



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0089473
(43) 공개일자 2010년08월12일

(51) Int. Cl.

H01L 31/042 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0008733

(22) 출원일자 2009년02월04일

심사청구일자 2009년02월04일

(71) 출원인

(주)제스솔라

경기 평택시 청북면 현곡리 3-1 블록

이창재

경기도 성남시 분당구 서현동(시범단지) 동아아파트 203-601

(72) 발명자

이창재

경기도 성남시 분당구 서현동(시범단지) 동아아파트 203-601

(74) 대리인

허진석

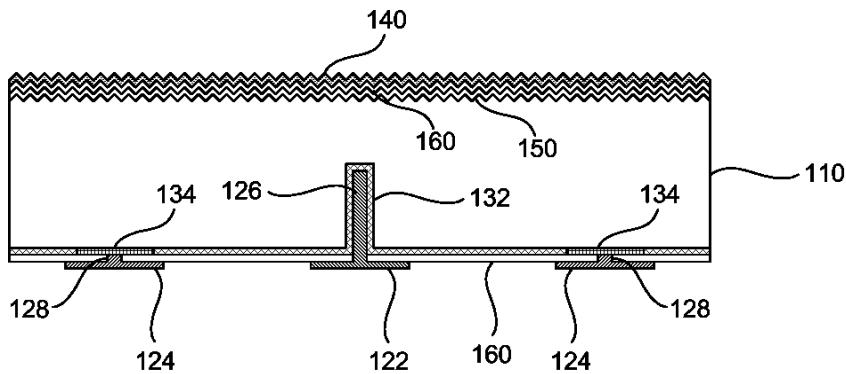
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 고효율 후면 전극형 태양전지 및 그 제조방법

(57) 요약

저품질의 저가 웨이퍼를 기관으로 사용하여도 캐리어 재결합에 따른 문제점을 극복할 수 있는 고효율 후면 전극형 태양전지 및 그 제조방법에 관해 개시한다. 본 발명의 가장 큰 특징은, 전극이 웨이퍼의 내부까지 연장되는 구조, 이른바 리치 스루 콜렉터(Reach-through collector) 구조를 채용함으로써 캐리어의 재결합 정도를 줄였다는 것이다. 본 발명에 따르면, 저렴한 비용으로 고효율의 후면 전극형 태양전지를 제조할 수 있다.

대표도 - 도1b



특허청구의 범위

청구항 1

앞면과 뒷면을 갖는 실리콘 기판과;

상기 실리콘 기판의 뒷면에 형성되는 복수의 요홈부들과;

상기 실리콘 기판의 뒷면에 각각 형성되되, 상기 요홈부들이 있는 부위를 모두 포함하도록 형성되는 제1 도전형 도핑영역과, 상기 제1 도전형 도핑영역과 분리되게 형성되는 제2 도전형 도핑영역과;

상기 제1 도전형 도핑영역 및 제2 도전형 도핑영역의 각각에 연결되는 제1 도전형 전극 및 제2 도전형 전극;

을 구비하는 고효율 후면 전극형 태양전지.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 실리콘 기판이 CZ 웨이퍼인 것을 특징으로 하는 고효율 후면 전극형 태양전지.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 CZ 웨이퍼의 두께가 150 ~ 300 μ m인 것을 특징으로 하는 고효율 후면 전극형 태양전지.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 요홈부의 깊이가 상기 실리콘 기판 두께의 10 ~ 70%인 것을 특징으로 하는 고효율 후면 전극형 태양전지.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 요홈부가 홀 또는 그루브 형태인 것을 특징으로 하는 고효율 후면 전극형 태양전지.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 CZ 웨이퍼가 게더링 공정을 거친 것을 특징으로 하는 고효율 후면 전극형 태양전지.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제1 도전형이 N-형일 경우 상기 제2 도전형은 P-형이며, 상기 제1 도전형이 P-형일 경우 상기 제2 도전형은 N-형인 것을 특징으로 하는 고효율 후면 전극형 태양전지.

청구항 8

앞면과 뒷면을 갖는 실리콘 기판의 뒷면에 복수의 요홈부들을 형성하고, 제1 도전형 도핑영역을 상기 실리콘 기판의 뒷면 전 영역에 형성하는 제1 단계와;

상기 요홈부들을 포함하지 않는 부분에, 상기 제1 도전형 도핑영역과 분리되는 제2 도전형 도핑영역을 형성하는 제2 단계와;

상기 실리콘 기판의 앞면의 상부에 반사방지 코팅층을 형성하는 제3 단계와;

상기 제1 도전형 도핑영역과 상기 제2 도전형 도핑영역에 각각에 연결되는 제1 도전형 전극 및 제2 도전형 전극을 형성하는 제4 단계;

를 구비하되,

상기 제1 도전형 전극 및 제2 도전형 전극이 스크린 프린팅에 의한 패턴 형성공정에 의해 만들어지는 것을 특징으로 하는 고효율 후면 전극형 태양전지의 제조방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 실리콘 기판의 앞면의 상부에 반사방지 코팅층을 형성하는 제3 단계 이전에 상기 실리콘 기판의 앞면과 상기 반사방지 코팅층 사이에 FSF층을 형성하는 단계를 더 거치는 것을 특징으로 하는 고효율 후

면 전극형 태양전지의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 고효율 후면 전극형 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것으로, 특히, 저품질의 저가 웨이퍼를 기관으로 사용하여도 캐리어 재결합에 따른 문제점을 극복할 수 있는 고효율 후면 전극형 태양전지 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 태양전지는 태양광 에너지를 전기에너지로 바꾸는 전지로서, 일반적으로 대면적, p-n접합 다이오드 구조를 이용하여 태양광으로부터 전기 에너지를 발생시키게 된다. 이러한 태양전지는 대체로 하나 이상의 n-형 도핑 영역과 하나 이상의 p-형 도핑 영역을 포함하도록 도핑된 실리콘 웨이퍼를 사용하여 제조된다. 실리콘 웨이퍼 기반의 상업용 태양전지의 생산에 있어서, 최근 IBC (Interdigitated Back Contact) 전지로 언급되는 구조가 제안되어 활발히 연구되고 있다. 이러한 IBC 태양전지는, 실리콘과 같은 반도체 웨이퍼와 p-형 및 n-형 도핑의 교번 라인들(서로 맞물린 스트라이프들(interdigitated stripes))을 포함하여 이루어진다. 이 전지의 구조는 p형 영역과 n형 영역으로의 모든 전기 접촉이 전지(cell)의 아랫면을 통해 이뤄질 수 있다는 장점을 갖는다. 이와 같이 양전극과 음전극이 서로 맞물리게 형성된 교차 전극이 후면에만 존재하는 구조는 미국특허 제7,339,110호에 개시되어 있다.

[0003] 한편, 태양전지의 제조에 있어서 가장 큰 관심사는 태양전지의 변환효율을 높이면서도 제조단가를 낮추는 것이다. 태양전지의 변환효율을 향상시키기 위해서는 태양전지의 태양광에 대한 흡수율을 높이고, 캐리어들의 재결합 정도를 줄여야 하는 것이 관건이다. 통상적으로, 태양광에 대한 흡수율을 높이기 위해서 후면전극 구조를 채용하며, 캐리어들의 재결합 정도를 줄이기 위해 캐리어 라이프타임(carrier lifetime)이 긴 고품질 웨이퍼, 예컨대 플로트 존(Float Zone; FZ) 방법으로 단결정 성장시킨 웨이퍼를 채용한다. 이러한 FZ 웨이퍼의 경우, 캐리어 라이프타임이 200 내지 400 μ s 정도로 길기 때문에, 두께 300 μ m 이상의 후막 기관에서도 캐리어 컬렉션(carrier collection)에 따른 문제가 발생하지 않는 점이 장점이지만, 이러한 FZ 웨이퍼의 경우 가격이 비싸다는 단점을 갖는다. 이와 같은 고가의 기관을 사용하지 않고 저품질의 저가의 기관, 예컨대 CZ(Czochralski) 웨이퍼를 사용하는 것도 고려해 볼 수는 있다. 그러나, CZ 웨이퍼에는 그 내부에 결함(defect), 전위(dislocation), 각종 불순물(탄소, 산소 또는 금속이온) 등과 같이 캐리어의 재결합 중심(recombination center)으로 작용하는 결점이 많기 때문에, 캐리어의 라이프타임이 감소하는 현상, 즉 캐리어의 확산거리가 짧아지는 현상이 발생하게 된다. 이렇게 캐리어 확산거리가 짧아지면 태양광의 구성성분 중에서 특히 단파장광은 기관의 앞면 쪽에서 캐리어를 만들어 내기 때문에 기관의 뒷면에서 캐리어 컬렉션이 이루어지기 전에 생성된 캐리어가 재결합되어 버려서 태양전지의 변환효율이 낮아지는 문제점이 있다.

[0004] 한편, 한국특허출원 제2007-29415호에서는 도전층 형성에 스크린 프린팅 방식을 도입하는 등의 방법으로 IBC형 태양전지의 제조 공정을 개선하여 제조 공정을 단순화하고 제조 비용을 감소시키는 기술에 대해 개시하고 있다. 이 특허출원의 도 3을 참조하면, p+ 도전층이 실리콘 기관의 내부로 상당 부분 돌출된 것처럼 도시되어 있으나, p+ 도전층이 p형 도펀트를 함유하는 조성물을 스크린 프린팅을 이용하여 도포한 후, 확산로에서 열처리함에 의해 형성되므로 실질적으로 도 3에서 p+ 도전층이 과장되게 도시된 것임을 알 수 있다. 그 이유는 확산로에서 열처리할 경우, 확산되는 깊이는 아무리 깊은 경우라도 수 μ m를 넘지 못하기 때문이다.

발명의 내용

해결하고자하는 과제

[0005] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 비교적 저품질의 저가 기관을 사용할 경우 발생하는 캐리어 라이프타임 감소 문제를 극복할 수 있는 고효율 후면 전극형 태양전지 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- [0006] 상기한 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 고효율 후면 전극형 태양전지는:
- [0007] 앞면과 뒷면을 갖는 실리콘 기관과;
- [0008] 상기 실리콘 기관의 뒷면에 형성되는 복수의 요홈부들과;
- [0009] 상기 실리콘 기관의 뒷면에 각각 형성되되, 상기 요홈부들이 있는 부위를 모두 포함하도록 형성되는 제1 도전형 도핑영역과, 상기 제1 도전형 도핑영역과 분리되게 형성되는 제2 도전형 도핑영역과;
- [0010] 상기 제1 도전형 도핑영역 및 제2 도전형 도핑영역의 각각에 연결되는 제1 도전형 전극 및 제2 도전형 전극;
- [0011] 을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 여기서, 상기 실리콘 기관이 CZ(Czochralski) 웨이퍼인 것이 바람직하며, 이 경우 상기 CZ 웨이퍼의 두께가 150 ~ 300 μ m인 것이 더욱 바람직하다.
- [0013] 한편, 상기 요홈부의 깊이는 상기 실리콘 기관 두께의 10 ~ 70%인 것이 바람직하다.
- [0014] 상기한 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 고효율 후면 전극형 태양전지의 제조방법은:
- [0015] 앞면과 뒷면을 갖는 실리콘 기관의 뒷면에 복수의 요홈부들을 형성하고, 제1 도전형 도핑영역을 상기 실리콘 기관의 뒷면 전 영역에 형성하는 제1 단계와;
- [0016] 상기 요홈부들을 포함하지 않는 부분에, 상기 제1 도전형 도핑영역과 분리되는 제2 도전형 도핑영역을 형성하는 제2 단계와;
- [0017] 상기 실리콘 기관의 앞면의 상부에 반사방지 코팅층을 형성하는 제3 단계와;
- [0018] 상기 제1 도전형 도핑영역과 상기 제2 도전형 도핑영역에 각각에 연결되는 제1 도전형 전극 및 제2 도전형 전극을 형성하는 제4 단계;
- [0019] 를 구비하되,
- [0020] 상기 제1 도전형 전극 및 제2 도전형 전극이 스크린 프린팅에 의한 패턴 형성공정에 의해 만들어지는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 여기서, 상기 실리콘 기관의 앞면의 상부에 반사방지 코팅층을 형성하는 제3 단계 이전에 상기 실리콘 기관의 앞면과 상기 반사방지 코팅층 사이에 FSF층을 형성하는 단계를 더 거칠 수도 있다.

효 과

- [0022] 본 발명에 따르면, 후면 전극형 태양전지의 기관으로써 비교적 저품질의 저가 기관을 사용할 경우에 캐리어 라이프타임이 감소하더라도 리치 쓰루 콜렉터(Reach-through collector) 구조를 채용함으로써 캐리어의 재결합 정도를 줄여서 효율성 있는 후면 전극형 태양전지를 구현할 수 있다. 따라서, 저렴한 비용으로 고효율의 후면 전극형 태양전지를 제조할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하에서, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0024] 도 1a는 본 발명의 실시예에 따른 고효율 후면 전극형 태양전지의 뒷면 구조를 나타낸 평면도이며, 도 1b는 도 1a의 A-A' 선에 따른 부분 단면구조를 나타내되, 태양전지의 윗면을 위로 하여 나타낸 도면이다. 도 1a 및 도 1b를 참조하면, 본 발명의 태양전지의 기관으로는 두께가 150 ~ 300 μ m인 N-형 CZ(Czochralski) 웨이퍼(110)가 사용된다. CZ 웨이퍼(110)의 뒷면에는, 제1 도전형 전극에 해당되는 P-전극(122)과 제2 도전형 전극에 해당되는 N-전극(124)이 서로 맞물리는(interdigitated) 구조를 이루도록 배치되어 있다. P-전극(122)은, CZ 웨이퍼(110)에 형성된 요홈부에 채워진 금속 플러그로 이루어진 RTC(Reach-Through Collector) 구조(126)에 의해, 제1 도전형 도핑영역에 해당되는 P+ 확산영역(diffusion region; 132)과 오믹 접촉을 이루고 있다. 또한, N-전극(124)은, 보호용 절연층에 해당하는 산화막(160)(CZ 웨이퍼(110) 뒷면에 형성된 것)을 관통하는 콘택 플러그(128)에 의해, 제2 도전형 도핑영역에 해당되는 N+ 확산영역(134)과 오믹 접촉을 이루고 있다. 한편, 산화막(160)은 CZ 웨이퍼(110) 뒷면에 형성되는 바, 이는 후술할 실리콘 질화막으로 이루어진 반사방지(Anti-Reflection; AR) 코팅층(140)과 더불어 2중 반사방지층을 이루고 있다.

- [0025] 이와 같은 구조를 갖는 본 발명의 태양전지의 가장 큰 특징은 P-전극(122)이 요홈부 구조에 의해 CZ 웨이퍼(110)의 내부 깊숙이 연결되어 있다는 것이다. 이와 같은 구조를 택한 이유는, CZ 웨이퍼(110)와 같이 기관의 품질이 다소 좋지 않을 경우, CZ 웨이퍼(110)의 내부에 결함(defect), 전위(dislocation), 각종 불순물(탄소, 산소 또는 금속이온) 등과 같이 캐리어의 재결합 중심(recombination center)으로 작용하는 결함이 많아져서 캐리어의 라이프타임이 짧아지는 현상, 즉 캐리어 확산거리가 감소하는 현상이 발생하게 되는 데, P-전극(122)이 RTC 구조(126)에 의해 CZ 웨이퍼(110)의 내부 깊숙이까지 연결되어 있다면, 캐리어의 확산거리가 짧아져도 캐리어가 재결합하기 전에 P-전극(122) 쪽으로 전자가 이동하게 되어 캐리어의 재결합 정도를 쉽게 줄일 수 있기 때문이다. CZ 웨이퍼(110) 두께에 대한 RTC 구조(126)의 깊이는 기계적인 강도만 유지된다면, 특별히 제한되지는 않으나, 본 발명의 태양전지 구조에서 CZ 웨이퍼(110)의 두께가 150 ~ 300 μ m인 경우, RTC 구조(126)를 CZ 웨이퍼(110) 두께의 10 ~ 70% 범위 내에서 적절한 값으로 조절한다면, 유효 웨이퍼의 두께를 100 μ m 이내로 용이하게 조절할 수 있다. 도 1a 및 도 1b에서 설명되지 않은 참조번호 150은 N+ FSF(Front Surface Field)층으로서, 이 구조는 종래기술에서도 채용하고 있는 것이므로 이에 대한 별도의 설명은 생략한다.
- [0026] 도 2a 내지 도 2e는 본 발명의 실시예에 따른 고효율 후면 전극형 태양전지를 제조하는 공정을 설명하기 위한 단면도들이다.
- [0027] 도 2a를 참조하면, 우선 두께가 150 ~ 300 μ m인 N-형 CZ 웨이퍼(110)의 뒷면에 일정 깊이의 홀(hole) 또는 그루브(groove) 등의 요홈부(180)를 형성하고, 쏘잉 및 레이저 작업에 따른 웨이퍼의 손상을 제거하기 위한 세정공정을 거친 후, B₂O₅를 이용한 P+ 도핑 및 드라이브인(drive-in) 공정에 의해 P+ 확산영역(132)을 웨이퍼(110)의 뒷면에 형성한다. 이 공정을 진행하기에 앞서서, CZ 웨이퍼(110) 자체의 결함을 치유하기 위해 미리 CZ 웨이퍼(110)에 대해 게터링(gettering) 공정을 진행하여도 좋다.
- [0028] 이어서, 스크린 프린팅 방식으로 CZ 웨이퍼(110)의 뒷면에 레지스트를 코팅하여 N+ 패턴을 만들고, 레지스트 큐어링 및 열경화를 거치게 한다. 그 다음, 화학액에 의한 산화막 식각 및 레지스트 제거공정, KOH와 같은 화학액에 의한 실리콘 식각공정(2 μ m 이상), P₂O₅를 이용한 N+ 도핑 및 드라이브인(drive-in) 공정에 의해 N+ 확산영역(134)의 형성공정을 차례로 실행하고, 이 과정에서 웨이퍼(110)의 앞면에 생긴 PSG(Phospho Silicate Glass)를 제거하는 공정을 마쳐서, 도 2b와 같은 구조를 만든다.
- [0029] 그 다음, 태양광의 흡수도를 높이기 위해 KOH/IPA 등의 화학액이나 플라즈마 공정을 이용하여 웨이퍼(110)의 앞면에 대해 텍스처링(texturing) 공정을 행하고, 습식 세정을 거친 후, POCl₃를 이용한 도핑 및 드라이브인(drive-in) 공정에 의해 0.25 μ m 정도의 두께와 100 Ω /sq의 면저항을 갖는 N+ FSF층(150)을 웨이퍼(110)의 앞면에 형성시킨다. 이 때에도 도핑과정에서 형성된 PSG를 제거하는 공정을 거치게 하여, 도 2c에 도시된 구조를 만든다. N+ FSF층(150)은 반드시 형성되어야 하는 것은 아니며 경우에 따라서는 생략될 수도 있다.
- [0030] 이어서, 보호용 절연층에 해당하는 산화막(160) 형성공정, PECVD에 의해 반사방지 코팅층(140)으로 사용하기 위한 실리콘 질화막을 N+ FSF층(150) 상에 형성하는 공정을 차례로 거치고, 스크린 프린팅 방식으로 N+/P+ 콘택 패터닝을 웨이퍼(110)의 뒷면에 행하고, 레지스트 큐어링 및 열경화, 콘택 식각, 레지스트 제거 및 세정공정을 거쳐서 도 2d의 구조를 완성한다. 본 실시예에서는 산화막(160)과 실리콘 질화막 반사방지 코팅층(140)이 모두 반사방지용으로 이용될 수 있는데, 실리콘 질화막 반사방지 코팅층(140)을 산화막(160) 형성공정 전에 실행하여도 무방하며, 이렇게 할 경우에는 실리콘 질화막 반사방지 코팅층(140) 상에는 산화막(160)이 거의 생성되지 않게 된다.
- [0031] 마지막으로, IBC 전극을 만들기 위해, 실리콘 웨이퍼에 직접 콘택하기 위한 은(Ag) 페이스트를 스크린 프린팅 방식으로 웨이퍼(110)의 뒷면에 도포하고 큐어링(curing) 및 신터링(sintering)을 거치게 한다. 은 페이스트의 패턴은 도 1a에 도시된 것과 같이 되도록 하여, P-전극(122)과 N-전극(124)이 서로 맞물린 스트라이프들의 구조를 갖게 한다. 도포된 은(Ag) 페이스트는 요홈부(180) 내부와 N+ 콘택의 개구부를 채워서, RTC 구조(126)와 콘택 플러그(128)를 통해 P-전극(122)과 N-전극(124)이 각각 P+ 확산영역(132)과 N+ 확산영역(134)에 전기적으로 연결되게 해주며, 결국 도 2e의 구조를 최종적으로 완성할 수 있다. 이와 같은 공정에 의해 만들어지는 본 발명의 고효율 후면 전극형 태양전지는 위에 설명한 바와 같이 캐리어의 재결합 정도를 쉽게 줄일 수 있어서 변환효율이 높아지지만, 이를 제조하는 복잡한 패턴 형성공정의 대부분이 포토 리소그래피가 아닌 스크린 프린팅으로 이루어지므로 공정이 간단하며 공정원가도 저렴하다는 장점을 갖는다.
- [0032] 상기 실시예에서는 N-형 웨이퍼를 사용하고 제1 도전형으로 P-형을, 제2 도전형으로 N-형을 각각 선택하였으나, P-형 웨이퍼를 사용할 경우 제1 도전형으로 N-형을, 제2 도전형으로 P-형을 각각 선택하여 실시할 수 있다.

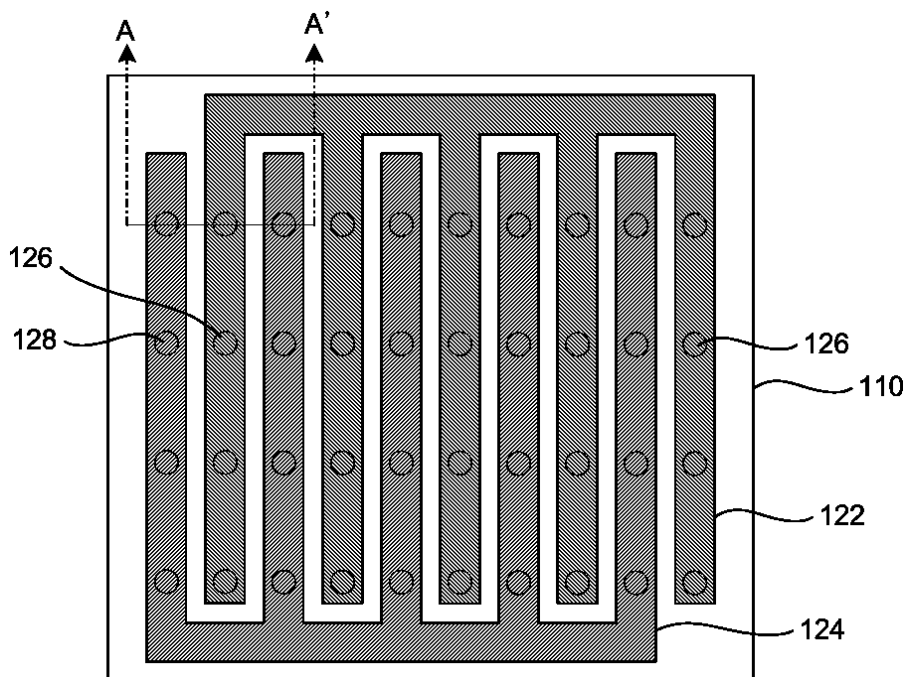
[0033] 이상과 같이, 본 발명의 실시예에 대해 설명하였으나, 이는 본 발명의 내용을 이해하기 위해 제시된 것일 뿐이며 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상 내에서 많은 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명의 권리범위가 이러한 실시예에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니된다. 예컨대, 본 발명에서 요홈은 어떠한 개구형상을 갖는지에 무관하게 실리콘 기판의 내부로 파고 들어간 구조를 의미하는 것으로서, 일정 깊이의 홈(hole) 또는 그루브(groove) 등의 구조를 모두 포함하는 것이다.

도면의 간단한 설명

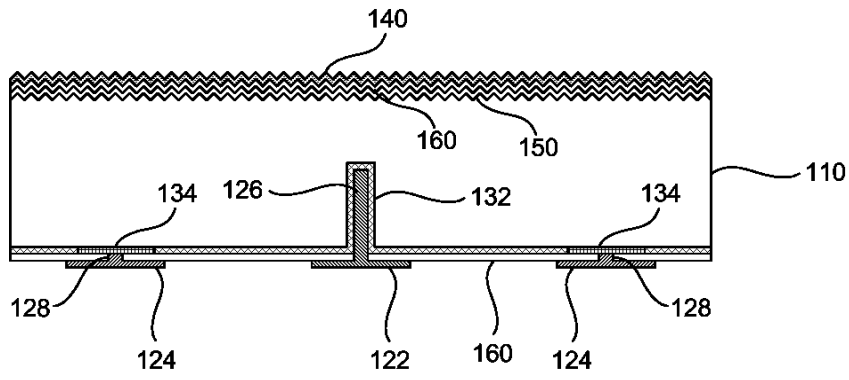
- [0034] 도 1a는 본 발명의 실시예에 따른 고효율 후면 전극형 태양전지의 뒷면 구조를 나타낸 평면도;
- [0035] 도 1b는 도 1a의 A-A' 선에 따른 부분 단면구조를 나타내되, 태양전지의 윗면을 위로 하여 나타낸 도면; 및
- [0036] 도 2a 내지 도 2e는 본 발명의 실시예에 따른 고효율 후면 전극형 태양전지를 제조하는 공정을 설명하기 위한 단면도들이다.
- [0037] * 도면 중의 주요 부분에 대한 참조부호의 설명 *
- [0038] 110: CZ 웨이퍼
- [0039] 122: P-전극
- [0040] 124: N-전극
- [0041] 126: RTC 구조
- [0042] 128: 콘택 플러그
- [0043] 132: P+ 확산영역
- [0044] 134: N+ 확산영역
- [0045] 140: 반사방지(AR) 코팅층
- [0046] 150: N+ FSF(Front Surface Field)층
- [0047] 160: 산화막

도면

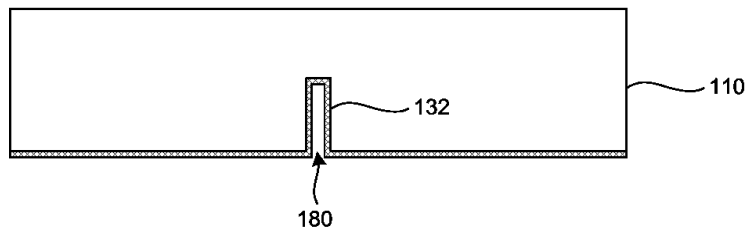
도면1a



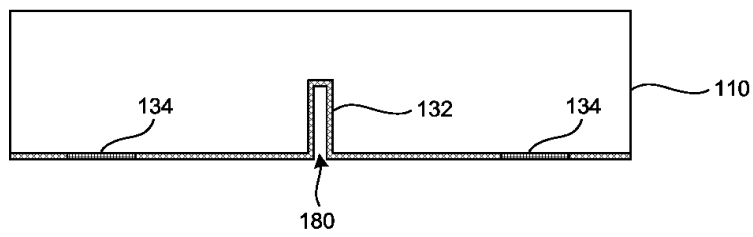
도면1b



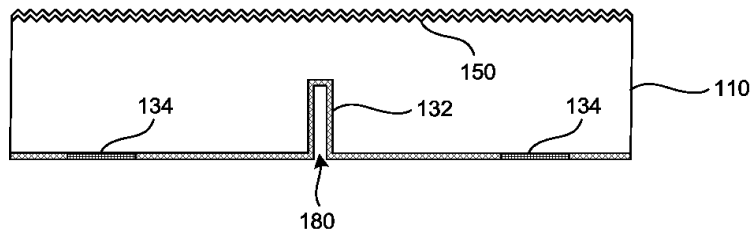
도면2a



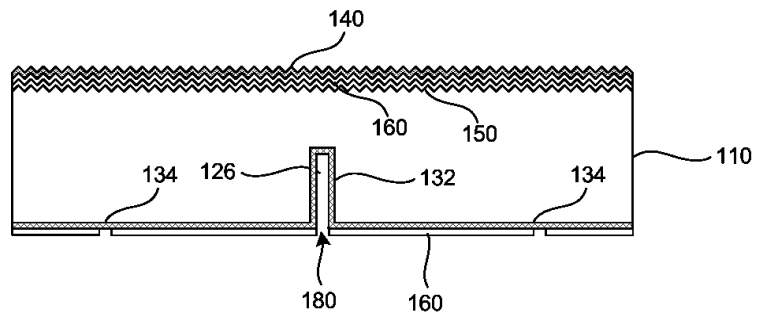
도면2b



도면2c



도면2d



도면2e

