(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년09월26일
(11) 등록번호 10-0860415
(24) 등록일자 2008년09월19일

(51) Int. Cl.
G02F 2/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0071023
(22) 출원일자 2007년07월16일
심사청구일자 2007년07월16일
(65) 공개번호 10-2008-0050260
(43) 공개일자 2008년06월05일
(30) 우선권주장
1020060120450 2006년12월01일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
US6917455 B2
US20050190428 A1
JP2004294883 A
KR1020070019390 A
전체 청구항 수 : 총 26 항

(73) 특허권자
한국전자통신연구원
대전 유성구 가정동 161번지
(72) 발명자
명승일
대전 유성구 전민동 푸른아파트 103-201
이정찬
대전 서구 둔산2동 샘머리아파트 105-304
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 씨엔에스 · 로고스

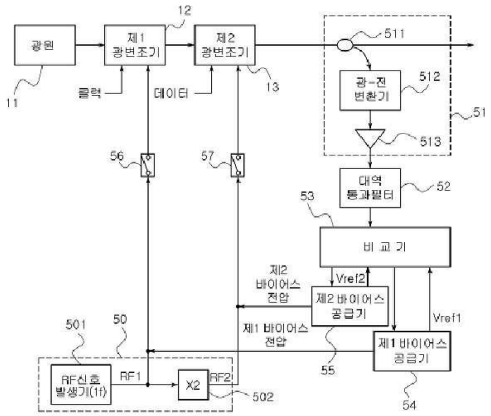
심사관 : 최창락

(54) 광 변조 장치, 그의 바이어스 제어 장치 및 방법

(57) 요 약

본 발명은 두 개의 광 변조기가 직렬로 연결되어 이루어진 광 변조 장치에서 광 출력 특성이 일정하게 유지되도록 직렬 연결된 두 변조기에 대한 바이어스 전압을 동시에 제어할 수 있는 광 변조 장치 및 그의 바이어스 제어 장치 및 방법에 관한 것으로서, 본 발명은 광원을 발생시키는 광원 발생기와, 상기 광원을 기준 클럭에 따라 온오프하여 일정 주기의 광 펄스 신호로 변조하는 제1 광 변조기와, 상기 제1 광 변조기에서 출력된 광 펄스 신호를 데이터에 따라 온오프시켜 데이터가 실린 광 신호로 변조하는 제2 광 변조기를 포함하는 광 변조 장치에서, 저주파의 제1,2 RF 신호를 제1,2 바이어스 전압과 함께 각각 제1,2 변조기에 인가하면서, 상기 제2 광 변조기의 광 출력 신호에서 상기 제1 RF 신호의 4차 고조파 성분을 검출하여, 상기 4차 고조파 성분의 전류값이 최소가 되도록 상기 제1,2 변조기의 바이어스 전압을 조정하는 것이다.

대 표 도 - 도5



(72) 발명자

안병준

대전 유성구 노은동 열매마을8단지 807-1501

김정식

대전 유성구 어은동 한빛아파트 119-802

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2005-S-101-02
부처명	정보통신부
연구사업명	IT신성장동력핵심기술개발사업
연구과제명	멀티미디어 QoS 라우팅 기술 개발
주관기관	한국전자통신연구원
연구기간	2006년 03월 01일 ~ 2007년 02월 28일

특허청구의 범위

청구항 1

광원을 발생시키는 광원 발생기;

상기 광원을 기준 클럭에 따라 온오프하여 일정 주기의 광 펄스 신호로 변조하는 제1 광 변조기;

상기 제1 광 변조기에서 출력된 광 펄스 신호를 변조할 데이터에 따라 온오프시켜 데이터가 실린 광 출력 신호로 변조하는 제2 광 변조기;

저주파의 제1 RF 신호를 제1 바이어스 전압과 함께 상기 제1 광 변조기에 인가하고, 저주파의 제2 RF 신호를 제2 바이어스 전압과 함께 상기 제2 광 변조기에 인가하면서, 상기 제2 광 변조기의 광 출력 신호에서 상기 제1 RF 신호의 4차 고조파 성분을 검출하여, 상기 4차 고조파 성분의 전류값이 최소가 되도록 상기 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 조정하는 바이어스 제어부를 포함하는 광 변조 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 RF 신호는 상기 제1 RF 신호의 2배의 주파수를 갖는 것을 특징으로 하는 광 변조 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 바이어스 제어부는

최적 바이어스 지점에서의 4차 고조파 신호의 전류값을 기준 전류값으로 설정하여 두고, 상기 검출된 4차 고조파 신호의 전류값과 상기 기준 전류값을 비교하여 그 비교 결과에 따라서 상기 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 제어하는 것을 특징으로 하는 광 변조 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 바이어스 제어부는

상기 제1 RF 신호 및 제2 RF 신호를 발생시키는 RF 신호 발생부;

상기 제2 광 변조기의 광 출력 신호를 추출하는 광 검출부;

상기 광 검출부에서 추출된 광 출력 신호에서 상기 제1 RF 신호의 4차 고조파 신호만을 추출하는 대역 통과 필터;

상기 대역 통과 필터에서 출력된 4차 고조파 신호의 전류값과 상기 기준 전류값을 비교하는 비교기;

상기 비교기의 비교 결과에 따라서, 상기 제1 바이어스 전압을 조정하여 상기 제1 광 변조기에 인가하는 제1 바이어스 공급기; 및

상기 비교기의 비교 결과에 따라서, 상기 제2 바이어스 전압을 조정하여 상기 제2 광 변조기에 인가하는 제2 바이어스 공급기를 포함하는 것을 특징으로 하는 광 변조 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 RF 신호 발생부는

상기 제1 RF 신호를 발생시키는 RF 신호 발생기; 및

상기 RF 신호 발생기에서 출력된 제1 RF 신호를 2 분주하여 2배의 주파수를 갖는 상기 제2 RF 신호를 출력하는 분주기를 포함하는 것을 특징으로 하는 광 변조 장치.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 바이어스 제어부는

상기 제1 바이어스 공급기에서 발생된 제1 바이어스 전압과 상기 RF 신호 발생부에서 발생된 제1 RF 신호를 상

기 제1 광 변조기에 전달하거나 차단하는 제1 스위치; 및

상기 제2 바이어스 공급기에서 발생된 제2 바이어스 전압과 상기 RF 신호 발생부에 발생된 제2 RF 신호를 상기 제2 광 변조기에 전달하거나 차단하는 제2 스위치 중에서 하나 이상을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광 변조 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 바이어스 공급기는, 상기 제2 스위치가 오프 상태이거나, 상기 제2 바이어스 공급기에서 상기 제2 광 변조기에 대한 기준 바이어스 전압이 설정된 초기화상태인 경우에, 상기 검출된 4차 고조파 신호의 크기가 최소인 시점의 바이어스 전압을 상기 제1 광 변조기에 대한 기준 바이어스 전압으로 설정하여 인가하는 것을 특징으로 하는 광 변조 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 제2 바이어스 공급기는, 상기 제1 스위치가 오프 상태이거나, 상기 제1 바이어스 공급기에서 제1 광 변조기에 대한 기준 바이어스 전압이 설정된 초기화상태인 경우에, 상기 검출된 4차 고조파 신호의 크기가 최소인 시점의 바이어스 전압을 제2 광 변조기에 대한 기준 바이어스 전압으로 설정하여 인가하는 것을 특징으로 하는 광 변조 장치.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 제1 바이어스 공급기 및 제2 바이어스 공급기는

각각 전달 곡선의 양의 기울기에 위치하도록 바이어스전압을 조정한 후, 상기 비교기의 비교 결과, 상기 추출된 4차 고조파 신호의 전류값이 상기 기준 전류값보다 크면 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 감소시키고, 추출된 4차 고조파 신호의 전류값이 기준 전류값보다 작으면 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 증가시키는 것을 특징으로 하는 광 변조 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 바이어스 공급기가 상기 제1 바이어스 전압을 조정한 후에, 제2 바이어스 공급기가 상기 제2 바이어스 전압을 조정하는 순서로 동작하는 것을 특징으로 하는 광 변조 장치.

청구항 11

직렬 연결된 제1,2 광 변조기를 포함하는 광 변조 장치의 바이어스 제어 장치에 있어서,

제1 RF 신호 및 제2 RF 신호를 발생시켜 각각 상기 제1 광 변조기 및 제2 광 변조기에 인가하는 RF 신호 발생부;

상기 제2 광 변조기의 광 출력 신호를 추출하는 광 검출부;

상기 광 검출부에서 추출된 광 출력 신호에서 상기 제1 RF 신호의 4차 고조파 신호만을 추출하는 대역 통과 필터;

상기 대역 통과 필터에서 출력된 4차 고조파 신호의 전류값과 기준 전류값을 비교하는 비교기;

상기 비교기의 비교 결과에 따라서, 제1 바이어스 전압을 조정하여 상기 제1 광 변조기에 인가하는 제1 바이어스 공급기; 및

상기 비교기의 비교 결과에 따라서, 제2 바이어스 전압을 조정하여 상기 제2 광 변조기에 인가하는 제2 바이어스 공급기를 포함하는 것을 특징으로 하는 바이어스 제어 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제2 RF 신호는 상기 제1 RF 신호의 2배의 주파수를 갖는 것을 특징으로 하는 바이어스 제어 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 RF 신호 발생부는

상기 제1 RF 신호를 발생시키는 RF 신호 발생기; 및

상기 RF 신호 발생기에서 출력된 제1 RF 신호를 2 분주하여 2배의 주파수를 갖는 제2 RF 신호를 출력하는 분주기를 포함하는 것을 특징으로 하는 바이어스 제어 장치.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 제1 바이어스 공급기에서 발생된 제1 바이어스 전압과 상기 RF 신호 발생부에서 발생된 제1 RF 신호를 제1 광 변조기에 전달하거나 차단하는 제1 스위치; 및

상기 제2 바이어스 공급기에서 발생된 제2 바이어스 전압과 상기 RF 신호 발생부에 발생된 제2 RF 신호를 제2 광 변조기에 전달하거나 차단하는 제2 스위치 중에서 하나 이상을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 바이어스 제어 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 제1 바이어스 공급기는, 상기 제2 스위치가 오프 상태이거나, 상기 제2 바이어스 공급기에서 제2 광 변조기에 대한 기준 바이어스 전압이 설정된 초기화상태인 경우에, 상기 검출된 4차 고조파 신호의 크기가 최소인 시점의 바이어스 전압을 제1 광 변조기에 대한 기준 바이어스 전압으로 설정하여 인가하는 것을 특징으로 하는 바이어스 제어 장치.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 제2 바이어스 공급기는, 상기 제1 스위치가 오프 상태이거나, 상기 제1 바이어스 공급기에서 제1 광 변조기에 대한 기준 바이어스 전압이 설정된 초기화상태인 경우에, 상기 검출된 4차 고조파 신호의 크기가 최소인 시점의 바이어스 전압을 제2 광 변조기에 대한 기준 바이어스 전압으로 설정하여 인가하는 것을 특징으로 하는 바이어스 제어 장치.

청구항 17

제12항에 있어서, 상기 제1 바이어스 공급기 및 제2 바이어스 공급기는

각각 전달 곡선의 양의 기울기에 위치하도록 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 조정한 후, 상기 비교기의 비교 결과 추출된 4차 고조파 신호의 전류값이 기준 전류값보다 크면 상기 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 감소시키고, 추출된 4차 고조파 신호의 전류값이 기준 전류값보다 작으면 상기 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 증가시키는 것을 특징으로 하는 바이어스 제어 장치.

청구항 18

제12항에 있어서,

상기 제1 바이어스 공급기가 상기 제1 바이어스 전압을 조정한 후에, 제2 바이어스 공급기가 상기 제2 바이어스 전압을 조정하는 순서로 동작하는 것을 특징으로 하는 바이어스 제어 장치.

청구항 19

제1 광 변조기 및 제2 광 변조기가 직렬 연결된 광 변조 장치에서의 바이어스 제어 방법에 있어서,

상기 제1 광 변조기 및 제2 광 변조기에 각각 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압과 함께 저주파의 제1 RF

신호 및 제2 RF 신호를 인가하는 단계;

상기 광 변조 장치에서 변조 출력되는 광 출력 신호를 검출하는 단계;

상기 검출된 광 출력 신호에서 상기 제1 RF 신호에 대한 4차 고조파 신호를 추출하는 단계; 및

상기 4 차 고조파 신호의 크기가 최소가 되도록 상기 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 제어하는 단계를 포함하는 바이어스 제어 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 제2 RF 신호는 상기 제1 RF 신호의 2배 주파수 값을 갖는 것을 특징으로 하는 광 변조 장치의 바이어스 제어 방법.

청구항 21

제20항에 있어서,

초기 동작시 제2 광 변조기에 제2 바이어스 전압을 인가하지 않은 상태 또는 제2 광 변조기에 제2 기준 바이어스 전압이 인가되는 상태에서, 상기 제1 광 변조기에 인가되는 제1 바이어스 전압을 조정하면서 상기 광 변조 장치에서 출력된 광 출력 신호의 4차 고조파 신호를 확인하여, 상기 4차 고조파 신호가 최소의 크기를 갖는 제1 기준 바이어스 전압을 찾아서 제1 광 변조기로 인가하는 제1 초기화 단계; 및

상기 제1 초기화 단계 후에, 제1 광 변조기에 제1 바이어스 전압을 인가하지 않거나 제1 광 변조기에 제1 기준 바이어스 전압이 인가되는 상태에서, 상기 제2 광 변조기에 인가되는 바이어스 전압을 조정하면서 상기 광 변조 장치에서 검출된 광 출력 신호의 4차 고조파 신호를 확인하여, 상기 4차 고조파 신호가 최소의 크기를 갖는 제2 기준 바이어스 전압을 찾아서 제2 광 변조기로 인가하는 제2 초기화 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 바이어스 제어 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 제1 초기화 단계 및 제2 초기화 단계를 수행하여, 상기 제1 광 변조기에 제1 기준 바이어스 전압을 인가하고, 상기 제2 광 변조기에 제2 기준 바이어스 전압을 인가하였을 때, 상기 광 변조 장치의 광 출력 신호에서 추출된 4차 고조파 신호의 전류값을 기준 전류값으로 설정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 바이어스 제어 방법.

청구항 23

제21항에 있어서, 상기 제1 초기화 단계 및 제2 초기화 단계는 각각,

전달 곡선의 양의 기울기에 위치하는 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 제1 기준 바이어스 전압 및 제2 기준 바이어스 전압으로 설정하고, 이때 상기 광 변조 장치에서 추출된 4차 고조파 신호의 전류값을 기준 전류값으로 설정하는 과정과,

상기 기준 전류값을 설정한 후에 상기 광 변조 장치에서 추출된 4차 고조파 신호와 상기 기준 전류값을 비교하여, 상기 제1 기준 바이어스 전압 및 제2 기준 바이어스 전압과 기준 전류값을 보정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 바이어스 제어 방법.

청구항 24

제23항에 있어서, 상기 제1 기준 바이어스 전압 및 제2 기준 바이어스 전압과, 기준 전류값을 보정하는 과정은,

상기 제1 기준 바이어스 전압 및 제2 기준 바이어스 전압과 기준 전류값을 설정한 후에 상기 광 변조 장치에서 추출된 4차 고조파 신호의 전류값(Inew)과 기준 전류값을 비교하는 제1 과정과,

상기 제1 과정의 비교 결과, 상기 추출된 4차 고조파 신호의 전류값이 상기 기준 전류값보다 작으면, 상기 추출된 4차 고조파 신호의 전류값을 기준 전류값으로 재 설정하고, 이때의 바이어스 전압을 제1 기준 바이어스 전압

및 제2 기준 바이어스 전압으로 재 설정하는 제2 과정과,

상기 제1 과정의 비교 결과, 상기 추출된 4차 고조파 신호의 전류값이 상기 기준 전류값보다 크면, 제어 방향의 판단을 위해 상기 제1 기준 바이어스 전압 및 제2 기준 바이어스 전압을 단위값만큼 증가시키는 제3 과정과,

상기 바이어스 전압을 증가시킨 후에 검출된 4차 고조파 신호의 전류값(Iset)과 상기 제1 과정에서 추출된 4차 고조파 신호의 전류값(Inew)를 비교하는 제4 과정과,

상기 제4 과정의 비교 결과, 상기 바이어스 전압을 증가시킨 후에 검출된 4차 고조파 신호의 전류값(Iset)이 상기 제1 과정에서 추출된 4차 고조파 신호의 전류값(Inew) 보다 크면, 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 단위값 만큼 감소시키고, 그 반대이면 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 단위값 만큼 증가시키는 제5 과정이 반복되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 바이어스 제어 방법.

청구항 25

제22항에 있어서, 상기 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 제어하는 단계는,

상기 광 변조 장치의 광 출력 신호에서 추출된 4차 고조파 신호가 최소가 되도록 상기 제1 광 변조기에 인가되는 제1 바이어스 전압을 조정하는 제1 제어 단계와,

상기 제1 제어 단계 후에 출력된 상기 광 변조 장치의 광 출력 신호에서 추출된 4차 고조파 신호가 최소가 되도록 상기 제2 광 변조기에 인가하는 제2 바이어스 전압을 조정하는 제2 제어 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 바이어스 제어 방법.

청구항 26

제25항에 있어서, 상기 제1 제어 단계 및 제2 제어 단계는,

상기 광 변조 장치에서 현재 추출된 4차 고조파 신호의 전류값(Inew)과 상기 기준 전류값을 비교하는 제1 과정과,

상기 제1 과정의 비교 결과, 상기 추출된 4차 고조파 신호의 전류값이 상기 기준 전류값보다 작으면, 상기 추출된 4차 고조파 신호의 전류값으로 기준 전류값으로 재 설정하고, 이때의 바이어스 전압을 제1 기준 바이어스 전압 및 제2 기준 바이어스 전압으로 재 설정하는 제2 과정과,

상기 제1 과정의 비교 결과, 상기 추출된 4차 고조파 신호의 전류값이 상기 기준 전류값보다 크면, 제어 방향의 판단을 위해 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 단위값만큼 증가시키는 제3 과정과,

상기 바이어스 전압을 증가시킨 후에 검출된 4차 고조파 신호의 전류값(Iset)과 상기 제1 과정에서 추출된 4차 고조파 신호의 전류값(Inew)을 비교하는 제4 과정과,

상기 제4 과정의 비교 결과, 상기 바이어스 전압을 증가시킨 후에 검출된 4차 고조파 신호의 전류값(Iset)이 상기 제1 과정에서 추출된 4차 고조파 신호의 전류값(Inew) 보다 크면, 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 단위값 만큼 감소시키고, 그 반대이면 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 단위값 만큼 증가시키는 제5 과정이 반복되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 바이어스 제어 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 두 개의 광 변조기가 직렬로 연결되어 이루어진 광 변조 장치에서 광 출력 특성이 일정하게 유지되도록 직렬 연결된 두 변조기에 대한 바이어스 전압을 동시에 제어할 수 있는 광 변조 장치, 그의 바이어스 제어 장치 및 방법에 관한 것이다.

<2> 본 발명은 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT신성장동력핵심기술개발사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다[과제관리번호: 2005-S-101-01, 과제명: 멀티미디어 QoS 라우팅 기술].

배 경 기 술

<3> 시간 분할 다중 방식(TDM: Time Division Multiplexing; TDM)의 고속 광전송 시스템은 듀티비(duty rate)가 적은 신호들을 발생시켜 인접한 두 주기 사이에 다른 정보 신호를 삽입시킴으로써 광전송 속도를 증가시켜 전송 효율을 높일 수 있다. 이를 실현하기 위해서는, 두 정보 신호 간에 안정되고 일정한 간격을 유지하는 것이 필요하며, 이를 위해서는 송신 데이터를 광신호로 변환하여 출력하는 광 변조기에 대한 광 출력 특성의 안정화가 무엇보다 중요하다.

<4> 일반적으로 전광(electro-optic) 효과를 이용한 광 변조기는 인가 전압에 따른 광 변조기의 소광 특성 (on/off)이 정현 함수의 특성을 가지면서 변화하며, 통상 소광 특성(on/off)을 위한 전압(Vπ)으로 세기 변조를 수행한다.

<5> 이때 광변조기를 통해 변조된 광신호의 정확한 온/오프를 위해서는 인가되는 전기 신호의 크기와 동작점(operation point)의 선정이 중요하다. 이때 동작점은 통상 Vπ/2를 나타내는 광 출력 특성의 1/2이 되는 지점에서 세기 변조를 이루게 된다.

<6> 도 1은 두 개의 광 변조기를 직렬 연결하여 구성한 광 변조 장치의 일 예를 개략적으로 나타낸 도면으로서, RZ(Return-to-zero) 방식 또는 CSRZ(Carrier Suppressed Return-to-Zero) 방식의 변조 신호 발생에 주로 사용된다. 여기서, 제1,2 변조기(12,13)는 마흐젠더(Mach-Zehnder)형의 외부 변조기이다.

<7> 도 1을 참조하면, 상기의 광 변조 장치는, 먼저 제1 광 변조기(12)에 전기적인 클럭을 인가하여 광 펄스 열을 만들고, 제2 광 변조기(13)에서 송신할 데이터에 따라서 상기 광 펄스 신호를 온/오프하여, 상기 송신 데이터가 실린 광신호를 출력한다.

<8> 이때, 상기 제1,2 변조기(12,13)에 인가되는 DC 바이어스 전압은, 광 출력이 안정되게 유지되도록 조절되어야 하며, 이를 위하여 자동 바이어스 제어 장치가 적용된다.

<9> 도 2는 종래에 하나의 광 변조기를 위한 바이어스 제어 장치를 나타낸 블럭도이다. 이때 상기 바이어스 제어 장치는, 송신할 데이터를 광신호로 변조하는 제2 광 변조기(13)를 제어 대상으로 한다.

<10> 도 2를 참조하면, 상술한 바이어스 제어 장치는, RF 신호 발생기(20)를 통하여 바이어스 전압과 함께 사전에 설정된 저주파수의 RF 신호를 변조기(13)에 인가하고, 광 검출기(21)를 통해 상기 제2 광 변조기(13)로부터 출력된 변조된 광신호를 추출한 후, 대역 통과 필터(22)를 통해 상기 추출된 광신호 중에서 상기 RF 신호 발생기(20)에서 발생된 주파수의 2차 고조파 성분만을 필터링한다.

<11> 상기에서 광 변조기(13)의 광 출력 특성은 광 변조기(13)의 전달함수 특성에 의해 좌우되므로, Vπ/2에 해당하는 전압에 정확히 DC 바이어스 전압이 인가된 경우, 상기 2차 고조파 성분은 최소의 크기가 된다.

<12> 따라서, 상기 비교기(23) 및 DC 바이어스 공급기(24)에서는 상기 대역 통과 필터(22)를 통해 얻은 2차 고조파의 전류 값이 최소가 되도록 DC 바이어스를 조절한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<13> 그런데 상기 도 1에 도시된 바와 같이 구성된 광 변조 장치에 있어서, 제1 광 변조기(12)와 제2 광 변조기(13)는 그 변조 방식에 따라서 전기 신호의 세기 및 동작점의 위치가 달라질 수 있다.

<14> 즉, 상기 종래의 방식에 따르면, 도 1과 같이 두 개의 광 변조기가 직렬로 연결되어 있는 경우, 두 광 변조기를 위하여 별도의 바이어스 제어 장치가 요구되며, 특히, RF 신호 발생기와 대역 통과 필터의 경우, RF 주파수 및 필터링 대역을 상이하게 하여야만 두 개의 광 변조기를 안정되게 동작시킬 수 있게 된다는 문제점이 있다.

<15> 따라서, 광 변조 장치의 구성을 간단히 하기 위해서는, 두 개의 광 변조기가 직렬로 연결되어 이루어진 광 변조 장치에서 광 출력 특성이 일정하게 유지되도록 직렬 연결된 두 변조기에 대한 바이어스 전압을 동시에 제어할 수 있어야 한다.

과제 해결수단

<16> 이에 본 발명은 상기 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 직렬 연결된 두 개의 광 변조기의 바이어스 전압을 동시에 제어할 수 있는 바이어스 제어 장치를 구비한 광 변조 장치를 제공한다.

<17> 또한, 본 발명은 상기 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 두 개의 광 변조기가 직렬로 연결되어 이루어진 광 변조 장치에서 광 출력 특성이 일정하게 유지되도록 직렬 연결된 두 변조기에 대한 바이어스 전압을 동시에 제어할 수 있는 바이어스 제어 장치 및 방법을 제공한다.

<18> 본 발명의 일 실시 형태에 따르면, 광 변조 장치는, 광원을 발생시키는 광원 발생기; 상기 광원을 기준 클럭에 따라 온오프하여 일정 주기의 광 펄스 신호로 변조하는 제1 광 변조기; 상기 제1 광 변조기에서 출력된 광 펄스 신호를 변조할 데이터에 따라 온오프시켜 데이터가 실린 광 출력 신호로 변조하는 제2 광 변조기; 저주파의 제1 RF 신호를 제1 바이어스 전압과 함께 상기 제1 광 변조기에 인가하고, 저주파의 제2 RF 신호를 제2 바이어스 전압과 함께 상기 제2 광 변조기에 인가하면서, 상기 제2 광 변조기의 광 출력 신호에서 상기 제1 RF 신호의 4차 고조파 성분을 검출하여, 상기 4차 고조파 성분의 전류값이 최소가 되도록 상기 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 조정하는 바이어스 제어부를 포함한다.

<19> 본 발명의 일 실시 형태에 따르면, 상기 직렬 연결된 제1,2 광 변조기를 포함하는 광 변조 장치의 바이어스 제어 장치는, 제1 RF 신호 및 제2 RF 신호를 발생시켜 각각 상기 제1 광 변조기 및 제2 광 변조기에 인가하는 RF 신호 발생부; 상기 제2 광 변조기의 광 출력 신호를 추출하는 광 검출부; 상기 광 검출부에서 추출된 광 출력 신호에서 상기 제1 RF 신호의 4차 고조파 신호만을 추출하는 대역 통과 필터; 상기 대역 통과 필터에서 출력된 4차 고조파 신호의 전류값과 기준 전류값을 비교하는 비교기; 상기 비교기의 비교 결과에 따라서, 제1 바이어스 전압을 조정하여 상기 제1 광 변조기에 인가하는 제1 바이어스 공급기; 및 상기 비교기의 비교 결과에 따라서, 제2 바이어스 전압을 조정하여 상기 제2 광 변조기에 인가하는 제2 바이어스 공급기를 포함한다.

<20> 더하여, 본 발명의 일 실시 형태에 따르면, 상기 바이어스 제어 장치는, 상기 제1 바이어스 공급기에서 발생된 제1 바이어스 전압과 상기 RF 신호 발생부에서 발생된 제1 RF 신호를 제1 광 변조기에 전달하거나 차단하는 제1 스위치; 및 상기 제2 바이어스 공급기에서 발생된 제2 바이어스 전압과 상기 RF 신호 발생부에 발생된 제2 RF 신호를 제2 광 변조기에 전달하거나 차단하는 제2 스위치 중에서 하나 이상을 더 포함한다.

<21> 또한, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 상기 바이어스 제어 방법은, 상기 제1 광 변조기 및 제2 광 변조기에 각각 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압과 함께 저주파의 제1 RF 신호 및 제2 RF 신호를 인가하는 단계; 상기 광 변조 장치에서 변조 출력되는 광 출력 신호를 검출하는 단계; 상기 검출된 광 출력 신호에서 상기 제1 RF 신호에 대한 4차 고조파 신호를 추출하는 단계; 및 상기 4 차 고조파 신호의 크기가 최소가 되도록 상기 제1 바이어스 전압 및 제2 바이어스 전압을 제어하는 단계를 포함한다.

<22> 또한, 상기 본 발명의 일 실시 형태에 의한 바이어스 제어 방법은, 초기 동작시 제2 광 변조기에 제2 바이어스 전압을 인가하지 않은 상태 또는 제2 광 변조기에 제2 기준 바이어스 전압이 인가되는 상태에서, 상기 제1 광 변조기에 인가되는 제1 바이어스 전압을 조정하면서 상기 광 변조 장치에서 출력된 광 출력 신호의 4차 고조파 신호를 확인하여, 상기 4차 고조파 신호가 최소의 크기를 갖는 제1 기준 바이어스 전압을 찾아서 제1 광 변조기로 인가하는 제1 초기화 단계; 및 상기 제1 초기화 단계 후에, 제1 광 변조기에 제1 바이어스 전압을 인가하지 않거나 제1 광 변조기에 제1 기준 바이어스 전압이 인가되는 상태에서, 상기 제2 광 변조기에 인가되는 바이어스 전압을 조정하면서 상기 광 변조 장치에서 검출된 광 출력 신호의 4차 고조파 신호를 확인하여, 상기 4차 고조파 신호가 최소의 크기를 갖는 제2 기준 바이어스 전압을 찾아서 제2 광 변조기로 인가하는 제2 초기화 단계를 더 포함한다.

<23> 또한, 상기 본 발명의 일 실시형태에 의한 바이어스 제어 방법은, 상기 제1 초기화 단계 및 제2 초기화 단계를 수행하여, 상기 제1 광 변조기에 제1 기준 바이어스 전압을 인가하고, 상기 제2 광 변조기에 제2 기준 바이어스 전압을 인가하였을 때, 상기 광 변조 장치의 광 출력 신호에서 추출된 4차 고조파 신호의 전류값을 기준 전류값으로 설정하는 단계를 더 포함한다.

효 과

<24> 이상 설명한 바에 의하면, 본 발명은 두 개의 광 변조기가 직렬 연결된 광 변조 장치에 대하여, 4차 고조파 신호의 검출에 의한 바이어스 전압의 피드백 제어를 통하여, 두 광 변조기의 바이어스 전압을 효율적으로 제어할 수 있으며, 그 결과 최종 출력 특성을 안정되게 유지할 수 있다.

<25> 더하여, 종래보다 간단한 구성을 통하여 두 광 변조기의 바이어스 전압 제어가 가능해진다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<26> 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있는 바람직한 실시 예를 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시 예에 대한 동작 원리를 상세하게 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.

<27> 또한, 도면 전체에 걸쳐 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용한다.

<28> 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결'되어 있다고 할때, 이는 '직접적으로 연결'되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 '전기적으로 연결'되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성 요소를 '포함'한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

<29> 도 3 및 도 4는 본 발명에 의한 바이어스 제어 원리를 설명하기 위한 그래프로서, 도 3은 직렬 연결된 두 개의 변조기를 구비한 광 변조 장치에 있어서, 제1 광 변조기(12)에서의 바이어스 전압에 따른 N차 고조파 신호의 변화를 도시한 그래프이고, 도 4는 제1 광 변조기(12)의 바이어스 전압이 $V\pi/2$에 위치한 상태에서 제2 광 변조기(13)에서의 바이어스 전압에 따른 N 차 고조파 신호의 변화를 도시한 그래프이다. 이를 측정하기 위하여, 상기 제1 광 변조기(12)에는 저주파수(1f)의 제1 RF신호를 바이어스 전압과 함께 인가하고, 제2 광 변조기(13)에는 상기 제1 RF 신호의 2배의 주파수값(2f)의 제2 RF 신호를 바이어스 전압과 함께 인가하였으며, 상기 N차 고조파 신호는 상기 제1 RF 신호에 대한 고조파 신호를 나타낸다.

<30> 일정 크기의 DC 바이어스 전압에서 Vc의 크기를 가지고 인가되는 RF 신호를 VcSinWct라 할 때, 고조파 전달 특성을 갖는 광 변조기는 도 3 및 도 4에서와 같은 고조파 출력 신호를 발생하게 된다. 일반적으로, 고조파 전달 곡선의 한 지점에서의 전달함수는 하기의 수학식 1과 같이 Taylor Series로 표현할 수 있으며, 각각의 미분항이 고조파(harmonic) 신호의 성분을 규정하게 된다.

수학식 1

<31>
$$\frac{P_{out}}{P_{in}}(V) = f_1(V) = f_1(Vb) + \frac{df_1}{dV}\Big|_{vb} V_m + \frac{1}{2!}\frac{d^2 f_1}{dV^2}\Big|_{vb} V_m^2 + \frac{1}{3!}\frac{d^3 f_1}{dV^3}\Big|_{vb} V_m^3 + \frac{1}{4!}\frac{d^4 f_1}{dV^4}\Big|_{vb} V_m^4 \cdots$$

<32> 즉, 상기 수학식 1에서 2차 미분 변화율의 크기 성분의 변화가 2차 고조파(second harmonic) 성분을 결정하게 되고 4차 미분 변화율의 크기 성분의 변화는 4차 고조파의 성분을 결정하게 된다.

<33> 따라서, 상기 수학식 1을 참조함으로써 도 3 및 도 4와 같은 각 고조파 성분의 스펙트럼 변화를 구할 수 있다.

<34> 상기 도 3 및 도 4를 참조하면, 제1 광변조기(12)로 1f의 제1 RF신호를 인가하고, 제2 광 변조기(13)에 주파수 2f의 제2 RF신호를 인가하였을 때, 주파수 f에 대한 고조파 성분들 중에서 4차 고조파(4f)에 해당하는 주파수 성분의 크기가 각각의 최적 바이어스 전압이 2V인 점(즉, $V\pi/2$ 지점)에서 최소가 되는 것을 알 수 있다.

<35> 이로부터 판단해 볼 때, 제1,2 광 변조기(12,13) 각각의 바이어스 기준점으로부터 외부 환경 및 온도의 변화로 인한 광 변조기의 광 출력 변화는 상기 4차 고조파 성분의 크기 변화를 야기하므로 변화에 대한 4f 고조파 크기 성분이 최소화되는 바이어스 전압의 추적을 통하여 직렬 연결된 제1,2 광 변조기(12,13)의 최적 바이어스 전압을 동시에 유지할 수 있게 됨을 알 수 있다.

<36> 이에 의하여, 본 발명은 4차 고조파 성분의 크기 변화를 통하여, 광 변조기의 전달 함수의 변화에 확인하여, 최적 바이어스 전압을 유지시키는 것이다.

<37> 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 바이어스 제어 장치 및 이를 포함한 광 변조 장치를 나타낸 블럭도이다.

<38> 도 5를 참조하면, 본 발명에 의한 광 변조 장치는, 광원(11)과, 상기 광원(11)에서 발생한 광을 일정 주기의 펄스 신호로 변조하는 제1 광 변조기(12)와, 상기 제1 광 변조기(12)의 출력된 펄스 신호를 온/오프하여 데이터가 실린 광 변조 신호로 변조하는 제2 광 변조기(13)와, 상기 제1,2 광 변조기(12,13)에 DC 바이어스 전압과 설정된 저주파수의 RF 신호를 인가한 후 변조된 광 신호에서 상기 RF 신호에 대한 4차 고조파 성분을 추출하여, 상기 4차 고조파 성분의 전류값 변화에 따라서 제1,2 광 변조기(12,13)의 바이어스 전압을 동시에 제어하는 바이어스 제어 장치(100)를 포함한다.

<39> 본 발명에 의해 구현된 상기 바이어스 제어 장치(100)는, 상기 제1 광 변조기(12)와 제2 광 변조기(13)에 대하여, 기준 바이어스 전압에 대한 4차 고조파 신호의 전류값을 각각 기준 전류값으로 설정하여 둔 상태에서, 상기

4차 고조파 신호의 전류값 변동시 상기 설정된 기준 전류값과의 편차에 따라서 제1,2 광 변조기(12,13)의 바이어스 전압을 조정한다.

<40> 본 발명의 바람직한 실시 예에 따르면, 상기 바이어스 제어 장치(100)는, 상기 제1,2 변조기(12,13)에 바이어스 전압과 함께 인가되며 각각 저주파 특성을 갖는 RF 신호를 발생시키는 RF 신호 발생부(50)와, 상기 제2 광 변조기(13)에서 출력되는 광신호를 추출하는 광 검출부(51)와, 상기 광 검출부(51)에서 추출된 광신호에서 상기 RF 신호 발생기(50)에서 제1 광 변조기(12)로 인가된 RF 신호의 4차 고조파 성분만을 추출하는 대역 통과 필터(52)와, 상기 대역 통과 필터(52)에서 출력된 4차 고조파 신호의 전류값과 미리 설정된 기준 전류값을 비교하는 비교기(53)와, 상기 비교기(53)의 비교 결과에 따라서 제1,2 바이어스 전압을 각각 조정하여 상기 제1,2 변조기(12,13)에 각각 인가하는 제1,2 바이어스 공급기(54,55)를 포함한다.

<41> 더하여, 상기 바이어스 제어 장치(100)는, 상기 제1,2 광 변조기(12,13)에 대한 기준 바이어스 전압 및 상기 기준 바이어스 전압에서의 4차 고조파 신호의 전류값에 대한 기준 전류값을 설정하기 위하여, 상기 제1 바이어스 공급기(54)에서 발생된 바이어스 전압과 상기 RF 신호 발생부(50)에서 발생된 RF 신호를 제1 광 변조기(12)에 전달하거나 차단하는 제1 스위치(56) 및 상기 제2 바이어스 공급기(55)에서 발생된 바이어스 전압과 상기 RF 신호 발생부(50)에 발생된 RF 신호를 제2 광 변조기(13)에 전달하거나 차단하는 제2 스위치(57) 중에서 하나 이상을 더 포함할 수 있다.

<42> 이때, 상기 RF 신호 발생부(50)는 제1 광 변조기(12)로는 1f의 저주파 제1 RF 신호(RF1)를 인가하며, 제2 광 변조기(13)로는 2f의 저주파 제2 RF 신호(RF2)를 인가하는데, 이를 위하여, 1f의 제1 RF 신호(RF1)를 발생시키는 RF 신호 발생기(501)와, 상기 RF 신호 발생기(501)에서 발생한 RF 신호를 분주하여 2f의 제2 RF 신호(RF2)를 출력하는 분주기(502)를 포함하며, 상기 RF 신호 발생기(501)의 RF 신호(RF1)는 제1 스위치(56)를 통해 제1 광 변조기(12)로 인가되도록 하고, 상기 분주기(502)의 RF 신호(RF2)는 제2 스위치(57)를 통해 제2 광 변조기(13)로 인가되도록 구성된다.

<43> 상기 바이어스 제어 장치(100)는, 제1,2 광 변조기(12,13)에 대한 기준 바이어스 전압 및 4차 고조파 신호에 대한 기준 전류값을 설정하여야 하는데, 이를 위하여, 먼저, 제2 스위치(57)를 단락시키거나, 제2 바이어스 공급기(55)에서 기준 바이어스 전압이 설정되어 인가되는 상태로 한 후, 제1 스위치(56)를 온시켜, 상기 제1 광 변조기(12)로 인가되는 바이어스 전압을 조정하면서 상기 대역 통과 필터(52)에 의해 검출된 4차 고조파 신호의 크기를 확인하여, 상기 4차 고조파 신호가 최소인 시점의 바이어스 전압을 기준 바이어스 전압으로 설정하고, 이때의 4차 고조파 신호의 전류값을 기준 전류값으로 설정한다.

<44> 마찬가지로, 상기 제2 광 변조기(13)에 대해서도, 제1 스위치(56)를 단락시키거나, 상기 제1 바이어스 공급기(55)에서 기준 바이어스 전압이 설정되어 인가되는 상태로 한 후, 제2 스위치(57)를 온 시켜, 상기 제2 광 변조기(12)로 인가되는 바이어스 전압을 조정하면서 상기 대역 통과 필터(52)에 의해 검출된 4차 고조파 신호의 크기를 확인하여, 상기 4차 고조파 신호가 최소인 시점의 바이어스 전압을 기준 바이어스 전압으로 설정하고, 이때의 4차 고조파 신호의 전류값을 기준 전류값으로 설정한다.

<45> 따라서 상기에서 제1 스위치(56)를 구비하지 않고, 제2 스위치(57)만을 구비한 후, 제2 스위치(57)를 단락시킨 상태에서 제1 광 변조기(12)의 기준 바이어스 전압 및 그에 따른 4차 고조파 신호의 기준 전류값을 설정한 상태에서 상기 제2 스위치(58)를 온시켜 제2 광 변조기(13)에 대한 기준 바이어스 전압 및 그에 따른 4차 고조파 신호의 기준 전류값을 설정하도록 할 수 있다.

<46> 이러한 상기 제1,2 바이어스 공급기(54,55)의 기준 바이어스 전압 및 기준 전류값에 대한 초기화 방법에 대해서는 이후에 더 구체적으로 설명한다.

<47> 더하여, 상기 광 검출부(50)는 상기 제2 광 변조기(13)의 광 출력 신호에서 일부(약 5%) 신호를 분기시키는 광 커플러(511)와, 상기 광 커플러(511)에 의해 분기된 광 출력 신호를 전기 신호로 변환하는 광-전 변환기(512)와, 상기 광-전 변환기(512)에서 변환된 전기 신호를 증폭하는 증폭기(513)를 포함하여, 상기 제2 광 변조기(13)에서 변조된 광 출력 신호를 검출하여 전기신호 형태로 출력한다.

<48> 상기 광 검출부(50)에서 출력된 전기 신호는 비교기(53)로 입력되어, 초기화 과정을 통해 설정되거나, 사전에 저장된 기준 전류값과 비교되며, 제1,2 바이어스 공급기(54,55)는 상기 비교기(53)의 비교 결과에 따라서 바이어스 전압을 조정하여 제1,2 광 변조기(12,13)에 인가한다.

<49> 이하, 상기와 같은 구성을 기반으로 하는 바이어스 제어 과정에 대하여 첨부된 흐름도를 참조하여 구체적으로

설명한다.

<50> 도 6은 본 발명에 일 실시형태에 따른 바이어스 제어 방법의 전체적인 흐름을 나타낸 흐름도이다.

<51> 도 6을 참조하면, 본 발명에서는 안정된 출력 유지를 위한 바이어스 제어를 위하여, 실제 동작을 수행하기 전에 상기 제1,2 광 변조기(12,13)에 대한 기준 바이어스 전압과, 4차 고조파 신호의 기준 전류값을 설정하여 둔다(S60).

<52> 상기 기준 바이어스 전압과 기준 전류값 설정은 사전에 실험 또는 경험에 의해 도출된 안정된 출력 상태에서의 바이어스 전압과 전류값을 저장하는 방식으로 이루어질 수도 있으며, 바이어스 제어 동작을 수행하기 전, 즉 전원이 인가되는 초기에 초기화 과정을 통해 안정된 출력을 위한 바이어스 전압과 전류값을 찾아서 설정하도록 할 수도 있다. 상기 초기화 과정을 통해 기준 바이어스 전압과 기준 전류값의 설정 과정은 이후에 더 구체적으로 설명하기로 한다.

<53> 상기와 같이 기준 바이어스 전압과 기준 전류값이 설정된 후에는, 상기 광 검출부(51)를 통하여 제1,2 광 변조기(12,13)에 의해 변조되어 최종 출력되는 광 신호를 추출한다(S61).

<54> 그리고 대역 통과 필터(52)를 통하여 상기 추출된 광신호에서 상기 RF 신호 발생부(50)에서 제1 광 변조기(12)로 인가된 1f 주파수의 제1 RF 신호(RF1)에 대한 4차 고조파 신호를 추출한다(S62).

<55> 마지막으로, 상기 추출된 4차 고조파 신호의 전류값과 상기 단계(S60)에 의해 설정된 기준 전류값을 비교하여, 그 비교 결과에 따라서 상기 제1,2 광 변조기(12,13)에 각각 인가되는 제1,2 바이어스 전압을 제어한다(S63).

<56> 이어서, 상술한 바이어스 제어 방법의 각 단계를 더 구체적으로 설명한다.

<57> 도 7은 본 발명에 의한 바이어스 제어 방법의 실시 예를 설명하기 위해, 4차 고조파 신호의 전달 곡선과, 광 출력의 전달 곡선을 나타낸 그래프로서, 도 7에서, V1,2 ref는 제1,2 광 변조기(12,13)의 기준 바이어스 전압을, Iref는 기준 바이어스 전압에 대응하는 4차 고조파 신호의 기준 전류값을 나타내고, Iset는 최적 바이어스 지점을 기준으로 바이어스 전압을 조정 방향을 판단하기 위하여, 바이어스 전압을 일정 단위 전압만큼 증가시킨 후 얻어진 4차 고조파 신호의 전류값을 나타내고, Inew는 상기 Iset 설정 후에 광 검출부(51)와 대역 통과 필터(52)를 통해 얻어진 현재 광 출력신호에서 검출된 4차 고조파 신호의 전류값을 나타낸다.

<58> 그리고 도 8 및 9는 상기 단계(S60)에서 기준 바이어스 전압과 기준 전류값을 설정하는 초기화 과정을 나타낸 흐름도로서, 도 8은 제1 광 변조기(12)에 대한 제1 기준 바이어스 전압과 기준 전류값을, 도 9는 제2 광 변조기(13)에 대한 제1 기준 바이어스 전압과 기준 전류값을 설정하는 과정을 나타낸 것이다.

<59> 도 8을 참조하면, 상기 제1 광 변조기(12)에 대한 기준 바이어스 전압 및 기준 전류값을 설정하는 초기화 과정을 수행하기 위하여, 제2 스위치(57)를 단락시킨다(S82). 이에 의하면 상기 제2 광 변조기(13)로 바이어스 전압이 인가되지 않아 제2 광 변조기(13)에 의한 변조가 발생하지 않는다. 상기 단계(S82)는 제2 광 변조기(13)에 의한 전달 함수의 변동을 반영하지 않은 상태에서 제1 광 변조기(12) 만의 전달 특성만을 고려하기 위한 것으로, 제2 광 변조기(13)를 먼저 초기화하여 기준 바이어스 전압이 설정된 상태인 경우에는 제2 스위치(57)를 단락시키지 않아도 된다.

<60> 이어, 상기 제1 바이어스 공급기(54)는 상기 제1 광 변조기(12)에 인가할 제1 바이어스 전압 V1bias과, 4차 고조파 전류값 Iset을 임의로 설정하여 인가한다(S83).

<61> 그리고 설정된 기준 범위(+/- Vpi) 내에서 상기 제1 기준 바이어스 전압을 조정하면서, 광 출력과 4차 고조파 신호의 전류값을 확인하여, 기준 바이어스 전압이 변조기의 전달 곡선의 양의 기울기에 위치하면서 4차 고조파 신호가 최소 전류값을 갖는 지를 판단한다(S84,S85). 즉, 기설정된 전압 범위(+/- Vpi) 내에서 최적 바이어스 지점을 찾는다.

<62> 그리고 상기 탐색된 최적 바이어스 지점의 바이어스 전압을 제1 기준 바이어스 전압 V1 ref로 설정하고, 이때의 4차 고조파 신호의 전류값을 기준 전류값 Iref로 설정한다(S86).

<63> 상기 상태에서, 단계(S87)를 통해서 제1 기준 바이어스 전압 V1 ref 및 기준 전류값 Iref을 보정한다.

<64> 더 구체적으로 설명하면, 상기 단계(S86)에서 설정된 기준 전류값 Iref과 새로 검출된 4차 고조파의 전류값 Inew를 비교한 후, 상기 기준 전류값 Iref이 상기 새로 검출된 4차 고조파의 전류값 Inew보다 작지 않으면, 최소의 4차 고조파 신호 전류값이 기준 전류값으로 설정된 것이 아니므로, 상기 새로 검출된 전류값 Inew로 기준

전류값 Iref을 다시 설정하고, 또한 이때의 바이어스 전압 V1 bias으로 기준 바이어스 전압 V1 ref을 다시 설정한다(S89).

<65> 반대로 상기 기준 전류값 Iref이 상기 새로 검출된 4차 고조파의 전류값 Inew보다 크면, 바이어스 전압의 제어 방향을 판단하기 위하여 상기 제1 광 변조기(12)에 인가되는 제1 바이어스 전압을 단위 전압(ΔV)만큼 증가시킨다(S90).

<66> 그리고 나서, 상기 바이어스 전압이 증가된 후의 전류값 Iset과 상기 검출된 전류값 Inew를 비교하여, 증가 후의 전류값 Iset이 상기 검출된 전류값 Inew 보다 크면 제1 바이어스 전압을 감소시키는 방향으로 조정하고(S92), 그 반대인 경우에는 제1 바이어스 전압을 증가시키는 방향으로 조정한다(S93).

<67> 도 7을 참조하여 더 설명하면, 상기 4차 고조파 신호의 전달곡선은 최적 바이어스 지점에서 최소가 되며 상기 최적 바이어스 지점에서 멀어질 수 록 증가되는 경향을 갖는다. 따라서, 바이어스 전압 증가 후의 전류값 Iset이 검출 전류값 Inew 보다 작은 경우에는 도 7의 4차 고조파 신호의 전달 곡선에서 음의 기울기에 위치해 있는 상태이므로, 최적 바이어스 전압으로 조정하기 위해서는 바이어스 전압을 증가시켜야 하며, 반대로 바이어스 전압 증가 후의 전류값 Iset이 검출 전류값 Inew 보다 큰 경우에는, 4차 고조파 신호의 전달 곡선의 양의 기울기에 있는 것으로서, 최적 바이어스 전압으로 조정하기 위해서는 해당 바이어스 전압을 감소시켜야 하는 것이다.

<68> 도 8은 제2 광 변조기(13)에 대한 제2 기준 바이어스 전압 V2 ref와 기준 전류값 Iref를 설정하는 초기화 과정을 도시한 것으로서, 제2 광 변조기(13)의 전달 특성만을 고려하기 위하여 제1 스위치(56)를 단락시키거나 제1 광 변조기(12)가 초기화된 상태에서 수행한다는 점에서 차이가 있을 뿐, 앞서 설명한 제1 광 변조기(12)의 초기화 과정과 동일한 방법으로 이루어진다.

<69> 즉, 단계(S102)~단계(S106)를 통하여 최소의 전류값을 갖는 바이어스 전압을 찾아서 제2 기준 바이어스 전압 V2 ref로 설정하고, 이때의 전류값을 Iref로 설정한다.

<70> 그리고 단계(S107)를 통하여, 제2 기준 바이어스 전압 V2 ref 및 기준 전류값 Iref을 보정한다.

<71> 상기의 과정을 통하여, 제1,2 바이어스 공급기(54,55)에 각각 제1,2 기준 바이어스 전압과 기준 전류값 Iref를 설정한 후에는, 해당 제1,2 광 변조기(12,13)가 동작하여 출력시키는 광 출력 신호로부터 실시간으로 4차 고조파 신호를 검출하고, 외부 요인 또는 온도 변화에 따라서 출력 특성이 변화되어 4차 고조파 신호가 변화된 경우, 기준 전류값과의 편차에 따라서 제1,2 바이어스 전압을 제어하게 된다.

<72> 이때, 상기 제1,2 바이어스 전압의 조정은 도 10에 보인 바와 같은 순서로 이루어질 수 있다.

<73> 도 10은 도 1의 바이어스 제어 방법에 있어서, 단계(S63)의 상세 과정을 나타낸 흐름도이다.

<74> 도 10을 참조하면, 상기 단계(S63)에서는, 상기 비교기(53)에서 검출된 4차 고조파 신호의 전류값(Inew)과 기준 전류값(Iref)을 비교하여 편차가 발생한 경우, 변화 요인이 제1 광 변조기(12)에 있는 것으로 가정하여, 먼저 제1 바이어스 공급기(54)가 동작하여 제1 바이어스 전압을 제어한다(S123,S124). 이때 상기 제1 바이어스 전압의 제어는 상기 도 8의 단계(S87)에 보인 바와 같이 이루어질 수 있다.

<75> 상기 제1 바이어스 전압의 제어 후에도 여전히 검출된 4차 고조파 신호의 전류값와 기준 전류값이 다른 경우에는, 제2 바이어스 공급기(55)가 동작하여 제2 바이어스 전압을 제어한다(S125,S126). 이때 상기 제2 바이어스 전압의 제어는 상기 도 9의 단계(S107)과 같이 이루어질 수 있다.

<76> 상기에 의하면, 제1,2 광 변조기(12,13)가 직렬로 연결된 광 변조 장치에 대하여, 간단한 장치 구성으로 그 출력 특성을 안정되게 유지할 수 있게 된다.

<77> 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시 예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경할 수 있다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 당업자에게 있어 명백할 것이다.

도면의 간단한 설명

<78> 도 1은 광 변조 장치의 일 예를 나타낸 블럭도,

<79> 도 2는 종래의 바이어스 제어 장치를 나타내는 블럭도,

<80> 도 3 및 도 4는 도 1의 광 변조 장치에 있어서, 제1,2 변조기에서의 바이어스 전압과 고조파의 관계를 나타낸

그래프,

<81> 도 5는 본 발명에 의한 바이어스 제어 장치 및 이를 구비한 광 변조 장치를 보인 블럭도,

<82> 도 6은 본 발명에 의한 바이어스 제어 방법을 개략적으로 나타낸 흐름도,

<83> 도 7은 본 발명에 의한 바이어스 제어 방법을 설명하기 위한 그래프,

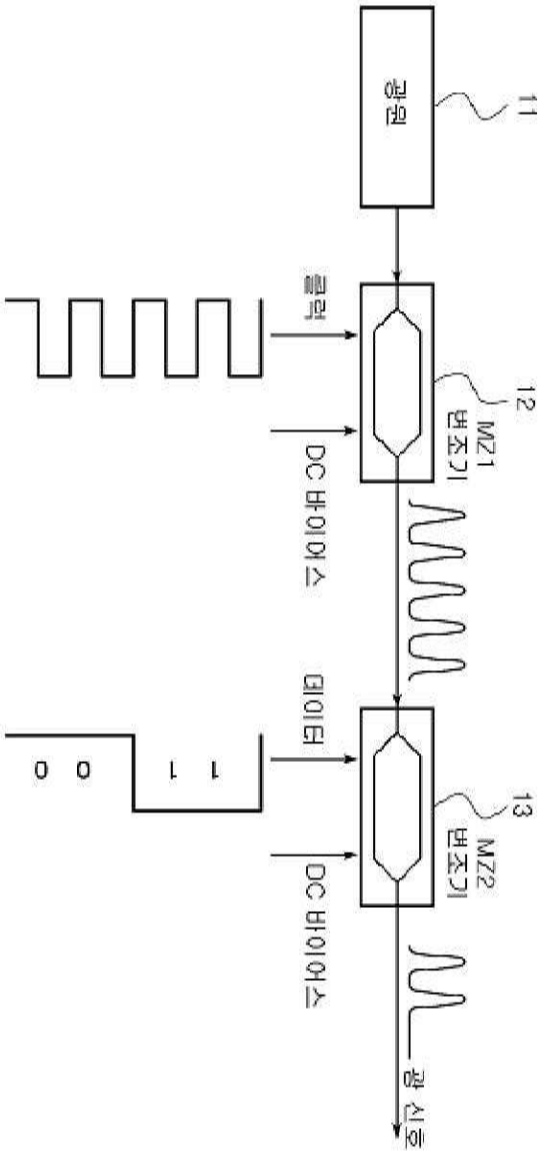
<84> 도 8은 본 발명에 있어서, 제1 광 변조기를 위한 바이어스 전압 및 4차 고조파 전류값의 초기화 과정을 나타낸 흐름도

<85> 도 9는 본 발명에 있어서, 제2 광 변조기를 위한 바이어스 전압 및 4차 고조파 전류값의 초기화 과정을 나타낸 흐름도, 그리고

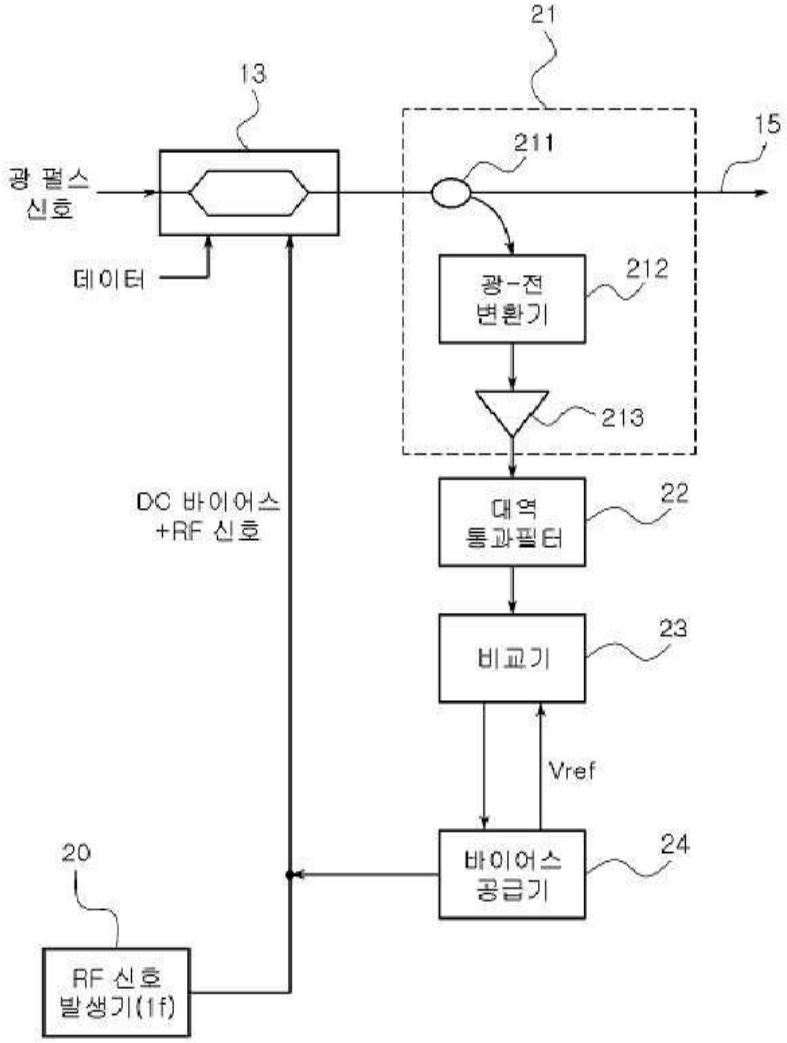
<86> 도 10은 본 발명에 의한 바이어스 제어 방법에 있어서, 제1,2 변조기의 바이어스 제어 과정을 상세히 나타낸 흐름도이다.

도면

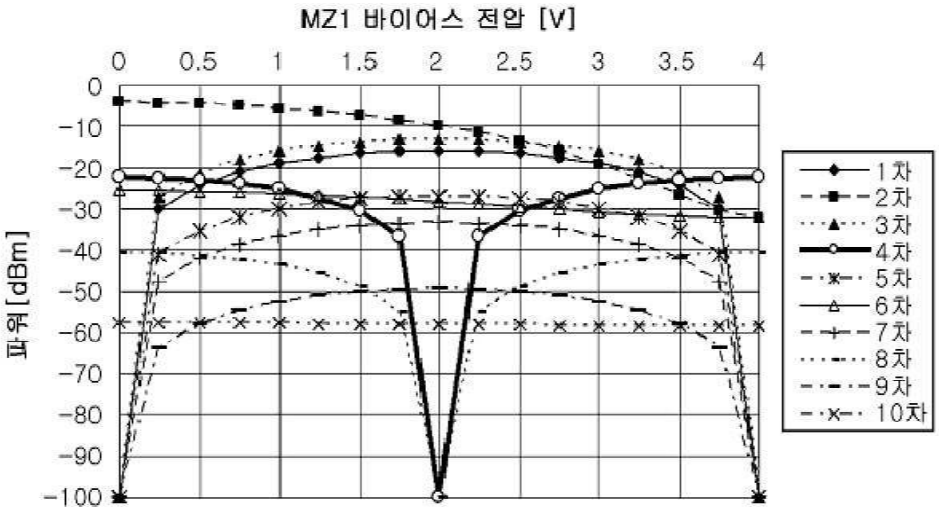
도면1



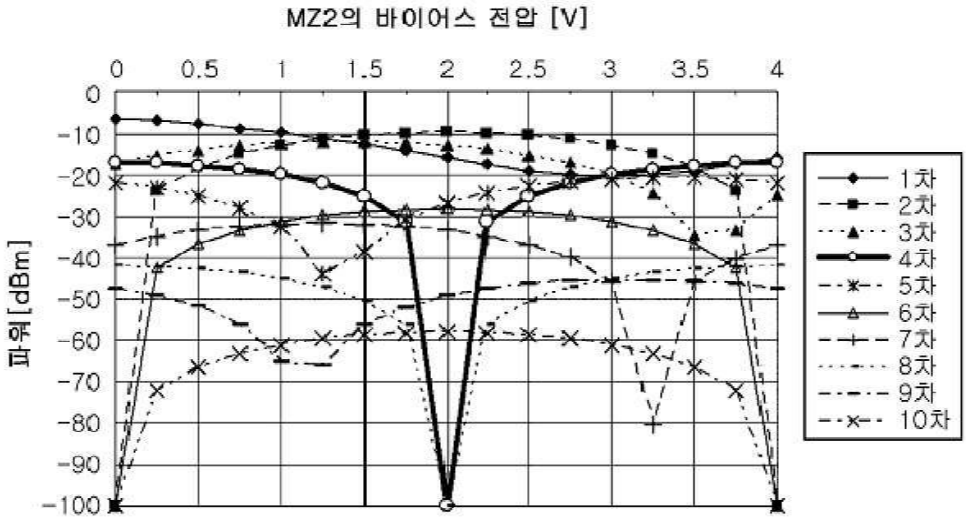
도면2


21
13
211
15
광 펄스
신호
데이터
광-전
변환기
212
213
DC 바이어스
+RF 신호
대역
통과필터
22
비교기
23
Vref
20
바이어스
공급기
24
RF 신호
발생기(1f)

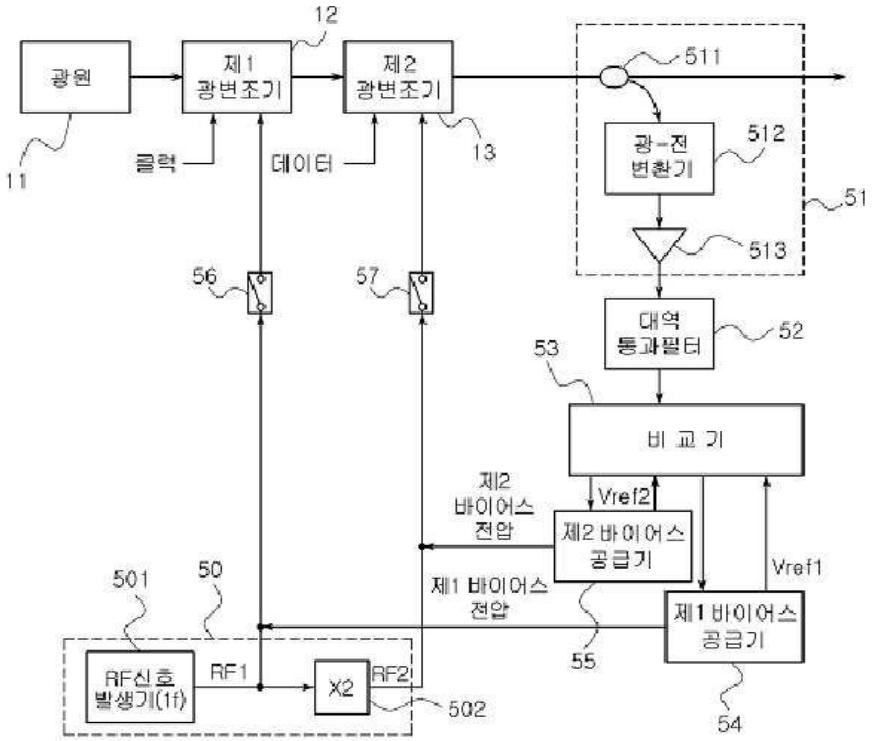
도면3


MZ1 바이어스 전압 [V]
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
-100
파워 [dBm]
1차
2차
3차
4차
5차
6차
7차
8차
9차
10차

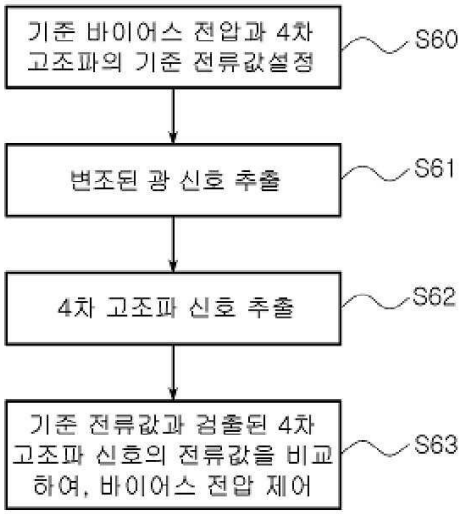
도면4


MZ2의 바이어스 전압 [V]
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
-100
파워[dBm]
1차
2차
3차
4차
5차
6차
7차
8차
9차
10차

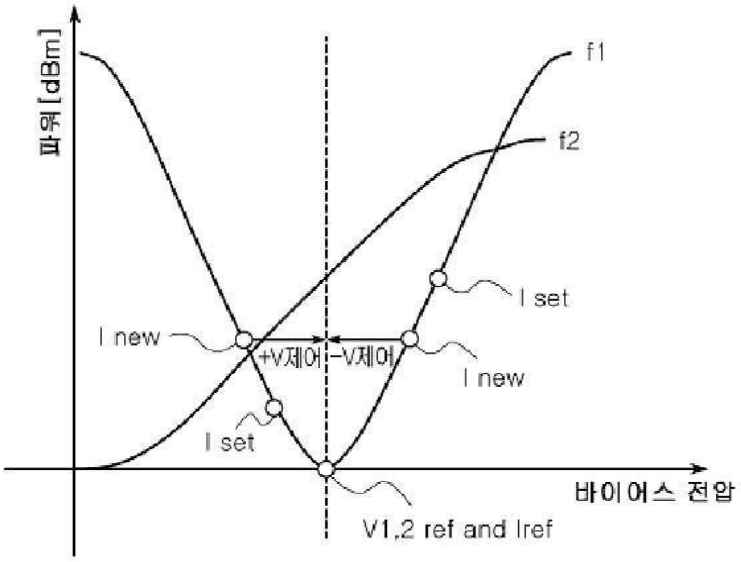
도면5


광원
제1 광변조기
제2 광변조기
12
11
13
클럭
데이터
511
광-전 변환기
512
513
51
대역 통과필터
52
53
비 교 기
Vref2
제2 바이어스 공급기
제2 바이어스 전압
Vref1
제1 바이어스 공급기
제1 바이어스 전압
55
54
56
57
501
50
RF신호 발생기(1f)
RF1
X2
RF2
502

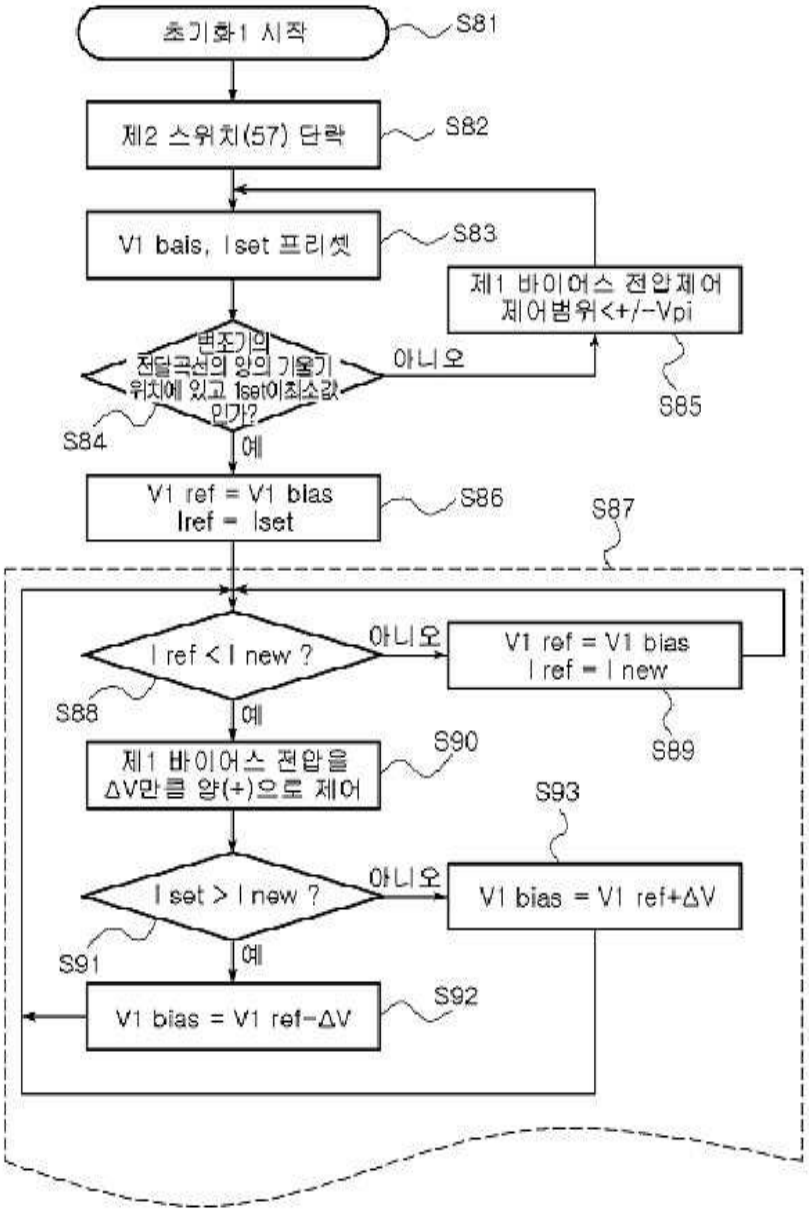
도면6


기준 바이어스 전압과 4차 고조파의 기준 전류값설정
S60
변조된 광 신호 추출
S61
4차 고조파 신호 추출
S62
기준 전류값과 검출된 4차 고조파 신호의 전류값을 비교하여, 바이어스 전압 제어
S63

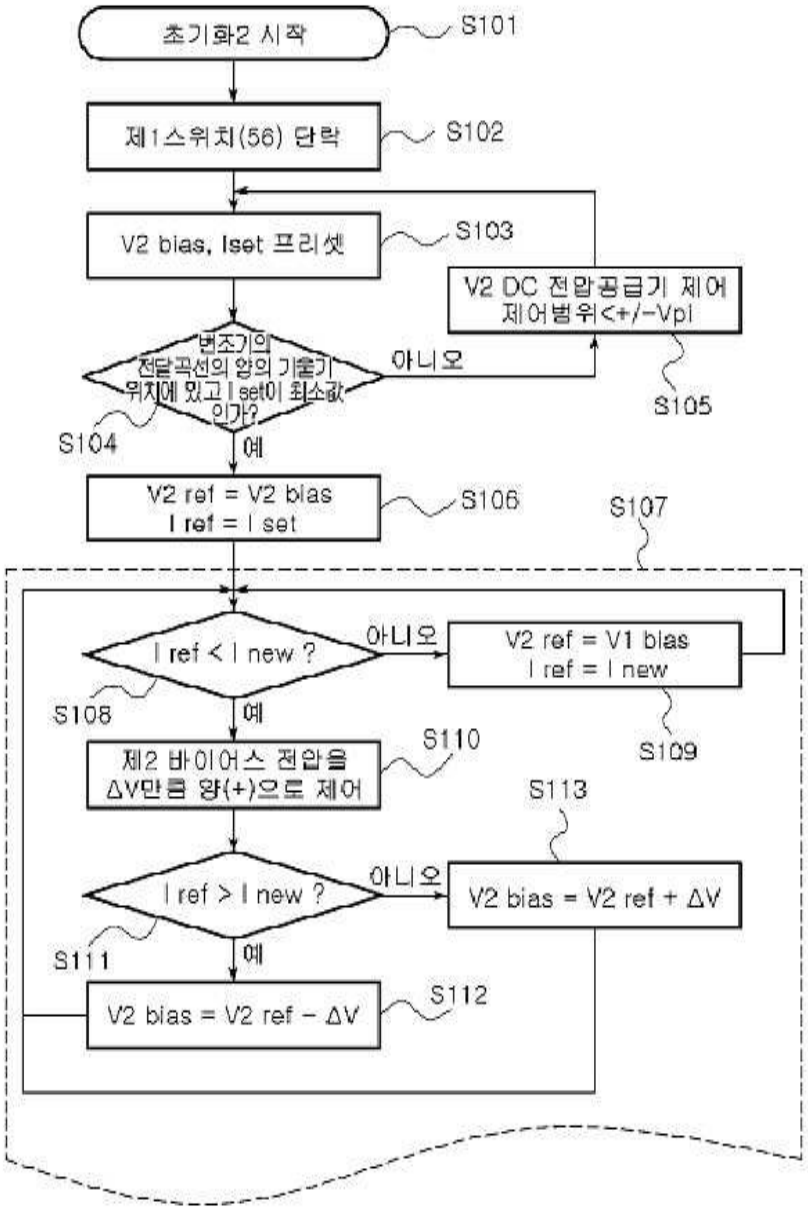
도면7


파워[dBm]
f1
f2
I set
I new
+V제어
-V제어
I new
I set
바이어스 전압
V1,2 ref and Iref

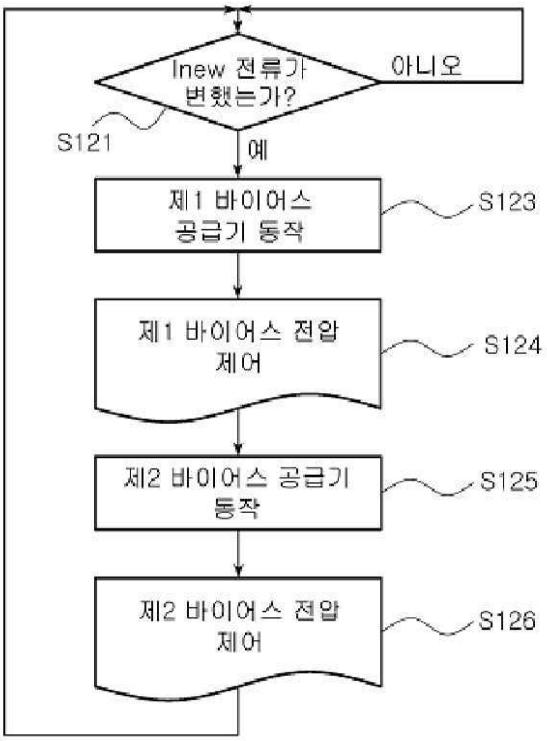
도면8


초기화1 시작
S81
제2 스위치(57) 단락
S82
V1 bais, Iset 프리셋
S83
제1 바이어스 전압제어
제어범위<+/-Vpi
변조기의
전달곡선의 앙의 기울기
위치에 있고 Iset이최소값
인가?
아니오
S84
S85
예
V1 ref = V1 bias
Iref = Iset
S86
S87
I ref < I new ?
아니오
V1 ref = V1 bias
I ref = I new
S88
S89
예
제1 바이어스 전압을
ΔV만큼 양(+)으로 제어
S90
S93
I set > I new ?
아니오
V1 bias = V1 ref+ΔV
S91
예
V1 bias = V1 ref-ΔV
S92

도면9


초기화2 시작
S101
제1스위치(56) 단락
S102
V2 bias, Iset 프리셋
S103
V2 DC 전압공급기 제어
제어범위<+/-Vpl
S105
변조기의
전달곡선의 양의 기울기
위치에 있고 I set이 최소값
인가?
S104
아니오
예
V2 ref = V2 bias
I ref = I set
S106
S107
I ref < I new ?
S108
아니오
V2 ref = V1 bias
I ref = I new
S109
예
제2 바이어스 전압을
ΔV만큼 양(+)으로 제어
S110
S113
I ref > I new ?
S111
아니오
V2 bias = V2 ref + ΔV
예
V2 bias = V2 ref - ΔV
S112

도면10


Inew 전류가
변했는가?
아니오
S121
예
제1 바이어스
공급기 동작
S123
제1 바이어스 전압
제어
S124
제2 바이어스 공급기
동작
S125
제2 바이어스 전압
제어
S126