



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년03월07일
(11) 등록번호 10-1019080
(24) 등록일자 2011년02월24일

(51) Int. Cl.

H01L 21/66 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7020119

(22) 출원일자(국제출원일자) 2007년04월12일

심사청구일자 2008년08월18일

(85) 번역문제출일자 2008년08월18일

(65) 공개번호 10-2008-0088638

(43) 공개일자 2008년10월02일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2007/058069

(87) 국제공개번호 WO 2007/125756

국제공개일자 2007년11월08일

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00122160 2006년04월26일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP1993034371 A

JP1997033567 A

전체 청구항 수 : 총 10 항

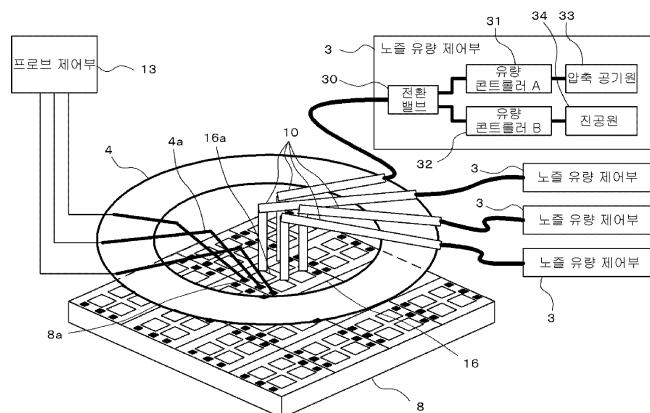
심사관 : 이정재

(54) 미소 구조체의 검사 장치 및 미소 구조체의 검사 방법

(57) 요약

다방향의 자유도를 갖는 미소 구조체에 대하여, 가동부에 직접 접촉하지 않고 각 자유도 방향의 특성의 동적 시험을 실시할 수 있는 검사 장치를 제공한다. 기판(8) 상에 형성된 가동부(16a)를 갖는 적어도 1 개의 미소 구조체(16)의 특성을 평가하는 미소 구조체의 검사 장치로서, 상기 미소 구조체(16)의 전기 신호를 취출하기 위하여, 미소 구조체(16)에 형성된 패드(8a)에 전기적으로 접속하는 프로브(4a)와, 미소 구조체(16)의 가동부(16a)의 근방에 배치되어, 기체를 분출 또는 흡입하는 복수의 노즐(10)과, 상기 복수의 노즐(10)로부터 분출 또는 흡입되는 기체의 유량을 제어하는 노즐 유량 제어부(3)와, 노즐(10)로부터 분출 또는 흡입되는 기체에 의해 인가된 가동부(16a)의 변위를, 프로브(4a)를 거쳐 얻어지는 전기 신호에 의해 검출하고, 검출 결과에 기초하여 미소 구조체(16)의 특성을 평가하는 평가 수단을 구비한다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

기판 상에 형성된 가동부를 갖는 적어도 1 개의 미소 구조체의 특성을 평가하는 미소 구조체의 검사 장치로서, 상기 미소 구조체의 전기 신호를 취출하기 위하여, 상기 미소 구조체에 형성된 검사용 전극에 전기적으로 접속하는 프로브와,
상기 미소 구조체의 가동부의 근방에 배치되어, 기체를 분출 또는 흡입하는 복수의 노즐과,
상기 복수의 노즐로부터 분출 또는 흡입되는 기체의 유량을 제어하는 노즐 유량 제어부와,
상기 복수의 노즐로부터 분출 또는 흡입되는 기체에 의해 인가된 상기 미소 구조체의 가동부의 변위를, 상기 프로브를 거쳐 얻어지는 전기 신호에 의해 검출하고, 검출 결과에 기초하여 상기 미소 구조체의 특성을 평가하는 특성 평가부를 구비하는 것을 특징으로 하는 미소 구조체의 검사 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 특성 평가부와 접속되는 프로브 카드로서,
상기 프로브와,
상기 복수의 노즐을 포함하는 프로브 카드를 구비하는 것을 특징으로 하는 미소 구조체의 검사 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 미소 구조체의 가동부에 대하여 테스트 음파를 출력하기 위한, 적어도 1 개의 음파 발생 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 미소 구조체의 검사 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
프리팅 현상을 이용하여 상기 프로브와 상기 검사용 전극을 도통시키는 도통 수단을 더 구비하는 미소 구조체의 검사 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 노즐 유량 제어부는,
상기 복수의 노즐로부터 분출 또는 흡입되는 기체의 유량을 제어함으로써, 상기 미소 구조체에 부착된 이물질을 제거하는 것을 특징으로 하는 미소 구조체의 검사 장치.

청구항 6

제 2 항에 있어서,
상기 프로브 카드는,
상기 미소 구조체에 부착된 이물질을 검출하는 이물질 검출 수단을 더 포함하고,
상기 기체 유량 제어 수단은, 상기 이물질 검출 수단에 의해 상기 이물질이 검출된 경우에는, 상기 복수의 노즐로부터 분출 또는 흡입되는 기체의 유량을 제어함으로써, 상기 미소 구조체에 부착된 이물질을 제거하는 것을 특징으로 하는 미소 구조체의 검사 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 이물질 검출 수단은,

화상 해석 수단에 의해 상기 이물질의 유무 및 위치를 판별하는 것을 특징으로 하는 미소 구조체의 검사 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 미소 구조체는, 상기 기판 상에 형성된 가속도 센서인 것을 특징으로 하는 미소 구조체의 검사 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 미소 구조체는, 반도체 웨이퍼에 형성된 디바이스인 것을 특징으로 하는 미소 구조체의 검사 장치.

청구항 10

기판 상에 형성된 가동부를 갖는 적어도 1 개의 미소 구조체의 전기 신호를 취출하기 위하여, 상기 미소 구조체에 형성된 패드에 프로브를 접촉시키는 단계와,

상기 미소 구조체의 가동부를 변위시키기 위하여, 기체를 분출 또는 흡입하는 복수의 노즐을 상기 미소 구조체의 근방에 배치시키는 단계와,

상기 복수의 노즐로부터 기체를 분출 또는 흡입하여 상기 미소 구조체의 가동부를 변위시키는 단계와,

상기 복수의 노즐로부터 분출 또는 흡입되는 기체에 의해 인가된 상기 미소 구조체의 가동부의 변위를, 상기 프로브를 거쳐 얻어지는 전기 신호에 의해 검출하는 단계와,

상기 전기 신호에 의해 검출된 가동부의 변위에 기초하여 상기 미소 구조체의 특성을 평가하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 미소 구조체의 검사 방법.

명세서

기술 분야

[0001]

본 발명은, 미소 구조체, 예를 들어 MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)를 검사하는 검사 장치 및 검사 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

최근, 특히 반도체 미세 가공 기술 등을 이용하여, 기계, 전자, 광(光), 화학 등의 다양한 기능을 집적화한 디바이스인 MEMS가 주목을 받고 있다. 지금까지 실용화된 MEMS 기술에는, 예를 들어, 자동차 또는 의료용의 각종 센서가 있으며, 마이크로 센서인 가속도 센서 또는 압력 센서, 에어 플로우 센서 등에 MEMS 디바이스가 탑재되어 오고 있다. 또한, 잉크젯 프린터 헤드에 이 MEMS 기술을 채용함으로써, 잉크를 분출하는 노즐 수의 증가와 정확한 잉크 분출이 가능해져, 화질의 향상과 인쇄 스피드의 고속화를 도모할 수 있게 되었다. 또한, 반사형의 프로젝터에서 이용되고 있는 마이크로 미러 어레이 등도 일반적인 MEMS 디바이스로서 알려져 있다.

[0003]

또한, 향후 MEMS 기술을 이용한 다양한 센서 또는 액츄에이터가 개발됨으로써, 광 통신·모바일 기구로의 응용, 계산기의 주변 기기로의 응용, 또는 바이오 분석 또는 휴대용 전원으로의 응용으로 전개하는 것이 기대되고 있다.

[0004]

한편, MEMS 디바이스의 발전에 따라, 미세한 구조 등인 이유로 그것을 적정하게 검사하는 방식도 중요해지고 있다. 종래, MEMS 디바이스를 패키징한 후에 디바이스를 패키지마다 회전시키거나 또는 진동시켜 디바이스 특성의 평가를 실행해 왔으나, 미세 가공 후의 웨이퍼 상태 등의 초기 단계에서 적정한 검사를 실행하여 불량을 검출함으로써, 제품의 수율을 향상시켜 제조 비용을 보다 저감하는 것이 바람직하다.

[0005]

특히 문헌 1에서는, 일례로서 웨이퍼 상에 형성된 가속도 센서에 대하여, 공기를 분사함으로써 변화되는 가속도 센서의 저항치를 검출하여 가속도 센서의 특성을 판별하는 검사 방식이 제안되어져 있다.

[0006] 특허 문헌 1 : 일본특허공개공보 평5-34371호

발명의 상세한 설명

- [0007] 미소(微小)한 가동부를 갖는 MEMS 디바이스는, 그 특성을 검사할 때에는 외부로부터 물리적인 자극을 줄 필요가 있다. 일반적으로, 가속도 센서 등의 미소한 가동부를 갖는 구조체는, 미소한 움직임에 대해서도 그 응답 특성이 변화되는 디바이스이다. 따라서, 그 특성을 평가하기 위해서는, 정밀도가 높은 검사를 할 필요가 있다. 또한, 디바이스의 가동부에 비접촉으로 검사하는 것이 바람직하다. 디바이스의 가동부에 비접촉으로 검사하는 방법으로서, 예를 들면, 상기 특허 문헌 1의 기술이 있다.
- [0008] 특허 문헌 1의 기술은, 공기류(空氣流)를 분출하는 영역이 측정 대상 칩의 가동부에 비해 크거나 또는 제어되고 있지 않으므로, 가동부의 움직임을 세밀하게 제어할 수 없다. 또한, 가동부 이면이 지지부 구조와 동일한 높이로 제작되어 있는 경우에는 가동부를 상방향으로 변위시킬 필요가 있으나, 종래의 기술에서는 분사하는 기능만 있으므로 가동부를 웨이퍼의 상방향으로 변위시킬 수 없다.
- [0009] 가속도 센서를 웨이퍼 상태로 검사하는 방법으로서, 음파를 센서의 가동부에 가하여 가동부의 움직임을 검출하는 방법이 있다. 그러나, 검출 감도가 작은 센서에서는, 소리의 인가만으로는 입력 물리량(에너지)이 부족하여 충분한 가동부의 진동을 얻지 못하므로, 충분한 동적 시험을 실시할 수 없는 경우가 있다.
- [0010] 본 발명은 이러한 상황을 감안하여 이루어진 것으로, 다방향의 자유도를 갖는 미소 구조체에 대하여, 가동부에 직접 접촉하지 않고 각 자유도 방향의 특성의 동적 시험을 실시할 수 있는 검사 장치를 제공한다.
- [0011] 본 발명의 제 1 관점에 따른 미소 구조체의 검사 장치는, 기판 상에 형성된 가동부를 갖는 적어도 1 개의 미소 구조체의 특성을 평가하는 미소 구조체의 검사 장치로서, 상기 미소 구조체의 전기 신호를 취출하기 위하여, 상기 미소 구조체에 형성된 검사용 전극에 전기적으로 접속하는 프로브와, 상기 미소 구조체의 가동부의 근방에 배치되어, 기체를 분출 또는 흡입하는 복수의 노즐과, 상기 복수의 노즐로부터 분출 또는 흡입되는 기체의 유량을 제어하는 기체 유량 제어 수단과, 상기 복수의 노즐로부터 분출 또는 흡입되는 기체에 의해 인가된 상기 미소 구조체의 가동부의 변위를, 상기 프로브를 거쳐 얻어지는 전기 신호에 의해 검출하고, 검출 결과에 기초하여 상기 미소 구조체의 특성을 평가하는 평가 수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 바람직하게는, 상기 평가 수단과 접속되는 프로브 카드로서, 상기 프로브와, 상기 복수의 노즐을 포함하는 프로브 카드를 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 상기 미소 구조체의 가동부에 대하여 테스트 음파를 출력하기 위한, 적어도 1 개의 음파 발생 수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 프리팅 현상을 이용하여 상기 프로브와 상기 검사용 전극을 도통시키는 도통 수단을 더 구비한다.
- [0015] 상기 기체 유량 제어 수단은, 상기 복수의 노즐로부터 분출 또는 흡입되는 기체의 유량을 제어함으로써, 상기 미소 구조체에 부착된 이물질을 제거해도 좋다.
- [0016] 상기 프로브 카드는, 상기 미소 구조체에 부착된 이물질을 검출하는 이물질 검출 수단을 더 포함하고, 상기 기체 유량 제어 수단은, 상기 이물질 검출 수단에 의해 상기 이물질이 검출된 경우에는, 상기 복수의 노즐로부터 분출 또는 흡입되는 기체의 유량을 제어함으로써, 상기 미소 구조체에 부착된 이물질을 제거해도 좋다.
- [0017] 상기 이물질 검출 수단은, 예를 들면, 화상 해석 수단에 의해 상기 이물질의 유무 및 위치를 판별한다.
- [0018] 특히, 상기 미소 구조체는, 상기 기판 상에 형성된 가속도 센서인 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 미소 구조체는, 반도체 웨이퍼에 형성된 디바이스인 것을 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명의 제 2 관점에 따른 미소 구조체의 검사 방법은, 기판 상에 형성된 가동부를 갖는 적어도 1 개의 미소 구조체의 전기 신호를 취출하기 위하여, 상기 미소 구조체에 형성된 패드에 프로브를 접촉시키는 단계와, 상기 미소 구조체의 가동부를 변위시키기 위하여, 기체를 분출 또는 흡입하는 노즐을 상기 미소 구조체의 근방에 배치시키는 단계와, 상기 복수의 노즐로부터 기체를 분출 또는 흡입하여 상기 미소 구조체의 가동부를 변위시키는 단계와, 상기 복수의 노즐로부터 분출 또는 흡입되는 기체에 의해 인가된 상기 미소 구조체의 가동부의 변위를, 상기 프로브를 거쳐 얻어지는 전기 신호에 의해 검출하는 단계와, 상기 전기 신호에 의해 검출된 가동부의 변위에 기초하여 상기 미소 구조체의 특성을 평가하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명에 따른 미소 구조체의 검사 장치 및 검사 방법은, 복수의 노즐 각각의 기체 분출량 또는 흡입량을 개별

적으로 제어함으로써, 가동부의 일부에는 노즐로부터 멀어지는 방향의 변위, 가동부의 다른 일부에는 노즐에 접근하는 방향으로의 변위를 주는 것이 가능하다. 그 결과, 미소 구조체의 가동부에 직접 접촉하지 않고, 가동부의 변위의 방향을 바꾸어 미소 구조체의 특성을 검사할 수 있다.

실시예

- [0078] 이하, 본 발명의 실시예에 대하여 도면을 참조하면서 상세하게 설명한다. 또한, 도면 중 동일한 또는 상호 대응하는 부분에는 동일한 부호를 부여하며, 그 설명은 반복하지 않는다.
- [0079] (실시예 1) 도 1은, 본 발명의 실시예에 따른 검사 장치(1)의 개략 구성도이다. 도 1에서, 검사 장치(1)는, 테스트 대상물, 예를 들면 웨이퍼(8)를 반송(搬送)하는 로더부(12)와, 웨이퍼(8)의 전기적 특성 검사를 실시하는 프로버부(15)와, 프로버부(15)를 거쳐 웨이퍼(8)에 형성된 가속도 센서의 특성치를 측정하는 검사 제어부(2)를 구비한다.
- [0080] 로더부(12)는, 예를 들면 25 매의 웨이퍼(8)가 수납된 카세트를 재치하는 재치부(도시하지 않음)와, 이 재치부의 카세트로부터 웨이퍼(8)를 1 매씩 반송하는 웨이퍼 반송 기구를 구비하고 있다.
- [0081] 웨이퍼 반송 기구에는, 직교하는 3 축(X 축, Y 축, Z 축)의 이동 기구인 X-Y-Z 테이블(12A, 12B, 12C)을 거쳐 3 축 방향으로 이동하고, 또한 Z 축 주위로 웨이퍼(8)를 회전시키는 메인 척(14)이 설치되어 있다. 구체적으로는, Y 방향으로 이동하는 Y 테이블(12A)과, 이 Y 테이블(12A) 상을 X 방향으로 이동하는 X 테이블(12B)과, 이 X 테이블(12B)의 중심과 축심(軸芯)을 일치시켜 배치된 Z 방향으로 승강하는 Z 테이블(12C)을 가져, 메인 척(14)을 X, Y, Z 방향으로 이동시킨다. 또한, 메인 척(14)은, Z 축 주위로 회전 구동 기구를 거쳐, 소정의 범위에서 정역(正逆) 방향으로 회전된다.
- [0082] 프로버부(15)는, 프로브 카드(4)와, 프로브 카드(4)를 제어하는 프로브 제어부(13)를 구비한다. 프로브 카드(4)는, 웨이퍼(8) 상에, 예를 들면, 구리, 구리 합금, 알루미늄 등의 전도성 금속으로 형성된 전극 패드(8a)(도 9 참조)와 검사용 프로브(4a)(도 2 참조)를 접촉시켜, 프리팅 현상을 이용하여 전극 패드(8a)와 프로브(4a)의 접촉 저항을 저감시켜 전기적으로 도통시킨다. 또한, 프로버부(15)는, 웨이퍼(8)에 형성된 가속도 센서(16)(도 9 참조)의 가동부(16a)에 대해 공기를 분출 또는 흡입하는 복수의 노즐(10)(도 2 참조)을 구비한다. 프로브 제어부(13)는, 프로브 카드(4)의 프로브(4a)와 노즐(10)에 접속하는 노즐 유량 제어부를 제어하고, 웨이퍼(8)에 형성된 가속도 센서(16)에 소정의 변위를 가하여, 가속도 센서(16)의 가동부(16a)의 움직임을 프로브를 거쳐 전기 신호로서 검출한다.
- [0083] 프로버부(15)는, 프로브 카드(4)의 프로브(4a)와 웨이퍼(8)와의 위치 조정을 실시하는 얼라인먼트 기구(도시하지 않음)를 구비한다. 프로버부(15)는, 복수의 노즐(10)(도 9 참조)의 선단을, 웨이퍼(8)의 가속도 센서(16)의 가동부(16a)에 대향하게 배치시키고, 노즐(10)로부터 기체를 분출 또는 흡입하여, 가속도 센서(16)의 가동부(16a)에 변위를 준다. 또한, 프로버부(15)는, 프로브 카드(4)의 프로브(4a)와 웨이퍼(8)의 전극 패드(8a)를 전기적으로 접촉시켜, 웨이퍼(8)에 형성된 가속도 센서(16)의 특성치의 측정을 실시한다.
- [0084] 도 2는, 도 1의 검사 장치(1)의 검사 제어부(2)와 프로버부(15)의 구성을 도시한 블록도이다. 검사 제어부(2)와 프로버부(15)에 의하여 가속도 센서 평가 측정 회로가 구성된다.
- [0085] 검사 제어부(2)는, 도 2에 도시한 바와 같이, 제어부(21), 주기억부(22), 외부 기억부(23), 입력부(24), 출력부(25) 및 표시부(26)를 구비한다. 주기억부(22), 외부 기억부(23), 입력부(24), 출력부(25) 및 표시부(26)는 모두 내부 버스(20)를 거쳐 제어부(21)에 접속되어 있다.
- [0086] 제어부(21)는, CPU(Central Processing Unit) 등으로 구성되며, 외부 기억부(23)에 기억되어 있는 프로그램에 따라, 웨이퍼(8)에 형성된 센서의 특성, 예를 들면, 저항의 저항치 또는 센서를 구성하는 회로의 전류, 전압 등을 측정하기 위한 처리를 실행한다.
- [0087] 주기억부(22)는, RAM(Random-Access Memory) 등으로 구성되며, 외부 기억부(23)에 기억되어 있는 프로그램을 로드하고, 제어부(21)의 작업 영역으로서 이용된다.
- [0088] 외부 기억부(23)는, ROM(Read Only Memory), 플래시 메모리, 하드 디스크, DVD-RAM(Digital Versatile Disc Random-Access Memory), DVD-RW(Digital Versatile Disc Rewritable) 등의 불휘발성 메모리로 구성되며, 상기의 처리를 제어부(21)로 실시시키기 위한 프로그램을 사전에 기억하고, 또한, 제어부(21)의 지시에 따라, 이 프로그램이 기억하는 데이터를 제어부(21)로 공급하고 제어부(21)로부터 공급된 데이터를 기억한다.

- [0089] 입력부(24)는, 키보드 및 마우스 등의 포인팅 디바이스 등과, 키보드 및 포인팅 디바이스 등을 내부 버스(20)에 접속하는 인터페이스 장치로 구성되어 있다. 입력부(24)를 거쳐, 평가 측정 개시 또는 측정 방법의 선택 등이 입력되어 제어부(21)로 공급된다.
- [0090] 입출력부(25)는, 검사 제어부(2)가 제어하는 대상의 프로브 제어부(13)와 접속하는 직렬 인터페이스 또는 LAN(Local Area Network) 인터페이스로 구성되어 있다. 입출력부(25)를 거쳐, 프로브 제어부(13)에 웨이퍼(8)의 전극 패드(8a)와의 접촉, 전기적 도통, 이들의 전환 및 가속도 센서(16)의 가동부(16a)에 대하여 분출 또는 흡입되는 기체 유량의 제어 등을 지령한다. 또한, 측정된 결과를 입력한다.
- [0091] 표시부(26)는, CRT(Cathode Ray Tube) 또는 LCD(Liquid Crystal Display) 등으로 구성되며, 측정된 결과인 주파수 응답 특성 등을 표시한다.
- [0092] 프로브 제어부(13)는, 노즐 유량 제어부(3)와, 프리팅용 회로(5)와, 특성 평가부(6) 및 전환부(7)를 구비한다. 특성 평가부(6)는, 프로브 카드(4)에 가속도 센서(16)의 전기 신호를 측정하기 위한 전원을 공급하고, 가속도 센서(16)를 흐르는 전류와 단자 간의 전압 등을 측정한다.
- [0093] 노즐 유량 제어부(3)는, 웨이퍼(8)에 형성된 가속도 센서(16)의 가동부(16a)(도 9 참조)에 변위를 가하기 위하여, 노즐(10)로부터 분출 또는 흡입되는 기체의 유량을 제어한다. 복수의 노즐(10)로부터 분출 또는 흡입되는 기체의 유량을 각각 제어하여, 가속도 센서(16)의 가동부(16a)에 소정의 변위가 가해지게 한다.
- [0094] 프리팅용 회로(5)는, 웨이퍼(8)의 전극 패드(8a)에 접촉시킨 프로브 카드(4)의 프로브(4a)로 전류를 공급하고, 프로브(4a)와 전극 패드(8a)의 사이에 프리팅 현상을 일으켜, 프로브(4a)와 전극 패드의 접촉 저항을 저감시키는 회로이다.
- [0095] 특성 평가부(6)는, 미소 구조체의 특성을 계측하여 평가한다. 예를 들면, 가동부(16a)에 정적 또는 동적인 변위를 가하여 가속도 센서(16)의 응답을 측정하고, 설계된 기준의 범위에 포함되어 있는지의 여부를 검사한다.
- [0096] 전환부(7)는, 프로브 카드(4)의 각 프로브(4a)와 프리팅용 회로(5) 또는 특성 평가부(6)와의 접속을 전환한다.
- [0097] 본 실시예에 따른 검사 방법에 대하여 설명하기 전에, 우선 테스트 대상물인 미소 구조체의 3 축 가속도 센서(16)에 대하여 설명한다.
- [0098] 도 3은, 3 축 가속도 센서(16)의 디바이스 상면에서 본 도면이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 웨이퍼(8)에 형성되는 칩(TP)에는, 복수의 전극 패드(PD)가 그 주변에 배치되어 있다. 그리고, 전기 신호를 전극 패드(PD)에 대해 전달, 또는 전극 패드(PD)로부터 전달하기 위하여 금속 배선이 설치되어 있다. 그리고, 중앙부에는 크로바형을 형성하는 4 개의 중추체(重錘體)(AR)가 배치되어 있다.
- [0099] 도 4는, 3 축 가속도 센서(16)의 개략도이다. 도 4에 도시된 3 축 가속도 센서(16)는 피에조 저항형이며, 검출 소자인 피에조 저항 소자가 확산 저항으로서 설치되어 있다. 이 피에조 저항형의 가속도 센서(16)는 저렴한 가격의 IC 공정을 이용하여 제조할 수 있다. 검출 소자인 저항 소자를 작게 형성해도 감도가 저하되지 않으므로 소형화 및 저비용화에 유리하다.
- [0100] 구체적인 구성으로는, 중앙의 중추체(AR)는, 4 개의 빔(BM)으로 지지된 구조로 되어 있다. 빔(BM)은 X, Y의 2 축 방향에서 서로 직교하도록 형성되어 있으며, 1 축당 4 개의 피에조 저항 소자를 구비하고 있다. Z 축 방향 검출용의 4 개의 피에조 저항 소자는, X 축 방향 검출용 피에조 저항 소자 옆에 배치되어 있다. 중추체(AR)의 상면 형상은 크로바형을 형성하고, 중앙부에서 빔(BM)과 연결되어 있다. 이 크로바형 구조를 채용함으로써, 중추체(AR)를 크게 하고, 또한 빔 길이를 길게 할 수 있으므로, 소형이지만 고감도의 가속도 센서(16)를 실현할 수 있다.
- [0101] 이 피에조 저항형의 3 축 가속도 센서(16)의 동작 원리는, 중추체(AR)가 가속도(관성력)를 받으면 빔(BM)이 변형되고, 그 표면에 형성된 피에조 저항 소자의 저항치의 변화에 의해 가속도를 검출하는 메카니즘이다. 그리고 이 센서 출력은, 3 축 각각에 독립적으로 구성된 휘트스톤 브릿지의 출력으로부터 취출하는 구성으로 설정되어 있다.
- [0102] 도 5는, 각 축 방향의 가속도를 받은 경우의 중추체와 빔의 변형을 설명하는 개념도이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 피에조 저항 소자는, 가해진 변형에 의해 그 저항치가 변화하는 성질(피에조 저항 효과)을 가지고 있으며, 인장 변형의 경우에는 저항치가 증가하고, 압축 변형의 경우에는 저항치가 감소한다. 본 예에서는, X 축 방향용 피에조 저항 소자(Rx1 ~ Rx4), Y 축 방향 검출용 피에조 저항 소자(Ry1 ~ Ry4) 및 Z 축 방향 검출용

피에조 저항 소자(Rz1 ~ Rz4)가 일례로서 도시되어 있다

[0103] 도 6a 및 도 6b는, 각 축에 대해 설치되는 휘트스톤 브릿지의 회로 구조도이다. 도 6a는, X(Y) 축에서의 휘트스톤 브릿지의 회로 구조도이다. X 축 및 Y 축의 출력 전압은 각각 Vxout 및 Vyout로 한다. 도 6b는, Z 축에서의 휘트스톤 브릿지의 회로 구조도이다. Z 축의 출력 전압은 Vzout로 한다.

[0104] 상술한 바와 같이, 가해진 변형에 의해 각 축의 4 개의 피에조 저항 소자의 저항치는 변화되고, 이 변화에 기초하여 각 피에조 저항 소자는, 예를 들면, X 축 Y 축에서는 휘트스톤 브릿지에서 형성되는 회로의 출력 각 축의 가속도 성분이 독립적으로 분리된 출력 전압으로서 검출된다. 또한, 상기의 회로가 구성되어 있는 바와 같이, 도 3에 도시된 바와 같은 금속 배선 등이 연결되어, 소정의 전극 패드(8a)로부터 각 축에 대한 출력 전압이 검출되도록 구성되어 있다.

[0105] 또한, 이 3 축 가속도 센서(16)는, 가속도의 직류 성분도 검출할 수 있으므로, 중력 가속도를 검출하는 경사각 센서로서도 이용이 가능하다. 본 실시예에서는, 가속도 센서(16)를 예로 들어 설명하겠으나, 본 발명은, 가동부(16a)를 구비하는 모든 디바이스에 응용할 수 있다. 예를 들면, 압력 센서 등의 동적인 특성의 측정에 이용할 수 있다. 또한, 박막식의 디바이스, 예를 들면, 변형 게이지 등에 변위를 가하여 특성의 측정에 이용할 수 있다.

[0106] 도 7a 내지 도 7c는, 3 축 가속도 센서(16)의 경사각에 대한 출력 응답을 설명하는 도면이다. 도 7a 내지 도 7c에 도시된 바와 같이, 센서를 X, Y, Z 축 주위로 회전시켜, X, Y, Z 축 각각의 브릿지 출력을 디지털 볼트 미터로 측정한 것이다. 센서의 전원으로서는 저 전압 전원 +5 V를 사용하고 있다. 또한, 도 7a 내지 도 7c에 도시된 각 측정점은, 각 축 출력의 제로점 오프셋을 산술적으로 저장한 값이 플로팅되어 있다.

[0107] 도 8은, 중력 가속도(입력)와 센서 출력과의 관계를 설명하는 도면이다. 도 8에 도시된 입출력 관계는, 도 7의 경사각의 여현(餘弦)으로부터 X, Y, Z 축에 각각 관련되어 있는 중력 가속도 성분을 계산하여, 중력 가속도(입력)와 센서 출력과의 관계를 구하고, 그 입출력의 선형성(線形性)을 평가한 것이다. 즉, 가속도와 출력 전압과의 관계는 거의 선형이다.

[0108] 또한, 도 1 및 도 2를 참조하여, 본 발명의 실시예에서의 미소 구조체의 검사 방법은, 미소 구조체인 3 축 가속도 센서(16)에 대하여 노즐(10)에 의해 공기류를 가함으로써, 그 공기류에 기초하는 미소 구조체의 가동부(16a)의 움직임을 검출하여 그 특성을 평가하는 방식이다.

[0109] 이어서, 본 발명의 실시예에서의 가속도 센서(16)의 평가 방법에 대하여 설명한다. 도 9는, 노즐(10)과 웨이퍼(8)의 구성을 나타내는 개념도이다. 웨이퍼(8)에는 가동부(16a)를 구비하는 가속도 센서(16)가 형성되어 있고, 웨이퍼(8) 상에 가속도 센서(16)의 전기 신호를 취출하기 위한 전극 패드(8a)가 형성되어 있다.

[0110] 프로브 카드(4)는, 전극 패드(8a)에 접속하는 복수의 프로브(4a)를 구비한다(도 2). 검사 장치(1)의 프로버부(15)는, 가속도 센서(16)의 가동부(16a)에 대하여 공기류를 발생하는 노즐 유량 제어부(3)와, 가동부(16a)의 근방에 배치되어 노즐 유량 제어부(3)의 공기류를 가속도 센서(16)의 가동부(16a)로 분출 또는 흡입하는 노즐(10)을 구비한다(도 9).

[0111] 통상적으로, 프로브(4a)와 전기적으로 접속하는 검사용 전극인 전극 패드(8a)는 센서의 주변 영역에 형성된다. 여기서, 센서의 중앙 부근에 있는 가동부(16a)(중추체)의 근방에 노즐(10)의 선단이 배치하도록, 프로브(4a)로 둘러싸이는 영역에 노즐(10)을 설치할 수 있다. 가동부(16a)는, 중추체(AR) 또는 범(BM), 또는 센서가 맴브레인(막) 구조일 경우의 막 등이다.

[0112] 노즐(10)은, 공기를 통과하는 관이고 노즐 유량 제어부(3)의 전환 밸브(30)에 접속되어 있다. 노즐 유량 제어부(3)는, 압축 공기원(33)과 진공원(34)을 구비한다. 압축 공기원(33)과 진공원(34)은 각각 유량 콘트롤러A(31), 유량 콘트롤러B(32)를 경유하여 전환 밸브(30)에 접속되어 있다. 유량 콘트롤러A(31)는 노즐(10)로부터 분출되는 공기의 유량을 제어한다. 유량 콘트롤러B(32)는 노즐(10)로부터 흡입되는 공기의 유량을 제어한다. 전환 밸브(30)는 압축 공기원(33)과 진공원(34)을 전환하여 노즐(10)에 접속한다. 전환 밸브(30)로 압축 공기원(33)과 노즐(10)을 접속한 경우에는 노즐(10)로부터 공기가 분출된다. 전환 밸브(30)로 진공원(34)과 노즐(10)을 접속한 경우에는 노즐(10)로부터 공기를 흡입한다.

[0113] 복수의 노즐(10)은 각각 다른 노즐 유량 제어부(3)에 접속되어 있다. 복수의 노즐(10)은 각각 독립적으로 공기의 분출 또는 흡입의 전환과 그 유량이 제어된다. 복수의 노즐(10)의 각각의 분출 또는 흡입의 방향과 그 유량을 조합하여, 가속도 센서(16)의 임의의 자유도의 방향으로 가동부(16a)를 변위시킬 수 있다. 노즐(10)로부터

분출 또는 흡입되는 공기의 흐름은 일정하게 한정하지 않고 변동시켜도 좋다. 예를 들면, 1 개의 노즐(10)에 대하여 분출과 흡입을 교대로 전환할 수 있다. 또한, 분출 또는 흡입의 유량을 맥동적(脈動的)으로 변화시켜 가동부(16a)를 진동적(振動的)으로 변위시킬 수 있다.

[0114] 도 10a 내지 도 17b는, 노즐(10)의 분출 또는 흡입의 방향의 조합과 가동부(16a)의 변위의 방향의 예를 도시한 개념도이다.

[0115] 도 10a 내지 도 17b에서, 가동부(16a)의 중추체(AR)는 X 축과 Y 축 방향으로 빔(BM)으로 지지되어 있다. 크로바형으로 배치된 중추체(AR)에 대향하여 4 개의 노즐(10)이 배치되어 있다. 도 중에서, 실선의 직선 화살표는 노즐(10)로부터 분출 또는 흡입되는 공기의 방향을 나타낸다. 내부가 흰색인 화살표는 중추체(AR)에 가해지는 힘을 나타낸다. 원호 형상의 화살표는, 빔(BM)에 가해지는 비틀림 방향을 나타낸다. 도 10 내지 도 17b는, 중추체(AR)를 Z 축의 정(正)방향에서 본 도면이다. 도 10 내지 도 17b에서, 원으로 둘러싸인 검정색 원은, 지면(紙面)의 이면으로부터 표면으로 향하는 공기의 흐름을 나타낸다. 또한, 원으로 둘러싸인 × 표는 지면의 표면으로부터 이면으로 향하는 공기의 흐름을 나타낸다.

[0116] 도 10a 및 도 10b는, 우측의 2 개의 노즐(10)로부터 공기를 흡입하고, 좌측의 2 개의 노즐(10)로부터 공기를 분출하는 경우를 도시한다. 중추체(AR)의 좌측은 Z 축 부방향으로 변위되고, 우측은 Z 축 정방향으로 변위된다. Y 축 방향의 빔(BM)은 Y 축을 정방향으로 보면 반시계 방향으로 비틀린다.

[0117] 도 11a 및 도 11b는, 4 개의 노즐(10)로부터 공기를 분출하는 경우를 나타낸다. 4 개의 노즐(10)로부터 균등하게 공기를 분출하는 경우에는, 중추체(AR)는 전체적으로 Z 축 부방향으로 변위된다. 이 경우, 빔(BM)에는 비틀림이 가해지지 않는다. 4 개의 노즐(10)로부터 분출하는 유량에 변화를 주면, 중추체(AR)는 기울어지면서 전체적으로 Z 축 부방향으로 변위된다.

[0118] 도 12a 및 도 12b는, 1 개의 노즐(10)로부터 공기를 분출하고, 그 밖의 3 개의 노즐(10)의 공기의 유량이 없는 경우를 나타낸다. 중추체(AR)는 전체적으로 Z 축 부방향으로 변위되지만, 중추체(AR)에 대해 가해지는 힘이 편중되므로, Y 축 방향의 빔(BM)은 Y 축을 정방향으로 보면 반시계 방향으로 비틀리고, X 축 방향의 빔(BM)은 X 축을 정방향으로 보면 시계 방향으로 뒤틀린다.

[0119] 도 13a 및 도 13b는, 2 개의 노즐(10)로부터 공기를 분출하고, 그 밖의 2 개의 노즐(10)의 공기의 유량이 없는 경우를 나타낸다. 중추체(AR)의 X 축 부측이 Z 축 부방향으로 밀리므로, 중추체(AR)는 전체적으로 Z 축 부방향으로 변위되지만, Y 축 방향의 빔(BM)은 Y 축을 정방향으로 보면 반시계 방향으로 비틀린다.

[0120] 도 14a 및 도 14b는, 4 개의 노즐(10)로부터 공기를 흡입하는 경우를 나타낸다. 4 개의 노즐(10)로부터 균등하게 공기를 흡입하는 경우에는, 중추체(AR)는 전체적으로 Z 축 정방향으로 변위된다. 그 경우, 빔(BM)에는 뒤틀림이 가해지지 않는다. 4 개의 노즐(10)로부터 흡입되는 유량에 변화를 주면, 중추체(AR)는 기울어지면서 전체적으로 Z 축 정방향으로 변위된다.

[0121] 중추체(AR)의 하면이 웨이퍼(8)의 하면과 동일한 평면에 있어서, 웨이퍼(8)의 상태에서 칩(TP)을 검사할 때, 가동부(16a)를 웨이퍼(8)의 하면 방향으로 변위할 수 없는 경우가 있다. 그 경우, 종래의 공기를 분무하여 검사하는 방법으로는 가동부(16a)를 변위시킬 수 없으나, 본 발명의 방법으로는 노즐(10)로부터 공기를 흡입하여 가동부(16a)를 변위시킬 수 있다.

[0122] 도 15a 및 도 15b는, 1 개의 노즐(10)로부터 공기를 흡입하고, 그 밖의 3 개의 노즐(10)의 공기의 유량이 없는 경우를 나타낸다. 중추체(AR)는 전체적으로 Z 축 정방향으로 변위되지만, 중추체(AR)에 대하여 가해지는 힘이 편중되므로, Y 축 방향의 빔(BM)은 Y 축을 정방향으로 보면 시계 방향으로 비틀리고, X 축 방향의 빔(BM)은 X 축을 정방향으로 보면 반시계 방향으로 비틀린다.

[0123] 도 16a 및 도 16b는, 2 개의 노즐(10)로부터 공기를 흡입하고, 그 밖의 2 개의 노즐(10)의 공기의 유량이 없는 경우를 나타낸다. 중추체(AR)의 X 축 부측이 Z 축 정방향으로 흡인되므로, 중추체(AR)는 전체적으로 Z 축 정방향으로 변위되지만, Y 축 방향의 빔(BM)은 Y 축을 정방향으로 보면 시계 방향으로 비틀린다.

[0124] 도 17a 및 도 17b는, 중추체(AR)의 대각선에 위치하는 2 개의 노즐(10)로, 1 개로부터 공기를 분출하고, 그 밖의 1 개로부터 흡입하는 경우를 나타낸다. 도 17의 경우, Y 축 방향의 빔(BM)은, Y 축을 정방향으로 보면 시계 방향으로 비틀리고, X 축 방향의 빔(BM)은 X 축을 정방향으로 보면 반시계 방향으로 비틀린다. 분출과 흡입의 유량을 적당히 조절하면 중추체(AR)의 중심은 변위되지 않고, 비틀림 방향의 변위를 가할 수 있다.

[0125] 도 10a 내지 도 17b는, 노즐(10)의 분출 또는 흡입의 조합의 예로서, 이를 조합에 한정되지는 않는다. 그 밖에,

임의의 조합이 가능하다. 또한, 상술한 바와 같이, 노즐(10)로부터 분출 또는 흡입되는 방향을 전환하거나, 공기의 유량을 변동시켜도 좋다. 또한, 1 개의 가동부(16a)에 대해 노즐(10)은 4 개로 한정되지 않는다. 2 개, 3 개, 또는 5 개 이상의 노즐(10)을 구비하고 있어도 좋다.

[0126] 상기와 같이, 복수의 노즐(10)로부터 가동부(16a)에 대해 기체를 분출 또는 흡입하는 방향과 유량의 조합에 의해, 가동부(16a)를 여러 방향으로 변위시키는 것이 가능하다. 그 결과, 검사 장치(1)로 가속도 센서(16)의 각 자유도 방향의 특성을 검사할 수 있다.

[0127] 가속도 센서(16) 등의 MEMS 디바이스와 같이, 가동부(16a)를 갖는 미소 구조체에서 피에조 저항 등을 이용하는 경우에는 특히, 프로브(4a)의 침압(針壓)에 의해 응답 특성이 변화한다. 따라서, 센서 등의 응답 특성과 같이 정밀도가 높은 계측을 행하기 위해서는, 가능한 한 침압 등의 외란(外亂)의 영향을 없애는 것이 바람직하다.

[0128] 프로브(4a)와 전극 패드(8a)의 전기적 접속에는, 접촉 저항을 낮게 유지하면서 침압을 작게 하기 위하여 프리팅 현상을 이용한다. 프리팅 현상을 이용하기 위해서는, 2 개의 프로브(4a)를 한 쌍으로 하여 한 개의 전극 패드(8a)에 접촉시킨다. 한 쌍의 프로브(4a)와 전극 패드(8a)를 접촉시킨 후, 프로브 카드(4)를 프리팅용 회로(5)에 접속하여, 웨이퍼(8)의 전극 패드(8a)에 접촉시킨 프로브 카드(4)의 프로브(4a)에 전류를 공급하고, 프로브(4a)와 전극 패드(8a)의 사이에 프리팅 현상을 일으켜 접촉 저항을 저감시킨다. 그리고, 전환부(7)을 전환하여 프로브 카드(4)를 특성 평가부(6)에 접속한다.

[0129] 상술한 바와 같이, 검사 장치(1)의 검사 제어부(2)는 프로버부(15)의 얼라인먼트 기구를 제어하여, 웨이퍼(8)의 전극 패드(8a)에 프로브(4a)를 접촉시킨다. 동시에, 노즐(10)을 가속도 센서(16)의 가동부(16a)의 근방에 배치한다.

[0130] 이어서, 노즐 유량 제어부(3)로 지령하여 노즐(10)로부터 공기를 분출 또는 흡입시키면, 공기의 흐름에 의해 가속도 센서(16)의 가동부(16a)에 변위가 가해진다. 가속도 센서(16)의 가동부(16a)에 변위를 주면서, 프로브(4a)로 가속도 센서(16)의 전기 신호를 검출하여 가속도 센서(16)의 특성을 평가한다.

[0131] 가속도 센서(16)의 특성을 평가하기 위해서는, 가동부(16a)에 가하는 변위의 방향과 크기를 소정의 값이 되도록 제어하고, 가속도 센서(16)의 응답을 검출한다. 가동부(16a)에 가하는 변위의 방향과 크기를 변화시켜 가속도 센서(16)의 응답을 측정함으로써, 가속도 센서(16)의 응답 특성을 조사할 수 있다. 가동부(16a)에 가하는 변위에 변동 성분을 가해도 좋다. 또한, 가동부(16a)에 가하는 변위로서, 소정의 주파수 범위에서 의사적(擬似的)인 화이트 노이즈를 이용해도 좋다. 화이트 노이즈를 진동으로서 가하면, 가진(加振) 주파수를 바꿔가며 응답을 조사하지 않아도, 그 주파수 범위에서의 응답 특성을 조사할 수 있다.

[0132] 이어서, 본 발명의 실시예 1에 따른 미소 구조체의 검사 방법에 대하여 설명한다. 도 18은, 본 발명의 실시예에 따른 검사 장치(1)의 동작의 일례를 도시한 순서도이다. 또한, 검사 제어부(2)의 동작은, 제어부(21)가 주기억부(22), 외부 기억부(23), 입력부(24), 입출력부(25) 및 표시부(26)와 협동하여 실시한다.

[0133] 검사 제어부(2)는 우선, 웨이퍼(8)가 메인 척(14)에 재치되어 측정 개시가 입력되는 것을 대기한다(단계 S1). 측정 개시 지령이 입력부(24)로부터 입력되어 제어부로 지시되면, 제어부(21)는 입출력부(25)를 거쳐, 프로브 제어부(13)로 프로브(4a)를 웨이퍼(8)의 전극 패드(8a)에 접촉하도록 지령한다(단계 S2). 동시에, 노즐(10)을 가속도 센서(16)의 가동부(16a)의 근방의 소정의 위치에 배치한다. 이어서, 프로브 제어부(13)에 프리팅용 회로(5)로 의해 프로브(4a)와 전극 패드(8a)를 도통시키도록 지령한다(단계 S3).

[0134] 본 실시예에서는, 프리팅 현상을 이용하여 전극 패드(8a)와 프로브(4a)의 접촉 저항을 저감시키지만, 접촉 저항을 저감하여 도통시키는 방법으로는 프리팅 기술 이외의 방법을 이용해도 좋다. 예를 들면, 프로브(4a)에 초음파를 전도하여, 전극 패드(8a) 표면의 산화막을 부분적으로 파괴하여, 전극 패드(8a)와 프로브(4a)의 접촉 저항을 저감시키는 방법을 이용할 수 있다.

[0135] 이어서, 측정 방법의 선택을 입력한다(단계 S4). 측정 방법은, 사전에 외부 기억부(23)에 기억되어 있어도 좋으며, 측정 시마다 입력부(24)로부터 입력되어도 좋다. 측정 방법이 입력되면, 입력된 측정 방법에 의해 이용하는 측정 회로 및 가동부(16a)로 인가하는 변위의 방향과 크기(및 주파수 등)를 설정한다(단계 5).

[0136] 선택되는 측정 방법으로는, 예를 들면, 가속도 센서(16)의 각 자유도 방향의 독립된 평행 변위, 각 자유도 방향의 독립된 비틀림 변위, 각 자유도 방향의 조합 변위, 각 자유도 방향의 비틀림의 조합 변위 등이 있다. 또한, 변위의 주파수를 순차적으로 변화시켜, 각각의 주파수에서의 응답을 검사하는 주파수 소인(掃引) 검사(주파수 스캔), 소정의 주파수 범위의 의사 화이트 노이즈를 인가하여 응답을 검사하는 화이트 노이즈 검사, 주파수를

소정의 값으로 고정하여 변위의 진폭을 변화시켜 응답을 검사하는 직선성 검사 등이 있다.

[0137] 이어서, 설정한 측정 방법으로 노즐 유량 제어부(3)을 제어하여, 가속도 센서(16)의 가동부(16a)를 변위시키면서, 프로브(4a)로부터 가속도 센서(16)의 응답인 전기 신호를 검출하여, 가속도 센서(16)의 응답 특성을 검사한다(단계 S6). 그리고, 검출한 측정 결과를 외부 기억부(23)에 기억하고, 또한 표시부(26)에 측정 결과를 표시한다(단계 S7).

[0138] 가속도 센서(16)의 가동부(16a)는, 가속도 센서(16)의 근방에 배치되는 복수의 노즐(10)로부터 분출 또는 흡입되는 기체의 흐름에 의해 변위되므로, 복수의 자유도를 갖는 센서에서도, 자유도 마다 또는 자유도 방향을 조합하여 검사를 실시할 수 있다. 또한, 공기를 분무하여 가동부(16a)의 변위를 검사하는 방법에 비해, 가동부(16a)를 흡인하는 방향으로 변위를 가할 수 있으므로, 웨이퍼(8)의 상태에서 가동부(16a)의 변위 방향에 제약이 있는 경우에도 웨이퍼(8) 상에서 검사할 수 있다.

[0139] (실시예 1의 변형예) 도 19는, 프로브(4a)와 노즐(10)의 다른 구성을 도시한 도면이다. 도 19의 예에서는, 프로브 카드(4)에 복수의 노즐(10)을 설치한 구조로 되어 있다. 프로브(4a)와 노즐(10)의 배치를 사전에 조정해 둔다. 프로브(4a)를 전극 패드(8a)에 접촉시키도록 위치 결정함으로써, 동시에 노즐(10)이 가동부(16a)에 대하여 소정의 위치에 배치된다. 노즐(10)을 프로브(4a)와 독립적으로 위치 결정 제어할 필요가 없다. 그 결과, 기준의 검사 장치의 위치 결정 기구를 이용하여, 복수의 노즐(10)에 의한 변위를 가하여 미소 구조체의 특성을 검사할 수 있다.

[0140] (실시예 1의 변형예 2) 도 20은, 본 발명의 실시예 1의 변형예 2에 따른 프로브 카드의 구조를 설명하는 도면이다.

[0141] 도 20에 도시된 프로브 카드(4)는, 변형예 1의 프로브 카드(4)에 더하여, 테스트 음파를 출력하는 스피커(9)를 더 구비한다. 스피커(9)가 출력하는 테스트 음파는, 개구 영역(4b)을 통하여 가동부(16a)에 가해진다. 테스트 음파에 의하여, 미소 구조체, 예를 들어 가속도 센서(16)의 가동부(16a)가 진동한다. 테스트 음파에 의해 가동부(16a)를 진동시키면서, 가속도 센서(16)의 신호를 검출하여, 가속도 센서(16)의 주파수 특성을 검사할 수 있다.

[0142] 노즐(10)의 공기류를 변동시킴으로써, 어느 한 범위에서 주파수 특성을 검사하는 것이 가능하다. 스피커(9)의 테스트 음파와 조합시켜, 일정한 변위(직류 성분)로부터 높은 주파수까지 연속하여 주파수 특성을 검사할 수 있다. 또는, 노즐(10)의 공기류에 의해 일정한 변위를 주면서, 스피커(9)의 테스트 음파에 의한 진동을 가하여 주파수 특성의 변화를 검사하는 등의 복합적인 검사를 실시할 수 있다.

[0143] 스피커(9)는, 프로브 카드(4)에 대하여 지지 부재에 의해 지지되어 있으며, 지지 부재를 방진 재료(방진재)(70)로 형성하는 것이 가능하다. 방진 재료(70)의 사이를 노즐(10)이 관통하고 있다. 방진 재료(70)로 지지함으로써, 스피커(9)로부터의 진동을 프로브 카드(4)로 전달하는 것을 방지하여, 정밀도가 높은 검사를 실행할 수 있다. 방진 재료(70)로는, 실리콘 고무 또는 수지 등을 이용할 수 있다.

[0144] 또한, 개구 영역(4b)의 주변 등에 마이크(도시하지 않음)를 설치하여, 스피커(9)로부터 가속도 센서(16)에 대하여 가해지는 테스트 음파를 검출해도 좋다. 마이크로 검출하는 음향 신호가 소정의 주파수 특성이 되도록, 스피커(9)로부터 출력되는 테스트 음파를 제어한다. 이에 의해, 가동부(16a)로 소정의 주파수 특성의 테스트 음파를 가할 수 있다.

[0145] (실시예 1의 변형예 3) 도 21은, 본 발명의 실시예 1의 변형예 3에서의, 본 발명의 실시예에 따른 검사 장치(1)의 동작의 일례를 도시한 순서도이다. 해당 동작은, 가속도 센서(16)에 면지 또는 오염물 등의 이물질이 부착되어 있는 경우에, 노즐(10)로부터 분출 또는 흡입되는 기체에 의해 해당 이물질을 날려버리거나 흡취하는 동작이다.

[0146] 본 순서도에 도시된 동작은, 도 18의 순서도에 도시된 미소 구조체 검사(주로, 단계 6)에서 필요에 따라 수시로 실행된다.

[0147] 가속도 센서(16)로 이물질이 부착되어 있는 경우, 가동부(16a)가 전혀 또는 거의 움직이지 않을 때가 있다. 이 때, 해당 센서가 원래 불량품일 가능성과, 단지 이물질에 의한 가동부(16a) 근방의 막힘 등이 발생되고 있을 뿐 일 가능성성이 모두 고려된다. 이하에서는, 전자(前者)에 대응하는 가속도 센서(16)를 원래의 불량품이라고 하고, 후자에 대응하는 센서를 외관상의 불량품이라고 하기로 한다.

[0148] 가동부(16a)가 전혀 또는 거의 움직이지 않는 것을 가지고, 바로 일률적으로, 해당 가동부를 갖는 가속도 센서

(16)는 불량품이다라고 하는 판별 기준이 채용된 검사에서는, 실은 외관상의 불량품이라도 원래의 불량품과 구별되지 않고 불량품이라고 결론지어진다.

[0149] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 검사 장치(1)는, 노즐(10)을 구비하고 있으며, 해당 노즐에 의해 기체가 분출 또는 흡입된다. 앞서 상술한 바와 같이, 이러한 기체의 분출 또는 흡입은, 본래, 가동부(16a)에 변위를 주기 위하여 실시되는 것이다. 그러나, 이러한 기체의 분출 또는 흡입을 위한 기구를 가속도 센서(16)에 부착된 이물질의 제거의 목적으로 전용(轉用)할 수도 있다.

[0150] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 검사 장치(1)는, 검사와 병행하여, 가속도 센서(16)에 부착된 이물질의 제거라고 하는, 일종의 청소 작업을 실시할 수 있는 잠재적 능력을 가지고 있다. 이러한 청소 작업에 의해, 외관상의 불량품 중, 예를 들면, 매우 가벼운 오염물이 가동부(16a)의 근방에 단지 끼여져 있을 뿐일 경우, 해당 오염물이 제거되는 결과, 불량품 취급을 면할 수 있다. 다시 말하자면, 본 변형예에 의하면, 종래의 경우라면 원래의 불량품과 구별되지 않고 일률적으로 불량품 취급되었던 외관상의 불량품 중, 적어도 일부는 불량품 취급을 면하게 될 것이 기대된다. 따라서, 본 변형예에 의하면, 가속도 센서(16)의 제조에 있어서의 수율이 향상될 것이 기대된다.

[0151] 여기까지, 가동부(16a)가 전혀 또는 거의 움직이지 않을 때에 대하여 설명하여 왔다. 이는, 보다 엄밀하게는, 가동부(16a)에 변위를 주기 위한 기체의 흐름이 노즐(10)에 의해 생성(도 21의 단계 S11)되었음에도 불구하고, 해당 가동부에, 해당 흐름의 강도로부터 예기되는 정도의 변위가 발생되지 않았음을 의미한다. 구체적으로는, 상기 흐름의 강도에 따라 발생되어야 하는 변위에 대하여, 최저치가 사전에 정해져 있으므로, 해당 최저치를 임계치로 하여 변위에 대한 판별이 이루어진다(단계 S13). 변위가 해당 임계치 이하인 것은 원칙으로는 불량품으로 간주된다(단계 S13 ; Yes 또한 단계 S17 ; No). 한편, 변위가 해당 임계치를 상회한 경우에는(단계 S13 ; No), 적어도 본 동작에 있어서는 불량품 취급을 면한다.

[0152] 본 변형예의 특징은, 단계 S13에 있어서, 가동부(16a)의 변위가 소정의 임계치 이하라고 판별(단계 S13 ; Yes)되어 이후의 순서로 된다. 즉, 본 변형예의 경우, 검사 제어부(2)는, 가동부(16a)의 주위에, 시험 삼아 노즐(10)에 의해 소정의 강도의 기체의 흐름을 발생시켜 본다(단계 S11). 그리고, 검사 제어부(2)는, 프로브(4a)를 거쳐, 가동부(16a)에 상기 기체의 흐름의 강도에 알맞을 만큼의 변위가 발생되었는지의 여부를 판별한다(단계 S13). 이 때, 판별 기준으로서 소정의 임계치가 이용된다. 가동부의 변위가 소정의 임계치를 상회하고 있다고 판별된 경우(단계 S13 ; No), 도 21의 순서도에 도시된 이물질 검출 및 제거 동작의 범위 내에 한해서는, 검사 대상의 가속도 센서(16)는 불량품이라고 판별되지 않은 채로 처리는 종료된다.

[0153] 한편, 가동부(16a)의 변위가 소정의 임계치 이하라고 판별된 경우(단계 S13 ; Yes)에도, 본 변형예에서는, 검사 제어부(2)는, 검사 대상의 가속도 센서(16)를 바로는 불량품이라고 판별하지 않고, 우선은 해당 센서에 이물질이 부착되어 있을 가능성을 찾는다. 구체적으로는, 검사 제어부(2)는, 예를 들면, 후술하는 카메라(81), 카메라 제어부(85), 및 화상 해석부(87)를 이용하여 이물질의 검출을 시도한다(단계 S15).

[0154] 검사 제어부(2)는 이물질을 검출했는지의 여부를 판별한다(단계 S17). 이물질을 검출하지 않았다고 판별된 경우(단계 S17 ; No), 검사 제어부(2)는 검사 대상의 가속도 센서(16)가 원래 불량품이라고 판별하여(단계 S19) 처리를 종료한다.

[0155] 한편, 이물질을 검출했다고 판별된 경우(단계 S17 ; Yes), 검사 제어부(2)는 이물질 제거를 시도한다(단계 S21). 구체적으로는, 검사 제어부(2)는 후술하는 화상 해석부(87)에 의한 해석 결과에 기초하여, 노즐(10)에 의해 기체의 흐름을 생성하여, 이물질을 날려 버리거나 흡취를 시도한다.

[0156] 특히, 본 발명의 실시예에 따른 검사 장치(1)는 복수의 노즐을 구비하고 있다. 따라서, 화상 해석에 의해 이물질의 위치를 판정하여, 해당 위치에 집중적으로, 또한 다양한 방향으로 기체의 흐름을 생성하여 이물질 제거를 시도할 수 있다. 이에 의해, 가속도 센서(16)에 단지 만연(漫然)하게 기체를 불어 맞히는 등의 수법에 비해, 이물질을 제거하는 효율이 향상된다.

[0157] 검사 제어부(2)는, 이어서, 이물질 검출을 시도한다(단계 S23). 이 시행은, 실질적으로는 단계 S15의 재시행이다. 검사 제어부(2)는 이러한 재시행의 결과 이물질을 검출했는지의 여부를 판별한다(단계 S25). 이 판별은, 단계 S17와 동일한 판별이다.

[0158] 여전히 이물질을 검출했다고 판별된 경우란(단계 S25 ; Yes), 노즐(10)에 의해 생성된 기체의 흐름에 의해서는 이물질을 제거할 수 없다고 하는 것을 의미한다. 따라서, 검사 제어부(2)는, 검사 대상의 가속도 센서(16)를 이

물질 제거가 불가능하다고 판별하여(단계 S27) 처리를 종료한다.

[0159] 또한, 이 단계 S27에서 이물질 제거 불가능하다고 판별된 가속도 센서는, 이물질이 부착되어 있지만 그 제거가 불가능했던 것이므로, 원래의 불량품인지, 아니면 외관상의 불량품인지가 결론지어지지 않아, 이러한 의미에서 일종의 보류 상태에 있다고 할 수 있다. 따라서, 단계 S19가 의미하는 원래의 불량품이라는 결론과는 구별되어야 함이 마땅하다. 또한, 검사 제어부(2)는, 이와 같이 구별하여, 예를 들면, 외부 기억부(23)에 기록을 남겨 둠으로써, 상술한 보류 상태에 있는 가속도 센서(16)에 대해서는 후에 다른 수법에 의해 재차 이물질 제거 시행을 하는 여지를 남길 수 있다.

[0160] 한편, 이제는 이물질을 검출하지 않는다고 판별된 경우(단계 S25 ; No), 단계 S11로 되돌아와서 가동부(16a)에 변위를 주는 것을 재시도한다. 그 후, 다시 단계 S13에서 해당 변위가 불충분한지의 여부가 판별된다. 변위가 충분하다고 판별된 경우(단계 S13 ; No) 처리를 종료한다. 이는, 이물질 제거 시행(단계 S21)에 의해 이물질이 실제로 제거되어, 그 결과, 가속도 센서(16)가 정상적으로 작동하게 되었다는 의미이다. 즉, 해당 센서는 당초에는 외관상의 불량품이었다고 하는 의미이다. 한편, 변위가 불충분하다고 판별된 경우(단계 S13 ; Yes), 만약을 위해 3 번째의 이물질 검출 시행 및 판별(단계 S15 및 단계 S17)이 실시되지만, 이미 단계 S25에서 이물질을 검출하지 않았다고 판별되었으므로, 단계 S25로부터 단계 S17에 도달하는 매우 짧은 시간에 새로운 이물질이 부착되는 등의 특별한 사정이 없는 한, 이물질을 검출하지 않는다고 판별되고(단계 S17 ; No), 원래의 불량품이라고 판별되고 나서(단계 S19) 처리가 종료된다.

[0161] 도 22에, 가속도 센서(16a)로의 이물질의 부착 상황을 관찰하기 위한 카메라(81)의 설치 방법의 일례를 모식적으로 나타낸다. 카메라(81)는, 도 20의 스피커(9)가 카메라(81)로 치환된 것과 같은 태양으로서, 프로브 카드(4)에 지지부(83)를 개재하여 설치된다.

[0162] 또한, 도 22는 어디까지나 모식도로서, 실제로 카메라(81)의 본체가 도시하는 바와 같이 설치될 필요는 없다. 중요한 것은, 개구 영역(4b)을 통하여 가속도 센서(16)가 관찰될 수 있다고 하는 점으로서, 실제로 지지부(83)에 접속되는 것은, 예를 들면, 파이퍼 스코프여도 좋다. 또는, 프로브 카드(4)와는 독립적으로, 카메라(81)에 의해 웨이퍼(8) 전체의 관찰을 하는 태양이어도 좋다.

[0163] 도 23은, 본 변형예에서의 검사 장치(1)의 검사 제어부(2)와 프로비부(15)의 구성을 도시한 블록도이다. 묘화(描畫)의 사정상 일부의 기능 블록의 위치를 약간 이동시켰으나, 기본적으로는 도 2에 도시한 블록도에 카메라(81), 카메라 제어부(85) 및 화상 해석부(87)가 추가된 것이다.

[0164] 카메라 제어부(85)는, 카메라(81)와 직접적으로 접속되어, 카메라(81)의 위치 결정 또는 촬영 지령 송신, 또는 화상 취득 등을 실시한다. 화상 해석부(87)는, 카메라 제어부(85)가 카메라(81)로부터 취득한 화상에 기초하여, 이물질 검출을 위한 화상 해석을 실시한다. 카메라 제어부(85) 및 화상 해석부(87)는, 검사 제어부(2) 내의 입출력부(25)와, 데이터 또는 명령 등의 수수(授受)를 행한다.

[0165] 또한, 도 23에서는, 화상 해석부(87)는 검사 제어부(2)의 외측에 묘화되어 있으나, 화상 해석부(87)는 검사 제어부(2) 내의 외부 기억부(23)에 프로그램으로서 저장되어도 좋다. 그리고, 제어부(21)가 필요에 따라 해당 프로그램을 판독하여 실행함으로써, 화상 해석부(87)로서 기능해도 좋다.

[0166] 그 밖에, 상기의 하드웨어 구성 또는 순서도는 일례이며, 임의로 변경 및 수정할 수 있다. 노즐(10)로부터 분출 또는 흡입되는 기체는, 공기 이외에, 검사 장치(1) 내부의 분위기로서 필요한 기체, 예를 들면, 질소 등을 이용해도 좋다.

[0167] 검사 장치(1)의 검사 제어부(2)는, 전용(専用)의 시스템에 의하지 않고, 통상의 컴퓨터 시스템을 이용하여 실현할 수 있다. 예를 들면, 상기의 동작을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록 매체(플렉서블 디스크, CD-ROM, DVD-ROM 등)에 저장하여 배포하고, 해당 컴퓨터 프로그램을 컴퓨터에 인스톨함으로써, 상기의 처리를 실행하는 검사 제어부(2)를 구성해도 좋다. 또한, 인터넷 등의 통신 네트워크 상의 서버 장치가 갖는 기억 장치에 해당 컴퓨터 프로그램을 저장해 두고, 통상적인 컴퓨터 시스템이 다운로드 등을 함으로써 본 발명의 검사 제어부(2)를 구성해도 좋다.

[0168] 또한, 상기의 각 기능을 OS(오피레이팅 시스템)와 어플리케이션 프로그램의 분담, 또는 OS와 어플리케이션 프로그램과의 협동에 의해 실현되는 경우 등에는, 어플리케이션 프로그램 부분만을 기록 매체 또는 기억 장치에 저장해도 좋다.

[0169] 또한, 반송파에 상술한 컴퓨터 프로그램을 중첩하여, 통신 네트워크를 거쳐 배신(配信)할 수도 있다.

[0170] 금회에 개시된 실시예는 모든 점에서 예시로서, 제한적인 것은 아니라고 생각되어야 할 것이다. 본 발명의 범위는 상기의 설명이 아니라, 특히 청구의 범위에 의해 나타내어지고, 특히 청구의 범위와 균등한 의미 및 범위 내에서의 모든 변경이 포함되는 것이 의도된다.

[0171] 본 출원은, 2006년 4월 26일에 출원된 일본특허출원 2006-122160호에 기초한다. 본 명세서 중에 일본특허출원 2006-122160호의 명세서, 특히 청구의 범위, 도면 전체를 참조로서 포함시키도록 한다.

산업상 이용 가능성

[0172] 복수의 노즐을 이용하여 기체의 흐름을 정밀하게 제어할 수 있고, 해당 흐름에 의해 미소 구조체의 가동부를 자유롭게 변위시킴으로써, 다양한 제조 과정에 있는 미소 구조체를 검사하는 용도에도 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 미소 구조체의 검사 장치의 개략 구성도이다.

[0023] 도 2는 도 1의 저항 측정 시스템의 검사 제어부와 프로버부의 구성을 도시한 블록도이다.

[0024] 도 3은 3 축 가속도 센서의 디바이스 상면에서 본 도면이다.

[0025] 도 4는 3 축 가속도 센서의 개략도이다.

[0026] 도 5는 각 축 방향의 가속도를 받은 경우의 중추체(重錘體)와 빔의 변형을 설명하는 개념도이다.

[0027] 도 6a 및 도 6b는 각 축에 대해 설치되는 휘트스톤 브릿지의 회로 구조도이다.

[0028] 도 7a 내지 도 7c는 3 축 가속도 센서의 경사각에 대한 출력 응답을 설명하는 도면이다.

[0029] 도 8은 중력 가속도(입력)와 센서 출력과의 관계를 설명하는 도면이다.

[0030] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 노즐과 웨이퍼의 구성을 나타낸 개념도이다.

[0031] 도 10a 및 도 10b는 노즐의 분출 또는 흡입의 방향의 조합과 가동부의 변위의 방향의 예를 도시한 개념도이다.

[0032] 도 11a 및 도 11b는 4 개의 노즐로부터 공기를 분출하는 경우의 가동부의 변위의 방향의 예를 도시한 개념도이다.

[0033] 도 12a 및 도 12b는 1 개의 노즐로부터 공기를 분출하는 경우의 가동부의 변위의 방향의 예를 도시한 개념도이다.

[0034] 도 13a 및 도 13b는 2 개의 노즐로부터 공기를 분출하는 경우의 가동부의 변위의 방향의 예를 도시한 개념도이다.

[0035] 도 14a 및 도 14b는 4 개의 노즐로부터 공기를 흡입하는 경우의 가동부의 변위의 방향의 예를 도시한 개념도이다.

[0036] 도 15a 및 도 15b는 1 개의 노즐로부터 공기를 흡입하는 경우의 가동부의 변위의 방향의 예를 도시한 개념도이다.

[0037] 도 16a 및 도 16b는 2 개의 노즐로부터 공기를 흡입하는 경우의 가동부의 변위의 방향의 예를 도시한 개념도이다.

[0038] 도 17a 및 도 17b는 노즐의 분출 또는 흡입의 방향의 조합과 가동부의 변위의 방향의 예를 도시한 개념도이다.

[0039] 도 18은 본 발명의 실시예에 따른 검사 장치의 동작의 일례를 도시한 순서도이다.

[0040] 도 19는 프로브와 노즐의 다른 구성을 도시하는 도면이다.

[0041] 도 20은 본 발명의 실시예의 변형예 2에 따른 프로브 카드의 구조를 설명하는 도면이다.

[0042] 도 21은 본 발명의 실시예의 변형예 3에 따른 검사 장치에 의한 이물질 검출 및 제거 동작의 일례를 도시한 순서도이다.

[0043] 도 22는 본 발명의 실시예의 변형예 3에 따른 프로브 카드의 구조를 설명하는 도면이다.

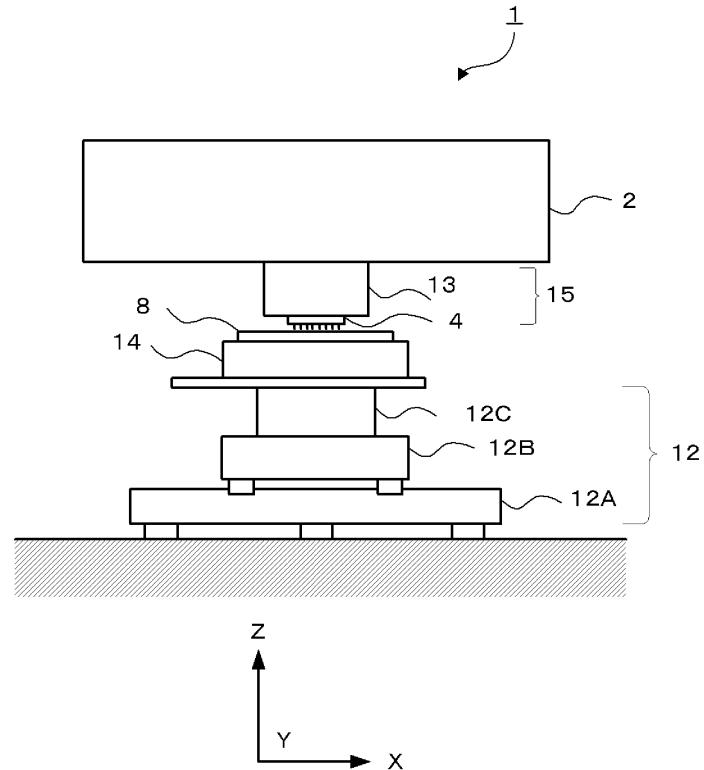
[0044] 도 23은 본 발명의 실시예의 변형예 3에 따른 저항 측정 시스템의 검사 제어부와 프로버부의 구성을 도시한 블

록도이다.

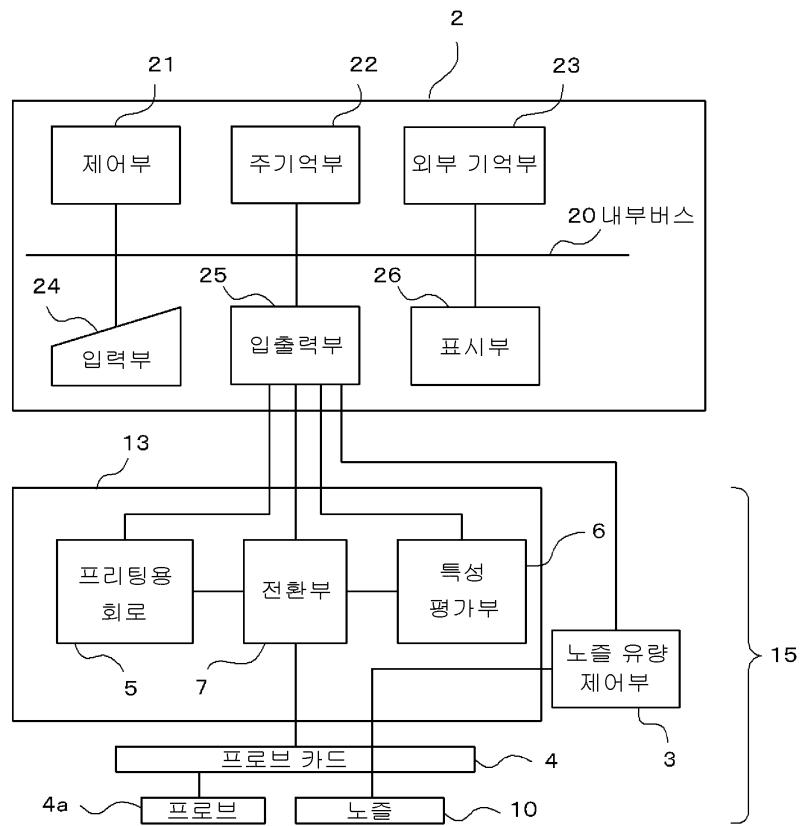
- [0045] <부호의 설명>
- [0046] 1 검사 장치
- [0047] 2 검사 제어부
- [0048] 3 노즐 유량 제어부(기체 유량 제어 수단)
- [0049] 4 프로브 카드
- [0050] 4a 프로브
- [0051] 4b 개구 영역
- [0052] 5 프리팅용 회로
- [0053] 6 특성 평가부(평가 수단)
- [0054] 7 전환부
- [0055] 8 웨이퍼(기판)
- [0056] 8a 전극 패드(패드)
- [0057] 9 스피커(음파 발생 수단)
- [0058] 10 노즐
- [0059] 13 프로브 제어부
- [0060] 15 프로버부
- [0061] 16 가속도 센서(미소 구조체)
- [0062] 16a 가동부
- [0063] 20 내부 버스
- [0064] 21 제어부
- [0065] 22 주(主)기억부
- [0066] 23 외부 기억부
- [0067] 24 입력부
- [0068] 25 입출력부
- [0069] 26 표시부(표시 수단)
- [0070] 70 방진 재료
- [0071] 81 카메라(이물질 검출 수단)
- [0072] 83 지지부
- [0073] 85 카메라 제어부
- [0074] 87 화상 해석부(화상 해석 수단)
- [0075] AR 중추체(가동부)
- [0076] BM 림(가동부)
- [0077] TP 칩(미소 구조체)

도면

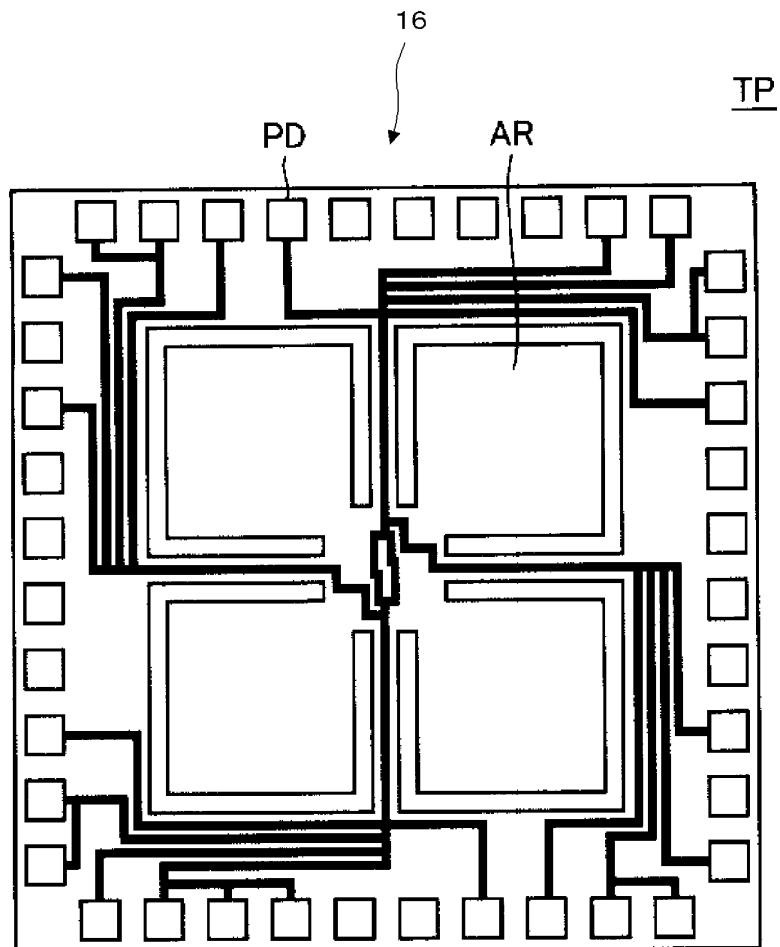
도면1



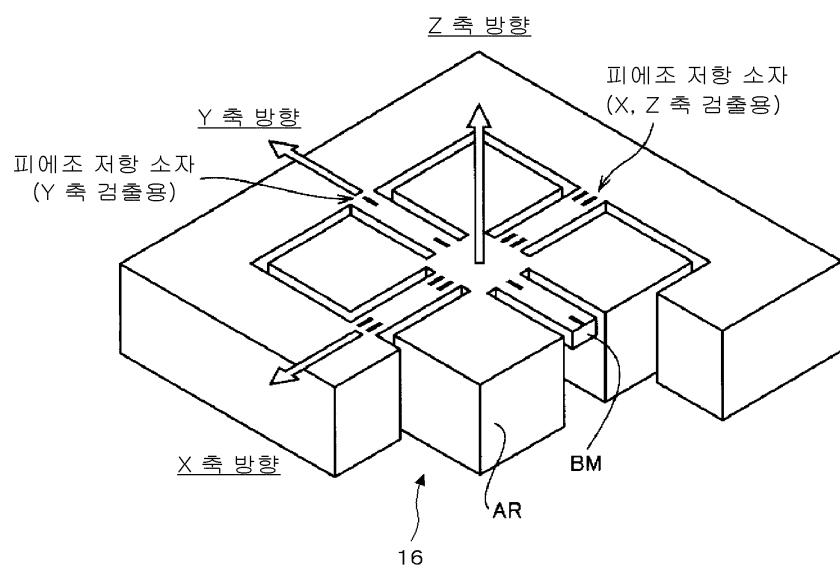
도면2



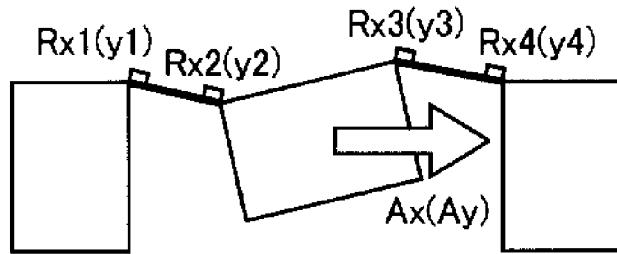
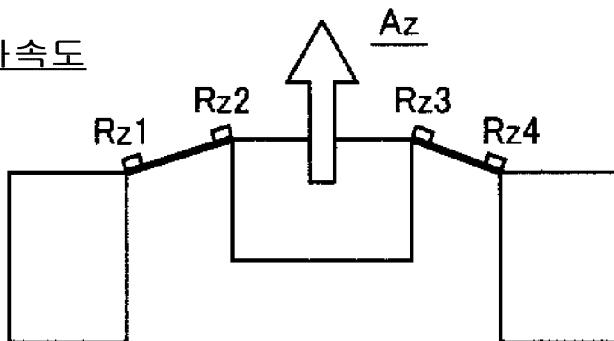
도면3



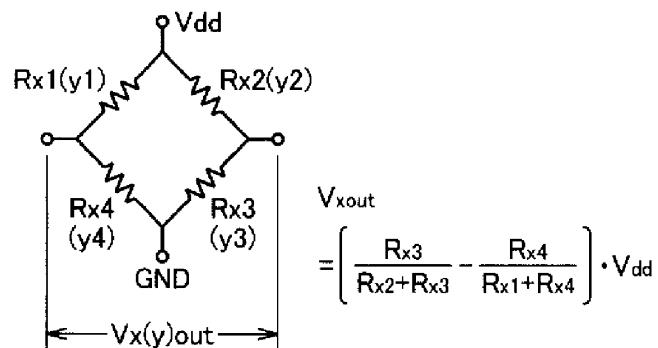
도면4



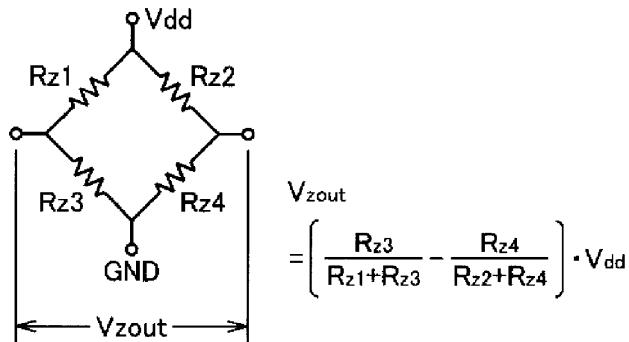
도면5

X(Y) 축의 가속도Z 축의 가속도

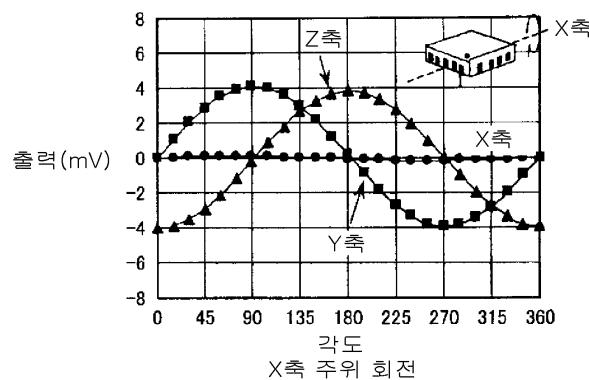
도면6a

X(Y) 축 출력

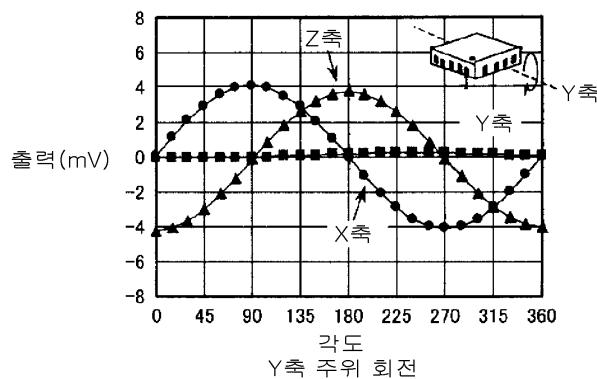
도면6b

Z 축 출력

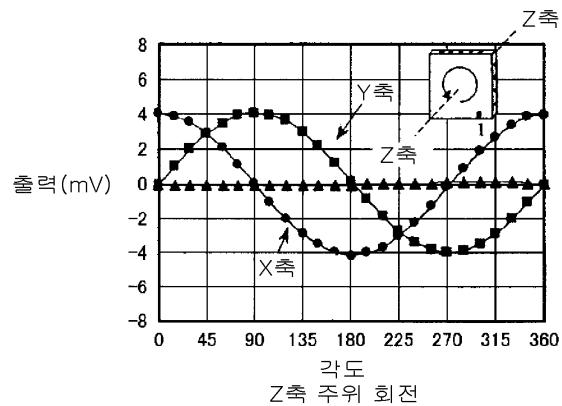
도면7a



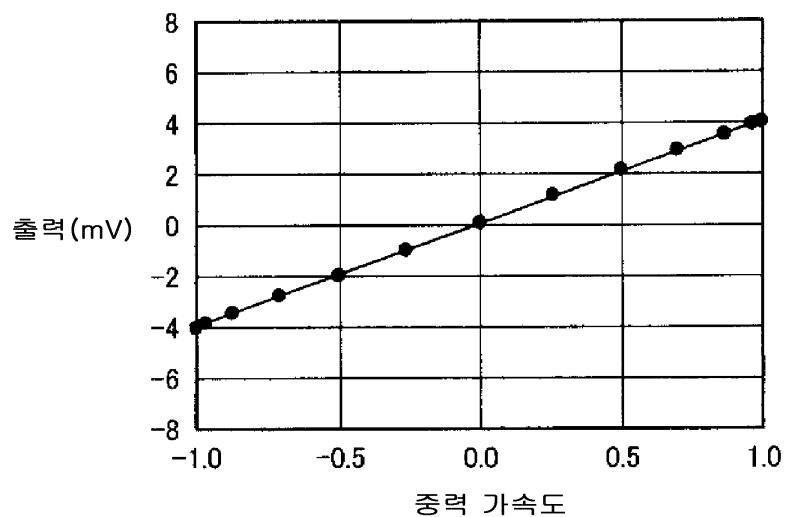
도면7b



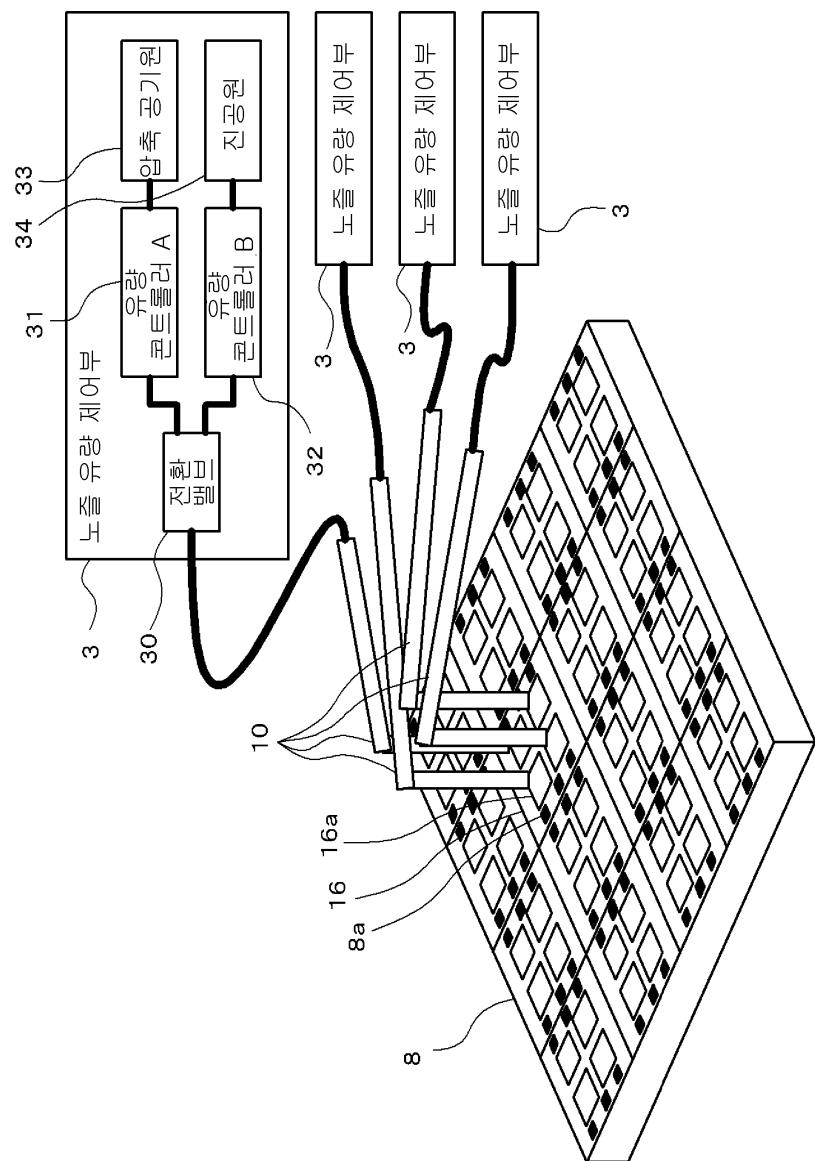
도면7c



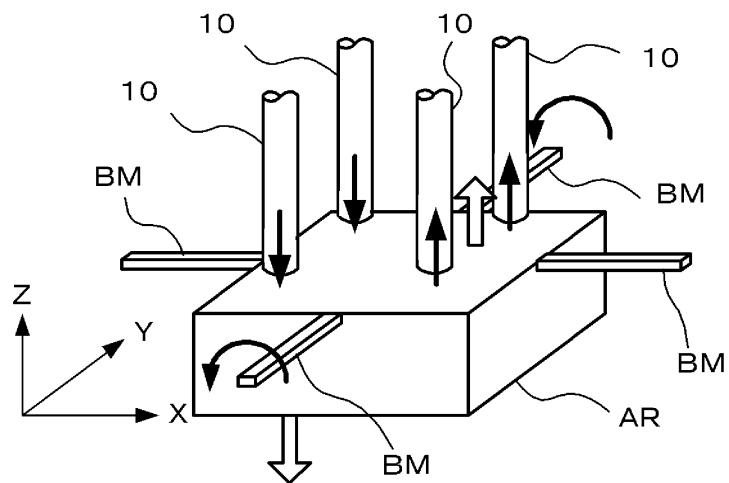
도면8



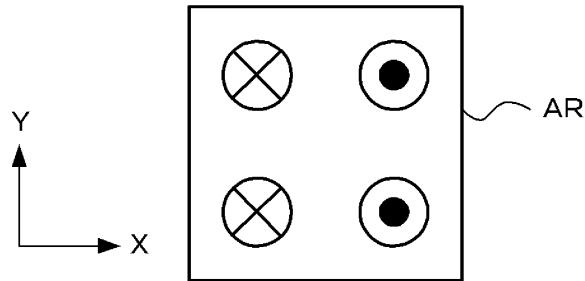
도면9



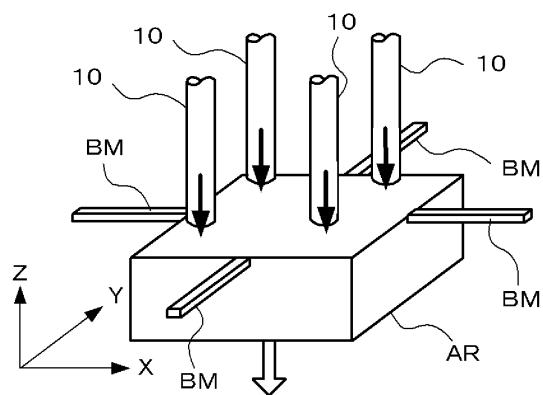
도면10a



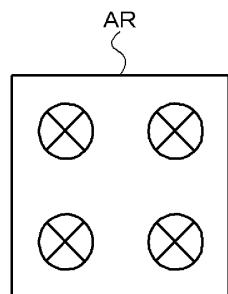
도면10b



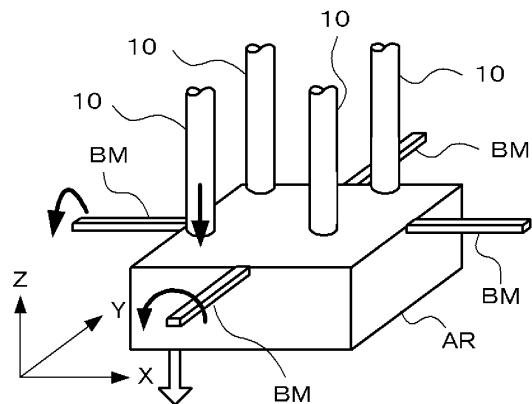
도면11a



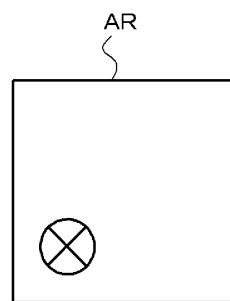
도면11b



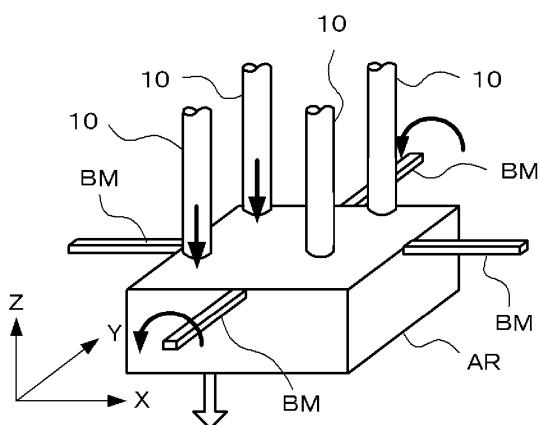
도면12a



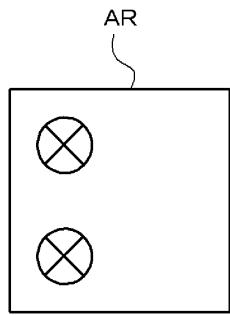
도면12b



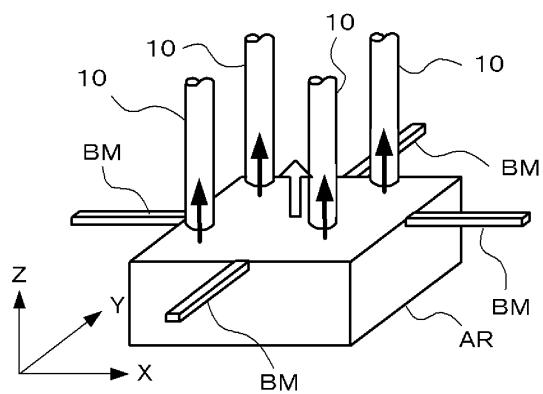
도면13a



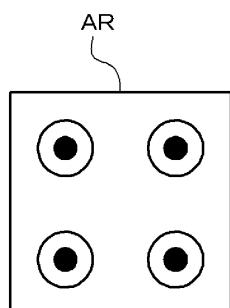
도면13b



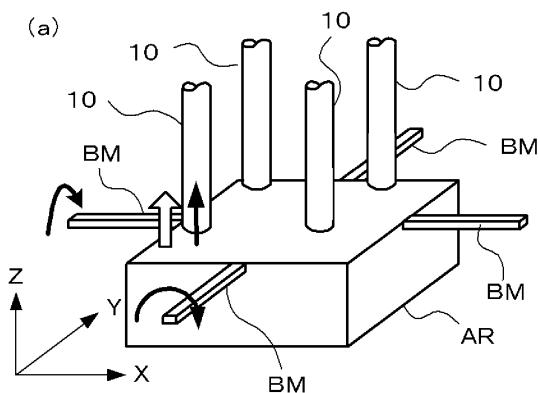
도면14a



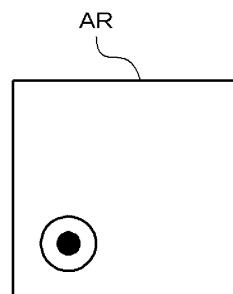
도면14b



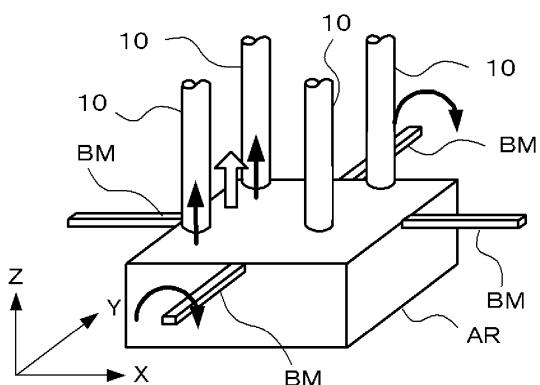
도면15a



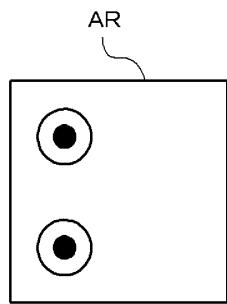
도면15b



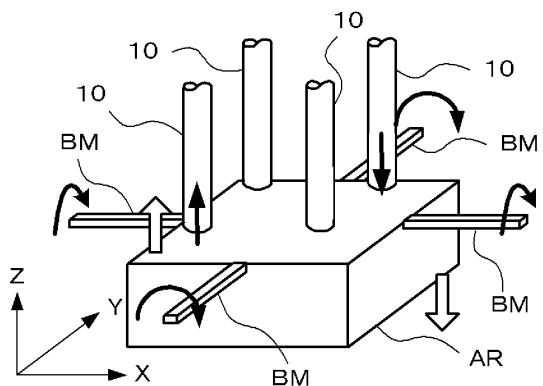
도면16a



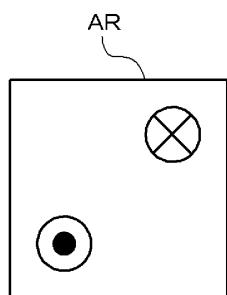
도면16b



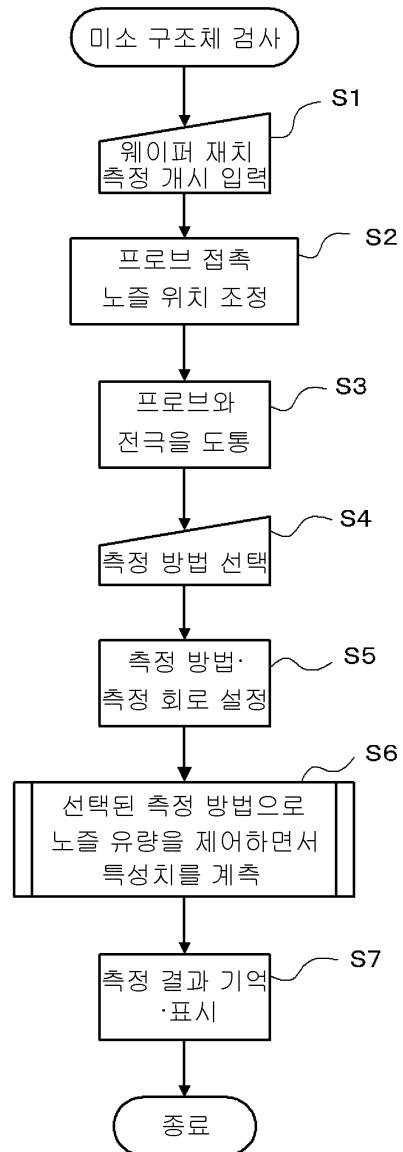
도면17a



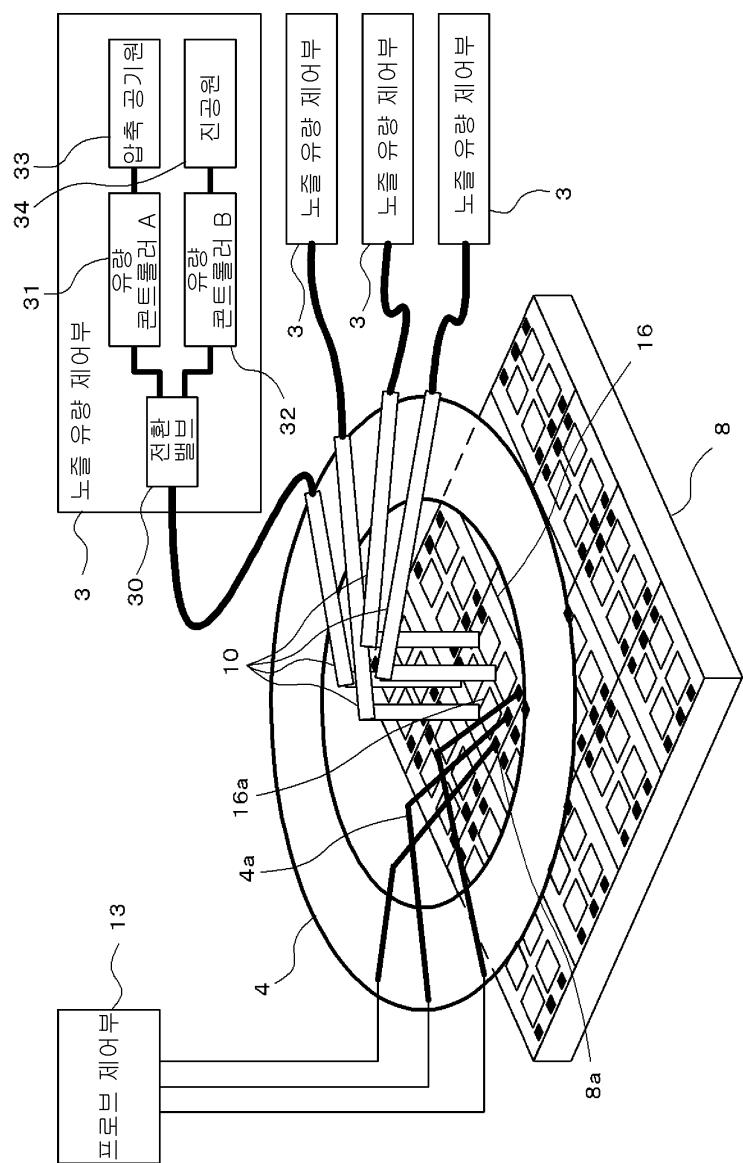
도면17b



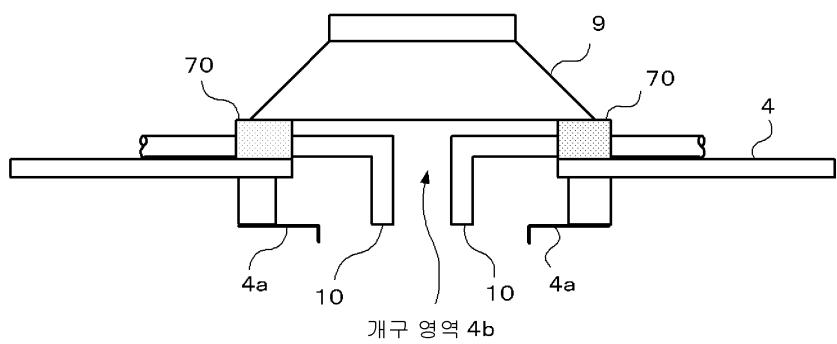
도면18



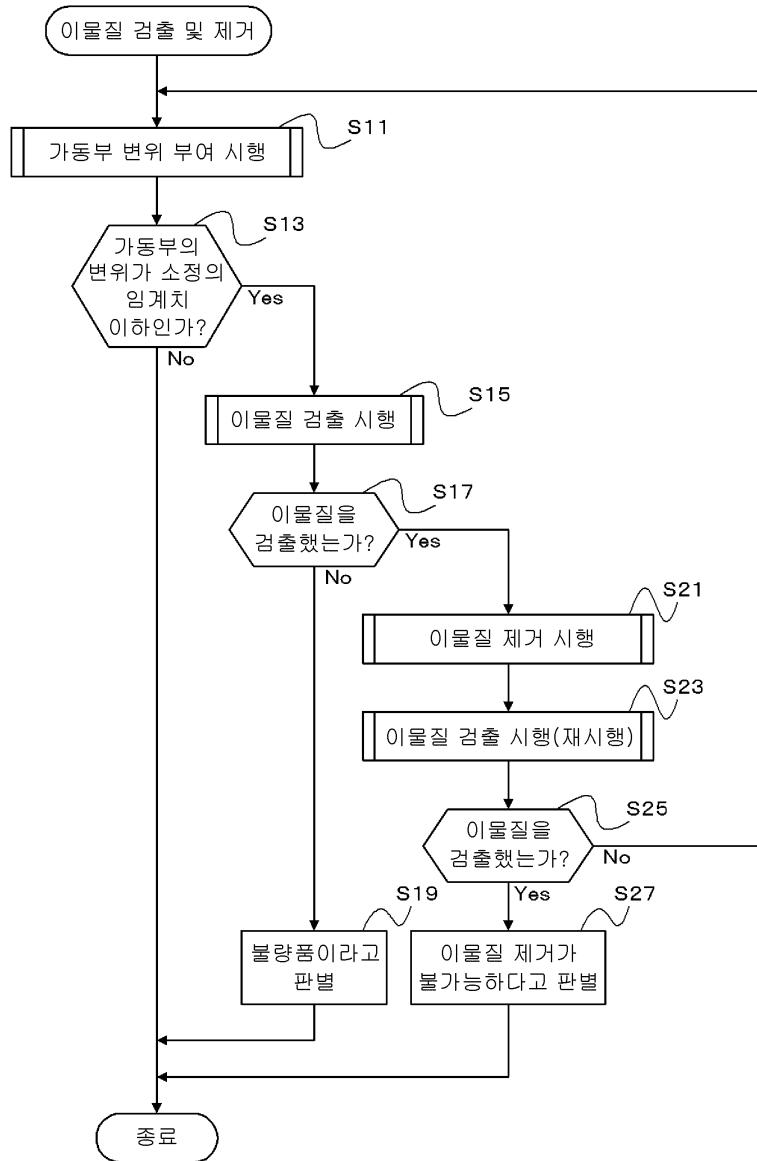
도면19



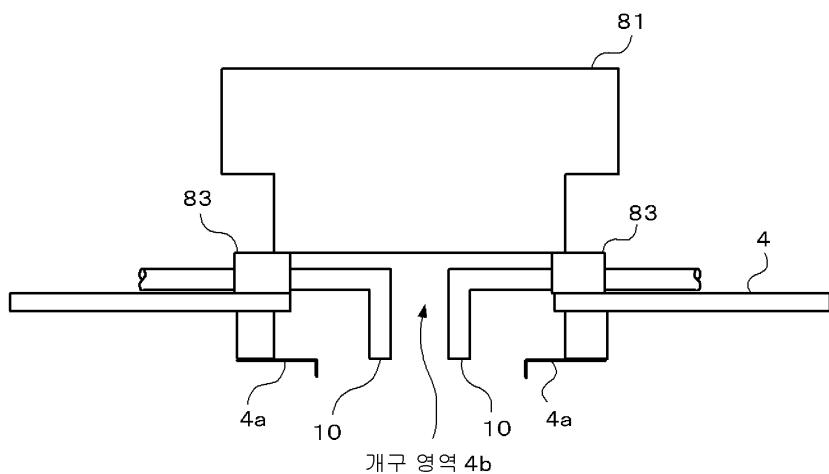
도면20



도면21



도면22



도면23

