



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0098675
 (43) 공개일자 2008년11월11일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) Int. Cl. <i>C23C 16/458</i> (2006.01) <i>C23C 16/509</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2008-7023663(분할)</p> <p>(22) 출원일자 2008년09월26일 심사청구일자 2008년09월26일</p> <p>(62) 원출원 특허 10-2006-7020787 원출원일자 2006년10월04일 심사청구일자 2006년11월06일 번역문제출일자 2008년09월26일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2005/007521 국제출원일자 2005년03월03일</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2005/087976 국제공개일자 2005년09월22일</p> <p>(30) 우선권주장 60/550,530 2004년03월05일 미국(US) 60/575,621 2004년05월27일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인 어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드 미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050</p> <p>(72) 발명자 셴, 소보 미국 94087 캘리포니아주 쉐니베일 아즈레 스트리트 884 포도르, 마크, 에이. 미국 94061 캘리포니아주 레드우드 시티 라크 애비뉴 1690 (뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인 주성민, 이중희, 백만기</p> |
|---|---|

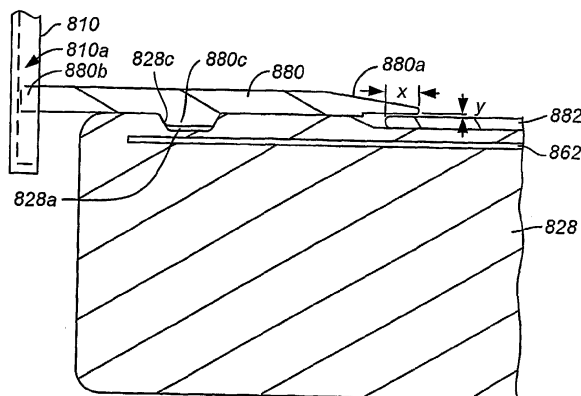
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 경사면 증착을 줄이기 위한 하드웨어 개발

(57) 요약

본 발명에 따른 실시예들은 반도체 작업물(882)의 경사면 상의 물질의 증착을 줄이거나 없애기 위하여 단독으로 또는 조합하여 이용될 수 있는 다양한 기술들에 관한 것이다. 하나의 접근법에서, 경사면 영역으로의 가스의 유동을 방지하기 위한 웨도우 링(880)이 기판(882)의 에지 상에 위치한다. 웨도우 링의 에지(880a)에서의 기하학적 특징은 가스의 유동을 웨이퍼로 향하게 하여 에지를 가리면서 웨이퍼 전체에서의 두께 균일도를 유지한다. 다른 접근법에서, 기판 히터/지지체가 지지되고 있는 기판의 에지로 퍼지 가스를 유도시키도록 구성된다. 이들 퍼지 가스는 프로세스 가스가 기판 에지에 도달하여 경사면 영역 상에 물질이 증착되는 것을 방지한다.

대표도 - 도8a



(72) 발명자

시바라마크리시난, 비스웨스워렌

미국 95051 캘리포니아주 산타 클라라 어거스트 플
레이스 2223

리우, 정팅

미국 95131 캘리포니아주 산 호세 시리 안 서클
1875

특허청구의 범위

청구항 1

인접 펌핑 라이너의 복수의 수직 채널로 수평 방향으로 돌출하도록 구성된 수평 탭;
인접 기관 지지체로 수직 방향으로 돌출하도록 구성된 수직 탭; 및
상기 기관 지지체 상에 배치된 기관의 에지 영역 상에 0.8 mm의 거리로 연장하고 상기 에지 영역으로부터 0.0015" 내지 0.0075" 사이의 갭 만큼 분리되도록 구성되는 현수부
를 포함하는 웨도우 링.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 현수부의 상부 표면은 프로세싱 가스의 유동이 상기 기관을 향하게 하도록 구성된 경사면을 포함하는 웨도우 링.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 경사면은 상기 기관의 평면에 대하여 10° 기울어진 웨도우 링.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 현수부의 하부 표면은 상기 기관의 에지 제외 영역에 접촉하도록 구성된 돌출부를 포함하는 웨도우 링.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 수직 탭의 측면은 상기 웨도우 링의 바닥면의 평면에 대하여 60° 기울어진 웨도우 링.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 수직 탭은 0.027" 내지 0.033" 사이의 높이를 가지는 웨도우 링.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 현수부는 상기 기관 상의 노치의 위에 놓이도록 구성된 돌출부를 포함하는 웨도우 링.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 돌출부의 베이스에서의 제2 지점과 제1 지점 사이에서 정의되는 제1 라인과 상기 돌출부의 에지에서의 제3 지점과 상기 제1 지점 사이에서 정의되는 제2 라인 사이의 각은 0.83° 인 웨도우 링.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 웨도우 링은 접지된 웨도우 링.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 웨도우 링은 알루미늄 질화물을 포함하는 웨도우 링.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> <관련 출원에 대한 상호 참조>

<2> 본 정규 특허 출원은, 2004년 3월 5일자로 출원된 미국 특허 가출원 제60/550,530호 및 2004년 5월 27일자로 출원된 미국 특허 가출원 제60/575,621호에 대한 우선권을 주장하며, 이들 양자는 본 명세서에 그 전체가 모든

목적에 의해 참고로 반영되어 있다.

배경 기술

- <3> 집적 회로(IC)는 반도체 기판의 표면에 개별 반도체 소자들을 형성함으로써 제조된다. 이러한 기판의 일례는 실리콘(Si) 또는 실리콘 이산화물(SiO₂) 웨이퍼이다. 반도체 소자들은 종종 수천 개의 마이크로-일렉트로닉 소자들(예를 들어, 트랜지스터, 커패시터 등)이 단일 기판 상에 형성되는 대규모 스케일로 제조된다.
- <4> 기판 상의 소자들을 상호접속시키기 위하여, 상호접속 구조들의 멀티 레벨 네트워크가 형성된다. 기판 상에 물질이 여러 층 증착되고, 일련의 제어된 단계들에서 선택적으로 제거된다. 이러한 방법으로, 다양한 도전성 층들이 서로 상호접속되어 전자 신호의 전달을 용이하게 한다.
- <5> 반도체 산업에서 막을 증착하는 하나의 방법은 화학 기상 증착 또는 "CVD"로서 알려져 있다. CVD는 진성 및 도핑된 비정질 실리콘, 실리콘 산화물, 실리콘 질화물, 실리콘 산질화물 등을 포함하는 다양한 종류의 막들을 증착하는 데 이용될 수 있다. 반도체 CVD 프로세싱은 일반적으로 진공 챔버에서 원하는 막을 형성하도록 분해되어 반응하는 전구체 가스들을 가열함으로써 행해진다. 저온 및 비교적 높은 증착 속도로 막을 증착하기 위하여, 증착 동안 챔버 내의 전구체 가스(precursor gas)들로부터 플라즈마가 형성될 수 있다. 이러한 프로세스는 플라즈마 강화 화학 기상 증착 또는 "PECVD"로 알려져 있다.
- <6> 기판 프로세싱의 정확한 재현성은 집적 회로를 제조할 때 생산성을 향상시키기 위한 중요한 요소이다. 기판 전체에서의 일관된 결과는 물론, 기판마다 재현 가능한 결과, 특히 제조 수율을 달성하기 위해 다양한 프로세스 파라미터의 정확한 제어가 요구된다.
- <7> CVD 프로세싱 챔버 내에서, 기판은 일반적으로 프로세싱 동안 가열된 기판 지지체 상에서 증착된다. 기판 지지체는 일반적으로 기판의 온도를 제어하기 위한 매립된 전기 가열 소자를 포함한다. 기판 지지체는 기판 지지체와 기판 간의 열 전달을 용이하게 하기 위한 가스(예를 들어, 헬륨(He), 아르곤(Ar) 등)용 채널 및 그루브를 더 포함할 수 있다. 또한, 기판 히터 어셈블리는 다양한 플라즈마 강화 프로세스 동안 기판에 RF 바이어스를 인가하기 위한 내장된 무선 주파수(RF) 전극을 더 포함할 수 있다.
- <8> 증착 프로세스(예를 들어, 화학 기상 증착(CVD), 플라즈마 강화 CVD(PECVD) 등) 동안, 기판의 중심 및 주변 영역은 상이한 프로세싱 조건에 노출된다. 프로세싱 조건의 차이는 일반적으로 증착된 층들의 낮은 균일도를 유발한다. 예를 들어, 통상적인 가열된 기판 지지체들 상에서 처리되는 기판들은 종종 기판의 에지 바로 위까지 증착이 일어나는 것을 허용하며, 또한 기판의 중심에 증착된 물질에 비해 기판의 에지 근처에 증착된 층이 더 두꺼울 수 있다. 증착된 층들의 불균일은 증착 프로세스의 수율 및 생산성은 물론, 집적 회로의 전체 성능을 제한한다. 또한, 기판의 에지를 따라 증착된 물질은 로보틱 이송 메커니즘 상에 기판을 정확하게 배치하는 데 문제를 일으킬 수 있다. 기판이 로보틱 이송 메커니즘 상의 미리 정해진 위치에 유지되지 않는 경우, 기판은 이송 동안 손상 또는 낙하되거나, 프로세싱 장비 내에 배치될 때 오정렬되어 나쁜 프로세싱 결과를 낳을 수 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <9> 따라서, 이 분야에는, 반도체 기판 프로세싱 시스템에서의 집적 회로의 제조 동안 기판의 에지를 따라 물질을 증착하지 않고 기판 상에 균일한 물질 층의 증착을 용이하게 하기 위한 기판 히터 어셈블리가 필요하다.

과제 해결수단

- <10> 본 발명에 따른 실시예들은 반도체 작업물(882)의 경사면 상의 물질의 증착을 줄이거나 없애기 위하여 단독으로 또는 조합하여 이용될 수 있는 다양한 기술들에 관한 것이다. 하나의 접근법에서, 경사면 영역으로의 가스의 유동을 방지하기 위한 웨도우 링(880)이 기판(882)의 에지 상에 위치한다. 웨도우 링의 에지(880a)에서의 경사진 기하학적 특징은 가스의 유동을 웨이퍼로 향하게 하여 에지를 가리면서 웨이퍼 전체에서의 두께 균일도를 유지한다. 다른 접근법에서, 기판 히터/지지체가 지지되고 있는 기판의 에지로 퍼지 가스를 유동시키도록 구성된다. 이들 퍼지 가스는, 프로세스 가스가 기판 에지에 도달하여 경사면 영역 상에 물질이 증착되는 것을 방지한다.
- <11> 작업물 상에 물질을 화학 기상 증착하기 위한 본 발명에 따른 방법의 일 실시예는 프로세싱 챔버 내에 지지되는

기판의 에지 영역들 상에 위치하는 경사 현수부를 특징으로 하는 웨도우 링을 배치하는 단계를 포함하며, 상기 웨도우 링은 상기 에지 영역들 상에 약 0.8-2.0 mm의 거리로 연장하고 상기 에지 영역들로부터 약 0.0045"/± 0.003"의 갭 만큼 분리된다. 프로세싱 가스가 상기 챔버로 유동되며, 상기 프로세싱 가스의 반응이 상기 에지 영역들 외측에서 물질의 증착을 유발하도록, 상기 챔버 내에 플라즈마를 발생시키기 위하여 상기 챔버에 에너지가 인가된다.

<12> 유전체 막을 화학 기상 증착하기 위한 본 발명에 따른 방법의 다른 실시예는 프로세싱 챔버 내의 지지체 상에 기판을 배치하는 단계; 퍼지 가스를 상기 지지체를 통해 상기 기판의 에지 영역으로 유동시키는 단계; 및 프로세싱 가스를 상기 챔버로 유동시키는 단계를 포함한다. 상기 퍼지 가스의 유동이 상기 에지 영역으로의 프로세싱 가스의 유동을 방지하고 상기 에지 영역 내의 유전체 물질의 증착을 억제하도록, 상기 챔버 내에 플라즈마를 발생시키기 위하여 상기 챔버에 에너지가 인가된다.

<13> 작업물 상에 유전체 물질을 증착하기 위한 본 발명에 따른 장치의 일 실시예는 프로세싱 챔버 내에 배치되는 수직 가동 기판 지지체; 상기 프로세싱 챔버 내에 플라즈마를 생성하기 위하여 상기 프로세싱 챔버에 에너지를 인가하도록 구성된 에너지 소스; 및 배기구 및 수직 채널을 한정하는 펌핑 라이너를 포함한다. 현수부를 포함하는 웨도우 링이, 상기 기판 지지체가 상기 웨도우 링과 결합하도록 상승할 때, 에지 영역 상에 약 0.8-2.0 mm의 거리로 연장하고 상기 에지 영역으로부터 약 0.0045" ± 0.003"의 갭 만큼 분리되도록 구성된다.

<14> 본 발명에 따른 실시예들의 추가적인 이해는 첨부 도면과 함께 취해지는 아래의 상세한 설명을 참조하여 이루어질 수 있다.

효 과

<15> 본 발명에 따른 방법 및 장치의 실시예들은 탄소 함유 저 유전율 막들의 경사면 증착을 줄이는 데 이용될 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<16> 원하는 임계 치수를 가진 높은 중횡비의 피처들의 신뢰성 있는 형성을 위해서는 기판의 정확한 패터닝 및 후속 에칭이 요구된다. 기판 상에 보다 정확한 패턴을 형성하기 위해 간혹 이용되는 기술이 포토리소그래피이다. 이 기술은 일반적으로 렌즈 또는 "레티클"을 통한 기판 상으로의 광 에너지 조사를 필요로 한다.

<17> 통상적인 포토리소그래피 프로세스에서, 에칭될 기판 층 상에 먼저 포토레지스트 물질이 도포된다. 광학 레지스트와 관련하여, 레지스트 물질은 자외선 또는 레이저 소스와 같은 방사 또는 "광 에너지"에 민감하다. 레지스트 물질은 바람직하게는, 사용되는 광의 특정 파장 또는 상이한 노광 소스에 응답하여 튜닝되는 폴리머를 정한다.

<18> 레지스트가 기판 상에 도포된 후, 레지스트가 피복된 기판으로 향하는 자외선(UV) 광 또는 로우 X 레이 광을 방출하는 광원이 작동된다. 선택된 광원은 포토레지스트 물질의 구성을 화학적으로 변경한다. 그러나, 포토레지스트 층은 선택적으로만 노광된다. 이와 관련하여, 포토마스크 또는 "레티클"이 광원과 처리 기판 사이에 배치된다.

<19> 포토마스크는 기판에 대하여 원하는 피처들의 구성을 포함하도록 패터닝된다. 패터닝된 포토마스크는 광원이 정확한 패턴으로 기판 표면 상으로 통과되도록 한다. 이어서, 존속하는 레지스트 물질이 노광되지 않은 하부 기판 물질에 대한 보호 코팅으로서 남아 있는 채로, 노광된 하부 기판 물질은 기판 표면에 패터닝된 피처를 형성하도록 에칭될 수 있다. 이러한 방식으로, 콘택, 비아 또는 상호접속부가 정확하게 형성될 수 있다.

<20> 현상된 포토레지스트 막 아래에 위치하는 물질은 실리콘 이산화물(SiO₂) 및 탄소 도핑된 실리콘 산화물과 같은 다양한 물질을 포함할 수 있다. 유전체 반사 방지 코팅(dielectric anti-reflective coating, DARC)도 현상된 포토레지스트 막 아래에 위치할 수 있으며, 이 DARC는 실리콘 산질화물(SiON) 및 실리콘 질화물(Si₃N₄)을 포함할 수 있다. 하프늄 이산화물(HfO₂)도 현상된 포토레지스트 막 아래에 존재할 수 있다.

<21> 보다 최근에, 캘리포니아 산타 클라라 소재의 어플라이드 머티리얼즈 인크.(Applied Materials, Inc.)에 의해 효과적인 탄소계 막이 개발되었다. 이 막은 Advanced Patterning Film™ 또는 "APF"로 알려져 있다. APF™는 일반적으로 SiON 및 비정질 탄소 또는 "a-탄소"의 막들을 포함한다.

- <22> APF™ 막의 형성에 관한 상세는 본 명세서의 일부로서 참고로 포함되는 미국 특허 제6,573,030호에서 찾을 수 있다. APF™ 막을 이용한 전계 효과 트랜지스터(FET)의 게이트 구조의 형성에 관한 상세는 본 명세서의 일부로서 참고로 포함되는 미국 특허 공개 제2004/0058517호에서 찾을 수 있다. APF™ 막을 증착하기 위한 프로세스 키트에 관한 상세는 본 명세서의 일부로서 참고로 포함되는, 2002년 12월 17일자로 출원된 함께 계류중인 미국 정규 특허 출원 제10/322,228호에서 찾을 수 있다.
- <23> 비정질 탄소층은 일반적으로 탄소 소스를 포함하는 가스 혼합물의 플라즈마 강화 화학 기상 증착(PECVD)에 의해 증착된다. 가스 혼합물은 액체 전구체 또는 가스 전구체인 탄소 소스로부터 형성될 수 있다. 바람직하게는, 탄소 소스는 탄화수소 가스이다. 예를 들어, 탄소 소스는 프로필렌(C₃H₆)일 수 있다. C₃H₆의 주입은 프로세스 챔버 내의 RF 플라즈마의 형성에 의해 달성된다. 가스 혼합물은 헬륨(He) 또는 아르곤(Ar)과 같은 캐리어 가스를 더 포함할 수 있다. 탄소 함유 층은 응용에 따라 약 100 Å 내지 약 20,000 Å의 두께로 증착될 수 있다.
- <24> 높은 증착 속도로, 예를 들어 2,000 Å/분 이상의 증착 속도로 APF™, 탄소 함유 실리콘 산화물 또는 DARC와 같은 탄소계(또는 "유기") 막을 증착하는 프로세스는 웨이퍼 중심 영역에 비해 웨이퍼 경사면 영역에서 불균일 증착을 유발할 수 있다. 후속하는 O₂ 애싱 단계에 의해 완전히 제거되지 않을 경우, 웨이퍼 에지에 있는 부가적 물질은 박리되어 웨이퍼 오염을 유발한다. 따라서, PECVD에 의한 APF™와 같은 탄소 함유 막의 형성은 본 발명에 따른 웨도우 링의 일 실시예를 이용하여 바람직하게 달성된다.
- <25> 도 15A-15F는 기판 상에 폴리실리콘 피처를 형성하기 위한 프로세스 단계의 간략화된 단면도를 나타낸다. 도 15BA-15FA는 폴리실리콘 피처를 형성하기 위한 각 단계의 단면 전자 마이크로그래프를 나타낸다.
- <26> 도 15A에 도시된 바와 같이, 먼저 기판(1502) 상에 2000 Å 두께의 폴리실리콘 층(1500)이 증착된다. 후속하는 바와 같이, 폴리실리콘 층(1500)은 리소그래피 기술을 이용하여 피처들로 패터닝된다. 이러한 후속 리소그래피 프로세스의 예상에 있어서, 폴리실리콘 층(1500)은 비정질 탄소(α-C) 층(1504) 및 실리콘 산화물을 포함하는 유전체 반사 방지 코팅(DARC)(1506)을 지탱한다.
- <27> 비정질 탄소 층(1504)은 하드마스크로서 기능하며, 반사 방지 코팅으로서 기능할 수도 있다. DARC(1506)는 포토리소그래피 프로세스 동안 정확한 필드 심도(depth of field) 상에 입사 광의 초점을 맞추는 것을 용이하게 하는 기능을 한다. 비정질 탄소층(1504) 및 DARC 층(1506) 양자는 화학 기상 증착 기술을 이용하여 증착된다. 그리고, 후속하는 바와 같이, 비정질 탄소층(1504) 및 DARC 층(1506)의 CVD는 모두 웨이퍼 경사면 영역 상에 추가적 두께를 갖는 물질의 형성을 유발하는데, 이는 결국 오염 및 다른 문제를 일으킬 수 있다.
- <28> 도 15A에 더 도시된 바와 같이, 현상되지 않은 포토레지스트 물질(1508)이 DARC(1506) 상에 스핀-온된다. 도 15B-BA는 레지스트 노광 및 현상 단계를 나타내는데, 여기서 현상되지 않은 포토레지스트 물질(1508)의 선택된 부분들이 입사 광에 노광된 후 화학적으로 현상되어, 패터닝된 포토레지스트(1510)의 형성이 이루어진다.
- <29> 도 15C-15FA는 프로세스의 추가 단계들을 나타내는데, 여기서는 현상된 포토레지스트(1510)가 트리밍되고(도 15C-15CA), 포토레지스트(1510)에 의해 마스크되지 않은 DARC(1506)의 부분들이 제거되며(도 15D-15DA), 포토레지스트(1510) 및 DARC(1506)에 의해 마스크되지 않은 비정질 탄소층(1504)의 부분들이 제거된다(도 15E). 도 15F-15FA는 프로세스의 최종 단계를 나타내는데, 여기서는 현상된 포토레지스트가 제거되고, 남은 DARC(1506) 및 비정질 탄소층(1504)에 의해 마스크되지 않은 폴리실리콘 층(1500)의 부분들이 기판(1502) 상에서 멈출 때까지 제거되어, 폴리실리콘 피처(1512)의 형성이 이루어진다.
- <30> 도 15A와 관련하여 도시되고 설명된 프로세스의 초기 단계 동안, 비정질 탄소층(1504) 및 DARC 층(1506)은 플라즈마 지원 CVD 기술을 이용하여 형성된다. 이들 양 층의 증착 프로세스는 웨이퍼 경사면 영역 상의 추가적인 두께를 갖는 물질을 형성한다. 웨이퍼 경사면 상에 증착되는 이러한 물질은 오염 및 다른 문제를 일으킬 수 있다.
- <31> 따라서, 본 발명의 실시예들은 반도체 작업물의 경사면 상의 물질의 증착을 줄이거나 없애는 데 이용될 수 있는 다양한 기술들에 관한 것이다. 하나의 접근법에 있어서, 경사면 영역으로의 가스의 흐름을 방지하기 위한 웨도우 링이 기판의 에지 상에 위치한다. 웨도우 링의 에지에서의 경사진 기하학적 특징은 가스의 흐름을 웨이퍼로 향하게 하여 에지를 가리면서 웨이퍼 전체에서의 두께 균일도를 유지한다. 다른 접근법에 있어서, 지지되고 있는 기판의 에지로 퍼지 가스(purge gas)를 유동시키도록 기판 히터/지지체가 구성된다. 이들 퍼지 가스는 프로

세스 가스가 기관 에지에 도달하여 경사면 영역 상에 물질이 증착되는 것을 방지한다.

<32> **예시적인 프로세싱 시스템**

<33> 도 1은 예시적인 반도체 프로세싱 시스템(100)의 평면도를 제공한다. 프로세싱 시스템(100)은 후술하는 본 발명의 프로세스 키트(process kit)를 수용하는 프로세싱 챔버들(106)을 포함한다. 도시된 챔버들(106)은 처리량을 더욱 증가시키도록 쌍으로 구성된다.

<34> 시스템(100)은 일반적으로 다수의 개별 영역을 포함한다. 제1 영역은 프론트 엔드 스테이징 영역(102)이다. 프론트 엔드 스테이징 영역(102)은 프로세싱 동안 웨이퍼 카세트(109)를 지지한다. 웨이퍼 카세트(109)는 또한, 기관 또는 웨이퍼(113)를 지지한다. 로봇트와 같은 프론트 엔드 웨이퍼 핸들러(118)가 웨이퍼 카세트 턴테이블에 인접한 스테이징 플랫폼 상에 장착된다. 이어서, 시스템(100)은 로드록 챔버(120)를 포함한다. 웨이퍼(113)는 로드록 챔버(120) 내에 로딩되고, 그로부터 언로딩된다. 바람직하게는, 프론트 엔드 웨이퍼 핸들러(118)는 로드록 챔버(120) 내에 배치되는 로드록 카세트 내에 기관들(113)을 로딩하기 위한 준비로서 각각의 웨이퍼 카세트(109) 내의 기관들(113)을 인덱싱하기 위한 웨이퍼 맵핑 시스템을 포함한다. 이어서, 이송 챔버(130)가 제공된다. 이송 챔버(130)는 로드록 챔버(120)로부터 수납되는 기관들(113)을 핸들링하는 웨이퍼 핸들러(136)를 하우징한다. 웨이퍼 핸들러(136)는 이송 챔버(130)의 바닥에 장착되는 로봇트 어셈블리(138)를 포함한다. 웨이퍼 핸들러(136)는 밀봉 가능 통로(136)를 통해 웨이퍼를 전달한다. 슬릿 밸브 액추에이터(134)는 통로(136)를 위한 밀봉 메커니즘을 구동한다. 통로(136)는 프로세스 챔버(140)(도 2에 도시) 내의 웨이퍼 통로(236)와 연결되어 기관들(113)이 웨이퍼 히터 받침대(도 2의 228에 도시) 상의 배치를 위해 프로세싱 영역에 들어가는 것을 허용한다.

<35> 시스템(100)의 동작에 필요한 다양한 지원 유틸리티(도시되지 않음)를 하우징하기 위한 백 엔드가 제공된다. 이러한 유틸리티들의 예는 가스 패널, 배전 패널 및 발전기를 포함한다. 시스템은 CVD, PVD 및 에칭과 같은 다양한 프로세스 및 지지 챔버 하드웨어를 수용하기에 적합할 수 있다. 후술하는 실시예는 300 mm APF™ 증착 챔버를 이용하는 시스템에 관한 것이다. 그러나, 다른 프로세스 및 챔버 구성도 본 발명에 의해 의도된다는 것을 이해해야 한다.

<36> **예시적인 프로세싱 챔버**

<37> 도 2는 비교를 위한 증착 챔버(200)의 개략 단면도를 나타낸다. 이 증착 챔버는 탄소 도핑된 실리콘 산화물 하위 층과 같은 탄소계 가스 물질을 증착하기 위한 CVD 챔버이다. 이 도면은 어플라이드 머티리얼즈 인크.에 의해 현재 제조되는 Producer S® APF™ 챔버의 특징들에 기초한다. Producer® CVD 챔버(200 mm 또는 300 mm)는 탄소 도핑된 실리콘 산화물 및 다른 물질을 증착하는 데 이용될 수 있는 2개의 격리된 프로세싱 영역을 구비한다. 본 명세서의 일부로서 참고로 포함된 미국 특허 제5,855,681호에는 2개의 격리된 프로세싱 영역을 구비한 챔버가 기술되어 있다.

<38> 챔버(200)는 내측 챔버 영역을 한정하는 본체(212)를 갖는다. 분리된 프로세싱 영역들(218, 220)이 제공된다. 각 챔버(218, 220)는 챔버(200) 내에 기관(도시되지 않음)을 지지하기 위한 받침대(228)를 갖는다. 받침대(228)는 일반적으로 가열 소자(도시되지 않음)를 포함한다. 바람직하게는, 받침대(228)는 구동 시스템(203)에 연결되는 곳인 챔버 본체(212)의 바닥을 통해 연장하는 스템(stem, 226)에 의해 각 프로세싱 영역(218, 220) 내에 이동 가능하게 배치된다. 바람직하게는, 기관의 하부 표면에 결속되도록 받침대(228)에는 내부적으로 이동 가능한 리프트 핀(도시되지 않음)이 제공된다. 바람직하게는, 받침대(228) 위에 지지 링(도시되지 않음)도 제공된다. 지지 링은 커버 링 및 캡처 링을 포함하는 멀티 컴포넌트 기관 지지 어셈블리의 일부일 수 있다. 리프트 핀은 프로세싱 전에 기관을 수납하기 위해, 또는 다음 스테이션으로의 이송을 위해 증착 후 기관을 들어 올리기 위해 링 상에 작용한다.

<39> 프로세싱 영역들(218, 220) 각각은 또한 바람직하게는 프로세싱 영역들(218, 220)로 가스를 전달하도록 챔버 리드(204)를 통해 배치된 가스 분배 어셈블리(208)를 포함한다. 각 프로세싱 영역의 가스 분배 어셈블리(208)는 일반적으로 샤워 헤드 어셈블리(shower head assembly, 242) 내로 가스를 전달하는 가스 유입로(240)를 포함한다. 샤워 헤드 어셈블리(242)는 페이스 플레이트(face plate, 246) 중간에 배치된 블로커 플레이트(blocker plate, 244)를 구비한 환형 베이스 플레이트(248)를 포함한다. 샤워 헤드 어셈블리(242)는 프로세싱 동안 가스 혼합물을 주입하는 복수의 노즐(도 3의 242에 개략 도시)을 포함한다. 노즐은 가스, 예를 들어 프로필렌 및 아르곤을 기관 위로 하향 지향시켜, 비정질 탄소막을 증착한다. RF(무선 주파수) 피드쓰루가 샤워 헤드 어셈블리(242)에 바이어스 전위를 제공하여 샤워 헤드 어셈블리(242)의 페이스 플레이트(246)와

히터 받침대(228) 사이의 플라즈마의 형성을 용이하게 한다. 플라즈마 강화 화학 기상 증착 프로세스 동안, 받침대(228)는 챔버 보디(212) 내에 RF 바이어스를 생성하기 위한 캐소드로서 기능할 수 있다. 캐소드는 전극 전원에 전기적으로 결합되어 증착 챔버(200) 내에 용량성 전기장을 발생시킨다. 일반적으로, RF 전압이 캐소드에 인가되는 동안 챔버 본체(212)는 전기적으로 접지된다. 받침대(228)에 인가되는 전력은 기관의 상부 표면 상의 음 전압의 형태로 기관 바이어스를 생성한다. 이 음 전압은 챔버(200) 내에 형성된 플라즈마로부터 기관의 상부 표면으로 이온들을 끌어 당기는 데 이용된다. 용량성 전기장은 유도 형성된 플라즈마 입자를 기관을 향해 가속시키는 바이어스를 형성하여, 증착 동안 기관에 대한 보다 수직 배향의 이방성 막 형성 및 세정 동안의 기관의 에칭을 제공한다.

- <40> 도 3은 프로세스 챔버(200)인 예시적인 Producer® 리액터의 기관 지지체의 간략화된 단면도를 나타낸다. 도 3의 이미지는 설명의 목적상 간략화된 것이며, 축척대로 도시된 것은 아니다.
- <41> 지지체 받침대(228)는 기관 히터 어셈블리(348), 베이스 플레이트(352), 및 백 플레인 어셈블리(back plain assembly, 354)를 포함한다. 백 플레인 어셈블리(354)는 기관 바이어스 전력 소스(322), 제어식 히터 전원(338) 및 백사이드 가스(예를 들어, 헬륨(He)) 소스(336)는 물론, 리프트 핀 메커니즘(356)에도 결합된다. 기관 프로세싱 동안, 지지체 받침대(228)는 기관(312)을 지지하며, 기관의 온도 및 바이어싱을 제어한다. 기관(312)은 일반적으로 표준화된 반도체 웨이퍼, 예를 들어 200 mm 또는 300 mm 웨이퍼이다.
- <42> 기관 히터 어셈블리(348)는 본체(히터 부재(332))를 포함하며, 히터 부재(332)는 복수의 매립 가열 소자(358), 온도 센서(예를 들어, 열전쌍)(360), 및 복수의 무선 주파수(RF) 전극(362)을 더 포함한다.
- <43> 매립 가열 소자(358)는 히터 전원(338)에 결합된다. 온도 센서(360)는 통상의 방식으로 히터 부재(332)의 온도를 모니터링한다. 측정된 온도는 히터 전원(338)의 출력을 조절하기 위해 피드백 루프에서 이용된다.
- <44> 매립 RF 전극(362)은 소스(322)를 기관(312)은 물론, 반응 볼륨 내의 프로세스 가스 혼합물의 플라즈마에도 결합시킨다. 소스(322)는 일반적으로 RF 생성기(324) 및 매칭 네트워크(328)를 포함한다. 생성기(324)는 일반적으로 약 50 kHz 내지 13.6 MHz 범위 주파수의 최대 5000 W의 연속 또는 펄스 전력을 생성할 수 있다. 다른 실시예에서, 생성기(324)는 펄스 DC 전력 생성기일 수 있다.
- <45> 기관(312)의 온도는 히터 부재(332)의 온도를 안정화시킴으로써 제어된다. 일 실시예에서, 가스 소스(336)로부터의 헬륨 가스가 가스관(366)을 통해 기관(312)의 아래에 히터 부재(332)에 형성된 그루브(또는 대안으로 포지티브 딥플)(아래 도 4에 실선을 이용하여 도시)로 제공된다. 헬륨 가스는 히터 부재(332)와 기관(312) 사이의 열 전달을 제공하여 기관의 균일한 가열을 용이하게 한다. 이러한 열 제어를 이용하여, 기관(312)은 약 200 내지 800°C의 온도로 유지될 수 있다.
- <46> 도 4는 증착 챔버(400)의 일부의 사시도를 나타낸다. 증착 챔버(400)는 일 실시예에서 본 발명의 프로세스 키트(process kit, 40)를 포함한다. 기관 프로세싱 영역(404)을 한정하고 프로세스 키트(40)의 다양한 라이너(liner)를 지지하기 위한 챔버 본체(402)가 제공된다. 웨이퍼 통과 슬릿을 정하는 웨이퍼 슬릿(406)이 챔버 본체(402) 내에 보인다. 이러한 방식으로, 챔버(400)의 안쪽으로 기관이 선택적으로 이동할 수 있다. 빈 챔버 내에는 기관이 도시되어 있지 않다. 슬릿(406)은 게이트 장치(도시되지 않음)에 의해 선택적으로 개폐된다. 게이트 장치는 챔버 벽(402)에 의해 지지된다. 게이트는 기관 프로세싱 동안 챔버 환경을 격리시킨다.
- <47> 챔버 본체(402)는 바람직하게는 알루미늄 산화물 또는 기타 세라믹 화합물로 제조된다. 세라믹 재료는 낮은 열전도성으로 인해 선호된다. 챔버 본체(402)는 원통형 또는 다른 형태일 수 있다. 도 4의 예시적인 본체(402)의 외측은 다각형 프로파일을 갖고, 내측은 원형 직경을 갖는다. 그러나, 본 발명은 임의의 특정 구성 또는 크기의 프로세싱 챔버로 한정되는 것은 아니다.
- <48> 전술한 바와 같이, 본체(402)는 일련의 라이너 및 다른 교체 가능한 프로세싱 부품들을 지지하도록 구성된다. 이들 프로세싱 부품들은 일반적으로 사용 후 폐기할 수 있으며, 특정 챔버 응용 또는 구성에 고유한 "프로세스 키트"(40)의 일부로서 제공된다. 프로세스 키트는 상부 펌핑 라이너(top pumping liner), 중간 라이너(middle liner), 하부 라이너(lower liner), 가스 분배 플레이트, 가스 확산기 플레이트, 히터, 샤워 헤드, 또는 다른 부품들을 포함할 수 있다. 소정 라이너들은 일체로 형성될 수 있으나, 일부 응용에서는 라이너들 사이의 열 팽창을 허용하도록 함께 적층되는 개별 라이너들을 제공하는 것이 선호된다. 도 7은 일 실시예에서의 프로세스 키트(40)의 사시도를 제공한다. 프로세스 키트(40)의 라이너들 및 다른 장비는 증착 챔버(400) 위에 분해되어 도시되어 있다. 도 7의 챔버(400)는 후에 보다 상세히 설명할 것이다.
- <49> 도 5는 도 4의 예시적인 증착 챔버(400)의 절단 사시도를 나타낸다. 본체(402)의 측면(408) 및 바닥(409) 부분

들을 포함하는 챔버 본체(402)의 구조가 보다 명백히 도시되어 있다. 본체(402)의 측면부(408)에는 개구(405)가 형성되어 있다. 개구(405)는 증착, 에칭 또는 세정 프로세스 동안 프로세스 가스를 수용하기 위한 채널로서 기능한다.

- <50> 빈 챔버(404) 내에는 기관이 도시되어 있지 않다. 그러나, 기관은 빈 챔버(404) 내에 도 2의 받침대(228)와 같은 받침대 상에 지지되는 것으로 이해해야 한다. 받침대는 본체(402)의 바닥부(409) 내의 개구(407)를 통해 연장하는 샤프트에 의해 지지된다. 또한, 챔버(400)를 위한 가스 프로세싱 시스템(도 5에 도시되지 않음)이 제공된다는 것을 이해해야 한다. 예시적인 챔버(400) 내에는 가스관을 수용하기 위한 개구(478)가 제공된다. 이 관은 가스를 가스 박스(도 7의 472에 도시)로 전달한다. 이곳으로부터 가스는 챔버(404) 내로 전달된다.
- <51> 증착 챔버용 프로세스 키트(40)의 소정 부품들이 도 4 및 5에 도시되어 있다. 이들은 상부 펌핑 라이너(410), 지지 C 채널 라이너(supporting C-channel liner, 420), 중간 라이너(440) 및 바닥 라이너(450)를 포함한다. 전술한 바와 같이, 이들 라이너(410, 420, 440, 450)가 도시되어 있으며 아래에서 도 7과 관련하여 보다 상세히 설명된다. 또한, 아래에서 도 6A에 관련하여 보다 상세히 설명되는 바와 같이, C 채널 라이너(420)와 펌핑 포트 라이너(pumping port liner, 442)의 경계에, 그리고 펌핑 라이너(410)와 펌핑 포트 라이너(442)의 경계에 밀봉 부재(427)가 제공된다.
- <52> 도 6은 도 5의 챔버 본체(402)의 다른 사시도를 나타낸다. 도 5의 참조 번호는 몇몇 예에서 반복된다. 도 6은 절단도로부터 2개의 노출 영역을 강조하기 위해 제공된다. 이들 2개의 단면 영역은 영역 6A 및 영역 6B이다. 영역 6A 및 영역 6B에 도시된 챔버(400)의 특징들은 도 6A 및 도 6B의 각각의 확대 단면도에서 보다 명백히 보여진다. 이들 특징은 후술한다.
- <53> 도 7은 챔버 본체부(400)의 분해도를 제공한다. 이 예에서, 챔버 본체(400)는 직렬식 프로세싱 챔버를 나타낸다. 일례는 어플라이드 머티리얼즈 인크.에 의해 제조되는 Producer S 챔버이다. 프로세스 키트(40)의 다양한 부품들이 본체(402)의 우측 상의 프로세싱 영역(404)으로부터 비롯하여 보여진다.
- <54> 도 7의 도면에서 보여지는 장비의 제1 항목은 상부 커버(470)이다. 상부 커버(470)는 프로세싱 영역(404) 내의 중심에 배치되며, 챔버 리드(도시되지 않음)를 통해 돌출한다. 상부 커버(470)는 소정의 가스 전달 장비를 지지하기 위한 플레이트로서 기능한다. 이 장비는 가스 공급관(도시되지 않음)을 통해 가스를 수용하는 가스 박스(472)를 포함한다. (이 관은 도 5에 도시되는 바와 같이 챔버 본체(402)의 바닥(409) 내의 개구(478)를 통해 삽입된다.) 가스 박스(472)는 가스를 가스 입력부(476)로 공급한다. 가스 입력부(476)는 상부 커버(470)의 중심 위까지 연장하는 아암을 한정한다. 이러한 방식으로, 기관 위의 프로세싱 영역(404) 내의 중앙으로 프로세싱 및 세정 가스들이 도입될 수 있다.
- <55> RF 전력이 가스 박스(472)로 공급된다. 이것은 프로세싱 가스로부터 플라즈마를 생성하는 기능을 한다. 정전압 그래디언트(constant voltage gradient, 474)가 가스 박스(472)와 가스 입력부(476) 사이에 배치된다. 정전압 그래디언트(474) 또는 "CVG"는 가스가 가스 박스(472)로부터 프로세싱 영역(404) 내의 접지된 받침대를 향해 이동할 때 전력 레벨을 제어한다.
- <56> 상부 커버(470) 바로 아래에는 블록커 플레이트(blocker plate, 480)가 위치한다. 블록커 플레이트(480)는 상부 커버(470) 아래에 동심 배치되는 플레이트를 한정한다. 블록커 플레이트(480)는 복수의 볼트 구멍(482)을 포함한다. 볼트 구멍들(482)은 블록커 플레이트(480)를 상부 커버(470)에 고정시키기 위한 스크류 또는 다른 커넥터가 배치될 수 있는 관통 구멍으로서 기능한다. 블록커 플레이트(480)와 상부 커버(470) 사이에는 공간이 선택된다. 가스는 프로세싱 동안 이 공간 내에 분배된 후, 복수의 구멍(484)에 의해 블록커 플레이트(480)를 통해 전달된다. 이러한 방식으로, 프로세싱 가스들은 챔버(400)의 프로세싱 영역(404)으로 균일하게 전달될 수 있다. 블록커 플레이트(480)는 또한 가스가 확산될 때 가스의 높은 압력 강하를 제공한다.
- <57> 블록커 플레이트(480) 아래에는 샤워 헤드(shower head, 490)가 위치한다. 샤워 헤드(490)는 상부 커버(470) 아래 동심 배치된다. 샤워 헤드(490)는 가스를 기관(도시되지 않음) 위로 하향 지향시키기 위한 복수의 노즐(도시되지 않음)을 포함한다. 페이스 플레이트(496) 및 격리 링(isolate ring, 498)이 샤워 헤드(490)에 고정된다. 격리 링(498)은 샤워 헤드(490)를 챔버 본체(402)로부터 전기적으로 격리시킨다. 격리 링(498)은 바람직하게는 테플론 또는 세라믹과 같이 유연하고 비교적 열에 강한 물질로 제조된다.
- <58> 샤워 헤드(490) 아래에는 상부 라이너 또는 "펌핑 라이너"(410)가 배치된다. 도 7의 실시예에서, 펌핑 라이너(410)는 그 주변에 복수의 펌핑 구멍(412)이 배치된 원주형 본체를 한정한다. 도 7의 배열에서, 펌핑 구멍들(412)은 등간격으로 이격되어 있다. 웨이퍼 프로세싱 프로세스 동안, 상부 라이너(410)의 배면으로부터

진공이 얻어지며, 펌핑 구멍들(412)을 통해 채널 영역(422)으로 가스가 유입된다(도 6A 및 6B에 보다 명확히 도시됨). 펌핑 구멍들(412)은 도 3의 개략도에 도시된 바와 같이 프로세싱 가스의 주 흐름 경로를 제공한다.

- <59> 도 6A 및 6B의 확대 단면도를 참조하면, 상부 라이너(410)의 특징들을 보다 쉽게 알 수 있다. 도 6A는 도 6으로부터의 단면 영역 6A의 확대도를 제공한다. 마찬가지로, 도 6B는 도 6으로부터의 영역 6B의 확대도를 제공한다. 펌핑 라이너(410)는 이들 확대도 각각에서 볼 수 있다.
- <60> 펌핑 라이너(410)는 원주형 본체(circumferential body, 410')를 한정하며, 복수의 펌핑 포트(412)를 유지하는 기능을 한다. 도 7의 배열에서, 펌핑 라이너(410)는 상부 표면 영역 상의 상부 립(upper lip, 414), 및 하부 표면 영역을 따른 하부 쇼울더(lower shoulder, 416)를 포함한다. 일 태양에서, 상부 립(414)은 상부 라이너(410)의 반경으로부터 외측으로 연장하는 반면, 하부 쇼울더(416)는 방사상으로 내측으로 연장한다. 상부 립(414)은 원주상으로 배치된다. 이 때문에, 상부 립(414)은 도 6A 및 도 6B 양자에서 볼 수 있다. 그러나, 하부 쇼울더(416)는 상부 라이너(410)를 원주상으로 둘러싸고 있지 않고, 상부 펌핑 포트 라이너(442)의 영역에 개방되어 있다.
- <61> 이어서, 도 5를 참조하면, 챔버(400)는 원주형 채널 라이너(circumferential channel liner, 420)를 포함한다. 도 7의 배열에서, 라이너(420)는 반전된 "C"의 프로파일을 갖는다. 또한, 라이너(420)는 채널부(422)를 포함한다. 이 때문에, 라이너(420)는 "C 채널 라이너"로 지시된다. 반전된 "C" 구조는 도 6B의 확대 단면도에서 보다 명백히 보여진다.
- <62> 도 6B를 다시 참조하면, C 채널 라이너(420)는 상부 아암(421), 하부 아암(423), 및 중간 내측 아암(422)을 구비한다. 상부 아암(421)은 그 내부에 상부 쇼울더(424)가 형성되어 있다. 상부 쇼울더(424)는 펌핑 라이너(410)의 상부 립(414)을 수용하도록 구성된다. 동시에, 하부 아암(423)은 상부 라이너(410)의 하부 쇼울더(416)를 수용하도록 구성된다. 이러한 상부 라이너(410)와 C 채널 라이너(420)의 연동 배열은 원하지 않는 기생 펌핑을 실질적으로 감소시키는 간접 경계(circuitous interface)를 제공한다. 이러한 방식으로, 챔버(400)의 프로세싱 영역(404)으로부터 펌핑 라이너(410)의 펌핑 구멍들(412)을 통해 가스가 배기될 때, 가스는 C 채널 라이너(420)의 채널부(422)를 통해 우선적으로 배기되고, 상부 라이너(410)와 C 채널 라이너(420) 사이의 경계에서는 유실되지 않는다.
- <63> 펌핑 라이너(410)의 상부 립(414)과 C 채널 라이너(420)의 상부 쇼울더(424) 사이의 연동 관계는 단지 예시적인 것일 뿐이라는 점에 유의한다. 또한, 펌핑 라이너(410)의 하부 쇼울더(416)와 C 채널 라이너(420)의 하부 립(426) 사이의 연동 관계도 단지 예시적인 것이다. 이와 관련하여, 프로세싱, 세정 또는 에칭 가스의 기생 펌핑을 금지하기 위한 펌핑 라이너(410)와 C 채널 라이너(420) 사이의 임의의 연동 배열을 포함하는 것은 본 발명의 범위 내이다. 예를 들어, 제한적인 것은 아니지만, 펌핑 라이너(410)의 상부 립(414) 및 하부 쇼울더(416) 양자는 상부 라이너(410)의 반경으로부터 외측으로 연장하도록 구성될 수 있다. 이러한 배열에서, C 채널 라이너(420)의 하부 립(426)은 펌핑 라이너(410)의 하부 쇼울더(416)와 연동하도록 재구성된다.
- <64> 도 6A, 6B 및 7의 프로세스 키트(40) 배열에서, 상부 쇼울더(424)는 상부 아암(421)을 따라 원주상으로 배치된다. 이 때문에, 상부 쇼울더(424)는 도 6A 및 도 6B 양자에서 볼 수 있다. 그러나, 하부 립(426)은 C 채널 라이너(420)를 원주상으로 둘러싸지 않고, 또한 상부 펌핑 포트 라이너(442)의 영역에 개방되어 있다. 따라서, 펌핑 포트 라이너 개구(429)를 형성하도록 방사부가 개방되어 있다.
- <65> 도 6에 제공된 절단 사시도에 나타난 바와 같이, 영역 6A 및 6B는 챔버(400)의 대향 단부를 나타낸다. 영역 6A로부터의 절단 단부는 "펌핑 포트 라이너"(442, 444)로 지칭되는 배기 포트를 포함한다. C 채널 라이너(420)의 채널부(422) 아래에는 상부 펌핑 포트 라이너(442)가 제공된다. 이어서, 상부 포트 라이너(442)와 유통하는 하부 펌핑 포트 라이너(444)가 제공된다. 이어서, 하부 펌핑 포트 라이너(444)의 밖으로, 배기 시스템에 의해 프로세싱 챔버(400)로부터 가스가 배기될 수 있다.
- <66> 펌핑 포트 라이너(442, 444)의 영역에서 기생 펌핑을 더욱 제한하기 위하여, C 채널 라이너(420)와 상부 펌핑 포트 라이너(442) 사이의 경계에, 그리고 상부 라이너(410)와 상부 펌핑 포트 라이너(442) 사이의 경계에 밀봉 부재(seal member, 427)가 제공된다. 밀봉 부재는 도 7 및 도 6A 양자의 427에서 볼 수 있다. 바람직하게는, 밀봉 부재(427)는 상부 펌핑 포트 라이너(442)를 둘러싸는 원형 링을 한정한다. 밀봉 부재(427)는 바람직하게는 테플론 물질로 제조되거나 고도의 경면을 포함한다. 밀봉 부재(427)는 또한 C 채널 라이너(420)가 펌핑 포트들(442, 444)과 연동하여 가스 누설을 제한할 수 있게 한다.

- <67> 이어서, 도 7을 다시 참조하면, C 채널 라이너(420) 아래에 중간 라이너(440)가 배치된다. 중간 라이너(440)는 슬릿(432)의 레벨에 프로세스 영역에 위치한다. 중간 라이너(440)는 원형이 아니라 C 형상의 라이너라는 것을 도 7로부터 알 수 있다. 중간 라이너(440) 내의 개방 영역은 웨이퍼들이 프로세스 챔버(400) 내로 들어올 때 이들 웨이퍼를 수납하도록 구성된다. 중간 라이너(440)는 도 6A 및 도 6B 양자에서 C 채널 라이너(420) 및 상부 라이너(410) 아래에 위치하는 것을 부분적으로 볼 수 있다.
- <68> 또한, 도 7에서 바닥 라이너(450)를 볼 수 있다. 도 7의 배열에서, 바닥 라이너(450)는 중간 라이너(440) 아래에 챔버(400) 내에 배치된다. 바닥 라이너(450)는 중간 라이너(440)와 챔버(400)의 바닥면(409) 사이에 위치한다.
- <69> 선택된 라이너들이 서로에 통합되는 프로세스 키트를 이용하는 것은 본 발명의 범위 이내라는 점에 유의하여야 한다. 예를 들어, 중간 라이너(440)는 바닥 라이너(450)와 통합 형성될 수 있다. 마찬가지로, 상부 라이너(410)는 C 채널 라이너(420)와 통합될 수 있다. 그러나, 다양한 라이너, 예를 들어 라이너들(410, 420, 440, 450)은 개별적인 것도 선호된다. 이것은 가열 프로세스 동안 열 팽창에 의하여 유발되는 균열의 위험을 크게 줄인다. 개별적이지만 연동하는 펌핑 라이너(410) 및 C 채널 라이너(420)의 이용은 개량되고 신규한 배열의 프로세스 챔버 프로세스 키트를 제공한다.
- <70> 도 7에 도시된 추가적인 프로세스 키트 항목들은 필러 부재(filler member, 430) 및 압력 등화 포트 라이너(pressure equalization port liner, 436)를 포함한다. 필러 부재(430)는 중간 라이너(440) 및 바닥 라이너(450) 주위에 배치되어 이들 라이너(440, 450)의 외경과 주변 챔버 본체(402) 사이의 공간을 채운다. 필러 부재(430)의 존재는 라이너들(440, 450) 뒤에 잔류물이 형성되는 것을 방지함으로써 라이너들(440, 450) 뒤의 탄소 잔류물의 집합을 배출시키는 것을 돕는다.
- <71> 필러 부재(430)는 중간 라이너(440)와 같이 완전히 원주형이 아니라는 점에 유의한다. 이와 관련하여, 필러 부재(430)에는 2개의 프로세스 챔버(404) 사이의 유체 흐름을 제공하기 위한 개방부가 존재한다. 압력 등화 포트 라이너(436)는 치수화된 구멍을 한정함으로써 2개의 프로세스 영역(404) 사이의 유체 흐름을 제어한다. 압력 등화 포트 라이너(436)의 존재는 2개의 프로세스 영역(404) 사이의 압력이 동일하게 유지되는 것을 보장한다.
- <72> 필러 부재(430), 압력 등화 포트 라이너(436) 및 상부(442) 및 하부(444) 펌핑 포트 라이너는 바람직하게는 고도로 평탄화된 물질로 코팅된다는 점에도 유의한다. 일례는 광택 알루미늄 코팅(shiny aluminum coating)이다. 예를 들어 15 Ar 미만의 매우 평탄한 표면을 가진 다른 물질들은 표면 상의 증착 누적의 감소에 도움이 된다. 이러한 평탄한 물질들은 경면 알루미늄(polished aluminum), 폴리머 코팅, 테플론(Teflon), 세라믹 및 석영일 수 있다.
- <73> 챔버 부품들 상의 증착의 감소를 더욱 돕기 위하여, 슬릿(432)을 따라 슬릿 밸브 라이너(434)가 제공된다. 슬릿 라이너(434)는 또한 바람직하게는 전술한 바와 같은 고도로 평탄화된 물질로 제조된다.
- <74> 증착 또는 에칭 프로세스 동안 프로세싱 영역(404)은 가열되는 것이 선호된다. 이를 위해, 웨이퍼를 지지하기 위한 받침대에 히터가 제공된다. 히터 받침대는 도 7의 챔버 배열(400)에서 462로 도시되어 있다. 히터는 플라즈마 세정 프로세스 동안 110℃를 초과하는 온도로 작동하는 것이 특히 선호된다. 대안으로, 오존은 분해되는 데 플라즈마를 필요로 하지 않으므로 오존을 세정 가스로 이용할 수 있다. 오존이 사용되지 않는 경우에는, 챔버 본체를 가열하여 세정 속도를 증가시키는 것이 특히 바람직하다.
- <75> 도 7을 다시 참조하면, 받침대 어셈블리(460)가 제공된다. 받침대 어셈블리(460)는 프로세싱 동안 기판을 지지하는 기능을 한다. 받침대 어셈블리(460)는 히터 플레이트(462)는 물론, 그 주위에 배치된 샤프트(468), 핀 리프트(464) 및 리프트 후프(lift hoop, 466)를 포함한다. 핀 리프트(464) 및 리프트 후프(466)는 웨이퍼를 히터 플레이트(462) 위로 선택적으로 올리는 것을 돕는다. 핀 구멍들(467)이 리프트 핀들(도시되지 않음)을 수납하도록 히터 플레이트(462) 내에 배치된다.
- <76> 도 7의 APF™ 챔버(400)는 예시적이며, 본 발명의 개량은 PECVD를 수행할 수 있는 임의의 증착 챔버에서 가능하다는 것을 이해해야 한다. 따라서, 본 발명의 다른 실시예들이 제공될 수 있다. 예를 들어, 펌핑 라이너(410)는 C 채널 라이너(420)의 내경보다 작은 내경을 가질 수 있다. 이렇게 감소된 상부 펌핑 라이너(410)의 치수는 펌핑 포트(405)의 내경을 줄이는 역할을 하여 내측 챔버(404) 밖으로 펌핑 포트(405)를 통해 이동하는 가스의 속도를 증가시킨다. 증가된 가스의 속도는 챔버 표면 상의 탄소 함유 잔류물의 축적 기회를 줄이므로 바람직하다. 라이너들은 고도로 평탄화된 표면을 가진 물질로 제조되는 것도 바람직하다. 이

것은 표면 상에 비정질 탄소 증착물이 누적되는 것을 줄이는 역할을 한다. 이러한 물질의 예는 또한 경면 알루미늄, 폴리머 코팅, 테플론, 세라믹 및 석영을 포함한다.

- <77> 탄소는 고온 표면보다 저온 표면에 빠르게 축적된다는 점에 유의한다. 이러한 현상 때문에, 탄소는 증착 챔버와 연결된 펌핑 시스템 상에 우선적으로 축적되는 경향이 있다. 펌핑 시스템은 바람직하게는 우선적인 축적을 줄이기 위해 80°C 이상의 온도로 가열된다. 대안으로, 또는 또한, 콜드 트랩(cold trap)이 펌핑 시스템에 통합되어 반응하지 않은 탄소 부산물을 수집할 수 있다. 콜드 트랩은 규칙적인 유지 보수 간격으로 세정 또는 교체될 수 있다.
- <78> **쉐도우 링**
- <79> 도 1-7에서 전술한 프로세싱 키트는 반도체 작업물의 경사부 상의 물질의 증착을 방지하기 위한 쉐도우 링을 특징으로 하도록 본 발명의 실시예들에 따라 개조될 수 있다.
- <80> 도 8A는 본 발명에 따른 쉐도우 링의 일 실시예를 특징으로 하는 프로세스 키트의 일 실시예의 간략화된 단면도를 나타낸다. 도 8B는 도 8A의 쉐도우 링의 간략화된 절단 사시도를 나타낸다. 도 8C는 도 8A의 프로세스 키트의 간략화된 평면도를 나타낸다. 도 8D는 도 8A의 쉐도우 링의 간략화되고 확대된 단면 사시도를 나타낸다.
- <81> 도 8A-8D에 도시된 바와 같이, 쉐도우 링(880)은 매립 전극(862)을 포함하는 히터/지지체(828) 상에 지지되는 웨이퍼(882)의 에지 상에 측면 거리 X로 연장하는 현수부(overhanging portion, 880a)를 포함한다. 쉐도우 링(880)은 현수부(880a)가 수직 거리 Y 만큼 웨이퍼(882)로부터 분리되도록 구성된다.
- <82> 히터/지지체(828)의 상부 표면의 중심은 단부 위치 웨이퍼(882)를 수납하도록 구성된 오목형 히터(828b)를 한정한다. "타이트 포켓" 히터("TP Htr") 디자인의 일 실시예에 대한 상세한 설명은 2003년 10월 10일자로 출원되고 본 명세서의 일부로서 참고로 포함되는 미국 특허 출원 제10/684,054호에서 찾을 수 있다.
- <83> 히터/지지체(828)의 상부 표면의 에지는 링(880)의 하측으로부터 돌출하는 수직 탭(880c)을 수납하도록 구성된 오목부(828a)를 한정한다. 수직 탭(880c)과 오목부(828c) 사이의 결합은 히터/지지체(828) 상의 쉐도우 링의 정렬을 돕는다.
- <84> 히터/지지체(828)는 또한 그 에지로부터 수평 방향으로 돌출하는 탭(880b)을 특징으로 한다. 개조된 펌핑 라이너(810)는 탭(880b)을 수납하도록 구성된 채널(810a)을 한정하여 수직 방향으로의 쉐도우 링(880)이 이동하는 것을 가능하게 한다.
- <85> 특히, 웨이퍼(882)는 초기에 히터/지지체(828) 상에 로딩되는데, 이때 포켓(828b)이 그 위의 웨이퍼의 특정한 위치로의 배치를 보장한다. 이어서, 히터/지지체(828)는 상승하여, 오목부(828c)가 쉐도우 링(880)의 하측에서 수직 탭(880c)과 끼워져 결합됨으로써 쉐도우 링과 포켓 내에 배치된 웨이퍼 사이의 알맞은 정렬을 보장한다.
- <86> 웨이퍼 히터/지지체가 프로세싱 위치로 상승하면, 가스는 위에 배치된 샤워 헤드(도시되지 않음)를 통해 챔버로 흐르고, 개조된 펌핑 라이너(810) 내의 구멍들(도시되지 않음)을 통해 반응 부산물들이 배기된다.
- <87> 증착이 완료되면, 웨이퍼 히터/지지체(828)는 하강하며, 쉐도우 링(880)의 탭(880b)은 펌핑 라이너(810)에 의해 한정되는 수직 채널의 바닥에 의해 정해지는 립 상에 정지한다. 쉐도우 링(880)으로부터 분리된 웨이퍼 히터/지지체는 계속 하강하여 웨이퍼가 다음 프로세싱 스테이지로 전달될 수 있게 한다.
- <88> APF™ 및 다른 물질의 화학 기상 증착은 급전된 플라즈마의 형성과 관련하여 이루어질 수 있다. 프로세싱 챔버 내의 이러한 플라즈마의 존재는 웨이퍼와 상부 쉐도우 링 사이의 충분한 전위차를 생성하여 웨이퍼를 손상시킬 수 있는 아킹 이벤트를 발생시킬 수 있다.
- <89> 따라서, 본 발명의 쉐도우 링의 실시예들은 이러한 아킹 이벤트를 최소화하기 위한 요구와 경사면 증착을 방지하기 위한 요구와의 균형을 맞추도록 설계되어야 한다. 도 8E-F는 300 mm 직경의 기관 상에 APF™ 물질의 증착에 사용하기 위한 본 발명에 따른 쉐도우 링의 일 실시예의 다양한 치수(인치)를 나타내는 간략화된 평면도를 나타낸다. 도 8G-H는 도 8E-F의 쉐도우 링의 실시예의 치수들을 나타내는 간략화된 단면도를 나타낸다.
- <90> 일반적으로, APF™ 물질의 증착은, 200 mm의 직경을 가진 웨이퍼에 대해 약 800-1200 W, 그리고 300 mm의 직경을 가진 웨이퍼에 대해 약 1400-1800 W의 RF 전력을 챔버에 인가해야 한다. 측면 현수 거리(lateral overhang

distance) X는 약 0.8-2.0 mm의 범위일 수 있으며, 수직 간격 거리 Y는 0.0045" 내지 +/-0.003"일 수 있다. 정확한 최적 치수 범위는 상이한 조건 하에 웨이퍼 경사면 상의 물질의 증착을 방지하도록 구성된 웨도우 링의 다른 실시예들에 대해 변할 수 있다.

<91> 도 9A는 본 발명에 따른 웨도우 링의 일 실시예를 이용하여 증착된 APF™ 층을 가진 25개 웨이퍼의 배치(batch)에 대한 평균 두께 및 균일도를 나타내는 도표이다. 도 9A는 웨이퍼마다 일관되게 도 9A의 장치를 이용하여 증착된 물질의 이러한 특성을 나타낸다.

<92> 도 9B는 도 9A의 배치(batch)의 웨이퍼에 대한 2개의 상이한 크기의 미립자 오염 추가원을 나타내는 도표이다. 도 9B는 웨도우 링의 사용이 웨이퍼의 실질적인 오염을 유발하지 않았다는 것을 보여준다.

<93> 도 9C는 도 9A의 웨이퍼의 증착 막의 두께 대 중심으로부터의 거리를 나타내는 도표이다. 도 9C는 웨도우 링이 없는 가장 잘 알려진 방법(Best Known Method, BKM)을 위한 증착 장비와 비교할 때 웨이퍼 에지에 증착된 물질의 두께에 있어서 감소가 관측되었음을 보여준다.

<94> 본 발명에 따른 웨도우 링의 실시예들은 다양한 형상을 가질 수 있고, 상이한 물질로 구성될 수 있으며, 상이한 전기 상태로 유지될 수 있다. 아래의 표는 도 10AA-10AE에서 간략화된 단면도로 도시된 물리적 특성을 나타내는 웨도우 링을 이용하여 300 mm 직경의 웨이퍼 상에 실리콘 산질화물의 유전체 반사 방지 코팅(DARC)을 증착한 결과를 요약한 것이다.

<95> 표

<96> Anod. Al = 접지된 양극 산화 알루미늄

<97> Al₂O₃ = 알루미늄 산화물

| 웨도우 링 도면 | 10AA | 10BA | 10CA | 10DA | 10EA |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|--------------------------------|--------------------------------|
| X-고온 (mil) | 53 | 53 | 73 | 73 | 73 |
| 웨이퍼 중심에서 현수부의 선 두께까지의 거리-저온 (mil) | 7716 | 7716 | 7665 | 7665 | 7665 |
| 웨도우 링 구성 | Anod. Al | Anod. Al | Anod. Al | Al ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ |
| 현수부 경사(도) | +10 | -10 | +10 | +10 | +90 |
| (mm)의 방사상 거리에 증착된 SiON DARC의 두께 | -99.8 | 20 | 116 | 15 | 0 |
| | -98.9 | 116 | 202 | 46 | 14 |
| | -98.0 | 392 | 304 | 373 | 174 |
| | -97.1 | 441 | 382 | 431 | 399 |
| | -96.2 | 467 | 437 | 461 | 445 |
| | +96.2 | 454 | 408 | 424 | 461 |
| | +97.1 | 426 | 350 | 349 | 436 |
| | +98.0 | 362 | 267 | 20 | 382 |
| | +98.9 | 20 | 166 | 11 | 56 |
| | +99.8 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| 라인 스캔 평균 두께(Å) (3mm 에지 제외) | 508 | 508 | 508 | 504 | 714 |
| 표준 편차/평균(%) (3mm 에지 제외) | 2.1 | 3.6 | 3.1 | 2.3 | 4.7 |
| (최대-최소)/2x 평균(%) (모든 점) | 49.4 | 51.7 | 50.5 | 51.6 | 53.5 |
| (최대-최소)/2x 평균(%) (3mm 에지 제외) | 8.8 | 16.3 | 16.3 | 11.0 | 18.8 |

<99> DARC 물질은 실란(silane), N₂O 및 헬륨 가스를 수반하는 플라즈마 지원 화학 기상 증착에 의해 형성되었다.

도 10AB-10EB는 각각, 도 10AA-10EA의 웨도우 링들에 대한 증착 물질의 두께 대 방사상 거리를 나타내는 도표이다.

<100> 표 및 도 10AB-10EB는 증착된 DARC 층의 최고 평균 균일도가 웨이퍼 주변 상에 최단 거리(53 mil)로 연장한 도

10AA의 경사진 양극 산화 알루미늄 웨도우 링에 의해 달성되었음을 보여준다. 이러한 웨도우 링 디자인을 반대로 한 간단한 실험(도 10BA)은 증착 물질의 불균일을 증가시킨 결과를 낳았다.

- <101> 웨이퍼 주변 상에 더욱 연장하도록 수정된 경사진 양극 산화 알루미늄 웨도우 링의 이용(도 10CA)은 증착 막이 도 10AA의 웨도우 링을 이용하여 증착된 막보다 낮은 균일도를 갖는 결과를 낳았다. 이것은 웨도우 링의 에지에서 3 mm 에지 제외 경계부까지의 증착에 이용할 수 있는 거리의 손실에 기인하는 것으로 예측된다. 특히, 짧아진 웨도우 링을 이용하여 이러한 "손실" 거리 내에 형성된 물질은 증착된 층이 3 mm 에지 제외 경계부에 도달하기 전에 평균 두께 값에 접근하는 것을 가능하게 하여 두께 균일도를 향상시킬 수 있다.
- <102> 웨도우 링의 구성 및 전기 상태 또한 물질 증착의 품질에 영향을 미칠 수 있다. 도 10AA-10CA의 웨도우 링 각각을 이용한 증착은 접지와 전기적으로 통하는 도전성의 양극 산화 알루미늄을 포함하는 웨도우 링을 이용하여 이루어졌다. 이와 달리, 도 10D-10E의 웨도우 링을 이용한 증착은 유전체 물질-알루미늄 산화물(Al_2O_3)을 포함하는 웨도우 링을 이용하여 이루어졌다.
- <103> 본 발명에 따른 웨도우 링의 실시예들이 도전성 또는 유전체 물질을 포함할 수 있지만, 적어도 도전성 표면을 가진 접지 웨도우 링은 증착 물질의 균일도를 향상시킬 수 있다. 특히, 이러한 접지 도전성 웨도우 링은 웨이퍼 표면 위에 위치하는 전자기장의 형상을 크게 변화시키지 않는다. 이러한 방식으로, 접지 도전성 웨도우 링은 웨이퍼 경사부 상의 물질 증착에 대한 순수 물리적인 장벽으로서 기능할 수 있다. 이와 달리, 유전체 물질을 포함하는 웨도우 링은 웨이퍼의 에지 영역 위에 위치하는 전자기장의 형상을 변경하여 플라즈마 및 그로부터 증착되는 물질의 균일도에 영향을 미칠 수 있다.
- <104> 본 발명에 따른 웨도우 링의 실시예들은 다양한 물질로 구성될 수 있다. 이러한 물질의 예는 알루미늄, 양극 산화 알루미늄, 알루미늄 산화물, 알루미늄 질화물, 석영 및 ICONEL™ 및 Hastelloy와 같은 니켈의 합금과 같은 다른 물질을 포함한다. 소정 실시예에 따르면, 웨도우 링은 물질들의 합성물, 예를 들어 전기 도금 및/또는 화염 방사에 의해 형성된 니켈과 같은 도전성 표면을 가진 유전체 코어를 포함할 수 있다.
- <105> 경사진 것이 아니라 무딘 단부를 가진 연장된 알루미늄 산화물 웨도우 링의 이용은 가장 낮은 값의 두께 균일도를 낳았다. 이것은 프로세싱 가스가 웨도우 링의 에지에 가까운 가려지지 않은 웨이퍼 영역에 도달하는 것을 무딘 단부가 방해한 결과일 가능성이 높다. 도 10AA 및 10CA의 웨도우 링 디자인들의 경사진 에지는 이러한 가려지지 않은 영역으로의 가스 흐름을 향상시킴으로써 이들 영역에, 다른 가려지지 않은 영역에 비교될만한 두께를 갖는 물질의 증착을 촉진시킨다.
- <106> 본 발명에 따른 실시예들은 도 8A-8D에 도시된 특정 지지 메커니즘에 한정되는 것은 아니다. 도 11A는 펌핑 라이너 내에 배치되는 본 발명에 따른 웨도우 링의 다른 대체 실시예의 간략화된 절단 사시도를 나타낸다. 도 11B는 도 11A의 웨도우 링의 확대되고 간략화된 절단 사시도를 나타낸다. 도 11A-B의 디자인은, 사용하지 않을 때 웨도우 링(1180)이 펌핑 라이너 내에 존재하는 수직 채널의 립에 의해서가 아니라 베어 알루미늄 핑거들(1190)에 의해 지지된다는 점 외에는 도 8A-H에 도시된 것과 유사하다.
- <107> 본 발명에 따른 웨도우 링의 실시예들은 다른 타입의 피처를 포함할 수 있다. 예를 들어, 전술한 바와 같이, 웨이퍼 히터/지지체는 매립 전극을 포함한다. 이 매립 전극은 반응 챔버 내에 존재하는 하전 입자에 방향성을 제공하는 전기장을 생성한다.
- <108> 또한, 도 3 및 8A에 도시된 바와 같이, 매립 전극은 지지 웨이퍼의 예상 에지를 지나는 거리까지 연장한다. 이것은 전극 에지와 연관된 전기장이 평탄한 형상 및 강도를 나타내지 않기 때문이다. 전극을 연장함으로써, 전극 에지와 연관된 이러한 전기장 불균일은 웨이퍼 에지를 지나 이동하여, 증착 물질의 보다 나은 균일도를 보장한다.
- <109> 도 8A에 더 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 웨도우 링의 일부가 또한 매립 전극 위에 위치하며, 그 투과율(permeability)이 전극으로부터 생성되는 전기장의 형상 및 강도를 바람직하지 않게 변경할 수 있다.
- <110> 따라서, 본 발명에 따른 웨도우 링의 대체 실시예는 현수부와 에지부 사이의 갭을 특징으로 하여 웨이퍼 에지 상의 전기장의 균일도의 유지를 돕는다.
- <111> 도 12A는 본 발명에 따른 그러한 "웹(webbed)" 웨도우 링의 일 실시예의 간략화된 단면도를 나타낸다. 도 12B는 도 12A의 웨도우 링의 사시도를 나타낸다.
- <112> 웹 웨도우 링(980)은 도 8A-D에 도시된 것과 유사하며, 펌핑 라이너(910) 및 웨이퍼 지지체(928)의 오목한 피처

들과 각각 결합하도록 구성된 수평 탭(980b) 및 수직 탭(980c)을 특징으로 한다. 그러나, 웨이퍼 링(980)은 중간 원주부(980e)에 의해 물리적 접촉을 유지하는 현수부(980a)와 수평 탭(980b) 사이의 갭(980d)을 특징으로 한다.

- <113> 도 12C는 도 12A의 웨이퍼 링에 대한 증착 물질의 두께 대 방사상 거리를 나타내는 도표이다. 갭(980d)의 존재는 웨이퍼의 에지 영역에서의 자기장의 균일도, 따라서 가려지지 않은 에지 영역에 증착되는 물질의 균일도를 보장하는 데 도움을 준다.
- <114> 도 13은 본 발명에 따른 웨이퍼 링 디자인의 또 다른 실시예의 간략화된 단면도를 나타낸다. 특히, 웨이퍼 링(1380)의 현수부(1380a)는 그 하측 상의 하나 이상의 돌출부(1380b)를 특징으로 한다. 돌출부(projection, 1380b)는 하부 웨이퍼(1382)와 물리적으로 접촉한다.
- <115> 도 13에 도시된 타입의 웨이퍼 링의 이용은 다수의 가능한 메커니즘에 따른 프로세싱을 향상시킬 수 있다. 돌출부는 물리적 스페이서로서 기능하여, 좁지만 최소로 필요한 공간이 웨이퍼 링의 현수부와 하부 웨이퍼 사이에 존재하는 것을 보장할 수 있다. 따라서, 돌출부는 이러한 물리적 스페이서로서의 역할을 함으로써 웨이퍼 및 링 두께 프로파일의 고유 변화를 고려해야 하는 허용 오차 한계의 완화를 허용하여, 웨이퍼 링의 웨이퍼와의 훨씬 더 가까운 간격을 허용할 수 있다.
- <116> 또한, 돌출부의 존재는 웨이퍼 링과 하부 웨이퍼 사이의 전기적 접촉을 확보할 수 있다. 웨이퍼 링과 웨이퍼를 동일 전위로 유지함으로써, 프로세싱 불균일을 유발하는 웨이퍼 링과 웨이퍼 간의 원하지 않는 아킹 이벤트가 줄거나 제거될 수 있다.
- <117> 돌출부(1380b)는 제외된 에지 영역(1382a)에서만 기판(1382)에 접촉하도록 설계된다. 따라서, 웨이퍼 링(1380)과 하부 웨이퍼(1382) 사이의 물리적 접촉으로부터 발생하는 어떠한 가능한 오염도 웨이퍼 수율에 영향을 미치지 못한다.
- <118> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 300 mm 웨이퍼 상에 물질의 증착을 위한 웨이퍼 링은 0.05"/+/-0.01"의 직경과, +0.0002" 내지 -0.0001"의 허용 오차를 가진 0.0045"의 높이를 갖는 3개의 돌출부를 구비한 AIN을 포함하였다. 본 발명에 따른 웨이퍼 링의 일 실시예는 적어도 3개, 가능하면 더 많은 수의 돌출부를 특징으로 한다.

<119> **에지 퍼지 히터 (Edge Purge Heater)**

- <120> 전문한 프로세싱 키트는 에지 퍼지 히터 피처를 특징으로 하도록 본 발명의 실시예들에 따라 개조될 수 있다. 이것은 경사부 상의 물질의 증착을 방지하기 위하여 기판의 에지부로 퍼지 가스를 유도시키도록 개조된 히터 구조를 포함한다.
- <121> 도 14A는 본 발명의 일 실시예에 따른 에지 퍼지 가스 시스템을 특징으로 하는 히터의 간략화된 단면도를 나타낸다. 도 14B는 도 14A의 히터의 간략화되고 확대된 단면도를 나타낸다.
- <122> 도 14A-B는 가스 분배 샤워 헤드(1404) 아래에 챔버(1402) 내에 배치된 히터/지지체(1400)를 나타낸다. 기판(1406)은 서라운딩 에지 링(1408)에 의해 한정되는 포켓 내의 지지체(1400) 상에 배치된다. 히터(1400)는 퍼지 가스를 에지 링(1408)과 기판의 에지 사이에 에지 링(1408)의 베이스로 유도시키기 위한 채널(1400a)을 포함하도록 구성된다. 웨이퍼 에지를 따라 퍼지 가스의 흐름을 바깥으로 향하게 함으로써 프로세싱 가스의 기판 에지/경사 영역으로의 흐름이 방지되며, 에지 영역에서의 물질의 증착이 줄거나 제거된다.
- <123> 도 14C는 에지 링으로의 질소 퍼지 가스의 다양한 흐름 속도에 대해 도 14A의 히터 구조에 의해 지지되는 웨이퍼 상의 증착 DARC 물질의 두께 대 위치를 나타내는 도표이다. 도 14D는 에지 링으로의 헬륨 퍼지 가스의 다양한 흐름 속도에 대해 도 14A의 히터 구조에 의해 지지되는 웨이퍼 상의 증착 DARC 물질의 두께 대 위치를 나타내는 도표이다.
- <124> 위의 설명은 웨이퍼 경사면 상의 실리콘 산질화물 DARC 또는 APFTM 층의 증착을 줄이기 위한 참조 기술들의 이용에 초점을 맞추었지만, 본 발명에 따른 실시예들은 이러한 특정 응용으로 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 낮은 유전율(K)을 나타내는 막들은 셀로우 트렌치 아이솔레이션(STI), 프리-메탈 유전체(PMD) 및 인터-메탈 유전체(IMD)와 같은 응용에서 이용이 증가하고 있음을 알 수 있다.
- <125> 이러한 저 유전율 막들의 형성은 상당한 양의 탄소를 포함하는 실리콘 산화물의 증착을 수반할 수 있다. 이러한 하나의 저 유전율 막은 캘리포니아, 산타클라라 소재의 어플라이드 머티리얼즈 인크.에 의해 판매되는 BLACK

DIAMOND™로서 알려져 있다.

- <126> 다른 타입의 저 유전율 막은 증착 시점 형태(as-deposited form)의 포로젠으로서 탄소 함유 분자들을 특징으로 한다. 증착에 이은 어닐링은 포로젠을 유리화하여 막의 유전율을 낮추는 나노포어를 남긴다. 이러한 나노포어 막의 일례는 본 명세서의 일부로서 참고로 포함된 미국 특허 제6,541,367호에 기술되어 있다.
- <127> 웨이퍼 경사면 상의 강화 증착은 이들 막 양자에 대한 플라즈마 지원 CVD 형성 프로세스 동안 관측되었다. 따라서, 본 발명에 따른 방법 및 장치의 실시예들은 이들 및 다른 타입의 탄소 함유 저 유전율 막들의 경사면 증착을 줄이는 데 이용될 수 있다.
- <128> 이상은 본 발명의 특정 실시예들의 완전한 설명이지만, 다양한 수정, 변형 및 대안이 이용될 수 있다. 이러한 균등물 및 대체물들은 본 발명의 범위 내에 포함된다. 따라서, 본 발명의 범위는 설명된 실시예들로 제한되는 것이 아니라, 다음의 청구범위 및 그 균등물의 전 범위에 의해 한정된다.

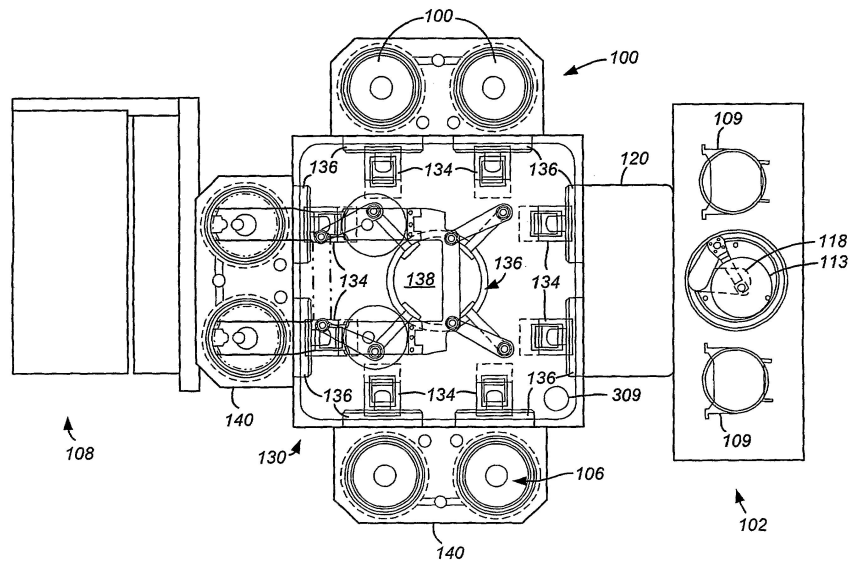
도면의 간단한 설명

- <129> 도 1은 예시적인 반도체 프로세싱 시스템의 평면도를 제공한다. 이 프로세싱 시스템은 본 발명의 프로세스 키트를 수용하는 증착 챔버들의 쌍을 포함한다.
- <130> 도 2는 비교용의 예시적인 증착 챔버의 단면도를 제공한다. 도 2의 챔버는 트윈 또는 직렬식(tandem) 챔버이다. 그러나, 여기서 기술되는 프로세스 키트는 단일 챔버 디자인에서도 이용될 수 있다는 것을 이해해야 한다.
- <131> 도 3은 일반적인 챔버 본체의 부분 단면도를 제공한다. 챔버 본체는 가스 유동 경로를 나타내기 위한 목적상 개략적으로 도시되어 있다. 화살표는 챔버 내의 주 가스 흐름 및 기생 가스 흐름 경로를 나타낸다.
- <132> 도 4는 증착 챔버의 일부의 사시도를 제공한다. 기관 프로세싱 영역을 한정하기 위하여, 그리고 다양한 라이너를 지지하기 위하여 챔버 본체가 제공된다. 웨이퍼 통과 슬릿을 제공하는 웨이퍼 슬릿 밸브가 챔버 본체 내에 도시되어 있다.
- <133> 도 5는 도 4의 예시적인 증착 챔버의 절단 사시도를 나타낸다. 도 5에는 서라운드 C 채널 라이너에 의해 지지되는 상부 라이너 또는 "펌핑 라이너"가 도시되어 있다.
- <134> 도 6은 절단도로부터 2개의 노출 영역을 강조하는 도 5의 챔버 본체를 나타낸다. 이 2개의 단면 영역은 영역 6A 및 영역 6B로 표시된다.
- <135> 도 6A는 도 6으로부터 단면 영역 6A의 확대도를 제공한다. 유사하게, 도 6B는 단면 영역 6B의 확대도를 제공한다. 상부 라이너 및 지지 C 채널 라이너가 각 도면에 도시되어 있다.
- <136> 도 7은 도 4의 챔버 본체 부분의 분해도를 나타낸다. 이 도면에서, 일 실시예에서 프로세스 키트로부터의 다양한 라이너들이 보다 명확하게 식별될 수 있다.
- <137> 도 8A는 펌핑 라이너 내에 배치되고 기관 지지체와 결합되는 본 발명에 따른 웨도우 링의 일 실시예의 간략화된 단면도를 나타낸다.
- <138> 도 8B는 도 8A의 웨도우 링의 간략화된 절단 사시도를 나타낸다.
- <139> 도 8C는 도 8A의 웨도우 링의 간략화된 평면도를 나타낸다.
- <140> 도 8D는 도 8A의 웨도우 링의 간략화되고 확대된 사시 단면도를 나타낸다.
- <141> 도 8E-F는 300 mm의 직경을 가진 기관과 함께 사용하기 위한 본 발명에 따른 웨도우 링의 일 실시예의 다양한 치수를 나타내는 간략화된 평면도를 나타낸다.
- <142> 도 8G-H는 도 8E-F에 도시된 웨도우 링의 실시예의 다른 치수를 나타내는 간략화된 단면도를 나타낸다.
- <143> 도 9A는 도 8A-H의 웨도우 링을 이용하여 처리된 25개 웨이퍼의 일 배치의 파이어 웨이퍼에 대한 평균 두께 및 균일도를 나타낸다.
- <144> 도 9B는 도 9A의 배치의 웨이퍼에 대한 2개의 상이한 크기의 미립자 오염 추가원을 나타낸다.
- <145> 도 9C는 도 9A의 웨이퍼의 중심으로부터 증착 막의 두께 대 거리를 나타낸다.

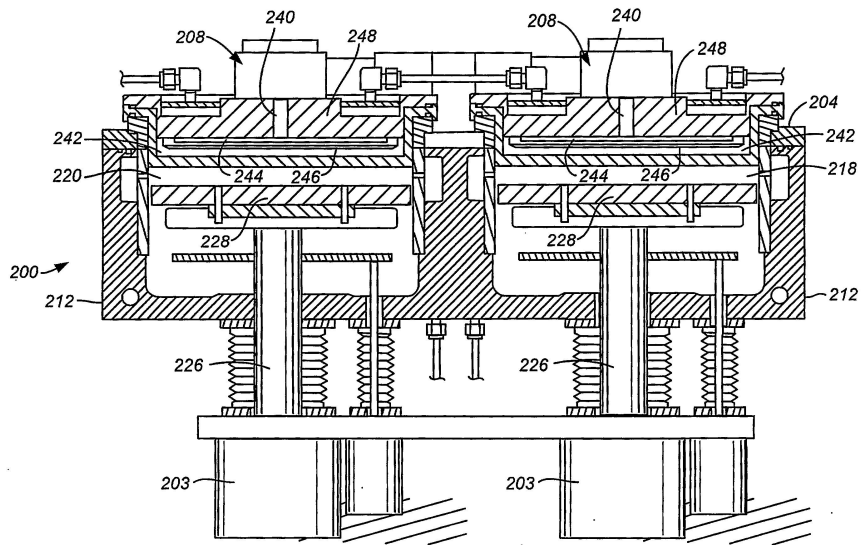
- <146> 도 10AA-10EA는 상이한 구성 및 형상을 가진 웨도우 링들의 간략화된 개략도를 나타낸다.
- <147> 도 10AB-EB는 각각, 도 10AA-EA의 웨도우 링들에 대한 증착 물질의 두께 대 방사상 거리를 나타낸다.
- <148> 도 11A는 펌핑 라이너 내에 배치되는 본 발명에 따른 웨도우 링의 다른 대체 실시예의 간략화된 단면도를 나타낸다.
- <149> 도 11B는 도 11A의 웨도우 링의 간략화된 절단 사시도를 나타낸다.
- <150> 도 12A는 펌핑 라이너 내에 배치되고 기판 지지체와 결합되는 본 발명에 따른 웨도우 링의 다른 실시예의 간략화된 단면도를 나타낸다.
- <151> 도 12B는 도 12A의 웨도우 링의 사시도를 나타낸다.
- <152> 도 12C는 도 12A의 웨도우 링에 대한 증착 물질의 두께 대 방사상 거리를 나타낸다.
- <153> 도 13은 본 발명에 따른 웨도우 링의 다른 실시예의 간략화된 단면도를 나타낸다.
- <154> 도 14A는 본 발명에 따른 예지 퍼지 가스 시스템을 특징으로 하는 히터의 간략화된 단면도를 나타낸다.
- <155> 도 14B는 도 14A의 히터의 간략화된 확대 단면도를 나타낸다.
- <156> 도 14C는 질소 예지 퍼지 가스의 유동을 특징으로 하는 기관에 대한 증착 막 두께 대 위치를 나타낸다.
- <157> 도 14D는 헬륨 퍼지 가스의 유동을 특징으로 하는 기관에 대한 증착 막 두께 대 위치를 나타낸다.
- <158> 도 15A-F는 기판 상에 폴리실리콘 피처를 형성하기 위한 프로세스 단계의 간략화된 단면도를 나타낸다.
- <159> 도 15BA-DA 및 15FA는 폴리실리콘 피처를 형성하기 위한 각각의 단계의 단면 전자 마이크로그래프를 나타낸다.

도면

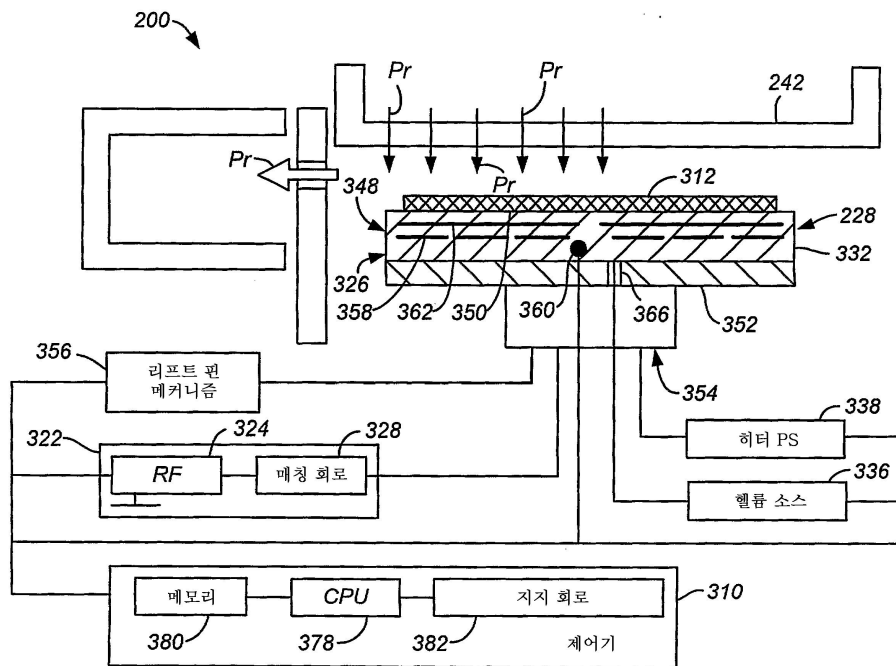
도면1



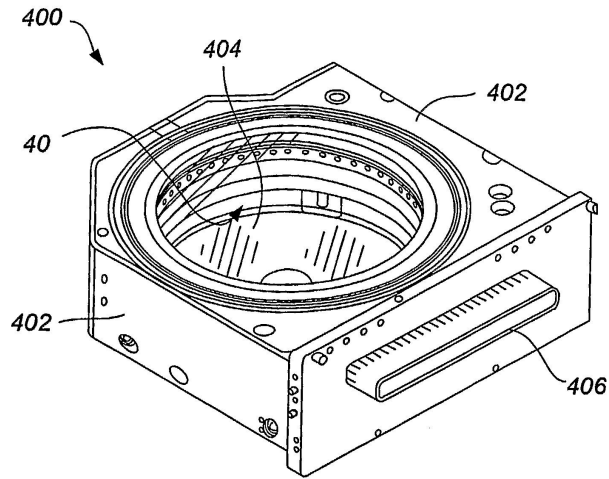
도면2



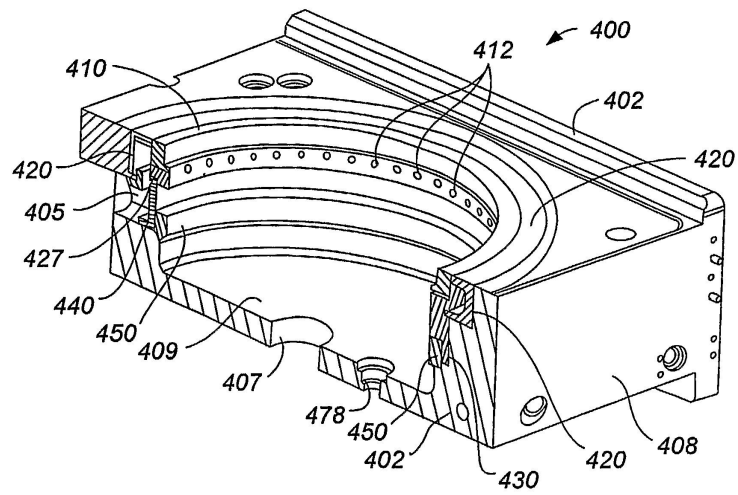
도면3



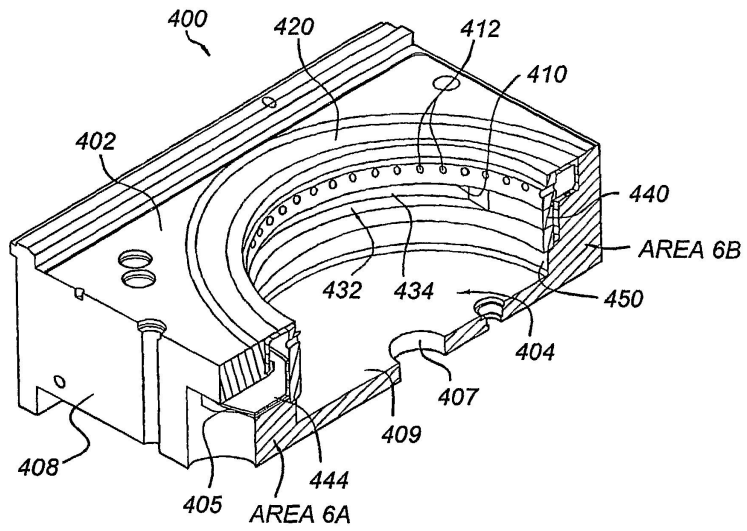
도면4



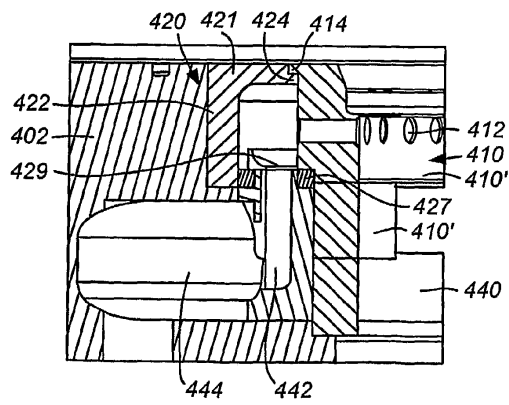
도면5



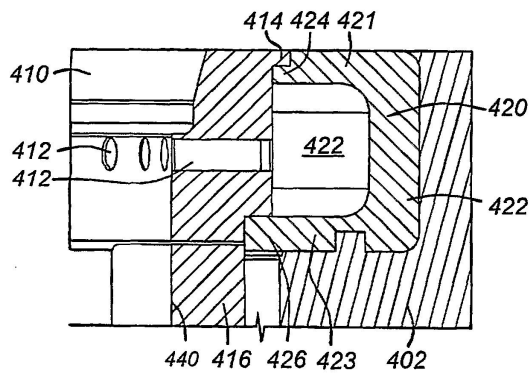
도면6



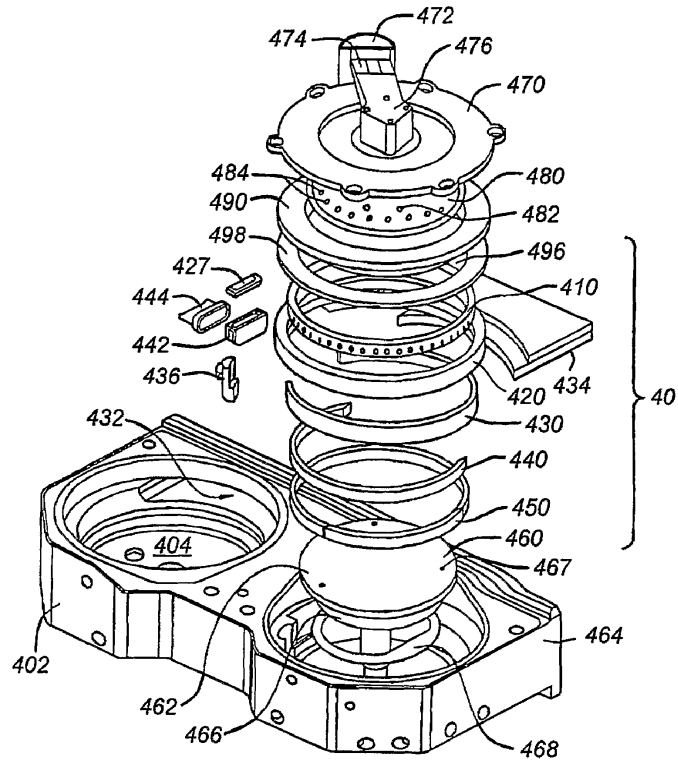
도면6a



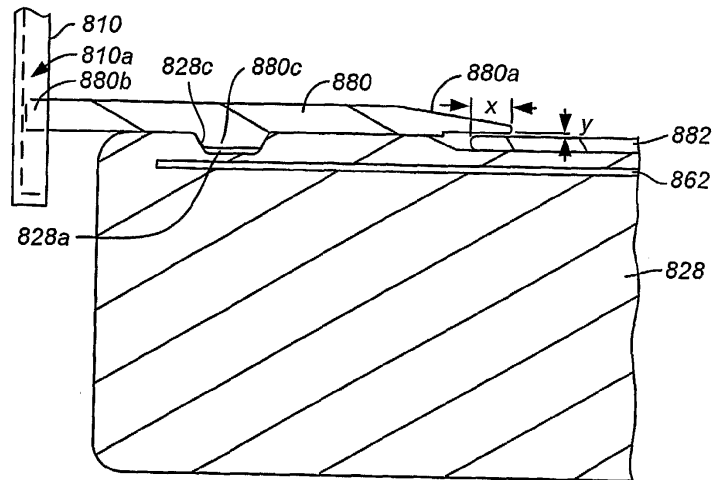
도면6b



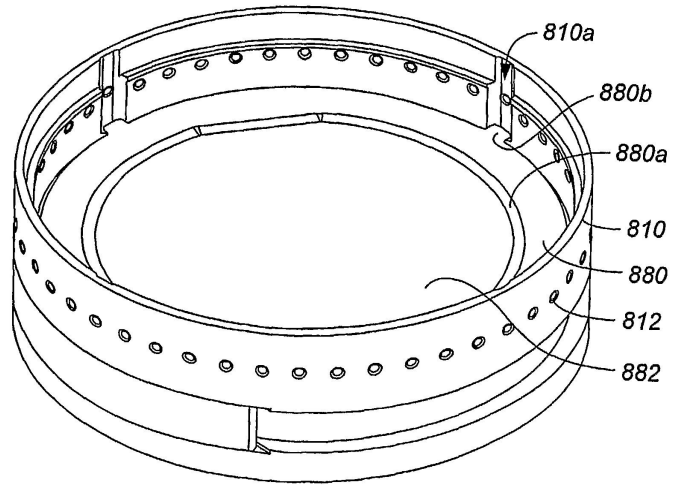
도면7



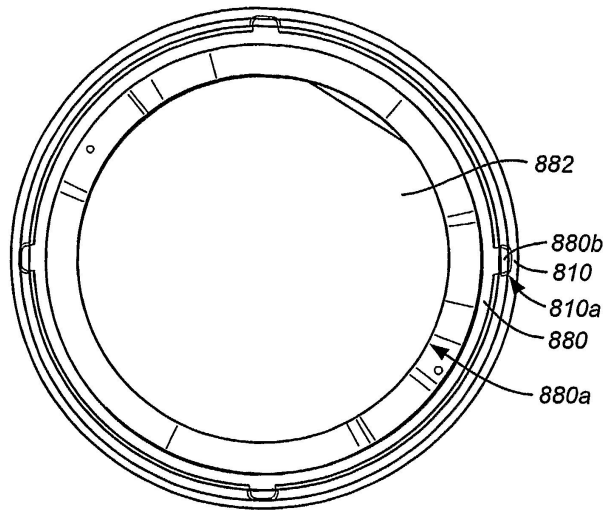
도면8a



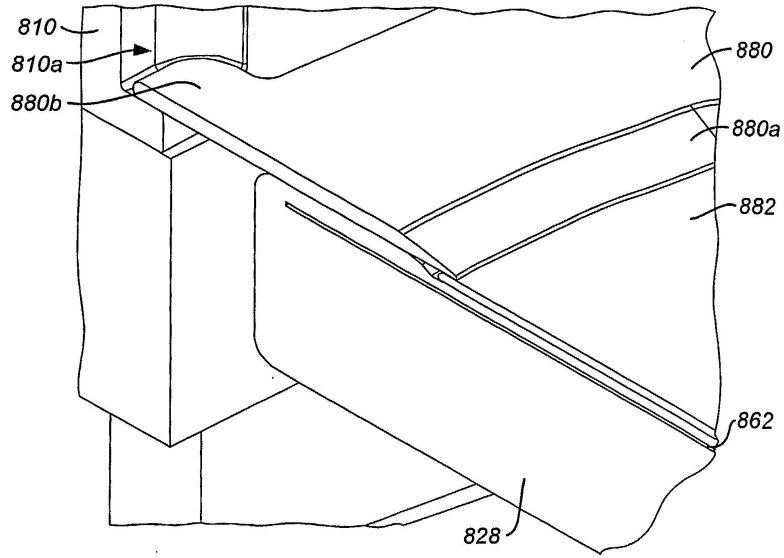
도면8b



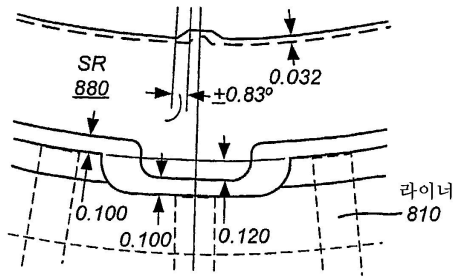
도면8c



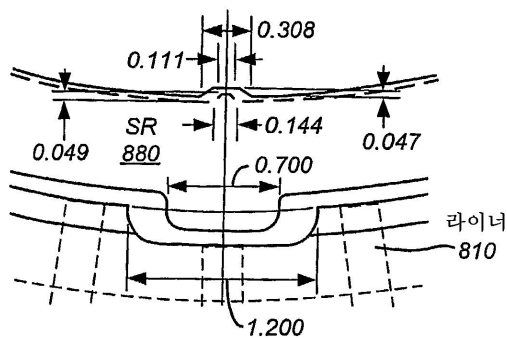
도면8d



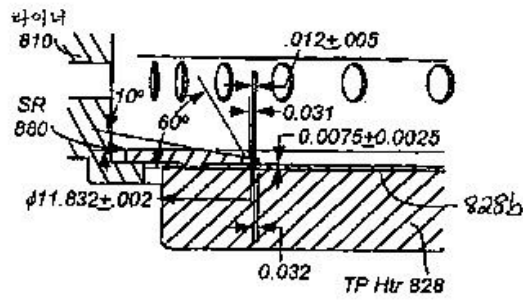
도면8e



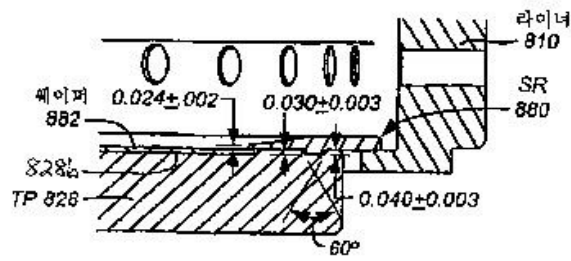
도면8f



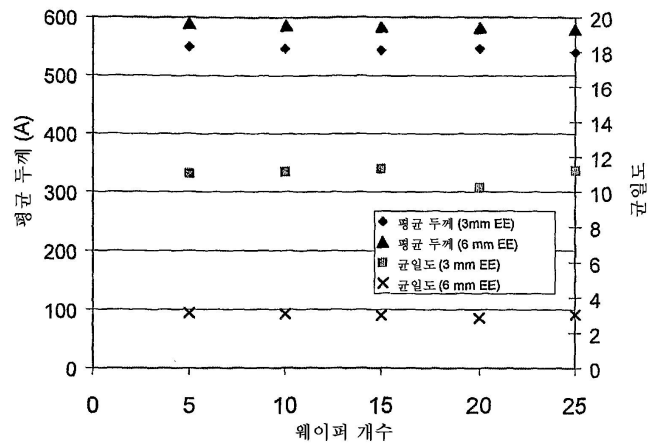
도면8g



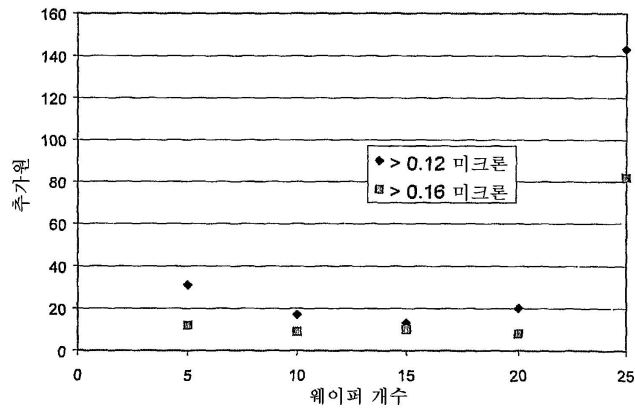
도면8h



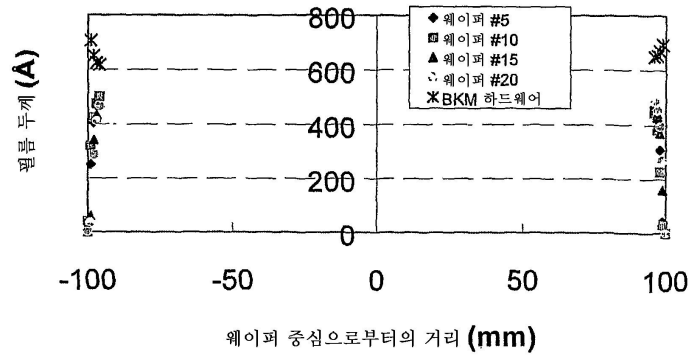
도면9a



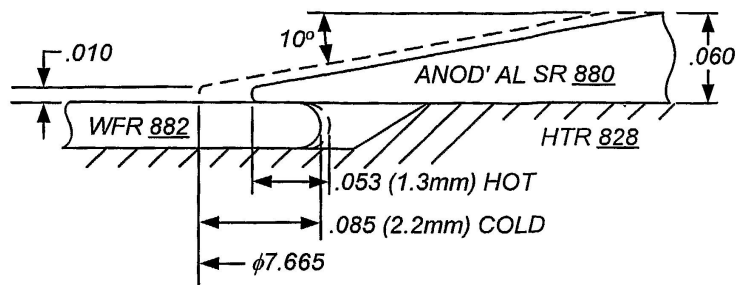
도면9b



도면9c

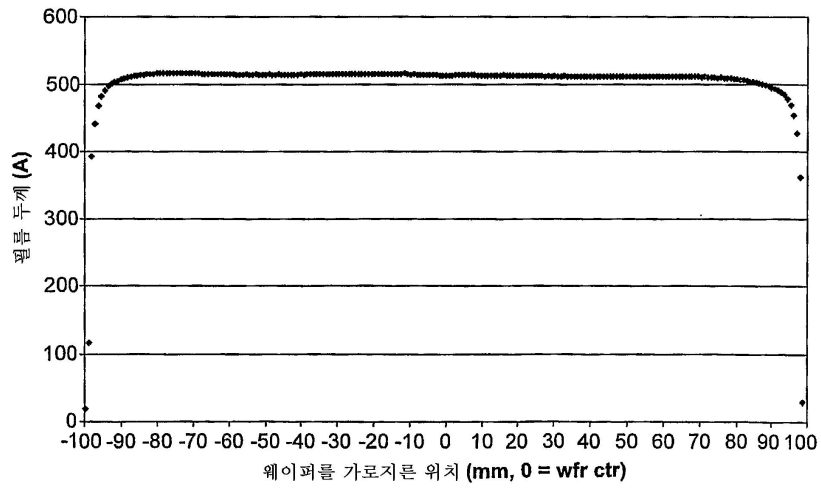


도면10aa

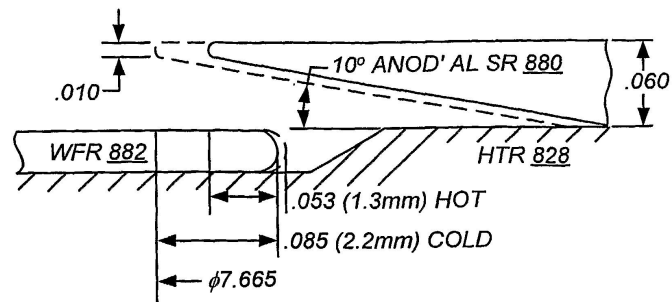


도면10ab

큰 내경을 갖는 경사진 알루미늄 웨도우 링(#E-2)을
사용한 DARC 필름 두께 대 웨이퍼를 가로지른 위치
(225 pt 스캔, 0.2 mm EE)

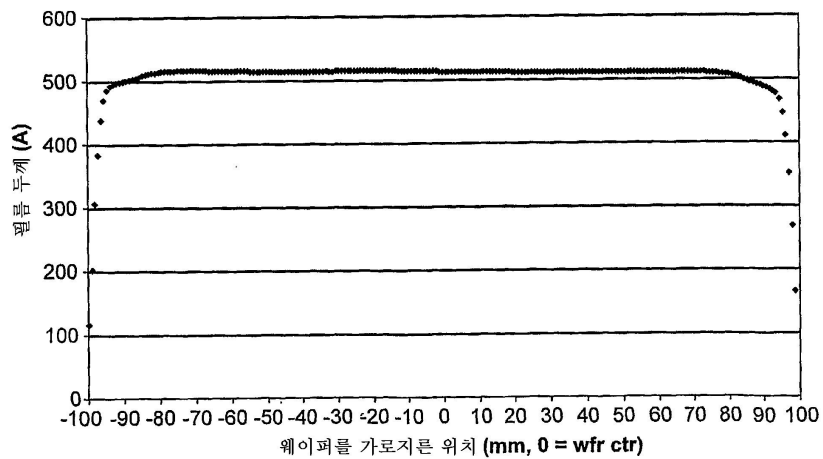


도면10ba

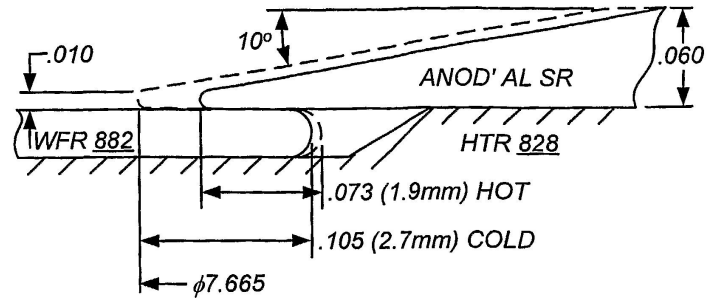


도면10bb

큰 내경을 갖는 경사진 알루미늄 웨도우 링(#E-2)을
사용한 DARC 필름 두께 대 웨이퍼를 가로지른 위치, 뒤집은 상태에서 수행
(225 pt 스캔, 0.2 mm EE)

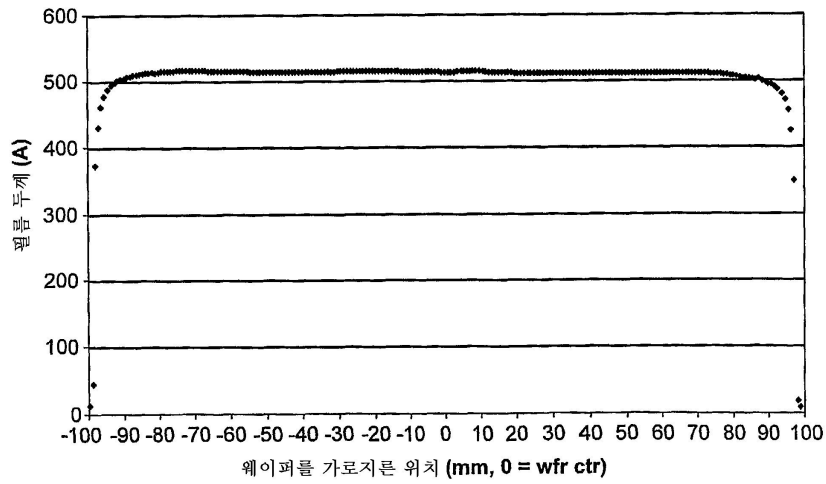


도면10ca

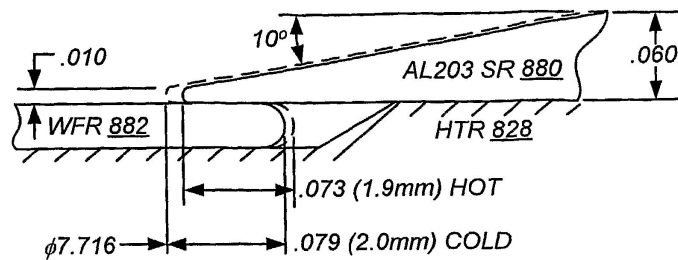


도면10cb

경사진 알루미늄 웨도우 링(#E-1)을
 사용한 DARC 필름 두께 대 웨이퍼를 가로지른 위치
 (225 pt 스캔, 0.2 mm EE)

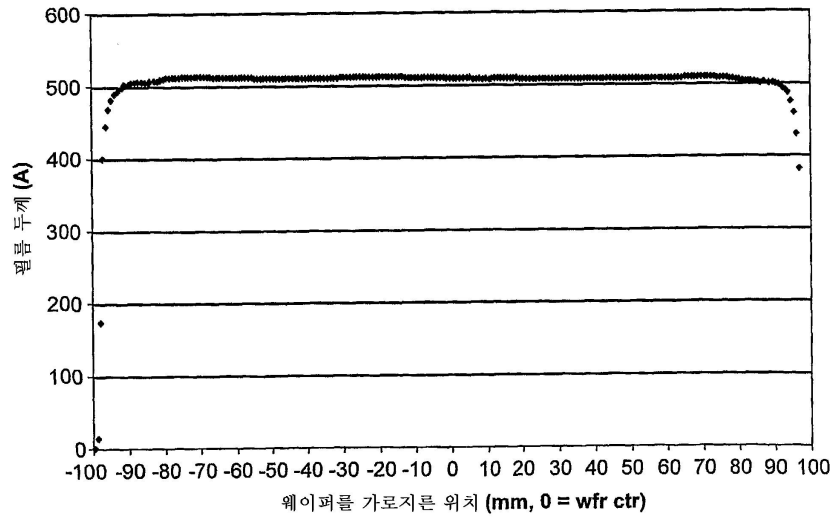


도면10da

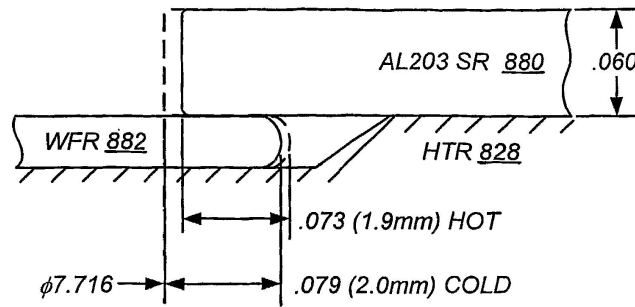


도면10db

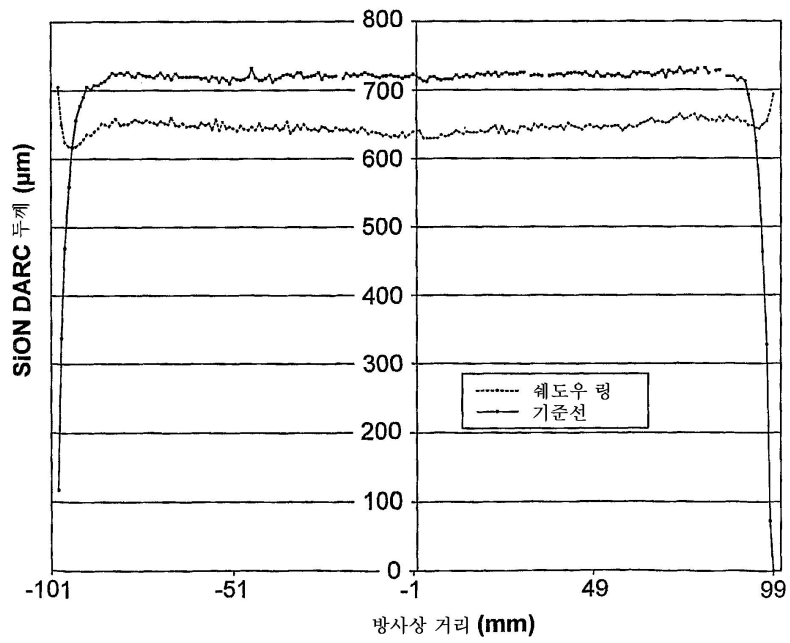
경사진 세라믹 웨도우 링을
사용한 DARC 필름 두께 대 웨이퍼를 가로지른 위치
(225 pt 스캔, 0.2 mm EE)



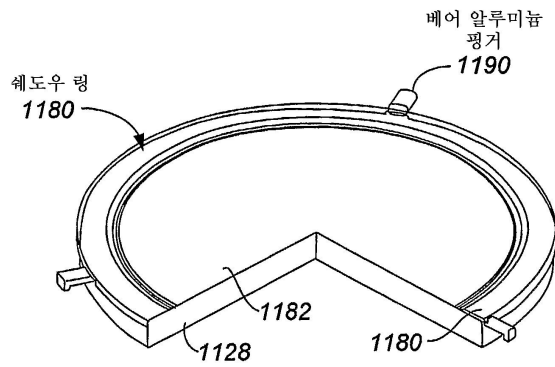
도면10ea



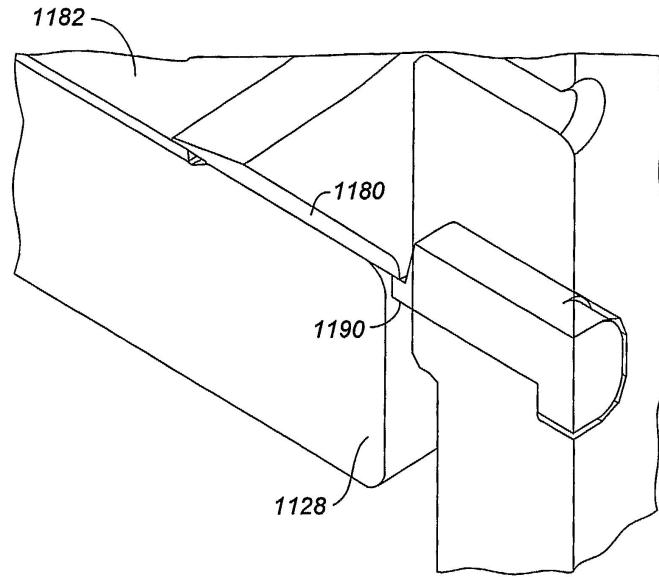
도면10b



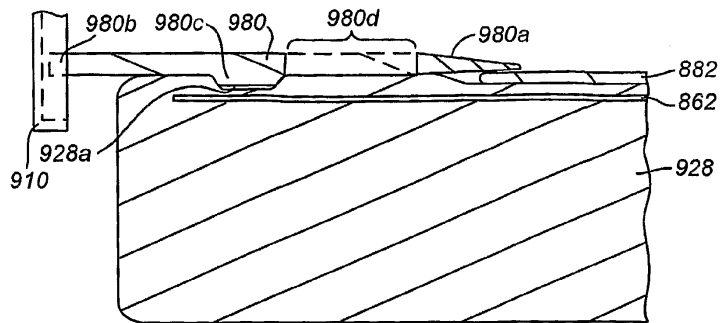
도면11a



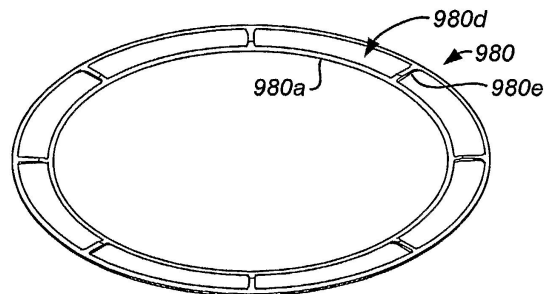
도면11b



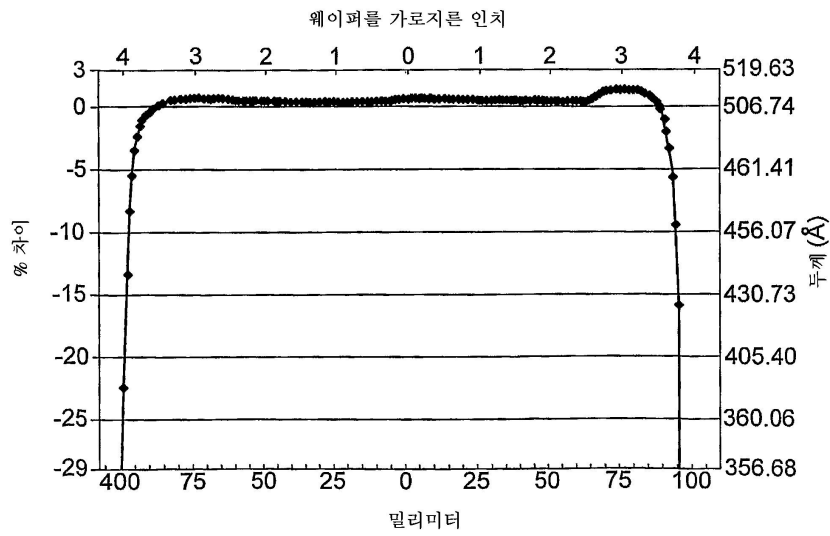
도면12a



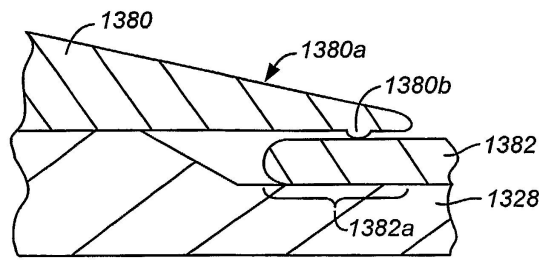
도면12b



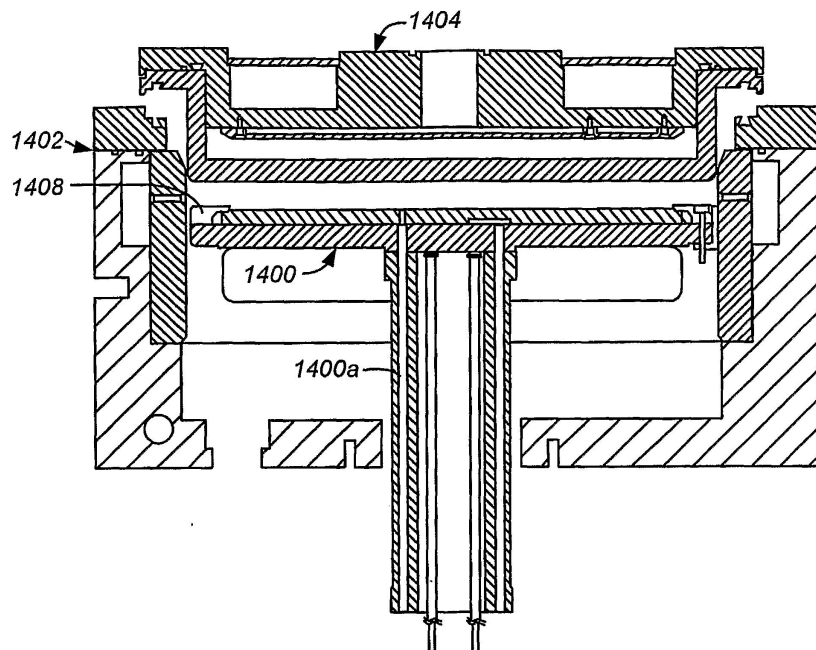
도면12c



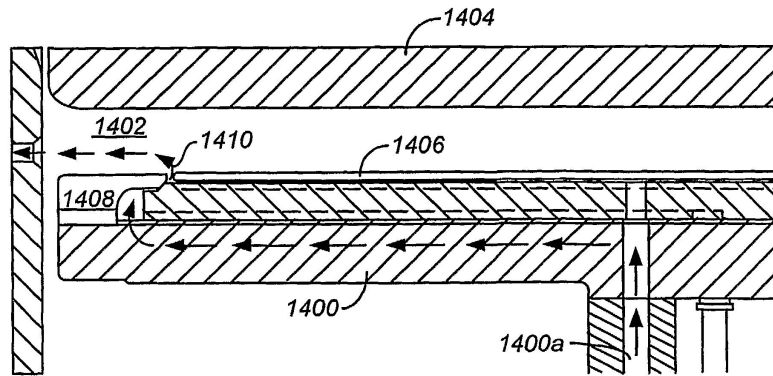
도면13



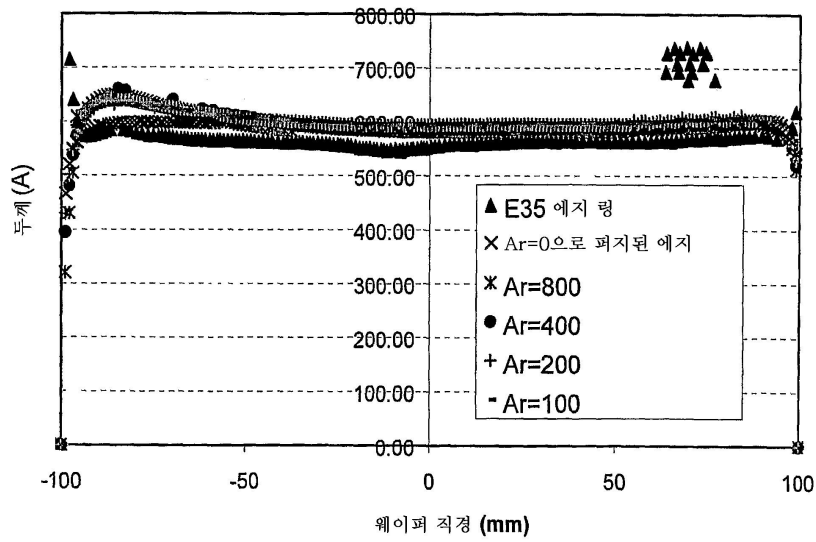
도면14a



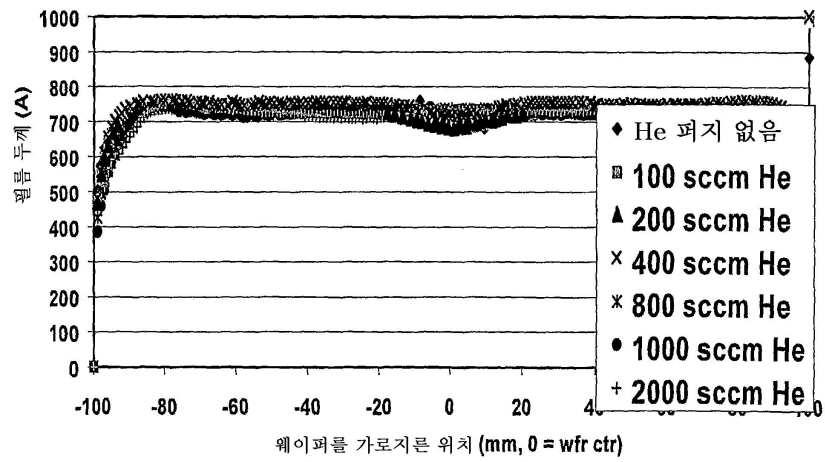
도면14b



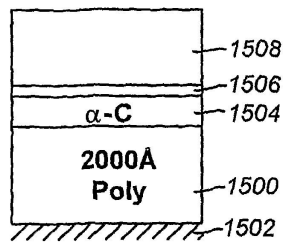
도면14c



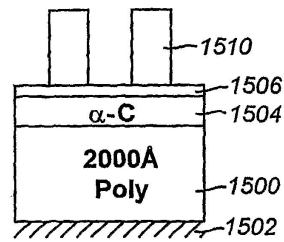
도면14d



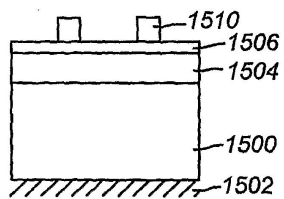
도면15a



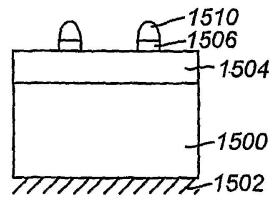
도면15b



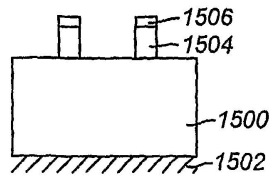
도면15c



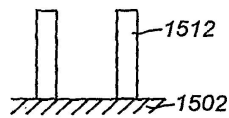
도면15d



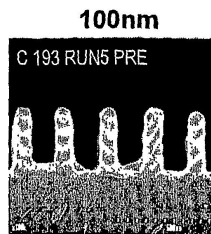
도면15e



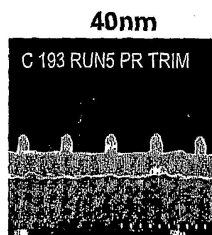
도면15f



도면15ba



도면15ca



도면15da



도면15fa

