

Ag-Cu합금 코팅된 탄소나노튜브의 전계방출 특성

이승엽^{1,2} · 류동헌^{1,2} · 홍준용^{1,2} · 염민형^{1,2} · 양지훈³ · 최원철² · 권명희⁴ · 박종윤^{1,2*}

¹성균관대학교 BK21 물리연구단, 수원 440-746

²성균관대학교 나노튜브 및 나노복합구조센터, 수원 440-746

³산업기술연구소, 포항 790-600

⁴인천대학교 물리학과, 인천 402-749

(2007년 7월 9일 받음)

본 연구에서는 Ag-Cu합금 코팅에 의한 탄소나노튜브의 전계방출특성 변화를 연구하였다. 화학기상증착 방법을 사용하여 수직 성장시킨 탄소나노튜브에 직류 마그네트론 스퍼터를 이용하여 Ag-Cu합금을 증착하였고, 열처리 전·후의 탄소나노튜브의 표면형상 변화와 전계방출특성에 변화를 연구하였다. 연구결과 Ag-Cu합금 코팅으로 전계방출 문턱전압이 현저히 낮아졌으며 전류밀도는 6 V/ μm 의 인가전압 하에서 약 5배 향상된 것을 확인하였다. 또한 Ag-Cu합금이 코팅된 탄소나노튜브는 산소가 많이 포함된 분위기에서도 안정적인 전계방출 특성을 보였으며, 이는 Ag-Cu합금 코팅이 분위기 진공에 상존하는 산소기체가 탄소나노튜브를 공격하는 것을 막아주는 역할을 하여 열악한 분위기에서도 전계방출이 안정적으로 발생하였기 때문인 것으로 생각된다.

주제어 : 탄소나노튜브, 전계방출, Ag-Cu합금, 코팅된 탄소나노튜브

I. 서 론

1991년 S. Iijima에 의해서 탄소나노튜브가 발견된[1] 이후로 탄소나노튜브는 뛰어난 전기적 특성과 열전도 특성, 화학적 안정성 때문에 차세대 물질로써 각광받으며 많은 연구가 이루어지고 있다. 특히, 탄소나노튜브의 기하학적 인 특성 때문에 전계방출 소자로의 응용 가능성이 제시되었고, 실험적으로도 우수한 전계방출 특성들이 보고되고 있다[2]. 그러나 단일 특성을 갖는 나노튜브의 합성이 어렵고, 밀도조절을 하는데 어려움이 있어 소자로의 응용에 많은 제약이 따르고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 다양한 연구들이 이루어져 왔다. 플라즈마 식각을 통해 밀도를 낮추는 방법[3], 양극 산화알루미늄 박막(Anodic Aluminium Oxide :AAO)을 틀(template)로 이용하여 밀도 조절하는 방법[4], 알칼리족 금속이나 7족 원소를 증착하여 일함수를 낮추는 방법[5,9], 이중원소를 첨가하여 탄소나노튜브를 단일 특성화 하는 방법[6,7] 및 열처리를 통하여 결정성을 높이는 방법[8] 등이 그것들이다. 이들 중 알칼리 금속을 코팅한 경우에는 알칼리 금속자체가 전자친화도가 높아 탄소나노튜브의 일함수를 낮추어 전계방출 특성이 향상된다는 보고가 있으나[9], 산화반응이 잘 일어나고 낮은 녹는점을 갖기 때문에 소자로의 응용에는 부적절

하다.

본 연구에서는 화학적으로 안정적이어서 산화가 잘되지 않고, 전기전도성이 우수한 귀금속류의 합금인 Ag-Cu합금을 탄소나노튜브의 코팅 재료로 사용함으로써 탄소나노튜브의 전계방출 특성의 향상 및 소자로의 응용에 가능성을 연구하였다. 연구결과 전계방출 특성의 향상뿐만이 아니라 증착 양과 후속 열처리에 의해 전계방출원의 밀도 조절이 가능함을 볼 수 있었다. 또한 방전 시 고온과 외부가스에 의한 탄소나노튜브의 열화를 Ag-Cu코팅이 효과적으로 방지해줘서 전계방출원의 수명연장에도 기여함을 확인할 수 있었다.

II. 실험

탄소나노튜브를 성장시키기 위한 기판은 n-형 실리콘 웨이퍼(100)면에 TiN(버퍼층)과 Ni(촉매금속)을 스퍼터로 증착시킨 박막을 사용하였다. 여기에 사용된 버퍼층인 TiN은 촉매금속인 니켈과 실리콘 사이의 반응으로 발생하는 니켈 실리사이드 (NiSi)의 발생을 방지하고, 전계방출 시에 탄소나노튜브와 실리콘 기판사이의 접착력을 증가시켜주는 역할을 한다. 이렇게 준비된 기판에 Direct Current

* [전자우편] cypark@skku.edu

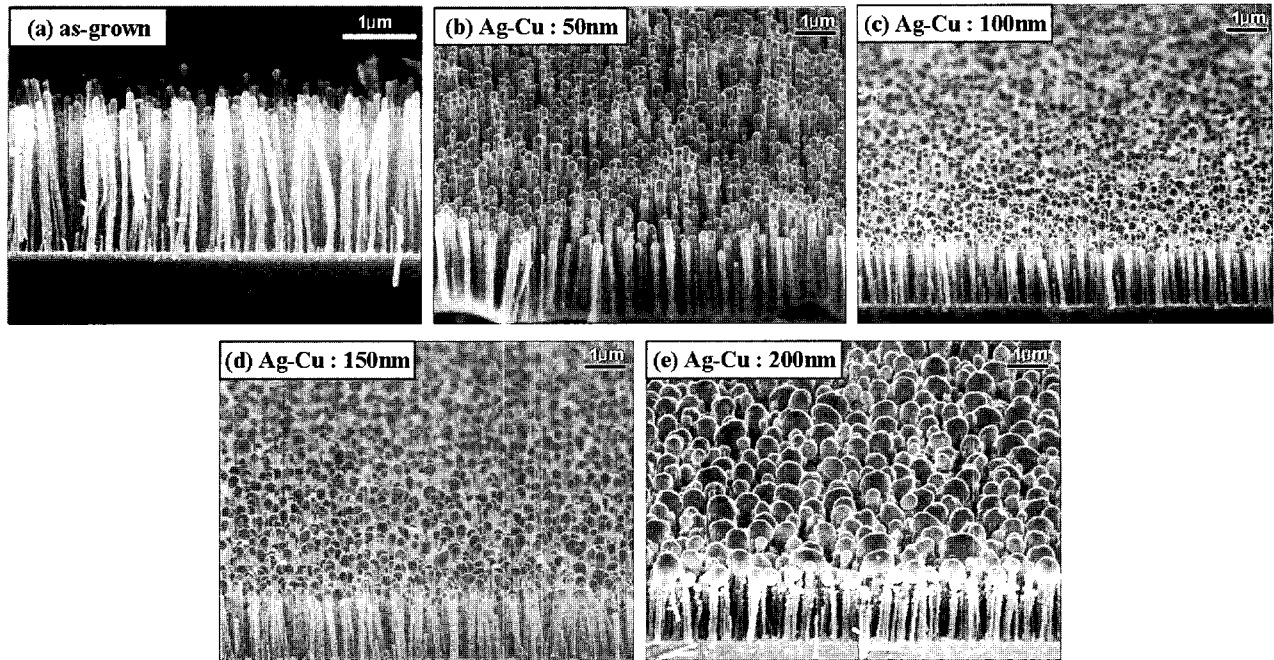


그림 1. 900 °C, 20 Torr에서 열처리된 탄소나노튜브 전계방출원의 Ag-Cu합금 증착 양에 따른 표면형상 변화. 증착된 Ag-Cu합금의 양은 각각 (b) 50 nm, (c) 100 nm, (d) 150 nm, (e) 200 nm이고, (a)는 Ag-Cu합금을 증착하지 않은 탄소나노튜브의 주사전자현미경 사진이다.

Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (DC PE-CVD) 방법을 이용하여 수직으로 배열된 탄소나노튜브를 성장시켰다. 성장 시 가스는 NH_3 (플라즈마 공급원)와 C_2H_2 (탄소 공급원)를 4:1의 비율로 혼합하여 사용하였고, 진공도는 5.0Torr~5.3Torr, 기판의 온도는 600°C로 유지하였다. 성장된 나노튜브에 직류 마그네트론 스퍼터를 이용하여 Ag-Cu합금을 10nm~500nm의 두께로 증착시킨 후, 급속 열처리 장치를 이용하여 780°C~900°C의 온도 조건과 400Torr~0.5Torr의 압력조건에서 열처리하였다. 이때 분위기 가스로 아르곤(Ar)을 사용하였다. Ag-Cu합금 코팅 전·후의 시료에 대한 표면형상의 변화는 주사전자현미경(JEOL, JSM6700F)을 통하여 관찰하였고, 코팅 전·후의 시료에 대한 전계방출 특성을 측정하여 상관관계를 연구하였다. 전계방출특성의 측정은 다이오드 타입의 홀더를 사용하였고(양극과 음극 사이의 간격은 500µm) 직류전압을 사용하였다. 챔버의 압력은 2×10^{-7} Torr로 유지한 상태에서 이루어졌다. 전계방출 안정성의 측정은 12시간씩 3단계에 걸쳐 총 36시간동안 측정되었으며, 2번째 단계에서의 12시간은 열악한 분위기를 만들어주기 위하여 산소가스를 1×10^{-5} Torr까지 주입시켜주고 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

우리는 Ag-Cu합금의 증착 양에 따른 탄소나노튜브의 표면형상 변화를 보기 위하여 Ag-Cu합금의 증착 양을 10 nm에서 500 nm까지 증가시키고, 다양한 열처리조건에서 실험을 하였다. 실험결과 증착 양이 작을 때는 Ag-Cu합금이 층의 형태로 탄소나노튜브에 증착이 되며, 증착 양이 증가함에 따라 나노튜브에 팁 부분에 모이는 Ag-Cu합금의 양이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 그림 1은 Ag-Cu합금의 증착 양을 50nm~200nm로 증가시켜서 20Torr, 900 °C의 조건으로 열처리한 시료들의 주사전자현미경사진이다. 여기에서 Ag-Cu합금의 증착 양은 평편한 기판에 증착했을 때의 두께를 기준으로 하였다. 그림 1의 (b)를 보면 앞에서 언급한 바와 같이 증착된 Ag-Cu합금의 양이 적을 경우 열처리 과정 후에도 Ag-Cu합금이 층의 형태로 존재하며 팁 부분에 충분한 양의 Ag-Cu합금이 모이지 않는 것을 확인할 수 있다. 이러한 경우는 그림 1의 (c)에서도 유사하게 나타나는 것을 확인할 수 있으며, Ag-Cu합금의 증착 양이 150nm 정도 되었을 때 팁 부분에 적당량의 Ag-Cu합금이 모이는 것을 확인할 수 있다(그림 1-d). Ag-Cu합금의 양이 더욱 많아지면 그림 1의 (e)에서와 같

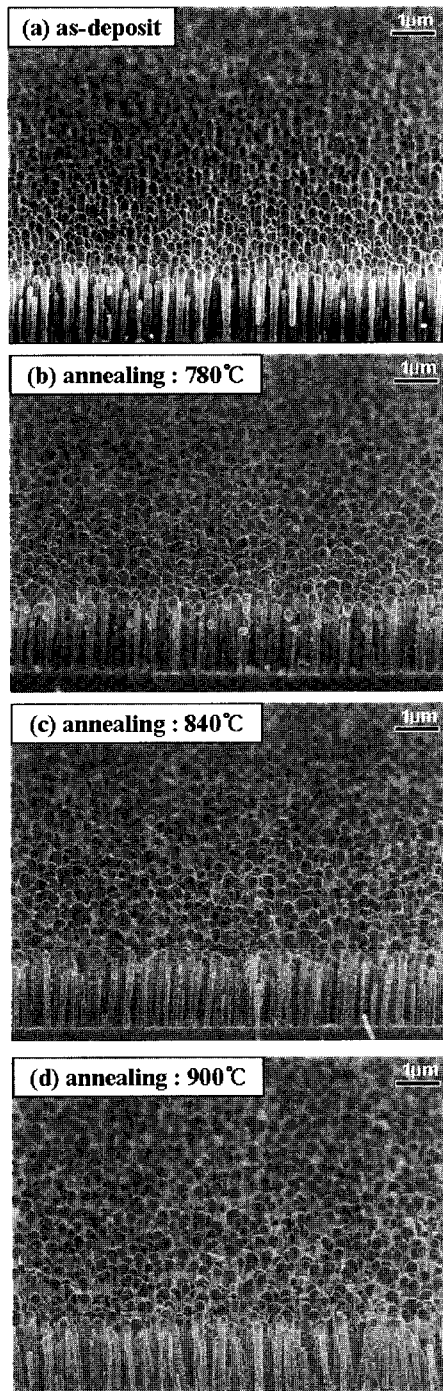


그림 2. 150 nm의 두께로 Ag-Cu합금 증착된 탄소나노튜브 전계방출원의 열처리온도에 따른 표면형상 변화. 열처리 온도는 각각 (a) 열처리 안함, (b) 780 °C, (c) 840 °C, (d) 900 °C 이다.

이 우리가 실험을 통해서 이루고자 했던 탄소나노튜브들이 Ag-Cu합금을 팁으로 공유하며 모이는 현상이 더욱 분명하게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 하지만 정점 팁 부분에 너무 과도한 양에 Ag-Cu합금이 모이게 되면 팁 부분의

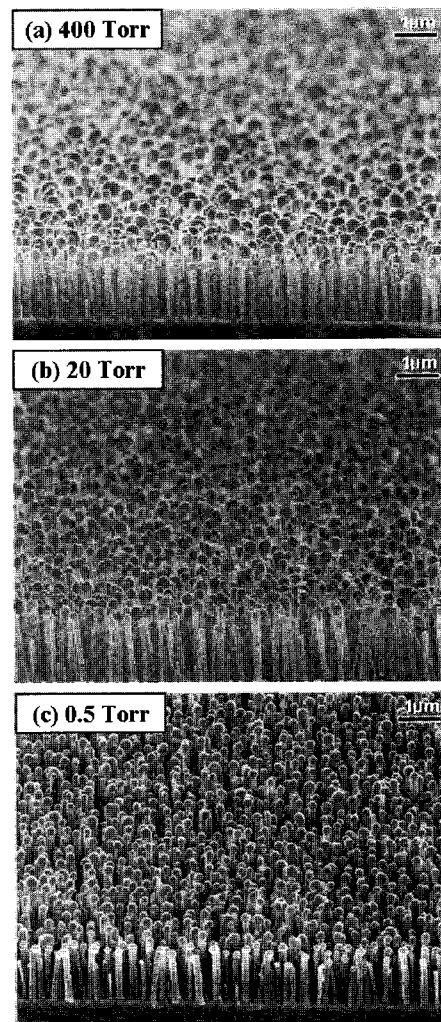


그림 3. Ag-Cu합금 코팅된 탄소나노튜브 전계방출원의 열처리 시 압력조건에 따른 표면형상 변화. 압력조건은 각각 (a) 400 Torr, (b) 20 Torr, (c) 0.5 Torr 이다.

뾰족한 정도가 낮아져서 전계방출에 부정적인 영향을 미칠 것으로 생각되었다. 이러한 예상은 추가적인 실험으로 타당함을 확인 할 수 있었다(여기서 보여주지는 않았다).

그림 2의 (a)는 탄소나노튜브에 Ag-Cu합금을 150nm 증착시킨 시료의 주사전자현미경 사진이다. 그림 2에서는 열처리 온도에 따른 탄소나노튜브들에 표면형상 변화를 보기 위하여 같은 양의 Ag-Cu합금(150nm)을 증착시킨 시료를 동일한 압력조건하에서 각각 (b) 780°C, (c) 840°C, (d) 900°C의 온도로 열처리 해주었다. 그림 2의 (a)를 보면 증착된 Ag-Cu합금들이 층의 형태로 나노튜브에 고르게 증착된 것을 확인할 수 있다. 그러나 열처리 후에는 증착된 Ag-Cu합금들이 탄소나노튜브의 팁 부분에 모이게 되는 것을 확인할 수 있으며(그림 2-d), 상대적으로 낮은 온도

에서 열처리된 시료에서는 그림 2의 (b)와 (c)에서 보여주는 바와 같이 탄소나노튜브의 벽부분에 Ag-Cu합금들이 알갱이 형태로 남아있는 것을 볼 수 있다. 이러한 현상은 균일하게 코팅되었던 Ag-Cu합금이 녹는점 (783°C)보다 높은 온도에서의 열처리로 인해, 뭉치고 증발되는 과정을 통하여 탄소나노튜브의 팁 부분에 모이게 되는 것으로 추정되어진다. 또한 코팅된 Ag-Cu합금이 열처리로 인해 기판 쪽으로 흘러내려갔을 가능성도 있으나, 이것을 주사전자현미경을 이용해서 확인할 수는 없었다. 우리가 실험을 통해서 이루고자 했던 Ag-Cu합금을 팁으로 탄소나노튜브가 부분적으로 모이는 현상은 열처리 온도를 900°C 정도로 했을 때 효과적으로 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

그림 3은 열처리 압력에 따른 탄소나노튜브의 표면형상 변화를 보기 위하여 (a) 400Torr, (b) 20Torr, (c) 0.5 Torr의 압력으로 900°C에서 열처리한 시료들의 주사전자현미경사진이다. 각 시료들에 증착된 Ag-Cu합금의 양은 150nm로 동일하였다. 그림을 보면 압력이 낮아짐에 따라 팁 부분에 Ag-Cu합금의 양이 감소하는 것을 볼 수 있다. 이것은 압력이 낮아짐에 따라 Ag-Cu합금의 증발량이 증가했기 때문인 것으로 생각된다. 또한 그림 3의 (a) 400Torr에서 열처리한 시료는 Ag-Cu합금을 팁으로 모이는 현상을 보이지 않았지만, 그림 3의 (b) 20Torr, (c) 0.5Torr에서 열처리한 시료들은 Ag-Cu합금을 팁으로 모이는 것을 확인할 수 있다. 이러한 현상은 다양한 조건에서의 실험결과 처음에 과다했던 Ag-Cu합금의 양이 후속 열처리에 의해 증발하고, 적당한 양이 잔류했을 때 탄소나노튜브들이 Ag-Cu합금을 팁으로 공유한다는 결론에 도달할 수 있었다.

앞에서 언급했던 결과들로부터 얻은 최적의 조건으로 Ag-Cu합금을 코팅한 시료를 제작하여 Ag-Cu합금을 코팅하지 않은 탄소나노튜브와 전계방출 특성을 비교 분석하였다. 이 시료들은 전계방출 측정을 위하여 15mm×15mm 크기의 기판에 성장을 했으며, 효율적인 전계방출특성의 비교를 위하여 탄소나노튜브의 성장시간을 30분으로 증가시켰다. 시료는 Ag-Cu합금을 150nm 증착시켰으며, 20Torr, 900°C에서 30분간 열처리를 하였다.

그림 4는 Ag-Cu합금을 코팅한 시료와 코팅하지 않은 시료에 대한 전계방출 안정성 측정 전(a)과 후(c)의 I-V특성을 나타낸 결과이다. 실선으로 나타낸 것이 코팅하지 않은 시료의 특성을 나타내며, 동그라미는 Ag-Cu합금을 코

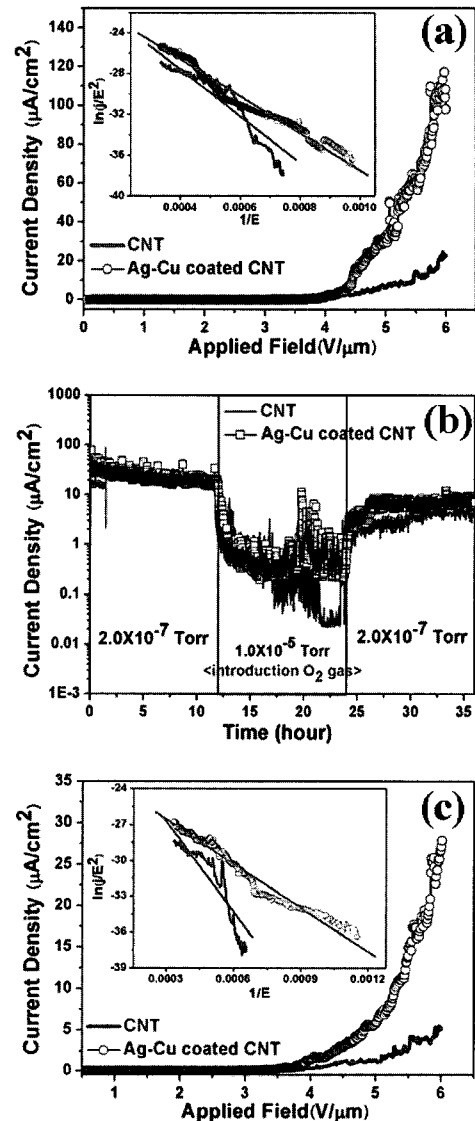


그림 4. Ag-Cu합금을 코팅한 시료와 코팅하지 않은 시료의 I-V특성. (a) 전계방출 안정성 측정 전, (c) 전계방출 안정성 측정 후, (b) 두 시료로부터 얻은 전계방출 안정성 측정 결과이다. (실선) 코팅하지 않은 탄소나노튜브, (동그라미-실선) Ag-Cu 합금 코팅된 탄소나노튜브.

팅한 시료의 특성을 나타낸다. 각 그래프에 첨부되어있는 그래프는 Fowler Nordheim-plot(FN-plot)으로 전계향상 계수를 계산하는데 사용하였으며, 그래프에 겹쳐져있는 선은 평균적인 기울기를 나타낸다. 각각의 시료들에 대한 전계방출특성들을 표 1에서 정리하였다. 우선적으로 전계방출 안정성 측정전의 시료에 특성을 보면(그림 4-a) Ag-Cu합금을 코팅한 시료의 문턱전압이 약 0.7 V/ μm 정도 낮아졌으며, 전류밀도가 6 V/ μm 의 인가전압 하에서 약 5배 향상된 것을 볼 수 있다. 이것은 전도성이 좋은 Ag-Cu

표 1. 전계방출 안정성 측정 전·후의 시료들로부터 얻은 전계 방출특성.

	안정성 측정 전		안정성 측정 후	
	코팅하지 않은 탄소 나노튜브	Ag-Cu합금 코팅한 탄소 나노튜브	코팅하지 않은 탄소 나노튜브	Ag-Cu합금 코팅한 탄소 나노튜브
문턱 전압 (V/ μm)	2.7	1.9	2.8	1.6
전류밀도 ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$) <6 V/ μm 에서>	22.9	109.6	5.1	27.9
전계향상계수	1574	1991	1418	3008

합금이 코팅되어서 전자가 팁 끝까지 원활하게 이동하게 되어서 나타난 결과로 생각된다. 또한 녹은 Ag-Cu합금이 기관 쪽으로도 흘러 내려와서 전계방출을 발생시키는 나노튜브와 기관 사이에 접착력을 증가시켜서, 상대적으로 접촉저항을 낮춰주는 역할을 한 것으로 생각된다[10,11]. 안정성을 측정한 후의 시료들의 경우(그림 4-c)에서도 코팅한 시료의 전계방출특성이 코팅하지 않은 시료보다 향상되어 나타났으며, 전계방출의 효과적 발생 정도를 나타내는 전계향상계수(field enhancement factor)의 경우에서도 Ag-Cu합금을 코팅한 시료가 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 전계향상계수의 계산은 식 (1)에 의해서 이루어졌다.

$$\beta = - \frac{B \cdot \Phi^{3/2} \cdot d}{\text{slope of FN-plot}} \quad \text{식(1)}$$

여기에서 d는 음극과 양극간의 거리 (m)이며, B는 상수값으로 $6.44 \times 10^9 (V \cdot eV^{-3/2} \cdot m^{-1})$ 값을 갖는다. Φ 는 전계방출원의 일함수로 여기서는 5.0 eV (흑연의 일함수)로 계산하였다[12,13]. 한 가지 주목할 것은 코팅하지 않은 시료의 경우에는 안정성측정 후에 전계향상계수가 감소하지만, Ag-Cu합금을 코팅한 시료는 오히려 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이것을 통하여 Ag-Cu합금을 코팅한 시료가 장시간에 걸친 전계방출 시에도 안정적인 것이라고 예상할 수 있었다.

Ag-Cu합금을 코팅한 시료의 전계방출 안정성 향상을 확인하기 위하여 12시간씩 3단계의 과정으로 총 36시간 동안 안정성을 측정하였다(그림 4-b). 중간과정의 12시간 동안은 전계방출원들의 수명안정성을 측정하기 위하여 산소 가스를 주입(1×10^{-5} Torr) 인위적으로 열악한 상황을 조

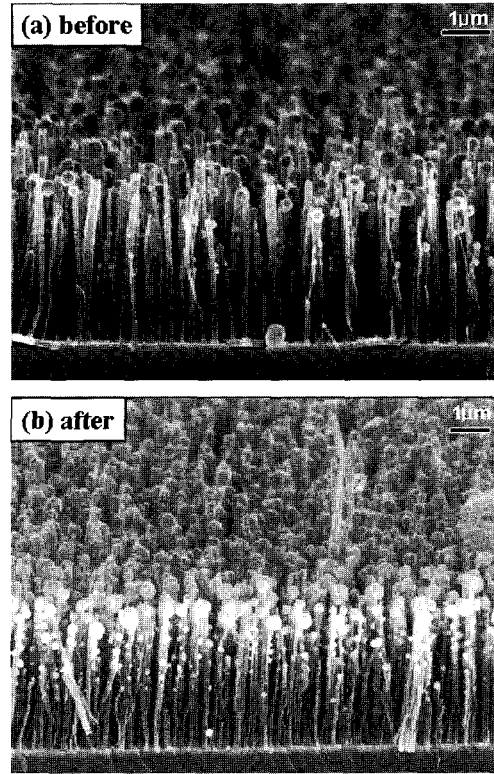


그림 5. 전계방출 안정성 측정 전(a)·후(b)에 관찰한 Ag-Cu 합금 코팅된 탄소나노튜브 전계방출원의 주사전자현미경 사진.

성하여 전계방출원의 내구성을 측정하였다. 전계방출 안정성의 측정은 전류밀도가 약 $10 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ 정도 되는 인가전압 하에서 이루어 졌다(코팅하지 않은 시료 : $5.6 \text{ V}/\mu\text{m}$, 코팅한 시료 : $5 \text{ V}/\mu\text{m}$). 초기의 코팅하지 않은 시료의 그래프를 보면 전류밀도가 갑자기 증가하는 현상을 볼 수 있는데, 이것은 안정성측정 과정에서 aging효과가 나타난 것으로 생각된다. 안정성을 측정한 그래프를 보면 산소를 넣어주지 않은 구간에서는 두 시료의 전계방출이 비슷한 경향성을 나타내는 것을 볼 수 있다. 하지만 산소를 주입해준 상황에서는 Ag-Cu합금을 코팅한 시료의 전계방출 안정성이 상대적으로 우수하다는 것을 확인할 수 있다. 이것은 전계방출 시에 Ag-Cu합금이 분위기 가스(산소)로부터 탄소나노튜브들을 보호해 주는 역할을 해주기 때문인 것으로 예상하고 있다. 또한 전계방출 안정성 측정 후에도 Ag-Cu합금이 코팅된 시료의 I-V특성이 상대적으로 향상된 것은 코팅된 Ag-Cu합금이 고온과 열악한 분위기에서 좀 더 안정적으로 전계방출에 기여한다는 사실을 확인시켜주고 있다.

전계방출실험은 고압·고전류 하에서 장시간동안 이루

어지기 때문에 전계방출원이 상당한 고온상태에 도달하게 된다[14]. 또한 우리가 전계방출 안정성 측정을 위해 인위적으로 산소가스를 주입하여 열악한 상황을 만들어 실험했기 때문에 전계방출원의 손상이 일반적인 전계방출 측정의 경우에서보다 쉽게 발생할 수 있었을 것이다. 하지만 그림 5의 (a), (b)에서 볼 수 있듯이 전계방출특성 측정을 모두 끝낸 전계방출원이 뚜렷한 구조의 변화 없이 안정적으로 존재하는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 분석을 통하여 전계방출 시에 발생하는 고온과 열악한 분위기에 의한 전계방출원의 구조변화는 발생하지 않았음을 확인할 수 있었다. 하지만 팁 끝의 온도상승으로 인한 Ag-Cu합금의 증발을 완전히 배제할 수는 없을 것으로 생각된다. 지금까지의 실험결과를 통하여 Ag-Cu합금 코팅에 의한 전계방출특성 향상이 일시적인 현상이 아님을 확인할 수 있었으며, Ag-Cu합금 코팅이 전계방출 특성향상 및 전계방출원의 수명향상을 만족시킬 수 있다는 결론을 내리게 되었다.

IV. 결 론

화학적으로 안정적이어서 산화가 잘되지 않고, 전기전도성이 우수한 귀금속류의 합금인 Ag-Cu를 탄소나노튜브에 코팅하여, 탄소나노튜브의 전계방출 특성의 향상 및 소자로서의 응용가능성을 연구하였다. 연구결과 전계방출 특성의 향상뿐만 아니라, 증착의 양과 후속 열처리에 의해 전자방출원의 밀도조절이 가능함을 보여줬다. 과다한 양의 Ag-Cu합금이 증착될 경우 팁 부분에 잔존하는 Ag-Cu합금의 양이 너무 많아지고 뾰족한 정도가 낮아져서 전계방출특성이 오히려 나빠진다는 것을 확인하였다. 한편, 최적 조건의 시료로 전계방출 특성을 측정한 결과 Ag-Cu합금을 코팅할 경우 문턱전압이 낮아지고, 전류밀도가 커졌으며, 장시간의 전계방출도 안정적임을 확인하였다. 이는 방전 시 고온과 외부가스에 의한 탄소나노튜브의 열화를 Ag-Cu합금 코팅이 효과적으로 방지해서, 탄소나노튜브가 안정적으로 전계방출을 할 수 있도록 도와주기 때문인 것으로 추정된다.

감사의 글

본 연구는 성균관대학교 과학기술부(과학재단) 지정 “나노튜브 및 나노복합구조 연구센터(SRC : R11-2001-

091-05001-0)”의 지원으로 수행 하였습니다.

참고문헌

- [1] S. Iijima: Nature (London) **354**, 56 (1991).
- [2] Walt A. de Heer, A. Chântelien, D.Ugarte: Science **270**, 1179 (1995).
- [3] T. C. Cheng, J. Shieh, W. J. Huang, M. C. Yang, M. H. Cheng H. M. Lin, and M. N. Chang: Appl. Phys. Lett. **88**, 263118 (2006).
- [4] Hyun Young Jung, Sung Mi Jung, Geun Hoi Gu, and Jung Sang Suha: Appl. Phys. Lett. **89**, 013121 (2006).
- [5] A. Wadhawan, R. E. Stallcup II, and J. M. Perez: Appl. Phys. Lett. **78**, 108 (2001).
- [6] W. L. Wang, X. D. Bai, K. H. Liu, Z. Xu, D. Golberg, Y. Bando, and E. G. Wang : J. AM. CHEM. SOC. **128**, 6530 (2006).
- [7] Ji Hoon YANG, Young Jin LEE, Yun Hee KIM, Sang Hyun MOON, Byung Ho HA, Yong Sook SHIN, Serng-Yerl PARK, Hyun Suk KIM, Chul Woong YANG1, Ji-Beom YOO and Chong-Yun PARK : Jpn. J. Appl. Phys. **42**, 6713(2003).
- [8] Baoqing Zeng, Guangyong Xiong, Shuo Chen, W. Z. Wang, D. Z. Wang, Z. F. Ren : Appl. Phys. Lett. **89**, 223119 (2006).
- [9] N.P. Blanchard, R.A. Hatton, S.R.P. Silva : Chem. Phys. Lett **434**, 92 (2007).
- [10] A. Wadhawan, R. E. Stallcup, J. M. Perez : Appl. Phys. Lett. **78**, 108 (2001).
- [11] Yuming Liu, ShouShan Fan : Nanotechnology **15**, 1033(2004).
- [12] J.-M. Bonard, J.-P. Salvetat, T. Stöckli, L. Forró, A. Châtelain : Appl. Phys. A **69**, 245(1999).
- [13] Soo-Hwan Jeong, Hee-Young Hwang, and Kun-Hong Lee, Yongsoo Jeong : Appl. Phys. Lett. **78**, 2052 (2001).
- [14] M. Sveningsson, R.E. Morjan, O. Nerushev, E.E.B. Campbell : Carbon. **42**, 1165 (2004).

Field emission properties of Ag-Cu-alloy coated CNT-emitters

Seung Youb Lee¹, Dong Heon Ryu¹, Jun Yong Hong^{1,2}, Min Hyeng Yeom¹, Ji Hoon Yang²,
Won Chel Choi¹, Myeng Hoi Kwon³ and Chong-Yun Park^{1*}

¹*BK21 Physics Research Division & Center for Nanotubes and Nanostructured Composites(CNNC),
Sungkyunkwan University, Suwon 440-746*

²*Research Institute of Industrial Science & Technology(RIST), San 32 Hyoja-dong, Pohang 790-600*

³*Department of Physics, University of Incheon, Dowha-dong 177, Namku, Incheon 402-749.*

(Received July 9, 2007)

The field emission properties of CNT-emitters coated with Ag-Cu alloy have been investigated. The vertical aligned multi-walled CNTs were synthesized by dc-plasma enhanced chemical vapor deposition (dc-PECVD) and the Ag-Cu alloy was coated by using dc-magnetron sputter.

The morphology of alloy-coated and un-coated CNT-emitters was observed by using SEM and their field emission properties were also measured. Annealing the AgCu-coated CNTs at temperature more than $\sim 700^{\circ}\text{C}$, the Ag-Cu alloy was diffused to and aggregated on the top of the CNT as a Q-tip. A significant progress on the field emission was not observed with coating Ag-Cu alloy on the CNTs, but a certain improvement in a resistance against oxygen gas was made confirmation. It seems to be due to inertness of Ag-Cu alloy on the CNTs.

Keywords : Carbon nanotube, field emission, Ag-Cu alloy

* [E-mail] cypark@skku.edu