金属部品への 電気アルミニウムめっきプロセス

金成 真平*

Electro Aluminum Plating Process on Metal Parts

Shimpei KANENARI*

鉄及び非鉄金属上に、純度のよいアルミニウムを電氣的にめっきすることによって、高耐食で水素ぜい性のない外観の優れた表面を創出する方法が工業化されたので紹介する。

1. はじめに

鉄または非鉄金属上にアルミニウムを付与する方法はいくつかある。現在工業化されている技術としては、真空めっき法（蒸着など）によるもの、あるいは溶融めっき法がある。

本報では、純度のよい（99.99%）アルミニウムを電気めっきによって金属上に析出せしめ、アルミニウムのもつ優れた特性を金属上に付与する技術と実際の応用例について説明する。

なお、本技術は、1975年に西独シーメンス・リサーチ・ラボラトリーによって工業化の検討が進められ、1980年工業用パイロットプラントがオランダのヘギン・ガルバノ・アルミニウムの手で完成した。この工業化技術を総称してSIGAL® PROCESSと呼ばれている事を書き加える。

アルミニウムは、他のめっき金属と異なり、その化学的特質によって、水溶液中でめっきする事は出来ない。従って電解質には非水系溶媒を使用する事になるが、初期の段階で種々の電解質による試みが行われたが、液管理、液寿命、物性において良い結果が得られず、いずれも工業化には難

点があった。最終的に選ばれた電解質は、下記のとおりである。

2. アルミニウムめっきの皮膜特性

2. 1 皮膜の特性

シーガルプロセスによって得られたアルミニウム皮膜は、蒸着法や溶融法に比べ密で、金属としてのアルミニウムの特性をそのまま有している。（写真1、2）アルミニウム皮膜の主な特性を表1に示す。

2. 2 めっきの耐食性

アルミニウムめっきは優れた耐食性を有しており、カドミウムめっきとほぼ同等の耐食性能を持つ。写真3は、クロメート処理されたアルミニウムめっき、カドミウムめっき、亜鉛めっき（各12 μm ）の表面をクロスカットし、500時間の塩水噴霧試験（DIN50021）を行った結果である。ア

写真1 アルミニウムめっきの断面

* 花見化学㈱ 常務取締役
(〒131 東京都墨田区東向島 2-16-25, ☎03-619-4116)

* Hanami Kagaku Co., Ltd.
(16-25, Higashi-mukojima 2-chome, Sumida-ku, Tokyo 131)

写真2 アルミニウムめっきの表面

表1 アルミニウムめっきの皮膜特性

純 度	> 99.99 %
密 度	2.67 g/cm ³
電気比抵抗	2.95 μΩ/cm
熱 伝 導 度	218 J・S ⁻¹ ・m ⁻¹ ・K ⁻¹
じ ん 性	非常に高い
曲 げ 弾 性	> 50 %
硬 度	21 Hv
硬度（硬質陽極酸化後）	490 - 530 Hv
内 部 応 力	15 N/mm ²
破断テスト	70 - 90 N/mm ²
無孔皮膜限度	8 μm
摩擦係数（潤滑処理後）	μ ~ 0.16

ルミニウムめっきは、この後さらに500時間の追加テストを行ったが、発錆はなかった。

2. 3 めっきの付き回り性、レベリング性

めっきの付き回り性およびレベリング性を確認するため、レコード盤表面のような形状の試片にめっきを施し、溝凹部および凸部におけるめ

写真4 付き回り性、レベリング性

図1 DIN50130回転棒疲労試験

きの状態を観察した。（写真4）

2. 4 水素ぜい性の回避

アルミニウムめっきは、非水めっきであるため水素ぜい性を起こす事がなく、カドミウムめっきや亜鉛めっきで発生する水素ぜい性の心配を回避出来る。疲労テストの結果を図1に示す。

2. 5 優れた可とう性

20 μmのアルミニウムめっきが施された銅板に対し、直径6 mmのマンドレルを使用した折り曲げ試験においても全くクラックは生じない。めっき皮膜の延性は83.3%以上である。（写真5）

写真3 500時間塩水噴霧試験

写真5 折り曲げ試験 ATSM B489

3. アルミニウムめっきの方法と工程

(1)めっき前処理

前処理は、一般的な方法によって脱脂、活性化処理が行われる。しかしながら水素の発生をとまなうような洗浄工程は、水素ぜい性の危険のために通常行われない。

(2)中間めっき層

アルミニウムと被めっき金属の密着性を強化するために、多くの場合最高1 μm までのニッケルめっきを施す。ニッケルめっきの付与は、電解、無電解のどちらでもよい。

(3)脱水処理

アルミニウムめっき槽に入る前に、フロン系有機溶媒を用いて、製品内部にまで付着した水分を除去する。

(4)めっき

めっき槽は、入り口において若干加圧された窒素雰囲気を持し、酸素が槽内に侵入しないような構造になっており、トルエンを溶媒としためっき液中で電解される。主要な電解条件は表2に示す。

(5)後処理

後処理は、利用されるめっき製品の目的によってさまざまであるが、アルミニウムに対して一般に行われる方法、すなわち陽極酸化、クロメートなどの化成処理を行う事が出来る。

また、アルミニウムめっきの後処理として陽極

表2 アルミニウムめっき電解条件

めっき温度	100 $^{\circ}\text{C}$
電流密度	1 ~ 2 A/dm ²
めっき電圧	5 ~ 30 V
比電導度	約 1.5, 10 ⁻² S/cm
電流波形	逆三角形波パルス
電解質の耐負荷	0.5 ~ 0.8 A/L
析出速度	約 12 ~ 24 $\mu\text{m}/\text{h}$
陰極電流効率	90 ~ 100 %

酸化皮膜を化成する場合、一般に使用される15~20%の硫酸電解液は使用出来ない。これは、めっき時のラックポイント等下地金属の露出部が集中的に侵されるからである。シーガルプロセスでは、この問題を解消する新しい陽極酸化法を確立している。

4. アルミニウムめっきの応用分野

アルミニウムめっきの応用分野は極めて広範囲にわたるが、カドミウムめっきに匹敵する耐食性と水素ぜい性の回避を利用して自動車産業、オフショア（海洋構造物）分野、産業構造物などがある。

また、アルミニウムの電気伝導性、熱伝導性、超音波溶接性を利用したIC・リードフレームなどの電子部品を他の高価な貴金属めっきに置き換える事が出来る。さらに、異種金属間で起こる接触腐食を回避する目的で航空機産業への応用や、高

写真6 アルミニウムめっき使用例

写真7 アルミニウムめっき使用例

写真8 アルミニウムめっき使用例

機能を要求される分野において、従来、表面処理が難しいとされるチタニウム、マグネシウム、カーボンファイバーなどの希少金属や特殊材料への利用などが考えられる。実際に使用されている部品の例を(写真6, 7, 8)に示す。

5. おわりに

アルミニウムめっきが、将来、産業分野でどのように利用されるか完全には予測出来ないが、量産技術と、電解液の自動再生システムの確立によって製造コストが低く、地球上に無尽蔵に存在するアルミニウムを使用するため、他のレアメタルの如き、資源の枯渇という危険をともなわない将来的に安定しためっき法である。

さらに、注目すべき事は、他のめっきにみられるような、重金属などによる公害問題を伴わない完全な自動化、クロード化を可能にした事である。

このような観点から、将来性のある工業技術として、その地位を築く事が想像出来る。

現在、バレルによる処理法、及び連続処理法の工業技術が研究されており、近い将来紹介されるであろう。

なお本技術はMETEC '86(昭和61年6月6日(金)～9日(月)東京流通センター)で、展示される。(事務局)

叩 * 6,000台突破 *

めっき厚の品質管理に!!

金めっきまで測れます。

● **電解式めっき
厚さ測定器**

株式会社 **中央製作所**

本社・工場
営業所

(カタログ道呈)
名古屋市瑞穂区内浜町2丁目75番地
〒467 ☎ <052> 821-6111(大代表)
東京 <03> 432-1571
大阪 <06> 762-1901
福岡 <092> 522-1785
新潟 <02563> 4-8394

NEW MODEL