

(45) 공고일자 2020년01월13일
(11) 등록번호 10-2065571
(24) 등록일자 2020년01월07일

(73) 특허권자
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
 미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박
 스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자
왕 덩
 미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
 피스 박스 33427 쓰리엠 센터

스미스 테리 엘
 미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
 피스 박스 33427 쓰리엠 센터

(74) 대리인
양영준, 김영

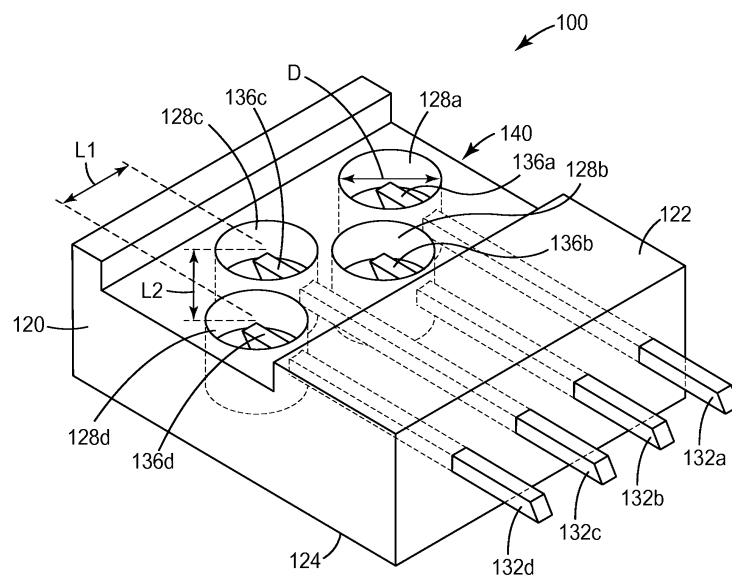
심사관 : 이양근

(54) 발명의 명칭 광학 인터커넥트

(57) 요약

본 발명은 일반적으로 광섬유 리본들 및 매립된 광학 도파관들(132a-d)과 같은 광학 도파관들의 세트들, 및 광섬유 리본 케이블들에서와 같은 다수의 광학 도파관과 광전자 능력을 갖는 인쇄 회로 보드들을 접속시키는 데 유용한 광학 인터커넥트들에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 광학 빔의 방향전환 및 형상화와의 함께, 광학 도파관 정렬의 특징들을 조합하는 방향전환 요소들(136a-d) 및 마이크로렌즈들을 통합한 효율적이고, 콤팩트하며, 신뢰성 있는 광학 도파관 커넥터(100)를 제공한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

광학 인터커넥트 조립체(optical interconnect assembly)로서,

제1 인쇄 회로 보드(printed circuit board, PCB) 조립체 - 제1 PCB 조립체는,

제1 PCB; 및

제1 PCB 상에 또는 제1 PCB 내에 배치되는, 서로에 대해 엇갈려 있는 광 추출기(light extractor)들을 가진 복수의 제1 광학 도파관(optical waveguide)을 포함함 -;

제2 PCB 조립체 - 제2 PCB 조립체는,

진기 커넥터를 통해 제1 PCB의 제1 면 내로 플러그되는(plugged) 제2 PCB; 및

제2 PCB 상에 또는 제2 PCB 내에 배치되는, 서로에 대해 엇갈려 있는 광 추출기들을 가진 복수의 제2 광학 도파관을 포함하고, 복수의 제2 광학 도파관 중의 각각의 제2 광학 도파관은 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -;

서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제1 마이크로렌즈(microlens) - 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 각각의 제1 마이크로렌즈는 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 및

서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제2 마이크로렌즈 - 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 각각의 제2 마이크로렌즈는 복수의 제2 광학 도파관 중의 상이한 제2 광학 도파관에 대응함 - 를 포함하고,

복수의 제1 광학 도파관 중의 각각의 제1 광학 도파관 및 복수의 제2 광학 도파관 중의 대응하는 제2 광학 도파관의 광 추출기들은 제1 광학 도파관 내에서 이동하는 광이, 제1 광학 도파관의 광 추출기에 의해 방향전환되고, 제1 광학 도파관을 빠져 나가, 제1 광학 도파관에 대응하는 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 제1 마이크로렌즈를 통해 이동하고, 제2 광학 도파관에 대응하는 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 제2 마이크로렌즈를 통해 이동하여, 제2 광학 도파관의 광 추출기에 의해 방향전환된 후에, 제2 광학 도파관으로 진입하도록 배향되며,

복수의 제1 광학 도파관과 복수의 제1 마이크로렌즈의 상대적 위치 및 복수의 제2 광학 도파관과 복수의 제2 마이크로렌즈의 상대적 위치는 고정되어 있는, 광학 인터커넥트 조립체.

청구항 2

광학 인터커넥트 조립체로서,

제1 평면 내에 배치되는 복수의 제1 광학 도파관 - 각각의 제1 광학 도파관은 제1 광 추출기를 포함하고, 제1 광 추출기들은 서로에 대해 엇갈려 있음 -;

제1 평면과 사각을 이루는 제2 평면 내에 배치되는 복수의 제2 광학 도파관 - 각각의 제2 광학 도파관은 제2 광 추출기를 포함하고, 제2 광 추출기들은 서로에 대해 엇갈려 있으며, 복수의 제2 광학 도파관 중의 각각의 제2 광학 도파관은 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -;

서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제1 마이크로렌즈 - 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 각각의 제1 마이크로렌즈는 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 및

서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제2 마이크로렌즈 - 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 각각의 제2 마이크로렌즈는 복수의 제2 광학 도파관 중의 상이한 제2 광학 도파관에 대응함 - 를 포함하고,

복수의 제1 광학 도파관 중의 각각의 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기 및 복수의 제2 광학 도파관 중의 대응하는 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기는 제1 광학 도파관 내에서 이동하는 광이, 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기에 의해 방향전환되고, 제1 광학 도파관을 빠져 나가, 제1 광학 도파관에 대응하는 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 제1 마이크로렌즈를 통해 이동하고, 제2 광학 도파관에 대응하는 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 제2 마이크로렌즈를 통해 이동하여, 제2 광학 도파관으로 진입하도록 배향되며,

크로렌즈를 통해 이동하여, 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기에 의해 방향전환된 후에, 제2 광학 도파관으로 진입하도록 배향되며,

복수의 제1 광학 도파관과 복수의 제1 마이크로렌즈의 상대적 위치 및 복수의 제2 광학 도파관과 복수의 제2 마이크로렌즈의 상대적 위치는 고정되어 있는, 광학 인터커넥트 조립체.

청구항 3

광학 인터커넥트 조립체로서,

제1 인쇄 회로 보드(PCB);

전기 커넥터를 통해 제1 PCB 내로 플러깅되고, 그 상에 실장된 제1 광전자 소자를 포함하는, 제2 PCB;

복수의 제1 광학 도파관 - 각각의 제1 광학 도파관의 제1 단부는 제1 광전자 소자에 광학적으로 커플링되고, 각각의 제1 광학 도파관은 제1 광 추출기를 포함하며, 복수의 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기들은 서로에 대해 엇갈려 있음 -;

복수의 제2 광학 도파관 - 각각의 제2 광학 도파관은 제2 광 추출기를 포함하고, 복수의 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기들은 서로에 대해 엇갈려 있으며, 복수의 제2 광학 도파관 중의 각각의 제2 광학 도파관은 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 및

제1 PCB 상에 실장되고,

서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제1 마이크로렌즈 - 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 각각의 제1 마이크로렌즈는 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 및

서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제2 마이크로렌즈 - 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 각각의 제2 마이크로렌즈는 복수의 제2 광학 도파관 중의 상이한 제2 광학 도파관에 대응함 -

를 포함하는, 광학 커플러(optical coupler)를 포함하고,

복수의 제1 광학 도파관 중의 각각의 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기 및 복수의 제2 광학 도파관 중의 대응하는 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기는 제1 광학 도파관 내에서 이동하는 광이, 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기에 의해 방향전환되고, 제1 광학 도파관을 빠져 나가, 제1 광학 도파관에 대응하는 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 제1 마이크로렌즈를 통해 이동하고, 제2 광학 도파관에 대응하는 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 제2 마이크로렌즈를 통해 이동하여, 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기에 의해 방향전환된 후에, 제2 광학 도파관으로 진입하도록 배향되는, 광학 인터커넥트 조립체.

청구항 4

광학 인터커넥트 조립체로서,

제1 인쇄 회로 보드(PCB) 상에 또는 제1 인쇄 회로 보드(PCB) 내에 배치되는 복수의 제1 광학 도파관 - 각각의 제1 광학 도파관은 단부 면을 포함함 -;

제2 PCB 상에 또는 제2 PCB 내에 배치되는 복수의 제2 광학 도파관 - 각각의 제2 광학 도파관은 광 추출기를 포함하고, 광 추출기들은 서로에 대해 엇갈려 있으며, 복수의 제2 광학 도파관 중의 각각의 제2 광학 도파관은 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -;

복수의 제1 마이크로렌즈 - 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 각각의 제1 마이크로렌즈는 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 및

서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제2 마이크로렌즈 - 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 각각의 제2 마이크로렌즈는 복수의 제2 광학 도파관 중의 상이한 제2 광학 도파관에 대응함 - 를 포함하고,

복수의 제1 광학 도파관 중의 각각의 제1 광학 도파관의 단부 면 및 복수의 제2 광학 도파관 중의 대응하는 제2 광학 도파관의 광 추출기는 제1 광학 도파관 내에서 이동하는 광이, 제1 광학 도파관의 단부 면을 통해 제1 광학 도파관을 빠져 나가, 제1 광학 도파관에 대응하는 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 제1 마이크로렌즈를 통해 이동하고, 제2 광학 도파관에 대응하는 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 제2 마이크로렌즈를 통해 이동하여, 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기에 의해 방향전환된 후에, 제2 광학 도파관으로 진입하도록 배향되며,

복수의 제1 광학 도파관과 복수의 제1 마이크로렌즈의 상대적 위치 및 복수의 제2 광학 도파관과 복수의 제2 마이크로렌즈의 상대적 위치는 고정되어 있는, 광학 인터커넥트 조립체.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광전자 소자와 인쇄 회로 보드(printed circuit board, PCB)를 접속시키기 위한 광학 인터커넥트(optical interconnect)에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 광섬유 커넥터는 통신 네트워크, 근거리 네트워크, 데이터 센터 링크, 및 고성능 컴퓨터에서의 내부 링크를 위한 것을 비롯한 다양한 응용에서 광섬유 또는 도파관(waveguide)을 접속시키는 데 사용된다. 이들 커넥터는 단일 섬유 및 다중 섬유 설계로 그룹화될 수 있고, 또한 접속의 유형에 의해 그룹화될 수 있다. 일반적인 접속 방법은 짝을 이루는 섬유 팁(tip)들이 매끄러운 마무리로 폴리싱되고 함께 가압되는 물리적 접속; 섬유의 코어에 정합되는 굴절률을 가진 유연성 재료가 짝을 이루는 섬유 팁들 사이의 작은 간극을 채우는 굴절률 정합; 및 광이 2개의 섬유 팁들 사이의 작은 공기 간극을 통과하는 공기 간극 커넥터를 포함한다. 이들 접속 방법 각각에서, 짝을 이루는 섬유들의 소량의 먼지 팁들이 광 손실을 크게 증가시킬 수 있다.

[0003] 광학 커넥터의 다른 유형은 확장 빔 커넥터(expanded beam connector)로 지칭된다. 이러한 유형의 커넥터는 코어보다 상당히 큰 직경을 가진 빔을 형성하기 위해 광이 시준되기 전에 소스 커넥터 내의 광 빔이 섬유 코어를 빠져 나가 짧은 거리로 커넥터 내에서 분기되게 한다. 이어서, 수용 커넥터 내에서, 빔은 수용 섬유의 팁에 그의 원래 직경으로 다시 포커싱된다. 이러한 유형의 커넥터는 먼지 및 다른 형태의 오염에 덜 민감하다.

[0004] 많은 응용에 사용되는 광케이블은 섬유 리본(ribbon)을 사용한다. 이들 리본은 일렬로 함께 결합되는 일 세트의 코팅된 섬유(전형적으로 일렬로 4, 8 또는 12개의 섬유)로 구성된다. 그들의 보호 코팅을 가진 개별 유리 섬유는 전형적으로 직경이 250 마이크로미터이고, 리본은 전형적으로 250 마이크로미터의 섬유 대 섬유 피치를 갖는다. 이러한 250 마이크로미터 간격은 또한 동일한 250 마이크로미터 간격으로 능동 광학 소자들을 이격시키는 다양한 설계로 광학 송수신기에 사용되어 왔다.

[0005] 현재 이용가능한 확장 빔 다중 섬유 커넥터는 전형적으로 리본 피치에 정합하도록 빔 직경을 250 마이크로미터로 제한한다. 섬유 피치보다 큰 빔 직경을 달성하기 위해, 현재의 커넥터는 커넥터 상에 섬유를 실장하기 전에 섬유 리본이 단일 섬유로 수동으로 분할되는 것을 필요로 한다.

[0006] 일반적으로, 단일 섬유 광학 커넥터는 광섬유 단부 면들을 서로 정렬 및 접속시키기 위해 정밀한 원통형 페룰(ferrule)을 포함한다. 광섬유는 섬유 광학 코어가 페룰 축 상에 중심설정되도록 페룰의 중앙 보어(bore) 내에

고정된다. 이어서, 섬유 팁이 섬유 코어의 물리적 접촉을 가능하게 하도록 폴리싱된다. 이어서, 2개의 그러한 페룰은 하나의 섬유로부터 다른 섬유로의 물리적 접촉의 광학 접촉을 달성하도록 폴리싱된 섬유 팁들이 서로 대향하여 가압되는 상태로 정렬 슬리브(sleeve)를 사용하여 서로 정렬될 수 있다. 물리적 접촉의 광학 커넥터가 널리 사용된다.

[0007] 다중 섬유 커넥터는 종종 소스 섬유로부터 수용 섬유로의 광학 커플링을 제공하도록 MT 페룰과 같은 다중 섬유 페룰을 사용한다. MT 페룰은 섬유가 전형적으로 접합되는 성형된 보어들의 어레이 내에서 섬유를 안내한다. 각각의 페룰은 안내 핀이 페룰들을 서로에 대해 정렬시켜 짝을 이루는 섬유들을 정렬시키도록 위치되는 2개의 추가의 보어를 갖는다.

[0008] 다양한 다른 방법이 또한 섬유 대 섬유 접속을 형성하는 데 사용되어 왔다. 볼리션(Volition)TM 광섬유 케이블 커넥터에서 발견되는 것과 같은 V-홈 정렬 시스템, 및 정밀한 보어들의 어레이 내의 베어(bare) 섬유 정렬이 포함된다. 예를 들어, 미국 특허 제4,078,852호; 제4,421,383호 및 제7,033,084호에 기술된 것과 같은 일부 접속 개념은 광섬유 접속에서 렌즈 및/또는 반사 표면을 사용한다. 이들 접속 개념 각각은 인라인(in line) 커넥터 또는 직각 커넥터와 같은 단일 용도의 접속 시스템을 기술한다.

[0009] 섬유들을 분리하지 않고서 섬유 리본을 중단접속시키고 또한 섬유-대-섬유 피치보다 큰 직경을 가진 빔을 제공할 수 있는 확장 빔 커넥터를 제공하는 것은 유리할 것이다.

발명의 내용

[0010] 본 발명은 일반적으로 광섬유 리본들 및 매립된 광학 도파관들과 같은 광학 도파관들의 세트들, 및 광섬유 리본 케이블들에서와 같은 다수의 광학 도파관과 광전자 능력을 갖는 인쇄 회로 보드(PCB)들을 접속시키는 데 유용한 광학 인터커넥트들에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 광학 빔의 방향전환 및 형상화와 함께, 광학 도파관 정렬의 특징들을 조합하는 방향전환 요소들 및 마이크로렌즈(microlens)들을 통합한 효율적이고, 콤팩트하며, 신뢰성 있는 광학 도파관 커넥터를 제공한다. 일 태양에서, 본 발명은, 제1 인쇄 회로 보드(PCB) 조립체; 제2 PCB 조립체; 서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제1 마이크로렌즈 - 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 각각의 제1 마이크로렌즈는 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 및 서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제2 마이크로렌즈 - 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 각각의 제2 마이크로렌즈는 복수의 제2 광학 도파관 중의 상이한 제2 광학 도파관에 대응함 - 를 포함하는 광학 인터커넥트 조립체를 제공한다. 제1 PCB 조립체는 제1 PCB, 및 제1 PCB 상에 또는 제1 PCB 내에 배치되는, 서로에 대해 엇갈려 있는 광 추출기(light extractor)들을 가진 복수의 제1 광학 도파관을 포함한다. 제2 PCB 조립체는 전기 커넥터를 통해 제1 PCB의 제1 면 내로 플러그되는(plugged) 제2 PCB, 및 제2 PCB 상에 또는 제2 PCB 내에 배치되는, 서로에 대해 엇갈려 있는 광 추출기들을 가진 복수의 제2 광학 도파관을 포함하고, 복수의 제2 광학 도파관 중의 각각의 제2 광학 도파관은 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응한다. 복수의 제1 광학 도파관 중의 각각의 제1 광학 도파관 및 복수의 제2 광학 도파관 중의 대응하는 제2 광학 도파관의 광 추출기들은 제1 광학 도파관 내에서 이동하는 광이, 제1 광학 도파관의 광 추출기에 의해 방향전환되고, 제1 광학 도파관을 빠져 나가, 제1 광학 도파관에 대응하는 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 제1 마이크로렌즈를 통해 이동하고, 제2 광학 도파관에 대응하는 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 제2 마이크로렌즈를 통해 이동하여, 제2 광학 도파관의 광 추출기에 의해 방향전환된 후에, 제2 광학 도파관으로 진입하도록 배향된다.

[0011] 다른 태양에서, 본 발명은, 제1 평면 내에 배치되는 복수의 제1 광학 도파관 - 각각의 제1 광학 도파관은 제1 광 추출기를 포함하고, 제1 광 추출기들은 서로에 대해 엇갈려 있음 -; 및 제1 평면과 사각(oblique angle)을 이루는 제2 평면 내에 배치되는 복수의 제2 광학 도파관 - 각각의 제2 광학 도파관은 제2 광 추출기를 갖고, 제2 광 추출기들은 서로에 대해 엇갈려 있으며, 복수의 제2 광학 도파관 중의 각각의 제2 광학 도파관은 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 - 을 포함하는 광학 인터커넥트 조립체를 제공한다. 광학 인터커넥트 조립체는 서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제1 마이크로렌즈 - 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 각각의 제1 마이크로렌즈는 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 및 서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제2 마이크로렌즈 - 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 각각의 제2 마이크로렌즈는 복수의 제2 광학 도파관 중의 상이한 제2 광학 도파관에 대응함 - 를 추가로 포함한다. 복수의 제1 광학 도파관 중의 각각의 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기 및 복수의 제2 광학 도파관 중의 대응하는 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기는 제1 광학 도파관 내에서 이동하는 광이, 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기에 의해 방향전환되고, 제1 광학 도파관을 빠져 나가, 제1 광학 도파관에 대응하는 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 제1 마이크로렌즈를 통해 이동하고, 제2 광학 도파관에 대응하는 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 제2 마이크로렌즈를 통해 이동하여, 제2 광학

도파관의 제2 광 추출기에 의해 방향전환된 후에, 제2 광학 도파관으로 진입하도록 배향된다.

[0012] 또 다른 태양에서, 본 발명은 제1 인쇄 회로 보드(PCB); 전기 커넥터를 통해 제1 PCB 내로 플러깅되고, 그 상에 실장된 제1 광전자 소자를 포함하는, 제2 PCB; 복수의 제1 광학 도파관; 복수의 제2 광학 도파관; 및 제1 PCB 상에 실장된 광학 커플러(optical coupler)를 포함하는 광학 인터커넥트 조립체를 제공한다. 또한, 각각의 제1 광학 도파관의 제1 단부는 제1 광전자 소자에 광학적으로 커플링되고, 각각의 제1 광학 도파관은 제1 광 추출기를 가지며, 복수의 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기들은 서로에 대해 엇갈려 있고; 각각의 제2 광학 도파관은 제2 광 추출기를 갖고, 복수의 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기들은 서로에 대해 엇갈려 있으며, 복수의 제2 광학 도파관 중의 각각의 제2 광학 도파관은 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응한다. 또한 추가로, 제1 PCB 상에 실장된 광학 커플러는 서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제1 마이크로렌즈 - 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 각각의 제1 마이크로렌즈는 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 및 서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제2 마이크로렌즈 - 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 각각의 제2 마이크로렌즈는 복수의 제2 광학 도파관 중의 상이한 제2 광학 도파관에 대응함 - 를 포함한다. 복수의 제1 광학 도파관 중의 각각의 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기 및 복수의 제2 광학 도파관 중의 대응하는 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기는 제1 광학 도파관 내에서 이동하는 광이, 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기에 의해 방향전환되고, 제1 광학 도파관을 빠져 나가, 제1 광학 도파관에 대응하는 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 제1 마이크로렌즈를 통해 이동하고, 제2 광학 도파관에 대응하는 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 제2 마이크로렌즈를 통해 이동하여, 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기에 의해 방향전환된 후에, 제2 광학 도파관으로 진입하도록 배향된다.

[0013] 또 다른 태양에서, 본 발명은 제1 인쇄 회로 보드(PCB) 상에 또는 제1 인쇄 회로 보드(PCB) 내에 배치되는 복수의 제1 광학 도파관 - 각각의 제1 광학 도파관은 단부 면을 가짐 -; 제2 PCB 상에 또는 제2 PCB 내에 배치되는 복수의 제2 광학 도파관 - 각각의 제2 광학 도파관은 광 추출기를 갖고, 광 추출기들은 서로에 대해 엇갈려 있으며, 복수의 제2 광학 도파관 중의 각각의 제2 광학 도파관은 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 복수의 제1 마이크로렌즈 - 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 각각의 제1 마이크로렌즈는 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 및 서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제2 마이크로렌즈 - 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 각각의 제2 마이크로렌즈는 복수의 제2 광학 도파관 중의 상이한 제2 광학 도파관에 대응함 - 를 포함하는 광학 인터커넥트 조립체를 제공한다. 복수의 제1 광학 도파관 중의 각각의 제1 광학 도파관의 단부 면 및 복수의 제2 광학 도파관 중의 대응하는 제2 광학 도파관의 광 추출기는 제1 광학 도파관 내에서 이동하는 광이, 제1 광학 도파관의 단부 면을 통해 제1 광학 도파관을 빠져 나가, 제1 광학 도파관에 대응하는 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 제1 마이크로렌즈를 통해 이동하고, 제2 광학 도파관에 대응하는 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 제2 마이크로렌즈를 통해 이동하여, 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기에 의해 방향전환된 후에, 제2 광학 도파관으로 진입하도록 배향된다.

[0014] 상기 요약은 본 발명의 각각의 개시된 실시예 또는 모든 구현예를 기술하고자 하는 것은 아니다. 이하의 도면 및 상세한 설명은 예시적인 실시예를 보다 구체적으로 예시한다.

도면의 간단한 설명

[0015] 본 명세서 전반에 걸쳐, 유사한 도면 부호가 유사한 요소를 지시하는 첨부 도면을 참조한다.

<도 1>

도 1은 광학 커넥터의 개략적인 사시도.

<도 2>

도 2는 PCB 광학 인터커넥트의 측단면도.

<도 3>

도 3은 PCB 광학 인터커넥트의 측단면도.

<도 4a 내지 도 4c>

도 4a 내지 도 4c는 PCB 광학 인터커넥트의 실시예의 측단면도.

<도 5>

도 5는 접속된 PCB의 단부도.

<도 6a 내지 도 6c>

도 6a 내지 도 6c는 광 추출기의 실시예의 개략도.

도면은 반드시 축척대로 도시된 것은 아니다. 도면에 사용된 유사한 도면 부호는 유사한 구성요소를 지칭한다. 그러나, 주어진 도면에서 구성요소를 지칭하기 위한 도면 부호의 사용은 다른 도면에서 동일한 도면 부호로 표시된 그 구성요소를 제한하려는 것이 아님을 이해할 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 본 발명은 광학 인쇄 회로 보드들을 함께 접속시키는 데 사용될 수 있는 신규한 광학 인터커넥트 커플링 구성을 제공한다. 광학 인터커넥트는 중합체 또는 무기 도파관을 포함하는 광학 도파관, 광섬유, 광학 도파관 또는 섬유의 리본 케이블 등과 함께 사용될 수 있다. 특정한 일 실시예에서, 보다 작은 채널 간격(즉, 동일한 공간 내의 보다 많은 채널)은 광학 인터커넥트의 엇갈린 설계에 기인하며, 플러깅, 언플러깅 및 환경 변화 동안의 광학 PCB의 오정렬에 대한 보다 큰 허용공차가 또한 형성될 수 있다.
- [0017] 하기 설명에서, 그 일부를 형성하고 예시로 도시된 첨부 도면을 참조한다. 다른 실시예가 고려되고 본 발명의 범주 또는 사상으로부터 벗어나지 않고서 이루어질 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 따라서, 하기 상세한 설명은 제한적인 의미로 취해져서는 안 된다.
- [0018] 달리 지시되지 않는 한, 명세서 및 특허청구범위에 사용되는 특징부 크기, 양 및 물리적 특성을 표현하는 모든 숫자는 모든 경우 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 반대로 지시되지 않는 한, 전술한 명세서 및 첨부된 특허청구범위에 기재된 수치 파라미터는 당업자가 본 명세서에 개시된 교시 내용을 이용하여 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 달라질 수 있는 근사치이다.
- [0019] 본 명세서 및 첨부된 특허청구범위에 사용되는 바와 같이, 단수 형태("a", "an" 및 "the")는 그 내용이 명백하게 다르게 지시하지 않는 한 복수의 지시 대상을 갖는 실시예를 포함한다. 본 명세서 및 첨부된 특허청구범위에 사용되는 바와 같이, 용어 "또는"은 일반적으로 그 내용이 명백하게 다르게 지시하지 않는 한 "및/또는"을 포함하는 그의 의미로 사용된다.
- [0020] 본 명세서에 사용되는 경우, "하부", "상부", "밑", "아래", "위", 및 "상부에"를 포함하지만 이로 제한되지 않는 공간적으로 관련된 용어는 설명의 편의를 위해 다른 요소에 대한 요소(들)의 공간적 관계를 기술하기 위해 이용된다. 그러한 공간적으로 관련된 용어는 도면에 도시되고 본 명세서에 기술된 특정 배향에 더하여, 사용 중이거나 작동 중인 장치의 상이한 배향을 포함한다. 예를 들어, 도면에 도시된 물체가 반전되거나 뒤집힌 경우, 다른 요소 아래에 또는 밑에 있는 것으로 전술된 부분은 이들 다른 요소 위에 있게 될 것이다.
- [0021] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 예를 들어 요소, 구성요소 또는 층이 다른 요소, 구성요소 또는 층과 "일치하는 계면"을 형성하거나, "그 상에", "그에 접속되어", "그와 커플링되어" 또는 "그와 접촉하고" 있는 것으로 기술될 때, 그것은 예를 들어 특정 요소, 구성요소 또는 층 상에 직접, 그에 직접 접속, 그와 직접 커플링, 그와 직접 접촉할 수 있거나, 개재하는 요소, 구성요소 또는 층이 그 특정 요소, 구성요소 또는 층 상에, 그에 접속, 그와 커플링, 또는 그와 접촉할 수 있다. 예를 들어, 요소, 구성요소 또는 층이 다른 요소 "상에 직접", "그에 직접 접속", "그와 직접 커플링", 또는 "그와 직접 접촉"하는 것을 시작하는 것으로 지칭될 때, 예를 들어 개재하는 요소, 구성요소 또는 층은 존재하지 않는다.
- [0022] 데이터 통신량의 급속한 증가로 인해, 정보 데이터를 운반하는 각각의 물리적 채널의 데이터 전송 속도가 그에 상응하게 증가하여야 한다. 그러한 고속 요구를 취급하기 위해, 고출력 컴퓨터, 라우터 및/또는 스위치 및 서버를 비롯한 장비는 보다 빠른 데이터 레이트를 취급할 수 있는 인터커넥트를 필요로 한다. 동시에, 이들 인터커넥트는 동일한 공간 내에 보다 많은 채널이 설치될 수 있도록 각각의 인터커넥트 채널의 물리적 크기(즉, 풋프린트(footprint))를 감소시켜야 한다. 전기로부터 광학으로의 데이터 신호의 변환 및 광학 신호를 전송하기 위한 광섬유 또는 중합체 도파관과 같은 광학 도파관의 사용은 그러한 인터커넥션을 가능하게 할 수 있다. 광학 신호는 각각의 채널에서 예를 들어, 40 Gbit/s 초과로 변조될 수 있고, 각각의 물리적 채널의 단면의 크기는 약 250 마이크로미터 x 250 마이크로미터 미만의 범위로 제조될 수 있으며, 이는 전기 접속 대응물(예를 들어, 구리 인터커넥트)보다 훨씬 더 작다.
- [0023] 일부 경우에, 예를 들어 구리 접속에 기반한 표준 서버/스위치/라우터에서, 전체 장치 박스 내측의 구조체는 기

본적으로 많은 플러그-인 보드를 가진 마더보드/백플레인(motherboard/backplane)으로 구성된다. 데이터는 마더보드/백플레인을 통해 동일한 장비 내의 플러그 인 보드들 사이에서, 또는 상이한 장비의 백플레인들 사이를 접속시키는 독립형 케이블을 사용하여 전송된다.

[0024] 보다 높은 속도의 데이터 전송 요구에 부합될 수 있도록, 동일한 백 패널(back panel) 내의 플러그-인 보드들 그리고 상이한 백 패널의 플러그-인 보드들 사이에 광학 인터커넥트를 구현하는 데 사용될 수 있는 몇몇 방식이 존재한다. 광학 인터커넥트를 구성하는 한 가지 방식은 독립형 커넥터를 사용하는 것이다. 일부 경우에, 플러그 인 보드들 사이의 접속은 상이한 플러그 인 보드의 구성요소 부근에서 광학 엔진들을 직접 접속시키는 독립형 커넥터를 사용할 수 있다. 일부 경우에, 접속은 광학 엔진으로부터 플러그-인 카드의 에지로 광학 신호를 전송하기 위해 도광체(light guide)를 사용할 수 있으며, 이어서 동일한 백플레인 상의 2개의 플러그-인 보드를 접속시키기 위해 독립형 커넥터를 사용할 수 있다. 일부 경우에, 접속은 상이한 백 패널의 플러그-인 보드들을 접속시키기 위해 독립형 커넥터를 사용할 수 있다. 그러한 기술된 접속은 광섬유 또는 중합체 도파관을 사용하여 구성될 수 있다. 특정한 일 실시예에서, 인터커넥션을 위해 사용된 광학 도파관의 단부는, 둘 모두 2011년 9월 26일자로 출원된, 공히 계류중인, 발명의 명칭이 엇갈려 있는 절단 위치를 갖는 송수신기 인터페이스(TRANSCIEVER INTERFACE HAVING STAGGERED CLEAVE POSITIONS)인 미국 특허 출원 제61/539,080호(대리인 문서 번호 66487US002); 및 발명의 명칭이 다목적 광학 접속 요소(MULTIPLE PURPOSE OPTICAL CONNECTING ELEMENT)인 제61/539,070호(대리인 문서 번호 66713US002)에 기술된 것들과 같은 커넥터 헤드로 종단접속될 수 있다.

[0025] 특정한 일 실시예에서, PCB 매립된 또는 라미네이팅된 도파관의 사용은, 보다 많은 채널이 동일한 물리적 공간 내측에 패키징될 수 있고, 채널은 통신 데이터를 유연하고 용이하게 방송하도록 구성될 수 있기 때문에, 바람직한 해결책일 수 있다. 또한, 플러그-인 및 플러그-아웃 광학 PCB는, 간단히 보드가 PCB 상의 표준 전기 전도 기반 접속 소자와 동일한 방식으로 대체될 수 있기 때문에 용이하게 사용될 수 있다. 따라서, 플러그 인/플러그 아웃 광학 인터커넥트 커플링이 전기적 인터커넥트와 동일한 방식으로 플러그-인 보드와 마더보드 사이에 구성될 수 있으며, 광학 커넥터 및 전기 커넥터 둘 모두를 포함할 수 있다.

[0026] 도파관은 PCB 내측에 매립될 수 있거나, PCB의 표면 상에 배치될 수 있거나, PCB 상에서 종단접속되는 리본 케이블일 수 있으며, 또는 이들의 임의의 조합일 수 있다. 특정한 일 실시예에서, 도파관으로부터 빠져 나가는 광은 도파관을 통한 전파 방향과 상이한 방향으로 광 추출기에 의해 방향전환될 수 있다. 이러한 광 추출은 다른 부분에서 기술되는 바와 같이, 미러로부터의 반사, 예컨대 도파관의 단부를 절단하고 절단된 표면 상에 배치되거나 침착되는 반사 코팅을 가짐으로써 또는 절단된 표면으로부터의 내부 전반사(TIR)에 의함으로써 형성되는 45도 미러; 도파관을 빠져 나가는 광을 수용 및 방향전환시키도록 배치된 프리즘의 반사 표면 또는 평면형 미러와 같은 45도 미러; 또는 하나 이상의 파장을 갖는 광을 추출할 수 있는 도파관의 표면에 인접한 하나 이상의 추출 격자(extraction grating)로부터 기인할 수 있다. 일부 경우에, 45도 미러는 도파관의 단부에 인접하여 배치된 프리즘의 대각면일 수 있다.

[0027] 일반적으로, PCB 재료는 광학 데이터 통신에 사용되는 파장을 갖는 광에 대해 투과성이 아니어서, 특정한 일 실시예에서(특히, 도파관이 PCB 내에 매립된 때), 광학 비아 홀(via hole)이 광이 통과하게 하도록 PCB 내에 예칭될 수 있다. 특정한 일 실시예에서, 다른 부분에서 기술되는 바와 같이, 각각의 도파관의 길이가 상이하여, 보다 큰 직경의 빔-확장 렌즈가 사용될 수 있도록 보다 큰 비아 홀이 엇갈린 배향으로 예칭되는 것을 가능하게 한다. 각각의 도파관의 단부는 광학 비아의 상부 표면에 실장된 마이크로렌즈가 최대의 이용가능한 직경을 갖게 되는 방식으로 엇갈려 있다. 예를 들어, 도파관의 주기가 250 마이크로미터인 경우, 이웃하는 중합체 도파관의 2개의 단부들 사이의 길이 차이는 대략 433 마이크로미터이고, 마이크로렌즈 직경은 500 마이크로미터일 수 있다. 도파관의 주기, 길이 차이, 및 마이크로렌즈의 직경 사이의 전형적인 관계는 예를 들어 발명의 명칭이 엇갈려 있는 절단 위치를 갖는 송수신기 인터페이스(TRANSCIEVER INTERFACE HAVING STAGGERED CLEAVE POSITION)인 미국 특허 출원 제61/539,080호(대리인 문서 번호 66487US002)에 기술되어 있다.

[0028] 일부 경우에, 광이 도파관으로부터 빠져 나가고 마이크로렌즈에 의해 시준된 후에, 플러그 인 영역에 근접하여 실장된 반사 미러가 광을 90도 굽힐 수 있고, 이어서 시준된 광은 백 패널 및/또는 플러그 인 보드 상에 배치된 제2 마이크로렌즈에 의해 재-포커싱될 수 있으며, 광학 비아 홀을 통과할 수 있고, 백 패널/또는 플러그 인 보드 상의 도파관 내로 진입할 수 있다. 도파관 및 마이크로렌즈의 엇갈림, 및 확대된 마이크로렌즈의 직경으로 인해, PCB의 플러그-인 및 플러그-아웃 동안 위치설정 오차의 허용오차는 구성요소들의 엇갈림이 사용되지 않는 전형적인 현재의 설계에 비해 크게 향상될 것이다. 이는 PCB 플러그-인 인터커넥트 설계의 정밀성 요구를 경감시킬 수 있고, 또한 대응하는 비용을 감소시킬 수 있고/있거나 플러그-인 광학 PCB의 신뢰성을 증가시킬 수 있

다.

- [0029] 본 발명은 광섬유 리본을 포함하는 광학 도파관들의 세트, 및 광섬유 리본 케이블에서와 같은 다수의 광섬유와 예를 들어 중합체 재료 또는 유리로부터 제조될 수 있는 평면형 광학 도파관을 포함하는 다른 광학 도파관을 접속시키는 데 유용한 광섬유 커넥터에 관한 것이다.
- [0030] 현재 입수가 가능한 제품들에서 발견되지 않는, 광섬유 및 도파관의 사용자가 원하는 다수의 광학 도파관/섬유 커넥터 특징이 존재한다. 이들 특징은 저비용, 오염에 대항하는 강건한 성능, 용이한 세정, 콤팩트한 설계, 및 단일 커넥터로 다수의 광섬유를 신속하고 반복적으로 접속시키는 능력을 포함한다. 고용량 인터커넥션을 위한 빠르게 성장하고 있는 응용은 10 Gb/s의 데이터 레이트가 통상적인 데이터 센터에서의 장비 랙(rack)들 사이이고, 링크 길이는 비교적 짧다(전형적으로 수 내지 100 미터). 그러한 응용에서, 다수의 단일 섬유 커넥터는 종종 함께 작동된다. 이에 따라, 다중-섬유 접속의 비용을 현저하게 감소시킬 수 있는 다중 섬유 접속 기술 및 물품이 본 명세서에 기술된다.
- [0031] 단일 도파관 및 다중-도파관 소자 인터페이스 둘 모두에서, 종종 낮은 프로파일 인터페이스를 유지하는 것이 바람직하다. 이는 회로 보드에 평행한 도파관을 라우팅(routing)하고, 빔이 칩 인터페이스에서 보드에 수직이 되도록 광을 회전시키는 반사 표면을 사용함으로써 달성된다.
- [0032] 특정한 일 실시예에서, 본 발명은 광학 빔을 방향전환 및 포커싱 또는 시준하기 위해 경사진 반사 표면 및 마이크로렌즈 어레이를 사용하는 다중-도파관 광학 커넥터를 위한 광학 인터커넥트 소자를 제공한다. 포커싱 또는 시준 마이크로렌즈로부터의 확장 광학 빔의 사용은 먼지 또는 다른 불순물로 인한 전송 손실에 대한 개선된 저항을 제공할 수 있다. 방향전환된 빔은 평면형의 짝을 이루는 표면에 수직인 요소로부터 나온다. 마이크로렌즈 요소는 포켓 내에 위치될 수 있고, 짝을 이루는 표면으로부터 약간 리세스(recess)될 수 있다. 접속 요소는 또한 2개의 짝을 이루는 부분의 마이크로렌즈 어레이의 정렬을 용이하게 하는 기계적 특징부를 포함한다. 특정한 일 실시예에서, 반사 표면은 광학 도파관의 광학 축에 대해 비스듬히 정렬될 수 있는 절단된 단부 표면일 수 있다. 일부 경우에, 반사 표면은 광을 방향전환시키기 위해 금속 또는 금속 합금과 같은 반사 재료로 코팅될 수 있다. 일부 경우에, 반사 표면은 대신에 광을 방향전환시키는 것을 용이하게 하도록 내부 전반사(TIR)를 가능하게 할 수 있다.
- [0033] 광학 인터커넥트 소자는, 광케이블 또는 PCB에 대한 지지를 제공할 수 있고 커넥터 요소의 인터로킹 구성요소들의 정렬을 보장하며 환경으로부터의 보호를 제공할 수 있는 커넥터 하우징 내에 내장될 수 있다. 그러한 커넥터 하우징은 종래 기술에서 잘 알려져 있고, 예를 들어 정렬 홀, 정합 정렬 핀 등을 포함할 수 있다. 유사한 접속 요소가 다양한 접속 구성으로 사용될 수 있다. 이는 또한 보드 실장식 정렬 링을 사용하여 VCSEL 및 광검출기와 같은 광학 소자에 광섬유를 인터페이싱하는 데 사용될 수 있다. 본 명세서에 제공된 발명이 섬유 및 커넥터를 통해 하나의 방향으로 이동하는 광을 기술하지만, 당업자는 광이 또한 커넥터를 통해 반대 방향으로 이동할 수 있거나 양방향성일 수 있는 것을 인식할 것임을 이해하여야 한다.
- [0034] 특정한 일 실시예에서, 본 명세서에 규정된 고유한 인터페이스는 고성능 컴퓨터, 서버 또는 라우터 내에 내부 링크를 형성하는 데 사용될 수 있다. 추가적인 응용은 광학 백플레인에 대한 짝을 이루는 것을 포함한다. 접속 요소의 중요한 특징부들 중 일부는 전기 접속부를 또한 포함할 수 있는 짝을 이루는 표면 및 짝을 이루는 표면 내의 리세스된 영역(포켓)을 갖는 성형된(또는 캐스트, 또는 기계가공된) 구성요소; 볼록한 마이크로렌즈 특징부 - 이들 마이크로렌즈 특징부의 정점이 포켓 체적 내에 있는 상태로 포켓 내에 위치되어, 2개의 요소가 이들 짝을 이루는 표면이 접촉한 상태로 짝을 이룰 때, 마이크로렌즈 특징부들 사이에 작은 간극이 존재함 -; 짝을 이루는 면에 대한 평행에 대해 대체로 약 15도 내에서 광섬유 축을 정렬시키는 데 유용한 광학 도파관 정렬 특징부; 및 광학 빔을 제1 구성요소(또는 PCB)로부터 제2 구성요소(또는 PCB)로 방향전환시키는 반사 표면을 포함할 수 있다. 각각의 광학 빔은 마이크로렌즈 특징부들 중 하나 위에 중심설정되고; 기계적 정렬 특징부는 2개의 접속 요소의 정렬을 용이하게 하여, 그들의 짝을 이루는 표면이 접촉하고 그들의 마이크로렌즈가 정렬된다.
- [0035] 특정한 일 실시예에서, 마이크로렌즈 특징부는 광학 도파관으로부터의 광 빔을 시준할 수 있다. 일반적으로, 시준된 광은 도파관-대-도파관 접속을 형성하는 데 유용할 수 있는데, 이는 광 빔이 일반적으로 시준 시에 확장하기 때문이며, 이로 인해 접속이 먼지와 같은 이물질에 의한 오염에 덜 민감하게 된다. 특정한 일 실시예에서, 마이크로렌즈 특징부는 대신에 짝을 이루는 표면의 평면에 빔 "웨스트(waist)"를 생성하도록 빔을 포커싱할 수 있다. 일반적으로, 포커싱된 빔은 회로 보드 상에 배치된 센서 또는 다른 능동 소자와 같은 섬유-대-회로 접속을 형성하는 데 유용할 수 있는데, 이는 광 빔이 보다 높은 감도를 위해 보다 작은 영역에 집중

될 수 있기 때문이다. 일부 경우에, 특히 광학 도파관-대-도파관 접속에 대해, 광 빔의 시준이 바람직할 수 있는데, 이는 시준된 광 빔이 먼지 및 다른 오염에 대하여 더욱 강건하고, 또한 보다 큰 정렬 허용오차를 제공하기 때문이다.

[0036] 특정한 일 실시예에서, 광학 도파관은 광학 인터커넥트 소자 내의 성형된 V-홈 특징부 내에서와 같은 도파관 정렬 특징부를 사용하여 정렬될 수 있으며, 이때 V-홈은 짝을 이루는 표면에 평행하지만; V-홈이 모든 경우에 정렬될 필요는 없다. 본 명세서에 기술된 바와 같이, 선택적인 평행한 V-홈이 포함되지만, 광섬유의 정렬 및 고정을 위한 다른 기술이 또한 수용가능할 것임을 이해하여야 한다. 또한, V-홈 정렬은 일부 경우에 적합하지 않을 수 있고, 예를 들어 광학 도파관이 평면형 광학 도파관인 경우에 다른 기술이 바람직할 수 있다. 일부 경우에, 광학 도파관 및/또는 광섬유의 정렬은 대신에 임의의 적합한 도파관 정렬 특징부를 사용하여 광학 정렬에 대해 당업자에게 알려진 임의의 기술에 의해 달성될 수 있다.

[0037] 다양한 기계적 특징부 세트가 한 쌍의 접속 요소를 정렬시키도록 사용될 수 있다. 하나의 특징부 세트는 MT 페룰에 대해 사용된 정렬 기술과 유사하게, 정렬 핀 또는 인장된 클립이 배치되는 한 쌍의 정밀 위치설정 홀을 포함한다. 특정한 일 실시예에서, 홀 직경 및 위치가 MT 커넥터의 그것과 유사한 경우, 본 명세서에 기술되는 접속 요소들 중 하나가 MT 페룰과 (적절한 마이크로렌즈 세트)로 상호 짝을 이룰 수 있다. 일부 경우에, 특히 PCB가 백플레인에 접속되는 경우에, 표준 또는 변형된 전기 커넥터가 PCB를 함께 고정시키고 전기 접촉을 형성하도록 사용될 수 있고, 하나 이상의 별도의 광학 인터커넥팅 요소는 전기 커넥터에 인접하여 또는 그의 경계 내에 배치될 수 있다.

[0038] 광학 도파관으로부터 광학 도파관으로의 광의 커플링, 반도체 광원으로부터 광학 도파관으로의 광의 커플링, 그리고 광학 도파관으로부터 광검출기 칩으로의 광의 관련 커플링은 (특히, 광학 도파관이 광섬유인 경우에 대해) 매우 다양한 방식으로 이루어져 왔다. 원하는 낮은 손실 및 낮은 비용을 달성하는 것이 문제가 되어 왔다. 이는 섬유가 산업 표준 리본으로 그룹화되는 경우에 특히 그러하다. 이들 리본은 약 250 um의 외경을 갖는 다수의 코팅된 섬유(전형적인 수는 8 또는 12)를 포함한다. 이어서, 섬유는 평평한 리본을 제조하기 위해 한 쌍의 얇은 중합체 필름 사이에 라미네이팅된다. 리본을 제조하기 위한 다른 기술은 압출 공정을 사용하는 것이고, 여기서 개별 코팅된 섬유는 중합체 매트릭스 재료로 압출 다이를 통해 안내된다.

[0039] 본 발명은 광학 소자들 사이에 보다 큰 공간을 허용하여 전기적 간섭을 감소시키도록 하나 초과 길이를 절단된 개별 도파관을 포함하는 도파관 리본을 제공함으로써, 그리고 또한 보다 효율적인 광학 커플링을 허용하도록 보다 큰 직경을 갖는 렌즈의 사용을 허용함으로써, 송수신기 인터페이스를 포함한 이전의 다중 섬유 인터페이스에 대한 개선을 제공한다. 특정한 일 실시예에서, 개별 도파관은 절단된 단부의 엇갈린 패턴을 형성하는 하나 초과 길이를 절단될 수 있다. 엇갈린 패턴은 도파관 단부의 수개의 열을 포함할 수 있고, 각각의 열은 동일한 길이로 절단된 도파관을 포함하는 반면, 인접한 열은 상이한 길이로 절단된 인접한 섬유를 포함한다.

[0040] 본 발명은 또한 외부 및 내부 링크 둘 모두에 대한 통신 및 컴퓨터 네트워크에 사용되는 광학 송수신기 인터페이스에 부분적으로 관련된다. 송수신기는, 마더 보드, 도터 보드(daughter board), 블레이드 상에 배치될 수 있거나, 능동 광케이블의 단부 내로 통합될 수 있다. 또한, 지속적으로 증가하는 데이터 레이트에 의해, 전자 기 간섭 문제 없이 고출력 반도체 레이저에 근접하게 민감한 광검출기를 패키징하는 것이 점점 더 어려워진다. 또한, 비트 레이트가 증가함에 따라, 수직 공동 표면 방출 레이저(vertical cavity surface emitting laser, VCSEL)의 빔 발산이 증가한다. 이들 문제에 의해 소자 간격 및 렌즈 직경을 증가시키는 것이 바람직하게 된다.

[0041] 도 1은 본 발명의 일 태양에 따른 광학 커넥터(100)의 개략적인 사시도를 도시한다. 특정한 일 실시예에서, PCB 기판(120)은 선택적인 마이크로렌즈 포켓(140) 내에 배치된 복수의 엇갈린 비아(128a, 128b, 128c, 128d)를 갖는 제1 표면(122) 및 대향하는 제2 표면(124)을 포함한다. 복수의 엇갈린 비아(128a, 128b, 128c, 128d) 각각은 PCB 기판(120)을 통해, 관련된 매립된 광학 도파관(132a, 132b, 132c, 132d) 각각과, 관련된 광 추출기(136a, 136b, 136c, 136d)가 노출되는 깊이까지 연장된다.

[0042] 복수의 엇갈린 비아(128a, 128b, 128c, 128d) 각각은 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 마이크로렌즈 직경(D)을 갖는 마이크로렌즈(도시되지 않음)를 수용하도록 구성되고, 매립된 광학 도파관(132a, 132b, 132c, 132d)의 분리에 대응하는 중심-대-중심 간격(L1)을 갖고서 선택적인 마이크로렌즈 포켓(140) 내에 배치된다. 그러나, 엇갈린 비아(128a, 128b, 128c, 128d) 내의 엇갈린 마이크로렌즈 각각은 마이크로렌즈의 분리에 대응하는 엇갈린 간격(L2)을 갖고, 엇갈린 간격(L2)은 중심-대-중심 간격(L1)보다 크다. 결과적으로, 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 커넥터 내에 이용될 수 있는 최대 마이크로렌즈 직경(D)은 비-엇갈린 비아에 대한 마이크로렌즈 간격(L1) 내에 이용될 수 있는 최대 마이크로렌즈 직경에 비해, 엇갈린 간격(L2)에 대해 더 크다.

- [0043] 보다 큰 엇갈린 마이크로렌즈 직경(D2)이 바람직하다. 선택적인 마이크로렌즈 포켓(140)의 깊이는 마이크로렌즈 각각이 제1 표면(122)의 높이 아래에 유지되도록 하는 역할을 한다. PCB 기판(120)은 임의의 원하는 수의 광 추출기(136a-136d), 엇갈린 비아(128a-128d), 임의의 원하는 수의 엇갈린 비아(128a-128d)의 열, 임의의 원하는 수의 각각의 열 내의 엇갈린 비아(128a-128d) 및 매립된 광학 도파관(132a-132d)을 포함할 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0044] 이러한 특정한 실시예에서, 2개 열의 마이크로렌즈가 각각의 열 내에 2개의 엇갈린 비아를 갖는 것으로 도시되어 있다. 250 마이크로미터의 섬유-대-섬유 간격을 갖는 광학 도파관과 함께 사용될 때, 이는 관련된 마이크로렌즈가 500 마이크로미터의 직경에 근접하는 것을 허용한다. 엇갈린 섬유/마이크로렌즈 실시예에서 가능한 500 마이크로미터 직경의 시준 마이크로렌즈의 사용은 비-엇갈린 비아에서 가능한 250 마이크로미터 직경의 마이크로렌즈의 경우에 요구되는 것보다 덜 엄격한 정렬 허용오차를 허용한다. 본 명세서에 기술된 광학 커넥터들 중 임의의 것이 도 1을 참조로 기술된 바와 같이, 엇갈린 광 방향전환 특징부 및 대응하게 엇갈린 마이크로렌즈를 포함할 수 있고, 가능한 어느 경우라도 이들 엇갈린 구성을 포함하는 것이 바람직할 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 일반적으로, 기술된 엇갈린 마이크로렌즈 설계는 섬유의 리본화된 수집을 위해 사용될 수 있는 확장-빔 광학 도파관 커넥터를 가능하게 할 수 있으며, 여기서 마이크로렌즈를 빠져 나가는 광학 빔 직경은 리본 내의 섬유-대-섬유 분리(즉, 피치)보다 크고, 섬유는 접속을 달성하기 위해 단일화될 필요가 없다.
- [0045] 도 2는 본 발명의 일 태양에 따른 PCB 광학 인터커넥트(200)의 측면도를 도시한다. 광학 인터커넥트(200)는 제2 PCB(220) 내에 형성된 슬롯(205)을 통해, 수직 배향으로 제2 PCB(220)에 접속되는 제1 PCB(210)를 포함한다. 제1 및 제2 PCB(210, 220) 각각은 도 1에 도시된 것과 유사한 엇갈린 배향으로 배열되는 복수의 광학 도파관을 포함한다. 비록, 광학 인터커넥트(200) 내에 임의의 원하는 수의 엇갈린 광학 도파관이 존재할 수 있다는 것을 이해하여야 하지만, 각각의 제1 및 제2 PCB(210, 220) 내의 복수의 광학 도파관 중 2개만이 도 2에 도시되어 있다. 제1 PCB(210)는 제1 PCB(210) 내에 배치된, 제1 광 추출기(236a)를 가진 제1 광학 도파관(232a) 및 제2 광 추출기(236b)를 가진 제2 광학 도파관(232b)을 포함한다. 제1 PCB(210)는 또한 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 다른 구성요소에 접속될 수 있는 광케이블(265) 및 복수의 선택적인 광전자 소자(264)를 포함할 수 있다.
- [0046] 제2 PCB(220)는 제2 PCB(220) 내에 배치된, 제1 단부(246a)를 가진 제3 광학 도파관(242a) 및 제2 단부(246b)를 가진 제4 광학 도파관(242b)을 포함한다. 제2 PCB(220)는 또한 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 다른 구성요소에 접속될 수 있는 광케이블(267) 및 복수의 선택적인 광전자 소자(266)를 포함할 수 있다. 전기 커넥터(도시되지 않음)와 같이 2개의 PCB를 부착하기 위한 특징부 및 제1 PCB(210)를 수용하기 위해, 제2 PCB(220) 내에 슬롯(205)이 커팅될 수 있다.
- [0047] 도 2에 제시된 도면은 제1 PCB(210) 내의 제1 광학 도파관(232a) 및 제2 PCB(220) 내의 대응하는 제3 광학 도파관(242a)을 통해 생성되는 평면을 통한 단면을 도시한다는 것을 이해하여야 한다. 엇갈린 제2 광학 도파관(232b) 및 엇갈린 제4 광학 도파관(242b)과 관련된 구성요소는, 이들이 제1 PCB(210) 내의 제1 광학 도파관(232a) 및 제2 PCB(220) 내의 대응하는 제3 광학 도파관(242a)을 통해 생성되는 평면과 상이한 평면 내에 있기 때문에, 참조를 위해, 각각의 제1 및 제2 PCB(210, 220) 내에서 점선으로 도시되어 있다.
- [0048] 제1 PCB(210) 및 제2 PCB(220)는 예를 들어 제1 전기 패드(261)를 갖는 선택적인 제1 전자 소자(260)가 제2 전기 패드(263)를 갖는 선택적인 제2 전자 소자(262)에 접속하고 전기 접점(269)을 형성하도록 전기 커넥터(도시되지 않음)를 통해 전기 접촉을 형성할 수 있다. 제1 PCB(210)와 제2 PCB(220) 사이의 대응하는 광학 접속은 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 광학 도파관 각각과 관련된 마이크로렌즈를 통해 이루어진다.
- [0049] 제1 마이크로렌즈(234a)는 제1 광학 도파관(232a)의 제1 광 추출기(236a)로부터 제1 광(250a)을 수용하기 위해 제1 광학 비아(228) 내에 배치된다. 도 2에 도시된 바와 같이, 제1 광 추출기(236a)는 제1 광학 도파관(232a)의 경사-절단된 단부일 수 있지만, 본 명세서에 기술된 임의의 광 추출기 기술로 대체될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 제1 광(250a)은 제1 마이크로렌즈(234a)를 통과하고, 그것이 제3 광학 도파관(242a)의 제1 단부(246a)에 인접하여 배치된 제3 마이크로렌즈(244a)와 제1 마이크로렌즈(234a) 사이에 분리 거리 "S"를 횡단함에 따라 확장된다. 제1 광(250a)이 제3 마이크로렌즈(244a)를 통과함에 따라, 그것은 제1 단부(246a)를 통해 제3 광학 도파관(242a) 내로 진입하도록 포커싱된다.
- [0050] 제4 마이크로렌즈(244b)는, 제2 광(250b)이 제4 마이크로렌즈(244b)를 통과하고 그것이 제4 마이크로렌즈(244b)와 제2 마이크로렌즈(234b) 사이의 분리 거리 "S"를 횡단함에 따라 확장되도록, 제4 광학 도파관(242b)의 제2 단부(246b)에 인접하여 배치된다. 제2 마이크로렌즈(234b)는 제2 광학 비아(228b) 내에 매립되고, 제2 광

(250b)을 제2 광 추출기(236b)로 포커싱하며, 제2 광학 도파관(232b)으로 진입한다. 도 2에 도시된 바와 같이, 제2 광 추출기(236b)는 제2 광학 도파관(232b)의 경사-절단된 단부일 수 있지만, 본 명세서에 기술된 임의의 광 추출기 기술로 대체될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0051] 비록 제1 및 제2 광학 도파관(232a, 232b)이 제1 PCB(210) 내에 매립되어 있는 광학 도파관인 것으로 도 2에 도시되어 있지만, 일부 경우에, 이들은 대신 제1 PCB(210)의 표면 상에 배치될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 이러한 경우에, 대응하는 제1 및 제2 마이크로렌즈(234a, 234b)는 제1 PCB(210)의 표면 위에 배치될 수 있다. 또한, 일부 경우에, 제3 및 제4 광학 도파관(242a, 242b)은 제3 및 제4 마이크로렌즈(244a, 244b)가 또한 비아(도시되지 않음) 내에 위치되고 PCB(220) 내에 부분적으로 매립되도록 추가로 제2 PCB(220) 내에 위치될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0052] 또한, 비록 제1 광(250a)이 제1 광학 도파관(232a)으로부터 광학 인터커넥트(200)를 통해 제3 광학 도파관(242a)으로 이동하고 있는 것으로 도시되어 있고, 제2 광(250b)이 제4 광학 도파관(242b)으로부터 광학 인터커넥트(200)를 통해 제2 광학 도파관(232b)으로 이동하고 있는 것으로 도시되어 있지만, 제1 및 제2 광(250a, 250b) 각각은 대신에 반대 방향으로 이동할 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 다시 말해, 광학 인터커넥트(200)는 양방향성 광학 인터커넥트일 수 있다.

[0053] 도 3은 본 발명의 일 태양에 따른 PCB 광학 인터커넥트(300)의 측면면도를 도시한다. 도 3에 도시된 요소(310-367) 각각은 전술된 도 2에 도시된 유사한-도면부호의 요소에 대응한다. 예를 들어, 도 3의 제1 광학 도파관(332a)은 도 2의 제1 광학 도파관(232a)에 대응하는 등이다. 도 3에 제시된 도면은 도 2를 참조하여 제시되고 기술된 도면과 유사한 방식으로 각각의 광학 도파관을 통한 단면을 도시한다는 것을 이해하여야 한다.

[0054] 광학 인터커넥트(300)는, 수직 배향으로 제2 PCB(320)에 접속되고 제1 PCB(310) 내에 형성되고 제2 PCB(320) 내에 형성된 제2 커넥터 요소(377)와 짝을 이루는 제1 커넥터 요소(375)를 사용하여 고정되는 제1 PCB(310)를 포함한다. 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 제1 및 제2 커넥터 요소(375, 377)는 2개의 PCB를 함께 고정적으로 체결하는 특징부를 포함할 수 있고, 또한 추가적인 전기 접점을 포함할 수 있다. 제1 및 제2 PCB(310, 320) 각각은 도 1에 도시된 것과 유사한 엇갈린 배향으로 배열되는 복수의 광학 도파관을 포함한다. 비록, 광학 인터커넥트(300) 내에 임의의 원하는 수의 엇갈린 광학 도파관이 존재할 수 있다는 것을 이해하여야 하지만, 각각의 제1 및 제2 PCB(310, 320) 내의 복수의 광학 도파관 중 2개만이 도 3에 도시되어 있다. 제1 PCB(310)는 제1 PCB(310) 내에 배치된, 제1 광 추출기(336a)를 가진 제1 광학 도파관(332a) 및 제2 광 추출기(336b)를 가진 제2 광학 도파관(332b)을 포함한다. 제1 PCB(310)는 또한 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 다른 구성요소에 접속될 수 있는 광케이블(365) 및 복수의 선택적인 광전자 소자(364)를 포함할 수 있다.

[0055] 제2 PCB(320)는 제2 PCB(320) 내에 배치된, 제3 광 추출기(346a)를 가진 제3 광학 도파관(342a) 및 제4 광 추출기(346b)를 가진 제4 광학 도파관(342b)을 포함한다. 제2 PCB(320)는 또한 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 다른 구성요소에 접속될 수 있는 광케이블(367) 및 복수의 선택적인 광전자 소자(366)를 포함할 수 있다. 제1 PCB(310) 및 제2 PCB(320)는 예를 들어 제1 전기 패드(361)를 갖는 선택적인 제1 전자 소자(360)가 제2 전기 패드(363)를 갖는 선택적인 제2 전자 소자(362)에 접속하고 전기 접점(369)을 형성하도록 제1 및 제2 커넥터 요소(375, 377)를 통해 전기 접촉을 형성할 수 있다. 제1 PCB(310)와 제2 PCB(320) 사이의 대응하는 광학 접속은 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 광학 도파관 각각과 관련된 마이크로렌즈를 통해 이루어진다.

[0056] 반사 표면(376), 제1 마이크로렌즈(371), 제2 마이크로렌즈(372) 및 제1 표면(373)을 포함하는 광 방향전환 요소(370)는 PCB들 중 하나를 빠져 나가는 광이 다른 PCB로 진입하기 위해 방향전환되도록 제1 커넥터 요소(375) 내에 배치된다. 일부 경우에, 광 방향전환 요소(370)는 일 표면 상에 마이크로렌즈를 갖는 프리즘일 수 있다. 일부 경우(도시되지 않음)에, 광 방향전환 요소(370)는 대신에 마이크로렌즈의 별도 어레이 및 미러와 같은 반사기를 포함할 수 있다. 광 방향전환 요소(370)는 당업자에게 알려진 바와 같이, 제1 PCB(310) 또는 제2 PCB(320)에 부착(또는 제1 또는 제2 커넥터 요소(375, 377)의 구조 및 특징과 관련)될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0057] 광학 비아(378)는 제1 광학 도파관(332a)의 제1 광 추출기(336a) 및 제2 광학 도파관(232b)의 제2 광 추출기(336b)를 노출시킨다. 광 방향전환 요소(370)의 제1 마이크로렌즈(371)는 제1 광학 도파관(232a)의 제1 광 추출기(336a)로부터 제1 광(350a)을 수용하도록 배치된다. 제1 광(350a)은 제1 마이크로렌즈(371)를 통과하고, 반사 표면(376)으로부터 반사되며, 제1 표면(373)을 통해 광 방향전환 요소(370)를 빠져 나가, 제3 마이크로렌즈(244a)로 진입한다. 제3 마이크로렌즈(244a)는 제3 광학 도파관(342a)의 제3 광 추출기(346a)를 노출시키는, 제2 PCB(320) 내의 제3 광학 비아(348a) 내에 배치된다. 제1 광(350a)은 제3 광 추출기(346a) 상에 포커싱되

고, 제3 광학 도파관(342a) 내로 주입된다.

- [0058] 제4 마이크로렌즈(344b)는 제4 광학 도파관(342a)으로부터 추출된 제2 광(350b)이 제4 마이크로렌즈(344b)를 통과하고 제1 표면(373)을 통해 광 방향전환 요소(370)로 진입하도록, 제4 광학 도파관(342b)의 제4 광 추출기(346b)를 노출시키는, 제2 PCB(320) 내의 제4 광학 비아(348b) 내에 배치된다. 제2 광(350b)은 반사 표면(376)으로부터 반사되고, 제2 마이크로렌즈(372)를 통과하며, 제2 광 추출기(336b) 상에 포커싱되어, 제2 광학 도파관(332b)으로 진입한다.
- [0059] 도 2에 기술된 것과 유사한 방식으로, 도 3에 도시된 것과 같은 광 추출기는 광학 도파관의 경사-절단된 단부일 수 있지만; 본 명세서에 기술된 임의의 광 추출기 기술로 대체될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 또한, 광학 도파관 각각이 매립될 수 있거나, 이들이 도 2를 참조하여 기술된 것과 유사한 방식으로 각각의 PCB의 표면 상에 배치될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 또한 추가로, 광학 인터커넥트(300)는 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 양방향성 광학 인터커넥트일 수 있다.
- [0060] 도 4a는 본 발명의 일 태양에 따른 PCB 광학 인터커넥트(400)의 측면도를 도시한다. 도 4에 도시된 요소(410-477) 각각은 진술한 도 3에 도시된 유사한-도면부호의 요소에 대응한다. 예를 들어, 도 4a의 제1 광학 도파관(432a)은 도 3의 제1 광학 도파관(332a)에 대응하는 등이다. 도 4에 제시된 도면은 도 2 및 도 3을 참조하여 제시되고 기술된 도면과 유사한 방식으로 각각의 광학 도파관을 통한 단면을 도시한다는 것을 이해하여야 한다.
- [0061] 광학 인터커넥트(400)는, 수직 배향으로 제2 PCB(420)에 접속되고 제2 PCB(420) 내에 형성되고 제1 PCB(410) 내에 형성된 제2 커넥터 요소(477)와 짝을 이루는 제1 커넥터 요소(475)를 사용하여 고정되는 제1 PCB(410)를 포함한다. 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 제1 및 제2 커넥터 요소(475, 477)는 2개의 PCB를 함께 고정적으로 체결하는 특징부를 포함할 수 있고, 또한 추가적인 전기 접점을 포함할 수 있다. 제1 및 제2 PCB(410, 420) 각각은 도 1에 도시된 것과 유사한 엇갈린 배향으로 배열되는 복수의 광학 도파관을 포함한다. 비록, 광학 인터커넥트(400) 내에 임의의 원하는 수의 엇갈린 광학 도파관이 존재할 수 있다는 것을 이해하여야 하지만, 각각의 제1 및 제2 PCB(410, 420) 내의 복수의 광학 도파관 중 2개만이 도 4a에 도시되어 있다. 제1 PCB(410)는 제1 PCB(410) 내에 배치된, 제1 광 추출기(436a)를 가진 제1 광학 도파관(432a) 및 제2 광 추출기(436b)를 가진 제2 광학 도파관(432b)을 포함한다. 제1 PCB(410)는 또한 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 다른 구성요소에 접속될 수 있는 광케이블(465) 및 복수의 선택적인 광전자 소자(464)를 포함할 수 있다.
- [0062] 제2 PCB(420)는 제2 PCB(420) 내에 배치된, 제3 광 추출기(446a)를 가진 제3 광학 도파관(442a) 및 제4 광 추출기(446b)를 가진 제4 광학 도파관(442b)을 포함한다. 제2 PCB(420)는 또한 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 다른 구성요소에 접속될 수 있는 광케이블(467) 및 복수의 선택적인 광전자 소자(466)를 포함할 수 있다. 제1 PCB(410) 및 제2 PCB(420)는 예를 들어 제1 전기 패드(461)를 갖는 선택적인 제1 전자 소자(460)가 제2 전기 패드(463)를 갖는 선택적인 제2 전자 소자(462)에 접속하고 전기 접점(469)을 형성하도록 제1 및 제2 커넥터 요소(475, 477)를 통해 전기 접촉을 형성할 수 있다. 제1 PCB(410)와 제2 PCB(420) 사이의 대응하는 광학 접속은 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 광학 도파관 각각과 관련된 마이크로렌즈를 통해 이루어진다.
- [0063] 반사 표면(476), 제4 마이크로렌즈(471), 제3 마이크로렌즈(472) 및 제1 표면(473)을 포함하는 광 방향전환 요소(470)는 PCB들 중 하나를 빠져 나가는 광이 다른 PCB로 진입하기 위해 방향전환되도록 제1 커넥터 요소(475) 내에 배치된다. 일부 경우에, 광 방향전환 요소(470)는 일 표면 상에 마이크로렌즈를 갖는 프리즘일 수 있다. 일부 경우(도시되지 않음)에, 광 방향전환 요소(470)는 대신에 마이크로렌즈의 별도 어레이 및 미러와 같은 반사기를 포함할 수 있다. 광 방향전환 요소(470)는 당업자에게 알려진 바와 같이, 제1 PCB(410) 또는 제2 PCB(420)에 부착(또는 제1 또는 제2 커넥터 요소(475, 477)의 구조 및 특징과 관련)될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0064] 제1 광학 비아(428a)는 제1 광학 도파관(432a)의 제1 광 추출기(436a)를 노출시키고, 제2 광학 비아(428b)는 제2 광학 도파관(432b)의 제2 광 추출기(436b)를 노출시킨다. 제1 마이크로렌즈(424a)는 제1 광학 도파관(432a)의 제1 광 추출기(436a)로부터 제1 광(450a)을 수용하도록 배치된다. 제1 광(450a)은 제1 마이크로렌즈(424a)를 통과하고, 제1 표면(473)으로 진입하고, 반사 표면(476)으로부터 반사되며, 제3 마이크로렌즈(472)를 통해 광 방향전환 요소(470)를 빠져 나간다. 제3 마이크로렌즈(472)는 제2 PCB(420) 내의 광학 비아(474)에 의해 노출된 제3 광학 도파관(442a)의 제3 광 추출기(446a) 상에 제1 광(450a)을 포커싱하여, 제3 광학 도파관(442a) 내로 제1 광(450a)을 주입시키도록 배치된다.

- [0065] 제2 PCB(420) 내의 광학 비아(474)는 제4 광학 도파관(442b) 내에서 이동하는 광이 제4 마이크로렌즈(471)를 통해 지향되고, 반사 표면(476)으로부터 반사되고, 제1 표면(473)을 통해 광 방향전환 요소(470)를 빠져 나가, 제2 마이크로렌즈(424b)에 의해 제2 광 추출기(436b) 상에 포커싱되고, 제2 광학 도파관(432b) 내로 주입되도록, 제4 광학 도파관(442b)의 제4 광 추출기(446b)를 노출시킨다. 일부 경우에, 광학 비아(474)는 대신에, 제3 및 제4 광 추출기(446a, 446b)를 별도로 노출시키는 별도의 광학 비아(도시되지 않음)로 형성될 수 있다.
- [0066] 도 2 및 도 3에 기술된 것과 유사한 방식으로, 도 4a에 도시된 것과 같은 광 추출기는 광학 도파관의 경사-절단된 단부일 수 있지만; 본 명세서에 기술된 임의의 광 추출기 기술로 대체될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 또한, 광학 도파관 각각이 매립될 수 있거나, 이들이 도 2 및 도 3을 참조하여 기술된 것과 유사한 방식으로 각각의 PCB의 표면 상에 배치될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 또한 추가로, 광학 인터커넥트(400)는 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 양방향성 광학 인터커넥트일 수 있다.
- [0067] 도 4b는 본 발명의 일 태양에 따른 PCB 광학 인터커넥트(401)의 측면도를 도시한다. 도 4b에 도시된 요소(410-477) 각각은 전술된 도 4a에 도시된 유사한-도면부호의 요소에 대응한다. 예를 들어, 도 4a의 제1 광학 도파관(432a)은 도 4b의 제1 광학 도파관(432a)에 대응하는 등이다. 도 4b에 제시된 도면은 도 4a를 참조하여 제시되고 기술된 도면과 유사한 방식으로 각각의 광학 도파관을 통한 단면을 도시한다는 것을 이해하여야 한다.
- [0068] 광학 인터커넥트(401)는, 수직 배향으로 제2 PCB(420)에 접속되고 제2 PCB(420) 내에 형성되고 제1 PCB(410) 내에 형성된 제2 커넥터 요소(477)와 짝을 이루는 제1 커넥터 요소(475)를 사용하여 고정되는 제1 PCB(410)를 포함한다. 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 제1 및 제2 커넥터 요소(475, 477)는 2개의 PCB를 함께 고정적으로 체결하는 특징부를 포함할 수 있고, 또한 추가적인 전기 접점을 포함할 수 있다. 제1 및 제2 PCB(410, 420) 각각은 도 1에 도시된 것과 유사한 엇갈린 배향으로 배열되는 복수의 광학 도파관을 포함한다. 비록, 광학 인터커넥트(401) 내에 임의의 원하는 수의 엇갈린 광학 도파관이 존재할 수 있다는 것을 이해하여야 하지만, 각각의 제1 및 제2 PCB(410, 420) 내의 복수의 광학 도파관 중 2개만이 도 4b에 도시되어 있다. 제1 PCB(410)는 제1 PCB(410) 내에 배치된, 제1 광 추출기(436a)를 가진 제1 광학 도파관(432a) 및 제2 광 추출기(436b)를 가진 제2 광학 도파관(432b)을 포함한다. 제1 PCB(410)는 또한 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 다른 구성요소에 접속될 수 있는 광케이블(465) 및 복수의 선택적인 광전자 소자(464)를 포함할 수 있다.
- [0069] 제2 PCB(420)는 제2 PCB(420) 내에 배치된, 제3 광 추출기(446a)를 가진 제3 광학 도파관(442a) 및 제4 광 추출기(446b)를 가진 제4 광학 도파관(442b)을 포함한다. 제2 PCB(420)는 또한 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 다른 구성요소에 접속될 수 있는 광케이블(467) 및 복수의 선택적인 광전자 소자(466)를 포함할 수 있다. 제1 PCB(410) 및 제2 PCB(420)는 예를 들어 제1 전기 패드(461)를 갖는 선택적인 제1 전자 소자(460)가 제2 전기 패드(463)를 갖는 선택적인 제2 전자 소자(462)에 접속하고 전기 접점(469)을 형성하도록 제1 및 제2 커넥터 요소(475, 477)를 통해 전기 접촉을 형성할 수 있다. 제1 PCB(410)와 제2 PCB(420) 사이의 대응하는 광학 접속은 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 광학 도파관 각각과 관련된 마이크로렌즈를 통해 이루어진다.
- [0070] 반사 표면(476), 제1 표면(473) 및 제2 표면(479)을 포함하는 광 방향전환 요소(470')는 PCB들 중 하나를 빠져 나가는 광이 다른 PCB로 진입하기 위해 방향전환되도록 제1 커넥터 요소(475) 내에 배치된다. 일부 경우에, 광 방향전환 요소(470')는 프리즘일 수 있다. 일부 경우(도시되지 않음)에, 광 방향전환 요소(470')는 대신에 미러와 같은 반사기를 포함할 수 있다. 광 방향전환 요소(470')는 당업자에게 알려진 바와 같이, 제1 PCB(410) 또는 제2 PCB(420)에 부착(또는 제1 또는 제2 커넥터 요소(475, 477)의 구조 및 특징과 관련)될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0071] 제1 광학 비아(428a)는 제1 광학 도파관(432a)의 제1 광 추출기(436a)를 노출시키고, 제2 광학 비아(428b)는 제2 광학 도파관(432b)의 제2 광 추출기(436b)를 노출시킨다. 제1 마이크로렌즈(424a)는 제1 광학 도파관(432a)의 제1 광 추출기(436a)로부터 제1 광(450a)을 수용하도록 배치된다. 제1 광(450a)은 제1 마이크로렌즈(424a)를 통과하고, 제1 표면(473)으로 진입하고, 반사 표면(476)으로부터 반사되며, 제2 표면(479)을 통해 광 방향전환 요소(470')를 빠져 나간다. 제3 마이크로렌즈(444a)는 제2 PCB(420) 내의 제3 광학 비아(448a)에 의해 노출된 제3 광학 도파관(442a)의 제3 광 추출기(446a) 상에 제1 광(450a)을 포커싱하여, 제3 광학 도파관(442a) 내로 제1 광(450a)을 주입시킨다.
- [0072] 제2 PCB(420) 내의 제4 광학 비아(448b)는 제4 광학 도파관(442b) 내에서 이동하는 광이 제4 마이크로렌즈(444b)를 통해 지향되고, 광 방향전환 요소(470')의 제2 표면(479)으로 진입하고, 반사 표면(476)으로부터 반사되고, 제1 표면(473)을 통해 광 방향전환 요소(470')를 빠져 나가, 제2 마이크로렌즈(424b)에 의해 제2 광 추출기(436b) 상에 포커싱되고, 제2 광학 도파관(432b) 내로 주입되도록, 제4 광학 도파관(442b)의 제4 광 추출기

(446b)를 노출시킨다.

- [0073] 도 4a에 기술된 것과 유사한 방식으로, 도 4b에 도시된 것과 같은 광 추출기는 광학 도파관의 경사-절단된 단부일 수 있지만; 본 명세서에 기술된 임의의 광 추출기 기술로 대체될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 또한, 광학 도파관 각각이 매립될 수 있거나, 이들이 도 4a를 참조하여 기술된 것과 유사한 방식으로 각각의 PCB의 표면 상에 배치될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 또한 추가로, 광학 인터커넥트(401)는 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 양방향성 광학 인터커넥트일 수 있다.
- [0074] 도 4c는 본 발명의 일 태양에 따른 PCB 광학 인터커넥트(402)의 측면도를 도시한다. 도 4c에 도시된 요소(410-477) 각각은 전술된 도 4a에 도시된 유사한-도면부호의 요소에 대응한다. 예를 들어, 도 4c의 제1 광학 도파관(432a)은 도 4b의 제1 광학 도파관(432a)에 대응하는 등이다. 도 4c에 제시된 도면은 도 4a를 참조하여 제시되고 기술된 도면과 유사한 방식으로 각각의 광학 도파관을 통한 단면을 도시한다는 것을 이해하여야 한다.
- [0075] 광학 인터커넥트(402)는, 수직 배향으로 제2 PCB(420)에 접속되고 제2 PCB(420) 내에 형성되고 제1 PCB(410) 내에 형성된 제2 커넥터 요소(477)와 짝을 이루는 제1 커넥터 요소(475)를 사용하여 고정되는 제1 PCB(410)를 포함한다. 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 제1 및 제2 커넥터 요소(475, 477)는 2개의 PCB를 함께 고정적으로 체결하는 특징부를 포함할 수 있고, 또한 추가적인 전기 접점을 포함할 수 있다. 제1 및 제2 PCB(410, 420) 각각은 도 1에 도시된 것과 유사한 엇갈린 배향으로 배열되는 복수의 광학 도파관을 포함한다. 비록, 광학 인터커넥트(402) 내에 임의의 원하는 수의 엇갈린 광학 도파관이 존재할 수 있다는 것을 이해하여야 하지만, 각각의 제1 및 제2 PCB(410, 420) 내의 복수의 광학 도파관 중 2개만이 도 4c에 도시되어 있다. 제1 PCB(410)는 제1 PCB(410) 내에 배치된, 제1 광 추출기(436a)를 가진 제1 광학 도파관(432a) 및 제2 광 추출기(436b)를 가진 제2 광학 도파관(432b)을 포함한다. 제1 PCB(410)는 또한 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 다른 구성요소에 접속될 수 있는 광케이블(465) 및 복수의 선택적인 광전자 소자(464)를 포함할 수 있다.
- [0076] 제2 PCB(420)는 제2 PCB(420) 내에 배치된, 제3 광 추출기(446a)를 가진 제3 광학 도파관(442a) 및 제4 광 추출기(446b)를 가진 제4 광학 도파관(442b)을 포함한다. 제2 PCB(420)는 또한 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 다른 구성요소에 접속될 수 있는 광케이블(467) 및 복수의 선택적인 광전자 소자(466)를 포함할 수 있다. 제1 PCB(410) 및 제2 PCB(420)는 예를 들어 제1 전기 패드(461)를 갖는 선택적인 제1 전자 소자(460)가 제2 전기 패드(463)를 갖는 선택적인 제2 전자 소자(462)에 접속하고 전기 접점(469)을 형성하도록 제1 및 제2 커넥터 요소(475, 477)를 통해 전기 접촉을 형성할 수 있다. 제1 PCB(410)와 제2 PCB(420) 사이의 대응하는 광학 접속은 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 광학 도파관 각각과 관련된 마이크로렌즈를 통해 이루어진다.
- [0077] 반사 표면(476), 제2 마이크로렌즈(472')에 인접한 제1 마이크로렌즈(471') 및 제4 마이크로렌즈(471)에 인접한 제3 마이크로렌즈(472)를 포함하는 광 방향전환 요소(470")는 PCB들 중 하나를 빠져 나가는 광이 다른 PCB로 진입하기 위해 방향전환되도록 제1 커넥터 요소(475) 내에 배치된다. 일부 경우에, 광 방향전환 요소(470")는 프리즘일 수 있으며, 각각의 인접한 마이크로렌즈들의 세트는 프리즘의 직각 표면 상에 배치될 수 있다. 일부 경우(도시되지 않음)에, 광 방향전환 요소(470")는 대신에 마이크로렌즈의 2개의 직교 어레이 및 미러와 같은 반사기를 포함할 수 있다. 광 방향전환 요소(470")는 당업자에게 알려진 바와 같이, 제1 PCB(410) 또는 제2 PCB(420)에 부착(또는 제1 또는 제2 커넥터 요소(475, 477)의 구조 및 특징과 관련)될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0078] 제1 광학 비아(478)는 제1 광학 도파관(432a)의 제1 광 추출기(436a) 및 제2 광학 도파관(432b)의 제2 광 추출기(436b)를 노출시킬 수 있거나, 별도의 광학 비아가 둘 모두에 대해 사용될 수 있다(도시되지 않음). 제1 마이크로렌즈(471')는 제1 광학 도파관(432a)의 제1 광 추출기(436a)로부터 제1 광(450a)을 수용하도록 배치된다. 제1 광(450a)은 제1 마이크로렌즈(471')를 통과하고, 반사 표면(476)으로부터 반사되며, 제3 마이크로렌즈(472)를 통해 광 방향전환 요소(470')를 빠져 나간다. 제3 마이크로렌즈(472)는 제2 광학 비아(474)에 의해 노출된 제3 광학 도파관(442a)의 제3 광 추출기(446a) 상에 제1 광(450a)을 포커싱하여, 제3 광학 도파관(442a) 내로 제1 광(450a)을 주입시킨다.
- [0079] 제2 PCB(420) 내의 제2 광학 비아(474)는 또한 제4 광학 도파관(442b) 내에서 이동하는 광이 제4 마이크로렌즈(471)를 통해 지향되고, 반사 표면(476)으로부터 반사되고, 광 방향전환 요소(470")를 빠져 나가, 제2 마이크로렌즈(472')에 의해 제2 광 추출기(436b) 상에 포커싱되고, 제2 광학 도파관(432b) 내로 주입되도록, 제4 광학 도파관(442b)의 제4 광 추출기(446b)를 노출시킨다.
- [0080] 도 4a에 기술된 것과 유사한 방식으로, 도 4c에 도시된 것과 같은 광 추출기는 광학 도파관의 경사-절단된 단부

일 수 있지만; 본 명세서에 기술된 임의의 광 추출기 기술로 대체될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 또한, 광학 도파관 각각이 매립될 수 있거나, 이들이 도 4a를 참조하여 기술된 것과 유사한 방식으로 각각의 PCB의 표면 상에 배치될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 또한 추가로, 광학 인터커넥트(402)는 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 양방향성 광학 인터커넥트일 수 있다.

[0081] 도 5는 본 발명의 일 태양에 따른 접속된 PCB(500)의 단부도를 도시한다. 접속된 PCB(500)는 백플레인 PCB(510)의 제1 주 표면(512)에 접속된 제1 블레이드 PCB(520a) 및 제2 블레이드 PCB(520b)를 갖는 백플레인 PCB(510)를 포함한다. 도 5의 광학 도파관은 일반적으로 각각의 PCB 내에 매립되거나, 그의 표면 상에 있거나, 그 위에 있도록 배치될 수 있는 광학 도파관 또는 광전자 도파관일 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 또한, 전기 접속은 당업계에 일반적으로 알려진 것과 같은 다양한 구성요소들 사이에서 또한 형성될 수 있다. 또한 추가로, 광전자 소자, 인터커넥트 및 블레이드 PCB의 상대적인 배치 및 수는 단지 예시를 위한 것이고, 임의의 원하는 수 및 배치가 당업자에게 알려진 바와 같이 사용될 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0082] 특정한 일 실시예에서, 제1 블레이드 PCB(520a)는 제1 블레이드 PCB(520a)의 동일한 표면 또는 상이한 표면에 배치되는 선택적인 제1 광전자 소자(562) 및 선택적인 제2 광전자 소자(564)를 포함한다. 제1 블레이드 PCB(520a)는 제1 광학 커넥터(568) 및 제1 광전자 커넥터(560)를 통해 백플레인 PCB(510)에 접속될 수 있다. 제1 광학 커넥터(568)는 도 2 내지 도 4c를 참조하여 기술된 광학 인터커넥트(200, 300 및 400-402) 중 임의의 광학 인터커넥트를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 제1 광전자 커넥터(560)는 제1 광학 도파관(561)을 사용하여 선택적인 제1 광전자 소자(562)에 접속될 수 있다.

[0083] 특정한 일 실시예에서, 제2 블레이드 PCB(520b)는 제2 블레이드 PCB(520b)의 동일한 표면 또는 상이한 표면에 배치되는 선택적인 제3 광전자 소자(566), 선택적인 제4 광전자 소자(572) 및 선택적인 제5 광전자 소자(574)를 포함한다. 제2 블레이드 PCB(520b)는 제2 광학 커넥터(570) 및 제2 광전자 커넥터(576)를 통해 백플레인 PCB(510)에 접속될 수 있다. 제2 광학 커넥터(570)는 도 2 내지 도 4c를 참조하여 기술된 광학 인터커넥트(200, 300 및 400-402) 중 임의의 광학 인터커넥트를 포함할 수 있다. 일부 경우에, (제2 블레이드 PCB(520b) 상의) 선택적인 제3 광전자 소자(566)는 (제1 블레이드 PCB(520a) 상의) 선택적인 제2 광전자 소자(564)에 접속될 수 있고; 제2 광전자 커넥터(576)는 제3 광학 도파관(575)을 사용하여 선택적인 제5 광전자 소자(574)에 접속될 수 있으며; 선택적인 제5 광전자 소자(574)는 제4 광학 도파관(573)을 사용하여 선택적인 제4 광전자 소자(572)에 접속될 수 있다. 일부 경우에, 접속은 또한 백플레인 PCB(510)의 제1 주 표면(512) 상의 제6 광전자 소자(578)에 접속된 제5 광학 도파관(579)을 통해서와 같이, 다른 외부 시스템(도시되지 않음)에 대해 형성될 수 있다.

[0084] 전기, 광학, 또는 광전자 접속이 선택적으로 백플레인 PCB(510)의 제1 주 표면(512)으로부터 제2 주 표면(514)으로 형성될 수 있다. 특정한 일 실시예에서, 제1 광학 커넥터(568)는 제1 배면 커넥터(584)를 통해 백플레인 PCB(510)의 제2 주 표면(514)과 전기, 광학, 또는 광전자 접속할 수 있고; 제2 광학 커넥터(570)는 제2 배면 커넥터(582)를 통해 백플레인 PCB(510)의 제2 주 표면(514)과 전기, 광학, 또는 광전자 접속할 수 있다. 제1 배면 커넥터(584)는 추가로 각각 제1, 제2, 및 제3 배면 광학 도파관(583, 585, 587)을 사용하여 제1 배면 광전자 소자(586) 및 제2 배면 커넥터(582)와 같은 다른 선택적인 소자에 접속될 수 있다. 제2 배면 커넥터(582)는 추가로 제4 배면 광학 도파관(581)에 의해 제2 배면 광전자 소자(580)에 접속될 수 있다.

[0085] 도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 일 태양에 따른 광 추출기의 실시예의 개략도를 도시한다. 도 6a는 프리즘(634)의 입력 표면(631)에 인접하여 배치되는 단부(633a)를 갖는 광학 도파관(632a)을 도시한다. 프리즘(634)은 반사 대각 표면(636) 및 출력 표면(635)을 포함한다. 광학 도파관(632a) 내에서 이동하는 광(650a)은 프리즘(634)의 입력 표면(631)으로 진입하고, 반사 대각 표면(636)으로부터 반사되며, 상이한 방향으로 출력 표면(635)을 통해 프리즘(634)을 빠져 나간다. 반사 대각 표면(636)은 광(650a)이 TIR에 의해 반사되도록 하는 폴리싱된 표면일 수 있거나, 이는 유전체 스택 또는 유기 또는 무기 재료를 포함하는 반사 층을 포함할 수 있거나, 이는 반사 재료를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 프리즘(634)은 대신에 반사 대각 표면(636)과 동일한 단부(633a)에 대한 위치에 배치된 평평한 미러(도시되지 않음)로 대체될 수 있다. 일부 경우에, 프리즘(634)은 대신에 다른 부분에서 기술된 바와 같이, 반사 대각 표면(636)을 생성하도록 광학 도파관(632a)을 절단함으로써 대체될 수 있다.

[0086] 도 6b는 당업자에게 알려진 바와 같이, 추출된 광이 상이한 방향으로 광학 도파관을 떠나도록 광학 도파관(632b) 내에서 이동하는 광(650b)을 추출하기 위해, 광학 도파관(632b)의 표면 상에 배치된 광 추출 격자(637) 및 단부(633b)를 갖는 광학 도파관(632b)을 도시한다. 일부 경우에, 광 추출 격자(637)는 광학 도파관(632b)의

로부터 하나의 특정한 파장의 광(650b)을 추출하도록 설계될 수 있다.

- [0087] 도 6c는 광학 도파관(632c)의 표면 상에 배치된 제1 광 추출 격자(638), 제2 광 추출 격자(639) 및 단부(633c)를 갖는 광학 도파관(632c)을 도시한다. 추출된 광이 상이한 방향으로 광학 도파관을 떠나도록, 제1 파장을 갖는 제1 광(650c)을 추출하기 위해 제1 광 추출 격자(638)가 배치되고, 제2 파장을 갖는 제2 광(651c)을 추출하기 위해 제2 광 추출 격자(639)가 배치되며, 제1 광 및 제2 광 둘 모두는 광학 도파관(632b) 내에서 이동한다.
- [0088] 하기는 본 발명의 실시예의 목록이다.
- [0089] 항목 1은 광학 인터커넥트 조립체로서, 제1 인쇄 회로 보드(PCB) 조립체 - 제1 PCB 조립체는, 제1 PCB; 및 제1 PCB 상에 또는 제1 PCB 내에 배치되는, 서로에 대해 엇갈려 있는 광 추출기들을 가진 복수의 제1 광학 도파관을 포함함 -; 제2 PCB 조립체 - 제2 PCB 조립체는, 전기 커넥터를 통해 제1 PCB의 제1 면 내로 플러깅되는 제2 PCB; 및 제2 PCB 상에 또는 제2 PCB 내에 배치되는, 서로에 대해 엇갈려 있는 광 추출기들을 가진 복수의 제2 광학 도파관을 포함하고, 복수의 제2 광학 도파관 중의 각각의 제2 광학 도파관은 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제1 마이크로렌즈 - 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 각각의 제1 마이크로렌즈는 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 및 서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제2 마이크로렌즈 - 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 각각의 제2 마이크로렌즈는 복수의 제2 광학 도파관 중의 상이한 제2 광학 도파관에 대응함 - 를 포함하고, 복수의 제1 광학 도파관 중의 각각의 제1 광학 도파관 및 복수의 제2 광학 도파관 중의 대응하는 제2 광학 도파관의 광 추출기들은 제1 광학 도파관 내에서 이동하는 광이, 제1 광학 도파관의 광 추출기에 의해 방향전환되고, 제1 광학 도파관을 빠져 나가, 제1 광학 도파관에 대응하는 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 제1 마이크로렌즈를 통해 이동하고, 제2 광학 도파관에 대응하는 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 제2 마이크로렌즈를 통해 이동하여, 제2 광학 도파관의 광 추출기에 의해 방향전환된 후에, 제2 광학 도파관으로 진입하도록 배향되는, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0090] 항목 2는 항목 1에 있어서, 광 추출기들 각각은 경사 절단된 단부 면, 광 방향전환 프리즘, 평면형 반사기, 추출 격자, 또는 이들의 조합을 포함하는, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0091] 항목 3은 항목 1 또는 항목 2에 있어서, 제1 및 제2 PCB들 중 하나는 백플레인 PCB인, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0092] 항목 4는 항목 1 내지 항목 3에 있어서, 제1 PCB는 그 상에 실장된 적어도 제1 반도체 칩을 포함하는, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0093] 항목 5는 항목 1 내지 항목 4에 있어서, 제2 PCB는 그 상에 실장된 적어도 제2 반도체 칩을 포함하는, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0094] 항목 6은 항목 1 내지 항목 5에 있어서, 제1 및 제2 PCB들 각각은 그 상에 실장된 적어도 하나의 반도체 칩을 포함하는, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0095] 항목 7은 항목 1 내지 항목 6에 있어서, 각각의 제1 및 제2 PCB들 상에 배치된 적어도 하나의 광전자 소자를 추가로 포함하는, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0096] 항목 8은 항목 7에 있어서, 적어도 하나의 광전자 소자는 발광 소자를 포함하는, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0097] 항목 9는 항목 7에 있어서, 적어도 하나의 광전자 소자는 광 검출 소자를 포함하는, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0098] 항목 10은 항목 1 내지 항목 9에 있어서, 복수의 제1 및 제2 광학 도파관 중의 광학 도파관들의 적어도 일부는 그들 각각의 PCB들 내에 매립되는, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0099] 항목 11은 항목 1 내지 항목 10에 있어서, 복수의 제1 광학 도파관 중의 복수의 제1 광학 도파관을 포함하는 제1 광케이블을 추가로 포함하고, 제1 광케이블의 제1 부분은 제1 PCB 상에 위치되고 제1 광케이블의 제2 부분은 제1 PCB 상에 위치되지 않으며, 제1 부분은 복수의 제1 광학 도파관 중의 제1 광학 도파관들의 광 추출기들을 포함하는, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0100] 항목 12는 항목 11에 있어서, 복수의 제1 광학 도파관 중의 각각의 제1 광학 도파관은 광섬유인, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0101] 항목 13은 항목 1 내지 항목 12에 있어서, 복수의 제2 광학 도파관 중의 복수의 제2 광학 도파관을 포함하는 제

2 광케이블을 추가로 포함하고, 제2 광케이블의 제1 부분은 제2 PCB 상에 위치되고 제2 광케이블의 제2 부분은 제2 PCB 상에 위치되지 않으며, 제1 부분은 복수의 제2 광학 도파관 중의 제2 광학 도파관들의 광 추출기들을 포함하는, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0102] 항목 14는 항목 13에 있어서, 복수의 제2 광학 도파관 중의 각각의 제2 광학 도파관은 광섬유인, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0103] 항목 15는 항목 1 내지 항목 14에 있어서, 복수의 제1 마이크로렌즈와 복수의 제2 마이크로렌즈 사이에 배치되는 광 방향전환 요소를 추가로 포함하고, 복수의 제1 광학 도파관 중의 각각의 제1 광학 도파관 및 복수의 제2 광학 도파관 중의 대응하는 제2 광학 도파관의 광 추출기들은 제1 광학 도파관 내에서 이동하는 광이, 제1 광학 도파관의 광 추출기에 의해 방향전환되고, 제1 광학 도파관을 빠져 나가, 제1 광학 도파관에 대응하는 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 제1 마이크로렌즈를 통해 이동하고, 광 방향전환 요소에 의해 방향전환되고, 제2 광학 도파관에 대응하는 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 제2 마이크로렌즈를 통해 이동하여, 제2 광학 도파관의 광 추출기에 의해 방향전환된 후에, 제2 광학 도파관으로 진입하도록 배향되는, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0104] 항목 16은 항목 15에 있어서, 광 방향전환 요소는 내부 전반사에 의해 광을 방향전환시키는, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0105] 항목 17은 항목 15 또는 항목 16에 있어서, 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 제1 마이크로렌즈들은 광 방향전환 요소의 제1 주 표면 상에 배치되고, 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 제2 마이크로렌즈들은 광 방향전환 요소의 제2 주 표면 상에 배치되며, 제2 주 표면은 제1 주 표면과 사각을 이루는, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0106] 항목 18은 항목 1 내지 항목 17에 있어서, 광 방향전환 요소는 프리즘형인, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0107] 항목 19는 항목 1 내지 항목 18에 있어서, 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 제1 마이크로렌즈들은 제1 PCB 상에 배치되는, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0108] 항목 20은 항목 19에 있어서, 복수의 제1 광학 도파관 중의 제1 광학 도파관들은 제1 PCB 내에 매립되는, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0109] 항목 21은 항목 1 내지 항목 20에 있어서, 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 제2 마이크로렌즈들은 제2 PCB 상에 배치되는, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0110] 항목 22는 항목 21에 있어서, 복수의 제2 광학 도파관 중의 제2 광학 도파관들은 제2 PCB 내에 매립되는, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0111] 항목 23은 항목 1 내지 항목 22에 있어서, 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 제1 마이크로렌즈들은 제1 PCB 상에 배치되고, 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 제2 마이크로렌즈들은 제2 PCB 상에 배치되며, 복수의 제1 광학 도파관 중의 제1 광학 도파관들은 제1 PCB 내에 매립되고, 복수의 제2 광학 도파관 중의 제2 광학 도파관들은 제2 PCB 내에 매립되는, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0112] 항목 24는 광학 인터커넥트 조립체로서, 제1 평면 내에 배치되는 복수의 제1 광학 도파관 - 각각의 제1 광학 도파관은 제1 광 추출기를 포함하고, 제1 광 추출기들은 서로에 대해 엇갈려 있음 -; 제1 평면과 사각을 이루는 제2 평면 내에 배치되는 복수의 제2 광학 도파관 - 각각의 제2 광학 도파관은 제2 광 추출기를 포함하고, 제2 광 추출기들은 서로에 대해 엇갈려 있으며, 복수의 제2 광학 도파관 중의 각각의 제2 광학 도파관은 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제1 마이크로렌즈 - 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 각각의 제1 마이크로렌즈는 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 및 서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제2 마이크로렌즈 - 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 각각의 제2 마이크로렌즈는 복수의 제2 광학 도파관 중의 상이한 제2 광학 도파관에 대응함 - 를 포함하고, 복수의 제1 광학 도파관 중의 각각의 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기 및 복수의 제2 광학 도파관 중의 대응하는 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기는 제1 광학 도파관 내에서 이동하는 광이, 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기에 의해 방향전환되고, 제1 광학 도파관을 빠져 나가, 제1 광학 도파관에 대응하는 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 제1 마이크로렌즈를 통해 이동하고, 제2 광학 도파관에 대응하는 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 제2 마이크로렌즈를 통해 이동하여, 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기에 의해 방향전환된 후에, 제2 광학 도파관으로 진입하도록 배향되는, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0113] 항목 25는 항목 24에 있어서, 복수의 제1 광학 도파관 중의 제1 광학 도파관들은 제1 PCB 상에 또는 제1 PCB 내에 배치되고, 복수의 제2 광학 도파관 중의 제2 광학 도파관들은 전기 커넥터를 통해 제1 PCB의 제1 면 내로 플

러징되는 제2 PCB 상에 또는 제2 PCB 내에 배치되는, 광학 인터커넥트 조립체이다.

- [0114] 항목 26은 항목 24 또는 항목 25에 있어서, 각각의 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기는 격자, 제1 광학 도파관 내에 매립된 반사기, 및 제1 광학 도파관의 경사 절단된 단부 면 중 하나인, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0115] 항목 27은 항목 24 내지 항목 26에 있어서, 각각의 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기는 격자, 제2 광학 도파관 내에 매립된 반사기, 및 제2 광학 도파관의 경사 절단된 단부 면 중 하나인, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0116] 항목 28은 항목 24 내지 항목 27에 있어서, 광 추출기들 각각은 경사 절단된 단부 면, 광 방향전환 프리즘, 평면형 미러, 추출 격자, 또는 이들의 조합을 포함하는, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0117] 항목 29는 항목 28에 있어서, 각각의 추출 격자는 제1 파장 선택성 추출 격자 및 상이한 제2 파장 선택성 추출 격자를 포함하는, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0118] 항목 30은 광학 인터커넥트 조립체로서, 제1 인쇄 회로 보드(PCB); 전기 커넥터를 통해 제1 PCB 내로 플러징되고, 그 상에 실장된 제1 광전자 소자를 포함하는, 제2 PCB; 복수의 제1 광학 도파관 - 각각의 제1 광학 도파관의 제1 단부는 제1 광전자 소자에 광학적으로 커플링되고, 각각의 제1 광학 도파관은 제1 광 추출기를 포함하며, 복수의 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기들은 서로에 대해 엇갈려 있음 -; 복수의 제2 광학 도파관 - 각각의 제2 광학 도파관은 제2 광 추출기를 포함하고, 복수의 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기들은 서로에 대해 엇갈려 있으며, 복수의 제2 광학 도파관 중의 각각의 제2 광학 도파관은 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 및 제1 PCB 상에 실장되고, 서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제1 마이크로렌즈 - 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 각각의 제1 마이크로렌즈는 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 및 서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제2 마이크로렌즈 - 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 각각의 제2 마이크로렌즈는 복수의 제2 광학 도파관 중의 상이한 제2 광학 도파관에 대응함 - 를 포함하는, 광학 커플러를 포함하고, 복수의 제1 광학 도파관 중의 각각의 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기 및 복수의 제2 광학 도파관 중의 대응하는 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기는 제1 광학 도파관 내에서 이동하는 광이, 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기에 의해 방향전환되고, 제1 광학 도파관을 빠져 나가, 제1 광학 도파관에 대응하는 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 제1 마이크로렌즈를 통해 이동하고, 제2 광학 도파관에 대응하는 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 제2 마이크로렌즈를 통해 이동하여, 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기에 의해 방향전환된 후에, 제2 광학 도파관으로 진입하도록 배향되는, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0119] 항목 31은 항목 30에 있어서, 각각의 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기는 격자, 제1 광학 도파관 내에 매립된 반사기, 및 제1 광학 도파관의 경사 절단된 단부 면 중 하나인, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0120] 항목 32는 항목 30 또는 항목 31에 있어서, 각각의 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기는 격자, 제2 광학 도파관 내에 매립된 반사기, 및 제2 광학 도파관의 경사 절단된 단부 면 중 하나인, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0121] 항목 33은 항목 30 내지 항목 32에 있어서, 광 추출기들 각각은 경사 절단된 단부 면, 광 방향전환 프리즘, 평면형 미러, 추출 격자, 또는 이들의 조합을 포함하는, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0122] 항목 34는 항목 33에 있어서, 각각의 추출 격자는 제1 파장 선택성 추출 격자 및 상이한 제2 파장 선택성 추출 격자를 포함하는, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0123] 항목 35는 항목 30 내지 항목 34에 있어서, 복수의 제1 광학 도파관 중의 각각의 제1 광학 도파관 및 복수의 제2 광학 도파관 중의 각각의 제2 광학 도파관은 광섬유인, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0124] 항목 36은 항목 30 내지 항목 35에 있어서, 광학 커플러는 제1 광전자 소자에 해제가능하게 부착될 수 있는, 광학 인터커넥트 조립체이다.
- [0125] 항목 37은 광학 인터커넥트 조립체로서, 제1 인쇄 회로 보드(PCB) 상에 또는 제1 인쇄 회로 보드(PCB) 내에 배치되는 복수의 제1 광학 도파관 - 각각의 제1 광학 도파관은 단부 면을 포함함 -; 제2 PCB 상에 또는 제2 PCB 내에 배치되는 복수의 제2 광학 도파관 - 각각의 제2 광학 도파관은 광 추출기를 포함하고, 광 추출기들은 서로에 대해 엇갈려 있으며, 복수의 제2 광학 도파관 중의 각각의 제2 광학 도파관은 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 복수의 제1 마이크로렌즈 - 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 각각의 제1 마이크로렌즈는 복수의 제1 광학 도파관 중의 상이한 제1 광학 도파관에 대응함 -; 및 서로에 대해 엇갈려 있는 복수의 제2 마이크로렌즈 - 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 각각의 제2 마이크로렌즈는 복수의 제2 광학 도파관 중의 상이한 제2 광학 도파관에 대응함 - 를 포함하고, 복수의 제1 광학 도파관 중의 각각의 제1 광학 도파관의 단부 면 및 복수의 제2 광학 도파관 중의 대응하는 제2 광학 도파관의 광 추출기는 제1 광학 도파관 내에서 이

동하는 광이, 제1 광학 도파관의 단부 면을 통해 제1 광학 도파관을 빠져 나가, 제1 광학 도파관에 대응하는 복수의 제1 마이크로렌즈 중의 제1 마이크로렌즈를 통해 이동하고, 제2 광학 도파관에 대응하는 복수의 제2 마이크로렌즈 중의 제2 마이크로렌즈를 통해 이동하여, 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기에 의해 방향전환된 후에, 제2 광학 도파관으로 진입하도록 배향되는, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0126] 항목 38은 항목 37에 있어서, 각각의 제1 광학 도파관의 제1 광 추출기는 격자, 제1 광학 도파관 내에 매립된 반사기, 및 제1 광학 도파관의 경사 절단된 단부 면 중 하나인, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0127] 항목 39는 항목 37 또는 항목 38에 있어서, 각각의 제2 광학 도파관의 제2 광 추출기는 격자, 제2 광학 도파관 내에 매립된 반사기, 및 제2 광학 도파관의 경사 절단된 단부 면 중 하나인, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0128] 항목 40은 항목 37 내지 항목 39에 있어서, 광 추출기를 각각은 경사 절단된 단부 면, 광 방향전환 프리즘, 평면형 미러, 추출 격자, 또는 이들의 조합을 포함하는, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0129] 항목 41은 항목 40에 있어서, 각각의 추출 격자는 제1 파장 선택성 추출 격자 및 상이한 제2 파장 선택성 추출 격자를 포함하는, 광학 인터커넥트 조립체이다.

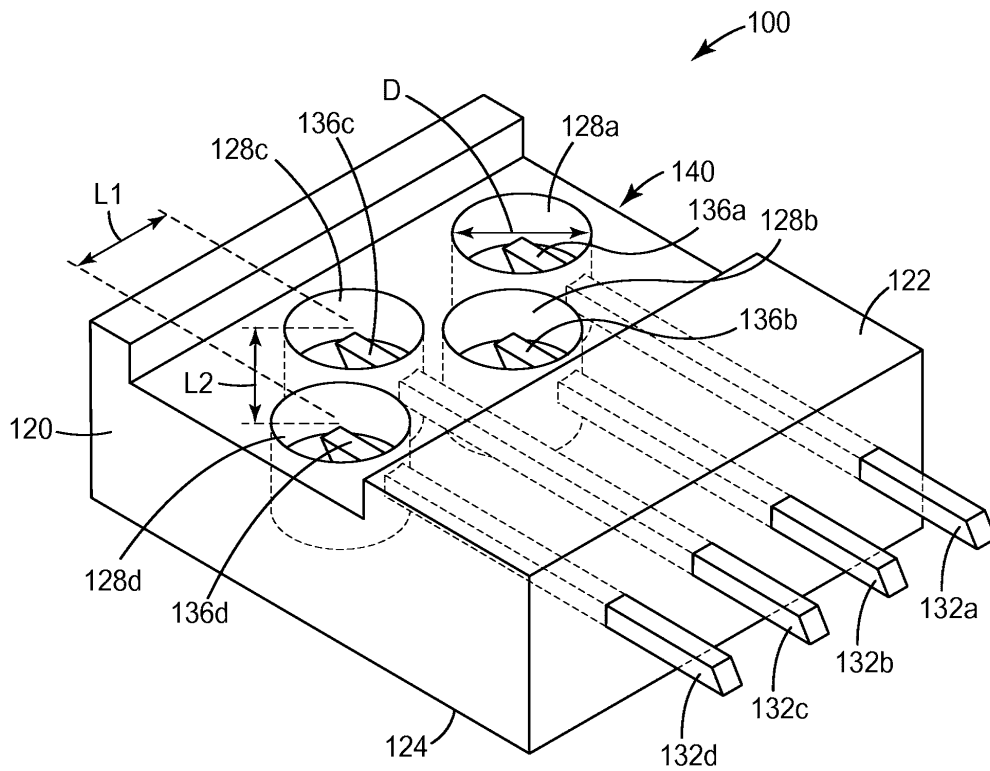
[0130] 항목 42는 항목 37 내지 항목 41에 있어서, 복수의 제1 광학 도파관 중의 각각의 제1 광학 도파관 및 복수의 제2 광학 도파관 중의 각각의 제2 광학 도파관은 광섬유인, 광학 인터커넥트 조립체이다.

[0131] 달리 지시되지 않는 한, 명세서 및 특허청구범위에 사용되는 특징부 크기, 양 및 물리적 특성을 표현하는 모든 숫자는 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 반대로 지시되지 않는 한, 전술한 명세서 및 첨부된 특허청구범위에 기재된 수치 파라미터는 당업자가 본 명세서에 개시된 교시 내용을 이용하여 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 달라질 수 있는 근사치이다.

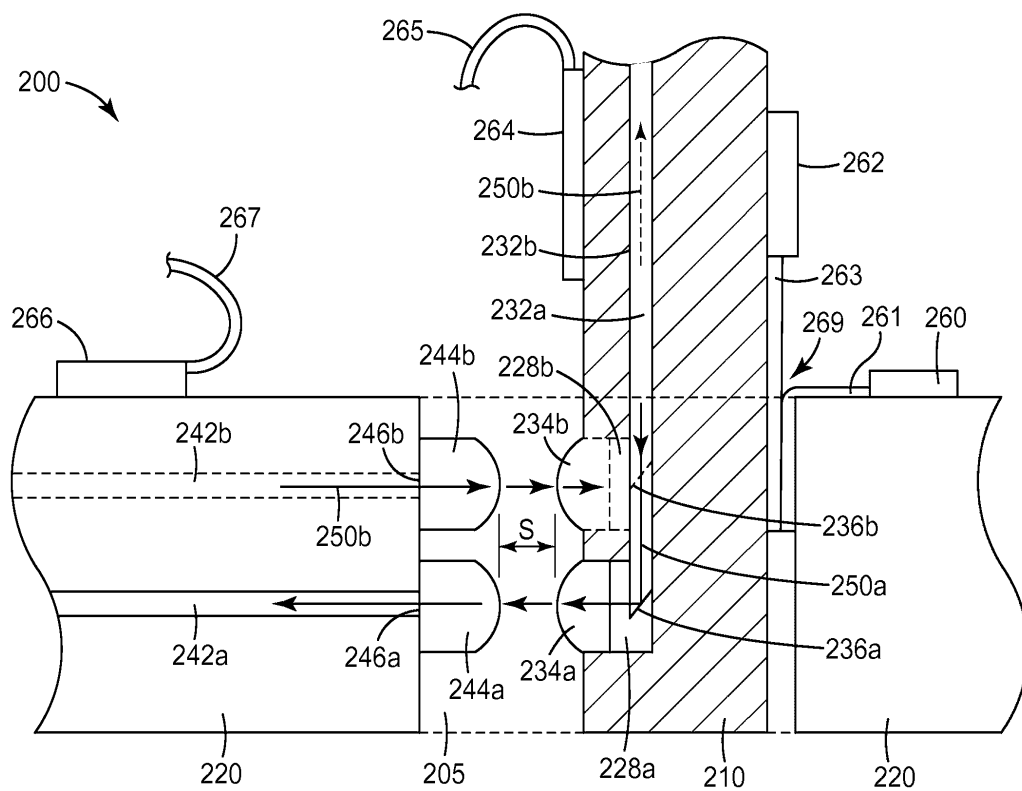
[0132] 본 명세서에 인용된 모든 참고 문헌 및 공보는 그들이 본 발명과 직접적으로 모순될 수 있는 경우를 제외하고는, 명백히 전체적으로 본 발명에 참고로 포함된다. 특정 실시예가 본 명세서에 예시되고 기술되었지만, 당업자는 본 발명의 범주로부터 벗어나지 않고 다양한 대안 및/또는 등가의 구현예가 도시되고 기술된 특정 실시예를 대신할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 본 출원은 본 명세서에 기술된 특정 실시예의 임의의 적응 또는 변형을 포함하도록 의도된다. 따라서, 본 발명은 오직 특허청구범위 및 그의 등가물에 의해서만 제한되는 것으로 의도된다.

도면

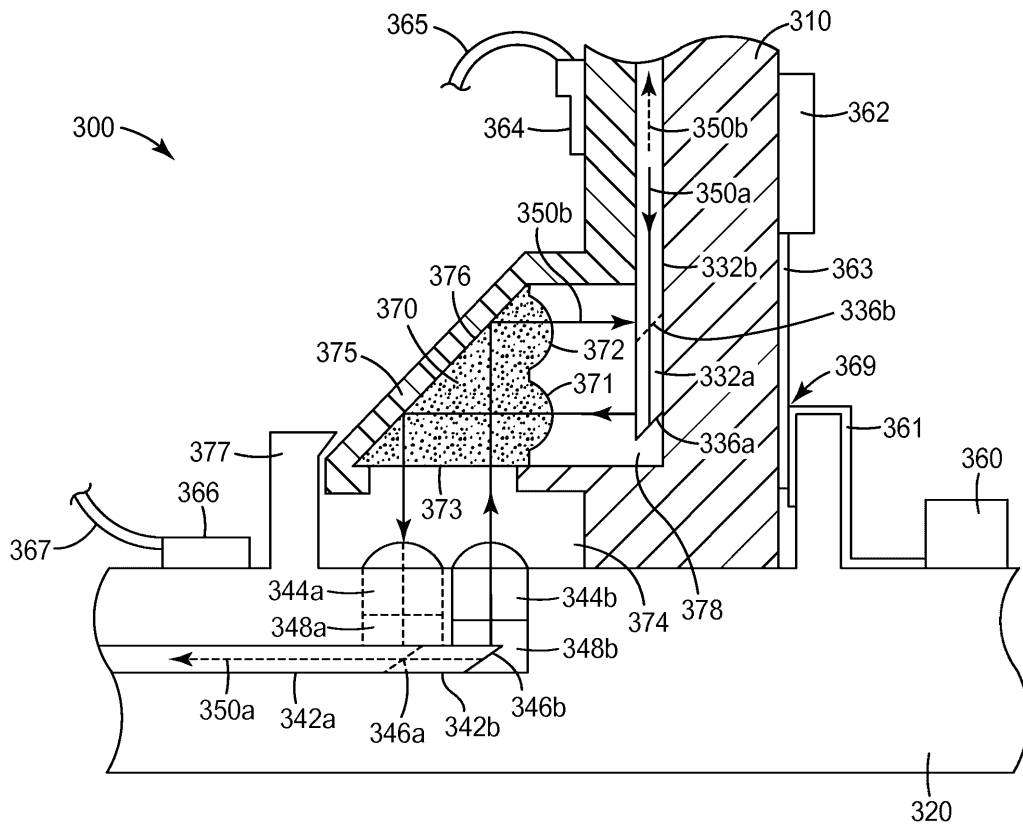
도면1



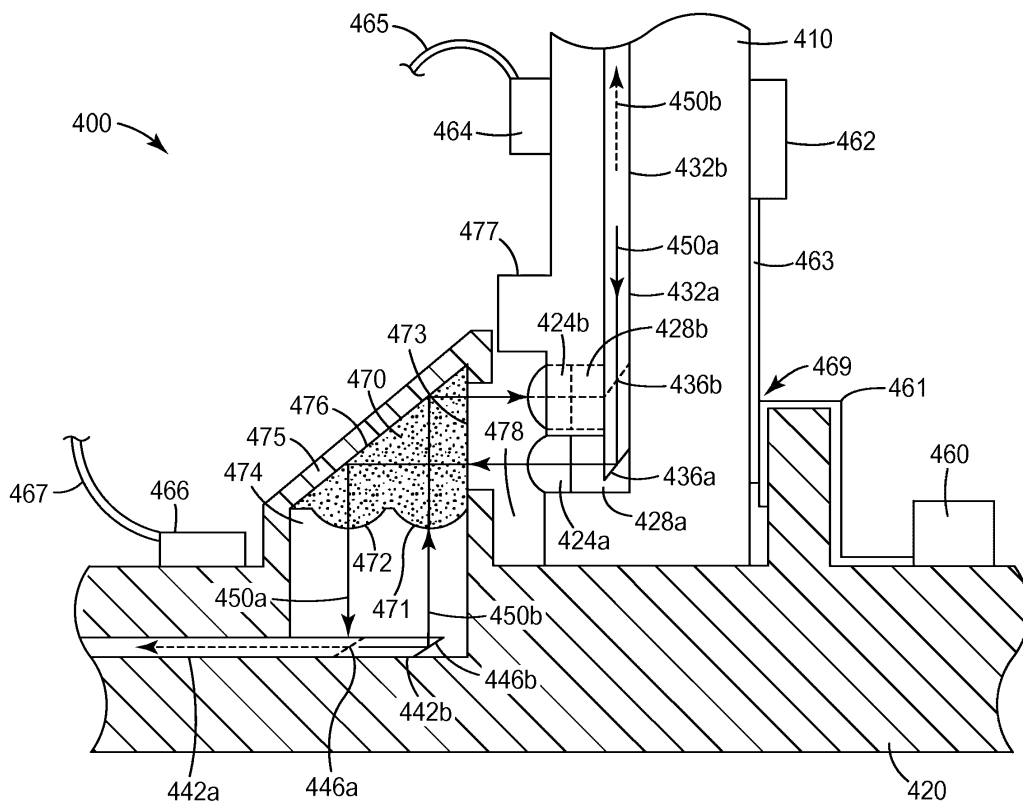
도면2



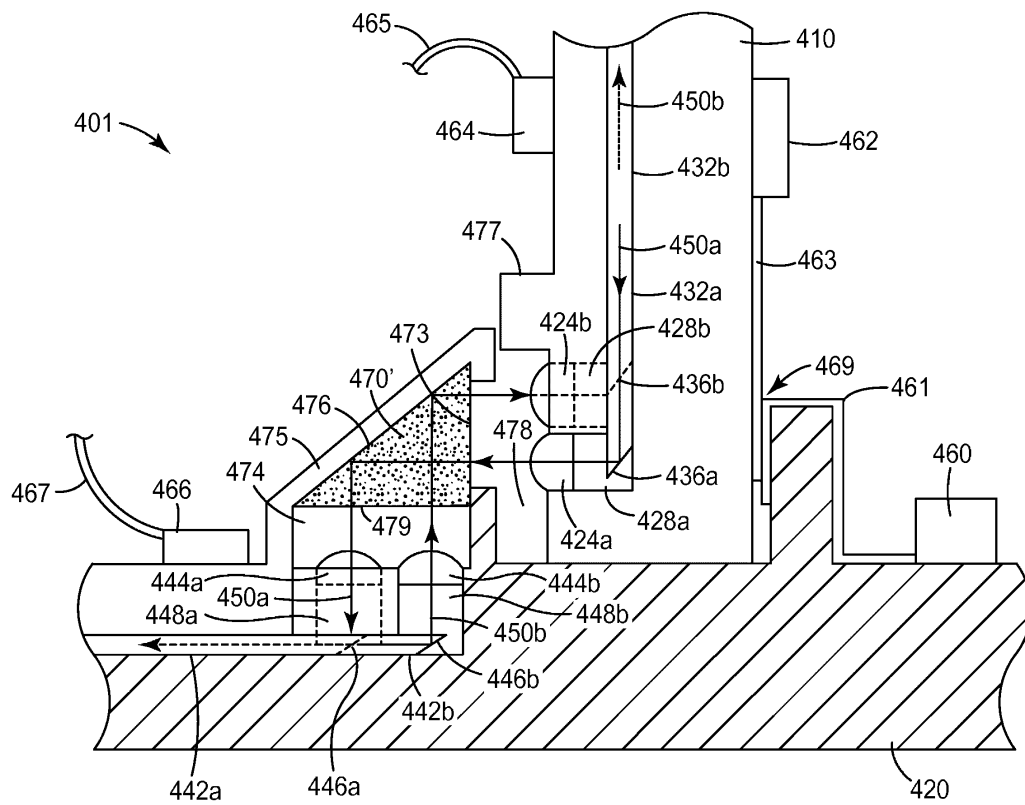
도면3



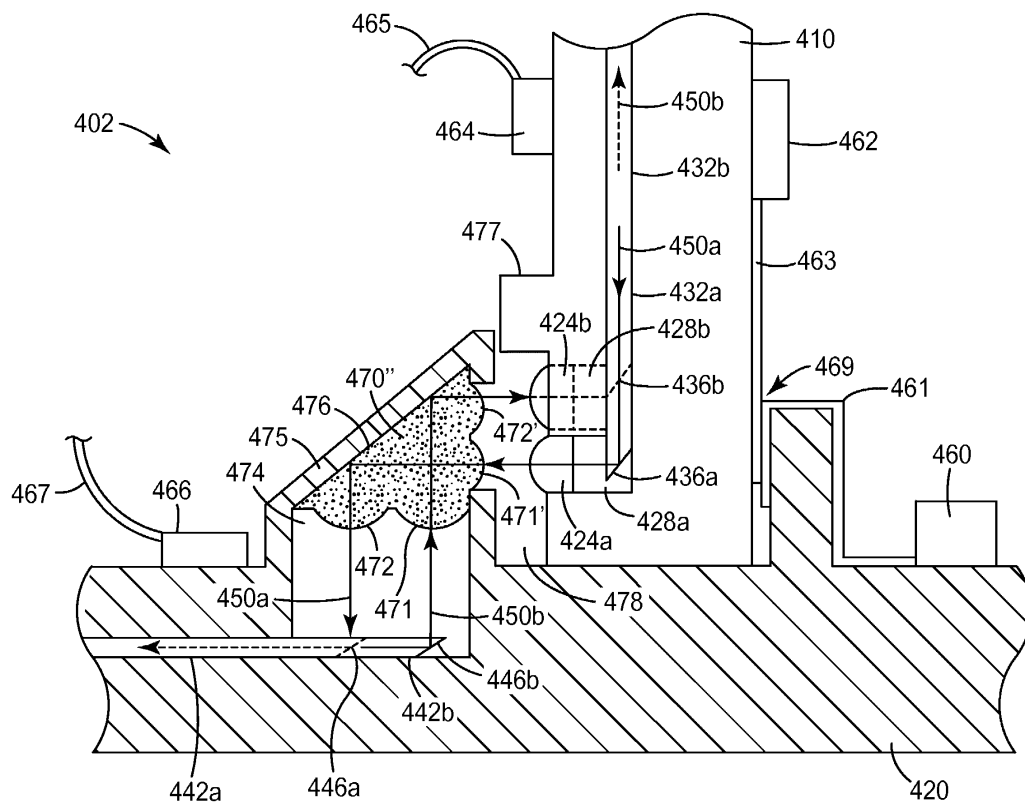
도면4a



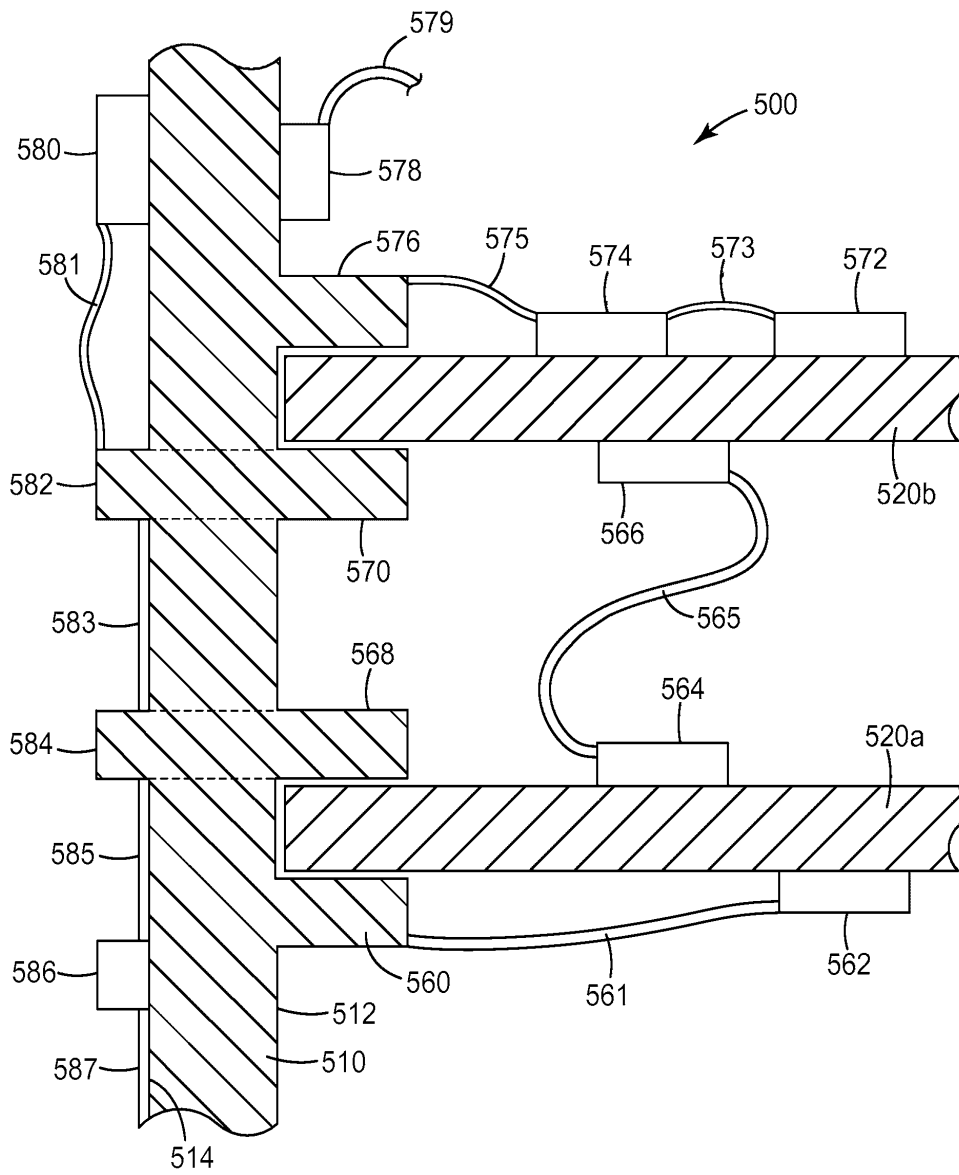
도면4b



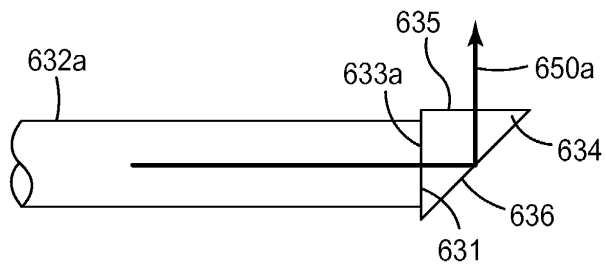
도면4c



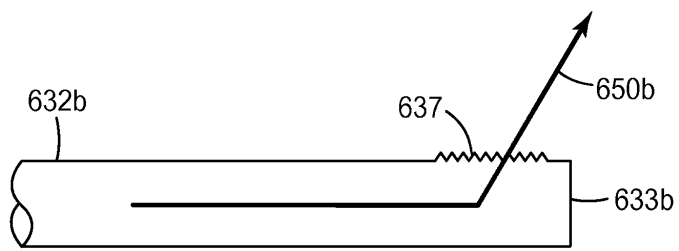
도면5



도면6a



도면6b



도면6c

