



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I579093 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：104137631

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 11 月 13 日

(51)Int. Cl. : **B23K26/36 (2014.01)****B23K26/00 (2014.01)****B23K26/082 (2014.01)**

(71)申請人：財團法人工業技術研究院(中華民國) INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (TW)

新竹縣竹東鎮中興路 4 段 195 號

(72)發明人：陳園迪 CHEN, YUAN-DI (TW)；蔡武融 TSAI, WU-JUNG (TW)

(74)代理人：許世正

(56)參考文獻：

TW 533467

TW 201514028A

CN 101053924A

CN 103100792A

JP 1988-115688A

US 4322600

審查人員：林桂忠

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：13 共 37 頁

(54)名稱

拋光裝置及其拋光方法

POLISHING APPARATUS AND METHOD THEREOF

(57)摘要

本發明提供一種拋光裝置及其拋光方法。拋光方法包含以具有一第一功率的一第一脈衝雷射與具有一第二功率的一第二脈衝雷射沿著一移動路徑多次輪替地掃描一工件的一待拋光表面。該第一功率相異於該第二功率。

A polishing apparatus and a method thereof are provided in present invention. The polishing method includes scanning a surface of an object which is waiting for polishing along a scanning path with a first pulse laser having a first power and a second pulse laser with a second power in a rotation order. The first power is different from the second power.

指定代表圖：

符號簡單說明：

1 . . . 第一脈衝雷射

2 . . . 第二脈衝雷射

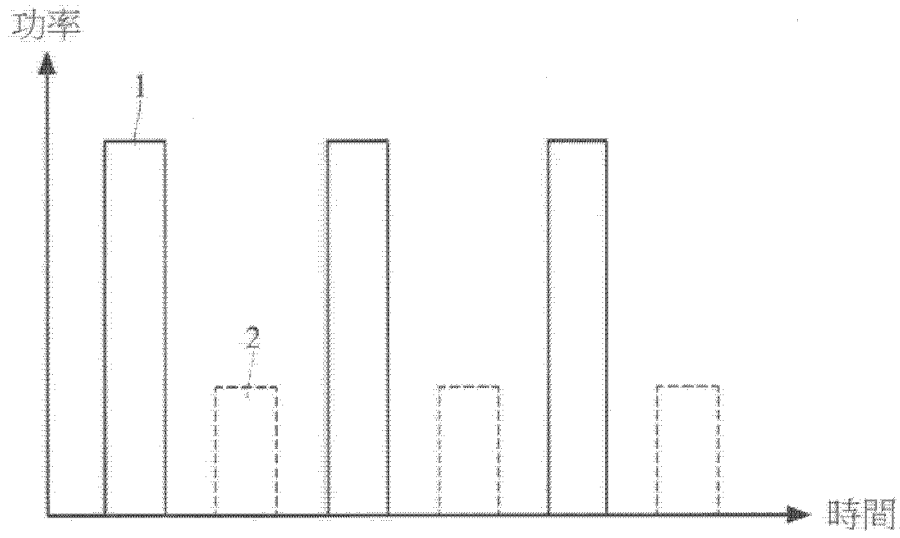


圖 2A



申請日：104. 11. 13

IPC分類：B23k 26/36 (2014.01)

B23k 26/00 (2014.01)

B23k 26/a82 (2014.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】 拋光裝置及其拋光方法

【英文發明名稱】 POLISHING APPARATUS AND METHOD

THEREOF

【中文】

本發明提供一種拋光裝置及其拋光方法。拋光方法包含以具有一第一功率的一第一脈衝雷射與具有一第二功率的一第二脈衝雷射沿著一移動路徑多次輪替地掃描一工件的一待拋光表面。該第一功率相異於該第二功率。

【英文】

A polishing apparatus and a method thereof are provided in present invention. The polishing method includes scanning a surface of an object which is waiting for polishing along a scanning path with a first pulse laser having a first power and a second pulse laser with a second power in a rotation order. The first power is different from the second power.

【指定代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 2A。

【代表圖之符號簡單說明】

- 1 第一脈衝雷射
- 2 第二脈衝雷射

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 拋光裝置及其拋光方法

【英文發明名稱】 POLISHING APPARATUS AND METHOD
THEREOF

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種拋光裝置及其拋光方法，特別是一種使用具有相異功率的二脈衝雷射輪替掃描工件的待拋光表面的拋光裝置及其拋光方法。

【先前技術】

【0002】 隨著精密機械產業的快速發展，業界對於精密機械零件與生產精密機械零件之精密模具的表面粗糙度的要求也大幅提高。目前傳統的拋光方式主要是以手工進行拋光。手工拋光可達到的最佳中心線平均粗糙度(Ra)大約為 0.3 微米(μm)。

【0003】 然而，利用手工拋光精密機械零件或模具表面可得到的最佳中心線平均粗糙度已無法滿足目前業界之要求，加上手工拋光因拋光速度較慢以及人才培養不易而具有不符合經濟效益的問題。因此，如何以自動化的方式快速進行拋光，且能同時滿足目前業界對表面粗糙度的要求，已成為目前拋光技術研究的主要方向。

【發明內容】

【0004】 本發明係關於一種拋光裝置及其拋光方法，藉以達到業界對表面粗糙度的要求以及解決手工拋光速度較慢與人才培養不易的問題。

【0005】 本發明之拋光裝置，包含一脈衝雷射光源、一調變結構以及一物鏡結構。脈衝雷射光源提供一脈衝雷射光。調變結構將脈衝雷射光分為一第一脈衝雷射與一第二脈衝雷射，並使第一脈衝雷射與第二脈衝雷射先後離開調變結構。第一脈衝雷射具有一第一功率。第二脈衝雷

射具有一第二功率。第一功率相異於第二功率。物鏡結構用以將第一脈衝雷射與第二脈衝雷射先後會聚於一工件的一待拋光表面。

【0006】 本發明之拋光方法包含使用本發明之拋光裝置以具有一第一功率的一第一脈衝雷射與具有一第二功率的一第二脈衝雷射沿著一移動路徑多次輪替地掃描一工件的一待拋光表面。該第一功率相異於該第二功率。

【0007】 根據上述本發明所揭露之拋光裝置及其拋光方法，透過拋光裝置中具有相異功率的第一脈衝雷射與第二脈衝雷射多次輪替地掃描工件的待拋光表面，以降低工件的拋光表面中心線平均粗糙度(Ra)至0.3微米(μm)以下，並且提升拋光速度與解決人才培養不易的問題。

【0008】 以上之關於本揭露內容之說明及以下之實施方式之說明係用以示範與解釋本發明之精神與原理，並且提供本發明之專利申請範圍更進一步之解釋。

【圖式簡單說明】

【0009】

圖 1 係為本發明一實施例之拋光方法的示意圖。

圖 2A 係為本發明一實施例之拋光方法的脈衝雷射能量變化示意圖。

圖 2B 係為本發明一實施例之拋光方法的熔融區形貌示意圖。

圖 3A 係為本發明一實施例之拋光方法的脈衝雷射空間能量分布示意圖。

圖 3B 係為本發明一實施例之拋光方法進行拋光時工件的剖視圖。

圖 4A 至圖 4C 分別為本發明一實施例之拋光方法的脈衝雷射掃描路徑示意圖。

圖 5 係為本發明一實施例之拋光裝置的示意圖。

圖 6 係為本發明另一實施例之拋光裝置的示意圖。

圖 7 係為本發明之不同脈衝雷射功率比的實施例之拋光表面中心線平均粗糙度對掃描速率示意圖。

圖 8 係為本發明之不同脈衝雷射頻率的實施例之拋光表面中心線平均粗糙度對掃描速率示意圖。

圖 9 係為本發明之拋光方法與傳統雷射拋光方法之表面中心線平均粗糙度對掃描速率示意圖。

圖 10 係為以傳統雷射拋光方法拋光後之工件的熔融軌跡型貌示意圖。

圖 11 係為以傳統雷射拋光方法拋光後之工件的電子顯微鏡照片。

圖 12 係為以本發明之拋光方法拋光後之工件的熔融軌跡型貌示意圖。

圖 13 係為以本發明之拋光方法拋光後之工件的電子顯微鏡照片。

【實施方式】

【0010】 以下在實施方式中詳細敘述本發明之詳細特徵以及優點，其內容足以使任何熟習相關技藝者了解本發明之技術內容並據以實施，且根據本說明書所揭露之內容、申請專利範圍及圖式，任何熟習相關技藝者可輕易地理解本發明相關之目的及優點。以下之實施例係進一步詳細說明本發明之觀點，但非以任何觀點限制本發明之範疇。

【0011】 以下說明本發明之拋光方法。本發明之拋光方法，包含以具有一第一功率的一第一脈衝雷射與具有一第二功率的一第二脈衝雷射沿著一移動路徑多次輪替地掃描一工件的一表面。其中，第一脈衝雷射的第一功率相異於第二脈衝雷射的第二功率。本發明之拋光方法係搭配本發明之拋光裝置以對工件進行拋光。有關本發明之拋光裝置之結構特徵請容後說明。

【0012】 請參照圖 1。圖 1 係為本發明之拋光方法的示意圖。詳細來說，本發明之拋光方法是利用第一脈衝雷射 1 與第二脈衝雷射 2 輪替

地沿著一移動路徑 3 掃描工件 4 的待拋光表面 5，藉此將熱能傳遞至工件 4 的待拋光表面 5，使得待拋光表面 5 受熱熔融而形成第一熔融區 6 與第二熔融區 7。第一熔融區 6 與第二熔融區 7 因受到自身表面張力與外來的重力影響而趨於平坦化。待輪替地第一脈衝雷射 1 與第二脈衝雷射 2 掃描通過後，第一熔融區 6 與第二熔融區 7 逐漸冷卻固化形成拋光表面 8，拋光表面 8 呈現較待拋光表面 5 平坦的表面結構。於本發明部分實施例中，可以一低氧氣氛 9 隔絕第一熔融區 6、第二熔融區 7 與空氣，避免第一熔融區 6 與第二熔融區 7 發生氧化。

【0013】 第一脈衝雷射與第二脈衝雷射輪替的方式及功率的大小如圖 2A 所示。圖 2A 係為本發明一實施例之拋光方法的脈衝雷射能量變化示意圖。第一脈衝雷射 1 與第二脈衝雷射 2 於工件表面分別形成的第一熔融區 6 與第二熔融區 7 的形貌如圖 2B 所示。圖 2B 係為本發明一實施例之拋光方法的熔融區形貌示意圖。於本發明的拋光方法中，第二脈衝雷射的第二功率為第一脈衝雷射的第一功率的 10% 至 90%。

【0014】 當依照本發明的拋光方法使用具有相異功率的第一脈衝雷射與第二脈衝雷射進行拋光時，第一脈衝雷射與第二脈衝雷射於工件的待拋光表面分別形成的第一熔融區與第二熔融區至少部分重疊。如此一來，相鄰的第一熔融區與第二熔融區間的熱張力分布較為平均，大幅降低溝紋殘留於工件的拋光表面的狀況，進而使得拋光效果得到提升。相對地，當使用傳統雷射拋光方式，以相同功率的脈衝雷射進行拋光時，產生的相鄰熔融區會互相擾動，使得熔融區的熱張力分布不均，導致溝紋殘留於工件的拋光表面。

【0015】 於本發明部份實施例中，拋光方法使用的第一脈衝雷射與第二脈衝雷射來自於同一脈衝雷射光源，且脈衝雷射光源的功率為 5 瓦至 300 瓦。換句話說，第一脈衝雷射與第二脈衝雷射係由一初始脈衝雷射經分光與能量調變，並且分別行經一第一光路與一第二光路後得到。

由於第一光路與第二光路之間具有一光程差，使得第一脈衝雷射與第二脈衝雷射抵達工件的待拋光表面之時間差為 0.1 至 100 奈秒 (nanosecond, ns)。亦即是，相鄰掃描時間點的第一脈衝雷射與第二脈衝雷射之時間差為 0.1 至 100 奈秒。如此一來，相鄰掃描時間點的第二脈衝雷射之時間差為 0.2 至 200 奈秒，相鄰掃描時間點的第二脈衝雷射之時間差為 0.2 至 200 奈秒。當使用由同一脈衝雷射光源經分光、能量調變與光程調變所得到的第一脈衝雷射與第二脈衝雷射進行拋光時，由於第一脈衝雷射與第二脈衝雷射抵達工件的待拋光表面的時間差較來自二相異脈衝雷射光源的第一脈衝雷射與第二脈衝雷射抵達工件的待拋光表面的時間差進一步縮短，因此相鄰的第一熔融區與第二熔融區間的熱張力平均化效果更為顯著，使得拋光效果得到更進一步的提升。

【0016】 請參照圖 3A 與圖 3B。圖 3A 係為本發明一實施例之拋光方法的脈衝雷射空間能量分布示意圖。圖 3B 係為本發明一實施例之拋光方法進行拋光時工件的剖視圖。於本發明部份實施例中，第一脈衝雷射與第二脈衝雷射的空間能量分布為方形平頂 (Top-hat) 分布。如此一來，第一脈衝雷射或第二脈衝雷射於工件的待拋光表面形成之第一熔融區或第二熔融區之深度較為均勻，且可消除冷熱溫差與邊界效應所造成的熱回流，降低第一熔融區或第二熔融區因熱回流而產生的突起於冷卻後殘留於拋光表面的情形，進而提升拋光效果。

【0017】 於本發明部份實施例中，第一脈衝雷射與第二脈衝雷射輪替地沿移動路徑進行掃描的速度為每秒 30 釐米 (mm/s) 至每秒 400 釐米。如此一來，確保工件受第一脈衝雷射與第二脈衝雷射照射的表面接收足夠的能量而分別由固態形成第一熔融區與第二熔融區，並且使第一熔融區與相鄰的第二熔融區至少部分重疊。

【0018】 請參照圖 4A 至圖 4C，圖 4A 至圖 4C 分別為本發明一實

施例之拋光方法的脈衝雷射掃描路徑示意圖。於本發明部份實施例中，第一脈衝雷射與第二脈衝雷射輪替地進行掃描的移動路徑 3 為至少二平行的直線路徑，且二平行的直線路徑間間距為 4 微米(μm)至 500 微米。掃描路徑可以為方向一往一返交替(如圖 4A)、同方向連續(如圖 4B)或是方向二往二返交替(如圖 4C)。如此一來，確保於最短的時間內可使複數個第一熔融區與複數個第二熔融區覆蓋工件的全部待拋光表面，並且使第一熔融區與相鄰的第二熔融區至少部分重疊。

【0019】 於本發明部份實施例中，工件位於一低氧氣氛中，且低氧氣氛中的氧含量低於 15%。如此一來，避免高溫的第一熔融區或第二熔融區發生大量氧化而於工件的拋光表面生成大量氧化物，進而影響拋光效果或美觀度。

【0020】 接下來說明本發明一實施例之拋光裝置，請參照圖 5。圖 5 係為本發明一實施例之拋光裝置的示意圖。本發明一實施例之拋光裝置 100 用於拋光一工件 w 的待拋光表面。拋光裝置 100 包含一初始脈衝雷射光源 110、一調變結構 120、一光束尺寸調整結構 130、一光束空間能量分布整形器 140、一掃描振鏡 150、一物鏡結構 160、一同軸視覺系統 170、一供氣結構 180、一多軸機構 190 及一控制系統(未繪示)。

【0021】 初始脈衝雷射光源 110 提供一初始脈衝雷射光 10。調變結構 120 包含一分光元件 121、一合光元件 122、一光路調變元件 123 與一能量調變元件 124。分光元件 121 將初始脈衝雷射光 10 分為一第一脈衝雷射 20 與一第二脈衝雷射 30。此時的第一脈衝雷射 20 與第二脈衝雷射 30 具有相同的功率。分光元件 121 例如為分光鏡。第一脈衝雷射 20 離開分光元件 121 後沿著一第一光路 a 前進。第二脈衝雷射 30 離開分光元件 121 後沿一第二光路 b 前進。

【0022】 合光元件 122 匯合第一光路 a 與第二光路 b 以形成一第三光路 c，使得第一脈衝雷射 20 沿第一光路 a 抵達合光元件 122 後繼續沿

著第三光路 c 離開調變結構 120，第二脈衝雷射 30 亦沿第二光路 b 抵達合光元件 122 後繼續沿著第三光路 c 離開調變結構 120。

【0023】 光路調變元件 123 包含一線性移動平台 1231 與設置於線性移動平台 1231 上的一鏡片組 1232。第二脈衝雷射 30 離開分光元件 121 後受鏡片組 1232 導引沿第二光路 b 前進。線性移動平台 1231 可帶動鏡片組 1232 相對合光元件 122 移動以調整第二光路 b 的光程長度，藉此調整第二脈衝雷射 30 與第一脈衝雷射 20 抵達合光元件 122 的光程差，進而調整第二脈衝雷射 30 與第一脈衝雷射 20 抵達合光元件 122 的時間差。如此一來，第一脈衝雷射 20 與第二脈衝雷射 30 係先後沿著第三光路離開調變結構 120。

【0024】 能量調變元件 124 位於第二光路 b 上以調整第二脈衝雷射 30 的功率，藉此使得第一脈衝雷射 20 與第二脈衝雷射 30 分別具有相異的第一功率與第二功率。能量調變元件 124 例如為一衰減片或一二分之一波板與一偏光鏡的組合。於本實施例中，能量調變元件 124 位於鏡片組 1232 內，但不以此為限。於本發明其他實施例中，能量調變元件可位於第一光路或第二光路上的任意位置。

【0025】 光束尺寸調整結構 130 可調整離開調變結構 120 的第一脈衝雷射 20 與第二脈衝雷射 30 的截面尺寸，以得到較佳的拋光效果。若截面尺寸過小，導致雷射能量過度集中，熔融區冷卻後易於拋光表面留下中間高兩邊低的突起，降低拋光效果。若截面尺寸過大，導致雷射能量過於分散，不易於工件 w 的待拋光表面形成熔融區，可能造成平坦化效果不佳。

【0026】 光束空間能量分布整形器 140 可調整離開調變結構 120 的第一脈衝雷射 20 與第二脈衝雷射 30 空間能量分布為方形平頂 (Top-hat) 分布。如此一來，第一脈衝雷射 20 與第二脈衝雷射 30 於工件 w 的待拋光表面形成之第一熔融區與第二融熔區之深度較為均勻，且

可消除冷熱溫差與邊界效應所造成的熱回流，降低第一熔融區或第二熔融區因熱回流而突出的情形，進而提升拋光效果。光束空間能量分布整形器 140 例如為繞射光學元件、折射光學元件、矽基液晶元件或微型反射鏡元件。

【0027】 掃描振鏡 150 可導引第一脈衝雷射 20 與第二脈衝雷射 30 先後沿一移動路徑掃描工件 w 的待拋光表面，以進行拋光。

【0028】 物鏡結構 160 可將第一脈衝雷射 20 與第二脈衝雷射 30 先後會聚於工件 w 的待拋光表面。

【0029】 同軸視覺系統 170 可提供即時影像以便觀察第一脈衝雷射 20 與第二脈衝雷射 30 聚焦於工件 w 的待拋光表面之情況，藉此即時確認第一脈衝雷射 20 與第二脈衝雷射 30 於工件 w 的待拋光表面形成第一熔融區與第二熔融區的狀況。

【0030】 供氣結構 180 可提供一低氧氣氛隔絕工件與空氣，避免工件的第一熔融區與第二熔融區發生氧化的情形過於嚴重而影響拋光效果。於本實施例中，供氣結構 180 為氣氛腔體。低氧氣氛例如為氮氣、氬氣或氫氣氣氛。

【0031】 多軸機構 190 可乘載工件 w ，並且使工件 w 可相對物鏡結構 160 移動或旋轉。如此一來，可協助使第一脈衝雷射 20 與第二脈衝雷射 30 沿移動路徑掃描工件 w 的表面，亦可旋轉工件 w 使工件 w 以不同的角度面向物鏡結構 160，以便第一脈衝雷射 20 與第二脈衝雷射 30 進行拋光。

【0032】 控制系統(未繪示)可根據同軸視覺系統提供的即時影像控制多軸機構以調整工件相對物鏡結構的位置或角度，藉此調整第一脈衝雷射 20 與第二脈衝雷射 30 聚焦於工件 w 的待拋光表面之情況。控制系統(未繪示)亦可控制光路調變元件 123 及能量調變元件 124 以調整第一功率與第二功率間的能量差或第一光路與第二光路間的光程差，藉此取得較

佳的拋光效果。如此一來，控制系統可簡化拋光裝置的操作以便加速拋光作業的進行。

【0033】 接下來說明本發明另一實施例之拋光裝置 200，請參照圖 6。圖 6 係為本發明另一實施例之拋光裝置的示意圖。本發明之拋光裝置 200 相似於本發明之拋光裝置 100，以下僅針對相異之處加以說明，相同之處在此便不再贅述。

【0034】 拋光裝置 200 包含一初始脈衝雷射光源 210、一調變結構 220、一光束尺寸調整結構 230、一光束空間能量分布整形器 240、一物鏡結構 250、一同軸視覺系統 260、一供氣結構 270、一多軸機構 280 及一控制系統(未繪示)。於拋光裝置 200 中，供氣設備 270 為一氣體噴嘴。氣體由氣體噴嘴噴向工件 w 以形成包覆第一熔融區與第二熔融區的低氧氣氛。第一脈衝雷射 20 與第二脈衝雷射 30 透過多軸機構 280 承載工件 w 相對物鏡結構 250 移動，使得第一脈衝雷射 20 與第二脈衝雷射 30 沿移動路徑掃描工件 w 的待拋光表面。

【0035】 以下說明以本發明之拋光方法的不同實施例對工件的待拋光表面進行拋光，經拋光後的拋光表面之表面中心線平均粗糙度，請參照圖 7 與圖 8。圖 7 係為本發明之不同脈衝雷射功率比的實施例之拋光表面中心線平均粗糙度對掃描速率示意圖。圖 8 係為本發明之不同脈衝雷射頻率的實施例之拋光表面中心線平均粗糙度對掃描速率示意圖。

【0036】 如圖 7 所示，以本發明之拋光方法選用不同脈衝雷射功率比的實施例以 20MHz 的脈衝雷射頻率進行拋光得到的中心線平均粗糙度(Ra)低於 0.3 微米(μm)，優於一般手工拋光可達到的最佳中心線平均粗糙度。當第二功率為第一功率的 50%(脈衝功率比為 0.5)且第一脈衝雷射與第二脈衝雷射輪替掃描的速率介於每秒 40 公釐到每秒 160 公釐時，經拋光後的拋光表面具有較低的中心線平均粗糙度(Ra)。當第二功率為第一功率的 50%且第一脈衝雷射與第二脈衝雷射輪替掃描的速率

為每秒 100 公釐時，拋光表面的中心線平均粗糙度為 0.05 微米。當第二功率為第一功率的 50%以上或以下且第一脈衝雷射與第二脈衝雷射輪替掃描的速率介於每秒 40 公釐到每秒 160 公釐時，經拋光後的拋光表面具有較高的中心線平均粗糙度(Ra)。

【0037】 如圖 8 所示，以本發明之拋光方法選用不同脈衝雷射頻率的實施例，以 0.5 的脈衝功率比進行拋光得到的拋光表面中心線平均粗糙度(Ra)低於 0.3 微米(μm)，優於一般手工拋光可達到的最佳中心線平均粗糙度。當脈衝雷射頻率為 20MHz 且第一脈衝雷射與第二脈衝雷射輪替掃描的速率介於每秒 40 公釐到每秒 160 公釐時，經拋光後的表面具有較低的中心線平均粗糙度(Ra)。當脈衝雷射頻率為 20MHz 且第一脈衝雷射與第二脈衝雷射輪替掃描的速率為每秒 100 公釐時，拋光表面的中心線平均粗糙度為 0.05 微米。當脈衝雷射頻率低於 20MHz 且第一脈衝雷射與第二脈衝雷射輪替掃描的速率介於每秒 40 公釐到每秒 160 公釐時，經拋光後的表面具有較高的中心線平均粗糙度(Ra)。

【0038】 以下說明以本發明之拋光方法與傳統雷射拋光方法對工件的待拋光表面進行拋光後，經拋光後的拋光表面之表面粗糙度，請參照圖 9 至圖 13。圖 9 係為本發明之拋光方法與傳統雷射拋光方法之表面中心線平均粗糙度對掃描速率示意圖。圖 10 係為以傳統雷射拋光方法拋光後之工件的熔融軌跡型貌示意圖。圖 11 係為以傳統雷射拋光方法拋光後之工件的電子顯微鏡照片。圖 12 係為以本發明之拋光方法拋光後之工件的熔融軌跡型貌示意圖。圖 13 係為以本發明之拋光方法拋光後之工件的電子顯微鏡照片。

【0039】 如圖 9 所示，以本發明脈衝雷射頻率為 20MHz，第二功率為第一功率的 50%且第一脈衝雷射與第二脈衝雷射輪替掃描的速率介於每秒 40 公釐到每秒 160 公釐之第一脈衝雷射與第二脈衝雷射進行拋光，經拋光後的表面的中心線平均粗糙度(Ra)介於 0.05 微米(μm)至

0.12 微米之間。透過傳統雷射拋光方法，以脈衝雷射頻率為 20MHz 且脈衝雷射掃描的速率介於每秒 40 公釐到每秒 160 公釐之單一強度脈衝雷射進行拋光，經拋光後的表面的中心線平均粗糙度介於 0.18 微米至 0.26 微米之間。

【0040】 如圖 10 與圖 11 所示，透過傳統雷射拋光方法，以脈衝雷射頻率為 20MHz 且脈衝雷射掃描的速率為每秒 40 公釐之單一強度脈衝雷射進行拋光，經拋光後的表面的中心線平均粗糙度為 0.18 微米。由利用表面輪廓儀(Bruker Contour GT-K)量測之熔融軌跡型貌與電子顯微鏡照片可見到工件表面有明顯的高低落差與微波紋。相較之下，如圖 12 與圖 13 所示，以本發明脈衝雷射頻率為 20MHz，第二功率為第一功率的 50%且第一脈衝雷射與第二脈衝雷射輪替掃描的速率介於每秒 100 公釐之第一脈衝雷射與第二脈衝雷射進行拋光，經拋光後的表面的中心線平均粗糙度(Ra)為 0.05 微米(μm)。由利用表面輪廓儀量測之熔融軌跡型貌與電子顯微鏡照片可見到工件表面無明顯的高低落差與微波紋。由此可知，本發明之脈衝雷射拋光方法與傳統雷射拋光方法相較之下可得到較低之表面粗糙度，亦即是具有較佳的拋光效果。

【0041】 綜上所述，根據上述本發明所揭露之拋光裝置及其拋光方法，透過拋光裝置中具有相異功率的第一脈衝雷射與第二脈衝雷射多次輪替地掃描工件的待拋光表面，以降低工件的拋光表面中心線平均粗糙度(Ra)至 0.3 微米(μm)以下，並且提升拋光速度與解決人才培養不易的問題。

【0042】 雖然本發明以前述之實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明。在不脫離本發明之精神和範圍內，所為之更動與潤飾，均屬本發明之專利保護範圍。關於本發明所界定之保護範圍請參考所附之申請專利範圍。

【符號說明】

【0043】

1	第一脈衝雷射
2	第二脈衝雷射
3	移動路徑
4	工件
5	待拋光表面
6	第一熔融區
7	第二熔融區
8	拋光表面
9	低氧氣氛
100、200	拋光裝置
110、210	初始脈衝雷射光源
120、220	調變結構
121	分光元件
122	合光元件
123	光路調變元件
1231	線性移動平台
1232	鏡片組
124	能量調變元件
130、230	光束尺寸調整結構
140、240	光束空間能量分布整形器
150	掃描振鏡
160、250	物鏡結構
170、260	同軸視覺系統
180、270	供氣結構
190、280	多軸機構

105年 10月 12日 修正替換頁

105年 10月 12日 替換頁

10	初始脈衝雷射光
20	第一脈衝雷射光
30	第二脈衝雷射光
a	第一光路
b	第二光路
c	第三光路
w	工件

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種拋光裝置，包含：

一脈衝雷射光源，提供一脈衝雷射光；

一調變結構，該調變結構將該脈衝雷射光分為一第一脈衝雷射與一第二脈衝雷射，並使該第一脈衝雷射與該第二脈衝雷射先後離開該調變結構，該第一脈衝雷射具有一第一功率，該第二脈衝雷射具有一第二功率，該第一功率相異於該第二功率；

一物鏡結構，用以將該第一脈衝雷射與該第二脈衝雷射先後會聚於一工件的一待拋光表面；以及

一光束空間能量分布整形器，用以調整該第一脈衝雷射與該第二脈衝雷射的空間能量分布，提供具有均勻能量分布的該第一脈衝雷射與該第二脈衝雷射。

【第2項】 如請求項 1 之拋光裝置，其中該調變結構包含一分光元件、一能量調變元件與一光路調變元件，該分光元件將該脈衝雷射光分為一第一脈衝雷射與一第二脈衝雷射，該能量調變元件調整該第一功率與該第二功率間的能量差，該光路調變元件調整該第一脈衝雷射沿一第一光路離開該調變結構與該第二脈衝雷射沿一第二光路離開該調變結構的光程差。

【第3項】 如請求項 2 之拋光裝置，其中該調變結構更包含一合光元件，該合光元件用以匯合該第一光路與該第二光路以形成一第三光路，該第一脈衝雷射依序沿該第一光路與該第三光路離開該調變結構，該第二脈衝雷射依序沿該第二光路與該第三光路離開該調變結構。

【第4項】 如請求項 1 之拋光裝置，其中該光束空間能量分布整形器為

第 1 頁，共 4 頁(發明申請專利範圍)

繞射光學元件、折射光學元件、矽基液晶元件或微型反射鏡元件。

【第5項】如請求項 1 之拋光裝置，更包含一光束尺寸調整結構，用以調整該第一脈衝雷射與該第二脈衝雷射的截面尺寸。

【第6項】如請求項 1 之拋光裝置，更包含一供氣結構，提供一低氧氣氮以包覆該工件。

【第7項】如請求項 6 之拋光裝置，其中該供氣結構為氣氛腔體或氣體噴嘴。

【第8項】如請求項 2 之拋光裝置，更包含一同軸視覺系統，該同軸視覺系統顯示該工件的該待拋光表面的一即時影像。

【第9項】如請求項 7 之拋光裝置，更包含一多軸機構，該多軸機構用以乘載該工件並使該工件可相對該物鏡結構移動或旋轉。

【第10項】如請求項 8 之拋光裝置，更包含一多軸機構與一控制系統，該多軸機構用以乘載該工件並使該工件可相對該物鏡結構移動或旋轉，該控制系統根據該同軸視覺系統提供的該即時影像控制該多軸機構以調整該工件相對該物鏡結構的位置或角度，以及控制該調變結構以調整該第一功率與該第二功率間的能量差或該第一光路與該第二光路間的光程差。

【第11項】如請求項 1 之拋光裝置，其中該光束空間能量分布整形器調整該第一脈衝雷射與該第二脈衝雷射的空間能量分布為方形平頂 (Top-hat) 分布。

【第12項】一種拋光方法，包含使用請求項 1 之拋光裝置以具有該第一功率的該第一脈衝雷射與具有該第二功率的該第二脈衝雷射沿著一移動

路徑多次輪替地掃描該工件的該待拋光表面；其中，該第一功率相異於該第二功率；

其中，該工件位於一低氧氣氛中，該低氧氣氛中的氧含量低於 15%；

其中，該移動路徑為至少二平行的直線路徑，該至少二平行的直線路徑間間距為 4 微米(μm)至 500 微米。

【第13項】如請求項 12 之拋光方法，其中該第一脈衝雷射照射於該待拋光表面時形成一第一熔融區，該第二脈衝雷射照射於該待拋光表面時形成一第二熔融區，該第一熔融區與該第二熔融區至少部分重疊。

【第14項】如請求項 12 之拋光方法，其中該第二功率為該第一功率的 10% 至 90%。

【第15項】如請求項 12 之拋光方法，其中該脈衝雷射光源的功率為 5 瓦至 300 瓦。

【第16項】如請求項 12 之拋光方法，其中相鄰掃描時間點的該第一脈衝雷射與該第二脈衝雷射之時間差為 0.1 至 100 奈秒(nanosecond, ns)。

【第17項】如請求項 16 之拋光方法，其中相鄰掃描時間點的二該第一脈衝雷射之時間差為 0.2 至 200 奈秒。

【第18項】如請求項 16 之拋光方法，其中相鄰掃描時間點的二該第二脈衝雷射之時間差為 0.2 至 200 奈秒。

【第19項】如請求項 16 之拋光方法，其中該第一脈衝雷射與該第二脈衝雷射的空間能量分布為方形平頂(top-hat)分布。

【第20項】如請求項 12 之拋光方法，其中該第一脈衝雷射與該第二脈衝雷射輪替地以每秒 30 釐米(mm/s)至每秒 400 釐米的速度沿該移動路徑掃描該工件

的該待拋光表面。