

91. 8. 2
年 月 日

修正
補充

公告本

申請日期	90. 7. 25
案 號	90118171
類 別	B21F 3/02, B21J 5/00, B21C 43/00

A4
C4

509603

(以上各欄由本局填註)

第 90118171 號發明專利說明書 修正日期: 91年8月

一、發明名稱	中 文	利用聚結作用製造金屬體之方法及其製得之金屬體
	英 文	A METHOD OF PRODUCING A METAL BODY BY COALESCENCE AND THE METAL BODY PRODUCED
二、發明人	姓 名	(1)肯特·歐爾森 (2)李江國
	國 籍	瑞典
三、申請人	住、居所	(1)瑞典斯德哥爾摩林維根50號 (2)瑞典胡丁吉克羅柯維根5號
	姓 名 (名稱)	瑞典商·CK 管理股份有限公司
	國 籍	瑞 典
	住、居所 (事務所)	瑞典斯德哥爾摩林維根50號
	代 表 人 姓 名	肯特·歐爾森

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

裝
訂
線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

瑞典 國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： 有 無主張優先權
 2000,07,25 0002770-6

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

本發明是關於一種利用聚結作用製造金屬體之方法及其製得之金屬體。

在世界專利(WO)第A1-9700751號中說明一種衝擊機械及利用該機械切割棒材的方法。該文件也說明一種使金屬體變形的的方法。該方法使用在文件中說明的機械，其特徵是固體狀或諸如顆粒、片狀或類似物之粉體狀的金屬材料較好是被固定在模具、支架或類似物的末端，同時利用如撞鎚之敲擊元件進行絕熱聚結，該撞鎚的運動會受液體的影響。該機械被完全說明於該世界專利文件中。

在世界專利第A1-9700751號中揭示如球狀之組件形狀。金屬粉被供應至分成兩個部份的工具，同時該粉末是透過一連接管來供應。該金屬粉較好是被氣體物化。通過連接管的棒材受到來自衝擊機的撞擊，而影響密封在球型模的材料。不過，在其中之實施例中並沒有顯示出如何依據該方法製作一物體的參數。

簡單而言，該文件是以數個步驟來進行，例如三個步驟。這些步驟可以非常快速的進行，而且該三撞擊是以如下之說明來進行。

衝擊1：這是一個非常輕微的撞擊，其迫使在粉體中的大部分氣體排出，同時使該些粉體顆粒有一定朝向，以確保其沒有大的不規則性。

衝擊2：對於使粉體粒子的絕熱聚結而言，以很高能量密度及很高衝擊速度進行衝擊，使得它們彼此壓擠而形成非常高的密度。在該衝擊期間，每個粒子的局部溫度的增

五、發明說明(2)

加是視其變形程度而定。

衝擊3：以中高能量及高接觸能量，對於實值接觸材料體進行最後成形加工。其後，該受壓物體能被燒結。

在瑞典第9803956-3號專利中，揭示一種用於物體形變的方法和裝置。其實質上是世界專利第A1-9700751號中揭示之發明的一種延伸。在依據該瑞典專利申請案的方法中，撞擊元件利用一個會使該撞擊元件產生至少一個回彈撞擊的速度被帶到材料上，其中該回彈撞擊是可以使該撞擊元件至少產生另一衝擊的反作用。依據世界專利文件中的方法的該些衝擊，其在材料中會使局部溫度增加非常多，其可以使加熱或冷卻期間在材料中產生相變化。當使用該回彈撞擊的反作用時同時至少產生另一個撞擊時，在一較長的期間中，這個衝擊會來回產生波動，其可以藉由第一次撞擊的能量來產生。這會使得材料進一步變形，且具有比沒有該反作用時所需要的脈衝更低的脈衝。現在，已知依據該些提及的文件的機械是無法良好的工作。舉例來說，在其說明中不可能獲得在該些衝擊之間的時間間隔。再者，在實施例中沒有顯示出可以被形成的物體。

本發明的目的是完成一個在低成本下，可以有效率的由金屬製作產品的方法。該些產品可以是醫療用設備，諸如醫用植入物、例如手術刀之儀器或診察儀器，或非醫療用設備，諸如球狀軸承、切割工具、磨耗表面或電子元件。另一個要達到的目的是，形成所說明之型式的金屬產品。此一新的方法可以使用比上述文件中所使用的速度更低的

五、發明說明(3)

速度。再者，該方法步僅限於上述文件中說明的機械。

令人驚訝地，依據申請專利範圍第一項定義的新方法，它可以壓縮不同的金屬和金屬合金。舉例來說粉體狀、薄片狀、顆粒狀之該材料被充填在模子中、預壓縮並且利用至少一次的衝擊壓擠。在該方法中所使用的機械可以是世界專利第A1-9700751號和瑞典專利第9803956-3號中說明的機械。

依照本發明的方法，在衝擊機中是應用流體力學，其中該機器在世界專利第A1-9700751號和瑞典專利第9803956-3號中中被使用。當在該機器中純粹使用水力構件時，該撞擊元件可以產生在將被擠壓的材料上發生撞擊的運動，如此可以在足夠的速度下，產生聚結所需之足夠的能量。該聚結可能是絕熱的。每一個衝擊可以迅速的進行，而且可以在一些材料中的波動會在5至15毫秒之間衰退的材料中進行。與使用壓縮空氣相比，該水利的使用可以獲得較好的順序控制以及較低的操作成本。彈簧致動的衝擊機器在使用上將會更複雜，並且可能需要更長的設定時間，同時在其與其它的機器整合時的靈活性較差。因此，依據本發明的方法將會比較便宜而且更容易進行。最佳的機器是有一個大的壓擠面以進行預壓實及後壓實，而且有一個高速的小衝擊元件。因此，依據此一構造的機器在使用上會更引人關注。也能夠使用不同的機器，其一是用於預壓實及後壓實，而另一個是用於壓縮。

第1圖顯示用於粉體狀、薄片狀、顆粒狀或類似形狀之

五、發明說明(4)

材料的形變的一種裝置的截面圖。

第2-24圖與第26-47圖是，顯示每一實施例中所得之相對密度對總衝擊能量與元件質量的衝擊能量、衝擊速度和數目的關係。

第25圖顯示總孔隙度與總衝擊能相的關係。

本發明考量一種利用聚結作用製備金屬體的方法，其中該方法包含的步驟為：

a)以粉體狀、薄片狀、顆粒狀或類似形狀之金屬材料充填預壓實鑄模，

b)預先壓實該材料至少一次，和

c)在壓縮模中藉著至少次一的衝擊壓所該材料，其中當撞擊充填在該壓縮模中的材料時，衝擊元件發出充足的動能，使該材料發生聚結作用而形成物件。

該預壓實模可能與該壓縮模相同，其意指在步驟b)和c)之間材料不需要被移動。它也可能使用不同的模子，同時在步驟b)和c)之間材料需要由預壓實模被移到壓縮模。這僅在預壓實步驟中進行材料的形成。

在第1圖中的裝置包含一撞擊元件2。在第1圖中的材料舉例來說是粉體狀、薄片狀、顆粒狀或類似形狀。該裝置撞擊元件3，其利用有力的衝擊而使材料產生立即且相當大的形變。本發明也談到下面將說明之放置在模子中的物件的壓縮。在此情況中，諸如固體均勻的金屬體之固態物體1將被放置在模子中

該撞擊元件2的配置，會使得在作用其上的重力的影響

五、發明說明(5)

下，其可以使材料1加速。該撞擊元件2的質量 m 基本上較好是大於材料1的質量。藉此，對於該撞擊元件2的高速度衝擊的需求可以稍微被降低一些。該撞擊元件被允許敲擊該材料1，同時當撞擊在該壓縮模中的材料時，該撞擊元件2放出足夠的動能以壓實並形成該物體。這引起局部的聚結，因而使材料產生形變。該材料1的形變是塑性的且是永久的。在材料1中產生的波動或震動是在該撞擊元件2的衝擊方向。這些波波動或震動具有高動能，而且會活化在材料中的滑動平面，同時造成粉體顆粒發生相對位移。該聚結可能是絕熱的聚結。在溫度上的局部增加會在密度增加之材料中發展出點熔接(顆粒間的熔融)。

預壓實是一個非常重要的步驟。如此作是為了逐出空氣同時使材料中的粒子有一定取向。該預壓實的步驟比壓縮步驟慢很多，因此它可以比較容易地將空氣逐出。進行非常快的壓縮步驟不可能有相同的機會將空氣逐出。在此情況中，有一缺點是空氣可能會被封閉在所產生的物體中。預壓實的步驟是在，足以獲得最大的堆積程度或顆粒之間會產生最大接觸面機之最小壓力下進行。這具有材料依存性，同時是與材料的柔軟性即溶電有關。

在實施例中的預壓實步驟是，利用117680牛頓(N)的軸向負荷來進行壓實動作。這是在預壓實的模子或最後的模子中進行。依據說明中的實施例，這些是在成為該工具的一部份且其圓形截面直徑為30公釐，同時該截面的面積大約是7平方公分之圓柱狀的模子中進行。這表示要使用大約

五、發明說明(6)

1.7×10^8 牛頓/公尺²(N/m²)的壓力。對於不銹鋼材料而言，預壓實所使用的壓力至少大約是 0.25×10^8 牛頓/公尺²，更好是使用至少大約 0.6×10^8 牛頓/公尺²。這是有材料依存性，而且對一個較軟的材料而言，在大約2000牛頓/公尺²的壓力以足夠進行壓實。另一些可能的數值是 1.0×10^8 牛頓/公尺²、 1.5×10^8 牛頓/公尺²。在此申請案中所做的研究室在室溫的空氣中進行。因此，在室溫的空氣中可以獲得研究中的所有數值。如果使用真空或是受熱的材料，怎可以使用較低的壓力。該圓柱體的高度是60公釐。

在該些申請專利範圍中提及的衝擊面積，該面積是指作用在模子中的材料上之衝擊元件的圓形截面的面積。在此情況中的衝擊面積是截面積。

在該些申請專利範圍中也提及使用在實施例中的圓柱型鑄模。在該鑄模中，該衝擊面積的面積與圓柱型鑄模的截面面積相同。不過，其他結構的鑄模也可以被使用，諸如球型鑄模。在此鑄模中，衝擊面積將會比球型鑄模的截面積更小。

本發明進一步包含一種利用聚結作用產生金屬體的方法，其中該方法包含使用至少一次的衝擊，使在壓縮模中的固態金屬體壓縮成形，衝擊元件放出足夠的能量，而造成在該模體中的材料聚結。在材料中局部溫度大量增加的期間，滑動平面會被活化藉此達到形變。該方法也包含使該物體變形。

依據本發明的方法可以利用下列的方式作說明。

五、發明說明(7)

1)將粉體壓成素坯，該胚體利用衝擊而被壓縮成(半)固態物體，其後利用後壓縮而使該物體中的能量可以被保存。被認為是動態鍛造衝擊能量保存(DFIER)的方法，包括三個主要的步驟。

a)加壓

該加壓步驟與冷壓和熱壓非常像。其目的是由粉體獲得一個素坯。結果

發現對該些粉體進行兩次壓實是最有利的。僅作一次壓實的密度大約比連續兩次壓實的密度低3%。這個步驟是藉由抽出空氣，以及使該些粉體顆粒是配向在較有利的方向來進行粉體的製備。該粗配的密度值大致上與正常之冷壓及熱壓所得的密度相同。

b)衝擊

該衝擊步驟事實上是高速的步驟，其中衝擊元件撞擊在一定區域中的粉體。材料波動使於粉體中，同時在該些粉體顆粒間發生顆粒間熔融。衝擊元件的速度僅在開始非常短的期間中，扮演非常重要的角色。粉體的質量與粉體的性質決定發生顆粒間熔融的程度。

c) 能量保留

能量保留步驟旨在保留所生產之固態物體內部傳送的能量。它是至少以與該粉體的預壓實相同的壓力進行實際上的壓實。結果是使製造的物體的密度增加大約1-2%。它是藉由以至少與預壓實所用之相同的壓力進行衝擊及加壓之後，使該撞擊元件停留在該固態物體，或在衝擊步驟之

五、發明說明(8)

後釋放撞擊元件來進行。其概念是在所製被的物體中，粉體可以發生更多的變形。

依據該方法該壓縮衝程放出的總能量，在室溫空氣中具有7公分²之撞擊面積的圓柱體工具中至少100牛頓米(Nm)。其他的總能量水準可能至少是300、600、1000、1500、2000、2500、3000和3500牛頓米。至少10000、20000牛頓米的總能量水準也可能被使用。有一新的機械在一次衝程中可以具有60000牛頓米的撞擊能量。當然也可以使用高的能量值。而且如果使用數次撞擊，總能量的量可以達到數十萬牛頓米。該能量水準視使用的材料以及所製備織物體將被使用的應用領域而定。對於一個材料而言，不同的能量水冗會使該材料體產生不同的相對密度。能量水準越高，將會獲得更緻密的材料。不同的材料將會需要不同的能量水準以獲得相同的密度。舉例來說，這是材料的硬度及材料的熔點而定。

依據該方法，壓縮衝擊元件質量放出的能量，在室溫空氣中具有7公分²之撞擊面積的圓柱體工具中至少5牛頓米/克(Nm/ g)。元件質量之其他的能量可能至少是20牛頓米/克、50牛頓米/克、100牛頓米/克、150牛頓米/克、200牛頓米/克、250牛頓米/克、350牛頓米/克和450牛頓米/克。

以相同元件質量之能量，較大質量可以獲得較高的相對密度，而較小之質量者的相對密度較低。元件質量的能量較低者，不同質量的相對密度之最大。這可見於實施例中不銹鋼的質量參數分析中，而且如第26圖所示相對密度

五、發明說明(9)

是元件質量之衝擊能量的函數。對於2 x 28克的樣品而言，元件質量之能量較低者可以獲得較高的密度，相較於0.25 x 28克的樣品，在相同的元件質量之能量，其可以獲得較低的密度。在第27圖中也可以發現相對密度是總衝擊能量的函數。對於2 x 28克的樣品，總能量為625牛頓米時其相對密度大約為80%，這相當於11牛頓米/克。對於0.25 x 28克的樣品而言，要獲得大約80%的相對密度，所需要的總能量大約220牛頓米，這相當於35牛頓米/克。為獲得相同的相對密度，較高之質料需要較低之元件質量的能量。

對於實施例中受測樣品的質量參數分析而言，其結果如下。當實質上獲得較高密度時，該方法與元件質量的能量無關，但是總能量似乎與質量無關。因此，對於該壓縮衝程而言，相同的總能量使製備的物體有大約相同的密度，而與其重量無關。在第27圖中，對於所有質量的物體而言，實質上密度較低者其圖形是分開的，而實質上密度較高者圖中曲線彼此較接近。這表示實質上在較高的密度時總能量與質量無關。這可見於不銹鋼，同時該些分隔曲線之間的限制以及該些曲線的交點或高與低密度是大約90%，而且對於不銹鋼而言在90%時總能量大約是1500牛頓米。

這些數值隨所使用的材料而改變。對於熟悉該技藝的人而言，將可以測試在什麼數值時，該質量的依存性可以成立，以及在何時與質量無關可以成立。由低密度至高密度的轉折，視所用的材料而改變。這些數值是大約值。

五、發明說明(10)

能量水平需要被修正以符合模子的形狀和構造。舉例來說，如果模子是球形的，將會需要另外一個能量水平。對於熟悉該技藝的人而言，將可以測試在特殊的形狀時，藉由上面所給之數值的幫忙和指引，可知所需要的能量水準為何。該能量水平視所用的物體，也就是所需要的相對密度為何、模子的幾何形狀以及材料的性質的而定。該撞擊元件在撞擊插在該壓縮模中的材料時，必須放出足夠的動能以形成一物體。具有較高衝擊速度，較多的震動時會增加粒子之間的摩擦，同時可以提高材料的顆粒間熔融。衝擊面積越大，可以獲得更多的震動。有一個限制是有分散到該裝置的能量比到材料多。因此，在材料的高度也有一個最適值。

當金屬材料粉體嵌入模子而且被一撞擊元件撞擊時，在粉體材料中可以達到聚結作用，而且材料將會飄動。一個可能的解釋是材料中的聚結是肇因於，當撞擊元件由模子中之材料體或該材料反彈來回時移動所產生的波動。這些波動會提升材料體中的動能。由於該些被傳輸的能量，會發生局部溫度的提高，同時會使該些顆粒變軟、變形，而且該些顆粒的表面將會熔融。顆粒間的熔融可以使該些顆粒再固化在一起，同時可以獲得緻密的材料。這也會影響物體表面的平滑度。由聚結技術使材料越壓縮，所獲得的表面越平滑。有此方法所得之材料與表面的孔隙度有會受影響。如果需要一個多孔的表面或物體時，材料不應該像需要較少的多孔表面或物體時被壓縮那麼多。

五、發明說明(11)

該些個別的衝擊會影響材料的取向、驅出空氣、預先壓模、聚結、器械充填及最後的修正。已經被注意到的是來回地進行的波動基本上是在衝擊元件的撞擊方向上移動，也就是由被衝擊元件敲擊之材料物體的表面到位於鑄模底部的表面移動然後返回。

上面已經對固態物體之能量轉移以及波動產生作說明。在本發明中，固態物體是一可以達到特定用途的目標密度的物體。

衝擊元件在撞擊期間的速度較好是至少0.1公尺/秒或至少1.5公尺/秒，以使衝擊具有所需要的能量水準。可能使用比先前技藝低很多的速度。該速度視衝擊元件及所需之能量而定。在押縮步驟的總能量水準至少是大約100至4000牛頓米。但是也可以使用高很多的能量水準。總能量是指所有衝擊能量的加總。撞擊元件至少進行一次撞擊或者是許多次的連續撞擊。依據該些實施例撞擊之間的時間隔是0.4和0.8秒。舉例來說，可以使用至少兩次的撞擊。依據這些實施例，一次撞擊即有正面的結果。這些實施例是在室溫的空氣中進行。舉例來說，如果使用真空並加熱或者一些改良的處理時，甚至或許可以使用較低的能量而獲得良好的相對密度。

該金屬可以被壓縮至70%的相對密度，較好是75%。更好的相對密度是80%至85%。其他較好的密度是90至100%。不過，其他的相對密度也是可能的。如果素坯被製備，相對密度大約為50-60%可能已足夠。低相位植入物所需的

五、發明說明(12)

相對密度是90至100%，同時在一些生醫材料中較好是有一些孔隙度。如果獲得95%以上的孔隙度時，這在使用上已足夠不需要進一步後加工。這可能是某些應用的選擇。如果獲得的相對密度小於95%時，在使用這是不足的，該程序需要諸如燒結的進一步處理。與傳統的製造方法相比，在此情況中有數個製造步驟已經被省略。

該方法也包含至少將材料預壓實兩次。在實施例中已經發現，與使用相同的總能量而僅作一次預壓實的衝擊相比，這對於獲得高相對密度是有利的。視所使用的材料，兩次壓實比一次壓實可以獲得高約1-5%的密度。對於其它的材料可能增加更多。當預壓實兩次時，該些壓實步驟是在諸如大約5秒之較短的時間間隔下進行。在第二次預壓實步驟中可以使用大約相同的壓力。

再者，該方法也包含在在壓縮步驟之後進行至少一次壓實的步驟。該後壓實至少應該有與預壓實相同的壓力，也就是2000牛頓/公尺²。其他可能的數值是 1.0×10^8 牛頓/公尺²。較高的後壓實壓力也是所需要的，例如是預壓實壓力的兩倍。對於不銹鋼而言，預壓實壓力至少大約是0.25牛頓/公尺²，同時這可能是不銹鋼的最小後壓實壓力。對於每一種材料都應該測試該預壓實值。該樣品的後壓實效果與預壓實的效果不同。使因為衝擊而使粉體顆粒之間的局部溫度增加的穿透能量可以被保留較長的時間，同時在衝擊之後可以使樣品凝結在一起較長的時間。該能量被保留在所產生的固態物體內。在樣品中的材料波動的壽命可

五、發明說明(13)

能會增加，同時可能影響樣品一段較長的時間並且使更多的顆粒熔融在一起。該後壓實是藉由在衝擊之後使衝擊元件放置在該固態物體上，同時以至少與預壓實相同的壓力加壓，也就是對於不銹鋼而言，至少大約是0.25牛頓/公尺²的壓力來進行。其結果是使所產生的物體的密度增加大約1-4%，其與材料有關。

當使用預壓實及/或後壓實時，可能使用較輕的衝擊以及較高的預壓實及/或後壓實，其可以減省工具的使用，因為其可能使用較低的能量水準。這與所欲使用的目的及使用的材料有關。它也可能是一種獲得高相對密度的方法。

為了改善相對密度，在處理程序前可以對該材料進行預處理。該些粉體可以被進行軟化退火處理以軟化該些粉體，它可以使該些粉體更容易被壓實。該粉體的另一個製備程序是，視將被預熱的材料型式而使該些粉體預熱至200-300°C或更高的溫度。粉體能夠被預先加熱到接近材料熔融溫度的溫度。可以被使用之合適的預熱方法，諸如在烘箱中進行一般的加熱。一種方法是使電流通過粉體以加熱該粉體。為了要得到更緻密的材料，在預壓實步驟期間可以使用真空或惰性氣體。其結果是在此加工程序期間，有一部份的空氣不會被包覆在材料中。

依據本發明的另一個實施例，該物體在壓縮或後壓實之後，可以被加熱及/或燒結一段時間。後加熱可以被用來鬆弛材料中的黏合力(藉由增加黏合應變而得)。因為該壓實的物體比利用其他類型的粉體壓縮所得之壓實物有更高

五、發明說明(14)

的密度，因此可以使用較低的燒結溫度。該所得的物體可以利用一些其它的方法進行後處理，例如HIP(熱均壓)。

再者，所製被的物體可以是素坯，同時該方法也可以進一步包含素坯燒結的步驟。本發明的素坯即使沒有使用任何的添加劑，也以形成一凝聚的完整物體。因此，可能被儲存與處理及加工，例如拋光或切割。它也可能使用素坯當作最後加工產品，而不需要任何的中間燒結。當該物體是骨頭植入物或替代物時，植入物可以被骨頭再吸收。

該金屬可以由輕金屬或合金、鐵基合金、非鐵基合金和高熔點金屬或硬的合金中選出。該金屬可以由鋁、鈦和至少含有其中之一合金中選出，同時鐵基合金可以由不銹鋼、麻田散體鋼、低熱鋼和工具鋼中選出，而且高熔點金屬或硬的合金可以由鈷、鉻、鉬與鎳及至少含有其中之一合金中選出。用於醫療植入物的較佳合金可能是鈦鋁鈮與鈷鉻鉬合金。較佳的鈷鉻鉬合金是鈷28鉻6鉬(28重量百分比的鉻、6重量百分比的鉬、其餘是鈷)。較佳的鈦鋁鈮合金是鈦6鋁4鈮(6重量百分比的鋁、4重量百分比的鈮、其餘是鈦)。

該壓縮撞擊需要放出的總能量，相當於具有7平方公分之撞擊面積的輕金屬圓柱體工具所放出之100牛頓米的功率。對於鐵基合金該相同的數值是100牛頓米，同時對於高熔點及硬的合金是100牛頓米。該壓縮撞擊需要放出的單位質量的能量，相當於相當於具有7平方公分之撞擊面積的金屬圓柱體工具所放出至少5牛頓米/克。

五、發明說明(15)

可以發現具有不規則的粒子型態之顆粒可以獲得較好的結果。該粒子大小分佈可能是較寬的。小顆粒將會充填在大顆力之間的空隙中。

該金屬材料可以包含潤滑劑及[或]燒結助劑。潤滑劑對於與該材料混合是有用的。有時候在鑄模中的材料需要潤滑劑以輕易地將該物提由模中移出。在某些情況中，如果潤滑劑被用於該材料中時，這可能是一種選擇因為這可以較輕易地將該物提由模中移出。

潤滑劑冷卻會佔據空間並潤滑該些材料粒子。其同時是負面得及正面的。

內部的潤滑是很好的，因為該些顆粒將會更輕易地作適當的滑動，藉此將該物體作更高度壓實。對於純粹的壓實而言這是好的。內部潤滑會降低粒子之間的摩擦，藉此放出較小的能量，結果會產生較少的粒子間熔融。他對於要達到高密度的壓縮而言是不好的，而且該潤滑劑必須利用如燒結方法將其移除。

外部潤滑會增加傳送到該材料之能量的量，藉此可以間接的減少在該工具上的負荷。結果在材料中會有更多的震動，能量會增加而產生較大的粒子間熔融程度。黏著於模子的材料較少，同時該物體容易押出。這對壓實及壓縮都是有利的。

一潤滑劑的實例是Acrawax C，但是其他傳統的潤滑劑也可以被使用。如果該材料將被用在醫用物體中時，該潤滑劑必須是生醫相容的，或者在加工期間利用一些方法將

五、發明說明(16)

其除去。

如果該工具被潤滑同時如果該粉體被加熱時，工具的拋光及清潔可以被免除。

燒結助劑也可以被包含於該材料中。該燒結助劑在稍候的加工步驟，例如燒結步驟，中也可能是有用的。不過，在某些情況中，在該方法進行期間，燒結助劑是沒有用的，它不包括燒結步驟。燒結助劑可能是硼酸或銅-鎂或一些其他的傳統燒結助劑。如果使用生醫物件中時，它應該如潤滑劑一樣是生物相容的。

在某些情況，使用潤滑劑和燒結助劑可能是有用的。這與所使用的方法、所使用的材料和所製備之物體的用途有關。

在某些情況中，它可能需要在模子中使用潤滑劑，以輕易的將物體移出。在模子中也可能使用一塗料。舉例來說，該塗料可以由鈦氮鋁或Balinit Hardlube所製成。如果工具有理想的塗料時，沒有材料會黏在工具的零件以及傳送能量的耗件上，其增加傳送到該粉體的能量的量。在一些不易將形成的物體移出的情況中，不耗時的潤滑可能是需要的。

在實施例4中，數種潤滑劑被使用。其顯示滑脂與含有石墨的滑脂比實施例中的油脂有更好的結果。

非常緻密的材料，同時因材料而定，當利用聚結作用製備金屬材料時，將可以獲得一硬的材料。材料的表面將會非常平滑，這在數種應用中是非常重要的。

五、發明說明(17)

如果使用數個衝擊，他們可能是連續地進行或在該些衝擊之間置入各種不同的時間間隔，藉此提供那些衝擊廣泛的變化。

舉例來說，可使用一到大約六個衝擊。對於所有的衝擊而言，其能量水準可能相同，該能量可以被增加或減少。衝擊系列可由相同能量水準之至少兩次的衝擊開始，而且最厚的衝擊具有兩倍的能量，反之亦可。在一實施例中，探討連續的順序中，不同類型衝擊的進行。

利用一次衝擊傳遞總能量可以獲得最高的密度。如果總能量是由數個衝擊來傳遞，則可獲得較低的相對密度，但可以免去該些工具。因此，多數的衝擊可以被用在不需要獲得最大相對密度的用途上。

透過一系列的快速衝擊，可以連續地供應具有動能的材料體，其有助於使來回運動的波動仍可存在。這有助於使材料產生進一步的變形，同時新的衝擊會使材料產生進一步塑性、永久的變形。利用該衝擊元件的連串反彈撞擊可以獲得一連串的衝擊，該些撞擊是有反作用的，而且每一次都會產生進一步的撞擊。此撞擊會依序產生新的反彈撞擊。

根據本發明的另一個實施例，對於一連串的衝擊之每一個衝擊而言，衝擊元件撞擊在材料體而具有的脈衝會降低。在第一和第二次衝擊之間較好有大的的差異。這可以藉由在一短的時間中(較好是大約1毫秒)使第二次衝擊比第一次衝擊具有更小的脈衝，而更輕易地達成此目的，舉

五、發明說明(18)

例來說可藉由有效降低反彈撞擊來達成。不過，如果需要，它可能使用比第一次或後續的撞擊更大的脈衝。

依據本發明，許多衝擊的變化也可以被使用。它不需要使用衝擊元件的反作用，以在後續的撞擊中使用較小的脈衝。也可以使用其它的變化，舉例來說，在後續的撞擊中脈衝會增加，或者是僅使用一個具有高的或低的脈衝之衝擊。數種不同的衝擊系列也可以被使用，在這些脈衝間具有不同的時間間隔。

利用本發明的方法製作的金屬體可以被用在醫療裝置中，諸如植入物或例如手術刀與診察設備之醫療儀器中。該些植入物例如骨骼或牙齒替代物。

依據本發明的一實施例，該材料是適合醫療用的。該些材料舉例來說適合的金屬，諸如鈦、鈷28鉻6鉬、不銹鋼和鈦6鋁4鈮。

將被用在植入物中的材料需要有生物相容性與血液相容性，以及機械耐久性，諸如鈦或其他上述合適的金屬。

依據本發明，其他可以被使用的金屬或合金是鎳鈦、鋯鈦(Zr_xTi_y)和鈷鉻鉬。其它的實例是鐵基金屬、稀土金屬和白金基金屬。

由本發明的方法製作的物體也可以是非醫療用產品，例如球狀軸承、切割工具、磨耗表面、電氣元件，例如用在如印刷電路板之電路的晶圓。當產生一晶圓時，該材料體可以含有少量的滲雜添加劑。

下面有一些這種材料的數種應用。不銹鋼：臀部球、需要

五、發明說明(19)

耐腐蝕的組件；工具鋼：鑽子、鉋子、螺絲起子和榫眼鑿子。鋁合金：因為低密度、高耐腐蝕性、高傳導率、高強度及良好的加工性，而被使用在汽車的許多應用中以減輕重量。鈦：植入物的應用，諸如板材、螺絲和復建接合整形物。鈦6鋁4鈮：骨科植入物，例如臀部整形物之大腿骨的部份。鎳合金：因為耐腐蝕可用於潮濕環境中、高溫下潛變強度仍然很高、電阻元件和加熱板。鈷28鉻6鈷：關於關節疾病的骨科植入物。因此本發明在製作依據本發明的產品有很大的應用領域。

當置於模子中的材料進行聚結作用時，則在所形成的物體上可以獲得一硬的、平滑且緻密的表面。這是生成物體的一重要特性。該硬的表面可使該物體具有優異的機械性質，諸如高耐磨性與耐刮性。平滑且緻密的表面可使材料具有如耐腐蝕的性質。孔洞愈少，在產物中即可獲得愈大的強度。這與開放性孔洞及孔洞的總量有關。在傳統的方法中，一個目的就是降低開放性孔洞的量，因為開放性孔洞不可能藉由燒結而減少。

摻合粉體混合物使其盡可能的均勻，以獲得具有最適當的性質之物體是很重要的。

塗料也可依據本發明的方法製作。舉例來說，一金屬塗料可以被形成於其他金屬的金屬元素或其他材料的表面上。當製作一塗覆的元件時，該元件被放在模子之內同時可利用傳統的方法固定其中。該塗層材料被放置在模中的元件周圍，舉例來說以氣體霧化方法進行，其後以聚結方

五、發明說明(20)

法形成塗層。該被塗覆的元件可以是由依據本申請案而形成的任一種材料上，或者是由任一傳統的方法而形成的元件上。此一塗層是非常有用的，因為該塗層可使該元件具有特定的性質。

塗料也可以利用傳統的方法，諸如浸漬塗佈與噴塗，塗佈在依據本發明製作的物體上。

它可能使用至少一次的衝擊對在第一個模子中的材料作第一次壓縮。其後材料可能被移到另一比較大的模子，同時金它的金屬材料被加入該模子中，在其中藉由至少一次的衝擊，使該些材料被壓縮在該第一壓縮的材料的頂端或側面。在衝擊能量的選擇與材料的選擇上可能有許多不同的組合。

本發明也考量利用上述方法而得的產品。

與一般的壓鑄相比，依據本發明的方法具有數個優點。壓鑄方法包含第一個步驟由含有燒結助劑之粉體形成素坯。該素坯在第二步驟中被燒結，其中燒結助劑會被燒完或可能在下一個步驟中被燒完。該壓鑄方法也需要對製作的物體作最後的加工，因為該表面需要機械加工。依據本發明的方法，它可能在一個步驟或兩個步驟製備該物件，同時不需要對該物體的表面作機械加工。

當一由傳統方法製作一整形物時，將被用於整形物的材料棒被切割，所獲得的棒塊被熔融並且強制在模子中燒結。其後，後續的加工步驟包括拋光。該方法是耗時且耗能的，同時可能會有20至50%的初始材料的損失。因此，

五、發明說明(21)

可以利用一個步驟製作整形物的此方法是省材料且省時間的。再者，該粉體不需要利用與傳統程序之相同方法製備。

藉由本發明的使用，其可以製作一件式的大物件。在目前所使用包含鑄造的方法中，通常需要將所想要的物件分成數件，在使用前在將其組合在一起。舉例來說，該些物件可以使用螺絲或黏著劑或其組合物作接合。

另一個優點是本發明的方法可以被用在帶有電荷而排斥該些顆粒的粉體，而不需要將先該粉體處理成電中性。本方法的進行與粉體顆粒的電荷或表面張力無關。不過，這無法排除可能使用另一種帶有相反電荷的粉體或添加劑。藉由本發明方法的使用，其可能可以控制製作成的物體的表面張力。在某些情況中可能需要較低的表面張力，例如需要液體薄膜的磨耗表面，而在其它的情況可能需要較高的表面張力。

下面有數個實施例用來說明本發明。

實施例

受測的九個金屬為：鋁合金、不銹鋼、麻田散體鋼、低鍛造鋼、工具鋼、鈷28鉻6鎢合金、鈦6鋁4鈦合金、鈦和鎳合金。

實施例1. 能量和添加劑的研究、熱量的研究

受測的材料具有或沒有添加劑。比較該些衝擊的能量水準。除了其中兩個(鈦和鈦合金，當有鈦存在的時候不需要燒結助劑)，對於每一種金屬類型進行四個批次的試驗。”批次1”是純粉體，”批次2”是具有潤滑劑(Acrawax C)的粉

五、發明說明(22)

體，”批次3”是具有燒結助劑(硼酸或銅-鎂)的粉體以及”批次4”是具有潤滑劑(Acrawax C)和燒結助劑(硼酸或銅-鎂)的粉體。不過，僅有不銹鋼的四個批次顯示於圖中。其它的金屬僅顯示其批次1和批次2。

粉體的製備

如果沒有另外的說明，所有的金屬都以相同的方法製備。開始將批次1的純粉體乾混合10分鐘，以在粉體中獲得均勻的粒子大小分佈。

具有潤滑劑之粉體，批次2，首先與1 wt % Acrawax C 乾混合15分鐘，以在粉體中獲得均勻的粒子大小分佈。

已經含有燒結助劑(銅-鎂)之鋁合金的批次3粉體僅攪拌混合10分鐘，以在粉體中獲得均勻的粒子大小分佈。

對於所有其他金屬類型，批次3，將甲醇與硼酸混合並與粉體一起攪拌。該混合物被乾燥然後放置在310°C下30分鐘，以使金屬與硼酸之間發生所需要的反應。其後在乾混合15分鐘之前，先使粉體冷卻，以在粉體中獲得均勻的粒子大小分佈。

鋁合金粉，批次4，已經含有燒結助劑，因此金使該粉體與1 Iwt% Acrawax C混合15分鐘，以在粉體中獲得均勻的粒子大小分佈，同時在粉體與潤滑劑之間有均勻的混合。

對於所有其他金屬類型，批次4，將甲醇與硼酸混合並與粉體一起攪拌。該混合物被乾燥然後放置在310°C下30分鐘，以使金屬與硼酸之間發生所需要的反應。其後在乾混合15分鐘之前，先使粉體冷卻，以在粉體中獲得均勻的

五、發明說明(23)

粒子大小分佈。

說明

包含在能量與添加劑研究中的四個批次的第一個樣品，以117680噸的負荷預壓實一次。其它的樣品首先被預壓實一次，然後以一個衝擊衝程壓實。在此系列中的衝擊能量是在150至450牛頓米之間(一些批次是停在較低的衝擊能量)，同時每一次的衝擊能階變化是150牛頓米或300牛頓米。

在每一個樣品被製作後，拆下所有的工具零件同時使樣品被釋放出來。以電子游標尺測量直徑與厚度，其可算出物件的體積。其後利用數位秤量得重量。所有由電子游標尺和數位秤獲得的數據被自動記錄下來，並且每一個批次的資料被分別儲存在不同的檔案夾中。除了這些結果之外，密度1是由重量除以體積而得。

為了要能夠持續進行下一個樣品，該工具有時候需要被清潔，僅利用丙酮或以金剛砂布拋光工具表面，以去除在工具上殘留的材料。

為了要更容易地建立製作的樣品的狀態，可以使用三個能見度指標。能見度指標1是關於粉體樣品、能見度指標2是關於脆的樣品而能見度指標3是關於固態樣品。

理論密度可以由製作者處獲得，或由所有包含其中的特定材料的重量百分比計算而得。每一個樣品的相對密度是由所獲得的密度除以理論密度而得。

利用浮力方法測量所有樣品的密度2。每個樣品測量3

五、發明說明(24)

次而獲得3個密度值。取出這些密度的中間密度值並表示於圖中。開始時所有的樣品都在110°C的烘箱3小時作乾燥，以將包含其中的水分蒸發。在所有的樣品冷卻之後，決定樣品的乾重量(m_0)。接著進行水分滲透的程序，其中樣品被分別保持在真空中與水中，同時在水中添加兩滴濕潤劑。真空可強迫排出殘留的空氣，同時可使取代的水分充填在孔洞中。在一個小時之後測量物體在水中(m_1)及在空氣中(m_2)的重量。以 m_0 、 m_1 、 m_2 和水溫決定密度2。

開放性孔洞與密閉式孔洞的體積也可以被測量。使開放性孔洞充滿水分並且計算該些水分的體積。總孔洞的體積%是100%與相對密度之間的差，而密閉式孔洞的體積%是總孔洞與開放性孔洞的體積%的差。

樣品尺寸

在這些試驗中，所製作之樣品的尺寸是一直徑~30.0公釐且高度在5-10公釐的碟狀物。該高度視所獲得的相對密度而定。如果應該獲得100%的相對密度時，所有的金屬型式的厚度為5.00公釐，因為每一種金屬的質量已經被選定，使其可以獲得相同的體積。

在模頭(工具的一部份)鑽有一個直徑30.00公釐的孔。其高度是60公釐。有兩個壓印機(也是工具的一部份)也被使用。下面的壓印機被放置在模頭的下面部份。粉體被充填再由模頭與下面的壓印機之間所形成的空腔中。其後，以放置在模頭上面部份之衝擊壓印機進行衝擊。

在能量和添加劑的研究中，批次2、3和4的理論密度是

五、發明說明(25)

與純粉體的理論密度相同，因為已經添加劑之後實際的理論密度是很難計算的。

對於所有金屬而言，選定相對密度對總衝擊能量及相對密度對單位直量的能量顯示於圖中。不過，對於不銹鋼 316L 則以相對密度對衝擊速度圖顯示於圖中。四個批次的鋼圖都被繪出，但是其它的金屬則僅畫出兩個批次，因為該些曲線之間的差異是相似的。除非無法測量密度 2，在大部分的情況中是使用密度 2。

在某些情況中，使用外部潤滑劑，Acrawax C，以使樣品可以更輕易的被脫除。有時候該工具需要被清理以除去在加工過程中黏附的材料。

結果

表 1 和表 2 顯示該些金屬類型的性質。表 1 包括那非鐵基金屬，同時表 2 則包括鐵基金屬。鈦是由 Good Fellows 所製造，其未告知粒徑分佈。

五、發明說明(26)

表 1

性質	鈦-6鋁-4鈮	鈦	鈷-28鉻-6鈮	鋁合金	鎳合金
1.粒徑大小 (微米)	<150	<150	<150	<150	<150
2.粒徑分佈 (微米)			2 wt%>150 其餘>150	0.1 wt%>250 3 wt%>200 5wt%>160 5-20wt%>100 20-35wt%>63 10-25wt%>45 35-50wt%<45	6.57wt%>125 50.80wt%>106 24.05wt%>100 12.26wt%>90 6.12wt%<90
3.粒子型態	不規則	不規則	不規則	不規則	不規則
4.粉體製作		水合	水霧化	水霧化	水霧化
5.晶體結構	鋁穩定的六 方最密堆積 鈮穩定的體 心立方堆積	六方最密 堆積	85% α 相 15% 碳化 物	面心立方堆積	面心立方堆積
6.理論密度 (克/公分 ³)	4.42	4.5	8.5	2.66	8.38
7.表觀密度 (克/公分 ³)	1.77	1.80	3.4	1.22	2.59
8.熔點(°C)	1600-1650	1660	1350-1450	658	1645
9.燒結溫度 (°C)	1260	1000	1200	622	1315
10.硬度(HV)		60	460-830	50-100	80-200

五、發明說明(27)

表 2

性質	不銹鋼316L	低鍛造鋼	麻田散體鋼	工具鋼
1.粒徑大小 (微米)	<150	<150	<150	<150
2.粒徑分佈 (微米)	0.60 wt%>150 42.70%<45	3.2wt%>150 79.5wt%<150	1.06 wt%>150 4.32wt%>125 12.03wt%>106 23.59wt%>75 19.26wt%>53 9.04wt%>45 30.70wt%<45	0.4wt% 150-180 24.48wt% 106-150 26.68wt% 75-106 28.67Wt% 45-75 19.77wt%<45
3.粒子型態	不規則	不規則	不規則	不規則
4.粉體製作	水霧化	水霧化	水霧化	水霧化
5.晶體結構	面心立方堆積	體心立方堆積<900°C 面心立方堆積>900°C	面心立方堆積	體心立方堆積<910°C 面心立方堆積>910°C
6.理論密度 (克/公分 ³)	7.90	7.75	7.73	7.75
7.表觀密度 (克/公分 ³)	2.64	2.87	3.37	2.55
8.熔點(°C)	1427	1540	1427	1350-1450
9.燒結溫度 (°C)	1315	1230	1230	1315
10.硬度(HV)	160-190	130-280	180-330	207-241

不銹鋼 316LHD (H6gands)

樣品重量28克。製作的樣品數，批次1：28、批次2：11、批次3：21、批次4：11。批次1能量變化為150牛頓米、批次2、3和4能量變化為300牛頓米。第2圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。除了由含有潤滑劑的批次或含有燒結助劑的批次之該些預壓實樣品，所有的樣品都是固體。僅含有燒結助劑之批次預壓實後只獲得粉體。而只添加潤滑劑的批次可以獲得脆的樣品。

當以300牛頓米之最低總能量作衝擊時，在所有批次中都可以獲得固態樣品(對於純批次而言是150牛頓米)。

五、發明說明(28)

對於純粉體而言，在3450牛頓米時可以獲得最高的相對密度95.1%，對於含有潤滑劑的批次而言，在2550牛頓米時可以獲得最高的相對密度90.5%，對於含有燒結助劑的批次而言，在3300牛頓米時可以獲得最高的相對密度93.3%，對於含有潤滑劑和燒結助劑的批次而言，在3150牛頓米時可以獲得最高的相對密度89.6%。

第3圖顯示相對密度對單位質量的衝擊能量的函數圖。對於純粉體而言，在123牛頓米/克時可以獲得最高的相對密度95.0%，對於含有潤滑劑的批次而言，在91牛頓米/克時可以獲得最高的相對密度91.4%，對於含有燒結助劑的批次而言，在80.2牛頓米/克時可以獲得最高的相對密度85.6%，對於含有潤滑劑和燒結助劑的批次而言，在113牛頓米/克時可以獲得最高的相對密度89.6%。

第4圖顯示相對密度對衝擊元件的衝擊速度的函數圖。

純的批次與含有潤滑劑的批次之間的密度差，可能是由所製被的物體中的潤滑劑體積所造成的。

如傳統的燒結，燒結助劑僅有少部份不會反應或全部都反應。其中顯示與純粉體相比，所產生的物體具有稍低的相對密度。

下面的金屬僅有批次1與批次2的結果顯示於圖中。

麻田散體鋼(410L, Hoganas)

樣品重量27.1克。製作的樣品數，批次1：21、批次2：11。批次1能量變化為150牛頓米、批次2能量變化為300牛頓米。

五、發明說明(29)

第5圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。預壓實(能見度指數3)之後該純的批次是固體。對於含有潤滑劑的批次而言，在300牛頓米的衝擊能量下可以獲得第一物體樣品。批次2的預壓實樣品有能見度指數1。對於純粉體而言，在2250牛頓米時可以獲得最高的相對密度96.0%，對於批次2則在300牛頓米時可以獲得最高的相對密度92.5%。

第6圖是相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖。
低鍛造鋼，(Astaloy CrM, Hoganas)

樣品重量27.4克。製作的樣品數，批次1：29、批次2：11。批次1：衝擊能量變化為150牛頓米、批次2：衝擊能量變化為300牛頓米。材料被軟化退火。第7圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。沒有潤滑劑與添加劑之批次樣品在預壓實(能見度指數3)是固態物體。對於含有潤滑劑添加物的批次而言，在300牛頓米的衝擊能量下可以獲得第一固態物體樣品。含有潤滑劑添加物的批次預壓實樣品是脆的，且在觸摸時感覺會分離(能見度指數2)。在3000牛頓米時批次1可以獲得最大的相對密度是97.6%，對於批次2而言，則在2400牛頓米時有最高的相對密度93.1%。

第8圖是相對密度對單位質量之能量的函數圖。
工具鋼(H 13, Powdrex (Hoganas, 英國))

樣品重量27.4克。批次1：衝擊能量變化為150牛頓米、批次2：衝擊能量變化為300牛頓米。材料被退火。

第9圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。在預壓實之後(能見度指數3)該些樣品是固體。在2700牛頓米的衝擊

五、發明說明(30)

能量下可以獲得最大的相對密度是95.6%，對於批次2而言，則在2400牛頓米時有最高的相對密度93.1%。

第10圖是相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖。
鋁合金 Al12Si(重量百分比 12 的矽，其餘是鋁)，
(Eckartgranules)

樣品重量9.4克。製作的樣品數，批次1：21、批次2：11。批次1：衝擊能量變化為150牛頓米、批次2：衝擊能量變化為300牛頓米。

第11圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。在預壓實程序之後，純粉體的批次可以獲得固態樣品。僅添加潤滑劑的批次可以獲得脆的樣品(能見度指數2)。

當以300牛頓米進行第一次衝擊時，所有的批次都可以獲得固態樣品(批次1是用150牛頓米)。僅含有潤滑劑的批次在3000牛頓米時，可以獲得最大的相對密度是98.2%，對於批次1而言，則在3750牛頓米時有最高的相對密度97.1%。

第12圖是相對密度對單位質量之衝擊能量的關係圖。鋁合金在其表面上有一氧化物層，其在加工時不利的，它需要使用較高的能量水準。

鈦，純度99.5% (Goodfellow)

樣品重量16克。製作的樣品數，批次1：25、批次2：11。批次1：衝擊能量變化為150牛頓米、批次2：衝擊能量變化為300牛頓米。

第13圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。預壓實

五、發明說明(31)

之後該純粉體批次的是固態樣品(能見度指數3)。具有潤滑劑，Acrawax C，的批次預壓實之後可以獲得脆的樣品(能見度指數2)。

當分別以150與300的衝擊能量進行第一次衝擊時，兩個批次都可以獲得固態樣品。

在衝擊能量低於1050牛頓米時，純粉體批次的相對密度是低於添加潤滑劑的批次，但是高於1050牛頓米時，含有潤滑劑的批次的曲線會變平，但純粉體批次仍然繼續增加。

對於批次1而言，所獲得的最大相對密度是97.0%且批次2是93.9%。

第14圖是相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖。

鈦6鋁4鈮(Sulzer)

樣品重量16克。製作的樣品數，批次1：20、批次2：11。批次1：衝擊能量變化為150牛頓米、批次2：衝擊能量變化為300牛頓米。

第15圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。預壓實之後該純粉體批次的是固態樣品(能見度指數3)。具有潤滑劑，Acrawax C，的批次預壓實之後可以獲得脆的樣品(能見度指數2)。

當分別以150牛頓米對純粉體批次進行第一次衝擊，且以1200牛頓米對含有潤滑劑的批次進行第4四衝擊可以獲得固態樣品。因此，對於批次2而言，在300、600與900牛頓米可以獲得能見度指數2。3000牛頓米也可以獲得能見度

五、發明說明(32)

指數2。對於批次1而言，在2550牛頓米時可獲得的最大相對密度是93.5%。

第16圖是相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖。

鎳合金(Hastelloy X Hoganas)

樣品重量23克。製作的樣品數，批次1：27、批次2：11。衝擊能量變化，批次1：150牛頓米、批次2：300牛頓米。

第17圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。在預壓實程序之後具有純粉體的批次是固態樣品(能見度指數3)。在第2批次預壓實之後可以獲得粉體的樣品(能見度指數1)。

當以300牛頓米進行第一次衝擊，第2批次可以獲得能見度指數2，同時以600-3000牛頓米衝擊可以獲得能見度指數3。對於批次1而言，在4170牛頓米時可獲得的最大相對密度是91.8%。

第18圖是相對密度對單位質量之能量的函數圖。

鈷28鉻6鈿(Stellite, Hoganas)

樣品重量30克。製作的樣品數，批次1：26、批次2：11。衝擊能量變化，批次1：150牛頓米、批次2：300牛頓米。

第19圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。幾乎所有的樣品都是脆的，而且有一些樣品的一部份會遺失不見。對於純粉體及含有潤滑劑的批次而言，當已經進行第一衝擊時，不會形成材料體(仍然是粉體)。對於兩個批次

五、發明說明(33)

而言，以600牛頓米衝擊可以獲得能見度指數為2的第一固態物體。對於批次1而言，在3900牛頓米時可獲得的最大相對密度是87.3%。對於批次2而言，在1800牛頓米可獲得的最大相對密度是83.3%。

第20圖是相對密度對單位質量之能量的函數圖。

第21圖顯示非鐵基金屬之相對密度對總衝擊能量的函數圖，而第22圖則是鐵基金屬的圖示。鋁合金顯示最高密度，其是可以預期的，因為它是一個軟的合金而且有低熔點。鈦在較高的衝擊能量下也顯示大約相同的相對密度。對於鐵基金屬而言，低鍛造鋼在較低的衝擊能量即可顯示最高的密度，同時工具鋼在較高的能量水準可以獲得相同的相對密度。

在大部分的情況中，內部潤滑劑可以免於使用外部潤滑劑。對於有材料添加的金屬批次而言，一般可以獲得較低的相對密度。這可能與相對密度的計算有關，當有材料添加時相對密度的計算是相當困難的。當材料含有添加劑時，比較困難獲得高相對密度。由潤滑劑或燒結助劑添加的樣品預壓實之後顯示之能見度指數的差，可以獲得比批次1純粉體更低的相對密度。在它與粉體一起燒結之前，硼酸會溶解在甲醇中，因此硼酸可以被用來塗佈而成為每一粒子上的塗層。這可以使粉體粒子之間的顆粒間熔融更困難。內部潤滑劑，Acrawax C，似乎會佔據粉體間的空間。粉體不會被溶解同時每一個顆粒外部會有塗覆物，但是當該些熔融該Acrawax C時，粒子會干擾顆粒間的熔融。在後

五、發明說明(34)

加工期間，諸如燒結，所有添加劑必須時常被移除。不過，結果顯示含有添加劑的材料可能可以被壓縮成固態物體。其有一趨勢是越硬的金屬，例如鈷28鉻6鈾，越難壓實而獲得高相對密度的固態樣品。因為硬度被降低，軟化退火的粉體比較容易壓實。

第23圖顯示非鐵基金屬之相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖，而第24圖則是鐵基金屬的圖示。在第23圖中鋁合金在小於75牛頓米/克即可獲得最高的相對密度。之後，依次是鈦、鎳合金然後是鈷-28鉻-6鈾和鈦6鋁4鈳。但是在單位質量之衝擊能量高於75牛頓米/克時，所獲得之每一種材料型式的相對密度是相當不同的。此時鈦可以獲得97.0%的最高相對密度。之後，依次是鋁合金，也在97.0%但是比鈦有更高的單位質量之衝擊能量。之後是鈦6鋁4鈳可以獲得95.0%、鎳合金91.8%和鈷-28鉻-6鈾87.3%。

在第24圖中，在所有體基材料型態中，低鍛造鋼可獲得最高相對密度為97.6%。之後依次是麻田散體鋼97.0%，不銹鋼316L95.5%和工具鋼95.0%。

重要的是該樣品不含任何的開放性孔洞，因為只有封閉性孔洞在燒結時才可被減少。材料的強度會隨總孔洞及/或開方性孔洞的減少而增加。以此方法可以獲得等於或好於3%的封閉性孔洞以及0%的開放性孔洞，燒結前其與傳統粉體技術相比是較好的。第25圖顯示鋁合金之總孔隙度與孔洞數量的函數圖。三條曲線相對於測試樣品中的總孔洞、封閉的與開放的孔動數量。含有最多孔動數目的樣品，

五、發明說明(35)

可以利用最低的能量水準壓實。

開放性孔洞的曲線由18體積%降至0體積%。封閉性孔洞的曲線由~12體積%降至~2.7體積%。具有2.7體積%的封閉性孔洞和0體積%的開放性孔洞的樣品之相對密度是97.1%，而且可以利用2100牛頓米的衝擊能量壓實。

該結果可以證實，與傳統粉體技術向比，此方法可以獲得類似的孔隙度結果。

熱研究

在熱研究中是以鈷28鉻6鉬作測試。該鈷28鉻6鉬難於被適當地壓實以及獲得高密度。

熱試驗的目的是，評估不同材料的預熱對樣品壓實加工及密度的影響。

粉體首先在210°C預熱2小時，以在粉體中獲得均勻的溫度。然後將粉體倒進室溫的模子中，並且測量在倒入模子其間粉體的溫度。盡快安裝工具並且以117580牛頓的軸向負荷和300至3000牛頓米的衝擊預壓實粉體。然後與非預熱試驗系列比較研究結果。

利用浮力方法測量氮化矽、鈷23鉻6鉬以及所有樣品的密度。每一個樣品測試三次而獲得三個密度。取中間的密度並使用於圖示中。該密度如上測量的。

第44圖與第45圖顯示鈷28鉻6鉬之相對密度對總衝擊能量及單位質量之衝擊能量的函數圖。在壓實之前該粉體的溫度是在150-180°C之間。

在壓實之前該粉體的溫度是在170-190°C之間。樣品重

五、發明說明(36)

量是30.0克。樣品數目非預熱者有26個，預熱者有8個。該二曲線彼此相仿。預熱與非預熱粉體之間的差異是，在300牛頓米衝擊能量下，預熱樣品比較容易達到能見度指數3。用於預熱試驗的樣品比較不脆，而且具有較細的外表面，其看似已被拋光。與非預熱試驗的樣品相比，該第一固態物體是在 ~ 1200 牛頓米下獲得的。兩個預壓實樣品都有能見度指數1。

預熱在該樣品移除之後的條件中有正效應。鈷28鉻6鉬看起來較不脆，而且以較小的衝擊能量可以獲得較好的能見度指數。在壓實預熱的鈷28鉻6鉬粉體之後有較好的材料塗佈在工具上。

能量研究

使用多數的衝擊序列對不銹鋼進行能量研究，其中每依次衝擊具有1200或2400的衝擊能量。然後該些樣品承受1至5次衝擊，且該些衝擊之間的時間間隔是0.4或0.8秒。

第46圖顯示具有不同時間間隔且每一衝擊為2400牛頓米的曲線。該些曲線是平行的，所以在0.4至0.8秒之間的時間間隔變化不會影響該結果。在12000牛頓米的情況中在5次衝擊後獲得的最高密度是96.6%。

實施例2，參數研究

該些參數研究包括重量研究、速度研究、時間間隔研究和衝擊數目的研究。這些研究僅對於不銹鋼316L來進行。

對於參數研究而言，是使用純粉體，其表示它是利用

五、發明說明(37)

乾混合該粉體10分鐘來製備。

說明

在重量研究中，衝擊能量間隔是由300至3000牛頓米，且衝擊能量變化的能距是300牛頓米。唯一被改變的參數是樣品的重量。其使得單位質量的衝擊能量不同。

在速度研究中，衝擊能量間隔是由300至3000牛頓米，且衝擊能量變化的能距是300牛頓米。但是此處使用不同的衝擊元件(重量差異)以獲得不同的最大衝擊速度。

在時間間隔研究與衝擊數目的研究中，總衝擊能量水準是1200牛頓米或2400牛頓米。二到六個衝擊序列被分析。在進行衝擊序列之前，該些樣品是使用117680牛頓的靜態軸向壓力進行預壓實。在序列中之該些衝擊之間的時間間隔是0.4或0.8秒。在衝擊數目研究中，五種不同的衝擊量變曲線序列被分析。

與實施例1相同進行該些樣品之拆卸，並且測量該些樣品的密度。

重量研究

使用HYP 35-28衝壓機對三種不同樣品重量的三個不銹鋼系列作壓實：7、14、28和56克。該28克樣品系列是實施例1中說明的不銹鋼系列。7克、14克和56克樣品是相當於28克樣品的重量的四分之一、一半和兩倍。該些系列是利用一個衝擊由最低衝擊能量，逐漸增加衝擊能量而至最大的衝擊能量來進行。該最大、最小及增加的能階表列於表1中。在進行衝擊壓縮之前，先對所有樣品進行壓實。

五、發明說明(38)

在第26和27圖中，繪示四個測試系列之相對密度對單位質量之衝擊能量與總衝擊能量的函數圖。因為總衝擊能量是一定的(最大3000牛頓米)，一半的重量與四分之一的重量系列可以獲得較高的單位質量之衝擊能量。所獲得的最大相對密度分別是94.4、94.3、95.6和94.5%。結果顯示對於一給定的單位質量之能量水準而言，當樣品質量增加時可以獲得較高的密度。結果顯示與較小的質量相比，具有較大質量之物體而言，此方法所需的單位質量之衝擊能量較低。較大的物體較快獲得最大密度，如第26圖所示。

結果顯示對於獲得低密度而言，此方法與單位質量的能量有關。當實質上獲得較高的密度時，該方法是與單位質量的能量無關，但是總能量與質量無關。這已在稍前的說明中解釋。

速度研究

使用HYP35-18、HYP36-60和高速衝擊機對不銹鋼粉體進行壓實。對於該高速衝擊機而言，衝擊機撞槌的重量可以被改變，有三種不同的重量被使用：7.5、14.0和20.6公斤。HYP36-60的衝擊機撞槌的重量是1200公斤，而HYP35-18是350公斤。所有的樣品是利用一次衝擊來進行。該些系列是以逐步增加300牛頓米的能量由預壓實而至最大的3000牛頓米的能量來進行。在衝擊壓縮之前，所有樣品都被壓實。HYP35-18的預壓實力量是135千牛頓，HYP36-60是260千牛頓，而高速衝擊機則是18千牛頓。對於HYP36-60機器使用最大能量水準3000牛頓米而言，以7

五、發明說明(39)

公斤衝擊撞槌可獲得最高衝擊速度28.3公尺/秒，以1200公斤衝擊撞槌可獲得最低衝擊速度2.2公尺/秒。

在第28圖中繪示五個測試系列之相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖。第29圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖，同時第30圖顯示相對密度對衝擊速度的函數圖。在五個系列中最大密度之間的差異可高達百分之10。結果顯示當衝擊撞槌質量增加或相當之衝擊速度的降低，可以獲得較高的相對密度的增加。當能量增加時，其效果會降低。在預壓實時相對密度對靜態壓力有很大的函數圖。對於7.5、14.0和20.6公斤的衝擊撞槌而言，該些壓實樣品不會轉換成固態物體，而是具有能見度指數1的粉體。第31圖顯示在1500、2100和3000牛頓米的總衝擊能量水準時，相對密度對衝擊速度的函數圖。該圖是顯示相對密度隨衝擊速度降低而增加。

時間間隔研究與衝擊數目研究

此研究的該些樣品是，使用總衝擊能量水準為1200牛頓米或2400牛頓米的能量之多出衝擊系列來製作。二到六個衝擊序列被分析，每依次衝擊具有相同的能量。使用的材料是純不銹鋼粉體316L。進行衝擊壓縮之前，使用117680牛頓米之靜態軸向壓力進行樣品壓實。在序列中之該些衝擊之間的時間間隔是0.4或0.8秒。五種不同的衝擊序列被分析，"低-高"、"高-低"、"階梯狀向上"、"階梯狀向下"和"平的"。在"低-高"序列中，該序列的最後依次衝擊是先前衝擊之相同能量水準的總和的兩倍。所以，"高-低"

五、發明說明(40)

序列是具有起始高衝擊能量之撞擊的鏡面序列。階梯狀向上和階梯狀向下是在相同的序列中逐步增加或減少能量水準。在序列中所有增加或減少的能階是相同的。該"平的"序列是以相同的衝擊能量水準進行每一次的衝擊。樣品重量是28.0克。

第32圖和第33圖顯示分別為1200和2400牛頓米之水平的衝擊序列。每一能量水準是在 $t_1=0.4$ 和 $t_2=0.8$ 秒之間的衝擊時間下進行。分析第32圖發現，對於 $t=0.4$ 秒序列而言，較多次的衝擊其總能量被分割而降低密度。而在 $t=0.8$ 秒序列中，當衝擊數目增加時，密度的變化並沒有一定的方向。對於第32圖中之2400牛頓米的能量水準而言， $t=0.4$ 和 $t=0.8$ 秒時間間隔序列，都顯示其密度隨衝擊數目減少而降低。不過，在 $t=0.8$ 秒序列的結果較為顯著。對於兩個能量水準而言，藉由該些序列的平均值分析得知，一般 $t=0.8$ 秒序列可以獲得比 $t=0.4$ 秒序列更高的密度。對於1200牛頓米系列而言， $t=0.4$ 秒平均值為89.8，同時 $t=0.8$ 秒序列有90.4%相對密度。對於2400牛頓米而言，相對應的數值是92.4與92.8%的相對密度。

第34圖顯示1200牛頓米且 $t=0.4$ 秒之撞擊量變曲線。該階梯狀序列是限制在二、三與四個衝擊序列，因為HYP機器的限制是可設定四個不同的衝擊。對於前三個衝擊而言，密度一般會增加。對於第五和第六衝擊序列而言，該密度會降低。不過，後者不是階梯狀序列的結論。該"階梯狀向上"與"低-高"序列顯示有比其反相之"階梯狀向下"

五、發明說明(41)

與”高-低”序列更高的密度。相同的結果也見於1200牛頓米、 $t=0.8$ 秒序列，其未顯示。對於相同的總衝擊能量而言，不同衝擊變量曲線序列通常有較小的差異。在2400牛頓米之四次衝擊序列中，可獲得最大的密度，在”低-高”曲線變量中相對密度為94.7%。

實施例3、壓實研究

在此研究中使用不銹鋼。開始時將該些粉體乾混合10分鐘，以獲得有均勻顆粒大小分佈之粉體。

進行五種不同的壓實試驗。所有系列都是由300牛頓米至3000牛頓米的能量進行衝擊，且每一測試之間具有300牛頓米的能量間隔。

第一系列是兩倍之預壓實系列。所有樣品以117680牛頓軸向負荷預壓實兩次，其間大約是5-10秒。

第二系列是三倍之預壓實系列。所有樣品以117680牛頓軸向負荷預壓實三次，其間大約是5-10秒。

在第三系列中，該些樣品先被預壓實、衝擊，在該衝擊之後以115720牛頓軸向負荷壓實，其意指衝擊元件衝擊該粉體之後，不會再回到原來的位罝。該衝擊元件被保持在其最低的衝擊位罝5秒鐘，並且加壓該壓實樣品。

在第四系列中，首先該些樣品被預壓實、衝擊，在該衝擊之後以115720牛頓軸向負荷壓實，但是延遲10秒鐘，其意指衝擊元件衝擊該粉體之後，會再回到原來的位罝，然後以117680牛頓軸向負荷預壓實該樣品。

在第五系列中樣品以117680牛頓軸向負荷預壓實兩

五、發明說明(42)

次、衝擊，在衝擊之後以115720牛頓軸向負荷壓實。

依據實施例1與實施2中使用的方法測量密度。

第35圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖，其中所有不同的壓實系列彼此互相比較，同時第36圖顯示相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖。在此二圖中，x軸分別開始於600牛頓米及20牛頓米/克，而y軸則開始於83%。

對三次衝擊而言，可以獲得之預壓實結果為59.5%，而且其與單次預壓實樣品相比高1.2%。在由工具移出之後，所有預壓實樣品都具有能見度指數2。在300牛頓米(11牛頓米/克、1.3公尺/秒)衝擊能量時，所有試驗系列之第一物體具有能見度指數3，對於單次預壓實而言，壓實之後的可以獲得最高的相對密度是77.7%。

以3000牛頓米(109牛頓米/克、4.1公尺/秒)壓實之後單次預壓實系列可以獲得之最高相對密度為95.7%，而且在壓實之後再以2400牛頓米(86牛頓米/克、3.7公尺/秒)直接預壓實兩次可獲得95.3%的相對密度。

與單次預壓實系列相比，其相對密度高1.5%。此試驗所獲得的數據表列於表3中。

五、發明說明(43)

表 3

	預壓實樣品的相對密度2(%)	首先獲得的樣品之相對密度2(%)	最大相對密度2(%)	在最大相對密度時之衝擊能量(0-3000牛頓米之間)
單次預壓實	58.5	71.8	94.2	2400
兩次預壓實	59.5	77.3	94.7	2400
三次預壓實	59.7	76.7	94.5	3000
單次+後壓實	58.5	77.2	95.1	2700
單次+立即後壓實	59.2	77.7	95.7	3000
兩次預壓實+後壓實	59.5	76.9	95.3	2400

所有的測試系列都顯示相同的現象：數個預壓實或後壓實會增加相對密度。一個原因可能是以較高的壓力進行預壓實，可以使粉體中更多的空氣被壓出。解國顯示兩次預壓實可以比單次預壓實獲得更好的結果，其意指粉體被衝擊之前獲得最好之素坯所需要的總壓力是兩倍預壓實。

後壓實對樣品會產生與預壓實不同的效果。其可能是在較長的時間，該衝擊被轉換成傳輸的能量，會增高粉體顆粒之間的局部溫度，同時可以使在衝擊之後有較長的時間使樣品固化。其原理是在衝擊之後材料中會產生一材料波動，這可由該些結果獲得證實。在樣品中的材料波動的壽命可能會增加，而且影響樣品較長的時間，使更多的顆粒可以熔融在一起。

在一些曲線中，相對密度是不可能被量測，這些點將被省略調。

第47圖顯示相對密度對衝擊數目的函數圖。該些樣品

五、發明說明(44)

進行1至21次衝擊，其總衝擊能量是3000牛頓米與4000牛頓米。在第47圖中可比較兩個曲線。

對於兩次衝擊且總衝擊能量為4000牛頓米而言，可以獲得最高相對密度為95.1%。當衝擊數目增加時，4000牛頓米的曲線之相對密度會由95.1%降低至84%，約減少~11%。3000牛頓米的曲線與4000牛頓米曲線的趨勢相似，但大約低2%。其相對密度由93%降至82%，也是減少11%的密度。

實施例4、潤滑劑試驗

一些試驗的潤滑劑被用在模子中作為外部潤滑劑。這些試驗是以不銹鋼316L和純鈦進行。這些試驗的主要部份是以純鈦進行，雖然鈦金屬型式比不銹鋼316L更容易沾黏在工具表面上。試驗的潤滑劑是添加不同量的石墨之鋰-CaX潤滑脂、具有不同黏度的油、鐵氟龍噴劑(Teflon spray)和鐵氟龍潤滑脂(Teflon grease)、添加石墨之潤滑脂、不同之潤滑脂與滑石的組合、添加不同量的氮化硼之LiX潤滑脂和其他型式之潤滑脂與油類。

使用的潤滑劑如下：

與底板潤滑脂混合之3到9 wt%石墨

烹飪油

機油

二硫化鉬-潤滑脂

純的滑石粉或與底板潤滑脂混合之3-9 wt %混合物

噴霧式鐵氟龍油

五、發明說明(45)

滑動式220(潤滑油)

鏈式 BioPine(鏈鋸油)

潤滑脂式CaH(潤滑油脂)

具有潤滑脂之硬脂酸鋰(LiX錯合物)

純的氮化硼或與潤滑脂混合之5至15 wt %混合物(LiX錯合物)

具有純潤滑脂(Li-CaX 90)之鋰-鈣硬脂酸鹽或與5至15 wt %石墨混合

酯基油180黏度

酯基油650黏度

酯基油1050黏度

鐵氟龍潤滑脂

該些外部潤滑劑以刷子塗佈在下面的壓印機上(與粉體接觸側，而且兩邊是與模頭接觸)、該模頭及衝擊壓印機(一邊與粉體接觸，且兩邊都與模頭接觸)。所有都可以輕易的釋放壓印機、及樣品同時避免粉體留在工具上。

其中也測試不同潤滑劑對所得之相對密度的影響。數種不同潤滑劑被測試，其中不同的參數將被改變。石墨的量、兩種型式的石墨、潤滑脂中氮化硼的量與黏度都被測試，以決定每一種參數的行為。

開始時不銹鋼 316L和鈦都被乾混合10分鐘，以獲得有均勻粒子大小分佈之粉體。

每個類型潤滑劑都被塗佈在工具表面上。在某些批次中第一樣品以117680牛頓軸相的負荷預壓實，有一些則沒

五、發明說明(46)

有。下列該些樣品開始時先預壓實，之後在形成一次衝擊壓縮。在該些系列中的衝擊能量是不同的，其依據留在工具表面上之材料的量而改變。每一個測試是由300牛頓米開始，且以300牛頓米幅度增加衝擊能量。

每一種樣品測試之間，需要僅以抹布；、或丙酮或以金剛砂布拋光工具表面清理工具，以除去殘留在工具上的材料。

在樣品已經被製備之後，使用六種黏附指數以更輕易地建立工具需要清理的狀態。每一種黏附指數的說明敘述於表4中。

表 4

黏附指數	說明
0	以乾抹布清潔工具表面
1	以丙酮清潔工具表面
2	以<1分度之金剛砂布拋光
3	以1-10分度之金剛砂布拋光
4	以>10分度之金剛砂布拋光
5	工具需要被移開以利用拋光機器或手拋光該工具

依據實施例1與實施2中使用的方法測量密度。

添加不同量之石墨的鋰-CaX潤滑脂

第37圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。Acrawax C 的曲線被用作添加不同量之石墨的鋰-CaX潤滑脂之曲線的參考曲線。它也是其他潤滑劑的參考曲線。表5是不同衝擊能量的黏附指數。

五、發明說明(47)

表 5

總衝擊能量 (牛頓米)	黏附指數				
	鋰-CaX	鋰-CaX， 5wt%石墨	鋰-CaX， 10wt%石墨	鋰-CaX， 15wt%石墨	Acrawax C
0	0	0	0	0	2
300	1	1	0	0	2
600	3	2	0	1	2
900		2	0	1	2
1200		2	0	4	3
1500		2	1		3
1800		4	3		3
2100					4
2400					4
2700					4

所有的樣品具有能見度指數3。所有批次所獲得的相對密度是相似的。在1500牛頓米之前，具有10重量%石墨之鋰-CaX的黏附指數是0，同時其它的批次在非常低的衝擊能量，就有較高的黏附指數。

不同黏度的油

第38圖顯示相對密度對總衝擊能量之函數圖。以烹飪油做為潤滑劑，所獲得的相對密度比其它的潤滑劑低~5%。其無法確定其他油類的黏度為何時，可以獲得最高的相對密度。對於具有650及1050帕秒(PaS)的黏度之油類而言，該些樣品具有能見度指數3。與所有的油類相比，Acrawax C具有最高的相對密度。

不同年度之油類的黏附指數可參見表6。

五、發明說明(48)

表 6

總衝擊能量 (牛頓米)	黏附指數				
	烹飪油	油, 180帕 秒	油, 650 帕秒	油, 1050帕 秒	Acrawax C
0		0	1	0	2
300	0	0	1	0	2
600	0	2	1	2	2
900	0	3	3	2	2
1200	0	4	3	3	3
1500	1		2	2	3
1800	1		3	3	3
2100	2		3	3	4
2400	3		3	3	4
2700	4		3	4	4
3000	4		3	4	

鐵氟龍噴劑和鐵氟龍潤滑脂

第39圖顯示相對密度對總衝擊能量之函數圖。鐵氟龍潤滑脂使樣品具有能見度指數2，但是鐵氟龍在油(噴劑)中，則有能見度指數3。

鐵氟龍油所獲得的相對密度高於鐵氟龍潤滑脂，但是有許多殘留的材料黏附在鐵氟龍油的工具表面，而且沒有進行進一步的試驗。至600牛頓米時，Acrawax C和鐵氟龍潤滑脂的相對密度相似。在較高的衝擊能量下，Acrawax C具有比鐵氟龍潤滑脂更高的相對密度。在2700牛頓米時，Acrawax C和鐵氟龍潤滑脂有大約相同的相對密度。

鐵氟龍油和鐵氟龍潤滑脂之個別的黏附指數的可參見表7。

五、發明說明(49)

表 7

總衝擊能量 (牛頓米)	黏附指數		
	鐵氟龍油	鐵氟龍潤滑脂	Acrawax C
0	0	0	2
300	1	0	2
600	4	1	2
900		2	2
1200		2	3
1500		0	3
1800		0	3
2100		2	4
2400		3	4
2700		3	4
3000		3	4

添加白色石墨之潤滑脂

第40圖顯示相對密度對總衝擊能量之函數圖。具有已經添加3wt%白色石墨之潤滑劑的潤滑脂之能見度指數是2。而具有已經添加9wt%白色石墨之潤滑劑者之能見度指數是3。

所有批次之相對密度非常相似。石墨的量與獲得最高相對密之間沒有一定趨勢。但是與Acrawax C些潤滑劑都可以獲得高約~2%的相對密度。

第8圖顯示具有不同時莫添加量的潤滑脂之黏附指數。

五、發明說明(50)

表 8

總衝擊能量 (牛頓米)	黏附指數		
	3wt%石墨 之潤滑脂	9wt%石墨 之潤滑脂	Acrawax C
0	1	1	2
300	1	1	2
600	1	1	2
900	2	2	2
1200	3	2	3
1500	4	3	3
1800	4	3	3
2100	4	3	4
2400	4	3	4
2700			4
3000			4

與滑石作不同組合之潤滑脂

第41圖顯示相對密度對總衝擊能量之函數圖。所有的樣品的能見度指數都是3。

該些批次所獲得的相對密度是不同的。在工具表面被壓成粉末中之純滑石的樣品，與其他批次相比具有較低的相對密度。實際上它是降低至900至1500牛頓米之間。對於其他批次而言，所獲得的相對密度是相似的。但是結果顯示具有9wt%之潤滑脂具有最高的相對密度，之後是Acrawax C、在預潤滑的工具表面上之滑石，且具有3wt%之滑石具有最高的相對密度。

參考表9，其顯示添加不同量之滑石的潤滑脂之黏附指數。

五、發明說明(51)

表9

總衝擊能量 (牛頓米)	黏附指數			
	純滑石	在預潤滑表 面上的滑石	具有3wt%滑 石的潤滑脂	具有9wt%滑 石的潤滑脂
0				
300	1	0	0	0
600				
900	5	1	0	0
1200				
1500	5	2	2	0
1800				
2100			2	0
2400				
2700		4	2	1
3000		5	2	1

添加不同量之氮化硼的LiX潤滑脂

第42圖顯示相對密度對總衝擊能量之函數圖。某些樣品，以300、600、1500、1800、2100、2400和2700牛頓米預壓實之含5wt%氮化硼之LiX潤滑脂的能見度指數是2。其它的潤滑劑具有3之能見度指數。

該些批次所獲得的相對密度，在較低的衝擊能量實是不規則的。所有潤滑劑具有大約相同的相對密度。潤滑劑之間的黏附指數是不同的。Acrawax C開始十集具有相當高的黏附指數2。之後是純LiX、具有5wt%氮化硼之LiX和具有15wt%氮化硼之LiX。

參考表10，其顯示添加不同量之氮化硼的潤滑脂之黏附指數。

五、發明說明(52)

表 10

總衝擊能量 (牛頓米)	黏附指數			
	LiX潤滑脂	具有5wt%氮化 硼之LiX潤滑脂	具有15wt%氮化 硼之LiX潤滑脂	Acrawax C
0	0	0	0	2
300	1	1	1	2
600	2	1		2
900	3	2		2
1200	4	3		3
1500	4	3		3
1800		3		3
2100		3		4
2400		4		4
2700				4
3000				4

以其他型式之潤滑脂與油類做成的潤滑劑

第43圖顯示相對密度對總衝擊能量之函數圖。具有二硫化鉬潤滑劑作為潤滑劑的批次樣品具有2的能見度指數。其它的批次、機油、潤滑油、鏈鋸油、潤滑脂與Acrawax C具有3的能見度指數。

該些批次所獲得的相對密度是不同的。以鏈鋸油做為潤滑劑的批次之所有的樣品具有較低的相對密度，但是在2700牛頓米時，相對密度會增加至與其他潤滑劑所獲得的相對密度水準相當的程度。潤滑油與潤滑脂分別在600與1200牛頓米停止試驗，因為材料會殘留在工具表面上。其中可以發現，Acrawax C具有最高的相對密度，之後依序是二硫化鉬、潤滑脂與機油。

關於Acrawax C之黏附指數，其開始於2的黏附指數。

五、發明說明(53)

潤滑脂與油類的起始黏附指數是1，但是其他物體的能見度指數是3。沒有潤滑劑需要清理工具表面。

參考表11，其是不同潤滑脂與油類的黏附指數的試驗結果。

表 11

總衝擊能量 (牛頓米)	機油	二硫化鉬	潤滑油	鏈鋸油	潤滑脂	Acrawax C
0		0	0		0	2
300	0	0	0	2	1	2
600		2	3		3	2
900	1	2	4	2		2
1200		2			4	3
1500	3	2		3		3
1800		3				3
2100	3	3		4		4
2400		3				4
2700	5			4		4
3000	5			4		4

具有油類之物體的相對密度比其他潤滑劑低。在此潤滑類型試驗中具有9wt%滑石之潤滑脂具有最高的相對密度。其甚至比Acrawax C更高。在平均時間中，具有9wt%滑石之潤滑脂可以獲得最低的黏附指數。

其它的潤滑劑，MOLYKOTE已經被用於鈷28鉻6鉬中，而且與Acrawax C相比，MOLYKOTE可以具有較好的相對密度，不過MOLYKOTE不適合用在醫療產品中，而且

五、發明說明(54)

他不可能利用燒結將其除去。

研究顯示外部潤滑劑會影響相對密度與在該工具表面上的黏附指數。有一些潤滑劑可能會降低該些工具表面與粉體之間的摩擦。在這些情況中，與具有較多摩擦之潤滑劑相比，其可以獲得較高的相對密度。具有較低摩擦，該衝擊元件可以利用設置的衝擊能量進行它的衝擊，而且可以獲得較高的相對密度。不過，在許多情況中，潤滑劑具有兩種不同方式的潤滑結果。如果潤滑劑增加相對密度時，其對模具可能不會獲得良好的黏附性，反之亦然。不過，具有90wt%滑石之潤滑脂，其可以獲得最高的相對密度與最低的黏附指數，這是它的最大優點。

該些材料的硬度似乎會影響試驗結果。較軟的材料，所獲得顆粒較容易被軟化及變形。這可以使粒子在發生粒子間熔融發生之前，可被軟化變形以及壓實。在能量與添加劑研究中，可以發現鈷28鉻6鎢與其他材料之間會有差異。該鈷28鉻6鎢的硬度是 $\sim 460-830\text{HV}$ ，其比其它的材料之硬度高許多，同時例如鈦是 60HV ，而低鍛造鋼是 $130-280\text{HV}$ 。在押面實施例中說明的能見度指數的差異，可以發現受測金屬類型及硬度之間的差異。在能量與添加劑研究的一些批次中，粉末的製作程序中，碳已經被形成合金而增加最後組件的硬度。為了降低粉體的硬度，而不需要改變最後組件的性質，該些粉體可以被軟化退火。該預處理的粉體可能可以獲得相當高的相對密度。有一些其它的材料也很硬，但是如例如工具鋼已經被軟化退火，

五、發明說明(55)

其可以增加所獲得的相對密度。

熔點似乎會影響材料壓實的程度。例如鋁合金的熔化溫度是如鎳合金的三分之一。在能量與添加劑研究中，所有的鋁合金批次可以獲得高相對密度。相反的，鎳合金是很難獲得高相對密度。這個參數可能是會影響壓實程度的該些參數中之一。

一種新的方法同時包含預壓實以及在一些情況中的後壓實，而且其間在材料上至少有一次衝擊。所示之新的方法可以具有非常良好的結果，同時是一個可以改善依據先前技藝的程序的方法。

本發明不僅限於上面說明的具體化及實施例。它的優點是此方法不需要使用燒結助劑，也不會產生黏結的素坯，它可以使用較低的燒結溫度。不過，如果證實在一些實施例中它是有其優點時，在本發明的方法中可能可使用燒結助劑、潤滑劑或其它的添加劑。而且，它通常不需要使用真空或惰性氣體，來阻止被壓實的材料體的氧化。不過某些材料需要使用真空或惰性氣體，以產生具有非常高純度或高密度的物體。因此，雖然依據本發明的方法不需要使用燒結助劑、真空或惰性氣體，這體物體的使用是不會被排除的。該方法與本發明的產品的其他修正，也可以被包含在下列申請專利範圍的範疇中。

五、發明說明(56)

元件標號對照

1...材料體

2...衝擊元件

3...衝擊元件

五、發明說明(57)

圖式簡要說明

第1圖顯示用於粉體狀、薄片狀、顆粒狀或類似形狀之材料的形變的一種裝置的截面圖。

第2圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。

第3圖顯示相對密度對單位質量的衝擊能量的函數圖

第4圖顯示相對密度對衝擊元件的衝擊速度的函數圖。

第5圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。

第6圖是相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖。

第7圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。

第8圖是相對密度對單位質量之能量的函數圖。

第9圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。

第10圖是相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖。

第11圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。

第12圖是相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖。

第13圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。

第14圖是相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖。

第15圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。

第16圖是相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖。

第17圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。

第18圖是相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖。

第19圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。

第20圖是相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖。

第21圖顯示非鐵基金屬之相對密度對總衝擊能量的函數圖。

五、發明說明(58)

第22圖則是鐵基金屬的圖示。

第23圖顯示非鐵基金屬之相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖。

第24圖則是鐵基金屬的圖示。

第25圖顯示鋁合金之總孔隙度對孔洞數量的函數圖。

在第26和27圖中，繪示四個測試系列之相對密度對單位質量之衝擊能量與總衝擊能量的函數圖。

第28圖中繪示五個測試系列之相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖。

第29圖顯示相對密度對總衝擊能量之函數圖。

第30圖顯示相對密度對衝擊速度之函數圖。

第31圖顯示在1500、2100和3000牛頓米的總衝擊能量水準時，相對密度對衝擊速度之函數圖。

第32圖和第33圖顯示分別為1200和2400牛頓米之水平的衝擊序列。

第34圖顯示1200牛頓米且 $t=0.4$ 秒之撞擊量變曲線。

第35圖顯示相對密度對總衝擊能量之函數圖。

第36圖顯示相對密度對單位質量之衝擊能量的函數圖。

第37圖顯示相對密度對總衝擊能量的函數圖。

第38圖顯示相對密度對總衝擊能量之函數圖。

第39圖顯示相對密度對總衝擊能量之函數圖。

第40圖顯示相對密度對總衝擊能量之函數圖。

第41圖顯示相對密度對總衝擊能量之函數圖。

五、發明說明(59)

第42圖顯示相對密度對總衝擊能量之函數圖。

第43圖顯示相對密度對總衝擊能量之函數圖。

第44圖與第45圖顯示鈷28鉻6鉬之相對密度對總衝擊能量及單位質量之衝擊能量的函數圖。

第46圖顯示不同時間間隔之每一衝擊為2400牛頓米的曲線。

第47圖顯示相對密度對衝擊數目之函數圖。

四、中文發明摘要(發明之名稱： 利用聚結作用製造金屬體之方法及其)
製得之金屬體

一種利用聚結作用製作金屬體的方法，其中該方法包含的步驟為：

a)將粉體狀、小球狀、顆粒狀及類似物的金屬材料充填在預壓實模具中，

b)至少預壓實該材料一次，與

c)利用至少一次的衝擊將該材料壓縮在壓縮模具中，其中衝擊元件釋放出足夠的動能，以在衝擊置放於該壓縮模具中的材料時，使材料造成聚結作用而形成該物體。

一種利用聚結作用製作金屬體的方法，其中該方法包含利用至少一次的衝擊，將在壓縮模具中之材料壓縮成固態金屬體，其中衝擊元件放出足夠的能量，以使物體中的材料發生聚結作用。

利用本發明之方法所獲得的產品。

英文發明摘要(發明之名稱： A METHOD OF PRODUCING A METAL BODY BY)
COALESCENCE AND THE METAL BODY PRODUCED

A method of producing a metal body by coalescence, wherein the method comprises the steps of

a) filling a pre-compacting mould with metal material in the form of powder, pellets, grains and the like,

b) pre-compacting the material at least once and

c) compressing the material in a compression mould by at least one stroke, where a striking unit emits enough kinetic energy to form the body when striking the material inserted in the compression mould, causing coalescence of the material.

A method of producing a metal body by coalescence, wherein the method comprises compressing material in the form of a solid metal body in a compression mould by at least one stroke, where a striking unit emits enough energy to cause coalescence of the material in the body.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

第90118171號專利申請案申請專利範圍修正本

修正日期：91年8月

1. 一種利用聚結作用製作金屬體的方法，其特徵是該方法包含的步驟為：
 - a) 將粉體狀、小球狀、顆粒狀及類似物的金屬材料充填在預壓實模具中，
 - b) 至少預壓實該材料一次，與
 - c) 利用至少一次的衝擊將該材料壓縮在壓縮模具中，其中衝擊元件釋放出足夠的動能，以在衝擊置放於該壓縮模具中的材料時，使材料造成聚結作用而形成該物體。
2. 如申請專利範圍第1項的方法，其特徵是該預壓實模具與該壓縮模具是相同的模具。
3. 如申請專利範圍第1項的方法，該方法係用於製造不銹鋼物體，其特徵是利用至少大約 0.25×10^8 牛頓/平方公尺的壓力，在室溫空氣中預壓實該材料。
4. 如申請專利範圍第3項的方法，其特徵是利用至少大約 0.6×10^8 牛頓/平方公尺的壓力預壓實該材料。
5. 如申請專利範圍第1項的方法，其特徵是該方法包含至少預壓實該材料兩次。
6. 一種利用聚結作用製作金屬體的方法，其特徵是該方法包含利用至少一次的衝擊，將在壓縮模具中之材料壓縮成固態金屬體，其中衝擊元件放出足夠的能量，以使物

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

六、申請專利範圍

體中的材料發生聚結作用。

7. 如申請專利範圍第1至5項中任一項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的總能量，對在室溫空氣中具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少100牛頓米。
8. 如申請專利範圍第6項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的總能量，對在室溫空氣中具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少100牛頓米。
9. 如申請專利範圍第7項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的總能量，對具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少300牛頓米。
10. 如申請專利範圍第8項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的總能量，對具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少300牛頓米。
11. 如申請專利範圍第9項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的總能量，對具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少600牛頓米。
12. 如申請專利範圍第10項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的總能量，對具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少600牛頓米。
13. 如申請專利範圍第11項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的總能量，對具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少1000牛頓米。
14. 如申請專利範圍第12項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

六、申請專利範圍

- 釋放的總能量，對具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少1000牛頓米。
15. 如申請專利範圍第13項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的總能量，對具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少2000牛頓米。
16. 如申請專利範圍第14項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的總能量，對具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少2000牛頓米。
17. 如申請專利範圍第1至5項中任一項的方法，其特徵是該壓縮衝擊釋放的單位質量的能量，對在室溫空氣中具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少5牛頓米/克。
18. 如申請專利範圍第6項的方法，其特徵是該壓縮衝擊釋放的單位質量的能量，對在室溫空氣中具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少5牛頓米/克。
19. 如申請專利範圍第17項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的單位質量的能量，對具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少20牛頓米/克。
20. 如申請專利範圍第18項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的單位質量的能量，對具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少20牛頓米/克。
21. 如申請專利範圍第19項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的單位質量的能量，對具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少100牛頓米/克。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

六、申請專利範圍

22. 如申請專利範圍第20項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的單位質量的能量，對具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少100牛頓米/克。
23. 如申請專利範圍第21項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的單位質量的能量，對具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少250牛頓米/克。
24. 如申請專利範圍第22項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的單位質量的能量，對具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少250牛頓米/克。
25. 如申請專利範圍第23項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的單位質量的能量，對具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少450牛頓米/克。
26. 如申請專利範圍第24項的方法，其特徵是該些壓縮衝擊釋放的單位質量的能量，對具有7平方公分之衝擊面積的圓柱體工具，是相當於至少450牛頓米/克。
27. 如申請專利範圍第1至5項中任一項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少70%的相對密度。
28. 如申請專利範圍第1至5項中任一項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少75%的相對密度。
29. 申請專利範圍第6項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少70%的相對密度。
30. 申請專利範圍第6項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少75%的相對密度。
31. 如申請專利範圍第27項的方法，其特徵是該金屬被壓縮

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

六、申請專利範圍

- 成至少80%的相對密度。
32. 如申請專利範圍第28項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少80%的相對密度。
33. 如申請專利範圍第27項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少85%的相對密度。
34. 如申請專利範圍第28項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少85%的相對密度。
35. 如申請專利範圍第29項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少80%的相對密度。
36. 如申請專利範圍第30項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少80%的相對密度。
37. 如申請專利範圍第29項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少85%的相對密度。
38. 如申請專利範圍第30項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少85%的相對密度。
39. 如申請專利範圍第31項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少90%至100%的相對密度。
40. 如申請專利範圍第32項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少90%至100%的相對密度。
41. 如申請專利範圍第33項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少90%至100%的相對密度。
42. 如申請專利範圍第34項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少90%至100%的相對密度。
43. 如申請專利範圍第35項的方法，其特徵是該金屬被壓縮

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

六、申請專利範圍

- 成至少90%至100%的相對密度。
44. 如申請專利範圍第36項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少90%至100%的相對密度。
45. 如申請專利範圍第37項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少90%至100%的相對密度。
46. 如申請專利範圍第38項的方法，其特徵是該金屬被壓縮成至少90%至100%的相對密度。
47. 如申請專利範圍第1至5項中任一項的方法，其特徵是該方法包含在壓縮步驟之後，進行至少一次後壓實該材料的步驟。
48. 如申請專利範圍6項的方法，其特徵是該方法包含在壓縮步驟之後，進行至少一次後壓實該材料的步驟。
49. 如申請專利範圍第1至5項中任一項的方法，其特徵是該金屬是選自於由輕金屬或合金、鐵基合金、或非鐵基合金與硬的熔融金屬或硬的合金所構成的群組。
50. 如申請專利範圍第6項的方法，其特徵是該金屬是選自於由輕金屬或合金、鐵基合金、或非鐵基合金與硬的熔融金屬或硬的合金所構成的群組。
51. 如申請專利範圍第49項的方法，其特徵是該金屬是選自於由鋁、鈦和至少含有該些金屬之一的合金所構成的群組。
52. 如申請專利範圍第50項的方法，其特徵是該金屬是選自於由鋁、鈦和至少含有該些金屬之一的合金所構成的群組。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

六、申請專利範圍

53. 如申請專利範圍第49項的方法，其特徵是該鐵基金屬是選自於由不銹鋼、麻田散體鋼、低鍛造鋼與工具鋼所構成的群組。
54. 如申請專利範圍第50項的方法，其特徵是該鐵基金屬是選自於由不銹鋼、麻田散體鋼、低鍛造鋼與工具鋼所構成的群組。
55. 如申請專利範圍第49項的方法，其特徵是該高熔融金屬或硬合金是選自於由鈷、鉻、鉬與鎳，以及至少含有該些金屬中之一者的合金所構成的群組。
56. 如申請專利範圍第50項的方法，其特徵是該高熔融金屬或硬合金是選自於由鈷、鉻、鉬與鎳，以及至少含有該些金屬中之一者的合金所構成的群組。
57. 如申請專利範圍第1至5項中任一項的方法，其特徵是所製做的物體是醫療用植入物。
58. 如申請專利範圍第1至5項中任一項的方法，其特徵是所製做的物體是骨骼或牙齒替代物。
59. 如申請專利範圍第6項的方法，其特徵是所製做的物體是醫療用植入物。
60. 如申請專利範圍第6項的方法，其特徵是所製做的物體是骨骼或牙齒替代物。
61. 如申請專利範圍第1至5項中任一項的方法，其特徵是該方法包含在押縮或後壓實之後，於任一時間後加熱及/或燒結該物體的步驟。
62. 如申請專利範圍第6項的方法，其特徵是該方法包含在

六、申請專利範圍

押縮或後壓實之後，於任一時間後加熱及/或燒結該物體的步驟。

63. 如申請專利範圍第20項的方法，其特徵是該方法包含在押縮或後壓實之後，於任一時間後加熱及/或燒結該物體的步驟。

64. 如申請專利範圍第1至5項中任一項的方法，其特徵是所製作的物體是一素坯。

65. 如申請專利範圍第6項的方法，其特徵是所製作的物體是一素坯。

66. 如申請專利範圍第64項的方法，該方法係用於製造一物體，其特徵是該方法也包含進一步燒結該素坯的步驟。

67. 如申請專利範圍第65項的方法，該方法係用於製造一物體，其特徵是該方法也包含進一步燒結該素坯的步驟。

68. 如申請專利範圍第1至5項中任一項的方法，其特徵是該材料是醫學可接受的材料。

69. 如申請專利範圍第6項的方法，其特徵是該材料是醫學可接受的材料。

70. 如申請專利範圍第1至5項中任一項的方法，其特徵是該材料包含一潤滑劑及/或燒結助劑。

71. 如申請專利範圍第6項的方法，其特徵是該材料包含一潤滑劑及/或燒結助劑。

72. 如申請專利範圍第6項的方法，其特徵是該方法也包含使該物體變形的步驟。

73. 一種產物，其係利用如申請專利範圍第1至72項中任一

六、申請專利範圍

項的方法所獲得。

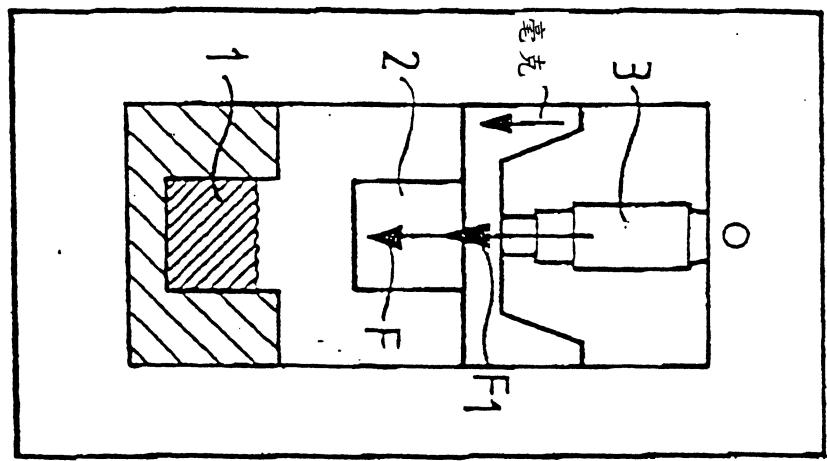
74. 如申請專利範圍第73項的產物，其特徵為它是一醫療設備或儀器。

75. 如申請專利範圍第73項的產物，其特徵為它是一非醫療的設備。

双面影印

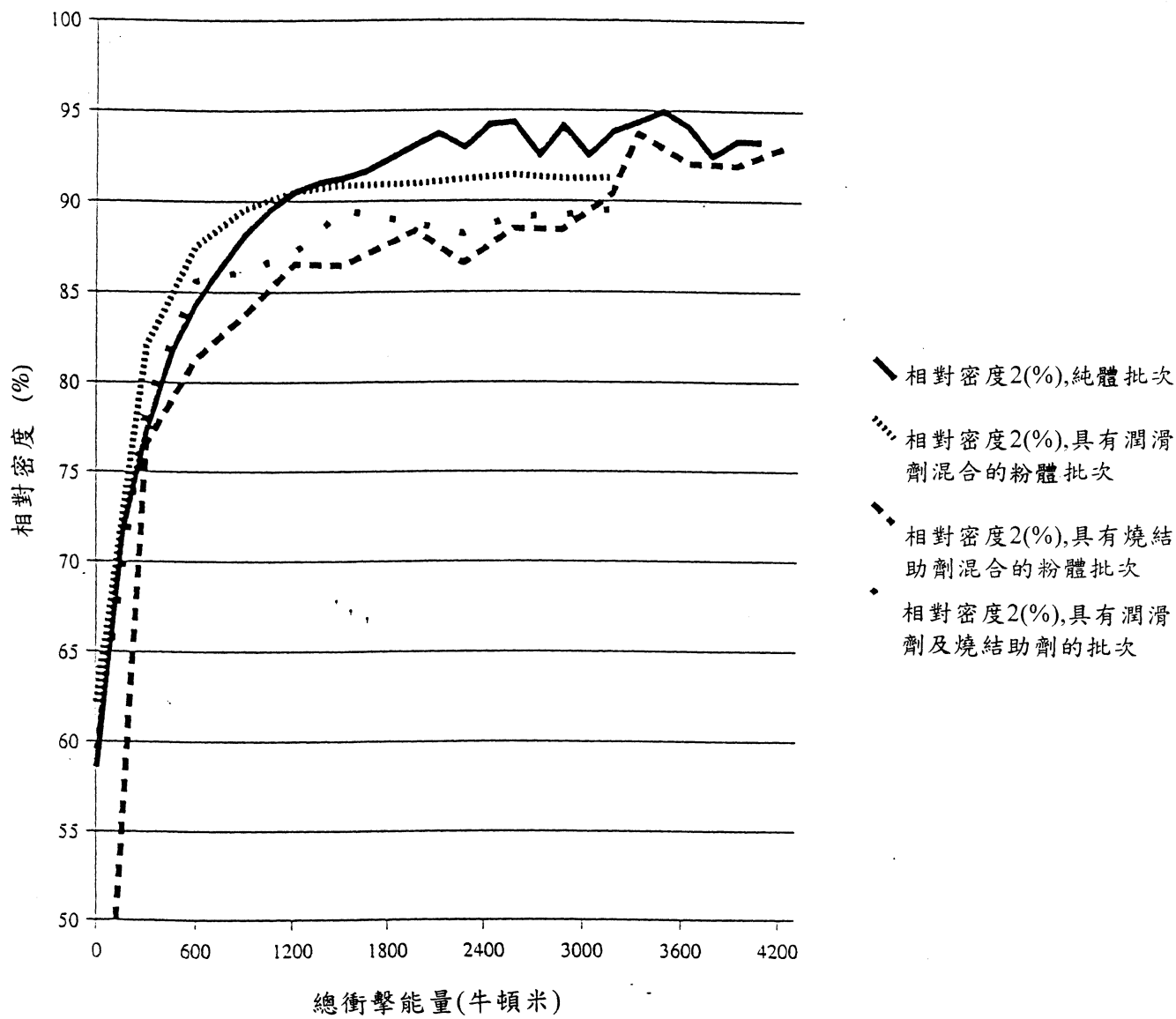
90118171

公告本

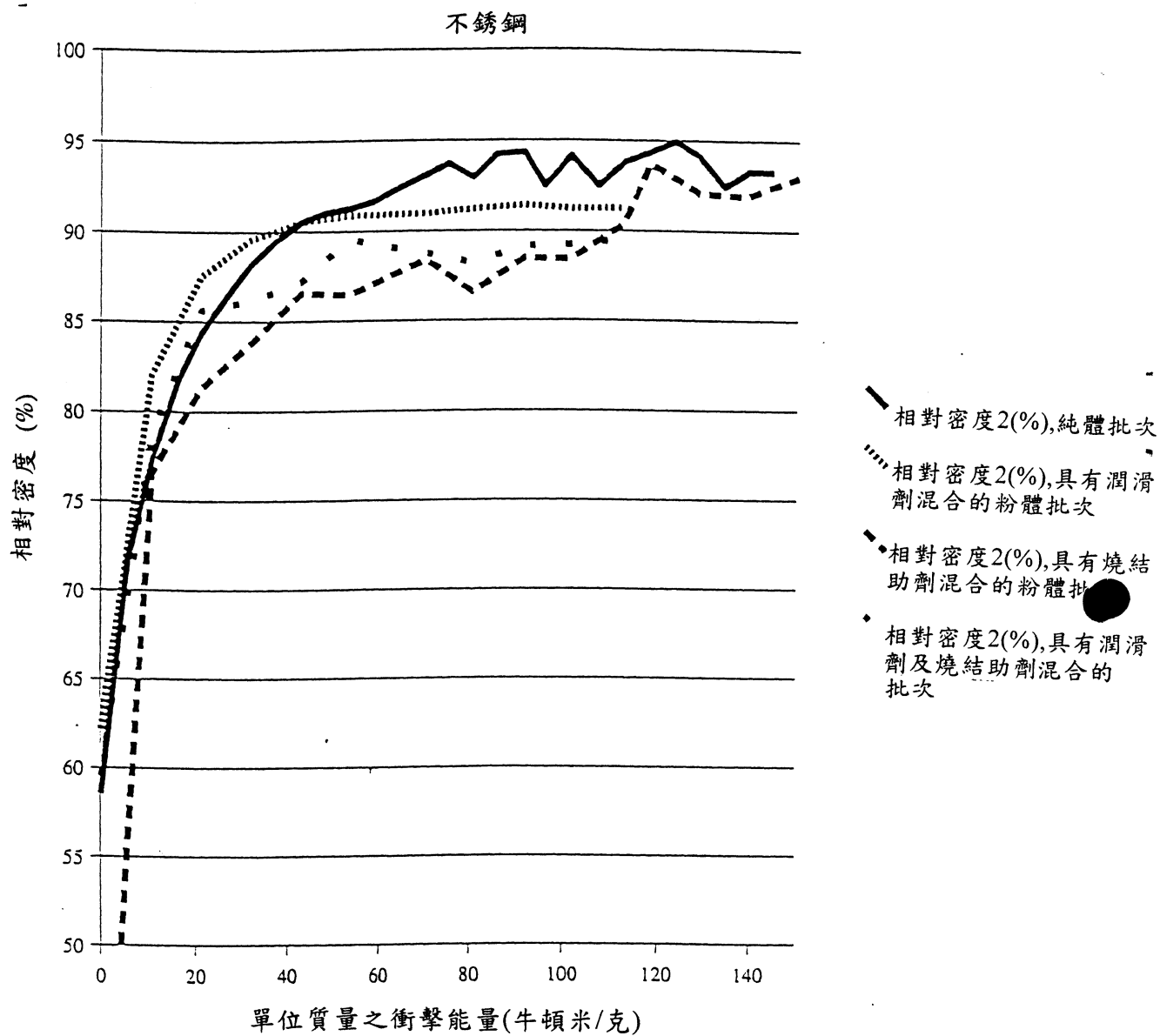


第一圖

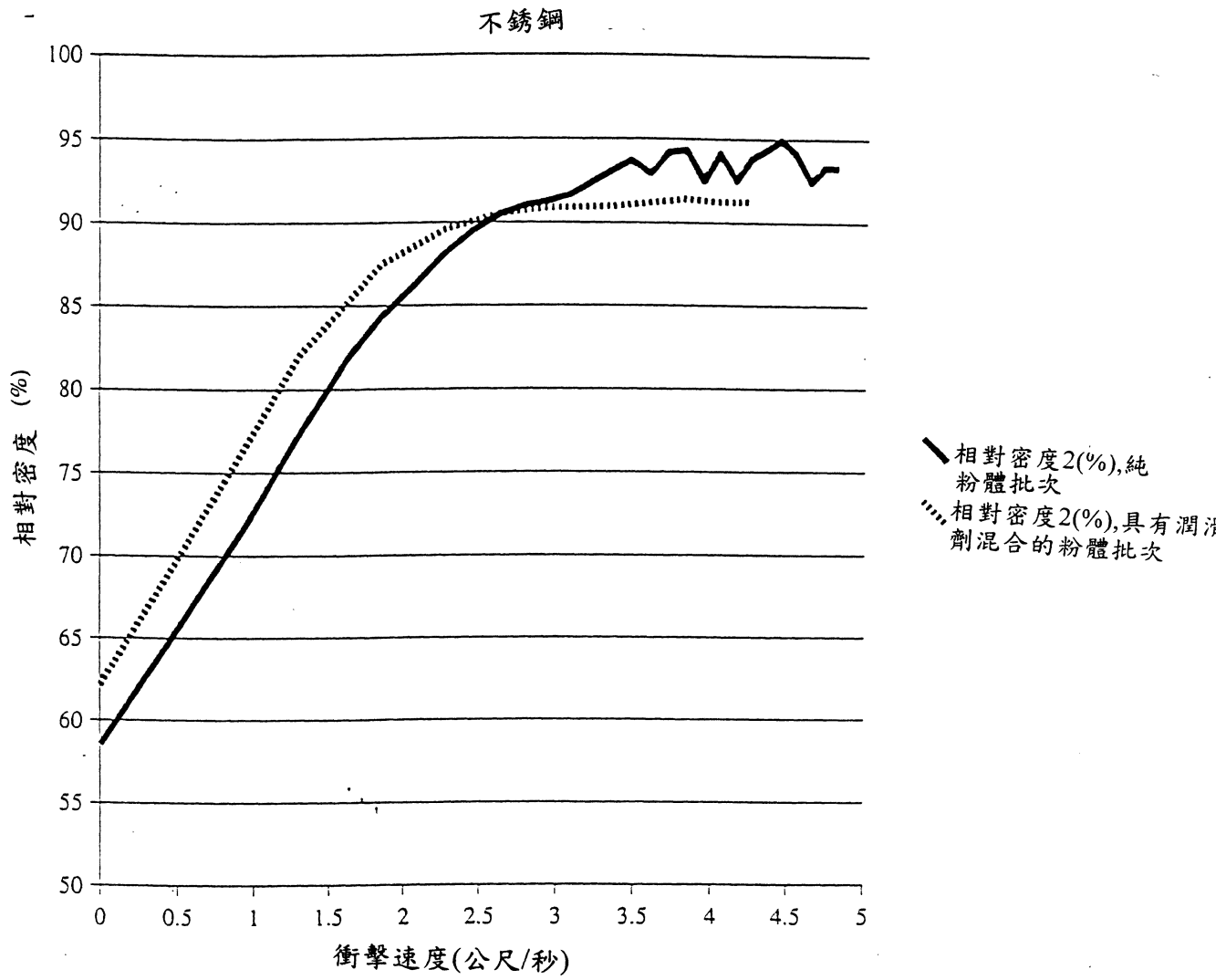
不銹鋼
四個批次



第 2 圖

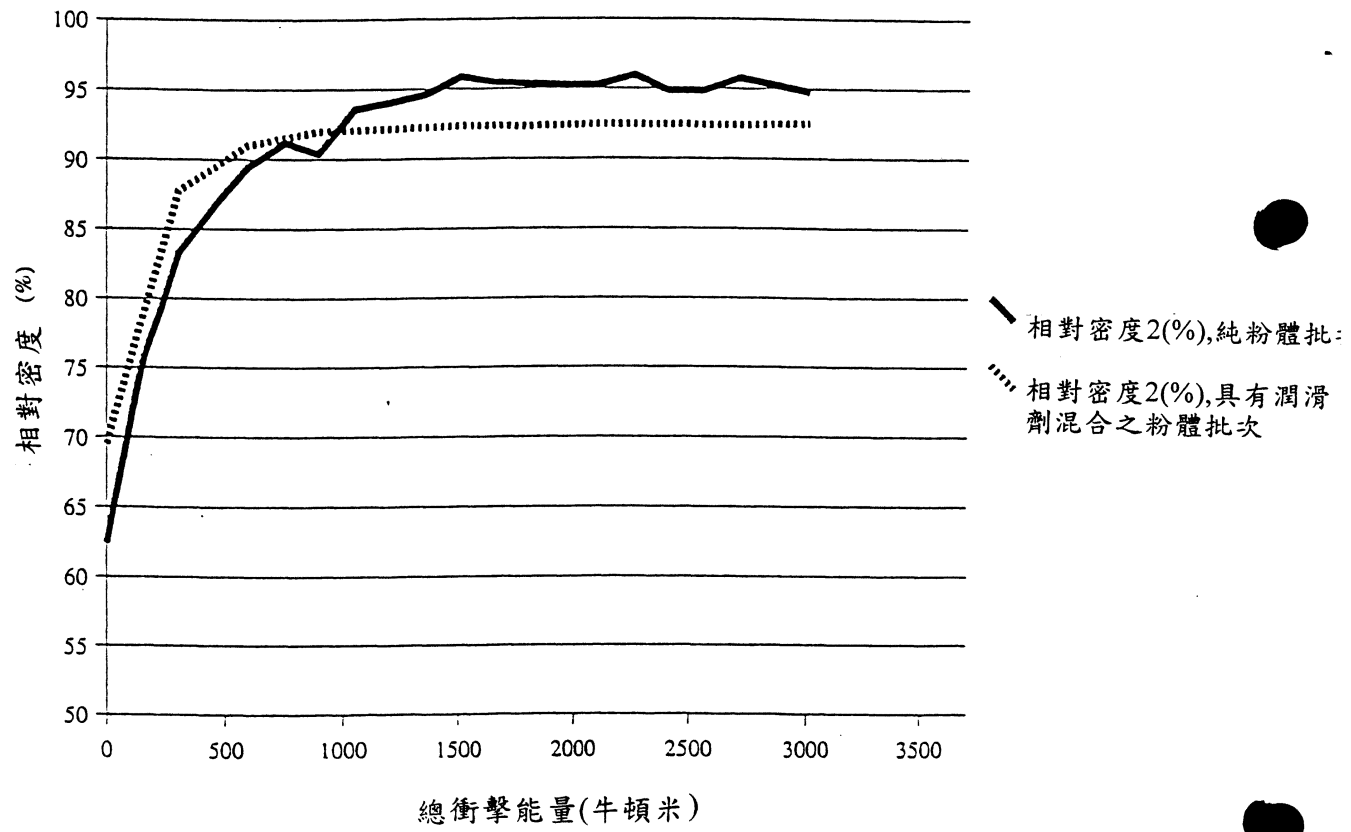


第 3 圖



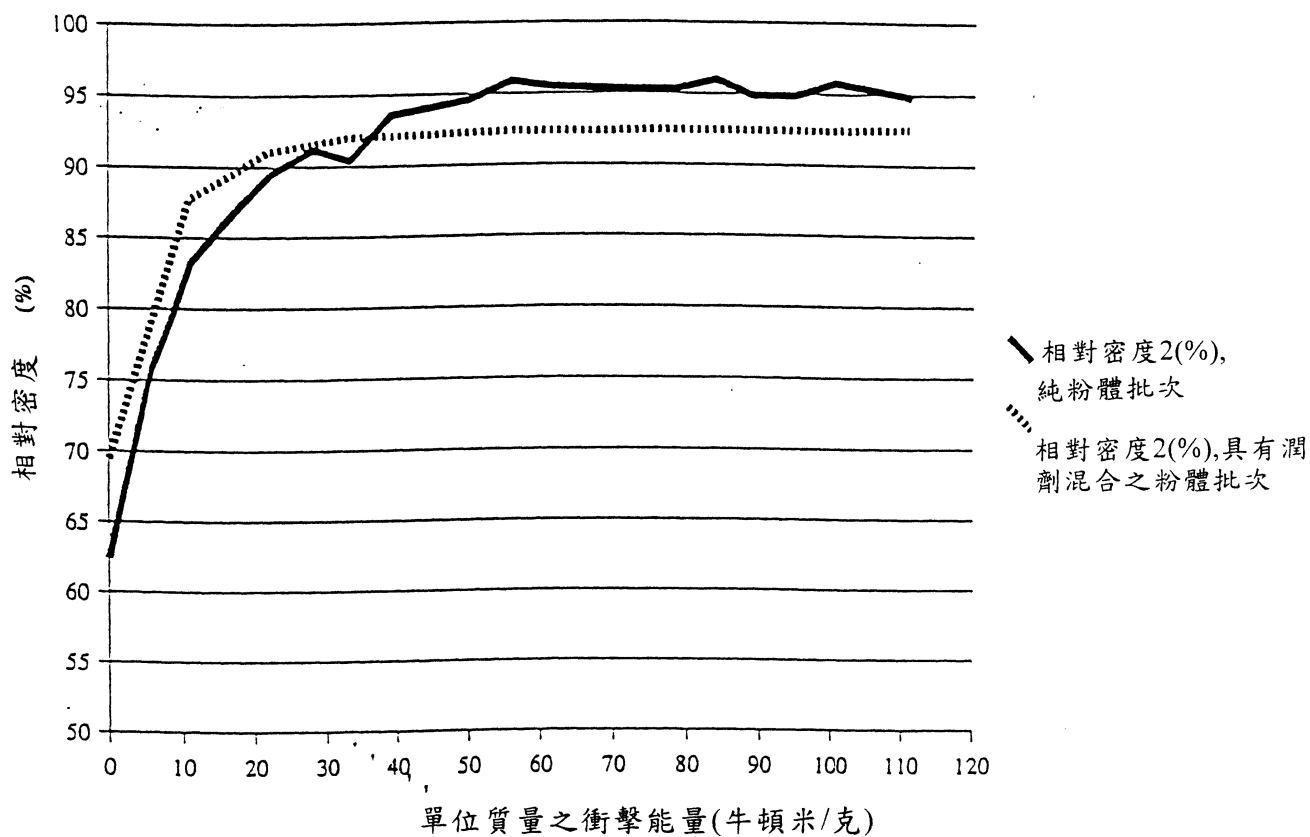
第 4 圖

麻用散體不銹鋼



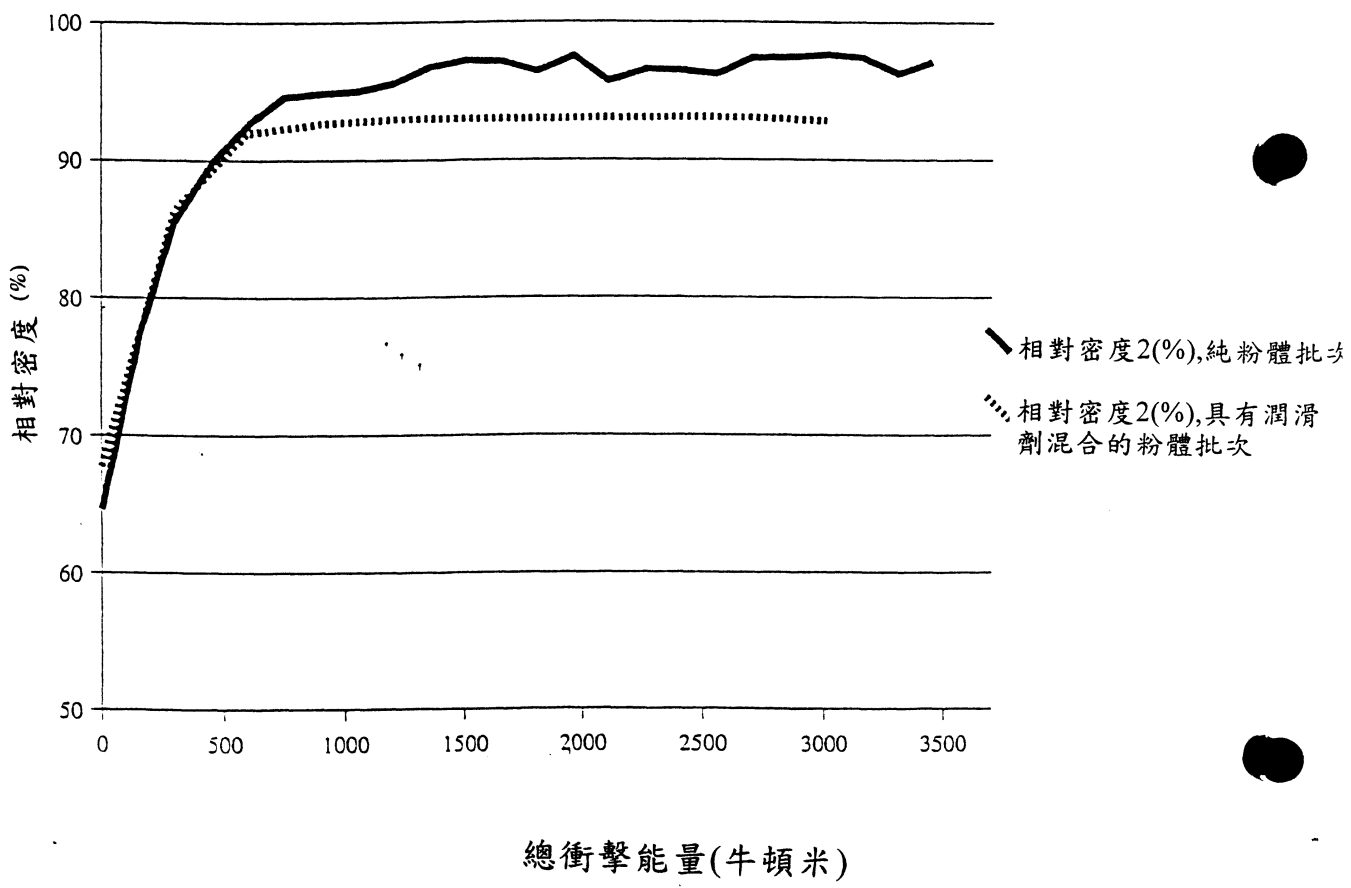
第 5 圖

麻用散體鋼



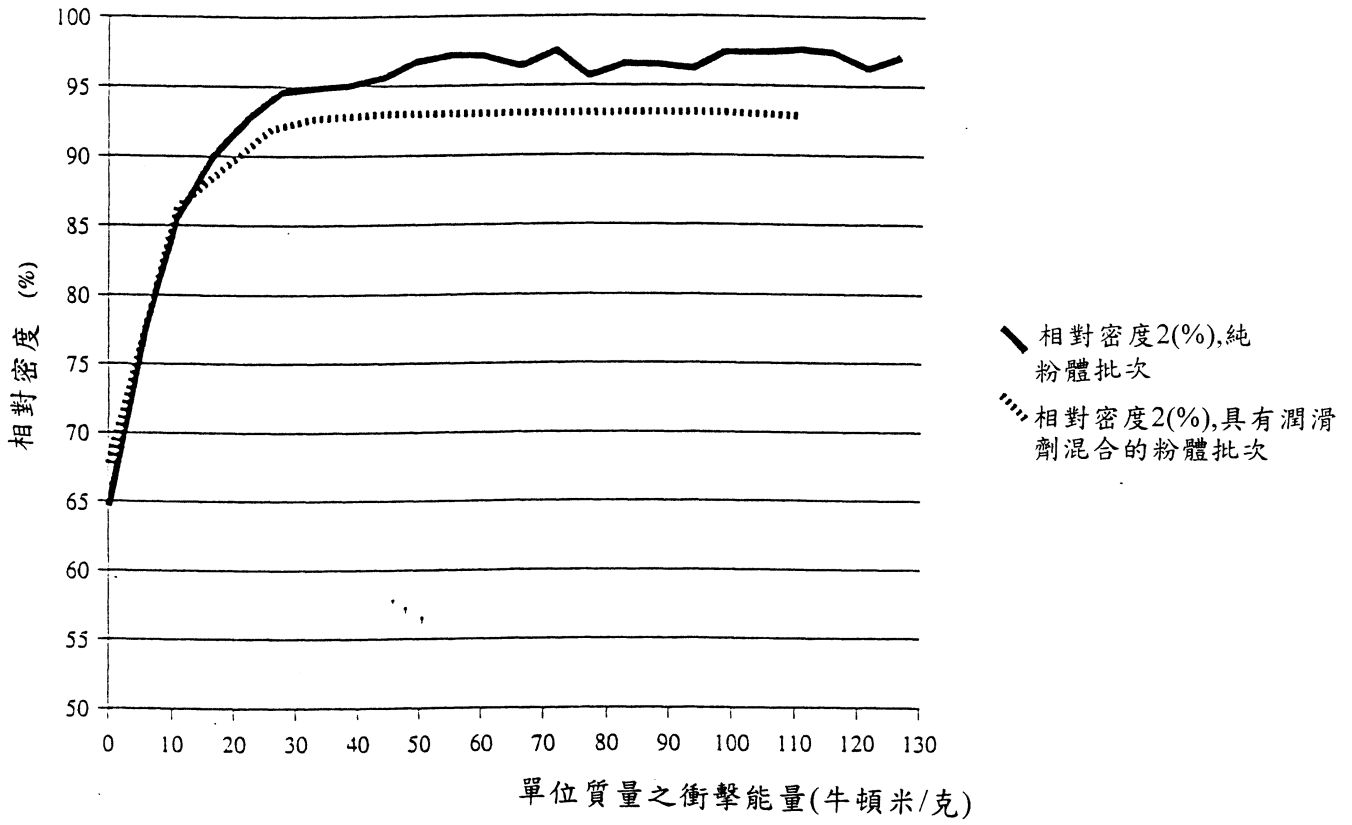
第 6 圖

低鍛造鋼

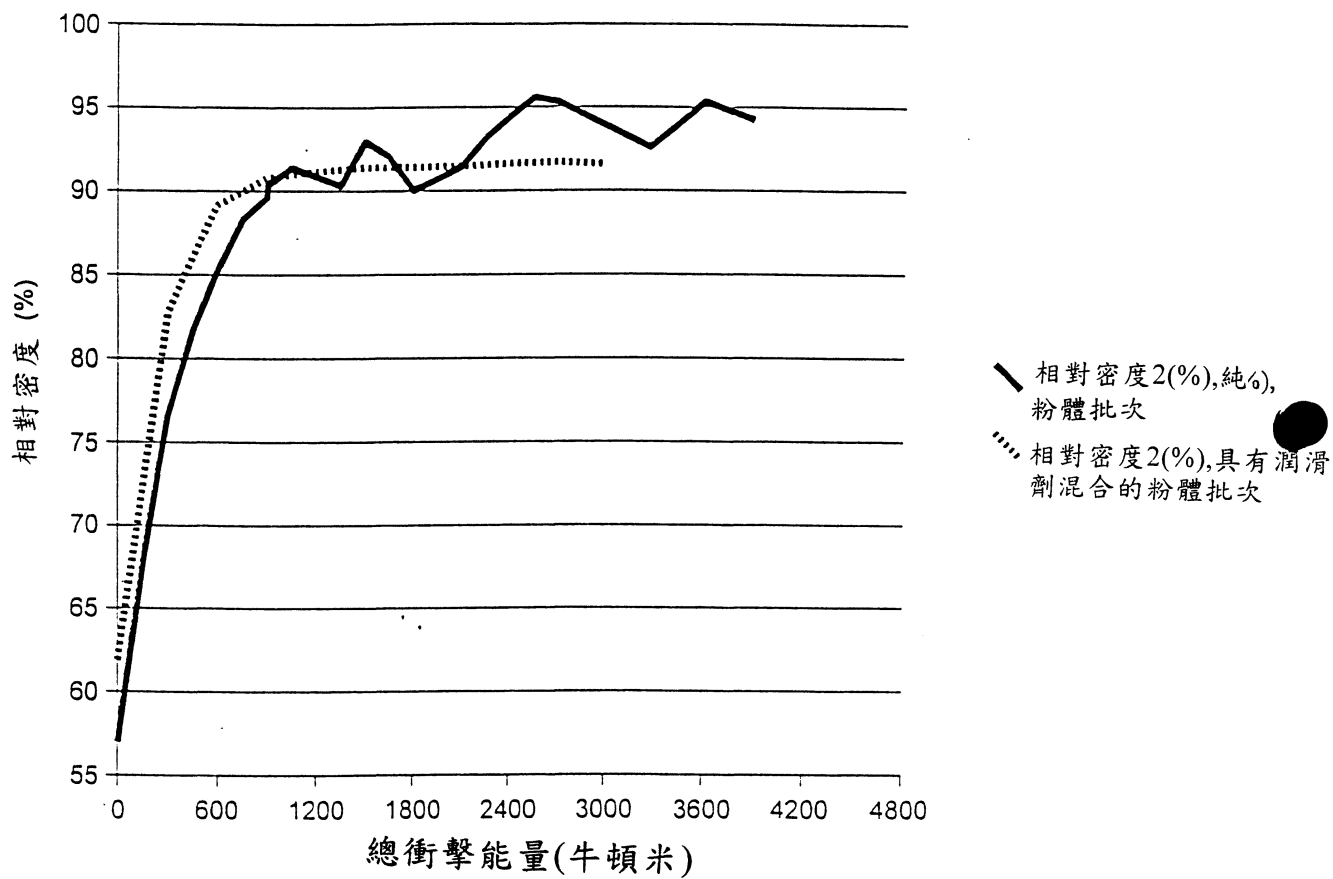


第 7 圖

低鍛造鋼

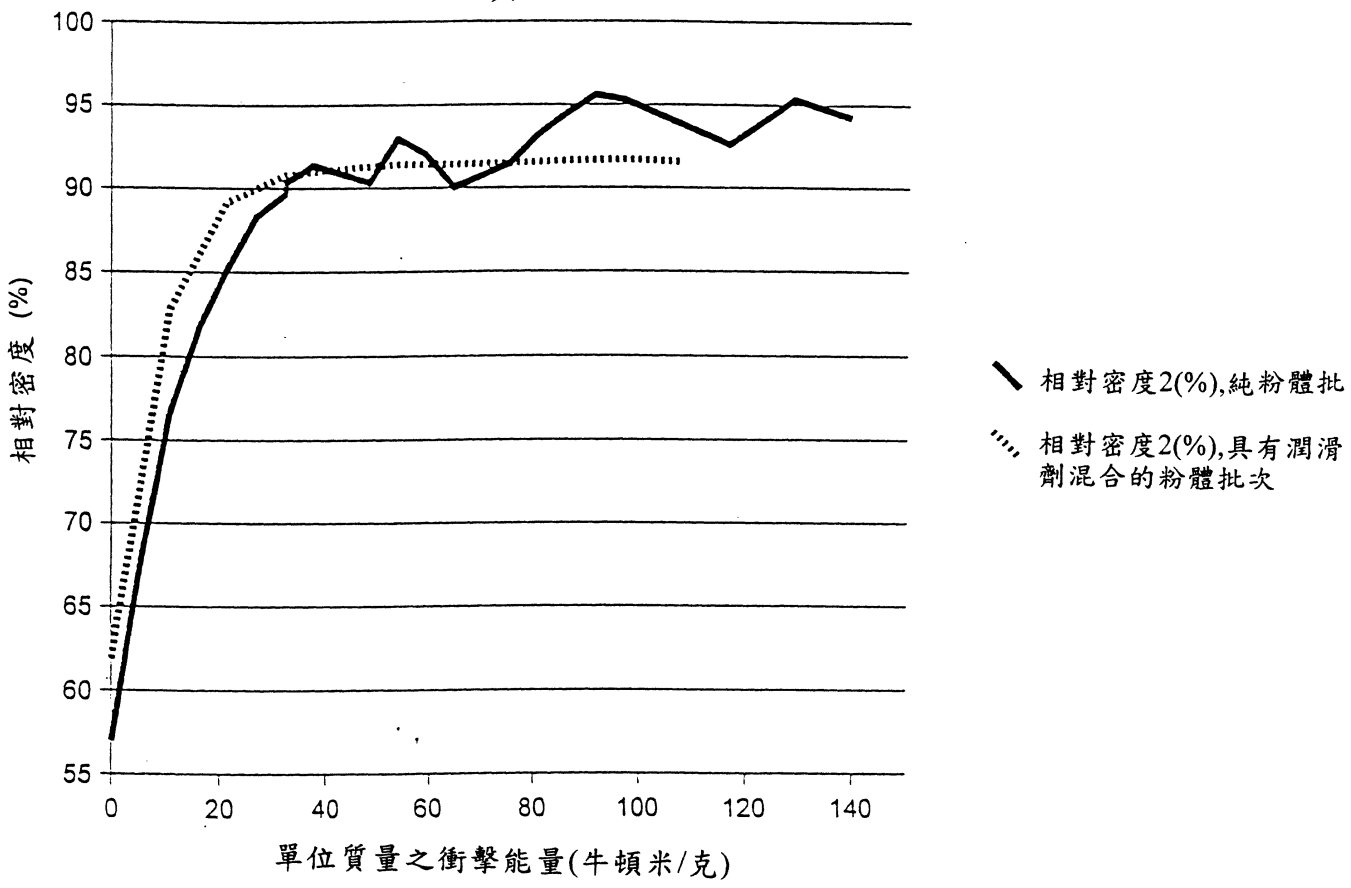


第 8 圖



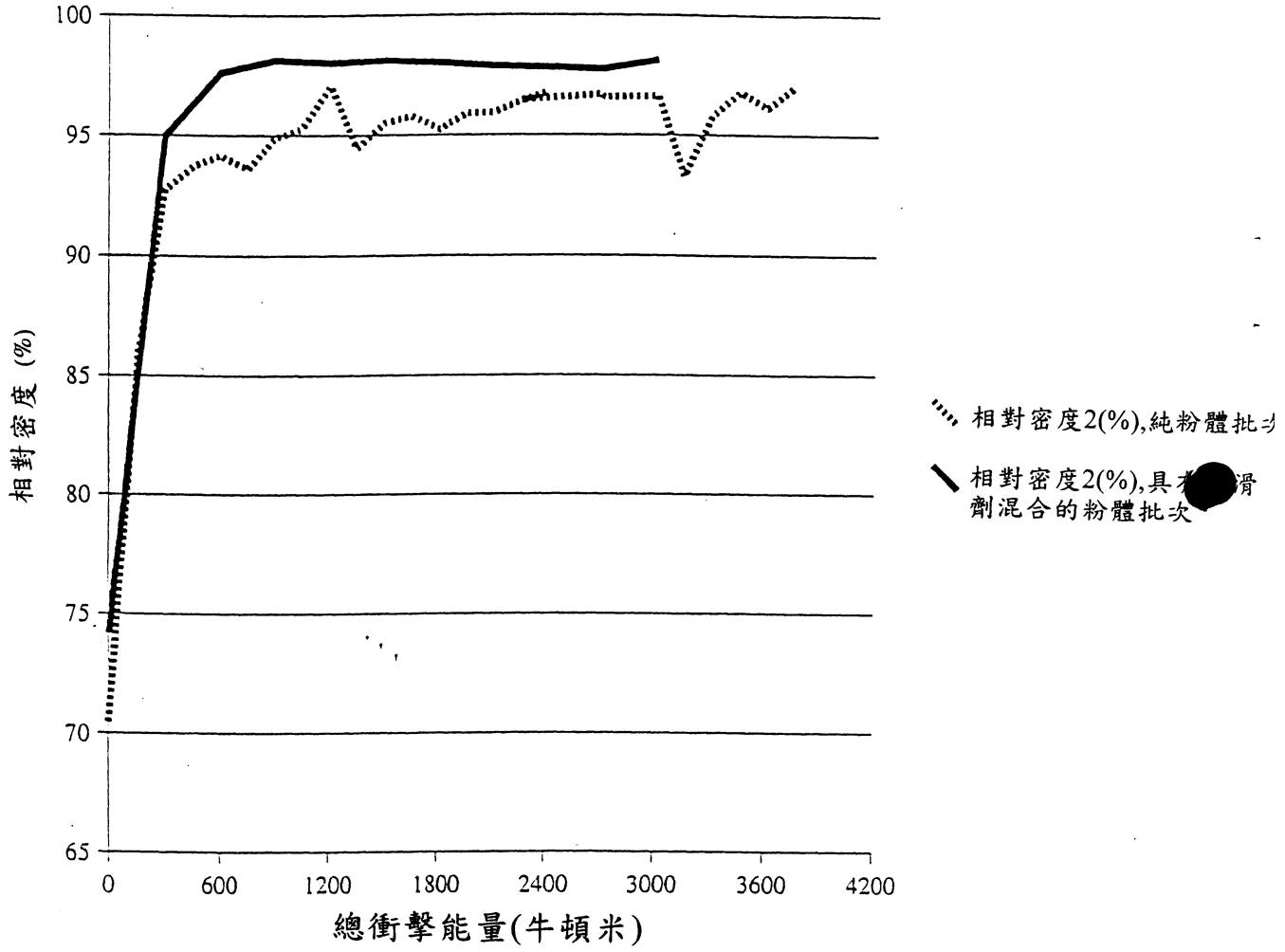
第 9 圖

工具鋼

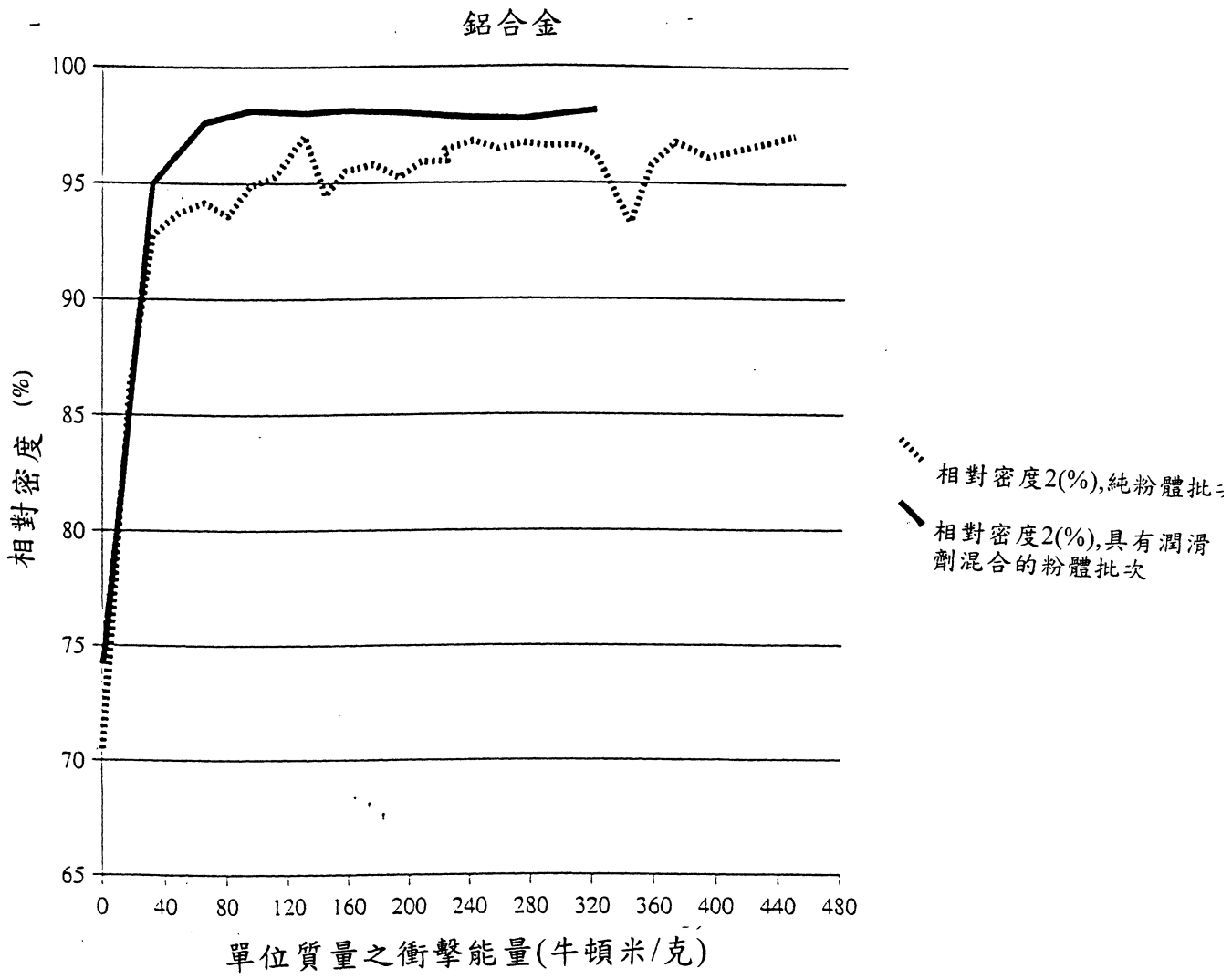


第 10 圖

鋁合金

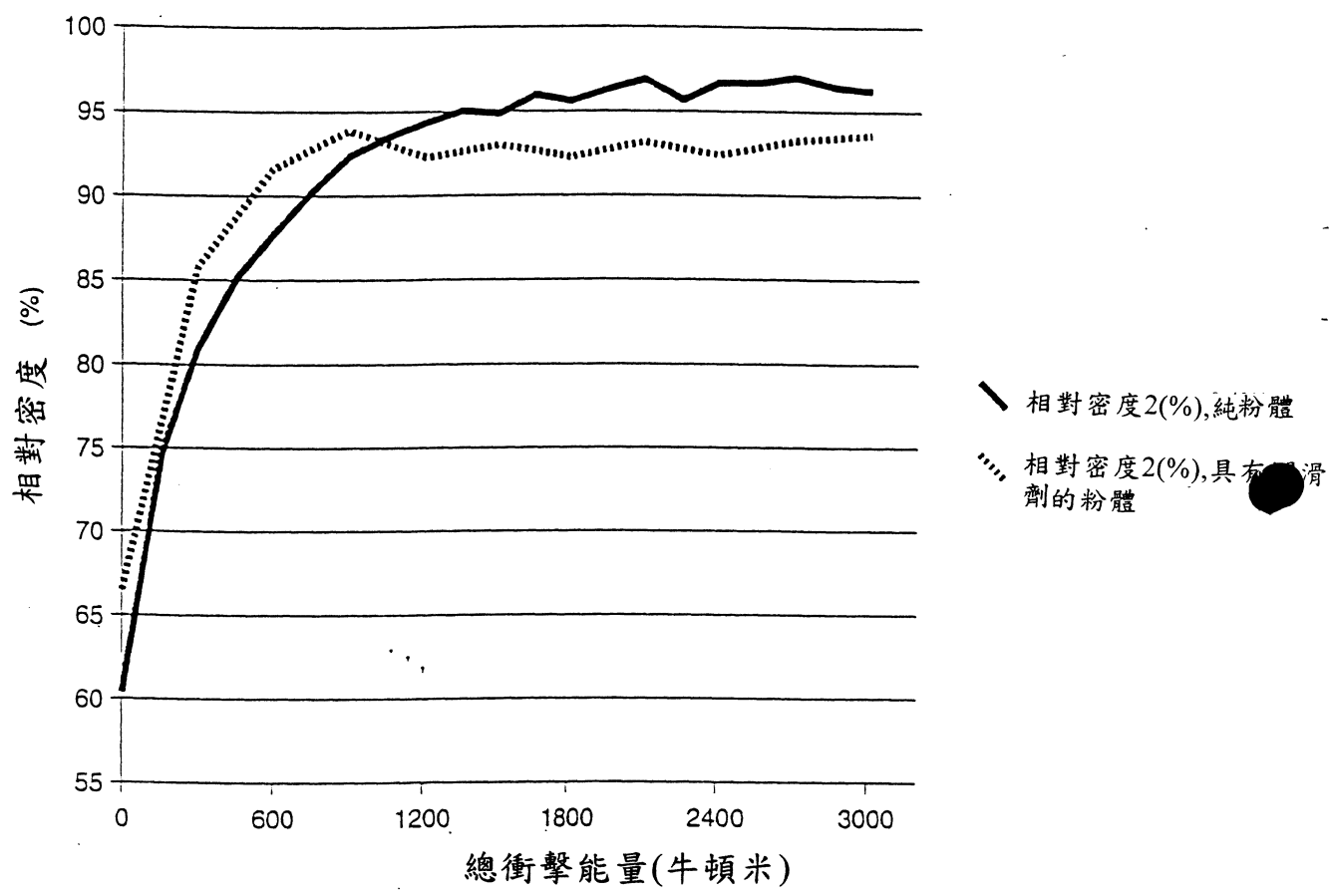


第 11 圖

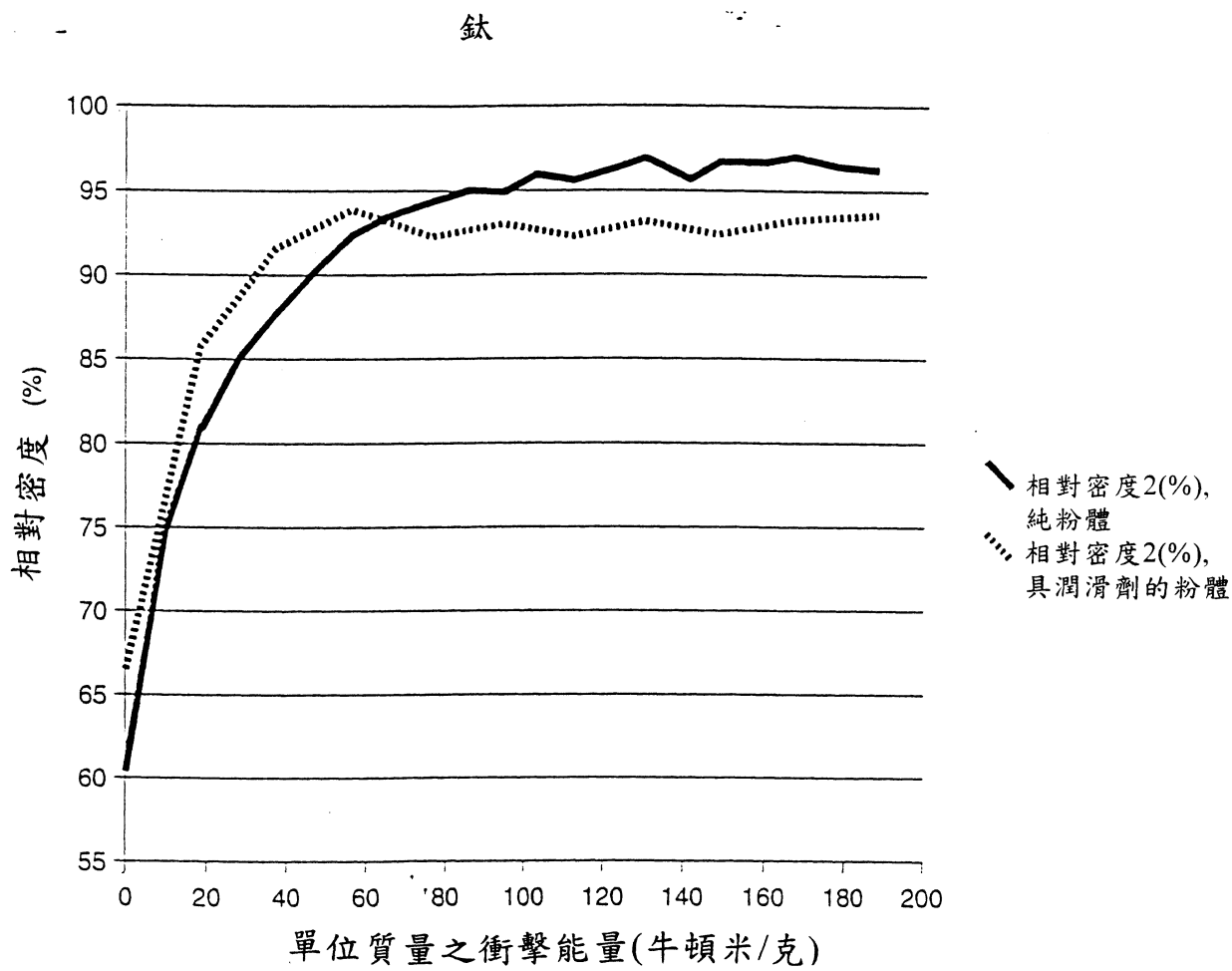


第 12 圖

鈦批之1和2

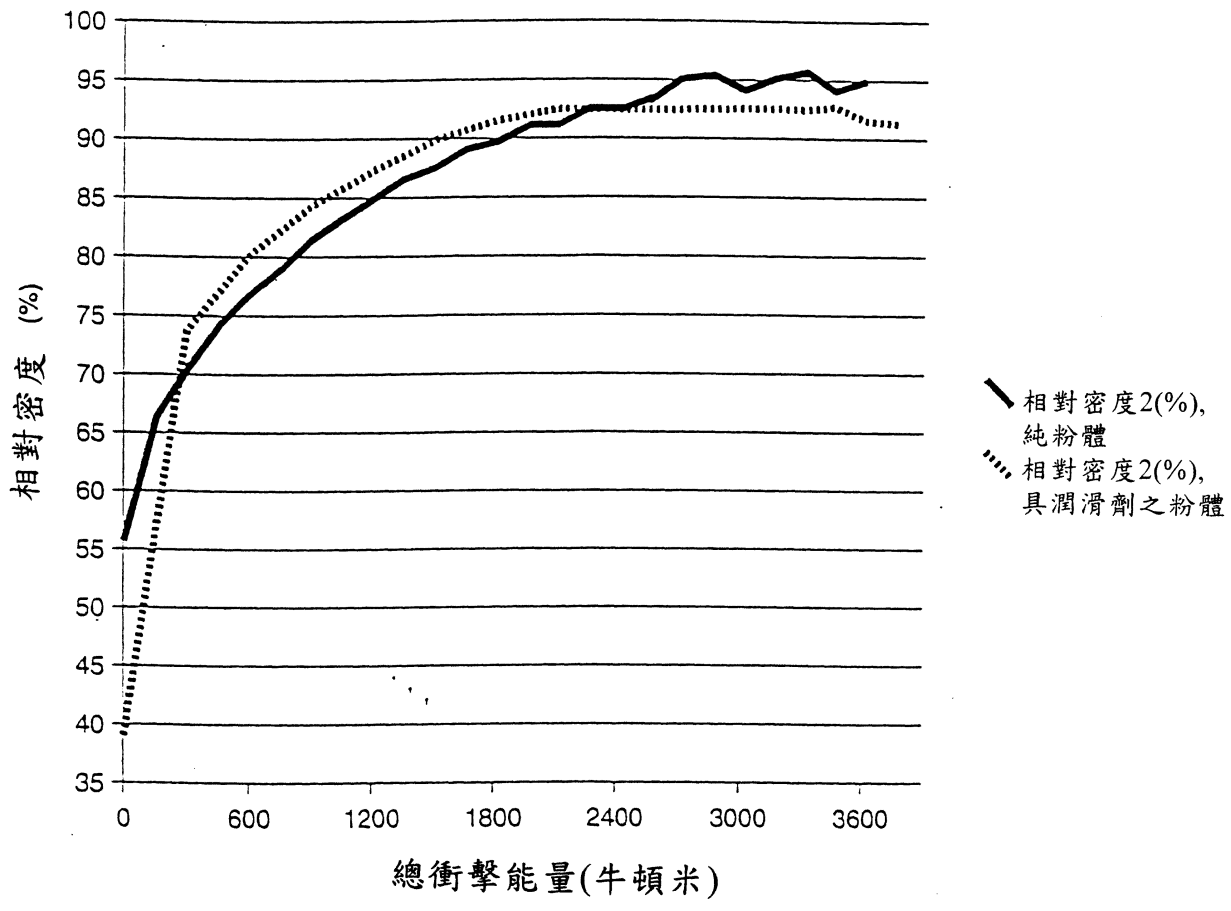


第 13 圖



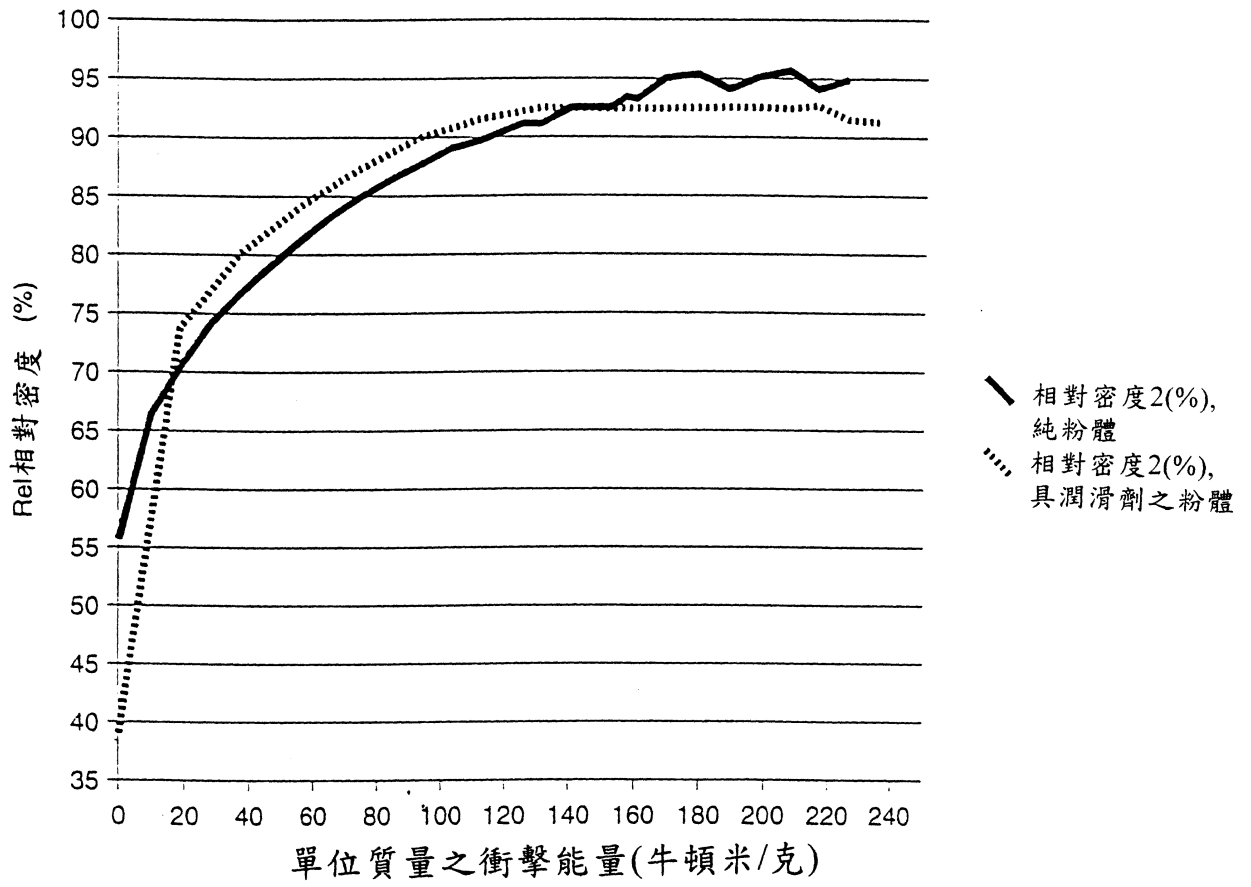
第 14 圖

鈦-6鋁-4鈮, 批次1和2



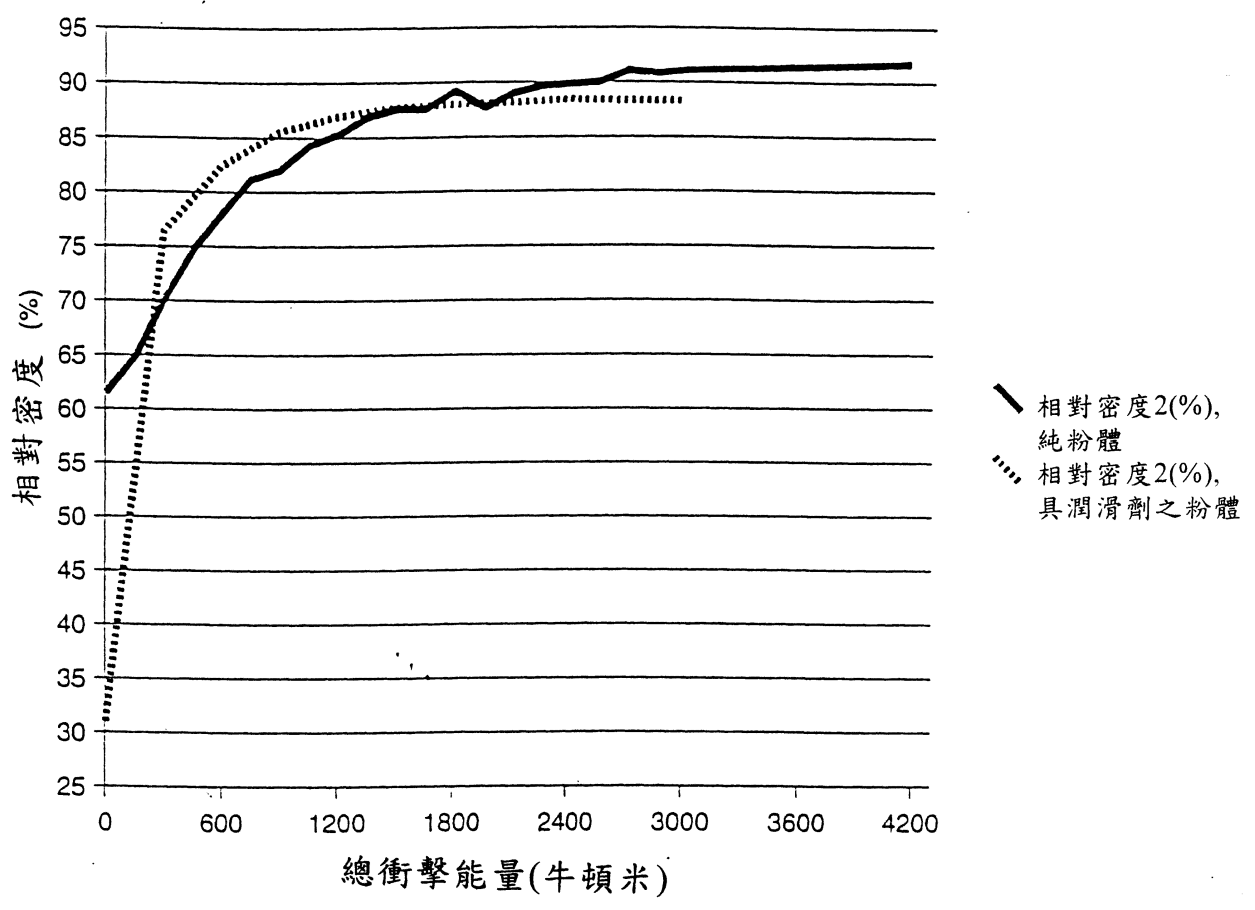
第 15 圖

鈦 6鋁 4鈮

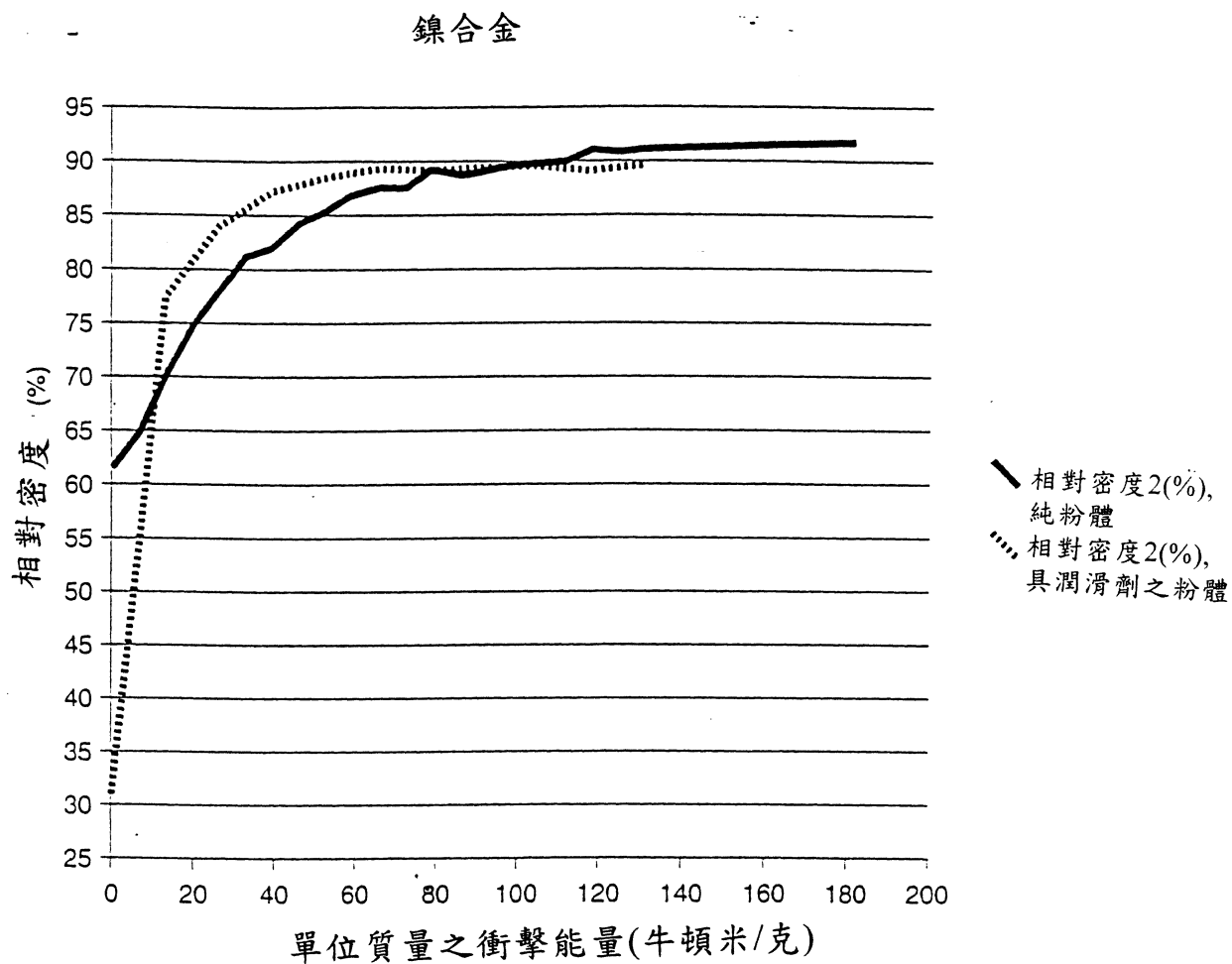


第 16 圖

鎳合金, 批次1和2

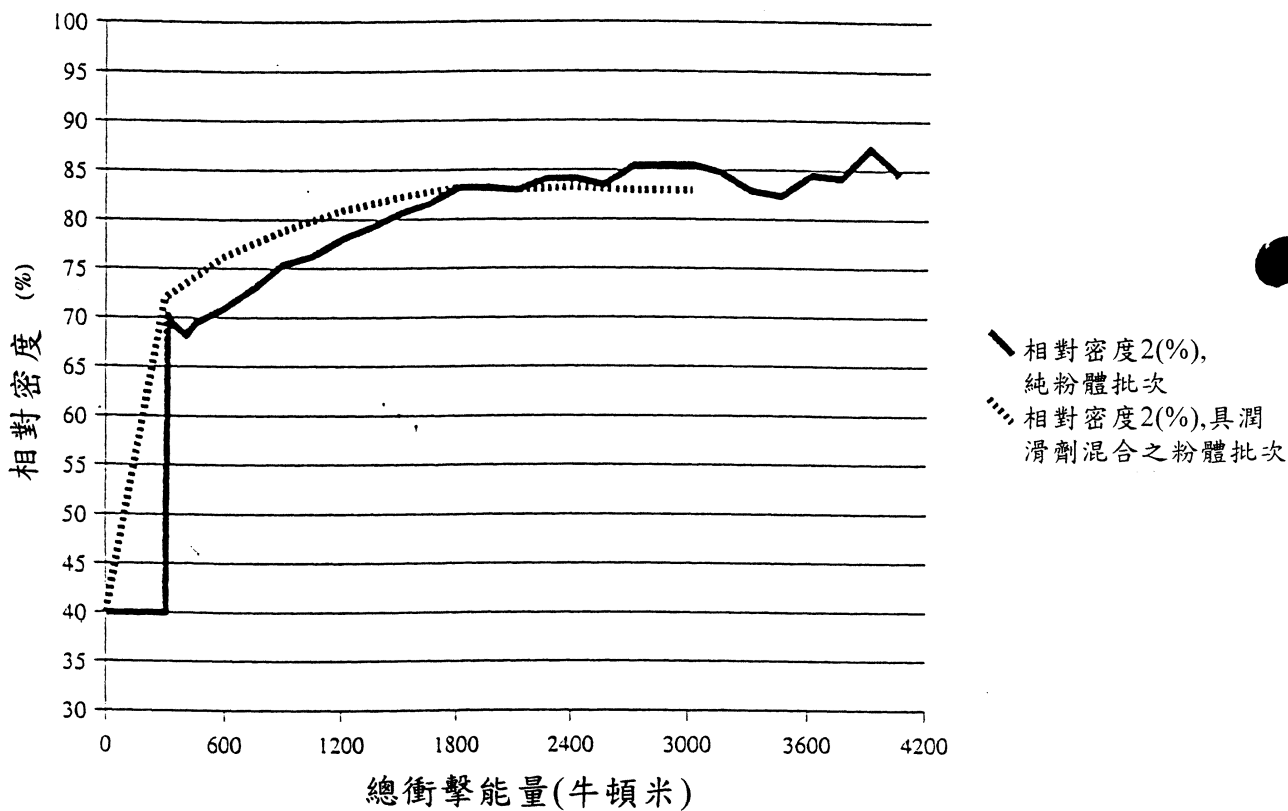


第 17 圖



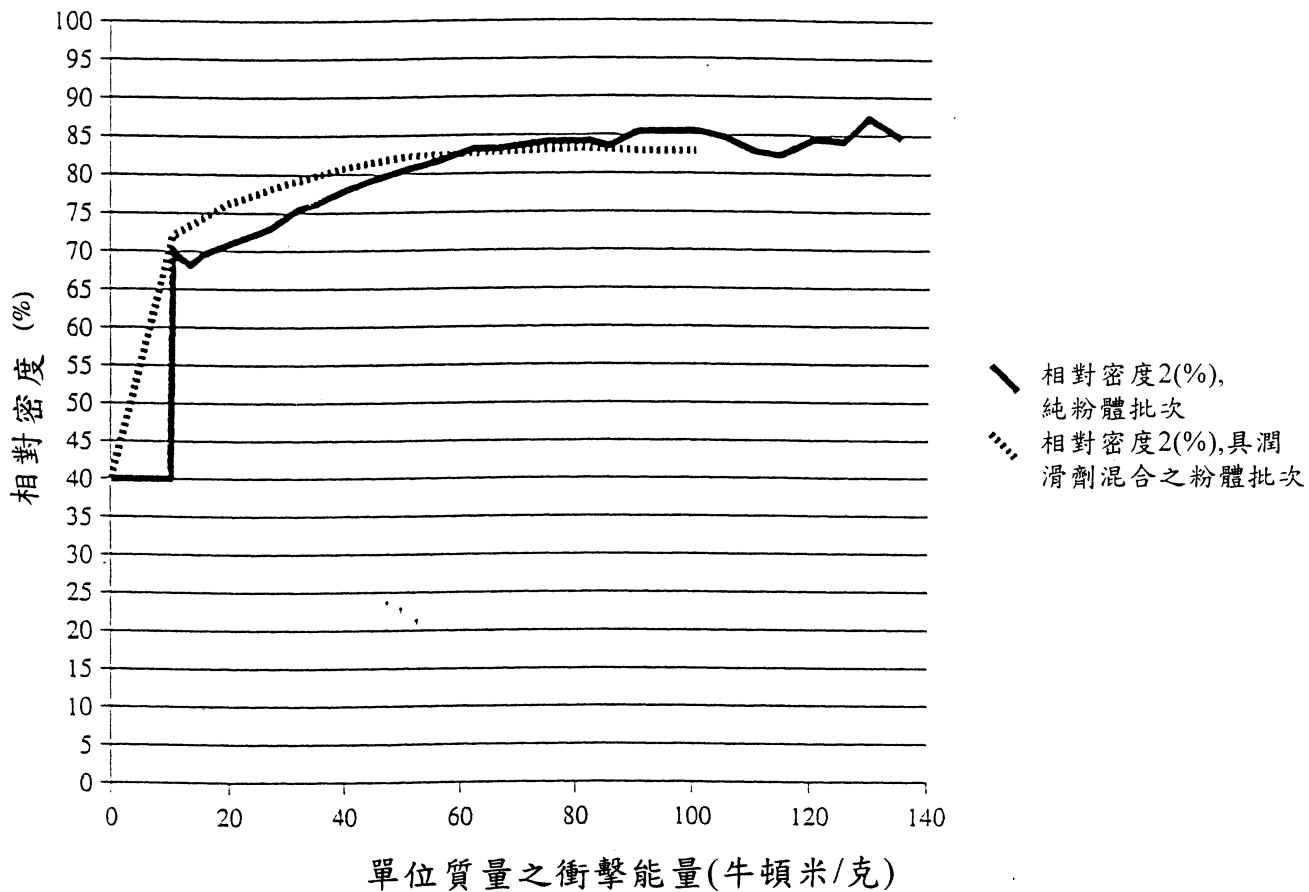
第 18 圖

鈷 28 鉻 6 鉬



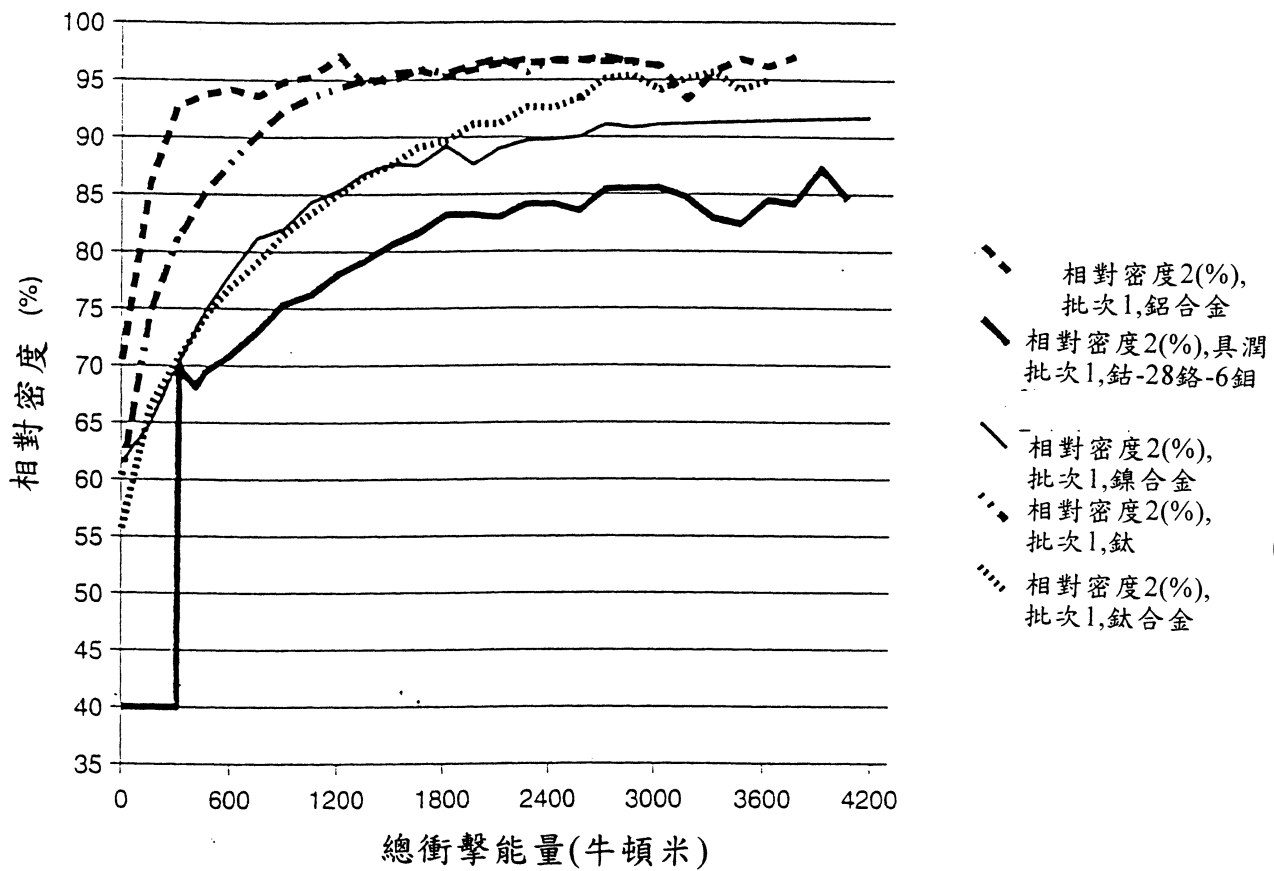
第 19 圖

鈷 28 鉻 6 銅



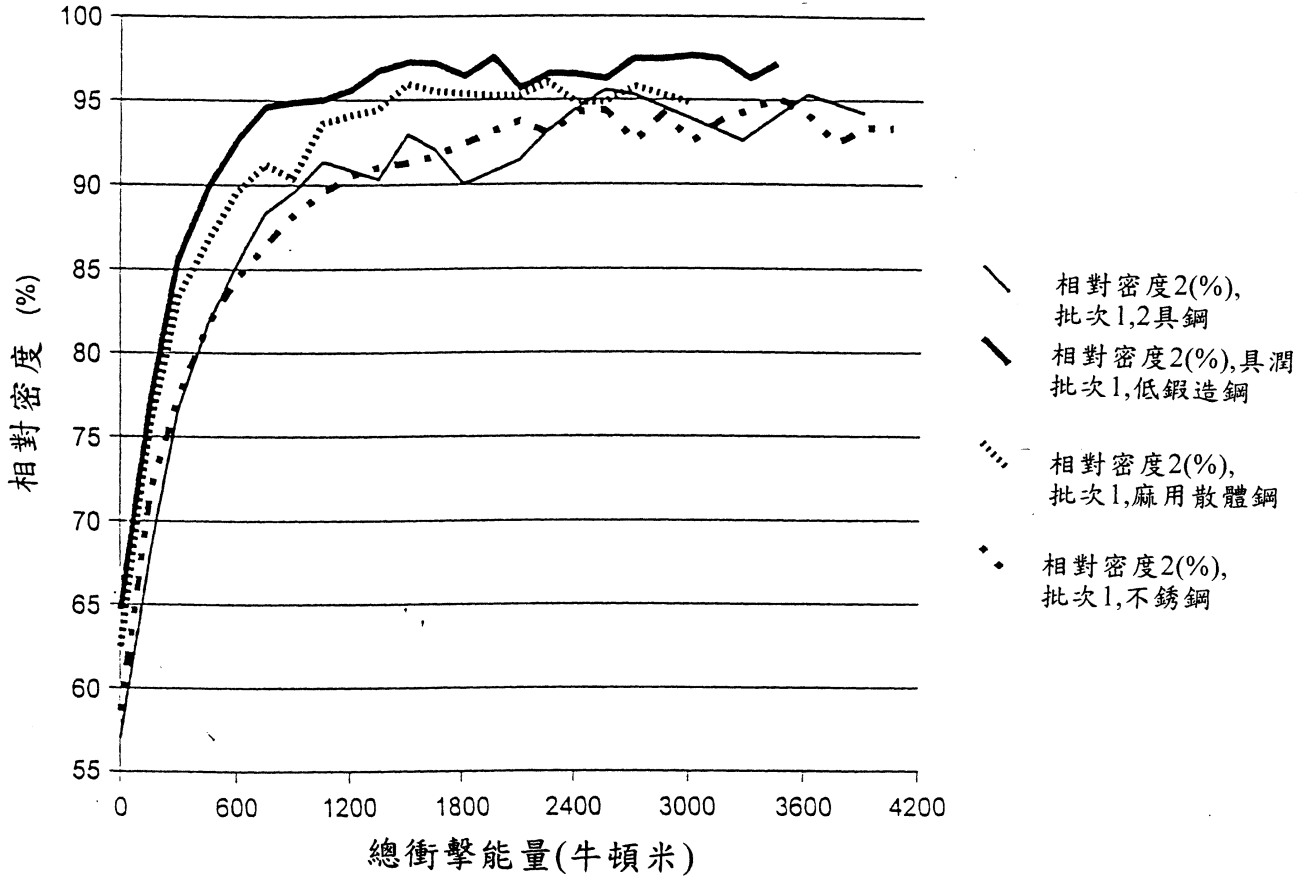
第 20 圖

所有金屬，非鐵基



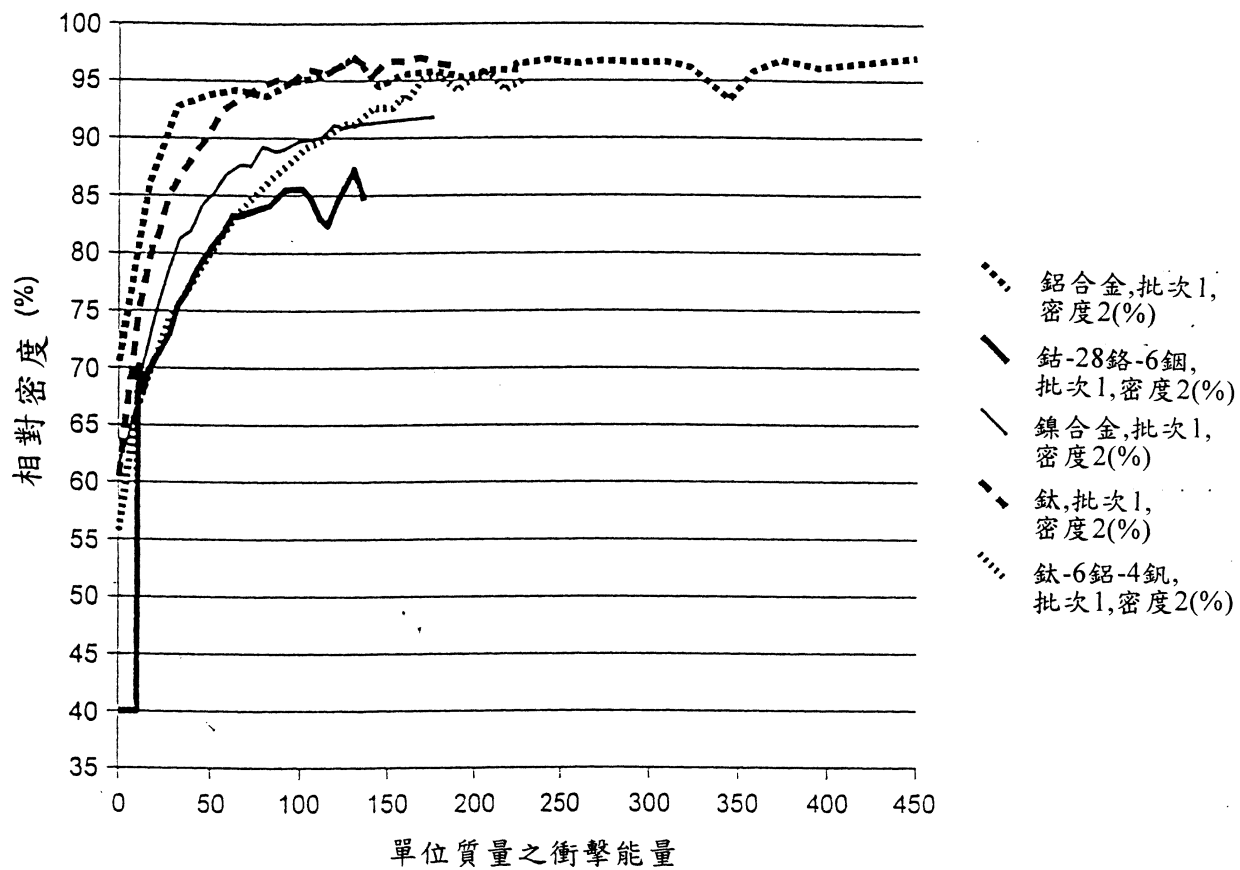
第 21 圖

鐵基曲線之總衝擊能量的最新圖式

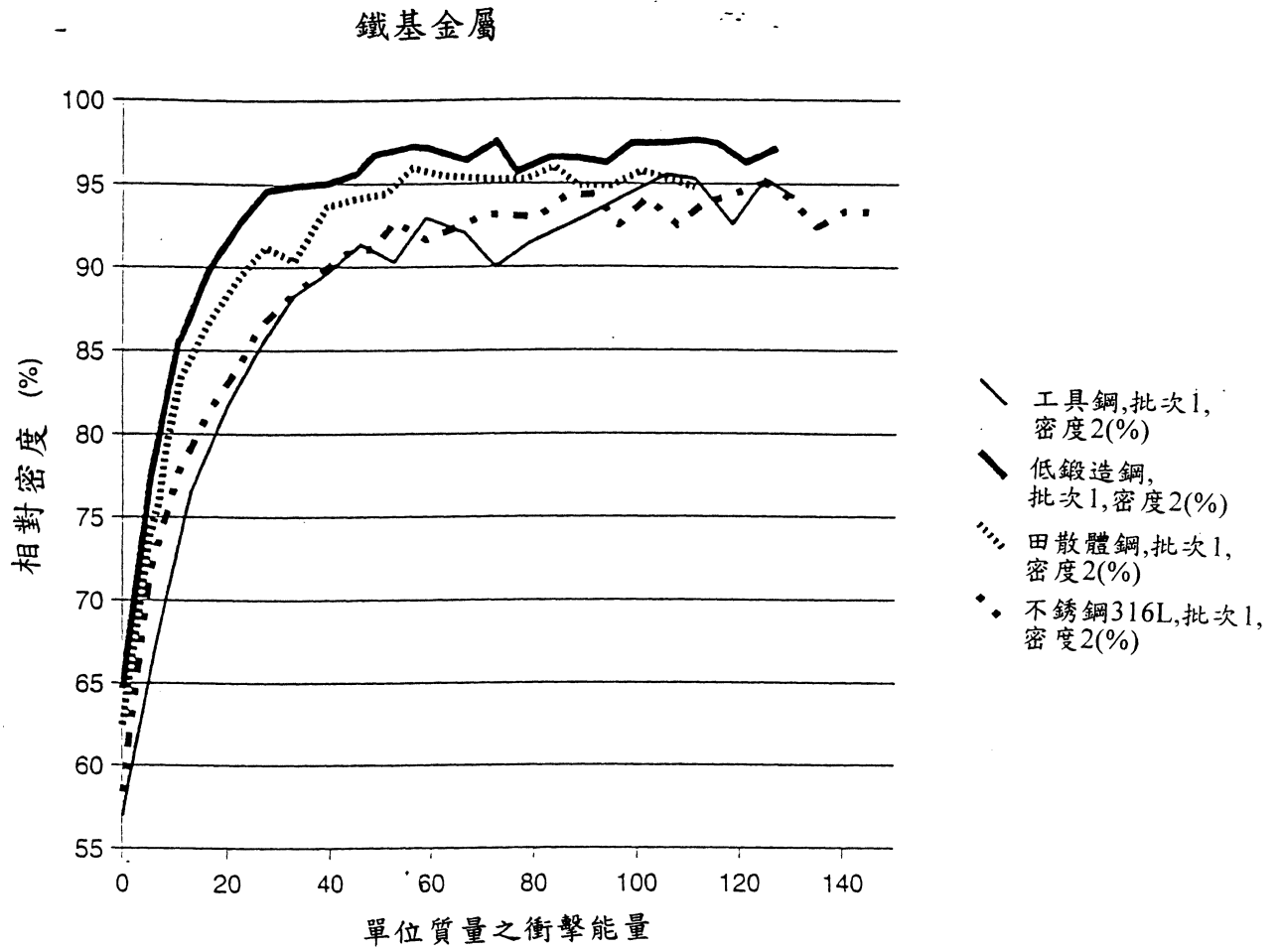


第 22 圖

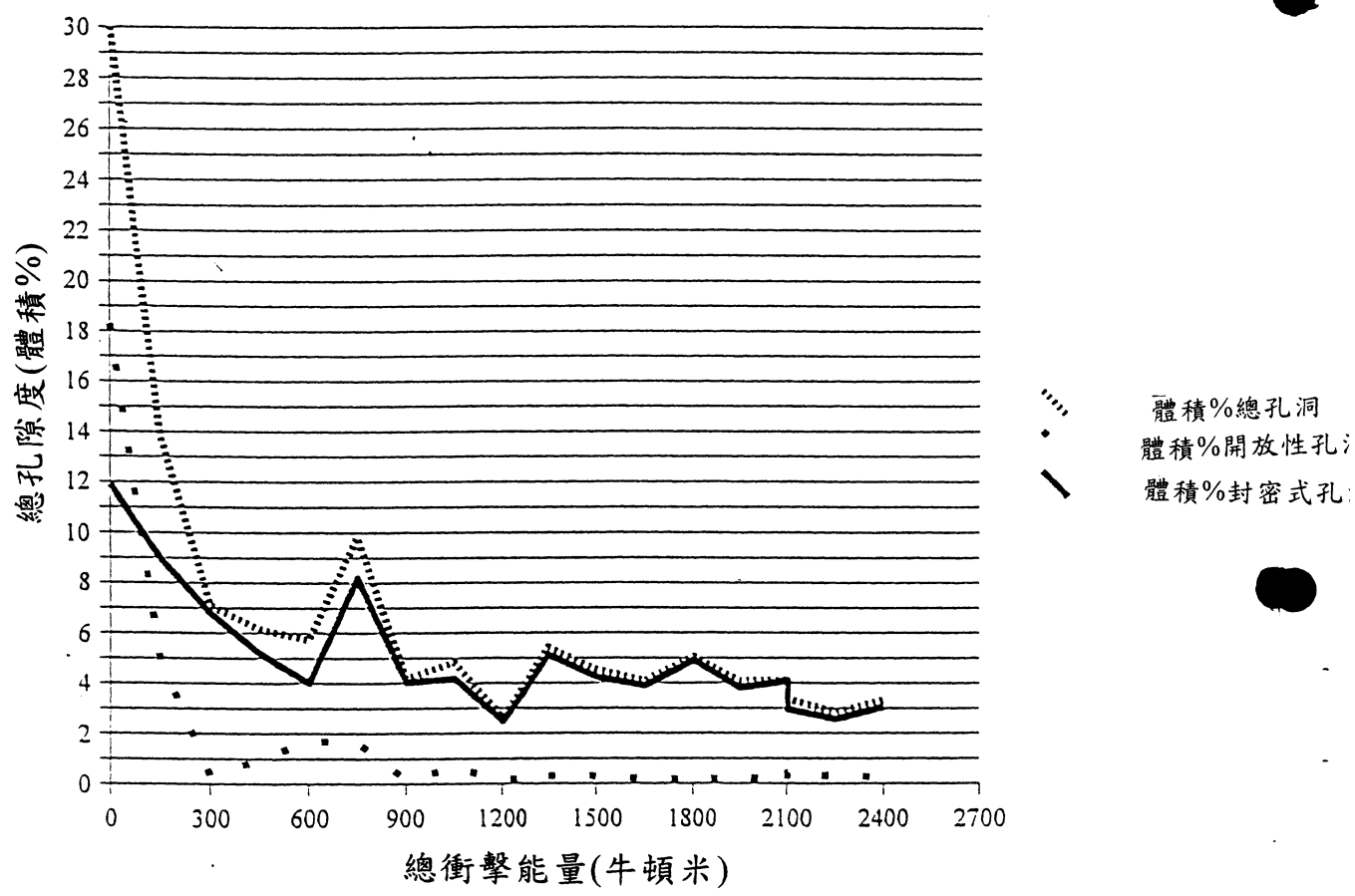
非鐵基粉體的最新圖式



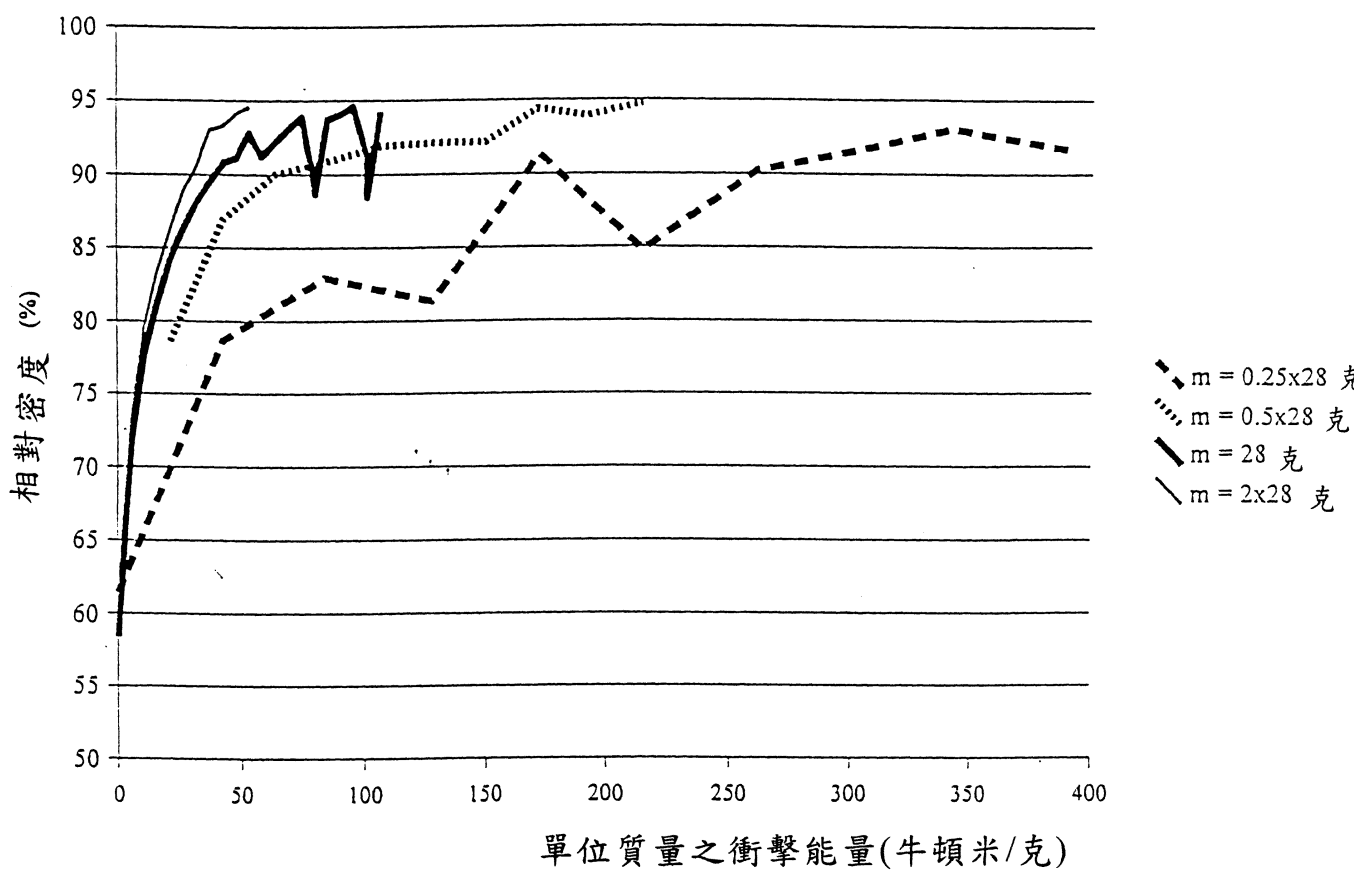
第 23 圖



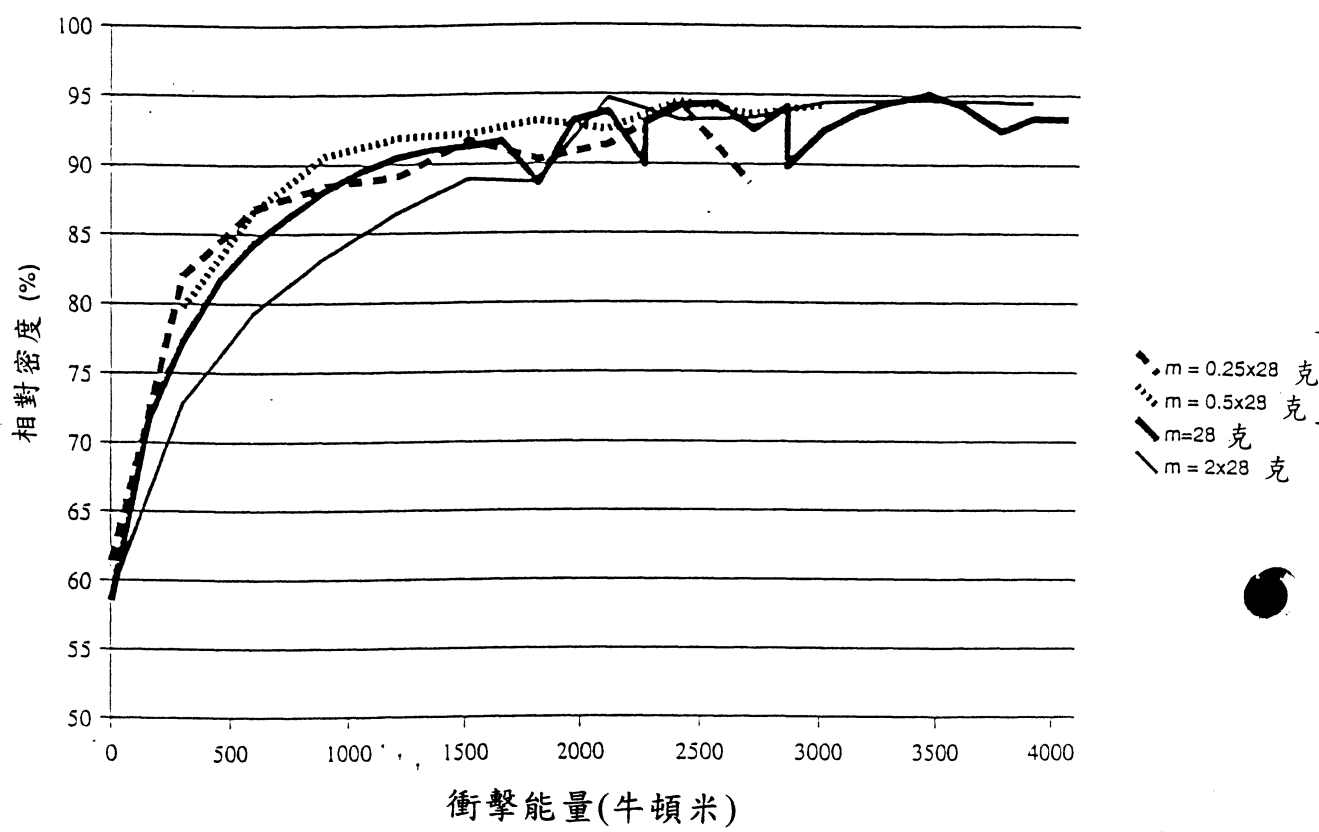
第 24 圖



第 25 圖

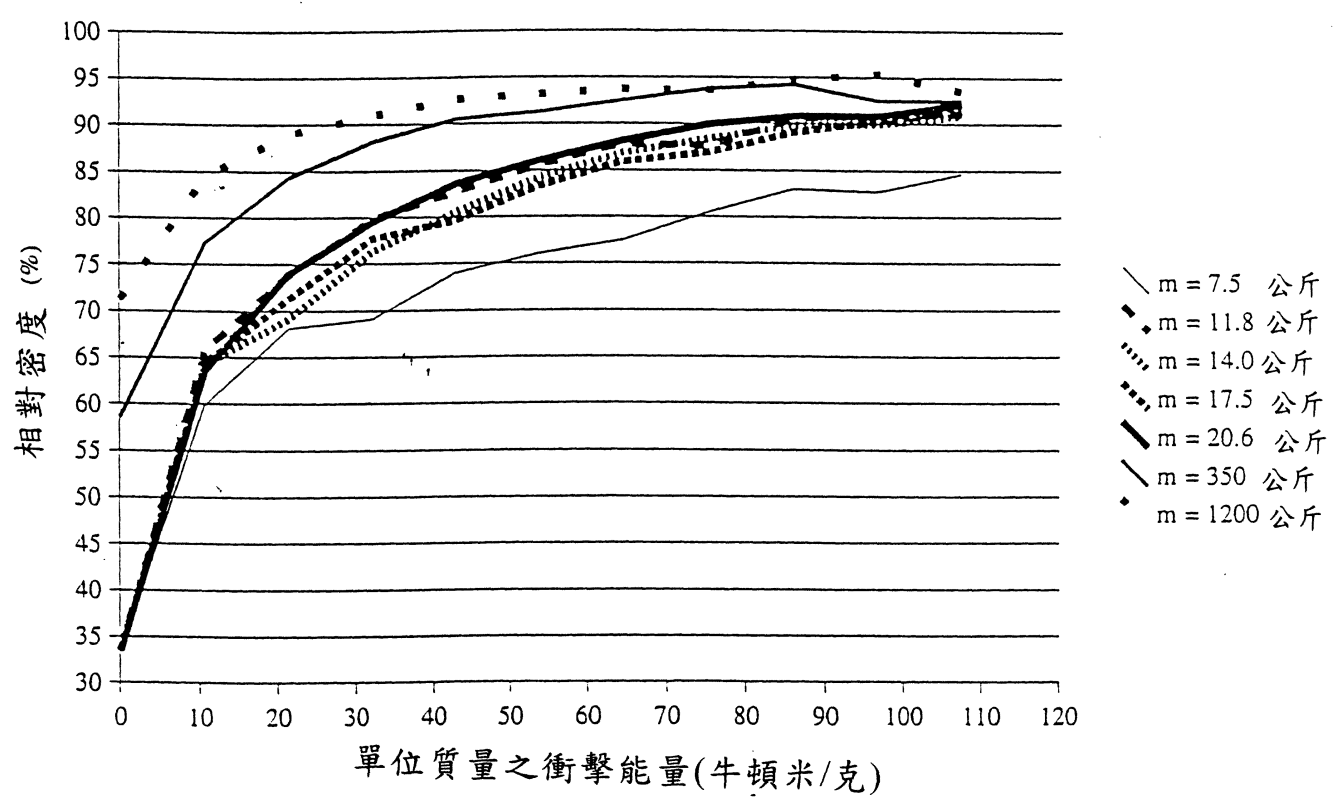


第 26 圖

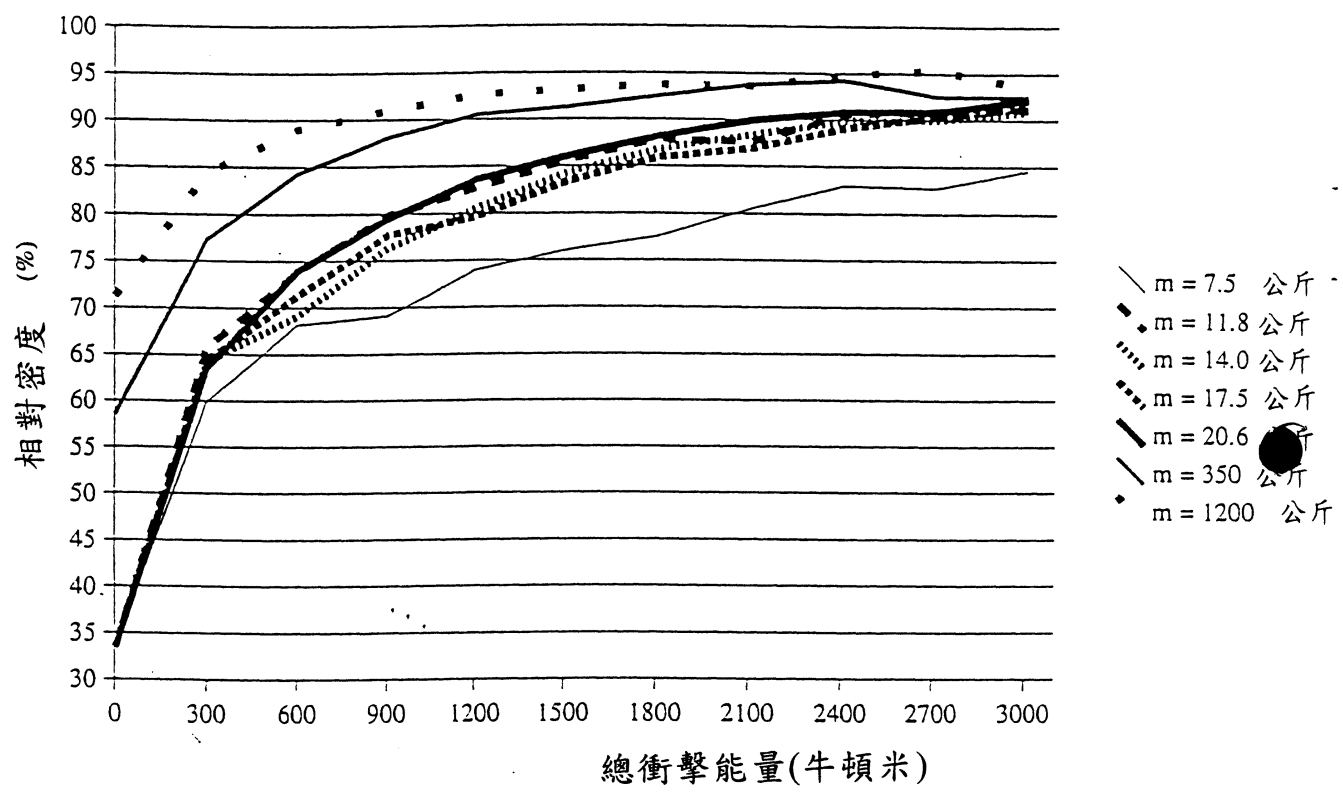


第 27 圖

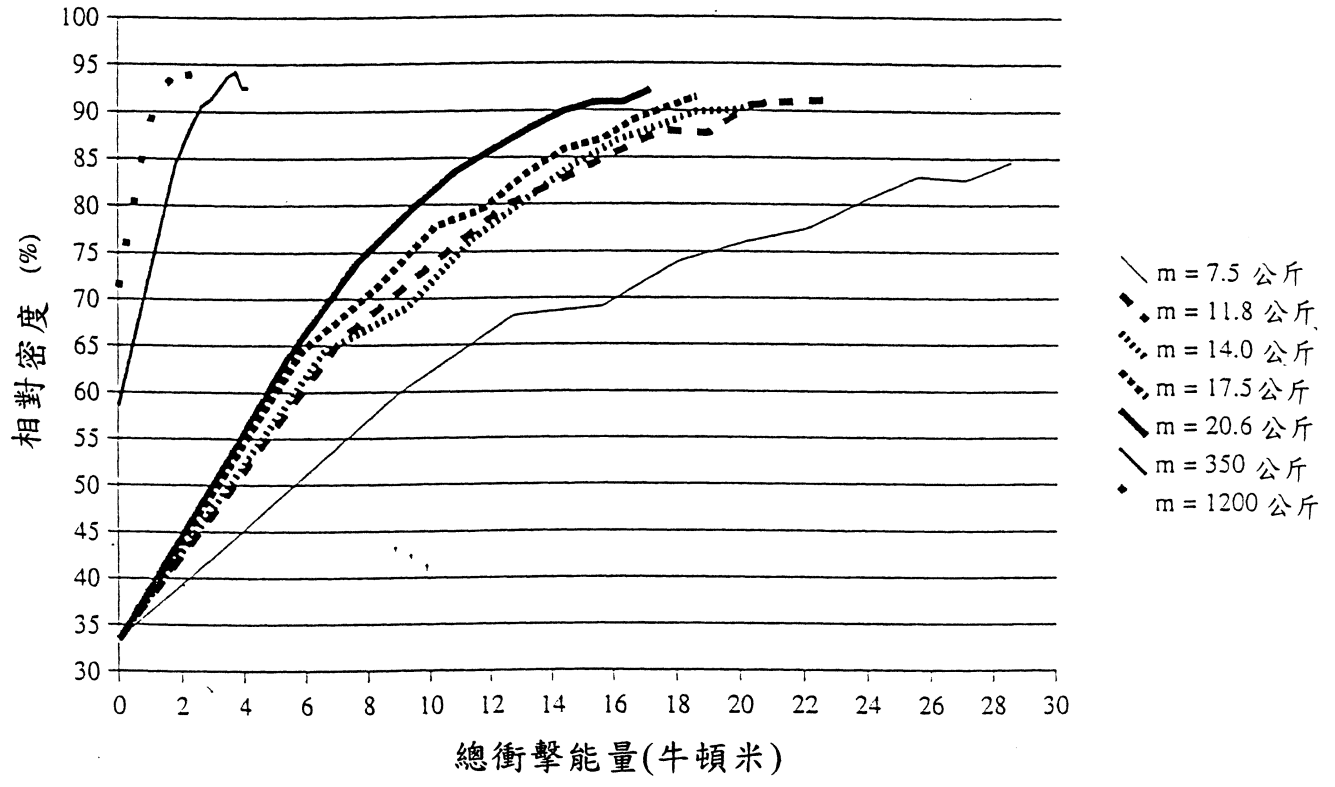
不銹鋼



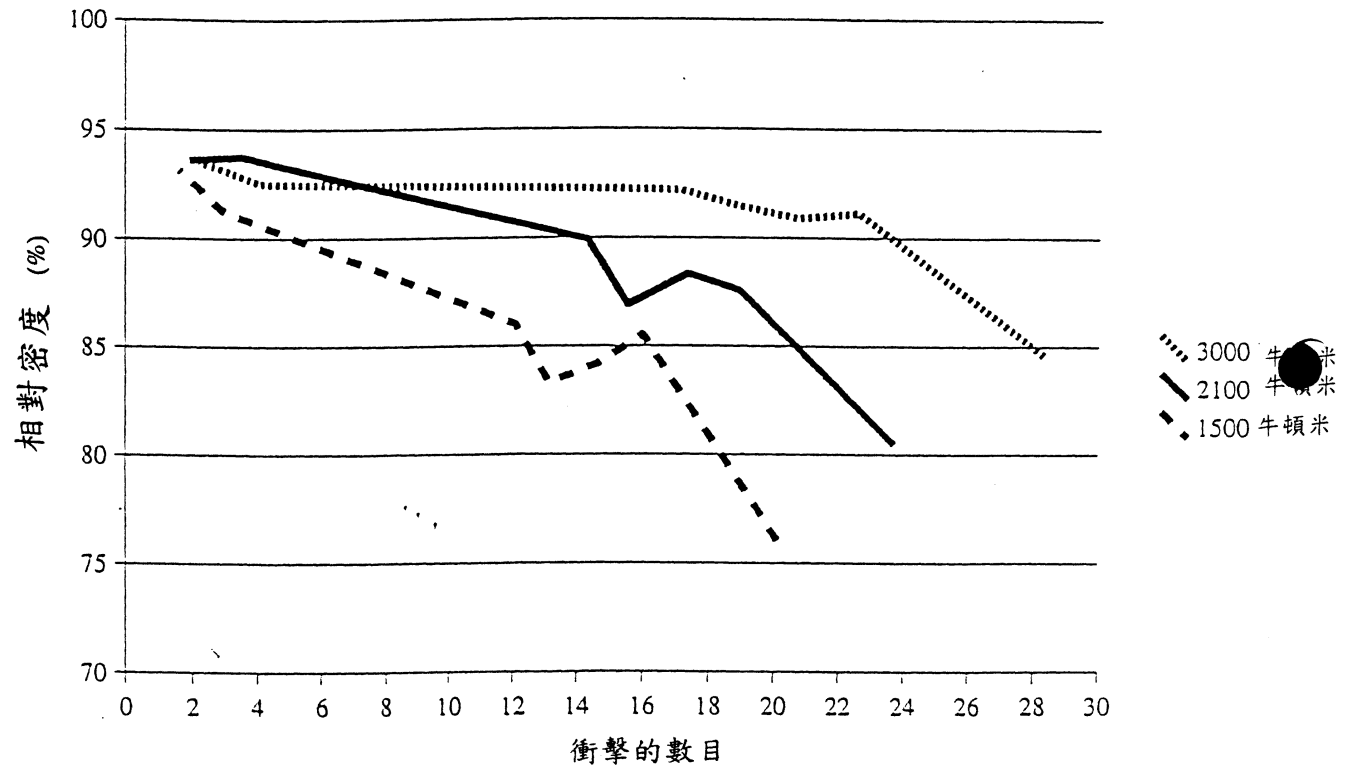
第 28 圖



第 29 圖

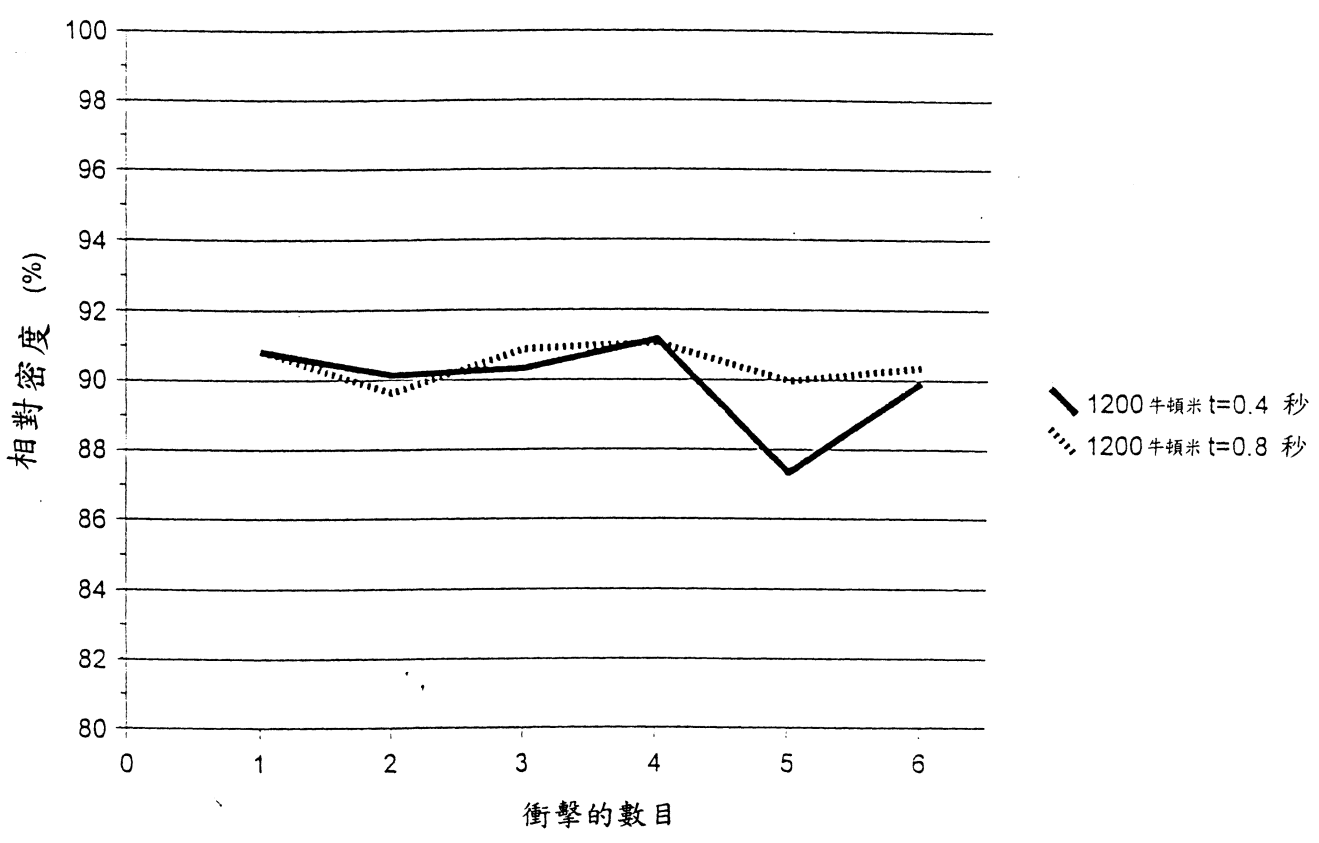


第 30 圖



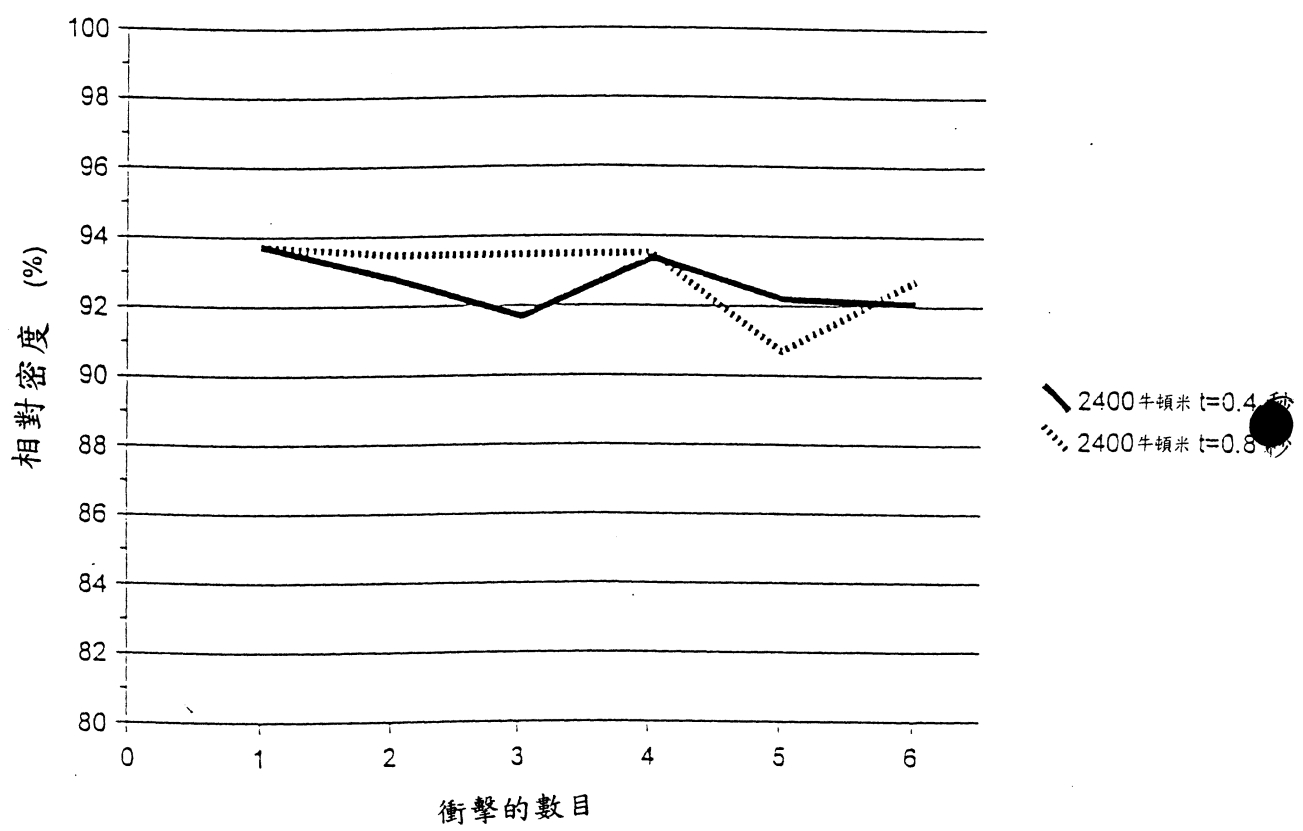
第 31 圖

不銹鋼
複合的曲線



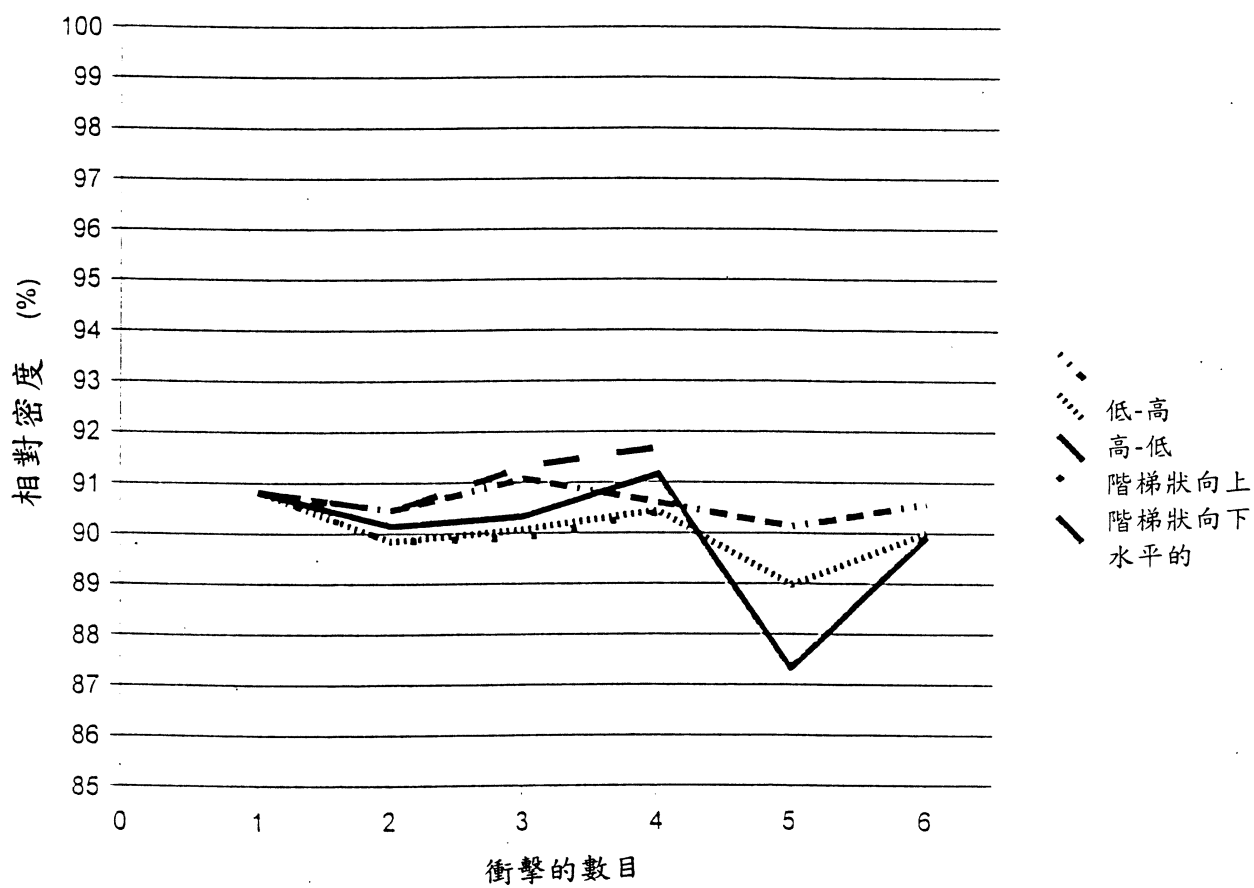
第 32 圖

不銹鋼
複合的曲線

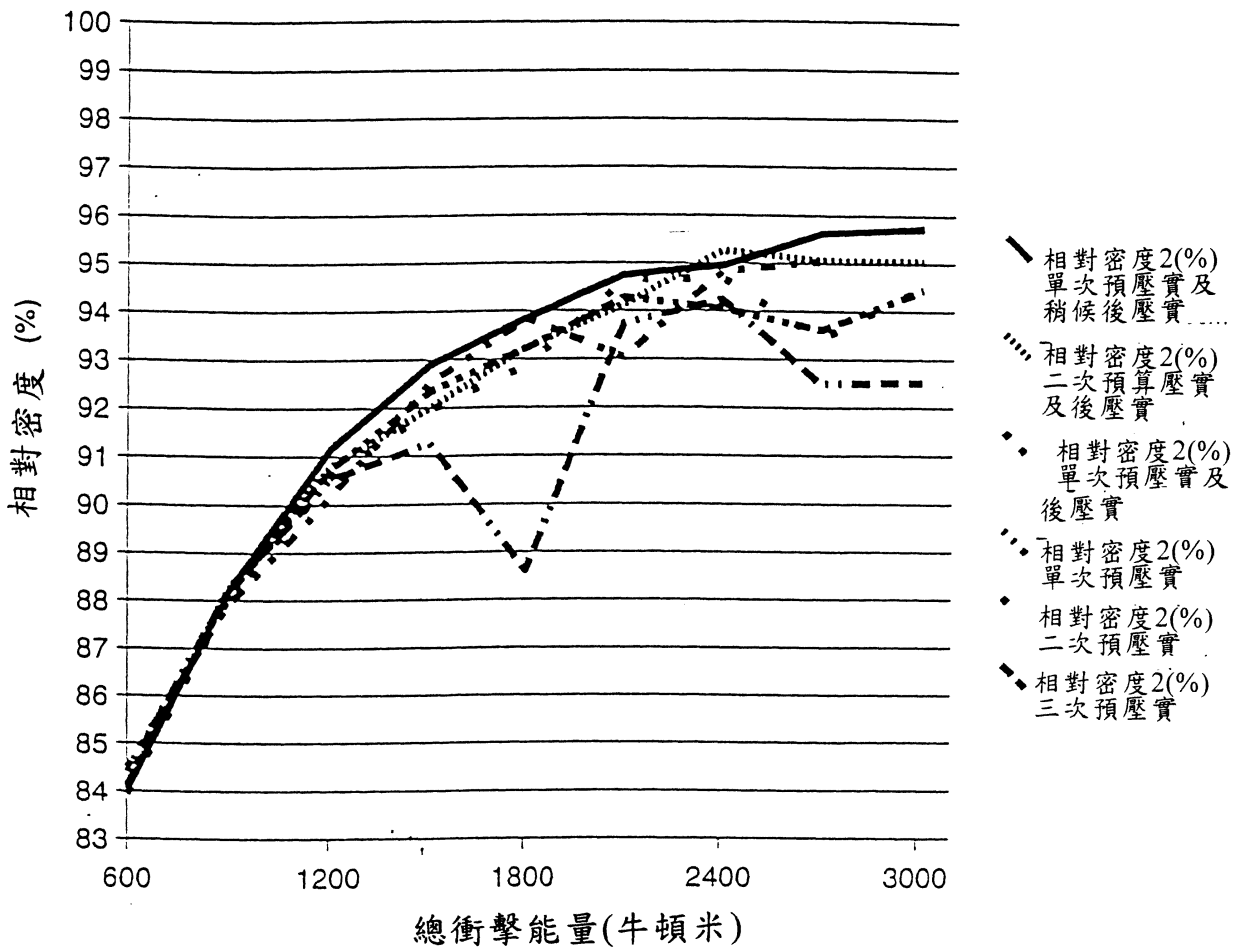


第 33 圖

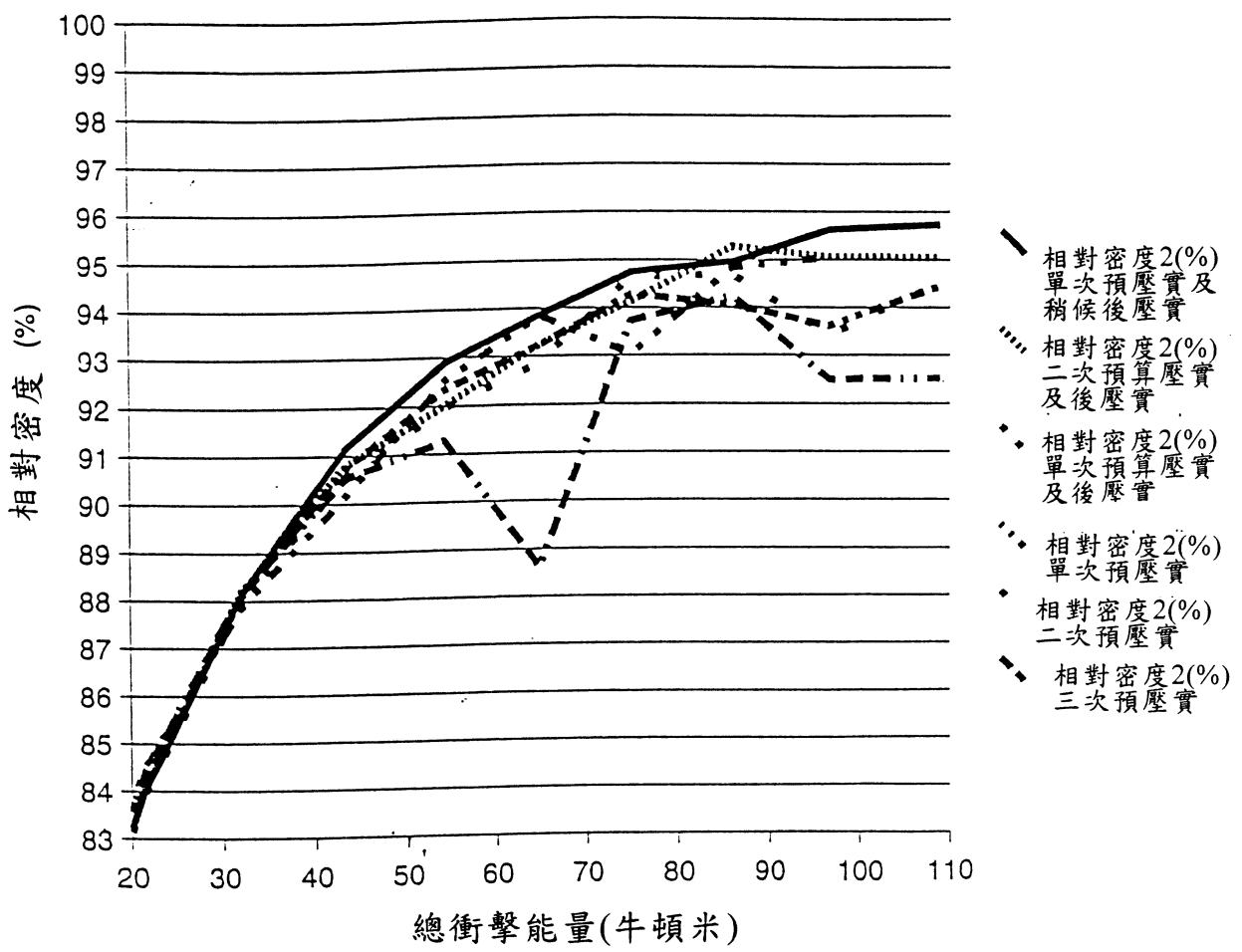
不銹鋼
複合的曲線



第 34 圖

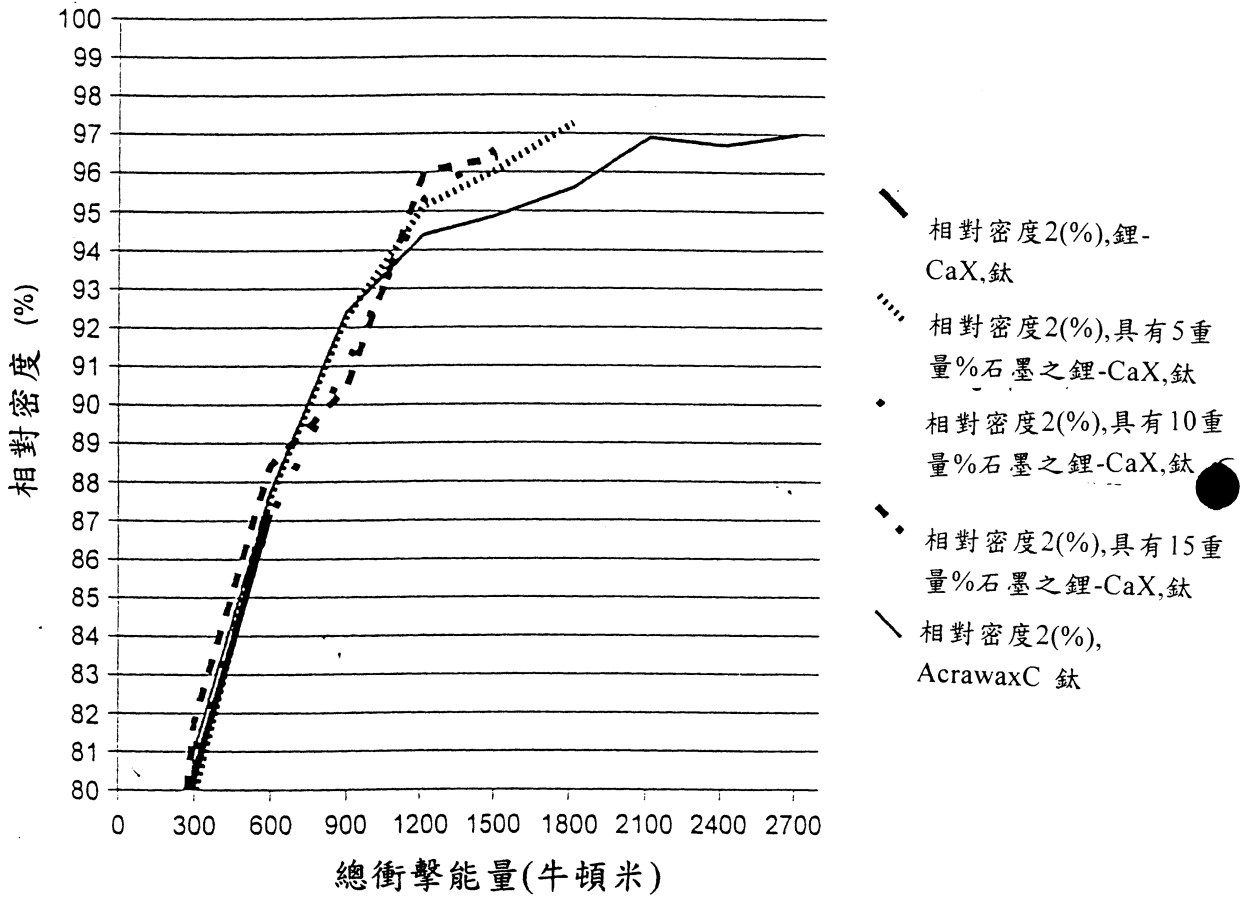


第 35 圖



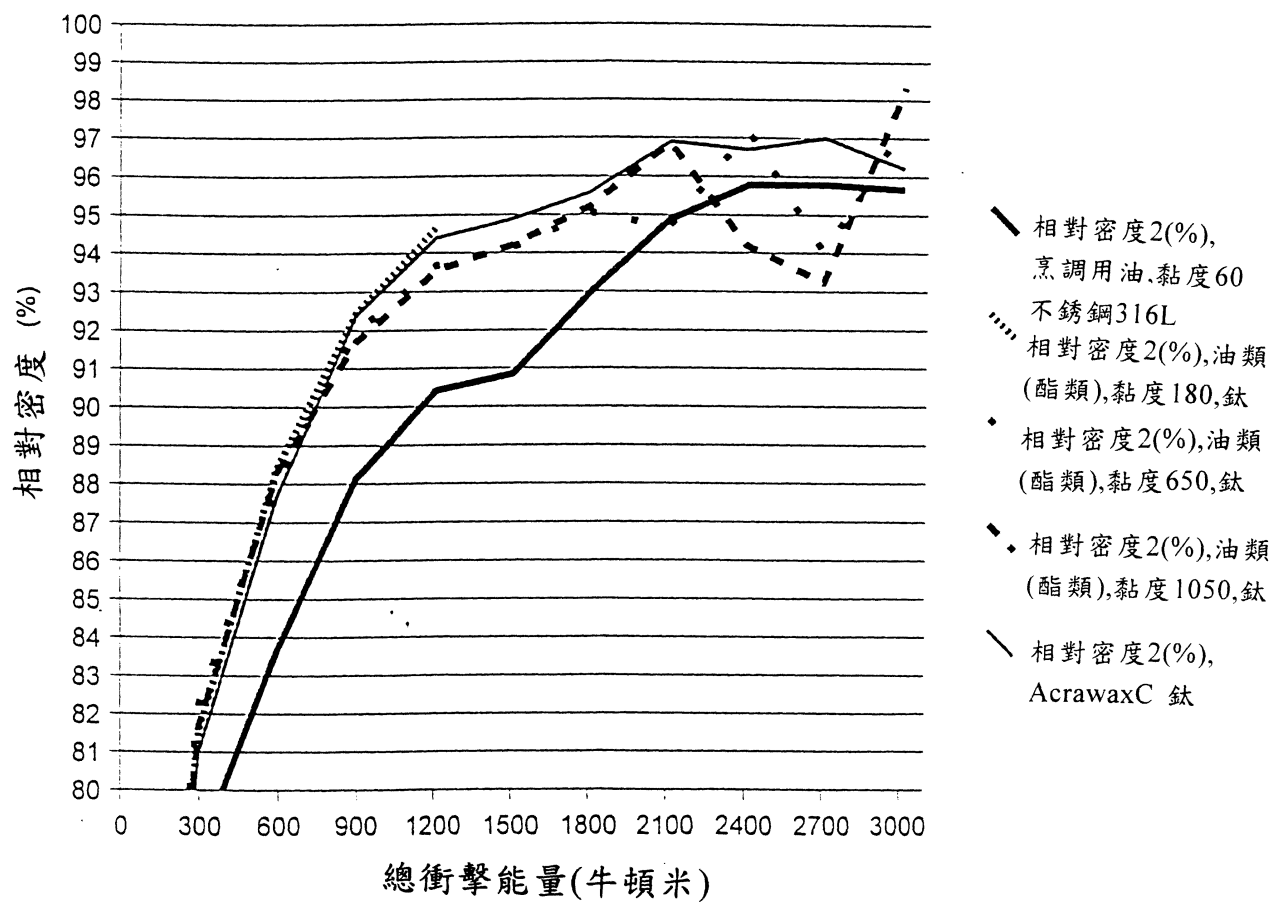
第 36 圖

與石墨混合之鋰-CaX



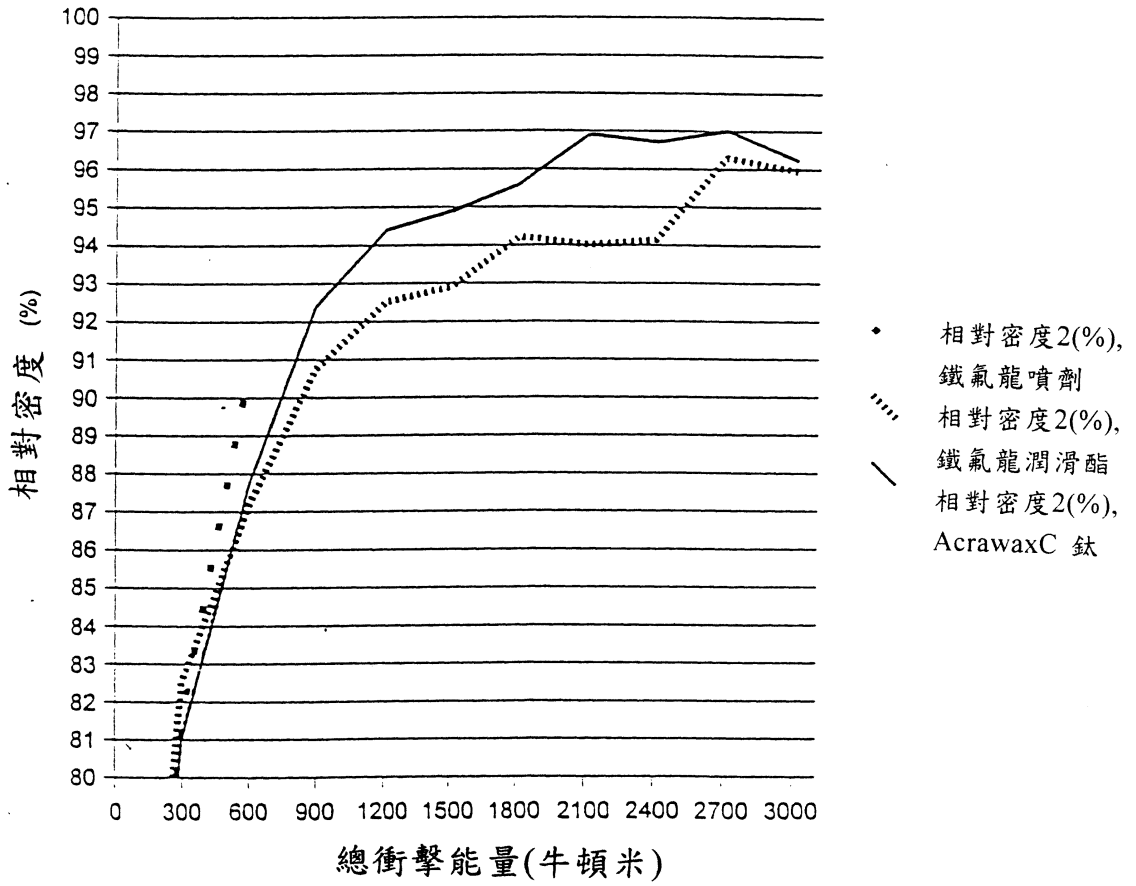
第 37 圖

不同黏度的油類



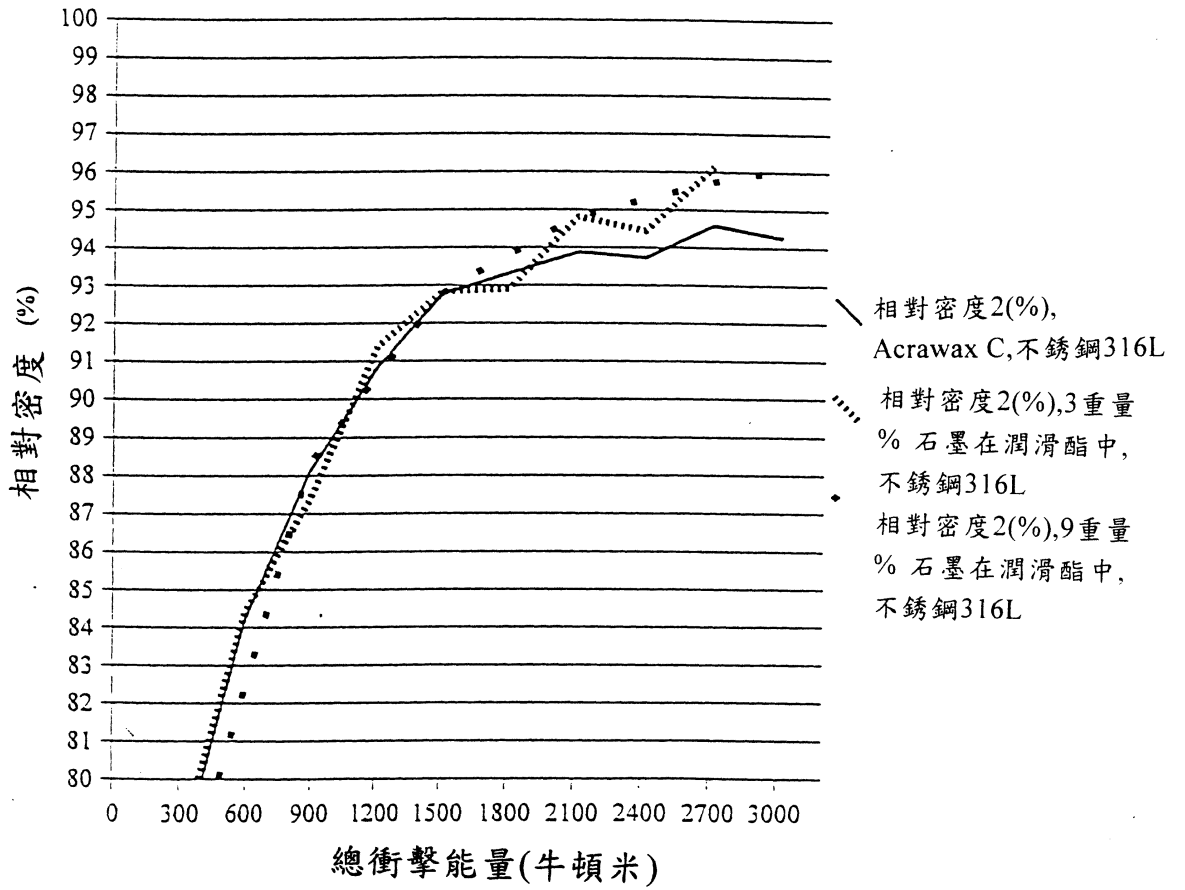
第 38 圖

鐵氟龍噴劑及油類



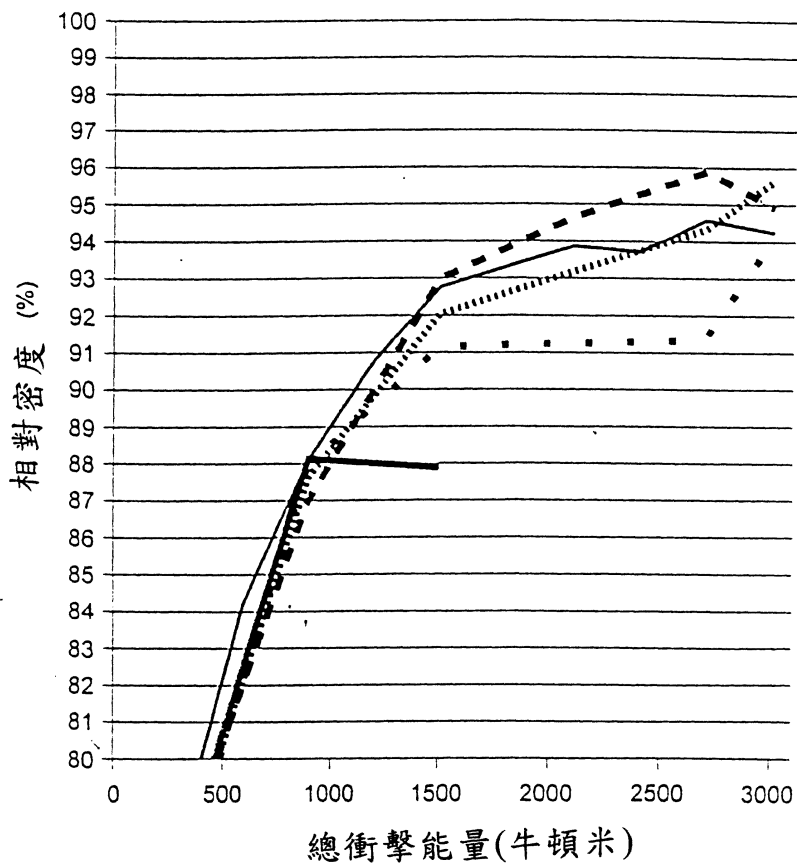
第 39 圖

具有石墨之潤滑酯



第 40 圖

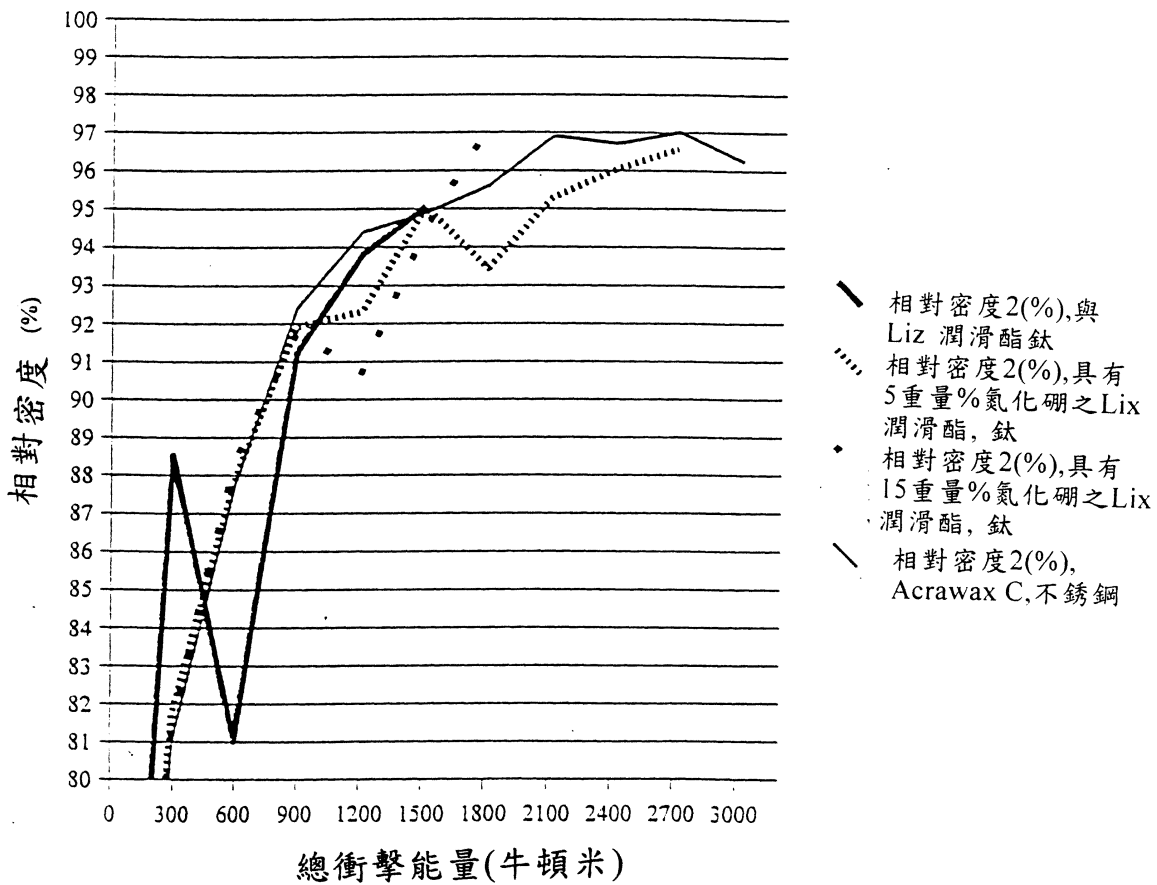
與滑石混合之洵滑酯



- 相對密度2(%)，滑石，不銹鋼316L
- 相對密度2(%)，在預潤滑表面上之滑石不銹鋼
- 相對密度2(%)，與3重量%滑石混合的潤滑酯，不銹鋼
- 相對密度2(%)，與9重量%滑石混合的潤滑酯，不銹鋼
- 相對密度2(%)，Acrawax C，不銹鋼

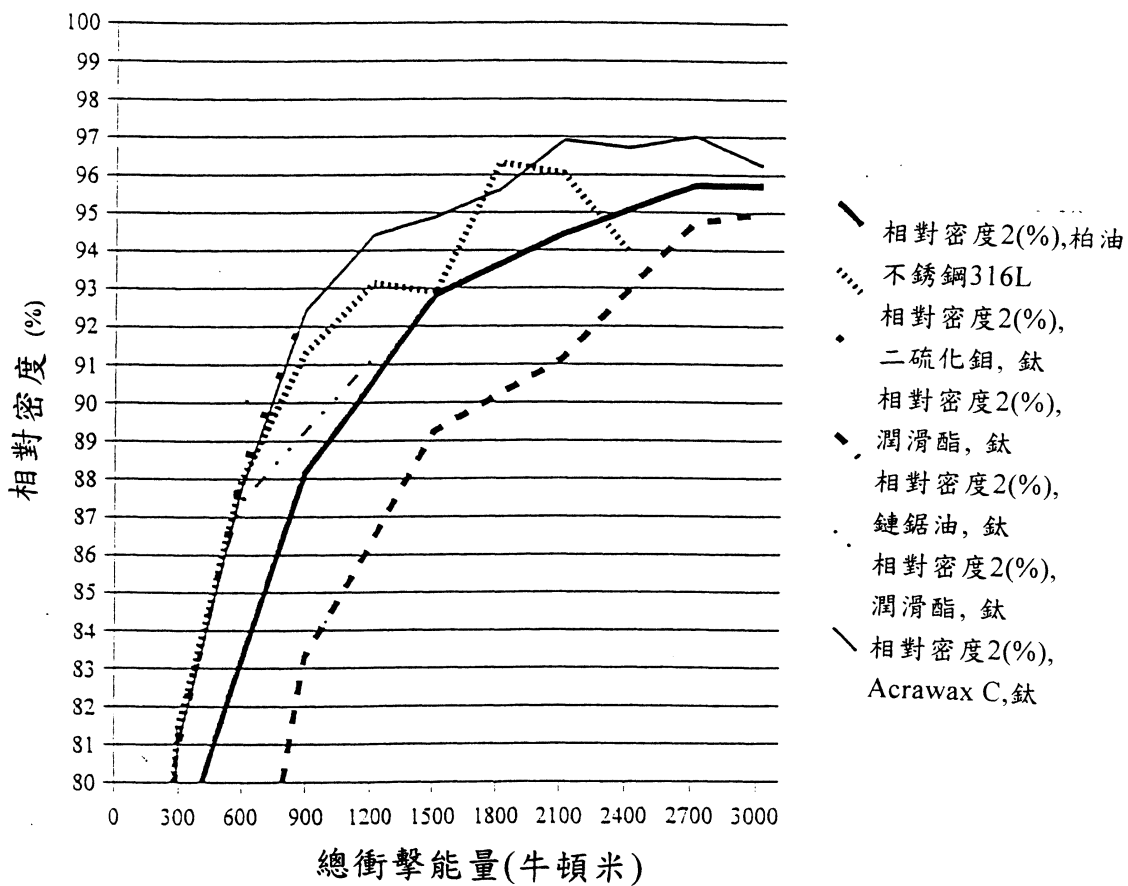
第 41 圖

與氮化硼混合的LiX潤滑酯



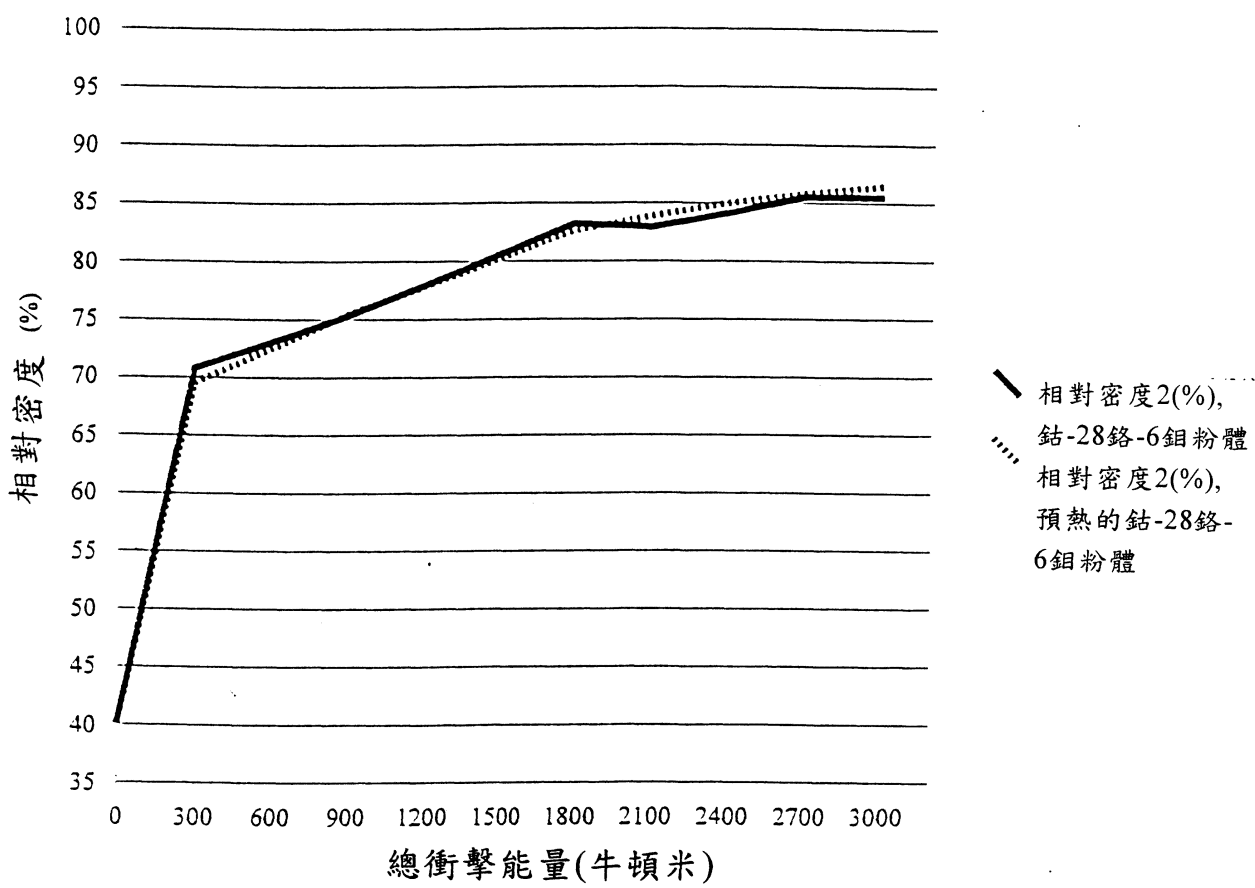
第 42 圖

其他潤滑劑



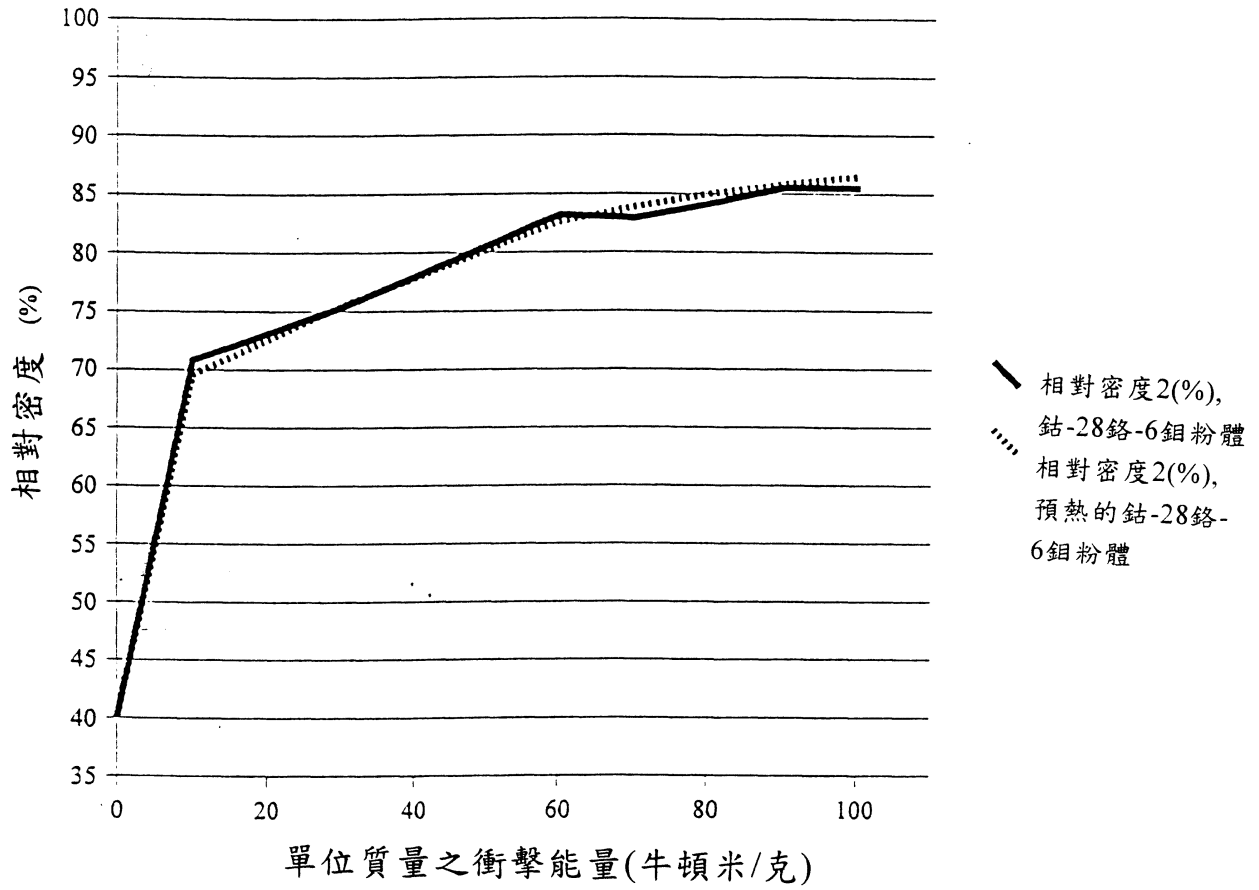
第 43 圖

熱研究鈷鉻鈿(總能量水準)



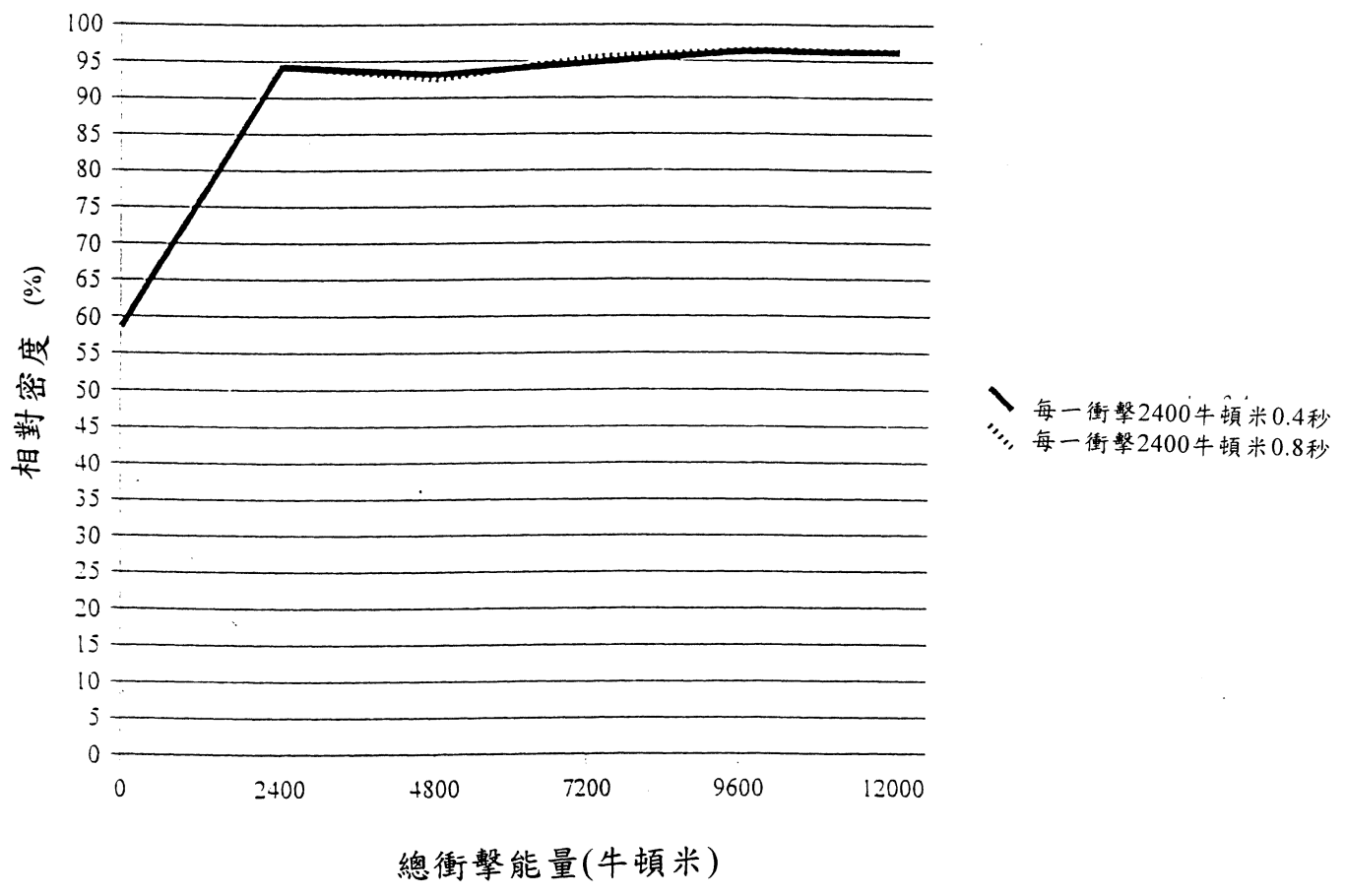
第 44 圖

熱研究鈷鉻鈿(單位質量之衝擊能量)



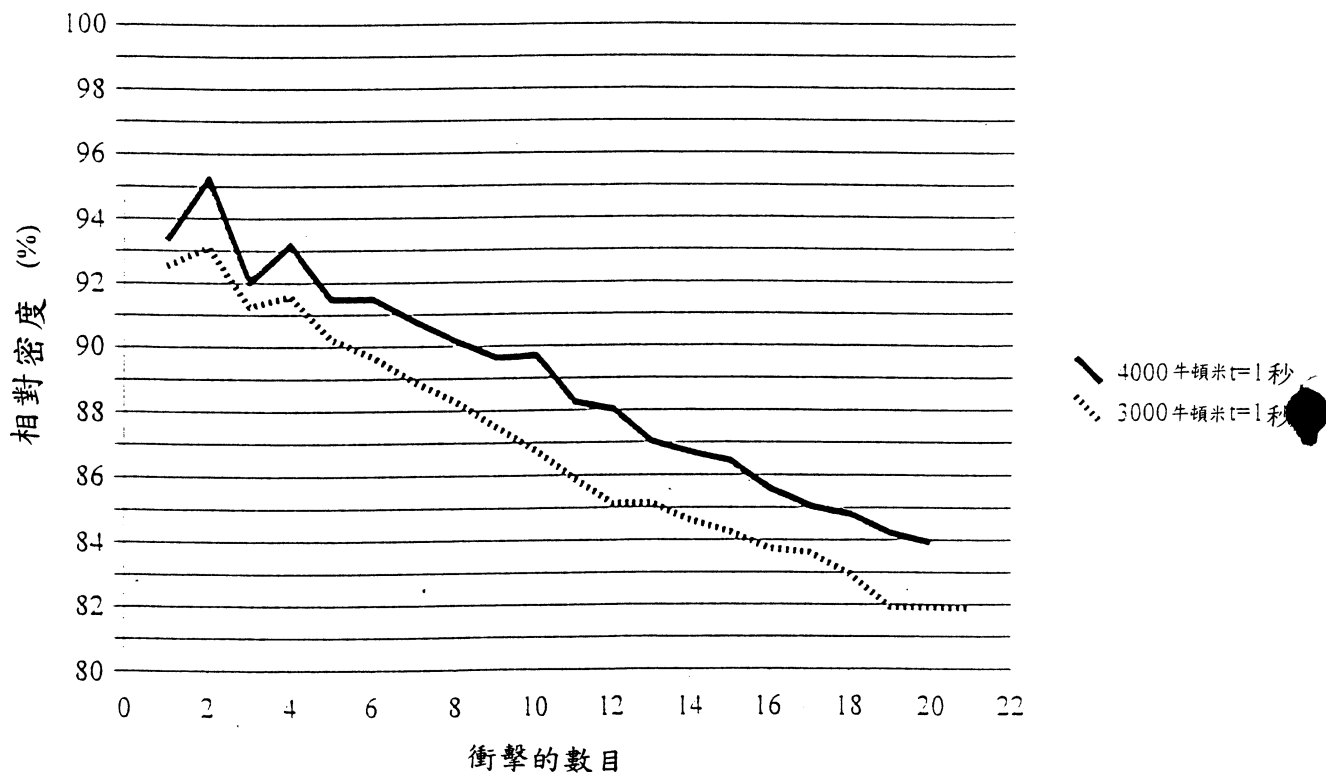
第 45 圖

不銹鋼
複合的曲線, 能量研究



第 46 圖

不銹鋼
複合的曲線,20次衝擊



第 47 圖