(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
G01H 11/08

(45) 공고일자 2000년08월01일
(11) 등록번호 10-0263724
(24) 등록일자 2000년05월19일

(21) 출원번호 10-1993-0020709
(65) 공개번호 특1994-0009672
(22) 출원일자 1993년10월07일
(43) 공개일자 1994년05월20일
(30) 우선권주장 7/958,384 1992년10월08일 미국(US)

(73) 특허권자 밀리포어 코포레이션 존 데나 하버드
미국 01730 메사추세츠주 베드포드 애쉬비 로드 80
(72) 발명자 안토니제이.딜레오
미합중국 매사추세츠주 웨스트포드 보즈 로드 13
제임스티.스노우
미합중국 03063 뉴햄프셔주 내슈아 패리쉬 힐 드라이브 55
다니엘에이.코트
미합중국 03063 뉴햄프셔주 내슈아 워터세쥐 스트리트 40
(74) 대리인 주성민

심사관 : 김형근

(54) 기체 스트림중의 불순물을 모니터 하기 위한 장치

요약

본 발명은 압전 물질, 및 반응성 및 불활성 기체에 존재하는 소량의 산소 및 (또는) 물과 반응하는 1개 이상의 코팅으로 이루어지는 장치를 제공한다. 압전 물질은 교류를 전달하기 위한 전도체 및 결정의 공명 진동수를 전송하기 위한 전도체에 결합되어 있다. 반응성 코팅은 압전 물질의 진동을 방해할 정도로 두께가 두껍지는 않지만 코팅에 유용한 수명을 제공하는 유효 두께를 갖는다.

대표도

도3

명세서

[발명의 명칭]

기체 스트림 중의 불순물을 모니터하기 위한 장치

[도면의 간단한 실명]

제1도는 본 발명의 코팅된 압전 결정 장치의 측면도.

제2도는 본 발명의 장치의 정면도.

제3도는 본 발명의 장치 이용에 관한 개요도.

제4도는 본 발명의 코팅된 압전 결정 장치의 공기와의 접촉으로 인한 영향을 나타냄.

제5도는 본 발명의 코팅된 압전 결정 장치의 공기와의 접촉으로 인한 영향을 나타냄.

제6도는 시간 경과에 따른 산화물 성장 두께의 제곱값의 분포.

제7도는 스트론튬으로 코팅된 2.0MHz 석영 압전 결정에 미치는 유속의 영향을 나타냄.

제8도는 결정 선형 범위가 1% F。라고 가정할 때의 최대 금속 중량의 분포.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

8 : 감지 장치
10 : 결정
12 및 14 : 코팅
16 및 22 : 납 와이어
18 : 땜납
30 : 하우징
32 : 기체 유입구
34 : 기체 유출구
38 : 스크린
40 : 수지층

[발밍의 상세한 설명]

본 발명은 기체 스트림 중의 산소 및(또는) 물 불순물을 모니터하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 더욱 구체적으로 말하자면, 본 발명은 코팅된 압전 결정을 이용하여 산소 및(또는) 물 불순물을 모니터하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

현재, 반도체 산업에서와 같은 화학 반응에서는 초순수(ultrapure) 기체 스트림이 이용되고 있다. 일반적으로, 이 화학 반응은 기체가 독성인 경우가 종종 있기 때문에 순도를 유지하기 위하여 밀폐 용기에서 수행하고, 불필요한 부반응이 일어날 가능성을 감소시키기 의하여 저압 하에서 수행한다. 기체의 순도를 필요한 수준으로 유지하기 위하여, 기체를 반응 챔버에 도입시키기 전에 불순물을 제거하기 위하여 기체를 처리한다. 일반적인 방법은 기체 중의 산소 및 물과 같은 불순물과 상호작용하는 수지 입자층을 통해서 기체를 통과시키는 것이다. 시간이 경과했을 때, 불순물과 상호작용하는 수지 입자층의 용량은 불순물이 수지층을 돌파해서 반응 대역에 들어가는 정도까지 고갈된다. 바람직스럽지 못한 수지 용량의 고갈이 언제 일어날지 예측하기가 어렵기 때문에, 별도의 검사수단이 없는 경우에는 수지를 너무 빨리 또는 너무 늦게 제거할 가능성이 있다. 수지를 너무 빨리 제거하면 수지 비용이 증가하는 결과가 발생하고, 한편 너무 늦게 제거하면 반응 생성물에 비경제적인 손상을 주는 결과가 발생한다.

미합중국 특허 제5,138,867호에는 습도계, 분광 광도계, 압전 장치 또는 열량계일 수 있는 감지 장치를 포함하는, 기체 스트림 중의 불순물 농도를 감지하기 위한 모니터 시스템이 제공된다. 이 특허에 기재된 특정 압전 장치는 표면 음파(SAW) 장치이다. SAW 장치에서는 기질 상에 코팅된 표면을 따라서 음파를 통과시켜서, 코팅과 기질 사이의 계면에서의 질량 변화를 측정한다. 코팅에서의 질량 변화는 코팅과 접촉하는 기체 중의 불순물이 코팅과 반응하기 때문에 일어난다. 따라서, 시간이 경과함에 따라 소모되지만 재생될 수 있는 반응성 중합체 코팅 물질이 기재되어 있다. SAW 장치에서는, 불순물 농도를 정확하게 측정할 수 있도록 하기 위해서는 코팅의 두께가 음파의 파장 이하 정도로 얇아야 한다. 이 장치는 불순물 농도의 변화에 대해서 매우 민감하며, 즉 10^{-12}g 수준의 농도 변화를 감지하긴 하지만, 약 1 년 이상의 연장된 수명을 위한 용량을 가지는데 필요한 코팅의 두께는 정확한 측정이 가능한 코팅 두께를 상당히 초과하기 때문에 연장된 기간 동안의 작동을 필요로 하는 장치에 사용하기에는 지나치게 너무 민감하다.

금속 수소화물로 이루어지는 산소 및 수증기 불순물의 스캐빈저가 미합중국 특허 제4,950,419호 및 제4,716,181호에 기재되어 있다.

연장된 기간 동안 유용하고 정확하게 기체 스트림 중의 불순물을 모니터하기 위한 수단을 제공하는 것이 바람직할 것이다. 또한, 기체 중의 불순물 농도를 정량할 수 있는 불순물 모니터 수단을 제공하는 것이 바람직할 것이다.

본 발명은 광범위하게 다양한 기체에서 산화제 및(또는) 물 불순물의 존재 여부를 모니터하기 위한 코팅된 압전 장치를 제공한다. 압전 결정의 1개 이상의 대향 표면 상에 산소 및(또는) 물과 반응성이 있는 금속, 금속 수소화물 또는 금속 할로겐화물을 코팅시킨다. 도포된 코팅의 질량은 요구되는 유용한 수명 기간 동안 산소 및(또는) 물과 계속해서 반응하기에 충분할 정도로 많지만, 압전 결정의 질량 및 반응 생성물의 질량으로 인한 압전 결정의 진동을 방해하거나 또는 실질적으로 감소시킬 정도로 무겁지는 않다. 이 결정에 교류 전기장을 가하고, 이 전기장으로 인해 일어나는 공명 진동을 모니터한다. 물 및(또는) 산소와 반응성 코팅이 반응하면, 반응 생성물이 형성되고 이에 수반하여 질량 변화가 일어난다. 질량 변화는 공명 진동수의 변화를 일으킨다. 즉, 질량이 증가하면 감쇠 효과 때문에 측정된 공명 진동수가 감소된다. 측정된 공명 진동수와 유입 기체 중의 물 및 산소 불순물 농도의 관계는 표준 곡선을 이용하여 파악할 수 있다. 압전 결정을 불화수소와 같은 부식성 기체로부터 보호하기 의해서, 압전 결정은 폴리(비닐리덴 플루오라이드)(PVDF) 또는 폴리테트라플루오로에틸렌과 같은 보호 중합체로 코팅시킬 수 있다. 보호 중합체 상에 반응성 코팅을 도포시킨다. 두 코팅의 질량 합계는 상기 질량에 관한 척도를 충족시켜야 한다.

제1도는 본 발명의 코팅된 압전 결정 장치의 측면도이다.

제2도는 븐 발명의 장치의 정면도이다.

제3도는 본 발명의 장치 이용에 관한 개요도이다.

게4도는 본 발명의 코팅된 압전 결정 장치와 공기의 접촉으로 인한 영향을 나타낸다.

제5도는 본 발명의 코팅된 압전 결정 장치와 공기의 접촉으로 인한 영향을 나타낸다.

본 발명의 코팅된 압전 결정은 천연 석영, 니오브산리튬, 메타니오브산납, 지르콘산납, 티탄산납, 폴리(비닐리덴 디플루오로라이드)(PDVF), 로쉘염, 토르마린, 주석산에틸렌디아민, 주석산이칼륨, 인산이수소암모늄 등, 바람직하게는 석영(및 불화수소 기체 스트림의 경우에는 PVDF)과 같은 압전 기질로 이루어진다. 기질의 가장 넓은 표면의 한쪽 또는 양쪽에 코팅을 도포한다. 압전 결정의 특성은 사우에르브레이(Sauerbrey) 방정식을 이용하여 설명할 수 있다.

$$\triangle f = -f_o^2 m/NA\rho$$

(상기 식에서, △f는 관찰된 진동수 변화이고, f_o는 결정의 기본 진동수이고, m은 전극 표면에서의 질량 변화이고, N은 결정의 진동수 상수이고, A는 부착물의 표면적이고, β는 압전 결정의 밀도이다). 상기 방정식에 의해 입증되는 바와 같이, 관찰된 진동수 변화는 질량 변화에 대해 선형 의존적이지만, 기본 진동수에 대해서는 기본 진동수의 제곱값만큼씩 변화한다. 따라서, 2.0MHz 결정은 1.0MHz 결정보다 4배 이상 더 민감할 것이다. 제8도에 나타낸 바와 같이, 결정의 선형 범위가 F_o의 1 %라고 가정할 때, 진동수 변화의 실측치와 이론치 사이의 상관 관계가 양호하다는 점을 발견하였다. 이 범위 이외의 영역에서는 진동수와 질량변화 사이의 이러한 선형 관계가 불량해지고, 임계 질량을 초과하는 경우에서는 결정이 진동을

멈출 것이다. 따라서, 제8도에 나타낸 바와 같이, 결정이 여전히 선형 반응 범위 내에서 진동할 수 있는 물질 수용량의 최대치는 사용되는 압전 결정의 진동수에 따라서 변화할 수 있으며, 일반적으로 약 1 내지 3.5μg이다. 허용되는 수명 동안 작동할 수 있게 하는데 필요한 용량으로 나타내어지는 결정상의 코팅의 최소량은 예를 들면 일정한 불순물 농도 1ppb에서 1년간의 작업 수명 기간에 대해서는 약 45μg이다. 다음 방정식으로부터 알 수 있는 바와 같이 적재되는 최소 질량은 목적하는 수명 및 불순물 농도에 따라 변화한다 : 질량/$45 = \sqrt{C*t}$ (식 중, 질량는 μg 단위이고, C는 불순물 농도도 (단위 : ppb)이고, t는 수명(단위 : 년)이다). 반응성 코팅의 질량이 이 양보다 작은 경우, 이 장치는 반응성 부분이 소모될때까지만 유용하다. 본 명세서에서는 최소 질량을 "유효 질량"이라 표기한다.

적당한 코팅은 산소 및(또는) 물과 반응하고, 1ppb 농도의 산소 및(또는) 물을 모니터할 수 있고, 정제된 기체에 오염 물질을 첨가하지 않는 것들이다. 본 발명에서 가장 유용한 코팅은 순수 금속 또는 금속 수소화물 코팅이다. 적당한 금속으로서 대표적인 것으로는 리튬, 마그네슘, 칼륨, 스트론튬, 바륨, 나트륨, 칼슘 등이 있다. 적당한 금속 수소화물 코팅으로서 대표적인 것으로는 수소화리튬, 수소화마그네슘, 수소화나트륨, 수소화알루미늄리튬 등이 있다. 적당한 금속 할로겐화물 코팅으로서 대표적인 것으로는 염화마그네슘, 브롬화마그네슘, 불화알루미늄 등이 있다. 리튬 또는 마그네슘과 같은 저분자량 금속 또는 저분자량 금속으로부터 형성된 금속 수소화물을 이용하는 것이 바람직한데, 이는 물 또는 산소와의 반응 결과로 인한 질량 변화가 고분자량 금속을 함유하는 코팅에 비해 더 크고 보다 더 용이하게 모니터될 수 있기 때문이다.

본 발명의 검출 장치는 헬륨, 아르곤, 질소와 같은 불활성 기체; 실란, 디클로로실란, 트리클로로실란과 같은 실리콘 함유 기체; 아르신, 포스핀, 디보란과 같은 도핑제; 할로카본 14, 할로카본 16, 할로카본 218, 옥불화황, 염소, 브롬화수소와 같은 부식제 또는 염화수소, 불화수소 또는 암모니아와 같은 반응성 물질중의 불순물 농도를 모니터하는데 유용하다. 할로겐화 기체를 모니터하는 경우, 먼저 기체 스트림을 이용하여 금속 또는 금속 수소화물을 금속 할로겐화물로 전환시킨 후, 수증기와 반응시킴으로써 상기 효과를 제공한다. 이러한 전환에 대응하는 질량 변화는 상기한 결정에 대해 특이적인 최대 질량을 초과하지 않아야 한다. 별법으로, 적당한 박막 부착 기술을 이용하여 금속 할로겐화물을 압전 결정상에 부착시킬 수 있다.

제1도에 있어서, 본 발명의 복합 구조체는 상기한 본 발명의 코팅 물질로 피복시켜서 코팅(12) 및 (14)가 형성된 압전 결정을 포함한다. 교류 전기 에너지를 결정(10)에 입력하기 의해서 구리 와이어와 같은 전도성 납 와이어(16)이 땜납(18)과 같은 물질에 의해 결정(10)에 결합되어 있다.

제2도에서는 압전 결정(12)를 포함하며 납 와이어(16)에 연결된 본 발명의 장치를 나타낸다. 코팅된 결정의 진동을 후술하는 바와 같은 전기 회로에 전달하는 제2납 와이어(22)가 결정(10)에 결합되어 있다. 전기 회로는 에너지가 가해진 결정의 진동수를 모니터한다. 코팅(12) 및 (14)는 허용되는 박막 부착기술, 예를 들면 스퍼터링(sputtering)법에 의해 도포된다. 금속 전도체, 예를들면 마그네슘을 부착시키는 경우에는, DC 스퍼터링이 가능한 방식이다. 기타 다른 금속 또는 금속 수소화물, 예를 들면 바륨, 스트론튬을 부착시키는 경우에는, RF가 추천할만한 스퍼터링 기술이다. 바륨을 부착시키기 위하여 RF 평면 마그네트론 스퍼터링 시스템, 예를 들면 임의로 200 와트 RF 전력 공급원이 포함된 모델 CrC-100 평면 마그네트론 스퍼터링 시스템(Plasma Sciences, Inc. 제품)을 이용하는 방법에서는, 바륨 표적에 전위를 가해준다. 스퍼터링 방법에서, 바륨 표적은 음(陰) 자기 바이어스되어(self-biased) 표적의 전방에서 이온들을 다량 생성한다. 이 이온들이 표적을 강타해서 스퍼터링이 얻어진다. 결정은 스퍼터링 헤드의 저부로부터 2.54 내지 7.62㎝(1 내지 3인치) 떨어진 거리에 위치하는 페데스탈(pedestal) 위에 배치된다. 결정은 차폐되므로, 압전 전극의 목적하는 영역에서만 부착이 일어난다. 이러한 장치를 이용한 대표적인 스퍼터링 작업은 스퍼터링 기체로서 아르곤을 이용하여 2 내지 10mtorr의 압력 및 80 내지 150W의 RF 전력에서 수행된다. 부착된 필름의 산화를 방지하기 의해서, 전체 스퍼터링 공정을 아르곤 하에서 통상의 장갑 상자 내에서 수행한다.

진동자의 디자인은 CMOS 피어스 진동자를 토대로 한다. 결정에 내재하는 기본 물리학은 결정을 통하여 전파하는 음파의 물리학이다. 초기에 전압차 1로 전기를 입력하면 결정이 팽창하게 된다. 인버터 게이트의 한쪽 말단은 인버터 게이트의 다른 한쪽 말단과의 위상차가 180° 이기 때문에, 초기 전압을 발생시킨다. 압전 결정은 전기적으로는 높은 Q (품질) LC 네트의크와 유사한 특성을 나타내거나 또는 물리적으로는 질량 스프링과 유사한 특성을 나타낸다. 스프링의 단의 길이 당 질량이 변화함에 따라, 스프링 진동의 진동수도 변화하게 된다. 결정의 표면 상에서의 질량을 변화시킴으로써 결정 진동자의 진동수 변화를 모니터할 수 있다.

전자 회로에서는 2개의 CMOS 피어스 진동자가 사용된다. 1개의진동자는 기준계로서 사용되고, 다른 1개의 진동자는 질량 감지기로서 사용된다. 이 2개의 신호가 플립-플롭에 공급되면, 플립 플롭은 두 결정의 진동수 차이를 제공한다. 이는 두가지 목적을 수행하는데; 하나는 모든 온도 영향을 제거하는 것이고, 다른 하나는 보다 작은 진동수 값을 제공하는 것인데, 예를 들면 기준 신호가 1,000,000Hz이고 감지 신호가 999,000Hz이면, 1,000Hz의 진동수 차이를 발생시킬 것이다. 이 진동수 차이가 마이크로-조절 장치 계수 입력기에 적용되어, 일정 시간 동안의 진동수 사이클이 합계된다. 전체 사이클 횟수 및 시간을 알게되면, 진동수(Hz)를 계산할 수 있다. 예를 들어, 시간이 10초이면, 진동수 차이의 분해능은 1/10Hz가 된다.

제3도에서는, 본 발명의 감지 장치(8)이 하우징(30) 위에 배치되고, 기체 유입구(32) 및 기체 유출구(34)를 포함한다. 정제될 기체는 유입구(36), 스크린(38)을 통과해서 수지층(40)으로 도입된다. 임의의 수지층(40)은 유입 기체에 존재하는 산소 및 수증기의 스캐빈저로서의 기능을 갖는다. 정제된 기체는 스크린(42), 최종 여과기(44) 및 유출구(46)을 통과해서 화학 반응 대역(도시되지 않음)으로 도입된다. 유동 기체 스트림 내에 코팅된 결정을 직접 배치하는 장치를 비롯하여 다른 장치 배열도 가능하다.

다음 실시예는 본 발명을 예시하는 것이며, 본 발명을 제한하고자 하는 의도는 없다.

[실시예 I]

코팅된 석영 압전 결정에 대한 시험을 행할 수 있도록 하기 위해, 모든 성분이 스테인레스강 스웨이지록

(Swagelok®)인 장치를 조립하였다. 외경 1.27㎝(1/2 인치)의 관을 사용하여 0.14㎝(1/4 인치) 리듀서(reducer) 내에 삽입된 금속 프릿을 통해서 웨이퍼퓨어(Waferpure™) 기체 정제 수지 약 3ml를 함유시켰다. 이 관의 하부 말단은 0.14㎝(1/4 인치) 유니온 티이(tee)를 통해서 적당한 리듀서를 이용하여 또다른 0.42㎝(3/4 인치) 유니온 티이와 연결되어 있다. 공기 작동식 주름통으로 밀폐된 밸브를 0.14㎝(1/4 인치) 유니온 티이의 분지 말단에 연결시켰다. 납 와이어와 외부 전극의 연결이 가능해질 수 있도록 하기 위해서, 시험할 석영 결정을 진공 급송 장치를 사용하여 0.42㎝(3/4 인치) 유니온 티이의 분지 말단 내에 삽입시켰다. 필요할때마다 외부 대기로부터 장치를 밀폐시키기 위해 각 말단에는 이로(two-way) 비회전 스템 밸브를 사용하였다.

밸브를 제외한 모든 성분은 강제 공기 오븐에서 135℃에서 4시간 동안 건조시키고, 탈수기에서 실온으로 냉각시키고, 질소 충전 장갑 상자에 도입시켰다. 2.0MHz 석영 압전 결정의 금 전극 중의 하나를 칼륨 금속 약 80μg으로 코팅시키고, 결정을 시험 장치에 삽입시켰다. 장치를 장갑 상자로부터 제거함과 동시에 장치를 고순도 시험 스탠드에 연결시켰다. 파나메트릭스(Panametrics) I/O_2 검출장치를 이용하여 산소 농도를 모니터하였다.

2.0MHz 기준 결정과 코팅된 석영 결정 사이의 진동수 차이를 18시간 동안 모니터하면서 약 1분마다 데이터를 기록하였다. 웨이퍼퓨어™로 정제된 질소 기체를 1.0lpm(28psig)에서 장치를 통과시켜서 일정하게 정화시켰다. 약 5분마다 공기 작동식 밸브를 열어 주면, 30lpm에서 질소 중의 12,000ppm 산소로 이루어진 시험 기체의 12초 동안의 펄스가 석영 결정 모니터로 입력될 수 있을 것이다.

제4도에서 알 수 있는 바와 같이, 결정은 시험 기체의 펄스에 대해 단계적인 반응을 나타내었다. 결정 전극상에 산화물이 생성됨으로써 질량이 증가하기 때문에 기준 결정과 비교한 진동수 차이가 증가하였다.

[실시예 II]

코팅된 석영 압전 결정에 대해 유속이 미치는 영향을 결정하기 위하여, 모든 성분이 스테인레스강 스웨이지록R인 장치를 조립하였다. 납 와이어와 외부 전극의 연결이 가능해질 수 있도록 하기 위해, 시험할 석영 결정을 진공 급송 장치를 사용하여 0.42㎝(3/4 인치) 유니온 티이의 분지 말단 내에 삽입시켰다. 필요할 때마다 외부 대기로부터 장치를 밀폐시키기 위해 0.14㎝(1/4 인치) 리듀서를 이용하여 직선 경로의 각 말단에는 이로 비회전 스템 밸브를 연결시켰다.

모든 성분들을 실시예 I에 기재한 바와 같이 건조시키고, 질소 충전 장갑 상자 내에 도입시켰다. 2.0MHz 석영 압전 결정(fo = 2000.745KHz)을 칼륨 금속 약 99μg으로 코팅시키고, 결정을 시험 장치에 삽입시켰다. 장치를 장갑 상자로부터 제거한 후, 장치를 고순도 시험 스탠드에 연결시켰다. 파나메트릭스 I/O_2 검출 장치를 이용하여 산소 농도를 모니터하였다.

2.0MHz 기준 결정과 코팅된 석영 결정 사이의 진동수 차이를 4시간 동안 모니터하면서 약 1분마다 데이터를 기록하였다. 질소 중의 50ppm 산소로 이루어진 시험 기체를 처음 2시간 동안에는 0.5lpm에서 장치를 통과시켜 유동시키고, 다음 2시간 동안에는 2.0lpm으로 증가시켜서 유동시키고, 그 다음 수 분 동안에는 20.0lpm으로 증가시켜서 유동시켰다.

시간 경과에 따른 결정의 진동수 변화를 제5도에 나타내었다. 진동수 변화 데이터를 질량 두께 변화로 전환시키면, 제6도에 도시한 바와 같은 포물선형 성장 법칙으로부터 예견할 수 있듯이, 시간에 대한 두께의 제곱값의 그래프는 직선으로 나타내어진다.

[실시예 III]

여과 하우징에서 코팅된 석영 압전 결정에 미치는 유속의 영향을 결정하기 위하여 모든 성분이 스테인레스강 스웨이지록인 장치를 조립하였다. 납 와이어와 외부 전극의 연결이 가능해질 수 있도록 하기 위해, 진공 급송 장치를 사용하여 시험할 석영 결정을 제거 가능한 0.95㎝(3/8 인치) 티이형 여과 하우징 내에 삽입시켰다. 필요할 때마다 외부 대기로부터 장치를 밀폐시키기 위해, 각 말단에 이로 비회전 스템 밸브를 사용하였다.

각 성분들을 실시예 I에 기재한 바와 같이 건조시키고, 질소 충전 장갑 상자에 도입시켰다. Ag/Cr 전극(fo = 1999.637Hz)을 갖는 2.0MHz 석영 압전 결정의 두 전극 사이를 스트론튬 금속 약 134μg으로 피복시키고 결정을 여과 하우징에 삽입시켰다. 장치를 장갑 상자로부터 제거한 후, 장치를 고순도 시험 스탠드에 연결시켰다. 파나메트릭스 I/O_2 검출 장치로 산소 농도를 모니터하였다.

질소 중의 20ppm 산소로 이루어진 시험 기체의 유속을 0.1 내지 1.0lpm 사이에서 변화시키면서 여과 하우징 디자인을 통과하는 유속의 영향을 측정하였다. 결정의 반응을 제7도에 나타내었다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

적어도 하나의 표면 상에 산소 및(또는) 물과 반응하여 산화물 또는 수산화물 생성물을 생성하는 조성의 코팅을 유효 질량 함유하는 압전 물질, 상기 압전 물질에 교류를 가하는 수단 및 상기 압전 물질의 진동수를 측정하는 수단으로 이루어지며, 상기 코팅은 상기 압전 물질이 전류에 대한 반응으로 진동할 수 있게하는 질량을 갖는 것인, 정제된 기체 스트림 중의 산소 및(또는) 물을 측정하기 위한 감지 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 물질이 상기 코팅을 대향하는 두 표면 상에 함유하는 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 압전 물질이 석영인 장치.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 압전 물질이 석영인 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 코팅이 바륨인 장치.

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 코팅이 바륨인 장치.

청구항 7

제3항에 있어서, 상기 코팅이 바륨인 장치.

청구항 8

제4항에 있어서, 상기 코팅이 바륨인 장치.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 코팅이 수소화마그네슘인 장치.

청구항 10

제2항에 있어서, 상기 코팅이 수소화마그네슘인 장치.

청구항 11

제3항에 있어서, 상기 코팅이 수소화마그네슘인 장치.

청구항 12

제4항에 있어서, 상기 코팅이 수소화마그네슘인 장치.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 코팅이 수소화리튬인 장치.

청구항 14

제2항에 있어서, 상기 코팅이 수소화리튬인 장치.

청구항 15

제3항에 있어서, 상기 코팅이 수소화리튬인 장치.

청구항 16

제4항에 있어서, 상기 코팅이 수소화리튬인 장치.

청구항 17

제1항에 있어서, 상기 코팅이 리튬인 장치.

청구항 18

제2항에 있어서, 상기 코팅이 리튬인 장치.

청구항 19

제3항에 있어서, 상기 코팅이 리튬인 장치.

청구항 20

제4항에 있어서, 상기 코팅이 리튬인 장치.

청구항 21

제1항에 있어서, 상기 압전 물질이 폴리(비닐리덴 플루오라이드)인 장치.

청구항 22

제2항에 있어서, 상기 압전 물질이 폴리(비닐리덴 플루오라이드)인 장치.

청구항 23

제1항에 있어서, 상기 코팅이 폴리(비닐리덴 플루오라이드)로 이루어진 보호 물질을 함유하는 장치.

청구항 24

제1항에 있어서, 상기 코팅이 폴리테트라플루오로에틸렌으로 이루어진 보호 물질을 함유하는 장치.

청구항 25

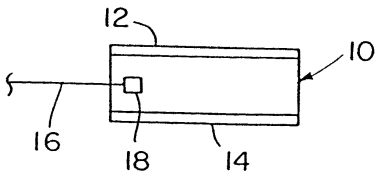
제2항에 있어서, 상기 코팅이 폴리(비닐리덴 플루오라이드)로 이루어진 보호 물질을 함유하는 장치.

청구항 26

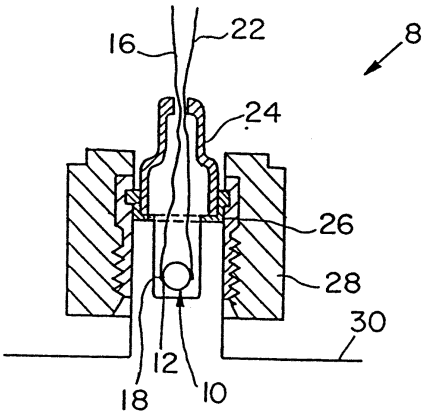
제2항에 있어서, 상기 코팅이 폴리테트라플루오로에틸렌으로 이루어진 보호 물질을 함유하는 장치.

도면

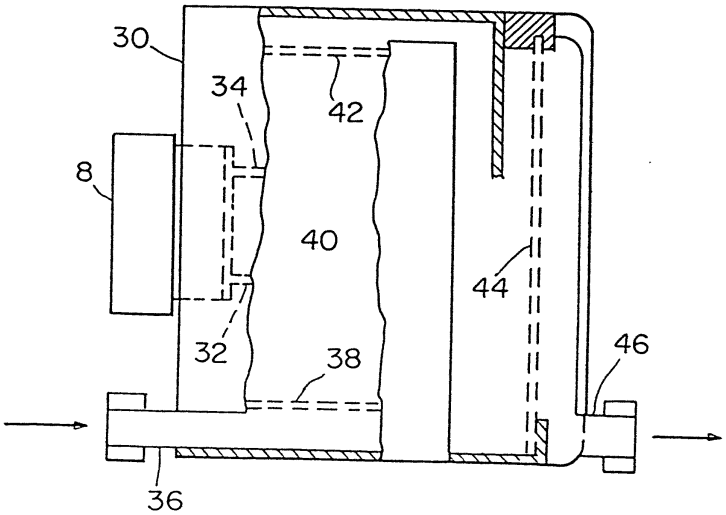
도면1



도면2

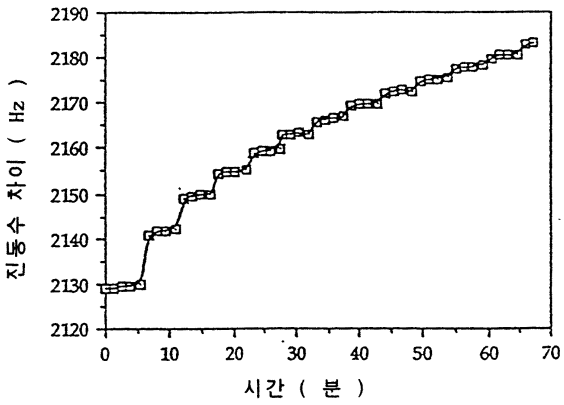


도면3



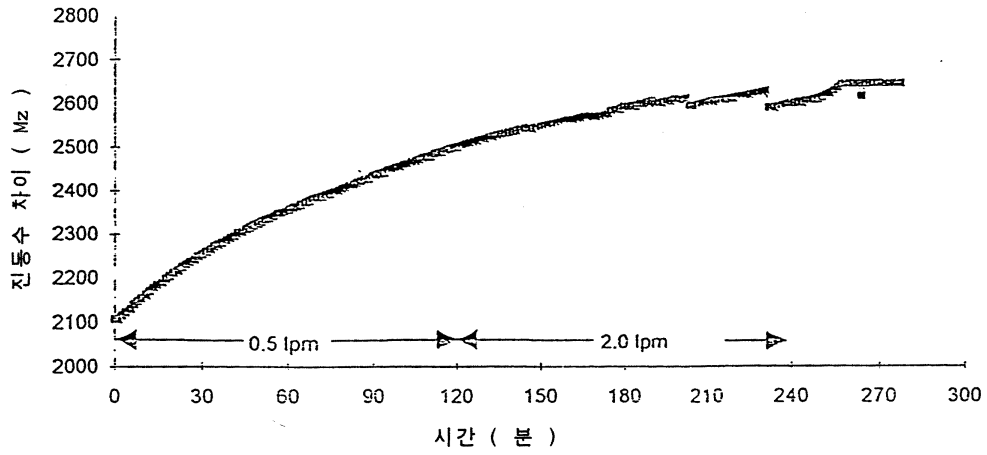
도면4

12,000 ppm 산소의 펄스에 대한
칼륨으로 코팅된 2.0 MHz 석영 압전 결정의 반응



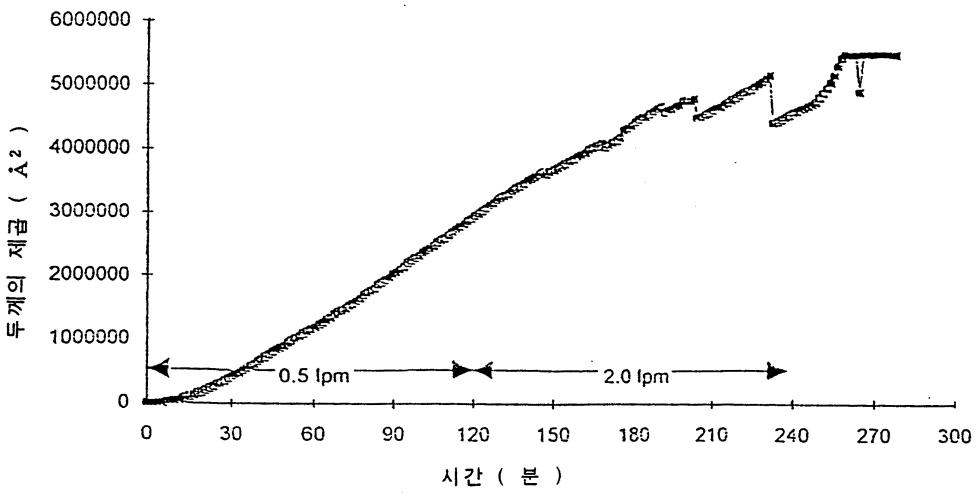
도면5

칼륨으로 코팅된 2.0 MHz 석영 압전 결정에
미치는 유속의 영향



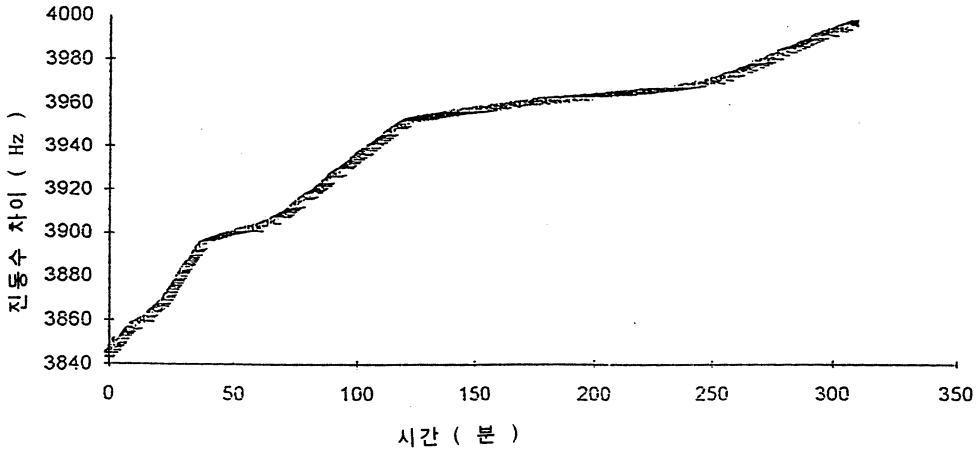
도면6

시간 경과에 따른 산화물 성장 두께 제곱값의 분포



도면7

여과 하우징 내에서 스트론튬으로 코팅된 2.0 MHz 석영 압전 결정에 미치는 유속의 영향



도면8

코팅 질량의 선택

결정 선형 범위가 1%F_o라고 가정할 때의
최대 금속 중량

