



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년02월08일
 (11) 등록번호 10-1919514
 (24) 등록일자 2018년11월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 31/18 (2006.01) H01J 37/317 (2006.01)
 H01L 21/266 (2006.01) H01L 31/0224 (2006.01)
 H01L 31/068 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7012389
- (22) 출원일자(국제) 2012년10월08일
 심사청구일자 2017년08월28일
- (85) 번역문제출일자 2014년05월08일
- (65) 공개번호 10-2014-0070661
- (43) 공개일자 2014년06월10일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2012/059238
- (87) 국제공개번호 WO 2013/055627
 국제공개일자 2013년04월18일
- (30) 우선권주장
 13/270,290 2011년10월11일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2003297718 A*
 JP2008522420 A*
 W02011049950 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
 베리안 세미콘덕터 이큅먼트 어소시에이츠, 인크.
 미국 01930 매사추세츠주 글로스터 도리 로드 35
- (72) 발명자
 그래프, 존, 더블유.
 미국 01907 매사추세츠 스왓스컷 워커 로드 25
 리오돈, 벤자민, 비.
 미국 01950 매사추세츠 뉴베리포트 몬로에 스트리트 7에이
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 특허법인에이아이피

전체 청구항 수 : 총 15 항

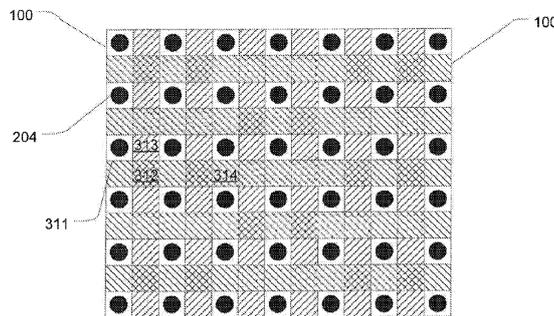
심사관 : 안지현

(54) 발명의 명칭 **이면접합형 후방 접촉 솔라셀 및 기판을 프로세싱하기 위한 그 방법**

(57) 요약

이면접합형 후방 접촉(interdigitated back contact: IBC) 솔라셀을 제조하는 개선된 방법이 개시된다. 제 1 마스크는 후방 표면 필드를 생성하기 위한 n-형 도펀트의 패턴화 이온 주입을 수행하는데 사용된다. 제 2 마스크가 그 뒤 동일한 표면 상에 p-형 에미터를 생성하는데 사용된다. 제 2 마스크는 n-형 주입물에 대해 정렬될 수 있으며, 희망되는 p-형 에미터를 생성하기 위하여 복수의 배향들로 사용될 수 있다. 일부 실시예들에 있어, p-형 블랭킷 주입이 또한 수행된다. 일부 실시예들에 있어, 도핑 구배(gradient)가 생성된다.

대표도 - 도7



(72) 발명자

메이트맨, 니콜라스, 피. 디.

미국 01967 매사추세츠 리딩 패스처 로드 55

울슨, 조셉, 씨.

미국 01915 매사추세츠 비버리 미팅 플레이스 씨클
5

명세서

청구범위

청구항 1

이면접합형 후방 접촉(interdigitated back contact) 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법으로서,

상기 기판 내에 대응하는 복수의 n-형 도핑된 영역들을 생성하기 위한 복수의 제 1 개구들을 갖는 제 1 마스크를 통해 n-형 도펀트를 주입하는 단계;

상기 기판 내에 제 1 복수의 p-형 도핑된 줄무늬(striped) 영역들을 생성하기 위하여, 제 2 마스크를 통해 p-형 도펀트의 제 1 주입을 수행하는 단계로서, 상기 제 2 마스크는 복수의 줄무늬 개구들을 가지고, 상기 줄무늬 개구들의 한 쌍 사이의 간격이 상기 제 1 개구들의 크기보다 크며, 상기 제 2 마스크는 상기 n-형 도핑된 영역들이 상기 p-형 도펀트의 제 1 주입에 의해 주입되지 않도록 정렬되는, 단계; 및

상기 기판 내에 제 2 복수의 p-형 도핑된 줄무늬 영역들을 생성하기 위하여, 상기 제 2 마스크 및 상기 기판을 서로에 대하여 90도 회전시킴으로써 상기 제 2 마스크를 통해 p-형 도펀트의 제 2 주입을 수행하는 단계로서, 상기 제 2 마스크는 상기 n-형 도핑된 영역들이 상기 p-형 도펀트의 제 2 주입에 의해 주입되지 않도록 정렬되는, 단계를 포함하는, 이면접합형 후방 접촉 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 기판의 전체 표면이 도핑되는 것을 보장하기 위하여 상기 기판의 p-형 도펀트의 블랭킷(blanket) 주입을 수행하는 단계로서, 상기 블랭킷 주입 동안 마스크가 사용되지 않는, 단계를 더 포함하는, 이면접합형 후방 접촉 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 n-형 도핑된 영역들이 도핑 구배(gradient)를 포함하는, 이면접합형 후방 접촉 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 도핑 구배는 상기 제 1 마스크와 상기 기판 사이의 거리를 조정함으로써 생성되는, 이면접합형 후방 접촉 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 도펀트들은 이온 빔을 사용하여 주입되며, 상기 도핑 구배는 상기 이온 빔의 콜리메이션(collimation)을 조정함으로써 생성되는, 이면접합형 후방 접촉 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 제 1 복수의 p-형 도핑된 줄무늬 영역들 및 상기 제 2 복수의 p-형 도핑된 줄무늬 영역들 중 적어도 하나가 도핑 구배를 포함하는, 이면접합형 후방 접촉 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 도핑 구배는 상기 제 2 마스크와 상기 기판 사이의 거리를 조정함으로써 생성되는, 이면접합형 후방 접촉 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 도펀트들은 이온 빔을 사용하여 주입되며, 상기 도핑 구배는 상기 이온 빔의 콜리메이션을 조정함으로써 생성되는, 이면접합형 후방 접촉 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 11

이면접합형 후방 접촉 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법으로서,

마스크를 통해 p-형 도펀트의 제 1 주입을 수행하는 단계;

상기 p-형 도펀트를 주입하는 단계 이후에 상기 마스크를 상기 기판에 대하여 90도 회전시키는 단계;

체크보드(checkboard) 패턴을 형성하기 위하여 상기 회전시키는 단계 이후에 상기 마스크를 통해 p-형 도펀트의 제 2 주입을 수행하는 단계로서, 상기 체크보드 패턴의 제 1 부분은 상기 p-형 도펀트의 제 1 주입 및 상기 p-형 도펀트의 제 2 주입 동안 상기 마스크에 의해 커버되지 않은 구역인, 단계; 및

상기 체크보드 패턴의 상기 제 1 부분에 다른 마스크를 통해 n-형 도펀트를 주입하는 단계를 포함하는, 이면접합형 후방 접촉 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 기판의 전체 표면이 도핑되는 것을 보장하기 위하여 상기 기판의 p-형 도펀트의 블랭킷 주입을 수행하는 단계로서, 상기 블랭킷 주입 동안 마스크가 사용되지 않는, 단계를 더 포함하는, 이면접합형 후방 접촉 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 13

청구항 11에 있어서,

상기 n-형 도펀트 주입이 상기 p-형 도펀트의 주입들 이후에 수행되는, 이면접합형 후방 접촉 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 14

청구항 11에 있어서,

n-형 도핑된 영역들이 도핑 구배를 포함하는, 이면접합형 후방 접촉 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 15

청구항 11에 있어서,

p-형 도핑된 영역들이 도핑 구배를 포함하는, 이면접합형 후방 접촉 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 16

청구항 11에 있어서,

상기 체크보드 패턴은 복수의 줄무늬 개구들을 갖는 마스크를 사용하여 생성되는, 이면접합형 후방 접촉 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 17

청구항 11에 있어서,

상기 n-형 도펀트는 복수의 원형 개구들을 갖는 마스크를 통해 주입되는, 이면접합형 후방 접촉 솔라셀을 생성하기 위하여 기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

배경 기술

[0001] 이온 주입은 전도성-변화 불순물들을 기판 내로 주입하기 위한 표준 기술이다. 희망되는 불순물 재료가 이온 소스 내에서 이온화되고, 이온들이 미리 설정된 에너지의 이온 빔을 형성하기 위하여 가속되며, 이온 빔이 기판의 표면으로 보내진다. 빔 내의 활성 이온들이 대부분의 기판 재료 내로 침투하며, 희망되는 전도성 영역을 형성하

기 위하여 기판 재료의 결정 격자 내에 내장된다.

- [0002] 솔라셀들은 무료 천연 자원을 사용하는 무-공해의 동등 접근(equal-access) 에너지이다. 환경적 우려 및 상승하는 에너지 비용에 기인하여, 실리콘 기판들로 구성될 수 있는 솔라셀들이 전 세계적으로 더 중요하게 되었다. 고성능 솔라셀들의 제조 또는 생산에 대한 임의의 감소된 비용 또는 고성능 솔라셀들에 대한 임의의 효율성 개선이 솔라셀들의 전 세계적인 구현에 긍정적인 영향을 줄 것이다. 이는 이러한 청정 에너지 기술의 더 넓은 이용가능성을 가능하게 할 것이다.
- [0003] 솔라셀들은 효율성을 개선하기 위하여 도핑을 필요로 할 수 있다. 도펀트(dopant)는, 예를 들어, 비소, 인, 또는 붕소일 수 있다. 도 1은 이면접합형 후방 접촉(interdigitated back contact: IBC) 솔라셀의 단면도이다. IBC 솔라셀에 있어, p-n 접합은 솔라셀의 후면 상에 있다. 일부 실시예들에 있어, 도 2에 도시된 바와 같이, 도핑 패턴은 p-형 도펀트 영역(203) 전체에 걸쳐 분포된 복수의 n-형 도펀트 영역들(204)을 포함할 수 있다. p-형 도펀트 영역(203) 및 n-형 도펀트 영역(204)이 적절하게 도핑된다. 이러한 도핑은 IBC 솔라셀 내의 접합이 가능하게 하거나 또는 증가된 효율성을 가지게 할 수 있다.
- [0004] 전형적으로, 도 2에 도시된 도펀트 패턴은 기판 상에 직접적으로 형성된 하드 마스크(hard mask)를 사용하여 만들어진다. 예를 들어, 마스크 재료가 전체 기판에 도포될 수 있다. n-도핑될 이러한 영역들에서만 제거될 수 있도록, 하드 마스크 재료가 그 뒤 패턴화된다. 노출된 구역(area)들이 그 후, 확산, 이온 주입, 또는 다른 적절한 도핑 방법을 포함하는 방법들을 사용하여 도핑될 수 있다. 도핑 프로세스가 완료된 후, 하드 마스크가 제거될 수 있다. 적절한 경우, 이러한 프로세스는 기판 상에 추가적인 패턴화 도핑된 영역들을 형성하기 위하여 반복될 수 있다.
- [0005] 하드 마스크 기술이 (마스크 재료 형성하는 단계, 마스크 재료를 패턴화하는 단계, 및 도핑 프로세스 후 마스크를 제거하는 단계를 포함하는 상당한 수의 프로세서 단계들을 요구한다는 것이 주목되어야 한다. 따라서 하드 마스크 방법은 시간 소모적이며 비싸다.
- [0006] 패턴화 도핑된 영역들의 형성이 재료를 직접 기판에 도포하지 않고 이루어질 수 있다면 유익할 것이다. 예를 들어, 이러한 패턴이 단지 섀도우 마스크(shadow mask)들만을 사용하여 생성될 수 있다면 유용할 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0007] 이면접합형 후방 접촉(interdigitated back contact: IBC) 솔라셀을 주입하는 개선된 방법이 개시된다. 제 1 섀도우 마스크는 후방 표면 필드를 생성하기 위한 n-형 도펀트의 패턴화 주입을 수행하는데 사용된다. 제 2 마스크가 그 후 동일한 표면 상에 p-형 에미터(emitter)를 생성하는데 사용된다. 제 2 마스크는 n-형 주입물에 대해 정렬될 수 있으며, 희망되는 p-형 에미터를 생성하기 위하여 복수의 배향(orientation)들로 사용될 수 있다. 일부 실시예들에 있어, p-형 블랭킷(blanket) 주입이 또한 수행된다. 일부 실시예들에 있어, 도핑 구배(gradient)가 생성된다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 본 발명의 더 양호한 이해를 위하여, 본 명세서에 참조로써 통합된 첨부된 도면들에 대한 참조가 이루어진다.
 - 도 1은 이면접합형 후방 접촉 솔라셀의 단면도이다.
 - 도 2는 이면접합형 후방 접촉 솔라셀의 저면도이다.
 - 도 3은 마스크를 통한 주입의 단면도이다.
 - 도 4는 도 2의 n-형 후방 표면 필드들을 생성하는데 사용되는 대표적인 마스크이다.

도 5a는 도 2의 p-형 에미터의 일 부분을 형성하는데 사용되는 대표적인 마스크이다.

도 5b는 도 5a의 마스크를 사용한 주입 후의 기관의 주입된 영역들을 도시한다.

도 6은 도 5a의 마스크를 사용한 2번의 주입 후의 기관의 주입된 영역들을 도시한다.

도 7은 n-형 및 p-형 영역들을 포함하는 기관의 주입된 영역들을 도시한다.

도 8은 솔라셀 제조 프로세스의 순서도이다.

도 9는 도핑 구배를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 이러한 시스템의 실시예들이 본 명세서에서 솔라셀들과 함께 설명된다. 그러나, 이러한 시스템의 실시예들이, 예를 들어, 반도체 웨이퍼 또는 플랫 패널들과 함께 사용될 수 있다. 주입기는, 예를 들어, 빔라인 또는 플라즈마 도핑 이온 주입기일 수 있다. 따라서, 본 발명은 이하에서 설명되는 특정 실시예에 한정되지 않는다.
- [0010] 도 3은 마스크를 통한 주입의 단면도이다. 기관(100) 내에 이온 주입의 특정 패턴이 희망될 때, 마스크(104)가 사용될 수 있다. 이러한 마스크(104)는 새도우 마스크 또는 근접 마스크(proximity mask)일 수 있다. 마스크(104)는 이온 빔(101)의 경로에서 기관(100)의 전면에 그리고 이로부터 이격되어 위치된다. 기관(100)은, 예를 들어, 솔라셀일 수 있다. 기관(100)이, 기관(100)을 유지하기 위해 정전기 또는 물리적 힘을 사용할 수 있는 플랫폼(102) 상에 위치된다. 마스크(104)는 기관(100) 내의 이온 주입의 희망되는 패턴에 대응하는 개구들(105)을 갖는다. 개구들(105)은 줄무늬들, 점들, 또는 다른 형태들일 수 있다. 이온 빔(101)으로부터의 도펀트 원자들이 마스크(104) 내의 개구들(105)을 통과한다. 따라서, 오로지 주입된 영역들(103)만이 기관 내에 형성된다. 주입된 영역들(103)은, 예를 들어, 도 2의 n-형 도펀트 영역(204)에 대응할 수 있다.
- [0011] 도 4는 도 2의 n-형 도펀트 영역(204)를 생성하는데 사용될 수 있는 마스크(104)를 나타낸다. 마스크(104)의 사용은 대안적인 하드 마스크 기반 처리방식들에 비하여 프로세스 단계들을 제거한다. 제거될 수 있는 프로세스 단계들은 마스크 재료 형성하는 단계, 마스크 재료를 패턴화하는 단계, 및 도핑 프로세스 후 마스크를 제거하는 단계를 포함한다. 본 명세서의 실시예들에 개시된 바와 같이, 차후의 주입이 솔라셀의 다른 영역을 주입하는데 사용될 수 있다.
- [0012] 솔라셀들에 대해 이용되는 특정 도핑 패턴에 따라, 단일 새도우 마스크를 사용하여 도 2에 도시된 p-형 도펀트 영역(203)을 생성하는 것이 어렵거나 또는 불가능할 수 있다. 따라서, 이상에서 설명된 바와 같은, 종래의 제조 프로세서들에 있어, 하드 마스크들과 같은 다른 기술들이 p-형 도펀트 영역(203)을 형성하는데 사용된다. 이는 하드 마스크들 또는 다른 마스크 기술들을 이용하는 이온 주입, 확산, 또는 다른 도핑 방법들을 사용할 수 있다.
- [0013] 바람직하게, p-형 도펀트 영역(203)이 하나 이상의 새도우 마스크들의 반복된 사용에 의해 생성될 수 있다. 도 5a는 이러한 에미터 영역들을 생성하는데 사용될 수 있는 마스크(300)를 도시하고, 반면 도 5b는 기관 상의 결과적인 주입된 영역들을 도시한다. 마스크(300)의 단일 사용이 기관 상의 주입된 줄무늬들(310)의 패턴을 가져온다. 이러한 주입 후, 마스크(300) 및 기관이 서로에 대해 90° 회전된다. 이는 마스크(300)를 회전시킴으로써, 기관을 회전시킴으로써, 또는 2개 모두의 회전들의 조합에 의해 달성될 수 있다. 일부 실시예들에 있어, 동일한 마스크(300)가 둘 다의 주입들에 사용된다. 다른 실시예들에 있어, 마스크(300)와 상이한 제 2 마스크가 사용된다. 복수의 마스크들을 통한 주입이 기관 주변의 진공을 깨뜨리지 않고 연쇄되거나 또는 수행될 수 있다.
- [0014] 도 6은 회전된 마스크를 사용하여 제 2 주입이 수행된 이후의 기관 상의 결과적인 주입 패턴을 도시한다. 결과적인 패턴이, 4개의 별개 유형들의 영역들(311, 312, 313, 및 314)을 정의하는(define) 체크보드 패턴이라는 것을 주목해야 한다. 영역(311)은 둘 다의 주입들 동안 마스크(300)에 의해 커버되었으며 따라서 도핑되지 않은 이러한 구역들로서 정의된다. 영역(312)은 둘 다의 주입들 동안 노출되었던 이러한 구역들로서 정의된다. 영역(313)은 단지 제 1 주입 동안에만 주입되었던 이러한 구역들로서 정의되며, 영역(314)은 단지 제 2 주입 동안에만 주입되었던 이러한 영역들로서 정의된다.
- [0015] 일부 실시예들에 있어, 종, 도우즈(dose), 에너지 및 시간 지속기간과 같은 동작 파라미터들이 제 1 및 제 2 주입들에 대하여 동일하다. 이러한 실시예에 있어, 영역들(313, 314)은 동일한 도우즈를 받아들이며 그에 따라 유사하게 도핑된다. 영역(312)은 이러한 시나리오에 있어 영역들(313, 314)의 도펀트 농도의 2배를 갖는다. 영역

(311)은 이러한 시나리오에서 제로(zero) 도우즈를 가질 수 있다. n-형 도펀트 영역들(204)이 완전히 영역들(311) 내에 있을 수 있도록, 마스크(300)가 제 1 및 제 2 주입 동안 정렬될 수 있으며, 도 7에 도시된 주입 패턴을 만든다.

[0016] 이러한 주입 패턴이 도 2에 도시된 주입 패턴과 거의 비슷하다는 것이 주목되어야 한다. 따라서, 이러한 주입 패턴을 만들기 위하여, 도 8에 도시된 단계들의 세트가 사용될 수 있으며, 단계들의 다른 순서들을 통하는 것이 가능하다.

[0017] 먼저, 단계(400)에서, n-형 도펀트 영역들(204)에 대응하는, 100 μm로부터 1000 μm까지의 범위의 직경을 갖는 복수의 원형 개구들을 갖는 마스크가 인 또는 다른 V족 원소 또는 분자와 같은, n-형 도펀트의 주입 동안 새도우 마스크로서 사용된다. 일부 실시예들에 있어, 이러한 주입은 다음의 동작 파라미터들을 사용하여 수행된다: 10keV의 이온 에너지를 갖는 인 이온들, 도펀트 활성화 후 1e19로부터 5e19cm⁻³까지의 범위를 갖는 n-형 도펀트 농도를 생성하기 위한 2e15cm⁻²의 이온 도우즈.

[0018] 다음으로, 단계(410)에 도시된 바와 같이, 줄무늬 패턴을 형성하는 복수의 개구들을 갖는 제 2 마스크가, 붕소 또는 다른 III족 원소 또는 분자와 같은 p-형 도펀트의 제 1 주입을 수행하는데 사용된다. 이러한 제 2 마스크의 각각의 개구 사이의 간격은 바람직하게 제 1 마스크의 개구들의 크기보다 크며, 그 결과 n-형 주입 영역들이 제 2 마스크의 개구들 사이에 들어맞는다. 이러한 간격은 500 μm내지 2000 μm의 범위 내 일수 있다. 제 2 마스크가 n-형 주입 영역들을 커버하도록, 이러한 제 2 마스크가 기판에 대해 정렬된다. 일단 제 2 마스크가 정렬되면, p-형 도펀트의 제 1 주입이 단계(420)에 도시된 바와 같이 수행된다. p-형 도펀트들의 제 1 주입은 다음의 조건들을 사용할 수 있다: 10kV의 이온 에너지를 갖는 붕소 이온들, 2e18 내지 10e18cm⁻³의 도펀트 활성화 후의 도펀트 농도를 야기하는 1e15cm⁻²의 이온 도우즈.

[0019] 다음으로, 단계(430)에 도시된 바와 같이, 마스크 및 기판이 서로에 대해 90° 만큼 회전되며, n-형 주입 영역들이 계속해서 마스크에 의해 커버되도록 정렬된다. 이상에서 언급된 바와 같이, 상이한 마스크가 또한 이러한 단계에 대해 사용될 수 있다. 단계(440)에서, p-형 도펀트의 제 2 주입이 수행되며, 여기에서 동작 파라미터들 및 결과적인 도우즈가 제 1 p-형 주입의 동작 파라미터들 및 결과적인 도우즈와 동일할 수 있다.

[0020] 또한, 희망되는 경우, n-형 주입(단계(400))이 p-형 주입들(단계들(420, 440)) 전에 또는 그 사이에 수행될 수 있다는 것이 주목되어야 한다. 이러한 시퀀스 및 새도우 마스크들의 사용은 IBC 셀라셀을 생성하기 위한 비싸고 시간 소모적인 프로세스들의 사용을 회피한다. 이러한 단계들은 하나 또는 2 이상의 이온 주입기에서 수행될 수 있다. 단지 하나의 이온 주입기가 사용되는 경우, 단계들이 셀라셀 주변의 진공을 깨지않고 순차적으로 수행될 수 있다.

[0021] 도 8에 도시된 시퀀스는 영역(311) 내의 p-도펀트의 최소 레벨을 생성하기 위하여 p-형 도펀트의 블랭킷(blanket) 주입으로 보충될 수 있다. 이러한 블랭킷 주입은 도 8에 도시된 시퀀스 내의 임의의 지점에서 수행될 수 있다. p-형 도펀트들의 블랭킷 주입은 다음의 조건들을 사용할 수 있다: 10kV의 이온 에너지를 갖는 붕소 이온들, 1e18 내지 5e18cm⁻³의 도펀트 활성화 후의 도펀트 농도를 야기하는 2e14로부터 1e15cm⁻²까지의 범위의 이온 도우즈. n-형 도펀트 영역(204) 내의 도펀트 농도가 블랭킷 p-형 도펀트 농도를 초과하도록, 특정 조건들이 선택되어야만 한다.

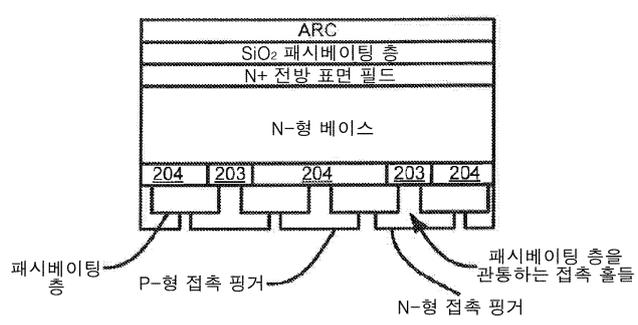
[0022] 이러한 추가적인 블랭킷 주입이 유익할 수 있다. 예를 들어, 이러한 블랭킷 주입은 기판의 전체 표면이 (n-형 또는 p-형 중 하나로) 도핑되는 것을 보장하며, 이는 소수 캐리어들의 재결합을 감소시키는데 기여한다. 이는 셀라셀의 효율성을 개선한다.

[0023] 이에 더하여, 본 명세서에 설명된 방법은 균일하게 p-도핑된 에미터 영역이 블랭킷 주입되며, n-형 BSF들이 카운터도핑(counterdope)되는 방법에 대해 바람직할 수 있다. 정의상, 이러한 방법은 에미터 내의 공간적 가변 도핑 프로파일을 생성한다. 이는 몇몇 이유들에 있어 유익하다. 첫째, 높은 도핑 농도가 영역(312) 내에서 국부적으로 실현될 수 있으며, 이는 에미터에 대한 낮은 저항성 오믹 접촉을 가능하게 한다. 둘째, 영역들(312 및 313) 내에서 더 낮은 도펀트 농도가 실현되며, 이는 재결합을 감소시킴으로써 셀라셀의 효율성을 개선한다. 마지막으로, 영역(311) 내의 훨씬 낮은 도펀트 농도가 실현될 수 있으며, 이는 에미터와 BSF 사이의 셉팅(shunting) 확률을 유익하게 감소시킬 수 있다. 영역(311) 내의 낮은 도핑 농도는 또한 n-형 도펀트 영역(204)의 카운터도핑에 대해 요구되는 주입 도우즈의 감소를 허용한다.

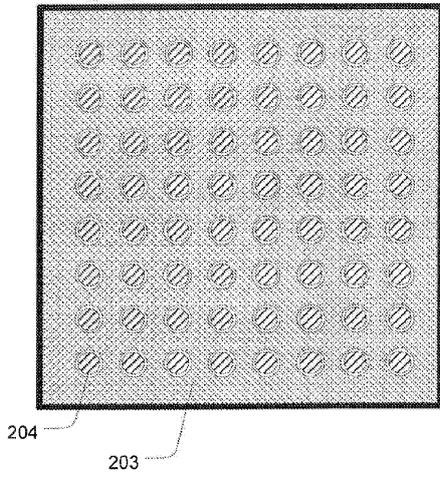
- [0024] 이상의 도면들은, 기관의 주입되는 일 부분 또는 영역으로서, 그 부분들 내의 모든 위치들이 동일한 도우즈를 받아들인다는 것을 예시한다. 이는 이온 빔이 콜리메이션(collimation)에서 타이트한 허용오차를 갖게 함으로써, 또는 새도우 마스크가 기관에 가깝게 위치되게 함으로써 달성될 수 있다.
- [0025] 그러나, 다른 실시예들에 있어, n-형 도펀트 영역들(204) 및 에미터 영역들(311, 312, 313, 314)에 대하여 도펀트 구배(gradient)를 갖는 것이 유리할 수 있다. 임의의 이온 빔은, 공간 전하 효과 또는 빔 블로우 업(blow up)에 기인하는 것들과 같은, 각도들의 고유 확산(inherent spread)을 갖는다. 이러한 각도들의 확산 또는 비-콜리메이션은 주입된 영역들과 주입되지 않은 영역들 사이의 전환(transition)이 도면들에 도시된 바와 같이 급격하지 않을 것이라는 것을 의미한다.
- [0026] 도 9는 기관 내의 도우즈 농도 대 개구 위치를 도시하는 그래프이다. 이상의 그래프는 이를 통해 이온 빔이 통과하는 개구(401)를 갖는 마스크(400)이다. 개구 바로 아래의 영역(402)은 이온들의 완전한 도우즈로 주입될 수 있다. 그러나, 개구(401)에 인접한 구역들(403)이 또한 빔의 비-콜리메이션(non-collimation)에 기인하여 이온들의 일부 양에 노출된다. 영역들(403)의 형태 및 크기는 이온 빔의 콜리메이션뿐만 아니라 마스크(400)와 기관 사이의 거리에 의존할 수 있다. 따라서, 마스크(400)와 기관 사이의 거리를 변화시킴으로써, 또는 이온 빔의 콜리메이션을 조정함으로써, 도핑 구배가 도 7의 모든 주입된 영역들에 대해 생성될 수 있다. 또한, 기관에 대한 이온 빔의 입사 각도를 변화시킴으로써, 개구의 단지 일 면 상의 인접한 구역(403)의 형태 수정될 수 있다. 이러한 구배는 p-n 접합의 비약을 추가로 감소시킬 수 있다.
- [0027] 본 발명이 n-형 영역들이 원형이며 p-형 영역이 체크보드로서 형성되는 것을 가정하지만, 본 발명이 이러한 실시예에 한정되지 않는다. 예를 들어, 원형의 주입된 영역들이 p-형일 수 있으며, 반면 체크보드 패턴이 n-형 도펀트들일 수 있다.
- [0028] 본 발명은 본 명세서에 설명된 특정 실시예들에 의해 그 범위가 한정되지 않는다. 오히려, 본 명세서에 설명된 실시예들에 더하여 본 발명의 다른 다양한 실시예들 및 본 발명에 대한 수정예들이 이상의 설명 및 첨부된 도면들로부터 당업자들에게 자명해질 것이다. 따라서, 이러한 다른 실시예들 및 수정예들이 본 발명의 범위 내에 속하도록 의도된다. 또한, 본 발명의 본 명세서에서 특정 목적을 위한 특정 구현예의 맥락에서 설명되었지만, 당업자들은 본 발명의 유용성이 이에 한정되지 않으며, 본 발명이 임의의 수의 목적들을 위한 임의의 수의 환경들에서 유익하게 구현될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 따라서, 이하에서 기술되는 청구항들은 본 명세서에서 설명된 본 발명의 완전한 폭과 사상의 관점에서 해석되어야 할 것이다.

도면

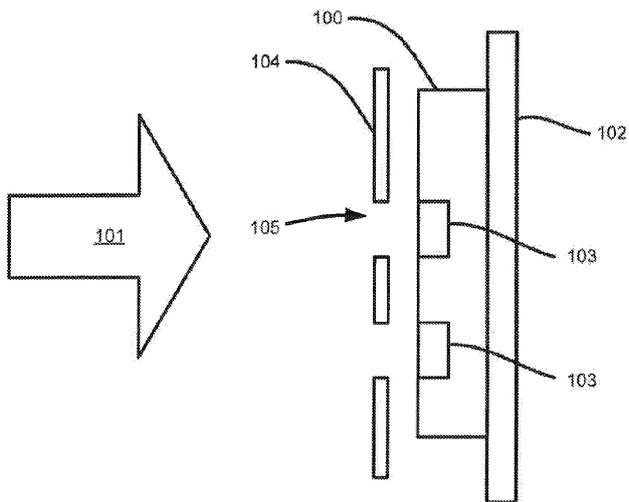
도면1



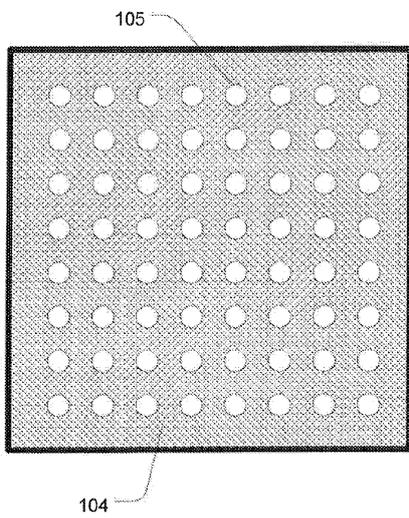
도면2



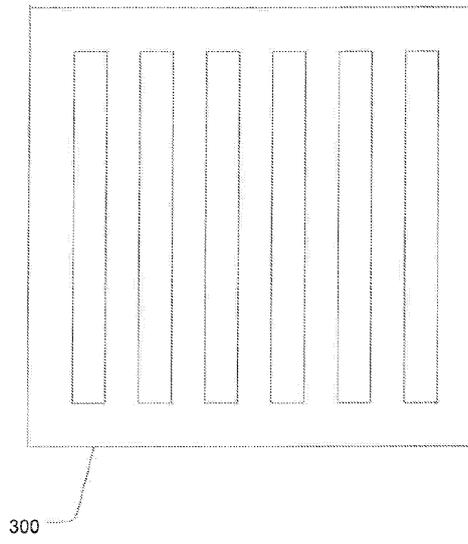
도면3



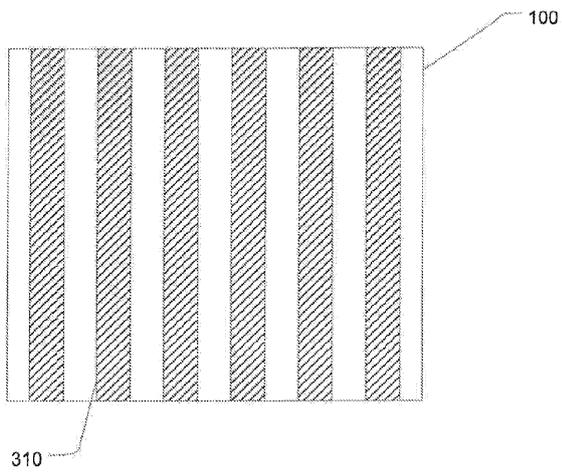
도면4



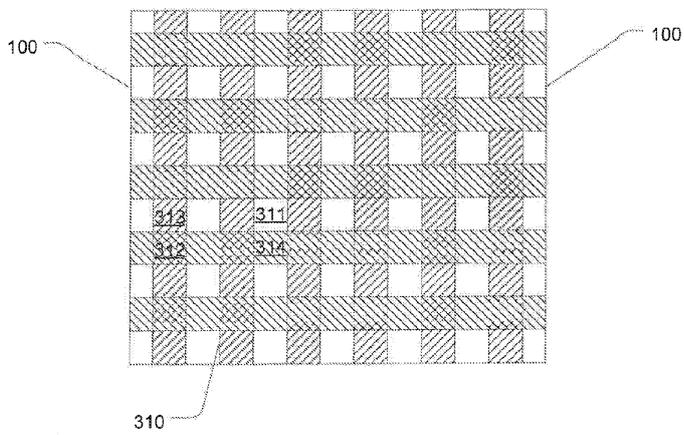
도면5a



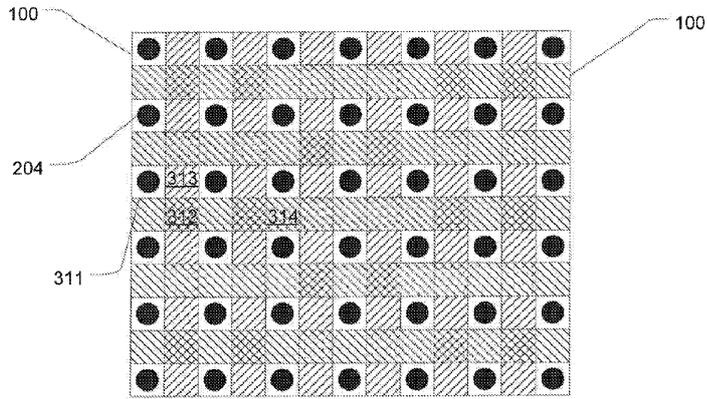
도면5b



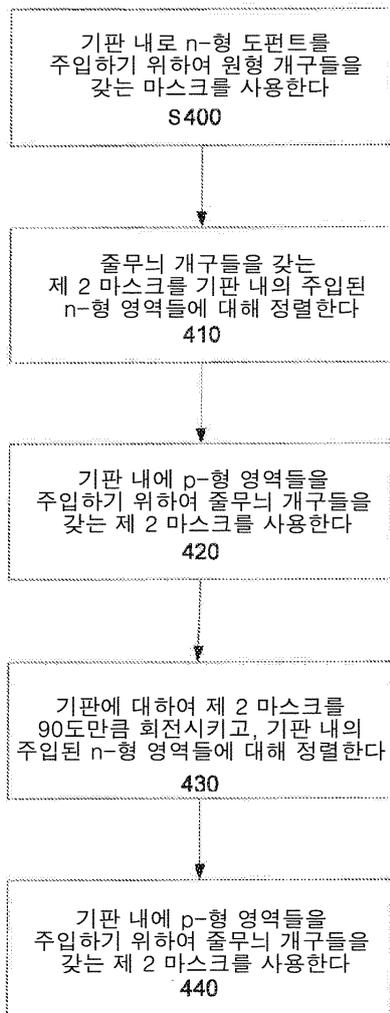
도면6



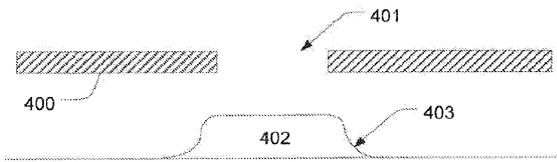
도면7



도면8



도면9



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1의 9째줄

【변경전】

상기 제 1 p-형 주입에 의해

【변경후】

상기 p-형 도펀트의 제 1 주입에 의해

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1의 13째줄

【변경전】

상기 제 2 p-형 도펀트 주입에 의해

【변경후】

상기 p-형 도펀트의 제 2 주입에 의해

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 15

【변경전】

상기 p-형 도핑된 영역들이

【변경후】

p-형 도핑된 영역들이

【직권보정 4】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 14

【변경전】

상기 n-형 도핑된 영역들이

【변경후】

n-형 도핑된 영역들이

【직권보정 5】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 11의 7~8째줄

【변경전】

상기 제 1 p-형 도펀트 주입 및 상기 제 2 p-형 도펀트 주입 동안

【변경후】

상기 p-형 도펀트의 제 1 주입 및 상기 p-형 도펀트의 제 2 주입 동안