

특허증

CERTIFICATE OF PATENT



특허

Patent Number

제 10-1813784 호

출원번호

Application Number

제 10-2016-0014420 호

출원일

Filing Date

2016년 02월 04일

등록일

Registration Date

2017년 12월 22일

발명의 명칭 Title of the Invention

데이터 신호의 진폭을 이용한 광 변조기의 바이어스 제어 장치 및 방법

특허권자 Patentee

연세대학교 산학협력단(274171-*****)

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

발명자 Inventor

등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



특허청

Korean Intellectual
Property Office

2017년 12월 22일

특허청장

COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

성 윤 보

등 록 사 항

특 허

Patent Number

등록 제 10-1813784 호

발명자 Inventors

최우영

김민형



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0093008
(43) 공개일자 2017년08월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 10/50 (2013.01) H04B 10/54 (2013.01)
H04B 10/588 (2013.01)
(52) CPC특허분류
H04B 10/5057 (2013.01)
H04B 10/541 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0014420
(22) 출원일자 2016년02월04일
심사청구일자 2016년02월04일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대
학교)
(72) 발명자
최우영
김민형

(74) 대리인
김연권

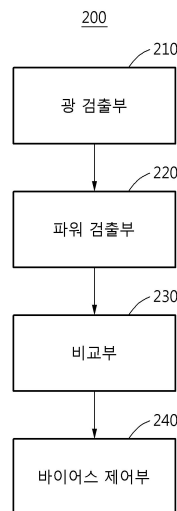
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 데이터 신호의 진폭을 이용한 광 변조기의 바이어스 제어 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 바이어스 제어에 있어, 파일럿 톤(pilot tone)을 사용하지 않고 IC로 집적할 수 있도록 하는 기술로서, 일측에 따르면, 컴퓨터에 의해 적어도 일시적으로 구현되는 바이어스 제어 장치는 광 변조기로부터의 출력 중에서 적어도 일부의 데이터를 전기 신호로 변환하는 광 검출부, 상기 변환된 데이터에 대한 진폭의 실효 출력(RMS, Root Mean Square) 값을 출력전압(V_{RMS})으로 변환하여 출력하는 파워 검출부, 상기 출력되는 출력전압(V_{RMS})을 트랙 홀드 회로의 트랙 홀드값(V_{TH})을 비교하는 비교부, 및 상기 비교 결과에 따라 바이어스 전압이 최적 전압으로부터 기 설정된 범위 이내의 전압을 유지하도록 제어하는 바이어스 제어부를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H04B 10/588 (2013.01)

H04B 2210/08 (2013.01)

H04B 2210/25 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

광 변조기로부터의 출력 중에서 적어도 일부의 데이터를 전기 신호로 변환하는 광 검출부;
 상기 변환된 데이터에 대한 진폭의 실효 출력(RMS, Root Mean Square) 값을 출력전압(V_{RMS})으로 변환하여 출력하는 파워 검출부;
 상기 출력되는 출력전압(V_{RMS})과 기 저장된 트랙 홀드값($V_{T/H}$)을 비교하는 비교부; 및
 상기 비교 결과에 따라 바이어스 전압이 최적 전압으로부터 기 설정된 범위 이내의 전압을 유지하도록 제어하는 바이어스 제어부
 를 포함하는 바이어스 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 바이어스 제어부는,
 상기 비교 결과에 따라 바이어스 전압의 업 또는 다운을 제어하는 카운터를 출력하는 디지털 제어부;
 상기 출력되는 카운터를 아날로그 형태로 변환하는 디지털 아날로그 변환부
 를 포함하고,
 상기 광 변조기는 상기 아날로그로 변환된 카운터를 입력 받아 바이어스 제어하는 바이어스 제어 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
 트랙 홀드 회로를 더 포함하고,
 상기 트랙 홀드 회로는 클럭 신호에 따라 주기적으로 트랙과 홀드를 주기적으로 반복하는 신호를 출력하는 바이어스 제어 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 트랙 홀드 회로는 출력전압(V_{RMS})을 한 주기 동안 일시적으로 저장하도록 제어하는 바이어스 제어 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,
 상기 비교부는,
 상기 출력전압(V_{RMS})과 상기 트랙 홀드 회로의 홀드 상태의 상기 트랙 홀드값($V_{T/H}$)을 비교하는 바이어스 제어 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 비교부는,
 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 반 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이상인지 여부에 따라 카운터의 업다운을 결정하
 는
 바이어스 제어 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,
 상기 비교부는,
 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 반 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이상인 경우 상기 카운터의 업다운의 방향을 유
 지하도록 결정하는
 바이어스 제어 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,
 상기 비교부는,
 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 반 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이하인 경우 상기 카운터의 업다운의 방향을 전
 환하도록 결정하는
 바이어스 제어 장치.

청구항 9

컴퓨터에 의해 적어도 일시적으로 구현되는 바이어스 제어 장치의 동작 방법에 있어서,
 광 변조기로부터의 출력 중에서 적어도 일부의 데이터를 전기 신호로 변환하는 단계;
 상기 변환된 데이터에 대한 진폭의 실효 출력(RMS, Root Mean Square) 값을 출력전압(V_{RMS})으로 변환하여 출력하
 는 단계;
 상기 출력되는 출력전압(V_{RMS})과 기 저장된 트랙 홀드값($V_{T/H}$)을 비교하는 단계; 및
 상기 비교 결과에 따라 바이어스 전압이 최적 전압으로부터 기 설정된 범위 이내의 전압을 유지하도록 제어하는
 단계
 를 포함하는 바이어스 제어 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,
 상기 제어하는 단계는,
 상기 비교 결과에 따라 바이어스 전압의 업 또는 다운을 제어하는 카운터를 출력하는 단계; 및
 상기 출력되는 카운터를 아날로그 형태로 변환하는 단계
 를 포함하고,
 상기 광 변조기는 상기 아날로그로 변환된 카운터를 입력 받아 바이어스 제어하는 바이어스 제어 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

클럭 신호에 따라 주기적으로 트랙과 홀드를 주기적으로 반복하는 신호를 출력하는 단계; 및
 상기 반복적으로 출력되는 신호에 기초하여, 상기 출력전압(V_{RMS})을 한 주기 동안 일시적으로 저장하도록 제어하
 는 단계
 를 더 포함하는 바이어스 제어 방법.

청구항 12

제9항에 있어서,
 상기 비교하는 단계는,
 상기 출력전압(V_{RMS})과 트랙 홀드 회로의 홀드 상태의 상기 트랙 홀드값($V_{T/H}$)을 비교하는 단계
 를 포함하는 바이어스 제어 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,
 상기 비교하는 단계는,
 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 반 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이상인지 여부에 따라 카운터의 업다운을 결정하
 는 단계; 및
 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 반 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이상인 경우 상기 카운터의 업다운의 방향을 유
 지하도록 결정하고, 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이하인 경우 상기 카운터의 업
 다운의 방향을 전환하도록 결정하는 단계
 를 포함하는 바이어스 제어 방법.

청구항 14

컴퓨터에 의해 적어도 일시적으로 구현되는 바이어스 제어 장치의 프로그램에 있어서,
 광 변조기로부터의 출력 중에서 적어도 일부의 데이터를 전기 신호로 변환하는 명령어 세트;
 상기 변환된 데이터에 대한 진폭의 실효 출력(RMS, Root Mean Square) 값을 출력전압(V_{RMS})으로 변환하여 출력하
 는 명령어 세트;
 상기 출력되는 출력전압(V_{RMS})과 트랙 홀드 회로의 트랙 홀드값($V_{T/H}$)을 비교하는 명령어 세트; 및
 상기 비교 결과에 따라 바이어스 전압이 최적 전압으로부터 기 설정된 범위 이내의 전압을 유지하도록 제어하는
 명령어 세트
 를 포함하는 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 바이어스 제어에 있어, 파일럿 톤(pilot tone)을 사용하지 않고 IC로 집적할 수 있도록 하는 기술로
 서, 기존의 하모닉(harmonic)을 모니터링 하는 방법과는 달리 데이터의 출력(eye)를 직접 모니터링 하여 eye의
 출력을 최대로 만들도록 바이어스를 제어하는 기술적 사상에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 클라우드 서비스와 소셜 네트워크 서비스를 비롯한 각종 IT 시스템이 다루는 데이터의 양이 천문학적으로
 증가하고 있다. 이에 부합하여 고속의 데이터 전송을 위한 광통신 인터페이스의 수요 또한 함께 증가하고
 있다. 이러한 광 통신을 위해서는 송신단에서 전기 신호를 광 신호로 바꾸어 주는 광 변조기가 필요하다. 광

변조기는 현재 Mach-zender 타입의 변조기(MZM)와 Ring 타입의 변조기(RM)가 가장 많이 사용되고 연구되고 있다.

- [0003] 하지만 이러한 광 변조기들은 도 1의 그래프들에서 보는 바와 같이 온도에 의한 DC 바이어스 변화를 매우 심하게 겪고 있으며 현실적으로 이를 제어해주기 위한 바이어스 컨트롤 회로가 생산성을 갖추는 데 필수적이게 되었다.
- [0004] 도 1은 광 변조기의 특성 변화를 설명하는 도면이다.
- [0005] 도면부호 110의 그래프는, Mach-zehnder 타입 광 변조기의 시간 변화에 따른 특성곡선의 변화를 나타내고, 도면부호 120의 그래프는, Ring 타입 광 변조기의 온도 변화에 따른 특성곡선을 나타낸다. 두 도면의 그래프들은 초기 곡선(initial curve)와 20분 후의 바이어스 변화를 겪은 곡선을 나타내어, 바이어스 컨트롤 회로의 필요성을 알 수 있다.
- [0006] 바이어스 보정을 위하여 기존 연구되어온 방법에는 파일럿 톤을 이용하여 광 변조기의 바이어스를 찾는 방법이 보고 및 연구되어 왔다. 이 방식은 변조기의 DC(direct current) 바이어스에 깨끗한 파일럿 톤을 더하여 인가한 다음 출력단에서 모니터링 되는 여러 하모닉 성분들 중에서 2번째 하모닉(2nd-harmonic) 성분을 이용하여 바이어스를 제어 하는 방식이다. 변조기의 전달함수에서 바이어스의 위치에 따라 선형성이 바뀌게 되는데 이 때문에 짝수와 홀수 하모닉 성분들의 크기가 각각 달라진다.
- [0007] 이렇게 2번째 하모닉 성분을 모니터링 하여 얻어진 신호의 진폭이 최소가 되도록 DC 바이어스를 제어하게 되면 전달함수의 선형성이 가장 최고가 되는 지점으로 바이어싱 할 수 있다. 선형성을 직접적으로 이용한다는 사실 때문에, 이 방식은 MZM과 같이 가장 선형성이 큰 지점이 최적의 바이어스라는 명제가 성립할 때만 사용할 수 있다. 또한, 이 방법에는 추가적인 몇 가지 단점들이 있다. 첫 번째로, 깨끗한 파일럿 톤이 외부에서 추가적으로 제공 되어야 한다는 것이다. 두 번째로, 파일럿 톤이 데이터 신호에 영향을 주지 않도록 작은 진폭과 수 kHz의 저속으로 제공되어야 하는데 이로 인해 발생하는 어려움들이다. 톤의 작은 진폭 때문에 2번째 하모닉을 얻어내는데 필요한 신호의 민감도(sensitivity)가 매우 작아 SNR(signal to noise ratio) 문제가 발생할 수 있으며, 모니터링 하는데 필요한 대역통과필터(band-pass filter)의 중심주파수가 너무 낮아 IC로의 집적이 현실적이지 못한 문제가 발생할 수 있다. 실제로 본 방법을 이용하여 바이어스 컨트롤 회로를 IC로 온전히 한 칩에 집적하여 동작이 보고 된 바는 아직 없다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1190863호
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-0606100호

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0009] 일측에 따르면, 바이어스 제어 장치는 광 변조기로부터의 출력 중에서 적어도 일부의 데이터를 전기 신호로 변환하는 광 검출부, 상기 변환된 데이터에 대한 진폭의 실효 출력(RMS, Root Mean Square) 값을 출력전압(V_{RMS})으로 변환하여 출력하는 파워 검출부, 상기 출력되는 출력전압(V_{RMS})과 기 저장된 트랙 홀드값($V_{T/H}$)을 비교하는 비교부, 및 상기 비교 결과에 따라 바이어스 전압이 최적 전압으로부터 기 설정된 범위 이내의 전압을 유지하도록 제어하는 바이어스 제어부를 포함한다.
- [0010] 일실시예에 따른 상기 바이어스 제어부는, 상기 비교 결과에 따라 바이어스 전압의 업 또는 다운을 제어하는 카운터를 출력하는 디지털 제어부, 및 상기 출력되는 카운터를 아날로그 형태로 변환하는 디지털 아날로그 변환부를 포함하고, 상기 광 변조기는 상기 아날로그로 변환된 카운터를 입력 받아 바이어스 제어한다.
- [0011] 일실시예에 따른 바이어스 제어 장치는 트랙 홀드 회로를 더 포함하고, 상기 트랙 홀드 회로는 클럭 신호에 따라 주기적으로 트랙과 홀드를 주기적으로 반복하는 신호를 출력한다.

- [0012] 일실시예에 따른 상기 트랙 홀드 회로는 출력전압(V_{RMS})을 한 주기 동안 일시적으로 저장하도록 제어한다.
- [0013] 일실시예에 따른 상기 비교부는, 상기 출력전압(V_{RMS})과 상기 트랙 홀드 회로의 홀드 상태의 상기 트랙 홀드값($V_{T/H}$)을 비교한다.
- [0014] 일실시예에 따른 상기 비교부는, 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 반 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이상인지 여부에 따라 카운터의 업다운을 결정한다.
- [0015] 일실시예에 따른 상기 비교부는, 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 반 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이상인 경우 상기 카운터의 업다운의 방향을 유지하도록 결정한다.
- [0016] 일실시예에 따른 상기 비교부는, 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 반 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이하인 경우 상기 카운터의 업다운의 방향을 전환하도록 결정한다.
- [0017] 일측에 따르면, 컴퓨터에 의해 적어도 일시적으로 구현되는 바이어스 제어 장치의 동작 방법은 광 변조기로부터의 출력 중에서 적어도 일부의 데이터를 전기 신호로 변환하는 단계, 상기 변환된 데이터에 대한 진폭의 실효 출력(RMS, Root Mean Square) 값을 출력전압(V_{RMS})으로 변환하여 출력하는 단계, 상기 출력되는 출력전압(V_{RMS})과 트랙 홀드 회로의 트랙 홀드값($V_{T/H}$)을 비교하는 단계, 및 상기 비교 결과에 따라 바이어스 전압이 최적 전압으로부터 기 설정된 범위 이내의 전압을 유지하도록 제어하는 단계를 포함한다.
- [0018] 일실시예에 따른 상기 제어하는 단계는, 상기 비교 결과에 따라 바이어스 전압의 업 또는 다운을 제어하는 카운터를 출력하는 단계, 및 상기 출력되는 카운터를 아날로그 형태로 변환하는 단계를 포함하고, 상기 광 변조기는 상기 아날로그로 변환된 카운터를 입력 받아 바이어스 제어한다.
- [0019] 일실시예에 따른 바이어스 제어 방법은 클럭 신호에 따라 주기적으로 트랙과 홀드를 주기적으로 반복하는 신호를 출력하는 단계, 및 상기 반복적으로 출력되는 신호에 기초하여, 상기 출력전압(V_{RMS})을 한 주기 동안 일시적으로 저장하도록 제어하는 단계를 더 포함한다.
- [0020] 일실시예에 따른 상기 비교하는 단계는, 상기 출력전압(V_{RMS})과 트랙 홀드 회로의 홀드 상태의 상기 트랙 홀드값($V_{T/H}$)을 비교하는 단계를 포함한다.
- [0021] 일실시예에 따른 상기 비교하는 단계는, 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 반 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이상인지 여부에 따라 카운터의 업다운을 결정하는 단계, 및 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 반 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이상인 경우 상기 카운터의 업다운의 방향을 유지하도록 결정하고, 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 반 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이하인 경우 상기 카운터의 업다운의 방향을 전환하도록 결정하는 단계를 포함한다.
- [0022] 일측에 따르면, 컴퓨터에 의해 적어도 일시적으로 구현되는 바이어스 제어 장치의 프로그램은, 광 변조기로부터의 출력 중에서 적어도 일부의 데이터를 전기 신호로 변환하는 명령어 세트, 상기 변환된 데이터에 대한 진폭의 실효 출력(RMS, Root Mean Square) 값을 출력전압(V_{RMS})으로 변환하여 출력하는 명령어 세트, 상기 출력되는 출력전압(V_{RMS})과 트랙 홀드 회로의 트랙 홀드값($V_{T/H}$)을 비교하는 명령어 세트, 및 상기 비교 결과에 따라 바이어스 전압이 최적 전압으로부터 기 설정된 범위 이내의 전압을 유지하도록 제어하는 명령어 세트를 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 광 변조기의 특성 변화를 설명하는 도면이다.
- 도 2는 일실시예에 따른 바이어스 제어 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 3은 바이어스 제어 장치를 보다 구체적으로 설명하는 도면이다.
- 도 4는 동작의 타이밍 다이어그램과, 광 파워 및 RMS 출력 특성 곡선을 설명하는 도면이다.
- 도 5는 일실시예에 따른 바이어스 제어 방법을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하에서, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 권리범위는 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0025] 아래 설명에서 사용되는 용어는, 연관되는 기술 분야에서 일반적으로 보편적인 것으로 선택되었으나, 기술의 발달 및/또는 변화, 관례, 기술자의 선호 등에 따라 다른 용어가 있을 수 있다. 따라서, 아래 설명에서 사용되는 용어는 기술적 사상을 한정하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 실시예들을 설명하기 위한 예시적 용어로 이해되어야 한다.
- [0026] 또한 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 설명 부분에서 상세한 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 아래 설명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌 그 용어가 가지는 의미와 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 이해되어야 한다.
- [0027] 도 2는 일실시예에 따른 바이어스 제어 장치(200)를 설명하는 도면이다.
- [0028] 바이어스 제어 장치(200)는 광 검출부(210), 파워 검출부(220), 비교부(230), 바이어스 제어부(240)를 포함할 수 있다. 바이어스 제어 장치(200)는 컴퓨팅 단말에 의해 적어도 일시적으로 구현될 수 있다. 컴퓨팅 단말은 퍼스널 컴퓨터, 의료용 기기, 스마트폰, 태블릿 컴퓨터, 웨어러블 디바이스 등 임의의 형태의 전자 기기를 포함한다. 광 검출부(210), 파워 검출부(220), 비교부(230), 바이어스 제어부(240)는 각각 이러한 전자 기기에 포함되는 물리적 및/또는 논리적 엘리먼트일 수 있다. 이를테면 전용 하드웨어(dedicated hardware) 또는 소프트웨어나 오퍼레이팅 시스템에 의해 제어되는 범용 연산 자원에 의해 광 검출부(210), 파워 검출부(220), 비교부(230), 바이어스 제어부(240)가 구현될 수 있다. 또한, 광 검출부(210), 파워 검출부(220), 비교부(230), 바이어스 제어부(240)가 하나의 칩에서 함께 구현되는, 따라서 물리적으로 구분되지 않는 것일 수도 있으며, 이러한 하드웨어 자원의 구현은 기술의 발달이나 설계 변경에 의해 얼마든지 변경될 수 있다. 따라서 광 검출부(210), 파워 검출부(220), 비교부(230), 바이어스 제어부(240)의 기능과 동작 및 구조가 서로 구분되는 것으로 이해되지만 실시예에 따라 이러한 구분이 다르게 해석되는 경우도 있을 수 있다.
- [0029] 본 발명에 따른 바이어스 제어 장치(200)는 파일럿 톤을 사용하지 않고 온전히 IC로 집적할 수 있도록 하는 새로운 방법을 제시한다. 본 발명에서는 데이터의 출력(eye)를 직접 모니터링 한다. 또한, MZM과 RM등의 광 변조기의 바이어스가 최적일 때 데이터 eye의 크기 또한 최적을 유지할 수 있다. 즉, 본 발명은 선형성이 최적인 바이어스로 제어하는 것과는 달리 eye의 출력을 최대로 만들도록 바이어스를 제어 할 수 있다. 결국, 본 발명을 이용하면 파일럿 톤과 같은 외부 신호를 이용하지 않아도 되고, IC로 제작이 부담스러운 저주파의 대역통과 필터가 필요 없어지며, 모니터링 하는 신호의 민감도가 매우 높아질 수 있다.
- [0030] 이를 위해, 일실시예에 따른 바이어스 제어 장치(200)는 광 검출부(210), 파워 검출부(220), 비교부(230), 바이어스 제어부(240)를 포함한다.
- [0031] 구체적으로, 광 검출부(210)는 광 변조기로부터의 출력 중에서 적어도 일부의 데이터를 전기 신호로 변환한다.
- [0032] 또한, 파워 검출부(220)는 변환된 데이터에 대한 진폭의 실효 출력(RMS, Root Mean Square) 값을 출력전압(V_{RMS})으로 변환하여 출력한다.
- [0033] 비교부(230)는 출력되는 출력전압(V_{RMS})과 기 저장된 트랙 홀드값($V_{T/H}$)을 비교한다. 예를 들어, 바이어스 제어 장치(200)는 트랙 홀드 회로를 더 포함할 수 있다. 트랙 홀드 회로는 클럭 신호에 따라 주기적으로 트랙과 홀드를 주기적으로 반복하는 신호를 출력한다. 또한 트랙 홀드 회로는 출력전압(V_{RMS})을 한 주기 동안 일시적으로 저장하도록 제어할 수 있다.
- [0034] 예를 들어 트랙 홀드 회로는 출력전압(V_{RMS})을 한 주기 동안 아날로그 하게 일시적으로 저장할 수 있다.
- [0035] 한편, 비교부(230)는 출력전압(V_{RMS})과 트랙 홀드값($V_{T/H}$)을 비교할 수 있다.
- [0036] 비교부(230)는 출력전압(V_{RMS})과 트랙 홀드 회로의 홀드 상태의 값을 비교할 수 있다.
- [0037] 일례로, 비교부(230)는 클럭 신호의 하강 엣지에서 출력전압(V_{RMS})과 트랙 홀드값($V_{T/H}$)을 비교할 수 있다. 또한, 비교부(230)는 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이상인지 여부에 따라 카운터의 업다운을 결정할 수 있다. 예를 들어, 비교부(230)는 현재의 출력전압(V_{RMS})이 반 주기 이전에 저장된 출력

전압(V_{RMS}) 이상인지 여부에 따라 카운터의 업다운을 결정할 수 있다.

- [0038] 구체적으로, 비교부(230)는 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 반 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이상인 경우라면, 카운터의 업다운의 방향을 유지하도록 결정할 수 있다. 반면, 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 반 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이하인 경우 카운터의 업다운의 방향을 전환하도록 결정할 수 있다.
- [0039] 바이어스 제어부(240)는 비교 결과에 따라 바이어스 전압이 최적 전압으로부터 기 설정된 범위 이내의 전압을 유지하도록 제어한다.
- [0040] 일례로, 바이어스 제어부(240)는 비교 결과에 따라 바이어스 전압의 업 또는 다운을 제어하는 카운터를 출력하는 디지털 제어부와 출력되는 카운터를 아날로그 형태로 변환하는 디지털 아날로그 변환부를 포함할 수 있다. 또한, 이때의 광 변조기는 상기 아날로그로 변환된 카운터를 입력 받아 바이어스 제어한다. 일례로, 바이어스 제어부(240)는 비교부(230)의 비교 결과에 따라서 카운터에 대한 업다운의 방향을 유지하거나, 전환하여 광 변조기에 최적의 바이어스 전압을 공급할 수 있다.
- [0041] 도 3은 바이어스 제어 장치를 보다 구체적으로 설명하는 도면이다.
- [0042] 도 3의 다이어그램에서 볼 수 있듯이, 가장 먼저 그림 상단에 광 변조기(310)가 있고 그 다음 단에 광 변조기(310) 출력의 일부를 전기 신호로 모니터링 하기 위한 광 검출기(320)와 증폭기(330)가 있다. 다음으로 변환된 데이터 신호의 진폭을 모니터링 하기 위해 RMS(Root Mean Square) 파워 검출기(340)가 필요하다. RMS(Root Mean Square) 파워 검출기(340)는 데이터 진폭의 실효 출력(RMS, Root Mean Square) 값을 출력전압(V_{RMS})으로 바꾸어 주는 회로이다.
- [0043] 제어방식의 설명에 앞서 가정 먼저 보아야 할 부분은 바이어스의 입력 방식이다. 실제로 광 변조기(310)에 인가되는 바이어스 전압은 DAC(380, 디지털-아날로그 변환기)을 이용하여 만들어진다. 이 입력 디지털 코드는 디지털 제어부(370)의 카운터의 출력을 이용하며, 카운터의 업/다운 방향을 조절하는 것으로 바이어스 전압을 제어한다. 제어의 방향을 결정하기 위해, RMS 파워 검출기(340)의 출력단에 트랙/홀드 회로(350)와 비교기(360)를 배치할 수 있다.
- [0044] 트랙/홀드 회로(350)를 이용하면 바이어스 제어 장치를 구동하는 클럭 신호에 동기하여 신호가 주기적으로 트랙과 홀드를 반복하게 된다($V_{T/H}$). 일례로, 트랙은 클럭 신호가 0일 때, 홀드는 클럭 신호가 1일 때를 나타낸다. 트랙/홀드 회로(350)를 이용하면, 데이터 진폭의 실효 출력(RMS, Root Mean Square) 값을 한 주기 동안 아날로그 하계 일시적으로 저장할 수 있다. 다음으로 비교기가 Clock의 하강-엣지 에서 (Clock에 Inverter 사용) 두 입력(V_{RMS} 및 $V_{T/H}$)을 비교하게 된다(V_{Comp}). 만약, 진폭의 RMS 값이 이전 주기에 저장된 값보다 크면 비교기의 출력(V_{Comp})이 1이 된다. 이 상황은 카운터의 업/다운 방향이 데이터의 진폭이 커지는 방향과 일치한다는 것이므로 ??향을 '유지'한다. 하지만, 실효 출력(RMS, Root Mean Square) 값이 더 작다면 비교기(360)의 출력이 0이 된다. 즉, 카운터의 업/다운 방향이 데이터의 진폭이 작아지는 방향이 되므로 카운터의 방향을 전환해야 한다. 이런 과정을 이용하면 최적 전압의 근처를 유지할 수 있다.
- [0045] 도 4는 동작의 타이밍 다이어그램과, 광 파워 및 RMS 출력 특성 곡선을 설명하는 도면이다.
- [0046] 도면부호 410은 바이어스 제어 장치의 동작을 위한 타이밍 다이어그램을 나타낸다. 도면부호 410에서 보는 바와 같이, V_{Bias} 를 활용하여 카운터의 업/다운의 반복을 통해 바이어스 전압이 디더링 하며 최적 전압 근처를 유지할 수 있게 된다.
- [0047] 구체적으로, V_{Bias} 는 업 방향 또는 다운 방향으로 제어되는 카운터를 이용하여 생성될 수 있다. 업다운의 제어 방향을 결정하기 위해, V_{RMS} 와 $V_{T/H}$ 의 비교 값인 V_{Comp} 를 이용할 수 있다.
- [0048] 즉, V_{Comp} 가 1이 된다면, 카운터의 업/다운 방향이 데이터의 진폭이 커지는 방향과 일치한다는 것이므로 ??향이 유지된다. 한편, V_{RMS} 값이 $V_{T/H}$ 에 비해 작은 구간에서는 V_{Comp} 이 0이 된다. 즉, 카운터의 업/다운 방향이 데이터의 진폭이 작아지는 방향이 되므로 카운터의 방향을 전환해야 하며, 이런 과정을 이용하여 최적 전압의 근처로 가서는 도면부호 410의 V_{Bias} 와 같이 카운터의 업/다운의 반복을 통해 바이어스 전압이 디더링 하며 최적 전압 근처를 유지할 수 있게 된다.

- [0049] 도면부호 420은 RMS 파워 검출기를 통해 만들어진 MZM의 광 파워와 그에 따른 V_{RMS} 의 특성곡선이다. 그림과 같이 변환된 V_{RMS} 을 이용하여 데이터 진폭의 RMS 값이 최대가 되도록(V_{Opt}) 뒤에 이어지는 회로들에서 바이어스를 제어하게 된다. 도면부호 420에서는 MZM의 특성곡선의 경우를 예시로 사용했지만 RM의 특성곡선에도 V_{RMS} 가 최대가 되어야 하는 상황에는 변함이 없다.
- [0050] 도 5는 일실시예에 따른 바이어스 제어 방법을 설명하는 도면이다.
- [0051] 일실시예에 따른 바이어스 제어 방법은 광 변조기로부터의 출력 중에서 적어도 일부의 데이터를 전기 신호로 변환한다(단계 501).
- [0052] 다음으로, 바이어스 제어 방법은 변환된 데이터에 대한 진폭의 실효 출력(RMS, Root Mean Square) 값을 출력전압(V_{RMS})으로 변환하여 출력한다(단계 502).
- [0053] 일실시예에 따른 바이어스 제어 방법은 출력되는 출력전압(V_{RMS})을 트랙 홀드 회로의 트랙 홀드값($V_{T/H}$)과 비교한다(단계 503). 예를 들어, 바이어스 제어 방법은 인버터를 통과하는 클럭 신호의 하강 엣지에서 출력전압(V_{RMS})과 트랙 홀드값($V_{T/H}$)을 비교할 수 있다. 보다 구체적으로, 제어의 방향을 결정하기 위해, RMS 파워 검출기의 뒷단에서 클럭에 인버터를 사용하여 클럭의 하강-엣지에서 두 입력(V_{RMS} , $V_{T/H}$)을 비교할 수 있다(V_{Comp}).
- [0054] 만약, 진폭의 실효 출력(RMS, Root Mean Square) 값이 이전 주기에 저장된 값보다 크면 단계 503의 비교에 따른 결과(V_{Comp}) 값은 1이 출력된다. 이 상황은 카운터의 업/다운 방향이 데이터의 진폭이 커지는 방향과 일치한다는 것이므로 ??향을 유지하는 것이다. 한편, 실효 출력(RMS, Root Mean Square) 값이 더 작다면 비교 결과 값은 0이 출력된다.
- [0055] 일실시예에 따른 바이어스 제어 방법은 단계 503의 비교 결과에 기초하여, 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이상인지 여부를 판단할 수 있다(단계 504).
- [0056] 단계 504의 판단 결과, 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이상이라면, 바이어스 제어 방법은 카운터의 업다운의 방향을 유지할 수 있다(단계 505).
- [0057] 한편, 단계 504의 판단 결과, 현재의 출력전압(V_{RMS})이 이전 주기에 저장된 출력전압(V_{RMS}) 이상이 아니라면, 바이어스 제어 방법은 카운터의 업다운의 방향을 전환할 수 있다(단계 506).
- [0058] 즉, 카운터의 업/다운 방향이 데이터의 진폭이 커지는 방향과 일치하는 경우에는 카운터 ??향을 유지하고, 실효 출력(RMS) 값이 더 작다면 비교기의 출력이 0이 된다. 즉, 카운터의 업/다운 방향이 데이터의 진폭이 작아지는 방향이 되므로 카운터의 방향을 전환해야 한다.
- [0059] 고속의 데이터 전송이 필요한 곳이 많아짐에 따라서 광통신 인터페이스의 수요 또한 함께 증가하고 상황이다. 이에 따라, 광 변조기들을 비롯한 광 인터페이스 또한 실리콘-포토닉스 공정의 발달과 함께 시장성을 가지게 될 것이다. 하지만 광 소자들의 생산과 현실적인 사용에 있어서 온도에 따른 바이어스 제어가 필수적인 상황이다. 특히, 본 발명이 적용된 실리콘 포토닉스 공정을 이용하여 하나의 칩 안에 광 변조기와 함께 집적할 수 있다면, 집적도가 높아지는 효과로 기존의 파일럿 톤을 이용한 방법보다 면적과 파워를 드라마틱하게 줄이는 효과를 가져올 것으로 예상된다.
- [0060] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서

(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0061] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0062] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

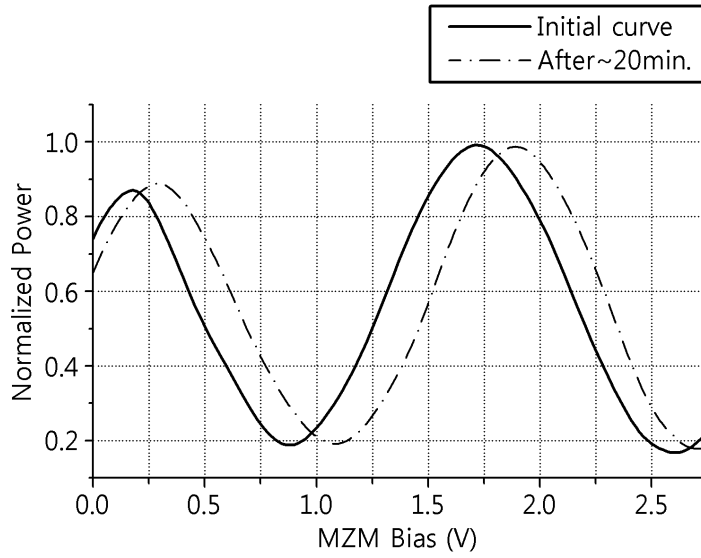
[0063] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0064] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

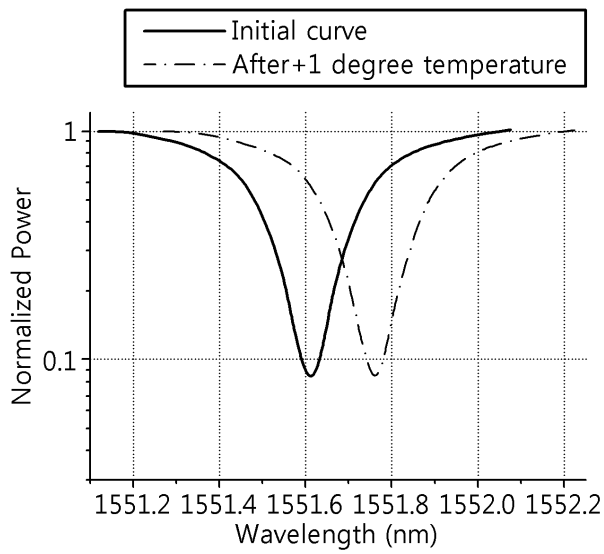
도면

도면1

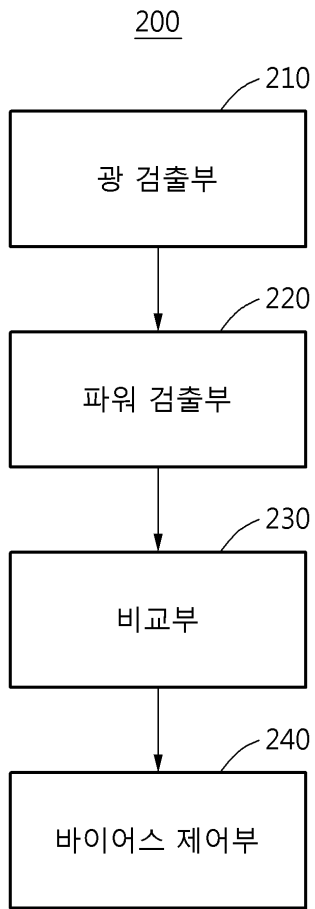
110



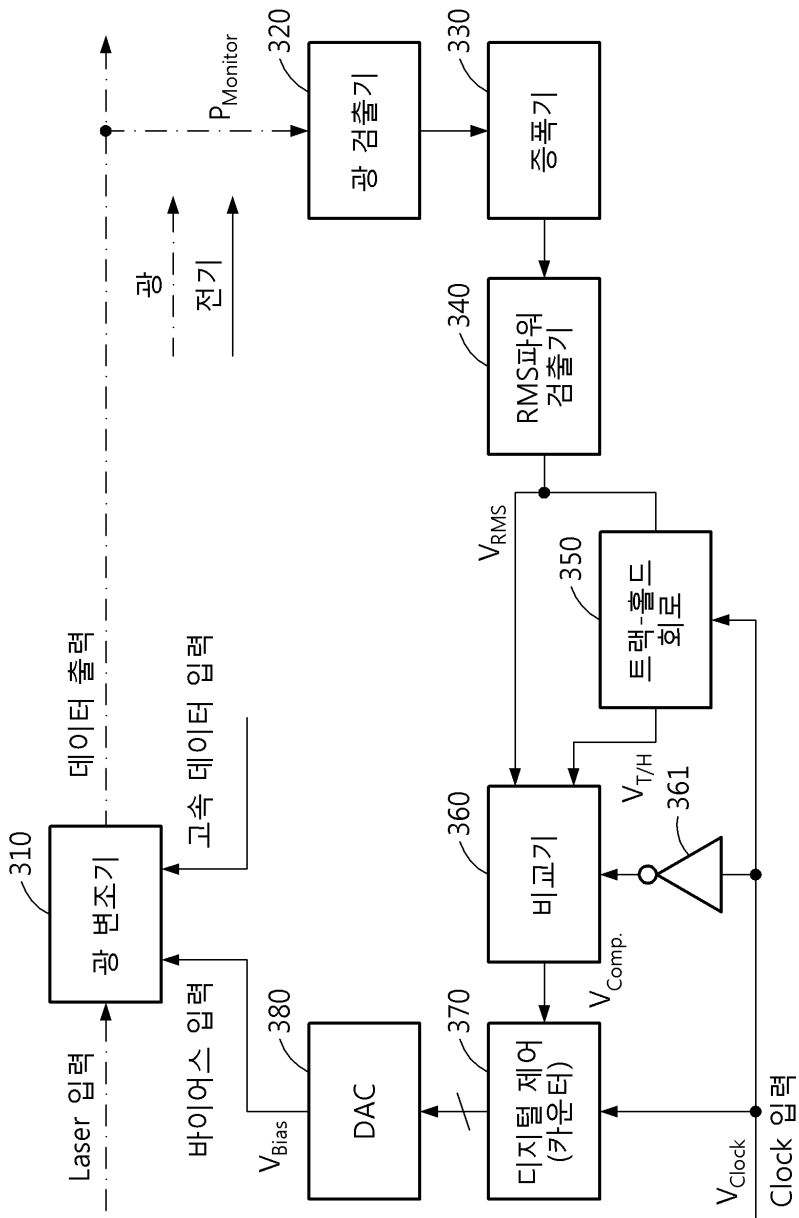
120



도면2

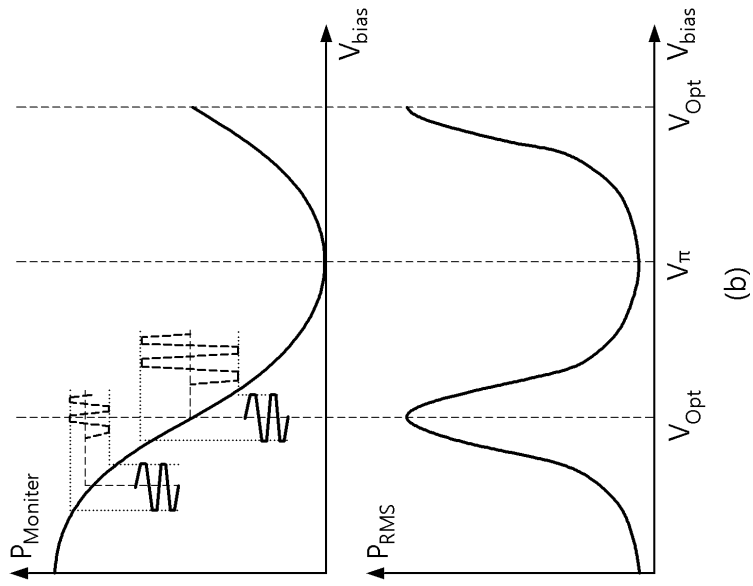


도면3

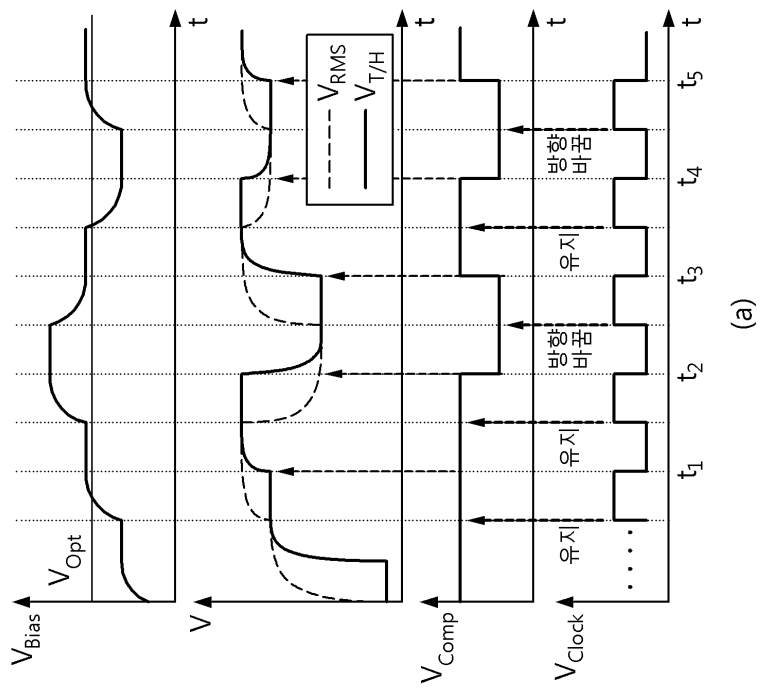


도면4

420



410



도면5

