



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2016년05월04일  
 (11) 등록번호 10-1618141  
 (24) 등록일자 2016년04월28일

- |   |  |
|---|--|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br>H01G 7/02 (2006.01) H04R 19/01 (2006.01)<br>H04R 19/04 (2006.01) H04R 31/00 (2006.01)<br>(21) 출원번호 10-2014-7029317<br>(22) 출원일자(국제) 2013년04월12일<br>심사청구일자 2014년10월20일<br>(85) 번역문제출일자 2014년10월20일<br>(65) 공개번호 10-2014-0139006<br>(43) 공개일자 2014년12월04일<br>(86) 국제출원번호 PCT/JP2013/061130<br>(87) 국제공개번호 WO 2013/157505<br>국제공개일자 2013년10월24일<br>(30) 우선권주장<br>JP-P-2012-093900 2012년04월17일 일본(JP)<br>(56) 선행기술조사문헌<br>US07309558 B1*<br>KR1020120006968 A*<br>JP2008053761 A*<br>EP01775992 A1<br>*는 심사관에 의하여 인용된 문헌 | (73) 특허권자<br>고쿠리츠다이가쿠호진 사이타마 다이가쿠<br>일본국 사이타마켄 사이타마시 사쿠라쿠 시모오쿠보 255<br>(72) 발명자<br>가게야마 겐스케<br>일본 사이타마켄 사이타마시 사쿠라쿠 시모오쿠보 255 고쿠리츠다이가쿠호진 사이타마 다이가쿠내<br>(74) 대리인<br>유미특허법인 |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 25 항

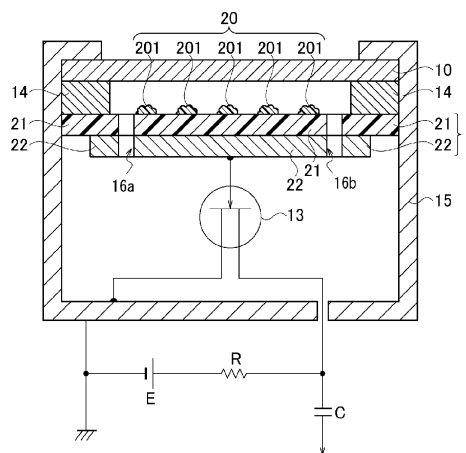
심사관 : 황승희

(54) 발명의 명칭 **일렉트릿 구조체 및 그 제조 방법 및 정전 유도형 변환 소자**

**(57) 요약**

불소 수지 필름(21)과, 불소 수지 필름(21)의 한쪽 면에 형성된 배면 전극(22)과, 불소 수지 필름(21)의 다른 쪽 면에 형성된 실리카층(20)을 가지고, 실리카층(20)이, 서로 고립된 상태로 불소 수지 필름(21)을 피복하는 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)으로 이루어지고, 이 섬 형상 실리카 영역(201)에 마이너스 전하가 부착되어 있는 일렉트릿 구조체(1)를 제공한다. 이 일렉트릿 구조체(1)를 사용한 정전 유도형 변환 소자는 Pb 프리 납땜을 사용한 리플로우로 기판에 실장할 수 있다.

**대표도 - 도1**



**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

불소 수지 필름;

상기 불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성된 전극; 및

상기 불소 수지 필름의 다른 쪽 면에 형성된 실리카층;

을 포함하고,

상기 실리카층이, 서로 고립된 상태로 상기 불소 수지 필름을 피복하는 복수 개의 섬 형상(island-shaped) 실리카 영역으로 이루어지고, 상기 섬 형상 실리카 영역에 마이너스 전하가 부착되어(deposited) 있는,

일렉트릿 구조체(electret structure).

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 불소 수지 필름이, 폴리테트라 플루오로 에틸렌(PTFE), 퍼플루오로 알콕시 에틸렌 공중합체(PFA), 테트라 플루오로 에틸렌-헥사 플루오로 프로필렌 공중합체(FEP) 또는 폴리클로로 트리플루오로 에틸렌(PCTFE) 중 적어도 하나를 포함하는, 일렉트릿 구조체.

**청구항 3**

제2항에 있어서,

상기 섬 형상 실리카 영역의 모두에 의해 피복되는 피복 면적의 상기 불소 수지 필름의 표면적에 대한 피복 비율이, 5% 이상 90% 이하이며,

1개의 상기 섬 형상 실리카 영역에 의해 피복되는 피복 면적과 상기 피복 비율과의 곱이 0.5mm<sup>2</sup> 이하인, 일렉트릿 구조체.

**청구항 4**

제3항에 있어서,

상기 섬 형상 실리카 영역의 상호 간의 간격이 100nm 이상인, 일렉트릿 구조체.

**청구항 5**

제4항에 있어서,

상기 섬 형상 실리카 영역이 비정질(非晶質) 실리카 미립자의 실리카 응집체로 이루어지는, 일렉트릿 구조체.

**청구항 6**

제4항에 있어서,

상기 섬 형상 실리카 영역이 비정질 실리카 또는 다결정 실리카의 박막으로 이루어지는, 일렉트릿 구조체.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 박막이 다공질막인, 일렉트릿 구조체.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 실리카층이 형성된 상기 불소 수지 필름의 면을 덮는 피복 필름을 가지고, 상기 피복 필름이, 상기 섬 형상 실리카 영역의 상면, 및 상기 섬 형상 실리카 영역 사이의 상기 불소 수지 필름의 상면에 피착(被着)되어 있는, 일렉트릿 구조체.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성되는 상기 전극의 표면이, 평활화 처리되어 있는, 일렉트릿 구조체.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성되는 상기 전극의 표면이, 절연층으로 피복되어 있는, 일렉트릿 구조체.

**청구항 11**

불소 수지 필름; 상기 불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성된 전극; 및 상기 불소 수지 필름의 다른 쪽 면에 형성된 실리카층;을 포함하는 일렉트릿 구조체의 제조 방법으로서,

비정질 실리카의 미립자가 용매에 분산되어 이루어지는 실리카졸을 상기 불소 수지 필름의 상기 다른 쪽 면에 분사하여, 복수 개의 섬 형상 실리카 영역을 서로 고립된 상태로 상기 다른 쪽 면 상에 형성하고, 복수 개의 상기 섬 형상 실리카 영역에 의해 상기 실리카층을 형성하는 단계; 및

상기 섬 형상 실리카 영역에 마이너스 전하를 부착시키는 단계;

를 포함하는 일렉트릿 구조체의 제조 방법.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 불소 수지 필름의 위쪽에 상기 섬 형상 실리카 영역의 형상을 규정하는 마스크를 배치하고, 상기 마스크를 통해 상기 실리카졸을 상기 불소 수지 필름에 분사하는, 일렉트릿 구조체의 제조 방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 실리카졸을 분사하는 스프레이 노즐, 및 금속으로 형성한 상기 마스크를 마이너스 전위로 설정하고, 상기 불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성한 전극을 플러스 전위로 설정하여, 상기 실리카졸을 상기 불소 수지 필름에 분사하는, 일렉트릿 구조체의 제조 방법.

**청구항 14**

제1항에 기재된 일렉트릿 구조체의 제조 방법으로서,

비정질 실리카의 미립자가 용매에 분산되어 이루어지는 실리카졸을 잉크젯 프린팅에 의해 상기 불소 수지 필름에 도포하고, 상기 섬 형상 실리카 영역을 형성하는, 일렉트릿 구조체의 제조 방법.

**청구항 15**

제1항에 기재된 일렉트릿 구조체의 제조 방법으로서,

비정질 실리카의 미립자가 용매에 분산되어 이루어지는 실리카졸을 스크린 인쇄에 의해 상기 불소 수지 필름에 도포하고, 상기 섬 형상 실리카 영역을 형성하는, 일렉트릿 구조체의 제조 방법.

**청구항 16**

제11항, 제14항 및 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 불소 수지 필름 상에 상기 섬 형상 실리카 영역이 형성된 상기 일렉트릿 구조체를 가열하는, 일렉트릿 구조체의 제조 방법.

**청구항 17**

제16항에 있어서,

상기 섬 형상 실리카 영역에 마이너스 전하가 부착되기 전의 상기 일렉트릿 구조체를 100℃ 이상으로 가열하여, 상기 섬 형상 실리카 영역으로부터 잉여의 수분을 제거하는, 일렉트릿 구조체의 제조 방법.

**청구항 18**

제16항에 있어서,

상기 섬 형상 실리카 영역에 마이너스 전하가 부착된 후의 상기 일렉트릿 구조체를 180℃ 이상 300℃ 이하로 가열하고, 그 후에, 상기 섬 형상 실리카 영역에 대한 마이너스 전하의 부착을 다시 행하는, 일렉트릿 구조체의 제조 방법.

**청구항 19**

제16항에 있어서,

상기 섬 형상 실리카 영역에 마이너스 전하를 부착시킬 때, 상기 일렉트릿 구조체를 180℃ 이상 300℃ 이하로 가열하면서 상기 마이너스 전하의 부착을 행하는, 일렉트릿 구조체의 제조 방법.

**청구항 20**

불소 수지 필름; 상기 불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성된 전극; 및 상기 불소 수지 필름의 다른 쪽 면에 형성된 실리카층;을 포함하는 일렉트릿 구조체의 제조 방법으로서,

물리적 기상(氣相) 증착(PVD) 또는 화학적 기상 증착(CVD)에 의해 비정질 실리카 또는 다결정 실리카의 박막으로 이루어지는 복수 개의 섬 형상 실리카 영역을 상기 불소 수지 필름의 상기 다른 쪽 면 상에 서로 고립된 상태로 형성하고, 복수 개의 상기 섬 형상 실리카 영역에 의해 상기 실리카층을 형성하는 단계; 및,

상기 섬 형상 실리카 영역에 마이너스 전하를 부착시키는 단계;

를 포함하는 일렉트릿 구조체의 제조 방법.

**청구항 21**

불소 수지 필름; 상기 불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성된 실리카층; 및 상기 불소 수지 필름의 다른 쪽 면에 형성된 전극;을 포함하는 일렉트릿 구조체의 제조 방법으로서,

상기 불소 수지 필름의 한쪽 면에 상기 실리카층을 구성하는 복수 개의 섬 형상 실리카 영역을 서로 고립된 상태로 형성하는 단계; 및

그 후, 상기 불소 수지 필름의 다른 쪽 면에 상기 전극을 용착(溶着)에 의해 형성할 때, 동시에, 상기 섬 형상 실리카 영역에 대한 마이너스 전하의 부착을 행하는 단계;

를 포함하는 일렉트릿 구조체의 제조 방법.

**청구항 22**

불소 수지 필름;

상기 불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성된 배면 전극;

상기 불소 수지 필름의 다른 쪽 면에 형성된 실리카층;

상기 불소 수지 필름의 다른 쪽 면 상의 상기 실리카층에 대향하여 배치된 진동 전극; 및

상기 진동 전극의 상기 실리카층으로의 대향면에 형성된 절연층;

을 포함하고,

상기 실리카층이, 서로 고립된 상태로 상기 불소 수지 필름을 피복하는 복수 개의 섬 형상 실리카 영역으로 이루어지고, 상기 섬 형상 실리카 영역에 마이너스 전하가 부착되어 있는,

정전(靜電) 유도형 변환 소자.

**청구항 23**

제22항에 있어서,

상기 섬 형상 실리카 영역이, 상기 절연층과 상기 불소 수지 필름과의 간격을 유지하는 스페이서를 겸하고 있는, 정전 유도형 변환 소자.

**청구항 24**

제23항에 있어서,

상기 배면 전극이 절곡 가능한 두께를 가지고, 전체가 유연성을 가지는, 정전 유도형 변환 소자.

**청구항 25**

불소 수지 필름;

상기 불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성된 배면 전극;

상기 불소 수지 필름의 다른 쪽 면에 형성된 실리카층; 및

상기 불소 수지 필름의 다른 쪽 면 상의 상기 실리카층에 대향하여 배치된 진동 전극;

을 포함하고,

상기 실리카층이, 서로 고립된 상태로 상기 불소 수지 필름을 피복하는 복수 개의 섬 형상 실리카 영역으로 이루어지고,

복수 개의 상기 섬 형상 실리카 영역의 상기 불소 수지 필름 상에서의 분포 밀도가, 상기 진동 전극의 주변부에 대향하는 영역에서 높고, 상기 진동 전극의 중앙부에 대향하는 영역에서 낮은,

정전 유도형 변환 소자.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 고온에 노출되거나 절연층과 강하게 접촉하거나 해도 높은 전하 유지율을 유지할 수 있는, 내열성 및 내압성(耐壓性)을 가지는 일렉트릿 구조체(electret structure)와, 그 제조 방법과, 그 일렉트릿 구조체를 사용하여 구성하는 일렉트릿 컨덴서 마이크로폰(ECM) 등의 정전(靜電) 유도형 변환 소자에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 대전(帶電)된 전하를 반영구적으로 계속 유지하는 일렉트릿은, ECM을 비롯하여, 초음파 센서, 가속도 센서, 지진계, 발전 소자, 일렉트릿 필터 등에 널리 사용되고 있다. 도 24는, ECM의 구조의 일례를 나타내고 있다. 이 ECM은, 음압에 의해 진동하는 진동 전극(10)과, 스페이서 링(14)에 의해 유지되는 갭을 통하여 진동 전극(10)에 대향하는 일렉트릿 필름(11)과, 일렉트릿 필름(11)의 배면에 고정된 배면 전극(12)과, 배면 전극(12)으로부터 출력되는 신호를 증폭하는 FET(13)와, 진동 전극(10)과 전기적으로 접속하는 금속 케이스(15)를 구비하고 있다.

[0003] 그리고, 본 명세서에서는, 도 24에 나타난 바와 같은 일렉트릿 필름(11)과, 그것에 일체화된 배면 전극(12)과의 구조체 및 이와 유사한 구조체를 「일렉트릿 구조체」라고 한다.

[0004] 일렉트릿 필름(11) 및 배면 전극(12)에는, 진동 전극(10)의 진동을 억제하지 않도록, 갭 공간에 통하는 구멍(16a, 16b)이 형성되어 있다. 또한, 금속 케이스(15)는 접지되고, FET(13)를 구동하는 직류 전원(E)이 저항(R)과 함께 외부로부터 장착되어 있다. FET(13)의 게이트 전극은 배면 전극(12)에 접속되고, 소스 전극은 금속 케이스(15)를 통해 접지되고, 증폭된 음성 신호를 출력하는 드레인 전극은, 결합 용량(C)을 통하여 외부 기기(機器)에 접속되어 있다. 일렉트릿 필름(11)에는, 높은 전하 유지 특성을 가지는 불소 수지의 필름이 널리 사용되

고 있다. 대표적인 일렉트릿 재료로서 폴리테트라 플루오로 에틸렌(PTFE), 퍼플루오로 알콕시 에틸렌 공중합체(PFA), 테트라플루오로에틸렌-헥사플루오로프로필렌 공중합체(FEP), 폴리클로로 트리플루오로 에틸렌(PCTFE) 등의 불소 수지를 들 수 있다.

[0005] 이 ECM의 제조 과정에서, 배면 전극(12)을 장착한 일렉트릿 필름(11)에 대하여, 코로나 방전이나 플라즈마 방전에 의해 마이너스 전하가 주입된다. 이 마이너스 전하는, 일렉트릿 필름(11)의 표면이나 내부에 트랩되고, 일렉트릿 필름(11)은, 이 마이너스 전하를 계속 유지한다. 일렉트릿 필름(11)에 트랩된 마이너스 전하로부터 전계가 생기므로, 진동 전극(10) 및 배면 전극(12)에 의해, 외부로부터의 바이어스 전압의 인가를 필요로 하지 않는 컨덴서가 형성된다. 진동 전극(10)이 음압에 의해 진동하면, 이 컨덴서의 정전 용량이 변화되고, 그에 따라 생기는 진동 전극(10)과 배면 전극(12)과의 사이의 전압 변화가 FET(13)에 의해 증폭되어 외부에 출력됨으로써, 음성 신호를 전기 신호로서 인출할 수 있다.

[0006] 그러나, 일렉트릿 재료로서 불소 수지 필름을 사용한 ECM은, 기판에 대한 실장(實裝)에 있어서, Pb 프리 납땜을 사용한 리플로우(reflow)를 실시할 수 없다는 문제점이 있다. 도 25는, 휴대 전화기 등의 기판에 부품을 실장할 때 사용되는 리플로우의 온도 프로파일의 일례를 나타내고 있다. 최근, 유해 물질 제거의 관점에서 Pb 프리 납땜을 사용한 리플로우가 행해지고 있지만, 이 경우, 실장 부품은, 리플로우 과정에서, 217~260℃에서 30~60초 정도 유지되고, 260℃에 있어서 5~10초 정도 가열된다. 불소 수지 필름은, 이와 같이 250℃를 초과하는 고온에 노출되면, 트랩되고 있었던 마이너스 전하를 유지할 수 없어, 그 대부분이 없어진다.

[0007] 이 불소 수지의 고온에서의 전하 유지율의 저하를 억제하기 위해, 방사선을 조사(照射)하여 불소 수지를 개질(改質)하거나(특히 문헌 1 참조), 불소 수지에 무기 미립자를 포함하거나 하는(특히 문헌 2 참조) 시도가 행해지고 있다. 또한, 불소 수지 대신에, 고온에서도 양호한 대전 안정성을 가지는 실리콘 산화막을 일렉트릿 재료에 사용한 ECM도 제안되어 있다(특히 문헌 3 참조). 그리고, 본 발명의 발명자는, 먼저, 배면 전극을 하면에 가지는 일렉트릿층의 상면에 일렉트릿 절연층을 접합하고, 진동 전극의 하면에 진동 전극 절연 필름을 형성하고, 일렉트릿 절연층과 진동 전극 절연 필름과의 사이에 입자 직경이 10nm~40μm의 절연체의 미립자를 스페이서로 하여 개재(介在)시킨 기계 전기 변환 소자를 제안하고 있다(특히 문헌 4 참조).

[0008] 일렉트릿 필름(11)의 전하 유지율은, 고온 시에, 다음과 같은 원인으로 저하된다. 도 26에 나타낸 바와 같이, 일렉트릿 구조체(1p)를 구성하는 일렉트릿 필름(11)에 트랩된 마이너스 전하(a)는, 고온 시에, 일렉트릿 필름(11)의 결합 준위를 경유하여, 그 일부가 일렉트릿 필름(11)의 표면 방향으로 확산되어, 전하 유지율이 저하된다. 또한, 트랩된 마이너스 전하(a)의 다른 일부는, 고온 시에, 일렉트릿 필름(11)의 결합 준위를 경유하여, 일렉트릿 필름(11)의 두께 방향으로 확산된다. 한편, 배면 전극(12)에 유기된 플러스 전하(b)는, 배면 전극(12)과 일렉트릿 필름(11)과의 계면 결합[또는 배면 전극(12)의 표면 거칠기에 기인하는 전계 집중부]으로부터 일렉트릿 필름(11)에 주입되고, 두께 방향으로 확산된다. 확산된 마이너스 전하와 플러스 전하가 결합하면, 마이너스 전하는 소멸하고, 전하 유지율이 저하된다.

[0009] 또한, 특허 문헌 3에는, 종래의 실리콘 산화막 일렉트릿에 대하여, 내습(耐濕) 특성이 크게 저하되어, 실용적이지 않다고 기재되어 있다. 이것은, 친수성이 높은 실리카의 성질이 영향을 주고 있다. 공기 중의 수분은, 친수성이 높은 실리콘 산화막에 흡착되고, 이 흡착수(吸着水)를 통하여 전극의 플러스 전하가 실리콘 산화막의 표면을 경유하여 확산되고, 마이너스 전하와 결합하여 마이너스 전하가 소멸한다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 일본 공개특허 제2006-287279호 공보
- (특허문헌 0002) 일본 공개특허 제2009-253050호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 공개특허 제2002-33241호 공보
- (특허문헌 0004) 국제 공개 제2009/125773호 팜플렛

### 발명의 내용

**해결하려는 과제**

[0011] 본 발명은, 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창안한 것이며, 고온에서도 높은 전하 유지율을 유지할 수 있는 새로운 일렉트릿 구조체, 이 일렉트릿 구조체의 제조 방법, 또한 이 일렉트릿 구조체를 사용한 정전 유도형 변환 소자를 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

**과제의 해결 수단**

[0012] 본 발명의 제1 태양(態樣)은, 불소 수지 필름과, 불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성된 전극과, 불소 수지 필름의 다른 쪽 면에 형성된 실리카(산화규소,  $SiO_x$ ,  $x=1\sim 2$ )층을 가지는 일렉트릿 구조체인 것을 요지로 한다. 본 발명의 제1 태양에 관한 일렉트릿 구조체의 실리카층은, 서로 고립된 상태로 불소 수지 필름을 피복하는 복수 개의 섬 형상(island-shaped) 실리카 영역으로 이루어지고, 이 섬 형상 실리카 영역에 마이너스 전하가 부착되어 있다. 여기서, 제1 태양에 관한 일렉트릿 구조체의 「전극」이란, 예를 들면, 본 발명의 일렉트릿 구조체를 일렉트릿 컨덴서 마이크로폰(ECM)에 적용한 경우에는, ECM의 「배면 전극」 또는 「진동 전극」 중 어느 한쪽의, 일렉트릿 구조체를 구성하는 층의 전극이 대응한다.

[0013] 코로나 방전이나 플라즈마 방전에 의해 섬 형상 실리카 영역에 주입된 마이너스 전하는 섬 형상 실리카 영역의 깊은 트랩 준위에 고정되므로, 리플로우 처리 온도에 있어서도, 마이너스 전하가 불소 수지 필름에 확산되지 않는다. 그 결과, 도 26에 나타낸 마이너스 전하의 표면 및 두께 방향으로의 확산이 발생하지 않는다. 그러므로, 섬 형상 실리카 영역에서 유지된 마이너스 전하의 소실은, 전극으로부터 확산시키는 플러스 전하[정공(正孔)]과의 결합에 의한 소실만으로 되어, 고온 시의 전하 유지 특성이 향상된다. 또한, 섬 형상 실리카 영역은, 표면 저항이 높은 불소 수지 필름 상에서 각각이 고립되어 있으므로, 실온에 있어서, 도 26에 나타낸 마이너스 전하의 표면 방향으로의 확산은 거의 발생하지 않고, 또한 실온에서의 전극으로부터의 플러스 전하의 확산은, 불소 수지 필름에 의해 차단된다. 그러므로, 고습 하에 있어서도 섬 형상 실리카 영역의 흡착수에 의한 내습 특성의 저하는 생기지 않는다.

[0014] 본 발명의 제2 태양은, 제1 태양에서 설명한 불소 수지 필름과, 불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성된 전극과, 불소 수지 필름의 다른 쪽 면에 형성된 실리카층을 가지는 일렉트릿 구조체의 제조 방법에 관한 것이다. 제2 태양에 관한 일렉트릿 구조체의 제조 방법은, 비정질(非晶質) 실리카의 미립자가 용매에 분산되어 이루어지는 실리카졸을 불소 수지 필름의 다른 쪽 면에 분사하여, 복수 개의 섬 형상 실리카 영역을 서로 고립된 상태로 다른 쪽 면 상에 형성하고, 복수 개의 섬 형상 실리카 영역에 의해 실리카층을 형성하고, 섬 형상 실리카 영역에 마이너스 전하를 부착시키는 것을 포함하는 일렉트릿 구조체의 제조 방법인 것을 요지로 한다.

[0015] 본 발명의 제3 태양은, 제1 태양에서 설명한 불소 수지 필름과, 불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성된 전극과, 불소 수지 필름의 다른 쪽 면에 형성된 실리카층을 가지는 일렉트릿 구조체의 제조 방법에 관한 것이다. 제3 태양에 관한 일렉트릿 구조체의 제조 방법은, 물리적 기상(氣相) 증착(PVD) 또는 화학적 기상 증착(CVD)에 의해 비정질 실리카 또는 다결정 실리카의 박막으로 이루어지는 복수 개의 섬 형상 실리카 영역을 불소 수지 필름의 다른 쪽 면 상에 서로 고립된 상태로 형성하고, 복수 개의 섬 형상 실리카 영역에 의해 실리카층을 형성하고, 섬 형상 실리카 영역에 마이너스 전하를 부착시키는 것을 포함하는 일렉트릿 구조체의 제조 방법인 것을 요지로 한다.

[0016] 본 발명의 제4 태양은, 제1 태양에서 설명한 불소 수지 필름과, 불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성된 실리카층과, 불소 수지 필름의 다른 쪽 면에 형성된 전극을 가지는 일렉트릿 구조체의 제조 방법에 관한 것이다. 제4 태양에 관한 일렉트릿 구조체의 제조 방법은, 불소 수지 필름의 한쪽 면에 실리카층을 구성하는 복수 개의 섬 형상 실리카 영역을 서로 고립된 상태로 형성하고, 그 후, 불소 수지 필름의 다른 쪽 면에 전극을 용착(溶着)으로 형성할 때, 동시에, 섬 형상 실리카 영역에 대한 마이너스 전하의 부여를 행하는 것을 포함하는 일렉트릿 구조체의 제조 방법인 것을 요지로 한다.

[0017] 본 발명의 제5 태양은, 불소 수지 필름과, 불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성된 배면 전극과, 불소 수지 필름의 다른 쪽 면에 형성된 실리카층과, 불소 수지 필름의 다른 쪽 면 상의 실리카층에 대향하여 배치된 진동 전극과, 이 진동 전극의 실리카층으로의 대향면에 형성된 절연층을 구비하는 정전 유도형 변환 소자인 것을 요지로 한다. 제5 태양에 관한 정전 유도형 변환 소자의 실리카층은, 서로 고립된 상태로 불소 수지 필름을 피복하는 복수 개의 섬 형상 실리카 영역으로 이루어지고, 섬 형상 실리카 영역에 마이너스 전하가 부착되어 있다. 제5 태양에 관한 정전 유도형 변환 소자에서는, 음압에 의해 진동 전극이 진동하고, 진동 전극측의 절연층이 섬 형상 실리카 영역에 접촉된 경우라도, 섬 형상 실리카 영역의 깊은 트랩 준위에 부착된 마이너스 전하는 절연층에

확산되지 않아, ECM의 열화를 회피할 수 있다. 그러므로, ECM의 최대 허용 음압을 대폭 향상시킬 수 있다.

[0018] 본 발명의 제6 태양은, 불소 수지 필름과, 불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성된 배면 전극과, 불소 수지 필름의 다른 쪽 면에 형성된 실리카층과, 불소 수지 필름의 다른 쪽 면 상의 실리카층에 대향하여 배치된 진동 전극을 구비하는 정전 유도형 변환 소자인 것을 요지로 한다. 제6 태양에 관한 정전 유도형 변환 소자의 실리카층은, 서로 고립된 상태로 불소 수지 필름을 피복하는 복수 개의 섬 형상 실리카 영역으로 이루어지고, 이 복수 개의 섬 형상 실리카 영역의 불소 수지 필름 상에서의 분포 밀도가, 진동 전극의 주변부에 대향하는 영역에서 높고, 진동 전극의 중앙부에 대향하는 영역에서 낮은 것을 특징으로 한다. 제6 태양에 관한 정전 유도형 변환 소자에서의 섬 형상 실리카 영역의 배치는, 잉크젯 프린팅이나 스크린 인쇄에 의해 임의로 설정할 수 있다. 주변부의 섬 형상 실리카 영역의 면 밀도를 높이면, 주변부의 전계가 중심부보다 높아지므로, ECM의 유효 영역이 진동 전극의 주변부에까지 넓어져, 정전 용량의 변화가 증대한다. 그 결과, 노이즈의 저감이나 감도의 향상이 가능하게 된다.

**발명의 효과**

[0019] 본 발명에 의하면, 고온에서도 높은 전하 유지율을 유지할 수 있어, 새로운 일렉트릿 구조체, 이 일렉트릿 구조체의 제조 방법, 또한 이 일렉트릿 구조체를 사용한 정전 유도형 변환 소자를 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0020] 도 1은 본 발명의 제1 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자(ECM)를 나타낸 모식적인 단면도(斷面圖)이다.
- 도 2는 제1 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자에 사용하는 일렉트릿 구조체의 측정 시험용 샘플을 나타낸 평면도이다.
- 도 3은 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체를 모식적으로 나타낸 단면도이다.
- 도 4는 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체의 제조 방법으로서, 스프레이법에 의한 실리카 응집체의 형성 방법을 나타낸 모식적인 단면도이다.
- 도 5는 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체의 내습 시험 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체의 피복 비율과 피복 면적의 곱과 전하 유지율의 관계를 나타낸 도면이다.
- 도 7은 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체의 가열 시험 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 8은 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체의 피복 면적과 피복 비율과의 관계를 조사하기 위한 가열 시험에 이용된 승온(昇溫)–강온(降溫)의 온도 프로파일을 나타낸 도면이다.
- 도 9는 도 8의 승온–강온의 온도 프로파일을 사용하여 가열 시험을 행한 결과 얻어진, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체의 유지 시간과 전하 유지율의 관계를 나타낸 도면이다.
- 도 10은 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체의 피복 면적과 전하 유지율의 관계를 나타낸 도면이다.
- 도 11은 불소 수지 필름의 두께를 7 $\mu$ m까지 얇게 한 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체를, 실온에 방치한 경우의 전하 유지율의 변화를 나타낸 도면이다.
- 도 12는 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체에 대한 열처리가, 전하 유지율에 주는 영향을 나타낸 도면이다.
- 도 13은 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체의 열처리에 의한 전하 유지율 r의 변화를, 용착 불량부를 도입한 샘플(□표)과 용착 양호한 샘플(○표)을 비교하여 나타낸 도면이다.
- 도 14는 도 8의 승온–강온 특성과 동일한 리플로우 시험을 반복 행했을 때의, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체의 전하 유지율의 변화를, 실리카 응집체가 있는 샘플(□표)과 실리카 응집체가 없는 샘플(○표)을 비교하여 나타낸 도면이다.
- 도 15는 (a)는, 섬 형상 실리카 영역의 탈락 방지용 피복을 설치한 본 발명의 제1 실시형태의 변형예(제1 변형예)에 관한 일렉트릿 구조체를 나타낸 모식적인 단면도이며, (b)는, 제1 실시형태의 제2 변형예에 관한 일렉트릿 구조체를 나타낸 모식적인 단면도이다.
- 도 16은 본 발명의 제1 실시형태의 변형예(제3 변형예)에 관한 정전 유도형 변환 소자(ECM)를 나타낸 모식적인



단면도이다.

도 17은 본 발명의 제2 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자(ECM)를 나타낸 모식적인 단면도이다.

도 18은 본 발명의 제3 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자(ECM)를 나타낸 모식적인 단면도이다.

도 19는 본 발명의 제4 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자를 나타낸 모식적인 단면도이다.

도 20의 (a)는, 제4 실시형태에 관한 플렉시블한 정전 유도형 변환 소자를 2개로 접기 위한 제1 절곡선의 위치를 나타내는 모식적인 단면도이며, (b)는, 도 20의 (a)에서 2개로 절곡한 정전 유도형 변환 소자를 다시 2개로 접기 위한 제2 절곡선의 위치를 나타낸 측면도이며, (c)는, 도 20의 (b)에서 2개로 접혀지고, 최종적으로 4개로 접혀 겹쳐진 정전 유도형 변환 소자에, 인출 전극을 장착한 제4 실시형태에 관한 변환 소자의 완성 도면을 나타낸 측면도이다.

도 21은 도 20의 (c)에서 4개로 접혀진 제4 실시형태에 관한 변환 소자를 가속도 센서로서 사용하여, 시판 중인 가속도 센서와의 출력비의 주파수 특성을 측정하기 위한 실험 장치의 주요부의 개략을 설명하는 모식적인 블록도이다.

도 22는 도 21에 나타낸 실험 장치를 사용하여, 제4 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자와 시판 중인 가속도 센서와의 출력비의 주파수 특성을 측정한 결과를 나타낸 도면이다.

도 23은 본 발명의 제5 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자를 나타낸 모식적인 단면도이다.

도 24는 종래의 ECM을 나타낸 단면도이다.

도 25는 Pb 프리 납땜에 의한 리플로우 처리의 온도 프로파일을 나타낸 도면이다.

도 26은 종래의 일렉트릿 구조체의 마이너스 전하 소실의 원인을 설명하는 모식적인 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0021] 다음에, 도면을 참조하여, 본 발명의 제1~제5 실시형태를 설명한다. 이하의 도면의 기재에 있어서, 동일하거나 또는 유사한 부분에는 동일하거나 또는 유사한 부호를 부여하고 있다. 단, 도면은 모식적인 것이며, 두께와 평면 치수와의 관계, 각 층의 두께의 비율 등은 현실의 것과는 상이한 것에 유의(留意)해야 한다. 따라서, 구체적인 두께나 치수는 이하의 설명을 참조하여 판단해야 할 것이다. 또한, 도면 상호 간에 있어서도 서로의 치수의 관계나 비율이 상이한 부분이 포함되어 있는 것은 물론이다.

[0022] 또한, 이하에 나타내는 제1~제5 실시형태는, 본 발명의 기술적 사상을 구체화하기 위한 장치나 방법을 예시하는 것으로서, 본 발명의 기술적 사상은, 구성 부품의 재질, 형상, 구조, 배치 등을 하기의 것에 특정하는 것이 아니다. 본 발명의 기술적 사상은, 특허 청구의 범위에 기재된 청구항이 규정하는 기술적 범위 내에 있어서, 각종 변경을 가할 수 있다.

[0023] (제1 실시형태)

[0024] 도 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 제1 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자(ECM)는, 평탄한 진동면을 가지는 도전체로 이루어지는 진동 전극(진동자)(10)과, 진동 전극(10)의 진동면에 대향한 평탄한 제1 주면(主面) 및 이 제1 주면에 평행하게 대향하는 제2 주면에 의해 정의된 불소 수지 필름(21)과, 불소 수지 필름(21)의 상면(제1 주면)에 형성된 실리카층(20)과, 불소 수지 필름(21)의 하면(제2 주면)에 접합된 배면 전극(22)과, 진동 전극(10)의 진동면의 변위에 따라 진동 전극(10)과 배면 전극(22) 사이에 유도되는 전하를 측정하는 정전 유도 전하 측정 수단(13, R, C, E)을 구비하는 마이크로폰 캡슐이다. 실리카층(20)은, 서로 고립된 상태로 불소 수지 필름(21)에 피착(被着)된 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)으로 구성되어 있지만, 도 3의 (a) 및 (b)에 나타낸 바와 같이 배면 전극(22)으로부터 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)의 각각의 하면을 향하는 불소 수지 필름(21) 중의 분극 방향이 갖추어져 있다.

[0025] 제1 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자(ECM)에 있어서는, 도 1에 나타낸 불소 수지 필름(21)과, 불소 수지 필름의 하면에 형성된 배면 전극(22)과, 불소 수지 필름(21)의 상면(제1 주면)에 형성된 실리카층(20)을 구비하는 적층 구조체의 전체를 「일렉트릿 구조체」라고 한다. 그리고, 도 16을 사용하여 후술하는 바와 같이, 「일렉트릿 구조체」를 구성하는 불소 수지 필름(21)의 한쪽 면에 형성되는 전극은, 진동 전극(10)이라도 상관없다. 즉, 본 발명의 「일렉트릿 구조체」를 정의한 구성의 일부를 이루는 「불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성되는 전

극」은, 진동 전극이라도 배면 전극이라도 상관없다.

- [0026] 불소 수지 필름(21) 및 배면 전극(22)에는, 진동 전극(10)의 진동을 억제하지 않도록, 불소 수지 필름(21)과 진동 전극(10)과의 사이에 정의되는 「갭 공간」에 통하는 구멍(16a, 16b)이 형성되어 있다. 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1) 및 진동 전극(10)은, 도전성(導電性)(금속제)의 금속 케이스(15)에 수납되어 있지만, 금속 케이스(15)는 접지되어 있다. 무부하 시에는, 불소 수지 필름(21)의 제1 주면(상면)은, 진동 전극(10)의 진동면에 평행하게 대향하고 있다. 여기서, 정전 유도 전하 측정 수단(13, R, C, E)은, 배면 전극(22)에 접속된다. 금속 케이스(15)의 내부에 수납된 증폭기(FET)(13)와, FET(13)에 접속된 출력 회로(R, C, E)를 구비한다. 출력 회로(R, C, E)는, 금속 케이스(15)의 외부에 외부로부터 장착되고, 한쪽의 단자를 접지(接地)하고, FET(13)를 구동하는 직류 전원(E)과 이 직류 전원(E)과 FET(13)와의 사이에 접속된 출력 저항(R)과 출력 저항(R)과, FET(13)와의 접속 노드에 한쪽의 전극을 접속하고, 다른 쪽의 전극을 출력 단자로 하는 결합 용량(C)을 구비한다.
- [0027] FET(13)의 게이트 전극은 배면 전극(22)에 접속되고, 소스 전극은 금속 케이스(15)를 통해 접지되고, 증폭된 음성 신호를 출력하는 드레인 전극이, 결합 용량(C)을 통하여, 도시하지 않은 외부 회로(외부 기기)에 접속되어 있다. 즉, 정전 유도 전하 측정 수단(13, R, C, E)의 출력 단자로 되는 결합 용량(C)의 출력 단자에는, 외부 회로가 접속되고, 외부 회로에 의해 마이크로폰에 접속되는 통신 장치나 기록 장치에 필요한 신호 처리가 행해진다. 제1 실시형태에 관한 ECM의 정전 유도 전하 측정 수단(13, R, C, E)은, 일렉트릿 구조체(1)를 구성하는 배면 전극(22)과 진동 전극(10) 사이의 전위를 FET(13)에 의해 증폭함으로써, 진동 전극(10)의 진동면의 변위에 따라, 실리카층(20)에 정전 유도되는 정전 유도 전하를 측정하고 있다.
- [0028] 평면도나 조감도(鳥瞰圖)의 도시를 생략하고 있지만, 도 1에 나타낸 마이크로폰 캡슐의 진동 전극(10), 불소 수지 필름(21) 및 배면 전극(22)은 각각 반경 3~40mm의 원판 형상이다. 도 1에 나타낸 바와 같이, 원판형의 불소 수지 필름(21)과 진동 전극(10)의 사이에는 절연체의 스페이서 링(14)이 끼워넣어져 있다. 스페이서 링(14)의 상단면에는, 원판형의 진동 전극(10)의 주변부가 접속되어 있다. 그러므로, 일렉트릿 구조체(1), 스페이서 링(14) 및 진동 전극(10)이 금속 케이스(15)에 수납되어 마이크로폰 캡슐을 구성하고 있다.
- [0029] 즉, 스페이서 링(14)은, 서로 평행하게 대향하는 진동 전극(10)과 불소 수지 필름(21)과의 간격을 규정하고 있다. 불소 수지 필름(21)의 두께는, 예를 들면 10~400 $\mu$ m 정도, 배면 전극(22)의 두께는, 예를 들면 10~500 $\mu$ m 정도, 진동 전극(10)의 두께는, 예를 들면 1~100 $\mu$ m 정도로 선정할 수 있지만, 진동 전극(10), 불소 수지 필름(21) 및 배면 전극(22)의 구체적인 두께나 반경은, 요구되는 성능이나 사양에 따라 결정되는 것이다.
- [0030] 그리고, 도 1에서는 도시를 생략하고 있지만, 일렉트릿 구조체(1)를 절연체의 스페이서 링(14)과 홀더와의 사이에 끼워넣도록 해도 된다. 홀더는 금속 케이스(15)의 내벽에 외주가 접하는, 대략 스페이서 링(14)과 같은 원통형상을 이루도록 절연체로 구성하면 된다.
- [0031] FET(13)는, 배면 전극(22)의 중앙부 근방에 용착된 납땀을 통하여, 배면 전극(22)에 전기적으로 접속되어 있다. 배면 전극(22) 및 불소 수지 필름(21)에는, 배면 전극(22) 및 불소 수지 필름(21)을 관통하는 구멍(16a, 16b)이 형성되어 있지만, 구멍(16a, 16b)은, 불소 수지 필름(21)과 진동 전극(10)과의 갭 공간에, (필요에 따라) 절연성이 높은 기체(氣體)(절연 가스)를 봉입(封入)하고, 구멍(16a, 16b) 등을 사용하여 봉하도록 해도 된다. 절연 가스로서는, 질소, 6불화(fluorinate) 유황 등이 채용 가능하다. 절연 가스 외에, 실리콘 오일 등 절연 유체(流體)를 불소 수지 필름(21)과 진동 전극(10)과의 갭 공간을 채워도, 절연 파괴 강도가 증가하여, 방전이 쉽게 생기지 않게 된다. 그 결과, 방전에 의해 부착되는 불소 수지 필름(21)의 표면의 전하량을 저감할 수 있어, 감도가 향상된다. 절연 가스나 절연 유체를 만족시키는 대신에, 불소 수지 필름(21)과 진동 전극(10)과의 갭 공간을 진공 상태로 해도, 감도를 향상시킬 수 있다.
- [0032] 그리고, 진동 전극(10), 일렉트릿 구조체(1)는 각각 원판 형상일 필요는 없고, 타원형, 직사각형 등 다른 기하학적 형상이라도 상관없고, 이 경우, 금속 케이스(15) 등 다른 부재도, 진동 전극(10), 일렉트릿 구조체(1)의 기하학적 형상에 적합하도록 설계되는 것은 물론이다.
- [0033] 그리고, 섬 형상 실리카 영역(201)을 각각 구성하는 실리카는, SiO<sub>x</sub>(x=1~2)로 표현되는 산화규소이다. 불소 수지 필름(21)에는, 표면 저항이 10<sup>16</sup> $\Omega$ /sq. 이상이며, 내열성, 절연성이 우수하고, 발수성(撥水性)이 높을 것이 요구되지만, 일렉트릿으로서 일반적으로 사용되고 있는 폴리테트라 플루오로 에틸렌(PTFE), 퍼플루오로 알콕시 에틸렌 공중합체(PFA), 테트라 플루오로 에틸렌 - 헥사 플루오로 프로필렌 공중합체(FEP) 또는 폴리클로로 트리플루오로 에틸렌(PCTFE) 등이면, 그 조건을 만족시키고 있다. 이들 수지는, 표면 저항이 10<sup>16</sup> $\Omega$ /sq. 이상이며,

내열성·절연성이 우수하므로, 고온이나 고습하에서의 표면 방향으로의 전하의 확산이 억제된다. 또한, 발수성이 높으므로, 섬 형상 실리카 영역(201)의 형성이 용이하다. 또한, 배면 전극(22)에는, 도전성에서 리플로우 온도에 견딜 수 있을 것이 요구된다. 예를 들면, Al 합금, 스테인레스, Ti 합금, Ni 합금, Cr 합금, Cu 합금 등이 사용 가능하다.

[0034] 도 2의 (a)는, 실리카 응집체를 도포되어 있지 않은 두께 12.5 $\mu$ m의 PFA로 이루어지는 불소 수지 필름(21)을 두께 0.1mm의 Al판의 한쪽 면에 진공 용착한 샘플 N과, 샘플 N의 PFA로 이루어지는 불소 수지 필름(21)의 전체면에 실리카졸[콜로이드(colloidal) 실리카, 20 wt%, 1차 입자 직경 40~50 nm, 스노우텍스 20L, 닛산 화학사 제조]을 분사하여 불소 수지 필름 상의 전체면에 실리카 응집체를 형성한 샘플 U<sub>0</sub>을 나타내지만, 도 2의 (b), (c)에는, 불소 수지 필름(21) 상에 배치된 섬 형상 실리카 영역(201)의 평면도를 나타내고 있다.

[0035] 도 2의 (b)는, 샘플 N에 사용한 것과 같은 PFA로 이루어지는 불소 수지 필름(21) 상에, 도 4의 (b)에 나타낸 바와 같은 Al 펀치판의 마스크(31)를 두고, 콜로이드 실리카를 불소 수지 필름 상에 분사하여, 고립된 실리카 응집체를 삼각 격자형으로 형성한 샘플 U<sub>1</sub>(응집체의 직경: 1.5mm) 및 샘플 U<sub>2</sub>(응집체의 직경: 0.5mm)을 나타낸다. 도 2의 (c)는, 콜로이드 실리카를 잉크젯 프린팅 장치(LabJet, 마이크로젯사 제조)에 의해 1점 360pl[피코리터(picoliter)]의 토출량으로 불소 수지 필름 상에 도포하여, 고립된 실리카 응집체를 100 $\mu$ m 피치의 정방 격자형으로 형성한 샘플 I를 나타낸다. 그리고, 샘플 U<sub>0</sub>, U<sub>1</sub>, U<sub>2</sub>의 형성에 있어서, 초음파 네브라이저에 의해 무화(霧化)된 콜로이드 실리카를 분사하고 있지만, 도 2의 (b), (c)는 실험용으로 형성한 것이며, 실제의 ECM에 사용하는 일렉트릿 구조체의 섬 형상 실리카 영역(201)의 배치 및 형상은, 이에 한정되지 않는다.

[0036] 또한, 도 3의 (a)는, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)의 단면(斷面) 구조의 상세를 모식적으로 설명하는 것이며, 단면으로부터 본 섬 형상 실리카 영역(201)과 불소 수지 필름(21)과 배면 전극(22)과의 관계를 나타내고 있다. 이 섬 형상 실리카 영역(201)은, 비정질 실리카 미립자의 응집체로 이루어진다. 비정질 실리카 미립자는, 1차 입자의 평균 입자 직경이 4~450 nm의 미립자이지만, 용액 중에서 수백nm~수 $\mu$ m의 응집체로 되어 분산된다. 이 응집체가 분산된 용액을 불소 수지 필름(21) 상에 도포하면, 비정질 실리카 미립자의 응집체로 이루어지는 섬 형상 실리카 영역(201)을 형성할 수 있다. 비정질 실리카의 응집체는, 표면적이 크기 때문에, 다량의 수분자가 표면에 흡착하고, 그 영향으로 응집체의 외관의 유전율이 증가한다. 그 결과, 코로나 방전이나 플라즈마 방전으로 일렉트릿화할 때, 비정질 실리카의 응집체에 전계가 집중되어, 마이너스 전하가 섬 형상 실리카 영역(201)에 선택적으로 부착될 수 있다.

[0037] 그리고, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)의 섬 형상 실리카 영역(201)은 비정질 실리카의 응집체에 한정되는 것이 아니고, 예를 들면, 섬 형상 실리카 영역(201)을 도 3의 (b)에 나타낸 바와 같이, 비정질 실리카나 다결정 실리카의 박막으로 형성해도 된다. 도 3의 (b)에 나타낸 비정질 실리카나 다결정 실리카의 박막은, 진공 증착, 스퍼터링, 화학적 기상 증착(CVD)법이나 물리적 기상 증착(PVD)법 등으로 형성할 수 있다. 후술하는 바와 같이, 진공 증착, 스퍼터링, CVD법이나 PVD법에 있어서, 불소 수지 필름(21)의 표면을 마스크하면, 불소 수지 필름(21) 상에 섬 형상 실리카 영역을 선택적으로 형성할 수 있다.

[0038] 도 4의 (a)는, 마스크를 이용하지 않고, 불소 수지 필름 상에 수용성의 실리카졸을 스프레이 노즐(30)로부터의 분무량을 조절하여 도포하는 예를 나타낸다. 도 2의 (b), (c)에 나타낸 것은, 샘플 U<sub>1</sub>, U<sub>2</sub>, I의 형성에서는, 도 4의 (b)에 나타낸 바와 같이, 불소 수지 필름(21) 상에 섬 형상 실리카 영역(201)의 형상·위치를 규정하는 마스크(31)를 배치하고, 스프레이 노즐(30)로부터 실리카졸의 수용액의 액적(液滴)의 미스트(mist)(201r)를 마스크(31) 너머로 불소 수지 필름(21)에 분사하여 섬 형상 실리카 영역(201)을 형성하고 있다. 불소 수지는 발수성이 높으므로, 불소 수지 필름(21)에 도달한 실리카졸의 수용액의 액적의 미스트(201r)는, 불에 가까운 형상의 물방울로 되어 불소 수지 필름(21)에 부착된다. 실리카 응집체의 크기는, 불소 수지 상에 형성되는 물방울의 크기, 및 실리카졸의 실리카 농도(10~50 wt%)에 의해 정해진다. 물방울의 크기는, 스프레이 노즐(30)에 의해 살포되는 실리카졸 액적의 크기(1 $\mu$ m~1mm)뿐 아니라, 불소 수지 필름 상에 부착된 실리카졸 수용액의 액적의 미스트(201r)에, 다른 미스트(201r)가 반복 부착되어 합체하는 것도 영향을 준다. 불소 수지 필름(21)에 부착된 물방울이 건조시키면, 고립된 실리카 응집체로 이루어지는 섬 형상 실리카 영역(201)이 형성된다.

[0039] 섬 형상 실리카 영역(201)을 형성한 일렉트릿 구조체에 대하여, 다음에, 코로나 방전이나 플라즈마 방전에 의해 마이너스 전하를 대전시키는 일렉트릿화의 처리가 행해진다. 이 일렉트릿화의 처리 자체는 종래부터 널리 행해지고 있고, 여기서는 상세히 설명하지 않지만, 일렉트릿화의 처리를 행함으로써, 도 3의 (a)에 나타낸 바와 같이, 섬 형상 실리카 영역(201)에 선택적으로 마이너스 전하가 부착된다. 이것은, 표면적이 큰 실리카 응집체의

표면에, 공기 중에 포함되는 다량의 수분자가 화학적으로 흡착되어, 섬 형상 실리카 영역(201)의 외관의 유전율이 증가하기 때문이다. 그 결과, 일렉트릿화의 처리 시에는, 섬 형상 실리카 영역(201)에 전계가 집중되고, 마이너스 전하가 섬 형상 실리카 영역(201)에 끌어당겨져, 대부분의 마이너스 전하가 섬 형상 실리카 영역(201)에 부착된다.

[0040] 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)는, 표면 저항이 높은 불소 수지 필름(21) 상에 섬 형상 실리카 영역(201)이 각각 고립되어 있으므로, Pb 프리 납땜의 리플로우 처리 온도에 있어서도, 도 18에 나타난 마이너스 전하의 표면 방향으로의 확산이나 불소 수지 필름(21)의 두께 방향으로의 확산이 거의 발생하지 않는다. 그러므로, 섬 형상 실리카 영역(201)에서 유지된 마이너스 전하는, 배면 전극(22)으로부터 확산되는 플러스 전하(정공)와 결합할 때만 소실된다.

[0041] 불소 수지 필름(21) 중에는 일정한 비율로 절연성이 뒤떨어지는 결합부가 존재하고 있고, 그 결합부를 통해 배면 전극(22)으로부터 정공(플러스 전하)이 확산되기 쉽다. 그러므로, 섬 형상 실리카 영역(201)이 불소 수지 필름(21)의 결합부 상에 존재하면, 그 섬 형상 실리카 영역(201)에 부착된 마이너스 전하는, 고온 시에 없어질 가능성이 높아진다. 섬 형상 실리카 영역(201)이 불소 수지 필름(21)의 결합부 상에 존재할 확률은, 각각의 섬 형상 실리카 영역(201)의 면적에 의존하고, 그 면적이 넓으면 확률은 높아지고, 면적이 좁으면 확률은 낮아진다. 따라서, 섬 형상 실리카 영역(201) 전체의 합계 면적이 너무 작아지지 않는 범위에서, 각각의 섬 형상 실리카 영역(201)의 면적을 작게 함으로써, 플러스 전하(정공)와의 결합에 의한 마이너스 전하의 소실을 감소시킬 수 있어, Pb 프리 납땜의 리플로우 처리 온도에서의 전하 유지율을 높일 수 있다. 그러므로, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)를 내장한 ECM은, 기관에 대한 실장에 있어서 Pb 프리 납땜의 리플로우 처리가 가능하다.

[0042] 그리고, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)에서는, 실리카졸을 불소 수지 필름(21)에 분사하여, 고립 상태의 실리카 응집체를 형성하고 있지만, 실리카졸을 잉크젯 프린팅이나 스크린 인쇄에 의해 불소 수지 필름(21) 상에 도포하여, 고립 상태의 실리카 응집체를 형성할 수도 있다.

[0043] 다음에, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)의 각종 특성에 관한 측정 결과를 설명한다.

[0044] (내습 특성)

[0045] 친수성이 높은 실리카를 포함함으로써 염려되는 일렉트릿 구조체의 내습 특성에 대하여 측정하였다. 여기서는, 도 2의 (a)에 나타난 바와 같이, 실리카 응집체를 도포하고 있지 않은 두께 12.5 $\mu$ m의 PFA 필름을 두께 0.1mm의 Al판의 한쪽 면에 진공 용착한 샘플 N과, 샘플 N의 PFA 필름의 전체면에 실리카졸(콜로이드 실리카, 20 wt%, 1차 입자 직경 40~50 nm, 스노우텍스 20L, 닛산 화학사 제조)을 분사하여 불소 수지 필름 상의 전체면에 실리카 응집체를 형성한 샘플 U<sub>0</sub>와, 도 2의 (b)에 나타난 바와 같이, 샘플 N의 PFA 필름 상에 Al 편지판의 마스크를 두고, 콜로이드 실리카를 불소 수지 필름 상에 분사하여, 고립된 실리카 응집체를 삼각 격자형으로 형성한 샘플 U<sub>1</sub>(응집체의 직경: 1.5mm) 및 샘플 U<sub>2</sub>(응집체의 직경: 0.5mm)과, 도 2의 (c)에 나타난 바와 같이, 콜로이드 실리카를 잉크젯 프린팅 장치(LabJet)에 의해 1점 360pL(피코리터)의 토출량으로 불소 수지 필름 상에 도포하여, 고립된 실리카 응집체를 100 $\mu$ m 피치의 정방 격자형으로 형성한 샘플 I를 준비하였다. 그리고, 샘플 U<sub>0</sub>, U<sub>1</sub>, U<sub>2</sub>의 형성에 있어서, 초음파 네브라이저에 의해 무화된 콜로이드 실리카를 분사하고 있다.

[0046] 이들 샘플 U<sub>0</sub>, U<sub>1</sub>, U<sub>2</sub>, I에 대하여 코로나 방전에 의한 차지를 행하여, 마이너스 전하를 부착시켰다. 이 때, 샘플 U<sub>0</sub>, U<sub>1</sub>, U<sub>2</sub>, I의 표면 전위는, 모두 -1kV로 하였다. 그리고, 각 샘플 U<sub>0</sub>, U<sub>1</sub>, U<sub>2</sub>, I을 실온(15~25℃)에서 습도 30~90%의 분위기 중에 110일간 방치하고, 그 동안, 샘플 U<sub>0</sub>, U<sub>1</sub>, U<sub>2</sub>, I의 표면 전위를 수시 측정하고, 각 샘플 U<sub>0</sub>, U<sub>1</sub>, U<sub>2</sub>, I의 전하 유지율(표면 전위 측정값과 당초 표면 전위와의 비율)을 조사하였다. 이 측정 결과로도 5에 나타내고 있다.

[0047] 샘플 I 및 샘플 U<sub>2</sub>은, 샘플 N(실리카 응집체 없음)과 비교해도, 전하 유지 특성에 변화가 없어, 실리카 응집체에 의한 내습성의 저하가 해소되어 있다. 샘플 U<sub>1</sub>은, 샘플 N보다 약간 전하 유지율이 저하되었지만, 10일 정도 경과하면 그 이상의 전하 유지율의 저하는 볼 수 없었다. 샘플 U<sub>0</sub>(실리카 응집체 전체면 도포)은, 단조롭게 전하 유지율이 저하되어 있고, 실리카 응집체에 의해 내습성이 크게 악화된 것을 나타내고 있다.

[0048] 표 1에는, 110일 후의 샘플 U<sub>0</sub>, U<sub>1</sub>, U<sub>2</sub> 및 I의 측정 결과를 나타내고 있다. 표 1에서는, 샘플 U<sub>0</sub>, U<sub>1</sub>, U<sub>2</sub> 및 I의 전하 유지량과 샘플 N의 전하 유지량과의 비를 전하 유지율로서 나타내고 있다. 또한, D<sub>s</sub>는 응집체의 직경, A<sub>s</sub>

는 응집체 1개당의 도포 면적(=피복 면적),  $R_s$ 는 불소 수지 필름 표면에 대한 실리카 응집체의 도포 면적의 비율[도포 면적비(=피복 비율)]을 나타내고 있다.

표 1

샘플명	$U_0$	$U_1$	$U_2$	I
도포조건	잉크젯프린팅			초음파무화
	전체면도포	마스킹하여 도포		
직경 $D_s$ [mm]	-	1.5	0.5	0.04
피복면적 $A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	-	1.767	0.196	0.001
피복비율 $R_s$ [%]	100	22.7	22.7	12.6
전하유지율 [%]	85.5	92.9	98.1	98.3

[0049]

[0050] 샘플  $U_1$ 의 전하 유지율이 샘플  $U_2$ 나 샘플 I의 값보다 약간 저하된 것은, 실리카 응집체의 피복 면적  $A_s$ 가 큰 것에 기인한다.

[0051] (피복 면적과 피복 비율과의 관계)

[0052] 전술한 바와 같이, 실리카 응집체 1개당의 피복 면적  $A_s$ 가 커지면, 불소 수지 필름(21)의 결합부 상에 위치할 확률이 높아져, 전하 유지율이 저하된다. 표 1에 있어서, 샘플  $U_1$ 의 전하 유지율이 샘플  $U_2$ 나 샘플 I의 값보다 저하되어 있는 것은, 그때문이다. 그같이 하여, 실리카 응집체 1개당의 피복 면적  $A_s$ 를 작게 하고, 그 결과, 모든 실리카 응집체의 피복 면적  $A_s$ 의 합계 면적이 불소 수지 필름(21)의 표면에 차지하는 비율(피복 비율)  $R_s$ 가 극히 작아지면, 실리카 응집체를 설치하는 효과가 미미해지는 것은 명백하다.

[0053] 그래서, 피복 면적  $A_s$ 와 피복 비율  $R_s$ 와의 관계에 대하여 고찰한다. 불소 수지 필름의 표면적을  $A_f$ , 불소 수지 필름 표면에서의 단위 면적당의 결합의 수를  $P_d$ , 단위 면적당의 응집체의 수를  $N_s$ , 불소 수지 필름의 결합부 상에 도포된 실리카 응집체의 일정 시간 후의 전하 유지량의 저하율을  $f_s$ 라고 하면, 샘플 전체의 일정 시간 후의 전하 유지율  $r$ 은, 이하의 식(1)로 표현된다:

[0054]  $r = 1 - N_s \cdot A_s \cdot P_d(A_s/A_f) f_s$

[0055]  $= 1 - R_s \cdot A_s \cdot P_d \cdot f_s \dots\dots\dots(1)$

[0056] 따라서, 전하 유지율  $r$ 은, 피복 비율  $R_s$ 와 피복 면적  $A_s$ 의 곱  $R_s \cdot A_s$ 에 비례한다. 도 6은, 표 1의 측정 결과로부터 구한, 곱  $R_s \cdot A_s$ 와 전하 유지율  $r$ 과의 관계를 나타내고 있다.

[0057] 이 관계로부터, 곱  $R_s \cdot A_s$ 가 0.5mm<sup>2</sup> 이하이면, 불소 수지 필름에 실리카 응집체를 도포해도, 그것을 도포하지 않는 불소 수지 필름과 비교하여, 전하 유지율  $r$ 은 10% 이하의 저하율로 억제되는 것을 알 수 있다. 불소 수지 필름(21) 중에는 일정한 비율로 절연성에 뒤떨어지는 결합부가 존재하고, 이를 통해 전극으로부터 정공(플러스 전하)이 용이하게 확산된다. 그러므로, 섬 형상 실리카 영역(201)이 불소 수지 필름(21)의 결합부 상에 있으면, 그 섬 형상 실리카 영역(201)에 부착된 마이너스 전하는 고온 시에 없어져 전하 유지율이 저하된다. 따라서, 전하 유지율  $r$ 이, 섬 형상 실리카 영역(201)의 모두에 의한 피복 비율  $R_s$ 와, 섬 형상 실리카 영역 1개당의 피복 면적  $A_s$ 와의 곱에 비례하게 되고, 이 곱  $R_s \cdot A_s$ 가 0.5mm<sup>2</sup> 이하이면, 고온에서의 전하 유지율  $r$ 의 저하가 억제되는 것이다.

[0058] (내열 특성)

[0059] 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)의 내열 특성을 다음의 방법으로 측정하였다. 샘플 N 및 샘플 I와 같은 조건의 샘플을 준비하고, 코로나 방전에 의해 표면 전위가 -1kV로 되도록 일렉트릿화했다. 그리고, 각 샘플을 핫 플레이트 상에서 4℃/min의 승온 속도로 완만하게 300℃까지 가열하고, 그 동안, 5분에 걸쳐 샘플의 표면 전

위를 측정하여 전하 유지 특성을 조사하였다. 도 7의 (b)에는, 측정시의 승온 특성을 나타내고 있다. 이 측정 결과를 도 7의 (a)에 나타내고 있다. 샘플 N과 같은 조건의 샘플의 전하 유지율 r을 ○표, 샘플 I와 같은 조건의 샘플의 전하 유지율 r을 △표로 나타내고 있다.

[0060] 실리카 응집체를 가지지 않는 샘플 N과 같은 조건의 샘플은, 180℃ 부근으로부터 전하 유지율 r의 저하가 시작되어, 260℃에서는 전하가 거의 소멸되었다. 한편, 실리카 응집체를 가지는 샘플 I와 같은 조건의 샘플은, 180℃ 부근으로부터 전하 유지율 r의 저하가 시작되지만, 저하율은 샘플 N과 같은 조건의 샘플보다 작다. 그 결과, 260℃에서도 42%의 전하를 유지하고 있었다.

[0061] 이 실험의 승온 속도는 실제의 리플로우 처리보다 대폭 늦어, 217~260℃로의 승온에 650초를 필요로 하고 있다. 일반적인 리플로우 처리에서는, 217~260℃의 온도 구간이 60초 정도이다. 전하의 유지율은 가열 시간의 누승(累乘)에 의존하므로, 도 7의 (a)의 결과로부터 217~260℃의 유지 시간이 60초일 때의 전하 유지율 r을 산출하면, 샘플 N과 같은 조건의 샘플에서는 59%인데 대하여, 샘플 I와 같은 조건의 샘플에서는 92%로 되어, 대폭 내열성이 향상되는 것을 알 수 있다.

[0062] 다음에, 리플로우 노(爐)를 사용하여, 샘플 N 및 샘플 I와 같은 조건의 샘플을 준비하여, 배치식(batch type) 리플로우 노에 의해 리플로우 처리를 상정(想定)한 가열 시험(이하, 리플로우 시험)을 행하였다. 이 때의 승온-강온의 온도 프로파일을 도 8에 나타낸다. 이 때, 피크 온도는 262℃, 217℃ 이상의 유지 시간은 151초였다. 도 9는 도 7의 결과와 도 8의 결과로부터, 217℃ 이상의 유지 시간과 전하 유지율 r의 관계를 작성한(plot) 것이다. 또한, 도 9의 곡선은 전하 유지율 r이 가열 시간의 누승에 의존하는 것으로 하여 도 7의 결과로부터 예상한 전하 유지율 r과 유지 시간의 관계이다. ○표로 나타낸 샘플 I와 같은 조건의 샘플은, 전하 유지율 r이 유지 시간의 누승에 의존하고 있는 것을 도 9로부터 알 수 있다.

[0063] 그러나, △표로 나타낸 샘플 N과 같은 조건의 샘플은, 리플로우 시험 시의 전하 유지율 r은 유지 시간의 누승칙으로부터 예상된 값보다 대폭 낮아지고 있다. 이 원인은 불명하지만, 트랩 준위에 포획된 마이너스 전하의 가열 시의 홉핑 전도(傳導)가 관계하고 있는 것으로 추측된다. 트랩 준위에 포획된 마이너스 전하는 가열 시 다른 트랩 준위로 홉핑 전도하는 것을 반복하고, 최종적으로 전도대에 도달하여, 필름 내부를 확산시켜 간다. 이 때, 승온 속도가 늦으면, 저온에서의 홉핑에 의해 반대로 보다 깊은 트랩 준위에 마이너스 전하가 포획되어 안정화될 가능성이 있다. 따라서, 샘플 N과 같은 조건의 샘플은, 승온 속도가 늦은 핫 플레이트에 의한 가열 시는 마이너스 전하가 안정화되기 쉬웠기 때문에 도 9와 같은 결과가 되었다고 생각된다.

[0064] 한편, 샘플 I와 같은 조건의 샘플에 대해서는, 실리카 응집 체표면에는 깊은 트랩 준위가 풍부하게 존재하므로, 용이하게 마이너스 전하가 안정화되고, 승온 속도에 관계없이 전하 유지율 r이 유지 시간의 누승칙의 관계를 나타낸 것으로 생각된다. 따라서, 불소 수지 필름(21) 상에 실리카 응집체를 형성함으로써, 승온 속도에 관계없이 안정된 전하 유지 특성을 얻을 수 있다. 또한, 새롭게 작성한 샘플 N 및 I와 같은 조건의 샘플을 코로나 방전에 의해 표면 전위 -0.3kV로 하고, 상기 조건 하에서의 리플로우 시험의 전후에, 샘플 N 및 I와 같은 조건의 샘플을, 도 1의 일렉트릿 구조체(1)로서, 외경(外徑) 10mm의 도 1과 같은 제1 실시형태에 관한 ECM을 제조하였다. 이 때의 100Hz~10kHz의 평균 감도를 측정한 결과를 표 2에 나타낸다.

표 2

평균감도	샘플 I		샘플 N	
	리플로우시험		리플로우시험	
	전	후	전	후
측정항목 [%]	100	11	100	79
전하유지율 [dB]	-47	-58	-47	-50

[0065]

[0066] 샘플 I와 같은 조건의 일렉트릿 구조체(1)는, 감도 저하는 3dB로 억제되어 있다. 통상, ECM은 2회의 리플로우

처리 후의 감도 저하를 3dB 이내로 하는 것이 요구되고 있고, 이것을 달성하기 위해 두께 25 $\mu$ m의 PTFE가 일렉트릿에 사용되고 있다.

- [0067] 표 2의 결과는, 217 $^{\circ}$ C 이상의 유지 시간은 151초이며, 이것은 2회의 리플로우 처리의 유지 시간의 합계를 상회한다. 따라서, 불소 수지 필름(21) 상에 실리카 응집체를 형성함으로써, PTFE보다 염가인 PFA를 사용하고, 또한 절반의 두께 12.5 $\mu$ m으로도 리플로우 처리에 견딜 수 있는 일렉트릿 구조체(1)가 제조 가능한 것을 알 수 있다.
- [0068] 또한, 도 10에는, 피복 비율 Rs와 전하 유지율 r과의 관계를 측정한 결과에 대하여 나타내고 있다. 여기서는, 잉크젯 프린팅에 의한 실리카 응집체의 도포 간격을 변경함으로써, 피복 비율 Rs이 상이한 복수의 샘플을 준비하고, 이들 샘플을 도 7의 (b)의 승온 특성에 따라 250 $^{\circ}$ C까지 가열하고, 250 $^{\circ}$ C에서의 전하 유지율 r을 측정하였다. 도 10에서는, 가로축에 피복 비율 Rs를 나타내고, 세로축에 250 $^{\circ}$ C의 전하 유지율 r을 나타내고 있다. 리플로우 처리의 피크 온도는 적어도 250 $^{\circ}$ C를 전망할 필요가 있고, 217 $^{\circ}$ C~250 $^{\circ}$ C의 유지 시간을 60초로 하여 전하 유지율 r을 90% 이상으로 하기 위해서는, 도 10에 있어서 40% 이상의 전하 유지율 r이 필요해진다.
- [0069] 도 10으로부터, 피복 비율 Rs가 5% 이상이면, 상기한 조건을 만족시키는 것을 알 수 있다. 섬 형상 실리카 영역(201)의 모두에 의한 피복 면적의 피복 비율 Rs가 5% 이상 존재하지 않으면, 고온에서의 전하 유지 특성의 향상을 예상할 수 없다. 도 10에 나타난 바와 같이, 피복 비율 Rs가 5%라도 고온 시의 전하 유지 특성이 대폭 향상되는 것은, 전술한 바와 같이, 실리카 응집체의 표면에 다량의 수분자가 화학적으로 흡착되어 유전율이 증가하고, 일렉트릿화의 처리 시에, 대부분의 마이너스 전하가 실리카 응집체에 부착되기 때문이다.
- [0070] 그리고, 피복 비율 Rs가 90%를 넘으면, 표면 저항이 1자리수 떨어져 버려, 도 26에 나타난 표면 방향으로의 전하의 누설(漏泄)이 무시할 수 없게 된다. 일렉트릿으로서 사용하기 위해서는, 표면 저항은 10<sup>16</sup> 이상이 필요하다. 그러므로, 피복 비율 Rs는, 5~90%의 범위로 설정할 필요가 있다. 도 10으로부터 명백한 바와 같이, 피복 비율 Rs의 바람직한 범위는 6~25%이다. 또한, 실리카 응집체끼리의 간격(실리카 응집체로부터 다른 실리카 응집체까지의 불소 필름 상에 따른 최단 거리)이 100nm 이하로 되면 터널 효과에 의한 누설 전류를 무시할 수 없게 된다. 그러므로, 실리카 응집체끼리의 간격은 100nm 이상이 필요하며, 1 $\mu$ m 이상이 바람직하다.
- [0071] (표면 전위의 크기)
- [0072] 불소 수지 필름(21) 상에 실리카 응집체를 형성한 일렉트릿 구조체(1)는, 실리카 응집체를 가지고 있지 않은 불소 수지 필름(21)만의 종래의 일렉트릿 구조체에 비하여, 큰 표면 전위를 유지할 수 있어, 높은 전계를 방출할 수 있다. 비교를 위해, Al 전극에 두께 12.5 $\mu$ m의 PFA 필름을 용착한 일렉트릿 구조체에 대하여, 코로나 방전에 의해, PFA 필름이 절연 파괴가 생기지 않는 범위에서, 마이너스 전하를 가능한 한 부착시켰는데, 표면 전위는 -1.76 kV에 도달하였다.
- [0073] 그러나, 그대로 방치하면, 표면 전위의 크기는 서서히 줄어들어, 1시간 방치 하면 -1.26kV에까지 감소하였다. 한편, 샘플 I와 같은 조건 하에서 실리카 응집체를 불소 수지 필름(21) 상에 형성한 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)에 대하여, 코로나 방전에 의해 가능한 한 마이너스 전하를 부착시켰는데, 표면 전위는 -1.98kV에 도달하였다. 그리고, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)를 방치해도, 표면 전위는 변화되지 않았다. 따라서, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)에 의하면, 최종적으로는, 불소 수지 필름(21) 상에 실리카 응집체를 형성함으로써 표면 전위의 크기는 대략 50% 이상 향상시킨 것으로 된다.
- [0074] 이것은, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)에 있어서, 불소 수지 필름(21) 상에 실리카 응집체를 형성함으로써, 일정한 표면 전위를 얻기 위해 필요한 불소 수지 필름(21)의 두께를 34% 이상 줄일 수 있는 것을 의미한다. 따라서, 불소 수지 필름(21)의 두께를 더욱 얇게 할 수 있다. 불소 수지 필름(21)의 박막화는 ECM의 정전 용량의 증가로 연결되고, 그 결과, 노이즈의 저감, 또는 더 소형화가 가능해진다.
- [0075] 불소 수지 필름(21)에 사용하는 PFA 필름의 두께를 7 $\mu$ m까지 얇게 하고, Al 전극에 용착한 일렉트릿 구조체[샘플 N(7 $\mu$ m)]와, 샘플 I와 같은 조건 하에서 실리카 응집체를 두께 7 $\mu$ m의 PFA 필름 상에 형성한 일렉트릿 구조체[샘플 I(7 $\mu$ m)]에 대하여, 코로나 방전에 의해 표면 전위를 -1.4kV로 하고, 실온에서 방치할 때의 전하 유지율 r의 거동(舉動)을 도 11에 나타낸다. 과대한 차이를 행한 경우, 불소 수지 필름(21) 상에 실리카 응집체를 도포함으로써, 표면 전위의 열화가 대폭 억제되어 있다. 통상, 불소 수지 필름(21)의 두께를 10 $\mu$ m 이하로 하면 두께의 불균일이나 핀홀(pinhole) 등의 결함의 증가에 의해, 안정된 일렉트릿으로서 기능하는 유전(誘電) 분극판(分極板)을 제작할 수는 없다. 그러나, 도 11의 결과로부터, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)에 의하면, 실리카 응집체에 의해, 불소 수지 필름(21)의 박막화가 가능해지는 것을 알 수 있다.

- [0076] (내열 특성의 추가 향상)
- [0077] 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)는, 다음과 같은 처리를 행함으로써 고온 시의 전하 유지 특성을 더욱 향상시키는 것이 가능하다:
- [0078] a. 실리카졸을 사용하여 불소 수지 필름(21) 상에 실리카 응집체를 도포한 경우, 실리카 응집체 내부의 모세관 등에 과잉의 수분이 유지된 채로 되어 있는 경우가 있다. 특히 잉크젯 프린팅이나 스크린 인쇄에 있어서는, 그 경향이 현저하다. 이와 같이 불소 수지 필름(21) 상의 실리카 응집체에 물리적으로 흡착한 여분의 수분이 존재하면, 여분의 수분을 통하여 실리카 응집체로부터 불소 수지 필름(21) 표면에 일부의 마이너스 전하가 확산되므로 내열 특성이 저하된다. 그러므로, 일렉트릿화 처리의 전에 일렉트릿 구조체(1)를 가열하여 실리카 응집체에 흡착한 여분의 수분을 제거함으로써 고온 시의 전하 유지율  $r$ 이 향상된다.
- [0079] 도 7의 (a)에서는, 잉크젯 프린팅에 의해 불소 수지 필름(21) 상에 실리카 응집체를 도포하여 실리카층(20)을 형성한 샘플을 250℃까지 가열(예가열)하여 잉여의 수분을 제거하고, 그 후에 차지를 행한 경우의 특성을 4각으로 나타내고 있다. 도 7의 (a)로부터 명백한 바와 같이, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)의 내열 특성은 더욱 향상되어 있다. 예가열의 온도는, 화학적인 흡착수 이외의 불필요한 수분을 제거할 수 있으면 되므로, 100℃ 이상이면 되지만, 수분의 제거 시간을 단축하기 위해서는 보다 고온 쪽이 바람직하다. 반대로 300℃ 이상으로 가열하여, 불소 수지 필름(21)이 용융되어도, 불소 수지와 실리카의 밀도에 큰 차는 없으므로, 실리카 응집체가 불소 수지 필름(21) 중에 잠기지 않는다. 따라서, 불소 수지 필름(21)이 분해를 시작하는 400℃까지 가열하는 것도 가능하다.
- [0080] b. 일렉트릿화 처리를 행한 일렉트릿 구조체(1)를 가열하고, 그 후, 다시 일렉트릿화 처리를 행함으로써 고온에서의 전하 유지 특성이 향상된다. 이것은, 한번 일렉트릿화한 후에, 가열 처리를 행하면 실리카 응집체의 깊은 트랩 준위에 부착된 마이너스 전하가 가열 후에도 잔존하기 위한 것이며, 잔존한 마이너스 전하에 대하여, 또한 재차의 일렉트릿화로 마이너스 전하가 가해지므로, 전하 유지 특성이 향상된다. 도 12에는, 잉크젯 프린팅에 의해 불소 수지 필름(21) 상에 실리카 응집체를 도포한 일렉트릿 구조체(1)에 대하여, 한번 일렉트릿화한 후에, 300℃까지의 가열 시험을 행했을 때의 전하 유지율  $r$ 의 측정값( $\Delta$ )과, 그 샘플을 재차 일렉트릿화하여, 300℃까지의 가열 시험을 다시 행했을 때의 전하 유지율  $r$ 의 측정값(4각)을 나타내고 있다. 도 12로부터 명백한 바와 같이, 가열 처리 및 재일렉트릿화를 행함으로써, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)의 전하 유지 특성이 향상되어 있다. 이 차지 후의 가열 온도는, 도 12에 있어서 전하 유지율  $r$ 의 저하가 시작되는 180℃ 이상으로 하고, 300℃ 이하로 하면 고온에서의 전하 유지 특성이 향상된다. 실제로는, 리플로우 처리 온도인 250~260℃로 열처리하는 것이 바람직하다.
- [0081] c. 실리카 응집체의 일렉트릿화 처리를 고온 중에서 행함으로써, 고온에서의 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)의 전하 유지 특성이 향상된다. 이것은, 고온 중에서의 일렉트릿화 처리에 의해, 실리카 응집체의 깊은 트랩 준위에 마이너스 전하가 포착되어 마이너스 전하가 쉽게 확산되지 않기 때문이다. 도 12에는, 코로나 방전에 의한 일렉트릿화를 250℃에서 행한 일렉트릿 구조체(1)의 가열 시험 결과를 ○표로 나타내고 있다. 도 12로부터 명백한 바와 같이, 일렉트릿화를 250℃에서 행함으로써 전하 유지 특성이 향상되어 있다. 실리카 응집체를 도포하지 않는 통상의 불소 수지 필름(21)에서는, 250℃에서 차지할 수 없지만, 불소 수지 필름(21) 상에 실리카 응집체를 도포한 경우에는, 250℃의 온도에서도 실리카 응집체에 마이너스 전하를 부착시키는 것이 가능하며, 실제, 표면 전위  $-1\text{kV}$ 의 일렉트릿을 얻을 수 있다. 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)에 있어서는, 불소 수지 필름(21)으로서 사용하는 PFA 필름의 용점 310℃ 바로 아래의 300℃에서도  $-0.7\text{kV}$ 까지 차지할 수 있었다. 이 차지 중의 가열 온도는, 도 12에 있어서 전하 유지율  $r$ 이 저하를 시작하는 180℃ 이상으로 하고, 300℃ 이하로 하면 고온에서의 전하 유지 특성이 향상된다. 실제로는, 리플로우 처리 온도인 250~260℃로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0082] d. 불소 수지 필름(21)과 접합되는 배면 전극을 개선함으로써, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)의 고온에서의 전하 유지 특성을 향상시킬 수 있다. 불소 수지 필름(21) 상에 서로 고립된 섬 형상 실리카 영역(201)을 형성함으로써, 도 26에 나타낸 표면 방향의 마이너스 전하의 누출을 방지할 수 있지만, 배면 전극(22)으로부터의 정공의 주입은 방지할 수 없다. 그러므로, 고온에서의 전하 유지 특성의 향상을 도모하기 위해서는 배면 전극(22)으로부터의 정공의 주입을 방지하는 것이 중요하다. 배면 전극(22)으로부터의 정공의 주입의 원인은, 크게 나누어 2가지 있고, 하나는, 계면의 결함 및 불순물층에 기인하는 트랩 준위를 통하여 정공이 주입되는 것이며, 다른 하나는, 배면 전극(22)의 표면 거칠기에 기인하여 불소 수지 필름(21)과 배면 전극(22)과의 밀착성이 저하되어, 국부적인 전계 집중이 발생하여 정공이 주입되는 것이다.



- [0083] 불소 수지 필름(21)과 배면 전극(22)과의 밀착성에 대해서는, 도 13에 나타난 바와 같은 가열 시험에 의한 전하 유지율 r의 변화가 나타난다. 도 13에서는, 배면 전극(22)으로서의 Al 전극에, 불소 수지 필름(21)으로서 두께 12.5 $\mu$ m의 PFA 필름을 용착한 일렉트릿 구조체에 대하여, 불소 수지 필름(21)의 용착 온도를 내려 의도적으로 용착 불량부를 도입한 샘플(□표)과 ○표로 나타난 용착 양호한 통상 샘플에 대하여 전하 유지율 r의 변화를 각각 나타낸다. 도 13에서는, 도 7의 (b)에 나타난 것과 마찬가지로의 승온 특성으로 가열 시험을 행하였다. □표로 나타난 용착 불량 샘플은, 200 $^{\circ}$ C 이하로부터 전하 유지율 r의 저하가 시작되어 있고, 배면 전극(22)과 불소 수지 필름(21)과의 접합부의 밀착성이 전하 유지 특성의 개선에 있어서 중요하다라는 것을 알 수 있다. 이하에 있어서는, 고온에서의 전하 유지 특성의 향상을 도모하기 위한 3가지 방법(d-1, d-2, d-3)에 대하여 설명한다.
- [0084] d-1. 배면 전극의 평활화(전계 집중의 저감):
- [0085] (1) 배면 전극(22)을 연마하여 표면 거칠기를 저감시킨 후에 불소 수지 필름(21)을 용착한다.
- [0086] (2) 불소 수지 필름(21)에 증착(蒸着), 물리적 기상 증착(PVD), 스퍼터링에 의해 도전성 재료(Al, Ti, Cr, Ni, Ag 등의 금속이나 카본)를 코팅하여 평활한 배면 전극(22)을 형성한다.
- [0087] (3) 배면 전극(22)에 증착, PVD, 스퍼터링에 의해 도전성 코팅(도전성 불소 수지, 카본, Al, Ti, Cr, Ni, Ag 등의 금속)을 행하여 평활화 처리한 후에 불소 수지 필름(21)을 용착한다.
- [0088] 이와 같이, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)에서는, 불소 수지 필름(21)의 한쪽 면에 형성되는 배면 전극(22)의 표면을, 평활화 처리하는 것이 바람직하다. 일렉트릿 구조체(1)를 구성하는 배면 전극(22)의 표면이 거칠면, 배면 전극(22)과 불소 수지 필름(21)과의 계면의 밀착성이 저하되어, 국부적인 전계 집중이 발생한다. 이 국부적인 전계 집중에 의해, 배면 전극(22)으로부터 불소 수지 필름(21)에 정공이 용이하게 주입되고, 일렉트릿 구조체의 전하 유지율이 저하된다. 배면 전극(22)의 표면을 평활화함으로써, 국부적인 전계 집중에 의한 배면 전극(22)으로부터 불소 수지 필름(21)으로의 정공의 주입을 억제할 수 있다.
- [0089] d-2. 절연 코팅(결함층의 저감):
- [0090] 미리 배면 전극(22)에 내열성이 높은 절연 재료를 코팅하고, 배면 전극(22)과 밀착성이 양호한 절연층을 형성한다. 절연층 형성을 위해, 이하의 방법을 생각할 수 있다.
- [0091] (1) PTFE 디스퍼전이나 폴리이미드 바니스를 스핀 코팅이나 딥핑(dipping)에 의해 배면 전극(22)에 도포하여 가열하여 절연층을 형성한다.
- [0092] (2) 산화물(알루미나, 산화 크로미움, 티타니아, 지르코니아 등)을 증착, PVD, 화학적 기상 증착(CVD), 스퍼터링으로 배면 전극(22)에 코팅한다. 그리고, 그 위에 불소 수지 필름(21)을 다시 용착한 후에 실리카층(20)을 도포한다. PTFE 코팅의 경우, 그 위에 직접 실리카층(20)을 도포해도 된다.
- [0093] 이와 같이, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)에서는, 불소 수지 필름(21)의 한쪽 면에 형성되는 배면 전극(22)의 표면을, 내열성이 높고 밀착성이 양호한 절연층으로 피복하는 것이 바람직하다. 일렉트릿 구조체(1)를 구성하는 배면 전극(22)에 밀착성이 양호한 절연층을 코팅함으로써, 배면 전극(22)과 불소 수지 필름(21)과의 계면 결함을 감소시킬 수 있어, 계면 결함에 의한 배면 전극(22)으로부터 불소 수지 필름(21)으로의 정공의 주입을 억제할 수 있다. 배면 전극(22)을 절연 코팅한 경우에는, 도 1에 나타난 불소 수지 필름(21)과, 불소 수지 필름(21)의 하면에 형성된 배면 전극(22)과, 배면 전극(22)과 불소 수지 필름(21)의 사이에 형성된 절연층과, 불소 수지 필름(21)의 상면에 형성된 실리카층(20)에 의해, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체가 정의되는 것은 물론이다.
- [0094] d-3. 용착 시에 차지:
- [0095] 불소 수지 필름(21)에 배면 전극(22)을 용착하기 전에, 불소 수지 필름(21)에 실리카 응집체를 도포하고, 그리고 나서, 불소 수지 필름(21)을 배면 전극(22)에 용착하고, 이 용착 시에 동시에 코로나 방전에 의한 차지를 행하고, 마이너스 전하의 부착을 행한다. 이렇게 함으로써, 결함이나 전계 집중부가 없는 불소 수지 필름(21) 상에 도포된 실리카 응집체의 깊은 트랩 준위에 마이너스 전하를 부착시키는 것이 가능하다. 그리고, 불소 수지 필름(21)에 배면 전극(22)을 용착하기 전에 코로나 방전에 의한 차지를 행하고 나서 용착을 행해도, 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있지만, 용착 시에 차지하는 것이 효과는 크다.
- [0096] 다음에, 섬 형상 실리카 영역(201)의 형성 방법에 대하여 설명한다.

[0097]

(1) 스프레이를 사용한 실리카졸의 도포

[0098]

불소 수지 필름(21) 상에 스프레이로 수용성의 실리카졸을 도포하는 예는, 먼저 설명하였다[도 4의 (b)]. 이 때, 마스크(31)를 사용하여 실리카 응집체의 형상이나 형성 위치를 규제하였지만, 도 4의 (a)에 나타난 바와 같이, 스프레이로부터의 분무량을 조절하여, 마스크를 이용하지 않고 고립 상태의 실리카 응집체를 불소 수지 필름(21) 상에 형성하는 것도 가능하다. 불소 수지는 발수성이 높으므로, 실리카졸의 액적 또는 미스트(201r)는, 불소 수지에 부착되어 구형(球形)에 가까운 형상의 물방울이 되어, 건조되면, 고립된 실리카 응집체가 형성된다. 또한, 실리카졸의 살포에는, 원예용의 살수 노즐, 도료의 스프레이용의 노즐, 미스트 생성용의 노즐 등 다양한 것을 사용할 수 있고, 입자 직경에 따라 선택한다. 또한, 초음파 네브라이저에 사용되도록 한 초음파에 의한 무화도 유효한 방법이다.

[0099]

불소 수지 필름(21)으로서의 두께 25 $\mu$ m의 PTFE를, 배면 전극(22)으로서의 스테인레스 전극에 소부(燒付)한 일렉트릿 구조체에 대하여, 노즐 포트 직경 0.3mm의 스프레이 건과 콜로이드 실리카(닛산 화학공업, 20L)를 사용하여 도 4의 (a)에 나타난 바와 같은 방법으로, 도 2의 (b)와 같은 실리카 응집체를 도포한 일렉트릿 구조체(1)를 제작하였다. 그리고, 코로나 방전에 의해 표면 전위를 -0.4kV로 하고, 도 8의 승온-강온 특성과 동일한 리플로우 시험을 반복 행했을 때의 전하 유지율 r의 거동을 조사하였다. 그 결과를 도 14에 나타낸다. ○표로 나타낸 실리카 응집체를 도포하지 않는 샘플은, 3회의 리플로우 시험 후에 전하 유지율 r은 80%를 하회하였다. 한편, □표로 나타낸, 실리카 응집체를 스프레이 건으로 도포하여 실리카층(20)을 구성한 일렉트릿 구조체(1)는, 3회의 리플로우 시험을 행한 후 도 전하 유지율 r은 90%를 웃돌았다. 이 결과로부터, 스프레이 건과 같이 간편한 방법으로도, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)에 의하면, 실리카 응집체에 의해 불소 수지 필름(21) 상에 실리카층(20)을 구성함으로써, 전하 유지율 r의 개선이 유효하다는 것을 알 수 있다.

[0100]

실리카졸의 1차 입자 직경은, 콜로이드 용액으로서의 상태를 유지하기 위해, 4~450nm의 범위에서 선택 가능하다. 1차 입자 직경이 작을수록, 코로나 방전에 의한 차지 시에 마이너스 전하가 실리카 응집체에 쉽게 모이기 때문에 도포 면적비를 작게 할 수 있지만, 응집체 내부의 여분의 수분이 쉽게 빠지지 않으므로, 여분의 수분 제거를 위한 열처리 또는 가열 중의 차지가 필요해진다. 실리카 응집체의 높이는, 제1 실시형태에 관한 ECM의 겹 폭보다 작게 하는 것이 필요하다. 일반적으로 ECM의 겹 폭은 25 $\mu$ m 이하이다. 겹 폭을 증가시키는 것도 가능하지만, 실리카 응집체의 높이가 50 $\mu$ m 이상으로 되면 불소 수지 필름(21) 상으로부터 탈락하기 용이해진다(통상, 실리카 응집체는 일렉트릿화함으로써, 정전력에 의해 불소 수지 상에 강하게 부착되어 있다). 또한, 실리카졸의 1차 입자 직경이 4nm 이상이므로, 이 이하의 높이로 할 수는 없다. 또한, 콜로이드 용액 중에서 실리카 미립자는 이미 응집이 시작되어 있고, 그 사이즈는 수백nm~수 $\mu$ m인것으로 생각된다. 따라서, 응집체의 높이는 4nm~50 $\mu$ m이며, 1 $\mu$ m~25 $\mu$ m이 바람직하다.

[0101]

그리고, 도 4의 (b)에 나타난 바와 같이, 스프레이 노즐(30)과 불소 수지 필름(21)과의 사이에 마스크(31)를 두는 경우에는, 마스크(31)에 의해 반드시 고립된 실리카 응집체가 살포되므로, 수용성의 실리카졸뿐 아니라, 유기용매를 분산제로 한 실리카졸도 사용 가능하다. 유기용매로서는 에탄올, 메탄올, 아세톤, ISO 프로판올, 에틸렌 글리콜 등을 들 수 있다. 유기용매를 사용하면 건조가 빠르고, 여분의 수분을 제거하는 열처리도 불필요해진다.

[0102]

(2) 일렉트로 스프레이 디포지션(ESD)을 사용하여 실리카졸을 도포:

[0103]

도 4의 (b)에 나타난 바와 같이, 스프레이 노즐(30)과 불소 수지 필름(21)과의 사이에 마스크(31)를 두는 경우, 스프레이 노즐(30)을 불소 수지 필름(21)에 형성된 전극보다 마이너스의 전위로 함으로써, 마이너스 전하를 가지는 액적을 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)으로서 불소 수지 필름(21)에 부착시키는 것이 가능하다. 이것은, 일렉트로 스프레이 디포지션이라는 방법이지만, 이로써, 나노 레벨 직경의 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)을 살포 가능하므로, 실리카 응집체의 도포 패턴의 정밀도가 향상되는 것을 기대할 수 있다. 또한, 마이너스 전하를 가지는 액적으로 이루어지는 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)이 불소 수지 필름(21) 상에 부착되므로, 일렉트릿화를 동시에 행할 수 있다. 그리고, 일렉트로 스프레이 디포지션(ESD)은, 정전 분무법, 정전 도포법이라고도 한다.

[0104]

이 방법은, 도 4의 (b)의 분무 장치에 있어서, 스프레이 노즐(30) 또는 분무 액체의 미스트(201r)를 마이너스의 전위[도포할 불소 수지 필름(21)에 장착한 배면 전극(22)에 대하여 마이너스]로 설정하고, 또한 금속판 등의 도체(導體)로 형성한 마스크(31)를 마이너스의 전위로 유지하여 도포를 행하는 방법에 대응한다. 또한, 이것은 통상의 코로나 방전에 의한 일렉트릿화와 유사한 방법이다[침 전극으로부터 마이너스 전하를 방출시켜 일정 전위의 마스크(31)를 통해 불소 수지 필름(21) 상에 마이너스 전하를 부착시킴으로써 표면 전위를 제어한다]. 그러

므로, 스프레이 노즐(30)과 마스크(31)의 전위를 적절히 설정함으로써, 불소 수지 필름(21) 상의 실리카 응집체로 이루어지는 섬 형상 실리카 영역(201)의 도포량과 일렉트릿의 표면 전위의 양쪽을 제어할 수 있다[통상, 배면 전극(22)에 대한 스프레이 노즐(30)의 전위는  $-1 \sim -50$  kV, 배면 전극(22)에 대한 마스크(31)의 전위는  $-0.1 \sim -5$  kV로 설정된다]. 또한, 이 때, 미스트(201r)의 액적의 크기는, 스프레이 노즐(30)로부터 분사되는 용액의 유량(流量), 용액의 유전율, 온도 등에 따라 결정되므로, 미스트(201r)의 크기를 수nm 내지 수 $\mu$ m 오더로 제어할 수 있다. 스프레이 노즐(30)로부터 분사되는 실리카졸은 수용성 및 유기용매 분산성 중 어느 하나라도 상관없다.

[0105] 도 4의 (a)의 분무 장치에 있어서, 스프레이 노즐(30) 또는 분무 액체를 마이너스의 전위[도포할 불소 수지 필름(21)에 장착한 배면 전극(22)에 대하여 마이너스]로 설정해도, 불소 수지 필름(21)의 발수성에 의해, 실리카졸은 불에 가까운 형상의 물방울의 미스트(201r)로 되어 불소 수지 필름(21)에 부착된다. 이 경우, 실리카층(20)의 크기는, 부착되는 미스트(201r)의 크기에 의존하므로, 균일한 크기는 되지 않는다. 그러나, 불소 수지 필름(21)의 표면 전위는, 도포한 미스트(201r)의 도포량과 배면 전극(22)에 대한 스프레이 노즐(30)의 전위의 곱에 비례한다. 그러므로, 마스크(31)가 없어도 미스트(201r)의 도포량과 스프레이 노즐(30)의 전위에 의해 표면 전위를 용이하게 제어할 수 있다. 이 방법을 이용하면, 나노 레벨의 응집체를 도포시킬 수 있으므로, 응집체 높이를  $1\mu$ m 이하로 할 수 있다.

[0106] (3) 잉크젯 프린팅 및 스크린 인쇄에 의한 실리카졸의 도포:

[0107] 잉크젯 프린팅 기술 및 스크린 인쇄 기술을 이용하면, 불소 수지 필름(21) 상의 임의의 장소에 실리카졸 액적으로 이루어지는 실리카층(20)을 묘화하는 것이 가능하게 된다. 이 방법을 이용하면 균일한 실리카 응집체로 이루어지는 실리카층(20)을 얻을 수 있다. 이 때, 실리카졸은 수용성 및 유기용매 분산성 중 어느 하나라도 상관없다.

[0108] (4) 진공 증착, PVD, CVD, 스퍼터링에 의한 박막형의 섬 형상 실리카 영역(201)의 형성:

[0109] 가스 배리어(barrier) 필름에 사용되는 실리카 코팅 기술을 이용하여 박막형의 섬 형상 실리카 영역(201)을 형성하는 것도 가능하다. 진공 증착, PVD, CVD, 스퍼터링에 의해 마스크된 불소 수지 필름(21) 상에 박막형의 섬 형상 실리카 영역(201)을 형성하면 된다. 도 3의 (b)에는, 이 방법으로 형성한 박막형의 섬 형상 실리카 영역(201)과 불소 수지 필름(21)과 배면 전극(22)과의 관계를 모식적으로 나타내고 있다. 단, 이 경우, 실리카 응집체와 비교하면 흡착수가 적기 때문에, 차지 시에 마이너스 전하를 실리카층(20)에만 선택적으로 부착시킬 수는 없다. 그러므로, 피복 비율  $R_s$ 는 높게 할 필요가 있고,  $R_s=80 \sim 90\%$ 가 바람직하다. 그리고, 실리카의 다공질막을 형성할 수 있으면, 실리카층(20)으로의 흡착수가 증가하여, 마이너스 전하의 실리카층(20)으로의 선택적인 부착이 가능하게 된다.

[0110] 박막형의 섬 형상 실리카 영역(201)의 높이는, 실리카의 밴드 갭 구조가 형성될 필요가 있으므로 1nm 이상 필요하다. 또한,  $10\mu$ m을 초과하는 두께의 박막형의 섬 형상 실리카 영역(201)을 진공 증착, PVD, CVD, 스퍼터링으로 형성하는 것은 매우 시간을 요하므로, 현실적이지 않다. 따라서, 높이는 1nm $\sim 10\mu$ m이며, 1nm $\sim 1\mu$ m이 바람직하다. 또한, 이 경우도, 박막형의 섬 형상 실리카 영역(201)은, 피복 비율  $R_s \times$  피복 면적  $A_s$ 가  $0.5\text{mm}^2$  이하로 되도록 도포하는 것이 필요하다.

[0111] 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)에 있어서, 박막형의 섬 형상 실리카 영역(201)이 다공질막인 것이 바람직하다. 다공질막은, 표면적이 크기 때문에, 다량의 수분자가 표면에 흡착되어 외관의 유전율이 증가한다. 그 결과, 코로나 방전이나 플라즈마 방전으로 일렉트릿화할 때, 다공질막으로 이루어지는 박막형의 섬 형상 실리카 영역(201)에 전계가 집중되어, 마이너스 전하가 섬 형상 실리카 영역(201)에 선택적으로 부착될 수 있다.

[0112] 이상 설명한 바와 같이, 제1 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자의 일렉트릿 구조체(1)에 의하면, Pb 프리 납땜의 리플로우 처리 온도에 노출되어도 높은 전하 유지율  $r$ 을 유지할 수 있다. 그러므로, 이 일렉트릿 구조체(1)를 가지는 제1 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자는, Pb 프리 납땜을 사용한 리플로우로 기판에 실장하는 것이 가능하게 된다. 또한, 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)는, 마이너스 전하가 섬 형상 실리카 영역(201)의 깊은 준위에 트랩되므로, 전하는 불소 수지 필름(21)에 확산되지 않고, 높은 전하 유지율  $r$ 을 유지할 수 있다. 그러므로, 이 일렉트릿 구조체(1)를 가지는 정전 유도형 변환 소자의 최대 허용 변위가 향상된다.

[0113] 다음에, 불소 수지 필름(21)으로부터의 섬 형상 실리카 영역(201)의 탈락 방지책에 대하여, 도 15에 나타난 제1 및 제2 변형예를 참조하여 설명한다. 불소 수지 필름(21)을 피복하는 섬 형상 실리카 영역(201)은, 마이너스 전하가 부착됨으로써 불소 수지 필름(21)을 통하여 배면 전극(22)과의 사이에 강한 정전력이 작용한다. 예를

들면, 불소 수지 필름(21)의 두께 12.5 $\mu$ m, 비유전율(relative permittivity) 2.2에서 표면 전위 -1kV의 경우, 섬 형상 실리카 영역(201)에는 124kPa 이상의 정전력이 작용한다(정전력은, 유전율과 전계 강도의 곱의 곱으로 표현된다). 이와 같은 강한 정전력에 의해 흡착되어 있으므로, 일상생활에서의 진동이나 낙하 정도의 충격에서는, 섬 형상 실리카 영역(201)이 탈락하지 않는다. 그래도 섬 형상 실리카 영역(201)의 탈락이 염려되는 충격이 가해지는 경우에는, 도 15의 (a)에 나타낸 바와 같이, 실리카 응집체로 이루어지는 섬 형상 실리카 영역(201) 상에, 불소 수지로 이루어지는 피복 필름(301)을 적층함으로써 탈락을 방지할 수 있다.

[0114] 도 15의 (a)에 나타낸 본 발명의 제1 실시형태의 변형예(제1 변형예)에 나타낸 바와 같이, 섬 형상 실리카 영역(201)으로 이루어지는 실리카층(20)이 형성된 불소 수지 필름(21)의 면을 덮는 피복 필름(301)을 형성하고, 이 피복 필름(301)을, 섬 형상 실리카 영역(201)의 상면, 및 섬 형상 실리카 영역(201)의 사이의 불소 수지 필름(21)의 상면(표면)에 피착되도록 하면, 이 일렉트릿 구조체(1a)에서는, 마이너스 전하가 부착된 섬 형상 실리카 영역(201)과 배면 전극(22)과의 사이에, 불소 수지 필름(21)을 통하여 강한 정전력이 기능하게 하므로, 일상생활에서의 진동이나 낙하 정도의 충격에서는, 섬 형상 실리카 영역(201)이 불소 수지 필름(21)으로부터 탈락할 우려는 없다. 그래도 섬 형상 실리카 영역(201)의 탈락이 염려되는 충격이 가해지는 경우에는, 실리카층(20)이 형성된 불소 수지 필름(21) 상에 불소 수지 등의 피복 필름(301)을 적층함으로써 탈락을 방지할 수 있다.

[0115] 도 15의 (a)에 나타낸 제1 실시형태의 제1 변형예에 있어서는, 불소 수지 필름(21)과, 불소 수지 필름의 하면에 형성된 배면 전극(22)과, 불소 수지 필름(21)의 상면에 형성된 실리카층(20)을 구성하는 섬 형상 실리카 영역(201)과, 섬 형상 실리카 영역(201)을 피복하는 피복 필름(301)에 의해, 일렉트릿 구조체(1a)가 정의된다.

[0116] 섬 형상 실리카 영역(201) 상에 적층하는 피복 필름(301)은, 기재(基材)의 불소 수지 필름(21) 상에 단지 적층하고, 피복 필름(301)과 불소 수지 필름(21)이 건조 접촉되고 있을뿐이라도 되고, 또한 가열하여 피복 필름(301)과 불소 수지 필름(21)을 용착해도 상관없다. 또한, 일렉트릿화할 때는, 기재의 불소 수지 필름(21) 상에 실리카 응집체로 이루어지는 섬 형상 실리카 영역(201)을 도포한 후, 코로나 방전에 의한 차지를 행하여 섬 형상 실리카 영역(201)에 마이너스 전하를 부착시키고 나서, 피복 필름(301)을 적층해도 되고, 피복 필름(301)을 적층한 후에, 차지를 행하고, 적층한 피복 필름(301) 상에 마이너스 전하를 부착시킨 후에, 150 $^{\circ}$ C~300 $^{\circ}$ C의 가열에 의해 마이너스 전하를 확산시켜 섬 형상 실리카 영역(201)에 부착시켜도 된다.

[0117] 전극이 없는 피복 필름(301)에서는, 150 $^{\circ}$ C로부터 정공(플러스 전하)의 확산이 시작된다. 섬 형상 실리카 영역(201)에 접한 피복 필름(301)의 표면에서는, 마이너스 전하가 섬 형상 실리카 영역(201)에 확산하고, 불소 수지 표면에 잔존하는 정공(플러스 전하)에 의해 중화되어 있다. 그러므로, 가열에 의해 정공이 확산되면, 섬 형상 실리카 영역(201)에 확산된 마이너스 전하만이 잔존한다. 또는, 150 $^{\circ}$ C~300 $^{\circ}$ C로 가열하면서, 코로나 방전에 의해 차지함으로써 실리카 응집체로 이루어지는 섬 형상 실리카 영역(201)에 마이너스 전하를 확산시킬 수 있다.

[0118] 또한, 도 15의 (b)에 나타낸 바와 같이, 진공 증착이나 스퍼터링으로 섬 형상 실리카 영역(201)을 형성한 경우는, 섬 형상 실리카 영역(201)의 탈락의 우려는 더 적어지지만, 섬 형상 실리카 영역(201) 상에 전술한 방법으로 불소 수지로 이루어지는 피복 필름(301)을 적층해도 된다. 도 15의 (b)에 나타낸 본 발명의 제1 실시형태의 변형예(제2 변형예)에 있어서는, 도 15의 (a)의 제1 변형예와 마찬가지로, 불소 수지 필름(21)과, 불소 수지 필름의 하면에 형성된 배면 전극(22)과, 불소 수지 필름(21)의 상면에 형성된 실리카층(20)을 구성하는 섬 형상 실리카 영역(201)과, 섬 형상 실리카 영역(201)을 피복하는 피복 필름(301)에 의해, 일렉트릿 구조체(1b)가 정의된다. 또한, 제1 실시형태의 제2 변형예에 관한 일렉트릿 구조체(1b)에서는, 섬 형상 실리카 영역(201)의 형성 후에, PTFE 디스퍼전(AD911L, 아사히 유리 등)을 스핀 코팅, 딥핑, 스프레이 코팅 등에 의해 도포하고, 가열하여 PTFE막으로 이루어지는 피복 필름(301)을 형성해도 된다.

[0119] 그리고, 도 1에서는, 일렉트릿 구조체(1)의 전극이 배면 전극(22)인 경우를 나타냈으나, 도 16에 나타낸 바와 같이, 일렉트릿 구조체(1c)의 전극은, 진동 전극(10)이라도 상관없다. 도 16에 나타낸 본 발명의 제1 실시형태의 변형예(제3 변형예)에 있어서는, 불소 수지 필름(21)과, 불소 수지 필름(21)의 상면에 형성된 진동 전극(10)과, 불소 수지 필름(21)의 하면에 형성된 실리카층(20)에 의해, 일렉트릿 구조체(1c)가 정의된다. 제1 실시형태의 제3 변형예에 관한 일렉트릿 구조체(1c)에 있어서는, 불소 수지 필름(21)의 하면에 형성된 실리카층(20)은, 서로 고립된 상태로 불소 수지 필름(21)에 피착된, 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)으로 구성되어 있다. 도 16에 나타낸 제1 실시형태의 제3 변형예로부터 이해할 수 있는 바와 같이, 본 발명의 「일렉트릿 구조체」의 구성의 일부를 정의한 「불소 수지 필름의 한쪽 면에 형성되는 전극」은, 진동 전극이라도 배면 전극이라도 상관없다.

- [0120] (제2 실시형태)
- [0121] 도 17에 나타난 바와 같이, 본 발명의 제2 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자(ECM)는, 평탄한 진동면을 가지는 도전체로 이루어지는 진동 전극(진동자)(10)과, 진동 전극(10)의 하면에 형성된 절연층(40)과, 절연층(40)에 대향한 평탄한 제1 주면 및 이 제1 주면에 평행하게 대향하는 제2 주면으로 정의된 불소 수지 필름(21)과, 불소 수지 필름(21)의 상면(제1 주면)에 형성되고, 분극 방향을 정렬한 실리카층(20)과, 불소 수지 필름(21)의 하면(제2 주면)에 접합된 배면 전극(22)과, 진동 전극(10)의 진동면의 변위에 따라 진동 전극(10)과 배면 전극(22) 사이에 유도되는 전하를 측정하는 정전 유도 전하 측정 수단(13, R, C, E)을 구비하는 마이크로폰 캡슐이다. 실리카층(20)은, 서로 고립된 상태로 불소 수지 필름(21)에 피착된 실리카 응집체로 이루어지는 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)으로 구성되어 있지만, 배면 전극(22)으로부터 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)의 각각의 하면을 향하는 불소 수지 필름(21) 중의 분극 방향이 정렬되어 있다.
- [0122] 제1 실시형태에 관한 ECM과 마찬가지로, 제2 실시형태에 관한 ECM에 있어서도, 도 17에 나타난 불소 수지 필름(21)과, 불소 수지 필름의 하면에 형성된 배면 전극(22)과, 불소 수지 필름(21)의 상면에 형성된 실리카층(20)을 구비하는 적층 구조체의 전체에 의해 「일렉트릿 구조체」가 정의되지만, 도 1에 나타난 제1 실시형태에 관한 ECM의 구조와 비교하여, 진동 전극(10)의 섬 형상 실리카 영역(201)과의 대향면 측에 절연층(40)이 형성되어 있는 점만이 상위하다. 불소 수지 필름(21) 및 배면 전극(22)에는, 진동 전극(10)의 진동을 억제하지 않도록, 불소 수지 필름(21)과 진동 전극(10)과의 사이에 정의되는 갭 공간에 통하는 구멍(16a, 16b)이 형성되고, 또한 일렉트릿 구조체(1) 및 진동 전극(10)이, 금속 케이스(15)에 수납되어 있는 등의 다른 특징은, 제1 실시형태에 관한 ECM과 마찬가지로, 중복된 설명을 생략한다.
- [0123] 도 17에 나타난 제2 실시형태에 관한 ECM에서는, 과도한 음압에 의해 진동 전극(10) 및 절연층(40)이 크게 휘고, 실리카 응집체로 이루어지는 섬 형상 실리카 영역(201)이 절연층(40)에 접촉해도, 섬 형상 실리카 영역(201)의 깊은 트랩 준위에 부착된 마이너스 전하는 절연층(40)으로 확산되지 않는다. 도 7의 (a)에서 설명한 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)에 대한 가열 시험의 경우와 마찬가지로, 제2 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)에 있어서도, 불소 수지 필름(21) 상의 마이너스 전하는 260℃로 누설되지만, 섬 형상 실리카 영역(201)을 구성하는 실리카 응집체의 마이너스 전하는 누설되지 않는다. 이것은, 제2 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)에 있어서도, 마이너스 전하가 섬 형상 실리카 영역(201)을 구성하는 실리카 응집체의 깊은 트랩 준위에 부착되어 있기 때문이며, 그 결과, 불소 수지 필름(21)에 마이너스 전하가 확산되지 않는다.
- [0124] 그러므로, 제2 실시형태에 관한 ECM에 의하면 최대 허용 음압이 향상시킨 마이크로폰 캡슐을 제작할 수 있다. 일반적으로 ECM은, 음압에 의해 진동 전극(10)이 일렉트릿인 불소 수지 필름(21)에 접촉하고, 마이너스 전하가 누설됨으로써 열화가 생긴다. 그러므로, ECM의 최대 허용 음압은, 이와 같은 접촉이 생기지 않는 음압으로 되어 있다. 그러나, 도 17에 나타난 제2 실시형태에 관한 ECM에서는, 진동 전극(10)의 하면에 형성된 절연층(40)이 섬 형상 실리카 영역(201)에 접촉해도, 섬 형상 실리카 영역(201)에 부착된 마이너스 전하는, 절연층(40)으로 확산시키지 않으므로, ECM은 열화되지 않는다. 그러므로, 제2 실시형태에 관한 ECM에 의하면, 최대 허용 음압을 대폭 향상시킬 수 있다.
- [0125] 제2 실시형태에 관한 ECM의 절연층(40)은, 리플로우 온도에 견디는 내열성이 높은 재료로 구성할 필요가 있다. 제2 실시형태에 관한 ECM의 절연층(40)의 형성에는, 다음과 같은 방법을 생각할 수 있다.
- [0126] (1) 불소 수지, PPS(폴리페닐렌술퍼드), PEN(폴리에틸렌 나프탈레이트) 등의 필름에 진동 전극(10)을 증착, PVD, 스퍼터링으로 형성하고, 필름을 절연층(40)으로 한다.
- [0127] (2) 불소 수지 필름(21)을 진동 전극(10)에 용착한다.
- [0128] (3) PTFE 디스퍼전이나 폴리이미드 바니시를 스핀 코팅이나 딥핑으로 진동 전극(10)에 도포하여 가열하여 절연층(40)을 형성한다.
- [0129] (4) 산화물(알루미나, 산화 크로미움, 티타니아, 지르코니아 등)을 증착, PVD, CVD, 스퍼터링으로 진동 전극(10)에 코팅한다.
- [0130] 이상 설명한 바와 같이, 제2 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)에 의하면, Pb 프리 납땜의 리플로우 처리 온도에 노출되어도 높은 전하 유지율  $r$ 을 유지할 수 있다. 그러므로, 이 일렉트릿 구조체(1)를 가지는 제2 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자는, Pb 프리 납땜을 사용한 리플로우로 기판에 실장하는 것이 가능하게 된다. 또한, 제2 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)는, 마이너스 전하가 섬 형상 실리카 영역(201)의 깊은 준위에

트랩되므로, 섬 형상 실리카 영역(201)에 진동 전극(10) 측의 절연층(40)이 강하게 접촉해도, 마이너스 전하는 절연층(40)으로 확산되지 않아, 높은 전하 유지율  $r$ 을 유지할 수 있다. 그러므로, 이 일렉트릿 구조체(1)를 가지는 정전 유도형 변환 소자는, 진동 전극(10) 측의 절연층(40)이 섬 형상 실리카 영역(201)에 접촉할 정도의 큰 변위에도 대응 가능하며, 정전 유도형 변환 소자의 최대 허용 변위가, 제2 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)를 사용함으로써 향상된다.

[0131] (제3 실시형태)

[0132] 도 18에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 제3 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자(ECM)는, 평탄한 진동면을 가지는 도전체로 이루어지는 진동 전극(진동자)(10)과, 진동 전극(10)의 진동면에 대향한 평탄한 상면 및 이 상면에 평행하게 대향하는 하면에서 정의된 불소 수지 필름(21)과, 불소 수지 필름(21)의 상면에 형성되고, 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)과, 불소 수지 필름(21)의 하면에 접합된 배면 전극(22)과, 진동 전극(10)의 진동면의 변위에 따라 진동 전극(10)과 배면 전극(22) 사이에 유도되는 전하를 측정하는 정전 유도 전하 측정 수단(13, R, C, E)을 구비하는 마이크로폰 캡슐이다. 서로 고립된 상태로 불소 수지 필름(21)에 피착된 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)이 실리카층을 구성하고 있지만, 배면 전극(22)으로부터 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)의 각각의 하면을 향하는 불소 수지 필름(21) 중의 분극 방향이 갖추어져 있다.

[0133] 제3 실시형태에 관한 ECM에 있어서도, 제1 및 제2 실시형태에 관한 ECM과 마찬가지로, 도 18에 나타낸 불소 수지 필름(21)과, 불소 수지 필름의 하면에 형성된 배면 전극(22)과, 불소 수지 필름(21)의 상면에 형성된 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)을 구비하는 적층 구조체의 전체에 의해, 「일렉트릿 구조체」가 정의되지만, 제1 및 제2 실시형태에 관한 ECM의 구조와 비교하여, 불소 수지 필름(21) 상의 실리카 응집체로 이루어지는 섬 형상 실리카 영역(201)의 분포 밀도가 균일하지 않은 점만이 상위하지만, 일렉트릿 구조체(1) 및 진동 전극(10) 등이 금속 케이스(15)에 수납되어 있는 등의 다른 특징은, 도 1에 나타낸 제1 실시형태에 관한 ECM과 마찬가지로, 중복된 설명을 생략한다.

[0134] 도 1에 나타낸 제1 실시형태에 관한 ECM과 같이 불소 수지 필름(21) 상의 섬 형상 실리카 영역(201)의 분포 밀도가 균일한 ECM에서는, 진동 전극(10)의 중심부가 크게 휘어 갭 폭이 좁아져, 중심부만이 ECM으로서 유효한 영역으로 된다. 이에 대하여, 도 18에 나타낸 제3 실시형태에 관한 ECM에서는, 주변부의 실리카 응집체로 이루어지는 섬 형상 실리카 영역(201)의 면 밀도를 높이고 있으므로, 주변부의 전계가 중심부보다 높아져, 진동 전극(10)의 주변부의 휨이 커진다.

[0135] 그 결과, 제3 실시형태에 관한 ECM에 의하면, ECM으로서 유효한 영역이 넓어져, 도 1에 나타낸 제1 실시형태에 관한 ECM의 구조와 비교하여 갭 사이의 정전 용량이 증가한다. 그러므로, 노이즈를 저감할 수 있어, 감도의 향상으로 연결된다. 또한, 면적당의 정전 용량을 증가시킴으로써, ECM을 소형화하는 것이 가능해진다. 이와 같이, 제3 실시형태에 관한 ECM의 일렉트릿 구조체(1)는, 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)을 구성하는 실리카 응집체의 형성 패턴을 제어하여 일렉트릿 구조체(1)의 전위 분포를 제어할 수 있다.

[0136] 이상 설명한 바와 같이, 제3 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)에 의하면, Pb 프리 납땜의 리플로우 처리 온도에 노출되어도 높은 전하 유지율  $r$ 을 유지할 수 있다. 그러므로, 이 일렉트릿 구조체(201, 21, 22)를 가지는 제3 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자는, Pb 프리 납땜을 사용한 리플로우로 기관에 실장하는 것이 가능하게 된다. 또한, 제3 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)는, 마이너스 전하가 섬 형상 실리카 영역(201)의 깊은 준위에 트랩되므로, 전하는 불소 수지 필름(21)에 확산되지 않아, 높은 전하 유지율  $r$ 을 유지할 수 있다. 그러므로, 이 일렉트릿 구조체(1)를 가지는 정전 유도형 변환 소자의 최대 허용 변위가 향상된다.

[0137] (제4 실시형태)

[0138] 도 19에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 제4 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자(ECM)는, 평탄한 진동면을 가지는 도전체로 이루어지는 진동 전극(진동자)(10)과, 진동 전극(10)의 하면에 형성된 절연층(40)과, 절연층(40)에 대향한 평탄한 상면 및 이 상면에 평행하게 대향하는 하면에서 정의된 불소 수지 필름(21)과, 불소 수지 필름(21)의 상면에 형성되고, 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)과, 불소 수지 필름(21)의 하면에 접합된 배면 전극(22)을 구비한다. 서로 고립된 상태로 불소 수지 필름(21)에 피착되어 각각이 실리카 응집체로 이루어지는 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)에 의해, 불소 수지 필름(21) 상에 실리카층을 구성하고 있지만, 배면 전극(22)으로부터 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)의 각각의 하면을 향하는 불소 수지 필름(21) 중의 분극 방향이 갖추어져 있다. 도시를 생략하고 있지만, 진동 전극(10)의 진동면의 변위에 따라 진동 전극(10)과 배면 전극(22) 사이에 유도되는 전하를 측정하는 FET 등의 정전 유도 전하 측정 수단이 설치되어 있다.

- [0139] 제1~제3 실시형태에 관한 ECM과 마찬가지로, 제4 실시형태에 관한 ECM에 있어서도, 도 19에 나타난 불소 수지 필름(21)과, 불소 수지 필름의 하면에 형성된 배면 전극(22)과, 불소 수지 필름(21)의 상면에 형성된 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)으로 이루어지는 실리카층을 구비하는 적층 구조체의 전체에 의해 「일렉트릿 구조체」가 정의된다. 제4 실시형태에 관한 ECM은, 진동 전극(10)의 하면에 절연층(40)이 형성되어 있는 점에서는, 도 17에 나타난 제2 실시형태에 관한 ECM과 유사인 구조에서는 있지만, 불소 수지 필름(21) 상에 형성한 섬 형상 실리카 영역(201)을, 진동 전극(10) 측의 절연층(40)과 불소 수지 필름(21)과의 간격을 유지하는 스페이서로서도 이용하고 있는 점이, 제2 실시형태에 관한 ECM과는 상이하다.
- [0140] 제4 실시형태에 관한 ECM에 있어서, 섬 형상 실리카 영역(201)의 깊은 트랩 준위에 부착된 마이너스 전하는, 섬 형상 실리카 영역(201)이 절연층(40)으로 접촉해도, 절연층(40)으로 확산되지 않는다. 따라서, 제4 실시형태에 관한 ECM은, 진동 전극(10)과 배면 전극(22)과의 사이에 극히 좁은 갭(마이크로 갭)을 가지도록 구성하는 것이 가능하며, 내압(耐壓)이 우수하다. 그러므로, 제4 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자는 ECM 외에, 초음파 등을 검출하는 검출 장치에 적용하는 것도 가능하며, 광대역에 대응할 수 있다.
- [0141] 제4 실시형태에 관한 ECM의 제조는, 다음과 같이 행한다. 진동 전극(10)의 갭 공간 측에 불소 수지 필름 등으로 이루어지는 절연층(40)을 형성한다. 다음에, 불소 수지 필름(21)을 배면 전극(22)에 용착하고, 불소 수지 필름(21) 상에 섬 형상 실리카 영역(201)을 형성하여 코로나 방전에 의해 차지를 행한다. 다음에, 섬 형상 실리카 영역(201)을 스페이서로 하여, 절연층(40)을 형성한 진동 전극(10)을 적층하여, ECM을 조립한다. 그리고, 섬 형상 실리카 영역(201)은, 진동 전극(10) 측의 절연층(40) 상에 형성해도 된다.
- [0142] 도 19에 나타난 제4 실시형태에 관한 ECM의 구조를 모두 불소 수지 필름으로 제작하고, 절첩함으로써 고성능으로 얇고 플렉시블한 가속도 센서를 제조할 수 있다. 구체적인 플렉시블한 가속도 센서의 제조예를 이하에 나타낸다.
- [0143] 진동 전극(10) 및 배면 전극(22)은 모두 두께 10 $\mu$ m의 Al 필름으로 하고, 절연층(40) 및 불소 수지 필름(21)은 두께 12.5 $\mu$ m의 PFA 필름으로 하였다. PFA 필름으로 이루어지는 절연층(40)은 Al 필름으로 이루어지는 진동 전극(10)에 용착하고, PFA 필름으로 이루어지는 불소 수지 필름(21)은 Al 필름으로 이루어지는 배면 전극(22)에 용착하였다. 실리카 응집체로 이루어지는 섬 형상 실리카 영역(201)은 도 7의 샘플 1와 마찬가지로의 수순과 조건 하에서 잉크젯 프린팅에 의해 불소 수지 필름(21)에 도포하였다.
- [0144] 그리고, 일렉트릿 구조체(1)에 코로나 방전에 의한 차지를 행하고, 그 표면 전위를 -1kV로 하였다. 그리고, 일렉트릿 구조체(1)와 대향하는 전극층(10, 40)을 적층하고, 도 20의 (a)에 나타난 바와 같은 40×40mm의 크기의 플렉시블 구조를 실현하였다. 도 20의 (a)에 나타난 바와 같이, 이 플렉시블 구조는, 진동 전극(진동자)(10)과, 진동 전극(10)의 하면에 형성된 절연층(40)과, 절연층(40)에 대향한 불소 수지 필름(21)과, 불소 수지 필름(21)의 상면에 형성된 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)과, 불소 수지 필름(21)의 하면에 접합된 배면 전극(22)을 구비한다.
- [0145] 그 후 또한, 동(銅) 테이프를 사용하여 배면 전극(22)의 일부에 배면 전극측 인출 전극(51)을 형성한 후, 도 20의 (a)에 나타난 바와 같이, 배면 전극(22)의 측이 끼워넣어지도록, 제1 절곡선 I -I를 통하여, 이 40×40mm의 크기의 센서를 양면 테이프(52)를 사용하여 2개로 접어서 접착하면, 도 20의 (b)에 나타난 바와 같이 40×20mm의 크기로 된다. 또한, 도 20의 (b)에 나타난 바와 같이, 제2 절곡선 II -II를 통하여, 이 40×20mm의 크기의 센서를 양면 테이프(53)를 사용하여 2개로 접어서 접착하고, 최종적으로 4개로 접어서, 도 20의 (c)에 나타난 바와 같이, 20×20mm의 크기로 소형화했다.
- [0146] 그리고, 동 테이프를 사용하여 진동 전극(10)에 진동 전극측 인출 전극(54)을 설치하고, 표면 보호를 위해 표면에 두께 40 $\mu$ m의 PP 테이프를 접착하여, 제4 실시형태에 관한 변환 소자(64)를 제조하였다.
- [0147] 이 4개로 접혀진 제4 실시형태에 관한 변환 소자(64)를 가속도 센서로서 사용하여, 도 21과 같은 측정을 행하였다. 두께 2mm, 300x400mm의 알루미늄판(61)에, 제4 실시형태에 관한 변환 소자(64)와 시판 중인 가속도 센서(63)(후지 세라믹스, S2SG)(63)를, 진동 발생점(62)으로부터 대조의 위치로 되도록 장착하였다. 제4 실시형태에 관한 변환 소자(64)와 시판 중인 가속도 센서(63)의 각각의 출력은, 전하 증폭기(차지 앰프)(65)를 통하여 오실로스코프(oscilloscope)(66)에 접속하였다. 그리고, 알루미늄판(61)의 진동 발생점(62)을 손으로 두드리, 알루미늄판(61)의 진동 발생점(62) 상에 고무볼이나 철구(鐵球)를 낙하시키는, 알루미늄판(61)의 진동 발생점(62)을 압전(壓電) 액추에이터로 진동시키는 등하여, 1Hz~100kHz까지의 진동을 알루미늄판(61)의 진동 발생점(62)에 발생시키고, 이 때의 알루미늄판(61)의 표면의 가속도를 측정하였다.

- [0148] 그 결과를 도 22에 나타낸다. 도 22는, 시판 중인 가속도 센서(63)에 대한 제조한 제4 실시형태에 관한 변환 소자(64)의 출력비의 주파수 특성을 나타내고 있지만, 1Hz~10kHz에 있어서, 시판 중인 가속도 센서(63)보다 제4 실시형태에 관한 변환 소자(64)의 감도가 높은 것을 알 수 있고, 그 평균 출력비는 10dB였다.
- [0149] 시판 중인 가속도 센서(63)의 체적은, 123mm<sup>3</sup>에 대하여, 제조한 제4 실시형태에 관한 변환 소자(64)의 체적은 200mm<sup>3</sup>이며, 약간 크지만 충분히 소형화되어 있다. 또한, 제4 실시형태에 관한 변환 소자(64)의 두께가 0.5mm이므로, 용이하게 변형 가능하며, 제4 실시형태에 관한 변환 소자(64)는 곡면 등에도 장착 가능하다. 시판 중인 가속도 센서(63)는 장착을 위해 나사 등의 고정구가 필요하지만, 제4 실시형태에 관한 변환 소자(64)는 양면 테이프로 견고하게 장착할 수 있다.
- [0150] 이상 설명한 바와 같이, 제4 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)에 의하면, Pb 프리 납땜의 리플로우 처리 온도에 노출되어도 높은 전하 유지율 r을 유지할 수 있다. 그러므로, 이 일렉트릿 구조체(1)를 가지는 제4 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자는, Pb 프리 납땜을 사용한 리플로우로 기판에 실장하는 것이 가능하게 된다. 또한, 제4 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)는, 마이너스 전하가 섬 형상 실리카 영역(201)의 깊은 준위에 트랩되므로, 섬 형상 실리카 영역(201)에 진동 전극(10) 측의 절연층(40)이 강하게 접촉해도, 마이너스 전하는 절연층(40)으로 확산되지 않아, 높은 전하 유지율 r을 유지할 수 있다. 그러므로, 제4 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)를 가지는 정전 유도형 변환 소자는, 진동 전극(10) 측의 절연층(40)이 섬 형상 실리카 영역(201)에 접촉할 정도의 큰 변위에도 대응 가능하며, 정전 유도형 변환 소자의 최대 허용 변위가, 제4 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)를 사용함으로써 향상된다.
- [0151] 또한, 시판 중인 ECM과 동등한 비용으로 제4 실시형태에 관한 변환 소자(64)를 제조할 수 있으므로, 제4 실시형태에 관한 변환 소자(64)는 시판 중인 가속도 센서(63)보다 대폭 비용을 삭감할 수 있다. 이와 같이 도 19에 나타낸 제4 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자의 구조를 이용함으로써, 고성능이며 또한 저렴한 가속도 센서의 제조가 가능해진다. 또한, 제4 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자에 교류 전압을 부하하면, 정전력에 의해 정전 유도형 변환 소자가 진동하여, 스피커로서 사용할 수 있다. 제4 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자에 의하면, 일렉트릿 구조체(1)에 의해 겹부에 고전계가 작용하고 있으므로, 일렉트릿 구조체(1)를 사용하지 않는 정전 스피커보다 대폭 큰 정전력을 얻을 수가 있다.
- [0152] (제5 실시형태)
- [0153] 도 23에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 제5 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자(ECM)는, 평탄한 진동면을 가지는 도전체로 이루어지는 진동 전극(진동자)(10)과, 진동 전극(10)의 하면에 형성된 절연층(40)과, 절연층(40)에 대향한 평탄한 상면 및 이 상면에 평행하게 대향하는 하면에서 정의된 불소 수지 필름(21)과, 불소 수지 필름(21)의 상면에 형성되고, 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)과, 불소 수지 필름(21)의 하면에 접촉된 배면 전극(221)을 구비한다. 서로 고립된 상태로 불소 수지 필름(21)에 피착되어 각각이 실리카 응집체로 이루어지는 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)에 의해, 불소 수지 필름(21) 상에 실리카층을 구성하고 있지만, 배면 전극(22)으로부터 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)의 각각의 하면을 향하는 불소 수지 필름(21) 중의 분극 방향이 정렬되어 있다.
- [0154] 도시를 생략하고 있지만, 진동면의 변위에 따라 진동 전극(10)과 배면 전극(221) 사이에 유도되는 전하를 측정하는 FET 등의 정전 유도 전하 측정 수단이 설치되어 있다. 제1~제4 실시형태에 관한 ECM과 마찬가지로, 제5 실시형태에 관한 ECM에 있어서도, 도 23에 나타낸 불소 수지 필름(21)과 불소 수지 필름의 하면에 형성된 배면 전극(221)과, 불소 수지 필름(21)의 상면에 형성된 복수 개의 섬 형상 실리카 영역(201)으로 이루어지는 실리카층을 구비하는 적층 구조체의 전체에 의해 「일렉트릿 구조체(1d)」가 정의된다.
- [0155] 제5 실시형태에 관한 ECM은, 도 19에 나타낸 제4 실시형태에 관한 ECM과 대략 유사한 구조를 이루고 있지만, 도 19에 나타낸 제4 실시형태에 관한 ECM과 달리, 배면 전극(221)의 두께를 진동 전극(10)과 같은 정도의 두께로 설정하고, 플렉시블한 ECM을 구성하고 있다. 또한, 불소 수지 필름(21)과 절연층(40)과의 사이에 정의되는 겹공간을, 복수의 공간으로 나누기 위한 공동부(空洞部)(411)가 설치된 불소 수지 필름으로 이루어지는 스페이서층(41f)이, 절연층(40)과 불소 수지 필름(21)과의 사이에 배치되어 있고, 스페이서층(41f)의 공동부(411)의 위치에, 스페이서를 겸하는 실리카 응집체로 이루어지는 섬 형상 실리카 영역(201)이 배치되어 있다. 이 불소 수지 필름으로 이루어지는 스페이서층(41f)은, ECM이 절곡되거나 했을 때, 진동 전극(10)과 배면 전극(221)과의 사이에 큰 어긋남이 발생할 가능성이 있으므로, 그것을 방지할 목적으로 설치되어 있다. 스페이서층(41f)과 절연층(40), 및 스페이서층(41f)과 불소 수지 필름(21)의 사이는, 접촉하도록 해도 된다.



- [0156] 제5 실시형태에 관한 ECM의 제조는, 다음과 같이 행해진다. 진동 전극(10)의 갭 공간 측에 불소 수지 필름으로 이루어지는 절연층(40)을 형성한다. 다음에, 불소 수지 필름(21)을 배면 전극(22)에 용착하고, 불소 수지 필름(21)에, 공동부(411)가 설치된 불소 수지 필름으로 이루어지는 스페이서층(41f)을 적층하여 일체화한다. 이어서, 공동부(411)의 위치의 불소 수지 필름(21) 상에 섬 형상 실리카 영역(201)을 형성하여 코로나 방전에 의해 차지한다. 다음에, 그 위에 진동 전극(10)을 증첩시키고, 불소 수지 필름으로 이루어지는 스페이서층(41f)을 가열·용착하여, 진동 전극(10)과 배면 전극(22)끼리를 접촉하고, 변형에 의한 어긋남을 방지한다.
- [0157] 스페이서층(41f)의 가열에는, 스페이서층(41f)에만 접촉하는 구멍이 빈 금속판이나 금속제의 돌기를 스페이서층(41f)에 가압하여, 금속판 또는 돌기를 가열한다. 이 처리에 의해 용융한 스페이서층(41f)에 대하여, 진동 전극(10)의 절연층(40)을 가압하여, 절연층(40)을 스페이서층(41f)에 용착한다. 이 때, 용착에는 310~400℃ 정도의 온도로 가열하는 것을 필요로 하므로, 스페이서층(41f)의 주변부도 300℃ 가까운 온도에 도달할 우려가 있다. 그러나, 섬 형상 실리카 영역(201)을 일렉트릿화하면, 고온에서의 전하 유지 특성이 향상되므로, 이와 같은 용착에도 견딜 수 있는 플렉시블 ECM을 제작하는 것이 가능해진다. 그리고, 스페이서층(41f)을 삽입하지 않고, 구멍이 빈 금속판이나 금속제의 돌기를 섬 형상 실리카 영역(201)이 형성되어 있지 않은 불소 수지 필름(21)의 부위에 가압하여 가열 용융하고, 용융 개소(箇所)에 진동 전극(10)의 절연층(40)을 가압하여, 절연층(40)을 불소 수지 필름(21)에 용착해도 상관없다.
- [0158] 제5 실시형태에 관한 ECM은, 매우 얇게 제조할 수 있다. 예를 들면, 불소 수지 필름(21)과 절연층(40)에, 두께 12.5 $\mu$ m의 PFA 필름을 사용하고, 섬 형상 실리카 영역(201)의 높이를 25 $\mu$ m으로 하고, 진동 전극(10)과 배면 전극(22)을 알루미늄 증착층으로 한 경우, 두께 50 $\mu$ m 정도의 필름형 센서로 된다. 이것은 용이하게 절첩가능한 두께이므로, 대면적의 필름형 센서를, 도 20에 나타낸 것과 마찬가지로, 접어서 소형화할 수 있다. 이 경우, 센서의 정전 용량을 비약적으로 높일 수 있으므로, 회로의 기생 용량의 영향을 무시할 수 있게 된다. 그러므로, 도 16 등에 나타내는 증폭기(FET)(13)를 제5 실시형태에 관한 필름형 센서로부터 이격시켜 설치하는 것이나, 증폭기(FET)(13)를 사용하지 않고 직접 전기 신호를 얻는 것이 가능해진다.
- [0159] 그리고, 본 발명자가 먼저 제안한 특허 문헌 4에는, 절연체의 미립자의 입자 직경에 의해 규정되는 극히 좁은 갭을 가지고 있으므로, 초음파 프로브로서 사용할 수 있는 기계 전기 변환 소자에 대하여 기재되어 있다. 이 특허 문헌 4에 기재된 기계 전기 변환 소자에 있어서는, 일렉트릿층과 절연층과의 사이에 정의되는 갭 공간에 배치된 절연체의 미립자가, 갭 공간의 스페이서로서 기능하고 있는 점에서, 제5 실시형태에 관한 ECM과는 상이하다. 즉, 제5 실시형태에 관한 ECM과 같은, 절연체의 미립자에 마이너스 전하를 선택적으로 부착시켜, 마이너스 전하가 유지된 절연체의 미립자를 일렉트릿 구조체의 일부로서 사용한다는 것과 같은 기술적 사상은, 특허 문헌 4에 기재된 발명에는 개시도 시사도 되어 있지 않다. 그러나, 특허 문헌 4에 기재된 기계 전기 변환 소자와 마찬가지로의 방법을 이용하면, 제5 실시형태에 관한 ECM을, 마이크로폰 이외의 초음파 프로브 등에 응용할 수 있는 것도 가능하다. 즉, 제5 실시형태에 관한 ECM도, 스페이서층(41f)과 섬 형상 실리카 영역(201)에 의해 규정되는 극히 좁은 갭 공간을 가지고 있으므로, 초음파 프로브로서 사용할 수 있다.
- [0160] 본 발명의 제5 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자(ECM)는, 갭 공간의 스페이서를 겸하는 섬 형상 실리카 영역(201)이 일렉트릿화되어 있는 점에서, 특허 문헌 4에 기재된 기계 전기 변환 소자와 전혀 상이하게 되어 있지만, 좁은 갭 공간을 가지는 점에서는 유사하고, 특허 문헌 4에 기재된 기계 전기 변환 소자와 마찬가지로, 초음파 프로브로서도 사용할 수 있다. 제5 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자(ECM)는, 섬 형상 실리카 영역(201)의 깊은 트랩 준위에 마이너스 전하가 부착되어 있으므로, 고온에서의 전하 유지 특성이 우수하고, 리플로우 처리에 견딜 수 있는 초음파 프로브를 제작할 수 있다. 또한, 이 초음파 프로브의 섬 형상 실리카 영역(201)에 부착된 마이너스 전하는, 섬 형상 실리카 영역(201)이 절연층(40)과 접촉해도, 절연층(40)으로 확산되지 않으므로, 특허 문헌 4에 기재된 기계 전기 변환 소자와 마찬가지로 내압성이 우수하다.
- [0161] 제5 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1d)에 의하면, Pb 프리 납땜의 리플로우 처리 온도에 노출되어도 높은 전하 유지율 r을 유지할 수 있다. 그러므로, 제5 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1d)를 가지는 제5 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자는, Pb 프리 납땜을 사용한 리플로우로 기판에 실장하는 것이 가능하게 된다. 또한, 제5 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1d)는, 마이너스 전하가 섬 형상 실리카 영역(201)의 깊은 준위에 트랩되므로, 섬 형상 실리카 영역(201)에 진동 전극(10) 측의 절연층(40)이 강하게 접촉해도, 마이너스 전하는 절연층(40)으로 확산되지 않아, 높은 전하 유지율 r을 유지할 수 있다. 그러므로, 제5 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1d)를 가지는 정전 유도형 변환 소자는, 진동 전극(10) 측의 절연층(40)이 섬 형상 실리카 영역(201)에 접촉할 정도의 큰 변위에도 대응 가능하며, 정전 유도형 변환 소자의 최대 허용 변위가, 제5 실시형태에 관한 일렉

트릿 구조체(1d)를 사용함으로써 향상된다.

[0162] 또한, 제5 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자는, 내압성이 우수하므로, 진동 전극(10)의 두께를 늘리면, 진동에 의한 진동 전극(10)의 관성력을 전기 신호로 변환함으로써, 가속도 센서로서 사용하는 것도 가능하다. 제5 실시형태에 관한 가속도 센서는, 절곡 가능하므로, 종래의 가속도 센서에서는 설치가 곤란한 곡면 등의 복잡한 형상면에도 용이하게 접촉하여 사용할 수 있다. 또한, 도 23과 같은 구조로 대면적에 제조하는 것도 용이하며, 예를 들면, 저렴한 평면 스피커로서의 사용을 생각할 수 있다. 제5 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자는, 4개로 접는 등 절첩할 수 있으므로, 운반이 용이하며, 표면 보호층을 인쇄면으로 하면 포스터로서도 이용할 수 있다. 즉, 제5 실시형태에 관한 정전 유도형 변환 소자는, 평면 스피커의 장점인 높은 지향성과 표면이 인쇄 가능한 높은 디자인성, 절첩이나 접착이 용이한 높은 휴대성을 겸비하는 플렉시블 스피커로서 이용하는 것도 가능하다.

[0163] (그 외의 실시형태)

[0164] 상기한 바와 같이, 본 발명은 제1~제5 실시형태에 의해 기재하였으나, 이 개시된 일부를 이루는 논술 및 도면은 본 발명을 한정하는 것으로 이해해서는 안된다. 이 개시로부터 당업자에게는 다양한 대체 실시형태, 실시예 및 운용 기술이 명백해질 것이다.

[0165] 예를 들면, 도 15의 (a)에 나타난 제1 실시형태의 제1 변형예, 또는 도 15의 (b)에 나타난 제1 실시형태의 제2 변형예의 구조를, 도 16에 나타난 제1 실시형태의 제3 변형예에 관한 일렉트릿 구조체(1c)에 적용해도 된다. 제1 실시형태의 제3 변형예에 관한 일렉트릿 구조체(1c)에 적용한 경우에도, 섬 형상 실리카 영역(201)이 형성된 불소 수지 필름(21)의 면을 덮는 피복 필름을 형성하고, 이 피복 필름을, 섬 형상 실리카 영역(201)의 상면, 및 섬 형상 실리카 영역(201)의 사이의 불소 수지 필름(21)의 표면에 피착되도록 하면, 이 일렉트릿 구조체(1)에서는, 마이너스 전하가 부착된 섬 형상 실리카 영역(201)과 진동 전극(10)과의 사이에, 불소 수지 필름(21)을 통하여 강한 정전력이 가능하게 하므로, 일상생활에서의 진동이나 낙하 정도의 충격에서는, 섬 형상 실리카 영역(201)이 불소 수지 필름(21)으로부터 탈락할 우려가 없게 구성할 수 있다. 그래도 섬 형상 실리카 영역(201)의 탈락이 염려되는 충격이 가해지는 경우에는, 실리카층(20)이 형성된 불소 수지 필름(21) 상에 불소 수지 등의 피복 필름(301)을 적층함으로써 탈락을 방지할 수 있다.

[0166] 마찬가지로, 전술한 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)의 배면 전극(22)의 표면의 평활화 처리를, 도 16에 나타난 제1 실시형태의 제3 변형예에 관한 일렉트릿 구조체(1c)에 적용해도 된다. 도 16에 나타난 제1 실시형태의 제3 변형예에 관한 일렉트릿 구조체(1c)에서는, 불소 수지 필름(21)의 한쪽 면에 형성되는 진동 전극(10)의 표면을, 평활화 처리하면 된다. 진동 전극(10)의 표면이 거친과 진동 전극(10)과 불소 수지 필름(21)과의 계면의 밀착성이 저하되어, 국부적인 전계 집중이 발생한다. 이 국부적인 전계 집중에 의해, 진동 전극(10)으로부터 불소 수지 필름(21)에 정공이 용이하게 주입되어, 일렉트릿 구조체의 전하 유지율이 저하되므로, 진동 전극(10)의 표면을 평활화함으로써, 국부적인 전계 집중에 의한 진동 전극(10)으로부터 불소 수지 필름(21)으로의 정공의 주입을 억제할 수 있다.

[0167] 마찬가지로, 전술한 제1 실시형태에 관한 일렉트릿 구조체(1)의 배면 전극(22)의 표면의 절연층 코팅의 처리를, 도 16에 나타난 제1 실시형태의 제3 변형예에 관한 일렉트릿 구조체(1c)에 적용해도 된다. 도 16의 제1 실시형태의 제3 변형예에 관한 일렉트릿 구조체(1)에서는, 불소 수지 필름(21)의 한쪽 면에 형성되는 진동 전극(10)의 표면을, 내열성이 높고 밀착성이 양호한 절연층으로 피복하면 된다. 일렉트릿 구조체(1)를 구성하는 진동 전극(10)에, 밀착성이 양호한 절연층을 코팅함으로써, 진동 전극(10)과 불소 수지 필름(21)과의 계면 결합을 감소시킬 수 있어, 계면 결합에 의한 진동 전극(10)으로부터 불소 수지 필름(21)으로의 정공의 주입을 억제할 수 있다.

[0168] 따라서, 본 발명은 여기서는 기재하고 있지 않은 다양한 실시형태 등을 포함하는 것은 물론이다. 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 상기한 설명으로부터 타당한 특허 청구의 범위에 관한 발명 특정 사항에 의해서만 정해지는 것이다.

[0169] [산업 상의 이용 가능성]

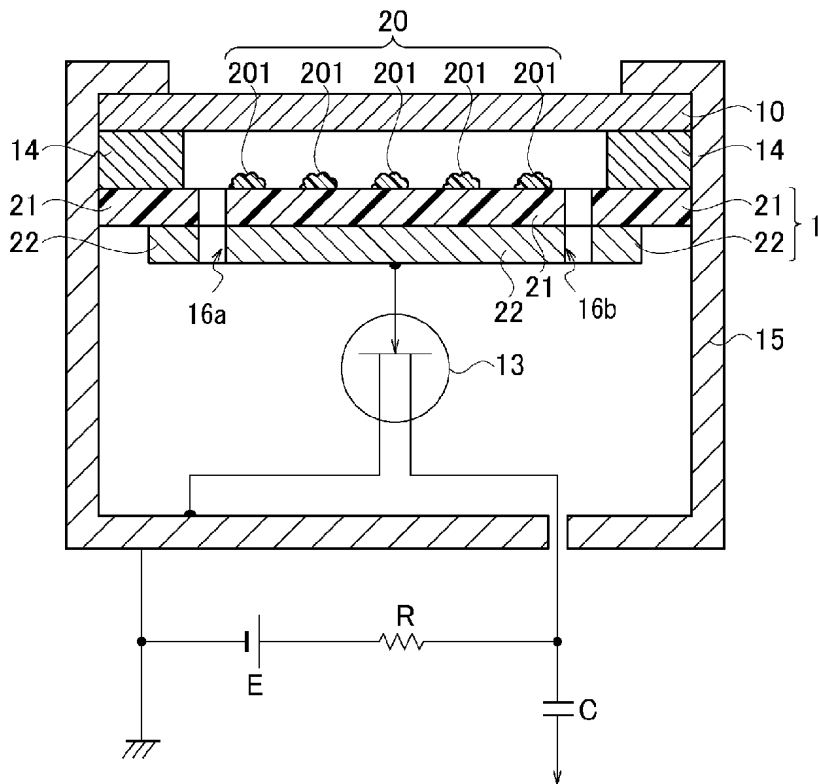
[0170] 본 발명의 일렉트릿 구조체는, Pb 프리 납땜의 리플로우 처리가 가능하며, 일렉트릿 구조체가 내장되는 ECM, 초음파 센서, 가속도 센서, 지진계, 발전 소자, 스피커, 이어폰 등의 기술 분야에 이용 가능하며, 이들 기술 분야에서의 제조 공정을 대폭 개선할 수 있다.

**부호의 설명**

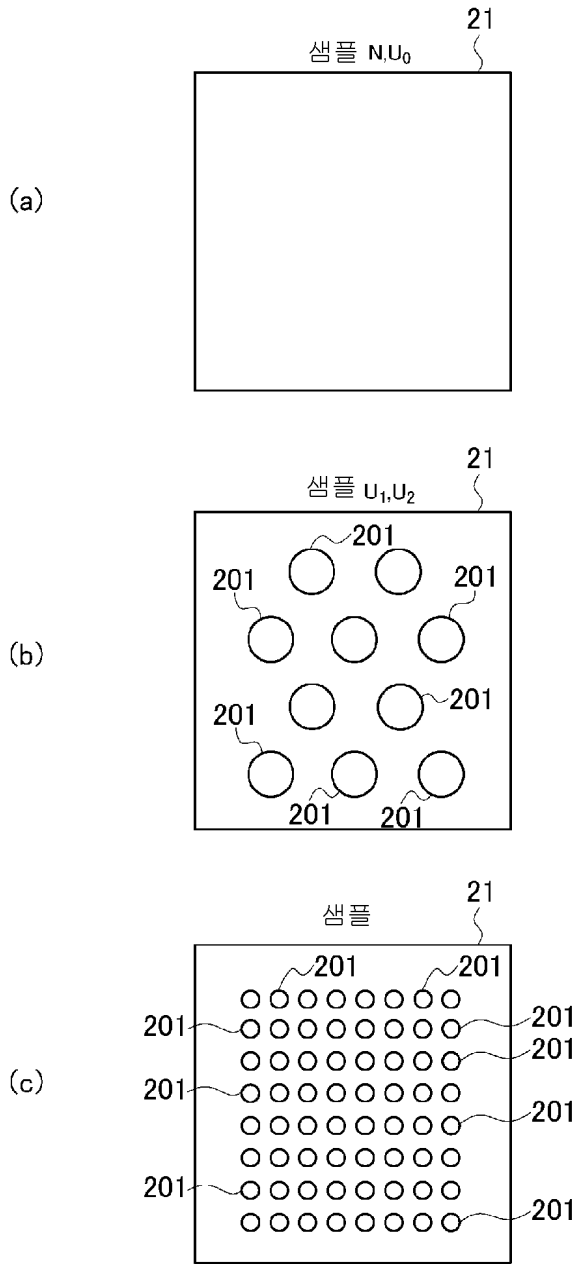
- [0171] 1, 1a, 1b, 1c, 1d, 1p...일렉트릿 구조체
- 10...진동 전극
- 11...일렉트릿 필름
- 12...배면 전극
- 13...FET
- 14...스페이서 링
- 15...금속 케이스
- 16a, 16b...구멍
- 20...실리카층
- 21...불소 수지 필름
- 22...배면 전극
- 30...스프레이 노즐
- 31...마스크
- 40...절연층
- 41f...스페이서층
- 51...배면 전극측 인출 전극
- 52, 53...양면 테이프
- 54...진동 전극측 인출 전극
- 61...알루미늄판
- 62...진동 발생점
- 63...가속도 센서
- 64...변환 소자
- 66...오실로스코프
- 201...섬 형상 실리카 영역
- 201r...미스트
- 221...배면 전극
- 301...피복 필름
- 411...공동부
- 63...가속도 센서

도면

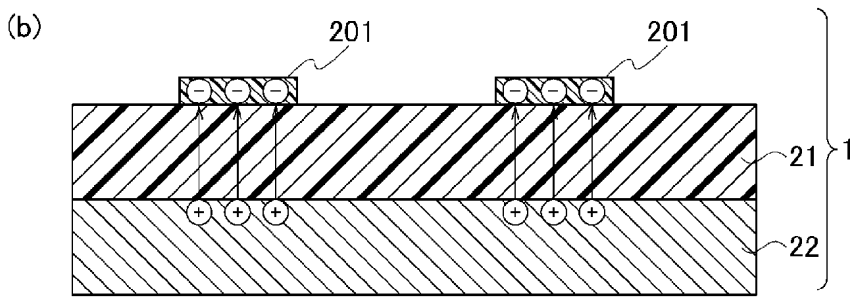
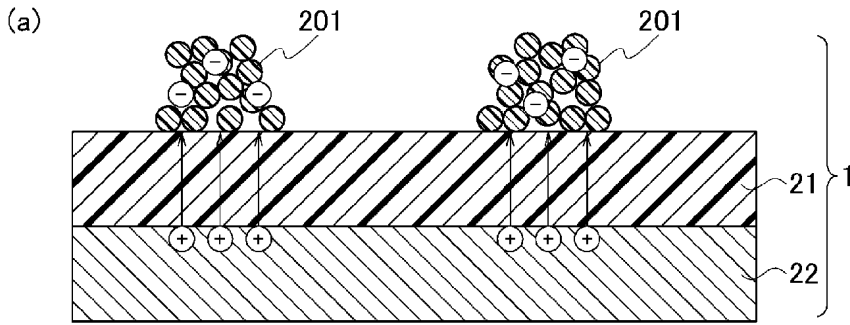
도면1



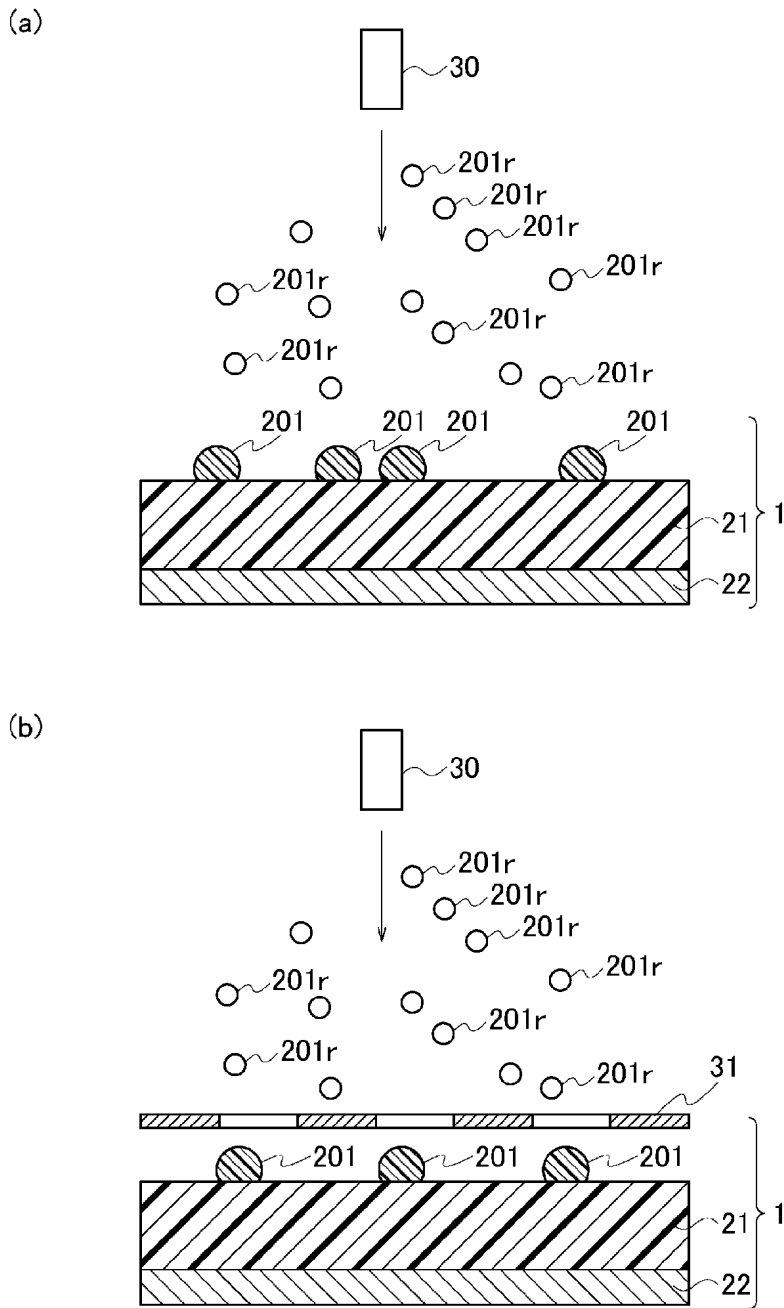
도면2



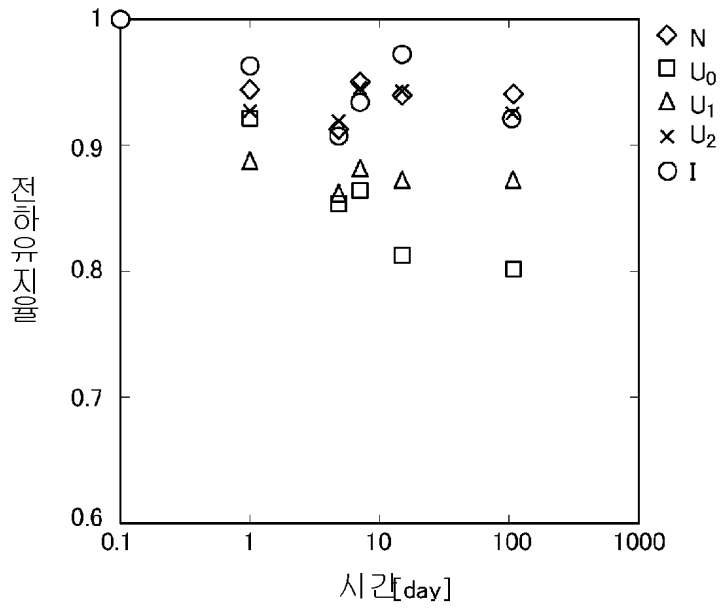
도면3



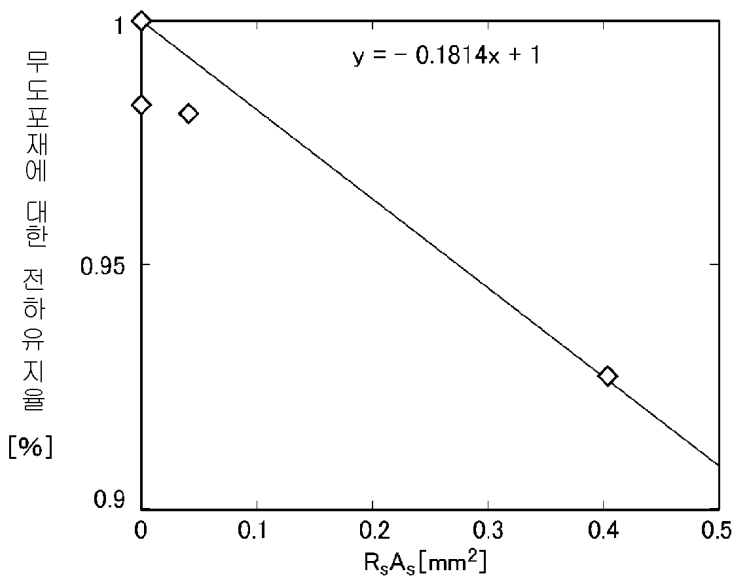
도면4



도면5

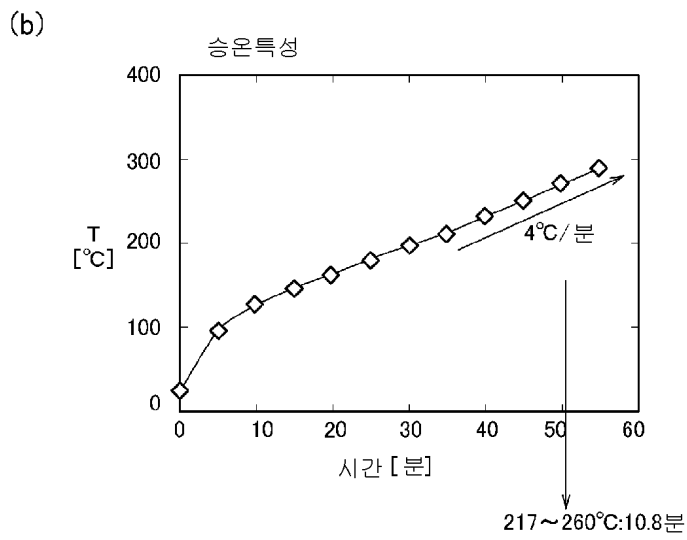
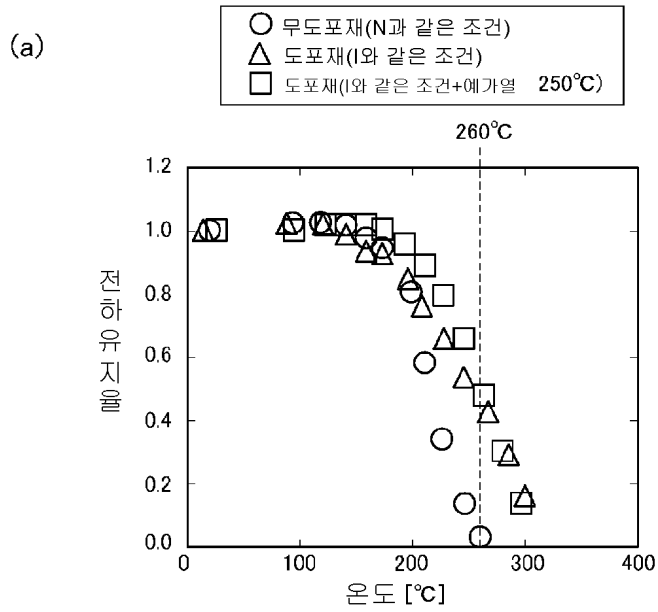


도면6

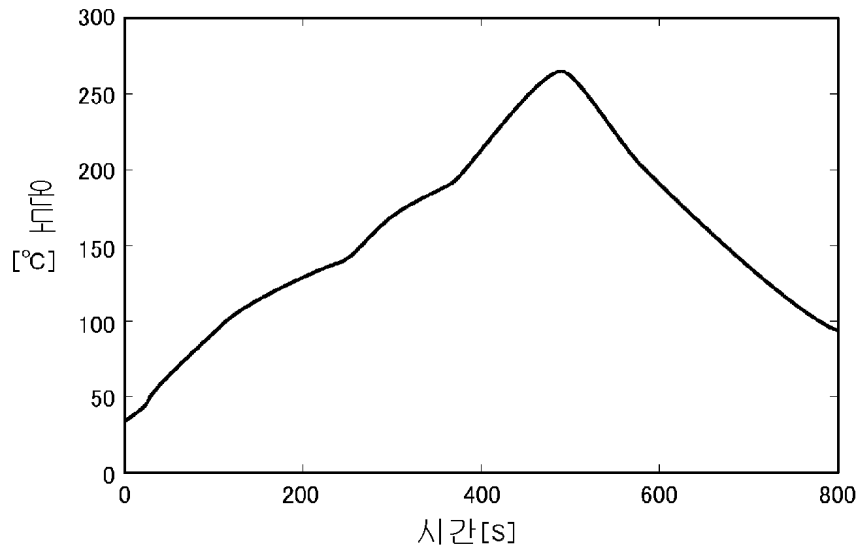




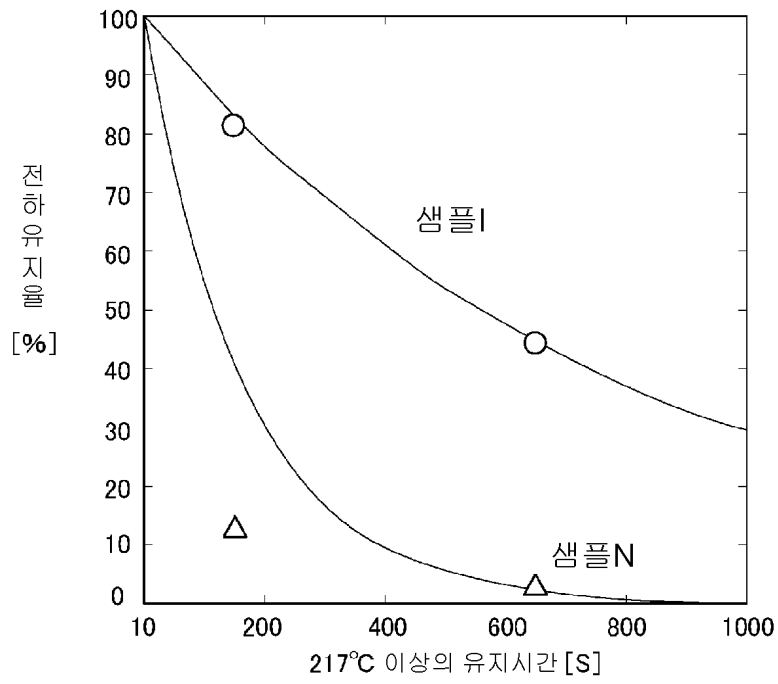
도면7



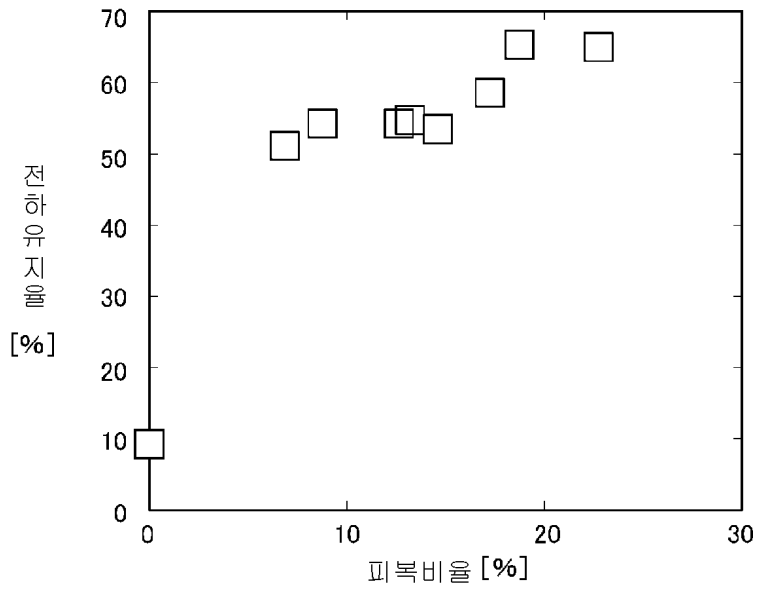
도면8



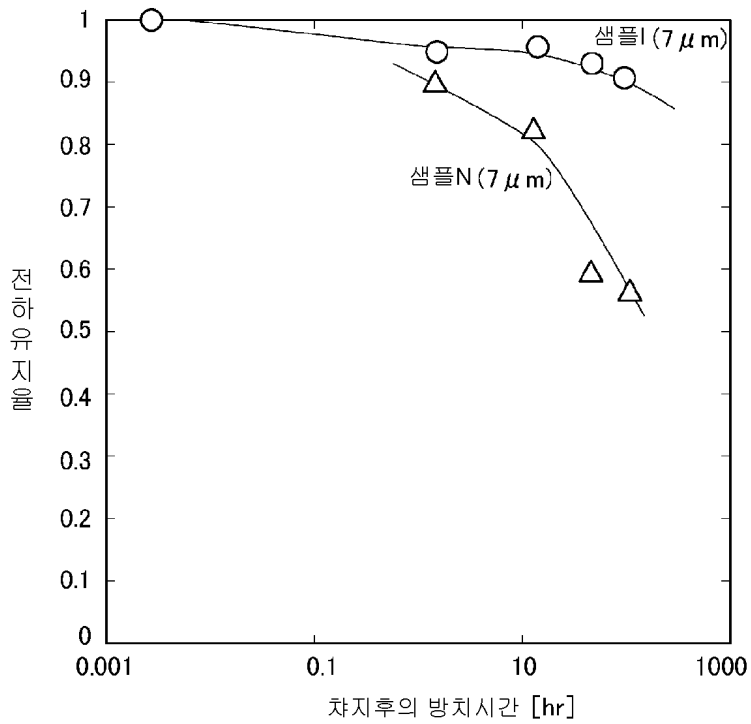
도면9



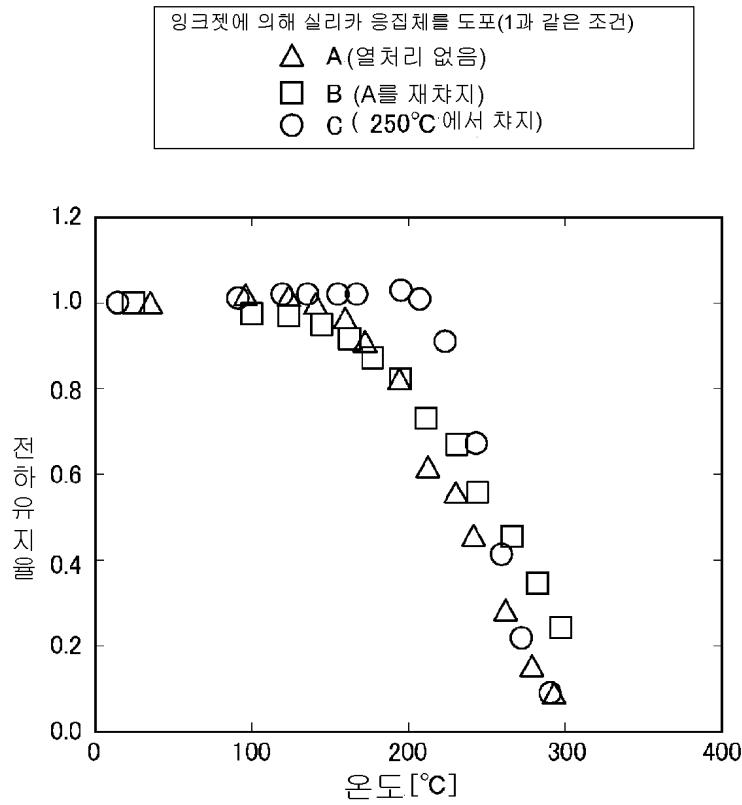
도면10



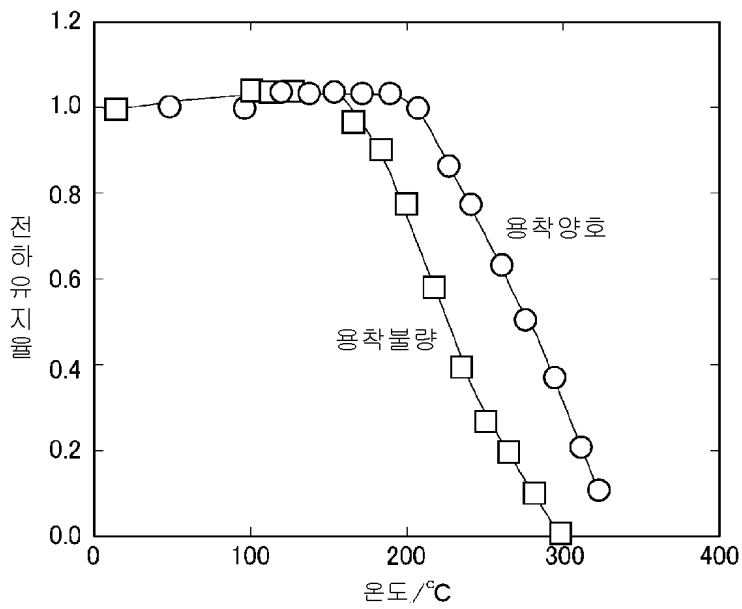
도면11



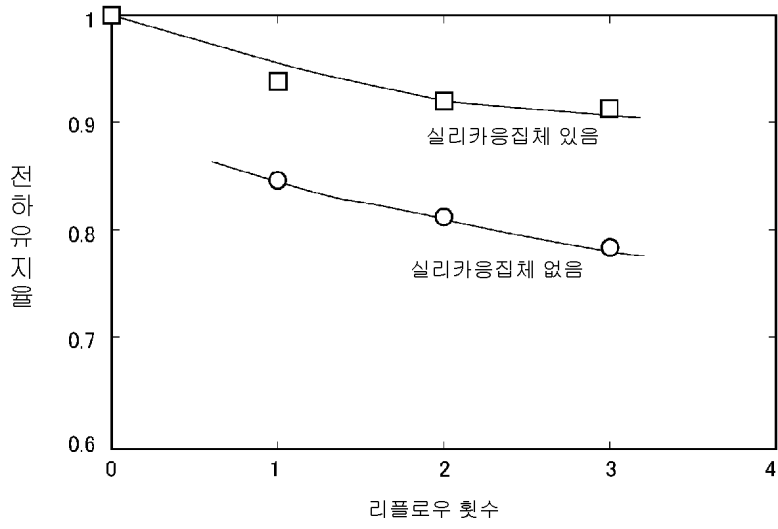
도면12



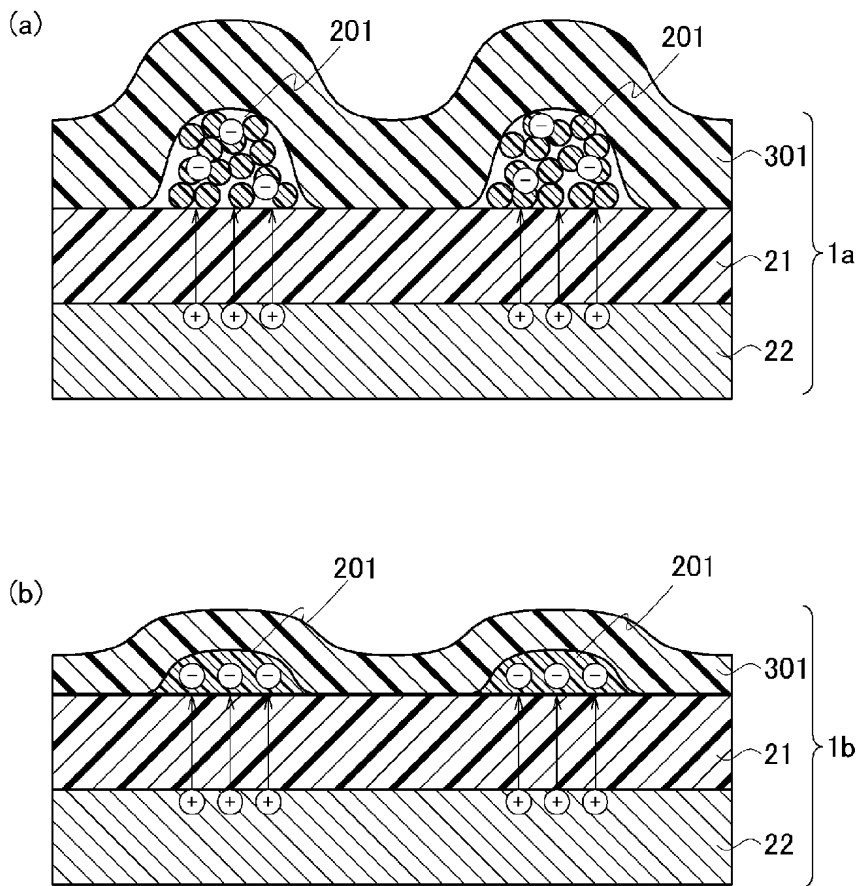
도면13



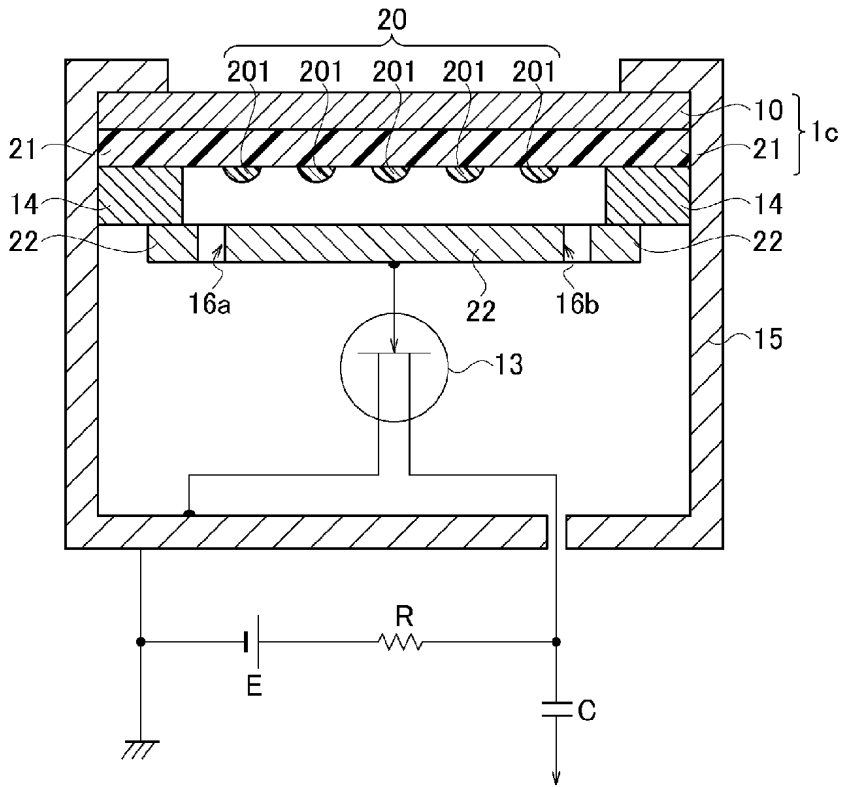
도면14



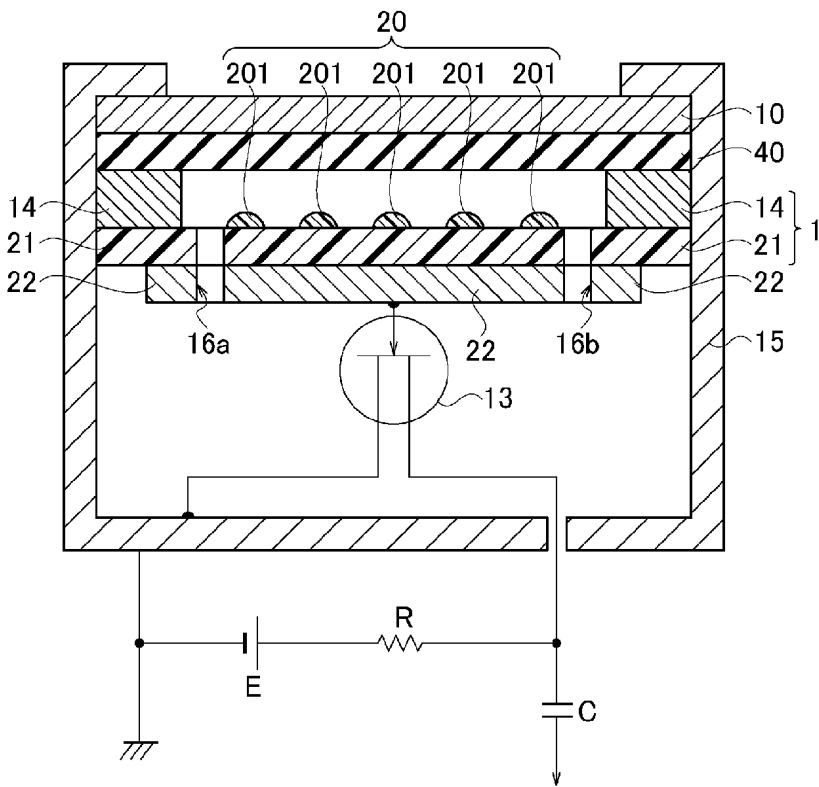
도면15



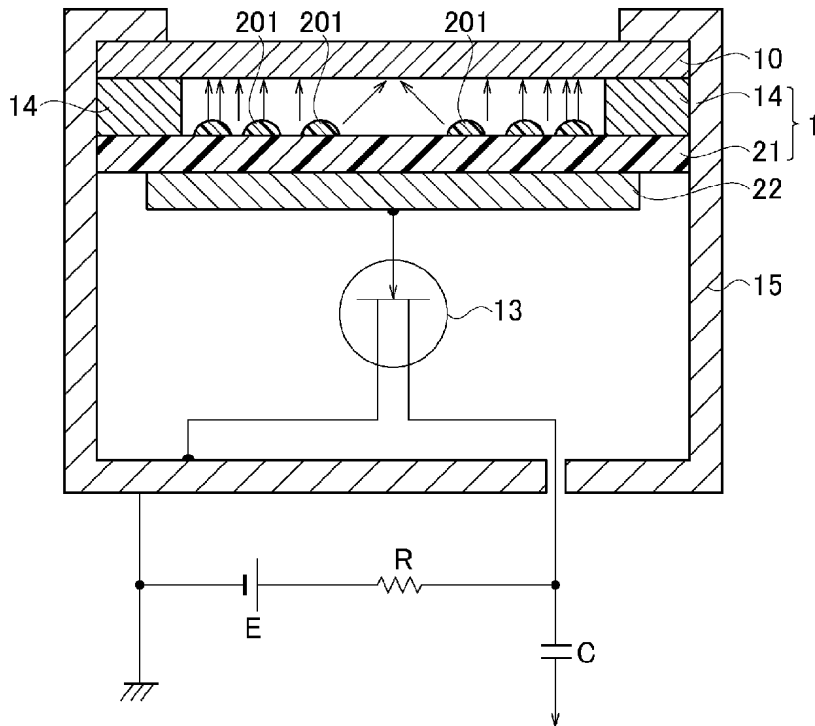
도면16



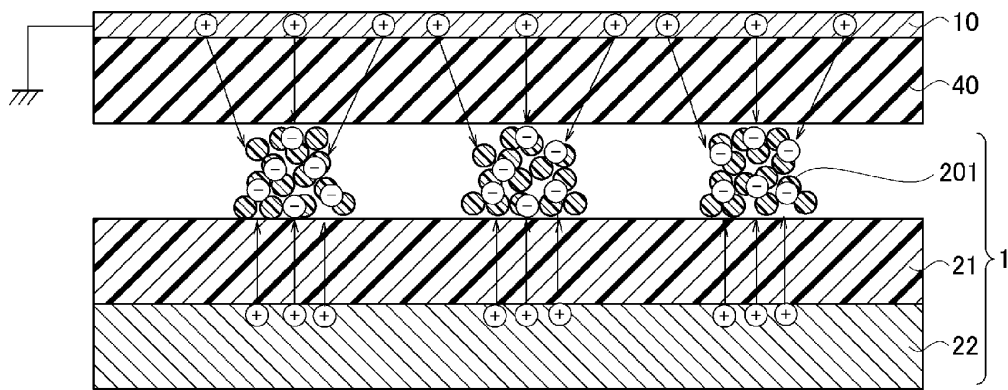
도면17



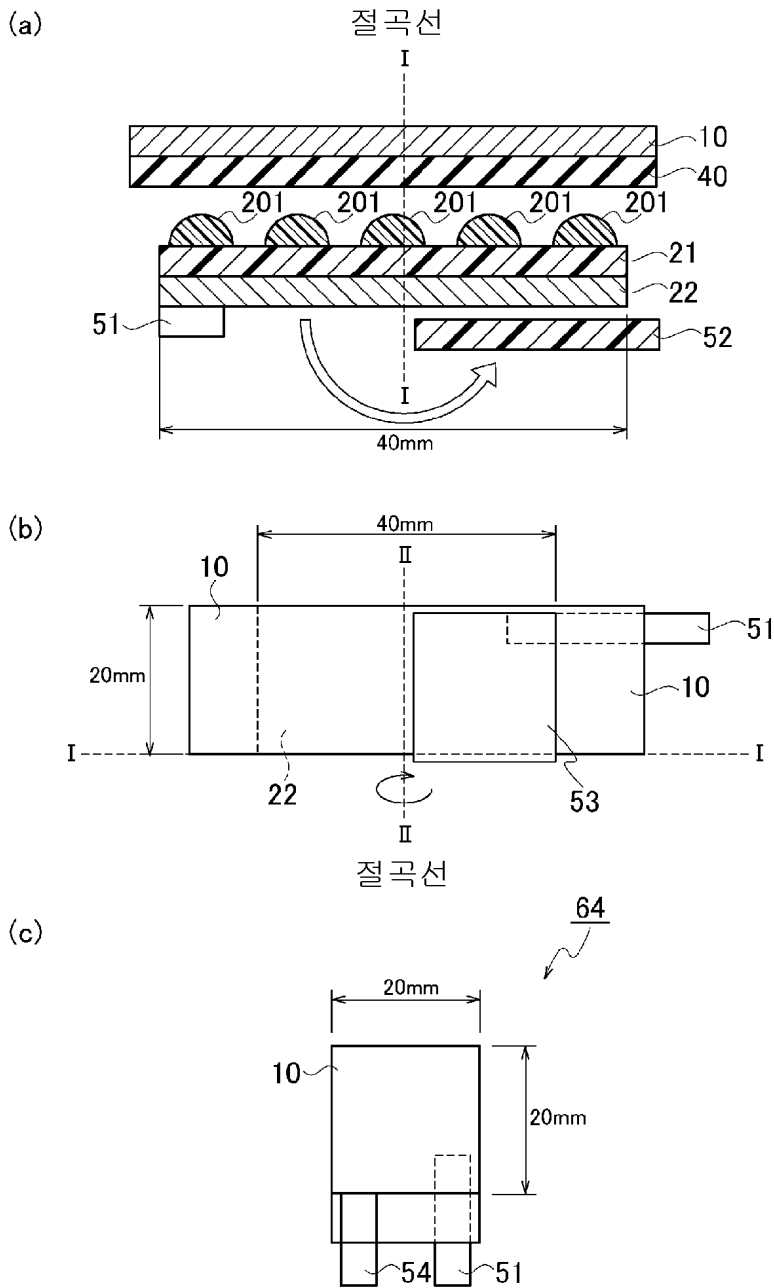
도면18



도면19

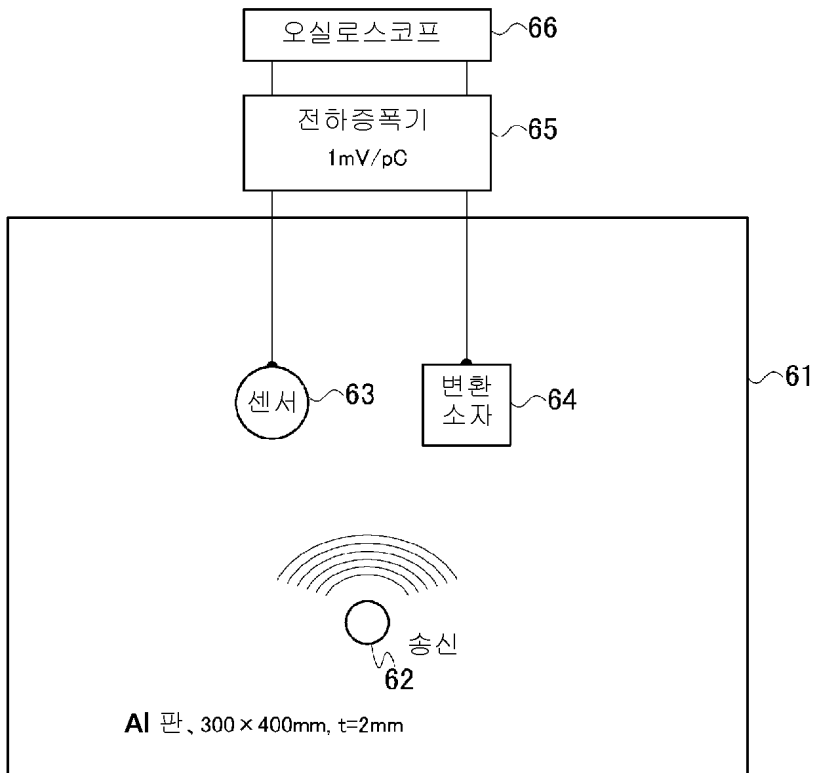


도면20

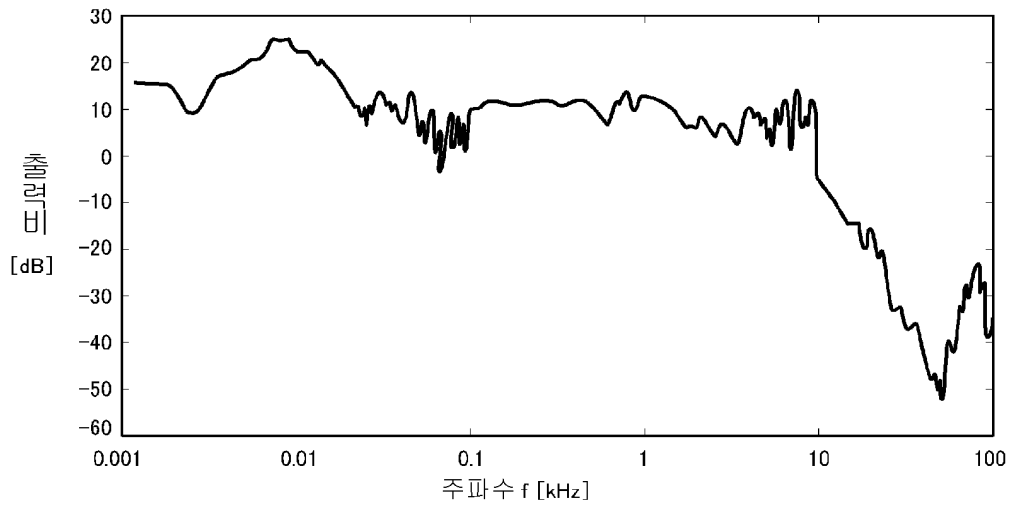




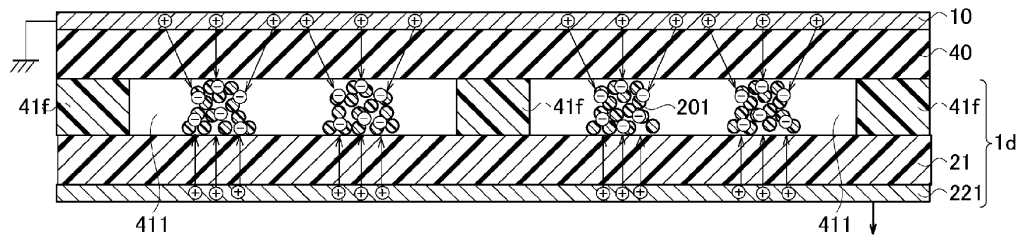
도면21



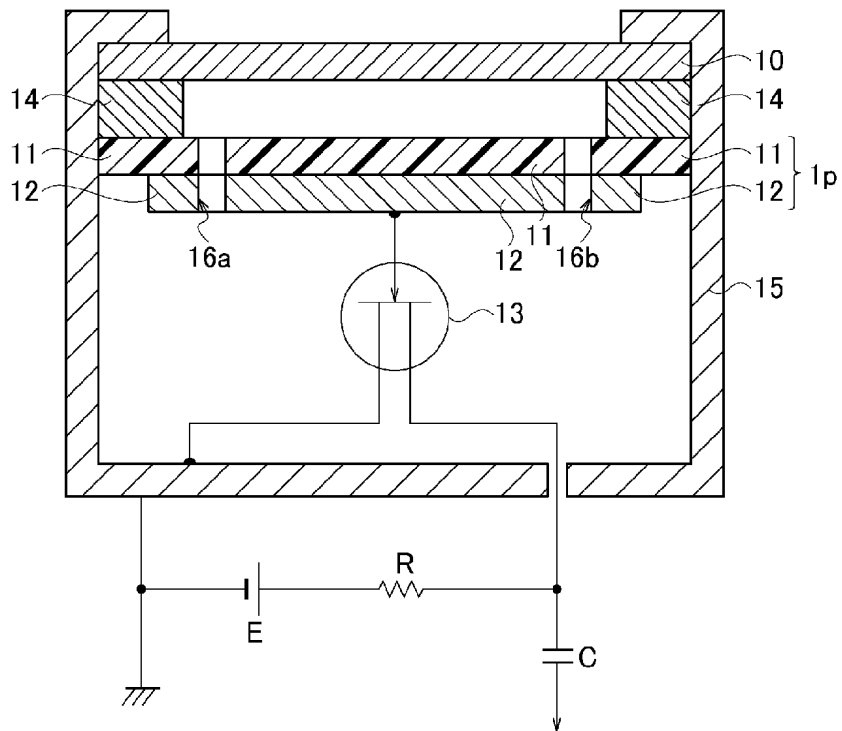
도면22



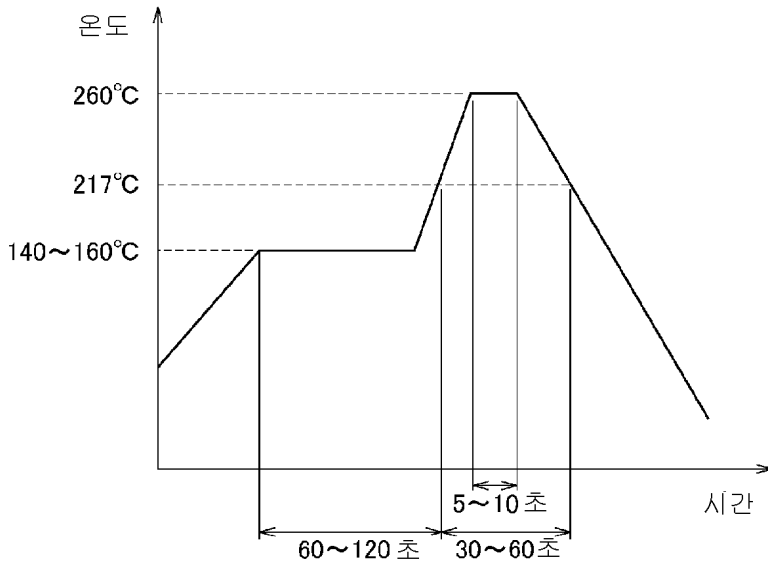
도면23



도면24



도면25



도면26

