



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0075622  
(43) 공개일자 2010년07월02일

(51) Int. Cl.

H01B 5/14 (2006.01) C23C 14/34 (2006.01)  
H01B 13/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7010260

(22) 출원일자(국제출원일자) 2008년10월10일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2010년05월10일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2008/068460

(87) 국제공개번호 WO 2009/051075

국제공개일자 2009년04월23일

(30) 우선권주장

JP-P-2007-268343 2007년10월15일 일본(JP)

(71) 출원인

토카이 유니버시티 에듀케이션시스템

일본국 151-0063 도쿄도 시부야구 토미가야 2초메 28-4

아이섹쿠 나노 큐부 카부시키카이사

일본 카나가와켄 요코하마시 카나자와쿠 야즈마치 36번지

(72) 발명자

쿠지 토시로

일본 4100395 시즈오카켄 누마즈시 니시노 317 토카이 유니버시티 내

치바 마사후미

일본 4100395 시즈오카켄 누마즈시 니시노 317 토카이 유니버시티 내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인무한

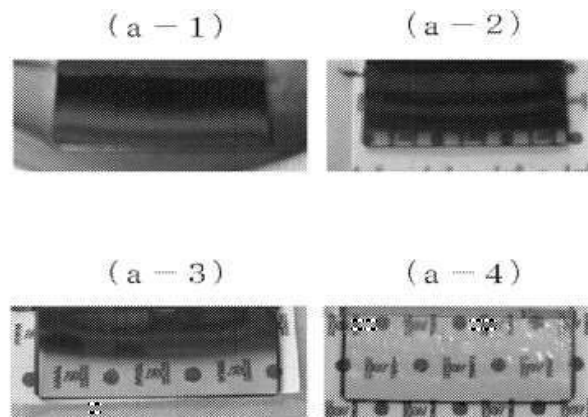
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 투명 도전막 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명의 투명 도전막은 마그네슘과 탄소, 실리콘 및 붕소으로 이루어진 균으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)와 산소와 수소와 포함 막이다. 이 투명 도전막의 일례로, 마그네슘을 포함하는 타겟과 탄소, 실리콘 및 붕소로 구성된 집합에서 선택된 적어도 1종의 원소(A)를 포함하는 타겟을 사용하여 마그네슘과 당해 원소(A)를 포함하는 막을 기판 위에 형성하고 당해 막을 물을 포함 분위기에서 유지하여 제조할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**혼조 타카미츠**

일본 4100395 시즈오카켄 누마즈시 니시노 317 토  
카이 유니버시티 내

**코토다 쿄이치로**

일본 4200881 시즈오카켄 시즈오카시 아오이쿠 키  
타안도 5-쵸메 36-3

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

마그네슘, 탄소, 실리콘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)와 산소와 수소를 포함하는 투명 도전막.

### 청구항 2

마그네슘, 탄소, 산소 및 수소를 포함하는 투명 도전막.

### 청구항 3

제2항에 있어서,

마그네슘과 탄소의 원자비(마그네슘/탄소)가 0.3~20인 투명 도전막.

### 청구항 4

제1항 내지 3항에 있어서,

상기 투명 도전막의 결정 구조, 브루사이트 구조(brucite structure)를 갖는 투명 도전막.

### 청구항 5

마그네슘을 포함하는 타겟과 탄소, 실리콘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)를 포함하는 타겟을 사용하여 마그네슘과 당해 원소(A)를 포함하는 막을 기판 위에 형성한 다음, 당해 막을 물을 포함하는 분위기에서 유지함으로써 얻어진 투명 도전막.

### 청구항 6

마그네슘을 포함하는 타겟과 탄소를 포함하는 타겟을 사용하여 마그네슘과 탄소를 포함하는 막을 기판 위에 형성하고, 당해 막을 물을 포함하는 분위기에서 유지함으로써 얻어진 투명 도전막.

### 청구항 7

제5항 또는 제6항에 있어서,

상기 물을 포함 분위기가, 증기를 포함하는 대기중이나 수중(underwater environment)인 투명 도전막.

### 청구항 8

제5항 또는 제6항에 있어서,

상기 형성된 막이 코-스퍼터링 법에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 투명 도전막.

### 청구항 9

마그네슘을 포함하는 타겟과 탄소, 실리콘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)를 포함하는 타겟을 사용하여 마그네슘과 당해 원소(A)를 포함하는 막을 기판 위에 형성한 다음, 당해 막을 물을 포함하는 분위기 유지하는 것을 특징으로 하는 투명 도전 막의 제조 방법.

### 청구항 10

마그네슘을 포함하는 타겟과 탄소를 포함하는 타겟을 사용하여, 마그네슘과 탄소를 포함하는 막을 기판 위에 형성하고 당해 막을 물을 포함하는 분위기에서 유지하는 것을 특징으로 하는 투명 도전막 제조 방법.

### 청구항 11

마그네슘을 포함하는 증발 소스와 탄소, 실리콘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)를 포함하는 증발 소스를 사용하여, 마그네슘과 당해 원소(A)를 포함하는 막을 기판 위에 형성하고, 당해 막을

물을 포함하는 분위기에서 유지함으로써 얻을 수 있는 투명 도전막.

## 청구항 12

마그네슘을 포함하여 증발 소스, 탄소, 실리콘과 붕소로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1 종의 원소 (A)를 포함하여 증발 원천을 사용하여, 마그네슘과 당해 원소(A)를 포함하는 막을 기판 위에 형성하고, 당해 막을 물을 포함하는 분위기를 유지하는 것을 특징으로 하는 투명 도전막의 제조 방법.

## 명세서

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 투명 도전막 및 그 제조 방법에 관한 것이며, 자세히는 종래의 주요 투명 도전막에 사용되는 인듐을 사용하지 않는 투명 도전막 및 그 제조 방법에 관한다.

### 배경 기술

- [0002] 투명 도전막은 가시광투과성 및 전기 전도도를 갖는 막이다.
- [0003] 투명 도전막은 낮은 저항율로 가시광선에 대하여 높은 투과율을 나타내는 것으로, 액정 디스플레이를 중심으로 한 평면 패널 디스플레이(flat panel display) 및 태양 전지 등의 투명 전극으로 광범위하게 사용되고 있다. 또한 투명 도전막을 수지 필름 기판의 표면에 막을 형성한 투명 전도성 필름은, 일례로 투명 터치 패널과 EL(electroluminescent) 평면 램프의 전극에 사용되고 있다.
- [0004] 투명 도전막으로 많은 재료가 연구되고 있으나, 현재 실용화되고 있는 대부분의 투명 도전막은 산화 인듐 및 산화 주석을 주성분으로 하는 ITO(indium tin oxide) 박막이다.
- [0005] 그러나 최근 주용도인 평판 디스플레이 등의 출하량이 증가함에 따라 ITO 박막의 수요도 확대되고 있으며, 또한 원재료인 인듐이 희귀금속(클라크수(Clarke number) 0.00001)이기 때문에 가격이 상승하고 자원 고갈문제가 심각해지고 있다.
- [0006] 따라서 인듐을 사용하지 않는 투명 도전막(ITO 대체 재료)에 대한 관심이 높아지고 있다. 대표적인 ITO 대체 재료로서 산화아연(ZnO) 계열의 투명 도전막이 알려져 있으며, 종래의 ITO 대체 재료로서의 투명 도전막의 연구로는 대부분이 ZnO를 주성분으로 하여 다른 성분을 부재료로 하여 적당히 사용하고 있는 것이다. (일례로, 특허문헌1 참조)
- [0007] 상기 산화아연계 투명 도전막은 산화인듐을 사용한 경우와 비교하여 원자재 가격이 싸다는 점에서 산업적으로 우수하지만, 산화아연계 투명 도전막의 전기전도도는 상기 ITO 박막에 비해 다소 뒤떨어진다. 또한 산화아연계 박막은 박막 형성시 결정의 결함 등에 따라 저항률이 불안정해지거나 가습기, 가열, 산 또는 알칼리에 대한 내구성이 ITO 박막에 비해 떨어진다는 문제점이 있다. 아연의 클라크수도 0.004로 작아 희귀 금속이다.
- [0008] 이와 같이 산화아연계 박막은 ITO 박막에 비해 비용면에서 우세하다. 여전히 희귀 금속이 사용되는 것에는 변함이 없으며, 전기 전도성과 내구성에서 아직 개선의 여지가 있다.
- [0009] [특허문헌 1] 공개특허 2006-200016호 공보

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

- [0010] 위에서 설명한 바와 같이, ITO 대체 재료에 대한 관심이 높아지고 있다. ITO 대체 재료로서 ZnO 계 투명 도전막이 다수 보고되고 있으나, ITO 대체 재료로 아직 개선의 여지가 있었다.
- [0011] 따라서 본 발명은 ITO 박막도 ZnO 계 투명 도전막 아닌, 새로운 투명 도전막 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

#### 과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명자들은 상기 과제에 비추어 예의 검토를 실시하여 새로운 투명 도전막 및 그 제조 방법을 발견, 발명을 완성시켰다.

- [0013] 즉, 본 발명의 투명 도전막은 마그네슘, 탄소, 실리콘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)와 산소와 수소로 포함한다.
- [0014] 본 발명의 투명 도전막으로는 마그네슘과 탄소와 산소와 수소로 포함 투명 도전막이 바람직하다. 이 투명 도전막에 포함된 마그네슘과 탄소와 원자 비율 (마그네슘/탄소)가 0.3 ~ 20인 것이 바람직하다.
- [0015] 투명 도전막의 결정 구조가, 브루사이트 구조(brucite structure)를 갖는 것이 바람직하다.
- [0016] 본 발명의 투명 도전막은 마그네슘을 포함하는 타겟(target)과 탄소, 실리콘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)를 포함하는 타겟을 사용하여, 마그네슘과 당해 원소(A)를 포함하는 막을 기판 위에 형성하고 상기 막을, 물을 포함하는 분위기에서 유지하는 것으로 얻을 수 있다.
- [0017] 본 발명의 투명 도전막은 마그네슘을 포함하는 타겟과 탄소를 포함하는 타겟을 사용하여, 마그네슘과 탄소를 포함하는 막을 기판 위에 형성하고, 상기 막을 물을 포함하는 분위기에서 유지하여 얻는 것이 더 바람직하다.
- [0018] 상기 물을 포함하는 분위기가 수증기를 포함하는 대기중 또는 수증인 것이 바람직하다.
- [0019] 상기 막을 형성하는 것이 코-스퍼터링(co-sputtering)법에 의해 행해지는 것이 바람직하다.
- [0020] 본 발명의 투명 도전막의 제조방법은 마그네슘을 포함하는 타겟과 탄소, 실리콘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)를 포함하는 타겟을 사용하여 마그네슘과 당해 원소(A)를 포함하는 막을 기판 위에 형성하여, 물을 포함하는 분위기에서 유지하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명의 투명 도전막의 제조방법은 마그네슘을 포함하는 타겟과 탄소를 포함하는 타겟을 사용하여, 마그네슘과 탄소를 포함하는 막을 기판 위에 형성하고 당해 막을 물을 포함하는 분위기에서 유지하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 또한 본 발명의 투명 도전막은 마그네슘을 포함하는 증발 소스(evaporation source)과, 탄소, 실리콘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1종의 원소 (A)를 포함하는 증발 소스를 사용하여 마그네슘과 당해 원소 (A)를 포함하는 막을 기판 위에 형성하고 물을 포함하는 분위기에서 유지함으로써 얻어진다.
- [0023] 또한 본 발명의 투명 도전막의 제조방법은 마그네슘을 포함하는 증발 소스와 탄소, 실리콘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)를 포함하는 증발 소스를 사용하여 마그네슘과 당해 원소 (A)를 포함하는 막을 기판 위에 형성하고 물을 포함하는 분위기에서 유지하는 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

- [0024] 본 발명의 투명 도전막은 가시광선 투과성 및 전기 전도성이 뛰어나다. 또한 본 발명의 투명 도전막에 포함된 마그네슘의 클라크수는 1.98이고, 자원 고갈 문제도 없다.

### 도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 실시예 1에서 얻은 MgC 막을 대기중에서 유지했을 때, 시간이 경과함에 따른 변화를 나타내는 도이다. (a-1) : 막이 형성된 직후, (a-2) : 막이 형성된 후 5 분, (a-3) : 막이 형성된 후 10 분, (a-4) : 막이 형성된 15 분 후.
- 도 2는 실시예 1에서 얻은 투명 도전막의 광 투과율을 나타내는 도이다.
- 도 3은 실시예 1에서 얻은 투명 도전막의 X 선 회절 결과이다.
- 도 4는 실시예 1에서 얻은 투명 도전막의 조성을 나타내는 도이다. 또한 세로축의 at %는 원자 비율(Atomic %)을 보여준다.
- 도 5는 실시예 1에서 얻은 투명 도전막의 평활도(산술평균 거칠기(arithmetic average roughness) ( $R_a$ ) : 43nm)를 나타내는 도이다.
- 도 6은 실시예 1에서 얻은 투명 도전막의 표면 형상을 나타내는 도이다.
- 도 7은 실시예 1에서 얻은 투명 도전막의 비저항 값을 나타내는 도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] [투명 도전막]
- [0027] 본 발명의 투명 도전막은 마그네슘, 탄소, 실리콘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1 종 원소(A)와 산소와 수소를 포함한다.
- [0028] 상기 원소(A)로서, 투명 도전막의 전기 전도도의 관점에서, 적어도 탄소를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0029] 또한 본 발명의 투명 도전막 중 마그네슘과 상기 원소(A)의 원자비((atomic ratio) 마그네슘/원소(A))은 일반적으로 0.3~20, 0.5~10가 바람직하고, 더 선호되는 것은 1~5 범위에 있다. 상기 원자 비율이 상기 범위 내에 있을 경우 투명 도전막의 광투과성과 전기 전도성이 향상된다.
- [0030] 상기 원소(A)가 탄소일 경우에는, 마그네슘과 탄소와 원자비(마그네슘/탄소)은 일반적으로 0.3~20, 0.5~10가 바람직하고, 더 선호되는 것은 1~5 범위 있다. 상기 원자비가 상기 범위 내에 있을 경우 투명 도전막의 광투과성과 전기 전도성이 향상된다.
- [0031] 또한 마그네슘과 산소의 원자비(마그네슘/산소)은 일반적으로 0.48~0.53, 바람직하게는 0.49~0.52 범위에 있다.
- [0032] 또한 산소와 수소 원자비(산소/수소)은 일반적으로 0.5~1.5, 바람직하게는 0.9~1.1 범위에 있다.
- [0033] 본 발명의 투명 도전막, 광투과성과 전기 전도성에 악영향을 미치지 않는 한도 내에서 다른 원소를 포함할 수 있다. 다른 원소에는, 일례로 질소 등을 들 수 있다.
- [0034] <투명 도전막 구조>
- [0035] 본 발명의 투명 도전막은 마그네슘과 상기 원소(A)와 산소와 수소가 당해 투명 도전막 전체에 균일하게 분포하고 있는 것이 바람직하다. 상기와 같이 균일하게 분포해 있으면, 투명 도전막 전체의 광투과성 또는 전기 전도성 등의 특성 편차가 작아진다.
- [0036] 또한, 상기 "균일하게 분포"는 각각의 성분이 분리되지 않고 분포하고 있는 것을 의미한다.
- [0037] 본 발명의 투명 도전막의 두께는 일반적으로 0.1~5.0  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 1.0~3.5  $\mu\text{m}$ 의 범위에 있다. 두께가 상기 범위에 있는 경우 높은 광투과성 및 전기 전도성이 있는 투명 도전막을 얻을 수 있다. 또한 상기 두께는 AFM(원자간힘현미경(atomic force microscope))과 SEM(주사전자현미경(scanning electron microscope))으로 측정할 두 점의 평균 두께이다.
- [0038] 본 발명의 투명 도전막의 결정 구조는 가시광선 투과성 및 전기 전도도의 관점에서 당해 투명 도전막의 결정 구조가  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 대칭성이 있는 구조, 브루사이트 구조가 있는 것이 바람직하다. 또한, 상기 구조는 X-선 회절 피크(x-ray diffraction peak)의 회절 각도를 분석하여 확인할 수 있다. 또한, 종래의 알려진 투명 도전막은 모두 산화물이지만, 상기 결정구조가 브루사이트 구조를 갖는 투명 도전막은 그 구조에서 비산화물계(non-oxide-based) 투명 도전막이라는 것을 확인 했다.
- [0039] 또한 본 발명의 투명 도전막의 결정구조에 있어서, 상기 원소(A)가 어떤 상태에서 존재하고 있는지 분명하지 않지만, 본 발명자들은  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 X-선 회절 피크와 본 발명의 투명 도전막의 X-선 회절 피크를 비교했을 때, 본 발명의 투명 도전막의 (001) 피크가  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 (001) 피크보다 낮은 각도 방향으로 이동, 즉 브루사이트 구조의 층간 거리가 넓어져 있는 것으로부터 상기 원소(A)는 브루사이트 구조의 층간에 존재하고 있다고 추정했다. 본 발명자들은 투명 도전막의 결정 구조가 이런 구조를 선택함으로써 본 발명의 투명 도전막이 뛰어난 전기 전도성이 있을 것으로 추정했다.
- [0040] 이렇게 브루사이트 구조를 가지는 비산화물계의 투명 도전막을 구성하는 주요 원소는 위에서 언급한 바와 같이 모두 가벼운 원소이며, 또한 그 클락크수도 커서 경제적으로도 자원적으로도 종래의 산화물계의 투명 도전막에 비해 뛰어나다. 또한 비산화물계 투명 도전막은  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 대칭성을 갖는 구조(브루사이트 구조)를 갖기 위해, 환원분위기(일례로 수소분위기) 하에서 당해 투명 도전막을 가열함으로써 위에서 설명한 브루사이트 구조가 분해되어 마그네슘의 수화물, 수증기 및 탄화수소로 분해되는 것으로 생각된다. 상기 마그네슘 수화물의 수화물은 일례로  $1 \times 10^{-2}$  Pa 정도의 진공에서 400℃로 가열하면 쉽게 단일 마그네슘으로 변환된다. 즉, 상기 비산화물계 투명 도전막에서 쉽게 단일 마그네슘을 얻을 수 있고, 자원적으로 봐도 상기 비산화물계 투명 도전막은 뛰어나다.
- [0041] <빛의 투과율>

- [0042] 본 발명의 투명 도전막은 파장이 350~2500nm 범위에서 광투과율이 일반적으로 80% 이상이다. 특히 가시 광선(380~780nm)의 파장 영역에서 투과율이 80% 이상의 것이 바람직하다. 또한 본 명세서에 있어서 광투과율은 파인 세라믹스(fine ceramic) 박막의 투과율시험방법(JIS R 1635)에서 규정되는 측정 방법에 따라 측정된다.
- [0043] <투명 도전막의 비저항>
- [0044] 본 발명의 투명 도전막의 비저항이 낮을수록 바람직하고 보통  $5 \times 10^{-1} \Omega \text{cm}$  미만이다. 또한, 상기 비저항은 파인 세라믹스 박막의 비저항을 시험방법(JIS R 1637)에서 규정하는 4탐침법(four-probe method)에 의해 측정된다.
- [0045] <투명 도전막의 입자 크기>
- [0046] 본 발명의 투명 도전막을 구성하는 결정립(crystal grains)은 주사전자현미경을 사용하여 관찰할 수 있다. 관찰되는 결정 입자의 평균 입경은 바람직하게는 30~500nm, 더 바람직하게는 30~350nm, 더 바람직하게는 100~200nm의 범위에 있다. 입자의 평균 반지름이 상기 범위 내에 있는 경우, 투명 도전막의 평활성(smoothness)이 향상되고, 가시 광선 영역에서 난반사(diffuse reflection)가 억제되어 투명 도전막의 투명성이 향상된다. 또한, 상기 평균 입자 크기는 주사전자현미경을 사용해 관찰되는 각 결정립의 축이 평균 직경에 따른 입자의 평균 반지름이다.
- [0047] [투명 도전막의 제조방법]
- [0048] 본 발명의 투명 도전막의 제조방법, 특별히 제한되지 않고, 일례로 PVD (물리 기상증착(physical vapor deposition))방법을 사용하여 다음과 같은 방법으로 제조할 수 있다.
- [0049] 상기 PVD(물리 기상증착)법으로는 스퍼터(sputter)계로 분류되는 방법이나, 진공 증착(vacuum deposition)법, 이온빔 증착(ion beam deposition)법, MBE(molecular beam epitaxy)법 등의 증발계로 분류되는 방법을 들 수 있다. 스퍼터계로 분류되는 방법은 증발계로 분류되는 방법에 비해 높은 진공을 필요로 하지 않고, 또한 탄소같은 높은 융점 재료의 막을 형성하는 것도 간편하게 할 수 있기 때문에 바람직하다.
- [0050] 스퍼터계로 분류되는 방법을 사용한 투명 전도막의 제조방법(1)은 마그네슘을 포함하는 타겟과 탄소, 실리콘 및 붕소로 이루어진 균으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)를 포함하는 타겟을 사용하여, 마그네슘과 당해 원소(A)를 포함하는 막을 기판 위에 형성하고 당해 막을 물을 포함하는 분위기에서 유지하는 것을 특징으로 한다.
- [0051] 스퍼터계로 분류되는 방법을 사용한 투명 전도막의 제조방법(1)은 마그네슘을 포함하는 타겟과 탄소, 실리콘 및 붕소로 이루어진 균으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)를 포함하는 타겟을 사용하여, 마그네슘과 당해 원소(A)를 포함하는 막을 기판 위에 형성하고 물을 포함하는 분위기에서 유지하는 것을 특징으로 한다.
- [0052] 증발계로 분류되는 방법을 사용한 투명 전도막의 제조방법(2)은 마그네슘을 포함하는 증발 소스와 탄소, 실리콘 및 붕소로 이루어진 균으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)를 포함하는 증발 소스를 사용하여 마그네슘과 당해 원소(A)를 포함하는 막을 기판 위에 형성하고 당해 막을 물을 포함하는 분위기에서 유지하는 것을 특징으로 한다.
- [0053] [투명 도전막의 제조방법(1)]
- [0054] 본 발명의 투명 도전막 제1 제조방법은 마그네슘을 포함하는 타겟과 탄소, 실리콘 및 붕소로 이루어진 균으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)를 포함하는 타겟을 사용하여 마그네슘과 당해 원소(A)를 포함하는 막을 기판 위에 형성하고 당해 막을 물을 포함하는 분위기에서 유지하는 것을 특징으로 한다.
- [0055] 즉 본 발명의 투명 도전막은 마그네슘을 포함하는 타겟과, 탄소, 실리콘 및 붕소로 이루어진 균으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)를 포함하는 타겟을 사용하여 마그네슘과 당해 원소(A)를 포함하는 막을 기판 위에 형성하고 물을 포함하는 분위기에서 유지함으로써 얻어진다.
- [0056] <마그네슘을 포함하는 타겟>
- [0057] 발명 투명 도전막의 형성에 사용하는 상기 마그네슘을 포함하는 타겟은 마그네슘의 순도가 보통 2N5(99.5 wt%) 이상, 바람직하게는 3N(99.9 wt%) 이상이다.
- [0058] 상기 마그네슘을 포함하는 타겟이, 이 타겟으로부터 형성되는 투명 도전막의 광투과성과 전기 전도성에 악영향을 미치지 않는한 다른 원소를 포함할 수 있다.
- [0059] 또한 마그네슘을 포함하는 타겟으로써는 스퍼터링(sputtering)용 마그네슘 타겟 등의 시판 제품을 사용할 수 있

다.

- [0060] <탄소, 실리콘 및 붕산으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)를 포함하는 타겟>
- [0061] 본 발명의 투명 도전막의 형성에 사용하는 상기 원소(A)를 포함하는 타겟은 원소(A)의 순도가 일반적으로 2N5(99.5 wt%) 이상, 바람직하게는 3N(99.9 wt%) 이상이다. 상기 타겟의 조성 성분으로는 타겟으로부터 형성되는 투명 도전막의 광투과성과 전기 전도성에 악영향을 미치지 않는 다른 원소를 포함할 수 있다.
- [0062] 또한 상기 원소(A)를 포함하는 타겟으로는 스퍼터링용 타겟 등의 시판 제품을 사용할 수 있다.
- [0063] 상기 원소(A)를 포함하는 타겟으로서 전기 전도도의 관점에서 탄소를 포함하는 타겟인 것이 바람직하다. 상기 탄소를 포함하는 타겟으로는 카본그래파이트(carbon graphite)인 것이 전기 전도성의 관점에서 더 바람직하다.
- [0064] 본 발명의 투명 도전막 제조방법에 사용한 상기 마그네슘을 포함하는 타겟과 상기 원소(A)를 포함하는 타겟과의 중량비(weight ratio)는 제조하는 투명 도전막 중의 마그네슘과 원소(A)와 원자 비율에도 좌우되지만, 마그네슘을 포함하는 타겟과 원소(A)를 포함하는 타겟의 중량비(마그네슘을 포함하는 타겟/원소(A)를 포함하는 타겟)는 일반적으로 0.6~40, 1~20의 범위가 선호되며, 더 바람직한 것은 2~10의 범위에 있다. 상기 범위 내에서 얻을 수 있는 투명 도전막의 조성을 바람직한 범위로 설정 할 수가 있어, 뛰어난 가시 광선 투과성과 전기 전도성이 있는 투명 도전막을 제조할 수 있다.
- [0065] 본 발명의 투명 도전막 제조방법에 사용한 상기 마그네슘을 포함하는 타겟과 상기 원소(A)를 포함하는 타겟의 표면적비(surface area ratio)은 제조하는 투명 도전막 중의 마그네슘과 원소(A)의 원자비(atomic ratio)에도 좌우되지만, 표면적비(마그네슘을 포함하는 타겟/원소(A)를 포함하는 타겟)은 일반적으로 1.47~48.7, 2.40~33.6의 범위가 선호된다. 상기 범위 내에서 얻을 수 있는 투명 도전막의 조성을 바람직한 범위로 설정할 수 있어, 뛰어난 가시 광선 투과성과 전기 전도성이 있는 투명 도전막을 제조할 수 있다.
- [0066] 또한 상기 마그네슘을 포함하는 타겟과 상기 원소(A)를 포함하는 타겟을 모자이크 모양으로 배치한 모자이크 타겟(mosaic target)을 사용할 수 있다.
- [0067] <막의 형성>
- [0068] 본 발명의 투명 도전막의 제조 방법에서는 마그네슘을 포함하는 타겟과 상기 원소(A)를 포함하는 타겟을 사용하여, 마그네슘과 당해 원소(A)를 포함하는 막을 기판 위에 형성한다.
- [0069] 상기 막의 형성 방법은 성분이 다른 2개 이상의 타겟을 사용하여 동시에 기판 위에 막을 형성하는 방법과 성분이 다른 2개 이상의 타겟을 사용하여 번갈아서 기판 위에 막을 형성하는 방법을 들 수 있다. 투명 도전막을 제조할 때, 투명 도전막의 조성의 제어가 용이하기 때문에 성분이 다른 2개 이상의 타겟을 사용하여 동시에 기판 위에 막을 형성하는 코-스퍼터링법이 적절하게 사용될 수 있다.
- [0070] (코-스퍼터링법)
- [0071] 상기 스퍼터링법을 사용하는 경우, 스퍼터링 장비는 특별히 제한되지 않고, SPC-350 (아넬바(Anelva)사 제품)와 같은 상용 장비를 사용할 수 있다.
- [0072] 코-스퍼터링법에 사용하는 스퍼터링 가스(sputtering gas)로는 특별히 제한이 없고, 아르곤(argon, Ar), 네온(Neon Ne), 제논(Xenon, Xe) 등의 불활성 가스를 들 수 있다. 스퍼터링 속도와 가격 측면에서 아르곤을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0073] 또한 스퍼터 전력(sputtering electrical power)은 생산하는 투명 도전막 내의 마그네슘과 원소(A)와 원자비에 따라 달라지지만, 마그네슘을 포함하는 타겟에 대하여 일반적으로 40~200W, 바람직하게는 100~160W이고, 상기 원소(A)를 포함하는 타겟에 대하여 일반적으로 100~500W, 바람직하게는 300~400W이다. 스퍼터 전력이 상기 범위 내에 있을 경우, 얻을 수 있는 투명 도전막의 마그네슘과 원소(A)의 원자비를 상기의 바람직한 범위로 설정할 수 있다.
- [0074] 상기 막의 형성을 통해 얻을 수 있는 마그네슘과 원소(A)를 포함하는 막의 두께는, 목적으로하는 투명 도전막의 광투과성과 전기 전도도의 관점에서 일반적으로 0.1~5.0  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 1.0~3.5  $\mu\text{m}$ 의 범위에 있다. 또한 상기 두께는 AFM과 SEM에서 측정한 두 점의 평균 두께이다.
- [0075] 또한 막을 형성하는 시간은 마그네슘과 상기 원소(A)를 포함하는 막의 두께에 따라 다르지만, 일반적으로 2분~12시간, 바람직하게는 3분~5시간이다.

- [0076] (기관)
- [0077] 본 발명의 투명 도전막의 제1 제조방법에 사용되는 기관으로, 특별히 제한은 없지만, 유리 기관, 고분자 기관 등을 투명 도전막의 용도에 따라 사용될 수 있다. 일례로, 유리 기관은 LCD 패널, 고분자 기관은 투명 터치 패널에 적절하게 사용된다.
- [0078] 또한 상기 막을 형성하기 전에 기관을 세척하는 것이 바람직하다. 세정액으로는, 유리 기관의 경우에는 에탄올 등의 유기 용매, 고분자 기관의 경우에는 산 또는 알칼리 용액 등을 선택할 수 있다. 또 세척 방법으로는 초음파 세척 등을 들 수 있다.
- [0079] <물을 포함하는 분위기>
- [0080] 본 발명의 투명 도전막 제1 제조방법은 상기와 같이 하여 얻은 마그네슘과 상기 원소(A)를 포함하는 막을 물을 포함하는 분위기에서 유지함으로써 투명 도전막을 얻을 수 있다. 유지하는 시간은 주로 물을 포함하는 분위기에 의해 설정된다.
- [0081] 상기 물을 포함 분위기는 일례로 수증기를 포함하는 대기중, 수중(underwater environment) 등을 들 수 있다.
- [0082] (수증기를 포함하는 대기중)
- [0083] 상기 수증기를 포함하는 대기는 상대 습도가 일반적으로 30~100 wt%, 바람직하게는 40~100 wt%의 범위에 있다. 마그네슘과 상기 원소(A)를 포함하는 막을 수증기를 포함하는 대기에서 유지하는 경우에는 상대 습도가 높을수록 빠르게 투명 도전막을 얻을 수 있으므로 바람직하다. 그러나 고습도하에서 유지하기 위해서는 별도 고습 탱크 등을 설치할 필요가 있고, 산업적으로는 요구되는 생산 속도, 비용 등의 균형에서 상대 습도는 적절하게 결정할 수 있다.
- [0084] 마그네슘과 상기 원소(A)를 포함하는 막을 수증기를 포함하는 대기중에 유지하는 경우, 일반적으로 10분 이상 유지하면, 광투과성과 전기 전도성을 가진 투명 도전막을 얻을 수 있다. 또한 유지 시간은 일반적으로 마그네슘과 상기 원소(A)를 포함하는 막의 두께가 얇을수록 짧고, 또한 상대 습도가 높을수록 단축할 수 있다. 일례로, 유리 기관 위에 형성되는 마그네슘과 탄소를 포함하는 막(두께 2.5  $\mu\text{m}$ )을 상대 습도 60 wt% 수증기를 포함하는 대기에서 유지 경우, 유지시간은 일반적으로 10~30 분이다.
- [0085] (수중(underwater environment))
- [0086] 상기 물로는 수돗물이나 정제수를 사용할 수 있지만, 비용 측면에서는 수돗물이 바람직하고, 얻을 수 있는 막 품질의 관점에서는 정제수를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0087] 마그네슘과 상기 원소(A)를 포함하는 막을 수중에서 유지하는 경우, 일반적으로 수온이 10~60℃, 바람직하게는 20~30℃의 범위에 있다.
- [0088] 마그네슘과 상기 원소(A)를 포함하는 막을 수중에서 유지하는 경우, 일반적으로 10분 이상, 바람직하게는 10~30 분 유지함으로써, 광투과성과 전기 전도성을 가진 투명 도전막을 얻을 수 있다.
- [0089] [투명 도전막의 제조방법(2)]
- [0090] 본 발명의 투명 도전막의 제2 제조방법은 마그네슘을 포함하는 증발 소스와, 탄소, 실리콘 및 붕산으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)를 포함하는 증발 소스를 사용하여 마그네슘 및 당해 원소(A)를 포함하는 막을 기관 위에 형성하고 당해 막을 물을 포함 분위기를 유지하는 것을 특징으로 한다.
- [0091] 즉, 본 발명의 투명 도전막은 마그네슘을 포함하는 증발 소스와 탄소, 실리콘 및 붕산으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)를 포함하는 증발 소스를 사용하여, 마그네슘과 당해 원소(A)를 포함하는 막을 기관 위에 형성하고 당해 막을 물을 포함하는 분위기에서 유지함으로써 얻을 수 있다.
- [0092] <마그네슘을 포함하는 증발 소스>
- [0093] 본 발명의 투명 도전막의 형성에 사용하는 상기 마그네슘을 포함하는 증발 소스는 마그네슘의 순도가 일반적으로 2N(99.5 wt%) 이상, 바람직하게는 3N(99.9 wt%) 이상이다.
- [0094] 상기 마그네슘을 포함하는 증발 소스는 이 증발 소스에서 형성되는 투명 도전막의 광투과성과 전기 전도성에 악영향을 미치지 않는한 다른 원소를 포함할 수 있다.
- [0095] 또한 마그네슘을 포함하는 증발 소스로는 증착용 마그네슘 블록(magnesium block), 분말, 박편, 펠릿(pellet)

같은 상용 제품을 사용할 수 있다.

- [0096] <탄소, 실리콘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 1종의 원소(A)를 포함하는 증발소스>
- [0097] 본 발명의 투명 도전막의 형성에 사용하는 상기 원소(A)를 포함하는 증발 소스는 원소(A)의 순도가 일반적으로 2N5(99.5 wt%) 이상, 바람직하게는 3N(99.9 wt%) 이상이다. 상기 증발 소스의 구성 성분으로는 증발 소스에서 형성되는 투명 전도막의 광투과성과 전기 전도성에 악영향을 미치지 않는 다른 원소를 포함할 수 있다.
- [0098] 또한 원소(A)를 포함하는 증발 소스로 증착용 블록, 분말, 박편, 펠릿 같은 시판 제품을 사용할 수 있다.
- [0099] 상기 원소(A)를 포함하는 증발 소스로 전기 전도성의 관점에서는 탄소를 포함하는 증발 소스가 바람직하다. 상기 탄소를 포함하는 증발 소스로 카본그래파이트인 것이 전기 전도성 측면에서 더 바람직하다.
- [0100] <막의 형성>
- [0101] 본 발명의 투명 도전막 제2 제조방법은 마그네슘을 포함하는 증발 소스와 상기 원소(A)를 포함하는 증발 소스를 사용하여, 마그네슘과 당해 원소(A)를 포함하는 막을 기판 위에 형성한다.
- [0102] 상기 막을 형성하는 방법은 일례로 진공 증착법, 이온빔 증착법, MBE법 등을 들 수 있다. 특히 투명 도전막의 조성을 제어하는 것이 용이하기 때문에 MBE법이 적절하게 사용될 수 있다.
- [0103] (기판)
- [0104] 본 발명의 투명 도전막 제2 제조방법에 사용되는 기판은 상기 제1 제조방법에 나와있는 기판과 같은 것을 선택할 수 있다.
- [0105] <물을 포함하는 분위기>
- [0106] 본 발명의 제2 제조방법은 상기와 같이 하여 얻은 마그네슘과 상기 원소(A)를 포함하는 막을 상기 제1 제조방법과 같이 물을 포함하는 분위기에서 유지함으로써 투명 도전막을 얻을 수 있다.
- [0107] [투명 도전막의 용도]
- [0108] 본 발명의 투명 도전막은 광투과성과 전기 전도성을 가지며, 자원 고갈 문제가 심각 해지고 있는 ITO 박막의 대체 재료로 사용될 수 있다.
- [0109] 일례로, 유리 기판 위에 투명 도전막을 형성하여 태양 전지의 표면 전극과 LCD 구동 전극으로 사용될 수 있다. 또한 수지 필름 기판 위에 투명 도전막을 형성하면 투명 전도성 필름으로 투명 터치 패널 또는 EL 플랫 램프(electroluminescence flat lamp)의 전극에 사용할 수 있다.
- [0110] [실시예]
- [0111] 하기 실시예에 따라 본 발명을 보다 구체적으로 설명하지만, 본 발명이 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0112] [실시예1]
- [0113] (막을 형성하기 전 준비)
- [0114] 에탄올에서 초음파 세척을 한 유리 기판(파이렉스(Pyrex, 등록 상표)유리, 두께 0.7mm, 다우코닝사(Dow Corning.,Ltd.) 제품)을 회전식 기판 홀더(공전속도 : 60rpm) (양극 축)에 설치하여, 스퍼터링 챔버(sputtering chamber) 내 스퍼터링 타겟 표면과 평행하도록 배치했다.
- [0115] 스퍼터링 타겟으로 마그네슘(마그네슘 타겟 순도 3N(99.9 wt%), (주)고순도화학연구소 제품) 및 카본그래파이트(탄소 타겟 순도 3N(99.9 wt%), (주) 나라코 제품)를 음극 쪽에 배치했다.
- [0116] 또한 스퍼터링 장비는 SPC-350(아넬바 제품)을 사용했다.
- [0117] (막 형성 처리)
- [0118] 스퍼터링 챔버의 진공 펌프로  $2.8 \times 10^{-3}$  Pa의 압력이 될 때까지 감압했다.
- [0119] 이어서 상기 챔버 내에 스퍼터 가스로 아르곤(재팬 파인프로덕트(株)(Japan fine products Co.,Ltd.) 제품, 순도 6N(99.9999 wt%) 이상)을 주입하여 총압력이 0.5Pa가 되도록 유지했다. 이때 아르곤의 유량은 5.0sccm로 설정했다.

[0120] 아르곤의 플라즈마 방전에 의한 스퍼터링 타겟의 프리-스퍼터(pre-sputter) 처리가 다음과 같이 행해졌다. 마그네슘 타겟은 100W에서 10분간, 이어서 200W에서 10분간, 100W에서 10분간 더 프리-스퍼터 처리했다. 카본그라파이트 타겟에 대해서는 100W에서 10분간, 이어서 200W에서 10분, 300W 5분, 400W로 5분간 프리-스퍼터 처리했다.

[0121] 프리-스퍼터 처리 후 표 1에 나타난 스퍼터링 조건으로, 마그네슘과 카본그라파이트를 코-스퍼터링법에 의해, 후에 서술될 AFM과 SEM으로 측정한 두 점의 평균 막 두께는 2.5  $\mu\text{m}$ 인 마그네슘과 탄소를 포함하는 막(MgC 막)을 상기 유리 기판 위에 형성했다.

[0122] [표 1]

표 1. 스퍼터 조건

막이 형성되기 시작할 때 기판의 온도 (K)		299
막이 형성된 후 기판의 온도 (K)		308
기판회전속도 (rpm)		60
스퍼터링 타겟		Mg 및 C
아르곤가스의 유량 (sccm)		5.0
스퍼터 입력 (Pa)		0.5
스퍼터링 타겟-기판간거리 (mm)		35
스퍼터 전력 (W)	마그네슘	100
	탄소	400
막 형성시간 (시간)		1
막의 두께 ( $\mu\text{m}$ )		2.5

[0123]

[0124] (막 형성 후의 처리)

[0125] 상기 막 형성 처리 후, 스퍼터링 챔버의 스퍼터 가스를 진공 펌프로  $5 \times 10^{-3}$  Pa의 압력까지 배기했다.

[0126] 이어서 MgC 막이 형성되는 유리 기판을 스퍼터링 챔버에서 꺼내 상대 습도 60wt%의 수증기를 포함하는 대기 중에서 15분간 유지하여 투명 도전막이 형성되는 유리 기판을 얻었다

[0127] (투명 도전막 분석)

[0128] (1) 투명 도전막의 모양

[0129] (1-1) 투명 도전 막의 모양 (육안 검사(visual inspection))

[0130] 상대 습도 60 wt%의 수증기를 포함하는 대기중에서 유지했을 때의 시간이 경과함에 따른 변화를 도 1에 나타냈다.

[0131] 도1 (a-1)에 나타난 것과 같이, 막이 형성된 직후의 상태는, MgC 막의 색깔은 검정색(금속 광택)-회색 사이의 색상을 띠고 있어 빛이 투과되지 않았다. 그러나 대기중의 유지 시간이 경과함((a-1) 막이 형성된 직후→(a-2) 유지 시간 5분→(a-3) 유지 시간 10분→(a-4) 유지 시간 15분)에 따라, MgC 막은 빛을 투과하게 되어, 투명 도전막으로 변화했다.

[0132] (1-2) 투명 도전 막의 모양 (광투과율)

[0133] 파장이 350~1000nm인 범위에서 투명 도전막의 광투과율을 자외선가시분광광도계(UV-visible light spectrophotometer)로 측정 하였다. 결과를 도 2에 표시하였다. 파장 350~1000nm 범위에서 투명 도전막의 광투과율은 80% 이상이었다.

[0134] 여기에 투명 도전막의 투과율( $T_3$ )은 다음과 같이 측정하였다.

[0135] 유리 기판을 포함하는 투명 도전막의 광투과율( $T_1[\%]$ )을 자외선가시분광광도계 (일본분광(주) 제품)로 측정했다. 참조와 동일한 조건에서 유리 기판만의 광투과율( $T_2[\%]$ )을 측정하고, 아래의 식으로부터 투명 도전막 투과율( $T_3\%$ )

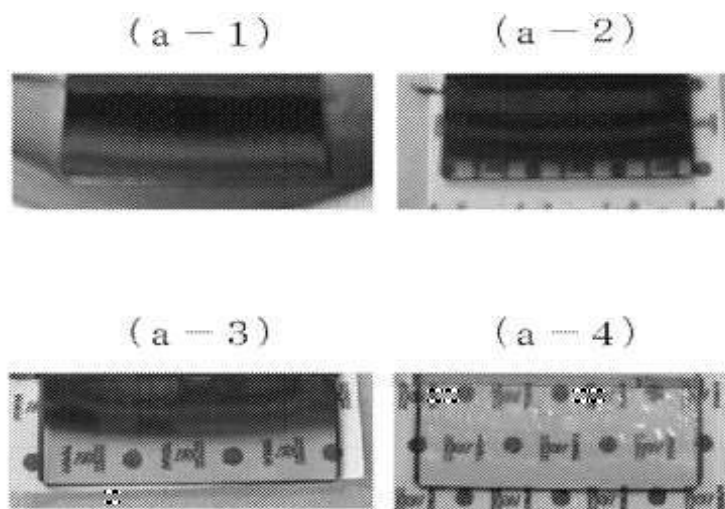
을 산출했다.

- [0136]  $T_3 = (T_1 / T_2) \times 100$  [%]
- [0137] 또한, 측정은 파인 세라믹스 박막의 투과율 시험방법(JIS R 1635)에서 규정하는 측정 방법에 따라 진행하였다.
- [0138] (2) 투명 도전막의 조성, 구조
- [0139] (2-1) 투명 도전막의 X선 회절 측정
- [0140] 투명 도전막 X선 회절 결과(박막 재료 결정성 분석 X선 회절 장치, 일본 필립스 (주) 제품)을 도 3에 나타냈다. 입사 X선은  $\text{CuK}\alpha$ , 40kV, 40mA)을 사용하고 입사각은  $1^\circ$  였다.  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  구조의 (001), (101) 및 (110)면에서 강한 피크가 관찰된 것으로부터 투명 도전막은  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 대칭성을 갖는 구조(브루사이트 구조)를 갖는 것을 알 수 있었다.
- [0141] (2-2) 투명 전도성 필름의 X선 광전자 분광
- [0142] 그림 4와 같이 투명 도전막을 XPS(X선 광전자분광(x-ray photoelectron spectroscopy), Urvac-Phi(주) 제품)으로 당해 막 표면에서 깊이 방향으로 아르곤 이온을 사용하여 식각을 하면서 각 단계에서 조성 분석했는데, 각 단계를 평균했을 때 투명 도전막 중 마그네슘과 탄소와 원자 비율은 마그네슘/탄소=3.8 (원자비)였다.
- [0143] (2-3) 투명 도전막 파장 분산 원소 분석
- [0144] 투명 도전막의 WDX(파장분산원소분석 (주) 시마즈제작소 제품) 분석을 수행하여 투명 도전막에는 마그네슘과 탄소와 산소가 공존하는 것을 관찰하였다.
- [0145] 또한, 상기 (2-2)에서 마그네슘 및 탄소의 존재가 확인되고, (2-3)에서 마그네슘, 탄소 및 산소의 존재가 확인 되었으며, 또한 상기 (2-1)에서 투명 도전막은  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 대칭성을 갖는 구조(브루사이트 구조)를 갖고 있는 것으로부터 본 발명의 투명 도전막에는 마그네슘과 탄소, 산소 및 수소가 공존하고 있는 것으로 추정했다.
- [0146] 또한 파장분산원소분석 및 상기 XPS로부터 투명 도전막에는 탄소가 포함되어 있는 것이 분명한 한편, 투명 도전막이  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 대칭성을 갖는 구조인 것, 투명 도전막의 (001) 피크가  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 (001) 피크보다 낮은 각도 측면으로 이동, 즉 브루사이트 구조의 층간 거리가 넓어지고 있는 것으로부터, 탄소 원자(C)는 브루사이트 구조의 층간에 포함되어있는 것으로 추정했다.
- [0147] (2-4) 투명 도전 막의 원자 현미경에 의한 관찰
- [0148] 투명 도전막을 AFM((주) 키엔스 제품)으로 관찰했다.
- [0149] 투명 도전막의 평활성을 나타내는 산술평균 거칠기  $R_a$ 는 도 5에서 43nm 인 것으로 나타났다.
- [0150] (2-5) 투명 도전 막의 주사 전자 현미경에 의한 관찰
- [0151] 투명 도전막을 SEM((주) 히타치제작소 제작)으로 관찰했다.
- [0152] 투명 도전막의 입자 크기의, 두 축 평균 크기에 따른 평균 입자 크기는 도 6으로부터, 150nm인 것을 알 수 있다.
- [0153] (2-6) 투명 도전 막의 비저항 측정
- [0154] 투명 도전막의 비저항 값을 4탐침법(장치 이름 : 하이테스터(HiTESTER), 히오키 전기(주) 제품)으로 측정한 표면 저항으로 계산했다. 그 결과 도 7과 같이 투명 도전막의 비저항 값은 외삽값(extrapolation)으로부터  $3 \times 10^{-1} \Omega \text{cm}$ 였다.
- [0155] 또한 비저항은 파인세라믹스 박막의 비저항을 시험방법(JIS R 1637)에서 규정된 4탐침법에 따라 측정하였다.
- [0156] 이 비저항 값은 개발된 종래의 ITO 박막 또는 ZnO 박막 등의 값과 거의 동일 하였다.
- [0157] [실시예2]
- [0158] [비교예1]

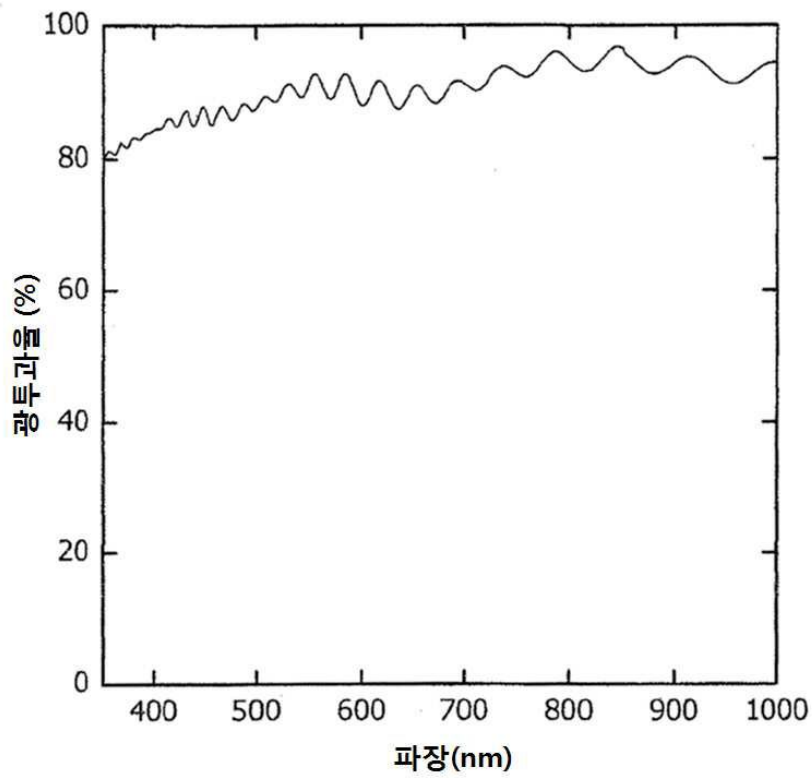
- [0159] 막을 형성하는 것까지는 실시예1과 마찬가지로 수행했다.
- [0160] 막을 형성한 후 스퍼터링 챔버의 스퍼터 가스를 진공 펌프로  $5.0 \times 10^{-3}$  Pa의 압력이 될 때까지 배기했다.
- [0161] 이어서 배기를 종료하고 밀폐된 스퍼터링 챔버에 건조 질소 가스 (일본산소(주) 제작, 순도 5N5(99.9995 wt%) 이상)를 주입하여, 총압력이 40kPa되도록 유지 했다.
- [0162] 그런 다음 건조 질소 가스 분위기 하에서 MgC 막이 형성되는 유리 기판을 48시간 챔버 내에 방치하고 관찰했다. 그러나 상기 MgC 막은, 검정(금속 광택)색-회색을 띠고 투명하게 변화하지 않았다.
- [0163] [비교예2]
- [0164] 막을 형성하고 처리한 후 챔버 내에 질소 가스 대신 건조 산소 가스(재팬 파인프로덕트 (주) 제품) (순도 6N5(99.99995 wt%) 이상)를 주입한 것 이외에는 비교예1과 마찬가지로 수행했다.
- [0165] 그 결과 상기 MgC 막은, 검정(금속 광택)색-회색을 띠고 투명하게 변화하지 않았다.
- [0166] [비교예3]
- [0167] 막을 형성하고 처리 후 챔버 내에 질소 가스 대신 건조 공기(재팬 파인프로덕트 (주) 제품)를 주입한 것 이외에는 비교예1과 마찬가지로 수행했다.
- [0168] 그 결과 상기 MgC 막은, 검정(금속 광택)색-회색을 띠고 투명하게 변화하지 않았다.
- [0169] [실시예3~5]
- [0170] 상기 비교예1~3의 작업을 수행한 후, MgC 막이 형성되는 유리 기판을 실시예 1과 동일한 조건으로 대기중에 유지했는데, 투명 도전막이 형성된 유리 기판을 얻었다.
- [0171] 상기 실시예1, 3~5에서 MgC 막을 수증기를 포함하는 대기중에 유지한 경우 또는 실시예2에서 MgC 막을 증류수 중에서 유지하는 경우, MgC 막은 빛을 투과하게 되어 투명 도전막으로 변화했다. 또한, 비교예 분위기에서는 투명 도전막을 얻을 수 없었기 때문에, 본 발명의 투명 도전막의 제조시에는, MgC 막을 물을 포함 분위기에서 유지하는 것이 유용할 것이다.
- [0172] [산업상의 이용 가능성]
- [0173] 본 발명의 투명 도전막은 투명성과 전도성이 우수하며, 희소 금속을 원료로 사용하지 않기 ITO 대체 재료로 사용할 수 있다.

## 도면

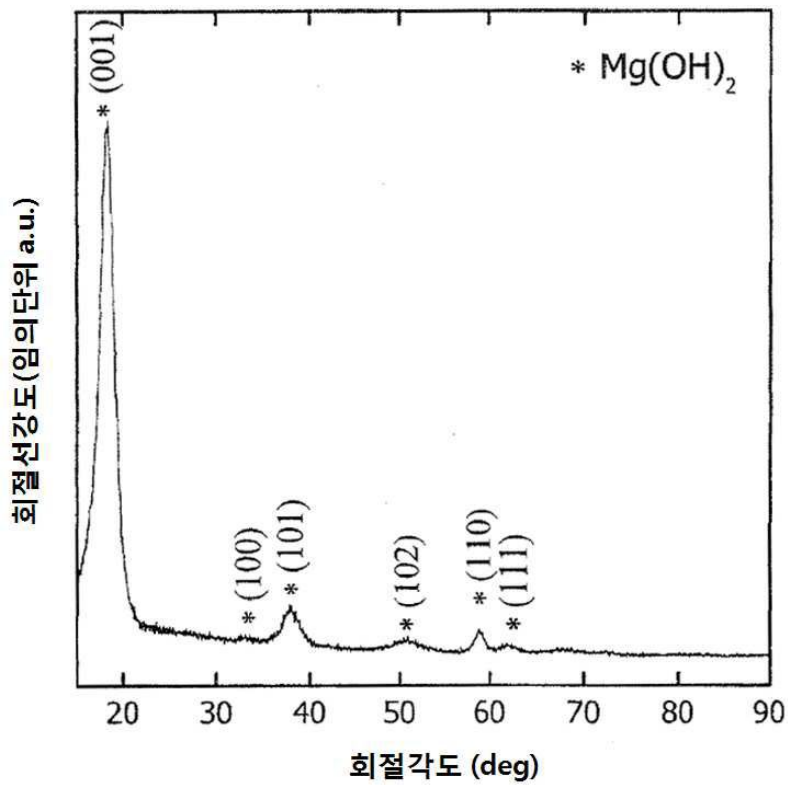
### 도면1



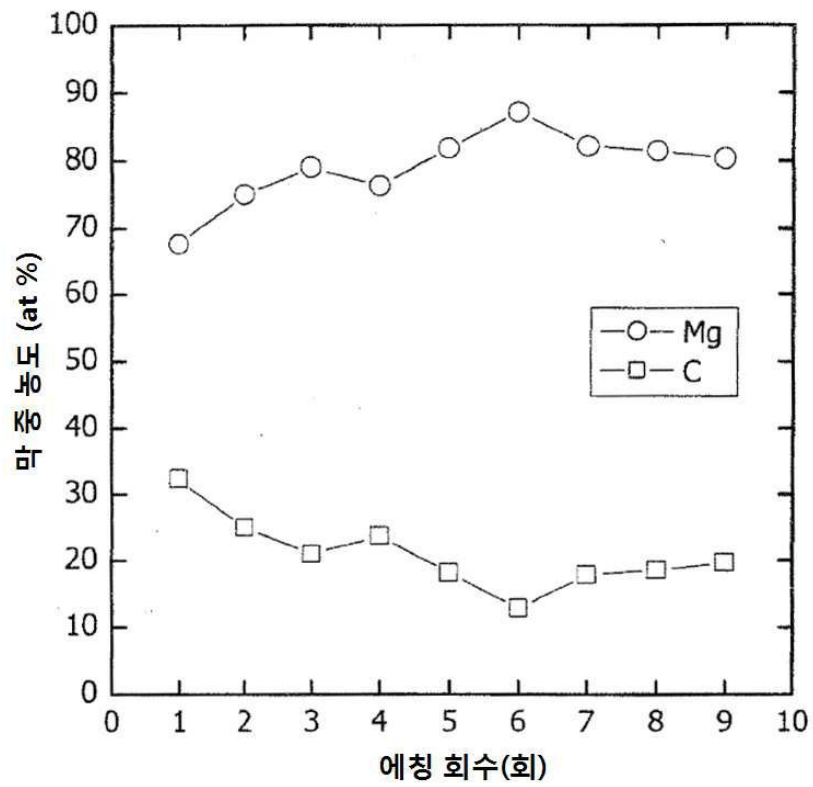
도면2



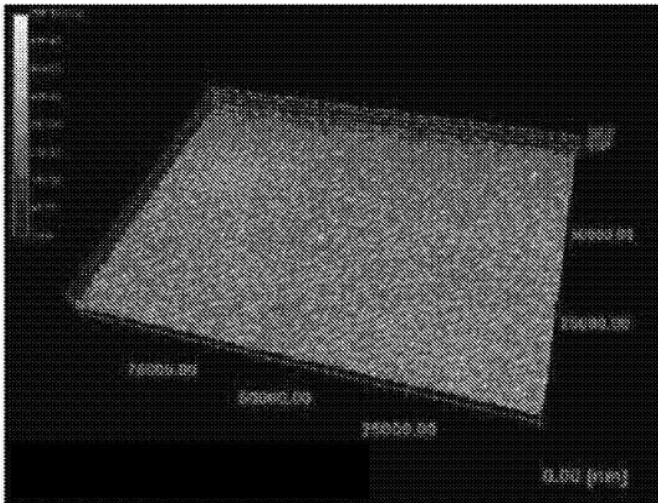
도면3



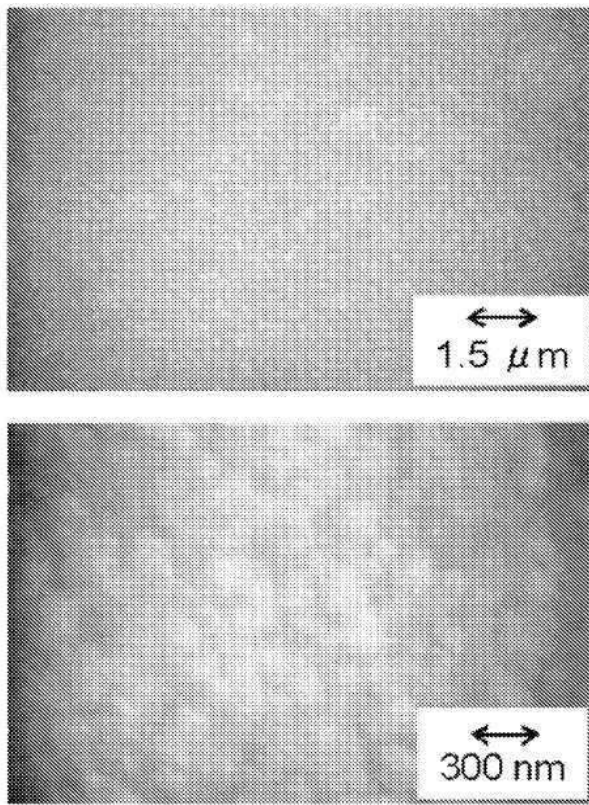
도면4



도면5



도면6



도면7

