

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2013-0142167 (43) 공개일자 2013년12월27일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) <i>B22F 9/24</i> (2006.01) <i>C22C 1/04</i> (2006.01) <i>C22C 5/06</i> (2006.01) <i>B22F 1/00</i> (2006.01)		(71) 출원인 케어스트림 헬스 인코포레이티드 미국 뉴욕주 14608 로체스터 베로나 스트리트 150
(21) 출원번호 10-2013-7017266		(72) 발명자 휘트콤브 데이비드 알 미국 뉴욕주 14608 로체스터 베로나 스트리트 150 패튼트 리갈 스탭프
(22) 출원일자(국제) 2011년11월05일 심사청구일자 없음		램스덴 윌리엄 디 미국 뉴욕주 14608 로체스터 베로나 스트리트 150 패튼트 리갈 스탭프
(85) 번역문제출일자 2013년07월02일		런치 도린 씨 미국 뉴욕주 14608 로체스터 베로나 스트리트 150 패튼트 리갈 스탭프
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/059473		
(87) 국제공개번호 WO 2012/078273 국제공개일자 2012년06월14일		
(30) 우선권주장 13/289,065 2011년11월04일 미국(US) (뒷면에 계속)		(74) 대리인 제일특허법인

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **나노와이어 제조 방법, 조성물 및 물품**

(57) 요약

나노물질 제조방법, 조성물 및 물품이 기술되고 청구된다. 이러한 방법은 종래 방법에 비해 개선된 형태를 갖는 나노물질을 제공할 수 있다. 이러한 물질은 전자 적용에서 유용하다.

(30) 우선권주장

61/421,294	2010년12월09일	미국(US)
61/423,744	2010년12월16일	미국(US)
61/488,824	2011년05월23일	미국(US)
61/488,834	2011년05월23일	미국(US)
61/488,840	2011년05월23일	미국(US)
61/488,880	2011년05월23일	미국(US)
61/488,945	2011년05월23일	미국(US)
61/488,977	2011년05월23일	미국(US)
61/488,983	2011년05월23일	미국(US)
61/494,072	2011년06월07일	미국(US)
61/522,741	2011년08월12일	미국(US)
61/523,977	2011년08월16일	미국(US)
61/523,987	2011년08월16일	미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

적어도 하나의 제1환원성 금속 이온, 및 IUPAC 3족, IUPAC 4족, IUPAC 5족, IUPAC 6족 또는 IUPAC 7족으로부터의 적어도 하나의 원소 또는 원소의 이온을 포함하는 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온을 포함하되, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온은 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온과는 원자 번호가 상이한 것인, 적어도 하나의 조성물을 제공하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 적어도 하나의 제1금속으로 환원시키는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온은 적어도 하나의 주화 금속 이온(coinage metal ion), IUPAC 11족으로부터의 원소의 적어도 하나의 이온 또는 적어도 하나의 은 이온 중 하나 이상을 포함하는 것인, 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 조성물은 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 금속 옥사이드 화합물을 포함하는 것인, 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 옥사이드 화합물은 금속 옥사이드 할라이드 화합물 또는 전이 금속 옥사이드 화합물 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온은 +4 또는 그 초과 산화 상태를 갖는 것인, 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온은 IUPAC 3족으로부터의 적어도 하나의 원소 또는 원소의 이온을 포함하는 것인, 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온은 IUPAC 4족으로부터의 적어도 하나의 원소 또는 원소의 이온을 포함하는 것인, 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온은 IUPAC 5족으로부터의 적어도 하나의 원소 또는 원소의 이온을 포함하는 것인, 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온은 IUPAC 6족으로부터의 적어도 하나의 원소 또는 원소의 이온을 포함하는 것인, 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온은 IUPAC 7족으로부터의 적어도 하나의 원소 또는 원소의 이온을 포함하는 것인, 방법.

청구항 11

제1항의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속.

청구항 12

제1항의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속을 포함하는 적어도 하나의 금속 나노와이어(metal nanowire).

청구항 13

제12항에 있어서, 약 50 내지 약 10,000의 종횡비(aspect ratio)를 포함하는, 적어도 하나의 금속 나노와이어.

청구항 14

제12항에 있어서, 약 10nm 내지 약 300nm의 평균 직경을 포함하는, 적어도 하나의 금속 나노와이어.

청구항 15

제12항에 있어서, 약 25nm 내지 약 60nm의 평균 직경을 포함하는, 적어도 하나의 금속 나노와이어.

청구항 16

제12항에 있어서, 약 60nm 내지 약 140nm의 평균 직경을 포함하는, 적어도 하나의 금속 나노와이어.

청구항 17

제12항에 있어서, 약 140nm 내지 약 260nm의 평균 직경을 포함하는, 적어도 하나의 금속 나노와이어.

청구항 18

제12항에 있어서, 적어도 하나의 은 나노와이어를 포함하는, 적어도 하나의 금속 나노와이어.

청구항 19

제1항의 방법에 따라 형성된 상기 적어도 하나의 제1금속을 포함하는 물품.

청구항 20

제19항에 있어서, 전자 디스플레이, 터치 스크린, 휴대 전화기(portable telephone), 셀방식 전화기(cellular telephone), 컴퓨터 디스플레이, 랩탑 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 구매시점 키오스크(point-of-purchase kiosk), 뮤직 플레이어, 텔레비전, 전자 게임, 전자 북 리더(electronic book reader), 투명 전극, 태양 전지, 발광 다이오드, 전자 장치, 의료 영상 장치 또는 의료 영상 매체 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 물품.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 나노와이어를 제조하는 방법, 나노와이어 함유 조성물 및 이로부터 제조된 물품에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 은 나노와이어(10 내지 200의 종횡비)의 일반적인 제조법은 공지되어 있다[참조예: *Angew. Chem. Int. Ed.* **2009**, 48, 60, Y. Xia, Y. Xiong, B. Lim, S. E. Skrabalak(전체가 본원에 참조로 인용됨)]. 그러한 제조법은 전형적으로 Fe^{2+} 또는 Cu^{2+} 이온을 사용하여 다른 형태에 대한 와이어 형성에 "촉매작용을 한다(catalyze)". 그러나, 요망되는 길이 및 폭을 지니도록 나노와이어의 제조를 조절하는 것은 공지되어 있지 않다. 예를 들어, Fe^{2+} 는 매우 다양한 길이 또는 두께로 생성시키고, Cu^{2+} 는 다수 적용에 대하여 너무 두꺼운 와이어를 생성시킨다.

[0003] 와이어 형성에 촉매작용을 하는데 사용되는 금속 이온은 일반적으로 주로 금속 할라이드 염으로서, 통상, 금속 클로라이드, 예를 들어, $FeCl_2$ 또는 $CuCl_2$ 로서 제공되는 것으로 기록되어 있다. 예를 들어, 문헌[J. Jiu, K. Murai, D. Kim, K. Kim, K. Suganuma, *Mat. Chem. & Phys.*, **2009**, 114, 333]에는 $NaCl$, $CoCl_2$, $CuCl_2$, $NiCl_2$

및 ZnCl_2 이 나타나 있고; 일본 특허 출원 공개 번호 JP2009155674호에는 SnCl_4 가 기재되어 있고; 문헌[S. Nandikonda, "Microwave Assisted Synthesis of Silver Nanorods," M.S. Thesis, Auburn University, August 9, 2010]에는 NaCl , KCl , MgCl_2 , CaCl_2 , MnCl_2 , CuCl_2 및 FeCl_3 가 표시되어 있고; 문헌[S. Nandikonda and E. W. Davis, "Effects of Salt Selection on the Rapid Synthesis of Silver Nanowires," Abstract INOR-299, 240th ACS National Meeting, Boston, MA, August 22-27, 2010]에는 NaCl , KCl , MgCl_2 , CaCl_2 , MnCl_2 , CuCl_2 , FeCl_3 , Na_2S 및 NaI 가 개시되어 있고; 중국 특허 출원 공개 번호 CN101934377호에는 Mn^{2+} 가 개시되어 있고; 문헌[Y. C. Lu, K. S. Chou, *Nanotech.*, **2010**, *21*, 215707]에는 Pd^{2+} 이 개시되어 있으며; 중국 특허 출원 공개 번호 CN102029400호에는 NaCl , MnCl_2 및 Na_2S 가 개시되어 있다.

발명의 내용

- [0004] 본 발명의 적어도 일부 구체예는 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온, 및 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 조성물을 제공하는 단계; 및 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 적어도 하나의 제1금속으로 환원시키는 단계를 포함하는 방법으로서, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온이 IUPAC 3족, IUPAC 4족, IUPAC 5족, IUPAC 6족 또는 IUPAC 7족 중 적어도 하나의 원소 또는 원소의 이온을 포함하며 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온과는 원자 번호가 상이한 방법을 제공한다.
- [0005] 적어도 일부 경우에, 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온은, 예를 들어, 적어도 하나의 주화 금속 이온(coinage metal ion), IUPAC 11족의 적어도 하나의 원소의 이온 또는 적어도 하나의 은 이온 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0006] 적어도 일부 구체예에서, 적어도 하나의 조성물 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 금속 옥사이드 화합물을 포함할 수 있다. 그러한 금속 옥사이드 화합물은, 예를 들어, 금속 옥사이드 할라이드 화합물 또는 전이 금속 옥사이드 화합물 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 적어도 일부 구체예에서, 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온은 +4 또는 그 초과 산화 상태를 포함할 수 있다.
- [0007] 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온은, 몇몇 경우에, IUPAC 3족의 적어도 하나의 원소 또는 원소의 이온, IUPAC 4족의 적어도 하나의 원소, 또는 IUPAC 5족의 적어도 하나의 원소 또는 원소의 이온, 또는 IUPAC 6족의 적어도 하나의 원소 또는 원소의 이온, 또는 IUPAC 7족의 적어도 하나의 원소 또는 원소의 이온을 포함할 수 있다. 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온은, 다른 경우에, IUPAC 4, 5, 6 또는 7족 중 하나 이상의 원소 또는 원소의 이온을 포함할 수 있다.
- [0008] 다른 구체예는 그러한 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속을 제공한다.
- [0009] 추가의 다른 구체예는 그러한 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속을 포함하는 금속 나노와이어를 제공한다. 일부 구체예에서, 그러한 나노와이어는, 예를 들어, 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 포함할 수 있다. 그러한 나노와이어는, 예를 들어, 약 10nm 내지 약 300nm, 또는 약 25nm 내지 약 60nm, 또는 약 60nm 내지 약 140nm, 또는 약 140nm 내지 약 260nm의 평균 직경을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 그러한 금속 나노와이어는 적어도 하나의 은 나노와이어를 포함할 수 있다.
- [0010] 추가의 또 다른 구체예는 그러한 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속을 포함하는 물품을 제공한다. 그러한 물품은, 예를 들어, 전자 디스플레이, 터치 스크린, 휴대 전화기, 셀방식 전화기, 컴퓨터 디스플레이, 랩탑 컴퓨터(laptop computer), 태블릿 컴퓨터(tablet computer), 구매시점 키오스크(point-of-purchase kiosk), 뮤직 플레이어, 텔레비전, 전자 게임, 전자 북 리더(electronic book reader), 투명 전극, 태양 전지, 발광 다이오드(light emitting diode), 전자 장치, 의료 영상 장치(medical imaging device) 또는 의료 영상 매체(medical imaging medium) 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0011] 이러한 구체예 및 다른 변형 및 변화는 하기 도면의 간단한 설명, 상세한 설명, 대표적인 구체예, 실시예, 도면 및 특허청구범위로부터 더 잘 이해될 수 있다. 제시된 어떠한 구체예는 예시적인 실시예에 의해서만 주어진다. 본질적으로 달성되는 다른 요망되는 목적 및 이점이 발생하거나 당업자에게 분명하게 될 수 있다. 본 발명은 첨부된 특허청구범위에 의해 정의된다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 실시예 1의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 2는 실시예 1의 은 나노와이어 생성물의 주사 전자 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 3은 실시예 5의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 4는 실시예 6의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 5는 실시예 7의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 6은 실시예 8의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 7은 실시예 9의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 8은 45분의 반응 시간에서의 실시예 10의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 9는 60분의 반응 시간에서의 실시예 10의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 10은 실시예 11의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 11은 실시예 12의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 12는 실시예 13의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 13은 실시예 14의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 14는 실시예 15의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 15는 실시예 15의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 16은 실시예 16의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 17은 실시예 16의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 18은 실시예 17의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 19는 실시예 18의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 20은 실시예 19의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면;
 도 21은 실시예 20의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본원에 참조된 모든 공보, 특허 및 특허 문서는 개별적으로 참조로 인용되는 바와 같이 전체가 본원에서 참조로 인용된다.

[0014] "METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2010년 12월 9일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/421,294호; "METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2010년 12월 16일자 출원된 미국 가출원 번호 제 61/423,744호; "NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 5월 23일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/488,824호; "METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 5월 23일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/488,834호; "METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 5월 23일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/488,840호; "METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 5월 23일자 출원된 미국 가출원 번호 제 61/488,880호; "NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 5월 23일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/488,945호; "NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 5월 23일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/488,977호; "NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 5월 23일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/488,983호; "NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 6월 7일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/494,072호; "NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 8월 12일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/522,741호; "NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 8월 16일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/523,977호; 및 "NANOWIRE

PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 8월 16일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/523,987호는 각각 전체가 본원에 참조로 인용된다.

[0015] 환원성 금속 이온 및 금속 생성물

[0016] 일부 구체예는 적어도 하나의 환원성 금속 이온을 적어도 하나의 금속으로 환원시키는 것을 포함하는 방법을 제공한다. 환원성 금속 이온은 몇몇 구성의 반응 조건하에 금속으로 환원될 수 있는 양이온이다. 그러한 방법에서, 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온은, 예를 들어, 적어도 하나의 주화(coinage) 금속 이온을 포함할 수 있다. 주화 금속 이온은 구리, 은 및 금을 포함하는 주화 금속 중 하나의 이온이다. 또는, 그러한 환원성 금속 이온은, 예를 들어, IUPAC 11족으로부터의 원소의 적어도 하나의 이온을 포함할 수 있다. 대표적인 환원성 금속 이온은 은 양이온이다. 일부 경우에, 그러한 환원성 금속 이온은 염으로서 제공될 수 있다. 예를 들어, 은 양이온은, 예를 들어, 은 니트레이트로서 제공될 수 있다.

[0017] 그러한 구체예에서, 적어도 하나의 금속은 적어도 하나의 환원성 금속 이온이 환원될 수 있는 금속이다. 예를 들어, 은은 은 양이온이 환원될 수 있을 금속일 것이다.

[0018] 이러한 방법은 또한, 예를 들어, 다른 IUPAC 11족 원소의 환원성 양이온 및 다른 주화 금속의 환원성 양이온 등을 포함하는, 은 양이온이 아닌 환원성 금속 양이온에 적용가능한 것으로 여겨진다. 이러한 방법은 또한, 예를 들어, 나노큐브, 나노로드, 나노피라미드 및 나노튜브 등과 같이, 나노와이어가 아닌 생성물을 제조하는데 사용될 수 있다. 그러한 생성물은, 예를 들어, 투명 전극, 태양 전지, 발광 다이오드, 그 밖의 전자 장치, 의료 영상 장치 및 의료 영상 매체 등과 같은 물품에 도입될 수 있다.

[0019] IUPAC 3, 4, 5, 6 또는 7족 금속 또는 금속 이온

[0020] 일부 구체예에서, 적어도 하나의 환원성 금속 이온은 IUPAC 3, 4, 5, 6 또는 7족 중 적어도 하나의 금속 또는 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온의 존재 하에 환원된다. 일부 경우에, 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온은 IUPAC 3족의 적어도 하나의 원소 또는 원소의 이온, 또는 IUPAC 4족의 적어도 하나의 원소 또는 원소의 이온, 또는 IUPAC 5족의 적어도 하나의 원소 또는 원소의 이온, 또는 IUPAC 6족의 적어도 하나의 원소 또는 원소의 이온, 또는 IUPAC 7족의 적어도 하나의 원소 또는 원소의 이온을 포함할 수 있다. 다른 경우에, 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온은 IUPAC 4, 5, 6 또는 7족 중 하나 이상의 원소 또는 원소의 이온을 포함할 수 있다.

[0021] 본 출원인들은 IUPAC 3, 4, 5, 6 또는 7족의 금속 또는 금속 이온이 두께 또는 길이, 또는 이 둘 모두의 요망되는 조절에 의해, 혼하게는, 비-와이어 오염의 개선된 조절에 의해, 예를 들어, 은 나노와이어와 같은 금속 나노와이어를 제조하는데 사용될 수 있음을 발견하였다.

[0022] IUPAC 3족 금속 또는 금속 이온은 스칸듐, 스칸듐 이온, 이트륨, 이트륨 이온, 란탄 및 란탄 이온을 포함한다. IUPAC 3족 금속 또는 금속 이온을 포함하는 대표적인 화합물에는 스칸듐(II) 클로라이드 옥수화물, 이트륨(III) 클로라이드 옥수화물 및 란탄(III) 클로라이드 7수화물이 있다. 예를 들어, +2, +3 또는 +4와 같은 다양한 금속 이온 산화 상태가 유용한 것으로 사료된다.

[0023] IUPAC 4족 금속 또는 금속 이온은 티탄, 티탄 이온, 지르코늄, 지르코늄 이온, 하프늄 및 하프늄 이온을 포함한다. IUPAC 4족 금속 또는 금속 이온을 포함하는 대표적인 화합물에는 티탄(IV) 클로라이드, 지르코늄 테트라클로라이드 비스(테트라하이드로푸란) 부가물 및 하프늄 테트라클로라이드 비스(테트라하이드로푸란) 부가물이 있다. 예를 들어, +2, +3 또는 +4와 같은 다양한 금속 이온 산화 상태가 유용한 것으로 여겨진다.

[0024] IUPAC 5족 금속 또는 금속 이온은 바나듐, 바나듐 이온, 니오븀, 니오븀 이온, 탄탈 및 탄탈 이온을 포함한다. IUPAC 5족 금속 또는 금속 이온을 포함하는 대표적인 화합물에는 바나듐(III) 클로라이드, 니오븀(V) 클로라이드 및 탄탈(V) 클로라이드가 있다. 예를 들어, +2, +3, +4, +5 또는 그 초과와 같은 다양한 금속 이온 산화 상태가 유용한 것으로 여겨진다.

[0025] IUPAC 6족 금속 또는 금속 이온은 크롬, 크롬 이온, 몰리브덴, 몰리브덴 이온, 텅스텐 및 텅스텐 이온을 포함한다. IUPAC 6족 금속 또는 금속 이온을 포함하는 대표적인 화합물에는 크롬(III) 클로라이드 옥수화물, 몰리브덴(VI) 다이클로라이드 다이옥사이드 및 텅스텐(IV) 클로라이드가 있다. 예를 들어, +2, +3, 또는 +4과 같은 다양한 금속 이온 산화 상태가 유용한 것으로 여겨진다.

[0026] IUPAC 7족 금속 또는 금속 이온은 망간, 망간 이온, 테크네튬, 테크네튬 이온, 레늄 및 레늄 이온을 포함한다. IUPAC 7족 금속 또는 금속 이온을 포함하는 대표적인 화합물에는 망간(II) 클로라이드 및 레늄(III) 클로라이드

가 있다. 예를 들어, +3, +4, +5, +6 또는 +7와 같은 다른 금속 이온 산화 상태가 또한 유용한 결과를 제공할 수 있는 것으로 여겨진다.

[0027] IUPAC 3, 4, 5, 6 또는 7족의 금속 또는 금속 이온은 또한 금속 옥사이드 화합물, 예를 들어, 전이 금속 옥사이드 화합물 또는 금속 옥사이드 할라이드 화합물, 예컨대, IUPAC 3, 4, 5, 6 또는 7족 중 적어도 하나의 금속 원자를 포함하는 화합물, 예를 들어, 몰리브덴, 텅스텐, 바나듐 및 지르코늄 등을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 금속 옥사이드 화합물은 금속 옥사이드 할라이드 화합물, 예컨대, 금속 옥사이드 클로라이드 화합물을 포함할 수 있다. 금속 옥사이드 할라이드 화합물은, 예를 들어, 전이 금속 클로라이드 화합물과 같은 전이 금속 옥사이드 할라이드 화합물을 포함할 수 있다. 대표적인 금속 옥사이드 화합물에는 MoO_2Cl_2 , MoOCl_4 , WO_2Cl_2 , WOCl_4 및 VOCl_3 가 있다.

[0028] 나노구조물, 나노와이어 및 물품

[0029] 일부 구체예에서, 그러한 방법에 의해 형성된 금속 생성물은, 예를 들어, 1차원 나노구조물과 같은 나노구조물이다. 나노구조물은 적어도 하나의 "나노규모" 크기가 300nm 미만인 구조물이다. 그러한 나노구조물의 예에는 나노로드, 나노와이어, 나노튜브, 나노피라미드, 나노프리즘 및 나노플레이트 등이 있다. "1차원" 나노구조물에서 하나의 크기는 다른 두 개의 나노규모 크기보다 훨씬 더 큰데, 예를 들어, 적어도 약 10배 또는 적어도 약 100배 또는 적어도 약 200배 또는 적어도 약 1000배 더 크다.

[0030] 일부 경우에, 그러한 1차원 나노구조물은 나노와이어를 포함할 수 있다. 나노와이어는 두 개의 짧은 크기(두께 크기)가 300nm 미만인 반면, 세 번째 크기(길이 크기)가 1 마이크로미터 초과, 바람직하게는 10 마이크로미터 초과이고, 종횡비(두 개의 두께 크기 중 더 큰 크기에 대한 길이 크기의 비율)가 5 초과인 1차원 나노구조물이다. 나노와이어는 다른 가능한 용도 중에서 전자 장치에서 전도체로서 또는 광학 장치에서 부재로서 사용된다. 은 나노와이어는 일부 그러한 적용에서 바람직하다.

[0031] 본 출원의 조성물 및 방법은 나노와이어의 직경을 조절가능하게 한다. 일부 경우에, 나노와이어는 특정 범위의 두께를 지닐 수 있다. 더 얇은 나노와이어는 투명성이 중요한 적용에 유용할 수 있는 반면, 더 두꺼운 나노와이어는 높은 전류 밀도가 요구되는 적용에 유용할 수 있다. 중간 범위의 두께는 그러한 특성이 균형을 이루게 하는데 유용할 수 있다. 그러한 나노와이어는, 예를 들어, 약 10nm 내지 약 300nm, 또는 약 25nm 내지 약 260nm, 또는 약 25nm 내지 약 60nm, 또는 약 60nm 내지 약 140nm, 또는 약 140nm 내지 약 260nm의 평균 직경을 포함할 수 있다.

[0032] 그러한 방법은, 예를 들어, 나노튜브, 나노로드, 나노피라미드 및 나노튜브 등과 같은 나노와이어가 아닌 나노구조물을 제조하는데 사용될 수 있다. 나노와이어 및 다른 나노구조물 제품은, 예를 들어, 전자 디스플레이, 터치 스크린, 휴대 전화기, 셀방식 전화기, 컴퓨터 디스플레이, 랩탑 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 구매시점 키오스크, 뮤직 플레이어, 텔레비전, 전자 게임, 전자 북 리더, 투명 전극, 태양 전지, 발광 다이오드, 다른 전자 장치, 의료 영상 장치, 또는 의료 영상 매체 등과 같은 물품에 도입될 수 있다.

[0033] 제조 방법

[0034] 예를 들어, 나노와이어와 같은 나노구조물을 제조하는 일반적인 방법은 "폴리올" 공정이다. 그러한 공정은, 예를 들어, 문헌[*Angew. Chem. Int. Ed.* **2009**, *48*, 60, Y. Xia, Y. Xiong, B. Lim, S. E. Skrabalak]에 기재되어 있으며, 상기 문헌의 전체는 본원에 참조로 인용된다. 그러한 공정은 전형적으로, 예를 들어, 은 양이온과 같은 금속 양이온을, 예를 들어, 은 나노와이어와 같은 요망되는 금속 나노구조물 생성물로 환원시킨다. 그러한 환원은, 예를 들어, 하나 이상의 폴리올, 예를 들어, 에틸렌 글라이콜 (EG), 프로필렌 글라이콜, 부탄다이올, 글라이세롤, 당 및 탄수화물 등; 하나 이상의 보호제, 예를 들어, 폴리비닐피롤리돈 (폴리비닐피롤리돈 또는 PVP로도 알려짐), 다른 극성 폴리머 또는 코폴리머, 계면활성제 및 산 등; 및 하나 이상의 금속 이온을 포함할 수 있는 반응 혼합물에서 수행될 수 있다. 당해 기술에 알려진 바와 같이, 이러한 그리고 다른 성분이 그러한 반응 혼합물에 사용될 수 있다. 환원은, 예를 들어, 약 120°C 내지 약 190°C 또는 약 80°C 내지 약 190°C의 하나 이상의 온도에서 수행될 수 있다.

[0035] 대표적인 구체예

[0036] 전체가 본원에 참조로 인용되는 "METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2010년 12월 9일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/421,294호에는 하기 27개의 비제한적 대표적인 구체예가 기재되어 있다:

- [0037] A. 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제1화합물,
- [0038] 적어도 하나의 제1환원성 금속과 원자 번호가 상이하고 IUPAC 7족의 적어도 하나의 원소를 포함하는 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제2화합물 및
- [0039] 적어도 하나의 용매
- [0040] 를 포함하는 조성물을 제공하는 단계; 및
- [0041] 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 적어도 하나의 제1금속으로 환원시키는 단계를 포함하는 방법.
- [0042] B. 구체에 A에 있어서, 상기 조성물이 적어도 하나의 보호제를 추가로 포함하는 방법.
- [0043] C. 구체에 B에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제가 하나 이상의 계면활성제, 하나 이상의 산 또는 하나 이상의 극성 폴리머 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0044] D. 구체에 B에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제가 폴리비닐피롤리디논을 포함하는 방법.
- [0045] E. 구체에 B에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제를 추가로 불활성화시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.
- [0046] F. 구체에 A에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 주화 금속 이온을 포함하는 방법.
- [0047] G. 구체에 A에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 IUPAC 11족으로부터의 원소의 적어도 하나의 이온을 포함하는 방법.
- [0048] H. 구체에 A에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 은 이온을 포함하는 방법.
- [0049] J. 구체에 A에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1화합물이 은 니트레이트를 포함하는 방법.
- [0050] K. 구체에 A에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온이 망간 또는 망간 이온을 포함하는 방법.
- [0051] L. 구체에 A에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2화합물이 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온의 적어도 하나의 염을 포함하는 방법.
- [0052] M. 구체에 L에 있어서, 상기 적어도 하나의 염이 적어도 하나의 클로라이드를 포함하는 방법.
- [0053] N. 구체에 A에 있어서, 상기 적어도 하나의 용매가 적어도 하나의 폴리올을 포함하는 방법.
- [0054] P. 구체에 A에 있어서, 상기 적어도 하나의 용매가 에틸렌 글라이콜, 프로필렌 글라이콜, 글라이세롤, 하나 이상의 당 또는 하나 이상의 탄수화물 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0055] Q. 구체에 A에 있어서, 상기 조성물이 약 0.0001 내지 약 0.1의 상기 적어도 하나의 환원성 금속 이온의 전체 몰에 대한 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온의 전체 몰의 비율을 갖는 방법.
- [0056] R. 구체에 A에 있어서, 상기 환원이 약 120℃ 내지 약 190℃의 하나 이상의 온도에서 수행되는 방법.
- [0057] S. 구체에 A에 있어서, 상기 조성물, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 화합물 또는 상기 적어도 하나의 용매 중 하나 이상을 불활성화시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.
- [0058] T. 구체에 A의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속.
- [0059] U. 구체에 A의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속을 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0060] V. 구체에 U에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 하나 이상의 나노와이어, 나노큐브, 나노로드, 나노피라미드 또는 나노튜브를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0061] W. 구체에 U에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 약 10nm 내지 약 500nm의 평균 직경을 지니는 적어도 하나의 물체를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0062] X. 구체에 U에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 지니는 적어도 하나의 물체를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0063] Y. 약 10nm 내지 약 150nm의 평균 직경 및 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 지니는 적어도 하나의 금속 나노와

이어.

- [0064] Z. 구체예 Y에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속이 적어도 하나의 주화 금속을 포함하는 나노와이어.
- [0065] AA. 구체예 Y에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속이 IUPAC 11족의 적어도 하나의 원소를 포함하는 나노와이어.
- [0066] AB. 구체예 Y에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속이 은을 포함하는 나노와이어.
- [0067] AC. 구체예 Y의 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0068] 전체가 본원에 참조로 인용되는 "METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2010년 12월 16일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/423,744호에는 하기 27개의 비제한적인 대표적인 구체예가 기재되어 있다:
- [0069] AD. 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제1화합물,
- [0070] 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속과 원자 번호가 상이하고 4+ 또는 그 초과 산화 상태를 갖는 적어도 하나의 원소를 포함하는 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제2화합물 및
- [0071] 적어도 하나의 용매
- [0072] 를 포함하는 조성물을 제공하는 단계; 및
- [0073] 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 적어도 하나의 제1금속으로 환원시키는 단계를 포함하는 방법.
- [0074] AE. 구체예 AD에 있어서, 상기 조성물이 적어도 하나의 보호제를 추가로 포함하는 방법.
- [0075] AF. 구체예 AE에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제가 하나 이상의 계면활성제, 하나 이상의 산 또는 하나 이상의 극성 폴리머 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0076] AG. 구체예 AE에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제가 폴리비닐피롤리디논을 포함하는 방법.
- [0077] AH. 구체예 AE에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제를 불활성화시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.
- [0078] AJ. 구체예 AD에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 주화 금속 이온을 포함하는 방법.
- [0079] AK. 구체예 AD에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 IUPAC 11족으로부터의 원소의 적어도 하나의 이온을 포함하는 방법.
- [0080] AL. 구체예 AD에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 은 이온을 포함하는 방법.
- [0081] AM. 구체예 AD에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1화합물이 은 니트레이트를 포함하는 방법.
- [0082] AN. 구체예 AD에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온이 니오븀 또는 니오븀 이온을 포함하는 방법.
- [0083] AP. 구체예 AD에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2화합물이 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온의 적어도 하나의 염을 포함하는 방법.
- [0084] AQ. 구체예 AP에 있어서, 상기 적어도 하나의 염이 적어도 하나의 클로라이드를 포함하는 방법.
- [0085] AR. 구체예 AD에 있어서, 상기 적어도 하나의 용매가 적어도 하나의 폴리올을 포함하는 방법.
- [0086] AS. 구체예 AD에 있어서, 상기 적어도 하나의 용매가 에틸렌 글라이콜, 프로필렌 글라이콜, 글라이세롤, 하나 이상의 당 또는 하나 이상의 탄수화물 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0087] AT. 구체예 AD에 있어서, 상기 조성물이 약 0.0001 내지 약 0.1의 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온의 전체 몰에 대한 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온의 전체 몰의 비율을 갖는 방법.
- [0088] AU. 구체예 AD에 있어서, 상기 환원이 약 120℃ 내지 약 190℃의 하나 이상의 온도에서 수행되는 방법.
- [0089] AV. 구체예 AD에 있어서, 상기 조성물, 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온을 포함하는 상기 적어도 하나의 화합물 또는 상기 적어도 하나의 용매 중 하나 이상을 불활성화시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

- [0090] AW. 구체예 AD의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속.
- [0091] AX. 구체예 AD의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속을 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0092] AY. 구체예 AX에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 하나 이상의 나노와이어, 나노큐브, 나노로드, 나노피라미드 또는 나노튜브를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0093] AZ. 구체예 AX에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 약 10nm 내지 약 500nm의 평균 직경을 지니는 적어도 하나의 물체를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0094] BA. 구체예 AX에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 지니는 적어도 하나의 물체를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0095] BB. 약 10nm 내지 약 150nm의 평균 직경 및 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 지니는 적어도 하나의 금속 나노와이어.
- [0096] BC. 구체예 BB에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속이 적어도 하나의 주화 금속을 포함하는 나노와이어.
- [0097] BD. 구체예 BB에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속이 IUPAC 11족의 적어도 하나의 원소를 포함하는 나노와이어.
- [0098] BE. 구체예 BB에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속이 은을 포함하는 나노와이어.
- [0099] BF. 구체예 BB의 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0100] 전체가 본원에 참조로 인용되는 "NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 5월 23일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/488,824호에는 하기 27개의 비제한적인 대표적인 구체예가 기재되어 있다:
- [0101] BG. 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제1화합물,
- [0102] 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속과 원자 번호가 상이하며 IUPAC 7족의 적어도 하나의 원소를 포함하는 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온을 포함하는 적어도 제2화합물 및
- [0103] 적어도 하나의 용매
- [0104] 를 포함하는 조성물을 제공하는 단계; 및
- [0105] 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 적어도 하나의 제1금속으로 환원시키는 단계를 포함하는 방법.
- [0106] BH. 구체예 BG에 있어서, 상기 조성물이 적어도 하나의 보호제를 추가로 포함하는 방법.
- [0107] BJ. 구체예 BH에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제가 하나 이상의 계면활성제, 하나 이상의 산 또는 하나 이상의 극성 폴리머 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0108] BK. 구체예 BH에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제가 폴리비닐피롤리디논을 포함하는 방법.
- [0109] BL. 구체예 BH에 있어서, 적어도 하나의 보호제를 불활성화시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.
- [0110] BM. 구체예 BG에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 주화 금속 이온을 포함하는 방법.
- [0111] BN. 구체예 BG에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 IUPAC 11족으로부터의 원소의 적어도 하나의 이온을 포함하는 방법.
- [0112] BP. 구체예 BG에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 은 이온을 포함하는 방법.
- [0113] BQ. 구체예 BG에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1화합물이 은 니트레이트를 포함하는 방법.
- [0114] BR. 구체예 BG에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온이 레늄 또는 레늄 이온을 포함하는 방법.
- [0115] BS. 구체예 BG에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2화합물이 적어도 하나의 클로라이드를 포함하는 방법.
- [0116] BT. 구체예 BG에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2화합물이 레늄(III) 클로라이드를 포함하는 방법.
- [0117] BU. 구체예 BG에 있어서, 상기 적어도 하나의 용매가 적어도 하나의 폴리올을 포함하는 방법.
- [0118] BV. 구체예 BG에 있어서, 상기 적어도 하나의 용매가 에틸렌 글라이콜, 프로필렌 글라이콜, 글라이세롤, 하나

이상의 당 또는 하나 이상의 탄수화물 중 적어도 하나를 포함하는 방법.

- [0119] BW. 구체예 BG에 있어서, 상기 조성물이 약 0.0001 내지 약 0.1의 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속의 전체 물에 대한 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온의 전체 물의 비율을 갖는 방법.
- [0120] BX. 구체예 BG에 있어서, 상기 환원이 120℃ 또는 약 190℃의 하나 이상의 온도에서 수행되는 방법.
- [0121] BY. 구체예 BG에 있어서, 상기 조성물, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온을 포함하는 상기 적어도 하나의 화합물 또는 상기 적어도 하나의 용매 중 하나 이상을 불활성화시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.
- [0122] BZ. 구체예 BG의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속.
- [0123] CA. 구체예 BG의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속을 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0124] CB. 구체예 CA에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 하나 이상의 나노와이어, 나노큐브, 나노로드, 나노피라미드 또는 나노튜브를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0125] CC. 구체예 CA에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 약 10nm 내지 약 500nm의 평균 직경을 지니는 적어도 하나의 물체를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0126] CD. 구체예 CA에 있어서, 적어도 하나의 제1금속이 약 50 내지 약 10,000의 중형비를 지니는 적어도 하나의 물체를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0127] CE. 약 10nm 내지 약 500nm의 평균 직경 및 약 50 내지 약 10,000의 중형비를 지니는 적어도 하나의 금속 나노와이어.
- [0128] CF. 구체예 CE에 있어서, 적어도 하나의 금속 나노와이어가 적어도 하나의 주화 금속을 포함하는 나노와이어.
- [0129] CG. 구체예 CE에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 IUPAC 11족의 적어도 하나의 원소를 포함하는 나노와이어.
- [0130] CH. 구체예 CE에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 은을 포함하는 나노와이어.
- [0131] CJ. 구체예 CE의 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0132] 전체가 본원에 참조로 인용되는 "METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 5월 23일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/488,834호에는 하기 27개의 비제한적 대표적인 구체예가 기재되어 있다:
- [0133] CK. 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제1화합물,
- [0134] 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속과 원자 번호가 상이하고 IUPAC 5족의 적어도 하나의 원소를 포함하는 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제2화합물 및
- [0135] 적어도 하나의 용매
- [0136] 를 포함하는 조성물을 제공하는 단계; 및
- [0137] 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 적어도 하나의 제1금속으로 환원시키는 단계를 포함하는 방법.
- [0138] CL. 구체예 CK에 있어서, 상기 조성물이 적어도 하나의 보호제를 추가로 포함하는 방법.
- [0139] CM. 구체예 CL에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제가 하나 이상의 계면활성제, 하나 이상의 산 또는 하나 이상의 극성 폴리머 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0140] CN. 구체예 CL에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제가 폴리비닐피롤리디논을 포함하는 방법.
- [0141] CP. 구체예 CL에 있어서, 적어도 하나의 보호제를 불활성화시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.
- [0142] CQ. 구체예 CK에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 주화 금속 이온을 포함하는 방법.
- [0143] CR. 구체예 CK에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 IUPAC 11족으로부터의 원소의 적어도 하나의 이온을 포함하는 방법.

- [0144] CS. 구체예 CK에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 은 이온을 포함하는 방법.
- [0145] CT. 구체예 CK에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1화합물이 은 니트레이트를 포함하는 방법.
- [0146] CU. 구체예 CK에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온이 바나듐 또는 바나듐 이온을 포함하는 방법.
- [0147] CV. 구체예 CK에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2화합물이 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온의 적어도 하나의 염을 포함하는 방법.
- [0148] CW. 구체예 CV에 있어서, 상기 적어도 하나의 염이 적어도 하나의 클로라이드를 포함하는 방법.
- [0149] CX. 구체예 CK에 있어서, 상기 적어도 하나의 용매가 적어도 하나의 폴리올을 포함하는 방법.
- [0150] CY. 구체예 CK에 있어서, 상기 적어도 하나의 용매가 에틸렌 글라이콜, 프로필렌 글라이콜, 글라이세롤, 하나 이상의 당 또는 하나 이상의 탄수화물 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0151] CZ. 구체예 CK에 있어서, 상기 조성물이 약 0.0001 내지 약 0.1의 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온의 전체 몰에 대한 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온의 전체 몰의 비율을 갖는 방법.
- [0152] DA. 구체예 CK에 있어서, 상기 환원이 약 120℃ 내지 약 190℃의 하나 이상의 온도에서 수행되는 방법.
- [0153] DB. 구체예 CK에 있어서, 상기 조성물, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온을 포함하는 상기 적어도 하나의 화합물 또는 상기 적어도 하나의 용매 중 하나 이상을 불활성화시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.
- [0154] DC. 구체예 CK의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속.
- [0155] DD. 구체예 CK의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속을 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0156] DE. 구체예 DD에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 하나 이상의 나노와이어, 나노큐브, 나노로드, 나노피라미드 또는 나노튜브를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0157] DF. 구체예 DD에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 약 10nm 내지 약 500nm의 평균 직경을 지니는 적어도 하나의 물체를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0158] DG. 구체예 DD에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 지니는 적어도 하나의 물체를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0159] DH. 약 10nm 내지 약 150nm의 평균 직경 및 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 지니는 적어도 하나의 금속 나노와이어.
- [0160] DJ. 구체예 DH에 있어서, 적어도 하나의 금속 나노와이어가 적어도 하나의 주화 금속을 포함하는 나노와이어.
- [0161] DK. 구체예 DH에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 IUPAC 11족의 적어도 하나의 원소를 포함하는 나노와이어.
- [0162] DL. 구체예 DH에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 은을 포함하는 나노와이어.
- [0163] DM. 구체예 DH의 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0164] 전체가 본원에 참조로 인용되는 "METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 5월 23일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/488,840호에는 하기 27개의 비제한적 대표적인 구체예가 기재되어 있다:
- [0165] DN. 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제1화합물,
- [0166] 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속과 원자 번호가 상이하며 IUPAC 3족의 적어도 하나의 원소를 포함하는 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제2화합물 및
- [0167] 적어도 하나의 용매
- [0168] 를 포함하는 조성물을 제공하는 단계; 및
- [0169] 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 적어도 하나의 제1금속으로 환원시키는 단계를 포함하는 방법.

- [0170] DP. 구체예 DN에 있어서, 상기 조성물이 적어도 하나의 보호제를 추가로 포함하는 방법.
- [0171] DQ. 구체예 DP에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제가 하나 이상의 계면활성제, 하나 이상의 산 또는 하나 이상의 극성 폴리머 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0172] DR. 구체예 DP에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제가 폴리비닐피롤리디논을 포함하는 방법.
- [0173] DS. 구체예 DP에 있어서, 적어도 하나의 보호제를 불활성화시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.
- [0174] DT. 구체예 DN에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 주화 금속 이온을 포함하는 방법.
- [0175] DU. 구체예 DN에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 IUPAC 11족으로부터의 원소의 적어도 하나의 이온을 포함하는 방법.
- [0176] DV. 구체예 DN에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 은 이온을 포함하는 방법.
- [0177] DW. 구체예 DN에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1화합물이 은 니트레이트를 포함하는 방법.
- [0178] DX. 구체예 DN에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온이 스칸듐 또는 스칸듐 이온을 포함하는 방법.
- [0179] DY. 구체예 DN에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2화합물이 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온의 적어도 하나의 염을 포함하는 방법.
- [0180] DZ. 구체예 11에 있어서, 상기 적어도 하나의 염이 적어도 하나의 클로라이드를 포함하는 방법.
- [0181] EA. 구체예 DN에 있어서, 상기 적어도 하나의 용매가 적어도 하나의 폴리올을 포함하는 방법.
- [0182] EB. 구체예 DN에 있어서, 상기 적어도 하나의 용매가 에틸렌 글라이콜, 프로필렌 글라이콜, 글라이세롤, 하나 이상의 당 또는 하나 이상의 탄수화물 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0183] EC. 구체예 DN에 있어서, 상기 조성물이 약 0.0001 내지 약 0.1의 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온의 전체 물에 대한 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온의 전체 물의 비율을 갖는 방법.
- [0184] ED. 구체예 DN에 있어서, 상기 환원이 약 120℃ 내지 약 190℃의 하나 이상의 온도에서 수행되는 방법.
- [0185] EE. 구체예 DN에 있어서, 상기 조성물, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온을 포함하는 상기 적어도 하나의 화합물 또는 상기 적어도 하나의 용매 중 하나 이상을 불활성화시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.
- [0186] EF. 구체예 DN의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속.
- [0187] EG. 구체예 DN의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속을 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0188] EH. 구체예 EG에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 하나 이상의 나노와이어, 나노큐브, 나노로드, 나노피라미드 또는 나노튜브를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0189] EJ. 구체예 EG에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 약 10nm 내지 약 500nm의 평균 직경을 지니는 적어도 하나의 물체를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0190] EK. 구체예 EG에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 약 10nm 내지 약 150nm의 평균 직경 및 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 지니는 적어도 하나의 물품.
- [0191] EL. 약 10nm 내지 약 150nm의 평균 직경 및 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 지니는 적어도 하나의 금속 나노와이어.
- [0192] EM. 구체예 EL에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 적어도 하나의 주화 금속을 포함하는 나노와이어.
- [0193] EN. 구체예 EL에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 IUPAC 11족의 적어도 하나의 원소를 포함하는 나노와이어.
- [0194] EP. 구체예 EL에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 은을 포함하는 나노와이어.

- [0195] EQ. 구체예 EL의 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0196] 전체가 본원에 참조로 인용되는 "METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 5월 23일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/488,880호에는 하기 27개의 비제한적 대표적인 구체예가 기재되어 있다:
- [0197] ER. 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제1화합물,
- [0198] 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속과 원자 번호가 상이하며 IUPAC 4족의 적어도 하나의 원소를 포함하는 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제2화합물 및
- [0199] 적어도 하나의 용매
- [0200] 를 포함하는 조성물을 제공하는 단계; 및
- [0201] 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 적어도 하나의 제1금속으로 환원시키는 단계를 포함하는 방법.
- [0202] ES. 구체예 ER에 있어서, 상기 조성물이 적어도 하나의 보호제를 추가로 포함하는 방법.
- [0203] ET. 구체예 ES에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제가 하나 이상의 계면활성제, 하나 이상의 산 또는 하나 이상의 극성 폴리머 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0204] EU. 구체예 ES에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제가 폴리비닐피롤리디논을 포함하는 방법.
- [0205] EV. 구체예 ES에 있어서, 적어도 하나의 보호제를 불활성화시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.
- [0206] EW. 구체예 ER에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 주화 금속 이온을 포함하는 방법.
- [0207] EX. 구체예 ER에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 IUPAC 11족으로부터의 원소의 적어도 하나의 이온을 포함하는 방법.
- [0208] EY. 구체예 ER에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 은 이온을 포함하는 방법.
- [0209] EZ. 구체예 ER에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1화합물이 은 니트레이트를 포함하는 방법.
- [0210] FA. 구체예 ER에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 이온이 티탄 이온을 포함하는 방법.
- [0211] FB. 구체예 ER에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2화합물이 적어도 하나의 클로라이드를 포함하는 방법.
- [0212] FC. 구체예 ER에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2화합물이 티탄(IV) 클로라이드를 포함하는 방법.
- [0213] FD. 구체예 ER에 있어서, 상기 적어도 하나의 용매가 적어도 하나의 폴리올을 포함하는 방법.
- [0214] FE. 구체예 ER에 있어서, 상기 적어도 하나의 용매가 에틸렌 글라이콜, 프로필렌 글라이콜, 글라이세롤, 하나 이상의 당 또는 하나 이상의 탄수화물 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0215] FF. 구체예 ER에 있어서, 상기 조성물이 약 0.0001 내지 약 0.1의 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온의 전체 물에 대한 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온의 전체 물의 비율을 갖는 방법.
- [0216] FG. 구체예 ER에 있어서, 상기 환원이 약 120℃ 내지 약 190℃의 하나 이상의 온도에서 수행되는 방법.
- [0217] FH. 구체예 ER에 있어서, 상기 조성물, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온을 포함하는 상기 적어도 하나의 화합물 또는 상기 적어도 하나의 용매 중 하나 이상을 불활성화시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.
- [0218] FJ. 구체예 ER의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속.
- [0219] FK. 구체예 ER의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속을 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0220] FL. 구체예 FK에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 하나 이상의 나노와이어, 나노큐브, 나노로드, 나노피라미드 또는 나노튜브를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0221] FM. 구체예 FK에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 약 10nm 내지 약 500nm의 평균 직경을 지니는 적어도 하나의 물체를 포함하는 적어도 하나의 물품.

- [0222] FN. 구체예 FK에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 약 50 내지 약 10,000의 중형비를 지니는 적어도 하나의 물체를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0223] FP. 약 10nm 내지 약 150nm의 평균 직경 및 약 50 내지 약 10,000의 중형비를 지니는 적어도 하나의 금속 나노와이어.
- [0224] FQ. 구체예 FP에 있어서, 적어도 하나의 금속 나노와이어가 적어도 하나의 주화 금속을 포함하는 나노와이어.
- [0225] FR. 구체예 FP에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 IUPAC 11족의 적어도 하나의 원소를 포함하는 나노와이어.
- [0226] FS. 구체예 FP에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 은을 포함하는 나노와이어.
- [0227] FT. 구체예 FP의 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0228] 전체가 본원에 참조로 인용되는 "NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 5월 23일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/488,945호에는 하기 16개의 비제한적 대표적인 구체예가 기재되어 있다:
- [0229] FU. 적어도 하나의 금속 옥사이드 화합물을 포함하는 조성물을 제공하는 단계; 및
- [0230] 금속 옥사이드 화합물의 존재 하에서 적어도 하나의 제1금속 이온을 적어도 하나의 제1금속으로 환원시키는 단계를 포함하는 방법.
- [0231] FV. 구체예 FU에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 옥사이드 화합물이 적어도 하나의 금속 옥사이드 할라이드 화합물을 포함하는 방법.
- [0232] FW. 구체예 FU에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 옥사이드 화합물이 적어도 하나의 금속 옥사이드 클로라이드 화합물을 포함하는 방법.
- [0233] FX. 구체예 FU에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 옥사이드 화합물이 적어도 하나의 전이 금속 옥사이드 화합물을 포함하는 방법.
- [0234] FY. 구체예 FU에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 옥사이드 화합물이 적어도 하나의 전이 금속 할라이드 화합물을 포함하는 방법.
- [0235] FZ. 구체예 FU에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 옥사이드 화합물이 적어도 하나의 전이 금속 클로라이드 화합물을 포함하는 방법.
- [0236] GA. 구체예 FU에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 옥사이드 화합물이 적어도 하나의 전이 금속을 포함하는 방법.
- [0237] GB. 구체예 FU에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 옥사이드 화합물이 적어도 하나의 몰리브덴, 텅스텐, 바나듐 또는 지르코늄 원자를 포함하는 방법.
- [0238] GC. 구체예 FU에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 옥사이드 화합물이 MoO₂C12, MoOC14, WO₂C12, WOC14, VOC13 또는 ZrOC12 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0239] GD. 구체예 FU에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 옥사이드 화합물이 몰리브덴(IV) 다이클로라이드 다이옥사이드를 포함하는 방법.
- [0240] GE. 구체예 FU에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속 이온이 IUPAC 11족의 적어도 하나의 원소를 포함하는 방법.
- [0241] GF. 구체예 FU에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속 이온이 적어도 하나의 주화 금속 이온을 포함하는 방법.
- [0242] GG. 구체예 FU에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속 이온이 적어도 하나의 은 이온을 포함하는 방법.
- [0243] GH. 구체예 FU의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속.
- [0244] GJ. 구체예 GH에 따른 적어도 하나의 제1금속 생성물로서, 상기 적어도 하나의 생성물이 적어도 하나의 나노와이어를 포함하는 생성물.
- [0245] GK. 구체예 GH에 따른 상기 적어도 하나의 제1금속 생성물을 포함하는 물품.

- [0246] 전체가 본원에 참조로 인용되는 "NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 5월 23일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/488,977호에는 하기 20개의 비제한적 대표적인 구체예가 기재되어 있다:
- [0247] GL. 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제1조성물을 제공하는 단계; 및
- [0248] 적어도 하나의 IUPAC 6족 원소를 포함하는 적어도 하나의 제2금속 이온의 존재 하에서 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 적어도 하나의 제1금속으로 환원시키는 단계를 포함하는 방법.
- [0249] GM. 구체예 GL에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 주화 금속 이온을 포함하는 방법.
- [0250] GN. 구체예 GL에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 IUPAC 11족 원소의 적어도 하나의 이온을 포함하는 방법.
- [0251] GP. 구체예 GL에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 은 이온을 포함하는 방법.
- [0252] GQ. 구체예 GL에 있어서, 상기 적어도 하나의 조성물이 은 니트레이트를 포함하는 방법.
- [0253] GR. 구체예 GL에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 이온이 텅스텐 이온을 포함하는 방법.
- [0254] GS. 구체예 GL에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 이온이 +4 산화 상태의 텅스텐을 포함하는 방법.
- [0255] GT. 구체예 GL에 있어서, 상기 환원이 적어도 하나의 보호제의 존재 하에 일어나는 방법.
- [0256] GU. 구체예 GL에 있어서, 상기 환원이 적어도 하나의 폴리올의 존재 하에 일어나는 방법.
- [0257] GV. 구체예 GL에 따른 방법에 의해 형성된 상기 적어도 하나의 제1금속을 포함하는 생성물.
- [0258] GW. 구체예 GV에 있어서, 적어도 하나의 금속 나노와이어를 포함하는 생성물.
- [0259] GX. 구체예 GV에 따른 생성물을 포함하는 물품.
- [0260] GY. 적어도 하나의 금속 나노와이어, 적어도 하나의 클로라이드 이온 및 IUPAC 6족 원소의 적어도 하나의 이온을 포함하는 조성물.
- [0261] GZ. 구체예 GY에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 적어도 하나의 은 나노와이어를 포함하는 조성물.
- [0262] HA. 구체예 GY에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 약 10nm 내지 약 500nm의 평균 직경을 포함하는 조성물.
- [0263] HB. 구체예 GY에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 약 50 내지 약 10,000의 중형비를 포함하는 조성물.
- [0264] HC. 구체예 GY에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 약 10nm 내지 약 150nm의 평균 직경 및 약 50 내지 약 10,000의 중형비를 포함하는 조성물.
- [0265] HD. 구체예 GY의 조성물의 적어도 하나의 금속 나노와이어를 포함하는 생성물.
- [0266] HE. 구체예 HD에 따른 적어도 하나의 생성물을 포함하는 물품.
- [0267] HF. 구체예 HE에 있어서, 전자 디스플레이, 터치 스크린, 휴대 전화기, 셀방식 전화기, 컴퓨터 디스플레이, 랩탑 컴퓨터, 테블릿 컴퓨터, 구매시점 키오스크, 뮤직 플레이어, 텔레비전, 전자 게임, 전자 북 리더, 투명 전극, 태양 전지, 발광 다이오드, 전자 장치, 의료 영상 장치 또는 의료 영상 매체 중 적어도 하나를 포함하는 물품.
- [0268] 전체가 본원에 참조로 인용되는 "NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 5월 23일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/488,983호에는 하기 20개의 비제한적 대표적인 구체예에 기재되어 있다.
- [0269] HG. 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 포함한 적어도 하나의 제1조성물을 제공하는 단계; 및
- [0270] 적어도 하나의 IUPAC 6족 원소를 포함하는 적어도 하나의 제2금속 이온의 존재 하에 상기 적어도 하나의 제1환

원성 금속 이온을 적어도 하나의 제1금속으로 환원시키는 단계를 포함하는 방법.

- [0271] HH. 구체예 HG에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 주화 금속 이온을 포함하는 방법.
- [0272] HJ. 구체예 HG에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 IUPAC 11족 원소의 적어도 하나의 이온을 포함하는 방법.
- [0273] HK. 구체예 HG에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 은 이온을 포함하는 방법.
- [0274] HL. 구체예 HG에 있어서, 상기 적어도 하나의 조성물이 은 나트레이트를 포함하는 방법.
- [0275] HM. 구체예 HG에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 이온이 크롬 이온을 포함하는 방법.
- [0276] HN. 구체예 HG에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 이온이 +3 산화 상태의 크롬을 포함하는 방법.
- [0277] HP. 구체예 HG에 있어서, 상기 환원이 적어도 하나의 보호제의 존재 하에 일어나는 방법.
- [0278] HQ. 구체예 HG에 있어서, 상기 환원이 적어도 하나의 폴리올의 존재 하에 일어나는 방법.
- [0279] HR. 구체예 HG에 따른 방법에 의해 형성된 적어도 하나의 제1금속을 포함하는 생성물.
- [0280] HS. 구체예 HR에 있어서, 적어도 하나의 금속 나노와이어를 포함하는 생성물.
- [0281] HT. 구체예 HR에 따른 생성물을 포함하는 물품.
- [0282] HU. 적어도 하나의 금속 나노와이어, 적어도 하나의 클로라이드 이온 및 IUPAC 6족 원소의 적어도 하나의 이온을 포함하는 조성물.
- [0283] HV. 구체예 HU에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 적어도 하나의 은 나노와이어를 포함하는 조성물.
- [0284] HW. 구체예 HU에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 약 10nm 내지 약 500nm의 평균 직경을 포함하는 조성물.
- [0285] HX. 구체예 HU에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 포함하는 조성물.
- [0286] HY. 구체예 HU에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 약 10nm 내지 약 150nm의 평균 직경 및 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 포함하는 조성물.
- [0287] HZ. 구체예 HU의 조성물의 적어도 하나의 금속 나노와이어를 포함하는 생성물.
- [0288] JA. 구체예 HZ에 따른 적어도 하나의 생성물을 포함하는 물품.
- [0289] JB. 구체예 JA에 있어서, 전자 디스플레이, 터치 스크린, 휴대 전화기, 셀방식 전화기, 컴퓨터 디스플레이, 랩탑 컴퓨터, 테블릿 컴퓨터, 구매시점 키오스크, 뮤직 플레이어, 텔레비전, 전자 게임, 전자 북 리더, 투명 전극, 태양 전지, 발광 다이오드, 전자 장치, 의료 영상 장치 또는 의료 영상 매체 중 적어도 하나를 포함하는 물품.
- [0290] 전체가 본원에 참조로 인용되는 "NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 6월 7일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/494,072호에는 하기 20개의 비제한적 대표적인 구체예에 기재되어 있다.
- [0291] JC. 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제1조성물을 제공하는 단계; 및
- [0292] 적어도 하나의 란타나이드 원소 또는 악티나이드 원소를 포함하는 적어도 하나의 제2금속 이온의 존재 하에 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 적어도 하나의 제1금속으로 환원시키는 단계를 포함하는 방법.
- [0293] JD. 구체예 JC에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 주화 금속 이온을 포함하는 방법.
- [0294] JE. 구체예 JC에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 IUPAC 11족 원소의 적어도 하나의 이온을 포함하는 방법.

- [0295] JF. 구체예 JC에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 은 이온을 포함하는 방법.
- [0296] JK. 구체예 JC에 있어서, 상기 적어도 하나의 조성물이 은 니트레이트를 포함하는 방법.
- [0297] JL. 구체예 JC에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 이온이 적어도 하나의 란탄 이온 또는 악티나이드 이온을 포함하는 방법.
- [0298] JM. 구체예 JC에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 이온이 +3 산화 상태의 란탄을 포함하는 방법.
- [0299] JN. 구체예 JC에 있어서, 상기 환원이 적어도 하나의 보호제의 존재 하에 일어나는 방법.
- [0300] JP. 구체예 JC에 있어서, 상기 환원이 적어도 하나의 폴리올의 존재 하에 일어나는 방법.
- [0301] JQ. 구체예 JC에 따른 방법에 의해 형성된 적어도 하나의 제1금속을 포함하는 생성물.
- [0302] JR. 구체예 JQ에 있어서, 적어도 하나의 금속 나노와이어를 포함하는 생성물.
- [0303] JS. 구체예 JQ에 따른 생성물을 포함하는 물품.
- [0304] JT. 적어도 하나의 금속 나노와이어, 적어도 하나의 클로라이드 이온 및 란타나이드 원소의 적어도 하나의 이온 또는 악티나이드 원소의 적어도 하나의 이온을 포함하는 조성물.
- [0305] JU. 구체예 JT에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 적어도 하나의 은 나노와이어를 포함하는 조성물.
- [0306] JV. 구체예 JT에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 약 10nm 내지 약 500nm의 평균 직경을 포함하는 조성물.
- [0307] JW. 구체예 JT에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 포함하는 조성물.
- [0308] JX. 구체예 JT에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 약 10nm 내지 약 150nm의 평균 직경, 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 포함하는 조성물.
- [0309] JY. 구체예 JT의 조성물의 적어도 하나의 금속 나노와이어를 포함하는 생성물.
- [0310] JZ. 구체예 18에 따른 적어도 하나의 생성물을 포함하는 물품.
- [0311] KA. 구체예 JZ에 있어서, 전자 디스플레이, 터치 스크린, 휴대 전화기, 셀방식 전화기, 컴퓨터 디스플레이, 랩탑 컴퓨터, 테블릿 컴퓨터, 구매시점 키오스크, 뮤직 플레이어, 텔레비전, 전자 게임, 전자 북 리더, 투명 전극, 태양 전지, 발광 다이오드, 전자 장치, 의료 영상 장치 또는 의료 영상 매체 중 적어도 하나를 포함하는 물품.
- [0312] 전체가 본원에 참조로 인용되는 "NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 8월 12일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/522,741호에는 하기 20개의 비제한적 대표적인 구체예에 기재되어 있다.
- [0313] KB. 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제1조성물을 제공하는 단계; 및
- [0314] IUPAC 3족으로부터의 적어도 하나의 원소를 포함하는 적어도 하나의 제2금속 이온의 존재 하에 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 적어도 하나의 제1금속으로 환원시키는 단계를 포함하는 방법.
- [0315] KC. 구체예 KB에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 주화 금속 이온을 포함하는 방법.
- [0316] KD. 구체예 KB에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 IUPAC 11족 원소의 적어도 하나의 이온을 포함하는 방법.
- [0317] KE. 구체예 KB에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 은 이온을 포함하는 방법.
- [0318] KF. 구체예 KB에 있어서, 상기 적어도 하나의 조성물이 은 니트레이트를 포함하는 방법.
- [0319] KG. 구체예 KB에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 이온이 적어도 하나의 이트륨 이온을 포함하는 방법.
- [0320] KH. 구체예 KB에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 이온이 +3 산화 상태의 이트륨을 포함하는 방법.

- [0321] KJ. 구체예 KB에 있어서, 상기 환원이 적어도 하나의 보호제의 존재 하에 일어나는 방법.
- [0322] KK. 구체예 KB에 있어서, 상기 환원이 적어도 하나의 폴리올의 존재 하에 일어나는 방법.
- [0323] KL. 구체예 KB에 따른 방법에 의해 형성된 상기 적어도 하나의 제1금속을 포함하는 생성물.
- [0324] KM. 구체예 KL에 있어서, 적어도 하나의 금속 나노와이어를 포함하는 생성물.
- [0325] KN. 구체예 KL에 따른 상기 생성물을 포함하는 물품.
- [0326] KP. 적어도 하나의 금속 나노와이어, 적어도 하나의 클로라이드 이온 및 IUPAC 3족 원소의 적어도 하나의 이온을 포함하는 조성물.
- [0327] KQ. 구체예 KP에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 적어도 하나의 은 나노와이어를 포함하는 조성물.
- [0328] KR. 구체예 KP에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 약 10nm 내지 약 500nm의 평균 직경을 포함하는 조성물.
- [0329] KT. 구체예 KP에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 포함하는 조성물.
- [0330] KU. 구체예 KP에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 약 10nm 내지 약 150nm의 평균 직경 및 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 포함하는 조성물.
- [0331] KV. 구체예 KP의 상기 조성물의 적어도 하나의 금속 나노와이어를 포함하는 생성물.
- [0332] KW. 구체예 KV에 따른 상기 적어도 하나의 생성물을 포함하는 물품.
- [0333] KX. 구체예 KW에 있어서, 전자 디스플레이, 터치 스크린, 휴대 전화기, 셀방식 전화기, 컴퓨터 디스플레이, 랩탑 컴퓨터, 테블릿 컴퓨터, 구매시점 키오스크, 뮤직 플레이어, 텔레비전, 전자 게임, 전자 북 리더, 투명 전극, 태양 전지, 발광 다이오드, 전자 장치, 의료 영상 장치 또는 의료 영상 매체 중 적어도 하나를 포함하는 물품.
- [0334] 전체가 본원에 참조로 인용되는 "NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 8월 16일자 출원된 미국 가출원 번호 제 61/523,977호에는 하기 27개의 비제한적 대표적인 구체예에 기재되어 있다.
- [0335] KY. 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제1화합물,
- [0336] 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속과 원자번호가 상이하고 IUPAC 4족으로부터의 적어도 하나의 원소를 포함하는 적어도 하나의 제2금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제2화합물 및
- [0337] 적어도 하나의 용매
- [0338] 를 포함하는 조성물을 제공하는 단계; 및
- [0339] 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 적어도 하나의 제1금속으로 환원시키는 단계를 포함하는 방법.
- [0340] KZ. 구체예 KY에 있어서, 상기 조성물이 적어도 하나의 보호제를 추가로 포함하는 방법.
- [0341] LA. 구체예 KZ에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제가 하나 이상의 계면활성제, 하나 이상의 산 또는 하나 이상의 극성 폴리머 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0342] LB. 구체예 KZ에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제가 폴리비닐피롤리디논을 포함하는 방법.
- [0343] LC. 구체예 KZ에 있어서, 적어도 하나의 보호제를 삽입함을 추가로 포함하는 방법.
- [0344] LD. 구체예 KY에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 주화 금속 이온을 포함하는 방법.
- [0345] LE. 구체예 KY에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 IUPAC 11족으로부터의 원소의 적어도 하나의 이온을 포함하는 방법.
- [0346] LF. 구체예 KY에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 은의 적어도 하나의 이온을 포함하는

방법.

- [0347] LG. 구체예 KY에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1화합물이 은 니트레이트를 포함하는 방법.
- [0348] LH. 구체예 KY에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 이온이 지르코늄 또는 하프늄의 이온을 포함하는 방법.
- [0349] LJ. 구체예 KY에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2화합물이 적어도 하나의 클로라이드를 포함하는 방법.
- [0350] LK. 구체예 KY에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2화합물이 지르코늄 테트라클로라이드 비스(테트라하이드로퓨란) 부가물 또는 하프늄 테트라클로라이드 비스(테트라하이드로퓨란) 부가물 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0351] LM. 구체예 KY에 있어서, 상기 적어도 하나의 용매가 적어도 하나의 폴리올을 포함하는 방법.
- [0352] LN. 구체예 KY에 있어서, 상기 적어도 하나의 용매가 에틸렌 글라이콜, 프로필렌 글라이콜, 글라이세롤, 하나 이상의 당 또는 하나 이상의 탄수화물 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0353] LP. 구체예 KY에 있어서, 상기 조성물이 약 0.0001 내지 약 0.1의 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온의 전체 물에 대한 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온의 전체 물의 비율을 갖는 방법.
- [0354] LQ. 구체예 KY에 있어서, 상기 환원이 약 120℃ 내지 약 190℃의 하나 이상의 온도에서 수행되는 방법.
- [0355] LR. 구체예 KY에 있어서, 상기 조성물, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 화합물, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온 또는 적어도 하나의 용매 중 하나 이상을 삽입하는 단계를 추가로 포함하는 방법.
- [0356] LS. 구체예 KY의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속.
- [0357] LT. 구체예 KY의 방법에 따라 형성된 상기 적어도 하나의 제1금속을 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0358] LU. 구체예 LT에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 하나 이상의 나노와이어, 나노큐브, 나노로드, 나노피라미드 또는 나노튜브를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0359] LV. 구체예 LT에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 약 10nm 내지 약 500nm의 평균 직경을 갖는 적어도 하나의 물체를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0360] LX. 구체예 LT에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 갖는 적어도 하나의 물체를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0361] LY. 약 10nm 내지 약 150nm의 평균 직경 및 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 갖는 적어도 하나의 금속 나노와이어.
- [0362] LZ. 구체예 LY에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 적어도 하나의 주화 금속을 포함하는 나노와이어.
- [0363] MA. 구체예 LY에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 IUPAC 11족
- [0364] 의 적어도 하나의 원소를 포함하는 나노와이어.
- [0365] MB. 구체예 LY에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 은을 포함하는 나노와이어.
- [0366] MC. 구체예 LY의 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0367] 전체가 본원에 참조로 인용되는 "NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES"라는 명칭으로 2011년 8월 16일자 출원된 미국 가출원 번호 제61/523,987호에는 하기 27개의 비제한적 대표적인 구체예에 기재되어 있다.
- [0368] MD. 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제1화합물,
- [0369] 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속과 원자 번호가 상이하고 IUPAC 5족으로부터의 적어도 하나의 원소를 포함하는 적어도 하나의 제2금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 제2화합물 및
- [0370] 적어도 하나의 용매
- [0371] 를 포함하는 조성물을 제공하는 단계; 및

- [0372] 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 적어도 하나의 제1금속으로 환원시키는 단계를 포함하는 방법.
- [0373] ME. 구체에 MD에 있어서, 상기 조성물이 적어도 하나의 보호제를 추가로 포함하는 방법.
- [0374] MF. 구체에 ME에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제가 하나 이상의 계면활성제, 하나 이상의 산 또는 하나 이상의 극성 폴리머 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0375] MG. 구체에 ME에 있어서, 상기 적어도 하나의 보호제가 폴리비닐피롤리디논을 포함하는 방법.
- [0376] MH. 구체에 ME에 있어서, 적어도 하나의 보호제를 삽입함을 추가로 포함하는 방법.
- [0377] MJ. 구체에 MD에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 적어도 하나의 주화 금속 이온을 포함하는 방법.
- [0378] MK. 구체에 MD에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 IUPAC 11족의 원소의 적어도 하나의 이온을 포함하는 방법.
- [0379] ML. 구체에 MD에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온이 은의 적어도 하나의 이온을 포함하는 방법.
- [0380] MM. 구체에 MD에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1화합물이 은 니트레이트를 포함하는 방법.
- [0381] MN. 구체에 MD에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2금속 이온이 탄탈의 이온을 포함하는 방법.
- [0382] MP. 구체에 MD에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2화합물이 적어도 하나의 클로라이드를 포함하는 방법.
- [0383] MQ. 구체에 MD에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2화합물이 탄탈(V) 클로라이드를 포함하는 방법.
- [0384] MR. 구체에 MD에 있어서, 상기 적어도 하나의 용매가 적어도 하나의 폴리올을 포함하는 방법.
- [0385] MS. 구체에 MD에 있어서, 상기 적어도 하나의 용매가 에틸렌 글라이콜, 프로필렌 글라이콜, 글라이세롤, 하나 이상의 당 또는 하나 이상의 탄수화물 중 적어도 하나를 포함하는 방법.
- [0386] MT. 구체에 MD에 있어서, 상기 조성물이 약 0.0001 내지 약 0.1의 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온의 전체 물에 대한 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온의 전체 물의 비율을 갖는 방법.
- [0387] MU. 구체에 MD에 있어서, 상기 환원이 약 120℃ 내지 약 190℃의 하나 이상의 온도에서 수행되는 방법.
- [0388] MV. 구체에 MD에 있어서, 상기 조성물, 상기 적어도 하나의 제1환원성 금속 이온을 포함하는 적어도 하나의 화합물, 상기 적어도 하나의 제2금속 또는 금속 이온 또는 상기 적어도 하나의 용매 중 하나 이상을 삽입함을 추가로 포함하는 방법.
- [0389] MU. 구체에 MD의 방법에 따라 형성된 적어도 하나의 제1금속.
- [0390] MV. 구체에 MD의 방법에 따라 형성된 상기 적어도 하나의 제1금속을 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0391] MW. 구체에 MV에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 하나 이상의 나노와이어, 나노큐브, 나노로드, 나노피라미드 또는 나노튜브를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0392] MX. 구체에 MV에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 약 10nm 내지 약 500nm의 평균 직경을 갖는 적어도 하나의 물체를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0393] MY. 구체에 MV에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1금속이 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 갖는 적어도 하나의 물체를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0394] MZ. 약 10nm 내지 약 150nm의 평균 직경 및 약 50 내지 약 10,000의 종횡비를 갖는 적어도 하나의 금속 와이어.
- [0395] NA. 구체에 MZ에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 적어도 하나의 주화 금속을 포함하는 나노와이어.
- [0396] NB. 구체에 MZ에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 IUPAC 11족의 적어도 하나의 원소를 포함하는 나노와이어.
- [0397] NC. 구체에 MZ에 있어서, 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어가 은을 포함하는 나노와이어.

- [0398] ND. 구체에 MZ의 상기 적어도 하나의 금속 나노와이어를 포함하는 적어도 하나의 물품.
- [0399] **실시예**
- [0400] **실시예 1**
- [0401] 500ml 반응 플라스크에 280ml 에틸렌 글라이콜(EG) 및 1.2g의 EG 중의 7.3mM MnCl_2 를 첨가하였다. 100 rpm에서 기계적으로 교반하면서 실온에서 유리 피펫을 이용하여 적어도 2시간 동안 N_2 를 용액에 버블링시킴으로써 이러한 용액을 적어도 일부 용해된 가스를 스트립핑하였다. (이러한 작업은 이후에 용액을 "탈기"시키는 것으로 지칭될 것이다). EG 중의 0.25M AgNO_3 및 EG 중의 0.77M(반복 단위의 몰 기준) 폴리비닐피롤리돈(PVP, 55,000 분자량)의 모액을 또한, N_2 를 상기 용액에 60분 동안 버블링시킴으로써 탈기시켰다. 두 개의 시린지에 각각 20ml의 AgNO_3 및 PVP 용액을 로딩하였다. 반응 혼합물을 N_2 하에, 145℃로 가열하고, AgNO_3 및 PVP 용액을 12 게이지 테플론 시린지 니들을 통해 일정한 속도로 25분에 걸쳐 첨가하였다. 반응을 145℃에서 90분 동안 유지시킨 후에, 실온으로 냉각시켰다. 냉각된 혼합물로부터, 반응 혼합물을 동일한 부피의 아세톤으로 희석시키고, 500G에서 45분 동안 원심분리하였다. 상청액을 따라버려(decant) 고형물을 얻고, 이를 200ml 아이소프로판올에서 10분 동안 재분산시키고, 다시 원심분리시키고, 따라버리고, 15ml 아이소프로판올로 희석시켰다.
- [0402] 은 나노와이어의 광학 현미경 사진은 도 1에 도시되어 있다. 은 나노와이어의 주사 전자 현미경 사진은 도 2에 도시되어 있다. 표 1은 은 나노와이어의 평균 직경 및 길이를 기술한다.
- [0403] **실시예 2 내지 4**
- [0404] 사용되는 MnCl_2 용액의 양을 변경시키면서, 실시예 1의 절차를 반복하였다. 표 1은 얻어진 은 나노와이어의 평균 직경 및 길이를 요약 기술한다.
- [0405] **실시예 5**
- [0406] 500ml 반응 플라스크에 280ml 에틸렌 글라이콜(EG)을 첨가하고, 100 rpm에서 기계적으로 교반하면서 실온에서 유리 피펫을 이용하여 N_2 를 상기 용액에 버블링시킴으로써 2시간 동안 탈기시켰다. EG 중의 0.25M AgNO_3 및 EG 중의 0.77M 폴리비닐피롤리돈(PVP)의 모액을 또한, N_2 를 상기 용액에 밤새 버블링시킴으로써 탈기시켰다. 두 개의 시린지에 각각 20ml의 AgNO_3 및 PVP 용액을 로딩하였다. 하기 가열 단계 직전에, N_2 하의 글로브 박스에서 새로이 제조된 1.55g의 EG 중의 11mM NbCl_5 를 탈기된 EG에 첨가하였다. 이러한 반응 혼합물을 N_2 하에 155℃로 가열시키고, AgNO_3 및 PVP 용액을 12 게이지 테플론 시린지 니들을 통해 일정한 속도로 25분에 걸쳐 첨가하였다. 반응을 155℃에서 90분 동안 유지시킨 후에, 실온으로 냉각시켰다. 냉각된 혼합물로부터, 반응 혼합물을 동일한 부피의 아세톤으로 희석시키고, 400G에서 45분 동안 원심분리하였다. 상청액을 따라버려 고형물을 얻고, 이를 200ml 아이소프로판올에서 10분 동안 재분산시키고, 다시 원심분리시키고, 따라버린 후, 15ml 아이소프로판올로 희석시켰다.
- [0407] 은 나노와이어의 광학 현미경 사진은 도 3에 도시되어 있다. 나노와이어는 적어도 100개의 와이어의 측정을 기초로 하여 $63.4 \pm 18.3\text{nm}$ 의 평균 직경을 갖는다.
- [0408] **실시예 6**
- [0409] 280ml 에틸렌 글라이콜(EG)을 함유한 500ml 반응 플라스크에 실온에서 1.30g의, 질소 하에서 제조된 EG 중의 9.8mM ReCl_3 의 새로이 제조된 용액을 첨가하였다. 얻어진 혼합물을 100 rpm에서 교반하면서 유리 피펫을 통해 2시간 동안 질소로 탈기시켰다. EG 중의 0.77M 폴리비닐피롤리돈(PVP) 및 EG 중의 0.25M AgNO_3 의 용액을 또한 60분 동안 질소로 탈기시키고, 이후에 각각 20ml 시린지를 제조하였다. 반응 혼합물을 질소 블랭킷팅(nitrogen blanketing) 하에서 155℃로 가열시키고, 이후에 AgNO_3 및 PVP 용액을 12 게이지 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 시린지 니들을 통해 일정한 속도로 25분에 걸쳐 첨가하였다. 반응을 155℃에서 90분 동안 유지시키고, 이후에 주변 온도로 냉각시켰다.
- [0410] 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진은 도 4에 도시되어 있다.
- [0411] **실시예 7**

- [0412] 280ml 에틸렌 글라이콜(EG)을 함유한 500ml 반응 플라스크에 실온에서 0.74g의, EG 중의 27mM VCl_3 의 용액을 첨가하였다. 이러한 혼합물을 2시간 동안 100 rpm에서 교반시키면서 유리 피펫을 이용하여 질소로 탈기시켰다. EG 중의 0.25M AgNO_3 및 EG 중의 0.77 M 폴리비닐피롤리돈(PVP)의 모액을 또한 60분 동안 질소로 탈기시켰다. 두 개의 시린지에 각각 20ml의 AgNO_3 및 PVP 용액을 로딩하였다. 반응 혼합물을 N_2 하에 145°C 로 가열시키고, 이후에 AgNO_3 및 PVP 용액을 12 게이지 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 시린지 니들을 통해 일정한 속도로 25분에 걸쳐 첨가하였다. 반응을 145°C 에서 90분 동안 유지시키고, 이후에 실온으로 냉각시켰다.
- [0413] 매우 적은 나노 생성물을 지닌 길이가 대략 10 마이크로미터인 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진은 도 5에 도시되어 있다. 나노 와이어는 적어도 100개의 와이어의 측정을 기초로 하여, $30.2 \pm 18.4\text{nm}$ 의 평균 직경을 갖는다.
- [0414] **실시예 8**
- [0415] 280ml 에틸렌 글라이콜(EG)을 함유한 500ml 반응 플라스크에 1.0g의, EG 중의 20mM $\text{ScCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 의 새로이 제조된 용액을 첨가하였다. 100 rpm에서 기계적으로 교반하면서 실온에서 유리 피펫을 이용하여 적어도 2시간 동안 N_2 를 용액에 버블링시킴으로써 이러한 용액을 적어도 일부 용해된 가스를 탈기시켰다. EG 중의 0.25M AgNO_3 및 EG 중의 0.77 M 폴리비닐피롤리돈(PVP)의 모액을 또한, N_2 를 상기 용액에 60분 동안 버블링시킴으로써 탈기시켰다. 두 개의 시린지에 각각 20ml의 AgNO_3 및 PVP 용액을 로딩하였다. 반응 혼합물을 N_2 하에, 155°C 로 가열하고, 반응 혼합물을 10분 동안 유지시킨 후에, AgNO_3 및 PVP 용액을 12 게이지 테플론 시린지 니들을 통해 일정한 속도로 25분에 걸쳐 첨가하였다. 반응을 155°C 에서 90분 동안 유지시킨 후에, 실온으로 냉각시켰다.
- [0416] 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진은 도 6에 도시되어 있다. 여기에는 소량의 나노생성물 오염물이 존재한다. 나노와이어는 적어도 100개의 와이어의 측정을 기초로 하여 $44.1 \pm 8.4\text{nm}$ 의 평균 직경을 갖는다.
- [0417] **실시예 9**
- [0418] 94mM TiCl_4 톨루엔/에틸렌 글라이콜(EG) 에멀전을 먼저, 톨루엔 중의 1.0M TiCl_4 를 교반하면서 질소 하, 실온에서 EG와 혼합함으로써 제조하였다. 280ml EG를 함유한 500ml 반응 플라스크에 실온에서 0.22g의 이러한 에멀전을 첨가하였다. 이러한 혼합물을 2시간 동안 100 rpm에서 교반하면서 질소로 탈기시켰다. EG 중의 0.25M AgNO_3 및 EG 중의 0.77 M 폴리비닐피롤리돈(PVP)의 모액을 또한, 실온에서 N_2 를 용액에 버블링시킴으로써 60분 동안 탈기시켰다. 두 개의 시린지에 각각 20ml의 AgNO_3 및 PVP 용액을 로딩하였다. 반응 혼합물을 N_2 하에, 155°C 로 가열하고, AgNO_3 및 PVP 용액을 12 게이지 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 시린지 니들을 통해 일정한 속도로 25분에 걸쳐 첨가하였다. 반응을 155°C 에서 90분 동안 유지시킨 후에, 실온으로 냉각시켰다.
- [0419] 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진은 도 7에 도시되어 있다. 나노와이어는 적어도 100개의 와이어의 측정을 기초로 하여 $32 \pm 16\text{nm}$ 의 평균 직경을 갖는다.
- [0420] **실시예 10**
- [0421] 280ml 에틸렌 글라이콜(EG)을 함유한 500ml 반응 플라스크를 서브-표면 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 튜브를 이용하여 도입되는 질소를 이용하여 밤새 탈기시켰다. 이후에, 상기 플라스크에 0.82g의 EG 중의 새로이 제조된 22mM 몰리브덴(IV) 다이클로라이드 다이옥사이드 용액을 첨가하였다. 이후에, 플루오로폴리머 튜브를 철수시켜 대략 0.5 l/분의 유속으로 질소 블랭케팅을 제공하였다. 반응 혼합물을 100 rpm에서 교반하면서 145°C 로 가열하였다. EG 중의 0.84M 폴리비닐피롤리돈(PVP) 및 EG 중의 0.25M AgNO_3 의 용액을 질소로 탈기시킨 후에 각각 20ml 시린지를 제조하였다. 이후에, AgNO_3 및 PVP 용액을 12 게이지 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 시린지 니들을 통해 일정한 속도로 25분에 걸쳐 첨가하였다. 반응을 145°C 에서 90분 동안 유지시킨 후에 주변 온도로 냉각시켰다.
- [0422] 45분 반응시간에서의 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진은 도 8에 도시되어 있다. 도 9는 60분 반응 시간에서의 생성물을 도시한 것이다.
- [0423] **실시예 11**
- [0424] 280ml 에틸렌 글라이콜(EG)을 함유한 500ml 반응 플라스크에 실온에서 3.3g의, EG 중의 5.9mM 텅스텐(IV) 클로

라이드 용액을 첨가하였다. 혼합물을 100 rpm에서 교반하고, 2시간 동안 유리 피펫을 이용하여 질소로 탈기시켰다. EG 중의 0.25M AgNO_3 및 EG 중의 0.77M 폴리비닐피롤리돈(PVP)의 모액을 또한 60분 동안 질소로 탈기시킨 후에, 각각 20ml 시린지를 제조하였다. 이후에, 플라스크를 이의 내용물을 통과하게 질소를 버블링시킴으로써 탈기시키면서 145℃로 가열시켰다. 이후에, AgNO_3 및 PVP 용액을 12 게이지 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 시린지 니들을 통해 일정한 속도로 25분에 걸쳐 첨가하였다. 이후에, 플라스크를 이러한 온도에서 60분 동안 유지시키고, 이후에 주변 온도를 냉각시켰다.

[0425] 반응 생성물을 동일한 부피의 아세톤으로 희석시킨 후에, 500G에서 45분 동안 원심분리하였다. 상청액을 따라 버려 고형물을 얻고, 이를 200ml 아이소프로판올에서 10분 동안 재분산시키고, 다시 원심분리시키고, 따라버린 후, 15ml 아이소프로판올에 재분산시켰다. 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진은 도 10에 도시되어 있다. 나노와이어는 적어도 100개의 와이어의 측정을 기초로 하여 $54.4 \pm 12.6\text{nm}$ 의 평균 직경을 갖는다.

[0426] 실시예 12

[0427] 280ml 에틸렌 글라이콜(EG)을 함유한 500ml 반응 플라스크에 실온에서 1.0g의, EG 중의 7.8mM 크롬(III) 클로라이드 옥수화물 용액을 첨가하였다. 혼합물을 100 rpm에서 교반하고, 2시간 동안 유리 피펫을 이용하여 질소로 탈기시켰다. EG 중의 0.25M AgNO_3 및 EG 중의 0.77M 폴리비닐피롤리돈(PVP)의 모액을 또한 60분 동안 질소로 탈기시킨 후에, 각각 20ml 시린지를 제조하였다. 이후에, 이의 내용물을 통하게 질소를 버블링시킴으로써 탈기시키면서 플라스크를 145℃로 가열하였다. 이후에, AgNO_3 및 PVP 용액을 12 게이지 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 시린지 니들을 통해 일정한 속도로 25분에 걸쳐 첨가하였다. 이후에, 플라스크를 이러한 온도에서 90분 동안 유지시키고, 이후에 주변 온도를 냉각시켰다.

[0428] 반응 생성물을 동일한 부피의 아세톤으로 희석시킨 후에, 500G에서 45분 동안 원심분리하였다. 상청액을 따라 버려 고형물을 얻고, 이를 200ml 아이소프로판올에서 10분 동안 흔들어줌으로써 재분산시키고, 다시 원심분리시키고, 따라버린 후, 15ml 아이소프로판올에 재분산시켰다. 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진은 도 11에 도시되어 있다. 나노와이어는 $47 \pm 14\text{nm}$ 의 평균 직경을 갖는다.

[0429] 실시예 13

[0430] 280ml 에틸렌 글라이콜(EG)을 함유한 500ml 반응 플라스크를 100 rpm에서 교반하고 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 튜브를 통해 액체 표면 아래에 도입되는 질소를 이용하여 실온에서 밤새 탈기시켰다. 이후에, 15mg의 란탄(III) 클로라이드 7수화물을 반응 플라스크에 첨가하였다. EG 중의 0.25M AgNO_3 및 EG 중의 0.84M 폴리비닐피롤리돈(PVP, 55,000 중량평균분자량)의 모액을 또한 60분 동안 질소로 탈기시킨 후에, 각각 20ml 시린지를 제조하였다. 이후에, 플라스크를 반응 플라스크 공간 부분을 질소로 블랭케팅하면서 145℃로 가열시켰다. 이후에, AgNO_3 및 PVP 용액을 12 게이지 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 시린지 니들을 통해 일정한 속도로 25분에 걸쳐 첨가하였다. 이후에, 플라스크를 이러한 온도에서 90분 동안 유지시키고, 이후에 주변 온도로 냉각시켰다.

[0431] 도 12는 은 나노와이어 생성물의 400-파워 광학 현미경 사진을 도시한 것으로서, 이는 $58.3 \pm 27.8\text{nm}$ 의 평균 나노와이어 직경을 가지며, 여기서 명시된 평균 직경 및 표준 편차는 적어도 100개의 와이어의 측정으로부터 계산된 것이다.

[0432] 실시예 14

[0433] 59mg의 란탄(III) 클로라이드 7수화물을 사용하고, 냉각 전에 반응을 150분 동안 수행하는 것을 제외하고, 실시예 13에 따른 절차를 반복하였다. 도 13은 은 나노와이어 생성물의 400-파워 광학 현미경 사진을 도시한 것으로서, 이는 $88.2 \pm 33.8\text{nm}$ 의 평균 나노와이어 직경을 갖는다.

[0434] 실시예 15

[0435] 280ml 에틸렌 글라이콜(EG), 2.4g 폴리비닐피롤리돈(PVP, 55,000 중량평균분자량) 및 7.1mg의 이트륨(III) 클로라이드 옥수화물을 함유한 500ml 반응 플라스크를 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 튜브를 통해 액체 표면 아래로 도입되는 질소를 이용하여 실온에서 밤새 탈기시켰다. 이후에, 상기 튜브를 액체로부터 철수시켜 대략 0.5 l/분에서 반응 플라스크 공간 부분의 질소 블랭케팅을 제공하였으며, 이후에, 플라스크를 145℃로 가열하였다. EG 중의 0.50M AgNO_3 의 모액을 또한 질소로 탈기시킨 후에, 40ml 용액의 시린지를 제조하였다. 이후에,

AgNO₃ 용액을 12 게이지 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 시린지 니들을 통해 일정한 속도로 25분에 걸쳐 첨가하였다. 이후에, 플라스크를 이러한 온도에서 60분 동안 유지시키고, 이후에 주변 온도로 냉각시켰다.

[0436] 도 14 및 도 15는 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 것이다. 나노와이어는 적어도 100개의 와이어의 측정을 기초로 하여, $88.9 \pm 17.1 \text{ nm}$ 의 평균 직경을 갖는다.

[0437] **실시예 16**

[0438] 3.3 mg 7.1mg의 이트륨(III) 클로라이드 육수화물을 사용하여 실시예 15의 절차를 반복하였다. 도 16 및 도 17은 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 것이다. 나노와이어는 적어도 100개의 와이어의 측정을 기초로 하여, $89.4 \pm 18.7 \text{ nm}$ 의 평균 직경을 갖는다.

[0439] **실시예 17**

[0440] 300ml 에틸렌 글라이콜(EG), 2.2g 폴리비닐피롤리돈(PVP, 55,000 중량평균분자량) 및 9.2mg의 하프늄 테트라클로라이드 비스(테트라하이드로퓨란) 부가물을 함유한 500ml 반응 플라스크를 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 튜브를 통해 액체 표면 아래로 도입되는 질소를 사용하여 실온에서 밤새 탈기시켰다. 이후에, 튜브를 액체로부터 철수시켜 대략 0.5 ℓ/분에서 반응 플라스크 공간 부분의 질소 블랭케팅을 제공하였고, 이후에 교반된 플라스크를 145℃로 가열시켰다. EG 중의 0.50M AgNO₃의 모액을 또한 질소로 탈기시키고, 이후에 20ml 탈기된 용액의 시린지를 제조하였다. 이후에, AgNO₃ 용액을 12 게이지 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 시린지 니들을 통해 일정한 속도로 25분에 걸쳐 첨가하였다. 이후에, 플라스크를 이러한 온도에서 60분 동안 유지시키고, 이후에, 주변 온도로 냉각시켰다.

[0441] 도 18은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 것으로서, 이는 100개의 와이어의 측정을 기초로 하여, $253.5 \pm 133.0 \text{ nm}$ 의 평균 직경 및 $8.7 \pm 5.5 \mu\text{m}$ 의 평균 길이를 갖는다.

[0442] **실시예 18**

[0443] 하프늄-함유 부가물 대신에 6.9mg의 지르코늄 테트라클로라이드 비스(테트라하이드로퓨란) 부가물을 사용하여 실시예 17의 절차를 반복하였다. 도 19는 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 것으로서, 이는 100개의 와이어의 측정을 기초로 하여, $147.3 \pm 50.0 \text{ nm}$ 의 평균 직경 및 $15.6 \pm 12.0 \mu\text{m}$ 의 평균 길이를 갖는다.

[0444] **실시예 19**

[0445] 300ml 에틸렌 글라이콜(EG), 2.2g 폴리비닐피롤리돈(PVP, 55,000 중량평균분자량) 및 4.3mg의 탄탈(V) 클로라이드를 함유한 500ml 반응 플라스크를 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 튜브를 통해 액체 표면 아래로 도입되는 질소를 사용하여 실온에서 밤새 탈기시켰다. 이후에, 튜브를 액체로부터 철수시켜 대략 0.5 ℓ/분에서 반응 플라스크 공간 부분의 질소 블랭케팅을 제공하고, 이후에 교반된 플라스크를 145℃로 가열하였다. EG 중의 0.50M AgNO₃의 모액을 또한 질소로 탈기시킨 후에, 20ml 탈기된 용액의 시린지를 제조하였다. 이후에, AgNO₃ 용액을 12 게이지 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 시린지 니들을 통해 일정한 속도로 25분에 걸쳐 첨가하였다. 이후에, 플라스크를 이러한 온도에서 60분 동안 유지시키고, 이후에 주변 온도로 냉각시켰다.

[0446] 도 20은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 것으로서, 이는 100개의 와이어의 측정을 기초로 하여, $83.1 \pm 11.9 \text{ nm}$ 의 평균 직경 및 $13.2 \pm 3.6 \mu\text{m}$ 의 평균 길이를 갖는다.

[0447] **실시예 20**

[0448] 9.9mg의 탄탈(V) 클로라이드를 사용하여 실시예 19의 절차를 반복하였다. 도 21은 은 나노와이어 생성물의 광학 현미경 사진을 도시한 것으로서, 100개의 와이어의 측정을 기초로 하여, $215 \pm 119 \text{ nm}$ 의 평균 직경 및 $10.6 \pm 6.5 \mu\text{m}$ 의 평균 길이를 갖는다.

[0449] **실시예 21(비교예)**

[0450] 200ml 에틸렌 글라이콜(EG), 1.28ml의 에틸렌 글라이콜(EG) 중의 0.006M FeCl₂ 용액을 함유한 500ml 반응 플라스크를 서브표면 유리 피펫을 이용하여 탈기시켰다. 이후에, 교반된 플라스크를 1시간 동안 질소 버블링을 지속하면서, 135℃로 가열시킨 후에, 공간 부분의 질소 블랭케팅을 제공하였다. EG 중의 0.094M AgNO₃ 및 EG 중의 0.282M 폴리비닐피롤리돈(PVP)의 모액을 또한 질소로 탈기시켰다. 이후에, 60ml의 탈기된 AgNO₃ 및 PVP 용액의 시린지를 제조하고, 12 게이지 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 시린지 니들을 통하여 일정한 속도로 10

분에 걸쳐 첨가하였다. 이후에, 플라스크를 이러한 온도에서 2.5시간 동안 유지시키고, 이후에 실온으로 냉각시키기 위하여 얼음욕에서 쉼시켰다.

[0451] 얻어진 나노와이어는 적어도 100개의 와이어의 측정을 기초로 하여, $121 \pm 27 \text{ nm}$ 의 평균 직경을 갖는다.

[0452] **실시예 22(비교예)**

[0453] 300ml 에틸렌 글라이콜(EG), 2.2g 폴리비닐피롤리돈(PVP, 55,000 중량평균분자량) 및 1.4g의 EG 중의 6.9mM 주석(II) 클로라이드 용액을 함유한 500ml 반응 플라스크를 유리 피펫을 통해 액체 표면 아래로 도입되는 질소를 이용하여 실온에서 2시간 동안 탈기시켰다. 이후에, 튜브를 액체로부터 철수시켜 반응 플라스크 공간 부분의 질소 블랭케팅을 제공하고, 이후에 교반된 플라스크를 145°C 로 가열하였다. EG 중의 0.28M AgNO_3 및 EG 중의 0.84M PVP의 모액을 또한 질소로 탈기시키고, 이후에 20ml 탈기된 용액의 시린지를 제조하였다. 이후에, AgNO_3 및 PVP 용액을 12 게이지 TEFLON(등록상표) 플루오로폴리머 시린지 니들을 통해 0.8 ml/분 의 일정한 속도로 첨가하였다. 이후에, 플라스크를 이러한 온도에서 120분 동안 유지시키고, 이후에 주변 온도로 냉각시켰다.

[0454] 얻어진 나노와이어는 적어도 100개의 와이어의 측정을 기초로 하여, $75.9 \pm 17.1 \text{ nm}$ 의 평균 직경 및 $7.4 \pm 3.3 \mu\text{m}$ 의 평균 길이를 갖는다.

[0455] **실시예 23**

[0456] 탄탈 (V) 클로라이드 대신에 18.7mg의 하프늄 테트라클로라이드 비스(테트라하이드로퓨란) 부가물을 사용하여 실시예 19의 절차를 반복하였다. 얻어진 나노와이어 생성물은 100개의 와이어의 측정을 기초로 하여, $238.1 \pm 102.7 \text{ nm}$ 의 평균 직경 및 $11.0 \pm 7.6 \mu\text{m}$ 의 평균 길이를 갖는다.

[0457] **실시예 24**

[0458] 탄탈 (V) 클로라이드 대신에 16.2mg의 지르코늄 테트라클로라이드 비스(테트라하이드로퓨란) 부가물을 사용하여 실시예 19의 절차를 반복하였다. 얻어진 나노와이어 생성물은 100개의 와이어의 측정을 기초로 하여, $241 \pm 95 \text{ nm}$ 의 평균 직경 및 $10.4 \pm 6.6 \mu\text{m}$ 의 평균 길이를 갖는다.

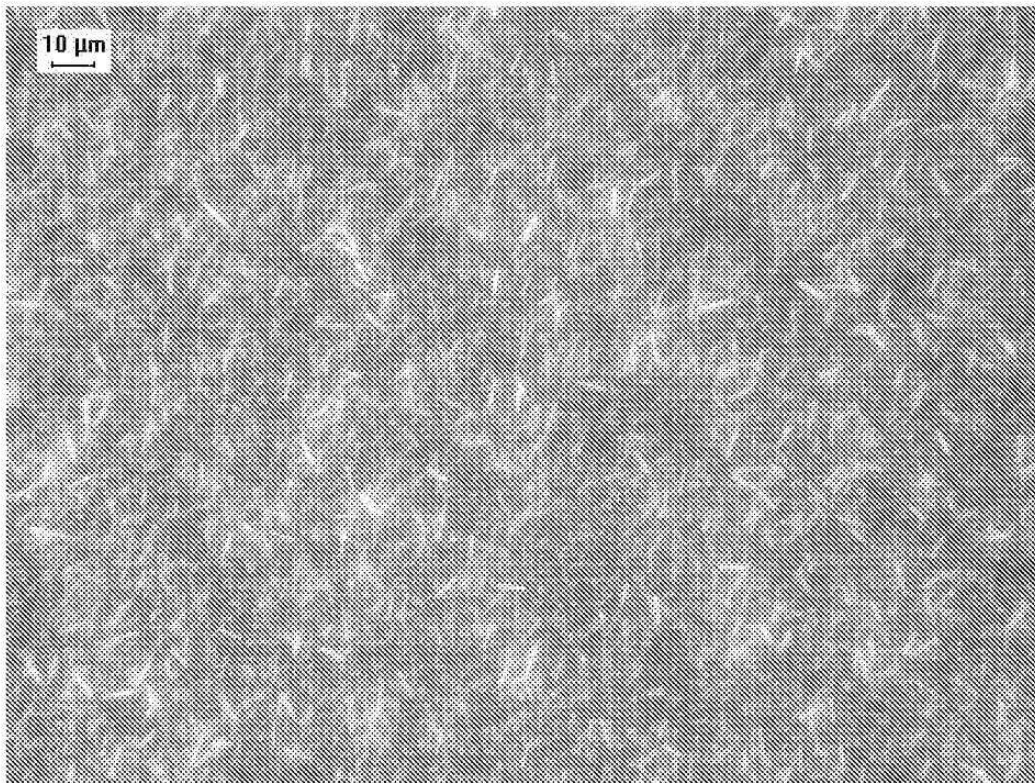
표 1

[0459]

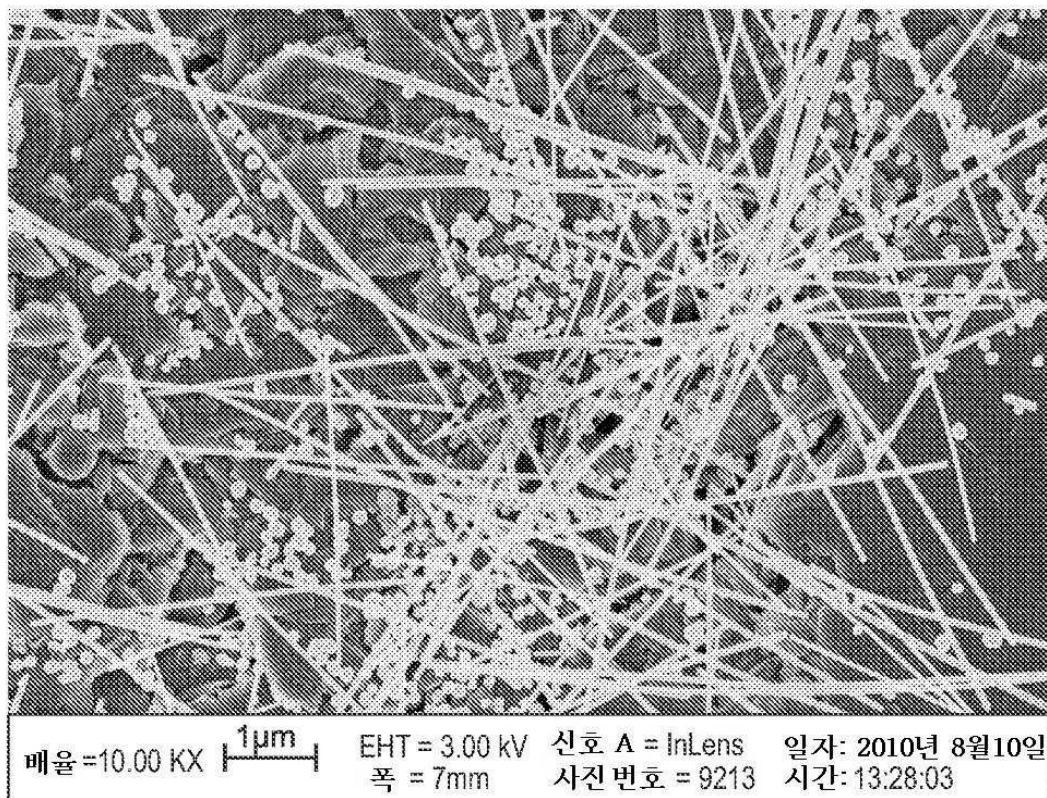
번호	몰비 $\text{Mn}^{2+}:\text{Ag}^+$	평균 직경 (nm)	평균 길이(마이크론)
실시예 1	1:632	63 ± 15	6.3 ± 2.0
실시예 2	1:213	55 ± 15	9.0 ± 4.0
실시예 3	1:93	60 ± 14	11 ± 5.0
실시예 4	1:213	25 ± 15	10.6 ± 3.7

도면

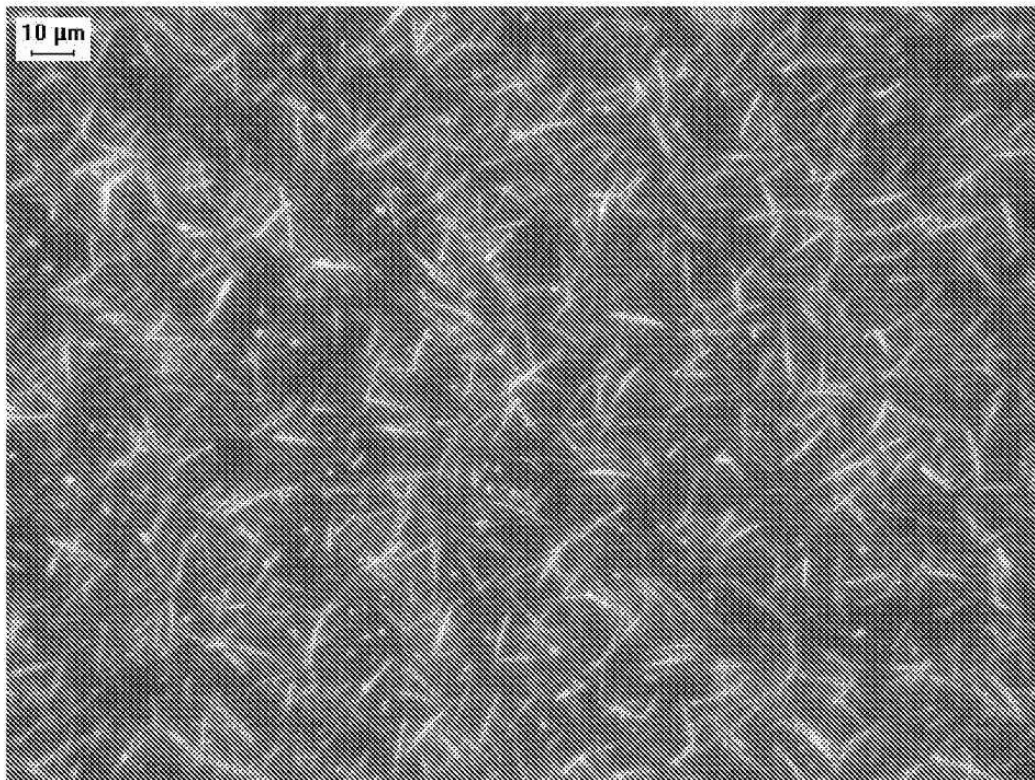
도면1



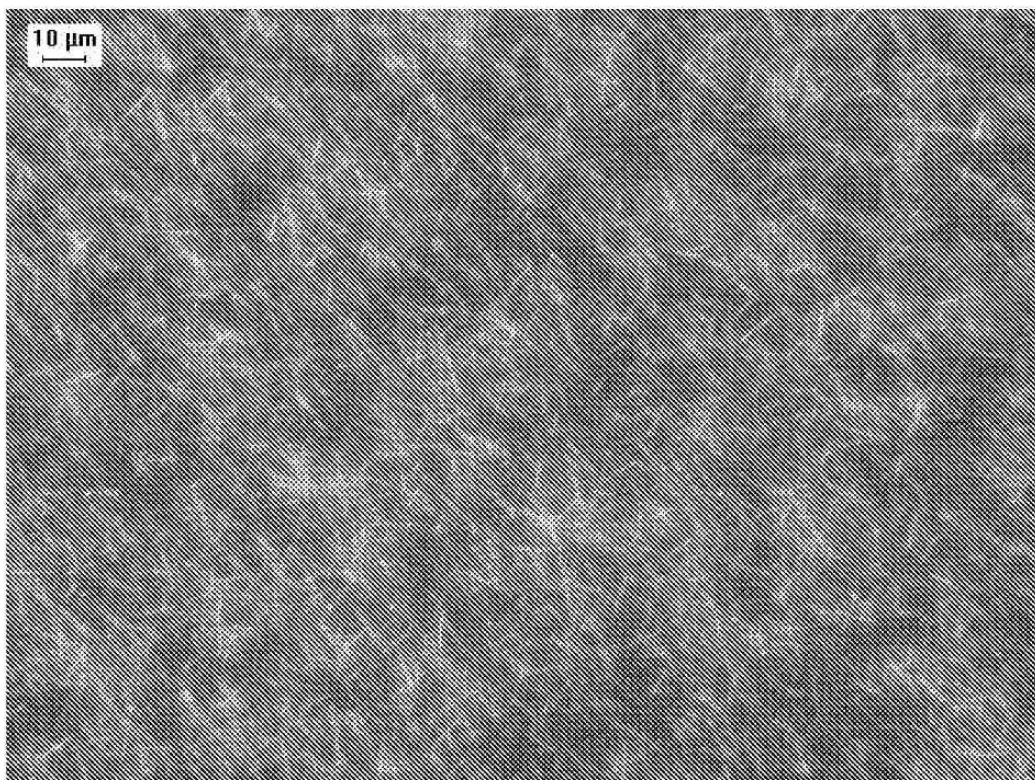
도면2



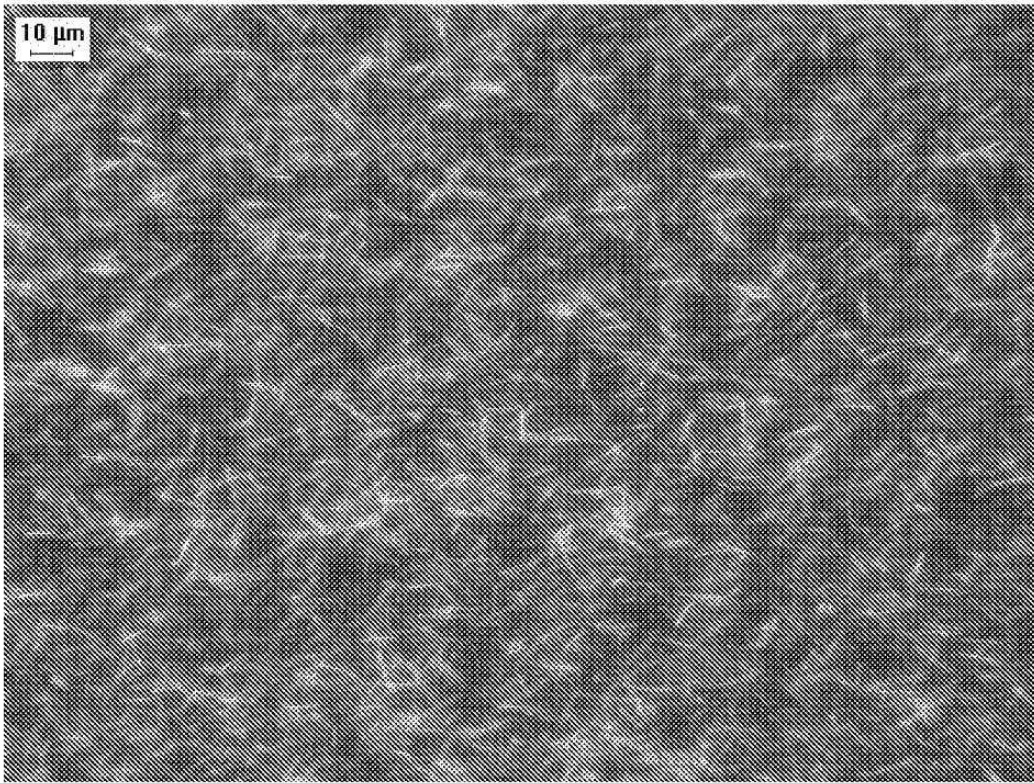
도면3



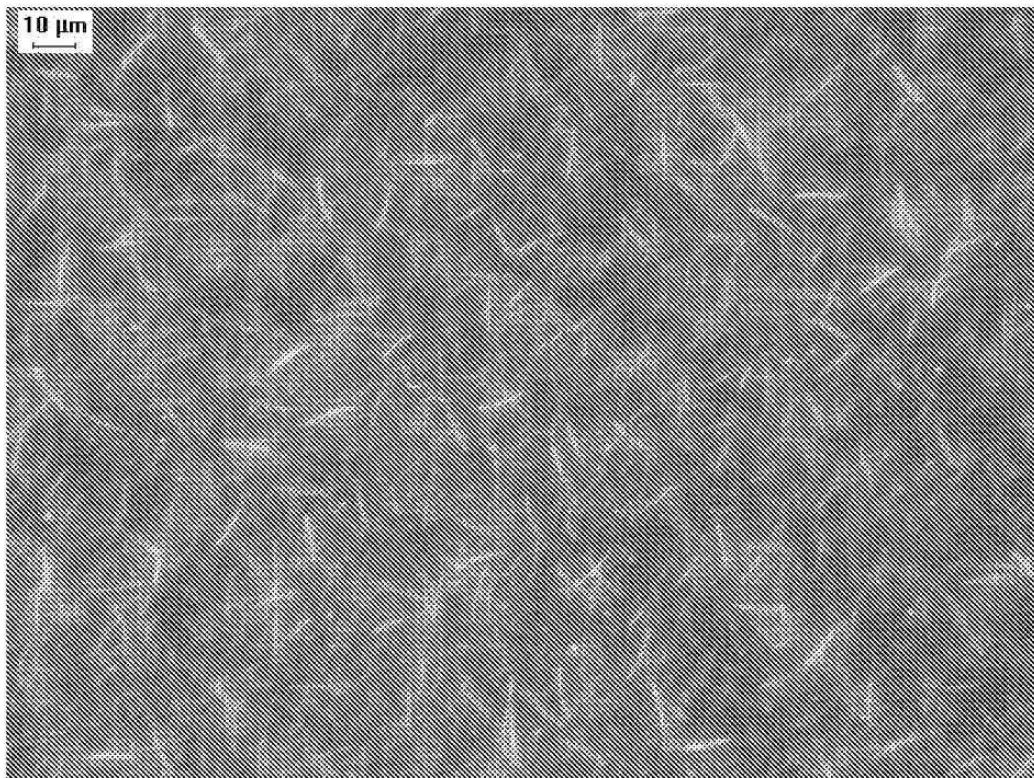
도면4



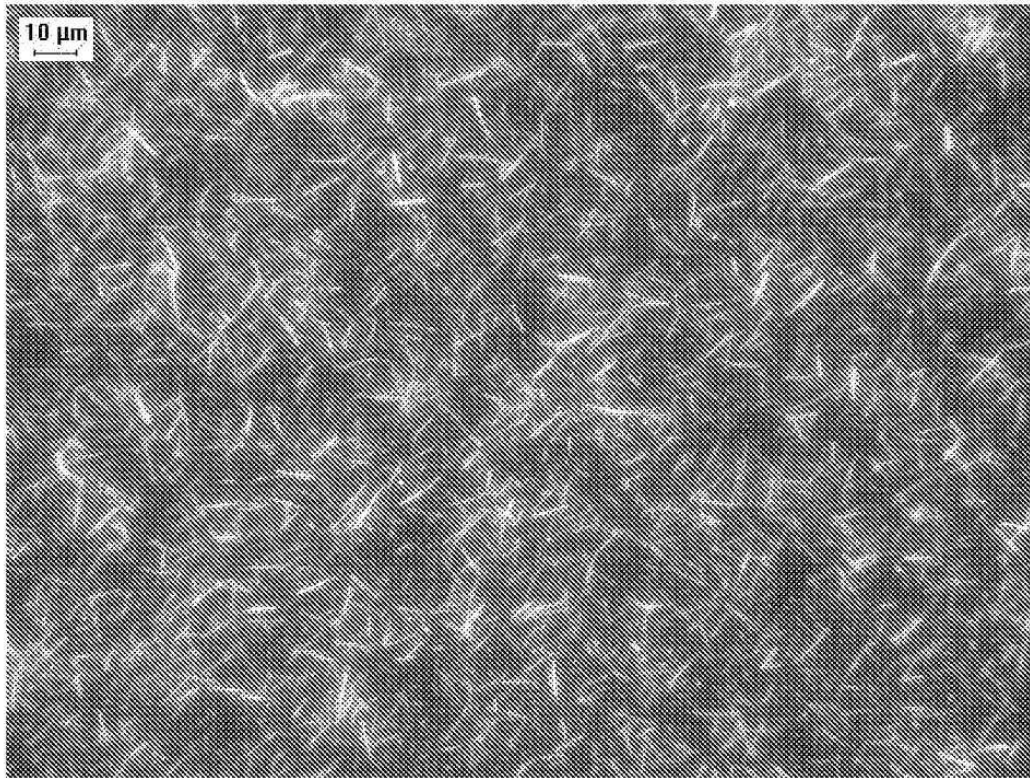
도면5



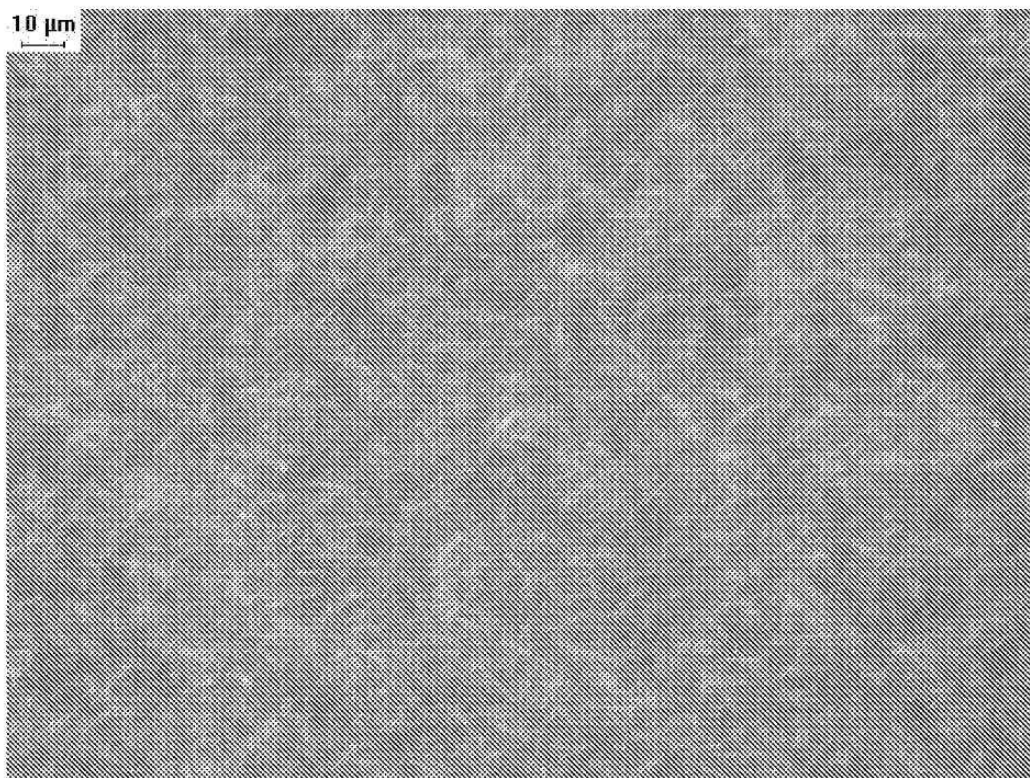
도면6



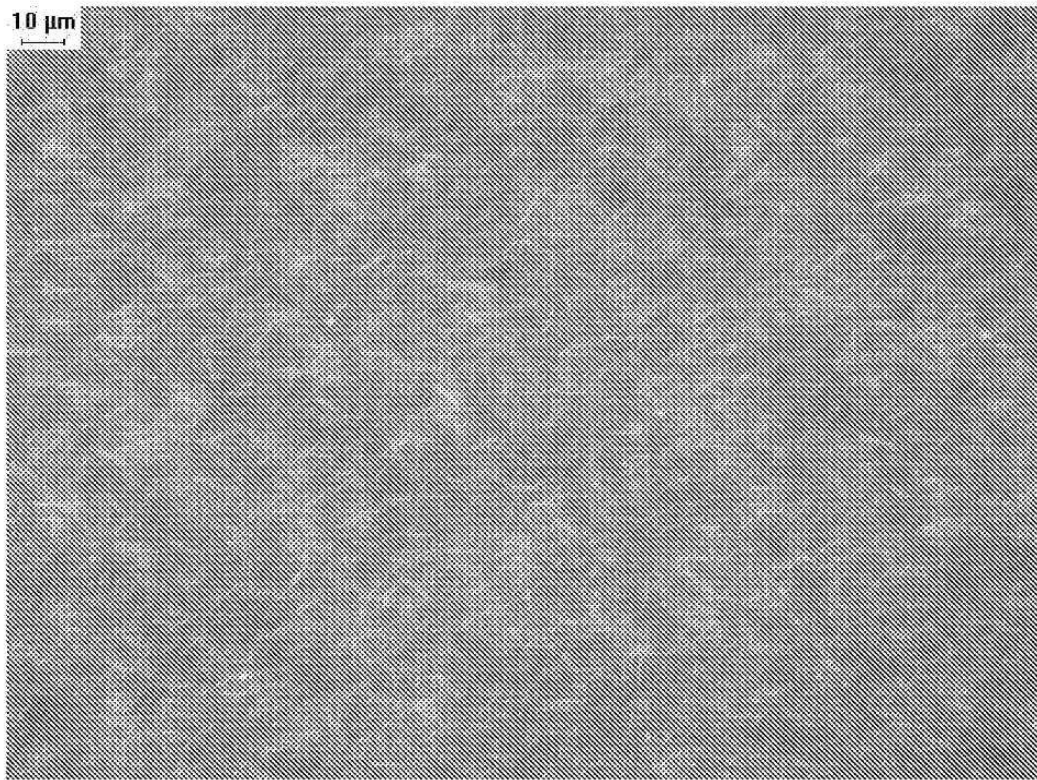
도면7



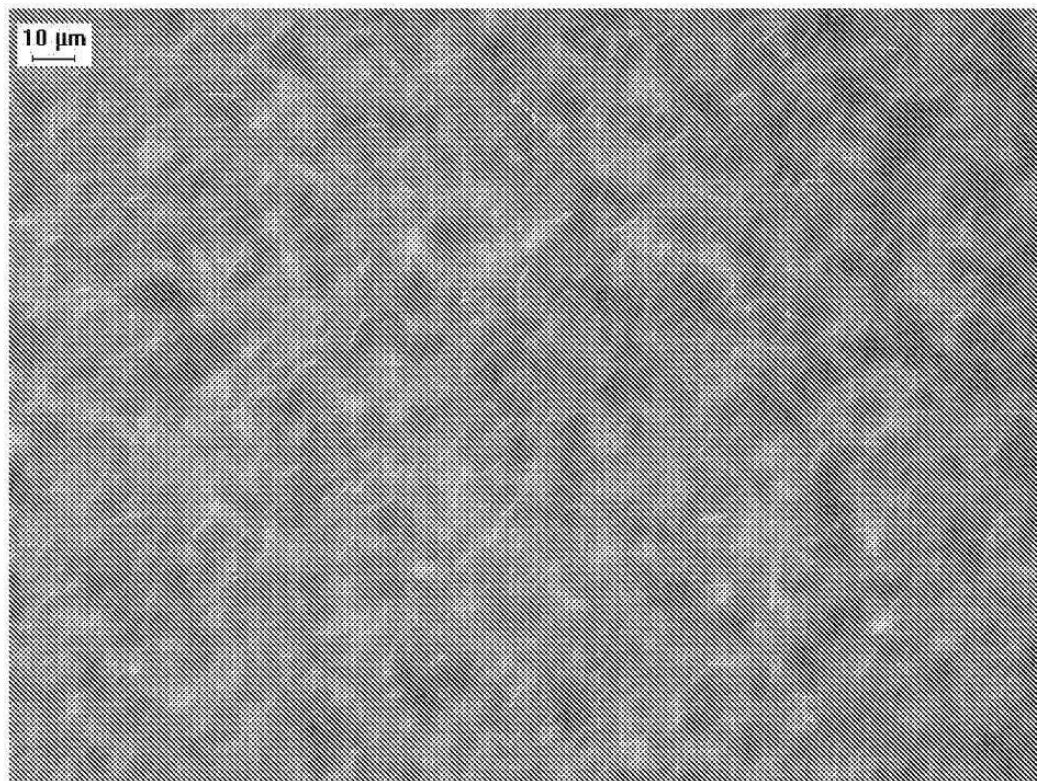
도면8



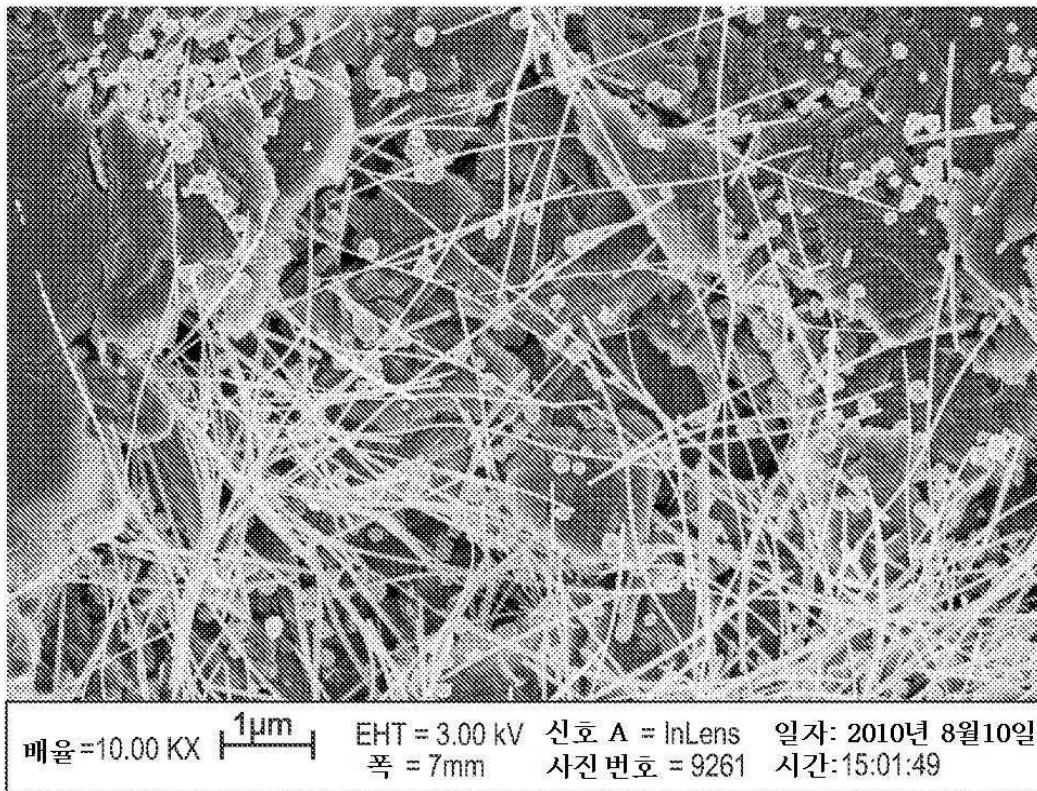
도면9



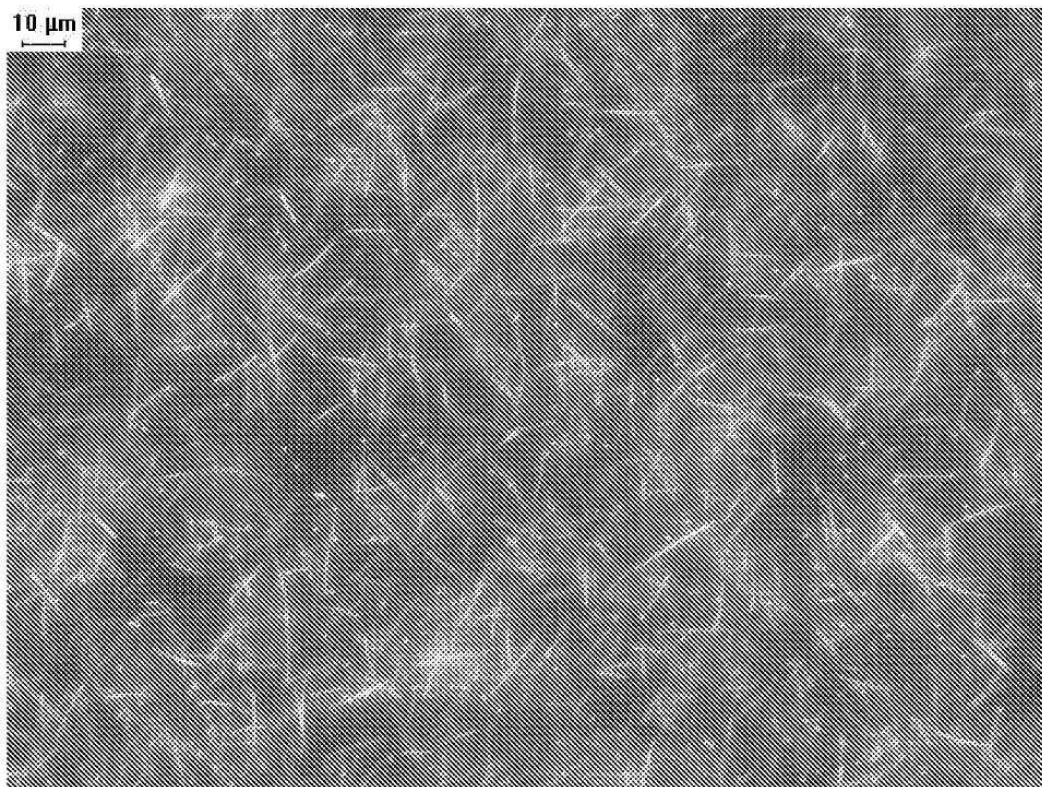
도면10



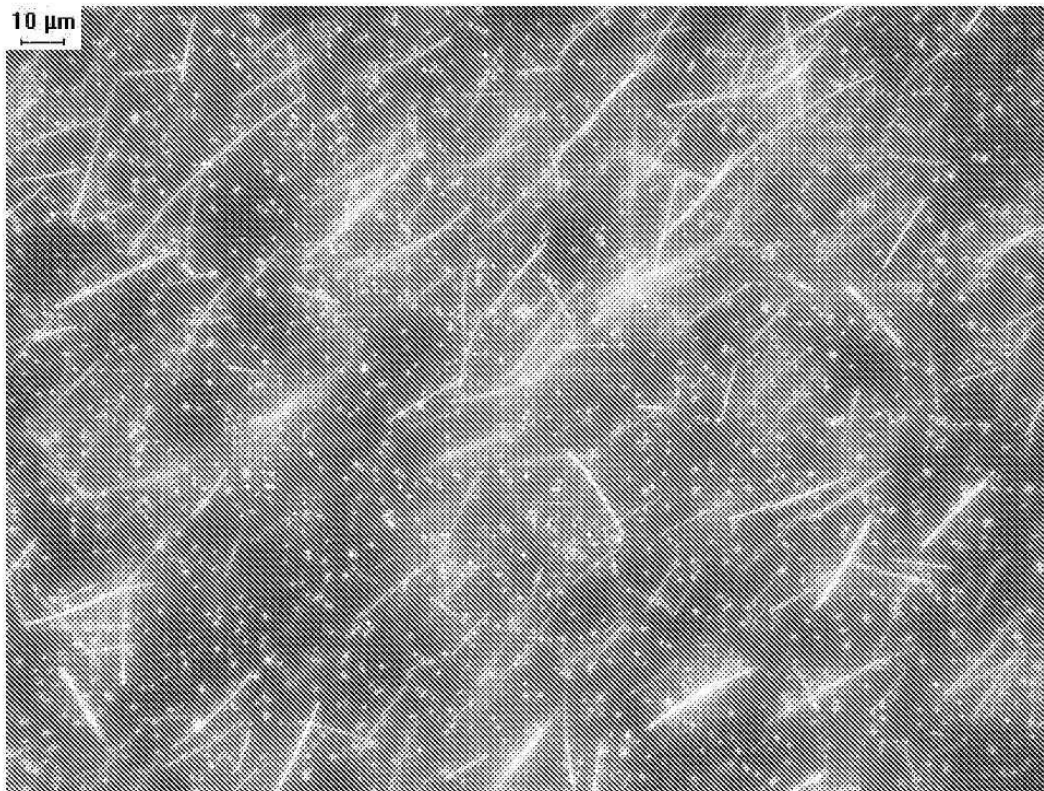
도면11



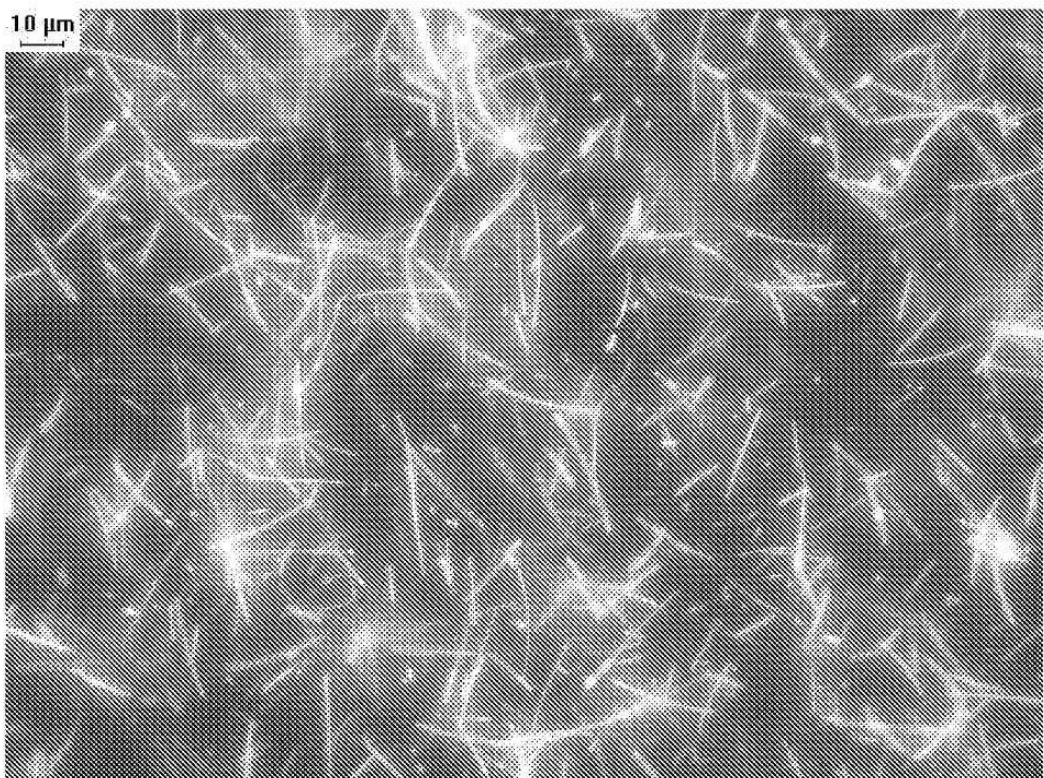
도면12



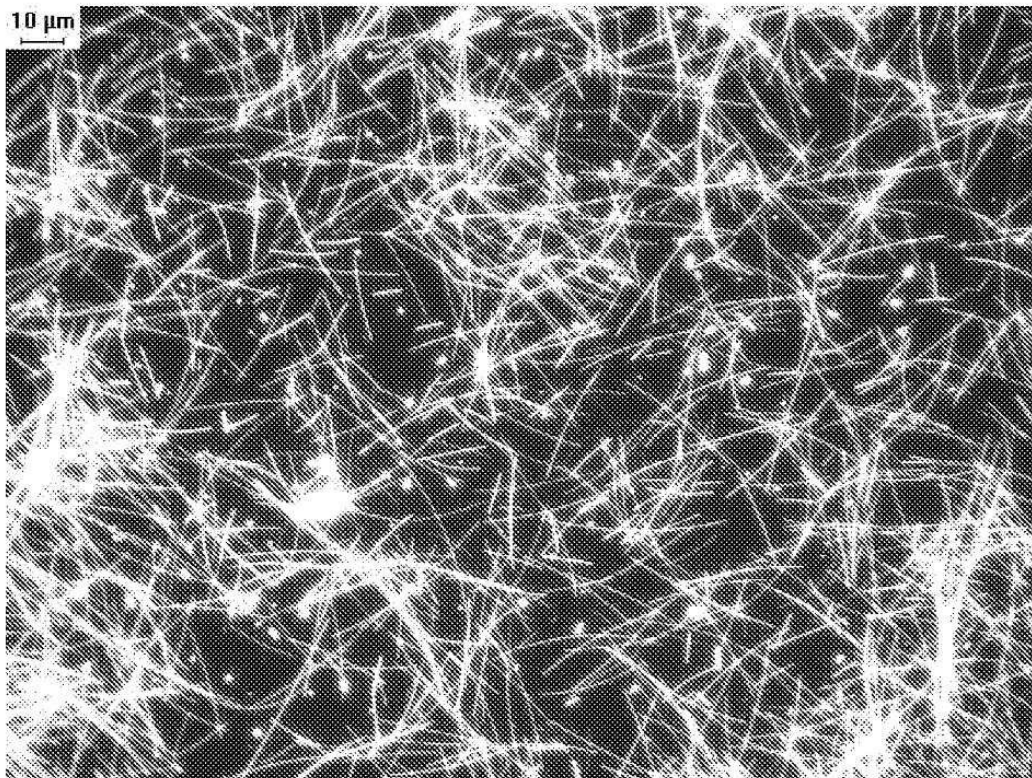
도면13



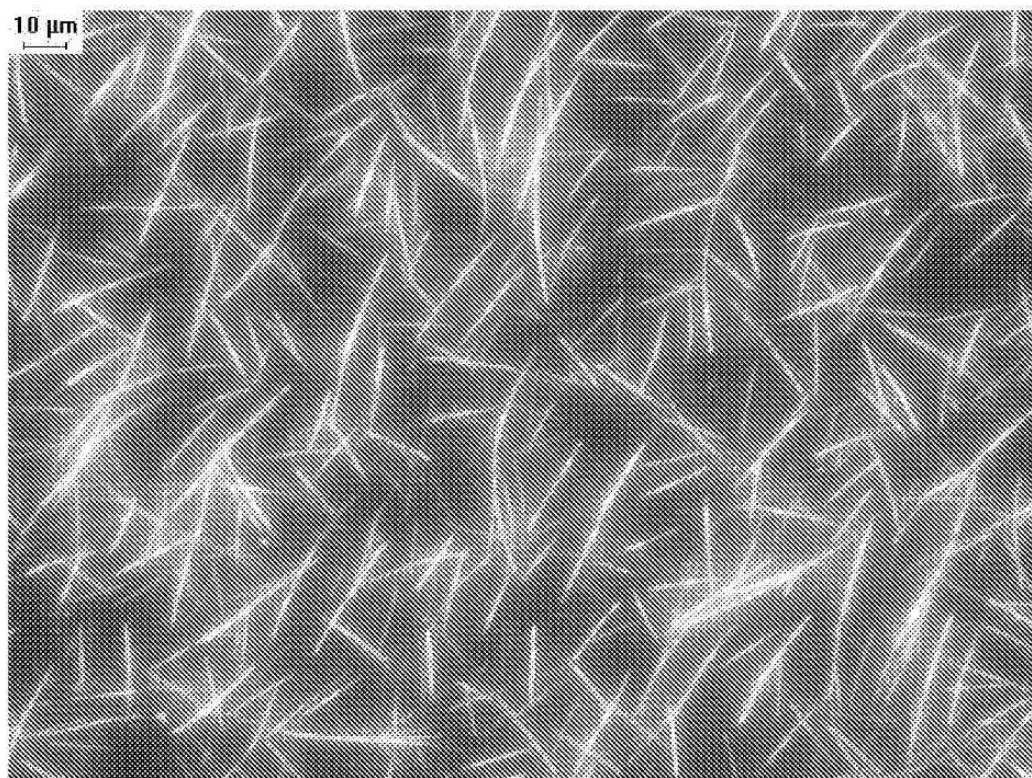
도면14



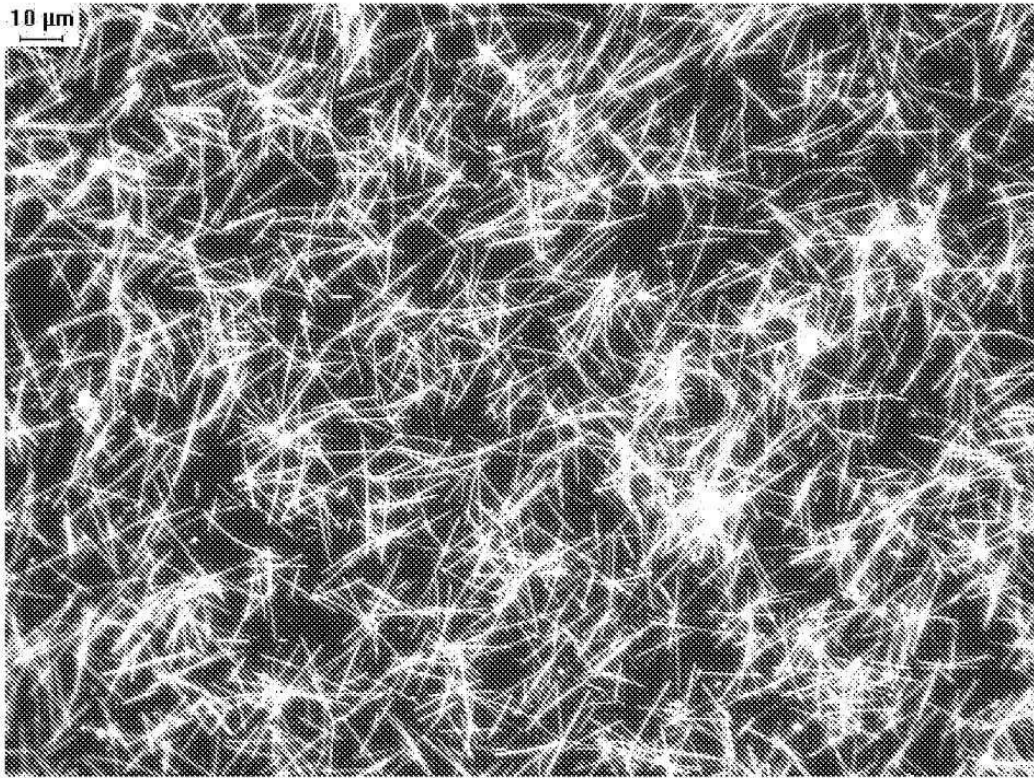
도면15



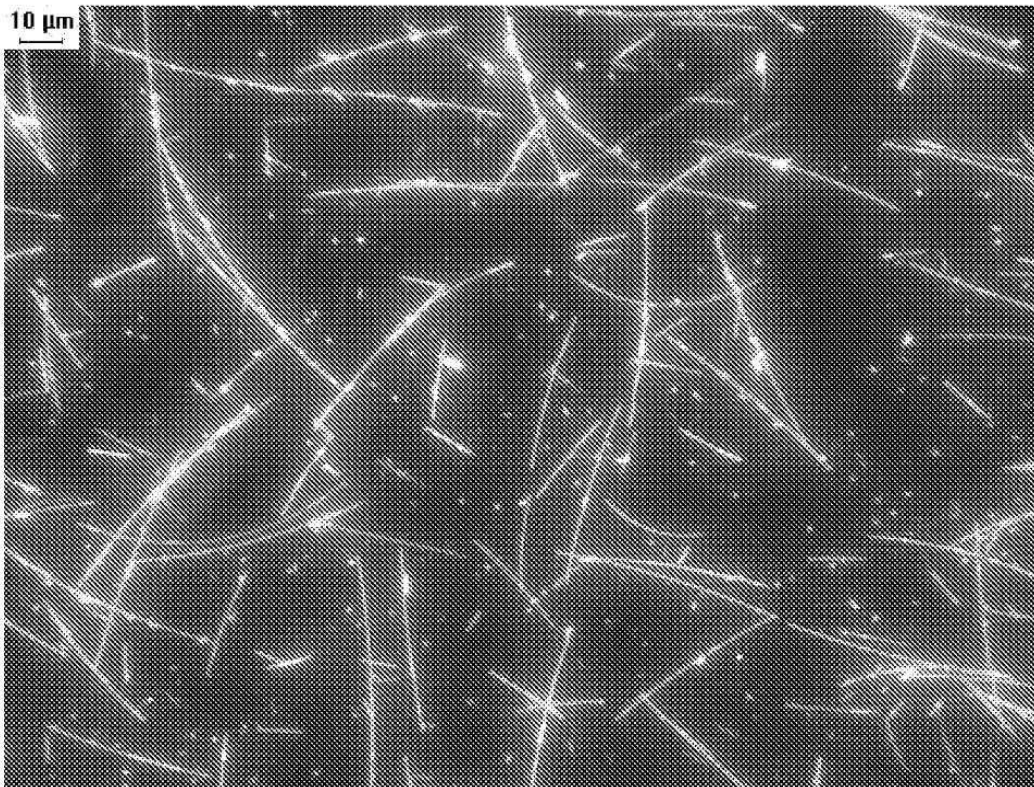
도면16



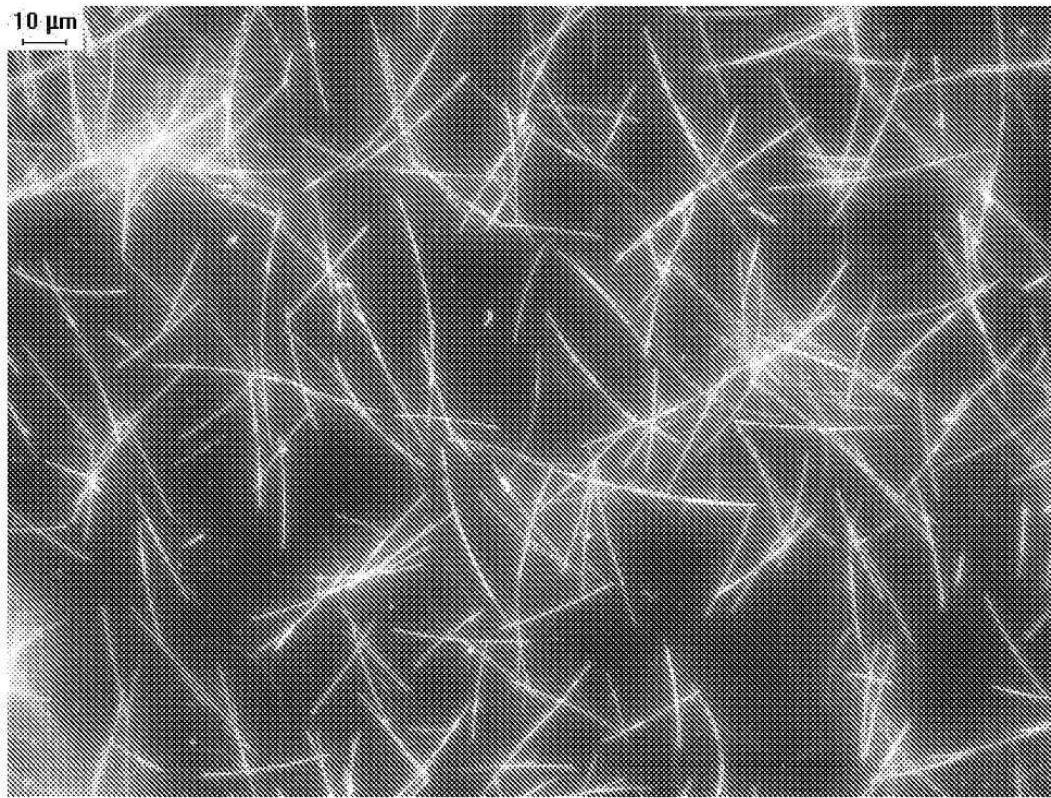
도면17



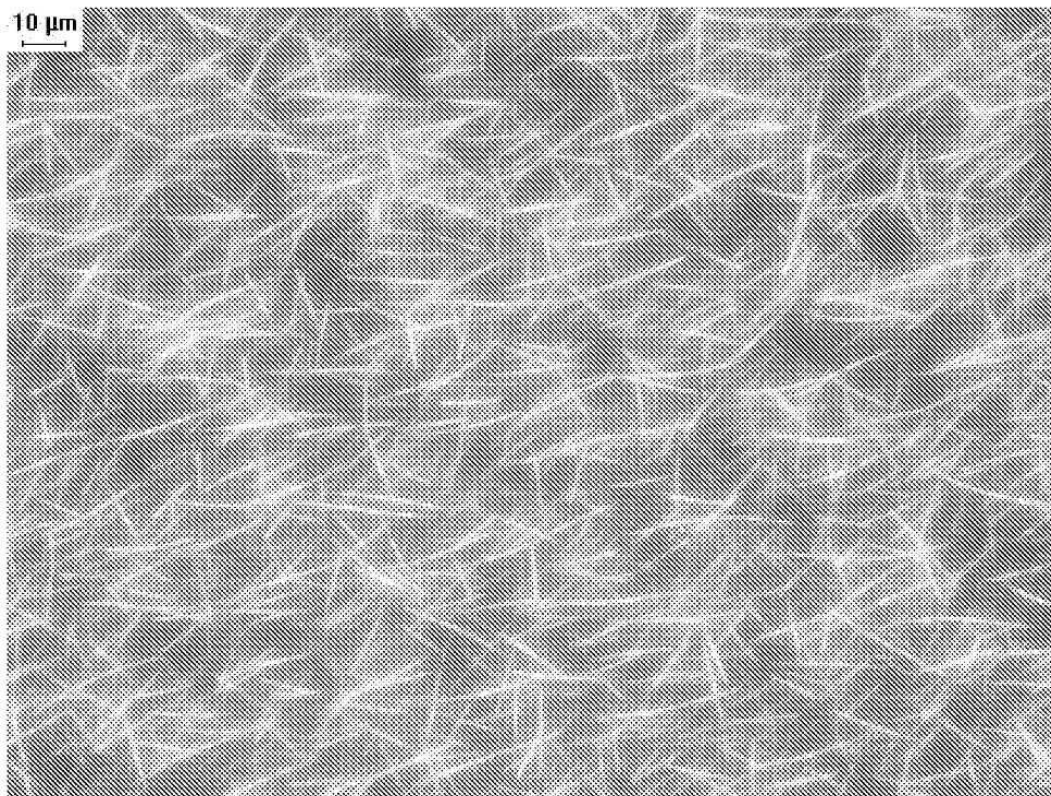
도면18



도면19



도면20



도면21

