



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년03월08일

(11) 등록번호 10-2225027

(24) 등록일자 2021년03월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04B 10/40 (2013.01) H04B 10/50 (2013.01)

H04B 10/532 (2013.01) H04B 10/556 (2013.01)

H04B 10/69 (2013.01)

(52) CPC특허분류

H04B 10/40 (2013.01)

H04B 10/503 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0045087

(22) 출원일자 2020년04월14일

심사청구일자 2020년04월14일

(56) 선행기술조사문헌

Yusuke Ito et al., "Performance of Multilevel Differential Polarization Shift Keying with Estimation of Inclined Polarization Axes over Atmospheric Turbulence Channel," ITNAC, (2017)

Yan-Qing Hong et al., "High PDG-OA-Based MPolSK Modulation for Spectral Efficient Free-Space Optical Communication," IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, VOL. 32, NO. 1, JANUARY 1, 2020

Jaume Comellas et al., "Quaternary Optical Transmission System Combining Phase and Polarization-Shift Keying," IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, VOL. 16, NO. 7, JULY 2004

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

한상국

서울특별시 서초구 서초중앙로 220, 108동 3001호 (반포동, 반포 래미안아이파크)

하인호

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 232호(신촌동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

민영준

전체 청구항 수 : 총 20 항

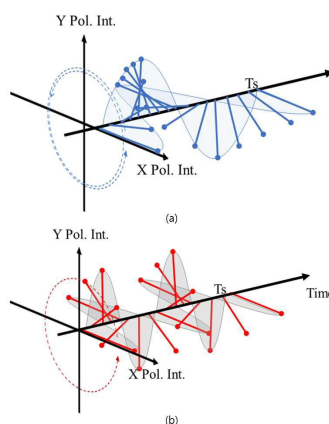
심사관 : 신상길

(54) 발명의 명칭 편광 세기 회전 주파수 천이를 이용한 광 송수신 장치 및 방법

## (57) 요약

본 발명은 송신 시에 광 세기 변조와 편광에 대한 주파수 천이 변조의 2가지 변조 방식을 함께 적용하여 변조를 수행함으로써 수신 시에 편광의 회전을 추적하거나 보상할 필요 없이 광 세기 및 편광의 주파수를 검출하여 복원함으로써, 전송량을 크게 향상시키고 구조를 간단하게 할 수 있어 저비용으로 구현이 가능한 광 송수신 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

## 대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

**H04B 10/532** (2020.08)

**H04B 10/556** (2013.01)

**H04B 10/69** (2013.01)

(72) 발명자

**박형준**

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 232호(신촌동)

**강수민**

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 232호(신촌동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2019-0-00685

과제번호 2019R1A2C3007934

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업

연구과제명 지능형 광액세스망을 위한 머신러닝 기반 다차원 광전송기술

연구(1/4)(2019.3.1~2023.2.28)

기 여 율 1/1

과제수행기관명 연세대학교 산학협력단

연구기간 2019.03.01 ~ 2020.02.29

공지예외적용 : 있음

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1 데이터에 응답하여 광 세기를 조절하여 광 세기 변조된 광을 출력하는 광 출력부;

상기 광 출력부에서 출력되는 광을 인가받아 서로 다른 기지정된 방향의 2개의 편광으로 분배하는 편광 분배부;

제2 데이터를 인가받아 주파수 천이(FSK) 기법에 따라 변환하여 제1 및 제2 주파수 신호를 획득하는 주파수 천이 변환부;

상기 제1 및 제2 주파수 신호에 응답하여, 상기 편광 분배부에서 분배된 2개의 편광 각각의 세기를 변조하여 2개의 변조 편광을 출력하는 편광 변조부; 및

상기 2개의 변조 편광을 결합하여 생성되는 송신 광 신호를 광 선로를 통해 전송하는 편광 결합부를 포함하는 광 송신 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2 주파수 신호는

상기 제2 데이터의 값에 따라 기지정된 서로 다른 주파수로 값이 가변되고, 상기 제1 및 제2 주파수 신호의 크기의 합은 항상 일정한 값을 갖는 광 송신 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제1 주파수 신호는 제2 데이터의 비트 값에 따라 제1 또는 제2 주파수를 갖는 사인 파형의 신호이고,

제2 주파수 신호는 제2 데이터의 비트 값에 따라 제1 또는 제2 주파수를 갖는 코사인 파형의 신호인 광 송신 장치.

#### 청구항 4

제2항에 있어서, 상기 편광 변조부는

상기 제1 주파수 신호에 응답하여, 2개의 편광 중 하나의 세기를 변조하여 제1 변조 편광을 출력하는 제1 편광 변조부; 및

상기 제2 주파수 신호에 응답하여, 2개의 편광 중 나머지의 세기를 변조하여 제2 변조 편광을 출력하는 제2 편광 변조부를 포함하는 광 송신 장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 광 송신 장치는

전송하고자 하는 데이터를 인가받아 기지정된 방식으로 상기 제1 데이터 및 상기 제2 데이터로 구분하여 출력하는 데이터 구분부를 더 포함하는 광 송신 장치.

#### 청구항 6

광 선로를 통해 전송된 수신 광 신호를 커플링하여 2개의 수신 광으로 분배하는 광 커플러;

상기 광 커플러에서 분배된 2개의 수신 광 중 하나를 인가받아 광 세기를 검출하여 제1 데이터를 복원하는 광 세기 검출부;

2개의 수신 광 중 나머지를 인가받아 서로 다른 기지정된 방향의 2개의 편광으로 분배하는 편광 분배부;

상기 2개의 편광 중 적어도 하나의 편광의 세기 변화를 검출하는 편광 검출부; 및

상기 편광 검출부에서 검출된 적어도 하나의 편광의 세기 변화로부터 편광 변화의 주파수를 분석하여, 제2 데이터를 복원하는 주파수 천이 복조부를 포함하는 광 수신 장치.

#### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 주파수 천이 복조부는

적어도 하나의 편광의 세기 변화로부터 편광 변화의 주파수가 기지정된 제1 주파수 또는 제2 주파수인지 판별하고, 판별된 주파수에 따라 상기 제2 데이터의 값을 판별하여 복원하는 광 수신 장치.

#### 청구항 8

제6항에 있어서, 상기 편광 검출부는

상기 2개의 편광 중 하나를 인가받아 편광의 세기 변화를 검출하여 제1 주파수 신호를 획득하는 제1 편광 검출부; 및

상기 2개의 편광 중 나머지를 인가받아 편광의 세기 변화를 검출하여 제2 주파수 신호를 획득하는 제2 편광 검출부를 포함하는 광 수신 장치.

#### 청구항 9

제8항에 있어서, 상기 주파수 천이 복조부는

상기 제1 및 제2 주파수 신호의 주파수를 각각 분석하고, 분석된 제1 및 제2 주파수 신호의 주파수에 따라 상기 제2 데이터의 값을 판별하여 복원하는 광 수신 장치.

#### 청구항 10

제6항에 있어서, 상기 광 수신 장치는

상기 제1 데이터 및 상기 제2 데이터를 인가받아 기지정된 방식으로 결합하여 데이터를 출력하는 데이터 복원부를 더 포함하는 광 수신 장치.

#### 청구항 11

제1 데이터에 응답하여 광 세기를 조절하여 광 세기 변조된 광을 출력하는 단계;

세기 변조된 광을 인가받아 서로 다른 기지정된 방향의 2개의 편광으로 분배하는 단계;

제2 데이터를 인가받아 주파수 천이(FSK) 기법에 따라 변환하여 제1 및 제2 주파수 신호를 획득하는 단계;

상기 제1 및 제2 주파수 신호에 응답하여, 분배된 2개의 편광 각각의 세기를 변조하여 2개의 변조 편광을 출력하는 단계; 및

상기 2개의 변조 편광을 결합하여 생성되는 송신 광 신호를 광 선로를 통해 전송하는 단계를 포함하는 광 송신 방법.

#### 청구항 12

제11항에 있어서, 상기 제1 및 제2 주파수 신호는

상기 제2 데이터의 값에 따라 기지정된 서로 다른 주파수로 값이 가변되고, 상기 제1 및 제2 주파수 신호의 크기의 합은 항상 일정한 값을 갖는 광 송신 방법.

#### 청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제1 주파수 신호는 제2 데이터의 비트 값에 따라 제1 또는 제2 주파수를 갖는 사인 파형의 신호이고,

제2 주파수 신호는 제2 데이터의 비트 값에 따라 제1 또는 제2 주파수를 갖는 코사인 파형의 신호인 광 송신 방법.

#### 청구항 14

제12항에 있어서, 상기 2개의 변조 편광을 출력하는 단계는

상기 제1 주파수 신호에 응답하여, 2개의 편광 중 하나의 세기를 변조하여 제1 변조 편광을 출력하는 단계; 및  
상기 제2 주파수 신호에 응답하여, 2개의 편광 중 나머지의 세기를 변조하여 제2 변조 편광을 출력하는 단계를 포함하는 광 송신 방법.

#### 청구항 15

제11항에 있어서, 상기 광 송신 방법은

전송하고자 하는 데이터를 인가받아 기지정된 방식으로 상기 제1 데이터 및 상기 제2 데이터로 구분하여 출력하는 단계를 더 포함하는 광 송신 방법.

#### 청구항 16

광 선로를 통해 전송된 수신 광 신호를 커플링하여 2개의 수신 광으로 분배하는 단계;

분배된 2개의 수신 광 중 하나를 인가받아 광 세기를 검출하여 제1 데이터를 복원하는 단계;

2개의 수신 광 중 나머지를 인가받아 서로 다른 기지정된 방향의 2개의 편광으로 분배하는 단계;

상기 2개의 편광 중 적어도 하나의 편광의 세기 변화를 검출하는 단계; 및

검출된 적어도 하나의 편광의 세기 변화로부터 편광 변화의 주파수를 분석하여, 제2 데이터를 복원하는 단계를 포함하는 광 수신 방법.

#### 청구항 17

제16항에 있어서, 상기 제2 데이터를 복원하는 단계는

적어도 하나의 편광의 세기 변화로부터 편광 변화의 주파수가 기지정된 제1 주파수 또는 제2 주파수인지 판별하는 단계; 및

판별된 주파수에 따라 상기 제2 데이터의 값을 판별하여 복원하는 단계를 포함하는 광 수신 방법.

#### 청구항 18

제16항에 있어서, 상기 편광의 세기 변화를 검출하는 단계는

상기 2개의 편광 중 하나를 인가받아 편광의 세기 변화를 검출하여 제1 주파수 신호를 획득하는 단계; 및

상기 2개의 편광 중 나머지를 인가받아 편광의 세기 변화를 검출하여 제2 주파수 신호를 획득하는 단계를 포함하는 광 수신 방법.

#### 청구항 19

제18항에 있어서, 상기 제2 데이터를 복원하는 단계는

상기 제1 및 제2 주파수 신호의 주파수를 각각 분석하는 단계;

분석된 제1 및 제2 주파수 신호의 주파수에 따라 상기 제2 데이터의 값을 판별하여 복원하는 단계를 포함하는 광 수신 방법.

#### 청구항 20

제16항에 있어서, 상기 광 수신 방법은

상기 제1 데이터 및 상기 제2 데이터를 인가받아 기지정된 방식으로 결합하여 데이터를 출력하는 단계를 더 포함하는 광 수신 방법.

#### 발명의 설명

## 기술분야

[0001] 본 발명은 광 송수신 장치 및 방법에 관한 것으로, 편광 세기 회전 주파수 천이를 이용한 광 송수신 장치 및 방법에 관한 것이다.

## 배경기술

[0002] 광 가입자망 시스템에서는 다양한 서비스 품질(Quality of Service, 이하 'QoS' 라 칭하기로 한다)을 가지는 서비스들을 사용자들에게 제공할 뿐 아니라 통합망 구축 등으로 인해 점차 트래픽이 증가하고 있다.

[0003] 이를 해결하기 위해 멀티캐리어 기반의 광전송 기술(Discrete Multi-Tone, Orthogonal Frequency Division Multiplexing 등), 코히어런트 광전송 기술, WDM(Wavelength Division Multiplexing), PDM(Polarization Division Multiplexing), OAM(Orbital Angular Momentum)과 같이 다양한 연구들이 활발하게 진행되고 있다.

[0004] 그러나 기존의 기법에서는 전송량 증가폭이 크지 못하거나, 복잡한 송수신단을 가져야 한다는 단점이 존재한다.

[0005] 도 1은 기존의 광전송 기술 중 PDM 방식으로 송수신되는 광 신호의 일 예를 나타낸다.

[0006] 도 1에서 (a)는 광 송신 장치에서 전송되는 송신 광 신호를 나타내고, (b)는 광 선로를 통해 광 수신 장치로 전송된 수신 광 신호를 나타낸다. PDM 방식에서는 도 1의 (a)에 도시된 바와 같이, 광을 X 편광과 Y 편광의 2개의 편광으로 분배하고, 분배된 2개의 편광을 개별적으로 변조하여 결합함으로써 송신 광 신호를 생성하여 전송한다. 즉 PDM 방식은 광을 2개의 편광으로 분배하여 개별적으로 변조할 수 있으므로, 2배의 전송량을 가질 수 있다. 그러나 광 선로를 통해 광 수신 장치로 전달되는 과정에서 광섬유의 불균질 특성, 외부 물리적인 압력/온도/진동/구부러짐 등으로 인해 PDM 신호의 편광상태(State of polarization: SOP)가 변화하게 된다. 즉 PDM 신호의 2개의 편광이 회전하는 편광 회전 현상(polarization rotation)이 발생하게 된다.

[0007] 따라서 광 수신 장치에는 도 1의 (b)에 도시된 바와 같이, 각 편광이 회전된 수신된다. 이에 광 수신 장치가 X 편광과 Y 편광의 편광 방향에 따라 신호를 검출하는 경우, 수신된 2개의 신호 사이의 상호 간섭으로 인해 열화가 발생하는 문제가 있다. 이러한 상호 간섭을 제거하기 위해, 기존에는 편광을 주기적으로 추적하여 보상을 수행한 후 편광 신호를 검출하였으며, 이로 인해, 편광의 회전을 추적하고 보상하기 위한 구성이 요구되어 광 송신 장치와 광 수신 장치의 구성이 복잡해지고 비용이 상승하는 요인으로 작용하는 문제가 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국 공개 특허 제10-2020-0007235호 (2020.01.02 공개)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 목적은 광 세기 변조와 편광 회전 주파수 천이 변조를 함께 이용함으로써, 전송량을 크게 증가시킬 수 있는 광 송수신 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

[0010] 본 발명의 다른 목적은 광 선로를 통해 전송되는 편광의 회전에 대한 추적 및 조정이 불필요하여 매우 간단한 송수신 구조를 가질 수 있는 광 송수신 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

### 과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 광 송신 장치는 제1 데이터에 응답하여 광 세기를 조절하여 광 세기 변조된 광을 출력하는 광 출력부; 상기 광 출력부에서 출력되는 광을 인가받아 서로 다른 기지정된 방향의 2개의 편광으로 분배하는 편광 분배부; 제2 데이터를 인가받아 주파수 천이(FSK) 기법에 따라 변환하여 제1 및 제2 주파수 신호를 획득하는 주파수 천이 변환부; 상기 제1 및 제2 주파수 신호에 응답하여, 상기 편광 분배부에서 분배된 2개의 편광 각각의 세기를 변조하여 2개의 변조 편광을 출력하는 편광 변조부; 및 상기 2개의 변조 편광을 결합하여 생성되는 송신 광 신호를 광 선로를 통해 전송하는 편광 결합부를 포함한다.

- [0012] 상기 제1 및 제2 주파수 신호는 상기 제2 데이터의 값에 따라 기지정된 서로 다른 주파수로 값이 가변되고, 상기 제1 및 제2 주파수 신호의 크기의 합은 항상 일정한 값을 가질 수 있다.
- [0013] 상기 제1 주파수 신호는 제2 데이터의 비트 값에 따라 제1 또는 제2 주파수를 갖는 사인 파형의 신호이고, 제2 주파수 신호는 제2 데이터의 비트 값에 따라 제1 또는 제2 주파수를 갖는 코사인 파형의 신호일 수 있다.
- [0014] 상기 편광 변조부는 상기 제1 주파수 신호에 응답하여, 2개의 편광 중 하나의 세기를 변조하여 제1 변조 편광을 출력하는 제1 편광 변조부; 및 상기 제2 주파수 신호에 응답하여, 2개의 편광 중 나머지의 세기를 변조하여 제2 변조 편광을 출력하는 제2 편광 변조부를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 광 수신 장치는 광 선로를 통해 전송된 수신 광 신호를 커플링하여 2개의 수신 광으로 분배하는 광 커플러; 상기 광 커플러에서 분배된 2개의 수신 광 중 하나를 인가받아 광 세기를 검출하여 제1 데이터를 복원하는 광 세기 검출부; 2개의 수신 광 중 나머지를 인가받아 서로 다른 기지정된 방향의 2개의 편광으로 분배하는 편광 분배부; 상기 2개의 편광 중 적어도 하나의 편광의 세기 변화를 검출하는 편광 검출부; 및 상기 편광 검출부에서 검출된 적어도 하나의 편광의 세기 변화로부터 편광 변화의 주파수를 분석하여, 제2 데이터를 복원하는 주파수 천이 복조부를 포함한다.
- [0016] 상기 주파수 천이 복조부는 적어도 하나의 편광의 세기 변화로부터 편광 변화의 주파수가 기지정된 제1 주파수 또는 제2 주파수인지 판별하고, 판별된 주파수에 따라 상기 제2 데이터의 값을 판별하여 복원할 수 있다.
- [0017] 상기 편광 검출부는 상기 2개의 편광 중 하나를 인가받아 편광의 세기 변화를 검출하여 제1 주파수 신호를 획득하는 제1 편광 검출부; 및 상기 2개의 편광 중 나머지를 인가받아 편광의 세기 변화를 검출하여 제2 주파수 신호를 획득하는 제2 편광 검출부를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 주파수 천이 복조부는 상기 제1 및 제2 주파수 신호의 주파수를 각각 분석하고, 분석된 제1 및 제2 주파수 신호의 주파수에 따라 상기 제2 데이터의 값을 판별하여 복원할 수 있다.
- [0019] 상기 또 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 광 송신 방법은 제1 데이터에 응답하여 광 세기를 조절하여 광 세기 변조된 광을 출력하는 단계; 세기 변조된 광을 인가받아 서로 다른 기지정된 방향의 2개의 편광으로 분배하는 단계; 제2 데이터를 인가받아 주파수 천이(FSK) 기법에 따라 변환하여 제1 및 제2 주파수 신호를 획득하는 단계; 상기 제1 및 제2 주파수 신호에 응답하여, 분배된 2개의 편광 각각의 세기를 변조하여 2개의 변조 편광을 출력하는 단계; 및 상기 2개의 변조 편광을 결합하여 생성되는 송신 광 신호를 광 선로를 통해 전송하는 단계를 포함한다.
- [0020] 상기 또 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 광 수신 방법은 광 선로를 통해 전송된 수신 광 신호를 커플링하여 2개의 수신 광으로 분배하는 단계; 분배된 2개의 수신 광 중 하나를 인가받아 광 세기를 검출하여 제1 데이터를 복원하는 단계; 2개의 수신 광 중 나머지를 인가받아 서로 다른 기지정된 방향의 2개의 편광으로 분배하는 단계; 상기 2개의 편광 중 적어도 하나의 편광의 세기 변화를 검출하는 단계; 및 검출된 적어도 하나의 편광의 세기 변화로부터 편광 변화의 주파수를 분석하여, 제2 데이터를 복원하는 단계를 포함한다.

### 발명의 효과

- [0021] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 광 송수신 장치 및 방법은 송신 시에 서로 독립적인 광 세기 변조와 주파수 천이 변조의 2가지 변조 방식을 함께 적용하여 변조를 수행함으로써 전송량을 크게 향상시킬 수 있다. 또한 광 세기 변조와 주파수 천이 변조를 이용함에 따라 광 선로를 통해 전송되는 동안 발생하는 편광 회전을 추적하고 보상할 필요가 없으므로, 광 송수신 장치의 구조를 간단하게 할 수 있어 저비용으로 구현이 가능하다.

### 도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 기존의 광전송 기술 중 PDM 방식으로 송수신되는 광 신호의 일 예를 나타낸다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 송신 장치의 개략적 구조를 나타낸다.
- 도 3은 주파수 천이 기법에 따라 변조된 편광 신호의 변화를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 도 2의 광 송신 장치에서 전송되는 송신 광 신호의 파형의 일 예를 나타낸다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 수신 장치의 개략적 구조를 나타낸다.

도 6은 도 5의 광 수신 장치로 전송되는 수신 광 신호의 파형의 일예를 나타낸다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 송수신 방법을 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.
- [0024] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.
- [0025] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0026] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 송신 장치의 개략적 구조를 나타내고, 도 3은 주파수 천이 기법에 따라 변조된 편광 신호의 변화를 설명하기 위한 도면이며, 도 4는 도 2의 광 송신 장치에서 전송되는 송신 광 신호의 파형의 일예를 나타낸다.
- [0027] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 본 실시예에 따른 광 송신 장치(100)는 데이터 구분부(110), 광 출력부(120), 주파수 천이 변환부(130), 편광 분배부(140), 편광 변조부(150) 및 편광 결합부(160)를 포함할 수 있다.
- [0028] 데이터 구분부(110)는 전송하고자 하는 데이터(D)를 인가받아 제1 데이터(d1)와 제2 데이터(d2)로 구분한다. 그리고 구분된 제1 데이터(d1)를 광 출력부(120)로 전달하고, 제2 데이터(d2)는 주파수 천이 변환부(130)로 전달한다. 다만 전송하고자 하는 데이터가 이미 구분되어 전달되는 경우, 데이터 구분부(110)는 생략될 수 있다.
- [0029] 광 출력부(120)는 제1 데이터(d1)를 인가받고, 인가된 제1 데이터(d1)에 따라 광의 세기를 조절하여 출력한다. 즉 광 출력부(120)는 제1 데이터(d1)에 응답하여 세기 변조(Intensity Modulation: IM)된 광을 출력한다. 광 출력부(120)는 광원으로서 광의 세기를 조절하여 출력할 수 있는 각종 소자로 구현될 수 있으며, 일 예로 레이저 다이오드(Laser diode)로 구현될 수 있다.
- [0030] 주파수 천이 변환부(130)는 제2 데이터(d2)를 인가받고, 인가된 제2 데이터(d2)를 주파수 천이(Frequency shift keying: 이하 FSK) 기법에 따라 변환하여, 제1 주파수 신호(sin)와 제2 주파수 신호(cos)를 출력한다. 여기서 제1 주파수 신호(sin)와 제2 주파수 신호(cos)는 제2 데이터의 비트 값에 따라 기지정된 서로 다른 주파수로 값이 가변되는 신호이며, 제1 주파수 신호(sin)와 제2 주파수 신호(cos)의 값의 합은 항상 일정한 신호이다. 일 예로 제1 주파수 신호(sin)는 제2 데이터의 비트 값에 따라 제1 또는 제2 주파수를 갖는 사인 파형의 신호이고, 제2 주파수 신호(cos)는 제2 데이터의 비트 값에 따라 제1 또는 제2 주파수를 갖는 코사인 파형의 신호일 수 있다.
- [0031] 편광 분배부(140)는 광 출력부(120)에서 세기 변조된 광을 인가받고, 인가된 광을 전기장 벡터(또는 자기장 벡터)의 진동 방향이 지정된 방향으로 고정된 다수개의 편광으로 분리한다. 설명의 편의를 위하여 본 실시예에서는 편광 분배부(140)가 인가된 광을 2개의 편광으로 분리하고, 분리된 각 편광의 전기장 벡터(또는 자기장 벡터)는 서로 수직(90도)인 방향으로 고정되는 것으로 가정한다. 그리고 이때, 2개의 편광 중 하나는 X축 방향의 X 편광(X)이고, 나머지 하나는 X 편광(X)과 수직인 Y축 방향의 Y 편광(Y)으로 분배되는 것으로 가정한다.
- [0032] 편광 변조부(150)는 편광 분배부(140)에서 분배된 편광(X, Y)을 인가받고, 인가된 편광(X, Y) 각각을 주파수 천이 변환부(130)에서 변환된 제1 주파수 신호(sin)와 제2 주파수 신호(cos) 중 대응하는 신호에 따라 변조하여 변조된 편광(Xt, Yt)을 출력한다.
- [0033] 편광 변조부(150)는 제1 편광 변조부(151)와 제2 편광 변조부(152)를 포함할 수 있다. 제1 편광 변조부(151)는 분배된 편광(X, Y) 중 X 편광(X)을 인가받고, 제1 주파수 신호(sin)에 응답하여 X 편광(X)을 변조하여, 변조 X 편광(Xt)을 출력한다. 그리고 제2 편광 변조부(152)는 분배된 편광(X, Y) 중 Y 편광(Y)을 인가받고, 제2 주파수 신호(cos)에 응답하여 Y 편광(Y)을 변조하여, 변조 Y 편광(Yt)을 출력한다.

- [0034] 여기서 주파수 천이 변환부(130)가 제2 데이터(d2)를 FSK 기법에 따라 제1 주파수 신호(sin)와 제2 주파수 신호(cos)로 변환하고, 편광 변조부(150)가 제1 및 제2 주파수 신호(sin, cos)에 응답하여, 2개의 편광을 변조하여 출력하는 것은 광 출력부(120)에서 제1 데이터(d1)에 따라 세기 변조된 광 세기의 변화없이 제2 데이터(d2)가 편광에 포함되어 전송될 수 있도록 하기 위함이다.
- [0035] 즉 FSK 기법에 따라 변환되는 제1 주파수 신호(sin)와 제2 주파수 신호(cos)의 합은 항상 일정하기 때문에, 제1 및 제2 주파수 신호(sin, cos)에 응답하여, 편광을 변조하는 경우, 도 3에 도시된 바와 같이, 각 편광( $X_t$ ,  $Y_t$ )의 세기는 변화하지만, 2개의 편광( $X_t$ ,  $Y_t$ )의 세기 합은 제1 및 제2 주파수 신호(sin, cos)와 마찬가지로 일정하게 된다. 이는 제1 주파수 신호(sin)와 제2 주파수 신호(cos)에 따라 변조된 편광( $X_t$ ,  $Y_t$ )의 전체 광 세기가 균일하므로, 제1 데이터(d1)에 따라 세기 변조된 광 세기에 영향을 미치지 않는다는 것을 의미한다. 즉 제2 데이터(d2)에 따른 광 세기와 제2 데이터(d2)에 따른 편광 세기가 독립적으로 변조될 수 있음을 의미한다.
- [0036] 편광 변조부(150)는 도 4에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 주파수 신호(sin, cos)에 각각 응답하여 대응하는 편광( $X$ ,  $Y$ )의 세기를 조절하여 변조함으로써, 변조된 편광( $X_t$ ,  $Y_t$ )의 세기 변화의 주파수를 조절할 수 있으며, 변조된 광을 수신하는 광 수신 장치가 수신된 편광의 주파수의 변화를 분석하여 제2 데이터(d2)를 복구할 수 있다는 것을 나타낸다.
- [0037] 한편 편광 결합부(160)는 편광 변조부(150)의 제1 및 제2 편광 변조부(151, 152) 각각에서 변조된 2개의 편광( $X_t$ ,  $Y_t$ )을 결합하여 송신 광 신호를 생성하고, 생성된 송신 광 신호를 광 섬유로 구현되는 광 선로(미도시)를 통해, 광 수신 장치로 전송한다.
- [0038] 결과적으로 도 2에 도시된 광 송신 장치(100)는 광 세기 변조와 편광 주파수 변조의 2가지 변조 방식을 적용하여 데이터를 전송하므로, PDM 기법과 마찬가지로 2배의 전송량으로 데이터를 전송할 수 있다.
- [0039] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 수신 장치의 개략적 구조를 나타내고, 도 6은 도 5의 광 수신 장치로 전송되는 수신 광 신호의 파형의 일예를 나타낸다.
- [0040] 도 5를 참조하면, 본 실시예에 따른 광 수신 장치(200)는 광 커플러(210), 광 세기 검출부(220), 편광 분배부(230), 편광 검출부(240), 주파수 천이 복조부(250) 및 데이터 복원부(260)를 포함할 수 있다.
- [0041] 광 커플러(210)는 도 2의 광 송신 장치(100)에서 광 선로(미도시)를 통해 전송된 수신 광 신호를 인가받고 커플링하여 2개의 광으로 분배하여 출력한다. 여기서 광 커플러(210)는 인가된 수신 광 신호를 동일한 세기의 2개의 수신 광으로 분배하여 출력할 수 있다.
- [0042] 광 세기 검출부(220)는 광 커플러(210)에서 분배된 2개의 수신 광 중 하나를 인가받고, 인가된 수신 광의 세기 변화를 검출하여 제1 데이터(d1)를 획득한다. 상기한 바와 같이, 도 2에 도시된 본 실시예에 따른 광 송신 장치(100)는 제1 데이터(d1)에 따라 광 세기 변조하여 송신 광 신호를 전송하였으므로, 광 세기 검출부(220)는 수신 광 신호에서 분배된 수신 광의 세기 변화를 검출하여 제1 데이터(d1)를 획득할 수 있다.
- [0043] 비록 광 송신 장치(100)에서 전송된 송신 광 신호가 광 선로를 통해 전송되는 동안, 광섬유의 복굴절 특성, 외부 물리적인 압력/온도/진동/구부러짐 등으로 인해 수신 광 신호의 편광 방향이 회전될 수 있으나, 도 6에 도시된 바와 같이, 편광 방향의 변화는 편광 세기의 합으로 나타나는 수신 광 신호의 광 세기 변화와는 별개이므로, 광 세기 검출부(220)는 수신 광의 세기 변화로부터 용이하게 제1 데이터(d1)를 복원할 수 있다.
- [0044] 한편, 편광 분배부(230)는 광 커플러(210)에서 분배된 2개의 수신 광 중 하나를 인가받아 기지정된 X축 방향의 X 편광과 Y축 방향의 Y 편광으로 분배한다. 그리고 분배된 X 편광과 Y 편광을 편광 검출부(240)로 전달한다.
- [0045] 편광 검출부(240)는 편광 분배부(230)에서 X 편광과 Y 편광을 인가받고, 인가된 X 편광과 Y 편광에서 각각의 세기를 검출하여 제1 및 제2 주파수 신호(sin, cos)를 획득한다.
- [0046] 편광 검출부(240)는 편광 분배부(230)에서 분배된 X 편광과 Y 편광 중 X 편광을 인가받아 제1 주파수 신호(sin)를 검출하는 제1 편광 검출부(241)와 Y 편광을 인가받아 제2 주파수 신호(cos)를 검출하는 제2 편광 검출부(242)를 포함할 수 있다.
- [0047] 주파수 천이 복조부(250)는 편광 검출부(240)에서 검출된 제1 및 제2 주파수 신호(sin, cos) 중 적어도 하나의 변화하는 주파수를 분석하여 제2 데이터(d2)를 획득한다.
- [0048] 비록 도 2에 도시된 광 송신 장치(100)에서 편광 변조부(150)는 제1 및 제2 주파수 신호(sin, cos)에 따라 X 편광과 Y 편광을 모두 주파수 천이 변조하여 출력하였으나, 이는 상기한 바와 같이, 변조된 편광( $X_t$ ,  $Y_t$ )의 세기

의 합이 균일하도록 하여 제1 데이터(d1)에 따라 광 세기 변조된 광의 세기가 변경되지 않도록 하기 위함이다. 따라서 도 6에 나타난 바와 같이, X 편광과 Y 편광 중 하나의 세기 변화만으로도 편광의 주파수를 분석할 수 있으며, 분석된 편광의 주파수로부터 제2 데이터(d2)를 복원할 수 있으므로, 주파수 천이 복조부(250)는 제1 및 제2 주파수 신호(sin, cos) 중 적어도 하나의 주파수를 분석하여도 제2 데이터(d2)를 획득할 수 있다.

[0049] 만일 주파수 천이 복조부(250)가 제1 및 제2 주파수 신호(sin, cos) 중 하나의 주파수만을 분석하여 제2 데이터(d2)를 획득하도록 구성된 경우, 편광 검출부(240)는 하나의 편광 검출부만으로 구성될 수도 있다. 일 예로, 주파수 천이 복조부(250)가 제1 주파수 신호(sin)의 주파수만을 분석하여 제2 데이터(d2)를 획득하는 경우, 편광 검출부(240)는 X 편광을 인가받아 제1 주파수 신호(sin)를 검출하는 제1 편광 검출부(241)만을 포함할 수도 있다.

[0050] 다만 송신 광 신호가 광 선로를 통해 전송되는 동안 편광의 회전으로 인해 발생하는 상호 간섭 등의 영향으로 하나의 편광의 세기 변화만으로는 정확한 주파수를 판별할 수 없는 경우도 발생할 수 있다. 따라서 여기서는 편광 검출부(240)가 제1 및 제2 편광 검출부(241, 242)를 포함하고, 주파수 천이 복조부(250)는 제1 및 제2 주파수 신호(sin, cos) 각각의 주파수를 분석하여 제2 데이터(d2)를 획득하는 것으로 가정한다.

[0051] 한편, 데이터 복원부(260)는 광 세기 검출부(220)에서 획득된 제1 데이터(d1)와 주파수 천이 복조부(250)에서 획득된 제2 데이터(d2)를 인가받아 데이터(D)를 복원하여 출력한다. 그러나 만일 광 송신 장치(100)에 데이터 구분부(110)가 생략되어 이미 구분된 제1 및 제2 데이터(d1, d2)를 전송하도록 구성된 경우, 데이터 복원부(260) 또한 생략될 수 있다.

[0052] 결과적으로 본 실시예에 따른 광 수신 장치(200)는 송신 광 신호가 광 선로를 통해 전송된 수신 광 신호에 편광 상태(SOP)의 변화가 발생되어도, 편광 상태(SOP)의 변화를 추적하고 복원할 필요없이, 광 세기 변화로부터 제1 데이터(d1)를 복원하고, 수신 광 신호에 포함된 편광의 주파수 변화로부터 제2 데이터(d2)를 용이하게 복원할 수 있다. 따라서 간단한 구조를 갖고 저비용으로 제조될 수 있으며, 증가된 전송량으로 전송된 데이터를 정확하게 획득할 수 있다.

[0053] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 광 송수신 방법을 나타낸다.

[0054] 도 7을 참조하면, 본 실시예에 따른 광 송수신 방법은 광 송신 단계(S10)와 광 수신 단계(S20)를 포함한다.

[0055] 광 송신 단계(S10)에서는 우선 전송하고자 하는 제1 및 제2 데이터(d1, d2)를 획득한다(S11). 여기서 제1 및 제2 데이터(d1, d2)는 개별적으로 인가된 별도의 데이터일 수도 있으며, 전송하고자 하는 데이터(D)를 기지정된 방식으로 구분한 데이터일 수도 있다. 제1 및 제2 데이터(d1, d2)가 획득되면, 획득된 제1 및 제2 데이터(d1, d2) 중 제1 데이터(d1)에 응답하여, 광 세기를 조절하여 광 세기 변조된 광을 출력한다(S12). 그리고 세기 변조된 광을 서로 다른 기지정된 방향의 2개의 편광(X, Y)으로 분배한다(S13).

[0056] 한편, 제2 데이터(d2)를 주파수 천이(FSK) 기법에 따라 변환하여, 제1 주파수 신호(sin)와 제2 주파수 신호(cos)를 획득한다(S14). 제1 및 제2 주파수 신호(sin, cos)가 획득되면, 제1 및 제2 주파수 신호(sin, cos)에 따라 2개의 편광(X, Y)을 각각을 변조하여, 각 편광의 세기가 제1 및 제2 주파수 신호(sin, cos)에 따라 지정되는 주파수로 변화하는 2개의 변조 편광(Xt, Yt)을 출력한다(S15). 그리고 2개의 변조 편광(Xt, Yt)을 결합하여 송신 광 신호를 획득하고, 획득된 송신 광 신호를 광 선로를 통해 전송한다.

[0057] 광 수신 단계(S20)에서는 먼저 광 선로를 통해 전송된 수신 광 신호를 인가받아 커플링하여 2개의 수신 광으로 분배한다(S21). 그리고 분배된 2개의 수신 광 중 하나의 세기를 검출하여 제1 데이터(d1)를 복원한다(S22). 한편, 분배된 2개의 수신 광 중 나머지를 2개의 편광으로 편광 분배한다(S23). 이때 수신 광을 기지정된 X축 방향의 X 편광과 Y축 방향의 Y 편광으로 분배할 수 있다. 2개의 편광으로 분배되면, 2개의 편광 중 적어도 하나의 편광의 세기를 검출하여 제1 또는 제2 주파수 신호(sin, cos) 중 적어도 하나를 획득한다(S24). 그리고 획득된 제1 또는 제2 주파수 신호(sin, cos) 중 적어도 하나의 편광 세기 변화에 따른 주파수를 분석하여, 주파수 천이 변환된 제2 데이터(d2)를 복조한다(S25).

[0058] 제1 데이터(d1)와 제2 데이터(d2)가 획득되면, 획득된 제1 데이터(d1)와 제2 데이터(d2)를 그대로 출력하거나, 기지정된 방식으로 결합하여 데이터(D)를 출력한다(S26).

[0059] 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행시키기 위한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 여기서 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 또한 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는

기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함하며, ROM(판독 전용 메모리), RAM(랜덤 액세스 메모리), CD(컴팩트 디스크)-ROM, DVD(디지털 비디오 디스크)-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등을 포함할 수 있다.

[0060] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

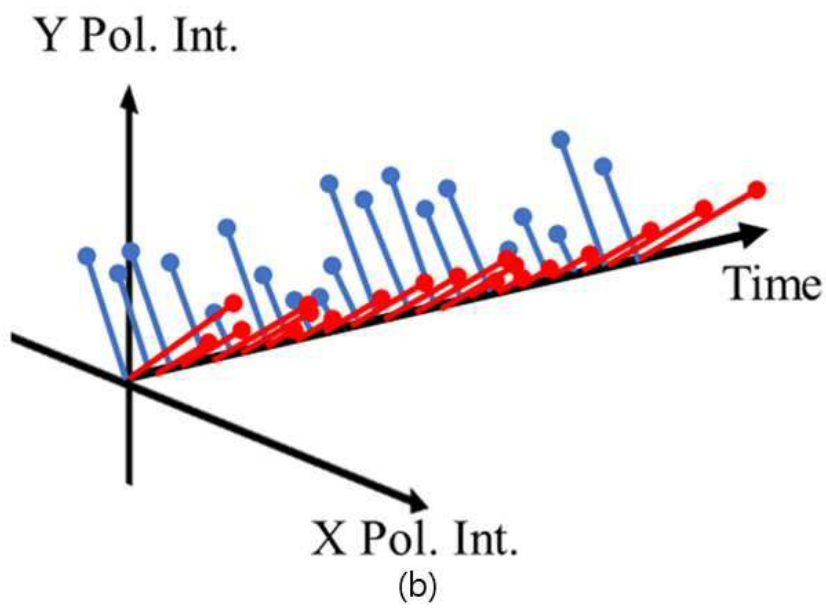
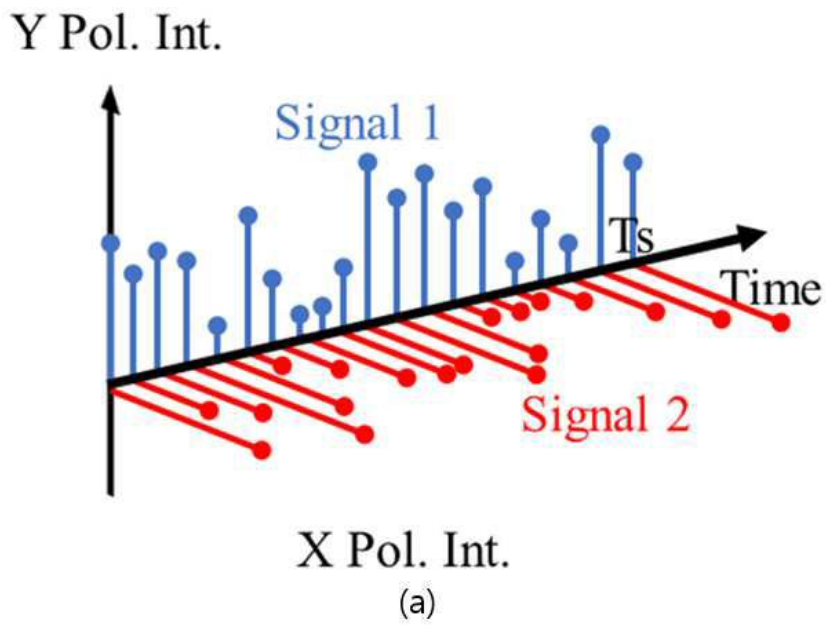
[0061] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

## 부호의 설명

[0062]	100: 광 송신 장치	100: 데이터 구분부
	120: 광 출력부	130: 주파수 천이 변환부
	140: 편광 분배부	150: 편광 변조부
	151: 제1 편광 변조부	152: 제2 편광 변조부
	160: 편광 결합부	200: 광 수신 장치
	210: 광 커플러	220: 광 세기 검출부
	230: 편광 분배부	240: 편광 검출부
	241: 제1 편광 검출부	242: 제2 편광 검출부
	250: 주파수 천이 복조부	260: 데이터 복원부

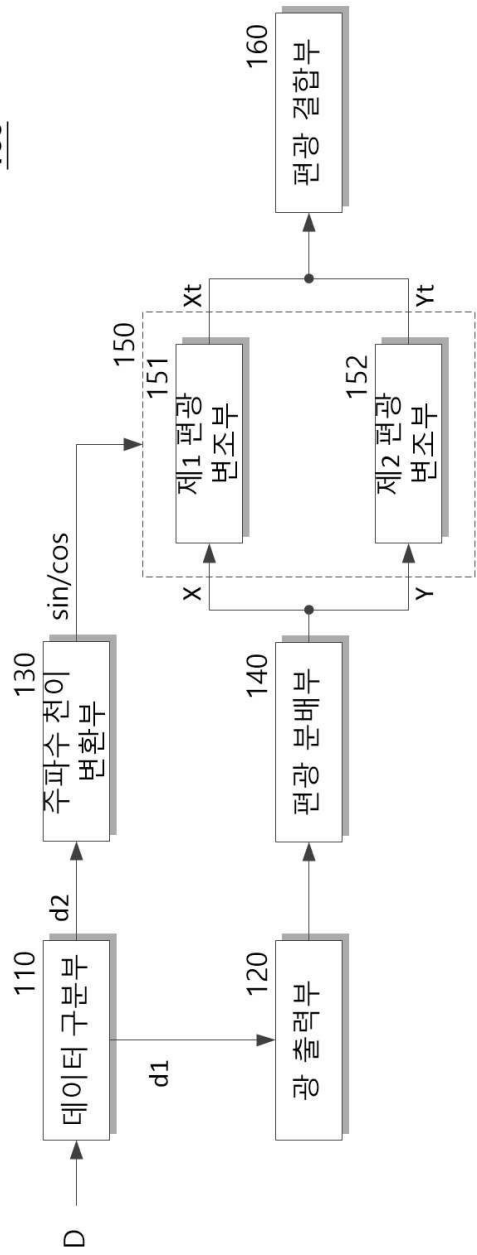
도면

도면1

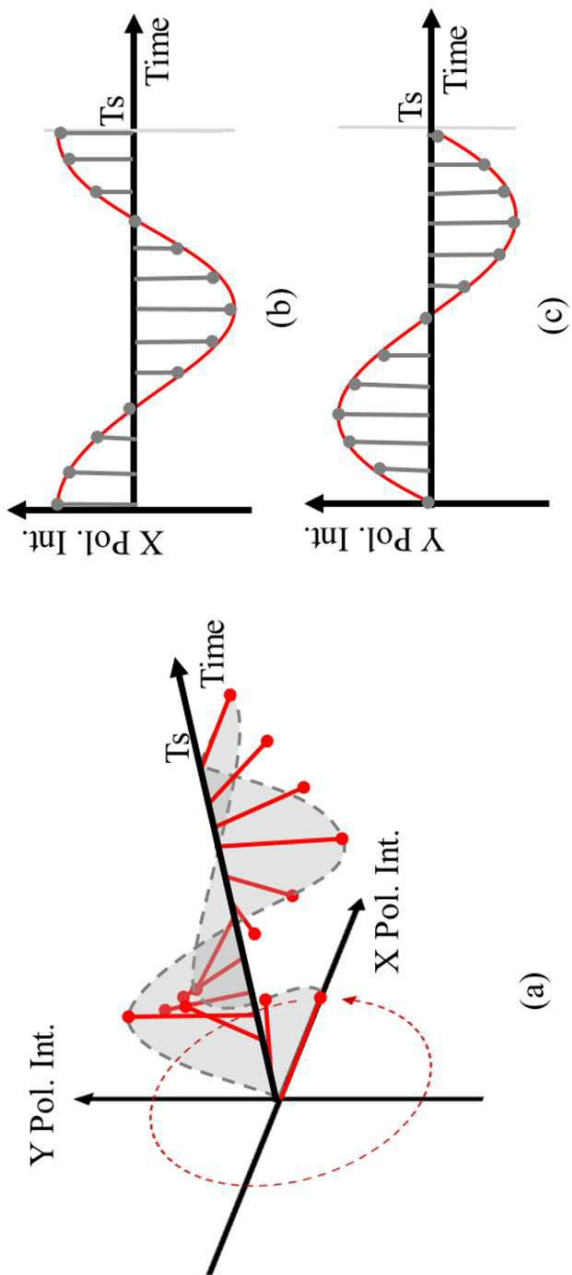


도면2

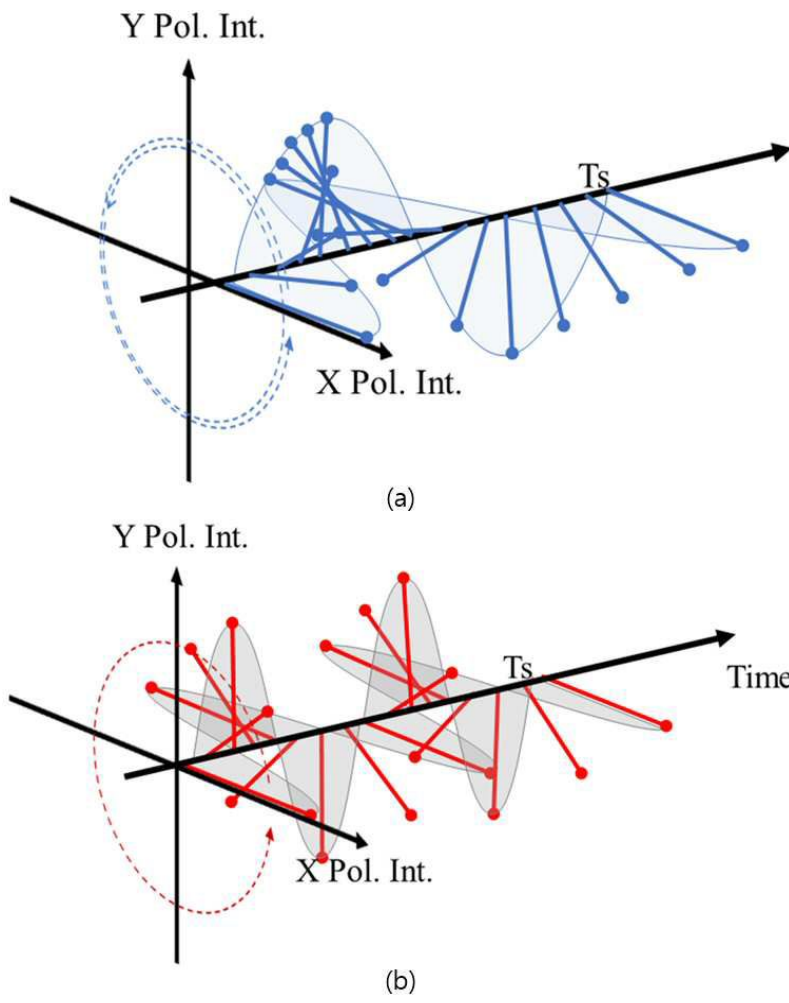
100



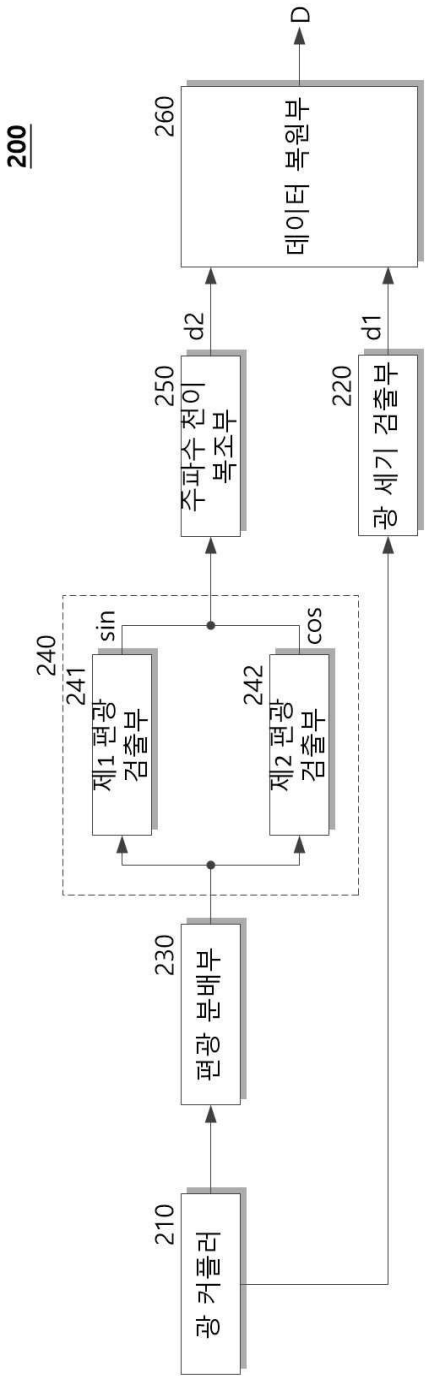
도면3



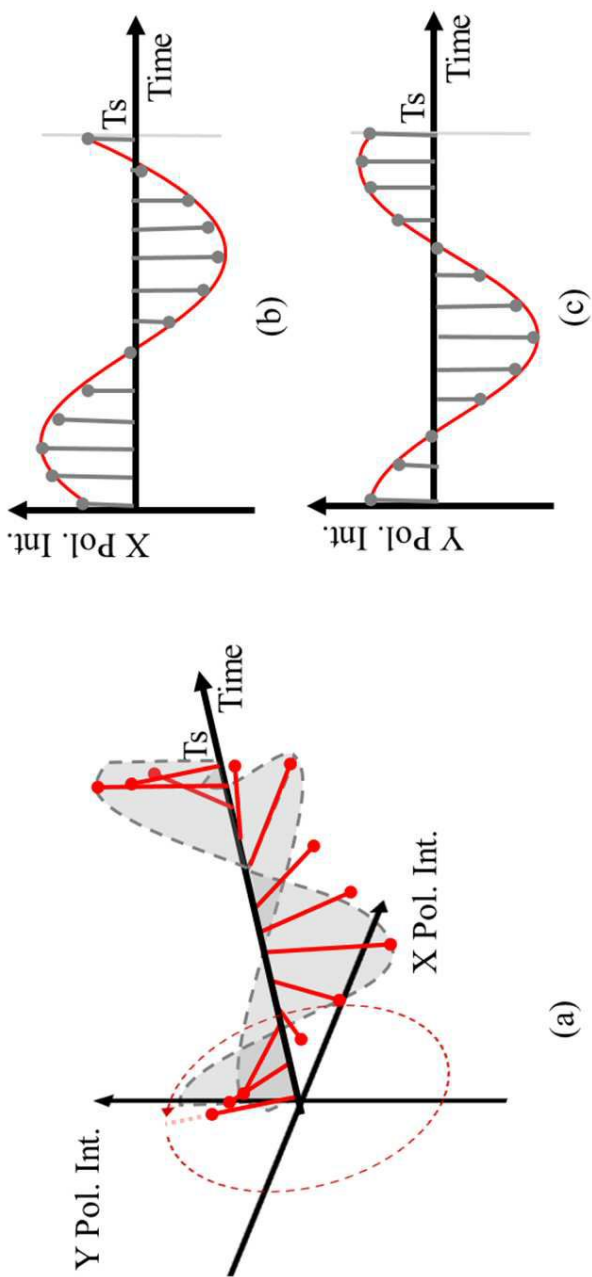
도면4



도면5



도면6



도면7

