



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0095603
(43) 공개일자 2009년09월09일

(51) Int. Cl.

H01L 21/265 (2006.01) H01J 37/30 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-7013308

(22) 출원일자 2007년12월03일
심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2009년06월25일

(86) 국제출원번호 PCT/US2007/086275

(87) 국제공개번호 WO 2008/073747
국제공개일자 2008년06월19일

(30) 우선권주장
11/568,000 2006년12월07일 미국(US)

(71) 출원인

베리안 세미콘덕터 이큅먼트 어소시에이츠, 인크.
미국 01930 매사추세츠주 글로스터 도리 로드 35

(72) 발명자

스마트락 돈나 엘

미국 02178 매사추세츠 벨몬트 빌리지 힐 로드 10
엔젤 고든 씨

미국 01970 매사추세츠 살렘 선셋 로드 3
도라이 라제쉬

미국 01923 매사추세츠 댄버스 홀튼 스트리트 32
에이피티. 2 프론트

(74) 대리인

특허법인에이아이피

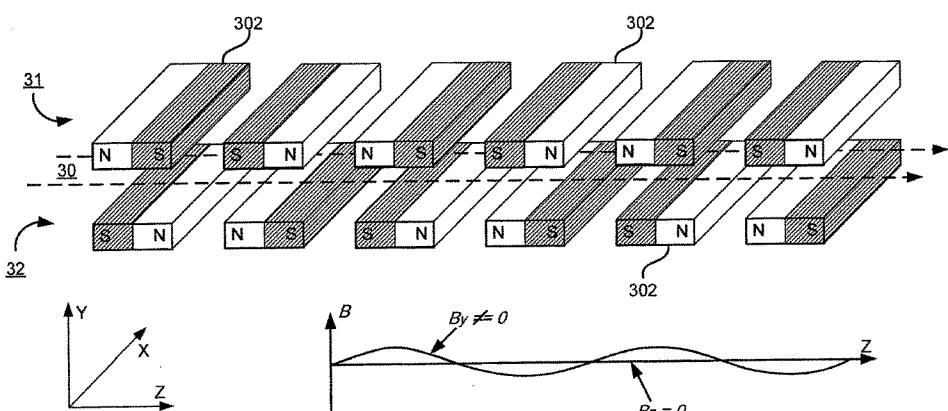
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 기법

(57) 요 약

이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 장치 및 방법이 개시된다. 이 장치 및 방법은 빔 경로(30)의 적어도 일부를 따라 위치하는 제1 어레이의 자석들(31) 및 제2 어레이의 자석들(32)을 포함하며, 제1 어레이는 빔 경로의 제1 측에 있고 제2 어레이는 빔 경로의 제2 측에 있고, 제1 측은 제2 측에 대향한다. 제1 어레이 내의 적어도 하나의 자석(302)은 제2 어레이 내의 대응하는 자석(302)의 반대 극을 대면하는 극을 가질 수 있으며, 제1 및 제2 어레이들의 자석들은 공동으로 커스프 자기장들을 생성하여 빔 경로 내에 또는 그 근처에 전자들을 가둘 수 있다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

빔 경로의 적어도 일부를 따라 위치하는 제1 어레이의 자석들 및 제2 어레이의 자석들을 포함하되, 상기 제1 어레이는 상기 빔 경로의 제1 측에 있고 상기 제2 어레이는 상기 빔 경로의 제2 측에 있고, 상기 제1 측은 상기 제2 측에 대향하고,

상기 제1 어레이 내의 적어도 하나의 자석은 상기 제2 어레이 내의 대응하는 자석의 반대 극을 대면하는 극을 갖는 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 제1 어레이의 자석들 및 상기 제2 어레이의 자석들은 공동으로 커스프(cusp) 자기장들을 생성하여 상기 빔 경로 내 또는 그 근처에 전자들을 가두고,

상기 제1 어레이와 상기 제2 어레이 사이의 중간 면에 평행한 상기 커스프 자기장들의 성분들은 상기 중간 면에 수직한 상기 커스프 자기장들의 성분보다 더 작은 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서, 상기 자석들의 극들은 상기 제1 어레이 및 상기 제2 어레이의 각각 내에서 교변하여 상기 중간 면에 수직한 상기 커스프 자기장들의 성분이 교변하는 극성들을 갖게 하는 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 제1 어레이 또는 상기 제2 어레이의 자석들 중 적어도 하나는 영구 자석인 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 제1 어레이 내의 상기 적어도 하나의 자석과 상기 제2 어레이 내의 상기 대응하는 자석은 상기 빔 경로를 따라 배향된 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 제1 어레이 내의 상기 적어도 하나의 자석과 상기 제2 어레이 내의 상기 대응하는 자석은 상기 빔 경로에 수직한 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서, 상기 제1 어레이 내의 상기 적어도 하나의 자석과 상기 제2 어레이 내의 상기 대응하는 자석은, 상기 빔 경로에 수직하고 상기 제1 어레이 및 상기 제2 어레이 사이의 중간 면에 평행한 자기장 성분을 감소시키도록, 모양 지어진 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서, 상기 제1 어레이의 자석들 및 상기 제2 어레이의 자석들의 적어도 일부는 빔라인 자석들의 쌍을 통과하는 상기 빔 경로의 일부를 포괄하는 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서, 상기 빔라인 자석들의 쌍은 질량 분석기의 일부인 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 장치.

청구항 10

청구항 8에 있어서, 상기 빔라인 자석들의 쌍은 이온빔 평행기(collimator)의 일부인 이온 주입기에 전자들을

가두기 위한 장치.

청구항 11

청구항 8에 있어서, 방사상으로 정렬된 자석들의 적어도 몇 개는 방사상 자기장 성분을 감소시키도록 굴곡진 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 장치.

청구항 12

청구항 1에 있어서, 상기 빔 경로의 상기 적어도 일부의 제3 및 제4 측들을 따라 위치하는 제3 어레이의 자석들 및 대응하는 제4 어레이의 자석들을 더 포함하는 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 장치.

청구항 13

청구항 1에 있어서, 상기 빔 경로 내에 또는 그 근처에 전자들을 공급하는 전자 소스를 더 포함하는 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 장치.

청구항 14

빔 경로의 적어도 일부를 따라 제1 어레이의 자석들 및 제2 어레이의 자석들을 위치시키되, 상기 제1 어레이는 상기 빔 경로의 제1 측에 있고 상기 제2 어레이는 상기 빔 경로의 제2 측에 있고, 상기 제1 측은 상기 제2 측에 대향하고,

상기 제1 어레이 내의 적어도 하나의 자석이 상기 제2 어레이 내의 대응하는 자석의 반대극을 대면하는 극을 갖도록 상기 자석들을 정렬하는 단계들을 포함하고,

상기 제1 어레이의 자석들 및 상기 제2 어레이의 자석들이 공동으로 커스프 자기장들을 생성하여 상기 빔 경로 내 또는 그 근처에 전자들을 가두고, 상기 제1 어레이와 상기 제2 어레이 사이의 중간 면에 평행한 상기 커스프 자기장들의 성분들은 상기 중간 면에 직교하는 상기 커스프 자기장들의 성분보다 더 작은 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 방법.

청구항 15

청구항 14에 있어서, 상기 제1 어레이 및 상기 제2 어레이의 각각 내에서 상기 자석들의 극들을 교변하여 상기 중간 면에 수직한 상기 커스프 자기장들의 성분이 교변하는 극성들을 갖게 하는 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 방법.

청구항 16

청구항 14에 있어서, 상기 제1 어레이 또는 상기 제2 어레이의 자석들 중 적어도 하나는 영구 자석인 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 방법.

청구항 17

청구항 14에 있어서, 상기 제1 어레이 내의 상기 적어도 하나의 자석 및 상기 제2 어레이 내의 상기 대응하는 자석은 상기 빔 경로를 따라 배향된 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 방법.

청구항 18

청구항 14에 있어서, 상기 제1 어레이 내의 상기 적어도 하나의 자석 및 상기 제2 어레이 내의 상기 대응하는 자석은 상기 빔 경로에 수직한 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 방법.

청구항 19

청구항 14에 있어서, 상기 빔 경로에 수직하고 상기 중간 면에 평행한 자기장 성분을 감소시키도록 상기 제1 어레이 내의 상기 적어도 하나의 자석 및 상기 제2 어레이 내의 상기 대응하는 자석을 모양 짓는 것을 더 포함하는 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 방법.

청구항 20

청구항 14에 있어서, 상기 제1 어레이의 자석들 및 상기 제2 어레이의 자석들의 적어도 일부를 방사상 패턴으로

정렬하여 빔라인 자석들의 쌍을 통과하는 상기 빔 경로의 일부를 포괄하는 것을 더 포함하는 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 방법.

청구항 21

청구항 20에 있어서, 상기 빔라인 자석들의 쌍은 질량 분석기의 일부인 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 방법.

청구항 22

청구항 20에 있어서, 상기 빔라인 자석들의 쌍은 이온빔 평행기(collimator)의 일부인 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 방법.

청구항 23

청구항 20에 있어서, 상기 방사상으로 정렬된 자석들 중 적어도 몇 개는 방사상 자기장 성분을 감소시키도록 굽진 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 방법.

청구항 24

청구항 14에 있어서, 상기 빔 경로의 상기 적어도 일부의 제3 및 제4 측들을 따라 제3 어레이의 자석들 및 대응하는 제4 어레이의 자석들을 위치시키는 것을 더 포함하는 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 방법.

청구항 25

청구항 14에 있어서, 상기 빔 경로 내에 또는 그 근처에 전자들을 공급하는 것을 더 포함하는 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 방법.

청구항 26

빔 경로의 적어도 일부를 따라 위치하는 제1 어레이의 자석들 및 제2 어레이의 자석들을 포함하되, 상기 제1 어레이는 상기 빔 경로의 제1 측에 있고 상기 제2 어레이는 상기 빔 경로의 제2 측에 있고, 상기 제1 측은 상기 제2 측에 대향하고,

상기 제1 어레이의 자석들 및 상기 제2 어레이의 자석들은 공동으로 커스프 자기장을 생성하여 상기 빔 경로 내 또는 그 근처에 전자들을 가두고,

상기 제1 어레이 및 상기 제2 어레이 내의 각 자석은 상기 빔 경로에 수직하고 상기 제1 어레이와 상기 제2 어레이 사이의 중간 면에 평행한 자기장 성분을 감소시키도록 개별적으로 모양 지어진 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 장치.

명세서

기술 분야

<1>

본 개시는 일반적으로 이온 주입에 관한 것이며, 더욱 상세하게는 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 기법에 관한 것이다.

배경기술

<2>

이온 주입기는 재료의 도전성을 선택적으로 변경하기 위해 반도체 제조에서 널리 사용되고 있다. 전형적인 이온 주입기에 있어서, 이온 소스로부터 생성된 이온들은 하나 또는 그 이상의 분석 및/또는 보정 자석과 복수개의 전극들을 포함할 수 있는 일련의 빔라인 컴포넌트들을 통해 하류로 수송된다. 상기 분석 자석은 요구되는 이온 종을 선택하고 오염 종 또는 원치않는 에너지를 갖는 이온들을 필터링하기 위해 사용될 수 있다. 상기 보정 자석은 이온빔이 타겟 웨이퍼에 도달하기 전에 이온빔의 모양을 조작하거나 그렇지 않으면 이온빔 품질을 조정하기 위해 사용될 수 있다. 적합하게 형상화된 전극들은 이온빔의 에너지 및 모양을 변형시키기 위해 사용될 수 있다. 이온빔이 일련의 빔라인 컴포넌트들을 통해 수송된 후, 이온 주입을 수행하도록 엔드 스테이션으로 인도될 수 있다.

<3>

도 1은 종래의 이온 주입기 시스템(100)을 나타낸다. 대부분의 이온 주입기들에 전형적이듯, 시스템(100)은 고

진공 환경 내에 하우징된다. 이온 주입기 시스템(100)은 이온 소스(102) 및 이온빔(10)이 통과하는 일련의 빔라인 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 상기 일련의 빔라인 컴포넌트들은 예컨대, 인출 조종기(104), 필터 자석(106), 가속 또는 감속 컬럼(108), 분석 자석(110), 회전 매스 슬릿(112), 스캐너(114), 및 보정 자석(116)을 포함할 수 있다. 광빔을 조작하는 일련의 광학 렌즈와 상당히 유사하게, 상기 이온 주입기 컴포넌트들은 이온빔을 타겟 웨이퍼(118)로 인도하기 전에 상기 이온빔(10)을 필터링하고 초점을 맞출 수 있다.

- <4> 반도체 산업이 전자 장치들의 피처 크기를 계속해서 감소함에 따라, 더 낮은 에너지를 갖는 이온빔들이 얇은 도편트 프로파일 및 얇은 p-n 접합을 달성하기 위해 바람직하다. 한편, 적당한 생산 처리량을 달성하기 위해 상대적으로 높은 빔 전류를 유지하는 것이 또한 바람직하다. 이러한 저에너지, 고전류 이온빔들은 공간 전하로부터 유발되는 한계에 기인하여 전형적인 이온 주입기들 내에서 수송하기 어려울 수 있다.
- <5> 양의 이온빔의 "팽창(blow-up)"을 방지하기 위해, 음으로 대전된 입자들, 예컨대 전자 또는 음이온들이 공간 전하 중성화를 위해 도입될 수 있다. 공간 전하 중성화를 유지하는 한 가지 방도가 음으로 대전된 입자들의 자기 가둠(magnetic confinement)을 통해서이다. 그러나 현존하는 자기 가둠 시도들은 이온빔 뒤틀림을 유발하는 별도의 자기장 성분들을 도입하는 경향이 있다.
- <6> 예를 들어, 도 2는 영구 자석들(202)로 전자를 가두기 위한 종래의 방법을 예시한다. 영구 자석들(202)은 두 줄로 즉, 하나는 이온빔(20)과 연관된 빔 경로의 위에 그리고 다른 하나는 그 아래에 정렬될 수 있다. 자기장 선들에 달라붙고 그 주위를 나선 운동하는 전자의 경향을 이용하여, 영구 자석들(202)은 빔 경로 내 또는 그 근처의 커스프(cusp) 자기장을 내에 전자들(또는 다른 대전된 입자들)을 가둘 수 있다. 일반적으로, 영구 자석들(202)에 의해 생성되는 자기장 강도는 이온빔(20)의 수송에 영향을 미치지 않도록 충분히 약해야 한다. 그러나 현존 자기 가둠 시도들에서의 영구 자석들(202)은 전형적으로 "극 대칭(polar symmetry)"으로 정렬되고, 여기서 같은 극들이 빔 경로에 걸쳐 서로 대면한다. 즉, 한 줄 내에서의 자석의 N극은 다른 줄 내에서의 대응하는 자석의 N극을 대면한다. S극들에 대해서도 동일하다. 영구 자석들(202)의 극-대칭 정렬은 영구 자석들(202)의 두 줄 사이의 중간 면에 제로가 아닌 자기장 성분(B_z)을 생성할 수 있다. 상기 제로가 아닌 자기장 성분(B_z)은 정확히 Z-방향을 따라 이동하지 않는 이온빔(20)의 어떠한 부분이라도 수직($\pm Y$) 방향으로 편향되게 할 수 있으며, 그 결과 이온빔(20) 내의 수직 비대칭을 초래한다. 이러한 수직 비대칭은 전형적으로 다른 빔라인 컴포넌트들로 보정하기 어렵다.
- <7> 앞의 관점에서, 상술된 불완전 및 단점을 극복하는, 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 기법을 제공하는 것이 요구된다.

발명의 상세한 설명

- <8> 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 기법들이 개시된다. 하나의 특정 전형적인 실시예에 있어서, 상기 기법들은 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 장치로 실현될 수 있다. 상기 장치는 빔 경로의 적어도 일부를 따라 위치하는 제1 어레이의 자석들 및 제2 어레이의 자석들을 포함할 수 있으며, 상기 제1 어레이는 상기 빔 경로의 제1 측에 있고, 상기 제2 어레이는 상기 빔 경로의 제2 측에 있으며, 상기 제1 측은 상기 제2 측에 대향한다. 상기 제1 어레이 내의 적어도 하나의 자석은 제2 어레이 내의 대응하는 자석의 반대 극에 대면하는 극을 가질 수 있다.
- <9> 본 특정 전형적인 실시예의 다른 태양들에 따르면, 제1 어레이의 자석들 및 제2 어레이의 자석들은 공동으로 커스프(cusp) 자기장을 생성하여 상기 빔 경로 내 또는 그 근처에 전자들을 가둘 수 있으며, 상기 제1 어레이 및 상기 제2 어레이 사이의 중간 면에 평행한 상기 커스프 자기장들의 성분들은 상기 중간 면에 수직한 상기 커스프 자기장들의 성분보다 실질적으로 더 작다. 상기 자석들의 극들은 상기 제1 어레이 및 상기 제2 어레이의 각각 내에서 교번하여 상기 중간 면에 수직한 상기 커스프 자기장들의 성분이 교번하는 극성들을 갖도록 할 수 있다.
- <10> 본 특정 전형적인 실시예의 또 다른 태양들에 따르면, 상기 제1 어레이 또는 상기 제2 어레이의 자석들 중 적어도 하나는 영구 자석일 수 있다.
- <11> 본 특정 전형적인 실시예의 추가적인 태양들에 따르면, 상기 제1 어레이 내의 적어도 하나의 자석과 상기 제2 어레이 내의 대응하는 자석은 상기 빔 경로를 따라 배향될 수 있다. 또는, 상기 제1 어레이 내의 상기 적어도 하나의 자석과 상기 제2 어레이 내의 상기 대응하는 자석은 상기 빔 경로에 수직할 수 있다.
- <12> 본 특정 전형적인 실시예의 또 다른 태양에 따르면, 상기 제1 어레이 내의 상기 적어도 하나의 자석과 상기 제2

어레이 내의 상기 대응하는 자석은, 상기 빔 경로에 수직하고 상기 제1 어레이와 상기 제2 어레이 사이의 중간 면에 평행한 자기장 성분을 감소시키도록 모양 지어질 수 있다.

- <13> 본 특정 전형적인 실시예의 또 다른 태양에 따르면, 제1 어레이의 자석들 및 제2 어레이의 자석들의 적어도 일부는 방사상 패턴으로 정렬되어 빔라인 자석들의 쌍을 통과하는 상기 빔 경로의 일부를 포괄할 수 있다. 상기 빔라인 자석들의 쌍은 질량 분석기의 일부일 수 있다. 또는, 상기 빔라인 자석들의 쌍은 이온빔 평행기(collimator)의 일부일 수 있다. 또한, 상기 방사상으로 정렬된 자석들의 적어도 몇 개는 방사상 자기장 성분을 감소시키도록 굽게질 수 있다.
- <14> 본 특정 전형적인 실시예의 또 다른 태양에 따르면, 상기 장치는 상기 빔 경로의 상기 적어도 일부의 제3 및 제4 측들을 따라 위치하는 제3 어레이의 자석들 및 대응하는 제4 어레이의 자석들을 더 포함할 수 있다. 상기 장치는 또한 상기 빔 경로 내에 또는 그 근처에 전자들을 공급하는 전자 소스를 포함할 수 있다.
- <15> 또 다른 특정 전형적인 실시예에 있어서, 상기 기법은 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 방법으로 실현될 수 있다. 상기 방법은 빔 경로의 적어도 일부를 따라 제1 어레이의 자석들 및 제2 어레이의 자석들을 위치시키되, 상기 제1 어레이는 상기 빔 경로의 제1 측에 있고 상기 제2 어레이는 상기 빔 경로의 제2 측에 있고, 상기 제1 측은 상기 제2 측에 대향하는 것을 포함할 수 있다. 상기 방법은 또한 상기 제1 어레이 내의 적어도 하나의 자석이 상기 제2 어레이 내의 대응하는 자석의 반대극을 대면하는 극을 갖도록 상기 자석들을 정렬하는 것을 포함할 수 있다. 상기 제1 어레이의 자석들 및 상기 제2 어레이의 자석들이 공동으로 커스프 자기장들을 생성하여 상기 빔 경로 내 또는 그 근처에 전자들을 가두고, 상기 제1 어레이와 상기 제2 어레이 사이의 중간 면에 평행한 상기 커스프 자기장들의 성분들은 상기 중간 면에 직교하는 상기 커스프 자기장들의 성분보다 더 작다.
- <16> 본 특정 전형적인 실시예의 다른 태양들에 따르면, 상기 방법은 상기 제1 어레이 및 상기 제2 어레이의 각각 내에서 상기 자석들의 극들을 교변하여 상기 중간 면에 수직한 상기 커스프 자기장들의 성분이 교변하는 극성들을 갖게 하는 것을 더 포함할 수 있다.
- <17> 본 특정 전형적인 실시예의 또 다른 태양들에 따르면, 상기 제1 어레이 또는 상기 제2 어레이의 자석들 중 적어도 하나는 영구 자석일 수 있다.
- <18> 본 특정 전형적인 실시예의 추가적인 태양들에 따르면, 상기 제1 어레이 내의 상기 적어도 하나의 자석 및 상기 제2 어레이 내의 상기 대응하는 자석은 상기 빔 경로를 따라 배향될 수 있다. 또는, 상기 제1 어레이 내의 상기 적어도 하나의 자석 및 상기 제2 어레이 내의 상기 대응하는 자석은 상기 빔 경로에 수직할 수 있다.
- <19> 본 특정 전형적인 실시예의 또 다른 태양에 따르면, 상기 방법은 상기 빔 경로에 수직하고 상기 중간 면에 평행한 자기장 성분을 감소시키도록 상기 제1 어레이 내의 상기 적어도 하나의 자석 및 상기 제2 어레이 내의 상기 대응하는 자석을 모양 짓는 것을 더 포함할 수 있다.
- <20> 본 특정 전형적인 실시예의 또 다른 태양에 따르면, 상기 방법은 상기 제1 어레이의 자석들 및 상기 제2 어레이의 자석들의 적어도 일부를 방사상 패턴으로 정렬하여 빔라인 자석들의 쌍을 통과하는 상기 빔 경로의 일부를 포괄하는 것을 더 포함할 수 있다. 상기 빔라인 자석들의 쌍은 질량 분석기 또는 이온빔 평행기(collimator)의 일부일 수 있다. 상기 방사상으로 정렬된 자석들 중 적어도 몇 개는 방사상 자기장 성분을 감소시키도록 굽게질 수 있다.
- <21> 본 특정 전형적인 실시예의 또 다른 태양에 따르면, 상기 방법은 상기 빔 경로의 상기 적어도 일부의 제3 및 제4 측들을 따라 제3 어레이의 자석들 및 대응하는 제4 어레이의 자석들을 위치시키는 것을 더 포함할 수 있다.
- <22> 본 특정 전형적인 실시예의 또 다른 태양에 따르면, 상기 방법은 상기 빔 경로 내에 또는 그 근처에 전자들을 공급하는 것을 더 포함할 수 있다.
- <23> 또 다른 특정 전형적인 실시예에 있어서, 상기 기법들은 이온 주입기에 전자들을 가두기 위한 장치로 실현될 수 있다. 상기 장치는 빔 경로의 적어도 일부를 따라 위치하는 제1 어레이의 자석들 및 제2 어레이의 자석들을 포함할 수 있으며, 상기 제1 어레이는 상기 빔 경로의 제1 측에 있고 상기 제2 어레이는 상기 빔 경로의 제2 측에 있고, 상기 제1 측은 상기 제2 측에 대향하고, 상기 제1 어레이의 자석들 및 상기 제2 어레이의 자석들은 공동으로 커스프 자기장들을 생성하여 상기 빔 경로 내 또는 그 근처에 전자들을 가둔다. 상기 제1 어레이 및 상기 제2 어레이 내의 각 자석은 상기 빔 경로에 수직하고 상기 제1 어레이와 상기 제2 어레이 사이의 중간 면에 평행한 자기장 성분을 감소시키도록 개별적으로 모양 지어질 수 있다.
- <24> 본 개시가 이제 첨부된 도면들에 도시된 바와 같은 전형적인 실시예들을 참조하여 더 상세하게 설명될 것이다.

본 개시가 전형적인 실시예들을 참조하여 아래에서 설명되지만, 본 개시는 그것에 제한되지 않는다. 여기에서의 교시에 접근하는 당해 분야의 통상의 기술을 가진 자들은, 다른 분야에의 사용뿐만 아니라, 추가적인 수행, 변형, 및 실시예를 인식할 것이며, 이것들은 여기에 개시되듯이 본 개시의 범위 내에 있고, 이것들과 관련하여 본 개시가 상당히 유용할 수 있다.

실시 예

- <33> 본 개시의 실시예들은 이온 주입기에 전자들 또는 다른 대전된 입자들을 가두기 위한 개선된 기법들을 제공함으로써 이온 주입기들에 사용되고 있는 현존하는 자기 가둠 방법들에서의 불완전 및 단점을 극복한다. 예전의 시도들에서 선호되는 자석들의 극-대칭(polar-symmetric) 정렬 대신에, 자석들의 축-대칭(axy-symmetric) 정렬이 이온빔의 과잉 뒤틀림 없이 전자들을 가두기 위해 사용될 수 있다. 상기 가둠 자석들은 또한 상기 이온빔을 왜곡시키는 불필요한 자기장 성분들을 감소 또는 제거하도록 배향되고 모양 지어질 수 있다.
- <34> 이하의 설명이 자기 가둠의 주제로서 전자를 언급하지만, 본 개시의 실시예들은 전자에 제한되는 것은 아니며 음 및 양의 이온들을 포함하여 다른 대전된 입자들을 가두기 위해 적응될 수 있다. 이하, 자석이 자기 가둠 목적을 위해 사용되면, 영구 자석이든 그렇지 않든, 자석은 때때로 "가둠 자석"으로 언급된다.
- <35> 도 3을 참조하면, 본 개시의 일 실시예에 따른 전자들을 가두기 위한 자석들의 전형적인 정렬이 도시되어 있다. 자석들(302)은 두 개의 어레이들로 정렬될 수 있는데, 하나의 어레이(31)는 이온빔(30)의 빔 경로 위에 있고 다른 어레이(32)는 상기 빔 경로 아래에 있다. 몇몇 실시예들에 따르면, 상기 두 개의 어레이들은 서로 실질적으로 평행할 수 있다. 자석들(302)은 대략 이온빔(30)의 전파 방향으로 정렬된 자석 배향을 구비하는 영구 자석들일 수 있다. 각 어레이 내에서, 커스프(cusp) 자기장들이 두 개의 어레이들 사이의 공간(즉, 이온빔(30)의 빔 경로 내 또는 그 근처)에서 생성될 수 있도록 자석들(302)의 극성들이 교변할 수 있다. 몇몇 실시예들에 따르면, 전류-운반 금속 코일들이 또한 요구되는 커스프 자기장들을 생성하기 위해 상기 영구 자석들(302) 대신에 사용될 수 있다.
- <36> 다중-커스프 자기 가둠의 현존하는 방법들과의 중대한 차이는 두 개의 어레이들(31과 32) 사이의 대칭성에 있다. 현존하는 방법들에서 채택되는 극 대칭 대신에, 두 개의 어레이들(31과 32) 사이의 중간 면에 대해 축-대칭이 이온빔(30)의 수직 대칭을 보존하는데 더 유익할 수 있음이 발견된다. 즉, 상기 빔 경로에 걸쳐 같은 극들이 같은 극들을 대면하게 하는 대신에, 두 개의 어레이들의 자석들(302)이 상기 빔 경로에 걸쳐 반대 극들이 서로 대면하도록 정렬될 수 있다. 예를 들어, 어레이(31) 내의 하나의 자석(302)의 N극은 어레이(32) 내의 대응하는 자석(302)의 S극을 대면할 수 있다. 이 축-대칭 정렬의 결과, 자기장 성분들(Bz 및 Bx)은 중간 면 어디에서도 제로이다(또는 무시할 수 있을 정도로 작다). 그러므로, 이온빔(30)의 수직 편향은 거의 없거나 전혀 없을 수 있다. 한편, 수직 자기 성분(By)은 상기 빔 경로 내 또는 그 근처의 서로 다른 Z 위치들에서 제로가 아닐 수 있다. 그러나 도 3에 도시되듯이, By의 진동(±) 값들은 (X-Z 평면에서) 수평 이온 편향들의 공동의 효과가 상대적으로 작게 할 수 있다. 수직 자기 성분(By)이 이온빔(30)이 수평 방향들에서 벗어나거나 상당히 왜곡되도록 하더라도, 이러한 수평 비대칭들은 수직 비대칭보다 더 쉽게 예컨대, 정전 또는 정자기 렌즈들에 의해 보정될 수 있다.
- <37> 도 4는 본 개시의 일 실시예에 따른 전자들을 가두기 위한 자석들의 또 다른 전형적인 정렬을 나타낸다. 본 실시예에 있어서, 자석들(402)은 다시 이온빔(40)과 연관된 빔 경로를 따라 두 개의 어레이들로 정렬될 수 있다. 도 3에 도시된 것과의 차이는 각 자석(402)이 수평적으로 배향되는 대신에 수직하게 즉, N과 S 극들의 중심선 연결이 상기 빔 경로에 수직하게 배향된 것이다. 각 어레이 내에서, 자석들(402)의 극성들은 커스프 자기장들을 생성하도록 교변할 수 있다. 자석들(402)의 정렬은 여전히 축-대칭, 즉 상기 빔 경로에 걸쳐 반대 극들이 서로 대향한다. 따라서, 수평 자기장 성분들은 상기 두 개의 어레이들 사이의 중간 면에서 무시될 만큼 작을 수 있으며, 이온빔(40)의 수직 편향을 거의 또는 전혀 유발하지 않는다.
- <38> 상술된 자석들의 축-대칭 정렬은 이온 주입기 내에서 빔 경로의 어느 부분에든 적용될 수 있다. 몇몇 실시예들에 따르면, 이러한 자석들의 축-대칭 정렬이 보정 자석 및/또는 분석 자석들과 같은 현존하는 빔라인 컴포넌트들로 유익하게 구현될 수 있다.
- <39> 도 5는 본 개시의 일 실시예에 따른 방사상 커스프들로 전자들을 가두기 위한 전형적인 방법을 예시한다. 본 실시예에서, 복수개의 가둠 자석들(502)이 점-대-평행 보정기를 통해 통과하는 빔 경로를 따라 전개될 수 있다. 가둠 자석들(502)은, 위에서 설명된 것과 유사하게, 두 개의 어레이들 사이의 중간 면과 관련하여 축-대칭으로 상기 빔 경로를 따라 두 개의 어레이들로 정렬될 수 있다. 예시적인 목적을 위해, 단지 가둠 자석들(502)의 하

나의 어레이와 하나의 보정 자석(504)이 도 5에 도시되어 있다. 보정 자석(504)은 이온빔(50)을 제1 방향으로 이동하는 것에서 제2 방향으로 이동하는 평행한 것으로 변형시킬 수 있다. 이온빔(50)의 궤적을 포괄하도록, 가둠 자석들(502)은 상기 빔 경로를 따라 배치되고 상기 이온빔(50)이 코너를 도는 것에 따라 방사상으로 배향될 수 있다.

<40> 위에서 설명되듯이, 자석들의 축-대칭 정렬은 이온빔 내 수직 비대칭을 감소시키도록 도울 수 있다. 상기 이온빔이 리본 빔이고 직선 빔 경로를 따라 이동하면, 상기 가둠 자석들은 직선 스트립들(strips)이고 서로 평행할 수 있다. 도 5에 이미 도시되었듯이, 보정 자석들의 쌍을 통한 굴곡진 이온빔 궤적을 수용하기 위해, 가 어레이 내의 가둠 자석들은 더 이상 서로 평행하지 않고 방사상 패턴으로 배향될 수 있다. 빔 형상에 대한 자기장 성분들의 영향에 대한 추가적인 분석은 상기 자기장의 방사상 성분을 최소화하는 것(즉, Br이 제로 또는 무시될 만큼 작게 하는 것)의 이점을 보여줄 수 있다. 자기장의 방사상 성분을 최소화하기 위해, 각 자석의 중심선이 그 자석의 위치에서 이온 궤적들에 수직하게 되도록 상기 가둠 자석들은 개별적으로 모양 지어질 수 있다. 달리 말해, 이온 궤적에 따라, 적어도 몇 개의 가둠 자석들은 굴곡질 수 있으며, 또는 많은 더 작은 자석들로 조립된 것이면, 굴곡진 패턴으로 펼쳐질 수 있다.

<41> 도 6은 본 개시의 일 실시예에 따른 굴곡진 커스프들로 전자들을 가두기 위한 전형적인 방법을 예시한다. 도 5 와 유사하게, 단지 하나의 어레이의 가둠 자석들(602)과 하나의 보정 자석(604)이 도시되어 있다. 이온빔(60) 내의 각 빔렛(beamlet)의 궤적이 그것이 통과하는 각 자석(602)에 수직이 되게 하기 위해, 많은 수의 가둠 자석들(602)이 다양한 양으로 굴곡져 있다. 예를 들어, 이온 궤적들을 따라서, 초기에 가둠 자석들(602)은 굴곡지고 동심의 패턴으로 위치할 수 있다. 이온빔(60)이 상기 보정기를 통해 진행함에 따라, 이온빔(60)의 바깥 부분은 안쪽 부분보다 더 많이 굽을 수 있고, 가둠 자석들(602)이 일 축(바깥쪽)에서 다른 축(안쪽)보다 더 굴곡질 것을 필요로 한다. 이온빔(60)이 상기 보정기를 통과한 후 평행하게 됨에 따라, 대응하는 자석들(602)은 갈수록 덜 굴곡질 수 있다.

<42> 도 7은 본 개시의 일 실시예에 따른 굴곡진 커스프들의 정렬과 함께 빔라인 자석 세트의 사시도를 나타낸다. 빔라인 자석(704) 세트는 보정 자석들의 쌍 또는 분석 자석들의 쌍일 수 있다. 명료하게 하기 위해, 단지 하나의 어레이의 가둠 자석들(702)이 도 7에 도시되어 있다. 도시된 바와 같이, 상기 가둠 자석들은 빔라인 자석들(704) 사이를 통과하는 이온빔(70)의 빔 경로를 따라 위치할 수 있다. 각 가둠 자석(702)은 그 가둠 자석(702)에 따른 다양한 지점들에서의 이온 궤적들에 따라 선택된 특정 곡률을 가질 수 있다. 상기 빔 경로를 따라서, 상기 어레이의 자석들(702)이 빔라인 자석들(704) 너머로 잘 연장할 수 있다. 더욱이, 전자 또는 플라즈마는 적어도 하나의 빔라인 자석들(704)을 통해 또는 상기 빔 경로를 따른 다른 위치들에서 이온빔(70) 내로 주입될 수 있다.

<43> 위의 설명이 단지 사용되는 두 개의 어레이(즉, 빔 경로 위의 하나의 어레이와 상기 빔 경로 아래의 다른 어레이)의 가둠 자석들만을 언급하지만, 본 개시의 실시예들은 두 개의 어레이의 가둠 자석들만의 사용에 제한되지 않는다. 예를 들어, 도 3에 예시된 바와 같은 두 개의 어레이의 가둠 자석들에 더하여, 두 개의 추가적인 어레이의 가둠 자석들이 상기 빔 경로의 양측을 따라 위치할 수 있다. 이들 두 개의 추가적인 어레이의 가둠 자석들은 극 대칭 또는 축-대칭으로 정렬될 수 있다. 본 개시의 범위는 또한 가둠 자석들의 수직으로 대향하는 극들에 제한되지 않는다. 즉, 두 개의 어레이의 가둠 자석들을 빔 경로 위와 아래에 배치하는 대신에, 이들 두 개의 어레이는 상기 빔 경로의 양측을 따라 배치될 수 있으며, 또는 상기 빔 경로 주위에 달리 배치될 수 있다.

<44> 본 개시는 여기에 설명된 특정한 실시예들에 의해 범위가 제한되지 않는다. 실제로, 여기에 개시된 것에 더하여, 본 개시의 다양한 실시예들 및 변형들이 앞의 설명 및 첨부 도면들로부터 당해 분야에서 통상의 기술을 가진 자들에게 분명할 것이다. 따라서, 이러한 다른 실시예들 및 변형들은 본 개시의 범위 내에 들도록 의도된다. 나아가, 본 개시가 특정 목적을 위해 특정 환경에서 특정한 구현의 내용으로 여기서 설명되었지만, 당해 분야의 통상의 기술을 가진 자들은 그 유용성이 그것에 제한되지 않고 본 개시가 다양한 목적을 위해 다양한 환경들에서 유리하게 구현될 수 있음을 인식할 것이다. 따라서, 아래에 기재된 청구범위는 여기에 설명된 바와 같은 본 개시의 전체 범위 및 사상의 관점에서 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

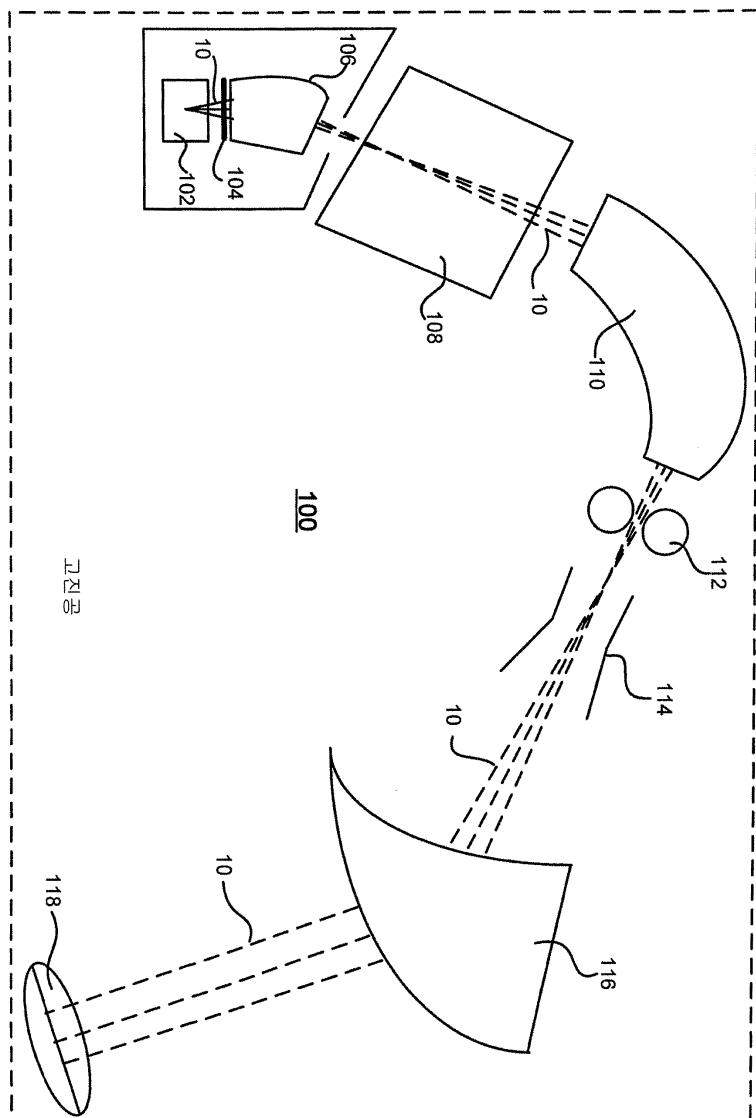
<25> 본 개시의 충분한 이해를 돋기 위해, 첨부된 도면들이 이제 참조되며, 여기서 유사한 구성요소들은 유사한 번호로 참조된다. 이들 도면들은 본 개시를 제한하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 단지 예시적으로만 의도된다.

<26> 도 1은 종래의 이온 주입기 시스템을 나타낸다.

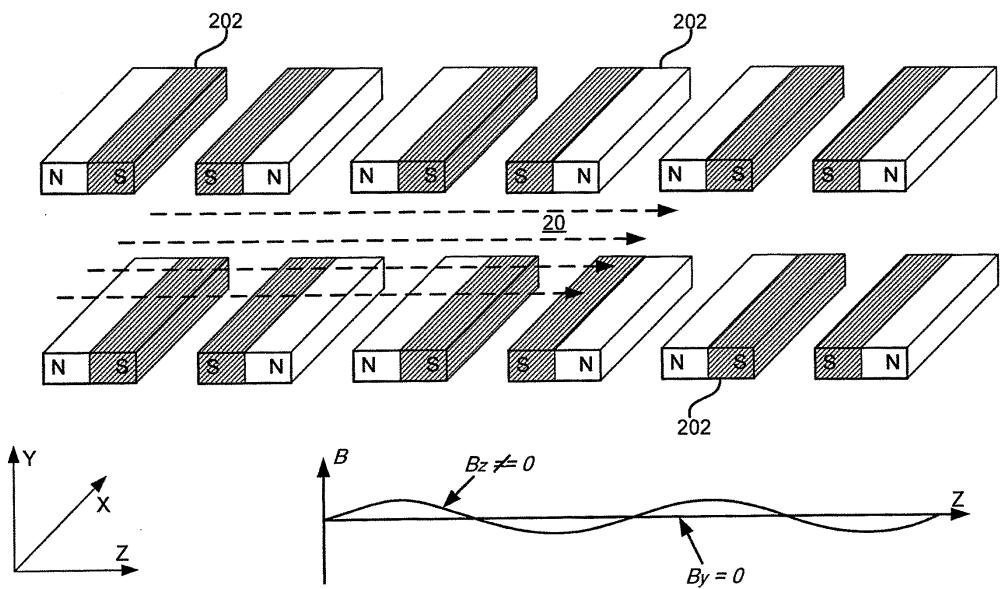
- <27> 도 2는 영구 자석들의 극-대칭 정렬로 전자들을 가두기 위한 종래의 방법을 예시한다.
- <28> 도 3은 본 개시의 일 실시예에 따른 전자들을 가두기 위한 자석들의 전형적인 정렬을 나타낸다.
- <29> 도 4는 본 개시의 일 실시예에 따른 전자들을 가두기 위한 자석들의 또 다른 전형적인 정렬을 나타낸다.
- <30> 도 5는 본 개시의 일 실시예에 따른 방사상 커스프들(cusps)로 전자들을 가두기 위한 전형적인 방법을 예시한다.
- <31> 도 6은 본 개시의 일 실시예에 따른 굴곡진 커스프들로 전자들을 가두기 위한 전형적인 방법을 예시한다.
- <32> 도 7은 본 개시의 일 실시예에 따른 굴곡진 커스프들의 정렬과 함께 빔라인 자석 세트의 사시도를 나타낸다.

도면

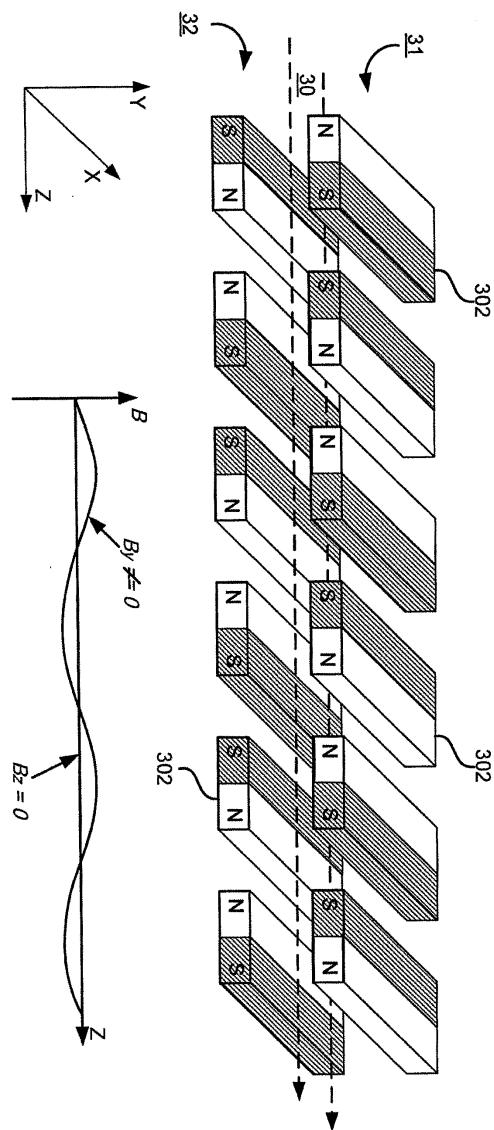
도면1



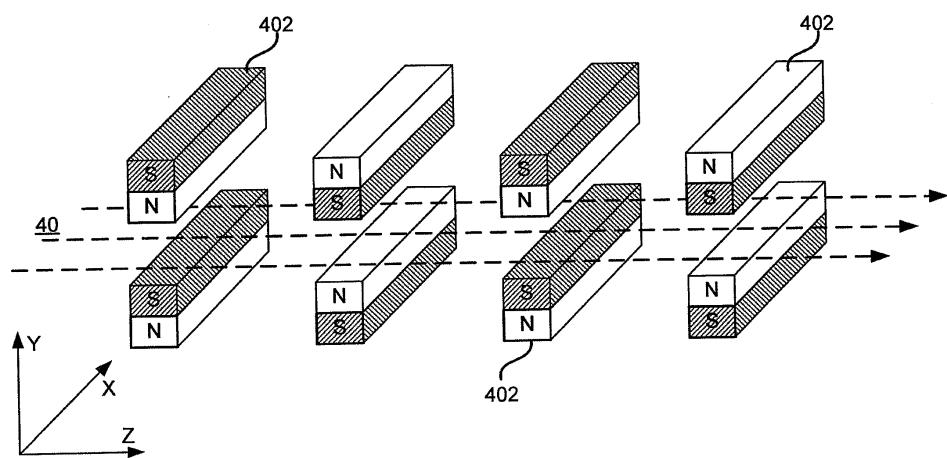
도면2



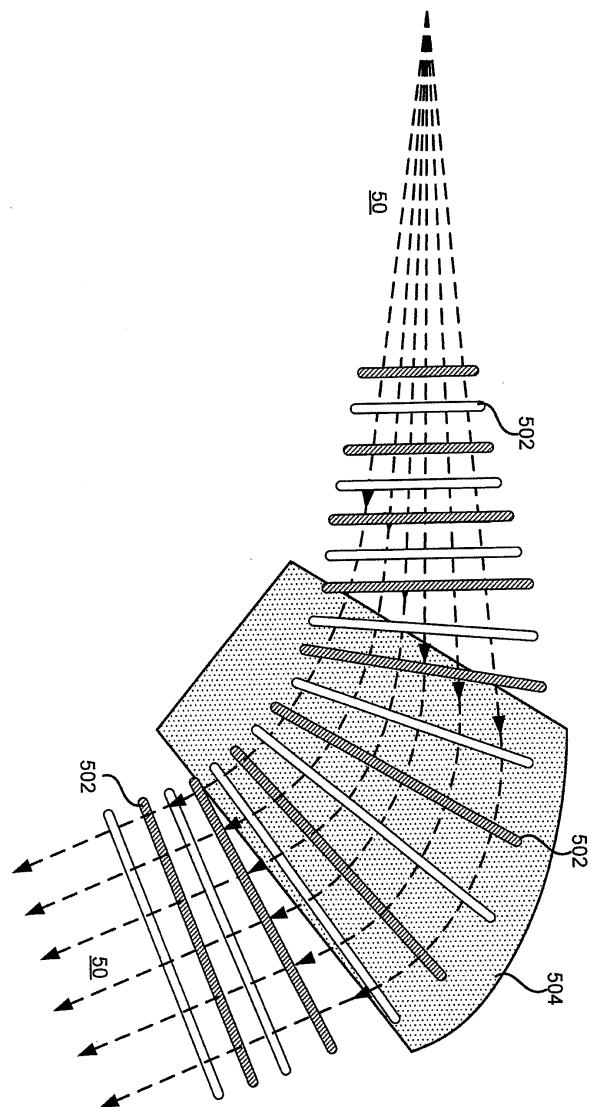
도면3



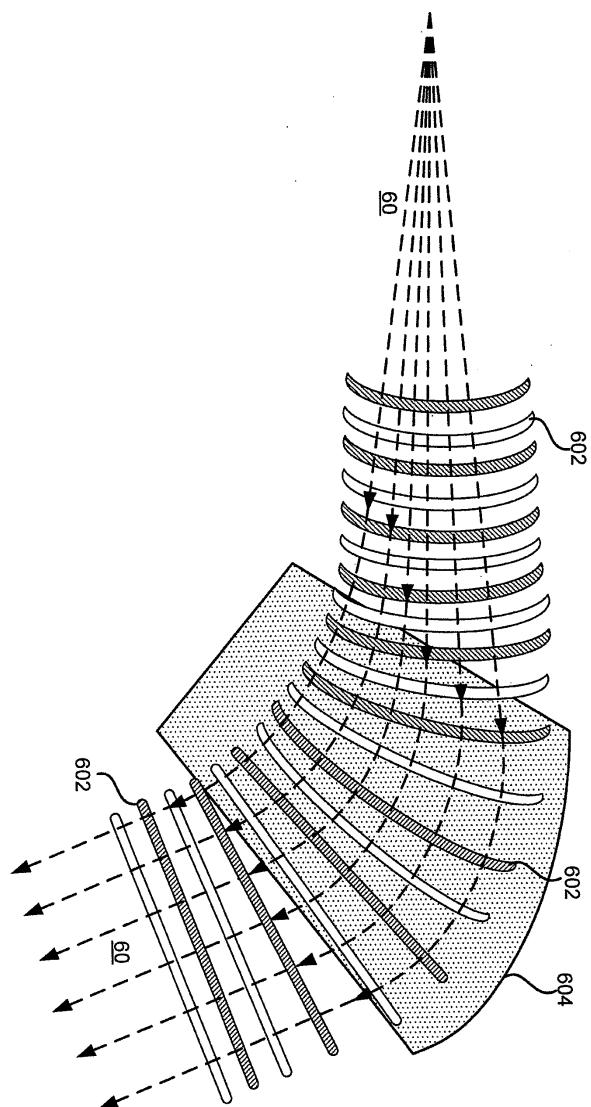
도면4



도면5



도면6



도면7

