



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년03월14일
 (11) 등록번호 10-1716577
 (24) 등록일자 2017년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 21/66 (2006.01) GO1R 1/073 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 H01L 22/30 (2013.01)
 GO1R 1/073 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0115916
 (22) 출원일자 2015년08월18일
 심사청구일자 2016년03월08일
 (65) 공개번호 10-2016-0022775
 (43) 공개일자 2016년03월02일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2014-167277 2014년08월20일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2009133828 A
 JP2014077671 A
 KR1020140057163 A

(73) 특허권자
 도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
 일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고
 (72) 발명자
 야마다 히로시
 일본 야마나시켄 니라사키시 후지이쵸 기타게쵸
 2381-1 도쿄엘렉트론티에스가부시키키가이샤 내
 (74) 대리인
 제일특허법인

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 홍종선

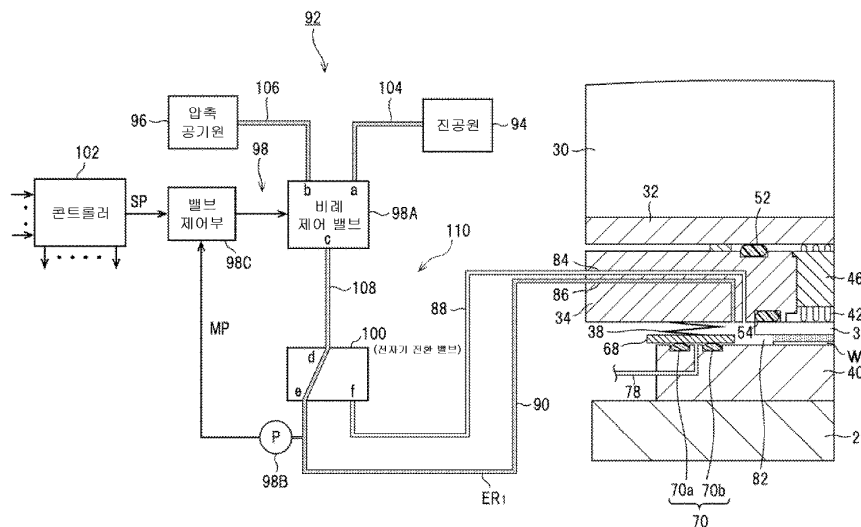
(54) 발명의 명칭 웨이퍼 검사 장치

(57) 요약

프로브 카드와 웨이퍼를 진공 흡인력에 의해 가압 접촉시켜 행해지는 웨이퍼 레벨의 검사에 있어서, 소망하는 진공 흡인력을 발생하기 위한 진공 흡인을 고속이고 안정적으로 행하는 것이다.

이 프로버에 있어서, 오버 스트로크 유지용의 진공 기구(92)는, 프로브 카드(36)와 벨로우즈(38)와 척 탐(40)의 사이에 형성되는 밀폐 가능한 위요 공간(82)에 배관(88, 90) 등을 거쳐서 접속되고, 진공원(94), 압축 공기원(96), 전공 레귤레이터(98) 및 전자기 전환 밸브(100)를 구비하고 있다. 전공 레귤레이터(98)는, 비례 제어 밸브(98A), 압력 센서(98B) 및 밸브 제어부(98C)에 의해 구성되어 있다. 컨트롤러(102)는, 진공 기구(92)내의 각 부의 동작 또는 상태를 제어한다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

검사 대상의 웨이퍼의 표면에 형성되어 있는 복수의 전극에 각각 접촉하기 위한 복수의 접촉자를 갖는 프로브 카드와,

상기 프로브 카드에 대향시켜 상기 웨이퍼를 탑재하는 후판(厚板) 부재인 척 탑(chuck top)과,

상기 프로브 카드와 상기 웨이퍼의 사이에서 미리 정해진 가압 접촉 상태를 형성 또는 유지하기 위해서, 상기 척 탑 및 상기 프로브 카드로 둘러싸이는 밀폐 가능한 위요(圍繞) 공간을 설정 압력까지 진공 흡인하는 진공 기구

를 구비하며,

상기 진공 기구는,

진공원과,

상기 진공원에 접속되는 제 1 포트 및 상기 위요 공간에 접속되기 위한 제 2 포트를 갖는 비례 제어 밸브와, 상기 제 2 포트에 접속되는 밀폐된 미리 정해진 기체 유로 또는 공간의 압력을 측정하는 압력 센서와, 미리 정해진 압력 설정값을 지시하는 전기 신호에 따라, 상기 압력 센서로부터 얻어지는 압력 측정값이 상기 압력 설정값에 일치하도록 상기 비례 제어 밸브를 제어하는 밸브 제어부를 갖는 전공(電空) 레귤레이터와,

상기 비례 제어 밸브의 상기 제 2 포트를 상기 압력 센서를 경유하여 상기 위요 공간에 접속하는 제 1 모드와, 상기 비례 제어 밸브의 제 2 포트를 상기 위요 공간에 접속하고, 또한 상기 압력 센서를 상기 위요 공간에 대해서 상기 비례 제어 밸브와 병렬로 접속하는 제 2 모드의 사이에서 전환 가능하게 구성되어 있는 기체 유로망을 갖는 웨이퍼 검사 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기체 유로망은,

제 3, 제 4 및 제 5 포트를 갖는 제 1 전환 밸브와,

상기 비례 제어 밸브의 상기 제 2 포트와 상기 제 1 전환 밸브의 상기 제 3 포트를 접속하는 제 1 기체 유로와,

상기 제 1 전환 밸브의 상기 제 4 포트와 상기 위요 공간을 상기 압력 센서를 경유하여 접속하는 제 2 기체 유로와,

상기 제 1 전환 밸브의 상기 제 5 포트와 상기 위요 공간을 접속하는 제 3 기체 유로와,

상기 제 1 모드를 선택하기 위해서 상기 제 3 포트가 상기 제 4 포트에 연결되도록 상기 제 1 전환 밸브를 전환하고, 상기 제 2 모드를 선택하기 위해서 상기 제 3 포트가 상기 제 5 포트에 연결되도록 상기 제 1 전환 밸브를 전환하는 컨트롤러를 갖는 웨이퍼 검사 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 컨트롤러는, 상기 제 1 모드에서 상기 제 2 기체 유로내의 압력을 나타내는 압력 측정값 신호를 상기 압력 센서 또는 다른 압력 센서로부터 수취하고, 상기 압력 측정값 신호의 파형이 하강 영역으로부터 포화 영역에 이른 것을 확인하여, 상기 제 1 모드로부터 상기 제 2 모드로 전환하는 웨이퍼 검사 장치.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 진공 기구는, 압축 공기원을 더 갖고,

상기 비례 제어 밸브는, 상기 제 2 포트에 대해서 상기 제 1 포트와 병렬로 접속됨과 아울러 상기 압축 공기원에 접속되는 제 6 포트를 더 갖고,

상기 전공 레귤레이터는, 상기 진공원 및 상기 압축 공기원으로부터 상기 비례 제어 밸브의 상기 제 2 및 제 6 포트에 각각 입력되는 부(負)의 압력과 정(正)의 압력을 임의의 비로 혼합하여, 상기 제 1 포트의 압력을 미리 정해진 범위내에서 미리 정해진 설정값으로 제어하는 웨이퍼 검사 장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 척 탑을 분리 가능하게 지지하는 이동 가능한 스테이지를 갖는 웨이퍼 검사 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 스테이지는, 상기 척 탑을 승강 이동시키기 위한 승강부를 갖고, 상기 프로브 카드의 상기 접촉자에 상기 척 탑상의 상기 웨이퍼의 표면을 접촉시키고 나서, 미리 정해진 오버드라이브(overdrive)량만큼 상기 척 탑을 눌러, 상기 프로브 카드와 상기 웨이퍼의 사이에서 상기 가압 접촉 상태를 형성하는 웨이퍼 검사 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 승강부가 상기 척 탑을 상기 미리 정해진 오버드라이브량만큼 누른 후에, 상기 기체 유로망이 상기 제 1 모드로 전환되어, 상기 제 1 모드 하에서 상기 압력 센서로부터 얻어지는 상기 압력 측정값이 상기 압력 설정값에 일치하도록 상기 밸브 제어부가 상기 비례 제어 밸브를 제어하고,

상기 압력 측정값이 포화 영역으로 들어가 안정된 상태에서 상기 기체 유로망이 상기 제 1 모드로부터 상기 제 2 모드로 전환되어, 상기 제 2 모드 하에서 상기 압력 센서로부터 얻어지는 상기 압력 측정값이 상기 압력 설정값에 일치하도록 상기 밸브 제어부가 상기 비례 제어 밸브를 제어하는 웨이퍼 검사 장치.

청구항 8

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프로브 카드의 주위에 배치되어, 상기 프로브 카드의 판면과 수직인 방향으로 신축 자유로운 통 형상 부재와,

상기 척 탑의 상기 웨이퍼를 탑재하기 위한 웨이퍼 탑재면의 주위에 부착되고, 진공 흡인력을 이용하여 상기 통 형상 부재와 착탈 가능하고 또한 밀폐 가능하게 결합하는 연결부를 갖는 웨이퍼 검사 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 프로브 카드를 이용하여 웨이퍼의 검사를 행하는 웨이퍼 검사 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 반도체 디바이스의 제조 공장에서는, 웨이퍼 레벨의 모든 프로세스가 종료한 단계에서, 웨이퍼상에 형성되어 있는 반도체 디바이스(집적 회로)의 전기적 특성이 검사되어, 칩의 양부(良否) 판정이 행해진다. 이런 종류의 웨이퍼 검사에는, 검사 지그(jig)로서, 다수의 칩 형상의 접촉자를 갖는 프로브 카드가 이용된다.

[0003] 검사시에는, 프로브 카드와 웨이퍼의 사이에서, 각 접촉자와 웨이퍼 표면의 각 대응하는 전극을 대향시키는 위치 정렬이 행해진 후에, 상대적인 가압 접촉이 행해진다. 이 경우, 각 접촉자의 선단이 웨이퍼의 표면에 접촉하고 나서 소정의 스트로크, 즉 오버드라이브량만큼 상대적으로 누름으로써, 접촉자의 선단이 웨이퍼 표면의 보호막이나 오염막을 파괴하면서 문질러서 각 대응하는 전극에 가압 접촉하도록 되어 있다.

[0004] 최근에는, 검사실내에 복수의 프로브 카드를 배치하고, 그들 복수의 프로브 카드 중의 하나에 대해서 공용의 반송 로봇 내지 이동 스테이지가 웨이퍼의 반송, 가압 또는 분리를 행하고 있는 동안에, 다른 프로브 카드로 다른 웨이퍼에 대한 검사를 행할 수 있도록 한 웨이퍼 검사 장치가 개발되어 있다. 이러한 웨이퍼 검사 장치에 있어서는, 복수의 프로브 카드에 대해서 1대의 이동 스테이지가 공용되므로, 프로버의 구성, 특히 웨이퍼 지지체 또는 척 탑(chuck top) 회전 구성이 간이하게 됨과 아울러, 프로버의 집약화 및 스페이스 효율이 대폭으로 향상된다.

[0005] (선행 기술 문헌)

[0006] (특허 문헌)

[0007] 특허 문헌 1 : 일본 특개 제2002-22768호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 상기와 같이 복수의 프로브 카드에 대해서 1대의 이동 스테이지를 공용하는 웨이퍼 검사 장치는, 각 프로브 카드로 척 탑상의 웨이퍼를 가압 접촉시킬 때에, 프로브 카드와 척 탑의 사이에 진공 흡인력을 작용시키기 위한 밀폐 가능한 위요(圍繞) 공간을 형성한다.

[0009] 통상, 이 위요 공간을 형성하기 위해서, 프로브 카드의 주위에는 세로 방향으로 신축 자유로운 통 형상 부재, 예를 들어 벨로우즈가 마련된다. 그리고, 프로브 카드와 웨이퍼의 위치 정렬이 끝나고 나서, 이동 스테이지에 의한 척 탑의 밀어 올려짐에 연동 또는 추종하여 상기 위요 공간의 진공 흡인이 행해진다. 이 진공 흡인에 의해, 척 탑에는 위요 공간의 압력(부압(負壓))과 주위의 압력(대기압)의 차압(差壓)에 따른 상향의 힘이 작용한다. 이 진공 흡인력에 근거하는 상향의 힘에 의해, 프로브 카드의 각 접촉자가 웨이퍼 표면의 각 대응하는 전극 패드에 소정의 압력으로 안정적으로 가압 접촉할 수 있다.

[0010] 상기 위요 공간의 진공 흡인은, 웨이퍼 검사의 소요 시간 또는 택트(tact)를 단축하는 데에 있어 고속·단시간에 행해지는 것이 바람직하다. 그러나, 위요 공간을 고속으로 설정 압력(부압)까지 감압하면, 위요 공간의 압력이 언더슛(undershoot) 과형을 나타내고 설정 압력이 절대값을 넘어 버려, 과대한 진공 흡인력에 의해 접촉자 혹은 전극 패드가 손상을 받기 쉬운 것이 문제로 되어 있다.

[0011] 본 발명은, 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 감안하여 이루어진 것으로, 프로브 카드와 웨이퍼를 진공 흡인력에 의해 가압 접촉시켜 행해지는 웨이퍼 레벨의 검사에 있어서, 소망하는 진공 흡인력을 발생하기 위한 진공 흡인을 고속이고 안정적으로 행할 수 있도록 한 웨이퍼 검사 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 웨이퍼 검사 장치는, 검사 대상의 웨이퍼의 표면에 형성되어 있는 복수의 전극에 각각 접촉하기 위한 복수의 접촉 단자를 갖는 프로브 카드와, 상기 프로브 카드의 주위에 배치되어, 상기 프로브 카드에 대향시켜 상기 웨이퍼를 탑재하는 후판(厚板) 부재인 척 탐과, 상기 프로브 카드와 상기 웨이퍼의 사이에서 소정의 가압 접촉 상태를 형성 또는 유지하기 위해서, 상기 척 탐 및 상기 프로브 카드로 둘러싸이는 밀폐 가능한 위요 공간을 설정 압력까지 진공 흡인하는 진공 기구를 구비한다. 그리고, 상기 진공 기구는, 진공원과, 상기 진공원에 접속되는 제 1 포트 및 상기 위요 공간에 접속되기 위한 제 2 포트를 갖는 비례 제어 밸브와, 상기 제 2 포트에 접속되는 밀폐된 소정의 기체 유로 또는 공간의 압력을 측정하는 압력 센서와, 소망하는 압력 설정값을 지시하는 전기 신호에 따라, 상기 압력 센서로부터 얻어지는 압력 측정값이 상기 압력 설정값에 일치하도록 상기 비례 제어 밸브를 제어하는 밸브 제어부를 갖는 전공(電空) 레귤레이터와, 상기 비례 제어 밸브의 상기 제 2 포트를 상기 압력 센서를 경유하여 상기 위요 공간에 접속하는 제 1 모드와, 상기 비례 제어 밸브의 제 2 포트를 상기 위요 공간에 접속하고, 또한 상기 압력 센서를 상기 위요 공간에 대해서 상기 비례 제어 밸브와 병렬로 접속하는 제 2 모드의 사이에서 전환 가능하게 구성되어 있는 기체 유로망을 구비한다.

[0013] 상기의 장치 구성에 있어서는, 상기 위요 공간의 압력이 대기압 부근으로 되어 있는 상태에서 제 1 모드를 선택 하면, 압력 센서로부터 얻어지는 압력 측정값을 압력 설정값에 일치시키도록, 전공 레귤레이터의 비례 제어 밸브, 압력 센서 및 밸브 제어부가 압력 피드백 제어로 동작한다. 이에 의해, 위요 공간의 압력은, 대기압 부근의 초기 압력으로부터 지수 함수적으로 하강하여, 단시간에 압력 설정값에 가까워진다. 단, 이 때의 압력 센서는, 비례 제어 밸브의 제 2 포트와 위요 공간의 사이에 위치하고, 배기로상에서 위요 공간보다 하류측(상대적으로 비례 제어 밸브에 가까운 쪽)에 위치하고 있다. 이 때문에, 압력 센서로부터 얻어지는 압력 측정값이 압력 설정값에 도달해도, 압력 센서보다 배기로상에서 상류측(상대적으로 비례 제어 밸브로부터 먼 쪽)에 위치하는 위요 공간의 압력은 압력 설정값에는 도달하지 않고, 그것보다 다소 높은 값에서 포화한다.

[0014] 여기서, 제 1 모드로부터 제 2 모드로 전환하면, 압력 센서로부터 얻어지는 압력 측정값을 상기 압력 설정값에 일치시키도록, 전공 레귤레이터의 비례 제어 밸브, 압력 센서 및 밸브 제어부가 압력 피드백 제어로 동작한다. 단, 압력 센서는, 배기로상에서 위요 공간보다 상류측에 위치하고 있다. 이에 의해, 위요 공간의 압력이 그때까지의 포화값 또는 안정값으로부터 설정 압력으로 단계적으로 이행하고, 그 이후에도 설정 압력으로 유지된다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 웨이퍼 검사 장치에 의하면, 상기와 같은 구성 및 작용에 의해, 프로브 카드와 웨이퍼를 진공 흡인력에 의해 가압 접촉시켜 행해지는 웨이퍼 레벨의 검사에 있어서, 소망하는 진공 흡인력을 발생하기 위한 진공 흡인을 고속이고 안정적으로 행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 있어서의 웨이퍼 검사 장치의 전체 구성을 개략적으로 나타내는 평면도이다.
- 도 2는 상기 웨이퍼 검사 장치의 전체 구성을 개략적으로 나타내는 측면도이다.
- 도 3은 실시 형태에 있어서의 프로버의 주요한 구성을 나타내는 단면도이다.
- 도 4는 실시 형태의 프로버에 있어서 1회의 웨이퍼 검사가 행해질 때의 가동부의 주된 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 오버드라이브 유지용의 진공 기구의 구성을 나타내는 블럭도이다.
- 도 6은 압력 하강 모드에 있어서의 상기 진공 기구의 각 부의 상태를 나타내는 도면이다.
- 도 7은 압력 유지 모드에 있어서의 상기 진공 기구의 각 부의 상태를 나타내는 도면이다.
- 도 8은 상기 진공 기구의 작용(위요 공간의 압력의 파형)을 나타내는 파형도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 도 1 및 도 2에, 본 발명의 일 실시 형태에 있어서의 웨이퍼 검사 장치의 전체 구성을 개략적으로 나타낸다.
- [0018] [시스템 전체의 레이아웃]
- [0019] 도 1 및 도 2에 있어서, 웨이퍼 검사 장치(10)는, 프로브 카드가 장착되어 있는 다수의 프로버를 입체적으로 사용하는 웨이퍼 검사실(12)을 구비하고 있다. 이 웨이퍼 검사실(12)의 내부는, 도 1의 평면에서 보아 나타낸 바와 같이, 검사 대상의 웨이퍼상에 형성되어 있는 다수의 반도체 디바이스에 대해 웨이퍼 레벨에서의 전기적 특성의 검사가 행해지는 검사 영역(14)과, 웨이퍼 및 프로브 카드의 반입/반출이나 제어계의 맨 · 머신 · 인터페이스(man machine interface)가 행해지는 반출입 영역(16)과, 검사 영역(14) 및 반출입 영역(16)의 사이에 마련된 반송 영역(18)으로 구획되어 있다.
- [0020] 검사 영역(14)에는, 도 2의 측면로서 보아 나타낸 바와 같이, 웨이퍼 검사용의 인터페이스 내지 시험 장치인 테스터 내장형의 프로버(20)가 복수 계층, 예를 들어 3개의 계층의 각각에서 수평 일렬로 다수 배치되어 있다. 그리고, 각 계층마다, 수평 일렬로 나열된 복수대(예를 들어, 6대)의 프로버(20)에 대해서, 배열 방향(수평 방향)으로 이동 가능한 1대의 이동 스테이지(22)가 하방에 마련됨과 아울러, 같은 방향으로 이동 가능한 1대의 카메라(24)가 반송 영역(18) 근처의 전방 또는 측방에 마련된다. 이동 스테이지(22)는, 수평 이동하여 각 프로버(20)의 바로 아래에 액세스 가능하고, 각 프로버(20)에 장착되어 있는 프로브 카드에 대해서, 검사 대상의 웨이퍼의 위치 결정, 가압 또는 분리 등을 행할 수 있도록, 웨이퍼를 탑재하는 척 탐을 수평면내 및 수직 방향에서 이동시키는 다축의 이동 기구를 구비하고 있다. 카메라(24)는, 각 프로버(20)에 있어서의 웨이퍼 위치 정렬 등에 이용된다.
- [0021] 반출입 영역(16)은, 복수의 수용 공간(26)으로 구획되어 있다. 이러한 수용 공간(26)에는, 일정 수의 웨이퍼를 수용하는 용기, 예를 들어 FOUF를 받아들이는 캐리어 포트(26a), 웨이퍼 반송상의 위치 정렬을 행하는 얼라이너(26b), 이 웨이퍼 검사 장치(10)에서 사용될 예정 또는 사용이 끝난 프로브 카드의 반입/반출이 행해지는 프로브 카드 로더(26c), 이 웨이퍼 검사 장치(10)내의 각 부를 통괄적으로 제어하는 시스템 컨트롤러(26d) 등이 설치된다.
- [0022] 반송 영역(18)에는, 이 반송 영역(18)내를 이동할 뿐만 아니라, 검사 영역(14)이나 반출입 영역(16)에도 자유자재로 액세스할 수 있는 3 차원 방향으로 이동 가능한 반송 로봇(28)이 배치되어 있다. 이 반송 로봇(28)은, 캐리어 포트(26a)와 검사 영역(14)내의 임의의 프로버(20)의 사이에서 검사 전 또는 검사 완료된 웨이퍼의 반송을 행함과 아울러, 프로브 카드 로더(26c)와 검사 영역(14)내의 임의의 각 프로버(20)와의 사이에서 부품 교환되는 신규 프로브 카드의 반송을 행한다. 웨이퍼 반송에 관해서는, 반송 로봇(28)은, 한 쌍의 반송 암(29)을 가지고 있고, 픽 · 앤드 · 플레이스(pick and place) 방식에서, 먼저 상대측으로부터 웨이퍼를 한쪽의 반송 암(29)으로 수취하고, 그 후에 다른쪽의 반송 암(29)에서 저절로 반송해 온 다른 웨이퍼를 상대측에 전달하도록 되어 있다.
- [0023] 이와 같이, 이 웨이퍼 검사 장치(10)에 있어서는, 웨이퍼 검사실(12)내에 프로브 카드가 장착되어 있는 프로버(20)가 복수 계층에 걸쳐서 입체적으로 다수 배치되어 있다. 그리고, 각 계층마다 수평 일렬로 나열되어 있는 복수의 프로버(20)에 대해서 1대의 이동 스테이지(22)가 공통으로 사용되고, 이 이동 스테이지(22)가 하나의 프로버(20)의 프로브 카드에 대해서 웨이퍼의 가압 또는 분리를 행하고 있는 동안에, 다른 프로버(20)에서 다른 웨이퍼에 대한 검사가 행해진다. 프로버(20)의 장치 구성, 특히 척 탐 회전 장치 구성이 간이하고, 프로버(20)의 입체적인 집약 배치에 의해 웨이퍼 검사실(12)의 스페이스 효율(특히 풋프린트(footprint))이 우수하다.
- [0024] [프로버 회전의 구성]
- [0025] 도 3에, 이 실시 형태에 있어서의 프로버(20)의 주요한 구성을 나타낸다. 이 프로버(20)는, 테스터(30)를 일체적으로 내장함과 아울러, 테스터(30)의 마더보드(32)에 후판 형상의 포고 프레임(34)을 거쳐서 착탈 가능하게 장착되는 프로브 카드(36)와, 이 프로브 카드(36)의 주위에 배치되는 신축 가능한 통 형상 부재, 예를 들어 벨로우즈(38)와, 프로브 카드(36)에 대향하여 검사 대상의 웨이퍼 W를 탑재하는 후판 형상의 척 탐(40)을 구비하고 있다.
- [0026] 포고 프레임(34)의 중심부에는, 프로브 카드(36)보다 한층 작은 구경을 갖는 관통구멍 또는 포고 블록 장착구멍(42)이 형성되어 있다. 이 포고 블록 장착구멍(42)에는, 다수의 포고 핀(44)을 수직 방향으로 관통시켜 유지하는 대략 원기둥 형상 또는 원반 형상의 포고 블록(46)이 착탈 가능하게 삽입된다. 각 포고 핀(44)은, 후술하는

제 1 진공 기구(64)(도 3)에 의해 프로브 카드(36) 및 포고 프레임(34)에 작용하는 진공 흡인력에 의해, 그 선단(하단)이 프로브 카드(36)의 상면의 각 대응하는 전극에 탄성적으로 가압 접촉하여, 꼭대기 부분(상단)이 마더보드(32)의 각 대응하는 전극에 가압된다.

- [0027] 프로브 카드(36)에는, 칩 형상의 접촉자 또는 컨택트 프로브(37)가 소정의 배치 패턴으로 다수 장착되어 있다. 각 컨택트 프로브(37)의 선단은, 프로브 카드(36)의 하면으로부터 돌출하고, 척 탐(40)상의 웨이퍼 W의 표면에 마련되어 있는 각 대응하는 전극 패드와 대향하도록 되어 있다.
- [0028] 포고 프레임(34)과 마더보드(32)의 사이에는 고리 형상의 스페이서(48)를 개재하여 간극(50)이 형성된다. 이 간극(50)은, 포고 블록 부착 영역의 주위에 배치되는 고리 형상의 시일(seal) 부재(52)에 의해 반경 방향으로 분단되어 있다. 또한, 포고 프레임(34)과 프로브 카드(36)의 사이에도, 포고 블록 부착 영역의 주위에 배치되는 고리 형상의 시일 부재(54)에 의해 양자 사이의 간극(56)이 반경 방향으로 분단되어 있다. 이에 의해, 마더보드(32), 프로브 카드(36) 및 시일 부재(52, 54)로 둘러싸이는 밀폐 가능한 흡인 공간(58)이 형성된다.
- [0029] 이 흡인 공간(58)은, 포고 프레임(34)의 주변부에 형성되어 있는 가스 유로(60) 및 외부 배관(62)을 거쳐서 프로브 카드 유지용의 제 1 진공 기구(64)에 접속되어 있다. 제 1 진공 기구(64)는, 진공 펌프 또는 공장 진공용력 등의 진공원을 가지고 있고, 흡인 공간(58)을 소정의 부의 압력으로 감압하여, 이 감압 상태를 정상적으로 유지한다. 이에 의해, 프로브 카드(36)와 포고 프레임(34)은, 흡인 공간(58)의 압력(부압)과 주위의 압력의 차압에 의한 상향의 힘을 받아, 마더보드(32)에 정상적으로 고정되도록 되어 있다.
- [0030] 벨로우즈(38)는, 금속제의 주름 상자 구조체이며, 프로브 카드(36)의 관면에 수직인 방향, 즉 상하 방향으로 신축 자유롭게 구성되어 있다. 벨로우즈(38)의 상단은, 포고 프레임(34)의 하면에 결합되어 있다. 벨로우즈(38)의 하단은, 고리 형상의 하부 플랜지(68)를 거쳐서 척 탐(40)의 주변부의 상면에 진공 흡착력으로 착탈 가능하게 결합 가능하도록 되어 있다.
- [0031] 보다 상세하게는, 척 탐(40)의 상면은, 웨이퍼 W를 탑재하는 중심부 또는 웨이퍼 탑재면(40a)과, 이 웨이퍼 탑재면(40a)의 반경 방향 외측에서 고리 형상으로 연장되는 주변부 또는 벨로우즈 연결면(40b)으로 분할되어 있다. 벨로우즈 연결면(40b)에는, 구경이 상이한 2개의 O링(70a, 70b)을 동심원 형상으로 배치하여 이루어지는 시일 부재(70)가 마련되어 있다. 양쪽 O링(70a, 70b)의 하반부는 벨로우즈 연결면(40b)의 오목한 곳에 고정되고, 양쪽 O링(70a, 70b)의 상반부는 벨로우즈 연결면(40b)상에 돌출하고 있다. 양쪽 O링(70a, 70b)의 꼭대기면이 하부 플랜지(68)의 하면에 접촉하고 있는 상태에서는, 양쪽 O링(70a, 70b) 사이에 개재된 고리 형상의 공간(74)은 밀폐 가능한 흡인 공간으로 된다.
- [0032] 이 흡인 공간(74)은, 척 탐(40)의 내부에 형성되어 있는 기체 유로(76) 및 외부 배관(78)을 거쳐서 벨로우즈 연결용의 제 2 진공 기구(80)에 접속되어 있다. 제 2 진공 기구(80)는, 진공 펌프 또는 공장 진공용력 등의 진공원을 가지고 있고, 흡인 공간(74)의 용적이 작기 때문에, 밀폐된 흡인 공간(74)을 대기압으로부터 소정의 부의 압력까지 순간적으로 감압할 수 있다. 이 진공 흡인에 의해, 하부 플랜지(68)에는 흡인 공간(74)의 압력(부압)과 주위의 압력, 즉 대기압의 차압에 근거하는 하향의 힘이 작용하여, 벨로우즈(38)의 하단이 하부 플랜지(68)와 시일 부재(70)를 거쳐서 척 탐(40)의 벨로우즈 연결면(40b)에 결합되도록 되어 있다.
- [0033] 상기와 같이 벨로우즈(38)의 하단이 척 탐(40)의 벨로우즈 연결면(40b)에 결합되어 있는 상태에서는, 프로브 카드(36)와 벨로우즈(38)와 척 탐(40)의 사이에 밀폐 가능한 흡인 공간 또는 위요 공간(82)이 형성된다. 이 위요 공간(82)은, 포고 프레임(34)의 내부에 형성되어 있는 기체 유로(84, 86) 및 외부의 배관(88, 90)을 거쳐서 오버드라이브 유지용의 제 3 진공 기구(92)에 접속되어 있다.
- [0034] 이 제 3 진공 기구(92)는, 진공 펌프 또는 공장 진공용력 등의 진공원을 가지고 있고, 위요 공간(82)의 용적이 상당히 커도, 위요 공간(82)을, 예를 들어 대기압 부근의 기준 압력으로부터 소망하는 진공 흡인력이 얻어지는 부의 설정 압력까지 고속·단시간에 감압할 수 있다. 이 진공 흡인에 의해, 척 탐(40)에는 위요 공간(82)의 압력(부압)과 주위의 압력, 즉 대기압과의 차압에 근거하는 상향의 힘이 작용하여, 척 탐(40)상의 웨이퍼 W가 척 탐(40)의 중력 및 컨택트 프로브(37)의 탄성적인 반력(反力) 등에 저항하여 프로브 카드(36)에 가압되도록 되어 있다.
- [0035] 이 위요 공간(82)의 진공 흡인 시에는, 진공 흡인력이 일순간이라도 설정값을 넘으면(과대하게 되면), 웨이퍼 W 표면의 전극 패드 혹은 컨택트 프로브(37)가 손상을 받거나, 혹은 변형하는 경우가 있다. 이 실시 형태에 있어서는, 이후에 자세하게 설명하는 바와 같이, 제 3 진공 기구(92)가 위요 공간(82)을 대기압 부근의 기준 압력으로부터 부의 설정 압력까지 고속·단시간에 진공 흡인하는 경우에도, 위요 공간(82)의 압력의 과행이 언더슛을

일으키지 않고 설정 압력에 도달하여 포화 또는 안정되므로, 웨이퍼 W 표면의 전극 패드 및 콘택트 프로브(37) 중 어느 쪽에도 손상을 주지 않도록 되어 있다.

- [0036] [웨이퍼 검사에 있어서의 가동부의 동작]
- [0037] 다음에, 도 4를 참조하여, 이 실시 형태의 프로버(20)에 있어서 1회의 웨이퍼 검사가 행해질 때의 가동부의 주된 동작을 설명한다. 또한, 프로버(20)내의 각 부의 동작은, 후술하는 컨트롤러(102)(도 5~도 7)에 의해 제어된다.
- [0038] 도 4a에 나타낸 바와 같이, 척 탐(40)은, 웨이퍼 검사에 앞서, 벨로우즈(38)로부터 이탈하여, 프로브 카드(36)와는 충분히 큰 스페이스를 두고 하방의 위치에서 이동 스테이지(22)로 지지된다. 이 상태에서, 반송 로봇(28)(도 1)이 검사 대상의 웨이퍼 W를 척 탐(40)상에 탑재한다. 척 탐(40)상에 탑재된 웨이퍼 W는, 척 탐(40)에 구비되어 있는 진공식 또는 기계식의 척 기구(도시하지 않음)에 의해 고정 유지된다. 이 때, 제 1 진공 기구(64)는 온 상태를 유지하고, 제 2 및 제 3 진공 기구(80, 92)는 오프 상태를 유지하고 있다.
- [0039] 상기와 같이 하여 웨이퍼 W가 척 탐(40)상에 탑재되고 나서, 카메라(24)(도 2) 및 이동 스테이지(22)에 의해, 프로브 카드(36)와 웨이퍼 W의 사이에서 수평면내의 위치 정렬이 행해진다.
- [0040] 이 위치 정렬의 후, 이동 스테이지(22)는, 승강 이동부를 작동시켜, 척 탐(40)을 수직으로 밀어 올린다. 그렇게 하면, 도 4b에 나타낸 바와 같이, 척 탐(40)의 벨로우즈 연결면(40b)에 돌출하여 마련되어 있는 시일 부재(70)(0링(70a, 70b))가 하부 플랜지(68)의 하면에 접촉했을 때에 또는 그 직후에, 벨로우즈 연결부의 제 2 진공 기구(80)가 온하여, 벨로우즈(38)가 척 탐(40)에 연결된다. 척 탐(40)에 벨로우즈(38)가 연결되면, 프로브 카드(36)와 벨로우즈(38)와 척 탐(40)의 사이에 밀폐 가능한 위요 공간(82)이 형성된다. 그러나, 이 시점에서, 제 3 진공 기구(92)는 아직 오프 상태를 유지하고 있다.
- [0041] 이 후에도, 이동 스테이지(22)는 척 탐(40)이 밀어 올리기를 계속하여, 도 4c에 나타낸 바와 같이, 웨이퍼 W의 표면이 프로브 카드(36)의 콘택트 프로브(37)의 선단에 접촉하기에 이른다. 그리고, 이동 스테이지(22)는, 여기로부터 척 탐(40)을 콘택트 프로브(37)의 탄성적인 반력에 저항하여 소정 거리, 즉 오버드라이브량만큼 더 밀어 올린다. 이 오버드라이브 동작에 의해, 각 콘택트 프로브(37)의 선단이 웨이퍼 W 표면의 보호막이나 오염막을 파괴하면서 문질러서 각 대응하는 전극 패드에 알맞게 가압 접촉하기에 이른다.
- [0042] 이 실시 형태에서는, 이동 스테이지(22)에 의한 척 탐(40)의 밀어 올려짐 및 오버드라이브 동작이 완료하여, 프로브 카드(36)와 웨이퍼 W의 사이에 소정 압력의 가압 접촉 상태가 확립된 상태에서, 오버드라이브 유지용의 제 3 진공 기구(92)가 온한다. 이 진공 기구(92)가 온하면, 상술한 바와 같이, 진공 흡인에 의해 위요 공간(82)이 대기압 부근의 기준 압력으로부터 부의 설정 압력까지 고속·단시간에 감압됨으로써, 척 탐(40)에는 위요 공간(82)의 압력(부압)과 주위의 대기압의 차압에 의한 일정한 상향의 힘이 작용하여, 프로브 카드(36)와 웨이퍼 W의 사이의 가압 접촉 상태가 유지된다. 이 직후에, 도 4d에 나타낸 바와 같이, 이동 스테이지(22)는 척 탐(40)으로부터 하방으로 이간하고, 그 다음에 동일한 계층의 다른 프로버(20)로 이동한다.
- [0043] 상기 프로버(20)에 있어서는, 상기와 같이 웨이퍼 W와 프로브 카드(36)의 가압 접촉 상태가 유지되고 있는 상태에서, 테스터(30)가 작동한다. 테스터(30)는, 마더보드(32) 및 프로브 카드(36)(콘택트 프로브(37))를 거쳐서 웨이퍼 W에 대한 웨이퍼 레벨의 전기적 특성 검사를 실시한다.
- [0044] 테스터(30)에 의한 웨이퍼 레벨의 전기적 특성 검사가 종료하면, 이동 스테이지(22)가 척 탐(40) 아래에 돌아온다. 이 타이밍에 맞추어, 제 3 진공 기구(92)가 진공 흡인을 정지하고, 위요 공간(82)을 그때까지의 감압 상태에서 대기압 부근의 초기 상태로 전환하는 동작(압력 복귀 동작)을 소정 시간 소비하여 행한다. 이 압력 복귀 동작에 의해, 그때까지 척 탐(40)상의 웨이퍼 W를 프로브 카드(36)에 가압하고 있던 진공 흡인력이 약해져서, 척 탐(40)이 강하하고, 웨이퍼 W가 프로브 카드(36)로부터 이간한다. 마지막으로, 척 탐(40)이 이동 스테이지(22)상에 착석한다.
- [0045] 이 직후, 제 2 진공 기구(80)가 진공 흡인을 정지하고, 흡인 공간(74)을 그때까지의 감압 상태에서 대기압 부근의 초기 상태로 전환한다. 흡인 공간(74)의 용적이 작기 때문에 이 전환은 순간적으로 행해지고, 하부 플랜지(68)가 척 탐(40)의 벨로우즈 연결면(40b)으로부터 분리 가능하게 된다. 그리고, 이동 스테이지(22)가 척 탐(40)을 더 낮추는 것에 의해, 척 탐(40)이 도 4a와 동일한 높이 위치까지 이동하고, 반송 로봇(28)(도 1)이 오는 것을 대기한다. 반송 로봇(28)은, 척 탐(40)의 옆에 도착하면, 검사 완료된 웨이퍼 W를 수취하고, 그것과

교환하여 상기 프로브(20)에서 다음에 검사를 받아야 할 신규의 웨이퍼 W를 척 탐(40)상에 탑재한다. 이 후에는, 이 신규의 웨이퍼 W에 대해 상술한 것과 동일한 동작이 반복된다.

- [0046] [오버드라이브 유지용 진공 기구의 구성]
- [0047] 다음에, 도 5를 참조하여, 오버드라이브 유지용의 제 3 진공 기구(92)의 구성을 설명한다.
- [0048] 이 진공 기구(92)는, 프로브 카드(36)와 벨로우즈(38)와 척 탐(40)의 사이에 형성되는 밀폐 가능한 위요 공간(82)에 대해서, 진공 흡인력을 발생하기 위한 부압(負壓)을 공급할 뿐만이 아니라, 분리력을 발생하기 위한 정압(正壓)을 공급할 수도 있다. 이 때문에, 진공 기구(92)는, 압력원으로서, 진공 펌프 또는 공장 진공용력으로 이루어지는 진공원(94) 뿐만이 아니라, 압력 등의 압축 공기원(96)도 구비하고 있다. 또한, 진공 기구(92)는, 다른 주요한 구성요소로서 진공 레귤레이터(98), 전자기 전환 밸브(100) 및 컨트롤러(102)를 가지고 있다. 여기서, 진공 레귤레이터(98)는, 비례 제어 밸브(98A), 압력 센서(98B) 및 밸브 제어부(98C)에 의해 구성되어 있다. 컨트롤러(102)는, 진공 기구(92)내의 각 부의 동작 또는 상태를 제어한다.
- [0049] 보다 상세하게는, 진공원(94)의 출력 포트는, 배관(104)을 거쳐서 진공 레귤레이터(98)의 비례 제어 밸브(98A)의 포트 a에 접속되어 있다. 한편, 압축 공기원(96)의 출력 포트는, 배관(106)을 거쳐서 비례 제어 밸브(98A)의 포트 b에 접속되어 있다.
- [0050] 비례 제어 밸브(98A)는 상기 포트 a, b의 이외에 포트 c를 가지고 있고, 비례 제어 밸브(98A)의 내부에서 포트 a, b가 포트 c에 병렬로 접속되어 있다. 진공 레귤레이터(98)는, 비례 제어 밸브(98A)의 포트 a에 입력되는 부의 압력과, 포트 b에 입력되는 정의 압력을 임의의 비로 혼합하여, 포트 c의 압력을 소정 범위내에서 임의의 설정값으로 제어할 수 있도록 되어 있다. 여기서, 상기 범위의 하한은 진공원(94)의 출력(부압)의 값에 대응하고, 상한은 압축 공기원(96)의 출력(정압)의 값에 대응하고 있다. 비례 제어 밸브(98A)의 포트 c는, 배관(108)을 거쳐서 전자기 전환 밸브(100)의 포트 d에 접속되어 있다.
- [0051] 전자기 전환 밸브(100)는 상기 포트 d의 이외에 포트 e, f를 가지고 있고, 내부에서 포트 e, f 중 어느 한쪽이 선택적으로 포트 d에 연결되도록 되어 있다. 포트 e는, 배관(90) 및 포고 프레임(34)의 내부 유로(86)를 거쳐서 위요 공간(82)에 접속되어 있다. 배관(90)의 도중에는 진공 레귤레이터(98)의 압력 센서(98B)가 마련된다. 포트 f는, 배관(88) 및 포고 프레임(34)의 내부 유로(84)를 거쳐서 위요 공간(82)에 접속된다.
- [0052] 압력 센서(98B)는, 상기과 같이 진공 레귤레이터(98)의 일부를 구성하고 있다. 압력 센서(98B)의 출력 신호, 즉 배관 유로(90)내의 압력을 나타내는 압력 측정값 신호 MP는, 밸브 제어부(98C)에 인가된다. 밸브 제어부(98C)는, 위요 공간(82)의 압력에 대해, 컨트롤러(102)로부터의 압력 설정값을 지시하는 압력 설정값 신호 SP와, 압력 센서(98B)로부터의 압력 측정값 신호 MP를 비교하여 비교 오차를 생성하고, 이 비교 오차를 0에 접근하도록 비례 제어 밸브(98A)의 내부의 밸브 액추에이터를 구동 제어한다. 이 실시 형태에서는, 밸브 제어부(98C)가 압력 센서(98B)로부터 압력 측정값 신호 MP를 입력할 뿐만 아니라, 컨트롤러(102)도 동일한 압력 측정값 신호 MP를 취입할 수 있도록 되어 있다.
- [0053] 이 실시 형태에 있어서는, 전자기 전환 밸브(100), 배관(88, 90), 108) 및 컨트롤러(102)에 의해, 진공 기구(92)의 기체 유로망(110)이 형성되어 있다. 이 기체 유로망(110)은, 후술하는 바와 같이, 비례 제어 밸브(98A)의 포트 c를 압력 센서(98B)를 경유하여 위요 공간(82)에 접속하는 제 1 모드와, 비례 제어 밸브(98A)의 포트 c를 위요 공간에 접속하고, 또한 압력 센서(98B)를 위요 공간(82)에 대해서 비례 제어 밸브(98A)와 병렬로 접속하는 제 2 모드의 사이에서 전환 가능하도록 구성되어 있다.
- [0054] [오버드라이브 유지용 진공 기구의 작용]
- [0055] 이하, 도 6~도 8을 참조하여, 상기 진공 기구(92)의 작용을 설명한다. 진공 기구(92)내의 각 부의 동작은 컨트롤러(102)에 의해 제어된다. 컨트롤러(102)는, 마이크로 프로세서(CPU)를 포함하고, 반도체 메모리, 광 디스크, 자기 디스크, 자기 테이프 등의 기록 매체로부터 판독 가능한, 혹은 네트워크를 통해서 다른 컴퓨터로부터 다운로드 가능한 필요한 프로그램을 실행한다.
- [0056] 상기과 같이, 1회의 웨이퍼 검사에 있어서, 프로브 카드(36)와 웨이퍼 W의 위치 정렬의 후에, 이동 스테이지(22)는 척 탐(40)을 수직상으로 밀어 올리는 동작을 개시한다. 이 때, 진공 기구(92)에 있어서는, 진공원(94),

압축 공기원(96) 및 전공 레귤레이터(98)가 오프 상태를 유지하고 있다. 전자기 전환 밸브(100)의 내부에서는, 포트 d와 포트 f가 연결되어 있다.

- [0057] 이에 의해, 척 탐(40)에 벨로우즈(38)가 연결된 후에는, 즉 프로브 카드(36)와 벨로우즈(38)와 척 탐(40)의 사이에 밀폐 가능한 위요 공간(82)이 형성된 후에는, 이동 스테이지(22)가 척 탐(40)을 더 밀어 올리면, 위요 공간(82)의 용적이 세로 방향으로 축소하여, 위요 공간(82)내의 공기가 밀려 나오도록 하여 진공 기구(92)측으로 배출된다. 이 때, 진공 기구(92)에 있어서, 바람직하게는, 비례 제어 밸브(98A)의 포트 c가 기체 유로망(110)의 전환 밸브(도시하지 않음)에 의해 위요 공간(82)으로부터 차단되어 있다. 그리고, 위요 공간(82)으로부터 포고 프레임(34)의 내부 유로(84, 86)을 통해 진공 기구(92)의 기체 유로망(110)에 보내진 공기는, 기체 유로망(110)에 마련되어 있는 대기 포트 또는 릴리프 밸브(도시하지 않음)로부터 대기중으로 방출된다. 이렇게 하여, 이 대기 개방 모드에서는, 위요 공간(82)의 용적이 변화해도, 위요 공간(82)의 압력 P_{82} 는 대기압 부근으로 유지된다.
- [0058] 상기와 같은 이동 스테이지(22)에 의한 척 탐(40)의 밀어 올려짐 및 오버드라이브 동작이 완료하면, 진공 기구(92)는 그때까지의 대기 개방 모드로부터 압력 하강 모드로 전환된다(도 8의 시점 t_0). 이 압력 하강 모드에서는, 콘트롤러(102)의 제어 하에서, 진공원(94), 압축 공기원(96) 및 전공 레귤레이터(98)가 온하여, 전자기 전환 밸브(100)가 도 6에 나타낸 바와 같이 전환된다.
- [0059] 즉, 전자기 전환 밸브(100)의 내부에서는, 포트 d와 포트 e가 연결되고, 포트 f는 차단된다. 이에 의해, 비례 제어 밸브(98A)의 포트 c가, 전자기 전환 밸브(100)(포트 d→e), 배관(90) 및 포고 프레임(34)의 내부 유로(86)로 이루어지는 배기 루트 ER_1 를 거쳐서 위요 공간(82)에 접속된다.
- [0060] 압력 하강 모드가 개시되면, 위요 공간(82)의 공기가 상기 배기 루트 ER_1 를 통해 비례 제어 밸브(98A)의 포트 c에 유입되게 된다. 관점을 달리 하면, 비례 제어 밸브(98A)의 포트 c로부터 부의 압력이 상기 배기 루트 ER_1 를 통해 위요 공간(82)에 공급되게 된다.
- [0061] 압력 하강 모드에서는, 압력 센서(98B)에 의해 측정되는 배관 유로(90)내의 압력 P_{90} 을 콘트롤러(102)로부터 지시받는 설정 압력 $-P_s$ 에 일치시키도록, 전공 레귤레이터(98)의 비례 제어 밸브(98A), 압력 센서(98B) 및 밸브 제어부(98C)로 이루어지는 피드백 기구가 동작한다. 이에 의해, 위요 공간(82)의 압력 P_{82} 는, 도 8에 나타낸 바와 같이, 대기압 부근의 기준 압력 P_0 로부터 지수 함수적으로 하강하여, 단시간에 설정 압력 $-P_s$ 에 가까워진다. 단, 압력 센서(98B)는, 비례 제어 밸브(98A)의 포트 c와 위요 공간(82)의 사이에 위치하고, 배기로상에서 위요 공간(82)보다 하류측(상대적으로 비례 제어 밸브(98A)에 가까운 쪽)에 위치하고 있다. 이 때문에, 압력 센서(98B)로부터 얻어지는 압력 측정값 $MP(P_{90})$ 가 압력 설정값 $SP(-P_s)$ 에 도달해도, 압력 센서(98B)보다 배기로상에서 상류측(상대적으로 비례 제어 밸브(98A)로부터 먼 쪽)에 위치하는 위요 공간(82)의 압력 P_{82} 는 압력 설정값 $SP(-P_s)$ 에는 도달하지 않고, 그것보다 다소 높은 값($-P_s + \delta P$)에서 포화한다.
- [0062] 콘트롤러(102)는, 압력 센서(98B)로부터의 압력 측정값 신호 MP를 수취하고, 그 압력 측정값 신호 MP의 파형이 하강 영역으로부터 포화 영역(정상 또는 안정 영역)에 들어간 것을 확인하여, 그때까지의 압력 하강 모드로부터 압력 유지 모드로 전환된다(도 8의 시점 t_1).
- [0063] 이 압력 유지 모드에서는, 진공원(94), 압축 공기원(96) 및 전공 레귤레이터(98)가 온 상태를 유지한 채로, 전자기 전환 밸브(100)만이 전환된다. 즉, 도 7에 나타낸 바와 같이, 전자기 전환 밸브(100)의 내부에서, 포트 d와 포트 f가 연결되고, 포트 e는 차단된다.
- [0064] 이에 의해, 비례 제어 밸브(98A)의 포트 c는, 배관(108), 전자기 전환 밸브(100)(포트 d→f), 배관(88) 및 포고 프레임(34)의 내부 유로(84)로 이루어지는 배기 루트 ER_2 를 거쳐서 위요 공간(82)에 접속된다. 한편, 압력 센서(98B)는, 전자기 전환 밸브(100)의 포트 e에서 일단이 차단되어 있는 배관(90) 및 포고 프레임(34)의 내부 유로(86)로 이루어지는 배기 루트 또는 압력 센싱 루트 ER_3 를 거쳐서 위요 공간(82)에 접속된다.
- [0065] 압력 유지 모드에서도, 압력 센서(98B)에 의해 측정되는 기체 유로 또는 배관(90)내의 압력 P_{90} 을 콘트롤러(102)로부터 지시받는 설정 압력 $-P_s$ 에 일치시키도록, 전공 레귤레이터(98)의 비례 제어 밸브(98A), 압력 센서

(98B) 및 밸브 제어부(98C)가 피드백 루프로 동작한다. 단, 압력 센서(98B)는, 이번에는 배기로서에서 위요 공간(82)보다 상류측(상대적으로 비례 제어 밸브(98A)로부터 먼 쪽)에 위치하고 있다.

[0066] 따라서, 도 8에 나타낸 바와 같이, 압력 하강 모드로부터 압력 유지 모드로 전환되면 즉시 위요 공간(82)의 압력 P_{82} 가 그때까지의 포화치 또는 안정값($-P_s + \delta P$)으로부터 설정 압력 $-P_s$ 로 스텝적으로 이행하고, 그 이후에도 설정 압력 $-P_s$ 로 유지된다. 이 설정 압력 $-P_s$ 는, 오버드라이브량의 가압에 의해 프로브 카드(36)와 웨이퍼 W의 사이에 형성된 소정 압력의 가압 접촉 상태를 그대로 유지하는 진공 흡인력이 위요 공간(82)내에 얻어지는 값으로 설정되어 있다.

[0067] 이러한 압력 유지 모드 하에서, 테스터(30)는, 마더보드(32) 및 프로브 카드(36)(컨택트 프로브(37))를 거쳐서 웨이퍼 W에 대한 웨이퍼 레벨의 전기적 특성 검사를 안전하게 실시할 수 있다. 또한, 도 7에 나타낸 바와 같이, 압력 유지 모드 하에서, 이동 스테이지(22)는 척 탐(40)으로부터 떨어질 수 있다.

[0068] 테스터(30)에 의한 웨이퍼 레벨의 전기적 특성 검사가 종료하면, 진공 기구(92)는 그때까지의 압력 유지 모드로부터 압력 복귀 모드로 전환된다(도 8의 시점 t_2). 이 압력 복귀 모드에서는, 진공원(94), 압축 공기원(96) 및 진공 레귤레이터(98)가 온 상태를 유지한 채로, 전자기 전환 밸브(100)만이 전환된다. 즉, 도 6에 나타낸 바와 같이, 전자기 전환 밸브(100)의 내부에서, 포트 d와 포트 e가 연결되고, 포트 f는 차단된다. 즉, 진공 기구(92)의 기체 유로망(110)은 압력 하강 모드와 동일한 상태로 된다. 단, 컨트롤러(102)로부터 진공 레귤레이터(98)의 밸브 제어부(98C)에 인가되는 설정 압력이, 그때까지의 부의 설정 압력 $-P_s$ 로부터 대기압 부근의 기준 압력 P_0 으로 변경된다.

[0069] 그렇게 하면, 압력 센서(98B)에 의해 측정되는 기체 유로 또는 배관(90)내의 압력 P_{90} 를 컨트롤러(102)로부터 지시받는 대기압 부근의 기준 압력 P_0 에 일치시키도록, 진공 레귤레이터(98)의 비례 제어 밸브(98A), 압력 센서(98B) 및 밸브 제어부(98C)가 피드백 제어로 동작하게 된다. 이에 의해, 위요 공간(82)의 압력 P_{82} 는, 도 8에 나타낸 바와 같이, 설정 압력 $-P_s$ 로부터 지수 함수적으로 상승하여, 단시간에 대기압 부근의 기준 압력 P_0 에 가까워진다.

[0070] 단, 이 경우에는, 압력 상승 모드 시와는 반대로, 압력 센서(98B)로부터 얻어지는 압력 측정값 $MP(P_{90})$ 가 압력 설정값 $SP(P_0)$ 에 도달해도, 압력 센서(98B)보다 급기로서에서 하류측에 위치하는 위요 공간(82)의 압력 P_{82} 는 압력 설정값 $SP(P_0)$ 에는 도달하지 않고, 다소 낮은 값($P_0 - \delta P$)으로 포화한다. 또한, 압력 복귀 모드의 중간에, 척 탐(40)의 중력이 진공 흡인력을 상회하여, 척 탐(40)이 강하하고, 웨이퍼 W가 프로브 카드(36)로부터 이간한다. 그리고, 척 탐(40)은 이동 스테이지(22)상에 착석한다.

[0071] 컨트롤러(102)는, 압력 센서(98B)로부터의 압력 측정값 신호 MP를 수취하고, 압력 측정값 신호 MP의 파형이 상승하여 영역으로부터 포화 영역으로 들어간 것을 확인하여, 그때까지의 압력 복귀 모드로부터 대기 개방 모드로 전환한다(도 8의 시점 t_3).

[0072] 대기 개방 모드로 전환되면, 진공원(94), 압축 공기원(96) 및 진공 레귤레이터(98)가 오프하고, 전자기 전환 밸브(100)의 내부에서는 포트 d와 포트 f가 연결된다. 또한, 위요 공간(82)이 진공 기구(92)의 대기 포트(도시하지 않음)에 접속되어, 위요 공간(82)의 압력이 대기압에 근사 또는 일치하게 된다.

[0073] 또한, 압력 복귀 모드로부터 대기 개방 모드로 전환할 때에, 전자기 전환 밸브(100)내에서 일시적으로 도 7과 마찬가지로 포트 d와 포트 f를 연결하고 포트 e를 차단한 후에, 진공원(94), 압축 공기원(96) 및 진공 레귤레이터(98)를 온시켜, 위요 공간(82)의 압력 P_{82} 를 강제적이고 또한 순간적으로 대기압 부근의 기준 압력 P_0 에 도달시키는 것도 가능하다.

[0074] 상기와 같이, 이 실시 형태에서는, 프로브 카드(36), 벨로우즈(38) 및 척 탐(40)으로 둘러싸이는 밀폐 가능한 위요 공간(82) 중에서 프로브 카드(36)와 웨이퍼 W의 사이에 소정의 압력의 가압 접촉 상태를 유지하기 위해서, 위요 공간(82)을 진공 흡인하여 진공 흡인력을 발생시킨다. 이 진공 흡인에 있어서, 위요 공간(82)의 압력을 대기압 부근의 기준 압력 P_0 으로부터 부의 설정 압력 $-P_s$ 까지 하강할 때, 위요 공간(82)의 압력 P_{82} 가, 도 8에 가상선 P_{82} 로 나타내는 바와 같은 언더슈트 파형을 나타내지 않고, 하강 영역으로부터 설정 압력 부근의 포화 영역 또는 정상 영역에 최단이고 또한 순조롭게 이행하도록 되어 있다. 이에 의해, 웨이퍼 W 표면의 전극 패드나

컨택트 프로브(37)에 손상을 줄 우려는 없고, 웨이퍼 W에 대한 웨이퍼 레벨의 전기적 특성 검사를 안전하게 실시할 수 있다.

[0075] 또한, 이 실시 형태에서는, 위요 공간(82)의 압력 P_{82} 를 상기 진공 흡인력을 발생하기 위한 부의 설정 압력 $-P_s$ 로부터 대기압 부근의 기준 압력 P_0 으로 되돌릴 때에는, 위요 공간(82)의 압력 P_{82} 가, 도 8에 가상선 P_{82}'' 로 나타내는 바와 같은 오버슈트 파형을 나타내지 않고, 상승 영역으로부터 기준 압력 부근의 포화 영역 또는 정상 영역에 최단이고 또한 순조롭게 이행하도록 되어 있다. 이에 의해, 척 탐(40)을 이동 스테이지(22)상에 큰 충격을 수반하지 않고 순조롭게 착석시키는 것이 가능하여, 척 탐(40)의 손상을 회피할 수 있다.

[0076] [다른 실시 형태 또는 변형예]

[0077] 상기한 실시 형태에서는, 이동 스테이지(22)에 의한 척 탐(40)의 밀어 올려짐 및 오버드라이브 동작이 완료하고, 프로브 카드(36)와 웨이퍼 W의 사이에 소정 압력의 가압 접촉 상태가 확립하고 나서, 제 3 진공 기구(92)가 온하여 그 가압 접촉 상태를 유지하도록 했다. 그러나, 척 탐(40)의 밀어 올려짐 동작과 진공 기구(92)의 진공 흡인 동작의 연계 관계는 임의로 조정 가능하다. 예를 들어, 오버드라이브 동작의 일부 또는 전부를 진공 기구(92)에게 담당하게 하는 것도 가능하다.

[0078] 또한, 상기한 실시 형태에서는, 콘트롤러(102)가, 진공 레귤레이터(98)의 압력 센서(98B)로부터 출력되는 측정 압력치 신호 MP를 통해서 배관(90)내의 압력을 모니터링했다. 다른 구성예로서, 압력 센서(98B)와는 별개의 압력 센서를 이용하여, 콘트롤러(102)가 배관(90)내의 압력 또는 다른 배관내의 압력을 모니터링해도 좋다.

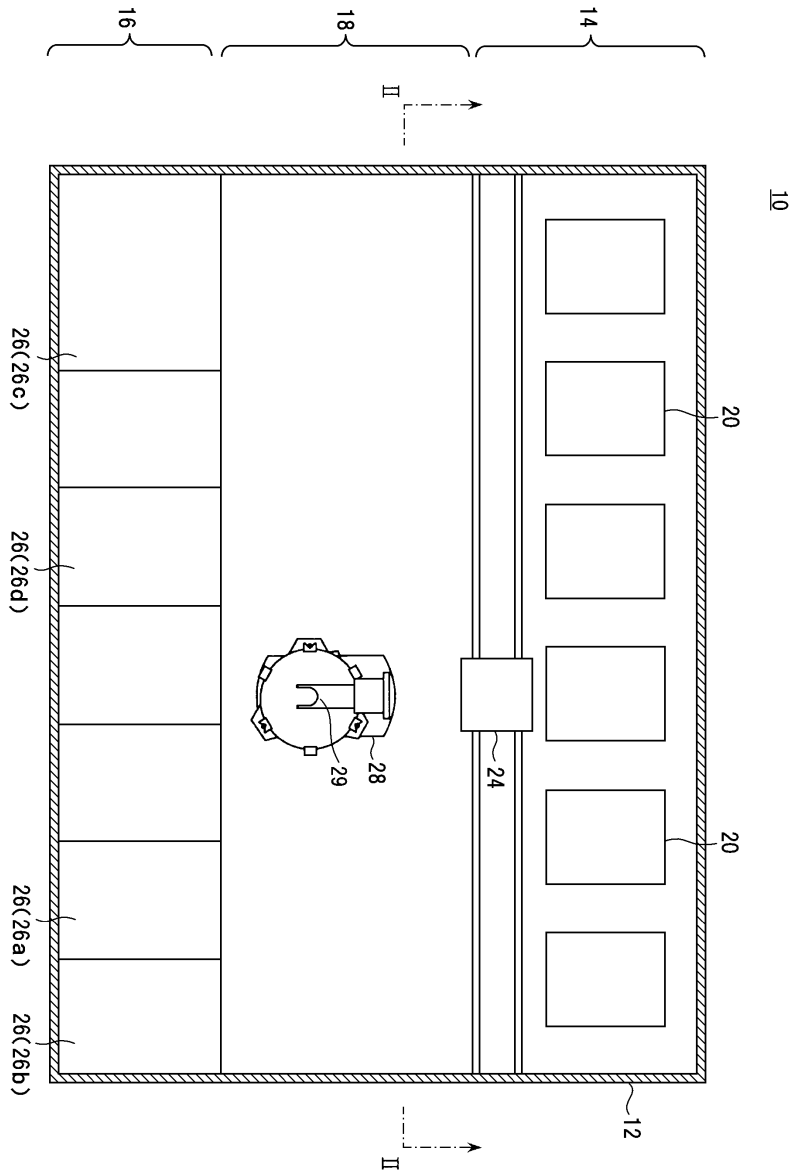
부호의 설명

- [0079] 10 : 웨이퍼 검사 장치
 20 : 프로버
 22 : 이동 스테이지
 28 : 반송 로봇
 34 : 포고 프레임
 36 : 프로브 카드
 37 : 컨택트 프로브(접촉자)
 38 : 벨로우즈(변형 가능한 통 형상 부재)
 40 : 척 탐
 64 : (프로브 카드 유지용의) 제 1 진공 기구
 80 : (벨로우즈 연결용의) 제 2 진공 기구
 88, 90 : 배관
 92 : (오버드라이브 유지용)의 제 3 진공 기구
 94 : 진공원
 98 : 진공 레귤레이터
 98A : 비례 제어 밸브
 98B : 압력 센서
 98C : 밸브 제어부
 100 : 전자기 전환 밸브

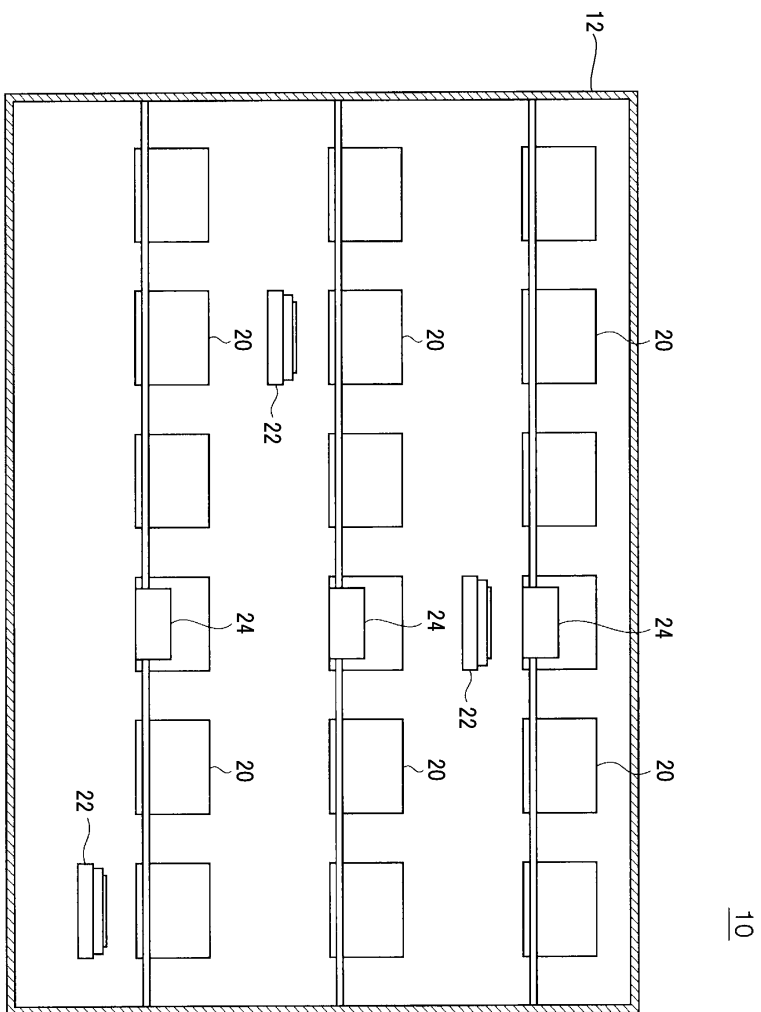
- 102 : 콘트롤러
- 108 : 배관
- 110 : 기체 유로망

도면

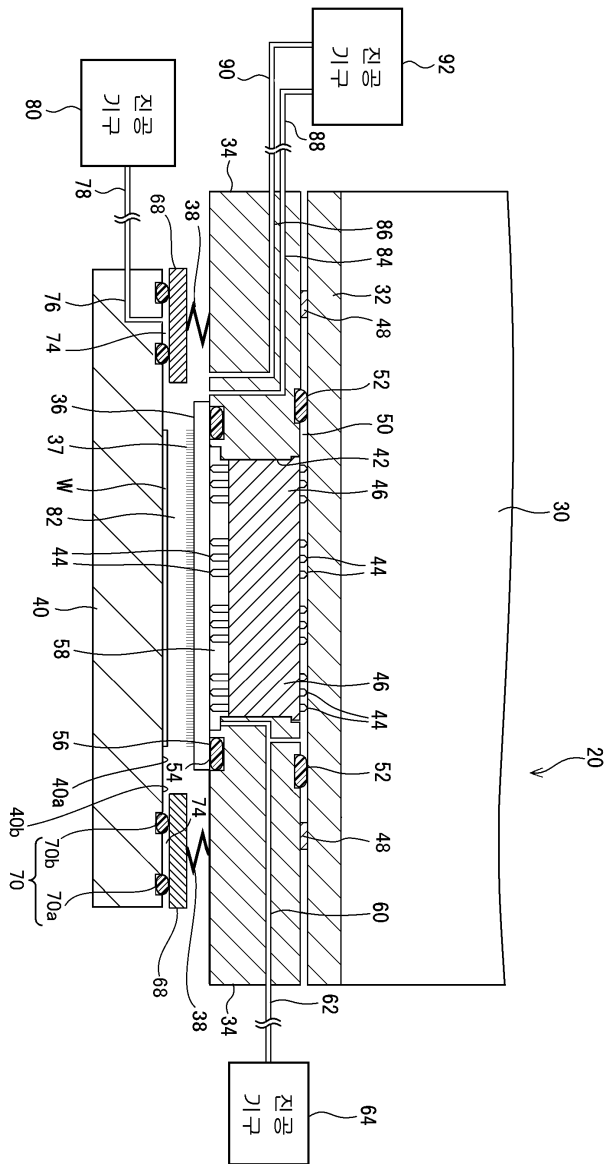
도면1



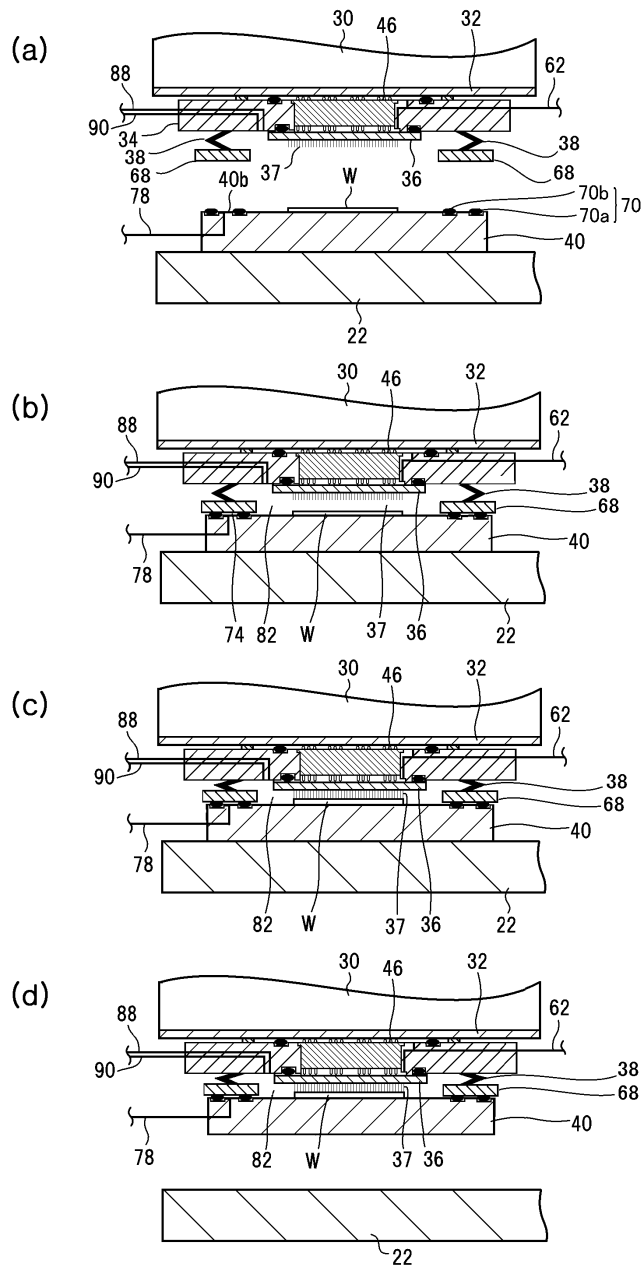
도면2



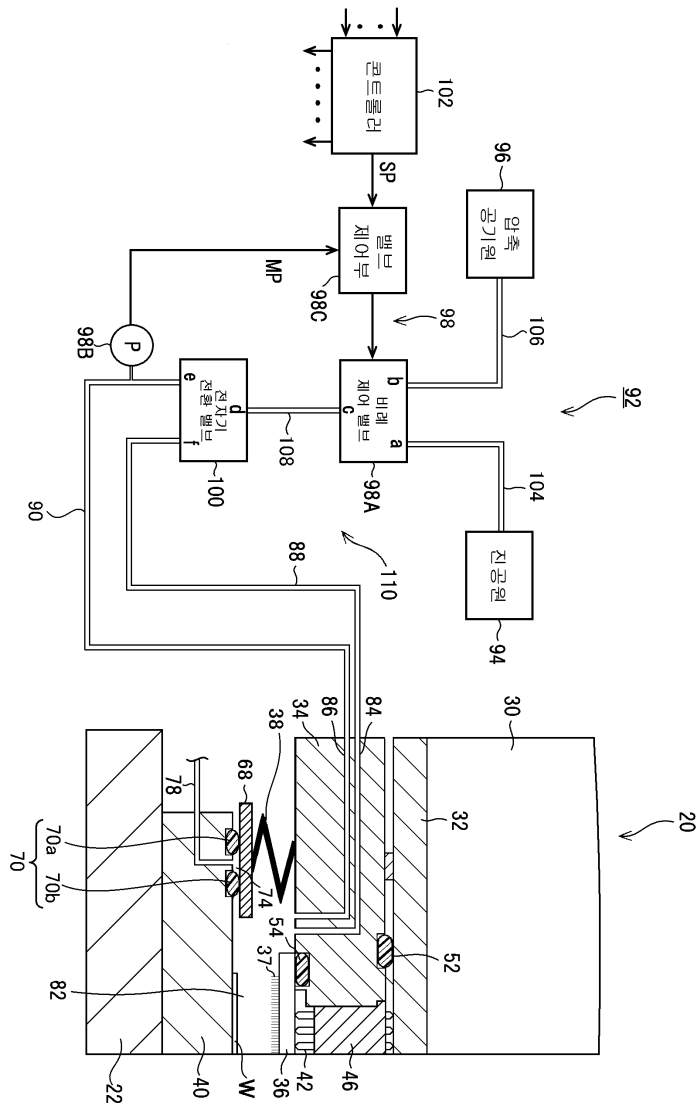
도면3



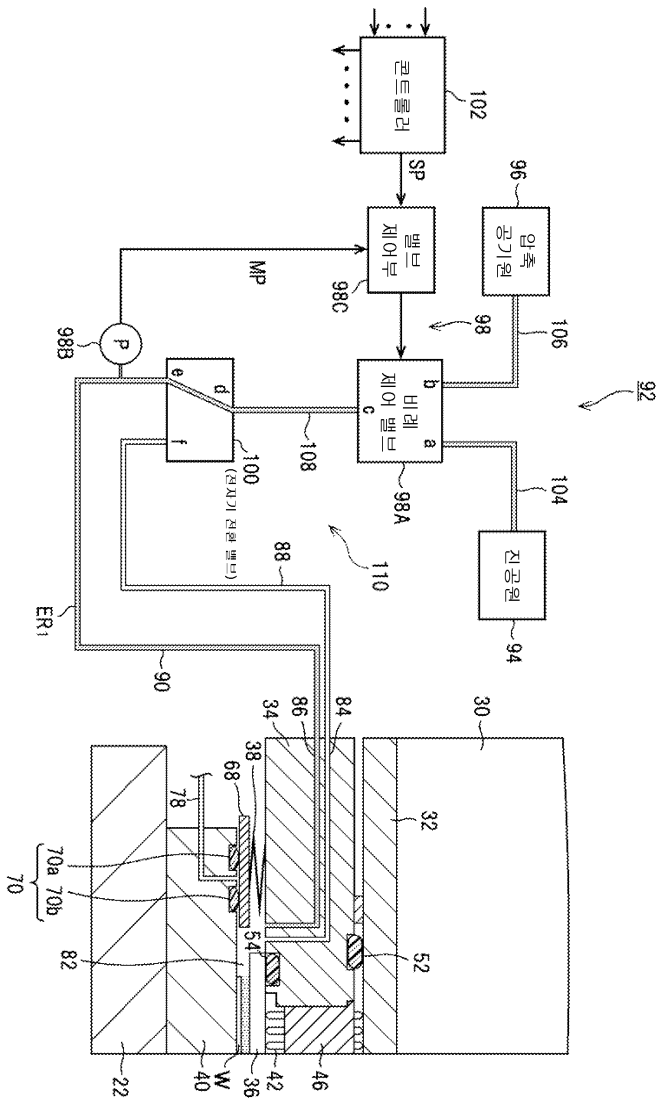
도면4



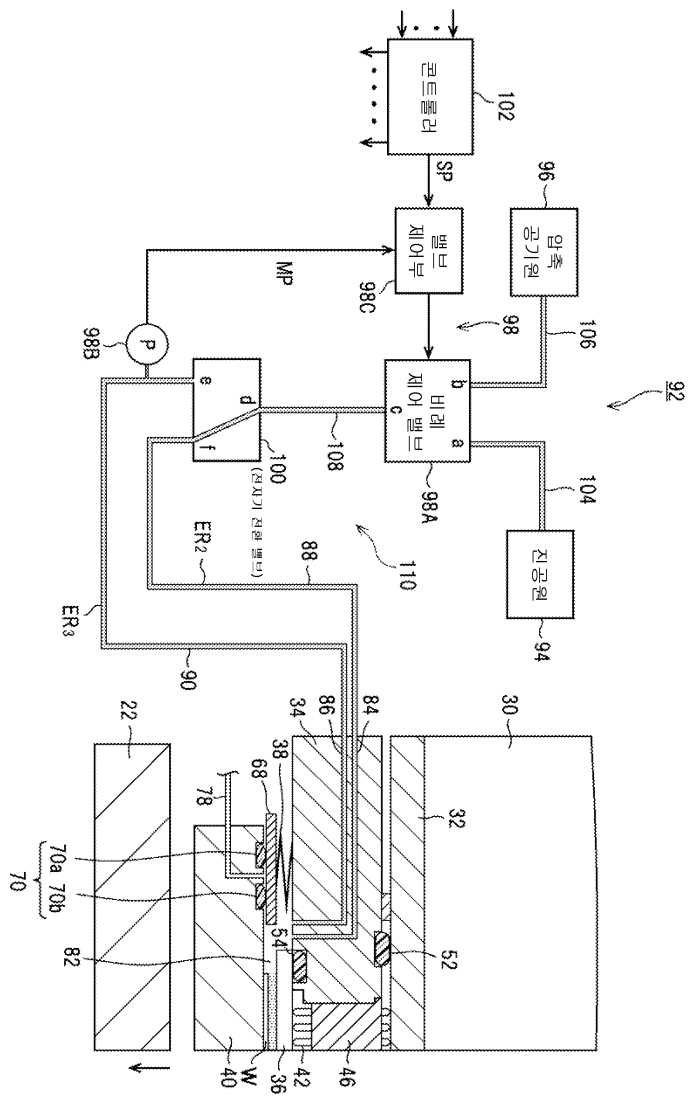
도면5



도면6



도면7



도면8

