

유도 결합 플라즈마를 이용한 스퍼터-승화 증착 시스템의 공정 분석

Process Analysis sublimation deposition apparatus - sputtering using inductively coupled plasma

유영균*, 최지성, 주정훈

군산대학교 신소재공학과(E-mail:ygyou@kunsan.ac.kr), 플라즈마 소재응용 센터

초 록

종래의 흑연 위주 연료전지 분리판 개발되어 최근 고분자 전해질 막 연료전지가 높은 전력, 낮은 배기 가스 배출, 낮은 작동 온도로 자동차 산업에서 상당한 주목을 받고 있다. 요구사항은 높은 전기 전도도, 높은 내식성, 낮은 가스 투과성, 낮은 무게, 쉬운 가공, 낮은 제조비용이다. Thin film Cr 장비로 저항가열 furnace, sputter 등이 사용된다. 연료전지 분리판의 고전도도, 내부식성 보호막의 고속 증착을 위한 새로운 증착원으로 스퍼터 - 승화형 소스의 가능성을 유도 결합 플라즈마에 금속 붕을 직류 바이어스 함으로써 시도하였다. 유도 결합 플라즈마를 이용하여 승화증착 시스템을 사용하여 OES (SQ-2000)와 QMS (CPM-300)를 사용하여 N₂ flow에 따른 유도 결합 플라즈마를 이용한 스퍼터-승화 증착 시스템을 사용하여도 균일한 공정을 하는 것을 확인 하였다.

1. 서론

유도결합 플라즈마는 기존의 금속 또는 산화물 타겟을 주로 하는 증착장치에 유도결합식 플라즈마 장치를 추가로 설치한 후, 증착되어지는 금속입자 또는 기체의 이온화를 도모함으로써 증착 막의 특성을 획기적으로 개선시킬 수 있는 기술이다. ICP는 이온에너지를 증가시키지 않고도 이온밀도 (10¹⁰~10¹¹ 개/cm³)를 높이고 이온입자들에 방향성을 가할 수 있는 새로운 플라즈마 기술로 발생장치의 구조가 단순해서 Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD), Activated Reactive Evaporation (ARE) 등 대부분의 플라즈마를 이용하는 증착 공정에 응용 될 수 있는 장점이 있다. 또한 ICP sputtering 기술은 기존의 박막 또는 화합물 증착장치에 유도결합식 플라즈마를 추가로 발생시켜 증착 막의 특성을 획기적으로 개선시키는 기술이며, 이온에너지를 증가시키지 않고도 이온밀도를 높이고 이온입자들에 방향성을 가할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

2. 본론

본 연구에서는 5 mTorr의 Ar 유도 결합 플라즈마에서 2.4 MHz, 500 W로 유지하면서 직류 바이어스를 30 W(-900 V, 0.02 A)로 인가하였을 때 Cr rod의 표면 온도는 가열 시작 후 2 분 후에 1,289°C로 측정되었고 10분 동안의 증발양이 0.1 gr으로 측정되어 그 가능성을 확인 할 수 있었다. 유도 결합 플라즈마는 증발원에 사용함과 동시에 기판의 전처리, 증착 중인 박막의 품질 향상, 반응성 증착에 기여할 수 있다. 스테인리스 판을 사용하여 기판을 사용하였고, 질소 유량의 차이에 따른 변화를 비교 분석하였다. Fig.1은 RPS (Remote Plasma Source) 내경 50 mm에 Cr rod와 스테인리스 판을 삽입한 상태를 보여준다. Cr rod와 스테인리스 판의 거리는 30 mm로 되어있다. 내부에서 공정이 이루어지는데 공정 압력은 5 mTorr, Bias는 30W (-900 V, 0.02 A), RPS power 500 W, 2.4 MHz로 유지하면서 N₂의 유량을 0.5, 1.0, 1.5 SCCM, 공정시간은 20분으로 진행하였다. 또한 ICP power에 Cr rod의 온도변화와 OES (ACTON SP-2500i, Ocean optics SQ-2000)를 통하여 quartz tube 내부 plasma의 변화를 관측하였다. 그리고 공정 중 Ar과 N₂의 분압비 변화를 측정하였다.

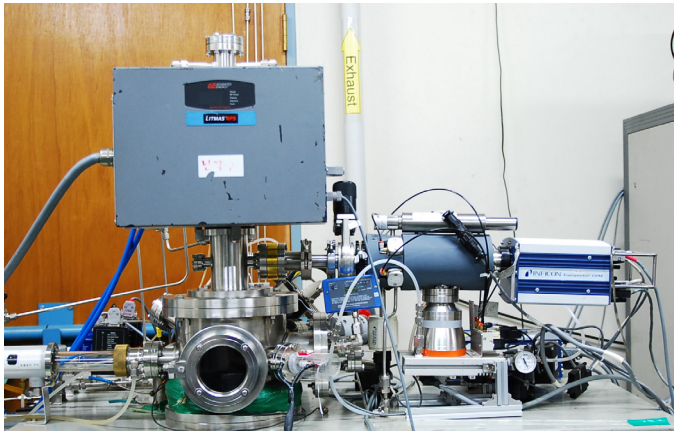


fig. 1. RPS (Remote Plasma Source) system

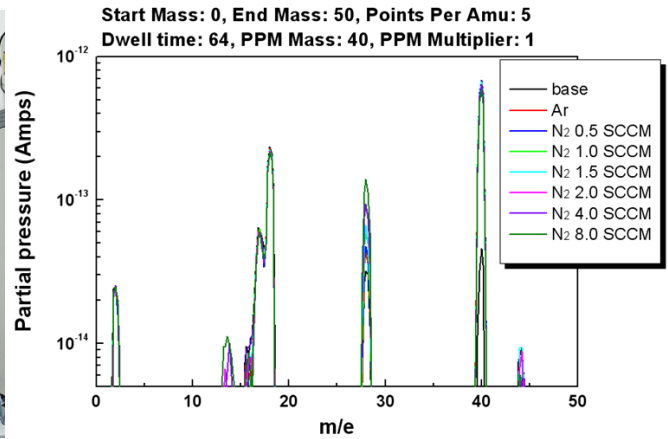


fig 2 N2 flow에 따른 CPM-300 data

3. 결론

유도 결합 플라즈마를 이용한 스퍼터-승화 증착 장비를 사용하여 CrN thin flim 성장시켰고, deposition rate은 44.8 nm/min으로 얻을 수 있었다. 또한 N2의 유량이 증가할 수록 bias voltage가 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. OES time acquisition을 이용한 공정 분석에서는 N₂ 유량을 off 하였을 때 Ar, Cr의 중성 intensity peak이 상승하였고, 시간 경과에 따라 sublimation에 의한 영향이 없는 것을 확인 할 수가 있었다. XRD data에서는 질소 유량이 증가함에 따라 Cr₂N이 감소하고, CrN이 증가하는 것을 확인 할 수가 있었다. 결정배향성과 Morphology는 다결정 재료의 정도에 영향을 주는 인자이다. CrN 결정구조의 경우는 (200)면이 정도가 제일 높는데 (200)면에서 성장한 것을 확인 할 수 있었다. 잔류가스 분석 결과로는 일정한 Ar의 유량을 흘렸을 때 N₂의 변화량이 비례적인 경향이 보이는 것을 확인 할 수 있었다. Fig. 3의 data를 보면 N₂가 흐르면서도 유도 결합 플라즈마를 이용한 스퍼터-승화 증착 시스템을 사용하면 일정한 공정을 하는 것을 확인 할 수 있었다. 즉, 이 시스템으로 양산장비 설계를 하여도 가능하다는 것을 말해준다.

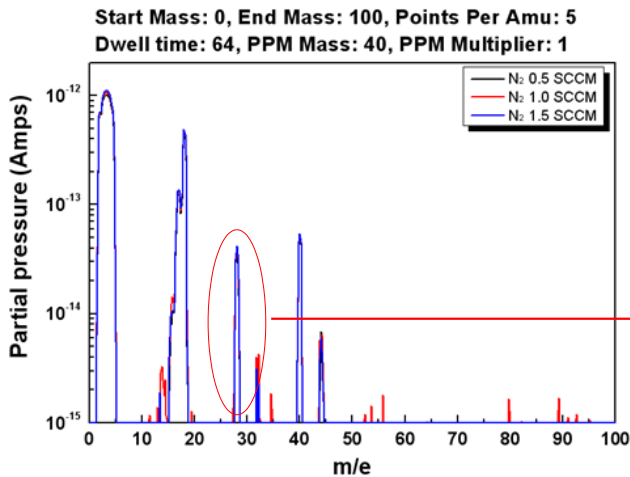


fig. 3 N2 flow에 따른 공정 분석

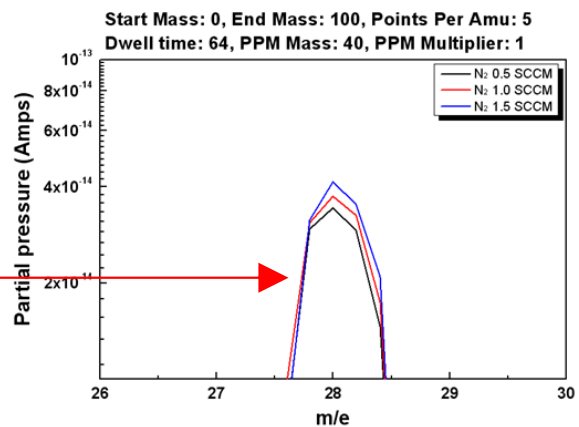


fig. 4 Fig. 3에 대하여 확대한 data

참고문헌

1. 김근호, 양성채, 플라즈마 일렉트로닉스, (2006)
2. 장호성, 유도결합 질소플라즈마와 Cr 스퍼터링에 의해 증착된 CrN 박막의 물성연구 (2008)