



(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 I683717 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：106139559

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 15 日

(51)Int. Cl. : **B23K26/21 (2014.01)****B23B51/00 (2006.01)****B23P15/32 (2006.01)**

(30)優先權：2016/11/16 德國

DE102016122060.4

(71)申請人：德商 C S M機械有限公司 (德國) DSM M ASCHINEN GMBH (DE)

德國

(72)發明人：赫爾穆特 馬克斯舒斯特 HELMUT, MAX SCHUSTER (DE)；羅伯特 梅克

ROBERT, MERK (DE)；安德列司 佩祖 ANDREAS, PETZUCH (DE)；佛羅里安

霍曼 PROF. DR. FLORIAN, HORMANN (DE)

(74)代理人：邱銘峯

(56)參考文獻：

DE 102005024983A1

DE 102008014934A1

DE 102008042663A1

US 6173886B1

審查人員：薛惠澤

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：8 共 28 頁

(54)名稱

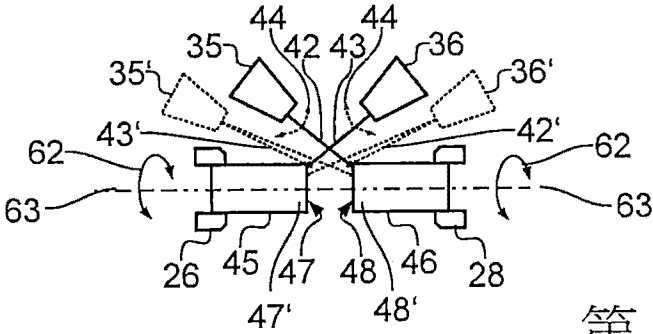
鐳射壓焊製造工件的方法及鐳射壓焊製造之工件

(57)摘要

本發明為一種鐳射壓焊製造工件的方法及鐳射壓焊製造之工件。該方法是用於連接第一金屬元件(45)和第二金屬元件(46)，第一金屬元件(45)具有第一連接部位(47')及其第一連接表面(47)，第二金屬元件(46)具有第二連接部位(48')及其第二連接表面(48)。先用鐳射照射第一金屬元件(45)的第一連接部位(47')，使第一連接表面(47)加熱至一個溫度，該溫度約在第一金屬元件(45)的重結晶溫度和熔融溫度之間，用鐳射照射第二金屬元件(46)的第二連接部位(48')，將第二連接表面(48)加熱至一個溫度，該溫度約在第二金屬元件(46)的重結晶溫度和熔融溫度之間，以及將第一金屬元件(45)的第一連接表面(47)緊壓在第二金屬元件(46)的第二連接表面(48)上，直至第一金屬元件(45)與第二金屬元件(46)的第一連接表面(47)、第二連接表面(48)冷卻至低於其重結晶溫度。

Embodiments disclose a laser welding method and a workpiece manufactured thereby. The method and the apparatus are implemented to join a first metal piece and a second metal piece. The first metal piece has a first joint portion and a first joint surface thereof. The second metal piece has a second joint portion and a second joint surface thereof. A laser beam irradiates the first joint portion and heats the first joining surface to a temperature approximately between a recrystallization point and a melting point of the first metal piece. Then the laser beam irradiates the second joint portion and heats the second joining surface to a temperature approximately between a recrystallization point and a melting point of the second metal piece. The first joint surface is pressed against the second joint surface until the first joint surface and the second joint surface cool down to a temperature lower than the respective recrystallization point.

指定代表圖：



第 四A 圖

- 符號簡單說明：
- 35、35' . . . 第一鐳射產生器
 - 36、36' . . . 第二鐳射產生器
 - 42、42' . . . 第一鐳射
 - 43、43' . . . 第二鐳射
 - 44 . . . 掃描範圍
 - 45 . . . 第一金屬元件(鑽頂)
 - 46 . . . 第二金屬元件(鑽頭螺紋)
 - 47 . . . 第一連接表面
 - 47' . . . 第一連接部位
 - 48 . . . 第二連接表面
 - 48' . . . 第二連接部位
 - 62 . . . 旋轉運動
 - 63 . . . 轉軸

【發明說明書】

【中文發明名稱】鐳射壓焊製造工件的方法及鐳射壓焊製造之工件

【英文發明名稱】LASER WELDING METHOD AND WORKPIECE

MANUFACUTRED THEREBY

【技術領域】

【0001】 本發明係有關於一種鐳射壓焊，特別是指將具有第一連接表面的第一金屬元件和具有第二連接表面的第二金屬元件相連接的方法，以及一個通過該方法製造的工件。

【先前技術】

【0002】 DE 10 2008 014 934 A1公開了一種將具有第一連接表面的第一金屬元件和具有第二連接表面的第二金屬元件相連接的方法，在此方法中，第一連接表面及第二連接表面通過磁場作用分別被加熱至第一金屬元件及第二金屬元件的重結晶溫度和熔融溫度之間的一個溫度，然後相互被壓緊，直到第一金屬元件和第二金屬元件的第一連接表面及第二連接表面分別冷卻至低於重結晶溫度。

【發明內容】

【0003】 本發明的目的是改進該已知方法。

【0004】 根據本發明的一個方面，一種方法用於連接第一金屬元件和第二金屬元件，第一金屬元件具有第一連接部位及其第一連接表面，第二金屬元件具有第二連接部位及其第二連接表面，包括如下步驟：用鐳射照射第一金屬元件的第一連接部位，使第一連接表面加熱至一個溫度，該溫度位於第一金屬元件的重結晶溫度和熔融溫度之間，用鐳射照射第二金屬元件的第二連接部位，將第二連接表面加熱至一個溫度，該溫度位於第二金屬元件的重結晶溫度和熔

融溫度之間，以及將第一金屬元件的第一連接表面緊壓在第二金屬元件的第二連接表面上，直至第一連接表面及第二連接表面冷卻至低於其重結晶溫度。

【0005】 上述已知技術中，第一金屬元件及第二金屬元件的第一連接表面及第二連接表面在通過磁場作用被加熱時，因磁場的相互影響，第一金屬元件及第二金屬元件的第一連接表面及第二連接表面所使用的材料無法互無關聯地任意選擇。因此，借助於磁場作用進行壓焊時，第一金屬元件及第二金屬元件必須為具有基本相同的重結晶溫度和熔融溫度的材料。同樣的問題在借助於摩擦加熱進行的壓焊中更加突出，因為第一金屬元件及第二金屬元件的第一連接表面及第二連接表面通過相互摩擦被加熱，所以第一金屬元件及第二金屬元件的溫度無法相互任意調整。上述兩種方法的另一個缺點是連接表面受幾何形狀的限制。至少在通過摩擦加熱進行焊接時，連接表面必須是封閉的且儘量為平面，尤其不能位於第一金屬元件及第二金屬元件的凹槽中，否則根本無法在第一連接表面及第二連接表面處加熱第一金屬元件及第二金屬元件。

【0006】 本發明的基本理念是，在壓焊過程中使用鐳射進行加熱來代替傳統的壓焊方法。這樣，無論第一金屬元件及第二金屬元件的第一連接表面及第二連接表面具有何種輪廓，都可以被加熱，因為鐳射像一支筆，可以到達凹面和部分破碎的輪廓。第一金屬元件及第二金屬元件的第一連接表面及第二連接表面上的能量輸入也可以通過鐳射互不影響分別調節。因此，此方法可以將具有完全不同重結晶溫度的第一金屬元件及第二金屬元件互相連接，例如重結晶溫度為150°C的鋁和重結晶溫度為600°C的鎳，這用常規的壓焊方法是無法實現的。

【0007】 除了加熱第一連接部位與第二連接部位的第一連接表面及第二連接表面以外，還可以包括第一金屬元件及第二金屬元件的其它表面，通過鐳射光束照射其上使第一連接部位與第二連接部位被加熱。前提條件是被加熱的

表面要儘量靠近第一連接部位與第二連接部位，以確保其熱能可以傳遞到被加熱的表面上。因此，被加熱的表面可以通過鐳射照射直接被加熱或通過鐳射照射其相鄰表面而間接被加熱。

【0008】 原則上可用同一個鐳射光束加熱第一金屬元件及第二金屬元件的第一連接部位及第二連接部位。然而，為盡可能降低第一金屬元件及第二金屬元件在第一連接表面及第二連接表面上因冷卻而產生的能量損失，第一連接部位及第二連接部位應使用各自的鐳射光束進行照射。使用第二個鐳射首先考慮因而產生的更高的設備成本，但通過兩個鐳射光束的並行工作，可降低因冷卻而導致的能量損耗，隨著時間的推移，所節省的能量損耗也是可觀的。

【0009】 根據本發明的一個改進方案，第一連接表面和第二連接表面被相應的第一鐳射和第二鐳射照射時，第一連接表面和第二連接表面的面法線方向相對。通過此種佈置，第一金屬元件及第二金屬元件被加熱至高於重結晶溫度之後不需要先轉向相對，這不僅可以省去轉向所需的執行器，還可避免因轉向移動而產生的冷卻時間的加長，從而可以進一步降低能量成本。

【0010】 根據本發明的一個特別改進方案，第一鐳射及第二鐳射照射相應的第一連接表面及第二連接表面時與其面法線成一定角度。該加熱過程中，第一連接表面及第二連接表面同軸，加熱完成之後僅需在該軸上相對移動來實現互相擠壓。由此，縮短為實現相互擠壓而所需的第一金屬元件及第二金屬元件的移動路徑，從而因冷卻而產生的能量損失降到最小。

【0011】 根據本發明的另一個改進方案，第一鐳射及第二鐳射照射加熱第一金屬元件及第二金屬元件的第一連接部位及第二連接部位時在相應的第一連接部位及第二連接部位上沿一條曲線路徑移動，以設定的鐳射強度照射相應的第一連接表面及第二連接表面。通過這種方式，相應的第一連接部位及第二連接部位如同被一支筆塗色一樣，被鐳射有效地加熱至壓焊所須的工作溫度。

【0012】 在此，鐳射不只一次，而是以一定能量疊加頻率週期性地沿曲線移動。從而避免鐳射光束在相應的第一連接部位及第二連接部位上局部停留時間過長，導致相應的第一金屬元件及第二金屬元件局部受熱過多至熔融溫度以上而損壞。

【0013】 上述能量疊加頻率的選擇應滿足，在相應的第一連接部位及第二連接部位曲線上的任何加熱點，在鐳射照射期間的能量增加大於鐳射在照射曲線其餘部分時因冷卻而造成的能量損失。以此可保證能量增加總值足以將相應的第一連接部位及第二連接部位加熱至高於重結晶溫度的一個溫度。

【0014】 上述技術特徵涉及第一金屬元件的第一連接部位，但由於進行壓焊需要將第一連接部位的第一連接表面及第二連接部位第二連接表面都加熱至高於重結晶溫度的一個溫度，所以上述技術特徵同樣適用於第二金屬元件的第二連接部位。如果第一金屬元件及第二金屬元件的材料不同，則需要在技術步驟中選擇不同的參數，例如能量疊加頻率和/或相鐳射應光束的強度和/或其它參數。

【0015】 實施本發明的設備包括一個用於夾持第一金屬元件的第一夾頭，一個用於夾持第二金屬元件的第二夾頭，一個鐳射產生器，用鐳射加熱第一金屬元件的第一接表面連和第二金屬元件的第二連接表面，以及一個施壓設備，用以挾持第一連接表面及第二連接表面處被加熱的第一金屬元件及第二金屬元件，使第一金屬元件及第二金屬元件在第一連接表面及第二連接表面處進行相互擠壓。

【0016】 根據本發明的另一個方面，涉及一個工件，該工件包括一個由第一材料製成的具有第一連接表面的第一金屬元件，一個與第一材料不同的第二材料製成的具有第二連接表面的第二金屬元件，其中，第一連接表面和第二連接表面通過上述的方法之一實現相互連接。

【0017】 一個可能的工件是一個鑽頭，其中第一金屬元件為鑽頂，第二金屬元件為鑽頭螺紋。鑽頭螺紋和鑽頂不僅可以通過完全不同的製造技術各自批量生產然後再互相連接，而且在材料的選擇上不受限。例如，製造鑽頂可選擇非常硬的燒結材料，而鑽頭螺紋則可選擇適合簡單切削加工的材料。

【圖式簡單說明】

【0018】 [第一圖]係為一個生產線的示意圖。

【0019】 [第二圖]係為第一圖所示生產線中一個以鐳射壓焊機為實施例的機床的透視圖。

【0020】 [第三圖]係為第二圖所示鐳射壓焊機的放大圖。

【0021】 [第四A圖]係為根據第二圖和第三圖中所示鐳射壓焊機的第一實施例的工作流程示意圖。

【0022】 [第四A' 圖]係為第四A圖所示之第一金屬元件和第二金屬元件間壓力焊接後形成毛邊的示意圖。

【0023】 [第四B圖]係為第二圖和第三圖中所示鐳射壓焊機中鐳射在第一金屬元件上的路徑示意圖。

【0024】 [第四C圖]係為第四B圖中所示第一金屬元件能量隨時間的變化圖解。

【0025】 [第五A圖]係為第二圖和第三圖中所示鐳射壓焊機的第二實施例的工作流程示意圖。

【0026】 [第五A' 圖]係為第五A圖所示之第一金屬元件和第二金屬元件間壓力焊接後形成毛邊的示意圖。

【0027】 [第五B圖]係為第二圖和第三圖中所示鐳射壓焊機的第三實施例的工作流程示意圖。

【0028】 [第五B' 圖]係為第五B圖所示之第一金屬元件和第二金屬元件間壓力焊接後形成毛邊的示意圖。

【0029】 [第六A圖]係為第二圖和第三圖中所示鐳射壓焊機的第四實施例的工作流程示意圖。

【0030】 [第六A' 圖]係為第六A圖所示之第一金屬元件和第二金屬元件間壓力焊接後形成毛邊的示意圖。

【0031】 [第六B圖]係為第二圖和第三圖中所示鐳射壓焊機的第五實施例的工作流程示意圖。

【0032】 [第六B' 圖]係為第六B圖所示之第一金屬元件和第二金屬元件間壓力焊接後形成毛邊的示意圖。

【0033】 [第七A圖]係為一個工件的第一金屬元件的正面圖。

【0034】 [第七B圖]係為第二圖和第三圖中所示鐳射壓焊機製造的工件的截面側視圖，圖中包含第七A圖所示的第一金屬元件。

【0035】 [第七C圖]係為第七B圖中所示工件的第二金屬元件的正面圖。

【0036】 [第八圖]係為可用第二圖和第三圖所示鐳射壓焊機製造的另一種工件。

【實施方式】

【0037】 在附圖中，相同的技術元件一律使用相同的符號來標註，並且每種技術元件只予以一次解說描述。附圖皆為純示意圖，並不反映實物部件中真實的幾何關係。

【0038】 第一圖是一個生產線1的示意圖。在生產線1中元件用工具加工成成品，對該成品如下未作詳細說明。

【0039】 生產線1包括一個用於存放元件的元件存儲槽2和一個用於存放工具的工具存儲槽3。元件存儲槽2和工具存儲槽3各配有一個機械手4，可分別

夾取相應的元件或工具放入準備站5的托盤6。托盤存儲槽7中備有足夠數量的托盤6。

【0040】 裝有元件或工具的托盤6可以通過一個傳送帶8傳送至由若干機床10組成的機床佇列9。這些機床10共同執行一個生產過程，通過這個生產過程完成上述作業，即用元件和工具裝配出工件，對該工件不做詳細描述。

【0041】 機床佇列9中的每個機床10執行生產過程的一個或多個中間步驟。機械手4從托盤6抓取元件和/或工具，機床10將其裝配，以此執行相應中間步驟。中步驟完成之後或者只要一個工具不再被需要，機械手4就將半成品或成品或者不再被需要的工具放回相應的托盤6，繼續送往下一個機床10以執行下一個中間步驟或者送回元件存儲槽2或工具存儲槽3。為明確區分兩個術語「工件」和「元件」，「元件」被定義為送至機床10的待加工的材料，它可以是出自元件存儲槽2的元件，也可以是出自前一中間步驟中出自其它機床的半成品。「工件」被定義為經一個機床10加工出來的元件。因此，離開一個機床10的工件可以是一另個機床10的元件。

【0042】 一個圖中未示出的控制站借助機械手4和托盤6可以協調原料的傳送。

【0043】 第二圖和第三圖示出了第一圖所示生產線中一個以鐳射壓焊機為實施例的機床10的透視圖，後續標號10係標註於鐳射壓焊機，而該加工的元件為金屬元件。

【0044】 鐳射壓焊機10包括一個機架12，其由底座13支撐。第二圖中並非示出所有底座13。在機架12上支撐有一個可由馬達驅動的虎鉗14以及第一支架15a和第二支架15b。為了方便進一步的說明，定義鐳射壓焊機10位於具有x-方向16、y-方向17和z-方向18的空間裡。

【0045】 虎鉗14包括一個位置固定的第一錨定構件19和一個與之沿x-方向間隔一定距離且位置固定的第二錨定構件20。在這兩個位置固定的第一錨定構件19及第二錨定構件20之間夾有四根導桿21，為了圖示清晰，不是所有的導桿都在第二圖和第三圖中附有參照符號。在兩個位置固定的第一錨定構件19及第二錨定構件20之間的導桿上可滑動地安裝有滑床22，滑床22由一個馬達23驅動，經一個螺桿24在兩個位置固定的第一錨定構件19及第二錨定構件20之間在x-方向16上來回移動，該螺桿24通過一個未在圖中示出的內螺紋導入位置固定的第二錨定構件20。借助於虎鉗14，上述元件可在x-方向16上被相互擠壓。

【0046】 此外，在第一錨定構件19上，面向滑床22安裝有一個帶有第一夾頭26的第一支承板25。以相同的方式，在滑床22上，面向第一錨定構件19安裝有一個帶有第二夾頭28的第二支承板27。第一夾頭26及第二夾頭28可以用已知的方式各夾持一個元件，該兩個元件在馬達23的驅動下在x-方向16被相互擠壓。

【0047】 第一支架15a及第二支架15b可沿第一導軌29和第二導軌30在x-方向16上行駛，沿y-方向17可見，第二導軌30位於第一導軌29的後方。第一支架15a及第二支架15b都分別在各自的馬達31的驅動下，利用各自的螺桿32，沿第一導軌29及第二導軌30在x-方向16上來回移動。

【0048】 第一支架15a及第二支架15b分別擁有一個滑動系統33，其上各安裝有一個可在z-方向18上移動的擺臂34。每個擺臂34都可借助於一個驅動系統在z-方向18上移動，該驅動系統在第二圖和第三圖中不可見。滑動系統33的詳細工作原理與本發明的實施原理無關聯性，在此不作進一步描述。第一支架15a的擺臂34上安裝有一個第一鐳射設備的第一鐳射產生器35(未在第二圖和第三圖中做完整圖示)。相應地，第二支架15b的擺臂34上安裝有一個第二鐳射設備的第二鐳射產生器36(未在第二圖和第三圖中做完整圖示)。擺臂34可分別帶動

第一鐳射產生器35及第二鐳射產生器36以y-方向17為擺動軸進行擺動。擺臂34各由一個第二圖和第三圖中並未示出的驅動系統驅動進行擺動。

【0049】 如下將具體描述第一鐳射產生器35及第二鐳射產生器36。為清晰起見，只有第三圖中的第一鐳射產生器35及第二鐳射產生器36附有參照符號。第一鐳射產生器35及第二鐳射產生器36都具有一個在第二圖和第三圖中用截斷線示出的鐳射光纜37，由其為第一鐳射產生器35及第二鐳射產生器36提供鐳射38。鐳射38經過準直儀39準直成為平行光束，再經偏光鏡40導入光束引導裝置41。該第一鐳射產生器35的光束引導裝置41輸出由鐳射38產生的第一鐳射42，而第二鐳射產生器36的光束引導裝置41輸出由鐳射38產生的第二鐳射43。通過第一鐳射產生器35及第二鐳射產生器36各自的光束引導裝置41所輸出的相應的第一鐳射42及第二鐳射43借助於可調節的反射鏡和鏡頭(未在圖中示出)在一個掃描範圍44中任意一點聚焦。具體工作方式已知；在此不做詳細描述。

【0050】 借助於第一支架15a的滑動系統33和擺臂34可以使第一鐳射產生器35大致對準第二夾頭28。一個夾持於第二夾頭28中的元件在其面向第一夾頭26的一個部位可被從第一鐳射產生器35輸出的第一鐳射42加熱至高於其重結晶溫度。相應地，借助於第二支架15b的滑動系統33和擺臂34可以使第二鐳射產生器36大致對準第一夾頭26。同樣，一個夾持於第一夾頭26中的元件，在其面向第二夾頭28的一個部位可被從第二鐳射產生器36輸出的第二鐳射43加熱至高於其重結晶溫度。最後，兩個元件已被加熱的部位可借助於虎鉗14被互相壓緊焊接。第二圖和第三圖中使用兩個第一鐳射產生器35及第二鐳射產生器36是一個技術成本特別低的實施方式。出於成本的考慮也可以單獨使用第一支架15a和第一鐳射產生器35。

【0051】 如上基本描述了鐳射壓焊機10的操作，如下將參照第四A圖做更詳細的描述。第四A圖中非常具體地示出了夾持在第一夾頭26中的第一金屬元

件45和夾持在第二夾頭28中的第二金屬元件46。在第四A圖所示連接第一金屬元件45及第二金屬元件46的壓焊方法中，第一鐳射42及第二鐳射43在工作時互相交叉。也就是說，第一鐳射42加熱第二金屬元件46，同時第二鐳射43加熱第一金屬元件45。第一金屬元件45具有第一連接部位47' 及其第一連接表面47，第二金屬元件46具有第二連接部位48' 及其第二連接表面48。第四A圖中，第一金屬元件45及第二金屬元件46的第一連接表面47及第二連接表面48被直接加熱，並通過壓力結合在一起。

【0052】 為加熱第一連接表面47及第二連接表面48，先將第一鐳射產生器35和第二鐳射產生器36分別相應對準第二金屬元件46和第一金屬元件45。對準的目的是為使第一鐳射產生器35及第二鐳射產生器36各自的掃描範圍44不相疊且不會照射到第二金屬元件46及第一金屬元件45不該被照射的部位，從而避免第一金屬元件45、第二金屬元件46分別將射向對方的第一鐳射42及第二鐳射43遮擋住。第四A圖中用虛線部分和帶撇號的參照符號示出了第一鐳射產生器35' 及第二鐳射產生器36' 所處的一個位置，在該位置上，第一金屬元件45及第二金屬元件46彼此擋住了在第一鐳射產生器35' 及第二鐳射產生器36' 的第一鐳射42' 及第二鐳射43' 的部分掃描範圍44。

【0053】 完成第一鐳射產生器35及第二鐳射產生器36的定位之後，開始照射過程。此時，對準第一金屬元件45及第二金屬元件46的第二鐳射產生器36及第一鐳射產生器35以相應的第二鐳射43及第一鐳射42交叉照射第一金屬元件45及第二金屬元件46的第一連接表面47及第二連接表面48，由此將第一金屬元件45及第二金屬元件46的第一連接表面47及第二連接表面48加熱至高於其重結晶溫度。重結晶溫度取決於材料本身。例如，根據合金成分和結構的不同，鋼的重結晶溫度約為600℃至700℃。加熱不可超過第一金屬元件45及第二金屬

元件46各自的熔融溫度，否則第一金屬元件45及第二金屬元件46可能會被局部壞損從而影響壓焊過程。

【0054】 為在第一金屬元件45及第二金屬元件46的第一連接表面47及第二連接表面48平面均勻地進行加熱，第一鐳射產生器35及第二鐳射產生器36帶動第一鐳射42及第二鐳射43在掃描範圍44內在第二連接表面47及第二連接表面48上曲線移動。也就是說，第一鐳射42及第二鐳射43分別相對於第一連接表面47及第二連接表面48進行相對移動。為實現這種相對移動，也可以移動第一金屬元件45及第二金屬元件46，如第四A圖所示，第一金屬元件45及第二金屬元件46圍繞轉軸63做旋轉運動62。為實現第一金屬元件45及第二金屬元件46的此種運動，第二圖和第三圖中鐳射壓焊機10的虎鉗14將作相應的調整。

【0055】 第四B圖示出了一個螺旋曲線49作為上述曲線運動途徑的一個示例。該螺旋曲線49由第二鐳射43在第一金屬元件45的第一連接表面47上掃描或繪製形成。照射在第一連接表面47上的第二鐳射43逐點加熱第一連接表面47。通過第二鐳射產生器36帶動的第二鐳射43的移動，逐點加熱沿螺旋曲線49進行。

【0056】 如下具體分析第一連接表面47上的一個加熱點50的被加熱情況。第二鐳射43對該加熱點50的加熱可分為兩個階段，如下參照第四C圖做進一步說明。第四C圖示出了在加熱點50的熱能51隨時間52的變化圖解。為顯示與加熱點50的關聯，圖式中用符號 50' 標註。

【0057】 當第二鐳射43照射到第一連接表面47上的加熱點50時，處於加熱階段53裡的第一連接表面47上的加熱點50通過一個熱能51的熱增加54(也可稱作能量增加54)被加熱。第四C圖示出了三個加熱階段53。也就是說，第二鐳射43三次照射到該加熱點50，即沿著螺旋曲線49進行了三次掃描。熱能51的熱增加54在第四C圖中僅在第一加熱階段53標註了參照符號。當第二鐳射43照射在

螺旋曲線49上除加熱點50以外的其他點時，加熱點50處於冷卻階段55而開始被冷卻，這將導致加熱點50上的熱能51出現熱損失56(也可稱作能量損失56)。為有效地加熱加熱點50，第二鐳射43沿螺旋曲線49做一次完整掃描時，熱能51的熱增加54和熱能51的熱損失56之間的能量差值57須為正值。只有這樣才能在整個第一連接表面47上達到有效的加熱58，這個有效的加熱58在第四C圖中用加粗的虛線箭頭來表示。

【0058】 一個加熱階段53與一個冷卻階段55的總持續時間如下被稱為能量疊加持續時間59。能量疊加持續時間59的倒數被稱為能量疊加頻率，其表示第二鐳射43沿著螺旋曲線49移動的快慢。所有加熱階段53與所有冷卻階段55的總持續時間如下被稱為加熱時間60。

【0059】 當第一連接表面47上螺旋曲線49上的所有點都具有可達到高於第一金屬元件45的重結晶溫度的熱能51時，加熱時間60就足夠了。第二連接表面48的加溫或加熱方式與第一連接表面47相同。

【0060】 當第一金屬元件45及第二金屬元件46的第一連接表面47及第二連接表面48被加熱至高於重結晶溫度以上，第一金屬元件45及第二金屬元件46借助於虎鉗14被相互擠壓，一直到第一金屬元件45及第二金屬元件46冷卻至重結晶溫度下，參閱第四A' 圖，此時在第一金屬元件45及第二金屬元件46的第一連接部位47' 及第二連接部位48' 可能會形成毛邊61，其可通過例如切削加工的除去。

【0061】 第一金屬元件45及第二金屬元件46相互機械連接之後，可被從虎鉗14上取下，繼續被加工，例如被送入生產線1中進一步加工。

【0062】 第五A圖示出了對第一金屬元件45及第二金屬元件46的第一連接表面47及第二連接表面48進行加熱的另一種實施方式。為清晰起見，第五A圖中不是所有要素都附有參照符號，在第五A圖的實施例中，可選擇省去第一

鐳射產生器35及第二鐳射產生器36中的一個，如圖中用括弧64加註第一鐳射產生器35。

【0063】 首先就第一鐳射產生器35加熱第一金屬元件45，而第二鐳射產生器36加熱第二金屬元件46的工作方式加以解釋。

【0064】 在第五A圖的實施例中，第一鐳射42和第二鐳射43並不直接照射第一連接表面47及第二連接表面48，而是通過第一金屬元件45及第二金屬元件46的側表面間接照射到第一連接部位47' 和第二連接部位48'。從轉軸63可見，第一鐳射42及第二鐳射43分別徑向向內對準第一金屬元件45和第二金屬元件46側表面的相應部分。與第四A圖不同，第一鐳射42及第二鐳射43不再是交叉照射第一金屬元件45及第二金屬元件46。

【0065】 因此，第五A圖中，第一連接表面47及第二連接表面48不是直接通過第一鐳射42及第二鐳射43的照射被加熱。更確切地說是通過第一鐳射42照射第一金屬元件45的第一連接部位47' 的側表面，間接加熱第一連接表面47至高於重結晶溫度。以相同的方式，第二鐳射43間接照射第二連接表面48加熱至高於重結晶溫度。如第五A' 圖所示，該工作進程的結束可用與第四A' 圖所示相同的方式。

【0066】 為省去用括弧64加註的第一鐳射產生器35，第二鐳射產生器36可佈置在第一連接部位47' 和第二連接部位48' 之間，第二鐳射43可在其間來回擺動。該擺動模式在第五A圖中用虛線加註，即對準第一連接部位47' 的第二鐳射43。

【0067】 第五B圖中示出，即使第一金屬元件45及第二金屬元件46的轉軸63不在一條直線上，第一金屬元件45及第二金屬元件46的第一連接部位47' 及第二連接部位48' 也可以被加熱。為完成第一金屬元件45及第二金屬元件46的相互擠壓進程，必須將其在一條共同的線上對準施壓，而該操作無法簡單使

用虎鉗14來實現，確切地說，必須選擇一種執行器，其能夠在相互擠壓之前先將第一金屬元件45及第二金屬元件46放置於一條軸線上。該執行器在第五B圖中用參照符號14'標註。如第五B'圖所示，該工作程序的結束可用與第四A'圖所示相同的方式。

【0068】第六A圖和第六B圖示出了加熱第一金屬元件45及第二金屬元件46的第一連接部位47'及第二連接部位48'的另一種實施例。第一金屬元件45及第二金屬元件46各自的轉軸63互成角度。此實施例中，為實現第一金屬元件45及第二金屬元件46的相互擠壓，同樣必須先將其放置於一條軸線上。除了在第五A圖中所提到的用於移動第二金屬元件46的執行器14'，還應加一個用於移動第一金屬元件45的驅動器14''以提高效率。再如第六A'圖和第六B'圖所示，該工作進程的結束可用與第四A'圖所示相同的方式。

【0069】如下將參照第七A圖至第七C圖更詳細地說明鐳射壓焊機10的優點。圖中示出了兩個虛擬第一金屬元件45及第二金屬元件46，其可以通過前述的方法壓焊毫無問題地被互相連接。而用常規的壓焊方法是無法連接這第一金屬元件45及第二金屬元件46的。

【0070】第一金屬元件45的正面具有一個凹槽65，凹槽底面66上佈有四個凸起67。第一金屬元件45的第一連接表面47分佈在四個這凸起67上。該四個凸起67在徑向外側被第一金屬元件45側壁68包圍。

【0071】第二金屬元件46的正面具有一個凸起69，其頂端66'上樣同佈有四個凸起67'。第二金屬元件46的第二連接表面48就分佈在這四個凸起67'上。第一金屬元件45的凸起67和第二金屬元件46的凸起67'成一定分佈，使得當凸起69沿軸向插入凹槽65時，第一金屬元件45的凸起67和第二金屬元件46的凸起67'可相互對準，從而實現相互壓緊。

【0072】 利用電磁場作用的壓焊技術中，由於側壁68對電磁場的遮罩作用，凹槽65中的第一連接表面47無法被加熱。利用摩擦熱進行操作的壓焊技術，受結構限制，第一連接表面47及第二連接表面48都無法被加熱。

【0073】 而利用第一鐳射42及第二鐳射43進行加熱則毫無問題，因為其不僅可以射入凹槽65，還可以分別加熱單個連接表面。上述利用鐳射照射加熱第一連接表面47及第二連接表面48的方法，壓焊對第一金屬元件45及第二金屬元件46的結構和材料都沒有任何限制。

【0074】 上述利用第一鐳射42及第二鐳射43加熱第一連接表面47及第二連接表面48的壓焊方法可用於許多應用領域，如第八圖示出了一個鐳射壓焊製造之工件（鑽頭70）的原理示意圖。

【0075】 鑽頭70包括一個鑽頂作為第一金屬元件45和一個鑽頭螺紋作為第二金屬元件46。由於鑽頂45和鑽頭螺紋46具有原則上不同的外形要求，所以通常所用材料也不同。

【0076】 對於這種情況，利用第一鐳射42及第二鐳射43加熱第一連接表面47及第二連接表面48的上述壓焊方法非常適合。因為第一鐳射42及第二鐳射43互不影響，第一連接表面47及第二連接表面48的加熱過程又相互獨立，可以實現將兩種具有完全不同的重結晶溫度的材料互相連接在一起。比如鑽頂45可由燒結硬質材料製成，而鑽頭螺紋46可由軟鋼製成。此種連接無法用傳統的壓焊方法實現。

【0077】 綜合上述實施例之說明，當可充分瞭解本發明之操作、使用及本發明產生之功效，惟以上所述實施例僅係為本發明之較佳實施例，當不能以此限定本發明實施之範圍，即依本發明申請專利範圍及發明說明內容所作簡單的等效變化與修飾，皆屬本發明涵蓋之範圍內。

【符號說明】

【0078】

1生產線, 2元件存儲槽, 3工具存儲槽, 4機械手, 5準備站, 6托盤, 7托盤存儲槽, 8傳送帶, 9機床佇列, 10機床(鐳射壓焊機、鐳射壓焊製造工件的設備), 12機架, 13底座, 14虎鉗(施壓設備), 14' 執行器, 14'' 驅動器, 15a第一支架, 15b第二支架, 16X-方向, 17Y-方向, 18Z-方向, 19第一錨定構件, 20第二錨定構件, 21導桿, 22滑床, 23馬達, 24螺桿, 25第一支承板, 26第一夾頭, 27第二支承板, 28第二夾頭, 29第一導軌, 30第二導軌, 31馬達, 32螺桿, 33滑動系統, 34擺臂, 35、35' 第一鐳射產生器, 36、36' 第二鐳射產生器, 37鐳射光纜, 38鐳射, 39準直儀, 40偏光鏡, 41光束引導裝置, 42、42' 第一鐳射, 43、43' 第二鐳射, 44掃描範圍, 45第一金屬元件(鑽頂), 46第二金屬元件(鑽頭螺紋), 47第一連接表面, 47' 第一連接部位, 48第二連接表面, 48' 第二連接部位, 49螺旋曲線, 50加熱點, 50' 加熱點50的熱能51對時間52的關聯, 51熱能, 52時間, 53加熱階段, 54熱增加(能量增加), 55冷卻階段, 56熱損失(能量損失), 57能量差值, 58有效的加熱, 59能量疊加持續時間, 60加熱時間, 61毛邊, 62旋轉運動, 63轉軸, 64括弧, 65凹槽, 66凹槽底面, 67凸起, 67' 凸起, 68側壁, 69凸起, 66' 頂端, 70鑽頭(工件)

申請案號：106139559

公告本

申請日：106.11.15

IPC 分類：

I683717

【發明摘要】

108.4.17
年 月 日修正頁(本)

全份

【中文發明名稱】鐳射壓焊製造工件的方法及鐳射壓焊製造之工件

【英文發明名稱】LASER WELDING METHOD AND WORKPIECE

MANUFACUTRED THEREBY

【中文】

本發明為一種鐳射壓焊製造工件的方法及鐳射壓焊製造之工件。該方法是用於連接第一金屬元件(45)和第二金屬元件(46)，第一金屬元件(45)具有第一連接部位(47')及其第一連接表面(47)，第二金屬元件(46)具有第二連接部位(48')及其第二連接表面(48)。先用鐳射照射第一金屬元件(45)的第一連接部位(47')，使第一連接表面(47)加熱至一個溫度，該溫度約在第一金屬元件(45)的重結晶溫度和熔融溫度之間，用鐳射照射第二金屬元件(46)的第二連接部位(48')，將第二連接表面(48)加熱至一個溫度，該溫度約在第二金屬元件(46)的重結晶溫度和熔融溫度之間，以及將第一金屬元件(45)的第一連接表面(47)緊壓在第二金屬元件(46)的第二連接表面(48)上，直至第一金屬元件(45)與第二金屬元件(46)的第一連接表面(47)、第二連接表面(48)冷卻至低於其重結晶溫度。

【英文】Embodiments disclose a laser welding method and a workpiece manufactured thereby. The method and the apparatus are implemented to join a first metal piece and a second metal piece. The first metal piece has a first joint portion and a first joint surface thereof. The second metal piece has a second joint portion and a second joint surface thereof. A laser beam irradiates the first joint portion and heats the first joining surface to a temperature approximately between a recrystallization point and a melting point of the first metal piece. Then the laser beam irradiates the second joint portion and heats the second joining surface to a temperature approximately between a recrystallization point and a melting point of the second metal piece. The first joint surface is pressed

against the second joint surface until the first joint surface and the second joint surface cool down to a temperature lower than the respective recrystallization point.

【指定代表圖】 第四A圖

【代表圖之符號簡單說明】

35、35' 第一鐳射產生器, 36、36' 第二鐳射產生器, 42、42' 第一鐳射, 43、43' 第二鐳射, 44掃描範圍, 45第一金屬元件(鑽頂), 46第二金屬元件(鑽頭螺紋), 47第一連接表面, 47' 第一連接部位, 48第二連接表面, 48' 第二連接部位, 62旋轉運動, 63轉軸

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種鐳射壓焊製造工件的方法，用於將第一金屬元件(45)和第二金屬元件(46)相連接，其中第一金屬元件(45)具有第一連接部位(47′)及其第一連接表面(47)，第二金屬元件(46)具有第二連接部位(48′)及其第二連接表面(48)，該方法包括如下步驟：

用鐳射照射第一金屬元件(45)的第一連接部位(47′)，使第一連接表面(47)加熱至一個溫度，該溫度位於第一金屬元件(45)的重結晶溫度和熔融溫度之間，用鐳射照射第二金屬元件(46)的第二連接部位(48′)，將第二連接表面(48)加熱至一個溫度，該溫度位於第二金屬元件(46)的重結晶溫度和熔融溫度之間，以及將第一金屬元件(45)的第一連接表面(47)緊壓在第二金屬元件(46)的第二連接表面(48)上，直至第一金屬元件(45)及第二金屬元件(46)的第一連接表面(47)及第二連接表面(48)冷卻至低於其重結晶溫度。

【第2項】如申請專利範圍第1項所述之鐳射壓焊製造工件的方法，其中，分別用第一鐳射(42)和第二鐳射(43)同時照射對應的第一連接部位(47′)和第二連接部位(48′)。

【第3項】如申請專利範圍第2項所述之鐳射壓焊製造工件的方法，其中，第一連接部位(47′)和第二連接部位(48′)被相應的第一鐳射(42)和第二鐳射(43)照射時，第一連接表面(47)及第二連接表面(48)的面法線方向相對。

【第4項】如申請專利範圍第3項所述之鐳射壓焊製造工件的方法，其中，相對的第一連接表面(47)及第二連接表面(48)共有軸線，且第一鐳射(42)及第二鐳射(43)照射第一連接表面(47)及第二連接表面(48)時與其面法線成一定角度。

【第5項】如申請專利範圍第1項至第4項任一項所述之鐳射壓焊製造工件的方法，其中，用於加熱第一連接部位(47′)的第一鐳射(42)沿螺旋曲線(49)在第一連接部位(47′)上移動，以設定的鐳射強度掃射第一連接部位(47′)。

【第6項】如申請專利範圍第5項所述之鐳射壓焊製造工件的方法，其中，第一鐳射(42)以一定的能量疊加頻率週期性地沿螺旋曲線(49)移動。

【第7項】如申請專利範圍第6項所述之鐳射壓焊製造工件的方法，其中，選擇一定能量疊加頻率，使得第一連接部位(47')上的螺旋曲線(49)的每一個加熱點(50)在被第一鐳射(42)照射時加熱階段(53)的熱增加(54)大於第一鐳射(42)照射螺旋曲線(49)上其餘部分時冷卻階段(55)的熱損失(56)。

【第8項】一種鐳射壓焊製造之工件(70)，由申請專利範圍第1項至第7項任一項所述之鐳射壓焊製造工件的方法所製造，包括：

一個由第一材料製成的第一金屬元件(45)，其具有第一連接表面(47)；

一個由不同於第一材料的第二材料製成的第二金屬元件(46)，其具有第二連接表面(48)；其中，第一金屬元件(45)及第二金屬元件(46)在第一連接表面(47)及第二連接表面(48)處互相壓緊。

【第9項】如申請專利範圍第8項所述之鐳射壓焊製造之工件(70)，其中，第一金屬元件(45)為鑽頂，第二金屬元件(46)為鑽頭螺紋。

【發明圖式】

108. 4. 17
年 月 日 修正 (本)

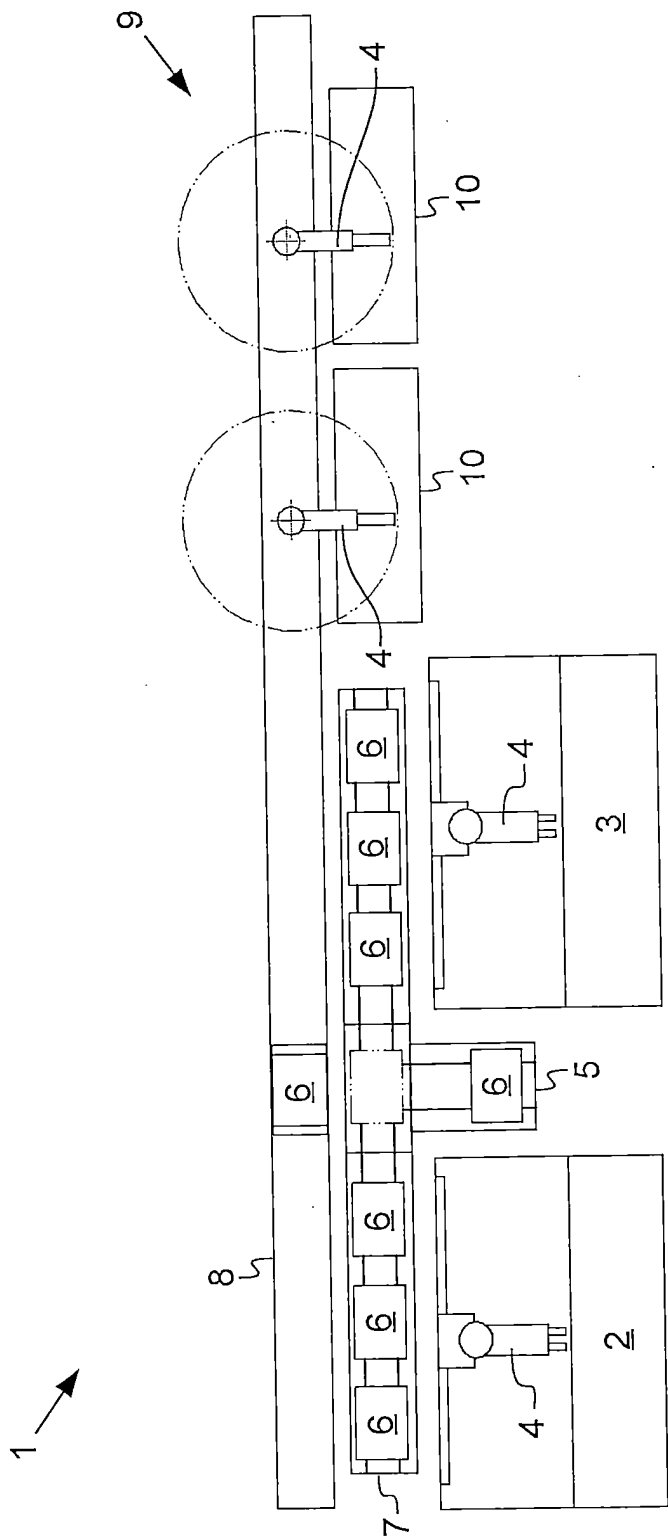
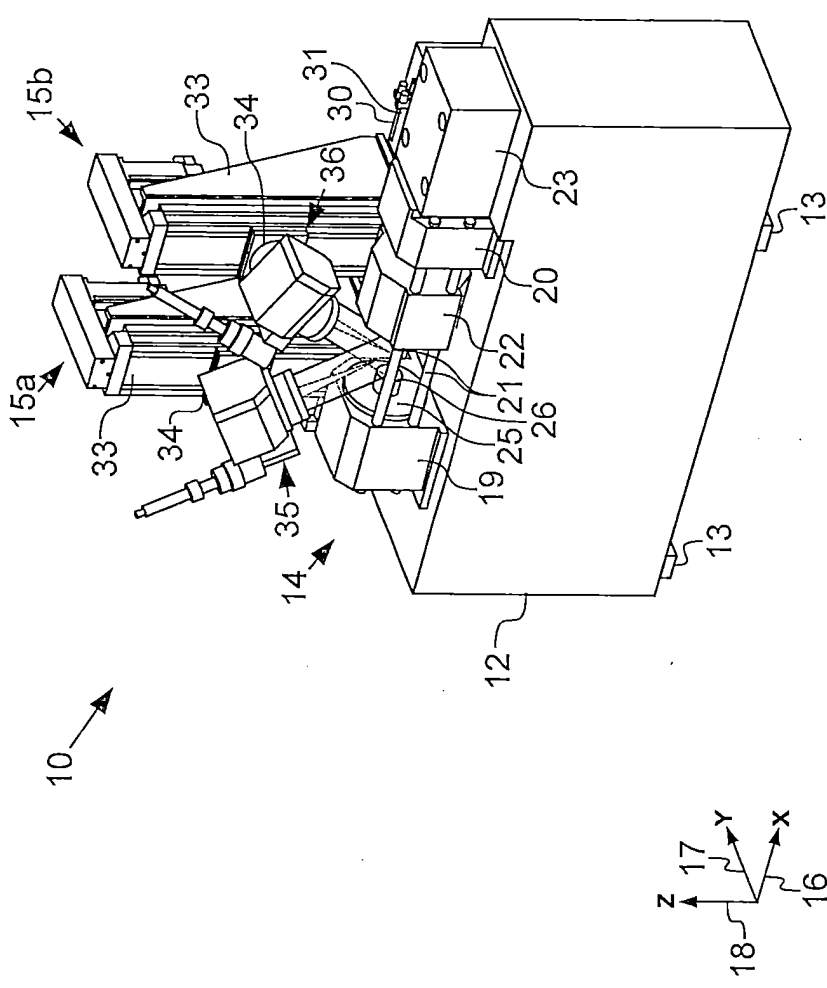
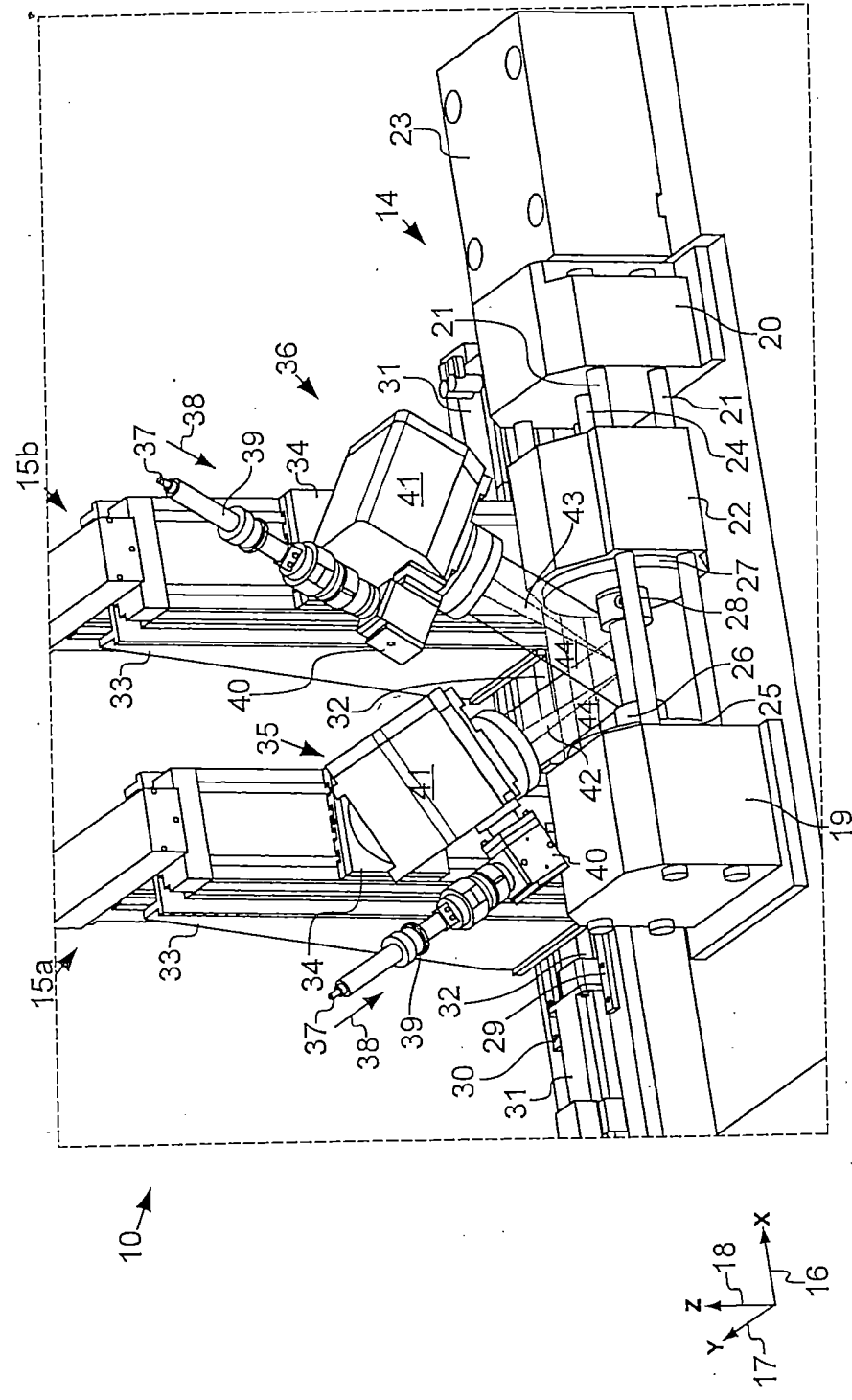


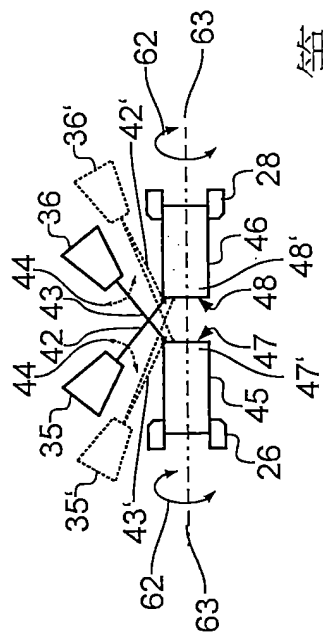
圖
—
第 一



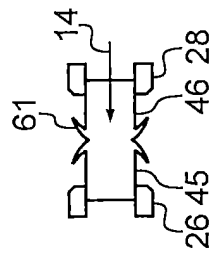
第二圖



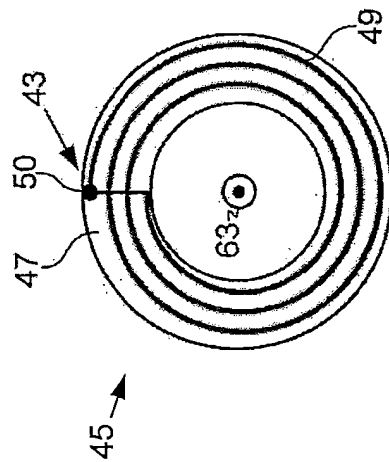
第三圖



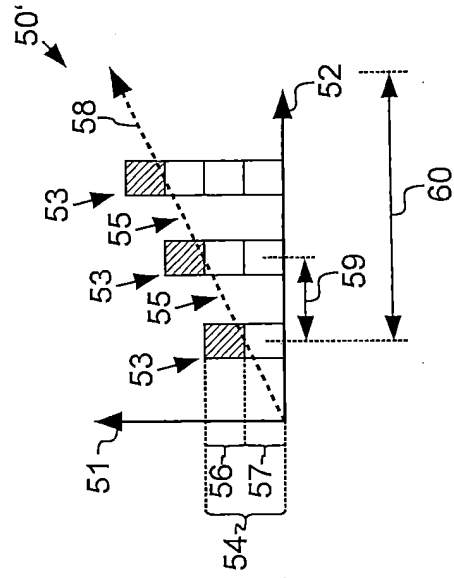
第四A圖



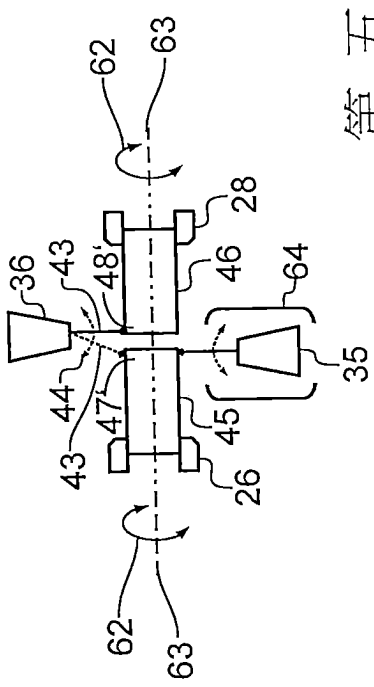
第四A'圖



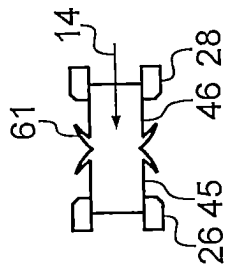
第四B圖



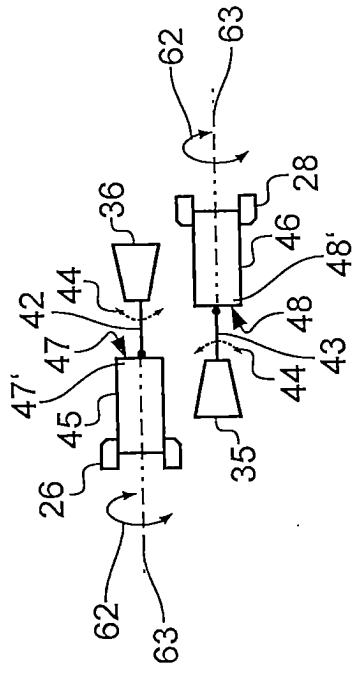
第四C圖



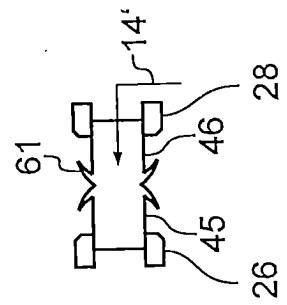
第五A圖



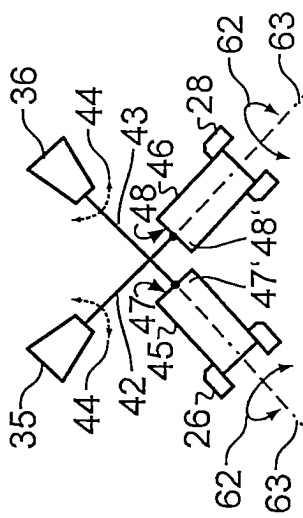
第五A'圖



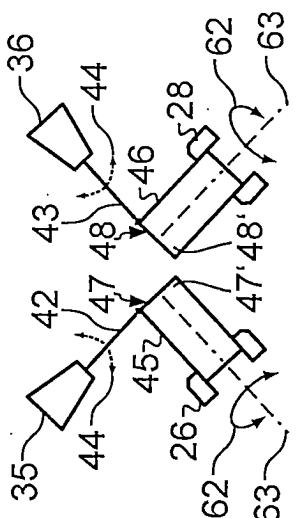
第五B圖



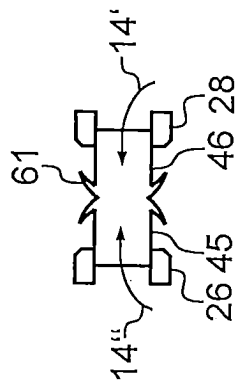
第五B'圖



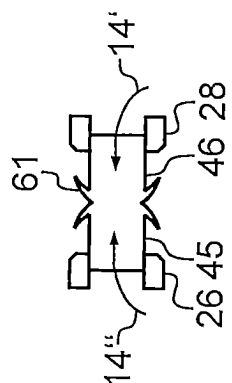
第六A圖



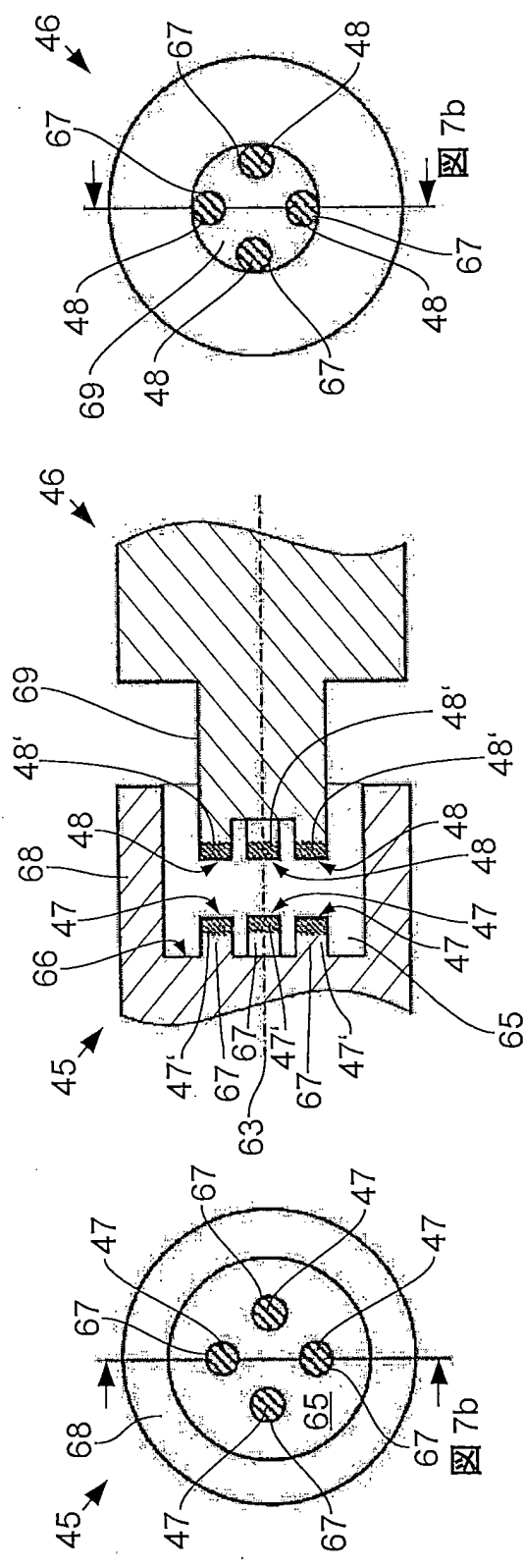
第六B圖



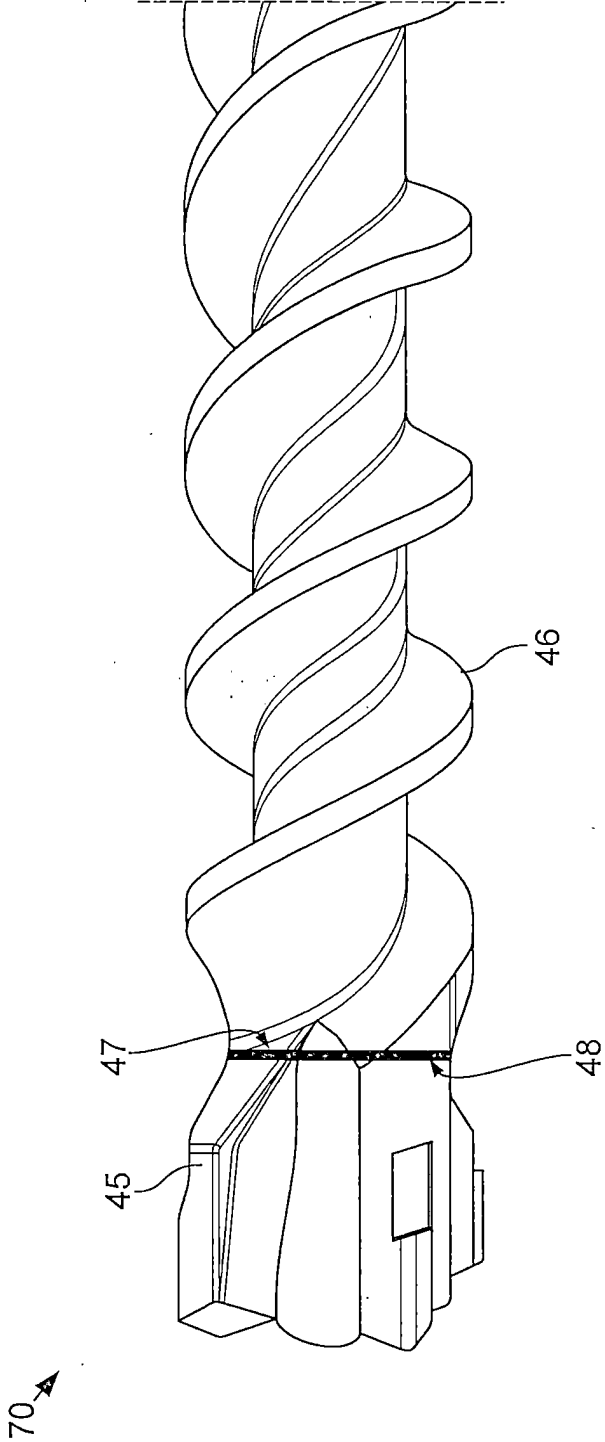
第六A'圖



第六B'圖



第七A圖 第七B圖 第七C圖



第八圖