

研究課題名 レーザー照射を利用して鉄鋼材料表面窒化

研究代表者名
北見工業大学・機器分析センター・大津直史

研究分担者名
北見工業大学・機器分析センター・山根美佐雄

1. はじめに

鉄鋼材料の窒化処理は、表面に窒化鉄層を形成することで耐磨耗性を著しく向上出来ることから、金型や機械部品等長寿命化のための表面処理として広く利用されている。窒化処理法としては、アンモニア雰囲気中で加熱する「ガス窒化」やグロー放電を利用した「プラズマ窒化」などが挙げられるが、これらの処理方法は、対象物の表面を均一に処理してしまうため、特定部位のみを選択的に処理出来ない。

近年、窒素雰囲気下で金属材料表面に集光したレーザーを照射すると、その照射部位に窒化物皮膜が形成されることが見出された。この現象を利用すると、表面のある特定部位のみに硬質皮膜を、選択的に作製することが可能となる。そこで本研究では、照射時に発生するレーザー誘起プラズマの分光計測と照射部位の表面分析を効率的におこなうことで、レーザー照射による表面窒化のメカニズムを明らかにするとともに、このプロセスを最も需要が高い鉄鋼材料に適用する手法を確立することで、本技術を自動車産業分野、生体福祉分野、エネルギー環境分野など様々な分野へと応用可能な新表面処理技術へと発展させることを目指す。

2. 研究経過

本研究の最終的目標は、窒素雰囲気中レーザー照射によって、鉄鋼材料表面を選択的に窒化する技術を確認することである。本年度はそのための実験装置の組立をおこなった。また、組み立てた装置の基礎データを収集するために、窒化が比較的容易なチタンを基材にレーザー照射をおこない、その表面皮膜の詳細なキャラクタリゼーションを実施した。

具体的に実施した実験は以下の通りである。

- ① 窒素雰囲気下でレーザー照射をおこない、レーザー誘起プラズマを分光計測できる装置を構築した(図1)。
- ② 鏡面研磨した JIS 一種チタンをこの装置に封入し、高純度窒素ガスを 13.3 Pa 導入した後、波長 532nm または 1064 nm、出力 7 mJ または 20 mJ の Q スイッチ Nd:YAG レーザー光を、レンズで集光した後、チタン表面に照射した。
- ③ 照射部位をオージェ電子分光法 (AES) にて観察した。
- ④ 照射部位の表面硬さプロファイルをナノインデンテーション法にて解析した。

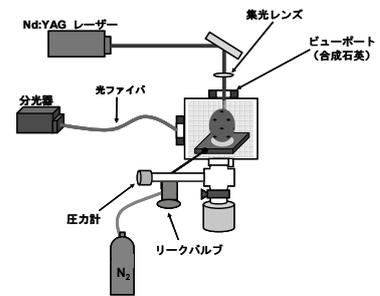


図1 レーザー窒化装置の概念図

3. 研究成果

図2に出力 7 mJ、波長 532 nm または 1064 nm のレーザーを照射したチタン表面における AES デプスプロファイルを示す。波長 532 nm の場合は、N、O および Ti を含む第一層と、N および Ti を含む第二層の形成がそれぞれ確認できる。AES スペクトルを解析すると、第一層および第二層はそれぞれ窒酸化物層 (TiO_xN_y) および窒化物層 (TiN) であることがわかった。他方、波長 1064 nm の場合は、N は再表面付近に僅かに観察されるのみであり、Ti および O から成る酸化物皮膜が支配的である。しかし、波長 1064 nm の場合でも、レーザー出力を 20 mJ まで上昇させると TiO_xN_y 層および TiN 層の形成が確認された。これらの結果より、表面窒化には、ある値以上のレーザー出力が必要であり、その閾値となる出力は、レーザー波長に依存することがわかった。Nd:YAG レーザーにおいては、532 nm のレーザーは、1064 nm よりも低い出力で窒化物層を作製することが可能である。

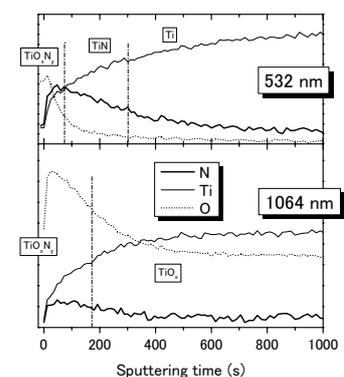


図2 波長 532 nm または 1064 nm のレーザーを照射したチタン表面における AES プロファイル [1]