



(21) 申請案號：106122499 (22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 05 日  
 (51) Int. Cl. : **B23K26/046 (2014.01)** **B23K26/064 (2014.01)**  
 (30) 優先權：2016/07/06 義大利 102016000070259  
 (71) 申請人：義大利商阿迪傑股份有限公司 (義大利) ADIGE S. P. A. (IT)  
 義大利  
 (72) 發明人：斯倍帝 莫瑞里歐 SBETTI, MAURIZIO (IT)  
 (74) 代理人：洪澄文  
 (56) 參考文獻：  
 JP 2001-38485A US 4202605  
 US 5101091 US 2002/0008091A1  
 審查人員：莊文源  
 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：9 共 40 頁

## (54) 名稱

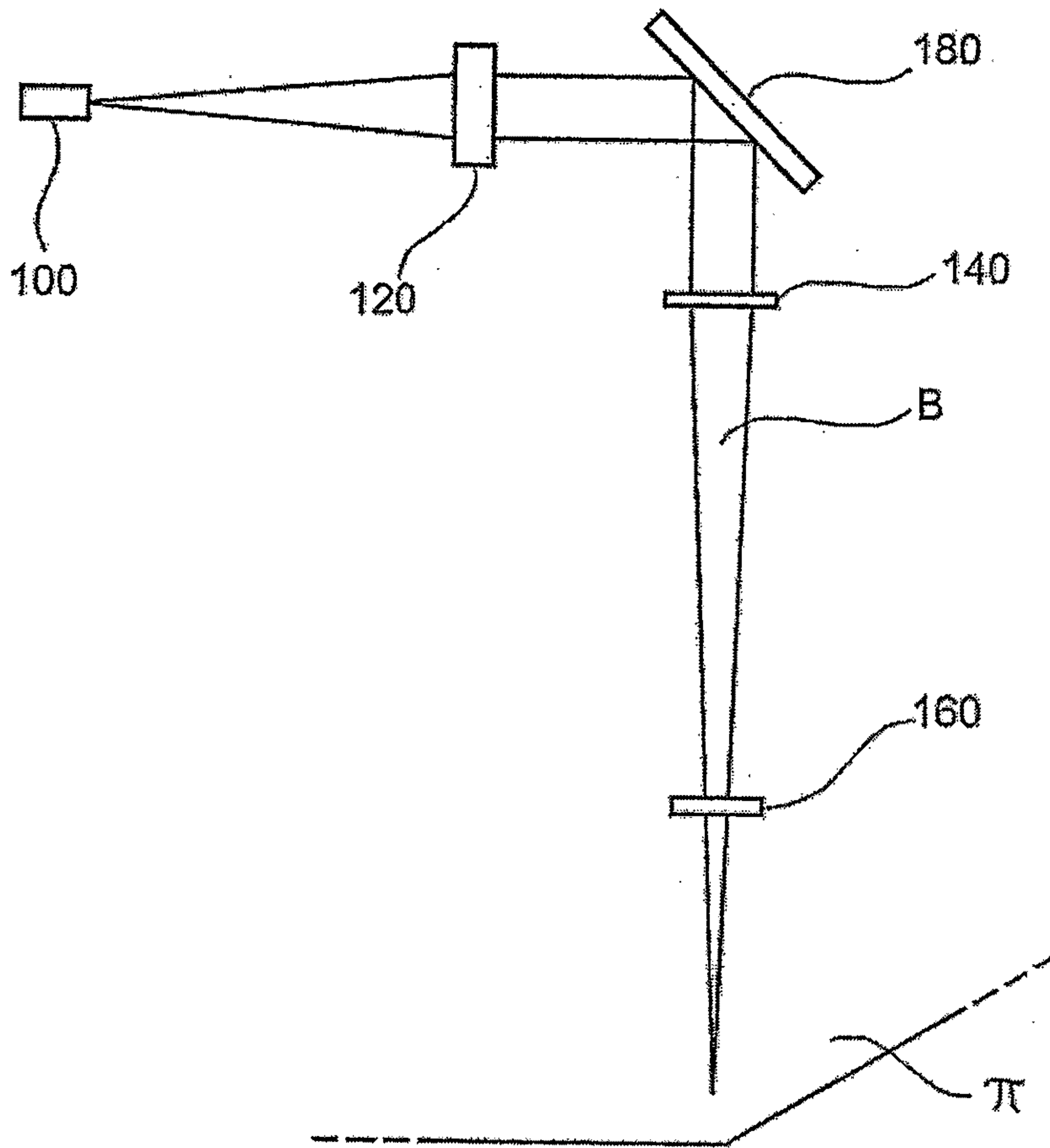
金屬材料雷射加工的方法以及實施該方法的機器及電腦程式

## (57) 摘要

說明一種藉由一聚焦雷射光束來雷射加工一金屬材料之方法，該聚焦雷射光束具有在該金屬材料至少一工作平面上之一既定橫向功率分布，包括下列步驟：提供一雷射光束發射源；將該雷射光束沿一光束傳輸光徑前導至配置於該材料附近之一工作頭；沿入射於該材料上之一光傳播軸來準直雷射光束；聚焦該準直雷射光束於該材料之一工作平面的一區域中；及沿包括一連串工作區域之該金屬材料上一工作路徑引導該聚焦雷射光束，其中該雷射光束整形之達成係藉由：以一可變形受控表面反射元件來反射該準直光束，該反射元件具有複數個各自獨立可運動反射區域，及控制該等反射區域之配置，以在該金屬材料至少一工作平面上建立，以目前工作平面之區域及/或該金屬材料上工作路徑之目前方向為函數的一既定光束橫向功率分布。

A method of laser processing of a metallic material is described, by means of a focused laser beam having a predetermined transverse power distribution on at least one working plane of the metallic material, comprising the steps of: - providing a laser beam emitting source; - leading the laser beam along a beam transport optical path to a working head arranged in proximity to the material; - collimating the laser beam along an optical axis of propagation incident on the material; - focusing the collimated laser beam in an area of a working plane of the material; and - conducting said focused laser beam along a working path on the metallic material comprising a succession of working areas, wherein the laser beam is shaped: - by reflecting the collimated beam by means of a deformable, controlled surface reflecting element having a plurality of independently movable reflection areas, and - by controlling the arrangement of the reflection areas to establish a predetermined transverse power distribution of the beam on at least one working plane of the metallic material as a function of the area of the current working plane and/or of the current direction of the working path on the metallic material.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 100 . . . 輸入裝置
- 120 . . . 光學準直系統
- 140 . . . 光學聚焦系統
- 160 . . . 光屏或玻璃保護裝置
- 180 . . . 光學光束整形構件
- B . . . 雷射光束
- Π . . . 工作平面

第6圖



I714791

# 發明摘要

公告本

## 【發明名稱】(中文/英文)

金屬材料雷射加工的方法以及實施該方法的機器及電腦程式  
/A method of laser processing of a metallic material, and a machine and computer program for the implementation of said method

## 【中文】

說明一種藉由一聚焦雷射光束來雷射加工一金屬材料之方法，該聚焦雷射光束具有在該金屬材料至少一工作平面上之一既定橫向功率分布，包括下列步驟：

提供一雷射光束發射源；

將該雷射光束沿一光束傳輸光徑前導至配置於該材料附近之一工作頭；

沿入射於該材料上之一光傳播軸來準直雷射光束；

聚焦該準直雷射光束於該材料之一工作平面的一區域中；及

沿包括一連串工作區域之該金屬材料上一工作路徑引導該聚焦雷射光束，

其中該雷射光束整形之達成係藉由：

以一可變形受控表面反射元件來反射該準直光束，該反射元件具有複數個各自獨立可運動反射區域，及控制該等反射區域之配置，以在該金屬材料至少一工作平面上建立，以目前工作平面之區域及/或該金屬材料上工作路徑之

目前方向為函數的一既定光束橫向功率分布。

**【英文】**

A method of laser processing of a metallic material is described, by means of a focused laser beam having a predetermined transverse power distribution on at least one working plane of the metallic material, comprising the steps of:

- providing a laser beam emitting source;
- leading the laser beam along a beam transport optical path to a working head arranged in proximity to the material;
- collimating the laser beam along an optical axis of propagation incident on the material;
- focusing the collimated laser beam in an area of a working plane of the material; and
- conducting said focused laser beam along a working path on the metallic material comprising a succession of working areas, wherein the laser beam is shaped:
  - by reflecting the collimated beam by means of a deformable, controlled surface reflecting element having a plurality of independently movable reflection areas, and
  - by controlling the arrangement of the reflection areas to establish a predetermined transverse power distribution of the beam on at least one working plane of the metallic material as a function of the area of the current working plane and/or of the

current direction of the working path on the metallic material.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（6）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

- 100 輸入裝置
- 120 光學準直系統
- 140 光學聚焦系統
- 160 光屏或玻璃保護裝置
- 180 光學光束整形構件
- B 雷射光束
- Π 工作平面

**【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)

金屬材料雷射加工的方法以及實施該方法的機器及電腦程式  
/A method of laser processing of a metallic material, and a machine and computer program for the implementation of said method

## 【技術領域】

【0001】 本發明關於一種金屬材料之雷射加工，更明確地關於一種如申請專利範圍獨立項第 1 項前言所指定之切割、鑽穿或熔接該材料的雷射加工方法。

【0002】 依據其他構想，本發明關於一種配置成實施雷射加工方法之金屬材料雷射加工機，及一種包括一個或更多碼模組以當程式藉由電子處理構件執行時實施該方法的電腦程式。

## 【先前技術】

【0003】 在以下說明及申請專利範圍中，術語「金屬材料」係用於界定任何金屬工件，譬如一薄板、或具有一般性封閉剖面一如中空圓形、矩形、或正方形型式—或開放剖面—例如平坦截面、或呈 L、C、U 等型式之剖面—的細長形輪廓。

【0004】 在工業金屬加工方法、特別地金屬薄板及型材者中，雷射係用作為一熱工具，根據雷射光束與待加工材料之交互作用參數、明確地根據材料上之每雷射光束入射體積的能量密度、及根據交互作用時距而有多樣化之應用。

【0005】 例如，藉導引一低能量密度(每平方公釐表面數十瓦特之等級)持續一長時間(秒級)，將達成一硬化程序，而導引一高能量密度(每平方公釐表面數十個百萬瓦特之等級)持續一毫微微秒或微微秒等級之時間，將達成一光剝離程序。在增加能量密度且減少工作時間之中間範圍中，控制此等參數以進行熔接、切割、鑽穿、雕刻、及標記程序。

【0006】 在包含鑽穿及切割程序之眾多程序中，必須將一輔助氣流提供至雷射光束與材料之間產生交互作用的工作區帶，該輔助氣流具有推進熔化材料之機械功能、及輔助燃燒之化學功能、或甚至保護工作區帶阻隔周圍環境之技術功能。

【0007】 在金屬材料雷射加工之領域中，雷射切割、鑽穿、及熔接係可藉相同機器進行之加工作業，該機器被調整成適應於產生一高功率聚焦雷射光束且掌控沿材料之入射光束方向及位置，該雷射光束具有在金屬材料至少一工作平面上之一既定橫向功率分布、典型地為功率密度範圍從 1 到 10000 千瓦特/平方公釐之雷射光束。可對一材料上實行之不同典型加工之間的差異，大致可歸因於所使用之雷射光束功率、及雷射光束與接受加工之材料之間交互作用的時間。

【0008】 依據先前技藝之雷射加工機顯示於第 1 圖及第 2 圖中。

【0009】 第 1 圖概略顯示一工業二氧化碳雷射加工機，其具有一空氣中雷射光束光徑，該雷射加工機包括一發射源 10、以及複數個反射鏡 12a、12b 及 12c。該發射源係譬如二氧化碳雷射產生器裝置，其能夠發射單模或多模雷射光束 B。該等反

射鏡被調整成適應於，將從該發射源發射之雷射光束沿一光束傳輸光徑導向至，以 14 集合地指示之一工作頭，該工作頭被配置於一材料 WP 附近。工作頭 14 包括一雷射光束之光學聚焦系統 16，大體上由一聚焦透鏡組成，被調整成適應於將雷射光束沿一光傳播軸聚焦，入射於金屬材料上。一噴嘴 18 配置於該聚焦透鏡下游，且與被導向一材料工作平面之一區域的雷射光束相交。該噴嘴調整成適應於，將藉未顯示出之一對應系統所噴射的一輔助氣體導向該材料上之工作區域。該輔助氣體係用於控制一工作程序進行，以及可獲致之加工品質。例如，該輔助氣體可包括氧氣或一惰性氣體。氧氣有助於與金屬之放熱反應而容許切割速度增加。該惰性氣體譬如為氮氣，其不促成材料之熔合，但保護材料免於工作型材邊緣處有害的氧化作用、包括該工作頭免於熔化材料之任何飛濺、且可用於冷卻在材料上產生之溝槽的側邊而局限熱變化區域之擴張。

**【0010】** 第 2 圖概略顯示，雷射光束傳遞通過光纖之一工業加工機。該加工機包括一發射源 10 及一光纖電纜 12d。該發射源譬如為一雷射產生裝置或一直接二極體雷射。該雷射產生裝置能夠將一雷射光束饋入一傳輸光纖、譬如一鏡摻雜雷射光纖中。該直接二極體雷射被調整成適應於發射一單模或多模雷射光束。該光纖電纜被調整成適應於，將從該發射源發射之雷射光束導至，配置於材料 M 附近之工作頭 14。在該工作頭處，以受控之散度發出光纖之雷射光束係藉一準直折光系統 20 而準直，且在透過大體上由一聚焦透鏡組成之一光學聚焦系統 16 聚焦前，藉一反射系統 22 反射，而沿一光傳播軸通過發射噴

嘴 18 入射於 WP 材料上。

【0011】 第 3 圖係圖示依據先前技藝之一示範工作頭 14。在 30 處表示一管形通道，其具有圓柱形或圓錐形截面，雷射光束係在其內傳送，以 B 指示。藉發射源 10 產生、且藉由在空氣中具多重反射或在光纖中之一光徑傳輸至該工作頭的雷射光束 B，將在一反射性偏轉器元件 32 上準直，該反射性偏轉器元件將光傳播軸偏向一入射於待加工材料上之方向。光學聚焦系統 16 係中介於反射性偏轉器元件 32、與配置於下游而調整成適應於保護該聚焦系統阻隔任何熔化金屬飛濺之一保護滑件 34 之間，及包括一透鏡座架單元 36。複數機械調整機構 38 係連結至該透鏡座架單元，以校準該透鏡橫交於光束傳播方向(X-Y 軸)及沿光束傳播方向(Z 軸)之定位。

【0012】 雷射光束在該工作頭中所接受之光學處理係圖解於第 4 圖及第 5 圖中。

【0013】 源自一發射源 S 之雷射光束 B 經由自由空間或光纖中之一光學傳輸路徑，而以一既定散度到達該工作頭。在第 4 圖中藉透鏡 C 顯示之一光學準直系統，用於準直雷射光束 B、將該雷射光束導至一光學聚焦系統，該光學聚焦系統配置於下游、藉透鏡 F 表現、能夠產生一聚焦雷射光束。在第一逼近處，一光學聚焦系統下游之一理想雷射光束、即理想地準直成平行射線之一雷射光束，依據幾何光學定律而聚集於一焦點上。然而，物理繞射定律指出，即使在最佳準直與聚焦架構下之雷射光束，仍在該光學聚焦系統下游具有在其腰部處之一有限焦點。這在第 4 圖中藉指示為 W 之區帶表現，其與光束 B 之焦

點區域對應。通常，在工業加工使用中，一材料之工作平面與光束腰部處之橫向平面重合。

【0014】 第 5 圖顯示正常下準直雷射光束之功率密度分布，其典型地呈高斯型且在一單模光束情況下具有旋轉對稱、即功率環繞光束之縱軸(Z 軸)聚集且沿一周邊裙部逐漸減小，或其可被描述為高斯斷面之包線且在一多模光束情況下具有旋轉對稱。

【0015】 使用可在第一逼近中被描述為高斯型之一單模或多模雷射輻射光束，將滿足高功率雷射應用領域中之技術控制需求。確實，一高斯光束係藉幾個參數輕易地描述，藉此且因其具有本身傳播之特徵不致修改功率分布，而可輕易地控制其沿一光學傳輸路徑從一發射源傳播至一加工機頭，其可經由遠場傳播狀況(在此情況下可使用一幾何光學近似)下之一半徑值及一散度值描述。在沿一工作路徑之近場中聚焦光束傳播條件下，此時幾何光學近似不再成立，光束在任何情況下皆可在其每一剖面中保持高斯功率分布型態。

【0016】 為此，在雷射加工之領域中，一直有控制雷射光束以使其具有一高斯(或近似高斯)剖面功率分布、及永久建立雷射光束光傳播軸與輔助氣流質心軸之間相對相互位置的需求。

【0017】 先前技藝中已發展許多解決方案，被調整成適應於，提供一穩定(倘非固定)的雷射光束光傳播軸與輔助氣體外流軸之間定位，且這大體上內含該二軸之重合。先前技藝中由一操作者在譬如因磨耗而必須更換噴嘴之週期性校準機器(工

作頭)期間，手動實行一機械定心程序，來實行雷射光束光傳播軸與輔助氣流軸之間的相互位置調整。此類機械定心程序內含譬如藉由一螺絲起子而對偏轉器反射鏡、或者準直或聚焦透鏡進行的精細機械調整，以調整雷射光束光傳播系統相對於噴嘴在該工作頭上定位的傾斜與定心。

**【0018】** 在一純粹單模光束情況下，分別藉雷射光束功率高斯分布、與藉輔助氣流外流噴嘴口圓形截面來支配光束與輔助氣流旋轉對稱的此設計選擇，將確保每一工作程序(切割、熔接等)關於加工可遵循方向之行為等向性。

**【0019】** 當一雷射工作程序係藉電子處理構件，依據電腦輔助設計及製造系統中既定之任何路徑與幾何而控制時，關於材料上工作路徑之程序等向性一直被視為有利者。

**【0020】** 咸信一物理「不平衡」系統、或雷射光束及輔助空氣在材料上之入射點處無旋轉對稱，將導致控制工作路徑複雜且困難，或加工成果之較差品質。

### **【發明內容】**

**【0021】** 本發明之目的係提供一種雷射加工方法，其具有在程序操作速度、成果品質、及成本效益方面的改良性能。

**【0022】** 本發明之另一目的係提供一種雷射加工方法，其可即時控制以在所有操作狀況下皆獲致精密加工成果，且無需增加現有機器之尺寸即可達成。

**【0023】** 依據本發明，此等目的係透過一種具有申請專利範圍第 1 項所提及特點之金屬材料雷射加工方法達成。

**【0024】** 特定具體實施例係申請專利範圍附屬項之目的，

其內容應被理解為構成本說明整體所必需之部分。

【0025】 本發明之又一目的係一種如欲申請專利之雷射加工金屬材料的機器及電腦程式。

【0026】 綜上所述，基於打破雷射光束與輔助氣流總成之旋轉對稱、即脫離雷射輻射傳播軸與輔助氣流外流軸之間的重合狀況，可容許獲致在速度、品質、及成本效益方面優於同性能工作程序之利益，而發展本發明。

【0027】 打破旋轉對稱之應用及利用的模態可不相同，且特別地此等模態包括一加工雷射光束光軸相對於輔助氣流對稱軸之位置的「靜態」修正，及一加工雷射光束光軸相對於輔助氣流對稱軸之位置的「動態」修正或在「表觀光束」工作狀態。

【0028】 在「靜態」修正之情況下，雷射光束光軸相對於輔助氣流對稱軸之相對位置(距離、相對於設想為參考方向之一沿工作路徑局部行進方向的角度)呈固定、或依與工作程序行進速度可相比較(即，具相同數量級)之一相對速度變化。

【0029】 基於該雷射光束之光軸位置在沿該輔助氣流平行方向上位於前述氣流對稱軸(即，該氣流對稱軸入射於待切割程序時加工之材料表面上的區域)前方的一不平衡，可獲致在加工速度方面之一較佳性能。此類不平衡確實產生一藉輔助氣流衝擊之熔化溝槽區域，該熔化溝槽區域較該等軸重合之對稱情況者大。換言之，雷射光束在材料上之入射超前該氣流，相較於該等軸重合之對稱情況者在相同速度下容許一較低壓力氣體輸送，以確保與該較低壓力成比例之一較低氣體消耗。

【0030】 在「動態」修正或「表觀光束」工作狀態之情況

下，雷射光束光軸相對於輔助氣流對稱軸之相對位置(距離、相對於作為一參考方向之一沿工作路徑局部行進方向的角度)，依大於工作程序行進速度大至少一數量級之一相對速度變化。雷射光束之光軸係受控制，而相對於輔助氣流軸在一既定周圍運動頻率下作週期性運動，以確保材料上之工作程序看到可藉光束運動之包線描繪的一表觀光束，其處於一數量級較該周圍運動頻率小之頻率標度。

**【0031】** 基於該光軸相對於該輔助氣流軸傳播方向之一前後運動振盪，將譬如決定一具有略呈細長形橢圓外型之表觀光束，其容許較大之該熔化溝槽照明、即一在該溝槽中持續較久之照明，而這又容許材料在該傳播方向上之較大輻射吸收。由於此技術將增加每瓦特雷射光束功率之產率，因此容許節省電力，及由於該技術較先前技藝保持材料處於一較小之黏滯狀況，因此節省氣體，藉此可能以較小氣體壓力將該熔化材料推出該溝槽。

**【0032】** 除此以外，環繞該輔助氣流軸之一光軸、即雷射功率分布質心的圓形振盪運動，將譬如決定一圓形表觀光束而容許雷射光束功率分布之直徑(表觀)增加，且因此在相同壓力下獲致一較大之溝槽內氣流。

**【0033】** 依據本發明，藉由即時控制雷射光束之外型、即藉由修改光束之橫向功率分布而大致維持光束外型及有效直徑，以藉實施加工雷射光束光軸相對於輔助氣流對稱軸之位置的有效控制，達成將前述考慮應用至先前技藝系統。

**【0034】** 本發明所根據之原理係使用本身在科學應用中已

知用於處理光學信號(因此處理低功率光輻射)之一具有受控變形的光學系統，在工業應用中整形一高功率雷射光束。

**【0035】** 一雷射光束光學傳輸系統中之一受控變形系統的應用，容許可依一迅速修改方式獲致之雷射光束整形範圍擴大，且極精密地調節雷射輻射傳播軸與輔助氣體外流軸的相互位置，及因此改良機械加工程序之特性或實施創新機械加工程序。

**【0036】** 較優地，本發明之方法容許雷射光束高精密地導向輔助氣體外流區帶之中心，而因此避免在為一既定程序設定機器時，由操作者介入作精密機械調整之需求。

**【0037】** 更優地，本發明之方法容許依據一與輔助氣流軸之既定空間關係，以一快速調整時間，控制並非必須為一同軸對正位置之雷射光束光軸位置，以使位置控制不僅實行為一加工循環之一「預備設定」，亦可在一工作程序期間即時實施，以沿材料上之工作路徑，控制雷射光束光軸與輔助氣流軸之間的期望相互位置。

**【0038】** 換言之，本發明之方法容許，譬如藉瞬時地控制雷射光束光軸之位置位於距輔助氣流軸一既定距離處、相對於工作路徑目前方向(加工之行進方向)之一既定轉向方向處，而在一工作程序期間自動地設定及保持雷射光束光軸與輔助氣流軸之間的一既定相互定位對策。

**【0039】** 本發明尚容許在一工作程序期間自動地設定雷射光束光軸與輔助氣流軸之間的一相互定位可變對策，其譬如以沿一既定工作路徑之材料上工作區域空間位置為函數，或以如

沿該工作路徑之行進速度變異、工作材料之厚度變異、輔助氣體相對於待加工材料表面之入射角變異等其他參數為函數。

【0040】 沿加工路徑之行進速度變異起因於，譬如工作頭工作方向或方位反轉所致之該工作頭各式機械控制軸的必然停止，其中該等軸促成定義路徑本身，以及該反轉之前為一減速到停止且之後為一接續加速。這在一切割與一熔接程序二情況下皆然。

【0041】 已知且預期之工作材料厚度改變，不僅需要根據厚度而有所不同之一對應行進速度、及該材料本身內之焦點位置，且亦需要不同的打破旋轉對稱模態、即以該厚度為函數之一加工雷射光束光軸相對於輔助氣流對稱軸的位置「靜態」或「動態」修改。

【0042】 最後，輔助氣體相對於工作材料表面之入射角變異，需要環繞氣流軸之不同雷射功率分布，以改良切割性能，而譬如因較寬之溝槽、或較佳之輔助氣體供應輸送而確保更穩定之加工。

【0043】 依據本發明，藉由在界定一輔助氣流輸送區之該氣流軸的一既定鄰近區域中，控制一金屬材料上工作平面區域中的光束橫向功率分布，以實施雷射輻射傳播軸與輔助氣流外流軸之間的相互位置控制。代表本發明控制方法之作用體積場域的該輔助氣流輸送區，可識別為一工作頭噴嘴之「受影響體積」——噴嘴典型地具有一直徑介於 1 公釐與 3.5 公釐之間的出口、及多個尺寸，此等尺寸典型地為一截頭圓錐之一 6 公釐到 20 公釐高度、一直徑等於該出口直徑加 1 到 3 公釐之較小

基部(該噴嘴處)、及一較大基部，該較大基部之特徵尺寸係截頭圓錐體積之高度、及生成線之傾角的函數，該傾角典型地介於 15 與 30 度之間。適當地，該噴嘴之體積儘可能地小，且具有可能最細的外觀，使其亦可在待加工表面之凹陷內作業。

**【0044】** 較優地，可在 100 赫茲到 10 千赫茲之間的操作頻率下，即時執行藉本發明之方法實行的自動控制。

**【0045】** 調整成適應於執行本發明之方法的一控制系統可被整合入一工作頭中、即其與雷射光束之產生、及與該雷射光束輸運至該工作頭獨立無關，而較優地有別於先前技藝系統。

**【0046】** 此外，設定或命令一特定加工機器的已知解決方案中，光學光束相對於輔助氣流之位置可基於操作者之手動介入而調整，或光學光束入射方向之修改係依據一既定邏輯而實施、如同先前技藝中之振程(wobbling)，藉此當設定一工作程式來程式化時，一極度動態振盪將在整個程序中，反覆傳至雷射光束傳播之光軸。不同於此，本發明之方法容許，以沿一工作路徑之光束位置點為函數，即時有效地控制雷射光束傳播之光軸的位置，藉此可能根據在沿工作路徑之既定位置處產生的程式化工作狀況，及時改變光學光束之光傳播軸與輔助氣流軸之間的相互位置。此類程式化工作條件包含，依說明方式且非限制性範例之沿一既定工作路徑的目前工作位置(或更一般地，目前工作平面之區域)，及/或材料上之工作路徑目前方向，及/或輔助氣流軸之平移方向。

#### **【圖式簡單說明】**

**【0047】** 以下將參考隨附圖式，詳細說明以非限制性範例

提供之一發明具體實施例，以更詳細地說明本發明之其他進一步特點及優點，其中：

第 1 圖及第 2 圖係依據先前技藝之雷射加工機範例；

第 3 圖顯示依據先前技藝之一雷射機工作頭結構範例；

第 4 圖及第 5 圖顯示依據先前技藝，應用於金屬材料工業加工之一雷射光束整形概略表示圖；

第 6 圖係調整成適應於實行本發明方法之一工作頭中雷射光束光徑的概略示意圖；

第 7 圖係用於實施本發明方法之一整形光學光束的受控表面反射元件概略表示圖；

第 8 圖係調整成適應於實行依據本發明之一加工方法之一雷射加工機控制電子學方塊圖；及

第 9 圖係依據本發明方法之一加工範例概略表示圖。

### 【實施方式】

【0048】 在此之前，已關於先前技藝來說明第 1 圖至第 5 圖，且其內容在此認知，與依據本發明之教示來製造可受控進行工作程序的加工機相同。

【0049】 第 6 圖中圖解一依據本發明之金屬材料雷射加工機的工作頭中之一雷射光束光徑。

【0050】 第 6 圖之光學系統包括一雷射光束 B 之一輸入裝置 100，其譬如為藉一發射源沿自由空間中之一光徑傳播的一光束之一光纖電纜末端或一光學拾取系統，雷射光束 B 將從該輸入裝置起依一既定散度發出。

【0051】 輸入裝置 100 下游配置一光學準直系統 120、譬如

一準直透鏡(典型地，一雷射切割機之一工作頭的一準直透鏡具有一 50 公釐到 150 公釐之焦距)，其下游之準直雷射光束被導至一光學聚焦系統 140、譬如一聚焦透鏡(典型地，一雷射切割機之一工作頭的一聚焦透鏡具有一 100 公釐到 250 公釐之焦距)，該光學聚焦系統被配置成將光束聚焦而通過一光屏或玻璃保護裝置 160 以至一工作平面  $\Pi$  上。

**【0052】** 在準直光學系統 120 與光學聚焦系統 140 之間光徑中，插入複數光學光束整形構件 180。

**【0053】** 特別地，參考第 6 圖中所示之一雷射光束光徑的圖式表達，本發明關於製作光學構件 180 來整形雷射光束，及控制該等構件以依一受控方式在一材料之既定工作平面上達成一雷射光束橫向功率分布。在圖式中，以一圖示具體實施例顯示用於整形雷射光束之光學構件 180，其中該等構件被配置成，使其自身之對稱軸相對於光束之傳播方向呈  $45^\circ$ 。

**【0054】** 為此，將用於整形雷射光束之光學構件 180 製成一具有受控表面之可變形反射元件 200，其包括複數個反射區域，可各自獨立地運動，如第 7 圖所圖解者，其中該等反射區域在一靜止狀態下界定一位於參考反射平面上之反射表面。該可變形、受控表面反射元件 200 提供一連續箔反光鏡，其反射表面可關於該靜止狀態下所採用之參考平坦反射表面作三維修改。該可變形、受控表面反射元件 200 具有一連續曲率反射表面，其包含複數個反射區域，該等反射區域後方結合有圖式中以 200a、200b、... 顯示之對應複數個運動模組，且藉由聯合使用在雷射光束波長下高度反射之塗層(至少 99%)、及安裝於

以直接溝流水冷卻的一接觸座架上作適當處理，而在高光功率下使用。該等運動模組整合至該連續曲率反射表面，且可各自獨立運動。具有連續曲率之反射表面的該等反射區域之間無任何邊緣，即全部反射表面在所有方向上皆具有連續的局部導數。該複數個運動模組 200a、200b 之運動包含對應反射區域之平移運動、或對應反射區域環繞一軸之旋轉運動、或甚至其組合，其中該平移運動譬如為相對於該靜止狀態下採用之參考平坦反射表面的前向與後向運動，而該軸係與該靜止狀態下採用之參考平坦反射表面平行者。該反射表面之變形、即運動模組 200a、200b 之運動，較佳地藉已知的壓電技術致動。此等壓電技術可能控制該等運動模組之運動，及該等反射區域之結果位置、即該等反射區域之位置修正。此位置修正起因於，每一模組在互相獨立之既定數量自由度上的平移及/或旋轉所致之運動組合，典型地為等級 $\pm 40$  微米之行程，藉此可能取得藉冊尼克(Zernike)多項式組合而定義之連續曲率表面近似。如此，可能(至少理論上、且實際上為了期望之目的而充分地近似)依據期望之加工應用目的，施用雷射光束之光傳播軸的位置調整、或更一般地控制雷射光束之橫向功率分布。

**【0055】** 第 7 圖顯示一橢圓形輪廓反射器元件 200 及相關後方運動模組之較佳具體實施例，用於 $45^\circ$ 之準直雷射光束入射角，如第 6 圖之圖式中所示者。請了解，此類具體實施例僅為解說本發明之實施且不以此為限。在準直雷射光束與靜止狀態下之元件 200 表面垂直、或幾乎垂直的一不同較佳具體實施例中，反射元件 200 之輪廓係一圓形輪廓。

【0056】 在該反射元件具有一橢圓形輪廓之具體實施例中，該橢圓形輪廓具有一 38 公釐長軸及一 27 公釐短軸，其與入射於可由準直光學系統 120 獲致之反射鏡上的雷射光束最大橫向口徑尺寸對應。

【0057】 明確地，在一較佳具體實施例中，該可變形、受控表面反射元件 200 包含複數個反射區域，該等反射區域藉由對應之複數個運動模組而可各自獨立地運動，該等運動模組包括一中心區域、及相對於該中心區域同心之複數列圓形冠狀扇區。在目前較佳的具體實施例中，該等同心圓形冠狀扇區之列數為 6，每列中之圓形冠狀扇區的數量為 8，且該等圓形冠狀扇區之高度係在朝該反射元件外側之徑向方向上從第一到第三列、及從第四到第六列呈增加。第四列圓形冠狀扇區之高度係介於第一與第二列圓形冠狀扇區高度之間。較佳地，為在設計時簡化反射元件 200 之控制結構，形成周邊圓形冠之複數個圓形扇區可固定，且僅內圓形冠狀扇區之列可動以使其運用的致動器總數量限制在 41 個。

【0058】 通常，圓形扇區之列數、圓形冠狀扇區之數量、及圓形冠狀扇區之高度係依據為獲致既定期望雷射光束橫向功率分布所需的反射表面幾何，透過以選定數量之反射區域，對入射於該反射元件上之雷射光束的橫向功率分布趨勢進行模擬程序而決定。事實上，元件 200 之反射表面的受控可變形性，將藉由對雷射光束之相位起作用，而引發雷射光束在焦平面上之受控強度變異。在目前較佳之具體實施例中，反射元件 200 表面之變形受控制，以決定歸因於冊尼克多項式組合的一

反射表面。是以，依據反射元件 200 反射區域之運動所控制的相位變動，可較優地使用數字計算方法模擬焦平面上之雷射光束強度分布。

**【0059】** 第 7 圖中圖示之反射元件 200 的表面分部幾何—與反射區域之運動模組的幾何對應—已由發明人透過一模擬程序決定，以獲致具有較大光束整形自由的不同形狀橫向功率分布，甚至無關於保留其旋轉對稱。另外，與高斯功率分布緊密關聯之應用中，不需改變功率分布之外型而僅需其關於光傳播軸之位移，而可能使用較簡單的幾何、譬如等間隔列，即其中圓形冠狀扇區之高度在所有扇區列中皆不變。在保留光束功率分布旋轉對稱之應用中，可能使複數個反射區域及各別之運動模組呈沿徑向各自獨立之圓形冠型式。

**【0060】** 第 8 圖顯示，實施本發明方法之一金屬材料雷射加工機的一電子控制系統線路圖。

**【0061】** 該系統包括複數電子處理及控制構件，其集合地顯示於圖式中之 ECU 處，該電子處理及控制構件可整合於一機器上之單一處理單元中，或以分散式實施而因此包括配置於該機器不同部份、包含譬如工作頭中之複數處理模組。

**【0062】** 與該電子處理及控制構件 ECU 結合之複數記憶構件 M 儲存一既定之處理模式或程式、譬如包括一既定工作路徑及複數物理處理參數，該既定工作路徑係呈工作頭及/或待加工材料之運動指令型式，該等物理處理參數係指示以該工作路徑為函數之光學光束功率分布、光束之功率強度、及雷射光束致動時間。

【0063】 電子處理及控制構件 ECU 被配置成存取記憶構件 M，以取得一工作路徑、及控制加工雷射光束沿該路徑之施用。該沿既定工作路徑施用雷射光束之控制包含，藉參照該既定處理模式或程式、即依據從該等記憶構件取得之工作路徑資訊及工作參數，控制一輔助氣流之輸送、及控制一既定雷射光束功率分布之輻射朝向一既定工作區域。

【0064】 複數感測器構件 SENS 被配置於該機器上，以即時偵測工作頭與待加工材料之間的相互位置、以及此位置在一段時間之改變。

【0065】 電子處理及控制構件 ECU 被配置成，從感測器構件 SENS 接收信號，此等信號指示工作頭與待加工材料之間在一段時間的相互位置、即目前工作平面之區域及/或目前工作路徑之方向在一段時間的改變。

【0066】 電子處理及控制構件 ECU 包括一第一控制模組 CM1，用於控制加工之機械參數，且配置成發射第一命令信號  $CMD_1$  至一已知致動器構件總成，該致動器構件總成包括使工作頭沿特定之機器具體實施例所容許的複數自由度運動之複數致動器構件，及使待加工材料關於工作頭之位置運動的複數致動器構件，該等移動待加工材料致動器構件被調整成適應於，與該移動工作頭致動器構件共同作動，以在待於工作頭噴嘴處作加工之材料上展現一程式化工作路徑。由於此等致動器構件係技藝中已知者，因此不再詳述。

【0067】 電子處理及控制構件 ECU 包括一第二控制模組 CM2，用於控制加工之物理參數，且配置成發射第二命令信號

CMD<sub>2</sub> 至輔助氣流輸送構件、及用於產生與傳送雷射光束之控制構件。

**【0068】** 電子處理及控制構件 ECU 包括一第三控制模組 CM3，用於控制光學處理參數，且配置成發射第三命令信號 CMD<sub>3</sub> 至該等光學光束整形構件之可變形受控表面反射元件 200，以實施該元件之可各自獨立運動反射區域的運動模組，即控制該等區域之相互空間位移(沿該反射元件光軸之平移、或相對於其之傾斜)。命令信號 CMD<sub>3</sub> 係藉由一電腦程式處理，該電腦程式包括一個或更多碼模組，其具有用於實施本發明方法之一規則模型(regulation model)或程式的指令，此等指令係依據待獲致之既定雷射光束整形、即以沿一光傳播軸之瞬時處理條件為函數，建立一既定雷射光束橫向功率分布及因此一既定雷射光束光傳播軸位置，其中該光傳播軸入射於金屬材料之一工作平面的一區域中之材料上。該材料之工作平面係材料之表面平面，或材料厚度上之深度變化、譬如切割或鑽穿厚材料時的一平面，其中該等厚度材料即典型地厚度較 1.5 倍之聚焦光束瑞利(Rayleigh)長度大者(典型情況下，厚度大於 4 公釐、且達 30 公釐)。前述之命令信號 CMD<sub>3</sub> 亦藉該電腦程式處理，以依據瞬時工作條件、即工作平面之區域及/或目前金屬材料上之目前工作路徑方向，在該輔助氣流軸之一既定鄰近區域中及該氣流之一輸送區域內，建立該雷射光束之既定橫向功率分布。

**【0069】** 電子處理及控制構件 ECU 因此配置成，偵測該輔助氣流軸之目前位置及/或目前平移方向，以依據該輔助氣流

軸之目前位置及/或偵測到之目前平移方向，控制該輔助氣流軸沿金屬材料上之一既定工作路徑的相對位移，且自動地調整該雷射光束之光傳播軸的位置、或該雷射光束之橫向功率分布。

**【0070】** 該雷射光束之光傳播軸的位置係藉控制該等反射區域之運動模組而操縱，以執行該反射元件整體相對於各別靜止狀態之複數既定全面傾斜運動，該等既定全面傾斜運動決定待加工材料上之雷射光束光點的空間平移。

**【0071】** 依據一具體實施例，調整該雷射光束之光傳播軸的位置，以在一金屬材料切割作業期間，選擇性或交替地位在關於該輔助氣流軸目前位置之沿工作路徑的一前方區域與一後方區域。較佳地完成此以追尋一切割路徑，譬如以切割作業之執行速度及待切割材料之厚度為函數者。

**【0072】** 在一「靜態」修正之情況下，基於該雷射光束之光軸位置在沿該輔助氣流平移方向上位於前述氣流對稱軸(即，該氣流對稱軸入射於待在切割程序時加工之材料表面上的區域)前方的一不平衡，可獲致在加工速度方面之一較佳性能。此類不平衡產生一藉該輔助氣流衝擊之熔化溝槽區域，該熔化溝槽區域較該等軸重合之對稱情況者大。換言之，雷射光束在材料上之入射位於該氣流前方，相較於該等軸重合之對稱情況者，在相同速度下容許一較低壓力氣體輸送，以確保與該較低壓力成比例之一較低氣體消耗。

**【0073】** 在「動態」修正或「表觀光束」工作狀態之情況下，基於該光軸相對於該輔助氣流傳播方向之一前後振盪運

動，將譬如決定一具有細長形類橢圓外型之表觀光束，其容許較佳之該熔化溝槽照明、即一在該溝槽上持續較久之照明，而這又容許材料在該傳播方向上之較大輻射吸收。由於此技術將增加每瓦特雷射光束功率之產率，因此容許節省電力，以及由於該技術相較於先前技藝保持材料處於一較小之黏滯狀況，因此節省氣體，藉此可能以較小氣體壓力將該熔化材料推出該溝槽。

**【0074】** 在另一具體實施例中，調整該雷射光束之光傳播軸的位置，以在一金屬材料鑽穿作業期間，依循一環繞該輔助氣流軸目前位置之圓形路徑。如此將容許一「表觀光束」產生寬直徑圓形對稱，即使該表觀光束係以一較小直徑高斯光束起始，這具有二優點。第一個優點在於，鑽穿直徑在程序終結時增加，且因此在切割運動開始時之易損壞階段中，容許雷射光束與待加工材料厚度內之行進前端有較佳連結、以及一較大氣流，該較大氣流容許該熔化材料在起始時更有效率地排出。第二個優點在於，鑽穿程序期間，該圓形運動將一優勢發射方向傳遞到，該必須從鑽穿發生所在側離開材料加工區域表面之熔化材料，而有助於愈來愈深材料層之逐步剝蝕效率、及最終較快速之總厚度崩解。

**【0075】** 第 9 圖顯示依據本發明之方法的一加工範例。

**【0076】** 圖式中，一程式化工作路徑係以 T 指示。該工作路徑包含一切割輪廓，該切割輪廓包括作為範例之一系列彎曲區段 T1、T2 或筆直區段 T3 而形成一封閉或開放斷線，及一系列凹部，該等凹部譬如為具有一半圓形輪廓 R1、R2 者。工作

路徑 T 亦包含一以 H 指示之圓形鑽穿輪廓，其位於相距該切割輪廓一既定距離處。

**【0077】** 在工作頭沿前述路徑之某些圖示位置處(僅結合一初始工作位置來圖解工作頭，以不致使圖解表現過度複雜)，該輔助氣流在待加工材料上之輸送區域係以 G1、...、Gn 指示，且圍繞該雷射光束光軸位置定界之該雷射光束在待加工材料上的入射光點係以 S1、...、Sn 指示。請注意，典型地用在厚度 4 公釐到 30 公釐之碳鋼、厚度 4 公釐到 25 公釐之不銹鋼、厚度 4 公釐到 15 公釐之鋁合金、厚度 4 公釐到 12 公釐之銅及黃銅上的切割及/或鑽穿作業，該輔助氣流輸送區之典型尺寸介於 1.8 公釐到 3 公釐之範圍、該雷射光束之入射光點則介於 0.05 公釐到 0.25 公釐之範圍。

**【0078】** 針對沿工作路徑之某些工作位置或區域，以範例陳述輔助氣流在待加工材料上之對應輸送區域(在最常見之圓形噴嘴具體實施例中呈圓形)，及一個或更多雷射光束入射光點(在常見之高斯型橫向功率分布情況下，亦依圖示方式以一圓形外型表現)。

**【0079】** G1 指示一第一輔助氣流輸送區，位在一雷射光束行進區段中，該區段係沿著依循一既定路徑 T 之一切割線的第一節段 T1。在該工作區域中，調整該雷射光束之(功率分布)光傳播軸的位置，使該光束在工作平面上之入射光點 S1 位於該輔助氣流軸目前位置前方之一區間中，該區間與 G1 區之質心對應。

**【0080】** G2 指示一第二輔助氣流輸送區，位在雷射光束沿

路徑 T 切割線節段 T1 減速之一雷射光束行進區段中。在該工作區域中，調整該雷射光束之(功率分布)光傳播軸的位置，使該光束在工作平面上之入射光點 S2 與該輔助氣流軸目前位置大致重合，對應於 G2 區之質心。

**【0081】** G3 指示一第三輔助氣流輸送區，位在路徑 T 之半圓形凹部 R1 處。在該工作區域中，調整該雷射光束之(功率分布)光傳播軸的位置，使該光束在工作平面上之入射光點，如後續位置 S3、S4、S5、及 S6 指示者，在該輔助氣流輸送區內運行期望之切割路徑而無前述區間之運動，該等後續位置與對應於 G3 區質心之該輔助氣流軸目前位置的沿徑向距離皆相等，但從相對於金屬材料上工作路徑目前方向之一朝後位置到一朝前位置轉向偏移。

**【0082】** G4 指示一第四輔助氣流輸送區，位在切割輪廓區段 T2 與區段 T3 之間的一方向變異處，其中該方向變異具有一小曲率半徑。在該工作區域中，調整該雷射光束之(功率分布)光傳播軸的位置，使該光束在工作平面上之入射光點，如後續位置 S7、S8、及 S9 指示者，在該輔助氣流輸送區內運行期望之切割路徑而無前述區間之運動，該等後續位置具有與對應於 G4 區質心之該輔助氣流軸目前位置不同的一徑向距離及一角位置，即分別為相對於金屬材料上工作路徑目前方向之朝後、重合、及朝前位置。

**【0083】** 最後，第 5 圖指示一第五輔助氣流輸送區，位於圓形鑽穿輪廓 H 處，可藉中斷雷射光束發射一既定時間，以到達相距切割輪廓之路徑 T 一既定距離處的該圓形鑽穿輪廓。在

該工作區域中，調整該雷射光束之(功率分布)光傳播軸的位置，使該光束在工作平面上之入射光點在該輔助氣流輸送區內運行以後續位置 S10、S11、S12、及 S13 指示之一圓形路徑，而無前述區間運動，該圓形路徑與對應於 G5 區質心之該輔助氣流軸可能同軸。

**【0084】** 當然，實施之具體實施例及細部設計，可關於僅純粹以非限制性範例作說明及圖示者廣泛變化，而不改變發明之原理，因此不致脫離隨附申請專利範圍所界定之發明保護範疇。

### **【符號說明】**

#### **【0085】**

10	發射源
12a	反射鏡
12b	反射鏡
12c	反射鏡
12d	光纖電纜
14	工作頭
16	光學聚焦系統
18	噴嘴
20	準直折光系統
22	反射系統
30	管形通道
32	反射性偏轉器元件
34	保護滑件

36	透鏡座架單元
38	機械調整機構
100	輸入裝置
120	光學準直系統
140	光學聚焦系統
160	光屏或玻璃保護裝置
180	光學光束整形構件
200	可變形反射元件
200a	運動模組
200b	運動模組
B	雷射光束
C	透鏡
F	透鏡
H	圓形鑽穿輪廓
M	記憶構件
S	發射源
T	工作路徑
W	有限焦點
CM1	第一控制模組
CM2	第二控制模組
CM3	第三控制模組
CMD <sub>1</sub>	第一命令信號
CMD <sub>2</sub>	第二命令信號
CMD <sub>3</sub>	第三命令信號

ECU	電子處理及控制構件
G1	第一輔助氣流輸送區
G2	第二輔助氣流輸送區
G3	第三輔助氣流輸送區
G4	第四輔助氣流輸送區
G5	第五輔助氣流輸送區
R1~R2	半圓形凹部
S1~S13	入射光點
SENS	感測器構件
T1	彎曲區段
T2	彎曲區段
T3	筆直區段
WP	材料
$\Pi$	工作平面

第 106122499 號申請專利範圍修正本

## 申請專利範圍

1. 一種藉由一聚焦雷射光束來雷射加工一金屬材料之方法，該方法特別地用於雷射切割、鑽穿、或熔接該材料，該聚焦雷射光束具有在該金屬材料至少一工作平面上之一既定橫向功率分布，包括下列步驟：  
提供一雷射光束發射源；  
將該發射源所發射之雷射光束沿一光束傳輸光徑前導至配置於該金屬材料附近之一工作頭；  
沿入射於該金屬材料上之一光傳播軸來準直雷射光束；  
聚焦該準直雷射光束於該金屬材料之一工作平面的一區域中；及  
沿包括一連串工作區域之該金屬材料上一工作路徑引導該聚焦雷射光束，  
該方法包括整形雷射光束，其中整形雷射光束包括：  
藉由一可變形受控表面反射元件來反射該準直光束，該元件具有一連續曲率反射表面，該反射表面包含複數個各自獨立可運動反射區域，及  
控制該等反射區域之配置，以在該金屬材料至少一工作平面上建立，以目前工作平面之區域及/或該金屬材料上工作路徑之目前方向為函數的一既定光束橫向功率分布  
其特徵在於：  
該方法包括下列步驟：將一輔助氣流沿一輔助氣流軸，朝向該金屬材料工作平面之區域輸送，  
該輔助氣流軸沿該金屬材料上一既定工作路徑之相對平

第 106122499 號申請專利範圍修正本

移，

偵測該輔助氣流軸之目前位置及/或目前平移方向，  
控制該等反射區域之配置，以在該金屬材料工作平面之一  
區域中建立該既定光束橫向功率分布，該區域被包括於環  
繞該輔助氣流軸之一既定鄰近區域中、及該氣流之一輸送  
區域內

以該輔助氣流軸之偵測目前位置及/或偵測目前平移方向為  
函數來自動調整雷射光束光傳播軸之位置。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中控制受控表面反  
射元件之反射區域的配置包括控制該等區域關於一反射參  
考平坦表面之一運動組合。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中控制受控表面反  
射元件之反射區域的運動組合包括控制該等區域沿該反射  
元件光軸之平移運動、及/或該等區域之旋轉以獲致關於該  
反射元件光軸之一傾斜。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中以輔助氣流軸之  
偵測目前位置及/或偵測目前平移方向為函數來自動調整雷  
射光束光傳播軸之位置者係藉參照一既定調整模式或程式  
實行。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該雷射光束光傳  
播軸之位置被調整，以在一金屬材料切割作業期間，交替  
地位在沿該工作路徑而關於該輔助氣流軸目前位置之一前  
方區域與一後方區域中。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該雷射光束光傳

第 106122499 號申請專利範圍修正本

播軸之位置被調整，以在一金屬材料鑽穿作業期間，依循環繞該輔助氣流軸目前位置之一圓形路徑。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其包括提供一可變形受控表面反射元件，該元件具有一連續曲率反射表面，該反射表面包含複數個可運動反射區域，藉由對應之複數個對應運動模組而可各自獨立地運動，該等運動模組包含一中心區域、及相對於該中心區域同心之複數列圓形冠狀扇區。
8. 如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中該等同心圓形冠狀扇區之列數為 6，每列中之圓形冠狀扇區的數量為 8，且該等圓形冠狀之高度係在朝該反射元件外側之徑向方向上從第一到第三列、及從第四到第六列呈增加，第四列圓形冠狀扇區之高度係介於第一與第二列圓形冠狀扇區高度之間。
9. 一種藉由一聚焦雷射光束來雷射加工一金屬材料之機器，該機器特別地用於雷射切割、鑽穿、或熔接該材料，該聚焦雷射光束具有在該金屬材料至少一工作平面上之一既定橫向功率分布，該機器包括：
  - 一雷射光束發射源；
  - 複數個前導構件，將該發射源所發射之雷射光束沿一光束傳輸光徑前導至配置於該金屬材料附近之一工作頭；
  - 複數個準直光學構件，沿入射於該金屬材料上之一光傳播軸來準直雷射光束；
  - 複數個聚焦光學構件，聚焦該準直雷射光束於該金屬材料

第 106122499 號申請專利範圍修正本

之一工作平面的一區域中，  
其中該準直光束之至少該等聚焦光學構件係藉該工作頭運載於距該金屬材料一受控距離處；及  
複數個調整構件，用於調整該工作頭與該金屬材料之間的距離，適應於沿包括一連串工作區域之該金屬材料上一工作路徑引導該聚焦雷射光束，  
複數個整形雷射光束光學構件，包含一可變形受控表面反射元件，該元件具有一連續曲率反射表面，該反射表面包含複數個各自獨立可運動反射區域，該等區域被調整成適應於反射該準直雷射光束，該等反射區域之配置被調整成適應於在該金屬材料至少一工作平面上建立一既定光束橫向功率分布；及  
複數個電子處理及控制構件，配置成控制該等反射區域之配置，以在該金屬材料至少一工作平面上建立，以目前工作平面之區域及/或該金屬材料上工作路徑之目前方向為函數的一既定光束橫向功率分布，  
其特徵在於更包括：  
一噴嘴，將一輔助氣體導向該材料上之該工作區域，及  
其中該等電子處理及控制構件更配置成：  
偵測該輔助氣流軸之目前位置及/或目前平移方向，  
該輔助氣流軸沿該金屬材料上一既定工作路徑之相對平移，  
以該輔助氣流軸之偵測目前位置及/或偵測目前平移方向為函數來自動調整雷射光束光傳播軸之位置。

第 106122499 號申請專利範圍修正本

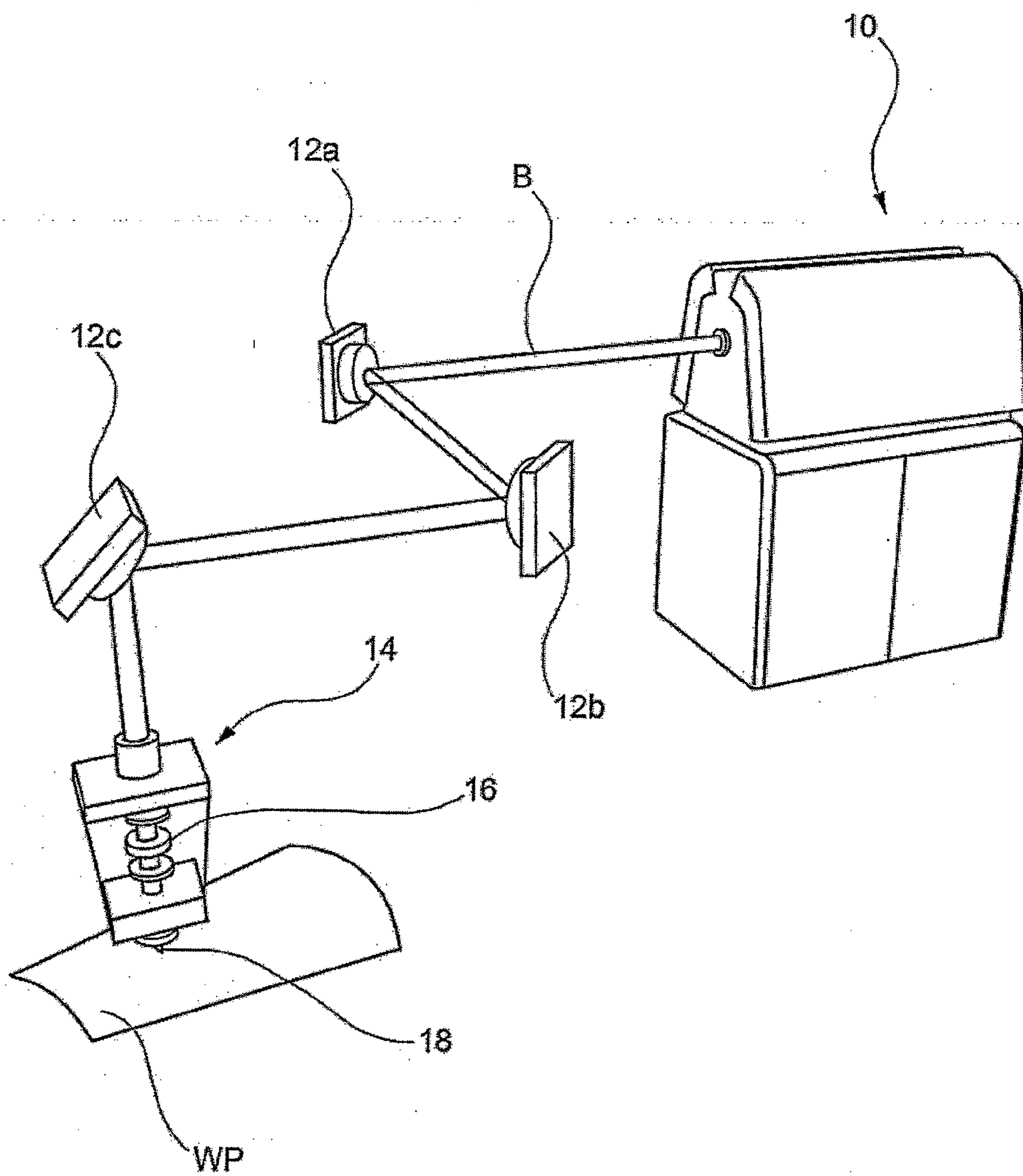
10. 一種包括一個或更多碼模組之電腦程式，用於當藉一金屬材料雷射加工機之電子處理及控制構件執行該程式時，實行一整形雷射光束方法，

其中該機器包括：複數個整形雷射光束光學構件，包含一可變形受控表面反射元件，該元件具有一連續曲率反射表面，該反射表面包含複數個各自獨立可運動反射區域，該等區域被調整成適應於反射該準直雷射光束，該等反射區域之配置被調整成適應於在該金屬材料至少一工作平面上建立一既定光束橫向功率分布；及複數個電子處理及控制構件，配置成控制該等反射區域之配置，以在該金屬材料至少一工作平面上建立，以目前工作平面之區域及/或該金屬材料上工作路徑之目前方向為函數的一既定光束橫向功率分布，

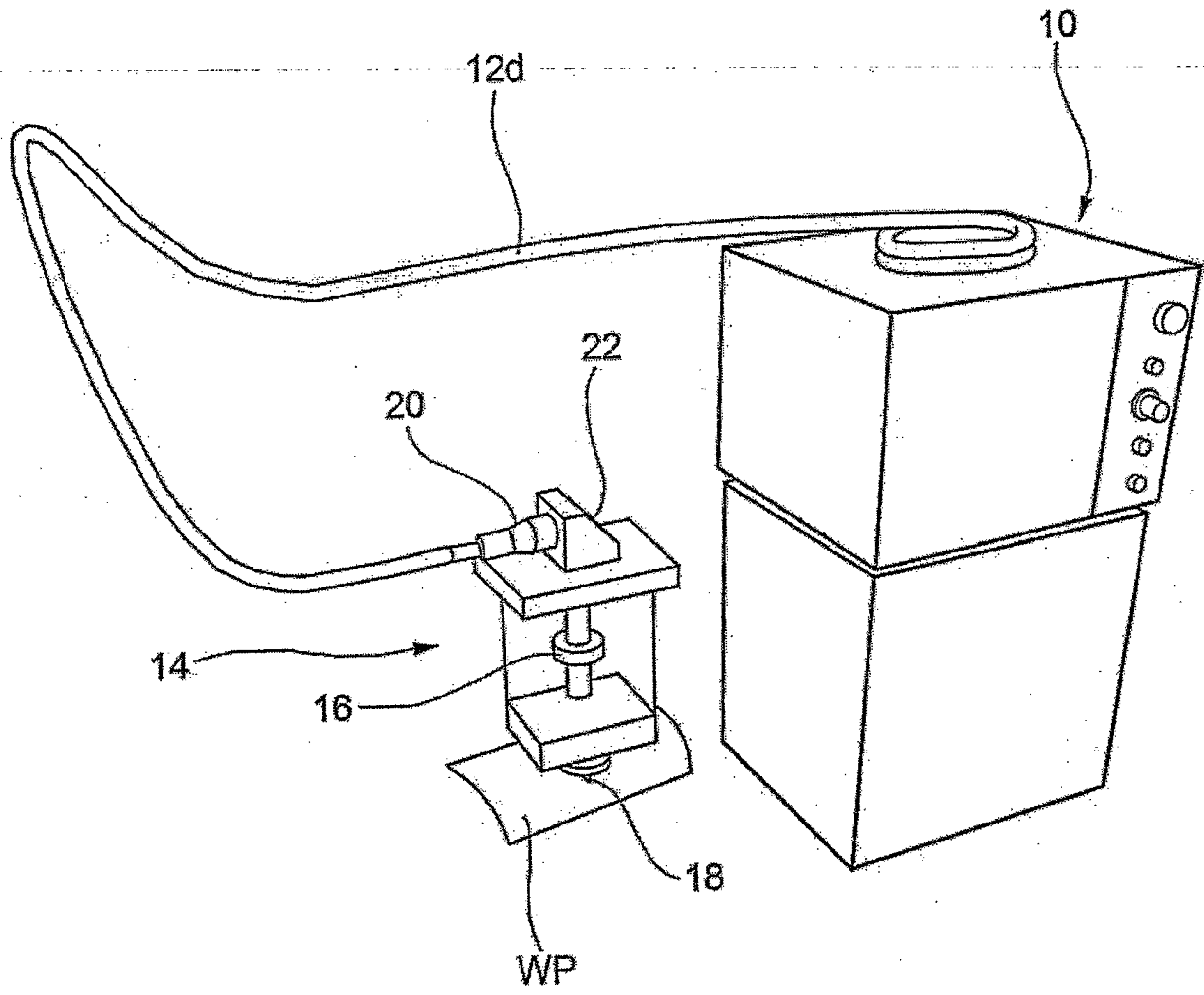
其特徵在於：

該整形雷射光束方法包括：控制該等反射區域之配置，以在該金屬材料工作平面之一區域中建立該既定光束橫向功率分布，該區域被包括於環繞該輔助氣流軸之一既定鄰近區域中、及該氣流之一輸送區域內，及以該輔助氣流軸之偵測目前位置及/或偵測目前平移方向為函數來自動調整雷射光束光傳播軸之位置。

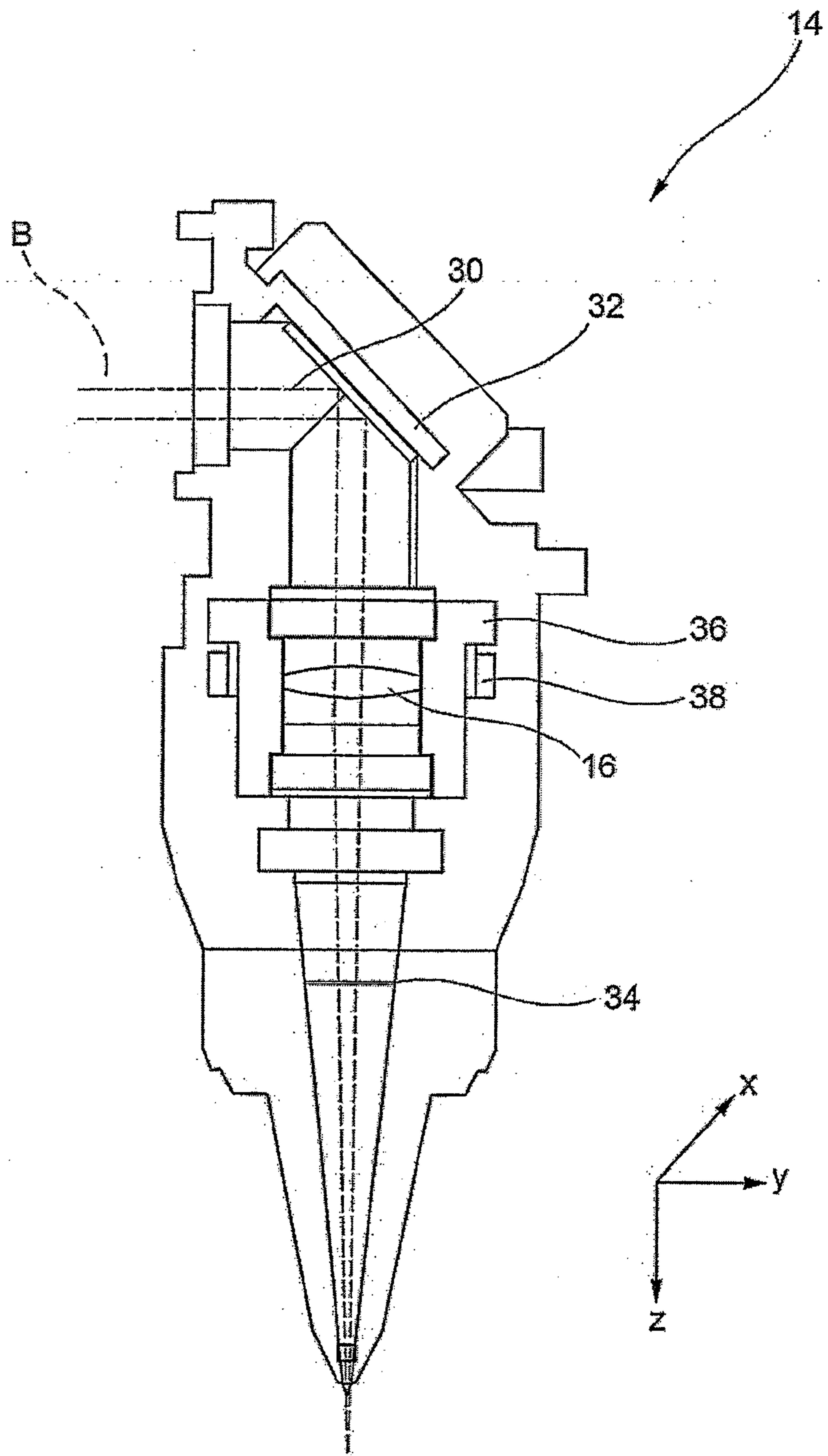
圖式



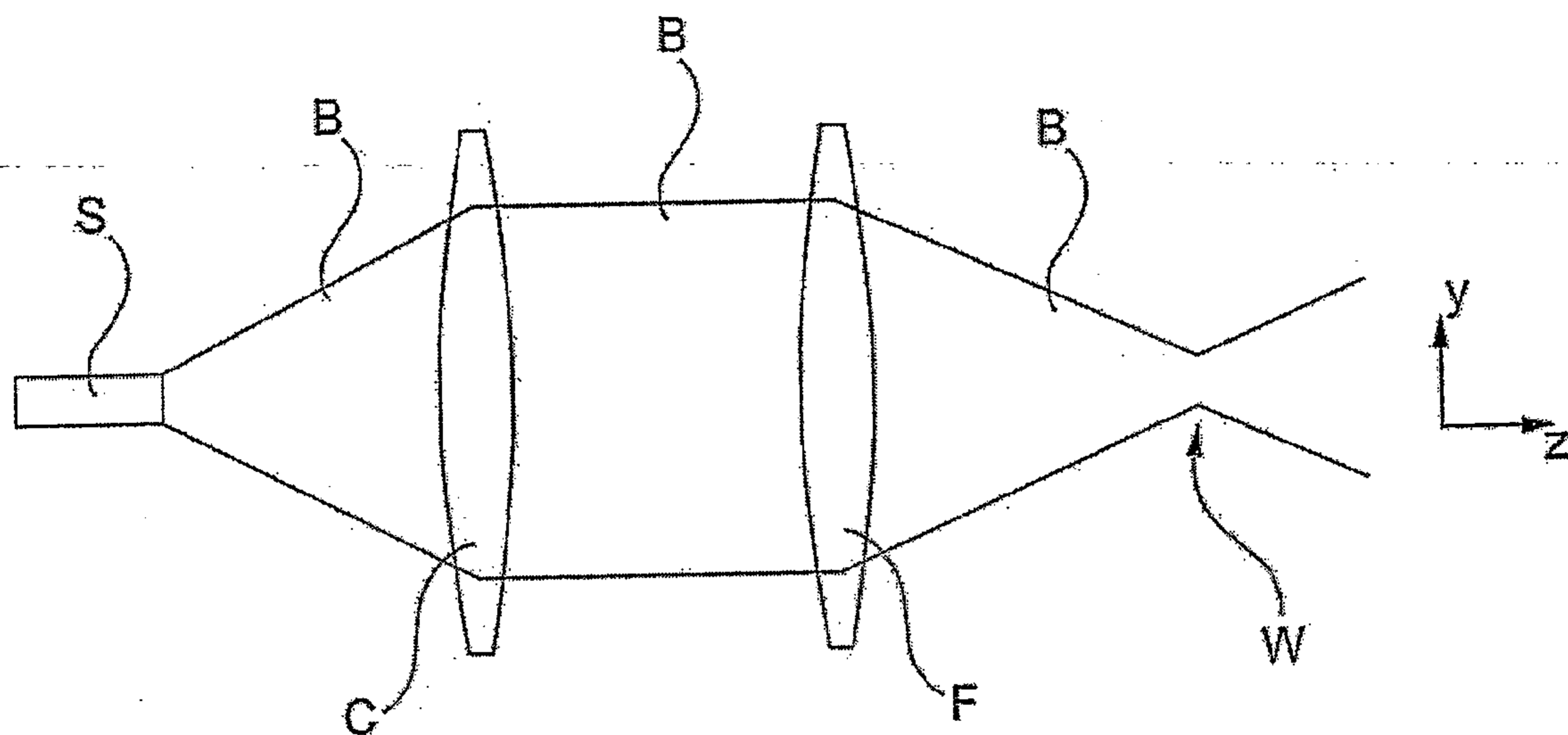
第1圖



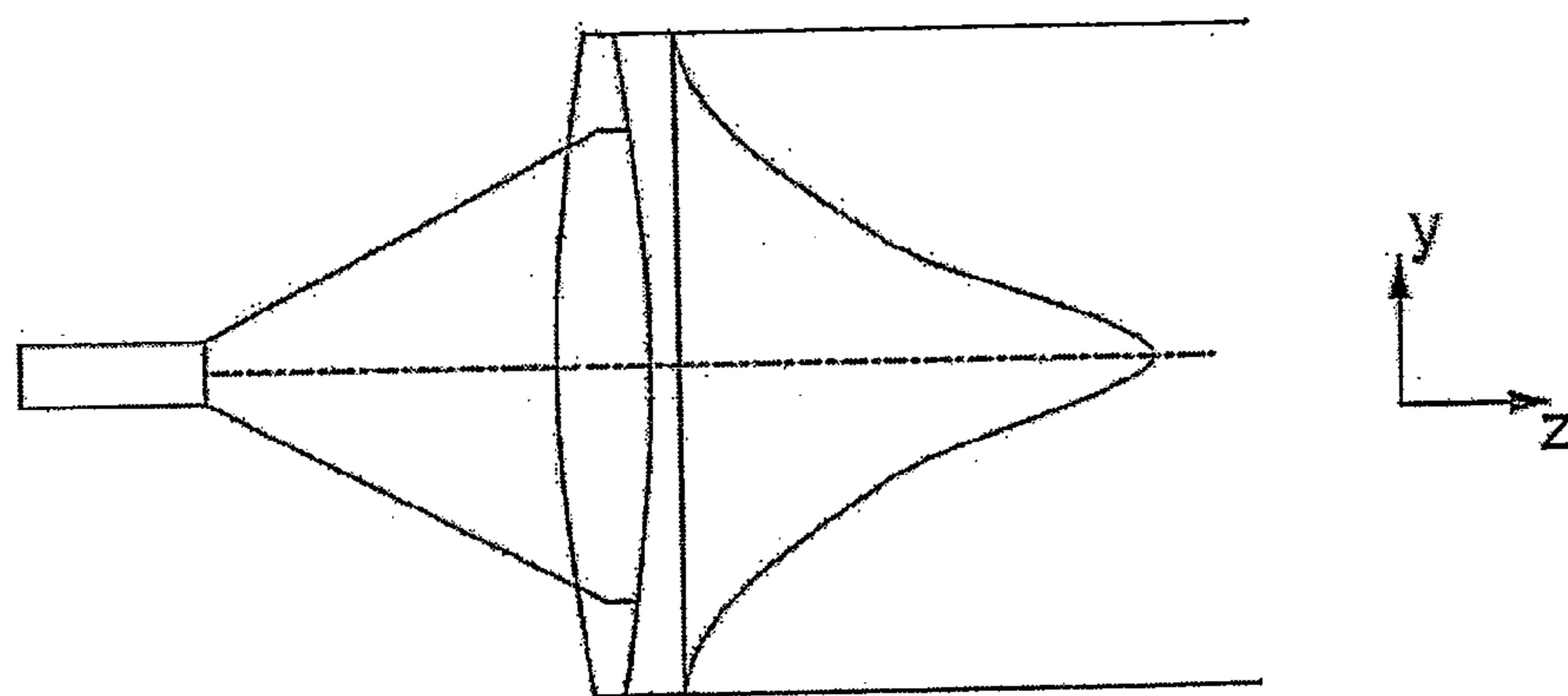
第2圖



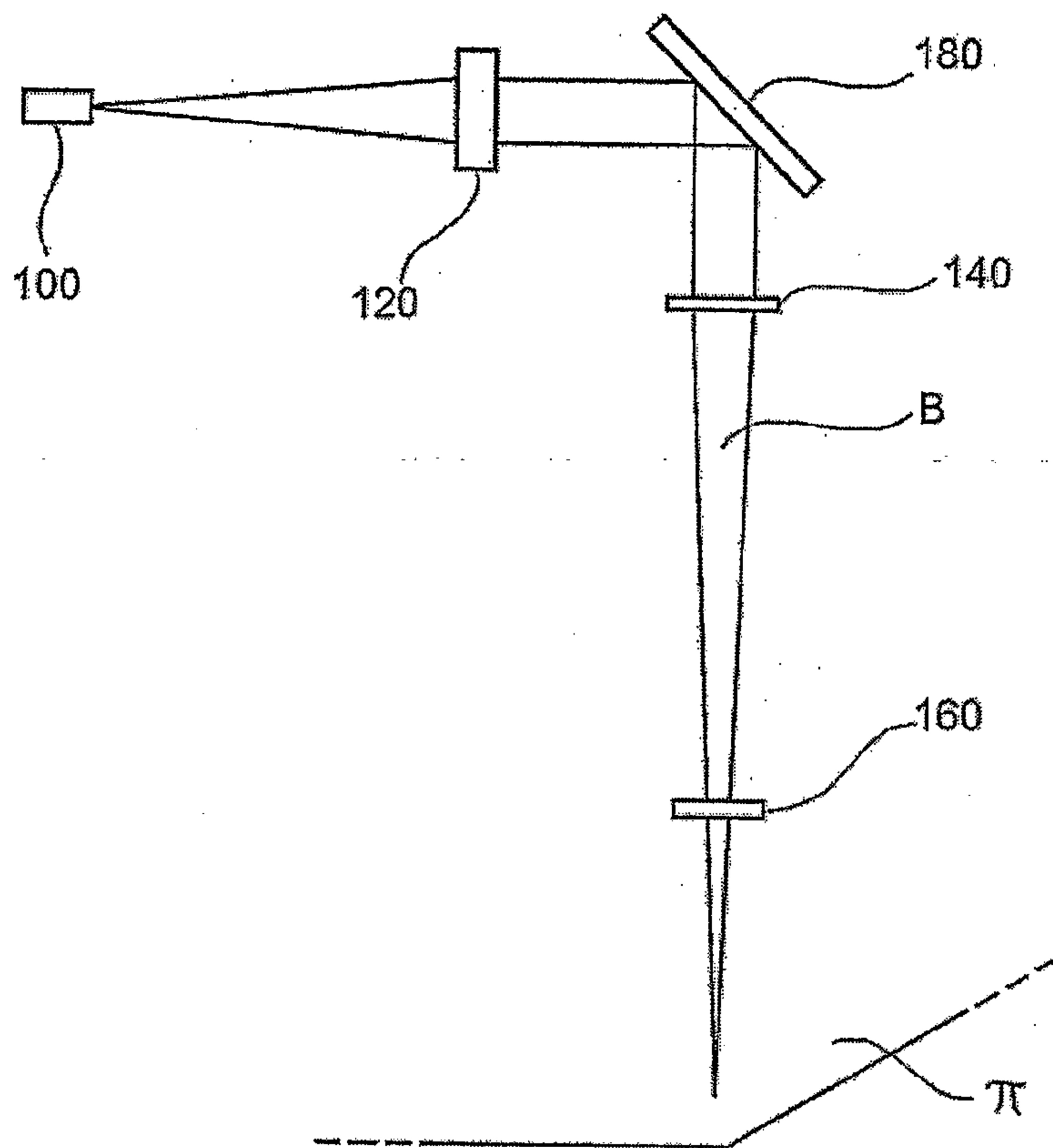
第3圖



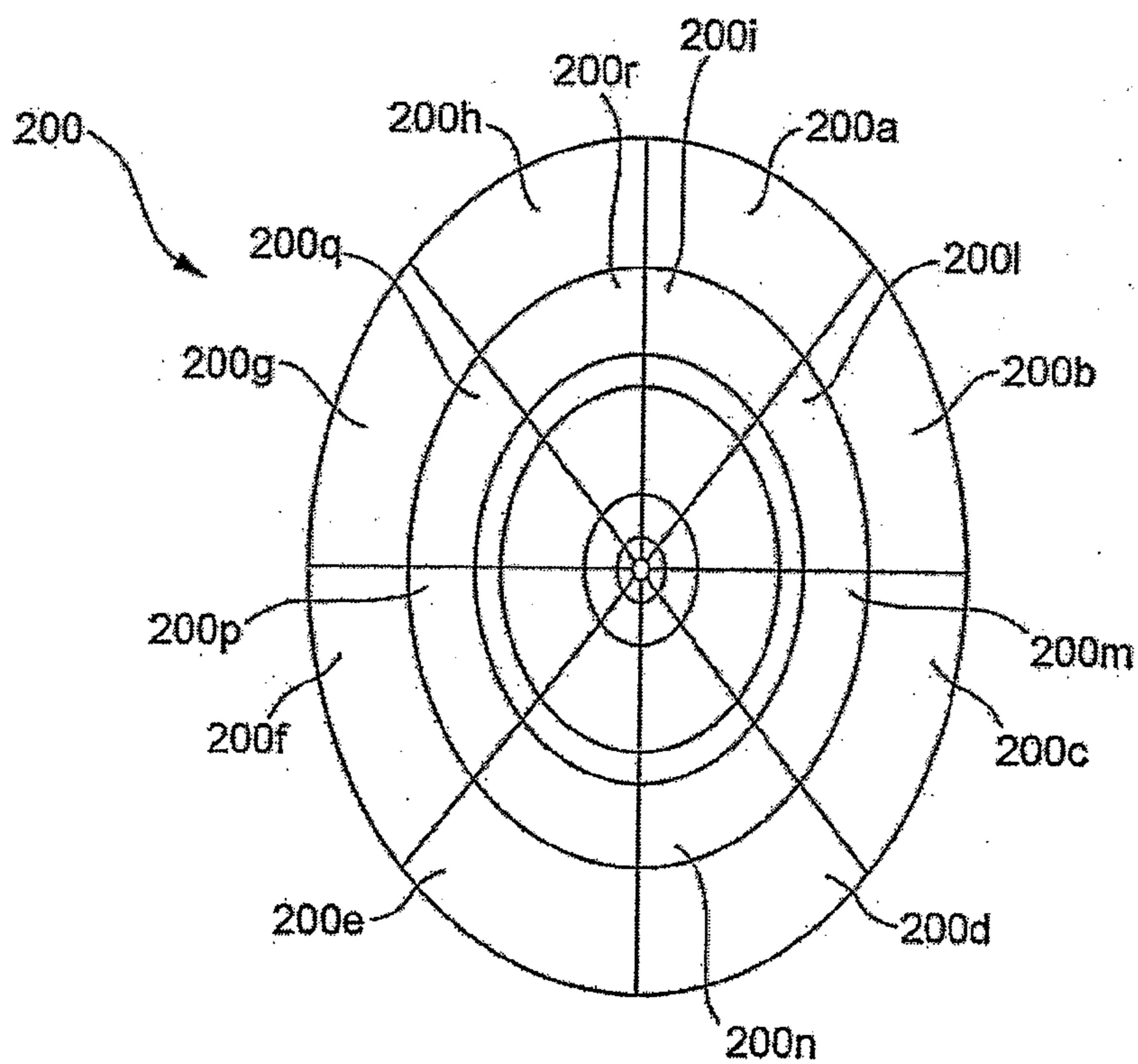
第4圖



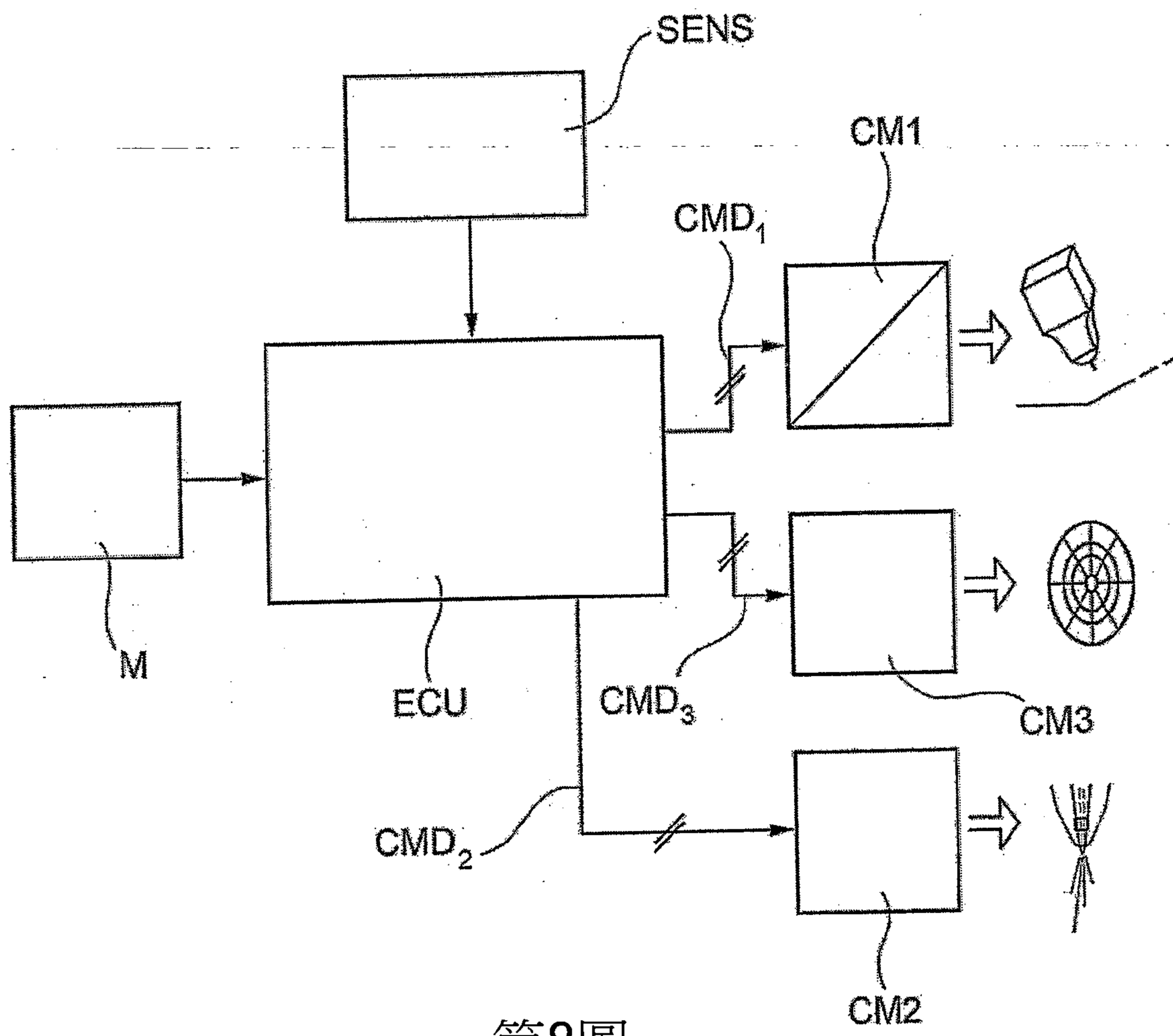
第5圖



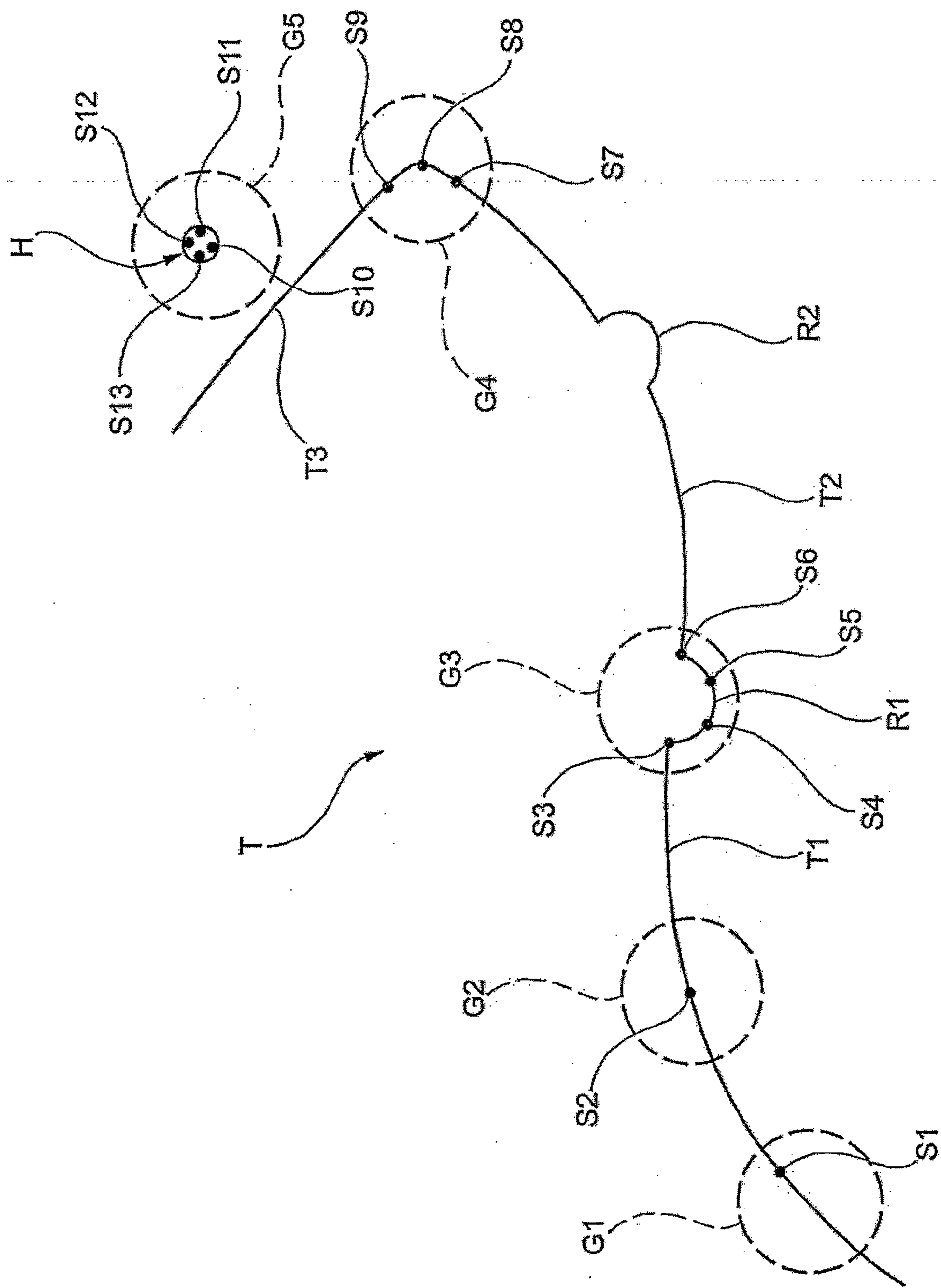
第6圖



第7圖



第8圖



第9圖