

(由本局填寫)

承辦人代碼：

大類：

I P C分類：

A6

B6

本案已向：

國(地區)	申請專利, 申請日期:	案號:	☐ 有 ☐ 無主張優先權
美國	September 15, 2000	60/232,822	
美國	October 19, 2000	09/692,750	

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

五、發明說明(1)

發明領域

這項發明是關於展示超合金其較好的機械特徵，而更進一步詳細說明的是超合金在高溫、高應變下的應用，例如飛機渦輪引擎的組成零件。

發明背景

鎳基超合金其所著名的就是在高溫下還有不錯的強度。由這結果可以看出，這類的合金適合使用於飛機渦輪引擎上以使其能在高溫的環境下運轉及改進其效能。

然而，在航太工業與發電用汽渦輪機工業也都承認它們需要更低成本且技術先進的材料。更特別的是，它們需要發展更先進的合金材料及工業上的製造過程，使其能夠生產出可負擔、整合式鑄成葉片之渦輪機葉輪，顯著提升低周次疲勞（LCF）壽命和改進葉片的應力斷裂壽命。

傳統上，氣渦輪機的圓盤或輪轂是以鍛造程序而製成，而葉片是經鑄造過程而形成。這葉片接著以機械的方式附於圓盤或輪轂上。使用各別製造程序的理由是因為圓盤或輪轂最好具有等軸的晶粒組織，使其能獲得最大的張力強度與低周次疲勞特徵。更好的是，這些葉片具有定向結晶的（DS）柱狀晶粒組織，或甚至是一單晶組織，為的是避免高溫時側向晶粒組織所引起的潛變失敗，換言之，避免晶粒組織相對於葉片的縱軸（主要應力方向）橫向地擴展。

已發展出一些技術可整合地鑄造葉片與輪轂，以製成能應用於小型整合式渦輪機葉輪上之定向結晶的柱狀晶粒葉片以及等軸結晶的輪轂。不幸的是，這現在可得到的合金更

（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)

適合用於製作具等軸結晶之晶粒組織或是定向結晶的柱狀晶粒組織。尚未有能在這兩種晶粒組織中都表現良好的高潛變強度合金。

因此，商業上所採用的氣體渦輪機葉輪的整合鑄造式葉片與輪轂，所使用的為一等軸結晶的晶粒組織。

發明概述

這項發明提供鎳基超合金，在等軸結晶與定向結晶的柱狀晶粒組織兩方面都有良好表現。這些合金能展現出增加的晶粒界面強度與延展性，又能保持其細微結構的穩定性。當對照傳統且其葉片具有個別鑄型與附屬餘鍛造的渦輪機葉輪後，可發現這改進過的晶粒界面強度與延展性，能容許定向結晶的柱狀晶粒鑄型與整合式渦輪機葉輪葉片鑄型上的等軸結晶鑄造，將能以實質較低的成本提供提供較好的功能。

與這項發明有關的鎳基合金其特徵為相對的低鈦含量與一相對的高鉬含量。這相對的低鈦含量（約 0.25% 的重量百分比或者更少）減少在必需的鑄造後熱均壓處理（HIP）時碳化鈦的分解。這重量百分比為 5.9-6.3 的高鉬含量所產生的晶粒界面包含分離的碳化鉬，其能在熱均壓處理下維持穩定，且因此能在經過熱均壓處理後維持高晶粒界面強度與延展性。雖然一低鈦含量是需要的，我們發現還是需要少量的鈦（其重量百分比濃度至少 0.05%），以提供改良的疲勞裂紋抵抗能力。同樣的，這鉬含量不能太高或太低。這項發明中的鎳基合金還有一特徵是其相對較高的耐火元素含量（鎢、鉬、銻和鉍）。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明(3)

這項發明的這些或其他特徵、好處和目的將能更進一步的被瞭解與體會，而其靠的是於下列說明書、專利範圍與圖示中所顯示的技術。

圖示簡要說明

第一圖為使用這項發明的合金所做之應力破斷壽命與低周次疲勞(LCF)之測試結果，與來自傳統合金 Mar-M247 的渦輪機葉輪之測試結果比較。

第二圖所展示的為不同種等軸結晶合金之輪轂的應力破斷測試結果，與傳統合金 Mar-M247 做比較。

第三圖所展示的為不同種等軸結晶合金之機翼微平面的應力破斷測試結果，與傳統合金 Mar-M247 的比較。

第四圖是使用這項發明合金鑄造之輪轂的低周次疲勞壽命，與傳統合金 Mar-M247 所鑄造的輪轂做比較。

第五圖的疲勞破裂成長(FCG)之曲線所包含的為使用這項發明的合金與來自傳統合金 Mar-M247 的鑄造物之比較。

較佳實施例詳細描述

這項發明的合金之特殊技巧為在鑄造的過程中需要利用同軸結晶鑄造的技術與定向結晶的鑄造技術，以生產出在鑄造物的某一部份具有等軸結晶、細微晶粒組織而同時在鑄造物的另一個部分則是柱狀晶粒組織，再經鑄造後的熱均壓處理，從而展示其改進的機械特性(與使用於鑄造渦輪機葉輪之傳統的鎳基超合金做比較，如 Mar-M247 合金)其歸因於此文中所定義之狹隘的組合範圍。使用本發明之合金製造

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(4)

的渦輪機葉輪，以及葉輪之輪轂部份的等軸結晶鑄造程序配上整合式鑄造葉片的定向結晶鑄造程序，再對鑄造物施以熱均壓處理，而可提供改良性能之引擎並有益於元件的壽命。

在這項發明中之合金所含不同元素的數量除非另有註解，要不都是以重量百分比來表示。

這項發明較好的實施例中的鎳基超合金，以重量百分比濃度表示其包含有 5-6 的鉻、9-9.5 的鈷、0.3-0.7 的鉬、8-9 的鎢、5.9-6.3 的鉭、0.05-0.25 的鈦、5.6-6.0 的鋁、2.8-3.1 的銻、1.1-1.8 的鉛、0.10-0.12 的碳、0.010-0.020 的鋇，其餘的成份為鎳以及免不了的雜質。因其晶粒界面強度與延展性增加，這項發明的鎳基超合金的組成物可被鑄造以形成氣渦輪機引擎的零件，而其能展示出提升二倍或三倍的可用壽命，並顯著減少週期壽命成本。這項發明的合金也顯示出其能顯著改善低周次疲勞壽命，且改進並提升機翼在高溫下的應力破斷壽命。

這項發明符合更多優秀的想法，而其所提供的鎳基超合金(CM命名為CM681)包含重量百分比濃度為 5.5 的鉻、9.3 的鈷、0.50 的鉬、8.4 的鎢、6.1 的鉭、0.15 的鈦、5.7 的鋁、2.9 的銻、1.5 的鉛、0.11 的碳、0.18 的硼、0.013 的鋇、其餘成份為鎳以及免不了的雜質。

合金中之銻會減緩高溫下的擴散，可限制其 γ' 析出強化相的增長，而因此改進中溫與高溫下的應力破斷特徵(其與傳統的鎳基超合金如 Mar-M247 做比較)。我們發現，只要其他的化學元素成份經仔細調配，當銻的濃度為 3% 的時候

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(5)

其能改進應力破斷特性而不會引起有害的最密堆積(TCP)相之產生(銻、鎢、鉻)。鉻的含量最好是在5.0%至5.8%之間，而其合適的範圍為5%至6%之間。已知銻主要是分佈於 γ 基質相，後者包含有環繞著立方 γ' 相粒子的狹窄通道。在 γ 通道中的銻原子團塊能限制差排的移動而因此限制潛變。在 γ/γ' 介面上的銻原子之牆可以限制 γ' 相在高溫時的增長。

一鋁含量為重量百分比濃度5.7%，鉭為重量百分比濃度6.1%而鈦之重量百分比濃度為0.15%，得到立方 γ' 相之體積分率為70% (Ni_3Al , Ta, Ti)且在高溫的情況下很低甚至為負值的 $\gamma-\gamma'$ 相位不匹配。鉭透過固溶強化來增加 γ 與 γ' 相的強度。相對高濃度的鉭與非常低含量的鈦，相較於傳統的鎳基超合金(例如 Mar-M247 合金)保證相對穩定的碳化鉭佔絕大多數以強化晶粒界面而因此能保證其合金能經得起在高溫下(約攝氏1185度或華氏2165度)的熱均壓法處理。

經過熱均壓法處理有助於碳化鈦的分離或分解，使得仍留存的碳化鈦周圍形成厚的 γ' 相外層並導致過量的碳化鈦析出，這就會將鈦原子繫住而減低晶粒界面與 $\gamma-\gamma'$ 共熔相的範圍之延展性。可得最好的總體結果為一包含0.15%鈦的合金。這可能是由於鈦對 $\gamma-\gamma'$ 相位不匹配狀況下的有利影響。一合適的鈦含量為0.05-0.25%，而更好的是0.10-0.20%。

更近一步的固溶液強化是由鉬(Mo)為0.50%而鎢為8.4%所提供。一合適的鎢含量為重量百分比濃度8-9%，而

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

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(6)

其更好的範圍是 8.1-8.7 %。一合適的鉬含量範圍為 0.3-0.7%，而更理想的範圍為 0.4-0.6%。近乎 50%的鎢在 γ' 相中析出，增加了體積分率(V_f)與強度。

總量為 9.3%的鈷提供 γ' 最大量的體積分率 V_f ，而總量為 5.5%的鉻提供令人滿意的熱腐蝕抵抗，當其隨著高耐火的元素材料出現時（鎢、銻、鉭和鉬，這些耐火材料的總含量為 17.9%）在鎳的基質中，在受壓、高溫的渦輪引擎運轉期間不會出現最密堆積相。

鈦在合金中的含量為 1.5%以提供好的晶粒界面，與中溫的延展性。鈦含量的適宜與較佳範圍分別為 1.1-1.8 和 1.2-1.7。

碳、硼和鋁在合金中的量分別為 0.11%、0.018%與 0.013%，以給予晶粒界面所需的微量化學，和在等軸結晶態時的強度與延展性所需之碳化物/硼化物，同時能提供適度的定向結晶之柱狀晶粒可鑄性，換言之，降低合金顯現出定向結晶之柱狀晶粒的界面破裂的習性。在合金中相對高含量的鋁與低含量的鈦，以及合金中適量的鉻，可使此合金具極度抗氧化性。

這項發明的超合金也可能包含了微量的其他成份而其實際上無法影響他們的基礎與顯著的特徵。此類其它微量的組成可以包含，舉例來說，銅和鐵和一般常會出現於所使用元素組成中所微量含有之類似的元素。然而，最好矽、錳、磷、硫磺、鐵、銅、鈮、鈳、氧和其它的雜質數量能越少越好。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(7)

這項發明的超合金特別適於製造使用柱狀晶粒和單一晶體的元件，採定向結晶鑄造，和等軸結晶鑄造的技術。這合金也可適用於HIP的過程。定向結晶的技術為本技術領域內眾所周知（可由美國專利公告第3260505號中看出）。

合金所提供之不同的元素的控制與限制其能在固定方向上凝固，在鑄造物所選擇的區域上，與在其它所選擇之區域上的等軸結晶之鑄型以形成整合式鑄型組成，其有一包含固定方向之柱狀晶粒組織之葉片區域與其它的圓盤或包含等軸結晶晶粒之結構的輪轂部分。更特別的是，這合金可使用於鑄造渦輪機葉輪的經熱均壓法處理之整合式葉片，而其有一包含等軸結晶晶粒組織之輪轂，而且整合式鑄造之葉片有一定向結晶的柱狀晶粒組織。如此所得經過熱均壓法處理之依本發明合金鑄造物，展現顯著的抗氧化特性而抵抗在高溫狀態以及反覆的冷熱循環之下，晶粒界面裂紋與疲勞裂紋。這整合鑄造式葉片為定向結晶而成且其有一柱狀晶粒組織以排除在葉片上橫切面的晶粒界面，因此可改進強度、延展性、高溫潛變及其它的機械特性，例如熱疲勞。這柱狀晶粒組織可以阻止在高溫和高應變的狀況下的延展和/或破裂，透過消除橫向的（相對於主要應力方向）晶粒界面與建立沿著葉片長邊平行於主要應力方向的結晶構造方位來達成。

較佳實施例詳細描述

這項發明的超合金之重要的特徵為特別元素的組合，而可在熱均壓法之後提供高的晶粒界面強度，反之許多傳統的鎳基超合金則無法顯示展現這類所需之碳化物的穩定狀態

（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)

以防止在熱處理的期間會產生令人不滿的結構狀態，而其會導致較差的金屬特徵。

先前所嘗試製造整合式渦輪機葉輪葉片，其有一包含等軸結晶的晶粒組織輪轂的部分且葉片有一定向結晶的柱狀晶粒組織，其使用傳統的鎳基超合金由於不當的潛變破裂特性而未能成功。許多研究的數據是將這項發明(CM681)所製造的合金與許多先前的合金技術作比較，以及超出這項發明所示範圍的實驗合金(CM 681 A)。這些合金與他們的組成(重量百分比濃度)顯示於表一。

表一---重量百分比濃度的組成

合金	鉻	鈷	鉬	鎢	鎳	鈮	鈹	鋁	鈦	鉛	碳	硼	銩	鎳
Mar-M247	8.4	10	0.65	10			3.1	5.5	1	1.4	0.16	0.015	0.05	Bal
CM 186LC®	6	9	0.5	8	3		3	5.7	0.7	1.4	0.07	0.015	0.005	Bal
CM 186Mod	5.9	9.4	0.4	8.5	3		3.3	5.7	0.75	1.5	0.09	0.01	0.01	Bal
CM681*	5.4	9.3	0.5	8.5	3		6.2	5.7	0.15	1.6	0.11	0.01	0.01	Bal
CM681 A**	5	9.3	0.5	9	3		6.9	5.7		1.6	0.11	0.01	0.02	Bal
CMSX-10®	2	3	0.4	5	6	0.05	8	5.7	0.2	0.03				Bal
CM 4670	4	3.4	0.5	5	5.3	0.05	8	5.7	0.13	1.2	0.09	0.017	0.015	Bal

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(9)

CM 4670C	2.7	3.2	0.4	5	6	0.05	8	5.7	0.08	1.2	0.05	0.02	0.025	Bal
----------	-----	-----	-----	---	---	------	---	-----	------	-----	------	------	-------	-----

*CM 681 符合這項發明

*CM 681A 為一實驗合金並不符合這項發明

舉例來說，一市面上可得之含銻的鎳基超合金 CM 186 LC®在以等軸結晶法鑄造時展現出不合宜的潛變破裂特性。其他的鎳基超合金在以等軸結晶法鑄造時則展現出嚴重的扇葉破裂。譬如說，由市面上可得之鎳基超合金 CMSX-10®所得之變異型 CM 4670 與 CM 4670C 在經螢光滲透劑檢查時展現嚴重的扇葉破裂現象。

而其他傳統的鎳基超合金也展現出不合宜的相穩定度，以及不合宜的碳化物和（或）硼化物晶粒界面微結構穩定度，也沒法承受製造細晶輪轂整合鑄成渦輪機葉輪所需的高溫鑄後熱處理程序，比如說，通常可達 1200°C 與 200Mpa 好幾小時的熱均壓處理。舉例來說，市面上可得之鎳基超合金 CMSX-10®的衍生物展現出不合宜的相穩定度以承受製造具有細晶輪轂之整合鑄成渦輪機葉輪所需的高溫鑄後熱處理程序。其他已知的鎳基超合金均明顯弱於本發明的先進合金。舉例來說，市面上可得之鎳基超合金 CM 186 MOD 的衍生物明白弱於其他的先進合金。

一系列具有整合鑄造葉片的渦輪機葉輪採鑄造法製成，其中葉片為定向結晶而成以提供一柱狀晶粒組織，而其輪轂則是結晶成微細等軸晶粒組織。葉輪是用符合本發明之合金（CM 681），一類似但不含鈦的合金（CM 681 A），以

（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)

及一傳統的超合金 (Mar-M 247) 所鑄成。

首先有一系列的渦輪機葉輪是採熱均壓法 (HIP) 在 1185 到 1218°C 之間以 200Mpa 處理 4 小時，以供熱均壓程序之評估研究。先進行之熱均壓葉輪的金相檢驗是用取自中央輪轂的樣本。中央輪轂是此鑄件最厚之處也是最晚結晶的地方；因此，咸信此處最易出現微縮現象也是熱均壓程序最後結束的位置。由這些葉輪之輪轂處所取得樣本並未顯示微縮孔殘留或痕跡。接下來，再檢驗由與邊框處所取得樣本的殘留縮孔，因為在失敗之應力破裂槓的破裂面偶爾可見輕度的微縮現象。令人驚訝的是，在邊框區域的中央部位發現若干未收口的小孔。據推測，在邊框區域較易出現微縮孔是與細晶鑄造程序在結晶時受壓的液流有關。觀察到之微縮孔最大可達 3 公厘且通常小於 1 公厘。

已知此類小量的殘留孔隙對發動機表現並不要緊。由熱均壓處理檢驗研究可知降低熱均壓溫度有益此先進合金的機械特性。接下來，用 CM 681 與 CM 681 A 合金以 1204°C / 200Mpa / 4 小時熱均壓製成一葉輪，再用 CM 681 合金以 1185°C / 200Mpa / 4 小時熱均壓製成另一葉輪。一組由各葉輪取得之樣本均經 1093°C / 2 小時 / 氣扇冷卻加上 871°C / 20 小時 / 氣扇冷卻的標準熟化程序。另一組樣本則經 1038°C / 2 小時 / 氣扇冷卻加上 871°C / 20 小時 / 氣扇冷卻的改良熟化程序。第三組樣本則經 1204°C / 2 小時 / 氣扇冷卻之部份溶解再經改良熟化程序。

兩先進合金經三種熱處理情境其在 138Mpa/1038°C 的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(11)

應力破裂壽命是等軸結晶之 Mar-M 247 基準的 200%到 300%。552Mpa/843°C 所進行的應力破裂測試結果如第 1 圖所示。較低之處理程序似乎可供破裂壽命的顯著改善。CM 681 合金較 CM 681A 合金展現出稍高的破裂壽命。相較於等軸結晶之 Mar-M 247 材質所測得的基準，合金經不同熱處理大多可提供較佳的低周次疲勞壽命。經熱均壓法處理後的再溶程序似乎可對疲勞壽命有所助益。

總體來說，1185°C 的熱均壓處理再經改良熟化程序似乎可提供最為平衡的機械特性，其餘 CM 681 合金與 CM 681A 合金的葉輪即選用此熱處理程序。

其他的檢驗還包括有室溫與 538°C 的拉伸試驗、應力破斷試驗、538°C 的低周次疲勞試驗、538°C 的裂縫成長試驗。上述試驗均針對取自葉輪圓盤部份的材料。此外，還施行扇葉微平面應力斷裂試驗。

CM 681 合金之 0.2%降伏強度與最終抗拉強度均較此合金第一回所測得的數值為低而較接近 Mar-M 247 的水準。此即為所求結果，因為較高的破裂強度正是第一級與第二級渦輪機葉輪承受爆炸所需並迫使渦輪引擎重新設計。CM 681 與 CM 681A 之間並未測得強度和延展性的不同。

葉輪之輪轂部份的應力斷裂試驗結果如第 2 圖所示。兩先進合金在各強度之下都明顯表現得比 Mar-M 247 的基準值為佳。比較第一回之 CM 186 衍生合金的結果，顯然第二回熱處理在高應力下提供更佳的表現同時又在低應力時仍優於 Mar-M 247。CM 681 在低應力時略優於 CM 681A，而 CM 681 A

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(12)

在高應力時表現較佳。

扇葉微平面應力斷裂試驗的結果如第 3 圖所示。先進合金在施測範圍內各應力條件下明顯較 Mar-M 247 的基準值為優。此與第一回的試驗結果呈極大對比，祇經第一回處理的先進合金在高應力之下大幅劣於基準值。CM 681 A 合金在高應力下稍微優於 CM 681 合金而在低應力狀況下顯著占有優勢。

低周次疲勞試驗結果如第 4 圖所示。CM 681 與 CM 681 A 合金的表現相近。兩種合金在短壽高應力區間優於 Mar-M 247，但在長壽低應力區間則是表現較差。既然葉輪的重要部位是在高應力的範圍內運作，此試驗結果曲線正符合先進合金的要求。經第一回處理的 CM 681 與 CM 681 A 所得結果也顯示出相同態勢，這就說明不同的熱處理程序對低周次疲勞特性僅有輕微影響。

疲勞裂縫成長試驗的結果如第 5 圖所示。CM 681 A 合金與 Mar-M 247 基準值相當。CM 681 合金的抗裂縫成長性能明顯優於基準值。裂縫成長試驗的結果易有變化，在此僅作有限度的採用。不論如何，CM 681 的結果令人振奮，若在設計時能了解這項優點也應可對整合鑄成之渦輪機葉輪有所助益。

試條的是依本發明提出之組成所鑄造以便評估其機械特性。對試條所用合金所做的化學成份分析得到如下的組成比率：

化學成份（重量百份率或 ppm）

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (13)

CM 681 LC 合金【CM 681】

CM 加熱 VG 216

碳	矽	錳	硫	鋁	硼	鈮	鈷	鉻		
ppm										
.109	<.01	<.001	2	5.70	.018	<.05	9.3	5.4		
[氧]	磷	銻	鉭	鈦	鎢	鋳	釩	鉕		
ppm	ppm									
2	<2	2.9	6.2	.17	8.5	.013	<.005	<.001		
錫	銻	砷	鋅	汞	鈾	鈷	鎳	鎳		
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm		
<5	<1	<1	<1	<2	<.5	<.5	<.2	<1		
銅	鐵	鈐	鎂	鉬	[氮]	鎳				
<.001	.025	1.6	13	0.48	2	BAL				
銀	鈹	鎳	鉛	碲	碲	鉍				
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm				
<1	<.2	<10	<.5	<.5	<.2	<.2				
鉑	金	銻	鈉	鉀						
	ppm	ppm	ppm	ppm						
<.001	<.5	<.2	<10	<5						

試條是以傳統方法鑄造以形成一多晶、等軸晶粒組織，並經雙重的熟化熱處理（2 小時/2000°F/氣扇冷卻+20 小時/1600°F/氣扇冷卻）。比較室溫下 0.2%伸長量的抗拉強度（即保證強度，有時誤稱為降伏強度）、室溫最大抗拉強度、伸長量、斷面縮減率，由上述 CM 681 合金所做試條與

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明(14)

傳統鎳基超合金(Mar-M 247)所做試條的試驗數據如表一：

表一

	0.2%PS	最大抗拉強度	伸長量百分比	RA%
CM 681	128.9	162.8	6.9	9.4
Mar-M247	120	140	7	7

[As-Cast+20 hrs/1600°F AC](871°C)

CM 681 與 Mar-M 247 合金在兩組應力負荷/溫度條件下的應力斷裂特性分別如表二及表三所示：

表二

應力斷裂

80Ksi/1550°F[552Mpa/843°C]

	斷裂壽命 hrs.	伸長量的百分比	RA%
CM 681(樣品 1)	102.6	3.2	4.1
CM 681(樣品 2)	151.5	6.2	5.4
MAR-M 247	50	NA	NA

[As-Cast+20 hrs/1600°F AC](871°C)

表三

20Ksi/1900°F[138Mpa/1038°C]

	斷裂壽命 hrs.	延長的百分比	RA%
CM 681(樣品 1)	119.5	3	4.1
CM 681(樣品 2)	115.2	4	3.6
MAR-M 247	60	NA	NA

[As-Cast+20 hrs/1600°F AC](871°C)

表中數據顯示，相較於傳統的鎳基超合金(Mar-M 247)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (15)

本發明合金的等軸結晶鑄造物展現出較佳的抗拉強度與斷裂壽命，同時也展現出相當的伸展量及延展性。

以上述 CM 681 合金鑄造具有細晶等軸結晶組織的渦輪機葉輪輪轂。鑄成之輪轂再經高溫均壓處理以 29ksi/2165°F (200Mpa/1185°C) 加壓 4 小時，再經熱處理 (2 小時/1900°F [1038°C] / 氣扇冷卻 + 20 小時/1600°F [870°C] / 氣扇冷卻)。所得輪轂施以應力斷裂試驗。比較 CM 681 輪轂與 Mar-M 247 輪轂在兩組不同壓力/溫度條件下的應力斷裂特性之試驗結果分別如表四與表五。結果顯示，本發明合金鑄成具有等軸結晶細晶組織的輪轂與傳統鎳基超合金所鑄成輪轂比較具有較佳的應力斷裂特性，同時也顯現出相當的伸長量與延展性。

表四

應力斷裂

80Ksi/1550°F [552Mpa/843°C]

	斷裂壽命 hrs	伸長量百分比	RA%
CM 681(樣品 1)	95.8	3.2	3.4
CM 681(樣品 2)	69.8	3.7	2.8

表五

20Ksi/1900°F [138Mpa/1038°C]

	斷裂壽命 hrs	伸長量百分比	RA%
CM 681(樣品 1)	138.7	4.8	2.1
CM 681(樣品 2)	169.6	7.1	4.3

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(16)

依上列結果，此發明的鎳基超合金可非常有利於使用以鑄造機械元件，比如一渦輪機葉片、渦輪機翼片或整合式渦輪機噴嘴環，具有等軸結晶的晶粒組織。

總結來說，CM 681 與 CM 681 A 兩者均明顯優於 Mar-M 247 的基準。量產選用 CM 681 因其具有大幅改進抗裂縫成長的特性。

上面的敘述僅考慮較佳實施例。熟知技藝人士及製造或使用發明的人士將對發明有所改良。因此，可知圖示及上面所述的實施例僅作為說明目的，並無企圖限制如下列申請專利範圍所定義的發明範圍，並根據專利法的原理解讀(包括相等方針)。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱：

高溫高應變應用下之鎳基
超合金)

一鎳基超合金當其以等軸結晶和/或定向結晶鑄造而具柱狀晶粒組織時，其所顯示在高溫與高應變情況下重要的機械特徵，並顯示出其能增加晶粒界面的強度及延展性同時，亦維持內部細微結構之穩定性，而其所包含成份之重量百分比濃度為，鉻 5-6、鈷 9-9.5、鉬 0.3-0.7、鎢 8-9、鉭 5.9-6.3、鈦 0.05-0.25、鋁 5.6-6.0、銻 2.8-3.1、鈦 1.1-1.8、碳 0.10-0.12、硼 0.010-0.024、銦 0.011-0.020、其餘之成份為鎳及不可免之雜質。這項發明之超合金被使用於製造氣渦輪機的零件，其所顯示出顯著改進低周次疲勞壽命，改進了機翼的高溫應力破斷壽命，特別是減少了壽命週期成本還有更長的使用壽命。

英文發明摘要(發明之名稱：

NICKEL-BASE
SUPERALLOY FOR HIGH
TEMPERATURE, HIGH
STRAIN APPLICATION)

A nickel-base superalloy that exhibits outstanding mechanical properties under high temperature and high strain conditions when cast in an equiaxed and/or directionally solidified, columnar grain structure, and which exhibits increased grain boundary strength and ductility while maintaining microstructural stability includes, in percentages by weight, 5-6 chromium, 9-9.5 cobalt, 0.3-0.7 molybdenum, 8-9 tungsten, 5.9-6.3 tantalum, 0.05-0.25 titanium, 5.6-6.0 aluminum, 2.8-3.1 rhenium, 1.1-1.8 hafnium, 0.10-0.12 carbon, 0.010-0.024 boron, 0.011-0.020 zirconium, with the balance being nickel and incidental impurities. The superalloys of this invention are useful for casting gas turbine engine components exhibiting significantly improved low cycle fatigue life, improved airfoil high temperature stress rupture life, significantly reduced life cycle cost, and longer useful life.

(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

1. 一種高溫高應變應用下之鎳基超合金，其所包含的重量百分比組成為，鉻 5-6、鈷 9-9.5、鉬 0.3-0.7、鎢 8-9、鉭 5.9-6.3、鈦 0.05-0.25、鋁 5.6-6.0、銻 2.8-3.1、鉛 1.1-1.8、碳 0.10-0.12、硼 0.010-0.024、銨 0.011-0.020，其餘成份為鎳以及不可免的雜質。

2. 如申請專利範圍第 1 項之鎳基超合金，其中鈦的重量百分比濃度為 0.10-0.20。

3. 如申請專利範圍第 1 項之鎳基超合金，其中鉻的重量百分比濃度為 5.0-5.8。

4. 如申請專利範圍第 1 項之鎳基超合金，其中鉬的重量百分比濃度為 0.4-0.6。

5. 如申請專利範圍第 1 項之鎳基超合金，其中鎢的重量百分比濃度為 8.1-8.7。

6. 如申請專利範圍第 1 項之鎳基超合金，其中鉛的重量百分比濃度為 1.2-1.7。

7. 如申請專利範圍第 1 項之鎳基超合金，其所包含的重量百分比組成為，鉻 5.5、鈷 9.3、鉬 0.5、鎢 8.4、鉭 6.1、鈦 0.15、鋁 5.7、銻 2.9、鉛 1.5、碳 0.11、硼 0.018、銨

(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

0.013，其餘成份為鎳以及不可避免的雜質。

8. 一種來自鎳基超合金所準備之鑄造物，其包含的重量百分比組成為，鉻 5-6、鈷 9-9.5、鉬 0.3-0.7、鎢 8-9、鉭 5.9-6.3、鈦 0.05-0.25、鋁 5.6-6.0、鎳 2.8-3.1、鉛 1.1-1.8、碳 0.10-0.12、硼 0.010-0.024、銦 0.011-0.020，其餘成份為鎳以及不可避免的雜質。

9. 如申請專利範圍第 8 項之鑄造物，其中鈦的重量百分比濃度為 0.10-0.20。

10. 如申請專利範圍第 8 項之鑄造物，其中鉻的重量百分比濃度為 5.0-5.8。

11. 如申請專利範圍第 8 項之鑄造物，其中鉬的重量百分比濃度為 0.4-0.6。

12. 如申請專利範圍第 8 項之鑄造物，其中鎢的重量百分比濃度為 8.1-8.7。

13. 如申請專利範圍第 8 項之鑄造物，其中鉛的重量百分比濃度為 1.2-1.7。

14. 如申請專利範圍第 8 項之鑄造物，其鑄造物的部分有一

(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

等軸結晶的細微晶粒組織，而鑄造物的其它部分有一定向結晶的柱狀晶粒組織。

15. 如申請專利範圍第 8 項之鑄造物，其所包含的重量百分比組成為，鉻 5.5、鈷 9.3、鉬 0.5、鎢 8.4、鉭 6.1、鈦 0.15、鋁 5.7、銻 2.9、鉛 1.5、碳 0.11、硼 0.018、銨 0.013，其餘成份為鎳以及不可免的雜質。

16. 如申請專利範圍第 14 項之鑄造物，其所包含的重量百分比組成為，鉻 5.5、鈷 9.3、鉬 0.5、鎢 8.4、鉭 6.1、鈦 0.15、鋁 5.7、銻 2.9、鉛 1.5、碳 0.11、硼 0.018、銨 0.013，其餘成份為鎳以及不可免的雜質。

17. 如申請專利範圍第 8 項之鑄造物，其鑄造物為一渦輪機葉輪且有一整合鑄造式葉片，其葉片有一定向結晶的柱狀晶粒組織，且輪轂或圓盤的部分有一等軸結晶的細微晶粒組織。

18. 如申請專利範圍第 8 項之鑄造物，此鑄造物依傳統的方法鑄成並包含一多晶之等軸結晶的晶粒組織。

19. 如申請專利範圍第 18 項之鑄造物，其所包含的重量百分比組成為，鉻 5.5、鈷 9.3、鉬 0.5、鎢 8.4、鉭 6.1、鈦 0.15、鋁 5.7、銻 2.9、鉛 1.5、碳 0.11、硼 0.018、銨 0.013，

(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

其餘成份為鎳以及不可避免的雜質。

20. 如申請專利範圍第 18 項之鑄造物，其鑄造物為一渦輪機葉片或渦輪機翼片、或一整合式渦輪機噴嘴環。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

公告本

9年11月9日修(更)正本

煩請委員明示年 月 日
所提之修正本如無超出原說明書
或圖式所揭露之範圍

申請日期	90.6.12
案 號	90114115
類 別	C22C19/00

(以上各欄由本局填註)

PU-034/0002

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	高溫高應變應用下之鎳基超合金
	英 文	NICKLE-BASE SUPERALLOY FOR HIGH TEMPERATURE, HIGH STRAIN APPLICATION
二、發明 創作人	姓 名	(1) 肯尼士·海瑞斯 Kenneth Harris
	國 籍	(1) 美國
	住、居所	(1) 美國密西根州 49443 春湖市福爾波特街 18846 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商·肯納馬斯凱根股份有限公司 Cannon-Muskegon Corporation
	國 籍	美國 US
	住、居所 (事務所)	美國密西根州 49443 馬斯凱根市林肯街 2875 號
	代 表 人 姓 名	肯尼士·海瑞斯 Kenneth Harris

裝

訂

線