



雷射金屬拋光與 熱處理技術

Laser Polishing and Heat Treatment Technologies of Metals

陳園迪

工研院
雷射與積層製造科技中心
積層製造技術組
積層創新部

蔡武融

工研院
雷射與積層製造科技中心
積層製造技術組
積層創新部

劉松河

工研院
雷射與積層製造科技中心
積層製造技術組
副組長

關鍵詞(Keywords)

- 雷射拋光 Laser Polishing
- 表面熱處理 Surface Heat Treatment
- 雷射滲氮 Laser Nitriding

摘要(Abstract)

精密機械元件與生醫元件在製作為產品之前，大部分需要經過表面處理，包括了拋光、熱處理等流程。雷射拋光與雷射熱處理技術被應用於精密機械元件與生醫元件已有數年之久，最常見的雷射熱處理技術為雷射滲氮法。與傳統技術比較，雷射拋光與滲氮法之製程速率較快，且材料的加工成本可顯著降低。雷射拋光與滲氮法可用於加工

產品的任意區域，並且可導入自動化生產線，因此可控制加工品質的穩定性。這兩種雷射製程主要可應用於精密機械與生醫產業。本文說明雷射拋光與滲氮技術的作用機制及其應用，以及國際研發團隊與產業界針對雷射拋光與滲氮技術的發展。最後，並介紹工研院投入雷射拋光與熱處理技術之成果。

Precision mechanical and biomedical components require surface treatments, such as polishing and heat treatment, before becoming the final products. Laser polishing and heat treatment technologies are used in precision machine and biomedical components for several years. Most popular technology of laser heat treatment is laser nitriding. Comparing with conventional technologies, the production rate of laser polishing and nitriding is



faster, and the cost of machining products can be reduced significantly. Laser polishing and nitriding can be applied in arbitrary regions of the products and be integrated in production lines. Thus, the stability of processing quality can be controlled. The two laser processes has the potential in the industries of precision machine and biomedical components. This article includes the mechanism of the laser polishing and nitriding, and its applications. The technical progress of laser polishing and nitriding in other research teams and industries are described as well. Finally, the results of laser polishing and heat treatment technologies in Industrial Technology Research Institute (ITRI) are introduced.

1. 前言

精密機械與生醫元件之表面粗糙度對產品的特性及品質有顯著的影響，由於精密機械與生醫元件的尺度越來越小，且表面形貌越來越複雜，複雜面的拋光傳統上主要仰賴手工進行，拋光速率偏低，使得 30-50% 的整體製程時間需分配於拋光工序，造成生產力提高的瓶頸，也使表面品質的穩定性不易控制。拋光工序之後，精密機械與生醫元件表面需具有高硬度及耐磨耗性質以提升其耐用性，也可提升產品之壽命，目前已有許多提高精密機械與生醫元件表面硬度及耐磨度之技術被開發出來。1868 年，俄國冶金學家 D.K. 切爾諾夫發現鋼在加熱和冷卻過程有組織轉變的現象，這種組織轉變會提升鋼材的硬度與韌性，由此開始，許多

提升表面硬度的技術便陸續被開發出來。其中幾個較具指標性的技術，包括：井式爐中通氮滲氮法、感應加熱法、真空滲碳法、蒸鍍法、鹽浴軟氮化法使得滲氮週期由數十小時縮短到 1~2 小時、超高頻脈波感應加熱法，這些表面熱處理製程技術除應用於精密機械與生醫元件外，也廣泛用於航太與汽車等產業。

精密機械與生醫元件的拋光與滲氮熱處理均可利用雷射來達成，其原理如下：雷射拋光是使用雷射光束熔融表面材料，使熱熔材料因表面張力流動，填補表面波谷而達到表面平整的作用；而雷射滲氮熱處理技術是透過雷射光束使表面材料熔融，同時環境導入氮氣，氮氣接觸熔融材料會產生氮化物，透過熔池的迴流將氮化物導入表層，最後會自然凝固，材料表層則產生氮化的效果，隨著含氮量的提升，表面硬度也隨之提升，對比於傳統蒸鍍法，雖然表面可製成純氮化鈦，但當元件受力時，氮化鈦層與原始之鈦合金的介面會產生應力集中，容易由此破裂；雷射滲氮法產生之氮化鈦層與原始鈦合金的邊界是屬於漸層分佈(如圖 1)，無應力集中，耐用度高(推估有 50% 使用年限提升)，因此相較傳統方法具有優勢。雷射拋光與滲氮熱處理不需要水、油等冷卻介質，可改善金屬件生產流程，因此被視為新世代的金屬表面處理方法之一。雷射拋光與滲氮技術為近年來國際研究機構所注目的關鍵技術，因其具有可區域控制的硬化區塊及高產出效能等技術特點，可加速生產速率，因此具有極大潛力，被視為是下一世代的金屬處理技術。

有鑑於此，工研院雷射中心投入雷射拋光與滲氮熱處理技術研發，協助國內產業發展精密雷

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】407期・106年2月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌信箱：jmi@itri.org.tw