

# 나노패턴공정기술관련 국내출원특허

특허청 유기화학과

반용병 심사관

2002.11.11.

나노기술에 대한 국내외 관심이 매우 커지고 있다. 나노재료에 관한 연구결과들이 국내과학자들에서도 개발·연구되어 발표되고 있었지만, 최근에 들어서는 재료를 응용한 기술, 즉 공정기술에 관한 특허출원도 증가하고 있는 추세이다.

이러한 분야는 국내기술이 미약하다고 인정되고 있지만, 반도체산업강국이라는 이미지에 걸맞게 패턴공정기술도 성장하고 있어서 몇가지 중요하다고 생각되는 특허기술을 소개하고자 한다.

## 1. 발명의 명칭 : 반도체 장치의 나노급 미세 패턴 형성방법

- (1) 특허출원번호 : 10-1997-0077931
- (2) 특허등록번호 : 10-0263671호
- (3) 출원인 : 현대전자산업(하이닉스반도체)
- (4) 발명의 요약

본 발명은 반도체 제조 분야에 관한 것으로, 특히 차세대 반도체 장치인 단전자 트랜지스터 제조시 필수적인 나노(nano,  $10^9$ m)급의 미세 패턴을 형성하는 기술에 관한 것이다. 본 발명은 과도 식각 마진을 확보하기 위하여 버퍼층을 하나 더 사용하여 홈 내에 잔류하는 미세 패턴의 두께를 확보하며, 홈의 크기를 줄이기 위해 버퍼층에도 스페이서를 적용하는 기술이다.

반도체 장치의 고집적화에 따라 반도체 장치를 구성하는 각종 패턴들이 미세화되고 있으며, 이에 따라 미세 패턴을 안정적으로 형성하는 기술에 대한 연구·개발이 계속하여 진행되고 있다. 특히, 차세대 반도체 장치인 단전자 트랜지스터에 필수적인 나노 크기의 점 패턴을 만들려는 시도가 많이 이루

어지고 있다.

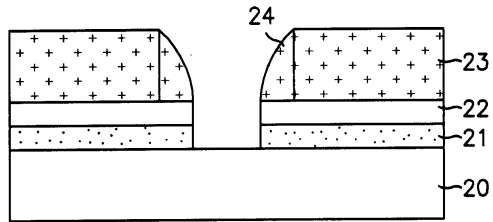
상술한 본 발명의 기술적 원리로부터 제공되는 특징적인 반도체 장치의 미세 패턴 형성방법은 소정의 하부층이 형성된 기판 상에 서로 식각 속도가 다른 제1 및 제2 버퍼층을 차례로 형성하는 제1 단계; 상기 제2 버퍼층 상부에 더미층을 형성하는 제2 단계; 상기 제2 더미층을 선택 식각하여 제1 홈을 형성하는 제3 단계; 상기 제1 홈 측벽 부분에 더미층 스페이서를 형성하는 제4 단계; 상기 더미층 및 상기 더미층 스페이서를 식각 마스크로 사용하여 상기 제2 및 제1 버퍼층을 차례로 선택 식각하여 제2 홈을 형성하는 제5 단계; 상기 더미층 및 상기 더미층 스페이서를 제거하는 제6 단계; 상기 제2 홈 측벽 부분에 버퍼층 스페이서를 형성하여 제3 홈을 형성하는 제7 단계; 전체구조 상부에 미세 패턴 물질막을 형성하는 제8 단계; 및 상기 미세 패턴 물질막을 식각하여 상기 제3 홈 내에 상기 미세 패턴 물질막을 잔류시키는 제9 단계를 포함하여 이루어진다.

도 2a 내지 도 2e는 본 발명의 일실시예에 따른 나노 크기의 점 패턴 형성 공정도.

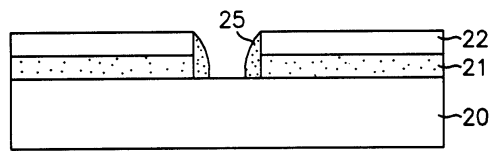
\* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

- |               |               |
|---------------|---------------|
| 20 : 기판       | 21 : 제1 버퍼층   |
| 22 : 제2 버퍼층   | 23 : 더미층      |
| 24 : 더미층 스페이서 | 25 : 버퍼층 스페이서 |
| 26 : 폴리리콘막    |               |

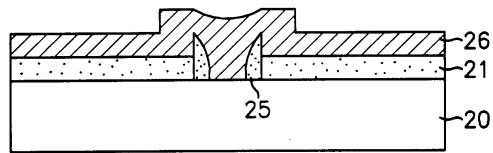
도면2a



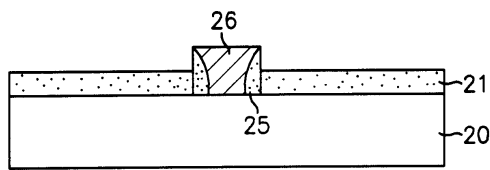
도면2b



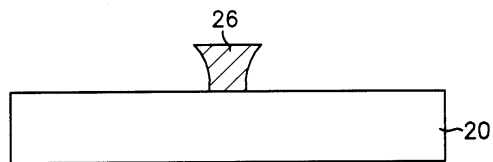
도면2c



도면2d



도면2e



## 2. 발명의 명칭 : 패턴화된 탄소 나노튜브 필름의 제조방법

- (1) 특허출원번호 : 10-2000-0047469
- (2) 특허공개번호 : 10-2001-0076172
- (3) 출원인 : 루센트 테크놀로지스 인크, 유니버시티 오브 노스 캐롤라이나
- (4) 우선권주장번호 : 미국 09/376,457
- (5) 발명의 요약

본 발명은 탄소 나노튜브 필름을 포함하는 장치에 관한 것이다. 탄소 나노튜브는 흥미로운 전자 특성을 가지며 전자 장치 및 내부 접속에 사용할 수 있다. 탄소 나노튜브는 또한 전기장 에미터(emitter)용으로 이상적으로 응용할 수 있도록 하는 높은 종횡비(>1000)와 첨예한 선단을 특징으로 한다. 이러한 가능성있는 용도를 실현하기 위해, 나노튜브를 박막, 유리하게는 패턴화된 박막과 같은 유용한 형태로 가공할 필요가 있다.

탄소 나노튜브는 아크-방전, 레이저 용식(laser ablation) 및 화학증착(CVD)과 같은 여러 상이한 방법에 의해 널리 생산되고 있다(문헌 참조; S. Iijima, Nature, Vol. 354, p. 56(1991); T. W. Ebbesen 및 P. M. Ajayan, Nature, Vol. 358, p. 220(1992); 및 B. I. Yakobson 및 R. E. Smalley, American Scientists, Vol. 85, p. 324(1997)). 그러나, 부착된 상태의 물질은 통상적으로 접착성이 불량한 유동 분말, 다공성 매트 또는 필름의 형태로 존재한다.

이러한 형태의 나노튜브로는 접착성이 강한 나노튜브 박막 구조를 적절하게 제조할 수 없다. 접착성 나노튜브 필름을 제조하는 데 있어서의 난점은 땀글링 결합(dangling bond)을 전혀 갖지 않으며 결합 부위가 적은 탄소 나노튜브와 관련한 완전한 구조에 기인하는 것으로 믿어진다. 이로 인해, 나노튜브 필름은 심지어 접촉 또는 공기 유동(예를 들면, 공기 산포기)에 의해 용이하게 제거될 정도로 접착성이 불량한 경향이 있다.

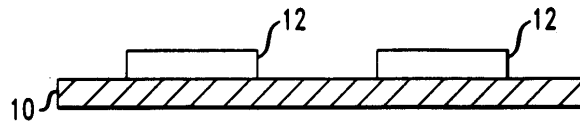
패턴화된 나노튜브 필름이 팬 등에 의해 보고되었다(문헌 참조; Fan et al., Science, Vol. 283, p. 512(1999) 및 Xu et al., Appl. Phys. Lett., Vol. 74, p. 2549(1999)). 당해 참고문헌에는 촉매 금속으로 기판을 선택적으로 패턴화시킨 다음 패턴화된 영역에서 나노튜브를 성장시키는, CVD와 같은 직접 증착 방법의 사용이 기재되어 있다. 그러나, 이러한 방법에서는 접착성이 불량한 필름이 생산된다. 이러한 방법에서는 또한 기판이 불편하고도 실제 장치 구조물에 해로운 고온의 반응성 증착 환경에 노출된다. 또한, CVD는 통상적으로 촉매 기판 상에 다중벽 탄소 나노튜브(Multi-Wall carbon NanoTube; MWNT)를 생성시키기 때문에, 상기 방법은 다중벽 탄소 나노튜브의 패턴화 성장에 제한된다.

따라서, 적당한 접착성을 가지고 보다 유용하면서도 강력한 장치 구조물을 형성할 수 있는 나노튜브를 패턴화시키는 보다 편리한 다양한 방법을 개발하는 것이 요망된다.

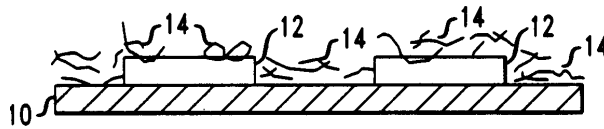
본원에는 패턴화된 접착성 탄소 나노튜브 필름이 기재되어 있다. 본 발명에 따라, 기판을 카바이드-형성 물질, 탄소-용해 물질 및 저융점 금속으로 패턴화시킨다. 이어서, 탄소 나노튜브를 패턴화된 기판 위에 부착시키지만, 이 경우 기판 물질 또는 패턴화 물질에 대한 접착성이 비교적 불량하다. 그후, 기판을 통상적으로 진공에서, 특정 패턴화 물질에 따라 좌우되는 온도, 예를 들면, 카바이드가 형성되는 온도, 탄소가 용해되는 온도 또는 저융점 금속이 용융되는 온도에서 어닐링시킨다. 어닐링에 의해 패턴화된 영역 전반에 접착된 나노튜브가 제공되며, 반면에 패턴화되지 않은 영역에 부착된 나노튜브는 예를 들면, 취입, 연마, 브리싱 및/또는 메탄올과 같은 용매 속에서의 초음파 처리에 의해 용이하게 제거된다. 이러한 공정은 목적하는 패턴의 접착성 나노튜브를 제공한다. 패턴화된 필름은 나노튜브 내부접속기(nanotube interconnect)와 같은 다른 구조물 뿐만 아니라 경관 표시 장치와 같은 진공 마이크로전자 장치를 포함한 각종 장치에도 유용하다.

도 1a 내지 1d는 본 발명의 공정을 예시한다.

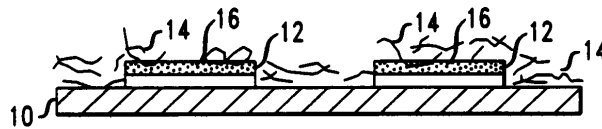
도면 1a



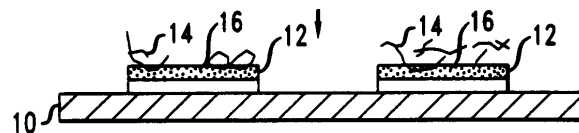
도면 1b



도면 1c



도면 1d



### 3. 발명의 명칭 : 나노미터 수준의 고정밀 패턴 형성방법

- (1) 특허출원번호 : 10-2001-0056221
- (2) 특허공개번호 : 미공개
- (3) 출원인 : 포항공과대학교

4. 발명의 명칭 : 나노튜브의 제조방법 및 이 방법을 이용하여 제조된 나노튜브, 나노튜브의 제조장치, 나노튜브의 패턴화 방법 및 이 방법을 이용하여 패턴화된 나노튜브 기재 및 이패턴화된 나노튜브 기재를 이용한 전자방출원

- (1) 특허출원번호 : 10-2001-0072610
- (2) 특허공개번호 : 10-2002-0039636
- (3) 출원인 : 후다바 덴시 고교 가부시키키가이샤, 다키카와 히로후미
- (4) 우선권주장번호 : 일본 JP-P-2000-00353659
- (5) 발명의 요약

본 발명은 나노튜브의 제조방법 및 그 방법을 이용하여 제조된 나노튜브, 나노튜브의 제조장치, 나노튜브의 패턴화 방법 및 그 방법을 이용하여 패턴화된 나노튜브 기재(基材) 및 그 패턴화된 나노튜브 기재를 이용한 전자방출원에 관한 것이다.

전계전자방출원은 가열을 필요로 하는 열전자방출원과 비교하여 에너지가 절약되고 장수명이다. 현재, 전계전자방출원의 재료에는 실리콘 등의 반도체, Mo, W와 같은 금속 이외에 나노튜브가 있다. 그 중에서도 나노튜브는 그 자체가 전계를 집중시키는데 충분한 사이즈와 예리함을 갖고, 화학적으로 안정되며, 기계적 강도도 우수한 특징을 나타내기 때문에 전계전자방출원으로서 유망하다.

종래의 나노튜브의 제조방법에는 레이저 애블레이션(ablation)법, 불활성 가스 중의 흑연전극간의 아크방전법, 탄화수소가스를 이용한 CVD법(Chemical Vapor Deposition) 등이 있다. 그 중에서도 아크 방전법으로 제조한 나노튜브는 원자배열의 결함이 적어 전계전자방출원으로는 적합하다.

종래의 아크방전법의 프로세스는 이하와 같다. 두개의 흑연전극을 용기 내에 대향하여 배치한 후, 용기를 일단 배기하고, 그 후 불활성 가스를 도입하여 아크를 발생시킨다. 아크의 양극은 격렬하게 증발하고, 철매를 발생시키며, 또 음극표면에 퇴적한다. 몇 분 이상 아크를 지속시키고, 그 후 장치를 대기해방하여 음극퇴적물을 뽑아내거나, 또는 음극퇴적물을 회수한다. 음극퇴적물은 나노튜브를 포함하는 소프트코어와 나노튜브를 포함하지 않는 하

드셀로 구성되어 있다. 또, 양극에 촉매금속을 함유한 흑연을 이용한 경우, 철매 중에 나노튜브가 존재한다. 소프트코어 또는 철매에서 나노튜브를 뽑아내어 그 나노튜브를 기관에 탄지(担持)하여 전자방출원으로 한다. 종래의 아크방전법에 있어서 나노튜브 제조 및 전자방출원 제조의 과제점은 이하와 같다. 진공용기, 진공배기장치, 불활성 가스 도입장치가 필요하고, 장치비용이 비교적 높다. 배기, 대기해방을 반복하지 않으면 안 되어 공정이 길다. 프로세스 종료후, 음극퇴적물의 회수 또는 철매의 회수 및 장치의 청소를 하지 않으면 안 되기 때문에 연속 대량생산에는 부적합하다. 또, 이 방법으로 생성한 나노튜브를 이용한 전자방출소자를 작성하기 위해서는 소프트코어와 하드셀의 분리, 철매에서의 단리(單離), 정제, 기관으로의 탄지 등 더욱 많은 공정이 필요하다는 문제도 있다.

본 발명은 프로세스 용기 등을 반드시 필요로 하지 않고, 용접용 아크 토치 또는 유사한 구조를 가진 장치를 이용한 아크방전에 의해 흑연을 주성분으로 한 피아크재의 표면을 순식간에 나노튜브로 변형시키고, 전자방출원을 작성하기 위한 방법을 제공하여 그 제조장치를 제공하는 것이다. 또, 피아크재 표면의 일부 또는 부분적으로 나노튜브로 변형시켜 패터닝된 전자방출원을 제조하는 방법을 제공하여 그 제조장치를 제공하는 것이다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 나노튜브의 제조(패턴화)장치의 개략을 나타낸 도면,

도 2는 도 1의 나노튜브의 제조(패턴화)장치의 부분확대 단면도,

도 3은 특정 부분에 나노튜브를 형성(패턴화)하는 방법의 한 예를 나타낸 도면,

도 4는 도 3의 방법에 의해 성장한 나노튜브를 나타낸 도면,

도 5는 특정 부분에 나노튜브를 형성(패턴화)하는 방법의 다른 예를 나타낸 도면,

도 6은 도 5의 방법에 의해 성장한 나노튜브를 나타낸 도면,

도 7은 도 6의 점선부분의 확대도,

도 8은 직류 아크운전으로 Ni/Y금속을 함유한 흑연표면에 가공형성한 나노튜브를 나타낸 도면 및

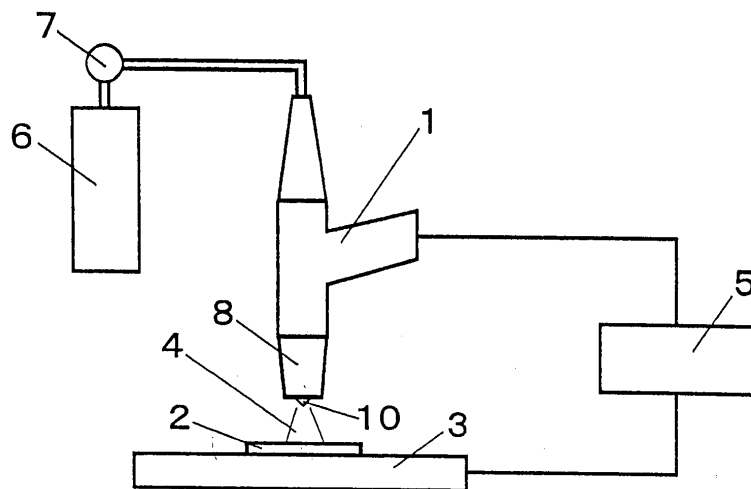


도 9는 교류 아크운전으로 순흑연 표면에 가공형성한 나노튜브를 나타낸 도면이다.

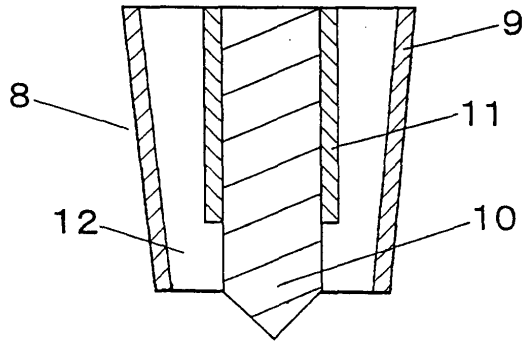
\*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- |                |                             |
|----------------|-----------------------------|
| 1: 아크 토치       | 2: 피아크재                     |
| 3: 수냉벤치        | 4: 아크                       |
| 5: 전원          | 6: 가스분배                     |
| 7: 가스조정기 및 유량계 | 8: 아크 토치의 선단부               |
| 9: 아크 토치의 노즐   | 10: 토치전극                    |
| 11: 전극 홀더      | 12: 피포(被包; encapsulation)가스 |
| 13: 마스크        | 14: 나노튜브의 성장부분              |
| 15: 촉매금속       |                             |

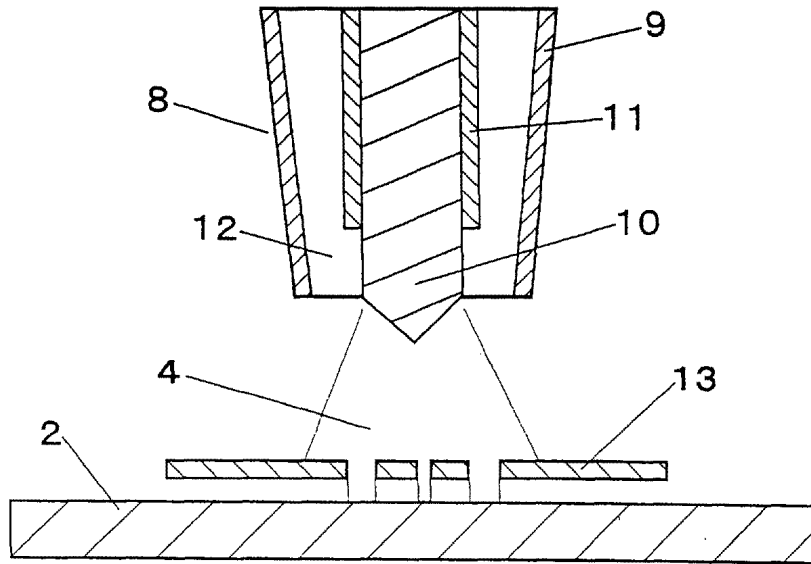
도면1



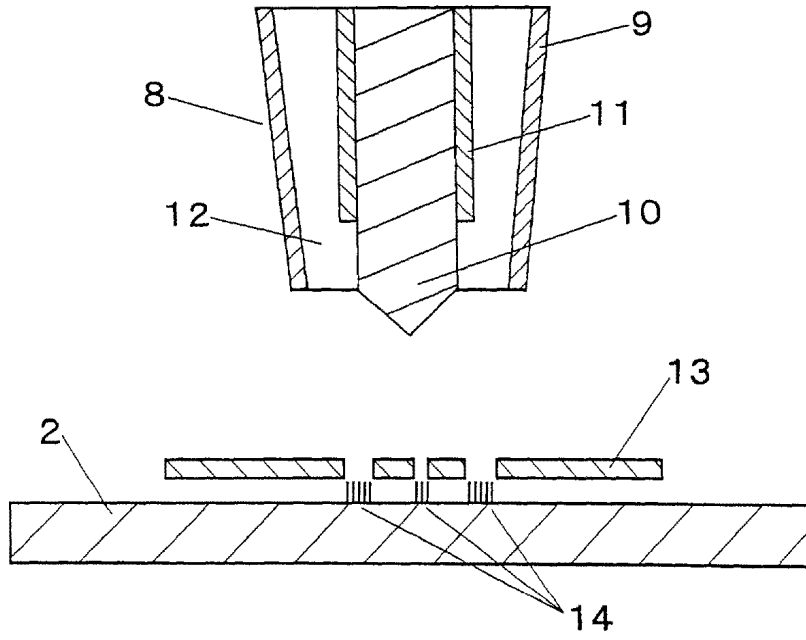
도면2



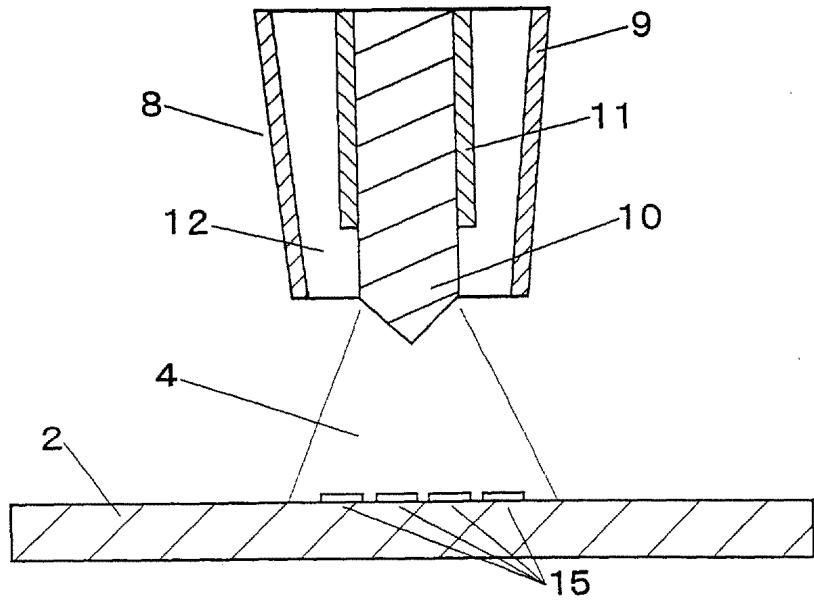
도면3



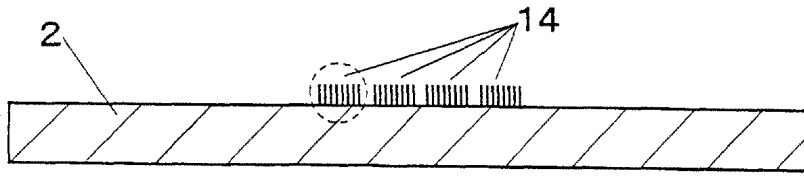
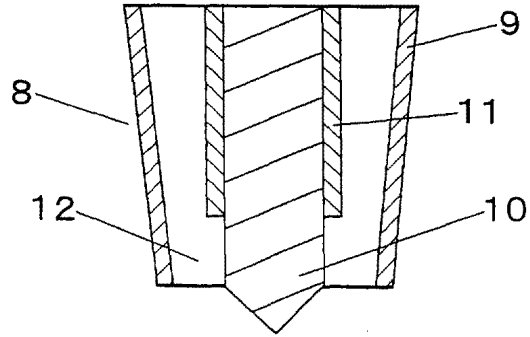
도면4



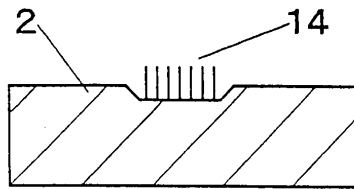
도면5



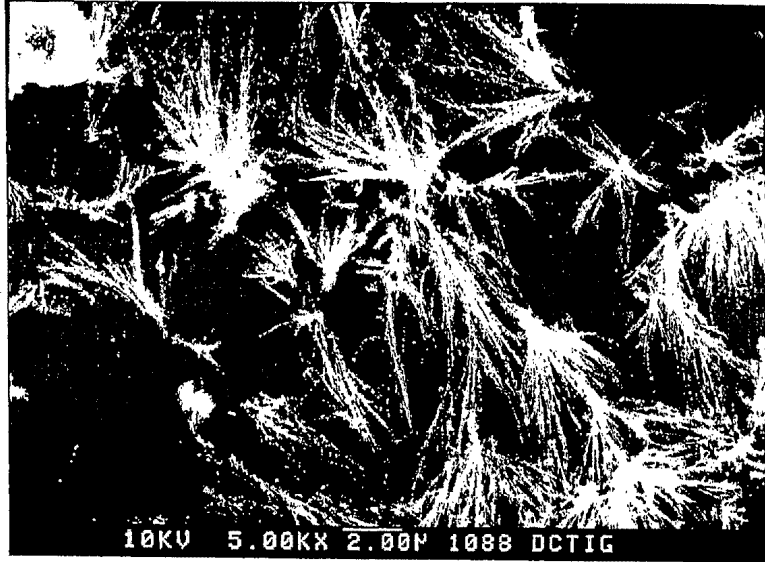
도면6



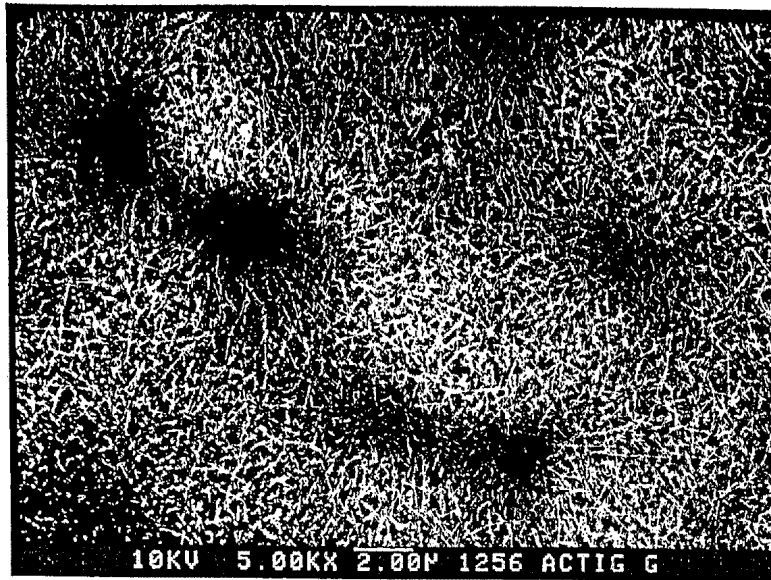
도면7



도면8



도면9



5. 발명의 명칭 : 나노 크기의 스페이스 패턴 형성 방법

- (1) 특허출원번호 : 10-2001-0082688
- (2) 특허공개번호 : 미공개
- (3) 출원인 : 하이닉스반도체

6. 발명의 명칭 : 나노 크기의 금속 배선 패턴 형성 방법

- (1) 특허출원번호 : 10-2001-0082687
- (2) 특허공개번호 : 미공개
- (3) 출원인 : 하이닉스반도체

7. 발명의 명칭 : 금속 나노입자를 이용한 금속패턴 형성방법

- (1) 특허출원번호 : 10-2001-0087877
- (2) 특허공개번호 : 미공개
- (3) 출원인 : 삼성전자

8. 발명의 명칭 : 나노카본의 제조방법 및 그 방법을 이용하여 제조된 나노카본 및 나노카본과 금속미립자를 포함하는 복합재료 또는 혼합재료, 나노카본의 제조장치, 나노카본의 패턴화방법 및 그 방법을 이용하여 패턴화된 나노카본기재 및 그 패턴화된 나노카본기재를 이용한 전자방출원

- (1) 특허출원번호 : 10-2002-0012949
- (2) 특허공개번호 : 10-2002-0072798
- (3) 출원인 : 후다바 덴시 고교 가부시키키가이샤, 다카카와 히로후미
- (4) 우선권주장번호 : 일본 JP-P-2001-00068413, JP-P-2002-00044554
- (5) 발명의 요약

본 발명은 나노카본의 제조방법 및 그 방법을 이용하여 제조된 나노카본 및 나노카본과 금속미립자를 포함하는 복합재료 또는 혼합재료, 나노카본의 제조장치, 나노카본의 패턴화 방법 및 그 방법을 이용하여 패턴화된 나노카본기재 및 그 패턴화된 나노카본기재를 이용한 전자방출원에 관한 것이다. 특히, 탄소를 주성분으로 한 나노스케일( $10^{-6} \sim 10^{-9} \text{m}$ )크기의 입자로 구성되는 전자방출원 또는 수소 등의 가스 흡장체(吸藏體)의 제조방법 등에 적합한 것이다.

전계전자방출원은 가열을 필요로 하는 열전자방출원과 비교하여 에너지가

절감되며 연장이 길다. 현재, 전계전자방출원의 재료로는 Si(실리콘) 등의 반도체, Mo(몰리브덴), W(텅스텐)과 같은 금속 외, 나노튜브로 대표되는 나노스케일 크기의 탄소재료 등(이후, 탄소계 나노재료)이 있다. 그 중에서도 탄소계 나노재료는 그 자체가 전계를 집중시키는 데에 충분한 사이즈와 샤프함을 갖고, 비교적 화학적으로 안정하고, 기계적 강도도 우수하다는 특징을 나타내기 때문에 전계전자방출원으로서 유망하다.

종래의 탄소계 나노재료의 대표인 나노튜브의 제조방법에는 레이저 어블레이션법, 불활성 가스 중의 흑연전극 사이의 아크방전법, 탄화수소 가스를 이용한 CVD(Chemical Vapor Deposition)법 등이 있다. 그 중에서도 아크방전법으로 제조한 나노튜브는 원자배열의 결함이 적고 전계전자방출원에는 적합하다. 종래 아크방전법의 공정은 이하와 같다. 두개의 흑연전극을 용기 내에 대향하여 배치한 후, 용기를 일단 배기하고, 그 후 불활성가스를 도입하고 아크를 발생시킨다. 아크의 양극은 급격하게 증발하고, 매연을 발생시키며 또 음극표면에 퇴적한다. 몇분 이상 아크방전을 지속시키고 그 후 장치를 대기 개방하여 음극퇴적물을 빼낸다. 음극퇴적물은 나노튜브를 포함하는 소프트코어와 나노튜브를 포함하지 않는 하드셀로 구성되어 있다. 또한, 양극에 촉매 금속을 함유한 흑연을 이용한 경우, 매연 중에 나노튜브가 존재한다. 소프트코어 또는 매연에서 나노튜브를 빼내고, 그 나노튜브를 기판에 담지(擔持)하여 전자방출원으로 한다.

종래의 아크방전법에서 나노튜브 등의 탄소계 나노재료 및 상기 탄소계 나노재료로 이루어지는 전자방출원 제조의 과제점은 이하와 같다. 나노재료 생성 시에 진공용기, 진공배기장치, 불활성가스 도입장치가 필요하며, 장치 비용이 비교적 높다. 또, 배기, 대기해방을 되풀이하지 않으면 안되고, 공정이 길다. 그리고 공정 종료 후, 음극퇴적물의 회수 또는 매연의 회수 또는 장치의 청소를 매회 실시하지 않으면 안되기 때문에, 연속대량생산에는 적합하지 않다. 또한, 이 방법으로 생성한 탄소계 나노재료를 이용하여 전자방출소자를 작성하기 위해서는 소프트코어와 하드셀의 분리, 매연으로부터

의 단리(單離), 정제, 기관으로의 담지 등 더욱 많은 공정이 필요하다.

본 발명은 공정 용기 등을 반드시 필요로 하지 않으며, 용접용 아크토치 또는 유사한 구조를 갖는 장치를 이용한 아크방전에 의해 탄소를 주성분으로 한 피아크재를 증발시켜 나노카본을 포함하는 매연을 발생시키고, 그 매연을 회수하기 위한 방법을 제공하고, 그 제조장치를 제공하는 것이다. 동일하게 그 매연을 기관 상에 담지하여 전자방출원(나노카본을 전자방출원으로서 사용한다)을 작성하기 위한 방법을 제공하고, 그 제조장치를 제공하는 것이다. 또, 그 제조회수를 용이하게 하기 위해서 방전 주위영역 또는 매연 비산부 주위에 기체가 존재하고, 그 기체에 피착한 매연을 기체를 통하여 회수하는 방법을 제공하고, 그 제조장치를 제공하는 것이다. 동일하게 방전 주위영역 또는 매연 비산부 주위에 유체(액체)가 존재하고 그 유체에 분산·용해한 매연을 유체를 통하여 회수하는 방법을 제공하고, 그 제조장치를 제공하는 것이다. 동일하게 방전 주위영역 또는 매연 비산부 주위에 입자형상체가 존재하고, 그 입자형상체에 피착 또는 분산한 매연을 유형상체를 통하여 회수하는 방법을 제공하고, 그 제조장치를 제공하는 것이다. 또한, 회수한 나노카본 또는 나노카본과 금속미립자의 복합 매연(복합재료)은 수소흡장재로서도 이용할 수 있다.

본 발명은 나노카본의 제조방법 및 그 방법을 이용하여 제조된 나노카본 및 나노카본과 금속미립자를 포함하는 복합재료 또는 혼합재료, 나노카본의 제조장치, 나노카본의 패턴화 방법 및 그 방법을 이용하여 패턴화된 나노카본 기재 및 그 패턴화된 나노카본 기재를 이용한 전자방출원에 관한 것으로서, 제 1 전극인 아크토치(1)의 토치전극(10)과, 제 2 전극인 흑연판을 이용한 피아크재(2)를 대면 배치하고, 토치전극(10)과 피아크재(2) 단부 사이에 전위를 인가하여 아크방전을 발생시키고, 아크방전으로 노출된 피아크재(2) 단부의 흑연을 증발시켜 매연을 발생시키고, 이 발생된 매연을 패턴화된 개구부를 갖는 마스크를 통하여 아크방전 영역에 대면한 기관의 표면에 피착시키는 것으로, 공정 용기 등을 반드시 필요로 하지 않으며, 용접용 아크토치 또는



유사한 구조를 갖는 장치를 이용한 아크방전에 의해 탄소를 주성분으로 한 피아크재를 증발시켜 매연을 발생시키고, 그 매연을 기관 상에 담지하여 전자방출원을 작성하기 위한 방법을 제공하며, 그 제조방법을 제공하는 것을 특징으로 한다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 나노카본(나노카본과 금속미립자와의 복합매연)의 제조장치의 개략을 나타낸 도면,

도 2는 도 1의 나노카본의 제조장치의 부분확대 단면도,

도 3은 피아크재(제 2 전극)에 첨가물을 부가한 변형예를 나타낸 도면,

도 4는 아크토치(1)와 피아크재(2)가 이루는 각도를 나타낸 도면,

도 5는 아크토치(1)와 피아크재(2)가 직선형상(180°)으로 배치되어 있는 경우를 나타낸 도면,

도 6은 아크토치(1)와 피아크재(2)와의 각도를 조정하여 매연(14)의 방출방향을 제어하는 것을 나타낸 도면,

도 7은 특정부분에 나노카본을 형성(패턴화)하는 방법의 일례를 나타낸 도면,

도 8은 특정부분에 나노카본을 형성(패턴화)하는 방법의 다른 예를 나타낸 도면,

도 9는 도 7의 방법을 사용하여 제작한 패턴형상 전자방출원(TUT문자열)을 나타낸 도면,

도 10은 도 9에서 작성한 패턴형상 전자방출원의 표면(퇴적물의 표면)의 상태를 나타낸 도면,

도 11은 도 10의 패턴형상 전자방출원(퇴적물) 중에 존재하는 단층 카본나노튜브를 나타낸 도면,

도 12는 도 1에 나타낸 장치를 이용하여 제조한 매연의 TEM사진(저배율 사진),

도 13은 도 1에 나타난 장치를 이용하여 제조한 매연(단층 나노튜브와 금속 미립자의 복합체)의 TEM사진(고배율사진),

도 14는 도 1에 나타난 장치를 이용하여 제조한 매연(나노혼)의 TEM사진(고배율사진),

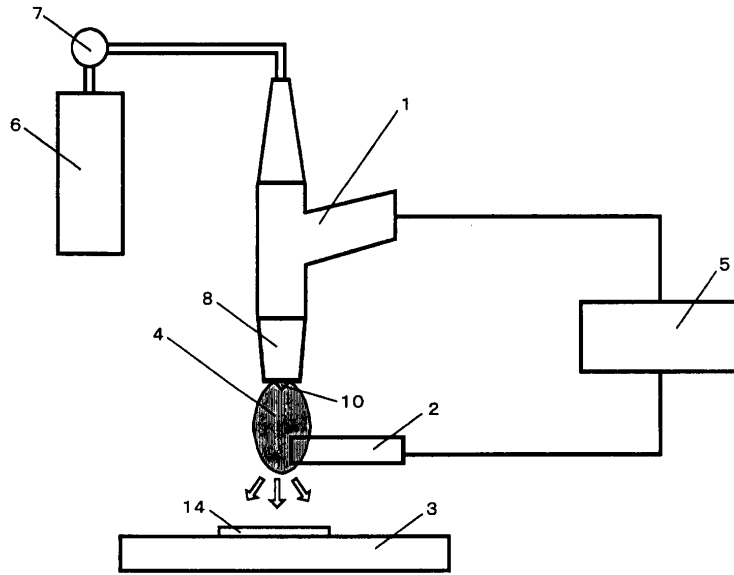
도 15는 본 발명의 실시예에 관련된 전자방출원의 전자방출특성을 측정하는 장치의 개략도 및

도 16은 본 발명의 실시예에 관련된 전자방출원의 전자방출특성을 나타낸 도면이다.

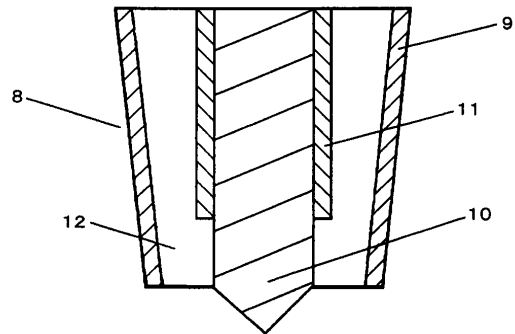
\*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- |                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| 1: 아크토치                          | 2: 피아크재          |
| 3: 기관                            | 4: 아크            |
| 5: 전원                            | 6: 가스봄베          |
| 7: 가스조정기 및 유량계                   | 8: 아크토치의 선단부     |
| 9: 아크토치의 노즐                      | 10: 토치전극         |
| 11: 전극홀더                         | 12: 피포(被包)가스     |
| 13: 마스크                          | 14: 퇴적한 매연(나노카본) |
| 15: 피복부재                         | 16: 유체(액체)       |
| 17: 유체/입자형상체의 용기(유체/입자형상체의 수납용기) |                  |
| 21: 흑연                           | 22: 첨가물          |
| 23: 접착층                          | 100: 진공챔버        |
| 101: 캐소드 전극                      | 102: 애노드 전극      |
| 103: 애노드 기관                      | 104: 직류전원        |
| 105: 전류계                         |                  |

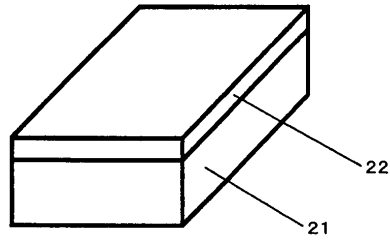
도면1



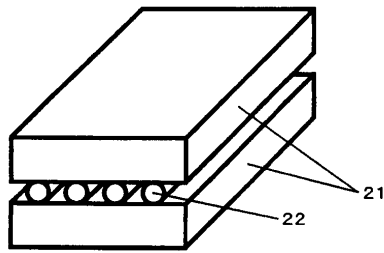
도면2



도면3

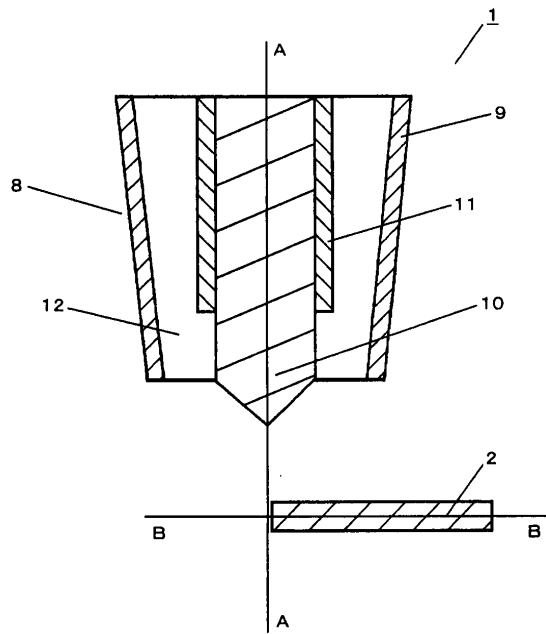


(a)

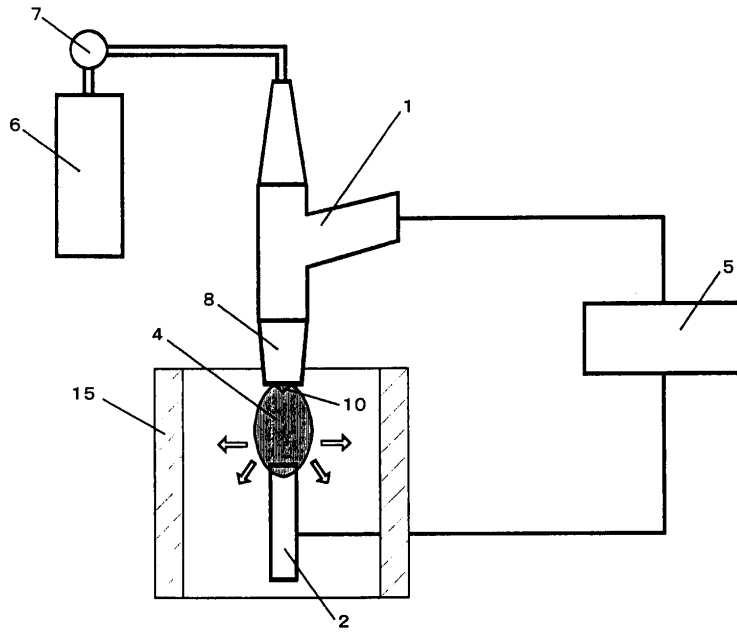


(b)

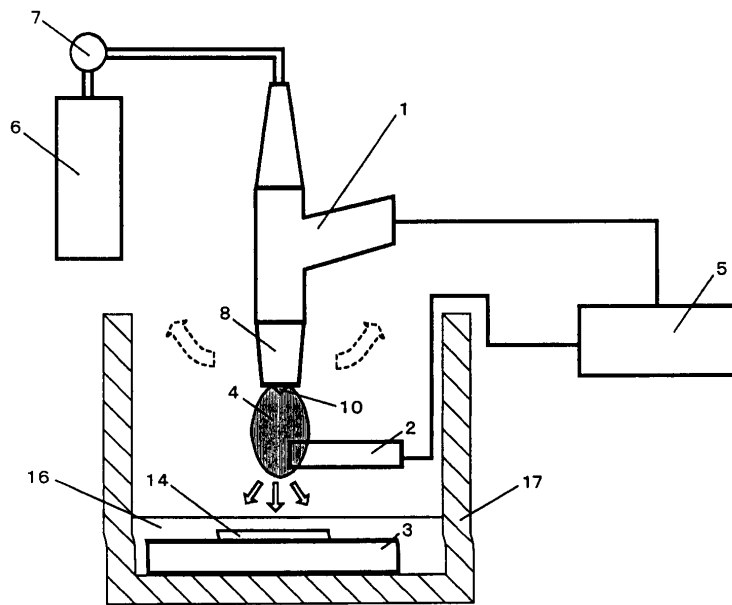
도면4



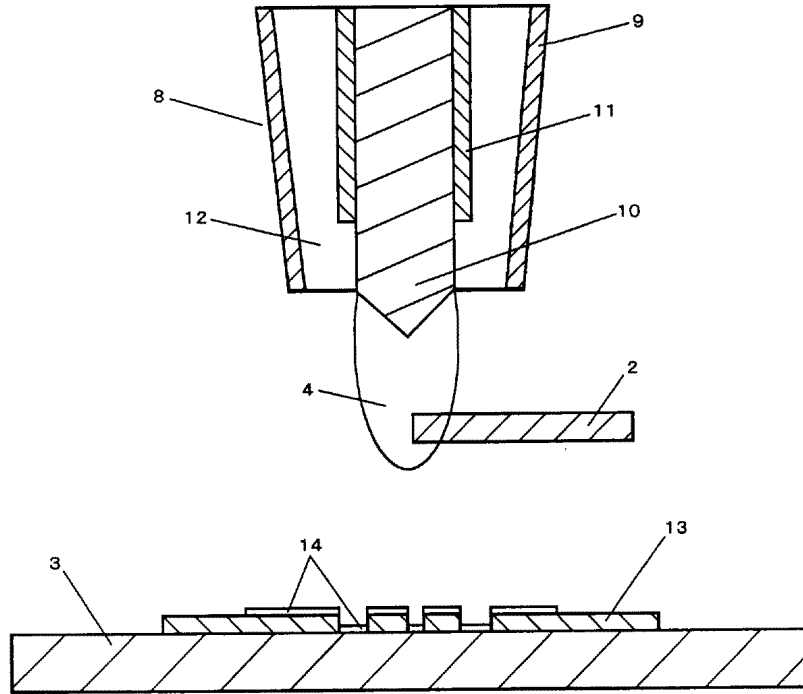
도면5



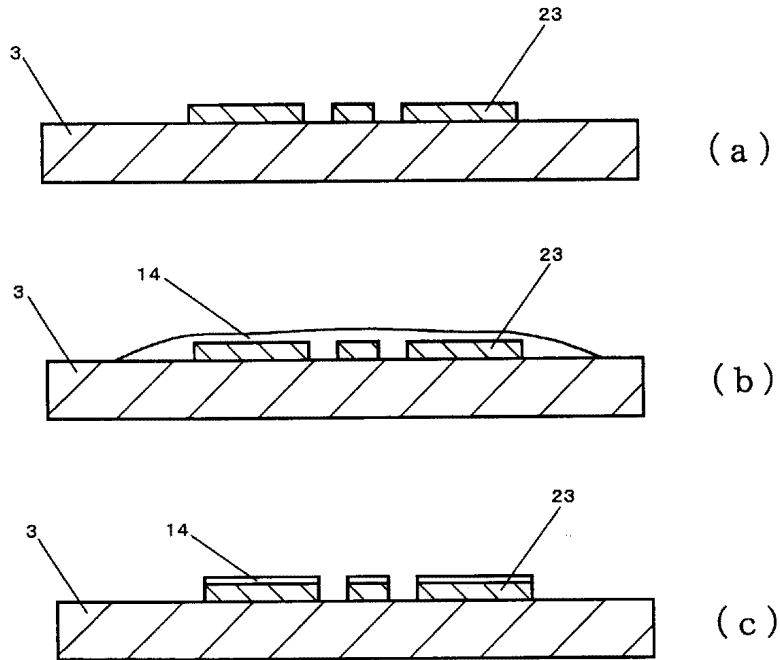
도면6

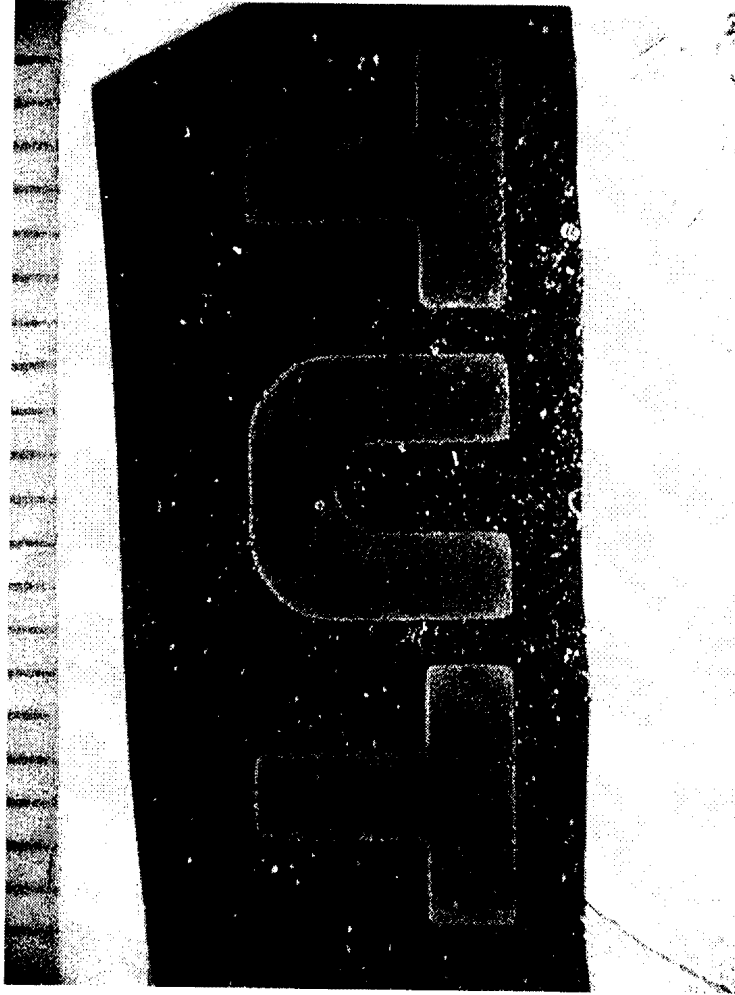


도면7

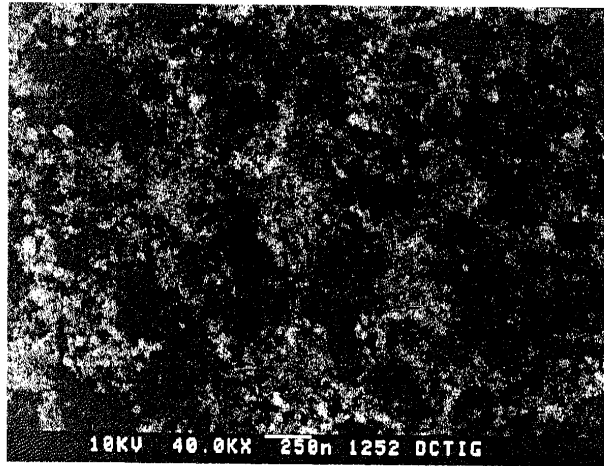


도면8

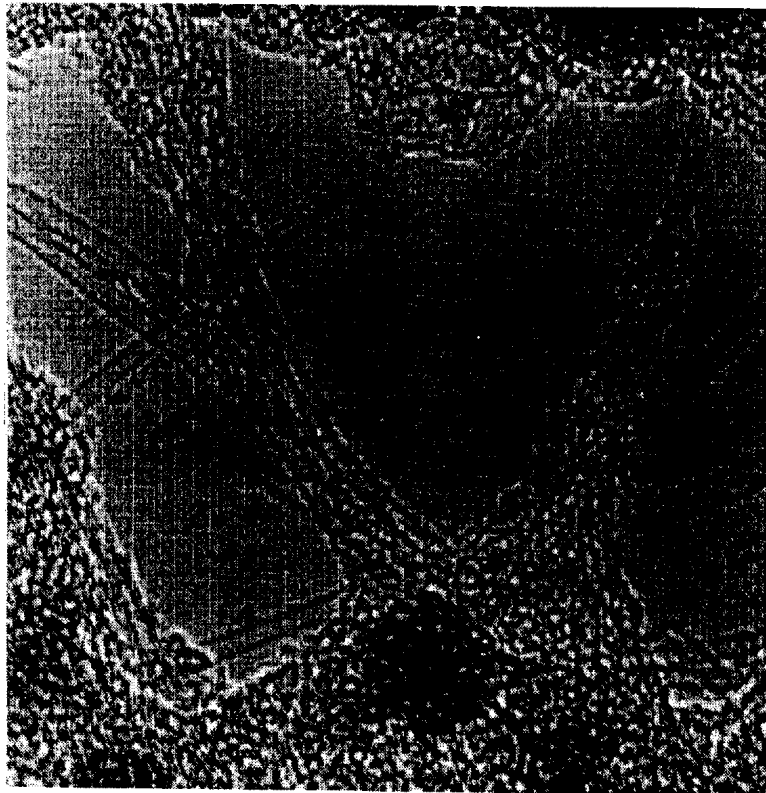




도면10

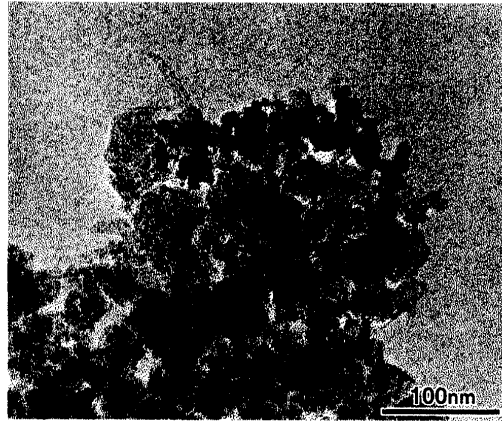


도면11

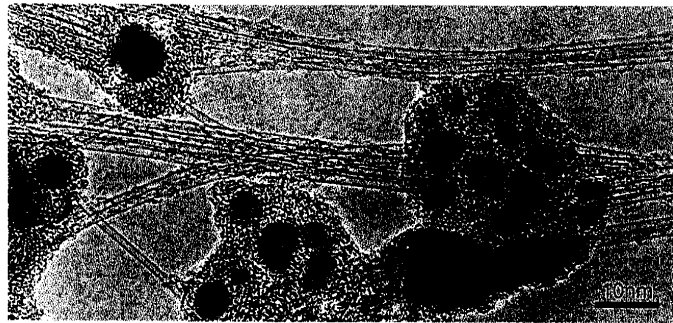




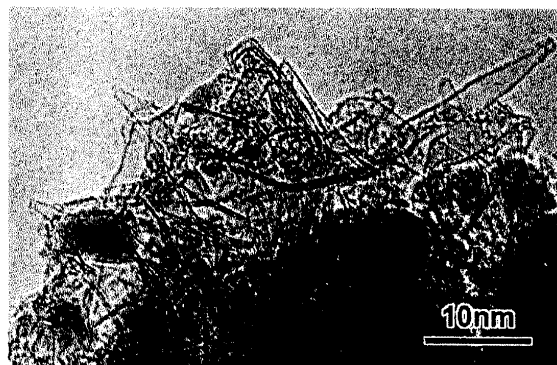
도면 12



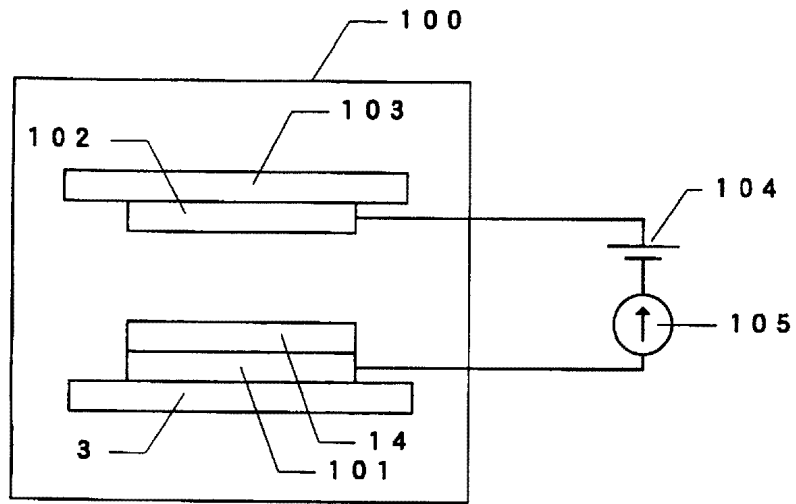
도면 13



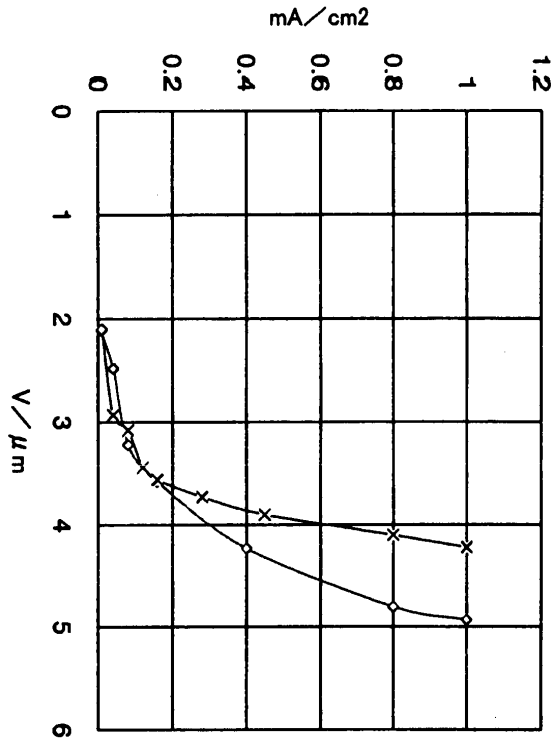
도면 14



도면15



도면 16



◇: 본 발명의 나노카본  
x: 종래의 단층 카본 나노튜브

\* 미공개된 국내출원건은 발명의 명칭만을 정리하였는데, 자세한 내용은 출원인로부터 1년6개월이 지난 시점에 CD에 공개된 후에 알 수 있다.

<END>