



(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 I604909 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：102147344

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 20 日

(51)Int. Cl. : B23K26/06 (2014.01)

B23K26/18 (2006.01)

(30)優先權：2012/12/20 美國

61/740,430

(71)申請人：伊雷克托科學工業股份有限公司 (美國) ELECTRO SCIENTIFIC INDUSTRIES, INC.
(US)

美國

(72)發明人：萊辛巴哈 羅伯特 REICHENBACH, ROBERT (US)；豪爾頓 傑弗瑞 HOWERTON,
JEFFREY (US)；松本久 MATSUMOTO, HISASHI (JP)；單芳 SHAN, FANG
(CN)；挪威爾 麥克 謝恩 NOEL, MICHAEL SHANE (US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

CN 1264339A

CN 102653035A

US 2006/0000814A1

US 2011/0315667A1

審查人員：徐倉盛

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：7 共 39 頁

(54)名稱

雷射系統及經由雷射微加工形成影像之方法

LASER SYSTEMS AND METHODS OF FORMING IMAGES BY LASER MICROMACHINING

(57)摘要

一種用三組不同的雷射處理參數處理一基板(102)以在該基板(102)中達到不同表面效果之方法和雷射處理系統(2)。一第一組雷射參數用以在該基板中形成一凹部(106)。一第二組雷射參數用以拋光該凹部(106)之表面(108)。一第三組雷射參數用以修改該凹部(106)之拋光表面(108)以具有滿足期望視覺外觀之條件的光學特性。

A method and laser processing system (2) addresses a substrate (102) with three different sets of laser processing parameters to achieve different surface effects in the substrate (102). A first set of laser parameters is employed to form a recess (106) in the substrate. A second set of laser parameters is employed to polish a surface (108) of the recess (106). A third set of laser parameters is employed to modify a polished surface (108) of the recess (106) to have optical characteristics that satisfy conditions for a desirable visual appearance.

指定代表圖：

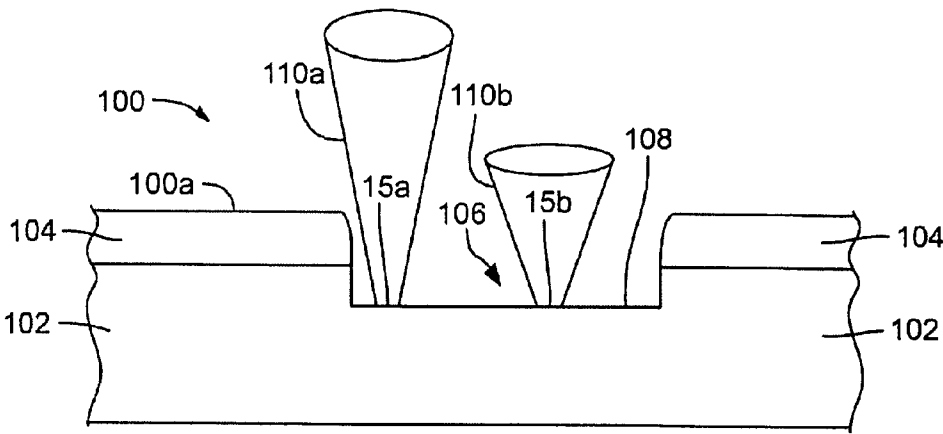


圖1

- 符號簡單說明：
- 15a . . . 雷射光點
 - 15b . . . 雷射光點
 - 100 . . . 物品
 - 100a . . . 表面
 - 102 . . . 基板
 - 104 . . . 層
 - 106 . . . 凹部
 - 108 . . . 表面
 - 110a . . . 射束
 - 110b . . . 射束

發明摘要

※ 申請案號：102147344

※ 申請日：102/12/20

※IPC 分類：B23K 26/06 (2014.01)
B23K 26/18 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

雷射系統及經由雷射微加工形成影像之方法

LASER SYSTEMS AND METHODS OF FORMING IMAGES BY LASER
MICROMACHINING

【中文】

一種用三組不同的雷射處理參數處理一基板(102)以在該基板(102)中達到不同表面效果之方法和雷射處理系統(2)。一第一組雷射參數用以在該基板中形成一凹部(106)。一第二組雷射參數用以拋光該凹部(106)之表面(108)。一第三組雷射參數用以修改該凹部(106)之拋光表面(108)以具有滿足期望視覺外觀之條件的光學特性。

【英文】

A method and laser processing system (2) addresses a substrate (102) with three different sets of laser processing parameters to achieve different surface effects in the substrate (102). A first set of laser parameters is employed to form a recess (106) in the substrate. A second set of laser parameters is employed to polish a surface (108) of the recess (106). A third set of laser parameters is employed to modify a polished surface (108) of the recess (106) to have optical characteristics that satisfy

conditions for a desirable visual appearance.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

15a 雷射光點

15b 雷射光點

100 物品

100a 表面

102 基板

104 層

106 凹部

108 表面

110a 射束

110b 射束

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

雷射系統及經由雷射微加工形成影像之方法

LASER SYSTEMS AND METHODS OF FORMING IMAGES BY LASER
MICROMACHINING

【相關申請案之交叉參考】

【0001】 本申請案係 2012 年 12 月 20 日申請之美國臨時專利申請案第 61/740,430 號之非臨時申請案，其內容整體以引用方式併入本文中用於全部目的。

【版權公告】

【0002】 © 2014 電子科學工業公司。本專利檔案揭示內容之一部分包含受到版權保護之材料。版權所有者不反對專利檔案或專利揭示內容中之任何一者之複製，因為其出現在專利商標局的專利文檔或檔案中，但另外無論如何保留全部版權。37 CFR §1.71(d)。

【技術領域】

【0003】 本申請案係關於雷射處理，且特定言之，本申請案係關於用不同組的雷射處理參數處理材料以在該材料中達到不同表面效果之系統、方法及裝置。

【發明內容】

【0004】 在一些實施例中，一種方法或一種雷射系統用不同組的雷射處理參數處理一基板以在該基板中達到不同表面效果。

【0005】 在一些實施例中，一第一組凹部形成雷射參數可用以在該基板中形成一凹部。一第二組拋光雷射參數可用以拋光該凹部之一表面。一

第三組表面修改雷射參數可用以修改該等凹部之一拋光表面使其具有滿足期望視覺外觀之條件的光學特性。

【0006】 在一些實施例中，該等組的參數各包含具有與其他組的值不同的至少一個不同值的參數。

【0007】 在一些實施例中，該第三組表面修改雷射參數可包含不同組的雷射參數以提供滿足不同期望視覺外觀之條件的不同光學特性。

【圖式簡單說明】

【0008】 圖 1 示意性地繪示在物品中形成影像之製程的一個實施例。

【0009】 圖 2 示意性地繪示在物品中形成影像之製程的另一實施例。

【0010】 圖 3 示意性地繪示在物品中形成影像之製程的又一實施例。

【0011】 圖 3A 及圖 3B 係經由圖 3 描繪之製程形成的物品中影像之正視圖及側視圖。

【0012】 圖 4 示意性地繪示在物品中形成影像之製程的又另一實施例。

【0013】 圖 4A 及圖 4B 係經由圖 4 描繪之製程形成的物品中影像之正視圖及側視圖。

【0014】 圖 5A 及圖 5B 繪示示例性雷射處理系統。

【0015】 圖 6 係強調圖 5A 及圖 5B 之雷射處理系統的某些組件之示意圖。

【0016】 圖 7 係由雷射處理系統產生之雷射輸出之射束腰的放大示圖。

【實施方案】

【0017】 下文參考附圖描述示例性實施例。在不脫離本揭示內容之精

神及教示的情況下可能有許多不同形式和實施例，且因此本揭示內容不應解釋為受限於本文所述之示例性實施例。更確切而言，提供此等示例性實施例使得本揭示內容將會全面且完整，且將對此項技術者傳達本揭示內容之範疇。在圖式中，為清楚起見，組件之尺寸及相對尺寸會被放大。本文使用之術語係僅用於描述特定示例性實施例之目的且並非意欲限制。如本文使用，單數形式「一」、「一個」及「該」意欲亦包含複數形式，除非上下文中另有明確指示。進一步將瞭解術語「包括(comprises 及/或 comprising)」在用於本說明書中時指定存在所述特徵、整數、步驟、操作、元件及/或組件，但並非排除存在或添加一個或多個其他特徵、整數、步驟、操作、元件、組件及/或其群組。除非另有指定，否則在闡述時，值範圍包含該範圍之上限及下限，以及其間之任何子範圍。

【0018】 圖 1 示意性地繪示在物品中形成影像之製程的一個實施例。參考圖 1，具有呈初步視覺外觀之表面 100a 的物品 100 可使用具雷射雕刻參數之雷射脈衝 11（圖 6）的射束 110a 來加工，以形成具有不同於該初步視覺外觀之經修改視覺外觀的特性或影像。在繪示之實施例中，物品 100 包含基板 102（例如由鋁或鋁合金形成）及佈置於基板 102 之一表面上的層 104（例如由氧化鋁形成）。物品 100 或基板 102 之表面 100a 可為平滑或可為粗糙（例如由於經過噴砂）。在另一實施例中，層 104 可省略（例如使得物品 100 之表面 100a 成為基板 102 之表面）。

【0019】 雖然本文舉鋁或鋁合金的實例描述基板 102，但將瞭解本文描述之製程通常將用於金屬及金屬合金。其他示例性金屬包含不鏽鋼或鈦或其合金。

【0020】 爲了形成經修改視覺外觀，雷射脈衝 11 之射束 110a 可被導引至物品 100 上以移除層 104 並加工其下方之基板 102 而形成從基板 102 之表面延伸達 10 微米(μm)或更深（例如數 10 μm ）之深度且端接在下凹表面 108 的凹部 106。此製程在本文中可被稱爲「雕刻製程」。

【0021】 在一些實施例中，雕刻製程參數形成具有約 10 μm 至約 100 μm 範圍中之深度的凹部 300。在一些實施例中，該深度在約 10 μm 至約 50 μm 的範圍中。在一些實施例中，該深度在約 10 μm 至約 25 μm 的範圍中。

【0022】 在一個實施例中，經由越過待形成影像之物品 100 區域多次光柵掃描雷射脈衝 11 之射束 110a 而形成凹部 106。雷射脈衝 11 之射束 110a 的參數經選擇使得每次穿過就從基板 102 移除至少若干微米之層，導致下凹表面 108 具有極光滑之表面。在一個實施例中，可以不同角度且用不同光點重疊度進行掃描以增強下凹表面 108 之平滑度。

【0023】 雕刻製程具有的雷射雕刻參數之雷射輸出包含具有在基板 102 之表面處的雷射光點之雷射脈衝 11，其中雷射光點 15a 具有包含介於約 20 μm 與約 125 μm 之間的光點直徑之光點尺寸。在一些實施例中，該光點直徑介於約 60 μm 與約 110 μm 之間。在一些實施例中，該光點直徑介於約 75 μm 與約 100 μm 之間。爲方便起見，術語「光點直徑」意欲包含非圓形雷射光點（諸如橢圓形雷射光點）的空間長軸，以及包含圓形雷射光點之直徑。

【0024】 在一些實施例中，雷射雕刻參數包含具有介於約 300 奈米 (nm) 與約 2 μm 之間的雷射波長之雷射輸出。在一些實施例中，該雷射輸出具有紅外線雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有約 1152 nm、1090 s

nm、1080 nm、1064 nm、1060 nm、1053 nm、1047 nm、980 nm、799 nm 或 753 nm 之雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有介於約 1150 nm 與 1350 nm，780 nm 與 905 nm 或 700 nm 與 1000 nm 之間的雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有介於約 700 nm 與 1350 nm 之間的雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有介於約 980 nm 與 1320 nm 之間的雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有介於約 980 nm 與 1080 nm 之間的雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有約 1064 nm 之雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出由紅外線固態雷射提供。在一些實施例中，該雷射輸出由二極體幫浦紅外線固態雷射提供。在一些實施例中，該雷射輸出由紅外線光纖雷射提供。

【0025】 在一些實施例中，雷射雕刻參數具有的雷射輸出包含具有從約 500 飛秒 (fs)至約 200 奈秒(ns)範圍中之脈衝寬度（脈衝持續時間）的雷射脈衝 11。在一些實施例中，該等脈衝寬度具有約 1 ns 至約 125 ns 的範圍。在一些實施例中，該等脈衝寬度具有約 10 ns 至約 100 ns 的範圍。

【0026】 在一些實施例中，雷射雕刻參數包含以大於 50 kHz 之脈衝重複率將雷射脈衝 11 導引至物品上。在一些實施例中，該脈衝重複率在約 50 kHz 至約 1000 kHz 之範圍中。在一些實施例中，該脈衝重複率在約 75 kHz 至約 500 kHz 之範圍中。在一些實施例中，該脈衝重複率在約 100 kHz 至約 200 kHz 之範圍中。

【0027】 一般而言，雷射雕刻參數包含越過基板 102 掃描雷射輸出之多次穿過。然而，在一些實施例中，雷射輸出越過基板 102 之單次穿過可足以達到具期望深度之下凹表面 108。

【0028】 在雷射雕刻製程之一個實施例中，雷射脈衝 11 可具有介於 20 μm 與 125 μm 之間的光點直徑、介於約 980 nm 與 1320 nm 之間的波長、在 1 ns 至 100 ns 範圍中之脈衝寬度及在 50 kHz 至 500 kHz 範圍中之脈衝重複率。

【0029】 在雷射雕刻製程之另一實施例中，雷射脈衝 11 可具有介於 50 μm 與 100 μm 之間的光點直徑、介於約 1047 nm 與 1090 nm 之間的波長、在 10 ns 至 100 ns 範圍中之脈衝寬度及在 100 kHz 至 200 kHz 範圍中之脈衝重複率。

【0030】 形成下凹表面 108 之雷射雕刻製程修改基板 102 之視覺外觀使其具有經雕刻的視覺外觀。

【0031】 在形成下凹表面 108 之後，雷射脈衝 11 之射束 110b 可被導引至下凹表面 108 上以將其傳輸至高度拋光的下凹表面。本文中此製程被稱為一「拋光製程」。在一些實施例中，雷射拋光參數包含之雷射輸出具有含約 100 μJ 至約 2000 μJ 範圍中之脈衝能量的雷射脈衝 11。在一些實施例中，該脈衝能量在約 250 μJ 至約 1500 μJ 之範圍中。在一些實施例中，該脈衝能量在約 500 μJ 至約 1000 μJ 之範圍中。

【0032】 在一些實施例中，雷射拋光參數包含以大於 50 kHz 之脈衝重複率將雷射脈衝 11 導引至下凹表面 108 上。在一些實施例中，該脈衝重複率大於 100 kHz。在一些實施例中，該脈衝重複率在約 50 kHz 至約 10,000 kHz 之範圍中。在一些實施例中，該脈衝重複率在約 75 kHz 至約 5,000 kHz 之範圍中。在一些實施例中，該脈衝重複率在約 100 kHz 至約 2,000 kHz 之範圍中。

【0033】 在一些實施例中，雷射拋光參數包含之雷射輸出具有在紅外線區域之外的雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有可見雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有介於約 400 nm 與約 700 nm 之間的雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有約 694 nm、676 nm、647 nm、660 nm 至 635 nm、633 nm、628 nm、612 nm、594 nm、578 nm、568 nm、543 nm、532 nm、530 nm、514 nm、511 nm、502 nm、497 nm、488 nm、476 nm、458 nm、442 nm、428 nm 或 416 nm 之雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有介於約 476 nm 與約 569 nm 之間的雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有綠雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有約 532 nm 或約 511 nm 之雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出由綠光固態雷射提供。在一些實施例中，該雷射輸出由二極體幫浦綠光固態雷射提供。在一些實施例中，該雷射輸出由光纖雷射提供。

【0034】 在一些實施例中，雷射拋光參數包含之雷射脈衝 11 在下凹表面 108 處具有的雷射光點 15b 具有小於在雕刻製程期間使用之光點直徑的光點直徑。在雷射拋光製程之一些實施例中，該光點直徑介於約 5 微米與約 50 μm 之間。在一些實施例中，該光點直徑介於約 15 μm 與約 40 μm 之間。在一些實施例中，該光點直徑介於約 25 μm 與約 35 μm 之間。在一些實施例中，該光點直徑約為 30 μm 。

【0035】 在一些實施例中，雷射拋光參數包含越過下凹表面 108 掃描雷射輸出之單次穿過。在一些實施例中，雷射拋光參數包含越過下凹表面 108 掃描（諸如光柵掃描）雷射輸出之多次穿過。

【0036】 在一些實施例中，雷射拋光參數可包含連續導引的雷射脈衝

11，其以相互重疊介於約 75%與 98%之間的雷射光點 15b 撞擊在下凹表面 108 上。在一些實施例中，連續雷射光點 15b 重疊介於約 85%與 95%之間。在一些實施例中，連續雷射光點 15b 重疊介於約 88%與 92%之間。在一些實施例中，連續雷射光點 15b 重疊約 90%。

【0037】 在雷射拋光製程之一個實施例中，雷射脈衝 11 可具有介於約 25 μm 與約 35 μm 之間的光點直徑、綠光波長、每次脈衝約 100 μJ 至約 1000 μJ 範圍中之能量、在約 500 kHz 至約 2,000 kHz 範圍中之脈衝重複率及介於約 88%與 92%之間的雷射光點重疊。

【0038】 在雷射拋光製程之另一實施例中，雷射脈衝 11 可具有約 30 μm 之光點直徑、約 532 nm 之波長、每次脈衝約 500 μJ 至約 1000 μJ 範圍中之能量、大於約 100 kHz 之脈衝重複率及約 90%之雷射光點重疊。

【0039】 拋光製程修改了下凹表面 108 之視覺外觀以給予下凹表面 108 不同於下凹表面 108 之經雕刻視覺外觀且不同於物品 100 之初步視覺外觀的經拋光視覺外觀，如在表面 100a 處所呈現。特定言之，經拋光或平滑的表面可呈足夠反射性且意欲對人眼而言顯得極其明亮。

【0040】 圖 2 示意性地繪示在物品 100 中形成影像之製程的另一實施例。參考圖 2，已經受上述雕刻及拋光製程之物品（例如物品 100）可使用雷射脈衝 11 之射束 110c 經進一步加工以進一步修改經拋光下凹表面 108 之經拋光視覺外觀。此進一步修改的視覺外觀可不同於圖 1 中討論之經修改視覺外觀。本文中此製程可被稱為一「表面修改製程」。

【0041】 舉例而言，在一些實施例中，被導引至經拋光下凹表面 108 並且越過其掃描之雷射脈衝 11 可經組態以產生週期性結構、奈米粒子（例 s

如包含形成基板 102 之材料)或類似物或其組合,其等經結構化以吸收光。本文中此製程可被稱為一「暗化製程」。

【0042】 在暗化製程期間被導引至經拋光下凹表面 108 之雷射脈衝 11 可具有包含相對較短脈衝持續時間之雷射處理參數、具有相對較小雷射光點直徑、可以相對較慢掃描速度施加且可以連續掃描之間的相對較緊密間距來施加。

【0043】 在一些實施例中,雷射暗化參數包含約 500 fs 至約 100 ns 範圍中之脈衝持續時間。在一些實施例中,該脈衝持續時間在約 1 皮秒(ps)至約 50 ns 之範圍中。在一些實施例中,該脈衝持續時間在約 1 皮秒(ps)至約 25 ns 之範圍中。在一些實施例中,該脈衝持續時間在約 1 ps 至約 10 ns 之範圍中。

【0044】 在一些實施例中,雷射暗化參數包含小於在雕刻製程期間使用的光點直徑且小於在拋光製程期間使用的光點直徑之雷射光點 15c 之光點直徑。在雷射拋光製程之一些實施例中,該光點直徑介於約 1 微米與約 50 μm 之間。在一些實施例中,該光點直徑小於約 30 μm 。在一些實施例中,該光點直徑介於 1 μm 與 30 μm 之間。在一些實施例中,該光點直徑介於約 1 μm 與約 20 μm 之間。在一些實施例中,該光點直徑介於約 1 μm 與約 10 μm 之間。

【0045】 在一些實施例中,暗化製程參數包含以大於 10 kHz 之脈衝重複率將雷射脈衝 11 導引至物品上。在一些實施例中,該脈衝重複率在約 10 kHz 至約 1000 kHz 之範圍中。在一些實施例中,該脈衝重複率在約 100 kHz 至約 500 kHz 之範圍中。在一些實施例中,該脈衝重複率在約 100 kHz 至約

300 kHz 之範圍中。在一些實施例中，該脈衝重複率約為 100 kHz。

【0046】 在一些實施例中，暗化製程參數包含呈現約 0.5 W 至約 50 W 範圍中之功率的雷射脈衝 11。在一些實施例中，該功率在約 1 W 至約 10 W 之範圍中。在一些實施例中，該功率在約 2 W 至約 8 W 之範圍中。在一些實施例中，該功率約為 5 W。

【0047】 在一些實施例中，雷射暗化參數包含以介於約 1 mm/秒與約 5000 mm/秒之間的掃描速度施加雷射脈衝 11。在一些實施例中，該掃描速度介於約 5 mm/秒與約 500 mm/秒之間。在一些實施例中，該掃描速度介於約 10 mm/秒與約 50 mm/秒之間。在一些實施例中，該掃描速度介於約 12 mm/秒與約 40 mm/秒之間。在一些實施例中，該掃描速度介於約 15 mm/秒與約 35 mm/秒之間。在一些實施例中，該掃描速度約為 25 mm/秒。

【0048】 在一些實施例中，雷射暗化參數包含以介於約 0.5 μm 與約 50 μm 之間的節距（連續掃描之間）施加雷射脈衝 11。在一些實施例中，連續掃描之間的該節距介於約 1 μm 與約 30 μm 之間。在一些實施例中，連續掃描之間的該節距介於約 5 μm 與約 15 μm 之間。在一些實施例中，連續掃描之間的該節距約為 10 μm 。

【0049】 在一個實施例中，雷射暗化參數包含約 1 ps 至約 10 ns 範圍中的脈衝持續時間、小於約 30 μm 之光點直徑、介於約 1 mm/秒與約 50 mm/秒之間的掃描速度及介於約 1 μm 與約 30 μm 之間的連續掃描間節距。

【0050】 在一個實施例中，雷射暗化參數包含約 1 ps 至約 10 ns 範圍中的脈衝持續時間、介於約 1 μm 與約 30 μm 之間的光點直徑、介於約 15 mm/秒與約 35 mm/秒之間的掃描速度及介於約 5 μm 與約 15 μm 之間的連續掃描 s

間節距。

【0051】 在一個實施例中，雷射暗化參數包含約 1 ps 至約 10 ns 範圍中的脈衝持續時間、介於約 1 μm 與約 30 μm 之間的光點直徑、約為 25 mm/秒之掃描速度及約為 10 μm 之連續掃描間節距。

【0052】 因此，在使經拋光下凹表面 108 經受暗化製程之後，下凹表面 108 被給予進一步修改的視覺外觀，其不同於物品 100 之初步視覺外觀，如在表面 100a 處呈現，且不同於經雕刻視覺外觀，並且不同於經拋光下凹表面 108 之經拋光視覺外觀。特定言之，該暗化製程意欲吸收光並且使下凹表面 108 對於人眼而言顯黑色。

【0053】 圖 3 示意性地繪示在物品 100 中形成影像之製程的又一實施例。圖 3A 及圖 3B 係經由圖 3 描繪之製程形成的物品中影像之正視圖及側視圖。參考圖 3、圖 3A 及圖 3B，具有呈初步視覺外觀之表面 100a 的物品 100 可使用雷射脈衝 11 之射束經加工以形成具有不同於該初步視覺外觀的經修改視覺外觀之特徵或影像。在繪示之實施例中，物品 100 可經由使基板 102 經受上文關於圖 1 及圖 2 論述之雕刻及拋光製程而提供，或可以不同方式提供。

【0054】 舉例而言，在一些實施例中，雷射脈衝 11 之射束可被導引至物品 100 上以熔化、移除或另外定形或加工基板 102、層 104 或基板 102 及層 104，以形成相互交叉且從物品 100 之表面延伸至若干微米深度 314 的凹部 300 網狀結構。本文中此表面修改製程可被稱為一「交叉畫影線製程」。

【0055】 在一些實施例中，凹部 300 係經由在待形成影像之處越過物品 100（例如在由箭頭 302 指示之各個方向上）多次掃描雷射脈衝 11 之射

束而形成。此影像可形成在下凹表面 108 內或在物品 100 或基板 102 之表面 100a 內。在一些實施例中，由箭頭 302 表示之該等掃描方向可沿著平行線延伸。在一些實施例中，由箭頭 302 表示之該等掃描方向可沿著平行於物品 100 邊緣之平行線延伸。在一些實施例中，該等掃描方向可沿著彎曲平行線（未示出）延伸。在一些實施例中，該等掃描方向可沿著非正交之橫向（未示出）延伸。在一些實施例中，由箭頭 302 表示之該等掃描方向可沿著相互正交之方向延伸。

【0056】 在一些實施例中，交叉畫影線製程參數包含約 $1\ \mu\text{m}$ 至約 $50\ \mu\text{m}$ 範圍中之相鄰凹部 300 間的中心距 310 或 312。在一些實施例中，相鄰凹部 300 間的該中心距在約 $5\ \mu\text{m}$ 至約 $30\ \mu\text{m}$ 之範圍中。在一些實施例中，相鄰凹部 300 間的該中心距在 $10\ \mu\text{m}$ 至 $20\ \mu\text{m}$ 之範圍中。掃描間の間隔或節距 310 或 312 可與相鄰凹部 300 間的該中心距相同或不同。此外，相鄰凹部 300 間的該中心距可在橫向上不同，且掃描間の間隔或節距 310 或 312 可在橫向上不同。

【0057】 在一些實施例中，交叉畫影線製程參數包含之雷射輸出具有在紅外線區域之外的雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有可見雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有介於約 $400\ \text{nm}$ 與約 $700\ \text{nm}$ 之間的雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有約 $694\ \text{nm}$ 、 $676\ \text{nm}$ 、 $647\ \text{nm}$ 、 $660\ \text{nm}$ 至 $635\ \text{nm}$ 、 $633\ \text{nm}$ 、 $628\ \text{nm}$ 、 $612\ \text{nm}$ 、 $594\ \text{nm}$ 、 $578\ \text{nm}$ 、 $568\ \text{nm}$ 、 $543\ \text{nm}$ 、 $532\ \text{nm}$ 、 $530\ \text{nm}$ 、 $514\ \text{nm}$ 、 $511\ \text{nm}$ 、 $502\ \text{nm}$ 、 $497\ \text{nm}$ 、 $488\ \text{nm}$ 、 $476\ \text{nm}$ 、 $458\ \text{nm}$ 、 $442\ \text{nm}$ 、 $428\ \text{nm}$ 或 $416\ \text{nm}$ 之雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有介於約 $476\ \text{nm}$ 與約 $569\ \text{nm}$ 之間的雷射波長。在一些實施例中，該 s

雷射輸出具有綠雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有約 532 nm 或約 511 nm 之雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出由綠光固態雷射提供。在一些實施例中，該雷射輸出由二極體幫浦綠光固態雷射提供。在一些實施例中，該雷射輸出由光纖雷射提供。

【0058】 在一些實施例中，交叉畫影線製程參數包含之雷射輸出具有包含介於約 25 μm 與約 200 μm 之間的光點直徑之光點尺寸的雷射光點。在一些實施例中，該光點直徑介於約 40 μm 與約 125 μm 之間。在一些實施例中，該光點直徑介於約 50 μm 與約 100 μm 之間。

【0059】 在一些實施例中，交叉畫影線製程參數形成具有約 1 μm 至約 10 μm 範圍中之深度的凹部 300。在一些實施例中，該深度在約 1 μm 至約 5 μm 之範圍中。在一些實施例中，該深度在約 1 μm 至約 3 μm 之範圍中。

【0060】 在一些實施例中，雷射交叉畫影線製程參數包含以介於約 25 mm/秒與約 150 mm/秒之間的掃描速度施加雷射脈衝 11。在一些實施例中，該掃描速度介於約 50 mm/秒與約 100 mm/秒之間。在一些實施例中，該掃描速度介於約 60 mm/秒與約 80 mm/秒之間。在一些實施例中，該掃描速度約為 75 mm/秒。

【0061】 在一些實施例中，雷射交叉畫影線製程參數包含呈現約 1 W 至約 10 W 範圍中之功率的雷射脈衝 11。在一些實施例中，該功率在約 2 W 至約 8 W 之範圍中。在一些實施例中，該功率在約 3 W 至約 6 W 之範圍中。在一些實施例中，該功率約為 4 W。

【0062】 在一個實施例中，雷射交叉畫影線製程參數包含之雷射輸出具有可見雷射波長、介於約 40 μm 與約 125 μm 之間的光點直徑、介於約 50

mm/秒與約 100 mm/秒之間的掃描速度、約 2 W 至約 8 W 範圍中之功率、約 5 μm 至約 30 μm 範圍中之相鄰凹部 300 間的中心距及約 5 μm 至約 30 μm 範圍中之掃描間的節距 310 或 312。

【0063】 在一個實施例中，雷射交叉畫影線製程參數包含之雷射輸出具有綠雷射波長、介於約 50 μm 與約 100 μm 之間的光點直徑、介於約 60 mm/秒與約 80 mm/秒之間的掃描速度、約 3 W 至約 6 W 範圍中之功率、約 10 μm 至約 20 μm 範圍中之相鄰凹部 300 間的中心距及約 10 μm 至約 20 μm 範圍中之掃描間的節距 310 或 312。

【0064】 在一個實施例中，雷射交叉畫影線製程參數包含之雷射輸出具有綠雷射波長、介於約 50 μm 與約 100 μm 之間的光點直徑、約 75 mm/秒範圍中之掃描速度、約 4 W 範圍中之功率、約 10 μm 至約 20 μm 範圍中之相鄰凹部 300 間的中心距及約 10 μm 至約 20 μm 範圍中之掃描間的節距 310 或 312。

【0065】 在交叉畫影線製程之一些實施例中，雷射脈衝 11 被導引至物品 100 上使得其等在撞擊物品 100 之後不聚焦。因為雷射脈衝 11 之射束不聚焦，故光點尺寸極大且在物品 100 之材料中蝕刻的線將重疊。此造成拱塊或凸塊 304 之圖案的頂面在物品 100 之表面 100a 下方。

【0066】 在實施上文示例性描述之交叉畫影線製程之後，反射性凸塊 304 之一圖案形成於物品 100 內。凸塊 304 具有平滑表面（例如至少部分由已經被雷射脈衝 11 之射束熔化且接著重新凝固之基板 102 材料形成），其係穩定的、抗磨損且凸塊 304 之圖案產生具有高亮度之影像。雖然不期望受到任何特定理論的限制，但據信入射在凸塊 304 之圖案上的光被凸塊 304 s

反射及散射使得自凸塊 304 之圖案反射之光對於人眼而言呈白色。反射性凸塊 304 之圖案提供比原始表面 100a 之外觀、基板表面 102 之外觀、未拋光下凹表面 108 之外觀及經拋光下凹表面 108 之外觀更明亮的白色外觀。此外，凸塊 304 之圖案提供比可經由習知蝕刻製程達到之白色更明亮的白色。亦應注意當在沒有先前拋光製程之情況下實施交叉畫影線製程時，凸塊 304 之圖案提供較不光澤的白色無光外觀，然而當在拋光製程之後實施時，該無光白色仍係比可經由習知蝕刻製程達到之白色更明亮的白色。

【0067】 圖 4 示意性地繪示在物品 100 中形成影像之製程的又另一實施例。圖 4A 及圖 4B 係經由圖 4 描繪之製程形成的物品中影像之正視圖及側視圖。參考圖 4、圖 4A 及圖 4B，具有呈初步視覺外觀之表面 100a 的物品 100 可使用雷射脈衝 11 之射束加工以形成具有不同於該初步視覺外觀的經修改視覺外觀之特徵或影像。在繪示之實施例中，物品 100 可經由使基板 102 經受上文關於圖 1 及圖 2 論述之雕刻及拋光製程而提供，或可以不同方式提供。

【0068】 爲了形成經修改視覺外觀，雷射脈衝 11 之射束可被導引至物品 100 上以熔化、移除或另外定形或加工基板 102、層 104 或基板 102 及層 104，以形成從物品 100 之表面 100a 延伸至基板 102 下方或下凹表面 108 下方達一深度之不重疊凹部 402 之圖案 400。本文中此表面修改製程可被稱爲一「衝壓圖案化製程」。

【0069】 在衝壓圖案化製程之一些實施例中，凹部 402 具有約 $1\ \mu\text{m}$ 至約 $50\ \mu\text{m}$ 範圍中之深度 414。在一些實施例中，深度 414 在約 $1\ \mu\text{m}$ 至約 $25\ \mu\text{m}$ 之範圍中。在一些實施例中，深度 414 在約 $5\ \mu\text{m}$ 至約 $15\ \mu\text{m}$ 之範圍

中。

【0070】 在一些實施例中，衝壓圖案化製程參數包含約 $10\ \mu\text{m}$ 至約 $100\ \mu\text{m}$ 範圍中之相鄰凹部 402 間的中心距 406。在一些實施例中，相鄰凹部 402 間的中心距 406 在約 $20\ \mu\text{m}$ 至約 $75\ \mu\text{m}$ 之範圍中。在一些實施例中，相鄰凹部 402 間的中心距 406 在約 $30\ \mu\text{m}$ 至約 $60\ \mu\text{m}$ 之範圍中。在一些實施例中，相鄰凹部 402 間的中心距 406 約為 $40\ \mu\text{m}$ 。

【0071】 在一些實施例中，衝壓圖案化製程參數包含在物品 100 上待形成影像之處（例如沿著由圖 3 中的箭頭 302 指示之各個掃描路徑）用約 10 個至 100 個雷射脈衝 11 形成各個凹部 402。在一些實施例中，各個凹部 400 經由約 20 個至 80 個雷射脈衝 11 形成。在一些實施例中，各個凹部 400 經由約 30 個至 70 個雷射脈衝 11 形成。在一些實施例中，各個凹部 400 經由約 40 個至 60 個雷射脈衝 11 形成。

【0072】 在一些實施例中，衝壓圖案化製程參數包含之雷射輸出具有紅外雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有介於約 $700\ \text{nm}$ 與約 $20\ \mu\text{m}$ 之間的雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有約 $1152\ \text{nm}$ 、 $1090\ \text{nm}$ 、 $1080\ \text{nm}$ 、 $1064\ \text{nm}$ 、 $1060\ \text{nm}$ 、 $1053\ \text{nm}$ 、 $1047\ \text{nm}$ 、 $980\ \text{nm}$ 、 $799\ \text{nm}$ 或 $753\ \text{nm}$ 之雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有介於約 $1150\ \text{nm}$ 與 $1350\ \text{nm}$ 之間、 $780\ \text{nm}$ 與 $905\ \text{nm}$ 之間或 $700\ \text{nm}$ 與 $1000\ \text{nm}$ 之間的雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有介於約 $700\ \text{nm}$ 與 $1350\ \text{nm}$ 之間的雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有介於約 $980\ \text{nm}$ 與 $1320\ \text{nm}$ 之間的雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有介於約 $980\ \text{nm}$ 與 $1080\ \text{nm}$ 之間的雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出具有約 $1064\ \text{nm}$ 之雷射波長。在一些 S

實施例中，該雷射輸出由紅外線固態雷射提供。在一些實施例中，該雷射輸出由二極體幫浦紅外線固態雷射提供。在一些實施例中，該雷射輸出由紅外線光纖雷射提供。

【0073】 在一些實施例中，該雷射輸出具有介於約 9.4 μm 與約 10.6 μm 之間的雷射波長。在一些實施例中，該雷射輸出由 CO_2 雷射提供。

【0074】 在一些實施例中，衝壓圖案化製程參數包含之雷射脈衝 11 在下凹表面 108 處具有之雷射光點具有小於在雕刻製程期間使用之光點直徑的光點直徑。在雷射拋光製程之一些實施例中，該光點直徑介於約 5 微米與約 50 μm 之間。在一些實施例中，該光點直徑介於約 15 μm 與約 40 μm 之間。在一些實施例中，該光點直徑介於約 25 μm 與約 35 μm 之間。在一些實施例中，該光點直徑約為 30 μm 。空間長軸 410 或 412 可具有約等於或略大於或略小於該光點直徑之距離。

【0075】 在一些實施例中，衝壓圖案化製程參數包含以大於 10 kHz 之脈衝重複率將雷射脈衝 11 導引至物品上。在一些實施例中，該脈衝重複率在約 10 kHz 至約 1000 kHz 之範圍中。在一些實施例中，該脈衝重複率在約 50 kHz 至約 500 kHz 之範圍中。在一些實施例中，該脈衝重複率在約 75 kHz 至約 200 kHz 之範圍中。在一些實施例中，該脈衝重複率約為 100 kHz。

【0076】 在一些實施例中，衝壓圖案化製程參數包含呈現約 1 W 至約 10 W 範圍中之功率的雷射脈衝 11。在一些實施例中，該功率在約 2 W 至約 8 W 之範圍中。在一些實施例中，該功率在約 4 W 至約 6 W 之範圍中。在一些實施例中，該功率約為 5 W。

【0077】 在一個實施例中，衝壓圖案化製程包含之凹部 402 具有約 5

μm 至約 15 μm 範圍中之深度 414、約 30 μm 至約 60 μm 範圍中之相鄰凹部 402 間的中心距 406、經由約 30 個至 70 個雷射脈衝 11 之各個凹部 402 之形成、具有紅外線波長之雷射脈衝 11、介於約 15 μm 與約 40 μm 之間的光點直徑、約 50 kHz 至約 500 kHz 範圍中之脈衝重複率及約 1 W 至約 10 W 範圍中之雷射脈衝功率。

【0078】 在一個實施例中，衝壓圖案化製程產生之凹部 402 具有約 5 μm 至約 15 μm 範圍中之深度、約 40 μm 之相鄰凹部 402 間的中心距、經由來自光纖雷射之具有紅外線波長的約 40 個至 60 個雷射脈衝 11 之各個凹部 402 之形成、約 30 μm 之光點直徑、約 100 kHz 之脈衝重複率及約 5 W 之雷射脈衝功率。

【0079】 在實施上文示例性描述之衝壓圖案化製程之後，具有碗狀錐度的凹部 402 之一圖案 400 可形成於物品 100 內。凹部 402 具有平滑表面(例如至少部分由已經被雷射脈衝 11 之射束熔化且接著重新凝固之基板 102 材料形成)，其係穩定的、抗磨損且凹部 402 之圖案 400 產生具有高亮度之影像。雖然不期望受到任何特定理論的限制，但據信入射在凹部 402 之圖案 400 上的光被該等凹部反射及散射使得自凹部 402 之圖案 400 反射之光對於人眼而言呈白色。凹部 402 之圖案 400 提供比原始表面 100a 之外觀、基板表面 102 之外觀、未拋光下凹表面 108 之外觀及經拋光下凹表面 108 之外觀更明亮的白色外觀。此外，凹部 402 之圖案 400 提供比可經由習知蝕刻製程達到之白色更明亮的白色。亦應注意當在沒有先前拋光製程之情況下實施衝壓圖案化製程時，凹部 402 之圖案 400 提供較不光澤的白色無光外觀，然而當在拋光製程之後實施時，該無光白色仍係比可經由習知蝕刻製程達到 S

之白色更明亮的白色。

【0080】 如先前闡述，可經選擇以改良基板雷射處理（標記）之可靠性及重複性的示例性雷射處理參數包含雷射類型、波長、脈衝持續時間、脈衝能量、脈衝瞬時形狀、脈衝空間形狀、聚焦光點尺寸（射束腰）、脈衝重複率、脈衝數、侵蝕尺寸、雷射光點重疊、掃描速度及每個撞擊位置的掃描穿過次數。額外雷射脈衝參數包含指定聚焦光點相對於物品 100 之表面之位置，以及導引雷射脈衝 11 相對於物品 100 之相對運動。

【0081】 可經調適以雕刻、拋光及修改物品 100 表面之示例性雷射處理系統可包含多個工具（諸如獨立導引之雷射頭）以實施雕刻製程、拋光製程及額外修改製程中之一者或多者。Cutler 的美國專利第 5,847,960 號描述一種多工具微加工系統且以引用方式併入本文中。或者，該雷射處理系統之示例性雷射可經組態以用不同組雷射處理參數來雕刻、拋光及修改物品 100 之表面而實現不同的雕刻製程、拋光製程及額外修改製程。或者，一個雷射處理系統可用以實施雕刻製程、拋光製程及額外修改製程中之兩者，且另一雷射處理系統可用以實施雕刻製程、拋光製程及額外修改製程中之另一者。或者，雕刻製程、拋光製程及額外修改製程中之每者可在截然不同的雷射處理系統上實施。

【0082】 可被一些實施例有利地使用的雷射處理參數包含使用具 IR 到 UV 範圍中，或更特定言之從約 10.6 微米降至約 266 nm 之波長的雷射。雷射 38 中之一者或多者可在 1 W 至 100 W 範圍中操作，或一些可在 1 W 至 12 W 範圍中操作。脈衝持續時間可在 1 ps 至 1000 ns 之範圍中，或在一些實施例中，該脈衝持續時間可在 1 ps 至 200 ns 之範圍中。雷射重複率可在 1 kHz

至 100 MHz 之範圍中，或在一些實施例中，該雷射重複率可在 10 KHz 至 1 MHz 之範圍中。雷射能量密度可在約 $0.1 \times 10^{-5} \text{ J/cm}^2$ 至 100.0 J/cm^2 之範圍中，或在一些實施例中，該雷射能量密度可在約 $1.0 \times 10^{-2} \text{ J/cm}^2$ 至 10.0 J/cm^2 之範圍中。雷射束相對於被標記物品 100 移動之速度可在 1 mm/s 至 10 m/s 範圍中，或針對一些實施例而言，該掃描速度可在 100 mm/s 至 1 m/s 範圍中。物品 100 表面上相鄰列的雷射脈衝 11 間的節距或間距可在 1 微米至 1000 微米之範圍中，或針對一些實施例而言，該節距或間距可在 10 微米至 100 微米之範圍中。在物品 100 表面處測量的雷射脈衝 11 之雷射光點 15 之尺寸可在 1 微米至 1000 微米之範圍中，或對於一些實施例而言，該雷射光點可在 25 微米至 500 微米之範圍中。雷射脈衝 11 之聚焦光點相對於物品 100 表面之位置（標高）可在 -10 mm 至 +10 mm 之範圍中，或對於一些實施例而言，該聚焦光點相對於該表面之標高可在 0 mm 至 +5 mm 之範圍中。

【0083】 可經調適以處理物品 100 之示例性雷射處理系統係 ESI MM5330 微加工系統 2，其由波特蘭的電子科學工業公司 OR 97229 製造。此一微加工系統 2 可使用在 30 KHz 脈衝重複率下具有 5.7 W 平均功率之二極管幫浦 Q 開關的固態雷射 38，且對於一些實施例而言，可經組態以發射 532 nm 的第二諧波波長或其他波長。可經調適以處理物品 100 之另一示例性雷射處理系統係 ESI ML5900 微加工系統，其亦由波特蘭的電子科學工業公司 OR 97229 製造。此一雷射微加工系統 2 可使用可經組態以在至高達 5 MHz 脈衝重複率下發射約 266 nm (UV) 至約 1064 nm (IR) 波長之固態二極管幫浦雷射 38。舉例而言，雷射 38 可視情況使用固態諧波頻率產生器來加倍頻率而將波長減小至 532 nm 或增三倍達約 355 nm，藉此分別產生可見（綠） S

或紫外線（UV）雷射脈衝。

【0084】 其他示例性雷射微加工系統包含模型 5335、5950 及 5970，其等亦由波特蘭的電子科學工業公司 OR 97229 製造。

【0085】 在一些實施例中，雷射 38 可以係以 1064 nm 波長操作之二極管幫浦 Nd:YVO₄ 固態雷射，其係由德國凱撒斯勞滕的 Lumera Laser GmbH 製造之快速模型。雷射 38 可經組態以在 1 MHz 至 2 MHz 脈衝重複率下產生至高達 6 W 的持續功率。在一些實施例中，雷射 38 可以係在 355 nm 波長的三倍頻率下操作之二極管幫浦 Nd:YVO₄ 固態雷射，其係由加利福尼亞州聖克拉拉（95054）的 Spectra-Physics 製造的先鋒模型。雷射 38 可經組態以產生至高達 2.5 W，但通常在產生約 1 W 功率之 80 MHz 模式鎖定脈衝重複率下運行。

【0086】 雷射微加工系統 2 可經由添加適當雷射 38、雷射光學器件 6 及 8、零件處理設備及控制軟件被調適以根據本文揭示之方法可靠且可重複地處理表面。此等修改容許雷射處理系統用適當雷射處理參數將雷射脈衝 11 以期望速度及節距導引至適當定位且固定的物品 100 上的期望位置來產生具期望顏色及光學密度之期望表面效果。

【0087】 圖 5A 及圖 5B 係適用於處理物品 100 之 ESI 模型 MM5330 雷射微加工系統 2 的圖，且圖 6 係強調圖 5A 及圖 5B 之雷射微加工系統 2 的某些組件之示意圖。參考圖 5A、圖 5B 及圖 6，對 ESI 模型 MM5330 雷射微加工系統 2 之調適包含：雷射鏡及功率衰減器 4；雷射束操縱光學器件 6（諸如一對檢流計控制鏡）及雷射場光學器件 8，其經調適以處理雷射波長、功率及在一些實施例中處理射束尺寸；夾盤 10，其經調適以固定物品

100；平台 14、18 及 20，其經調適以移動物品 100 及雷射脈衝 11 相對於彼此之位置；及控制器 12，其經調適以儲存雷射處理及/或射束位置定靶數據以及造成雷射 38 發射雷射脈衝 11 並且將其等導引至物品 100 上的指定位置。

【0088】 圖 5B 示出經調適的 ESI 模型 MM5330 雷射微加工系統 2 的另一圖，其包含：互鎖控制器 26，其控制互鎖感測器（未示出）之操作，該互鎖感測器在 MM5330 雷射微加工系統 2 之各個面板開啓時防止雷射 38 操作；控制器 28、雷射電源 30、雷射束準直儀 32、雷射束光學器件 34 及雷射鏡 36，其全部已經調適以與經調適雷射 38 協作。

【0089】 雷射 38 或替代雷射可經組態以與控制器 28 及雷射電源 30 協作以產生具 1 ps 至 1,000 ns 持續時間之雷射脈衝 11。此等雷射脈衝 11 可為高斯的或由雷射束光學器件 34 特定成型以達到期望的表面效果。與控制器 28、雷射束操縱光學器件 6 及雷射場光學器件 8 協作之雷射束光學器件 34 協作以導引雷射脈衝 11 以在由卡盤 10 固定之物品 100 上形成雷射光點 15。在一些實施例中，雷射束操縱光學器件 6 可包含一個或多個檢流計、快速操縱鏡、聲光學偏轉器、電光學偏轉器或其任何組合。運動控制元件 Y 平台 14、X 平台 18、Z 平台（光學器件平台）20 及雷射束操縱光學器件 6 組合以提供組合式射束定位能力，其一個態樣係在當物品 100 相對於雷射脈衝之雷射光點 15 連續運動時能夠相對於物品 100 定位雷射束。Cutler 等人之美國專利第 5,751,585 號中描述此能力，其受讓給本申請案之受讓人且以引用方式併入本文中。組合式射束定位包含在當物品 100 相對於雷射束運動時能夠在物品 100 上建立呈特定形狀之表面效果，其係經由使控制器 S

28 導引運動控制元件（即 Y 平台 14、X 平台 18、Z 平台 20 及雷射束操縱光學器件 6）之一部分以補償因運動控制元件之其他部分引起的連續相對運動。

【0090】 雷射脈衝 11 亦由與控制器 28 協作之雷射束光學元件 34 定形。雷射束光學元件 34 可決定雷射脈衝 11 之空間幾何形狀以及空間能量輪廓，其可為高斯或特定輪廓。舉例而言，「高帽形」空間輪廓可用以陳述具在撞擊被標記物品 100 之雷射光點 15 之整個區域上方具有均勻能量密度分佈的雷射脈衝 11。諸如此的特定成形之空間輪廓可使用繞射光學元件或其他光學射束成形元件來建立。在高斯輪廓下，假設在輪廓上某一點超過燒蝕臨限，則燒蝕臨限區域內的聚焦光點區域會超過燒蝕臨限而可能造成損壞，同時燒蝕臨限外部的聚焦光點之區域將不會移除材料。Dunsky 等人之美國專利第 6,433,301 號中揭示在微加工時使用繞射光學元件，其受讓給本申請案之受讓人且以引用方式併入本文中。

【0091】 雷射光點尺寸係指雷射束之聚焦光點的尺寸。被標記物品 100 表面上的雷射光點 15 之實際光點尺寸可歸因於定位在表面上方或下方之聚焦光點而不同。此外，雷射束光學元件 34、雷射束操作光學器件 6、雷射場光學器件 8 及 Z 平台 20 協作以控制雷射光點 15 之聚焦深度，或當物品 100 上的交叉點移開聚焦平面時雷射光點 15 如何快速地不聚焦。經由控制聚焦深度，控制器 28 可導引雷射束光學元件 34、雷射束操作光學器件 6、雷射場光學器件 8 及 Z 平台 20 以將雷射光點高精度地重複定位在樣品表面處或其附近。經由將聚焦光點定位在物品 100 表面上方或以下來製作標記容許雷射束散焦達特定量且藉此增大雷射脈衝 11 照射之區域並且降低

表面處的雷射能量密度。由於已知射束腰之幾何形狀，故將聚焦光點精確定期在物品 100 實際表面上方或以下將提供對光點尺寸及能量密度之額外精度控制。經由通過結合使用皮秒雷射（其產生 1 ps 至 1,000 ps 範圍中之雷射脈衝寬度）定位聚焦光點來改變雷射光點幾何形狀而改變雷射能量密度係一種如上所述在物品 100 上可靠地且可重複地建立一些表面效果之方式。亦可經由 AOM 能量密度衰減器或沿著射束路徑 44 定位之其他光學衰減器件來改變能量密度。

【0092】 圖 7 示出雷射脈衝聚焦光點 40 及其附近之射束腰的圖。射束腰由表面 42 表示，其係經由 FWHM 方法在雷射脈衝 11 行進所沿著的光學軸 44 上測量之雷射脈衝 11 的空間能量分佈的直徑（或空間長軸）。直徑 48 表示當雷射處理系統將雷射脈衝 11 聚焦在表面 102 上方一段距離(A-O)時，基板 102 表面上的雷射光點 15 之雷射光點尺寸。直徑 46 表示當雷射處理系統將雷射脈衝 11 聚焦在表面 102 以下一段距離(O-B)時，基板 102 表面上的雷射光點 15 之雷射光點尺寸。

【0093】 將瞭解可使用其他或額外雷射或不同微加工系統，且不同雕刻、拋光及表面修改技術可用以提供期望光學表面特性。一些替代微加工系統、雷射及製程參數可見於美國專利第 8,379,679 號、第 8,389,895 號及第 8,604,380 號中，其等以引用方式併入本文中。

【0094】 前述內容說明了本發明之實施例且不被解釋為其限制。雖然已經描述本發明之一些示例性實施例，但熟悉此項技術者將易於瞭解在本質上不脫離本發明之新穎教示及優點之情況下該等示例性實施例中可能存在許多修改。因此，全部此等修改意欲包含在如申請專利範圍中所定義之 S

本發明之範疇內。因此，應瞭解前述內容說明了本發明且不被解釋為限制於揭示的本發明之特定示例性實施例，且對揭示之示例性實施例以及其他實施例之修改意欲包含在附屬專利申請範圍之範疇內。本發明由以下專利申請範圍及其中包含之申請專利範圍等效物定義。

【符號說明】

【0095】

- 2 雷射微加工系統
- 4 雷射鏡及功率衰減器
- 6 雷射光學器件 / 雷射束操縱光學器件
- 8 雷射光學器件 / 雷射場光學器件
- 10 夾盤
- 11 雷射脈衝
- 12 控制器
- 14 平台 / Y 平台
- 15 雷射光點
- 15a 雷射光點
- 15b 雷射光點
- 15c 雷射光點
- 18 平台 / X 平台
- 20 平台 / Z 平台
- 26 互鎖控制器
- 28 控制器

30	雷射電源
32	雷射束準直儀
34	雷射束光學器件
36	雷射鏡
38	雷射
40	雷射脈衝聚焦光點
42	表面
44	射束路徑 / 光學軸
46	直徑
48	直徑
100	物品
100a	表面
102	基板
104	層
106	凹部
108	表面
110a	射束
110b	射束
110c	射束
300	凹部
302	方向
304	凸塊

-

310 中心距 / 節距

312 中心距 / 節距

314 深度

400 圖案

402 凹部

406 中心距

410 空間長軸

412 空間長軸

414 深度

申請專利範圍

1. 一種用不同組的雷射處理參數處理一基板以在該基板中達到不同表面效果之方法，材料具有具一第一表面特性之一外表面，該方法包括：

使用具第一參數值之一第一組雷射處理參數，其可操作以在該基板中形成一凹部以在該外表面下方達到一深度，該深度在約 10 μm 至約 25 μm 的範圍中，其中該基板中之該凹部具有具一第二表面特性之一下凹表面；

使用具第二參數值之一第二組雷射處理參數，其可操作以改變該下凹表面使其具有不同於該第二表面特性之一第三表面特性，其中該第二參數值之至少一者不同於該第一參數值之一對應者；及

使用具第三參數值之一第三組雷射處理參數，其可操作以改變該下凹表面使其具有不同於該第二表面特性及該第三表面特性之一第四表面特性，其中該第三參數值之至少一者不同於該第一參數值之一對應者，且其中該第三參數值之該至少一者或該第三參數值之另一者不同於該第二參數值之一對應者。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第一組雷射處理參數適用於執行一雕刻製程，且其中該第二組雷射處理參數適用於執行一拋光製程以拋光該下凹表面之部分。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第三組雷射處理參數適用於執行一暗化製程以暗化該下凹表面之部分。

4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第三組雷射處理參數適用於執行一交叉畫影線製程以給該下凹表面之部分交叉畫影線。

5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第三組雷射處理參數適用於執行一衝壓製程以衝壓該下凹表面中之凹部。

6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第一組雷射處理參數及該第

二組雷射處理參數具有不同波長值或光點尺寸值。

7. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第一組雷射處理參數及該第三組雷射處理參數具有不同脈衝寬度值或光點尺寸值。

8. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第一組雷射處理參數及該第三組雷射處理參數具有不同重複率值或光點尺寸值。

9. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第二組雷射處理參數及該第三組雷射處理參數具有不同掃描速度值或光點尺寸值。

10. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第一參數值包括具有介於約 25 μm 與約 100 μm 之間的空間長軸的光點尺寸、紅外線波長、介於約 10 ns 與約 100 ns 之間的脈衝寬度及介於約 100 kHz 與約 200 kHz 之間的脈衝重複率中之至少兩者。

11. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第二參數值包括具有介於約 10 μm 與約 50 μm 之間的空間長軸的光點尺寸、可見波長、介於約 10 ns 與約 100 ns 之間的脈衝寬度、大於約 100 kHz 之脈衝重複率及介於約 500 μJ 至約 1000 μJ 之脈衝能量中之至少兩者。

12. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第三參數值包括具有短於約 50 μm 之空間長軸的光點尺寸、介於約 500 fs 與約 50 ps 之間的脈衝寬度及慢於約 50 mm/秒之掃描速度中之至少兩者。

13. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第三參數值包括具有介於約 50 μm 與約 100 μm 之間的空間長軸的光點尺寸、短於 1000 nm 之波長、介於約 1 瓦特至 5 瓦特之平均功率及快於約 70 mm/秒之掃描速度中之至少兩者。

14. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第三參數值包括紅外線波長、介於約 3 瓦特至 10 瓦特之平均功率及介於約 75 kHz 與約 125 kHz 之間的脈衝重複率中之至少兩者。

15. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第二組之雷射脈衝在該下凹表面上形成雷射光點且被導引使得一連續雷射光點重疊先前雷射光點達 75%至 95%。

16. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第二組之雷射脈衝產生一反射性或拋光表面。

17. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第三組之雷射脈衝在該下凹表面中產生週期結構，其被結構化以吸收光。

18. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第三組之雷射脈衝在該下凹表面中形成不相重疊凹坑之一圖案。

圖式

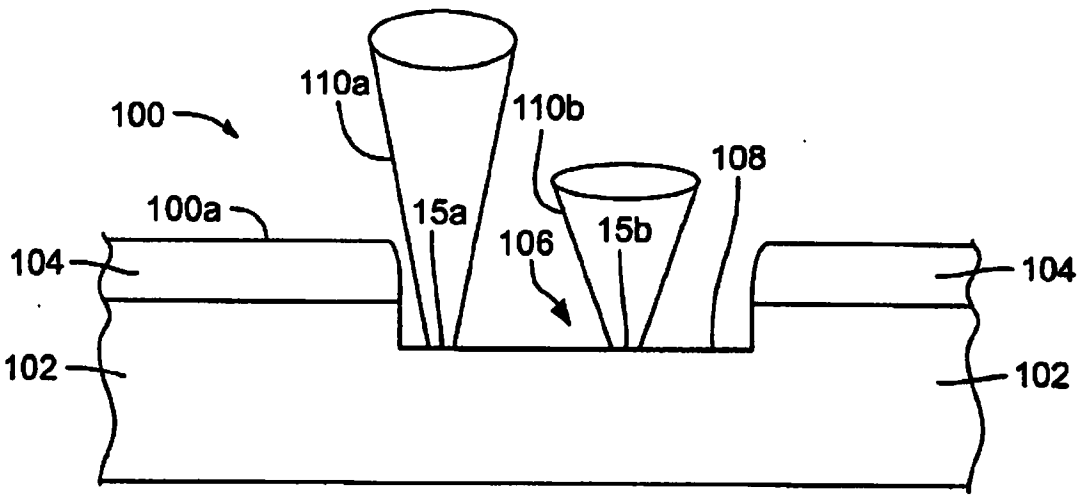


圖1

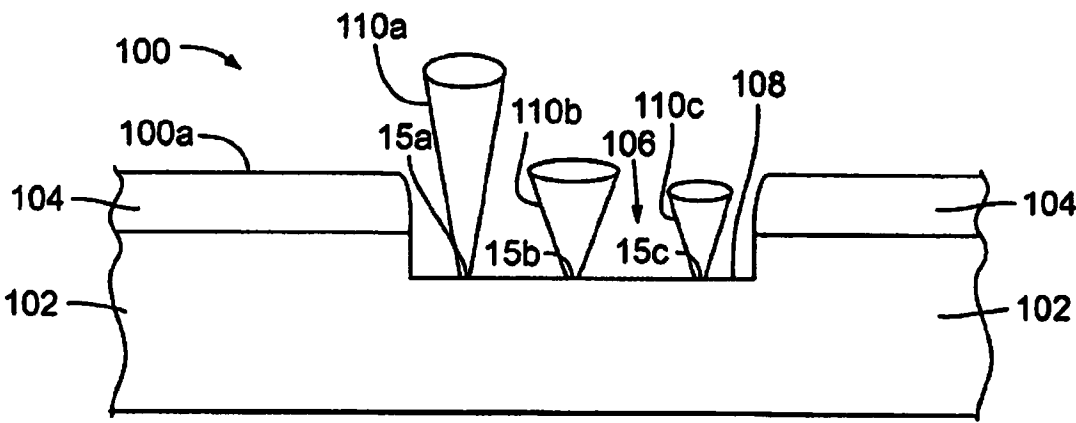


圖2

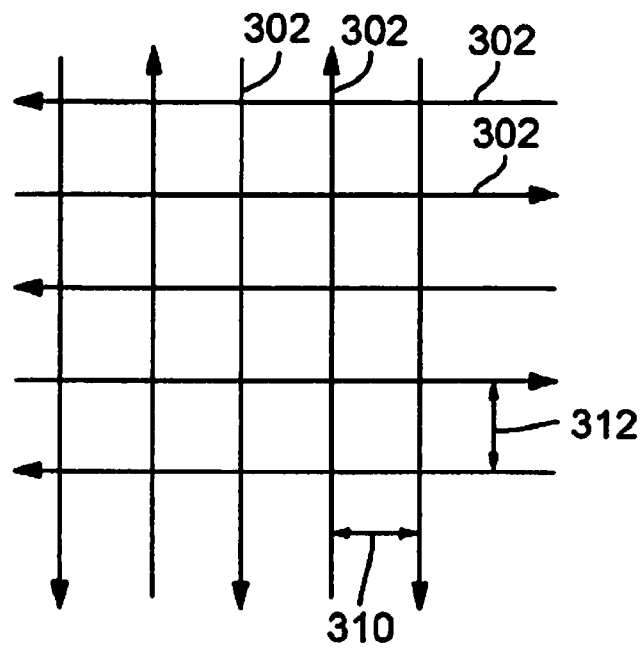


圖3

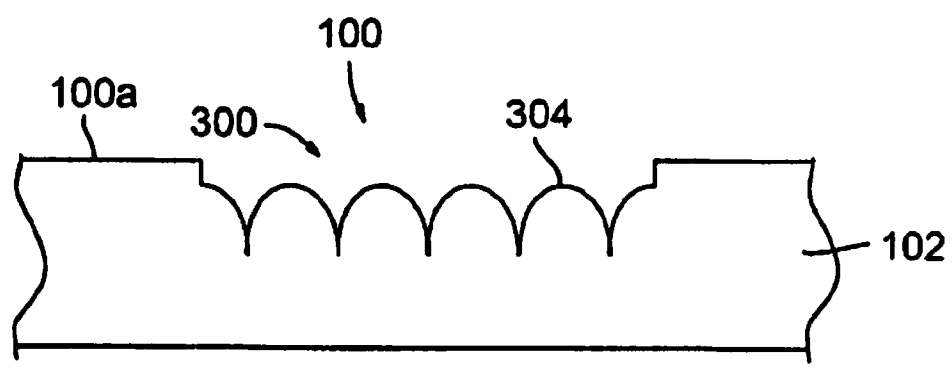


圖3A

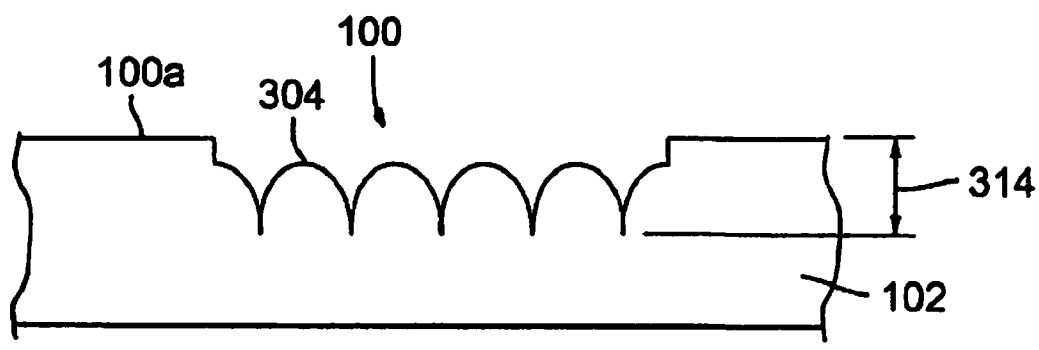


圖3B

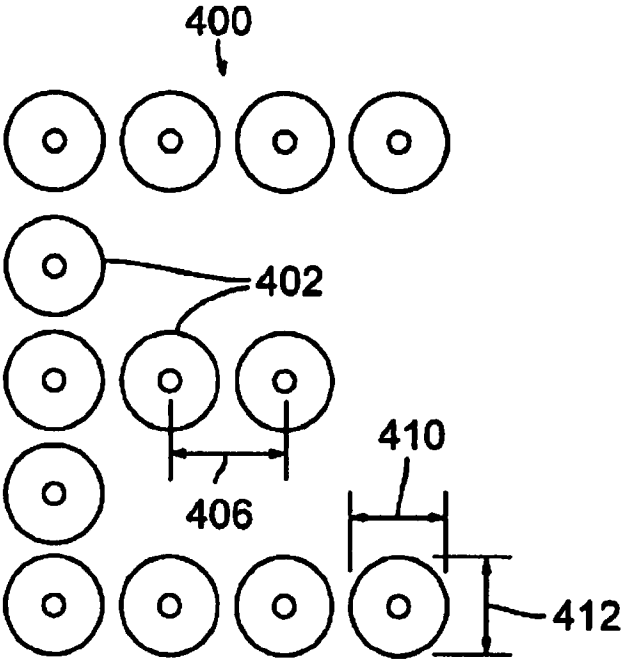


圖4

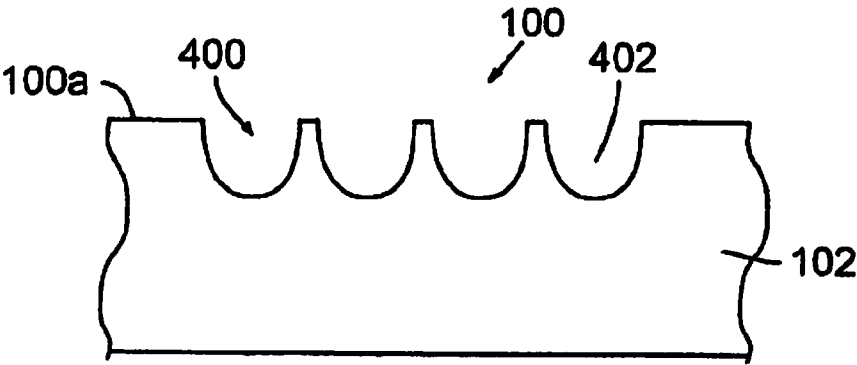


圖4A

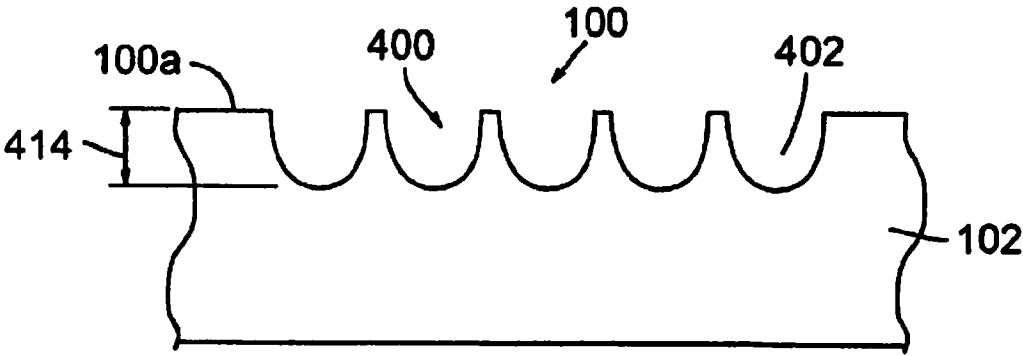


圖4B

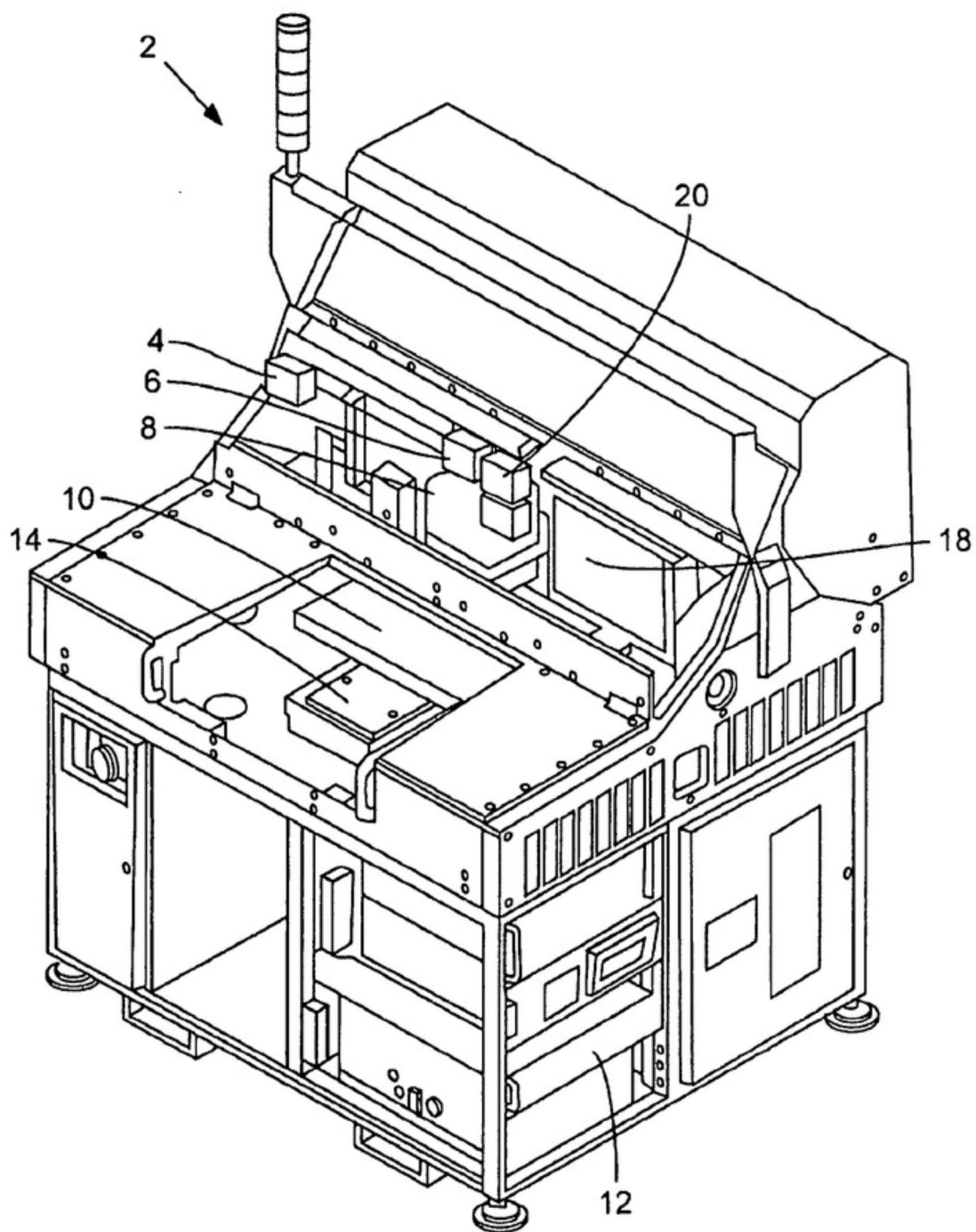


圖 5A

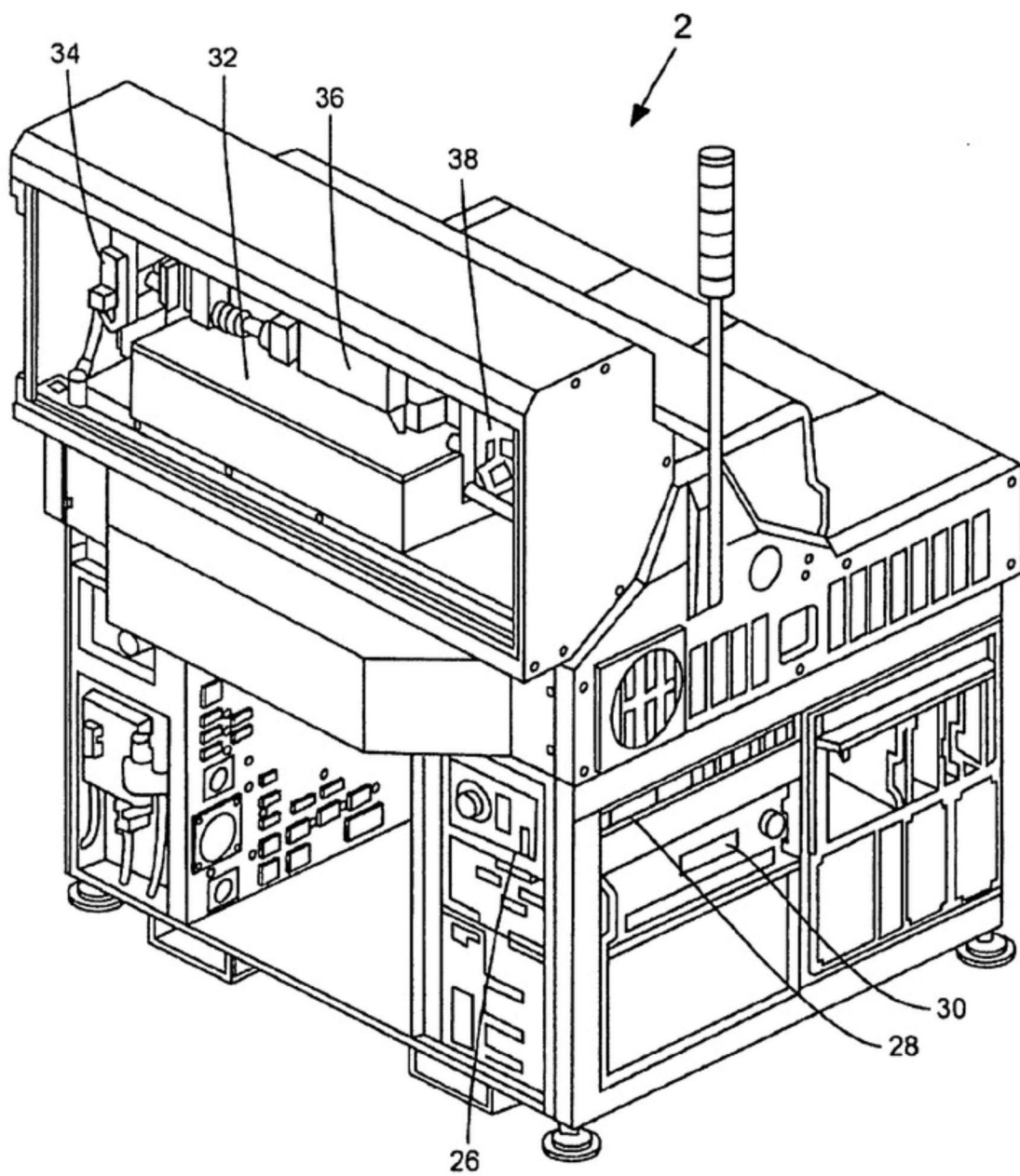


圖5B

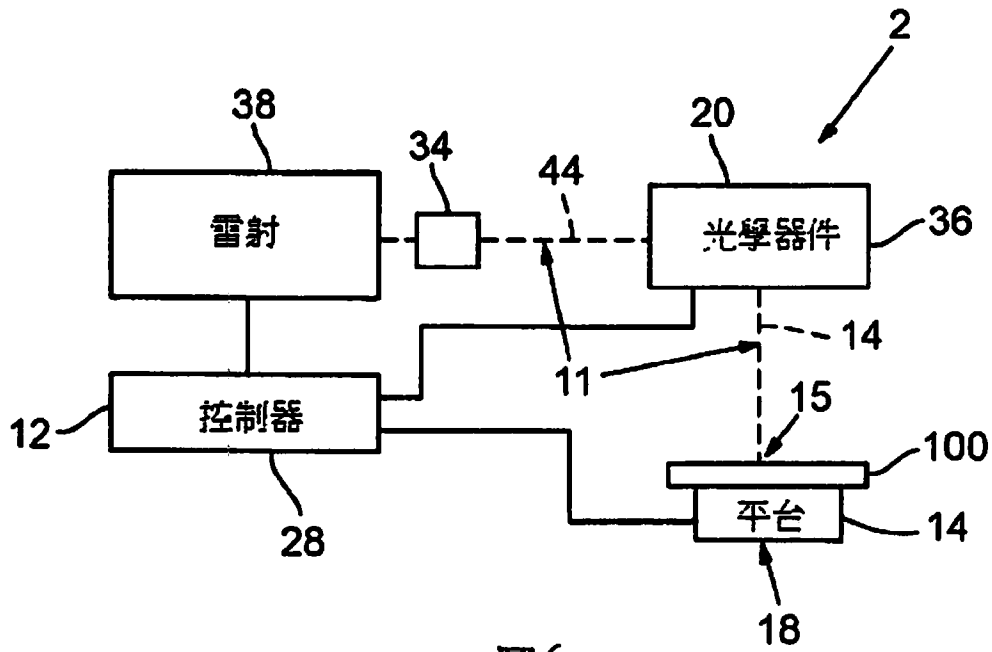


圖6

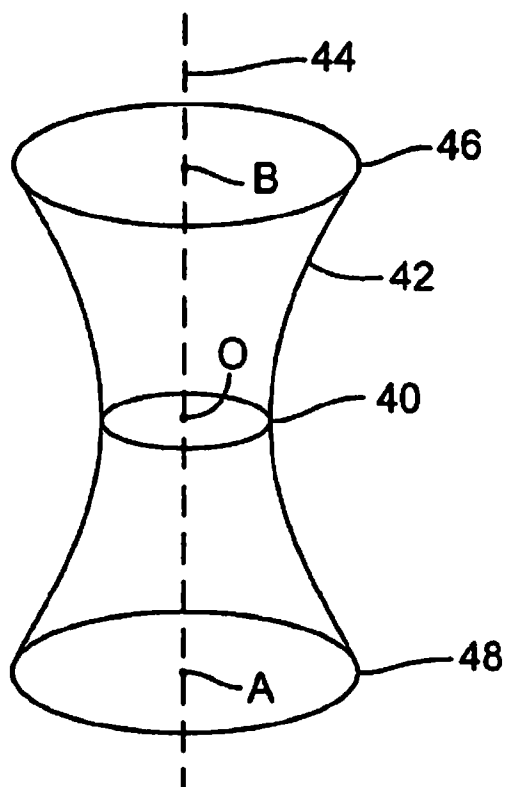


圖7