

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2012년 12월 27일 (27.12.2012)



(10) 국제공개번호
WO 2012/177019 A2

- (51) 국제특허분류:
H01L 21/20 (2006.01) H01L 33/00 (2010.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/004732
- (22) 국제출원일: 2012년 6월 15일 (15.06.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0060214 2011년 6월 21일 (21.06.2011) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): (주) 세츠 (SETS CO., LTD.) [KR/KR]; 경기도 화성시 안녕동 180-298, 445-380 Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 김기철 (KIM, Ki-Chul) [KR/KR]; 경기도 용인시 기흥구 영덕동 961 흥덕마을 한국아텔리움아파트 807-104, 446-878 Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 전수진 (JEON, Soo-Jin); 경기도 수원시 영통구 영통동 945-4 한솔프라자 501 호, 443-470 Gyeonggi-do (KR).

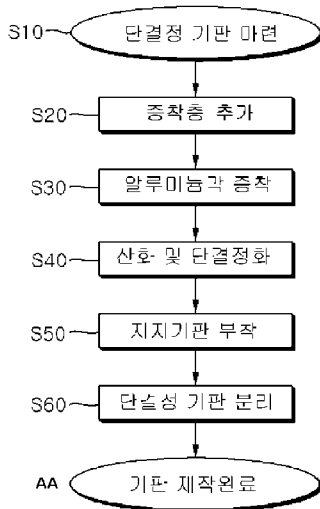
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR FORMING A SUBSTRATE, AND SUBSTRATE FORMED THEREBY

(54) 발명의 명칭: 기판 형성 방법 및 그 기판



S10 ... Prepare a single-crystal substrate
S20 ... Add a deposit layer
S30 ... Deposit an aluminum film
S40 ... Oxidization and single-crystallization
S50 ... Attach a supporting substrate
S60 ... Separate the single-crystal substrate
AA ... Manufacture of the substrate is completed

(57) Abstract: The present invention relates to a method for forming a substrate. The method for forming the substrate comprises the steps of: forming a deposit layer consisting of different materials on a single-crystal substrate; depositing an aluminum (Al) film onto the deposit layer; oxidizing and single-crystallizing the aluminum film; disintegrating the deposit layer so as to separate the single-crystallized aluminum oxide (Al₂O₃) from the deposit layer; and attaching the separated single-crystal aluminum oxide (Al₂O₃) to a supporting substrate.

(57) 요약서: 본 발명과 관련된 기판 형성 방법은, 단결정 기판에 상이한 재질의 증착층을 형성하는 단계; 상기 증착층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계; 상기 알루미늄막을 산화하고 단결정화하는 단계; 상기 증착층을 분해하여 단결정화된 상기 산화알루미늄막(Al₂O₃)을 분리하는 단계; 및 분리된 상기 단결정 산화알루미늄막(Al₂O₃)을 지지기판에 부착하는 단계를 포함한다.



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 공개:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를
별도 공개함 (규칙 48.2(g))

명세서

발명의 명칭: 기관 형성 방법 및 그 기관

기술분야

- [1] 본 발명은 사파이어 단결정(single crystal Al_2O_3) 막을 포함하는 기관의 형성 방법 및 그 기관에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 사파이어 단결정은 청색, 녹색, 백색이나 자외선 등의 발광 다이오드(LED)를 제조하는 데 사용하는 기초 웨이퍼로서 질화물이나 화합물 반도체의 증착용 기관으로 사용된다. 사파이어 기관은 증착과 성장 공정을 거쳐 에피 웨이퍼로 제조한 후 칩으로 만들어 사용한다.
- [3] 단결정 기관은 LED나 집적회로 등의 제조를 위한 기초재로 사용되나, 단결정 기관 자체가 재료로 사용되므로 재활용이 어렵고 그에 따라 LED 또는 칩의 제조단가도 상승되기도 한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명은 상기한 점을 감안한 것으로, 재료가 되는 단결정 기관을 재사용할 수 있도록 하여 제조비용을 줄이는 데 그 목적이 있다.
- [5] 본 발명의 다른 목적은 대구경의 웨이퍼의 제작에 적합한 기관 형성 방법을 제공하는데 있다.

과제 해결 수단

- [6] 상기한 과제를 해결하기 위해, 본 발명과 관련된 기관 형성 방법은, 단결정 기관에 상이한 재질의 증착층을 형성하는 단계; 상기 증착층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계; 상기 알루미늄막을 산화하고 단결정화하는 단계; 상기 증착층을 분해하여 단결정화된 상기 산화알루미늄막(Al_2O_3)을 분리하는 단계; 및 분리된 상기 단결정 산화알루미늄막(Al_2O_3)을 지지기관에 부착하는 단계를 포함한다.
- [7] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 증착층은, 다결정 질화갈륨(GaN) 또는 질화갈륨 에피(epitaxy)막일 수 있다.
- [8] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 증착층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계에서, 상기 알루미늄막의 증착 두께는 $500 \sim 2000\text{\AA}$ 일 수 있다.
- [9] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 알루미늄막(Al)을 산화하고 단결정화하는 단계는, 비활성 분위기에서 상기 알루미늄막을 열처리하는 단계; 산소 분위기에서 상기 알루미늄막을 열처리하여 산화알루미늄막으로 변환시키는 단계; 및 상기 산화알루미늄막을 열처리하여 상기 산화알루미늄막을 단결정으로 변환시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [10] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 비활성 분위기에서 상기 알루미늄막을 열처리하는 단계는, $250 \sim 450^\circ\text{C}$ 의 온도에서 일정 시간 동안 가열 유지하는 것일

수 있다.

- [11] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 산소 분위기에서 상기 알루미늄막을 열처리하여 산화알루미늄막으로 변환시키는 단계는, 400 ~ 500 °C의 온도에서 일정 시간 동안 가열 유지하는 것일 수 있다.
- [12] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 산화알루미늄막을 열처리하여 상기 산화알루미늄막을 단결정으로 변환하는 단계는, 900 ~ 1600 °C의 온도에서 일정 시간 동안 가열 유지하는 것일 수 있다.
- [13] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 산화알루미늄막을 열처리하여 단결정으로 변환하는 단계는, 상기 산화알루미늄막의 두께에 따라 열처리의 횟수를 반복적으로 수행하는 것일 수 있다.
- [14] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 증착층을 분해하여 단결정화된 상기 산화알루미늄막(Al_2O_3)을 분리하는 단계는, 레이저 리프트 오프(laser lift-off)에 의해 상기 증착층을 분해하는 것일 수 있다.
- [15] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 지지기판은 금속, 금속 산화물, 수정(quartz), 단결정 실리콘 또는 다결정 실리콘 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [16] 본 발명과 관련된 기판 형성 방법은, 단결정 기판에 상이한 재료의 증착층을 형성하는 단계; 상기 증착층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계; 상기 알루미늄막을 산화하고 단결정화하는 단계; 단결정화된 상기 산화알루미늄막(Al_2O_3)에 지지기판을 부착하는 단계; 및 상기 단결정 기판을 상기 증착층으로부터 분리하는 단계를 포함하는 형태일 수 있다.
- [17] 본 발명과 관련된 기판 형성 방법은, 사파이어 또는 실리콘 단결정 기판에 상이한 재료의 증착층을 형성하는 단계; 상기 증착층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계; 상기 알루미늄막이 복수의 다각 셀 형태로 형성되도록 패터를 형성하는 단계; 상기 알루미늄막을 열처리하여 산화 및 단결정화하는 단계; 단결정화된 상기 산화알루미늄막(Al_2O_3)을 상기 패터에 의하여 셀 형태로 상기 사파이어 또는 단결정 기판으로부터 분리하는 단계; 및 분리된 상기 단결정 산화알루미늄(Al_2O_3) 기판셀들을 지지기판에 부착하는 단계를 포함하는 형태일 수 있다.
- [18] 본 발명과 관련된 기판 형성 방법은, 실리콘(Si) 단결정 기판에 상이한 재료의 에피층을 형성하는 단계; 상기 에피층에 산화물층을 형성하는 단계; 상기 산화물층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계; 상기 알루미늄막(Al)을 산화 및 단결정화하는 단계; 상기 산화 및 단결정화된 산화알루미늄막(Al_2O_3)에 지지기판을 부착하는 단계; 및 상기 실리콘 단결정 기판을 상기 증착층으로부터 분리하는 단계를 포함하는 형태일 수 있다.
- [19] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 에피층은, 실리콘 게르마늄(SiGe), 실리콘 카바이드(SiC) 또는 게르마늄(Ge) 중 적어도 어느 하나 이상이 화합된 것일 수 있다.
- [20] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 산화 및 단결정화된 산화알루미늄막(Al_2O_3)

)에 지지기판을 부착하는 단계 이전에, 산화 및 단결정화된 상기 산화알루미늄막(Al_2O_3) 및 상기 산화물층을 포토레지스트(PR)에 의하여 부분적으로 식각하는 단계; 및 상기 에피층을 습성 케미컬에 의하여 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [21] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 산화물층은 10 ~ 50 Å의 두께를 갖도록 형성할 수 있다.
- [22] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 산화물층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계 이후에, 상기 알루미늄막 및 상기 산화물층을 포토레지스트(PR)에 의하여 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [23] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 지지기판은, 금속 산화물, 다결정 산화알루미늄, 실리콘 카바이드 또는 다결정 실리콘 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [24] 본 발명과 관련된 기판 형성 방법은, 실리콘(Si) 단결정 기판에 습성 케미컬에 의하여 전처리를 하고, 상기 실리콘 단결정과 상이한 재질의 에피층을 형성하는 단계; 상기 에피층에 산화물층을 형성하는 단계; 상기 산화물층에 산화알루미늄(Al_2O_3)막을 증착하는 단계; 상기 산화알루미늄막을 단결정화하는 단계; 단결정화된 상기 산화알루미늄막에 지지기판을 부착하는 단계; 및 상기 실리콘 단결정 기판을 상기 증착층으로부터 분리하는 단계를 포함하는 형태일 수 있다.
- [25] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 산화물층에 산화알루미늄(Al_2O_3)막을 증착하는 단계는, 다결정 산화알루미늄을 증착하고 400 ~ 1000 °C의 온도에서 열처리를 하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [26] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 에피층은 다층 형태로 형성할 수 있다.
- [27] 본 발명과 관련된 기판 형성 방법은, 사파이어 단결정 기판에 질화갈륨(GaN)층을 증착하는 단계; 상기 질화갈륨층을 부분적으로 식각하여 상기 사파이어 기판을 노출하는 단계; 상기 질화갈륨층에 산화물을 형성하는 단계; 상기 산화물층 및 상기 사파이어 기판의 노출된 부분에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계; 상기 알루미늄막을 산화 및 단결정화하는 단계; 단결정화된 상기 산화알루미늄막에 지지기판을 부착하는 단계; 및 레이저 리프트 오프에 의하여 상기 질화갈륨을 분해하여 상기 사파이어 단결정 기판을 분리하는 단계를 포함하는 형태일 수 있다.
- [28] 본 발명과 관련된 기판 형성방법은, 단결정 기판에 상이한 재질의 증착층을 형성하는 단계; 상기 증착층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계; 상기 알루미늄막(Al)을 산화하고 단결정화하는 단계; 상기 증착층을 분해하여 단결정화된 상기 산화알루미늄막을 상기 단결정 기판으로부터 분리하는 단계; 및 단결정화된 상기 산화알루미늄막에 지지기판을 부착하는 단계를 포함하는 형태일 수 있다.
- [29] 본 발명과 관련된 기판 형성방법은, 실리콘(Si) 단결정 기판에 2 ~ 30 Å의

두께로 산화막을 형성하는 단계; 상기 산화막에 산화알루미늄(Al_2O_3) 에피층을 형성하는 단계; 상기 에피층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계; 상기 알루미늄막(Al)을 산화 및 단결정화하는 단계를 포함하는 형태일 수 있다.

[30] 이 경우, 상기 에피층의 두께는 2 ~ 100nm 이고, 상기 알루미늄(Al)막의 두께는 50 ~ 2000 nm로 형성할 수 있다.

[31] 본 발명과 관련된 기판은 위의 방법들 중 어느 하나의 기판 형성 방법에 의해 제조될 수 있다.

발명의 효과

[32] 상기한 바와 같이, 본 발명과 관련된 기판 형성 방법에 의하면, 사파이어나 실리콘 단결정 하부 기판을 지지기판에 의해 대체하는 것이므로, 단결정 기판을 계속해서 사용할 수 있으므로 제조 원가를 줄일 수 있다.

[33] 또한, 본 발명과 관련된 기판 형성 방법에 의하면, 대구경의 웨이퍼를 제조할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[34] 도 1은 사파이어 단결정 기판을 이용하여 본 발명과 관련된 기판을 형성하는 방법을 설명하기 위한 순서도

[35] 도 2는 사파이어 단결정 기판을 이용하여 기판을 형성하는 방법의 일 예를 보인 공정 순서도

[36] 도 3은 실리콘 단결정 기판을 이용하여 기판을 형성하는 방법의 일 예를 보인 공정 순서도

[37] 도 4는 실리콘 단결정 기판을 이용하여 기판을 형성하는 방법의 일 예를 보인 공정 순서도

[38] 도 5는 사파이어 단결정 기판을 이용하여 기판을 형성하는 방법의 다른 일 예를 보인 공정 순서도

[39] 도 6 및 도 7은 패터화된 알루미늄막의 예시적인 평면도들

[40] 도 8은 패터화되어 단결정화된 상부 기판셀들을 대구경의 웨이퍼에 본딩한 모습을 개념적으로 보인 평면도

[41] 도 9는 실리콘 단결정 기판을 이용하여 기판을 형성하는 방법의 일 예를 보인 공정 순서도

[42] 도 10은 실리콘 단결정 기판을 이용하여 기판을 형성하는 방법의 다른 일 예를 보인 공정 순서도

발명의 실시를 위한 형태

[43] 이하, 본 발명과 관련된 기판 형성 방법에 대하여 첨부한 도면을 참조로 하여 상세히 설명한다.

[44] 도 1은 사파이어 단결정 기판을 이용하여 본 발명과 관련된 기판 형성하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[45] 본 발명과 관련된 기판 형성 방법은 기초가 되는 사파이어 단결정 기판 또는

실리콘 단결정 기판 대신 지지기판에 사파이어 단결정 막을 형성하도록 함으로써 사파이어 단결정 기판 또는 실리콘 단결정 기판을 계속해서 재사용할 수 있도록 하면서도 대구경의 기판을 얻을 수 있도록 한다. 이를 위하여, 단결정 기판에 상이한 재질의 증착층을 형성하는 단계(S20), 증착층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계(S30), 알루미늄막을 산화하고 단결정화하는 단계(S40), 단결정화된 산화알루미늄막(Al_2O_3)에 지지기판을 부착하는 단계(S50), 단결정 기판을 증착층으로부터 분리하는 단계(S60)를 포함한다.

- [46] 우선, 기초가 되는 단결정의 기판으로서, 사파이어(Al_2O_3) 단결정 기판 또는 실리콘(Si) 단결정 기판을 마련한다(S10; 도 2의 (a)도 참조). 여기서, 단결정 기판은, 후술하는 열처리를 통하여 얻어진 단결정 기판과 구별하기 위해 '하부 기판'이라 하고, 열처리를 통하여 얻어진 단결정 기판은 '상부 기판'이라고 한다.
- [47] 이하에서는, 하부 기판이 사파이어 단결정 기판인 경우부터 설명한다. 도 2는 사파이어 단결정 기판을 이용하여 기판을 형성하는 방법의 일 예를 보인 공정 순서도이다.
- [48] [실시예 1]
- [49] 준비된 사파이어 단결정 기판(100)에 대하여 증착층(110)을 추가하는 단계(S20)에서는 다결정 질화갈륨(polycrystalline GaN) 또는 단결정 질화갈륨(single crystal GaN) 등 하부 기판과 다른 이종 물질을 증착(epitaxy)한다. 나이트라이드계 증착층(110)은 후속 증착되는 산화 알루미늄막의 단결정화를 유도하고, 하부 기판과의 분리를 위한 층으로 이용된다.
- [50] 증착층(110)이 증착된 후에는 알루미늄(Al)막(120)을 증착한다(S30). 알루미늄막(120)의 두께는 500 ~ 2000 Å 정도로서, 스퍼터링(sputtering), 이-빔(E-beam), 화학기상증착(CVD) 등의 방법에 의하여 증착시킨다.
- [51] 다음으로, 알루미늄막(120)에 열처리를 하여 산화시키고 사파이어 단결정 막(121)으로 변환한다(S40). 이를 위한 세부 공정으로서, 비활성 분위기에서 알루미늄막을 열처리하는 단계(I)와, 산소 분위기에서 알루미늄막을 열처리하여 산화알루미늄막으로 변환시키는 단계(II) 및, 산화알루미늄막을 열처리하여 산화알루미늄막을 단결정으로 변환시키는 단계(III)를 거처도록 할 수 있다.
- [52] 알루미늄막을 열처리하는 단계(I)에서는 알루미늄막(120)의 증착후 250 ~ 450 °C의 온도에서 산소분위기를 피하고, 아르곤(Ar) 등 비활성 분위기에서 실시한다. 10 ~ 14 시간 정도로 가열상태를 유지하는 동안 알루미늄의 결정립이 형성하고 크기가 커진다.
- [53] 다음으로, 산화알루미늄막으로 변환시키는 단계(II)에서는 400 ~ 500 °C의 산소 분위기에서 12 ~ 48 시간 정도로 가열 유지함으로써 열처리를 실시한다. 이 과정에서 알루미늄막은 다결정 알루미늄 산화막(알루미나, Al_2O_3)으로 변환(conversion)된다.
- [54] 산화알루미늄막을 단결정으로 변환시키는 단계(III)에서는, 산화알루미늄막을 900 ~ 1600 °C의 온도에서 12 ~ 24 시간 동안 가열 유지한다. 이 과정에서 다결정

산화알루미늄막은 하부에 에피택시(epitaxy)로 증착된 질화갈륨과 같은 단결정 성분으로 변환된다. 열처리 시간은 산화알루미늄막의 두께에 따라 달라진다. 만약, 1000Å 두께인 경우, 열처리는 12 ~ 24시간 정도가 적당하며, 2000Å 정도일 때에는 최소 48시간 이상의 시간이 필요하다.

- [55] 산화알루미늄막의 두께가 두꺼워 질 때에는 열처리의 횟수를 반복적으로 수행할 수 있다. 예를 들어, 가령 6000 Å이라면 1500 Å 씩 나누어 위의 공정을 반복하여 진행할 수 있다.
- [56] 이와 같이 열처리를 거친 최종 막(121)은 하부의 질화갈륨의 물성과 유사한 단결정이 형성되며, 높은 평탄도를 얻을 수 있다.
- [57] 열처리 단계(S40)를 거친 후에는 단결정화된 산화알루미늄막(121)에 지지기판(130)을 부착(bonding)할 수 있다. 지지기판(130)은 금속, 금속 산화물, 수정(quartz)류, 단결정 실리콘 또는 다결정 실리콘 등 다양하게 선택될 수 있으며, 2종류 이상의 복합막일 수도 있다. 또한, 지지기판과 단결정화된 산화알루미늄막(Al_2O_3) 사이에 한 종류 이상의 버퍼(buffer)층을 증착하여 본딩할 수도 있다.
- [58] 단결정 기판을 증착층으로부터 분리하는 단계(S50)에서는, 증착층(110)과 단결정 기판(100)의 계면에서 증착층(110)의 분해를 유도해 단결정 기판(100)이 증착층(110) 및 단결정화된 산화알루미늄막(121)으로부터 분리되도록 한다. 분리의 방법으로는 레이저 리프트 오프(laser lift-off)와 같은 방법이 사용될 수 있다.
- [59] 떼내어진 단결정 산화알루미늄막(121) 및 증착층(110)은 지지기판/ Al_2O_3 / GaN 으로 이루어져 있으나, GaN 을 없애려면 수산화칼륨(KOH) 등과 같은 습성 케미컬(wet chemical)을 써서 없앨 수도 있고, 플라즈마 에칭(plasma etch)으로 식각하여 제거할 수도 있으며, 경우에 따라서는 그대로 쓸 수도 있다. 질화갈륨(GaN)이 제거된 단결정 Al_2O_3 는 적용예에 따라 다양하게 사용될 수 있다.
- [60] 단결정 기판을 분리하는 다른 방법으로서, 형성된 단결정 산화알루미늄막 위에 포토레지스트를 이용하여 단결정 산화알루미늄막을 부분적으로 식각해내고 그 틈으로 습성 케미컬을 주입하여 하부의 증착층(GaN)을 녹여내는 방법이 사용될 수 있다. 이때 습성 케미컬은 수산화칼륨(KOH)이 사용될 수 있다. 증착층을 제거하여 단결정 산화알루미늄막과 사파이어 단결정 원기판을 분리하고, 분리된 단결정 산화알루미늄막을 다른 지지기판에 본딩하여 사용하고 사파이어 단결정 원기판은 다시 기판으로 재사용할 수 있다.
- [61] 도 3은 실리콘 단결정 기판을 이용하여 기판을 형성하는 방법의 일 예를 보인 공정 순서도이고, 도 4는 실리콘 단결정 기판을 이용하여 기판을 형성하는 방법의 일 예를 보인 공정 순서도이다.
- [62] 여기서는, 단결정 실리콘 기판(100')이 경우로서, 증착된 알루미늄막(120)에 대하여 산화 단결정화가 완료된 후(S10 ~ S40), 단결정화된

산화알루미늄막(121)을 먼저 실리콘 기판(100')으로부터 분리한다(S50'). 하부 기판이 불투명한 실리콘 기판일 때에는 레이저 리프트 오프 방법 등에 의한 분리가 어려우므로, 본딩 이전에 먼저 실리콘 기판(100')으로부터 분리하는 것이다. 이를 위하여, 포토 레지스트를 이용하여 단결정 산화알루미늄막을 부분적으로 식각해내고, 그 틈으로 습성 케미컬을 주입하여 하부의 증착층을 녹여내는 방법이 사용될 수 있다. 분리된 산화알루미늄막(상부기판)은 다른 지지기판(130)에 본딩하여 사용하고(S60') 실리콘 단결정 기판(100')은 다시 기판으로 재사용한다.

[63] [실시예 2]

[64] 도 5는 사파이어 단결정 기판을 이용하여 기판을 형성하는 방법의 다른 일 예를 보인 공정 순서도이다.

[65] 먼저, (a) 및 (b)와 같이, 준비된 사파이어 기판(200)에 GaN 증착층(210)과 알루미늄막(220)을 증착시킨다. 다음으로, 포토(Photo) 공정을 수행하여 알루미늄막(220)을 부분적으로 식각한다. 이때, 식각의 깊이는 알루미늄막(220) 또는 알루미늄막(220)과 하부 막질까지 식각하여 제거할 수 있다. 식각을 통하여 알루미늄막(221)은 도 6 또는 도 7과 같은 패턴을 가질 수 있다. 즉, 도 6 및 도 7에서 알루미늄막은 상호 분리될 수 있는 복수의 기판셀(221A, 221B)을 갖도록 패턴화되어 있으며, 기판셀(221A, 221B) 사이에는 식각이 되어 형성된 공간(223A, 223B)을 포함되어 있다.

[66] 알루미늄막(220)의 증착 후 250 ~ 450 °C의 온도에서 산소 분위기를 피하고 아르곤(Ar) 등 비활성 분위기에서 12 시간 정도 열처리를 하여 결정립을 형성하고 결정립 크기를 키운다. 그 다음 400 ~ 500 °C의 산소 분위기에서 12 ~ 48 시간 또는 24 시간 정도 열처리를 하여 알루미늄막(220)을 다결정 산화알루미늄막으로 변환한다. 그 후 1000 °C 이상의 온도에서 열처리를 12시간 이상 진행하여 다결정 산화알루미늄막이 하부의 Epitaxy로 증착된 GaN 증착층(210)과 같은 단결정 성분으로 변환을 실시한다. 열처리 시간은 다결정 산화알루미늄막의 두께에 따라 달라지며, 보통 1000 Å 정도의 두께는 12 ~ 24시간 정도가 적당하고, 2000 Å 정도일 때에는 최소 48시간 이상의 시간이 필요하다. 두께가 두꺼워질 때에는 가령 6000 Å이라면 1500 Å 씩 나누어 위의 공정을 반복하여 진행할 수 있다.

[67] 최종 진행된 막(221)은 하부 GaN 증착층(210)의 물성과 유사한 단결정이 형성되고 평탄화된 막을 얻을 수 있다((d)참조).

[68] 이렇게 형성된 단결정 산화알루미늄막(221) 위에 필요하면 지지기판(230)을 본딩한다. 지지기판(230)은 금속성분, quartz류, 단결정 실리콘, 금속 산화물, 다결정 실리콘 등 다양하게 선택될 수 있으며 2종류 이상의 복합막일 수도 있다.

[69] 그리고 나서 GaN 증착층(210)과 사파이어 단결정 기판(200)의 계면에서 GaN 증착층(210)의 분해를 유도해 단결정 산화알루미늄막(221)이 하부 기판(200) 분리되도록 한다. 분리의 방법으로서 레이저 리프트 오프법이 사용될 수 있다.

- [70] GaN 증착층(210)을 제거하고자 할 때에는 KOH 등과 알려진 습성 케미컬을 이용할 수 있고 혹은 플라즈마 에칭에 의한 식각 방법, 350°C 이상의 고온에서 염화붕소(BCl_3)나 염소(Cl_2) 등의 가스 분위기에서 드라이 케미컬(dry chemical)로 제거하는 방법도 있다. 이렇게 얻어진 Al_2O_3 단결정 기판은 LED, 레이저 장치(laser device) 등의 소자로 응용되는 기판으로 사용된다. 일 예로서, LED의 경우, MOCVD Epitaxy로 GaN 및 필요 층을 증착하여 사용하고 이런 방법으로 대구경 기판에도 적용할 수 있는데, 그 방법은 각각 분리된 단결정 산화알루미늄막(Al_2O_3)을 대구경의 다결정 실리콘이나 단결정 실리콘(8인치 또는 12인치) 위에 분류 및 정렬(sorting and align)하여 옮기고 일반적으로 알려진 본딩 기법을 이용하여 접합하여 대구경화할 수 있다.
- [71] 혹은 위의 그림에서 GaN을 제거하지 않고 LED 등을 제조할 때 하부 layer로 그냥 사용할 수 있다. 이 때 하부기판은 향후 제조될 소자의 온도를 고려하여 온도가 높을 경우에는 단결정 실리콘, 다결정 실리콘, 단결정/다결정 실리콘 카바이드(SiC), 다결정 산화알루미늄(Al_2O_3) 등을 사용하고 낮은 온도로 사용될 경우에는 그에 맞게 기판을 선택하여 사용할 수 있다.
- [72] 다른 방법으로서, (d)단계에서 단결정화된 산화알루미늄막(221)에 지지기판을 곧바로 본딩하는 대신, 도 6 또는 도 7과 같이 단결정화된 산화알루미늄막(221) 기판셀(221A, 221B)들을 먼저 레이저 리프트 오프 또는 습성 케미컬 등에 의하여 하부 기판(200)으로부터 분리하고, 분리된 단결정 산화알루미늄막(221)을 지지기판에 본딩하는 것도 가능하다.
- [73] 식각을 통하여 알루미늄막(221)은 도 6 또는 도 7과 같은 패턴을 가질 수 있다. 즉, 도 6 및 도 7에서 알루미늄막은 상호 분리될 수 있는 복수의 다각 셀(221A, 221B)을 갖도록 패턴화되어 있으며, 셀(221A, 221B) 사이에는 식각이 되어 형성된 공간(223A, 223B)을 포함되어 있다.
- [74] 도 8은 패턴화되어 단결정으로 형성된 상부 기판을 대구경의 웨이퍼에 본딩한 모습을 개념적으로 보인 평면도이다. 도 6 또는 도 7과 같이 지지기판(230) 보다 작은 패턴화된 Al_2O_3 단결정 셀들(220)은 지지기판(230) 위에 분류 및 정렬하고, 본딩에 의하여 접합된다. 이와 같은 방법은 한 장의 단결정 막을 이용하는 경우에 지지기판의 크기도 그에 맞게 한정되는 문제를 해결할 수 있으며, 특히 대구경의 웨이퍼에도 사용할 수 있으므로 제조 비용을 낮추고 생산성을 높이는 데 도움이 된다.
- [75] 다음으로, 하부 단결정 기판으로서 실리콘 단결정 기판을 이용하는 경우를 설명한다. 단결정 실리콘 기판을 사용하는 경우에도 여러 가지 방법의 제조가 가능하다.
- [76] [실시예3]
- [77] 도 9는 실리콘 단결정 기판을 이용하여 기판을 형성하는 방법의 일 예를 보인 공정 순서도이다.
- [78] 우선, 실리콘 단결정 기판(300)에 습성 케미컬로 전처리를 행한 후, 실리콘

게르마늄(SiGe), 실리콘 카바이드(SiC), 게르마늄(Ge) 등 실리콘 단결정 기판(300)과 다른 물질 또는 적어도 하나의 화합물로 된 에피층(310)을 형성한 후 박막 산화물층을 50Å 이하의 두께로 형성한다. 형성 방법은 열적 성장(thermally grown) 방법이 유효하다. 다음으로 산화알루미늄 에피층을 대략 50nm 이하로 형성한다.

[79] 그 후 알루미늄막(320)을 100nm 정도 증착하여 450도 근처에서 산소 분위기에서 열처리를 진행하여 알루미늄막(320)을 다결정 산화알루미늄막으로 변환한다.

[80] 이후 1000 °C 이상의 산소 분위기에서 열처리를 행하여 다결정 산화알루미늄막을 하부의 구조와 같은 단결정 산화알루미늄막(321)으로 변환한다.

[81] 이것을 직접 기판으로 하여 향후 LED 등의 질화갈륨(GaN)층을 기르는 기판으로 사용할 수도 있다.

[82] 기판에 본딩하기 전 포토공정을 진행하여 포토레지스트를 원하는 영역으로 한정(define)한 후에 식각 방법으로 하부의 단결정 산화알루미늄막(321)을 식각하고 중간층(interlayer)인 산화물층을 추가로 식각한다. 드러난 SiGe 에피층(310)을 습성 케미컬로 처리하여 없애면 단결정 산화알루미늄막(321)과 단결정 실리콘 기판(300)이 분리된다. 분리된 단결정 산화알루미늄막(321)은 다른 다결정 산화알루미늄, 실리콘 카바이드, 다결정 실리콘 등과 같은 지지기판(330)에 옮기고(transfer) 본딩을 하여 기판으로 사용할 수 있다.

[83] [실시예4]

[84] 우선, 실리콘 단결정 기판에 습성 케미컬로 전처리를 행한 후, 실리콘 게르마늄(SiGe), 실리콘 카바이드(SiC), 게르마늄(Ge) 등 실리콘 단결정 기판과 다른 물질 또는 적어도 하나의 화합물로 된 에피층을 형성한 후 박막 산화물층을 50Å 이하의 두께로 형성한다. 형성 방법은 열적 성장(thermally grown) 방법이 유효하다.

[85] 그 후 알루미늄막을 100nm 정도 증착하고 난 후 포토공정을 진행하여 알루미늄막 및 산화물층과 하부 증착층을 식각해낸다. 필요에 따라서는 산화물층까지만 식각할 수도 있다. 이 방법은 이후의 알루미늄막의 열처리시 알루미늄막에 요철(hillock) 등을 방지하기 위하거나 후속 습성 케미컬 처리를 쉽게 한다.

[86] 이후 400 ~ 500 °C 의 산소 분위기에서 10 ~ 14 시간 정도 열처리를 진행하여 알루미늄막을 다결정 산화알루미늄막으로 변환한다. 이후 1000 °C 이상의 산소 분위기에서 열처리를 행하여 다결정 산화알루미늄막을 단결정 산화알루미늄막으로 변환한다. 이것을 직접 기판으로 하여 향후 LED 등의 GaN 층을 기르는 기판으로 사용할 수도 있다.

[87] 이 경우, 추가로 습성 케미컬의 방법으로 산화물층과 증착층을 식각하면 단결정 산화알루미늄막과 하부의 실리콘 단결정 기판과 분리가 일어나며

분리된 단결정 산화알루미늄막을 지지기판에 이송하여 본딩하고 이후 기판을 완성한다. 이렇게 되면 하부 단결정 실리콘 기판은 재사용이 가능하다는 장점이 있다.

[88] [실시예5]

[89] 실시예3, 실시예4의 경우에 대하여 알루미늄막 대신 직접 산화알루미늄(Al_2O_3)을 스퍼터링(sputtering), 이 빔(E-beam) 등의 방법으로 증착하여 공정 단계를 줄이는 것도 가능하다.

[90] [실시예6]

[91] 단결정 실리콘 기판에 습성 케미컬로 전처리를 행한 후, 박막 산화물층을 $50 \text{ \AA}$ 이하의 두께로 형성한다. 다만, 이 과정은 경우에 따라 생략될 수 있다.

[92] 그 후 직접 다결정 Al_2O_3 를 증착하고 1000°C 보다 낮은 온도, 보다 구체적으로는, 450°C 정도의 온도 분위기에서 열처리를 행한다.

[93] 이후 1000°C 이상의 산소 분위기에서 24시간 정도 열처리를 행하여 다결정 Al_2O_3 를 단결정 산화알루미늄막으로 변환한다. 이렇게 하면 공정 수를 줄일 수 있으며, 제조원가 절감에도 도움이 된다.

[94] [실시예7]

[95] 단결정 실리콘 기판에 습성 케미컬로 전처리를 행한 후, 실리콘 게르마늄(SiGe), 실리콘 카바이드(SiC), 질화알루미늄(AlN) 등 에피층을 형성하고 박막 산화물층을 $50 \text{ \AA}$ 이하의 두께로 형성한다. 다만, 이 과정은 경우에 따라 생략될 수 있다. 여기서, 에피층은 하나 또는 복수의 층으로 형성할 수 있다.

[96] 그 후 직접 알루미늄막 대신에 다결정 산화알루미늄을 증착하고 1000°C 보다 낮은 온도, 보다 구체적으로는 450°C 정도의 온도 분위기에서 열처리를 행한다. 이후 1000°C 이상의 산소 분위기에서 24 시간 정도 열처리를 행하여 다결정 Al_2O_3 를 단결정 산화알루미늄막으로 변환한다. 이것을 직접 기판으로 하여 향후 LED 등의 GaN 층을 기르는 기판으로 사용할 수 있다.

[97] [실시예8]

[98] 도 10은 실리콘 단결정 기판을 이용하여 기판을 형성하는 방법의 다른 일 예를 보인 공정 순서도이다.

[99] 사파이어 단결정 기판(400) 위에 GaN 과 같은 증착층(410)을 형성하고 패터닝을 행하여 식각하여 하부의 사파이어 기판(400)이 드러나게 한다.

[100] 그후 산화를 행하여 증착층(410) 표면에 산화물층을 형성하거나 혹은 추후 알루미늄이 반응하지 않은 장벽(barrier) 물질인 질화갈륨(GaN), 질화알루미늄(AlN), 질화크롬(CrN) 등과 같은 물질(420)을 증착할 수도 있다

[101] 이후 알루미늄막을 100nm 정도 증착하고 난 후 450°C 이하의 불활성 가스(inert gas) 분위기에서 열처리를 행하여 리플로우(reflow) 및 결정립을 성장하고, 다시 450°C 정도의 산소 분위기에서 12 시간 정도 열처리를 진행하여 알루미늄막을 다결정 산화알루미늄막으로 변환한다.

- [102] 이후 1000 °C 이상의 산소 분위기에서 24 시간 정도 열처리를 행하여 단결정 Al_2O_3 를 단결정 산화알루미늄막(440)으로 변환한다. 열처리 시간을 단축할 때에는 온도를 1200 °C, 1400 °C, 1600 °C로 상향할 수 있다.
- [103] 이렇게 형성된 구조에서 사파이어 기판(400)의 뒷면에서 레이저 리프트 오프 등을 행하여 GaN 증착층(410)과 사파이어 기판(400) 계면에서 GaN 증착층(410)이 분해되게 하고 그 후 형성된 단결정 산화알루미늄막(440) 위로 지지기판(430)을 본딩한 후에 250 °C 전후 혹은 더 높은 온도를 가하여 GaN 증착층(410)에서 분해된 질소(N_2) 분압으로 인해 단결정 Al_2O_3 와 사파이어 기판(400)이 분리되게 한다. 이때 효과를 극대화하기 위하여 위아래로 부분을 잡고 반대 방향으로 힘을 가해 분리를 가속화할 수도 있다. 지지기판(430)은 온도를 가할 때 단결정 Al_2O_3 층이 깨어지는 것을 방지한다.
- [104] 필요없는 구조인 GaN 증착층(410)은 습성 케미컬, 플라즈마 에칭 등의 방법으로 식각을 해내고 요철 부분의 단결정 Al_2O_3 는 화학기계연마(CMP) 등의 방법으로 평탄화를 행하여 최종 평평한 구조를 만들어 낸다.
- [105] 이와 같이 얻어진 단결정 Al_2O_3 는 다양한 크기로 가공하여 다른 기판에 다시 붙여서 사용할 수도 있다.
- [106] [실시예9]
- [107] 단결정 실리콘 기판을 미리 패터닝하고, 그 위에 산화막을 얇게 증착한 후에 위의 방법들을 적용할 수 있다. 즉, 단결정 실리콘 기판에 산화막을 증착하고, 실시예 8에서 제시된 단결정 형성과정을 거친 후, 포토 레지스트 및 식각의 과정을 거치도록 한다. 이 방법은 단결정 Al_2O_3 를 형성할 때 실리콘 기판과의 격자이상(lattice mismatch)에 의한 스트레스(stress)를 줄일 수 있다.
- [108] [실시예10]
- [109] 사파이어 단결정 기판에서도 미리 기판을 패터닝하여 트렌치(trench)나 콘(cone) 모양으로 만든 후 위의 방법들을 적용할 수 있다. 이 방법은 하부 기판을 패터닝하여 후에 습성 식각을 할 때 습성 케미컬이 잘 침투할 수 있는 통로를 만들어 주기 위한 것이다.
- [110] [실시예11]
- [111] 단결정 실리콘 기판에 질화알루미늄/질화갈륨을 먼저 기르고 Al_2O_3 에피택시(epitaxy)를 하고 그 다음 알루미늄이나 산화알루미늄(Al_2O_3)을 이용하여 Al_2O_3 을 더 두껍게 키우고 다시 레이저 리프트 오프 등으로 Al_2O_3 를 떼어내서 다른 기판에 본딩해서 기판으로 사용하는 방법이다.
- [112] [실시예12]
- [113] 단결정 실리콘 기판에 GaN 증착층을 원자층피막(ALD: Atomic Layer Deposition) 기법으로 50 ~ 100 Å 정도 기르고, 산화물층을 50 Å 정도 먼저 기른 후(생략 가능), Al_2O_3 에피택시(epitaxy)를 하고 그 다음 알루미늄이나 산화알루미늄(Al_2O_3)을 이용하여 Al_2O_3 을 더 두껍게 키우고 다시 레이저 리프트 오프 등으로 Al_2O_3 를 떼어내서 다른 기판에 본딩해서 기판으로 사용하는

방법이다.

[114] [실시예13]

[115] 단결정 실리콘 기판을 HF 처리로 아노다이징을 행하여 다공성 실리콘을 형성 후 수소 열처리(H_2 annealing)를 실시하여 단결정 실리콘/다공성 실리콘/단결정 실리콘 구조를 형성한다.

[116] 단결정 실리콘 기판에 GaN 증착층을 원자층피막 기법으로 50 ~ 100 Å 정도 기르고, 산화물층을 50 Å 정도 먼저 기른 후(생략 가능), Al_2O_3 에피택시(epitaxy)를 하고 그 다음 알루미늄이나 산화알루미늄(Al_2O_3)을 이용하여 Al_2O_3 을 더 두껍게 키우고 다시 레이저 리프트 오프 등으로 Al_2O_3 를 떼어내서 다른 기판에 본딩해서 기판으로 사용하는 방법이다.

[117] [실시예14]

[118] 실리콘(Si) 단결정 기판에 최소한의 산화막을 형성한다. 구체적으로, 2 ~ 30 Å 정도의 두께로 형성할 수 있다. 다음으로, 산화막에 산화알루미늄(Al_2O_3) 에피층을 형성한다. 실리콘 기판을 사용하는 경우 에피층의 두께를 두껍게 형성하는 것이 어려울 수 있으므로 더 두꺼운 단결정 산화알루미늄막을 얻기 위해 추가로 알루미늄(Al)막을 증착한다. 에피층의 두께는 2 ~ 100nm 이고, 알루미늄(Al)막의 두께는 50 ~ 2000 nm로 형성할 수 있다.

[119] 이후, 열처리, 추가 O_2 분위기 열처리로 다결정 산화알루미늄막을 형성하고, 더 높은 1000°C 이상의 온도에서 일정시간 열처리하여 단결정 산화알루미늄(Al_2O_3) 막으로 변환하여 충분한 두께의 단결정 막을 얻는다.

[120] 이상에서 설명한 기판 형성 방법 및 그 기판은 위에서 설명된 실시예들의 구성과 방법에 한정되지 않는다. 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수 있다.

청구범위

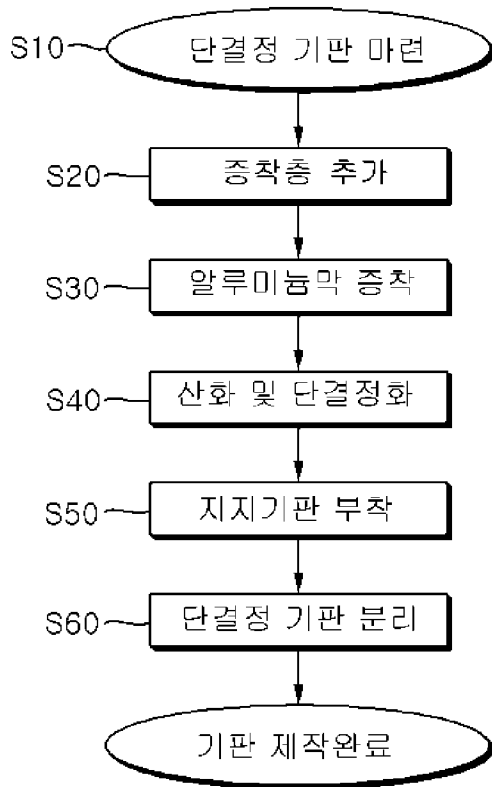
- [청구항 1] 단결정 기판에 상이한 재질의 증착층을 형성하는 단계;
 상기 증착층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계;
 상기 알루미늄막을 산화하고 단결정화하는 단계;
 상기 산화 및 단결정화된 상기 산화알루미늄막(Al_2O_3)을 분리하는 단계; 및
 분리된 상기 단결정 산화알루미늄막(Al_2O_3)을 지지기판에 부착하는 단계를 포함하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 증착층은,
 다결정 질화갈륨(GaN) 또는 질화갈륨 에피(epitaxy)막인, 기판 형성 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 증착층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계에서,
 상기 알루미늄막의 증착 두께는 500 ~ 2000Å 인, 기판 형성 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 상기 알루미늄막(Al)을 산화하고 단결정화하는 단계는,
 비활성 분위기에서 상기 알루미늄막을 열처리하는 단계;
 산소 분위기에서 상기 알루미늄막을 열처리하여 산화알루미늄막으로 변환시키는 단계; 및
 상기 산화알루미늄막을 열처리하여 상기 산화알루미늄막을 단결정으로 변환시키는 단계를 포함하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
 상기 비활성 분위기에서 상기 알루미늄막을 열처리하는 단계는,
 250 ~ 450 °C의 온도에서 일정 시간 동안 가열 유지하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 6] 제4항에 있어서,
 상기 산소 분위기에서 상기 알루미늄막을 열처리하여 산화알루미늄막으로 변환시키는 단계는,
 400 ~ 500 °C의 온도에서 일정 시간 동안 가열 유지하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 7] 제4항에 있어서,
 상기 산화알루미늄막을 열처리하여 상기 산화알루미늄막을 단결정으로 변환하는 단계는,
 900 ~ 1600 °C의 온도에서 일정 시간동안 가열 유지하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
 상기 산화알루미늄막을 열처리하여 단결정으로 변환하는 단계는,

- 상기 산화알루미늄막의 두께에 따라 열처리의 횟수를 반복적으로 수행하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 산화 및 단결정화된 상기 산화알루미늄막(Al_2O_3)을 분리하는 단계는,
레이저 리프트 오프(laser lift-off)에 의해 상기 증착층을 분해하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 지지기판은 금속, 금속 산화물, 수정(quartz), 단결정 실리콘 또는 다결정 실리콘 중 어느 하나를 포함하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 11] 단결정 기판에 상이한 재질의 증착층을 형성하는 단계;
상기 증착층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계;
상기 알루미늄막을 산화하고 단결정화하는 단계;
단결정화된 상기 산화알루미늄막(Al_2O_3)에 지지기판을 부착하는 단계; 및
상기 단결정 기판을 상기 증착층으로부터 분리하는 단계를 포함하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 12] 사파이어 또는 실리콘 단결정 기판에 상이한 재질의 증착층을 형성하는 단계;
상기 증착층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계;
상기 알루미늄막이 복수의 다각 셀 형태로 형성되도록 패터닝을 형성하는 단계;
상기 알루미늄막을 열처리하여 산화 및 단결정화하는 단계;
단결정화된 상기 산화알루미늄막(Al_2O_3)을 상기 패터닝에 의해 셀 형태로 상기 사파이어 또는 단결정 기판으로부터 분리하는 단계;
분리된 상기 단결정 산화알루미늄(Al_2O_3) 기판셀들을 지지기판에 부착하는 단계를 포함하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 13] 실리콘(Si) 단결정 기판에 상이한 재질의 에피층을 형성하는 단계;
상기 에피층에 산화물층을 형성하는 단계;
상기 산화물층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계;
상기 알루미늄막(Al)을 산화 및 단결정화하는 단계; 및
단결정화된 상기 산화알루미늄막(Al_2O_3)을 상기 증착층으로부터 분리하는 단계; 및
분리된 상기 단결정 산화알루미늄막(Al_2O_3)을 지지기판에 부착하는 단계를 포함하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 14] 제13항에 있어서,
상기 에피층은,
실리콘 게르마늄(SiGe), 실리콘 카바이드(SiC) 또는 게르마늄(Ge)

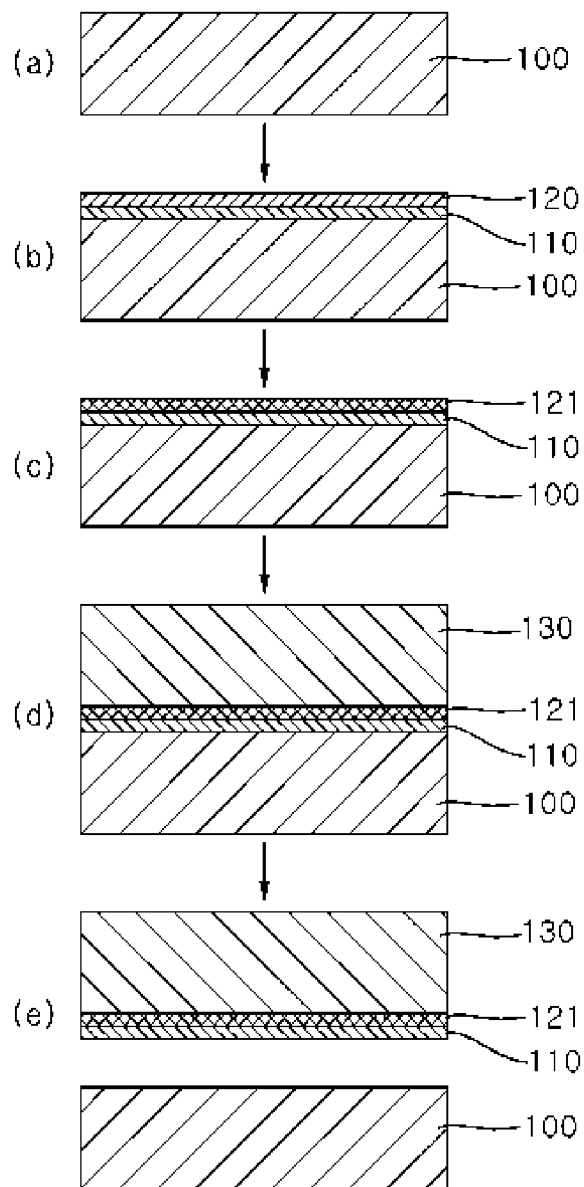
- 중 적어도 어느 하나 이상이 화합된, 기판 형성 방법.
- [청구항 15] 제13항에 있어서,
상기 산화 및 단결정화된 산화알루미늄막(Al_2O_3)에 지지기판을 부착하는 단계 이전에,
산화 및 단결정화된 상기 산화알루미늄막(Al_2O_3) 및 상기 산화물층을 포토레지스트(PR)에 의하여 부분적으로 식각하는 단계; 및
상기 에피층을 습성 케미컬에 의하여 제거하는 단계를 더 포함하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 16] 제13항에 있어서,
상기 산화물층은 10 ~ 50 Å의 두께를 갖도록 형성하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 17] 제13항에 있어서,
상기 산화물층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계 이후에,
상기 알루미늄막 및 상기 산화물층을 포토레지스트(PR)에 의하여 제거하는 단계를 더 포함하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 18] 제13항에 있어서,
상기 지지기판은,
금속 산화물, 다결정 산화알루미늄, 실리콘 카바이드 또는 다결정 실리콘 중 어느 하나를 포함하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 19] 실리콘(Si) 단결정 기판에 습성 케미컬에 의하여 전처리를 하고,
상기 실리콘 단결정과 상이한 재료의 에피층을 형성하는 단계;
상기 에피층에 산화물층을 형성하는 단계;
상기 산화물층에 산화알루미늄(Al_2O_3)막을 증착하는 단계;
상기 산화알루미늄막을 단결정화하는 단계;
단결정화된 상기 산화알루미늄막을 상기 산화물층으로부터 분리하는 단계;
분리된 상기 산화알루미늄막을 지지기판에 부착하는 단계를 포함하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 20] 제19항에 있어서,
상기 산화물층에 산화알루미늄(Al_2O_3)막을 증착하는 단계는,
다결정 산화알루미늄을 증착하고 400 ~ 1000 °C의 온도에서 열처리를 하는 단계를 더 포함하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 21] 제19항에 있어서,
상기 에피층은 다층 형태로 형성하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 22] 사파이어 단결정 기판에 질화갈륨(GaN)층을 증착하는 단계;
상기 질화갈륨층을 부분적으로 식각하여 상기 사파이어 기판을 노출하는 단계;

- 상기 질화갈륨층에 산화물을 형성하는 단계;
 상기 산화물층 및 상기 사파이어 기판의 노출된 부분에
 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계;
 상기 알루미늄막을 산화 및 단결정화하는 단계;
 단결정화된 상기 산화알루미늄막을 분리하는 단계;
 분리된 상기 단결정 산화알루미늄막을 지지기판에 부착하는
 단계를 포함하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 23] 단결정 기판에 상이한 재질의 증착층을 형성하는 단계;
 상기 증착층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계;
 상기 알루미늄막(Al)을 산화하고 단결정화하는 단계;
 상기 증착층을 분해하여 단결정화된 상기 산화알루미늄막을 상기
 단결정 기판으로부터 분리하는 단계; 및
 단결정화된 상기 산화알루미늄막에 지지기판을 부착하는 단계를
 포함하는, 기판 형성 방법.
- [청구항 24] 실리콘(Si) 단결정 기판에 2 ~ 30 Å의 두께로 산화막을 형성하는
 단계;
 상기 산화막에 산화알루미늄(Al_2O_3) 에피층을 형성하는 단계;
 상기 에피층에 알루미늄(Al)막을 증착하는 단계;
 상기 알루미늄막(Al)을 산화 및 단결정화하는 단계를 포함하는,
 기판 형성 방법.
- [청구항 25] 제24항에 있어서,
 상기 에피층의 두께는 2 ~ 100nm 이고,
 상기 알루미늄(Al)막의 두께는 50 ~ 2000 nm로 형성하는, 기판
 형성 방법.
- [청구항 26] 제1항 내지 제25항 중 어느 하나의 기판 형성 방법에 의해 제조된,
 기판.

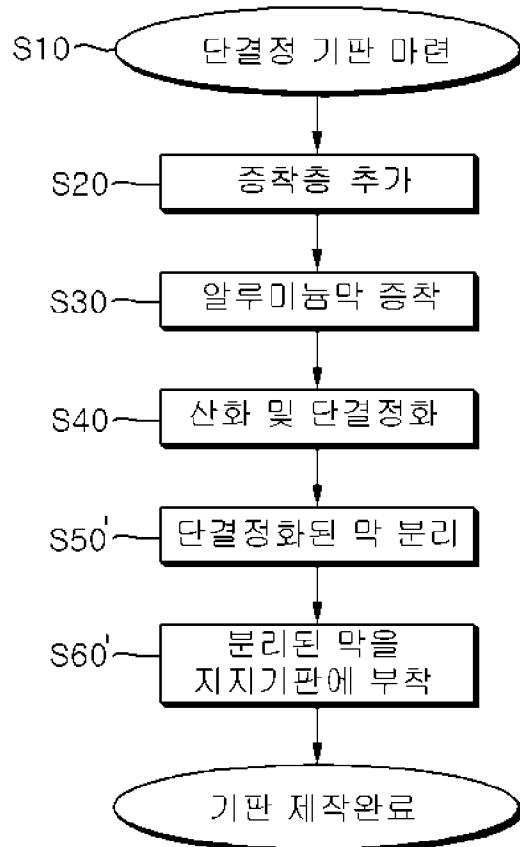
[Fig. 1]



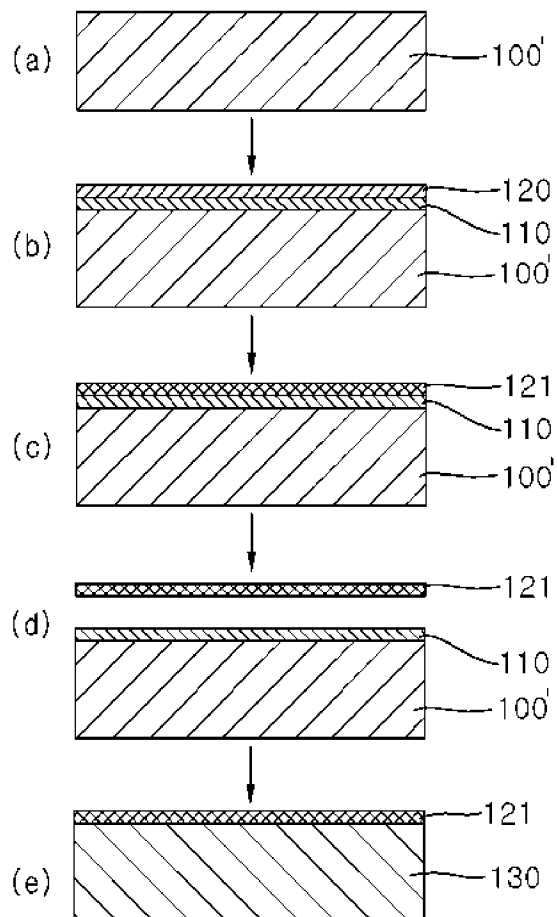
[Fig. 2]



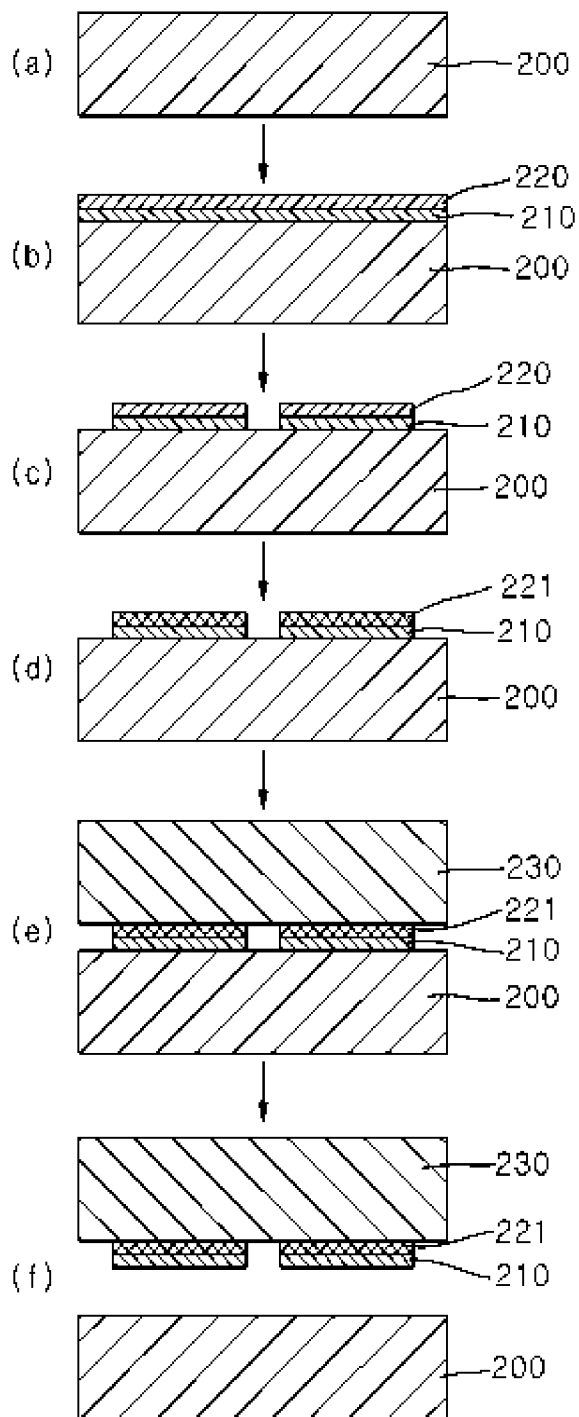
[Fig. 3]



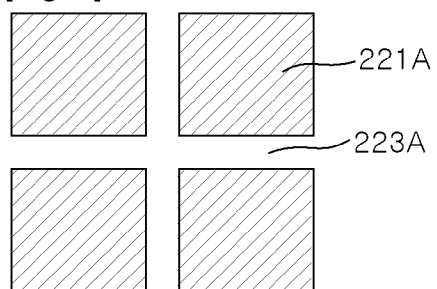
[Fig. 4]



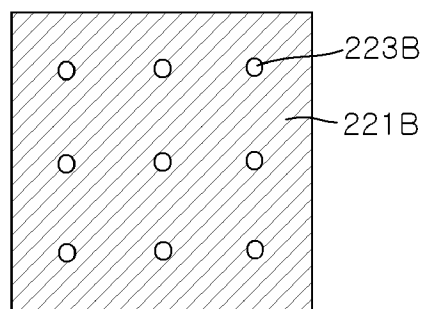
[Fig. 5]



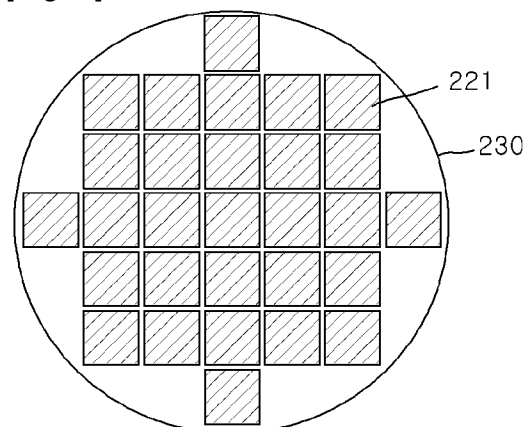
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]

