

抗菌性金屬表面處理技術發展動向

金屬中心 產業研究組 陳仲宜

一、前言

在人類過去歷史中，經歷了許多因為微生物引起的工業材料與產品劣化所造成的事故。例如因細菌的鋁製燃料箱腐蝕而導致的飛機墜落事故、不鏽鋼配管系統發生的孔蝕事故、焊接部位的損傷，以及日常生活中家電製品的微生物污損與住宅內部的衛浴用品產生黏液等，這些與微生物有關的事故與麻煩真是不勝枚舉。1990年代，在爆發因病原性大腸菌 O-157 而引發大規模集體食物中毒及因抗甲氧苯青黴素金黃色葡萄球菌(Methicillin-Resistant Staphylococcus Aureus ; MRSA)而引起院內感染的效應之下，開始積極地從材料面開發衛生管理技術。隨著舒適與清潔意識的高漲及伴隨高齡化社會而來的健康照護，社會對於抗菌製品的需求逐步提高。

在金屬當中，眾所周知有些材料具有抗菌性，像是銀或銅製的硬幣、銀製的食器或銅製的鍋、黃銅製的門把等器具的表面無菌，以及加入銀粒子的水可以長時間保存的現象，都起因於上述的金屬發揮了抗菌作用所致。而對人體的安全性高而且具有抗菌性的金屬有銀、銅、鋅、鈷、鎳等。

對於衛生管理要求嚴格的食品與醫藥品工廠或醫療設施等地方，使用的是耐蝕性優異的不鏽鋼，而在我們的生活器材中則使用有各種的塑膠製品，不鏽鋼有不易生鏽的優點，塑膠製品則有重量輕而強度大的優點，但兩者都不具抗菌性，而近年來已經了解到在這些材料的表面所發生的生物膜(Bio-film)也會招致腐蝕或感染等損害。另一方面，若直接就使用前述的抗菌性金屬的話，在價格、加工性、強度、耐蝕性、耐藥性等各方面都不容易，況且，抗菌性只要存在於素材表面就可以了，素材的體積內部往往是不需要抗菌的。因此為了滿足既可以發揮不鏽鋼和塑膠的優點，又可以保有金屬本來的抗菌性的期望，抗菌鍍膜的需求也就提高了。

二、抗菌電鍍的原理與特徵

根據鍍覆對象素材的導電性、耐藥性和形狀，可以選擇電鍍或無電解鍍。電鍍是在含金屬鹽的電鍍溶液中，以素材為陰極通以電流，在陰極表面將金屬離子還原而形成金屬皮膜的方法，而電鍍反應的驅動力係來自於陰極與陽極之間的電位差，因此必須有外部電源。至於無電解鍍就不需要外部電源了，但是必須作前處理，即用來提高鍍膜附著性的表面粗化處理及賦與鈦等觸媒的處理。經過這項前處理之後，再將素材浸漬於含金屬鹽、還原劑、錯化劑的鍍液中，素材表面的觸媒作用和還原劑就會將金屬離子還原而形成金屬皮膜，而無電解鍍的反應驅動力則是來自於金屬離子的還原電位和還原劑的氧化電位的差。

抗菌電鍍技術與其他的抗菌技術比起來，雖然有廢水處理和可以電鍍的金屬種類有限等限制，但也有：(1)為 90°C 以下的低溫成膜方法，因此對於纖維和樹脂等非導電性素材或耐熱性低的素材也容易應用；(2)從微米單位的微粒子到比較大面積的製品，根據需要可以進行從原子層單位厚度到毫米單位厚度的精密控制；(3)可以控制鍍膜的組織、組成、構造，因此可以降低多層電鍍、合金電鍍、複合電鍍之成本等強的工業化適應能力的優點。

三、發展動向分析

(一)抗沾黏性的抗菌電鍍皮膜

抗菌電鍍皮膜為人所詬病的就是一旦有污垢黏著在表面上，抗菌性能就會急劇下降。無電解鍍鎳-磷可以形成均勻的皮膜，同時兼具優異的抗菌性及耐蝕性，但是也有對有機物的吸附親和性高的缺點。因此，在這種鎳-磷皮膜中將聚四氟乙烯 (Polytetrafluoroethylene；PTFE) 粒子以任意的含量 (~32vol%) 分散共析於其中，以賦與鎳-磷皮膜抗沾黏性的鎳-磷-PTFE(Ni-P-PTFE 複合電鍍) 已經實用化。

(二)多層抗菌電鍍皮膜

隨著抗菌電鍍皮膜表面的金屬的離子化，表面的光澤和外觀會呈現受到破壞的樣態，導致製品的品質(創意性)下降，如銀、銅、鋅的電鍍皮膜，在與細菌懸浮液長時間接觸之後就會產生暗淡無光澤的外觀變化，因此此時就可以採取上層是富於裝飾性且不易發生外觀變化的電鍍皮膜，而下層是抗菌性強的金屬電鍍皮膜所組成的雙層電鍍技術。

(三)抗菌複合電鍍皮膜

自從發現銳鈦礦型氧化鈦(TiO₂)有光觸媒現象之後，應用氧化鈦的抗菌製品接二連三地被開發出來。當氧化鈦受到陽光或照明等光源中的紫外光照射而被激發時，就會在導電帶中產生電子，同時在價電帶中產生電洞而往表面擴散，其中電子往吸附其上的氧移動而生成 O₂⁻，而電洞則將吸附其上的水氧化而產生·OH 基，這些活性氧源發揮了強力的氧化作用，有助於微生物的殺菌和有機物的分解。現在讓氧化鈦粒子於金屬電鍍皮膜中產生共析的鎳-氧化鈦、鎳-磷-氧化鈦、亞鹽-鎳-氧化鈦合金複合電鍍等技術也已經實用化了。這種透過氧化鈦的光觸媒作用及鎳離子的抗菌作用的相輔效果，即使在照不到光的暗處也可以維持優異的抗菌作用，同時兼具有優異耐蝕性。

四、結語

抗菌製品的應用範圍已從醫療照護、公共設施、食品製造與生物相關領域、建築資材、電子機器部品擴大到以一般消費者為對象。但另一方面，過度的抗菌加工可能連人類生存所必要的共生菌也殺死了，連帶地招來了弊害。因此未來期待能更進一步開發出可巧妙地調和人體的安全性及抗菌效力的抗菌表面處理技術。