



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0077730  
(43) 공개일자 2008년08월26일

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0017271

(22) 출원일자 2007년02월21일

심사청구일자 2007년02월21일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

변정훈

충남 천안시 두정동 1221 두정e-편한세상 아파트  
105동201호

고병주

서울 은평구 신사1동 5-17 오대양파크맨션 302

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

장한특허법인

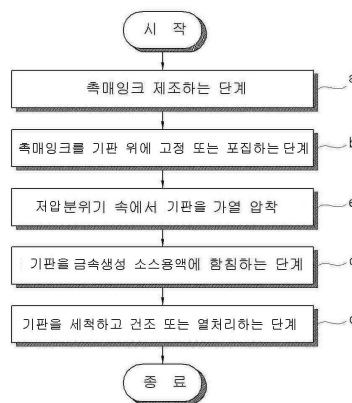
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 마이크로/나노 금속패터닝 방법

### (57) 요약

본 발명은 마이크로/나노 금속패터닝 방법에 관한 것으로서, 그 방법은, (a) 분산조절제, 점도조절제가 용해된 용매에 금속층 생성 개시를 유도하는 촉매입자를 주입하여 촉매입자의 분산도를 일정하게 유지시킨 촉매잉크를 제조하는 단계; (b) 상기 촉매잉크를 기판 위에 고정하는 단계; 및 (c) 상기 기판을 금속생성 소스용액에 함침하여 상기 기판 위에 고순도 및 고밀도 금속층이 형성되도록 하는 단계;를 포함하며, 상기의 방법에 따르면, 촉매의 패턴고정 또는 포집 후 금속생성 소스용액 내에서 금속층 생성이 마무리되는 연결 공정으로 제조할 수 있음에 따라 대면적 금속패터닝 공정수를 최소화하여 경제성과 친환경성을 증진시키고, 또한 공정의 고속화를 달성함에 따라 생산성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**박재홍**

서울 용산구 이태원동 200-5번지 국민주택 42호

**윤기영**

서울 강남구 개포동 주공아파트 317동 108호

**황정호**

서울 용산구 이촌동 411번지 동아그린아파트 105  
동1304호

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

(a) 분산조절제, 점도조절제가 용해된 용매에 금속층 생성 개시를 유도하는 촉매입자를 주입하여 촉매입자의 분산도를 일정하게 유지시킨 촉매잉크를 제조하는 단계;

(b) 상기 촉매잉크를 기판 위에 고정하는 단계; 및

(c) 상기 기판을 금속생성 소스용액에 함침하여 상기 기판 위에 고순도 및 고밀도 금속층이 형성되도록 하는 단계;를 포함하는 마이크로/나노 금속패터닝 방법.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 (b)단계와 상기 (c)단계 사이에,

저압 분위기 속에서 상기 기판을 가열압착하여 상기 촉매입자 외의 성분은 제거하고, 상기 촉매입자는 상기 기판 위에 견고하게 부착되도록 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로/나노 금속패터닝 방법.

### 청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 (b)단계에서,

전압을 인가한 전도성의 스프레이 노즐을 이용하여 스프레이(Spray) 방식으로 상기 촉매잉크를 상기 기판 위에 고정하는 것을 특징으로 하는 마이크로/나노 금속패터닝 방법.

## 명 세 서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <32> 본 발명은 마이크로/나노 금속패터닝 방법에 관한 것이다.
- <33> 일반적으로, 기판(Substrate) 위의 금속 패터닝 또는 배선 (Metal Patterning or Metal Wiring)은 Pt(Platinum), Pd(Palladium), Au(Gold), Ag(Silver) 등과 같은 전이금속(Transition Metal) 핵(Nuclei) 또는 금속생성 개시촉매(Metallization Initiating Catalysts)가 우선 패턴(Pre-pattern)된 후 이 전이금속 핵 부위가 금속생성 소스용액 (Metallization Bath)에 함침(Dipping)되어 그 주변으로 최종 고순도 및 고밀도 금속층이 생성된다.
- <34> 현재 전이금속 핵의 생성은 대부분 액상(Liquid Phase)화학공정에 의하며, 임계조건이 반드시 수반되어야 하는 공정들이며, 대부분 일회성 마스크(Disposable Mask)를 활용한 간접패터닝(Indirect Patterning)이어서 공정이 매우 복잡하고, 다수의 공정수반에 기인하여 많은 폐수 및 폐기물, 환경적으로 유해한 가스 등을 발생시키며, 비연속적이고 대면적 패터닝의 어려움, 장시간 소요, 고가의 장비 요구 등의 문제점을 안고 있다.
- <35> 현재 마이크로/나노 금속패터닝은 주로 리소그래피(Lithography) 또는 도금(Metal Deposition)을 사용하고 있으며, 이러한 기술들은 전술한 대로 많은 공정들이 특정 임계조건 하에서 수행되어야 하고, 공정 중에서 다수의 유해물질이 배출되며, 장시간 소요, 고가의 장비 요구 등의 문제를 야기하여 이의 대체 기술 개발이 모색되고 있는 상황이다.
- <36> 도금기술에서 기판 위에 금속층 생성 개시촉매를 부착하는 공정, 즉 촉매활성 공정 (Activation Process)은 기판 위에 금속층 생성을 수행하는데 가장 핵심적인 단위조작(Unit Operation)으로 현재 이 공정은 액상에서 주석예민화(Sn-Sensitization)와 전이금속 촉매화(Transition Metal-Catalyzation)의 연결공정 혹은 주석-전이금속 활성화(Sn-Transition Metal Activation) 동시공정으로 주로 수행되는데 액상이라는 특성으로 공정에서 다량의

폐수와 고가의 전이금속 성분의 손실이 발생한다.

<37> 또한, 주석(Sn) 성분은 액상에서 전이금속 이온을 전이금속으로 석출하기 위해 필요한 성분이나 최종 금속층 생성에는 기여하지 않기 때문에 전이금속 석출 이후 제거가 필요하며, 제거되지 않은 주석(Sn)은 금속층의 순도를 저하시키는 문제를 발생시킨다. 이에 보다 간단하고 친환경적인 촉매활성 공정에 대한 연구가 수행되어 최근 Organometal Seeding, Sputtering, Laser Ablation, UV Irradiation 및 플라즈마 표면처리 등의 공정이 개발되었으나, 이 또한 성공적인 촉매활성을 수행하기 위해 극저압, 고온 등의 임계적 환경이 요구되고, 대면적 금속층 생성에 부적합하며, 기존 공정보다 금속층 생성 특성이 뒤떨어지고 공정이 복잡해지며 다른 단위공정 간의 호환성이 저하되는 문제가 있다.

<38> 뿐만 아니라, 금속잉크 패터닝을 위해 제트(Jet) 방식의 분사/분무 기술을 사용했을 때 빈번히 발생하는 패턴결함의 개선은 주로 금속잉크의 특성제어 및 분무기구 개선에 치중되어 있으나 기술의 특성상 단선(Disconnection) 등의 문제의 완전한 해결을 위한 부가공정이 필요하다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<39> 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 촉매의 패턴고정 또는 포집 후 금속생성 소스용액 내에서 금속층 생성이 마무리되는 연결공정으로 제조할 수 있음에 따라 대면적 금속패터닝 공정수를 최소화하여 경제성과 친환경성을 증진시키고, 또한 공정의 고속화를 달성함에 따라 생산성을 향상시킬 수 있는 마이크로/나노 금속패터닝 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

### 발명의 구성 및 작용

<40> 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 마이크로/나노 금속패터닝 방법은, (a) 분산조절제, 점도조절제가 용해된 용매에 금속층 생성 개시를 유도하는 촉매입자를 주입하여 촉매입자의 분산도를 일정하게 유지시킨 촉매잉크를 제조하는 단계; (b) 상기 촉매잉크를 기판 위에 고정하는 단계; 및 (c) 상기 기판을 금속생성 소스용액에 침적하여 상기 기판 위에 고순도 및 고밀도 금속층이 형성되도록 하는 단계;를 포함한다.

<41> 상기에 있어서, 상기 (b)단계와 상기 (c)단계 사이에, 저압 분위기 속에서 상기 기판을 가열압착하여 상기 촉매입자 외의 성분은 제거하고, 상기 촉매입자는 상기 기판 위에 견고하게 부착되도록 하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

<42> 상기에 있어서, 상기 (b)단계에서, 전압을 인가한 전도성의 스프레이 노즐을 이용하여 스프레이(Spray) 방식으로 상기 촉매잉크를 상기 기판 위에 고정하는 것이 바람직하다.

<43> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면에 따라 설명하는데, 종래의 것과 동일한 참조부호를 부여하고 상세한 설명은 생략한다.

<44> 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 마이크로/나노 금속패터닝 방법을 도시한 순서도이고, 도 2는 본 발명에 따른 촉매잉크제조유닛 및 분사유닛을 개략적으로 도시한 개념도이며, 도 3은 본 발명에 따른 촉매잉크제조유닛의 다른 실시예를 도시한 개념도이고, 도 4는 본 발명에 따른 (b)단계의 일실시예를 도시한 개념도이며, 도 5는 본 발명에 따른 (b)단계의 일실시예를 도시한 개념도이고, 도 6은 본 발명에 따른 (b)단계의 일실시예를 도시한 개념도이며, 도 7은 본 발명에 따른 (b)단계의 일실시예를 도시한 개념도이고, 도 8은 본 발명에 따른 (b)단계의 일실시예를 도시한 개념도이며, 도 9는 본 발명에 따른 (b)단계의 일실시예를 도시한 개념도이고, 도 10a 내지 도 10d는 도 9의 촉매입자 공급방법에 관한 제1실시예 내지 제4실시예를 나타내는 개념도이며, 도 11은 본 발명에 따른 압착유닛의 실시예를 도시한 개념도이다.

<45> 도 1을 참조하여 설명하면, 본 실시예의 마이크로/나노 금속패터닝 방법은 다음과 같은 단계로 이루어진다.

<46> 먼저, 분산조절제, 점도조절제 등의 첨가제가 용해된 용매에 금속층 생성 개시를 유도하는 촉매입자(C)를 주입하여 촉매입자(C)의 분산도를 일정하게 유지시킨 촉매잉크(I)를 제조한다. (a 단계)

<47> 촉매잉크(I)를 제조하기 위한 촉매잉크제조유닛(10)은, 도 2에 도시한 바와 같이, 첨가제가 함유된 용매와 촉매입자(C)가 각각 투입되는 챔버(11)와, 챔버(11)의 일측에 마련되고 챔버(11) 내에 투입된 용매와 촉매입자(C)를 교반하기 위한 교반기(13)를 포함하여 구성된다.

<48> 본 실시예에서 용매는 정제수(Deionized Water ; DI Water), 알콜(Alcohol) 계통 또는 초순수 용매 등을 사용하였으며, 첨가제로 사용된 분산조절제(Surfactants or Dispersants)는 촉매입자(C)의 장시간 균분산을 유도하

고, 점도조절제(Viscosity Control Reagents)는 분사되는 스프레이 또는 제트의 안전성을 유도한다.

- <49> 본 실시예에서 촉매입자(C)는 Pd, Pt, Ag, Au 등의 전이 순금속 및 이들로 구성된 합금 또는 복합체 금속 등이 다양하게 사용될 수 있다.
- <50> 또한, 본 실시예에서 교반기는 초음파 발생기(13a)에서 발생하는 초음파를 이용하여 챔버(11) 내의 용매와 촉매입자(C)를 교반하는 초음파 교반기(13)이다.
- <51> 교반기의 다른 실시예를 도 3에 도시하였으며, 도 3에 도시한 교반기(14)는 자력 발생기(14a)와, 자력 발생기(14a)에 의해 자력을 인가받는 마그네틱 휠(14b)과, 챔버(11) 내에 마련되어 마그네틱 휠(14b)의 자력에 의해 회전하여 챔버(11) 내의 용매와 촉매입자(C)를 교반하는 마그네틱 바(14c)로 구성된 자력 교반기(14)이다. 이러한 실시예 이외에도 여러 가지 교반기가 사용될 수 있음은 물론이다.
- <52> 다음으로, 촉매잉크(I)를 기관 위에 분사한다. (b 단계) 기관은 최종 금속층 생성을 유도할 수 있는 Cu, Ni, Co, Au, Ag, Sn, Pd, Pt, Ru, Rh 등의 다양한 전이금속과 상기 금속이 이종 또는 다종으로 성장된 합금(Alloy) 또는 복합체(Composite) 금속 등이 될 수 있다.
- <53> 상기의 촉매잉크(I)를 기관 위에 분사하는 방법은 다음의 여러 가지 방법이 있다.
- <54> 첫째, 전압을 인가한 전도성의 스프레이 노즐(23)을 이용하여 스프레이(Spray) 방식으로 촉매잉크(I)를 기관 위에 분사하는 방법이 있다.
- <55> 촉매잉크(I)를 기관 위에 분사하기 위한 분사유닛(20)은, 도 2에 도시한 바와 같이, 챔버(11)와 연결되어 촉매잉크(I)를 이송하는 배관(21)과, 배관(21)의 일단에 마련되고 배관(21)으로부터 이송된 촉매잉크(I)를 기관(F) 위에 분사하는 전도성(Conductive)의 스프레이 노즐(23)과, 스프레이 노즐(23)과 연결되어 스프레이 노즐(23)에 전압을 공급하는 전압인가부(26)를 포함한다.
- <56> 상기에서, 분사유닛(20)에는, 배관(21)의 일측에 마련되어 스프레이 노즐(23)로 이송되는 촉매잉크(I)의 양을 조절하는 정량펌프(27)를 더 포함하는 것이 바람직하다. 정량펌프(27)는 실린지 펌프(Syringe Pump), 유량제어 튜브 연동식 펌프(Peristaltic Pump) 등이 될 수 있으며, 이와 같이 정량펌프(27)가 구비되면, 촉매잉크(I)의 공급량을 분당 0.001 $\mu$ l까지 적절하게 조절할 수 있다.
- <57> 배관(21)에는 촉매잉크(I)의 공급을 차단 또는 차단해제 하는 개폐밸브(28)가 부착되는 것이 바람직하다.
- <58> 이렇게 스프레이 노즐(23)로 촉매잉크(I)를 분사하면, 촉매잉크(I)를 기관(F) 위에 균일하게 분사할 수 있다.
- <59> 둘째, 도 4에 도시한 바와 같이, 기관(F)의 상부에는 홀(24a)이 형성된 패턴 마스크(24)가 마련되어 있고, 전압을 인가한 전도성의 스프레이 노즐(23)을 이용하여 스프레이(Spray) 방식으로 촉매잉크(I)를 기관(F) 위에 분사하는 방법이 있다.
- <60> 이때, 패턴 마스크(24)에 형성되는 홀(24a)은 기관(F) 위에 촉매잉크(I)를 분사하고자 하는 부분의 형상과 같도록 형성된다.
- <61> 스프레이 노즐(23)로 촉매잉크(I)를 기관(F) 위에 분사하면, 촉매잉크(I)가 홀(24a)을 통과하여 기관(F) 위에 분사되고, 이후 패턴 마스크(24)를 제거하면 기관(F)위에 홀(24a)의 형상과 같이 패터닝된 촉매잉크(I)가 형성된다.
- <62> 셋째, 도 5에 도시한 바와 같이, 전압을 인가한 전도성의 제트 노즐(25)을 사용하여 제트 노즐(25)을 특정한 패턴대로 이동시켜 분사하는 방식으로 촉매잉크(I)를 기관(F) 위에 분사하는 방법이 있다.
- <63> 제트 노즐(25)을 특정한 패턴대로 이동되도록 프로그래밍 또는 매뉴얼로 구동시키며, 이 방식의 경우 수 나노미터에서 수십 마이크로미터로 선폭을 패턴 마스크(24) 없이도 다양하게 하여 촉매잉크(I)를 분사할 수 있다.
- <64> 상기와 같은 제트 노즐(25)에 의해 촉매잉크(I)를 분사하면, 촉매잉크(I)가 기관(F)위에 특정한 패턴을 이루며 분사된다.
- <65> 넷째, 도 6에 도시한 바와 같이, 촉매잉크(I)를 이온대전기(Charger)(40)로 전기적으로 대전하고, 기관(F) 위에 패턴 형상으로 전기장을 걸어주어 전기장이 형성된 기관(F)의 부분에만 촉매입자(C)가 부착되도록 하는 방법이 있다.
- <66> 다섯째, 도 7에 도시한 바와 같이, 촉매잉크(I)를 마이크로나 나노 패턴(51)이 형성된 스탬프(50)에 묻혀 기관

(F)위에 찍어내는 방법이 있다.

- <67> 여섯째, 도 8에 도시한 바와 같이, 딥 펜 나노리소그래피(Dip pen nanolithography; DPN) 방식이 있다.
- <68> 딥 펜 나노리소그래피(DPN) 방식은 원자현미경(Atomic Force Microscope ; AFM)을 이용하여 촉매잉크(I)를 기관(F) 위에 원자나 분자 크기의 미세 패턴으로 형성하는 방법이다.
- <69> 즉, 원자현미경의 미세 팁(T)을 펜촉처럼 사용하여 패턴하고자 하는 촉매잉크(I)를 찍어 바르듯이 기관(F) 위에 패턴대로 쓰거나 팁(T) 자체에 촉매잉크(I)를 공급해주어 기관(F) 위에 패턴을 이루도록 쓰게 되면, 촉매입자(C)들은 기관(F) 표면 위에서 자기조립을 하여 박막을 이루는 현상이 생긴다.
- <70> 다시 말하면, 팁(T)을 기관(F) 표면에 접근시키면 공기 중의 물이 팁(T)과 기관(F) 사이에 메니스커스(Meniscus)(M)를 이루면서 응축되고, 촉매입자(C)들은 팁(T)으로부터 메니스커스(M)를 통하여 기관(F) 표면으로 이동하면서 자기조립 박막을 이루게 되는 것이다.
- <71> 일곱째, 도 9에 도시한 바와 같이, 기관(F)의 상부에는 홀(61a)이 형성된 금형 패턴 마스크(61)가 마련되어 있고, 촉매입자 발생부(60)에서 공급되는 촉매입자(C)가 기관(F) 위에 고정 또는 포집되는 방법이 있다.
- <72> 이때, 금형 패턴 마스크(61)에 형성되는 홀(61a)은 기관(F) 위에 촉매입자(C)를 고정하고자 하는 부분의 형상과 같도록 형성된다.
- <73> 촉매입자 발생부(60)에서 촉매입자(C)를 기관(F) 위에 공급하면, 촉매입자(C)가 홀(61a)을 통과하여 기관(F) 위에 고정 또는 포집되고, 이후 금형 패턴 마스크(61)를 제거하면 기관(F) 위에 홀(61a)의 형상과 같이 패턴닝된 촉매입자(C)가 고정된다.
- <74> 이때, 금형 패턴 마스크(61)에는 가열유닛(63)을 연결하고, 기관(F)에는 감열유닛(62)을 연결하여 공급되는 촉매입자(C)가 금형 패턴 마스크(61) 등의 표면에 부착되는 손실 없이 열영동(Thermophoresis) 현상에 의해 원하는 기관(F) 위에만 고정 또는 포집되도록 할 수 있다.
- <75> 상기와 같은 기관(F)의 상부에 금형 패턴 마스크(61)가 마련되어 있고, 촉매입자 발생부(60)에서 공급되는 촉매입자(C)가 기관(F) 위에 고정되도록 하는 방법에서, 촉매입자(C)가 공급되는 촉매입자 공급방법에는 다음의 네 가지 실시예가 사용될 수 있다.
- <76> 먼저, 촉매입자 공급방법의 제1실시예가 도 10a에 도시되어 있으며, 제1실시예는 금속전극(70)의 고전압 인가를 이용한 촉매입자 생성 방법에 관한 것이다.
- <77> 먼저, 금속으로 이루어진 양 금속전극(70)에 고전압이 인가되어 스파크(71)가 발생되고, 상기 스파크(71)로 발생하는 고열에 의해 상기 금속전극(70)의 금속성분이 기화 후 응축되어 촉매나노입자(C)로 형성된다.
- <78> 여기서, 상기 양 금속전극(70) 간의 간격은 0.5mm 내지 10mm 범위의 수 밀리미터(mm) 단위일 수 있다. 예를 들어 금속전극(70) 간 간격이 1mm 인 경우 2.5kV 내지 3kV의 고전압 인가시 5000℃ 내외의 고열이 발생되면서 상기 금속전극(70)의 금속성분이 기화되어 촉매나노입자(C)로 형성될 수 있다.
- <79> 그리고, 상기 기화된 촉매나노입자(C)는 상기 스파크(71) 발생지점에 비해 온도가 낮은 스파크 외부영역으로 이동되는 동안의 급격히 낮아진 환경온도에 의해 냉각되어 응축될 수 있다. 또한, 인가되는 고전압 전원은 직류 또는 교류일 수 있고, 교류인 경우 사각파, 삼각파, 오프셋 조절 등의 상기 전원 적용예는 보다 다양할 수 있다.
- <80> 다음으로, 상기 양 금속전극(70) 사이에 비활성기체 또는 질소(N<sub>2</sub>)를 공급한다. 여기서, 상기 비활성기체 또는 질소는 주변의 다른 원소 등과의 화학 반응성이 낮은 안정적인 물질로서 추후 촉매나노입자(C)를 안정적으로 이동시킬 수 있다.
- <81> 이후에는, 상기 공급된 비활성기체 또는 질소의 흐름을 따라 촉매나노입자(C)가 이동되고 이동되는 과정 중에 촉매나노입자(C)가 서로 충돌되면서 응집될 수 있다.
- <82> 촉매나노입자(C)의 크기는 예를 들어, 1차적으로 기화되어 10nm 내외로 형성될 수 있고, 입자 간의 충돌에 의해 응집이 이루어짐에 따라 상기 1차 크기보다 큰 크기의 입자로 형성될 수 있다.
- <83> 한편, 촉매입자 공급방법의 제2실시예로서, 도 10b에 도시되어 있으며, 제2실시예는 금속 원재료(81)를 고열로 가열하는 방식이다.



- <84> 먼저, 고온로(80) 내부에 주입된 금속 원재료(81)를 가열함에 따라 상기 금속 원재료(81)의 금속성분이 기화된 후 응축되어 촉매나노입자(C)로 형성된다. 여기서, 상기 금속 원재료(81)가 기화되는 가열온도는 1000℃ 내지 2000℃ 범위일 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- <85> 그리고, 상기 고온로(80) 내부로 비활성기체 또는 질소(N<sub>2</sub>)를 공급한다.
- <86> 이후, 상기 공급된 비활성기체 또는 질소의 흐름을 따라 촉매나노입자(C)가 상기 고온로(80) 외부로 이동되고 상기 이동되는 과정에서 상기 촉매나노입자(C)가 서로 충돌 및 응집된다. 응집 전의 1차 촉매나노입자(C)의 생성은 상기 고온로(80) 내부의 높은 온도와 외부의 낮은 온도 간 차이에 의해서 발생된다.
- <87> 한편, 도 10c는 촉매입자 생성방법의 제3실시예로서, 이온상태의 금속시약액(91)을 이용한 나노입자 생성 방법이다.
- <88> 먼저, 이온상태의 금속시약액(91)을 액체용매(90)에 주입한 후 금속액체로 희석하여 분무한다.
- <89> 예를 들어, 상기 금속시약액은 팔라듐, 백금, 금, 은 등의 시약액 즉, PdCl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub>, KAu(CN)<sub>2</sub>, AgNO<sub>3</sub> 등일 수 있으며, 상기 팔라듐, 백금, 금, 은 시약액 상의 금속 Pd, Pt, Au, Ag는 Pd<sup>2+</sup>, Pt<sup>4+</sup>, Au<sup>3+</sup>, Ag<sup>+</sup>의 이온상태로 존재할 수 있다.
- <90> 그리고, 상기 액체용매(90)는 휘발성 있는 물, 알코올, 물과 알코올의 혼합 등일 수 있으며, 이러한 상기 액체용매(90)에는 상기 금속시약액(91)의 뭉침 방지를 위한 즉, 분산촉진을 위한 폴리비닐알코올(PVA), 폴리피롤리돈(PVP), 폴리아닐린(PA) 등의 분산촉진제가 더 주입될 수 있다.
- <91> 그런 다음, 상기 분무되는 금속액체가, 미리 공급된 비활성기체 또는 질소에 의해 히팅튜브(92)를 통과하며 통과되는 과정에서 기화된 후 히팅튜브(92) 외부의 낮은 온도에 의해 응축되면서 촉매나노입자(C)로 형성된다. 즉, 상기 분무되는 금속액체는, 예를 들어 50℃ 내지 150℃의 히팅튜브(92)를 통과하는 과정에서 기화된 후 히팅튜브(92) 외부의 낮은 온도(상온)에 의해 응축되면서 촉매나노입자(C)로 형성될 수 있다.
- <92> 이후, 상기 공급된 비활성기체 또는 질소의 흐름을 따라 촉매나노입자(C)가 이동되고 상기 이동되는 과정에서 상기 촉매나노입자(C)가 서로 충돌 및 응집된다.
- <93> 마지막으로, 도 10d는 촉매입자 생성방법의 제4실시예, 즉 금속분말을 이용한 에어로졸 나노입자 생성 방식이다.
- <94> 먼저 나노입자로 이루어진 금속분말(93)을 액체용매(90)에 주입한 후 금속액체로 희석하여 분무한다.
- <95> 다음으로, 상기 분무되는 금속액체가, 미리 공급된 공기, 비활성기체 또는 질소에 의해 히팅튜브(92)를 통과하는 과정에서 액체성분이 기화되어 순 금속입자만이 부유하게 되면서 촉매나노입자(C)로 형성된다.
- <96> 즉, 상기 분무되는 금속액체는, 예를 들어 50℃ 내지 150℃의 히팅튜브(92)를 통과하는 과정에서 액체성분이 기화되어 순 금속입자만이 부유하게 되면서 촉매나노입자(C)로 형성될 수 있다.
- <97> 여기서도, 상기 액체용매(90)는 휘발성 있는 물, 알코올 등일 수 있고, 상기 액체용매(90)에는 상기 금속분말(93)의 분산촉진을 위한 폴리비닐알코올(PVA), 폴리피롤리돈(PVP), 폴리아닐린(PA)과 같은 분산촉진제가 더 주입될 수 있다.
- <98> 이후, 상기 공급된 공기, 비활성기체 또는 질소의 흐름을 따라 촉매나노입자(C)가 이동되고 상기 이동되는 과정에서 상기 금속 에어로졸 나노입자가 서로 충돌 및 응집된다.
- <99> 물론 이상과 같은 도 10b 내지 도 10s의 제2실시예 내지 제4실시예의 경우에 있어서도, 응집되는 촉매나노입자(C)의 크기는 앞서 제1실시예에서와 설명한 바와 같은 원리 즉, 상기 공급되는 비활성기체 또는 질소의 유량 또는 유속에 따라 수 나노미터 단위에서 수백 나노미터 단위의 광범위한 입경으로 조절될 수 있다.
- <100> 상기와 같은 일곱 가지 방법 이외에도 다공성 기판을 이용한 단순여과(Filtering Fixation; 충돌, 차단, 확산 메커니즘 포함), 온도차에 의한 기판으로의 부착(Thermophoretic Fixation), 촉매입자(C)에 정전기 혹은 정자기를 준 후 전기장 또는 자기장을 이용해 기판(F)으로 부착(Electrostatic Fixation)하는 경우 및 촉매입자(C) 또는 기판(F) 위에 고점도 바인더(Binder)를 코팅한 후 촉매입자(C)가 기판(F)상에 충돌하게 하여 부착하는 등의 방법 등이 사용될 수 있다.

- <101> (b) 단계 이후 저압 분위기 속에서 기관(F)을 가열압착하는 것이 바람직하다.
- <102> 기관(F)을 압착하는 압착유닛(30)은, 도 11에 도시한 바와 같이, 촉매잉크(I)가 분사된 기관(F)을 가열압착하여 촉매입자(C)를 견고하게 부착하는 압착롤러(31)를 포함한다.
- <103> 압착유닛(30)의 압착롤러(31)를 통과하기 전에 촉매잉크(I)에 첨가된 첨가제 인 분산조절제와 점도조절제를 제거하기 위하여 저압 분위기 속에서 압착롤러(31)의 고열을 이용해 휘발시켜 분산조절제와 점도조절제를 제거하며, 이와 동시에 촉매입자(C)가 기관(F)위에 더욱 견고하게 부착된다. 또한, 다음 단계에서 최종 금속층의 성장을 일정하게 유지시킬 수 있다.
- <104> 본 명세서의 도면에서는 도시하지 않았지만, 분사유닛(20)에서 압착유닛(30)으로의 기관(F)의 이동은 벨트, 롤러, 체인과 같은 컨베이어(미도시)를 이용하여 용이하게 기관(F)을 이송시킬 수 있다.
- <105> 다음으로, 도 2에 도시한 바와 같이, 촉매잉크(I)가 분사된 기관(F')을 금속생성 소스용액(P)에 일정시간 함침하여 기관(F')에 원하는 금속층이 고순도 및 고밀도로 형성되도록 한다. (c 단계)
- <106> 금속생성 소스용액(P)의 금속이온농도, 함침시간 및 반응온도 등의 조절에 의해 최종 금속층의 두께, 금속입자의 결정크기, 금속층의 기관(F)위 부착강도 등과 같은 금속층 생성특성을 제어할 수 있다.
- <107> 이렇게 촉매잉크(I)가 분사된 기관(F')을 금속생성 소스용액(P)에 함침하면, 패턴된 촉매입자(C) 위로 최종 금속층이 성장한다.
- <108> 여기서 생성되는 기관(F)위에 성장되는 금속층이 기관(F)에 부착되는 촉매입자(C)의 양 또는 금속생성 소스용액의 조건(반응시간, 금속이온과 기타 성분의 농도 및 반응온도 등)의 조절을 통해 선 및 평면 뿐만 아니라 용적을 갖는 3차원 형상으로도 구현할 수 있다.
- <109> 마지막으로, 금속층이 형성된 기관(F)을 세척하고 건조 또는 열처리한다. (d 단계)
- <110> 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당기술분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 또는 변형하여 실시할 수 있다

### 발명의 효과

- <111> 이상에서 설명한 바와 같은 본 발명의 마이크로/나노 금속패터닝 방법에 따르면, 다음과 같은 효과가 있다.
- <112> 첫째, 촉매잉크를 제조하여 기관 위에 고정시킨 후 금속생성 소스용액에 함침하여 기관 위에 고순도 및 고밀도 금속층이 형성되도록 함으로써, 촉매의 패턴고정 또는 포집 후 금속생성 소스용액 내에서 금속층 생성이 마무리되는 연결 공정으로 제조할 수 있음에 따라 대면적 금속패터닝 공정수를 최소화하여 경제성과 친환경성을 증진시키고, 또한 공정의 고속화를 달성함에 따라 생산성을 향상시킬 수 있다.
- <113> 둘째, 기존의 복잡하고 제한된 조건에서의 금속패터닝 공정을 간단하고, 상압상온(Ordinary Condition) 조건에서 완벽히 구현할 수 있어 경제성이 있으며, 대면적 구현으로 생산성이 증대될 수 있다. 뿐만 아니라 고가의 전이금속 촉매의 손실을 최소화할 수 있다.
- <114> 셋째, 금속패터닝 공정에서 폐수, 폐기물과 같은 유해성분의 배출이 극히 적으므로 친환경적이고, 생산 공정에 대한 인식개선 및 국민건강증진에 기여할 수 있다.
- <115> 넷째, 촉매로 적용할 수 있는 전이금속이 다양하여 순수금속뿐만 아니라 합금 및 금속 복합체까지 두루 적용할 수 있다.
- <116> 다섯째, 금속패터닝의 크기, 형상 등의 특성제어가 용이하여 금속패터닝 속도 및 양산화를 위한 안정성 등이 확보된다.

### 도면의 간단한 설명

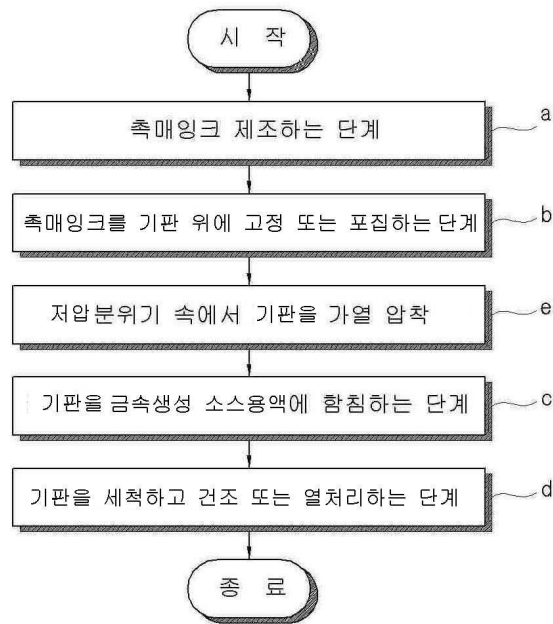
- <1> 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 마이크로/나노 금속패터닝 방법을 도시한 순서도.
- <2> 도 2는 본 발명에 따른 촉매잉크제조유닛 및 분사유닛을 개략적으로 도시한 개념도.
- <3> 도 3은 본 발명에 따른 촉매잉크제조유닛의 다른 실시예를 도시한 개념도.



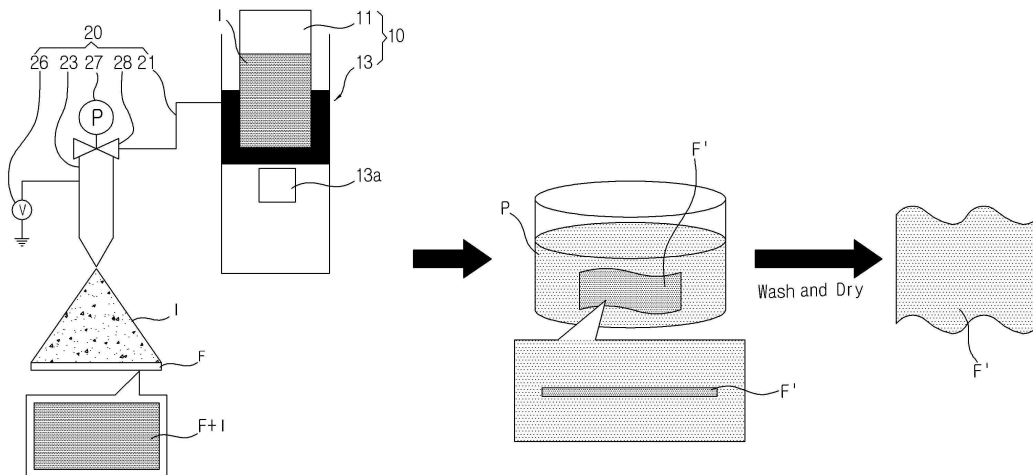
- <4> 도 4는 본 발명에 따른 (b)단계의 일실시예를 도시한 개념도.
- <5> 도 5는 본 발명에 따른 (b)단계의 일실시예를 도시한 개념도.
- <6> 도 6은 본 발명에 따른 (b)단계의 일실시예를 도시한 개념도.
- <7> 도 7은 본 발명에 따른 (b)단계의 일실시예를 도시한 개념도.
- <8> 도 8은 본 발명에 따른 (b)단계의 일실시예를 도시한 개념도.
- <9> 도 9는 본 발명에 따른 (b)단계의 일실시예를 도시한 개념도.
- <10> 도 10a 내지 도 10d는 도 9의 촉매입자 공급방법에 관한 제1실시예 내지 제4실시예를 나타내는 개념도.
- <11> 도 11은 본 발명에 따른 압착유닛의 실시예를 도시한 개념도.
- <12> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- <13> 10 : 촉매잉크제조유닛                      11 : 챔버
- <14> 13 : 초음파 교반기                      13a : 초음파 발생기
- <15> 14 : 자력 교반기                      14a : 자력 발생기
- <16> 14b : 마그네틱 휠                      14c : 마그네틱 바
- <17> 20 : 분사유닛                      21 : 배관
- <18> 23 : 스프레이 노즐                      24 : 패턴 마스크
- <19> 24a : 홀                      25 : 제트 노즐
- <20> 26 : 전압인가부                      27 : 정량펌프
- <21> 28 : 개폐밸브                      30 : 압착유닛
- <22> 31 : 압착롤러                      C : 촉매입자
- <23> 40 : 이온대전기                      50 : 스탬프
- <24> 60: 촉매입자 발생부                      61: 금형 패턴 마스크
- <25> 62 : 감열유닛                      63: 가열유닛
- <26> 70 : 금속전극                      71 : 스파크
- <27> 80 : 고온로                      81 : 금속 원재료
- <28> 90 : 액체용매                      91 : 금속시약액
- <29> 92 : 히팅튜브                      93 : 금속분말
- <30> F : 기관                      I : 촉매잉크
- <31> P : 금속생성 소스용액

도면

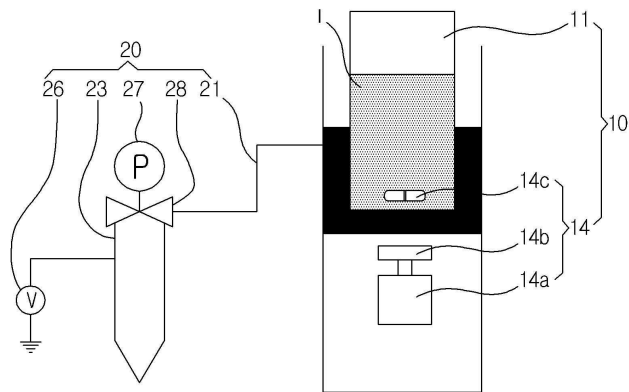
도면1



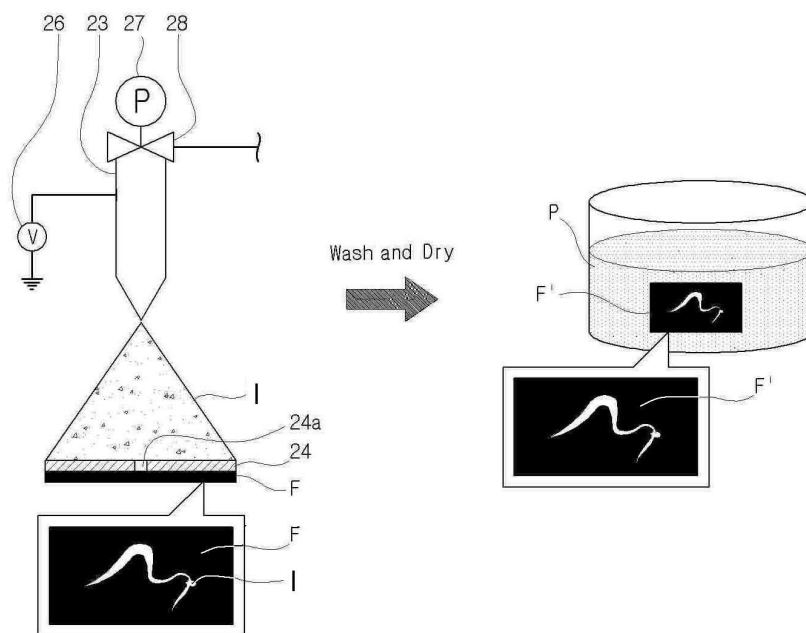
도면2



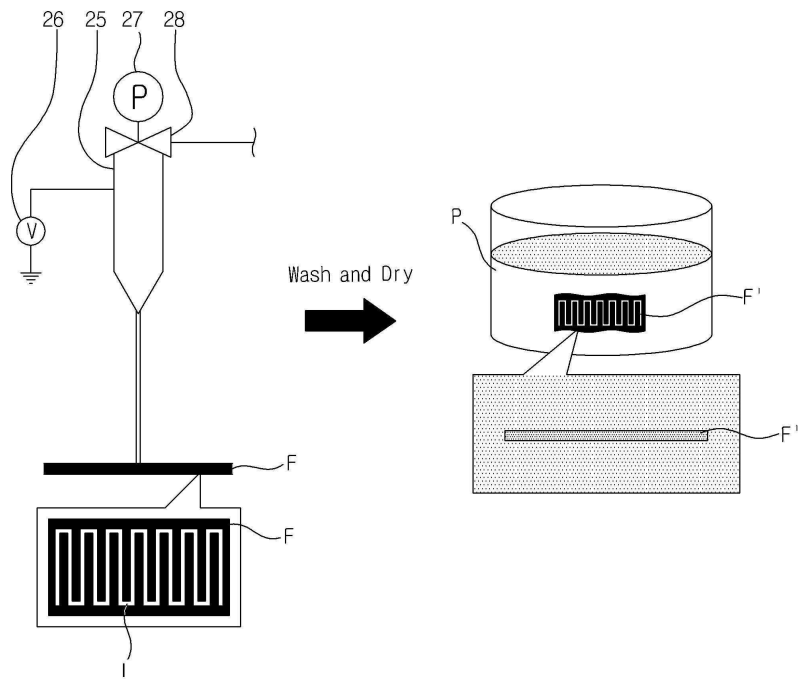
도면3



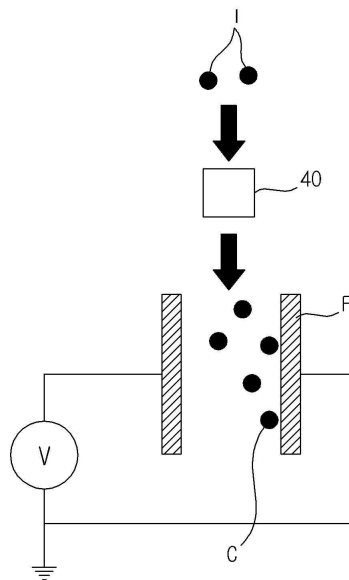
도면4



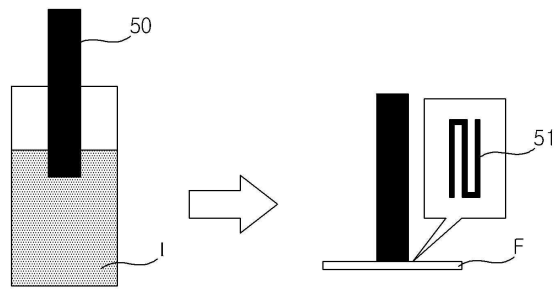
도면5



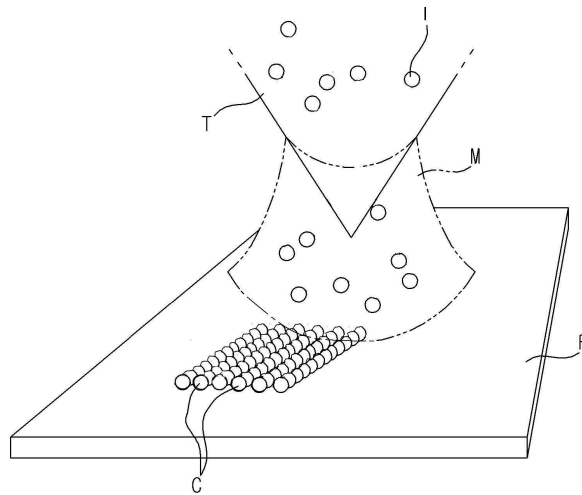
도면6



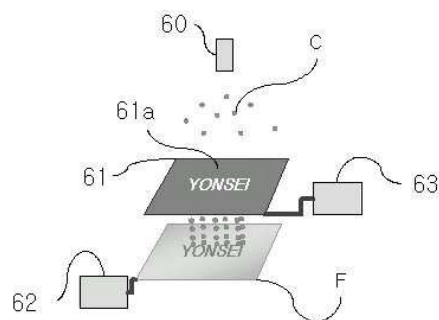
도면7



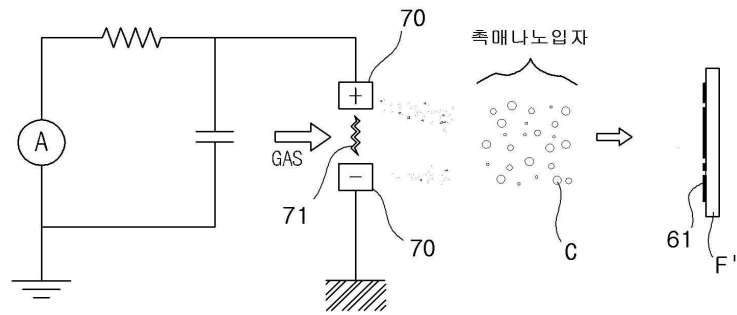
도면8



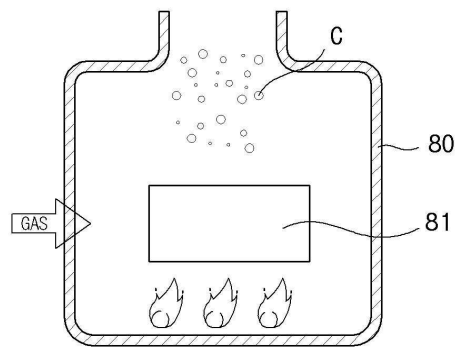
도면9



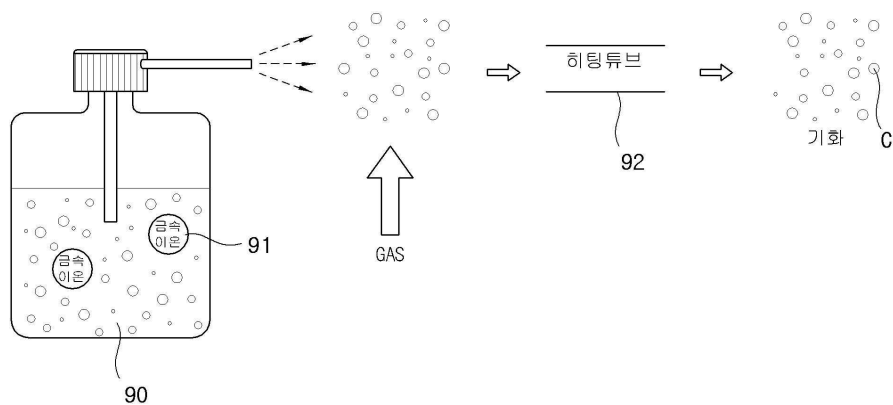
도면10a



도면10b

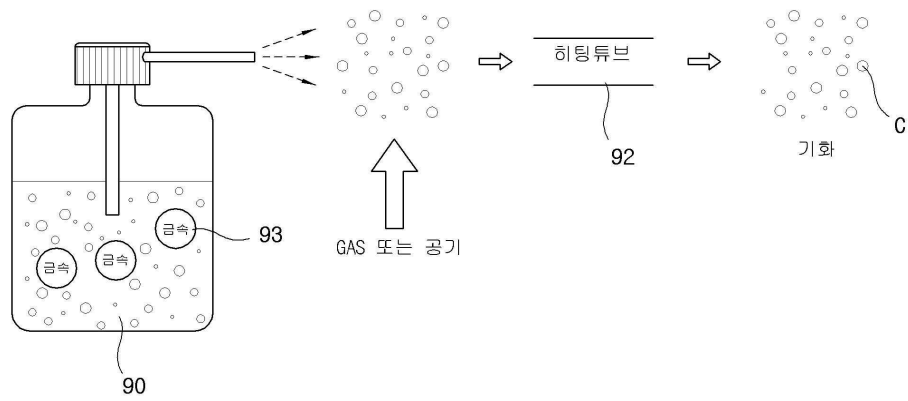


도면10c





도면10d



도면11

