



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201213557 A1

(43) 公開日：中華民國 101 (2012) 年 04 月 01 日

(21) 申請案號：100125291

(22) 申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 18 日

(51) Int. Cl. : C22C38/26 (2006.01)

B22F3/15 (2006.01)

(30) 優先權：2010/07/19 美國

61/365,657

(71) 申請人：頂點鉬業公司 (美國) CLIMAX MOLYBDENUM COMPANY (US)

美國

(72) 發明人：麥凱柏 提摩西 J MCCABE, TIMOTHY J. (US) ; 維亞納森 全德倫歐利斯瓦恩

VAIDYANATHAN, CHANDRAMOULEESWARAN (IN)

(74) 代理人：惲軼群；陳文郎

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：29 項 圖式數：14 共 75 頁

(54) 名稱

不鏽鋼合金

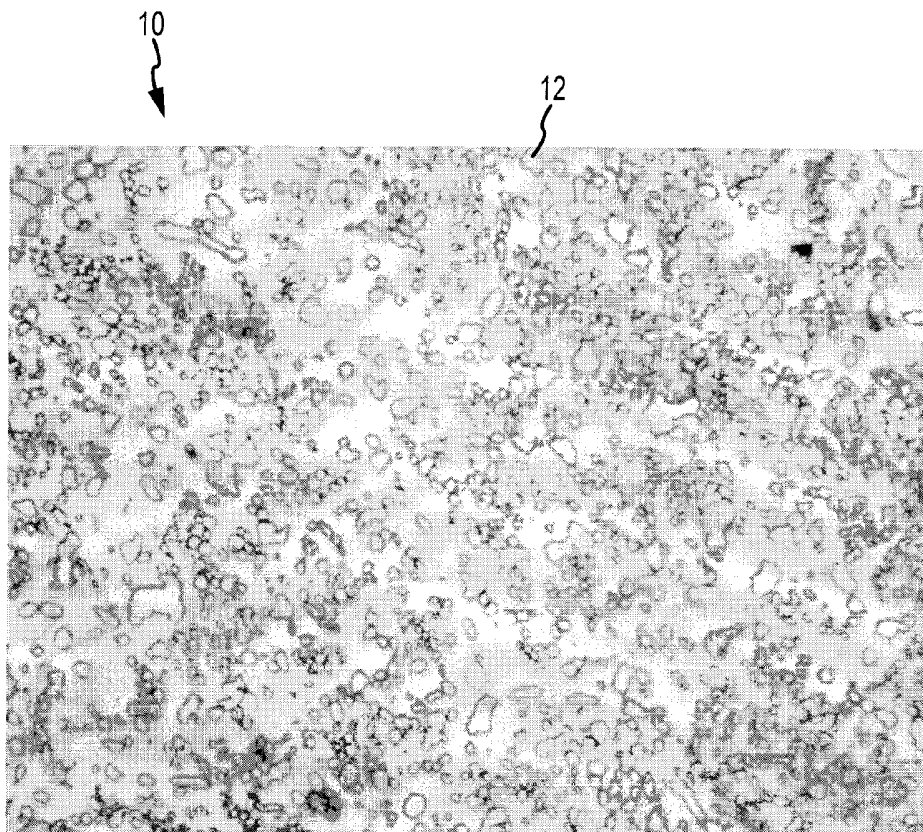
STAINLESS STEEL ALLOY

(57) 摘要

不鏽鋼合金組成物。該不鏽鋼合金組成物包含圓形碳化物以及游離鉻在鐵素體(ferrite)基體中。該圓形碳化物具有粒子尺寸小於 5 微米。該圓形碳化物包括第一數量之含鈮碳化物以及第二數量之碳化鉻，且實質上沒有大型且形狀不規則之碳化物。

10：不鏽鋼合金組成物

12：小型碳化物





(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201213557 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：100125291

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 18 日

(51)Int. Cl. : C22C38/26 (2006.01)

B22F3/15 (2006.01)

(30)優先權：2010/07/19 美國

61/365,657

(71)申請人：頂點鉬業公司 (美國) CLIMAX MOLYBDENUM COMPANY (US)

美國

(72)發明人：麥凱柏 提摩西 J MCCABE, TIMOTHY J. (US) ; 維亞納森 全德倫歐利斯瓦恩

VAIDYANATHAN, CHANDRAMOULEESWARAN (IN)

(74)代理人：惲軼群；陳文郎

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：29 項 圖式數：14 共 75 頁

(54)名稱

不鏽鋼合金

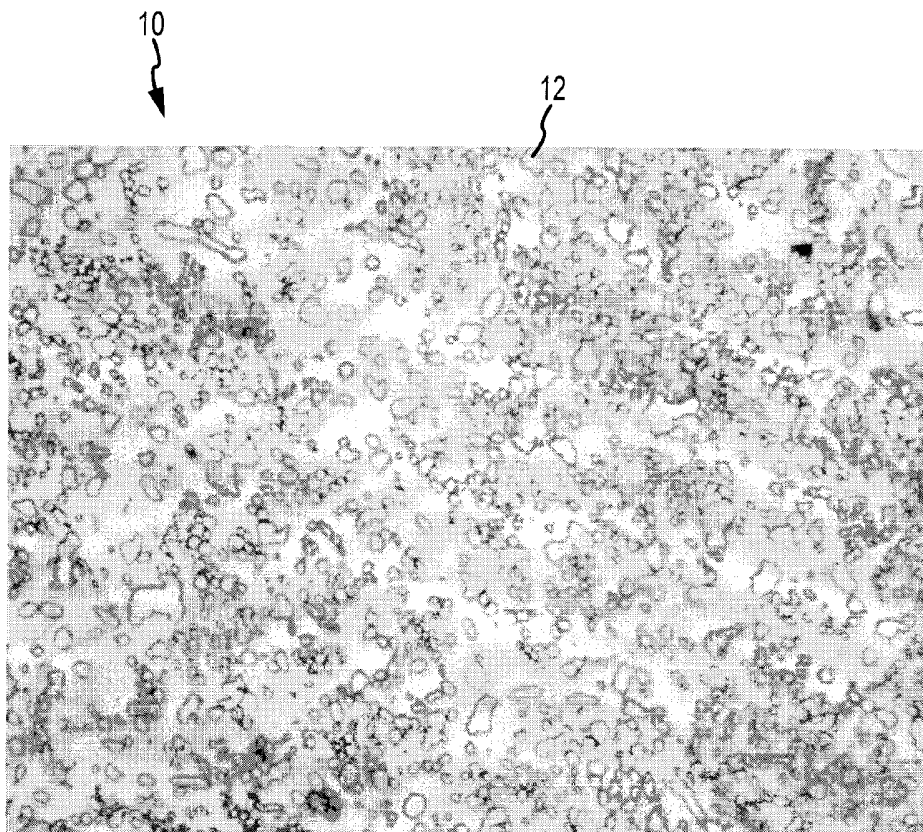
STAINLESS STEEL ALLOY

(57)摘要

不鏽鋼合金組成物。該不鏽鋼合金組成物包含圓形碳化物以及游離鉻在鐵素體(ferrite)基體中。該圓形碳化物具有粒子尺寸小於 5 微米。該圓形碳化物包括第一數量之含鈮碳化物以及第二數量之碳化鉻，且實質上沒有大型且形狀不規則之碳化物。

10：不鏽鋼合金組成物

12：小型碳化物



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

參考相關申請案

根據35 U.S.C. § 119(e)，本申請案請求臨時專利申請案第61/365,657號之優先權，其之全部教示在此併入本案以為參考。

發明領域

本發明一般而言有關不鏽鋼合金組成物以及其等之製造方法，更明確地，有關不鏽鋼合金淨形部件與近淨形部件以及其等之製造方法。

【先前技術】

發明背景

不鏽鋼合金之強度以及抗腐蝕性廣為人知且評價很高。有許多等級以及類型之不鏽鋼，其等之特性隨著其等之組成以及其等之製造方法而不同。標準等級420以及440C不鏽鋼可用於金屬射出模制(MIM)部件以及經歷二次機械加工之MIM部件，然而440C不鏽鋼比420不鏽鋼硬。

【發明內容】

發明概要

本發明之不鏽鋼合金組成物之一具體例包含：圓形碳化物在包含至少一種擇自於由鐵素體(ferrite)以及馬氏體(martensite)所構成之群組之基體中，該圓形碳化物具有粒子尺寸小於5微米，包含第一數量之含鈮碳化物以及第二數量之碳化鉻，以及實質上無大型且不規則形狀之碳化物；

以及游離鉻在該鐵素體基體中。

於另一具體例中，本發明包含淨形部件材料，其由前趨物粉末之緻密化合金構成，該前趨物粉末具尺寸不大於-325美國泰勒篩，且包含至少碳、鉻、鈮以及鐵之金屬粉末，該碳含量為第一量，該鈮含量為大於該第一量之第二量，以及該鉻含量為大於該第二量之第三量。

本發明之又另一具體例中包含製造不鏽鋼合金淨形部件之方法，包含：提供一包含至少碳、鈮、鉻以及鐵之金屬粉末供應，該金屬粉末具有平均粒子尺寸小於約25微米；從該金屬粉末供應中移開過大的粒子，以形成一具同樣大小的金屬粉末供應，其基本上由尺寸不大於44微米之粒子構成(小於0.5重量%之粒子具有尺寸介於大於約44微米以及約100微米間)；提供一黏結劑供應；使該具同樣大小的金屬粉末供應與該黏結劑供應產生化合作用，形成一原料；將該原料射入近淨形模具中，製成一粗胚(green part)；使該粗胚從該近淨形模具中脫出；除去該粗胚部件之黏結，製成一初胚(brown part)；以介於約816°C與約1093°C間之溫度下之熱循環處理該初胚；在介於約1246°C與約1343°C間之溫度下之熔爐中燒結該初胚，製成一燒結部件；在介於約899°C與約1121°C間之溫度下，在該燒結部件上進行熱均壓，製成該不鏽鋼合金淨形部件；以及以介於約1°C/分與約7°C/分間之速率，冷卻該不鏽鋼合金淨形部件。

在另一具體例中，一種供模製金屬部件用之原料，包

含：金屬粉末，該金屬粉末包含至少碳、鋁、鉻以及鐵，該金屬粉末由尺寸不大於-325篩子且具有平均粒子尺寸小於約25微米之粒子構成；以及黏結劑與該金屬粉末一起製成由下列構成之原料：約6.5重量%至約8重量%之黏結劑以及剩餘重量%之金屬粉末，該金屬粉末之重量%以及該黏結劑之重量%總和為100重量%。

於又其它具體例中，一種用於製造供模製金屬部件用之原料之方法，包含：提供一包含至少碳、鋁、鉻以及鐵之金屬粉末供應，該金屬粉末具有平均粒子尺寸小於約25微米；使從該金屬粉末供應而來之粒子通過不大於325美國泰勒篩之篩子，以形成一具同樣大小的金屬粉末供應；提供一黏結劑供應；使該具同樣大小的金屬粉末供應與該黏結劑供應產生化合作用，形成該原料，該原料由介於約6.5重量%至約8重量%間之範圍內之黏結劑以及剩餘重量%之金屬粉末構成。

圖式簡單說明

本發明之例示性以及目前較佳的示範性具體例示於圖式中，其中

第1圖係具有大型碳化物之440C不鏽鋼之顯微照片；

第2圖係本發明之不鏽鋼合金組成物之顯微照片；

第3圖係包含0.4%碳之不鏽鋼合金組成物之顯微照片；

第4圖係包含0.6%碳之不鏽鋼合金組成物之顯微照片；

第5圖係包含0.8%碳之不鏽鋼合金組成物之顯微照片；

第6圖係包含0.87%碳之不鏽鋼合金組成物之顯微照

片；

第7圖係包含1.04%碳之不鏽鋼合金組成物之顯微照

片；

第8圖係包含1.17%碳之不鏽鋼合金組成物之顯微照

片；

第9圖說明用於製造如本發明之原料之方法之具體例；

第10圖說明使用裝置來製造如本發明之原料之方法之具體例；

第11圖說明用於製造如本發明之淨形部件之方法之具體例；

第12圖說明使用連續熔爐裝置，來製造如本發明之淨形部件之方法之具體例；

第13A-13C圖說明從在本發明之不鏽鋼合金組成物之具體例上進行耐磨性測試中得到之測試結果；以及

第14A-14C圖說明從在本發明之不鏽鋼合金組成物之具體例上進行耐磨性測試中得到之測試結果。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

本發明包含不鏽鋼合金組成物10，以及其製造方法100。此外，本發明亦包含新穎的原料20以及製造該原料20之方法200。於本發明之具體例中，原料20可用於進行方法100，以產生不鏽鋼合金組成物10以及新穎的不鏽鋼合金淨形部件34。為了本發明之目的，“淨形部件”意指透過金屬射出模制(MIM)方法產生之幾何複雜的金屬部件，通常為多

維的，其中模具22以及在模具22中產生之粗胚部件大於最終的不鏽鋼合金淨形部件34，在下文中將更詳細的述明。在此使用之“淨形部件”亦包括在MIM後可經歷額外的加工處理之近淨形部件。

現在，將在下文中更詳細的說明本發明之不鏽鋼合金組成物10。使用包含一金屬粉末供應16以及黏結劑供應18之原料20，本發明之不鏽鋼合金組成物10發展出可提供以方法100，300之具體例產生之最終不鏽鋼合金淨形部件34之材料導電性以及適合金屬冷加工，以及二次加工之特性，同時亦達到良好的耐磨以及防腐蝕性。反之，440C不鏽鋼具有所欲的耐磨特性，但其缺少適合的二次可成形性以及防腐蝕特性。440C不鏽鋼具如第1圖所示，大型(如，尺寸約10微米或更大)，塊狀或不規則形狀之碳化物14之特徵。在變形過程中，諸如二次加工，該不規則形之大型碳化物14可彼此交相反應，阻礙材料的移動。雖然在冷加工以及加工期間，材料基體可能會屈服，但大型不規則形之碳化物14不會，使得很難對440C不鏽鋼材料進行冷加工或其它方式之二次加工處理(如，衝壓、切縫切削、衝孔、鑽孔、攻絲、壓製、整形、壓花、絞孔、鍛造、精密衝割等等)。440C不鏽鋼之相對較高的碳含量，使其更易於腐蝕。另一方面，雖然420不鏽鋼可經冷加工以及加工而具有良好的防腐蝕性，但其不會展現出如440C不鏽鋼中一樣好之良好的耐磨特性。因此，在工業應用方面，特別是已確認去發展一種新穎類型的不鏽鋼合金之需求，其淨形部件能展

現極佳的耐磨以及防腐性，以及適合具幾何以及尺寸精密度之二次加工之變形特徵。本發明之不鏽鋼合金組成物10符合此需求，容許形成可在二次加工期間，容易精密的變形之淨形部件34，將在下文中詳細說明。

將在下文中更詳細地述明由原料20形成之不鏽鋼合金組成物10，其包含至少碳、鉻、鈮以及鐵。不鏽鋼合金組成物10可被視為一種包含鐵素體或馬氏體或二者以及碳化物之馬氏體(martensitic)不鏽鋼。包含於本發明中之碳化物包含含鈮碳化物以及碳化鉻二者，然而含鈮碳化物之數量超過碳化鉻之數量。含鈮碳化物包括碳化鈮以及錯合碳化物二者，將在下文中詳細的述明。一般認為碳化物之形成可因鈮之存在而提高，鈮會與碳充分反應成相對安定的含鈮碳化物，具有良好的抗回火性、提高的溫度安定性以及增加的硬度。一般認為含鈮碳化物之較高的回火溫度安定性，可使其等在較高溫度下形成，藉此提供碳化物成核位置，產生較大數量之含鈮碳化物。本發明之碳化物可被描述為小型碳化物12，其為具實質上均一之圓形碳化物，具小於5微米之小型顆粒。第2圖，一般認為，在本發明之具體例中，鈮之存在可幫助維持該小型碳化物12之圓形。該圓形的碳化物實質地均一分散於最終的不鏽鋼組成物10之材料基體中，該基體包含鐵素體或馬氏體或二者，碳化物間具相對小的鐵素體/馬氏體距離。相反地，例如第2圖，顯示碳化物間相對大的鐵素體距離。此等圓形碳化物之形狀可描述成比已知不鏽鋼合金(如，440C不鏽鋼)之塊狀成

型大型碳化物14平滑以及橢圓。比較第1圖以及第2圖。

此外，一般亦認為鈮添加會改善本發明之防腐蝕性，因為防腐蝕性會因碳位準增加而下降。本發明中因具有鈮形成的碳化物，所以一些鉻不會形成碳化物且在最終基體中仍維持游離，留下對腐蝕保護有用之游離鉻，與已知不鏽鋼組成物相比，其會提高本發明之不鏽鋼組成物10之防腐蝕性。

不鏽鋼合金組成物10中碳化物之形成亦會受碳含量之影響；不鏽鋼合金組成物10之物理特性可隨著碳含量改變。透過碳化物之形成，不鏽鋼合金組成物10在碳、鈮、鉻以及其它組成間達到有利的平衡，一般認為，較高的碳含量會增加耐磨性，但會減少抗腐蝕性以及成形性，而另一方面，較低碳含量會提高成形性，但犧牲防腐蝕以及耐磨特性。此外，較高的碳含量可提高在晶界上之碳化物之形成，其可降低晶界處之剛性。第3-8圖說明不鏽鋼合金組成物10之微結構，包括小型碳化物12，在經歷如上所述之熱均壓(“HIP'ing”)之最終不鏽鋼合金組成物10中，其碳數量之範圍從約0.4%至約1.17%碳，該說明在此併入。如第3圖以及第4圖所示，在一些晶界處出現暗區15。此被認為是因冷卻速率較慢引起，其會導致此等區蝕刻得較深，所以出現暗區15。

如以上所提及的，本發明之不鏽鋼合金組成物10包含至少碳、鉻、鈮以及鐵。此外，本發明之不鏽鋼合金組成物10包含圓形碳化物於鐵素體、馬氏體或二者之基體中，

該圓形碳化物具有粒子尺寸小於5微米。該圓形碳化物包含含鈮碳化物以及碳化鉻。該含鈮碳化物可包含錯合碳化物、NbC、Nb₂C、Nb₄C₃或其等之任一組合。該錯合碳化物可包含M₂₃C₆，其中“M”代表鈮加上任一其它金屬或金屬之組合，諸如鉻、鉬或熟悉此技藝之人士在參考本發明之教示後變得熟悉之其它金屬。該碳化鉻可包含Cr₂₃C₆、CrC₃、Cr₇C₃、Cr₃C₂或其等任一之組合。本發明之不鏽鋼合金組成物10之微結構中，碳化物之百分比占從約4至約25重量%，包括第一數量之含鈮碳化物以及第二數量之碳化鉻，其中該第一數量超過該第二數量。本發明之不鏽鋼合金組成物10之微結構實質上沒有如第1圖所示之不規則形狀之大型碳化物14。再者，因為鈮比鉻易於形成碳化物，所以游離鉻留在最終的基體中，提高了防腐蝕性。

因此，不鏽鋼合金組成物10能夠依照本發明之方法1之具體例製造淨形部件34。淨形部件34包含在此所述之不鏽鋼合金10形成之實心模製結構。在此所使用與近淨形部件34有關之“實心”，意指實質上無孔以及空洞，具少量在繞結和/或熱均壓或其它額外的熱處理後所餘留，一般小於5微米之孔與空洞之材料。此外，該近淨形部件34之實心、模製結構具有實質上平滑之表面，意指其實質上無麻點、空洞、裂縫以及其它相似的缺失。

在本發明之一具體例中，形成淨形部件34之材料之不鏽鋼合金組成物10可包含用於製造淨形部件34之金屬與非金屬緻密化合金，諸如該金屬粉末供應16。如下文中更詳

細的解釋，合金之緻密化可在單獨燒結312或燒結312和/或熱均壓以及額外的熱處理後達到，取決於所欲的材料密度以及淨形部件34可能經歷之二次加工。

用於製造本發明之緻密化合金之該金屬粉末供應16，可包含主要金屬粉末之組合，其已經預混合且可包括或不包括少量的其它金屬以及非金屬。於其它具體例中，該金屬粉末供應16可包含所欲金屬以及非金屬之元素粉末。不論用什麼形成該金屬粉末供應16，該金屬粉末供應16之組成已經過元素分析。因此，本發明之該金屬粉末供應16可包含下列元素：取決於最終材料所欲之特性，碳之起始數量可在約0.733至約1.349重量%(wt.%)之範圍內，在一些具體例中較佳地在0.5至1.0重量%之範圍內。於其它具體例中，碳在0.4至0.85重量%之範圍內係較佳的。含鉻之量在約12.790至約19.456重量%之範圍內，雖然其可能低如10.0重量%，在一些具體例中，較佳地具11.0至約16.0重量%。於其它具體例中，較佳地具約11.0至15.5重量%或11.0至約17.0重量%之鉻。含鈮之量在約1.175至約2.964重量%之範圍內，雖然其可能低如1.0重量%，在一些具體例中，較佳地具約1.0至約3.0重量%，而在其它具體例中，較佳地約1.0至2.0%。鐵存在之量在約75.895重量%至約85.626重量%之範圍內。一旦已決定了所有包括該以下所述之任擇的元素之其它的金屬之重量%，鐵亦可測量為剩餘材料之餘額。

於其它具體例中，可以說該金屬粉末供應16中鈮之數量可能在大於碳之數量約1至約8倍間之範圍內；於其它具

體例中，鈮之數量可能在大於碳之數量約1.01至3.46倍間。於一些具體例中，該金屬粉末供應16中鉻之數量可能在大於碳之數量約11至約38.75倍間之範圍內；於其它具體例中，鉻之數量可能在大於碳之數量約8.94至17.85倍間。於具體例中，該金屬粉末供應16中鉻之數量可能在大於鈮之數量約3.67至約16倍間之範圍內；於其它具體例中，鉻含量可能在大於鈮之數量約4.67至約10.89倍間。

該不鏽鋼合金組成物10亦可包含其它元素，但此等並非必要的。該其它金屬以及非金屬包括錳、矽、硫、銅、鎳、氧、鉬以及磷。於本發明之各種具體例中，在用於原料20之該金屬粉末供應16中，錳存在之數量在約0.066至約0.248重量%之範圍內，最大量為約1.0重量%；矽在約0.154至約0.862重量%之範圍內，最大量為約1.0重量%；硫在約0.004至約0.025重量%之範圍內，最大量為約0.03重量%；銅之最大量為約0.3重量%，約0.5%係較佳的；鎳在約0.000至約0.624重量%之範圍內，但較佳地不超過0.6重量%最大量；氧在約0.267至約0.636之範圍內；磷在約0.012重量%至約0.034重量%之範圍內，最大量為0.045重量%；以及鉬最大量為1.0重量%。

不鏽鋼合金組成物亦可包含少量之其它元素，在經加工之材料中測得之元素組合最大量為約1.0重量%。

原料20在射入模具之後，經歷各種加熱加工期間(在下文中將更詳細的述明)，一些非金屬元素，諸如氧以及游離碳(不是呈碳化物之形式)可能會流失。流失之經驗值通常稍

微大於約0.2重量%。碳流失可能會受到所存在之氧的數量之影響，氧的數量愈大，產生之碳流失愈多，而氧的數量愈少，產生之碳流失愈少。因此，在最終不鏽鋼合金組成物10中碳之數量，可能在約0.4重量%至約1.17重量%碳之範圍內。

現在將說明用於製造不鏽鋼合金組成物之方法100之具體例。方法100包含用於製造原料20之方法200以及用於製造淨形部件34之方法300。

方法200包含用於製造原料20之具體例，該原料其包含約92至約93.5重量%之具同樣大小的金屬粉末17，以及包含約6.5至約8重量%之黏結劑18，較佳地約6.77至約7.7重量%。於其它具體例中，原料20基本上由下列構成：約6.5重量%至約8重量%，較佳地約6.77至約7.7重量%之黏結劑18，以及原料20之剩餘部份為具同樣大小的金屬粉末17。

現在將參照第9圖以及第10圖來說明用於製造原料20之方法200。方法200包含提供202一金屬粉末供應16；從該金屬粉末供應16中移除204過大的粒子，製成具同樣大小的金屬粉末17；摻合205該金屬粉末；提供206一黏結劑供應18；以及使該具同樣大小的金屬粉末17以及該黏結劑供應進行化合作用208，形成原料20。

依照方法200之具體例之提供202該金屬粉末供應16，包含提供202該包含至少碳、鈮、鉻以及鐵之金屬粉末供應16。在該方法之各種具體例中，該金屬粉末供應16包含420粉加上鈮或440C粉加上鈮、羰基鐵粉(CIP)、鉻鐵粉、高碳

鉻鐵粉以及具銅與鈮添加物之沈澱硬化馬氏體不鏽鋼粉之組合，在下文中將更詳細的述明。420粉(MHT420J2NB)以及440C (MHT440CNB)粉可從Mitsubishi Steel Mfg. Co. Ltd. of Tokyo, Japan購得。CIP粉(S-164 1)包含鐵以及0.7重量%作為研磨劑之 SiO_2 (可從International Specialty Products of Wayne, NJ購得)。鉻鐵粉係可由Ametek Specialty Metal Products of Eighty Four, PA購得之70/30 FeCr粉。包含該金屬粉末供應16之高碳鉻鐵粉可由F.W. Winter Inc. & Co. of Camden, NJ.購得。沈澱硬化不鏽鋼粉係17-4PH粉，包含約17重量%之鉻、4重量%之鎳以及4重量%之銅，具約0.3重量%之鈮，可從各種來源購得，包括Ametek Specially Metal Products。

依照本發明之教示結合金屬粉末，達到之前討論以及在以下特別範例中討論之各種元素之重量%。因此，雖然本發明之不鏽鋼組成物10以及方法200係就不鏽鋼類型之金屬粉末之組合作討論，但熟悉此技藝之人士在對本發明之教示變得熟悉後而通曉之元素粉末，亦可用於供給金屬粉末16。

用於該金屬粉末供應16之起始粉末，包含尺寸小於約297微米之粒子(如，約-50美國泰勒篩)，平均粒子尺寸在約3至約25微米之範圍內，約3至約10微米係較佳的。高碳鐵鉻粉係研磨成小於約25微米之細粉，平均粒子尺寸約3至約10微米係較佳的。將各種此等金屬粉末混合或摻合205在一起(如，使用混合器36)，形成具平均粒子尺寸小於約25微米

(約3至約10微米係較佳的)之該金屬粉末供應16。

在各種情況下，不管平均粒子尺寸如何，金屬粉末中均會存在過大的粒子以及形成凝集。因此，方法200進一步包含從該金屬粉末供應16中移除204過大的粒子，以產生一具同樣大小的金屬粉末供應17。一般認為過大的粒子，包括過大的碳金屬粉末粒子，可能會導致局部熔化，在淨形部件34中引起表面凹陷或其它破裂或表面瑕疵。移除204過大的粒子可包含分離、研磨、磨碎、壓碎或其它相似的方法，以便從該金屬粉末供應16中，移除過大的粒子，產生具同樣大小的金屬粉末17。於方法200之一具體例中，移除204包含使用篩子28過篩，例如，如第10圖所示。選擇用於過篩處理之篩子28的尺寸，以確定該具同樣大小的金屬粉末17基本上由尺寸不大於44微米之粒子構成，在該金屬粉末供應16中，不超過約0.5重量%之粒子介於大於約44微米與100微米之間。於方法200之具體例中，所使用之篩子28之尺寸為-325美國泰勒篩。換句話說，該具同樣大小的金屬粉末17之粒子全部均通過該325美國泰勒篩，意指實質上所有的粒子之尺寸為44微米或更小，有一些粒子較大。例如，實質上不是圓形且在最小維度上小於44微米之長窄形粒子仍可通過該325篩子，然而其等之總粒子尺寸可能大於44微米。當然亦可使用熟悉此技藝之人士在對本發明之教示變得熟悉後而通曉之更細的篩子。

於一具體例中，以之前所述之方法篩該金屬粉末，移除204過大的粒子，以便在該等金屬粉末之摻合205前，產

生具同樣大小的金屬粉末17。因此，於另一具體例中，從該金屬粉末供應16中移除204過大的粒子，可包含將該含碳金屬粉末篩選至尺寸小於約44微米(如，-325美國泰勒篩)，同時確認其它金屬粉末粒子尺寸為100微米或更小。

然而，於另一具體例中，該移除204 (如，過篩)步驟可在金屬粉末一開始已進行摻合205之後發生。只要移除204步驟在化合作用208之前進行，則可達到所欲之結果。

關於一具體例，經過確定在具同樣大小的金屬粉末17中，具有粒子尺寸不大於44微米(如，金屬粉末通過325美國泰勒篩)，係產生具實質上平滑表面之實心模製結構之淨形部件34之結果依賴變量。於另一具體例中，具有碳金屬粉末粒子尺寸不大於44微米，而其它金屬粉末粒子尺寸為100微米或更小，可能是產生具實質上平滑表面之實心模製結構之淨形部件34之結果依賴變量。

方法200進一步包含提供206一黏結劑供應18。在原料20中使用之黏結劑18包含可於市場廣泛購得之熱塑性聚合物/蠟系統黏結劑。亦可用熟悉此技藝之人士在對本發明之教示變得熟悉後而通曉之此技藝中已知之其它黏結劑18。

於方法200之一具體例中，接著使該具同樣大小的金屬粉末供應以及該黏結劑供應18進行化合作用208。本發明之方法200之化合作用208步驟包含，使用用於化合金屬粉末以及黏結劑之習知的技術以及設備(用於金屬射出模制方法，如，使用化合混合器38)，結合該具同樣大小的金屬粉末供應17以及該黏結劑供應18，以產生原料20。雖然典型

地先前技術之MIM使用大約60體積%的金屬粉末以及40體積%的黏結劑，但在本發明之方法100、200、300中，該具同樣大小的金屬粉末供應17占原料20之約92至約93.5重量%，該黏結劑18占約6.5至約8重量%，較佳地從約6.77至約7.7重量%，餘額為具同樣大小的金屬粉末17。在化合作用208步驟之後，該原料20實質上係均質的。如上所述，本發明之不鏽鋼合金組成物10包含小型圓形碳化物12，為小型顆粒以及通常為橢圓形態。一般認為，本發明之粒子形態使得能使用比先前組成物以及方法實質上更少的黏結劑18。

現在將參照第11圖以及第12圖來討論用於製造淨形部件34之方法300。方法300包含提供302根據方法200之具體例製得之原料20；將原料20射入304近淨形部件模具22中，製得粗胚部件24；使該粗胚部件從該近淨形模具中脫出；除去粗胚部件之黏結308，製得初胚部件26；使該初胚部件26經歷310熱循環之處理；在熔爐30中燒結312初胚部件26，製得燒結部件32；在燒結部件32上進行314熱均壓，製得該不鏽鋼合金淨形部件34；以及冷卻316不鏽鋼合金淨形部件34。

如上所述，方法300包含提供302根據方法200之具體例製得之原料20。方法300可進一步包含加熱該原料20以及將原料20射入304近淨形部件模具22中(所欲的MIM近淨形部件34)，以形成粗胚24，之後將其從近淨形部件模具22中脫出306(如，移除)。近淨形部件模具22之體積一般大於最後

的近淨形部件34約20%，主要是因為在燒結期間312發生縮短的情況。

方法300進一步包含除去308粗胚部件24之黏結，以移除大量的黏結劑。於本發明之一具體例中，方法300包含使用熱去黏結技術，從粗胚部件24中移除大量的黏結劑，藉此產生初胚部件26。去黏結方法係已知的。剩餘的黏結劑在其它加熱過程期間移除，包括燒結312。亦可使熟悉此技藝之人士在對本發明之教示變得熟悉後而通曉適合作為黏結劑類型之化學、催化以及其它去黏結方法。

本發明之方法300可進一步包含就在燒結31之前，使該初胚部件26經歷310熱循環。於本發明之一具體例中，將初胚部件26置於真空環境之熔爐中。於另一具體例中，亦可使用惰性環境。一旦熔爐30中之溫度到達約816°C (1500°F)與約1093°C (2000°F)間之中間溫度時，在此中間溫度下加熱初胚部件26約30分鐘，以幫助安定該含鈮碳化物且維持小型粒子12之小型顆粒尺寸。可選擇在從約816°C (1500°F)至約1093°C (2000°F)間任一溫度作為中間溫度。於方法300之其它具體例中，使初胚部件26經歷熱循環處理310之加熱時間，可從約30分鐘變化至約90分鐘，以幫助從本發明之不鏽鋼合金組成物10之微結構中移除或安定其它不欲相。

在熱循環後，方法300進一步包含在溫度範圍從約1246°C (2250°F)至約1343°C (2450°F)之熔爐30中，燒結312初胚部件26，歷時約60分鐘至約180分鐘之間，製得燒結部件32。是否某溫度範圍比另一個好，取決於在所產生之淨形

部件34之不鏽鋼合金組成物10中所欲之碳位準。例如，當在不鏽鋼合金組成物10中所欲之碳位準為約1.0重量%時，燒結溫度可在約1246°C (2275°F)至約1288°C (2350°F)之範圍內。另一方面，當所欲的碳位準接近0.4重量%時，燒結溫度可在約1316°C (2400°F)至約1343°C (2450°F)之範圍內。當所欲的碳位準大於約0.4重量%，但低於約1.0重量%時，溫度可在大於約1288°C (2350°F)，但低於約1316°C (2400°F)之中間範圍內。在方法300之一具體例中，特別地，可在無進一步處理之情況下使用燒結部件32，可在熔爐30之冷卻區中冷卻燒結部件32。例如，假如供所欲應用之材料密度可藉由燒結312達到，則可在無進一步處理之情況下使用燒結部件32。

雖然於一具體例中，呈初胚部件26形式之不鏽鋼合金組成物10係經歷310熱循環以及在真空熔爐中燒結312，但在方法300之其它具體例中，亦可使用熟悉此技藝之人士在對本發明之教示變得熟悉後而通曉之其它適合的批次型或連續型熔爐(如，連續型熔爐30)。因此，雖然第12圖顯示使用連續型熔爐30之方法30之具體例，來說明方法300之各種類型之加熱以及冷卻步驟，但本發明之方法100、300決不能視為受此態樣之限制。

例如，當材料需要額外的緻密化時，方法300可進一步包含在燒結部件32上進行314熱均壓。進行314熱均壓可強化不鏽鋼合金組成物10成接近全密度，使碳化物結構細緻化以及減少孔洞，以及可在燒結期間形成碳化物薄膜。在

本發明之方法300之一具體例中，燒結部件32在約103.42兆帕(MPa) (15千磅/平方英吋(ksi))之公稱壓力，約1066°C (1950°F)之溫度下，進行熱均壓，歷時約4小時至密度為理論密度之約99%或更大。於另一具體例中，燒結部件在約68.95 MPa (10 ksi)至約206.84 MPa (30 ksi)之公稱壓力，從約955°C (1750°F)至約1232°C (2250°F)之溫度下，進行熱均壓，歷時約1至約4小時。其它熱均壓參數亦可用於達到材料密度為理論密度之約99%或更大。於其它具體例中，當材料之所欲密度可從燒結312達到時，方法300可不包括熱均壓。

在進行314熱均壓之後，方法300可包含以介於約1°C (2°F)/分至約11°C (20°F)/分間之速率，冷卻316不鏽鋼合金淨形部件34。當不鏽鋼合金淨形部件34需要維持軟度時，較佳地以介於約1°C (2°F)/分至約7°C (12°F)間之速率冷卻316。當藉由低於約7°C (12°F)之速率冷卻時可維持軟度時，可避免退火步驟。然而，在一具體例中當不鏽鋼合金淨形部件34於冷卻316期間硬度增加時，假如需要進一步二次加工處理，則方法300可包含任擇的退火步驟以便軟化不鏽鋼合金淨形部件34。

方法300可進一步包含額外的熱處理。熱處理可包含奧氏體化以及回火。因此，於本發明之一具體例中，燒結部件32可藉由奧氏體化以及隨後在真空熔爐中用氣體淬火予以硬化。之後該材料可經回火至所欲的硬度。於本發明之方法300之具體例中，奧氏體化可在介於約1010°C (1850°F)

至約1066°C (1950°F)間，在約0.2 MPa (0.029 ksi)至約0.6 MPa (0.087 ksi)下發生氣體淬火進行。回火可在約204°C (400°F)至約316°C (600°F)下進行。雖然提供了此等特定的非限制性範例，但奧氏體化、淬火以及回火可在熟悉此技藝之人士在對本發明之教示變得熟悉後而通曉之其它壓力以及溫度下進行。

範例1-26

現在將討論使用申請專利範圍之本發明方法100，來產生不鏽鋼合金組成物10之特定範例。以上所述之方法步驟用於每一個例子。對所有的範例均進行燒結312；熱均壓和/或隨後的熱處理使用時會特別指明。針對每一個範例，用於原料20之金屬粉末之元素組成述於表1-26中。

於範例1中，金屬粉末供應16重約0.462磅，其中420粉為約80重量%；高碳鉻鐵合金粉為約10重量%；以及未還原CIP為約10重量%。黏結劑18重0.038磅或具約0.500磅之總原料20樣本之約7.6重量%。燒結312之後，不鏽鋼合金組成物10之密度為約7.53 g/cc。所測得之剩餘的碳為約1.17重量%。在最終不鏽鋼合金組成物10中小型碳化物12之尺寸非常細，但觀察得到少數隨機的大型碳化物14。該金屬粉末供應16之元素重量百分比示於表1中。

表 1

元素	重量%
Al	0.006
C	1.348
Cu	0.000
Cr	16.886
Fe	75.971
Mn	0.248
N	0.071
Nb	2.248
Ni	0.000
O	0.267
P	0.018
S	0.010
Si	0.807

於範例2中，金屬粉末供應16重約0.462磅，其中420粉為約47重量%；未還原CIP為約33重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約17重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約3重量%。黏結劑18重0.038磅或具約0.500磅之總原料20樣本之7.6重量%。繞結312之後，該不鏽鋼合金組成物10之密度為約7.25 g/cc。所測得之剩餘的碳為約0.368重量%。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表2中。

表 2

元 素	重 量 %
Al	0.002
C	0.794
Cu	0.000
Cr	12.790
Fe	83.153
Mn	0.066
N	0.286
Nb	1.175
Ni	0.376
O	0.636
P	0.022
S	0.019
Si	0.236

在範例3中，金屬粉末供應16重約0.462磅，其中420粉末為約51.50重量%；未還原CIP為約33重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約11.00重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約4.50重量%。黏結劑18重0.038磅或具約0.500磅之總原料20樣本之7.6重量%。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表3中。

表3

元素	重量%
Al	0.003
C	0.936
Cu	0.000
Cr	13.411
Fe	82.477
Mn	0.083
N	0.308
Nb	1.550
Ni	0.057
O	0.524
P	0.013
S	0.009
Si	0.624

範例4中，金屬粉末供應16重約0.462磅，其中420粉為約78.00重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約12.00重量%；未還原CIP為約5.00重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約5.00重量%。黏結劑18重0.036磅或具約0.500磅之總原料20樣本之7.2重量%。繞結312之後，該不鏽鋼合金組成物10之密度為約7.10 g/cc。所測得之剩餘的碳為約0.582重量%。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表4中。

表 4

元 素	重 量 %
Al	0.004
C	0.916
Cu	0.000
Cr	16.315
Fe	79.283
Mn	0.088
N	0.113
Nb	1.950
Ni	0.624
O	0.539
P	0.034
S	0.025
Si	0.154

範例5中，金屬粉末供應16重約0.462磅，其中440C粉為約40.00重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約20重量%；未還原CIP為約40.00重量%。黏結劑18重0.038磅或具約0.500磅之總原料20樣本之7.6重量%。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表5中。

表 5

元 素	重 量 %
Al	0.000
C	0.806
Cu	0.000
Cr	12.876
Fe	83.516
Mn	0.076
N	0.290
Nb	1.348
Ni	0.000
O	0.558
P	0.012
S	0.014
Si	0.600

範例6中，金屬粉末供應16重約0.462磅，其中420粉為約50.50重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約13.00重量%；未還原CIP為約33.00重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約3.50重量%。黏結劑18重0.038磅或具約0.500磅之總原料20測試樣本之約7.6重量%。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表6中。

表 6

元素	重量%
Al	0.002
C	0.850
Cu	0.000
Cr	13.178
Fe	82.820
Mn	0.085
N	0.312
Nb	1.520
Ni	0.056
O	0.533
P	0.013
S	0.009
Si	0.620

範例7中，金屬粉末供應16重約0.462磅，其中420粉為約53.00重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約6.00重量%；未還原CIP為約35.00重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約6.0重量

%。黏結劑18重0.038磅或具約0.500磅之總原料20測試樣本之約7.6重量%。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表7中。

表7

元素	重量%
Al	0.004
C	1.080
Cu	0.000
Cr	13.168
Fe	82.539
Mn	0.078
N	0.311
Nb	1.595
Ni	0.058
O	0.512
P	0.014
S	0.010
Si	0.629

範例8中，金屬粉末供應16重約0.462磅，其中420粉為約48.50重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約16.00重量%；未還原CIP為約33.00重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約2.50重量%。黏結劑18重0.038磅或具約0.500磅之總原料20測試樣本之約7.6重量%。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表8中。

表 8

元 素	重 量 %
Al	0.002
C	0.757
Cu	0.000
Cr	13.105
Fe	83.040
Mn	0.087
N	0.318
Nb	1.460
Ni	0.053
O	0.544
P	0.013
S	0.009
Si	0.611

範例9中，金屬粉末供應16重約0.462磅，其中420粉為約52.00重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約4.00重量%；未還原CIP為約37.00重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約7.00重量%。黏結劑18重0.038磅或具約0.500磅之總原料20測試樣本之約7.6重量%。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表9中。

表9

元素	重量%
Al	0.005
C	1.169
Cu	0.000
Cr	13.128
Fe	82.525
Mn	0.074
N	0.320
Nb	1.565
Ni	0.057
O	0.509
P	0.013
S	0.009
Si	0.624

範例10中，金屬粉末供應16重約10.219磅，其中420粉為約51.70重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約4.50重量%；未還原CIP為約37.00重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約6.80重量%。黏結劑18重0.781磅或具約11.000磅之總原料20測試樣本之約7.1重量%。燒結312後，對範例10進行熱均壓。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表10中。

表 10

元 素	重 量 %
Al	0.005
C	1.151
Cu	0.000
Cr	13.098
Fe	82.581
Mn	0.074
N	0.320
Nb	1.556
Ni	0.057
O	0.511
P	0.013
S	0.009
Si	0.622

範例11中，金屬粉末供應16重約10.219磅，其中420粉為約52.40重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約9.00重量%；未還原CIP為約34.00重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約4.60重量%。黏結劑18重0.781磅或具約11.000磅之總原料20測試樣本之約7.1重量%。燒結312後，對範例11進行熱均壓。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表11中。

表 11

元 素	重 量 %
Al	0.003
C	0.957
Cu	0.000
Cr	13.009
Fe	82.830
Mn	0.082
N	0.311
Nb	1.557
Ni	0.058
O	0.522
P	0.013
S	0.009
Si	0.627

範例12中，金屬粉末供應16重約10.219磅，其中420粉為約48.50重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約15.90重量%；未還原CIP為約33.00重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約2.60重量%。黏結劑18重0.781磅或具約11.000磅之總原料20測試樣本之約7.1重量%。燒結312後，對範例12進行熱均壓。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表12中。

表 12

元 素	重 量 %
Al	0.002
C	0.765
Cu	0.000
Cr	13.144
Fe	82.993
Mn	0.087
N	0.318
Nb	1.460
Ni	0.053
O	0.543
P	0.013
S	0.009
Si	0.611

範例 13 中，金屬粉末供應 16 重約 10.153 磅，其中 420 粉為約 51.70 重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於 15 微米)為約 4.50 重量%；未還原 CIP 為約 37.00 重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過 90% 之粒子的尺寸小於 10 微米)為約 6.80 重量%。黏結劑 18 重 0.847 磅或具約 11.000 磅之總原料 20 測試樣本之約 7.7 重量%。燒結 312 以及熱均壓後，該不鏽鋼合金組成物 10 之密度為約 7.68 g/cc。所測得之剩餘的碳為約 0.834 重量%。金屬粉末供應 16 之元素重量%示於表 13 中。

表 13

元 素	重 量 %
Al	0.005
C	1.151
Cu	0.000
Cr	13.098
Fe	82.581
Mn	0.074
N	0.320
Nb	1.556
Ni	0.057
O	0.511
P	0.013
S	0.009
Si	0.622

範例14中，金屬粉末供應16重約10.153磅，其中420粉為約52.30重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約9.00重量%；未還原CIP為約34.00重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約4.70重量%。黏結劑18重0.847磅或具約11.000磅之總原料20測試樣本之約7.7重量%。燒結312後，對範例14進行熱均壓。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表14中。

表 14

元 素	重 量 %
Al	0.003
C	0.964
Cu	0.000
Cr	13.065
Fe	82.771
Mn	0.081
N	0.311
Nb	1.574
Ni	0.058
O	0.521
P	0.013
S	0.009
Si	0.626

範例 15 中，金屬粉末供應 16 重約 10.153 磅，其中 420 粉為約 48.50 重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於 15 微米)為約 15.90 重量%；未還原 CIP 為約 33.00 重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過 90% 之粒子的尺寸小於 10 微米)為約 2.60 重量%。黏結劑 18 重 0.847 磅或具約 11.000 磅之總原料 20 測試樣本之約 7.7 重量%。燒結 312 後，對範例 15 進行熱均壓。該金屬粉末供應 16 之元素重量%示於表 15 中。

表 15

元素	重量%
Al	0.002
C	0.765
Cu	0.000
Cr	13.144
Fe	82.993
Mn	0.087
N	0.318
Nb	1.460
Ni	0.053
O	0.543
P	0.013
S	0.009
Si	0.611

範例16中，金屬粉末供應16重約10.186磅，其中420粉約48.50重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約16.30重量%；未還原CIP為約33.00重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約2.20重量%。黏結劑18重0.814磅或具約11.000磅之總原料20測試樣本之約7.4重量%。燒結312以及熱均壓後，該不鏽鋼合金組成物10之密度為約7.06 g/cc。測得之剩餘的碳為該金屬粉末之約0.746重量%。在最終產物中，碳化物具有細(如，小型碳化物12)以及中型尺寸，且在整個鐵素體基體中分佈良好。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表16中。

表 16

元 素	重 量 %
Al	0.002
C	0.733
Cu	0.000
Cr	12.986
Fe	83.196
Mn	0.088
N	0.322
Nb	1.460
Ni	0.053
O	0.526
P	0.013
S	0.009
Si	0.611

範例 17 中，金屬粉末供應 16 重約 0.463 磅，其中 420 粉為約 65.00 重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於 15 微米)為約 6.00 重量%；未還原 CIP 為約 22.500 重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過 90% 之粒子的尺寸小於 10 微米)為約 6.50 重量%。黏結劑 18 重 0.037 磅或具約 0.500 磅之總原料 20 測試樣本之約 7.4 重量%。燒結 312 後，該不鏽鋼合金組成物 10 之密度為約 7.06 g/cc。測得之剩餘的碳為該金屬粉末之約 0.746 重量%。該金屬粉末供應 16 之元素重量%示於表 17 中。

表 17

元 素	重 量 %
Al	0.005
C	1.101
Cu	0.000
Cr	15.153
Fe	80.199
Mn	0.094
N	0.236
Nb	1.957
Ni	0.072
O	0.463
P	0.016
S	0.011
Si	0.693

範例 18 中，金屬粉末供應 16 重約 0.463 磅，其中 420 粉為約 65.00 重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於 15 微米)為約 17.00 重量%；未還原 CIP 為約 10.00 重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過 90% 之粒子的尺寸小於 10 微米)為約 8.00 重量%。黏結劑 18 重 0.037 磅或具約 0.500 磅之總原料 20 測試樣本之約 7.4 重量%。燒結 312 後，該不鏽鋼合金組成物 10 之密度為約 7.37 g/cc。測得之剩餘的碳為該金屬粉末之約 0.789 重量%。該金屬粉末供應 16 之元素重量%示於表 18 中。

表 18

元 素	重 量 %
Al	0.006
C	1.134
Cu	0.000
Cr	19.456
Fe	75.895
Mn	0.110
N	0.173
Nb	1.957
Ni	0.072
O	0.454
P	0.018
S	0.013
Si	0.712

範例 19 中，金屬粉末供應重約 0.463 磅，其中 420 粉為約 50.00 重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於 15 微米)為約 10.00 重量%；未還原 CIP 為約 32.50 重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過 90% 之粒子的尺寸小於 10 微米)為約 7.50 重量%。黏結劑 18 重 0.037 磅或具約 0.500 磅之總原料 20 測試樣本之約 7.5 重量%。燒結 312 後，該不鏽鋼合金組成物 10 之密度為約 7.34 g/cc。測得之剩餘的碳為該金屬粉末之約 0.786 重量%。在該不鏽鋼合金組成物 10 中，細的碳化物(如，小型碳化物 12)產生亮的碳化物網，一些被蝕刻的比其它部分深之部分，產生暗的外觀(如，暗區域 15)。該金屬粉末供應 16 之元素重量%示於表 19 中。

表 19

元 素	重 量 %
Al	0.005
C	1.166
Cu	0.000
Cr	14.983
Fe	80.750
Mn	0.080
N	0.301
Nb	1.505
Ni	0.055
O	0.508
P	0.014
S	0.010
Si	0.623

範例 20 中，金屬粉末供應 16 重約 0.463 磅，其中 420 粉為約 50.00 重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於 15 微米)為約 12.50 重量%；未還原 CIP 為約 32.50 重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過 90% 之粒子的尺寸小於 10 微米)為約 5.00 重量%。黏結劑 18 重 0.037 磅或具約 0.500 磅之總原料 20 測試樣本之約 7.5 重量%。燒結 312 後，該不鏽鋼合金組成物 10 之密度為約 7.17 g/cc。測得之剩餘的碳為該金屬粉末之約 0.574 重量%。在該不鏽鋼合金組成物 10 中，產生細碳化物(如，小型碳化物 12)。該金屬粉末供應 16 之元素重量%示於表 20 中。

表 20

元 素	重 量 %
Al	0.004
C	0.964
Cu	0.000
Cr	13.998
Fe	81.915
Mn	0.084
N	0.307
Nb	1.505
Ni	0.055
O	0.524
P	0.013
S	0.010
Si	0.620

範例21中，金屬粉末供應16重約10.19磅，其中420粉為約50.00重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約3.50重量%；未還原CIP為約37.50重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約9.00重量%。黏結劑18重0.81磅或具約11.00磅之總原料20測試樣本之約7.32重量%。燒結312後，對範例21進行熱均壓。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表21中。

表 21

元 素	重 量 %
Al	0.006
C	1.349
Cu	0.000
Cr	13.468
Fe	81.961
Mn	0.118
N	0.290
Nb	1.520
Ni	0.150
O	0.488
P	0.015
S	0.005
Si	0.630

範例22中，金屬粉末供應16重約0.926磅，其中420粉為約43.50重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約6.20重量%；未還原CIP為約37.50重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約9.00重量%。黏結劑18重0.0739磅或具約1.00磅之總原料測試樣本之約7.39重量%。燒結312後，對範例22進行熱均壓。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表22中。

表 22

元 素	重 量 %
Al	0.006
C	1.307
Cu	0.000
Cr	13.471
Fe	78.452
Mn	0.106
N	0.297
Nb	1.322
Ni	0.131
O	0.493
P	0.014
S	0.005
Si	0.587

範例 23 中，金屬粉末供應 16 重約 19.86 磅，其中 420 粉為約 50.00 重量%；未還原 CIP 為約 44.50 重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過 90% 之粒子的尺寸小於 10 微米)為約 5.50 重量%。黏結劑 18 重 1.442 磅或具約 21.30 磅之總原料測試樣本之 6.77 重量%。處理包括燒結 312 以及熱均壓。此外，如下文中有關拉伸強度測試之詳細說明，令本發明之不鏽鋼合金組成物 10 經歷奧氏體化以及回火之處理。該金屬粉末供應 16 之元素重量%示於表 23 中。

表 23

元 素	重 量 %
Al	0.004
C	1.119
Cu	0.000
Cr	10.001
Fe	85.626
Mn	0.115
N	0.334
Nb	1.520
Ni	0.150
O	0.501
P	0.014
S	0.004
Si	0.814

範例 24 中，金屬粉末供應 16 重約 0.462 磅，其中 440C 粉為約 60.00 重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於 15 微米)為約 5.00 重量%；未還原 CIP 為約 30.00 重量%；17-4PH 粉(平均粒子尺寸小於 15 微米)為約 3.00 重量%以及高碳鉻鐵合金粉(其超過 90% 之粒子的尺寸小於 10 微米)為約 2.00 重量%。黏結劑 18 重 0.038 磅或具約 0.500 磅之總原料 20 測試樣本之 7.6 重量%。該金屬粉末供應 16 之元素重量%示於表 24 中。

表 24

元 素	重 量 %
Al	0.001
C	1.148
Cu	0.202
Cr	14.244
Fe	80.521
Mn	0.121
N	0.232
Nb	2.038
Ni	0.237
O	0.473
P	0.016
S	0.019
Si	0.749

範例25中，金屬粉末供應16重約0.464磅，其中420粉為約97.5重量%以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約2.50重量%。黏結劑18重0.036磅或具約0.500磅之總原料20測試樣本之7.2重量%。燒結312後，該不鏽鋼合金組成物10之密度為約7.08 g/cc。測得之剩餘的碳為該金屬粉末之約0.643重量%。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表25中。

表 25

元 素	重 量 %
Al	0.002
C	0.857
Cu	0.000
Cr	13.847
Fe	80.562
Mn	0.224
N	0.000
Nb	2.964
Ni	0.293
O	0.361
P	0.026
S	0.006
Si	0.862

範例26中，金屬粉末供應16重約78.611磅，其中440C粉為約45.50重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約6.00重量%；未還原CIP為約43.50重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約5.00重量%。黏結劑18重6.789磅或具約85.40磅之總原料20測試樣本之7.95重量%。燒結312後，對範例26進行熱均壓。該金屬粉末供應16之元素重量%示於表26中。

表 26

元 素	重 量 %
Al	0.004
C	1.310
Cu	0.000
Cr	13.247
Fe	82.284
Mn	0.092
N	0.341
Nb	1.533
Ni	0.000
O	0.532
P	0.013
S	0.013
Si	0.650

範例 27-29

於剩下的範例中，使用從之前範例來的金屬粉末供應 16 來產生本發明之不鏽鋼合金組成物 10。

範例 27 包含範例 10 以及範例 13 之原料 20 之混合物。由於為原料 20 之混合，所以無法獲得元素重量百分比。在範例 27 中，原料 20 包含 8.88 磅從範例 10 而來之原料 20 (其中黏結劑為 7.1 重量%) 以及 3.12 磅從範例 13 而來之原料 20 (其中黏結劑為 7.7 重量%)。範例 27 之原料 20 為 12.000 磅，其中黏結劑占 7.256 重量% 或 0.871 磅。金屬粉末供應 16 重約 11.129 磅，其中 420 粉為約 51.70 重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於 15 微米)為約 4.50 重量%；未還原 CIP 為約 37.00 重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過 90% 之粒子的尺寸小於 10

微米)為約6.80重量%。不鏽鋼合金組成物10之密度為約7.34 g/cc。測得之剩餘的碳為該金屬粉末之約0.83重量%。

範例28包含範例11以及範例13之原料20之混合物。由於為原料20之混合，所以無法獲得元素重量百分比。在範例28中，原料20包含6.84磅從範例11而來之原料20 (其中黏結劑為7.1重量%)以及5.16磅從範例13而來之原料20 (其中黏結劑為7.7重量%)。範例28之原料20為12.000磅，其中黏結劑占7.358重量%或0.8830磅。金屬粉末供應16重約11.117磅，其中420粉為約52.40重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約9.00重量%；未還原CIP為約34.00重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約4.60重量%。不鏽鋼合金組成物10之密度為約6.99 g/cc。測得之剩餘的碳為該金屬粉末之約0.72重量%。

範例29包含範例12以及範例15之原料20之混合物。由於為原料20之混合，所以無法獲得元素重量百分比。在範例29中，原料20包含5.64磅從範例12而來之原料20 (其中黏結劑為7.1重量%)以及6.36磅從範例15而來之原料20 (其中黏結劑為7.7重量%)。範例29之原料20為12.000磅，其中黏結劑占7.418重量%或0.8902磅。金屬粉末供應16重約11.110磅，其中420粉為約48.50重量%；鉻鐵合金粉(平均粒子尺寸小於15微米)為約15.90重量%；未還原CIP為約33.00重量%；以及高碳鉻鐵合金粉(其超過90%之粒子的尺寸小於10微米)為約4.60重量%。最終的不鏽鋼合金組成物10之密度為約6.92 g/cc。測得之剩餘的碳為該金屬粉末之約0.415重

量%。

如上所提及，在不鏽鋼合金組成物10之各種具體例上進行拉伸測試。拉伸測試依照ASTM A370-09a，在室溫下進行，降伏強度係由0.2%偏距法測定。在6個從範例23而來之不鏽鋼合金組成物10之樣本上進行之拉伸測試的結果述於表27中。令樣本1-3經歷如樣本4-6之熱處理；然而樣本4-6之拉伸強度以及降伏強度普遍較高。

表 27

樣本 ¹	拉伸強度 (ksi)	降伏強度 (ksi)	1"之延長 (%)	面積減少 (%)	原始柵之 寬度(吋)
1	227.6	197.7	1.0	<0.5	0.256
2	242.7	199.6	0.7	<0.5	0.257
3	196.2	191.6	0.6	<0.5	0.256
4	202.3	N/A ²	0.2	<0.5	0.256
5	250.4	231.7	0.6	<0.5	0.257
6	252.9	231.0	0.7	<0.5	0.256

¹ 樣本在中心外斷裂，但在偏置計量器標記內。

² 樣本在降伏之前斷裂。

亦在從範例21、22、23、26以及30而來之不鏽鋼合金組成物10上進行拉伸測試，其等全部均經過退火。範例30包含從範例23以及26而來之原料20之混合物。範例30包含187.00磅，其中115.00磅(約61.5%)來自範例23之原料20，而72磅(約38.5%)來自範例26之原料20，黏結劑百分比在之前說明書中所述之範圍內。範例21、22、23、26以及30之拉伸測試結果示於表28中。

表 28

樣本	拉伸強度 (ksi)	降伏強度 (ksi)	1"之延長 (%)	面積減少 (%)	原始柵之 寬度(吋)
21	100.0	44.2	10.0	12.0	0.252
22	105.4	47.5	17.5	29.0	0.251
23	95.8	41.2	23.0	41.0	0.252
26	96.5	40.4	23.0	41.0	0.250
30	96.9	42.6	25.0	44.0	0.251

此外，在從範例23而來之不鏽鋼合金組成物10上進行耐磨測試。測試二個從範例23而來之樣本(樣本1以及樣本2)。在燒結後，令樣本1與樣本2經歷二種不同的熱處理。樣本1在約1010℃(1850°F)下進行奧氏體化，以約0.6MPa(0.087ksi)之氣體淬火，然後在204℃(400°F)下回火。樣本2在1066℃(1950°F)下進行奧氏體化，以約0.2MPa(0.029 ksi)之氣體淬火，然後在316℃(600°F)下回火。

耐磨測試係依照ASTM G133，使用銷盤式摩擦計進行。在每一個樣本上之負載為10.0頓(N)，施予20個小時，速率為500轉/分，10,000轉數。軌道半徑為10毫米(mm)。由440不鏽鋼製成之球之直徑為3mm。測試在室溫(23℃)下空氣中進行，濕度為35%。範例1耐磨測試之結果於第13圖中，於第13(C)圖中，洞下之面積經測量為3510 μm^2 。樣本2耐磨測試之結果於第14圖中。於第14(C)圖中，洞下之面積經測量為3285 μm^2 。雖然此等結果表示，420不鏽鋼之耐磨性較高，但耐磨性結果低於T15工具鋼。

雖然本發明僅例示說明某些具體例，但對在閱讀此揭

示內容後之熟悉此技藝之人士而言，顯而易見地，可在不逸離本發明所請求之範疇內製得各種改變以及修飾。例如，熟悉此技藝之人士可在不逸離本發明之範疇之情況下，改變相對的數量、壓力以及溫度。同樣地，在此所使用之術語"實質上"、"約"以及"將近"之程度之術語，意指修飾術語之合理的偏差數目，使得最終結果沒有顯著的改變。此等術語可解釋成包括經修飾術語之至少 $\pm 5\%$ 之偏差，假如此偏差不會使其修飾之字的意義無效。

闡述各種具體例之後，本發明預先考慮到仍落在本發明之範疇內之適合的修飾物。因此，熟悉此技藝之人士應僅能依照申請專利範圍來解釋本發明。

【圖式簡單說明】

第1圖係具有大型碳化物之440C不鏽鋼之顯微照片；

第2圖係本發明之不鏽鋼合金組成物之顯微照片；

第3圖係包含0.4%碳之不鏽鋼合金組成物之顯微照片；

第4圖係包含0.6%碳之不鏽鋼合金組成物之顯微照片；

第5圖係包含0.8%碳之不鏽鋼合金組成物之顯微照片；

第6圖係包含0.87%碳之不鏽鋼合金組成物之顯微照片；

第7圖係包含1.04%碳之不鏽鋼合金組成物之顯微照片；

第8圖係包含1.17%碳之不鏽鋼合金組成物之顯微照片；

第9圖說明用於製造如本發明之原料之方法之具體例；

第10圖說明使用裝置來製造如本發明之原料之方法之具體例；

第11圖說明用於製造如本發明之淨形部件之方法之具體例；

第12圖說明使用連續熔爐裝置，來製造如本發明之淨形部件之方法之具體例；

第13A-13C圖說明從在本發明之不鏽鋼合金組成物之具體例上進行耐磨性測試中得到之測試結果；以及

第14A-14C圖說明從在本發明之不鏽鋼合金組成物之具體例上進行耐磨性測試中得到之測試結果。

【主要元件符號說明】

10...不鏽鋼合金組成物	204...移除
100...方法	205...摻合
20...原料	206...提供黏結劑供應
200...方法	208...化合作用
34...淨形部件	28...篩子
22...模具	36...混合器
16...金屬粉末	38...化合混合器
18...黏結劑	300...方法
14...大型碳化物	302...提供原料20
12...小型碳化物	304...射入
15...暗區	306...脫出
312...燒結	308...除去...之黏結
202...提供金屬粉末供應	310...經歷熱循環處理

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100125291

※申請日：

※IPC 分類：C22C 38/06 (2006.01)

B22F 3/15 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

不鏽鋼合金

STAINLESS STEEL ALLOY

二、中文發明摘要：

不鏽鋼合金組成物。該不鏽鋼合金組成物包含圓形碳化物以及游離鉻在鐵素體(ferrite)基體中。該圓形碳化物具有粒子尺寸小於5微米。該圓形碳化物包括第一數量之含鈮碳化物以及第二數量之碳化鉻，且實質上沒有大型且形狀不規則之碳化物。

三、英文發明摘要：

Stainless steel alloy composition. The stainless steel alloy composition includes rounded carbides and free chromium in a ferrite matrix. The rounded carbides have particle sizes under 5 microns. The rounded carbides include a first quantity of niobium-containing carbide and a second quantity of chromium carbide, and are substantially free of large, irregularly-shaped carbides.

七、申請專利範圍：

1. 一種不鏽鋼合金組成物，包含：

圓形碳化物在包含至少一種擇自於由鐵素體 (ferrite) 以及馬氏體 (martensite) 所構成之群組之基體中，該圓形碳化物具有粒子尺寸小於5微米，包含第一數量之含鈮碳化物以及第二數量之碳化鉻，以及實質上無大型且不規則形狀之碳化物；以及

游離鉻在該基體中。

2. 如申請專利範圍第1項之不鏽鋼合金組成物，其中該第一數量超過該第二數量。
3. 如申請專利範圍第1項之不鏽鋼合金組成物，其中該含鈮碳化物包含 Nb_4C_3 。
4. 如申請專利範圍第1項之不鏽鋼合金組成物，其中該碳化鉻包含 Cr_{23}C_6 。
5. 如申請專利範圍第1項之不鏽鋼合金組成物，其中該含鈮碳化物為 M_{23}C_6 ，其中M包含鈮以及至少一種其它金屬。
6. 如申請專利範圍第1項之不鏽鋼合金組成物，其中該第一數量以及該第二數量結合，占該不鏽鋼合金組成物之約4至約25重量%。
7. 一種淨形部件材料，其由緻密化合金之前趨粉末構成，該前趨粉末已通過-325美國泰勒篩，且包含具至少碳、鉻、鈮以及鐵之金屬粉末，該碳含量為第一量，該鈮含量為大於該第一量之第二量，以及該鉻含量為大於該第

二量之第三量。

8. 如申請專利範圍第7項之淨形部件材料，其中該第三量大於該第二量約8.94至約17.85倍之間。
9. 如申請專利範圍第8項之淨形部件材料，其中該第三量大於該第二量約3.6至約16倍之間。
10. 如申請專利範圍第9項之淨形部件材料，其中該前趨粉末包含補充粉末，該補充粉末包含銅、矽硫以及磷中任一種。
11. 如申請專利範圍第7項之淨形部件材料，該淨形部件材料能夠進行冷加工。
12. 一種淨形部件，包含：
 - 一由合金形成之實心模製結構，該合金包含：
 - 圓形碳化物於至少一種擇自於由鐵素體以及馬氏體所構成之群組之基體中，該圓形碳化物具有粒子尺寸小於5微米，包含第一數量之含鈮碳化物以及第二數量之碳化鉻，以及實質上無大型且不規則形狀之碳化物；
 - 以及
 - 游離鉻在該基體中。
13. 如申請專利範圍第12項之淨形部件，其中該實心模製結構能夠進行冷加工。
14. 如申請專利範圍第12項之淨形部件，其中該實心模製結構具實質上平滑的表面。
15. 如申請專利範圍第12項之淨形部件，其中該第一數量大於該第二數量。

16. 如申請專利範圍第15項之淨形部件，其中該第一數量以及該第二數量結合，占該合金之約4至約25重量%。

17. 一種用於製造不鏽鋼淨形部件之方法，包含：

提供一包含至少碳、鈮、鉻以及鐵之金屬粉末供應，該金屬粉末具有平均粒子尺寸小於約25微米；

從該金屬粉末供應中移開過大的粒子，以形成一具同樣大小的金屬粉末供應，其基本上由尺寸不大於44微米之粒子構成(小於0.5重量%之粒子具有尺寸介於大於約44微米以及約100微米間)；

提供一黏結劑供應；

使該具同樣大小的金屬粉末供應與該黏結劑供應產生化合作用，形成一原料；

將該原料射入近淨形模具中，製成一粗胚(green part)；

使該粗胚從該近淨形模具中脫出；

除去該粗胚之黏結，製成一初胚(brown part)；

以介於約816°C與約1093°C間之溫度下之熱循環處理該初胚；

在介於約1246°C與約1343°C間之溫度下之熔爐中燒結該初胚，製成一燒結部件；

在介於約899°C與約1121°C間之溫度下，在該燒結部件上進行熱均壓，製成該不鏽鋼合金淨形部件；以及

以介於約1°C/分與約7°C/分間之速率，冷卻該不鏽鋼合金淨形部件。

18. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該冷卻包含以介於約1°C/分與約7°C/分間之速率，冷卻該不鏽鋼合金淨形部件，且在無額外的熱處理之情況下，達到理論密度之至少約99%。
19. 如申請專利範圍第18項之方法，其中額外的熱處理包含退火、奧氏體化以及回火。
20. 如申請專利範圍第18項之方法，進一步包含冷加工該不鏽鋼合金淨形部件。
21. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該進行熱均壓包含在該燒結部件上進行熱均壓，歷時約4個小時。
22. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該進行熱均壓包含在該燒結部件上，以約68.95 MPa至約206.84 MPa之壓力進行熱均壓。
23. 如申請專利範圍第17項之方法，進一步包含在脫出之前加熱該原料。
24. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該化合作用包含形成該原料，該原料包含約92重量%至約93.5重量%之金屬粉末以及約6.5重量%至約8重量%之黏結劑，該金屬粉末之重量%與該黏結劑之重量%總共為100重量%。
25. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該移開包含過篩。
26. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該移開緊接該化合作用之前進行。
27. 如申請專利範圍第17項之方法，進一步包含將該金屬粉末混合於該金屬粉末供應中。

28. 一種供模製金屬部件用之原料，包含：

金屬粉末，該金屬粉末包含至少碳、鈮、鉻以及鐵，
該金屬粉末由尺寸不大於-325美國泰勒篩且具有平均
粒子尺寸小於約25微米之粒子構成；以及

黏結劑與該金屬粉末一起製成由下列構成之原
料：約6.5重量%至約8重量%之黏結劑以及剩餘重量%之
金屬粉末。

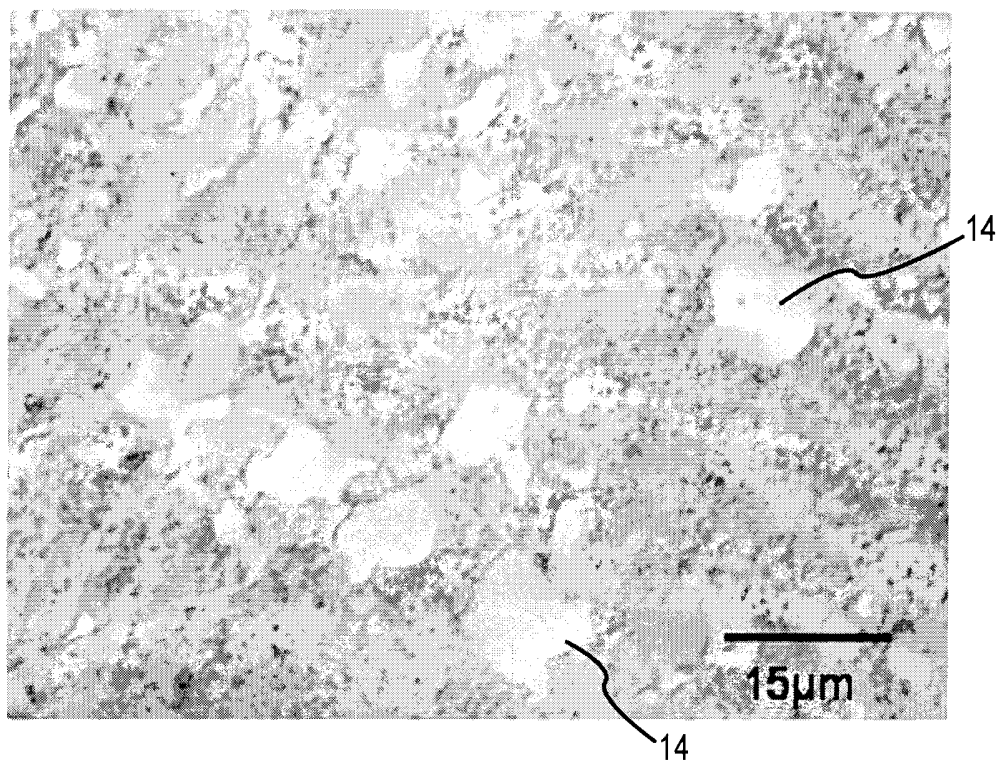
29. 一種用於製造供模製金屬部件用之原料之方法，包含：

提供一包含至少碳、鈮、鉻以及鐵之金屬粉末供
應，該金屬粉末具有平均粒子尺寸小於約25微米；

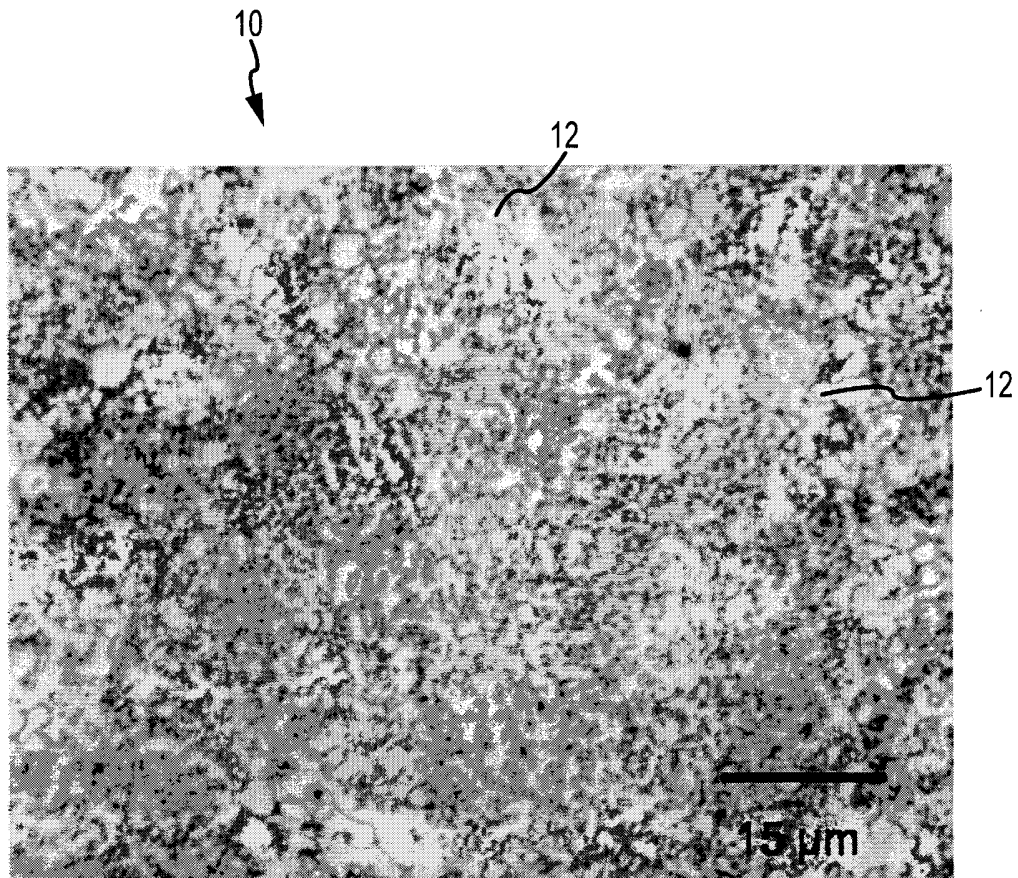
使從該金屬粉末供應而來之粒子通過不大於325美
國泰勒篩之篩子，以形成一具同樣大小的金屬粉末供
應；

提供一黏結劑供應；

使該具同樣大小的金屬粉末供應與該黏結劑供應
產生化合作用，形成該原料，該原料由介於約6.5重量%
至約8重量%間之範圍內之黏結劑以及剩餘重量%之金
屬粉末構成。

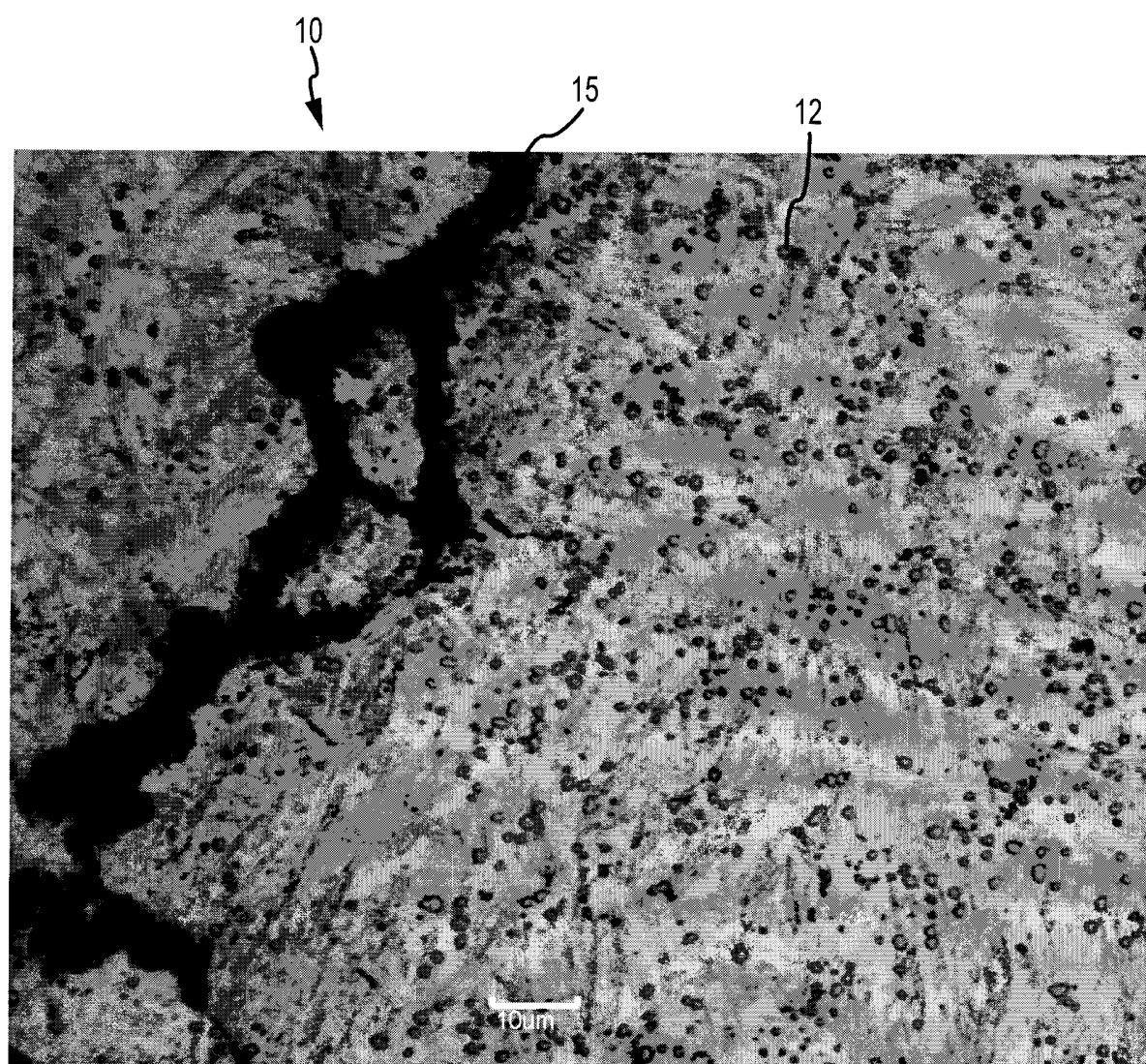


第 1 圖

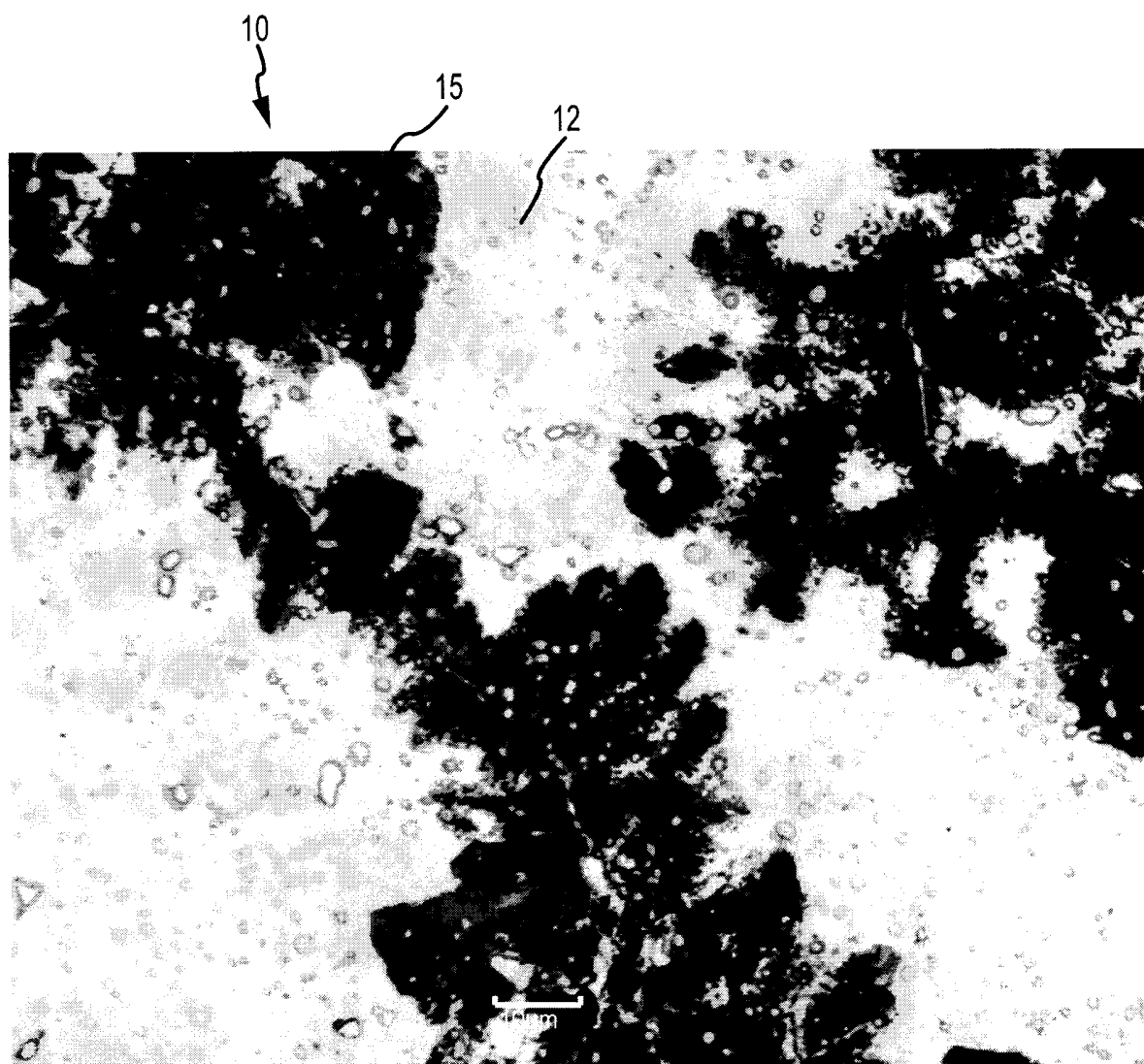


第 2 圖

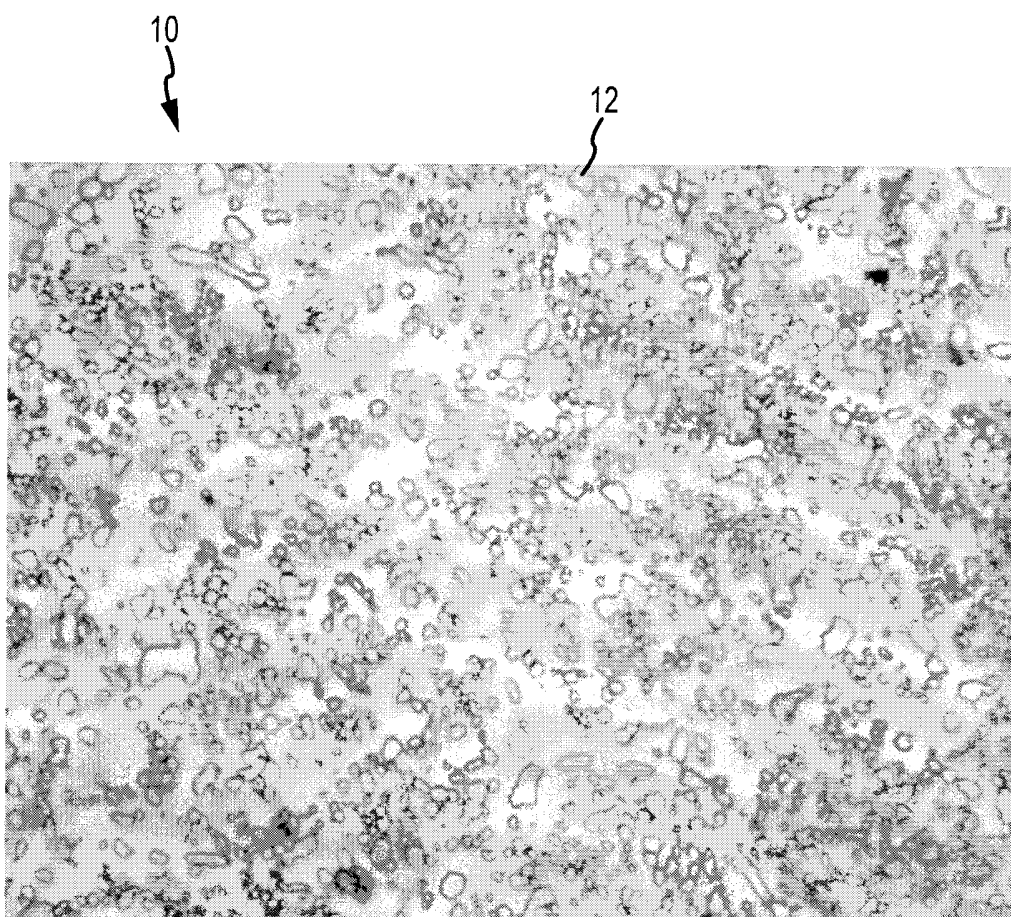
3/16



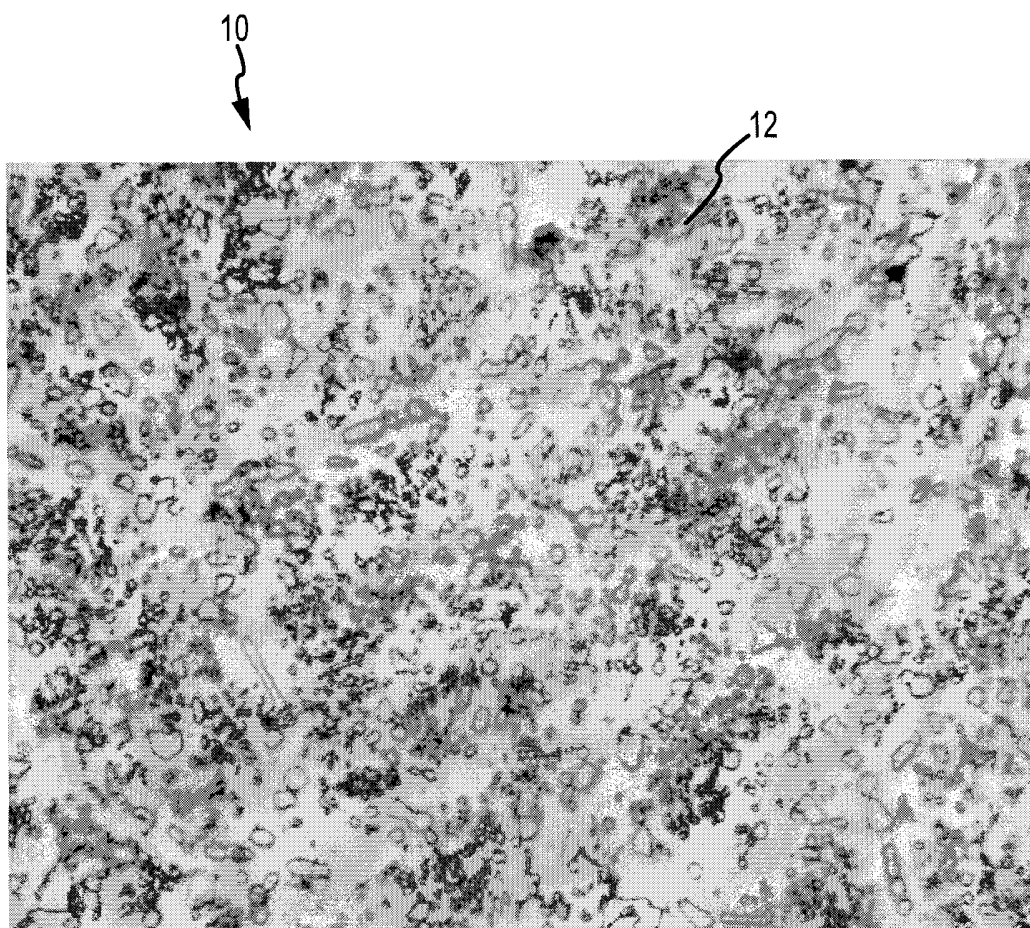
第 3 圖



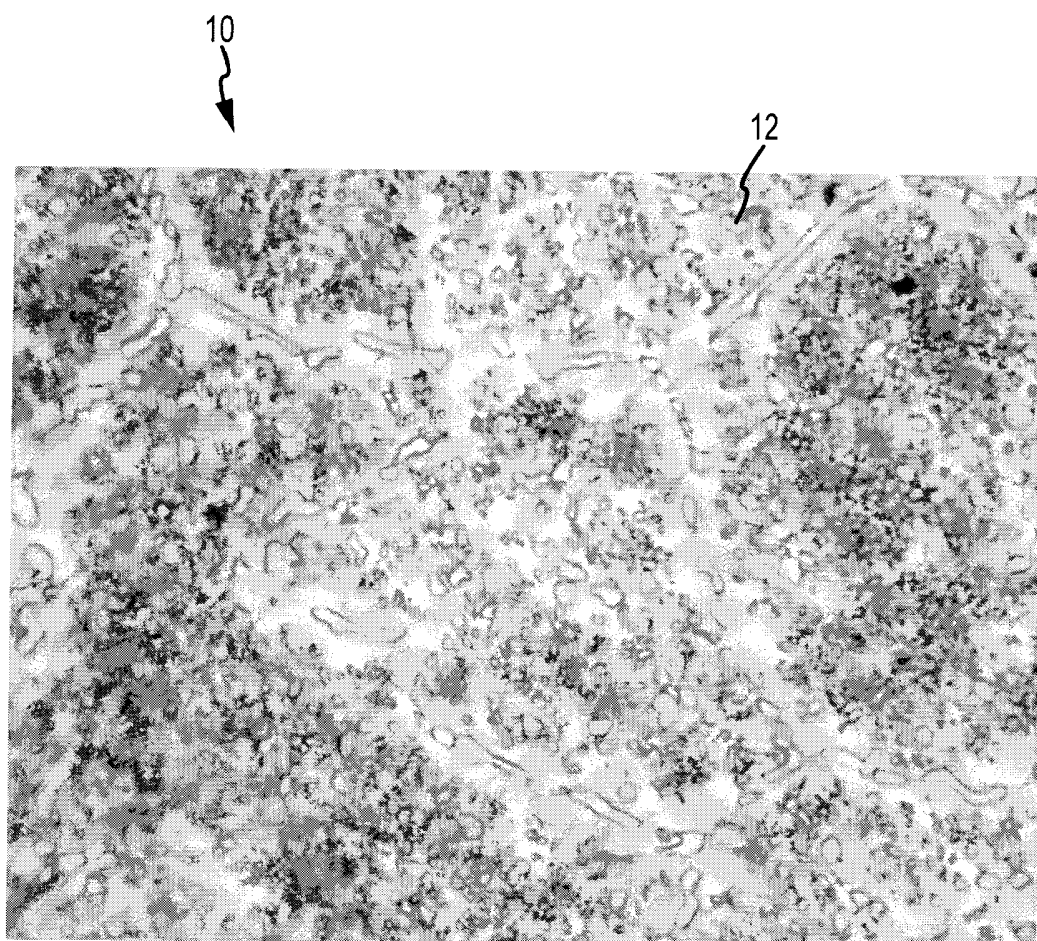
第 4 圖



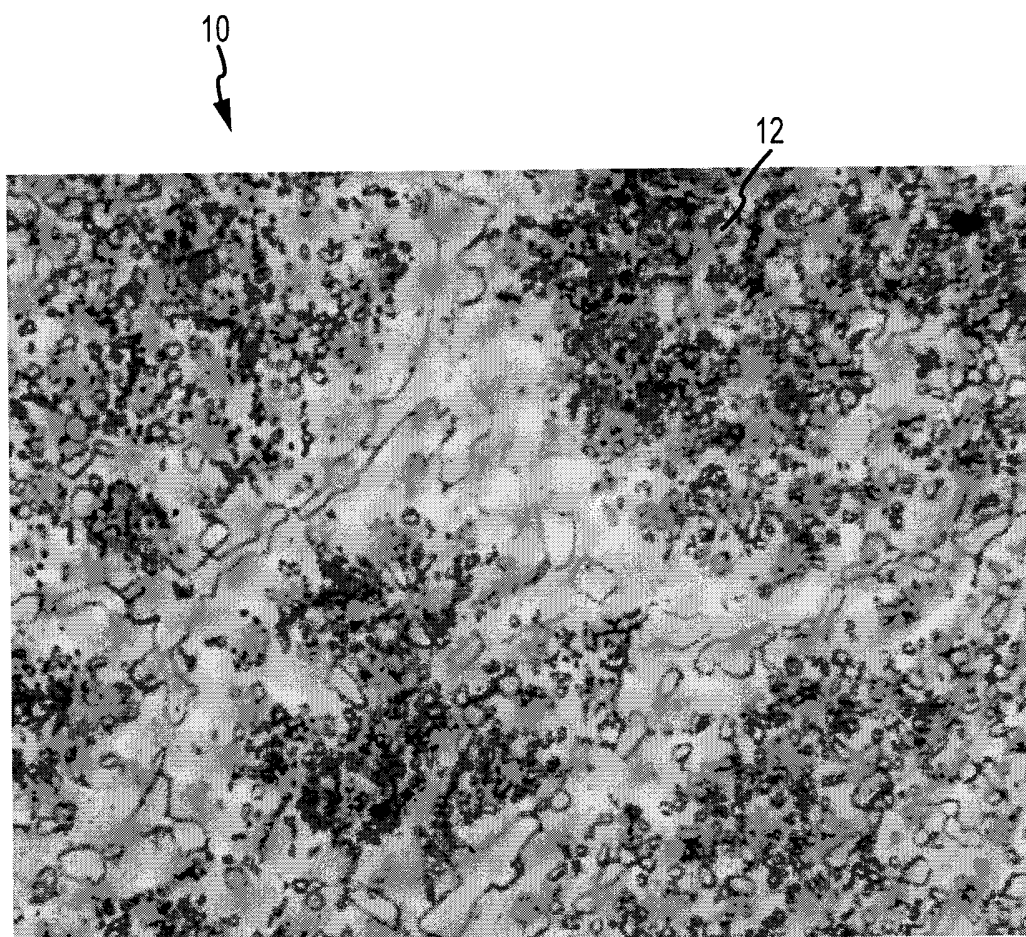
第 5 圖



第 6 圖

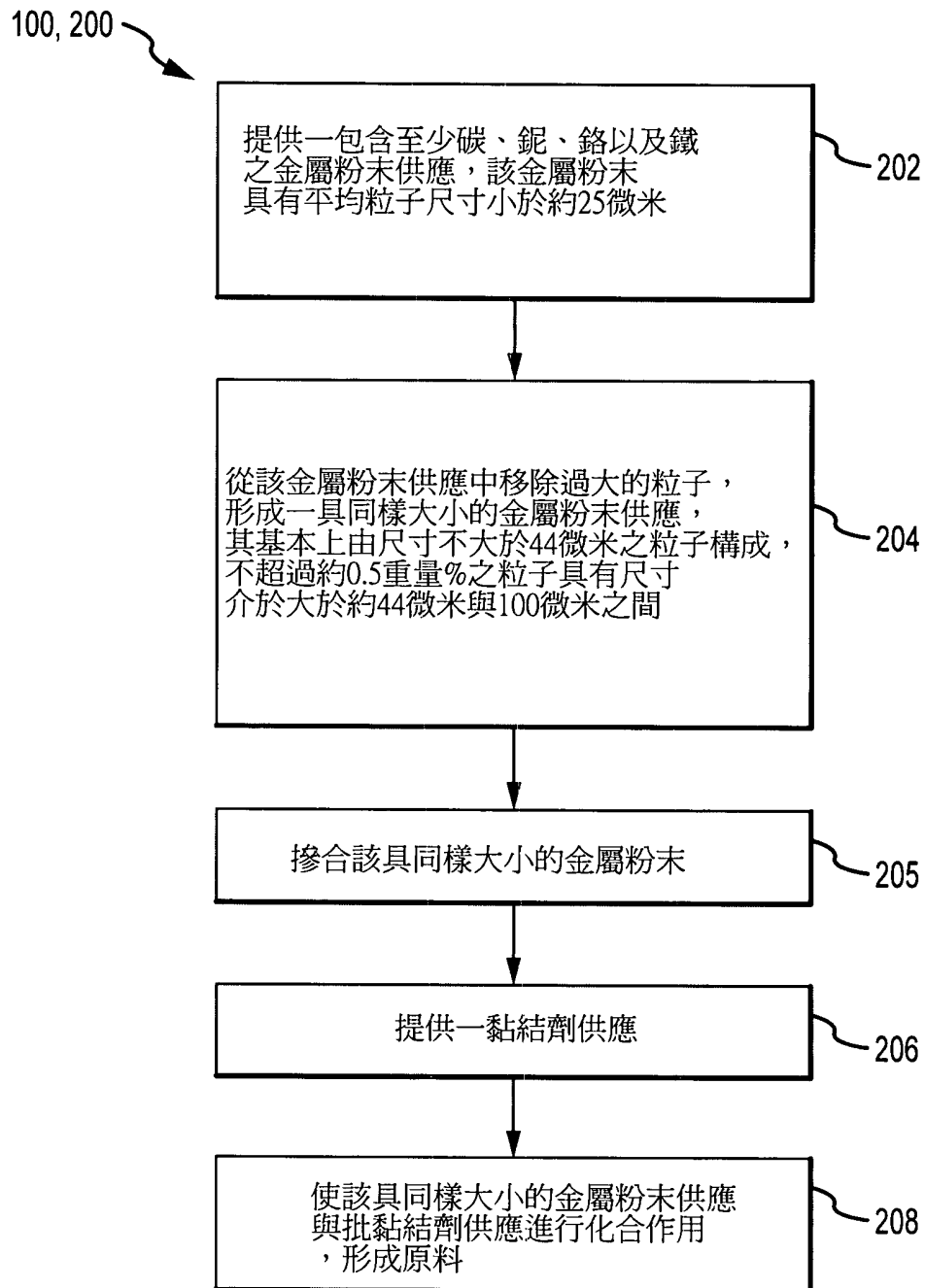


第 7 圖

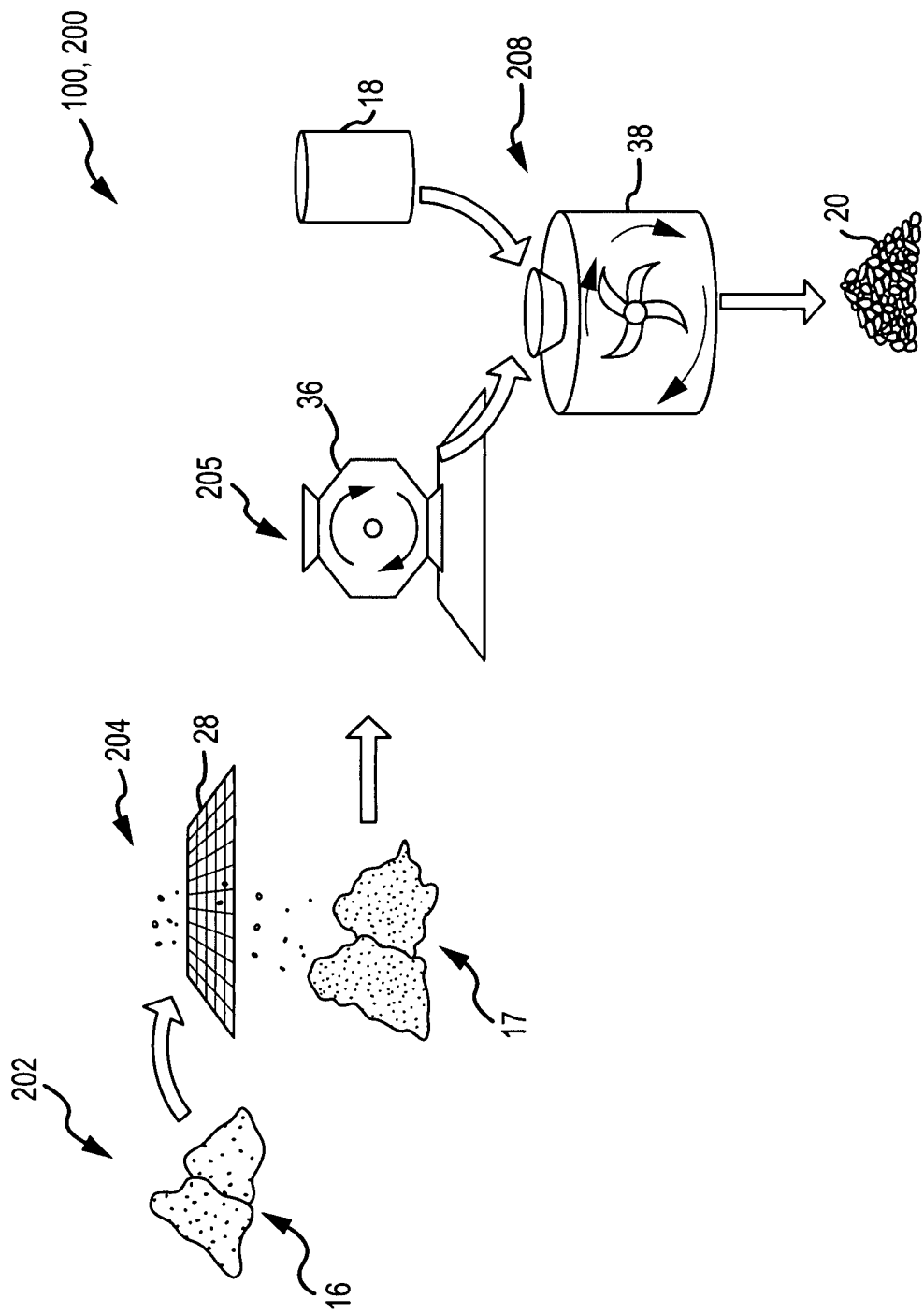


第 8 圖

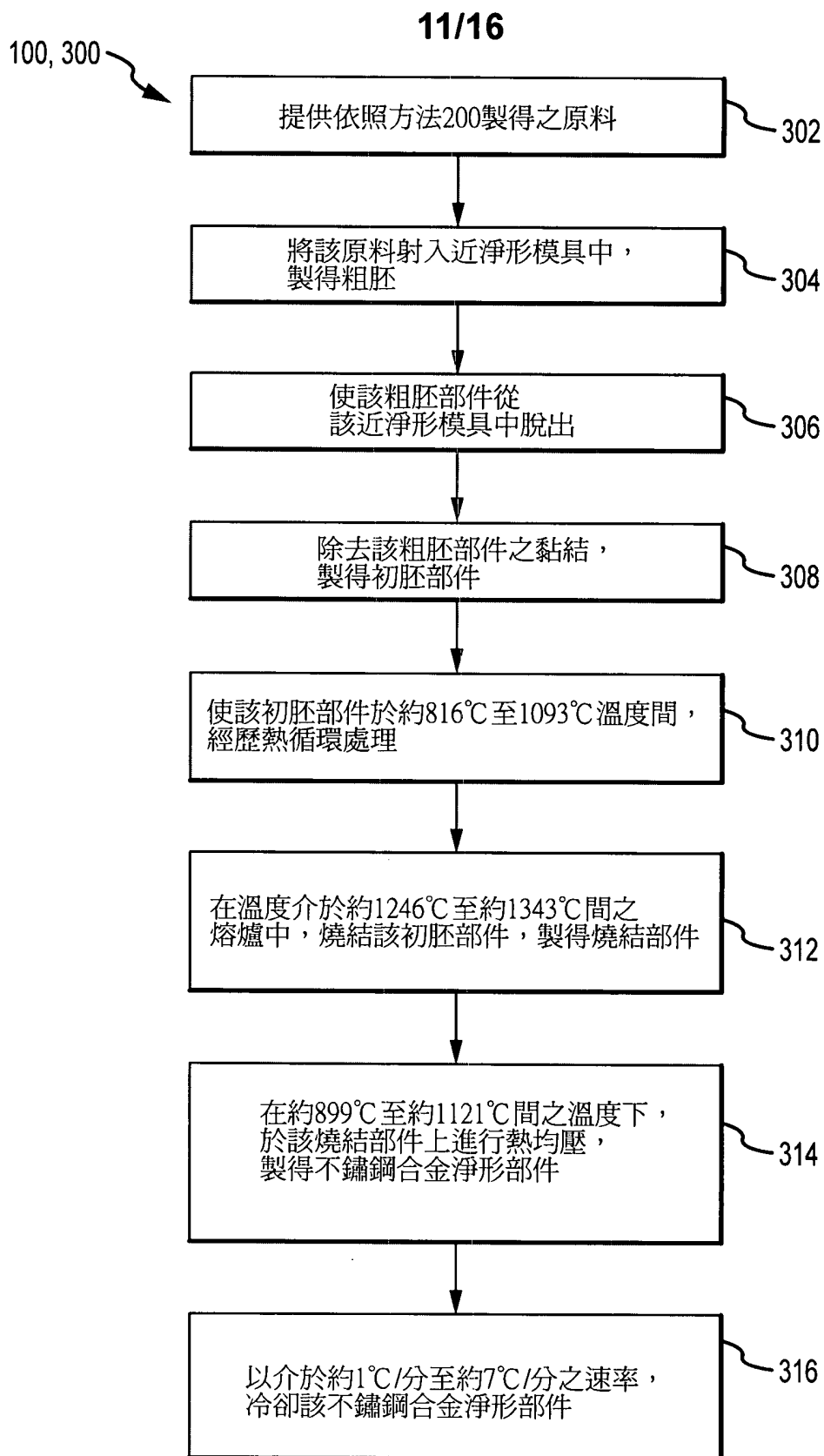
9/16



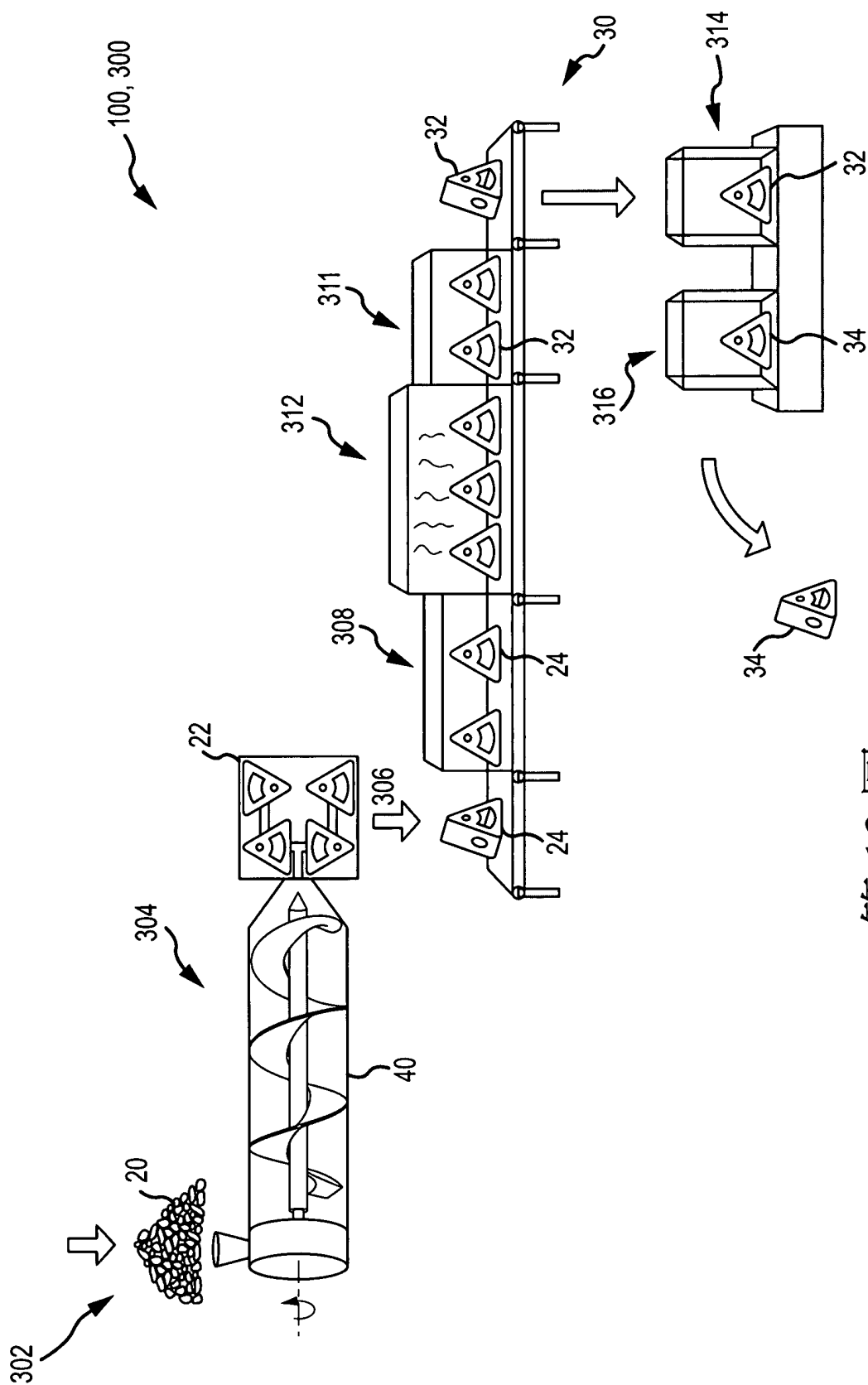
第 9 圖



第 10 圖



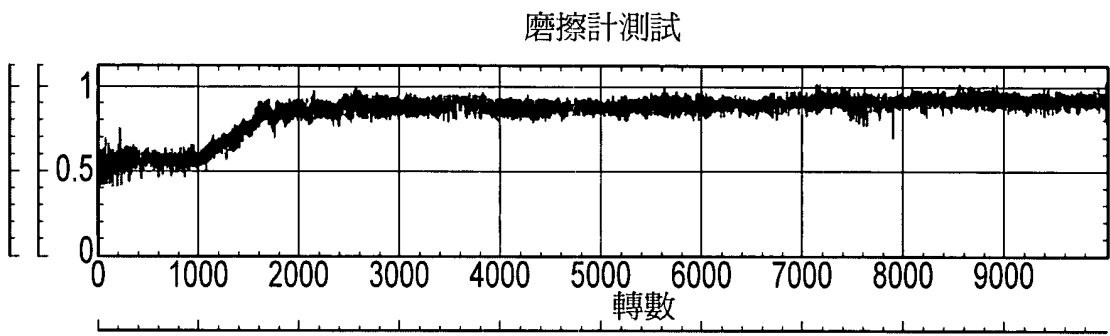
第 11 圖



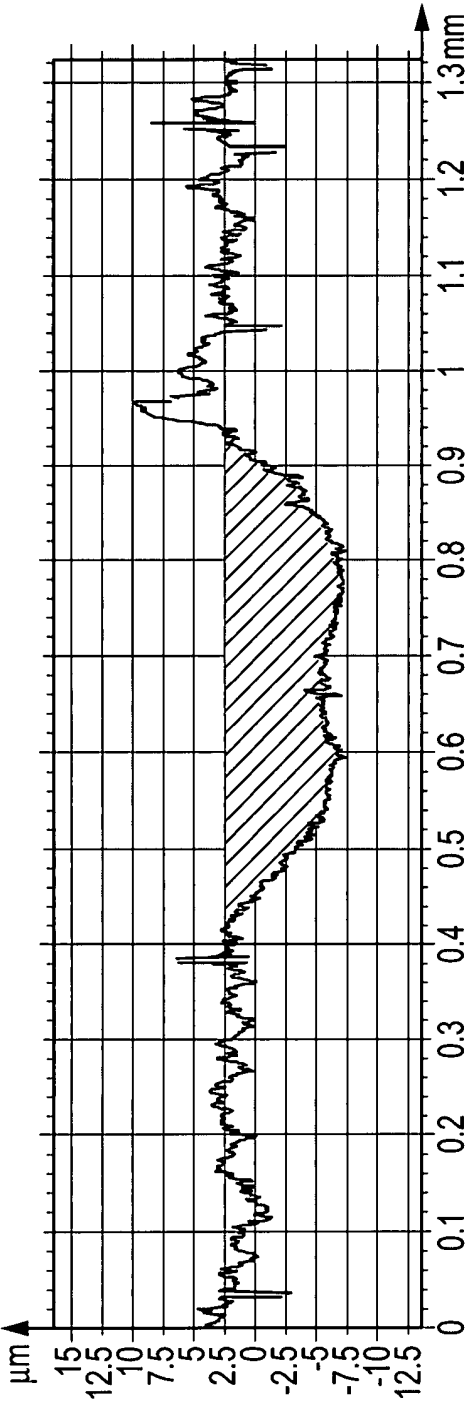
第12圖

樣本1	最大COF	最小COF	平均COF	磨損率 (mm ³ /Nm)
	(μm)	(μm)	(μm)	
測試1	1.017	0.012	0.785	3.510 x 10 ⁻⁵

第 13A 圖



第 13B 圖

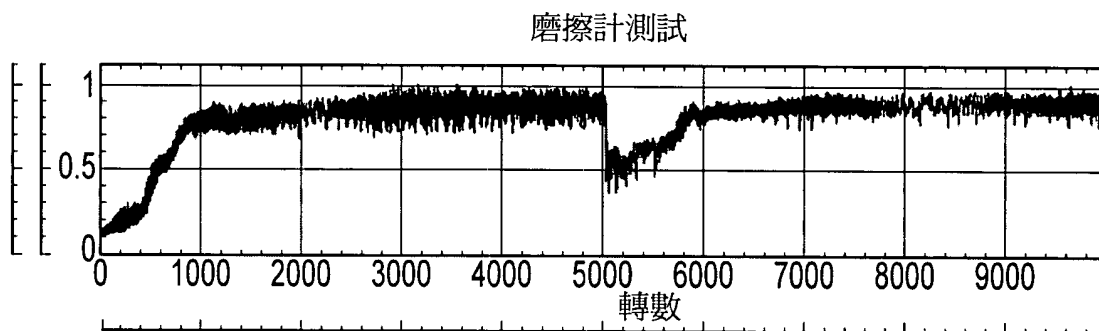


第 13C 圖

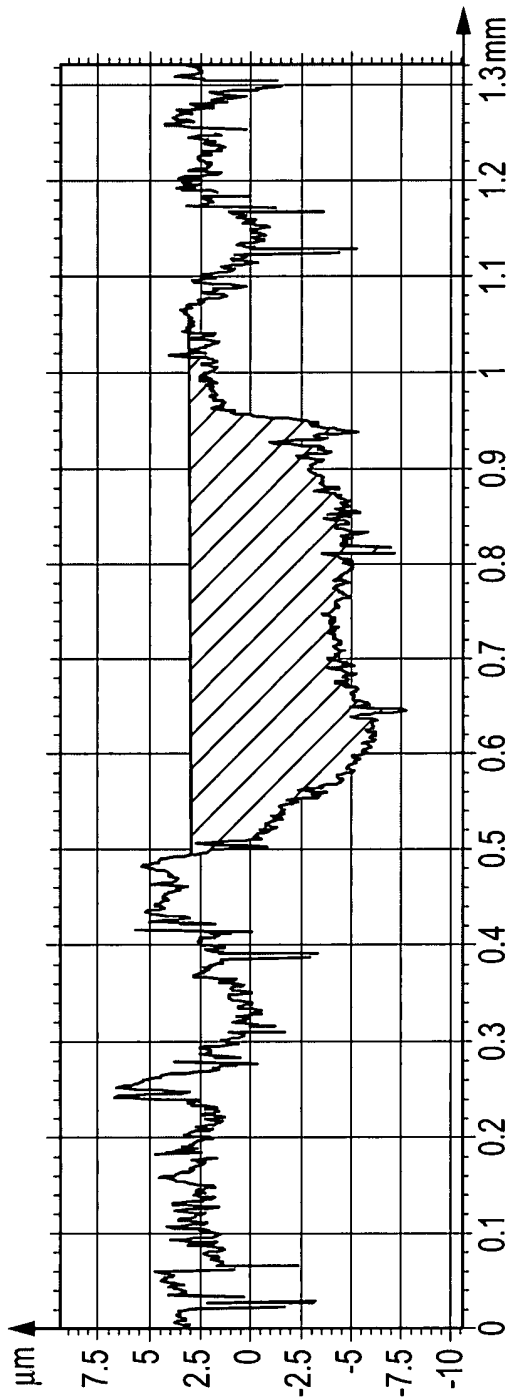
15/16

樣本1	最大COF (μm)	最小COF (μm)	平均COF (μm)	磨損率 (mm^3/Nm)
測試1	1.055	0.012	0.785	9.761×10^{-6}

第 14A 圖



第 14B 圖



第14C圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 5 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10...不鏽鋼合金組成物

12...小型碳化物

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：