Thesis Title Interfacial Phenomena in Borosilicate Glass and Iron-Nickel-Cobalt Alloy Joints

Author Ms. Chutimun Chanmuang

Degree Doctor of Philosophy (Materials Science)

Thesis Advisory Committee

Assoc. Prof. Dr. Torranin Chairuangsri Chairperson

Assoc. Prof. Dr. Narin Sirikulrat Member

Assoc. Prof. Dr. Gobwute Rujijanagul Member

ABSTRACT

This study was carried out to investigate interfacial phenomena between borosilicate glass and the Fe-Ni-Co alloy. The Fe-Ni-Co alloy was preoxidised at 750˚C for 10 minutes in air to around 0.50 mg/cm^2 weight gain which is suitable for a good sealing. The chemical composition and the microstructure of the preoxidised alloy were examined by XRD, XPS, SEM and TEM. These investigations revealed the selective oxidation of Fe and Co. The borosilicate glass was bonded to the preoxidised alloy by melting at 1,000˚C for 3, 15 and 30 minutes under two conditions; (a) ambient atmosphere and (b) vacuum (360 mbar). SEM and TEM revealed an iron oxide (wustite) interlayer only in the joint bonded under ambient atmosphere. Dendritic fayalite nucleated on the wustite interlayer and grew into the glass. In the joint made under vacuum, neither the interlayer nor the fayalite phase

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

was observed. In both cases, dissolution of Fe and Co in the glass adjacent to the interface was revealed.

By using EFTEM, in the joint formed under ambient atmosphere, a phase separation by a spinodal decomposition was observed in the area of Fe that extended into the glass. The dendritic fayalite preferred to grow within the Fe-rich glass rather than in directions of Fe-lean glass. This phenomenon was not observed in the joint formed under vacuum. From electron microscopy investigation, it can be concluded that Ni in the alloy were not involved in the chemical bonding.

The shear strength of the joint formed under vacuum was about 4.0 MPa, generally higher than that of the joint formed under ambient atmosphere. It is believed that reduction in the bond strength in the latter case is due to a detrimental effect of the iron oxide interlayer and a devitrification of dendritic fayalite.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ปรากฏการณ์ในรอยต่อแก้วบอโรซิลิเกตและโลหะผสมเหล็กนิกเกิลโคบอลต์

ผู้เขียน นางสาวชุติมันต์ จันทร์เมือง

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ. ดร. ธรณินทร์ ไชยเรืองศรี	ประธานกรรมการ
รศ. ดร. นรินทร์ สิริกุลรัตน์	กรรมการ
รศ. ดร. กอบวุฒิ รุจิจนากุล	กรรมการ

บทคัดย่อ

ได้ศึกษาโครงสร้างจุลภาคและปรากฏการณ์ในรอยต่อแก้วบอโรซิลิเกตและโลหะผสมเหล็กนิกเกิลโคบอลต์ ออกซิเดชันก่อนการต่อของโลหะผสมทำที่ อุณหภูมิ 750 °ซ เป็นเวลา 10 นาที ในอากาศ เพื่อให้ได้ชั้นออกไซด์ที่มีน้ำหนักประมาณ 0.50 มก/ซม^2 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมที่สุดในการเชื่อมต่อ ส่วนประกอบทางเคมีและโครงสร้างจุลภาคของชั้นโลหะออกไซด์ที่เกิดได้ศึกษาโดย XRD, XPS, SEM และ TEM พบว่าเกิดออกซิเดชันแบบเลือกสรรของเหล็กและโคบอลต์ แก้วบอโรซิลิเกตถูกเชื่อมต่อกับโลหะผสมเหล็กนิกเกิลโคบอลต์ที่ผ่านการออกซิเดชันที่อุณหภูมิ 1000 °ซ เป็นเวลา 3, 15 และ 30 นาที ในบรรยากาศปกติและในสุญญากาศ (360 มิลลิบาร์) พบว่าชั้นเหล็กออกไซด์ (วูสไตต์) เกิดขึ้นในรอยต่อที่เชื่อมต่อภายใต้บรรยากาศปกติเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบผลึกฟายาไลต์เดนไดรต์ตกผลึกจากชั้นวูสไตต์และโตเข้าไปในแก้ว ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รอยต่อที่เชื่อมต่อในสุญญากาศไม่พบชั้นวูสไตต์และการตกผลึกของฟายาไลต์ ในทั้งสองสภาวะพบการละลายของเหล็กและโคบอลต์เข้าไปในแก้วใกล้กับรอยต่อ

จากการใช้ EFTEM พบการแยกตัวแบบสไปโนดอลในบริเวณที่เหล็กแพร่เข้าไปในแก้วในรอยต่อที่เชื่อมต่อในอากาศ ฟายาไลต์เดนไดรต์โตเข้าไปในเฟสที่มีเหล็กสูงกว่า ปรากฏการณ์นี้ไม่พบในรอยต่อที่เชื่อมต่อในสุญญากาศ จากจุลทรรศนศาสตร์อิเล็กตรอน สามารถสรุปได้ว่า นิกเกิลในโลหะผสมไม่มีบทบาทในการเกิดพันธะเคมี

ความแข็งแรงเฉือนของรอยต่อของชิ้นงานที่เชื่อมต่อในสุญญากาศ มีค่าประมาณ 4.0 MPa โดยทั่วไปความแข็งแรงนี้มีค่าสูงกว่าชิ้นงานที่เชื่อมต่อในอากาศ จากการศึกษานี้เราเชื่อว่าการลดลงของความแข็งแรงของรอยต่อในกรณีหลังเกิดจากผลทางลบของชั้นเหล็กออกไซด์และการตกผลึกของฟายาไลต์เดนไดรต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved