



- (51) 국제특허분류:
H01L 31/042 (2006.01) H01L 31/18 (2006.01)
H01L 31/0236 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/004479
- (22) 국제출원일: 2012년 6월 7일 (07.06.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0054569 2011년 6월 7일 (07.06.2011) KR
10-2012-0059142 2012년 6월 1일 (01.06.2012) KR
10-2012-0059966 2012년 6월 4일 (04.06.2012) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **동우 화인켐 주식회사 (DONGWOO FINE-CHEM CO., LTD.)** [KR/KR]; 전라북도 익산시 신흥동 740-30, 570-977 Jeollabuk-do (KR).
- (72) 발명자: **김**
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **이재연 (LEE, Jae Youn)** [KR/KR]; 전북 익산시 영등동 제일 1 차아파트 105-1008, 570-768 Jeollabuk-do (KR). **박면규 (PARK, Myun Kyu)** [KR/KR]; 전북 익산시 영등동 제일 3 차아파트 502-505, 570-769 Jeollabuk-do (KR). **홍형표**

(HONG, Hyung Pyo) [KR/KR]; 전북 익산시 영등동 우남 그랜드 타운 103-1504, 570-766 Jeollabuk-do (KR). **진영준 (JIN, Young Jun)** [KR/KR]; 전북 익산시 영등동 신일아파트 101-509, 570-763 Jeollabuk-do (KR).

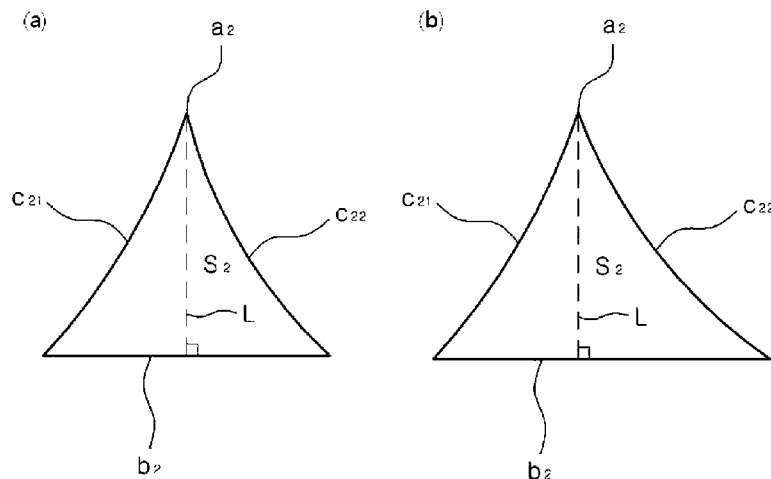
- (74) 대리인: **이준호 (LEE, Joon Ho)** 등; 서울 서초구 서초중앙로 53 6층 (서초동 대림빌딩), 137-953 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, 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: SINGLE CRYSTAL SILICON WAFER AND A FABRICATION METHOD THEREOF

(54) 발명의 명칭 : 단결정 실리콘 웨이퍼 및 그 제조방법

[Fig. 3]



(57) Abstract: The present invention relates to a single crystal silicon wafer and a fabrication method thereof, and more specifically to: a crystalline silicon wafer which can further increase light efficiency by maximizing the quantity of light absorption and remarkably lowering light reflectance since the crystalline silicon wafer is configured to have a surface consisting of a plurality of pyramids in which a lateral side leading from one apex to the bottom is curved; and a fabrication method thereof.

(57) 요약서: 본 발명은 단결정 실리콘 웨이퍼 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 한 정점으로로부터 바닥면에 이르는 측면이 곡면인 다수의 피라미드로 이루어진 표면을 갖도록 구성됨으로써 태양광의 흡수량을 극대화시키고 광반사율을 크게 낮춰 광효율을 더욱 높일 수 있는 결정성 실리콘 웨이퍼 및 그 제조방법에 관한 것이다.



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: 단결정 실리콘 웨이퍼 및 그 제조방법

기술분야

- [1] 본 발명은 태양광의 흡수량을 극대화시키고 광 반사율을 크게 낮춰 광효율을 더욱 높일 수 있는 단결정 실리콘 웨이퍼 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 들어 급속하게 보급되고 있는 태양전지는 차세대 에너지원으로서 클린 에너지인 태양 에너지를 직접 전기로 변환하는 전자 소자로서, 실리콘에 붕소를 첨가한 P형 실리콘 반도체를 기본으로 하여 그 표면에 인을 확산시켜 N형 실리콘 반도체층을 형성시킨 PN 접합 반도체 기관으로 구성되어 있다.
- [3] PN 접합에 의해 전계가 형성된 기관에 태양광과 같은 빛을 조사할 경우 반도체 내의 전자(-)와 정공(+)이 여기되어 반도체 내부를 자유로이 이동하는 상태가 되며, 이러한 PN 접합에 의해 생긴 전계에 들어오게 되면 전자(-)는 N형 반도체에, 정공(+)은 P형 반도체에 이르게 된다. P형 반도체와 N형 반도체 표면에 전극을 형성하여 전자를 외부회로로 흐르게 하면 전류가 발생하게 되는데, 이와 같은 원리로 태양 에너지가 전기 에너지로 변환된다. 따라서 태양 에너지의 변환 효율을 높이기 위해서 PN 접합 반도체 기관의 단위 면적당 전기적 출력을 극대화시켜야 하며, 이를 위해서 반사율은 낮게 하고 광 흡수량은 최대화시켜야 한다.
- [4] 이러한 점을 고려하여 PN 접합 반도체 기관을 구성하는 태양전지용 실리콘 웨이퍼의 표면을 미세 피라미드 구조로 형성시키고 반사 방지막을 처리하고 있다. 실리콘 웨이퍼 표면에 형성된 미세 피라미드는, 도 1에 나타난 바와 같이, 사각형인 바닥면(B)과 삼각형인 4개의 측면(S)이 한 정점에서 만나 형성하는 사각뿔이다. 통상 미세 피라미드의 측면(S_1)은, 도 2에 나타난 바와 같이, 정점(a_1)으로부터 바닥면을 구성하는 밑변(b_1)과 만나는 2개의 측면(c_{11}, c_{12})이 직선인 삼각형 형태이다.
- [5] 이와 같이 미세 피라미드 구조로 형성된 실리콘 웨이퍼는 표면이 넓은 파장대를 갖는 입사광의 반사율을 낮춰 기 흡수된 광의 강도를 증가시킴으로써 태양전지의 효율을 높일 수 있게 되며, 미세 피라미드 구조에 대한 연구를 통하여 태양전지의 효율을 더욱 높일 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명은 태양광의 흡수량을 극대화시키고 광 반사율을 크게 낮출 수 있는 구조를 갖는 단결정 실리콘 웨이퍼를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [7] 또한, 본 발명은 식각 마스크를 사용하지 않고 용이하게 미세 피라미드 구조를 갖는 단결정 실리콘 웨이퍼의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [8] 1. 한 정점으로부터 바닥 면에 이르는 측면이 곡면인 피라미드가 반복 형성된 표면을 갖는 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [9] 2. 위 1에 있어서, 곡면은 피라미드의 중심부 쪽으로 볼록하도록 굴곡진 면인 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [10] 3. 위 1에 있어서, 식각용 마스크를 사용하지 않고 제조된 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [11] 4. 위 1에 있어서, 상기 피라미드의 측면과 상기 피라미드와 인접하는 다른 피라미드의 측면이 이루는 형상의 수직 단면이 첨점을 갖는 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [12] 5. 위 1에 있어서, 에칭액 조성물로 텍스처 에칭된 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [13] 6. 위 5에 있어서, 에칭액 조성물은 알칼리 화합물 0.1 내지 20중량% 및 물 80 내지 99.9중량%를 포함하는 것인 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [14] 7. 위 6에 있어서, 알칼리 화합물은 수산화칼륨, 수산화나트륨, 수산화암모늄, 테트라히드록시메틸암모늄 및 테트라히드록시에틸암모늄으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것인 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [15] 8. 위 6에 있어서, 에칭액 조성물은 탄소수 2-6인 알켄기를 포함하는 작용기가 결합된, 질소 원자를 함유하는 고리형 화합물 10^{-6} 내지 10중량%를 더 포함하는 것인 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [16] 9. 위 8에 있어서, 고리형 화합물은 N-비닐피페라진, N-비닐메틸피페라진, N-비닐에틸피페라진, N-비닐-N'-메틸피페라진, N-아크릴로일피페라진, N-아크릴로일-N'-메틸피페라진, N-비닐모르폴린, N-비닐메틸모르폴린, N-비닐에틸모르폴린, N-아크릴로일모르폴린, N-비닐피페리돈, N-비닐메틸피페리돈, N-비닐에틸피페리돈, N-아크릴로일피페리돈, N-비닐피롤리돈, N-비닐메틸피롤리돈, N-비닐에틸-2-피롤리돈, N-아크릴로일피롤리돈, N-비닐카바졸 및 N-아크릴로일카바졸로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상인 것인 단결정성 실리콘 웨이퍼.
- [17] 10. 위 6에 있어서, 에칭액 조성물은 글루칸계 화합물, 프룩탄계 화합물, 만난계 화합물, 갈락탄계 화합물 및 이들의 금속염으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 다당류를 더 포함하는 것인 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [18] 11. 식각용 마스크를 사용하지 않은 상태에서, 한 정점으로부터 바닥 면에 이르는 측면이 곡면인 피라미드가 단결정 실리콘 웨이퍼의 표면에 반복 형성되도록, 에칭액 조성물로 상기 단결정 실리콘 웨이퍼의 표면을 텍스처 에칭하는 단계를 포함하는 단결정 실리콘 웨이퍼의 제조 방법.
- [19] 12. 위 11에 있어서, 곡면은 피라미드의 중심부 쪽으로 볼록하도록 굴곡진 면인 단결정 실리콘 웨이퍼의 제조방법.
- [20] 13. 위 11에 있어서, 에칭액 조성물은 에칭액 조성물은 알칼리 화합물 0.1 내지

20중량% 및 물 80 내지 99.9중량%를 포함하는 것인 단결정 실리콘 웨이퍼의 제조방법.

- [21] 14. 위 13에 있어서, 알칼리 화합물은 수산화칼륨, 수산화나트륨, 수산화암모늄, 테트라히드록시메틸암모늄 및 테트라히드록시에틸암모늄으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것인 단결정 실리콘 웨이퍼의 제조방법.
- [22] 15. 위 13에 있어서, 에칭액 조성물은 탄소수 2-6인 알켄기를 포함하는 작용기가 결합된, 질소 원자를 함유하는 고리형 화합물 10^{-6} 내지 10중량%를 더 포함하는 것인 단결정 실리콘 웨이퍼의 제조방법.
- [23] 16. 위 15에 있어서, 고리형 화합물은 N-비닐피페라진, N-비닐메틸피페라진, N-비닐에틸피페라진, N-비닐-N'-메틸피페라진, N-아크릴로일피페라진, N-아크릴로일-N'-메틸피페라진, N-비닐모르폴린, N-비닐메틸모르폴린, N-비닐에틸모르폴린, N-아크릴로일모르폴린, N-비닐피페리돈, N-비닐메틸피페리돈, N-비닐에틸피페리돈, N-아크릴로일피페리돈, N-비닐피롤리돈, N-비닐메틸피롤리돈, N-비닐에틸-2-피롤리돈, N-아크릴로일피롤리돈, N-비닐카바졸 및 N-아크릴로일카바졸로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상인 것인 단결정 실리콘 웨이퍼의 제조방법.
- [24] 17. 위 13에 있어서, 에칭액 조성물은 글루칸계 화합물, 프룩탄계 화합물, 만난계 화합물, 갈락탄계 화합물 및 이들의 금속염으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 다당류를 더 포함하는 것인 단결정 실리콘 웨이퍼의 제조방법.

발명의 효과

- [25] 본 발명의 단결정 실리콘 웨이퍼는 곡면인 측면을 갖는 다수의 미세 피라미드로 이루어진 표면을 가짐으로써 태양광의 흡수량을 극대화시키고 광 반사율을 크게 낮춰 광효율을 더욱 높일 수 있다.
- [26] 본 발명의 단결정 실리콘 웨이퍼의 제조방법은 식각 마스크를 사용하지 않고도 곡면인 측면을 갖는 다수의 미세 피라미드 구조를 형성할 수 있으므로, 생산성이 매우 우수하다.

도면의 간단한 설명

- [27] 도 1은 종래 단결정 실리콘 웨이퍼 표면에 형성된 미세 피라미드의 사시도이고,
- [28] 도 2는 종래 단결정 실리콘 웨이퍼 표면에 형성된 미세 피라미드의 한 측면을 나타낸 단면도이고,
- [29] 도 3은 본 발명의 단결정 실리콘 웨이퍼 표면에 형성된 미세 피라미드의 한 측면을 나타낸 단면도이며,
- [30] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 실리콘 웨이퍼 표면에 형성된 미세 피라미드의 표면(a)과 단면(b)을 나타낸 SEM 사진이고,
- [31] 도 5는 종래 실리콘 웨이퍼 표면에 형성된 미세 피라미드의 표면(a)과 단면(b)을 나타낸 SEM 사진이며,

[32] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라, 실리콘 표면에 형성된 서로 다른 두 피라미드들이 인접하고 있는 형태의 수직 단면도이다.

[33]

발명의 실시를 위한 형태

[34] 본 발명은 태양광의 흡수량을 극대화시키고 광 반사율을 크게 낮춰 광효율을 더욱 높일 수 있는 단결정 실리콘 웨이퍼 및 그 제조방법에 관한 것이다.

[35]

[36] 이하 본 발명을 상세히 설명한다.

[37] 본 명세서에서 피라미드는, 도 1에 나타난 바와 같이, 사각형인 바닥면(B)과 삼각형인 4개의 측면(S)이 한 정점에서 만나 형성하는 사각뿔을 의미한다.

[38] 본 발명의 단결정 실리콘 웨이퍼는 한 정점으로부터 바닥면에 이르는 측면이 곡면인 피라미드가 반복 형성된 표면을 갖는 것을 특징으로 한다.

[39] 보다 상세하게, 도 3에 나타난 바와 같이, 피라미드의 측면(S_2)은 정점(a_2)으로부터 바닥면을 구성하는 밑변(b_2)과 만나는 2개의 측면(c_{21}, c_{22})이 직선이 아닌 곡선이다. 즉, 측면(S_2)은 굴곡이 있는 곡면이 된다.

[40] 피라미드의 한 측면을 구성하는 2개의 측면(c_{21}, c_{22})은 서로 같거나 다른 모양의 곡선일 수 있다. 즉, 측면을 정점(a_2)으로부터 밑변(b_2)과 수직을 이루는 중앙선(L)으로 분할하였을 때 분할된 2개의 면은 서로 같거나(도 3a) 서로 상이할 수 있다(도 3b).

[41] 보다 바람직하게는, 도 6과 같이, 상기 피라미드의 측면과 상기 피라미드와 인접하는 다른 피라미드의 측면이 이루는 형상의 수직 단면이 첨점(d)을 가질 수 있다.

[42] 도 6과 같이, 본 발명에 따른 피라미드들의 수직 단면도를 볼 때, 본 발명의 첨점은 한 피라미드의 측면(c_{21})과 그와 인접하는 다른 피라미드의 측면(c_{22})이 이루는 접선 상의 점이다. 첨점은 도 6(a)와 같이 단결정 실리콘 웨이퍼의 표면에 형성될 수도 있고, 도 6(b)와 같이 서로 비대칭인 두 피라미드들의 접선이 단결정 실리콘 웨이퍼의 표면 상부 쪽에 위치하는 경우에는 단결정 실리콘 웨이퍼의 표면 상부 쪽에 형성될 수도 있다.

[43] 본 발명에 따른 웨이퍼는 도 6과 같은 구조를 갖게 됨으로써 광효율의 향상 효과를 더욱 크게 할 수 있다. 본 발명의 이러한 피라미드 구조는 식각용 마스크를 사용하지 않고 에칭액 조성물로 직접 에칭하여 얻을 수 있게 되며, 만약 식각용 마스크를 사용하게 되면 피라미드와 피라미드가 만나는 부분은 필연적으로 곡면을 형성하게 되어 본 발명에 따른 첨점을 갖는 반복된 피라미드 구조를 얻을 수 없다.

[44] 피라미드의 측면은 중심부 쪽으로 볼록하도록 굴곡진 곡면일 수 있다.

[45] 또한, 피라미드를 구성하는 4개의 측면 중 1개 이상의 측면이 위와 같은 곡면일 수 있다.

- [46] 피라미드가 반복 형성되어 있다는 것은 예컨대 도 4와 같이, 위와 같은 형상의 피라미드가 웨이퍼의 표면에 복수 개 존재함을 나타내는 것으로서, 한 정점으로부터 바닥 면에 이르는 측면이 곡면인 피라미드가 복수 개 형성되어 있기만 하다면, 동일 형상의 피라미드가 복수 개 형성되어 있는 경우 뿐만 아니라 서로 상이한 형상의 피라미드(예컨대, 도 3(a)와 도 3(b)의 형상의 피라미드, 크기(L)가 서로 상이한 피라미드 등)가 혼재되어 복수 개 형성되어 있는 경우도 본원의 피라미드가 반복 형성된 경우에 포함된다.
- [47] 반복 형성된 피라미드는 반드시 웨이퍼의 표면적의 일정 비율 이상의 면적을 차지해야 하는 것은 아니다. 다만, 태양광의 흡수량 극대화 및 광 반사율 저하에 기여하기 위해서는 웨이퍼의 표면적의 적어도 50%, 바람직하게는 적어도 70%의 면적에 형성되어 있는 것이 좋다.
- [48] 반복 형성된 피라미드는 반드시 단위 면적 당 특정 수의 피라미드가 포함된 경우여야 하는 것은 아니다. 다만, 태양광의 흡수량 극대화 및 광 반사율 저하에 기여하기 위해 크기가 수 나노 미터 수준인 미세 피라미드인 것이 바람직하다. 예컨대 단결정 실리콘 웨이퍼 표면을 이루고 있는 피라미드의 70% 이상은 평균 크기가 1 내지 $6\mu\text{m}$ 인 것이 바람직하다. 이때, 피라미드의 평균 크기는 한 정점으로부터 바닥 면에 수직으로 이르는 선의 길이를 의미한다.
- [49] 전술한 바와 같이 본 발명에 따라 한 정점으로부터 바닥 면에 이르는 측면이 곡면인 피라미드가 단결정 실리콘 웨이퍼의 표면에 반복 형성하기 위한 본 발명의 방법은, 식각용 마스크를 사용하지 않는 것을 특징으로 한다.
- [50] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 식각용 마스크를 사용하지 않은 상태에서, 알칼리 에칭액 조성물을 이용한 텍스처 에칭방법으로 단결정 실리콘 웨이퍼의 표면을 본 발명에 따른 미세 피라미드 구조로 형성할 수 있다.
- [51] 본 발명에 따른 에칭액 조성물은 알칼리 화합물 0.1 내지 20중량% 및 물 80 내지 99.9중량%를 포함하는 것일 수 있다.
- [52] 또한, 에칭액 조성물은 탄소수 2-6인 알켄기를 포함하는 작용기가 결합된, 질소 원자를 함유하는 고리형 화합물을 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [53] 알칼리 화합물은 결정성 실리콘 웨이퍼의 표면을 에칭하는 성분으로서 그 종류는 특별히 한정되지 않는다. 예컨대, 수산화칼륨, 수산화나트륨, 수산화암모늄, 테트라히드록시메틸암모늄, 테트라히드록시에틸암모늄 등을 들 수 있으며, 이 중에서 수산화칼륨, 수산화나트륨이 바람직하다. 이들은 단독 또는 2종 이상 혼합하여 사용할 수 있다.
- [54] 알칼리 화합물은 에칭액 조성물 총 100중량%에 대하여 0.1 내지 20중량%로 포함되는 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 1 내지 5중량%인 것이 좋다. 함량이 상기 범위에 해당되는 경우 실리콘 웨이퍼 표면을 에칭할 수 있게 된다.
- [55] 탄소수 2-6인 알켄기를 포함하는 작용기가 결합된, 질소 원자를 함유하는 고리형 화합물은 실리콘의 결정 방향인 Si_{100} 방향과 Si_{111} 방향에 대한 에칭 속도 차이를 제어하여 피라미드가 본 발명에서와 같은 곡면인 측면을 갖도록 형상을

조절해주는 성분이다.

- [56] 고리형 화합물로는 N-비닐피페라진, N-비닐메틸피페라진, N-비닐에틸피페라진, N-비닐-N'-메틸피페라진, N-아크릴로일피페라진, N-아크릴로일-N'-메틸피페라진, N-비닐모르폴린, N-비닐메틸모르폴린, N-비닐에틸모르폴린, N-아크릴로일모르폴린, N-비닐피페리돈, N-비닐메틸피페리돈, N-비닐에틸피페리돈, N-아크릴로일피페리돈, N-비닐피롤리돈, N-비닐메틸피롤리돈, N-비닐에틸-2-피롤리돈, N-아크릴로일피롤리돈, N-비닐카바졸, N-아크릴로일카바졸 등을 들 수 있으며, 이들은 단독 또는 2종 이상 혼합하여 사용할 수 있다.
- [57] 고리형 화합물은 에칭액 조성물 총 100중량%에 대하여 10^{-6} 내지 10중량%로 포함되는 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 10^{-3} 내지 1중량%인 것이 좋다. 함량이 상기 범위에 해당되는 경우 실리콘 웨이퍼 표면의 젖음성을 효과적으로 개선시켜 텍스처 품질 편차를 최소화시킬 수 있고 종래와 다른 형상의 미세 피라미드를 용이하게 형성할 수 있다. 함량이 10중량% 초과인 경우 실리콘의 결정 방향에 대한 에칭 속도 차이를 제어하기 어려워 원하는 미세 피라미드 형성을 얻기 어려울 수 있다.
- [58] 에칭액 조성물은 다당류를 더 포함하는 것일 수 있다.
- [59] 다당류(polysaccharide)는 단당류 2개 이상이 글리코시드 결합하여 큰 분자를 만들고 있는 당류로서, 알칼리 화합물에 의한 과에칭과 에칭 가속화를 방지함으로써 균일한 미세 피라미드를 형성하는 동시에 에칭에 의해 생성된 수소 버블을 실리콘 웨이퍼 표면으로부터 빨리 떨어뜨려 외관을 향상시키는 성분이다.
- [60] 다당류로는 글루칸계(glucan) 화합물, 프룩탄계(fructan) 화합물, 만난계(mannan) 화합물, 갈락탄계(galactan) 화합물 또는 이들의 금속염 등을 들 수 있으며, 이 중에서 글루칸계 화합물과 이의 금속염이 바람직하다. 이들은 단독 또는 2종 이상 혼합하여 사용할 수 있다.
- [61] 글루칸계 화합물로는 셀룰로오스, 디메틸아미노에틸셀룰로오스, 디에틸아미노에틸셀룰로오스, 에틸히드록시에틸셀룰로오스, 메틸히드록시에틸셀룰로오스, 4-아미노벤질셀룰로오스, 트리에틸아미노에틸셀룰로오스, 시아노에틸셀룰로오스, 에틸셀룰로오스, 메틸셀룰로오스, 카르복시메틸셀룰로오스, 히드록시에틸셀룰로오스, 히드록시프로필셀룰로오스, 알긴산, 아밀로오스, 아밀로펙틴, 펙틴, 스타치, 덱스트린, α -시클로덱스트린, β -시클로덱스트린, γ -시클로덱스트린, 히드록시프로필- β -시클로덱스트린, 메틸- β -시클로덱스트린, 덱스트란, 덱스트란설페이트나트륨, 사포닌, 글리코젠, 자이모산, 렌티난, 시조피난 또는 이들의 금속염 등을 들 수 있다.
- [62] 다당류는 평균 분자량이 5,000 내지 1,000,000인 것일 수 있으며, 바람직하게 50,000 내지 200,000인 것이 좋다.

- [63] 다당류는 에칭액 조성물 총 100중량%에 대하여 10^{-9} 내지 10중량%로 포함될 수 있으며, 바람직하게는 10^{-6} 내지 1중량%인 것이 좋다. 함량이 상기 범위에 해당되는 경우 과에칭과 에칭 가속화를 효과적으로 방지할 수 있다. 함량이 10중량% 초과인 경우 알칼리 화합물에 의한 에칭 속도를 급격하게 저하시켜 원하는 미세 피라미드를 형성하기 어렵다.
- [64] 또한, 본 발명의 결정성 실리콘 웨이퍼의 텍스처 에칭액 조성물은 계면활성제, 지방산 및 이의 알칼리 금속염, 실리카 함유 화합물 등을 1종 이상 더 포함할 수 있다.
- [65] 물의 종류는 특별히 한정되지 않으나, 탈이온 증류수인 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 반도체 공정용 탈이온 증류수로서 비저항값이 $18\text{M}\Omega/\text{cm}$ 이상인 것이 좋다.
- [66] 물은 결정성 에칭액 조성물 총 100중량%에 잔량으로 포함될 수 있다.
- [67] 물의 종류는 특별히 한정되지 않으나, 탈이온 증류수인 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 반도체 공정용 탈이온 증류수로서 비저항값이 $18\text{M}\Omega/\text{cm}$ 이상인 것이 좋다.
- [68] 이와 같이 구성된 에칭액 조성물을 이용하여 단결정 실리콘 웨이퍼를 침적, 분무 또는 침적 및 분무하는 단계를 포함하는 방법으로 미세 피라미드로 이루어진 구조의 표면을 형성할 수 있다. 침적과 분무의 횟수는 특별히 한정되지 않으며, 침적과 분무를 모두 수행하는 경우 그 순서도 한정되지 않는다. 또한, 침적, 분무 또는 침적 및 분무하는 단계는 50 내지 100°C 의 온도에서 30초 내지 60분 동안 수행될 수 있다. 이때, 딥방식, 분무방식 또는 메엽방식 등의 에칭 공정을 이용할 수 있다.
- [69] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시하나, 이들 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 첨부된 특허청구범위를 제한하는 것이 아니며, 본 발명의 범주 및 기술사상 범위 내에서 실시예에 대한 다양한 변경 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속하는 것도 당연한 것이다.
- [70]
- [71] 실시예
- [72] 실시예 1
- [73] 수산화칼륨(KOH) 2중량%, N-비닐피롤리돈 0.1중량%, 알긴산나트륨(AANa) 0.02중량% 및 잔량의 탈이온 증류수를 혼합하여 에칭액 조성물을 제조하였다.
- [74] 단결정 실리콘 웨이퍼 기판을 제조된 에칭액 조성물에 80°C 의 온도로 20분 동안 침적시켜 텍스처 에칭하였다.
- [75]
- [76] 비교예 1
- [77] 수산화칼륨(KOH) 2중량%, N-메틸피롤리돈 0.1중량%, 알긴산나트륨(AANa) 0.02중량% 및 잔량의 탈이온 증류수를 혼합하여 에칭액 조성물을 제조하였다.

- [78] 단결정 실리콘 웨이퍼 기판을 제조된 에칭액 조성물에 80°C의 온도로 20분 동안 침적시켜 텍스처 에칭하였다.
- [79]
- [80] 시험예
- [81] 상기 실시예 및 비교예에서 텍스처 에칭된 실리콘 웨이퍼 기판의 물성을 하기 방법으로 측정하고, 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.
- [82] (1) 미세 피라미드 형상
- [83] 단결정 실리콘 웨이퍼 기판 표면에 형성된 미세 피라미드 구조의 형상을 주사전자현미경(Scanning electron microscope, SEM)을 이용하여 확인하였다.
- [84] (2) 텍스처 균일성
- [85] 단결정 실리콘 웨이퍼 기판 표면에 형성된 미세 피라미드 구조의 편차, 즉 균일성을 디지털 카메라, 3D 광학현미경 및 주사전자현미경(Scanning electron microscope, SEM)을 이용하여 육안으로 관찰하고, 하기 기준에 의거하여 평가하였다.
- [86] <평가기준>
- [87] ◎: 웨이퍼 기판 전부에 피라미드 형성.
- [88] ○: 웨이퍼 기판 일부에 피라미드 미형성(미형성 부분 5% 미만).
- [89] △: 웨이퍼 기판 일부에 피라미드 미형성(미형성 부분 5-50%).
- [90] ×: 웨이퍼 기판 대부분에 피라미드 미형성(미형성 부분 90% 이상).
- [91] (3) 반사율(%)
- [92] 단결정 실리콘 웨이퍼 기판 표면에 UV 분광광도계를 이용하여 600nm의 파장대를 갖는 광을 조사하였을 때의 반사율을 측정하였다.
- [93]
- [94] 도 4 및 5는 각각 실시예 1 및 비교예 1에서 텍스처 에칭된 단결정 실리콘 웨이퍼 기판의 표면을 나타낸 SEM 사진이다. 상세하게 살펴보면, 실시예 1에서 형성된 미세 피라미드는 한 정점으로부터 바닥면과 만나는 2개의 측면이 곡선 형태인, 즉 측면이 곡면인 형태로 형성되고, 그 크기도 작으면서 균일한 것을 알 수 있다.
- [95] 반면, 비교예 1에서 형성된 미세 피라미드는 한 정점으로부터 바닥면과 만나는 2개의 측면이 직선 형태인, 즉 측면이 평평한 면인 형태로 형성되고, 그 크기도 실시예 1보다 큰 것을 알 수 있다.
- [96] 즉, 본 발명에 따른 단결정 실리콘 웨이퍼는 이러한 미세 피라미드의 형상의 차이로 인해 태양광의 흡수량을 극대화시키고 광 반사율은 더욱 낮출 수 있게 된다.
- [97] 표 1

[Table 1]

구분	텍스처 균일성	반사율(600nm, %)
실시예1	◎	9.31
비교예1	◎	10.96

[98]

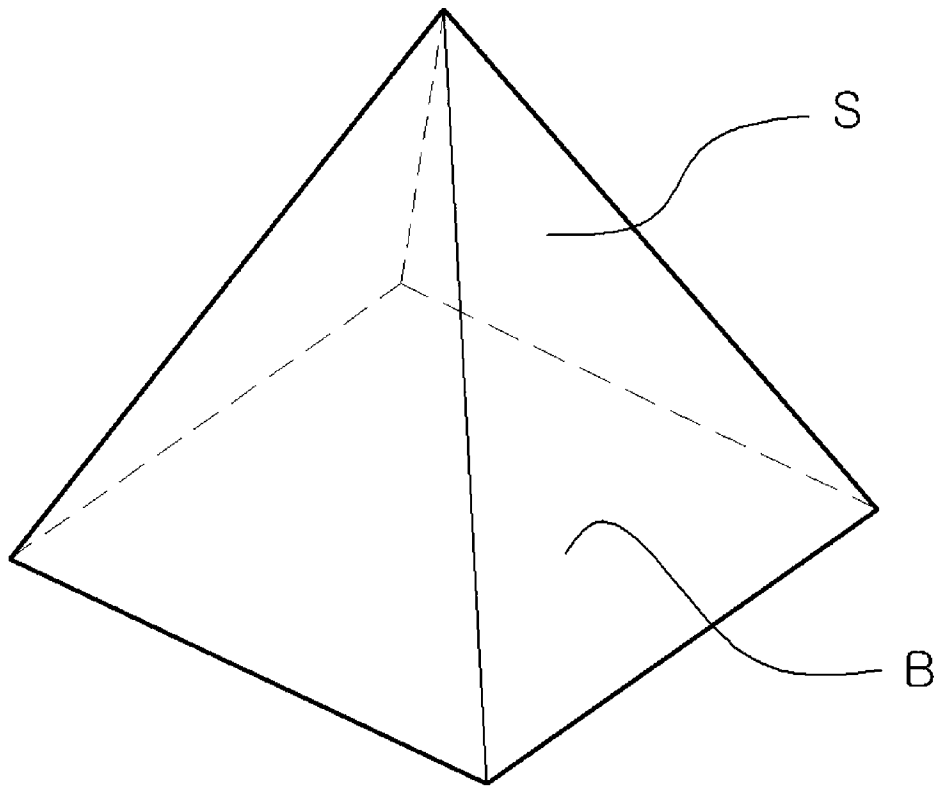
[99] 위 표 1과 같이, 본 발명에 따라 곡면인 측면을 갖는 다수의 미세 피라미드가 표면에 형성된 실시예 1의 단결정 실리콘 웨이퍼 기판은 비교예 1의 기판과 비교하여 미세 피라미드 텍스처의 균일성이 우수할 뿐만 아니라 미세 피라미드의 형상으로 인해 비교예 1에 비해 광 반사율이 더욱 낮은 것을 확인하였다. 이를 통하여 광 효율을 더욱 높일 수 있게 된다.

청구범위

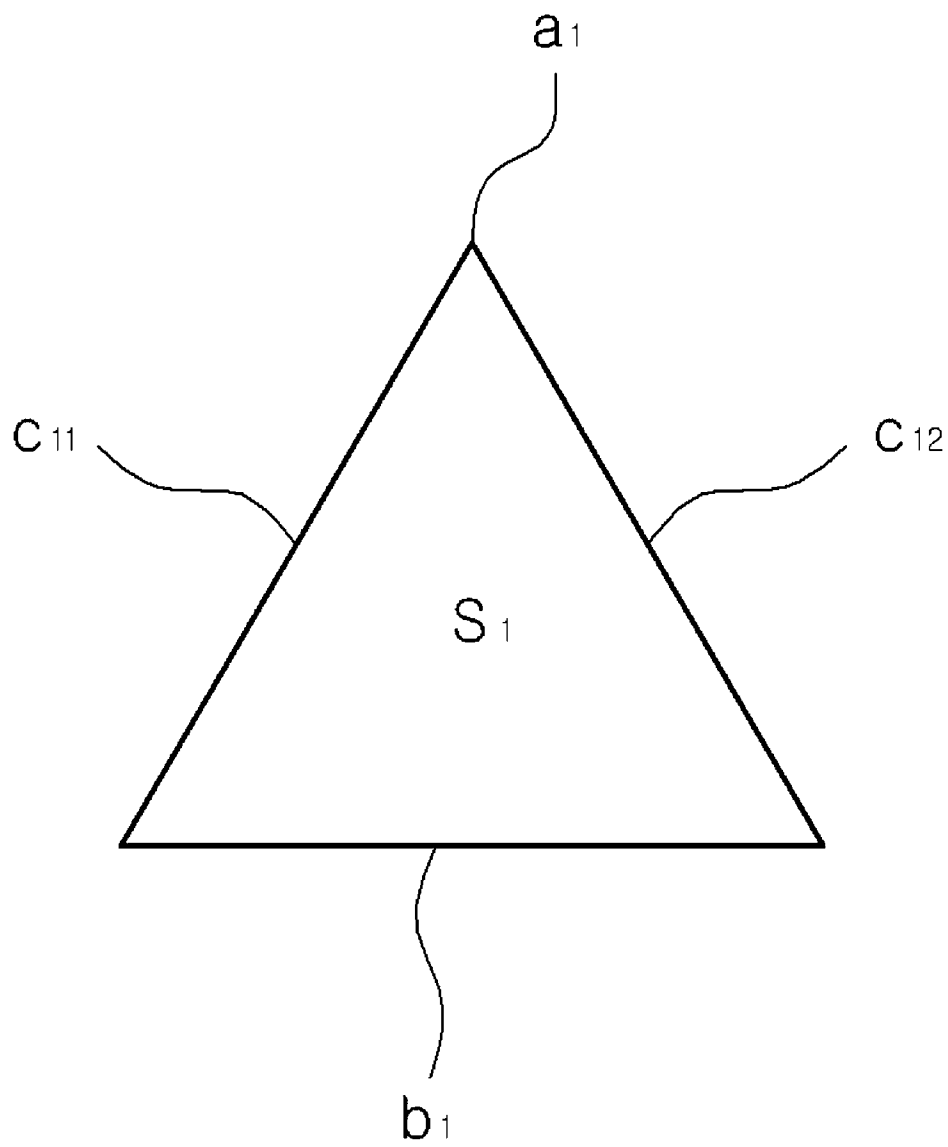
- [청구항 1] 한 정점으로부터 바닥 면에 이르는 측면이 곡면인 피라미드가 반복 형성된 표면을 갖는 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서, 곡면은 피라미드의 중심부 쪽으로 볼록하도록 굴곡진 면인 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서, 식각용 마스크를 사용하지 않고 제조된 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서, 상기 피라미드의 측면과 상기 피라미드와 인접하는 다른 피라미드의 측면이 이루는 형상의 수직 단면이 첨점을 갖는 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서, 에칭액 조성물로 텍스처 에칭된 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [청구항 6] 청구항 5에 있어서, 에칭액 조성물은 알칼리 화합물 0.1 내지 20중량% 및 물 80 내지 99.9중량%를 포함하는 것인 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [청구항 7] 청구항 6에 있어서, 알칼리 화합물은 수산화칼륨, 수산화나트륨, 수산화암모늄, 테트라히드록시메틸암모늄 및 테트라히드록시에틸암모늄으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것인 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [청구항 8] 청구항 6에 있어서, 에칭액 조성물은 탄소수 2-6인 알켄기를 포함하는 작용기가 결합된, 질소 원자를 함유하는 고리형 화합물 10^{-6} 내지 10중량%를 더 포함하는 것인 단결정 실리콘 웨이퍼.
- [청구항 9] 청구항 8에 있어서, 고리형 화합물은 N-비닐피페라진, N-비닐메틸피페라진, N-비닐에틸피페라진, N-비닐-N'-메틸피페라진, N-아크릴로일피페라진, N-아크릴로일-N'-메틸피페라진, N-비닐모르폴린, N-비닐메틸모르폴린, N-비닐에틸모르폴린, N-아크릴로일모르폴린, N-비닐피페리돈, N-비닐메틸피페리돈, N-비닐에틸피페리돈, N-아크릴로일피페리돈, N-비닐피롤리돈, N-비닐메틸피롤리돈, N-비닐에틸-2-피롤리돈, N-아크릴로일피롤리돈, N-비닐카바졸 및 N-아크릴로일카바졸로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상인 것인 단결정성 실리콘 웨이퍼.
- [청구항 10] 청구항 6에 있어서, 에칭액 조성물은 글루칸계 화합물, 프룩탄계 화합물, 만난계 화합물, 갈락탄계 화합물 및 이들의 금속염으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 다당류를 더 포함하는 것인 단결정 실리콘 웨이퍼.

- [청구항 11] 식각용 마스크를 사용하지 않은 상태에서, 한 정점으로부터 바닥면에 이르는 측면이 곡면인 피라미드가 단결정 실리콘 웨이퍼의 표면에 반복 형성되도록, 에칭액 조성물로 상기 단결정 실리콘 웨이퍼의 표면을 텍스처 에칭하는 단계를 포함하는 단결정 실리콘 웨이퍼의 제조 방법.
- [청구항 12] 청구항 11에 있어서, 곡면은 피라미드의 중심부 쪽으로 볼록하도록 굴곡진 면인 단결정 실리콘 웨이퍼의 제조방법.
- [청구항 13] 청구항 11에 있어서, 에칭액 조성물은 에칭액 조성물은 알칼리 화합물 0.1 내지 20중량% 및 물 80 내지 99.9중량%를 포함하는 것인 단결정 실리콘 웨이퍼의 제조방법.
- [청구항 14] 청구항 13에 있어서, 알칼리 화합물은 수산화칼륨, 수산화나트륨, 수산화암모늄, 테트라히드록시메틸암모늄 및 테트라히드록시에틸암모늄으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것인 단결정 실리콘 웨이퍼의 제조방법.
- [청구항 15] 청구항 13에 있어서, 에칭액 조성물은 탄소수 2-6인 알켄기를 포함하는 작용기가 결합된, 질소 원자를 함유하는 고리형 화합물 10^{-6} 내지 10중량%를 더 포함하는 것인 단결정 실리콘 웨이퍼의 제조방법.
- [청구항 16] 청구항 15에 있어서, 고리형 화합물은 N-비닐피페라진, N-비닐메틸피페라진, N-비닐에틸피페라진, N-비닐-N'-메틸피페라진, N-아크릴로일피페라진, N-아크릴로일-N'-메틸피페라진, N-비닐모르폴린, N-비닐메틸모르폴린, N-비닐에틸모르폴린, N-아크릴로일모르폴린, N-비닐피페리돈, N-비닐메틸피페리돈, N-비닐에틸피페리돈, N-아크릴로일피페리돈, N-비닐피롤리돈, N-비닐메틸피롤리돈, N-비닐에틸-2-피롤리돈, N-아크릴로일피롤리돈, N-비닐카바졸 및 N-아크릴로일카바졸로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상인 것인 단결정 실리콘 웨이퍼의 제조방법.
- [청구항 17] 청구항 13에 있어서, 에칭액 조성물은 글루칸계 화합물, 프룩탄계 화합물, 만난계 화합물, 갈락탄계 화합물 및 이들의 금속염으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 다당류를 더 포함하는 것인 단결정 실리콘 웨이퍼의 제조방법.

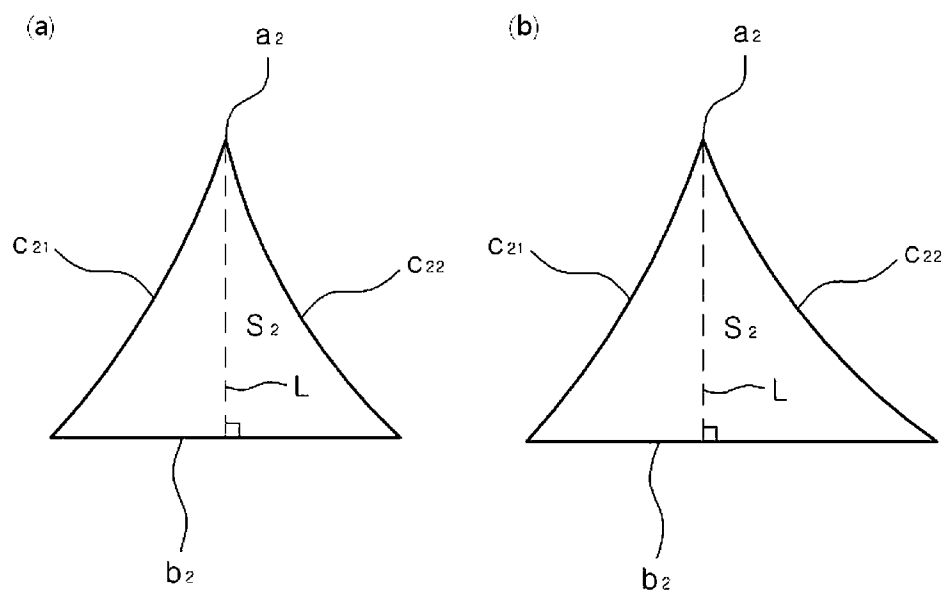
[Fig. 1]



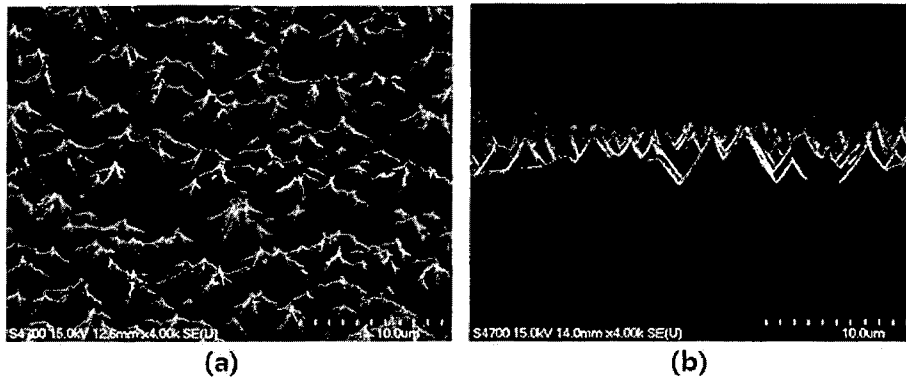
[Fig. 2]



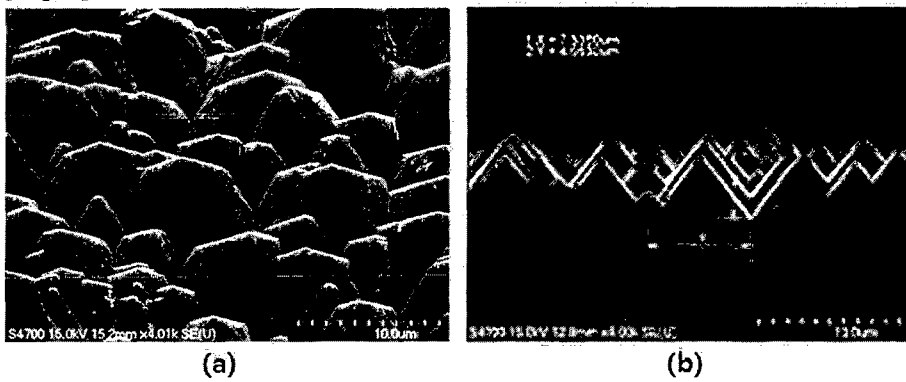
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig.5]



[Fig.6]

