

公告本

申請日期	89 6 > 8
案 號	89112698
類 別	B22F 1/00

A4
C4

442347

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	包含碳化矽做為合金粉末的改良金屬基粉末組成物
	英 文	Improved Metal-Based Powder Compositions Containing Silicon Carbide as an Alloying Powder
二、發明 創作人	姓 名	1.卡拉土爾 納拉西曼 2.尼奇列胥 秀拉
	國 籍	1.2.美國
	住、居所	1.美國.紐澤西州 08057 木耳鎮朗波林路 156 號 2.美國.紐澤西州 08057 木耳鎮東坎登大道 215 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	赫傑尼斯公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國.紐澤西州 08077 辛納明生,泰勒斯巷 1001 號
	代 表 人 姓 名	

裝

訂

線

442347

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C 分類：

A6

B6

本案已向：

- (1) 美國(地區) 申請專利，申請日期：1999.09.03. 案號：09/390,054, ☒有 ☐無主張優先權
- (2) 美 2000.01.10. 09/480,187
- (3) 美 2000.04.24. 09/557,249

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)

本案是 2000 年 1 月 10 日提出之美國專利申請案序號 09/480,187 的部分接續案，其乃 1999 年 9 月 3 日提出之美國專利申請案序號 09/390,054 的部分接續案。

發明領域

本發明關於鐵基之冶金粉末組成物，特別是關於包含呈粒狀或粉末形式而用以提高所得緊密零件的強度特性之合金元素的粉末組成物。

發明背景

鐵基粒子長期以來以粉末冶金的方式當作製造結構組件中的基底材料來使用。鐵基粒子首先於高壓下在一模具中模造，以製出所要的形狀。模造步驟之後，緊密的或「生胚的」(green)組件經常歷經燒結步驟，以賦予組件必要的強度。

添加特定的合金元素(通常呈粉末形式)於鐵基粉末中，大大地增加緊密燒結之組件強度。一般所用的粉末冶金組成物包含此種合金元素，其中例如碳(呈石墨形式)、鎳、銅、錳、鉬和鉻。這些合金元素的程度可高達粉末組成物的 4~5 重量百分比。在所用的程度下，添加這些合金元素所帶來的花費可累積成粉末組成物之總共費用的顯著部分。據此，粉末冶金工業總是有興趣要試著發展花費較少的合金元素或化合物，以整個降低及 / 或取代一般所用的合金元素。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明(二)

再者，雖然很有用，但是這些合金元素也有不要的性質。舉例來說，某些零件的製造商想要限制用來形成緊密零件之粉末冶金組成物中所用的銅和 / 或鎳量，此乃因為管制使用或丟棄那些零件的環保和 / 或回收規範的緣故。使用石墨有時是不利的，因為它很容易從粉末組成物中產生飛塵，導致粉末混合物因缺乏所需的碳量而使緊密零件的功效降低。

粉末組成物包含合金元素可以提高或減少最終零件的延展性，也就是施加應變再移除後零件保持其原形的能力。某些零件用途對於最終零件而言需要比較好的延展性。含銅和鎳的粉末冶金零件具有低的延展性，因此造成某些設計上的限制。典型來看，此種零件的延展性範圍為每英吋介於 1.5 和 2 百分比之間。然而在某些用途中，粉末冶金零件想要有超過每英吋 3 百分比的延展性。

如鐵質粉末冶金(*Ferrous Powder Metallurgy*, 1995 年)內文所報告的，過去做了許多嘗試，特別是 A. N. Klein 等人所進行的工作，試著使用矽做為合金元素，以取代像是銅、鎳和鉬的合金元素。矽是以元素形式、鐵合金形式或矽化物形成之特別的 FeSiMn 三元主合金來添加至鐵粉中。然而發現使用矽會導致二元 Fe-Si 緊密物於一般的組成和緊密 / 燒結條件範圍中有過度的收縮。元素矽粉末典型上具有富含二氧化矽的表面，其於一般製造粉末金屬零件所用的燒結環境下很難還原回矽。此外，含矽的鐵合金於模造期間無法壓縮，因此製出的零件燒結密度不適當。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明(3)

粉末冶金工業長期以及目前存在一種需求，就是發展出一般粉末混合物使用之多種合金元素(例如銅和鎳)的替代品，或者降低其用量。任何適當的替代品應該易於與鐵基粉末摻混，並且改善緊密零件的強度和 / 或延展特性，而不會顯著劣化其他多種粉末或緊密零件的性質。

發明綜述

本發明提供冶金粉末組成物，其包括做為主成分的粉末冶金基底金屬粉末，例如鐵基和 / 或鎳基粉末，其摻混有含碳化矽的粉末。已發現含碳化矽的粉末令人驚訝地提高由此粉末冶金組成物做的最終燒結緊密零件的強度和延展性。已發現：如果「生胚的」緊密零件是在高於約 2150°F 的溫度下燒結，最好是高於約 2200°F，更好是高於約 2250°F，甚至更好是高於約 2300°F，則最終零件的性質有顯著的改進。

此冶金粉末組成物一般包含至少約 85 重量百分比的粉末冶金基底金屬粉末，例如鐵基或鎳基粉末。含碳化矽的粉末也存在於冶金粉末組成物，其量提供從約 0.05 至約 7.5 重量百分比的碳化矽。

基底金屬粉末最好是鐵基粉末，或是具有粉末冶金工業一般所用的粒子大小分布之此種粉末的組合。基底金屬粉末最好是微粒霧化的金屬粉末，例如微粒霧化的鐵基粉末。

碳化矽最好以碳化矽粉末摻混至組成物中，此粉末為

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明(4)

純度至少約 90 百分比(更好是至少約 95 百分比)的碳化矽。然而，含碳化矽的粉末可以是碳化矽與冶金粉末組成物中所用之其他粉末的二元、三元…等等的合金。或者是說，含碳化矽的粉末可以黏結(例如擴散黏結)於基底金屬粉末(例如鐵基粉末)。以雷射光散射技術來測定，碳化矽粉末的粒子大小分布最好使得其 d_{50} 的值小於約 75 或 50 微米，並且可以是角形、矩形、針狀、球狀或任何其他形狀。

冶金粉末組成物也可以有選擇地包含一般此種組成物所用的任何其他多種的添加物。舉例而言，組成物可包含潤滑劑、黏結劑和其他合金元素或粉末，例如銅、鎳、錳和石墨。

本發明也提供製備這些冶金粉末組成物的方法，以及由此種組成物形成緊密燒結之金屬零件的方法，還有此種方法所形成的產品。

圖式簡述

圖 1 是一圖形，其顯示對根據本發明所做的零件進行的測試結果，相較於使用先前技藝之組成物所做的零件進行的測試結果。

發明詳述

本發明關於改良的冶金粉末組成物、製備這些組成物的方法以及使用這些組成物製作緊密零件的方法。本發明

五、發明說明（ 5 ）

也關於以底下所述方法所製備的緊密零件。粉末組成物包括粉末冶金基底金屬粉末，例如一般用為粉末冶金粉末摻混物之主成分的鐵基或鎳基粉末，其添加或摻混有碳化矽（最好呈粉末形式）做為提高強度的合金粉末。粉末組成物也可包含少量的其他一般使用之合金粉末，例如銅、鎳和碳的粉末。粉末組成物可以使用已知的技術而類似地摻混以已知的黏結劑，以於輸送、儲存和使用期間降低合金粉末的偏析和 / 或掉塵。粉末組成物也可以包含其他一般使用的成分，例如潤滑劑…等等。

本發明的冶金粉末組成物包括一種或由多種摻混之一般用於粉末冶金工業的粉末冶金基底金屬粉末，做為主成分。舉例來說，此種金屬粉末包含鐵基粉末和鎳基粉末，特別而言，此種粉末以微粒霧化技術所製備。基底金屬粉末最好是鐵基粉末。

這些金屬粉末構成了冶金粉末組成物的主要部分，一般占冶金粉末組成物的至少約 85 重量百分比，最好至少約 90 重量百分比，更好至少約 95 重量百分比。此基底金屬粉末最好是微粒霧化的粉末，如底下所詳述的，例如鐵基金屬粉末。基底金屬粉末可以是微粒霧化的鐵粉與海綿鐵的混合物，或者是其他類型的鐵粉。然而有利的是，基底金屬粉末包含至少 50 重量百分比的微粒霧化的鐵基粉末，最好是至少 75 重量百分比，更好是至少 90 重量百分比，最佳是約 100 重量百分比。

在此所用之「鐵基」粉末的範例有：實質是純的鐵粉

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂
線

五、發明說明(6)

、與能增進最終產品之強度、硬化能力、電磁性質或其他所要性質的其他元素(例如製鋼元素)所預先做成合金的鐵粉、擴散黏結了此種其他元素的鐵粉。特別偏好使用微粒霧化的鐵基粉末，以用於本發明的組成物而與碳化矽混合。可用於本發明之實質是純的鐵粉為所包含的名義上雜質不超過約 1.0 重量百分比的鐵粉，且最好不超過約 0.5 重量百分比。這些實質是純的鐵粉最好是微粒霧化技術所製備之微粒霧化的粉末。此種可高度壓縮、冶金等級的鐵粉範例為 ANCORSTEEL 1000 系列的純鐵粉，像是 1000、1000B 和 1000C，可得自紐澤西州 Riverton 的 Hoeganaes 公司。舉例而言，ANCORSTEEL 1000 鐵粉的典型過篩狀況為大約 22 重量百分比的粒子乃小於 No.325 篩目(美國篩目)，大約 10 重量百分比的粒子乃大於 No.100 篩目，剩下的則介於這兩種尺寸之間(另有微量大於 No.60 篩目)。ANCORSTEEL 1000 粉末的視密度從每立方公分約 2.85 到 3.00 公克，典型為每立方公分 2.94 公克。其他可用於本發明之實質是純的鐵粉為典型的海綿鐵粉，例如 Hoeganaes 的 ANCOR MH-100 粉末。

鐵基粉末可以加入一或多種增進最終金屬零件之機械性質或其他性質的合金元素。此種鐵基粉末可以是鐵粉，最好為實質是純的鐵粉，其與一或多種此種元素預先做成合金。預先做成合金的粉末製備可將鐵與所要的合金元素做成熔融物，然後微粒霧化此熔融物，藉此微粒霧化的液滴在固化時形成粉末。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明(9)

可與鐵粉預先做成合金的合金元素範例包含但不限於鉬、錳、鎂、鉻、矽、銅、鎳、金、鈇、鈮、石墨、磷、鋁及其組合。一或多種合金元素的加入量視最終金屬零件所要的性質而定。加入此種合金元素之預先做成合金的鐵粉可得自 Hoeganaes 公司，做為其 ANCORSTEEL 粉末生產線的一部份。

鐵基粉末的進一步範例為擴散黏結的鐵基粉末，其乃實質是純的鐵粒子，而有一層或披覆了一或多種其他合金元素或金屬；例如製鋼元素，後者乃擴散至其外表面。此種粉末的一種典型製程是將鐵的熔融物微粒霧化，然後將此微粒霧化的粉末結合以合金粉末，並於爐中將此粉末混合物退火。此種市售可得的粉末包括來自 Hoeganaes 公司的 DISTALOY 4600A 擴散黏結粉末，其包含約 1.8 重量百分比的鎳、約 0.55 重量百分比的鉬和約 1.6 重量百分比的銅，還有來自 Hoeganaes 公司的 DISTALOY 4800A 擴散黏結粉末，其包含約 4.05 重量百分比的鎳、約 0.55 重量百分比的鉬和約 1.6 重量百分比的銅。

較佳的鐵基粉末是一種與鉬(Mo)預先做成合金的鐵粉。此粉末是將包含約 0.5 至約 2.5 重量百分比之鉬的實質是純的鐵熔融物微粒霧化而製得。此種粉末的範例如 Hoeganaes 公司的 ANCORSTEEL 85HP 鋼粉，其包含約 0.85 重量百分比的鉬，總共少於約 0.4 重量百分比的其他例如錳、鉻、矽、銅、鎳、鉬或鋁的材料，以及少於約 0.02 重量百分比的碳。其他類似者包括 ANCORSTEEL

五、發明說明(8)

50HP 和 150HP，除了分別包含 0.5 和 1.5 重量百分比的鉬以外，它們的組成類似於 85HP 粉末。此種粉末的另一個範例是 Hoeganaes 公司的 ANCORSTEEL 4600V 鋼粉，其包含約 0.5 至 0.6 重量百分比的鉬、約 1.5 至 2.0 重量百分比的鎳、約 0.1 至 0.25 重量百分比的錳以及少於約 0.02 重量百分比的碳。

另一種可用於本發明之預先做成合金的鐵基粉末乃揭示於美國專利第 5,108,493 號，標題為「具有個別不同的預先做成合金之鐵合金粉末的鋼粉混合物」(Steel Powder Admixture Having Distinct Pre-alloyed Powder of Iron Alloys)，其全部內容在此加入以爲參考。此鋼粉組成物是兩種不同的預先做成合金之鐵基粉末的混合物，其一是鐵與 0.5 至 2.5 重量百分比之鉬所預先做成的合金，另一是鐵與碳還有至少約 25 重量百分比之過渡元素成分所預先做成的合金，其中該成分包括選自鉻、錳、釩和鈮當中的至少一種元素。此混合物當中的比例乃提供過渡元素成分占鋼粉組成物的至少約 0.05 重量百分比。此種粉末的範例如市售可得之 Hoeganaes 公司的 ANCORSTEEL 41 AB 鋼粉，其包含約 0.85 重量百分比的鉬、約 1 重量百分比的鎳、約 0.9 重量百分比的錳、約 0.75 重量百分比的鉻和約 0.5 重量百分比的碳。

不論是預先做成合金的鐵基粉末或是擴散黏結的鐵基粉末，合金元素存在的量乃視最終燒結零件所要的性質而定。一般來說，合金元素的量相對上較少，最多高達粉末

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明(9)

組成物總重量的約 5 重量百分比，雖然在特定的用途中也可能用到多達 10 至 15 重量百分比。偏好的範圍典型是介於 0.25 至 4 重量百分比。

其他可用於實施本發明的鐵基粉末為鐵磁性粉末。範例如一種鐵與少量磷所預先做成合金的粉末。

可用於實施本發明的鐵基粉末也包括不鏽鋼粉。這些不鏽鋼粉市售可得自 Hoeganaes 公司之 ANCOR®系列的多種等級，例如 ANCOR®303L、304L、316L、410L、430L、434L 和 409Cb 粉末。同時，鐵基粉末也包括粉末冶金方式所做的工具鋼粉。

諸如實質是純鐵、擴散黏結之鐵和預先做成合金之鐵的鐵基粉末，其粒子有一粒子大小分布。典型上，這些粉末試樣的至少約 90 重量百分比能通過 No.45 篩目(美國篩目)，並且最好是粉末試樣的至少約 90 重量百分比能通過 No.60 篩目。這些粉末典型上具有至少約 50 重量百分比的粉末能通過 No.70 篩目，所保留的高於或大於 No.400 篩目，並且最好至少約 50 重量百分比的粉末能通過 No.70 篩目，所保留的高於或大於 No.325 篩目。同時，這些粉末典型上具有至少約 5 重量百分比的粒子能通過 No.325 篩目，較常見是至少約 10 重量百分比的粒子，一般至少約 15 重量百分比的粒子。如此，這些粉末的重量平均粒子大小可以小到一微米或更小，或最高達約 850 至 1,000 微米，但是一般而言，粒子的重量平均粒子大小是在約 10 至 500 微米的範圍。偏好的是最大之重量平均粒子大小高達約 350 微

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明 (10)

米的鐵粒子或預先做成合金的鐵粒子，此粒子的重量平均粒子大小更好是在約 25 至 150 微米的範圍，並且最好是在約 80 至 150 微米的範圍。參考篩網分析的 MPIF 標準 05。於另一具體實施例中，這些粉末的粒子大小可以比較小。在這些較小的粒子大小範圍中，相對於過篩技術，則可以雷射光散射科技來分析粒子大小分布。雷射光散射科技以 d_x 值來報導粒子大小分布，其表示 x 體積百分比的粉末具有小於所報導數值的直徑。鐵基粉末的粒子大小分布範圍例如 d_{50} 值介於約 1 至 50 微米，最好是介於約 1 至 25 微米，更好是介於約 5 至 20 微米，甚至更好是介於約 10 至 20 微米，以用於需要如此小之粒子大小的粉末，像是用於金屬射出成形的用途。

用做本發明主成分的金屬粉末，除了鐵基粉末以外，也可包括鎳基粉末。在此所用之「鎳基」粉末的範例有：實質是純的鎳粉，與能增進最終產品之強度、硬化能力、電磁性質或其他所要性質的其他元素所預先做成合金的鎳粉。鎳基粉末可與前面關於鐵基粉末所述的任何合金粉末相混合。鎳基粉末的範例包括市售可得自 Hoeganaes 公司之 ANCORSPRAY[®] 粉末，例如 N-70/30Cu、N-80/20 和 N-20 粉末。這些粉末的粒子大小分布類似於鐵基粉末。偏好的鎳基粉末是以微粒霧化法所做成的。

所述構成基底金屬粉末或至少其主要份量的鐵基粉末，如上所提到的，最好是微粒霧化的粉末。這些鐵基粉末的視密度每立方公分至少 2.75 公克，最好介於 2.75 到 4.6

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明 (11)

公克，更好介於 2.8 到 4.0 公克，某些情況下最好介於 2.8 到 3.5 公克。

碳化矽添加至或摻混於一或多種上述的基底金屬粉末，例如鐵基粉末。令人訝異地發現：碳化矽的添加戲劇性地增加由此粉末組成物所做成之緊密物的強度和延展性，特別是當製程期間使用增加的燒結溫度，而對產品尺寸的變化沒有顯著的影響。使用碳化矽大大地降低使用額外提高強度之合金元素(例如銅、鎳、錳、石墨…等等)的需求，某些情況下更完全避免此一需求。

碳化矽最好以包含碳化矽的粉末之形式來添加。在此所用的此種粉末形式是指包括例如角形、矩形、針狀、球狀和任何其他的形狀。用於冶金粉末組成物中的碳化矽之量可在約 0.05 至約 7.5 重量百分比的範圍，最好是約 0.25 至約 5 重量百分比，更好是約 0.5 至約 5 重量百分比，在某些情況下從約 1 至約 5 重量百分比。純的碳化矽(SiC)包含約 70 重量百分比的矽和約 30 重量百分比的碳，據此，則矽的用量在約 0.035 至約 5.3 重量百分比的範圍，最好是約 0.17 至約 3.5 重量百分比，更好是約 0.35 至約 3.5 重量百分比，在某些情況下從約 0.7 至約 3.5 重量百分比，而碳基本上構成了差額，也就是約 0.015 至約 2.2 重量百分比的範圍，最好是約 0.075 至約 1.5 重量百分比，更好是約 0.15 至約 1.5 重量百分比，在某些情況下從約 0.3 至約 1.5 重量百分比。

包含碳化矽之粉末的粒子大小一般而言比較小，並且

五、發明說明 (2)

相對於過篩技術，則是以雷射光散射科技來分析。雷射光散射科技以 d_x 值來報導粒子大小分布，其表示 x 體積百分比的粉末具有小於所報導數值的直徑。用於本發明之包含碳化矽粉末的粒子大小分布範圍最好是 d_{90} 值小於約 100 微米，更好是小於約 75 微米，甚至更好是小於約 50 微米。這些包含碳化矽的粉末之 d_{50} 值最好小於約 75 微米，更好是小於約 50 微米，甚至更好是小於約 25 微米，並且可以小到低於約 10 微米。於另一具體實施例中，包含碳化矽的粉末可以具有比較粗的粒子大小分布，使得至少約 90 重量百分比的粉末能通過 No.100 篩目，並且最好是至少約 90 重量百分比的粉末能通過 No.200 篩目。包含碳化矽的粉末最好是高級、高純度粉末，其純度(碳化矽的含量)超過約 90 重量百分比，更好是超過約 95 重量百分比，甚至更好是超過約 98 重量百分比。

最好以碳化矽之形式將包含碳化矽的粉末摻混於冶金組成物中。然而，也可以先將碳化矽摻混以、預先做成合金於或以任何方式黏結以冶金粉末的任何其他粉末成分，來實施本發明。也就是說，碳化矽也可與其他合金元素或粉末以二元、三元…等等合金粉末來添加。舉例來說，碳化矽可先與另一種合金粉末結合，然後此結合的粉末再摻混於金屬粉末，例如鐵基粉末，而形成冶金組成物，其可有選擇地添加其他任何合金粉末、黏結劑、潤滑劑…等等，如底下所討論的。此外，包含碳化矽的粉末可以傳統擴散黏結的方式黏結於金屬基粉末，例如鐵基粉末。於此種

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明 (17)

擴散黏結的過程中，鐵基粉末和包含碳化矽的粉末加以組合，並受到約 800 至 1000°C 的溫度，而將粉末黏結在一起。

本發明的粉末冶金組成物也可包含次量的合金粉末。在此所用的「合金粉末」是指燒結時能夠擴散到鐵基或鎳基材料的材料。可與金屬粉末(例如前述的鐵基或鎳基粉末之類)相混合的合金粉末，乃冶金粉末領域中那些已知能增進最終燒結產品之強度、硬化能力、電磁性質或其他所要性質者。製鋼元素是這些材料中最為人所熟知的。合金材料的特定範例包含但不限於元素態的鉬、錳、鉻、矽、銅、鎳、錫、鈮、鈮、冶金碳(石墨)、磷、鋁、硫和其組合。其他適合的合金材料為：銅與錫或磷的二元合金；鐵與錳、鉻、硼、磷或矽的鐵合金；碳與鐵、鈮、錳、鉻、鉬當中兩者或三者的低熔點三元和四元共晶物；鎢或矽的碳化物；氮化矽；以及錳或鉬的硫化物。這些合金粉末呈粒子形式，其大小一般比其所相混合的金屬粉末粒子來得細。合金粒子的粒子大小分布範圍一般是 d_{90} 值小於約 100 微米，最好是小於約 75 微米，更好是小於約 50 微米，而 d_{50} 值小於約 75 微米，最好是小於約 50 微米，更好是小於約 30 微米。組成物中存在之合金粉末的量則視最終燒結零件所要的性質而定。一般而言，此量乃次要的，最多高達粉末組成物總重量的 5 百分比，雖然某些特殊的粉末可以有多達 10 至 15 重量百分比的量存在。適合多數用途所偏好的範圍為約 0.25 至 4.0 重量百分比。特別偏好用於本發

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明 (4)

明以供特定用途的合金元素是銅和鎳，其個別使用的程度為約 0.25 至 4 重量百分比，而且也可以結合一起使用。

冶金粉末組成物也可包含潤滑粉末，以降低當從緊密模穴移出緊密零件所需的排出力量。此種潤滑劑的範例包含硬脂酸鹽化合物(例如硬脂酸鋰、硬脂酸鋅、硬脂酸錳和硬脂酸鈣)、蠟(例如乙撐雙硬脂醯胺、聚乙烯蠟和聚烯烴)以及這些種類之潤滑劑的混合物。其他的潤滑劑包含那些含聚醚化合物者，例如頒給 Luk 的美國專利第 5,498,276 號所描述的，以及頒給 Luk 的美國專利第 5,368,630 號所描述的在較高緊密化溫度下有用者，另外還有頒給 Johnson 等人的美國專利第 5,330,792 號所揭示者，其全部內容在此加入以為參考。

潤滑劑一般的添加量占冶金粉末組成物的最多高達約 2.0 重量百分比的範圍，最好是約 0.1 至約 1.5 重量百分比，更好是約 0.1 至約 1.0 重量百分比，最佳是約 0.2 至約 0.75 重量百分比。

本發明的冶金粉末組成物之成分可以依照傳統的粉末冶金技術來製備。一般來說，金屬粉末、碳化矽粉末以及可選擇的固態潤滑劑和額外合金粉末(隨著任何其他所用的添加物)，乃使用傳統的粉末冶金技術而混合在一起，像是使用雙錐摻混器。然後摻混好的粉末就準備好可供使用。

冶金粉末組成物也可以包含一或多種黏結劑，特別是當使用額外分開的合金粉末之時，以將冶金粉末組成物中存在的不同成分黏結在一起，如此以抑制偏析和降低飛塵

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明 (5)

。在此所用的「黏結」(bond)是指任何能便於黏著冶金粉末組成物之成分的物理或化學方法。

於本發明的較佳具體實施例中，乃藉由使用至少一種黏結劑來進行黏結。可用於本發明的黏結劑乃那些一般粉末冶金技藝所採用的。舉例而言，此種黏結劑包含見於頒給 Semel 的美國專利第 4,834,800 號、頒給 Engstrom 的美國專利第 4,483,905 號、頒給 Semel 等人的美國專利第 5,298,055 號和頒給 Luk 的美國專利第 5,368,630 號，其全部內容在此加入以爲參考。

此種黏結劑例如包含：聚(例如聚乙二醇或聚丙二醇)、甘油、聚乙烯醇、醋酸乙烯的單聚物或共聚物、纖維素酯或醚樹脂、甲基丙烯酸聚合物或共聚物、醇酸樹脂、聚氨酯樹脂、聚酯樹脂或其組合。其他有用的黏結劑範例爲分子量比較高之以聚烷氧化物爲基底的組成物，其描述於頒給 Semel 等人的美國專利第 5,298,055 號。有用的黏結劑也包含二元有機酸(例如壬二酸)以及一或多種極性成分，例如聚醚(液態或固態)和丙烯酸樹脂，如頒給 Luk 的美國專利第 5,290,336 號所揭示，其全部內容在此加入以爲參考。頒給 Luk 的美國專利第 5,290,336 號中的黏結劑也可有利地做爲黏結物和潤滑劑的組合。額外有用的黏結劑包含纖維素酯樹脂、羥基烷基纖維素樹脂和熱塑性酚醛樹脂，其描述於頒給 Luk 的美國專利第 5,368,630 號。

黏結劑可進一步爲低熔點、固態聚合物或蠟，例如軟化溫度低於 200°C (390°F) 的聚合物或蠟，例如聚酯、聚乙

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明 (16)

烯、環氧樹脂、氨基甲酸乙酯、石蠟、乙撐雙硬脂醯胺和棉籽蠟，還有重量平均分子量低於 3,000 的聚烯烴，以及氫化蔬菜油，其乃三縮水甘油基 C_{14-24} 酯及其衍生物，包括氫化衍生物，例如棉籽油、黃豆油、荷荷葩油及其摻混合物，如 1999 年 4 月 29 日公告的 WO 99/20689 所描述的，其全部內容在此加入以爲參考。這些黏結劑可以該申請案所討論的乾式黏結技術來施加，其一般量如前述黏結劑所用者。進一步可用於本發明的黏結劑爲聚乙炔基吡咯烷酮，如美國專利第 5,069,714 號所揭示的，其全部內容在此加入以爲參考，或者是妥爾油酯。

冶金粉末組成物中存在之黏結劑的含量視許多因素而定，例如冶金粉末組成物中鐵合金粉末、鐵粉和可選擇之合金粉末的密度、粒子大小分布和含量。一般而言，黏結劑添加的量以冶金粉末組成物的總重量來算，至少約 0.005 重量百分比，最好是約 0.005 至約 2 重量百分比，更好是約 0.05 至約 1 重量百分比。

本發明包含碳化矽的冶金粉末組成物可使用傳統技術形成緊密的零件。典型上，冶金粉末組成物倒入一模穴中，並在壓力下緊密化，例如每平方英吋約 5 至約 200 噸 (tsi)，更常爲約 10 至 100 tsi。緊密的零件然後從模穴中排出。

傳統上，緊密的(生胚的)零件然後做燒結以提高其強度。根據本發明，燒結有利地於至少 $2150^{\circ}\text{F}(1175^{\circ}\text{C})$ 的溫度下進行，最好至少約 $2200^{\circ}\text{F}(1200^{\circ}\text{C})$ ，更好至少約 2250

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明 (1)

°F(1230°C)，甚至更好至少約 2300°F(1260°C)。燒結操作也可以在較低的溫度下進行，例如至少 2050°F(1120°C)。燒結進行的時間足以達成冶金黏結與形成合金。如底下範例所示，特別偏好在會使碳化矽擴散到鐵基底的溫度下燒結含碳化矽的粉末組成物，如此使碳化矽與鐵形成合金。額外的製程像是鍛造或其他適當的製造技術或次要操作，可以用來製造最終零件。使用碳化矽做為合金元素所提供的緊密零件，燒結後具有比較高的硬度值。於提高溫度下進行燒結的方法中以上述方式使用碳化矽，在許多情況下就不需要於燒結步驟後讓緊密的零件接受後續的熱處理以改進其硬度性質。

範例

底下的範例展現本發明特定的具體實施例和優點，而不是要做限制。除非另有所示，任何的百分比是以重量為基準。

一般根據以下的測試方法和公式來決定粉末混合物與生胚棒的物理性質：

性質	測試方法
生胚密度(克 / 立方公分)	ASTM B331-76
生胚強度(psi)	ASTM B312-76
尺寸改變(%)	ASTM B610-76
橫越斷裂強度(ksi)	MPIF 標準 41
極限拉伸強度(ksi)	MPIF 標準 10
斷裂應變(%)	MPIF 標準 10

五、發明說明 (8)

範例 1

多種程度的碳化矽與鐵基金屬粉末混合，並加以緊密化和燒結。所得的零件顯示：隨著碳化矽含量的增加，強度跟著增加。

所用的鐵基金屬粉末是 ANCORSTEEL A1000 鐵粉 (Hoeganaes 公司)，其乃實質為純的鐵基之微粒霧化的粉末。碳化矽粉末得自 Norton Saint-Gobain，其 d_{50} 值以 MicroTrac II 儀器(由賓系法尼亞州 Horsham 的 Leeds and Northrup 所製造，型號 158704)測量為 10 微米。碳化矽粉末以多種程度與 A1000 鐵粉摻混，並且各組成物也包含 0.75 重量百分比的 Acrawax，其乃一種乙撐雙硬脂鹽胺的蠟潤滑劑。黏結劑為聚氧化乙烯和聚乙二醇的混合物，其用量正比於碳化矽的用量(2%的 SiC 用 0.07%的黏結劑、5%的 SiC 用 0.16%的黏結劑、10%的 SiC 用 0.33%的黏結劑)。把鐵基粉末、潤滑劑和碳化矽結合在一起而製備組成物，然後把溶於丙酮溶劑的黏結劑混合加入，接著再移除溶劑。組成物於 40 tsi 下緊密化為矩形棒(約 1.5"長、0.25"高、0.5"寬)，然後於 25%N₂ / 75%H₂ 之氣氛下的帶式爐中燒結(約 30 分鐘)，再冷卻至室溫。

組成和生胚性質顯示於表 1.1。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明(9)

表 1.1

SiC占的體積比例(%)	SiC占的重量比例(%)	無孔洞的生胚密度(g/cm ³)	生胚密度(g/cm ³)	無孔洞密度占的比例(%)
0	0	7.85	7.01	89.3
2	0.82	7.75	6.90	89.0
5	2.09	7.60	6.74	88.7
10	4.32	7.35	6.43	87.4

於 2300°F 燒結之緊密物的性質顯示於表 1.2。

表 1.2

SiC占的體積比例(%)	無孔洞的燒結密度(g/cm ³)	燒結密度(g/cm ³)	無孔洞密度占的比例(%)	橫越斷裂強度(ksi)	尺寸改變(%)
0	7.90	6.99	88.5	73.9	-0.15
2	7.81	6.91	88.5	87.8	-0.06
5	7.67	6.74	88.1	116.5	-0.06
10	7.43	6.93	93.3	194.3	-1.37

範例 2

可以修改鐵基粉末的粒子大小分布，以改變緊密零件的最終性質。研究四種不同粒子大小分布的鐵基粉末 A1000，其均添加 10 體積百分比的碳化矽(與範例 1 所用的相同)。粉末組成物以與範例 1 所用的相同條件來製備，也使用相同的潤滑劑和黏結劑。以 MicroTrac II 單元所決定之鐵基粉末的粒子大小分布乃顯示於表 2.1。

五、發明說明 (7)

表 2.1

材料	d ₁₀ (微米)	d ₅₀ (微米)	d ₉₀ (微米)
小的	28.7	47.7	77.5
中的	38.6	92.1	189.1
大的	85.5	132.9	207.7
雙峰的	33.1	69.7	166.7

於 40 tsi 下緊密化並於範例 1 相同條件下燒結的粉末，其燒結性質顯示於表 2.2。

表 2.2

具 10 體積 %之 SiC 的 A1000	無孔洞的 燒結密度 (g/cm ³)	燒結密度 (g/cm ³)	無孔洞密 度占的比 例(%)	橫越斷裂 強度(ksi)	尺寸改變 (%)
小的	7.43	7.02	94.5	207.8	-2.52
中的	7.43	6.66	89.6	192.5	-0.70
大的	7.43	6.38	85.9	183.5	-0.59
雙峰的	7.43	6.60	88.8	196.1	-0.45

範例 3

在本發明的多種粉末組成物和其他未包含碳化矽的組成物之間，比較極限拉伸強度與斷裂應變(緊密零件之延展性的度量標準)的關係。典型上，極限拉伸強度與斷裂應變之間得到的是一般成反比的關係。此實驗顯示：根據本發明包含碳化矽，對於給定的拉伸強度可提供較高的斷裂應變值。

五、發明說明(21)

表 3.1 顯示用於此實驗之多種摻混物或混合物的名義組成(以重量百分比為基準)。

表 3.1

粉末摻混物的名義組成

粉末摻混物	Fe(%)	Ni(%)	C(%)	Cu(%)	Mo(%)
F005	99.5	-	0.5	-	-
F008	99.2	-	0.8	-	-
FN0205	97.5	2	0.5	-	-
FN0208	97.2	2	0.8	-	-
FC0205	97.5	-	0.5	2	-
FC0208	97.2	-	0.8	2	-
A1000	100	-	-	-	-
50HP	99.5	-	-	-	0.5
85HP	99.15	-	-	-	0.85
150HP	98.5	-	-	-	1.5

A1000、50HP、85HP 和 150HP 都是得自紐澤西州 Riverton 的 Hoeganaes 公司之 ANCORSTEEL 等級粉末。這些粉末摻混以 2 體積百分比(2p)和 5 體積百分比(5p)的碳化矽(與範例 1 所用的相同)。這些不同的混合物也根據範例 1 所設的條件而摻混以潤滑和黏結劑。這些不同的粉末組成物於 40 tsi 下緊密化，然後如範例 1 一般於 2300°F 下燒結 30 分鐘。緊密的零件然後測試其極限拉伸強度(ksi)與斷裂應變(%)。

測試的結果顯示於圖 1。F 系列組成物的資料乃得自

五、發明說明 (3)

P/M 零件之材料標準的 MPlF-35 標準資料(金屬粉末工業聯盟，1997 年)。

範例 4

比較添加碳化矽與分開添加矽和石墨(碳)的結果，以示範使用碳化矽做為合金材料要比使用個別成分的碳和矽做為合金材料所未預期的優越性。

用於本範例的基底冶金粉末是用於範例 1 的 A1000 粉末。本發明的組成物乃 A1000 粉末混以 5 體積百分比的 SiC(2.09 重量百分比，如範例 1 所用的)，還有 0.75 重量百分比的 Acrawax 潤滑劑。把鐵基粉末、碳化矽粉末和潤滑劑摻混在一起，然後添加並混合約 0.16 重量百分比的黏結劑(聚氧化乙烯和聚乙二醇的混合物，溶於丙酮溶劑)，溶劑蒸發後則形成最終的組成物。比較用的粉末以類似的方式製備，除了碳化矽粉末以 1.46 重量百分比的矽粉和 0.63 重量百分比的石墨粉所取代以外。

於 40 tsi 的緊密化壓力下將實驗棒加以緊密。SiC 試樣的生胚密度為每立方公分 6.74 克，Si+C 試樣的則是每立方公分 6.70 克。試樣於 25%N₂ / 75%H₂ 之氣氛下的帶式爐中以 2300°F 燒結約 30 分鐘，再冷卻至室溫。燒結的性質列於表 4.1。添加碳化矽提供產品較佳的強度，而採用此燒結操作之產品的尺寸改變顯著較少。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明(ㄣ)

表 4.1

測試 \ 試樣	2.09重量百分比的 SiC	1.46重量百分比的Si加 0.63重量百分比的C
燒結密度(g/cm ³)	6.76	6.81
橫越斷裂強度(ksi)	124.9	117.5
尺寸改變(%)	-0.08	-0.42
硬度(HRA)	42.5	42.7
降伏強度(ksi)	48.7	44.9
極限拉伸強度(ksi)	72.2	66.8
斷裂應變(%)	4.04	3.96

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

四、中文發明摘要(發明之名稱:)

包含碳化矽做為合金粉末的改良金屬基粉末組成物

提供的是冶金粉末組成物，其包括碳化矽，以提高由此做的緊密燒結零件的強度、延展性和車削性。組成物一般包括構成組成物主要部分的金屬粉末，例如鐵基或鎳基粉末。碳化矽最好以碳化矽粉末的形式摻混至金屬粉末。常見合金粉末、潤滑劑、黏結劑和其他粉末冶金添加物可以有選擇地摻混至冶金組成物。冶金粉末組成物之使用乃將它於模穴中加以緊密化，以製出「生胚的」緊密物，其然後加以燒結，最好是於比較高的溫度下燒結。

英文發明摘要(發明之名稱: Improved Metal-Based Powder Compositions
Containing Silicon Carbide as an Alloying Powder)

Metallurgical powder compositions are provided that include silicon carbide to enhance the strength, ductility, and machine-ability of the compacted and sintered parts made therefrom. The compositions generally contain a metal powder, such as an iron-based or nickel-based powder, that constitutes the major portion of the composition. Silicon carbide is blended with the metal powder, preferably in the form of a silicon carbide powder. Optionally, common alloying powders, lubricants, binding agents, and other powder metallurgy additives can be blended into the metallurgical composition. The metallurgical powder composition is used by compacting it in a die cavity to produce a "green" compact that is then sintered, preferably at relatively high temperatures.

六、申請專利範圍

1.一種改良的冶金粉末組成物，包括：

(a)至少約 85 重量百分比的基底金屬粉末，其包含至少 50 重量百分比而視密度每立方公分介於 2.75 到 4.6 公克之微粒霧化的鐵基粉末；以及

(b)從約 0.05 至約 7.5 重量百分比的碳化矽。

2.根據申請專利範圍第 1 項的冶金粉末組成物，其中基底金屬粉末包含至少 75 重量百分比而視密度每立方公分介於 2.75 到 4.6 公克之微粒霧化的鐵基粉末。

3.根據申請專利範圍第 1 項的冶金粉末組成物，其中基底金屬粉末包含至少 90 重量百分比而視密度每立方公分介於 2.75 到 4.6 公克之微粒霧化的鐵基粉末。

4.根據申請專利範圍第 1 項的冶金粉末組成物，其中碳化矽存在的量從 0.25 至 5 重量百分比。

5.根據申請專利範圍第 4 項的冶金粉末組成物，其中基底金屬粉末包含至少 90 重量百分比而視密度每立方公分介於 2.75 到 4.6 公克之微粒霧化的鐵基粉末。

6.根據申請專利範圍第 5 項的冶金粉末組成物，其中微粒霧化的鐵基粉末之粒子大小分布使得約 50 重量百分比的鐵基粉末能通過 No.70 篩目，所保留的高於 No.400 篩目。

7.一種改良的冶金粉末組成物，包括：

(a)至少約 85 重量百分比的基底金屬粉末，其包含至少 50 重量百分比而視密度每立方公分介於 2.75 到 4.6 公克之微粒霧化的鐵基粉末；以及

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

六、申請專利範圍

(b)包含碳化矽的粉末，其存在的量提供從約 0.05 至約 7.5 重量百分比的碳化矽。

8.根據申請專利範圍第 7 項的冶金粉末組成物，其中包含碳化矽的粉末之粒子大小分布使得其 d_{50} 的值小於約 50 微米。

9.根據申請專利範圍第 7 項的冶金粉末組成物，其中基底金屬粉末包含至少 75 重量百分比而視密度每立方公分介於 2.75 到 4.6 公克之微粒霧化的鐵基粉末。

10.根據申請專利範圍第 9 項的冶金粉末組成物，其中包含碳化矽的粉末之粒子大小分布使得其 d_{50} 的值小於約 50 微米。

11.根據申請專利範圍第 7 項的冶金粉末組成物，其中基底金屬粉末包含至少 90 重量百分比而視密度每立方公分介於 2.75 到 4.6 公克之微粒霧化的鐵基粉末。

12.根據申請專利範圍第 11 項的冶金粉末組成物，其中包含碳化矽的粉末之粒子大小分布使得其 d_{50} 的值小於約 50 微米。

13.根據申請專利範圍第 12 項的冶金粉末組成物，其中微粒霧化的鐵基粉末之粒子大小分布使得約 50 重量百分比的鐵基粉末能通過 No.70 篩目，所保留的高於 No.400 篩目。

14.一種製備改良之冶金粉末組成物的方法，包括以下步驟：

(a)提供微粒霧化的鐵基粉末，其粒子大小分布使得約

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

六、申請專利範圍

50 重量百分比的鐵基粉末能通過 No.70 篩目，所保留的高於 No.400 篩目；以及

(b)將微粒霧化的鐵基粉末摻混以包含碳化矽的粉末，後者的量使得冶金粉末組成物包括從約 0.05 至約 7.5 重量百分比的碳化矽。

15.根據申請專利範圍第 14 項的方法，其中冶金粉末組成物中存在之鐵基粉末的量至少約 85 重量百分比。

16.根據申請專利範圍第 15 項的方法，其中包含碳化矽的粉末之粒子大小分布使得其 d_{50} 的值小於約 50 微米。

17.一種由粉末冶金組成物形成緊密之金屬零件的方法，包括以下步驟：

(a)提供改良的冶金粉末組成物，其包括：

(i)至少約 85 重量百分比的鐵基粉末；以及

(ii)從約 0.05 至約 7.5 重量百分比的碳化矽；

(b)將冶金粉末組成物於每平方英吋約 5 至 200 噸(tsi)壓力下的模中緊密化，以形成緊密的零件；以及

(c)於至少 2150°F 的溫度下燒結緊密的零件。

18.根據申請專利範圍第 17 項的方法，其中燒結步驟於至少 2200°F 的溫度下進行。

19.根據申請專利範圍第 17 項的方法，其中燒結步驟於至少 2250°F 的溫度下進行。

20.根據申請專利範圍第 17 項的方法，其中燒結步驟於至少 2300°F 的溫度下進行。

21.根據申請專利範圍第 17 項的方法，其中碳化矽在

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

冶金粉末組成物中以包含碳化矽的粉末存在，此粉末之粒子大小分布使得其 d_{50} 的值小於約 50 微米。

23.根據申請專利範圍第 21 項的方法，其中燒結步驟於至少 2250°F 的溫度下進行。

24.根據申請專利範圍第 21 項的方法，其中燒結步驟於至少 2300°F的溫度下進行。

25.根據申請專利範圍第 17 項的方法，其中碳化矽在冶金粉末組成物中存在的形式使得碳化矽提供占粉末組成物 0.035 至 5.3 重量百分比的矽，以及提供占粉末組成物 0.015 至 2.2 重量百分比的碳。

26.根據申請專利範圍第 25 項的方法，其中燒結步驟於至少 2200°F 的溫度下進行。

27.根據申請專利範圍第 25 項的方法，其中燒結步驟於至少 2250°F 的溫度下進行。

28.根據申請專利範圍第 25 項的方法，其中燒結步驟於至少 2300°F的溫度下進行。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂——線

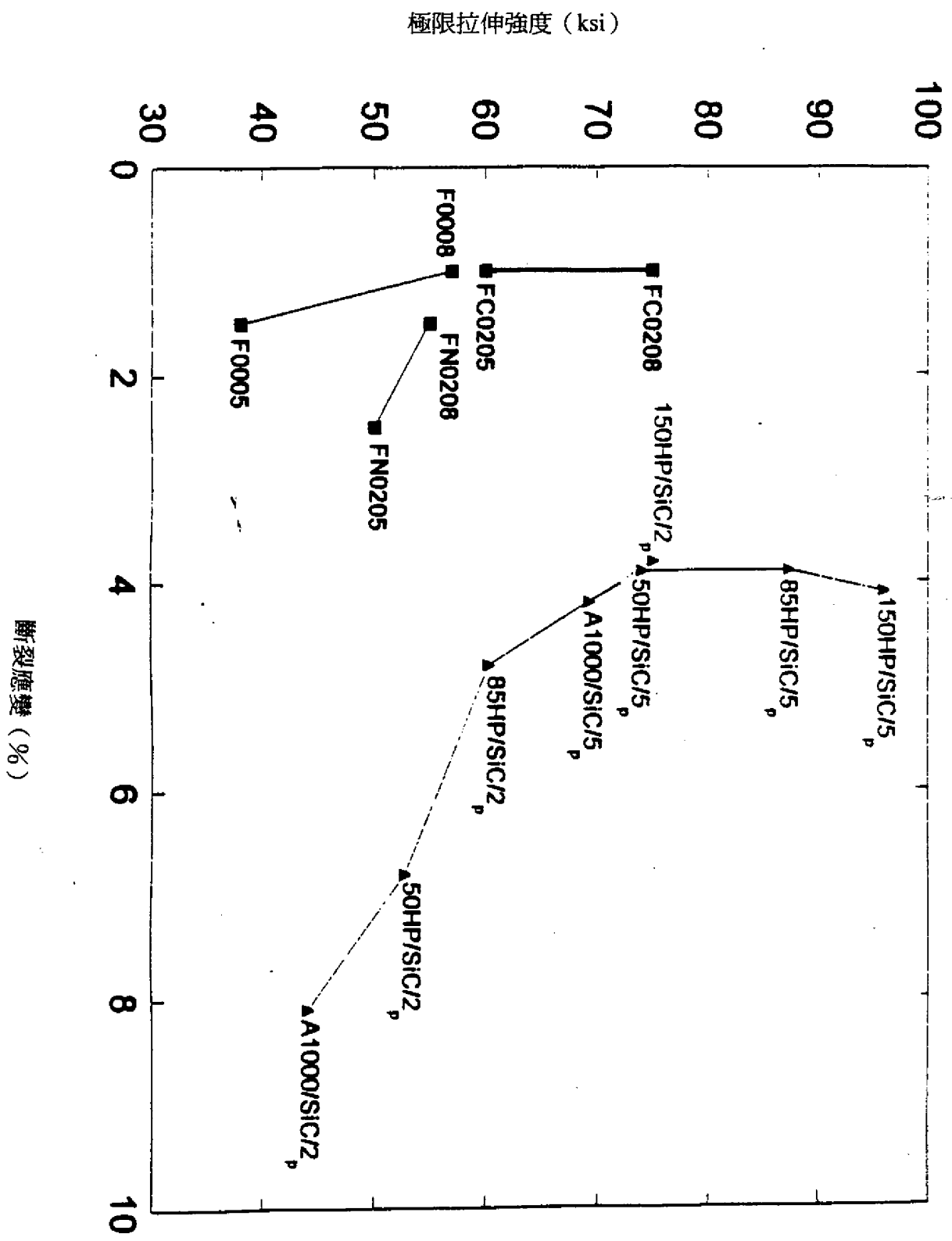


圖 1