超快雷射於鈦金屬表面生成微/奈米結構之探討

Investigate of Ultrafast Laser Generate Micro/Nano Structures of Titanium Metal Surface

林汶宥
東台精機公司
電子設備事業部
助理研究員

王森茂
東台精機公司
電子設備事業部
協理

姚福財
東台精機公司
電子設備事業部
經理

蕭文澤
國家實驗研究院
儀器科技研究中心
智慧儀控系統組
副研究員

關鍵詞(Keywords)

- 超快雷射　Ultrafast laser
- 雷射誘發週期表面微結構
  Laser induced periodic surface structure
- 微/奈米結構　Micro/nano structures

摘要(Abstract)

超快雷射技術具備低熱傳導、極低之熱影響區、高加工解析、多光子非線性吸收及加工尺度達次微米等特性，可廣泛應用於各種材料之微/奈米結構生成。本文使用皮秒綠光超快雷射於鈦金屬材料表面生成微/奈米結構，其雷射光波長為532 nm，脈衝寬度<15 ps，平均功率>8 W，脈衝頻率200 kHz。

藉由參數調變探討微/奈米結構生成之影響，調變參數包含雷射脈衝能量(5 μJ、15 μJ、20 μJ及30 μJ)與掃描時間(12.3 s、36.9 s)等。依據測試結果發現在雷射脈衝能量5 μJ時，可以在鈦金屬表面生成週期性結構，其結構間距與雷射波長532 nm相同。當改變掃瞄時間，在低脈衝能量時(5 μJ)表面結構不會有太多改變，唯有在微結構的表面會生成一些極微小的顆粒；而將雷射脈衝能量提高至30 μJ時，可在表面生成微/奈米結構。

Ultrafast laser is featured with non heat conductivity, very small heat affected zone, multi-photon nonlinear absorption and sub-micron processing scales. This in turn has a positive effect on burr control and significantly improved

resolution. It can be widely used in the formation of micro/nano structures of various materials. This article discussed the use of pico-second ultrafast green laser on the surface of titanium materials with wavelength of 532 nm, pulse width less than 15 ps, average power greater than 8W and repetition rate of 200 kHz.

The laser pulse energy (5 μJ, 15 μJ, 20 μJ and 30 μJ) and scan time (12.3 s, 36.9 s, etc) were adjusted to investigate the effect on the generation of micro/nano structures. Based on the test results, at laser pulse energy of 5 μJ, it is capable to generate periodic surface structure on the surface, and the spacing between the structures is identical to the 532 nm laser wavelength. When the scan time was changed, there was no significant change on the surface structure when the laser pulse energy was low (5 μJ), only few tiny granular structures were formed on the surface of the micro-structure. After the energy was increased to 30 μJ, micro/nano structures were generated on the surface.

1. 前言

鈦(Titanium)金屬材料具有重量輕、強度大、彈性高、耐熱性強、耐低溫性能及耐腐蝕等特性，於 1957 年開始被廣泛的運用在太空及航空科技上，當時就被譽爲『未來的金屬』，成爲大家廣泛研究與應用的工程材料。除航太科技外，鈦合金也可運用在航海業、化工業、電子業、電鍍業、食品業、醫療設備、發電廠、海水淡化系統、鐘錶、電腦、廚具與藝品等產品，甚至生醫科技材料也大量採用鈦金屬材料，人工植牙牙根與牙套、人工骨骼等都已經利用鈦合金來製成。

近幾年於雷射應用科技中，超快雷射微/奈米成型技術是國際上產學研等相關單位爭相投入與發展的領域。超快雷射可以解決傳統雷射加工因脈衝時間過長，將會提高材料之熱效應，且降低其加工尺度。本文主要使用超快雷射應用於鈦金屬表面微/奈米結構生成之探討，針對使用不同參數的(脈衝能量、雷射頻率及雷射掃瞄時間…等)調變，來改變表面微/奈米結構的外觀形貌與內部結構。

2. 超快雷射介紹

雷射加工製程技術依據雷射光之脈衝寬度可分爲飛秒級(femtosecond，10^{-15} s)、皮秒級(picosecond，10^{-12} s) 與奈秒級(nanosecond，10^{-9} s)雷射等，一般皮秒級與飛秒級皆屬於超快雷射等級。超快雷射(Ultrafast laser)由於脈衝寬度極短，可在金屬或硬脆材料上，實現低熱效應之微米或奈米尺度加工。

針對超快雷射主要提出兩款雷射源在此做個介紹，分別爲 Talisker (picosecond)與 Spirit (femtosecond)雷射源。其中因爲 Talisker 爲 Fiber base，所以雷射產生之能量會較低，且使用光纖傳輸時，能量若過大光纖則有燒毀的可能性存在。而 Spirit 則是使用 Crystal，將可產生較大能量的雷射光。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】359 期・102 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