

レーザ誘起湿式改質法の開発と それを用いた金属材料の表面改質

2017 年度

江面 篤志

主 論 文 要 旨

No.1

報告番号	甲	第	号	氏 名	江面 篤志
主 論 文 題 名 :					
レーザ誘起湿式改質法の開発とそれを用いた金属材料の表面改質					
<p>(内容の要旨)</p> <p>工業製品の高付加価値化のため、微細かつ複雑な部品が用いられるようになっており、その高機能化のためには、局所領域を対象とした表面改質法が必要である。そこで本研究では、局所領域を改質することが可能なレーザ誘起湿式改質法の提案および処理システムの構築、さらにそれを用いた金属材料の表面改質効果について検討することを目的とする。また、このような改質処理を用いて溶液中に浸漬させた基材にレーザ照射を施すことにより、溶液中の成分を含む改質層を形成し、金属材料に対し新たな機能を付与することを試みる。</p> <p>第 1 章に、本研究の背景と従来の研究を概説した。</p> <p>第 2 章では、レーザ誘起湿式改質システムの提案および構築を行った。構築したシステムを用いて、硝酸アルミニウム溶液に浸漬させたオーステナイト系ステンレス鋼に対して、レーザ照射処理を施した。その結果、高い硬さを有する $\text{Fe}^{2+}\text{Al}_2\text{O}_4$ で構成される改質層が形成されることが明らかとなった。</p> <p>第 3 章では、レーザ出力やデフォーカス量などのレーザ照射条件が形成される改質層に及ぼす影響について検討した。その結果、単位面積当たりに入力されるエネルギーの増大とともに形成される改質層が厚くなることが明らかとなった。さらに改質層が形成した被処理面の摩擦摩耗試験を実施し、改質層が形成されていない面と比較して、耐摩耗性が向上することが明らかとなった。</p> <p>第 4 章では、処理に用いる溶液の成分を変更し、形成される改質層の特性に及ぼす影響について検討した。硝酸アルミニウム溶液を用いて処理を施した場合には、厚い改質層が形成されることを示した。また、溶液の pH の低下とともに、形成される改質層に含まれる溶液成分の割合が増加することが明らかとなった。</p> <p>第 5 章では、純チタンへの生体活性の付与を目的として、硝酸カルシウム溶液に浸漬させた純チタン材に対してレーザ照射を施した。その結果、試験片表面にカルシウムおよび酸素元素を含有した改質層が形成されることを示した。さらに生体擬似体液への浸漬試験を実施した結果、改質処理を施した試験片表面にハイドロキシアパタイトの析出が認められ、生体活性が向上することが明らかとなった。</p> <p>第 6 章では、レーザ誘起湿式改質法を複雑な形状や大型部材へ適用するため、浸漬方式による溶液供給ではなく、溶液をミスト状にして供給する処理システムを構築し、その効果について検討を加えた。ミスト供給方式により形成した被処理面には、従来の浸漬方式と同じ物質で構成される改質層が形成されることを示した。さらに摩擦摩耗試験の結果、ミスト供給方式を用いて形成された改質層は未処理材と比較して摩耗量の減少が見られ、耐摩耗性にも優位性があることを明らかにした。</p> <p>第 7 章は結言であり、本研究で得られた知見を要約し、今後の課題をまとめた。</p>					

Thesis Abstract

No. _____

Registration Number	<input type="checkbox"/> "KOU" <input type="checkbox"/> "OTSU" No. _____ *Office use only	Name	EZURA, Atsushi
Thesis Title Development of laser-induced wet treatment and application to modification of metal surfaces			
Thesis Summary <p>The parts used in industrial production have become smaller and more complex, and the surface modification of local areas is required to produce technical advantages. In this study, laser-induced wet treatment for selectively modifying local areas has been proposed. A laser-induced wet treatment system was constructed, and then applied to modify stainless steel and pure titanium. In this system, the specimens were soaked in an aqueous solution and irradiated by a laser. The purpose of this study was to generate treated layers that included the elements of the aqueous solution on the specimens, thereby achieving new function.</p> <p>Chapter 1 summarizes background information and the results of previous studies.</p> <p>Chapter 2 describes the laser-induced wet treatment system constructed for this study. Austenite stainless steel was soaked in an aluminum nitrate solution and subsequently irradiated with a laser. The results indicated that a high-hardness treated layer composed of $\text{Fe}^{2+}\text{Al}_2\text{O}_4$ was generated.</p> <p>Chapter 3 shows the investigation into the effects of laser irradiation on the characteristics of the treated layer. Additionally, the temperature distribution during laser irradiation was assessed using a numerical simulation. The specimen fusion necessary for generating the treated layer was investigated. In addition, friction tests were conducted and the wear resistance of the treated surfaces was estimated.</p> <p>Chapter 4 discusses about the investigation into the effects of the substances in the aqueous solution on the characteristics of the treated layer. The results indicated that a thicker treated layer was generated when an aluminum nitrite solution was used.</p> <p>In chapter 5, it was investigated that the biocompatibility improvements observed as a result of the generation of treated layers (including calcium) on the pure titanium specimens. As a result, treated layers including calcium and oxygen were generated on the laser-irradiated specimens in calcium nitrite solution. The apatite-forming ability of the treated surface was confirmed in bioactivity tests performed in a simulated body fluid.</p> <p>Chapter 6 proposed a mist supply system for laser-induced wet treatment applied to large structures or structures with complex shapes. It was observed that a surface treated with the mist supply system had the same characteristics as one produced in the soaking system.</p> <p>Chapter 7 summarizes the conclusions of this study.</p>			