

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：**97 116896**

※ 申請日期：

97.5.17

※IPC 分類：

B23B 27/10 (2006.01)
B23B 29/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

硬化一被加工物品的方法

Method for Hardening a Machined Article

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

氣體產品及化學品股份公司/AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC.

代表人：(中文/英文)(簽章) 馬克·L·羅傑斯 / RODGERS, MARK L.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國賓州艾倫鎮漢彌爾頓大道 7201 號

7201 Hamilton Boulevard, Allentown, PA 18195-1501, US

國籍：(中文/英文) 美國/U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 雷那吉特·古斯 / GHOSH, RANAJIT

2. 丹尼爾·詹姆士·吉布森 / GIBSON, DANIEL JAMES

國籍：(中文/英文) 1. 印度 / India ; 2. 美國 / U.S.A.

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：

美國；2007/05/07；60/916,369

美國；2008/04/30；12/112,367

美國；2008/05/06；PCT/US08/62742

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。

九、發明說明：

相關申請案的相互參照

本申請案請求 2007 年，5 月 7 日申請的美國臨時專利申請案編號 60/916,369，及 2008 年 4 月 30 日申請的美國專利申請案編號 12/112,367 的益處，在此以引用方式將其全文併入本文。2004 年 3 月 25 日申請的美國專利公開案編號 US 2005/211029 A1，及 2008 年 5 月 6 日申請的 PCT 專利申請案編號 PCT/US08/62742 在此係以引用方式將其全文併入本文。

發明所屬之技術領域

本發明係有關經由概稱為加工操作的不同方法形成且整形材料的領域而且特別的是，其係有關提高次表面硬度，提高壓縮殘餘應力，而且降低在一加工程序中形成且整形的金屬及其他材料的表面粗糙度，該加工程序利用結合低溫冷卻的彈性處理 (spring pass) 以提供上述改善的機械性質給經精軋的加工物品。

先前技術

硬度及壓縮殘餘應力為材料應用中兩個重要的標準，其中對於經精軋的物品的磨損及疲乏性能加諸很高的要求。高表面及次表面硬度改善產品磨損，同時較大的壓縮殘餘應力改善對於疲乏衰退的耐性，二改善性質將延長經精軋的物品的使用壽命。過去，使用預加工及後加工技術，

舉例來說，珠擊法 (shot peening)、雷射珠擊法及輓子碾壓法來同時改善硬度及壓縮殘餘應力。此外，在碾壓操作中使用壓力及速度的組合以經由拉伸及硬化該表面配合最小量或沒有材料損失而加工硬化的材料。敲擊及碾壓僅可施於特定的幾何形狀而且彼等一般受限於外部表面，例如外徑或平坦表面。此外，敲擊及碾壓技術需要專用機械，該等專用機械需要特別的設定時間而且提高製造成本。

據顯示低溫冷卻劑施於工件表面能改善形成或整形操作期間的表面硬度。此技術似乎，無論如何，造成僅次表面硬度有限的改善。

相關先前技藝包括 2005 年，3 月 25 日申請的美國專利公開案編號 2005/211029。

發明內容

有一個形態中，本發明包含一種加工一工件表面的方法。使用位於不大於 -254 微米的掠過深度 (skim depth) 的第一切削工具在該工件表面上執行第一加工處理。當該第一加工處理正在執行時利用一低溫流體來冷卻該工件表面。

在另一個形態中，本發明包含一種藉由前段所述的方法來加工的物品而且其特徵為下列群組中之至少其一：降低的表面粗糙度、提高高表面硬度、提高至 150 微米深度的次表面硬度及比未執行第一加工步驟時所獲得的更低的表面粗糙度。

在又另一個形態中，本發明包含一種加工一工件表面

的方法。使用位於不大於-12.7 微米的掠過深度的第一切削工具在該工件表面上執行第一加工處理。就在執行該第一加工處理之前利用一低溫流體來冷卻該工件表面歷經一預定時段。此外，當該第一加工處理正在執行時利用該低溫流體來冷卻該第一切削工具及該工件表面。

實施方式

本發明包括一加工方法，該方法經由提高次表面硬度，提高壓縮殘餘應力，及降低此方法所製造的被加工的工件或物品的表面粗糙度而改善材料的機械性質。儘管本發明在此以利用切削工具來加工一工件的情況作討論，但是熟於此藝之士明白本發明包括更廣泛的應用而且可用於不同的整形及形成程序，其包括但不限於其他類型的加工、碾壓、彎折、衝壓、靠模加工(profileing)、繪圖等等。

本發明為使用壓縮力結合噴灑或噴射在該加工工具或該工件表面一部分上，或該加工工具及該工件表面上而加工一工件的方法。該壓縮力及同時發生的低溫冷卻的組合，後文中稱之為彈性處理，提高硬度，提高壓縮殘餘應力，而且降低該工件的表面粗糙度。由該彈性處理所提供的改善性質將提高耐磨損性及疲乏性能，而且改善被加工工件的表面外觀。

用於本文時，該術語"加工"、"機械處理"或"加工處理"包括但不限於包括轉向、挖鑿、分開、挖溝槽、面飾、設計、研磨、鑽孔及其他產生連續碎屑或破碎或斷片碎屑的

操作的形成或整形操作。

用於本文時，該術語"切削工具"表示利用該切削工具執行加工時相對於該工具座維持於固定位置的刀具。用於本發明的目的的"切削工具"並不考慮具有能旋轉或轉動的工件咬合面的工具，例如傳統磨光工具。

用於本文時，該術語"掠過深度"應該被理解為意指加工刀具深度調節點。在本案中，將掠過深度測量表示為負數而且從該工件表面的最外部分測量。例如，就刀具而言-254 微米的掠過深度意指該刀具位於該工件表面最外面部分下方 254 微米。為達本案的目的，"不小於"特定值的掠過深度的敘述應該被理解為意指該掠過深度不會比指定的值更淺。反過來說，"不大於"特定值的掠過深度的敘述應該被理解為意指該掠過深度不會比指定的值更深。舉例來說，-254 微米的掠過深度可被視為比-127 微米的掠過深度更大。

用於本文時，利用低溫流體冷卻的步驟應該廣義地解釋為包括排放低溫流體至表面(以液體、蒸氣及/或液體-蒸氣相)的任何習知手段，其包括噴灑、噴射、導向、流動或飛濺等。

該措辭"低溫冷卻"、"低溫冷卻劑"或"低溫流體"包括沸點低於-70°C的任何流體。這可包括，但不限於氮(LIN)、氬(LAR)、氦(LHe)及二氧化碳(LCO₂)的液化氣體或這些氣體的混合物。該低溫流體可以呈液體、蒸氣及/或液體-蒸氣相，而且彼內可或可不具有固體粒子。經常地，該等低溫

流體為液體或混合的液體-蒸氣相流體。

本發明包含在工件上執行一非常淺的加工處理(在此稱之為"彈性處理")，同時，施加冷凍劑(例如 LIN)至該刀具及工作(後文稱之為"低溫彈性處理")。較佳地，該冷凍劑以美國專利公開案編號 2005/211029 所述的方式(在此稱之為"Zurecki 處理")施加。此外，較佳為該冷凍劑係導向該工件與該刀具接觸的區域(後文稱之為"工具接觸區")、正好在該工具接觸區上游的區域及正好在該接觸區下游的區域。此外，該彈性處理較佳為在執行精軋處理(finishing pass)之後再在該工件上執行，使該工件表面事先就已經較平滑。典型的精軋處理具有-0.005 至-0.015 吋(-127 至-381 微米)的掠過深度，而彈性處理通常在明顯更淺的掠過深度下執行。

本文中將更詳細地描述，在精軋處理之後執行低溫彈性處理降低工件表面粗糙度而且同時提高表面及次表面硬度。此外，該表面的冷加工提高該工件的壓縮殘餘應力，其使經精軋的物品產生改善的磨損及疲乏性能。

參照第 1 及 2 圖，顯示實行本發明的例示加工設備。該設備包括被一車床(未顯示)支撐的工件 11。將可移動地固定在工具座 20 內的車刀 10 (亦稱之為刀具或刀片)設定在預期的掠過深度(分別參見 D1 及 D2，第 3 及 4 圖)。當該工件 11 以第 1 及 2 圖所示的箭頭所示的方向移動時調整工具座 20 以提供加工處理。該工具座 20 為工具轉台(未顯示)的一部分，該工具轉台經常包括多於一個工具座。

設置一包括噴嘴 21 的低溫噴灑設備以運送低溫流體 22 的噴射物或噴灑物至該車刀 10 上，至正好在該車刀 10 上游的工件表面部分 23a，及至正好在該車刀 10 下游的工件 11 表面部分 23b。該設備也包括接收來自供料管線 24 的冷凍劑進入流(較佳為液態冷凍劑，例如 LIN)。該噴嘴 21 較佳為接附至，或與工具座 20 的行進同步，使加工處理的期間該冷凍劑的連續流被導引至該車刀 10 及該工件 11 的部分 23a、23b。

此外，較佳為將該工具座移至適當位置以供加工處理而且就在開始低溫彈性處理之前開始噴射該低溫流體至該工件上歷經一預定時段(例如，5 秒)。此"預冷卻"步驟降低整個工件(以及該切削工具)的溫度，其造成該經精軋的產品中具有比未執行"預冷卻"提高的硬度及提高的壓縮殘餘應力。

第 3 及 4 圖顯示兩種不同彈性處理結構例子的概要代表圖。在第 3 及 4 圖中，該工件 11、111 相對於該車刀 10、100 (分別)的移動方向為這些圖形各自包括的箭頭所示的方向。為了簡化第 3 及 4 圖，所以只顯示工件 11、111 及車刀 10、100。省略所有其他特徵。此外，為了便於目視在第 3 及 4 圖中誇大該工件 11、111 表面上(分別)的峰及谷 12、112 及 13、113，及該車刀 10、100 的幾何形狀。

在第 3 圖中，為了彈性處理將車刀 10 設定在較深的掠過深度 D1，相對於該工件表面約 -0.005 吋(-127 微米)。如該圖形所示，該工具 10 的掠過深度 D1 係從具有分別地經

誇大的峰及谷 12 及 13 所定義的表面粗糙度的工件表面測量。呈氣體(蒸氣)或液體或氣體與液體的混合物形式的 LIN 流(第 5 及 6 圖)係噴灑或噴射在工具 10 及鄰近的工件表面以提供低溫冷卻。在此具體例中，該車刀 10 具有正傾角(相對於線 90，其係垂直於該工件表面 17)、較大的刀口半徑 30 及較大的刀鼻半徑(未顯示)。當該車刀 10 經過該工件 11 時，位於該工件 11 表面 17 上的峰 12 (由該精軋處理引起)中的工件材料被向下及側面壓縮至該等谷 13 中。在此具體例中，該彈性處理會產生小碎屑 16，主要由於較深的掠過深度 D1 及正傾角的使用。

第 4 圖中顯示不同的車刀組合及掠過深度。在第 4 圖中，使用相對於該工件 111 表面 117 約 -0.000 吋(-12.7 微米)或更小的掠過深度 D2。此外，該車刀 110 係設定於負傾角(相對於線 190，其係垂直於該工件表面 117)而且比第 4 圖所示的車刀 10 具有更小的刀口半徑 130 及刀鼻半徑(未顯示)。

如上文解釋的，該低溫彈性處理的目的之一在於經由壓縮該工件表面的峰而且將該等峰"推"入谷中而弄平而且硬化該工件表面。儘管在彈性處理的期間小量的工件被削掉係可接受的，但是較佳為使該工件材料的切削減至最少。儘管該低溫彈性處理可接受的掠過深度可在 0.0001 至 -0.010 吋(-2.5 至 -254 微米)的範圍內，但是較佳的範圍介於 -0.0003 至 -0.005 吋(-7.62 至 -127 微米)之間而且，更佳地，介於 -0.0003 至 -0.0005 吋(-7.62 至 -12.7 微米)之間。

像是掠過深度、工具傾角、刀鼻及刃口半徑的切削及調整工具變數必須適當地選擇以針對表面精軋、表面和次表面硬度及壓縮殘餘應力產生最想要的效果。切削深度對刃口半徑比可作為選擇適當工具幾何形狀及切削參數的初步方針。0.5 至 25 的比例為可接受的範圍，然而較佳為 3 至 10 的比例。

因為該低溫彈性處理可使用切削工具(其可使用與傳統加工處理相同類型的工具座)來執行，該彈性處理可使用與其他針對該工件的加工處理，包括精軋處理，相同的機械工具來執行。這導致降低的加工時間及成本，與現今的硬化技術，例如珠擊法、雷射珠擊法及靱子碾壓法，相比。

使用本發明的加工材料在被加工材料上所進行的比較試驗指示在精軋處理(有用或沒有冷凍劑)之後執行低溫彈性處理將降低工件表面粗糙度而且同時提高表面及次表面硬度。第 5 圖為顯示微硬度值(Vickers 標度)的圖形，其繪出三個不同的最終加工處理。有關所有的三個試驗，該工件為不銹鋼。有關粗糙、精軋及彈性處理在大約 -20 度的傾角下使用 0.5 吋(1.27 公分)圓的立方體氮化硼(CBN)車刀。

在第一個試驗樣品中，最終加工步驟為傳統或"乾式"精軋處理(在第 5 圖中標示為"不用 LIN 的 MF"的線)，測到約 707 μHv 的表面硬度。次表面硬度分布於約 -0.0005 吋(-12.7 微米)深度的約 704 μHv 與約 -0.0045 吋(-114.3 微米)深度的約 654 μHv 之間。

在第二個試驗樣品中，該最終加工步驟為根據上述

Zurecki 程序將 LIN 噴灑在車刀及鄰近工件表面上的精軋處理(在第 5 圖中標示為"利用 LIN 的 MF")。如預期的，在該精軋處理的期間使用 LIN 將改善表面硬度至約 808 μHv 。無論如何，添加該精軋處理加入 LIN 在次表面硬度改善方面將造成非常小量的提高，而且因此，小量的壓縮殘餘應力改善，其增進疲乏性能。該 LIN 精軋處理的次表面硬度分布於 -12.7 微米深度的約 808 μHv 至 -114.3 微米深度的約 677 μHv 之間。

在第三個試驗樣品中，該最終加工步驟為在 -0.0003 吋的掠過深度下執行的低溫彈性處理(在第 5 圖中標示為"LIN 彈性處理")。所用的切削工具與該精軋處理工具相同，但是就在開始該彈性處理之前利用該低溫噴射流冷卻該部分 5 秒。此試驗的結果顯示約 813 μHv 的表面硬度(其與利用 LIN 的精軋處理所獲得的結果類似)。無論如何，使用該低溫彈性處理將達到次表面硬度顯著的改善(與無論乾式或 LIN 精軋處理所達到的結果相比)。舉例來說，在 -0.0015 吋(-38.1 微米)的深度下，該低溫彈性處理將提供約 806 μHv 的次表面硬度，與該 LIN 精軋處理的 741 μHv 相比(改善約 8.8%)。在 -0.0025 吋(-63.5 微米)的深度下，該低溫彈性處理提供 769 μHv 的次表面硬度，與該 LIN 精軋處理的 684 μHv 相比(改善約 12.4%)。根據這些試驗，低溫彈性處理提供提高的次表面硬度至至少 150 微米的深度。

除了提供上述的改善硬度及壓縮殘餘應力性質，使用低溫彈性處理作為最終的加工步驟將降低表面粗糙度。參

照下文所示的表 1，使用該低溫彈性處理造成降低的表面粗糙度，與乾式或 LIN 精軋處理為最終加工步驟的工件相比。使用四個不同探針角度來測量試驗樣品的粗糙度，從該等粗糙度算出平均值。該 "LIN 彈性處理" 樣品的平均表面粗糙度為 4.3 微吋，證明優於 "利用 LIN 的 MF" 樣品的 41% 改善及優於 "不用 LIN 的 MF" 樣品的 75% 改善。

表 1

表面粗糙度

樣品	0 度	90 度	180 度	270 度	平均
乾式(傳統)	14	18	19	16	16.8
LIN (僅頂部冷卻)	6	8	9	6	7.3
LIN (彈性處理)	4	4	4	5	4.3

第 6 圖中顯示額外的比較性次表面硬度試驗結果。在這些試驗中，該工件為 Triballoy T400，所有其他的調整工具參數與用於上述試驗的相同。有關上述及第 5 圖所示的試驗，在精軋處理之後執行低溫彈性處理的工件部分顯示比執行 LIN 精軋處理的工件部分明顯更高的次表面硬度。

熟於此藝之士明白上述本發明的具體例可進行改變而不會悖離其廣義的發明概念。因此，咸了解本發明並不限於所揭示的特定具體例。

圖式簡單說明

聯合隨附的圖形閱讀時下列本發明較佳具體例的詳細敘述將能獲得更佳的理解。為了例示本發明的目的，圖形描述目前較佳的具體例。無論如何，咸了解本發明並不限於該等精確配置而且藉助該等圖形來顯示：

第 1 圖為顯示適用於本發明的例示性加工設備的等角視圖；

第 2 圖為通過第 5 圖的例示性加工設備的斷面圖；

第 3 圖為顯示施加壓縮力至一工件的加工工具的概略圖；

第 4 圖為顯示在比第 3 圖所示的較淺工具深度下施加壓縮力至一工件的加工工具的概略圖；

第 5 圖為顯示在被加工物品上執行第一組比較試驗的硬度數據圖形；及

第 6 圖為顯示在被加工物品上執行第二組比較試驗的硬度數據圖形。

元件符號說明

D1	掠過深度	D2	掠過深度
10	車刀	11	工件
12	工件表面上的峰	13	工件表面上的谷
16	小碎屑	17	垂直於該工件表面
20	工具座	21	噴嘴
22	低溫流體	23a	車刀上游的工件表面部分
23b	車刀下游的工件表面部分	24	供料管線

- | | |
|----------------|---------------|
| 30 刃口半徑 | 90 垂直於該工件表面的線 |
| 100 車刀 | 111 工件 |
| 112 工件表面上的峰 | 113 工件表面上的谷 |
| 117 工件表面 | 130 刃口半徑 |
| 190 垂直於該工件表面的線 | |

五、中文發明摘要：

一種加工方法及該方法所製造的物品，該方法經由使用切削工具執行一非常淺的加工處理，結合施加一低溫流體至該工件表面及該切削工具以改善工件表面的機械性質，該壓縮力及低溫冷卻組合將提高硬度，提高壓縮殘餘應力，而且降低該被加工物品的表面粗糙度。

六、英文發明摘要：

A machining method and an article manufactured therefrom, the method improving mechanical properties in a work surface by performing a very shallow machining pass using a cutting tool, in combination with application of a cryogenic fluid to the work surface and the cutting tool, the combination compressive force and cryogenic cooling increasing hardness, increasing compressive residual stress, and reducing surface roughness in the manufactured article.

十、申請專利範圍：

1. 一種加工一工件表面的方法，該方法包含：

使用位於不大於-254 微米的掠過深度(skim depth)的第一切削工具在該工件表面的至少一部分上執行第一加工處理；及

當該第一加工處理正在執行時利用一低溫流體來冷卻該至少一部分工件表面。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其進一步包含：

在執行該第一加工處理之前，使用位於大於-254 微米的掠過深度的第二切削工具在該至少一部分工件表面上執行第二加工處理。

3. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中執行該第二加工處理包含使用位於不小於-381 微米的掠過深度的第二切削工具在該至少一部分工件表面上執行第二加工處理。

4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中執行該第一加工處理包含使用位於不大於-127 微米的掠過深度的第一切削工具在該至少一部分工件表面上執行第一加工處理。

5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中執行該第一加工處理包含使用位於不大於-12.7 微米的掠過深度的第一切削工具在該至少一部分工件表面上執行第一加工處理。

6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其進一步包含：

在執行該第一加工處理之前利用該低溫流體來冷卻該至少一部分工件表面歷經一預定時段。

7. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其進一步包含：

當該第一加工處理正在執行時利用該低溫流體來冷卻該第一切削工具。

8. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其進一步包含：

當該第二加工處理正在執行時利用該低溫流體來冷卻該第二切削工具。

9. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其進一步包含：

在該第一加工處理的期間使該第一切削工具保持在第一工具座中，該第一工具座係接附於第一工具轉台；及

在該第二加工處理的期間使該第二切削工具保持在第二工具座中，該第二工具座係接附於第二工具轉台。

10. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中使用具有不小於 0.038 公分刀鼻半徑(nose radius)的第一切削工具來執行該第一加工處理。

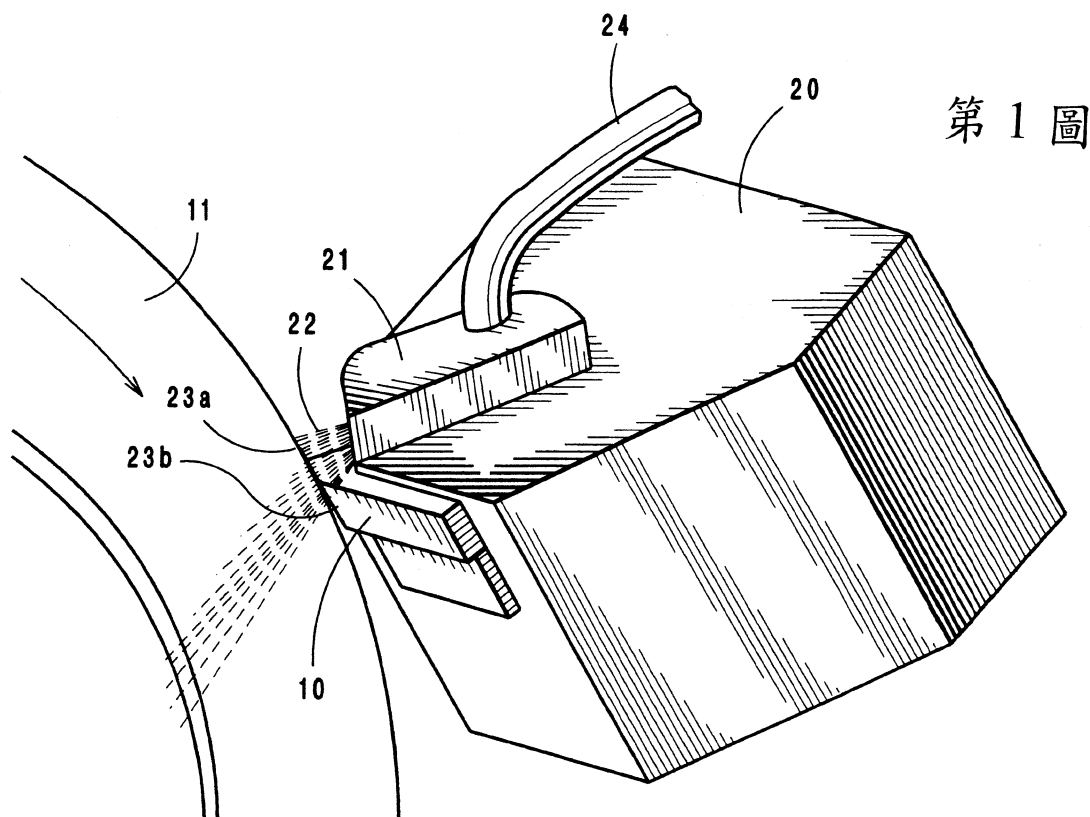
11. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中使用具有不小於 2.5 微米刀口半徑(edge radius)的第一切削工具來執行該第一加工處理。

12. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第一切削工具具有一刀口半徑而且在執行該第一加工處理處的掠過深度為介於該刀口半徑的 0.5 與 25 倍之間。

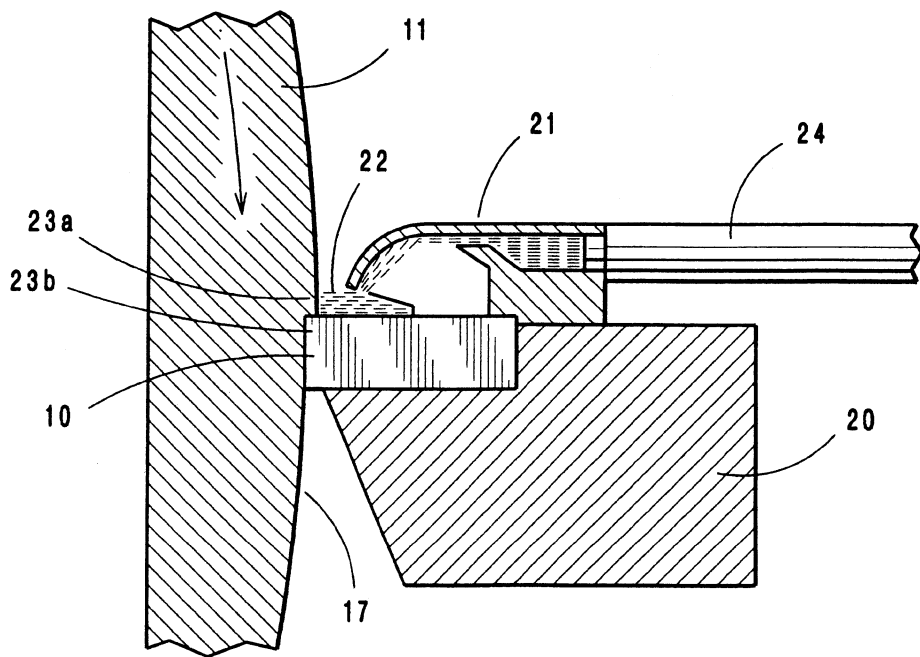
13. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第一切削工具具有一刀口半徑而且在執行該第一加工處理處的掠過深度為介於該刀口半徑的 3 與 10 倍之間。

14. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中利用負傾角的第一切削工具來執行該第一加工處理。

- 15.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該冷卻步驟進一步包含在該第一加工處理期間使用固定於第一工具座的噴嘴將該低溫流體噴在該第一切削工具及該至少一部分工件表面上，在該第一加工處理期間該第一工具座亦保有該第一切削工具。
- 16.如申請專利範圍第 1 項之方法，其進一步包含，執行該第一加工處理而且在該至少一部分工件表面不產生任何碎屑。
- 17.一種藉由申請專利範圍第 1 項的方法來加工的物品，其特徵為下列群組中的至少一個：降低的表面粗糙度、提高高表面硬度、提高至 150 微米深度的次表面硬度及比未執行第一加工步驟時所獲得者更低的表面粗糙度。
- 18.一種加工一工件表面的方法，該方法包含：
- 使用位於不大於-12.7 微米的掠過深度的第一切削工具在該工件表面的至少一部分上執行第一加工處理；
- 就在執行該第一加工處理之前利用一低溫流體來冷卻該工件表面歷經一預定時段；
- 當該第一加工處理正在執行時利用該低溫流體來冷卻該第一切削工具及該至少一部分工件表面。

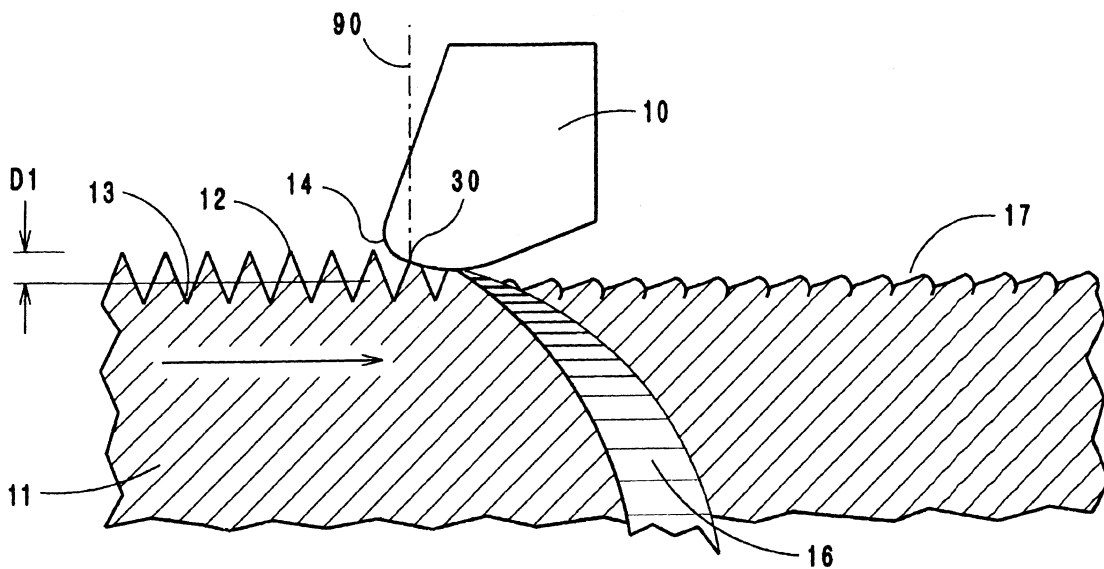


第 1 圖

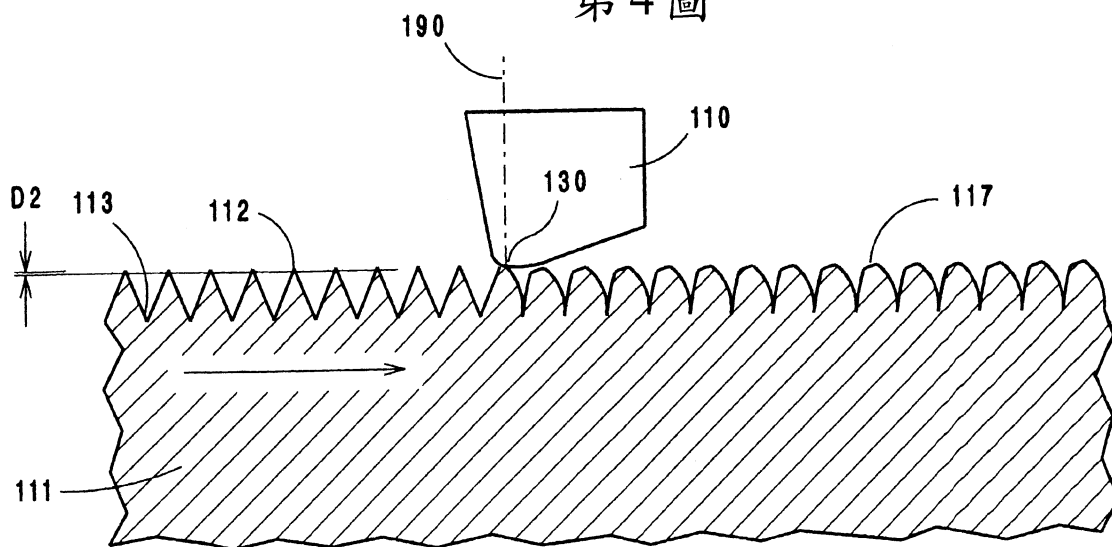


第 2 圖

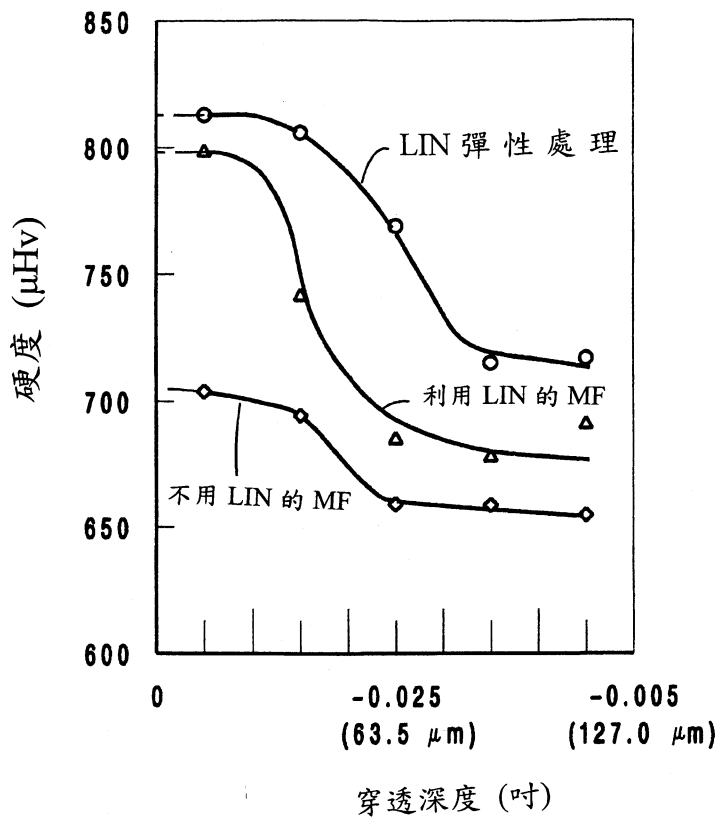
第 3 圖



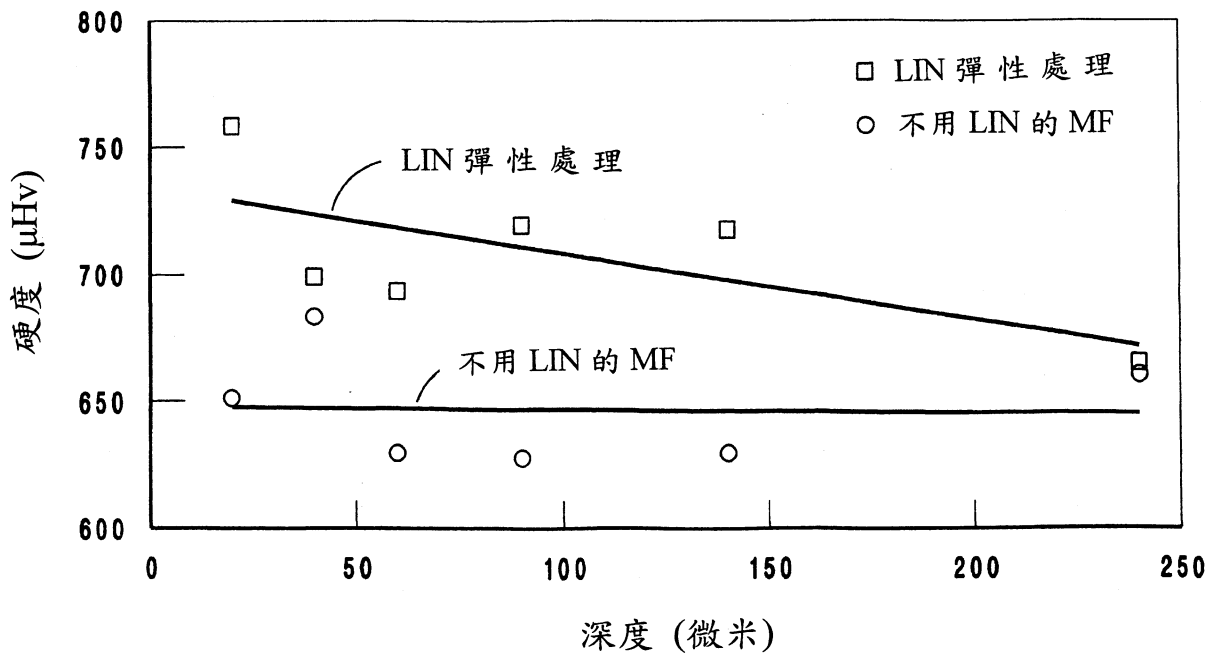
第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖



七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	車刀	11	工件
20	工具座	21	噴嘴
22	低溫流體	23a	車刀上游的工件表面部分
23b	車刀下游的工件表面部分	24	供料管線

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：