



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년03월12일
(11) 등록번호 10-1242463
(24) 등록일자 2013년03월06일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/317 (2006.01) H01J 37/147 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2012-7022472(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2005년11월18일
심사청구일자 2012년09월19일
- (85) 번역문제출일자 2012년08월28일
- (65) 공개번호 10-2012-0114382
- (43) 공개일자 2012년10월16일
- (62) 원출원 특허 10-2007-7013208
원출원일자(국제) 2005년11월18일
심사청구일자 2010년10월11일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2005/042274
- (87) 국제공개번호 WO 2006/068754
국제공개일자 2006년06월29일
- (30) 우선권주장
10/993,346 2004년11월19일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
JP06060837 A*
US04013891 A*
US06313475 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
베리안 세미콘덕터 이큅먼트 어소시에이츠, 인크.
미국 01930 매사추세츠주 글로스터 도리 로드 35
- (72) 발명자
창, 쉐우
미국 매사추세츠 1982 사우스 해밀튼 브리지 스트리트 110
울손, 조셉 시.
미국 매사추세츠주 01915 베버리 미팅 플레이스 서클 5
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인에이아이피

전체 청구항 수 : 총 5 항

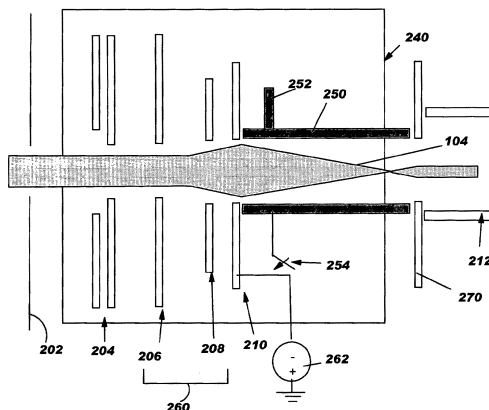
심사관 : 양기성

(54) 발명의 명칭 이온주입기의 가속-감속 컬럼의 포커싱 효과 약화

(57) 요약

이온주입기에서 이온빔을 위한 가속-감속 컬럼의 포커싱 효과를 약화시키는 방법이 개시된다. 이 방법은 가속-감속 컬럼을 이용하여 이온빔을 감속시키는 단계; 및 감속 단계 동안 음의 전위를 갖는 튜브 렌즈를 통해 이온빔을 전달하여 이온빔을 디포커스하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

앤더슨, 도날드

미국 매사추세츠주 01969 로우리 아버 웨이 4

맥길리쿠디, 다니엘

미국 매사추세츠주 02155 메드포드 이스트만 스트리트 17

특허청구의 범위

청구항 1

이온주입기에서 이온빔을 위한 가속-감속 컬럼의 포커싱 효과를 약화시키는 방법으로서,

상기 가속-감속 컬럼을 이용하여 상기 이온빔을 감속시키는 단계; 및

상기 감속 단계 동안 음의 전위를 갖는 튜브 렌즈를 통해 상기 이온빔을 전달하여 상기 이온빔을 디포커스(defocus)하는 단계를 포함하는 가속-감속 컬럼의 포커싱 효과를 약화시키는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 감속 단계 동안, 상기 튜브 렌즈를 상기 가속-감속 컬럼의 가속-억제 전극에 전기적으로 결합시키는 단계를 더 포함하는 가속-감속 컬럼의 포커싱 효과를 약화시키는 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 튜브 렌즈의 길이는 그 길이 내에서 상기 이온빔의 디포커싱을 허용하도록 선택되는 가속-감속 컬럼의 포커싱 효과를 약화시키는 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 가속-감속 컬럼을 이용하여 상기 이온빔을 가속시키는 단계; 및

상기 가속 단계 동안 상기 이온빔에 아무런 영향을 미치지 않도록 접지된 상기 튜브 렌즈를 통해 상기 이온빔을 전달하는 단계를 더 포함하는 가속-감속 컬럼의 포커싱 효과를 약화시키는 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 튜브 렌즈 내부에 전자들을 제한하기 위해 상기 튜브 렌즈에 인가되는 것보다 더 많은 음의 전압을 상기 튜브 렌즈에 인접하여 상기 튜브 렌즈의 상류에 위치한 가속-억제 전극과 상기 튜브 렌즈에 인접하여 상기 튜브 렌즈의 하류에 위치한 감속-억제 전극에 인가하는 단계를 더 포함하는 가속-감속 컬럼의 포커싱 효과를 약화시키는 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 이온주입기(ion implanters)에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 이온주입기의 가속-감속 컬럼의 강력한 포커스 효과(focus effect)를 약화시키기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 저에너지 빔을 이용하는 이온주입기의 양산성을 향상시키는 것은 이온주입기 산업에서 계속되고 있는 이슈이다. 포커스의 일 영역은 빔 수송 효율을 개선하고 있다. 어떠한 이온빔에 있어서도, 양으로 대전된 이온들은 서로 반발하는 경향이 있고, 이는 이온 손실 및 빔 수송 불량을 유발한다. 도 1을 참조하면, 종래의 이온주입기(100)가 예시되어 있다. 이온주입기(100)는 이온빔(104)을 생성하여 이온 주입 챔버(108) 내의 타겟(106)으로 전달한다. 이온주입기(100)는 가스 유동(gas flow, 140); 소스 마그넷(144)과 소스 바이어스 전압 컨트롤러(146)를 포함하는 이온 소스(142); 억제 전극(suppression electrode, 148), 인출 전극(extraction electrode, 150) 및 전극들(148, 150)에 대한 하나 이상의 조종 모터들(도시하지 않음); 필터 마그넷(151); 필터 분해 애퍼처(filter resolving aperture, 152); 가속-감속 컬럼(acceleration-deceleration column, 200); 분석 마그넷(analyzer magnet, 156); 매스 슬릿(mass slit, 160); 프리스캔 억제 전극(pre-scan suppression electrode, 162); 수평 주사 플레이트들(horizontal scan plates, 164); 포스트스캔 억제 전극(post-scan suppression electrode, 166); 질소(N2) 블리드(bleed, 168); 보정 마그넷(170); 제한 애퍼처(limiting aperture, 172);

및 프로파일러 시스템(174)을 포함한다. 위에서 언급된 구성요소들 각각은 시스템 컨트롤러(120)에 의해 모니터링되고 그것에 응답한다. 전형적으로, 타겟(106)은 플레이트(platen, 114)에 탑재된 하나 또는 더 많은 반도체 웨이퍼들을 포함한다.

[0003] 도 2를 참조하면, 이온빔 가속-감속 컬럼(200)은 분석 마그넷(도 1의 156)에 의한 질량 분석 전에 이온빔(104)을 가속시키거나 감속시킨다. 초기에, 이온빔(104)은 이온 소스((142)로부터 인출 전극(150) 및 필터 마그넷(151)을 통과하여 필터 분해 애퍼처(202)에 형성되고, 이것은 빔(104)에서 선택되지 않는 이온들 대부분을 제거한다(도 1 참조). 이온빔(104)은, 이온 소스(142)로부터 직접 저에너지의 높은 빔 전류를 갖는 빔을 얻는 것이 상대적으로 어렵기 때문에, 초기에 고에너지로 형성된다. 따라서, 종래의 이온주입기(100)는 상당히 높은 소스 인출 전압, 예컨대 40 kV보다 더 높은 전압에서 작동하도록 설계되어 생성된 이온들에 초기 상류의 속도를 제공한다. 가속-감속 컬럼(200)은 이온들이 통과할 때 그것의 모드에 따라 이온빔(104)을 (도 2에 도시한 바와 같이) 감속시키거나 가속시키는 전기장을 발생시키는 서로 다른 전위 구배를 인가하여 상기 이온들에 최종 속도를 제공한다. 가속-감속 컬럼(200)은 가속-감속 컬럼(200) 내로 이온빔(104)을 받기 위한 단자 전극들(terminal electrodes, 204)을 포함한다. 다음에, 포커스 전극(206)이 이온빔(104)에 조정가능한 포커싱 효과를 제공하는데, 이는 또한 전자 트랩(trap)을 생성하여 중성화시키는 전자들이 감속 모드 동안 감속 영역 앞에 위치한 빔 라인 영역으로부터 제거되는 것을 방지한다. 다음에, 접지 전극(208)이 최종 에너지의 이온빔(104)을 받는다. 가속 모드(도시하지 않음)에 있어서, 단자 전극들(204)과 접지 전극(208) 사이에서 발생된 전기장은 단자 전극들(204) 상에 양의 전압을 인가함으로써 가속 렌즈를 형성하여 이온빔(104)의 양으로 대전된 입자들을 활성화시키고 가속시킨다. 가속-억제 전극(acceleration-suppression electrode, 210)은 가속 모드 동안 2차 전자들을 억제하는 음의 전압으로 바이어스된다. 도 2에 도시된 감속 모드에 있어서, 단자 전극들(204)과 접지 전극(208) 사이에 발생된 전기장은 단자 전극(204) 상에 음의 전압을 인가함으로써 감속 렌즈를 형성하여 이온빔(104) 내의 양으로 대전된 입자들을 비활성화시키고 감속시킨다.

[0004] 도 2에 도시된 바와 같이, 가속-감속 컬럼(200)은 이온빔(104)을 감속시키고 그 에너지를 떨어뜨릴 때, 이온빔(104)을 완전히 포커스하는 경향이 있다. 특히, 이온들이 감속 렌즈를 벗어남에 따라, 이온들은 큰 수렴각(convergent angle)을 갖는데, 달리 말하면 이온들은 큰 수직 속도 성분을 가지고 안쪽으로 이동하게 된다. 상기 큰 수렴각은 나중에 이온빔(104)이 큰 발산각(divergent angle)을 갖도록 하는데, 달리 말하면, 상기 이온은 동일한 양의 수직 속도 성분을 가지고 바깥쪽으로 이동할 것이고 따라서 분산 문제점을 증가시키고 저에너지 빔의 수송 효율을 감소시킨다. 즉, 빔이 가속-감속 컬럼(200)을 나올 때 이온들이 분산되어 손실된다. (이온빔(104)은 결합 장치(212)를 통과하여 나오는데, 이 장치는 상기 분석 마그넷에 슬라이드 가능한 진공 밀봉을 제공한다.) 이온빔(104) 내에서 에너지 변화가 크면 클수록, 상기 포커싱은 더 심해지고 상기 분산 문제점은 더욱 커진다. 도 2는 이온빔(104) 외형의 2차원 도면을 보여주지만, 포커싱 작용은 이온빔(104) 내에서 방사상 위치에 의존한다. 즉, 전극(210)의 내부 가장자리에 가까울 수록, 포커싱 효과는 더 강하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 앞의 관점에서, 당해 기술분야에 있어서 이온주입기의 가속-감속 컬럼과 관련하여 개선된 빔 수송 효율이 요구되고 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은 감속 모드 동안 이온주입기의 가속-감속 컬럼의 강한 포커싱 효과를 약화시키기 위한 방법 및 장치를 포함한다. 상기 장치는 가속-감속 컬럼의 감속 렌즈에 인접하여 상기 이온빔을 둘러싸는 튜브 렌즈를 포함한다. 상기 튜브 렌즈는 상기 튜브 렌즈의 입구에서 상기 이온빔의 디포커싱(defocusing)을 유발하고, 이는 상기 컬럼에 의해 발생하는 이온 분산 문제를 감소시킨다. 본 발명은 또한 가속-감속 컬럼을 포함하고, 또한 상기 튜브 렌즈를 구비하는 이온주입기를 포함한다. 추가적인 가속-억제 전극이 또한 상기 튜브 렌즈 내에서 전자들을 제한하기 위해 상기 튜브 렌즈 다음에 추가될 수 있다.

[0007] 본 발명의 제1 태양은, 이온주입기에서 이온빔을 위한 가속-감속 컬럼의 포커싱 효과를 약화시키기 위한 장치로서, 상기 가속-감속 컬럼의 감속 렌즈에 인접하여 상기 이온빔을 둘러싸는 튜브 렌즈를 포함하는 장치를 제공한다.

[0008] 본 발명의 제2 태양은, 이온주입기에서 이온빔을 위한 가속-감속 컬럼으로서, 단자 전극들과 상기 단자 전극들

에 인접한 포커스 전극과 상기 포커스 전극에 인접한 접지 전극을 포함하고 상기 이온빔을 감속시키기 위한 감속 렌즈와, 상기 이온빔을 둘러싸고 상기 감속 렌즈에 인접한 튜브 렌즈를 포함하는 가속-감속 컬럼을 제공한다.

[0009] 본 발명의 제3 태양은, 이온빔을 발생시키기 위한 이온 소스와, 상기 이온빔을 가속 또는 감속시키기 위한 가속-감속 컬럼으로서 감속 렌즈를 포함하는 가속-감속 컬럼과, 상기 이온빔을 둘러싸고 상기 감속 렌즈에 인접한 튜브 렌즈와, 상기 튜브 렌즈로부터 하류에 위치한 분석 마그넷과, 상기 이온빔에 의해 이온 주입될 타겟을 지지하기 위한 이온 주입 챔버를 포함하는 이온주입기를 제공한다.

[0010] 본 발명의 제4 태양은, 이온주입기에서 이온빔을 위한 가속-감속 컬럼의 포커싱 효과를 약화시키는 방법으로서, 상기 가속-감속 컬럼을 이용하여 상기 이온빔을 감속시키고, 상기 감속 단계 동안 음의 전위를 갖는 튜브 렌즈를 통해 상기 이온빔을 전달하여 상기 이온빔을 디포커싱하는 단계들을 포함하는 방법을 포함한다.

[0011] 앞에서 설명한 본 발명의 특징 및 다른 특징들은 본 발명의 실시예들에 대한 다음의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0012] 본 발명의 실시예들이 다음의 도면들을 참조하여 자세히 설명될 것이며, 여기서 동일한 참조번호들을 동일한 구성 요소들을 나타낸다.

도 1은 종래 이온주입기의 평면도를 나타낸다.

도 2는 감속 모드에 있어서 도 1 이온주입기의 가속-감속 컬럼의 단면도를 나타낸다.

도 3은 감속 모드에 있어서 본 발명의 일 실시예에 따른 튜브 렌즈를 포함하는 가속-감속 컬럼의 단면도를 나타낸다.

도 4는 감속 모드에 있어서 본 발명의 다른 실시예에 따른 튜브 렌즈를 포함하는 가속-감속 컬럼의 단면도를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 도 3을 참조하여, 본 발명에 따른 가속-감속 컬럼(240)이 이제 상세히 설명될 것이다. 이후, 가속-감속 컬럼(240)은 간단히 "가감속 컬럼"으로 언급될 것이다. 가감속 컬럼(240)은, 본 발명에 따른 정전기 튜브 렌즈(250)의 추가를 제외하고는 종래의 가속-감속 컬럼과 동일한 구조를 포함한다. 필수적인 곳을 제외하고는 분명하게 도시되어 있지 않지만, 각 전극은 제어가능한 전력 소스에 결합된다. 예시된 바와 같이, 튜브 렌즈(250)는, 단자 전극들(204), 포커스 전극(206) 및 접지 전극(208)에 의해 형성된 감속 렌즈(260)에 (반드시 바로 접할 필요는 없이) 인접하여 이온빔(104)을 둘러싸는 정전기의 사실상 실린더형 튜브이다. 튜브 렌즈(250)는 가감속 렌즈(240) 내의 위치에 그것을 장착하기 위해 방사상 연장 마운트(mount, 252)를 포함한다. 도 3에 예시된 바와 같이, 튜브 렌즈(250)는 가감속 컬럼(240)의 가속-억제 전극(210)에 접촉하지 않는다.

[0014] 위에서 설명된 바와 같이, 가감속 컬럼(240)은 이온빔(104)이 활성화되고 가속되는 가속 모드와 이온빔(104)이 비활성화되고 감속되는 감속 모드(도시됨)를 갖는다. 가속 모드(도시하지 않음)에 있어서, 단자 전극들(204), 포커스 전극(206) 및 접지 전극(208)이 이온빔(104)이 통과하는 양의 전위 구배를 제공하는 가속 렌즈를 형성하도록, 단자 전극들(204)이 양의 전압으로 대전되고, 이는 이온빔(104)의 양으로 대전된 입자들을 활성화시키고 가속시키는 전기장을 발생시킨다. 가속-억제 전극(210)은 상기 가속 모드 동안 2차 전자들을 억제하는 음의 전압으로 바이어스된다. 이와 대조적으로, 도 3에 도시된 감속 모드에 있어서, 단자 전극들(204), 포커스 전극(206) 및 접지 전극(208)이 이온빔(104)이 통과하는 음의 전위 구배를 제공하는 감속 렌즈(260)를 형성하도록, 단자 전극들(204)이 음의 전압으로 대전되고, 이는 이온빔(104) 내의 양으로 대전된 입자들을 비활성화시키고 감속시키는 전기장을 발생시킨다. 상기 감속에 의해 예컨대 40 kV 보다 큰 에너지에서 40 kV보다 작은 에너지로 될 수 있는데, 이 에너지는 저에너지 빔을 나타낸다. 위에서 설명한 바와 같이, 감속 렌즈(260)를 나가는 이온들은 큰 수렴각을 갖는데, 달리 말하면, 이들은 포커스되거나 혹은 안쪽으로 이동하려는 경향을 나타낸다. 상기 큰 수렴각은 나중에 이온들이 큰 발산각을 갖게 하고 따라서 분산 문제를 증대시키고 저에너지 빔의 수송 효율을 감소시킨다.

[0015] 튜브 렌즈(250)는 감속 모드에서 감속 렌즈(260)의 포커싱 효과를 점진적으로 약하게 하는 디포커싱(defocusing) 렌즈로 작용한다. 도 3에 도시된 가감속 컬럼(240)의 감속 모드에 있어서, 튜브 렌즈(250)는 디포커싱 렌즈를

형성하도록 음의 전압으로 대전된다. 상기 감속 모드에서, 가속-억제 전극(210)은 또한 컨트롤러(262)를 통해 음의 전압으로 대전된다. 따라서, 일 실시예에 있어서, 튜브 렌즈(250)는 감속 모드에서 스위치(254)를 통해 가속-억제 전극(210)에 전기적으로 결합되나, 꼭 그래야 하는 것은 아니다. 즉, 가속-억제 전극(210)과의 전위 매칭(matching)을 더 잘 제어하기 위해 튜브 렌즈(250)에 독자적인 전력 소스가 제공될 수 있다.

[0016] 도 3에 예시된 바와 같이, 튜브 렌즈(250)에 음의 전위를 인가하면 접지 전극(210)과 튜브 렌즈(250)의 입구 사이에 전기장이 생성된다. 상기 전기장은 바깥쪽으로 향하는 수직 성분을 갖는데, 이는 상기 이온들의 수렴각 감소를 유발하고, 따라서 이온빔(104)이 튜브 렌즈(250) 내로 들어갈 때 튜브 렌즈(250)의 입구에서 이온빔(104)의 디포커싱을 유발한다. 튜브 렌즈(250)는 광학적 디포커싱 효과가 그것의 길이 내에서 발생하도록, 즉, 이온빔(104)이 튜브 렌즈(250)를 나가기 전에 디포커스되고 형상을 변경할 수 있도록 충분히 길게 구성된다. 이에 더하여, 튜브 렌즈(250)는 감속 렌즈(250)의 포커싱 작용이 가장 강한 곳에, 즉 가속-억제 전극(210)의 바로 뒤에 위치한다. 튜브 렌즈(250) 상의 전압은 이온빔이 튜브 렌즈(250)를 나갈 때의 이온빔(104)의 치수 및 각을 조정하기 위해 컨트롤러(262) (또는 튜브 렌즈(250)가 가속-억제 전극(210)에 전기적으로 결합되어 있지 않다면 분리된 컨트롤러)에 의해 제어된다.

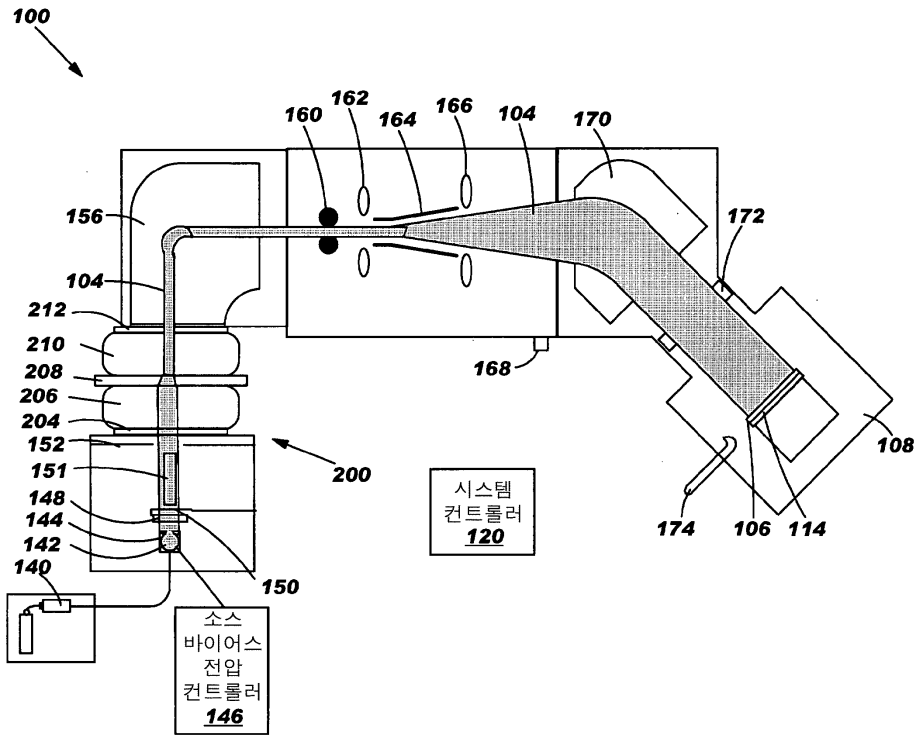
[0017] 가감속 컬럼(240)이 가속 모드에 있을 때, 튜브 렌즈(250)는 이온빔(104)에 아무런 영향을 미치지 않도록 접지된다. 일 실시예에 있어서, 상기 가속 모드 동안, 튜브 렌즈(250)는 튜브 렌즈(250)를 위한 접지로서 작용하는 결합 장치(212)에 전기적으로 결합되는데, 반드시 그래야 하는 것은 아니다.

[0018] 도 4를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예가 도시된다. 이 실시예는, 튜브 렌즈(250)의 하류에 바로 위치하는 가속-억제 전극(270)이 추가된 것을 제외하면, 도 3의 실시예와 거의 유사하다. 이 실시예에 있어서는, 감속 모드에서, 튜브 렌즈(250)에 인가되는 것보다 더 많은 음의 전압이 가속-억제 전극(210) 및 감속-억제 전극(270)에 인가된다. 가속-억제 전극(210)과 튜브 렌즈(250)의 입구 사이 및 감속-억제 전극(270)과 튜브 렌즈(250)의 출구 사이에서 발생된 전기장들은 전자 트랩들을 생성하여 튜브 렌즈 내부에 전자들을 제한하는데, 이는 튜브 렌즈(250) 내부에서 이온빔(104)의 공간 전하 중성화를 향상시킨다. 튜브 렌즈(250)의 디포커싱 효과와 결합되어, 이 전자 제한은 분석 마그넷(도 1의 156)에서 빔 수송 손실을 최소화한다.

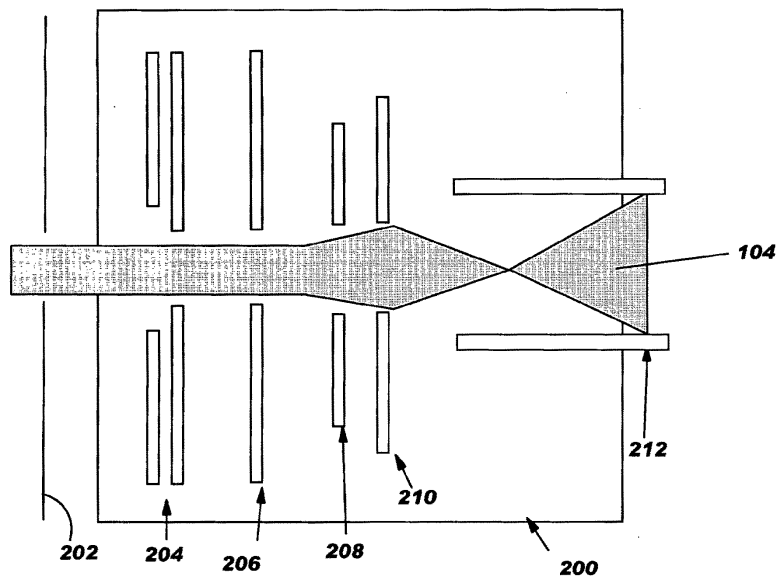
[0019] 본 발명이 위에 나타난 특정 실시예들과 결합되어 설명되었으나, 다양한 대안들, 변경들, 및 변형들이 이 기술 분야의 당업자에게 명백해질 것이 분명하다. 따라서, 위에서 언급된 본 발명의 실시예들은 예시적인 목적을 위한 것이고 제한하려는 것은 아니다. 다음의 청구범위에서 한정된 바와 같은 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 다양하게 변경될 수 있다.

도면

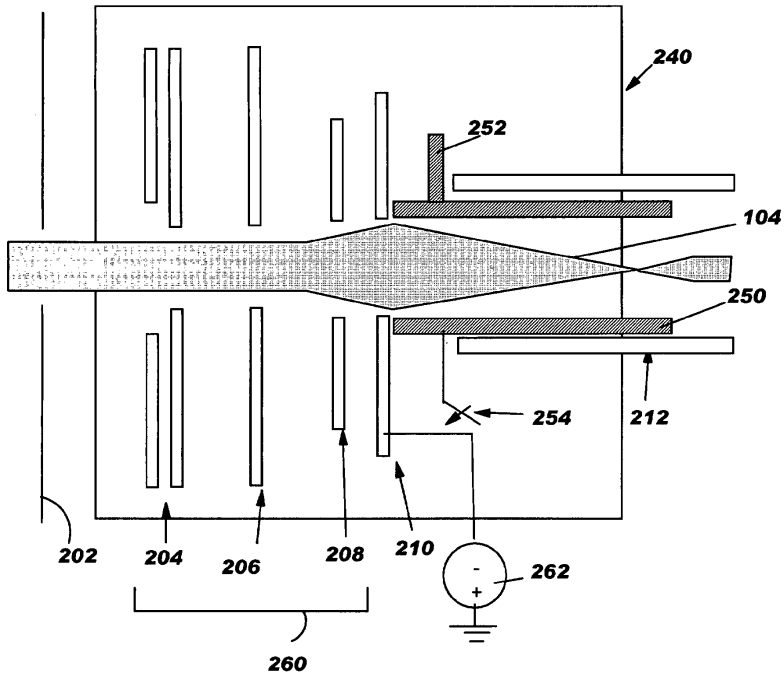
도면1



도면2



도면3



도면4

