



(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 201002831 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 01 月 16 日

(21)申請案號：098106502

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 02 月 27 日

(51)Int. Cl. : C21C7/04 (2006.01) C22C38/00 (2006.01)

(30)優先權：2008/02/29 美國 61/032,598

(71)申請人：C R S 控股公司 (美國) CRS HOLDINGS, INC. (US)

美國

(72)發明人：奎柏 羅伯 韋恩 KRIEBLE, ROBERT WAYNE (US) ; 馬汀 威廉 喬瑟夫  
MARTIN, WILLIAM JOSEPH (US) ; 佐嘉 湯瑪斯 康斯坦汀 ZOGAS, THOMAS  
CONSTANTINE (US) ; 渥特 大衛 奧默 WERT, DAVID ELMER (US) ; 諾伐尼  
保羅 麥可 NOVOTNY, PAUL MICHAEL (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：0 共 20 頁

(54)名稱

製造高強度、高韌性、抗疲勞之析出硬化不銹鋼的方法及由此製造之產物

METHOD OF MAKING A HIGH STRENGTH, HIGH TOUGHNESS, FATIGUE RESISTANT,  
PRECIPITATION HARDENABLE STAINLESS STEEL AND PRODUCT MADE THEREFROM

(57)摘要

本發明描述一種用於製造一析出硬化不銹鋼合金之方法。該方法包含熔融一馬氏體(martensitic)鋼合金之步驟，該馬氏體(martensitic)鋼合金具有以重量百分比表示之下列組成，約為：碳至多 0.03 錳至多 1.0 矽至多 0.75 磷至多 0.040 硫至多 0.020 鉻 10 至 13 鎳 10.5 至 11.6 鈦 1.5 至 1.8 鉬 0.25 至 1.5 銅至多 0.95 鋁至多 0.25 鈮至多 0.3 硼至多 0.010 氮至多 0.030 且其餘為鐵及常見雜質。該方法亦包含步驟：在熔融同時添加鈣至合金中。鈣與可利用的硫及氧結合以形成鈣基夾雜物，該鈣基夾雜物係選自由鈣硫化物、鈣氧化物、鈣氧硫化物及其組合構成之群。在另一步驟中，處理該合金以去除至少部分鈣基夾雜物。接著固化該合金。作為該方法之結果，該合金具有含有該鈣基夾雜物之稀疏分散物且大體上無稀土基夾雜物之基質。



(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 201002831 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 01 月 16 日

(21)申請案號：098106502

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 02 月 27 日

(51)Int. Cl. : C21C7/04 (2006.01) C22C38/00 (2006.01)

(30)優先權：2008/02/29 美國 61/032,598

(71)申請人：C R S 控股公司 (美國) CRS HOLDINGS, INC. (US)

美國

(72)發明人：奎柏 羅伯 韋恩 KRIEBLE, ROBERT WAYNE (US) ; 馬汀 威廉 喬瑟夫  
MARTIN, WILLIAM JOSEPH (US) ; 佐嘉 湯瑪斯 康斯坦汀 ZOGAS, THOMAS  
CONSTANTINE (US) ; 渥特 大衛 奧默 WERT, DAVID ELMER (US) ; 諾伐尼  
保羅 麥可 NOVOTNY, PAUL MICHAEL (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：0 共 20 頁

(54)名稱

製造高強度、高韌性、抗疲勞之析出硬化不銹鋼的方法及由此製造之產物

METHOD OF MAKING A HIGH STRENGTH, HIGH TOUGHNESS, FATIGUE RESISTANT,  
PRECIPITATION HARDENABLE STAINLESS STEEL AND PRODUCT MADE THEREFROM

(57)摘要

本發明描述一種用於製造一析出硬化不銹鋼合金之方法。該方法包含熔融一馬氏體(martensitic)鋼合金之步驟，該馬氏體(martensitic)鋼合金具有以重量百分比表示之下列組成，約為：碳至多 0.03 錳至多 1.0 矽至多 0.75 磷至多 0.040 硫至多 0.020 鉻 10 至 13 鎳 10.5 至 11.6 鈦 1.5 至 1.8 鉬 0.25 至 1.5 銅至多 0.95 鋁至多 0.25 鈮至多 0.3 硼至多 0.010 氮至多 0.030 且其餘為鐵及常見雜質。該方法亦包含步驟：在熔融同時添加鈣至合金中。鈣與可利用的硫及氧結合以形成鈣基夾雜物，該鈣基夾雜物係選自由鈣硫化物、鈣氧化物、鈣氧硫化物及其組合構成之群。在另一步驟中，處理該合金以去除至少部分鈣基夾雜物。接著固化該合金。作為該方法之結果，該合金具有含有該鈣基夾雜物之稀疏分散物且大體上無稀土基夾雜物之基質。

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於析出硬化不銹鋼合金，且特定言之係關於一種製造此等合金以降低夾雜物之尺寸及分佈之方法，其中該等夾雜物會負面影響由該合金提供之抗疲勞性及斷裂韌性。

### 【先前技術】

美國專利第5,681,528號及美國專利第5,855,844號描述高強度、切口韌性、析出硬化之不銹鋼。該等合金係用於航太工業及許多其他非航太用途中之結構應用。由航太工業之已知合金的測試已指出由該等合金提供之疲勞壽命，雖然被認為可接受，但仍留下一些待改進處。疲勞壽命對航太結構構件之設計係非常重要之參數。改良之疲勞壽命將允許產品重量的節約或結構組件之更長設計使用壽命。吾人期望提供相對已知合金之獲改良的疲勞強度，同時仍使已知合金提供之強度、韌性及耐蝕性保持極佳結合。

上述疲勞測試已經證明大多數疲勞失效是由大第二相夾雜物所引發，其中該等第二相夾雜物係因合金組成及處理而存在於材料中。根據本發明之合金係經設計以提供相當於已知合金之強度及韌性，但無對已知合金之抗疲勞性有不利影響之最終大型第二相夾雜物。

### 【發明內容】

藉由根據本發明之合金可在極大程度上達成已知析出硬化、不銹鋼合金所期望之疲勞壽命上的改良。根據本發明

之合金係一析出硬化Cr--Ni--Ti--Mo馬氏體不銹鋼合金，其提供耐蝕性、抗疲勞性、強度及韌性之獨特結合。

本發明之析出硬化、馬氏體(martensitic)不銹鋼之寬、中間及較佳組成範圍係以重量百分比表示如下：

|    | 寬         | 中間          | 較佳            |
|----|-----------|-------------|---------------|
| C  | 至多0.03    | 至多0.02      | 至多0.015       |
| Mn | 至多1.0     | 至多0.25      | 至多0.10        |
| Si | 至多0.75    | 至多0.25      | 至多0.10        |
| P  | 至多0.040   | 至多0.015     | 至多0.010       |
| S  | 至多0.020   | 至多0.010     | 至多0.005       |
| Cr | 10至13     | 10.5至12.5   | 11.0至12.0     |
| Ni | 10.5至11.6 | 10.75至11.25 | 10.85至11.25   |
| Ti | 1.5至1.8   | 1.5至1.7     | 1.5至1.7       |
| Mo | 0.25至1.5  | 0.75至1.25   | 0.9至1.1       |
| Cu | 至多0.95    | 至多0.50      | 至多0.25        |
| Al | 至多0.25    | 至多0.050     | 至多0.025       |
| Nb | 至多0.3     | 至多0.050     | 至多0.025       |
| B  | 至多0.010   | 0.001至0.005 | 0.0015至0.0035 |
| N  | 至多0.030   | 至多0.015     | 至多0.010       |

該合金之剩餘部分本質上為鐵，除在此等鋼之商品等級中找到之常見雜質以及較少量之額外元素之外，其等量可從數千分之一個百分比幾變化至更大而無非不利地減損由此合金所提供之性質的期望結合之量。根據本發明之該合金的特徵另外在於具有複數個非強化、鈣基夾雜物，該等夾雜物係稀疏地分散在基質鋼中。

根據本發明之另一態樣，提供一種製造高強度、高韌性、析出硬化不銹鋼合金之方法。該方法包含下列步驟：熔融具有上述重量百分比組成之析出硬化不銹鋼合金。該

方法進一步包含下列步驟：將鈣以足夠與熔融合金中可利用之硫及氧結合以形成鈣基夾雜物之量添加至熔融合金中，其中該等鈣基夾雜物係可從該合金中去除。該方法亦包含下列步驟：處理該合金以自該合金去除至少部分夾雜物並且接著固化所精製之合金，藉此使固化之合金含有該等夾雜物在合金基質中之稀疏分散物。

提供上述列表係作為方便概述而非意圖藉此限制互相結合使用之本發明合金之個別元素範圍的最小及最大值，或限制互相結合單獨使用之元素範圍。因此，寬廣組合物之元素範圍中之一或多種可與較佳組合物中剩餘元素之其他範圍中之一或多種共同使用。此外，一較佳實施例之元素的最小量或最大量可與另一較佳實施例之元素的最大量或最小量共同使用。整個本申請案之百分比(%)意指重量百分比，除非另有陳述。術語「包含」包括二次粒子及相，諸如硫化物、氧化物、氧硫化物、碳化物、氮化物及碳氮化物。

### 【實施方式】

在根據本發明之合金中，強度、切口韌性及抗應力-腐蝕破裂性之獨特結合係藉由平衡鉻、鎳、鈦及鉬等元素而完成。至少約10%，然而更好是至少約10.5%，且較佳是至少約11.0%的鉻存在於該合金中以提供氧化條件下與習知不銹鋼之耐蝕性相當的耐蝕性。至少約10.5%，然而更好是至少約10.75%，且較佳是至少約10.85%的鎳係存在於該合金中，因為其有利於該合金之切口韌性。至少約1.5%

的鈦係存在於該合金中以在該老化期間經由富含鎳-鈦相之析出而增加合金強度。至少約0.25%，然而更好是至少約0.75%，且較佳是至少約0.9%的鉬亦係存在於該合金中，因為其有助於該合金之切口韌性。鉬亦有利於該合金在還原介質及促進孔蝕及應力-腐蝕破裂之環境中的耐蝕性。

當鉻、鎳、鈦及/或鉬未經適當平衡時，該合金利用習知處理技術充分轉換至一馬氏體(martensitic)結構的能力係受到抑制。此外，此合金中鉻、鎳、鈦及鉬之不適當平衡損害合金在溶液經處理及時效硬化時保持實質上完全為馬氏體(martensitic)的能力。在此等條件下，該合金所提供之強度顯著降低。因此，限制此合金中所存在之鉻、鎳、鈦及鉬。更特定言之，鉻係被限制在不多於約13%，然而更好是不多於約12.5%，且較佳的是不多於約12.0%，且鎳係被限制在不多於約11.6%，且較佳的是不多於約11.25%。鈦係被限制在不多於約1.8%，且較佳的是不多於約1.7%，且鉬係被限制在不多於約1.5%，然而更好的是不多於約1.25%，且較佳的是不多於約1.1%。

在此合金中之硫傾向與錳及/或鈦結合形成錳硫化物(MnS)及/或鈦硫化物(TiS)，其等皆負面影響合金之斷裂韌性、切口韌性及切口拉伸強度。此合金具有大橫截面(即 $>0.7 \text{ in}^2$  ( $>4 \text{ cm}^2$ ))之產物形態無經過足夠熱機械處理以勻化合金並且中和硫化物夾雜物之不良影響。鈣之少量添加較佳係使該合金因與硫組合以有助於自合金脫硫而有利於

合金之疲勞強度。在已知合金中，鈾、釷及/或其他稀土金屬之少量添加係用以有利於韌性及斷裂韌性性質，特別是在大截面尺寸中。然而，雖然此稀土處理之使用係有利於該合金之韌性，但現已發現此等稀土夾雜物之殘餘部分亦可用作破裂起始位置而負面影響合金之疲勞強度。因此，稀土添加不用於本合金中以便避免稀土夾雜物之存在。限制包含鈾、釷、釷等之稀土金屬使得此等元素之組含量不超過約 0.001%。較佳是合金含有不超過約 0.0008%，且更佳的是不多於 0.0007% 之此等元素。

將已可預料到稀土處理之消除將負面影響合金之斷裂韌性，尤其係在較大截面尺寸中。然而，已發現鈣處理之使用取代稀土處理不僅有利於該合金之疲勞強度，且並不負面影響由此合金所提供之韌性及斷裂韌性的結合。因此，吾人相信根據本發明之合金提供相當於已知合金之強度及韌性。

諸如硼、鋁、鈦、錳及矽之額外元素可以控制量存在以有利於此合金所提供之其他期望性質。更具體而言，至多約 0.010% 的硼，然而更好的是至多約 0.005% 的硼，且較佳的是至多約 0.0035% 的硼可存在於該合金中以有利於該合金之熱加工性。為提供所期望之效果，至少約 0.001% 且較佳是至少約 0.0015% 的硼係存在於該合金中。

鋁及/或鈦可存在於該合金中以有利於產量及極限抗拉強度。更特定言之，至多約 0.25%，然而更好的是至多約 0.10%，仍更好的是至多約 0.050%，且較佳的是至多約

0.025%的鋁可存在於該合金中。同樣，至多約0.3%，然而更好的是至多約0.10%，仍更好的是至少多約0.050%，且較佳的是至多約0.025%的鈮可存在於該合金中。雖然在鋁及/或鈮存在於此合金中時可獲得較高產量及極限抗拉強度，但所增加之強度係以切口韌性為代價所發展。因此，當期望最適切口韌性時，鋁及鈮係被限制在平常殘餘量。

至多約1.0%，然而較好是至多約0.5%，仍更好的是至多約0.25%，且較佳是至多約0.10%的錳及/或至多約0.75%，然而較好是至多約0.5%，仍更好的是至多約0.25%，且較佳的是至多約0.10%的矽可作為來自廢料源或去氧添加物之殘餘物存在於該合金中。當該合金不是真空熔融時，該添加物係有利的。錳及/或矽較佳是保持在較低量，因為其對韌性、耐蝕性及在基質材料中奧氏體-馬氏體(austenite-martensite)相之平衡之有害影響。

除了在欲用於類似服務或用途的商品等級合金中所找到之常見雜質外，該合金之剩餘部分本質上為鐵。控制上述元素之量以免不利地影響期望之性質。

特定言之，過多碳及/或氮損害耐蝕性並且有害地影響此合金所提供之韌性及疲勞強度。因此，不多於約0.03%，然而更好的是不多於約0.02%，且較佳的是不多於約0.015%之碳係存在於該合金中。同樣，不多於約0.030%，然而較好的是不多於約0.015%，且較佳的是不多於約0.010%之氮係存在於該合金中。當碳及/或氮大量存在時，碳及/或氮與鈦結合形成富含鈦之非金屬夾雜物，

諸如碳氮化鈦。此反應抑制富含鎳-鈦相之形成，其係此合金所提供之高強度的基本要素。此外，此等碳氮化物係作為破裂起始位置且負面影響合金所提供之斷裂韌性及抗疲勞性。

磷係保持在低量，因為其對韌性及耐蝕性之不利影響。因此，不多於約0.040%，然而更好是不多於約0.015%，且較佳是不多於約0.010%的磷係存在於該合金中。

不多於約0.020%，然而更好的是不多於約0.010%，且較佳是不多於約0.005%的硫係存在於該合金中。較大量之硫促進富含鈦之非金屬夾雜物(如碳及氮)的形成，該等富含鈦非金屬夾雜物抑制所期望之鈦的強化作用並且用作破裂起始位置而負面影響合金所提供之斷裂韌性及抗疲勞性。同樣，較大量之硫有害地影響此合金之熱加工性及耐蝕性並且損害其韌性，特別在橫向上。氧係被限制在不多於約百萬分之25(ppm)。諸如鉛、鉍、銻、砷、碲、硒、錫、鍺及鎵之雜質元素係分別限制在至多約0.003%，然而更好的是分別不多於約0.002%，且較佳的是分別不多於約0.001%。

太多銅有害地影響此合金之切口韌性、延展性及強度。因此，該合金含有不多於約0.95%的銅，然而更好的是不多於約0.75%，仍更好的是不多於約0.50%，且較佳的是不多於約0.25%的銅。

根據本發明之方法較佳是藉由真空感應熔融(VIM)如上所述之組成元素進行。較佳地，VIM之後接著進行真空電

弧再熔 (VAR)，但可使用其他實施法。在此合金中提供鈣之較佳方法係在 VIM 期間經由鎳-鈣化合物之添加。鎳-鈣化合物，諸如 Chemalloy Co. Inc. 所出售之 Ni-Cal® 合金係以有效與可利用之磷、硫及氧組合之量添加。亦可使用其他添加鈣之技術。例如，可將元素鈣之膠囊或以鈣為主之合金添加至熔融物中。吾人相信亦可使用含有鈣或鈣化合物之礦渣。化學反應導致二級相夾雜物，諸如鈣硫化物、鈣氧化物及鈣氧硫化物之形成，其等夾雜物可在第一或第二熔融期間輕易去除。吾人相信任何殘餘鈣基夾雜物係在固化之後稀疏地分散在該合金基質材料中。吾人預期在 VAR 之後，該合金含有小於約 0.001% 的鈣及不超過約 0.001% 的硫。在主要截面尺寸中該等夾雜物通常小於存在於已知合金中之稀土基夾雜物及富含鈦之非金屬夾雜物。當此等夾雜物存在時，吾人亦相信在主要橫截面尺寸中鈣基夾雜物之尺寸分佈係約 0.5  $\mu\text{m}$  至約 3.00  $\mu\text{m}$ 。鈣基夾雜物之非常小的尺寸及稀疏分散係有利於合金所提供之強度、韌性及抗疲勞性。

若需要，此合金可利用粉末冶金技術製造。雖然本發明之合金可經熱或冷加工，但冷加工提高合金之機械強度。

本發明之析出硬化合金係經溶液退火，然後時效硬化以發展期望之高強度及硬度。溶液退火溫度應足夠高以本質上將所有非期望之析出物溶解至合金基質材料中。然而，若溶液退火溫度過高，則其將藉由促進過量晶粒生長而損害合金之斷裂韌性。通常，本發明之合金係在大約 1700°F

至 1900°F (927°C 至 1038°C) 下退火約 1 小時，然後淬火。

當期望時，此合金亦可在淬火後接受深冷處理以進一步發展該合金之高強度。該深冷處理將合金冷卻至足夠低於馬氏體 (martensite) 變態完全溫度之溫度以確保馬氏體 (martensite) 轉變之完成。通常，深冷處理包括將合金冷卻至低於約 -100°F (-73°C) 約 1 至 8 小時。深冷處理之必要性將 (至少部分) 受該合金之馬氏體 (martensite) 變態完全溫度 ( $M_F$ ) 影響。若  $M_F$  溫度足夠地高，則進行轉變成馬氏體 (martensitic) 結構而不需深冷處理。此外，深冷處理之必要性亦可取決於欲製造工件之截面尺寸。隨著工件尺寸之增加，合金中之分離變得更顯著並且深冷處理之使用變得更有利。另外，對於大工件，可能需增加冷凍工件之時間長度以保證完成轉變成馬氏體 (martensite)。例如，已發現在具有如上所述之大截面面積的工件中，深冷處理較佳係持續約 8 小時以發展此合金特徵之高強度。

本發明之合金係根據已知析出硬化、不銹鋼合金所用技術，即如熟悉此項技術者所熟知者進行時效硬化。例如，該等合金係在介於約 900°F (482°C) 與約 1150°F (621°C) 之間的溫度下老化約 4 至 8 小時。藉由下列考慮選擇所使用之特殊老化條件：(1) 該合金之極限抗拉強度係隨著老化溫度增加而減少；及 (2) 時效硬化合金至預期強度之所需時間隨著老化溫度的減少而增加。

本文中已經使用之術語與表達係用作為描述與非限制之術語。在使用此等術語及表達時無意圖排除任何所描述之

特徵或其任何部分的任何均等物。然而，吾人認識到，多種改良可能在所主張之本發明範疇內。

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98106502

C21C 7/04 (2006.01)

※申請日：98.2.27

※IPC 分類：C22C 38/00 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

製造高強度、高韌性、抗疲勞之析出硬化不銹鋼的方法及由此製造之產物

METHOD OF MAKING A HIGH STRENGTH, HIGH TOUGHNESS,  
FATIGUE RESISTANT, PRECIPITATION HARDENABLE STAINLESS  
STEEL AND PRODUCT MADE THEREFROM

## 二、中文發明摘要：

本發明描述一種用於製造一析出硬化不銹鋼合金之方法。該方法包含熔融一馬氏體(martensitic)鋼合金之步驟，該馬氏體(martensitic)鋼合金具有以重量百分比表示之下列組成，約為：

|   |            |
|---|------------|
| 碳 | 至多 0.03    |
| 錳 | 至多 1.0     |
| 矽 | 至多 0.75    |
| 磷 | 至多 0.040   |
| 硫 | 至多 0.020   |
| 鉻 | 10至 13     |
| 鎳 | 10.5至 11.6 |
| 鈦 | 1.5至 1.8   |
| 鉬 | 0.25至 1.5  |
| 銅 | 至多 0.95    |
| 鋁 | 至多 0.25    |
| 鈮 | 至多 0.3     |

硼 至多 0.010

氮 至多 0.030

且其餘為鐵及常見雜質。該方法亦包含步驟：在熔融同時添加鈣至合金中。鈣與可利用的硫及氧結合以形成鈣基夾雜物，該鈣基夾雜物係選自由鈣硫化物、鈣氧化物、鈣氧硫化物及其組合構成之群。在另一步驟中，處理該合金以去除至少部分鈣基夾雜物。接著固化該合金。作為該方法之結果，該合金具有含有該鈣基夾雜物之稀疏分散物且大體上無稀土基夾雜物之基質。

### 三、英文發明摘要：

A process for making a precipitation hardenable stainless steel alloy is described. The process includes the step of melting a martensitic steel alloy having the following composition in weight percent, about

|            |            |
|------------|------------|
| Carbon     | 0.03 max.  |
| Manganese  | 1.0 max.   |
| Silicon    | 0.75 max.  |
| Phosphorus | 0.040 max. |
| Sulfur     | 0.020 max. |
| Chromium   | 10-13      |
| Nickel     | 10.5-11.6  |
| Titanium   | 1.5-1.8    |
| Molybdenum | 0.25-1.5   |
| Copper     | 0.95 max.  |
| Aluminum   | 0.25 max.  |
| Niobium    | 0.3 max.   |
| Boron      | 0.010 max. |
| Nitrogen   | 0.030 max. |

and the balance being iron and usual impurities. The process also includes the step of adding calcium to the alloy while molten. The calcium combines with available sulfur and oxygen to form calcium base inclusions selected from the group consisting of calcium sulfides, calcium oxides, calcium oxysulfides, and combinations thereof. In a further step, the alloy is processed to remove at least a portion of the calcium base inclusions. The alloy is then solidified. As a result of the process, the alloy has a matrix containing a sparse dispersion of said calcium-based inclusions and substantially no rare-earth base inclusions.

## 七、申請專利範圍：

1. 一種製造一析出硬化、高強度、高韌性之不銹鋼合金之方法，其包括以下步驟：

熔融一馬氏體 (martensitic) 鋼合金，該馬氏體 (martensitic) 鋼合金具有以重量百分比表示之下列組成，約為：

|   |             |
|---|-------------|
| 碳 | 至多 0.03     |
| 錳 | 至多 1.0      |
| 矽 | 至多 0.75     |
| 磷 | 至多 0.040    |
| 硫 | 至多 0.020    |
| 鉻 | 10 至 13     |
| 鎳 | 10.5 至 11.6 |
| 鈦 | 1.5 至 1.8   |
| 鉬 | 0.25 至 1.5  |
| 銅 | 至多 0.95     |
| 鋁 | 至多 0.25     |
| 鈮 | 至多 0.3      |
| 硼 | 至多 0.010    |
| 氮 | 至多 0.030    |

且其餘為鐵及常見雜質；

在熔融同時添加鈣至該合金中，藉此鈣與可利用之硫及氧結合以形成鈣基夾雜物，該等鈣基夾雜物係選自由鈣硫化物、鈣氧化物、鈣氧硫化物及其組合構成之群；

處理該合金以去除至少部分該等夾雜物；並且接著固化該合金；

藉此該合金具有一含有該等鈣基夾雜物之稀疏分散物且實質上無稀土基夾雜物之基質。

2. 如請求項1之方法，其中該熔融步驟包括真空熔融該馬氏體(martensitic)鋼合金且該添加步驟係在該真空熔融期間執行。
3. 如請求項2之方法，其中該處理步驟包括真空再熔融該合金。
4. 如請求項1之方法，其中該處理步驟包括真空再熔融該合金。
5. 一種製造一析出硬化、高強度、高韌性之不銹鋼合金之方法，其包括以下步驟：

熔融一馬氏體(martensitic)鋼合金，該馬氏體(martensitic)鋼合金具有以重量百分比表示之下列組成，約為：

|   |              |
|---|--------------|
| 碳 | 至多 0.02      |
| 錳 | 至多 0.25      |
| 矽 | 至多 0.25      |
| 磷 | 至多 0.015     |
| 硫 | 至多 0.010     |
| 鉻 | 10.5至 12.5   |
| 鎳 | 10.75至 11.25 |
| 鈦 | 1.5至 1.7     |

|   |             |
|---|-------------|
| 鉬 | 0.75至1.25   |
| 銅 | 至多0.50      |
| 鋁 | 至多0.050     |
| 鈮 | 至多0.050     |
| 硼 | 0.001至0.005 |
| 氮 | 至多0.015     |

且其餘為鐵及常見雜質；

在熔融同時添加鈣至該合金中，藉此鈣與可利用之硫及氧結合以形成鈣基夾雜物，該等鈣基夾雜物係選自由鈣硫化物、鈣氧化物、鈣氧硫化物及其組合構成之群；

處理該合金以去除至少部分該等夾雜物；並且接著固化該合金；

藉此該合金具有一含有該等鈣基夾雜物之稀疏分散物且實質上無稀土基夾雜物之基質。

6. 如請求項5之方法，其中該熔融步驟包括真空熔融該馬氏體(martensitic)鋼合金並且該添加步驟係在該真空熔融期間執行。
7. 如請求項6之方法，其中該處理步驟包括真空再熔融該合金。
8. 如請求項5之方法，其中該處理步驟包括真空再熔融該合金。
9. 一種製造一析出硬化、高強度、高韌性之不銹鋼合金之方法，其包括以下步驟：

熔融一馬氏體(martensitic)鋼合金，該馬氏體

(martensitic)鋼合金具有以重量百分比表示之下列組成，  
約為：

|   |                |
|---|----------------|
| 碳 | 至多 0.015       |
| 錳 | 至多 0.10        |
| 矽 | 至多 0.10        |
| 磷 | 至多 0.010       |
| 硫 | 至多 0.005       |
| 鉻 | 11.0至 12.0     |
| 鎳 | 10.85至 11.25   |
| 鈦 | 1.5至 1.7       |
| 鉬 | 0.9至 1.1       |
| 銅 | 至多 0.25        |
| 鋁 | 至多 0.025       |
| 鈮 | 至多 0.025       |
| 硼 | 0.0015至 0.0035 |
| 氮 | 至多 0.010       |

且其餘為鐵及常見雜質；

在熔融同時添加鈣至該合金中，藉此鈣與可利用之硫及氧結合以形成鈣基夾雜物，該等鈣基夾雜物係選自由鈣硫化物、鈣氧化物、鈣氧硫化物及其組合構成之群；

處理該合金以去除至少部分該等夾雜物；並且接著固化該合金；

藉此該合金具有一含有該等鈣基夾雜物之稀疏分散物及實質上無稀土基夾雜物之基質。

10. 如請求項9之方法，其中該熔融步驟包括真空熔融馬氏體(martensitic)鋼合金並且該添加步驟係在該真空熔融期間執行。
11. 如請求項10之方法，其中該處理步驟包括真空再熔融該合金。
12. 如請求項9之方法，其中該處理步驟包括真空再熔融該合金。

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：(無)

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)