

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.⁶
H01L 21/265

(45) 공고일자 2005년07월07일
(11) 등록번호 10-0474875
(24) 등록일자 2005년02월24일

(21) 출원번호	10-1998-0706327	(65) 공개번호	10-1999-0082589
(22) 출원일자	1998년08월14일	(43) 공개일자	1999년11월25일
번역문 제출일자	1998년08월14일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1997/002411	(87) 국제공개번호	WO 1997/30470
국제출원일자	1997년02월14일	국제공개일자	1997년08월21일

(81) 지정국

국내특허 : 아일랜드, 알바니아, 오스트레일리아, 보스니아 헤르체고비나, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 캐나다, 중국, 체코, 에스토니아, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 케냐,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 리히텐슈타인, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 오스트리아, 스위스, 리히텐슈타인, 독일, 덴마크, 스페인, 핀란드, 영국,

(30) 우선권주장	08/601,983	1996년02월16일	미국(US)
	08/756,133	1996년11월26일	미국(US)

(73) 특허권자 액셀리스 테크놀로지스, 인크.
미합중국 매사추세츠 (우편번호: 01915) 베벌리 체리 힐 드라이브 55

(72) 발명자 로스 피터 에이취
미합중국 뉴햄프셔주 03860 노오스 콘웨이 박스1301 크랜모어 로드 90

브레이크 유리안 지
미합중국 매사추세츠주 01915 베벌리 팜스 하트 스트리트 211

브레이리브 아담 에이
미합중국 매사추세츠주 01930 그로우세스터 더 하이츠 311

양 종민
미합중국 매사추세츠주 02131 보스턴 웰드 스트리트 206

맥그레이 리차드 에프
미합중국 뉴욕 12866 사라토가 스프링스 리젠트 스트리트 206

휴이 바바라 제이
미합중국 매사추세츠주 02173 렉싱턴 쓰리 에리어트 로드

(74) 대리인 권동용
 서장찬
 최재철

심사관 : 신창우

(54) 소재주입용이온주입장치

요약

본 발명은 평평한 패널 디스플레이와 같은 대량의 소재를 신속하고 효율적으로 처리하는 이온 주입 장치에 관한 것이다. 이온 주입 장치는 이온 소오스, 단일소재 이송 단계 및 로드록을 설치하는 높은 진공의 처리실을 포함한다. 처리실 내에 설치된 단일 소재 처리 어셈블리는 로드록으로부터 소재를 제거하고 이온 소오스에 의해 발생된 이온 빔에 의한 주입 도중 소재를 지지한다. 처리실은 로드록 어셈블리와 선택적인 유체 연통을 하는데, 이 로드록 어셈블리는 소재 적재 장치 또는 엔드 스테이션과 기계적으로 일체로 되어 있다. 게다가, 소재 처리 어셈블리는 주입 도중 선행 스캐닝 방향으로 소재를 이송시키기 위한 이송 단계 또는 요소를 포함한다. 이 선행 스캐닝 방향은 이온 주입 장치의 수평 길이 방향의 축에 대해 횡단하거나 직교하는 통로를 따라 연장되어 있다. 본 실시예에 따르면, 스캐닝 방향과 길이 방향의 축은 이들 사이에서 약 85도와 같거나 그보다 더 작은 각을 형성한다.

대표도

도 12

명세서

기술분야

본 발명은 소재를 처리하기 위한 처리 장치에 관한 것이다. 특히 소재 주입용 고 처리량의 이온 주입 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

이온 주입은, 유리 기판상에 반도체 웨이퍼 또는 박막 증착(thin film deposition)과 같은, 전도율 변환 도펀트(conductivity-altering dopants)를 소재에 신속한 제어 방식으로 도입하기 위해 상업적으로 수용되는 표준 기술이 되었다. 종래의 이온 주입 장치는 소정 에너지의 이온 빔을 형성하기 위하여 가속되는 소량의 도펀트 요소를 이온화하는 이온 소오스를 포함한다. 이 빔은 소재의 표면을 향한다. 일반적으로, 이온 빔의 에너지 이온은 소재의 대부분을 관통하고 재료의 결정 격자 내에 임베드(embed)되어 소량의 전도율 영역을 형성한다. 이러한 이온 주입 공정은 통상적으로, 소재 처리 어셈블리, 소재 지지 어셈블리, 및 이온 소오스를 포함하는 고 진공 가스 기밀 처리실 내에서 수행된다. 이러한 고 진공 환경은 가스 분자와의 충돌에 의한 이온 빔의 확산(dispersal)을 방지하고 또한 공기 중에 떠다니는 입자에 의한 소재의 오염 위험을 최소화한다.

이 처리실은 통상적으로, 밸브 어셈블리를 통하여 처리 엔드 스테이션(processing end station)과 연결되어 있다. 이 엔드 스테이션은 진공 펌핑 시스템에 의해 대기압으로부터 펌프 다운(pump down)될 수 있는 중간 로드록 챔버 또는 압력 록(pressure lock)을 포함할 수 있다. 이러한 로드록 챔버는 밸브 어셈블리에 의해 다운스트림 단부(downstream end)에서 선택적으로 폐쇄되고, 이는 로드록 챔버를 처리 챔버와 유체 연통하도록 선택적으로 위치한다. 이 로드록 챔버는 또한, 대향 단부에서 업스트림(upstream) 밸브 어셈블리에 연결되어 있다. 이 엔드스테이션은 또한, 업스트림 밸브 어셈블리를 통하여 하나 이상의 소재 카세트로부터 로드 록 챔버 내로 소재를 이송하는 엔드 이펙터(end effector)를 포함한다. 일단, 소재가 엔드 이펙터에 의해 중간 챔버 내로 적재되었다면, 이 로드록 챔버는 펌핑 장치를 통해 처리실과 호환될 수 있는 고 진공 상태로 배기된다. 그 후, 중간 챔버의 다운스트림 단부에 있는 밸브 어셈블리가 개방되고 처리실 내에 설치된 소재 처리 어셈블리는 소재를 중간 챔버로부터 제거하고 이 소재를 지지 어셈블리로 이송하며, 이 지지 어셈블리는 처리 도중 소재를 지지한다. 예를 들면, 소재 처리 어셈블리의 적재 아암은 소재를 중간 챔버로부터 제거하고 이를 소재 지지 구조체의 플레튼(Platen)위에 위치시킨다. 그리고 나서, 소재 지지 구조체는 소재를 스캐닝(scanning) 방향으로 이동시켜 소재에 주입되는 작동 이온 소오스를 통과하게 한다.

종래의 소재 지지 구조체는 다수의 소재를 설치하는 회전 디스크를 포함하거나 소재를 수평 스캐닝 방향으로 이동시키기 위한 구조체를 포함한다. 이온 주입 장치의 구성 요소의 다중 이동은 귀중한 처리시간을 소비하므로 시스템의 처리량을 감소시킨다.

오늘날 급성장한 반도체 및 이온 주입 기술은 시장에서 널리 수용되는 것으로 판명되었다. 이와 같이 수용되고 있기 때문에 경쟁력있는 가격으로 대량 주입된 소재를 생산할 필요성이 제기되었다. 최근의 이온 주입 장치의 공통적인 목적은 장치의 처리량을 증대시킴으로써 이러한 요구를 만족시키는 것이다. 그러나, 현재의 장치는 제조와 비용 요구를 만족하는데 아주 적합하지는 않다.

현재 상업용 이온 주입 장치의 또 다른 주요 문제는 이러한 시설을 운영하는 비용과 관련된다. 종래의 이온 주입 장치는 비교적 넓은 전용 공간을 필요로 하므로 제품 피드당 관련 비용이 높다는 것이다. 결국, 종래의 이온 주입 장치는 비교적 운용 비용이 많이 소요된다.

따라서, 처리량을 높이고 플로어 공간(floor space)을 적게 필요로 하며, 보다 효율적인 비용으로 운영하도록 하는 개량된 이온 주입 장치가 필요로 되었다. 특히, 부피가 큰 소재를 신속히 처리할 수 있도록 이온 주입 장치를 개선하는 것이 본 기술 분야에서 주요한 관심 사항이 되었다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 평면 패널 디스플레이와 같은 대량의 소재를 신속하고 효율적인 방식으로 처리하기 위해 단일 소재 처리 어셈블리를 채용하는 고 처리량의 이온 주입 장치를 제공한다. 본 발명의 이온 주입 장치는 크기가 550mm x650mm 이상인 패널을 포함하는 다양한 크기의 평면 패널을 처리하도록 설계되어 있다.

이온 주입 장치는 이온 소오스와 하나의 소재 처리 어셈블리를 장착하는 고진공의 처리실을 형성하는 처리 하우징을 포함한다. 소재 처리 어셈블리는 로드록 챔버로부터 소재를 제거하고 이온 소오스에 의해 발생된 이온 빔에 의한 주입 도중 소재를 지지한다. 처리실은 로드록 챔버와 선택적인 유체 연통을 하는 상태로 되어있으며, 이는 소재 적재 또는 엔드 스테이션과 기계적으로 일체로 되어 있다.

본 발명의 한 양상을 따르면, 소재 처리 어셈블리는 이온 주입 도중 선행 방식으로 소재를 이송하기 위한 이송 단계 또는 요소를 포함할 수 있다. 이러한 선행이송 방향은 수평 이송 방향이거나, 경사될 수 있고 예를 들면 이온 주입 장치의 수평 축선에 대해 횡단하거나 직교할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 소재의 이송은 평면 경로를 따라 수행되고 이 경로는 약 85도와 같거나 그보다 작은 수평 축선에 대한 각도로 경사져 있다.

또 다른 양상을 따르면, 이온 소오스에 의해 발생된 이온 빔은 길이 방향의 축에 대해 횡방향으로 연장되어 있고, 일 실시예에 따르면 횡단 이송 방향에 대해 대체로 평행하다. 이러한 이송 스테이지는 스캐닝 방향으로 이온 빔을 통해 소재를 이동시킨다.

또 다른 양상을 따르면, 소재 처리 어셈블리는 처리 도중 소재를 지지하기 위한 플레튼과 로드록 챔버에 대한 플레튼의 위치를 이동시키기 위한 구조체를 포함한다.

또 다른 양상에서, 이온 주입 장치는 펌프 어셈블리, 예를 들면 압력 조절기(pressure resulator)를 포함할 수 있는데, 이 압력 조절기는 로드록 챔버와 연결되어 로드록 챔버를 선택된 압력으로 놓이게 한다. 또 다른 양상에서, 이온 주입 장치는 로드록 챔버에 연결되어 로드록 챔버 또는 소재의 최소한 일부분을 선택된 온도로 놓이게 하는 온도 제어 소자를 포함할 수 있다.

또 다른 양상을 따르면, 이온 주입 장치는 냉각 데크(cold deck)를 형성하기 위해 로드록 챔버의 플로어를 선택된 온도로 놓이도록 하는 냉각 구조체를 포함한다. 진공 네트워크(vacuum network)는 또한, 챔버 플로어와 연결되어, 소재가 상기 챔버 내에 위치할 때 소재를 이와 접촉시킴으로써, 소재로부터 챔버의 플로어로 열전달을 행한다. 진공 네트워크는 소재의 배면의 상당 부분을 냉각 표면과 접촉하게 배치시키기 위해 챔버의 플로어 내에 형성되어 진공원과 유체 연통하는 도관 네트워크(duct network)(예를 들면, 횡단 유체 홈)를 포함한다.

또 다른 양상을 따르면, 이온 주입 장치는 로드록 챔버의 플로어를 통해 냉각 유체를 순환시켜 냉각 표면을 형성하기 위해 유체원과 연통하는 유체 도관과 같은 구조체를 포함한다.

또 다른 양상을 따르면, 로드록 어셈블리는 서로에 대해 축방향으로 위치하여 적층된 로드록 어레이를 형성하는 다수의 로드록 요소를 포함한다. 이렇게 적층된 로드록 요소들의 어레이는 로드록 챔버의 축방향 적층을 형성된다. 더욱이, 각 로드록 어레이는 서로 적층될 때 인접한 로드록과 포개어진다. 일 실시예에 따르면, 로드록들 중 하부면은 제1 기하학적 형상을 가지며 인접한 로드록의 최상부 면은 적층될 때 로드록이 서로 포개어지도록 상보적인 기하학적 형상을 가진다. 일 실시예를 따르면, 각 로드록의 하부면은 제1의 최하부면과, 바깥쪽으로 단이 진 제2 하부면, 및 바깥쪽으로 더욱 단이 진 제3의 하부면을 지닌다. 각 로드록의 상부면은 제1의 최상부 면과, 제1 벽부에 의해 제1 면으로부터 분리되고 리세스된 제2면 및 보다 리세스된 제3 상부면을 지닌다. 이렇게 적층된 로드록 어레이들은 이온주입 장치에 의한 다수 소재의 처리를 용이하게 한다.

게다가, 이온 주입 장치는 이온 빔을 발생하는 이온 소오스를 제공하고 처리 실을 형성하는 하우징에 연결되어 있다. 이 처리실은 로드록 챔버에 연결되어 있다. 소재 처리 어셈블리는 이온 소오스에 의해 발생된 이온 빔에 의한 주입 도중 소재를 지지하기 위해 처리실 내에 설치되어 처리 어셈블리가 처리 도중 이온 주입장치의 수평으로 된 길이 방향 축선에 대해 횡단하는 선행 스캐닝 방향으로 소재를 이송시킨다.

한 양상을 따르면, 소재의 평면은 약 85도와 같거나 그 보다 작은 상기 장치의 수평면에 대한 각을 이루어 경사져 있다. 게다가, 이온 소오스에 의해 발생한 이온 빔은 길이 방향의 축선에 대해 횡방향을 지향하고 있어 이들 사이에서 약 5도와 같거나 그 보다 더 큰 각을 형성한다. 따라서, 소재는 거의 수직 방향으로 이송되고 이온 소오스는 마찬가지로, 소재와 이온의 실질적인 직교 충돌(orthogonal bombardment)을 보장하기 위한 각도로 설치되어 있다.

본 발명은 바람직한 실시예와 관련하여 다음에 설명될 것이다. 그러나, 본 발명의 취지 및 범위에서 벗어나지 않으면 당해 기술 분야의 당업자에 의해 여러 수정과 변경이 가능함이 명확할 것이다.

도면의 간단한 설명

본 발명에 대한 이상의 목적과 기타의 여러 목적과, 특징 및 이점은 다음과같은 상세한 설명으로부터 명백할 것이며 첨부도면으로부터도 명백할 것이고, 유사한 참조 기호는 여러 도면에 걸쳐 동일한 부품을 말한다. 도면은 본 발명의 원리를 예시하며, 비록 축적 표시를 하지는 않았으나, 상대적인 치수를 보여준다.

도 1A는 본 발명에 따른 이온 주입 장치의 일 실시예의 사시도.

도 1B는 도 1A의 이온 주입 장치의 일부에 대한 상부면도.

도2는 본 발명의 이온 주입 장치의 또 다른 실시예의 사시도.

도 3A-도3B는 본 발명의 로드록 어셈블리의 확대 사시도.

도 4A-4B는 도 3A-3B의 로드록 어셈블리의 각 구성 로드록의 확대도.

도 4C는 도 3A-3B의 로드록 어셈블리의 한 쌍의 포개진 로드록의 단면도.

도 5는 본 발명의 슬라이딩 시일 배열을 도시한 도 1A의 로드록과 처리실의 단면도.

도 6은 본 발명의 슬라이딩 시일 배열의 또 다른 실시예의 단면도.

도 7은 일련 구조로 된 도 1의 로드록 어셈블리의 사시도.

도 8은 도 1의 소재 처리 어셈블리의 픽업 아암에 대한 상세 사시도.

도 9은 다중처리가 단일 패널상에서 동시에 수행될 수 있음을 개략적으로 예시하는 도면.

도 10은 본 발명 에 따른 이온 주입 장치의 또 다른 실시예의 상부면도.

도 11은 도 10의 이온 주입 장치의 측면 사시도.

도 12는 본 발명의 패널 처리 어셈블리를 예시하는 도 10의 이온 주입 장치의 처리 하우징과 챔버에 대한 개략적인 단면도.

도 13은 본 발명의 시사 내용에 따라 다중패널을 처리함과 동시에 패널 이동을 도시하는 도 10-12의 이온 주입 장치의 처리실과 하우징의 예시적 사시도.

도 14는 도 3A-4C의 적층된 로드록 어레이의 다중 패널 처리시 도 10의 이온주입 장치가 거치게 되는 특정 현상을 도시한 개략적인 타이밍도.

실시예

도 1A와 도 1B를 참조하면, 본 발명의 이온 주입 장치(10)는 한 쌍의 패널 카세트(26), 엔드 이펙터(24), 로드록 챔버(12)의 어셈블리, 처리실(16)을 형성하는 하우징(14)과, 빔 구멍(20)을 통해 처리실(16)과 연통하는 이온 소오스(18)를 포함한다. 엔드 이펙터(24)는 카세트(26)에 적층된 평평한 패널(P)과 같은 소재를 로드록 어셈블리(12)로 이송한다.

도시된 엔드 이펙터(24)는 전력을 엔드 이펙터에 제공하고 패널 이동 비율과 순서를 제어하는 종래의 구동 및 제어 메카니즘에 연결되어 있다. 패널 카세트(26)는 종래의 설계로 되어 있으며 패널에 대해 편리한 보관 장치를 제공한다.

또한, 로드록 어셈블리(12)는 선형 베어링 장치와 선형 구동 장치에 연결되어있고, 이들 장치는 아래에서 더욱 상세히 설명하겠지만, 로드록 어셈블리(12)를 처리실의 하우징(14)과 기밀 접촉하는 상태로 되게 위치 및 유지할 뿐만 아니라 로드록 어셈블리(12)에 대해 소망의 수직 방향 이동을 제공한다. 선형 구동 장치는 리드 스크루(22)와 모터 어셈블리(23)를 포함한다. 점선으로 도시되어 있듯이, 모터 장치(23)는 리드스크루(22)를 구동하고 이 리드스크루는 로드록 어셈블리(12)를 선택된 수직 위치로 위치시킨다. 선형 베어링 장치는 원형 축(29)을 따라 슬라이드하는 로드록 어셈블리에 설치된 한 쌍의 고정 선형 베어링(28)을 포함한다.

이송 또는 소재 유지 어셈블리는 처리실(16) 내에 설치되는 것이 바람직하다. 이송 어셈블리는 엔드 이펙터(24)와 기능상 유사한 픽업 아암(27)을 포함한다. 픽업 아암(27)은 처리 도중 패널(P)을 처리한다. 픽업 아암(27)이 패널(P)을 로드록 어셈블리(12)로부터 제거할 때 실질적 수평 위치(P1)를 향한다. 다음으로, 픽업 아암은 화살표 13으로 표시되어 있듯이, 패널을 실질적인 수직 위치(P2)로 플립(flip)한다. 이어서, 이송 어셈블리는 이온 소오스(18)에 의해 발생되어 구멍(20)으로부터 나온 이온 빔의 경로를 가로질러 예시된 실시예에서 스캐닝 방향 또는 이송 방향인 좌에서 우로 패널을 이동시킨다.

또 다른 실시예에 따르면, 픽업 아암(27)은 패널을 이송하기 전에 원래의 수평 위치에 대해 패널(P)을 경사지게 할 수 있다. 본 실시예에 있어서, 이온 소오스(18)는 소재와 이온의 직교 충돌을 실질적으로 보장하기 위해 처리 하우징(14) 위에 위치하고 있다.

도 1A와 도 1B를 다시 참조하면, 처리실 하우징(14)은 정면 하우징부(14A)와비교적 좁게 연장된 부분(14B)을 포함한다. 정면 하우징부는 수평 위치로 로드록 어셈블리(12)로부터 제거된 패널(P)을 수용할 만한 크기로 되어 있다. 그 후, 패널은 도 1B에서 화살표 32로 표시된 스캐닝 방향을 따라 이동하기 전에 원래의 수평위치(P1)로부터 수직 위치(P2)로 이동한다. 하우징부(14B)는 이온 소오스(18)에 의해 발생된 리본 빔에 의해 패널을 완전히 통과시킬 수 있게 하는 스캐닝 방향을 따라 추방향 치수를 지닌다. 수직 위치(P2)에 위치할 때만 로드록 챔버부(14B)의 비교적 좁은 폭에 의해 패널이 그곳을 따라 이동하게 되어 처리실(16)의 전체 부피를 감소시킬 수 있다. 이렇게 처리실의 부피가 감소하면 처리실을 배기시키는 것이 더욱 빨라질 수 있다. 처리실을 배기시키는데 필요한 시간을 감소시키면 이온 주입 장치(10)의 전체 처리량이 증대하게 된다.

도시된 로드록 어셈블리(12)는 챔버 하우징(14)의 정면 챔버 벽(34)에 기밀유지 상태로 연결되는 것이 바람직하다. 로드록 어셈블리(12)는 로드록 어셈블리(12)의 수직 이동 도중 챔버 벽(34)과 상대적 압력 기밀과 유체 기밀 시일(seal)을 유지한다. 이러한 슬라이딩 시일 기밀 배열을 이하에서 더욱 상세히 설명한다.

도 1A를 다시 참조하면, 구멍(20)과 연결된 이온 소오스(18)는 처리할 패널의 치수보다 더 작은 치수를 가지는 리본 빔을 형성한다. 더욱 구체적으로, 이온 소오스(18)는 리본 빔(19)을 발생시키는데, 이 리본빔의 폭(예, 축방향 높이)은 좁은 패널 치수만을 초과하고 이 리본 빔의 길이는 패널의 전체길이, 예를 들면 도 13의 보다 긴 패널 치수보다 실질적으로는 더 짧다. 본 발명의 이온 주입 장치(10)와 관련하여 리본 빔을 이용하면 다음과 같은 여러 장점이 제공된다, 즉, (1) 동일한 장치로 다양한 치수의 패널 크기를 처리하는 성능과, (2) 패널의 스캔 속도를 가변시키고 좁은 패널 치수 이상으로 연장되는 이온 빔 부분의 전류를 샘플링함으로써 제어될 수 있는 균일한 이온 주입을 이룰 수 있고, (3) 이온 소오스의 크기가 감소될 수 있어서 값이 싸지고 서비스가 더욱 용이하게 되며, (4) 이온 소오스가 계속 작동한다는 것이다. 종래 기술에서와 같이 이온 소오스를 반복해서 턴온, 턴오프하는 것과 관련된 여러 문제를 제거함으로써 더욱 균일한 이온 주입을 할 수 있기 때문에, 이온 소오스의 지속적인 작동은 이온 주입 장치(10)의 효율을 증대시킨다. 이러한 문제는 일반적으로 이온 소오스의 작동을 개시할 때 발생하는 빔의 전류 밀도 전이(transient)를 포함한다.

도 2는 본 발명에 따른 이온 주입 장치(30)의 또 다른 실시예를 개략 도시한 것이다. 도2에 도시된 이온 주입 장치는 별도의 서비스 챔버(46) 및 처리실(40)과 연통하는 로드록 어셈블리(42)를 포함한다. 종래 기술에 공지되어 있듯이, 이온 소오스(38)는 처리실(40), 가스 박스(36) 및 관련된 제어 전자 장치(44)와 유체 연 통하는 상태로 되어 있다. 예시된 이온 소오스와 가스 박스 어셈블리는 절연 변압기(48)와 전압 스택(voltage stack)(50)을 포함하는 전력 장치에 연결되어 있다. 처리실(40)은 진공 어셈블리(52)와 같은 공지된 펌핑 기술에 의해 배기될 수 있다. 이온 주입 절차 도중 발생한 임의의 특정 배기는 배출구(58)를 통해 외부 하우징(56)으로부터 배출될 수 있다.

예시된 로드록 어셈블리(42)는 처리실(40)을 통하여 지속적으로 패널을 순환시킴으로써 처리량을 최대화하는 적절한 임의의 로드록 어셈블리를 포함하도록 되어 있다. 예를 들면, 로드록 어셈블리(42)는 도 3A-6의 적층된 로드록 어셈블리 또는 도 8의 이중 직렬 로드록 어셈블리를 포함할 수 있다. 게다가, 도시된 이온 주입 장치(30)는 또한 평평한 패널이 선형 스캐닝 방향으로 이동될 때 실질적 수평 위치를 유지하면서 위로부터 이온이 주입될 수 있음을 보여준다.

도 3A-5는 본 발명의 로드록 어셈블리(60)의 제1 실시예를 도시한다. 예시된 로드록 어셈블리(60)는 로드록(62, 64, 66, 68, 및 70)으로 지정된 한 세트의 개별적인 로드록 요소들을 포함한다. 로드록은 바람직한 실시예에 따라 적층되고 포개어져서 다중 챔버의 로드록 어셈블리(60)를 형성하는 것이 바람직한데, 이 다중 챔버의 로드록 어셈블리는 고 처리량의 이온 주입 장치를 형성하도록 패널의 급속한 순환을 위해 제공된다. 예시되어 적층된 세트의 로드록들은 축선(93)을 따라 연장되어 있다. 또한, 상기 세트의 로드록은 정면 플랜지(72)에 고정될 수 있다. 정면 플랜지(72)는 다중 챔버 로드록 어셈블리(60)와 처리실의 인터페이스, 즉 하우징(14)의 벽(34) 사이의 인터페이스 역할을 한다. 당업자라면, 로드록 어셈블리가 정면 플랜지(72)와 같은 중간 플랜지 부재를 이용하지 않고 처리실에 직접 연결될 수 있음을 알 수 있을 것이다.

도 4A 내지 도 4C를 참조하면, 로드록 어셈블리(60)의 각 로드록 요소는 로드록의 적층 및 포개짐을 용이하게 하는 선택된 구성을 갖는다. 예를 들면, 로드록(62-70) 중 임의의 것을 대표하는 로드록(62)은 단이 진 상부면(74)과 단이 진 하부면(76)을 지닌다. 단이 진 상부면(74)은 제1의 최외곽 상부면(74A)과, 수직으로 연장된 벽(74D)에 의해 분리되고 안쪽으로 단이 지거나 리세스된 면(74B)을 포함하는 것이 바람직하다. 로드록의 면들은 수평 축선(91)을 따라 제1의 방향으로 연장되는 것이 바람직하고, 벽부는 축선(93)을 따라 연장되어 있다. 상부면은 로드록 챔버의 플로어를 형성하는 더 안쪽으로 단이 진 면(74C)을 포함한다. 이 면(74C)은 로드록 챔버의 측벽을 형성하는 벽부(74D)에 평행한 제2 벽부(74E)에 의해 단이 진면(74B)과 분리되어 있다.

마찬가지로, 예시된 로드록(62)의 단이 진 하부(76)는 수직 방향의 최하부면(76C)과 바깥쪽으로 단이 진 면(76A)을 포함하고, 이들 각각의 면은 축선(93)을 따라 연장된 벽부(76D)에 의해 분리되어 있다. 하부면(76)은 벽부(76E)에 의해 인접한 단이 진 면(76A)과 분리된 더욱 바깥쪽으로 단이 진 면(76B)을 포함한다. 벽부(76E, 76D)는 서로 실질적으로 평행하게 되어 있는 것이 바람직하다. 로드록 하부면의 최하부면(76C)은 인접하는 로드록 챔버, 예를 들면 로드록 챔버(640)의 지붕을 적층된 어레이로 형성한다.

예시된 로드록(62)은 축(91)을 따라 이격된 한 쌍의 평행 측벽(78A, 78B)을 포함한다. 단이 진 상부면 및 하부면(74, 76) 뿐만 아니라 측벽(78A, 78B)은 정면 벽(78D)과 배면 벽(78C)에서 끝난다. 정면 벽과 배면 벽에는 적절한 크기의 슬롯(84A, 84B)이 형성되어 있고, 도 4B의 패널의 통과를 허락하기 위해 서로 정렬되어 위치되어 있다.

또한, 예시된 로드록(64)은 이와 유사하게 형성된 단이 진 상부면과 하부면을 포함한다. 로드록(64)은 바깥의 상부면(64A), 안쪽으로 단이 진 면(64B), 및 처리실(64D)의 하부를 형성하는 보다 안쪽으로 단이 진 면(64C)을 포함한다. 단이 진면(64A, 64B, 64C)은 축 방향으로 멀리 떨어져 있고 서로 대체로 평행한 벽부(64E, 64F)에 의해 분리되어 있다. 로드록(64)은 평행 측벽(86A, 86B) 및 배면 및 정면 벽(86C, 86D) 각각을 더 포함한다. 정면 벽(86D)에는 배면 벽(86C)에 형성된 패널 슬롯(88B)과 정렬되는 패널의 슬롯(88A)이 형성되어 있다. 화살표(87)로 표시되어 있듯이, 이들 패널 슬롯은 패널의 통과를 허락할 정도의 크기로 되어 있다.

도 4A를 또한 참조하면, 로드록(62)의 단이 진 상부면(74B)에는 탄성 중합체부재(90), 예를 들면 O-링을 설치하는 주변 시이트 또는 채널이 형성될 수 있다. 아래에서 상세히 설명되어 있듯이, 이 O-링은 판의 면(74B)의 주변을 따라 압력 기밀 시일을 형성하는데 도움이 된다.

로드록(62, 64)의 플로어부(74C, 64C)는 핀 어셈블리(96)와 같은 선택적으로 배치될 수 있는 소재 지지 어셈블리를 포함하는 것이 바람직하다. 이 핀 어셈블리(96)는 두개의 선형 세트의 핀(96A-96C, 98A-98C)을 포함한다. 이 핀 어셈블리(96)는 도시되어 있듯이, 핀이 챔버의 하부면으로부터 바깥쪽으로 연장된 배치 위치와 핀이 적절한 통로들 내에서 수축하는 수축 위치 사이에서 적절한 제어 전자 장치에 의해 선택적으로 배치될 수 있다. 핀 어셈블리(96)는 배치된 위치로 작동할 수 있어서 그곳에서 패널을 지지한다. 하부 부분(64C)에 대해 이렇게 떨어진 위치에서, (도 10에 도시된) 처리실(16) 내에

설치된 펌핑 아암은 로드록에 용이하게 접근할 수 있고 패널을 로드록(64)으로부터 제거할 수 있다. 또 다른 실시예에 따르면, 소재지지 어셈블리는 Attorney Docket No. ETE-002에 도시되고 설명된 바와 같은 일련의 선택적으로 배치될 수 있는 지지 아암을 이용할 수 있고, 그 개시 내용은 앞서 참조되었다.

최하부면(64C)은 그 중심 위치에 형성된 진공 포트(94)를 포함하는 것이 바람직하다. 진공 포트가 종래의 펌핑 어셈블리에 연결되어 로드록 챔버를 펌프 다운 또는 배기시키거나, 진공 압력을 패널(P)의 배면에 가할 수 있다.

예시된 로드록(62, 64)은 하부쪽 로드록(64)과 수직으로 일치하는 로드록(62)에 의해 적층되거나 조립될 수 있어, 로드록(62)의 바깥쪽으로 단이 진 하부 부분(76A)은 로드록(64)의 제1의 안쪽으로 단이 진 상부 부분(64B)상에 설치된 O-링(90)과 접촉한다. 더구나, 최하부쪽의 단이 진 면(76B)은 로드록(64)의 상부면(64A)과 접촉한다. 이러한 배열에 있어서, 로드록(62)의 최하부면(76C)은 도 5의 로드록 챔버(64D)의 루트(root)를 형성하며 로드록(64)의 리세스된 상부면은 챔버의 플로어를 형성한다. 로드록들은 서로 적층됨에 따라, 상부 로드록의 하부면은 아래에 위치하는 챔버의 지붕을 형성한다. 당업자라면, 다수의 로드록의 적재 및 포개짐을 함께 축진하는 기타의 기하학적 형상을 할 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 예를 들면, 로드록은 서로 꼭 맞추어질 수 있거나 텅인(tongue-in) 구성을 갖도록 형성될 수 있다.

도 4C는 함께 적재되고 포개어진 도 4A, 4B의 로드록(62, 64)을 도시한다. 탄성 중합체 부재(90)는 인접하는 로드록들 사이에 위치하여 밀봉 압력을 형성한다. 더구나, 로드록들의 짝을 이루는 관계는 이들 짝을 이루는 면들, 예를 들면 면(76A, 64B 및 76B, 64A)과 수평 시일링 면들 사이에서 연장된 로드록들의 수직 벽을 따라 밀봉 압력을 발생시킨다. 따라서, 함께 포개어지는 경우, 로드록(62, 64)의 짝을 이루는 여러 면은 중속적이거나 여분의 압력 시일을 형성한다.

로드록(62, 64)의 텔레스코픽 맞물림(telescopic engagement)에 의해 로드록 챔버(64D)가 형성된다. 이 챔버(64D)는 챔버(64D)의 급속한 펌핑을 용이하게 하기 위해 부피가 작은 것이 바람직하다. 이러한 특성은 처리시간을 단축하여 이온 주입장치의 처리량을 증대시킨다.

도 3A, 3B를 참조하면, 다중 로드록(62-70)이 서로 적층되어 적층된 로드록 어셈블리(60)를 형성한다. 포개어진 로드록들의 총수는 이온 주입 장치(10)의 처리량을 최대화하도록 선택된다. 예를 들면, 로드록의 수는 처리 시간을 최소화하여 지속적이고 신속한 패널의 순환을 제공하기 위해 당업자에 의해 선택될 수 있다. 바람직한 실시예에 따르면, 4개의 로드록 챔버를 형성하는 한 세트의 적층된 5개 로드록이 이용된다. 당업자는 다양한 개수의 로드록을 이용하는 기타 적층된 배열이 패널의 신속한 처리를 용이하게 하기 위해 이용될 수 있음을 알 수 있을 것이다.

로드록의 정면, 예를 들면 로드록(62)의 정면(78d)과 로드록(64)의 정면(86D)은 예시된 바와 같이 주변의 여러 곳에 패스너 수용 구멍(102)을 형성하게 할 수 있다. 로드록 어셈블리의 정면(60A)은 정면 플랜지(72)에 부착되어 있는데, 이 정면 플랜지는 도 5의 볼트(124A-124E)와 같은 적절한 패스너에 의해 처리실(16)의 하우징(14)과 로드록 어셈블리(60) 사이의 인터페이스의 역할을 한다.

예시된 플랜지(72)는 정면(104A), 배면(104B) 및 주변측부(104C-104F)를 지닌 직사각형의 외부(104)를 포함한다. 정면 시일링면(104A)은 중합 탄성체 시일(108A-108C)을 위치시키는 3개의 원심 홈을 그 위에 형성하였다. 시일은 내마모성이 높은 것이 바람직하고 고분자 중량 폴리에틸렌으로 형성될 수 있다. 각각의 개별적 시일이 완전한 대기에서 높은 진공의 차동 압력에 대해 노출되지 않도록 3개의 연속하는 원심 시일이 제공된다. 정면(104A)에 형성된 홈은 처리실 하우징(34)의 면(34)과의 정면(104A)의 슬라이딩 이동 도중 홈 내에서 시일의 약간의 이동이라도 수용할만한 정도의 크기로 되어 있는 것이 바람직하다.

중개 시일 펌핑(between-seal pumping)이 각 시일들(108A-108C) 사이에 압력을 차동적으로 펌핑하는데 이용되어 임의의 하나의 특정 시일을 가로질러 성취되어야 하는 압력 강하를 낮춘다. 이 중개 시일 펌핑은 시일(108A)과 (108B), 시일(108A)과 시일(108C) 사이에 형성된 압력 포트를 포함하는, 종래의 회전 베인(rotary vane)의 2단 펌핑 장치에 의해 제공될 수 있다. 시일(108A)과 시일(108B)사이에 위치한 압력 포트 내의 압력이 약 1 Torr까지 펌핑될 수 있고 시일(108A)과 시일(108C) 사이에 위치한 압력 포트 내의 압력은 약 0.1 Torr로 펌핑될 수 있다.

도 3A, 3B 및 5를 참조하면, 플랜지(72)의 리세스(106)는 배면 벽(110)에서 끝나고 이 배면 벽에는 다수의 수직으로 정렬된 슬롯(126A-126E)이 형성되어 있는데, 이들 슬롯은 로드록 어셈블리(60)의 적층된 로드록 요소들에 형성되어 있다. 따라서, 정면 플랜지(72)는 로드록 어셈블리(60)에 고정되는 경우, 정면 플랜지 슬롯(126A-126E)은 도 5의 각 로드록(62-70)의 각 슬롯과 수직 및 수평으로 정렬되어 있다. 또한, 각각의 플랜지 슬롯(126A-126E)은 밸브 어셈블리(128A-128E)와 결합되어 있다. 예를 들면, 정면 플랜지(72)의 슬롯(126A)은 밸브 어셈블리(128A)와 결합되어 있다. 이 밸브(128A)는 선택적으로 작동하여 슬롯(126A) 위에 위치하여 로드록(62)의 챔버(62d)를 밀봉할 수 있다.

도 1A와 도 5를 참조하면, 처리실 하우징(14)의 정면(34)에는 패널 구멍(114)이 형성되는 것이 바람직하는데, 이 구멍은 치수에 있어 슬롯(126A-126E)에 상응한다. 패널 구멍(114)은 정면 플랜지 리세스(106)에 의해 형성된 중공(118)과 처리실(16)과 유체 연통하는 상태로 되는 것이 바람직하다. 이 중공(118)은 배기되어 처리실(16)의 높은 진공 압력 상태와 조화를 이루거나 배기되어 로드록 챔버(62D-70D)의 비교적 낮은 진공 압력 상태와 정합한다. 각 로드록이 처리실의 높은 진공 압력까지 펌핑될 필요는 없기 때문에, 이러한 차동 펌핑은 패널 이동도중 각 개별적 로드록의 펌핑 및 배출 요건을 완화시킨다.

로드록 어셈블리(60)와 정면 플랜지(72)는 도 1A의 선형 베어링 장치와 선형지지 장치 위에 설치되는 것이 바람직하다. 베어링(28)은 플랜지(72)의 배면(104B)에 연결되는 것이 바람직하다. 게다가, 정면 플랜지의 정면(104A)은 검버 벽(34)과 슬라이딩 시일링 결합으로 위치하는 것이 바람직하다. 예시된 선형 베어링 장치는 로드록 어셈블리(60)를 화살표(120)로 표시되어 있듯이 수직 방향으로 이동시켜 선택된 수직 위치에 도달한다. 바람직한 실시예에 따르면, 제어 장치는 패널 구멍(114)이 정면 플랜지(72)의 구멍(126A-126E) 중 하나와 정렬되도록 로드록 어셈블리의 수직 운동을 제어한다. 이 수직 운동 도중, 시일(108A-108C)은 챔버 벽(34)과 슬라이딩할 수 있게 맞물리는 것이 바람직하다. 이러한 슬라이딩 맞물

림에 의해 밀봉 압력을 유지함과 동시에 챔버 벽(34)에 대해 로드록 어셈블리가 수직 이동할 수 있게 된다. 시일(108A-108C)과 챔버 벽(34) 사이의 슬라이딩 맞물림을 향상시키기 위해 챔버 벽이 겹쳐져서 로드록 어셈블리(60)의 옆으로의 운동에 대한 마찰 저항을 감소시키므로 마모와 진공의 신뢰성을 향상시킨다.

작동시, 도 1A의 엔드 이펙터(24)는 카세트(26) 중 하나로부터 패널(P)을 제거하고 각 로드록(62-70) 중 하나의 슬롯을 통하여 이를 삽입한다. 따라서, 엔드 이펙터(24)는 패널을 지닌 하나 이상의 로드록을 적재시킬 수 있다. 패널(P)을 로드록 내로 적재시킨 후, 각 슬롯과 관련된 밸브 어셈블리는 폐쇄되고, 챔버(62D-70D)는 처리실(16)의 높은 진공 압력까지 펌핑된다. 또 다른 실시예에 있어서, 중공(118)은 로드록의 압력과 처리실의 압력 사이의 중간 압력으로 유지될 수 있다. 이러한 상황에서, 로드록 챔버(62D-70D)는 처리실(16)의 진공 상태보다 더 높은 중간 압력까지 펌핑될 필요가 있다.

선형 베어링 장치는 선택된 수직 위치로 로드록 어셈블리(60)를 위치시킨다. 이 선택된 위치에서, 처리실 하우징(14)의 슬라이딩 면(34)에 형성된 패널 구멍(114)은 플랜지(72)의 슬롯(126A-126E) 중 하나와 정렬된다. 예를 들면, 예시된 실시예에 있어서, 패널 구멍(114)은 슬롯(126B)과 정렬된다. 이어서, 밸브(128B)가 개방되고 처리실 내에 설치된 픽업 아암이 패널(P)을 챔버(64D)로부터 회수하고 이를 처리실(16) 내에 위치시킨다. 앞서 설명했듯이, 픽업 아암은 수직 이동을 패널에 전달하여 이 패널을 수평 위치(P1)로부터 수직 위치(P2)로 이동시킨다. 그 후, 픽업 아암은 스캐닝 방향으로 이동되고 패널은 이온 소스에 의해 주입된다. 처리후, 픽업 아암은 처리된 패널을 로드록(64)으로 귀환시킨다. 일 실시예에 따르면, 이온 빔의 활성화된 이온에 의해 주입 도중 가열되어 처리된 패널은 핀 어셈블리(96) 또는 로드록(64)에 연결된 적절한 지지 구조체 상에 위치한다. 배치 위치에 배치된 핀 어셈블리에 의해 픽업 아암은 패널을 로드록 챔버(64D)로 복귀시킬 뿐만 아니라 회수할 수 있다.

이어서, 선형 베어링 장치는 이 어셈블리를 다양한 수직 위치로 위치시켜 픽업 아암을 또 다른 챔버에 접근할 수 있게 하며, 또한 이 챔버는 펌프 다운되고 이와 관련된 다운스트림 밸브를 개방하여 처리실을 통해 패널의 순환을 지속한다. 제2 패널이 이온 주입될 때, 챔버(64D)도 이온 주입되어 가열된 패널을 처리한다. 예를 들면, 패널은 진공 포트(92A-92E) 중 하나, 이 실시예에서는 진공 포트(92B)를 경유하여 챔버를 통해 냉각 유체를 흐르게 함으로써 대류 냉각될 수 있다. 선택적으로, 핀 어셈블리(96) 또는 기타 지지 어셈블리는 배치된 위치로부터 적재된 위치로 이동하여 패널을 도 4A의 챔버와 접촉하게 위치시킬 수 있다. 그 크기 때문에 챔버의 플로어는 패널로부터 열을 전도할 수 있게 전달하는 열교환 면을 형성할 수 있다. 로드록의 플로어(64C)는 적절한 유체 도관을 경유하여 보조 냉각 유체를 제공함으로써 냉각될 수 있다. 예를 들면, 유체 도관은 로드록 내에 형성되어 이를 통해 냉각 유체를 순환하거나 냉각 매체를 포함하는 냉각 판이 로드록의 주변부 또는 외부 주위에 설치될 수 있다. 패널의 냉각 균일성을 향상시키기 위해, 진공 압력이 로드록(64)의 플로어(64C)에 형성된 진공 포트(또는 기타 적절한 진공 네트워크)를 통해 패널의 배면에 가해질 수 있다. 이러한 진공 압력은 패널을 강제적으로 로드록의 플로어(64C)와 냉각 접촉하게 하여 실질적으로 균일한 전도 냉각에 이른다. 이 전도 냉각 처리 도중, 챔버(64D)는 주위 압력에 가깝게 배기된다. 그 후, 업스트림 단부에서의 밸브 어셈블리가 개방되어 엔드 이펙터(24)로 하여금 그로부터 패널을 제거하게 하고 이를 보관 카세트 위에 위치시킨다. 또한, 당업자라면 전도/대류 결합 냉각 처리가 이용될 수 있음을 알 수 있을 것이다.

패널 순환 처리 도중, 로드록 어셈블리(60)가 수직 방향으로 다양한 높이로 위치하여 패널 구멍(114)을 로드록 슬롯들 중 하나와 정렬시킨다. 예를 들면, 패널구멍(114)이 플랜지(72)의 슬롯(126A)과 정렬될 수 있다. 밸브(128)가 개방되고 픽업 아암은 챔버(62D)에 접근하여 그로부터 패널을 제거한다. 다음으로, 픽업 아암은 패널을 처리하기 위해 스캐닝 방향으로 다운스트림의 패널을 이동시킨다. 패널이 이온 주입된 후, 패널은 로드록(62D)으로 복귀한다. 위에서 설명한 바와 마찬가지로, 밸브(128A)는 폐쇄되고 챔버는 배기된다. 다음으로, 로드 베어링 장치는 로드록 어셈블리(60)를 다양하게 선택된 수직 위치로 위치시켜 픽업 아암을 또 다른 챔버에 접근시킨다. 따라서, 이러한 장치는 패널에 대해 지속적으로 순환 및 처리를 할 수 있게 함으로써 이온 주입 장치(10)의 처리량을 현저하게 증대시킨다.

또한, 예시된 이온 주입 장치(10, 30)에 의해 주입 처리가 여러 이온 주입 단계로 분할되고, 각각의 단계는 냉각 주기에 의해 분리된다. 소재가 로드록 내에 위치하는 동안 충분히 냉각될 수 있도록 하기 위하여 냉각 주기는 변할 수 있다. 이러한 이온 주입 장치의 고 처리량은 평행하게 소재를 처리함으로써 유지될 수 있다. 특히, 소재(174)는 처리실(16) 내에서 지속적으로 처리되는 반면 나머지 소재는 특정 로드록 내에서 냉각되거나 이 로드록에 적재되고 그로부터 언로딩된다. 따라서, 소재는 일정치 않은 시간 동안 로드록 내에 유지될 수 있다. 유지 시간 후, 소재는 추가적인 이온 주입을 위해 처리실(16) 내로 다시 이송될 수 있거나 소재는 업스트림 엔트리 밸브를 통하여 로드록으로부터 제거될 수 있다.

본 발명의 이온 주입 장치는 독특하고 유익한 많은 장점을 제공한다. 한 가지 장점은 본 발명의 적층된 로드록 어셈블리에 의해 제공된 장치의 처리량이 높다는 것이다. 또 다른 장점은, 예시된 장치가 로드록 챔버(62D-70D) 내에 일시적으로 패널을 보관함으로써 패널을 다중 처리할 수 있다는 것이다. 따라서, 예를 들어 패널이 이온 주입된 후, 패널은 로드록 챔버 내에 보관되며 냉각되고 또 다른 처리를 위해 나중에 회수될 수 있다.

본 발명의 상기 장치는 단일 패널(P)에서 수행되는 다중 처리를 제공한다. 도 9에 도시되어 있듯이, 하우징(14 ")은 처리실을 따라 하나 이상의 칸막이(148A-148B)를 형성하도록 구성될 수 있다. 이러한 칸막이는, 처리실(16 ")을 적절한 펌핑 어셈블리에 의해 다양한 압력으로 유지될 수 있는 인접한 일련의 처리부(144A, 144B, 144C)로 분할되는 것이 바람직하다. 픽업 아암(152)에 고정된 예시된 패널(P)은 선형 베어링 및 샤프트 어셈블리(154, 156)에 의해 화살표(140)로 표시된 스캐닝 방향으로 이동한다. 패널(P)이 스캐닝 방향으로 이동함에 따라, 그것의 칸막이(148A-148B) 아래와 각각의 특정 처리부를 통해 통과한다. 예를 들면, 처리부(144A)는 패널이 이를 통과함에 따라 패널에 미리 열을 가할 수 있고 처리부(144B)는 패널에 이온 주입할 수 있으며 처리부(144C)는 패널을 냉각시킬 수 있다. 따라서, 동일한 처리 환경에서 동일한 패널에 대해 거의 동시에 다중 처리가 수행될 수 있다. 이러한 일련의 처리 기술이 다중 처리로 하여금 동일한 패널에 수행될 수 있게 하므로, 전체 처리 시간을 감소시키고 이온 주입 장치의 처리량을 증대시키게 된다.

도 6은 본 발명의 슬라이딩 시일 배열의 또 다른 실시예를 예시한다. 이 예시된 실시예에 있어서, 폴리에틸렌 시일링재(130)의 스트립(strip)이 그 측면을 따라 챔버벽(34 ")에 고정되어 있다. 따라서, 이러한 시일링 재료에 의해 로드록 어셈블리(60')에 설치된 플랜지(72)가 마려질 필요성이 없어진다. 또한, 각 로드록의 정면에는 고분자 중량 폴리에틸렌의 스트립과 같은 시일링 재료(132A-132F)가 설치되어 있다. 더구나, 슬라이딩 면(34 ")은 처리실(16 ")과 하우징(14 ")의 연장부로 형성되어 있다. 화살표(134)에 의해 표시되어 있듯이, 예시된 로드록 어셈블리(60')는 본 발명의 선형 베어링 장치에 의해 수직으로 이동가능하다.

도 7은 다수의 로드록(190A, 190B, 190C)으로 형성된 일련의 로드록 어셈블리를 도시한다. 또한, 일련의 어셈블리는 로드록(190A, 190B, 190C)에 각각 작용하도록 위치하는 승강 어셈블리(elevator assembly)(192A, 192B, 192C)를 포함한다.

로드록(190A, 190B, 190C) 각각은 로드록의 출구 단부(exit end)으로부터 소재를 적재하거나 언로딩 위해 출구 밸브(194A, 194B, 194C)를 포함한다. 또한, 로드록(190A, 190B, 190C)은 로드록의 입구 단부(entry end)으로부터 소재를 적재하거나 언로딩하기 위해 입구 밸브(195A, 195B, 195C)를 포함한다.

로드록(190A, 190B)은 로봇(도시하지 않음)이 로드록(190A)으로부터 로드록(190B)으로 소재를 용이하게 이동할 수 있도록 배열되는 것이 바람직하다. 예를 들면, 로드록(190A)의 출구 밸브(194A)가 로드록(190B)의 입구 밸브(195B)에 인접하도록 로드록(190A, 190B)의 방향이 정해질 수 있다. 이어서, 두 개의 로드록 사이에 위치하는 로봇이 소재를 로드록(190A)으로부터 로드록(190B)으로 이동시킬 수 있다. 로드록(190C)은 유사한 방식으로 로드록(190B)에 대하여 배열되어 있다. 이에 의해, 로봇이 로드록들 사이에 일정 간격을 두는 상태로, 로드록의 일련의 체인이 도 7에 도시된 바와 같이 형성될 수 있다. 이러한 일련의 체인은 소재를 처리할 때 현저한 처리량의 증대를 제공한다. 특히, 다양한 처리가 여러 로드록에서 수행될 수 있다. 이에 의해 다수의 소재가 이온 주입 순서대로 여러 단계를 거칠 수 있다. 예를 들어 하나의 로드록은 외부의 소재 카세트로부터 소재를 적재하거나 언로딩할 수 있고, 하나의 로드록은 소재를 냉각시킬 수 있으며, 하나의 로드록은 처리 실(16)로부터 소재를 적재하거나 언로딩할 수 있다.

본 발명의 또 다른 형태에 따르면, 각 로드록(190A, 190B, 190C)은 또한 분리판(196)에 의해 분할된 상부 챔버(210)와 하부 챔버(212)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 로드록(190A)은 로드록을 상부 챔버(210A)와 하부 챔버(212A)로 분할하는 분리판(196A)을 포함하며, 로드록(190B)은 챔버를 상부 챔버(210B)와 하부 챔버(212B)로 분할하는 분리판(196B)을 포함하고, 로드록(190C)은 로드록을 상부 챔버(210C)와 하부 챔버(212C)로 분할하는 분리판(196C)을 포함한다. 각각의 챔버는 소재(174)를 유지할 정도의 크기로 되어 있으므로, 각 로드록은 수직으로 일정 간격 떨어진 하나 이상의 소재를 유지할 정도의 크기로 되어 있다. 따라서, 상하 양 챔버는 소재를 동시에 유지할 수 있다.

각 로드록의 상부 챔버로부터 각각의 로드록에 적재되고 언로딩되는 일련의 체인 내에서 방향(D1)을 따라 이동하는 소재와, 각각의 로드록 내에서 하부 챔버로부터 적재되고 로딩되는 일련의 체인 내에서 방향(D2)을 따라 이동하는 소재와 함께, 로드록은 앞서 설명한 바와 같이 일련의 체인으로 배열되는 것이 바람직하다. 따라서, 방향(D1)을 따라 이동하는 소재는 상부 챔버(210)에서만 발견될 수 있고, 방향(D2)을 따라 이동하는 소재는 하부 챔버(212)에서만 발견될 수 있다. 본 실시예는, 수평으로뿐만 아니라 수직으로도 이동할 수 있는 각 로드록 사이에 있는 복잡한 로봇의 아암들을 요구하지 않는 일련의 체인의 로드록들을 제공한다.

승강 어셈블리(192A, 192B, 192C)는 로드록(190A, 190B, 190C)을 통하여 소재의 이동을 돕는데 각각 이용된다. 각각의 승강 어셈블리는 축선(214)의 방향을 따라 이동할 수 있는 작동기(206)를 포함한다. 이 승강기는 로봇의 아암이 로드록(190)에 소재를 용이하게 적재하고 그로부터 언로딩 할 수 있는 구조체를 제공함으로써 소재의 이동을 돕는다.

특히, 로드록(190)은 분리판(196)에 위치하는 한 세트의 구멍(200)과, 하부 판(198)에 위치하는 한 세트의 구멍(202)을 더 포함한다. 더욱이, 승강 어셈블리(192)는 작동기(206)에 설치된 판(208)과, 이 판(208)에 설치된 한 세트의 핀(204)을 더 포함한다. 이 핀(204)은 동일 수의 구멍(200)과 동일 수의 구멍(202)과 정렬되도록 판(208)에 고정되게 설치되어 있다. 본 실시예에 따르면, 작동기(206)는 핀을 분리판(196)의 평면 위, 하부판(198)의 평면 위, 또는 판(196, 198) 모두의 아래에 위치하게 하는 3 위치 작동기인 것이 바람직하다.

따라서, 승강기가 로드록과 적절히 정렬되는 경우, 승강기는 소재를 들어올리거나 소재를 분리판(196) 또는 하부판(198)까지 하강시킴으로써 특정 로드록으로부터 소재를 적재하고 언로딩하는데 도움을 준다. 예를 들면, 승강 어셈블리(192A)가 작동함에 따라, 핀(204A-204D)은 방향(214)을 따라 이동한다. 승강기(192A)가 로드록(190A)과 적절히 정렬되어 상승하는 경우, 핀(204A-204D)은 우선 구멍(202A-202D)을 통과한 다음 구멍(200A-200D)을 통과할 것이다. 구멍을 통한 핀의 이동은 분리판(196)과 하부판(198)에 위치하는 소재를 승강시키기 위한 힘을 제공한다.

작동시, 방향(D2)을 따라 로드록(190A)의 하부 챔버(212A)에 들어가는 소재는 먼저 로봇 아암(도시하지 않음)에 의해 하부 챔버(212A)로 이동한다. 챔버(212A) 내에 위치하는 소재가 면(198A)에 놓여지는 것이 아니라 핀(204A-204D)에 얹혀지도록 핀(204A-204D)이 구멍(202A-202D)을 통해 끼워져 있다. 일단 소재가 챔버(212A)로 이동하여 핀(204A-204D)에 위치하면, 승강 어셈블리(192A)가 핀(204A-204D)을 하강시킴으로써, 소재가 면(198A)에 놓일 수 있다. 이에 의해 소재가 로드록(190A) 내에 삽입되고 나서 일단 소재가 하부판(198A) 위로 하강하면 냉각된다. 로드록(190A)에 의한 소재의 냉각은 하부판(212A)과 소재의 직접 접촉에 의한 대류 냉각과 같은 앞서 설명한 처리를 통해 이루어질 수 있다.

핀이 방향(D2)을 따라 로드록으로부터 이동하는 경우에, 핀(204A-204D)이 구멍(202A-202D) 속에 끼워져 소재를 면(198A)의 평면 위로 상승시킨다. 일단 소재가 면(198A)의 평면 위로 상승하면, 로봇 아암이 챔버(212A) 내에 삽입되어 소재를 제거한다.

유사한 공정이 챔버(210A)로부터 소재를 삽입하고 제거하는데 사용된다. 예를 들면, 방향(D1)을 따라 챔버(210A) 내에 삽입될 소재가 로봇 아암에 의해 챔버(210A) 내로 이동된다. 핀(204A-204D)이 구멍(200A-200D)을 통해 끼워져 소재를 지지한다. 일단 소재가 위치를 잡아 핀(204A-204D) 위에 놓이면, 핀이 구멍(200A-200D)을 통해 하강하여 소재가 면(196A) 위에 놓일 수 있게 된다. 소재가 로드록(190A)으로부터 제거되는 경우, 핀(204A-204D)은 다시 한번 구멍(200A-200D)에 끼워짐으로써 소재를 면(196A) 위로 상승시킨다. 이에 의해 로봇 아암이 소재와 면(196A) 사이의 챔버(210A) 내에 끼워짐으로써, 로봇 아암은 로드록(190A)으로부터 소재를 추출한다.

도 8은 이온 주입 장치(10 또는 30)에 소재의 처리량을 이송하는데 이용될 수 있는 픽업 아암(216)을 도시한다. 특히, 픽업 아암(216)은 로드록 어셈블리(12)로부터 처리실(16)로 소재를 이동시키는데 이용하는 것이 바람직하다. 덧붙이면, 픽업 아암(216)은 소재를 유지하는데 이용되고 이 소재가 이온 주입 장치를 통과할때 소재를 이송하는데 이용될 수 있다.

픽업 아암은 주변 벽(220)을 형성하는 3개의 측면 상에서 용기된 에지(edge)를 갖는 주 본체(218)로 형성된다. 따라서, 픽업 아암(216)은 주변 벽(220)에 대하여 리세스된 면(222)을 포함한다. 리세스된 면(222)과 벽(220)의 형상은 소재를 고정하기 위한 공간을 제공하도록 되어 있다.

예시된 픽업 아암(216)은 소재를 픽업 아암(216)에 고정하기 위한 클램프(224A-224F)를 포함할 수 있다. 클램프(224A-224F)는 각각 리세스된 면(222)에 의해 발생된 힘에 반대되는 소재에 힘을 가하기 위한 상부 플랜지(223)를 포함한다. 특히, 리세스된 면(222)과 연결된 상부 플랜지(223)는 이를 적소에 고정하기 위해 소재를 잡는다. 클램프(224)는 제1 축선(230)의 방향을 따라 이동할 수 있어서 소재와 맞물리고 분리될 수 있다. 덧붙이면, 제1 축선(230)을 따르는 클램프의 이동에 의해 클램프가 소재의 크기에 관계없이 소재를 픽업 아암(216)에 고정할 수 있게 된다. 이러한 클램프의 일 예는 스프링 부하가 걸린 클램프(spring loaded clamp)이다.

또한, 예시된 클램프는 클램프에 의해 소재에 가해지는 고정력을 변경시키기 위해 축선(232)을 따라 이동할 수 있는 구성으로 되어 있다. 고정력은 소재를 적소에 유지하기에 충분한 힘을 발생시키기 위해 변경되는 것이 유리하지만 소재에 손상을 줄만큼 그렇게 강하지는 않게 변경된다. 적절한 고정력을 확보하기 위해 상부 플랜지(223) 또는 하부 플랜지가 축선(232)의 방향을 따라 변경될 수 있다.

약간 뒤틀리는, 즉 수평면으로부터 변화하는 소재를 고정시키는데 있어서의 어려움을 극복하기 위해, 클램프(224A-224F)는 독립적으로 변경될 수 있다. 소재가면(222) 위로 상승하려는 경향이 있는 경우에, 플랜지(223 및 225)가 면(222)에 대해 높이 측면에서 상승될 수 있고 힘을 소재의 각 측면에 가함으로써 소재를 고정시킨다.

도 8을 더 참조하면, 픽업 아암(216)은 면(222)을 통해 연장한 제1 채널(234)과 제2 채널(236)을 포함할 수 있다. 채널은 픽업 아암을 통해 면(222)으로부터 픽업 아암(216)의 하부면(238)까지 연장되어 있다. 따라서, 픽업 아암은 3지 포크 모양의 구조를 형성한다. 채널(234 및 236)에 의해 면(222) 위에 얹히는 소재의 하부에 대해 접근할 수 있다.

작동시, 픽업 아암(216)이 소재를 포함하는 로드록 내로 삽입된다. 일반적으로, 소재는 핀(204)을 이용함으로써 로드록의 면으로부터 올라간다. 픽업 아암(216)이 로드록 내에 삽입되기 때문에, 핀(204)이 채널(234 및 236)을 따라 통과하도록 픽업 아암(216)이 정렬되어 있다. 이에 의해 픽업 아암은 핀(204)에 의해 동시에 지지되고 있는 소재 아래에 위치할 수 있다. 게다가, 이러한 시점에서, 클램프(224)는 완전히 후퇴하여 소재가 픽업 아암(216) 내에서 상당한 자유도의 운동을 할 수 있다.

일단 픽업 아암이 위치를 잡으면, 핀(204)이 하강할 수 있고 이에 따라 소재가 리세스된 면(222) 위에 놓일 수 있다. 소재가 픽업 아암(224)의 면(222) 위에 놓이고 난 후, 클램프(224)가 맞물릴 수 있다. 소재가 픽업 아암(216)에 고정 설치된 후, 픽업 아암은 소재와 함께 로드록으로부터 제거된다.

앞서 설명한 픽업 아암은 픽업 아암이 제3 축선(240) 주위를 회전하는 동안 픽업 아암에 소재를 유지할 수 있다는 또 다른 장점이 있다. 이에 의해 픽업 아암에 고정된 소재가 이온 소오스(18) 아래에 위치할 수 있다.

도 10 내지 도 13은 본 발명의 이온 주입 장치의 또 다른 실시예를 도시한 것이다. 예시된 이온 주입 장치(300)는 이온 주입 장치의 입력 적재 단부로부터 처리 단부(즉, 도 10 및 도 11의 오른쪽으로부터 왼쪽까지)까지 다수의 평평한 패널을 보관하는 종래의 다수의 패널 카세트(302)를 포함한다. 엔드 이펙터(306)는 선택된 카세트(302)로부터 패널을 회수하고 이 패널을 로드록 어셈블리(310)의 로드록 챔버 중 하나에 위치시키도록 위치하고 있다. 엔드 이펙터(306)는 패널 지지 테이블(306C)에서 끝나는 지지 브래킷(306B)에 연결된 한 쌍의 힌지된 아암(306A)을 포함한다. 엔드 이펙터(306)는 축선(311)을 따라 이송되는 베이스(307) 주위에서 선회할 수 있어 엔드 이펙터(306)로 하여금 카세트(302)에 보관된 패널에 접근하여 추출할 수 있게 한다. 엔드 이펙터 아암(306A, 306A)은 받침대(306D, 306D) 주위로 힌지되어 있고, 지지 테이블(306C)을 패널 카세트 내로 및 그로부터 이동시키도록 연장될 수 있다. 또한, 엔드 이펙터는 베이스(307) 주위를 선회할 수 있어 지지 테이블(306C)로 하여금 로드록 어셈블리(310)에 패널을 삽입하거나 그로부터 패널을 회수할 수 있게 한다.

또한, 엔드 이펙터(306)는 도 11에서 가상선으로 표시되어 있듯이 수직으로 이동할 수 있어 엔드 이펙터로 하여금 패널 카세트(302, 302)의 전체 수직 방향의 높이를 따라 패널에 접근할 수 있게 한다. 예시된 엔드 이펙터는 선행기술에 공지되어 있으므로, 여기서 추가 설명할 필요는 없다.

로드록 어셈블리(310)의 입력 단부에는 입력 게이트 밸브(312)가 형성되어 있는데, 이 입력 게이트 밸브는 사용자가 규정한 순서에 따라 제어기에 의해 선택적으로 작동할 수 있다. 출력 게이트 밸브(314)는 로드록 어셈블리(310)의 마주보는 단부에 형성되어 로드록 어셈블리와 처리실(316) 내에 포함된 처리실(318)과 유체 연통한다. 예시된 처리실(318)은 단일 소재 처리 어셈블리(도 12의 320)를 설치하고 있다. 예시된 소재 처리 어셈블리(320)는 로드록 어셈블리(310)로부터 패널을 적재하고 로딩하며 처리 도중 이 패널을 지지하기 위한 이중 기능을 수행한다. 특히, 소재 처리 어셈블리(320)는 패널을 지지하고 이온 소오스(330)를 통과하는 스캐닝 방향으로 패널을 이송하는데, 이온 소오스는 규정된 에너지의 이온 빔을 발생시킨다. 소재 처리 어셈블리(320)가 이온 빔을 통해 패널을 이송하는 경우, 패널은 이온 빔 내에 포함된 에너지 이온에 의해 주입된다.

이온 소오스(330)는 처리 하우징(316)의 한 측면, 로드록 어셈블리(310)를 설치하는 벽과 마주보게 위치하는 하우징의 측면에 설치되는 것이 바람직하다. 또한, 예시된 이온 주입 장치(300)는 RF 매칭 회로(330A)를 포함하는 이온 소오스의 일부를 둘러싸는 가스 박스(332)를 더 포함한다. 선행기술에 공지되어 있듯이, 이온 소오스(330)는 하나 이상의 고전압 부

상에 의해 둘러싸여 있고, 이 고전압 부싱은 이온 소오스(330)에 동력을 공급하기 위한 고전압원의 절연체 역할을 한다. 발생기(334)의 한 단부는 가스 박스(332)에 연결되어 있고, 다른 단부는 모터(336)에 연결되어 있다. 로드록 어셈블리(310)와 처리실(318)은 펌프 다운 어셈블리(319)에 의해 선택된 압력 수준으로 위치할 수 있고, 이 펌프다운 어셈블리는 압력 도관(319A)과 펌프원을 포함한다. 이온 주입 장치 부품의 작동을 제어하기 위한 제어기가 설비 박스(312)에 수용될 수 있다. 이온 주입 장치(300)의 이용 도중 통상 이용하는 주변 전자 장치는 전자 랙(323)을 포함하는 여러 위치에 수용될 수 있다. 주입 절차 도중 발생된 특정 배기는 배기관(327)을 경유하여 인클로저(enclosure)(325)로부터 배출될 수 있다. 당업자는 이온 소오스(330), 가스박스(332), 발생기(334) 및 모터(336)를 포함하는 이온 주입 장치의 종래 부분들의 기능과 작동을 인식할 것이므로 본원에서 더이상 설명할 필요는 없다.

도 12 및 도 13은 처리 하우징(316)의 처리실(318)내에 설치된 소재 처리 어셈블리(320)를 예시한다. 예시된 처리 하우징(316)은, 처리 하우징에 대하여 견고한 기계적인 지지대를 제공하는 다수의 구조 웹(338)을 바깥쪽 면을 따라 형성하였으므로, 그 장치(300)의 기계적인 완전성을 유지하는데 도움이 된다.

이온 소오스(330)가 처리 하우징(316)의 외벽(364)에 설치되어 있다. 외벽(364)은 축(304)을 따라 연장한 제1의 실질적 수직 벽부(364A)와 이온 소오스(330)를 설치하는 제2의 경사진 상부 벽부(364B)를 포함하는 것이 바람직하다. 예시된 면(364B)은 선택된 양만큼 수직 축선(304)으로부터 오프셋(offset)되어 있는 것이 바람직한데, 후술되어 있듯이 이 선택된 양은 가장 수직 위치에 배치될 때, 축선(304)으로부터 소재 처리 어셈블리의 플레튼(348) 사이의 오프셋과 동일한 것이 바람직하다. 스캐닝 도중 플레튼과 수직 축선(304) 사이의 각과 실질적으로 동일한 각으로 처리 하우징(316)의 경사진 면(364B)을 형성함으로써, 이온 주입 장치는 플레튼 면이 이온 소오스에 대해 실질적으로 평행하고 따라서 이 이온 소오스(330)로부터 방사된 이온 빔(334)과 수직한 것을 보장한다. 이렇게 함으로써 패널에 대해 실질적으로 균일한 이온 주입이 이루어진다.

처리실(318)은 제1 챔버부(318A)와 실질적으로 수직으로 연장된 챔버부(318B)를 포함한다. 챔버부(318A)는 로드록 어셈블리(310)의 로드록 챔버들 중 하나로부터 제거된 패널(P)을 수용할 정도의 크기로 되어 있다. 기타의 수직으로 연장된 챔버부는 비교적 작은 것이 바람직하고 스캐닝 방향(360)으로 패널의 횡단 스캐닝을 수용할 정도의 크기로 되어 있음과 동시에, 처리실의 펌핑 제약을 완화, 예를 들어 챔버의 배기를 더욱 신속히 할 수 있게 하기 위해 전체 챔버의 부피를 감소시킨다. 또한, 챔버부(318B)는 축선(305)에 횡방향, 또는 그에 직교하는 방향으로도 충분히 멀리 연장되어 패널로 하여금 이온 빔(331)을 완전히 통과할 수 있게 한다.

로드록 어셈블리(310)가 처리 하우징(316)의 또 다른 벽(365)에 설치되어 있으며, 이온 소오스(330)를 설치하는 대향 벽(364)과 마주보는 것이 바람직하다. 예시된 로드록 어셈블리(310)는 하우징 벽(365)에 고정 설치되어 있고 로드록 어셈블리(310)의 개구부와 정렬하는 수직으로 정렬된 일련의 슬롯(390A-390D) 위에 위치되어 있다. 이들 개구부는 로드록 어셈블리(310)의 각 로드록의 로드록 챔버에서 개방되는 것이 바람직하다. 로드록 어셈블리는 도 1A-6의 적층될 수 있고 포개어 질 수 있는 로드록 어셈블리(60)와 유사한 것이 바람직하다.

예시된 로드록 어셈블리는 로드록 챔버의 개구부 중 각 하나를 선택적으로 폐쇄하는 출력 게이트 밸브(314)를 포함하는 것이 바람직하다. 출력 게이트 밸브의 작동은 선행기술에 공지되어 있다. 로드록 어셈블리(310)가 압력 기밀 및 유체 기밀 시일을 유지하기 위해 하우징(316)의 벽(365)에 기밀 유지 상태로 연결되어 있다.

도 12를 참조하면, 예시된 소재 처리 어셈블리(320)는 로드록 어셈블리(310)로부터 패널의 적재 및 언로딩하는 것을 실행할 뿐 아니라 패널을 실질적으로 수직방향을 향하게 하거나 경사지게 하여 처리 도중 패널을 이송하는 다수의 선회가능한 구성 요소를 포함한다. 소재 처리 어셈블리(320)는 수직으로 연장된 안내 레일(324)에 작동할 수 있게 연결된, 즉 축선(304)을 따라 연장된 수직 캐리지(vertical carriage)(322)를 포함한다. 예시된 안내 레일(324)은 수직 캐리지(322)를 수용하는 홈을 포함한다. 수직 캐리지 및 안내 레일은, 선행 구동 모터 또는 리 이드 스트루와 같은 구동 메카니즘에 연결되는 것이 바람직하고, 이 구동 메카니즘은 축선(304)을 따라 안내 레일(324)을 따르는 캐리지를 선택적으로 그리고 가변적으로 이동시킨다. 지지 아암(326)은 선회점(327)에서 수직 캐리지(322)에 선회할 수 있게 연결되어 있다. 또한, 이 선회점에는 한 쌍의 고도 제어 아암(328A 및 328B)이 부착되어 있다. 이 고도 제어 아암은 각각 고도 제어 링크(340A, 340B)에 각각 부착되어 있다. 도시되어 있듯이, 제어 링크(340A)의 제1 단부는 제어 아암(328A)의 한 단부에 연결되어 있고, 이 아암의 마주보는 단부는 선회점(327)에 연결되어 있다. 제어 링크(340A)의 마주보는 단부는 선회점(342)과 중간 지지 아암(344)에 선회할 수 있게 연결되어 있다. 중간 지지 아암(344)은 플레튼(348)을 부착시킨 선회점에서 선회점(342)과 마주보는 단부에서 끝난다. 플레튼은 제1면(348A)과 제2의 리세스된 면(348B)을 포함하여 이들 사이에 릿(348C)을 형성한다. 이 릿은 패널(P)의 한 단부와 결합될 정도의 크기로 되어 있고 이하에서 설명하는바와 같이 처리 도중 플레튼(348) 위의 패널을 유지하거나 지지하는 역할을 한다.

예시된 고도 제어 링크(340a, 340b)는 각각 선행 모터, 구동 스크루 또는 기타 형태의 구동 구조와 같은 구동 메카니즘에 작동할 수 있게 연결되어 있다. 소재처리 어셈블리(320)의 구성 요소와 관련하여 구동 메카니즘은 로드록 어셈블리(310)의 로드록 구성 중 하나로부터 패널(P)을 제거하고 이 패널을 이온 소오스(330)를 통과한 화살표(360)로 표시된 스캐닝 방향으로 이송하는 구조를 제공한다.

작동시, 엔드 이펙터(306)는 패널 카세트(302) 중 하나로부터 패널을 제거한다. 다음으로, 제어기는 업스트림(입력) 게이트 밸브(312)를 개방하여 엔드 이펙터(306)로 하여금 패널(P)을 로드록 어셈블리(310)의 로드록들 중 하나 내에 위치시킬 수 있게 한다. 사용자가 규정한 순서에 따르면, 엔드 이펙터는 또한 패널을 특정 로드록에 적재하거나 이로부터 제거한다. 이렇게 사용자가 규정한 순서에 의해 이온 주입 장치(300)는 다수 소재를 동시에 처리하여 많은 처리량의 이온 주입 장치를 구현할 수 있다. 간단히 하기 위해, 단일 패널의 적재 및 이온 주입을 이하 더욱 상세히 설명하겠지만, 당업자라면 부가적인 패널이 주입 단계 도중 로드록에 적재될 수 있거나 기타의 패널이 냉각과 같은 처리를 받는 나머지 로드록들 중 하나에 존재할 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

일단 패널(P)이 선택된 로드록에 적재되었으면, 소재 처리 어셈블리(320)는 패널(P)을 제거하고 이온 주입 도중 이 패널을 유지한다. 순서에 따르면, 수직 캐리지(322)는 위치(A)로부터 안내 레일(324)을 따라 수직 방향 위로 제2 수직 위치(B)로 이동한다. 처리 어셈블리가 위치(B)에 위치할 때, 고도 제어 링크(340A)는 플레튼(348)을 챔버(354)와 같은 로드록 챔버로 이동시키기 위해 선회점(342) 주위를 선회한다. 챔버(354)에 존재하는 패널은 로드록 챔버의 플로어와 수직 방향으

로 일정 간격 떨어져 있어 플레튼(348)으로 하여금 패널(P) 아래로 슬라이딩하게 하여 이를 로드록 챔버(354)로부터 제거할 수 있게 하는 것이 바람직하다. 플레튼(348)이 패널(P) 아래로 미끄러지는 경우, 처리실(318)와 가장 가까운 패널의 단부가 플레튼의 립(348C)과 접촉한다.

패널(P)은 선회점(342) 주위를 선회하기 위해 제어 링크(340A)를 작동시킴으로써 로드록(354)의 로드록 챔버로부터 제거되고, 동시에 수직 캐리지(322)를 작동시켜 위치(A)에 가깝거나 그와 동일한 위치까지 안내 레일(324)을 따라 수직 방향으로 아래로 이동한다. 이어서, 고도 제어 아암 및 링크(328A, 328B, 348, 340B)는 선회점(327, 342) 주위를 이동하도록 작동할 수 있게 제어되어 플레튼을 화살표(358)로 표시된 방향으로 빙 돌려서 이온 주입 장치(300)의 수평면에 대해 소재를 경사지게 한다. 바람직한 실시예에 따르면, 소재 처리 어셈블리는 축선(304)에 대해 플레튼 면(348A)을 경사지게 하여 0도 보다 크고 바람직하기로는 5도보다 큰 각을 그들 사이에서 형성한다. 가장 바람직한 실시예에 따르면, 플레튼 면과 축선(304)은 약 5도의 각을 형성한다. 이렇게 특정한 방향 지향에 의해 중력이 플레튼위에서 패널을 유지할 수 있다.

이어서, 수직 캐리지(322)는 위치(C) 수직 방향 위로 이동하고 소재 처리 어셈블리(320)의 예시된 선회가능 구성 요소들이 조절되어 화살표(360)로 표시된 스캐닝 방향으로 플레튼 면을 이송시킨다. 이 스캐닝 이동 도중, 수직 캐리지(322)와 소재 처리 어셈블리의 선회 구성 요소들은 플레튼 면과 챔버 벽(364B) 사이에서 동일한 정도의 분리 상태를 유지한다. 즉, 스캐닝 방향(360)은 실질적으로 벽(364B)과 평행하다. 처리 도중 패널과 벽(364B) 사이의 이러한 균일한 분리 상태는 소재에 대한 균일한 이온 주입을 보장한다. 다음으로, 소재 처리 어셈블리는 패널의 이동을 바꾸어 이온 주입된 소재를 로드록 챔버 내에 위치시킨다.

이온 주입 처리 도중, 리본 빔(19)의 일부는 패널(P)의 에지에 넘쳐 흐른다. 빔 감지 장치(398)는 챔버(318) 내에 수용될 수 있거나 처리 하우징(316)에 연결될 수 있고 이온 빔(19, 331)을 분석하기 위해 챔버(316)와 연통한다. 또한, 감지 장치는 이온 빔으로 소재를 동시에 처리/주입함과 동시에 이온 빔(331)의 파라미터를 측정함으로써 본 발명의 이온 빔 장치로 하여금 처리량을 증가시킬 수 있게 한다. 파라미터라는 용어는 이온 빔의 현재 밀도, 이온 빔 내의 중성 입자의 수, 및 이온 빔 내의 입자의 질량과 같은 소재 내 이온 주입과 관련되는 이온 빔의 특성을 의미한다. 소정 수의 소재의 주입 사이의 이온 빔의 현재 밀도를 간헐적으로 측정했던 선행 기술과 비교하여, 빔 감지 장치는 소재의 주입 도중에 이온 빔을 측정한다. 따라서, 이온 빔에 대한 측정을 이루기 위해 이온 주입 처리를 방해하지 않고 이온 주입 처리 도중 일정하게 이온 빔은 감지될 수 있다.

신장 축선을 따라 연장된 예시의 리본 빔(19)은 신장 축선에 횡단하는 제2 통로를 따라 연장된 폭을 지닌다. 리본 빔은 가로 세로비가 큰 이온 소오스의 플라즈마 전극에 신장된 슬롯으로부터 형성될 수 있다. 즉, 50배 이상까지 그 폭을 초과하는 길이를 지닌 리본 빔이다. 리본 빔은 미리 선택된 조사량을 확보하는데 필요한 이온 빔을 통해 소재의 통과 횟수를 감축할 수 있기 때문에, 리본 빔은 영역이 넓은 소재에 이온 주입하는데 효과적이라는 점이 증명되었다. 예를 들어, 선행기술에서는 이온 빔이 소재를 완전히 커버하기 위해 소재에 대한 두 개의 직교 방향으로 스캐닝될 것이 요구되었었다. 이에 비해, 리본 빔은 소재의 치수 중 최소한하나의 치수를 초과하는 길이를 가질 경우, 소재를 완전히 커버하는데는 리본 빔을 통한 소재의 스캐닝이 한번만 요구될 뿐이다.

심지어 비교적 높은 100:1의 가로 세로비를 가지는 전극 슬롯으로 형성된 리본 빔은 550mm x 650mm 이상의 치수를 가지는 소재와 같은 비교적 넓은 소재 주입에 유용함이 증명되었다. 그러나, 이러한 리본 빔은 균일하게 제어 및 유지하는 것이 더욱 어렵다. 따라서, 이온 빔 파라미터에 대한 지속적인 측정과 제어는 가로 세로비가 큰 전극 슬롯으로 형성된 리본 빔을 사용하는 경우 특히 중요한 것으로 판명되었다. 바람직한 이온 빔 감지 장치는 Attorney Docket No. ETE-003에 설명되어 있고, 참고로 그 개시 내용을 앞서 인용했다.

이온 주입 장치(300)에 의한 패널의 다중 처리는 도 13에 개략적으로 도시되어 있다. 로드록(372)으로부터 제거된 패널(P)은 화살표(374)로 표시된 방향으로 이동한다. 로드록(372)으로부터 패널(P)을 제거하는 경우, 소재 처리 어셈블리(320)는 플레튼 면을 경사지게 하므로 로드록으로부터 제거되는 실질적 수평 방향에 횡방향으로 상기 패널을 경사지게 한다. 특히, 패널(P)은 제1 횡단 위치(378)에 위치하고 이어서 축선(304)을 따라 수직 방향으로 하향 이동하여 화살표(381)로 표시되었듯이 또 다른 수직 위치(380)에 위치한다. 이어서 화살표(382, 384)로 표시되어 있듯이, 소재 처리 어셈블리(320)는 패널을 이송 방향 위로 이동시킨다.

예시된 패널을 이온 주입하는 동안, 또 다른 패널(P2)이 인접하는 로드록 내에 적재되는데, 이 로드록에서 상기 또 다른 패널은 처리를 대기하거나 도 1A-6의 로드록 어셈블리와 관련된 냉각 장치와 같은 이온 주입 장치의 냉각 장치를 경유하여 냉각된다. 게다가, 또 다른 패널(P3)이 로드록 어셈블리(310)의 또 다른 로드록내로 적재될 수 있다.

본 발명의 이온 주입 장치(300)는 수많은 장점을 지닌다. 본 발명의 이온 주입 장치의 하나의 장점은 주입된 패널을 로드록 어셈블리(310)에 적재하거나 이로부터 패널을 제거하기 위해 단일의 소재 처리 어셈블리를 이용함과 동시에 스캐닝 방향을 따라 이송 도중 패널을 지지한다는 점이다. 이온 주입 도중, 패널을 처리하고 이를 지지하기 위한 단일의 소재 처리 어셈블리의 이용에 의해 처리실 내에 설치되어야 하는 기계 장치의 수가 감소될 뿐 아니라 선행기술의 이온 주입 장치에 관한 처리 도중 패널의 기계적인 이송의 수가 감소된다. 예를 들면, 선행 기술의 이온 주입 장치는 패널을 로드록으로부터 제거하고 이 패널을 별도의 이송 단계에 적재하기 위해 제1 로봇 아암을 이용했다. 다음으로, 이송 단계는 패널을 이온 소오스에 의해 이온 주입되는 스캐닝 방향으로 패널을 이동시킨다. 이러한 구성 요소들을 모아 단일의 소재 처리 어셈블리로 구성함으로써, 소재 이송의 횟수가 감소되므로 이온 주입 장치의 처리량을 증가시킨다.

본 발명의 또 다른 장점은 소재 처리 어셈블리(320)가 이온 소오스(330)에 의해 이온 주입되는 수직 스캐닝 방향으로 패널을 이송한다는 점이다. 수직 스캐닝방향으로 패널의 이동을 수용하도록 처리 하우징을 구성하면 하우징의 전체 크기 및 풋프린트(footprint)가 축소된다. 이에 따라 이온 주입 장치(300)에 대해 전체 풋프린트가 축소되게 된다. 예를 들면, 처리 하우징은 축선(304)을 따라 약 60인치보다 작은 수평 풋프린트를 가지고, 약 102인치의 수직 높이를 갖는다. 도 10 및 도 11에 도시된 전체 이온 주입 장치의 크기는 길이가 약 197인치이고 넓이가 약 92인치이다. 당업자라면 엔드 이펙터와 패널 카세트를 통합하는 것은 이온 주입 장치의 전체 크기에 더해지게 되고, 바람직한 실시예에 따르면 그 크기는 길이가 약 290인치이고 넓이가 약 89인치이라는 것을 알 수 있을 것이다.

다중 패널의 동시 처리는 도 14의 제어 순서 타이밍 도에 의해 도시되어 있다. 이 타이밍 도는 다중 패널의 처리 도중 로드록 어셈블리(310)의 여러 로드록들에 대해 발생하는 여러 현상을 그래프로 도시한다. 제어 시퀀스 테이블(388)은 로드록(1, 2, 3, 4)으로 표시된 로드록 어셈블리(310)의 로드록 내에서 발생하는 특정 시퀀스를 도시한다. 시퀀스 번호(1-4)는 타이밍 도(390)에 의해 예시된 타이밍 시퀀스 도중 발생한 특정 작동 현상에 상응한다. 예를 들어, 블록(1)은 약 0초와 30초 사이에 발생하는 작동 현상에 상응하고, 블록(2)은 약 30초와 60초 사이에 발생하는 작동 현상에 상응하며, 블록(3)은 약 60초와 90초 사이에 발생하는 작동 현상에 상응하고, 블록(4)은 약 90초와 120초 사이에 발생하는 작동 현상에 상응한다. 블록(1-4) 도중 발생하는 작동 현상은 타이밍 도(390)의 가장 왼쪽 부분에 그 현상의 표제를 달아 열거되어 있다. 현상 타이밍 시퀀스의 일례는 다음과 같다. 시간 0에서, 다음과 같은 현상, 즉 이온 주입 장치의 엔드 이펙터에 통상 인접한 프론트 게이트 밸브(VH)가 범용 컴퓨터와 같은 적절한 임의의 제어기에 의해 개방되는 현상이 발생한다. 게이트 밸브(VH)가 개방된 후, 패널은 엔드 이펙터(306)에 의해 그 안에 적재된다. 일단 패널이 로드록 챔버 내에 적재되면, 상기 밸브(VF)는 폐쇄되고 상기 챔버는 적절한 임의의 펌핑 어셈블리에 의해 펌프다운된다. 예시된 바와 같이, 로드록의 펌프다운은 완료까지 약 25.5초 걸린다.

로드록의 펌프다운 완료시, 다운스트림의 게이트 밸브(VR)가 개방되고 소재처리 어셈블리(320)는 로드록으로부터 패널을 제거하여 이를 스캐닝 방향으로 이송하여 이온 소오스에 의해 이온 주입된다. 타이밍 시퀀스의 주입부는 완료하는데 약 12초가 걸린다. 다음으로, 소재 처리 어셈블리는 패널을 로드록 챔버 내에 언로딩하도록 위치되어 있다. 다음으로, 게이트 밸브(VR)는 폐쇄되고 이어서 로드록 챔버가 대기압 또는 중간 압력과 같은 적절한 압력으로 배출된다. 더욱이, 타이밍 시퀀스 중 배출부 도중, 가열된 패널이 여기 설명된 기술에 따라 냉각된다. 타이밍 시퀀스의 블록들(3, 4) 사이에 걸치고 거의 약 49.5초 걸리는 배출/냉각 타이밍 시퀀스의 일부로서, 로드록 챔버 내에 설치된 소재 지지 어셈블리는, 이온 주입된 패널이 그 위에 적재되는 배치 위치와 이온 주입된 패널이 로드록의 비교적 차거운 플로어와 긴밀히 접촉하는 상태로 위치할 수 있는 적재 위치 사이에서 수직으로 이동한다.

제어 시퀀스 테이블(388)은 타이밍 시퀀스의 상이한 단계가 상이한 로드록에서 발생함을 도시한다. 따라서, 특정 로드록과 관련된 특정 패널에 대해 발생하는 현상은 다중 패널의 동시 처리를 용이하게 하기 위해 조종될 수 있다. 바람직한 실시예에 따르면, 시간당 약 80개의 패널이 본 발명의 이온 주입 장치(300)에 의해 처리될 수 있다.

따라서, 본 발명은 앞에서의 설명으로부터 명백하게 된 사항들 중에서 이상설명한 목적들에 효과적으로 도달함을 알 수 있을 것이다. 본 발명의 범위를 벗어나지 않는다면 상기 구성에 있어 어떤 변경이 이루어 질 수 있기 때문에, 앞에서의 상세한 설명에 포함되거나 첨부 도면에 도시된 모든 사항은 설명의 의미로 해석되어야지 제한하려는 의미로 해석되어서는 안 된다.

또한, 이하의 청구의 범위는 여기 설명된 본 발명의 일반적인 모든 특징들과, 이들 사이에 들어간다고 말할 수 있는 본 발명 범위의 모든 기재 내용을 포함함을 알 수 있다.

본 발명을 설명하였으며, 특허 등록에 의해 보호받고자 신규한 사항은 다음과 같다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

소재를 처리하는 이온 주입 장치로서,

선택된 물질을 이온화하여 이온 빔을 발생시키는 이온 소오스와;

상기 이온 소오스에 유체 연결된 처리실을 한정하는 하우징과;

상기 하우징에 연결되고 상기 처리실에 대해 별도로 압력을 가할 수 있는 로드록 챔버와;

상기 처리실 내에 설치되어, 상기 로드록 챔버로부터 소재를 제거하고 상기이온 소오스에 의해 발생된 이온 빔에 의한 주입 도중 소재를 지지하는 단일의 소재 처리 장치와;

다수의 소재를 보관하기 위한 소재 카세트를 지닌 엔드 스테이션 어셈블리와;

상기 카세트와 상기 로드록 챔버 사이에서 소재를 이송하기 위한 엔드 이펙터를 포함하는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 소재 처리 장치는 주입 도중 소재를 선행 이송 방향으로 이송하기 위한 이송 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

청구항 3.

제 1 항 또는 제 2항에 있어서,

상기 이온 주입 장치는 길이 방향의 축을 따라서 신장되고 상기 이온 소오스에 의해 발생된 이온 빔은 상기 길이 방향 축에 대해 횡방향으로 지향되어, 예를 들어, 상기 이온 소오스에 의해 발생되는 이온 빔과 길이 방향의 축이 이들 사이에서 85도의 각을 형성하도록 하며, 선택적으로, 상기 이송 수단은 이온 빔에 통상직교하게 위치하는 이송 방향으로 이온 빔을 통해 소재를 이송시키는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

청구항 4.

제 1 항 또는 제 2항에 있어서,

상기 이온 주입 장치는 길이 방향의 축을 따라 연장되고, 상기 이온 소오스에 의해 발생된 이온 빔과 상기 길이 방향의 축은 이들 사이에서 5도의 각을 형성하는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

청구항 5.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 소재 처리 장치는 처리 도중 소재를 지지하기 위한 플레튼과, 상기 로드록 챔버에 대한 플레튼의 위치를 이동시키기 위한 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

청구항 6.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 소재 처리 장치의 이동을 자동으로 제어하는 제어기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

청구항 7.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 이온 소오스는 리본 빔을 발생시키는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

청구항 8.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 로드록 챔버에 연결되어, 상기 로드록 챔버를 선택된 압력으로 배치하는 압력 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

청구항 9.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 로드록 챔버에 연결되어, 상기 로드록 챔버의 적어도 일부분을 선택된 압력으로 배치하여 냉각 덱(cold deck)를 형성하는 온도 제어 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

청구항 10.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 소재가 챔버 내에 배치될 때, 상기 로드록의 냉각면(cooling surface)에 연결되어 소재를 이와 접촉시킴으로써, 상기 소재로부터 상기 냉각면으로의 열전달을 실행하는 진공 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

청구항 11.

제 10 항에 있어서,

상기 냉각면은 그 내에 형성된 다수의 진공 적용 개구부(vacuum-applying openings)가 형성되어 있고, 상기 개구는 상기 진공 수단과 유체 연통되어, 상기 소재 배면의 상당 부분이 상기 냉각면과 접촉하여 배치되는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

청구항 12.

제 10 항에 있어서,

상기 냉각면을 통해 냉각 유체를 순환시키기 위한 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

청구항 13.

제 10 항에 있어서,

상기 진공 수단은 압력을 상기 소재의 배면에 가하기 위해 상기 냉각 면에 형성된 유체 네트워크(fluid network)를 포함하는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

청구항 14.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상부면과 하부면을 지닌 다수의 로드록 적층 요소들을 더 포함하고, 상기 로드록 요소들은 서로에 대해 축방향으로 위치하여 적층된 로드록 어레이를 형성하는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

청구항 15.

제 14 항에 있어서,

각 로드록 적층 요소는 서로 적층될 때 인접하는 로드록 요소와 로드록 요소들 중 하나를 포개지게 하기 위한 네스팅 수단을 포함하고, 선택적으로, 상기 네스팅 수단은 인접 로드록의 상부 표면과 포개지도록 하는 하부면을 가져, 상기 로드록이 적층될 때 모두 포개지도록 하며, 또한 선택적으로, 각각의 로드록의 하부면은 제1 최하부면과, 바깥쪽으로 단이 진 제2 하부면, 및 보다 바깥쪽으로 단이 진 제3 하부면을 가지는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

청구항 16.

제 15 항에 있어서,

상기 각 로드록의 상부면은 제1의 최상부면, 제1 벽부에 의해 제1 면과 분리되는 리세스된 제2면 및 보다 리세스된 제3 상부면을 가지는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

청구항 17.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 로드록의 정면부에 형성된 정면 슬롯과 작동할 수 있게 연결된 게이트밸브와, 상기 로드록의 배면 부분의 정면 개구부의 맞은편에 형성된 배면 슬롯과 작동할 수 있게 연결되어 있고 이 슬롯을 통해 소재를 통과시킬 수 있게 하기 위해 정면 슬롯과 정렬되어 위치하는 제2 게이트 밸브를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 소재 처리용 이온 주입 장치.

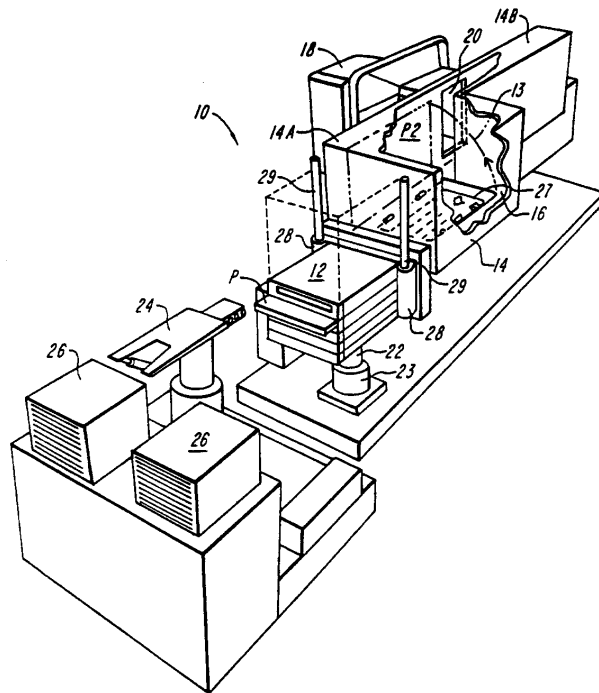
청구항 18.

제 14 항에 있어서,

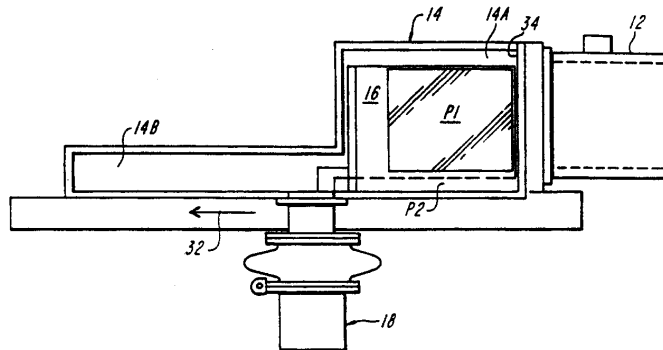
상기 적층된 로드록 어레이는 이온 주입 장치에 의한 다수 소재의 처리를 용이하게 하도록 구성된 소재 처리용 이온 주입 장치.

도면

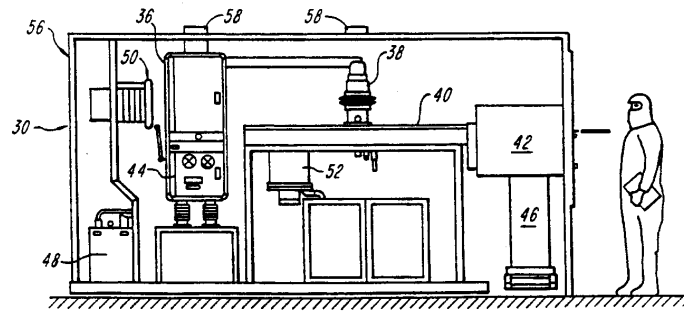
도면1a



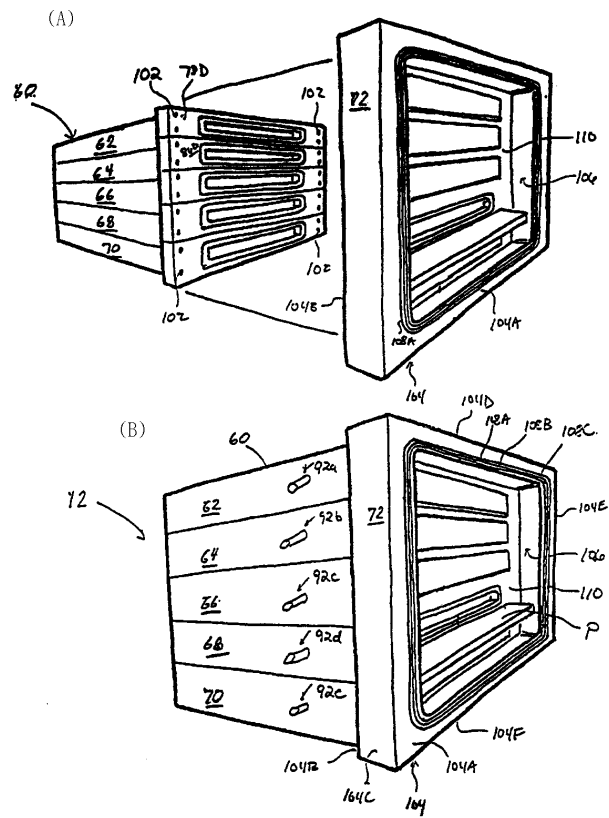
도면1b



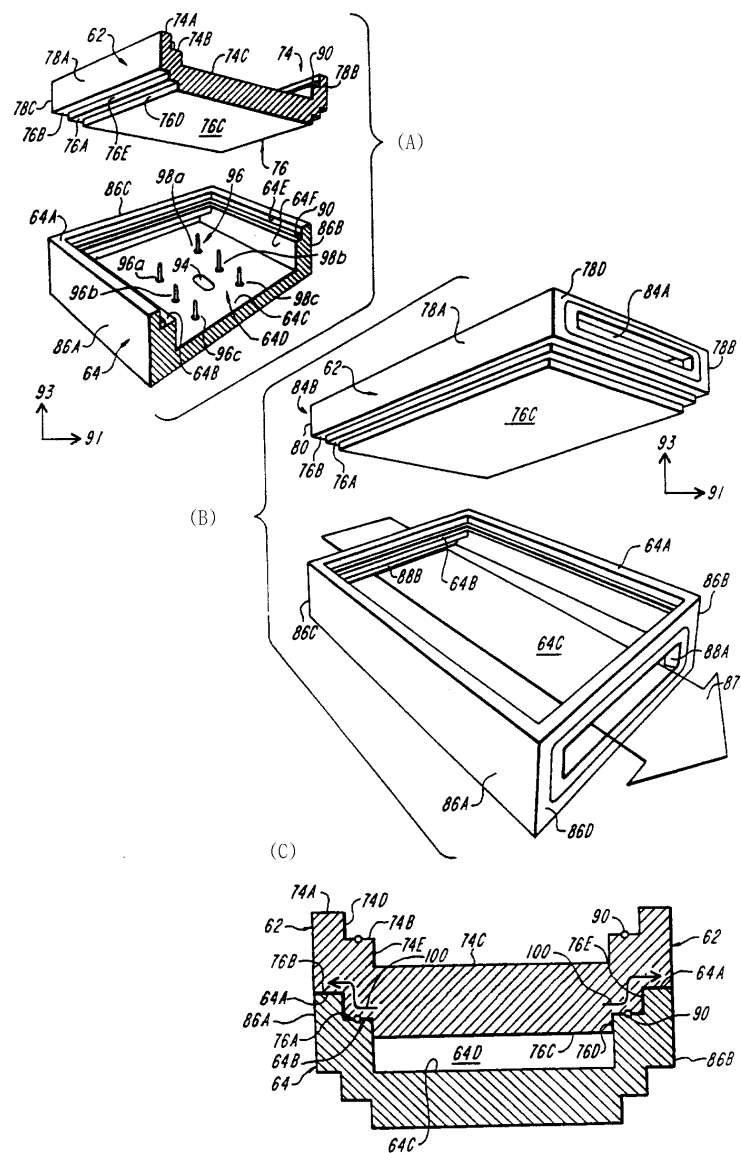
도면2



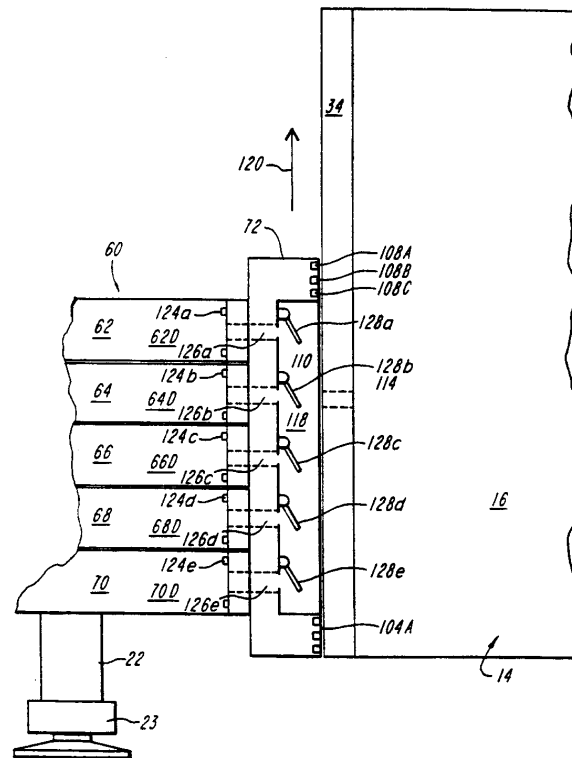
도면3



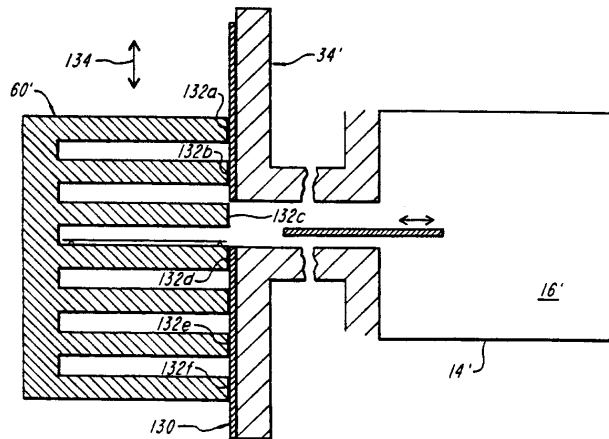
도면4



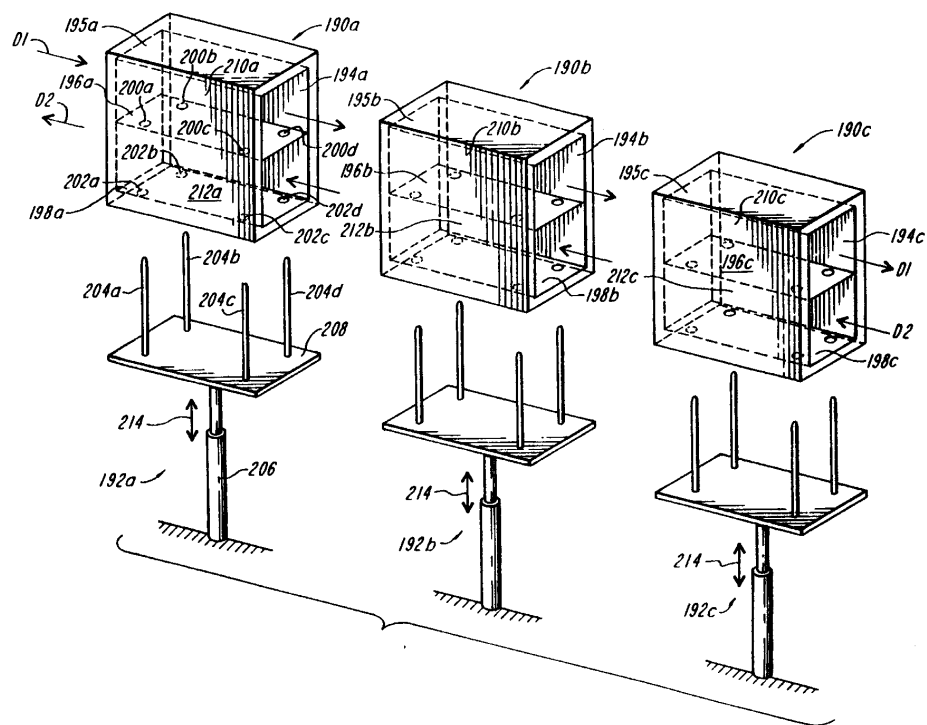
도면5



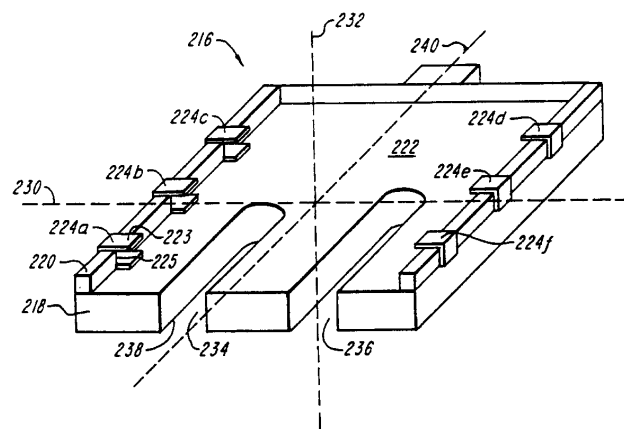
도면6



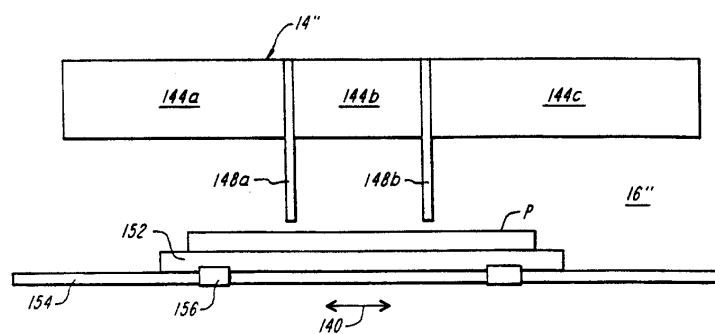
도면7



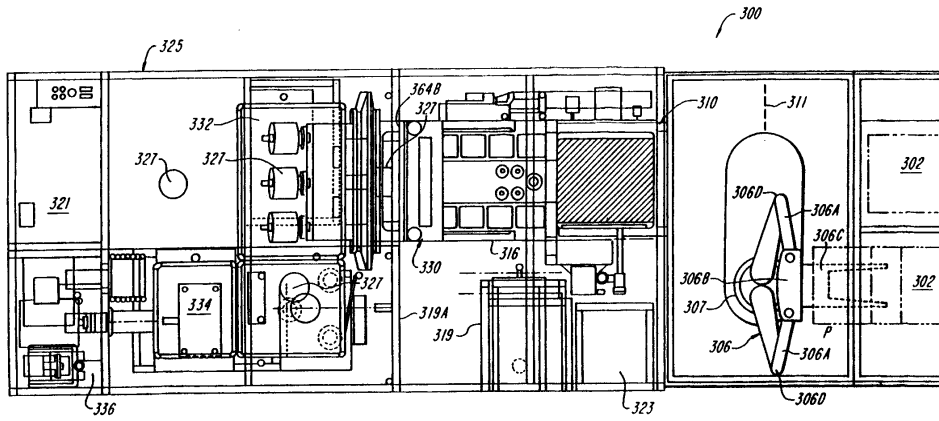
도면8



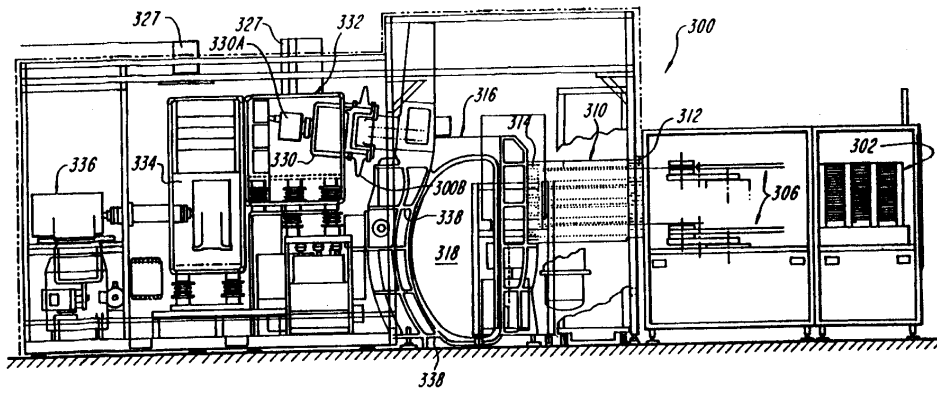
도면9



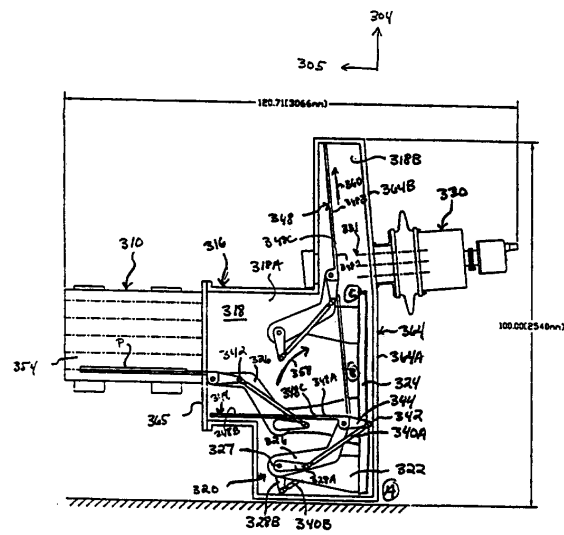
도면10



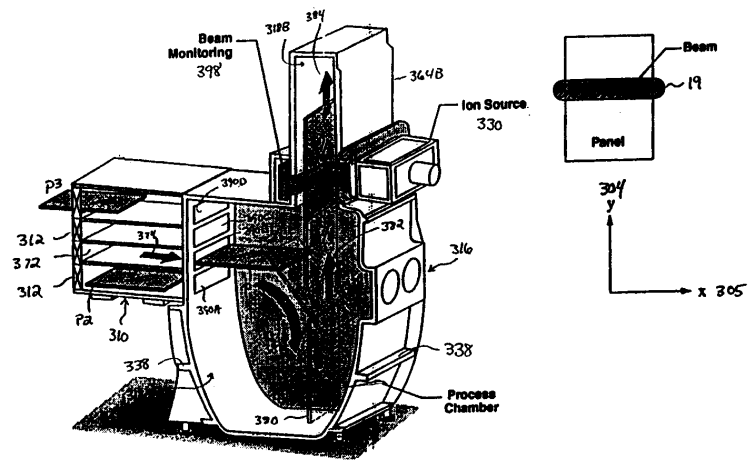
도면11



도면12



도면13



도면14

