(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0112190
(43) 공개일자 2010년10월18일

(51) Int. Cl.
G02B 6/125 (2006.01) *G02B 6/42* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7019445
(22) 출원일자(국제출원일자) 2008년01월31일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2010년08월31일
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/052716
(87) 국제공개번호 WO 2009/096981
국제공개일자 2009년08월06일

(71) 출원인
휴렛-팩커드 디벨롭먼트 컴퍼니, 엘.피.
미국 텍사스주 77070 휴스턴 콤파크 센터 드라이브 웨스트 11445
(72) 발명자
탄, 마이클, 레네 티
미국 94304 캘리포니아주 팔로 알토 페이지 밀 로드 1501
로젠버그, 폴 케슬러
미국 94304 캘리포니아주 팔로 알토 페이지 밀 로드 1501
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
주성민, 백만기, 이중희

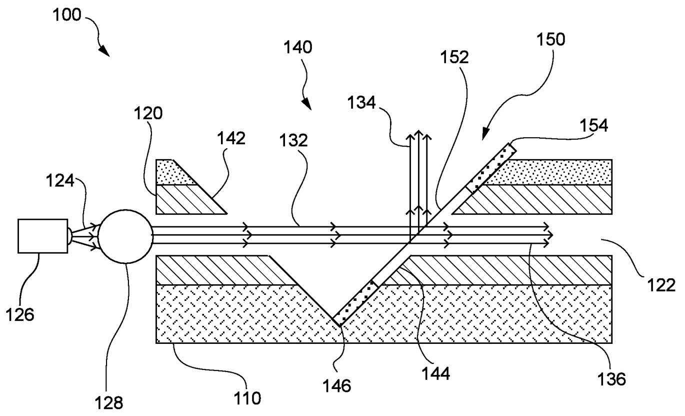
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 회로 보드 실장 광학 도파관용 광학 탭

(57) 요 약

인쇄 회로 보드 내에 형성된 광학 도파관 내에 광학 탭을 설치하기 위한 방법으로서, 광학 도파관이 형성된 인쇄 회로 보드를 얻는 단계, 광학 도파관 내에 정면 및 배면을 갖는 가로 그루브를 절개하는 단계 - 그루브의 배면은 입사 광빔에 대해 경사각을 형성함 - , 및 광빔의 사전 결정된 부분이 상기 도파관 외부로 지향되도록 하기 위하여, 사전 제조된 빔 분할기가 상기 광빔에 대해 경사진 입사각에 배치되도록 상기 빔 분할기를 상기 그루브 내에 삽입하는 단계를 포함하는 방법이 개시된다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자
모리스, 테렐
미국 75080 텍사스주 리차드슨 워터뷰 파크웨이 3000

왕, 시흐-유안
미국 94304 캘리포니아주 팔로 알토 페이지 밀 로드 1501

특허청구의 범위

청구항 1

기판 내에 형성된 광학 도파관 내에 광학 탭을 설치하기 위한 방법으로서,

적어도 하나의 광학 도파관이 형성된 기판을 얻는 단계 - 상기 적어도 하나의 광학 도파관은 가간섭성(coherent) 광빔을 운반하도록 구성됨 - ;

상기 적어도 하나의 광학 도파관 내에 정면 및 배면을 갖는 가로 그루브(transverse groove)를 절개하는 단계 - 상기 배면은 상기 광빔에 대해 경사진 입사각을 가짐 - ; 및

상기 광빔의 사전 결정된 부분이 상기 도파관 외부로 지향되도록 하기 위하여, 사전 제조된 빔 분할기를, 상기 빔 분할기가 상기 광빔에 대해 경사진 입사각에 실질적으로 배치되도록 상기 그루브 내에 삽입하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 광학 도파관이 형성된 기판을 얻는 단계는 인쇄 회로 보드, 금속 기판, 세라믹 기판, 유리 기판 및 플라스틱 기판으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 기판을 얻는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, V자형인 적어도 하나의 가로 그루브를 절개하는 단계를 더 포함하고, 상기 적어도 하나의 가로 그루브의 정면 및 배면은 상기 그루브의 바닥에 정합 코너(registering corner)를 형성하도록 서로 만나는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 빔 분할기가 상기 그루브의 바닥에서의 상기 정합 코너에 대해 정합될 때까지 상기 빔 분할기를 상기 적어도 하나의 가로 그루브 내에 삽입하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 펠리클 빔 분할기(pellicle beamsplitter)인 사전 제조된 빔 분할기를 삽입하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 플레이트 빔 분할기인 사전 제조된 빔 분할기를 삽입하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 적어도 2개의 가로 그루브를 절개하는 단계 및 상기 적어도 하나의 광학 도파관 내에 적어도 2개의 빔 분할기를 설치하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 적어도 2개의 실질적으로 평행인 광학 도파관이 형성된 기판을 얻는 단계를 더 포함하고, 상기 정면 및 배면을 갖는 가로 그루브를 절개하는 단계는 상기 적어도 2개의 실질적으로 평행인 광학 도파관 내에 가로 그루브를 동시에 절개하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 다이싱 톱(dicing saw)으로 상기 그루브를 절개하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 가로 그루브를 절개하는 단계는 엠보싱 및 몰딩의 그룹으로부터 선택된 프로세스를 이용하여 가로 그루브를 형성하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 배면의 경사진 입사각이 상기 광빔에 대해 135도와 다른 각도가 되도록 상기 그루브를 절개하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 광학 도파관 내에 상기 가로 그루브를 절개하는 단계를 더 포함하고, 상기 광학 도파관은 공동 금속 도파관(hollow metal waveguide)이고, 상기 그루브를 절개하는 단계는 공동 내부 및 상기 배면의 주변 표면을 노출시키는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 빔 분할기의 삽입 전에 상기 배면의 주변 표면을 접착제로 코팅하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 빔 분할기의 삽입 후에 상기 그루브를 투명한 커버로 덮는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 광학 도파관 내에 가로 그루브를 절개하는 단계를 더 포함하고, 상기 광학 도파관은 강체(solid) 코어 도파관이고, 상기 그루브를 절개하는 단계는 굴절률을 갖는 투명한 코어 재료를 포함하는 배면 및 주변 클래딩 표면을 노출시키는 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 플레이트 재료를 갖는 플레이트 빔 분할기인 사전 제조된 빔 분할기를 삽입하는 단계를 더 포함하고, 상기 플레이트 재료는 상기 코어 재료의 굴절률과 실질적으로 유사한 굴절률을 갖는 방법.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 그루브의 정면과 상기 빔 분할기 사이의 공간을, 상기 코어 재료의 굴절률과 실질적으로 유사한 굴절률을 갖는 실질적으로 광학적으로 투명한 접착제로 채우는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 18

인쇄 회로 보드 내에 일체로 형성된 공동 금속 도파관 내에 광학 탭을 설치하기 위한 방법으로서,

인쇄 회로 보드 상에 금속화된 내부를 갖는 공동 도파관을 형성하는 단계 - 상기 공동 도파관은 가간섭성 광빔을 운반하도록 구성됨 - ;

상기 공동 도파관 내에 정면 및 배면을 갖는 적어도 하나의 가로 그루브를 절개하는 단계 - 상기 광빔에 대한 상기 그루브의 배면의 각도는 경사진 입사각을 가짐 - ; 및

상기 광빔의 사전 결정된 부분이 상기 공동 도파관 외부로 지향되도록 하기 위하여, 적어도 하나의 사전 제조된 펠리클 빔 분할기를, 상기 펠리클 빔 분할기가 상기 광빔에 대해 경사진 입사각에 배치되도록 상기 그루브 내에 삽입하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 적어도 하나의 가로 그루브를 절개하는 단계는 V자형인 적어도 하나의 가로 그루브를 절개하는 단계를 더 포함하고, 상기 적어도 하나의 V자형 가로 그루브의 정면 및 배면은 상기 V자형 그루브의 바닥에 정합 코너를 형성하도록 서로 만나는 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 적어도 하나의 펠리클 빔 분할기가 상기 그루브의 바닥에서의 상기 정합 코너에 대해 정합될 때까지 상기 적어도 하나의 펠리클 분할기를 상기 적어도 하나의 V자형 가로 그루브 내에 삽입하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 21

기판 기반 광학 상호접속기로서,

적어도 하나의 광학 도파관이 형성된 기판 - 상기 적어도 하나의 광학 도파관은 가간섭성 광빔을 운반하도록 구성됨 - ;

상기 적어도 하나의 광학 도파관 내에 형성된 정면 및 배면을 갖는 가로 그루브 - 상기 배면은 상기 광빔에 대해 경사진 입사각을 가짐 - ; 및

상기 그루브 내에 배치된 사전 제조된 빔 분할기

를 포함하고,

상기 빔 분할기는 상기 광빔의 사전 결정된 부분이 상기 도파관 외부로 지향되도록 하기 위하여 상기 광빔에 대해 경사진 입사각에 실질적으로 배치되는 기판 기반 광학 상호접속기.

청구항 22

제21항에 있어서, 상기 적어도 하나의 광학 도파관은 공동 금속 도파관이고, 상기 가로 그루브 내에 배치된 사전 제조된 빔 분할기는 펠리클 빔 분할기인 기판 기반 광학 상호접속기.

청구항 23

제23항에 있어서, 상기 가로 그루브 내에 배치된 펠리클 빔 분할기는 투명 커버로 덮이는 기판 기반 광학 상호접속기.

청구항 24

제21항에 있어서, 상기 적어도 하나의 광학 도파관은 강체 코어 도파관이고, 상기 가로 그루브 내에 배치된 사전 제조된 빔 분할기는 플레이트 빔 분할기이고, 또한 상기 플레이트 빔 분할기는 상기 강체 코어 도파관의 굴절률과 실질적으로 유사한 굴절률을 갖는 플레이트 재료로 형성되는 기판 기반 광학 상호접속기.

청구항 25

제24항에 있어서, 상기 가로 그루브 내에 배치된 플레이트 빔 분할기는 상기 코어 재료의 굴절률과 실질적으로 유사한 굴절률을 갖는 실질적으로 광학적으로 투명한 접착제로 덮이는 기판 기반 광학 상호접속기.

명 세 서

배 경 기 술

[0001] 회로 보드 상의 컴퓨터 칩 속도가 훨씬 더 빠른 속도로 증가함에 따라, 칩간 통신에서의 통신 병목 현상이 더 큰 문제가 되고 있다. 하나의 가능한 해결책은 광섬유를 이용하여 고속 컴퓨터 칩들을 상호접속하는 것이다. 그러나, 대부분의 인쇄 회로 보드("PCB")는 많은 층을 포함하며, 종종 그들의 제조에 있어서 마이크로미터보다 작은 허용 한계를 요구한다. 물리적으로 광섬유를 배치하고 광섬유를 칩에 접속하는 것은 너무 부정확하고 시간 소모적이어서, 회로 보드 제조 프로세스에 널리 채용되지 못한다.

[0002] 회로 보드들 주위에서 그리고 그들 사이에서 광학 신호들을 라우팅하는 것은 추가적인 큰 복잡성을 더할 수 있다. 따라서, 광대역 데이터 전송에 대한 필요에도 불구하고, 칩들 사이의 시장성이 큰 광학 상호접속들은 발견하기 어려운 것으로 밝혀졌다.

도면의 간단한 설명

[0003] 본 발명의 특징들 및 장점들은 아래의 상세한 설명으로부터, 그리고 예를 들어 본 발명의 특징들을 함께 도시하

는 첨부 도면들과 관련하여 취해질 때 명백할 것이다. 이러한 도면들은 단지 본 발명의 예시적인 실시예들을 도시할 뿐, 그의 범위를 한정하는 것으로 간주되지 않아야 하며, 본 명세서에서 일반적으로 설명되고 도면들에 도시되는 바와 같은 본 발명의 컴포넌트들은 광범위한 상이한 구성으로 배열되고 설계될 수 있다는 것을 쉽게 알 것이다. 그럼에도, 본 발명은 첨부 도면들을 이용하여 더 구체적이고 상세하게 기술되고 설명될 것이다:

도 1은 일반적인 광학 도파관 응용들에서의 통상적인 빔 분할기의 동작을 나타내는 도면.

도 2는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 빔 분할기의 설치를 나타내는 도면.

도 3은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 다수의 빔 분할기의 설치를 나타내는 도면.

도 4는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른, 그루브(groove) 위에 투명 커버를 갖는 공동 도파관 내로의 빔 분할기의 설치를 나타내는 도면.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른, 강체 코어 도파관 내로의 빔 분할기의 설치를 나타내는 도면.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른, 접착제로 그루브를 채운 강체 코어 도파관 내의 빔 분할기의 설치를 나타내는 도면.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 분할기 설치를 나타내는 도면.

도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 빔 분할기 설치를 나타내는 도면.

도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 빔 분할기 설치를 나타내는 도면.

도 10은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른, 회로 보드 상에 실장된 도파관 내에 빔 분할기를 설치하기 위한 방법을 나타내는 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0004] 본 발명의 예시적인 실시예들의 아래의 상세한 설명은, 그의 일부를 형성하고, 본 발명이 실시될 수 있는 실시예들이 예로써 도시되어 있는 첨부 도면들을 참조한다. 이러한 예시적인 실시예들은 이 분야의 전문가들이 본 발명을 실시할 수 있도록 하기 위해 충분히 상세히 설명되지만, 다른 실시예들도 구현될 수 있으며, 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어나지 않고, 본 발명에 대해 다양한 변경이 이루어질 수 있다는 것을 이해해야 한다. 그러하듯이, 본 발명의 실시예들에 대한 아래의 더 상세한 설명은 청구되는 바와 같은 본 발명의 범위를 한정하는 것을 의도하는 것이 아니라, 단지 예시의 목적으로, 즉 본 발명의 특징들 및 특성들을 기술하고, 본 발명의 동작의 최상 모드를 설명하고, 이 분야의 전문가가 본 발명을 실시하는 것을 충분히 가능하게 하기 위하여 제공된다. 따라서, 본 발명의 범주는 첨부된 특허청구범위에 의해서만 정의되어야 한다.

[0005] 아래의 상세한 설명 및 본 발명의 예시적인 실시예들은 본 발명의 구성 요소들 및 특징들이 전체적으로 번호들로 지정되어 있는 첨부 도면들을 참조함으로써 가장 잘 이해될 것이다.

[0006] 회로 보드 상의 컴퓨터 칩들 사이의 광학적 상호접속들을 형성하기 위한 하나의 방법은 회로 보드 내에 형성된 광학 도파관들을 이용하는 것이다. 광학 도파관들은 리소그라피, 엠보싱 또는 유사한 프로세스들을 이용하여 회로 보드 상에 도파관들을 형성하는 능력으로 인해 전자 장치들의 상호접속에 대해 광섬유 통신들보다 우수할 수 있다. 광학 도파관들은 강체 코어 도파관들을 함께 형성하는, 더 낮은 굴절률의 클래딩에 의해 둘러싸인, 폴리머 및/또는 유전체와 같은 실질적으로 광학적으로 투명한 물질들의 코어와 더불어 회로 보드들 내에 제조될 수 있다. 대안으로서, PCB 실장 광학 도파관들은 공동 중심을 둘러싸는 반사 코팅으로 라이닝된 벽면들을 갖는 대형 코어 공동 도파관들로서 형성될 수도 있다.

[0007] 강체 코어 도파관들은 최근의 다층 회로 보드들 상에서 사용하는 데 필요한 물리적 허용 한계들을 갖도록 형성되는 상호접속들을 제공함으로써 장점을 가질 수 있다. 이러한 광학 통로들은 그들이 운반하도록 설계되는 광의 파장에 대략 비례하는 치수들을 갖도록 제조될 수 있다. 예를 들어, 1000nm의 광을 운반하도록 구성되는 단일 모드 강체 코어 도파관은 1000nm 내지 8000nm(1㎛ 내지 8㎛)의 자신의 최대 치수를 가질 수 있는 반면, 멀티 모드 도파관들은 코어 영역에 대해 20-200㎛ 정도의 약간 더 큰 치수들을 가질 수 있다. 강체 코어 도파관들은 하나 이상의 광학 도파관을 갖는 리본 케이블을 생성하기 위해 유연한 기판과 같은, 인쇄 회로 보드 상에 실장되지 않는 다른 타입의 기판들 상에 형성될 수도 있다.

[0008] 온-보드 강체 코어 도파관들을 형성하기 위해 칩 및 회로 보드 제조에 사용될 수 있는 폴리머들, 유전체들 및 기타 물질들은 통상적으로 유리 광섬유들보다 훨씬 손실이 크다. 사실, 폴리머 기반의 도파관들에서의 손실의

양은 광학 도파관 상호접속들의 허용을 제한하는 인자들 중 하나였다. 도파관들을 형성하는 데 사용되는 폴리머들은 센티미터당 0.1dB의 손실을 가질 수 있다. 이와 달리, 광섬유에서의 손실은 킬로미터당 약 0.1dB이다. 따라서, 강체 코어 도파관들은 광섬유들에서의 손실보다 큰 크기의 차수들을 갖는 손실들을 가질 수 있다.

[0009] 강체 코어 도파관들에 대한 대안은 도파관이 구성되어 안내하는 가간섭 광의 파장의 50 내지 150배 또는 그 이상 정도의 직경(또는 폭 및/또는 높이)을 가질 수 있는 대형 코어 공동 도파관들이다. 대형 코어 공동 도파관은 정사각형, 직사각형, 원형, 타원형, 또는 광학 신호를 안내하도록 구성된 일부 다른 형상인 단면 형상을 가질 수 있다. 도파관의 속이 비어 있으므로, 광은 본질적으로 공기 또는 진공에서의 빛의 속도로 전달된다.

[0010] 반사 코팅은 금속, 유전체, 또는 가간섭성 광의 파장에서 실질적으로 반사성인 다른 재료들의 하나 이상의 층으로 구성될 수 있다. 금속들은 그들의 반사율에 기초하여 선택될 수 있다. 채널을 덮는 고반사성 층이 원해진다. 예를 들어, 반사층은 은, 금, 알루미늄, 또는 고반사 층을 형성할 수 있는 일부 다른 금속 또는 합금을 이용하여 형성될 수 있다. 대안적으로, 반사층은 선택된 파장에서 실질적으로 반사성인 유전체 재료의 하나 이상의 층으로부터 형성될 수 있는 유전체 스택일 수 있다.

[0011] 반사 코팅은 도금, 스퍼터링 또는 알 수 있는 바와 같은 유사한 프로세스를 이용하여 형성될 수 있다. 그러나, 반사층이 성막되기 전에, 코팅되지 않은 공동 채널을 히트 리플로우(heat reflow)하여 임의의 표면 거칠기를 평탄화할 수 있다. 또한, 반사층에 히트 리플로우 또는 유사한 프로세스를 진행하여, 성막 프로세스 동안 발생할 수 있는 반사층의 표면 거칠기를 평탄화할 수 있다. 또한, 전기 연마를 이용하여, 반사 금속 표면을 평탄화할 수 있다.

[0012] 반사 표면을 갖는 공동 도파관들은 강체 코어 도파관들과 다르게 동작한다. 공동 도파관들은 강체 코어 도파관들에서 통상적으로 발생하는 바와 같은, 높은 굴절률의 코어 영역과 낮은 굴절률의 클래딩 영역 사이의 내부 전반사를 통해서가 아니라, 반사층(들)으로부터의 반사를 통해 광을 안내하는 감쇠형 내부 전반사의 원리를 이용하여 동작한다. 공동 도파관 내의 광은, 이해될 수 있는 바와 같이, 내부 전반사에 필요한 것보다 작은 각도로 반사될 수 있다.

[0013] 원형 공동 도파관에 대해, TE_{01} 모드는 식 1에 따라 결정될 수 있는 단위 길이당 감쇠를 갖는다.

수학식 1

[0014]
$$\alpha_c = \frac{R_s}{a\eta} \bullet \frac{\left(\omega_c/\omega\right)^2}{\sqrt{1-\left(\omega_c/\omega\right)^2}}$$

[0015] 여기서, a는 도파관 반경이고, ω는 라디안 단위의 광의 주파수이고, ω_c는 TE_{01} 컷오프 주파수이고, η은 자유 공간의 임피던스이다. 공동 도파관 내의 감쇠는 금속 벽들의 유한 도전율 또는 유한 반사율에 기인한다. R_s는 금속의 표면 반사율이며, 다음 식으로 주어진다.

수학식 2

[0016]
$$R_s = \frac{1}{\sigma\delta} = \sqrt{\frac{\pi f \mu}{\sigma}}$$

[0017] 여기서, σ는 도전율이고, δ는 광의 금속 내로의 투과 깊이이고, μ는 금속의 투자율이고, f는 광의 주파수이다. R_s는 f의 제곱근으로서 증가한다는 것을 알 수 있다.

[0018] 위의 식 1로부터, TE_{01} 모드에 대한 감쇠는 주파수가 증가함에 따라 감소한다는 것을 알 수 있다. 증가하는 주파수들에서의 감쇠의 감소는, 모드가 높은 주파수들에서 안내 벽들에 결합되지 않기 때문에 발생한다. 공동 금속 도파관에 존재하는 더 높은 차수의 모드들이 또한 존재한다. 그러나, 이러한 모드들은 금속 벽들에 더 많이

결합되므로 매우 손실이 크다(즉, 이러한 모드들은 이들의 더 높은 개구수로 인해 더 많은 반사를 겪는다). 도파관 굴곡들 및 불연속들에서, TE_{01} 모드는 더 높은 차수의 모드들로의 모드 변환으로 인해 감쇠될 것이다. 가장 낮은 손실의 모드는 도파관을 따라 전파될 때 법선으로부터 가파른 각도로만 반사벽을 스침으로써 더 적은 수의 반사가 발생하는 광선들의 세트에 의해 설명될 수 있다. 이러한 이유로, 낮은 손실의 모드는 통상의 도파관에 비해 매우 작은 개구수를 갖는다. 즉, 공동 코어 도파관으로부터 출사되는 빔은 고도로 시준된다.

[0019] 이상적으로는, 통상적으로 단일 모드 레이저를 이용하여, 가간섭 광을 공동 도파관 내로 지향시킨다. 그러나, 단일 모드 레이저들은 비교적 고가일 수 있다. 반사 내면들을 갖는 공동 도파관들을 이용하여 비교적 짧은 거리를 통해 높은 데이터 레이트의 신호들을 통신하는 데에 수직 공동 표면 방출 레이저(VCSEL)와 같은 덜 비싼 다중 모드 레이저가 유용할 수 있다는 것이 밝혀졌다. 예를 들어, 다중 모드 레이저들은 칩간 및 회로 보드간 접속들에 사용되는 대형 코어 공동 반사 도파관들을 통해 높은 데이터 레이트의 신호들을 지향시키는 데 사용될 수 있다. 다중 모드 레이저들의 사용은 광학 상호접속들의 비용을 크게 줄이므로, 그들을 사용하여 훨씬 다양한 전자 장치들을 상호접속할 수 있다. 그러나, 다중 모드 레이저 출력은 큰 각도로 전파되는 더 높은 모드들의 다수의 반사로 인해 공동 금속 도파관에 직접 결합될 때 훨씬 더 큰 손실을 가질 수 있다.

[0020] 도 1에 도시된 바와 같이, 레이저로부터 방출되는 더 높은 모드들의 감쇠를 극복하기 위하여 다중 모드 레이저(10)로부터 방출되는 다중 모드 가간섭 광선들(20)의 경로 내에 시준기(12)가 배치될 수 있다. 시준기는 다중 모드 레이저의 발산하는 출력을 시준된 낮은 개구수의 빔으로 변환하는 시준 렌즈 또는 일련의 렌즈일 수 있다. 일 실시예에서, 시준기는 볼 렌즈로서 구성될 수 있다. 볼 렌즈는 반사 방지 코팅을 가질 수 있다. 다른 실시예에서, 시준기는 구면 렌즈일 수 있다.

[0021] 시준기(12)는 레이저(10)로부터 방출되는 복수의 다중 모드 또는 광선(20)이 대형 코어 공동 도파관(2) 내에서 실질적으로 평행하게 전달되는 시준된 빔(22)을 형성하게 하기 위하여 다중 모드 빔을 시준하도록 구성된다. 다중 모드 빔의 시준은 도파관에 거의 평행한 광선들을 방출함으로써 다중 모드 레이저를 낮은 손실 모드의 공동 금속 도파관에 효율적으로 결합하여 도파관 내에서 발생하는 반사들의 수를 크게 줄이는 데 사용될 수 있다. 도파관 내에서 발생하는 시준된 빔의 반사들은 통상적으로 도파관 벽들에 대해 비교적 얕은 각도에 있을 것이며, 따라서 도파관 내에서의 반사들의 수를 줄이며, 따라서 공동 도파관 내에서의 광의 감쇠를 줄일 것이다.

[0022] 도파관을 통하는 광학 통로가 실질적으로 직선이 아니거나, 빔이 도파관의 중심을 이동하는 대신에 벽들 사이에서 반사되는 경우에, 공동 금속 도파관 내에서 상당한 손실이 발생할 수 있다. 따라서, 광학 도파관의 중심에서의 광빔의 정렬이 중요하다. 공동 금속 도파관들은 가능한 한 직선으로 형성되는데, 그 이유는 굴곡들 또는 회전들이 광으로 하여금, 감쇠 증가로 이어지는 원하지 않는 수의 반사들을 갖게 할 수 있기 때문이다. 광학 신호들이 상이한 방향으로 라우팅되는 것을 가능하게 하기 위하여, 미러들, 분할기들 및 렌즈들이 사용될 수 있다.

[0023] 빔 분할기(14)와 같은 저가의 광학 컴포넌트가 다른 도파관들 및 광학 장치들과의 상호접속에 대한 비용 효과적인 해결책일 수 있음이 인식되었다. 또한, 빔 분할기들의 사용은 입사 광학 빔(22), 반사 광학 빔(24) 및 투과 광학 빔(26) 사이의 전력비로도 알려진 전력 탭 비율의 정확한 제어를 제공할 수 있음이 밝혀졌다. 빔 분할기를 이용하여 반사 광학 빔(24) 및 투과 광학 빔 양자의 전력을 제어함으로써, 동일 광학 도파관(2)을 따라 다수의 광학 탭(4)이 배열될 수 있어서, 회로 보드들 주위에서 그리고 그들 사이에서 광학 신호들을 최적의 방식으로 라우팅하는 것이 가능할 수 있다.

[0024] 보드 실장 도파관들 내로의 빔 분할기들의 설치는 달성하기 어려울 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 하나의 일반적인 문제는 빔 분할기(14) 내에서 발생할 수 있는 상당한 양의 빔 워크-오프(walk-off)(28)이다. 빔 워크 오프는 도파관(2)의 코어 매질과 빔 분할기 재료 사이의 굴절률의 변화로부터 발생하는 현상이다. 입사빔(22)은 빔 분할기에 입사할 때 굴절된 후, 투과 빔(26)이 배면에서 출사될 때 다시 굴절된다. 굴절들이 발생하는 각도는 도파관 매질과 빔 분할기 재료 사이의 굴절률의 차이에 의존하여 발생한다. 빔 워크 오프는 빔 분할기를 통한 굴절로 인해 빔이 이동하는 측면 거리이다. 빔 워크 오프는 통상적으로 광학 장치, 이 예에서는 빔 분할기(14)의 두께(16)에 비례한다. 공동 금속 도파관 내에서의 광의 측면 변위는 광빔이 도파관의 벽들과 결합할 때의 더 높은 차수의 모드들의 여기로 인하여 감쇠의 증가를 유발한다. 따라서, 빔 워크 오프를 최소화하는 것이 중요하다.

[0025] 빔 워크 오프(28)는 비교적 작은 광학 도파관들(2)을 사용할 때 과다하게 나타날 수 있는데, 그 이유는 도파관 내의 광학 통로의 직경이 빔 분할기(14)의 두께(16)와 동일 정도의 크기를 가질 수 있기 때문이다. 다수의 광

학 탭(4)이 동일 광학 도파관을 따라 순차적으로 배열되고, 모든 빔 분할기가 광빔을 동일 방향으로 재지향시키도록 배향되는 경우에, 이러한 광빔의 측면 변위는 증가될 수 있다. 이러한 구성은 도 9에 도시된 바와 같이 다수의 도터 카드에 광학적으로 접속되는 회로 보드 실장 광학 백플레인에서 발견될 수 있다. 각각의 광학 탭은 광빔이 원하는 투과 영역 밖에 있을 때까지 추가적인 측면 변위에 기여하여, 도파관의 측면들과의 결합으로 인해 상당한 손실을 유발한다.

[0026] 도 1에 도시된 바와 같이, 빔 워크 오프의 측면 시프트를 보상하기 위하여, 광학 도파관(2)은 출력이 시프트된 도파관(6)을 형성하기 위해 광빔(28)의 오프셋과 동일한 거리만큼 옆으로 시프트될 수 있다. 그러나, 빔 워크 오프를 보상하기 위해 각각의 접합에서 도파관들을 측면 시프트하는 것은 제조를 상당히 복잡하게 하고, 비용을 상당히 증가시킬 수 있다. 이것은 면외(out-of-plane) 광학 탭들을 이용하는 PCB 실장 광학 백플레인 응용에서 특히 해로울 수 있는데, 그 이유는 빔 워크 오프를 보상하기 위한 임의의 측면 오프셋이 수직 방향이어서, 출력이 시프트된 각각의 도파관이 상이한 깊이들로 제조되게 하여, 회로 보드 내의 다수의 회로 층들 사이에 잠재적 간섭을 유발할 것이기 때문이다.

[0027] 회로 보드의 평면 밖으로 광빔을 지향시키기 위한 또 다른 방법은 빔 분할기를 완전히 제거하고, PCB와 일체로 형성된 은 도금 거울로 그를 대체하는 것일 수 있다. 그러나, 이러한 해결책은 추가적인 제조 단계들을 필요로 하며, 동일 도파관으로부터 이격되는 다수의 광학 탭 배치를 허용하지 않는데, 이는 일체형 거울이 광빔의 어떠한 부분도 다음 탭 위치를 향해 투과시키지 않고 입사광의 100%를 반사하기 때문이다. 이것은 동일 광학 도파관으로부터 분기되는 다수의 광학 탭을 가질 수 있는 광학 버스 또는 백플레인을 형성하는 목적을 무효화할 수 있다.

[0028] 마지막으로, 강체 코어 도파관과 대형 코어 공동 도파관 사이의 상대적인 크기의 차이에도 불구하고, 양 타입의 광학 통로들은 여전히 매우 작은 크기를 갖는다. 이들의 작은 치수들로 인해, 회로 보드 내에 형성된 임의의 광학 도파관의 접속은 고가이고 어려울 수 있으며, 이는 역사적으로 대부분의 일반 응용들에서 그들의 사용을 줄여왔다.

[0029] 전술한 단점들의 결과로서, 회로 보드 내에 형성된 광학 도파관들 내에 광학 탭들을 설치하기 위한 개량된 방법이 필요하다는 것이 인식되어 왔다. 광빔이 광학 탭을 통과할 때 광빔의 전력 탭 비율을 제어하기 위해 광학 도파관 내에 사전 제조된 빔 분할기가 삽입되어, 추가 탭들이 동일 도파관에 부착되는 것이 허용될 수 있는 것으로 밝혀졌다. 또한, 빔 워크 오프를 최소화하거나 실질적으로 줄이기 위해 사전 제조된 빔 분할기가 광학 도파관의 카테고리에 매칭될 수 있는 것으로 밝혀졌다. 설치된 빔 분할기는 우발적인 변위 또는 제거에 대비하여 고정되고, 외부 입자들, 먼지 또는 습기에 의한 오염으로부터 보호될 수 있는 것으로 밝혀졌다. 그리고, 본 방법은 설치 프로세스에서 필요한 단계들의 수를 줄임으로써 비용을 줄일 수 있는 것으로 더 인식되었다.

[0030] 본 발명은 인쇄 회로 보드 내에 형성된 광학 도파관 내에 설치할 하나 이상의 사전 제조된 빔 분할기를 선택하기 위한 방법을 개시한다. 대안적으로, 광학 도파관들은 금속 패널, 세라믹 패널, 유리 패널, 플라스틱 패널 등과 같은 다른 기판들 내에 형성될 수 있다. 본 방법은 광학 도파관 내에 원하는 깊이를 갖는 정밀 그루브를 절개함으로써 광학 도파관 내의 빔 분할기의 정확한 배치를 제공한다. 그루브의 배면은 입사 광빔에 대해 경사각을 형성할 수 있다. 본 방법은 사전 제조된 빔 분할기가 배면의 경사진 입사각을 취하고 그루브의 정합 코너(registering corner)에 대해 정합되도록 사전 제조 빔 분할기를 그루브 내에 삽입하는 것을 더 포함한다. 본 방법은 빔 분할기의 광학 통로가 광학 도파관의 중앙 통로 또는 코어와 정렬되도록 그루브의 깊이를 선택하는 것을 더 포함한다.

[0031] 본 방법은 특정 타입의 광학 도파관에서 사용하기 위한 가장 적합한 사전 제조 빔 분할기의 선택을 더 포함한다. 예를 들어, 강체 코어 도파관과 더불어 플레이트 빔 분할기가 효과적으로 사용되어, 플레이트 재료의 굴절률이 코어 재료의 굴절률과 실질적으로 매칭될 때 빔 워크 오프가 최소화될 수 있다. 이러한 구성은 플레이트 빔 분할기와 그루브의 정면 벽 사이의 임의의 남은 빈 공간을 코어 재료의 굴절률과 매칭되는 굴절률을 또한 갖는 접착제로 채움으로써 최적화될 수 있다. 굴절률 매칭 접착제는 빔 워크 오프를 최소화하고, 원하지 않는 변위에 대비하여 빔 분할기를 고정하고, 먼지 입자들 또는 외부 물질로부터의 오염으로부터 광학 탭을 보호하는 데 사용될 수 있다.

[0032] 본 방법은 코어 매질이 공기 또는 진공인 대형 코어 공동 금속 도파관에서 사용할 펠리클(pellicle) 빔 분할기의 선택을 더 포함한다. 빔 분할기의 멤브레인(membrane)은 다수의 광학 탭을 통과한 후에도 무시할만한 워크 오프를 생성할 만큼 충분히 얇도록 구성될 수 있다. 빔 분할기를 통한 입사 광빔의 일부의 제한되지 않은 통과를 허용하는 하나 이상의 빈 관통 구멍을 갖는 플레이트 빔 분할기들도 대형 코어 공동 도파관들에서의 사용을

위해 선택될 수 있다. 공동 금속 도파관 내로의 가로 그루브(transverse groove)의 절개는 빈 내부 및 정면 및 배면 양쪽의 주변 표면을 노출시키므로, 본 방법은 접착제가 세팅된 후에 빔 분할기의 오정렬 또는 제거를 방지하기 위하여 펠리클 빔 분할기를 위치에 삽입하기 전에 배면의 주변 표면을 접착제로 코팅하는 것을 또한 포함할 수 있다. 본 방법은 빈 관통 구멍을 갖는 펠리클 빔 분할기 또는 플레이트 빔 분할기들을 오염으로부터 보호하기 위하여 그루브를 투명 커버로 덮는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0033] 도 2를 참조하면, 펠리클 빔 분할기(150)가 대형 코어 공동 도파관(120) 내에 설치된 본 발명의 예시적인 실시예(100)가 도시되어 있다. 광학 도파관은 인쇄 회로 보드(110) 내에 형성될 수 있으며, 측벽들(124)로 둘러싸인 공동 광 통로(122)를 구비한다. 측벽들의 내부는 반사 코팅(도시되지 않음)으로 코팅될 수 있다. 다중 모드 레이저와 같은 광학 광원(126)이 도파관의 한 단부에 배치될 수 있으며, 회로 보드들 주위에 그리고 그들 사이에 라우팅될 수 있는 광학 신호를 생성하기 위해 회로 보드의 신호 프로세스들 내에 결합될 수 있다. 대안의 실시예에서, 광학 도파관은 금속, 세라믹, 유리, 플라스틱 또는 이러한 재료들의 일부 조합으로 제조되는 패널 또는 기판과 같이 인쇄 회로 보드와 다른 기판 상에 형성될 수 있다.

[0034] 광원(126)은 중앙 광 통로(122)를 이동하는 다중 모드 광의 빔을 방출할 수 있다. 통로 내에 그리고 광원에 인접하게 시준기(128)가 배치되어, 다중 모드 광을, 다수의 모드들이 공동 금속 도파관(120) 내에서 실질적으로 평행하게 이동하는 가간섭 광선들(132)의 시준된 빔으로 시준할 수 있다.

[0035] 광학 도파관(120) 내에 절개된 가로 그루브(140) 내에 빔 분할기(150), 이 예에서는 펠리클 빔 분할기가 삽입될 수 있다. 그루브는 다이아몬드 팁 에지를 구비하는 또는 제어되는 깊이로 수 마이크로미터 내로 정확한 정밀 절개를 행하여 실질적으로 부드럽게 마무리되는 정면 평면(142) 및 배면 평면(144)을 갖는 그루브를 남길 수 있는 임의의 다른 장치를 구비하는 날을 갖는 마이크로다이서(microdicer) 또는 다이싱 톱으로 절개될 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 그루브는 또한 2개의 평면이 만나는 보텀 노치(bottom notch) 또는 코너(146)를 구비하며, 이는 빔 분할기(150)의 보텀에 대한 정합 접합을 제공하여, 펠리클 빔 분할기의 도파관 내로의 수동적 변위를 허용할 수 있다.

[0036] 정합 코너(146)는 다이싱 톱날의 팁과 실질적으로 동일한 프로파일을 가질 수 있다. 예를 들어, 다이싱 톱이 서로에 대해 90도 각도(90도 프로파일)인 2개의 표면을 갖는 V자형 날을 구비하는 경우, 그루브의 정합 코너는 90도 각도를 가질 것이다. 그리고, 90도 프로파일을 갖는 날이 수직으로 정렬되는 경우, 정면(142) 및 배면(144) 양자는 회로 보드의 수평면 및 도파관의 광학 축에 대해 45도로 정렬될 것이다.

[0037] 도 2에 도시된 실시예는 90도 프로파일을 갖지만, 본 발명의 방법은 90도 프로파일, V자형 프로파일을 갖는 마이크로다이서 날들로 또는 심지어 마이크로다이서 날로도 한정되지 않는다. 사전 제조된 빔 분할기를 정확하게 수용하고, 정렬하고 유지할 수 있는 프로파일을 갖는 그루브를 절개하기 위한 임의의 수단은 본 발명의 범위 내에 속하는 것으로 간주된다. 이것은 V자형 날, 직각 형상의 날은 물론, 정사각형, 다각형 또는 둥근 팁 형상을 갖는 날들을 포함한다.

[0038] 펠리클 빔 분할기(150)는 정합 코너(146)에 의해 형성되는 정합 접합 내에 맞춰질 수 있는 프레임(154)에 의해 지지되는 멤브레인(152)을 구비한다. 가로 그루브는 빔 분할기가 그루브 내에 삽입되면 멤브레인의 중앙 광학 통로를 도파관의 공동 광 통로(122)와 자동으로 정렬하는 깊이로 정확하게 절개될 수 있다. 대안적으로, 멤브레인 빔 분할기의 크기는 도파관 코어보다 크게 제조될 수 있으며, 따라서 펠리클 빔 분할기의 배치에 영향을 받지 않을 수 있다. 빔 분할기는 그루브의 배면 평면(144)에 대해 유지되고, 광원(126)으로부터 방출되는 입사 광빔(132)에 대해 배면의 경사각을 취하는 크기를 가질 수 있다. 빔 분할기 멤브레인 및 프레임은 편평하고 서로 평행하도록 정밀하게 제조될 수 있으며, 따라서 도파관 내의 멤브레인의 최종 각도 위치는 가로 그루브의 각도에 의해서만 결정된다.

[0039] 입사 빔이 빔 분할기의 멤브레인에 충돌하는 경우, 광의 반사 부분(134)은 그루브 내의 상부 개구를 통해 위로 그리고 회로 보드의 평면으로부터 외부로 지향되며, 빔의 나머지 투과 부분(136)은 멤브레인을 통과하여 광학 도파관(120)을 따라 더 계속된다.

[0040] 본 발명의 실시예(100)는 도 3에 더 도시되며, 여기서는 90도 프로파일을 갖는 V자형 팁(162)을 구비하는 마이크로다이서 날(160)을 이용하여 공동 금속 도파관(120) 내에 그루브(140)를 절개한다. 도 3은 도파관이 회로 보드(110)의 상면에 형성될 필요가 없고, 회로 보드 내의 중간 층(112) 위에 그러나 중간 층(114) 및 상부층(116) 아래에 형성될 수 있는 본 발명의 양태를 더 도시한다. 따라서, 마이크로다이서 날은 공동 도파관(120)에 도달하기 전에 상위 층들(114, 116)을 통해 절개할 수 있다. 대안적으로, 펠리클 빔 분할기(150)가 그루브

내에 삽입된 후에 공동 도파관 위에 추가 층들이 제조될 수 있다. 추가 층들은 반사 광빔이 이동할 수 있는 관통 구멍 또는 비아를 포함할 수 있다.

[0041] 회로 보드(110) 상의 또는 그 안의 도파관의 배치와 관계없이, 마이크로다이서 날(160)은 도파관의 하위 부분 내에 정합 코너(146)를 생성하는 깊이로 그루브(140)를 절개하도록 정밀하게 제어될 수 있다. 일 실시예에서, 그루브의 배면 평면(144)의 치수들은 빔 분할기(150)의 치수들과 매칭될 수 있으며, 따라서 빔 분할기의 프레임(154)은 빔 분할기의 바닥 부분이 정합 코너 내에 맞춰질 때 그루브의 배면에 대해 편평하게 놓일 수 있으며, 멤브레인(152)의 광학 통로는 공동 도파관의 중앙 광 통로(122)에 실질적으로 정렬된다. 대안의 실시예에서, 펠리클 빔 분할기의 크기는 최종 정렬이 배치 깊이에 비교적 영향을 받지 않게 하기 위해 도파관의 크기보다 크게 제조될 수 있다.

[0042] 또한, 도 3에는 다수의 빔 분할기(150)가 동일 광학 도파관(120) 상에 설치될 수 있는 본 발명의 양태가 도시된다. 마이크로다이서 날을 이용하여 다수의 절개를 행함으로써 도파관의 길이를 따라 선택된 위치들에 여러 개의 그루브(140)가 형성될 수 있다. 빔 분할기(150)가 각각의 그루브 내에 설치되어 광학 탭을 형성할 수 있으며, 각각의 빔 분할기 멤브레인(154)의 전력 탭 비율은 각각의 탭 위치에서 반사 출력의 원하는 양을 제공하도록 제어될 수 있다. 본 발명의 이러한 특징은 일체형 미러를 갖는 도파관을 형성하는 것과 같은 종래의 방법들에 비해 장점을 갖는데, 이는 본 발명이 각각의 도파관 상에 둘 이상의 광학 탭을 이용하기 때문이다. 또한, 각각의 탭은 도파관을 절개하고 사전 제조된 빔 분할기를 삽입함으로써 쉽게 생성될 수 있다.

[0043] 도 4는 펠리클 빔 분할기(150)의 설치 후에 공동 도파관(120) 내에 절개된 그루브(140)를 실질적으로 광학적으로 투명한 커버(170)로 덮는 본 발명의 추가 양태(180)를 나타낸다. 극히 작은 크기의 광학 도파관 및 빔 분할기는 광학 탭을 먼지 입자들 또는 습기와 같은 외부 물질에 매우 민감하게 만든다. 작은 먼지 입자조차도 그루브 내에 들어가는 경우에 반사 광빔(134)을 완전히 차단할 수 있다. 커버는 광원(126)에 의해 방출되고(132) 빔 분할기에 의해 위쪽으로 반사되는(134) 광빔의 주파수에 투명한 임의의 재료로 제조될 수 있다. 투명 커버는 그루브 개구 위에 사전 제조된 커버로서 배치되거나, 회로 보드(110)의 제조시의 개별 단계들 중 하나 동안에 형성될 수 있다. 더욱이, 광학적으로 투명한 커버는 도 4에 도시된 바와 같이 견고한 구조로서 그루브의 개구를 브리지하거나, 경화 전에 필름 또는 점성 페이스트로서 그루브 내로 흘러들어 가거나 수그러질 수 있다. 대안적으로, 투명 커버 대신에 광 검출기가 광학 탭 위에 직접 배치되어 오염을 방지할 수 있다.

[0044] 도 5를 참조하면, 강체 코어 도파관(220) 내에 플레이트 빔 분할기(250)가 삽입된 본 발명의 일 실시예(200)가 도시되어 있다. 강체 코어 도파관은 인쇄 회로 보드(210) 내에 형성될 수 있다. 코어 광 통로(222)는 반사 클래딩(224)으로 둘러싸인 폴리머 및/또는 유전체와 같은 견고하고 실질적으로 광학적으로 투명한 재료로 형성될 수 있다. 다중 모드 레이저와 같은 광학 광원(226)이 도파관의 한 단부에 배치될 수 있으며, 회로 보드들 주위에 그리고 그들 사이에 라우팅될 수 있는 광학 신호를 생성하도록 회로 보드의 신호 프로세스들과 결합될 수 있다.

[0045] 광원(226)은 광학적으로 투명한 코어(222)를 이동하는 다중 모드 광빔을 방출할 수 있다. 통로 내에 그리고 광원에 인접하게 시준기(228)가 배치되어, 다중 모드 광을, 다수의 모드들이 강체 코어 도파관(220) 내에서 실질적으로 평행하게 이동하는 가간섭 광선들(232)의 시준된 빔으로 시준할 수 있다. 대안으로서, 광원은 강체 코어 도파관에 직접 접하도록 결합될 수 있다. 광원의 개구수가 광학 도파관의 개구수보다 작은 한, 효율적인 결합이 이루어질 것이다.

[0046] 광학 도파관(220) 내에 절개된 가로 그루브(240) 내에 빔 분할기(250), 이 예에서는 플레이트 빔 분할기가 삽입될 수 있다. 그루브는 다이아몬드 팁 에지를 구비하는 또는 제어되는 깊이로 수 마이크로미터 내로 정확한 정밀 절개를 행하여 실질적으로 부드럽게 마무리되는 정면 평면(242) 및 배면 평면(244)을 갖는 그루브를 남길 수 있는 임의의 다른 장치를 구비하는 날을 갖는 다이싱 톱 또는 마이크로다이서로 절개될 수 있다. 또한, 그루브는 2개의 평면이 만나는 보텀 노치 또는 코너(246)도 구비하며, 이는 빔 분할기(250)의 바닥에 대한 정합 접합을 제공할 수 있다.

[0047] 강체 코어 도파관의 개구수는 코어 및 클래딩의 굴절률들에 의존하며, 통상적으로 0.22 정도일 수 있다. 이것은 광빔이 약 13도의 반 원뿔각(half cone angle)으로 파장을 방출한다는 것을 의미한다. 따라서, 광학 탭에서의 회절로 인해 너무 많은 손실이 발생하지 않도록 하기 위해 가능한 한 작게 그루브를 절개하는 것이 이로울 수 있다. 예를 들어, 코어 굴절률 n_1=1.52 및 클래딩 굴절률 n_2=1.43을 갖는 2개의 강체 코어 도파관 사이의 500㎛ 에어 갭이 8.5dB의 결합 손실을 유발하는 반면, 에어 갭을 100㎛로 줄이는 것은 단지 0.53dB의 결합 손실

을 유발한다. 500㎛ 에어 갭이 n=1.5의 매칭 접착제로 교체되는 경우, 손실은 8.5dB에서 4.7dB로 떨어진다.

[0048] 정합 코너(246)는 다이싱 톱날의 팁과 동일한 프로파일을 가질 수 있다. 예를 들어, 다이싱 톱이 전술한 바와 같이 서로에 대해 90도 각도(90도 프로파일)인 2개의 표면을 갖는 V자형 날을 구비하는 경우, 그루브의 정합 코너는 90도 각도를 가질 것이다. 또한, 90도 프로파일을 갖는 날이 수직으로 정렬되는 경우, 정면(242) 및 배면(244) 양자는 회로 보드의 수평면에 대해 45도로 정렬될 것이다. 도 5에 도시된 실시예는 90도 프로파일을 갖지만, 본 발명의 방법은 90도 프로파일을 갖는 마이크로다이서 날들로 또는 심지어 V자형 프로파일을 갖는 마이크로다이서 날들로도 한정되지 않는다. 사전 제조된 빔 분할기를 정확히 수용하고, 정렬하고, 유지할 수 있는 프로파일을 갖는 그루브를 절단하기 위한 임의의 수단은 본 발명의 범위 내에 속하는 것으로 간주된다. 이것은 V자형 날, 직각 형상의 날은 물론, 정사각형, 다각형 또는 둥근 팁 형상을 갖는 날들도 포함한다.

[0049] 플레이트 빔 분할기(250)는 빔 분할기 기판(254)의 표면에 도포되는 빔 분할기 코팅(252)을 구비할 수 있으며, 기판은 정합 코너(246)에 의해 형성되는 정합 접합 내에 맞춰질 수 있다. 가로 그루브는 빔 분할기가 그루브(240) 내에 삽입되면 빔 분할기의 광학 통로와 도파관의 광학적으로 투명한 코어(222)를 자동으로 중심에 맞추는 깊이로 정확하게 절개될 수 있다. 빔 분할기는 그루브의 배면 평면(244)에 대해 유지되고, 광원(226)으로부터 방출되는 입사 광빔(232)에 대해 배면의 경사각을 취하는 크기일 수 있다. 입사 빔이 빔 분할기 코팅에 충돌하는 경우, 광의 반사 부분(234)은 그루브 내의 상부 개구를 통해 위로 그리고 회로 보드의 평면으로부터 밖으로 지향되며, 빔의 나머지 투과 부분(236)은 빔 분할기 코팅을 통과하여 강체 코어 광학 도파관(220)을 따라 더 계속된다.

[0050] 도 5에 도시된 바와 같이, 빔 분할기 코팅은 기판의 정면에 도포될 수 있다. 대안으로서, 빔 분할기 코팅은 배면에 대신 도포될 수 있다. 빔 분할기 코팅은 사전 제조된 빔 분할기의 전체적인 전력 탭 비율에 대한 제어를 허용하는 다양한 방법으로부터 형성될 수 있다. 이러한 방법들은 교번하는 유전체 층들, 선택적 반사 부분들 및 투명 부분들, 또는 이 분야의 기술자에게 공지된 임의의 다른 구성을 포함할 수 있다. 더욱이, 고스팅(ghosting)의 효과를 줄이기 위해, 빔 분할기 코팅으로 덮이지 않은 기판의 표면에 반사 방지 코팅이 도포될 수 있다.

[0051] 본 발명의 일 양태에서, 빔 분할기 기판(254)은 강체 코어(222)를 형성하는 재료의 굴절률과 실질적으로 유사한 굴절률을 갖는 실질적으로 광학적으로 투명한 재료로 형성된다. 2개의 재료 사이의 굴절률의 매칭은 투과 광빔(236)이 빔 분할기 표면과 강체 코어 사이의 계면을 통과할 때 결합 손실 및 빔 워크 오프를 최소화하는 것을 돕는다.

[0052] 도 6에 도시된 바와 같이, 플레이트 빔 분할기(250)와 그루브의 정면 벽(242) 사이의 남은 빈 공간을, 코어 재료(222)의 굴절률과 실질적으로 매칭되는 굴절률을 갖는 실질적으로 광학적으로 투명한 접착제(270)로 채움으로써 빔 워크 오프가 더 감소될 수 있다. 광학적으로 투명한 접착제는, 광원(226)에 의해 방출되고(232) 빔 분할기에 의해 위쪽으로 반사되는(234) 광빔의 주파수에 투명한 임의의 재료로 제조될 수 있다. 따라서, 강체 코어 도파관(220) 내에 다수의 광학 탭을 형성하는 어려운 응용에서, 코어 재료의 굴절률 값과 매칭되는 굴절률을 갖도록 접착제(270) 및 빔 분할기 기판(254) 재료 양자를 선택함으로써, 각각의 계면을 가로지르는 입사 광빔(232)의 굴절이 감소할 수 있고, 빔 워크 오프가 실질적으로 최소화될 수 있으며, 반사 방지 코팅에 대한 필요성이 없어질 수 있다. 광빔의 통과에 영향을 미칠 수 있는 임의의 탭핑된 에어 또는 진공의 빈 포켓들을 제거하기 위하여, 빔 분할기(250)와 그루브의 배면(244) 사이에도 그러한 동일한 광학적으로 투명한 접착제의 얇은 층이 배치될 수 있다. 광학 성능의 향상에 더하여, 굴절률 매칭 접착제는 원하지 않는 변위에 대비하여 빔 분할기를 고정하고, 광학 탭이 먼지 입자들 또는 다른 외부 물질에 의해 오염되는 것을 방지하도록 기능한다.

[0053] 또한, 도 7 및 8에는 가로 그루브가 회로 보드(203)의 평면에 대해 45도 각도로 또는 배면의 경우에 입사 광빔(312)에 대해 경사진 135도 각도로 배향되는 정면(306) 또는 배면(308)을 가질 필요가 없는 본 발명의 양태가 도시되어 있다. 도 7에는 가로 그루브의 배면 평면(308)이 입사 광빔(312)에 대해 135도보다 작은 경사 각도로 형성될 수 있는 본 발명의 일 실시예(300)가 도시되는데, 이는 빔 분할기(320)의 설치 후에 반사 빔(314)이 회로 보드의 평면에 대해 수직이 아니라, 광원(322)을 향해 앞으로 경사지게 한다. 이러한 가로 그루브의 구성은 마이크로다이서의 날을 수직이 아닌 각도로 경사지게 함으로써 또는 마이크로다이서 날의 팁을 다시 프로파일링하여 그의 절단면들이 마무리된 비대칭 그루브의 형상과 매칭되게 함으로써 절개될 수 있다.

[0054] 유사하게, 도 8에 도시된 본 발명의 실시예(340)는 입사 광빔(352)에 대해 135도보다 큰 경사각으로 형성된 배면 평면(348)을 갖는 가로 그루브를 구비할 수 있으며, 이는 또한 빔 분할기(360)의 설치 후에 반사 빔(354)이 회로 보드(342)의 평면에 대해 수직이 아니라, 광원(362)으로부터 멀어지도록 뒤쪽으로 경사지게 한다. 도 7

및 8에 도시된 두 예에서, 투과 광빔들(316, 356)은 광학 도파관을 따라 계속된다. 회로 보드의 평면에 대해 45도가 아닌 각도로 그루브의 배면을 형성하는 능력은 광학 탭으로부터 반사 출력을 수신하는 회로 보드, 도터 카드들 및 기타 장치들 상의 광학 도파관에 대해 배치에 있어서 보다 많은 유연성을 허용한다. 이것은, 공간이 종종 부족하고, 아이템들이 엄격한 구성들 및 정렬들로 제한될 수 없는 컴퓨터들 및 소비자 전자 장치들의 분야에 있어서 유리하다.

[0055] 도 9는 회로 보드(410) 상에 다수의 광학 도파관(420)이 실장되는 본 발명의 일 실시예(400)를 나타낸다. 광학 도파관들은 광학 신호들을 고속으로 최소의 신호 손실로 전송할 수 있는 광학 백플레인(422)을 형성하기 위해 병렬 구성으로 배열될 수 있다. 도파관들은 강체 코어 도파관들 또는 대형 공동 코어 도파관들일 수 있다. 본 발명의 방법을 이용하면, 광학 탭들(424)은 광학 신호의 원하는 부분을 수직이고 탈착 가능하게 부착된 회로 보드들 또는 도터 카드들(414)로 전달하기 위해 광학 백플레인의 축방향 길이를 따라 다양한 위치에 설치될 수 있다. 본 발명의 하나의 유리한 양태는 가로 그루브들이 백플레인을 형성하는 모든 광학 도파관 내의 동일한 축방향 위치에 절개되는 것을 허용하여, 도파관들의 배열로부터 유래되는 여러 광학 탭의 정확한 정렬이 커넥터 위치(412)를 형성하게 한다.

[0056] 본 발명의 또 하나의 실시예는 도 10의 흐름도에 도시된 바와 같이 보드 실장 도파관들 내에 광학 탭들을 설치하는 방법(500)을 제공한다. 본 방법은 적어도 하나의 광학 도파관이 형성된 인쇄 회로 보드를 얻는 동작(502)을 포함하며, 적어도 하나의 광학 도파관은 가간섭 광빔을 운반하도록 구성된다. 광학 도파관은 더 낮은 굴절률의 클래딩으로 둘러싸인 폴리머 및/또는 유전체와 같은 실질적으로 광학적으로 투명한 재료로 제조된 코어를 갖는 강체 코어 도파관일 수 있다. 광학 도파관은 반사 코팅으로 라이닝된 튜브형 벽 표면들로 둘러싸인 공동 중앙 광 통로를 갖는 대형 코어 공동 도파관일 수도 있다.

[0057] 방법(500)은 정면 및 배면을 갖는 가로 그루브를 광학 도파관 내에 절개하는 동작(504)을 더 포함하며, 배면은 광빔에 대해 경사진 입사각을 갖는다. 그루브는 다이싱 톱 또는 마이크로다이서로 절개될 수 있으며, 입사 광빔에 대한 배면의 경사진 입사각은 135도와 다른 각도일 수 있다.

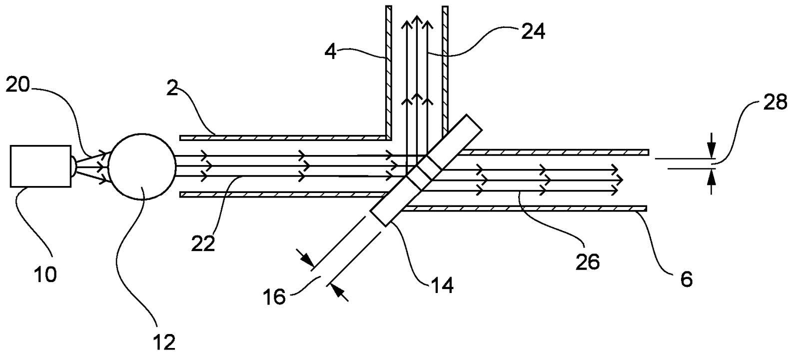
[0058] 마지막으로, 방법(500)은 광빔의 사전 결정된 부분이 도파관의 외부로 지향되도록 하기 위해 광빔에 대해 경사진 입사각에서 빔 분할기가 배치되도록 사전 제조 빔 분할기를 그루브 내에 삽입하는 동작(506)을 포함한다. 사전 제조 빔 분할기는 펠리클 빔 분할기, 플레이트 빔 분할기 등일 수 있다. 빔 분할기의 삽입 후에, 광학 탭은 공동 금속 도파관의 경우에 탭을 투명 커버로 덮거나, 강체 코어 도파관의 경우에 코어 재료의 굴절률과 매칭되는 굴절률을 갖는 실질적으로 광학적으로 투명한 접착제로 그루브를 채움으로써 오염으로부터 보호될 수 있다.

[0059] 전술한 상세한 설명은 특정 예시적인 실시예들과 관련하여 본 발명을 설명한다. 그러나, 첨부된 특허청구범위에 기재된 바와 같은 본 발명의 범주로부터 벗어나지 않고 다양한 수정 및 변화들이 이루어질 수 있음을 알 것이다. 상세한 설명 및 첨부 도면들은 제한적이 아니라 단지 예시적인 것으로 간주되어야 하며, 그러한 모든 수정 또는 변화는, 만약 존재하는 경우, 여기에 설명되고 기재된 바와 같은 본 발명의 범주 내에 속하는도록 의도한다.

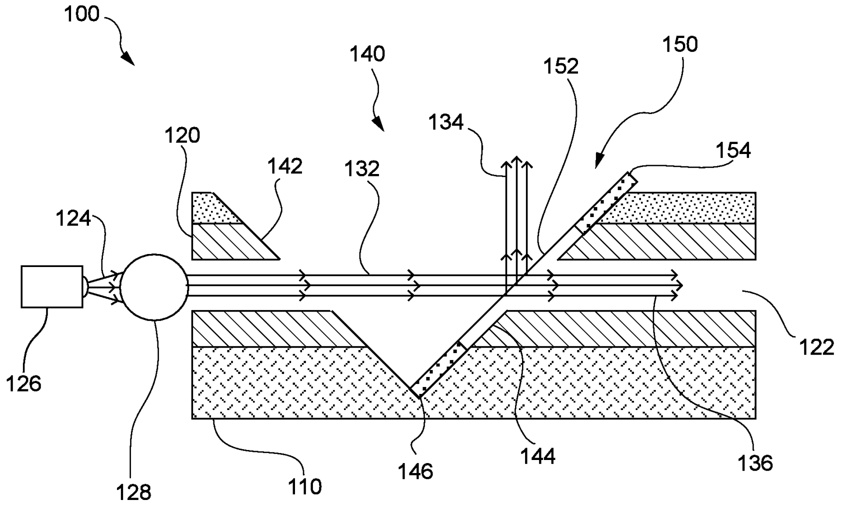
[0060] 구체적으로, 본 발명의 예시적인 실시예들이 본 명세서에 설명되었지만, 본 발명은 그러한 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 전술한 상세한 설명에 기초하여 이 분야의 전문가들이 알 수 있는 바와 같은 수정들, 생략들, (예를 들어, 다양한 실시예에 걸치는 양태들의) 조합들, 개조들 및/또는 변경들을 갖는 임의의 그리고 모든 실시예를 포함한다. 특허청구범위 내의 한정들은 청구항들에서 사용되는 언어에 기초하여 넓게 해석되어야 하며, 위의 상세한 설명에서 또는 본 출원의 계류 중에 설명되는 예들로 한정되지 않고, 이 예들은 배타적이지 않은 것으로 해석되어야 한다. 예를 들어, 본 개시내용에서, "바람직하게"라는 용어는 배타적이지 않으며"), "바람직하지만, 그에 한정되지 않음"을 의미하는 것을 의도한다. 임의의 방법 또는 프로세스 청구항들에 기재된 임의의 단계들은 청구항들에 제공된 순서로 한정되는 것이 아니라, 임의의 순서로 실행될 수 있다.

도면

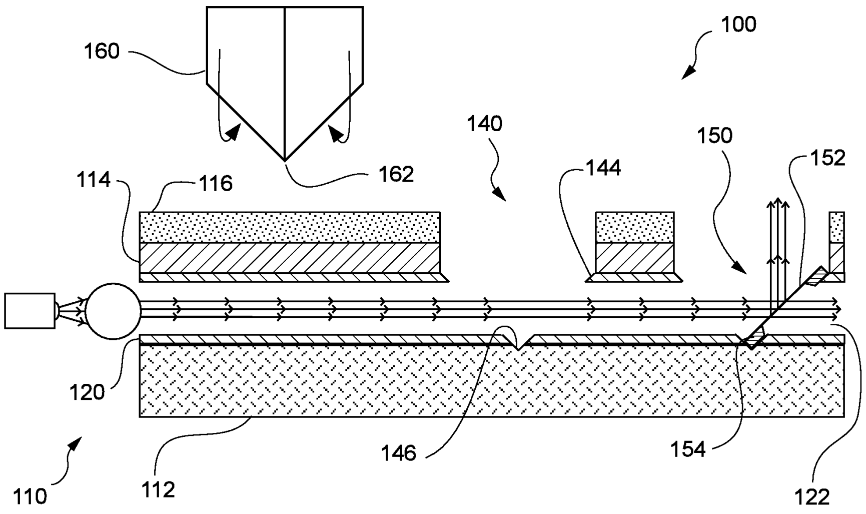
도면1



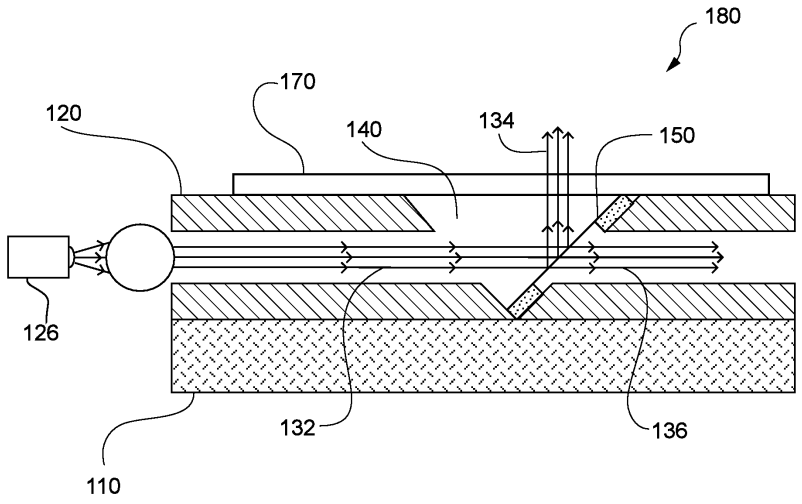
도면2



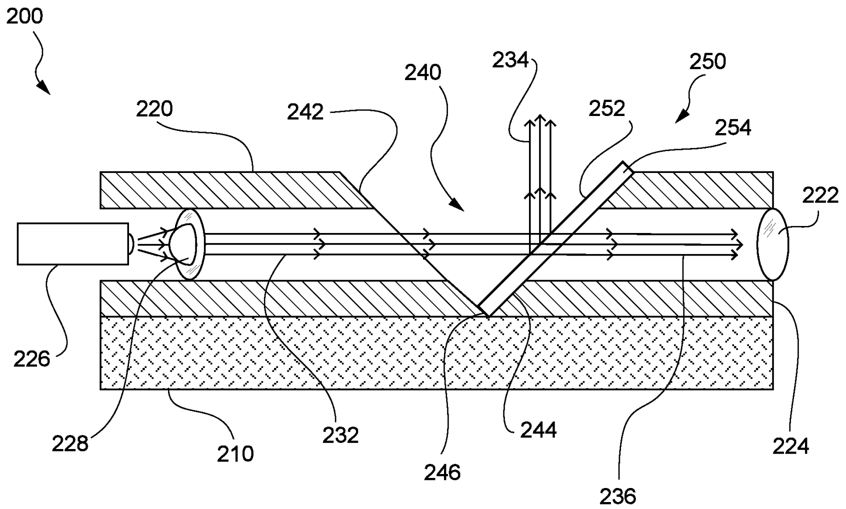
도면3



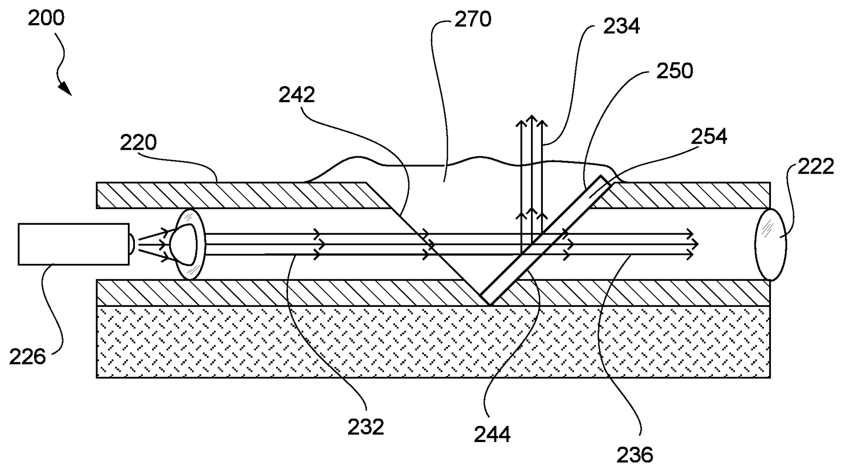
도면4


180
170
120
140
134
150
126
132
136
110

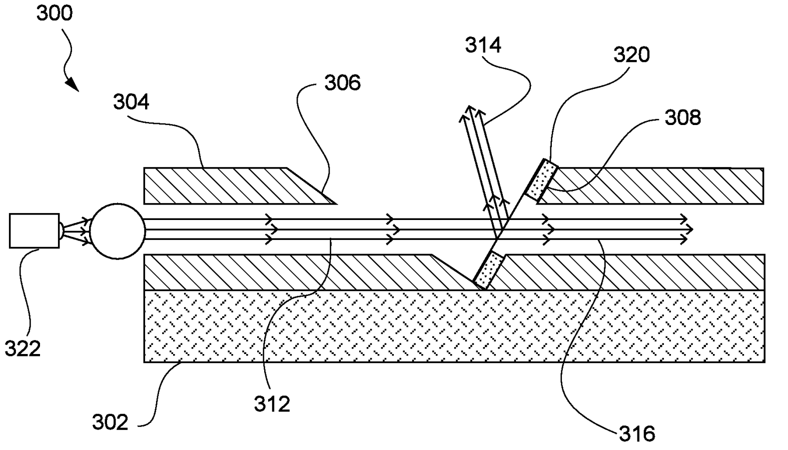
도면5


200
240
234
250
220
242
252
254
222
226
228
210
232
246
244
236
224

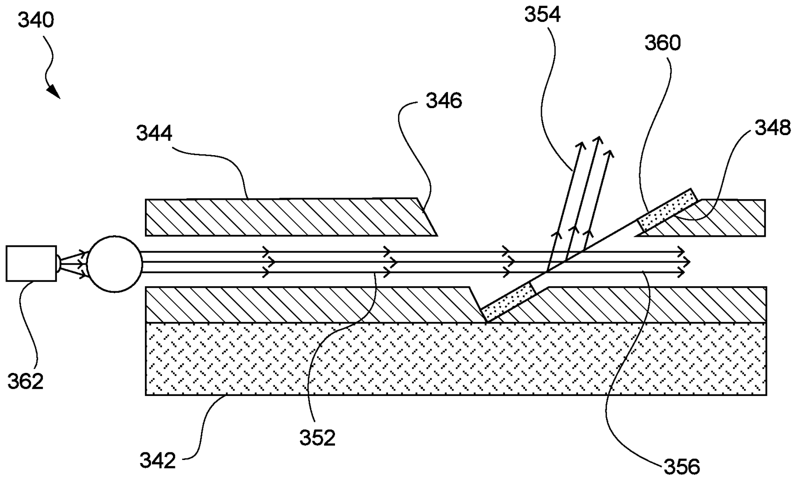
도면6


200
270
234
250
242
254
220
222
226
232
244
236

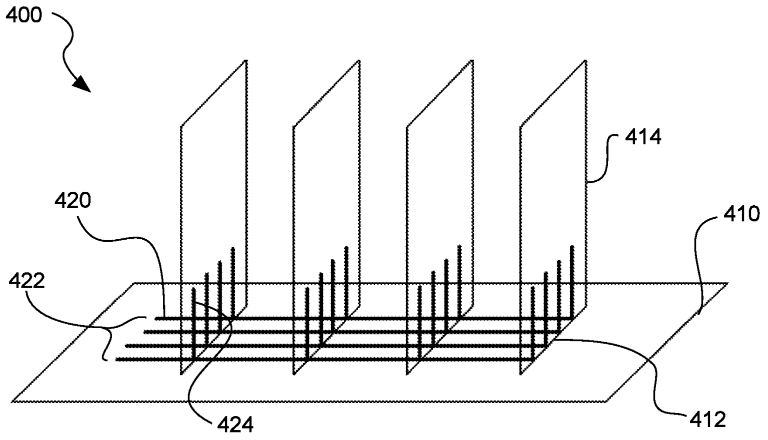
도면7


300
314
320
304
306
308
322
302
312
316

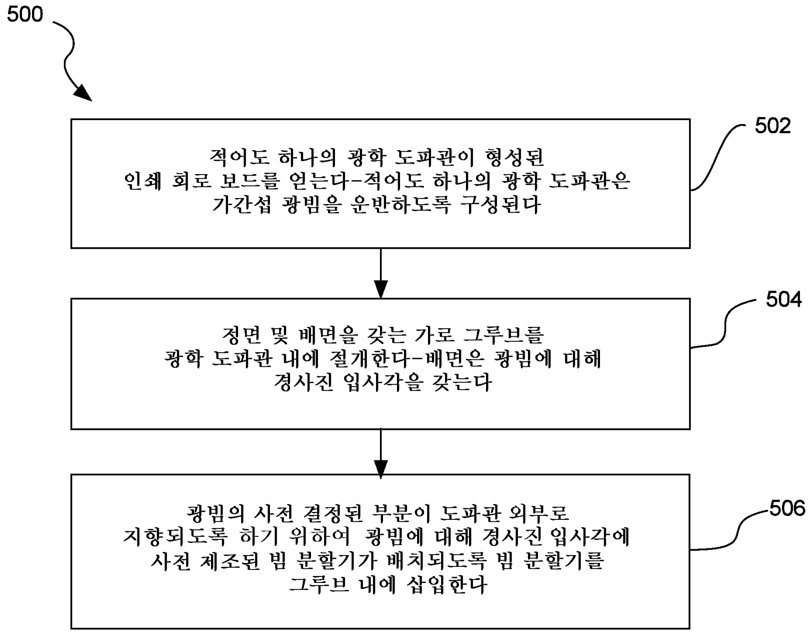
도면8


340
354
360
346
348
344
362
342
352
356

도면9


400
414
420
410
422
424
412

도면10


500
적어도 하나의 광학 도파관이 형성된
인쇄 회로 보드를 얻는다-적어도 하나의 광학 도파관은
가간섭 광빔을 운반하도록 구성된다
502
정면 및 배면을 갖는 가로 그루브를
광학 도파관 내에 절개한다-배면은 광빔에 대해
경사진 입사각을 갖는다
504
광빔의 사전 결정된 부분이 도파관 외부로
지향되도록 하기 위하여 광빔에 대해 경사진 입사각에
사전 제조된 빔 분할기가 배치되도록 빔 분할기를
그루브 내에 삽입한다
506