

## 얇은 스테인리스 강 진공용기의 기체방출률 저감

박종도<sup>1</sup>, L. Yu<sup>2</sup>, 신용현<sup>3</sup>

<sup>1</sup>포항가속기연구소, <sup>2</sup>코넬가속기연구소, <sup>3</sup>표준과학연구원

진공용기의 도달 압력을 결정짓는 수소의 기체방출률을 확산이론을 바탕으로 열처리하여 저감하였다. 열처리는 전통적으로 행해오던 고온 진공 열처리(950°C) 보다 상대적으로 낮은 온도인 400°C에서 진공 중 또는 공기 중에서 최대 4일까지 열처리하여 비교적 얇은 진공용기의 수소 기체방출률 저감 방법을 확립하였다. 진공용기의 재료는 스테인리스 강 304L/316L, 두께 1.65 mm를 사용 하였으며 기체방출률은 점성진공계이지를 사용한 압력상승법으로 측정 하였다.

스테인리스 강 진공용기에 대한 수소기체방출률 목표치는 진공 중이거나 대기 중에서 모두 400°C에서 2-4일 열처리함으로써 얻을 수 있었다. 열처리하기 전 측정치는  $(3-6) \times 10^{-12}$  Torr  $\ell$   $s^{-1}cm^{-2}$  이었으며, 열처리 시간, 재료, 방법에 따라  $5 \times 10^{-15}$  -  $5 \times 10^{-14}$  Torr  $\ell$   $s^{-1}cm^{-2}$  의 값으로 측정 되어 100배 이상의 기체방출률 저감 효과를 얻을 수 있었다. 측정된 값은 비교적 간단한 방법으로도 극고진공용기를 제작할 수 있는 충분히 낮은 기체방출률에 해당되며, 두께 1-2 mm의 진공용기에 대하여 최소 2일 최대 4일 400°C 열처리함으로써 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

그러나 이 값은 수소 확산이론에서 기대되는 값에는 크게 미치지 못하였다. 열처리 초기 단계에서는 기체방출률이 시간에 따라 지수적으로 크게 감소하는 모양을 따랐으나 일정시간 지난 후에는 매우 느리게 감소하였다. 이것은 열처리 초기 단계에만 확산법칙이 기체방출을 주도 해 나가지만 수소의 농도가 어느 정도 낮아진 후에는 확산 보다는 표면 재결합이 기체방출을 주도해 나가는 것으로 이해할 수 있다. 표면재결합에 따른 기체방출 감소율은 시간의 제곱을 따르는 상대적으로 매우 느린 과정이므로 보다 더 낮은 기체방출률을 얻기 위하여서는 보다 더 높은 온도에서 보다 긴 시간이 필요하다는 것을 알 수 있다. 한편 대기열처리와 진공열처리의 결과를 비교측정 해본 결과, 본 실험의 범위 내에서는, 철성분이 우세한 두꺼운 표면산화막 생성에 따른 기체방출 저감효과는 크지 않는 것으로 조사되었다. 즉, 수소에 대한 표면 장벽효과 보다는 확산효과 또는 재결합률이 실제 기체방출률을 결정하는 것으로 판단된다.