

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
B24B 49/00

(45) 공고일자 2000년04월01일  
(11) 등록번호 10-0235208  
(24) 등록일자 1999년09월21일

(21) 출원번호	10-1996-0013175	(65) 공개번호	특1996-0037219
(22) 출원일자	1996년04월26일	(43) 공개일자	1996년11월19일
(30) 우선권 주장	95-102574 1995년04월26일 일본(JP) 95-252999 1995년09월29일 일본(JP)		

(73) 특허권자 후지쓰 가부시끼가이샤 아끼구사 나오유키  
일본국 가나가와켄 가와사키시 나카하라구 가미고다나카 4초메 1-1

(72) 발명자 후쿠로다 아쓰시  
일본국 가나가와켄 가와사키시 나카하라구 가미고다나카 4초메 1-1 후지쓰 가부시끼가이샤 내  
아리모토 요시히로  
일본국 가나가와켄 가와사키시 나카하라구 가미고다나카 4초메 1-1 후지쓰 가부시끼가이샤 내  
나카무라 고  
일본국 가나가와켄 가와사키시 나카하라구 가미고다나카 4초메 1-1 후지쓰 가부시끼가이샤 내

(74) 대리인 문병암

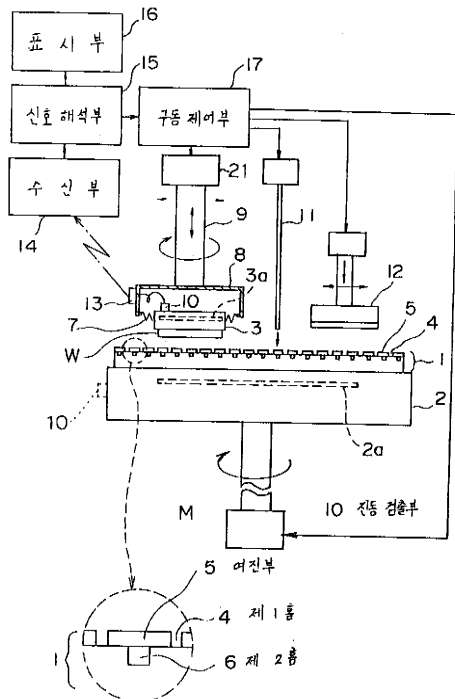
심사관 : 최중일

(54) 연마장치 및 연마방법

요약

연마장치는, 연마대상물을 지지하는 제1의 정반과, 제1의 정반을 회전하는 구동기구와, 제1의 정반에 대항하는 제2의 정반과, 제2의 정반에 펴서 붙여진 연마대상물을 연마하는 연마포와, 제1 또는 제2의 정반에 장착되어 연마시의 진동을 검출하는 진동검출기와, 제1의 정반, 제2의 정반의 동작을 제어하는 제어부와, 진동검출기에 검출된 진동강도를 주파수분석하고, 더욱이 진동강도를 시간마다 적분하고, 적분치의 시간적 변화가 기준치를 밑돌았을 때, 또는 적분치가 기준치를 밑돌았을때의 어느 시점에서, 상기 제1의 정반, 상기 제2의 정반을 정지하는 연마정지신호를 제어부로 보내는 신호해석수단을 갖는다.

대표도



## 명세서

### [발명의 명칭]

연마장치 및 연마방법

### [도면의 간단한 설명]

제1도는, 본 발명의 제1실시예의 연마장치를 표시한 구성도.

제2a, 2b도는, 본 발명의 제1실시예의 연마장치에 적용되는 연마포의 홈을 표시한 평면도.

제3도는, 본 발명의 제1실시예의 연마장치에 쓰이는 헤드를 일부 절단한 사시도.

제4도는, 본 발명의 제1실시예의 연마장치를 사용하여 연마하는 과정에서 진동검출소자에 의해서 검출된 진동주파수와 진동강도의 관계를 표시한 스펙트럼.

제5a, 5b도는, 반도체장치제조의 일부의 공정을 표시한 단면도.

제6a, 6b도는, 본 발명의 제1실시예의 연마장치를 사용하여 반도체장치의 절연막을 연마하는 제1예를 표시한 단면도.

제7a, 7b도는 본 발명의 제1실시예의 연마장치를 사용하여 반도체장치의 절연막을 연마하는 제2예를 표시한 단면도.

제8a~8c도는, 본 발명의 제1실시예의 연마장치를 사용하여 반도체장치의 절연막을 연마의 추이(推移)의 제1예를 표시한 단면도.

제9a~9c도는, 본 발명의 제1실시예의 연마장치를 사용하여 반도체장치의 절연막을 연마의 추이의 제2예를 표시한 단면도.

제10도는, 본 발명의 제1실시예의 연마장치의 진동검출소자에서 출력되는 진동의 변화를 표시한 파형도.

제11도는, 본 발명의 제2실시예에 관계되는 연마장치의 헤드부분을 표시한 측면도.

제12도는, 본 발명의 제3실시예에 관계되는 연마장치의 헤드부분을 표시한 측면도.

제13도는, 본 발명의 제4실시예에 관계되는 연마장치의 헤드부분을 표시한 측면도.

제14도는, 본 발명의 제5실시예에 관계되는 연마장치의 헤드부분을 표시한 측면도.

제15a도는, 본 발명의 제6실시예의 연마장치를 표시한 측면도.

제15b도는 그 송신안테나 및 수신안테나의 배치관계를 표시한 사시도.

제16도는, 본 발명의 제7실시예의 연마장치의 회로구성을 표시한 블록도.

제17도는, 본 발명의 제8실시예의 연마장치를 표시한 측면도.

제18도는, 본 발명의 제8실시예의 연마장치의 상측정반(定般)의 저면도.

제19도는, 본 발명의 제8실시예의 연마장치의 신호계통을 표시한 블록도.

제20도는, 본 발명의 제8실시예의 연마장치에 적용되는 복수의 밴드패스필터의 통과 주파수와 신호투과율의 관계의 일예를 표시한 도.

제21도는, 본 발명의 제8실시예의 연마장치의 진동검출소자에 의해서 검출된 진동주파수와 진동강도의 관계를 표시한 스펙트럼.

제22a, 22b도는, 본 발명의 제9실시예의 연마장치의 측면도와 그 연마장치의 상측정반의 저면도.

제23a, 23b도는, 본 발명의 제9실시예의 연마장치의 상측정반의 종방향의 진동의 제1예를 표시한 측면도.

제24a, 24b도는, 본 발명의 제9실시예의 연마장치의 상측정반의 종방향의 진동의 제2예를 표시한 측면도.

제25a, 25b도는, 본 발명의 제9실시예에 적용되는 신호계통의 2개의 예를 표시한 블록도.

제26a, 26b도는, 본 발명의 제10실시예의 연마장치의 측면도와 평면도.

제27a, 27b도는, 본 발명의 제10실시예에 의한 진동주파수와 진동강도의 관계를 표시하는 스펙트럼.

제28도는, 본 발명의 제10실시예의 연마장치에 의한 먼지에 의한 이상신호와 그 이외의 통상신호를 표시한 스펙트럼.

제29도는, 본 발명의 제11실시예의 연마장치에 있어서, 헤드내에 흡음재(吸音材)를 설치한 예를 표시한 부분단면도.

제30도는, 본 발명의 제11실시예의 연마장치에 있어서, 진동검출소자의 저부에 진동체를 장착한 예를 표시한 부분단면도.

제31도는, 본 발명의 제11실시예의 연마장치에 있어서, 진동검출소자의 저부에 진동체를 장착한 예를 표시한 부분단면도.

제32도는, 본 발명의 제11실시예의 연마장치에 있어서, 진동검출소자와 피검출물의 사이에 진동전달용 침을 개재시킨 예를 실시한 부분단면도.

제33도는, 본 발명의 제11실시예의 연마장치에 있어서, 진동검출소자에 입력하는 노이즈 진동을 제거하는 회로를 설치한 예를 표시한 부분단면도.

제34도는, 본 발명의 제11실시예의 연마장치에 있어서, 진동검출소자에 입력하는 진동주파수를 변화하는 회로를 설치한 예를 표시한 부분단면도.

제35도는, 본 발명의 제11실시예의 연마장치에 있어서, 진동검출소자와 그 저면에 장착한 진동판을 복수 설치한 예를 표시한 부분단면도.

제36도는 본 발명의 연마장치에 적용되는 진동검출소자의 진동주파수와 감동의 관계를 표시한 특성도.

제37도는, 본 발명의 제11실시예의 연마장치에 있어서 검출된 연마고유진동의 주파수와 강도의 관계를 표시한 스펙트럼.

제38도는, 본 발명의 제11실시예의 연마장치에 있어서 검출된 연마고유 진동의 스펙트럼의 적분치의 시간 경과에 의한 변화량을 표시한 특성도.

제39a, 39b도는, 본 발명의 제12실시예의 연마장치의 측면도와, 하측정반 및 연마포를 표시한 평면도.

제40도는, 본 발명의 제12실시예의 연마장치의 신호계통을 표시한 블록도.

제41도는, 본 발명의 제12실시예의 연마장치의 컴퓨터의 신호처리를 표시한 블록도.

제42a도는, 본 발명의 제12실시예의 연마장치에 있어서 샘플링데이터를 평균하여 표시한 보정전의 진동강도곡선과, 보정된 진동강도곡선을 표시하는 도.

제42b도는, 보정전과 보정후의 진동강도곡선의 미분한 곡선을 표시한 도.

제43a도는, 본 발명의 제12실시예의 연마장치에 있어서, 상측정반이 연마포의 직경방향으로 이동하는 경우의 상측정반의 회전중심과 연마포의 회전중심의 거리의 변화를 표시한 파형도, 제43B도는, 그 거리  $r$ 을 사용한 보정함수의 파형도.

제44a, 44b도는, 본 발명의 제12실시예의 연마장치에 사용되는 연마포의 변형을 표시한 평면도.

제45a도는, 본 발명의 제12실시예의 연마장치에 있어서, 상측정반의 이동궤적의 제2의 예를 표시한 평면도.

제45b도는, 그 이동궤적에서의 상측정반의 회전중심과 연마포의 회전중심의 거리  $r$ 의 변화를 표시한 파형도.

제46a도는, 본 발명의 제12실시예의 연마장치에 있어서, 상측정반의 이동궤적의 제3의 예를 표시한 평면도, 제46B도는, 그 이동궤적에서의 상측정반의 회전중심과 연마포의 회전중심의 거리  $r$ 의 변화를 표시한 파형도.

제47a도는, 본 발명의 제12실시예의 연마장치에 있어서, 상측정반과 연마포상을 이동하지 않은 경우의 시간적 변화를 표시한 진동강도곡선, 제47B도는, 그 진동강도곡선의 미분곡선.

제48a, 48b도는, 본 발명의 제13실시예의 연마장치의 요부를 표시한 단면도 및 저면도.

제49a~49c도는, 본 발명의 제13실시예의 연마장치의 헤드의 저면의 연마에 의한 변화를 표시한 저면도.

제50도는, 본 발명의 제13실시예의 연마장치에 있어서, 연마의 진행에 의한 상측정반 변위의 변화량을 표시한 도.

제51도는, 본 발명의 제13실시예의 연마장치에 있어서, 연마의 진행에 의한 상측정반의 변위의 변화량과 기준신호의 비교를 표시한 도.

제52a, 52b는 본 발명의 제13실시예의 연마장치에 있어서, 진동검출영역에 돌기를 형성한 상태를 표시한 헤드의 부분단면도.

#### [발명의 상세한 설명]

본 발명은, 연마장치 및 연마방법에 관한것이고, 보다 상세히는 반도체소자를 구성하는 절연막이나 도전막의 표면등의 평탄화에 쓰이는 연마장치 및 연마방법에 관한다.

반도체기억장치등의 반도체장치는 매년 집적도가 높고, 그 내부회로의 배선의 다층화도 더 진전되고 있다. 그 배선의 다층화를 가능케하기 위하여 화학기계연마[이하, CMP(chemical mechanical polishing)이라 한다]기술을 이용하여 배선상의 층간절연막이 평탄화 된다. CMP기술에서는 시간, 비용면에서 연마의 중점 검출이나 자동화가 중시되어 있다.

그러나, 그 연마의 종료시기에 대하여는, 연마포의 열화등이 원인으로 연마속도가 일정하게 보지되어 있지 않기 때문에, 시간적으로 제어하였다 하더라도 엄밀히 결정할 수 없었다. 따라서, 지금까지는 단시간의 연마를 하고서는 일단 연마를 중지하여 피연마물의 연마상태를 관찰하는 방식으로 평탄면이 얻어지기까지 작업을 반복하고 있었다. 이와같은 방법으로는 수고나 시간도 걸리므로 실용적이지 못하다.

CMP의 중점검출은 지금까지, 정반(定般)(헤드라고도 한다)을 회전시키는 모터의 토크의 변화를 검출하여 그 변화에 의하여 연마면의 마찰저항을 모니터하는 방법이 있었다. 그러나, 이 방법은 고주파성분이 전무하기 때문에, 연마면의 마찰력의 위치적, 시간적평균을 얻는데 지나지 않으므로, 감도가 나쁘고, 더욱이 헤드의 구조에 의해서는 사용할 수 없는 경우도 있다. 예를 들면, 헤드와 광체(管體)가 탄성체로 접합되도록 하는 구조를 가지는 에어백방식에서는, 연마면의 마찰의 영향이 회전축에 전달되기 어렵게

되어, 현저히 감도가 저하하여 실용화되지 않다.

또, 광학식막후계(光學式膜厚計)로 연마물을 측정하여 종점을 검출하는 방법도 있으나, 리얼타임으로 검출할 수 없다. 또, 질화실리콘막과 SiO<sub>2</sub>막을 동시에 연마하는 경우에는, 광학식후마계로 그 연마막 두께를 정도(精度) 좋게 측정할 수가 없다.

그리하여, 모터의 회전토크나 정반의 진동의 변화에 의하여 연마의 종점검출을 하는 것이 특개평6-320416호, 특개평6-45299호 공보에서 제안되어 있다. 그러나, 그들의 공보에서는, 연마면이 단순히 평탄화 되었는지의 여부가 아니고, 연마가 진행하여 이질(異質)의 재료가 연마면에 노출하고, 이에 의하여 연마면의 마찰저항이 변화하여 진동이 변화한 시점을 종점으로 하고 있다.

또, 연마면과 연마포와의 마찰에 의한 정반의 비틀을, 비틀 센서로 측정하는 방법이 특개평6-320416호 공보에 기재되어 있다.

그러나, 비틀센서를 작용하는 연마장치에서는, 연마에 의해서 생기는 진동이 작으므로, 연마장치의 모터 진동등의 기계적진동(음)이 백그라운드 노이즈로서 혼입하기 때문에, 충분한 감도를 얻을 수 없다. 이 결과, 연마면의 전영역의 연마상태를 정도 좋게 검지하거나 또는 종점을 검출하는 것은 어렵고, 기본적인 연마를 끝낸 후에, 다시금 추가의 연마가 필요하게 된다.

또, 연마면과 연마포와의 마찰에 의해서 생기는 헤드의 비틀 센서로 측정하는 경우에는, 그 비틀은 비틀 센서에 나타나는 만큼 크지는 않다. 더구나, 연마장치 자체의 진동을 필터로 저감(低減)하여도, 비틀센서에 의해서 웨이퍼표면의 요철의 변화는 검출될 수 없는 것이 실상이다. 왜냐하면 비틀센서는 높은 진동주파수에 감도가 없기 때문이다.

종래의 연마장치에서는, 연마포의 날을 세우거나 교환의 시기에 관한 객관적인 지표가 없으므로, 그들의 작업을 불필요하게 행하는 경향이 있다.

더욱이, 연마시의 먼지(이물)에 의해서 연마면에 손상이 생겼다 하더라도, 연마종료후에 연마대상물을 꺼내어 그 연마면을 현미경으로 관찰함으로써, 비로소 손상의 존재를 알게된다. CMP에 의한 연마시의 먼지의 발생 및 혼입에 대하여는 하등의 대책도 포착되지 않고, 연마면의 손상을 관찰함으로써 간접적으로 평가하고 있다.

한편, 종래에는 연마종료 후에 연마평가를 행하고 있으므로, 1롯트(통상은 25매정도)의 초기의 단차에서 먼지가 혼입하여 피연마물의 표면에 손상이 생기기 시작하여도, 그 1롯트가 종료하기까지는 먼지의 혼입은 생각하지 못했다. 이 때문에, 연마면을 손상시키는 먼지가 들어간 후에 연마되는 피연마물에는 당연히 손상이 생기므로, 반도체웨이퍼와 같은 연마대상물이 불필요하게 소비된다. 더구나, 손상된 연마면에서 그 일부가 떨어져 나가 먼지로되어, 먼지가 더 증가하는 경우도 있다.

또, 연마시에 먼지가 존재하여도, 그 장소가 특정되지 못하므로, 먼지를 제거하기 위한 연마포 전체를 교환하는 경우도 있고, 그와 같은 경우에는 수고시간이 걸린다.

더욱이, 상기한 특허공개공보에서는, 정반진동검출을 위한 신호를 정반위에서 증폭기에 전달하는 것이 기재되어 있으나, 그 신호전달을 우선으로 하고자 하는 경우에는, 정반을 회전시키기 위한 모터의 샤프트에 의해서 우선신호가 일시적으로 도중에서 끊어진다.

그런데, 연마량은, 패턴의 형태에 의존하고, 더구나 가압력, 회전수, 연마액유량, 연마포의 표면상태등의 연마조건에 의해서 대폭으로 변화한다. 따라서, 시간으로 연마량을 제어하는 경우에는, 롯트마다 일단 시험삼아 연마를 행하여 연마속도를 확인하는 것을 행하고 있으므로, 이에대한 수고와 시간이 걸린다. 더구나, 패턴의 다른 복수종류의 롯트에 대하여 연마를 행하는 경우에는, 시험삼아하는 연마가 정하는 시간이 늘어 처리능력(throughput)이 저하한다.

본 발명의 목적은, 연마시의 진동을 고감도로 검출하여 연마의 편차를 정도 좋게, 더구나 리얼타임에서 검출하여 연마시간을 단축하고, 또, 먼지의 존재에 대한 확인을 용이하게 행함과 동시에, 정반의 진동의 전달을 우선으로 정상적으로 행함과 동시에, 연마상태를 포착하기 위하여 이용되는 연마고유의 진동의 검출능력을 개선하는 연마장치 및 연마방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

본 발명에 의하면, 진동검출기에서 얻어지는 진동정보를 주파수분석하고, 연마이외의 원인에 의한 진동성분(예를들면 연마장치에 고유의 진동성분)을 강한 진동강도를 시간마다 적분하고, 적분치가 기준치를 밑돌았을 때, 또는 그 적분치의 시간적변화가 기준치를 밑돌았을때의 그 어느 시점에서, 연마정지의 신호를 보내는 신호해석수단에 의해서 연마를 정지하도록 하였으므로, 연마의 종점검출이 용이하게 된다.

그 신호해석수단에서는, 연마개시부터 연마정지까지의 시간이 설정시간 보다 짧은 경우와, 상기 적분치의 시간적 변화가 지정치를 넘어서 감소한 경우의 그 어느것으로, 연마포 열화신호를 표시한 신호를 출력하므로, 연마의 종료가 연마포의 열화인지의 판단이 용이하게 되고, 최적의 연마작업이 되게된다.

연마시에, 특정의 연마주파수의 진동강도의 감소율이 다른 진동주파수의 진동강도에 비해서 큰 경우에는, 연마가 같은 모양으로 행해지지 않은 것이 실험적으로 확인되어 있으므로, 그와 같은 진동강도의 감소를 검지하여 연마조건을 바꾸어서 연마가 같은 모양으로 되도록 연마조건을 바꾸면 최적의 연마가 되게된다.

또, 연마대상물을 지지하는 제1의 정반과 회전력전달체기구를 탄성체를 통하여 접촉한 구조를 가지는 연마장치에 있어서, 제1의 정반에 진동검출기를 장치하였으므로, 회전력전달기구에 고유의 진동을 탄성체에 의해서 흡수시켜, 연마대상물의 진동을 검출하는 경우의 S/N비가 개선된다. 이에의해서, 연마의 종점검출이 보다 빠르고 더구나 정확히 파악할 수가 있다.

또, 연마시의 진동을 유발하는 기구를 연마포에 형성하도록 하고 있으므로 연마시에 생기는 진동의 진동강도가 커짐과 동시에, 진동검출기에 의해서 검출되는 진동주파수 대역이 넓어져서, 연마조건에 치밀한 제어나, 연마의 종점검출을 용이하게한다. 그와같은 기구로서는, 연마포에 복수의 홈을 형성하고, 그 홈에 둘러 싸인 영역에서의 진동을 유발시키는 것이 있다.

이 경우, 연마포나 정반의 내부에 공동(空洞)을 형성하면, 유발된 연마시의 진동이 증폭되어서, 진동검출의 진동강도의 변화의 파악은 용이하게 된다.

더욱이, 연마시의 진동검출기에 의한 진동의 감쇠량을 실효치로서 포착하고, 이 실효치의 변화를 시간마다 측정하여 그 변화의 적분치 또는 일정시간의 변화량이 0 또는 그 이상으로된 시점을 연마의 종점검출로서도 좋다.

이 경우, 제1의 정반이 회전외에 연마포상을 이동하는 동작을 수반하는 경우에는 교류성분이 너무커서 종점을 판단하기 어렵게 된다. 이 경우에는, 제1의 정반의 위치를 포함한 함수에 의해서 실효치를 나눔으로써, 검출신호를 조정하면, 연마의 종점검출이 빠르고 또한 정확히 검출되었다.

또, 본 발명에 의하면, 연마시의 진동의 검출하는 진동검출기의 출력을 무선으로 외부에 송신하는 경우에, 송신안테나와 수신안테나를 동축상에 배치하도록 하였으므로, 안테나가 회전하거나 요동하여도 안정된 송·수신이 되게 된다.

더욱이, 정반에 장착되는 진동검출기나 송·수신에 전력을 공급하는 경우에는 그 정반을 회전하는 샤프트의 주위에 환형상(環形狀) 도전체를 장착하여, 이 환형상 도전체에 접촉하는 부러쉬를 통하여 전력을 공급하도록 하고 있으므로, 전지교환의 수고, 시간이나 전력부족에 의한 작업정지의 사태가 회피된다. 또, 환형상 도전체로서 시판하는 슬립 링(sleep ring)을 사용하여도 좋다.

또, 본 발명에 의하면, 복수의 연마를 동시에 행하여, 연마정보를 무선으로 송·수신하는 경우에 자동주파수제어기구를 사용하고 있으므로, 온도변화에 의해서 송신주파수에 변동이 생겨도 안정된 송신상태가 얻어진다.

더욱이, 본 발명에 의하면, 연마시에 있어서, 정반에 장착된 진동검출기에 의해서 검출된 진동강도의 이상을 검출하여, 진동강도의 이상검출시간이 정반의 회전주기보다 짧은 경우에 먼지의 존재를 표시한 신호를 출력하는 신호분석부를 설치하도록 하고 있으므로, 그 후에 계속되는 피연마물의 연마면의 먼지에 의한 손상의 발생이 미연에 방지된다.

또, 진동강도의 이상이 정반의 주기보다 길게 발생하는 경우에는, 손상 이외의 원인이므로, 곧 연마를 정지하면, 먼지 이외의 원인에 의한 연마장치의 이상동작을 용이하게 검출할 수 있다.

더욱이, 다른 본 발명에 의하면, 내부가 공동으로 기밀보지 되는 곡체에 방진된 에어백식의 상측정반을 가지는 구조에 있어서, 원주방향의 진동을 검출하도록 하는 진동검출기를 상측정반에 장착하여, 그 진동검출기에서 출력된 진동강도 또는 진동스펙트럼의 신호의 변화에 의해서 연마의 종료등을 행하게 하고 있다. 이에 의하면, 에어백식의 상측정반의 회전방향의 진동강도나 그 스펙트럼의 변화를 알게됨으로써, 연마상태의 변화를 판단하는 것이 용이하다.

또, 진동검출기로 부터의 신호를 밴드패스필터를 통하여 제어부에 출력하도록 하면, 연마장치나 연마조건에 맞추어서, 연마장치 고유의 주파수의 진동에 의존하는 진동성분을 제거하여, 실제의 연마에 의해서 발생하는 진동만을 선택할 수가 있다.

또, 진동검출기에 의해서 검출한 진동신호를 무선으로 제어부에 보내는 경우에, 대수앰프(logarithmic amplifier)를 통하여 진동신호의 진폭렌지(range)를 확대하여 무선으로 보내고, 수신후에 역대수앰프로 진동신호를 복원하면, S/N비가 향상한다.

또, 진동검출기에 의한 출력신호가 작은 경우에, 진동검출기를 복수접속함으로써 출력신호를 크게할 수가 있다. 더구나, 그들 복수의 진동검출기에 의해서 검출하고 싶지않은 진동성분도 늘게되므로, 그 불필요한 진동성분이 서로 지워지고, 또한 필요한 진동성분이 가산되도록, 진동검출기의 방향이나 배치를 선택하도록 하면, 불필요한 진동성분에 의한 노이즈를 저감하여 S/N비가 향상된다.

또, 다른 본 발명에 의하면, 연마의 진행에 의해서 변화하는 피연마물 지지반(支持板)의 진동을 진동검출기에서 검출하는 경우에, 그 진동검출기의 주위에 방음재를 배치하고 있으므로, 모터등의 백그라운드 노이즈의 진동검출기에의 입력을 억제하여 S/N비가 개선된다.

또, 연마의 진행에 의해서 변화하는 피연마물 지지반의 진동을 진동검출기로 검출하는 경우에, 검출하고자 하는 진동의 주파수를 진동검출기의 최대감도주파수로 변환하도록 하였으므로, S/N비가 개선된다.

또, 연마의 진행에 의해서변하하는 피연마물 지지반의 진동을 진동검출기로 검출하는 경우에, 검출하고자 하는 진동주파수와 같은 주파수의 고유진동 주파수를 가지는 진동판을 피연마물 지지반과 진동검출기의 사이에 개재시켰으므로, 진동검출기에 입력하는 검출진동을 공진시켜서 증폭할 수 있고, S/V비가 개선된다.

또, 연마의 진행에 의해서 변화하는 피연마물 지지반의 진동을 진동검출기로 검출하는 경우에, 피연마물 지지반을 관통하여 진동검출기와 피연마물에 접촉하는 진동전달체를 설치하였으므로, 피연마물에서 진동검출기에의 진동전달효율이 좋아져서 S/N이 개선된다.

또, 연마의 진행에 의해서 변화하는 피연마물 지지반의 진동을 진동검출기로 검출하는 경우에, 검출시에 있어서, 피연마물 지지반을 구동하는 에너지의 공급을 일시적으로 정지하도록 하였으므로, 백그라운드 노이즈가 대폭으로 절감되고, S/N비가 개선된다.

또, 연마의 진행에 의해서 변화하는 피연마물 지지반의 진동을 진동검출기로 검출하는 경우에, 검출하고자 하는 진동주파수와 백그라운드 노이즈의 진동주파수를 상위하게 함과 동시에, 피연마물 지지반의 고유진동주파수와 검출하고자 하는 진동주파수를 같도록 하였으므로, S/N비가 개선된다.

또, 연마의 진행에 의해서 변화하는 피연마물 지지반의 진동을 진동검출기로 검출하는 경우에, 백그라운드 노이즈와 역위상으로 진동하는 진동판을 피연마물 지지반과 진동검출기의 사이에 개재시켰으므로, 진동검출기에의 백그라운드 노이즈의 입력을 배제하여 S/N비를 개선할 수 있다

또, 연마의 진행에 의해서 변화하는 피연마물 지지반의 진동을 진동검출기로 검출하는 경우에, 피연마물 지지반상에 진동검출기를 복수로 장착하여 선택가능케 하였으므로, 진동검출기의 고장에 의한 교환의 수가 경감된다.

더욱이, 다른 본 발명의 연마장치에 의하면, 연마시에 피연마물 지지반의 위치를 검출하는 변위검출기를 가지고 있으므로, 연마가 진행됨에 따라 연마포와 피연마물의 마찰력이 변화하여 피연마물 지지반의 위치가 변화하고, 그 변위의 변화량을 의해서 연마의 종점등을 검출할 수 있다. 이 경우, 피연마물 지지반의 위치의 변화량을 백그라운드 노이즈와는 진동주파수대가 다르므로, 모터등의 진동의 영향을 받지않고, S/N비가 좋은 검출이 가능케 된다.

더욱이, 본 발명에서는, 연마시 고유의 진동을 크게하거나, S/N비를 개선하는 등의 방법을 채용하고 있으므로, 연마종점검출용의 이물(異物)을 갖지 않은 웨이퍼의 연마종점검출등의 판단이 용이하게 된다.

#### [제1실시예]

제1도는, 본 발명의 제1실시예의 연마장치의 요부를 표시한 구성도이다.

연마장치는, 모터 M에 의해서 회전되는 원반형상의 하측정반 2와, 흡착패드(도시하지 않음)를 통하여 피연마물 W를 지지하는 원반형상의 상측정반 3을 가지고 있다. 하측정반 2와 상측정반 3내에는 각각 1개 또는 복수의 공동으로서 되는 공진부 2a, 3a가 형성되어 있다. 또, 하측정반 2상에는, 피연마물 W와 대향접촉하는 연마포 1이 붙여져 있다.

연마포 1은 예를들면, 발포 우레탄으로 되어있는 2층구조 되어 있다.

연마포 1의 상층부에는, 제2a, 2b도에 표시한 바와같은 깊이 2mm정도의 제1의 홈 4가 복수의 개소에 형성되어 있다. 제1의 홈 4에 둘러 싸인 직사각형 형상의 영역은 예를들면 20mm사방의 넓이를 가지고, 연마시에 피연마물 W에 접촉하여 진동을 유발하는 여진부 5로 되어 있다. 또, 연마포 1의 하층부에는, 여진부 5에 겹치는 제2의 홈(공동) 6이 형성되고, 그 제2의 홈 6은, 여진부 5의 진동에 공진하도록 되어 있다.

제1의 홈 4의 형성영역은 특히 한정되는 것은 아니나, 예를 들면 제2a, 2b도에 표시하는 것이 있다. 제2a도에 표시한 제1의 홈 4는 평면이 직사각형 형상의 것으로서, 십자방향으로 복수개 형성되어 있다. 또, 제2b도에 표시한 제1의 홈 4는, 직선상에 중첩으로 복수개 형성된 것이다.

상측정반 3은, 제3도에 표시와 같이, 고무나 스프링등의 탄성체 7을 통하여 내부공동의 광체 8에 지지되어 있고, 광체 8과는 다른 움직임을 하도록 되어 있다. 광체 8의 상부는, 샤프트구동부 21에 의해서 회전 및 상·하이동되는 샤프트 9의 하단에 고정되어 있다. 광체 8과 상측정반 3과 탄성체 7은 전체로 헤드라고도 불리우고, 그 헤드내부의 공간은, 상측정반 3을 연마포 1에 압압할 수 있는 내부압력으로 되어 있다.

상측정반 3의 상부 또는 측부에는 진동검출소자(가속도소자라고도 함) 10이 장착되고, 그 진동검출소자 10의 출력단은 광체 8에 장착된 송신기 13에 접촉되어 있다. 진동검출소자 10으로하여, 예를들면 압전소자 가속도센서가 사용된다.

광체 8과 상측정반 3과 탄성체 7에 의해서 둘러 싸이는 공간이 소정의 압력에 보지되는 구조의 헤드는, 에어백식 헤드라 불리운다. 에어백식 헤드에서는, 상측정반 3이 위로 벗어나면 상측정반 3에는 위치를 원점으로 되돌리는 하향(下向)의 압력이 가해지는 한편, 상측정반 3이 아래로 벗어나면 상측정반에는 위치를 원점으로 되돌리는 상향(上向)의 압력이 가해지는 압력이 가해지고 또는 그와 같은 압력이 지지된다. 그 압력은, 샤프트 9내의 공동을 통하여 외부에서 가해진다.

또, 송신기 13은, 진동검출소자 10에서의 진동주파수, 진동강도에 관한 정보의 신호를 무선으로 수신기 14에 송신하고, 수신기 14로 받은 진동정보를 신호해석부 15에 의해서 분석하고, 얻어진 진동주파수와 진동강도의 파워스펙트럼에서 연마이외의 원인에 의한 고유진동성분(예를들면, 연마장치고유의 진동성분)을 감하여, 그 결과를 예를들면 표시부 16에 표시하거나, 구동제어부 17을 통하여 샤프트 9나 드렛서(dresser) 12를 이동하거나 구동, 정지하거나, 또는 구동제어부 17을 통하여 노출 11에서 공급되는 연마액 공급량을 제어하고 있다. 연마포 1의 표면은 드렛서 12에 의해서 세워진다. 드렛서 12의 상·하이동 및 회전동작은, 구동제어부 17에 의해서 제어된다.

하측정반 2를 회전시키는 모터 M의 회전수는, 구동제어부 17에 의해서 제어된다.

상술한 연마장치에 의해 연마되는 피연마물 W로서는, 예를들면 실리콘, 게르마늄이나 화합물반도체등의 웨이퍼나, 그와 같은 웨이퍼에 형성된 도전막, 절연막, 금속막이 있다.

또, 상기한 제1 및 제2의 홈대신에 연마포 1에 복수의 소공(小孔)을 형성하도록 하여도 좋다.

그리하여 다음에, 반도체웨이퍼의 연마를 예로들어 상기한 연마장치의 동작을 설명한다.

먼저, 피연마물 W로서 반도체웨이퍼 W를 상측정반 3의 하면에 붙인후에, 구동제어부 17로부터의 신호에 의해서 하측정반 2를 회전시킨다. 다시금 구동제어부 17 신호에 의해서 샤프트 9를 회전, 하강 시켜서 반도체웨이퍼 W를 연마포 1에 압압한다. 그 연마할 때에는 노출 11을 통하여 연마액을 연마포 1에 공급한다.

연마가 개시되면, 반도체웨이퍼 W와 연마포 1의 마찰에 의해서 반도체웨이퍼 W가 진동하므로, 연마포 1에 형성된 진동부 5가 진동하고, 그 진동은 제2의 홈 6이나 하측정반 2와 상측정반 3의 공진부 2a, 3a의 공진에 의해서 증폭되고, 진동검출소자 10에 전달된다.

진동검출소자 10에 입력하는 진동으로서, 마찰에 의한 진동성분외에 샤프트 9를 구동하는 샤프트구동부 21에서의 진동성분이 존재한다. 샤프트구동부 21의 고유진동은, 마찰진동을 검출하는 진동검출소자 10의 노이즈로 된다. 그러나, 진동검출소자 10은, 상측정반 3에 장착되어 있으므로, 샤프트 9와 광체 8에 전달한 샤프트구동부 21의 고유진동은, 탄성체의 7의 진동흡수에 의하여 감쇠된다. 이 결과, 상측정반 3에 전

달되는 샤프트 구동부 21의 고유진동은 약해지므로, 진동검출소자 10에 입력하는 노이즈가 저감한다.

진동검출소자 10에 의해서 검출된 진동주파수나 진동강도등의 진동정보는, 송신기 13, 수신기 14, 신호해석부 15를 통하여 표시부 16에 표시된다. 표시부 16에서는, 예를 들면 제4도에 표시와 같은 진동의 파워스펙트럼이 표시된다. 이 파워스펙트럼은, 신호해석부 15에 의해서 연마이외의 원인에 의한 고유진동성분을 뺀 것이다.

연마의 초기단계로서 연마면의 전면에 요철이 존재하는 상태에서는, 제4도에서 볼수 있는 바와같이, 저주파에서 고주파까지의 넓은 진동주파수대에 걸쳐 진동강도가 커져 있음을 알수 있다. 연마가 진행하여 연마면의 일부가 국부적으로 평탄하게 되면, 진동강도가 진동주파수 전체에서 감소하고, 특히 500Hz정도의 낮은 진동주파수의 진동강도의 감쇠가 현저하게 된다. 저주파의 감쇠는, 연마면의 일부가 평탄하게 연마됨으로써 일어나는 특유의 현상이고, 전체가 같은 모양으로 연마되어 있는 경우에는 1000Hz전후의 고주파의 진동강도가 감소한다. 연마면의 일부가 평탄되어 있는 경우에는, 구동제어부 17에 의해서 상측정반 3이나 하측정반 2의 회전수나 상측정반 3에 의한 압력등을 조정하여, 연마의 편차를 적게한다.

연마면의 전면이 같은 모양으로 평탄화하면 진동이 생기지 않게되므로, 제4도에 보이는 바와 같이 진동강도가 전 진동주파수대역에서 거의 0이 된다.

이와 같이, 연마포 1에 설치한 여진부 5의 진동유발에 의해서 진동주파수 대역이 넓고, 또한 진동강도가 커져서 감도가 좋게될 뿐만 아니라, 연마포 1의 제2의 홈 6이나 상측정반 3 및 하측정반 2의 공진부 2a, 3a에 의한 공진에 의해서 진동이 증폭된다.

이에 의하여, 연마면에서의 미세한 요철의 존재를 증폭하여 검출하는 것이 가능케 되었다. 그 진동의 변화에 의해서 연마상태가 연마면의 0.05 $\mu$ m이하의 미소한 요철에서도 검출되고, 또, 연마면의 연마편차의 상황이 정도 좋게 파악되고, 그 편차가 저하하는 방향으로 연마압력을 바꾸거나 상측 또는 하측정반 2, 3의 회전수를 바꿈으로써 자동적으로 수정하여 연마편차를 수정할 수가 있다. 이에의해서, 연마상태를 고정도(高精度)로 파악하여, 연마의 종료를 용이하게 판단할 수 있어, 추가연마가 불필요하게 되어 처리능력이 향상된다.

진동주파수에 대한 진동강도의 스펙트럼을 신호해석부 15에 의해서 적분하면 연마가 진행됨에 따라 적분치는 차츰 감소 하므로, 적분치의 시간적변화가 없어진 경우에는 연마가 종료 하였다고 판단하여 신호해석부 15에서 연마종료의 신호를 구동제어부 17에 보내고, 구동제어부 17은 샤프트 9의 회전을 정지하거나, 샤프트 9를 상승시키거나 하여, 반도체웨이퍼 W와 연마포 1의 접촉을 끊고 연마를 종료시킨다.

이 경우의 적분치는, 소정의 주파수대역에 표시된 진동강도의 평균치로 되어도 좋다.

더욱이, 그 적분치가 연마종료시에도 완전히 0이 되지 않도록하는 경우에는, 그 적분치가 미리 설정한 기준치로 되거나, 또는 적분치의 시간적변화가 미리 설정한 기준치보다 적게된 시점에서 연마종료라고 판단하여도 좋다.

그런데, 연마가 끝나지 않은 상태에서 연마포 1이 마모하면, 피연마물 W와 여진부 5와의 마찰이 감소하여 진동이 생기지 않게되고, 진동강도가 급속히 감쇠하여 연마종료의 상태와 거의 같은 특성으로 변화한다. 이와 같은 급격한 진동강도의 감쇠는, 진동검출소자 10, 송신기 13, 수신기 14를 통하여 신호해석부 15에 의해서 검출되고, 신호해석부 15에 의해 연마포 1이 열화라고 판단된다. 이 경우에는, 구동제어부 17을 통하여 연마를 중지함과 동시에 드렛서 12를 구동하여 연마포 1을 세우게 된다. 그리하여, 이 후에 연마를 재개한다.

연마포 1의 표면이 미끄러운 모양으로된 경우에는, 진동주파수의 0~수 백Hz의 대역의 진동강도가 수 dB의 크기로 존재하므로, 그 진동주파수대역에서의 진동강도의 존재와 진동강도의 변화의 정보에 기초하여 연마포가 마모한 것을 검지하여도 좋다.

연마포의 열화의 기준은, 연마개시부터 종료까지의 시간이 미리 설정한 시간 보다 짧은 경우나, 적분치의 시간적변화가 지정치를 넘어서 감소한 경우를 열화기준으로 하여도 좋다.

다음에, 상기한 연마장치를 사용하여 반도체장치의 배선을 덮는 절연막을 연마하는 공정에 대하여 설명한다.

반도체장치의 배선을 형성하는 경우에는, 먼저, 제5a도에 표시와 같이, 반도체기판 W<sub>1</sub>의 상에 제1의 절연막 W<sub>2</sub>를, 형성한 후에, 제1의 절연막 W<sub>2</sub>상에 금속막을 형성하고, 이어서, 제5b도에 표시와 같이 그 금속막을 패터닝하여 배선패턴 W<sub>3</sub>을 형성한다. 그 후에 제6a도에 표시와 같이, 배선패턴 W<sub>3</sub>과 제1의 절연막 W<sub>2</sub>에 의해서 형성되는 단차는, 제2DML 절연막 W<sub>4</sub>의 표면에 요철로 되어 나타난다. 제2의 절연막 W<sub>4</sub>의 표면은, 상기한 연마장치에 의해서 종점이 검출되기 까지 연마되고, 그 연마면은 제6b에 표시와 같이 평탄하게 되었다.

제2의 절연막 W<sub>4</sub>가, 예를 들어 TEOS를 사용한 SiO<sub>2</sub>막인 경우에는, 연마속도가 크므로, 제7a도에 표시와 같이, 제2의 절연막 W<sub>4</sub>의 상에 CVD에 의해서 질화실리콘막 W<sub>5</sub>이 형성되는 경우도 있다. 그 질화실리콘막 W<sub>5</sub>의 표면에는 요철이 나타난다. 제2의 절연막 W<sub>4</sub>와 질화실리콘막 W<sub>5</sub>의 표면은 본 발명의 연마장치에 의해서 종점이 검출되기 까지 연마되고, 그 연마면은 제7b도에 표시와 같이 평탄하게 된다. 질화실리콘은 SiO<sub>2</sub>보다 단단하므로, 질화실리콘막 W<sub>5</sub>가 존재하는 경우의 연마량은, 질화실리콘막 W<sub>5</sub>가 존재하지 않은 경우의 연마량보다 적다.

제2의 절연막 W<sub>4</sub>만을 연마하는 경우에는, 그 연마면은 제8a~8c도와 같이 변화하고, 이들의 경우에 진동검출소자 10에 입력하는 진동의 파형은 제10도에 표시하는바와 같이 연마가 진행함에 따라 작아진다.

한편, 제2의 절연막  $W_4$  및 질화실리콘막  $W_5$ 를 연마하는 경우에는, 제9a,9b도에 표시와 같이, 초기의 상태에서 전체를 덮어있던 질화실리콘막  $W_5$ 는, 연마가 진행됨에 따라 일부가 소실하고, 그 부분에서 제2의 절연막  $W_4$ 가 노출하게 된다. 더욱이 질화실리콘막  $W_5$ 과 제1의 절연막  $W_4$ 를 연마하면, 연마면이 평탄화한 시점에서 연마의 중점이 검출되고, 연마는 정지된다. 그 연마면에는, 제9c도에 표시하는 바와 같이, 제1의 절연막  $W_4$ 만이 노출하는 경우도 있고, 일부에 질화실리콘막  $W_5$ 이 남아있는 경우도 있다.

이들의 연마시에 진동검출소자 10에 입력하는 진동의 피형은 거의 제10도에 표시하는 바와같이 된다.

따라서, 상기한 연마장치는, 특개평6-320416호 공보에 기재되어 있는 바와 같이 막질의 변화에 의해서 진폭이 크게되는 상황을 포착하는 것은 아니고, 연마면의 평탄성이 좋아짐에 따라 진동강도가 감소하는 사상을 포착하고, 진동의 감소가 소정의 기준으로 통한 단계에서 연마중점을 판단하여 연마를 정지하는 구성으로 되어 있다.

더욱이, 상기한 진동검출소자 10을 상측정반 3에 복수개 장착하여도 좋다. 예를들면, 종방향의 진동과 횡방향의 진동을 따로 검출하여 연마상태를 더욱 상세히 검출하여도 좋다. 이 경우의 진동강도의 스펙트럼의 적분치는 복수의 진동검출소자 10의 평균치에 의해서 구해도 좋다. 또, 진동검출소자 10의 장착 장소를 상측정반 3이 아닌 하측정반 2로서도 좋다. 그 장착장소에 대하여는, 이하의 실시예에서도 마찬가지로 적용된다.

#### [제2실시예]

제11도는, 본발명의 제2실시예를 표시한 측면도이다.

본 실시예에서는, 제11도에 표시와 같이, 세라믹이나 수정등의 압전재료로서 되는 진동검출소자(가속도소자)18을 상측정반 3의 중간층에 개재시켜져 있다. 이에 의하여, 피연마물 W의 연마면에 수직의 진동은 물론이고, 연마면의 면에 따라 생기는 편차방향의 마찰, 즉 「편차 마찰력」을 검출할 수 있다. 편차 마찰력은, 연마면의 일부가 국소적으로 평탄화되면 급속히 감소하므로, 전체적으로 균일하게 연마한 경우에는, 급속히 감소하지 않도록 연마조건(예를들면 연마압력, 연마속도)을 조정하여 연마의 편차를 해소시킨다.

이 실시예의 진동검출소자 18은, 제1실시예와 마찬가지로 송신기 13에 접속된다. 또, 이 진동검출소자 18은, 연마포 1에 여진부 5를 갖지 않은 연마장치에 적용하여도 좋다.

#### [제3실시예]

제12도는, 본발명의 제3실시예를 표시한 측면도이다.

본 실시예에서는, 제12도에 표시와 같이, 스트레인 게이지(strain gauge)와 같은 필름상의 압력센서 19를 피연마물 W와 상측정반 3의 사이에 개재시켜져 있다. 이에 의하여, 피연마물 W가 연마면에 수직인 방향으로 받는 압력변화를 전기저항의 변화로서 검출함으로써, 수직방향의 진동주파수나 진동강도를 검출할 수 있다. 이 압력센서 19로서 압력분포를 검출할 수 있는 형태의 것을 사용하여도 좋다.

이 실시예의 진동검출소자 18은, 제1실시예와 마찬가지로 송신기 13에 접속되나, 연마포에 상기한 여진부를 갖지 않은 연마장치에도 적용될 수 있다.

#### [제4실시예]

상기한 실시예에서는 피연마물을 상측정반에 장착하여, 연마포를 하측정반에 붙이도록 하였으나, 제13도에 표시하는 바와 같이, 피연마물 W를 하측정반 2에 장착하고, 연마포 1을 상측정반 3에 붙이도록 하여도 좋다.

이 실시예에서도, 연마포 1에는 여진부 5가 설치되고, 또, 진동검출소자 10과 송신기 13이 상측정반 3에 장착되어 있다.

더욱이, 실시예에서도 연마포 1에는 제1실시예와 마찬가지로 제2의 홈 6을 형성하거나, 상측정반 3이나 하측정반 2에는 공동으로서 되는 공진부 2a, 3a를 설치하여도 좋다.

#### [제5실시예]

상기한 실시예에서는, 샤프트로 상측정반을 회전하는 기구로 되어 있으나, 제14도에 표시와 같이, 회전기구가 없는 상측정반 20을 사용하는 이른바 데드웨이트(dead weight)형의 연마장치를 사용하는 경우에도, 상측정반 20에 진동검출소자 10이나 송신기 13을 탑재하여도 좋다. 이 경우, 하측정반 2상의 연마포 1에 여진부 5를 설치하거나, 상측정반 20이나 하측정반 2에 공동으로서 되는 공진부를 설치하여도 좋다.

더욱이, 제14도에 있어서, 제1도와 동일부호는 동일요소를 나타내고 있다.

#### [제6실시예]

상기한 연마장치에 사용하는 송신기의 전원으로서 전지를 사용하는 것을 고려하지만, 연마장치의 구동중에 전지의 전력공급능력이 저하하면, 연마에 지장을 준다. 본 실시예에서는, 전지를 적용하지 않고 송신기에 전력을 공급하는 구조와, 송신기와 수신기를 무선으로 접속하는 구조를 가지는 연마장치를 나타낸다. 제15도는, 본 발명의 제6실시예의 측면도이다. 제15도에 있어서 제1도와 동일부호는 동일요소를 나타내고 있다.

제15도 있어서, 샤프트 9상에는, 모터를 가지는 샤프트 구동부 21이 장착되고, 이 샤프트구동부 21은 탄성체 22를 통하여 요동장치 23에 장착되어 있다. 요동장치 23은, 벨트 24에 접속되어 연마포 1a의 상면에 따라 중회로 이동가능케 배치되어 있다.

또, 상측정반 3에는 진동검출소자(예를들면 가속센서) 10이, 상측정반 3의 중심에서 정반반경의 1/4~3/4

만큼 떨어진 위치에 장착되어 있다. 송신기 13이 장착되지 않은 광채 8의 외주면에는 송신기 13에 접속된 송신용안테나 25가 적어도 1주(1 cycle) 형성되어 있다. 또, 요동장치의 외주면에는 수신용 안테나 26이 적어도 1주 형성되고, 수신용안테나 26은 탄성체 22와 벨트 24에 따라 배치된 신호선 27을 통하여 제1도에 표시한 수신기 14에 접속된다. 더욱이, 수신용 안테나 26은, 접지된 실드(shield)선 27a에 둘러 싸여 있다.

한편, 샤프트 9의 주위에는, 그 표면에서 절연된 환형상 도전체 28이 형성되고 이 환형상 도전체 28에는 도전성의 부러쉬 29가 접촉하여 있고, 도전성 부러쉬 29는 외부에 끌어내어지는 전력공급용배선에 접속되어 있다. 또, 환형상 도전체 28에서는 샤프트 9의 내부 또는 외부에 따라 전선 30이 끌어내어져 있고, 그 전선 30은 송신기 13의 전원단자에 접속되어 있다. 그 전선 30은 절연물에 의해서 피복되어 있다.

또, 상측정반 3을 광채 8에 지지하기 위한 탄성체 7이 절연체인 경우에는, 상측정반 3과 송신기 13의 사이에는 어스(earth)전위를 확보하기 위하여 상측정반 3을 도전체에 의해서 형성하거나 또는 상측정반 3의 표면에 금속을 증착하여 그들을 어스에 접속할 필요가 있다. 이에 의하여 샤프트 9의 길이 방향으로 접지전위인 전선 30은 하나로 축하게 된다.

이와 같은 연마장치에 의하면 상측정반 3을 샤프트 9에 의해서 회전하는 경우에도, 송신기 13에서 출력된 신호는 상측정반 3의 주위에 있는 대략 환형상의 송신용안테나 25를 통하여 무선으로 송신된다. 그 무선 신호는, 샤프트구동부 21의 주위의 대략 환형상의 수신용안테나 26을 통하여 제1도에 표시하는 수신기 14에 입력하게 되므로, 무선신호가 샤프트 9에 의해서 방해되는 일이 없게 된다. 이 경우, 요동장치 23이 요동하여도 송신용안테나 25와 수신용안테나 26은 동시에 요동하고, 그 중의 송신용 안테나 25가 회전한다. 여기서, 상기 수신용안테나 26은 회전하는 일은 없다.

송신용안테나 25와 수신용안테나 26은, 그들중의 한쪽을 샤프트9의 주위에 대략 환형상으로 배치하면 송·수신이 가능케 된다. 그러나 샤프트 9의 요동에 의한 송·수신상태의 불안정성을 피하기 위해서는, 상술한바와 같이 송신용안테나 25와 수신용안테나 26의 쌍방을 환형상으로 하여, 그들을 동축상에 배치하는 것이 바람직하다.

한편, 송신기 13에서 소비되는 전력은, 샤프트 9에 따라 배치된 전선 30을 통하여 공급되므로, 송신기 13에 전력을 공급하기 위한 전지의 교환의 수고를 하지않게 되고, 더구나, 전력부족에 의한 연마의 중단을 회피하여 처리능력을 향상할 수가 있다.

더욱이, 연마포 1a는, 제1실시예와 같이 여진부가 형성된 것으로서, 또, 전력공급계통 및 신호전달계통이 되는, 제1실시예에 표시한 구조를 채용하여도 좋다.

#### [제7실시예]

제1실시예나 제6실시예에 표시한 연마장치를 복수개 사용하여, 복수의 피연마물을 병행하여 연마하는 경우에 관리시스템을 구축할 필요가 있으므로, 그 실시예를 제16도에 의하여 설명한다.

제16도에 있어서, 상기한 구조를 가지는 복수의 연마장치  $m_1 \sim m_n$ 에는, 주파수의 다른 신호  $f_1 \sim f_n$ 을 송신하는 상기한 송신기 13이 장착되어지고, 송신기 13에는 각각 상기한 진동검출소자 10이 접속되어 있다. 또, 그들의 송신기 13은, 필터에 의해서 특정의 진동주파수대역만을 송신하도록 구성되어있다.

송신기 13에서 출력된 신호는 송신용 안테나 25 및 수신용 안테나 26을 통하여 무선으로 전송된다.

송신용 안테나 25의 상방의 수신용 안테나 26에 입력한 주파수가 다른 신호  $f_1 \sim f_n$ 은 합성기 31를 통하여 수신기 32에 입력하도록 되어 있다. 수신기 32는, 신호해석부 33이 일정량의 수신데이터를 요구할때마다 복수의 송신기 13의 신호  $f_1 \sim f_n$ 을 시분할로 순서로 동조하여, 동조한 신호를 신호해석부 33에 송신함과 동시에, 오토튜닝(자동주파수제어)기구를 가지고 있다. 오토튜닝기구는, 동조할 신호의 주파수의 변동을 참조주파수의 범위내에 자동적으로 보지하는 기구이므로, 각 신호  $f_1 \sim f_n$ 의 주파수가 온도변화등으로 약간만 어긋나도, 수신불량이라는 부적합이 회피된다. 이 때문에, 송신기 13의 송신주파수가 온도변화등에 의하여 변동하여도, 항상 최량의 수신상태에서 수신된다.

또, 수신기 32는, 동조한 신호와 동일하거나 가장 가까운 주파수의 신호  $f_1 \sim f_n$ 으로서 신호해석부 33에 전송되므로, 신호해석부 33에서의 신호처리는 정상으로 행해진다.

신호해석부 33에서는, 시분할된 신호  $f_1 \sim f_n$ 의 정보에 근거하여 각 연마장치  $m_1 \sim m_n$ 의 구동제어부 17을 제어하여 정반의 구동, 정지나 압력조정, 또는 정반의 회동수의 조정을 하거나, 또는 드렛서를 구동, 정지한다.

더욱이, 튜닝은, 주파수의 크기순으로 하여 이를 몇번이라도 반복한다.

이상으로, 복수의 연마장치를 효율 좋게 또한 최적으로 관리 할 수가 있다.

#### [제8실시예]

본 실시예에서는, 연마면의 원주방향(또는 회전방향)의 진동에 의해서 연마를 제어하는 연마장치에 대하여 설명한다. 제17도는, 제8실시예를 표시한 연마장치의 측면도이고, 제18도는, 헤드의 저면도를 나타내고 있다. 제17도에 있어서, 제1도 및 제15도와 동일부호는 동일요소로 표시하고, 또, 도시하지 않은 부분은 제1도 및 제15의 어느것과 같은 기구로 되어있다.

본 실시예에 있어서, 에어백식 광채 8과 상측정반 3을 접속하는 탄성체 7은, 특히 재료를 한정하는 것은 아니나, 포를 끼워넣는 다중구조의 고무시트를 사용하였고, 그 고무시트를 복수개 겹친 것을 사용하면 기계적강도가 큰 것을 얻게된다.

상측정반 3상에는 진동검출소자 10A가 장착되어 있어, 제18도에 표시하는 바와 같이 상측정반 3의 원주방향의 미소진동을 검출하는 쪽으로 되어 있다. 그 진동검출소자 10A는, 그 방향을 바꿈으로써 검지할 진동

의 방향을 선택할수 있는 구조로 되어 있다. 전술한 제1~제7의 실시예에서의 진동검출소자는 상·하의 진동을 검출하는 쪽으로 배치되어있다.

진동검출소자 10A는, 신호선을 통하여 광채 8상의 송신기 13A에 접속되어있다. 송신기 13A의 신호출력단은 광채 8외주면의 환형상의 송신용 안테나 25에 접속되고, 또, 송신기 13A의 전원단은 제15도에 표시한 환형상 도전체 28에 접속되어있다. 송신용안테나 25에서 출력되는 무선신호를 받는측의 기구는, 제15도에서 표시한 환형상의 수신용안테나 26을 포함하는 구성으로 되어있다.

또, 제17도중 부호 34는, 후술하는 제1의 앰프 34a, 필터 34b와 제2의 앰프 34c를 집적한 회로를 표시하고 있다.

그 송신계와 수신계의 회로는 제19도와 같이 된다.

진동검출소자 10A는, 제1의 앰프 34a와 필터 34b와 제2의 앰프 34c를 통하여 송신기 13A에 유선으로 접속되어있다. 진동검출소자 10A는, 50mV/G(약 50 $\mu$ V/gal)상당 이상의 감도로서 노이즈레벨이 1mG(약 1gal)상당 이상인 것이 사용되고, 진동검출소자 10A로서 가속도센서를 사용하는 경우에는, 그 진동주파수가 20kHz 이상이고, 또는, 연마의 진행에 수반하여 진동속도가 변화하는 주파수에 공진을 가지는 것이다.

제1의 앰프 34a는 증폭율 500, 필터는 10Hz~30kHz의 밴드패스, 제2의 앰프 34c는 증폭율 1/50의 특성의 것이 사용되고, 송신기 13A로서 예를들면 FM송신기가 쓰인다.

그 앰프 34a, 34c는 각각 시판하는 오피앰프(operation amplifier)를 적용될 수 있다. 또, 필터 34b는, 연마조건이나 피연마물의 변화나 연마장치개조에 의한 진동모드의 변화에 곧바로 대응되도록, 그래픽 등화기와 같이 중심주파수가 다른 밴드필터를 복수개 조합한 것을 사용하거나, 또는 프로그램가능한 밴드패스필터를 사용하고, 각 진동주파수대역의 투과율을 바꾸도록 하여도 좋다. 그래픽동화기를 사용한 필터의 특성의 일예를 제20도에 표시한다. 또, 각 밴드패스필터는, 각각, 감쇠율이 34dB/oct이상, 대역폭이 중심의 주파수와 동등이상 또는 1kHz정도의 것을 사용하는 것이 바람직하다.

한편, 수신계에서, 수신용안테나 26에 접속된 수신기 14는, 제1도에 표시한 신호해석부 15, 구동제어부 17을 가지는 처리부 35를 가지고, 처리부 35는 FFT 분석기 또는 CPU 모드또는 이른바 퍼스컴에 의해서 구성된다. 처리부 35는 예를 들면 10Hz정도에서 30kHz정도까지의 진동주파수의 스펙트럼을 얻도록 한다.

이상은 연마고유의 진동을 측정하기 위한 구조에 대하여 설명하고 있으나, 실제로는, 하측정반 2나 상측정반 3을 회전하기 위한 모터등의 진동이 진동검출소자 10A에 입력한다. 그리하여, 연마장치자체의 진동이 원인이 되는 상측정반 3의 진동이 50mG(약 50 gal)이하로 되는 구조로 하는 것이 바람직하다. 50mG이하인지의 여부를 판단하는 방법으로서, 피연마물 W로서 평탄한 웨이퍼를 사용한 경우에 상측정반 3에 미치는 연마진동을 측정하면 좋다.

다음에, 상기한 구조의 연마장치를 사용하여 연마중점을 검출하는데 대하여 설명한다.

먼저, 하측정반 2와 상측정반 3을 회전시킴과 동시에, 상측정반 3 밑에 붙인 피연마물 W를 하측정반 2상의 연마포 1에 눌러서 피연마물 W의 연마를 개시한다. 연마포 1은 제1실시예에서 설명한 바와같이 상기 홈 4와 진동부 5를 가지고 있다.

상측정반 3의 원주방향의 0~25kHz의 진동의 주파수와 그 진동의 강도의 관계가 연마시간에 의해서 어떻게 변화하는지를 조사하였던바 제21도와 같은 결과를 얻고, 연마의 진행에 따라 진동주파수의 대역전체에서 진동강도가 저하하는 것을 알 수 있다.

이점에서, 진동검출소자 10A에 의해서 검출된 진동신호는, 송신기 13A, 수신기 14등을 통하여 처리부 35에 입력한다. 처리부 35에서, 기준치인 기준스펙트럼과 측정중의 진동신호를 비교하고, 예를들면, 특정의 주파수역에서의 진동강도의 적분치와 기준 스펙트럼의 적분치와의 비가 소정의 한계치 이하로 되었을 때, 또는, 특정의 주파수역의 진동강도의 적분치의 시간변화량이 소정의 한계치이하로 되었을때는, 연마의 종료 판정한다.

진동신호의 검출정도는, 무선송신기 13A의 성능에 따라 크게 영향을 받는다. 제1 및 제2의 앰프 34a, 34c와 필터 34b에 요구되는 특성이나 송신하는 진동신호는 다음과 같은 순서를 밟아서 결정된다.

먼저, 유선에서 상측정반 3의 진동강도를 측정한다. 다음에, 진동강도신호를 증폭한 전압이 필터34b의 허용입력전압을 넘지 않는 값이 되도록 제1의 앰프 34a의 증폭율을 결정한다. 더욱이, 필터 34b를 통과한 진동강도신호를 증폭하여 얻어지는 전압이 송신기 13A의 허용입력전압을 넘지 않는 값이 되도록 제2의 앰프 34c의 증폭율이 결정된다.

또, 필터 34b의 진동강도주파수의 투과주파수대역을 결정하는 경우에는 먼저, 실제로 연마를 행하면서, 무선송신하고, 연마가 진행하여도 진동강도가 변화하지 않은 진동주파수를 조사하여, 이 진동주파수를 투과시키지 않는 투과주파수대역을 결정한다. 연마가 진행하여도 진동정도가 변화하지 않은 진동성분은, 연마장치 자체로부터 기인되는 진동노이즈이다.

연마포 1의 열화나 연마액의 농도변화는, 미리 측정해둔 스펙트럼과 실제측정한 스펙트럼의 형상을 비교함으로써 알수가 있다. 이들의 정보가 불필요 하여 연마중점만을 알고싶은 경우에는, 송신기 13A의 전단에서 특정의 주파수역의 진동강도신호를 그 실효치에 대응하는 직류신호로 변환하고, 이를 송신기 13A에서 수신기 14에 보내도록 하여도 좋다.

또, 진동신호를 무선송신할때에 증폭렌지를 확대하기 위해서, 진동신호를 대수앰프로 증폭하여 송신기 13A로 무선송신하고, 그 무선신호를 수신기 14로 수신한 후에 그 수신신호를 역대수앰프로 원래의 신호를 재현하도록 하여도 좋다.

더욱이, 본 실시예에서는, 제15도에 표시한 바와 같이 환형상 도전체 28을 사용하여 발진기로 전력을 공급하는 구조로 되어 있으나, 전지를 사용하는 구조로서도 좋다. 또, 송신기 13A는, 무선이 아니고, 전원공급용을 사용한 환형상 도전체 28과 같은 구조의 신호용 환형상 도전체를 사용하여 유선으로 수신기 14

로 송신하여도 좋다. 더욱이, 송신기 13A는, 궤체 8의 외부에 장착되어 있으나, 진동검출소자 10과 마찬가지로 궤체 8내의 공동의 내부에 장착하여도 좋다.

제17도에서는, 1개의 하측정반 2상에 1개의 상측정반 3을 배치하였으나, 1개의 하측정반 2상에 복수개의 상측정반을 배치하거나, 또는 하측정반 2와 상측정반 3의 세트를 복수개 갖춘 연마장치를 사용하는 경우에는, 연마의 진행이나 종료를 각 헤드마다 상기한 구성을 설치하여, 각각 독립으로 연마를 제어하도록 한다.

본 실시예에서 설명한 앰프나 필터는, 제1~제7의 실시예의 연마장치에 사용하여도 좋다.

#### [제9실시예]

상기한 제8실시예에서는, 1개의 진동검출소자 10A를 장착하는 경우에 대하여 설명하였으나, 진동검출소자 10A와 같은 무게의 추 또는 제2의 진동검출소자를 상측정반 3상에 진동검출소자 10A와 중심 대칭으로하여 장착하면, 회전하는 상측정반 3의 밸런스(balance)가 잘 되어서 회전시의 진동이 안정 된다.

제2의 진동검출소자를 장착한 장치를 표시하면 제22도와 같이 되고, 이 구성에서는 이하에 표시하는 바와 같은 회로구성을 채용함으로써 2개의 진동 검출소자 10A, 10B의 진동노이즈를 저감할 수 있다.

그 진동노이즈는 측정방향에 대하여 직각방향의 진동성분에 의한 것이다.

진동검출소자 10A, 10B는, 일반적으로, 측정방향에 대하여 직각방향이 되는 진동성분에 수 %의 감도를 가진다. 본 실시예에 있어서, 그 직각방향의 진동성분은 종방향의 진동이다.

제22도에 있어서, 2개의 진동검출소자 10A, 10B에 각각 입력하는 2개의 종방향의 진동노이즈는, 제23a, 23b도에 표시와 같이 역방향의 경우와, 제24a, 24b도에 표시와 같이 같은 방향의 경우가 있다.

제23도에 표시하는 바와 같이 역방향으로 종의 진동노이즈가 생기는 경우에는, 제25a도에 표시한 바와 같이, 진동검출소자 10A, 10B에 출력단에 접속된 제1의 앰프 34d, 34e의 출력단에 가산기 36를 접속하고, 그 가산기 36의 출력단을 필터 34b에 접속하게 된다. 이 경우, 제22a도의 실선의 화살표로 표시하는 바와 같이, 2개의 진동검출소자 10A, 10B는 각각 상측정반 3의 회전진동을 동일 원주방향으로 검출하도록 배치한다.

이와 같은 진동검출소자 10A, 10B의 배치로 하여, 제1의 앰프 34d, 34e의 출력측에 가산회로 36를 삽입함으로써 종방향의 진동노이즈를 지워 저감할 수 있고, 더구나, 필터 34b에 입력하는 원주방향의 진동강도가 2배로 되므로 S/N비가 개선된다.

이에 대하여, 제24a, 24b도에 표시와 같은 동방향의 종의 진동노이즈가 생기는 경우에는 제25b도에 표시하는 바와 같이, 진동검출소자 10A, 10B의 출력단에 접속된 제1의 증폭기 34d, 34e의 출력단에 감산기 38를 접속하고, 그 감산기 38의 출력단을 필터 34b에 접속한다. 이 경우, 제22a도의 파선의 화살표로 표시하는 바와 같이, 2개의 진동검출소자 10A, 10B는 각각 상측정반 3의 회전진동을 역방향으로 검출하도록 배치한다.

이와 같은 진동검출소자 10A, 10B의 배치로 하여, 제1의 앰프 24d, 34e가 출력측에 가산기 38를 삽입함으로써 역방향의 진동노이즈를 가하여 진동노이즈를 저감할 수 있다. 더구나, 역방향으로 검출된 원주방향의 진동강도는, 가산기 38에 의해서 절대치가 2배로 되므로, 필터 34b에 입력하는 원주방향의 진동강도가 2배로 되어 S/N비가 개선된다.

상측정반 30이, 제23a, 23b도에 표시와 같이 종진동으로 되는지 또는 제24a, 24b도에 표시하는 바와 같은 종진동으로 되는지는 연마장치나 연마조건에 의해서 다르므로, 미리 어느 종진동을 취할것인지를 조사하여 둘 필요가 있다. 그와같은 종의 진동은, 2개의 진동검출소자 10A, 10B의 장착방향을 바꾸거나, 신호의 가산기와 감산기를 바꾸어 넣어서, 가장 노이즈가 적은 구성을 선택하면 좋다.

더욱이, 본 실시예에서는, 원주방향의 진동성분을 검출대상으로 하고, 종방향의 진동성분을 제하도록 하였으나, 종방향의 진동성분을 검출하는 대상이 되는 경우에는, 원주방향의 진동성분을 제거대상으로 하나, 이 경우에는 2개의 진동검출소자의 방향을 조정할 필요가 있다.

#### [제10실예]

제26도는 본발명의 제10실시예를 표시한 측면도이다.

본 실시예는, 연마중에 먼지로 연마면이 손상된 것을 방지함과 동시에, 먼지의 제거를 용이하게 하는 것이다. 연마면을 손상시키는 먼지로서는, 연마액에 포함되는 산화실리콘이 건조하여 굳어진 것이거나, 피연마물의 부서진 조각등이다.

제26도에 있어서, 데드웨이트형의 상측정반 41을 사용하고, 그 표면에는 가속도검출소자(진동검출소자) 42가 장착되어 있다. 또, 상측정반 41 밑에는 피연마물 W로서, 예를들면 반도체웨이퍼를 붙여, 이를 하측정반 43에 붙인 연마포 44상에 배치한다.

또, 하측정반 43의 측부에는 광반사율이 높은 마커(marker) 45가 장착되고, 마커가 소정위치에 있는지의 여부는 하측정반 43의 측부의 마커위치검출기 46에 의해서 검출된다. 마커검출기 46은 발광소자와 수광소자를 가지고, 마커 45에 의한 반사광에 의해서 반사량이 증가하므로, 마커 45의 유무가 검출된다.

상측정반 41의 가속도센서 42의 신호는, 제1실시예에서 표시한 송신기 13, 수신기 14를 통하여 신호해석부 15에 입력된다.

상기한 연마장치에 있어서, 하측정반 43을 회전시켜서 연마포 44에 의해서 피연마물 W를 연마한다. 이 경우, 피연마물 W는 도시하지 않은 아암(arm)에 의해서, 일정한 방향으로 이동된다. 그리하여, 마커 45가 1회전하는 사이에 가속도센서 42에 의해서 검출된 상측정반 41의 진동정보를 제1도에 표시한 송신기 13, 수신기 14를 통하여 신호해석부 15에 적어도 한번, 연속하여 입력한다.

정상적으로 연마가 되는 경우에는, 제27a도와 같은 진동주파수와 진동강도의 스트라이프를 얻게되나, 연마포 44상의 먼지에 의해서 피연마물 W의 연마면이 손상되면, 제27b도와 같이 일부의 주파수로 진동강도가 증가한다. 증가의 판단기준이 되는 스트라이프는 미리 조사해두어도 좋고, 손상 전의 스트라이프를 사용하여도 좋다.

그와같은, 진동강도의 이상에 의해서 먼지의 존재가 명백한 경우에, 구동제어부 17은, 노즐 11을 통하여 물을 연마포 44에 공급시키면서 드렛서 12를 구동하여 연마포 44의 표면에서 먼지를 하측정반 43의 외부에 배출한 후에, 다시 연마를 재개시키는 제어를 행한다.

그러데, 먼지의 위치를 특정하고자 경우에는 다음과 같은 처리를 행한다.

연마시, 상측정반 41의 진동정보를 신호해석부 15에 연속하여 입력하면, 마커검출기 46에 의해서 마커 43의 검출시를 알 수 있으므로, 이를 시간축에 마커위치로서 기록하고, 아울러 이상신호를 기록하여 가면, 예를 들면 제28도와 같은 특성이 얻어진다. 마커 위치는 일정주기로 나타나므로, 연마면에 먼지에 의한 손상이 발생한 경우에는, 이상신호의 발생시를 시간축에 기록한다.

이에 의해서, 마커통과의 시간적 간격과 마커통과시에서 이상신호발생까지의 시간과의 비율로서, 연마포 44의 중심에서 마커 45를 잇는선을 기준으로 하여 거기에서 먼지가 발생한 각도  $\theta$ 가 용이하게 찾을 수 있다.

그리하여 신호해석부 15는 구동제어부 17에 구동신호를 보내어서 드렛서 12를 구동하여, 적어도 그 각도  $\theta$ 의 법선에 따라 연마포 44의 표면은 드렛서 12를 구동시키면 먼지의 제거가 단시간으로 행해진다.

또, 드렛서 구동후에도 같은 위치에서 이상신호가 발생하거나, 피연마물 W를 교환하여도 같은 위치에서 이상신호가 발생하는 경우에는, 연마를 즉시 정지함과 동시에 이상신호를 발생시켜 작업원에게 알리고, 작업원은, 이상신호의 원인을 제거하게 된다. 이에 의하여, 다음의 피연마물 W의 연마는 정상상태에서 개시할 수 있으므로, 불필요하게 소비되는 피연마물 W, 예를 들면 반도체웨이퍼의 수가 줄고, 또 연마효율이 좋아진다.

그런데, 제28도에 표시하는 바와 같이, 마커의 1주기이내에서 이상신호가 몇으면 이상신호가 먼지에 의한 것임을 알 수 있다. 그러나, 1주기이상 계속되는 경우에는 먼지 이외의 원인에 의한 이상신호의 발생의 가능성이 크므로, 이 경우에는 신호해석부에 의해서 연마를 완전히 정지시키는 구성으로 하고, 정지지령과 동시에 이상신호음을 발하도록하여 작업원에 알릴 필요가 있다.

#### [제11실시에]

본 실시예에서는, 진동검출소자의 출력의 S/N비나 진동검출소자에 입력하는 진동의 S/N비를 개선하기 위한 장치를 제29도~제35도에 기초하여 설명한다. 진동검출소자에 입력하는 진동의 노이즈는, 피연마물 W와 연마포 1의 마찰에 의해서 생기는 진동 이외의 진동으로서 주로 모터에서 발생하고, 이와 같은 노이즈를 이하에 백그라운드 노이즈라 한다.

더욱이, 제29도~제35도에 있어서, 진동검출소자 10을 상측정반(헤드의 저판) 3의 상면중앙에 두고 있는 것은, 피진동검출물 W와 연마포 1의 상대속도가 안정하여 검출의 오차가 작게되기 때문이다. 본 실시예의 기본적인 구조는 제1 또는 제7실시예와 같고, 그들의 실시예와 같은 부호는, 같은 요소를 표시하고 있다.

제29도는, 헤드의 광체 8내의 공동에 있어서, 방음/흡음재 50에 의해서 틈을 통하여 진동검출소자 10을 싸는 구조를 채용한 것이다. 방음/흡음재 50은, 상측정반 3이 자유로 진동될 수 있는 사복식(蛇服式)스프링, 고무등의 탄성재나 다공성 수지등으로 구성되어 있다.

이와 같은 구성을 채용함으로써, 광체 8내의 공간을 전달하는 백그라운드 노이즈를 방음, 흡음하여, 진동검출소자 10에 입력하는 S/N비를 향상할 수가 있다. 더구나, 방음/흡음재 50과 진동검출소자 10의 사이에 틈이 형성되어 있으므로, 방음/흡음재 50과 진동검출소자 10의 마찰에 의한 새로운 노이즈가 발생하는 일이 없다.

상측정반 3의 고유진동주파수와 백그라운드 노이즈의 진동주파수를 일치시키지 않도록 하면, S/N비가 더 개선된다.

더욱이, 제29도중 부호 51은, 피연마물 W의 두께편차를 흡수하기 위하여 상측정반 3과 피연마물 W의 사이에 개재된 내부시트를 표시하고 있다.

제30도는, 제29도에 표시한 진동검출소자 10과 상측정반 3의 사이에 공진판 52를 개재시킨 장치이다. 공진판 52는, 측정하고자 하는 특성의 진동주파수로 공진하는 것으로서, 예를 들면 스프링코일등으로서 형성되어 있다.

이에 의하면, 공진판 52의 진동주파수와 상위하는 주파수의 백그라운드노이즈는, 공진판 52에 의해서 차폐되어 진동검출소자 10의 입력이 방해되므로, 진동검출소자 10에의 입력의 S/N비는 향상한다.

제31도는, 제30도에 표시한 진동검출소자 10의 측방에 앰프 53을 장착한 장치이다.

진동검출소자 10자체의 임피던스가 높은 경우에, 앰프 53과의 접속배선이 길면 진동검출소자 10의 출력신호에 노이즈가 들어가기 쉬우나, 진동검출소자 10과 앰프 53을 상측정반 3상에 장착함으로써 그 접속배선을 짧게하여 진동신호에 가해지는 노이즈를 대폭으로 저감할 수 있고, 이에 의하면 S/N비가 개선된다.

제32도에 표시한 연마장치의 헤드에 있어서, 상측정반 3과 내부시트 51의 쌍방에는 그들을 관통하는 구멍 54가 형성되어 있고, 그 구멍 54중에는 진동 검출소자 10과 피검출물 W에 접촉하는 진동전달용 침 55가 삽통되어 있다. 연마포 1과의 마찰에 의해서 피검출물 W에 생긴 진동은, 내부시트 51에 의해서 흡수되지 않고, 진동전달용 침 55를 통하여 진동검출소자 10에 전달되므로, 진동검출소자 10에 입력하는 진동강도가 커져서 S/N비가 향상한다.

제33도는, 제29도에 표시한 진동검출소자 10과 상측정반 3의 사이에 진동판 56을 개재시켜, 또한 광체 8

상에 백그라운드 측정용의 제2의 진동검출소자 57을 탑재한 장치이다. 제2의 진동검출소자 57에서 출력된 백그라운드 노이즈의 신호는, 진동제어부 58에 의해서 역위상으로 변환된 후에, 그 진동제어부 58에 의해서 그 역위상의 신호와 같은 파형진동판 56을 진동시키도록한 장치이다. 진동판 56은, 예를들면, 압전소자 등의 압전재료로서 형성된 것이 있다.

이 장치에 의하면, 진동판 56에 의해서 발생하는 진동은, 진동검출소자 10에 입력하는 백그라운드 노이즈로 지우므로, 연마포 1과 피연마물 W에 의해서 발생하는 진동을 선택적으로 진동검출소자 10에 입력하는 것이 가능케 되고, S/N비가 대폭으로 향상한다.

그러나, 진동검출소자 10의 진동주파수  $f_0$ 는 그 이외의 주파수에 비해서 5~10배의 감도가 있다. 그러나, 검출하고자 하는 진동의 주파수  $f_1$ 이 그 진동주파수  $f_0$ 와 일치하지 않은 경우가 있다. 이 경우에는, 제34도에 표시와 같이 검출한 주파수  $f_1$ 의 진동을 주파수변환회로 59에 입력하여, 그 주파수변환회로 59에 의해서 검출한 진동주파수  $f_1$ 가 같은 강도 또는 비례한 강도에서 진동판 56을 주파수  $f_0$ 로 발진시켜, 그 주파수  $f_0$ 의 진동을 진동검출소자 10에 피드백함으로써, 고감도의 진동검출이 가능케 된다. 이 경우, 진동수  $f_0$ 의 진동에 대하여 제1 또는 제6실시예에서 표시한 바와 같은 처리를 행한다.

제35도는, 제29도에 표시한 진동검출소자 10을 상측정반 3상에 복수개 배치함과 동시에, 그들의 진동검출소자 10과 상측정반 3의 사이에 개개의 진동판 52를 개재시킨 장치이다. 그리하여, 각진동판 52에 일정한 신호를 가함으로써, 진동검출소자 10의 감도의 검사를 행하여 검출하고자하는 진동의 주파수에 대하여 가장 감도가 좋은 진동검출소자 10을 도시하지 않은 선택회로에 의해서 선택하도록 하고 있다. 이에 의하여 진동검출소자 10의 특성의 편차를 회피함과 동시에 열화한 진동검출소자 10대신에 전기회로에 의해서 다른으로 선택할 수 있고, 진동검출소자 10의 교환작업의 수고를 경감할 수가 있다.

S/N비를 개선하는 상기 이외의 방법으로서, 진동검출시에 연마장치의 일부 또는 모든 모터의 전원공급을 정지시켜도 좋고, 이에 의하면, 백그라운드 노이즈는 대폭으로 감소한다. 이 정지시간은 수초 이하로 하고, 이 정도의 시간이면 노이즈와 하측정반 2는 관성에 의하여 회전하므로 연마처리는 속행된다. 또, 진동검출에는 수초 이하의 시간이면 충분하고, 진동검출에 지장은 없다. 그 모터의 전원공급의 정지는, 제1도에 표시하는 바와 같은 구동제어부 17의 제어신호에 의하여 행해진다.

또, 진동검출소자 10의 출력은, 제8실시예에 표시한 바와 같은 앰프, 필터를 통하여 외부에 꺼내거나, 또는 A/D변환하여 외부에 꺼냄으로써, 신호전달계에서 생기는 노이즈를 저감할 수가 있다. A/D변환한 신호를 무선송신하는 경우에는, 제17도에 표시한 송신기 13A와 진동검출소자 10A사이에 A/D변환기(도시하지 않음)를 개재시킨다.

더욱이, 노이즈가 요동하고 있는것과 같은 경우에는, 노이즈의 방향이 변화하는 장소에서는 그 요동으로 백그라운드 노이즈가 커지므로, 진동의 검지를 회피한다.

또한, 각 진동검출소자의 일례로서 미국 바이브로메타사의 압전소자가속센서의 형명 CE507M101, CE507M301가 있고, 이들의 센서를 적용하는 경우에는, 제36도에 표시하는 바와 같이, 감도를 얻게되는 진동주파수  $f_0$ 로 진동강도를 검출하는 것이 바람직하다. 이는 상기한 각실시예에 대하여도 적용된다.

다음에, 측정결과를 제37도와 제38도에 표시한다.

제37도는, 일례로서 진동의 주파수 스펙트럼이 연마시간의 경과와 함께 어떻게 변화하는지를 나타낸 것이다. 이에 의하면, 연마시간의 경과와 함께, 진동강도가 저하하는 것을 알수 있다.

제38도는, 제37도와 같은 스펙트럼에 있어서, 특정한 주파수 범위의 스펙트럼을 적분하고, 일정시간 경과마다 적분치의 차를 산출하여 기재한 것이다. 이에 의하면 연마시간경과와 함께 적분치의 변화량이 작아져서 연마에 의한 평탄화가 진행하고 있음을 알수 있다. 적분치의 변화가 없어진때가 연마의 종점이 된다. 이 종점의 판단은 상기한 각 실시예에 대하여도 적용된다.

또, 상측정반3이, 진동검출소자 10에 의해 검출하는 진동주파수와 같은 제1의 고유진동주파수를 가지는, 상측정반 3을 구동하는 샤프트구동부 21과 하측정반 2를 구동하는 모터 M의 적어도 한쪽에, 제1의 고유진동주파수와 다른 제2의 고유진동주파수를 갖도록 한 구조로 하면, 진동검출소자 10에 입력하는 백그라운드 노이즈가 저감된다.

[제12실시예]

제39a도는, 본 발명의 제12실시예에 관계되는 연마장치의 기기부분을 표시하는 단면도, 제39b도는, 하측정반을 표시한 평면도이다. 제40도는, 본 발명의 제12실시예에 관계되는 연마장치의 신호처리부분을 표시하는 회로도이다. 더욱이, 이들의 도면에 있어서, 제1도, 제15도와 같은 부호는 같은 요소를 표시하고 있다.

제39a도에 있어서, 샤프트구동부 21의 측방에는 상측정반 3의 위치를 검출하는 위치검출기 61이 배치되어 있다. 이 위치검출기 61은, 샤프트구동부 21에 장착한 검지판 62에 광을 조사하는 발광소자 61a와, 검지판 62로부터의 반사광을 수광하는 수광소자 61b를 가지고 있다. 위치검출기 61은, 수광소자 61b의 입사광량에 따라 샤프트구동부 21로부터의 거리 L을 측정하고, 그 측정데이터를 후송하는 컴퓨터 77에 입력하는 것이다. 발광소자 61a로서는 예를들면 반도체 레이저를 적용하고, 수광소자 61b로서는 포토다이오드를 사용한다.

하측정반 2에는, 중첩으로 복수개의 홈 4a가 절결되어 있는 연마포 1d가 붙여져 있고, 연마포 1d는, 하측정반 2와 함께 모터 M에 의해서 연마시에 회전된다. 그 연마포 1d상에서는, 연마시, 상측정반 3이 점a와 점b의 사이를 왕복운동하고, 더욱이 상측정반 3은 정속으로 회전하도록 되어 있다. 그 상측정반 2의 왕복운동과 회전은, 탄성체 7, 광체 8, 샤프트 9를 통하여 샤프트구동부 21에서 전달된다. 샤프트구동부 21의 동작은 제1실시예와 마찬가지로 하여 구동제어부 17에 의해서 제어된다.

상측정반 3에 장착된 진동검출소자 10의 출력단은, 제40도에 표시하는 바와 같이, 정류기 63을 통하여 전압이 인가되고, 더욱이 콘덴서 64, 앰프 65, 로우패스필터 66과 바이패스필터 67을 통하여 FM송신기 34B에 접속되어 있다. 진동검출소자 10에서 출력된 구동신호는, 콘덴서 64로 기계적 및 전기적노이즈가 제외되고, 앰프 65에 의해서 증폭된 후에, 로우패스필터 66과 바이패스필터 67에 의해서 특정 진동수대역에 끼워져서 FM송신기 34B에 입력한다. 이 특정진동수대역은, 예를들면 로우패스필터 66이 18kHz이하의 진동신호를 검사하고, 바이패스필터 67이 8kHz이하의 진동신호를 검사하는 경우에는 8kHz~18kHz로 된다.

FM송신기 34B는, 진동신호를 광채 8주위의 송신용 안테나 25에서 무선으로 FM수신기 69에 송신한다.

샤프트구동부 21의 주위에 장착된 수신안테나 26에 입력한 진동신호는, 제40도에 표시와 같이, FM수신기 69에서 수신된다.

FM수신기 69의 출력단에는 기억장치 70이 접속되어 있어, 기억장치 70에 격납된 진동신호데이터는, 데이터 라이브러리의 작성, 주파수해석, 처리회로의 조정등에 이용된다. 또, FM수신기 69의 출력단은, 1kHz 바이패스필터 71, 제1의 앰프 72, 정류회로 73, 0.5Hz 로우패스필터 74, 제2의 앰프 75, A/D변환기 76을 통하여 컴퓨터 77에 접속되어 있다. 그 바이패스필터 71은 진동신호의 직류성분을 컷트하는 것으로서, 또, 정류회로 73과 로우패스필터 74는 진동신호의 특정진동수대역 구분하여 진동수의 실효치를 찾을수 있는 것이다.

상기한 컴퓨터 77에서는 처리신호를 제41도의 플로어차트에 따라서 연산과 표시가 행해진다.

먼저, 상측정반 3의 회전중심이 연마포면상을 이동하지않고, 상측정반 3의 회전만으로 연마대상물 W를 연마하는 경우에 대하여 설명한다.

컴퓨터 77에서는, 연속하여 입력하는 진동신호의 실효치를 1초 사이에 10개의 비율(10Hz)로 순차 샘플링하고, 이어서, 10Hz에서 샘플링한 10개의 데이터  $D_1$ 의 평균치를 계산하고, 그 평균치를 1개의 점데이터  $D_2$ 로 한다.

다음에, 점데이터  $D_2$ 를 그대로 경시적으로 화상표시하면 요철의 많은 선을 얻게되므로, 그 선을 평활하게 표시하기 위하여 5개의 점데이터  $D_2$ 의 평균치를 표시데이터  $D_3$ 을 얻는다. 이 경우, 연산된 순으로 하나씩 점데이터  $D_2$ 를 앞당기면서 5개의 점데이터  $D_2$ 의 평균을 찾도록 하면, 점표시데이터  $D_3$ 는 1초간에 1개 얻게 된다. 이와 같은 평균을 이동평균이라 한다.

이 이동평균에 의해서 얻게된 점표시데이터는, 순차로, 컴퓨터의 화상표시부 77D에 그려지고, 점표시데이터가 복수 그려짐으로써 진동강도곡선이 얻게된다.

그런데, 샘플링된 데이터  $D_1$ 은, 상기한 실시예에서 추측되도록, 상측정반 3이 단순히 회전하는 것만의 경우에는 연마에 진행함에 따라 완만히 감소하게된다.

그러나, 상측정반 3이 회전이외의 동작, 예를들면 연마포 1d상에서 왕복동작을 수반하는 경우에는, 점표시데이터  $D_3$ 는 제42a도의 일정쇄선으로 표시하는 바와같이 교류성분을 포함하도록 되므로, 연마의 중점을 검출하기가 어렵게 된다. 예를들면, 제42a도의 일정쇄선의 곡선을 미분하면 제42b도의 일정쇄선과 같은 곡선으로 되므로, 그 미분치가 0이된 시점을 연마의 중점으로서 판단할 수는 없다.

그리하여, 상측정반 3이 연마포 1d상에서 점a·점b사이에서 왕복동작하는 경우에는, 10Hz로 샘플링한 실효치의 데이터  $D_1$ 을 각각 보정계수  $\eta$ 로 할산(割算)하는 보정을 하고, 그 후에 점데이터  $D_2$  점표시데이터  $D_3$ 을 초래하고, 이어서 점표시데이터  $D_3$ 를 화상표시부 77D에 표시하면, 제42a도의 실선으로 표시하는 곡선이 얻어진다. 그리하여 그 곡선의 미분을 표시한 곡선은 제42b도의 실선으로 표시하는 곡선이 얻어진다. 통상, 왕복동작의 주기는 수십초정도 이상이므로, 점데이터  $D_2$ 에 대하여 보정계수로 할산하여도 좋다.

회전하고 있는 상측정반 3이, 제39b도에 표시와 같이, 하측정반 2의 회전중심  $O_0$ 으로 부터의 직경에 있는 2개의 점a와 점b의 사이를 왕복하는 경우에는, 거리 r의 시간적변화를 제43a도와 같이 되고, 보정계수  $\eta$ 는 제43b도와 같은  $r^2/r_1^2$ 로 된다. 예를 들면, 점a와 점b간의 거리의 32mm, 상측정반 3의 이동속도 v가 2mm/초인 경우에는, 제43b도의 파형의 주기 T는 32초로 된다. 이 경우의  $r_1$ 은 134mm이다.

이와 같은 보정계수  $\eta$ 은 다음과 같이 하여 결정된다.

연마포 1d의 회전중심에서의 거리r에 있는 연마대상물 W의 연마면의 미소부분 P가 각속도  $\omega$ 로 회전하는 연마포 1d에 의해서 마찰되는 것을 생각하면, 미소부분 P와 연마포 1d와의 상대속도는  $r\omega$ 의 함수로 된다. 이 거리 r은, 위치검출기 61호 부터의 위치데이터에 기초하여 구해진다. 더욱이, 미소부분 P는 상측정반 3의 회전중심으로 하였다.

또, 연마포 1d의 표면에는 제44a, 44b도에 표시와 같이, 일정한 밀도로 흠4e 또는 소공(小孔) 4f가 파여져 있는 것이 있고, 이 경우에는, 연마포 1d가 1회전 사이에 미소부분 P가 흠 4e 또는 소공 4fd와 접촉하는 접촉회수 p는  $r\omega$ 의 함수로 된다. 또, 제44c, 44d도에 표시하는 바와 같이, 흠 4g 또는 소공 4h가, 연마포 1d의 회전중심에서 방사상으로 넓어져 있는 경우에는, 연마포 1d가 1회전하는 사이에 미소부분 P가 흠 4g 또는 소공 4h와 접촉하는 접촉회수 p는  $\omega$ 의 함수로 된다. 그위에, 흠과 소공이 형성되어 있지않은 연마포를 사용하는 경우에는, 미소부분 P의 흠과 소공에 의한 영향을 고려할 필요가 없게 된다.

그리하여, 상기한 상대속도  $r\omega$ 과 접촉회수 p와의 곱을 보정함수  $\eta$ 로 하였다. 보정함수  $\eta$ 의 기본은 표 1과 같이 된다.

더욱이, 연마액의 종류, 연마포의 재료등의 요인은 연마중에는 거의 변화하지 않는다고 생각되므로, 보정계수  $\eta$ 에는 포함하지 않는 것으로 하였다. 또, 상측정반 3이 회전이외의 동작을 수반하지 않는 경우에는 r은 일정하므로 r을 1로하고, 또, 상측정반 3의 회전수는 연마중에 변화하지 않는 것이 일반적이고,  $\omega$ 를

1로서 보정항수  $\eta$ 를 결정하여도 좋다. 또한, 보정항수  $\eta$ 는, 계수를 포함하는 것이라도 좋다. 예를 들면 제39b도, 제43b도에 표시하는 바와 같이, 거리  $r$ 을 거리  $r_1$ (정수)로 나누어도 좋다.

[표 1]

	연마포의 종류		
	등속도의 홈 또는 소공	방사상의 홈 또는 소공	홈 및 소공없음
왕복하는 경우의 $\eta$	$r^2w^2$	$rw^2$	$rw$
왕복하지 않는 경우의 $\eta$	$w^2$	$w^2$	$w$

이상과 같이, 보정된 샘플링데이터  $D_s$ 는 제41도에 표시하는 바와 같이 10Hz로 평균화된 후에, 점데이터  $D_2$ 로 변환되고, 이어서, 점표시데이터  $D_3$ 에 변환된다. 그리하여, 점표시데이터  $D_3$ 는, 화상표시부 77D에 있어서, 예를 들면 제42A도의 실선과 같은 연마시간과 진동강도의 관계로 표시된다.

더욱이, 컴퓨터 77내에서는 점표시데이터  $D_3$ 에 기초하여 그려진 곡선의 미분치( $dv/dt$ ) 또는 시간변화량  $\Delta V$ 가 연산된다. 그 연산결과는, 예를 들면 제42b도의 실선과 같이 곡선으로서 화상표시부 77D에 표시된다.

점표시데이터의 시간변화량  $\Delta V$ 의 연산은, 예를 들면, 현재의 점표시데이터  $D_3$ 에서 10개 전의 점표시데이터  $D_3$ 를 뺀 값으로 표시된다. 이의 경우, 시간 변화량  $\Delta V$ 는, 1초 사이에 1개의 데이터로 되어 표시된다.

그 미분치( $dv/dt$ ) 또는 시간 변화량  $\Delta V$ 가 0 또는 그 이상이 된 시점을 연마중점으로 하고, 그 중점검출 결과는 화상표시부 77D에 표시된다.

이상과 같은 연산과 표시를 행한 컴퓨터 77은, 제1실시예에서 표시한 구동제어부 17로서 기능하므로, 연마중점을 검출한 시점에서 연마의 정지를 샤프트구동부 21에 지령한다.

그런데, 상측정반 3이 연마포 1d상에서 2점 a, b사이를 왕복하는 궤적은, 연마포 1d의 회전중심  $O_0$ 에서 직경방향에 있다고는 한정하지 않는다. 예를 들면 제45a도에 표시하는 바와 같이, 직경방향으로 직교하는 직선상의 궤적으로 되어 존재하거나, 또는 제46A도에 표시하는 바와 같이, 로봇의 아암에 의해서 상측정반 3이 요동되어서, 상측정반 3의 궤적이 원호상으로 되는 경우도 있다.

이들의 경우, 상측정반 3의 회전중심과 연마포 1d의 회전중심  $O_0$ 사이의 거리  $r$ 은, 제45a도에 표시한 궤적의 경우에는 제45b도와 같이 시간적으로 변화하고, 또, 제46a도에 표시하는 궤적의 경우에는 제46b도와 같이 시간적으로 변화한다.

컴퓨터 77에 있어서는, 위치검출기 61에 의해서 검출된 데이터에 기초하여 실효치 측정시의 거리  $r$ 을 연산하고, 보정항수  $\eta$ 로 하여 이용한다.

그런데, 상측정반 3에 회전동작만을 부여한 경우에는, 보정항수  $\eta$ 를 고려할 필요는 없고, 그 점표시 데이터에 의한 곡선은 제47a도와 같이 되고, 그 미분치를 표시한 곡선은 제47b도와 같이 된다. 또, 제47a, 47b도에서의 곡선 A는, TEOS를 적용하여 형성된  $SiO_2$ 막을 연마한 상태를 표시하고, 또, 곡선B는, 그  $SiO_2$ 막위에 다시금 질화실리콘막을 형성한 후에 그들 막을 연마한 상태를 표시하고 있다.

더욱이, 상기한 설명에서는, 상측정반 3의 진동강도에 기초하여 연마중점을 검출하는데 대하여 설명한다. 그러나, 연마의 진행상황은, 샤프트구동부21에 내장한 모터의 토크의 변화로서도 포착된다. 따라서, 상기한 바와 같이 토크의 실효치를 찾아서, 그 실효치를 샘플링보정하는 수단에 의해서 연마상황을 파악하거나, 중점검출을 할 수가 있다.

#### [제13실시예]

본 실시예에서는, 헤드와 연마포의 마찰로 진동(음)을 측정하는 것은 아니고, 헤드와 연마포의 마찰력의 변화에 기초하여 연마상태나 연마중점을 측정하도록 한 장치의 일예를 나타낸다.

제48도는, 제12실시예의 요부를 표시한 단면도 및 저면도이다. 제48도에 있어서, 제1도, 제15도, 제13도와 같은 부호는 같은 요소를 표시하고 있다.

제48a, 48b도에 있어서, 연마포 1의 상면에 붙여진 하측정반 2는, 샤프트구동부 21에 의해서 소정의 회전수로 회전된다. 또, 연마포 1의 상면에 눌러져서 연마되는 피연마물 W는, 에어백식의 헤드의 저부에 있는 금속제의 상측정반 3의 하면에 내부패드 51을 통하여 붙여져 있다. 상측정반 3의 주위에는 측벽 3b가 고정되고, 그 측벽 3b와 헤드의 광체(지지체) 8은 탄성체 7를 통하여 접속되어 있다. 광체 8의 중앙에는, 광체 8을 회전시키기 위한 통상의 샤프트 9가 장착되어 있다. 또, 샤프트 9와 광체 8의 주위에는, 통상의 헤드커버80이 회전불가능하도록 장착되어 있고, 헤드의 연마액에 의한 오염이 방지되어 있다.

상측정반 3의 상면에는, 상측정반의 횡방향의 변위(편차)량을 종방향의 변위량으로 변환하기 위한 경사면(도시하지 않음)이 형성되어 있다.

광체 8의 저면에는, 상측정반 3의 측벽 3b의 변위를 검출하기 위한 제1의 변위 검출기 81이 장착되고, 또, 헤드커버80의 저면에는 상측정반 3의 측벽 3b의 변위를 검출하기 위한 제2의 변위검출기 82가 장착되고, 더욱이 상측정반 3의 경사면의 상방에 있는 광체 8내의 전장면에는, 경사면과의 거리의 변위를 검출하기 위한 제3의 변위검출기 83이 장착되어 있다.

제1, 제2 및 제3의 변위검출기 81~83은 칩의 신축에 의해서 변위량을 검출하는 축침식변위계나, 상측정

반측벽 3b의 거리의 변화에 의한 캐퍼시터의 변화량에 의해서 변위량을 검출하는 용량식변위계나, 상측정 반측벽 3b와의 거리의 변화에 의한 자속밀도의 변화량에 의해서 변위량을 검출하는 와전류(渦電流)변위계, 광의 반사에 의해서 거리를 검출하는 광학식변위계등이 있다.

이와 같은 제1~제3의 변위검출기 81~83은, 제48b도의 헤드의 저면도에 표시와 같이 복수개 배치하여도 좋고, 하나씩 배치 하여도 좋다. 또, 제1~제3의 변위검출기 81~83은, 제48a, 48b도와 같이 모두 설치할 필요는 없고, 적어도 하나 장착하면 좋다.

제1~제3의 변위검출기 81~83의 출력은, 제19도에 표시하는 바와 같은 앰프 34a, 34c, 필터 34b를 통하여 수신기 13b에 접속되고, 수신기 13b에서 발진된 검출신호는 수신기 14를 통하여 처리부 35에 입력하도록 구성되고, 처리부 35는, 변위신호의 변화에 의해서 연마중점을 판단하거나, 연마조건을 바꾸게 된다.

더욱이, 특히 도시하고 있지 않으나, 상기한 실시예와 마찬가지로 연마액공급용노즐이나 드렛서가 연마포 1의 상방에 배치되어 있다.

또, 제1 및 제2의 변위검출기 81, 82에 연마액이나 물이 걸리지 않도록 투명한 커버로 보호하도록 하여도 좋다. 제3의 변위검출기 83은, 광채 8내에 배치되므로 커버는 불필요 하다.

다음에, 이와 같은 연마장치를 사용한 연마중점검출에 대하여 설명한다.

먼저, 평탄한 표준웨이퍼를 내부패드 51의 하면에 장착하여 연마동작을 행하게 하면, 상측정반 3의 위치는 제49a도에서 제49c도와 같이 변화한다. 이 때의 제1~제3의 변위검출기 81~83의 변위신호를 기준(規準)신호로서 기록한다. 표준웨이퍼는 기준신호측정후에 떼어진다.

다음에, 피연마물 W로서 층간막이 형성된 웨이퍼를 내부패드51의 하면에 장착하여 연마작업을 행하게 하면, 제49a도의 위치에 존재한 상측정반 3은 광채 8의 이동에 수반하여 제49b도와 같이 변위한다. 이와 같은 상측정반 3의 변위가 생기는 것은 피연마물 W와 연마포 1와의 마찰이 크므로 상측정반 3주위의 탄성체 7에 가하는 응력이 크게 벗어나기 때문이다. 이 때문에, 상측정반 3이 광채 8의 이동방향으로 치우쳐 버린다. 이를 초기상태로하여, 이때, 제1~제3의 변위검출기 81~83에 의해서 검출된 변위량을 최대치로 한다.

그리하여, 연마를 계속하면 시간의 경과와 함께 피연마물 W와 연마포 1과의 마찰이 조금씩 작아지고, 상측정반 3은 제49c도와 같이 광채 8의 중앙가까이 위치하게 된다. 더욱이 상측정반 3의 변화도 작아져서, 제50도에 표시하는 바와 같이 제1~제3의 변위검출기 81~83에 의해서 검출되는 변위의 변화량도 서서히 작아져서 마침내는 변화량이 0 또는 0에 가까워지고, 이 상태에서 연마를 정지한다. 연마의 정지는, 광채 8을 들어 올림으로써 연마압력을 저감하거나 피연마물 W를 연마포 1에서 떼어내는 것으로서 행한다.

더욱이, 상측정반 3의 변위의 변화량에 의해서 중점검출이 어려운 경우에는, 제51도에 표시하는 바와 같이, 변위량과 기준신호를 비교하여 일치된 시점 또는 차가 거의 없어진 시점을 연마의 종료점으로 하여도 좋다. 중점검출이 어려운 예로서, 예를들면 피연마물 W내에 중점검출을 위한 이물질이 형성하고 있는 경우에, 평균화되어 그 이물질이 노출하였을 때에 다시금 변위가 증가하는 것이다.

이와 같은 정반의 변위를 저하하는 경우에는, 변위검출기 81~83의 출력신호의 변화는 완만하여 직류성분으로서, 측정하면 좋다. 또, 광채 8, 상측정반 3과 연마포 1의 회전에 수반하여 변위검출기 81~83의 검출신호가 수십Hz의 저주파의 경우에는 그 저주파성분만을 검출신호로서 추출하면 좋다. 백그라운드 노이즈와 같은 고주파신호는 필터에 의해서 제거되므로, 변위검출기 81~83의 감도는 진동검출소자 10에 비해서 높아진다. 그와 같이 검출신호가 직류의 경우, 또는 주파수대역이 0~100Hz전후로 좁은 경우에는, 고주파의 경우보다 검출기에의 전달정도가 좋기 때문에, 상기한 진동측정의 경우에 비해서 고감도측정이 가능케 된다.

그런데, 제1의 변위검출기 81은, 헤드와 동기하여 회전하고 있으므로, 상측정반 3의 측정하는 범위가 달라지지 않으므로 상측정반 3의 형상의 편차의 영향을 받지 않는다.

그러나, 제1의 변위검출기 81은 상측정반 3이 1회전하는 사이에 상측정반 3과의 거리가 변화하므로, 변위신호의 강도나 변위방향이 자전주파수에 대응하여 주기적으로 변화한다. 이 자전주파수는, 최대라도 100 Hz 전후이고, 더구나 헤드의 회전과 동기하고 있으므로 S/N비를 열화시키지 않는다.

제2의 변위검출기 82는, 변위신호가 주기적으로 바뀌지 않고, 상측정반 3의 변화량이 선형으로 검출되나, 광채 8이나 상측정반 3의 형태의 편차의 영향을 받기 쉽다.

제3의 변위검출기 83은, 상측정반 3위에 형성한 사면(斜面)의 상·하운동을 피검출대상으로 하고 있으나, 그와 같은 사면을 없애고 상측정반 3의 상면의 상·하운동을 피검출대상으로 하여도 좋다.

이와 같은 변위검출기 81~82를 복수 장착 함으로써, 광채 8이나 상측정반 3의 전후, 좌우 및 상부의 변위를 측정함으로써, 종합적인 정보량이 풍부하게 되어 받는 갖가지의 힘을 종합하여, 웨이퍼의 탈락, 웨이퍼의 파손, 연마조건(연마액의 공급, 연마포의 이상, 압력의 변경, 회전수의 변경등)에 대하여 더 많은 정보를 얻을수가 있다.

또, 상측정반 3의 측벽 3b의 검출장소에 제52a, 52b도에 표시하는 바와 같은 반구형의 돌기 91, 92 또는 도시하지 않은 요철을 형성하여 두면, 동일장소에서의 다방향의 변위를 검출할 수가 있다.

더욱이, 복수의 연마대상물 W를 동시에 연마하는 경우에는 제39도에 표시하는 헤드를 복수 동시에 기동시키게 된다. 각 헤드 아래에서의 연마의 편차가 10% 이하의 경우에는, 모든 헤드로 연마중점을 검출할 필요는 없고, 일부의 헤드(하나라도 좋다)에 변위검출기 81~83이나 상기 실시예의 진동검출소자 10을 장착하는 것만으로 좋다. 이 경우에는 변위검출기 81~83 또는 진동검출소자 10을 장착한 헤드 3중점에 달하였을 때에 전 헤드의 연마를 정지함으로써도 양호한 결과를 얻을수 있다. 더욱이 그 중점에 도달한 후에 소정의 시간만큼 연마를 과잉으로 하여도 좋다.

또, 모든 헤드에 진동검출소자나 변위검출기를 장착하는 데는, 연마의 중점검출을 끝낸 순으로 헤드(상측

정반 3) 상승시켜서 연마를 정지시켜서 모든 연마가 끝날때까지 대기시켜도 좋다.

복수의 헤드의 연마의 정지지령은, 제1도나 제19도에 표시한 제어부 17, 35에 의하여 행하게 한다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

연마대상물을 지지하는 제1의 정반과, 상기 제1의 정반을 회전시키는 제1의 구동기구와, 상기 제1의 정반에 대향하여 배치되는 제2의 정반과, 상기 제2의 정반에 펴서 붙여진 연마포를 갖는 연마장치에 있어서, 상기 제1의 정반 또는 상기 제2의 정반에 장착되어 연마시 진동을 검출하는 진동검출기와, 적어도 상기 제1의 정반과 상기 제2의 정반의 한쪽의 연마 동작을 제어하는 제어부와, 상기 진동검출기에 의해 검출된 진동강도를 주파수 분석하고, 진동강도를 시간마다 적분하고, 적분치의 시간적변화가 기준치를 밀돌았을 때, 또는 그 적분치가 기준치를 밀돌았을때의 어느 시점에서, 상기 제1의 정반, 상기 제2의 정반의 적어도 한쪽을 정지하는 연마정지신호를 상기 제어부에 보내는 신호해석수단을 가지는 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1의 정반의 주위에는 탄성체가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 연마포의 표면에는 홈 또는 구멍이 형성되고, 상기 연마포의 내부에는 그 표면의 진동에 공급하는 공동이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 진동검출기의 출력단측에는, 중심주파수가 다른 복수의 밴드패스필터가 조합하여 접속되어 있는 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 연마개시, 연마정지 또는 연마의 조건을 충족하였는지의 여부의 판단을 하는 신호해석부와, 상기 진동검출기에 의해서 검출된 연마의 진동정보를 무선송신하는 송신부와, 상기 송신부에서 출력된 무선신호를 수신하고, 또한 그 무선신호의 동기주파수의 변동을 참조주파수의 범위내에 자동적으로 보지하는 자동주파수제어 기구를 가짐과 동시에, 상기 신호해석부가 수신데이터를 요구할때보다 상기 송신기의 발진주파수를 그 자동주파수제어기구에 의해서 수신하는 수신부를 가지는 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 진동검출기는, 종방향 또는 원주방향의 진동을 검출하는 소자인 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 7

제1항 내지 제6항중 어느 한항에 있어서, 상기 진동검출기는, 상기 제1의 정반의 회전중심에 대하여 대칭으로 복수개 장착되고, 복수의 상기 진동검출기의 출력신호의 합계 또는 차를 연산하는 연산기가 복수의 상기 진동검출기의 출력단에 접속되어 있는 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 진동검출기에서 검출되는 진동주파수를 상기 진동검출기의 공급주파수로 변환하는 진동변환수단을, 상기 진동검출기에 접속한 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 연마대상물은, 내부시트를 통하여 상기 제1의 정반에 지지되고, 상기 제1의 정반과 상기 내부시트에 형성된 관통공과, 상기 관통공을 통하여 상기 연마대상물과 상기 진동검출기의 쌍방에 접속하는 진동전달체를 가지는 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 10

제1항에 있어서, 상기 제2의 정반에는, 상기 제2의 정반을 회전시키는 제2의 구동기구가 접속되어있고, 상기 제1의 정반은, 상기 진동검출기에 의해서 검출하고자하는 진동주파수와 같은 제1의 고유진동주파수를 가짐과 동시에, 상기 제1의 구동기구 및 상기 제2의 구동기구의 적어도 한쪽이, 상기 제1의 고유진동주파수와 다른 제2의 고유진동주파수를 가지는 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 11

연마대상물을 지지하는 제1의 정반과, 상기 제1의 정반을 회전시키는 제1의 구동기구와, 상기 제1의 정반에 대향하여 배치되는 제2의 정반과, 상기 제2의 정반에 펴서 붙여진 연마포를 갖는 연마장치에 있어서, 상기 제1의 정반 또는 상기 제2의 정반에 장착되어 연마시의 진동신호를 출력하는 진동검출기와, 적어도 상기 제1의 정반과 상기 제2의 정반의 한쪽의 연마 동작을 제어하는 제어부를 갖고, 상기 제1의 정반과 제2의 정반중 적어도 한쪽이 내부에서 생기는 진동을 증폭시키기 위한 공동을 갖는 것을 특징으로 하는 연마장치.

**청구항 12**

연마대상물을 지지하는 제1의 정반과, 상기 제1의 정반에 대향하여 배치되는 제2의 정반과, 상기 제2의 정반에 퍼서 붙여진 연마포와, 상기 제1의 정반 또는 상기 제2의 정반에 장착된 진동검출기와, 적어도 상기 제1의 정반 또는 상기 제2의 정반을 구동하는 구동기구와, 상기 진동검출기가 장착된 축의 상기 제1의 정반 또는 상기 제2의 정반에 장착되고, 또한 상기 진동검출기에 의해 검출된 진동정보를 무선송신하는 송신부와, 상기 송신부에서 출력된 무선신호를 수신하는 수신부와, 상기 수신부에 접속되어, 수신한 상기 무선신호를 해석하는 신호해석부와, 상기 신호해석부로 부터의 신호에 기초하여, 연마정지 또는 연마조건의 변경을 지시하는 신호를 적어도 상기 구동기구에 출력하는 제어부와, 상기 진동검출기가 장착된 상기 제1의 정반 또는 상기 제2의 정반의 회전축의 주위에 장착되고, 상기 송신부에 접속된 환형상의 송신안테나와, 상기 회전축에 연장상에 장착되고, 상기 수신부에 송신되는 수신안테나를 가지는 것을 특징으로 하는 연마장치.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 상기 진동검출기의 출력에 기초한 진동신호의 진폭범위를 넓히기 위한 대수앰프(logarithmic amplifier)와, 상기 수신부의 출력축에 접속되어 상기 수신부로 부터의 출력신호를 변환하는 역대수앰프를 가지는 것을 특징으로 하는 연마장치.

**청구항 14**

연마대상물을 지지하는 제1의 정반과, 상기 제1의 정반에 대향하여 배치되는 제2의 정반과, 상기 제2의 정반에 퍼서 붙여진 연마포와, 상기 제1의 정반을 상기 연마포상의 일정범위내에서 주기적으로 이동시키는 구동수단과, 상기 제1의 정반의 진동강도 또는 상기 구동수단의 구동토크의 값을, 상기 제1의 정반의 위치성분을 포함하는 함수로 할산(割算)하여 그 결과를 연마상대신호로 하고, 그 연마상대신호의 변경을 시간으로 미분하고, 그 미분치에 기초하여 연마종료를 검출하는 연마종점검출수단을 가지는 것을 특징으로 하는 연마장치.

**청구항 15**

연마대상물을 지지하는 정반과, 상기 정반의 주변부를 탄성체를 통하여 지지하고, 또한 내부가 공동인 광체와, 상기 연마대상물을 연마하는 연마포와, 상기 연마포와 상기 연마대상물의 마찰에 의해서 상기 연마포의 이동방향 또는 상기 광체의 이동방향으로 끌려가는 상기 정반의 상기 광체에 대한 상대위치를 측정하는 변위검출기를 가지는 것을 특징으로 하는 연마장치.

**청구항 16**

제15항에 있어서, 상기 연마포와의 마찰에 의해서 평탄화되는 상기 연마대상물의 평탄화속도와 상기 변위검출기의 출력신호와를 대응시켜, 그 검출신호의 변화가 그 평탄화속도의 소정 범위내 또는 소정의 값에 달하였을때를 연마중점으로서 판별하는 연마중점판별수단을 가지는 것을 특징으로 하는 연마장치.

**청구항 17**

연마대상물을 지지하는 제1의 정반과, 상기 제1의 정반을 회전시키는 제1의 구동기구와, 상기 제1의 정반에 대향하여 배치되는 제2의정반과, 상기 제2의 정반에 퍼서 붙여진 연마포를 갖춘 연마장치를 사용하는 연마방법에 있어서, 진동검출기에 의해서, 상기 제1의 정반 또는 상기 제2의 정반의 연마시의 진동을 검출하고, 상기 진동검출기에서 출력된 진동강도를 주파수분석하고, 그 진동강도를 시간마다 적분하고, 적분치의 시간적변화가 기준치를 밑돌았을 때, 또는 그 적분치가 기준치를 밑돌았을때의 어느 시점에서 연마를 정지하는 것을 특징으로 하는 연마방법.

**청구항 18**

제17항에 있어서, 상기 적분치는, 복수의 진동강도의 평균치인 것을 특징으로 하는 연마방법.

**청구항 19**

제17항에 있어서, 상기 연마대상물상에 형성되어 표면에 요철을 가지는 막을, 상기 연마포에 의해서 평탄화 하는 것을 특징으로 하는 연마방법.

**청구항 20**

제17항에 있어서, 연마개시에서 연마정지까지의 시간이, 설정시간보다 더 짧거나, 또는 상기 적분치의 시간적변화가 지정치를 넘어서 감소하였는지의 어느 하나에 의해서 연마포의 열화를 인식하는 것을 특징으로 하는 연마방법.

**청구항 21**

제17항에 있어서, 연마시간일때에, 특정의 진동주파수의 진동강도의 감소율이 다른 진동주파수의 진동강도의 감소율에 비하여 큰 것을 검지하여 연마조건을 변경하는 것을 특징으로 하는 연마방법.

**청구항 22**

제17항에 있어서, 상기 진동검출기에서 출력된 진동강도신호 또는 진동스펙트럼의 변화에 기초하여, 연마상태를 리얼타임으로 분석하여 연마중점을 검출하거나, 연마조건을 변경하는 것을 특징으로 하는 연마방법.

**청구항 23**

연마대상물을 지지하는 제1의 정반과, 그 제1의 정반에 대항하여 배치되는 제2의 정반과, 그 제2의 정반에 펴서 붙여진 연마포를 갖춘 연마장치를 사용하는 연마방법에 있어서, 구동수단에 의해서, 상기 제1의 정반을 상기 연마포상의 일정범위내에서 주기적으로 이동시키고, 상기 제1의 정반의 진동강도 또는 상기 구동수단의 회전토크의 값을, 상기 제1의 정반의 위치성분을 포함하는 함수로 할산하여 그 결과를 연마상태신호로 하고, 그 연마상태신호의 변화를 시간으로 미분하여, 그 미분치에 기초하여 연마를 종료하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 연마방법.

#### 청구항 24

제23항에 있어서, 상기 함수는, 상기 연마포의 회전중심으로 부터의 거리에 비례하는 비례함수인 것을 특징으로 하는 연마방법.

#### 청구항 25

제23항에 있어서, 상기 연마포에 있어서, 대강 같은 밀도로 홀 또는 구멍이 형성되어있는 경우는, 상기 함수는, 상기 연마포의 회전중심으로 부터의 거리의 2승에 비례하는 함수인 것을 특징으로 하는 연마방법.

#### 청구항 26

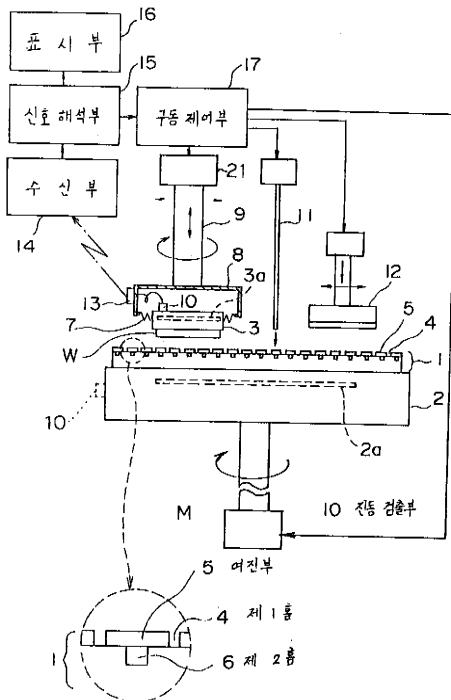
제23항에 있어서, 상기 함수에는, 상기 제2의 정반의 회전수가 포함되는 것을 특징으로 하는 연마방법.

#### 청구항 27

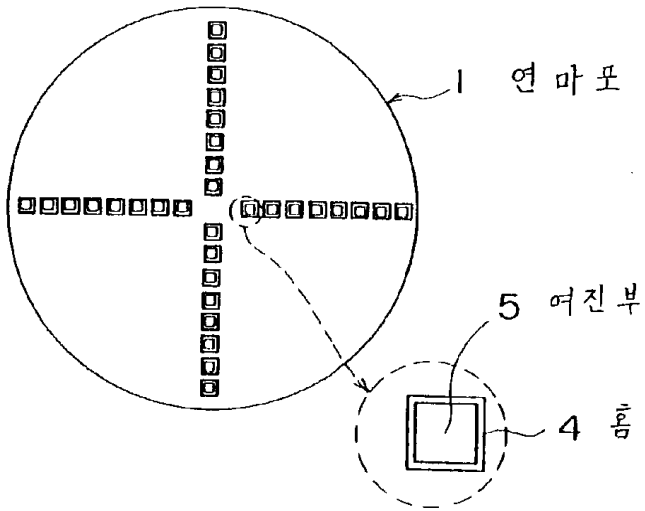
연마대상물을 지지하는 제1의 정반과, 그 제1의 정반에 대항하여 배치되는 제2의 정반과, 그 제2의 정반에 펴서 붙여진 연마포를 사용하여, 그 연마대상물을 상기 연마포에 의해서 연마하는 연마방법에 있어서, 진동검출기에 의해서, 상기 제1의 정반 또는 상기 제2의 정반의 연마시의 진동을 검출하고, 상기 진동검출기에 의해서 검출된 진동강도의 이상을 검출하고, 그 진동강도의 이상검출시간이 상기 제2의 정반의 회전주기보다 더 짧은 경우에, 상기 제1의 정반과 상기 제2의 정반의 구동을 제어하는 것을 가지는 것을 특징으로 하는 연마방법.

### 도면

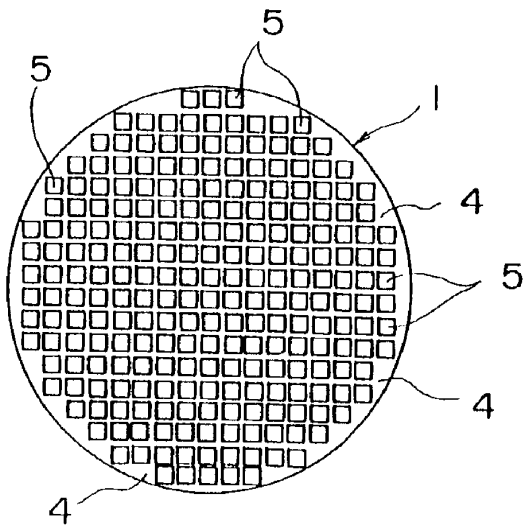
#### 도면1



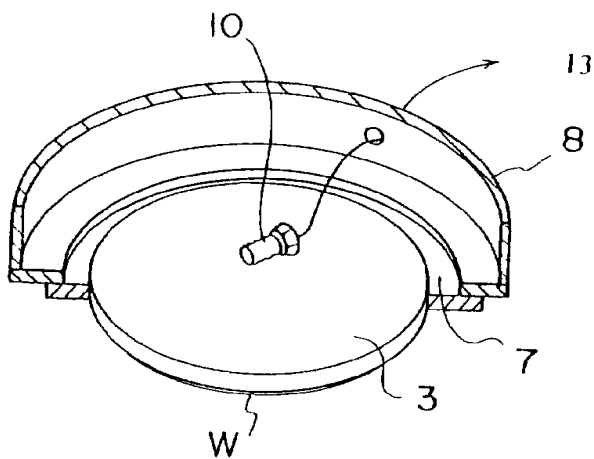
도면2a



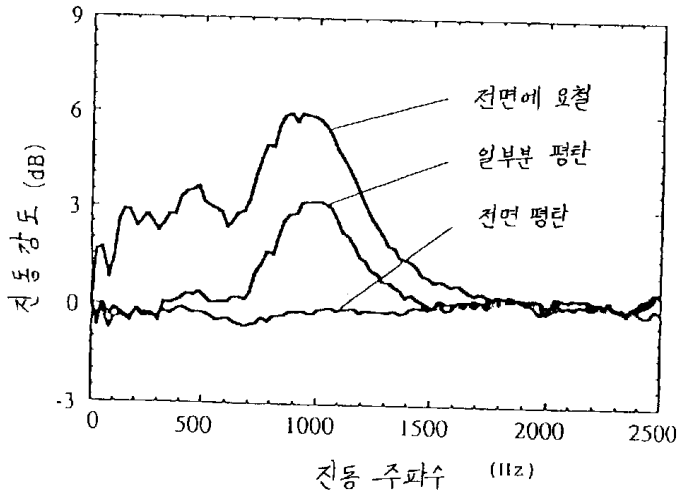
도면2b



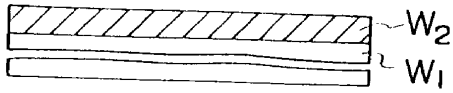
도면3



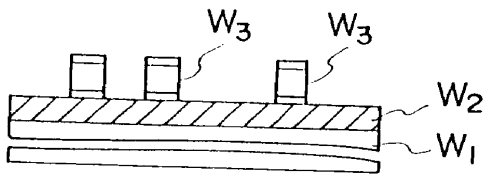
도면4



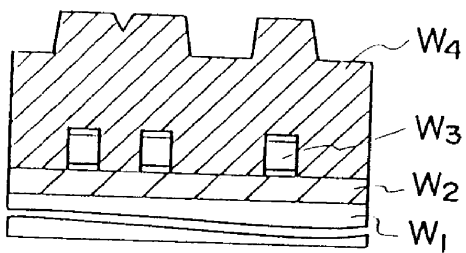
도면5a



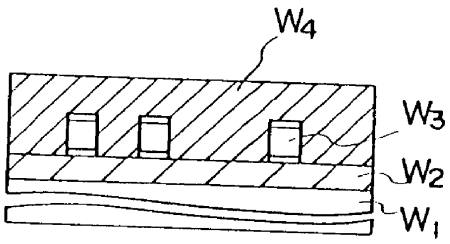
도면5b



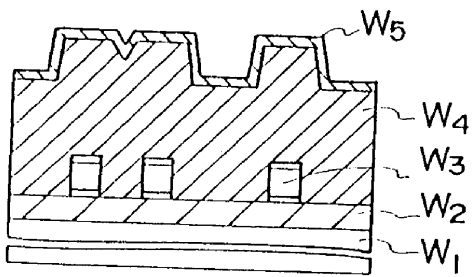
도면6a



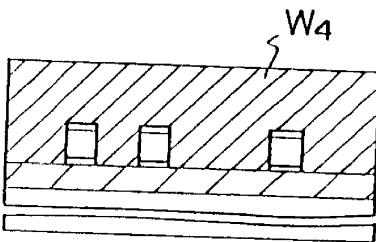
도면6b



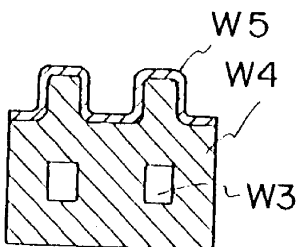
도면7a



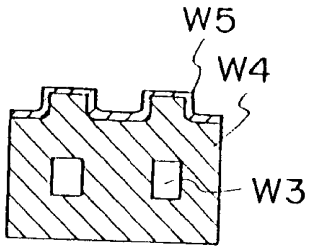
도면7b



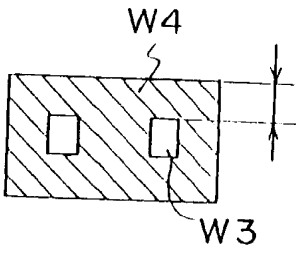
도면8a



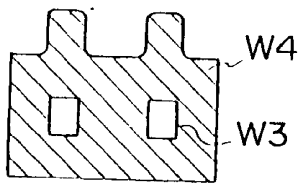
도면8b



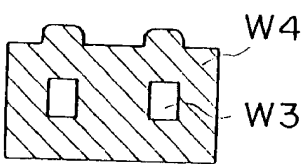
도면8c



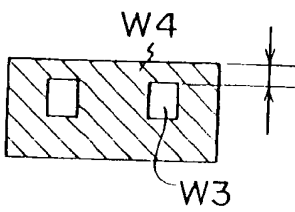
도면9a



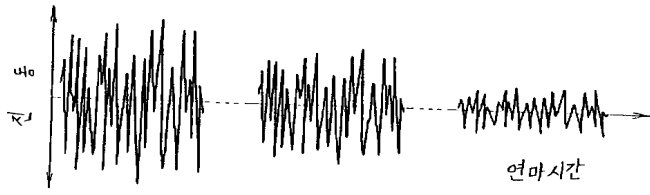
도면9b



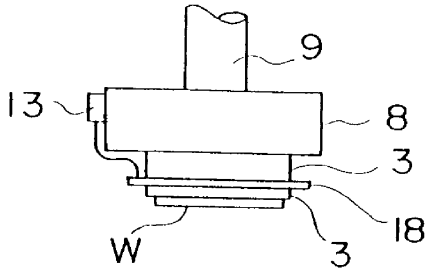
도면9c



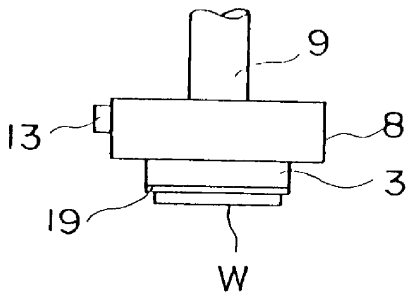
도면10



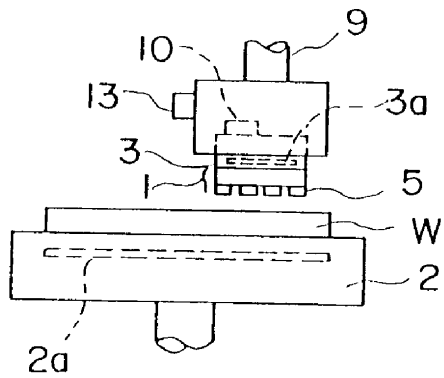
도면11



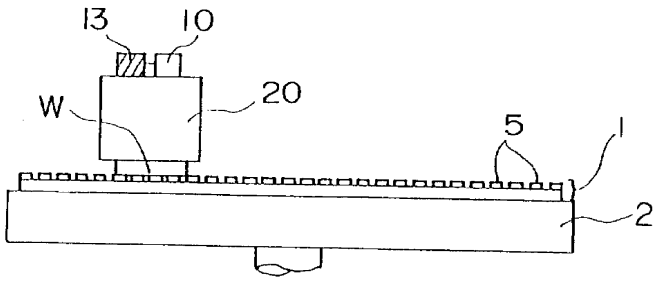
도면12



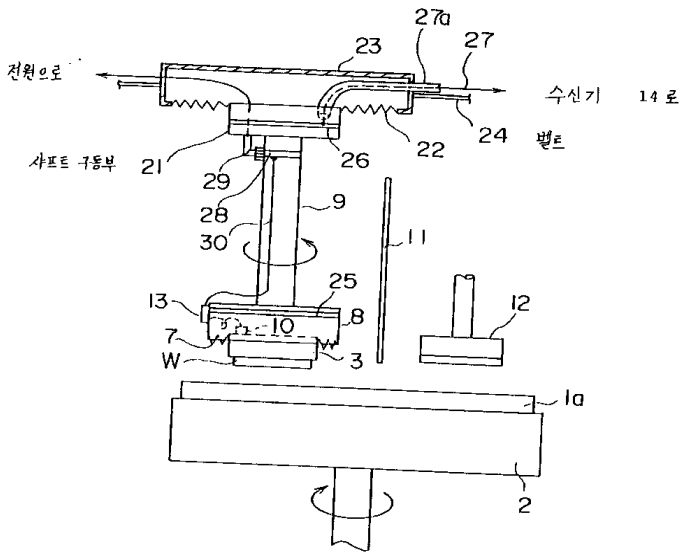
도면13



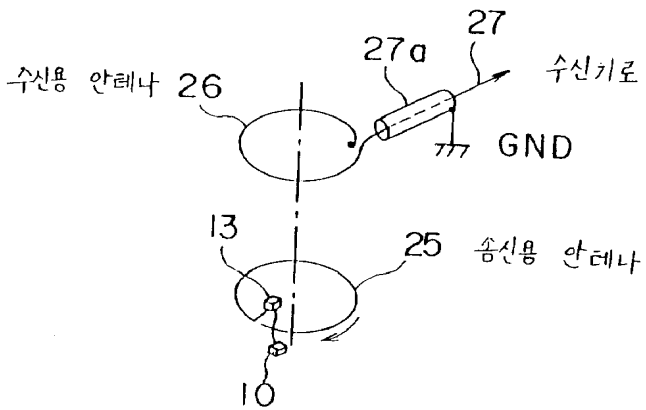
도면 14



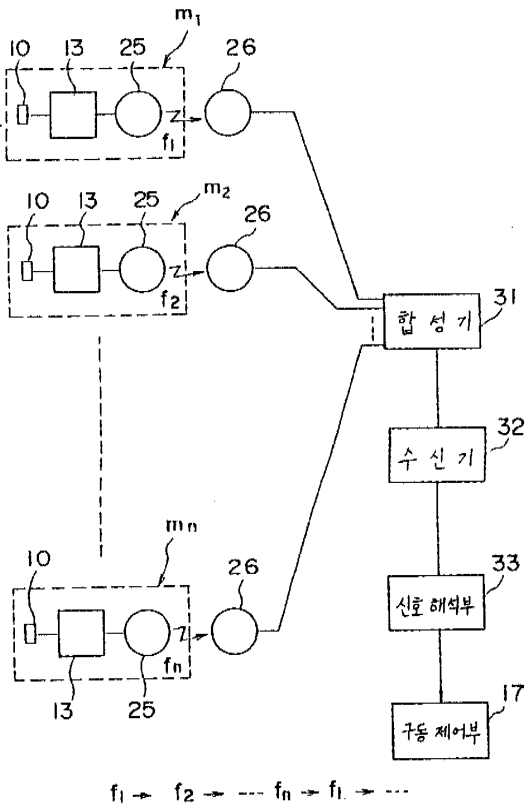
도면 15a



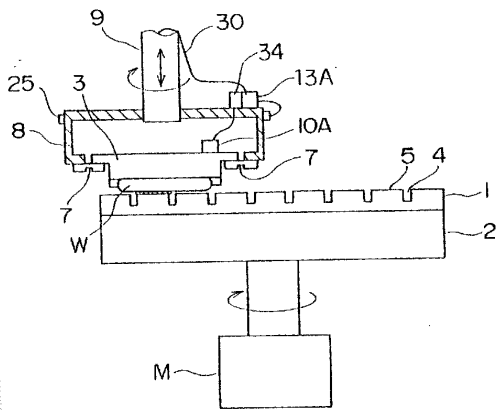
도면 15b



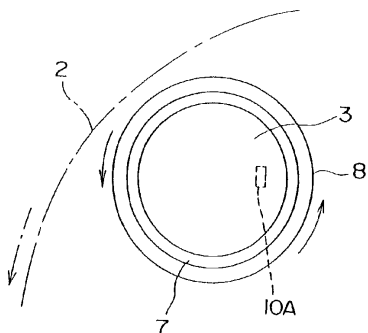
도면16



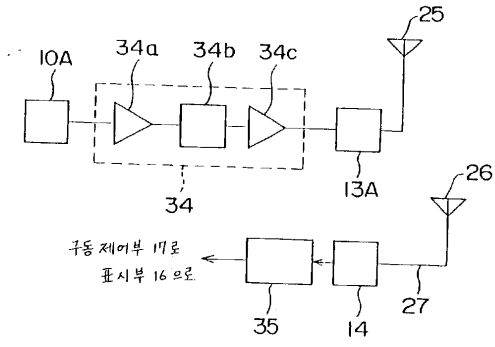
도면17



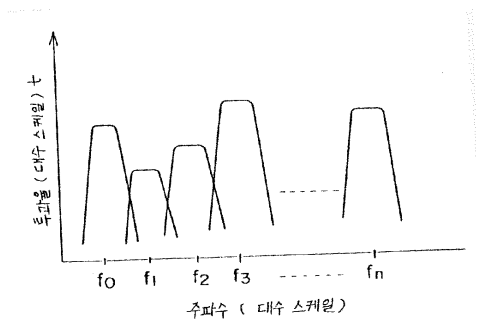
도면18



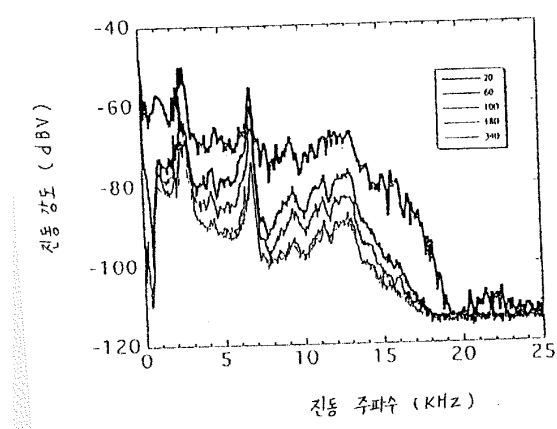
도면19



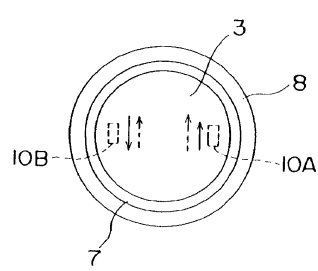
도면20



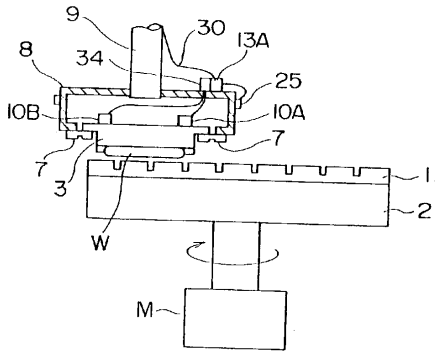
도면21



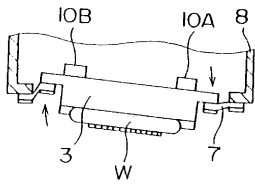
도면22a



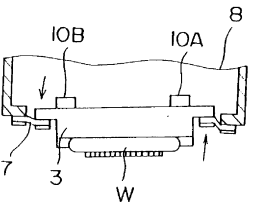
도면22b



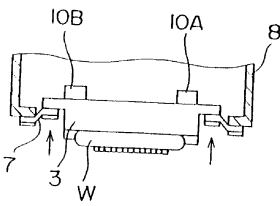
도면23a



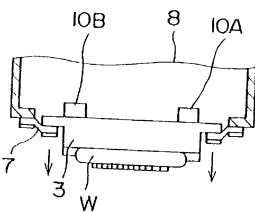
도면23b



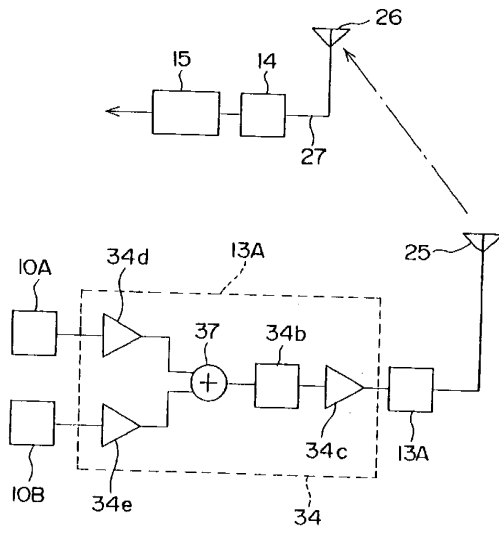
도면24a



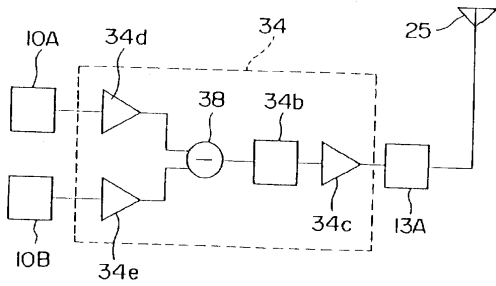
도면24b



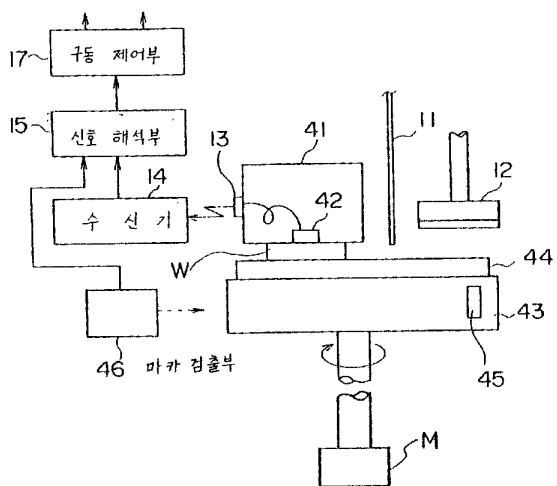
도면25a



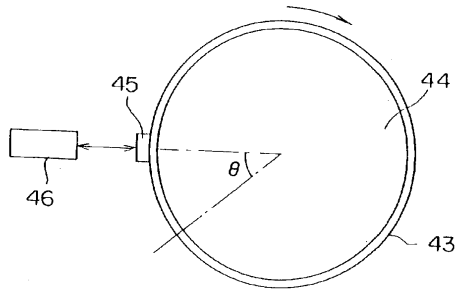
도면25b



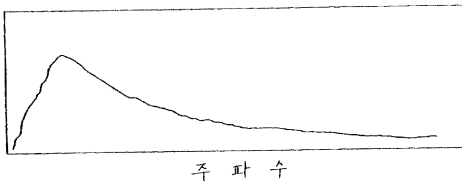
도면26a



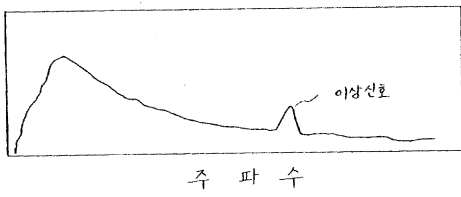
도면26b



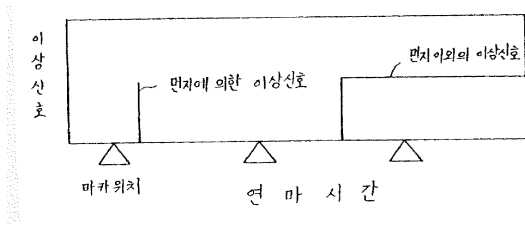
도면27a



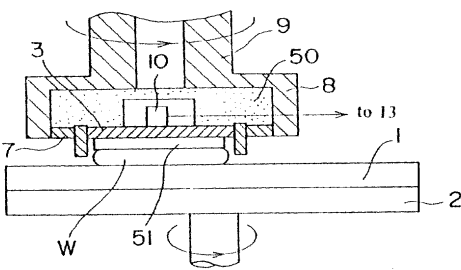
도면27b



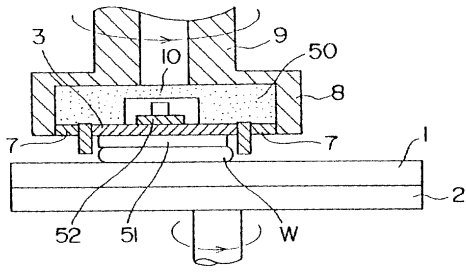
도면28



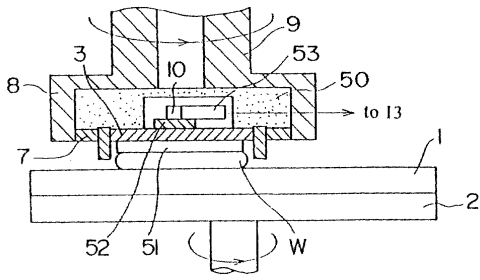
도면29



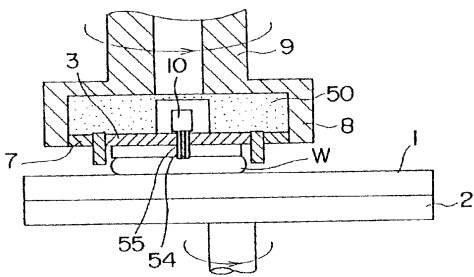
도면30



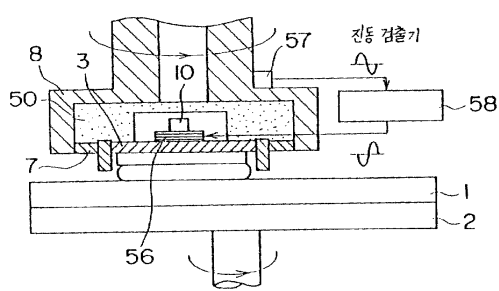
도면31



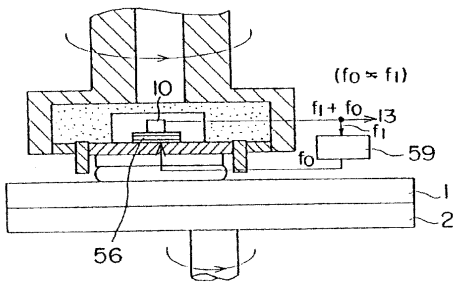
도면32



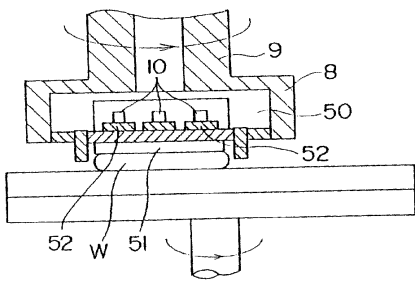
도면33



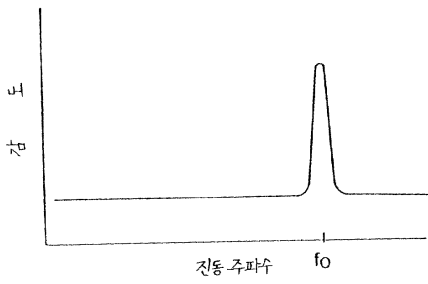
도면34



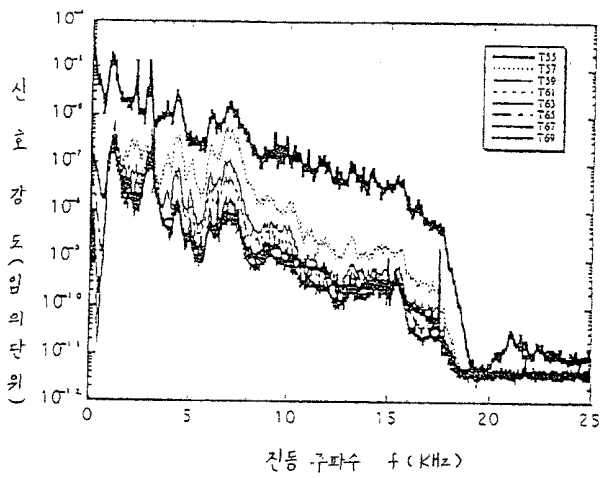
도면35



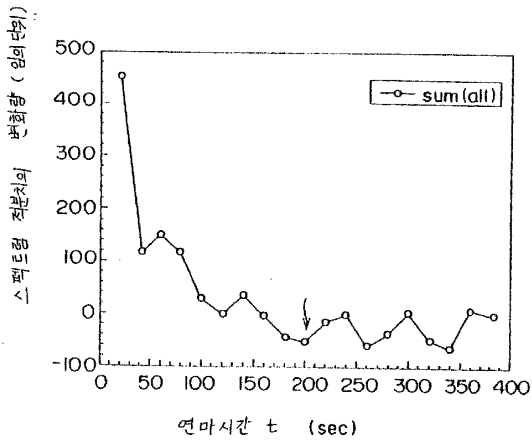
도면36



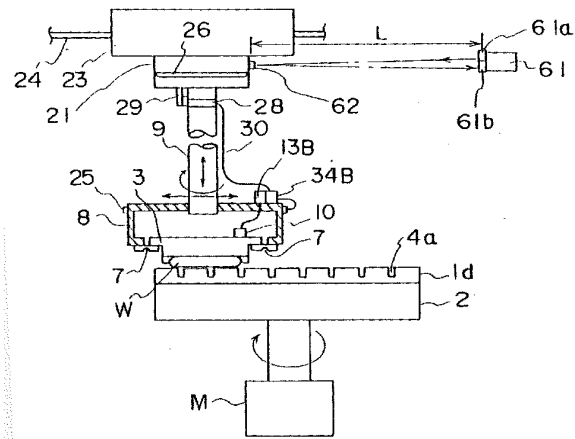
도면37



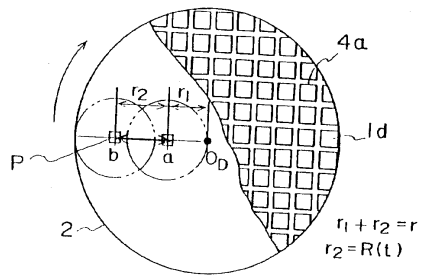
도면38



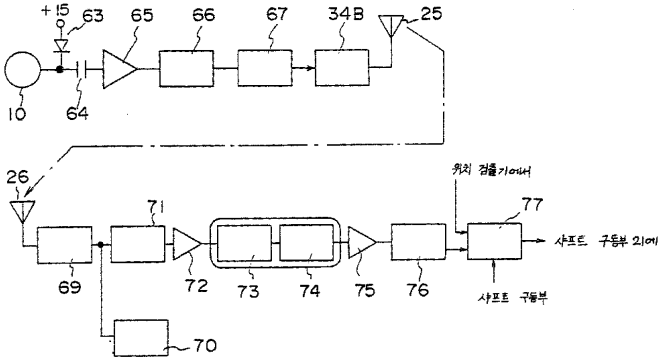
도면39a



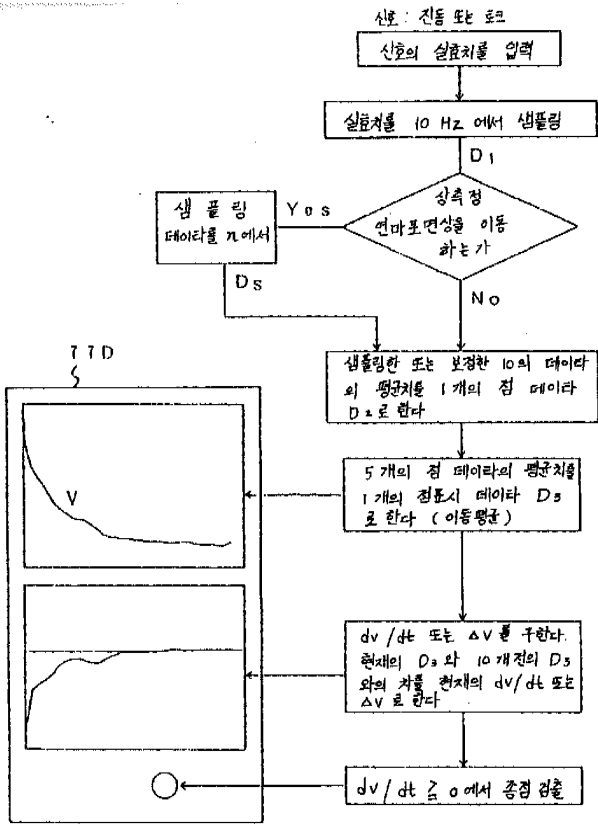
도면39b



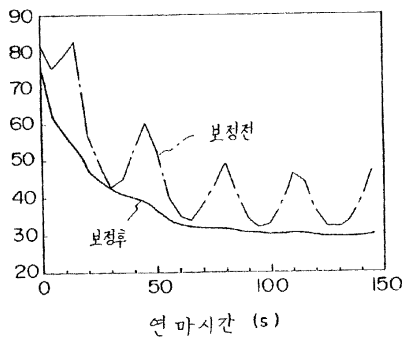
도면40



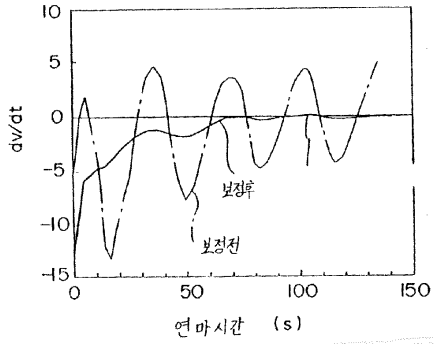
도면41



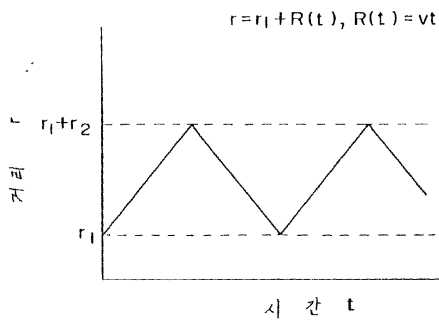
도면42a



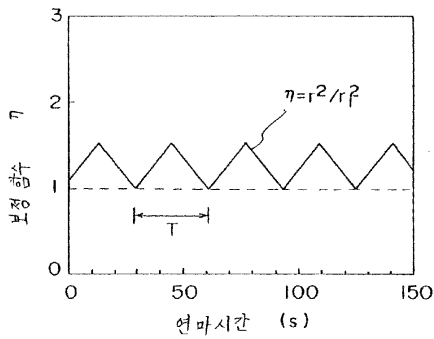
도면42b



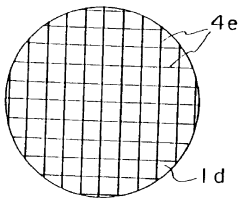
도면43a



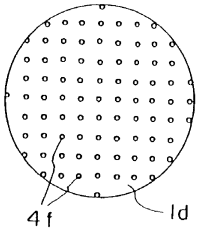
도면43b



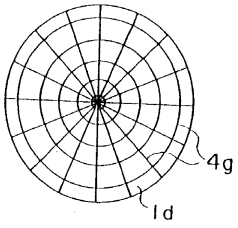
도면44a



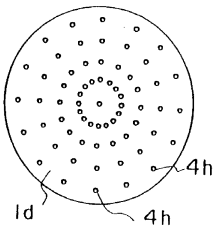
도면44b



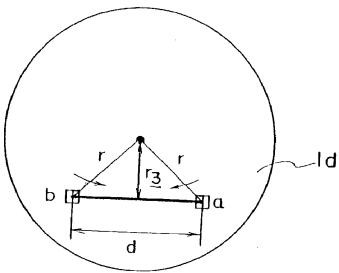
도면44c



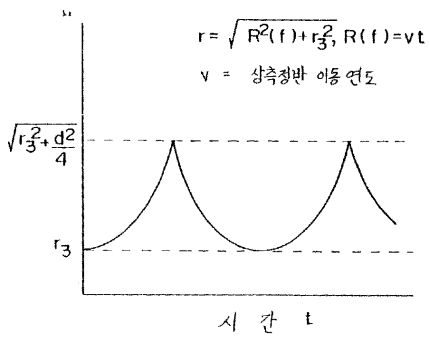
도면44d



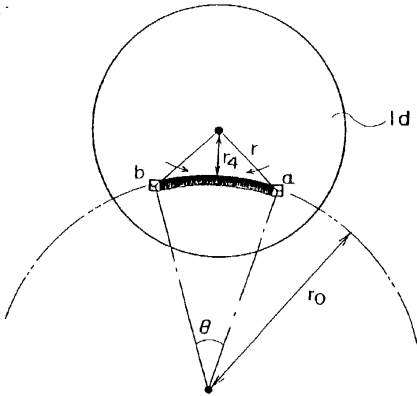
도면45a



도면45b

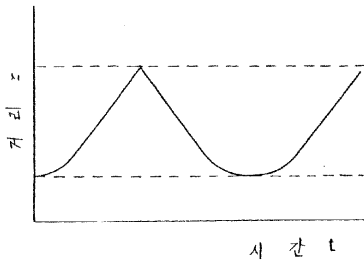


도면46a

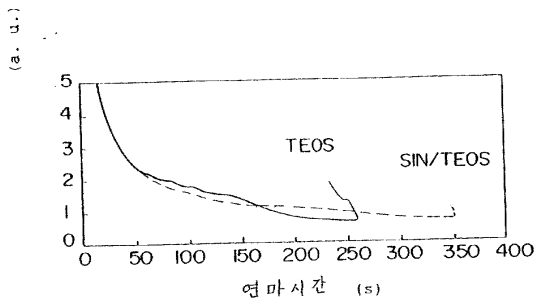


도면46b

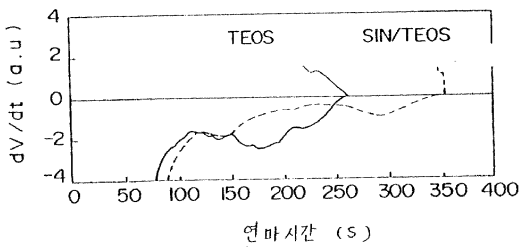
$$r = \sqrt{((r_1 + r_0) - r_0 \cos \theta t)^2 + (r_0 \sin \theta t)^2}$$



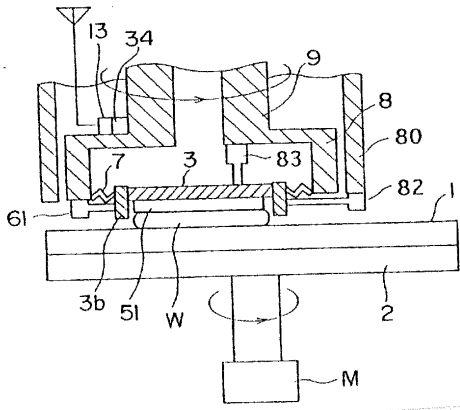
도면47a



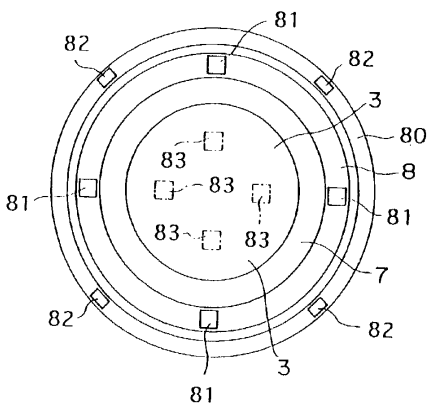
도면47b



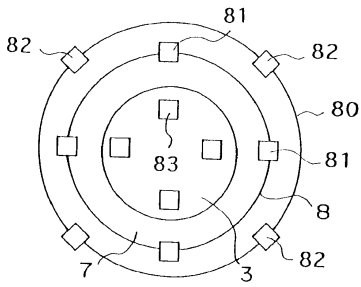
도면48a



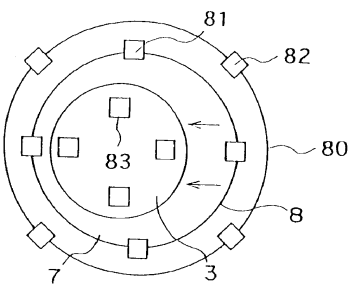
도면48b



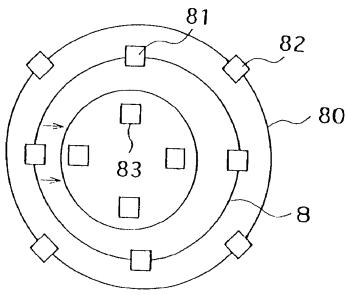
도면49a



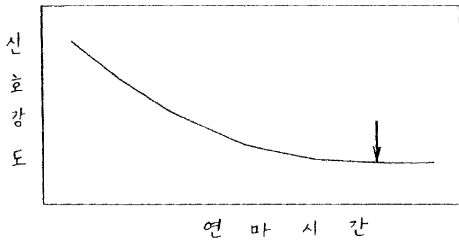
도면49b



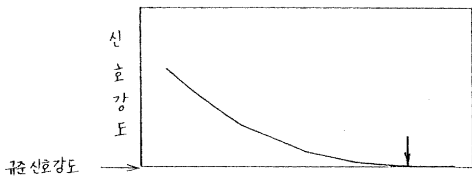
도면49c



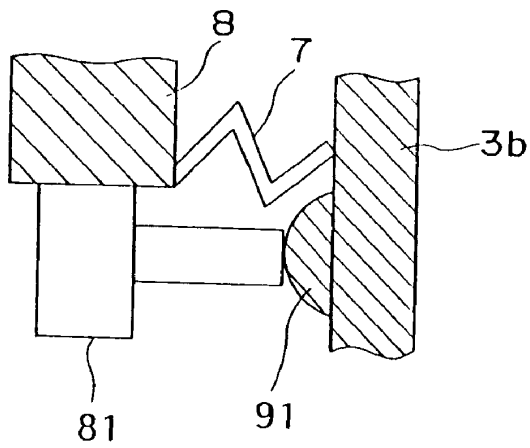
도면50



도면51



도면52a



도면52b

