(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0098257
(43) 공개일자 2008년11월07일

(51) Int. Cl.
G02B 6/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0043709
(22) 출원일자 2007년05월04일
심사청구일자 2007년05월04일

(71) 출원인
국방과학연구소
대전 유성구 수남동 111번지
(72) 발명자
안준은
대전 유성구 지족동 열매마을4단지 402동 1201호
조민식
대전 유성구 전민동 청구나래아파트 104동 601호
(74) 대리인
박장원

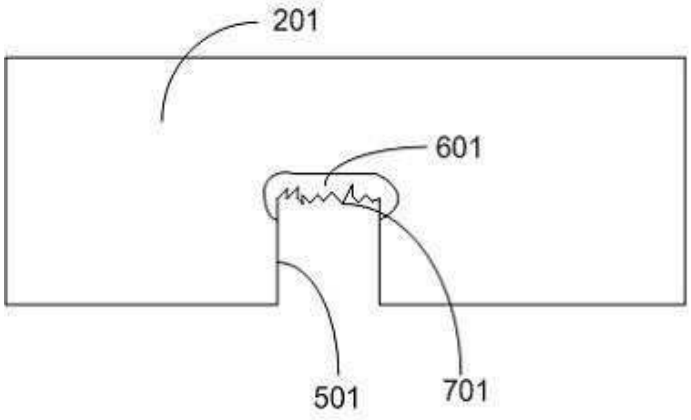
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 집적 광학 소자 및 이에 사용되는 공간 필터의 제조 방법

(57) 요 약

본 발명은 높은 편광 소광 특성을 지니는 집적 광학 소자 및 이에 사용되는 공간 필터의 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명은 기판의 상면에 길이 방향으로 도파로가 형성되고, 상기 기판의 하면에 그루브가 형성되며, 이 그루브를 이루는 적어도 일부의 표면에 비정질 영역 및 마이크로 크랙이 형성된 것을 특징으로 하는 집적 광학 소자를 제공한다. 또한, 본 발명은 집적 광학 소자 기판의 일 면에 그루브를 형성하는 단계와, 상기 그루브를 이루는 적어도 일부의 표면을 레이저 조사에 의해 비정질화시키고 이 비정질화된 표면에 마이크로 크랙을 형성하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 집적 광학 소자용 공간 필터의 제조 방법을 제공한다.

대 표 도 - 도3b



특허청구의 범위

청구항 1

기판과,

상기 기판의 상면에 길이 방향으로 형성된 도파로와,

상기 기판의 하면에 형성된 공간 필터를 포함하여 이루어지며,

상기 공간 필터는 상기 기판의 하면에 형성된 그루브로서 이 그루브를 이루는 적어도 일부의 표면에 비정질 영역 및 마이크로 크랙이 형성된 것을 특징으로 하는 집적 광학 소자.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 그루브는 복수 개 형성되며, 길이 방향으로 상기 기판의 1/4 지점, 1/2 지점, 3/4 지점에 형성된 것을 특징으로 하는 집적 광학 소자.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 그루브의 폭은 최대 500 ㎛이고, 깊이는 상기 기판 두께의 최대 70%인 것을 특징으로 하는 집적 광학 소자.

청구항 4

(가) 집적 광학 소자 기판의 일 면에 그루브 (groove)를 형성하는 단계와,

(나) 상기 그루브를 이루는 적어도 일부의 표면을 레이저 조사에 의해 비정질화시키고 이 비정질화된 표면에 마이크로 크랙을 형성하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 집적 광학 소자용 공간 필터의 제조 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 (가) 단계에서 상기 그루브는 다이싱 소우 (dicing saw), 화학적 식각, 다이아몬드 컷팅, 또는 마이크로 머시닝 (micro-machining)에 의하여 형성하는 것을 특징으로 하는 집적 광학 소자용 공간 필터의 제조 방법.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 (나) 단계에서 레이저의 펄스 및 출력을 조절하여 비정질화 및 마이크로 크랙의 양을 조절하는 것을 특징으로 하는 집적 광학 소자용 공간 필터의 제조 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<9> 본 발명은 높은 편광 소광 특성을 지니는 집적 광학 소자 및 이에 사용되는 공간 필터의 제조 방법에 관한 것이다.

<10> 양자 교환 (proton exchange) 방법에 의해 제조된 광도파로를 가지는 집적 광학 소자에 있어서, 기판으로 이용한 리튬니오베이트 ($LiNbO_3$)는 단일 광축 결정 (uniaxial crystal)으로 빛의 편광 방향에 따라 굴절률이 다르게 보이는 성질이 있다. 리튬니오베이트 기판에 양자 교환을 하게 되면 이상 굴절률은 증가하는 반면, 정상 굴절률은 감소하게 된다.

<11> 양자 교환에 의해 증가된 이상굴절률을 보는 빛만이 도파되는데, X-cut, Y-cut 리튬니오베이트 기판의 경우 TE (Transverse Electric) 모드 광 (light)만이 도파로를 따라 도파된다. 도파되지 못하는 모드의 빛은 리튬니오베

이트 기판 내부에서 대부분 소멸된다. 그러나, 일부 TM (Transverse Magnetic) 모드 성분이 기판 바닥면에서 반사되어 집적 광학 소자 출력단 광섬유에 입사되어, 집적 광학 소자 편광 소광 특성 저하를 초래하게 된다. TM 모드 성분의 출력단 광섬유로의 진행을 막는 방법으로 리튬니오베이트 기판 바닥면에 그루브 (groove)를 형성하고, 그루브를 공간 필터로 이용하는 방법이 있다.

<12> 그루브를 형성하는 방법으로는 물리적 가공 방법으로 다이싱 소우 (dicing saw), 레이저 가공 등이 있으며, 화학적 방법으로는 케미컬을 이용한 습식 식각 방법이 있다.

<13> 그런데, 종래의 기술에 의한 다이싱 소우에 의한 그루브 형성은, 가공 면에서의 TM 모드 성분 재반사에 의해 편광 소광 특성이 만족스럽지 않다.

<14> 또한, 레이저 가공에 의한 그루브 형성은, 레이저의 작은 스폿 (spot) 크기로 인해 그루브 형성에 많은 시간이 소요되며, 그루브의 깊이가 일정하지 않아 Y형 광 분할기 특성을 가지는 집적 광학 소자의 출력단 두 개의 편광 소광 특성이 일치하지 않는 경우가 빈번하다.

<15> 또한, 케미컬을 이용한 습식 방법에 의한 그루브 형성은, 별도의 식각용 마스크를 필요로 하는 등의 공정 절차가 복잡하다는 단점을 가지고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<16> 본 발명은 이러한 종래의 문제점들을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명은 TM 모드 성분의 출력단 광섬유로의 진행을 막기 위해 기판 바닥면에 그루브를 형성하되, 이 그루브를 이루는 표면을 레이저 조사에 의해 개질시킴으로써, 상기 그루브의 공간 필터로서의 성능을 향상시키는 데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

<17> 이러한 목적은 다음의 본 발명의 구성에 의하여 달성될 수 있다.

<18> (1) 기판과,

<19> 상기 기판의 상면에 길이 방향으로 형성된 도파로와,

<20> 상기 기판의 하면에 형성된 공간 필터를 포함하여 이루어지며,

<21> 상기 공간 필터는 상기 기판의 하면에 형성된 그루브로서 이 그루브를 이루는 적어도 일부의 표면에 비정질 영역 및 마이크로 크랙이 형성된 것을 특징으로 하는 집적 광학 소자.

<22> (2) (가) 집적 광학 소자 기판의 일 면에 그루브 (groove)를 형성하는 단계와,

<23> (나) 상기 그루브를 이루는 적어도 일부의 표면을 레이저 조사에 의해 비정질화시키고 이 비정질화된 표면에 마이크로 크랙을 형성하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 집적 광학 소자용 공간 필터의 제조 방법.

<24> 이하, 첨부 도면에 따라 본 발명의 최선의 실시 상태를 상세히 설명하겠다.

<25> 도 1에 의하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 집적 광학 소자는 리튬니오베이트 기판(201)과, 이 기판(201)의 상면에 길이 방향으로 형성된 광도파로(301)와, 상기 기판(201)의 하면에 형성된 공간 필터(도시되지 않음)를 포함하여 이루어진다. 상기 광도파로(301)의 입력단과 출력단은 각각 입력단 광섬유(101)와 출력단 광섬유(102)와 연결된다.

<26> 여기서, 상기 공간 필터는 상기 기판(201)의 하면에 형성된 그루브로서 이 그루브를 이루는 적어도 일부의 표면에 비정질 영역 및 마이크로 크랙이 형성된 것을 특징으로 한다. 이에 따라, 출력단 광섬유로 진행하는 TM 모드가 공간 필터의 비정질화된 표면과 마이크로 크랙에 의해 산란 및 흡수되어 TM 모드 진행이 효과적으로 억제된다. 따라서, 본 발명에 의하면, 높은 편광 소광 특성을 가지는 집적 광학 소자를 얻을 수 있다.

<27> 도 2는 도 1의 기판 방향 단면을 나타낸 도면이다. 도 2에 나타낸 바와 같이, 상기 그루브의 위치는, TM 모드 광(401, 402)의 효과적인 차단을 위해, 집적 광학 소자의 길이 방향으로 가운데 지점(501b)을 포함하여, 1/4 지점(501a)과, 3/4 지점(501c)을 선택하는 것이 바람직하다.

<28> 또한, 상기 그루브의 깊이와 폭은, 집적 광학 소자가 파손되지 않는 경우라면, 깊이는 깊을수록, 폭은 넓을수록 편광 소광 특성의 향상이 기대되나, 바람직하게는 폭은 500 ㎛ 이하, 깊이는 기판 두께의 70%를 넘지 않는 것이

좋다.

<29> 이하에서는, 도 3a 및 도 3b에 따라 본 발명에 의한 집적 광학 소자용 공간 필터를 제조하는 방법에 대하여 상세히 설명하겠다.

<30> 먼저, 집적 광학 소자 기판(201)의 일 면에 그루브(501)를 형성한다 (도 3a).

<31> 본 발명에서, 상기 그루브(501)는 다이싱 소우 (dicing saw), 화학적 식각, 다이아몬드 컷팅, 또는 마이크로 머시닝 (micro-machining)에 의하여 형성할 수 있다.

<32> 이 그루브 형성 공정은 양자 교환을 이용한 광도파로(301) 형성 전 또는 후 언제라도 가능하나, 입력단 광섬유(101)와 출력단 광섬유(102)를 집적 광학 소자와 접합하는 공정 이전에 이루어져야 한다.

<33> 그 다음, 상기 그루브(501)를 이루는 적어도 일부의 표면을 레이저 조사에 의해 비정질화시키고 이 비정질화된 표면에 마이크로 크랙(701)을 형성한다 (도 3b). 도면 부호 601은 레이저 조사에 의하여 표면이 개질된 비정질 영역을 나타낸다.

<34> 상기 기판(201)의 바닥면에 형성된 그루브(501)를 이루는 표면에 레이저를 조사함으로써, 가공 부분 주변에 열변형을 발생시켜 상기 그루브 표면을 비정질화시키고, 열 왜곡에 의한 파손을 유도하여 마이크로 크랙 (micro crack)을 형성한다.

<35> 예컨대, 다이싱 소우에 의해 형성된 그루브 면에 CO_2 레이저 또는 Nd:YAG 레이저를 조사한다. 레이저 펄스는 기판에 연속적으로 흡수되며, 일정 레벨의 열 에너지를 흡수한 후에 기판을 순간적으로 기화시킨다. 상호 작용에 의해 기화한 물질이 웨이퍼에서 열 에너지를 빼앗으므로 기판으로의 열 영향을 최소화할 수 있다. 레이저의 스폿 사이즈가 수 ㎛에 불과하므로, 집적 광학 소자는 프로그래밍된 자동 이송 장치 등을 이용하여 레이저 스폿 사이즈에 비해 넓은 면적을 갖는 그루브 표면에 대한 레이저 가공을 수월하게 시행할 수 있다.

<36> 이때, 집적 광학 소자가 물리적으로 파손되거나, 또는 광도파로 특성에 영향을 미치지 않는 범위에서 레이저의 펄스와 출력을 조절하여 상기 그루브 표면에 레이저의 열 에너지에 의한 비정질 영역(601) 형성 및 마이크로 크랙(701) 형성 등과 같은 표면 개질 효과가 크게 발생할 수 있도록 조절한다. 마이크로 크랙 또는 비정질 영역이 클수록 집적 광학 소자의 편광 소광 특성은 향상된다.

<37> 이상, 본 발명을 도시된 예를 중심으로 하여 설명하였으나 이는 예시에 지나지 아니하며, 본 발명은 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 다양한 변형 및 균등한 기타의 실시예를 수행할 수 있다는 사실을 이해하여야 한다.

발명의 효과

<38> 본 발명에 의하면, 다이싱 소우 방법 등에 의해 기판 하면에 그루브를 형성하여 작업 시간을 단축시킬 수 있고, 레이저 조사에 의해 그루브 표면에 비정질 영역 및 마이크로 크랙을 형성하여 집적 광학 소자의 편광 소광 특성을 향상시킬 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 집적 광학 소자를 개략적으로 나타낸 사시도이다.

<2> 도 2는 공간 필터에 의한 TM 모드 제거 방법을 나타내는 개념도이다.

<3> 도 3a는 다이싱 소우에 의해 형성된 그루브의 개념도이고, 도 3b는 레이저 조사에 의해 생성된 리튬니오베이트 기판 면의 비정질 영역 및 마이크로 크랙을 나타내는 개념도이다.

<4> * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

<5> 101: 입력단 광섬유 102: 출력단 광섬유

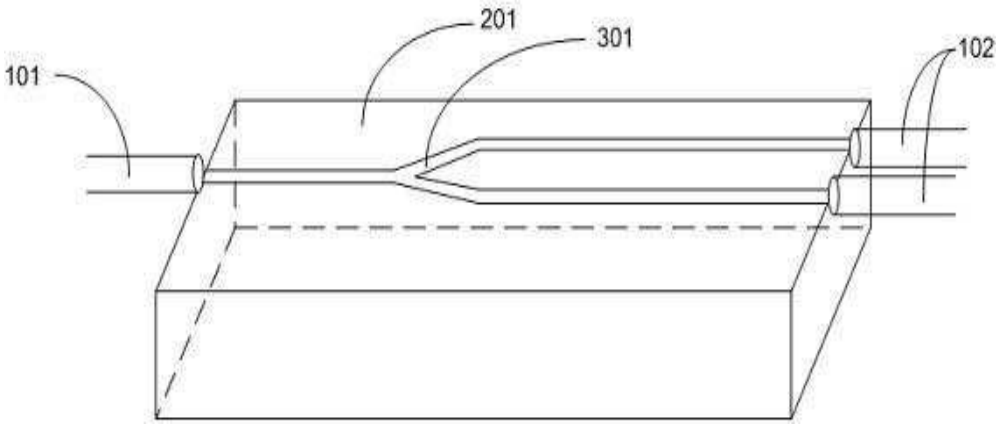
<6> 201: 리튬니오베이트 기판 301: 광도파로

<7> 401,402: TM 모드 광 501, 501a, 501b, 501c: 그루브

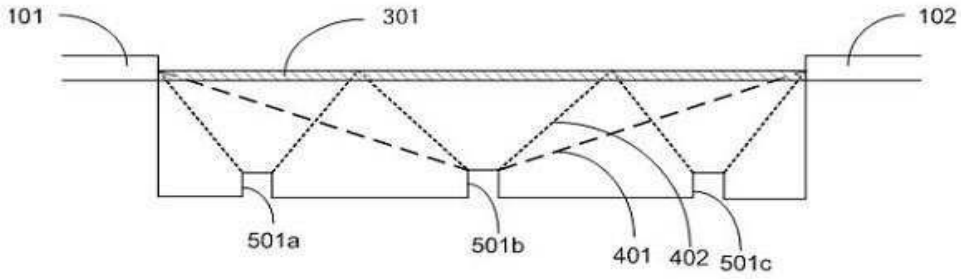
<8> 601: 비정질 영역 701: 마이크로 크랙

도면

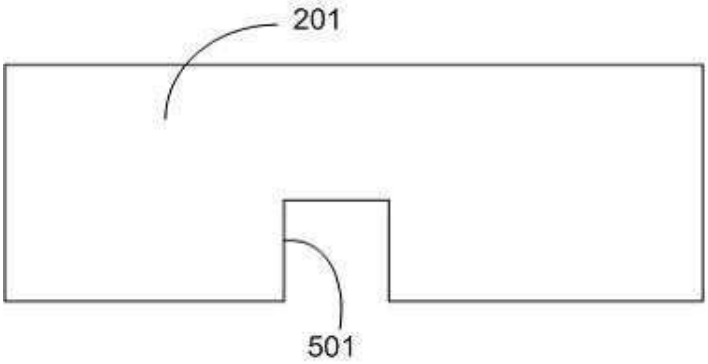
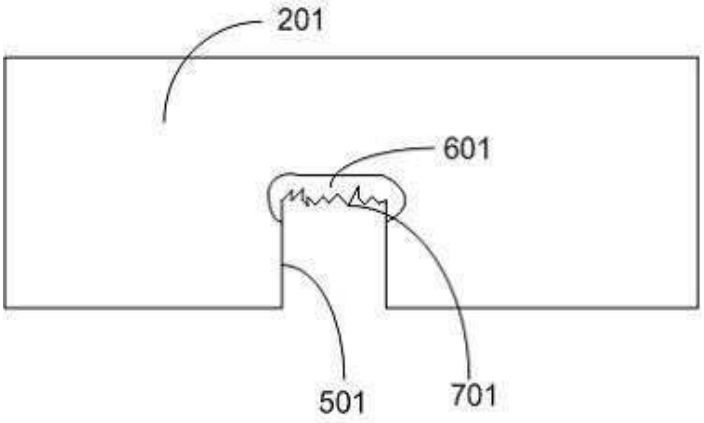
도면1



도면2



도면3a



도면3b