

Cryopump 및 conflat Al gasket을 이용한 극고진공 도달 및 Al 2024 conflat flange gasket의 특성

이철로, 임재영, 박재홍, 홍승수, 신용현, 정광화

한국표준과학연구원, 진공연구실

1. 서론

Orifice flow method에 의하여 10^{-10} mbar까지의 초고진공영역에서 진공도 표준확립을 위해서는 base pressure를 10^{-12} mbar까지 도달 하여야 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 통상의 helium refrigerator type cryopump를 이용하여 일정 chamber내에서 극고진공에 도달하고자 하였으며 이때 conflat flange의 gasket은 OFHC가 아닌 Al 2024로써 제작된 gasket을 사용하였다. 최근 Al합금의 저 outgassing 특성이 알려지면서 여러가지 Al합금을 이용하여 진공 chamber, conflat flange 및 gasket 등의 component를 이용하여 MBE 등 여러가지 진공 응용 system을 제작하고 있으나 SUS/Al 간의 접합 및 Al 합금을 이용한 bellows, flange 등의 제작에 문제점이 제시되고 있다. 그리하여 본 연구에서는 위의 cryopump에 의한 극고진공의 도달과 더불어 사용된 Al 2024 conflat flange gasket에 있어서 재료강도학적 측면, 즉 conflat flange의 sealing mechanism인 capture seal이 가능한지를 타진하고자 하였다.

2. 실험 방법

Pumping 전에 극고진공용 chamber(Leybold-Heraeus Co) 및 모든 component는 Alconox로 철저히 세척 후 증류수로써 flow시킨 다음 초음파 세척기 내에서 cleaning하였다. 조립 후 cryopump를 연결하여 pumping하였고 모든 connection은 conflat flange를 사용하였으며 이 때의 압력은 extractor gage(IE 514, Leybold Co)로써 읽었다. Cryopump(Varian Co)는 150°C 까지 baking이 가능하며 H_2O 에 대한 pumping speed는 4000 l/s 이고, H_2 에 대한 pumping speed는 2200 l/s이다. Al 2024-T4, annealing된 Al 2024 및 OFHC 등 3가지 종류의 gasket을 똑같은 종류 및 형태의 2.75인치 conflat flange로써 clamping하고 baking을 실시하였다. 이 모든 경우의 gasket은 일정하게 표시된 위치에서 절단하여 단면을 만들었으며 microstructure, 응력집중 및 경도변화 등을 조사하기 위하여 SEM, EDAX, Vickers 경도계 등을 이용 하였다.

3. 결과 및 고찰

Rotary pump로 pumping을 시작하여 valve를 잠근 후, cryopump로 pumping을 시작한지 24시간이 지나서 1.9×10^{-9} mbar에 도달하였다. Chamber와 valve를 260°C 까지 또 360°C 까지 heating과 cooling을 반복하여 2×10^{-12} mbar에 도달하였다. Al 2024 gasket은 clamping 후 및 baking 후에 dent shape, microstructure 등을 조사해본 결과, annealing된 Al 2024로 제작된 gasket의 경우에는 dent의 재현성이 좋고 dent 길이 L, dent 각 α 및 dent 높이 H의 변화가 적다. 그러나 Al 2024-T gasket의 경우는 석출강화에 의한 고강도, 고경도 때문에 knife edge damage가 발생되고, knife edge tip이 항복응력 이상의 응력을 받게 되어 소성변형되어 지며 dent 각 및 dent 길이가 증가한다. Baking 전 dent 주위의 결정립들은 연신되고 3개의 구분된 응력집중부가 발생한다. Baking에 의해 annealing 효과가 발생되어 연신된 결정립들이 정상상태로 되고 경도값이 다소 감소하나 3개의 응력집중부는 그대로 잔존한다.

4. 결론

- 1) Closed loop helium refrigerator type cryopump를 이용하여 2×10^{-12} mbar에 도달 하였다. 이 때 cryopump의 전체 body는 150°C 로 baking하였다.
- 2) Al 2024-T4 gasket의 경우는 dent 각 및 dent 길이는 증가하고 dent 깊이는 감소하여 한번 clamping된 conflat flange의 반복 사용에는 부적합하다. 그러나 Al 2024를 annealing하여 사용하면 knife edge damage를 없앨 수 있으며 dent 각, dent 길이 및 dent 깊이의 변화없이 OFHC와 유사한 경향을 나타낸다.