

發明專利說明書

200417614

(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：92104374

※申請日期：92.3.3

※IPC 分類：C24 38/12

壹、發明名稱：(中文/英文)

鋼合金及由鋼合金所製成的工具

STEEL ALLOY AND TOOL MADE OF THE STEEL ALLOY

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

伍德赫爾恩工具股份有限公司 / Uddeholm Tooling Aktiebolag

代表人：(中文/英文)

馬格努斯 海內爾 / HYNELL, Magnus

住居所或營業所地址：(中文/英文)

瑞典 SE-683 85 哈格佛爾斯

SE-683 85 Hagfors, Sweden

國籍：(中文/英文) 瑞典 / Sweden

參、發明人：(共 2 人)

發明人 1

姓名：(中文/英文)

奧得·山得伯格 / SANDBERG, Odd

住居所地址：(中文/英文)

瑞典 SE-683 40 伍德赫爾恩市 史當街 28 號

Strandvagen 28, SE-683 40 UDDEHOLM, Sweden

國籍：(中文/英文) 瑞典 / Sweden

發明人 2

姓 名：(中文/英文)

雷納特·裘森 / JONSSON, Lennart

住居所地址：(中文/英文)

瑞典 SE-652 29 卡爾斯塔德市 胡克街 2A 號

Hooksgatan 2A, SE-652-29 KARLSTAD, Sweden

國 籍：(中文/英文) 瑞典 / Sweden

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項 第一款但書或 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種鋼合金，其係打算首先用來製造一種將電子元件嵌進強化塑膠材料之中的工具。本發明係亦有關於一種工具，特別是由鋼合金所製成的塑膠鑄模工具。

【先前技術】

發明背景

某些電子元件，特別是半導體元件，諸如積體電路、電晶體、二極體、及其相似者，均以很高的程度被封裝至工程塑膠材料中，而該工程塑膠材料通常包含了一種會使產品更強之填充劑。一般會以此目的而被使用之工程塑膠材料係為各種不同類型的環氧、矽、以及酚醛樹脂。該填充劑通常係由 SiO_2 或者是 Al_2O_3 所構成，其可以高達大約 90 體積 % 存在於塑膠材料中。該封裝是在以高精密度所製造之鋼的鑄模工具中進行。在鋼的軟化退火條件下及 / 或鋼的熱處理條件下，透過切割作業、以及透過火花切削 (spark machining)、或者是其它的蝕刻切削會產生二個半個鑄模 (mould halves) 的孔隙。

一種習知且具有商標名稱為 M390 ISOMATRIX 的工具鋼，其除了鐵和雜質以外，還包含了名目組成為 1.9 C、20Cr、1 Mo、4 V，並敘述於 BHM, 140. Jg(1995), Heft 1, 第 68—77 頁中。其它高鉻的工具鋼則則敘述於 EP 0 271 238—A2 以及 EP 0 348 380—A1 中。另一個習知的工具材

料，係由本發明之申請人所製造，並使用於本案技術領域中，其係為粉末冶金所製造的鑄模鋼，習知且具有商標名稱為 ELMAX[®]，更包含了名目組成為 1.7 C、0.8 Si、0.3 MN、18.0 Cr、1.0 Mo、3.0 V、其餘的鐵、以及在正常狀況下所產生的雜質。此種鋼材料具有良好的抗腐蝕性，甚至是在蝕刻機器的水浴中，通常是火花切削機器，也由於在水浴中所產生的電化學電流，使得該水浴非常地具有腐蝕性。其抗磨耗性亦同樣優異，但吾人希冀的是將此特點作更進一步的改良。該鋼材料在硬化及回火的條件下同樣具有受限的硬度，使得在使用該工具的過程中有可能會導致損壞，例如，當該工具被打開時，可能會釋放出塑膠材料的碎片，然後掉到這二個半個工具之間，而在下一次的鑄模操作中，當該二個半個工具以巨大的力相互施壓時，就會導致在工具材料中產生凹陷。在封裝電子元件至工程塑膠中時，運用高性能粉末冶金所製造的冷加工鋼也屬於習知的，該冷加工鋼係為習知具有商標名稱為 VANADIS[®]23，更包含了名目組成為 1.28 C、4.2 Cr、5.0 Mo、6.4 W、其餘的鐵、以及正常數量的雜質。此種鋼材料可以進行硬化及回火以滿足所需求之最高硬度，但是這種鋼材料具有較差的抗腐蝕性、或是不具有抗腐蝕性，這會導致產生與火花切削有關之局部的孔狀腐蝕。在使用和儲藏該工具的期間，該工具也可以在未覆蓋任何具有保護性塗層的部位上進行一般性的腐蝕，例如鉻塗層，通常是將此塗層塗佈至目前這種型式（不管合金的型式）之工具

的鑄模孔隙中，以促進該鑄模產品從該工具上移除。

【發明內容】

發明揭示

本發明之目的在於提出以上的問題，並同時提供一種工具材料，其同樣滿足了除了良好的抗腐蝕性、抗磨耗性、以及硬度以外的高需求。更特別的是，本發明的目的在於提供一種鋼合金，其係非常合適運用在製造一種將電子元件嵌進強化塑膠材料之中的工具，並具有：

- 良好的抗腐蝕性，包括與火花切削有關之良好的抗孔蝕性，
- 極佳的抗磨耗性，且其
- 可以進行硬化及回火至 61—64HRC 的硬度，較佳為 62—63HRC，
- 該鋼材料在硬化及回火之條件下的極高壓強度，和
- 良好的可拋光性，以及
- 在長時間使用由鋼所製成之工具期間的良好尺寸穩定性。

以上的目標的達成係在於該鋼合金具有一化學組成，以及該由鋼合金所製成的工具已經以本案申請專利範圍中所敘述之個別方式加以熱處理。

本發明之鋼材料係以粉末冶金的方式加以製造，該粉末冶金方式係為一種使鋼材料達到一定高程度之不具有氧化夾雜物的條件。在較佳的情形之下，該粉末冶金製造還包括了使用氮氣作為噴霧氣體，將熔融鋼材料進行氣體噴

霧 (gas atomisation) ，此舉會使得鋼合金獲得某一最低含量的氮氣。

更進一步而言，就存在於鋼材之中的合金元素而言，應用了下列條件。

【碳】應該以足夠的數量存在於鋼材之中，並且在該鋼材處於經硬化及回火的條件下，以該足夠的數量使得能夠與氮氣及鈮一起形成 3—10 體積%的 MC—碳化物、—氮化物、及 / 或—碳氮化物，其中 M 主要為鈮；鋼材中的碳並與鉻一起形成 20—30 體積%的 MC—碳化物、—氮化物、及 / 或—碳氮化物，其中的 M 主要為鉻，碳化物、氮化物、及 / 或碳氮化物的總數量為 25—35 體積%，較佳為 28—33 體積%。但是碳也應該同樣在鋼材處於經硬化及回火的條件下，以 0.3—0.8 重量%的數量，較佳為 0.45—0.46 重量%，存在於鋼材之麻田散基質中的固溶體內。鋼材中的碳總含量，也就是溶於鋼材之基質中的碳，加上鍵結成碳化物、及 / 或碳氮化物的碳含量應該至少要到達 2.2%，較佳為至少 2.4%，然而碳的最大含量可高達 3.3%，較佳為最高 3.1%。最佳的碳含量範圍為 2.55—2.85%。標稱的碳含量為 2.7%。

根據本發明之一較佳的具體態樣，當使用氮氣來作為噴霧氣體的氣體噴霧是屬於製造金屬粉末（隨即會藉由熱均壓法進行固結）之粉末冶金製程的一部分時，氮並非屬於有意添加至鋼材中的元素，但是卻以最高 0.15% 的含量存在於鋼材之中，成為不可避免之元素。由於此種粉末製

造法，使得鋼材會包含至少 0.06% 的氮，通常為至少 0.08% 的氮；標稱大約為 0.10%。當氮以這些數量存在的同時，其本身並非屬於有害的成分。相形之下，氮之優異的效果係為與碳一起藉由形成釩-、以及鉻-碳氮化物。因此，較小比例的碳氮化物可被包含在以上所提及之 MC 以及 M_7C_3 -碳化物的體積含量中。

然而，根據另一個可以理解的具體態樣而言，該鋼材可以利用任何習知的技術有意地將其與氮鑄成合金，也就是說，將氮氣加壓、或者是將製成的粉末進行固相氮化 (solid phase nitriding)。在此例子當中，氮可以取代大約 2% N 的碳。根據一設想的具體態樣而論，當運用在一種高抗腐蝕性比高抗磨耗性還重要的應用中時，則 (舉例而言) 可包括超過 0.2% 但是最多為 1.0% 的氮，其可使促進釩-碳氮化物， $V(C,N)$ 的形成，也因此會造成碳化鉻含量的減少，並提供在該固溶體中較高含量的鉻，且有助於促進其抗腐蝕性。

含量範圍介於 0.2-1.0% 之間的氮的一些變式是可以理解的。就成本考量，如果希冀將氮化於一種傳統式粉末冶金技術中來進行，則氮的含量應該要在該氮含量範圍之中盡可能的呈現最大值，也就是高達 0.2-0.3% 的氮。然而，在一具有合理高氮含量的變式中，該氮含量可高達 0.2-0.4%，較佳為 0.2-0.32%，標稱為至 0.25%，並且同時碳含量可高達 2.2-2.8%，較佳為 2.4-2.7%，適當為至 2.24-2.6%，標稱為至 2.57% C。如果最大的抗腐蝕性被認為是重

要的，則可以選擇一種包括在固化以前將粉末進行固相氮化的過程路線，進而達成氮含量介於範圍在 0.5-1.0% 之間，較佳為 0.6-0.9%，適當為 0.65-0.85% 之間，標稱為 0.75% N。同一時間，該碳含量則適應了該較高的氮含量，使得該碳含量落於 1.5-2.1%，較佳為 1.65-1.95%，適當為 1.75-1.85%，標稱為 1.80% C。然而，在此關係中，應該要承認的是，相較於本發明第四號鋼材之非常高的抗磨耗性而言，該抗磨耗性可以被降低，如以上所陳述。因此，折衷最後所提及之兩種鋼材才是最為理想的，也就是說包含 0.4-0.6% 的氮，較佳為 0.45-0.55% 的氮，標稱為 0.50% 的氮、以及 0.23% 的碳。

【矽】係來自於鋼材的製造，以殘餘物的姿態存在，其量至少為 0.1%。該矽可增加鋼材中的碳活性，並可幫助提供鋼材適當的硬度，而不會產生脆化的問題。然而，矽是一種強的肥粒鐵構成物，因此必須要以超過 2.0% 的量存在，在較佳的情形下，該鋼材不包含超過最大的 1.0% 的矽，適當為最大的 0.8% 矽。標稱的矽含量為 0.5%。

【錳】亦係來自於鋼材的製造，以殘餘物的姿態存在，並藉由形成硫化錳的作用與硫進行結合，該硫係以微量存在於鋼材之中。因此，錳應該以至少 0.1% 的量存在，較佳為至少 0.2% 的量。錳亦可促進其可硬化性。然而，該可硬化性對於所希冀之用途目的而言並非屬於一重要特徵，因為用於電子元件封裝的工具通常具有較小的尺寸。錳不可以以超過 2.0% 的量存在，如此才能避免脆化的問

題。在較佳的情形下，該鋼材不包含超過最大的 1.0% 的錳，適當為最大的 0.8% MN。標稱的錳含量為 0.5%。

【鉻】應該要以至少 19% 的量存在，較佳是以至少 20% 的量存在，如此以提供鋼材所吸劑的抗腐蝕性。鉻亦係為一個重要的碳化物與氮化物的構成物，並與碳一起形成 M_7C_3 —碳化物、—氮化物、及 / 或—碳氮化物，此與 MC—碳化物、—氮化物、及 / 或—碳氮化物一起有助於提供希冀的抗磨耗性。然而，鉻一種強的肥粒鐵構成物。為了要在從 1100-1150°C 的硬化過後避免肥粒鐵，則該鉻含量不可以超過 23%，在較佳的情形下，最大 22% 的矽。標稱的鉻含量為 21%。

【鎳】為一種選擇性的元素，可以一種沃斯田鐵穩定元素的姿態，以最高為 2.0% 的量、較佳為最高 1.0%、適當為最高 0.7% 選擇性地存在，使其得以平衡該鋼材之高含量的肥粒鐵構成元素鉻和鉬。然而，在較佳的情形下，根據本發明的鋼材並不包含有任何有意添加的鎳含量。然而，鎳為一種可避免的雜質，在可忍受的範圍下可為大約 0.3 或 0.4%。

【鈷】亦為一種選擇性的元素，可以最高為 2.0% 的量、較佳為最高 0.7% 選擇性地存在，使其得以進一步改良其抗回火能力。然而，在正常的狀況下，要達到所希冀之鋼材的特性，是不需要添加任何的鈷的。因此，在適當的情形中，鋼材不會包含任何有意添加的鈷，然而鈷卻會在製造鋼材的同時，從所使用之原料而產生，並以高達

0.1%的數量存在。

【鉬】可以至少為 0.5%的量、較佳為最高 1.2%存在，如此得以提供鋼材所希冀的抗腐蝕性，特別是良好的抗孔蝕性。然而，鉬係為一種強的肥粒鐵構成物，因此，該鋼材不可以包含超過 3.0%的鉬，較佳為 2.1%的鉬。

原則上，鉬可以完全地或者是部份地由鎢所取代，然而，鎢卻無法提供與鉬相同在抗腐蝕性上面的改良。此外，相較於鉬而言，所需要的鎢含量則是其兩倍之多，這也是其中之一缺點。同時，對於任何所製造出來的廢料也很困難。因此，根據該鋼材之最佳具體態樣而言，鎢不應該以超過最高 1.0%，較佳為最高 0.5%的數量存在，且不容許以殘餘元素（從製造鋼材之過程中所使用的原料所產生而來）的姿態型式超過不可避免之雜質含量。

【釩】應該要以 4.2-7.5%的數量存在於鋼材之中，適當為 4.2-6.4%的量，如此才能在該鋼材處於經硬化及回火的條件下，於鋼材之麻田散基質中，與碳以及現存的氮形成該 MC—碳化物、—氮化物、及／或—碳氮化物。在較佳的狀況下，該鋼材包含了至少 4.8%以及最高之 5.7%的釩。標稱的釩含量為 5.5%。

原則上，釩可以藉由鈮來加以取代，以形成 MC—碳化物、—氮化物、及／或—碳氮化物，但是，相較於釩而言，欲完成此目的所需要的鈮含量則是其兩倍之多，這也是其中之一缺點。此外，鈮會使得 MC—碳化物、—氮化物、及／或—碳氮化物具有更為鋒利的邊緣，且其將會比

純鈮的碳化物、氮化物、及／或碳氮化物還要來的大，這將會造成破斷、或者是碎片，因而降低了材料的韌性與可拋光性。這對於在本發明之鋼材而言特別具有傷害性，且就鋼材的機械特性而論，該鋼材的組成是以提供一種絕佳之抗磨耗性為目的而進行最佳化，該抗磨耗性係結合了高硬度與抗回火性。因此，該鋼材不可以包含超過最高 0.5%、較佳為最高 0.1% 的鈮、適當為最高 0.04% 的鈮。在其最佳之具體態樣中，鈮是不容許以殘餘元素（從製造鋼材之過程中所使用的原料所產生而來）的姿態型式超過不可避免之雜質含量。

除了這些合金元素以外，該鋼材不需要也不應該包含任何大量之更進一步的合金元素。有些元素是很明顯地所不希冀的，因為其會以不希冀的方式對於鋼材的特性產生影響。確實，舉例來說，就磷而言，就必須保持盡可能地低，較佳為最高 0.03%，如此才不會以不佳的方式影響到該鋼材。相同地，硫同樣在各方面均屬於不希冀的元素，但是其對於韌性之不利的影像卻可在一開始藉由錳來加以中和，如此則會形成基本上無害的硫化錳，因此，硫僅能容許以最大 0.2% 的含量存在，以改良鋼材的機械加工性。在較佳的情形下，該鋼材正常不會包含超過最高 0.1%、較佳為最高 0.05%、以及最合適為最高 0.025% 的硫。

在對鋼材進行熱處理時，該鋼材會介於 1000-1150°C 的溫度之間進行沃斯田鐵化，較佳為介於 1080-1150°C 的溫度之間，最適當為介於 1120-1150°C 的溫度之間。原則

上較高的沃斯田鐵化溫度是可以理解的，但是由於在正常的情形下，所使用的硬化爐並不適用於較高溫的狀態，因此使得高溫變得不適當。在沃斯田鐵化溫度下，適當的維持時間為 5-30 分鐘。從沃斯田鐵化溫度開始，將該鋼材進行冷卻，一直到其冷卻至環境溫度或者是更低為止。在較佳的情形下，也就是當該鋼材具有機械工具部件之形狀的同時，該鋼材變成冷卻至 -40°C 或者是更低的零下溫度。在適當的情形下，該工作部件係於乾冰之中冷卻至零下大約 -78.5°C 、或者是在液態氮中全力降至零下大約 -196°C ，如此以消除現存殘餘的沃斯田鐵，其目的在於提供產品所希冀之尺寸穩定性。為了完成所希冀的二次硬化，將該產品進行高溫回火至少一次，較佳為兩次，可能的話在溫度介於 400°C 和 560°C 之間可更多次，較佳為介於 450°C 和 525°C 之間。在每一次的退火處理過後，該產品則會進行冷卻。同樣地在此例中，於較佳的情形下，亦運用了如上述之零下冷卻，以進一步藉由將任何可能的殘餘沃斯田鐵消除，來確保所希冀之尺寸穩定性。在回火溫度下的維持時間可為 1-10 小時，較佳為 1-2 小時。

根據以上之氣體噴霧所獲得的金屬粉末，包含了碳化物、氮化物、及／或碳氮化物，在正常狀況下為 M_7C_3 ，其中的 M 主要為鉻，並於碳化物、氮化物、及／或碳氮化物之最長延伸上具有最大的尺寸 3 微米。在粉末中之碳化物、氮化物、及／或碳氮化物的總體積分率非常的高，當氮含量相當低或者是低於 0.2% 時，其分率則為 30% 或者是

稍微高。由於該鋼材可能進行之隨即的熱處理、也由於金屬粉末的熱壓而形成一種固結、且完全緊實的物體、以及由於最終工具部件的硬化，使得鄰近的碳化物、氮化物、及／或碳氮化物可能會聚結而形成較大的黏聚物。在完成熱處理過後之產品中的這些硬相粒子（hard phase particles）可能因此會大於 3 微米。針對粒子之最長的延伸中進行量測，則以體積％表示的主要部分會落於 1-10 微米的範圍中。除此之外，也有某種程度數量的 MX-相，大約為 1-2 體積％，其中 M 實質上為鈮、而 X 為碳及／或氮，該 MX-相會在該最終物品回火的時候以非常細微的粒子進行沉澱。硬相的總數量係取決於氮的含量。一般而言，硬相最終產品的總數量會落於 25-40 體積％的範圍之中。如果該氮含量很低或者是適中，也就是說少於 0.2％，則硬相的總數量則會落於該範圍較高的區域，亦即 30-40 體積％，較佳為 31-36 體積％。如果氮含量為較高的情形下，則該硬相粒子的含量會下降至 25-35 體積％，較佳為 25-33 體積％，同時，在犧牲 M_7C_3 的分率下，MX-相對於硬相粒子總數量的貢獻也跟著增加。

雖然本發明之鋼材在一開始是被研發用來作為工程塑膠中芝電子元件的封裝，但是其亦可被用在其他的目的上，比如說其他的鑄模工具、磨耗部件、以及做為建築用鋼材。

本發明之更進一步的特徵及方面將於以下所進行之實驗敘述、以及附加的申請專利範圍之揭示而更趨明顯。

所進行之實驗的說明

在實驗室規格下的實驗

「材料」

實驗所使用之材料的化學組成係敘述於表 1 中。鋼材編號 1 為一參考材料，更具體的為 ELMAX[®]形式的鋼材，而鋼材編號 2 則為本發明之鋼材。粉末是由鋼材藉由氮與氣體噴霧所製造的。將每 12kg 的粉末填裝入容器中，之後再進行熱均壓壓密，以達到材料的密度。該經過熱均壓（HIP）的鑄錠經過鍛造之後，形成 40 x 40mm 的棒狀物，之後將該棒狀物於蛭石（vermiculite）中進行冷卻。

表 1：實驗所使用之鋼材的化學組成，重量%；正常數量之其餘的鐵以及雜質。

鋼材	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	N
1	1.75	0.96	0.34	0.02	0.01	18.3	0.98	3.09	0.11
2	2.75	0.47	0.38	0.01	0.01	21.3	1.67	5.48	0.08

進行下列的研究調查：

- 在軟化退火之後的硬度（HB）。
- 在經軟化退火和經硬化以及經回火之條件下的微結構。
- 於 1080°C / 30 分鐘 / 空氣下、1120°C / 30 分鐘 / 空氣中先進冷卻（advanced cooling）、以及 1150°C / 10 分鐘 / 空氣中先進冷卻下進行沃斯田鐵化之後的硬度、以及針對這三個沃斯田鐵化溫度，在 200、300、500、525、550、600 和 650°C 下，2 x 2 h，實施回火之後的硬度。
- 量測殘餘的沃斯田鐵。
- 對 SiO₂ 進行抗磨耗的測試。

「軟化退火後的硬度」

兩種鋼材料於軟化退火條件下之硬度顯示於表 2 中。很明顯地從該表可以得知，根據本發明之鋼材編號 2，相較於參考材料之 255HB 的硬度而言，其具有較高的硬度，309HB，然而，其硬度卻沒有高到可以藉由切割工具的方式，以任何不可接受的程度降低鋼材的機械加工性。

表 2：經軟化退火之硬度

鋼材	硬度(HB)
1	255
2	309

「微結構」

結構性的研究顯示此兩種材料，係不受到熱處理影響，且包含了均勻分布的小碳化物，其中在某些情形下會聚結而形成較大的黏聚物。圖 1 顯示了本發明之材料在 1150°C / 10 分鐘下進行沃斯田鐵化、並在 500°C / 2 x 2 h 下進行回火之後的微結構。將該材料於回火之後在空氣中進行冷卻，其中沒有任何的材料被降至零下的溫度。

「熱處理過後的硬度」

針對參考材料 1 與本發明之鋼材編號 2，進行在介於 1180-1150°C / 10-30 分鐘的沃斯田鐵化、再加上 2 x 2 h 介於 200-650°C 之間的回火，之後的硬度係分別顯示於圖 2A 和 2B 中。參考材料編號 1 在 1080 / 30 分鐘後達到了 56-57HRC 的硬度，而本發明之鋼材編號 2 則顯示在熱處理之後，也就是藉由 1150°C / 10 分鐘的沃斯田鐵化、再加上 500°C / 2 x 2 的回火，其具有達到 62-63HRC 的潛能。

「殘餘的沃斯田鐵含量」

就實驗所使用之鋼材而言，在熱處理過後之殘餘的沃斯田鐵含量係顯示於表 3 中。如同預期一般，在 1150°C 下進行沃斯田鐵化相較於在 1080°C 下進行沃斯田鐵化，會導致殘餘的沃斯田鐵含量增加。應該要提醒的是，在沒有任何材料進行零下冷卻的關係下，最好是採取一些步驟來進

一步減少殘餘沃斯田鐵的含量。藉由 X-光繞射術 (X-ray diffractography) 量測殘餘沃斯田鐵的含量。

表 3：在熱處理過後之殘餘沃斯田鐵的含量

鋼材	熱處理 T _A (°C)/時間(分鐘)+回火(°C)時間(小時)	殘餘沃斯田鐵的含量(體積 %)
1	1080/30+500/2 x 2	<1
1	1150/10+500/2 x 2	4.2
2	1080/30+500/2 x 2	<1
2	1150/10+500/2 x 2	3.4

「研磨磨耗」

根據針對盤的方法 (pin-against-disc-method) 來量測抗研磨磨耗性，其係使用 SiO₂ 作為抗磨耗劑。其結果顯示於圖 3 之中。此圖式係顯示本發明之鋼材編號 2 具有較參考材料編號 1 還要顯著優異的抗磨耗性。

「全規格 (尺寸) 實驗」

根據本發明，粉末是藉由傳統的方式，以具有本發明之化學組成的熔融鋼材進行氣體噴霧所製造而成。將粉末填裝入容器中，並藉由熱均壓 (HIP-ing) 而固結，以達到材料的密度。製造出三個經過熱均壓的鑄錠，每一個均具有大約 2 公噸的重量。將其中之一鑄錠進行鍛造，以形成尺寸分別為 $\varnothing 160$ 毫米和 260 x 60 毫米的棒狀物。將從第一次所提及之棒狀物的中心採集樣本進行分析，也就是表 4 中的鋼材編號 4。將 ELMAX[®] 形式之棒狀鋼材使用來作為一種參考材料，其係以相同之粉末冶金方式，鍛造而成尺寸為 $\varnothing 140$ 毫米的棒狀物，也就是鋼材編號 3。在該表 4 中，磷、硫、鎢、鎳、銅、鈷和氧均為不可避免之雜質。

雖然其他的雜質均無記載於該表中，但是其均落於在製造時可容許之正常的範圍中。所有的成分含量都是以重量%來表示，除了氧以外，氧是以 ppm 來表示。其餘的都是鐵。

表 4：化學組成，重量%，其餘的為鐵以及在正常含量下的雜質。

鋼材 編號	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	W	Ni	Cu	Co	N	O
3	1.69	0.85	0.32	.02	.008	18.0	1.00	2.87	.26	.20	.07	.11	.13	37
4	2.73	0.33	0.32	.02	.020	21.0	1.62	5.32	.12	.18	.04	.04	.12	54

針對軟化退火過後的硬度 (HB)、微結構、在不同溫度之下進行沃斯田鐵化及回火過後的溫度、以及在所殘餘之沃斯田鐵進行研究，均證實了在實驗試規格下進行的實驗結果。該鋼材編號 3 之經軟化退火過後的硬度，其鋼材中心量測出來的結果為 266HB，而鋼材編號 4 在表面及中心處的硬度則係介於 302 和 307 之間，也就是說少於 310HB，也不應該超過 310HB。在經過軟化退火過後的條件下，兩種材料均具有包含均勻分布之碳化物的均勻微結構。該經軟化退火過後的鋼材編號 4 係由具有圓形之鉻的碳化物 M_7C_3 ($M_{23}C_6$) 以及一些鈮的碳化物或者是碳氮化物 $M(C,N)$ 的肥粒鐵基質所構成，其中 M 實質上為鈮。在鋼材於經硬化及回火過之條件下，該碳化物典型地具有 1—5 微米的尺寸。在該材料的某些部分中亦可能會發現到一些較大的碳化物聚結體，其尺寸高達 3—10 微米。就鋼材編號 4 而言，從相同的沃斯田鐵化溫度開始硬化之後，其達到了高於鋼材編號 3 大約 2、5 個 HRC 單位的硬

度。在從 $T_A=1150^\circ\text{C}$ 開始硬化，以及在 525°C ， $2 \times 2 \text{ h}$ ，下回火之後，鋼材編號 4 達到了大約 63HRC 的最理想硬度。

更進一步再進行研究該鋼材的抗磨耗性、延性、以及抗腐蝕性。

「抗磨耗性」

根據針對盤的方法 (pin-against-disc-method) 來量測參考鋼材編號 3 (ELMAX[®]) 與本發明之鋼材編號 4 之抗研磨磨耗性，其係使用 SiO_2 作為抗磨耗劑。將鋼材編號 3 的單一樣本藉由在 1080°C 下進行沃斯田鐵化、並在 550°C ， $2 \times 2 \text{ h}$ ，進行回火。再將鋼材編號 4 的六個樣本藉由在不同溫度下進行沃斯田鐵化並在 500°C 及 525°C 下個別進行回火， $2 \times 2 \text{ h}$ ，來使其硬化成介於 61.3 和 64.6HRC 之間的不同硬度。其結果係顯示於圖 4 中。在此圖中，參考材料之鋼材編號 3 的唯一樣本，是在市售鋼材 ELMAX[®] 之抗磨耗性的習知條件下而完成，並以畫線的區域來說明表示該鋼材。如同圖 4 所顯示，本發明之鋼材編號 4 顯示了明顯較少的磨耗，也就是說，其具有較為優異的抗磨耗性，這樣的結果也可以解釋成相較於鋼材編號 3 而言，鋼材編號 4 具有較高的硬度、以及以 M_7C_3 -和 MX-粒子為形式之較高含量的硬相。因此，鋼材編號 4 包含了大約 1.5 體積 % 的 MX-相和大約 33 體積 % 的 M_7C_3 -相，總合大約為 34.5 體積 % 的硬相粒子，然而鋼材編號 3 總共僅有包含大約為 21.2 體積 % 的硬相粒子，其中 1.2 體積 % 為 MX-相以及大

約 22 體積 % 為 M_7C_3 -相。

「延性」

正常的情形下，鋼材的延性會隨著因為硬度的增加而下降。而正常的情形下，延性亦會隨著硬相粒子的含量增加而下降。事實上，如果如果硬相粒子的含量大幅度增加的話，則延性通常也都會大幅度的下降。然而，這種趨勢卻沒有在本發明之中注意到，係令人感到高度驚訝的。如同圖 5 中所顯示，雖然本發明之鋼材相較於參考材料而言具有較高含量（超過 60% 單位）之硬相粒子（34.5 體積 % 相較於 21.2 體積 %），但是本發明之鋼材的延性卻僅僅稍微低於該參考材料的延性。

「抗腐蝕性」

抗腐蝕性的量測是透過極化圖的產生而得，其係於 0.05M 之 H_2SO_4 (pH=1.2) 中對鋼材進行測試。於表五中，提供了抗腐蝕性，其係以在兩種不同之熱處理過後，於活性峰頂 (active peak) 之腐蝕電流 i_{cr} 所量測。由該表中很明顯地可以得知，本發明之鋼材編號 4 所量測的腐蝕電流較參考材料鋼材編號 3 的腐蝕電流為低，也就是說，本發明之鋼材編號 4 具有比鋼材編號 3 還要優異的抗腐蝕性。

表 5：於活性峰頂（active peak）上之腐蝕電流 i_{cr} 所量測的抗腐蝕性

鋼材編號	熱處理	硬度 HRC	腐蝕電流 $i_{cr}(\text{mA}/\text{cm}^2)$
3	1080°C/30 分鐘+200°C/2x2h	59.5	0.58
3	1080°C/30 分鐘+525°C/2x2h	59.5	37
4	1080°C/30 分鐘+200°C/2x2h	61.8	0.33
4	1080°C/30 分鐘+525°C/2x2h	61.8	15

「討論」：

以上所敘述之以生產線規格所製造的鋼材測試，其顯示本發明之鋼材相對於參考材料而言，具有實質上較佳的抗磨耗性、還有幾乎相等或者是稍微低的延性、以及相等或者是較佳之抗腐蝕性。藉由增加氮的含量可以獲得更進一步的改良，同時碳含量會降低，才能使得 % (C+N) 基本上得以維持固定。此舉會導致鋼材中的硬相粒子總含量在熱處理之後減少。的確，此舉增加了 MX-相的數量，但是沒有完全補償 M_7C_3 -相所減少的含量，其中 M 實質上是鉻，同時其代表的意思就是溶解掉的鉻含量增加了，也因此該經過熱處理之材料的抗腐蝕性也增加了。

在表 6 中，顯示了本發明之一些可以想到的鋼材，其化學組成以及估算出來的硬相含量，並具有不同含量的碳、和氮，還有其餘之 0.2 的 Si、0.3 的 MN、鐵、以及雜質。

表 6：一些可以想到之鋼材的化學組成（重量％）以及估算的硬相含量（體積％），並從各種不同的沃斯田鐵化溫度開始硬化之後，具有各種不同的碳及氮含量。

鋼材	T _A °C	化學組成(重量%)					硬相含量(體積%)		
		C	N	Cr	Mo	V	MX	M ₇ C ₃	總合
5	1080	2.70	0.12	21.0	1.60	5.30	1.51	32.92	34.4
	1120						1.47	32.29	33.8
	1150						1.44	31.76	33.2
6	1120	2.62	0.20	21.0	1.60	5.30	2.26	30.89	33.3
	1150						2.22	30.34	32.6
7	1120	2.52	0.30	21.0	1.60	5.30	3.12	29.30	32.4
	1150						3.10	28.74	31.8
8	1120	2.23	0.50	21.0	1.60	5.30	4.63	25.39	30.0
	1150						4.61	24.80	29.4
9	1120	1.80	0.75	21.0	1.60	5.30	6.29	19.83	261
	1150						6.26	19.20	255

【圖式簡單說明】

於以下所進行之實驗的敘述中，將會以伴隨的圖示作為參考資料，其中：

圖 1-3 所說明的是在實驗室規格下所製造出來之鋼材的研究；

圖 1 為一張顯示根據本發明之鋼材所製成之物品一部分的微結構照片；

圖 2A 與圖 2B 係分別顯示參考材料與本發明之鋼材的回火圖形；

圖 3 係顯示參考材料與本發明之鋼材在熱處理過後的抗磨耗性；而

圖 4-5 所說明的是在生產線規模上所製造出來之鋼材

的研究；

圖 4 係顯示所研究之鋼材其硬度對於抗研磨磨耗性的影響；

圖 5 則係說明相同的鋼材其硬度對於延展性的影響。

伍、中文發明摘要：

本發明係有關於一種鋼材料，其係以粉末冶金的方式加以製造，並具有一化學組成，其包含（重量%）：

2.2-3.3 (C + N)，然而至少為 0.3 C 以及至少 0.06 N

0.1-2.0 Si

0.1-2.0 Mn

19-23 Cr

最高為 2.0 Ni

最高為 2.0 Co

0.5-3.0 (Mo + W/2)，然而最高為 1.0 W

4.2-7.5 (V + Nb/2)，然而最高為 0.1 Nb

最高為 0.2 S

其餘的基本上只有鐵以及正常數量的雜質。該鋼材係特別適用於將電子元件封裝在強化塑膠材料裡。該工具中之鋼材包含了 25-35 體積%的碳化物、氮化物、及／或碳氮化物。

陸、英文發明摘要：

The invention concerns a steel material which is powder metallurgy manufactured and has chemical composition which contains in weight-%:

2.2-3.3 (C + N)，however at least 0.3C and at least

0.06N

0.1-2.0 Si

0.1-2.0 Mn

19-23 Cr

max 2.0 Ni

max 2.0 Co

0.5-3.0 (Mo + W/2) , however max 1.0 W

4.2-7.5 (V + Nb/2) , however max 0.1 Nb

max 0.2 S

balance essentially only iron and impurities in normal amounts. The steel is particularly suitable for encapsulation of electronic components in reinforced plastic material. The steel in the tool contains 25-35 vol-% carbides, nitrides, and/or carbonitrides.

拾、申請專利範圍：

1. 一種鋼材料，其特徵在於該鋼材料係以粉末冶金的方式加以製造，並具有一化學組成，其包含（重量％）：

2.2-3.3 (C + N)，然而至少為 0.3C 以及至少 0.06N

0.1-2.0 Si

0.1-2.0 MN

19-23 Cr

最高為 2.0 Ni

最高為 2.0 Co

0.5-3.0 (Mo + W/2)，然而最高為 1.0 W

4.2-7.5 (V + Nb/2)，然而最高為 0.1 Nb

最高為 0.2 S

其餘的基本上只有鐵以及正常數量的雜質。

2. 根據申請專利範圍第 1 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了 4.2-6.4 (V + Nb/2)。

3. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了 2.4-3.1 C，較佳為 2.55-2.85 C。

4. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了 20-22 Cr。

5. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了 1.1-2.1 (Mo + W/2)，然而最高為 0.5 W。

6. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之鋼材料，其特徵在

於該鋼材料包含了 1.2-1.9 Mo 以及最高之 0.10 W。

7. 根據申請專利範圍第 1 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了 4.8-5.7 V 以及最高之 0.04 Nb。

8. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了 0.1-1.0 Si，較佳為最高之 0.8 Si，適當的為大約 0.5 Si。

9. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了 0.1-1.0 MN，較佳為最高之 0.8 MN，適當的為大約 0.5 MN。

10. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了最高為 0.1，較佳為最高 0.5，最合適為最高 0.025% 的硫。

11. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了最高 1.0 Ni，適當為最高 0.7 Ni。

12. 根據申請專利範圍第 11 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料不包含雜質程度以上的鎳。

13. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了最高 1.0 Co，適當為最高 0.7 Co。

14. 根據申請專利範圍第 13 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料不包含雜質程度以上的鈷。

15. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了最高 2% 的 N，較佳為最高 0.3 N，適當為最高 0.15 N。

16. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之鋼材料，其特徵

在於該鋼材料包含了 0.2-0.4 N 以及 2.2-2.8 C。

17. 根據申請專利範圍第 16 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了 0.20-0.32 N 以及 2.4-2.7 C。

18. 根據申請專利範圍第 17 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了大約為 0.25 N 以及大約為 2.57 C。

19. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了 0.5-1.0 N 以及 1.5-2.1 C。

20. 根據申請專利範圍第 19 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了 0.6-0.9 N 以及 1.65-1.95 C。

21. 根據申請專利範圍第 20 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了 0.65-0.85 N 以及 1.75-1.85 C。

22. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了 0.4-0.6 N 以及 2.10-2.35 C。

23. 根據申請專利範圍第 19 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料包含了 0.45-0.55 N 以及 2.15-2.30 C。

24. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料係以粉末冶金的方式來加以製造，該粉末冶金製造包括了將熔融鋼材料進行氮氣氣體噴霧。

25. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之鋼材料，其特徵在於該鋼材料係以粉末冶金的方式來加以製造，該粉末冶金製造包括了藉由熔融鋼材的氣體噴霧來製造粉末（較佳為氮氣氣體噴霧）、以及將該粉末進行固相氮化。

26. 一種根據申請專利範圍第 1-25 項之鋼材料的用途，其係用於製造一種將電子元件封裝在強化塑膠材料裡的

工具。

27. 一種將電子元件封裝在強化塑膠材料裡的工具，其特徵在於該工具係由申請專利範圍第 1-26 項之鋼材料所製成，且其係藉由在介於 1000 和 1150°C 之間的溫度下進行沃斯田鐵化而被硬化，較佳係介於 1080 和 1150°C 之間的溫度下，適當係介於 1120 和 1150°C 之間的溫度下，並從該溫度冷卻，然後隨即在介於 400 和 560°C 之間的溫度下進行一次或者是數次的回火，使其硬度變成 60-64HRC，較佳是介於 450 和 525°C 之間的溫度下進行一次或者是數次的回火，使其硬度變成 62-63 HRC。

28. 根據申請專利範圍第 27 項之工具，其特徵在於該工具中的鋼材包含了 25-35 體積%的碳化物，其基本上係由 M_7C_3 -碳化物、-氮化物、及/或-碳氮化物（其中的 M 主要為鉻）、以及 MC-碳化物、-氮化物、及/或-碳氮化物（其中的 M 主要為鈦）所構成。

29. 根據申請專利範圍第 28 項之工具，其特徵在於該工具中的鋼材包含了 20-30 體積%的 M_7C_3 -碳化物、-氮化物、及/或-碳氮化物，以及 3-10 體積%的 MC-碳化物、-氮化物、及/或-碳氮化物。

30. 根據申請專利範圍第 27 項之工具，其特徵在於該工具係由申請專利範圍第 1-15 項的鋼材料所製成，且該工具中的鋼材包含了 30-34 體積%的 M_7C_3 -碳化物，以及 1-2 體積%的 MC-碳化物、-氮化物、及/或-碳氮化物；總共為 32-35 體積%的硬相。

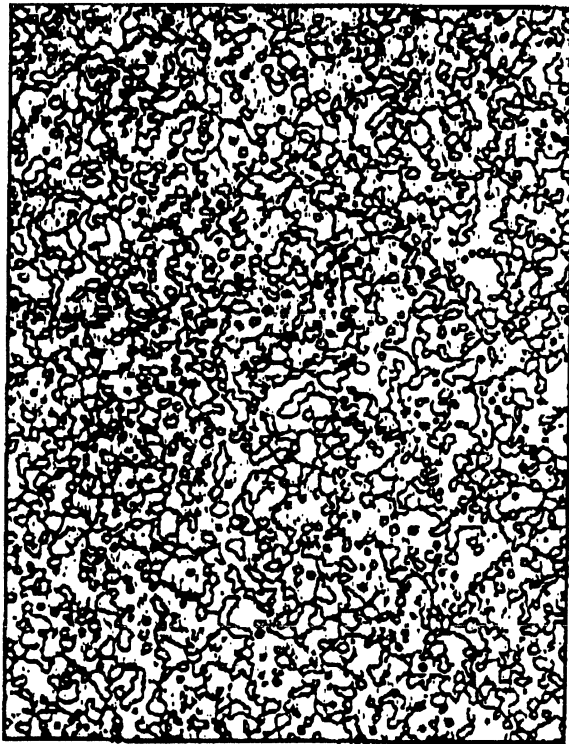
31. 根據申請專利範圍第 27 項之工具，其特徵在於該工具係由申請專利範圍第 16-23 和 25 項的鋼材料所製成，且該工具中的鋼材包含了 18-32 體積%的 M_7C_3 -碳化物，以及 2-8 體積%的 MC-碳化物、-氮化物、及 / 或 -碳氮化物；總共為 23-34 體積%的硬相。

32. 根據申請專利範圍第 27-31 項之工具，其特徵在於將該工具在至少任何有關於沃斯田鐵化及 / 或回火的加熱操作以後，進行零下冷卻以消除材料中斯我殘餘的沃斯田鐵。

拾壹、圖式：

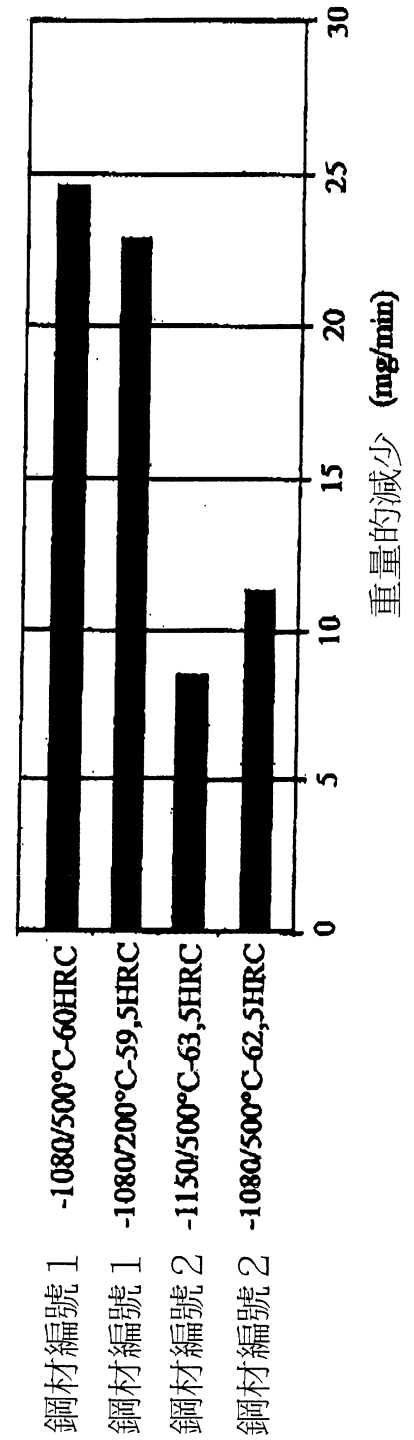
如次頁

圖 1



0 10 20 30 μm

圖 3



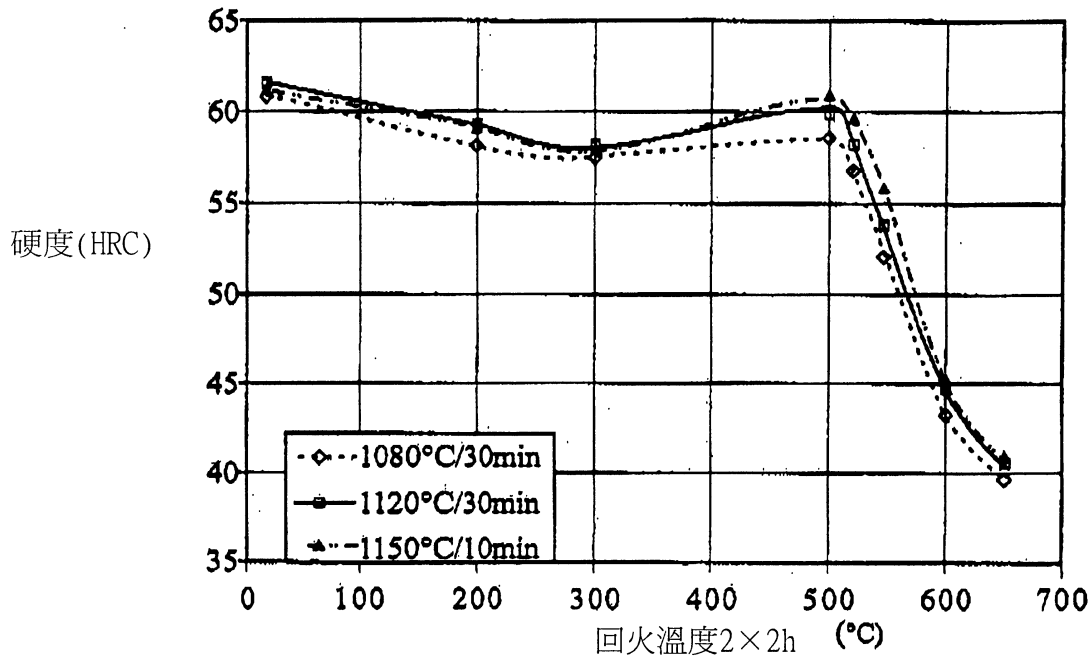


圖 2A

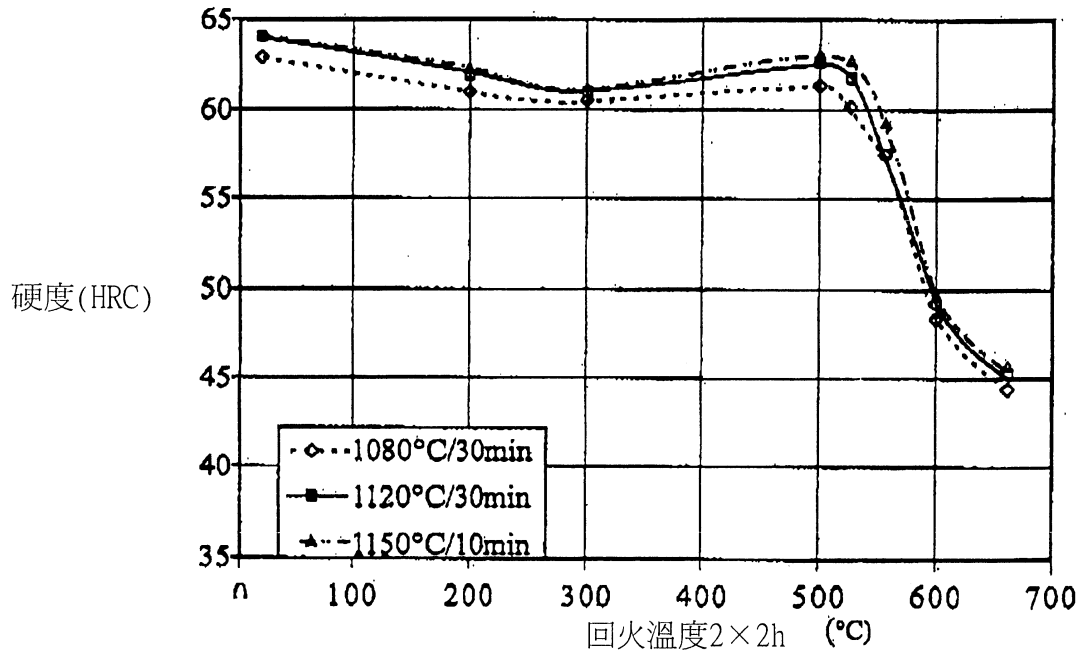


圖 2B

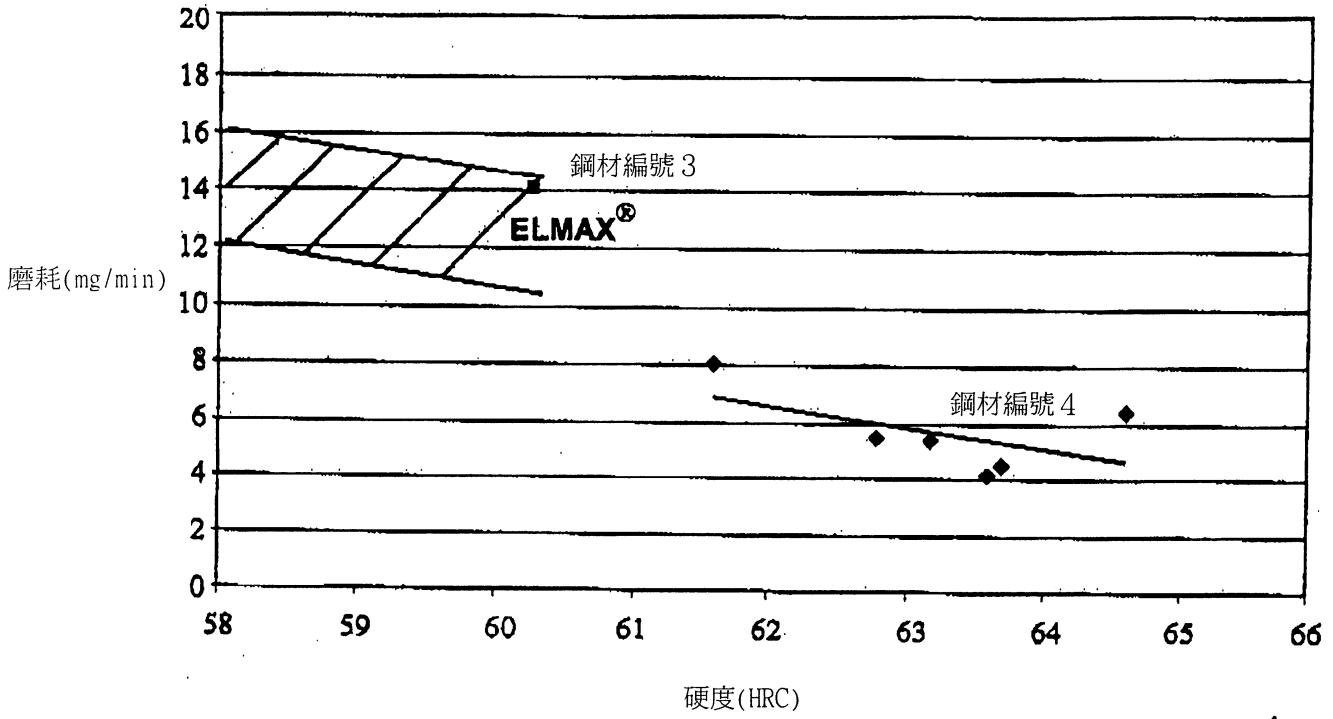


圖 4

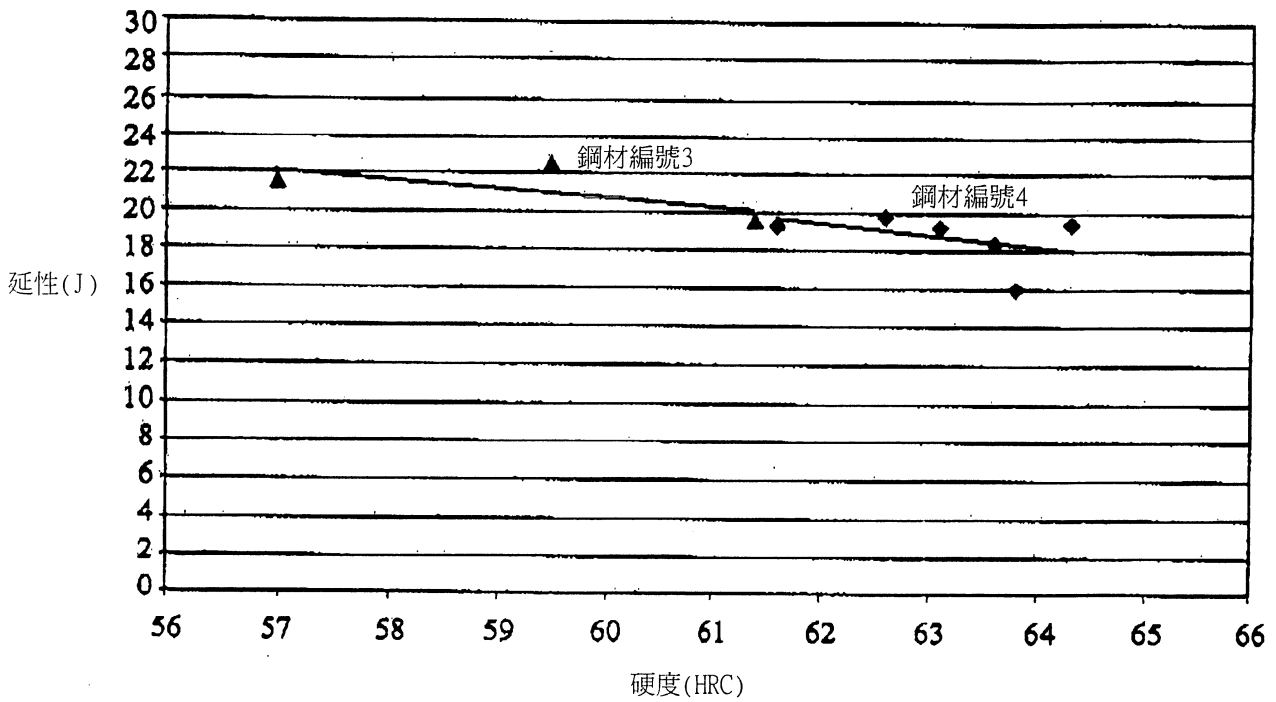


圖 5

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

無

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式

：

無