



(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 I535516 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：099105835

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 01 日

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

(30)優先權：2009/03/27 美國

12/413,084

(71)申請人：電子科學工業有限公司 (美國) ELECTRO SCIENTIFIC INDUSTRIES, INC. (US)
美國

(72)發明人：大迫康 OSAKO, YASU (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 438677

JP 05-131286A

JP 07-236988A

JP 2000-288752A

JP 2003-053928A

US 2002/0195012A1

審查人員：周永泰

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：9 共 28 頁

(54)名稱

於利用雷射移除材料之期間減少熱效應

MINIMIZING THERMAL EFFECT DURING MATERIAL REMOVAL USING A LASER

(57)摘要

一種利用雷射切割片材的處理係藉由利用一用於該雷射之第一刀具路徑來執行一第一複數個選路及在利用該第一刀具路徑執行該第一複數個選路之後利用一用於該雷射之第二刀具路徑來執行至少一第二選路而被改良，由於執行該第一複數個選路該第二刀具路徑從藉由該雷射而被形成的一切縫開始橫越。一 z 高度偏移可與該橫向偏移被同時實施。藉由偏移該刀具路徑，在雷射處理之期間所產生的電漿之干擾可藉由最大化該雷射及該材料之該耦合而減少，其導致該材料較少脫色及/或燃燒。

A process to cut sheet material using a laser is improved by performing a first plurality of routings using a first toolpath for the laser and performing at least a second routing using a second toolpath for the laser after performing the first plurality of routings using the first toolpath, the second toolpath traverse from a kerf formed by the laser as a result of performing the first plurality of routings. A z-height shift can be simultaneously implemented with the transverse shift. By shifting the toolpath, interference of plasma generated during laser processing is minimized by maximizing the coupling of the laser and the material, resulting in less discoloration and/or burning of the material.

指定代表圖：

符號簡單說明：

10 . . . 切縫

12 . . . 入射束

14 . . . 電漿

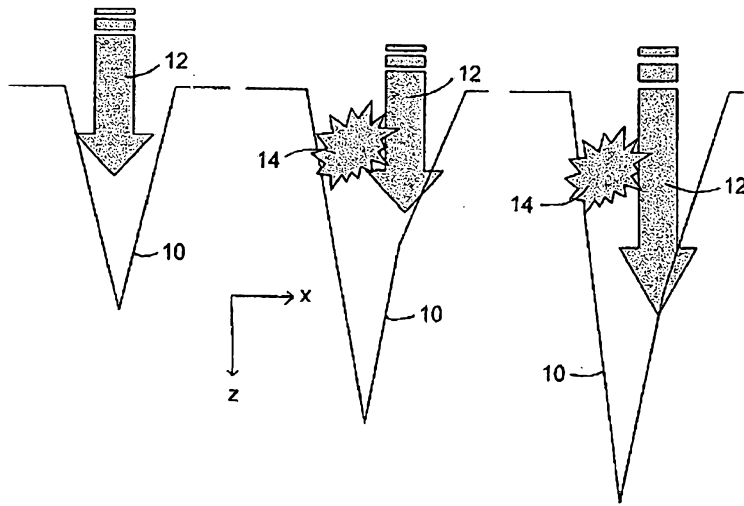


圖 6A

圖 6B

圖 6C

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大體上係關於起因於用於加工以從一零件移除材料之雷射的減少熱效應。

【先前技術】

諸如電腦數值控制(CNC)或金剛石鋸系統之機械系統係切斷塑膠、金屬片或無機板之主要工具。有時用於該切斷之一尖角係此一應用所需。在此情況下，需要較小直徑之鑽頭以用於獲得該尖角。大體上，處理速率被降低以防止此等鑽頭之損壞。有時該材料被塗布有一脆性層。在此情況下，該機械系統亦減緩該處理速率以減少該脆性層中的該等破裂。

一替代工具係一雷射為主之系統，其可減小在該脆性層中的該破裂及/或使該較小的切斷特徵成為可能。

【發明內容】

本發明之實施例提供在一處理中之改良以利用一雷射切割一片材。藉由實例，此一改良包括：利用一用於該雷射之第一刀具路徑來執行一第一複數個選路(routing)及在利用該第一刀具路徑執行該第一複數個選路之後利用一用於該雷射之第二刀具路徑來執行至少一第二選路，由於執行該第一複數個選路該第二刀具路徑從藉由該雷射而被形成的一切縫開始橫越。

當該以下描述連同該等附圖而被閱讀時，關於本發明之此及其他應用之變化及細節對熟習此項技術者而言將變得

顯而易見的。

【實施方式】

本文之該描述參考該等附圖，在全部數個視圖中相似之參考數字指相似的零件。

當諸如一塑膠、聚合物或金屬片之一厚材料之一部分藉由一雷射而被切斷時，熱效應表現為一鈍緣(尤其越過拐角)或較小的曲率。該鈍緣不同地反射來自其他的區域的光，及其結果係一熱環沿該切割之切縫而出現。如下文中的額外細節所論述，當該切縫在一塑膠片內部足夠深時，該蝕刻率趨向飽和。一火焰可在該切縫內部產生。隨之發生的沿該切縫之熔融及該碳化作用使處理品質及所得產品品質降低。

當使用包含一光纖雷射或一氣體雷射之一固態雷射時，依據該蝕刻率通常需要一單一選路之多個重複以切穿該厚材料。即使此一處理用一大脈衝能量或功率透過一次選路來減小此等問題，但是熱仍然可被載入在該材料內部。結果，諸如一鈍緣、或膨脹或脫色之一熱效應可能出現於該切縫處。

本發明之實施例試圖透過最大化該雷射與該被處理材料之間的該耦合而減少該熱效應及最優化材料移除。

在由一特殊材料製成的一零件之雷射燒蝕期間，可利用具有一高吸收之波長及具有短脈衝(與該材料之該熱鬆弛時間相比)之一雷射來獲得一清潔處理。

當具有一大脈衝能量或高功率之高流量被施加於該材料

時，隨著該切縫變得更深藉由該雷射切除所產生之該電漿及/或細粒被截獲在該切縫內部。隨後該電漿及/或顆粒及該入射束之間的交互作用變得顯著的，其導致飽和。圖1顯示關於大約1 mm厚的聚碳酸酯或ABS基板之此飽和之一實例，該基板其上具有一相對較厚的脆性塗層。如圖1所示，隨著選路之數目增加，所達到的深度同樣地增加。此增加對於選路之一較小的數目來說大略地成線性。然而，一旦選路之數目達到一特定點，在此在大約係6選路，蝕刻開始飽和。亦即，該熱效應干擾該選路使得無法達到增加深度。

不被理論所束縛，若干損耗機制被合理的考慮：至該電漿之該入射雷射束之該吸收、藉由諸小顆粒之該入射束之該散射、該聚焦深度及/或強度變化。舉例而言，在若干選路之後，在該切割深處中的該雷射強度比於該頂面的該雷射強度更小。使用該電漿之該雷射之該吸收與該波長成比例。該散射與該波長之該第四功率成反比例。經由吸收之該交互作用增加該電漿之該溫度，其可加熱該附近的材料。此外，藉由該電漿之該入射束之該吸收可導致該處理速率及品質降低。此在圖2A及2B中被繪示。圖2A係在利用一雷射(由入射束12代表)之一第一選路之後一切縫10之一截面。在為了增加該切割深度之隨後的選路期間，電漿(燒蝕材料)14在蝕刻期間累積且可被截獲在切縫10之該溝渠中。

一個可能的解決方案係執行一隨後的選路同時改變在該

刀具路徑中的雷射參數，明確言之係如圖2B(不按比例)示意性地顯示改變該雷射束及/或該工件之z軸(z高度)位置。藉由改變該z軸位置，由於該電漿14不會阻塞該入射束12之該全部路徑，更多該入射束12可透過該電漿14達到該切縫10而非藉由利用該第一刀具路徑之重複的選路而發生。關於減少或避免干擾電漿14之額外的好處可藉由該雷射之該選路中的一橫向偏移(例如，該雷射束及/或該工件之一x軸偏移)而達到，使得一個或更多個額外的選路發生在該(等)原始選路附近但是放大該區域，其中電漿14可被截獲以便其更容易地被分散。本發明方法之特性及其處理控制在下文中的額外細節中被描述。

本發明之實施例可被合併入一雷射系統之控制中，諸如2008年7月31日公告的美國專利公開案第2008/0179304 A1號所描述，其全部內容以引用的方式被併入本文中。圖3顯示本發明可被併入其中之一雷射系統之一個實例，其在一件片材16上工作。在圖3中，一連續波(CW)CO₂雷射18及一聲光調變器(AOM)20經組態為一次微秒雷射功率控制器/光閘。一準CW CO₂雷射亦可被使用。AOM 20亦經組態為脈衝發生器以用於CW雷射18。在另一個實施例中，AOM 20可經組態為脈衝檢出器以用於一脈衝雷射。AOM 20亦可經組態用於調整該脈衝能量及重複率以便該處理不僅能在該恆定速度週期期間進行，而且能在加速及減速週期期間進行。視需要定位於CW雷射18與AOM 20之間係一隔離器22、例示的一布魯斯特(Brewster)窗、及一光閘

24。如果隔離器22及光閘24被合併，一準直器26可視需要定位在隔離器22與光閘24之間。

依據藉由AOM 20所選擇之一偏轉角，該雷射束從AOM 20通過反射相位延遲器(RPR)32而被引導至一束集堆28或至一第一鏡30。第一鏡30引導該雷射束從AOM 20通過一可選的變焦透鏡系統34至一第二鏡36，該第二鏡36引導該雷射束通過一孔徑38。孔徑38包括一第一透鏡38a，其位於鄰近第二鏡36之該雷射束路徑中；孔徑38b，其鄰接第一晶透鏡38a；及一第二透鏡38c，其位於孔徑38b之相對側。第一透鏡38a可被改變為諸如繞射光學器件之一空間修正元件。一頂帽束可連同此繞射光學器件而被使用。另外，代替第二鏡36，一光束分離器可被合併以便除了將該雷射束之一部分引導至孔徑38之外還可將該雷射束之一部分引導至一功率監視器，該功率監視器經組態以提供雷射功率控制至AOM 20。孔徑38將該雷射束引導至位於一X、Y平台(支架)之一處理頭。為簡單起見，該處理頭及構台被由一透鏡40代表。該處理頭將該雷射束引導至片材16，其在一額外平台工作面42上被對齊。當然，及如美國專利公開案第2008/0181269 A1號(其亦於2008年7月31日公告及其全文以引用的方式被併入本文中)所描述，該系統可合併額外的組件(諸如超過一個AOM 20)以將多個雷射束從CW雷射18分配至多個處理頭。被顯示及描述的該分段CW雷射18之一個好處係其致使該孔徑38能夠在該中介脈衝間持續時間之期間冷卻及避免過度的熱負荷於該孔38

中。

如以上描述所清晰表述，在此配置中的變化係可能的，及本發明之實施例可被併入各種系統組態中。如額外的實例，雖然RPR 32被包含以確保片材16之該表面之該入射束12係圓偏光的以幫助獲得一均勻的處理(不管該處理方向)，但是此一組件並非係必需的。此外，AOM 20提供一尖銳的矩形脈衝，及孔徑38b及三個透鏡38a、38c、40之該組合提供一尖銳的空間邊緣，該等透鏡將於孔徑38b之該截斷束傳輸至片材16。根據某些實施例，需要具有一個或二者組件。然而，兩者皆非必需的。如本文中所描述，舉例而言，來自CW雷射18之一緩慢上升時間脈衝可被用於本發明之實施例中，儘管其較不需求。

至少一個控制器44被併入圖3之該系統以控制諸如該支架及AOM 20之各種組件。如本文中所描述，控制器44可為一標準微控制器，其包含一中央處理單元(CPU)、隨機存取記憶體(RAM)、唯讀記憶體(ROM)及接收輸入信號及發送輸出信號之輸入/輸出埠，該等信號被需要以控制該系統及執行某些處理步驟。本文中所描述之該等功能大體上係被儲存在記憶體中的程式化指示及藉由該CPU之該邏輯而被執行。當然，執行本文中所描述之該等功能之該控制器可為利用外部記憶體之一微處理器或可包括此一微處理器或其他積體邏輯電路結合的微控制器之一組合。控制器44大體上被併入一個人電腦或連同其工作，該個人電腦具有一螢幕及諸如鍵盤之輸入裝置，其用於輸入處理控

制之指令及用於監視該處理控制。

根據本文中的教示，藉由最小化接觸燒蝕14之該入射束12，該雷射-材料耦合可藉由減少僅被用於加熱片材16之該雷射功率之一部分(其導致該材料之形變及/或脫色)而被改良。

圖4A代表一所謂的矩形脈衝，其具有利用根據圖3之該系統而產生之一小於1 μsec 的上升時間。一矩形脈衝合併與一所謂的三角形脈衝相比之一相對較短的上升時間，該三角形脈衝具有一相對較長的上升時間使得該脈衝需更久以達到一高溫從而燒蝕該片材16。此一緩慢上升時間脈衝之一示波器輸出被顯示於圖4B中。如圖4B所示，該脈衝上升時間大約係300 μsec 及該脈衝寬度係接近400 μsec (FWHM)。

熱方程式(1)可被用於估計一材料之該熱動力學，亦即，基於諸如雷射脈衝之一熱源之應用，一材料加熱及冷卻之時間有多快：

$$\partial T / \partial t = k \nabla^2 T + \alpha * I(x, y, z) * V / c_p ; \text{ 其中}$$

$T(x, y, z, t)$ 係該材料在空間及時間中之該溫度；

k 係該材料之該熱擴散率；

α 係該材料之該吸收係數；

$I(x, y, t)$ 係該入射輻射之該未反射部分；

V 係該材料之該莫耳體積；

c_p 係該材料之該熱容量；及

$$k \nabla^2 T = \partial / \partial x (k \partial T / \partial x) + \partial / \partial y (k \partial T / \partial y) + \partial / \partial z (k \partial T / \partial z)。$$

圖 4C 係利用熱方程式(1)之一修正以模擬具有二個不同類型的雷射脈衝之該熱動力學所執行的一模擬。被使用之二個脈衝之該形狀大體上係具有該相同尖峰(如圖 4A 及 4B 之該等實例波形所示，每單位 1 個)之三角形，但其具有不同的時間剖面。一個脈衝具有一 5 μsec 上升時間，而另一者具有一 100 μsec 上升時間。對於該相同材料，該模擬顯示在上升時間中的一大差值將影響在該材料中的該溫度升高之該效率及由此影響該燒蝕之該效率。因此，片材 16 載有內部熱，其在該延伸上升時間之期間影響該壁及邊緣之品質。

為了驗證該模擬，利用具有不同時間剖面(亦即，一快速上升時間脈衝及一緩慢上升時間脈衝)的一 CO_2 雷射切穿一塑膠片，及該等結果被顯示在圖 5A 及 5B 中。圖 5A 顯示藉由 CW 雷射 18 及 AOM 20(該快速上升時間脈衝)而被切割之一切縫剖面，及圖 5B 顯示藉由一普通脈衝 CO_2 雷射(該緩慢上升時間脈衝)而被切割之一切縫剖面。在圖 5B 中的該切割之該初始點顯示更顯著的熱效應。亦即，在圖 5A 中利用一矩形脈衝而被雷射切割之該切縫剖面比在圖 5B 中利用具有一相對較緩慢的上升時間之一脈衝而被雷射切割之該切縫剖面顯示更少的熱效應，例如，脫色及燃燒。此測試證實該模擬。當該材料移除率飽和時，該效率下降。更多的雷射功率變成加熱電漿及鄰近材料。隨之發生的效應係藉由使該頂塗層脫層而熔化該切縫壁及/或使該切縫放大及/或使該頂面脫色。如圖 5B 所示，該三角形脈衝亦導致

一較大直徑的切縫。當具有較小錐度的一壁被需要時，需求避免該電漿-誘導燃燒之產生。如下文所描述，在11個選路之後此一熱效應被顯示在圖8之該切縫之該邊緣中。本發明之實施例更需求使用一快速上升時間脈衝(例如，一矩形脈衝)，此係因為其更容易避免此產生，及在本文中所顯示之該等實例使用此一脈衝。然而，更緩慢的上升時間脈衝亦可被使用。

根據本發明之一處理參照圖6A至6C、7A及7B而在額外的細節中被描述。廣泛言之，該處理包括至少二個步驟。該第一步驟係根據一第一刀具路徑利用執行一選路數目之該雷射來移除材料(舉例而言，該第一刀具路徑大體上被儲存為一刀具路徑檔用於藉由控制器44實施)。該第一步驟較佳地係在材料移除之該線性區域中執行，其中利用該第一刀具路徑之額外的選路繼續移除材料而不具有飽和之跡象。換言之，線性部分意味著該輸入功率被線性地用於材料移除。當該斜率減小(舉例而言，如圖1所示)時，材料移除之該效率下降。然而，在某些情況下，尤其當該線性區域係小及/或切縫10之該需要深度係較深的時，該第一步驟可繼續進入該飽和區域。當該被完成的邊緣之該等要求係使得在其外觀上有些彈性時此尤其屬實。圖6A顯示在根據複數個選路的該第一步驟之期間形成切縫10之一雷射之入射束12。該材料之大部分通常係在該第一步驟中被移除。

一第二或隨後步驟有關利用具有從該第一刀具路徑之一

橫向偏移的一第二刀具路徑來執行至少一個額外的選路，亦即，從藉由該第一步驟所產生的一跡線(本文中圖6A所示之切縫10)開始之一橫向偏移。當然，本發明不限於一第二步驟且可包含具有對於該x軸、z軸或二者之進一步調整的額外步驟。圖6B顯示具有此一橫向偏移的一第二步驟期間圖6A之切縫10。因為較少入射束12被電漿(燒蝕材料)14吸收及/或偏斜，此第二步驟容許諸如CW雷射18之該雷射與該材料更好地耦合。亦即，由於該雷射束路徑未被導引至該電漿14，可減少燒蝕之飽和。圖6B顯示一替代的第二步驟，如先前參照圖2B所論述，其包含一橫向偏移(亦稱為一x軸偏移)及一z軸偏移。根據此實施例，該第二步驟亦改良錐度以移除接近切縫10之該底部之材料及改良壁品質。由於在該第二步驟之該選路中該材料與該雷射(明確言之，入射束12)相對於根據該第一刀具路徑繼續施加選路之更好的耦合，故減少熱效應。

該橫向或x軸偏移將參照圖7A及7B更清晰地描述。該第一步驟在該處理變飽和前燒蝕某些材料，如果可能的話，及提供一小於一需求切縫寬度 w_2 之特定尺寸之一切縫寬度 w_1 。舉例而言，該第一刀具路徑應用複數個選路以形成如圖7A所示之一圓圈。隨後，該第二步驟應用一第二刀具路徑之一個或更多個選路，其具有如圖7B所示在該橫向(x軸)方向之某些偏移。對於該第二步驟，如參照圖6C所描述，該z高度亦可被調整用於更深的切割。在此方法中，該第二步驟提供如該虛線所示之該需求切縫寬度 w_2 之一切

縫10以及亦可與一z軸偏移相關聯。

如圖7A及7B所示，該切割係一圓形切割，其導致一圓形切縫10。然而，本發明可配合其他切割使用，其包括具有線性段之切割。該第二刀具路徑在任何情況下皆併入相對於藉由該第一步驟產生的該切縫或跡線之該中心的一橫向偏移。如果該應用係一切斷，及被移除之該件(諸如圖7A中的該圓形件)之該品質係不重要的，則如熟習此項領域之技術者已知只要其在該第二步驟之後不留下大量熱效應，該第一步驟可為一相對侵蝕性的切割。如此，該第二步驟可連同用於一減少熱效應之最佳參數而被應用，同時產生一乾淨的邊緣用於該開口。

如提及，在該第一步驟中的選路之該數目較佳係在材料移除之該線性區域中執行。此線性區域依據該材料之該熱影響帶。使用該已知之該熱影響帶範圍，採取x及/或z偏移以延伸該線性區域，其界定具有適當橫向偏移的多個刀具路徑檔。此等步驟之細節參照圖8及9而被最佳地說明。

在圖8及9之該實例中，片材16係具有一30 μm厚的脆性塗層之約1 mm厚的塑膠(聚碳酸酯)。需求該邊緣在雷射處理之後係尖銳的。在一單一選路中，該熱影響帶與該脈衝寬度之該平方根成比例。亦即，該擴散長度或熱影響帶可藉由方程式(2)而被粗略地估計：

$$2 * \sqrt{k * T_p} ; \text{其中}$$

k係該熱擴散率；及

T_p係該脈衝寬度。

由於此關係，較佳的係使用較短脈衝，但是該材料移除率隨脈衝能量增加，該脈衝能量是該脈衝寬度及尖峰高度之乘積。為了限制用於此測試之變量，該尖峰高度被固定。因此，該脈衝寬度是調整用於熱效應及處理量之變量。推論係由於在該溝渠內部之電漿(其吸收大量入射束)之該限制，即使當時間被包含在第一步選路(其給予該材料時間以冷卻)之間時及當調整重複率時等等，該材料移除率隨選路之數目增加而飽和。

同時方程式(2)大略地估計在一個選路中的該熱影響帶，此估計之該準確度隨選路之數目快速地下降。該熱影響帶在該切縫之外部，即該熱效應而非燒蝕發生之處。蝕刻深度可被估計為該材料之該吸收係數之倒數。假定該蝕刻深度，基於諸如圖1所示之一實驗的一經驗方程可被用於預測該線性區域。

或者，當超過一個選路被執行時熱方程式(1)可被修正以估算在空間與時間中的該材料之該熱動力學且因此其可被用於估計該熱影響帶。

如本文所描述，界定該熱影響帶及決定選路之該第一及第二數目，連同橫向及/或z軸(或z高度)偏移在實驗上被完成。假定一理想的切縫剖面及片材16包括具有一30 μm 厚的脆性塗層之約1 mm厚的塑膠(聚碳酸酯)，選擇該脈衝特性之方法被習知地應用。此導致利用具有一5.1 μsec 長脈衝之一50 KHz雷射的實驗條件，該長脈衝具有一150 mm/s之選路速率。孔徑38具有一500 μm 之直徑以削減該射束之

20%的功率，及所得脈衝具有一95%的工作週期(於25 KHz)。

在該第一步驟中的選路之該數目被執行及深度測量於選路1、3、5、7、9及11處被進行以決定何時該材料移除率飽和。如圖8所示，飽和在五個(5)選路之後開始。於此，選定用於該第一步驟之選路的數目係五個(5)選路。並非必須檢出在該線性區域中之選路之一數目，但是較佳的係其中一乾淨的邊緣係需求的及該材料具有一更寬的線性區域。依據用於該邊緣品質之該等要求，可選擇較大數目之一選路。用於該第二步驟之沿該x軸之偏移的量可藉由諸如錐度及處理量的該邊緣品質而被決定。如果該偏移與切縫寬度相比係過小的，以一線性方式進一步穿透入該材料可能不發生。不被理論束縛，此係由於該產生的電漿14不具有足夠的空間擴展(逸出)以減輕其與入射束12之間的該耦合。

於此，偏移之數量在實驗上被決定。在該z高度(亦即，該z軸方向)中之該偏移之數量可依據該材料，但是該目標係找到偏移之該最佳量以便以一通過該點之線性方式擴大該移除率，在該點中該一個步驟處理如此以致在減少損壞的同時移除額外的材料。該第一及隨後的選路在空間上彼此重疊。

圖9顯示在各種處理方法中該燒蝕相對於選路之數目。該一個步驟處理僅僅增加選路之該數目而不改變用於該第一刀具路徑之任何參數。該第二步驟併入一橫向偏移(x偏

移)及/或一z高度變化。如圖9所示，由於該切割之額外的深度可連同一減小的熱效應而被獲得，具有作為一第二步驟之橫向及z高度調節的該兩步驟處理改良該燒蝕處理。在圖9中，選路之該總數係在該第一及第二步驟中的該等選路之和，其中該第一步驟包括五個(5)選路。該x軸偏移係50 μm ，同時該z高度從該頂面移至該頂面以下700 μm 。

本發明之實施例藉由添加包含一橫向及/或y軸偏移之一第二步驟來最大化該雷射與材料之間的該耦合。此獲得具有最小錐度的一壁及一尖銳的切縫邊緣。該壁亦顯示諸如過度熔融及脫色之最小熱效應。因此，在處理期間材料之移除被最優化。

雖然本發明已經連同某些實施例而被描述，應瞭解本發明並不僅限於該等被揭示的實施例而是，相反地，意欲涵蓋被包含在該隨附申請專利範圍內的各種修正及等效配置，其範圍將與該最寬泛的說明一致以便包含按法律規定被允許的所有此等修正及等效結構。

【圖式簡單說明】

圖1係顯示該蝕刻之飽和之一圖表，其藉由比較選路之一數目與一切割深度；

圖2A及2B係在雷射處理之期間一切縫之橫截面之簡化示意圖；

圖3係合併本發明之一實施例之一系統之一簡化示意圖；

圖4A係藉由一雷射所產生的一矩形脈衝之一時間剖面；

圖4B係藉由一Rf泵送式脈衝CO₂雷射所產生之一緩慢上升、或三角形的脈衝之一放大的示波器輸出；

圖4C係對具有二個不同時間剖面的不同雷射脈衝在一材料中的該溫度上升進行比較之一圖表；

圖5A係藉由複數個矩形脈衝而處理之一切縫的一放大俯視圖；

圖5B係藉由複數個具有一緩慢上升時間之矩形脈衝而處理之一切縫的一放大俯視圖；

圖6A係根據本發明之一實施例的兩步驟處理之一第一步驟中的一切縫切割之該截面的一簡化示意圖；

圖6B係根據本發明之一實施例的兩步處理之一第二步驟中的一切縫切割之該截面的一簡化示意圖；

圖6C係根據本發明之另一個實施例的該兩步驟處理之一第二步驟中的一切縫切割之該截面的一簡化示意圖；

圖7A係根據圖6A之該第一步驟中的該雷射選路的一簡化平面圖；

圖7B係根據圖6B或圖6C之該第二步驟中的該雷射選路的一簡化平面圖；

圖8係根據該第一步驟(根據圖6A)中的雷射選路之一變化的數目而處理的切縫之一放大截面視圖；及

圖9係顯示如參照圖6A至6C、7A及7B描述之各種處理方法之燒蝕相對於選路之該數目的一圖表。

【主要元件符號說明】

10 切縫

12	入 射 束
14	電 漿
16	片 材
18	雷 射
20	聲 光 調 變 器
22	隔 離 器
24	光 閘
26	準 直 器
28	束 集 堆
30	第 一 鏡
32	反 射 相 位 延 遲 器
34	變 焦 透 鏡 系 統
36	第 二 鏡
38	孔 徑
38a	第 一 透 鏡
38b	孔 徑
38c	第 二 透 鏡
40	透 鏡
42	工 作 面
44	控 制 器
w1	切 縫 寬 度
w2	切 縫 寬 度

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：99105835

※ 申請日：99.3.01

※IPC 分類：B23K 26/06 (2014-01)

一、發明名稱：(中文/英文)

於利用雷射移除材料之期間減少熱效應

MINIMIZING THERMAL EFFECT DURING MATERIAL REMOVAL
USING A LASER

二、中文發明摘要：

一種利用雷射切割片材的處理係藉由利用一用於該雷射之第一刀具路徑來執行一第一複數個選路及在利用該第一刀具路徑執行該第一複數個選路之後利用一用於該雷射之第二刀具路徑來執行至少一第二選路而被改良，由於執行該第一複數個選路該第二刀具路徑從藉由該雷射而被形成的一切縫開始橫越。一z高度偏移可與該橫向偏移被同時實施。藉由偏移該刀具路徑，在雷射處理之期間所產生的電漿之干擾可藉由最大化該雷射及該材料之該耦合而減少，其導致該材料較少脫色及/或燃燒。

三、英文發明摘要：

A process to cut sheet material using a laser is improved by performing a first plurality of routings using a first toolpath for the laser and performing at least a second routing using a second toolpath for the laser after performing the first plurality of routings using the first toolpath, the second toolpath traverse from a kerf formed by the laser as a result of performing the first plurality of routings. A z-height shift can be simultaneously implemented with the transverse shift. By shifting the toolpath, interference of plasma generated during laser processing is minimized by maximizing the coupling of the laser and the material, resulting in less discoloration and/or burning of the material.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (6B) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	切 縫
12	入 射 束
14	電 漿

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

七、申請專利範圍：

1. 一種利用一雷射切割一片材之方法，其包括：

利用用於該雷射之一第一刀具路徑執行一複數個第一選路直至一由該複數個第一選路形成且延伸於該片材之一頂面下之切縫到達一沿該第一刀具路徑之第一深度，該複數個第一選路之各個選路係將該切縫沿該第一刀具路徑延伸進入該片材較該複數個第一選路之一先前選路為深；及

在執行該第一複數個第一選路之後利用用於該雷射之一第二刀具路徑執行至少一第二選路，該第二選路係在沿該片材之該頂面之一方向與該第一選路隔開，藉此按一沿該第二刀具路徑之量延伸該切縫之一寬度及延伸該沿該第二路徑之量至至少該第一深度；其中執行該複數個第一選路發生在藉由雷射移除材料之一線性區域中，發生材料移除之該線性區域為利用該第一刀具路徑之額外的選路繼續移除材料而不具有飽和之跡象。

2. 如請求項1之方法，其中該雷射之一脈衝係具有小於1微秒之一上升時間的一矩形脈衝。
3. 如請求項1或2之方法，其中執行該複數個第一選路及執行該至少該第二選路係自該片材之頂面至一相對表面將該片材切穿。
4. 如請求項1或2之方法，其中執行該複數個第一選路包含：

沿該第一刀具路徑執行該複數個第一選路之一初使選

1/14/2012/10日修正替換面

路至在該片材之該頂面下之一初使深度；及

沿該第一刀具路徑執行該複數個第一選路之一隨後選路以沿該第一刀具路徑延伸該切縫進入該片材較該初使深度為深；其中

該初使選路及該隨後選路各移除大約一相同該片材之量。

5. 如請求項1或2之方法，其中該第二刀具路徑包含從該第一刀具路徑之一 z 高度偏移。

6. 如請求項1或2之方法，進一步決定第一選路之數目係按：

藉由實驗決定該材料移除之該線性區域；及

基於該實驗選擇第一選路之數目。

7. 如請求項1或2之方法，進一步決定第一選路之該數目係按：

利用在該片材之一樣本上的該第一刀具路徑執行至少三個選路；及

選擇該至少三個選路之一個作為第一選路之數目。

8. 如請求項1或請求項2之方法，其中執行至少一第二選路包括在執行該複數個第一選路之後利用用於該雷射之該第二刀具路徑執行複數個第二選路。

9. 如請求項1或請求項2之方法，其進一步包括：

在執行該至少該第二選路之後利用用於該雷射之一第三刀具路徑執行至少一第三選路，該第三刀具路徑包含從該第一刀具路徑之一 z 高度偏移。