

**Nd 영구자석의 고내식성 코팅에 관한 연구**  
**Study on the corrosion resistant coatings of Nd-permanent magnet**

정재인\*, 박형국, 이득진, 문종호, 정창영 (RIST 계측연구팀)  
정원표 (대교전자산업)

**1. 서 론**

Nd자석 (Nd-Fe-B)은 잔류자속밀도와 보자력이 Ferrite 등에 비해 2~3 배 정도이고, 최대에너지적 (Maximum Energy Product)이 다른 자석에 비해 5배 이상 많게는 10 배까지 높은 특성을 가지고 있다. 그러나, 온도 특성이 평균 160 °C 이하로 낮고, 제조 공정이 복잡하고, 대기중에서 부식이 쉽게 일어난다는 단점 또한 가지고 있다. 따라서, 부식방지를 위해 표면처리를 할 필요가 있다. 지금까지는 주로 Ni 전기도금을 많이 이용하였으나, 고속회전 등과 같은 보다 엄격한 조건에서는 피막의 박리가 일어나는 문제점이 있었다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 내식성 및 밀착성이 우수한 알미늄 피막을 제조하여 그 특성을 평가하여 그 결과를 발표하고자 한다.

**2. 실험장치 및 방법**

Al 피막은 통상의 고진공 증착기 내에 이온화전극과 필라멘트를 설치하여 아아크 방전 유도형 이온플레이팅 (AIIP ; Arc-induced Ion Plating) 방법으로 제조하였다. Al의 증발원 전자빔 증발원을 사용하되 증발의 효율을 기하기 위해 알루미늄 크루시블을 라이너로 사용하였다. 증착에 사용된 자석은 디스크형, pipe 형 등 다양하였으며, 크기가 작은 Nd 자석을 전면 코팅하기 위해 barrel형 홀더를 제작하여 이용하였다. 자석의 전, 후처리는 샌드브라iting, 초음파, 스퍼터 클리닝 등 다양한 방법을 시도하고 이들을 비교, 검토하였다.

제조된 피막의 성분, 형상 및 조직은 각종 표면분석 장치를 이용하였으며, 밀착성 및 내식성 그리고 내용제성 등을 시험하여 비교하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

(1) AIP 공정조건의 최적화 : Al은 비교적 낮은 온도에서 증발이 일어나기 때문에 다른 금속에 비해 발생하는 열전자가 상대적으로 작다. 따라서, 별도의 전자공급원인 필라멘트와 방전개스를 도입하여 공정을 안정화 시켰으며, 이온화율의 향상을 꾀하였다.

(2) 피막의 분석 및 평가 : 제조된 피막은 각종 표면분석 장비를 이용하여 분석하였다. 표면 및 깊이방향의 성분을 AES와 XPS를 이용하여 조사한 결과 표면층의 산소 및 탄소 성분을 제외하고는 매우 깨끗한 피막을 얻을 수 있었다. 진공증착과 AIP에 의한 피막을 비교한 결과 AIP 방식으로 제조한 피막의 경우가 밀착성이 현저히 우수하였고 피막의 밀도도 2~3배 정도 향상되는 것으로 나타났다.

한편, 염수분무에 의해 내식성을 시험한 결과 AIP로 제조된 피막의 경우 두께가 10  $\mu\text{m}$  일 때 약 300시간 정도 유지하였으며 이는 진공증착에 의한 피막보다 1.5 배 우수한 것이었다.

### 4. 결 론

Nd자석위에 Al 피막을 AIP 방법으로 제조하였으며, 분석 및 평가를 통해 피막의 제반 특성을 평가하였다. AIP로 제조된 피막의 경우가 진공증착으로 제조된 것보다 밀착성이 현저히 우수하였고 피막의 밀도도 2~3배 정도 향상되는 것으로 나타났다. 한편, 염수분무에 의해 내식성을 시험한 결과 AIP로 제조된 피막의 경우 두께가 10  $\mu\text{m}$  일 때 약 300시간 정도 유지하였으며 이는 진공증착에 의한 피막보다 1.5 배 우수한 것으로 나타났다.