



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년03월25일  
(11) 등록번호 10-1025033  
(24) 등록일자 2011년03월18일

(51) Int. Cl.

B01D 69/00 (2006.01) B01D 71/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0114721

(22) 출원일자 2008년11월18일

심사청구일자 2008년11월18일

(65) 공개번호 10-2010-0055839

(43) 공개일자 2010년05월27일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020000023742 A

JP09141069 A\*

JP2006068827 A

한국재료학회지, 2003

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국전기연구원

경상남도 창원시 성산구 성주동 28-1

(72) 발명자

정대영

경상남도 창원시 상남동 성원아파트 303-1805

(74) 대리인

특허법인부경

전체 청구항 수 : 총 10 항

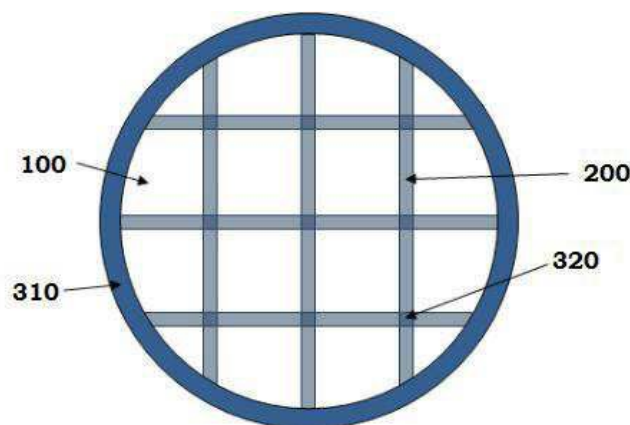
심사관 : 하승규

(54) 판상의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 포함하는 복합재료 막 및 이를 이용한 다기능 필터

(57) 요약

본 발명은 실내공기와 연소가스, 배기가스 등의 정화를 위한 다기능 필터장치, 그리고 수처리와 식·음료, 유류, 혈액, 단백질, 바이러스 등의 정제를 위한 복합재료 막 및 다기능 필터에 관한 것으로서, 판상의 금속을 소정의 패턴으로 패터닝한 후 양극산화함으로써 제조한 나노크기의 직관통공이 형성된 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막과, 금속 지지체부, 금속 결합부로 이루어진 복합재료 막을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 판상의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 포함하는 복합재료 막 및 이를 이용한 다기능 필터를 기술적 요지로 하며, 또한 상기 다기능 필터는 상기 복합재료 막과 함께 또는 각종 금속촉매물질 또는 중합체 기능성 물질을 코팅한 복합재료 막을 혼합하여 적층 조립하여 형성된 것이다. 이에 따라 보다 나은 기계적 특성과 열 및 기계적 내충격성을 부여함 아울러 다른 구조물과의 접합성이나 연결성을 향상시키고, 다른 디바이스에의 적용성도 향상시킬 수 있으며, 종래의 세라믹 필터에 비하여 훨씬 더 큰 비표면적에 의한 여과효율의 증대와 다기능성 부여, 구조의 단순화와 집적화를 도모할 수 있는 이점이 있다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

판상의 금속을 소정의 패턴으로 패턴닝한 후 양극산화함으로써 제조한 나노크기의 직관통공이 형성된 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막과, 금속 지지체부 및 금속 결합부를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 판상의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 포함하는 복합재료 막.

### 청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 판상의 금속은, 알루미늄, 알루미늄 합금, 티타늄 및 티타늄 합금 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 판상의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 포함하는 복합재료 막.

### 청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막은 1~300 nm 크기의 나노 기공을 갖고, 20~500  $\mu\text{m}$ 의 두께 범위인 것을 특징으로 하는 판상의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 포함하는 복합재료 막.

### 청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 복합재료 막은 원형이나 사각형 또는 소정의 모양을 가지는 것을 특징으로 하는 판상의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 포함하는 복합재료 막.

### 청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 금속 지지체부는 상기 복합재료 막의 기계적 강도를 향상시키기 위하여, 상기 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막의 두께보다 상대적으로 두꺼운, 소정의 패턴이나 모양을 가지는 것을 특징으로 하는 판상의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 포함하는 복합재료 막.

### 청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 금속 결합부는 필터 하우징 옆 벽에의 복합재료 막의 장착 또는 설치를 위하여 복합재료 막의 가장자리를 둘러싸는 소정 패턴이나 모양으로 형성되는 것을 특징으로 하는 판상의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 포함하는 복합재료 막.

### 청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 금속 결합부는 이웃하는 아래 또는 위층의 복합재료 막, 또는 하우징의 아래 벽이나 위 벽과의 결합을 위하여 소정 패턴이나 모양으로 형성되는 것을 특징으로 하는 판상의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 포함하는 복합재료 막.

### 청구항 8

삭제

### 청구항 9

제 1항 내지 제 7항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막은  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{WO}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{Co}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  및  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  중의 어느 하나인 것을 특징으로 하는 판상의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 포함하는 복합재료 막.

### 청구항 10

제 9항의 상기 복합재료 막만을, 또는 상기 금속촉매물질 또는 중합체 기능성 물질이 코팅된 상기 복합재료 막만을 단일 또는 복수 개로 적층하거나, 이들 두 종류의 상기 복합재료 막 복수 개를 혼합하여 적층하여 형성된 것을 특징으로 하는 판상의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 포함하는 복합재료 막을 이용한 다기능 필터.

### 청구항 11

제 10항에 있어서, 상기 필터는, 하나의 하우징 내부에 일정한 간격을 두고 상기 복합재료 막을 적층한 것을 특징으로 하는 관상의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 포함하는 복합재료 막을 이용한 다기능 필터.

## 청구항 12

삭제

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 여과와 정화, 정제, 투석과정에 유용한 복합재료 막 및 이를 이용한 다기능 필터에 관한 것으로서, 관상의 금속을 소정의 패턴으로 패터닝한 다음 양극산화하여 나노다공질 산화물 세라믹 막과, 금속 지지체부 및 금속 결합부로 이루어진 복합재료막을 형성함으로써 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막의 기계적 강도 및 다른 구조물과의 접합성과 연결성을 향상시키고, 또한 상기 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막에 각종 흡착 물질이나 촉매물질, 또는 특별한 기능성을 갖는 물질을 코팅하여 제조한 막을, 코팅하지 않은 다수 개의 막들과 조합하여 적층 조립함으로써, 여과 성능과 효율 증대와 다기능 부여, 구조의 단순화와 집적화를 도모한 복합재료 막을 이용한 다기능 필터에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 졸-겔법에 기초한 슬립캐스팅 법 등과 같은 재래식 방법으로 제조한 코디어라이트나 플라이트, 알루미나, 지르코니아, 샤모트, 타이탄알루미나 등의 기존의 다공성 산화물 세라믹 막으로 구성된 필터는 다양한 크기의 구부러진 형태의 기공을 가져 기공율도 비교적 낮고, 막힘 현상도 심하게 일어나지만, 소독이 간편하고 내구성이 우수하여 한외필터나 나노필터와 같은 수처리 필터나 식음료 정제 필터로 많이 사용된다.

[0003] 그리고 고온의 반응성 가스 분위기에서 화학적 안정성, 낮은 온도의 펄스 가스에 의한 역세 시 열 및 기계적 충격 저항성, 그리고 열팽창 등에 견딜 수 있는 조건을 갖출 경우, 고온과 강산, 강염기성 분위기의 혹독한 환경에서의 배기 및 연소가스 필터로 사용되고 있다

[0004] 또한 산화물 세라믹 필터는  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{WO}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{Co}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  등의 산화물 세라믹이나 Pt, Pd, Au, Ag, Ir 등 금속 흡착/촉매물질 또는 다른 중합체 흡착물질의 부착성이 우수하여 기능성을 쉽게 부여할 수 있어, 흡착법 또는 촉매산화법으로 휘발성 유기화합물 가스(VOC),  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , 다이옥신,  $\text{CO}_2$ , CO 등의 환경유해가스의 여과나 분리, 그리고 각종 세균이나 바이러스 여과용 필터로 사용할 수 있다.

[0005] 그러나 이들 다공성 산화물 세라믹은 균일한 크기의 기공 형성이 어렵고, 기공율을 증가시키는데 한계가 있고, 무겁고, 고가로 초기 설치비용이 높고, 탄성이 작아서 기계적 충격 등에 의한 파손 위험이 높은 등의 단점이 있어, 그 용도가 제한된다. 더욱이 기존의 산화물 세라믹 막은 그 열처리 온도가 낮아 소결밀도가 낮음으로써 작은 입자들이 부수러져 나오는 단점이 있어, 고도의 전자산업이나 정밀기계산업에서의 초고순도 가스 정제용 필터로는 적절하지 못하는 단점이 있다.

[0006] 재래식 방법으로 제조한 기존의 다공질 세라믹 막과는 달리, 양극산화법으로 제조한 알루미늄 산화물 막이나 티타늄 산화물 막 등과 같은 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막은, 기공율이 커 여과효율이 매우 높고, 막 두께가 얇아 막 전후에서의 압력 저하도 크지 않고, 균일한 크기의 직선으로 관통된 기공(직관통공, through-hole pore)을 가지고 있어 그 기공보다 적은 크기의 유해물 입자를 크나큰 막힘 현상 없이 효율적이고 효과적으로 여과할 수 있다.

[0007] 따라서 기공 채널을 자주 세척할 필요 없이 기존 막보다 훨씬 오랫동안 사용할 수 있다. 더구나 그 기공의 크기는 매우 균일할 뿐만 아니라, 수 nm ~ 수백 nm 범위에서 조절할 수 있어, 이 막을 필터에 적용할 경우, 그 막의 여과 선택성은 매우 우수하다.

[0008] 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막은 알루미늄 또는 알루미늄 합금을 양극산화하여 알루미나 막을 제조하고자 할 경우에는 인산, 옥살산, 말론산, 주석산 및 구연산의 혼합용액, 그리고 황산과 옥살산의 혼합용액, 유기산의 혼합용액 중의 어느 하나를, 티타늄 또는 티타늄 합금을 양극산화하고자 하는 경우에는, HF, KF, NaF, 그

리고  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 와  $\text{HF}$ ,  $\text{CrO}_3$ 과  $\text{HF}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 와  $\text{NH}_4\text{F}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 와  $\text{NaF}$  혼합용액 중의 어느 하나를 전해질로 사용하여, 자발적 정렬성을 얻기 위하여 이 전해질에 대응하는 10~250V의 전압을 인가하여 양극산화하여 제조한다.

- [0009] 이 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막 중의 하나인 양극산화 나노다공질 알루미늄이나 막은 그 표면 자체가 친수성이어서 물과 같은 유체의 흐름속도를 매우 향상시킬 수 있어, 수처리 분야에도 우수한 성능과 함께 활용될 수 있다. 또한 인체적합성이 우수하여, 막힘 현상이 심각한 문제인 혈액투석과 같은 생명과학 분야에서도 많은 관심을 받고 있다.
- [0010] 이 양극산화 나노다공질 알루미늄이나 막의 녹는점은  $1000^\circ\text{C}$ 이기 때문에  $600^\circ\text{C}$ 의 온도에서까지 사용할 수 있고, 결정체로의 상 변태를 위해 높은 온도에서 열처리한 경우에는  $1000^\circ\text{C}$ 까지의 높은 온도에서도 사용할 수 있다. 이상 변태된 것은 화학적으로 매우 안정하여 강염기와 강산의 환경에서 조차 사용될 수 있어, 높은 온도 하의 산과 염기 분위기의 혹독한 환경에서도 한외여과, 나노필터여과, 역삼투압 여과에 사용될 수 있다.
- [0011] 그리고 다른 크기의 직관통공을 갖는 양극산화 나노다공질 티타니아 막은 화학적 안정성이 우수하고, 이 물질의 용융점이  $1870^\circ\text{C}$ 로 높아 매우 높은 온도의 매우 혹독한 알칼리나 산성 분위기에서 사용할 수 있다. 그리고 이 산화물의 세 개의 결정상인 아나타세와 루타일, 브룩카이트는 광촉매성이 있어, 이 막의 표면이나 기공에 다른 촉매물질을 증착하지 않고도  $\text{VOC}$ 와  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$  등과 같은 환경유해가스를 분해하는 필터로 사용할 수 있다.
- [0012] 그리고 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막은 기존의 산화물 세라믹 막과 마찬가지로  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{WO}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{Co}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  등의 산화물 세라믹이나 Pt, Pd, Au, Ag, Ir 등 금속 흡착/촉매물질의 부착성이 우수하여 스퍼터링이나 증발 등의 물리적 증착법이나, CVD, 전기화학적 증착법, 또는 졸-겔법 등과 같은 습식법 등의 코팅방법을 이용하여 이들 물질을 코팅함으로써 기능성을 쉽게 부여할 수 있어,  $\text{VOC}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , 다이옥신,  $\text{CO}_2$ , CO 등의 환경유해가스의 여과나 분리, 그리고 각종 세균이나 바이러스 여과용 필터로 사용할 수 있다.
- [0013] 그러므로 상술한 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막으로 기존의 다공성 산화물 세라믹 막을 대체한다면, 그 필터의 성능과 효율 및 경제성도 크게 향상하고 그 사용 분야도 크게 확대될 것으로 기대된다. 그러나 이 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막 역시 세라믹 막이기 때문에 취성(brittleness)이 강하여 부스러지기 쉽고, 금속에서 산화물로 전이에 따른 변이가 발생하여 큰 크기로 제조할 수 없을 가능성이 있고, 다른 부품과의 조립을 위해서는 특별한 기술이 요구되는 단점이 있다.

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

- [0014] 본 발명은 상술한 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 세라믹 필터에 적용하여 높은 여과 효율과 여과 선택성, 가볍고, 기계적 특성도 우수하고, 열과 기계적 충격저항도 높고, 가격도 싼 필터를 제작하기 위하여, 알루미늄이나 알루미늄 합금, 티타늄이나 티타늄 합금과 같은 금속 판재를 패터닝하여 양극산화하여, 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막과 금속 지지체부, 금속 결합부로 이루어진 복합재료 막을 형성함으로써 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막의 기계적 강도를 향상시키고, 인접하는 구조물과의 결합을 용이하게 하는 판상의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 포함하는 복합재료 막의 제공을 그 목적으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 복합재료 막의 표면과 기공을 환경유해가스나 세균을 흡착·분해하거나 특별한 기능성을 부여할 수 있는 여러 가지 흡착 물질이나 촉매 물질, 기능성 물질을 각각 코팅하여, 이 코팅 막 하나 내지 다수 개를 코팅하지 않은 복합재료 막 하나 내지 다수 개와 조합·적층하여 하나의 필터로 제조함으로써 고성능 다기능성의 판상의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 포함하는 복합재료 막을 이용한 다기능 필터의 제공을 또 다른 목적으로 한다.

### 과제 해결수단

- [0016] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 판상의 금속을 소정의 패턴으로 패터닝한 후 양극산화함으로써 제조한 나노크기의 직관통공이 형성된 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막과, 금속 지지체부, 금속 결합부로 이루어진 복합재료 막을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 판상의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 포함하는 복합재료 막 및 이를 이용한 다기능 필터를 기술적 요지로 한다.

- [0017] 또한, 상기 판상의 금속은 알루미늄, Cu와 Mn, Si, Mg, Cr, Zn, Zr, Ti 및 Li 원소들 중 하나에서 네 개까지의 원소를 포함하는 알루미늄 합금, 티타늄 및 Al과 V, Mo, Ga, Ge, Ta, Nb, Mn, Fe, Cr, Co, Ni, Cu, Si, C, O 원소들 중 하나에서 네 개까지의 원소를 포함하는 티타늄 합금 중 어느 하나인 것이 바람직하다.
- [0018] 또한, 상기 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막은 1~300 nm 크기의 나노 기공을 갖고, 20~500  $\mu\text{m}$ 의 두께 범 위인 것이 바람직하며, 또한, 상기 복합재료 막은 원형이나 사각형 또는 소정의 모양을 가지는 것이 바람직하다.
- [0019] 또한, 상기 금속 지지체부는 상기 복합재료 막의 기계적 강도를 향상시키기 위하여, 상기 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막의 두께보다 상대적으로 두꺼운, 소정의 패턴이나 모양을 가지는 것이 바람직하다.
- [0020] 또한, 상기 금속 결합부는 필터 하우징 옆 벽에의 복합재료 막의 장착 또는 설치를 위하여 복합재료 막의 가장 자리를 둘러싸는 소정 패턴이나 모양으로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0021] 또한, 상기 금속 결합부는 이웃하는 아래 또는 위층의 복합재료 막, 또는 하우징의 아래 벽이나 위 벽과의 결합 을 위하여 소정 패턴이나 모양으로 형성되는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.
- [0022] 또한, 상기 패턴닝은 리소그래피, 기계적 절삭, 연마, 굽어냄, 용접 및 리벳 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 복 합 가공공정으로 수행하는 것이 바람직하다.
- [0023] 여기에서, 상기 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막은  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{WO}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{Co}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  및  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  중의 어느 하나의 산화물 세라믹이나 Pt, Pd, Au, Ag 및 Ir 중의 어느 하나의 금속촉매물질 또는 중합 체 기능성 물질을 스퍼터링, 증발, 전기증착, 스프레이(spray) 및 졸-겔법 중의 어느 하나의 코팅방법을 이용하 여 코팅한 막을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0024] 또한, 상기 필터는 상기 복합재료 막만을, 또는 상기 금속촉매물질 또는 중합체 기능성 물질이 코팅된 상기 복 합재료 막만을 단일 또는 복수 개로 적층하거나, 이들 두 종류의 상기 복합재료 막 복수 개를 혼합하여 적층하 여 제작하여 형성된 것이 바람직하다.
- [0025] 또한, 상기 필터는 하나의 하우징 내부에 일정한 간격을 두고 상기 복합재료 막을 적층한 것으로, 하우징의 축 방향에 따라 적층되는 복합재료 막 내 나노다공질 막의 기공 크기가 점점 커지거나 적어지거나, 일정하거나, 또 는 커짐과 적어짐, 일정함이 혼합되어 배열되는 것이 바람직하다.
- [0026] 또한, 상기 필터는 각기 다른 물질 종류거나 일부가 다른 물질 종류의 상기 복합재료 막을 단일 또는 복수 개로 혼합하여 적층하여 제작되는 것이 바람직하다.

## 효 과

- [0027] 상기 과제 해결 수단에 의해 본 발명은 종래의 재래식 방법으로 제조한 세라믹 막에 비해 그 기공율이 커 여과 효율이 매우 높고, 균일한 크기의 직관통공을 가져 여과의 선택성이 높을 뿐만 아니라 막힘 현상이 적어 자주 세정할 필요도 없고 수명도 길고, 두께가 얇아 막 전후에서의 압력 저하가 적고, 가격도 싼 양극산화 나노다공 질 산화물 세라믹 막을 복합재료 막으로 만듦으로써 보다 나은 기계적 특성과 열 및 기계적 내충격성을 부여함 아울러 다른 구조물과의 접합성이나 연결성을 향상시키고, 다른 디바이스에의 적용성도 향상시키는 효과가 있다.
- [0028] 또한 본 발명은 이 복합재료 막을 하나 내지 다수 개를 각종 흡착/촉매/기능성 물질로 코팅한 다음, 이 코팅 막 하나 내지 다수 개를 코팅하지 않은 복합재료 막 하나 내지 다수 개와 혼합하여 적층하여 새로운 필터로 제 조함으로써, 입자의 분리나 여과와 아울러 수처리, 식음료 및 유류 필터, 여러 가지 환경유해가스와 세균의 흡 착·분해, 혈액 및 단백질의 여과 및 분리, 그리고 특별한 기능을 동시에 수행할 수 있도록 하는 고성능 다기 능성 필터를 제공하는 효과가 있다.

## 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 발명에 따른 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 포함하는 복합재료 막을 제조하는 방법은 판상의 금속 을 패턴닝하여 양극산화 후, 그 판상의 금속이 세라믹 막과, 금속 지지체부 및 금속 결합부로 이루어진 금속 막 이 잘 절충된 복합재료 막으로 전환되게 하는 것이다.
- [0030] 상기 판상의 금속은 알루미늄, Cu와 Mn, Si, Mg, Cr, Zn, Zr, Ti 및 Li 원소들 중 하나에서 네 개까지의 원소를



포함하는 알루미늄 합금, 티타늄 및 Al과 V, Mo, Ga, Ge, Ta, Nb, Mn, Fe, Cr, Co, Ni, Cu, Si, C, O 원소들 중 하나에서 네 개까지의 원소를 포함하는 티타늄 합금 주괴 중 어느 하나를 절단, 절삭, 압연 등의 기계적 가공과 열처리 중 하나 이상의 공정을 사용하여 두께 1 mm ~ 50  $\mu$ m의 판재로 만든 것이다.

- [0031] 이 후 이 판상의 금속을 리소그래피, 기계적 절삭, 연마, 인발, 굽어냄, 용접 및 리벳 중의 어느 하나 또는 둘 이상의 복합 가공공정을 수행하여, 양극산화 후 그 판상의 금속이 여과 막 역할을 수행할 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막과, 전체 복합재료 막의 기계적 강도를 향상시키기 위한 금속 지지체부, 이웃하는 구조물이나 필터 하우징과의 연결 및 결합을 위한 금속 결합부로 구성되도록 패턴을 만든다.
- [0032] 상기 금속 지지체부는 전체 복합재료 막의 기계적 특성을 강화하기 위하여 구성되는데, 그 두께는 통상 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막보다 두꺼워야 하는데, 재료 막의 크기와 요구되는 강도 등 필터의 설계 사양에 따라 달라진다.
- [0033] 그리고, 금속 결합부는 주로 필터 하우징 옆 벽에 복합재료 막을 장착 또는 설치하기 위하여 구성된 부분으로, 보다 견고한 장착을 위하여 그 두께가 두꺼워야 하고, 보다 용이한 장착을 위하여서 그 측면이 나사산 모양이나 표면 거칠기가 아주 고른 면으로 가공될 수 있다. 이 외 금속 결합부는 이웃하는 아래 위 층 복합재료 막과의 결합과, 하우징의 아래 벽이나 위 벽과의 결합 등을 통하여 전체 필터를 일체화함으로써 그 구조 강도를 매우 향상시키고자 할 때 구성될 수 있는데, 이 결합부 구성의 세부사항은 필터의 용도 및 사용 환경에 따라 달라질 수 있다.
- [0034] 상기 금속 지지체부와 금속 결합부는 소정의 패턴이나 모양으로 패턴닝하고, 복합재료 막의 필터 하우징 옆 벽에의 장착 및 설치를 위한 패턴은 통상 복합재료 막의 가장자리를 따라 패턴닝되는데, 그 패턴닝되는 부분의 폭 및 면적은 복합재료 막의 크기와 필터의 설계 사양에 따라 달라진다.
- [0035] 통상 각 부의 두께는 하우징 아래 바닥에의 연결을 위한 결합부가 제일 두껍고, 그 다음 하우징 옆 벽에의 장착을 위한 결합부, 막간 결합부, 지지체부의 순으로 얇은 것이 바람직하다.
- [0036] 각 지지체부나 결합부에 대한 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막의 상대적인 위치는 각 지지체부나 결합부 두께의 가운데나 상부, 하부에 위치할 수 있는데, 통상 가운데 위치하는 것이 바람직하나, 그 위치는 설계 사양과 사용 환경에 의존한다.
- [0037] 상기 패턴닝된 판상의 금속은 그 금속의 종류와 제조하고자 하는 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막의 기공 간 거리에 따라 각기 다른 전해질을 선택하여 사용하고, 그 선택된 전해질에서 기공들이 자발적으로 면밀하게 잘 정렬되도록 하는 전압을 10~250V에서 선택하여 인가한다.
- [0038] 상기 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 제조하기 위한 장치는 잘 알려져 있는데, 주의를 요하는 사항은 판상의 금속 망(mesh) 음극을 선택하여 양극인 금속판과 나란하게 위치하게 하여 양극과 음극사이에서 전기장 분포를 균일하게 하여야 한다. 그리고 양극산화과정 동안 발생하는 열을 흡수하여 양극산화가 정상상태에서 진행되도록 판상의 금속의 일측 벽면은 열 흡수체와 긴밀한 열 접촉을 유지해야 하며, 그 열 흡수체는 열 흡수 능력이 우수하여야 한다. 균일한 전기화학반응을 위하여 전해질은 교반되어 전체적으로 일정 농도를 유지해야 한다. 판상의 금속의 일측 표면을 넘어 과잉으로 양극산화됨으로부터 전극의 표면과 열 흡수체를 보호하기 위하여 또 다른 금속 층이 필요할 것이다. 여기에서, 인가전압, 전해질 종류와 양극산화 온도와 같은 양극산화를 위한 공정변수는 행하고자 하는 양극산화의 종류, 기공 간 거리, 기공(셀) 배열정도에 따라 기본적으로 변할 것이다. 물론 기공 간 거리는 전해질이 선택된 이후에는 일차적으로는 인가전압에 의존하고 이차적으로는 전류와 온도에 의존한다.
- [0039] 상기 지지체부는 양극산화되거나 되지 않거나 별 상관없이 양극산화된 경우 그 산화 막 코팅은 열악한 환경에 더 잘 견디게 한다. 그러나 결합부는 양극산화 전에 피막을 코팅하여 양극산화되지 않도록 한 후, 양극산화 후 피막을 벗겨내어 이웃하는 구조물과의 결합이 더욱 용이하고 견고하게 할 수 있다.
- [0040] 한편, 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막의 두께는 기계적 강도의 관점에서는 두꺼울수록 좋지만, 여과 성능을 고려할 때는 얇을수록 좋다. 대략 200 $\mu$ m 보다 적은 두께의 것이 바람직하다. 기계적 강도의 관점에서 직관 통공 막에서는 100~200 $\mu$ m가 적당한데, 이를 위해서 중(hard)양극산화법을 사용할 경우 10시간 정도면 이 두께를 충분히 만들 수 있다. 그러나 경(mild) 양극산화법을 사용할 경우에는 2~5일 동안 양극산화하여야 한다. 그런데 빈약한 기계적 성질 때문에 20 $\mu$ m 보다 얇은 두께는 피해야 한다. 20 $\mu$ m 보다 얇은 막을 다루기 위해서는 특별한 주의를 요한다.

- [0041] 상기 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막의 두께는 양극산화시간에 따라 달라진다. 일정시간동안 특정한 내부 깊이까지 양극산화한 다음, 지지체부와 결합부가 식각되지 않도록 피막을 입힌 다음,  $\text{CuCl}_2$ 와  $\text{HCl}$ 의 혼합용액과 같은 산성용액을 사용하여 양극산화되지 않고 남아있는 금속 매트릭스를 제거한 후,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 와 같은 산 용액으로 산화물 장벽 층을 제거함으로써 직관통공을 갖는 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막의 두께가 결정된다. 또는 이미 적절한 두께로 패틴된 금속을 직관통공이 형성될 때까지 양극산화함으로써 추가적인 식각공정이 없이 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막을 제조하는 방법이 있다. 이 후  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 와 같은 산 용액에서 추가적으로 일정시간 처리함으로써 기공의 크기를 증가시킬 수 있다.
- [0042] 도 1은 상기 방법으로 제조한 복합재료 막 구성의 일례를 보여준다. 전체 복합재료 막은 원형인데, 원형의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막(100) 내부를 지지체 역할을 하는 지지체부(200)가 교차로 가로질러 바둑판 모양을 하는 구조로 되어 있는데, 이웃하는 아래 위 층 복합재료 막과의 결합부(310)와, 하우징의 아래 벽이나 위 벽과의 결합을 위한 결합부는 가로 세로의 지지체부(200)가 만나는 교차점부분이다. 그리고 하우징 벽에의 장착을 위한 하우징과의 결합부(320)는 원주의 가장자리를 따라 돌아가는 띠 모양을 하고 있다.
- [0043] 상기 복합재료 막에  $\text{VOC}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , 다이옥신,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  등의 환경유해가스의 여과나 분리, 그리고 각종 세균이나 바이러스 여과 및 분리에 있어서 새로운 기능을 부여하거나 또는 비표면적을 더욱 향상시킴으로써 그 기능의 성능과 효율을 향상시키기 위하여, 상기 제조한 복합재료 막 다수 개에  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{WO}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{Co}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  등의 산화물 세라믹이나  $\text{Pt}$ ,  $\text{Pd}$ ,  $\text{Au}$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{Ir}$  등의 금속촉매물질, 또는 중합체 기능성 물질을 스퍼터링, 증발, CVD, 전기증착, 스프레이 및 졸-겔법 등의 코팅법 중 어느 하나를 이용하여 코팅하였다. 이때 코팅된 물질 또한 그 넓은 비표면적을 통한 매우 향상된 반응성을 위하여 얇은 다공질 층상으로서나 나노입자 모양을 가지는 편이 바람직하다. 때때로 이 복합재료 막의 기공 크기를 기공의 채널의 국소부분에서 대폭 줄이기 위해 수열처리(hydrothermal treatment)를 실시하였다.
- [0044] 그리고 하나 내지 다수 개의 복합재료 막에는 단백질이나 혈장 알부민과 같은 종의 막에의 흡착을 줄이기 위하여 polyethylene glycol 단량체와 같은 친수성 고분자 물질 층을 코팅하였다. 또한 각종 효소의 감지 기능을 부여하기 위해 자연 polysaccharide나 키토산 등도 코팅하였다.
- [0045] 상기 코팅하지 않거나 코팅한 복합재료 막을 이용하여 다기능 필터를 제조하기 위하여, 아래와 같이 하나 내지 다수 개의 막군(membrane group)을 적층하였는데, 그 용도에 따라 막군의 수나 배열순서가 다를 수 있다. 이 때 하나의 막군은 하나 내지 다수 개의 막으로 구성되어 있는데, 그 수는 그 막의 역할과, 최종적 필터의 설계 사양과 사용 환경에 따라 변한다.
- [0046] 먼저 제일 아래층에 위하는 필터군은 이 필터에 흡입되는 유체에 포함된 유해한 입자를 제거하기 위한 파티클(particle) 필터가 바람직한데, 이 막 군은 상기 코팅하지 않은 복합재료 막을 몇 개 적층하였는데, 위에 위치한 막일수록 그 기공 직경이 작아, 필터의 위로 유체가 흐름에 따라 점점 작은 입자들이 여과되도록 한다.
- [0047] 다음의 필터군은 바이러스나 병원체 막군으로 그 여과 효율 향상과 다른 물질들의 흡착 방지를 위하여 친수성 고분자 물질들을 코팅한 복합재료 막을 사용하는 것이 바람직하다. 이 바이오막군을 파티클(particle) 필터와 함께 사용할 경우에는 기공 직경과 기능성에 따라 이 막을 혼합 배열하는 것이 바람직하다.
- [0048] 또한  $\text{VOC}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , 다이옥신,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  등의 환경유해가스를 여과나 분리하는 막군으로, 다수 개의 복합재료 막에  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{WO}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MoO}_3$ ,  $\text{Co}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  등의 산화물 세라믹 물질을 하나 또는 두 개 이상 코팅하거나, 때때로  $\text{Pt}$ ,  $\text{Pd}$ ,  $\text{Au}$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{Ir}$  등의 금속촉매물질 하나 또는 두 개 이상을 산화물들과 함께 코팅하는 것이 바람직하다. 또한 이 막군은 여과 분리하고자 하는 가스의 종류에 따라 다시 세분화된 막군으로 분리할 수 있다. 각 촉매는 하나 이상의 가스 제거에 유효한데, 일례로서 다이옥신과 함께  $\text{NO}_x$ 를 제거하기 위해서는  $\text{V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2$ 나  $\text{TiO}_2\text{-V}_2\text{O}_5\text{-WO}_3$  SCR 촉매를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0049] 도 2는 상기 코팅하지 않거나 코팅한 복합재료 막을 이용하여 제작한 다기능 필터에서의 기능별로 적층된 복합재료 막의 한 예를 보여준 것으로써, 하우징(400) 내부에 제일 바닥 층은 Pre-filter 이고, 그 위로 파티클(particle) 필터,  $\text{VOC}$  필터, 바이러스 필터,  $\text{SO}_x$  필터,  $\text{NO}_x$  필터,  $\text{CO}_2$  필터 막의 순서로 적층되어 있는 형태이다.
- [0050] 도 3에서 (a)는 본 발명에 따른 복합재료 막의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막에 대한 사진을 나타낸

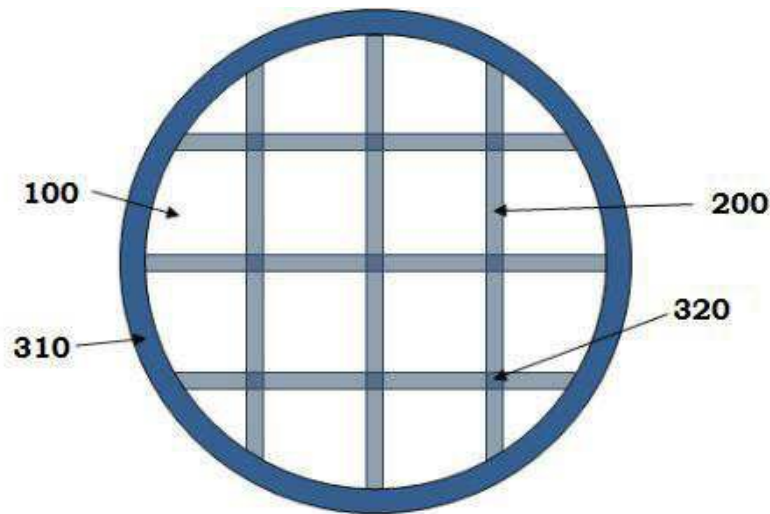
것이고, (b)는 복합재료 막에 각종 흡착/촉매/기능성 물질을 코팅한 이후의 사진을 나타낸 도이다. 도시된 바와 같이 각종 흡착/촉매/기능성 물질을 코팅한 이후에는 직관통공(110)의 크기가 더 줄어들었음을 확인할 수 있었다.

### 도면의 간단한 설명

- [0051] 도 1 - 본 발명에 따른 복합재료 막의 일실시예를 나타낸 도.
- [0052] 도 2 - 본 발명에 따른 복합재료 막을 이용한 다기능 필터에서의 기능별로 적층된 복합재료 막의 일실시예를 나타낸 도.
- [0053] 도 3 - (a) 본 발명에 따른 복합재료 막의 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막에 대한 사진을 나타낸 도, (b) 도 3 - (a)의 복합재료 막에 각종 흡착/촉매/기능성 물질을 코팅한 이후의 사진을 나타낸 도.
- [0054] <도면에 사용된 주요부호에 대한 설명>
- [0055] 100 : 양극산화 나노다공질 산화물 세라믹 막      110 : 직관통공
- [0056] 200 : 지지체부      300 : 결합부
- [0057] 310 : 하우징과의 결합부      320 : 이웃 복합재료 막과의 결합부
- [0058] 400 : 하우징

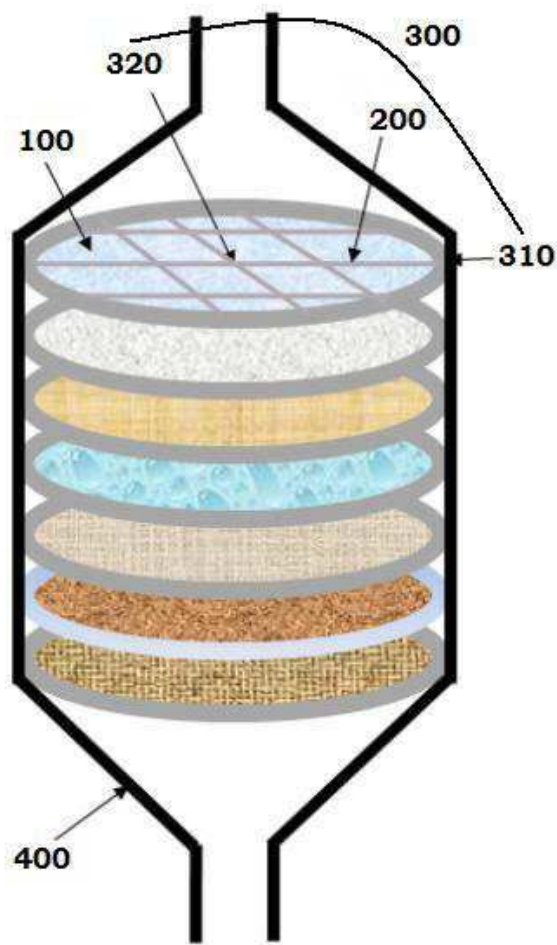
### 도면

#### 도면1





도면2



도면3

