

申請日期	86.09.09.
案 號	86113040
類Int. Cl ⁶	C22C 3/28



(以上各欄由本局填註)

445300

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	具高強度與良好韌度獨特組合之可老化變硬合金
	英 文	"AGE HARDENABLE ALLOY WITH A UNIQUE COMBINATION OF VERY HIGH STRENGTH AND GOOD TOUGHNESS"
二、發明 人	姓 名	1. 雷蒙 M. 漢普西耳 2. 大衛 E. 沃特 3. 保羅 M. 諾佛提 4. 麥克 L. 史密特
	國 籍	均美國
三、申請人	住、居所	1. 美國賓州懷俄明市常青道813號 2. 美國賓州西羅恩市懷俄明山莊大道84號 3. 美國賓州莫漢頓市緬茵街309號 4. 美國賓州懷俄明市西屋路1748號
	姓 名 (名稱)	美商CRS控股公司
代 表 人	國 籍	美國
	姓 名	喬治 P. 瓦納 二世
住、居所 (事務所)		美國德拉瓦州威明頓市西佛塞德路3411號 貝納大廈209F號

445300

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

PCT 國(地區) 申請專利, 申請日期 1997-9-3 案號: PCT/US97/15448
 美 1996年9月9日 08/706,745 有 無主張優先權
有 無主張優先權

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

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明 (1)

發明範圍

本發明係關於可老化變硬麻田散鋼合金，及特別是這類提供獨特結合非常高強度與可接受水準之斷裂韌性之合金。

發明背景

多樣之應用要求使用具有結合高強度及高韌性之合金。例如彈道誤差之應用要求維持強度和韌性平衡之合金，如此當合金受發射體(例如.50口徑裝甲貫穿子彈)之衝擊時，可抑制粉碎與損傷。對這種合金之其他可能用途包括航空器之結構組份，例如起落架或噴射引擎之主軸，及加工組件。

迄今，彈道誤差合金鋼已發表以重量百分比表示具有下列組成：

碳	0.38-0.43
錳	0.60-0.80
矽	0.20-0.35
鉻	0.70-0.90
鉬	0.20-0.30
鎳	1.65-2.00
鐵	其餘部分

此合金自843°C (1550°F)以油淬火，隨後回火來處理。回火至硬度為HRC 57提供以V₅₀速度測量最佳之彈道表現。V₅₀速度為投射體在該速度下有50%可能性穿透裝甲。無論如何，當回火至硬度為HRC 57時，合金有易於碎裂、粉碎及成片狀之傾向，且合金之多重撞擊表現劇烈

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(2)

地降級。爲了得到V₅₀表現與免於碎裂、粉碎及形成片狀之最佳結合，將合金回火至硬度爲HRC 53。無論如何，爲了提供在低硬度時有效之抗發射體表現，必須使用厚片之合金。厚片之使用對許多應用不實用，例如飛行器，因爲增加製造組件之重量。

另一種具有良好抵抗碎裂、粉碎及形成片狀之合金也已發表。該合金以重量百分比表示具有下列組成：

碳	0.12-0.17
鉻	1.8-3.2
鉬	0.9-1.35
鎳	9.5-10.5
鈷	11.5-14.5
鐵	其餘部分

雖然此合金在高速發射體貫穿時由於其良好之衝擊韌性對碎裂與粉碎有抵抗力，但該合金作裝甲材料時有很多缺點因爲其有HRC 52之頂點老化硬度。因此，爲了提供有效抗發射體表現，必須使用不受歡迎之厚片合金。如上所述，厚片之使用對飛行器是不實際的。

此外，一種具下列組成之合金已發表，以重量百分比表示爲：

碳	0.40-0.46
錳	0.65-0.90
矽	1.45-1.80
鉻	0.70-0.95

五、發明說明 (3)

鉬	0.30-0.45
鎳	1.65-2.00
釩	最少0.05
鐵	其餘部分

該合金可提供1931-2068 MPa(280-300 ksi)範圍之抗張強度，及以應力強度因子 K_{Ic} 表示約60.4-65.9 MPa \sqrt{m} (55-60 ksi $\sqrt{in.}$)之斷裂韌性。

高強度、高斷裂韌性、可老化變硬麻巴散合金已發表以重量百分比表示具有下列組成：

	合金I	合金II
碳	0.2-0.33	0.2-0.33
錳	最多0.2	最多0.20
矽	最多0.1	最多0.1
磷	最多0.008	最多0.008
硫	最多0.004	最多0.0040
鉻	2-4	2-4
鉬	0.75-1.75	0.75-1.75
鎳	10.5-15	10.5-15
鈷	8-17	8-17
鋁	最多0.01	最多0.01
鈦	最多0.01	最多0.02
鈾	微量-0.001	少但有效之量，最多至0.030
釩	微量-0.001	少但有效之量，最多至0.01
鐵	其餘部分	其餘部分

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (44頁) 修正
補充

這些合金能提供以應力強度因子 K_{IC} 表示其斷裂韌性 $\geq 109.9 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ ($\geq 100 \text{ ksi}\sqrt{\text{in.}}$)，及以最終抗張強度UTS表示約為1931-2068 MPa(280-300 ksi)之強度。

無論如何，對具有比已知合金更高強度之合金已發生需要，以提供改良之彈道表現及較強之結構組件。已知斷裂韌性與降伏強度及最終抗張強度為相反關係。因此，為了組件適當之可靠性，以及允許針對結構組件可造成毀滅性破壞之破壞作非破壞檢測，此合金也應提供足夠水準之斷裂韌性。

發明概述

根據本發明之合金為可老化變硬麻田散鋼，其相對已知合金在維持可接受水準之斷裂韌性下提供明顯較高之強度。特別地，本發明合金可提供至少約2068 MPa(300 ksi)之最終抗張強度，及在長度方向至少約71.4 MPa $\sqrt{\text{m}}$ (65 ksi $\sqrt{\text{in.}}$)之 K_{IC} 斷裂韌性。本發明合金也能提供至少約2137 MPa(310 ksi)之UTS及在長度方向至少約65.9 MPa $\sqrt{\text{m}}$ (60 ksi $\sqrt{\text{in.}}$)之 K_{IC} 斷裂韌性。

本發明之可老化變硬、麻田散鋼概略及較佳之組成範圍如下，以重量百分比表示：

	<u>概略的</u>	<u>較佳的</u>
碳	0.21-0.34	0.22-0.30
錳	0-0.20	0-0.05
矽	0-0.10	0-0.10
磷	0-0.008	0-0.006

五、發明說明(5)年 月 日
 89.12.21 修正補充

硫	0-0.003	0-0.002
鉻	1.5-2.80	1.80-2.80
鉬	0.90-1.80	1.10-1.70
鎳	10-13	10.5-11.5
鈷	14.0-22.0	14.0-20.0
鋁	0-0.1	0-0.01
鈦	0-0.05	0-0.02
銻	有效量-0.030	有效量-0.01
錳	有效量-0.010	有效量-0.005

合金之其餘部分本質上為鐵，除了商業級之這類鋼常見之雜質，以及少量其他元素之外。這些元素可由幾千分之一百分比變化大至不令人不快地降低所要求此合金提供之結合性質之大量。

本發明合金相當均衡的，以不變地提供比已知合金強度及斷裂韌性優越之結合。為了此目的，碳與鈷為平衡的，故Co/C之比例至少約為43，至少約52較佳，而不大於約100，不大於約75較佳。

在一例具體實施例中，合金含有高至約0.030%銻及高至於0.010%錳。當銻對硫之比例(Ce/S)為至少約2且不大於約15時存在有效量之銻與錳。Ce/S比例不大於約10較佳。

在另一具體實施例中，小但有效量之鈣及/或其他吸硫元素存在合金中，取代一些或全部之銻及錳。對最好之結果，至少約10百萬分之一之鈣或除了鈣之外之吸硫元素

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(6)

存在合金中。

前述之圖表提供作方便之摘要，而非有意藉以限制用於互相化合本發明合金各別元素上下值之範圍，或限制單獨用於互相結合元素之範圍。因此，一或多種之概略組成元素之範圍可與較佳組成中一或多種其他元素之範圍一同使用。此外，一個較佳具體某元素之最少或最多量可與另外較佳具體實施例中此元素之最多或最少量一起使用。在此應用中，除非另有指明，百分比(%)意為重量百分比。

較佳具體實施例之詳細描述

根據本發明之合金至少含有約0.21%碳，且至少約0.22%較佳。碳貢獻合金良好之強度及硬度性質，其主要經由與其他元素，例如鉻及鉬化合，在老化熱處理中形成 M_2C 碳化物。無論如何，太多碳對斷裂韌性、室溫恰比V槽(CVN)衝擊韌性及抗應力腐蝕破裂能力有不利之影響。因此，碳限制在不超過約0.34%。以不超過0.30%較佳。

鈷貢獻此合金非常高之強度，並藉由增進 M_2C 碳化物之異質成核點而有利於合金之老化變硬。此外，我們已觀察到添加鈷增進強度比添加碳對合金韌性之損害較少。因此，合金含有至少約14.0%鈷。例如，至少約14.3%、14.4%或14.5%之鈷存在合金中。至少約15.0%鈷存在合金中較佳。無論如何，對要求特別高強度合金之應用，可用至少約16.0%鈷存在合金中。因為鈷為貴元素，由鈷所得到之好處無法成為使用無限量鈷於合金中之理由。因

五、發明說明(7)

此，鈷限制在不超過約22.0%，而以不超過約20.0%較佳。

在本發明合金中控制碳及鈷以利於非常高強度與高韌性之優良結合。我們已觀察到增加鈷碳比例(Co/C)促進韌性之增加及強度與韌性較好之結合。此外，增加Co/C比有益於合金之V形切口韌性。因此，控制本發明合金中之鈷及碳，如此Co/C比至少約43，而至少約52較佳。無論如何，由高Co/C比得到之好處，被製造太高Co/C比合金之高成本所抵銷。因此，限制Co/C比不超過約100，而以不超過約75較佳。

鉻在老化製程中與碳化合為 M_2C 碳化物，貢獻此合金良好之強度及硬度能力。因此，存在合金中之鉻至少約為1.5%，而以至少約1.80%較佳。無論如何，過量之鉻增加合金對過老化之敏感度。此外，太多鉻造成晶粒邊界碳化物析出之增加，這對合金之韌性及延展性有不利之影響。所以，限制鉻不超過約2.80%，而以不超過約2.60%較佳。

鉬，如同鉻，因為其在老化製程中與碳化合為 M_2C 碳化物貢獻此合金良好之強度及硬度能力而存在合金中。另外，鉬降低合金對過老化之敏感度，並有益於抗應力腐蝕破裂能力。因此，存在合金中之鉬至少約0.90%，而以至少約1.10%較佳。無論如何，太多鉬增加不受歡迎之晶粒邊界碳化物析出之風險，這將造成韌性及延展性之降低。因此，限制鉬不超過約1.80%，而以不超過約1.70%。

存在合金中之鎳至少約10%，而以至少約10.5%較

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(8)

佳。因為鎳有益於變硬能力，並減少合金對淬火速率之敏感度，如此可接受之CVN韌性為容易可得到的。鎳也有益於抗應力腐蝕破裂能力，在 -54°C (-65°F)量測之 K_{IC} 斷裂韌性及Q值(定義為 $[(\text{HRC}-35)^3 \times (\text{CVN}) \div 1000]$ ，此處CVN以呎-磅量測)。無論如何，過量之鎳促進對過老化之敏感度。因此，在合金中之鎳限制在不超過約13%，而以不超過11.5%較佳。

其他元素可以不減損要求性質之量存在合金中。鎂存在之量不超過約0.20%，最好仍不超過約0.10%，因為鎂對合金之斷裂韌性有不利之影響。最好限制鎂含量不超過約0.05%。且最多約0.10%矽、最多約0.1%鋁、與最多約0.05%鈦可以來自少量去氧化作用添加物之殘留物形式存在。最好限制鋁含量不超過約0.01%且限制鈦含量不超過約0.02%。

存在合金中有利硫化物形狀控制之小而有效量元素，與硫化物形成含硫化物之物有益於斷裂韌性，而其對斷裂韌性沒有反效果。美國專利5,268,044號描述類似效應，在此藉委託而合併。在本發明之一具體實施例中，合金含有高至約0.030%之鈰及高至約0.010%鐳。提供在合金中之鈰及鐳之較佳方法為在熔化製程中全程加入混合稀土元素，其量足以在類似鑄造物VAR錠恢復有效量之鈰及鐳。當鈰對硫之比例(Ce/S)至少約為2時存在有效量之鈰及鐳。當Ce/S比例大於約15時，對合金之加工能力及張力延展性有不利之影響。最好Ce/S比例不超過約10。為

五、發明說明(9)

了確保良好之熱加工能力，例如當合金受與滾鍛相對之壓鍛時，其含有之銻不超過約0.01%而鏽不超過約0.005%。在此合金另一具體實施例中，小但有效量之鈣及/或其他得硫元素，例如鎂或釩，存在合金中取代一些或所有銻及鏽以提供有益處之硫化物形狀控制。對最好之結果，至少約10百萬分之一之鈣或除鈣之外之得硫元素存在合金中。最好鈣為均衡的，故Ce/S比例至少約為2。

合金之其餘部分本質上為鐵，除了在作類似業務或用途之商業級合金常見之雜質之外。這類元素之水平必須控制以避免對要求之性質有不利之影響。例如，限制磷含量不超過約0.008%而以不超過約0.006%較佳，因為其對合金有脆化效應。硫，雖然難免存在，限制在不超過0.003%，以不超過約0.002%較佳而仍以不超過約0.001%最佳，因為硫對合金之斷裂韌性有不利之影響。

本發明合金使用傳統真空熔化技術可容易熔化之。對最好之結果，複式熔化之實行較佳。較佳之實行法為在真空感應爐(VIM)中熔化熱之合金並澆鑄為電極形式。混合關於上述硫化物形狀控制之添加物以在鑄造熔化VIM熱合金之前進行。隨後電極作真空電弧再熔煉(VAR)並再澆鑄成一或多個鑄錠。在VAR之前，電極錠先在約677°C(1250°F)4-16小時除去應力並空氣冷卻較佳。在VAR之後，金屬錠在約1177-1232°C(2150-2250°F)6-24小時均質化較佳。

合金可在約1232°C(2250°F)至約816°C(1500°F)下

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (10)

作熱加工。較佳之熱加工實施是在約 1177-1232°C (2150-2250°F) 鍛造以得到剖面積減少至少約 30%。隨後此金屬錠再加熱至約 982°C (1800°F) 作進一步鍛造以得到剖面積至少另外 30% 之減少。

熱處理得到要求結合性質之結果如下。合金經由在約 843-982°C (1550-1800°F) 加熱約 1 小時加上每吋厚度約 5 分鐘並淬火而沃斯田鐵化。淬火速率以迅速至足以在不超過約 2 小時內將合金自沃斯田鐵化溫度冷卻至約 66°C (150°F) 較佳。較佳之淬火技術視製造之零件剖面而定。無論如何，此合金之變硬能好至足以允許空氣冷卻、蛭石冷卻或真空爐中之惰性氣體冷卻，如同油淬火一般。在沃斯田鐵化及淬火處理之後，以如同在約 -73°C (-100°F) 深度冷凍 0.5-1 小時，隨後在空氣回暖之冷處理較佳。

此合金之老化變硬以在 454-510°C (850-950°F) 加熱約 5 小時之後在空氣中冷卻來處理較佳。

本發明合金在寬廣範圍之應用中 useful。非常高之強度及良好之斷裂韌性使其可用於彈道誤差應用。此外，此合金適合其他用途，例如飛行器之結構組件及工具組件。

實例

製備廿種實驗室 VIM 熱處理合金並澆鑄成 VAR 電極錠。在鑄造每電極錠之前，加入混合稀土元素或鈣至各個 VIM 熱合金中。每一添加量係選擇在精煉後得到要求量之鈾、釧及鈣。此外，使用高純度電解鐵作充電材料，以提供 VAR 產物中控制更好之硫含量。

五、發明說明 (11)

電極錠在空氣中冷卻，在677°C (1250°F) 16小時除去應力，隨後在空氣中冷卻。電極錠經由VAR及蛭石冷卻精煉。VAR錠在677°C (1250°F) 16小時退火，之後空氣冷卻。VAR錠之組成以重量百分比展示於下面表1及2中。熱處理合金1-16為本發明實例，而熱處理合金A-D為對照合金。

表 1

	Heat No.									
	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	5 ¹	6 ¹	7 ¹	8 ¹	9 ¹	10 ¹
C	.249	.312	.311	.297	.296	.256	.258	.294	.341	.239
Mn	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01
Si	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01
P	<.005	<.005	<.005	<.005	<.005	<.005	<.005	<.005	<.005	<.005
S	<.0005	<.0005	<.0005	<.0005	<.0005	<.0005	<.0005	<.0005	<.0005	<.0005
Cr	2.45	2.41	2.40	2.43	2.43	1.45	1.95	2.43	2.43	2.44
Mo	1.41	1.40	1.46	1.60	1.70	1.44	1.44	1.46	1.45	1.48
Ni	11.10	10.95	10.93	10.93	10.93	10.95	10.97	10.94	10.98	11.07
Co	15.01	16.05	17.05	15.05	15.07	15.02	15.03	15.03	15.07	15.05
Al	<.01	.004	.004	.004	.004	.003	.004	.003	.003	.004
Ti	.01	.009	.010	.010	.009	.010	.009	.009	.008	.007
Ce	.004	.002	.003	.003	.003	.003	.004	.003	.004	.004
La	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	<.001
Ca	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Ce/S ⁵	10	5	8	8	8	8	10	8	10	10
Co/C	60.3	51.4	54.8	50.7	50.9	58.7	58.2	51.1	44.2	63.0
Fe	Bal.	Bal.	Bal.	Bal.	Bal.	Bal.	Bal.	Bal.	Bal.	Bal.

- 1 也含有<0.01 Cu, <5 ppm N, 及8 ppm O。
- 2 也含有<5 ppm O及5-8 ppm N。
- 3 也含有<5 ppm O及5 ppm N。
- 4 也含有5-7 ppm O及<5 ppm N。
- 5 當標示S<0.0005時, 假設S含量為0.0004來計算Ce/S比例

五、發明說明 (12)

表 2

	Heat No.						A ¹	B ¹	C	D ¹
	11 ¹	12 ¹	13 ¹	14 ¹	15 ¹	16 ¹				
C	.247	.243	.240	.242	.247	.250	.236	.238	.252	.244
Mn	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01
Si	.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01	<.01
P	.001	.001	.001	.001	.001	.001	<.005	.001	<.005	.001
S	<.0005	<.0005	<.0005	.0006	<.0005	.0005	<.0005	<.0005	<.0005	.0009
Cr	2.46	2.43	2.46	2.45	2.46	2.44	3.10	2.43	2.44	2.46
Mo	1.46	1.47	1.46	1.47	1.48	1.47	1.16	1.46	1.48	1.48
Ni	10.98	11.04	11.04	11.06	11.00	11.06	11.14	11.02	10.99	11.06
Co	15.04	15.07	15.08	15.05	15.04	15.06	13.49	15.05	15.04	15.10
Al	.003	.006	.005	.003	.003	.004	.004	.004	<.01	.003
Ti	.011	.010	.011	.010	.011	.010	.010	.010	.010	.011
Ce	.001	.001	.002	.001	.001	.001	.004	<.001	.013	.001
La	.001	.001	.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	.003	<.001
Ca	<.0005	<.0005	<.0005	<.0005	.0010	.0014	---	<.0005	<.0005	.0033
Ce/S ³	3	3	5	1.7	3	2.0	10	<1.1 ²	33	1.1
Co/C	60.9	62.0	62.8	62.2	60.9	60.2	57.2	63.2	59.7	61.9
Fe	餘下部分	餘下部分	餘下部分	餘下部分	餘下部分	餘下部分	餘下部分	餘下部分	餘下部分	餘下部分

- 1 為棒之每一端之測量值平均
- 2 Ce/S比例以樣品放入VIM中測量<1.1。因已知VIM會移去Ce，所以假設Ce/S比例<1.1。
- 3 也含有<5 ppm O及<5 ppm N。
- 4 當標示S<0.0005時，假設S含量為0.0004來計算Ce/S比例。

I. 實例1

實例1之VAR錠在鍛造之前在1232°C (2250°F) 6小時作均質化。隨後由1232°C (2250°F) 壓鍛至高7.6公分 (3吋) 寬12.7公分 (5吋) 之棒。再將其加熱至982°C (1800°F)，壓鍛成高3.8公分 (1.5吋) 寬10.2公分 (4吋) 之棒，之後以空氣冷卻。該棒在968°C (1775°F) 一小時作正常化，之後在空氣中冷卻。隨後在677°C (1250°F) 16小時退火並以空氣冷卻。

由已退火之棒以機器製造標準縱向及橫向抗張強度試片 (ASTM A 370-95a，直徑6.4公釐 (0.252吋) 規格長

五、發明說明 (13)

2.54公分(1吋))、CVN試驗試片(ASTM E 23-96)與斷裂韌性試驗(ASTM E399)之緻密拉伸金屬塊。試片在913°C(1675°F)鹽浴沃斯田鐵化1小時。抗張強度試片與CVN試驗試片以蛭石冷卻。因為其較厚之橫斷面，緻密拉伸金屬塊以空氣冷卻以確保與抗張強度及CVN試片經歷等效之冷卻速率。所有試片在-73°C(-100°F)1小時深度冷凍，然後在空氣中回暖。試片在482°C(900°F)6小時老化變硬，隨後，以空氣冷卻。

實例1縱向及橫向試片室溫抗張強度試驗之結果顯示於表3，包括0.2%補償之降伏強度(YS)、最終抗強強度(UTS)，以及伸長百分比(Elong)與面積減少百分比(RA)。此外，根據ASTM標準試驗E399於緻密拉伸試片室溫斷裂韌性試驗之結果(K_{Ic})顯示於表中。縱向之測量是以三批分開熱處理樣品重複進行。然而，橫向之測量是以二批分開熱處理樣品重複進行。

表 3

方 向	熱處理批號	YS (MPa)	UTS (MPa)	Elong (%)	RA (%)	K_{Ic} (MPa \sqrt{m})
縱	1	1902	2208	14.3	64.5	---
		1928	2176	14.1	65.4	---
	2	1877	2161	14.6	62.7	77.0
		1924	2204	14.1	63.2	72.8
		1901	2191	14.4	65.3	74.0
	3	1895	2186	14.5	63.0	70.8
		平均	1904	2188	14.3	64.0
橫	1	1919	2195	13.9	59.4	68.7
		1906	2183	27.1 ¹	57.5	67.9
	2	1891	2180	14.2	60.5	72.7
		1906	2187	13.5	58.9	64.0
	平均	1905	2186	13.9	59.1	68.3

¹ 該值不計入平均值內

五、發明說明 (14)

表3數據明顯顯示實例1提供比在前面背景部分討論之合金非常高強度及良好斷裂韌性之結合。

II. 實例2-10

實例2-10，VAR錠在鍛造之前在1232°C (2250°F) 16小時作均質化。隨後由1232°C (2250°F)之溫度壓鍛成高8.9公分(3.5吋)寬12.7公分(5吋)之棒。再將其加熱至982°C (1800°F)，壓鍛成高3.8公分(1.5吋)寬11.4公分(4.5吋)之棒，之後以空氣冷卻。各個實例之棒在954°C (1750°F)一小時作正常化，隨後以空氣冷卻。這些棒在677°C (1250°F)16小時退火，隨後在空氣冷卻。

類似實例1，以機器製造、沃斯田鐵化、淬火及深度冷凍得到標準橫向抗張強度試片、CVN試片及緻密拉伸金屬塊。此外，凹槽抗張強度試片以類似橫向抗張強度及CVN試片之方法加工。樣品根據表4給予之條件老化變硬。選擇表4之條件，以提供至少約2034 MPa(295 ksi)之室溫最終張力強度。

表 4

編號	老化變硬處理
2	496°C (925°F) 7小時後空氣冷卻
3	496°C (925°F) 8小時後空氣冷卻
4	496°C (925°F) 5小時後空氣冷卻
5	496°C (925°F) 4.75小時後空氣冷卻
6	482°C (900°F) 2小時後空氣冷卻
7	482°C (900°F) 4.5小時後空氣冷卻
8	496°C (925°F) 5小時後空氣冷卻
9	496°C (925°F) 7小時後空氣冷卻
10	482°C (900°F) 6小時後空氣冷卻

五、發明說明 (15)

凹槽抗張強度試片以機器製造以致於每一試片為圓柱狀，具有7.6公分(3.00吋)之長與0.952公分(0.375吋)之直徑。在每一試片中間長3.18公分(1.25吋)部分直徑減少至0.640公分(0.252吋)，以最小半徑0.476公分(0.1875吋)連接中心部分與試片之各邊。凹槽在每一凹槽抗張強度試片之中心附近。在凹槽基部之試片直徑為0.452公分(0.178吋)，凹槽根半徑為0.0025公分(0.0010吋)，以產生10之應力集中因子(K_t)。

在954°C(1750°F)正常化之實例2-10之橫向試片，其室溫抗張強度試驗結果顯示於表5，包括0.2%補償之降伏強度(YS)、最終抗張強度(UTS)及以MPa表示之凹槽UTS，以及伸長百分比(Elong)與面積減少百分比(RA)。室溫恰比V槽衝擊試驗(CVN)之結果及室溫斷裂韌性(K_{Ic})試驗之結果也在表5中。

表 5

Ht. No.	YS (MPa)	UTS (MPa)	Elong (%)	RA (%)	CVN (J)	K_{Ic} (MPa√m)	Notched UTS (MPa)
2	1804	2120	10.7	47.3	23.0	50.6	2548
	1843	2195	11.9	53.5	22.4	50.3	2366
3	1757	1974	11.8	51.7	20.3	47.5	2220
	1925	2215	11.8	52.2	18.3	45.2	2455
4	1882	2260	12.9	57.2	23.0	53.4	2593
	1872	2207	11.4	45.4	29.8	54.1	2645
5	1871	2200	12.9	57.8	22.4	54.1	2710
	1900	2240	12.6	55.6	29.8	51.6	2568
6	1922	2294	10.5	46.5	33.2	43.7	2450
	1859	2235	11.5	47.5	25.1	43.8	2559
7	1873	2158	12.2	52.1	33.2	47.1	2754
	1871	2155	12.2	50.4	32.5	49.7	2757
8	1826	1844	15.1	65.1	31.2	56.3	2806
	1891	2206	11.9	54.1	27.1	59.7	2783
9	1780	2057	8.3	62.3	24.4	44.5	2419
	1884	2240	11.4	48.9	26.4	46.8	2570
10	2060	2468	9.5	39.8	37.3	66.2	2890
	1882	2206	13.1	59.7	33.9	65.2	2854

五、發明說明 (16)

表5中之數據顯示實例2-10提供在橫向結合高最終抗張強度及可接受之 K_{Ic} 斷裂韌性。因為橫向測得之性質預期比縱向測得之性質更差，實例2-10也預期在縱向提供要求之結合性質。

實例2、4、5、9及10之額外試驗，是以前述加工之棒製成之試片進行，除了使用 899°C (1650°F)之正常化溫度。結果在表6。

表 6

Ht. No.	YS (MPa)	UTS (MPa)	Elong (%)	RA (%)	CVN (J)	K_{Ic} (MPa $\sqrt{\text{m}}$)
2	1955	2213	11.1	50.9	25.8	52.1
	1941	2215	10.8	46.0	15.6	55.6
4	1944	2264	10.5	44.4	22.4	51.4
	1956	2260	10.6	47.1	19.0	50.9
5	1929	2244	11.1	50.5	25.8	54.7
	1953	2250	11.2	50.1	23.0	54.6
9	1922	2236	11.6	51.6	24.4	45.9
	1917	2240	10.8	46.5	24.4	46.5
10	1888	2200	13.2	59.0	40.0	64.6
	1885	2195	13.3	59.4	35.9	68.9

表6中之數據正常化溫度為 899°C (1650°F)，當與正常化溫度 954°C (1750°F)之表5數據一起考慮，顯示實例2、4、5、9及10之高強度與 K_{Ic} 斷裂韌性可在溫度範圍至少 899°C (1650°F)至 954°C (1750°F)下正常化來達到。

以實例2-5與8-10之試片進行室溫(RT)與 -54°C (-65°F)之抗張強度試驗。類似前述使用 954°C (1750°F)之正常化溫度及表7中之老化變硬條件製備橫向試片。選擇表7之條件，以提供至少約2275 MPa(330 ksi)之室溫最終抗張強度。

五、發明說明 (17)

表 7

編號	老化變硬處理
2	482°C (900°F) 8小時後空氣冷卻
3	482°C (900°F) 10小時後空氣冷卻
4	482°C (900°F) 4小時後空氣冷卻
5	482°C (900°F) 4小時後空氣冷卻
8	482°C (900°F) 4小時後空氣冷卻
9	482°C (900°F) 8小時後空氣冷卻
10	482°C (900°F) 6小時後空氣冷卻

試驗結果顯示於表 8，包括 0.2% 補償降伏強度 (YS)、最終抗張強度 (UTS) 及以 MPa 表示之凹槽 UTS，以及伸長百分比 (Elong) 與面積減少百分比 (RA)。室溫與 -54°C (-65°F) 恰比 V 槽衝擊試驗 (CVN) 之結果也在表 8 中。此外，根據 ASTM 標準試驗 E399 試驗縮張力試片之室溫與 -54°C (-65°F) 斷裂韌性結果 (K_{Ic}) 顯示於表中。

表 8

編號	試驗溫度	YS (MPa)	UTS (MPa)	Elong (%)	RA (%)	CVN (J)	K_{Ic} (MPa√m)	凹槽 UTS (MPa)
2	RT ¹	2035	2318	10.4	44.3	14.9	38.3	2667
		2037	2324	11.6	50.7	20.3	38.4	2796
	-54°C	2174	2486	7.1	30	14.9	29.2	2137
		2063	2458	8.5	35.6	16.3	---	---
3	RT ¹	2024	2270	10.7	50.8	23.0	41.0 ¹	2804
		2108	2341	10.0	46.8	19.0	41.0	2654
	-54°C	2159	2417	10.4	43.8	15.6	30.1	2378
		2228	2479	9.1	40.9	13.6	29.4	2135
4	RT ¹	2003	2334	8.0	33.5	14.2	39.3	2677
		2036	2345	9.6	43.2	17.6	36.0	2627
	-54°C	2167	2521	8.2	35.4	10.2	29.4	2375
		2412	2522	7.6	32.4	9.5	30.2	2546
5	RT ¹	2050	2358	10.6	46.3	13.6	38.1	2565
		2028	2343	9.8	42.0	14.2	---	2452
	-54°C	2184	2508	9.4	40.7	11.5	27.6	2045
		2190	2525	8.6	36.3	12.9	27.6	2288
8	RT ¹	2043	2345	10.6	46.1	16.3	43.0	2272
		2035	2354	10.6	44.6	23.7	45.2	1903
9	RT ¹	2010	2332	10.6	44.8	21.7	37.6	2763
		2018	2332	9.8	42.7	20.3	38.9	3232
	-54°C	2115	2488	8.2	35.7	13.6	28.6	2314
		2090	2486	9.2	39.8	14.9	27.9	1918
10	RT ¹	1886	2270	12.6	54.7	30.5	---	---
		1838	2268	12.8	53.6	27.1	---	---

¹ RT表示室溫

五、發明說明 (18)

表8中之數據顯示，實例2-5與8-10提供在室溫與 -54°C (-65°F)二者非常高最終抗張強度。此外， K_{IC} 斷裂韌性值明顯高於處理為同水準最終抗張強度已知合金之預期值。

III. 實例11-16與對照熱處理B-D

對實例11-16與對照熱處理合金B-D，VAR錠在 1232°C (2250°F)均質化16小時。隨後由 1232°C (2250°F)壓鍛成高8.9公分(3.5吋)寬12.7公分(5吋)之棒。這些棒在 677°C (1250°F)退火16小時，隨後在空氣中冷卻。移去棒每一端1.9公分(0.75吋)之部分。之後由每一枝棒之底端移去30.5公分(12吋)長之部分。加熱此30.5公分(12吋)之部分至 1010°C (1850°F)，隨後鍛造成3.8公分(1.5吋)乘10.8公分(4.25吋)乘91.4公分(36吋)之棒，隨後以空氣冷卻。這些棒在 899°C (1650°F)正常化1小時並以空氣冷卻。之後在 677°C (1250°F)退火16小時並以空氣冷卻。

由退火之棒機械加工成標準縱向與橫向抗張強度試片、CVN試驗試片及緻密拉伸金屬塊。試片在 899°C (1650°F)鹽浴沃斯田鐵化1小時。抗張強度試片與CVN試驗試片以蛭石冷卻，然而緻密拉伸金屬塊以空氣冷卻。所有試片在 -73°C (-100°F)深度冷凍1小時、在空氣中回暖、在 482°C (900°F)老化變硬5小時而隨後在空氣中冷卻。

縱向(Long.)與橫向(Trans.)試片之室溫抗張強度試驗結果顯示於表9，包括0.2%補償降伏強度(YS)及以MPa表示之最終抗張強度(UTS)，以及伸長百分比(Elong)及

五、發明說明 (19)

面積減少百分比。室溫恰比V槽衝擊試驗(CVN)之結果與根據ASTM標準試驗E399試驗緻密拉伸試片室溫斷裂韌性之結果(K_{IC})顯示於表9。

表 9

編號	方向	YS (MPa)	UTS (MPa)	Elong (%)	RA (%)	CVN (J)	K_{IC} (MPa \sqrt{m})
11	橫	1928	2194	11.2	48.0	32.5	63.1
		1903	2153	12.5	55.5	27.1	56.7
		1875	2124	12.2	55.1	28.5	64.0
	縱	1915	2120	12.6	57.9	33.9	68.3
		1904	2148	11.6	52.1	41.4	73.8
		1914	2150	12.3	56.3	35.2	70.9
12	橫	1911	2145	11.9	54.8	36.6	63.3
		1934	2152	11.5	54.3	33.2	64.1
		1935	2151	12.4	58.8	33.9	59.2
	縱	1906	2195	13.7	61.2	32.5	75.6
		1928	2178	13.9	62.2	35.2	70.2
		1918	2188	13.8	62.2	36.6	65.6
13	橫	1898	2157	11.79	52.0	33.9	63.7
		1890	2135	12.4	51.5	38.0	64.1
		1882	2132	13.1	55.1	38.0	59.7
	縱	1926	2188	13.9	60.5	32.5	65.5
		1914	2183	14.7	63.3	35.9	75.9
		1897	2155	14.1	63.0	36.6	73.6
14	橫	1913	2146	11.3	50.9	27.1	59.4
		1918	2164	11.7	51.3	32.5	59.9
		1904	2153	11.8	52.1	36.6	54.2
	縱	---	2153	14.3	64.4	33.9	71.0
		1911	2176	10.7	62.2	35.9	61.0
		1939	2190	13.6	61.9	36.6	63.6
15	橫	1926	2171	12.0	54.5	29.8	59.9
		1933	2189	12.4	55.5	31.2	59.9
		1920	2177	12.2	55.0	35.2	63.6
	縱	1915	2157	14.3	64.0	34.6	72.7
		1911	2173	14.1	65.0	35.2	69.8
		1924	2171	14.8	65.0	36.6	65.7
16	橫	1947	2200	11.9	56.3	33.9	65.6
		1935	2194	13.6	59.3	33.9	54.6
		1942	2179	13.3	58.2	36.6	65.6
	縱	1951	2190	14.7	63.7	37.3	68.1
		1937	2182	14.6	63.5	40.7	71.0
		1918	2190	14.4	64.4	41.4	68.9
B	橫	1900	2120	12.6	57.9	38.0	54.8
		1896	2148	11.6	52.1	51.5	57.1
		1911	2150	12.3	56.3	30.5	57.4
	縱	1931	2170	12.1	60.0	34.6	63.6
		1902	2192	14.4	60.4	38.0	57.6
		1945	2199	13.7	60.4	35.2	62.0
C	橫	1884	2130	1.8	8.7	13.6	60.9
		1873	2113	3.2	11.9	16.3	61.0
		1888	2136	7.2	27.2	16.3	56.6
	縱	1876	2141	12.9	53.2	20.3	72.7
		1875	2127	13.4	57.8	29.8	70.9
		1912	2173	12.3	51.1	30.5	68.4
D	橫	1931	2171	12.2	54.4	29.8	---
		1930	2185	12.1	52.7	31.2	51.3
		1924	2182	12.4	50.3	33.9	53.2
	縱	1916	2193	14.0	60.3	29.8	54.3
		1919	2187	13.8	59.7	36.6	55.0
		1913	2174	14.3	62.9	54.2	53.0

表9中之數據顯示實例11-16提供根據本發明要求之結

五、發明說明 (20)

合性質。實例11-16之縱向試片均顯示至少2137 MPa (310 ksi)之平均UTS及至少65.2 MPa \sqrt{m} (59.3 ksi $\sqrt{in.}$)之平均 K_{IC} 斷裂韌性。比較上，對照熱處理合金B及D顯示在相似UTS值下較低之 K_{IC} 。此外，雖然對照熱處理合金C出現可接受之縱向性質，其橫向%Elong、%RA及CVN值為如此低以致於使其不合適。

IV. 比較實例10與對照熱處理合金A

著手比較實例10與對照熱A。實例10與對照熱處理合金A之VAR錠以前述實例1中相同方法加工。

由已退火棒機械加工成標準橫向抗張強度試片(ASTM A 370-95a，直徑0.64公分(0.252吋)規格長2.54公分(1吋)、CVN試驗試片(ASTM E 23-96)及緻密拉伸金屬塊。各合金試片分成15組。每組試片在表10所示沃斯田鐵化溫度之鹽浴中沃斯田鐵化1小時。所有組之抗張強度試片與CVN試驗試片以蛭石冷卻，然而緻密拉伸金屬塊以空氣冷卻。所有試片在-73°C(-100°F)深度冷凍1小時，隨後在空氣中回暖。之後各組試片在482°C(900°F)老化變硬，期間為表10中“老化時間”欄所示。老化變硬後，各試片在空氣中冷卻。

橫向試片之室溫抗張強度試驗之結果顯示於表10，包括0.2%補償降伏強度(YS)與以MPa表示之最終抗張強度(UTS)，以及伸長百分比(Elong)與面積減少百分比(RA)。室溫恰比V槽衝擊試驗(CVN)與洛克威爾硬度C(HRC)測量之結果也列於表10中。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

五、發明說明 (21)

表 10

類別	老化 時間(h)	沃斯田鐵化 溫度(°C/°F)	實例10						對照熱處理合金A					
			YS (MPa)	UTS (MPa)	Elong (%)	RA (%)	CVN (J)	HRC ₁	YS (MPa)	UTS (MPa)	Elong (%)	RA (%)	CVN (J)	HRC ₁
1	2	895/1625	1846	2251	11.6	47.9	27.1	57.0(0.0)	1758	2135	13.1	52.9	42.0	55.3(0.3)
			1882	2264	11.4	46.5	23.7	57.0(0.0)	1762	2133	13.2	54.5	33.9	53.3(0.3)
2	2	899/1650	1862	2263	12.9	53.0	30.5	57.0(0.0)	1758	2146	13.3	53.8	36.6	55.0(0.0)
			1848	2262	11.5	47.0	27.8	57.5(0.0)	1738	2147	13.3	55.8	40.7	55.5(0.0)
3	2	913/1675	1886	2270	12.6	54.7	29.8	57.0(0.0)	1765	2144	13.8	56.3	42.0	55.0(0.0)
			1838	2268	12.8	53.6	29.8	57.0(0.0)	1771	2151	14.6	54.0	39.3	55.3(0.3)
4	4	895/1625	1891	2239	11.2	45.4	28.5	56.2(0.3)	1792	2081	13.3	57.7	31.9	54.8(0.3)
			1878	2236	11.5	48.6	31.2	56.3(0.3)	1759	2061	13.7	60.1	47.4	54.2(0.3)
5	4	899/1650	1882	2226	11.7	47.7	23.7	56.0(0.0)	1754	2088	13.6	58.3	42.0	54.2(0.3)
			1872	2236	10.9	44.2	28.5	56.5(0.0)	1748	2086	13.6	58.5	38.6	53.8(0.3)
6	4	913/1675	1860	2237	10.9	47.0	29.1	56.5(0.5)	1803	2088	13.3	58.7	38.6	55.2(0.3)
			1866	2240	13.0	52.4	29.1	56.8(0.0)	1771	2078	13.8	61.3	35.9	55.0(0.0)
7	6	895/1625	1849	2165	12.0	50.9	28.5	55.7(0.3)	1768	2007	13.6	60.1	38.6	49.0(0.0)
			1856	2165	11.5	49.2	31.2	56.0(0.0)	1766	1993	13.7	59.1	43.4	53.0(0.0)
8	6	899/1650	1833	2194	12.4	53.7	32.5	56.0(0.0)	1770	2008	14.1	61.2	43.4	54.0(0.0)
			1852	2185	12.1	52.3	32.5	56.0(0.0)	1773	2017	13.9	60.4	40.7	52.7(0.3)
9	6	913/1675	1851	2188	13.2	56.4	30.5	56.0(0.0)	1774	2024	13.8	59.0	44.7	53.2(0.3)
			1838	2172	13.4	55.7	27.1	55.5(0.5)	1771	2022	13.4	57.7	43.4	53.2(0.3)
10	8	895/1625	1855	2142	11.2	46.9	29.8	55.0(0.0)	1741	1946	13.6	58.4	42.0	52.7(0.3)
			1859	2136	12.4	54.6	31.2	55.5(0.0)	1735	1931	13.1	57.7	44.7	51.0(0.5)
11	8	899/1650	1851	2142	13.1	56.1	29.1	55.5(0.0)	1700	1895	14.5	61.0	44.7	52.8(0.3)
			1855	2149	12.4	52.9	33.9	55.7(0.8)	1706	1911	14.0	61.0	31.1	53.2(0.3)
12	8	913/1675	1875	2153	12.7	56.5	29.1	55.5(0.0)	1707	1939	14.1	62.2	43.4	52.7(0.3)
			1862	2153	12.4	54.6	32.5	55.5(0.0)	1733	1975	14.0	63.3	50.2	52.8(0.3)
13	10	895/1625	1856	2135	12.4	53.7	33.2	55.3(0.3)	1705	1900	13.9	61.5	46.1	51.3(0.8)
			1851	2130	12.2	52.8	23.0	55.0(0.0)	1725	1887	14.0	60.4	44.7	50.0(0.5)
14	10	899/1650	1839	2134	13.3	57.3	31.9	55.2(0.3)	1715	1905	13.5	59.3	44.7	52.5(0.0)
			1869	2162	11.9	50.0	22.4	55.0(0.0)	1681	1879	14.2	64.6	42.0	52.0(0.0)
15	10	913/1675	1850	2127	12.3	52.9	34.6	55.0(0.0)	1697	1891	14.8	63.5	48.8	50.0(0.0)
			1860	2151	13.0	58.4	33.2	55.0(0.0)	1685	1867	14.6	65.8	48.8	48.2(0.3)

1 HRC之值為三次測量值之平均。小括弧內為標準偏差。

五、發明說明 (22)

表10中之數據明顯顯示，在寬範圍沃斯田鐵化溫度與老化時間中，本發明之實例10提供比對照熱處理合金A較高之最大抗張強度。

試驗第9組抗張強度與緊密拉伸金屬塊試片，比較最大抗張強度與 K_{IC} 斷裂韌性。結果顯示在表11。

表 11

熱 編號	YS (MPa)	UTS (MPa)	Elong (%)	RA (%)	K_{IC} ($MPa\sqrt{m}$)
10	1888	2200	13.2	59.0	64.6
	1885	2195	13.3	59.4	68.9
A	1744	2023	13.9	59.5	108
	1787	2028	14.4	61.6	112

表11中之數據顯示實例10之最終拉抗張強度明顯高於熱處理合金A。雖然熱處理合金A出現比實例10較高之 K_{IC} 斷裂韌性，若處理熱處理合金A增加其UTS至和實例10相同之水準，預期其產生之 K_{IC} 斷裂韌性明顯少於實例10所測得。因此，實例10提供比熱處理合金A優良之強度與 K_{IC} 斷裂韌性之結合。

熟知此藝者將認可上述具體實施例之改變或修正不違背本發明獨創之概念。因此可了解本發明不限於此處描述之特定具體實施例，而預期包括陳述於申請專利範圍中發明範圍與精神內之改變及修正。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

泉

四、中文發明摘要(發明之名稱：具高強度與良好韌度獨特組合之可老化變硬合金)

可老化變硬麻田散鋼合金具有獨特結合非常高強度及良好韌性，其本質上組成以重量百分比表示約為：

碳	0.21-0.34
錳	0-0.20
矽	0-0.10
磷	0-0.008
硫	0-0.003
鉻	1.5-2.80
鉬	0.90-1.80
鎳	10-13
鈷	14.0-22.0
鋁	0-0.1

英文發明摘要(發明之名稱："AGE HARDENABLE ALLOY WITH A UNIQUE COMBINATION OF VERY HIGH STRENGTH AND GOOD TOUGHNESS")

An age hardenable martensitic steel alloy having a unique combination of very high strength and good toughness consists essentially of, in weight percent, about

C	0.21-0.34
Mn	0-0.20
Si	0-0.10
P	0-0.008
S	0-0.003
Cr	1.5-2.80
Mo	0.90-1.80
Ni	10-13
Co	14.0-22.0
Al	0-0.1

445300

第86113040號專利申請案

中文說明書修正頁(89年12月)

A5
B5

89.12.21 修
年 月 日
補充

四、中文發明摘要(發明之名稱:)

鈦	0-0.05
鈾	有效量-0.030
釧	有效量-0.010

其餘部分本質上為鐵。此外，鈾與硫平衡故鈾/硫比例為2-15。小但有效量之鈣可存在以取代一些或全部之鈾及釧。

英文發明摘要(發明之名稱:)

Ti	0-0.05
Ce	an effective amount - 0.30
La	an effective amount - 0.010

the balance essentially iron. In addition, cerium and sulfur are balanced so that the ratio Ce/S is 2 to 15. A small but effective amount of calcium can be present in place of some or all of the cerium and lanthanum.

(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
年 月 日 修正
89.12.21 補充

公告本

1. 一種可老化變硬麻田散鋼合金，其具有強度與韌性之優良結合，本質上之組成以重量百分比表示為：

碳	0.21-0.34
錳	0-0.20
矽	0-0.10
磷	0-0.008
硫	0-0.003
鉻	1.5-2.80
銅	0.90-1.80
鎳	10-13
鈷	14.0-22.0
鋁	0-0.1
鈦	0-0.05
鉍	有效量-0.030
錳	有效量-0.010

其餘部分本質上為鐵，其中鉍/硫比例為2-15。

2. 根據申請專利範圍第1項之合金，其中Ce/S比例為2-10。
3. 根據申請專利範圍第1項之合金，其中Co/C比例為43-100。
4. 根據申請專利範圍第3項之合金，其中Co/C比例為52-100。
5. 根據申請專利範圍第3項之合金，其中Co/C比例為43-75。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

6. 根據申請專利範圍第1項之合金，其含有0.21-0.30重量百分比之碳。
7. 根據申請專利範圍第6項之合金，其含有0.22-0.30重量百分比之碳。
8. 根據申請專利範圍第1項之合金，其含有14.0-20.0重量百分比之鈷。
9. 根據申請專利範圍第8項之合金，其含有15.0-20.0重量百分比之鈷。
10. 根據申請專利範圍第9項之合金，其含有16.0-20.0重量百分比之鈷。
11. 根據申請專利範圍第1項之合金，其含有1.80-2.80重量百分比之鉻。
12. 根據申請專利範圍第1項之合金，其含有1.5-2.60重量百分比之鉻。
13. 根據申請專利範圍第1項之合金，其含有1.10-1.80重量百分比之鉬。
14. 根據申請專利範圍第1項之合金，其含有0.90-1.70重量百分比之鉬。
15. 根據申請專利範圍第1項之合金，其含有10.5-13重量百分比之鎳。
16. 根據申請專利範圍第1項之合金，其含有10-11.5重量百分率之鎳。
17. 根據申請專利範圍第1項之合金，其含有有效量-0.01重量百分比之鉍。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

紙

六、申請專利範圍

18. 根據申請專利範圍第1項之合金，其含有有效量-0.005重量百分比之鏽。

19. 一種可老化變硬麻田散鋼合金，其具有強度與韌性之優良結合，本質上之組成以重量百分比表示為：

碳	0.21-0.34
錳	0-0.20
矽	0-0.10
磷	0-0.008
硫	0-0.003
鉻	1.5-2.80
鉬	0.90-1.80
鎳	10-13
鈷	14.0-22.0
鋁	0-0.1
鈦	0-0.05
鉍	有效量-0.01
鏽	有效量-0.005

其餘部分本質上為鐵，該合金選用地含10ppm-0.015%鈣以取代部分或全部之鉍及鏽，其中Ca/S比例為2-15。

20. 一種可老化變硬麻田散鋼合金，其具有強度與韌性之優良結合，本質上之組成以重量百分比表示為：

碳	0.22-0.30
錳	0-0.05

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

六、申請專利範圍

矽	0-0.10
磷	0-0.006
硫	0-0.002
鉻	1.80-2.80
銅	1.10-1.70
鎳	10.5-11.5
鈷	14.0-20.0
鋁	0-0.01
鈦	0-0.02
鉍	有效量-0.01
錳	有效量-0.005

其餘部分本質上為鐵，其中Ce/S比例為2-15。

21. 根據申請專利範圍第20項之合金，其中Ce/S比例為2-10。
22. 根據申請專利範圍第20項之合金，其中Co/C比例為43-100。
23. 根據申請專利範圍第22項之合金，其中Co/C比例為52-100。
24. 根據申請專利範圍第22項之合金，其中Co/C比例為43-75。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (44頁) 日修
補充

這些合金能提供以應力強度因子 K_{IC} 表示其斷裂韌性 $\geq 109.9 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ ($\geq 100 \text{ ksi}\sqrt{\text{in.}}$)，及以最終抗張強度UTS表示約為1931-2068 MPa(280-300 ksi)之強度。

無論如何，對具有比已知合金更高強度之合金已發生需要，以提供改良之彈道表現及較強之結構組件。已知斷裂韌性與降伏強度及最終抗張強度為相反關係。因此，為了組件適當之可靠性，以及允許針對結構組件可造成毀滅性破壞之破壞作非破壞檢測，此合金也應提供足夠水準之斷裂韌性。

發明概述

根據本發明之合金為可老化變硬麻田散鋼，其相對已知合金在維持可接受水準之斷裂韌性下提供明顯較高之強度。特別地，本發明合金可提供至少約2068 MPa(300 ksi)之最終抗張強度，及在長度方向至少約71.4 MPa $\sqrt{\text{m}}$ (65 ksi $\sqrt{\text{in.}}$)之 K_{IC} 斷裂韌性。本發明合金也能提供至少約2137 MPa(310 ksi)之UTS及在長度方向至少約65.9 MPa $\sqrt{\text{m}}$ (60 ksi $\sqrt{\text{in.}}$)之 K_{IC} 斷裂韌性。

本發明之可老化變硬、麻田散鋼概略及較佳之組成範圍如下，以重量百分比表示：

	概略的	較佳的
碳	0.21-0.34	0.22-0.30
錳	0-0.20	0-0.05
矽	0-0.10	0-0.10
磷	0-0.008	0-0.006

五、發明說明(5)年 月 日
 89.12.21 修正補充

硫	0-0.003	0-0.002
鉻	1.5-2.80	1.80-2.80
鉬	0.90-1.80	1.10-1.70
鎳	10-13	10.5-11.5
鈷	14.0-22.0	14.0-20.0
鋁	0-0.1	0-0.01
鈦	0-0.05	0-0.02
銻	有效量-0.030	有效量-0.01
錳	有效量-0.010	有效量-0.005

合金之其餘部分本質上為鐵，除了商業級之這類鋼常見之雜質，以及少量其他元素之外。這些元素可由幾千分之一百分比變化大至不令人不快地降低所要求此合金提供之結合性質之大量。

本發明合金相當均衡的，以不變地提供比已知合金強度及斷裂韌性優越之結合。為了此目的，碳與鈷為平衡的，故Co/C之比例至少約為43，至少約52較佳，而不大於約100，不大於約75較佳。

在一例具體實施例中，合金含有高至約0.030%銻及高至於0.010%錳。當銻對硫之比例(Ce/S)為至少約2且不大於約15時存在有效量之銻與錳。Ce/S比例不大於約10較佳。

在另一具體實施例中，小但有效量之鈣及/或其他吸硫元素存在合金中，取代一些或全部之銻及錳。對最好之結果，至少約10百萬分之一之鈣或除了鈣之外之吸硫元素

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

四、中文發明摘要(發明之名稱：具高強度與良好韌度獨特組合之可老化變硬合金)

可老化變硬麻田散鋼合金具有獨特結合非常高強度及良好韌性，其本質上組成以重量百分比表示約為：

碳	0.21-0.34
錳	0-0.20
矽	0-0.10
磷	0-0.008
硫	0-0.003
鉻	1.5-2.80
鉬	0.90-1.80
鎳	10-13
鈷	14.0-22.0
鋁	0-0.1

英文發明摘要(發明之名稱："AGE HARDENABLE ALLOY WITH A UNIQUE COMBINATION OF VERY HIGH STRENGTH AND GOOD TOUGHNESS")

An age hardenable martensitic steel alloy having a unique combination of very high strength and good toughness consists essentially of, in weight percent, about

C	0.21-0.34
Mn	0-0.20
Si	0-0.10
P	0-0.008
S	0-0.003
Cr	1.5-2.80
Mo	0.90-1.80
Ni	10-13
Co	14.0-22.0
Al	0-0.1

445300

第86113040號專利申請案

中文說明書修正頁(89年12月)

A5
B5

89.12.21 修
年 月 日
補充

四、中文發明摘要(發明之名稱:)

鈦	0-0.05
鈾	有效量-0.030
釧	有效量-0.010

其餘部分本質上為鐵。此外，鈾與硫平衡故鈾/硫比例為2-15。小但有效量之鈣可存在以取代一些或全部之鈾及釧。

英文發明摘要(發明之名稱:)

Ti	0-0.05
Ce	an effective amount - 0.30
La	an effective amount - 0.010

the balance essentially iron. In addition, cerium and sulfur are balanced so that the ratio Ce/S is 2 to 15. A small but effective amount of calcium can be present in place of some or all of the cerium and lanthanum.

(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

六、申請專利範圍
 年 月 日 修正
 89.12.21 補充

公告本

1. 一種可老化變硬麻田散鋼合金，其具有強度與韌性之優良結合，本質上之組成以重量百分比表示為：

碳	0.21-0.34
錳	0-0.20
矽	0-0.10
磷	0-0.008
硫	0-0.003
鉻	1.5-2.80
銅	0.90-1.80
鎳	10-13
鈷	14.0-22.0
鋁	0-0.1
鈦	0-0.05
鉍	有效量-0.030
錳	有效量-0.010

其餘部分本質上為鐵，其中鉍/硫比例為2-15。

- 根據申請專利範圍第1項之合金，其中Ce/S比例為2-10。
- 根據申請專利範圍第1項之合金，其中Co/C比例為43-100。
- 根據申請專利範圍第3項之合金，其中Co/C比例為52-100。
- 根據申請專利範圍第3項之合金，其中Co/C比例為43-75。