

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018년 2월 22일 (22.02.2018)

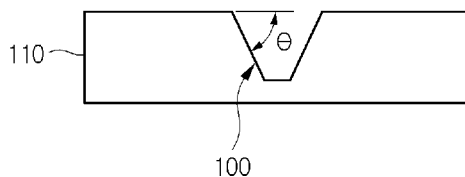


(10) 국제공개번호
WO 2018/034511 A1

- (51) 국제특허분류: **G02B 6/02** (2006.01) **C25D 3/38** (2006.01)
C25D 5/02 (2006.01) **G02B 6/38** (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/008960
- (22) 국제출원일: 2017년 8월 17일 (17.08.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2016-0104673 2016년 8월 18일 (18.08.2016) KR
- (71) 출원인: 한국생산기술연구원 (KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY) [KR/KR]; 31056 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89, Chungcheongnam-do (KR).
- (72) 발명자: 김영백 (KIM, Young Baek); 31056 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89, Chungcheongnam-do (KR). 허기석 (HEO, Gi Seok); 31056 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89, Chungcheongnam-do (KR). 하태원 (HA, Tae Won); 62335 광주광역시 광산구 목련로21번길 20, 107동 202호, Gwangju (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 아이엠 (IAM PATENT & LAW FIRM); 06135 서울시 강남구 봉은사로 224, 402호 (역삼동, 혜전빌딩), 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, 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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: METHOD FOR FABRICATING GROOVE FOR SILICA FIBER ARRAY BY USING C₄F₈ GAS POLYMERIZATION

(54) 발명의 명칭: C₄F₈ 가스 중합을 이용한 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법



(57) Abstract: The present invention relates to a method for fabricating grooves for silica fiber arrays by using C₄F₈ gas polymerization and, more particularly, to a method for fabricating grooves for silica fiber arrays, wherein a silica substrate is used as a substrate and dry etched by using C₄F₈ gas polymerization to form a very precisely etched slanted surface, whereby the grooves have excellent core pitches accounting for the performance of the fiber arrays. The method for fabricating grooves for silica fiber arrays according to the present invention shows the effect that a silica substrate is used and dry etched by using C₄F₈ gas polymerization to form an etched slanted surface with high precision even in high-channel optical fiber arrays. In addition, the method for fabricating grooves for silica fiber arrays according to the present invention is advantageous in that the grooves for silica fiber arrays have excellent core pitches accounting for the performance of the fiber arrays.

(57) 요약서: 본 발명은 C₄F₈ 가스 중합을 이용한 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법에 대한 것으로, 보다 구체적으로는 기판으로서 실리카 기판을 사용하고, C₄F₈ 가스 중합을 이용하여 건식식각함으로써 고정밀의 경사식각면을 형성할 수 있을 뿐만 아니라, 파이버 어레이의 성능을 나타내는 코어피치가 우수한 실리카 파이버 어레이용 그루브를 제조하는 방법에 관한 것이다. 본 발명의 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법에 의하면, 실리카 기판을 사용하고 C₄F₈ 가스 중합을 이용하여 건식식각함으로써 고 채널에서도 고정밀의 경사식각면을 형성할 수 있다는 효과가 있다. 또한, 본 발명의 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법에 의하면, 파이버 어레이의 성능을 나타내는 코어피치가 우수한 실리카 파이버 어레이용 그루브를 제조할 수 있는 장점이 있다.

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

명세서

발명의 명칭: C₄F₈ 가스 중합을 이용한 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법

기술분야

- [1] 본 발명은 C₄F₈ 가스 중합을 이용한 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법에 대한 것으로, 보다 구체적으로는 기판으로서 실리카 기판을 사용하고, C₄F₈ 가스 중합을 이용하여 건식식각함으로써 고정밀의 경사식각면을 형성할 수 있을 뿐만 아니라, 파이버 어레이의 성능을 나타내는 코어피치가 우수한 실리카 파이버 어레이용 그루브를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 파이버 어레이(fiber array)는 광파이버와 함께 광을 전송하기 위한 블록으로서, 스플리터(splitter), AWG, Data module, Switch 등에 사용된다. 이러한 파이버 어레이 블록은 평판형 광소자의 도파로와 광파이버를 정렬시켜주는데, 일반적으로 v-groove 또는 u-groove에 광파이버를 안착시키고 리드글라스로 덮어 제작한다.
- [3] 종래의 파이버 어레이용 그루브의 제조방법에는 습식공정을 이용하는 방법과 기계가공을 이용하는 방법 등이 있다.
- [4] 습식공정을 이용하는 방법은 포토리소그래피 공정으로 패터닝한 후 KOH와 같은 용액을 이용하여 실리콘(Si) 결정면에 따라 식각되는 특성을 이용함으로써 그루브를 형성하는 방법이다. 이러한 습식공정을 이용한 방법은 제조비용이 낮다는 장점이 있으나, 기판의 종류가 서로 달라 광정렬이 어려워 광 손실이 발생하는 문제점이 있다.
- [5] 기계가공을 이용하는 방법은 가장 많이 사용되고 있는 상용화된 방법으로서, v-cut blade를 이용하여 개별적으로 그루브를 가공하는 방법이다. 이러한 기계가공을 이용한 방법은 포토리소그래피 공정 없이 기계 가공 장비를 이용하여 v-groove를 제작하기 때문에 공정이 단순하며, 저채널(8채널 이하)에서의 제조비용이 낮다는 장점이 있다. 그러나 16채널 이상의 고채널에서는 v-cut blade의 폴리싱 문제로 인하여 초정밀 성능을 구현하기 어렵다는 문제점이 있으며, 광분배기 32채널 이상인 경우에는 고가의 고정밀 장비가 필요하다는 문제점이 있다.
- [6] 한편, 광소자 모듈 제작시 도파로 정렬은 손실값을 결정하는 매우 중요한 역할을 하는데, 코어피치는 이러한 파이버 어레이의 성능을 결정하는 중요한 광학적 측정 결과치이다. 이러한 코어피치는 다채널 스플리터에서 도파로 중심과 리본 파이버 코어 중심의 정렬 거리차를 나타내며, 거리차에 따라 광 손실에 결정적인 영향을 미치는데, 일반적으로 코어피치 0.5 μ m 이내의 성능을 요구하고 있다.

- [7] 따라서 고체널에서도 우수한 정밀도를 확보할 수 있을 뿐만 아니라, 코어피치가 우수한 새로운 파이버 어레이용 그루브의 제조방법이 요구되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명자들은 이러한 문제점을 해결하기 위하여 연구 노력한 결과 기판으로서 실리카 기판을 사용하고 C_4F_8 가스 중합을 이용하여 건식식각함으로써 본 발명을 완성하였다.
- [9] 따라서, 본 발명의 목적은 고체널에서도 고정밀의 경사식각면을 형성할 수 있는 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법을 제공하는 것이다.
- [10] 또한, 본 발명의 다른 목적은 파이버 어레이의 성능을 나타내는 코어피치가 우수한 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법을 제공하는 것이다.
- [11] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [12] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 실리카(SiO_2) 기판을 준비하는 제1단계; 상기 실리카 기판상에 메탈마스크를 형성하는 제2단계; 및 C_4F_8 가스 주입을 통한 건식식각으로 경사 식각하여 복수개의 그루브를 형성하는 제3단계;를 포함하는 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법을 제공한다.
- [13] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제3단계는 주입되는 상기 C_4F_8 가스의 유량 조절을 통해 그루브의 경사각을 조절한다.
- [14] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 C_4F_8 가스는 20 내지 80sccm 범위의 일정 유량으로 주입되며, 상기 그루브의 경사식각면은 59 내지 67°범위의 일정 경사각으로 형성된다.
- [15] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제3단계는 보조가스로서 CF_4 , CHF_3 및 Ar으로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상의 가스를 더 주입하며, 주입되는 상기 C_4F_8 가스와 상기 보조가스의 유량 조절을 통해 그루브의 경사각, 식각률 및 메탈마스크와 실리카의 식각비를 의미하는 선택비를 조절한다.
- [16] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 C_4F_8 가스 및 보조가스가 주입되면 F원소는 Si원소와 반응하여 식각률을 증가시키는 한편, C원소는 CF_x 폴리머를 생성함으로써 경사 식각을 형성한다.
- [17] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제2단계는 상기 실리카 기판상에 Ti으로 이루어진 접착층을 형성하는 2-1단계; 상기 접착층 상에 Cu로 이루어진 시드층(seed layer)를 형성하는 2-2단계; 상기 시드층 상에 포토레지스트패턴을 형성하는 2-3단계; 상기 시드층 상에 Cu를 전기도금을 하여 도금층을 형성하는 2-4단계; 및 상기 포토레지스트패턴을 제거한 후, 상기 시드층을 식각하는

2-5단계;를 포함한다.

- [18] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 접착층은 상기 제3단계의 건식식각 과정에서 제거된다.
- [19] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 메탈마스크는 Cu 성분으로 이루어진다.
- [20] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 실리카 기판은 1mm의 두께이며, 상기 접착층은 500Å, 상기 시드층은 3000Å, 상기 포토레지스트패턴은 10μm, 상기 도금층은 8μm의 두께로 형성된다.

발명의 효과

- [21] 본 발명은 다음과 같은 우수한 효과를 갖는다.
- [22] 먼저, 본 발명의 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법에 의하면, 실리카 기판을 사용하고 C₄F₈ 가스 중합을 이용하여 건식식각함으로써 고체널에서도 고정밀의 경사식각면을 형성할 수 있다는 효과가 있다.
- [23] 또한, 본 발명의 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법에 의하면, 파이버 어레이의 성능을 나타내는 코어파치가 우수한 실리카 파이버 어레이용 그루브를 제조할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [24] 도 1a 내지 도 1g는 본 발명의 실시예에 따른 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [25] 도 2는 본 발명의 실시예에 따라 경사 식각면의 그루브가 형성되는 과정을 보여주는 도면이다.
- [26] 도 3a 및 도 3b는 C₄F₈ 가스와 보조가스의 유량에 따른 그루브의 경사각, 식각률 및 선택비를 보여주는 그래프이다.
- [27] 도 4는 본 발명의 실시예에 따라 형성된 그루브의 SEM사진이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [28] 본 발명에서 사용되는 용어는 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어를 선택하였으나, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있는데 이 경우에는 단순한 용어의 명칭이 아닌 발명의 상세한 설명 부분에 기재되거나 사용된 의미를 고려하여 그 의미가 파악되어야 할 것이다.
- [29] 이하, 첨부한 도면에 도시된 바람직한 실시예들을 참조하여 본 발명의 기술적 구성을 상세하게 설명한다.
- [30] 그러나, 본 발명은 여기서 설명되는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화 될 수도 있다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 참조번호는 동일한 구성요소를 나타낸다.
- [31] 도 1a 내지 도 1g는 본 발명의 실시예에 따른 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [32] 본 발명의 실시예에 따른 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법은 크게 실리카(SiO₂) 기판을 준비하는 제1단계와, 상기 실리카 기판상에 메탈마스크를

형성하는 제2단계 및 C_4F_8 가스 주입을 통한 건식식각으로 경사 식각하여 복수개의 그루브를 형성하는 제3단계를 포함하여 이루어지는데, 기판으로서 실리콘(Si) 기판이 아닌 실리카(quartz, SiO_2) 기판을 사용하였으며, C_4F_8 가스 중합을 이용하여 건식식각함으로써 고정밀의 경사식각면을 갖는 그루브(groove)를 형성할 수 있다.

- [33] 상기 제1단계는 기판으로서 실리카(quartz, SiO_2) 기판(110)을 준비하는 단계이며, 1mm 정도 두께의 실리카 기판을 준비한다. 파이버 어레이는 스플리터(splitter) 등에 사용되는데, 본 발명의 실시예에서는 스플리터의 기판에 사용되는 기판과 동일한 실리카 기판을 사용함으로써 광정렬을 용이하게 하여 광 손실을 최소화하였다.
- [34] 상기 제2단계는 상기 실리카 기판(110)상에 메탈마스크(M)를 형성하는 단계이며, 상기 메탈마스크(M)는 Cu 성분으로 이루어진다.
- [35] 본 발명의 실시예에 따른 실리카 파이버 어레이용 그루브는 $60\mu m$ 이상의 깊은 식각 즉, 고밀도 플라즈마(HDP: High Density Plasma)를 건디기 위한 견고한 패턴이 필요하다. 한편, 일반적인 반도체 및 광소자의 제조방법인 스퍼터링 방법에서는 Cr이 주로 사용되는데, 이러한 크롬은 선택비 및 깊은 식각을 위해 증착 두께를 증가시키면 박막 스트레스의 증가로 인하여 크랙이 발생하게 되고, 기판이 휘어지는 문제로 인하여 적합하지 않다. 따라서 본 발명의 실시예에서는 Cu 성분으로 이루어진 메탈마스크(M)를 사용하였다. 여기서, 선택비(selectivity)는 상기 메탈마스크(M)와 실리카 기판(110)의 식각비를 의미한다.
- [36] 상기 제2단계는 도 1a 내지 도 1e를 참조하여 보다 상세히 설명하기로 한다.
- [37] 도 1a를 참조하면, 먼저 상기 실리카 기판(110) 상에 접착층(120)을 형성한다(2-1단계). 상기 접착층(120)은 이후 증착되는 Cu 시드층(130)이 상기 실리카 기판(110)에 잘 접착할 수 있도록 도와주는 층으로서, Ti 성분을 진공열증착(thermal evaporation) 등의 방법을 사용하여 약 $500\text{\AA}$ 정도의 두께로 형성한다.
- [38] 이어서, 상기 접착층(120) 상에 시드층(130)을 형성한다(2-2단계). 상기 시드층(130)은 이후 형성되는 Cu 도금층(150)의 시드(seed)로 사용되도록 형성하는 층으로서, Cu 성분을 진공열증착(thermal evaporation) 등의 방법을 사용하여 약 $3000\text{\AA}$ 정도의 두께로 형성한다.
- [39] 도 1b를 참조하면, 상기 시드층(130) 상에 포토레지스트패턴(140)을 형성한다(2-3단계). 상기 포토레지스트패턴(140)은 메탈마스크(M)를 제조하기 위해 형성하는 것으로서, 이후 수행되는 전기도금에 적합한 포토레지스트를 도포한 후 포토리소그래피 공정을 사용하여 90° 의 프로파일(profile)을 가지도록 형성한다.
- [40] 여기서, 상기 포토레지스트패턴(140)은 약 $10\mu m$ 정도 두께로 형성되는데, 이는 메탈마스크(M)와 실리카 기판(110)의 선택비를 고려하면 $8\mu m$ 이상의

메탈마스크(M)가 필요한바, 이후 형성되는 도금층(약 $8\mu\text{m}$ 정도의 두께)을 고려하여 $10\mu\text{m}$ 이상으로 형성한다.

- [41] 도 1c를 참조하면, 상기 시드층 상에 Cu를 전기도금을 하여 도금층(150)을 형성한다(2-4단계). 상기 도금층(150)은 상기 메탈마스크(M)를 이루는 주요 층으로서, 상기 메탈마스크(M)와 상기 실리카 기판(110)의 선택비를 문제를 잘 해결할 수 있도록 박막스트레스를 줄이고 두께를 증가하는 방법인 전기도금법을 선택하여 형성하였다.
- [42] 즉, 상기 도금층(150)에 전기를 인가하고 Cu 용액을 이용하여 전기도금을 실시하였으며, 두께는 상기 포토레지스트패턴(140)의 두께보다 낮은 약 $8\mu\text{m}$ 의 두께로 형성되도록 하였다.
- [43] 도 1d 및 도 1e를 참조하면, 상기 포토레지스트패턴(140)을 제거한 후, 상기 시드층(130)을 식각한다(2-5단계). 상기 포토레지스트패턴(140)을 제거하면 상기 시드층(130)에 노출되는 영역이 형성됨을 알 수 있다.
- [44] 상기 도금층(150)을 마스크로 하여 상기 시드층(130)을 식각한다. 여기서, 상기 도금층(150) 역시 Cu 성분으로 이루어져 있어 식각물질에 의해 식각되기는 하지만, 상기 시드층(130)이 약 $3000\text{\AA}$ 정도로 얇게 형성되어 있기 때문에 상기 도금층(150)에 미치는 영향은 적다.
- [45] 한편, Ti 성분으로 이루어진 상기 접착층(120)은 $500\text{\AA}$ 정도로 얇게 형성되어 이후 수행되는 건식식각 공정에 의해 쉽게 제거될 수 있으므로 별도의 제거 공정은 진행하지 않아도 된다.
- [46] 도 1f 및 도 1g를 참조하면, 건식식각으로 경사 식각하여 상기 실리카 기판(110)에 그루브(100)를 형성한다(제3단계). 본 발명의 실시예에서는 상기 실리카 기판(110)을 식각함에 있어서 건식식각 방법을 사용하였으며, 메인 가스로서 C_4F_8 가스를 사용하여 경사 식각면을 형성하였다.
- [47] 여기서, 주입되는 상기 C_4F_8 가스의 유량 조절을 통해 상기 그루브(100)의 경사각(θ)을 조절할 수 있다. 상기 C_4F_8 가스는 20 내지 40scm 범위의 일정 유량으로 주입되며, 이로써 형성되는 상기 그루브(100)의 경사각(θ)은 59 내지 67° 범위의 일정 경사각으로 형성될 수 있다.
- [48] 그리고, 상기 제3단계는 메인가스인 C_4F_8 가스 이외에 보조가스로서 CF_4 , CHF_3 및 Ar 중 어느 하나 이상의 가스를 더 주입할 수 있으며, 주입되는 상기 C_4F_8 가스와 상기 보조가스의 유량 조절을 통해 그루브의 경사각, 식각률 및 선택비를 조절할 수 있다.
- [49] 이때, 상기 C_4F_8 가스 및 보조가스가 주입되면 F원소는 상기 실리카 기판(110)의 Si원소와 반응하여 식각률을 증가시키는 한편, C원소는 CF_x 폴리머를 생성함으로써 경사 식각을 형성하도록 유도한다.
- [50] 상기 선택비는 상기 메탈마스크(M)와 피식각물질인 상기 실리카 기판(110)의 식각비를 의미하는 것으로서, 건식 식각 공정시 Cu 메탈마스크가 $1\mu\text{m}$ 식각될 때 상기 실리카 기판(110)이 $10\mu\text{m}$ 식각된다면 선택비는 1:10이 된다. 이러한

선택비는 메탈마스크 물질의 두께를 결정하는데 있어서 중요하며, 선택비가 9.8인 경우 약 $8\mu\text{m}$ 정도 두께의 메탈마스크로 $78.4\mu\text{m}$ 까지 실리카 기판(110)의 식각이 가능하다. 본 발명의 실시예에서는 상기 실리카 기판(110)을 약 $60.22\mu\text{m}$ 정도의 깊이로 식각하였는데, 선택비와 함께 이온충격(ion bombardment)으로 인하여 모서리 부분의 충격이 많아지고, 이로 인해 선평이 증가하는 현상을 고려하여 상기 메탈마스크(M)의 두께를 약 $8\mu\text{m}$ 로 선택하였다.

[51] 마지막으로, 상기 메탈마스크(M)를 제거하여 실리카 파이버 어레이용 그루브(100)의 형성을 완성한다. 본 발명의 실시예에서는 SPM 클리닝($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$)을 이용하여 상기 실리카 기판(110) 상에 남아있는 Cu 시드층, Cu 도금층 및 Ti 접착층을 모두 제거하였다.

[52] 본 발명의 실시예에 따라 형성된 실리카 파이버 어레이용 그루브(100)는 약 $60.22\mu\text{m}$ 정도의 깊이에 약 66.0° 의 경사각(θ)을 갖도록 형성되었다.

발명의 실시를 위한 형태

[53] 상기 제3단계의 건식식각 과정은 도 2, 도 3a, 도 3b 및 도 4를 참조하여 보다 상세히 설명하기로 한다.

[54] 도 2는 본 발명의 실시예에 따라 경사 식각면의 그루브가 형성되는 과정을 보여주는 도면이다.

[55] 실리카 파이버 어레이 그루브는 경사각(θ)이 클수록 파이버 어레이 조립시 파이버 안착의 안정성이 떨어지게 되며, 파이버의 상하 움직임이 커질 뿐만 아니라 코어 중심이 크게 벗어나기 때문에 성능에 큰 영향을 미치게 된다.

[56] 또한, 낮은 압력과 낮은 파워 그리고 CFx 폴리머가 많이 생성되어 형성된 낮은 경사각(θ)을 갖는 그루브는 파이버의 조립과 안정성에 있어서는 좋아지지만, 공정 시간이 길어지게 되고, 장시간 지속되는 고밀도 플라즈마(high density plasma)를 메탈마스크가 견디지 못할 수 있다. 따라서 높은 식각률과 낮은 경사각(θ)을 갖도록 하는 것이 매우 중요한바, 본 발명의 실시예에서는 파이버를 안정적으로 안착할 수 있는 65 내지 67° 의 경사각을 갖도록 조절하였다.

[57] 도 2를 참조하면, 상기 실리카 기판(110)에 그루브(100)가 형성되는데 경사 식각면을 갖도록 형성되는 것을 알 수 있다. 여기서 C_4F_8 가스를 메인가스로 사용하였는데, 상기 C_4F_8 가스는 높은 식각률과 함께, 식각 중 높은 CFx 폴리머의 증착 특성을 보이기 때문에 경사각(θ) 조절을 위해서 매우 중요한 가스임을 알 수 있다.

[58] 그리고 경사각 조절, 식각률 및 선택비의 조절을 위해 메인가스인 상기 C_4F_8 가스 이외에도 보조가스로서 CF_4 , CHF_3 및 Ar 가스 중 어느 하나 이상의 가스를 주입하였다.

[59] 메인가스인 상기 C_4F_8 에서 F(Fluorine)계열의 원소는 상기 실리카 기판(110)의 Si와 반응하여 식각에 큰 영향을 미치게 되는데, F가 많을수록 식각률은 높아지게 된다. 그리고, C_4F_8 에서 C(Carbon)계열의 원소는 CFx 폴리머의 생성에

영향을 미치게 되는데, 일부 형성되는 CF_x(112)는 고진공으로 인하여 펌핑되어 외부로 빠져나가며, 일부는 부산물(111)로 경사 식각면과 기판(110) 및 메탈마스크(140)에 증착된다. 일반적인 90°식각 시 소량의 CF_x 폴리머 증착은 측벽을 보호하며 수직 식각을 유도하지만, CF_x 폴리머의 양이 많아질수록 측벽을 보호하는 두께가 두꺼워져 경사면을 형성하게 된다. 따라서 경사 식각면의 형성을 위해서는 F원소로 인한 빠른 식각도 중요하지만, CF_x의 폴리머 중합(Polymerization)도 중요하므로 이를 잘 조절하여 형성할 필요가 있다.

[60] 도 3a 및 도 3b는 C₄F₈ 가스와 보조가스의 유량에 따른 그루브의 경사각, 식각률 및 선택비를 보여주는 그래프이다. 이는 세부 공정 조건실험 전 가스들의 식각 경향성을 분석하기 것이다.

[61] 도 3a를 참조하면, 주입되는 C₄F₈가스의 유량에 따른 식각률 및 경사각을 알 수 있는데, 유량의 증가에 따른 식각률 및 경사각이 선형적이지 않은 이유는 C₄F₈ 가스 특성상 식각을 수행하는 F계열과 폴리머가 증착되는 CF_x 계열이 함께 존재하기 때문에 특정 유량까지는 식각률 및 경사각이 증가하다가 그 이상의 유량에서는 비선형적으로 감소하는 경향을 보임을 알 수 있다.

[62] 도 3b를 참조하면, 메인가스 이외에 주입되는 보조가스에 따른 식각률 및 선택비를 알 수 있다. (주입되는 가스의 유량은 각각 C₄F₈ 50sccm, CF₄ 40sccm, CHF₃ 40sccm, O₂ 5sccm임) 보조가스로서 O₂를 첨가하는 경우 식각률은 매우 높아지지만 선택비가 낮아져서 사용에 적절하지 않음을 알 수 있으며, C₄F₈ 및 CF₄를 주입하는 경우 높은 식각률 및 선택비를 보여주는 것을 확인할 수 있다.

[63] 따라서 본 발명의 실시예에서는 식각률이 높은 공정조건을 잡기 위해 C₄F₈ 가스의 주입 유량을 40sccm로 사용하였다. 그리고 보조가스로서 CF₄와 Ar를 혼합하여 식각률, 경사각 및 마스크물질인 Cu와의 선택비를 확인하였다.

[64] 아래 [표 1]에서는 C₄F₈ 가스와 보조가스의 유량 조절을 통한 식각 깊이, 경사각(θ), 식각률 및 선택비를 정리하였다.

[65] [표1]

	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	실시예5
C ₄ F ₈	20sccm	40sccm	60sccm	80sccm	20sccm
CF ₄	40sccm	40sccm	40sccm	40sccm	40sccm
O ₂					5sccm
Ar	50sccm	50sccm	50sccm	50sccm	50sccm
식각깊이(μm)	54.1	60.22	45.85	40.30	76.2
경사각($^{\circ}$)	64	66.0	61	59	70.6
선택비	8.2	9.8	9	6.7	

- [66] (본 발명의 실시예에 따른 다양한 건식식각 공정은 upper RF power 1500W, lower RF power 2000W, 압력 30mTorr, 시간 100min의 조건하에서 실시됨)
- [67]
- [68] 메인가스인 C_4F_8 가스와 보조가스로서 CF_4 를 주입한 경우의 식각률은 보조가스로서 CF_4 와 O_2 를 주입한 경우의 유량에 따른 선택비와 식각률을 비교하였다.
- [69] 실시예 2를 참조하면, C_4F_8 40sccm와 CF_4 40sccm 가스 혼합일 경우 6022 Å/min으로 높은 식각률을 보이고 있음을 알 수 있으며, 선택비 9.8에 경사각도 66°로 형성되어 우수함을 보여주었다. 혼합가스 외에 Ar은 플라즈마 이온의 활성화를 위하여 사용하였으며 동일하게 50sccm 주입하였다.
- [70] 반면, 보조가스로서 O_2 가 더 첨가한 경우 식각률은 7620 Å/min까지 급격히 증가하지만 Cu 메탈마스크(M)와 실리카 기판(110)의 선택비가 급격히 낮아져 메탈마스크가 건디지 못하였음을 확인하였다.
- [71] 즉, 주입되는 C_4F_8 의 유량 증가에 따라 경사각과 식각률이 낮아지는 경향을 보였고, C_4F_8 가스 특성상 식각과 동시에 CF_x 폴리머 증착이 이루어지기 때문에 경사각의 변화가 비선형 결과가 나타났음을 알 수 있다.
- [72] 따라서 본 발명의 실시예에 따른 실리카 기판의 경사식각은 파이버가 안정적으로 안착할 수 있는 경사각 66° 및 적절한 식각률을 보여주는 C_4F_8 의 유량 40sccm과 CF_4 의 유량 40sccm을 선택하여 건식식각을 진행하는 것이 바람직하다.
- [73] 도 4는 본 발명의 실시예에 따라 형성된 그루브의 SEM사진이다.
- [74] 도 4를 참조하면, 실리카 기판에 경사식각면을 갖는 그루브가 형성되었음을 알 수 있는데, 경사깊이 60.22 μ m, 좌우 경사각 65.3° 및 66.0°으로 형성되었다.
- [75]
- [76] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법에 의하면, 실리카 기판을 사용하고 C_4F_8 가스 중합을 이용하여 건식식각함으로써 고정밀의 경사식각면을 형성할 수 있다. 이러한 고정밀의 경사식각면 형성 방법은 고체널에서도 적용할 수 있는데, 파이버 어레이의 성능을 나타내는 코어피치가 우수한 고체널(16채널, 32채널 이상) 실리카 파이버 어레이용 그루브를 제조할 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예를 적용하면 상용화된 방법인 습식식각공정과 기계가공 공정에 비해 정밀한 성능의 고체널 실리카 파이버어레이를 제조할 수 있으며, 약 30% 이상의 원가절감 및 대량생산이 가능한 장점이 있다.
- [77] 코어피치는 파이버 어레이의 성능을 결정하는 중요한 측정 결과치인데, 광학적 특성으로 다채널 스플리터에서 도파로 중심과 리본 파이버 코어 중심의 정렬 거리차를 나타낸다. 이러한 거리차는 광 손실에 결정적인 영향을 미치게 되는데, 상용화된 코어피치의 스펙은 0.5 μ m이며, 본 발명의 실시예에 따른 건식식각 방법을 사용하여 그루브를 형성하면 코어피치 0.3 μ m 이내로 제조할 수 있는바 광손실을 줄일 수 있다.

[78]

[79] 이 상에서 살펴본 바와 같이 본 발명은 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기한 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정이 가능할 것이다.

산업상 이용가능성

[80]

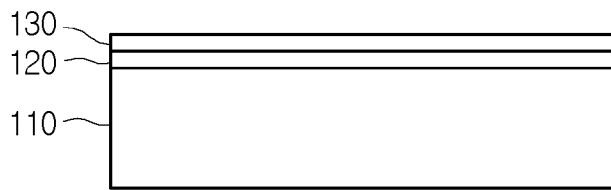
본 발명에 의하면 실리카 기판을 사용하고 C_4F_8 가스 중합을 이용하여 건식식각함으로써 고채널에서도 고정밀의 경사식각면을 형성할 수 있다는 효과가 있으며, 파이버 어레이의 성능을 나타내는 코어피치가 우수한 실리카 파이버 어레이용 그루브를 제조하여 적용할 수 있다.

청구범위

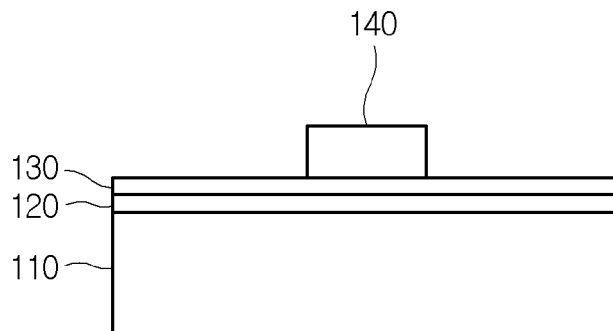
- [청구항 1] 실리카(SiO_2) 기판을 준비하는 제1단계;
상기 실리카 기판상에 메탈마스크를 형성하는 제2단계; 및
 C_4F_8 가스 주입을 통한 건식식각으로 경사 식각하여 복수개의 그루브를 형성하는 제3단계;를 포함하는 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 제3단계는 주입되는 상기 C_4F_8 가스의 유량 조절을 통해 그루브의 경사각을 조절하는 것을 특징으로 하는 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서,
상기 C_4F_8 가스는 20 내지 80sccm 범위의 일정 유량으로 주입되며, 상기 그루브의 경사식각면은 59 내지 67°범위의 일정 경사각으로 형성되는 것을 특징으로 하는 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서,
상기 제3단계는 보조가스로서 CF_4 , CHF_3 , 및 Ar으로 이루어진 군에서 선택된 하나 이상의 가스를 더 주입하며,
주입되는 상기 C_4F_8 가스와 상기 보조가스의 유량 조절을 통해 그루브의 경사각, 식각률 및 메탈마스크와 실리카의 식각비를 의미하는 선택비를 조절하는 것을 특징으로 하는 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법.
- [청구항 5] 제 4 항에 있어서,
상기 C_4F_8 가스 및 보조가스가 주입되면 F원소는 Si원소와 반응하여 식각률을 증가시키는 한편, C원소는 CF_x 폴리머를 생성함으로써 경사 식각을 형성하는 것을 특징으로 하는 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법.
- [청구항 6] 제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제2단계는
상기 실리카 기판상에 Ti으로 이루어진 접착층을 형성하는 2-1단계;
상기 접착층 상에 Cu로 이루어진 시드층(seed layer)를 형성하는 2-2단계;
상기 시드층 상에 포토레지스트패턴을 형성하는 2-3단계;
상기 시드층 상에 Cu를 전기도금을 하여 도금층을 형성하는 2-4단계; 및
상기 포토레지스트패턴을 제거한 후, 상기 시드층을 식각하는 2-5단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법.
- [청구항 7] 제 6 항에 있어서,
상기 접착층은 상기 제3단계의 건식식각 과정에서 제거되는 것을

- 특징으로 하는 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법.
- [청구항 8] 제 7 항에 있어서,
상기 메탈마스크는 Cu 성분으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법.
- [청구항 9] 제 8 항에 있어서,
상기 실리카 기판은 1mm의 두께이며, 상기 접착층은 500Å, 상기 시드층은 3000Å, 상기 포토레지스트패턴은 10 μ m, 상기 도금층은 8 μ m의 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 실리카 파이버 어레이용 그루브의 제조방법.

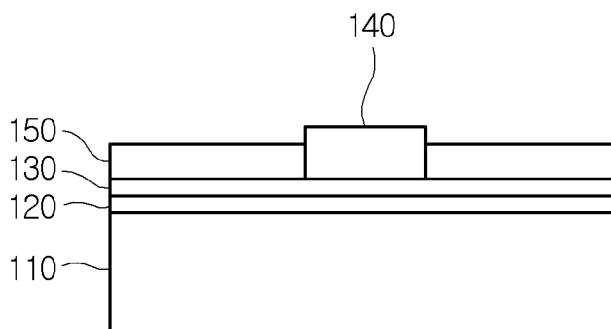
[도1a]



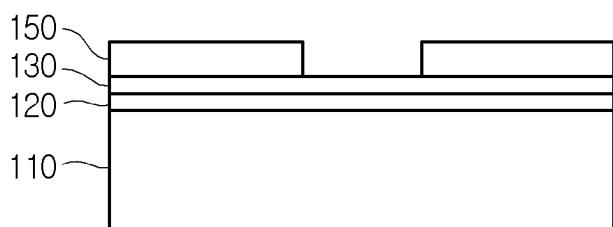
[도1b]



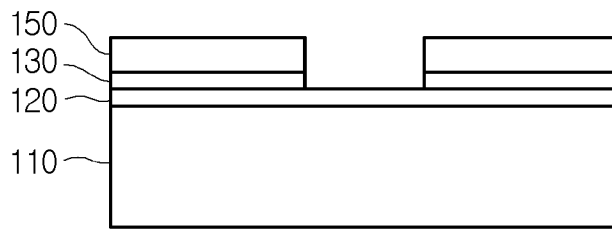
[도1c]



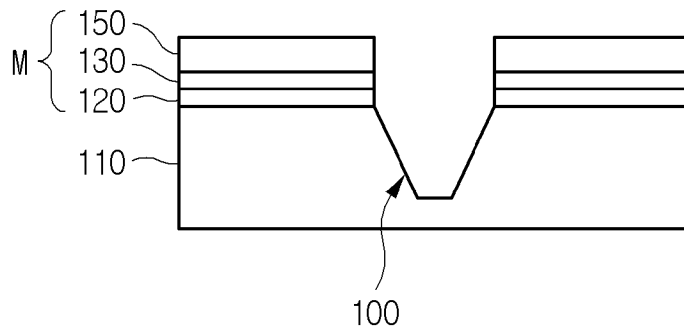
[도1d]



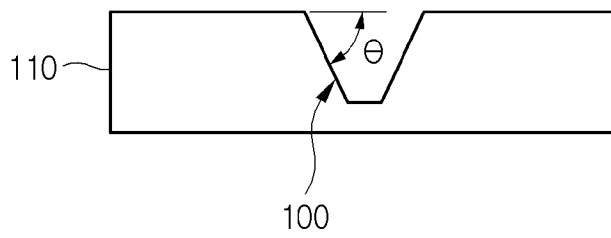
[도1e]



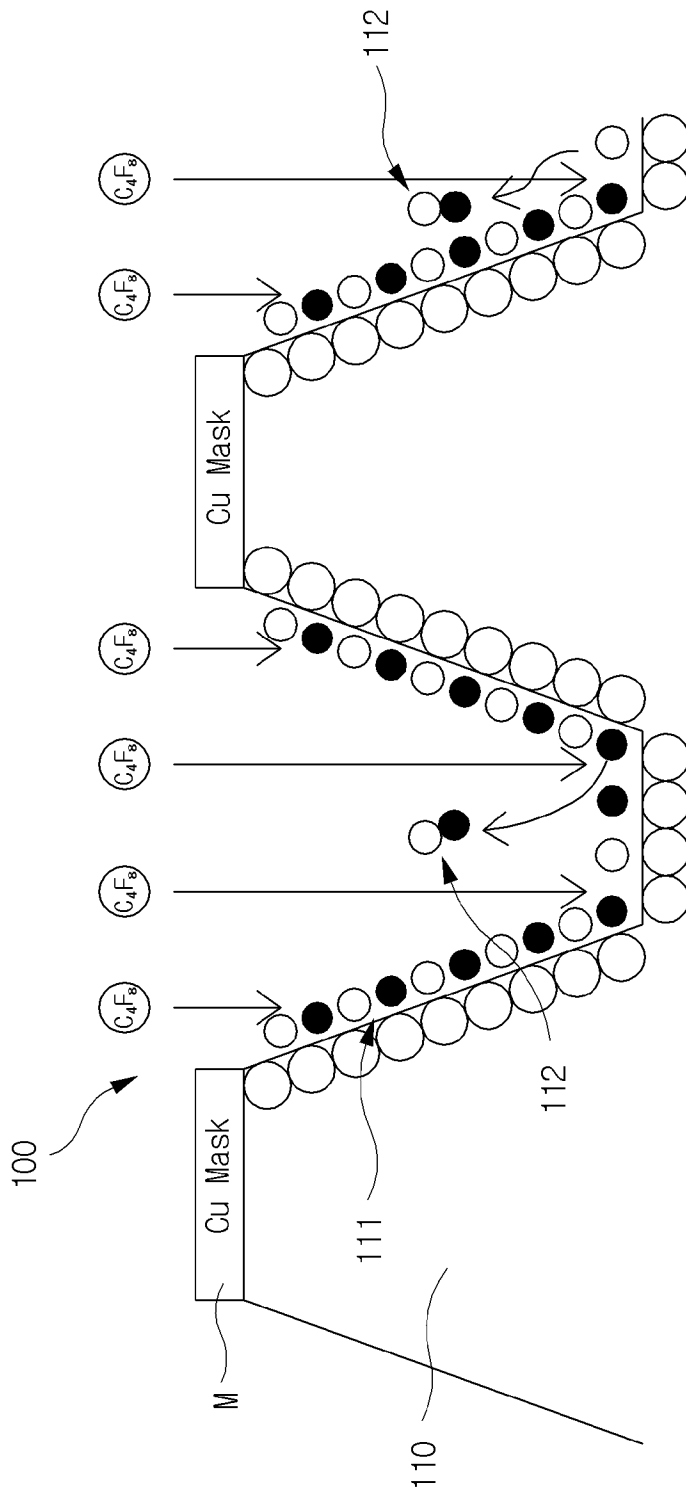
[도1f]



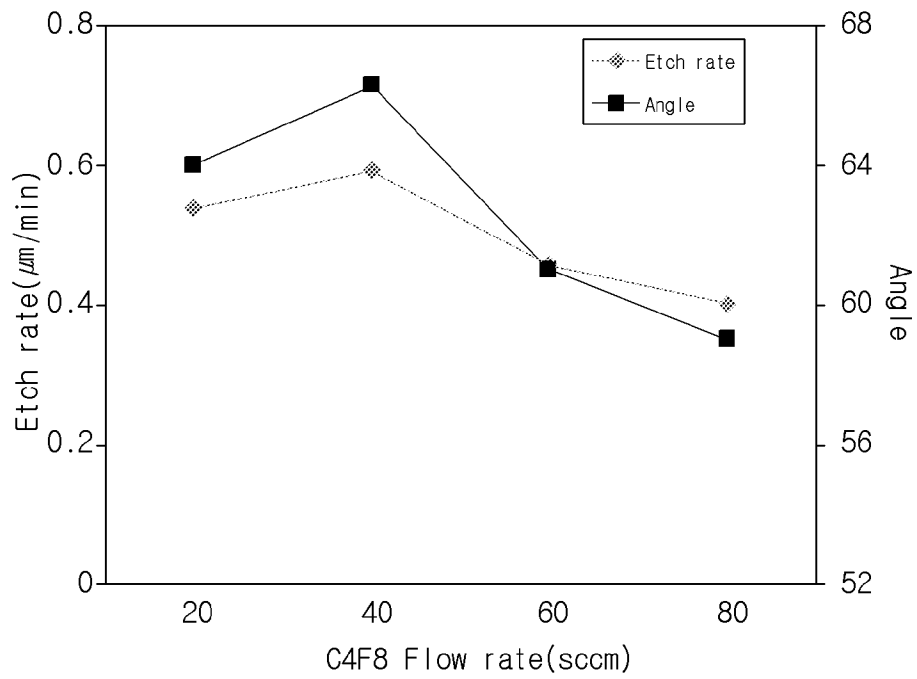
[도1g]



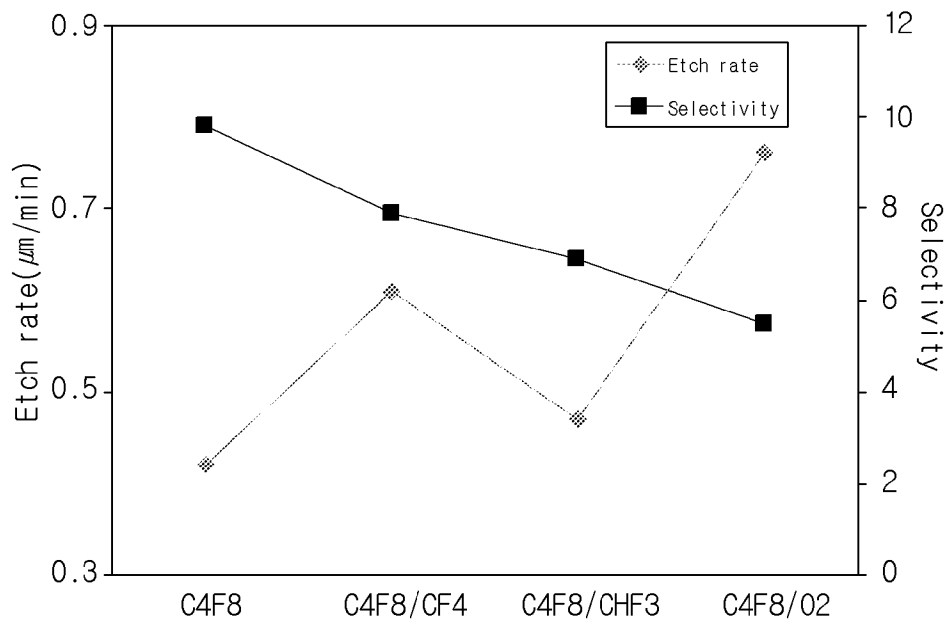
[도2]



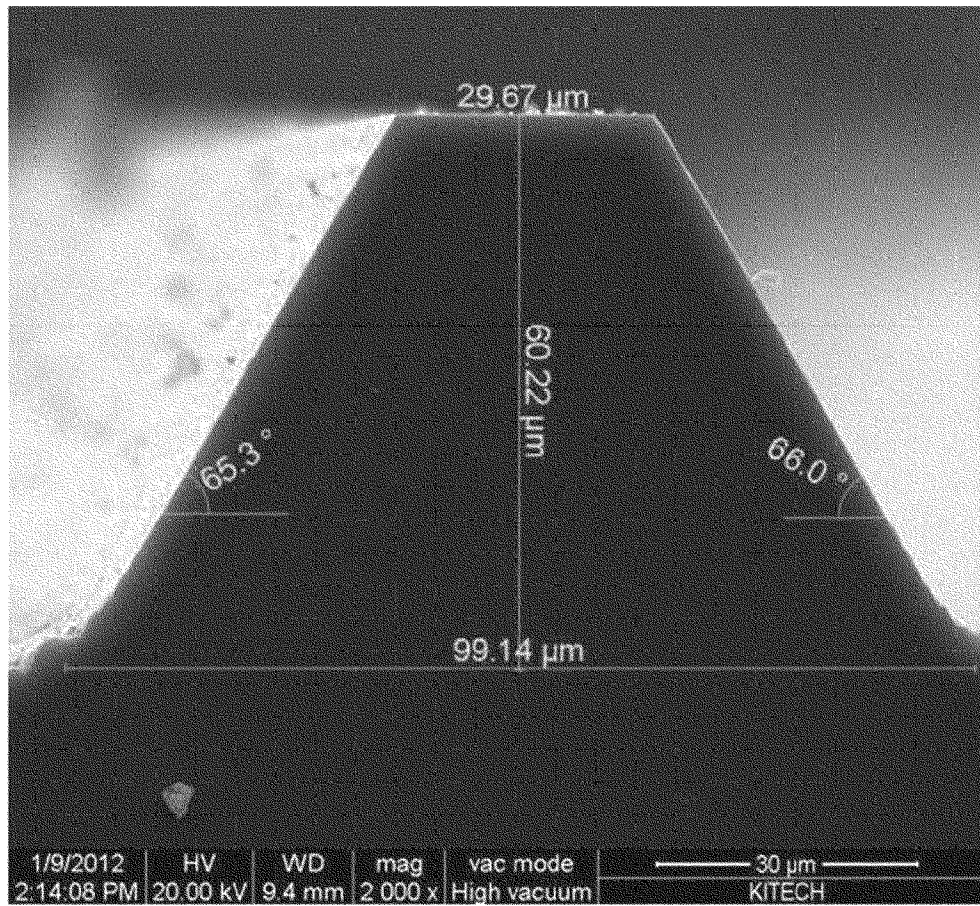
[도3a]



[도3b]



[도4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/008960**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****G02B 6/02(2006.01)i, C25D 5/02(2006.01)i, C25D 3/38(2006.01)i, G02B 6/38(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 6/02; G03F 7/11; H01L 21/3065; G02B 6/24; G02B 6/04; G03F 7/00; G02B 6/136; G02B 6/10; H01L 21/76; C25D 5/02; C25D 3/38; G02B 6/38

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: silica substrate, c4f8, etching, groove, incline

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2015-0056162 A (WAY OPTICS CO., LTD.) 26 May 2015 See paragraphs [0005]-[0010], [0020]-[0026]; and figures 1a-1c, 2c-2d.	1-2
Y		3-9
Y	KR 10-2012-0055210 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 31 May 2012 See paragraphs [0020], [0026], [0049]; and figures 1, 2b.	3-9
A	KR 10-2016-0012804 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 03 February 2016 See figures 2a-2d.	1-9
A	KR 10-2008-0062533 A (HYNIX SEMICONDUCTOR INC.) 03 July 2008 See figures 3a-3c.	1-9
A	KR 10-2013-0008404 A (ADAPTIVE PLASMA TECHNOLOGY CORP.) 22 January 2013 See figures 6-7.	1-9



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

12 DECEMBER 2017 (12.12.2017)

Date of mailing of the international search report

12 DECEMBER 2017 (12.12.2017)

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. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/008960

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2015-0056162 A	26/05/2015	NONE	
KR 10-2012-0055210 A	31/05/2012	NONE	
KR 10-2016-0012804 A	03/02/2016	US 2016-0027645 A1 US 2017-0271154 A1 US 9721794 B2	28/01/2016 21/09/2017 01/08/2017
KR 10-2008-0062533 A	03/07/2008	NONE	
KR 10-2013-0008404 A	22/01/2013	KR 10-1251072 B1	12/04/2013

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G02B 6/02(2006.01)i, C25D 5/02(2006.01)i, C25D 3/38(2006.01)i, G02B 6/38(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G02B 6/02; G03F 7/11; H01L 21/3065; G02B 6/24; G02B 6/04; G03F 7/00; G02B 6/136; G02B 6/10; H01L 21/76; C25D 5/02; C25D 3/38; G02B 6/38

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: 실리카 기판, c4f8, 식각, 그루브, 경사

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-2015-0056162 A ((주)웨이옵틱스) 2015.05.26 단락 [0005]-[0010], [0020]-[0026]; 및 도면 1a-1c, 2c-2d 참조.	1-2
Y		3-9
Y	KR 10-2012-0055210 A (한국전자통신연구원) 2012.05.31 단락 [0020], [0026], [0049]; 및 도면 1, 2b 참조.	3-9
A	KR 10-2016-0012804 A (삼성전자주식회사) 2016.02.03 도면 2a-2d 참조.	1-9
A	KR 10-2008-0062533 A (주식회사 하이닉스반도체) 2008.07.03 도면 3a-3c 참조.	1-9
A	KR 10-2013-0008404 A (에이피티씨 주식회사) 2013.01.22 도면 6-7 참조.	1-9

☐ 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

2017년 12월 12일 (12.12.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 12월 12일 (12.12.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



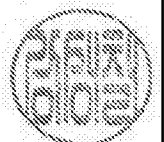
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

강성철

전화번호 +82-42-481-8405



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2015-0056162 A	2015/05/26	없음	
KR 10-2012-0055210 A	2012/05/31	없음	
KR 10-2016-0012804 A	2016/02/03	US 2016-0027645 A1 US 2017-0271154 A1 US 9721794 B2	2016/01/28 2017/09/21 2017/08/01
KR 10-2008-0062533 A	2008/07/03	없음	
KR 10-2013-0008404 A	2013/01/22	KR 10-1251072 B1	2013/04/12