

多陰極方式イオンプレーティングによる窒化チタン被膜形成技術

研究者 東海大学工学部教授 松原 清氏
(元)工業技術院機械技術研究所トライボロジ課長
開発企業 シチズン時計株式会社代表取締役社長 山崎 六哉氏
(推薦者 工業技術院機械技術研究所所長 金井 実徳氏)



松原 清氏



山崎 六哉氏

1 技術の背景

腕時計のケース、バンド等の装飾性のある製品の外装は耐食性、耐磨耗性ととも、美的質感を要求され色調、光沢等の特性も重視される。従来、これらの製品は電気化学的なメッキ技術によって被膜がコーティングされてきたが環境保全の必要性から廃液処理を実施する必要がある。

一方、腕時計外装品は周辺技術の向上とともに、耐食性、耐磨耗性等の高品質化が要求され、特に、近年の日本製腕時計の世界市場への浸透に伴って、気候、風土、体質の相違に依存しない耐食性の要請に応えるために表面処理被膜の高度化が必要になってきた。金色は古来、化学的安定性、希少価値をもっている金の色調として人々から珍重されてきたが、貴金属類の資源的潤渇の問題があり、大量工業製品への利用が困難になりつつある。金以外の金属で金と同質の色調を示し、耐食性、耐磨耗性の優れた物質として窒化チタンが知られているが、従来、この物質は粉末焼結、 $1,000^{\circ}\text{C}$ 程度の高温の化学気相反応で製造され、後処理として研磨工程が必要、製造コストが高い、耐熱基板にし

か適用できない等の制約により特殊な用途にしか利用されなかった。

2 技術の概要

本技術は東海大学教授松原清氏（元工業技術院機械技術研究所トライボロジ課長）が同研究所在職中に行った研究成果である多陰極方式イオンプレーティングにより窒化チタン被膜を形成する技術であって、シチズン時計㈱が昭和49年4月から4年間を開発に費し確立したものである。

多陰極方式イオンプレーティングは真空槽に蒸発源、プラズマを発生させるための電極、熱電子放出が可能な複数の多陰極、ガス導入系等を設け、蒸発源から蒸発した原子の一部をプラズマ中で活性化し、中性蒸発原子とともに陰極基板上に被膜を形成する技術である。熱電子放出が可能な複数の多陰極はプラズマの状態を規定するイオン密度、電子温度等の諸量を制御することが可能であり、被膜の色調、密着性、硬度等の膜質を安定化し、また、プラズマの広域化にも有効で膜質の均一性を高める。

本技術は蒸発金属をチタンとし、窒素を含むプラズマ中で蒸発させ、プラズマ中で励起されたチタン及び窒素の反応によって金色の窒化チタン被膜を陰極基板上に形成するものである。窒化チタン被膜は窒素の分圧を変化することによって、褐色から金色を経て淡い黄色にすることが可能である。このようにして形成した被膜は膜厚が十分厚ければ、ビッカース硬度で $2,000 \text{ Kg/mm}^2$ 程度を示し、耐磨耗性に優れ、化学的にも安定で耐食性が高いものとなっている。

この製造プロセスはプラズマでの反応を利用するために従来の化学気相反応のような高温を必要とせず真鍮のような基板上にも被膜の形成が可能である。また、真空槽の閉じた系で処理を行うために無公害のプロセスであり、環境保全の社会的要請にも適った技術である。

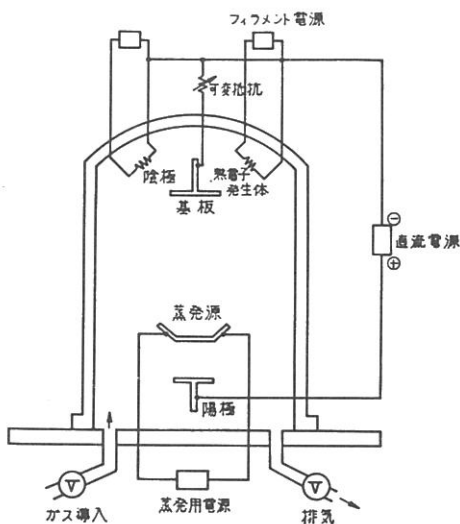
開発したインライン式連続イオンプレーティング生産装置は量産性に優れたもので、国内はいうまでもなく外国でも発表されていない独自のものである。

3 経済効果

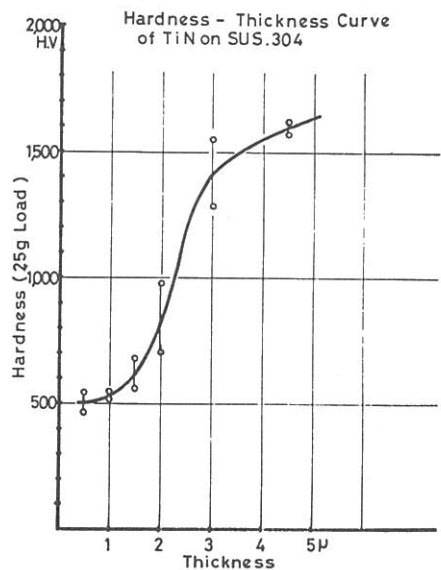
窒化チタン被膜は金と類似の色調を示し、汗や環境に対する耐食性にも優れ、さらに耐磨耗性は被膜の硬度が高いために金よりもはるかに勝る特性を有する。一方、被膜の形成プロセスは無公害であり、金よりも安価なチタンを素材とす

るために製造コストは金メッキの $\frac{1}{2}$ 以下である。また、資源的にもチタンは地殻元素存在度で10位にあって金よりもはるかに潤沢である。

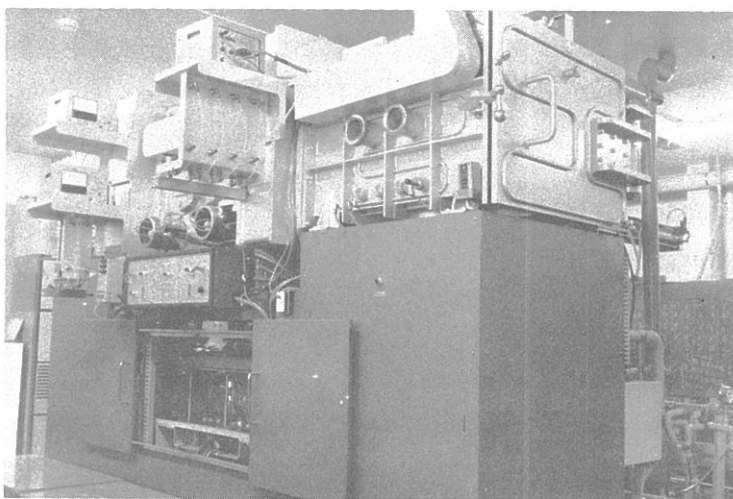
現在までの輸出実績は実績生産量の約50%であるが、製品の市場評価も好評であり今後は70%になる見込みである。さらに本技術は腕時計以外のメガネフレーム、各種装身具等の装飾品はいうまでもなく、耐磨耗性を要求される工具、機械部品等の部材への応用が期待される。



多陰極方式イオンプレーティングの原理図



窒化チタン被膜の硬度



インライン式連続イオンプレーティング生産装置