

論文91-28A-12-5

熱處理된 Be-Cu合金 界面에서 電流-電壓 特性

(Current-Voltage Characteristics at Annealed Be-Cu Alloy Interfaces)

千 長 鎬*, 夫 鍾 郁**

(Jang Ho Chun and Jong Uk Bu)

要 約

熱處理된 Be-Cu合金(1.8-2 wt% Be, 0.2 wt% Co+Ni) 界面에서 電流-電壓 特性을 循環電壓 方法을 使用하여 研究 調査하였다. 試片들은 窒素gas로 充塡된 爐內에서 360°C로 1.5時間 熱處理하였다. 熱處理 후 vickers硬度(HV)는 210에서 385로 增加하였다. 使用된 溶液은 蒸溜水(H₂O), 10⁻³M CsNO₃, 10⁻²M KCl, 10⁻²M KOH, 10⁻⁴M H₂SO₄, 水性電解質, ethylalcohol(C₂H₅OH) 等이다. 循環電壓圖는 同一條件下에서 熱處理된 試片과 非熱處理된 試片사이에 意味있는 電流-電壓 特性을 보여주었다. 老化硬化(硬化)와 그에 關聯된 表面 電位障壁 및 溶解效果는 全實驗過程中에서 觀測되었다. 熱處理된 Be-Cu合金의 溶解過程은 硬化現象에 依하여 效果의으로 遲延되었다. 硬化效果는 Be-Cu合金의 表面 電位障壁도 增加시켰다. Be-Cu合金 界面 現象은 活性化過程을 理解하는데 좋은 模型中的 하나라고 判斷된다.

Abstract

The current-voltage characteristics at annealed Be-Cu alloy(1.8-2 wt% Be, 0.2 wt% Co+Ni) interfaces have been studied by means of the cyclic voltammetric method. The specimens were annealed in nitrogen gas(N₂) furnace at 360°C for 1.5 hours. After annealing, the vickers hardness(HV) was increased from 210 to 385. The used solutions were distilled water(H₂O), 10⁻³M CsNO₃, 10⁻²M KCl, 10⁻²M KOH, 10⁻⁴M H₂SO₄ aqueous electrolytes, and ethylalcohol(C₂H₅OH), etc. The cyclic voltammograms showed significant current-voltage characteristics between the annealed and unannealed specimens at the same conditions. The age hardening and the related surface potential barrier and dissolution effects have been observed during the whole experimental process. The dissolution process of annealed Be-Cu alloys was effectively retarded by the age hardening phenomenon. The age hardening effect also raised the surface potential barrier of Be-Cu alloys. The interfacial phenomena of Be-Cu alloys seem to be one of good models for understanding the activation process.

*正會員, 光云大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Kwangwoon Univ.)

**準會員, 金星中央研究所 基礎 I 部
(GoldStar Co. Ltd. Research Lab.)
接受日字: 1991年 8月 12日

I. 序 論

電子 및 電氣産業 分野에서 가장 널리 쓰이고 있는 金屬中的 하나는 銅이며 銅의 短點인 낮은 引張力(tensile strength)과 硬度를 補強하기 爲한 銅合金

에 관한 研究는 古代 青銅器 時代부터 시작되어 現在에 이르기까지 繼續되어 왔다. 換言하면, 人類文明 發達史는 銅合金 技術 發達史와 脈을 같이하고 있으며 1980年代末, 全世界 關聯 學界에 衝擊과 興奮을 가져온 Bednorz와 Muller¹⁾에 의한 Ba-La-Cu-O 系 高溫 超傳導體 開發도 그 좋은 例라고 할 수 있다.

Beryllium (Be)-Copper (Cu) 合金은 一般 金屬과는 달리 매우 獨特한 電氣物理的 特性을 가지고 있다. 특히 높은 強度, 높은 電氣 및 熱傳導度 特性은 主研究 觀點이 되어왔다. 또한 Be-Cu合金은 熱處理 (annealing) 할 때 溫度와 時間에 따라 老化硬度 (age hardening; 硬化) 特性이 決定됨도 實驗的으로 詳細히 研究報告되어 왔다.²⁾ Be-Cu合金은 Cu에 포함되는 Be, Co, Ni 등의 構成比 (weight %)에 따라 多樣한 電氣物理的 特性을 가지며 銅開發協會 (Copper Development Association)가 制定한 銅合金 (CA: copper alloy) 番號로써 表示된다.³⁾ 따라서 Be-Cu合金은 그 用途와 應用範圍도 CA番號에 따라 매우 多樣하여 接觸時 높은 電氣 및 熱傳導도와 無閃光 (nonsparking) 特性을 必要로 하는 電氣安全器具와 部品에 有用될 뿐만 아니라, 높은 引張力과 硬度 特性으로 技術集約의 超高速 運搬體 素材로서도 매우 重要하다. 그러나 이러한 Be-Cu合金의 有用한 電氣物理的 特性에도 不拘하고 學際間 研究課題가 갖고 있는 어려움 등으로 蒸溜水를 포함하는 水性電解質 界面에서 電流-電壓 特性과 電氣二重層 構造變化에 관한 研究報告는 자주 없었다고 判斷된다.⁴⁾

따라서 本 實驗 研究論文에서는 尖端素材로 應用度가 增加하고 있는 Be-Cu合金에 관한 새로운 研究方向과 內容, 即 熱處理된 Be-Cu合金의 老化硬度 (硬化) 現象이 電解質 界面에서 電流-電壓 特性과 電氣二重層 構造에 미치는 影響을 循環 電壓 (cyclic voltammetric) 方法으로 測定하여 電氣物理化學的 觀點에서 定性的 解析을 할 것이다. 研究 結果는 濕度 및 溫度等 周邊環境 變化에 따라 보다 큰 安定度, 耐久性, 信賴度 등이 要求되는 各種 電氣switch, 電氣傳導spring, 주름膜, 集積回路 基板뿐만 아니라 誘導彈, 通信衛星, 航空機와 같은 超高速 飛行體, 自動車 附着用 電氣接續部品, 家電製品, 水中運搬體, 潛水艦, 水中 電氣 測定裝備部品 등의 研究開發資料로 直接 活用할 수 있다. 또한 이온 吸着과 表面溶解 現象에 따라 不可避한 電氣二重層 構造變化와 界面 活性化過程을 應用해야 하는 電氣化學的 表示裝置,¹⁰⁾ 電氣化學的 sensors,¹¹⁾ 電氣化學的 燃料電池¹²⁾ 등의 研究開發에 基礎資料로 쓸 수 있기를 期待한다.

II. 實驗內容 및 方法

Be-Cu合金은 硬度, 引張力, 電氣 및 熱傳導度 特性이 좋은 뿐만 아니라 熱處理에 따른 老化硬度 變化 特性까지 가지고 있다. 따라서 成型 維持를 必要로 하는 電子素子와 部品素材로 매우 重要하다. 序論에서 記述한 것처럼 Be-Cu合金의 電氣物理的 特性과 用途는 添加된 Be量에 따라 CA番號로써 表示된다. 實驗에 使用한 Be-Cu合金은 電子素子 및 部品에 가장 널리 使用되는 CA172로서 1.8-2.0 重量%의 Be과 0.2重量% 以內的 Co와 Ni로써 構成된다. CA172의 老化硬度는 315-400°C에서 0.5-3時間 程度 熱處理할 때 最適值을 選擇的으로 얻을 수 있다.¹³⁾ 따라서 Be-Cu合金 (CA172) 試片은 窒素gas (N₂)로 充填된 360°C 電氣爐內에서 1.5時間 熱處理한 後 常溫에서 식혔다. 이때 試片의 vickers硬度 (HV)는 210에서 385로 增加된다. 熱處理하여 硬化된 試片들은 有機溶媒劑인 acetone (CH₃COCH₃)으로 洗滌하여 使用하였다.

試片의 表面溶解過程과 界面 電氣二重層 形成過程을 쉽게 比較研究 分析하기 爲하여 1:1 및 非活性 (中性) 電解質 (indifferent electrolyte)인 10⁻²M KCl 및 10⁻³M CsNO₃ 水性電解質, 10⁻³M KOH 鹽基性 電解質 (basic electrolyte), 10⁻⁴M H₂SO₄ 酸性 電解質 (acid electrolyte), 蒸溜水 (H₂O), 有機溶媒劑인 ethylalcohol (C₂H₅OH) 등을 使用하였다. 溶液의 가장 重要한 電氣化學的 parameter인 pH와 比傳導度는 各 各 東佑 메디칼 시스템의 DP-135pH meter와 Cole Parmer의 1481-00 溶液傳導度 meter를 使用하여 測定하였으며 그 값들은 表1에 나타나 있다.

모든 實驗은 Pyrex電解槽內에 標準三電極을 構成하여 常溫에서 遂行하였다. 標準三電極으로는 硬化된 Be-Cu合金 (CA172) 試片을 일電極 (WE: working electrode)으로, SCE (saturated calomel electrode)를

표 1. 使用된 溶液의 pH와 比傳導度

Table 1. pH and specific conductances of the used solutions.

parameter 溶液	pH	比傳導度 [mho/cm]
H ₂ O	6.2	1.20 × 10 ⁻⁶
10 ⁻³ M CsNO ₃	6.1	153 × 10 ⁻⁶
10 ⁻² M KCl	6.2	1.4 × 10 ⁻³
10 ⁻² M KOH	11.4	1.61 × 10 ⁻³
10 ⁻⁴ M H ₂ SO ₄	3.6	141 × 10 ⁻⁶
C ₂ H ₅ OH	5.6	0.29 × 10 ⁻⁶

基準電極(RE:reference electrode)으로, Pt 金屬을 相對電極(CE:counter electrode)으로 各各 使用하였다. 電極電壓은 陽 및 陰 電極過程(electroodic process)을 同時 比較分析하기 爲하여 PINE RDE4 三端子 線形 電位計를 使用하여 連續循環의 (-1.0-1.0 V vs, SCE)으로 調整하였다. 測定된 電流-電壓 特性曲線, 即 循環電壓圖(cyclic voltammogram)는 Houston 2000 X-Y 記錄計를 使用하여 圖示하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

그림1, 2, 3은 Be-Cu合金(CA172) 試片을 熱處理하였을 때 나타나는 硬化效果가 蒸溜水, $10^{-3}M CsNO_3$ 및 $10^{-2}M KCl$ 水性電解質 界面에서 電流變化에 미치는 影響을 各各 보여준다. 위의 實驗結果로부터 硬化된 Be-Cu合金 試片들은 電解質內에서 溶解 또는 腐蝕에 強한 耐久性을 갖게됨을 알 수 있다. 또한 陽極電流의 繼續的인 增加는 Be-Cu合金 界面에 酸化膜(oxide layer) 또는 不活性膜(passivation layer) 等の 形成에 起因하는 電流 흐름의 減少내지는 遮斷 現象이 없음을 보여준다(陰極電流의 경우도 비슷하다). 그림4는 蒸溜水 界面에서 循環電壓圖를 보여준다. 初期段階에서 蒸溜水의 매우 낮은 比傳度導(또는 이온濃度)에 起因하여 H^+ 및 OH^- 이온의 吸着과 擴散分布에 따르는 電氣 二重層 形成 및 그 效果가 거의 없었다고 判繼된다. 換言하면, 電氣

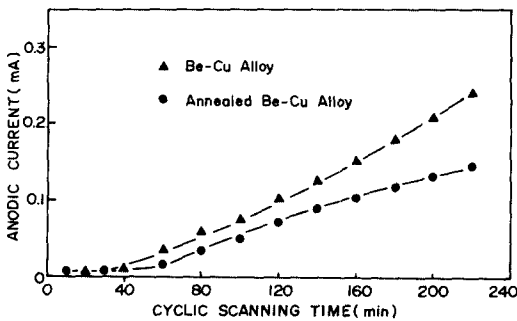


그림 1. Be-Cu合金과 蒸溜水 界面에서 陽極電流 變化(스캔電位: -1.0-1.0V vs. SCE, 電流測定: 1.0V vs. SCE, 스캔率: 100mV/s, 連續循環 스캔: 220分, 表面積: 5.5cm²)

Fig. 1. Variations of anodic currents at the Be-Cu alloy/distilled water interfaces (scan potential: -1.0-1.0V vs. SCE, current measuring: 1.0V vs. SCE, scan rate: 100mV/s, cyclic scanning time: 220 minutes, surface area: 5.5cm²).

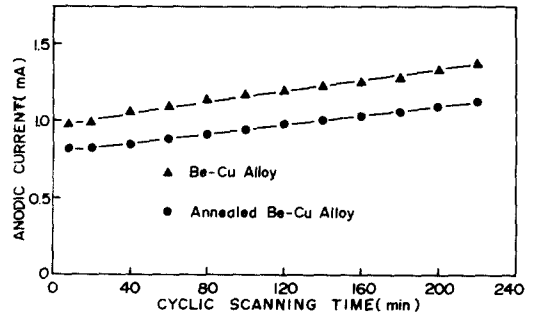


그림 2. Be-Cu合金과 $10^{-3}M CsNO_3$ 水性電解質 界面에서 陽極電流 變化(스캔電位: -1.0-1.0V vs. SCE, 電流測定: 1.0V vs. SCE, 스캔率: 100mV/s, 連續循環스캔: 220分, 表面積: 5.5cm²)

Fig. 2. Variations of anodic currents at the Be-Cu alloy/ $10^{-3}M CsNO_3$ aqueous electrolyte interfaces (scan potential: -1.0-1.0V vs. SCE, current measuring: 1.0V vs. SCE, scan rate: 100mV/s, cyclic scanning time: 220minutes, surface area: 5.5cm²).

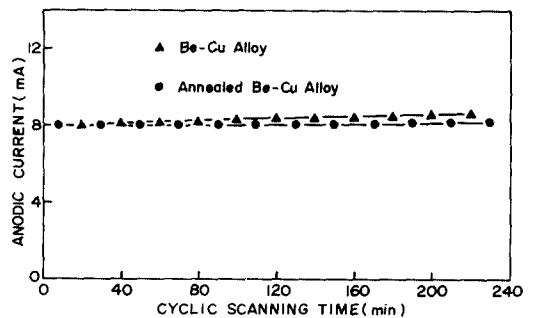


그림 3. Be-Cu合金과 $10^{-2}M KCl$ 水性電解質 界面에서 陽極電流 變化(스캔電位: -1.0-1.0V vs. SCE, 電流測定: 1.0V vs. SCE, 스캔率: 100mV/s, 連續循環스캔: 220分, 表面積: 5.5cm²)

Fig. 3. Variations of anodic currents at the Be-Cu alloy/ $10^{-2}M KCl$ aqueous electrolyte interfaces (scan potential: -1.0-1.0V vs. SCE, current measuring: 1.0V vs. SCE, scan rate: 100mV/s, cyclic scanning time: 220minutes, surface area: 5.5cm²).

二重層이 形成되어 있지 않거나 또는 그 效果를 無視하면 界面構造는 電氣 等價의으로 單純한 抵抗成分에 不過함을 잘 보여주고 있다. 또한 同一條件下

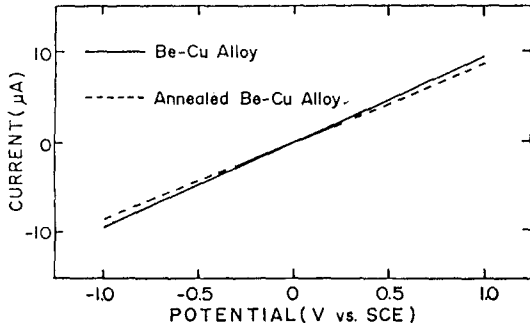
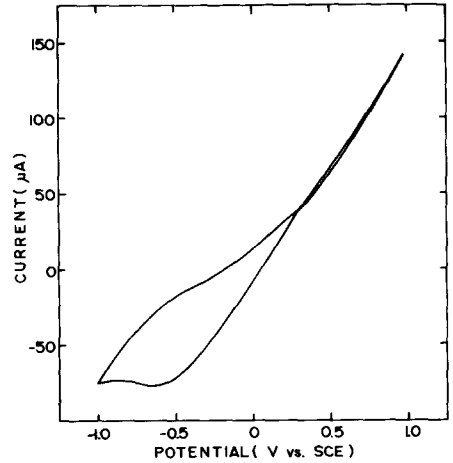
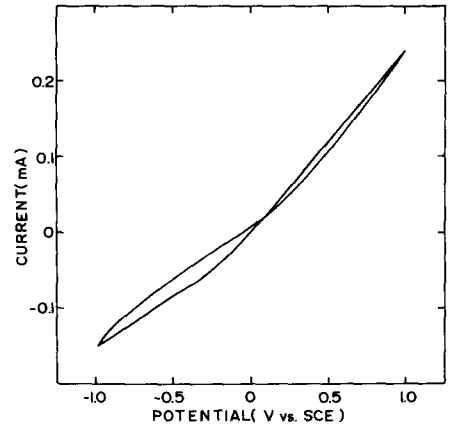


그림 4. Be-Cu合金과 蒸溜水 界面에서 循環電壓圖 (스캔電位: -1.0-1.0V vs. SCE, 스캔率: 100mV/s, 連續循環 스캔: 40秒, 表面積: 5.5cm²)

Fig. 4. Cyclic voltammograms at the Be-Cu alloy/distilled water interfaces (scan potential: -1.0-1.0V vs. SCE, scan rate: 100mV/s, cyclic scanning time: 40seconds, surface area: 5.5cm²).



(a)



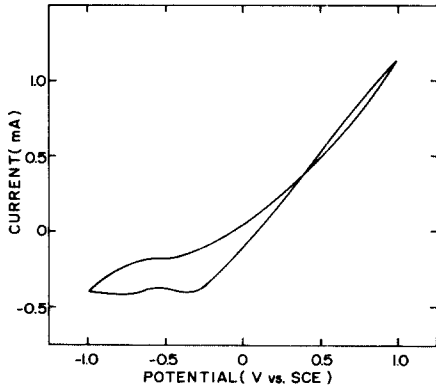
(b)

그림 5. Be-Cu合金과 蒸溜水 界面에서 循環電壓圖 (스캔電位: -1.0-1.0V vs. SCE, 스캔率: 100mV/s, 連續循環 스캔: 220分, 表面積: 5.5cm²) (a) 熱處理된 試片 (b) 非熱處理된 試片

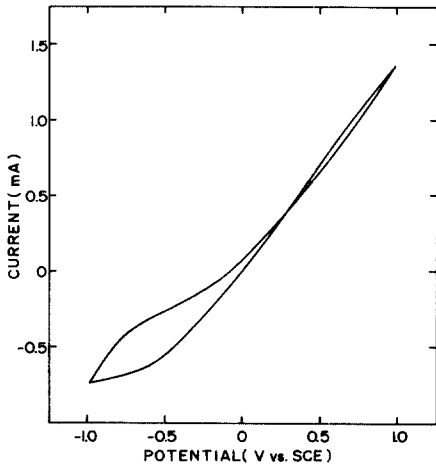
Fig. 5. Cyclic voltammograms at the Be-Cu alloy/distilled water interfaces (scan potential: -1.0-1.0V vs. SCE, scan rate: 100mV/s, cyclic scanning time: 220minutes, surface area: 5.5cm²). (a) annealed specimens and (b) unannealed specimens.

에서 硬化된 Be-Cu合金 試片들은 熱處理時의 原子配列構造 變化에 따른 表面電位障壁의 微少增加, 即 Be-Cu合金의 傳導度 微少減少 現象도 있음을 推定할 수 있다. 反面에, 比傳導도가 매우 낮은 蒸溜水일 지라도 電氣化學의 反應時間이 經過하면 H⁺ 및 OH⁻ 이온의 吸着과 擴散分布, 表面溶解 等에 따르는 電氣二重層 形成과 電氣容量性 效果가 나타남을 그림5는 보여주고 있다. 特히 硬化된 試片들의 경우, 表面電位障壁과 表面溶解 過程의 遲延에 따라 電氣二重層을 포함하는 界面 構造變化, 즉 循環電壓圖에 나타나는 電流-電壓 特性 曲線이 相對的으로 緩慢하게 變化함을 알 수 있다. 一般的으로 金屬과 電解質 界面에서 電氣二重層 構造와 그에 따르는 電氣物理的 現象은 半導體와는 달리 空間電荷層이 없으므로 解析이 보다 容易하다.¹³⁻¹⁷⁾ 그림6은 10⁻³M CsNO₃ 水性電解質 界面에서 循環電壓圖로서 그림 5의 경우와 類似하게 界面過程이 進行되었음을 推定할 수 있다. 그림7은 10⁻²M KCl 水性電解質 界面에서 循環電壓圖로 높은 電解質 濃도에 起因한 큰 界面通過 電流과 電氣二重層 構造때문에 硬化 效果는 相對的으로 縮小되어 나타났음을 보여 준다. 그림5, 6, 7의 循環電壓圖에 圖示된 電流-電壓 特性 曲線들의 線形性(抵抗成分)과 非線形性(容量成分)을 考察하면 界面에서 活性化 過程, 즉 이온의 吸着, 漂移(migration), 分離(desportion)와 그에 따른 電氣

二重層 形成 等은 陰電壓(-1.0-0V vs. SCE)이 Be-Cu合金 試片(일電極)에 인가될 때 活性的임을 알 수 있다. 이러한 電氣物理的 現象은 電解質內的 H⁺, K⁺, Cs⁺과 같은 反應度(activity)가 큰 alkali 金屬 이온이 Be-Cu合金 試片(일電極) 表面에 靜電氣의



(a)



(b)

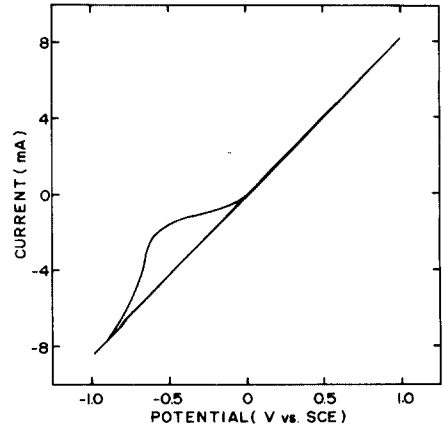
그림 6. Be-Cu合金과 $10^{-3}M$ CsNO₃ 水性電解質界面에서 循環電壓圖(스캔電位: $-1.0-1.0V$ vs. SCE, 스캔率: $100mV/s$, 連續循環스캔: 220分, 表面積: $5.5cm^2$)

(a) 熱處理된 試片 (b) 非熱處理된 試片

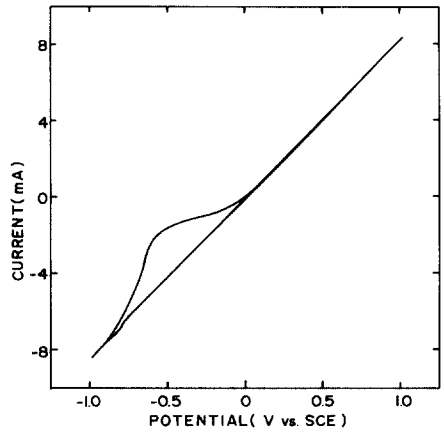
Fig. 6. Cyclic voltammograms at the Be-Cu alloy/ $10^{-3}M$ CsNO₃ aqueous electrolyte interfaces (scan potential: $-1.0-1.0V$ vs. SCE, scan rate: $100mV/s$, cyclic scanning time: 220 minutes, surface area: $5.5cm^2$).

(a) annealed specimens and
(b) unannealed specimens.

로 強하게 吸着되기 때문에 解析된다. 反面에 陽電壓($0-1.0V$ vs. SCE)이 Be-Cu合金 試片(일電極)에 인가되면 靜電 吸引力에 依하여 試片(일電極) 表面에 吸着되는 OH^- , NO_3^- , Cl^- 이온의 大部分은 各各 $Cu(OH)_2$, $Cu(NO_3)_2$, $CuCl_2$ 로 化學反應(表面溶解)을



(a)



(b)

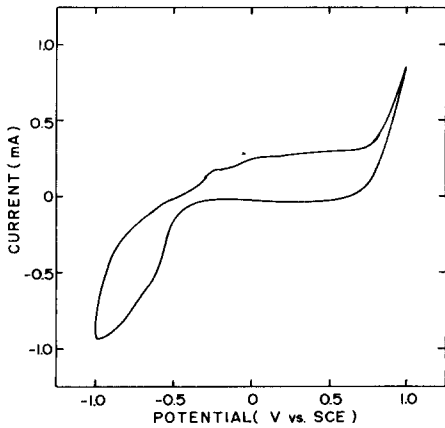
그림 7 Be-Cu合金과 $10^{-2}M$ KCl 水性電解質界面에서 循環電壓圖(스캔電位: $-1.0-1.0V$ vs. SCE, 스캔率: $100mV/s$, 連續循環 스캔: 220分, 表面積: $5.5cm^2$)

(a) 熱處理된 試片 (b) 非熱處理된 試片

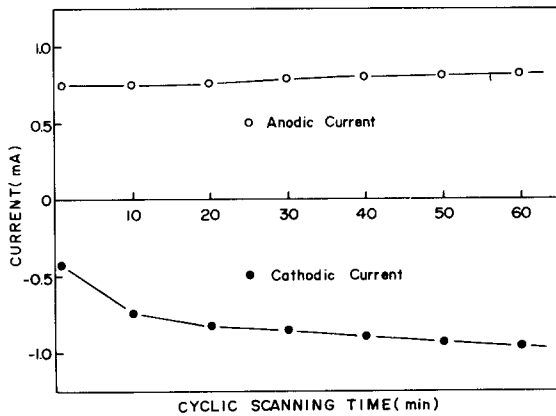
Fig. 7. Cyclic voltammograms at the Be-Cu alloy/ $10^{-2}M$ KCl aqueous electrolyte interfaces (scan potential: $-1.0-1.0V$ vs. SCE, scan rate: $100mV/s$, cyclic scanning time: 220 minutes, surface area: $5.5cm^2$).

(a) annealed specimens and
(b) unannealed specimens.

하므로 電氣二重層 形成에 寄與하는 이온은 매우 적게 된다. 따라서 循環電壓圖에는 抵抗成分을 意味하는 線形 電流-電壓 特性이 나타난다. 그림8(a)와 (b)



(a)



(b)

그림 8. 熱處理된 Be-Cu合金과 10^{-2}M KOH 鹽基性 電解質 界面에서 (a) 循環電壓圖와 (b) 電流變化 (스캔電位: $-1.0-1.0\text{V vs. SCE}$, 電流測定: 1.0V 및 -1.0V vs. SCE , 스캔率: 100mV/s , 連續循環스캔: 60分, 表面積: 5.5cm^2)

Fig. 8. (a) The cyclic voltammogram and (b) current variation at the annealed Be-Cu alloy/ 10^{-2}M KOH basic electrolyte interface (scan potential: $-1.0-1.0\text{V vs. SCE}$, current measuring: 1.0V and -1.0V vs. SCE , scan rate: 100mV/s , cyclic scanning time: 60 minutes, surface area: 5.5cm^2).

는 熱處理된 Be-Cu合金과 強鹽基性(basic) 電解質인 10^{-2}M KOH 界面에서 循環電壓圖와 電流變化 特性을 各各 보여 준다. 初期 段階에서 陰極電流 變化가 陽極電流 變化보다 더 큰 것은 熱處理된 Be-Cu 試片(일電極)에 陰電壓이 인가될 때 Coulomb 靜電

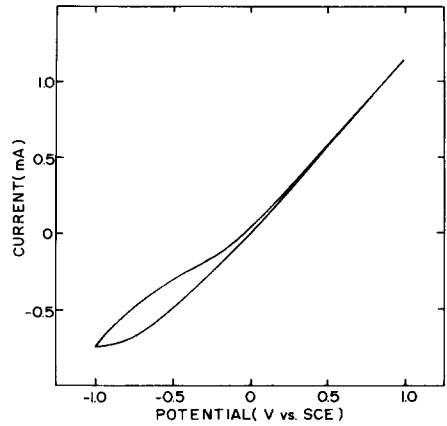


그림 9. 熱處理된 Be-Cu合金과 10^{-4}M H_2SO_4 酸性電解質 界面에서 循環電壓圖(스캔電位: $-1.0-1.0\text{V vs. SCE}$, 스캔率: 100mV/s , 連續循環 스캔: 120分, 表面積: 5.5cm^2)

Fig. 9. The cyclic voltammogram at the annealed Be-Cu alloy/ 10^{-4}M H_2SO_4 acid electrolyte interface (scan potential: $-1.0-1.0\text{V vs. SCE}$, scan rate: 100mV/s , cyclic scanning time: 120 minutes, surface area: 5.5cm^2).

吸引力에 依한 K^+ 이온의 漂移 및 吸着過程만이 있게 되며 그에 따른 電氣二重層 形成이 계속 進行되 기 때문이다. 換言하면, 熱處理된 Be-Cu合金 試片(일電極)에 陽電壓이 인가될 때 Coulomb 靜電 吸引力에 依하여 電極表面에 漂移 및 吸着된 OH^- 이온 中 一部는 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 로 化學反應(溶解)을 하며 나머 지 OH^- 이온에 依한 電氣二重層 形成過程이 相對的 으로 빠르게 進行된 것으로 解析할 수 있다. 그림 9 는 熱處理된 Be-Cu合金과 10^{-4}M H_2SO_4 酸性 電解 質 界面에서 循環電壓圖를 보여 준다. 鹽基性 電解 質 과는 對照的으로 界面에서 電氣二重層 形成 過程에 相應하는 電氣容量性 效果는 陰電壓이 인가되는 陰 極過程(cathodic process)에서 만 나타 난다. 反面에 陽極過程(anodic process)에서는 線形 電流-電壓 特性만이 나타 난다. 이러한 現象은 다음과 같이 解析할 수 있다. 陽電壓이 인가되면 Be-Cu合金 試片(일電極) 表面에 靜電氣的으로 漂移 및 吸着된 大部分의 SO_4^{2-} 이온은 CuSO_4 로 化學反應(表面溶解)을 하여 電氣二重層 形成에 寄與할 수 없게 되어 電氣 容量性은 無視할 수 있다. 따라서 界面의 電流-電壓 特性은 抵抗 成分인 線形特性만이 나타나 게 된다. 그림 10(a)와 (b)는 熱處理된 Be-Cu合金과 有機溶媒劑인 ethylalcohol($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) 界面에서 各各 循環電壓圖

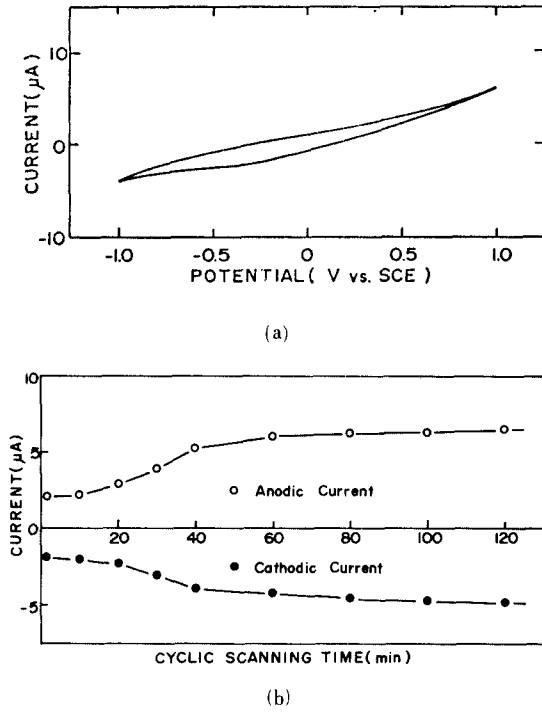
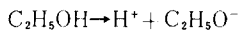


그림 10. 熱處理된 Be-Cu合金과 C₂H₅OH 溶液
 界面에서 (a) 循環電壓圖와
 (b) 電流變化 (스캔電位: 1.0V-1.0V vs. SCE,
 電流測定: 1.0V 및 -1.0V vs. SCE, 스캔率:
 100mV/s, 連續循環 스캔: 120分, 表面積: 6cm²)

Fig. 10. (a) The cyclic voltammogram and
 (b) current variation at the annealed Be-Cu
 alloy/C₂H₅OH solution interface (scan
 potential: -1.0-1.0vs. SCE, current
 measuring: 1.0V and -1.0V vs. SCE, scan
 rate: 100mV/s, cyclic scanning time: 120
 minutes, surface area: 6cm²).

와 電流變化 特性으로 陽 및 陰電壓이 인가될 때 큰
 差異가 없음을 보여준다. 그 理由는 C₂H₅OH가 다음과
 같이 分解되며¹⁸⁾ 各各의 이온反應度, 電氣二重層
 形成過程 및 溶解過程 등이 비슷하기 때문에 解析
 된다.



또는

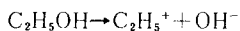


表1에 測定된 C₂H₅OH의 pH가 弱酸性인 것을 考
 慮하면 C₂H₅OH는 첫번째項 같이 H⁺와 C₂H₅O⁻ 이온
 으로 分解되었다고 推定할 수 있다.

IV. 結 論

熱處理된 Be-Cu合金의 老硬化度 增加(硬化) 現象
 은 界面 活性化 過程을 遲延시킨다. 따라서 大氣公
 害, 溫度, 濕度 등과 같은 周邊 環境의 惡條件속에서 露
 出되어 表面 腐蝕作用이 深刻하게 豫想되는 電子素
 子 또는 部品素材로 有用할 수 있다. Be-Cu 合金과
 蒸溜水 界面의 連續循環電壓圖에 依한 電流-電壓
 特性은 電氣二重層 形成過程과 그에 相應하는 電氣
 的 等價效果 變化를 解析할 수 있는 理想的인 模型
 으로 判斷된다. 水性 電解質內에서 Be-Cu合金 界面
 活性化 過程에 따른 電氣二重層 效果는 陽極過程보
 다는 陰極過程에 依하여 主導된다. 反面에 表面溶解
 現象은 陽極過程에 依하여 主導된다. 電氣物理的 觀
 點에서 中性 및 酸性 電解質 界面의 電氣二重層 構
 造는 鹽基性 電解質 界面보다 單純 또는 이온 分布
 가 疎하며 相應하는 等價 電氣抵抗性 效果로 循環
 電壓圖에는 線形 電流-電壓 特性이 나타난다. 傳導
 度가 매우 낮은 蒸溜水는 勿論, 中性, 酸性, 鹽基性
 電解質에서 界面通過 電流를 減少내지는 遮斷시키는
 酸化膜 또는 不活性膜 形成過程은 없다고 判斷된다.

參 考 文 獻

- [1] J.G. Bednorz and K.A. Muller, *Z. Phys. B-Condensed Matter*, 64, 189, 1986.
- [2] K. Othmer, Ed., "Encyclopedia of Chemical Technology," 3rd ed., vol.3, pp. 803-823, Wiley-Interscience Pub., New York, 1979.
- [3] J.J. Mcketta and W.A. Cunningham, "Encyclopedia of Chemical Processing and Design," vol. 4, pp. 326-353, Dekker, New York, 1977.
- [4] A. Mihajlovic, A. Mace, and V. Perovic, "Microstructural Science," R.J. Gray ed., vol. 1, pp. 259-266, Elsevier, Amsterdam 1979.
- [5] Y.M. Koo and J.B. Cohen, *Acta Metall.*, 37(5), 1295, 1989.
- [6] F.Sachslehner, C. Wutte, and F. Stangler, *Phys. Status Solidi A*, 120(2), 581, 1990.
- [7] F. Dunlevey and B. Wellman, *Plat. Surf. Finish*, 76(2), 28, 1989.
- [8] F. Dunlevey and B. Wellman, *Heat Treat.*, 21(2), 34, 1989.
- [9] J. C. Kopp, *Die Cast. Eng.*, 33(1), 18, 1989.
- [10] H.I. Refigoglu, Ed., "Electronic displays," Wiley, New York, 1983.

- [11] K.S. Goto, "Solid state electrochemistry and its applications to sensors and electronic devices," Elsevier, 1988.
- [12] H. Wendt, Ed., "Electrochemical hydrogen technologies," Elsevier, 1990.
- [13] J.H. Chun, *J. Colloid Interface Sci.*, 113, 292, 1986.
- [14] J.H. Chun, *J. Electrochem. Soc.*, 134, 3201, 1987.
- [15] 千長鎬, 電子工學會 論文誌, 第25卷, 第10卷, 69, (1988).
- [16] 千長鎬, 電子工學會 論文誌, 第26卷, 第10號, 67, (1989).
- [17] 千長鎬, 電子工學會 論文誌, 第27卷, 第7號, 61, (1990).
- [18] F.F. Vol'kenshtein, "The electronic theory of catalysis on semiconductors," pp. 63-70, Macmillan, New York 1963.

感謝의 글

Be-Cu合金(CA172) 試片 提供과 熱處理를 하여주신 무지개電子 株式會社의 金莊坤 社長님께 깊은 感謝를 드립니다.

著 者 紹 介

千 長 鎬 (正會員) 第25卷 第10號 參照
현재 광운대학교 전자공학과
교수

夫 鍾 郁 (準會員)
1960年 2月 8日生. 1982年 2月 울산공과대학 재
료공학과 졸업(공학사). 1984年 2月 고려대학교 대
학원 금속공학과 수료(공학석사). 1984年~현재 금
성 중앙연구소 기초1부. 주관심분야는 전자재료 표
면분석 및 Sensor 개발 등임.