

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 7월 21일 (21.07.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/114543 A1

- (51) 국제특허분류: **G02B 6/35** (2006.01) **G02B 6/26** (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/000261
- (22) 국제출원일: 2016년 1월 12일 (12.01.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2015-0004083 2015년 1월 12일 (12.01.2015) KR
- (71) 출원인: 한국과학기술원 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [KR/KR]; 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 박효훈 (PARK, Hyo Hoon); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR). 김중훈 (KIM, Jong Hun); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR).

(74) 대리인: 양성보 (YANG, Sungbo); 06099 서울시 강남구 선릉로 125길 14 삼성빌딩 2층 피엔티특허법률사무소, Seoul (KR).

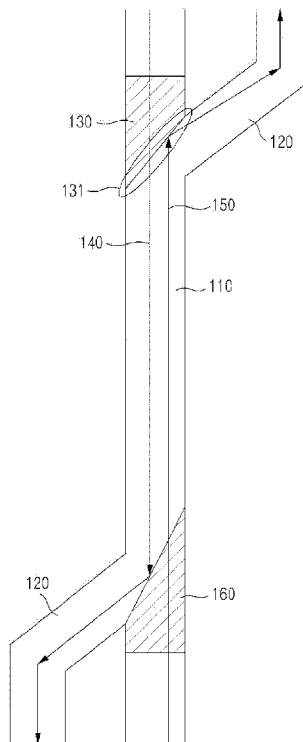
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[다음 쪽 계속]

(54) Title: WAVEGUIDE HAVING BI-DIRECTIONAL OPTICAL TRANSMISSION STRUCTURE

(54) 발명의 명칭 : 양방향 광 전송 구조의 도파로



(57) Abstract: A waveguide having a bi-directional optical transmission structure comprises: a main waveguide which is formed in a preset direction; a branch waveguide which is connected to at least one of both ends of the main waveguide; and a reflector which is placed at an intersection where the branch waveguide and the at least one of both ends of the main waveguide are connected, and which has a different refraction index from the refraction index of the main waveguide and the refraction index of the branch waveguide, wherein the reflector refracts or reflects an incoming transmission light signal and an incoming reception light signal in different forms, and thereby directs the incoming transmission light signal to the main waveguide, and separates the incoming reception light signal to the branch waveguide.

(57) 요약서: 양방향 광 전송 구조의 도파로는 미리 설정된 방향으로 형성되는 주 도파로(main waveguide); 상기 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나에 연결되는 가지 도파로(branch waveguide); 및 상기 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나와 상기 가지 도파로가 연결되는 교차점에 배치되고, 상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률과 다른 굴절률을 갖는 반사기(reflector)를 포함하고, 상기 반사기는 유입되는 송신 광 신호 및 유입되는 수신 광 신호를 각각 다른 형태로 굴절 또는 반사시킴으로써, 상기 유입되는 송신 광 신호를 상기 주 도파로로 진행시키고, 상기 유입되는 수신 광 신호를 상기 가지 도파로로 분리시킨다.

WO 2016/114543 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, **공개:**
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 양방향 광 전송 구조의 도파로

기술분야

- [1] 본 발명은 광 신호의 굴절 및 반사에 의한 경로 변경을 이용하는 양방향 광 전송(bidirectional optical transmission)에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 양방향으로 광 신호가 전송되는 주 도파로(main waveguide)와 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나에 연결되는 가지 도파로(branch waveguide)의 교차점에 배치되는 반사기(reflector)를 이용함으로써, 유입되는 송신 광 신호를 주 도파로로 진행시키고, 유입되는 수신 광 신호를 가지 도파로로 분리시키는 도파로의 구조에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 광 신호의 양방향 전송을 위한 기존의 방식으로는 두 개의 광 도파로를 이용함으로써, 양방향 광 신호를 송신 광 도파로 및 수신 광 도파로로 각각 구분하여 전송하는 방식이 있다. 그러나, 이와 같은 기존의 방식은 광 신호 전송 경로 전체에 있어서, 두 개의 광 도파로를 사용해야 하기 때문에, 구조적으로 방대해지는 단점이 있다.
- [3] 또한, 광 신호의 양방향 전송을 위한 기존의 다른 방식으로는 단일 광 도파로를 사용하되, 송신 광 신호 및 수신 광 신호의 파장 또는 편광을 달리하여 전송하는 방식이 있다. 그러나, 이와 같은 기존의 다른 방식은 광 도파로 상에 광 신호의 파장 또는 편광을 분리하는 기능을 갖는 별도의 광 소자를 구비해야 하기 때문에, 구조적으로 복잡해지는 문제점이 있다.
- [4] 이에, 본 명세서에서는 별도의 광 소자를 구비하는 대신에, 주 도파로와 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나에 연결되는 가지 도파로의 교차점에 배치되는 반사기를 이용함으로써, 유입되는 송신 광 신호 및 유입되는 수신 광 신호를 각각 다른 형태로 굴절 또는 반사시키는 양방향 광 전송 구조의 도파로를 제안한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 발명의 실시예들은 주 도파로와 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나에 연결되는 가지 도파로의 교차점에 배치되는 반사기를 이용함으로써, 유입되는 송신 광 신호 및 유입되는 수신 광 신호를 각각 다른 형태로 굴절 또는 반사시키는 양방향 광 전송 구조의 도파로를 제공한다.
- [6] 구체적으로, 본 발명의 실시예들은 유입되는 송신 광 신호 및 유입되는 수신 광 신호를 각각 다른 형태로 굴절 또는 반사시킴으로써, 유입되는 송신 광 신호를 주 도파로로 진행시키고, 유입되는 수신 광 신호를 가지 도파로로 분리시키는 양방향 광 전송 구조의 도파로를 제공한다.

- [7] 이 때, 본 발명의 실시예들은 추가적인 에너지 소비 없이, 반사기의 수동적인(passive) 반사 또는 투과 특성을 이용함으로써, 유입되는 송신 광 신호를 주 도파로로 진행시키고, 유입되는 수신 광 신호를 가지 도파로로 분리시키는 양방향 광 전송 구조의 도파로를 제공한다.
- [8] 또한, 본 발명의 실시예들은 유입되는 송신 광 신호 및 유입되는 수신 광 신호가 동일한 파장 및 편광을 갖는 경우에도, 파장 또는 편광을 분리시키는 기능을 갖는 별도의 광 소자를 이용하지 않고, 반사기만을 이용함으로써, 유입되는 송신 광 신호 및 유입되는 수신 광 신호를 구분하여 처리하는 양방향 광 전송 구조의 도파로를 제공한다.

과제 해결 수단

- [9] 본 발명의 일실시예에 따른 양방향 광 전송 구조의 도파로는 미리 설정된 방향으로 형성되는 주 도파로(main waveguide); 상기 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나에 연결되는 가지 도파로(branch waveguide); 및 상기 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나와 상기 가지 도파로가 연결되는 교차점에 배치되고, 상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률과 다른 굴절률을 갖는 반사기(reflector)를 포함하고, 상기 반사기는 유입되는 송신 광 신호 및 유입되는 수신 광 신호를 각각 다른 형태로 굴절 또는 반사시킴으로써, 상기 유입되는 송신 광 신호를 상기 주 도파로로 진행시키고, 상기 유입되는 수신 광 신호를 상기 가지 도파로로 분리시킨다.
- [10] 상기 반사기에 포함되는 경계면들(boundaries) 중 적어도 어느 하나의 경계면은 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호 또는 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각(incident angle)이 내부 전반사(total internal reflection)가 발생하는 임계각(critical angle)보다 작도록 임의의 각도로 형성되어, 상기 내부 전반사를 이용하여 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호를 반사시켜 상기 가지 도파로로 분리시킬 수 있다.
- [11] 상기 반사기의 굴절률이 상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률보다 작은 경우, 상기 반사기에 포함되는 수신 경계면은 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호 또는 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각이 상기 임계각보다 작도록 임의의 각도로 형성되어, 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호를 내부 전반사시켜 상기 가지 도파로로 분리시키고, 상기 반사기에 포함되고, 상기 수신 경계면과 구별되는 송신 경계면에 의해 내부 굴절(internal refraction)되어 상기 반사기 내부로 진행되는 송신 광 신호를 외부 굴절(external refraction)시켜 상기 주 도파로로 진행시킬 수 있다.
- [12] 상기 송신 경계면은 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호 또는 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각이 상기 임계각보다 크도록 임의의 각도로 형성되어, 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호를 내부

- 굴절시켜 상기 반사기 내부로 진행시킬 수 있다.
- [13] 상기 주 도파로의 굴절률, 상기 가지 도파로의 굴절률, 상기 반사기의 굴절률, 상기 송신 경계면이 형성되는 임의의 각도 또는 상기 수신 경계면이 형성되는 임의의 각도 중 적어도 어느 하나는 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호가 상기 송신 경계면 및 상기 수신 경계면을 통과하는 과정에서 내부 전반사되거나, 외부 반사(external reflection)되지 않도록 적응적으로 조절될 수 있다.
- [14] 상기 송신 경계면은 상기 수신 경계면보다 큰 굴절률을 갖고, 상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률에 미리 설정된 범위 내로 근접한 굴절률을 가짐으로써, 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호를 내부 굴절시켜 상기 반사기 내부로 진행시키고, 상기 반사기는 상기 송신 경계면으로부터 상기 수신 경계면까지 점진적으로 작아지는 굴절률을 가질 수 있다.
- [15] 상기 송신 경계면은 튜브 구조로 형성되어, 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호를 내부 굴절시켜 상기 반사기 내부로 진행시킬 수 있다.
- [16] 상기 반사기의 굴절률이 상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률보다 큰 경우, 상기 반사기에 포함되는 송신 경계면은 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호 또는 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각이 상기 임계각보다 작도록 임의의 각도로 형성되어, 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호를 외부 굴절시켜 상기 반사기 내부로 진행시키고, 상기 반사기에 포함되고, 상기 송신 경계면과 구별되는 수신 경계면에 의해 외부 굴절되어 상기 반사기 내부로 진행되는 수신 광 신호를 내부 전반사시켜 상기 반사기에 포함되고, 상기 송신 경계면 및 상기 수신 경계면과 구별되어 상기 가지 도파로가 배치되는 방향에 위치하는 사이드 경계면으로 전달할 수 있다.
- [17] 상기 수신 경계면은 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호 또는 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각이 상기 임계각보다 크도록 임의의 각도로 형성되어, 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호를 외부 굴절시켜 상기 반사기 내부로 진행시키고, 상기 반사기 내부로 진행되는 송신 광 신호를 내부 굴절시켜 상기 주 도파로로 진행시킬 수 있다.
- [18] 상기 사이드 경계면은 상기 전달되는 수신 광 신호에 대한 입사각이 상기 임계각보다 크도록 임의의 각도로 형성되어, 상기 전달되는 수신 광 신호를 내부 굴절시켜 상기 가지 도파로로 분리시킬 수 있다.
- [19] 상기 주 도파로의 굴절률, 상기 가지 도파로의 굴절률, 상기 반사기의 굴절률, 상기 송신 경계면이 형성되는 임의의 각도, 상기 수신 경계면이 형성되는 임의의 각도 또는 상기 사이드 경계면이 형성되는 임의의 각도 중 적어도 어느 하나는 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호가 상기 송신 경계면 및 상기 수신 경계면을 통과하는 과정에서 내부 전반사되거나, 외부 반사되지 않도록 적응적으로 조절되고, 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호가 상기 수신 경계면 및 상기 사이드 경계면을 통과하는 과정에서 내부 전반사되거나, 외부 반사되지

않도록 적응적으로 조절될 수 있다.

- [20] 상기 수신 경계면은 상기 송신 경계면보다 작은 굴절률을 갖고, 상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률에 미리 설정된 범위 내로 근접한 굴절률을 가짐으로써, 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호를 외부 굴절시켜 상기 반사기 내부로 진행시키고, 상기 반사기는 상기 수신 경계면으로부터 상기 송신 경계면까지 점진적으로 커지는 굴절률을 가질 수 있다.
- [21] 상기 수신 경계면은 톱니 구조로 형성되어, 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호를 외부 굴절시켜 상기 반사기 내부로 진행시킬 수 있다.
- [22] 상기 사이드 경계면은 상기 송신 경계면보다 작은 굴절률을 갖고, 상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률에 미리 설정된 범위 내로 근접한 굴절률을 가짐으로써, 상기 전달되는 수신 광 신호를 내부 굴절시켜 상기 가지 도파로로 분리시킬 수 있다.
- [23] 상기 주 도파로 및 상기 가지 도파로는 반도체 소자로 형성되고, 상기 반사기는 상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률과 다른 굴절률을 갖도록 불순물 도핑되어 형성될 수 있다.
- [24] 상기 반사기는 상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률과 다른 굴절률을 갖도록 결정 결함이 생성된 반도체로 형성될 수 있다.

발명의 효과

- [25] 본 발명의 실시예들은 주 도파로와 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나에 연결되는 가지 도파로의 교차점에 배치되는 반사기를 이용함으로써, 유입되는 송신 광 신호 및 유입되는 수신 광 신호를 각각 다른 형태로 굴절 또는 반사시키는 양방향 광 전송 구조의 도파로를 제공할 수 있다.
- [26] 구체적으로, 본 발명의 실시예들은 유입되는 송신 광 신호 및 유입되는 수신 광 신호를 각각 다른 형태로 굴절 또는 반사시킴으로써, 유입되는 송신 광 신호를 주 도파로로 진행시키고, 유입되는 수신 광 신호를 가지 도파로로 분리시키는 양방향 광 전송 구조의 도파로를 제공할 수 있다.
- [27] 이 때, 본 발명의 실시예들은 추가적인 에너지 소비 없이, 반사기의 수동적인 반사 또는 투과 특성을 이용함으로써, 유입되는 송신 광 신호를 주 도파로로 진행시키고, 유입되는 수신 광 신호를 가지 도파로로 분리시키는 양방향 광 전송 구조의 도파로를 제공할 수 있다.
- [28] 또한, 본 발명의 실시예들은 유입되는 송신 광 신호 및 유입되는 수신 광 신호가 동일한 파장 및 편광을 갖는 경우에도, 파장 또는 편광을 분리시키는 기능을 갖는 별도의 광 소자를 이용하지 않고, 반사기만을 이용함으로써, 유입되는 송신 광 신호 및 유입되는 수신 광 신호를 구분하여 처리하는 양방향 광 전송 구조의 도파로를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [29] 도 1은 본 발명의 양방향 광 전송 구조의 도파로를 나타낸 도면이다.

- [30] 도 2는 제1 실시예에 따른 양방향 광 전송 구조의 도파로를 나타낸 도면이다.
- [31] 도 3은 제2 실시예에 따른 양방향 광 전송 구조의 도파로를 나타낸 도면이다.
- [32] 도 4는 제3 실시예에 따른 양방향 광 전송 구조의 도파로를 나타낸 도면이다.
- [33] 도 5는 제4 실시예에 따른 양방향 광 전송 구조의 도파로를 나타낸 도면이다.
- [34] 도 6은 제5 실시예에 따른 양방향 광 전송 구조의 도파로를 나타낸 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [35] 이하, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 또한, 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [36]
- [37] 도 1은 본 발명의 양방향 광 전송 구조의 도파로를 나타낸 도면이다.
- [38] 도 1을 참조하면, 양방향 광 전송 구조의 도파로는 미리 설정된 방향으로 형성되는 주 도파로(110), 주 도파로(110)의 양끝단 각각에 연결되는 가지 도파로(120), 주 도파로(110)의 양끝단 각각과 가지 도파로(120)가 연결되는 교차점에 배치되는 상부 반사기(130) 및 하부 반사기(160)를 포함할 수 있다. 이러한 경우, 상부 반사기(130) 측에서 유입되는 송신 광 신호(140)는 하부 반사기(160) 측에 유입되는 수신 광 신호(140)일 수 있고, 상부 반사기(130) 측에 유입되는 수신 광 신호(150)는 하부 반사기(160) 측에 유입되는 송신 광 신호(150)일 수 있다. 그러나, 양방향 광 전송 구조의 도파로는 이에 제한되거나 한정되지 않고, 하나의 반사기만을 포함하는 구조를 가질 수도 있다.
- [39] 따라서, 이하, 적어도 하나의 반사기를 참조 부호 130으로 기재하여, 적어도 하나의 반사기(130)를 갖는 경우의 양방향 광 전송 구조의 도파로를 설명한다.
- [40] 본 발명의 양방향 광 전송 구조의 도파로는 미리 설정된 방향으로 형성되는 주 도파로(110), 주 도파로(110)의 양끝단 중 적어도 어느 하나에 연결되는 가지 도파로(120) 및 반사기(130)를 포함한다. 여기서, 주 도파로(110)와 가지 도파로(120)는 Y자 형태를 가질 수 있다.
- [41] 주 도파로(110)의 양끝단 중 적어도 어느 하나와 가지 도파로(120)가 연결되는 교차점에 배치되는 반사기(130)는 주 도파로(110) 및 가지 도파로(120)와 구별되는 다른 매질로 형성되어, 주 도파로(110)의 굴절률(refractive index) 및 가지 도파로의 굴절률(120)과 다른 굴절률을 가짐으로써, 유입되는 송신 광 신호(140) 및 유입되는 수신 광 신호(150)를 각각 다른 형태로 굴절 또는 반사시킬 수 있다.
- [42] 예를 들어, 주 도파로(110) 및 가지 도파로(120)는 반도체 소자로 형성되고, 반사기(130)는 주 도파로(110)의 굴절률 및 가지 도파로(120)의 굴절률과 다른 굴절률을 갖는 불순물이 도핑되어 형성될 수 있다. 다른 예를 들면, 주 도파로(110) 및 가지 도파로(120)는 반도체 소자로 형성되고, 반사기(130)는 주 도파로(110)의 굴절률 및 가지 도파로(120)의 굴절률과 다른 굴절률을 갖도록

결정 결함이 생성된 반도체로 형성될 수 있다.

[43] 따라서, 반사기(130)는 유입되는 송신 광 신호(140) 및 유입되는 수신 광 신호(150)를 각각 다른 형태로 굴절 또는 반사시킴으로써, 유입되는 송신 광 신호(140)를 주 도파로(110)로 진행시키고, 유입되는 수신 광 신호(150)를 가지 도파로(120)로 분리시킨다.

[44] 특히, 반사기(130)에 포함되는 경계면들(boundaries) 중 적어도 어느 하나의 경계면(boundary)(131)은 반사기(130)로 유입되는 수신 광 신호(150) 또는 반사기(130)로 유입되는 송신 광 신호(140) 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각(incident angle)이 내부 전반사(total internal reflection)가 발생하는 임계각(critical angle)보다 작도록 임의의 각도로 형성되어, 내부 전반사를 이용하여 반사기(130)로 유입되는 수신 광 신호(150)를 반사시켜 가지 도파로(120)로 분리시킬 수 있다.

[45] 여기서, 반사기(130)가 이용하는 광학 원리는 다음과 같다. 굴절률이 큰 매질(n_h)에서 굴절률이 작은 매질(n_l)로 광 신호가 지나갈 때, 경계면에서 광 신호의 입사각(θ_i)이 임계각(θ_c)보다 작을 경우($\theta_i < \theta_c$)에는 광 신호는 경계면에서 내부 전반사가 일어나며, 입사각(θ_i)이 임계각(θ_c)보다 클 경우($\theta_i > \theta_c$)에는 광 신호의 일부는 내부 굴절(internal refraction)되어 경계면을 통과한다. 이 때, 입사각(θ_i)은 경계면과 입사 방향 사이의 각도로 정의되고, 임계각(θ_c)은 내부 전반사가 발생하는 특정 각도로서, 수학식 1과 같이 정의된다.

[46] <수학식 1>

[47] $\theta_c = \cos^{-1}(n_l/n_h)$

[48] 반면, 광 신호가 굴절률이 작은 매질(n_l)에서 굴절률이 큰 매질(n_h)로 지나갈 때는 경계면에서 광 신호의 일부가 외부 굴절(external refraction)로 투과되며, 광 신호의 일부는 외부 반사(external reflection)된다. 이러한 경우, 입사각이 90도에 근접하면, 일반적으로 대부분의 광 신호가 경계면에서 내부 굴절 또는 외부 굴절되어 경계면을 투과한다.

[49] 이와 같이, 본 발명의 양방향 광 전송 구조의 도파로는 반사기(130)의 굴절률을 주 도파로(110)의 굴절률 및 가지 도파로(120)의 굴절률과 다르게 설정하고, 반사기(130)로 유입되는 송신 광 신호(140) 또는 반사기(130)로 유입되는 수신 광 신호(150) 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각이 조절되도록 반사기(130)에 포함되는 경계면들 중 적어도 어느 하나의 경계면(131)을 임의의 각도로 형성하여, 반사기(130)로 유입되는 송신 광 신호(140) 또는 반사기(130)로 유입되는 수신 광 신호(150)를 각각 다른 형태로 굴절 또는 반사시킴으로써, 반사기(130)로 유입되는 송신 광 신호(140)를 주 도파로(110)로 진행시키고, 반사기(130)로 유입되는 수신 광 신호(150)를 가지 도파로(120)로 분리시킨다. 이에 대한 상세한 설명은 아래에서 기재하기로 한다.

[50] 도 2는 제1 실시예에 따른 양방향 광 전송 구조의 도파로를 나타낸 도면이다.

[51] 도 2를 참조하면, 제1 실시예에 따른 양방향 광 전송 구조의 도파로는 미리

설정된 방향으로 형성되는 주 도파로, 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나에 연결되는 가지 도파로 및 반사기(210)를 포함한다.

- [52] 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나와 가지 도파로가 연결되는 교차점에 배치되는 반사기(210)는 주 도파로의 굴절률 및 가지 도파로의 굴절률보다 작은 굴절률을 갖는 매질로 형성될 수 있다.
- [53] 이러한 경우, 반사기(210)에 포함되는 수신 경계면(a-b)은 반사기(210)로 유입되는 송신 광 신호(220) 또는 반사기(210)로 유입되는 수신 광 신호(240) 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각(θ_i)이 임계각(θ_c)보다 작도록 임의의 각도로 형성될 수 있다. 따라서, 수신 경계면(a-b)은 반사기(210)로 유입되는 수신 광 신호(240)를 내부 전반사시켜 가지 도파로로 분리시킬 수 있다.
- [54] 또한, 수신 경계면(a-b)은 송신 경계면(a'-b')에 의해 내부 굴절되어 반사기(210) 내부로 진행되는 송신 광 신호(230)를 외부 굴절시켜 주 도파로로 진행시킬 수 있다.
- [55] 여기서, 송신 경계면(a'-b')은 반사기(210)로 유입되는 송신 광 신호(220) 또는 반사기(210)로 유입되는 수신 광 신호(240) 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각(θ_i')이 임계각(θ_c)보다 크도록 임의의 각도로 형성될 수 있다. 따라서, 송신 경계면(a'-b')은 반사기(210)로 유입되는 송신 광 신호(220)를 내부 굴절시켜 반사기(210) 내부로 진행시킬 수 있다.
- [56] 또한, 송신 경계면(a'-b')은 수신 경계면(a-b)보다 큰 굴절률을 갖고, 주 도파로의 굴절률 및 가지 도파로의 굴절률에 미리 설정된 범위 내로 근접한 굴절률을 가짐으로써, 반사기(210)로 유입되는 송신 광 신호(220)를 내부 굴절시켜 반사기(210) 내부로 진행시킬 수도 있다. 이에 대한 상세한 설명은 도 4를 참조하여 기재하기로 한다.
- [57] 또한, 송신 경계면(a'-b')은 톱니 구조로 형성되어 반사기(210)로 유입되는 송신 광 신호(220)를 내부 굴절시켜 반사기(210) 내부로 진행시킬 수도 있다. 이에 대한 상세한 설명은 도 6을 참조하여 기재하기로 한다.
- [58] 이 때, 주 도파로의 굴절률, 가지 도파로의 굴절률, 반사기(210)의 굴절률, 송신 경계면(a'-b')이 형성되는 임의의 각도 또는 수신 경계면(a-b)이 형성되는 임의의 각도 중 적어도 어느 하나는 반사기(210)로 유입되는 송신 광 신호(220)가 송신 경계면(a'-b') 및 수신 경계면(a-b)을 통과하는 과정에서 내부 전반사되거나, 외부 반사되지 않도록 적응적으로 조절될 수 있다. 따라서, 반사기(210)로 유입되는 송신 광 신호(220)의 대부분이 반사없이 반사기(210) 내부로 진행되고, 주 도파로로 진행될 수 있다.
- [59] 여기서, 반사기(210)는 도면에 도시된 바와 같이, 송신 경계면(a'-b')이 수직에 가까운 입사각(θ_i')을 갖도록 형성되고 수신 경계면(a-b)의 입사각(θ_i)이 임계각(θ_c)보다 작도록 형성됨으로써, a'-b'-b-a의 사다리 형태로 형성될 수 있지만, 이에 제한되거나 한정되지 않고, 송신 경계면(a'-b')이 수직에 가까운 입사각(θ_i')을 갖도록 형성되고 수신 경계면(a-b)의 입사각(θ_i)이 임계각(θ_c)보다 작도록

형성되는 조건 아래, b'이 b에 근접된 직각 삼각형 형태로 형성될 수도 있다.

- [60] 이와 같은 구조를 갖는 반사기(210)에 유입되는 송신 광 신호(220) 및 유입되는 수신 광 신호(240)는 송신 경계면(a'-b') 및 수신 경계면(a-b)의 다음과 같은 동작에 따라 진행 또는 분리된다.
- [61] 반사기(210)에 유입되는 송신 광 신호(220)는 송신 경계면(a'-b')에 의해 내부 굴절되어 반사기(210) 내부로 진행되고, 반사기(210) 내부로 진행되는 송신 광 신호(230)는 수신 경계면(a-b)에 의해 외부 굴절되어 주 도파로로 진행될 수 있다.
- [62] 반사기(210)에 유입되는 수신 광 신호(240)는 수신 경계면(a-b)에 의해 내부 전반사되어 가지 도파로로 분리될 수 있다.
- [63] 도 3은 제2 실시예에 따른 양방향 광 전송 구조의 도파로를 나타낸 도면이다.
- [64] 도 3을 참조하면, 제2 실시예에 따른 양방향 광 전송 구조의 도파로는 미리 설정된 방향으로 형성되는 주 도파로, 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나에 연결되는 가지 도파로 및 반사기(310)를 포함한다.
- [65] 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나와 가지 도파로가 연결되는 교차점에 배치되는 반사기(310)는 주 도파로의 굴절률 및 가지 도파로의 굴절률보다 큰 굴절률을 갖는 매질로 형성될 수 있다.
- [66] 이러한 경우, 반사기(310)에 포함되는 송신 경계면(a'-b')은 반사기(310)로 유입되는 송신 광 신호(320) 또는 반사기(310)로 유입되는 수신 광 신호(340) 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각(θ_i)이 임계각(θ_c)보다 작도록 임의의 각도로 형성될 수 있다. 따라서, 송신 경계면(a'-b')은 수신 경계면(a-b)에 의해 외부 굴절되어 반사기(310) 내부로 진행되는 수신 광 신호(350)를 내부 전반사시켜 사이드 경계면(b'-c)으로 전달할 수 있다.
- [67] 또한, 송신 경계면(a'-b')은 반사기(310)로 유입되는 송신 광 신호(320)를 외부 굴절시켜 반사기(310) 내부로 진행시킬 수 있다.
- [68] 여기서, 수신 경계면(a-b)은 반사기(310)로 유입되는 송신 광 신호(320) 또는 상기 반사기(310)로 유입되는 수신 광 신호(340)에 대한 입사각(θ_i)이 임계각(θ_c)보다 크도록 임의의 각도로 형성될 수 있다. 따라서, 수신 경계면(a-b)은 반사기(310)로 유입되는 수신 광 신호(340)를 외부 굴절시켜 반사기(310) 내부로 진행시킬 수 있다.
- [69] 또한, 수신 경계면(a-b)은 반사기(310) 내부로 진행되는 송신 광 신호(330)를 내부 굴절시켜 주 도파로로 진행시킬 수 있다.
- [70] 또한, 수신 경계면(a-b)은 송신 경계면(a'-b')보다 작은 굴절률을 갖고, 주 도파로의 굴절률 및 가지 도파로의 굴절률에 미리 설정된 범위 내로 근접한 굴절률을 가짐으로써, 반사기(310)로 유입되는 수신 광 신호(340)를 외부 굴절시켜 반사기(310) 내부로 진행시키고, 반사기(310) 내부로 진행되는 송신 광 신호(330)를 내부 굴절시켜 주 도파로로 진행시킬 수 있다. 이에 대한 상세한 설명은 도 5를 참조하여 기재하기로 한다.
- [71] 또한, 수신 경계면(a-b)은 틱니 구조로 형성되어 반사기(310)로 유입되는 수신

광 신호(340)를 외부 굴절시켜 반사기(310) 내부로 진행시키고, 반사기(310) 내부로 진행되는 송신 광 신호(330)를 내부 굴절시켜 주 도파로로 진행시킬 수도 있다. 이에 대한 상세한 설명은 도 6을 참조하여 기재하기로 한다.

- [72] 사이드 경계면(b'-c)은 전달되는 수신 광 신호(360)에 대한 입사각(θ_i)이 임계각(θ_c)보다 크도록 임의의 각도로 형성될 수 있다. 따라서, 사이드 경계면(b'-c)은 전달되는 수신 광 신호(360)를 내부 굴절시켜 가지 도파로로 분리시킬 수 있다.
- [73] 또한, 사이드 경계면(b'-c)은 송신 경계면(a'-b')보다 작은 굴절률을 갖고, 주 도파로의 굴절률 및 가지 도파로의 굴절률에 미리 설정된 범위 내로 근접한 굴절률을 가짐으로써, 전달되는 수신 광 신호(360)를 내부 굴절시켜 가지 도파로로 분리시킬 수도 있다.
- [74] 이 때, 주 도파로의 굴절률, 가지 도파로의 굴절률, 반사기(310)의 굴절률, 송신 경계면(a'-b')이 형성되는 임의의 각도, 수신 경계면(a-b)이 형성되는 임의의 각도 또는 사이드 경계면(b'-c)이 형성되는 임의의 각도 중 적어도 어느 하나는 반사기(310)로 유입되는 송신 광 신호(320)가 송신 경계면(a'-b') 및 수신 경계면(a-b)를 통과하는 과정에서 내부 전반사되거나, 외부 반사되지 않도록 적응적으로 조절되고, 반사기(310)로 유입되는 수신 광 신호(340)가 수신 경계면(a-b) 및 사이드 경계면(b'-c)를 통과하는 과정에서 내부 전반사되거나, 외부 반사되지 않도록 적응적으로 조절될 수 있다. 따라서, 반사기(310)로 유입되는 송신 광 신호(320)의 대부분이 반사없이 반사기(310) 내부로 진행되고, 주 도파로로 진행될 수 있으며, 반사기(310)로 유입되는 수신 광 신호(340)의 대부분이 수신 경계면(a-b) 및 사이드 경계면(b'-c)에서 반사없이 반사기(310) 내부로 진행되고, 가지 도파로로 분리될 수 있다.
- [75] 여기서, 반사기(310)는 도면에 도시된 바와 같이, 수신 경계면(a-b)이 수직에 가까운 입사각(θ_i)을 갖도록 형성되고 송신 경계면(a'-b')의 입사각(θ_i')이 임계각(θ_c)보다 작도록 형성되며, 사이드 경계면(b'-c)이 주 도파로 및 가지 도파로 사이의 경계와 평행한 각도로 형성됨으로써, a'-b'-b-a의 사다리 형태로 형성될 수 있지만, 이에 제한되거나 한정되지 않고, 수신 경계면(a-b)이 수직에 가까운 입사각(θ_i)이 임계각(θ_c)보다 작도록 형성되며, 사이드 경계면(b'-c)이 주 도파로 및 가지 도파로 사이의 경계와 평행한 각도로 형성되는 조건 아래, a'이 a에 근접된 직각 삼각형 형태로 형성될 수도 있다.
- [76] 이와 같은 구조를 갖는 반사기(310)에 유입되는 송신 광 신호(320) 및 유입되는 수신 광 신호(340)는 송신 경계면(a'-b') 및 수신 경계면(a-b)의 다음과 같은 동작에 따라 진행 또는 분리된다.
- [77] 반사기(310)에 유입되는 송신 광 신호(320)는 송신 경계면(a'-b')에 의해 외부 굴절되어 반사기(310) 내부로 진행되고, 반사기(310) 내부로 진행되는 송신 광 신호(330)는 수신 경계면(a-b)에 의해 내부 굴절되어 주 도파로로 진행될 수 있다.
- [78] 반사기(310)에 유입되는 수신 광 신호(340)는 수신 경계면(a-b)에 의해 외부

굴절되어 반사기(310) 내부로 진행되고, 반사기(310) 내부로 진행되는 수신 광 신호(350)는 송신 경계면(a'-b')에 의해 내부 전반사되어 사이드 경계면(b'-c)으로 전달된 후, 전달되는 수신 광 신호(360)는 사이드 경계면(b'-c)에 의해 내부 굴절되어 가지 도파로로 분리될 수 있다.

[79] 도 4는 제3 실시예에 따른 양방향 광 전송 구조의 도파로를 나타낸 도면이다.

[80] 도 4를 참조하면, 제3 실시예에 따른 양방향 광 전송 구조의 도파로는 미리 설정된 방향으로 형성되는 주 도파로, 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나에 연결되는 가지 도파로 및 반사기(410)를 포함한다.

[81] 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나와 가지 도파로가 연결되는 교차점에 배치되는 반사기(410)는 주 도파로의 굴절률 및 가지 도파로의 굴절률보다 작은 굴절률을 갖는 매질로 형성될 수 있다. 다만, 반사기(410)가 도 2에 도시된 양방향 광 전송 구조의 도파로에 포함되는 반사기와 다른 점은, 반사기(410)의 굴절률이 주 도파로의 굴절률 및 가지 도파로의 굴절률보다 작되, 송신 경계면(a'-b')이 수신 경계면(a-b)보다 큰 굴절률을 갖고, 주 도파로의 굴절률 및 가지 도파로의 굴절률에 미리 설정된 범위 내로 근접한 굴절률을 가짐으로써, 반사기(410)의 굴절률이 송신 경계면(a'-b')으로부터 수신 경계면(a-b)까지 점진적으로 작아진다(411)는 점이다. 이 때, 반사기(410)의 굴절률은 송신 경계면(a'-b')으로부터 수신 경계면(a-b)까지 연속적으로 작아지거나, 복수의 층들에 따라 단계적으로 작아질 수도 있다.

[82] 이에, 선명한 계면(abrupt boundary)인 수신 경계면(a-b)의 굴절률 n_{a-b} , 흐려진 계면(smearred boundary)인 송신 경계면(a'-b')의 굴절률 $n_{a'-b}$ 및 주 도파로와 가지 도파로의 굴절률 n 은 수학식 2와 같은 부등식으로 표현된다.

[83] <수학식 2>

[84] $n_{a-b} < n_{a'-b} \leq n$

[85] 따라서, 송신 경계면(a'-b')은 반사기(410)로 유입되는 송신 광 신호(420) 또는 반사기(410)로 유입되는 수신 광 신호(440) 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각(θ_i)이 임계각(θ_c)보다 크도록 임의의 각도로 형성될 필요없이, 굴절률의 변화만으로, 반사기(410)로 유입되는 송신 광 신호(420)를 내부 굴절시켜 반사기(410) 내부로 진행시킬 수 있다.

[86] 반사기(410)에 포함되는 수신 경계면(a-b)은 반사기(410)로 유입되는 송신 광 신호(420) 또는 반사기(410)로 유입되는 수신 광 신호(440) 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각(θ_i)이 임계각(θ_c)보다 작도록 임의의 각도로 형성될 수 있다. 따라서, 수신 경계면(a-b)은 반사기(410)로 유입되는 수신 광 신호(440)를 내부 전반사시켜 가지 도파로로 분리시킬 수 있다.

[87] 또한, 수신 경계면(a-b)은 송신 경계면(a'-b')에 의해 내부 굴절되어 반사기(410) 내부로 진행되는 송신 광 신호(430)를 외부 굴절시켜 주 도파로로 진행시킬 수 있다.

[88]

- [89] 도 5는 제4 실시예에 따른 양방향 광 전송 구조의 도파로를 나타낸 도면이다.
- [90] 도 5를 참조하면, 제4 실시예에 따른 양방향 광 전송 구조의 도파로는 미리 설정된 방향으로 형성되는 주 도파로, 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나에 연결되는 가지 도파로 및 반사기(510)를 포함한다.
- [91] 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나와 가지 도파로가 연결되는 교차점에 배치되는 반사기(510)는 주 도파로의 굴절률 및 가지 도파로의 굴절률보다 큰 굴절률을 갖는 매질로 형성될 수 있다. 다만, 반사기(510)가 도 3에 도시된 양방향 광 전송 구조의 도파로에 포함되는 반사기와 다른 점은, 반사기(510)의 굴절률이 주 도파로의 굴절률 및 가지 도파로의 굴절률보다 크되, 수신 경계면(a-b)이 송신 경계면(a'-b')보다 작은 굴절률을 갖고, 주 도파로의 굴절률 및 가지 도파로의 굴절률에 미리 설정된 범위 내로 근접한 굴절률을 가짐으로써, 반사기(510)의 굴절률이 수신 경계면(a-b)로부터 송신 경계면(a'-b')까지 점진적으로 커진다(511)는 점이다. 이 때, 반사기(510)의 굴절률은 수신 경계면(a-b)로부터 송신 경계면(a'-b')까지 연속적으로 작아지거나, 복수의 층들에 따라 단계적으로 작아질 수도 있다.
- [92] 이에, 선명한 계면인 송신 경계면(a'-b')의 굴절률 $n_{a'-b'}$, 흐려진 계면인 수신 경계면(a-b)의 굴절률 n_{a-b} , 및 주 도파로와 가지 도파로의 굴절률 n 은 수학식 3과 같은 부등식으로 표현된다.
- [93]
- [94] <수학식 3>
- [95] $n_{a'-b'} > n_{a-b} \approx n$
- [96] 따라서, 수신 경계면(a-b)는 반사기(510)로 유입되는 송신 광 신호(520) 또는 반사기(510)로 유입되는 수신 광 신호(540)에 대한 입사각(θ_i)이 임계각(θ_c)보다 크도록 임의의 각도로 형성될 필요없이, 굴절률의 변화만으로, 반사기(510)로 유입되는 수신 광 신호(540)를 외부 굴절시켜 반사기(510) 내부로 진행시킬 수 있고, 반사기(510) 내부로 진행되는 송신 광 신호(530)를 내부 굴절시켜 주 도파로로 진행시킬 수 있다.
- [97] 반사기(510)에 포함되는 송신 경계면(a'-b')은 반사기(510)로 유입되는 송신 광 신호(520) 또는 반사기(510)로 유입되는 수신 광 신호(540) 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각(θ_i)이 임계각(θ_c)보다 작도록 임의의 각도로 형성될 수 있다. 따라서, 송신 경계면(a'-b')은 수신 경계면(a-b)에 의해 외부 굴절되어 반사기(510) 내부로 진행되는 수신 광 신호(550)를 내부 전반사시켜 사이드 경계면(b'-c)으로 전달할 수 있다.
- [98] 또한, 송신 경계면(a'-b')은 반사기(510)로 유입되는 송신 광 신호(520)를 외부 굴절시켜 반사기(510) 내부로 진행시킬 수 있다.
- [99] 사이드 경계면(b'-c)은 전달되는 수신 광 신호(560)에 대한 입사각(θ_i)이 임계각(θ_c)보다 크도록 임의의 각도로 형성될 수 있다. 따라서, 사이드 경계면(b'-c)은 전달되는 수신 광 신호(560)를 내부 굴절시켜 가지 도파로로

분리시킬 수 있다.

- [100] 마찬가지로, 사이드 경계면(b'-c)은 송신 경계면(a'-b')보다 작은 굴절률을 갖고, 주 도파로의 굴절률 및 가지 도파로의 굴절률에 미리 설정된 범위 내로 근접한 굴절률을 가짐으로써, 전달되는 수신 광 신호(560)에 대한 입사각(θ_i)이 임계각(θ_c)보다 크도록 임의의 각도로 형성될 필요없이, 굴절률의 변화만으로, 전달되는 수신 광 신호(360)를 내부 굴절시켜 가지 도파로로 분리시킬 수도 있다.
- [101] 도 6은 제5 실시예에 따른 양방향 광 전송 구조의 도파로를 나타낸 도면이다.
- [102] 도 6을 참조하면, 제5 실시예에 따른 양방향 광 전송 구조의 도파로는 미리 설정된 방향으로 형성되는 주 도파로, 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나에 연결되는 가지 도파로 및 반사기(610)를 포함한다.
- [103] 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나와 가지 도파로가 연결되는 교차점에 배치되는 반사기(610)는 주 도파로의 굴절률 및 가지 도파로의 굴절률보다 작은 굴절률을 갖는 매질로 형성될 수 있다.
- [104] 송신 경계면(a'-b')은 반사기(610)로 유입되는 송신 광 신호(620) 또는 반사기(610)로 유입되는 수신 광 신호(640) 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각이 임계각(θ_c)보다 크도록 임의의 각도로 형성될 필요없이, 톱니 구조(611)로 형성됨으로써, 반사기(610)로 유입되는 송신 광 신호(620)를 내부 굴절시켜 반사기(610) 내부로 진행시킬 수 있다. 여기서 톱니 구조(611)는 광 신호의 파장보다 작은 크기의 침상(needle) 또는 삼각뿔이 반복적으로 나열되는 구조로서, 나방 눈(moth eye) 구조를 의미한다. 이와 같은 톱니 구조(611)는 광 신호의 평균 굴절률이 연속적으로 변화하는 효과를 가져오기 때문에, 송신 경계면(a'-b')에 적용되어, 반사기(610)로 유입되는 송신 광 신호(620)를 반사없이 반사기(610) 내부로 진행시킬 수 있다.
- [105] 반사기(610)에 포함되는 수신 경계면(a-b)은 반사기(610)로 유입되는 송신 광 신호(620) 또는 반사기(610)로 유입되는 수신 광 신호(640) 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각(θ_i)이 임계각(θ_c)보다 작도록 임의의 각도로 형성될 수 있다. 따라서, 수신 경계면(a-b)은 반사기(610)로 유입되는 수신 광 신호(640)를 내부 전반사시켜 가지 도파로로 분리시킬 수 있다.
- [106] 또한, 수신 경계면(a-b)은 송신 경계면(a'-b')에 의해 내부 굴절되어 반사기(610) 내부로 진행되는 송신 광 신호(630)를 외부 굴절시켜 주 도파로로 진행시킬 수 있다.
- [107] 마찬가지로, 이러한 톱니 구조(611)는 도 5에 도시된 양방향 광 전송 구조의 도파로에 포함되는 반사기의 수신 경계면(a-b)에 적용되어, 수신 경계면(a-b)이 반사기로 유입되는 송신 광 신호 또는 반사기로 유입되는 수신 광 신호 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각이 임계각(θ_c)보다 크도록 임의의 각도로 형성될 필요없이, 톱니 구조(611)로 형성됨으로써, 반사기로 유입되는 수신 광 신호를 외부 굴절시켜 반사기 내부로 진행시킬 수도 있다.

발명의 실시를 위한 형태

- [108] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [109] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

청구범위

- [청구항 1] 미리 설정된 방향으로 형성되는 주 도파로(main waveguide);
 상기 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나에 연결되는 가지 도파로(branch waveguide); 및
 상기 주 도파로의 양끝단 중 적어도 어느 하나와 상기 가지 도파로가 연결되는 교차점에 배치되고, 상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률과 다른 굴절률을 갖는 반사기(reflector)를 포함하고,
 상기 반사기는
 유입되는 송신 광 신호 및 유입되는 수신 광 신호를 각각 다른 형태로 굴절 또는 반사시킴으로써, 상기 유입되는 송신 광 신호를 상기 주 도파로로 진행시키고, 상기 유입되는 수신 광 신호를 상기 가지 도파로로 분리시키는, 양방향 광 전송 구조의 도파로.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 반사기에 포함되는 경계면들(boundaries) 중 적어도 어느 하나의 경계면은
 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호 또는 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각(incident angle)이 내부 전반사(total internal reflection)가 발생하는 임계각(critical angle)보다 작도록 임의의 각도로 형성되어, 상기 내부 전반사를 이용하여 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호를 반사시켜 상기 가지 도파로로 분리시키는, 양방향 광 전송 구조의 도파로.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
 상기 반사기의 굴절률이 상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률보다 작은 경우, 상기 반사기에 포함되는 수신 경계면은
 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호 또는 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각이 상기 임계각보다 작도록 임의의 각도로 형성되어, 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호를 내부 전반사시켜 상기 가지 도파로로 분리시키고,
 상기 반사기에 포함되고, 상기 수신 경계면과 구별되는 송신 경계면에 의해 내부 굴절(internal refraction)되어 상기 반사기 내부로 진행되는 송신 광 신호를 외부 굴절(external refraction)시켜 상기 주 도파로로 진행시키는, 양방향 광 전송 구조의 도파로.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
 상기 송신 경계면은
 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호 또는 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각이 상기 임계각보다 크도록

- 임의의 각도로 형성되어, 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호를 내부 굴절시켜 상기 반사기 내부로 진행시키는, 양방향 광 전송 구조의 도파로.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
상기 주 도파로의 굴절률, 상기 가지 도파로의 굴절률, 상기 반사기의 굴절률, 상기 송신 경계면이 형성되는 임의의 각도 또는 상기 수신 경계면이 형성되는 임의의 각도 중 적어도 어느 하나는
상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호가 상기 송신 경계면 및 상기 수신 경계면을 통과하는 과정에서 내부 전반사되거나, 외부 반사(external reflection)되지 않도록 적응적으로 조절되는, 양방향 광 전송 구조의 도파로.
- [청구항 6] 제3항에 있어서,
상기 송신 경계면은
상기 수신 경계면보다 큰 굴절률을 갖고, 상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률에 미리 설정된 범위 내로 근접한 굴절률을 가짐으로써, 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호를 내부 굴절시켜 상기 반사기 내부로 진행시키고,
상기 반사기는
상기 송신 경계면으로부터 상기 수신 경계면까지 점진적으로 작아지는 굴절률을 갖는, 양방향 광 전송 구조의 도파로.
- [청구항 7] 제3항에 있어서,
상기 송신 경계면은
툽니 구조로 형성되어, 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호를 내부 굴절시켜 상기 반사기 내부로 진행시키는, 양방향 광 전송 구조의 도파로.
- [청구항 8] 제2항에 있어서,
상기 반사기의 굴절률이 상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률보다 큰 경우, 상기 반사기에 포함되는 송신 경계면은
상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호 또는 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각이 상기 임계각보다 작도록 임의의 각도로 형성되어, 상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호를 외부 굴절시켜 상기 반사기 내부로 진행시키고,
상기 반사기에 포함되고, 상기 송신 경계면과 구별되는 수신 경계면에 의해 외부 굴절되어 상기 반사기 내부로 진행되는 수신 광 신호를 내부 전반사시켜 상기 반사기에 포함되고, 상기 송신 경계면 및 상기 수신 경계면과 구별되어 상기 가지 도파로가 배치되는 방향에 위치하는 사이드 경계면으로 전달하는, 양방향 광 전송 구조의 도파로.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,
상기 수신 경계면은
상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호 또는 상기 반사기로 유입되는 수신

광 신호 중 적어도 어느 하나에 대한 입사각이 상기 임계각보다 크도록 임의의 각도로 형성되어, 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호를 외부 굴절시켜 상기 반사기 내부로 진행시키고,
상기 반사기 내부로 진행되는 송신 광 신호를 내부 굴절시켜 상기 주 도파로로 진행시키는, 양방향 광 전송 구조의 도파로.

[청구항 10]

제8항에 있어서,
상기 사이드 경계면은
상기 전달되는 수신 광 신호에 대한 입사각이 상기 임계각보다 크도록 임의의 각도로 형성되어, 상기 전달되는 수신 광 신호를 내부 굴절시켜 상기 가지 도파로로 분리시키는, 양방향 광 전송 구조의 도파로.

[청구항 11]

제10항에 있어서,
상기 주 도파로의 굴절률, 상기 가지 도파로의 굴절률, 상기 반사기의 굴절률, 상기 송신 경계면이 형성되는 임의의 각도, 상기 수신 경계면이 형성되는 임의의 각도 또는 상기 사이드 경계면이 형성되는 임의의 각도 중 적어도 어느 하나는
상기 반사기로 유입되는 송신 광 신호가 상기 송신 경계면 및 상기 수신 경계면을 통과하는 과정에서 내부 전반사되거나, 외부 반사되지 않도록 적응적으로 조절되고,
상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호가 상기 수신 경계면 및 상기 사이드 경계면을 통과하는 과정에서 내부 전반사되거나, 외부 반사되지 않도록 적응적으로 조절되는, 양방향 광 전송 구조의 도파로.

[청구항 12]

제8항에 있어서,
상기 수신 경계면은
상기 송신 경계면보다 작은 굴절률을 갖고, 상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률에 미리 설정된 범위 내로 근접한 굴절률을 가짐으로써, 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호를 외부 굴절시켜 상기 반사기 내부로 진행시키고,
상기 반사기는
상기 수신 경계면으로부터 상기 송신 경계면까지 점진적으로 커지는 굴절률을 갖는, 양방향 광 전송 구조의 도파로.

[청구항 13]

제8항에 있어서,
상기 수신 경계면은
툽니 구조로 형성되어, 상기 반사기로 유입되는 수신 광 신호를 외부 굴절시켜 상기 반사기 내부로 진행시키는, 양방향 광 전송 구조의 도파로.

[청구항 14]

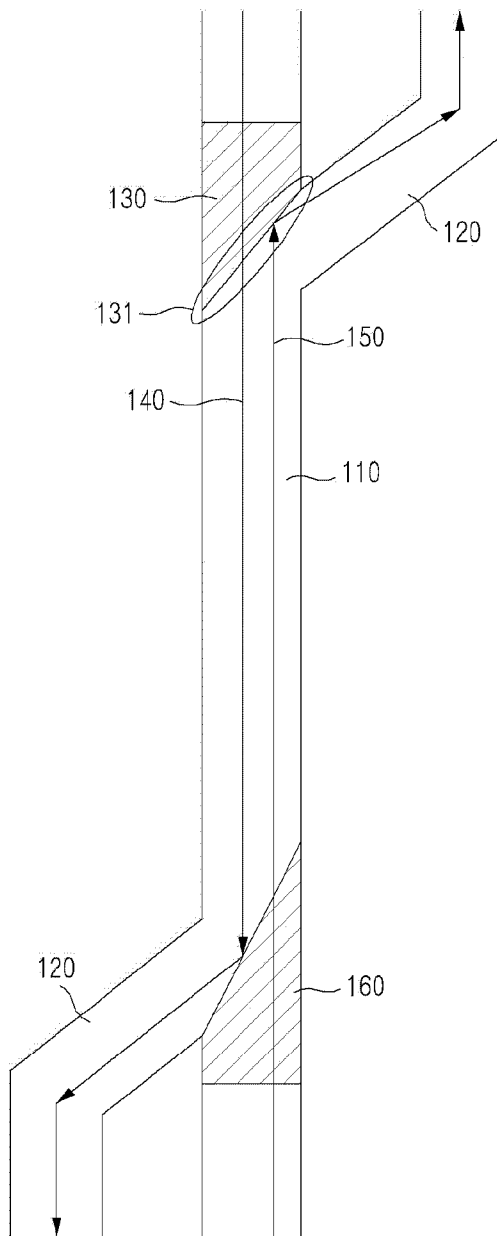
제8항에 있어서,
상기 사이드 경계면은
상기 송신 경계면보다 작은 굴절률을 갖고, 상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률에 미리 설정된 범위 내로 근접한 굴절률을

가짐으로써, 상기 전달되는 수신 광 신호를 내부 굴절시켜 상기 가지 도파로로 분리시키는, 양방향 광 전송 구조의 도파로.

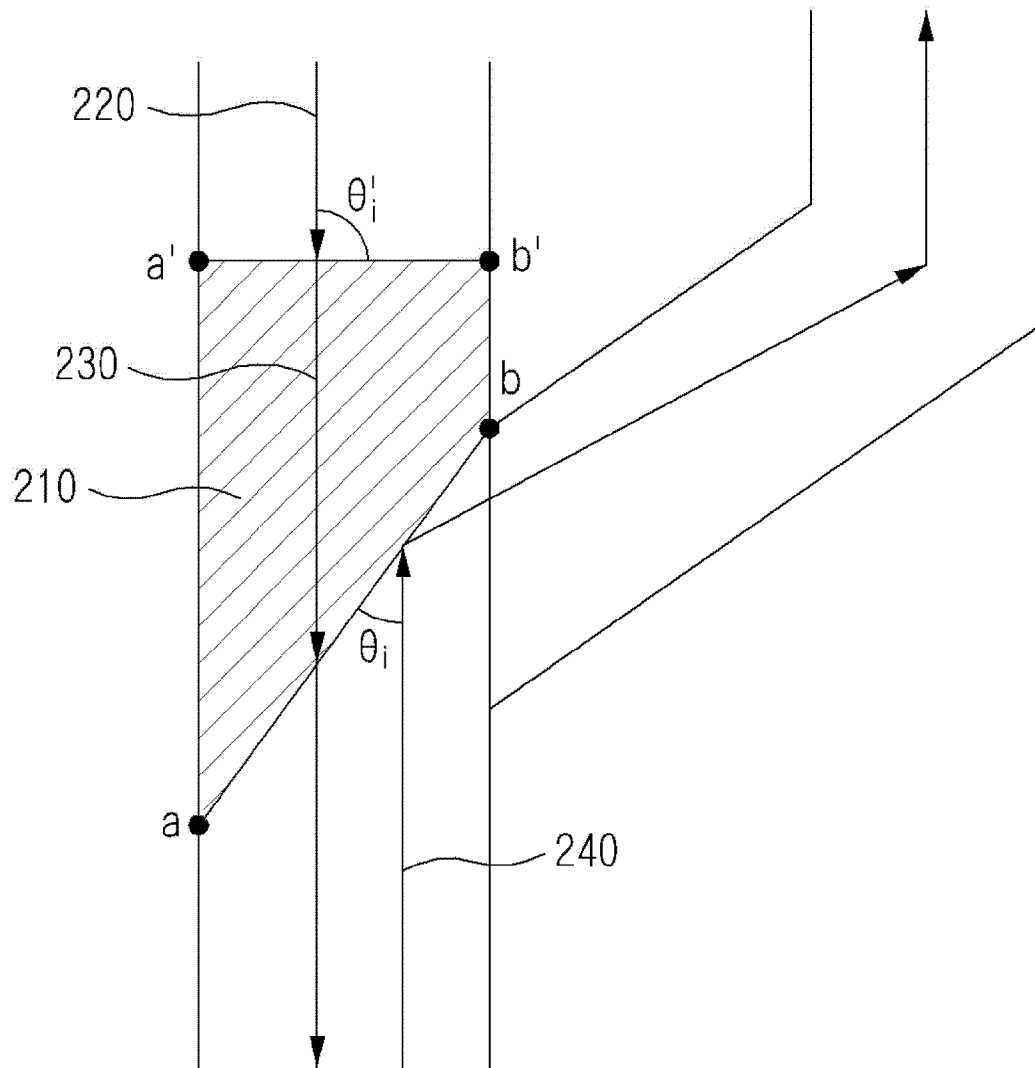
[청구항 15] 제1항에 있어서,
상기 주 도파로 및 상기 가지 도파로는
반도체 소자로 형성되고,
상기 반사기는
상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률과 다른 굴절률을
갖도록 불순물 도핑되어 형성되는, 양방향 광 전송 구조의 도파로.

[청구항 16] 제15항에 있어서,
상기 반사기는
상기 주 도파로의 굴절률 및 상기 가지 도파로의 굴절률과 다른 굴절률을
갖도록 결정 결함이 생성된 반도체로 형성되는, 양방향 광 전송 구조의
도파로.

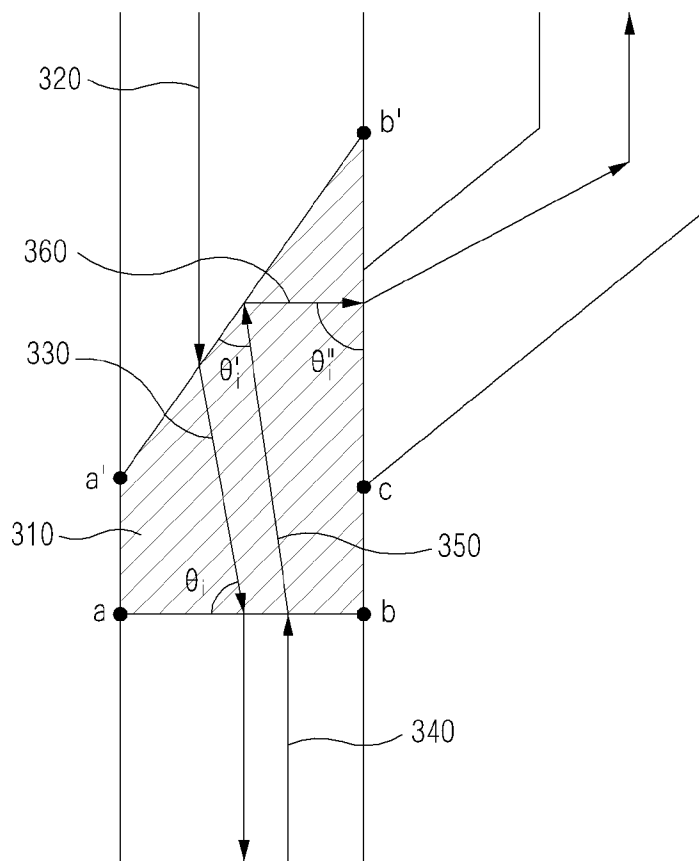
[도1]



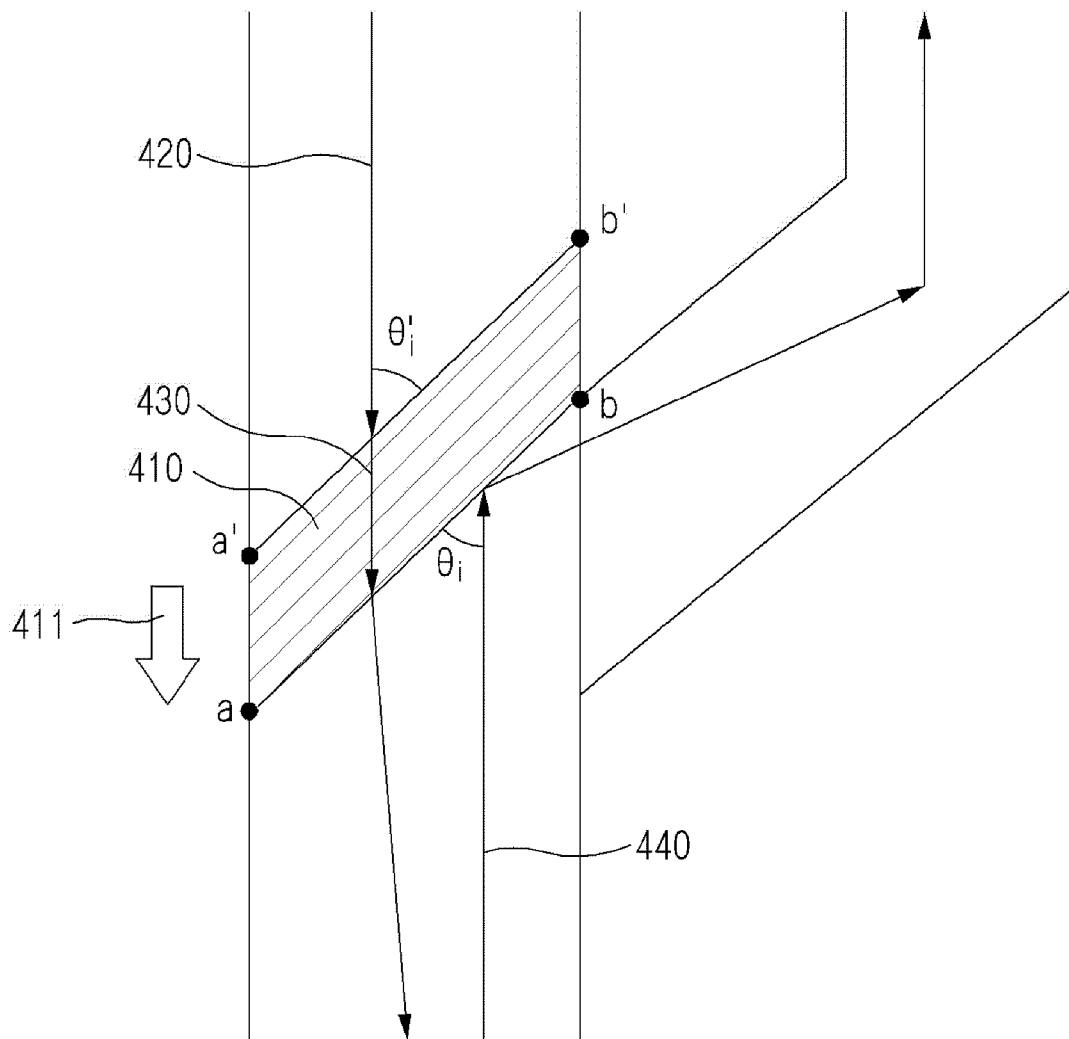
[도2]



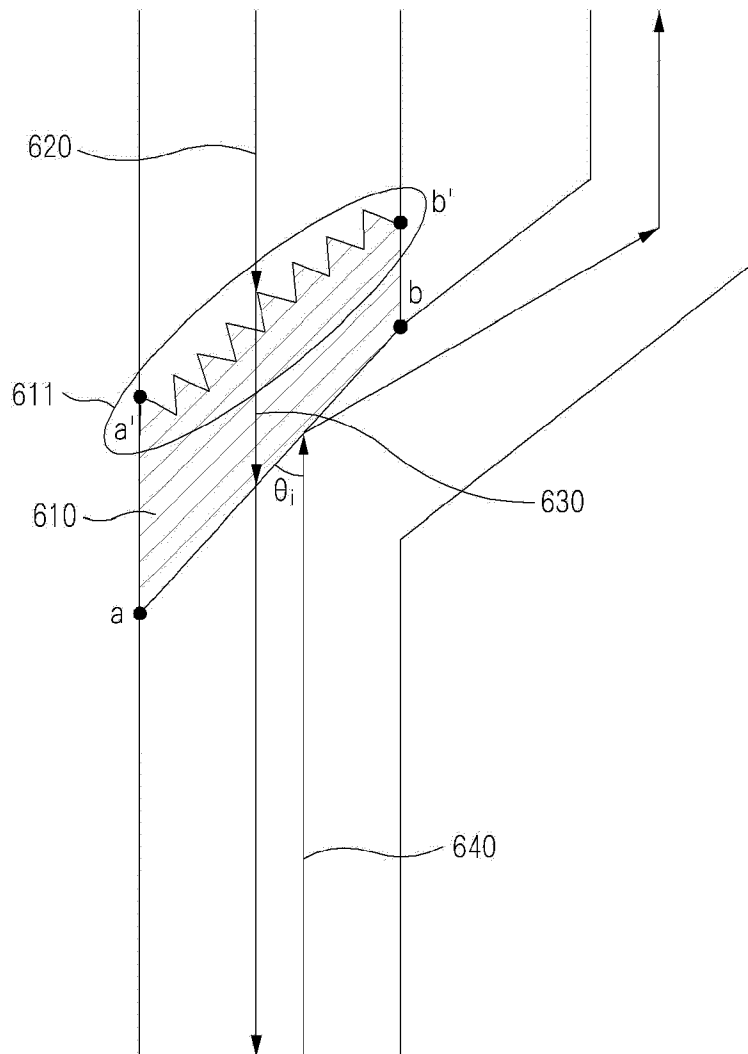
[도3]



[도4]



[도6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/000261**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G02B 6/35(2006.01)i, G02B 6/26(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B 6/35; G02B 6/122; G02B 6/42; G02F 3/00; G02B 6/13; G02B 6/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: bi-directional, optical transmission, waveguide, reflective index, boundary aspect

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 10-325911 A (NOK CORP.) 08 December 1998 See paragraphs [0009], [0012], [0038], [0040] and figure 5.	1-2,8-11
Y		15-16
A		3-7,12-14
Y	KR 10-2014-0042007 A (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 07 April 2014 See paragraph [0065] and claims 1-3.	15-16
A	JP 2006-301566 A (FUJI XEROX CO., LTD.) 02 November 2006 See abstract and figures 1-3.	1-16
A	JP 2007-147740 A (HITACHI CABLE LTD.) 14 June 2007 See abstract and claims 1-7.	1-16
A	KR 10-1129223 B1 (CHUNG-ANG UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMY COOPERATION FOUNDATION) 26 March 2012 See abstract and figures 5, 8-9.	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 APRIL 2016 (26.04.2016)

Date of mailing of the international search report

26 APRIL 2016 (26.04.2016)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/000261

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 10-325911 A	08/12/1998	NONE	
KR 10-2014-0042007 A	07/04/2014	KR 10-1432508 B1	22/08/2014
JP 2006-301566 A	02/11/2006	US 07386213 B2 US 2007-0025671 A1	10/06/2008 01/02/2007
JP 2007-147740 A	14/06/2007	NONE	
KR 10-1129223 B1	26/03/2012	KR 10-2011-0087509 A	03/08/2011

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G02B 6/35(2006.01)i, G02B 6/26(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G02B 6/35; G02B 6/122; G02B 6/42; G02F 3/00; G02B 6/13; G02B 6/26

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 양방향, 광전송, 도파로, 굴절률, 경계면

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	JP 10-325911 A (NOK CORP.) 1998.12.08 단락 [0009], [0012], [0038], [0040] 및 도면 5 참조.	1-2, 8-11
Y		15-16
A		3-7, 12-14
Y	KR 10-2014-0042007 A (한국과학기술원) 2014.04.07 단락 [0065] 및 청구항 1-3 참조.	15-16
A	JP 2006-301566 A (FUJI XEROX CO., LTD.) 2006.11.02 요약 및 도면 1-3 참조.	1-16
A	JP 2007-147740 A (HITACHI CABLE LTD.) 2007.06.14 요약 및 청구항 1-7 참조.	1-16
A	KR 10-1129223 B1 (중앙대학교 산학협력단) 2012.03.26 요약 및 도면 5, 8-9 참조.	1-16

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2016년 04월 26일 (26.04.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 04월 26일 (26.04.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

강성철

전화번호 +82-42-481-8405



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 10-325911 A	1998/12/08	없음	
KR 10-2014-0042007 A	2014/04/07	KR 10-1432508 B1	2014/08/22
JP 2006-301566 A	2006/11/02	US 07386213 B2	2008/06/10
		US 2007-0025671 A1	2007/02/01
JP 2007-147740 A	2007/06/14	없음	
KR 10-1129223 B1	2012/03/26	KR 10-2011-0087509 A	2011/08/03