

論文の内容の要旨

論文題目「金属基板上に形成した硫化銀薄膜および酸化ニオブ薄膜の
発色メカニズムと画像形成手法」

学位申請者 小松 功

キーワード：ニオブ、銀、薄膜干渉、画像形成、電子写真

金属表面への着色技術は、家電製品の筐体への加飾や情報の付与など、工業的な用途が多く存在する。薄膜干渉による発色は紫外線に対して劣化・退色しない、異物が混入する危険性がない、ある程度高温にも耐えられるなど、他の着色手法には無いメリットを持つことから、紫外線殺菌処理や高温殺菌処理などが頻繁に用いられる医療器具への応用が期待されている。

銀への硫化物処理による発色も工業的に期待される技術の1つであるが、硫化銀薄膜の発色メカニズムについては、これまで表面プラズモン共鳴吸収や薄膜干渉による説明がなされたものの、明確にはなっていなかった。これに対して、酸化ニオブ薄膜の発色メカニズムについては、薄膜干渉によるものであることが広く知られており、見る角度が変化することで色が変わって見える。しかし、酸化ニオブ薄膜の発色が入射角の変化に対して、どのような傾向を示すのかについての系統だった報告例は無かった。

そこで本論文では、まず酸化ニオブ薄膜の薄膜干渉による発色が示す入射角依存性について明らかにするように検討した。そして、酸化ニオブ薄膜の薄膜干渉による発色が示す傾向と硫化銀薄膜の発色の傾向を比較することで、硫化銀薄膜の発色メカニズムについて考察することを試みた。

また、医療器具への応用を視野に入れた際、取り違え等の発生を抑止するために、情報の付与のニーズがあるのに対して、従来は銀の硫化処理による発色とニオブの陽極酸化処理による発色を用いた画像形成については、基礎的な報告に留まっていた。そこで、銀の硫化処理による発色とニオブの陽極酸化処理による発色に応用できる簡便なデジタル画像形成手段の提案として、電子写真画像形成装置用トナーを用いてマスクを形成する手法を考案し、条件の最適化を試みた。

本論文は6つの章から成り立っている。

第1章は、序論であり、本論文で取り扱う研究の位置づけについて説明した。

第2章では、陽極酸化処理により形成したニオブ板上の酸化ニオブ層が示す発色について、印加電圧と入射角依存性を明らかにするためエリプソメトリとゴニオフォトメータに

よる解析を試みた。またエリプソメトリの結果から求まる酸化ニオブ層の膜厚の確認のため、SEM と FIB の組み合わせにより、酸化ニオブ層の膜厚の測定を行った。結果として、印加電圧に線形に酸化ニオブ層は増加していき、反射スペクトルの干渉ピークが長波長側にシフトしていく傾向を示すことを明らかにした。一方、入射角が大きくなった場合には干渉ピークは短波長側にシフトしていく傾向を示すことがわかった。次に、+60V 以上の印加電圧で形成した酸化ニオブ層では入射角が大きい場合に、色の変化が大きくなることを見出した。+60V より低い印加電圧で形成した酸化ニオブ層の場合、1 次の干渉ピークが発色に影響しているのに対して、+60V 以上で形成した酸化ニオブ層では 2 次以上の干渉ピークが影響し、2 次以上の干渉ピークの半値幅が狭いことが、入射角が大きい場合に、色の変化を大きくする原因になっていることを明らかにした。

第 3 章では、硫化処理により形成した銀板上の硫化銀層が示す発色のメカニズムを明らかにするために、薄膜干渉による発色を仮定した場合に想定される入射角依存性を確認した。第 2 章で提案したエリプソメトリとゴニオフォトメータによる解析を行い、エリプソメトリの結果の確認のため、SEM と FIB の組み合わせによる硫化銀層の厚みの実測も行った。結果として、反射スペクトルにあるピークが、硫化処理時間が長くなった場合に長波長側にシフトしていく傾向を示すのに対して、入射角が大きくなった場合に短波長側にシフトする傾向を示した。これらは薄膜干渉により発色している場合と同様の傾向であり、硫化処理された銀も薄膜干渉により発色していると考えられた。

第 4 章では、銀板を硫化処理して発色する手法を用いてデジタル画像形成を試みた。マスクとしてレーザービームプリンタのトナーを用いるトナーマスク法を考案し、トナーマスクの転写条件について検討した。また、トナーマスクの付着性についても確認し、発色処理を行う溶液に対して、十分な耐久性を有していることを確認した。実際に画像形成を試みて良好に画像形成が可能であることも示した。

第 5 章では、第 4 章で考案したトナーマスク法を用いて、ニオブ板の陽極酸化処理による発色によるデジタル画像形成を試みた。その結果、トナーマスク法によりニオブ板の陽極酸化処理を用いて、従来よりも高画質なデジタル画像を形成することが可能であることを示した。また、化学的に溶解させる手法により、酸化ニオブ薄膜の画像を消去することが出来ることを示した。単純に画像を消去すると前の画像が残ってしまう現象が確認されたが、消去する画像形成に用いた電圧よりも高い電圧を印加してから画像の消去を行うことで、抑制することができた。また、画像を消去したニオブ板上に、新たな画像を形成することが可能であることを確認した。

以上のように本研究は、金属表面への薄膜干渉による発色手法を基礎として、金属表面へ画像形成を行う技術の開発に関するものである。本研究の成果は加飾分野に加え、情報産業に対しても貢献でき、有意義なものであると考える。