



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년05월04일
(11) 등록번호 10-1732446
(24) 등록일자 2017년04월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/317 (2006.01) C23C 14/04 (2006.01)
C23C 14/48 (2006.01) H01L 21/266 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7026147
(22) 출원일자(국제) 2010년04월08일
심사청구일자 2015년03월19일
(85) 번역문제출일자 2011년11월02일
(65) 공개번호 10-2012-0011026
(43) 공개일자 2012년02월06일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/030395
(87) 국제공개번호 WO 2010/118234
국제공개일자 2010년10월14일
(30) 우선권주장
12/756,036 2010년04월07일 미국(US)
61/167,550 2009년04월08일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2007287973 A*
JP08298247 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
베리안 세미콘덕터 이큅먼트 어소시에이츠, 인크.
미국 01930 매사추세츠주 글로스터 도리 로드 35
(72) 발명자
다니엘스, 케빈, 엠.
미국 01940 매사추세츠 린필드 씨더 밀 로드 11
로우, 러셀, 제이.
미국 01969 매사추세츠 로울리 힐사이드 스트리트 137
(74) 대리인
(뒷면에 계속)
특허법인에이아이피

전체 청구항 수 : 총 10 항

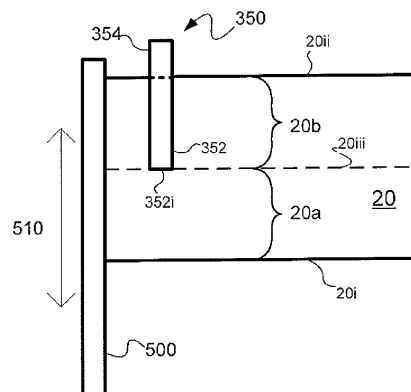
심사관 : 임은정

(54) 발명의 명칭 기판을 처리하기 위한 기술들

(57) 요약

본 명세서에는, 기판을 처리하기 위한 향상된 기술이 개시되어 있다. 하나의 특정한 예시적인 실시예에서, 상기 기술은 기판을 처리하기 위한 마스크를 이용하여 달성될 수 있다. 마스크는 예를 들어, 이온 주입 시스템과 같은 기판 처리 시스템에 통합될 수 있다. 마스크는 제 1 행 내에 배치된 하나 이상의 제 1 개구들; 및 제 2 행 내에 배치된 하나 이상의 제 2 개구들을 포함할 수 있고, 각각의 행은 마스크의 폭 방향을 따라 연장되고, 상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 불균일하다.

대표도



(72) 발명자

리오돈, 벤자민, 비.

미국 01950 매사추세츠 뉴베리포트 몬로에 스트리트 7에이

베이트맨, 니콜라스, 피., 티.

미국 01867 매사추세츠 리딩 패스처 로드 55

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

이온 소스 및 기관 사이에 마스크를 배치하는 단계로서, 상기 마스크는 제 1 행 내에 배치된 하나 이상의 제 1 개구들, 제 2 행 내에 배치된 하나 이상의 제 2 개구들, 및 제 3 행 내에 배치된 하나 이상의 제 3 개구들을 포함하고, 각각의 행은 상기 마스크의 폭 방향을 따라 연장되는, 상기 마스크를 배치하는 단계;

이온 빔의 제 1 부분을 상기 하나 이상의 제 1 개구들의 적어도 일부분 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들의 적어도 일부분과 중첩하기 위하여 이온 빔을 상기 마스크의 상부 부분을 향해 보내는 단계;

상기 하나 이상의 제 1 개구들 또는 상기 하나 이상의 제 2 개구들을 통과하는 이온들을 가지고 상기 기관을 주입함으로써 제 1 주입을 수행하는 단계;

상기 제 1 주입 동안 상기 마스크 및 상기 기관 중의 적어도 하나를 상기 마스크 및 상기 기관 중의 다른 하나에 대해 병진이동시키는 단계;

상기 이온 빔을 상기 하나 이상의 제 2 개구들의 적어도 일부분 및 상기 하나 이상의 제 3 개구들의 적어도 일부분과 중첩하기 위하여, 상기 이온 빔을 상기 마스크의 하부 부분을 향해 보내는 단계;

상기 하나 이상의 제 2 개구들 또는 상기 하나 이상의 제 3 개구들을 통과하는 이온들을 가지고 상기 기관을 주입함으로써 제 2 주입을 수행하는 단계; 및

상기 제 2 주입 동안 상기 마스크 및 상기 기관 중의 적어도 하나를 상기 마스크 및 상기 기관 중의 다른 하나에 대해 병진이동시키는 단계를 포함하는, 기관을 처리하기 위한 방법.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 이온 빔을 상기 마스크에 고정적으로 위치시키는 단계를 더 포함하는, 기관을 처리하기 위한 방법.

청구항 18

삭제

청구항 19

청구항 16에 있어서,

상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 상기 마스크의 높이 방향을 따라 정렬되지 않는, 기관을 처리하기 위한 방법.

청구항 20

청구항 19에 있어서,

상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 중첩 영역을 정의하기 위하여 상기 높이 방향을 따라 중첩하는, 기관을 처리하기 위한 방법.

청구항 21

청구항 16에 있어서,

상기 마스크의 상부 부분으로부터 상기 마스크의 하부 부분으로의 상기 마스크에 대한 상기 이온 빔 위치에 있어서의 변화는, 상기 제 1 주입 동안 상기 마스크 및 상기 기관 중의 적어도 하나를 병진이동시키는 단계 이후에 발생하는, 기관을 처리하기 위한 방법.

청구항 22

청구항 16에 있어서,

상기 제 1 행 내에 배치된 상기 하나 이상의 제 1 개구들은 상기 마스크의 높이 방향을 따라 상기 제 2 행 내에

배치된 상기 하나 이상의 제 2 개구들과 정렬되지 않는, 기판을 처리하기 위한 방법.

청구항 23

청구항 22에 있어서,

상기 제 1 행 내에 배치된 상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 제 2 행 내에 배치된 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 중첩 영역을 정의하기 위하여 상기 마스크의 높이 방향을 따라 중첩하는, 기판을 처리하기 위한 방법.

청구항 24

청구항 22에 있어서,

상기 제 1 행 내에 배치된 상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 제 2 행 내에 배치된 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 중첩 영역을 갖지 않는, 기판을 처리하기 위한 방법.

청구항 25

청구항 16에 있어서,

상기 제 1 주입 및 상기 제 2 주입에 의해 고농도로 도핑된 영역들 및 저농도로 도핑된 영역들이 상기 기판 내에 생성되는, 기판을 처리하기 위한 방법.

청구항 26

청구항 16에 있어서,

상기 제 1 주입 및 상기 제 2 주입은 상기 기판의 동일한 영역 상에서 수행되는, 기판을 처리하기 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 기판을 처리하기 위한 기술들에 관한 것으로, 더욱 구체적으로, 도펀트(dopant)들 또는 불순물(impurity)들을 기판으로 도입하기 위한 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전자 장치들의 제조 시에는, 기판의 원래의 기계적, 광학적 또는 전기적 속성을 변경하기 위하여 도펀트들 또는 불순물들이 기판으로 도입된다. 메모리 장치들의 제조 시에는, 붕소(boron) 이온들이 실리콘 기판으로 도입될 수 있다. 결정 격자(crystal lattice) 내의 붕소 이온들 및 실리콘 원자들은 상이한 전기적 속성을 가지고 있으므로, 충분한 양의 붕소 이온들의 도입은 실리콘 기판의 전기적 속성을 변경할 수 있다.

[0003] 도펀트들을 도입하기 위하여 이온 주입 기술이 이용될 수 있다. 이 기술에서는, 희망하는 종(species)을 포함하는 공급 물질(feed material)이 이온화된다. 그 다음으로, 공급 물질의 이온들은 희망하는 에너지를 갖는 이온 빔의 형태로, 기판을 향해 보내지고, 그 다음에 주입된다. 이온들이 상이한 종인 경우, 이온은 기판의 속성을 변경할 수 있다.

[0004] 이온들 또는 도펀트들을 실리콘 기판으로 도입함으로써, 솔라 셀(solar cell), 즉, 또 다른 실리콘 기판 기반 장치가 제조될 수도 있다. 과거에는, 도펀트들이 확산 처리를 통해 도입되었으며, 이 경우, 유리 또는 페이스트(paste)를 포함하는 도펀트는 실리콘 기판 위에 배치된다. 그 다음으로, 기판이 가열되고, 유리 또는 페이스트 내의 도펀트들은 열 확산(thermal diffusion)을 통해 기판으로 확산된다.

[0005] 확산 처리는 비용 효율적일 수 있지만, 처리는 여러 단점들을 가진다. 일부 솔라 셀들에서는, 도펀트들을 기판의 선택된 영역에만 도입하기 위한 선택적인 도핑을 수행하는 것이 바람직하다. 그러나, 확산 처리는 제어하기가 어렵고, 확산을 통한 선택적인 도핑은 달성하기가 어려울 수 있다. 상기 처리는 부정확한 도핑 또는 불균일하게 도핑된 영역들의 형성을 유발할 수 있다. 또한, 공극(void)들이나 기포(air bubble)들, 또는 다른 오염물(contaminant)들이 확산 처리 도중에 도펀트들과 함께 기판으로 도입될 수 있다.

[0006] 이러한 단점들을 해결하기 위하여, 이온 주입 처리를 통한 도핑이 제안되었다. 제안된 처리에서는, 기판이 포토 레지스트 층(photo-resist layer)으로 코팅되고, 기판의 일부분들을 노출시키기 위하여 리소그래피 처리

(lithographic process)가 수행된다. 그 다음으로, 이온 주입이 수행되고, 도펀트들이 노출된 부분들로 주입된다. 비록 정밀한 선택적 도핑을 달성하지만, 상기 처리는 저렴하지 않다. 포토레지스트를 코팅하고, 패터닝하고 제거하기 위한 추가적인 단계들 및 시간이 요구되고, 그 각각은 제조 처리에 비용들을 추가한다. 노출되어야 할 영역들이 극히 작은 경우, 단계들이 더욱 복잡해질 수 있다.

[0007] 솔라 셀의 제조 시의 임의의 추가된 비용은 저비용 에너지를 생성하기 위한 솔라 셀의 능력을 감소시킬 수 있을 것이다. 한편, 높은 효율을 갖는 고성능 솔라 셀들의 제조 시의 임의의 감소된 비용은 솔라 셀들의 전세계적인 구현에 대해 긍정적인 영향을 가질 것이다. 이것은 청정 에너지 기술의 더 폭넓은 이용가능성 및 채택을 가능하게 할 것이다.

[0008] 이와 같이, 새로운 기술이 필요하다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0009] 기관을 처리하기 위한 향상된 기술이 개시되어 있다. 하나의 특정한 예시적인 실시예에서, 상기 기술은 기관을 처리하기 위한 마스크에 의해 구현될 수 있고, 상기 마스크는 제 1 행(row) 내에 배치된 하나 이상의 제 1 개구(aperture)들; 및 제 2 행 내에 배치된 하나 이상의 제 2 개구들을 포함하고, 각각의 행은 마스크의 폭 방향을 따라 연장되고, 상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 불균일하다.

[0010] 이 특정한 예시적인 실시예의 다른 양태들에 따르면, 상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 상이한 크기들을 가질 수 있다.

[0011] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 양태들에 따르면, 상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 상기 마스크의 높이 방향을 따라 불균일한 정렬을 가질 수 있다.

[0012] 이 특정한 예시적인 실시예의 또 다른 양태들에 따르면, 상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 상기 높이 방향을 따라 중첩 영역을 갖지 않을 수 있다.

[0013] 이 특정한 예시적인 실시예의 다른 양태들에 따르면, 상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 중첩 영역을 정의하기 위하여 상기 높이 방향을 따라 중첩할 수 있다.

[0014] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 양태들에 따르면, 상기 마스크는 상기 제 1 행 내의 2개의 이상의 제 1 개구들 및 상기 제 2 행 내의 2개 이상의 제 2 개구들을 포함할 수 있고, 상기 제 1 행 내의 2개 이상의 제 1 개구들은 상기 마스크의 폭 방향을 따라 서로 정렬되어 있다.

[0015] 이 특정한 예시적인 실시예의 또 다른 양태들에 따르면, 상기 제 2 행 내의 2개 이상의 제 2 개구들은 상기 마스크의 폭 방향을 따라 서로 정렬될 수 있다.

[0016] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 양태들에 따르면, 상기 2개 이상의 제 1 개구들의 각각과, 상기 2개 이상의 제 2 개구들의 각각은 상기 높이 방향을 따라 서로 비-정렬(non-aligned) 관계에 있다.

[0017] 이 특정한 예시적인 실시예의 다른 양태들에 따르면, 상기 마스크는 제 3 행 내에 배치된 하나 이상의 제 3 개구들을 더 포함할 수 있고, 상기 하나 이상의 제 2 개구들 및 상기 하나 이상의 제 3 개구들은 상기 마스크의 높이 방향을 따라 서로 비-정렬 관계에 있다.

[0018] 또 다른 예시적인 실시예에 따르면, 상기 기술은 기관을 처리하기 위한 장치에 의해 실현될 수 있고, 상기 장치는, 희망하는 종(species)의 복수의 이온들을 포함하며 기관을 향해 보내지는 이온 빔을 생성하기 위한 이온 소스; 상기 이온 소스 및 상기 기관 사이에 배치된 마스크를 포함할 수 있고, 상기 마스크는, 제 1 행 내에 배치된 하나 이상의 제 1 개구들; 및 제 2 행 내에 배치된 하나 이상의 제 2 개구들을 포함하고, 각각의 행은 상기 마스크의 폭 방향을 따라 연장되고, 상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 불균일하다.

[0019] 이 특정한 예시적인 실시예의 또 다른 양태들에 따르면, 상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 상이한 크기들을 가질 수 있다.

[0020] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 양태들에 따르면, 상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 상기 마스크의 높이 방향을 따라 불균일한 정렬을 가질 수 있다.

- [0021] 이 특정한 예시적인 실시예의 또 다른 양태들에 따르면, 상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 중첩 영역을 정의하기 위하여 상기 높이 방향을 따라 중첩할 수 있다.
- [0022] 이 특정한 예시적인 실시예의 다른 양태들에 따르면, 상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 상기 높이 방향을 따라 중첩 영역을 갖지 않을 수 있다.
- [0023] 이 특정한 예시적인 실시예의 또 다른 양태들에 따르면, 상기 마스크는, 제 3 행 내에 배치된 하나 이상의 제 3 개구들을 더 포함할 수 있고, 상기 하나 이상의 제 2 개구들 및 상기 하나 이상의 제 3 개구들은 상기 마스크의 높이 방향을 따라 서로 비-정렬 관계에 있다.
- [0024] 또 다른 특정한 예시적인 실시예에 따르면, 상기 기술은 기판을 처리하기 위한 방법으로서 실현될 수 있다. 상기 방법은, 이온 소스 및 기판 사이에 마스크를 배치하는 단계로서, 상기 마스크는 제 1 행 내에 배치된 하나 이상의 제 1 개구들, 제 2 행 내에 배치된 하나 이상의 제 2 개구들, 및 제 3 행 내에 배치된 하나 이상의 제 3 개구들을 포함하고, 각각의 행은 상기 마스크의 폭 방향을 따라 연장되는, 상기 마스크를 배치하는 단계; 이온 빔의 제 1 부분을 상기 하나 이상의 제 1 개구들의 적어도 일부분 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들의 적어도 일부분과 중첩하기 위하여 이온 빔을 상기 마스크의 상부 부분을 향해 보내는 단계; 및 상기 마스크 및 상기 기판 중의 적어도 하나를 상기 마스크 및 상기 기판 중의 다른 하나에 대해 병진이동시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0025] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 양태들에 따르면, 상기 방법은 상기 이온 빔을 상기 마스크에 고정적으로 위치시키는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0026] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 양태들에 따르면, 상기 방법은, 상기 이온 빔을 상기 하나 이상의 제 2 개구들의 적어도 일부분 및 상기 하나 이상의 제 3 개구들의 적어도 일부분과 중첩하기 위하여, 상기 이온 빔을 상기 마스크의 하부 부분을 향해 보내는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 이 특정한 예시적인 실시예의 또 다른 양태들에 따르면, 상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 상기 마스크의 높이 방향을 따라 불균일한 정렬을 가질 수 있다.
- [0028] 이 특정한 예시적인 실시예의 추가적인 양태들에 따르면, 상기 하나 이상의 제 1 개구들 및 상기 하나 이상의 제 2 개구들은 중첩 영역을 정의하기 위하여 상기 높이 방향을 따라 중첩할 수 있다.
- [0029] 이하, 첨부된 도면들에서 도시된 바와 같이, 본 발명의 예시적인 실시예들을 참조하여 본 발명에 대해 더욱 구체적으로 설명될 것이다. 본 발명은 아래에서 예시적인 실시예들을 참조하여 설명되어 있지만, 본 발명은 그것으로 한정되지 않는다는 것을 이해해야 한다. 본 명세서에서의 교시 내용들에 접근하는 당업자들은 본 명세서에서 설명된 바와 같이 본 발명의 범위 내에 있으며 이와 관련하여 본 발명이 중요한 유용성이 있을 수 있는 다른 이용 분야들뿐만 아니라, 추가적인 구현예들, 수정예들 및 실시예들을 인식할 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 이하, 첨부된 도면들에서 도시된 바와 같이, 본 발명의 예시적인 실시예들을 참조하여 본 발명에 대해 더욱 구체적으로 설명될 것이다. 본 발명은 아래에서 예시적인 실시예들을 참조하여 설명되어 있지만, 본 발명은 그것으로 한정되지 않는다는 것을 이해해야 한다. 당업자들은 본 명세서에서 설명된 바와 같이 본 발명의 범위 내에 있으며 이와 관련하여 본 발명이 중요한 유용성이 있을 수 있는 다른 이용 분야들뿐만 아니라, 추가적인 구현예들, 수정예들 및 실시예들을 인식할 것이다.
- 도 1은 본 발명에서 설명된 기술을 이용하여 달성될 수 있는 기판을 예시한다.
- 도 2는 본 발명의 하나의 실시예에 따라 기판을 처리하기 위한 예시적인 빔-라인(beam-line) 이온 주입 시스템을 예시한다.
- 도 3은 본 발명의 하나의 실시예에 따라 기판을 처리하기 위한 예시적인 마스크를 예시한다.
- 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 기판을 처리하기 위한 또 다른 예시적인 마스크를 예시한다.
- 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 하나의 실시예에 따라 기판을 처리하기 위한 예시적인 기술을 예시한다.
- 도 6은 본 발명의 하나의 실시예에 따라 기판을 처리하기 위한 또 다른 예시적인 기술을 예시한다.
- 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 기판을 처리하기 위한 또 다른 예시적인 마스크를 예시한다.

도 8a 및 도 8b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 기판을 처리하기 위한 또 다른 예시적인 기술을 예시한다.

도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 기판을 처리하기 위한 또 다른 예시적인 마스크를 예시한다.

도 10은 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 기판을 처리하기 위한 또 다른 예시적인 마스크를 예시한다.

도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 기판을 처리하기 위한 또 다른 예시적인 기술을 예시한다.

도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 기판을 처리하기 위한 또 다른 마스크를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 본 명세서에서는 기판을 처리하기 위한 기술들의 몇몇 실시예들이 소개된다. 명료함 및 간단함을 위하여, 실시예들은 도펀트들 또는 불순물들을 기판으로 도입하기 위한 기술에 초점을 맞출 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에서 설명된 기술들은 상이한 도우즈(dose)들 또는 레벨(level)들의 불순물들을 포함하는 영역들, 및/또는 상이한 유형의 불순물들 또는 도펀트들을 포함하는 영역들을 형성하기 위해 이용될 수 있다. 본 발명은 특정 기술들에 초점을 맞추지만, 본 발명은 그것으로 한정되지 않는다.
- [0032] 본 발명에서는, 리본 빔의 빔-라인 이온 주입 시스템과 관련하여 실시예들이 설명된다. 구체적으로 논의되지 않았지만, 스폿 또는 집속된 이온 빔을 이용하는 스캔 빔 이온 주입 시스템들을 포함하는 다른 유형들의 이온 주입 시스템들은 배제되지 않는다. 또한, 예를 들어, 플라즈마 보조 도핑(PLAD : plasma assisted doping) 또는 플라즈마 침지 이온 주입(PIII : plasma immersion ion implantation)을 포함하는 다른 유형들의 기판 처리 시스템들이 동일하게 적용가능할 수 있다.
- [0033] 실시예들에서 개시된 기판들은 솔라 셀들을 제조하기 위한 실리콘 기반 기판들일 수 있다. 실리콘 기반 기판들이 주로 논의되고 있지만, 본 발명은 다른 물질들을 포함하는 기판들에 동일하게 적용가능할 수 있다. 예를 들어, 카드뮴 텔루라이드(CdTe : cadmium telluride), 구리 인듐 갈륨 셀레나이드(CIGS : copper indium gallium selenide), 또는 다른 물질들을 포함하는 기판들이 적용가능할 수도 있다. 또한, 다른 비-솔라 셀(non-solar cell) 기판들이 본 발명에 적용가능할 수도 있다. 다른 기계적, 전자(예를 들어, 메모리 장치들), 또는 광학적(예를 들어, 발광 다이오드들) 장치들, 또는 다른 장치들을 제조하기 위한 금속 기판들, 다른 반도체성 기판들, 및 절연 기판들이 동일하게 적용가능할 수 있다.
- [0034] 도 1을 참조하면, 본 발명의 기술들을 이용하여 제조된 예시적인 기판(100)이 도시되어 있다. 본 실시예에서는, 솔라 셀 기판(100)이 도시되어 있다. 한쪽 면 위에서, 기판(100)은 하나 이상의 컨택 영역(contact region)들(102)을 포함할 수 있고, 그 각각의 위에는 금속 컨택(도시되지 않음)이 형성될 수 있다. 컨택 영역들(102)은 소정의 도우즈의 희망하는 도펀트들을 영역들(102)로 도입함으로써 형성될 수 있다. 기판(100)이 2개 이상의 컨택 영역들(102)을 포함하는 경우, 컨택 영역들(102)은 스페이서 영역(spacer region)(104)에 의해 서로로부터 이격될 수 있다. 일부 실시예들에서, 기판(100)은 하나 이상의 스페이서 영역들(104)을 포함할 수도 있고, 각각의 스페이서 영역(104)에는 도펀트들 또는 불순물들이 도입될 수도 있다. 본 실시예에서, 컨택 영역들(102) 및 스페이서 영역들(104)에 도입되는 도펀트 종은 동일할 수 있다. 그러나, 컨택 영역들(102)은 스페이서 영역(104)보다 더 높은 도펀트 도우즈를 가질 수 있다. 기판이 솔라 셀인 경우, 기판(100)의 전방 면 위에 고농도로 도핑된(heavily doped) 컨택 영역들(102) 및 저농도로 도핑된(lightly doped) 스페이서 영역들(104)을 포함하는 이러한 패턴은 선택적인 에미터 설계(selective emitter design)로서 지칭될 수 있다. 고농도로 도핑된 컨택 영역들(102)은 컨택 영역들(101) 및 금속 컨택들 사이의 더욱 양호한 계면을 가능하게 할 수 있다. 또한, 더 높은 도펀트 도우즈는 컨택 영역(102)에서 더 높은 전기 전도성을 가능하게 할 수 있다. 바람직하지 않지만, 다른 실시예들에서, 컨택 영역들(102) 및 스페이서 영역들(104)에는 상이한 도펀트 종이 도입될 수 있다. 예를 들어, 컨택 영역(102) 및 스페이서 영역(104) 중의 하나에는 p-형 도펀트들이 도입될 수 있는 반면, 컨택 영역(102) 및 스페이서 영역(104) 중의 다른 하나에는 n-형 도펀트들이 도입된다. 또 다른 예에서, 컨택 영역(102) 및 스페이서 영역(104)에는 동일한 유형의 도펀트들이지만 상이한 종이 도입될 수 있다. 또한, 컨택 영역들(102) 내의 도펀트들의 도우즈는 스페이서 영역(104) 내의 그것보다 더 클 수도 있다. 대안적으로, 컨택 영역들(102) 내의 도우즈는 스페이서 영역(104) 내의 도우즈와 동일하거나 그보다 작을 수 있다.
- [0035] 도 2를 참조하면, 본 발명의 하나의 실시예에 따라 기판을 처리하기 위한 예시적인 시스템(200)이 도시되어 있다. 본 실시예에서, 시스템(200)은 도 1에 도시된 선택적 에미터 설계에 의해 솔라 셀 기판을 제조하기 위해 이용될 수 있다. 도 2에 예시된 바와 같이, 시스템(200)은 빔-라인 이온 주입 시스템일 수 있고, 도펀트들은 이온들의 형태로 기판(100)으로 도입될 수 있다.

- [0036] 본 실시예의 이온 주입 시스템(200)은 희망하는 도펀트 종의 공급 기체를 포함하는 기체 박스(230)에 결합된 이온 소스(202)를 포함할 수 있다. 기체 박스(230)로부터의 공급 기체는 이온 소스(202)에 공급되고, 그 다음으로, 이온화된다. 이 공급 기체는 1족 및 3A-8A족으로부터의 하나 이상의 원소들을 갖는 도펀트 종을 포함할 수 있다. 예를 들어, 공급 기체는 수소(H), 헬륨(He) 또는 다른 희귀 기체들, 산소(O), 질소(N), 비소(As), 붕소(B), 인(P), 안티몬(antimony), 갈륨(Ga), 인듐(In), 또는 다른 기체들을 포함할 수 있다. 또한, 공급 기체는 카르보란(carborane)($C_2B_{10}H_{12}$) 또는 또 다른 분자 화합물(molecular compound)을 포함할 수 있다. 공급 기체가 이온화된 후, 이온 소스(202) 내의 이온들(20)은 억제 전극(201a) 및 접지 전극(201b)을 포함하는 추출 전극(201)에 의해 추출된다. 전력 공급 장치(도시되지 않음)는 추출 전극(201)에 결합될 수 있고, 조절가능한 전압을 제공할 수 있다.
- [0037] 이온 주입 시스템(200)은 선택적인 빔-라인 부품들을 포함할 수도 있다. 다른 실시예들의 시스템들이 빔-라인 부품들을 생략할 수 있으므로, 빔-라인 부품들은 선택적일 수 있다. 포함될 경우, 선택적인 빔-라인 부품들은 질량 분석기(203), 각도 보정기 자석(207), 및 제 1 및 제 2 가속/감속 스테이지들(205 및 209) 중의 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0038] 질량 분석기(203)는 그 질량에 기초하여 이온들을 편향시킬 수 있다. 희망하는 질량을 갖는 이온들은 질량 분석기(203)의 출구 개구(aperture)를 통과하여 시스템(200)의 하부를 향해 더욱 이동하기 위해 충분히 편향될 수 있다. 한편, 희망하지 않는 질량을 갖는 이온들은 불충분하게 또는 과도하게 편향될 수 있고, 이온들은 질량 분석기(203)의 벽들로 보내질 수 있다. 한편, 각도 보정기 자석(207)은 발산하는 경로에서 이동하는 이온들(20)을 실질적으로 평행한 경로로 콜리메이트(collimate) 할 수 있다. 본 실시예에서, 발산하는 이온 빔(20)은 실질적으로 평행한 리본 형상의 이온 빔(20)으로 콜리메이트 될 수 있다. 포함될 경우, 제 1 및 제 2 가속/감속 스테이지들(205 및 207)은 이온 빔 경로를 따라 이동하는 이온 빔(20) 내의 이온들을 가속 또는 감속시킬 수 있다.
- [0039] 이온 빔 경로를 따라 이동하는 이온 빔(20)은 엔드 스테이션(end station)(206)을 향해 보내질 수 있다. 엔드 스테이션(206)에서는, 하나 이상의 기관들(100)이 이온 빔 경로 내에 위치될 수 있어서, 이온 빔(20) 내의 이온들이 기관(100)으로 주입될 수 있다. 주입 처리를 제어하기 위하여, 엔드 스테이션(206)은 다양한 부품들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 엔드 스테이션(206)은 하나 이상의 기관들(100)을 지지할 수 있는 플레튼(platen)(214)을 포함할 수 있다. 플레튼(214)은 기관(100)을 지지하는 것 외에도, 예를 들어, 핫(hot) 또는 콜드(cold) 이온 주입을 제공하기 위하여 기관(100)의 온도를 제어할 수도 있다. 콜드 이온 주입을 제공하기 위하여, 플레튼(214)은 실온(room temperature)보다 작은, 바람직하게는 273°K 보다 작은 온도에서 기관(100)을 유지할 수 있다. 핫 이온 주입을 제공하기 위하여, 플레튼(214)은 실온보다 높은, 바람직하게는 293°K 보다 큰 온도에서 기관(100)을 유지할 수 있다. 플레튼(214) 외에도, 본 발명의 이온 주입 시스템(200)은 냉각 및/또는 가열 스테이션(도시되지 않음)을 포함할 수 있고, 기관(100)은 이온 주입 이전에 또는 이온 주입 이후에 냉각 또는 가열될 수 있다.
- [0040] 엔드 스테이션(206)은 이온 빔(20)의 경로에서 기관(100)을 위치시킬 수 있는 스캐너(도시하지 않음), 예를 들어, 로플랫(roplat)을 포함할 수도 있다. 스캐너는 이온 빔(20)에 대한 희망하는 위치 및 방위(orientation)로 기관(100)을 병진이동(translate)/회전(rotate)할 수도 있다. 하나의 실시예에서, 실질적으로 0° 의 입사 또는 주입 각도에서 이온들이 주입되도록, 기관(100)은 이온 빔 경로에 대해 실질적으로 수직으로 방위가 정해질 수 있다. 또 다른 실시예에서, 기관은 비-제로(non-zero) 입사 또는 주입 각도를 제공하기 위하여 이온 빔(20)에 대해 수직이 아닐 수 있다. 하나의 실시예에서, 주입 각도는 주입 처리 전반에 걸쳐 일정하게 유지될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 주입 각도는 주입 처리 동안에 변동될 수 있다. 본 발명에서는, 주입된 이온들의 도우즈를 제어하기 위하여, 기관(100)이 희망하는 레이트(rate)에서 병진이동될 수 있다. 적당한 도우즈를 보장하기 위하여, 엔드 스테이션(306)은 도우즈 측정 시스템을 포함할 수도 있다.
- [0041] 이온 소스(202) 및 기관(100) 사이에는, 하나 이상의 마스크들(250)이 위치될 수 있다. 본 발명에서, 마스크(250)는 이온들(20)이 기관(100)에 도달하는 것을 차단하기 위하여 하나 이상의 핑거(finger)들을 포함할 수 있다. 마스크(250)는 하나 이상의 개구들을 포함할 수 있고, 이온들(20)은 이를 통해 전달되어 기관(100)으로 주입될 수 있다. 마스크(250)는 엔드 스테이션(206)의 벽을 포함하는 시스템(200)의 다양한 부품들에 의해 지지될 수 있다. 이온 빔(20) 및/또는 기관(100)에 대한 마스크(250)의 적당한 방위 또는 위치는 마스크(250)를 지지하는 다양한 부품들에 의해 제공될 수 있다. 예를 들어, 기관(100) 및/또는 이온 빔(20)에 대하여 마스크(250)를 병진이동, 회전, 또는 틸트(tilt) 하기 위하여, 액츄에이터(도시되지 않음)가 마스크(250)에 결합될 수 있다. 마스크(250)의 온도가 과도하게 상승하는 것을 방지하기 위하여, 마스크(250)의 냉각이 제공될 수도 있다.

- [0042] 도 3을 참조하면, 본 발명의 하나의 실시예에 따라 예시적인 마스크(350)가 도시되어 있다. 본 실시예에서, 마스크(350)는 적어도 하나의 핑거(352)를 포함할 수 있다. 마스크(350)는 선택적으로 기저부(base)(354)를 포함할 수 있고, 핑거(352)는 기저부(354)에 의해 지지될 수 있다. 마스크(350)가 기저부(354)를 포함하지 않으면, 마스크(350)는 함께 지지 및/또는 파지(hold)되는 하나 이상의 핑거들(352)일 수 있다. 마스크(350)가 2개 이상의 핑거들(352)을 포함하면, 핑거들(352)은 갭(gap) 또는 개구(356)를 정의하기 위하여 서로 이격될 수 있다. 하나의 실시예에서, 마스크(350)는 하나 이상의 갭들 또는 개구들을 정의하기 위하여 복수의 핑거들(352)을 가질 수 있고, 핑거들(352)은 균일한 형상 및 크기를 가질 수 있다. 또한, 핑거들(352)은 갭들 또는 개구들(356)이 균일한 형상 및 크기를 갖도록 구성될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 마스크(350)는 61개의 핑거들(352)을 가질 수 있고, 핑거들(352)은 60개의 균일하고 직사각형인 개구들(356)을 형성하도록 구성된다. 그러나, 당업자들은 마스크(350)가 임의의 개수의 핑거들(352) 및 개구들(356)을 가질 수 있다는 것을 인식할 것이다. 또한, 개구들(356)은 균일하거나 불균일한 다양한 형상들 및 크기들을 가질 수 있다.
- [0043] 마스크(350)는 다양한 물질들로 만들어질 수 있다. 바람직하게는, 마스크는 이온 주입의 반응 조건을 견딜 수 있는 불활성 물질(inert material)로 만들어진다. 마스크(350) 내에 포함된 물질의 예들은 석영(quartz), 흑연(graphite), 사파이어(sapphire), 실리콘(Si), SiC 및 SiN을 포함할 수 있다. 물질들의 다른 예들이 마스크(350) 내에 포함될 수도 있다. 다른 물질들의 예들은 도펀트 종(dopant species)을 포함하는 물질을 포함할 수 있다.
- [0044] 도 4를 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 또 다른 예시적인 마스크(450)가 도시되어 있다. 본 실시예에서, 마스크(450)는 적어도 하나의 핑거(452)를 포함할 수 있다. 마스크(450)는 마스크(450)의 대향 모서리(opposite side)들에 배치된, 핑거(452)를 지지하는 제 1 및 제 2 기저부들(454a, 454b)을 포함할 수도 있다. 희망하는 경우, 마스크(450)는 마스크(450)의 대향 모서리들에서 핑거들에 이웃하게 배치된 제 3 및 제 4 기저부들(454c 및 454d)을 포함할 수도 있다. 대안적으로, 제 3 및 제 4 기저부들(454c 및 454d)은 추가적인 핑거들(452)로 대체될 수 있다. 마스크(450)가 2개 이상의 핑거들(452)을 포함하는 경우, 핑거들(452)은 하나 이상의 갭들 또는 개구들(456)을 정의하기 위하여 서로 이격될 수 있다. 하나의 실시예에서, 마스크(450)는 복수의 핑거들(452)을 가질 수 있고, 핑거들(452)은 균일한 형상 및 크기를 가질 수 있다. 또한, 핑거들(452)은 개구들(456)이 균일한 형상 및 크기를 갖도록 구성될 수 있다. 그러나, 당업자들은 마스크(450)가 임의의 개수의 핑거들(452) 및 개구들(456)을 가질 수 있다는 것을 인식할 것이다. 또한, 개구들(456)은 균일하거나 불균일한 다양한 형상들 및 크기들을 가질 수 있다.
- [0045] 도 3에 도시된 이전의 실시예의 마스크(350)와 유사하게, 마스크(450)는 다양한 물질들을 포함할 수 있다. 명료하고 간략하게 하기 위하여, 물질들의 설명은 생략될 것이다.
- [0046] 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 본 발명의 하나의 실시예에 따라 기판을 처리하기 위한 예시적인 기술이 도시되어 있다. 핑거들은 반드시 축척에 맞게 도시되지는 않는다. 명료하고 간략하게 하기 위하여, 상기 기술은 도 2에 도시된 빔 라인 이온 주입 시스템(200) 및 도 3에 도시된 마스크(350)를 이용하여 설명된다. 그러나, 스폿 또는 집속된 이온 빔을 이용하는 스캔 빔 이온 주입 시스템을 포함하는 다른 시스템들이 이용될 수 있다. 또한, 도 4에 도시된 마스크(450)를 포함하는 다른 마스크들이 이용될 수도 있다. 명료하고 간략하게 하기 위하여, 본 기술은 빔 높이와 관련하여 설명될 수 있다. 당업자들은 리본 빔 이온 주입기에 대하여, 빔 높이는 리본 빔의 실제 높이를 지칭할 수 있다는 것을 인식할 것이다. 스폿 또는 집속된 빔을 이용하는 스캔 빔 이온 주입기에 대하여, 상기 용어는 리본 빔 이온 주입기의 효과와 유사한 효과를 달성하기 위하여 스폿 빔이 주사되는 영역의 높이를 지칭할 수 있다.
- [0047] 본 실시예에서, 기판(500) 및 마스크(350)는 이온 주입 시스템(200)에서 배치될 수 있다. 도 5a 및 도 5b에 예시된 바와 같이, 마스크(350)의 핑거들(352)은 화살표(510)에 의해 도시된 높이 방향을 따라 기판(500)의 전체 높이를 통해 연장되지 않도록 치수가 정해질 수 있거나 위치될 수 있다. 핑거들(352)은 이온 빔(20)의 전체 높이를 통해 연장되지 않도록 치수가 정해질 수도 있거나 위치될 수도 있다. 본 실시예에서, 마스크(350)의 핑거들(352)은 이온 빔(20)의 높이의 약 50%를 통해 연장될 수 있다. 전체 높이보다 작은 높이를 통해 연장되는 핑거들(352)에 의해, 이온 빔(20)이 기판(500)을 향해 보내질 때, 이온 빔(20)은 다수의 부분들로 분할될 수 있다. 예를 들어, 이온 빔(20)은 이온 빔(20)의 제 1 예지(20i)로부터 가상의 기준 라인(20iii)으로 연장되는 제 1 부분(20a)을 포함할 수 있다. 이온 빔(20)은 이온 빔(20)의 제 2 예지(20ii)로부터 기준 라인(20iii)으로 연장되는 제 2 부분(20b)을 포함할 수도 있다. 기준 라인(20iii)은 핑거들(352i)의 단부(end)에 의해 정의될 수 있다.

- [0048] 핑거들(352)이 이온 빔(20)의 높이의 약 50%를 통해 연장되는 경우, 이온 빔(20)의 제 1 및 제 2 부분들(20a 및 20b)의 높이들은 실질적으로 동일할 수 있다. 이온 빔의 제 1 부분(20a) 내의 이온들은 블랭킷 이온 주입(blanket ion implantation)을 수행하기 위하여 기관(500)으로 직접 주입될 수 있다. 한편, 제 2 부분(20b) 내의 이온들의 일부분은 선택적인 이온 주입(selective ion implantation)을 수행하기 위하여 개구들(356)을 통해 기관(500)으로 주입된다.
- [0049] 이온 빔(20), 마스크(350), 및 기관(500)의 각각은 독립적인 회전 및 병진 자유 상태를 가질 수 있고, 이온 빔(20), 마스크(350), 및 기관(500)은 공동으로 또는 독립적으로 틸트, 회전, 및/또는 병진이동할 수 있다. 본 실시예에서, 마스크(350)는 이온 빔(20)에 대해 고정적으로 위치될 수 있다. 한편, 기관(500)은 화살표(510)에 의해 도시된 높이 방향을 따라, 이온 빔(20) 및/또는 마스크(350)에 대해 병진이동할 수 있다. 구체적으로 논의되지는 않았지만, 다른 실시예에서는, 기관(500)이 화살표(512)에 의해 도시된 방향을 따라, 이온 빔(20) 및/또는 마스크(350)에 대해 병진이동할 수 있다. 기관(500)이 높이 방향(500)을 따라 병진이동할 때, 도펀트들을 포함하는 제 1 및 제 2 영역들(502 및 504)이 형성될 수 있다. 이온 빔의 제 1 및 제 2 부분(20a 및 20b)으로부터의 도펀트들이 주입되므로, 제 1 영역(502)은 고농도로 도핑된 영역일 수 있다. 한편, 이온 빔의 제 1 부분(20a)으로부터의 도펀트들 또는 이온들이 주입되므로, 제 2 영역(504)은 저농도로 도핑된 영역일 수 있다. 본 실시예의 기관(500)을 도 1에 도시된 기관(100)과 비교하면, 고농도로 도핑된 제 1 영역(502)은 컨택 영역(102)에 대응할 수 있는 반면, 저농도로 도핑된 제 2 영역(504)은 스페이서 영역(104)에 대응할 수 있다. 컨택 영역(102)이 스페이서 영역(104)보다 더 작은 도펀트 도우즈를 갖는 다른 실시예들에서는, 고농도로 도핑된 제 1 영역(502)은 스페이서 영역(104)에 대응할 수 있는 반면, 저농도로 도핑된 제 2 영역(504)은 컨택 영역(102)에 대응할 수 있다.
- [0050] 핑거들(352) 및 이온 빔(20)의 높이에 따라, 제 1 및 제 2 영역들(502 및 504) 내의 도펀트 도우즈 또는 레벨이 조절될 수 있다. 본 실시예에서, 핑거들(352)의 높이는 이온 빔(20)의 높이의 약 50%일 수 있다. 그 결과, 핑거들(352)로부터 유발되는 이온 빔의 제 1 및 제 2 부분(20a 및 20b)은 동일한 높이를 가질 수 있다. 이온 빔(20) 내의 이온들의 양이 높이 방향(510)을 따라 실질적으로 균일한 경우, 그리고 기관(500)이 병진이동하는 레이트(rate)가 일정한 경우, 제 1 영역(502)에서의 도펀트 도우즈는 제 2 영역(504)에서의 도펀트 도우즈의 약 2배일 수 있다. 예를 들어, 제 1 영역(502)에서의 도펀트 도우즈는 약 $2E15/cm^2$ 일 수 있는 반면, 제 2 영역들(504)에서의 도펀트 도우즈는 $1E15/cm^2$ 도펀트 도우즈를 가진다. 또 다른 실시예에서, 핑거들(352)의 높이는 이온 빔(20)의 높이의 약 33%(1/3)일 수 있다. 상기 실시예에서, 이온 빔의 제 1 부분(20a)의 높이는 제 2 부분(20b)의 높이보다 약 50% 클 수 있다. 이온 주입 후에, 제 1 영역(502) 내의 도펀트들의 양은 제 2 영역(504) 내의 도펀트들의 양보다 약 50% 클 수 있다. 이와 같이, 제 1 및 제 2 영역들(502 및 504) 내의 도펀트 도우즈의 비율은 대략 3:2일 수 있다.
- [0051] 또한, 도펀트 도우즈를 제어하기 위하여, 핑거(352)의 높이는 이온 빔 균일성 미세조정(uniformity tuning)을 제공하도록 조절될 수 있다. 예를 들어, 마스크(350)의 핑거들(352)은 2x 균일한 주입을 달성하기 위하여 길이가 조절될 수 있다.
- [0052] 본 발명의 기술을 이용하면, 상이한 도펀트 도우즈들을 갖는 2개의 영역들을 구비한 기관이 제조될 수 있다. 기존의 기술과 달리, 본 발명의 기술이 이용될 때, 본 발명의 기술은 2개의 영역들을 동시에 또는 실질적으로 동시에 생성하기 위하여 하나의 이온 빔 또는 이온 빔의 한 번의 통과에 의한 블랭킷 및 선택적 주입을 달성할 수 있다. 또한, 상기 기술은 2개의 상이한 마스크들을 필요로 하지 않는다. 또한, 상이한 마스크들을 배치하고, 상이한 마스크들에 의해 처리하고, 마스크들을 제거하는 추가적인 단계들이 회피될 수 있다. 본 발명에서 설명된 기술은 훨씬 더 간단하고 효율적이다.
- [0053] 도 6을 참조하면, 본 발명의 하나의 실시예에 따라 기관을 처리하기 위한 또 다른 예시적인 기술이 도시되어 있다. 도면들은 반드시 축척에 맞게 도시되지는 않는다. 당업자들은 본 실시예가 이전의 실시예들에서 설명된 것들과 유사한 여러 특징들을 포함하고 있다는 것을 인식할 것이다. 명료하고 간략하게 하기 위하여, 유사한 특징들의 설명이 반복되지 않을 수 있다. 특징들은 반드시 축척에 맞게 도시되지는 않는다.
- [0054] 본 실시예에서, 마스크(650)는 적어도 하나의 핑거(652)를 포함할 수 있으며, 핑거들(652)은 갭 또는 개구(656)를 정의하기 위해 서로 이격될 수 있다. 예를 들어, 이온 빔(30)은 이온 빔(30)의 제 1 에지로부터 가상의 기준 라인(30iii)으로 연장되는 제 1 부분(30a)을 포함할 수 있다. 이온 빔(30)은 또한 이온 빔(30)의 제 2 에지로부터 기준 라인(30iii)으로 연장되는 제 2 부분(30b)을 포함할 수도 있다. 기준 라인(30iii)은 핑거들(652i)

의 단부에 의해 정의될 수 있다.

본 실시예에서, 기관(500) 및 마스크(650)는 이온 주입 시스템에서 배치될 수 있다. 그 다음으로, 이온 빔(30)은 기관(400)을 향해 보내질 수 있다. 본 실시예에서, 이온 빔(30)의 높이는, 이온 빔(30)에 대한 기관(400)의 병진이동이 불필요할 수 있을 정도로, 화살표(510)에 의해 도시된 방향을 따라 충분히 클 수 있다. 다시 말해서, 주입되어야 할 기관(500) 내의 영역이 이온 빔(30)의 높이에 의해 둘러싸일 수 있도록, 이온 빔(30)의 높이가 충분히 크고, 기관(500) 또는 이온 빔(30)은 다른 것에 대해 병진이동될 필요가 없다.

[0055] 한편, 본 실시예의 마스크(650)는 마스크(350)와 유사할 수 있다. 이전의 실시예와 유사하게, 본 실시예의 이온 빔(30), 마스크(650), 및 기관(500)의 각각은 독립적인 회전 및 병진이동 자유 상태를 가질 수 있다. 그러나, 기관(500) 및 이온 빔(30)은 서로에 대해 고정적으로 위치될 수 있어서, 이들은 공동으로 틸트, 회전, 및/또는 병진이동할 수 있다. 한편, 마스크(650)는 이온 빔(30) 및 기관(500)에 대해 병진이동할 수 있다. 마스크(650)가 높이 방향을 따라 병진이동할 때, 고농도로 도핑된 제 1 영역(502) 및 저농도로 도핑된 제 2 영역(504)이 형성될 수 있다. 제 1 및 제 2 영역들(502 및 504)로의 도펀트들의 추가적인 주입을 방지하기 위하여, 본 실시예의 마스크(650)는 더 큰 높이를 갖는 기저부(654)를 선택적으로 포함할 수 있다. 본 실시예의 기술을 수행하면, 고농도로 도핑된 제 1 영역(502) 및 저농도로 도핑된 제 2 영역(504)은 마스크(650)를 이온 빔(30)에 대해 병진 이동시킴으로써 달성될 수 있다.

[0056] 도 7을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 또 다른 예시적인 마스크(750)가 도시되어 있다. 본 실시예에서, 마스크(750)는 마스크(750)의 대향 모서리들에 배치된 상부 및 하부 부분들(702 및 704)을 포함할 수 있다. 당업자들은 상부 및 하부 부분들(702 및 704) 각각이 도 3에 예시된 이전의 실시예의 마스크(350)와 유사하다는 것을 인식할 것이다. 상부 및 하부 부분들(702 및 704)의 각각에서, 마스크(750)는 하나 이상의 제 1 핑거(752a) 및 하나 이상의 제 2 핑거(752b)를 포함할 수 있다. 마스크(750)는 제 1 및 제 2 핑거들(752a 및 752b)을 지지하는 선택적인 제 1 및 제 2 기저부들(754a 및 754b)을 포함할 수도 있다. 또한, 마스크(750)는 대향 모서리들에서 핑거들에 이웃하게 배치된 선택적인 제 3 및 제 4 기저부들(754c 및 754d)을 포함할 수도 있다.

[0057] 마스크(750)의 상부 및 하부 부분(702 및 704)의 각각이 2개 이상의 제 1 및 제 2 핑거들(752a 및 752b)을 포함하는 경우, 하나 이상의 제 1 개구(756a)를 정의하기 위하여, 핑거들(752a 및 752b)이 폭 방향(712)을 따라 서로 이격될 수 있다. 마스크(750)는 높이 방향(710)을 따라 서로 이격되어 있는 상부 및 하부 부분들(702 및 704)에 의해 정의되는 제 2 개구(756b)를 포함할 수도 있다.

[0058] 이전의 실시예들의 마스크들(350 및 450)과 유사하게, 본 실시예의 마스크(750)는 다양한 물질들을 포함할 수 있다.

[0059] 도 8a 및 도 8b를 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 기관을 처리하기 위한 또 다른 예시적인 기술이 도시되어 있다. 도면들은 반드시 축척에 맞게 도시되지 않는다. 명료하고 간략하게 하기 위하여, 본 실시예의 기술은 도 7에 예시된 마스크(750)와 함께 설명될 것이다. 당업자들은 본 기술이 다른 마스크들에 의해 수행될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 또한, 명료하고 간략하게 하기 위하여, 선택적인 제 3 및 제 4 기저부들(754c 및 754d)은 도시되지 않는다.

[0060] 본 실시예의 기술은 다수-부분 기술(multi-part technique)일 수 있고, 제 1 부분은 도 5a 및 도 5b와 함께 설명된 기술과 유사할 수 있다. 이와 같이, 본 실시예의 기술은 도 5a 및 도 5b와 함께 설명된 이전의 실시예의 기술에 의해 판독되어야 한다.

[0061] 본 실시예에서, 마스크(750)는 이온 소스(도시되지 않음) 및 기관(500) 사이에 배치될 수 있다. 그 다음으로, 이온 빔(20)은 이온 빔 경로를 따라 기관(500)으로 보내질 수 있다. 기술의 제 1 부분 동안, 이온 빔(20)은 마스크(750)의 상부 부분(702)으로 보내질 수 있고, 마스크(750)의 상부 부분(702)은 이온 빔 경로 내에 배치될 수 있다. 도 8a에 예시된 바와 같이, 제 1 핑거들(752a)은 이온 빔(20)의 전체 높이를 통해 제 1 핑거들(752a)이 연장되지 않도록 치수가 정해질 수 있거나 위치될 수 있다. 상기 처리에서, 이온 빔(20)은 제 1 및 제 2 부분들(20a 및 20b)로 분할될 수 있다. 이온 빔(20)의 제 1 부분(20a) 내의 이온들은 블랭킷 이온 주입을 수행하기 위하여 제 2 개구(756b)를 통해 기관으로 직접 주입될 수 있다. 한편, 선택적인 이온 주입을 수행하기 위하여, 이온 빔(20)의 제 2 부분(20b)으로부터의 이온들의 일부분은 하나 이상의 제 1 개구들(756a)을 통과할 수 있다. 도 5a 및 도 5b에 개시된 기술과 유사하게, 기관(500)은 높이 방향(710)을 따라 병진이동할 수 있다. 한편, 마스크(750)의 상부 부분(702)은 이온 빔(20)으로 고정적으로 위치될 수 있다. 그 결과, 고농도로 도핑된 영역들(도시되지 않음) 및 저농도로 도핑된 영역들(도시되지 않음)은 기관(500) 위에 형성될 수 있다.

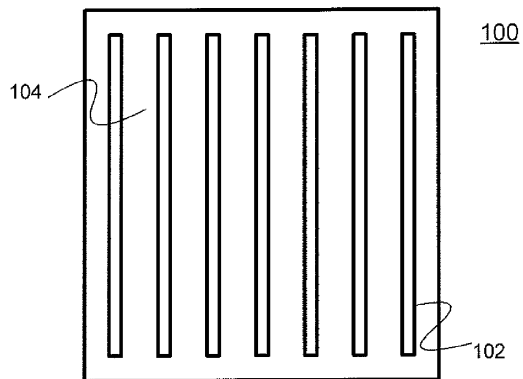
- [0062] 제 1 부분 이후 또는 이전에 발생할 수 있는 기술의 제 2 부분 동안, 이온 빔(20)은 마스크(750)의 하부 부분(704)으로 보내질 수 있다. 기술의 제 1 부분과 유사하게, 제 2 핑거들(752b)은 이온 빔(20)의 전체 높이를 통해 제 2 핑거들(752b)이 연장하지 않도록 치수가 정해질 수 있거나 위치될 수 있다. 상기 처리에서, 이온 빔(20)은 제 1 및 제 2 부분(20a 및 20b)으로 분할될 수 있다. 기술의 제 1 부분과 달리, 이온 빔(20a)의 제 1 부분은 마스크(750)의 하부 부분(704)에서 제 1 개구들(756a)을 통해 선택적인 이온 주입을 수행하기 위해 이용될 수 있다. 한편, 블랭킷 이온 주입은 이온 빔(20a)의 제 2 부분(20b)에 의해 수행될 수 있다.
- [0063] 본 실시예의 기술은 몇몇 장점들을 제공한다. 그 중에서도, 상기 기술은 높이 방향(710)에 따른 이온 빔(20)의 불균일성(non-uniformity)을 해결하기 위해 이용될 수 있다. 다수의 이온 주입기들에서, 예를 들어, 이온 도우즈 변동과 같은 불균일성은 높이 방향을 따라 존재할 수 있다. 상기 변동은 그 중에서도, 공간-전하 효과(space-charge effect)에 의해 야기될 수 있다. 고농도로 도핑된 영역 및 저농도로 도핑된 영역을 생성하기 위하여 이온 빔의 제 1 및 제 2 부분들을 모두 이용함으로써, 불균일성이 완화될 수 있다.
- [0064] 또한, 기관에 대한 마스크(750)의 위치가 결정될 수 있다. 예를 들어, 기관(500) 및 이온 빔(20)에 대한 제 1 및 제 2 핑거들(752a 및 752b)의 상대적인 위치를 고정하지 않고, 마스크(750)가 기관(500)의 상부에 배치될 수 있다. 이온 빔(20)은 마스크(750)를 향해 보내질 수 있고, 핑거들(752a 및 752b)로 인한 이온 빔 전류의 손실에 기초하여, "웨이퍼 맵(wafer map)"이 생성될 수 있다. 또한, 이온 빔 또는 기관이 높이 방향(710)을 따라 주사(scan)하는 레이트는 임의의 비대칭을 보상하기 위하여 조절될 수 있다. 예를 들어, 기관(500)이 이온 주입 중이 아닐 때, 기관(500)이 회전 중인 동안에 마스크(750)는 이온 빔에 대해 이동될 수 있다. 이것은 이온 빔에서의 불균일성이 기관의 블랭킷 주입된 부분에서 상쇄되도록 할 수 있다. 마스크(750)는 기관이 회전 중일 때마다 이동될 필요는 없지만, 이온 빔 파동(fluctuation)들과의 중첩을 최소화하는 간격으로 이동될 수 있다. 예를 들어, 이것은 50 및 60 Hz의 고조파들을 회피할 수 있다.
- [0065] 도 9를 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 또 다른 예시적인 마스크(950)가 도시되어 있다. 명료하고 간략하게 하기 위하여, 마스크(950)는 개구들과 관련하여 설명될 수 있다. 마스크(950)는 높이 방향(910)을 따라 복수의 행(row)들(955a-955c)의 개구들(956a-956c)을 포함할 수 있다. 본 실시예에서, 마스크(950)는 3개의 행들(955a-955c)을 포함할 수 있다. 각각의 행(955a-955c) 위에는, 하나 이상의 개구들(956a-956c)이 배치될 수 있다. 본 실시예에서, 개구들(956a-956c)은 직사각형의 형상일 수 있다. 도 9에 예시된 바와 같이, 본 실시예의 각각의 개구(956a-956c)는 높이 방향(910)을 따라 거리 l 만큼 연장되는 제 1 및 제 2 모서리들(967a 및 967b)과, 폭 방향(912)을 따라 거리 w 만큼 연장되는 제 1 및 제 2 폭(width)들(969a 및 969b)을 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 개구들(956a-956c)은 다른 형상들을 가질 수 있다.
- [0066] 본 실시예에서, 인접한 행들(955a-955c) 내의 개구들(956a-956c)은 불균일할 수 있다. 본 실시예에서, 불균일성은 개구들(956a-956c)의 위치 또는 정렬과 관련될 수 있다. 예를 들어, 제 1 행(955a) 내의 제 1 개구들(956a) 및 제 2 행(955b) 내의 제 2 개구들(956b)은 높이 방향(910)을 따라 비-정렬(non-aligned) 상태이다. 상기 처리에서, 개구들(956a 및 956b)의 중심은 높이 방향(910)을 따라 거리 x 만큼 변위될 수 있고 비-정렬 상태일 수 있다.
- [0067] 또한, 하나의 행(955a-955c) 내의 개구들(956a-956c)의 제 1 모서리(967a)가 변위되어 인접한 행(955a-955c) 내의 개구들(956a-956c)의 제 1 모서리(967a)와 비-정렬 상태가 될 수 있도록, 인접한 행들(955a-955c) 내의 개구들(956a-956c)이 위치될 수 있다. 본 실시예에서는, 인접한 행들 내의 개구들(956a-956c)은, 제 1 개구(956a)의 제 1 모서리(967a)가 제 2 개구(956b)의 제 2 모서리(967b)와 정렬되도록 변위된다. 다른 실시예들에서는, 제 1 개구(956a)의 제 1 모서리(967a)가 변위되어 제 2 개구(956b)의 제 2 모서리(967b)와 거리 d(도시하지 않음) 만큼 비-정렬 상태가 될 수 있다. 본 발명에서는, 제 1 개구들(956a)이 제 3 행(955c)의 제 3 개구들(956c)와 정렬 또는 비-정렬 상태가 될 수 있다.
- [0068] 이전의 실시예들의 마스크들과 유사하게, 본 실시예의 마스크(950)는 다양한 물질들을 포함할 수 있다.
- [0069] 도 10을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 또 다른 예시적인 마스크(1050)가 도시되어 있다. 본 실시예에서, 마스크(1050)는 도 9에 도시된 마스크(950)와 유사하다. 그러나, 인접한 행들(955a-955c) 내의 개구들(956a-956c)은 높이 방향(910)을 따라 거리 y 만큼 중첩될 수 있다.
- [0070] 도 11을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 기관을 처리하기 위한 또 다른 예시적인 기술이 도시되어 있다. 도면은 반드시 축척에 맞게 도시되지는 않는다. 명료하고 간략하게 하기 위하여, 본 실시예의 기술은 도 9에 예시된 마스크(950)와 함께 설명될 것이다. 당업자들은 본 기술이 다른 마스크들에 의해 수행될 수 있다는

것을 인식할 것이다.

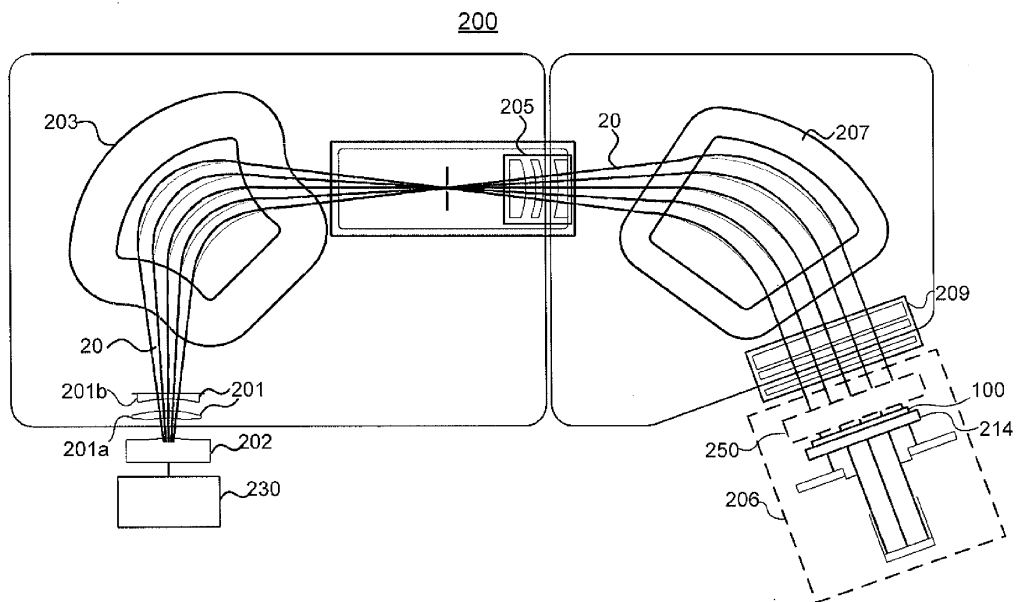
- [0071] 본 실시예의 기술은 다수-부분 기술일 수 있고, 제 1 부분은 도 5a, 도 5b, 도 8a 및 도 8b와 함께 설명된 기술과 유사할 수 있다. 이와 같이, 본 실시예의 기술은 도 5a, 도 5b, 도 8a 및 도 8b와 함께 설명된 이전의 실시예의 기술에 의해 관독되어야 한다.
- [0072] 본 실시예에서, 마스크(950)는 이온 소스(도시되지 않음) 및 기관(도시되지 않음) 사이에 배치될 수 있다. 그 다음으로, 이온 빔(20)은 이온 빔 경로를 따라 기관을 향해 보내질 수 있다. 상기 기술의 제 1 부분 동안, 이온 빔(20)은 마스크(950)의 상부 부분으로 보내질 수 있다. 예를 들어, 이온 빔(20) 및 마스크(950)는, 이온 빔(20a)의 제 1 부분이 제 2 행(955b) 내의 제 2 개구들(956b)의 적어도 일부분과 중첩하도록 위치될 수 있다. 한편, 이온 빔(20b)의 제 2 부분은 제 1 행(955a) 내의 제 1 개구들(956a)의 적어도 일부분과 중첩할 수 있다. 기관이 높이 방향(910)을 따라 병진이동할 때, 주입된 영역들이 형성될 수 있다.
- [0073] 제 1 개구(966a)의 제 1 모서리(967a)가 높이 방향(910)을 따라 제 2 개구(966b)의 제 2 모서리(967b)와 정렬되는 경우, 제 1 및 제 2 개구들(956a 및 956b)의 폭과 동일한 폭을 갖는 주입 영역들이 형성될 수 있다. 제 1 개구(966a)의 제 1 모서리(967a)가 제 2 개구(966b)의 제 2 모서리(967b)로부터 거리 d 만큼 변위되는 경우, 폭 d를 갖는 주입되지 않은 영역들이 2개의 이격된 주입 영역들 사이에 형성될 수 있다.
- [0074] 제 1 부분 이전 또는 이후에 발생할 수 있는 상기 기술의 제 2 부분 동안, 이온 빔(20)이 마스크(950)의 하부 부분을 향해 보내지도록, 이온 빔(20)이 마스크(950)에 대해 상대적으로 이동될 수 있다. 예를 들어, 이온 빔(20a)의 제 1 부분이 제 3 행(955c) 내의 제 3 개구들(956c)의 적어도 일부분과 중첩하도록, 이온 빔(20) 및 마스크(950)가 위치될 수 있다. 한편, 이온 빔(20b)의 제 2 부분은 제 2 개구들(956b)의 적어도 일부분과 중첩할 수 있다. 기관이 병진이동할 때, 높이 방향(910)에 따른 이온 빔의 불균일성은 완화될 수 있다.
- [0075] 도 10에 도시된 마스크(1050)가 이용되는 경우, 제 1 및 제 2 개구들(956a 및 956b)의 중첩 또는 제 2 및 제 3 개구들(956b 및 956c)의 중첩은 저농도로 도핑된 영역들 사이에 폭 y를 갖는 고농도로 도핑된 영역들을 형성하는 것을 가능하게 할 수 있다. 고농도로 도핑된 영역들은 중첩 영역들을 통과하는 이온들에 의해 형성될 수 있는 반면, 저농도로 도핑된 영역들은 비-중첩(non-overlapping) 영역들을 통과하는 이온들에 의해 형성될 수 있다. 또한, 상기 기술이 다수-부분 처리인 경우, 빔(도시되지 않음)의 높이 방향에 따른 불균일성은 완화될 수 있다.
- [0076] 도 12를 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 또 다른 예시적인 마스크가 도시되어 있다. 마스크(1250)는 하나 이상의 개구들을 각각 포함하는 복수의 행(row)들을 포함할 수 있다. 본 실시예에서, 마스크(1250)는 높이 방향(1210)을 따라 5개의 행들(1255a-1255e)을 포함할 수 있다. 각각의 행(1255a-1255e) 내에서, 하나 이상의 개구들(1256a-1256e)이 길이 방향(1212)을 따라 배치될 수 있다. 도 12에 예시된 바와 같이, 인접한 행들 내의 개구들(1256a-1256e)은 불균일하다. 예를 들어, 인접한 행들 내의 개구들(1256a-1256c)은 크기 및 위치와 관련하여 상이할 수 있다.
- [0077] 이전의 실시예들의 마스크들과 유사하게, 본 실시예의 마스크(1050)는 다양한 물질들을 포함할 수 있다.
- [0078] 본 발명은 본 명세서에서 설명된 특정 실시예들에 의해 범위가 한정되지 않아야 한다. 실제로, 본 명세서에서 설명된 실시예들에 부가하여, 본 발명의 다른 다양한 실시예들 및 본 발명에 대한 변형들은 상기한 설명 및 첨부 도면들로부터 당업자들에게 명백할 것이다. 따라서, 이러한 다른 실시예들 및 변형들은 본 발명의 범위 내에 속하도록 의도된 것이다. 또한, 본 발명은 특정 목적을 위한 특정 환경에서 특정 구현예와 관련하여 본 명세서에서 설명되었지만, 당업자들은 그 유용성이 이것으로 한정되지 않으며 본 발명은 임의의 개수의 목적들을 위한 임의의 개수의 환경들에서 유익하게 구현될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 따라서, 이하에 기재된 청구항들은 본 명세서에서 설명된 바와 같은 본 발명의 전체 범위 및 그 취지를 고려하여 해석되어야 한다.

도면

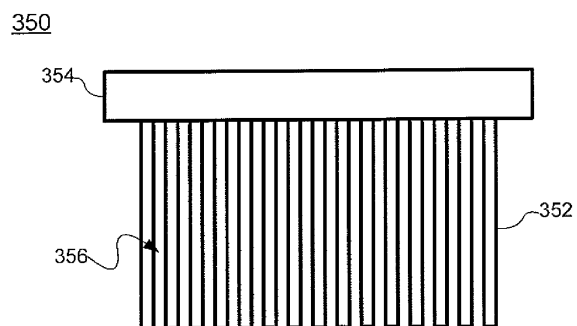
도면1



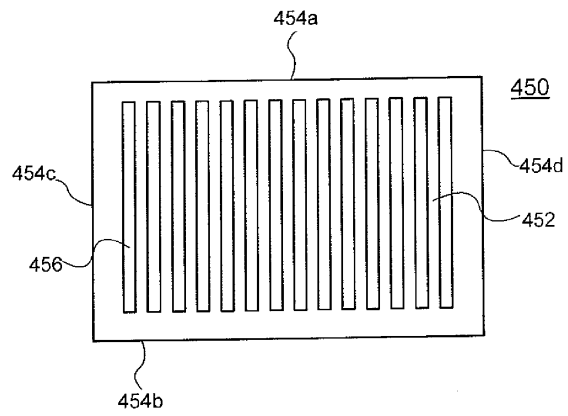
도면2



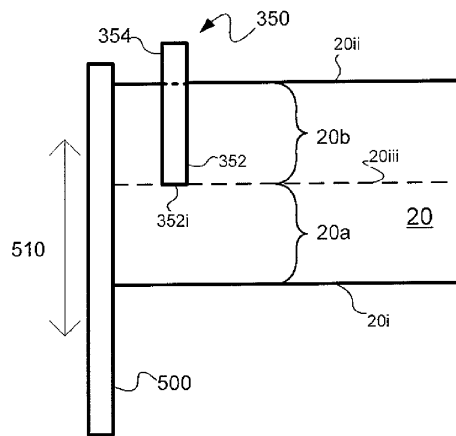
도면3



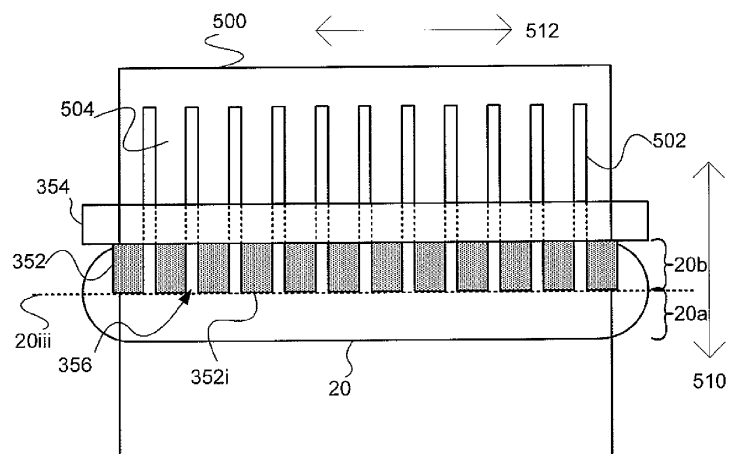
도면4



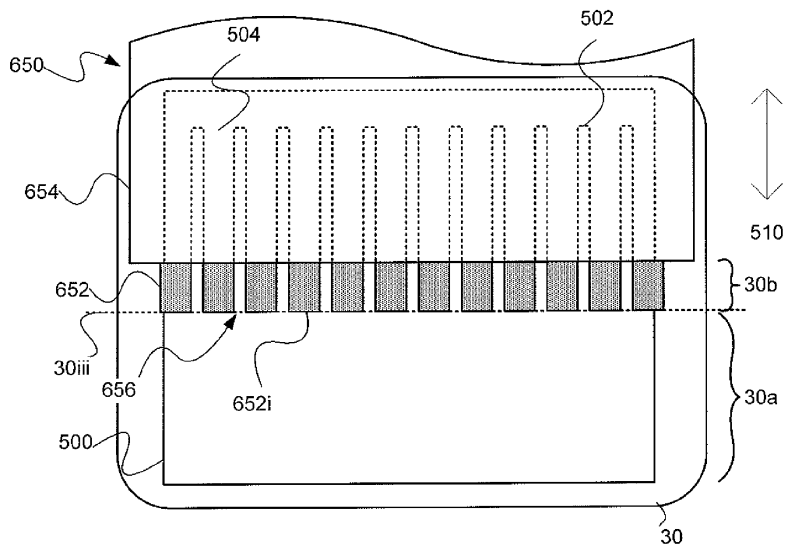
도면5a



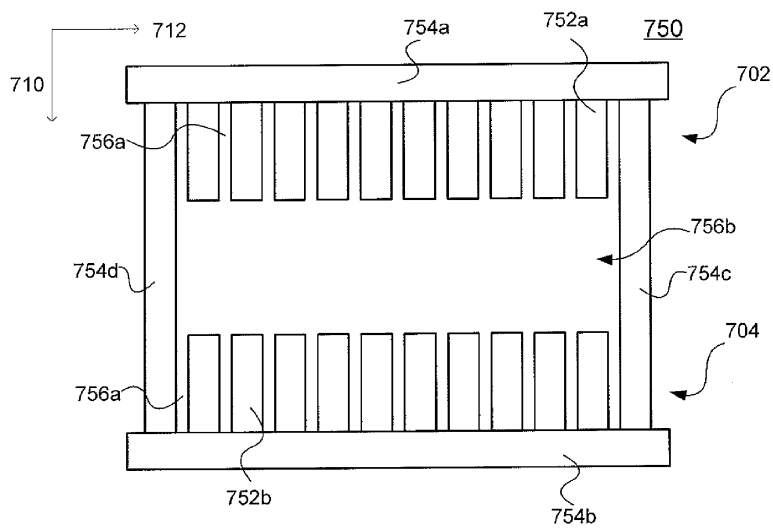
도면5b



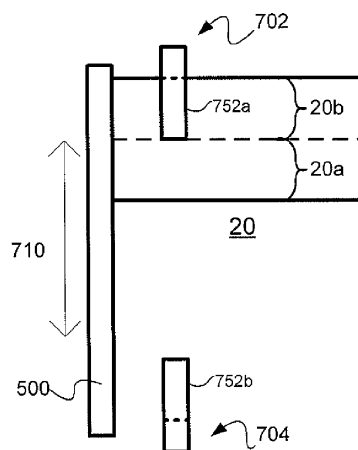
도면6



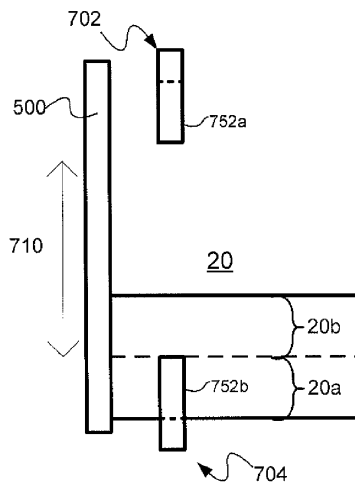
도면7



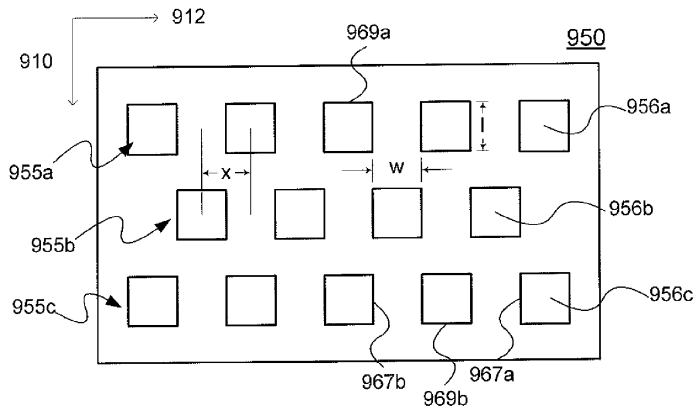
도면8a



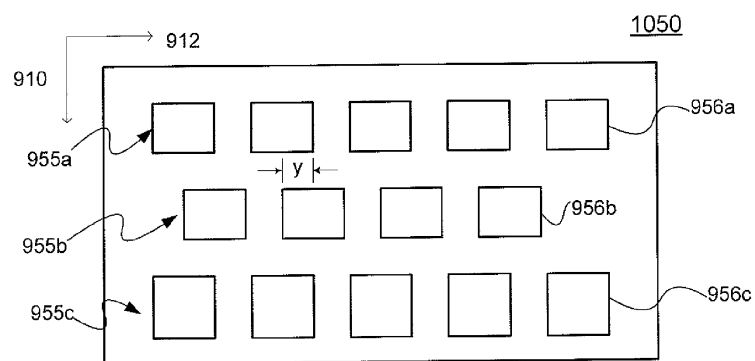
도면8b



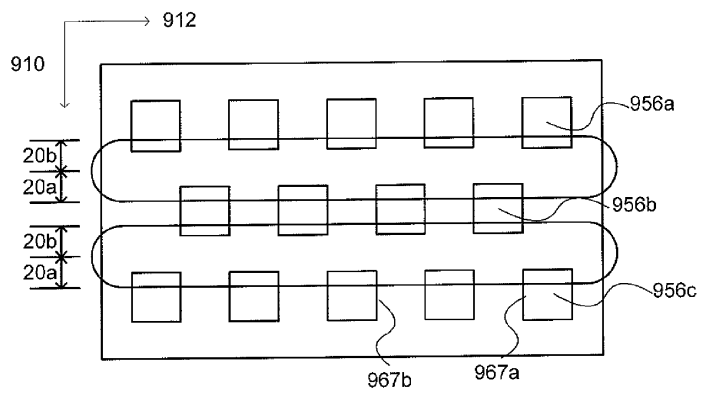
도면9



도면10



도면11



도면12

