



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0141072  
(43) 공개일자 2017년12월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01S 3/00 (2006.01) G01R 29/26 (2006.01)  
H01S 5/068 (2006.01) H01S 5/0683 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01S 3/0085 (2013.01)  
G01R 29/26 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2016-0074082  
(22) 출원일자 2016년06월14일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
광주과학기술원  
광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동)  
(72) 발명자  
이병하  
광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과  
학기술원 전기전자컴퓨터공학부  
이재휘  
광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과  
학기술원 전기전자컴퓨터공학부  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
김기문

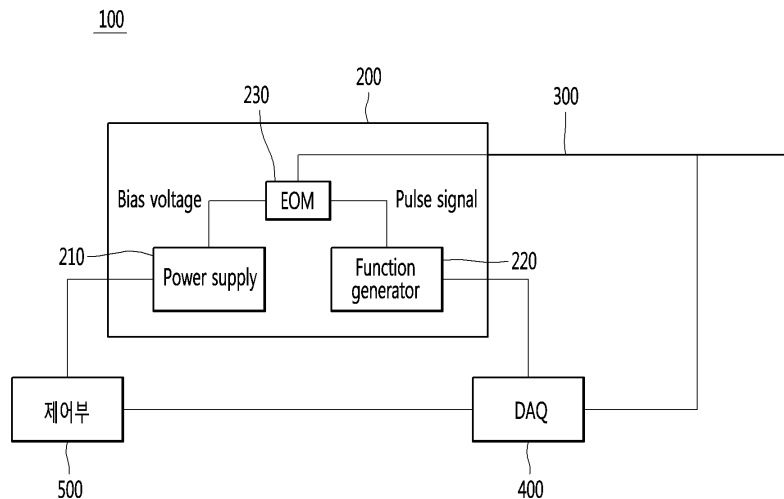
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **위상 광섬유 시험기를 위한 잡음 저감 장치**

**(57) 요약**

본 발명은 위상 광섬유 시험기를 위한 잡음 저감 장치에 관한 것으로, 본 발명에 따른 위상 광섬유 시험기는, 전력 공급기 및 함수 발생기를 포함하는 광 신호를 발생하는 펄스 생성부, 광섬유에서 반사된 광 신호를 수신하는 데이터 수집부, 데이터를 저장하는 메모리 및 제어부를 포함하고 제어부는 상기 데이터 수집부에서 수신된 광 신호의 신호대잡음비(SNR) 및 상기 전력 공급기의 바이어스 전압을 측정하여 메모리에 저장하고, 주기마다, 현재 SNR과 이전 주기의 SNR을 비교하여 상기 전력 공급기에서 공급되는 바이어스 전압을 조절하여, 기 광학 변조기에 최적의 전압을 인가하는 효과를 얻을 수 있다.

**대표도** - 도1



(52) CPC특허분류

*H01S 5/06808* (2013.01)

*H01S 5/06835* (2013.01)

(72) 발명자

**이승민**

광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과학기술원 전기전자컴퓨터공학부

**박승호**

광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과학기술원 전기전자컴퓨터공학부

**신준근**

광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동) 광주과학기술원 전기전자컴퓨터공학부

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GM08650

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국광기술원

연구사업명 민군기술협력사업

연구과제명 음파 탐지 및 분석을 위한 광섬유 Distributed Acoustic Sensor 기술 연구

기 여 율 1/1

주관기관 한국광기술원

연구기간 2015.06.15 ~ 2017.06.14

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

전력 공급기 및 합수 발생기를 포함하는 광 신호를 발생하는 펄스 생성부,  
광섬유에서 반사된 광 신호를 수신하는 데이터 수집부,  
데이터를 저장하는 메모리 및  
제어부를 포함하고

상기 제어부는 상기 데이터 수집부에서 수신된 광 신호의 신호대잡음비(SNR) 및 상기 전력 공급기의 바이어스 전압을 측정하여 상기 메모리에 저장하고,

주기마다, 현재 SNR과 이전 주기의 SNR을 비교하여 상기 전력 공급기에서 공급되는 바이어스 전압을 조절하는 전기 광학 변조기.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 현재 SNR이 상기 이전 주기의 SNR보다 큰 경우,

상기 현재 바이어스 전압과 상기 이전 주기의 바이어스 전압을 비교하여 상기 현재 바이어스 전압이 상기 이전 주기의 바이어스 전압보다 큰 경우에는 상기 바이어스 전압을 증가시키고,

상기 현재 바이어스 전압과 상기 이전 주기의 바이어스 전압을 비교하여 상기 현재 바이어스 전압이 상기 이전 주기의 바이어스 전압보다 작은 경우에는 상기 바이어스 감소시키는 전기 광학 변조기.

#### 청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 현재 SNR이 상기 이전 주기의 SNR보다 작은 경우,

상기 현재 바이어스 전압과 상기 이전 주기의 바이어스 전압을 비교하여 상기 현재 바이어스 전압이 상기 이전 주기의 바이어스 전압보다 큰 경우에는 상기 바이어스 전압을 감소시키고,

상기 현재 바이어스 전압과 상기 이전 주기의 바이어스 전압을 비교하여 상기 현재 바이어스 전압이 상기 이전 주기의 바이어스 전압보다 작은 경우에는 상기 바이어스 증가시키는 전기 광학 변조기.

#### 청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 주기는 미리 지정된 주기, 사용자의 의해 결정된 주기 및 상기 제어부에 의해 결정된 주기 중 하나인 전기 광학 변조기.

#### 청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 제어부는

상기 반사된 광 신호를 이용하여 상기 펄스 생성부에 연결된 광섬유에서 음파에 의한 진동이 발생하는 부분의 위치를 판단하는 전기 광학 변조기.

### 발명의 설명

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 위상 광섬유 시험기에 있어서, 위상 측정의 정확도를 높이는 방법 및 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 전기 광학 변조기 기반의 위상 광섬유 시험기로 위상 광섬유 시험기에서 측정되는 신호의 신호대잡음비를 계산하여 자동으로 전기 광학 변조기의 최적의 인가전압 찾아 위상 광섬유 시험기의 위상 측정의 정확도를 높이는 방법 및 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 단일 광섬유를 이용하여 장거리 위상을 측정하는 위상 광섬유 시험기는 펄스 광원을 이용하는 것이 일반적이다. 펄스 광원은 구형파의 형태를 가지며, 이러한 구형파의 형태를 갖는 펄스 광원은 레이저의 전원을 온,오프를 반복하여 만드는 방법(direct modulation technique) 또는 레이저의 전원은 계속 온 상태로 유지하면서 전기 광학 변조기를 스위치로 사용하여 만드는 방법을 주로 이용한다. 다만, 레이저의 전원은 계속 온 상태로 유지하면서 전기 광학 변조기를 스위치로 사용하여 만드는 방법이 레이저에 무리를 주지 않고 펄스의 모양을 쉽게 제어할 수 있어 보다 더 널리 사용되고 있다.

[0003] 레이저의 전원은 계속 온 상태로 유지하면서 전기 광학 변조기를 스위치로 사용하여 만드는 방법은 함수 발생기(function generator) 발생되는 펄스의 형태와 전력 공급기(power supply)에서 공급되는 전압에 따라서 펄스의 모양이 변하므로, 적절한 전압을 공급하는 것이 중요하다.

[0004] 기존의 전기 광학 변조기에 전압을 인가하는 방법으로는 사람이 직접 육안으로 관측하면서 최적의 파형이 찾을 때까지 전압을 달리 인가하여 찾는 방법을 이용하였다. 따라서, 정확도가 떨어지는 육안으로 판단하는 것과, 전압을 조절이 필요한 시점에 즉시 전압을 조절할 수 없는 것이 문제가 되었다.

[0005] 따라서, 보다 효율적으로 전기 광학 변조기에 전압을 인가하는 방법이 요구되었다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 실시예는 전기 광학 변조기에 최적의 전압을 인가하기 위한 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 실시예는 전력 공급기 및 함수 발생기를 포함하는 광 신호를 발생하는 펄스 생성부, 광섬유에서 반사된 광 신호를 수신하는 데이터 수집부, 데이터를 저장하는 메모리 및 제어부를 포함하고 제어부는 상기 데이터 수집부에서 수신된 광 신호의 신호대잡음비(SNR) 및 상기 전력 공급기의 바이어스 전압을 측정하여 메모리에 저장하고, 주기마다, 현재 SNR과 이전 주기의 SNR을 비교하여 상기 전력 공급기에서 공급되는 바이어스 전압을 조절하는 전기 광학 변조기를 제공한다.

**발명의 효과**

[0008] 본 발명의 실시예에 따르면, 전기 광학 변조기에 최적의 전압을 인가할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0009] 도 1은 실시예에 따른 전기 광학 변조기의 개략적인 구성을 나타낸 블록도 이다.
- 도 2는 단일 광섬유를 이용하여 장거리 위상을 측정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 실시예에 따른 전기 광학 변조기에 최적의 전압을 인가하는 방법을 설명하기 위한 흐름도 이다.
- 도 4는 바이어스 전압에 따른 전기 광학 변조기 펄스의 모양과 DAS 신호의 파형에 관한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0010] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세하게 설명하지만, 본 발명의 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 본 발명을 설명함에 있어서, 공지된 기능 혹은 구성에 대해 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위해 생략될 수 있다.

- [0011] 도 1은 실시예에 따른 전기 광학 변조기의 개략적인 구성을 나타낸 블록도 이다.
- [0012] 도 1을 참조하면, 전기 광학 변조기(100)는 펄스 생성부(200), 단일 광섬유(300), 데이터 수집부(DAQ, 400) 및 제어부(500)로 구성될 수 있다.
- [0013] 펄스 생성부(200)는 전력 공급기(power supply, 210), 함수 발생기(function generator, 220) 및 EOM으로 구성된다.
- [0014] 펄스 생성부(200)는 전기신호를 광신호로 변환 한다. 펄스 생성부(200)는 구형파 형태의 광신호 펄스를 발생시키며, 구체적으로 함수 발생기(220)는 구형파 형태의 펄스의 형태를 결정하며, 함수 발생기(210)는 EOM(230)에 전력을 공급하여 펄스의 크기를 결정할 수 있도록 한다. 즉, 전기 광학 변조기(100)는 펄스 생성부(200)에서 펄스를 방출하며, 방출된 펄스의 모양은 전력 공급기(210)에서 공급하는 바이어스 전압의 크기 및 함수 발생기(220)에서 방출되는 파형에 의해 결정된다.
- [0015] 따라서, 전기 광학 변조기(100)의 펄스 생성부(200)에서 방출되는 펄스는 바이어스 전압의 크기를 제어하는 것을 통해 제어할 수 있다. 하지만, EOM(230)은 일반적으로, 온도와 환경에 의해 바이어스 전압이 변하기 때문에 지속적으로 모니터링 및 컨트롤이 필요하다.
- [0016] 펄스를 제어하는 방법은 도3을 통해 구체적으로 후술한다.
- [0017] 단일 광섬유(300)는 방출된 펄스를 전송하며, 방출된 펄스가 반사되어 돌아오는 전송케이블이다. 단일 광섬유(300)는 중심부에는 굴절률이 높은 유리, 바깥 부분은 굴절률이 낮은 유리를 사용하여 중심부 유리를 통과하는 빛이 전반사가 일어나도록 한 광학적 섬유이다. 따라서, 에너지 손실이 매우 적어 송수신하는 데이터의 손실률도 낮고 외부의 영향을 거의 받지 않는다는 장점이 있다.
- [0018] 데이터 수집부(400)는 광섬유로부터 반사되어 오는 반사신호를 수신할 수 있다. 또한 수신된 반사신호를 제어부(500)로 전송한다.
- [0019] 제어부(500)는 데이터 수집부(400)에서 전송된 반사신호에서 SNR(신호대 잡음비)를 계산한다. 또한, 제어부(500)는 상술한 동작 외에도, 통상적으로 전기 광학 변조기(100)의 전반적인 동작을 제어한다. 제어부(500)는 위에서 살펴본 구성요소들을 통해 입력 또는 출력되는 신호, 데이터, 정보 등을 처리하거나 메모리(미도시)에 저장된 응용 프로그램을 구동함으로써, 사용자에게 적절한 정보 또는 기능을 제공 또는 처리할 수 있다. 또한, 제어부(500)는 전력 공급기(210)에 연결되어, 이전 SNR과 현재의 SNR을 비교하여 제어부(500)의 바이어스 전압을 조절한다. 제어부(500)가 전력 공급기(210)의 바이어스 전압을 조절하는 구체적인 방법은 도3과 함께 후술한다.
- [0021] 도 2는 단일 광섬유를 이용하여 장거리 위상을 측정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0022] 펄스 생성부(200)에서 방출된 펄스(240)는 단일 광섬유(300)를 통해 전송된다. 펄스(240)가 단일 광섬유(300)를 통해 전송되는 중에 단일 광섬유(300)의 일 지점에서 음파에 의한 진동이 일어나는 경우 펄스(240)에 간섭이 발생된다. 이러한 간섭은 레이리 산란(Rayleigh scattering)을 야기하여 일부 신호를 반사하게 된다. 즉, 펄스(240)는 단일 광섬유(300)의 일 영역에서 음파에 의한 진동이 발생하는 경우 레이리 산란된 반사신호(250, 260)를 반사하게 된다.
- [0023] 이러한 반사신호(250, 260)가 다시 되돌아 오면, 데이터 수집부(400)는 반사된 반사신호(250, 260)를 측정할 수 있다.
- [0024] 제어부(500)는 되돌아온 반사신호(250, 260)를 분석하여 음파가 발생된 위치를 파악할 수 있다.
- [0025] 보다 정밀하게 음파가 발생된 위치를 파악하기 위해서는 펄스(240)의 품질이 우수해야 한다. 우수한 품질이란 구형파의 Rising&Falling time이 주기의 10% 이내이며, 소광비(extinction ratio)가 높아야 한다. 다만 높은 소광비를 갖기 위해서는 적절한 바이어스 전압이 전력 공급기(210)에서 공급 되어야 한다.
- [0026] 이러한 전기 광학 변조기(100)를 이용하여 광섬유(300)에서 간섭이 발생된 위치를 파악할 수 있다. 간섭이 발생된 위치를 파악함에 따라, 예를 들어, 송유관 주변에 광섬유(300)를 매설하고 전기 광학 변조기(100)를 통해 펄스를 인하여 반사신호를 측정할 수 있다. 따라서, 송유관이 파손되어 발생하는 진동, 외부의 부적절한 접근으로 발생하는 진동 등을 감지하여 송유관을 안전하여 보호 할 수 있는 효과를 얻을 수 있다. 다만, 상술한 효과

이외에도 음파를 통해 위치를 측정 함으로서 다양한 효과를 얻을 수 있다.

- [0027] 도 3은 실시예에 따른 전기 광학 변조기에 최적의 전압을 인가하는 방법을 설명하기 위한 흐름도 이다.
- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 광학 변조기에 최적의 전압을 인가하는 방법은 반사신호(DAS신호)를 측정하는 단계(S310), 현재 SNR을 계산하는 단계(S320), 현재 SNR과 전 SNR을 비교하는 단계(S330), 현재 바이어스 전압 및 전 바이어스 전압을 비교하는 단계(S340, S350) 및 바이어스 전압을 제어하는 단계(S360, S370)로 구성된다.
- [0029] 반사신호(DAS신호)를 측정하는 단계(S310)는 도2에서 상술한 바와 같이, 펄스 생성부(200)에서 방출된 펄스(240)가 단일 광섬유(300)의 일 영역에 음파에 의한 진동이 발생한 경우 레이리 산란에 의해 일부 신호가 반사되며, 이때 반사되는 반사신호를 데이터 수집부(400)에서 측정한다.
- [0030] 현재 SNR을 계산하는 단계(S320)는 데이터 수집부(400)에서 수신된 반사신호가 제어부(500)로 전송된다. 제어부(500)는 전송된 반사신호의 SNR을 측정한다. 신호대잡음비(SNR)는 신호의 전력과 노이즈의 전력의 비를 의미하며, 노이즈 전력 대비 신호 전력의 세기를 봄으로써 상대적인 신호 전력 크기를 나타내기 위함이다. 이는 통신 시스템의 성능이 절대적인 신호 전력이 아닌 노이즈 전력 대비 신호의 전력으로 결정되기 때문이다. 따라서 이를 통해 반사신호의 품질을 파악할 수 있다. SNR이 낮은 경우 노이즈가 많이 포함되어 진동이 발생한 위치를 정확하게 측정하기 어렵기 때문이다. 또한, 제어부(500)는 현재의 측정된 SNR 값을 저장할 수 있다. 이는 현재 SNR과 전 SNR을 비교하는 단계(S330)에서 저장된 SNR을 활용하기 위함이다.
- [0031] 현재 SNR과 전 SNR을 비교하는 단계(S330)는 현재 SNR과 전 SNR값의 크기를 비교하여, 반사신호의 품질 상태의 변화 추이를 측정한다. 제어부(500)는 일정한 주기로 SNR을 비교할 수 있다. 제어부(500)가 SNR을 비교하는 주기는 미리 지정된 주기에 따를 수도 있으며, 사용자의 의사나 제어부(500) 자체의 판단에 의해 변화될 수도 있다.
- [0032] 제어부(500)은 현재의 SNR과 과거의 SNR의 크기를 비교하여 반사신호의 품질 상태의 변화를 측정할 수 있으며, 제어부(500)는 품질 상태의 변화에 따라서 바이어스 전압을 제어할 수 있다. 제어부(500)는 현재 SNR이 전 SNR보다 큰 경우 S340 단계를 수행하고, 제어부(500)는 현재 SNR이 전 SNR보다 작은 경우 S(350) 단계를 수행한다. 도면에 도시되지 않았지만, 제어부(500)는 현재 SNR과 전 SNR이 동일한 경우에는 바이어스 전압을 변경하지 않고 현 상태를 유지한다.
- [0033] 현재 바이어스 전압과 전 바이어스 전압을 비교하는 단계(S340, S350)는 이전 단계인 현재 SNR과 전 SNR을 비교하는 단계(S330)에 따라서 구분하여 수행된다. 현재 바이어스 전압과 전 바이어스 전압이란 각각 현재 SNR과 전 SNR이 측정된 시점의 바이어스 전압을 의미한다.
- [0034] 우선 현재 SNR이 전 SNR보다 큰 경우(S340) 즉, 반사신호의 품질이 좋아 지고 있는 경우에는 제어부(500)는 현재 바이어스 전압과 전 바이어스 전압을 비교하여 바이어스 전압의 변화 추세를 유지 한다. 즉, 현재 바이어스 전압과 전 바이어스 전압을 비교하여 현재 바이어스 전압이 전 바이어스 전압보다 큰 경우에는 제어부(500)는 바이어스 전압을 증가시키고, 현재 바이어스 전압과 전 바이어스 전압을 비교하여 현재 바이어스 전압이 전 바이어스 전압보다 작은 경우에는 제어부(500)는 바이어스 전압을 감소시킨다. 즉, 지금 변화의 추세가 반사신호의 품질을 올리는 방향으로 진행되고 있으므로 그 추세를 유지하여 반사신호의 품질을 보다 더 우세하게 하는데 그 목적이 있다.
- [0035] 우선 현재 SNR이 전 SNR보다 작은 경우(S350) 즉, 반사신호의 품질이 나빠 지고 있는 경우에는 제어부(500)는 현재 바이어스 전압과 전 바이어스 전압을 비교하여 바이어스 전압의 변화 추세를 변화시킨다. 즉, 현재 바이어스 전압과 전 바이어스 전압을 비교하여 현재 바이어스 전압이 전 바이어스 전압보다 큰 경우에는 제어부(500)는 바이어스 전압을 감소시키고, 현재 바이어스 전압과 전 바이어스 전압을 비교하여 현재 바이어스 전압이 전 바이어스 전압보다 작은 경우에는 제어부(500)는 바이어스 전압을 감소시킨다. 즉, 지금 변화의 추세가 반사신호의 품질을 내리는 방향으로 진행되고 있으므로 그 추세를 변화를 주어 반사신호의 품질을 보다 더 우세하게 하는데 그 목적이 있다.
- [0036] 도 4는 바이어스 전압에 따른 펄스의 모양과 DAS 신호의 파형에 관한 표이다.
- [0037] 도 4에 따르면, 인가된 바이어스 전압(410)에 따라서, 펄스의 파형(420)이 변하며, 펄스에 따라서 DAS 신호(반사신호, 430)의 형태가 변하는 것을 알 수 있다. 반사신호(430)에 따라서 SNR이 결정되므로 제어부(500)는 보다 높은 SNR을 얻기 위해 인가된 바이어스 전압(410)을 변화 시킬 필요가 있는 것이며, 상술한 피드백 방식의 바이어스 전압 제어로 보다 SNR이 높은 반사신호를 얻을 수 있으며, 따라서 보다 더 정확한 단일 광섬유(300)의 음

과 발생 위치를 찾을 수 있다.

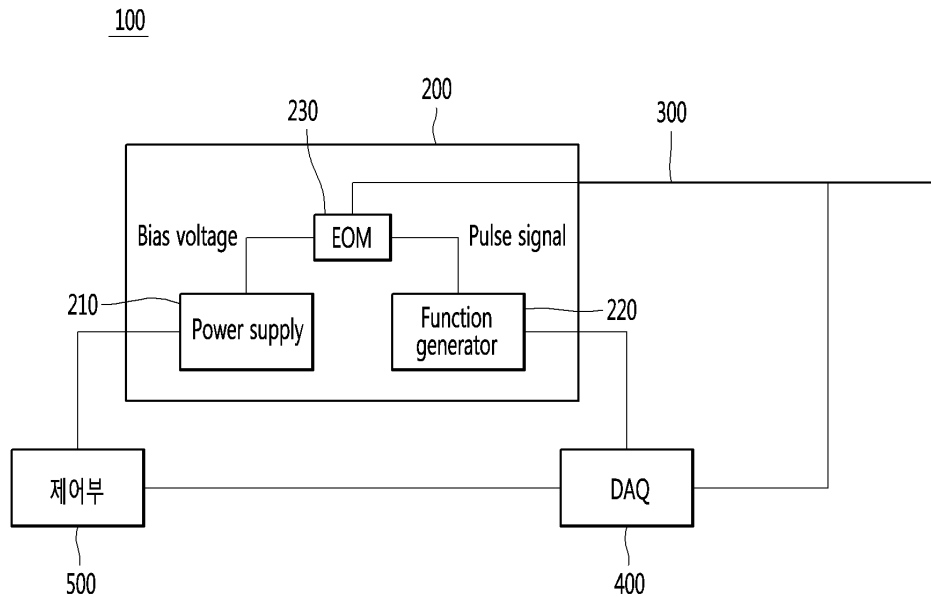
[0038] 이상에서 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 본 발명의 실시예에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

**부호의 설명**

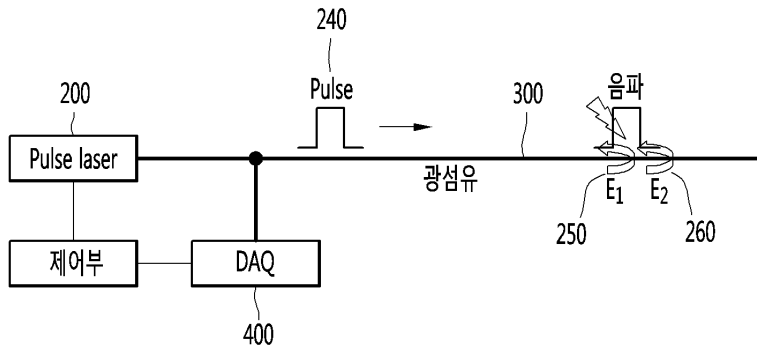
- [0039] 100: 전기 광학 변조기
- 200: 펄스 생성부
- 210: 전력 공급기
- 220: 함수 발생기
- 230: EOM
- 300: 단일 광섬유
- 400: 데이터 수집부
- 500: 제어부

**도면**

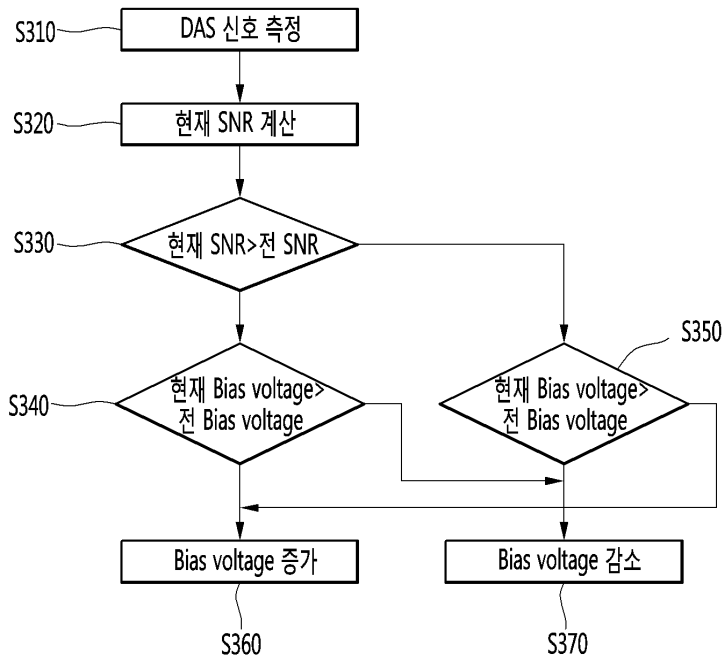
**도면1**



도면2



도면3





도면4

