



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

(45) 공고일자 2009년03월20일  
(11) 등록번호 10-0889619  
(24) 등록일자 2009년03월12일

(51) Int. Cl.  
*C23F 17/00* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0067775  
(22) 출원일자 2007년07월05일  
심사청구일자 2007년07월05일  
(65) 공개번호 10-2008-0004410  
(43) 공개일자 2008년01월09일  
(30) 우선권주장  
1020060063101 2006년07월05일 대한민국(KR)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020060052327 A\*  
US20060024508 A1\*  
JP05096686 A  
JP10278277 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**포항공과대학교 산학협력단**  
경상북도 포항시 남구 효자동 산31 포항공과대학교내  
**학교법인 포항공과대학교**  
경북 포항시 남구 효자동 산31번지

(72) 발명자  
**김동현**  
경북 포항시 남구 효자동 산31번지 포항공과대학교 기계공학과  
**황운봉**  
경북 포항시 남구 효자동 산31번지 포항공과대학교 기계공학과  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
**유미특허법인**

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 이윤직

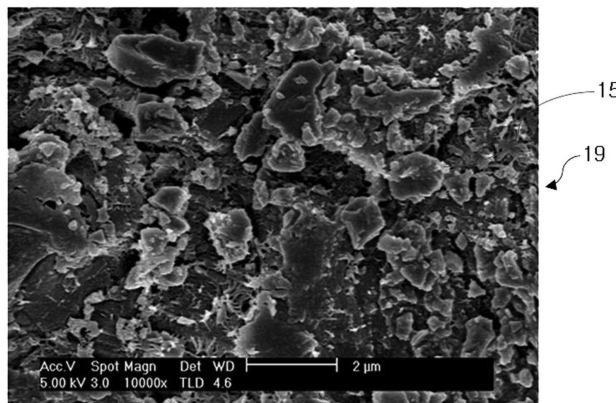
**(54) 극소수성 표면 가공방법 및 이 방법으로 제조된 극소수성표면 구조물을 갖는 고체 기재**

**(57) 요약**

본 발명의 극소수성 표면 가공방법은, 입자 분사기의 분사노즐을 금속 기재의 표면과 대향하도록 위치시키는 단계와, 입자 분사기를 구동하여 미세입자를 상기 금속 기재의 표면에 분사하여 마이크로 스케일의 미세요철을 형성하는 단계와, 금속 기재를 양극산화 가공 처리하여 그 표면에 다수개의 나노 스케일의 미세 홀(hole)을 형성하는 단계와, 금속 기재를 비젯음성 고분자 물질에 담가 응고시킴으로 음극복제체를 형성하는 단계와, 음극 복제체로부터 상기 금속 기재와 양극 산화물을 제거하여 마이크로 스케일의 요철에 나노 스케일의 돌출 기둥이 형성된 듀얼 스케일의 극소수성 표면 구조물을 형성하는 단계를 제공한다.

본 발명의 극소수성 표면 구조물을 갖는 고체 기재는, 표면의 적어도 일부에 마이크로 스케일의 요철이 형성된 베이스와, 상기 베이스 상에 상기 마이크로 스케일의 요철을 따라 구비된 나노 스케일의 직경을 갖는 다수개의 돌출 기둥을 제공한다.

**대표도** - 도10a



(72) 발명자

**김준원**

경북 포항시 남구 효자동 산31번지 포항공과대학교  
기계공학과

**박현철**

경북 포항시 남구 효자동 산31번지 포항공과대학교  
기계공학과

**이건홍**

경북 포항시 남구 효자동 산31번지 포항공과대학교  
화학공학과

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

입자 분사기의 분사노즐을 금속 기재의 표면과 대향하도록 위치시키는 단계;

상기 입자 분사기를 구동하여 미세입자를 상기 금속 기재의 표면에 분사하여 마이크로 스케일의 미세요철을 형성하는 단계;

상기 금속 기재를 양극산화 가공 처리하여 그 표면에 다수개의 나노 스케일의 미세 홀(hole)을 형성하는 단계;

상기 금속 기재를 비젯음성 고분자 물질에 담가 응고시킴으로 음극복제체를 형성하는 단계; 및

상기 음극 복제체로부터 상기 금속 기재와 양극 산화물을 제거하여 마이크로 스케일의 요철에 나노 스케일의 돌출 기둥이 형성된 듀얼 스케일의 극소수성 표면 구조물을 형성하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 극소수성 표면 가공방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 입자 분사기에 사용되는 입자는 직경이 50 내지 180 $\mu$ m의 범위에 속하는 것을 특징으로 하는 극소수성 표면 가공방법.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 미세홀의 직경은 35 내지 200 nm의 범위에 속하도록 형성하는 것을 특징으로 하는 극소수성 표면 가공방법.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 미세홀의 종횡비는 3 내지 10의 범위에 속하도록 형성하는 것을 특징으로 하는 극소수성 표면 가공방법.

**청구항 5**

제4항에 있어서,

상기 미세홀의 종횡비는 5 내지 7.5의 범위에 속하도록 형성하는 것을 특징으로 하는 극소수성 표면 가공방법.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 비젯음성 고분자 물질은 PTFE(Polytetrafluorethylene), FEP(Fluorinated ethylene propylene copolymer) 및 PFA(Perfluoroalkoxy) 으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나의 물질인 것을 특징으로 하는 극소수성 표면 가공방법.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 금속 기재는 알루미늄(Al) 재질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 극소수성 표면 가공방법.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 입자 분사기는 모래 입자를 분사하는 샌드 블라스터(sand blaster)인 것을 특징으로 하는 극소수성 표면 가공방법.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 입자 분사기는 미세 금속구를 분사하는 입자 분사기인 것을 특징으로 하는 극소수성 표면 가공방법.

**청구항 11**

표면의 적어도 일부에 마이크로 스케일의 요철이 형성된 베이스와, 상기 베이스 상에 상기 마이크로 스케일의 요철을 따라 구비된 나노 스케일의 직경을 갖는 다수개의 돌출 기둥을 포함하여, 나노 스케일과 마이크로 스케일의 구조가 함께 형성된 듀얼 스케일(dual scale)의 극소수성 표면 구조물을 갖는 고체 기재.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 돌출 기둥의 직경은 35 내지 200 nm의 범위에 속하도록 형성된 것을 특징으로 하는 극소수성 표면 구조물을 갖는 고체 기재.

**청구항 13**

제11항에 있어서,

상기 돌출 기둥의 종횡비는 3 내지 10의 범위에 속하도록 형성된 것을 특징으로 하는 극소수성 표면 구조물을 갖는 고체 기재.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 돌출 기둥의 종횡비는 5 내지 7.5의 범위에 속하도록 형성된 것을 특징으로 하는 극소수성 표면 구조물을 갖는 고체 기재.

**청구항 15**

제11항에 있어서,

상기 나노 스케일의 돌출 기둥에 대한 마이크로 스케일의 요철의 직경비는 250 내지 5140의 범위에 속하도록 형성된 것을 특징으로 하는 극소수성 표면 구조물을 갖는 고체 기재.

**청구항 16**

제11항에 있어서,

상기 베이스에 구비되는 기둥들은 비젯음성 고분자 물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 극소수성 표면 구조물을 갖는 고체 기재.

**청구항 17**

제16항에 있어서,

상기 비젯음성 고분자 물질은 PTFE(Polytetrafluorethylene), FEP(Fluorinated ethylene propylene copolymer) 및 PFA(Perfluoroalkoxy) 으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나의 물질인 것을 특징으로 하는 극소수성 표면 구조물을 갖는 고체 기재.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술 분야**

<1> 본 발명은 극소수성 표면 가공방법 및 이 방법으로 제조된 극소수성 표면 구조물을 갖는 고체 기재에 관한 것으로, 보다 상세하게는 금속 기재의 표면처리와 음극복제를 통한 표면 가공방법 및 이 방법으로 표면 처리된 고체 기재에 관한 것이다.

**배경 기술**

<2> 일반적으로 금속이나 폴리머 등의 고체 기재의 표면은 고유의 표면 에너지를 가지고 있다. 이는 임의의 액체가 고체 기재에 접촉할 때 액체와 고체 간의 접촉각으로 나타나게 된다. 접촉각의 크기가 90도 보다 작은 경우 구형상의 물방울은 고체 표면에서 그 형태를 잃고 표면을 적시는 친수성(親水性, hydrophilicity)을 나타낸다. 또한 접촉각의 크기가 90도 보다 큰 경우 구형상의 물방울은 고체 표면에서 구의 형상을 유지하면서 표면을 적시지 않고 외부 힘에 따라 쉽게 흐르는 소수성(疎水性, hydrophobicity)을 나타낸다. 연꽃 잎 위에 물방울이 떨어졌을 경우 연꽃 잎을 적시지 않고 표면을 흐르는 현상이 이와 같다.

<3> 한편, 고체 기재의 표면이 갖는 고유의 접촉각은 그 표면을 미세한 요철형상을 갖도록 가공하게 되면 그 값을 변화시킬 수 있다. 즉, 접촉각이 90도 보다 작은 친수성 표면은 표면 가공을 통해 친수성이 더욱 커질 수 있고, 접촉각이 90도 보다 큰 소수성 표면도 표면가공을 통해 소수성이 더욱 커질 수 있다. 이러한 고체 기재의 소수성 표면은 아래와 같은 다양한 응용이 가능하다. 즉, 소수성 표면은 공조 시스템의 응축기에 적용하여 응축 효율을 높일 수 있고, 다 마신 음료 캔 내부의 잔여량을 완벽히 제거하여 캔 용기 재활용 공정을 더욱 간단하게 줄일 수 있다. 또한 겨울철 차량 내부의 유리에 외부와의 온도차이에 의해 김이 서리는 현상을 방지할 수 있고 물과의 저항성이 매우 중요시되는 선박의 표면에 적용하면 동일한 동력으로 보다 높은 추진력을 보일 수 있다. 뿐만 아니라 겨울철 눈이 쌓여 문제가 되는 접시형 안테나 표면에 적용하면 수분이나 눈이 쌓이지 않게 할 수 있고, 급수 배관에 적용하면 유량과 유속을 증가시킬 수 있다.

<4> 그러나 고체 표면의 접촉각을 임의의 용도를 위해 변화시키는 기술은 현재까지는 반도체 제조기술을 응용한 MEMS(Microelectromechanical Systems) 공정에 의존하여 고체 표면의 마이크로 혹은 나노 단위의 미세한 요철을 형성하는 방법이 대부분이었다. 이러한 MEMS 공정은 반도체 기술을 기계공학적으로 응용한 첨단 기술이지만, 반도체 공정은 상당한 고가의 공정이다.

<5> 금속표면에 나노 단위의 요철을 형성한다고 할 때, 금속 표면의 산화, 일정 온도와 일정 전압의 인가, 특수한 용액에서의 산화 및 에칭 등 일반적인 작업환경에서는 불가능한 작업들을 수행하여야 한다. 이러한 공정을 수행하기 위해서는 기본적으로 특별히 고안된 청정실에서 작업을 해야 하며, 상기 작업들을 위해서는 전용의 기계들이 필요하고, 이들 기계들 또한 고가의 장비이다.

<6> 나아가 반도체 공정의 특성상 넓은 표면을 한 번에 처리하지 못하는 점 또한 단점으로 작용한다. 이렇게 기존의 기술은 공정이 매우 복잡하고 대량생산이 어려우며, 높은 제작비용으로 그 적용 자체가 쉽지 않은 것이 현실이다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

<7> 본 발명의 일 측면은, 간단한 공정으로 대량의 소수성 표면의 가공이 가능하도록 함으로써, 생산원가의 절감이 가능하도록 하는 극소수성 표면 가공방법을 제공하는 것이다.

<8> 본 발명의 다른 일 측면은 상기 극소수성 표면 가공방법을 통해 미세 홀을 갖는 금속 기재로부터 음극 복제함으로써, 극소수성 표면 구조물을 갖는 고체 기재를 제공하는 것이다.

**과제 해결수단**

<9> 본 발명의 극소수성 표면 가공방법은, i) 입자 분사기의 분사노즐을 금속 기재의 표면과 대향하도록 위치시키는 단계, ii) 상기 입자 분사기를 구동하여 미세입자를 상기 금속 기재의 표면에 분사하여 마이크로 스케일의 미세 요철을 형성하는 단계, iii) 상기 금속 기재를 양극산화 가공 처리하여 그 표면에 다수개의 나노 스케일의 미세 홀(hole)을 형성하는 단계, iv) 상기 금속 기재를 비젯음성 고분자 물질에 담가 응고시킴으로써 음극복제체를 형

성하는 단계, 및 v) 상기 음극 복제체로부터 상기 금속 기재와 양극 산화물을 제거하여 마이크로 스케일의 요철에 나노 스케일의 돌출 기둥이 형성된 듀얼 스케일의 극소수성 표면 구조물을 형성하는 단계를 포함한다.

- <10> 상기 입자 분사기에 사용되는 입자는 직경이 50 내지 180 $\mu$ m의 범위에 속하는 것을 특징으로 한다.
- <11> 상기 미세홀의 직경은 35 내지 200 nm의 범위에 속하도록 형성하는 것을 특징으로 한다.
- <12> 상기 미세홀의 종횡비는 3 내지 10의 범위에 속하도록 형성할 수 있으며, 더욱 바람직하게는 5 내지 7.5의 범위에 속하도록 형성하는 것이다.
- <13> 본 발명에 있어서, 상기 비젯음성 고분자 물질은 PTFE(Polytetrafluorethylene), FEP(Fluorinated ethylene propylene copolymer) 및 PFA(Perfluoroalkoxy)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나의 물질인 것을 특징으로 한다.
- <14> 본 발명에 있어서, 상기 금속 기재는 알루미늄(Al) 재질로 이루어진다.
- <15> 본 발명에 있어서, 상기 입자 분사기는 모래 입자를 분사하는 샌드 블라스터(sand blaster)인 것을 특징으로 한다.
- <16> 삭제
- <17> 본 발명에 있어서, 상기 입자 분사기는 미세 금속구를 분사하는 입자 분사기인 것을 특징으로 한다.
- <18> 본 발명의 고체기재는, 표면의 적어도 일부에 마이크로 스케일의 요철이 형성된 베이스와, 상기 베이스 상에 상기 마이크로 스케일의 요철을 따라 구비된 나노 스케일의 직경을 갖는 다수개의 돌출 기둥을 포함하여, 나노 스케일과 마이크로 스케일의 구조가 함께 형성된 듀얼 스케일의 구조를 갖는다.
- <19> 상기 돌출 기둥의 직경은 35 내지 200nm의 범위에 속하도록 형성된 것을 특징으로 한다.
- <20> 상기 돌출 기둥의 종횡비는 3 내지 10의 범위에 속하도록 형성될 수 있으며, 더 바람직하게는 5 내지 7.5의 범위에 속하도록 형성하는 것이다.
- <21> 상기 나노 스케일의 돌출 기둥에 대한 마이크로 스케일의 요철의 직경비는 250 내지 5140의 범위 속하도록 형성된 것을 특징으로 한다.
- <22> 본 발명에 있어서, 상기 베이스에 구비되는 기둥들은 비젯음성 고분자 물질로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- <23> 본 발명에 있어서, 상기 비젯음성 고분자 물질은 PTFE(Polytetrafluorethylene), FEP(Fluorinated ethylene propylene copolymer) 및 PFA(Perfluoroalkoxy) 으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나의 물질인 것을 특징으로 한다.

**효 과**

- <24> 상기와 같은 본 발명에 따른 극소수성 표면 가공방법 및 이 방법으로 제조된 극소수성 표면 구조물을 갖는 고체 기재는 다음과 같은 효과를 갖는다.
- <25> 첫째, 양극 산화 공정을 거쳐 표면에 미세 홀을 구비한 금속 기재를 비젯음성 고분자 물질에 담구었다가 응고시켜 음극복제 공정을 수행함으로써, 저렴한 재료와 간단한 공정을 통해 간편하고 용이하게 음극 복제체의 생산이 가능하며, 이러한 음극 복제체를 통하여 극소수성 표면 구조물을 갖는 고체기재를 간단한 공정으로 대량 생산이 가능하도록 하여 생산 원가의 절감이 가능하다.
- <26> 둘째, 극소수성 표면 구조물을 갖는 고체기재는 자기 세정(self-cleaning) 기능을 가짐으로써, 건조 시스템의 응축기에 적용하여 응축 효율을 높일 수 있으며, 음료 캔 내부의 잔여물이 남지 않게 하여 재활용 공정을 단축시킬 수 있다. 또한 겨울철 차량 내부의 유리에 외부와의 온도 차이에 의해 김이 서리는 현상을 방지할 수 있고, 물과의 저항성이 매우 중요시되는 선박의 표면에 적용하여 추진력을 높일 수 있다. 뿐만 아니라 겨울철 눈이 쌓여 문제가 되는 집시형 안테나 표면에 적용이 가능하고 급수 배관에 적용하여 유량을 증가시키는 등 산업 전반에 적용이 가능하다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- <27> 이하 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 극소수성 표면 가공방법 및 이 방법으로 제조된 극소수성 표면 구조물을 갖는 고체 기재를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다.
- <28> 본 발명에서, 마이크로 스케일은 1 $\mu$ m 이상 1000 $\mu$ m 미만의 범위에 속하는 크기를 말하는 것이고, 나노 스케일은 1nm 이상 1000nm 미만의 범위에 속하는 크기를 말하는 것이다.
- <29> 본 발명에 따른 고체기재의 표면 가공장치는, 금속 기재(13)의 표면에 미세요철을 생성하는 입자 분사기(10)와, 금속 기재(13)의 미세요철(15)이 생성된 표면에 양극산화를 실시하는 양극 산화장치(20)와, 양극 산화 장치(20)를 통해 양극 산화 작업된 금속 기재(13)와 비젯음성 물질(32)을 함께 수용하여 금속 기재(13)의 표면형상에 대응된 음극 복제를 실시하는 음극 복제장치(30)를 포함한다.
- <30> 상기 입자 분사기(10)는 미세입자(11)를 미리 설정된 속도와 압력으로 분사되도록 하여, 금속 기재(13)의 표면(13a)에 충돌되도록 한다. 금속 기재(13)의 표면(13a)과 미세입자(11)의 충돌 과정에서 금속 기재(13)의 표면(13a)은 충격 에너지를 받게 되며, 이로 인하여 금속 기재(13)의 표면(13a)은 변형을 일으킨다. 입자 분사기(10)는, 일례로 모래 입자를 분사하는 샌드 블라스터가 적용될 수 있으며, 모래 입자 대신 금속구 등의 미세 입자를 분사하여 가공할 수도 있다. 적용될 수 있는 금속 기재에는 알루미늄, 강철, 구리 등의 금속 판재가 포함된다. 또한, 상기 입자 분사기(10)에 사용되는 입자는 직경이 50 내지 180 $\mu$ m의 범위에 속하는 입자들이 사용될 수 있다. 이러한 입자 분사기(10)의 작동을 통해 금속 기재(13)의 표면에는 마이크로(micro) 단위의 요철 표면의 형성이 가능하다.
- <31> 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 처리된 표면에 미세요철을 갖는 금속 기재를 도시한 사시도이며, 그 일부를 확대하여 단면으로 도시하였다.
- <32> 도시된 바와 같이, 표면에 미세요철(15)을 갖는 금속 기재(13)에서, 상기 미세요철(15)의 크기, 즉 철(凸)부(15a)의 높이나 요(凹)부(15b)의 깊이 또는 철부(15a) 사이의 간격 등은 상기 입자 분사기(10)의 입자 분사속도, 분사압력 및 미세 입자(11)의 크기에 따라 달라질 수 있으며, 이들 값을 미리 설정하여 적용함으로써 조절할 수 있다.
- <33> 비젯음성 물질을 제외하고, 일반적인 고체, 즉 금속이나 폴리머(polymer)의 접촉각은 90도 보다 작은 젖음성 물질이다. 이러한 금속 기재의 표면을 본 실시예에 따른 표면 가공방법에 따라 미세요철(15)을 갖도록 가공하면 접촉각은 더욱 작아지게 되어, 젖음성이 더욱 강해지는 현상을 나타낸다.
- <34> 도 3은 양극 산화 처리공정을 설명하기 위하여 도시한 장치 구성도이다. 도시된 바와 같이, 양극 산화장치(20)는, 금속 기재(13)의 수용공간이 마련되는 본체(21)와, 본체(21)에 수용되는 전해액(23)과, 금속 기재(13)에 양극 및 음극을 인가하는 전원 공급부(25)를 구비한다.
- <35> 상기 본체(21)는 내부에 금속 기재(13)의 저장공간이 마련되며, 저장공간에는 전해액(23)이 수용된다. 이러한 금속 기재(13)는 알루미늄(Al) 등의 전도체로 구비가능하며, 본체(21)에 한 쌍으로 구비되도록 한다. 상기 금속 기재(13)는 알루미늄으로 한정 되지 않으며, 전원의 인가가 가능한 임의의 전도체로 구비 가능하다. 그리고 전원 공급부(25)를 통하여 금속 기재(13)의 어느 하나(13b)에는 양극을 인가하며, 다른 하나(13c)에는 음극을 인가한다. 이러한 작용으로, 금속 기재(13)의 표면에는 극미세 단위(나노미터 단위)의 구멍의 표현이 가능한 양극 산화 가공이 이루어진다.
- <36> 보다 구체적으로 양극 산화 가공(anodizing)을 설명하면, 금속 기재(13)를 본체(21)의 전해액(23)에 담근다. 여기서 전해액(23)은 일례로 황산, 인산 또는 옥살산을 선택적으로 이용 가능하다. 다음, 전원 공급부(25)를 통해 어느 하나의 금속 기재(13b)에 양극을 인가하며, 다른 하나의 금속 기재(13b)에는 음극을 인가하도록 한다. 이에 따라, 금속 기재(13)의 표면에는 도 4에 도시된 바와 같이, 산화막인 알루미늄이 형성됨으로써, 금속 기재(13)의 표면에 양극 산화부분(14)이 형성된다. 이러한 양극 산화부분(14)은 나노미터 단위의 직경을 갖는 극미세 홀(17)로 이루어진다. 상기 극미세 홀(17)은 양극산화 시 사용되는 전해액과 인가 전압의 제어를 통하여 직경과 깊이를 조절할 수 있다. 본 발명에서 상기 극미세 홀(17)의 직경은 35 내지 200nm의 범위에 속하도록 형성할 수 있다.
- <37> 이러한 양극 산화 장치(20)를 통한 양극 산화가공으로 금속 기재(13)의 표면에는 도 5에 도시된 바와 같이, 입자 분사기(10)의 가공을 통한 마이크로(micro) 미터단위의 요철(15)과 나노(nano) 단위의 미세홀(17)이 함께 형

성이 가능하도록 함으로써, 미세 요철 표면의 형성이 가능하다. 참고적으로 도 6a와 도 6b는 양극산화 공정후 미세 홀(17)이 형성된 금속 기재(13) 표면의 전자현미경 사진이다.

- <38> 상기 입자 분사기 및 양극 산화 가공 처리된 금속 기재(13)는 음극 복제장치(30)로 수용된다.
- <39> 상기 음극 복제장치(30)는 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 몸체(31)와, 몸체(31) 내에 마련되어 금속 기재(13) 및 비젯음성 고분자용액(32)을 수용하는 수용부(33)와, 몸체(31)의 측면을 따라 마련되어 수용부(33)의 비젯음성 고분자용액(32)을 고체화하는 냉각부(35)를 구비한다.
- <40> 상기 수용부(33)에는 금속 기재(13) 및 비젯음성 고분자용액(32)이 함께 수용된다. 비젯음성 고분자 용액(32)은 PTFE(Polytetrafluorethylene), FEP(Fluorinated ethylene propylene copolymer), PFA(Perfluoroalkoxy)로 이루어진 군에서 선택된 적어도 어느 하나의 물질로 이루어질 수 있다. 이러한 수용부(33)의 비젯음성 고분자 용액(32)은 금속 기재(13)의 외부에서 응고되도록 한다. 이러한 비젯음성 고분자 용액(32)의 응고됨을 용이하도록 수용부(33)의 측면에는 냉각수가 흐를 수 있도록 냉각부(35)가 마련됨이 바람직하다.
- <41> 비젯음성 고분자 용액(32)이 전술한 작용으로 응고 작용이 이루어지면, 도 9a 내지 도 9f에 도시된 바와 같이, 금속 기재(13)의 표면의 양극 형상에 대응되는 음극 형상의 표면을 갖는 비젯음성 고분자 음극복체체(18)의 형성이 가능하다. 즉, 금속 기재(13)의 외측면을 감싸도록 비젯음성 고분자 용액이 충전된 상태에서 비젯음성 고분자 용액(32)이 응고되도록 하면, 금속 기재(13)의 표면 형상에 대응된 음극의 형상의 표면을 갖는 비젯음성 고분자 음극복체체(18)의 생성이 가능하다. 다음, 비젯음성 고분자 음극 복체체(18)와 밀착된 금속 기재(13) 및 양극 산화물(14)을 제거한다. 알루미늄(Al)을 금속 기재로 사용하여 양극 산화물로 알루미늄이 형성된 경우에 습식 식각을 통해 이들을 제거할 수 있다. 이에 따라, 비젯음성 고분자 음극복체체(18)의 표면에는 금속 기재(13)의 표면형상의 음극 복체가 이루어짐으로써, 젖음성이 극도로 작아지는 극소수성의 표면 구조물을 갖는 고분자 고체 기재(19)의 형성이 가능하다.
- <42> 이러한 고분자 고체 기재(19)의 표면은, 금속 기재(13)의 표면의 마이크로(micro) 스케일의 요철(15)과, 나노(nano) 스케일의 미세홀(17)의 직경과 같은 크기의 직경을 갖는 다수개의 돌출 기둥(19b)이 형성되어, 이른 바 듀얼 스케일(dual-scale) 구조의 표면을 갖는 고분자 고체 기재(19)를 얻을 수 있다.
- <43> 즉, 본 발명에서는 상기 극 미세홀(17)의 직경이 35 내지 200 nm의 범위에 속하도록 형성하므로, 상기 돌출 기둥(19b)의 직경 또한 35 내지 200 nm의 범위에 속하게 된다. 따라서 상기 입자분사기(10)에서 분사되는 입자의 직경이 50 내지 180  $\mu\text{m}$ 의 범위에 속하고, 상기 돌출 기둥(19b)의 직경이 35 내지 200 nm의 범위에 속하므로, 상기 고체 기재(19)의 표면에 형성되는 나노 스케일의 돌출 기둥(19b)에 대한 마이크로 스케일의 요철(15)의 직경 비(ratio)는 250 내지 5140의 범위에 속한다. 상기 직경비가 250 미만인 경우에는, 마이크로 스케일의 요철 구조가 지나치게 지배적이게 되어 듀얼 스케일 구조의 표면을 나타내지 못하고, 5140 초과인 경우에는, 나노 스케일과 마이크로 스케일간의 영역이 가까워져 또한 듀얼 스케일 구조의 특성을 나타내지 못하게 된다.
- <44> 또한, 상기 극 미세홀(17)의 종횡비(aspect ratio)는 3 내지 10의 범위에 속하도록 형성하는 것이 바람직하며, 더욱 바람직하게는 5 내지 7.5의 범위에 속하도록 하는 것이다. 극 미세홀(17)의 종횡비는 양극산화 시간을 제어함에 따라 조절 가능한 것으로, 3 미만인 경우에는 상기 극 미세홀(17)로부터 복제되는 나노 스케일의 돌출 기둥의 기능이 약해지고 마이크로 스케일의 요철 구조가 지나치게 지배적이게 되어 듀얼 스케일 구조를 나타내지 못하고, 10 초과인 경우에는 상기 나노 스케일의 돌출 기둥들이 반 데르 발스 인력(van der Waals interaction)에 의한 점착력이 발생하여 서로 들러붙음 현상이 발생하게 되어 마이크로 스케일의 요철을 상쇄할 수 있다.
- <45> 보다 상세하게는, 고체 기재(19)는 도 9f에 도시된 바와 같이, 표면의 적어도 일부에 미세 요철이 형성된 베이스(19a)와, 베이스(19a) 상에 미세 요철을 따라 구비된 나노 미터 단위 직경을 갖는 다수개의 돌출 기둥(19b)을 포함하여 형성됨을 알 수 있다. 이러한 돌출 기둥(19b) 들은 비젯음성 고분자 물질로 형성된다. 상기 비젯음성 고분자 물질은 PTFE(Polytetrafluorethylene), FEP(Fluorinated ethylene propylene copolymer) 및 PFA(Perfluoroalkoxy) 으로 이루어진 군에서 선택가능하다. 참고적으로 도 10a와 도 10b는 극소수성 표면 구조물을 갖는 고체기재(19)의 전자 현미경 사진을 말한다.
- <46> 도 9a 내지 도 9f는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 음극 복체체 가공방법을 개략적으로 도시한 공정 흐름도이다.
- <47> 도 9a 내지 도 9f를 참고하여, 본 발명의 음극 복체체 가공방법을 설명한다. 도 1 내지 도 8과 동일 참조번호는

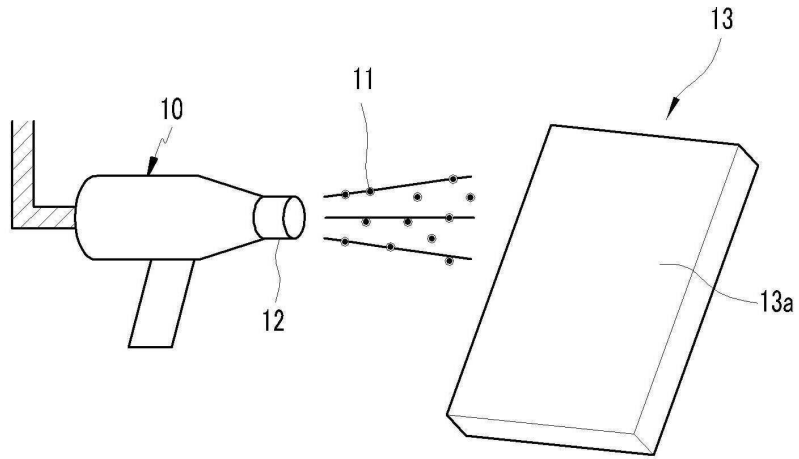
동일 기능의 동일 부재를 말한다.

- <48> 먼저, 입자 분사기(10)의 분사노즐(12)을 금속 기재(13)의 표면(13a)과 대향하도록 위치시킨다.
- <49> 이어서, 입자 분사기(10)를 구동하여 미세입자(11)를 금속 기재(13)의 표면에 분사하도록 한다. 이에 따라, 도 9b에 도시된 바와 같이, 금속 기재(13)에는 미세 입자(11)의 충돌에 의해 마이크로(micro) 미터 단위의 미세 요철이 생성된다.
- <50> 다음, 도 9c에 도시된 바와 같이, 마이크로(micro) 미터 단위의 미세요철(15)이 생성된 금속 기재(13)의 표면에 양극 산화 가공처리를 한다. 이러한 공정으로 금속 기재(13)의 표면에 나노(nano) 미터 단위의 미세 홀(17)이 형성되도록 함으로써, 금속 기재(13)의 표면에는 마이크로 미터 단위의 요철(15)과 나노 미터 단위 직경의 미세 홀(17)이 함께 형성된다.
- <51> 이어서, 도 9d에 도시된 바와 같이, 금속 기재(13)를 비젯음성 물질(32)에 담근 후, 비젯음성 물질(32)을 응고시키도록 한다. 이에 따라, 비젯음성 물질(32)은 응고되어 비젯음성 고분자 음극복제체(18)로 형성된다.
- <52> 마지막으로, 도9f에 도시된 바와 같이, 비젯음성 고분자 음극복제체(18)의 표면에 밀착된 금속 기재(13) 및 양극 산화물(14)을 제거하도록 한다.
- <53> 이에 따라, 비젯음성 고분자 고체기재(19)의 표면은, 금속 기재(13)의 표면의 마이크로(micro) 미터단위의 요철(15)과 나노(nano) 미터 단위 직경의 돌출 기둥(19b)을 가짐으로써, 극 소수성의 표면 구조물을 갖는 고분자 고체 기재(19)의 형성이 가능하다.
- <54> [실험예]
- <55> (양극산화 알루미늄 및 복제 시편 준비)
- <56> 먼저, 크기 50 mm x 40 mm인 산업용 알루미늄(99.5%) 시편을 준비하고, 500 메쉬(즉, 50 $\mu$ m 직경) 샌드 입자를 준비한 다음, 압축공기를 사용한 노즐로부터 이들 샌드 입자를 상기 알루미늄 시편을 향해 분사하였다. 이 때, 압축공기의 압력은 6kgf/cm<sup>2</sup> 이고, 샌드블라스팅 단계는 20회 왕복하였다. 샌드 블라스팅이 완료된 후 알루미늄 시편을 아세톤에 10분간 담궜다가 탈 이온수에서 행구어 세척하였다.
- <57> 다음으로, 양극산화는 0.3 M 옥살산 용액에서 진행하였다. 샌드블라스팅 처리된 알루미늄 시편을 애노드로 이용하고, 백금을 캐소드로 이용하였으며, 전극간 거리는 대략 5cm 정도 유지하였다. 두 전극간 40 V 정전압을 파워 서플라이 (Digital electronics Co., LTD, DRP-92001DUS)로 공급받아 써큘레이터(circulator)(Lab. Companion, RW-0525G)를 이용하여 15° C의 일정 온도 아래에서 4분 정도 진행하였다.
- <58> 상기 제작된 양극산화 알루미늄을 틀(template)로 이용하여 복제과정을 실시하였다. 제작된 틀은 6% Teflon (Polytetrafluoroethylene, DuPont Teflon AF: Amorphous Fluoropolymer Solution)과 용제(solvent)(ACROS, FC-75)를 섞은 0.3 % Teflon 용액에 담근 후 상온에서 경화(curing)시켰다. 경화하는 동안 혼합 Teflon 용액의 용제 성분은 증발되고 Teflon 박막(thin film) 만이 남게 된다.
- <59> 마지막으로 제작된 나노허니컴 틀 (AAO template)을 제거하였다. 먼저 HgCl<sub>2</sub> 용액을 이용하여 알루미늄 층을 습식식각한 후 65° C 의 1.8 wt% 크롬산과 6 wt% 인산 혼합용액에서 양극산화 알루미늄 층을 5시간 동안 습식식각 하였다.
- <60> (표면분석)
- <61> 고체표면에서 물방울의 접촉각을 측정하기 위하여 표면 분석기기인 DSA-100 (Kruss Co.)의 sessile drop method 가 사용되었고, 이를 통하여 극소수성 나노구조물의 표면을 분석하였다. 4 mL 의 탈이온수 물방울의 정상상태 접촉각을 측정하였고, 상온에서 한 시편당 최소 5 point 이상의 접촉각을 측정하였다.
- <62> (양극산화 알루미늄 및 복제시편의 표면)
- <63> 도 11은 일반 산업용 알루미늄과 샌드블라스팅 처리된 알루미늄, 그리고 샌드블라스팅 후 양극산화 처리된 다공성 알루미늄의 표면 SEM 이미지를 보여준다. 도 11 (a)는 일반 산업용 알루미늄 표면을 나타낸 것이고, 도 11 (b)는 샌드블라스팅된 알루미늄 표면의 마이크로 스케일의 요철을 나타낸 것이다. 그리고 도 11 (c)는 샌드블라스팅 후 양극산화 처리된 다공성 알루미늄의 표면을 나타낸 것이다. 이 때 양극산화는 0.3 M 옥살산과 40 V 의 정전압 그리고 15° C 하에서 4분간 진행 되었다.

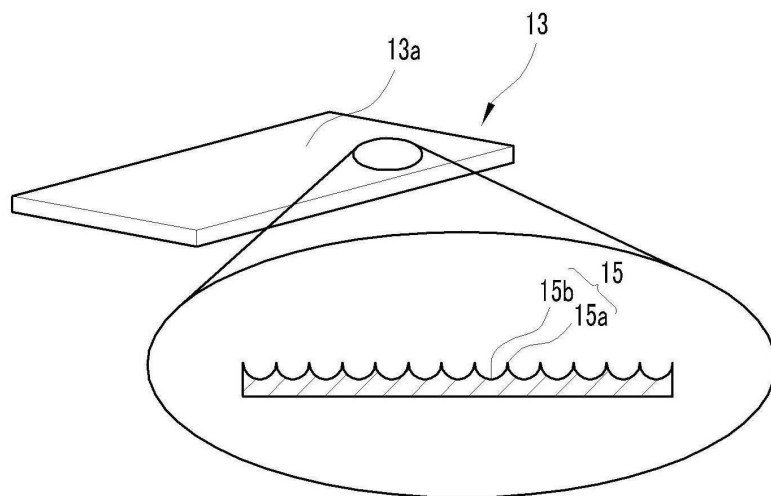
- <64> 도 11 (c)에서 알루미늄의 표면에 마이크로 스케일의 임의 형상의 요철과 함께 나노 스케일의 구멍(pore)(대략 40nm)이 형성되어 있음을 확인할 수 있다. 구멍의 깊이는 대략 350nm이고, 구멍간 거리(inter-pore distance)는 100nm이다. 이렇게 양극산화 공정은 샌드블라스팅 처리된 알루미늄 표면을 다공성(porous)의 알루미늄 표면으로 변경시켰으며, 마이크로 구조 상에 나노 구조를 갖는 계층적인 구조를 나타낸다.
  - <65> 도 12 (a)는 샌드블라스팅 처리된 Teflon 복제체를 나타내고, 도 12 (b)는 샌드블라스팅 처리 후 양극산화된 알루미늄 틀로부터 복제된 극소수성 Teflon 복제체를 나타낸다. 도 12 (a)에는 나노 스케일의 기둥(pillar)이 존재하지 않지만, 도 12 (b)에는 나노 스케일의 기둥이 존재하는 것을 볼 수 있다. 이 때, 상기 나노 기둥의 길이는 대략 300nm이다.
  - <66> (젓음특성 분석)
  - <67> 도 13은 접촉각 측정 결과를 보여주는 것인데, 도 13 (a)는 샌드블라스팅 처리된 Teflon 복제체 표면에서의 접촉각으로 135° 를 나타내고, 도 13 (b)는 샌드블라스팅 후 양극산화 처리된 Teflon 복제체 표면에서의 접촉각으로 165° 를 나타낸다. Teflon의 고유 접촉각이 120° 이므로 마이크로스케일과 나노 스케일의 구조를 동시에 갖는 듀얼 스케일 구조물이 표면의 소수성을 향상되었음을 알 수 있다. 상기 접촉각은 평균 측정값을 나타낸 것이며, 오차는 2° 이내이다.
  - <68> 이러한 듀얼스케일의 나노구조물 위에 물방울을 떨어뜨리면, 물방울은 듀얼스케일의 나노구조물 꼭지점과 접촉하게 되고, 꼭지점 아래 구조물 내로는 물방울이 침투할 수 없게 된다. 즉 물방울과 고체표면과의 접촉면적이 극소로 감소하게 되고, 이는 극소수성으로 나타나게 된다.
  - <69> 이상, 본 발명을 도면에 도시된 실시예를 참조하여 설명하였다. 그러나, 본 발명은 이에 한정되지 않고 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명과 균등한 범위에 속하는 다양한 변형예 또는 다른 실시예가 가능하다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호범위는 이어지는 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.
- 도면의 간단한 설명**
- <70> 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비젓음성 표면 가공장치의 입자분사기를 도시한 도면이다.
  - <71> 도 2는 미세요철을 갖는 금속 기재를 도시한 도면이다.
  - <72> 도 3은 양극 산화 처리공정을 설명하기 위하여 도시한 장치 구성도이다.
  - <73> 도 4는 양극 산화 처리 공정 전과 후의 상태를 도시한 평면도 및 단면도이다.
  - <74> 도 5는 금속 기재의 미세요철 표면에 양극 산화를 적용한 도면이다.
  - <75> 도 6a와 도 6b는 양극 산화 공정 처리 후 미세홀이 형성된 금속 기재 표면의 전자 현미경 사진이다.
  - <76> 도 7은 음극 복제장치를 도시한 도면이다.
  - <77> 도 8은 도 7의 VI-VI 선 단면도이다.
  - <78> 도 9a 내지 도 9f는 극소수성 표면 가공방법을 도시한 도면이다.
  - <79> 도 10a와 도 10b는 극소수성 표면 구조물을 갖는 고체기재의 전자 현미경 사진이다.
  - <80> 도 11 (a)는 일반 산업용 알루미늄 표면을 나타낸 SEM 이미지이고, 도 11 (b)는 샌드블라스팅된 알루미늄 표면의 마이크로 스케일의 요철을 나타낸 SEM 이미지이며, 도 11 (c)는 샌드블라스팅 후 양극산화 처리된 다공성 알루미늄의 표면을 나타낸 SEM 이미지이다.
  - <81> 도 12 (a)는 샌드블라스팅 처리된 Teflon 복제체를 나타낸 SEM 이미지이고, 도 12 (b)는 샌드블라스팅 처리 후 양극산화된 알루미늄 틀로부터 복제된 극소수성 Teflon 복제체를 나타낸 SEM 이미지이다.
  - <82> 도 13 (a)는 샌드블라스팅 처리된 Teflon 복제체 표면에서의 접촉각으로 135° 를 나타낸 사진이고, 도 13 (b)는 샌드블라스팅 후 양극산화 처리된 Teflon 복제체 표면에서의 접촉각으로 165° 를 나타낸 사진이다.

도면

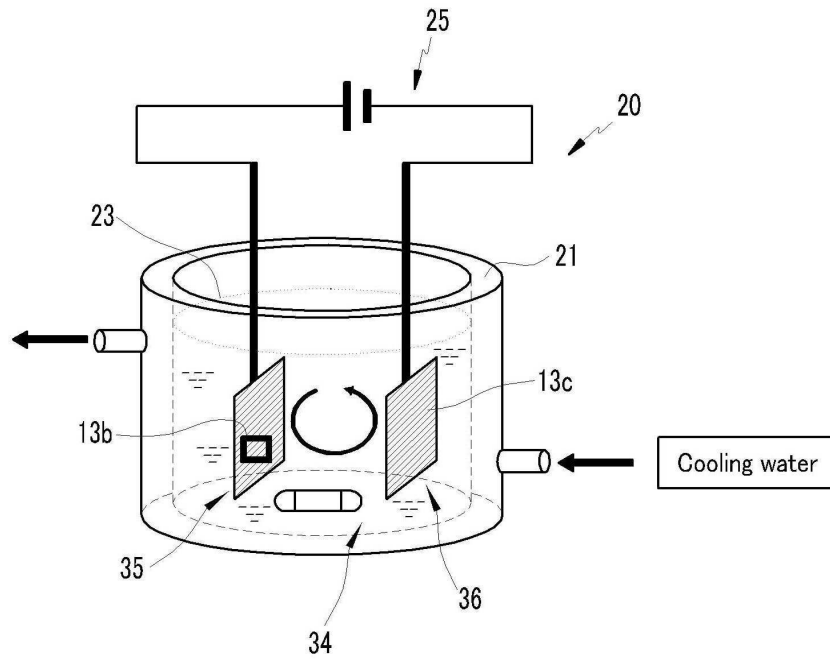
도면1



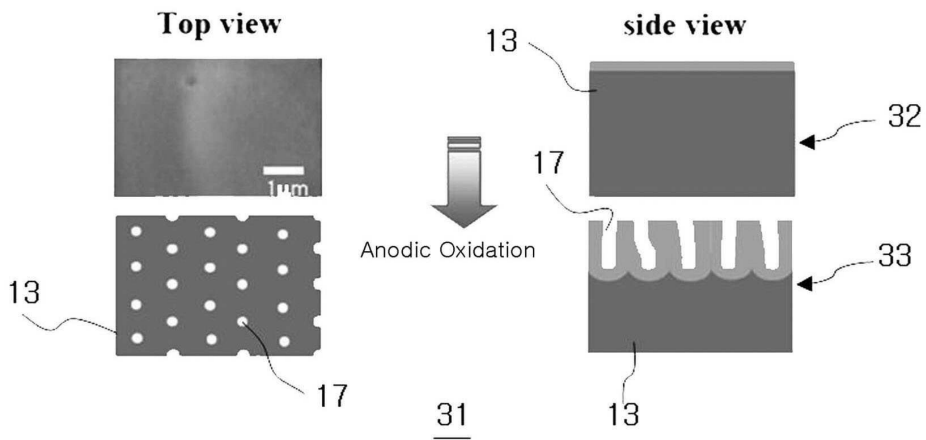
도면2



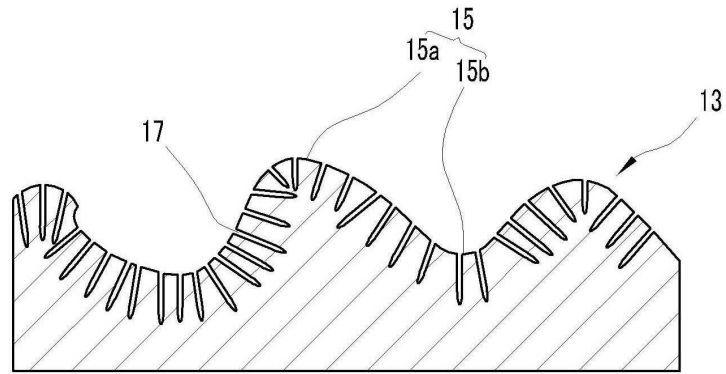
도면3



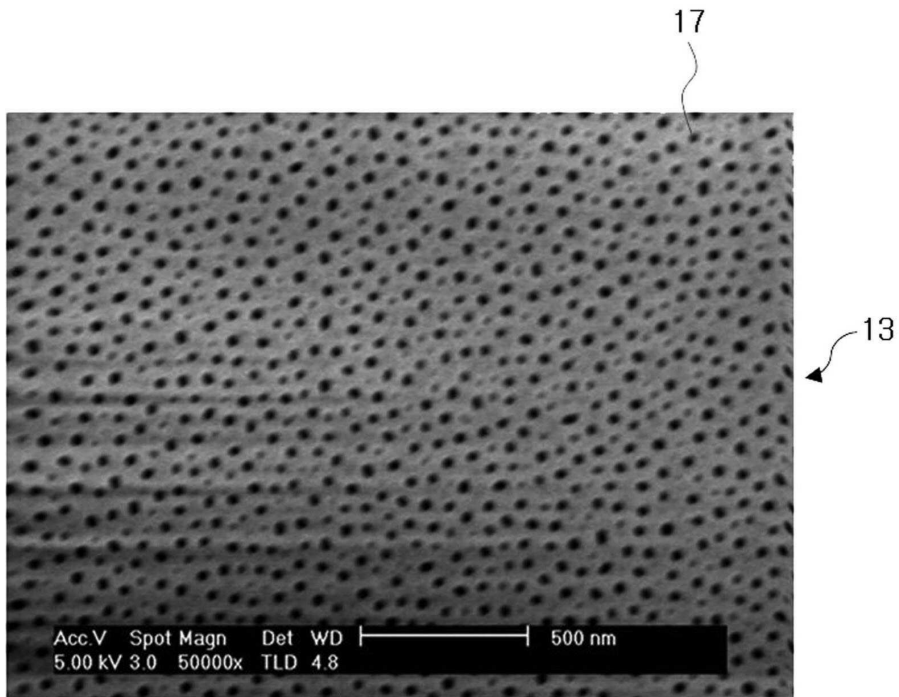
도면4



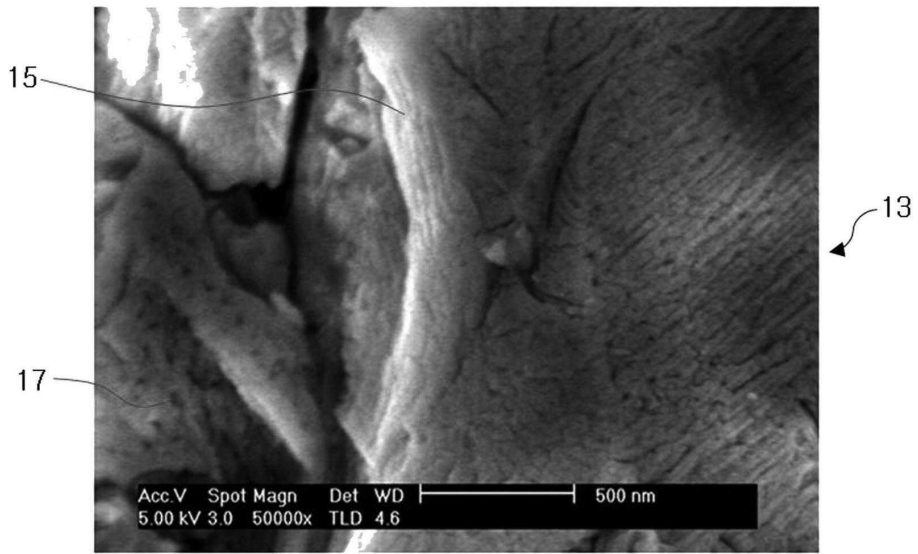
도면5



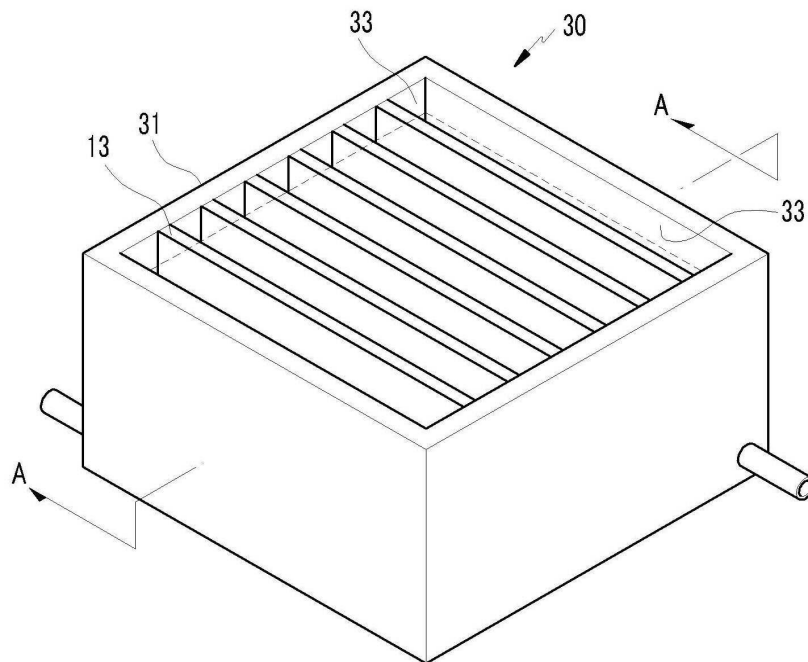
도면6a



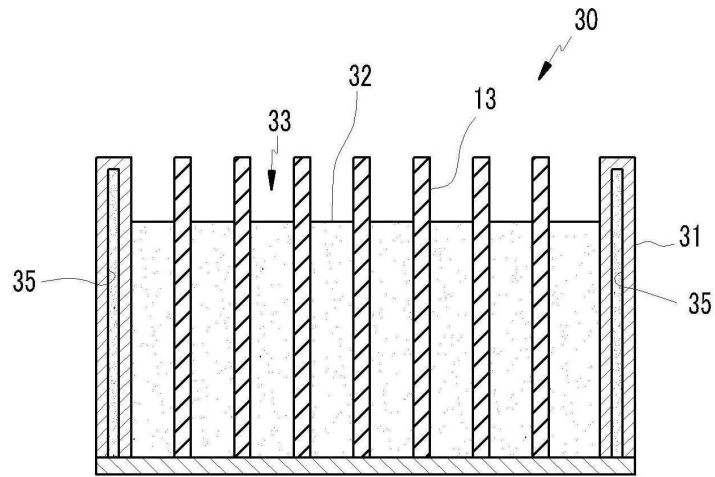
도면6b



도면7



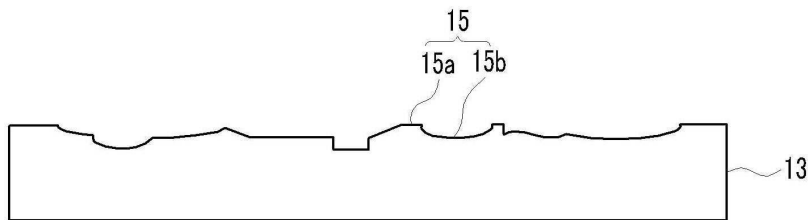
도면8



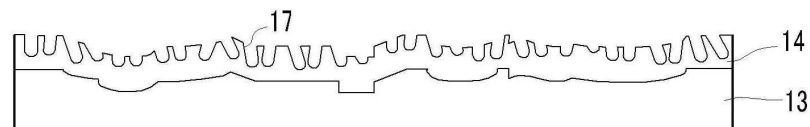
도면9a



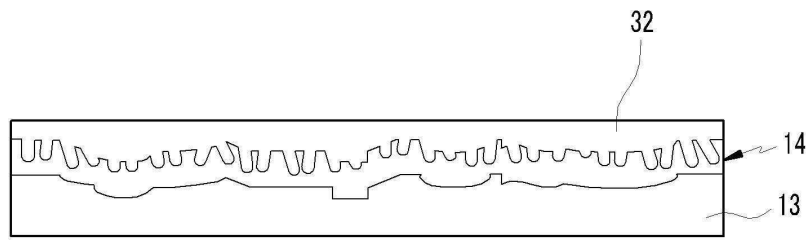
도면9b



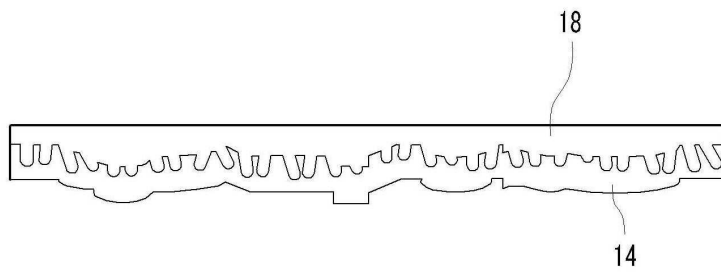
도면9c



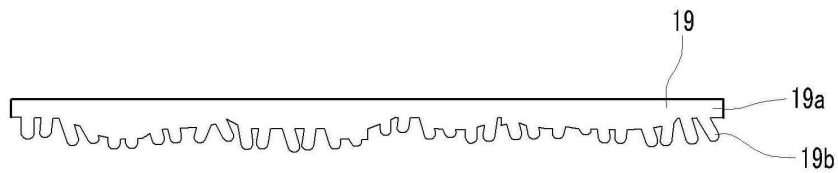
도면9d



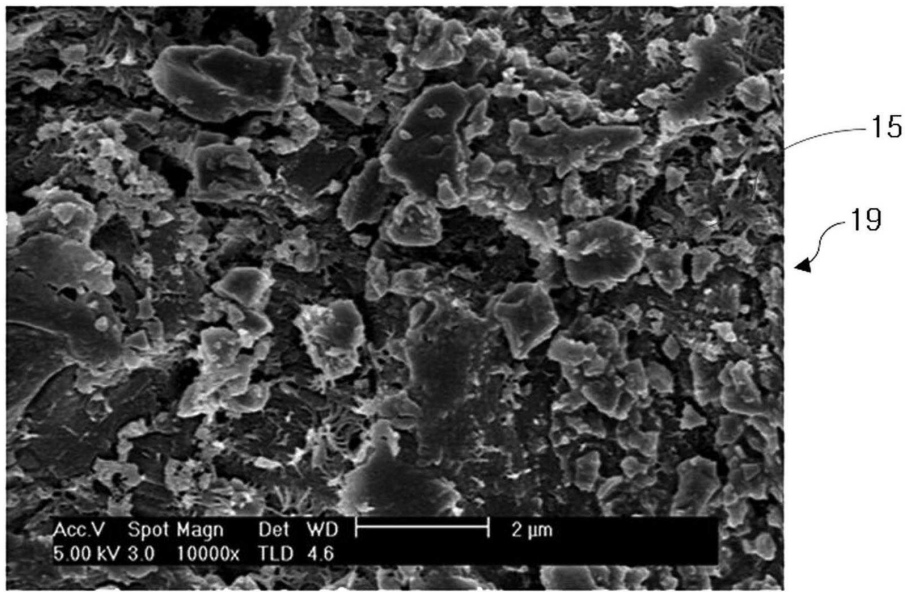
도면9e



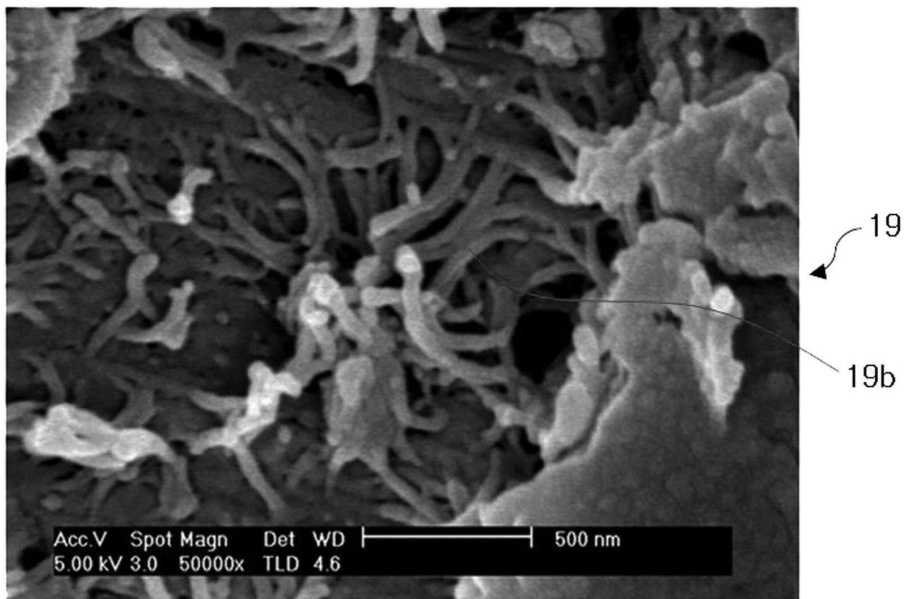
도면9f



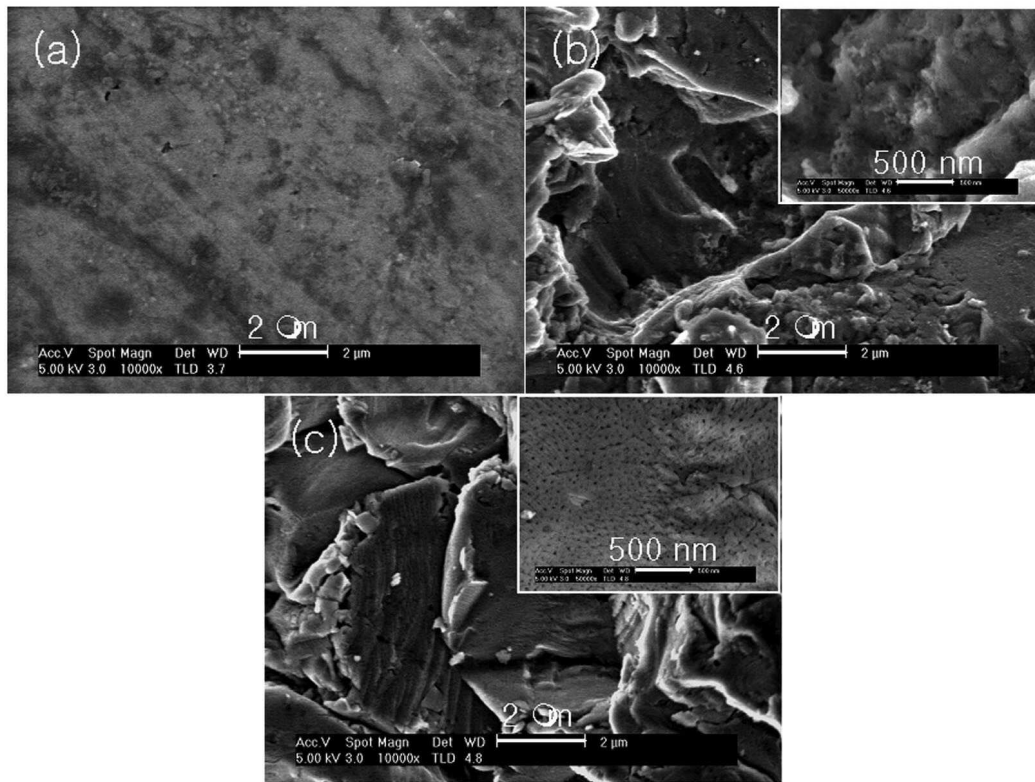
도면10a



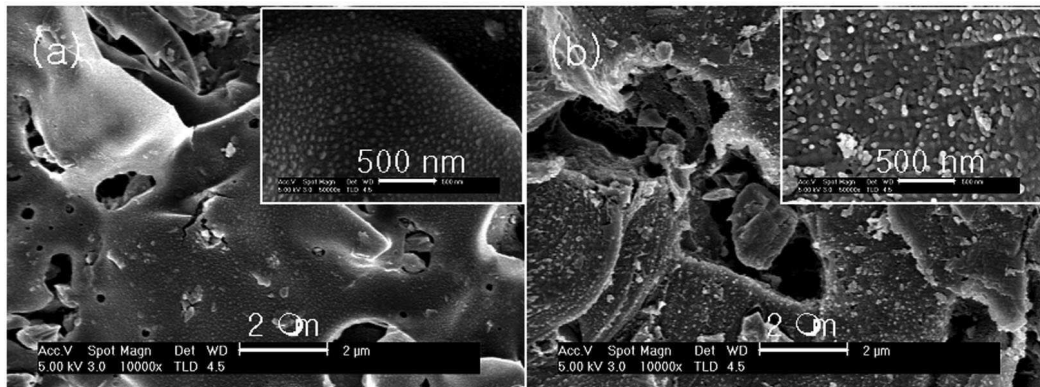
도면10b



도면11



도면12



도면13

