리기와 편광에 따라서 분리된 광을 각각 검출하는 제1 및 제2 광 검출기가 함께 패키징된 ROSA(Receiver Optical Subassembly)를 포함한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

**임권섭**

광주 북구 첨단과기로176번길 11, (오룡동)

**김거식**

광주 북구 양일로 52 연제2차대주피오레아파트 20  
4동 302호

**전은경**

광주광역시 서구 화운로 100번길 17

**김정은**

광주 광산구 수등로123번길 수완한양수자이나파트  
102동 1001호

**강현서**

광주 광산구 첨단중앙로181번길 88-21 대우아파트  
107동 704호

**김영선**

광주 북구 하서로 195 구청소년복지회관 가 -202호

(56) 선행기술조사문헌

JP2013050497 A\*

KR1020110022434 A\*

KR1020110081444 A\*

JP2000515979 A

JP11352158 A

JP2011100785 A

JP06018567 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

삭제

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

광섬유로 이루어진 센서 코일을 이용하여 도체에 흐르는 전류를 측정하는 광섬유 전류 센서로서,

입력되는 광을 분리하는 빛 분리기,

상기 광을 상기 빛 분리기로 출력하는 광원,

상기 빛 분리기에 의해 분리된 광의 파장을 지연시켜 상기 센서 코일로 출력하고, 상기 센서 코일로부터 반사된 광의 파장을 지연시켜 상기 빛 분리기로 출력하는 파장 지연기,

상기 센서 코일로부터 반사된 광을 편광에 따라 분리하는 편광 빛 분리기, 그리고

상기 편광에 따라서 분리된 광을 검출하는 광 검출기

를 포함하며,

상기 빛 분리기, 상기 편광 빛 분리기, 상기 광 검출기 및 상기 광원은 하나의 패키지로 형성되는 광섬유 전류 센서.

**청구항 14**

제13항에서,

상기 빛 분리기 및 상기 편광 빛 분리기의 주변 온도를 유지시키는 적어도 하나의 TEC

를 더 포함하는 광섬유 전류 센서.

**청구항 15**

제14항에서,

상기 패키지는 상기 적어도 하나의 TEC를 포함하는 광섬유 전류 센서.

**청구항 16**

제13항에서,

상기 패키지는 TO(transistor outline)-CAN 패키지를 포함하는 광섬유 전류 센서.

**청구항 17**

제13항에서,

상기 광원은 레이저 다이오드를 포함하는 광섬유 전류 센서.

**청구항 18**

제13항에서,

상기 파장 지연기는 입력되는 광을 1/2 파장 또는 1/4 파장 지연시키는 광섬유 전류 센서.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 광섬유 전류 센서에 관한 것으로, 특히 대전류 고전압 측정에 용이한 TO(transistor outline)-CAN 기반 초소형의 광섬유 전류 센서에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 광 CT(current transformer), 즉 광 전류 센서는 사용하는 광학 소자의 절연성, 무유도성에 의하여 기존의 전자계식 CT에 비하여 고전압, 대전류 상황에서 보다 안정적인 계측 시스템을 구성하기에 용이하다. 또한 철심코어를 사용하지 않으므로 자기포화나 잔류자기의 영향에서 자유롭다는 장점이 있다.

[0003] 광 CT는 센서로 사용하는 광학매질의 형태에 따라 벌크형과 광섬유형으로 구분할 수 있으며, 광섬유형의 경우, 페루프형 센서를 쉽게 구현하여 외부 노이즈의 영향을 줄일 수 있으며, 코일의 회전 수를 조절하여 전류측정의 범위와 민감도를 자유롭게 조절할 수 있다는 장점을 갖는다. 그러나 광섬유의 비대칭 구조, 혹은 코일을 만드는 과정의 구부러짐에 의해서 생성되는 선형복굴절이 광신호의 편광상태를 왜곡시켜서 광 CT의 현장적용을 어렵게 하는 요소로 작용할 수 있다. 따라서 국내외의 선행연구는 열처리한 광섬유 코일, 납을 많이 첨가한 프린트 유리(flint glass) 광섬유 코일, 그리고 비튼 광섬유로 만든 코일 등을 이용하여 선형복굴절의 영향을 최소화하는 방향으로 이루어졌다. 각 기법마다 장점이 있는 반면, 열처리 후 코일의 기계적 강도가 떨어지거나, 프린트 유리 광섬유의 투과손실(2.5 dB/m)이 너무 커서 5m 이상 센서코일로 사용하기 어렵고, 광섬유를 균일하게 비틀어

안정적으로 고정하기 어려운 점 등을 단점으로 가진다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0004] 본 발명이 해결하려는 과제는 구조를 단순화하고 초소형으로 제작하여 저가격화 및 대량생산 할 수 있는 광섬유 전류 센서를 제공하는 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 한 실시 예에 따르면, 광섬유로 이루어진 센서 코일을 이용하여 도체에 흐르는 전류를 측정하는 광섬유 전류 센서가 제공된다. 광섬유 전류 센서는 TOSA(Transmitter Optical Subassembly), 그리고 ROSA(Receiver Optical Subassembly)를 포함한다. 상기 TOSA는 광원으로부터의 광을 편광시켜 상기 센서 코일로 입사시킨다. 그리고 상기 ROSA는 상기 센서 코일로부터 반사된 광을 편광에 따라 분리하고, 편광에 따라서 분리된 광을 각각 검출한다. 이때 상기 TOSA 및 상기 ROSA는 TO(transistor outline)-CAN 패키지가 된다.

[0006] 상기 TOSA는 제1 TO-CAN 스템 위에 형성되며 상기 광원으로부터의 광을 선형 편광시켜 상기 센서 코일로 입사시키는 선형 편광기를 포함할 수 있다.

[0007] 상기 ROSA는 제2 TO-CAN 스템 위에 형성되며 상기 센서 코일로부터 반사된 광을 편광에 따라서 분리하는 편광 및 분리기, 그리고 상기 제2 TO-CAN 스템 위에 형성되며 상기 편광에 따라서 분리된 광을 각각 검출하는 제1 및 제2 포토 다이오드를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 ROSA는 상기 편광에 따라 분리된 광 중 하나의 광을 반사시켜 제2 포토 다이오드로 입사시키는 반사 거울을 더 포함할 수 있다.

[0009] 상기 ROSA는 상기 제2 TO-CAN 스템 위에 형성되며 상기 편광에 따라서 분리된 광 사이의 간섭을 차단하는 격벽을 더 포함할 수 있다.

[0010] 상기 ROSA는 상기 반사 거울의 주변 온도를 유지시키는 TEC(thermoelectric cooler)를 더 포함할 수 있다.

[0011] 상기 TOSA와 상기 ROSA는 일체형으로 결합되어 있을 수 있다.

[0012] 상기 ROSA는 상기 편광 및 분리기의 주변 온도를 유지시키는 TEC를 더 포함할 수 있다.

[0013] 상기 광섬유 전류 센서는 상기 TOSA의 편광된 광의 파장을 지연시키는 파장 지연기를 더 포함할 수 있다.

[0014] 상기 광섬유 전류 센서는 상기 TOSA의 편광된 광을 상기 센서 코일로 입사시키며, 상기 센서 코일로부터 반사된 광을 상기 ROSA로 입사시키는 빛 분리기를 더 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 한 실시 예에 따르면, 광섬유로 이루어진 센서 코일을 이용하여 도체에 흐르는 전류를 측정하는 광섬유 전류 센서가 제공된다. 광섬유 전류 센서는 빛 분리기, 광원, 파장 지연기, 편광 및 분리기, 그리고 광 검출기를 포함한다. 상기 빛 분리기는 입력되는 광을 분리한다. 상기 광원은 상기 광을 상기 빛 분리기로 출력한다. 상기 파장 지연기는 상기 빛 분리기에 의해 분리된 광의 파장을 지연시켜 상기 센서 코일로 출력하고, 상기 센서 코일로부터 반사된 광의 파장을 지연시켜 상기 빛 분리기로 출력한다. 상기 편광 및 분리기는 상기 센서 코일로부터 반사된 광을 편광에 따라 분리한다. 그리고 상기 광 검출기는 상기 편광에 따라서 분리된 광을 검출한다. 이때 상기 빛 분리기, 상기 편광 및 분리기, 상기 광 검출기 및 상기 광원은 하나의 패키지로 형성될 수 있다.

[0016] 상기 광섬유 전류 센서는 상기 빛 분리기 및 상기 편광 및 분리기의 주변 온도를 유지시키는 적어도 하나의 TEC를 더 포함할 수 있다.

[0017] 상기 패키지는 상기 적어도 하나의 TEC를 포함할 수 있다.

#### 발명의 효과

[0018] 본 발명의 실시 예에 의하면, TO-CAN 위에 광학 소자를 실장하여 구조를 단순화하고 초소형으로 제작하여 저가격화 및 대량생산이 가능하다. 또한 TO-CAN 형태의 솔루션을 제공하기 때문에 전류 센서 외에도 다양한 형태의 소형 편광 측정 기반 광 센서 응용 제품 적용에도 용이한 장점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0019] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 광 전류 센서의 원리를 설명한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 광섬유 전류 센서의 단면도를 나타낸 도면이다.
- 도 3은 도 2에 도시된 ROSA를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 4는 도 2에 도시된 ROSA의 제작 방법을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 제1 광섬유 전류 센서의 출력을 나타낸 그래프도이다.
- 도 6은 도 2에 도시된 ROSA의 다른 일 예를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 광섬유 전류 센서를 개략적으로 나타낸 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0020] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0021] 명세서 및 청구범위 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0022] 이제 본 발명의 실시 예에 따른 광섬유 전류 센서에 대하여 도면을 참고로 하여 상세하게 설명한다.
- [0023] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 광 전류 센서의 원리를 설명한 도면이다.
- [0024] 도 1을 참고하면, 광 전류 센서는 자기장에 의해 형성되는 광섬유(10)의 원형복굴절 변화, 즉 페러데이 효과(faraday effect)를 이용하여 도체(20)에 흐르는 전류를 검출한다.
- [0025] 광 전류 센서는 광섬유(10)를 도체(20) 주위에 페루프형으로 감아서 이루어진 센서 코일(11)로 광을 송신하는 편광기(31), 센서 코일(11)로부터 광을 수신하는 검광기(32) 및 수신된 광을 검출하는 2개의 광 검출기(33)를 포함할 수 있다.
- [0026] 편광기(31)는 광원(40)으로부터의 광을 선형 편광시키고, 선형편광된 광을 광섬유(10)에 입사시킨다.
- [0027] 편광기(31)를 거친 선형편광된 광이 광섬유(10)에 입사되면, 선형편광된 광이 센서 코일(11)을 진행하는 동안 도체(20)에 흐르는 전류에 의해서 자계가 형성되면, 자계에 의해서 편광축이 회전되며, 이를 페러데이 효과라고 한다. 편광축의 회전각  $\rho$ 은 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

**수학식 1**

[0028] 
$$\rho = VN \oint H \cdot dl = VNI$$

- [0029] 수학식 1에서, V는 Verdet 상수이며 페러데이 소자 즉, 센서 코일의 특성을 결정하는 상수이다. N은 광섬유의 감은 횟수이고, H은 자계의 세기이며, I는 도체(20)에 흐르는 전류의 크기이다.
- [0030] 즉, 자계를 페러데이 소자에 대하여 선적분하면 페러데이 소자를 통과하는 전류가 된다. 이는 광섬유(10)가 아닌 벌크형 광학 소자를 이용하는 경우 얻기 힘든 특징이다
- [0031] 수학식 1과 같이 페러데이 효과에 의한 편광축의 회전각은 도체(20)에 흐르는 전류의 크기 즉, 자계의 세기에 비례하며, 회전각  $\rho$ 을 측정함으로써 도체(20)에 흐르는 전류의 크기를 측정할 수 있다.
- [0032] 편광기(31)와 검광기(32) 사이의 각이  $\theta$ 일 때 센서 코일의 출력은  $\cos^2 \theta$ 의 비선형 전달 특성을 가진다. 따라서  $\theta = \pm 45^\circ$ 에서 선형적이고, 민감도가 큰 출력을 얻을 수 있으므로, 편광기(31)와 검광기(32) 사이의 각은  $\pm$

45에 맞추어 설정될 수 있다.

[0033] 김광기(32)는 센서 코일의 출력 광을 편광에 따라 분리하고, 편광에 따라 분리된 광은 2개의 광 검출기(33)에 의해 검출된다.

[0034] 2개의 광 검출기(33)는 각각 편광에 따라 분리된 광을 전기 신호에 해당하는 전류 값으로 변환시킨다. 2개의 광 검출기(33)의 출력을  $I_1$ ,  $I_2$ 라 하면, 2개의 광 검출기(33)의 출력으로부터 수학식 2에 의해 회전각  $\rho$ 이 계산될 수 있다.

**수학식 2**

[0035] 
$$S = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2} = \sin 2\rho \approx 2\rho$$

[0036] 즉, 2개의 광 검출기(33)의 출력은 임베디드 컴퓨터에 의해 신호 처리되어 회전각  $\rho$ 이 계산되고, 계산된 회전각  $\rho$ 으로부터 전류의 세기가 측정될 수 있다.

[0037] 도 2는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 광섬유 전류 센서의 단면도를 나타낸 도면이고, 도 3은 도 2에 도시된 ROSA의 일 예를 개략적으로 나타낸 도면이다.

[0038] 도 2 및 도 3을 참고하면, 광섬유 전류 센서(200)는 TOSA(Transmitter Optical Subassembly)(210), 빛 분리기 (beam splitter)(220), 광섬유 센서 커넥터(230) 및 ROSA(Receiver Optical Subassembly)(240)를 포함한다.

[0039] TOSA(210)는 광 송신 동작을 수행하며, 소형화를 위해 TO-CAN 패키징되어 있다. TOSA(210)는 도 1의 편광기에 해당하는 선형 편광기(212) 및 파장 지연기(214)를 포함한다. 선형 편광기(212)는 광원으로부터의 광을 선형 편광시켜 출력하며, 소형화를 위해 TO-CAN 스템(TO-CAN stem) 위에 장착된다.

[0040] 파장 지연기(214)는 TOSA(210)와 일체형으로 형성되며, 선형편광된 광을 반파장 또는 1/4파장 지연시킨다. 이러한 파장 지연기(214)는 선형편광의 진동축의 진동축이 TOSA(210)의 편광 빛 분리기(222)와 45도 또는 -45도의 각을 이루도록 조정하는 역할을 한다.

[0041] 빛 분리기(220)는 50:50 분리비를 가지며, 파장 지연기(214)에 의해 지연된 선형편광된 광을 분리시켜 센서 코일(300)로 입사시킨다.

[0042] 센서 코일(300)은 도 1에 도시된 센서 코일(11)과 동일한 것으로, 반사형 센서 코일이며, 다양한 광섬유 스폴로 형성될 수 있다. 반사형 센서 코일을 위해 광섬유(10) 끝단에 반사 코팅 처리하거나 반사 거울이 장착될 수 있다. 따라서 센서 코일로 입사된 광은 센서 코일을 통과하면서 반사되고, 센서 코일(300)에서 반사된 광은 빛 분리기(220)에서 반사되어 ROSA(240)로 입사된다.

[0043] 빛 분리기(220)에 의해 분리된 광이 센서 코일(300)로 정확하게 입사되도록 빛 분리기(220)와 센서 코일(300) 사이에 초점 렌즈(251)가 위치할 수 있다. 또한 센서 코일(300)에서 반사된 광이 ROSA(240)로 정확하게 입사되도록 빛 분리기(220)와 ROSA(240) 사이에 초점 렌즈(252)가 위치할 수 있으며, 파장 지연기(214)에 의해 지연된 선형편광된 광이 빛 분리기(220)로 정확하게 입사되도록 파장 지연기(214)와 빛 분리기(220) 사이에 초점 렌즈(253)가 위치할 수 있다.

[0044] 이때 TOSA(210) 및 ROSA(240)는 하나의 형태로 결합된 BOSA(Bidirectional Optical Subassembly)를 형성할 수 있다. 즉, 선형 편광기(212), 파장 지연기(214) 편광 빛 분리기(242), 반사 거울(244) 및 포토 다이오드(PD1, PD2)가 하나의 TO-CAN 스템 위에 형성될 수 있다. 이와 달리, TOSA(210) 및 ROSA(240)가 각각의 OSA를 형성할 수도 있다.

[0045] 광섬유 센서 커넥터(230)는 광섬유 전류 센서(200)를 센서 코일(300)에 접속시키기 위한 것으로, 센서 코일(300)에 결합 및 탈착된다. BOSA의 경우, 하나의 광섬유 센서 커넥터(230)가 존재할 수 있다.

[0046] 도 1에서는 광섬유 센서 커넥터(230)를 리셉터클 타입으로 도시하였으나 광섬유 센서 커넥터(230)는 피그테일 구조로 형성될 수도 있다. ROSA(240)는 광 수신 동작을 수행한다. ROSA(240)는 빛 분리기(220)에서 반사된 광을 수신하며, 소형화를 위해 TO-CAN 패키징되어 있다.



- [0047] 구체적으로, 도 3에 도시한 바와 같이, ROSA(240)는 도 1의 검광기(32)에 해당하는 편광 빔 분리기(polarization beam splitter)(242), 반사 거울(244) 및 도 1의 2개의 광 검출기(33)에 해당하는 포토 다이오드(PD1, PD2)를 포함한다.
- [0048] 편광 빔 분리기(242) 및 반사 거울(244)은 TO-CAN 스템(246) 위에 장착된다. 편광 빔 분리기(242)는 ROSA(240)로 입사된 광을 수신하고, 수신한 광을 편광에 따라서 x축 방향과 y축 방향으로 분리한다. 편광 빔 분리기(242)는 편광에 따라서 x축 방향으로 분리된 광을 출력하고, y축 방향으로 분리된 광의 편광 방향을 90도 변화시켜 출력한다. x축 방향으로 분리된 광은 포토 다이오드(PD1)로 입사되고 편광 방향이 90도 변화된 광은 반사 거울(244)에 의해 반사되어 포토 다이오드(PD2)로 입사된다.
- [0049] 포토 다이오드(PD1, PD2)는 TO-CAN 스템(246) 위에 소정의 간격을 두고 장착되며, 편광에 따라 분리된 광을 검출하고 검출된 광을 전기 신호에 해당하는 전류 값으로 변환시켜 출력한다. 이때 편광 빔 분리기(242)의 편광축에 따른 분리된 광 사이의 간섭을 최소화하기 위해 TO-CAN 스템(246) 위에 격벽(cavity wall)(248)이 설치될 수 있다.
- [0050] 이와 같이, 광섬유 전류 센서(200)는 TO-CAN 스템 위에 선형 편광기(212)나 편광 빔 분리기(242), 반사 거울(244) 및 포토 다이오드(PD1, PD2) 등의 광학 소자를 실장함으로써, 구조를 단순화하고 초소형 제작이 가능하여 저가격화 및 대량생산이 가능해질 수 있다.
- [0051] 도 4는 도 2에 도시된 ROSA의 제작 방법을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0052] 도 4를 참고하면, ROSA(240)로 입사된 광이 편광 빔 분리기(242)의 편광축에 따라 분리되는데, 분리된 광이 포토 다이오드(PD1, PD2)에 의해 검출될 수 있도록 편광 빔 분리기(242)와 반사 거울(244)을 정렬한다. 이때 편광 빔 분리기(242)와 반사 거울(244)의 정렬 오차를 최소화 하기 위하여 TO-CAN 스템(246) 위에 정렬 마크(249)를 이용하여 편광 빔 분리기(242)와 반사 거울(244)을 고정한 뒤, UV 에폭시를 사용하여 편광 빔 분리기(242)와 반사 거울(244)를 TO-CAN 스템(246) 위에 부착한다. 그리고 격벽(248)이 편광 빔 분리기(242)와 반사 거울(244) 사이에 형성될 수 있다.
- [0053] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 광섬유 전류 센서의 출력을 나타낸 그래프도로서, 500~2500 AT까지 전류를 500 AT씩 증가시키면서 측정한 광섬유 전류 센서의 출력 파형이다.
- [0054] 도 5에 도시한 바와 같이, 광섬유 전류 센서(200)의 출력 파형이 60 Hz 교류 신호로서 잘 복원되고 있음을 확인할 수 있다.
- [0055] 도 6은 도 2에 도시된 ROSA의 다른 일 예를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0056] 도 6을 참고하면, ROSA(240')는 도 3에 도시된 ROSA(240)에서 TEC 9thermoelectric cooler)(243, 245)를 더 포함한다.
- [0057] TEC(243, 245)는 편광 빔 분리기(242)와 반사 거울(244)의 일측에 각각 위치하며, 편광 빔 분리기(242)와 반사 거울(244)의 주변의 온도를 흡수하여 편광 빔 분리기(242)와 반사 거울(244)의 온도를 일정하게 유지시킨다.
- [0058] 단과장 광원일 경우 온도에 따라 과장 특성 및 광학 소자(예를 들면, 빔 분리기, 편광 빔 분리기 등)의 분리비, 광투과 특성이 달라진다. 편광 빔 분리기(242)와 반사 거울(244)은 온도가 변하면 편광 특성이나 반사 특성이 변할 수 있다. 따라서 TEC(243, 245)를 이용하여 편광 빔 분리기(242)와 반사 거울(244)의 주변 온도를 일정하게 유지함으로써, 편광 특성이나 반사 특성이 편광 빔 분리기(242)와 반사 거울(244)의 주변 온도에 의해 변화되지 않도록 한다.
- [0059] 도 7은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 광섬유 전류 센서를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0060] 도 7을 참고하면, 광섬유 전류 센서(700)는 OSA(710) 및 과장 지연기(720)를 포함한다.
- [0061] OSA(700)은 광 송수신 동작을 수행하며, 하나의 TO-CAN 스템(730) 위에 장착될 수 있다. 이러한 OSA(700)은 레이저 다이오드(LD), 빔 분리기(711), 편광 빔 분리기(712), 포토 다이오드(PD) 및 TEC(713, 714)를 포함할 수 있다.
- [0062] 레이저 다이오드(LD)는 광원으로, 광을 출력한다.
- [0063] 빔 분리기(711)는 도 2의 빔 분리기(220)의 기능과 동일하다. 빔 분리기(711)는 레이저 다이오드(LD)로부터의 광을 분리시켜 과장 지연기(720)로 출력하고 또한 과장 지연기(720)로부터의 광을 분리시켜 편광 빔 분리기

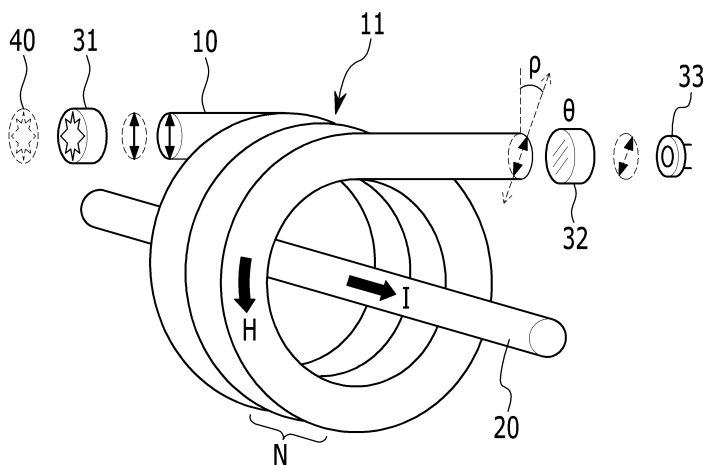


(712)로 출력한다.

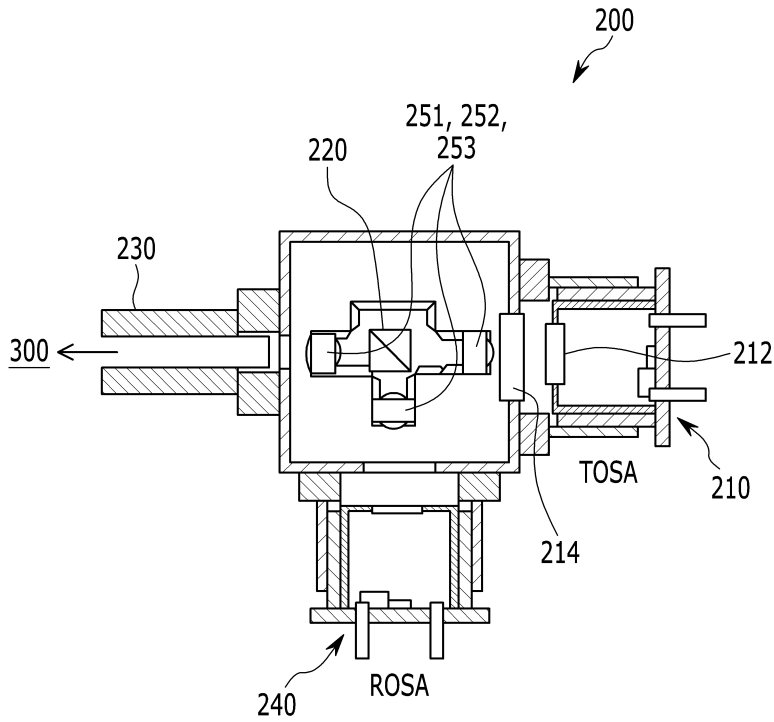
- [0064] 과장 지연기(720)는 빛 분리기(711)에 의해 분리된 광을 반과장 또는 1/4과장 지연시켜 센서 코일(300)로 입사시키고, 센서 코일(300)로부터 반사된 광을 반과장 또는 1/4과장 지연시켜 빛 분리기(711)로 출력한다.
- [0065] 편광 빛 분리기(712)는 수신한 광을 편광에 따라서 분리한다.
- [0066] 포토 다이오드(PD)는 편광 빛 분리기(712)에 의해 편광에 따라서 분리된 광을 검출하고 검출된 광을 전기 신호에 해당하는 전류 값으로 변환시켜 출력한다. 이때 송수신되는 광 사이의 간섭을 최소화하기 위해 TO-CAN 스템(730) 위에 격벽(cavity wall)(740)이 설치될 수 있다.
- [0067] 그리고 TEC(713, 714)은 각각 빛 분리기(711)와 편광 빛 분리기(712)의 일측에 위치하며, 빛 분리기(711)와 편광 빛 분리기(712)의 주변 온도를 흡수하여 빛 분리기(711)와 편광 빛 분리기(712)의 온도를 일정하게 유지시킨다.
- [0068] 이와 같이, 광 송신과 광 수신을 하나의 OSA으로 처리함으로써, 광섬유 전류 센서의 구조를 더 간소화시킬 수 있다.
- [0069] 본 발명의 실시 예에서는 패키지 형태를 TO-CAN으로 설명하였으나, 이와 다른 형태의 패키지로 광섬유 전류 센서가 형성될 수도 있다.
- [0070] 또한 본 발명의 실시 예는 이상에서 설명한 장치 및/또는 방법을 통해서만 구현되는 것은 아니며, 본 발명의 실시 예의 구성에 대응하는 기능을 실현하는 프로그램 또는 그 프로그램이 기록된 기록 매체를 통해 구현될 수도 있으며, 이러한 구현은 앞서 설명한 실시 예의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야의 전문가라면 쉽게 구현할 수 있는 것이다.
- [0071] 이상에서 본 발명의 실시 예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리 범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리 범위에 속하는 것이다.

**도면**

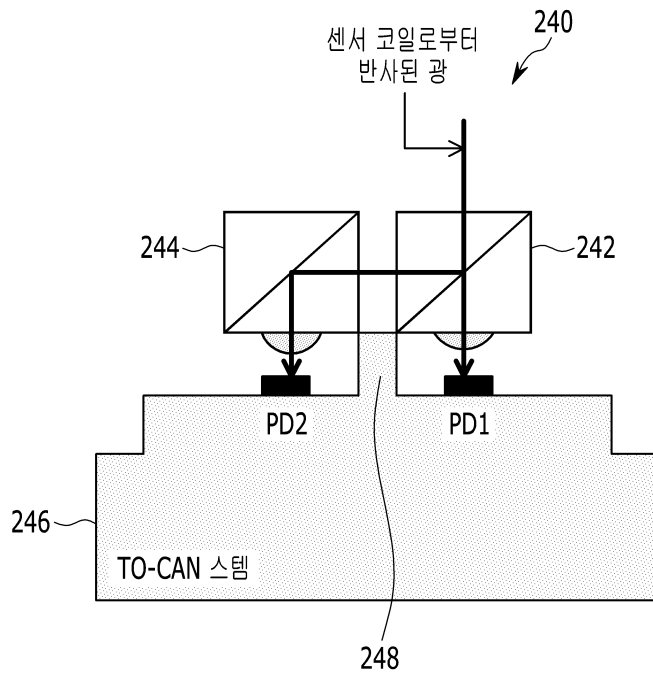
**도면1**



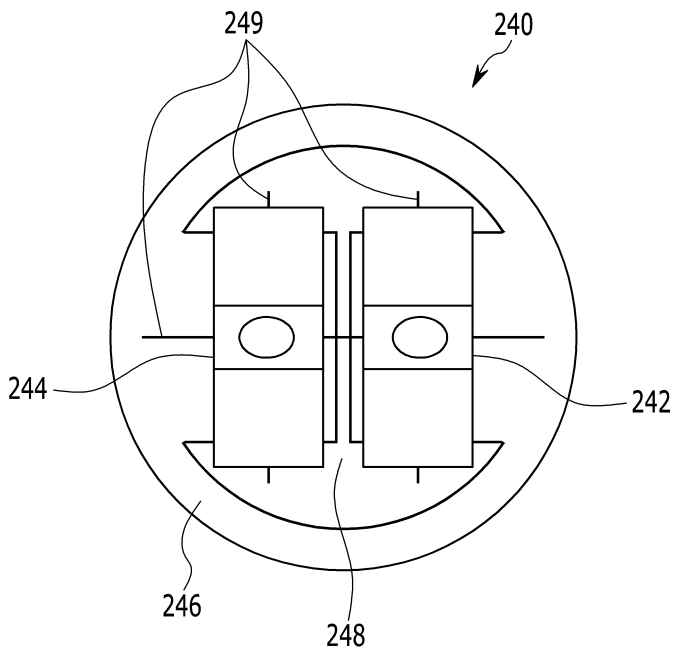
도면2



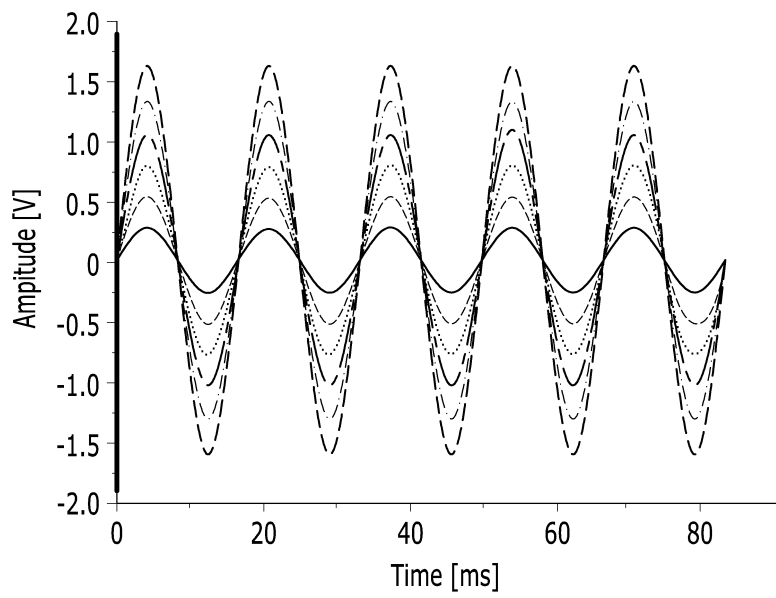
도면3



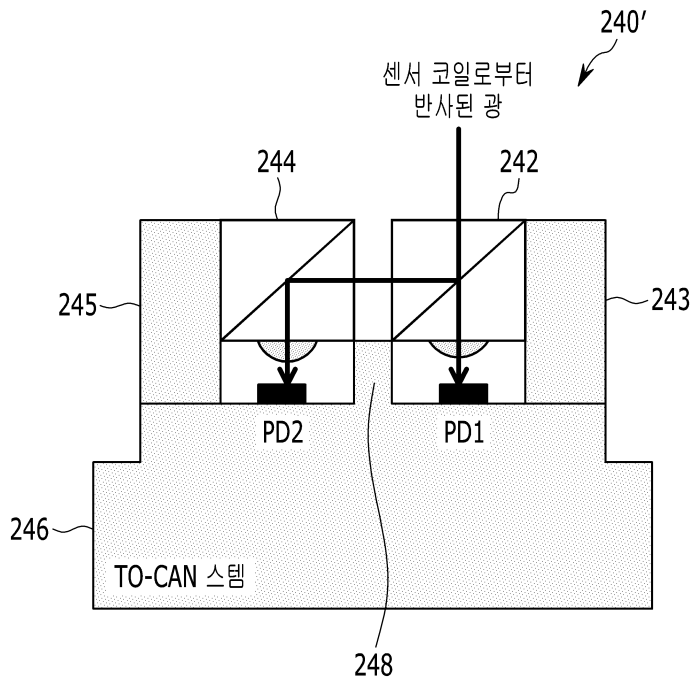
도면4



도면5



도면6



도면7

