

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明，係有關適合用來加工印刷電路板或半導體的雷射加工方法及雷射加工裝置。

【先前技術】

UV 雷射之脈衝能量，是取決於相對激發時間之輸出放出時間，故一般來說其頻率越低便獲得越大的脈衝能量，隨頻率越高，脈衝能量便越小。

峰值輸出、脈衝寬度，是取決於脈衝頻率、用以生成基本波的結晶之種類與長度、用以激發結晶的 LD(雷射二極體)輸出，故隨頻率越高，輸出放出時間、亦即脈衝寬度便越長。若脈衝頻率低便可能使結晶受損壞，故實施保護以避免在低頻率區產生振盪，輸出最大位置，則設定於比下限頻率區稍高的位置。峰值輸出隨頻率之增加而緩慢降低。

圖 10，係顯示應用於印刷電路板之加工、代表性的 YVO4 激發之高峰值、短脈衝寬度的 UV 雷射之輸出特性的特性圖。

YVO4UV 雷射，係基本波結晶及第 3 高次諧波(THG)波長轉換結晶為外部共振腔之構造，若調 Q 器(Q-SW)接通(ON)，波長為 1064nm 之基本波便振盪，同時進行波長轉換。因 Q-SW 使用回應速度快之偏光調變方式之電氣光學裝置，故幾乎無殘留基本波，脈衝寬度短，但因峰值强度高，故結晶容易受到損壞。因此，使波長轉換結晶定期變換位置來確保裝置壽命。

如圖 10 所示，在脈衝頻率 40kHz 平均輸出最大為約 11W，隨頻率之增加而降低，在 100kHz 則約為 5.5W。若增加頻率，雖脈衝上升部之變化少，但脈衝寬度在脈衝下降部之傾斜緩慢增加，從 25ns 增為 35ns。脈衝能量，相對 50kHz，在 100 kHz 降低至 25%，峰值輸出則降低至 19%。

圖 11 係顯示，與 YVO4UV 雷射同樣地應用於印刷電路板之加工，代表性 YAG 激發之低峰值、長脈衝寬度 UV 雷射之輸出特性的特性圖，為了比較，以虛線表示圖 10 所示之 YV04UV 雷射之頻率。

YAGUV 雷射，係基本波結晶及 THG 波長轉換結晶為內部共振腔之構造，若 Q-SW 接通，則基本波振盪，同時進行波長轉換。Q-SW 使用回應速度低的聲光裝置，故即使 Q-SW 斷開後，到光束通過結束為止，基本波仍持續通過變換結晶。因此，輸出時間、亦即脈衝寬度長，但峰值強度低，故結晶之損壞程度低。

如圖 11 所示，在脈衝頻率 40kHz 平均輸出最大約 11W，頻率越增加，平均輸出便越低，在 100kHz 約為 5.5W。若增加頻率，雖脈衝上升部之變化少，但脈衝寬度在脈衝左下部之傾斜之增加大，從 130ns 增加至 180ns。脈衝能量，相對 50kHz，在 100kHz 降低至 25%，峰值輸出則降低至 15%。

若比較圖 10 及圖 11，脈衝頻率 40~100kHz 之範圍的平均輸出，兩者均大致相同。然而，若以 YVO4UV 雷射之頻率 50kHz 為基準(100%)，則在 YAGUV 雷射之頻率 50kHz 的峰值輸出為 20%，而在 100kHz 之峰值輸出約為約 4%。

如圖 10 及圖 11 所示，習知雷射，在脈衝頻率 40～100kHz 之範圍可應用之脈衝寬度取決於頻率，並限定於 YVO4UV 雷射之場合 20～35ns、及 YAGUV 雷射之場合 130～180ns 之範圍。因此，無法以圖 11 中標示斜線之適合絕緣層加工之範圍之脈衝寬度來進行加工。

平均輸出、峰值輸出、脈衝能量、脈衝頻率、脈衝寬度、材料除去量、能量密度、輸出密度，係有以下之關係。

$$\text{脈衝能量 (J)} = \text{平均輸出 (W)} / \text{脈衝頻率 (Hz)}$$

$$\text{峰值輸出 (W)} = \text{脈衝能量 (J)} / \text{脈衝寬度 (s)}$$

$$\text{除去量} \propto \text{脈衝能量} \times \text{脈衝數}$$

$$\text{能量密度 (J/cm}^2\text{)} = \text{脈衝能量 (J)} / \text{光束面積 (cm}^2\text{)}$$

$$\text{輸出密度 (W/cm}^2\text{)} = \text{峰值輸出 (W)} / \text{光束面積 (cm}^2\text{)}$$

亦即，脈衝能量與脈衝頻率成反比，峰值輸出與脈衝寬度成反比。又，除了導熱度高的銅等金屬材料以外，通常，輸出密度(單位時間之能量密度)較材料之分解閾值充分地大，故除去量與總能量(脈衝能量×脈衝數)大致成正比。因此，若在最大輸出附近進行加工，效率更佳，能加快加工速度。

另一方面，具代表性之印刷電路板材料的 FR-4 材料之場合，導體層的銅導體層、絕緣層(於玻璃纖維含浸有樹脂的層)，隨材料物性值之不同於輸出密度及能量密度閾值約有 10 倍之差(銅：玻璃纖維：樹脂 $\propto$ 10：3：1)，而且各個材質有適當的條件。以下，做具體的說明。

(1)在對表面之銅導體層加工的情形，若能量密度、輸

出密度過高，在銅導體層除去後之瞬間，導體層正下方之絕緣層便被以大輸出加工，故樹脂除去，絕緣層之底切(undercut)變大。另一方面，若能量密度、輸出密度過低，所供應之熱便往加工部周邊擴散，單位脈衝之除去量減少。因此，脈衝數增加，加工速度變慢。由以上得知，適合銅導體層之加工的能量密度、輸出密度，在高峰值、短脈衝寬度之場合，分別為約 $5 \sim 10 \text{ J/cm}^2$ 、約 $150 \sim 300 \text{ MW/cm}^2$ 之範圍。在低峰值長脈衝寬度之場合，分別為約 $10 \sim 20 \text{ J/cm}^2$ 、約 $100 \sim 200 \text{ MW/cm}^2$ 之範圍。

(2)在對玻璃纖維加工的場合，若能量密度、輸出密度過高，周邊之樹脂便由於表面反射光而被除去，玻璃纖維之從樹脂面之突出變大，隨著加工進展，若絕緣層之剩餘量變少，將損壞孔底之銅導體層。另一方面，若能量密度、輸出密度過低，單位脈衝之除去量便減少，故脈衝數增加，加工速度變慢。

由以上得知，適合玻璃纖維之加工的能量密度、輸出密度，在高峰值、短脈衝寬度之場合，分別為約 $2 \sim 6 \text{ J/cm}^2$ 、約 $100 \sim 200 \text{ MW/cm}^2$ 。又，在低峰值、長脈衝寬度之場合，分別為約 $3 \sim 8 \text{ J/cm}^2$ 、約 $60 \sim 120 \text{ MW/cm}^2$ 之範圍。

(3)在對樹脂加工的場合，若能量密度、輸出密度過高，將損壞孔底之銅導體層。另一方面，若能量密度、輸出密度過低，孔底之樹脂剩餘量變多，而且脈衝數增加，故加工速度變慢。

由以上得知，適合樹脂之加工的能量密度、輸出密度，

在高峰值、短脈衝寬度之場合，分別為約 $0.5 \sim 1.5 \text{ J/cm}^2$ 、約 $15 \sim 30 \text{ MW/cm}^2$ 。又，在低峰值、長脈衝寬度之場合，分別為約 $0.7 \sim 1.5 \text{ J/cm}^2$ 、約 $10 \sim 20 \text{ MW/cm}^2$ 之範圍。

由上述得知，若以孔品質、孔形狀、加工速度為基準，對每種被加工物之材質適當的能量密度及輸出密度之閾值便存在上限值、下限值，若在最大輸出附近進行加工，孔品質、孔形狀將劣化。例如，在使用圖 10 及圖 11 所示之 UV 雷射來對銅導體層、玻璃纖維、樹脂實施孔徑 $50 \mu\text{m}$ 的加工時，由適合的能量密度及輸出密度來看，實用的脈衝頻率分別受限於約 40 kHz 以下、約 60 kHz 以下、約 100 kHz 以下之範圍。

因此，以往，隨加工之進行(亦即，每逢待加工之材質改變時)，在頻率 40 至 100 kHz 之範圍，以銅導體層加工、玻璃纖維加工、樹脂加工所需之能量(或峰值輸出)為基準改變脈衝頻率來加工，或者是以銅導體層加工所需的能量(或峰值輸出)為基準決定脈衝頻率，對於玻璃纖維、樹脂，不改變脈衝頻率而改變 LD 輸出(亦即雷射振盪器之輸出)調整能量(或峰值輸出)來加工。

然而，UV 雷射為了將輸出安定化，必須將波長轉換用結晶溫度控制於 0.1°C 以內。亦即，在改變脈衝頻率、或藉 LD 輸出控制峰值輸出之情形，若失去對 SHG、THG 用波長轉換結晶(LBO、CLBO、BBO)之熱平衡狀態，由於結晶溫度變動導致之折射率變動，光束出射角度會改變，結果使孔位置精度、孔形狀劣化。

然而，即便將波長轉換用結晶溫度控制於 0.1°C 以內，仍由於時間延遲等而會產生光束出射角改變，例如，若以頻率 40kHz 為基準，則 60kHz 時產生 $40\mu\text{rad}$ 、 80kHz 時產生 $60\mu\text{rad}$ 之光束出射角改變，孔位置精度最大劣化約 $5\mu\text{m}$ 。又，使輸出改變、光束模式(空間能量分布)遭破壞，而使孔品質、孔形狀劣化。

再者，因無法確保適合每種材料之條件，故無法獲得所希望之孔位置精度、孔品質、孔形狀。

因此，例如於專利文獻 1 提出一種加工法，係預先使脈衝頻率一定，將峰值輸出於雷射振盪器之外部切換，以高能量密度、高輸出密度對銅導體層加工後，再切換至中能量密度、中輸出密度來進行玻璃加工，最後切換至低能量密度、低輸出密度來加工。

專利文獻 1：日本特開 2002-335063 號公報

【發明說明】

然而，專利文獻 1 所揭示之技術中，雖能對於銅導體層、玻璃纖維、樹脂設定脈衝頻率、峰值輸出，不過，若使峰值輸出變小並加長脈衝寬度，則孔底之樹脂剩餘量便多。因此，為了減少樹脂剩餘量，必須以峰值輸出加大之狀態使脈衝寬度變小。

因此，本發明之目的在於，提供一種雷射加工方法及雷射加工裝置，來解決上述習知技術之問題，使孔位置精度及孔品質優異。

為了解決上述問題，本發明之第 1 手段為一種雷射加

工方法，其特徵在於：由雷射振盪器所輸出之雷射光的輸出開始，係以來自脈衝整形器表面的反射光來檢測，與該雷射光之輸出開始之檢測同步，開始該雷射光之整形來將該雷射光之波形整形成為短脈衝化，並將經整形之雷射光供應給加工部。

又，本發明之第 2 手段為一種雷射加工裝置，係具備用以輸出脈衝狀雷射的雷射振盪器，以藉脈衝狀之雷射來對加工對象物加工；其特徵在於：於雷射之光路上設置脈衝整形器，並設置用以檢測來自該脈衝整形器表面之反射光的光學式感測器，藉該脈衝整形器，而與該雷射振盪器所輸出之雷射光之反射的檢測同步，開始該雷射光之整形來將該雷射光之波形整形成為短脈衝化，並將經整形之雷射光供應給加工部，。

依據本發明，因將經短脈衝化輸出之雷射光之波形加以整形，並將經整形之雷射光供應給加工部，故能進行孔位置精度及孔品質優異之雷射加工。

【實施方式】

以下，參照圖式說明本發明之實施例。

實施例 1

圖 1，係本發明之第 1 實施例之雷射加工裝置之構成圖。

用以輸出 YAGUV 雷射的雷射振盪器 1，係透過雷射電源控制器 4 來與系統控制器 3 連接。雷射振盪器 1 所輸出之出射光束 6 光軸上所配置之脈衝整形器 2，係透過脈衝整形器用控制器 5 來與系統控制器 3 連接。此外，#1 分歧光

束 7(加工光束)被引導至省略圖示之加工部，#0 分歧光束 8 則被引導至省略圖示之阻尼器而變為熱。雷射電源控制器 4，係根據脈衝輸出指令信號 9(用以規定從系統控制器 3 輸出之出射光束 6 之脈衝模式(脈衝寬度亦即頻率及峰值輸出))，來輸出配置於雷射振盪器 1 內部的 Q-SW 之 ONOFF 信號 11。

脈衝整形器用控制器 5，係根據輸出指令信號 10(用以規定從系統控制器 3 輸出之脈衝模式(峰值輸出及脈衝寬度))，來輸出用以控制脈衝整形器 2(AOM 或 EOM，在此為 AOM)的 ONOFF 信號 12，以從出射光束 6 形成用於加工之 #1 分歧光束 7。此外，脈衝整形器 2，能控制透過率，將出射光相對入射光之峰值輸出控制於 100~20%之範圍。

其次，說明該實施形態之動作。

圖 2，係表示動作之時序圖，(a)代表脈衝輸出指令信號 9 及輸出指令信號 10，(b)代表供應給雷射振盪器 1 內部之雷射二極體(LD)的電流值，(c)代表出射光束 6，(d)代表 #1 分歧光束 7，(e)代表 Q-SW 之 ONOFF 信號 11，(f)代表脈衝整形器 2 之 ONOFF 信號 12。

經常對 LD 供應電流，藉脈衝輸出指令信號 9 接通 Q-SW 來輸出出射光束 6。又，藉輸出指令信號 10 接通脈衝整形器 2，並將 #1 分歧光束 7 供應給加工部。

圖中，Q-SW 之 ON 時間 T1 為雷射輸出時間，Q-SW 之 OFF 時間 T2 為雷射增益蓄積時間， $T1 + T2$ 為脈衝周期 T。OFF 時間 T2 越長(亦即脈衝周期 T 越長)雷射增益蓄積

便越大，出射光束 6 之峰值輸出 W_P 則便高。此外，於 Q-SW 之 ON 時間 T_1 內改變接通脈衝整形器 2 的時間(圖中之 T_{PA} 、 T_{PB} 、 T_{PC})，便能進行 #1 分歧光束 7 之脈衝寬度調整。

圖中所示 T_{WA} 、 T_{WB} 、 T_{WC} ，係脈衝整形器 2 於 ON 時間 T_{PA} 、 T_{PB} 、 T_{PC} 之 #1 分歧光束 7 之實脈衝寬度(一般尺度之半值寬)，分別之峰值輸出為 W_{PA} 、 W_{PB} 、 W_{PC} 。

就 #1 分歧光束 7 之脈衝形狀加以說明。

圖 3，係顯示出射光束 6 與 #1 分歧光束 7 之關係圖。此外，脈衝整形器 2 之透過率為 100%。圖 3 中，波形 A(對應圖 2 之波形 14)的 #1 分歧光束 7 波形，係將脈衝整形器 2 之 ON 時間 T_{PA} 設定成脈衝寬度 T_{WA} 為 125ns 之場合，波形 B(對應圖 2 之波形 15)的 #1 分歧光束 7 波形，係將脈衝整形器用控制器 5 之 ON 時間 T_{PB} 設定成脈衝寬度 T_{WB} 為 80ns 之場合，波形 C(對應圖 2 之波形 16)的 #1 分歧光束 7 波形，係將脈衝整形器 2 之 ON 時間 T_{PC} 設定成脈衝寬度 T_{WC} 為 60ns 之場合。

例如，若比較波形 A 與波形 C，則如圖 3 所示，脈衝上升部並未改變，但脈衝尾部(脈衝之後半部)之能量被除去，波形 C 之能量變成波形 A 之約 1/4。因此，藉改變脈衝整形器 2 之 ON 時間及透過率，便能將 #1 分歧光束 7 之能量於出射光束 6 能量之 100~5% 之範圍精度良好地調整。

圖 4，係顯示出射光束 6、#1 分歧光束 7 及 #0 分歧光束 8 之關係圖。#0 分歧光束 8 之能量，係出射光束 6 與 #1 分歧光束 7 之差，故變成圖 4 之(d)所示之波形 17,18,19。

此外，圖 4 中，(a)為脈衝整形器 2 之 ONOFF 信號 12(圖 2(f))，(b)為出射光束 6(圖 2(c))，(c)為#1分歧光束 7(圖 2(d))。

其次，就具體的加工例加以說明。

圖 5，係顯示被加工物與峰值輸出之關係圖，(a)代表#1分歧光束 7，(b)代表光束模式及材質上固有之閾值，(c)代表加工結果。在含有玻璃之材料之場合，於外層之銅導體層 24 及內層或背面之銅導體層 28 之間，配置有玻璃纖維 26 及樹脂 27 一體化而成之絕緣層 25。銅之能量閾值 THCU、玻璃之能量閾值 THG、與樹脂之能量閾值 THR 之比率約為 10:3:1，另外，以光束模式 29 之脈衝寬度 100ns 以上的#1分歧光束 7(例如圖 3 所示之波形 A)照射預定次數來加工銅導體層 24，以光束模式 30 之脈衝寬度小於約 100ns 之#1分歧光束 7(例如圖 3 所示之波形 B)照射預定次數來加工玻璃纖維 26，以光束模式 31 之脈衝寬度小於約 100ns 之#1分歧光束 7(例如圖 3 所示之波形 C)照射預定次數來加工孔底之樹脂 27，藉此便能加工出形狀精度優異、且孔底不殘留樹脂 27 的孔。

更具體地說明。

1)有關加工品質

例如，以脈衝頻率 40kHz、脈衝寬度 100ns 以上、能量密度約 $12\text{J}/\text{cm}^2$ 、輸出密度約 $160\text{MW}/\text{cm}^2$ 來進行銅導體層加工，接著以脈衝寬度小於 100 ns、能量密度約 $4\text{J}/\text{cm}^2$ 、輸出密度約 $70\text{MW}/\text{cm}^2$ 來進行玻璃加工，再以脈衝寬度 80ns 以下、能量密度約 $1\text{J}/\text{cm}^2$ 、輸出密度約 $12\text{MW}/\text{cm}^2$ 來進行樹

脂加工，便能進行孔品質優異之加工。

於加工樹脂之場合，不拘脈衝寬度、峰值輸出，若使加工能量一定，便能使除去量相同。然而，因孔底之損壞與孔底之樹脂剩餘量處於取捨之關係，故在峰值輸出低、脈衝寬度長的場合，在孔底，樹脂剩餘量變多。相對於此，若降低頻率，以確保峰值輸出之狀態進行短脈衝化，便能減少樹脂剩餘量，故孔品質提高。

此外，在藉 UV 雷射對盲孔(有底孔)加工的場合，材料之能量吸收率較高，故若能量分布不平均，則將損壞孔底。因此，最好藉省略圖示之光束整形單元來使#1 分歧光束 7 之光束形狀成為所謂的頂帽形光束(top-hat beam)。

2)有關加工位置精度

例如，在對銅導體層 $12\ \mu\text{m}$ 、絕緣層厚 $80\ \mu\text{m}$ 之 FR-4 材料加工的場合，加工所需的脈衝數，係對於銅導體層為 10~15 脈衝，對於絕緣層玻璃部為 50~70 脈衝，對於孔底為 5~10 脈衝。因此，調整脈衝頻率、LD 電流的習知方法中，結晶之熱變動所造成之光束出射角之變動約為 $60\ \mu\text{rad}$ ，故光學系之孔位置精度誤差約為 $5\ \mu\text{m}$ 。

相對於此，依據本發明(亦即脈衝頻率、脈衝輸出一定，在振盪器外部調整實脈衝寬度、實峰值輸出)，將結晶之熱變動最小化，故光束之出射角變動最大可降低至 $20\ \mu\text{rad}$ 以下，而使光學系之孔位置精度誤差在 $2\ \mu\text{m}$ 以下。

此外，本發明中，由於對同一光束能調整峰值輸出及脈衝寬度兩者，故輸出調整範圍擴及 20 倍，而對能量閾值

約有 10 倍之差的 FR-4 材料(由銅、含有玻璃纖維的樹脂所構成)能高品質地加工。

另外，相對於脈衝輸出指令信號 9，Q-SW 之 ONOFF 信號 11 有可能延遲時間 TD。

實施例 2

圖 6，係本發明之第 2 實施例之雷射加工裝置之構成圖，與第 1 實施例之圖 1 相同之部分或同一機能之部分，附上同一符號並省略重複的說明。

光學式感測器 22，係連接於脈衝整形器用控制器 5，檢測出脈衝整形器 2 表面反射之反射光 21 時，將檢測信號 10a 輸出至脈衝整形器用控制器 5。光學式感測器 22 之動作速度為數 ns 之程度。

在本實施例之場合，系統控制器 3，係用以對脈衝整形器用控制器 5，下達脈衝模式信號 23 亦即脈衝整形器 2 之 ON 時間 T2 的命令。

圖 7，係表示本實施例之動作的時序圖，(a)顯示脈衝輸出指令信號 9 及輸出指令信號 23，(b)顯示供應給雷射振盪器 1 內部之 LD 的電流值，(c)顯示出射光束 6，(d)顯示 #1 分歧光束 7，(e)顯示 Q-SW 之 ONOFF 信號 11，(f)顯示光學式感測器 22 之檢測信號 10a，(g)顯示脈衝整形器 2 之 ONOFF 信號 12。

如圖 7 所示，本實施例中，即使 Q-SW 之 ONOFF 信號 11 相對於脈衝輸出指令信號 9 延遲時間 TD，仍在出射光束 6 的輸出確認後，再使脈衝整形器 2 動作，故能使輸

出指令信號 12 與 Q-SW 之 ONOFF 信號 11 實質上同步。結果，能使 #1 分歧光束 7 之波形成為精度良好且均勻的波形。

又，亦可不將光學感測器 22 設置於振盪器 1 之外部，而是於雷射振盪器 1 之內部設置光學感測器 22 以取得反射光、分歧光、散射光。

又，上述第 1 及第 2 之實施例中，係按被加工物之材質將 #1 分歧光束 7 之脈衝寬度及峰值輸出做階段性之改變，但亦可隨加工之進行將 #1 分歧光束 7 之脈衝寬度、峰值輸出做連續的改變，或階段及連續性併用做調整來進行控制。若如此般將 #1 分歧光束 7 之脈衝寬度、峰值輸出連續地或階段性且連續地調整來進行控制，便能提高例如銅與絕緣層之邊界部、或絕緣層與孔底導體層之邊界部的品質。

又，在對銅導體層以長脈衝寬度(亦即脈衝寬度大的 #1 分歧光束 7)加工的場合，有時孔入口產生飛散物、或孔入口形狀變大等將造成影響，但能按加工材質選擇脈衝整形器 2 之透過率及 ON 時間 T2 來做改善。

另外，在脈衝整形器 2 使用聲光裝置(AOM 或 EOM)的場合，脈衝寬度，係受到超音波之結晶內光束徑通過時間 τ ($\tau = D/V$ ，在此，D 為光束徑，V 為超音波之結晶通過速度)之影響。亦即，射入脈衝整形器 2 之入射光束徑 D 越大，通過時間(回應速度) τ 便越長，輸出上升部越平緩。

在結晶為 SiO_2 之場合， $V = 5.96\text{km/s}$ ，故例如 $D =$

0.3mm，則回應速度為 50ns。又，超音波到達光束之延遲時間，係若轉換器(transducer)(超音波之振盪源)到光束間之距離為 0.3mm，則為 50ns。因此，實用上，脈衝寬度可控制者在 50ns 以上之範圍。

另一方面，在超音波之頻率為 40MHz 之場合，電氣上的解析度為 25ns(全波整流 12.5ns)。因此，為了將解析度最小化，相對光學式感測器 22 之檢測信號使 AOM(脈衝整形器 2)之 ON 信號同步，或者是設置複數個時脈，選擇最近似的時脈使 AOM 接通，便能將電氣上的延遲縮短至數 ns。

又，脈衝整形器 2，若為組合偏光調變方式之電氣光學裝置與 $\lambda/4$ 板及布魯斯特板而構成，便能提高回應速度至數 ns，故能將脈衝寬度控制於 20~100ns。又，因能進行脈衝上升部之控制，故能更仔細地控制 #1 分歧光束 7 之形狀。

其他，未特別說明之各部，係與前述之第 1 實施例同樣地構成，具備同樣的作用。

又，本發明，不限於含有玻璃之材料，如圖 8 所示，對於使用具樹脂之銅導體層 RCC 材(由銅導體層、樹脂絕緣層所構成)的增厚層之有底孔加工、僅有樹脂絕緣層之增厚層之有底孔加工亦有效。

又，第 1 實施例中，若已知相對脈衝輸出指令信號 9 之 Q-SW 之 ONOFF 信號 11 所延遲的延遲時間 TD，則設置計時要素，將脈衝輸出指令信號 9 輸出後，再於延遲時間 TD 後使脈衝整形器 2 產生動作，藉此便不必設置在第 2

實施例所說明之光學式感測器 22。

又，本發明，如圖 9 所示，藉脈衝整形器 2 施加對應材質的最佳光束模式，便亦能應用於多層基板(由外層銅導體層、內層銅導體層、含玻璃之增厚層、含玻璃之核心層 32 所構成)之貫通孔加工。

又，按本發明之短脈衝化，亦可應用於內部共振腔構造、外部共振腔構造之長脈衝雷射，例如 YAG 雷射、YLF 雷射、(YVO4 雷射)為基本波之 UV 雷射、可見光雷射、近紅外線雷射。

如以上所述，依據該等實施例，具有下列之功效。

亦即，預先使從雷射振盪器輸出的脈衝之頻率及脈衝輸出為一定，並在雷射振盪器外部調整實脈衝寬度、實峰值輸出，故能將雷射振盪器內部之熱變動最小化，並能提高加工位置精度。

又，能將脈衝之能量在 100~5%之範圍精度良好地調整，故即便是例如在能量閾值約有 10 倍之差的 FR-4 材料(由銅、含玻璃纖維之樹脂所構成)，仍能進行高品質的加工。

再者，因能在以往無法採用之例如脈衝寬度 25~110ns(在 40kHz 之場合)進行加工，故容易進行孔品質、孔形狀之控制。

【圖式簡單說明】

圖 1，係本發明之第 1 實施例之雷射加工裝置之構成圖。

圖 2，係顯示本發明之動作的時序圖。

圖 3，係顯示本發明之出射光束 6 與 #1 分歧光束 7 之

關係圖。

圖 4，係顯示本發明之出射光束 6、#1 分歧光束 7 與 #0 分歧光束 8 之關係圖。

圖 5，係顯示本發明之被加工物與峰值輸出之關係圖。

圖 6，係本發明之第 2 實施例之雷射加工裝置之構成圖。

圖 7，係顯示本發明之第 2 實施例之動作的時序圖。

圖 8，係顯示本發明之加工例。

圖 9，係顯示本發明之加工例。

圖 10，係 YVO4 激發之 UV 雷射之輸出特性圖。

圖 11，係 YAG 激發之 UV 雷射之輸出特性圖。

【主要元件符號說明】

- | | |
|----|-----------------|
| 1 | 雷射振盪器 |
| 2 | 脈衝整形器 |
| 3 | 系統控制器 |
| 4 | 雷射電源控制器 |
| 5 | 脈衝整形器控制器 |
| 6 | 出射光束 |
| 7 | #1 分歧光束 |
| 8 | #0 分歧光束 |
| 9 | 脈衝輸出指令信號 |
| 10 | 輸出指令信號 |
| 11 | Q-SW 之 ONOFF 信號 |
| 12 | 脈衝整形器之 ONOFF 信號 |

十、申請專利範圍：

1.一種雷射加工方法，係用以對被加工物照射雷射光來進行加工；其特徵在於：

由雷射振盪器所輸出之雷射光的輸出開始，係以來自脈衝整形器表面的反射光來檢測，

與該雷射光之輸出開始之檢測同步，開始該雷射光之整形來將該雷射光之波形整形成為短脈衝化，

並將經整形之雷射光供應給加工部。

2.如申請專利範圍第 1 項之雷射加工方法，其中，若該被加工物，係在厚度方向積層有構成加工對象物之金屬材料層、與做為有機材料層及/或無機材料層之其他層之情況，則藉整形成脈衝寬度 100ns 以上的雷射光來加工該金屬材料層，並藉整形成脈衝寬度小於 100ns 的雷射光來加工有機材料層及/或無機材料層。

3.如申請專利範圍第 1 或 2 項之雷射加工方法，係隨加工之進行而改變待整形之雷射光之脈衝寬度及峰值輸出。

4.一種雷射加工裝置，係具備用以輸出脈衝狀雷射的雷射振盪器，藉脈衝狀雷射來對加工對象物加工；其特徵在於：

於該雷射之光路上設置脈衝整形器，

並設置用以檢測來自該脈衝整形器表面之反射光的光學式感測器，

藉該脈衝整形器，而與該雷射振盪器所輸出之雷射光之反射的檢測同步，開始該雷射光之整形來將該雷射光之

波形整形成為短脈衝化，

並將經整形之雷射光供應給加工部。

5.如申請專利範圍第4項之雷射加工裝置，其中，在厚度方向積層有構成加工對象物之金屬材料層、與做為有機材料層及/或無機材料層之其他層的情形，該脈衝整形器，則在加工該金屬材料層時、及加工該有機材料層及/或無機材料層時改變脈衝寬度。

十一、圖式：

如次頁

圖 1

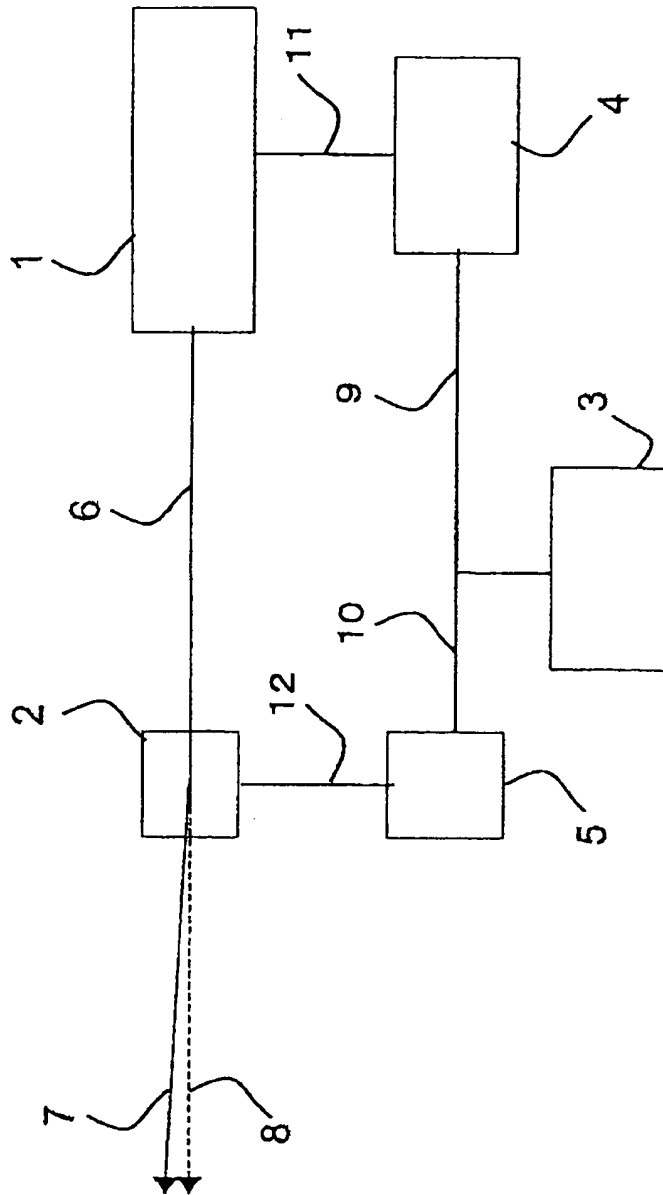


圖 2

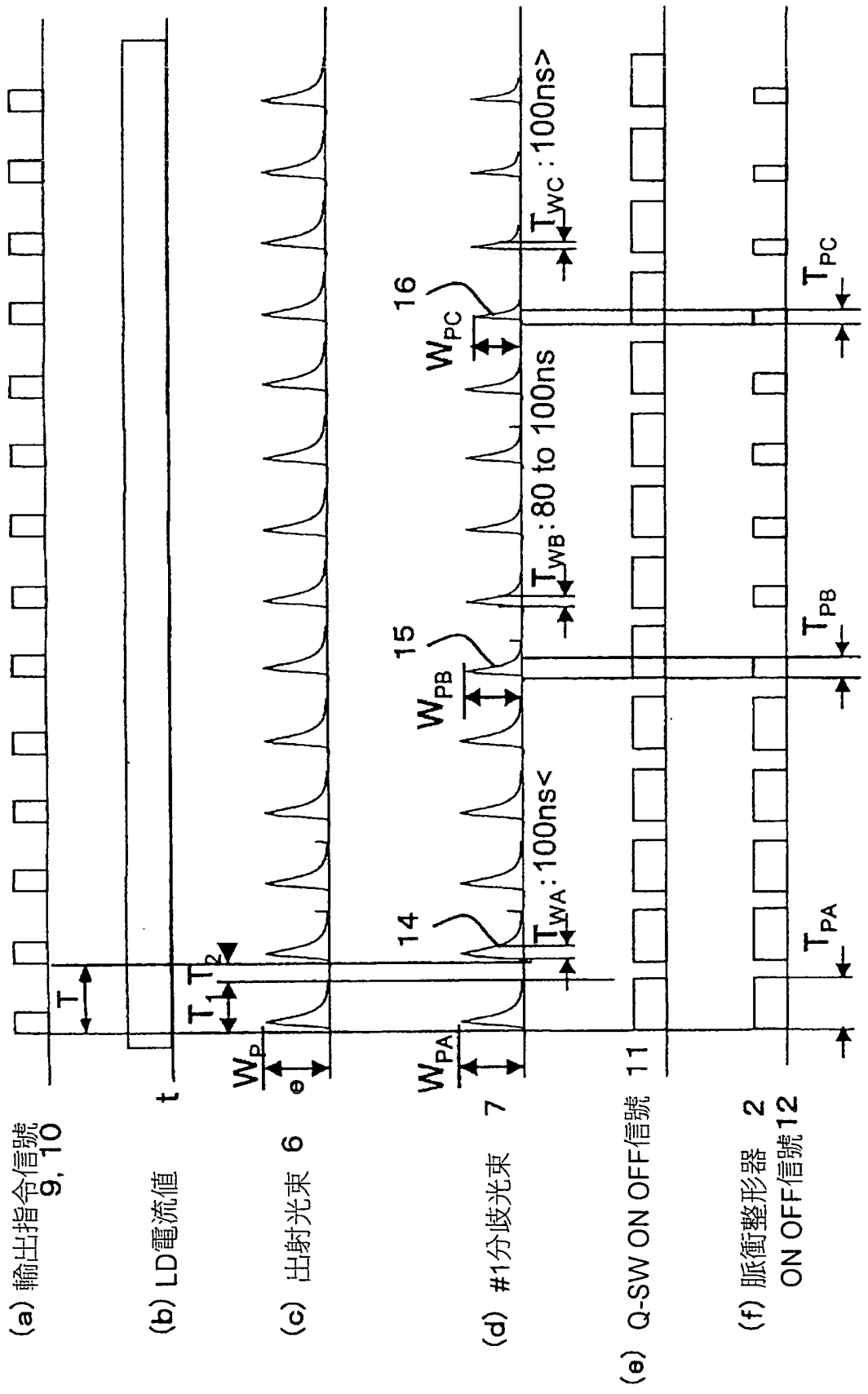


図 3

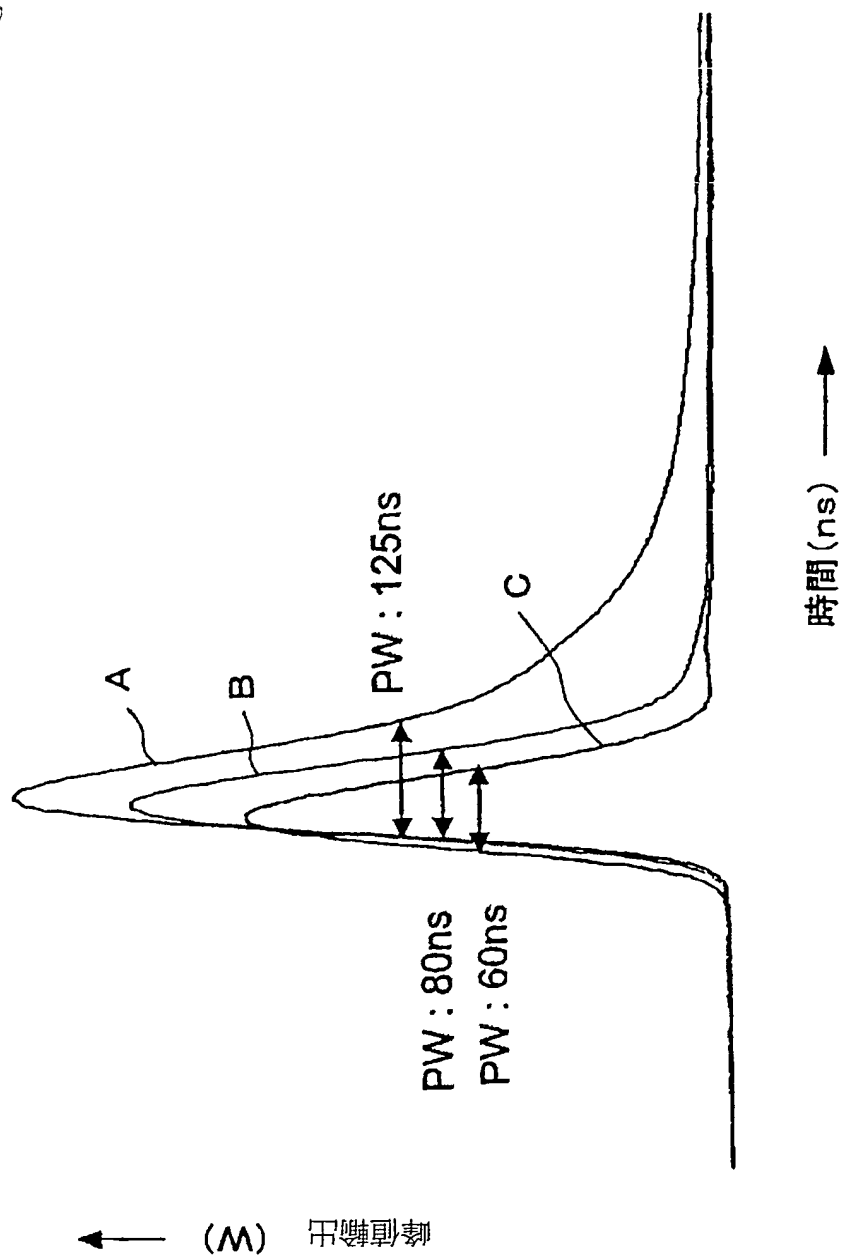
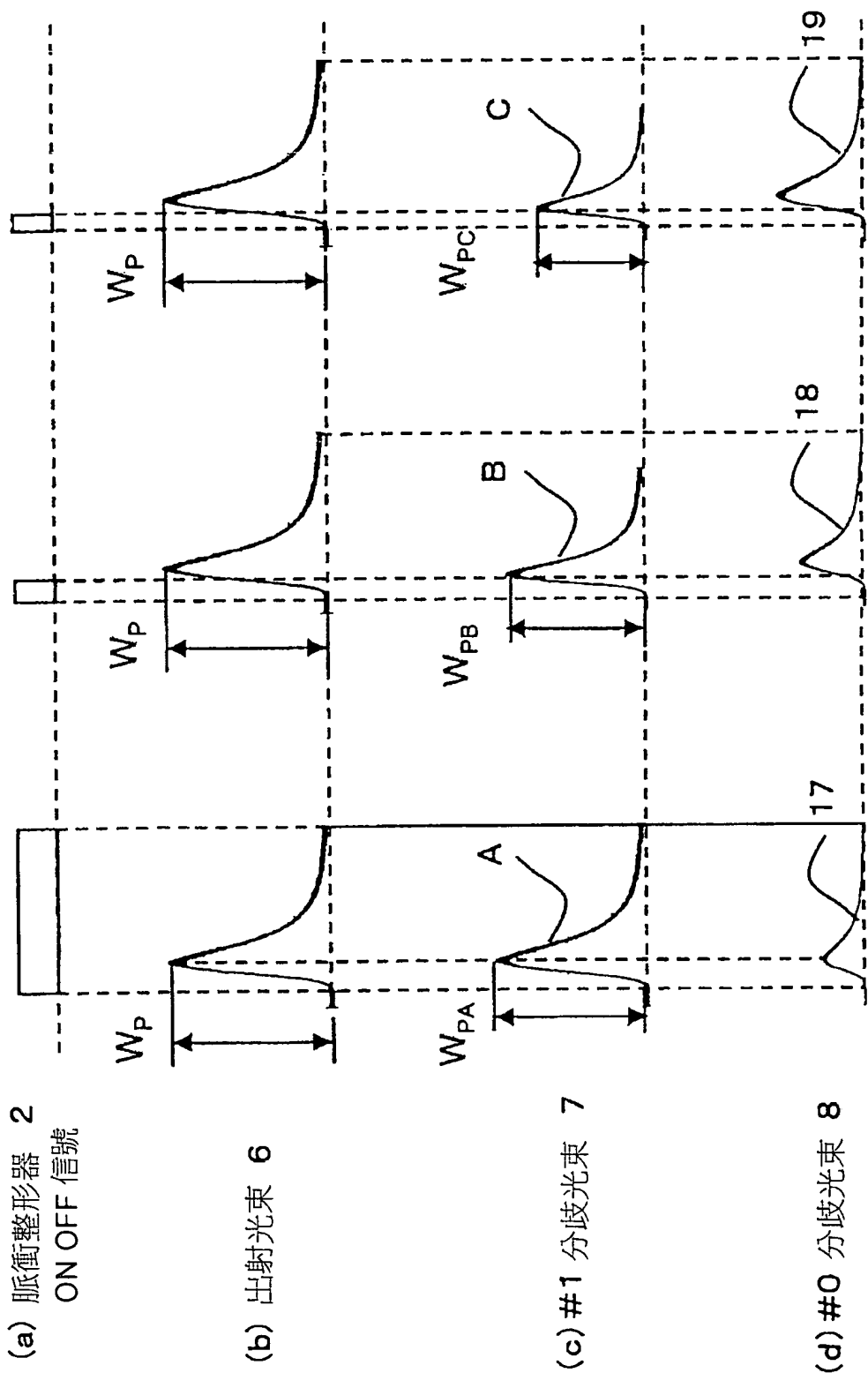


圖 4



(a) 脈衝整形器
ON OFF 信號

(b) 出射光束

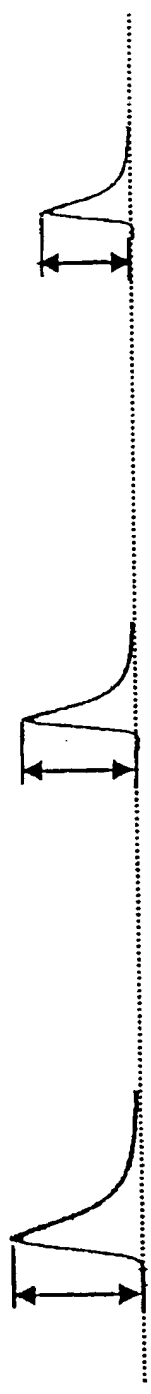
(c) #1 分歧光束

(d) #0 分歧光束

W_{PC}

W_{PB}

W_{PA}

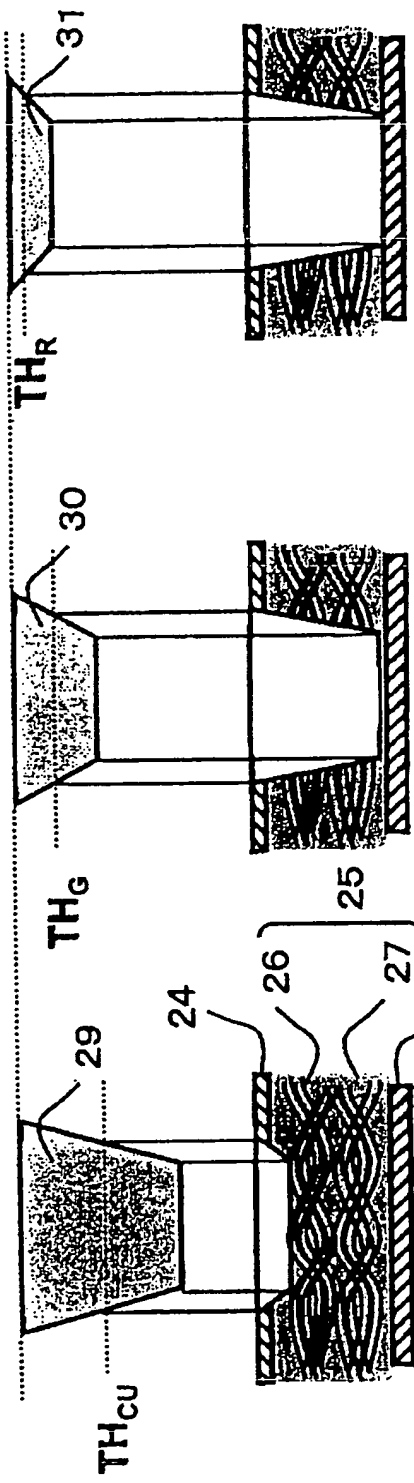


(a) 分歧光束 7

模式 C

模式 B

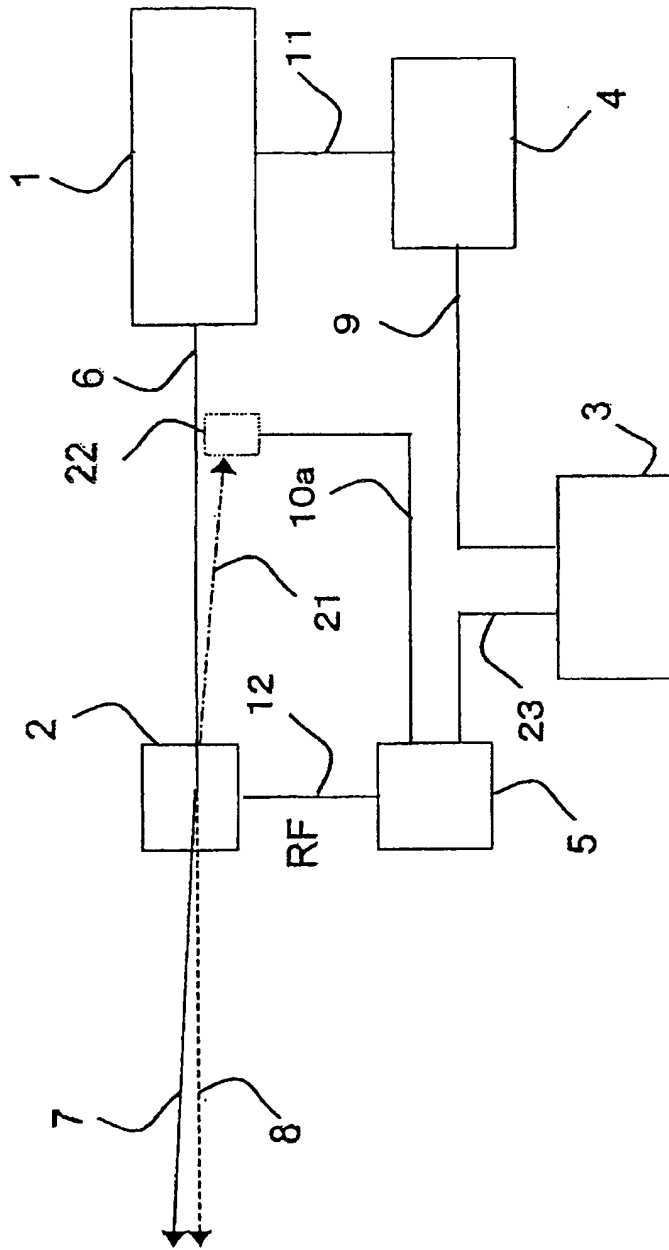
模式 A



(b) 光束模式

(c) 加工結果

圖 6



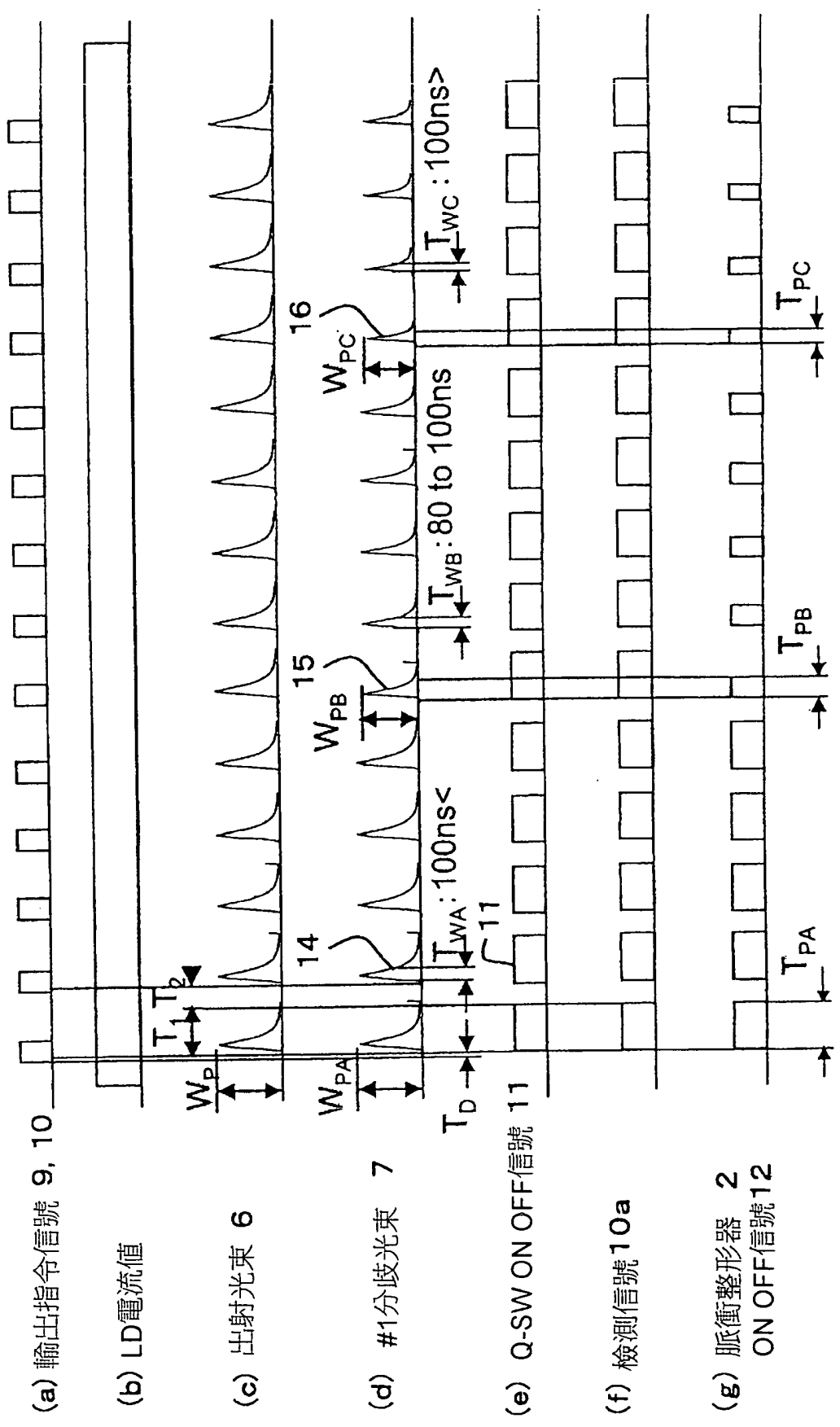
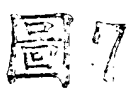
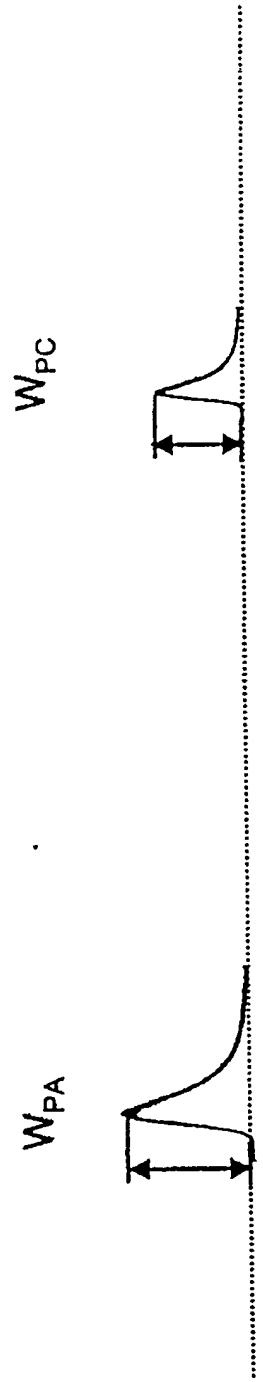
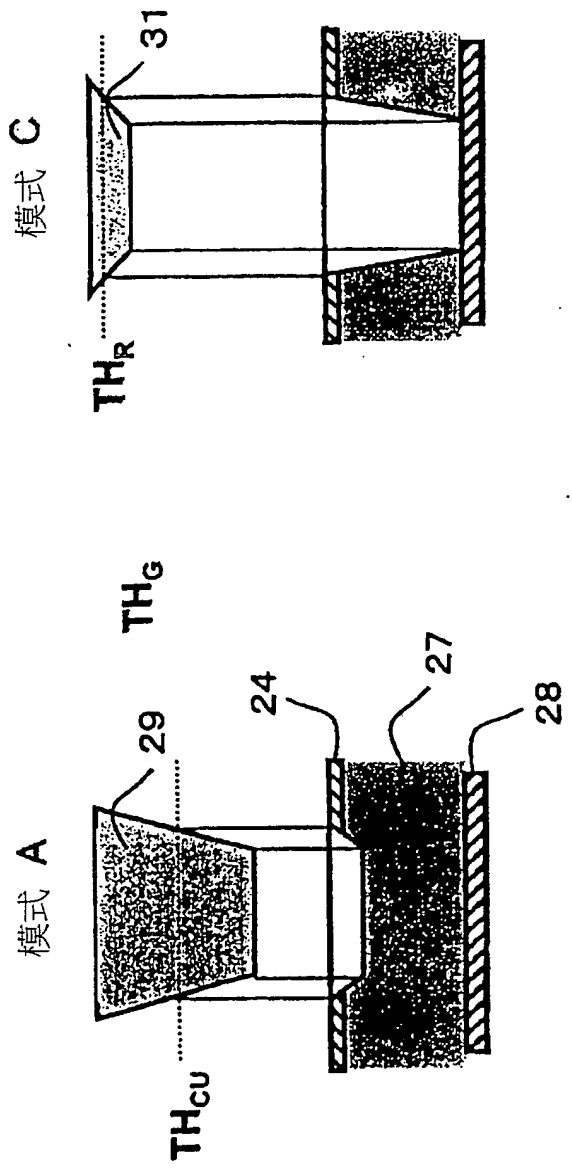


圖 8

(a) #1 分歧光束 7

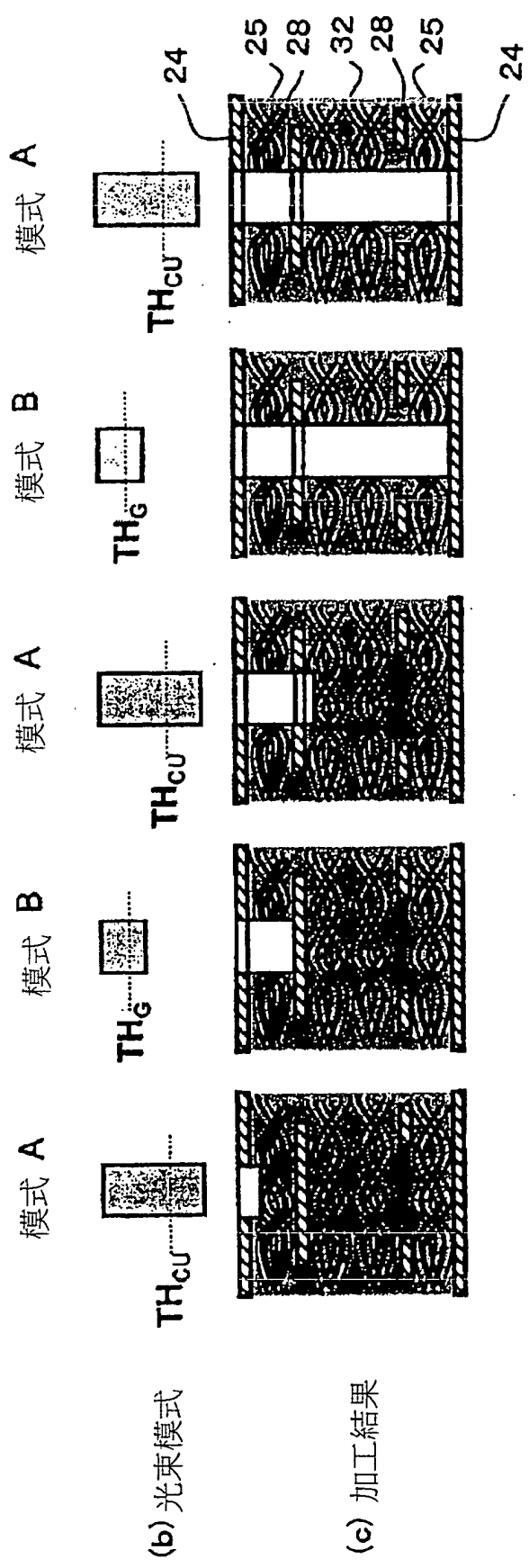
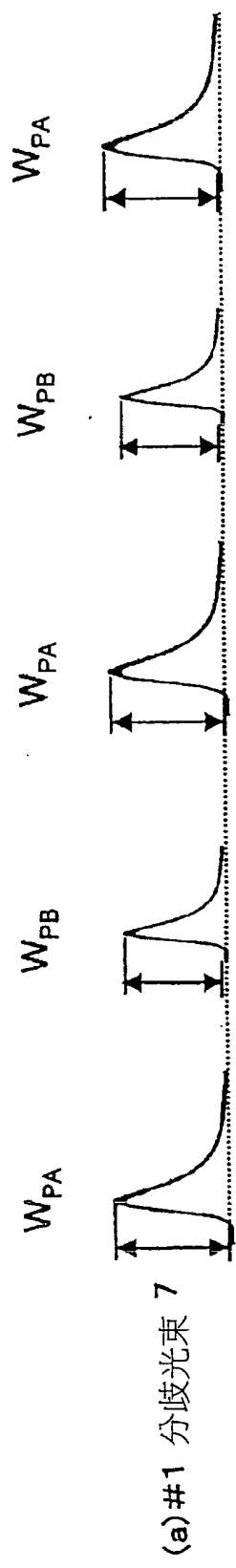


(b) 光束模式



(c) 加工結果





(c) 加工結果

圖 10

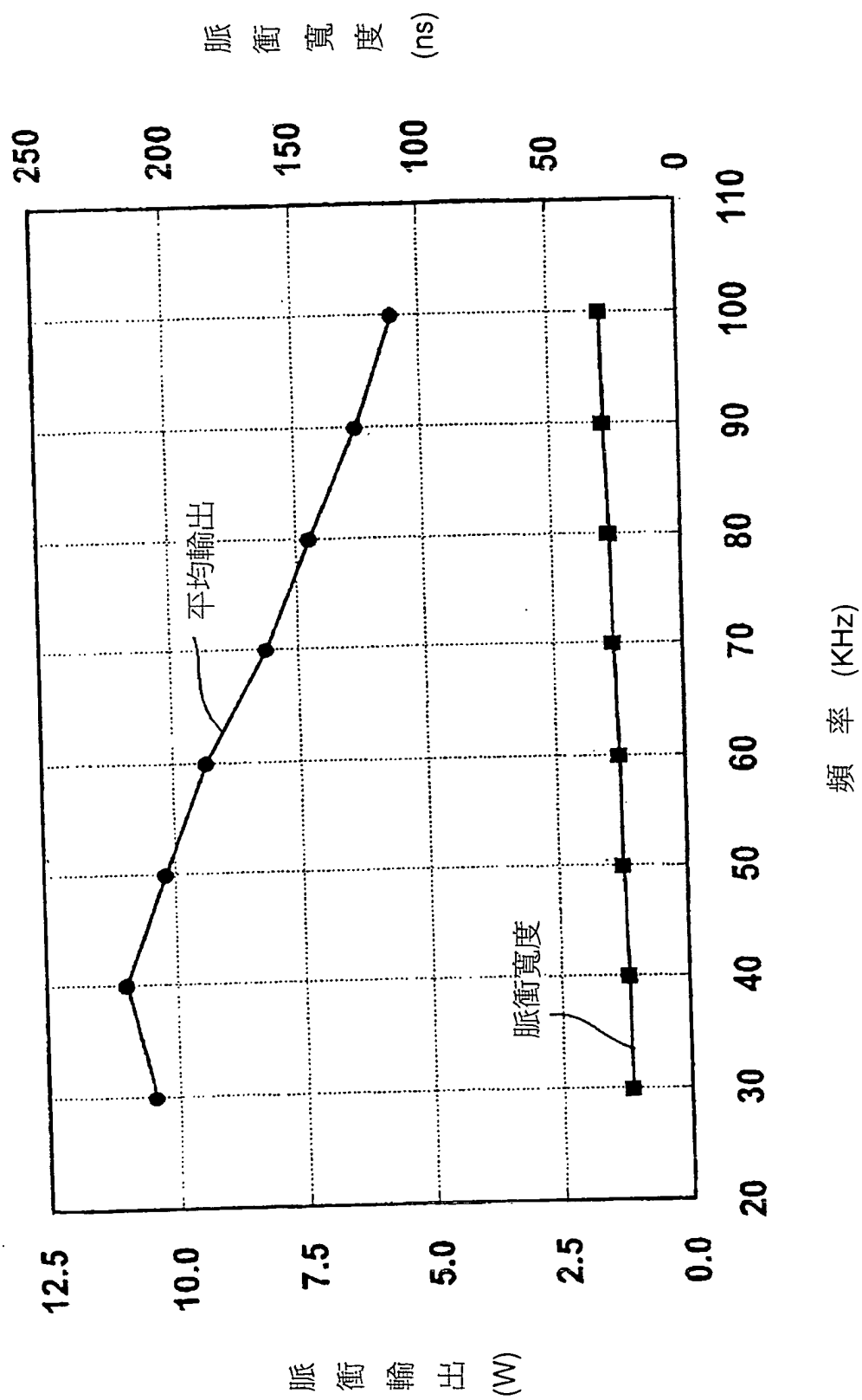
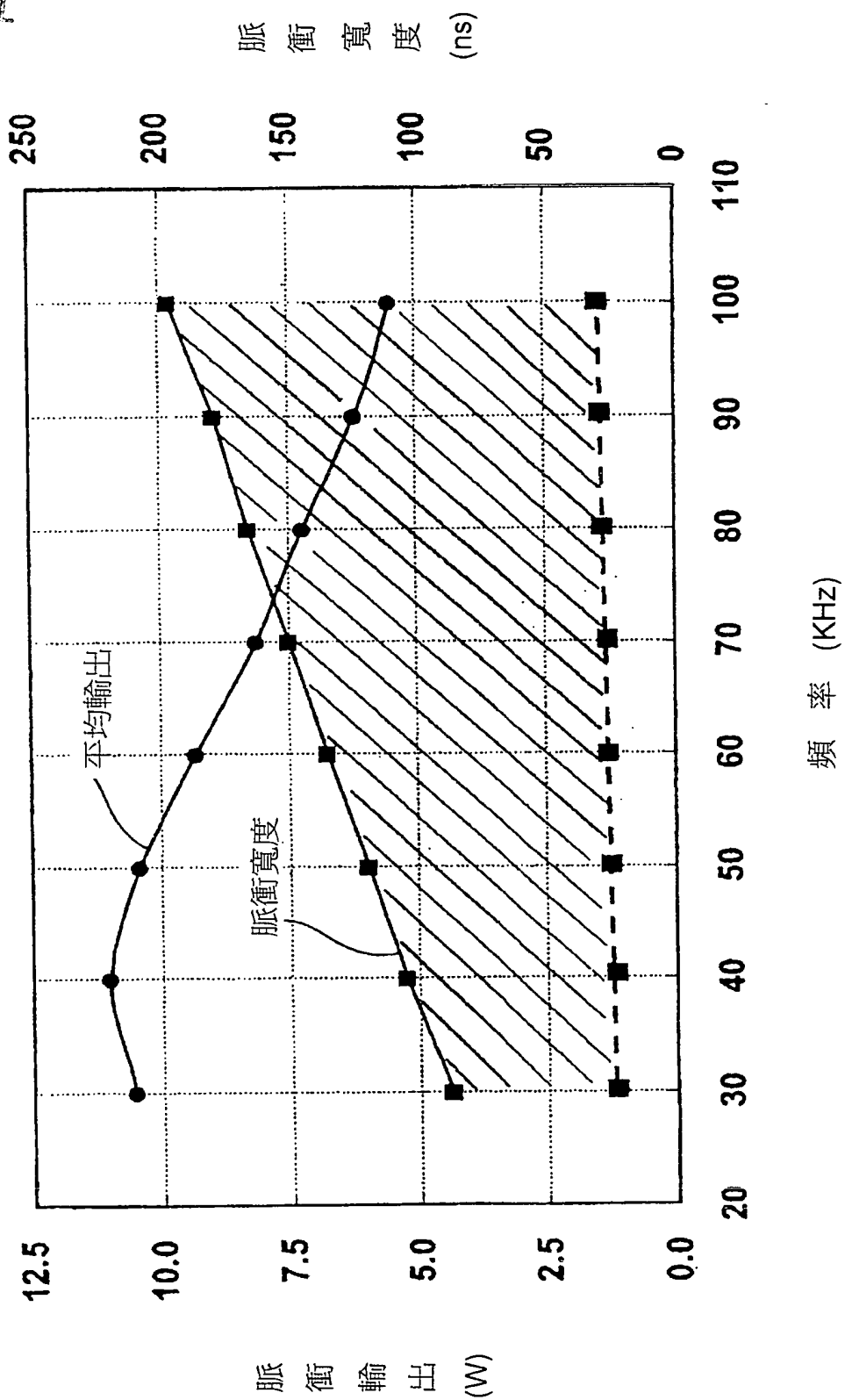


圖 11



(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

98年12月16日修(更)正本

發明專利說明書

(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：P31>3066

※申請日期：P3.8.2

※IPC 分類：B23K 26/00

一、發明名稱：(中文/英文)

雷射加工方法及雷射加工裝置

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日立比亞機械股份有限公司

代表人：(中文/英文)

上野 健夫

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本神奈川縣海老名市上今泉 2100 番地

國 籍：(中文/英文)

日本

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 荒井 邦夫

2. 石井 和久

3. 蘆澤 弘明

國 籍：(中文/英文)

1.2.3. 日本

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

日本；2004.01.16；2004-009421

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明，係提供一種孔位置精度及孔品質優異的雷射加工方法及雷射加工裝置。本發明，係將經短脈衝化輸出之出射光束 6 以脈衝整形手段整形而形成 #1 分歧光束 7，將 #1 分歧光束 7 供應給加工部以進行加工。在此場合，最好使 #1 分歧光束 7 與出射光束 6 同步。此外，若加工對象物是由金屬材料、及有機材料與無機材料中至少一種材料所構成，便藉整形成脈衝寬度 100ns 以上的雷射光來加工金屬材料，並藉整形成小於脈衝寬度 100ns 之雷射光來加工有機材料及無機材料中至少一種材料。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無)

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

