

# 高速めっきに対応したハルセルの特性

山本 渡\*, 今林亜夫\*, 大川戸照男\*, 安沢友義\*, 斉藤いほえ\*\*, 田村和男\*\*

## Hull Cell for High Speed Plating

Wataru YAMAMOTO\*, Tuguo IMABAYASHI\*, Teruo OUKAWADO\*,  
Tomoyoshi YASUZAWA\*, Iho SAITOU\*\* and Kazuo TAMURA\*\*

**Key Words:** Hull Cell, High Speed Plating, Cathode Current Density

### 1. 緒 言

電気めっきの浴管理や開発において、ハルセル試験は大変有効な手段である。より正確な情報を得るためには、ある種の経験が必要とするが、一つの試験片から添加剤の過不足、不純物の有無など、浴組成の変化を知ることができ、さらには浴温度、pH、陰極電流密度などの影響を知ることができる。このため便利な試験方法として広く利用されているが、かく拌速度の問題から高速めっきには不向きであった。そのため著者らは、高速めっきに対応したハルセル試験装置を開発し、この装置での陰極電流密度の分布を研究して、実用化への検討を行った。本稿では、ニッケルめっきにおける、陰極電流密度の分布式を導くことができたので報告する。

### 2. 実験方法

本研究においては、高速めっき用ハルセル試験装置と、ニッケルめっき浴(組成:  $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  300 g/L,  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  55 g/L,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  40 g/L)を用いた。高速めっき用ハルセル試験装置の簡単な模式図を図1に示す。水槽の外観は、従来のハルセル水槽を縦にしたような形状で、陰極と陽極との距離が近い部分と遠い部分を同時に得られるようにした。これにより陰極である試験片に、広範囲な陰極電流密度の分布を得た。陽極には電解ニッケル板を使用し、試験片には直径8mm、長さ100mmの黄銅棒(めっき有効面積0.25  $\text{dm}^2$ )を用いた。この試験片をモーターで回転させることによってかく拌速度を速め、高速めっきに対応した。

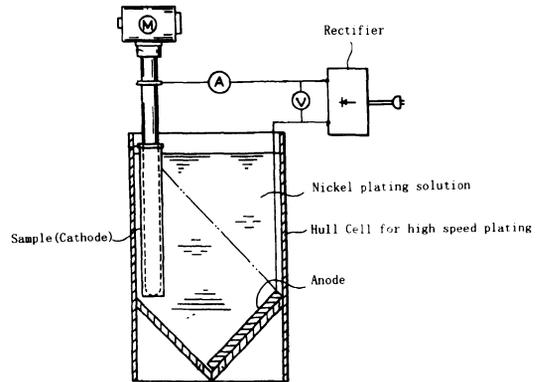


Fig. 1 Schematic illustration of Hull Cell for high speed plating.

試験片各部分における陰極電流密度の値は、めっきの時の電気量と、試験片に析出した重量と、膜厚の分布を測定することで算出した。本稿でのめっき条件は、電気量を600 Cと一定にして、回転数100~2800 rpm(約2.5~70 m/minの陰極揺動に相当)、電流値5~25 A、浴温60°C、pH2.9で行った。この条件での平均陰極電流効率率は、94.8%であった。析出皮膜の解析にはSEM(株)ニコン製:ESEM-2700)を用い、膜厚の測定には、蛍光X線式膜厚計(セイコー電子工業(株)製:SFT 3200)を用いた。

### 3. 結果と考察

試験片の膜厚分布は、電流値に比例するが、回転数の影響を受けず、つねに一定の分布を示した。回転数による影響は、析出皮膜の外観に現れ、同じ電流値でも各回転数ごとに試験片の外観は異なった。この外観は、光沢や焦げ、くもりとして確認され、SEM像でも確認した。同様に、同じ回転数でも電流値が異なれば、外観はそれぞれ異なった。このことから膜厚の分布、即ち陰極電流密度の分布は、回転数によらずつねに一定であることと、

\* (株)山本鍍金試験器 (〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷5-28-1)

Yamamoto-MS Co., Ltd. (5-28-1, Sendagaya Shibuya-ku, Tokyo 151-0051)

\*\* 東京都城南地域中小企業振興センター (〒140-0035 東京都大田区南蒲田1-20-20)

Tokyo Metropolitan Southern District Small and Medium-sized Business Promotion Center (1-20-20, Minamikamata, Ota-ku, Tokyo 140-0035)

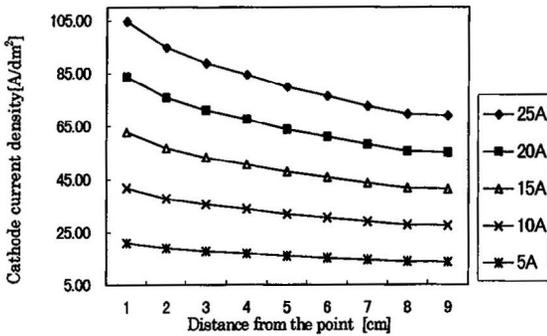


Fig. 2 Distribution of cathode current density on the Hull Cell for high speed plating.

同じ陰極電流密度でも回転数，即ちかく拌速度が変わることによって，析出皮膜の外観が変化することを確認した。図2に，試験片の先端から1~9cmの部分における陰極電流密度を各電流値ごとに示す。このデータから，通常のハルセル試験と同様な陰極電流密度の分布式が導けた。この式は，実験に用いた高速めっき用ハルセル試験装置において，試験片の先端より1~9cmの範囲で適用される。下記に，この陰極電流密度の分布式を示す。(基本的な陰極電流密度の分布式)

$$D_c = I(a - b \log x)$$

$D_c$  : 陰極電流密度 (A/dm<sup>2</sup>)， $I$  : 電流値 (A)，

$a$ ,  $b$  : めっき液の種類と陰極電流効率により決まる定数，

$x$  : 試験片の先端からの距離 (cm)

(但し，1cm ≤  $x$  ≤ 9cm)

(実験で用いためっき液の陰極電流密度の分布式)

$$D_c = I(4.26 - 1.58 \log x)$$

この関係式は，100~2800 rpmの範囲内で回転数を変えても変化せず，めっきの電流値に比例し，再現性も認められた。

図3に，電流値を25A，回転数をそれぞれ400rpmおよび2800rpm一定としたときのSEM像を示す。図3の(a)と(c)は，試験片の先端から1cmの部分，(b)と(d)は，試験片の先端から9cmの部分である。この部分の陰極電流密度は，図2より(a)と(c)が105 A/dm<sup>2</sup>，(b)と(d)が69 A/dm<sup>2</sup>に相当する。(a)400rpm，105 A/dm<sup>2</sup>の部分では，析出粒子が非常に粗く，目視で焦げが確認され，(b)400rpm，69 A/dm<sup>2</sup>の部分では，非常にち密で光沢のある皮膜が確認された。また，(c)2800rpm，105 A/dm<sup>2</sup>の部分にも光沢が確認され，(b)とよく似た析出皮膜を形成した。(d)2800rpm，69 A/dm<sup>2</sup>の部分は，外観上(b)や(c)と同じような光沢であったが，SEM像ではよりち密な粒子の析出状態が確認された。

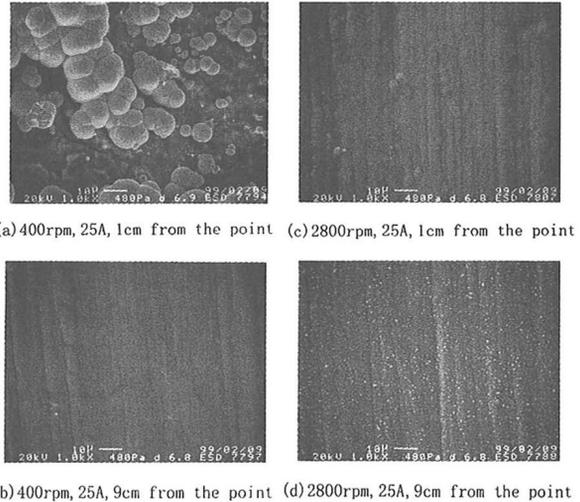


Fig. 3 SEM image of the Nickel plated sample in Hull Cell for high speed plating (×1000).

#### 4. 結 言

高速めっき用ハルセル試験装置を用いたニッケルめっき浴の試験結果には，再現性のある陰極電流密度の分布と，析出皮膜を得ることができた。その結果，陰極電流密度の値は，回転数100~2800rpmの範囲内で回転数に関係なく，一定の分布を示すことと，試験片の先端から1~9cmの範囲で適用される分布式を得ることができた。また，皮膜の析出状態については，陰極電流密度と回転数による影響が確認できた。この影響は，SEM像はもとより光沢や焦げ，くもりとして外観でも判断できる。本試験方法は，高速ニッケルめっき浴の開発や管理において非常に有効な手段である。

#### 謝 辞

本研究開発にあたり，関東学院大学の本間英夫先生，早稲田大学の沖中裕先生から多大なご支援を頂きました。ここにお礼申し上げますとともに，深く感謝致します。

(Received March 1, 1999; Accepted March 29, 1999)

#### 文 献

- 1) Paul Delahay(加藤皓一訳); 電気二重層と電極反応機構, p. 68 (コロナ社, 1972)
- 2) 川崎元雄ら; 実用電気めっき, p.173~191 (日刊工業新聞社, 1980)
- 3) 神戸徳蔵; めっきの評価, p.94 (横書店, 1998)
- 4) 樹表面技術協会編; 表面技術便覧, p.178~190 (日刊工業新聞社, 1998)