

## 고속 스퍼터링 소스를 이용한 구리 후막 제조 및 특성 평가 Characteristics of Cu Thick Films Deposited by High Rate Magnetron Sputtering Source

정재인\*, 양지훈  
포항산업과학연구원, 설비.자동화연구센터

**초 록:** A high rate magnetron sputtering source (HRMSS) was employed to deposit thick copper films. The HRMSS was manufactured by changing the magnet size, arrangement, and field intensity. For the preparation of thick copper films, the copper sputtering conditions using HRMSS were characterized based on the deposition parameters such as discharge characteristics, I-V characteristics of the source, and change of deposition rate. The deposition rate of copper turned out to be more than 5 times than that of conventional magnetron sputtering source. Thick copper films having thickness of more than 20 $\mu$ m were prepared by using HRMSS. The morphology and orientation of the films were investigated by scanning electron microscopy and x-ray diffraction.

### 1. 서 론

구리 피막은 열 및 전기를 잘 전달하는 특성으로 인해 전기 배선이나 Heat Sink 재료 등에 이용되고 있다. 최근에는 전자파 차폐나 FCCL (Flexible Copper Clad Laminate) 등의 피막으로 널리 이용되면서 연속 코팅 및 후막 제조를 위한 고속 소스의 필요성이 증가하고 있다.

연속코팅 설비에 적용하거나 후막을 경제적으로 제조하기 위해서는 정지상태의 기판을 기준으로 시간당 100 $\mu$ m 이상의 증착 속도가 요구된다. 기존 마그네트론 스퍼터링 소스의 경우 일반적으로 증착율이 시간당 20 $\mu$ m 이내이며, 고전력을 이용하는 소스의 경우도 60 $\mu$ m를 넘지 못하고 있다.

본 논문에서는 자기장 시뮬레이션을 통해 자석의 배열을 최적화하고 냉각 효율을 고려한 소스 설계를 통해 고속 스퍼터링 소스를 제작하고 그 특성을 평가하였다. 제작된 소스는 구리 코팅을 위한 스퍼터링 공정 조건을 도출하고 다양한 기판에 20 $\mu$ m 이상의 구리 후막을 코팅하여 미소 형상 및 코팅 조직을 분석하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 실험 장치 및 방법

고속 스퍼터링 소스의 특성을 조사하고 구리 후막을 제조하기 위한 장치의 개략도 그림 1에 나타내었다.

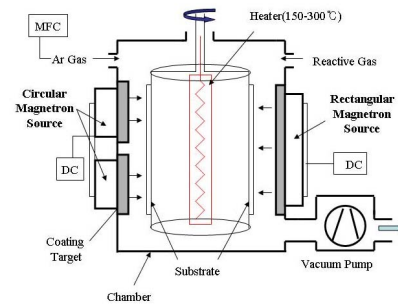


그림 1. 구리 후막을 제조하기 위한 실험장치 개략도

고속 스퍼터링 소스용 전원은 DC 전원공급장치로 최대전력 20 kW (800 V, 25 A)까지 인가가 가능하다. 본 연구에서의 코팅 실험은 크게 전처리 및 In-situ 청정, Bond-layer 코팅, 기판 및 홀더 열처리 Cu 코팅 그리고 분석 및 평가 순으로 진행되었다.

#### 2.2 실험결과

그림 2는 스퍼터링 전력을 증가시키면서 기판에 증착된 구리 피막의 증착율 변화를 측정한 그래프이다. 스퍼터링 전력이 증가하면서 구리의 증착율이 급격히 증가하여 6kW에서는 분당 1.8 $\mu$ m에 도달하고 있음을 알 수 있다.

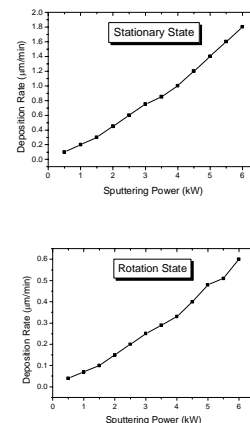


그림 2. 스퍼터링 전력에 따른 증착율 변화 그래프

그림 3은 알루미늄 기판상에 구리를 20 $\mu$ m 코팅한 시편의 표면 및 단면의 형상을 보여주는 SEM 사진이다. 표면은 덩어리가 뭉쳐진 구조를 보이며 단면은 물리증착 피막에서 흔히 나타나는 주상정 조직이 성장하여 뭉쳐진 조직으로 매우 치밀하게 성장하였음을 볼 수 있다.

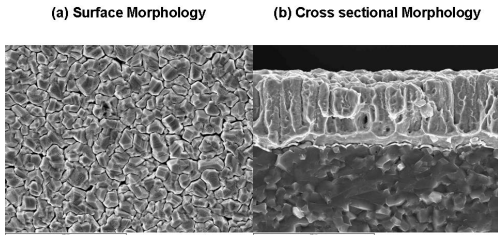


그림 3. 구리 후막의 SEM 표면 및 단면 사진

### 3. 결 론

고속 마그네트론 스퍼터링 소스를 이용하여 구리 증발조건을 도출하고 구리 후막을 제조하여 그 특성을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다

가. 본 연구에서 제작된 4" 크기의 고속 스퍼터링 소스는  $7 \times 10^{-4}$  Torr에서 최대 증발을 나타내었다.

나. 타겟과 기판 사이의 거리가 12cm일 때 6kW의 전력에서 분당  $1.8\mu\text{m}$ 의 증착율을 나타내어 기존의 마그네트론 소스 대비 5배 이상의 증착율 향상 효과를 나타내었다.

다. 고속 스퍼터링 소스를 이용하여  $20\mu\text{m}$ 이상의 구리 후막을 제조하였으며 제조된 피막은 덩어리 형태의 표면 형상을 보이며 단면은 뭉쳐진 주상정으로 성장하여 매우 치밀한 조직을 나타내었고 X-ray 회절 실험을 통해 코팅층의 조직이 Bulk와 매우 유사함을 확인하였다.