

플라즈마 전처리를 통한 금속 기판 위 탄소나노튜브의 합성 수율 증대

정구환*, 김진주, 신의철
 강원대학교 신소재공학과 (*E-mail: ghjeong@kangwon.ac.kr)

초 록: 다양한 금속기판 위에 탄소나노튜브(CNT)를 직접성장 시키는 경우, 플라즈마를 이용한 기판 전처리가 CNT의 저온 합성 및 합성수율 향상에 미치는 영향을 살펴보았다. 합성용 금속기판으로는 SUS316L, Inconel, Invar, Hastelloy 등 Ni계 합금을 이용하였다. 전처리 시 플라즈마의 인가전력 및 기판온도의 증가에 따라 기판 표면조도의 증가를 확인하였고, 그에 따른 합성온도 저하 및 합성수율 증대 결과를 얻었다. 기판 열처리를 부가적으로 실시한 경우, 기판 열처리 온도 또한 합성수율에 영향을 미침을 알 수 있었으며, 특히, 인코넬 기판의 경우, 열처리 후 플라즈마 전처리를 실시한 기판에서 합성수율이 크게 향상되는 것을 알 수 있었다.

1. 서론

탄소나노튜브(CNT)는 우수한 기계적, 화학적, 전기적 특성으로 인해 다양한 분야에서 차세대 응용재료로서 각광을 받고 있다. 다양한 CNT의 합성방법 중 CNT 구조제어가 가장 용이한 방법으로는 열화학증기증착법(TCVD)과 플라즈마지원(PE)CVD법이 있으며, 대량합성을 위해서는 TCVD가 일반적으로 이용되어지고 있다. CNT 합성을 위해서는 전이금속의 촉매가 필요하며 촉매의 활성화 및 탄소 원료가스의 분해를 위하여 고온공정이 요구된다. 그러나 향후 산업적 응용을 고려한다면 저온합성법의 개발은 시급하게 해결해야 할 과제이다. 또한 기판 위에 CNT를 합성하는 경우, 촉매와 기판재료 사이의 합금화를 방지하기 위하여 산화막 층을 삽입하게 되는데, 이는 CNT의 높은 전도성을 이용하고자 할 경우 계면에서의 접촉저항의 증가를 초래하는 단점이 있다. 따라서 CNT를 완충층의 도움없이 금속기판 위에 직접 성장시키는 기술 역시 향후 CNT응용에 있어서 중요한 과제라 할 수 있다[1,2]. 본 연구에서는 다양한 금속기판 위 CNT의 합성을 도모하였으며, 플라즈마를 이용한 기판 전처리를 통하여 CNT의 저온성장 및 합성수율 향상에 대한 실험적 연구를 진행하였다.

2. 본론

CNT 합성용 금속기판으로는 SUS316L과 Inconel, Invar, Hastelloy 등 Ni 촉매금속을 자체 함유한 금속기판을 선정하였고, 플라즈마 전처리 및 대기 열처리를 통한 기판표면 제어를 통하여 CNT의 저온성장 및 합성수율 증대를 도모하였다. 직류전원의 아르곤 플라즈마를 이용하여 금속기판을 처리하였을 때, 기판온도 및 플라즈마 파워가 증가함에 따라 기판의 표면조도가 증가하는 것을 AFM분석을 통해 확인할 수 있었다. 아세틸렌 가스를 원료가스로 이용한 TCVD합성에 있어서는 플라즈마 처리한 기판이 무처리 기판보다 동일 합성온도에서 더 두꺼운 CNT막막을 형성하였고, 합성온도 또한 500°C 이하로 내릴 수 있었다. 이는 플라즈마 처리로 증가된 기판의 표면조도가 저온에서 CNT의 핵생성에 유리하게 작용했음을 추측하게 한다. 기판 열처리의 경우, 처리온도를 성장온도와 동일하게 하는 방법과 특정 온도로 고정시키는 방법으로 나누어 CNT 저온 성장에 미치는 영향을 살펴보았다. 그 결과, 열처리의 순서 및 처리온도에 의해 CNT의 성장 수율이 큰 차이를 나타냄을 알 수 있었고, 특정온도에서 열처리한 기판에서 CNT의 저온성장이 활성화 됨을 알 수 있었다.

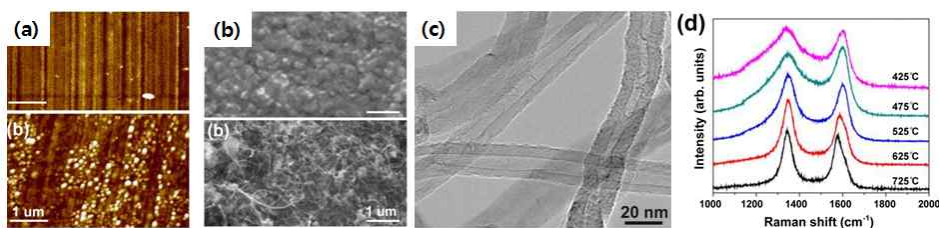


Fig. 플라즈마 전처리 전/후의 (a) 표면 AFM 분석결과와 (b) CNT 합성 후 SEM 관찰 결과. (c) 합성 된 CNT의 TEM 관찰 결과. (d) 기판 전처리 온도 변화 시 합성 된 CNT의 라만 분석 결과.

3. 결론

본 실험을 통하여 금속기판 위에 CNT를 직접 합성하는 경우, 플라즈마 전처리 또는 고온의 열처리가 기판 표면의 형상 제어에 효율적임을 알았고, 변형된 표면구조는 CNT의 저온합성 및 합성수율 증대에 영향을 미침을 알 수 있었다. 본 연구결과는 CNT와 합성기판에서의 우수한 계면 전도성이 요구되는 전자방출소자, 미소 X선 광원 및 열방출소자 등으로의 응용에 유용할 것으로 예상된다

참고문헌

1. 김진주, 임선택, 김근호, 정구환, 한국진공학회지, 20, (2011) 155.
2. E. C. Shin and G. H. Jeong, Thin Solid Films (2012) in press.