

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. (45) 공고일자 2006년08월28일
H04B 10/04 (2006.01) (11) 등록번호 10-0617771
(24) 등록일자 2006년08월22일

(21) 출원번호 10-2004-0095562 (65) 공개번호 10-2006-0056472
(22) 출원일자 2004년11월20일 (43) 공개일자 2006년05월25일

(73) 특허권자 삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 김용규
서울 용산구 이촌1동 한가람아파트 209동 401호

이관수
서울특별시 용산구 서빙고동 신동아아파트 13동 1109호

심창섭
서울특별시 강남구 도곡2동 467 삼성타워팰리스 B동 501호

이재훈
서울특별시 마포구 성산동 112-2 현대하이츠빌라 402호

황성택
경기도 평택시 독곡동 대림아파트 102동 303호

(74) 대리인 이진주

(56) 선행기술조사문헌
KR1020050031666 A KR1020040028275 A
KR1020060034900 A KR1020050035991 A
* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 김세영

(54) 영복귀-교호부호반전 광송신기 및 이를 이용한영복귀-교호부호반전 광신호의 생성 방법

요약

본 발명에 따른 영복귀-교호부호반전 광송신기는 입력된 제1 데이터에 따라 세기 변조된 광을 출력하기 위한 광원과; 입력된 상기 제1 데이터의 것과 동일한 정보를 갖는 제2 데이터를 전부호화하여 출력하기 위한 전부호화기와; 상기 전부호화된 제2 데이터에 따라 상기 세기 변조된 광을 위상 변조하여 출력하기 위한 마하젠더 변조기를 포함하며, 상기 마하젠더 변조기로부터 출력된 영복귀-교호부호반전 광신호는 매 '1' 비트 마다 위상이 반전되는 영복귀 광신호이다.

대표도

도 3

색인어

영복귀-교호부호반전, 광송신기, 마하젠더 변조기, 전계흡수변조기

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 전형적인 RZ-AMI 광송신기를 나타내는 도면,

도 2는 도 1에 도시된 광송신기로부터 출력되는 RZ-AMI 광신호의 아이 다이어그램을 나타내는 도면,

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 영복귀-교호부호반전 광송신기를 나타내는 도면,

도 4는 도 3에 도시된 광송신기의 처리 신호들을 나타내는 도면,

도 5는 도 3에 도시된 전계흡수변조기로부터 출력된 세기 변조된 광신호의 아이 다이어그램을 나타내는 도면,

도 6은 도 3에 도시된 광송신기로부터 출력되는 영복귀-교호부호반전 광신호의 아이 다이어그램을 나타내는 도면,

도 7은 도 3에 도시된 광송신기로부터 출력되는 영복귀-교호부호반전 광신호의 스펙트럼과 전형적인 영복귀-교호부호반전 광신호의 스펙트럼을 비교한 예를 나타내는 도면.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 광송신기에 관한 것으로서, 특히 마하젠더 변조기(Mach-Zehnder modulator: MZM)를 이용하여 영복귀-교호부호반전(return-to-zero alternative-mark-inversion: RZ-AMI) 광신호를 생성하기 위한 광송신기에 관한 것이다.

RZ 광신호는 그 세기에 정보를 싣고 있으면서, '1' 비트를 나타낼 때 광신호의 에너지가 '0' 에너지에서 '1'의 에너지로 이동했다가 다시 '0' 에너지로 되돌아오는 특징을 가지고 있다. 이러한 특징 때문에 RZ 광신호는 펄스폭(pulse width)이 작아지고, 20Gbps 이상의 데이터 속도를 갖는 광전송 시스템의 경우에 광신호의 전송 매체가 되는 광섬유(optical fiber)의 비선형성(nonlinearity)에 강하게 된다.

RZ-AMI 변조 방식은 광신호의 세기는 RZ 광신호의 것과 같지만, 매 '1' 비트마다 광신호의 위상(phase)이 반전(inversion)되는 특징을 가지고 있다. 따라서, RZ-AMI 광신호는 RZ 변조 방식이 가지는 장점을 그대로 유지하면서도 광신호의 스펙트럼 폭이 좁아 고밀도 파장분할다중화 방식(dense wavelength division multiplexed)의 광전송 시스템의 주파수 효율을 향상시키는데 유리하며, 광섬유의 분산(dispersion)에 강한 특징을 지니고 있다. 뿐만 아니라, RZ-AMI 광신호는 매 '1' 비트마다 위상이 반전되므로, 반송파(carrier) 주파수 성분이 억제되어 브릴루앙(Brillouin) 비선형 효과에도 강하다.

도 1은 전형적인 RZ-AMI 광송신기를 나타내는 도면이다. 상기 광송신기(100)는 전부호화기(precoder, 110)와, 저대역 필터(low pass filter: LPF, 120)와, 연속발진 레이저 다이오드(continuous wave laser diode: CW-LD, 130)와, 제1 및 제2 마하젠더 변조기들(MZM, 140,150)을 포함한다.

상기 전부호화기(110)는 입력된 영미복귀(non return-to-zero: NRZ) 신호인 2진 데이터(binary data)를 전부호화하여 출력하고, 1 비트 지연 소자(1 bit delay: T, 114)와 배타 논리합 소자(exclusive-OR circuit: EX-OR, 112)로 구성된다.

상기 저대역 필터(120)는 상기 전부호화된 데이터의 대역폭을 제한한다. 상기 저대역 필터(120)는 데이터 속도의 1/4에 해당하는 3dB 대역폭을 가지며, 입력된 상기 전부호화된 데이터를 대역폭이 제한된 3진 데이터(ternary data)로 전부호화하여 출력한다. 예를 들어, 상기 데이터의 속도가 40Gbps인 경우에 상기 저대역 필터(120)는 10GHz의 3dB 대역폭을 갖는다.

상기 연속발진 레이저 다이오드(130)는 CW 모드의 광을 출력한다.

상기 제1 마하젠더 변조기(140)는 상기 연속발진 레이저 다이오드(130)로부터 입력된 광을 상기 3진 데이터에 따라 변조하여 생성된 이중바이너리 광신호(duobinary optical signal)를 출력한다. 이 때, 상기 제1 마하젠더 변조기(140)의 바이어스(bias) 위치는 전달 곡선(transfer curve)에서 최소값에 해당하는 영점(null point)에 위치시킨다.

상기 제2 마하젠더 변조기(150)는 상기 제1 마하젠더 변조기(140)로부터 입력된 이중바이너리 광신호를 상기 이진 데이터의 클럭 주파수의 반에 해당하는 주파수를 갖는 정현파 클럭 신호에 따라 변조하여 생성된 RZ-AMI 광신호를 출력한다. 예를 들어, 상기 데이터의 속도가 40Gbps인 경우에 상기 정현파 클럭 신호는 20GHz의 주파수를 갖는다. 이 때, 상기 제2 마하젠더 변조기(150)의 바이어스 위치는 전달 특성 함수에서 최소값에 해당하는 영점에 위치시킨다. 상기 RZ-AMI 광신호는 RZ 신호와 마찬가지로 '1' 비트를 나타내는데 있어서 광신호의 에너지가 '0' 레벨에서 '1' 레벨로 이동했다가 다시 '0' 레벨로 되돌아오며, 때 '1' 비트 마다 위상이 '0'에서 ' π '로, 또는 ' π '에서 '0'으로 반전된다.

상기 RZ-AMI 광송신기(100)는 상기 제1 마하젠더 변조기(140)를 이용한 전형적인 이중바이너리 광송신기에 CS-RZ(carrier-suppressed RZ) 광신호를 생성하기 위해 상기 제2 마하젠더 변조기(150)를 조합한 구성을 가지므로, DCS-RZ(duobinary carrier-suppressed RZ) 광송신기로도 불리운다.

도 2는 도 1에 도시된 광송신기(100)로부터 출력되는 RZ-AMI 광신호의 아이 다이어그램(eye diagram)을 나타낸다. 도시된 바와 같이, 아이 다이어그램의 스페이스('0' 또는 '로우(low)'라고도 함) 레벨(space level) 상에 리플(ripple, 210)을 갖는 것을 알 수 있으며, 이는 이진 데이터 속도의 1/4에 해당하는 3-dB 대역폭을 갖는 저대역 필터(120)를 사용하기 때문인 것으로 알려져 있다. 이러한 리플(210)은 상기 RZ-AMI 광신호의 수신단에서의 수신 감도를 악화시킨다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로서, 본 발명의 목적은 저대역 필터를 사용하지 않으며, 이로 인해 아이 다이어그램의 스페이스 레벨에서의 리플을 제거할 수 있고, 그 결과로 종래에 비해 수신 감도를 향상시킬 수 있는 영복귀-교호부호반전 광송신기 및 이를 이용한 영복귀-교호부호반전 광신호의 생성 방법을 제공함에 있다.

상기한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명의 일 측면에 따른 영복귀-교호부호반전 광송신기는 입력된 제1 데이터로 세기 변조된 광을 출력하기 위한 광원과; 상기 제1 데이터의 것과 동일한 정보를 갖는 제2 데이터를 전부호화하여 출력하기 위한 전부호화기와; 상기 전부호화된 제2 데이터로 상기 세기 변조된 광을 위상 변조하여 출력하기 위한 마하젠더 변조기를 포함한다.

또한, 본 발명의 다른 측면에 따른 영복귀-교호부호반전 광신호의 생성 방법은, (a) 제1 데이터에 따라 세기 변조된 미영복귀 광신호를 생성하는 과정과; (b) 상기 제1 데이터의 것과 동일한 정보를 갖는 제2 데이터를 전부호화하는 과정과; (c) 상기 전부호화된 제2 데이터에 따라 상기 세기 변조된 미영복귀 광신호를 위상 변조함으로써 때 '1' 비트 마다 위상이 반전되는 영복귀 광신호를 생성하는 과정을 포함한다.

발명의 구성 및 작용

이하에서는 첨부도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능, 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하지 않게 하기 위하여 생략한다.

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 영복귀-교호부호반전(RZ-AMI) 광송신기를 나타내는 도면이고, 도 4는 상기 광송신기의 처리 신호들을 나타내는 도면이다. 상기 광송신기(300)는 데이터의 직접 변조가 가능한 광원으로서는 기능하는 전계흡수변조기(electro-absorption modulated laser: EML, 310)와, 전부호화기(320)와, 마하젠더 변조기(330, MZM)를 포함한다.

상기 전계흡수변조기(310)는 입력된 영미복귀(NRZ) 2진 신호인 제1 데이터(S_1)에 따라 세기 변조된 광신호(S_3)를 출력한다. 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 세기 변조된 광신호(S_3)는 세기 변화만을 갖고 위상 변화는 없다. 상기 전계흡수변조기(310)는 레이저 다이오드(LD)와 변조기(modulator)가 단일 칩(chip) 상에 집적된 소자로서 대량 생산이 가능하며, 크기도 작을 뿐만 아니라 가격 경쟁력도 우수하다.

도 5는 전계흡수변조기(300)로부터 출력된 세기 변조된 광신호의 아이 다이어그램을 나타낸 도면이다. 상기 전계흡수변조기(300)는 비선형적인 전달 곡선(transfer curve)를 가지기 때문에, 충분히 큰 역방향 바이어스(reverse bias)(바람직하게는, $-2V$ 이상)를 인가하면 영교차점(zero crossing point)이 스페이스 레벨과 마크 레벨(mark level) 사이의 중간 레벨보다 충분히 낮게 된다.

상기 전부호화기(320)는 입력된 제2 데이터(S_2)를 전부호화하여 출력하고, 1 비트 지연 소자(T, 324)와 배타 역논리합 소자(EX-NOR, 322)로 구성된다. 상기 제2 데이터(S_2)는 상기 제1 데이터(S_1)의 것과 동일한 정보(즉, 동일한 비트열)를 가지며, 본 실시예에서 상기 제2 데이터(S_2)는 상기 제1 데이터(S_1)의 것과 동일한 파형을 갖는다. 상기 전부호화기(320)는 통상적인 전부호화기의 구성에서 배타 논리합 소자를 상기 배타 역논리합 소자(322)로 대체한 구성을 갖는다. 통상의 배타 논리합 소자는 제1 및 제2 입력 신호들이 모두 '1' 비트들이거나 모두 '0' 비트들인 경우에 '0' 비트를 출력하고, 나머지의 경우들에는 '1' 비트를 출력한다(이를 "배타 논리합 연산"이라고 함). 상기 배타 역논리합 소자(322)는 상기 제2 데이터를 제1 입력 신호로 하고 그 1 비트 지연된 피드백(feedback) 신호를 제2 입력 신호로 하며, 상기 제1 및 제2 입력 신호들이 모두 '1' 비트들이거나 모두 '0' 비트들인 경우에 '1' 비트를 출력하고, 나머지의 경우들에는 '0' 비트를 출력한다(이를 "배타 역논리합 연산"이라고 함).

상기 마하젠더 변조기(330)는 상기 전계흡수변조기(310)로부터 입력된 세기 변조(intensity modulation)된 광신호(S_3)를 상기 전부호화기(320)로부터 입력된 전부호화된 제2 데이터(S_4)에 따라 위상 변조(phase modulation)하여 생성된 RZ-AMI 광신호(S_5)를 출력한다. 이 때, 상기 마하젠더 변조기(330)의 바이어스 위치는 전달 곡선에서 최소값에 해당하는 영점에 위치시킨다. 상기 RZ-AMI 광신호(S_5)는 RZ 신호와 마찬가지로 '1' 비트를 나타내는데 있어서 광신호의 에너지가 '0' 레벨에서 '1' 레벨로 이동했다가 다시 '0' 레벨로 되돌아오며, 매 '1' 비트 마다 위상이 '0'에서 ' π '로, 또는 ' π '에서 '0'으로 반전된다. 상기 마하젠더 변조기(330)로는 이중 암(dual-arm)을 갖는 $LiNbO_3$ 변조기를 사용할 수 있다.

도 6은 상기 RZ-AMI 광송신기(300)로부터 출력되는 RZ-AMI 광신호(S_5)의 아이 다이어그램을 나타낸다. 도시된 바와 같이, 아이 다이어그램의 스페이스 레벨 상에 리플(ripple)이 존재하지 않는 것을 알 수 있다.

도 7은 상기 RZ-AMI 광송신기(300)로부터 출력되는 RZ-AMI 광신호(S_5)의 스펙트럼과 전형적인 RZ-AMI 광신호의 스펙트럼을 비교한 예를 나타낸 도면이다. 도시된 바와 같이, 본 발명의 RZ-AMI 광신호는 전형적인 RZ-AMI 광신호에 비해 스펙트럼 폭이 더 좁은 것을 알 수 있다.

발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 RZ-AMI 광송신기는 데이터의 직접 변조가 가능한 광원과 EX-NOR 및 1 비트 지연 소자로 구성된 전부호화기를 이용함으로써, 스페이스 레벨에서의 리플이 없는 RZ-AMI 광신호를 출력하며, 이로 인해 상기 광신호의 수신단에서 수신 감도를 향상시킬 수 있다는 이점이 있다. 뿐만 아니라, 본 발명의 RZ-AMI 광신호는 전형적인 RZ-AMI 광신호에 비해 스펙트럼 폭이 좁기 때문에 고밀도 파장분할다중화 방식에서 주파수 효율을 향상시키는데 유리하다는 이점이 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

광송신기에 있어서,

입력된 제1 데이터에 따라 세기 변조된 광을 출력하기 위한 광원과;

입력된 상기 제1 데이터의 것과 동일한 정보를 갖는 제2 데이터를 전부호화하여 출력하기 위한 전부호화기와;

상기 전부호화된 제2 데이터에 따라 상기 세기 변조된 광을 위상 변조하여 출력하기 위한 마하젠더 변조기를 포함하며,

상기 마하젠더 변조기로부터 출력된 영복귀-교호부호반전 광신호는 매 '1' 비트 마다 위상이 반전되는 영복귀 광신호임을 특징으로 하는 영복귀-교호부호반전 광송신기.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 데이터들은 동일한 파형을 갖는 영미복귀 2진 신호임을 특징으로 하는 영복귀-교호부호반전 광송신기.

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 광원은 전계흡수변조기를 포함함을 특징으로 하는 영복귀-교호부호반전 광송신기.

청구항 4.

제1항에 있어서,

상기 전부호화기는 1 비트 지연 소자와 배타 역논리합 소자로 구성됨을 특징으로 하는 영복귀-교호부호반전 광송신기.

청구항 5.

제1항에 있어서,

상기 마하젠더 변조기의 바이어스 위치는 전달 곡선에서 최소값에 해당하는 영점에 위치함을 특징으로 하는 영복귀-교호부호반전 광송신기.

청구항 6.

제1항에 있어서,

상기 전계흡수변조기에 $-2V$ 이상의 역방향 바이어스를 인가함을 특징으로 하는 영복귀-교호부호반전 광송신기.

청구항 7.

영복귀-교호부호반전 광신호의 생성 방법에 있어서,

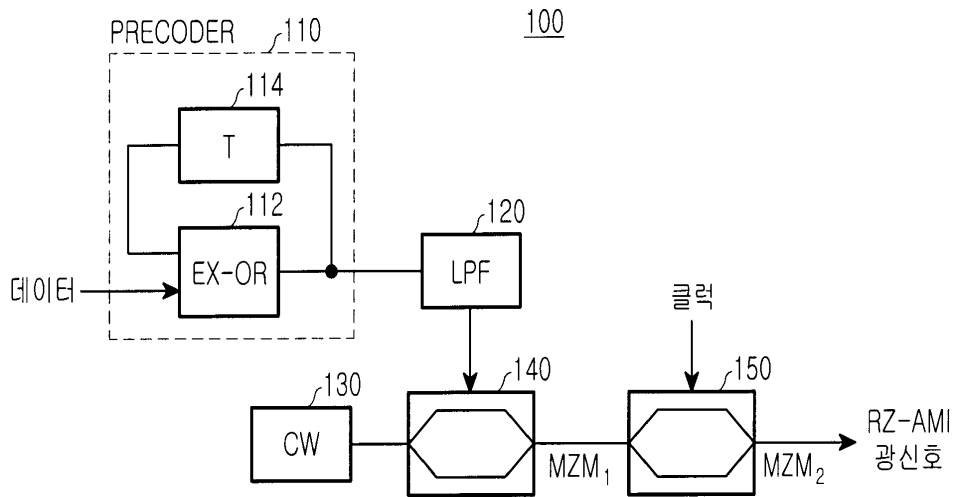
(a) 제1 데이터에 따라 세기 변조된 미영복귀 광신호를 생성하는 과정과;

(b) 상기 제1 데이터의 것과 동일한 정보를 갖는 제2 데이터를 전부호화하는 과정과;

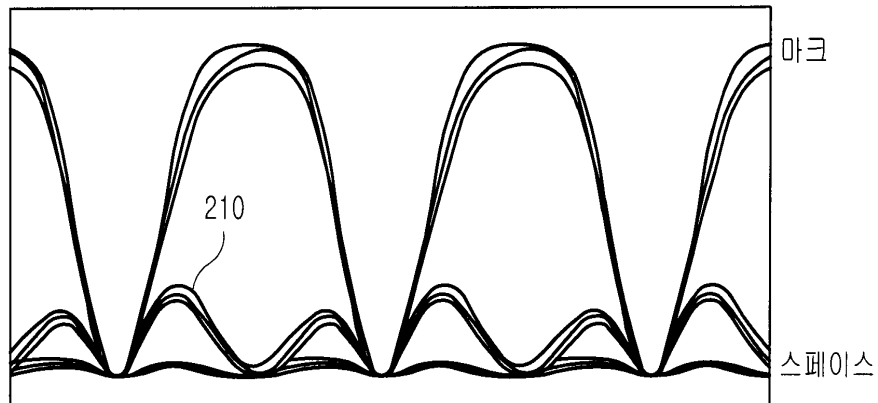
(c) 상기 전부호화된 제2 데이터에 따라 상기 세기 변조된 미영복귀 광신호를 위상 변조함으로써 매 '1' 비트마다 위상이 반전되는 영복귀 광신호를 생성하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 영복귀-교호부호반전 광신호의 생성 방법.

도면

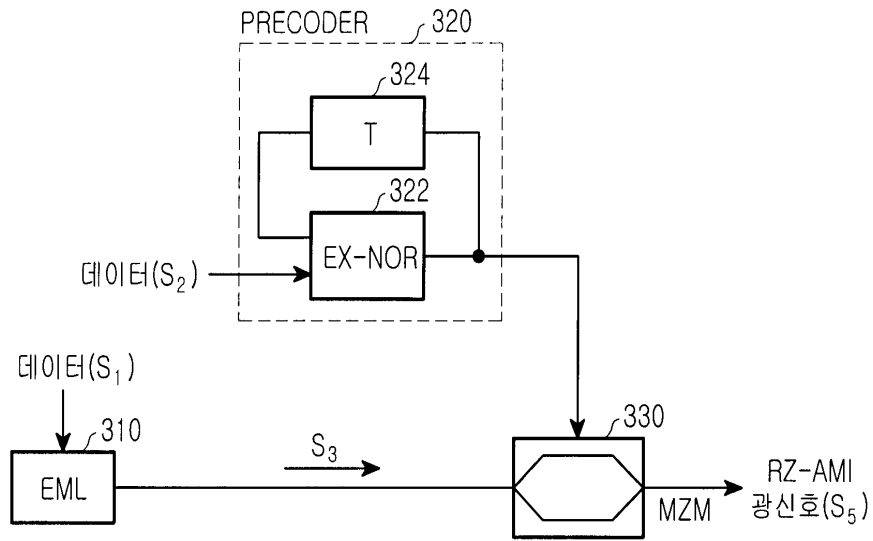
도면1



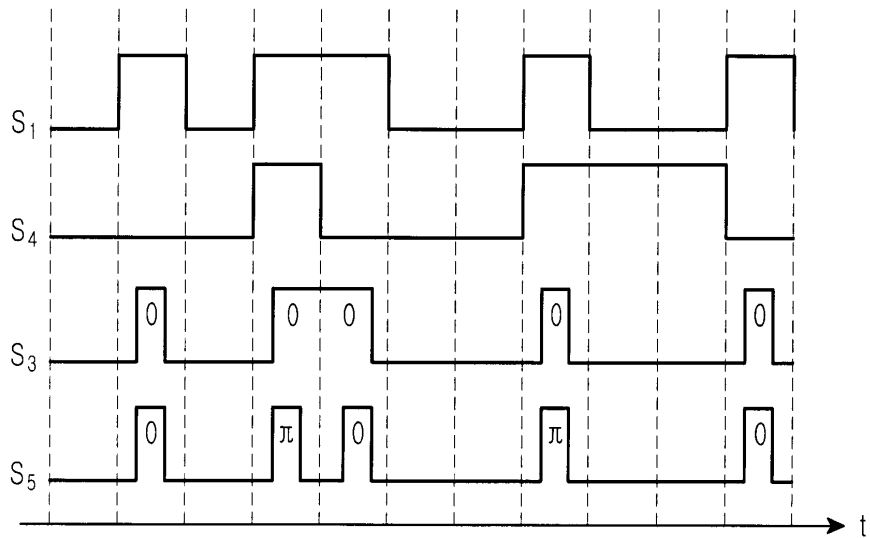
도면2



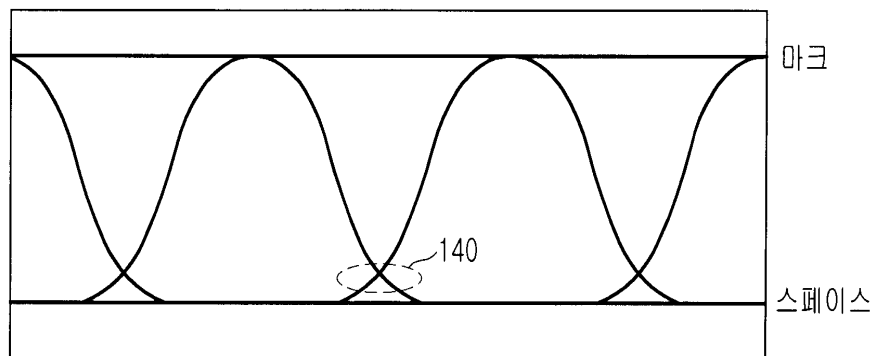
도면3



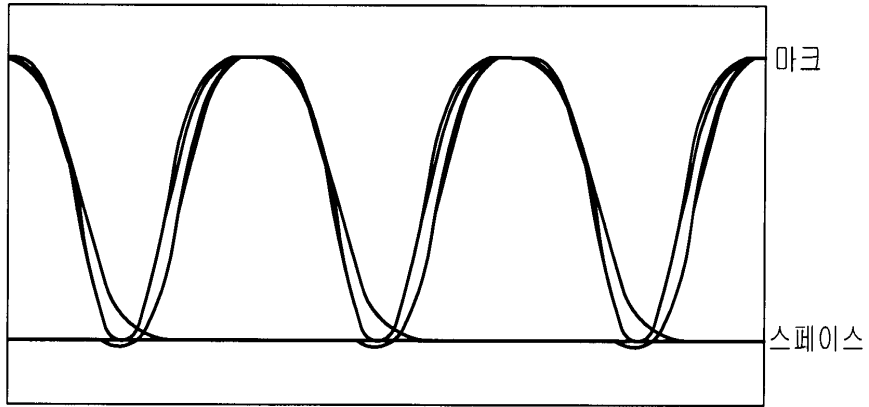
도면4



도면5



도면6



도면7

