

C25

Glass를 이용한 Na β "-alumina와 α -alumina간의 접합 (Joining of Na β "-alumina to α -alumina Using Glass Sealant)

한국항공대학교 항공재료공학과 김경재, 박상면

환경오염이 심각한 사회문제로 제기되면서 이를 해결하기 위한 무공해 전기자동차의 등장은 필연적이며, 따라서 이를 위한 전기자동차용 축전지의 개발에 많은 연구와 투자가 집중되고 있다. 그 중 Na β "-alumina를 고체 전해질로 이용하는 Na/S 축전지는 에너지밀도와 출력이 우수한 대표적인 전기자동차용 축전지 중 하나이다[1]. Na/S 축전지는 음극인 용융 Na와 양극인 sulfur가 Na β "-alumina 전해질 튜브에 의해 분리되어 있으며, Na β "-alumina 튜브는 음극부와 양극부를 전기 및 화학적으로 절연시키는 α -alumina와 결합을 이루고 있다. 따라서 Na β "-alumina와 α -alumina 접합부의 기계적 강도 및 열충격 저항성, 그리고 용융 Na에 대한 내부식성 및 진공밀폐성은 Na/S 축전지의 성능을 결정하는 중요한 항목이다[2].

본 실험의 목적은 접합 대상 물질과 열팽창계수가 비슷한 B_2O_3 - SiO_2 - Al_2O_3 - CaO 계의 유리재를 사용하여 Na β "-alumina와 α -alumina를 접합할 경우 접합부의 성능을 향상시키기 위한 최적의 접합조건 도출하는데 있다. 이를 위해 접합부의 기계적 강도와 진공밀폐도를 통해 접합성을 평가하였으며, 최적조건은 접합계면반응의 분석과 이해를 통해 얻었다.

접합 유리재는 정량된 시약들을 ball-milling하여 혼합한 후, 이를 pellet 형태로 1500°C, 대기중에서 용융-급랭시켜 제조되었다. 시편의 접합할 면들은 미세 연마되었으며, 제조된 유리분말을 slurry 형태로 만든 후 α -alumina의 접합할 면 위에 도포하였다. 1000°C에서 1300°C까지의 접합온도와 10에서 60분까지 접합시간을 변화시켜서 대기중에서 접합하였다. 접합부의 전단강도와 He leak 실험을 통해 진공밀폐도의 측정함으로써 접합체의 성능을 평가하였으며, 주사전자현미경과 EPMA를 이용하여 미세조직을 분석하였다.

1100°C에서 30분간 접합한 시편의 접합전단강도는 평균 37MPa이었으며, 진공밀폐도는 10^{-9} standard cc/sec로 우수한 밀폐성을 나타내었다. 또한 유리재내에 존재하는 B/Si의 값은 접합강도와 진공밀폐성에 중요한 영향을 미치는 것으로 관찰되었다. 접합체의 파괴는 유리재와 Na β "-alumina 계면보다는 오히려 유리재와 α -alumina 사이의 계면에서 선택적으로 발생하였으며, 이로 볼 때 유리와 Na β "-alumina 사이에서 형성된 접합계면이 보다 강한 것으로 추정된다. 한편 접합반응 후 유리재와 Na β "-alumina 사이의 계면층에서 뚜렷한 접합 반응물들이 관찰된 반면, 유리재와 α -alumina 사이의 계면에서는 특이한 반응층이 관찰되지 않았다. 유리재와 Na β "-alumina 간의 계면 결합반응은 주로 Na와 Ca의 확산에 의해 발생하는 것으로 생각된다.

참고문헌

1. W. Fischer, Key Eng. Mater. vol. 59&60(1991), pp.315-326
2. David Linden: "Handbook of Batteries and Fuel Cells", McGraw-Hill(1984)