



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년01월25일
(11) 등록번호 10-1588348
(24) 등록일자 2016년01월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 6/10 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7004542
(22) 출원일자(국제) 2008년07월30일
심사청구일자 2013년05월13일
(85) 번역문제출일자 2010년02월26일
(65) 공개번호 10-2010-0043266
(43) 공개일자 2010년04월28일
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/009228
(87) 국제공개번호 WO 2009/017772
국제공개일자 2009년02월05일
(30) 우선권주장
11/831,555 2007년07월31일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020040073600 A
JP2004294660 A
JP2006520924 A
JP평성07163593 A

(73) 특허권자
휴렛-팩커드 디벨롭먼트 컴퍼니, 엘.피.
미국 텍사스주 77070 휴스턴 콤파크 센터 드라이브
웨스트 11445
(72) 발명자
탄, 마이클
미국 94304 캘리포니아주 팔로 알토 페이지 밀 로드 1501
브라트코브스키, 알렉산드레
미국 94304 캘리포니아주 팔로 알토 페이지 밀 로드 1501
왕, 시-유안
미국 94304 캘리포니아주 팔로 알토 페이지 밀 로드 1501
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 9 항

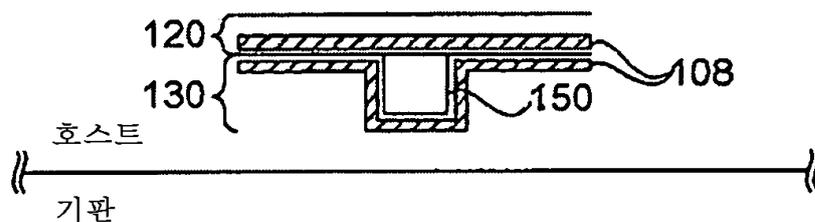
심사관 : 송병준

(54) 발명의 명칭 광자 유도 장치

(57) 요약

광자 유도 장치와, 그것의 제조 및 사용이 개시된다. 광자 유도 장치는 회로 보드(240) 상의 전자 회로를 상호 연결하도록 구성된 대형 코어 중공 도파관(150)을 포함한다. 반사성 코팅(108)은 광이 반사성 코팅의 표면으로부터 반사되도록 하는 높은 반사성을 제공하기 위해 중공 도파관의 내부를 덮는다. 시준기(220)는 멀티-모드 간섭성 광을 중공 도파관 내로 시준하도록 구성된다.

대표도 - 도1e



명세서

청구범위

청구항 1

광자 유도 시스템으로서,

플레인에 위치한 회로 보드에 결합된 대형 코어 중공 도파관;

상기 대형 코어 중공 도파관의 내부를 덮는 반사성 코팅 - 상기 반사성 코팅은 광이 상기 반사성 코팅의 표면으로부터 반사되도록 하는 반사성을 제공함 - ;

상기 반사성 코팅의 산화를 감소시키기 위해 상기 반사성 코팅 위에 도포되며 간섭성 광의 파장에 투명한 보호층으로서, 상기 반사성 코팅과 함께 상기 광자 유도 시스템의 베이스 부분과 리드 부분을 형성하는, 보호층; 및

상기 대형 코어 중공 도파관 내로 지향되는 멀티-모드 간섭성 광 빔을 시준하여 상기 멀티-모드 간섭성 광 빔이, 상기 대형 코어 중공 도파관을 통한 멀티-모드 간섭성 광 빔의 손실을 감소시키기 위해 상기 대형 코어 중공 도파관 내에 감소된 수의 멀티-모드 간섭성 광의 반사를 갖는 상기 대형 코어 중공 도파관을 통해 유도되도록 구성되는 시준기를 포함하고,

상기 보호층의 두께 및 인덱스는, 상기 반사성 코팅으로부터 상기 멀티-모드 간섭성 광 빔을 분리함으로써 상기 대형 코어 중공 도파관의 전파 손실을 추가로 감소시키도록 선택되는, 광자 유도 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 유도된 멀티-모드 간섭성 광 빔의 적어도 일부분을, 상기 회로 보드의 플레인 외부에 존재하는 광학적으로 결합된 대형 코어 중공 도파관으로 지향하도록 구성된 결합 장치를 더 포함하는 광자 유도 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 결합 장치는 광학 빔 스플리터, 개구, 반투명 거울, 회절 격자, 또는 산란체로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 광자 유도 시스템.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 간섭성 광은 900 나노미터보다 작은 파장을 갖는 광자 유도 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 대형 코어 중공 도파관 내로 지향되는 멀티-모드 간섭성 광을 제공하도록 구성된 멀티-모드 레이저를 더 포함하는 광자 유도 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 대형 코어 중공 도파관은 정사각형, 직사각형, 원형 및 타원형으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 단면 형상을 갖는 광자 유도 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 반사성 코팅은 하나 이상의 금속 층으로 이루어지는 광자 유도 시스템.

청구항 9

광학 빔을 유도하는 방법으로서,
멀티-모드 간섭성 광 빔을 시준하는 단계;
상기 시준된 멀티-모드 간섭성 광 빔을, 대형 코어 중공 도파관의 내부를 덮는 반사성 코팅 및 상기 반사성 코팅의 산화를 감소시키기 위해 상기 반사성 코팅 위에 도포되며 간섭성 광의 파장에 투명한 보호층을 갖는 상기 대형 코어 중공 도파관으로 지향시키는 단계 - 상기 대형 코어 중공 도파관은 플레인에 위치한 회로 보드에 결합되고, 상기 보호층은 상기 반사성 코팅과 함께 광자 유도 시스템의 베이스 부분과 리드 부분을 형성함 - ; 및
상기 시준된 멀티-모드 간섭성 광 빔의 적어도 일부분을, 상기 회로 보드의 상기 플레인에 직교하는 수직 대형 코어 중공 도파관으로 재지향시키는 단계를 포함하고,
상기 보호층의 두께 및 인덱스는, 상기 반사성 코팅으로부터 상기 멀티-모드 간섭성 광 빔을 분리함으로써 상기 대형 코어 중공 도파관의 전파 손실을 추가로 감소시키도록 선택되는, 광학 빔 유도 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,
상기 시준된 멀티-모드 간섭성 광 빔의 적어도 일부분을, 상기 회로 보드의 상기 플레인 외부에 존재하는 광학적으로 결합된 대형 코어 중공 도파관으로 재지향시키는 단계를 더 포함하는 광학 빔 유도 방법.

발명의 설명

배경 기술

[0001]

회로 보드들 상에서의 컴퓨터 칩 속도가 전례 없이 빠른 속도로 증가하면서, 칩간 통신에 있어서 통신 병목이 큰 문제가 되고 있다. 한가지 가능한 해결책은 고속 컴퓨터 칩들을 상호연결하기 위해 광 섬유(fiber optics)를 이용하는 것이다. 그러나, 대부분의 회로 보드들은 다수의 층들을 포함하고 때로는 그들의 제조에 있어서 1 마이크로미터보다 작은 허용 오차를 요구한다. 물리적으로 광 섬유를 배치하고 섬유들을 칩들에 연결하는 것은 매우 부정확하고 시간 소모적일 수 있어서 회로 보드 제조 공정에 있어서 널리 사용되지 않는다. 따라서, 광대역 데이터 전송에 대한 필요에도 불구하고, 칩들 간의 광학적 상호연결들은 환상에 지나지 않는 것으로 판명되어 왔다.

발명의 내용

도면의 간단한 설명

[0002]

본 발명의 특징들 및 장점들이, 첨부하는 도면들과 함께 본 발명의 특징을 예로써 함께 설명하는 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

- 도 1a는 본 발명의 실시예에 따른, 기관에 의해 수용되는 호스트 층의 예시이다.
- 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른, 도 1a의 호스트 층에 형성된 채널을 예시한다.
- 도 1c는 본 발명의 실시예에 따른, 베이스 부분을 형성하기 위해 도 1b의 채널 위에 도포된 반사 코팅 및 보호 층을 도시한다.
- 도 1d는 본 발명의 실시예에 따른, 반사 코팅 및 보호 층을 갖는 리드(lid) 부분을 도시한다.
- 도 1e는 본 발명의 실시예에 따른, 도 1c의 베이스 부분에 결합된 리드 부분을 도시한다.
- 도 2a는 본 발명의 실시예에 따른, 광자 유도 장치의 블록도를 도시한다.

도 2b는 본 발명의 실시예에 따른, 2개의 회로 보드들을 상호연결하는데 이용되는 대형 코어 중공 도파관(large core hollow waveguide)을 도시한다.

도 2c는 본 발명의 실시예에 따른, 회로 보드 상의 전자 컴포넌트들을 상호연결하는데 이용되는 대형 코어 중공 도파관을 도시한다.

도 2d는 본 발명의 실시예에 따른, 제지향 장치가 슬롯으로 삽입되도록 하는 미리 결정된 각도로 슬롯 컷(slot cut)을 갖는 대형 코어 중공 도파관을 도시한다.

도 3a는 본 발명의 실시예에 따른, 반사 코팅 및 보호 층을 갖는 대형 코어 중공 도파관들의 1차원 어레이를 도시한다.

도 3b는 본 발명의 실시예에 따른, 반사 코팅 및 보호 층을 갖는 대형 코어 중공 도파관들의 3차원 어레이를 도시한다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른, 간섭성 광을 지향시키기 위한 광자 유도 장치를 만드는 방법을 도시하는 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른, 광학 빔을 유도하는 방법을 도시하는 흐름도이다.

이제부터 도시된 예시적인 실시예들에 대해 참조가 이루어질 것이며, 그것을 설명하기 위해 특정 언어가 본 명세서에서 이용될 것이다. 그럼에도 불구하고, 본 발명의 범주의 어떠한 제한도 그렇게 함으로써 의도되지 않는다는 것이 이해될 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0003] 회로 보드 상의 컴퓨터 칩들 사이에 광학적 상호연결들을 형성하는 한가지 방법은 회로 보드 상에 형성된 광 도파관들을 이용하는 것이다. 광 도파관들은 리소그래피 또는 유사한 공정들을 이용하여 회로 보드 상에 도파관들을 형성할 수 있으므로 인해 광 섬유 통신보다 나올 수 있다. 도파관들은, 중합체들 및/또는 유전체들과 같은 실질적으로 광학적으로 투명한 물질을 이용하여 회로 보드들 상에 통상적으로 형성된다. 리소그래피 또는 유사한 공정들을 이용하여 형성된 광 도파관들은 회로 보드 상에 장착되지 않은 다른 유형들의 기관들 상에 형성될 수도 있다. 예를 들어, 광 도파관(들)은 하나 이상의 광 도파관들을 갖는 리본 케이블을 생성하기 위해 플렉시블 기관상에 형성될 수 있다. 본 출원에 개시된 광 도파관들은 리소그래피 또는 유사한 공정들을 이용하여 기관들 상에 형성된다.

[0004] 이런 방식으로 광 도파관들을 형성하면 최근의 다층 회로 보드들에 대해 사용되는 필요한 물리적 허용 오차들을 갖고 구성되는 상호연결들을 제공할 수 있다. 그러나, 중합체들, 유전체들 및, 칩과 회로 보드 제조에서 이용되어 온-보드(on-board) 도파관들을 형성하는데 이용될 수 있는 그외의 물질들은 통상적으로 광 섬유보다 손실이 크다. 사실, 온-보드 도파관들에서의 손실량은 광 도파관 상호연결들의 수용을 제한하는 인자들 중 하나였다. 도파관들을 구성하는데 이용되는 중합체들은 센티미터당 0.1dB의 손실을 가질 수 있다. 반대로, 광 섬유에서의 손실은 킬로미터당 약 0.1dB이다. 따라서, 중합체 도파관들은 광 섬유의 손실보다 몇 차수 높은 크기의 손실들을 가질 수 있다.

[0005] 또한, 통상적인 도파관들은 일반적으로 그들이 운송하도록 설계된 광의 파장과 대략 비례하는 치수들을 갖도록 제조된다. 예를 들어, 1000nm 광을 운송하도록 구성된 단일 모드 도파관은 더 높은 인덱스 코어 영역에 대해 1000nm 내지 5000nm(1 μ m 내지 5 μ m)의 치수를 가질 수 있고, 더 낮은 인덱스 클래딩 영역에 의해 둘러싸일 수 있다. 멀티-모드 도파관들은 코어 영역에 대해 20-60 μ m 정도의 더 큰 치수들을 가질 수 있다. 단일 모드 및 멀티-모드 도파관들 모두는 0.01 내지 0.02의 코어와 클래드 굴절률 대비에 대해 약 0.2 내지 0.3의 비교적 높은 NA(numerical aperture)를 갖는다. NA는 방사하는 섬유로부터의 빔의 발산을 결정한다. 따라서, 더 큰 NA는 섬유 대 섬유 분리의 기능으로서 불량한 결합을 야기할 것이다. 따라서, 이러한 크기의 도파관들을 연결하는 것은 비용이 많이 들며 도전적인 것일 수 있다.

[0006] 유도된 광학 빔들을 스플리팅 및 태핑(tapping)하는 것은 또한 이들 도파관들을 이용하여 달성하기 어렵다. 도파관들을 생성하고 연결하는 비용으로 인해 대부분의 통상적인 응용들에서 그들의 이용을 역사적으로 감소시켜왔다. 본 발명의 일 양태에 따라, 다른 도파관들 및 광학적 장치들을 상호연결하기에 더 간단하고, 광 도파관에서의 손실량을 현저하게 감소시킬 수 있는 비싸지 않은 광자 유도 장치가 요구된다는 것을 알 수 있다.

[0007] 본 발명의 실시예에 따라, 도 1a 내지 도 1e는 광자 유도 장치를 만드는 방법의 예시를 제공한다. 이러한 광

도파관은 높은 반사성 클래딩 층을 갖는 중공 코어로 구성된다. 이것은, 도파관의 코어와 클래딩 사이에 형성된 임계 각도에서의 내부 전반사에 의존하는 종래의 광 도파관들과는 상이한 감쇠된 내부 전반사의 원리로 동작한다. 도 1a는 기관(104)에 의해 수용되는 호스트 층(102)을 도시한다. 기관은 각종 유형의 물질들로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 기관은 플라스틱 또는 인쇄 회로 기판 물질 등의 플렉시블 물질일 수 있다. 회로 보드 물질은 단단하거나, 유연하도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 기관은 반도체 물질로 형성될 수 있다.

[0008] 호스트 층(102)은 기관 물질의 상부에 형성될 수 있다. 호스트 층은 또한 중합체 또는 물질이 표준 리소그래피 공정들을 이용하여 처리되는 것을 가능케 하는 반도체 물질과 같은 유연한 유형의 물질일 수 있다. 채널(106)은, 도 1b에 도시된 바와 같이 호스트 층에 형성될 수 있다. 예를 들어, 건식 에칭 공정이 이용되어 채널을 형성할 수 있다. 대안적으로, 몰딩 또는 스탬핑 공정이 이용될 수 있다. 채널의 형상은 직사각형, 정사각형, 원형, 또는 간섭성 광을 효과적으로 전송하는데 이용되는 일부 그외의 형상일 수 있다. 채널의 높이(105) 및/또는 폭(107)은 실질적으로 광자 유도 장치에서 지향되는 간섭성 광의 파장보다 더 클 수 있다. 예를 들어, 높이 또는 폭은 간섭성 광의 파장보다 50배 내지 100배보다 더 클 수 있다.

[0009] 광자 유도 장치 내에서의 간섭성 광의 산란의 감소를 용이하게 하기 위해, 채널의 벽들은 조도(roughness)를 감소시키거나 제거하기 위해 평탄화될 수 있다. 이상적으로, 벽들을 따르는 임의의 압출 특징들은 간섭성 광의 파장보다 작아야 한다. 채널의 벽들은 열 리플로우(heat reflow) 공정을 이용하여 평탄화될 수 있다. 이러한 공정들은 호스트 물질 및 기관 물질을, 에칭 또는 스탬핑으로부터 남겨진 불규칙한 조악한 특징들이 실질적으로 감소되거나 제거되도록 하는 온도까지 가열하는 것을 수반한다. 열 리플로우 공정이 최적인 온도는 호스트(102) 및 기관(104) 층들을 형성하는데 이용된 물질의 유형에 의존한다.

[0010] 채널 내의 반사성을 증가시키기 위해, 반사성 코팅(108)(도 1c)이 부가되어 호스트 층(102)의 채널(106)의 내부를 덮을 수 있다. 반사성 코팅은, 이해될 수 있는 바와 같이, 도금(plating), 스퍼터링(sputtering), 또는 유사한 공정을 이용하여 형성될 수 있다. 호스트 물질(102)이 중합체 또는 낮은 용점을 갖는 그외의 물질을 포함하면, 반사성 코팅은 전기 도금(electroplating), 스퍼터링 또는 열적 증착(thermal evaporation)과 같은 저온 공정을 이용하여 도포될 수 있다.

[0011] 반사성 코팅(108)은 금속들, 유전체들 또는 간섭성 광의 파장에서 실질적으로 반사성질을 갖는 그외의 물질들 중 하나 이상의 층들로 이루어질 수 있다. 금속들은 그들의 반사성에 기초하여 선택될 수 있다. 높은 반사성 층이 채널을 덮는 것이 바람직하다. 예를 들어, 반사성 층은 은, 금, 알루미늄, 백금 또는 일부 그외의 금속 또는 높은 반사성 층을 형성할 수 있는 합금을 이용하여 형성될 수 있다. 티타늄과 같은 고착층(adhesion layer)이 또한 이용되어 반사성 금속이 호스트 물질(102)에 고착되는 것을 도울 수 있다. 대안적으로, 반사성 층은, 선택된 파장에서 실질적으로 반사성을 갖는 유전체 물질의 하나 이상의 층들로부터 형성될 수 있는 유전체 스택일 수 있다. 반사성 층은 또한, 성막 공정 동안에 발생할 수 있는 반사 층의 조악한 변칙 부분들을 평탄화하기 위해 열 리플로우 또는 유사한 공정을 거칠 수 있다. 전해 연마(electro-polishing)가 또한 이용되어 평탄한 거울형 마감(smooth mirror finish)을 만들어 낼 수 있다.

[0012] 광자 유도 장치가 보호되지 않으면, 반사성 코팅(108)은 시간이 지남에 따라 산화할 수 있다. 반사성 코팅의 산화는 실질적으로 그것의 반사성을 감소시킬 수 있다. 금속 코팅의 반사성의 열화를 감소시키거나 제거하기 위해, 보호층(110)이 반사성 코팅 위에 형성되어 밀봉체로서 기능할 수 있다. 보호층은 간섭성 광의 파장에서 실질적으로 투명한 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 보호층은 실리콘 이산화물 또는, 반사성 코팅 위에 실질적으로 밀폐 결속(air tight bond)을 형성할 수 있는 일부 그외의 물질로 형성될 수 있다. 더욱이, 코팅층의 두께 및 인덱스는, 보다 손실이 큰 금속 층으로부터 광 빔을 분리함으로써 도파관의 전파 손실을 더 감소시키도록 선택된다.

[0013] 채널(106), 반사 코팅(108), 및 보호층(110)은 도 1d에 도시된 바와 같이, 광자 유도 장치의 베이스 부분(130)을 형성할 수 있다. 리드 부분(120)은, 리드 부분 상의 반사성 코팅을 산화로부터 보호하도록 구성된 보호 층(126)과 반사성 코팅(124)으로 층지어진 커버 물질(122)로 형성될 수 있다. 반사성 코팅 및 보호층은 베이스 부분에서 이미 논의한 바와 같이 동일한 물질들을 이용하여 형성될 수 있다. 대안적으로, 리드 부분의 원해지는 특성들에 기초하여 상이한 물질들이 이용될 수 있다.

[0014] 커버 물질은 반사성 코팅 및 보호층을 수용하도록 구성된 물질로 형성될 수 있다. 광자 유도 장치가 유연성이 있도록 할 플렉시블 물질이 선택될 수 있다. 예를 들어, 광자 유도 장치는, 전자 또는 광학적 장치들을 상호연결하는데 이용될 수 있는 리본 케이블로서 형성될 수 있다.

[0015] 리드 부분(120)이 형성된 후, 리드 부분은 도 1e에 도시된 바와 같이, 베이스 부분(130)에 결합되거나 라미네이트될 수 있다(laminated). 리드 부분이 베이스 부분에 결합되는 경우, 대형 코어 중공 도파관(150)이 형성된다. 대형 코어 중공 도파관은 중공 도파관의 내부를 덮는 반사성 코팅(108)을 갖는다. 반사성 코팅은 광이 금속 코팅의 표면으로부터 반사되도록 하여, 레이저 광이 도파관을 관통하여 지향함에 따른 레이저 광의 감쇠를 감소시킨다.

[0016] 도 2a는 광자 유도 장치의 블록도를 도시한다. 광자 유도 장치는 멀티-모드 레이저(210)에 결합될 수 있다. 단일 모드 레이저들은 실질적으로 멀티-모드 레이저들보다 더욱 비용이 많이 든다. 따라서, 멀티-모드 레이저를 이용하면 실질적으로 전체 시스템의 비용을 감소시킬 수 있다. 그러나, 멀티-모드 레이저를 이용하는 것의 한가지 단점은 레이저 광의 상당 부분이 광이 방사되는 방향에 비해 상당히 큰 각도로 레이저로부터 방사될 수 있다는 것이다. 레이저 광의 모드가 높아질 수록, 그것이 레이저로부터 방사되는 각도가 커진다. 큰 각도로 방사되는 광은 대형 코어 중공 도파관(230) 내에서 보다 자주 반사할 것이다. 반사의 수가 증가할수록, 더 많은 광이 도파관 내에서 감쇠될 것이다. 따라서, 높은 모드들은 실질적으로 도파관 내에서 감쇠될 수 있다.

[0017] 반사성 표면들은 갖는 중공 도파관들은 고체 도파관들과는 상이하게 동작한다. 중공 도파관들은, 광 섬유와 같은 고체 도파관들에서 통상적으로 발생하는 바와 같이, 내부 전반사(total internal reflection)를 통해서가 아니라, 반사층(들)으로부터의 반사를 통해 광을 유도한다. 중공 도파관 내의 광은, 이해될 수 있는 바와 같이, 내부 전반사에 필요한 것보다 작은 각도로 반사될 수 있다.

[0018] 원형 중공 도파관에 있어서, TE₀₁ 모드는 수학적 식 1에 따라 결정될 수 있는, 유닛 길이당 감쇠를 갖는다.

수학적 식 1

$$\alpha_c = \frac{R_s}{a\eta} \cdot \frac{\left(\frac{\omega_c}{\omega}\right)^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{\omega_c}{\omega}\right)^2}}$$

[0019]

[0020] 여기서 a는 도파관 반경이고, ω는 라디안 단위의 광 주파수이고, ω_c는 TE₀₁ 차단 주파수이며, δ는 금속으로의 광 침투 깊이이며, μ는 투자율이며, η는 자유 공간의 임피던스이다. 이러한 감쇠는 금속 벽들의 한정된 도전성에 기인한다. R_s는 금속의 표면 저항이며, 다음과 같이 주어진다.

수학적 식 2

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

[0021]

[0022] 여기서 σ는 전도율이며, f는 광의 주파수이다. R_s는 f의 제곱근만큼 증가하는 것을 알 수 있다.

[0023] 위의 수학적 식 1로부터, TE₀₁ 모드에 대한 감쇠는 주파수가 증가함에 따라 감소하는 것을 알 수 있다. 주파수 증가에 따른 감쇠의 감소는, 모드가 고 주파수들에서 유도 벽들에 연결되지 않기 때문에 발생한다. 그외의 모드들이 도파관 벽들에 결합될 수 있고, 모드 변환에 따른 굽은 부분과 갈라진 부분에서 TE₀₁ 모드를 감쇠시킬 수 있다.

[0024] 멀티-모드 레이저(210)로부터 방사된 보다 높은 모드들의 감쇠를 극복하기 위해, 시준기(220)가 멀티-모드 레이저로부터의 레이저 빔의 경로 내에 배치될 수 있다. 시준기는 반사 방지 코팅을 구비한 볼 렌즈와 같은 시준 렌즈일 수 있다. 시준기는 레이저로부터 평행 빔 내로 방사되는 멀티-모드 빔을, 그것이 대형 코어 중공 도파관(230)으로 들어가기 전에 시준하도록 구성된다. 이런 방식으로, 빔은, 그것이 도파관 내를 전파하면서 오직

몇개의 바운스를 거치면서 반사층을 스쳐지나갈 뿐이다. 시준기는 실질적으로 발생하는 임의의 반사들이 도파관 벽들과 관련하여 비교적 얇은 각도이도록 제공하여, 도파관 내의 반사들의 수를 최소화하고, 따라서 중공 도파관 내의 광의 감쇠를 감소시킨다. 결과로서, 중공 도파관 내에서 전파하는 저 손실 모드는 극도로 작은 NA를 갖는다. 이러한 특성은 거의 초과 손실 없이 광학 스플리터들을 이들 도파관들 내로 삽입할 수 있게 한다.

[0025] 예를 들어, 850nm 광의 멀티-모드 간섭성 빔은 0.07dB/cm 정도의 손실을 갖는 반사성 코팅을 갖는 대형 코어 도파관을 통해 전송될 수 있다. 도파관의 손실들은 그것의 크기에 따라 스케일링될 수 있다. 보다 작은 크기의 도파관들은 도파관 내의 보다 많은 수의 내부 반사들(바운스들)에 기인하여 더 높은 손실들을 가질 수 있다. 따라서, 더 큰 도파관들이 이용되어 손실을 감소시킬 수 있다.

[0026] 큰 도파관들의 보다 높은 내성들로 인해, 50 마이크로미터(μm) 내지 250 μm 정도의 더 큰 도파관들은 연결하기가 더 쉽고 비용이 적게 든다. 대형 코어 도파관을 통해 멀티-모드 간섭성 광을 지향시키기 위해 시준 렌즈를 이용하면, 전체적인 광자 유도 장치의 비용을 또한 실질적으로 감소시킬 수 있다. 멀티-모드 레이저들은 그들의 단일 모드에 상응하는 것보다 현저하게 적은 비용이 든다.

[0027] 따라서, 도파관 내로 지향된 멀티-모드 간섭성 광을 시준하도록 구성된 시준기에 결합된, 내부 반사성 표면들을 갖는 대형 코어 중공 도파관을 포함하는 광자 유도 장치는, 하나 이상의 인쇄 회로 보드들 상의 컴포넌트들을 상호연결하기 위한 비교적 저렴한, 저손실 수단으로서 기능할 수 있다. 유도 장치의 낮은 손실은 장치가 전자 회로를 광학적으로 상호연결하는 등의, 상품에 보다 통상적으로 이용되게 한다.

[0028] 전자 회로는 전기 회로를 포함할 수 있고, 회로로부터 전송된 전기 신호들은 광학 신호들로 변환되고, 그 반대로 변환된다. 전자 회로는 또한 변환할 필요 없이 광학 신호들을 이용하여 직접 통신할 수 있는 광학 회로를 포함할 수 있다. 전자 회로는 단일 회로 보드 상에 포함될 수 있다. 대안적으로, 전자 회로는 2개 이상의 독립된 회로 보드들 상에 위치될 수 있으며, 도파관은 보드들을 상호연결하는데 이용될 수 있다. 이들 도파관들로부터의 광학 신호들을 경사진 반-반사 표면(semi-reflecting surface)의 이용을 통해 태핑(tap)하고 지향시키는 것도 비교적 용이하다. 이것은 종래의 도파관들의 더 큰 NA 때문에 종래의 도파관들이 달성하기엔 다소 어렵다.

[0029] 예를 들어, 도 2b는 내부 반사 표면들을 갖는 대형 코어 중공 도파관(230)을 도시한다. 중공 도파관은 2개의 회로 보드들(240)을 결합하는데 이용된다. 더 큰 도파관은, 이미 논의된 바와 같이, 보드들 간의 도파관을 상호연결하는 비용을 감소시킬 수 있다. 도파관 내의 반사 표면들은, 간섭성 광의 저전력 신호를 도파관을 통해 인접하는 회로 보드에 전송되게 하여 손실을 감소시킬 수 있다. 회로 보드들 중 하나 또는 양쪽에 위치한, 저렴한 멀티-모드 레이저는 간섭성 광을 전송하는데 이용될 수 있다. 시준 렌즈는 회로 보드들 중 하나 또는 양쪽에 포함될 수 있으며, 광학적으로 도파관에 결합된다. 시준 렌즈는 다중 반사에 의해 야기된, 더 높은 모드들의 광의 손실들을 감소시킬 수 있다. 중공 도파관(230) 상호연결은 제조 공정에서 보드들 간에 결합되도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 중공 도파관은 그것들이 제조된 후에 보드들에 연결될 수 있는 커넥터 및/또는 케이블로서 형성될 수 있다.

[0030] 내부 반사 표면들을 갖는 중공 도파관(230)은, 도 2c에 도시된 바와 같이, 단일 회로 보드(240) 상의 전자 컴포넌트들(245)을 상호연결하는데 이용될 수도 있다. 전자 컴포넌트는 하나의 도파관으로부터 다른 도파관으로 광을 재지향하는데 이용될 수 있다. 대안적으로, 90도 회전은 빔으로부터 대략 45도 의 각도로 재지향 장치(248)를 삽입함으로써 비교적 용이하게 달성된다. 슬롯(252)은, 예를 들어, 도 2d에 도시된 다이싱 톱(dicing saw)을 이용하여 도파관(230)에서 절단될 수 있다. 슬롯은 재지향 장치를 부착하기 위해, 부가된 구조적 지지를 제공하도록 기관 내로 연장할 수 있다. 재지향 장치는 접착제를 이용하여 도파관에 결합될 수 있다. 재지향 장치는 이해될 수 있는 바와 같이, 거울일 수 있다. 대안적으로, 광학 빔 스플리터, 개구, 반투명 거울, 회절 격자, 또는 산란체 또는 유사한 유형의 광학 장치가, 광의 일부만이 재지향되기를 원하는 경우, 거울 대신에 이용될 수 있다.

[0031] 대형 코어 도파관들은 다중 신호들이 재지향되도록 하기 위해 어레이로 형성될 수도 있다. 예를 들어, 도 3a는 중공 도파관들(330)의 1차원 어레이(300)를 도시한다. 각각의 도파관은 전술한 바와 같이, 반사성 물질(302)에 의해 둘러싸여진다. 반사성 물질은 산화를 감소시키기 위해 보호성 물질(304)로 코팅될 수 있다. 도파관들의 어레이는 기관 또는 호스트 물질(308) 상에 구성될 수 있다.

[0032] 도 3b는 회로 보드에 결합된 중공 도파관들(330)의 어레이(300)를 도시한다. 회로 보드는, 어레이의 각각의 중공 도파관이 부착될 수 있는 기관(308)으로서 기능할 수 있다. 일 실시예에서, 회로 보드는 광학적 백플레인

(backplane)(325)으로서 구성될 수 있다. 멀티-모드 간섭성 광은, 전술한 바와 같이, 시준기를 이용하여 도파관들 각각 내로 재지향될 수 있다. 광학 스플리터와 같은 결합 장치(322)는, 선택된 위치에서의 도파관으로부터의 유도된 멀티-모드 간섭성 광 빔의 적어도 일부를 지향시키도록 구성될 수 있다. 이상적으로 광학 스플리터들은 빔이 워크 오프(walk off)되는 것을 방지하도록 충분히 얇아야 한다. 예를 들어, 200 μm 두께의 빔 스플리터는 약 60 μm 의 빔 워크 오프를 야기할 수 있다. 이러한 워크-오프는 더 높은 전파 손실을 야기한다. 빔 워크-오프는, 1.5 μm 보다 작은 워크-오프 손실을 야기할, 대략 5 μm 두께인 스플리터와 같은 보다 짧은 광학적 경로를 갖는 빔 스플리터들을 이용하여 감소될 수 있다. 따라서, 25 μm 두께보다 작은 스플리터들이 바람직하다. 빔 스플리터(들)은 전술되고 도 2d에 도시된 바와 같이, 중공 도파관에 슬롯을 형성함으로써 삽입될 수 있다. 예를 들어, 도 3b에 도시된 바와 같이, 결합 장치는 중공 도파관의 간섭성 광의 적어도 일부분을, 회로 보드의 플레인 외부에 존재하는 광학적으로 결합된 대형 코어 중공 도파관(324)으로 재지향시키는데 이용될 수 있다. 광학적으로 결합된 도파관은 백플레인에 직교할 수 있지만, 실질적으로 임의의 각도가 이용될 수 있다.

[0033] 회로 보드의 플레인으로부터의 멀티-모드 간섭성 광을 재지향하면 도오터 보드들(daughter boards)(320)과 같은 복수의 회로 카드들이 백플레인(325)에 광학적으로 결합되도록 할 수 있다. 간섭성 광 신호 상에 인코딩된 높은 데이터 레이트 정보는 백플레인으로부터 복수의 도오터 보드들로 재지향되거나 분배될 수 있다.

[0034] 반사성 내측 코팅을 갖는 대형 코어 중공 도파관들은 복수의 상이한 보드들로의 높은 데이터 레이트 정보의 전송을 가능하게 한다. 중공 도파관들의 낮은 손실은, 도 3b에 도시된 바와 같이, 단일 광학 신호가 다수의 다른 도파관들로 라우팅되게 한다. 각각의 도파관을 통해 유도된 멀티-모드 간섭성 광 빔은 초당 수십 기가비트의 레이트 또는 그보다 높은 레이트로 데이터를 전달할 수 있다. 광 빔은 모드의 인텍스가 거의 1(unity)이어서 실질적으로 최소 전파 지연을 만들어 내므로, 본질적으로 빛의 속도로 전파한다. 중공 도파관들에 의해 인에이블된 광학적 상호연결들은 칩들과 회로 보드들 간의 처리량을 실질적으로 증가시키기 위한 저렴한 수단을 제공한다.

[0035] 다른 실시예는, 도 4의 흐름도에 도시된 바와 같이, 간섭성 광을 지향시키기 위한 광자 유도 장치를 제조하는 방법(400)을 제공한다. 본 방법은, 회로 보드 상의 전자 회로를 상호연결하도록 구성된 도파관을 형성하기 위해 기관에 채널을 형성하는 동작(410)을 포함한다. 채널은 실질적으로 간섭성 광의 파장보다 큰 폭과 높이 중 적어도 하나를 갖는다. 전자 회로는 단일 회로 보드 또는 독립된 회로 보드들 상에 위치될 수 있다. 기관에 형성된 채널은 간섭성 광의 파장보다 실질적으로 큰 높이 및/또는 폭을 갖는다. 비교적 큰 크기의 도파관은 전술한 바와 같이, 내부 전반사보다는 반사의 특성들을 이용하여 광이 도파관을 통해 지향되도록 한다. 채널은 임의의 원형 또는 타원형 또는 타원형 등의 특정 형상들은 다중 반사에 기인한 손실을 줄일 수 있다. 채널은 기관 내로 에칭되거나 스탬핑(stamp)될 수 있다. 기관은 중합체들 또는 반도체성 물질 등의 물질들로 형성될 수 있다. 기관은 인쇄 회로 보드의 층일 수 있다. 기관은 또한 인쇄 회로 보드 상에 위치한 호스트 물질일 수 있다.

[0036] 본 방법(400)의 추가의 동작은 채널의 내부를 실질적으로 덮도록 높은 반사성 물질을 도포하는 단계(420)를 제공한다. 반사성 물질은, 전술한 바와 같이, 그것의 반사 특성들에 기초하여 선택될 수 있다. 추가적인 동작은 대형 코어 중공 도파관을 형성하기 위해 채널 위에 커버를 결합하는 단계(430)를 제공하며, 커버는 높은 반사성 물질의 층을 포함한다. 산화를 감소시키기 위해 보호 층이 또한 반사성 물질 위에 부가될 수 있다.

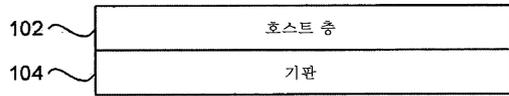
[0037] 추가적인 동작은 여러가지 모드들을 갖는 멀티-모드 간섭성 광이 도파관을 통해 평행 빔으로 지향되게 하도록 시준 렌즈를 대형 코어 중공 도파관에 광학적으로 결합하는 단계(440)를 포함한다. 여러가지 모드들을 도파관을 통해 평행하게 지향시키는 것은 도파관의 가장 낮은 손실 모드를 여기시킨다(excite).

[0038] 본 발명의 다른 실시예는 도 5의 흐름도에 예시된 바와 같이, 광학적 빔을 유도하는 방법(500)을 제공한다. 본 방법은 멀티-모드 간섭성 광 빔을 시준시키는 단계(510)의 동작을 포함한다. 빔은 시준 렌즈를 이용하여 시준될 수 있다. 추가적인 동작은 시준된 멀티-모드 간섭성 광 빔을 도파관의 내측 부분을 덮는 반사성 코팅을 갖는 대형 코어 중공 도파관 내로 지향시키는 단계(520)를 제공한다. 대형 코어 중공 도파관은 회로 보드 상의 전자 회로를 상호연결하도록 구성된다. 멀티-모드 빔을 시준하는 것은 멀티-모드 레이저에 의해 방사된 복수의 모드가, 다중 반사에 기인한 손실량을 실질적으로 감소시킨 중공 도파관을 통해 지향되도록 한다.

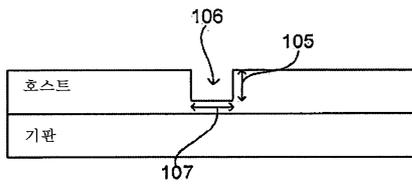
[0039] 전술한 예들은 하나 이상의 특정 응용들에 있어서 본 발명의 원리들을 예시하지만, 본 기술 분야의 당업자는 형식, 이용 및 구현의 상세에 있어서 다양한 변경들이 발명의 능력의 훈련 없이, 본 발명의 원리들 및 사상들의 범주를 벗어나지 않고 이루어질 수 있음이 명백할 것이다. 따라서, 본 발명은 이하에 개시되는 특허청구범위에 의해서만 한정되도록 의도된다.

도면

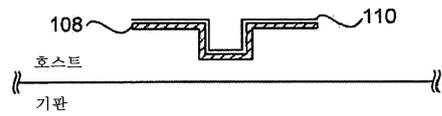
도면1a



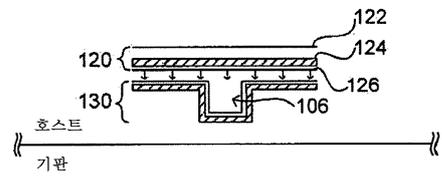
도면1b



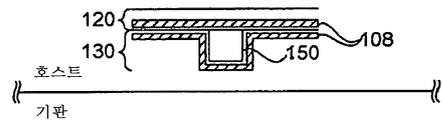
도면1c



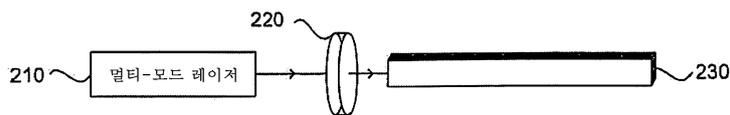
도면1d



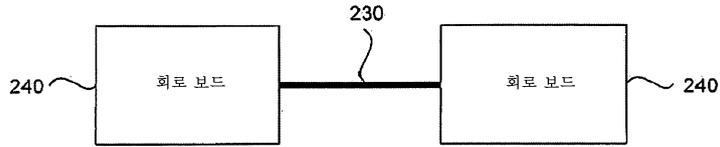
도면1e



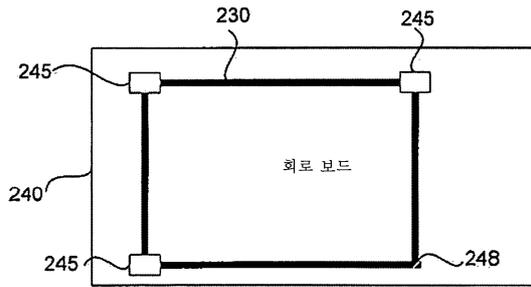
도면2a



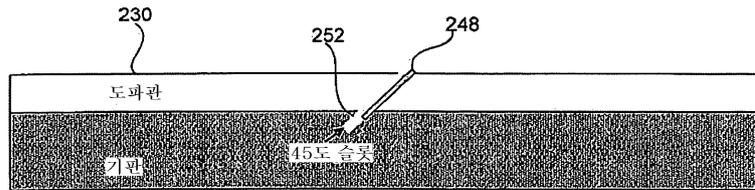
도면2b



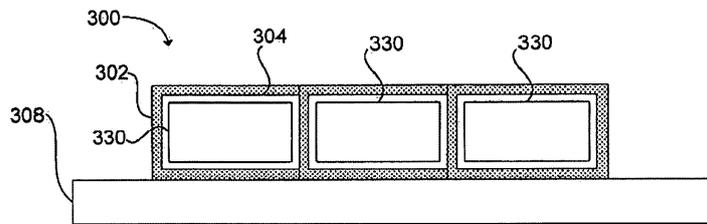
도면2c



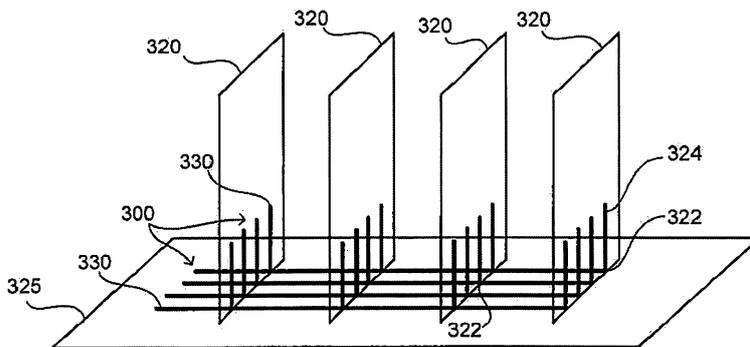
도면2d



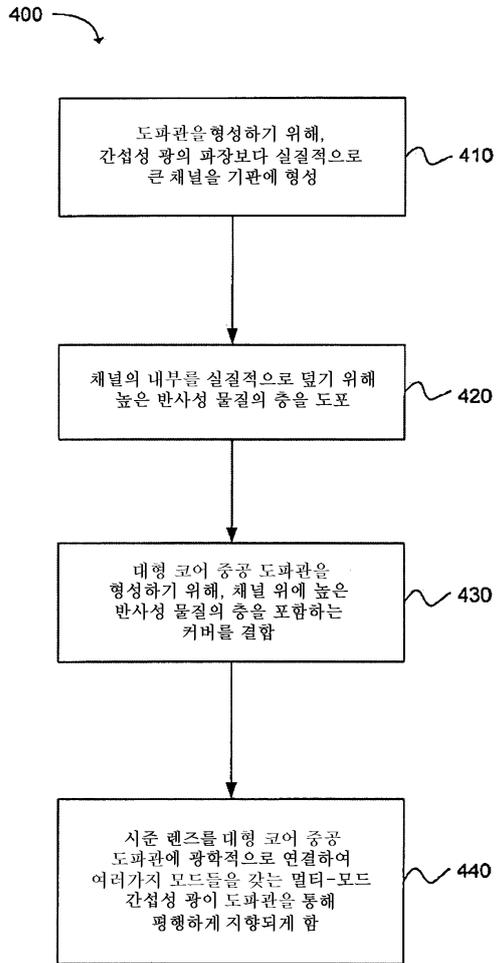
도면3a



도면3b



도면4



도면5

