

氏名	みなみ ひさし 南 久
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	博乙第131号
学位授与の日付	平成16年9月24日
学位授与の要件	学位規程第3条第4項該当
学位論文題目	放電加工によるチタン合金の着色仕上げ (主査)
審査委員	教授 土屋八郎 教授 久保田敏弘 教授 岩本正治 助教授 森田辰郎

論文内容の要旨

本論文は、チタンの新しい着色法の一つとして、放電加工を利用した着色仕上げ法を提案し、放電加工による着色現象の解明と放電着色仕上げ法の実用品への応用を目的とした研究成果についてまとめたものである。論文は、全6章から構成されている。

第1章では、チタン材全般の利用状況や表面処理としての着色法について述べ、本研究の背景や現状での問題点を明らかにするとともに、チタンの新しい着色法の一つとして、放電加工を利用した着色仕上げ法を提案し、本研究の目的、概要および特徴を述べている。

第2章では、放電加工によるチタン加工面への着色現象について、そのメカニズムの解明を試みている。その結果、着色は、放電除去作用による金属新生面の形成とその直後の電解作用によって生成されるチタン酸化皮膜での光の干渉現象に基づいた発色によるものであり、着色面の色彩は、放電加工中の平均加工電圧に比例して増加する酸化皮膜の厚さによって決定されることを明らかにしている。また、干渉モデルを用いた発色のシミュレーションによって、着色メカニズムを検証するとともに、酸化皮膜の膜厚を推定している。

第3章では、第2章で明らかにした着色のメカニズムをもとに加工条件が着色性に及ぼす影響、及び加工面の色彩制御について検討している。その結果、平均加工電圧と同様、チタンの酸化皮膜の成長に関する加工速度や加工液の比抵抗が着色面の色相に影響し、表面あらさと密接な関係にある着色面の彩度は、放電エネルギーを制御することによって、その調節が可能であることを明らかにしている。

第4章では、本着色法を実際のチタン製品に適用する場合、考慮しなければならない着色面の化学的、および機械的特性について評価している。本着色法では、チタン元来の優れた耐食性を損なうことなく、また、日光などの紫外線に対してもきわめて優れた耐候性を示している。さらに、着色皮膜は、素地との密着性に優れ、放電による表面硬化で耐摩擦摩耗特性も向上することも確認している。これらの結果から、放電着色面が科学的に安定しているとともに優れた機械的特性を有することを明らかにしている。

第5章では、放電加工による本着色法の応用として、形彫り放電加工の機構を利用した単純棒状電極による文字や絵模様などの着色描画について検討している。まず、着色描画に適した新しい電極制御方式を提案し、これによって安定した色彩の着色描画が可能であること

を明らかにしている。また、電極側面からの漏洩電流によって発生する着色線周辺部の色にじみについて、チタン酸化皮膜の電流抑制効果を利用した色にじみ防止法を提案し、色にじみのない鮮明な着色描画が可能であることを示している。最後に、本着色法の実用化を目指した応用例として、チタン製品への着色サンプルを紹介している。

第6章では、本研究によって得られた知見を総括している。

論文審査の結果の要旨

本論文で新しく提案されたチタンの着色仕上げ法は、論文の内容に見られるように、実用化技術として十分耐え得るものであることが実証されており、さらに従来の大気酸化法や陽極酸化法、化学酸化法などの着色仕上げ法とは異なり、形状加工と同時に着色処理が行えること、前後処理工程を簡単化できること、特別な腐食液を必要としないことなどの特徴を持つクリーンでシンプルな着色法といえる。このことより、実用化技術としての本着色法は、チタン製品の高付加価値化に大きく貢献するものと期待される。

また、本論文の内容は、従来、その適用が金型や部品の加工に限定されていた放電加工が、材料の表面処理技術としても適用可能であることを示している。このことは放電加工の適用分野の拡大に途を拓くものとして注目に値する。

以上のことより、本論文の内容は工業的に価値があり、高く評価できる。

本論文作成の基礎となった学術論文は、レフリー制度の確立している学術雑誌に掲載された、以下の5編であり、すべての論文で申請者が筆頭著者である。

この他に、本論文の内容に関連するものとして、参考論文2編と特許1件が公表されている。なお、申請者は下記の学術論文2)によって平成11年度電気加工学会論文賞を受賞している。

- 1) H. Minami, K. Masui, H. Tukahara and H. Hagino:Coloring Method of Titanium Alloy using EDM Process, Proc. of 12th Int. Symp. for Electro Machining, Aachen, pp. 503-512(1998)
- 2) 南 久、増井清徳、塙原秀和、萩野秀樹:放電加工によるチタン合金の着色仕上げ、電気加工学会誌、Vol. 32, No. 70, pp. 32-39(1998)
- 3) 南 久、増井清徳、塙原秀和、萩野秀樹:放電加工によるチタン合金の着色仕上げ、(第2報)一発色機構の解析一、電気加工学会誌、Vol. 35, No. 80, pp. 30-35(2001)
- 4) 南 久、増井清徳、塙原秀和、萩野秀樹:放電加工によるチタン合金の着色仕上げ、(第3報)一着色面の性能評価一、電気加工学会誌、Vol. 36, No. 83, pp. 62-67(2002)
- 5) H. Minami, K. Masui, H. Tukahara and H. Hagino : Coloring of Titanium Alloy using EDM Process -Drawing with Simple Electrode-、 Proc. of 13th Int. Symp. for Electro Machining, Bilbao, pp. 589-599(2001)

(参考論文)

- 1) 増井清徳、南 久:チタン合金の放電加工による着色仕上げ、精密工学会誌、Vol. 64, No. 12, pp. 1723-1726(1998)
- 2) H. Minami, K. Masui, H. Tukahara and H. Hagino : Coloring of Titanium Alloy using EDM Process, 49th CIRP General Assembly, STG E Meeting, Montreux, Switzerland, pp. 1-2(1999)