

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H01L 21/02

(11) 공개번호 특2000-0048366  
(43) 공개일자 2000년07월25일

(21) 출원번호	10-1999-0060922
(22) 출원일자	1999년12월23일
(30) 우선권주장	9/220, 153 1998년12월23일 미국(US)
(71) 출원인	어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드 조셉 제이. 스위니 미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050
(72) 발명자	리이머, 피터 미국94024캘리포니아로스알토스골든웨이905 사보리, 페드램 미국95050캘리포니아산타클라라먼로스트리트#9052201 스미쓰, 데니스알. 미국95120캘리포니아샌어제이파소로스세리토스6067
(74) 대리인	남상선

**심사청구 : 없음**

**(54) 통합 펌핑 시스템을 갖는 기판 처리장치 및 방법**

**요약**

기판(20) 처리장치(115)는 고 작동효율, 소형 크기, 저 진공 및 저 소음을 갖는 통합 펌핑시스템(155)을 포함한다. 상기 장치(155)는 부하-잠금챔버(110), 전달 챔버(115), 또는 프로세스 챔버(120)와 같은 챔버를 포함한다. 통합 및 로컬 펌프(165)는 챔버로부터 가스를 배기하도록 상기 챔버(110, 115, 120) 중의 하나에 인접 또는 맞닿아 있다. 상기 펌프는 챔버(110, 115, 120)에 연결된 입구 및 가스를 대기압으로 배기하는 출구(165)를 가진다. 바람직하게, 상기 펌프(165)는 예비-진공펌프 또는 저 진공펌프를 포함한다.

**대표도**

**도2**

**명세서**

**도면의 간단한 설명**

도 1은 고 진공펌프, 저 진공펌프, 예비 진공펌프 및 배기 스크러버를 갖춘 펌핑 시스템에 연결된 다중 챔버를 도시하는, 기판처리를 위한 종래의 반도체 처리장치의 개략도.

도 2는 다수의 밸브를 갖는 긴 전방라인을 거의 없앤 접촉 또는 인접 예비 진공펌프를 갖는 챔버를 도시하는, 본 발명에 따른 반도체 처리장치의 개략도.

도 3은 가스압의 증가 및 상이한 파이프 직경에 대한 전방라인의 비도전율을 나타내는 그래프.

도 4는 전방라인의 도전율, 챔버 및 밸브의 도전율, 및 챔버내의 가스 유동율을 증가시키기 위한 총 도전율을 나타내는 그래프.

도 5는 동일한 챔버압을 유지하기 위한 가스 유동율 함수로서, 전방라인이 없는 로컬 펌프, 짧은 전방라인을 갖는 펌프, 및 긴 전방라인을 갖는 원격 펌프의 소정 펌프용량(펌핑 속도)을 나타내는 그래프.

도 6은 길이 및 직경의 함수로서 전방라인 파이프의 내측표면에 대한 피복 표면적의 증가를 나타내는 그래프.

도 7은 로컬 펌프대 원격 펌프에 의해 얻어진 개선된 처리 윈도우를 도시하는, 가스 유동율을 증가시키기 위한 챔버내의 측정압을 나타내는 그래프.

도 8a는 축상에 오오거 스크류를 갖는 저 진공펌프의 개략적인 측면도.

도 8b는 루트형 기구를 갖는 저 진공펌프의 개략적인 측면도.

도 8c는 분기된 후크 및 클로우 조립체를 갖춘 회전자가 제공된 저 진공펌프의 개략적인 측면도.

도 8d는 분기된 돌기 및 홈 조립체를 갖춘 저 진공펌프의 개략적인 측면도.

도 9는 주어진 챔버 크기에 대한 로칼 및 원격 펌핑 시스템을 비교하는, 상이한 펌프 다운 사이클에 대한 챔버압대 펌핑 시간의 그래프.

도 10은 챔버내의 얼음응결을 방지하기 위한 최적압 감소 곡선, 및 상이한 펌프속도에 대해 취한 다수의 챔버압 감소 곡선을 컴퓨터 제공 모델로 나타낸 그래프.

도 11은 통상적인 펌핑 다운 작동 사이클 중에 얻은 에너지 절약량을 나타내는 펌핑 시스템의 전력소모 그래프.

도 12a는 단일 예비 진공펌프의 상이한 단에 연결된 다중 챔버를 도시하는 본 발명에 따른 반도체 처리장치의 개략도.

도 12b는 복수의 입구 포트와 입구측 단을 도시하는 도 12a의 예비 진공펌프의 개략적인 측면면도.

도 13는 분리형 펌핑 시스템에 의해 각각 배기되는 다중 챔버를 도시하는 종래의 반도체 처리장치의 개략도.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 \*

20 : 기판	35 : 펌핑 시스템
40 : 진공 펌프	45 : 진공실
50a-c : 예비 진공펌프	76 : 밸브
80 : 압력 게이지	90 : 드로틀 밸브 제어기
110, 115, 120 : 챔버	170 : 입구
175 : 펌프	

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 가스 배출용 펌핑 시스템을 갖춘 기판 처리장치에 관한 것이다.

종래의 기판(20) 처리장치(15)는 도 1에 도시한 바와 같이 챔버 사이의 기판을 전달하기 위한 개구들을 갖춘 플랫폼(28)상에 연속적으로 장착되는 프로세서 챔버(25a), 전달 챔버(25b), 및 부하-잠금 챔버(25c)를 포함한다. 상기 프로세서 챔버(25a)에서, 프로세스 가스 또는 플라즈마가 기판(20)상에 구조물과 피복층들을 에칭하거나 챔버를 세정하는데 사용된다. 상기 장치(15)는 청정 또는 반 청정실(30)내에 위치하며, 펌핑 시스템(35)이 가스를 배출하고 인접실 또는 기저부의 저압으로 챔버를 유지한다. 통상적으로, 상기 펌핑 시스템(35)은 터보 분자 펌프와 같은 고 진공펌프, 회전 송풍펌프와 같은 저 진공펌프(45), 및 건조 진공펌프와 같은 예비-진공펌프(50a-c)를 포함한다. 통상적으로, 상기 고 진공펌프(40)의 입구(55)는 프로세스 챔버(25)에 연결되며 출구는 상기 챔버로부터 상기 예비-진공펌프(50a)의 입구에 차례로 접속되는 저 진공펌프(45)의 입구(70)로 연결하는 전방라인(65)에 연결된다. 상기 예비-진공펌프(50a)는 배기 스크러버(72)로 배기된다. 상기 예비-진공펌프(50a)는 대기압(760 Torr)으로부터 약 0.01 Torr의 압력으로 프로세스 챔버의 압력을 감소시키며, 상기 저 진공펌프(45)는 챔버의 압력을 약 0.0005 Torr로 감압시키며, 단지 챔버 압력이 0.1 Torr 이하일 때 상기 고 진공챔버(40)는 0.1 Torr에서  $10^{-7}$  Torr이하의 고 진공을 달성하도록 작동된다. 다른 형태의 고 진공펌프는 터보분자 펌프와 결합되어 사용되거나 단독으로 사용되는 저온 펌프이다. 예비-진공펌프(50)도 프로세스 챔버로 빠르게 펌핑시키도록 저온 펌프(도시 않음)와 결합되어 사용될 수 있다. 예비-진공펌프(50) 및 저 진공펌프(45)는 반도체 처리장치에 가장 일반적으로 사용되나 몇몇 반도체 처리장치도 예비-진공펌프(45) 및 저 진공펌프와 결합해서 고 진공 펌프 또는 저온 펌프를 사용할 수 있다. 저 진공펌프(50)는 펌핑성을 개선하는 예비-진공펌프(45)에 필수적이며, 예를들어 추가의 송풍기를 갖춘 예비-진공펌프가 저 진공펌프(50)로서 작동할 수 있다.

펌프(40,45,50a-c)와 챔버(25a-c)사이의 전방라인(65a-c)은 감소된 펌핑부하와 저항을 갖는 높은 도전성 통로를 제공하기 위한 커다란 직경을 가진다. 저 진공펌프(45) 및 예비-진공펌프(50)는 0.5 내지 1m<sup>2</sup>, 또는 0.5m<sup>2</sup>의 체적을 점유하는 커다란 크기의 펌프이며 작동중에 상당히 소음과 진동을 유발한다. 때문에, 상기 펌프들은 통상적으로, 청정실의 공간을 절약하고 민감한 처리설비를 펌프 진동으로부터 기계적으로 차단하기 위해 청정실 아래 또는 인접한 별도의 공간에 놓이게 된다. 상기 청정실과 펌핑실 사이의 거리에는 50 내지 100 피트 길이의 전방라인(65a-c)을 필요로 한다. 이렇게 길다란 길이는 상기 전방라인(65a-c)이 상기 저압펌프 및 예비-진공펌프를 합리적인 효율로 작동시키기 위한 커다란 직경과 낮은 도전을 갖게 하는데 필요하다. 통상적으로, 상기 전방라인(65a-c)은 프로세스 가스에 대한 내식성과 50 내지 100mm(2 내지 4인치)의 직경을 갖는 스테인레스 스틸 파이프이다. 그러나, 대경의 스테인레스 스틸 파이프는 값이 비싸고 길다란 파이프는 펌프 자체만큼 비용이 비싸다. 또한, 청정실로부터 별도의 실내로 연장하는 길다란 전방라인에 설치되는 다수의 엘보 조인트와 접속기구들은 작업중 유해 및 독성 가스를 감소시키고 누출을 방지하기 위해 부식되지 않는 가스 밀봉체로 주의깊게 밀봉되어야 하는데, 이는 반도체 설비를 더욱 고가화시키게 된다. 또한, 상기 파이프들은 에너지를 소모한 파이프의 내측 표면에 응축물의 부착을 감소시키도록 종종 가열된다.

또한, 전방라인(65a-c)의 직경이 큰 경우에도 저압 및 예비-진공 펌프(45,50a-c)의 효율은 개재된 파이프라인의 길다란 길이로 인한 펌핑효율의 손실과 같은 2-4개의 인자에 의해 종종 감소된다. 이는 전방라인

(65a-c)의 길이를 증가시켜 도전율의 급격한 감소를 초래하는, 챔버가 낮은 m Torr 범위의 압력으로 펌핑되는 경우에 특히 그러하다. 다른 문제점은 전방라인(65a-c)의 커다란 직경과 길다란 길이가 상기 라인 내부를 흐르는 프로세스 가스로부터 응축물이 부착되는 히트 싱크로서 작용하는 커다란 면적을 제공한다는 점이다. 이들 응축물은 펌프(50a-c)로부터의 진동에 의해 분리 및 이완되어 챔버(25a-c) 내측에 다시 용융됨으로써 기판(20)을 오염시키고 기판의 수율을 감소시키게 된다.

종래 장치에 있어서의 또다른 문제점은 챔버(25a-c)내의 가스압이 반응적으로 또는 신속하게 감소되지 않음으로써 야기된다. 통상적으로, 상기 챔버압은 챔버(25a-c)내의 가스압을 제어하도록 드로틀밸브(75a,b)를 개폐하는 드로틀밸브 제어기(90)에 압력신호를 공급하는 압력 게이지(80)에 의해 측정된다. 그러나, 이러한 시스템은 챔버(25a-c)내부로의 기판(20)의 진입, 기판의 전달, 또는 가스 유동압의 변화에 의한 압력 변동에 늦게 반응한다. 또한, 유연하게 작동을 시작하는 밸브(76)로부터 취한 압력 감소시간이 너무 늦다. 점진적인 압력 감소는 두 개의 상이한 크기를 갖는 밸브(76)를 사용함으로써 대기압을 mTorr 범위의 압력으로 챔버압을 감소시킬 때 습기의 응축을 방지시키는데 사용되며, 커다란 크기의 밸브는 챔버에 낮은 압력을 펌핑할때 개방된다. 상기 두 사이클의 공정은 챔버(25a-c)내의 습기 응축물을 최소화하는 단계들에서 챔버압을 유연하고 점진적으로 감소시킨다. 그러나, 상기 공정의 소 밸브 개방단계 중의 압력감소 시간은 높은 생산성을 갖는 제조공정에서 종종 과도하게 길어진다.

### **발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

따라서, 본 발명은 효율인 작동을 위해, 대직경을 갖는 과도한 길이의 전방라인을 필요로 하지 않는 펌핑 시스템을 갖는 반도체 처리장치를 제공하고자 하는 것이다.

또한, 청정실에서의 사용을 위해 진동과 소음이 감소된 소형 펌프를 제공하고자 하는 것이다.

또한, 챔버와 펌핑 시스템 사이에 있는 전방라인의 직경, 표면적 및 길이를 감소시키고자 하는 것이다.

또한, 응답시간을 증가시키고 미립자의 발생을 감소시키기 위해서 밸브 이외의 수단에 의해 챔버내의 압력을 제어하고자 하는 것이다.

또한, 펌프 다운 시간을 줄이기 위해 챔버내에서의 압력감소 대 시간 곡선을 더욱 밀접하게 이행시키고자 하는 것이다.

또한, 청정실 환경내에서의 전력 소모, 냉각수 소모 및 열의 방출을 감소시키고자 하는 것이다.

또한, 압력 조절시간, 소음, 진동, 및 동력 소모를 최소화하고 베어링 수명 및 펌프 신뢰도를 최대화하기 위해서 분 당 10,000회전 이하의 회전속도로 작동하는 소형 펌프에 의해 전술한 모든 사항을 달성하고자 하는 것이다.

### **발명의 구성 및 작용**

본 발명은 고 작동 효율, 소형화, 및 저 진동 및 저 소음 수치를 갖는 펌핑 시스템이 설치된 반도체 기판을 가공처리하기 위한 반도체 처리장치에 관한 것이다.

본 발명의 일면으로서, 본 발명은 부하-잠금 챔버, 전달 챔버, 또는 프로세서 챔버와 같은 챔버를 사용하는 기판 처리장치를 포함한다. 펌프는 챔버에 인접되어 있으며 챔버내의 가스를 배기시키기 위해 챔버내에 연결된 입구 및 상기 배기된 가스를 대기로 배출시키기 위한 출구를 가진다. 전방라인은 펌프의 입구와 챔버 사이로 연장되며 약 2 m 이하의 길이 및 약 80 mm이하의 직경을 가진다. 이와는 달리, 상기 장치는 펌프의 입구와 챔버 사이의 전방라인을 실질적으로 없게 할 수도 있다. 바람직하게, 상기 펌프는 예비-진공 펌프 또는 저 진공펌프를 포함한다.

본 발명의 다른 일면으로서, 본 발명은 챔버, 펌프, 및 신호에 따른 펌프의 속도를 변화시키는 펌프 제어기에 가스압에 따른 신호를 제공함으로써 챔버내의 가스압을 제어하는 압력 제어기를 포함하는 기판 처리장치를 포함한다. 사용시, 가스는 펌프에 의해 챔버로부터 배출되며 챔버내의 가스압은 펌프의 속도를 조절함으로써 조절된다. 압력 챔버에 있어서, 기판은 배기실내의 지지대상에 놓이며 가스는 챔버 내측으로 도입되고 선택적으로 기판을 처리하도록 활성화되며, 챔버내의 가스압은 펌프의 속도를 조절함으로써 조절된다.

본 발명의 또다른 일면으로서, 본 발명은 복수의 입구포트를 갖는 펌프, 제 1 챔버 또는 제 1 펌프로부터 가스를 배출하도록 제공되는 제 1 입구포트, 및 제 2 챔버 또는 제 2 펌프로부터 가스를 배출하도록 제공되는 제 2 입구포트를 포함하는 기판 처리장치를 포함한다. 바람직하게, 상기 제 1 및 제 2 입구포트는 펌프의 하나 이상의 입구단에 연결된다.

본 발명의 또다른 일면으로서, 본 발명의 장치는 하나 이상의 기판을 유지할 수 있는 크기와 형상의 외장체를 갖는 복수의 챔버, 및 제 1 입구단내의 제 1 입구 포트 및 제 2 입구단내의 제 2 입구포트를 갖는 펌프를 포함하며, 상기 제 1 입구 포트는 챔버 또는 펌프로부터 가스를 배출하도록 제공되고 상기 제 2 입구포트는 다른 챔버 또는 펌프로부터 가스를 배출하도록 제공된다. 바람직하게, 복수의 챔버는 단일 플랫폼에 장착되며, 상기 플랫폼은 펌프와 접촉해 있다.

전술한, 또한 그 이외의 본 발명의 특징, 특성 및 장점들은 본 발명의 양호한 실시예를 설명하는 다음의 상세한 설명, 청구의 범위 및 첨부 도면을 참조하면 더 명료하게 이해할 수 있다.

실리콘 웨이퍼와 같은 기판(20)을 처리하기 위한 본 발명에 따른 예시적인 장치(100)가 도 2에 도시되어 있다. 상기 장치(100)는 하나 이상의 기판(20)을 유지 또는 감쌀 수 있는 형상과 크기를 각각 갖는 복수의 챔버를 구비한 플랫폼(105)을 포함한다. 상기 챔버는 서로 결부되어 있으며 통상, 서로서로에 기판을 전달하기 위한 개구와 접촉되게 장착되는 부하-잠금 챔버(110), 전달 챔버(115) 및 프로세서 챔버를 포함한다. 상기 부하-잠금 챔버(110)는 기판(20) 배치를 포함하는 카세트를 유지한다. 중앙에 위치한 전달 챔버(115)는 상기 부하-잠금 챔버(110)내의 카세트로부터 프로세스 챔버(120)로 기판을 꺼내어 전달하고

그후, 상기 기판을 플랫폼(105)상의 다른 프로세스 챔버(도시않음)로 전달하는 로버트 아암(118)을 포함한다. 상기 기판(20)이 마무리 처리되면, 상기 로버트 아암(118)은 마지막 프로세스 챔버로부터 기판을 꺼내 언로딩을 위해 역전된 다른 부하-잠금 챔버(도시않음)로 기판을 전달한다. 본 발명이 반도체 웨이퍼와 같은 기판 처리장치에 대해 설명하고 있지만, 본 발명은 본 발명의 사상으로부터 벗어남이 없고 본 기술분야의 숙련자들에게 분명한 평판 디스플레이어, 회로 기판, 및 액정 디스플레이어와 같은 다른 기판을 처리하는데도 사용될 수 있다.

상기 프로세스 챔버(120)는 반도체 웨이퍼와 같은 기판(20)을 지지하기 위한 지지대(125)용 외장체를 형성한다. 상기 기판(20)은 정전 척(130)에 의해 지지대(125)상에 유지된다. 프로세스 챔버를 제조하는데 일반적으로 사용되는 금속은 예를들어, 양극처리된 알루미늄, 스테인레스 스틸, 인코넬(등록상표), 실리콘 산화물, 붕소 탄화물, 또는 알루미늄 산화물이다. 상기 지지대(125)는 통상적으로 공정가스에 대한 내식성 코팅을 갖는 알루미늄으로 제조된다. 공정가스 분배기(135)는 공정가스를 기판(20) 주위로 유동 시키도록 이격되어 있는 복수의 노즐을 포함한다. 상기 공정가스는 하나 이상의 공정가스 공급기(136)로부터 공정가스 라인(138)을 경유하여 공급되며 유동 제어밸브(140)에 의해 유동률이 조절된다. 상기 공정가스는 활성화된 공정가스 또는 플라즈마를 형성하기 위해 공정가스에 전자기 RF 또는 초단파 에너지를 제공하는 공정가스 활성화기에 의해 기판을 처리하도록 활성화된다. 상기 공정가스는 챔버를 감싸고 있는 유도 코일(도시 않음)에 RF 전력을 인가하여 유도결합시킴으로써 챔버내에서 활성화된다. 도 2에 도시된 실시예에서, 상기 공정가스는 챔버(120)내의 공정 전극에 RF 에너지를 용량 결합시킴으로써 활성화된다. 바람직하게, 지지대(125)의 적어도 일부는 공정 전극으로서의 역할을 하도록 충전될 수 있는 도전성 금속 전극을 포함한다. 챔버 천정(145)의 적어도 부분적으로 대향하는 전도체 또는 반도체 부분은 다른 공정 전극으로서의 역할을 한다. 상기 공정 전극에 인가된 RF 주파수는 바람직하게 약 50 내지 약 60 MHz, 더 바람직하게 약 13.56 MHz이다. 상기 공정전극에 인가된 RF전압은 약 100 내지 약 2000 와트이며, 약 750 내지 약 2000 와트에서의 RF전류가 유도 코일에 인가된다.

작동시, 하나 이상의 기판이 펌핑 시스템(155)에 의해 배기되는 프로세스 챔버내에 놓인다. 상기 프로세스 챔버(120)는 화학 또는 물리 증착에 의해 기판(20)상에 재료를 피복하거나 기판상의 층들을 에칭하는데 사용된다. 피막을 기판상에 피복하기 위해 장치(100)내에서 수행될 수 있는 화학 증착 공정은 본 발명에 참조된 뉴욕 소재의 맥그로우-힐 출판사에 의해 발명된 VLSI 테크놀로지(2판)에 일반적으로 설명되어 있다. 예를들어, SiO<sub>2</sub>를 피복하기 위한 통상의 CVD 공정은 예를들어, SiH<sub>4</sub> 또는 SiCl<sub>2</sub>H<sub>2</sub>와 같은 실리콘 공급원 가스, 및 CO<sub>2</sub> 및 H<sub>2</sub>O 또는 N<sub>2</sub>O, 또는 Si(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>와 같은 실리콘 및 산소를 함유하는 프로세스 가스를 사용한다. Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>는 SiH<sub>4</sub> 및 NH<sub>3</sub> 또는 N<sub>2</sub>와 같은 가스로부터 피복된다. 일반적으로 사용되는 다른 공정가스는 NH<sub>3</sub>, WF<sub>6</sub>, SiH<sub>4</sub>를 포함한다. 상기 장치는 본 발명에 참조된 상기 VLSI에 일반적으로 설명된 바와 같이 유전체 및 금속 층을 에칭하는데도 사용될 수 있다. 통상적으로, 금속 에칭공정은 HBr, BCl<sub>3</sub>, Cl<sub>2</sub>, HCl, SF<sub>6</sub>, CF<sub>4</sub>, 및 CHF<sub>3</sub>와 같은 가스를 사용한다. 레지스트 제거공정은 기판으로부터 레지스트를 제거하기 위한 O<sub>2</sub> 및 기타 가스를 사용한다. 챔버를 세정하기 위한 세정가스는 NF<sub>3</sub> 및 CF<sub>4</sub>이다.

통합 및 로컬 위치한 펌핑 시스템(155)은 하나 이상의 챔버로부터 가스를 배출 및 추출한다. 상기 부하-잠금 챔버(110)는 새로운 기판 배치가 챔버에 놓이거나 챔버로부터 제거될 때마다 배기된다. 일반적으로, 로버트 아암(118)을 포함하는 전달 챔버(115)는 전체 처리과정중에 저압으로 유지된다. 상기 공정 챔버(120)는 기판(20)을 처리하기 위해 공정 가스를 챔버내에 도입하기 이전, 기판의 처리 후, 및 세정가스에 의한 세정 중에 배기된다. 상기 펌핑 시스템(155)은 후술하는 바와 같이, 각각의 챔버를 위한 별도의 펌프, 조립체 또는 펌프 세트, 또는 다중 챔버용 단일 펌프를 포함한다.

프로세스 챔버(120)용 통합 펌핑 시스템(155)은 고 진공 펌프(160) 및 예비-진공 펌프(165a)를 포함하며, 이들 두 펌프는 도 2에 도시한 바와같이, 별도 또는 말단부가 아닌, 챔버 주위의 중간위치에 위치된다. 일 실시예로, 상기 펌핑 시스템(155)은 챔버로부터 가스를 배기하도록 챔버에 연결된 입구(170a) 및 배기된 가스를 배출 스크러버(180)를 경유하여 대기로 배출하는 출구(175a)를 갖는 상기 챔버에 인접 또는 맞닿아 있는 예비-진공펌프(165a)를 포함한다. 상기 예비-진공펌프(165a)는 대기압으로부터 약 10<sup>-2</sup> torr 이하의 압력으로 챔버내의 가스를 배기할 수 있다. 또한, 상기 고 진공 펌프(160)는 저압 범위로부터 약 10<sup>-3</sup> torr의 고압 범위로 챔버압을 강하시키도록 제공된다. 상기 고압 펌프(160)는 챔버에 연결된 입구(182) 및 예비-진공 펌프로 직접 배기하는 출구(185)를 가진다. 상기 고 진공펌프(160)는 약 10<sup>-2</sup> torr의 압력으로부터 약 10<sup>-9</sup> torr 정도로 낮은 압력으로 챔버를 배기할 수 있으며, 가스를 대기압으로 배기하지는 않는다. 또한, 상기 고 진공 펌프(160)는 좁고 낮은 압력 범위내에서만 작동할 수 있으며 대기압으로 챔버압을 낮출 수는 없다. 단지, 예비-진공펌프(165a)가 챔버를 저압으로 펌핑한 후에만, 상기 고 진공 펌프(160)는 챔버압을 초-저압으로 더욱 감소시키도록 작동될 수 있다.

일반적으로, 상기 부하-잠금 챔버(110) 및 전달 챔버(115)는 고 진공으로 펌핑될 필요가 없으므로 고 진공 펌프를 필요로 하지 않는다. 따라서, 이들 펌프는 가스를 챔버로부터 배기하기 위해 챔버(110, 115)중의 하나에 연결된 입구(170b) 및 배기 스크러버(180)를 경유하여 공정가스를 곧바로 대기압으로 배기하는 출구(175b,c)를 갖는 예비-진공펌프(165b,c)만을 가진다. 상기 전달 챔버(115)는 짧은 길이의 전방라인(190b)을 가지며 예비-진공펌프(165b)의 입구(170b)와 챔버(115) 사이에는 전방라인이 없다. 부하-잠금 챔버(110)는 짧은 길이의 전방라인을 가지나 상기 펌프가 부하-잠금 챔버(110)에 직접 연결되어 맞닿아 있기 때문에 예비-진공펌프의 입구(170c)와 챔버(110) 사이에는 전방라인(190a,b)을 갖지 않는다.

공정 효율과 펌프 다운 시간은 챔버(110, 115, 120)에 대한 펌핑 시스템(155)의 형상과 위치를 변경함으로써 실질적으로 개선될 수 있다. 일면으로서, 본 발명의 장치는 짧은 길이의 전방라인(190a,b)을 포함하나 챔버(110, 115, 120)와 관련 펌프(165b,c) 또는 펌프(160, 165a)세트 사이에는 전혀 전방라인을 포함하지 않는다. 예를들어, 상기 장치의 예시적인 프로세스 챔버에 있어서 약 0.5-2.0 m의 길이를 갖는 전방라인이 예비-진공 펌프(165a)로부터 프로세스 챔버로 연장한다. 상기 고 진공펌프(182)의 입구는 챔버에 연결되며, 출구는 전방라인에 연결된다. 전달 챔버에 있어서, 상기 펌프는 0-2.0 m의 짧은 길이를 갖는 전방라인의 유무에 상관없이 전달 챔버에 직접 연결된다. 부하-잠금 챔버를 위해, 상기 예비-진공펌프

(165c)는 전방라인의 유무에 상관없이 챔버에 연결된다. 바람직하게, 펌프 사이의 입구는 약 2.0 m 이하, 바람직하게 0.5 m 이하의 길이를 갖는 짧은 전방라인을 통해 챔버에 연결된다.

펌핑 효율의 손실은 도 1의 종래 장치와 관련하여 도시하고 설명한 바와 같이 펌프와 챔버 사이의 길다란 전방라인에 의해 유발되는 펌핑 도전율의 효율로 인해 커진다는 것이 발견되었다. 도 3은 상이한 직경의 전방라인 파이프에 대한 챔버내의 가스압을 증가시키기 위한 전방라인 파이프의 비도전율을 나타낸다. 주어진 전방라인 파이프 직경에 대해서, 가스압이 증가하면 전방라인의 비도전율은 약 0.1의 가스압으로부터 약 1-10 mtorr의 가스압에서는 변하지 않으며, 그후 상기 비도전율은 가스압을 증가시키기 위해 급격히 증가한다. 그러나, 전방라인 파이프 직경이 5 내지 250 mm로부터 증가하면, 비도전율이 증가되는 평균 챔버압은 10 mtorr에서 1 mtorr로 강아된다. 예를들어, 도 3은 500 mtorr의 평균 전방라인 압력에서, 직경 40 mm 및 100 mm인 전방라인의 비도전율이 각각 250 l/s로부터 9000 l/s로 급격히 변화되는 것을 나타낸다. 이는 길이 1 m 및 직경 40 mm인 전방라인의 도전율이 250 l/s이고 길이 1 m 및 직경 100 mm인 전방라인의 도전율이 9000 l/s임을 의미한다. 또한, 이는 길이 10 m 및 직경 40 mm인 전방라인의 도전율이 25 l/s이고 길이 10 m 및 직경 100 mm인 전방라인의 도전율이 900 l/s임을 의미한다. 그러므로, 전방라인의 길이 및 직경은 도전율에 대한 실질적인 영향력을 가진다.

또한, 총 펌핑 도전율 손실은 전방라인으로부터의 도전율 손실에 대한 추가 항수 및 챔버 및 밸브로부터의 상기 항수를 훨씬 더 많이 증가시킨다. 예를들어, 도 4는 챔버와 관련된 총 도전율(라인 192), 밸브 도전율, 및 챔버내의 가스유동을 증가시키기 위한 전방라인 도전율(라인 196)을 나타낸다. 총 도전율( $C_T$ )은  $1/C_T = 1/C_{C/V} + 1/C_F$ 이며, 여기서  $C_{C/V}$ 는 조합 챔버 및 밸브 컨덕턴스이고  $C_F$ 는 전방라인 도전율이다. 따라서, 총 도전율( $C_T$ )은 챔버/밸브 도전율( $C_{C/V}$ )보다 항상 작고 전방라인 도전율( $C_F$ )보다 항상 작으며, 실제로 둘 중 작은 것보다도 작다. 또한, 챔버/밸브 도전율 곡선(194)은 가스 유동을 증가시키기 위한 거의 직선인 반면에, 상기 전방라인 도전율 곡선(196)은 가스의 유동율이 증가할 때 급격히 증가한다. 그러나, 총 도전율가 곡선(194, 196)보다 항상 작으므로, 곡선(196)의 급격한 증가에도 곡선(194)이 가스 유동의 증강에 거의 일정하게 유지되기 때문에 라인(192)에 대한 영향력은 작다. 이는 300 mm 이상의 직경을 갖는 기관 처리 챔버에 대해서는 제한적인 요인이다. 도 4는 거의 모든 반도체 공정을 커버할 수 있는 4000 sccm의 가스 유동율에 대해서, 전방라인 도전율이 우선적인 도전율이고 총 도전율을 낮추는데 있어서 주요 효과를 갖는다는 것을 보여준다. 따라서, 전방라인 도전율은 임계적인 역할을 하며, 짧은 전방라인을 사용하여 도전율을 증가시킴으로써 총 도전율의 증가에 대한 실질적인 효과를 가진다.

길다란 전방라인은 낮은 도전율로 인해 펌프 효율의 커다란 손실을 초래한다. 표 1은 전방라인의 길이 및 직경의 함수로서, 펌프와 챔버 사이의 전방라인의 길이로 인해 유발되는 펌프 용량 또는 펌핑 속도에 있어서의 손실인 계산된 전방라인 손실을 나타낸다. 예를들어, 20 미터의 일정한 길이를 갖는 전방라인에 대해서, (전방라인 직경이 100에서 40 mm로 감소되면)전방라인 손실이 37%에서 65%로 증가한다. 유사하게, 40 mm의 일정한 길이를 갖는 전방라인에 대해서, (전방라인의 길이가 10에서 20 m로 증가하면)전방라인 손실은 48%에서 65%로 증가한다. 따라서, 전방라인의 길이가 짧아지고 전방라인의 도전율이 높아지면, 펌핑 시스템(165)의 펌핑 효율은 낮아진다.

도 2에 도시된 통합 펌핑 시스템(155)은 도 1에 도시된 원격 펌핑 시스템(35)보다 훨씬 더 효율적으로 작동한다. 그 이유는 낮은 도전율의 파이프라인, 전방라인 및 밸브가 제거되었고 종래 장치(15)에 사용된 대용량 원격 펌프가 훨씬 작은 용량의 펌프로 대체되었기 때문이다. 예를들어, 도 5는 원격 위치한 펌프, 짧은 전방라인을 갖는 근접 위치한 펌프, 및 맞달은 펌프에 대한 공정가스 유동율의 함수로서 소정의 펌프 용량(또는 펌핑 속도)를 나타낸다. 라인(202)은 도 1에 도시한 바와같이 처리장치(15)로부터 원격 위치한 펌프(65a-c)를 갖는 종래 원격펌프의 펌핑 속도를 나타낸다. 라인(204)은 도 2에 도시한 바와 같이, 펌핑 효율에 있어서의 실질적인 증가를 입증하는 짧은 전방라인(190a,b)을 갖는 펌프(165a,b)의 펌핑 속도를 나타낸다. 라인(206)은 도 2에 도시한 바와 같이, 전방라인을 갖지 않는 로칼 맞달은 펌프(165c)의 보다 높아진 효율을 나타낸다. 라인(202,206) 사이의 높이의 차이는 펌프와 챔버 사이의 보다 높아진 도전율로부터 유발된 펌프 용량의 증가를 나타낸다. 따라서, 60 내지 80%의 총 도전율 손실에 대해 계산된 전방라인 손실이 본 발명의 펌핑 시스템(155)에 의해 제거된다.

[표 1]

전방 라인						진공 펌프		전방 라인
파이프 길이 (m)	파이프 직경 (m)	파이프 직경 (mm)	비도전율 (l/m/s)	도전율 (l/s)	도전율 (m <sup>3</sup> /hr)	펌프 속도 (m <sup>3</sup> /hr)	유효 속도 (m <sup>3</sup> /hr)	파이핑 손실 (%)
20	1.5	40	300	15	54	100	35	65
20	2	50	750	38	135	100	57	43
20	2	50	750	38	135	250	88	65
20	3	80	3000	150	540	250	171	32
20	3	80	3000	150	540	500	260	48
20	3	80	3000	150	540	1000	351	65
20	4	100	9500	475	1710	1000	631	37
10	1.5	40	300	30	108	100	52	48
10	2	50	750	75	270	100	73	27
10	2	50	750	75	270	250	130	48
10	3	80	3000	300	1080	250	203	19
10	3	80	3000	300	1080	500	342	32
10	3	80	3000	300	1080	1000	519	48
10	4	100	9500	950	3420	1000	774	23

표 1

전방라인(190a,b)의 길이 감소의 결과로서, 작은 직경을 갖는 전방라인을 사용하는 것이 가능하다. 이는 대경의 전방라인이 파이프라인 내부를 유동하는 공정가스로부터 응축물의 피복시 히트 싱크로서의 역할을 하는 커다란 표면적을 갖기 때문이다. 이러한 응축물들은 펌프(165a-c)로부터의 진동에 의해 분리 및 이완되어 챔버(120)내측으로 다시 확산됨으로써 기판(20)을 오염시키고 기판의 수율을 감소시킨다. 예를들어, 도 6은 직경을 16 내지 100 mm로 증가시키고 길이를 증가시킨 전방라인의 내측표면에 의해 제공된 피복 면적의 증가를 나타낸다. 예를들어, 직경 40 mm 및 길이 1 m를 갖는 전방라인은 대략 0.128 m<sup>2</sup>의 표면적을 가지는 반면에, 직경 100 mm 및 길이 20 m를 갖는 전방라인은 약 50 배 더 큰 6.4 m<sup>2</sup>의 표면적을 가진다. 커다란 표면적은 전방라인(190a)내부를 유동하는 공정가스로부터 피복되는 응축물의 보다 큰 표면을 제공한다. 그러므로, 약 80 mm 이하, 바람직하게는 약 50 mm 이하의 직경을 갖는 전방라인이 바람직하다. 이와 같은 작은 직경은 평균 약 4 m<sup>2</sup>로부터 약 0.4 m<sup>2</sup> 이하로 10배 정도의 전방라인 표면적을 감소시킨다.

도 7은 원격 펌핑 시스템(35)에 대비해 통합 펌핑 시스템(155)에 의해 얻은 개선된 프로세싱 윈도우 (processing window)를 나타내는 증가된 가스유동의 함수로서 챔버내부의 압력 변화를 도시하는 그래프이다. 직선(208)은 80 m<sup>3</sup>/시간 예비-진공펌프 및 500 m<sup>3</sup>/시간 저 진공펌프를 포함하는 원격 펌프세트에 대한 압력대 가스 유동 곡선이다. 직선(212)은 단일 100 m<sup>3</sup>/시간 예비-진공펌프를 포함하는 통합 펌핑 시스템에 대한 곡선이다. 양 펌핑 시스템(35,155)은 2000 l/s 터보 분자 고 진공펌프(160)를 사용했다. 상기 통합 펌핑 시스템(155)은 원격 펌핑 시스템(35)에 대해 두 가지 장점을 가진다. 첫째, 80/500 용량을 갖는 이중 펌프는 100 m<sup>3</sup>/시간의 용량을 갖는 단일 펌프로 대체된다. 또한, 고가이고 부피가 크며 많은 에너지를 사용하는 500 m<sup>3</sup>/시간의 대용량을 갖는 펌프는 100 m<sup>3</sup>/시간의 훨씬 더 작은 용량의 펌프로 대체되었다. 또한, 통합 펌핑 시스템(155)은 200 내지 400 sccm의 유동 범위의 보다 넓은 프로세스 윈도우를 얻을 수 있으며 보다 낮은 6 내지 10 mtorr의 압력을 갖는 다수 공정용 유동범위에 일반적으로 사용될 수 있다.

양호한 실시예에서, 예비-진공 펌프(165c)는 전혀 전방라인 없이 챔버(110)에 직접 연결된다. 전방라인

의 제거에 의해 펌프용량을 증가시키고 전방라인 및 밸브에 의한 오염을 줄일 수 있다. 이러한 실시예는 대기압과 100 내지 300 mtorr의 저 진공압 사이의 급속 사이클링을 종종 필요로 하는 부하-잠금 챔버(110)에 특히 유용하다. 펌프(165c)의 입구(170c)를 챔버(110)에 인접 또는 맞닿게 연결되게 하기 위해서, 펌프(165c)는 작동중 낮은 수준의 진동과 상당히 작은 크기를 가져야 하며 과도한 소음을 발생해서는 안된다. 낮은 수준의 진동이란 약  $2.5 \text{ m/s}^2$ , 바람직하게  $1.5 \text{ m/s}^2$ 의 진동범위를 의미한다. 이는 저진동 펌프 설계 및 10,000 rpm 이하, 바람직하게 7,000 rpm 이하의 회전속도를 갖는 펌프에 의해 달성된다. 통상적으로, 소형의 펌프(165c) 크기는 약 65 리터 이하, 바람직하게는 약 40 리터 이하이다. 이러한 소형 펌프크기는 고 회전속도, 최적 펌핑 단, 및 모터 설계에 의해 달성된다. 또한, 상기 펌프(165c)는 청정실 또는 그레이 룸(grey room)내에서의 작동을 가능하게 하도록 과도한 소음이 억제되어야 한다. 충분히 낮은 소음수치는 65 dB이하, 바람직하게 약 55 dB 이하이다. 이는 기계적 진동 및 압축 소음을 감소 시킴으로써 달성된다.

상기 예비-진공펌프(165a-c)는 루트, 스크류, 후크 및 클로우, 돌기 및 홈 등의 원리일 수 있다. 바람직하게, 상기 예비-진공펌프(165a)는 챔버로부터 가스를 배기하도록 회전되는 하나 이상의 배기부재를 포함하는 스크류, 루트, 후크 및 클로우, 또는 돌기 및 홈이다. 예를들어, 도 8a는 혼합 블레이드를 갖는 복수의 스크류 오우거를 갖는 개략적인 스크류 펌프를 도시한다. 스크류 오우거의 크기 및 축의 속도는 펌프가 챔버로부터 가스를 배기하는 비율인 펌프 용량 또는 속도를 제어한다. 도 8b는 또한 혼합 블레이드를 갖는 두 개 이상의 회전자를 가지는 개략적인 루트형 펌프를 도시한다. 다른 실시예로, 도 8c에 도시한 바와 같은 펌프는 챔버로부터 가스를 배기하도록 서로 상호작용하는 후크 및 클로우 기구를 각각 구비한 복수의 평행 축을 포함한다. 또다른 실시예로, 도 8d에 도시한 바와 같은 펌프는 복수의 축상에 돌기 및 홈 기구를 포함하는 회전 부재를 포함한다. 이러한 펌프기구의 조합도 가능하다.

바람직하게, 하나 또는 모든 챔버내의 가스압은 챔버내의 가스압을 변화시키도록 펌프의 속도를 조절하는 개방 또는 폐쇄 루프식 압력 제어기에 의해 제어된다. 예를들어, 도 2는 챔버(120)내의 가스압과 관련하여 압력신호( $P_s$ )를 제공하기 위하여 챔버에 연결된 적어도 하나의 압력 게이지(225)를 갖춘 압력 제어기(220)를 도시한다. 아나로그 또는 디지털 압력 신호는 목표 압력( $P_T$ )과 신호( $P_s$ )를 비교하고 측정된 압력과 목표 압력 사이의 차이( $\Delta P$ )와 관련하여 펌프(165a)의 모터(240) 속도를 변경하는 P, PI, PID 유사 제어기 및/또는 컴퓨터 시스템(235)과 같은 펌프 제어기(230)로 송신된다. 비례-적분-도함수 루울과 같은 루울 세트가  $\Delta P$ 에 비례하는 펌프(165a)의 속도를 조절하는데 사용된다.  $\Delta P$ 가 더 커지면 펌프속도의 증가도 대응하여 더 높아지도록 설정되며,  $\Delta P$ 가 감소되면 펌프속도는 대응하여 낮아지도록 설정된다. 또한, 펌프(165a)의 내외측 압력은 추가 게이지 또는 센서(도시않음)를 사용하여 측정될 수 있다. 펌프 제어기(230)는 압력 측정, 측정 및 설정 압력의 비교, 및 펌프 속도의 조절을 수행하도록 협력하는 단일 제어기 또는 제어기 세트일 수 있다.

바람직하게, 펌프 제어기(230)는 펌프(165a)의 회전속도를 변경한다. 펌프의 회전속도는 펌프가 챔버로부터 가스를 배기하는 비율인 펌프 용량을 제어한다. 바람직하게, 상기 예비-진공펌프(165a)는 약 10,000 rpm 이하, 바람직하게는 약 7,000rpm 인 낮은 회전속도를 가진다. 낮은 회전수는 사용중 펌프의 진동을 감소하고 전력소모 및 압력제어에 대한 가감속중의 응답시간을 감소시키므로 유리하다.

본 발명의 또다른 일면으로, 펌프의 속도변화는 챔버내의 압력 감소대 시간의 최적 곡선과 거의 일치하도록 프로그램가능한 속도 제어기(도시않음)에 의해 작동된다. 챔버에 대해 모델화된 압력 감소대 시간 곡선은 챔버내의 가스압을 급속히 감소시키고 결빙을 방지하는데 사용된다. 상기 복잡한 형상의 부드러운 곡선은 2단 또는 종래의 유연-작동 밸브 개방도의 단계적 변화에 의해 일치하지 않는다. 대조적으로, 총 회전수 범위를 통해 연속적으로 변화될 수 있는 예정 속도 범위를 통해 펌프의 회전속도를 조절함으로써 최적 압력/시간 곡선을 거의 일치시키는 것이 가능하다.

도 9는 상이한 형상의 원격 및 통합 펌핑 시스템(35, 155)에 대해 얻은 압력 감소 곡선이다. 본 예에서, 예비-진공펌프(165a-c)는 통합 펌프에 의해 달성된 펌프-다운 시간의 감소를 비교하기 위해 원격 및 통합 위치에 위치된다. 양 펌프세트는 부하-잠금챔버를 비우도록 작동된다. 상기 펌프는 상이한 펌핑 용량을 가지며 펌프-다운 프로세스 사이클을 최적화하기 위한 상이한 회전속도에서 작동된다. 도 9를 참조하면, 직선(272)은 약 135초의 펌프-다운 시간을 갖는 원격 펌프에 대한 펌프-다운 압력/시간 사이클을 나타낸다. 대조적으로, 직선(284 내지 294)은 플랫폼 및 챔버에 맞닿게 위치되고 길이 2 m 및 직경 50 mm의 전방라인을 갖는 통합 시스템의 펌프-다운 압력/시간 사이클이다. 상기 로칼 펌프는 원격 펌프에 비해 2배 빠른 약 65초의 평균 펌프-다운 속도를 가진다.

이들 예에서, 유연-시동 밸브 또는 2단 속도 조절은 챔버내의 압력감소율을 제어하기 위해 전방라인(76)에 사용된다. 몇몇 펌프는 유연-시동 밸브를 포함하는데, 상기 밸브는 챔버압이 대기압으로부터 200-300 torr의 압력으로 강하되도록 개방되는 작은 개방도 및 챔버의 압력을 약 0.1 torr의 압력으로 낮추는데 사용되는 커다란 개방도를 갖는 두 개의 개방도를 가진다. 상기 펌프 다운 사이클의 경사도 변화는 원격 펌프에 있어서는 작은 밸브로부터 큰 밸브로 변경시키거나, 가변 통합 밸브에 있어서는 하나의 회전 속도에서 다른 회전속도 변경시킴으로써 달성된다. 예를들어, 펌프의 회전속도는 20, 30, 40, 45, 60, 80, 및 100 Hz중 하나 이상으로 설정된다. 최적의 신속 및 유연한 펌프 다운을 달성하기 위해 저속 및 고속을 포함하는 회전 속도 쌍이 각각의 통합 펌프에 사용된다. 최적의 펌프다운 사이클은 40/100 Hz이 회전 속도에서 작동되는 100  $\text{m}^3$ /시간의 용량을 갖는 통합 펌프에 대해 얻어진다(직선 290, 294).

도 10은 결빙없이 챔버내의 압력을 급격히 감소시키는데 사용될 수 있는 프로세서 챔버에 대한 압력 감소 곡선을 컴퓨터를 이용하여 모델화한 것이다. 상기 컴퓨터 시뮬레이션 모델은 약 6리터의 체적을 갖는 챔버에 대해 형성된다. 프로세서 챔버상에 장착된 통합 펌프의 회전속도는 압력 감소곡선과 거의 일치하도록 선택된 속도증가 수치세트를 통해서 변화된다. 펌프 속도세트는 직선(300)으로 나타낸 바와 같이, 모델화된 압력감소 곡선에 의해 나타낸 최대 허용용량과 상기 펌프용량 또는 속도를 거의 일치시키도록 선택된다. 도 10에 있어서, 직선(302)은 대기압으로부터 200 torr의 압력으로 최초 압력감소의 발생중에 펌프가 30  $\text{m}^3$ /시간으로 작동하고나서 0.1 torr로의 압력 감소에 대해 90  $\text{m}^3$ /시간으로 작동할 때 챔버내에서 얻어진 측정압 감소 곡선을 나타낸다. 라인(302)은 결빙없이 챔버내의 압력이 0.1 torr에 도달하기 위한

약 13초의 가장 긴 시간을 가지며 상기 압력 감소곡선과 거의 일치하지 않는다. 라인(304)은 대기압으로부터 200 torr의 압력으로 최초 압력감소의 발생중에 펌프가 27 m<sup>3</sup>/시간으로 작동하고 나서 0.1 torr로의 압력 감소에 대해 90 m<sup>3</sup>/시간으로 작동할 때 챔버내에서 얻어진 측정압 감소 곡선을 나타낸다. 이는 모델화된 결빙 곡선을 더욱 근접하게 따르며 결빙없이 0.1 torr에 도달하는데 11초 짧은 시간을 가지며, 이는 약 2초간의 펌프다운 시간을 개선한다. 라인(306)은 펌프가 8, 27, 90, 및 250 m<sup>3</sup>/시간의 속도세트로 작동하며 결빙없이 약 9초 이하의 시간 및 대기압에서 0.1 torr의 압력범위내에서 모델화된 압력 감소곡선 및 감소된 펌프다운 시간을 따른다. 따라서, 펌프의 실행 또는 회전 속도에 있어서 일련의 연속 또는 단계적 변화는 챔버내의 결빙을 방지하는 최적의 펌프다운 사이클을 제공한다. 상기 단계적 변화의 수는 모델화된 결빙곡선의 형상, 펌프 용량, 및 챔버의 체적에 의존한다.

펌프-다운 시간의 감소는 대기압으로부터 저 진공압으로 종종 펌프다운되는 부하-잠금 챔버(110)에 특히 중요하다. 상기 부하-잠금 챔버(110)는 기관의 새로운 배치가 부하-잠금 챔버내측으로 삽입되거나 처리된 기관 배치가 부하-잠금 챔버로부터 제거될 때마다 펌프다운된다. 따라서, 부하-잠금 챔버(110)는 기관의 로딩 및 언로딩 중의 대기압 및 부하-잠금 챔버(110)로부터 기관(20)의 처리 또는 전달 중의 저압 사이에서 종종 순환된다. 처리중에 저압으로 유지되는 프로세스 챔버(120)와 관련한 펌프-다운 사이클 수는 대기압으로부터 약 0.1 torr 이하의 저압 수준으로 신속한 펌프-다운 사이클을 필요로 한다.

본 발명의 펌핑 시스템(155)은 종래의 펌핑 시스템(35)에 비해 상당한 에너지 절감을 제공한다. 속도 변환가능한 통합 예비-진공 펌프(165a-c)는 작동 모드 중에 유지된 고속을 저속 또는 전력 절약 공회전 모드로 감소시킴으로써 더욱 효율적으로 작동될 수 있다. 도 11은 부하-잠금 챔버(110)의 펌프-다운중에 얻어진 에너지 절감을 나타내는 펌핑 시스템(155)에 사용된 전력대 시간의 그래프이다. 초기인 0 내지 8 초 사이에, 예비-진공 펌프는 대기압으로부터 약 200 torr의 압력으로 낮아지는 약 30 Hz의 상당히 낮은 속도로 작동되며, 그 시간동안 펌프는 500 내지 750 와트의 상당히 낮은 양의 전력을 사용한다. 그 후, 펌프의 속도는 챔버내에 약 0.1 torr의 진공을 달성하기 위한 1 내지 2초의 주기 동안에 30으로부터 100 Hz 까지의 가속되며, 이때 사용된 피크 에너지는 약 3000 와트이다. 일단 진공의 저압 평형상태가 챔버내에 얻어지면, 100 Hz에서 펌프가 계속적으로 작동하더라도 약 1500 와트의 훨씬 작은 양의 에너지가 부하-잠금 챔버를 저압으로 유지시키는데 사용될 수 있다. 부하-잠금 챔버가 기관을 포함하지 않을 때, 상기 펌프는 약 500 와트의 매우 작은 양의 에너지를 사용하는 약 30 Hz의 전력 절약 공회전 모드로 작동된다. 종래의 펌프는 지역별 네트워크 주파수에 따라 50 내지 60 Hz의 최대속도로 연속적으로 작동하며 3,000 내지 8,000 와트의 전력을 사용한다. 대조적으로, 변속 펌프는 약 500 내지 1500 와트의 훨씬 낮은 평균에너지 수준에서 작동함으로써 종래 펌프보다 약 6배 정도 낮은 에너지를 소모한다.

본 발명의 또다른 일면으로, 도 12a 및 도 12에 도시한 예비-진공 펌프(325)는 각각 펌프(325)의 입구단(380a,b)에 연결되는 복수의 입구 포트(330a,b)를 포함한다. 도 13에 개략적으로 도시한 종래기술의 시스템에 있어서, 각각의 펌프(355a,b)는 단일 입구 스테이지(362a,b)내에 각각 하나의 입구 포트(360a,b)를 가진다. 상기 입구 포트(360a,b)는 플랫폼(352)상의 별도의 챔버(350a,b)에 각각 연결된다. 단일 플랫폼(352)에 대해 다중 펌프(355a,b)를 사용함으로써 특히, 펌프(355a,b)가 플랫폼(352)으로부터 먼 위치에 놓일 때 다중 펌핑 시스템 및 파이프라인의 보수 유지비용을 증가시키고 레이아웃 비용도 높이는 결과를 초래한다.

대조적으로, 도 12b에 개략적으로 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 다중 입구측 펌프(325)는 챔버 또는 펌프내의 가스를 배기하도록 챔버(또는 펌프)에 각각 연결된 다중 입구측 포트(330a,b)를 포함한다. 따라서, 단일 펌프(325)는 종래의 다중 펌프(355a,b)세트의 작업을 수행한다. 플랫폼(340)이 접촉 장착되는 복수의 챔버(335a,b)를 포함할 때, 단일 다중 입구측 펌프(325)가 하나 이상의 챔버(325a,b)를 펌프다운하는데 사용됨으로써 펌핑 효율을 증가시키고 펌프 수를 감소시킴으로써 설비비용을 감소시키며 청정실내의 공간절약을 도모할 수 있다.

상기 다중 입구측 펌프(325)는 제 1 챔버(335a) 또는 고 진공 펌프(도시않음), 및 제 2 챔버 또는 다른 고 진공펌프(도시않음)에 연결된 제 2 입구(330b)에 연결된다. 예를들어, 상기 제 1 입구(330a)는 프로세스 챔버에 연결되고 상기 제 2 입구(330b)는 부하-잠금 또는 전달 챔버에 연결되거나, 상기 제 1 및 제 2 입구(330a,b)는 별도의 프로세스 챔버에 연결될 수 있다. 상기 다중 입구 펌프(325)는 대기압으로부터 약 0.1 torr의 압력으로 복수의 챔버를 배기할 수 있는 진공 용량을 가진다.

상기 다중 입구 펌프(325)는 별도의 배기 스테이지(380-384)내에 하나 이상의 회전가능한 축(370a,b)을 포함한다. 각각의 스테이지(380-384)는 스테이지 내에 배기수단을 형성하도록 서로 결합된 복수의 통합 스테이지 또는 로브(385)를 갖는 하나 이상의 축(370a,b)을 포함한다. 상기 펌프(325)의 저압 단부(380a,b)는 각각 단일 챔버(335a,b)에 연결되는 복수의 입구 포트(330a,b)를 포함한다. 상기 제 1 및 제 2 입구 포트(330a,b)는 단일 입구 스테이지(도시않음)에서 종결되는 단일 매니폴드상에 있을 수 있거나, 별도의 입구 스테이지(380a,b)(도시않음)에 연결될 수 있다. 바람직하게, 입구 포트(380a,b)는 상기 두 개의 스테이지의 출구가 서로 공급될 수 없으나 제 2 스테이지(381)로 직접 공급되도록 조합되는 평행한 배열로 연결되는 하나 이상의 별도 입구 스테이지(380a,b)에서 종결된다. 그 후, 상기 제 2 스테이지(381)는 제 3 스테이지(382)로 공급되며, 제 3 스테이지(382)는 제 4 스테이지로, 제 4 스테이지(383)는 제 5 스테이지(384)로 모두 직렬 배열로 공급된다. 상기 제 5 스테이지(384)는 배기된 가스를 대기로 배출하는 고압 배기출구(390)를 포함한다. 직렬배열의 복수의 스테이지(380-384)는 펌프에 의해 달성될 수 있는 총 압력 감소 또는 펌핑 효율을 증가시키는 역할을 한다. 예를들어, 각각의 제 1 내지 제 5 스테이지가 약 2의 압축비를 가지면, 직렬배열의 총 5 개의 스테이지는 약 1000인 2<sup>5</sup>의 총 압축비를 제공하며 상기 펌프는 대기압(약 760 torr)으로부터 천배 낮거나 약 1 mtorr 이하으로 펌프다운된다. 통상적으로, 상기 펌프의 각각의 스테이지는 약 2 내지 약 20의 압축비를 가진다.

상기 다중 입구측 펌프(325)는 다중 챔버 플랫폼(340)상에 사용되는 펌프, 밸브 및 압력 제어 시스템의 총 수를 감소시킴으로써 비용을 상당히 감소시킬 수 있다. 또한, 장치(115)의 체적은 다중 펌프의 기능을 수행할 수 있는 단일 펌프를 사용함으로써 실질적으로 감소된다. 또한, 펌핑 효율은 전방라인의 파이프 총 길이 및 단지 손실만을 증가시키는 밸브(500)와 같은 다른 파이프 장애물을 감소시킴으로써 증가된다. 그 결과, 상당히 낮은 용량을 갖는 펌프(325)가 하나 이상의 챔버를 효율적으로 배기하고 양호한 압

력 제어를 위해 사용될 수 있다.

특정 양호한 실시예를 참조하여 본 발명을 상세히 설명하였지만, 본 기술분야의 숙련자들에게는 다수의 다른 변형예들이 있을 수 있다는 것을 이해할 수 있다. 예를들어, 상기 예비-진공펌프는 회전기구와 동등한 방식으로 작동하는 비회전 기구를 포함하며, 상기 챔버는 반도체 웨이퍼 이외의 기판을 처리하는데도 사용될 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 장치, 챔버, 펌핑 시스템(155), 및 방법은 전술한 본 발명의 예시적인 실시예에 한정되지 않는다. 그러므로, 첨부된 청구범위의 사상 및 범주는 전술한 양호한 실시예에 대한 설명에 국한되지 않는다.

### **발명의 효과**

전술한 본 발명에 따라서, 대직경을 갖는 과도한 길이의 전방라인을 필요로 하지 않는 펌핑 시스템을 갖는 반도체 처리장치가 제공되며, 청정실에서 사용될 수 있도록 진동과 소음이 감소된 소형 펌프가 제공되며, 챔버와 펌핑 시스템 사이에 있는 전방라인의 직경, 표면적 및 길이가 감소되며, 응답시간을 증가시키고 미립자의 발생을 감소시키기 위해서 밸브 이외의 수단에 의해 챔버내의 압력을 제어할 수 있으며, 펌프 다운 시간을 줄이기 위해 챔버내에서의 압력감소 대 시간 곡선에 더욱 밀접하게 이행시킬 수 있으며, 청정실 환경내에서의 전력 소모, 냉각수 소모 및 열의 방출을 감소시킬 수 있으며, 또한, 압력 조절시간, 소음, 진동, 및 동력 소모를 최소화하고 베어링 수명 및 펌프 신뢰도를 최대화하기 위해서 분 당 10,000 회전 이하의 회전속도로 작동하는 소형 펌프가 제공된다.

### **(57) 청구의 범위**

#### **청구항 1**

기판 처리장치로서,

챔버, 및

상기 챔버에 인접해 있으며, 챔버내의 가스를 배기하기 위해 챔버에 연결된 입구 및 배기된 가스를 대기 로 배출하기 위한 출구를 갖는 펌프를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### **청구항 2**

제 1항에 있어서,

상기 펌프의 입구와 챔버 사이로 연장하는 전방라인을 더 포함하며,

상기 전방라인은 약 2 m 이하의 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### **청구항 3**

제 2항에 있어서, 상기 전방라인은 약 80 mm 이하의 직경을 갖는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### **청구항 4**

제 1항에 있어서, 상기 펌프의 입구와 챔버 사이에는 실질적으로 전방라인이 없는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### **청구항 5**

제 1항에 있어서, 상기 펌프는 챔버와 맞닿아 있는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### **청구항 6**

제 1항에 있어서, 상기 펌프는 예비-진공펌프 및 저 진공펌프를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 장치.

#### **청구항 7**

제 1항에 있어서, 상기 펌프의 속도를 조절함으로써 챔버내의 가스압을 제어하기 위한 압력 제어를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### **청구항 8**

제 1항에 있어서, 상기 챔버는 부하-잠금 챔버, 전달 챔버 또는 프로세스 챔버를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### **청구항 9**

기판을 처리하기 위한 장치로서,

외장재를 포함하는 부하-잠금 챔버, 및

상기 부하-잠금 챔버에 인접해 있으며, 상기 부하-잠금챔버로부터 가스를 배기하기 위해 상기 부하-잠금 챔버에 연결된 입구 및 상기 가스를 대기압으로 배기하기 위한 출구를 갖춘 펌프를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### **청구항 10**

제 9항에 있어서, 상기 입구는 부하-잠금 챔버에 직접 연결되고 전방라인이 실질적으로 없는 것을 특징으로

하는 기판 처리장치.

#### 청구항 11

제 9항에 있어서, 상기 펌프의 입구와 상기 부하-잠금챔버 사이로 연장하는 전방라인을 더 포함하며, 상기 전방라인은 약 2 m 이하의 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 12

제 11항에 있어서, 상기 전방라인은 약 80 mm 이하의 직경을 갖는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 13

제 1항에 있어서, 상기 펌프는 상기 부하-잠금챔버에 맞닿아 있는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 14

제 9항에 있어서, 상기 펌프는 예비-진공펌프 또는 저 진공펌프를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 15

제 9항에 있어서, 펌프의 속도를 조절함으로써 부하-잠금챔버내의 가스압을 제어하기 위한 압력 제어기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 16

기판을 처리하기 위한 장치로서,

지지대 및 가스 분배기를 갖춘 프로세스 챔버와,

상기 프로세스 챔버에 인접해 있으며, 상기 프로세스 챔버로부터 가스를 배기하도록 상기 프로세스 챔버에 연결된 입구 및 상기 배기된 가스를 대기압으로 배기하는 출구를 갖춘 펌핑 시스템을 포함하며,

상기 지지대상에 유지된 기판은 상기 가스 분배기를 통해 프로세스 챔버내측으로 도입된 공정가스에 의해 처리되는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 17

제 16항에 있어서, 상기 프로세스 챔버에 연결된 입구 및 상기 예비-진공펌프로 배기되는 출구를 갖춘 고 진공펌프를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 18

제 17항에 있어서, 상기 예비-진공펌프는 상기 프로세스 챔버를 약 대기압으로부터 약 0.1 torr 이하로 배기할 수 있으며, 상기 고 진공펌프는 상기 프로세스 챔버를 약 0.1 torr로부터 약  $10^{-9}$  torr 이하로 배기할 수 있는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 19

제 16항에 있어서, 상기 펌프의 입구와 상기 부하-잠금챔버 사이로 연장하는 전방라인을 더 포함하며, 상기 전방라인은 약 2 m 이하의 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 20

제 19항에 있어서, 상기 전방라인은 약 80 mm 이하의 직경을 갖는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 21

제 16항에 있어서, 상기 입구는 부하-잠금 챔버에 직접 연결되고 전방라인이 실질적으로 없는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 22

제 16항에 있어서, 상기 펌프는 상기 부하-잠금챔버에 맞닿아 있는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 23

제 16항에 있어서, 펌프의 속도를 조절함으로써 부하-잠금챔버내의 가스압을 제어하기 위한 압력 제어기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 24

기판을 처리하기 위한 장치로서,

챔버와,

펌프, 및

신호에 따라 상기 펌프의 속도를 변경시키는 펌프 제어기에 가스압과 관련한 신호를 제공함으로써 챔버내의 가스압을 제어하기 위한 압력 제어기를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

**청구항 25**

제 24항에 있어서, 상기 펌프 제어기는 펌프의 회전속도를 변경시키는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 26**

제 24항에 있어서, 상기 펌프 제어기는 펌프 배기부재의 속도를 변경하는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 27**

제 24항에 있어서, 상기 펌프는 예비-진공펌프 또는 저 진공펌프를 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 28**

제 24항에 있어서, 상기 펌프와 챔버 사이에는 실질적으로 전방라인이 없는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 29**

제 24항에 있어서, 상기 펌프와 챔버 사이로 연장하는 전방라인이 약 2 m 이하의 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 30**

제 24항에 있어서, 상기 펌프는 챔버에 맞닿아 있는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 31**

기관을 처리하기 위한 방법으로서,

펌프에 의해 챔버로부터 가스를 배기하는 단계, 및

상기 펌프의 속도를 조절함으로써 챔버내의 가스압을 조절하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리방법.

**청구항 32**

제 31항에 있어서, 하나 이상의 기관을 부하-잠금, 전달 또는 프로세스 챔버를 포함하는 챔버내에 위치시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리방법.

**청구항 33**

제 31항에 있어서, 상기 펌프의 배기부재의 회전속도를 조절하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리방법.

**청구항 34**

제 31항에 있어서, 상기 챔버내의 가스압을 측정하는 단계 및 측정된 가스압과 관련하여 펌프의 속도를 조절하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리방법.

**청구항 35**

챔버내의 기관을 처리하기 위한 방법으로서,

(a) 챔버내의 지지대상에 기관을 위치시키고 펌프로 상기 챔버를 배기하는 단계와,

(b) 상기 지지대상의 기관을 처리하도록 가스를 상기 챔버내에 도입시키고, 선택적으로 상기 공정가스를 활성화하는 단계, 및

(c) 상기 펌프의 속도를 조절함으로써 챔버내의 가스압을 조절하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 챔버내의 기관 처리방법.

**청구항 36**

제 35항에 있어서, 상기 (c)단계는 펌프의 회전속도를 조절하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 챔버내의 기관 처리방법.

**청구항 37**

제 35항에 있어서, 상기 챔버내의 가스압을 측정하는 단계 및 측정된 챔버내의 가스압과 관련하여 펌프의 속도를 조절하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리방법.

**청구항 38**

기관을 처리하기 위한 장치로서,

제 1 입구포트가 제 1 챔버 또는 제 1 펌프로부터 가스를 배기하도록 제공되고 제 2 입구포트가 제 2 챔버 또는 제 2 펌프로부터 가스를 배기하도록 제공되는 복수의 입구포트를 갖는 펌프를 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 39**

제 38항에 있어서, 상기 제 1 입구포트는 상기 제 1 챔버에 연결되고 상기 제 2 입구포트는 상기 제 2 챔버에 연결되는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 40**

제 38항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 입구포트는 펌프의 하나 이상의 입구측 단에 연결되는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 41**

제 38항에 있어서, 상기 입구측 단은 평행하게 펌프의 다른 단에 연결되는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 42**

제 38항에 있어서, 상기 펌프는 적어도 하나의 챔버에 맞닿아 있는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 43**

제 38항에 있어서, 상기 펌프는 배기된 가스를 대기압으로 배기하는 출구를 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 44**

제 38항에 있어서, 상기 입구포트와 상기 챔버 또는 다른 펌프 사이로 연장하는 전방라인을 더 포함하며, 상기 전방라인은 약 2 m 이하의 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 45**

제 38항에 있어서, 상기 입구포트는 챔버 또는 다른 펌프에 직접 연결되고 전방라인이 실질적으로 없는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 46**

제 38항에 있어서, 상기 펌프는 예비-진공 펌프 또는 저 진공펌프를 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 47**

제 38항에 있어서, 상기 펌프의 속도를 조절함으로써 챔버내의 가스압을 제어하기 위한 압력 제어를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 48**

기관을 처리하기 위한 장치로서,

제 1 입구단 내의 제 1 입구포트 및 제 2 입구단 내의 제 2 입구포트를 갖는 다중 입구측 펌프를 포함하며,

상기 제 1 입구포트가 제 1 챔버 또는 제 1 펌프로부터 가스를 배기하도록 제공되고 제 2 입구포트가 제 2 챔버 또는 제 2 펌프로부터 가스를 배기하도록 제공되는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 49**

제 48항에 있어서, 상기 제 1 입구포트는 상기 제 1 챔버에 연결되고 상기 제 2 입구포트는 상기 제 2 챔버에 연결되는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 50**

제 48항에 있어서, 상기 다중 입구측 펌프는 적어도 하나의 챔버에 맞닿아 있는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 51**

제 48항에 있어서, 상기 다중 입구측 펌프는 배기된 가스를 대기압으로 배기하는 출구를 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 52**

제 48항에 있어서, 약 2 m 이하의 길이를 갖는 전방라인을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 53**

제 48항에 있어서, 상기 입구포트는 챔버 또는 다른 펌프에 직접 연결되고 전방라인이 실질적으로 없는 것을 특징으로 하는 기관 처리장치.

**청구항 54**

제 48항에 있어서, 상기 다중 입구측 펌프는 예비-진공 펌프 또는 저 진공펌프를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 55

제 48항에 있어서, 상기 펌프의 속도를 조절함으로써 챔버내의 가스압을 제어하기 위한 압력 제어기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 56

기판을 처리하기 위한 장치로서,

하나 이상의 기판을 유지할 수 있는 형상 및 크기를 갖는 복수의 챔버, 및

제 1 입구단 내의 제 1 입구포트 및 제 2 입구단 내의 제 2 입구포트를 갖는 펌프를 포함하며,

상기 제 1 입구포트가 제 1 챔버 또는 제 1 펌프로부터 가스를 배기하도록 제공되고 제 2 입구포트가 제 2 챔버 또는 제 2 펌프로부터 가스를 배기하도록 제공되는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 57

제 56항에 있어서, 상기 복수의 챔버는 단일 플랫폼상에 장착되며, 상기 펌프는 플랫폼과 맞닿아 있는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 58

제 56항에 있어서, 상기 제 1 입구포트는 제 1 챔버에 연결되고 상기 제 2 입구포트는 제 2 챔버에 연결되는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 59

제 56항에 있어서, 상기 펌프는 적어도 하나의 챔버에 맞닿아 있는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 60

제 56항에 있어서, 상기 펌프는 배기된 가스를 대기압으로 배기하는 출구를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 61

제 56항에 있어서, 약 2 m 이하의 길이를 갖는 전방라인을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 62

제 56항에 있어서, 상기 입구포트는 챔버 또는 다른 펌프에 직접 연결되고 전방라인이 실질적으로 없는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 63

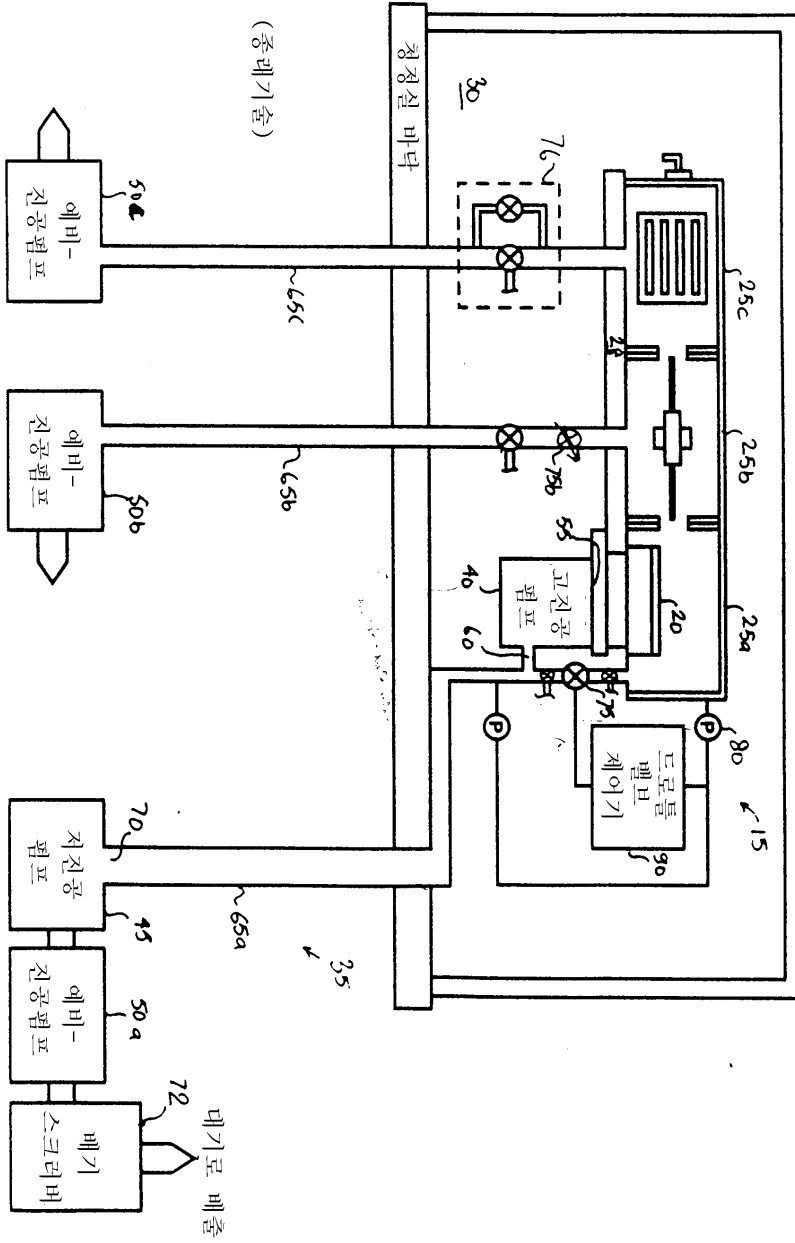
제 56항에 있어서, 상기 펌프는 예비-진공 펌프 또는 저 진공펌프를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

#### 청구항 64

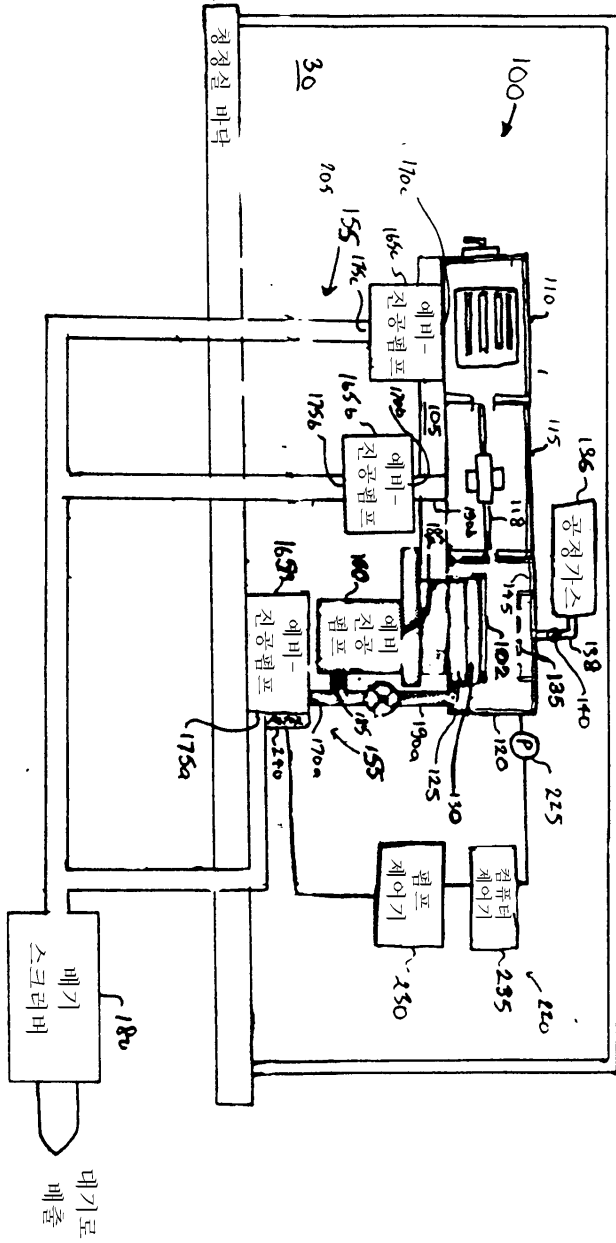
제 56항에 있어서, 상기 펌프의 속도를 조절함으로써 챔버내의 가스압을 제어하기 위한 압력 제어기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리장치.

**도면**

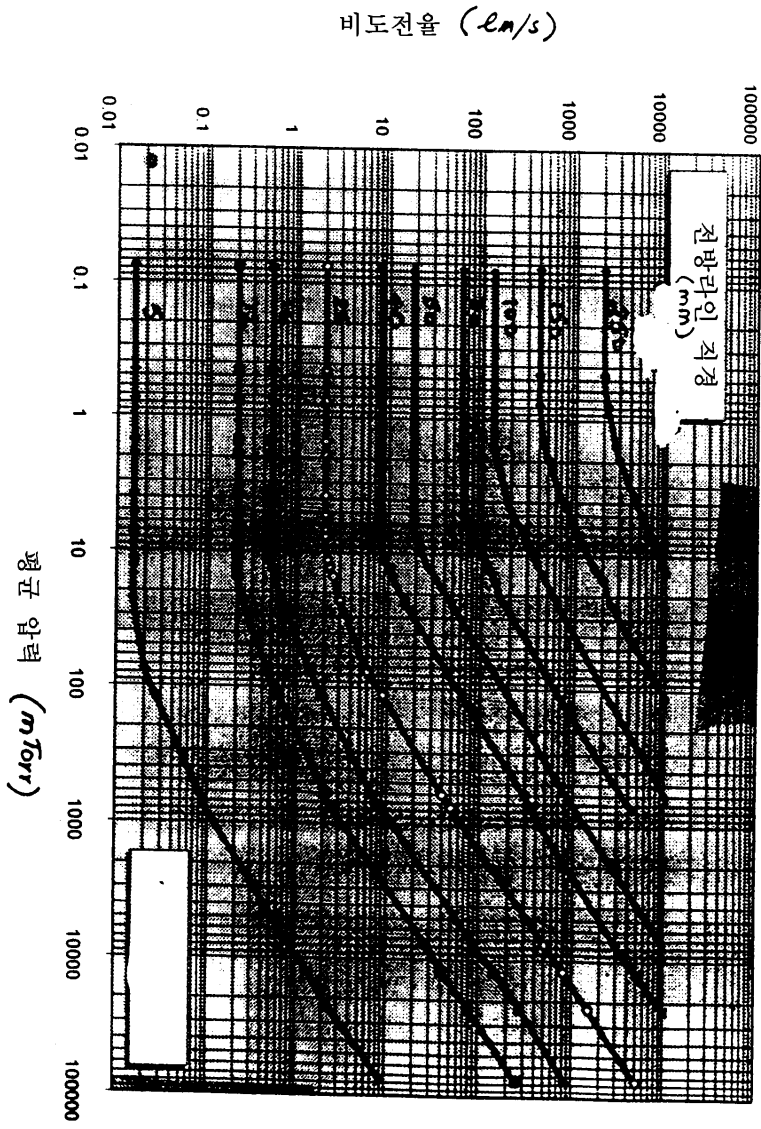
도면1



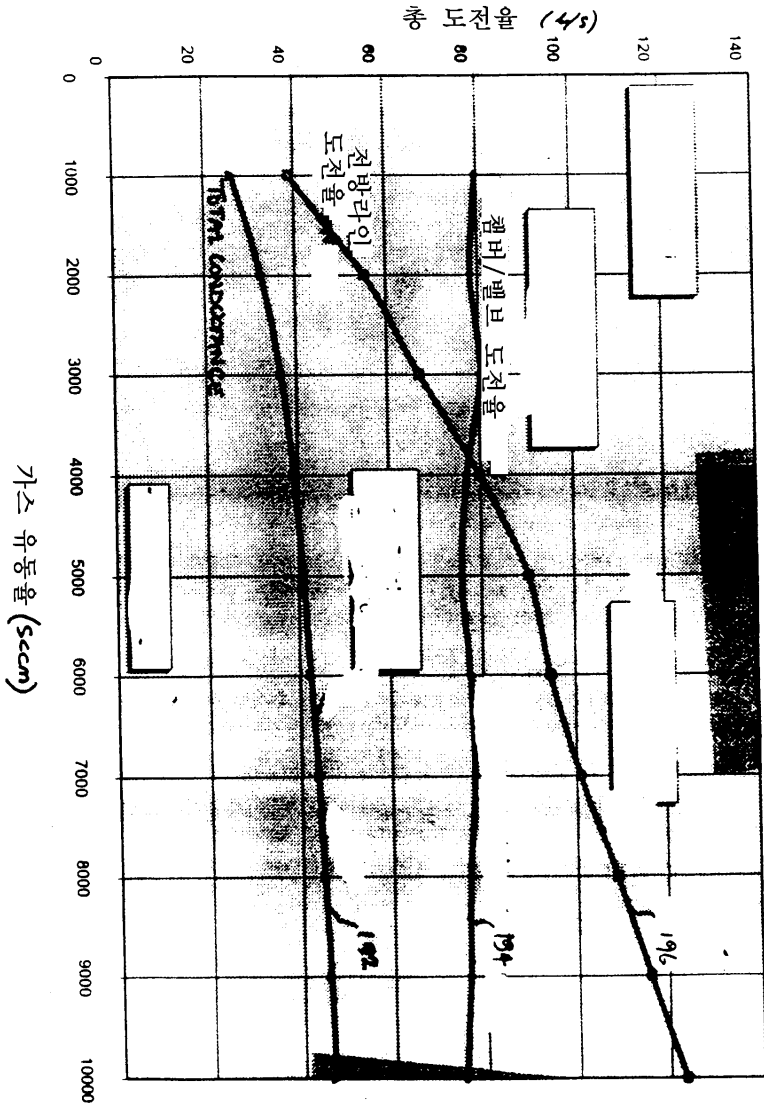
도면2



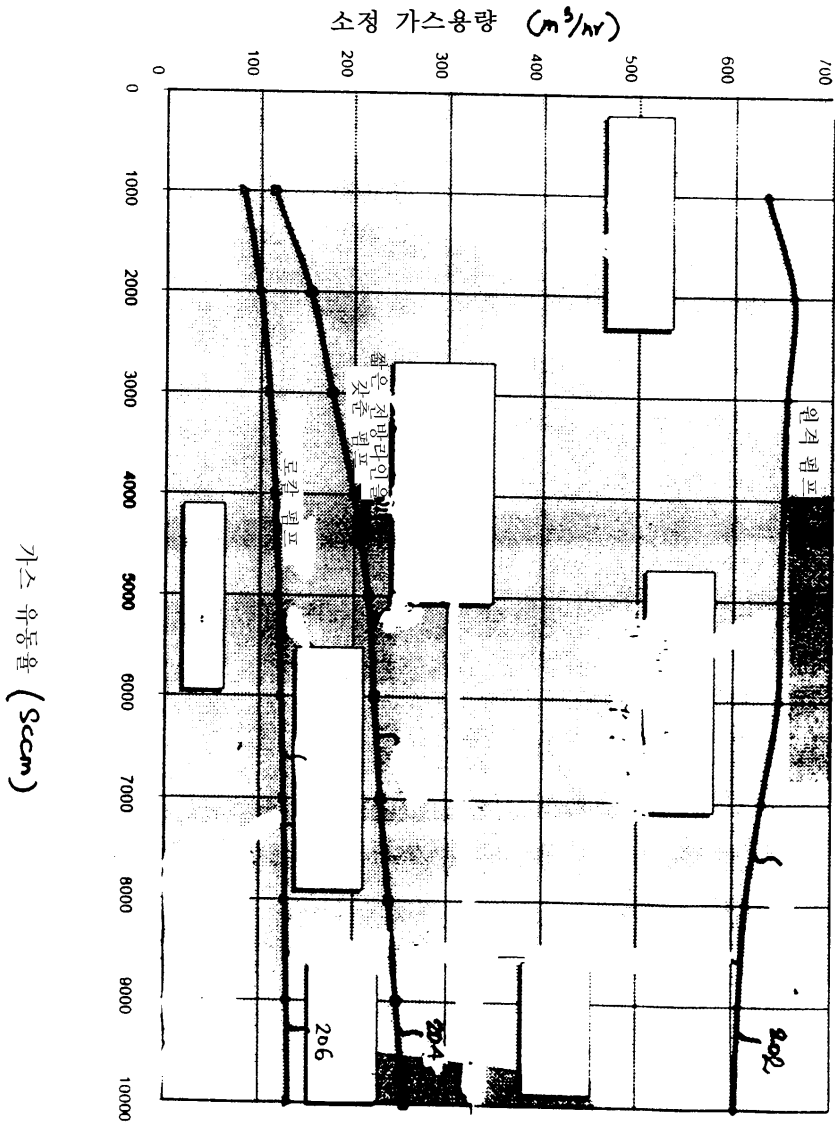
도면3



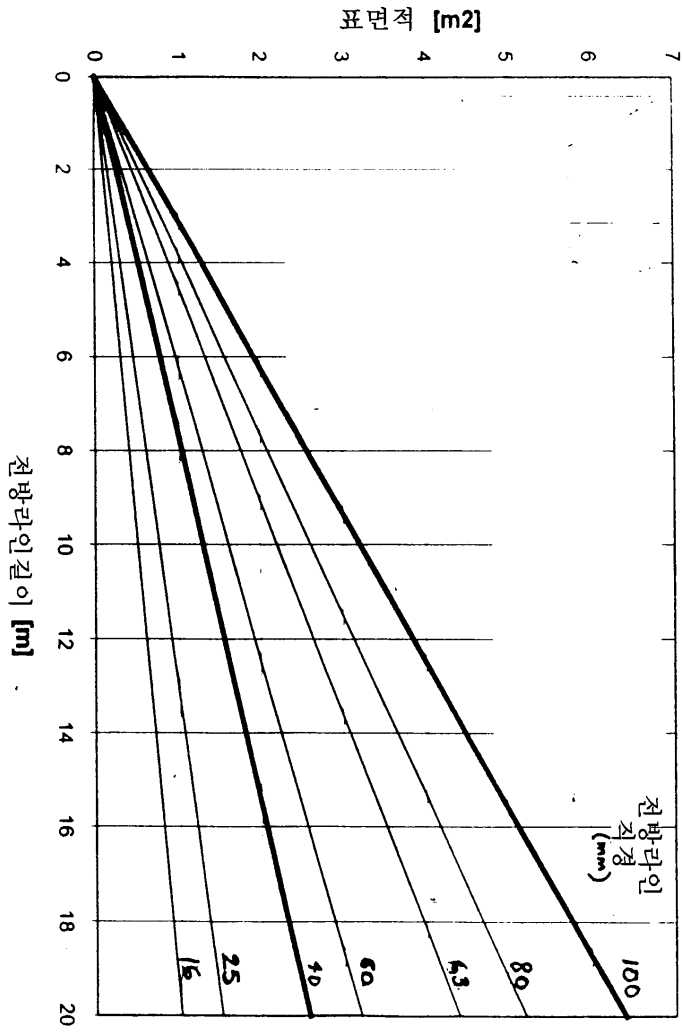
도면4



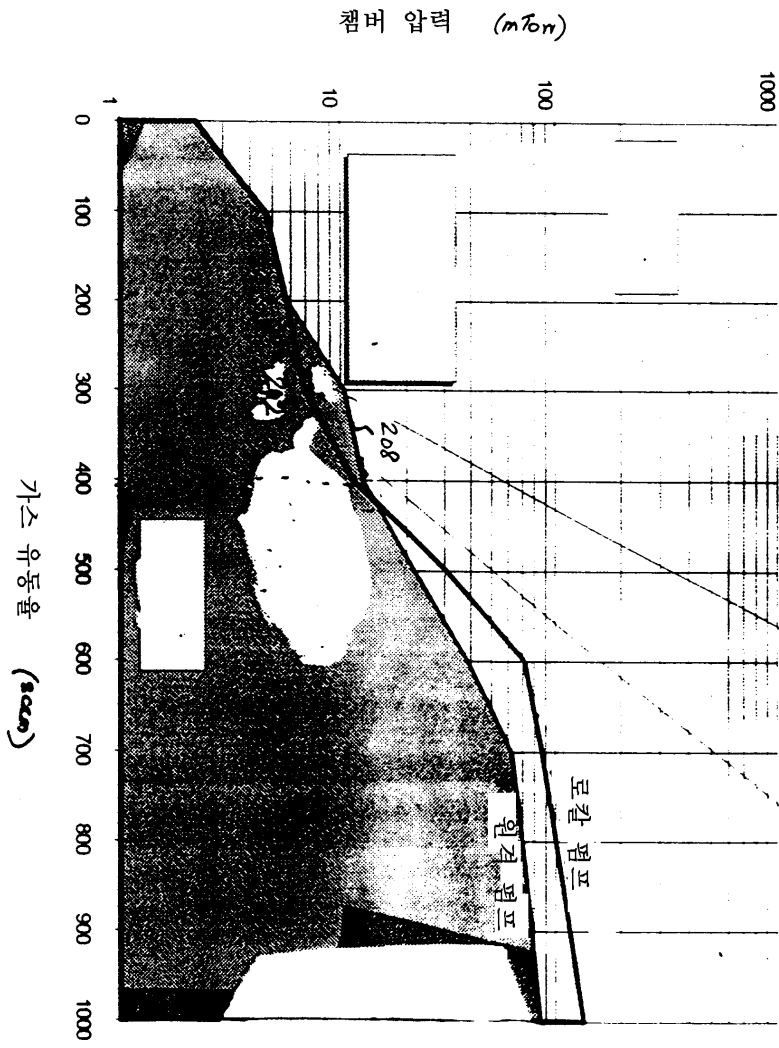
도면5



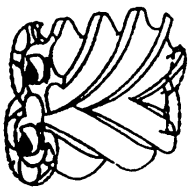
도면6



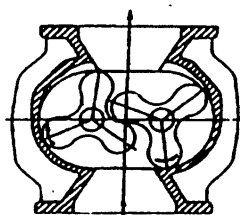
도면7



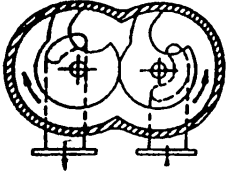
도면8a



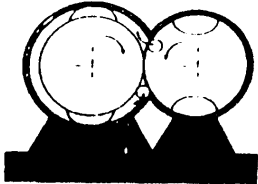
도면8b



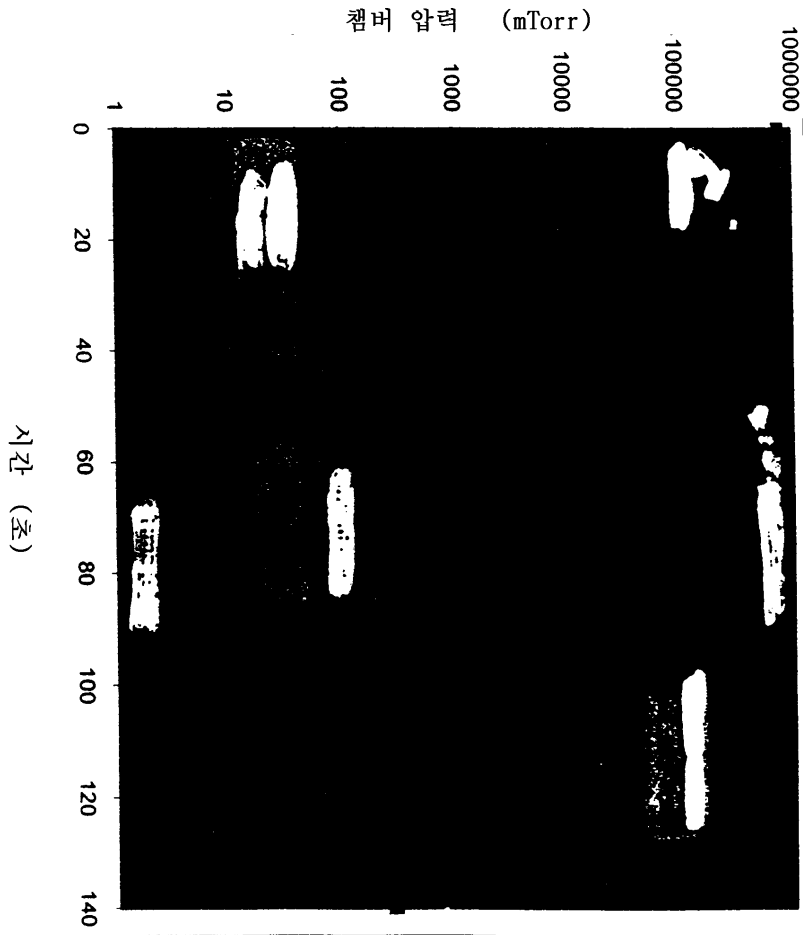
도면8c



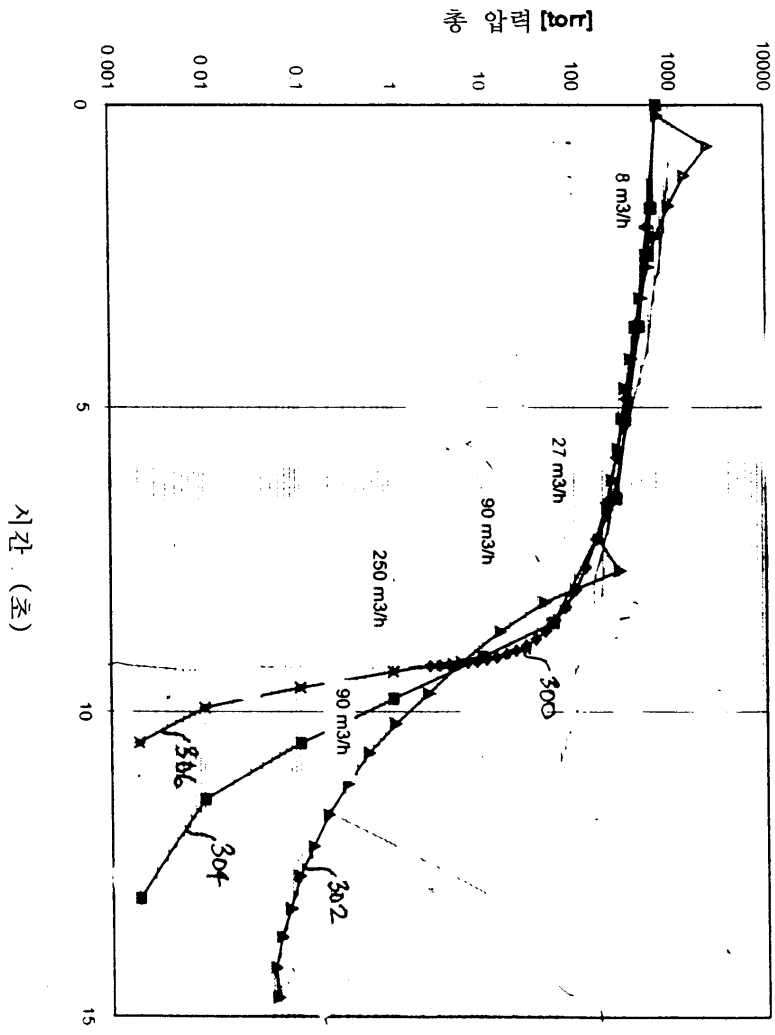
도면8d



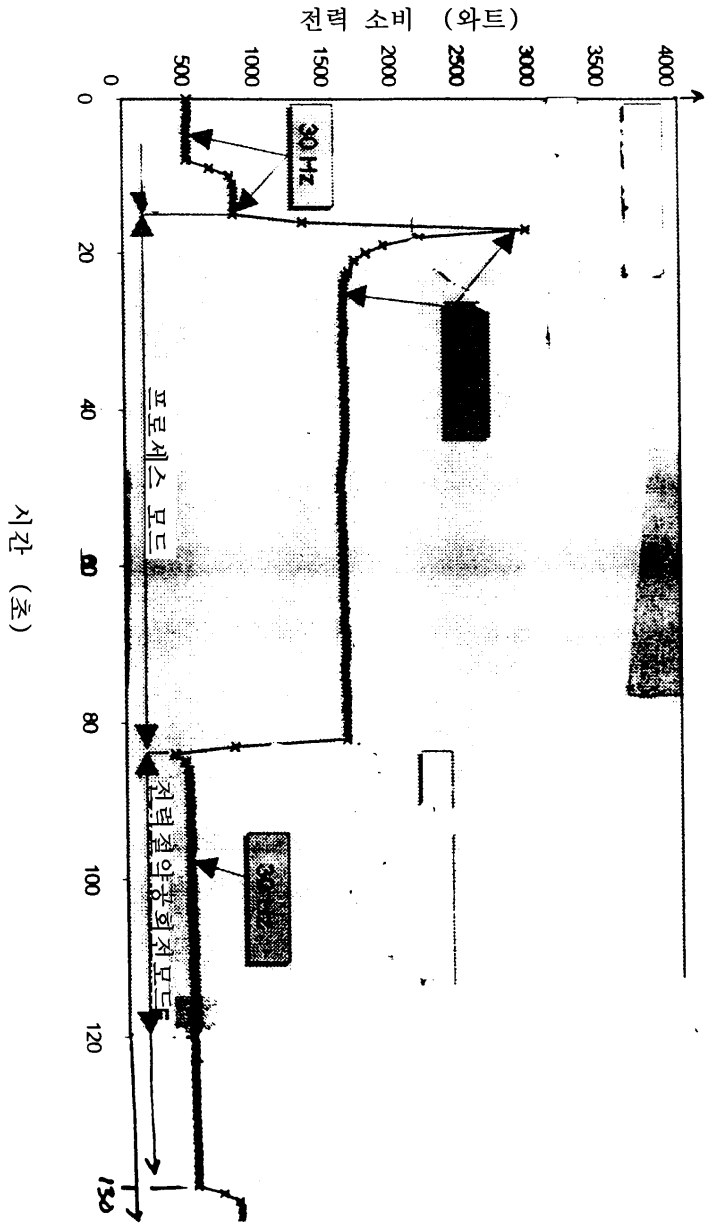
도면9



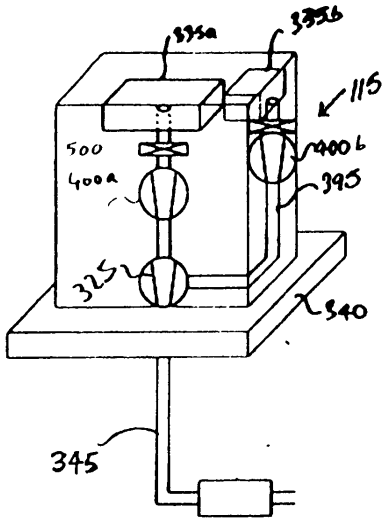
도면10



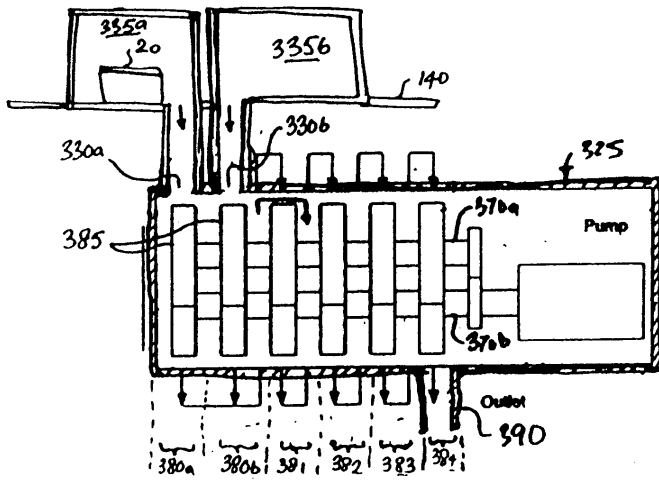
도면11



도면 12a



도면 12b



도면 13

