

申請日期	87.12.3
案號	87120095
類別	C3C4

A4
C4

408191

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明名稱	中文	轉子葉片之末梢的熱噴塗方法
	英文	THERMAL SPRAY COATING PROCESS FOR ROTOR BLADE TIPS
二、發明人	姓名	(1)保羅 H. 扎丘司基 (2)阿豐索·戴茲 (3)梅爾文·佛瑞林 (4)約翰 F. 拉里
	國籍	美國
三、申請人	住、居所	(1)美國康乃狄克州安費爾德市鹿田圓環9號 (2)美國康乃狄克州佛隆市威爾伍德圓環46號 (3)美國康乃狄克州西哈特福特市老田路40號 (4)美國康乃狄克州安斯頓市金尼路185號
	姓名 (名稱)	美商·聯合技術股份有限公司
三、申請人	國籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國康乃狄克州哈特福特市聯合科技大樓
三、申請人	代表人姓名	約翰·史威托夏



經濟部中央標準局員工消費合作社印製

裝訂線

五、發明說明(1)

相關申請案之交叉參考

本案係有關下列同在審查中之美國專利申請案，各案皆與本案同一日提出申請且同樣讓與本案受讓人：美國專利申請案第EH-10120號，名稱“熱鍍敷組合物”，申請人Freling等；美國申請案第EH-10095號，名稱“用於定位迴轉機機翼之工具總成”，申請人Zajchowski及Diaz；美國申請案第EH-10117號，名稱“保護機翼表面之防護罩及方法”；申請人Zajchowski及Diaz；及美國申請案第EH-10118號，名稱“施用鍍層於流導向總成梢端之方法”，申請人Zajchowski及Diaz。

技術領域

本發明係關於一種以控制方式施用熱噴鍍層於底材之方法，特別係關於施用複數鍍層於燃氣渦輪引擎轉子葉片末梢。

先前技術

大型燃氣渦輪引擎廣用於飛機動力裝置及地面動力產生。此種大型燃氣渦輪引擎屬於軸流式，包括壓縮機部，燃燒器部及渦輪部，而壓縮機部之前方通常為風扇部。工作介質氣體之環流路徑通常係於軸向方向延伸貫穿引擎之各部。風扇、壓縮機、及渦輪部各部包含附屬圓盤安裝於軸上，附有複數機翼形葉片輻射狀凸出。中空機殼環繞各引擎部。複數固定輪葉定位於各圓盤間，且由罩住圓盤的機殼總成向內凸起。

當工作介質氣體沿軸向流動，風扇、壓縮機、及渦輪

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

求

五、發明說明 (2)

部各部作動期間，其交替接觸運動中的葉片及固定輪葉。於風扇及壓縮機部，空氣被壓縮，而壓縮空氣合併燃料於燃燒部內燃燒產生高壓高溫氣體。然後工作介質氣體流經渦輪部，於此處藉由使有葉片的渦輪圓盤旋轉提取出能量。部份能量用於作動壓縮機部及風扇部。

能量效率有相當程度係取決於減少氣流滲漏而獲得氣流與活動機翼及固定機翼間之交互作用。主要無效原因為氣體透過壓縮機葉片梢端，介於葉片梢端間及引擎機殼滲漏。如此，藉由減少滲漏提高效率的手段益發重要。雖然緊密公差配合可藉由將葉片梢與引擎殼製作成匹配極為緊密的公差範圍獲得，但此種製法成本極高且耗時。又，當藉由匹配葉片梢與引擎殼形成的總成，例如於使用中暴露於高溫環境與旋轉力時，葉片梢與引擎殼部件的膨脹係數不同，因而使餘隙間隔增減。餘隙顯著減少，導致葉片與機殼接觸，二部件間之磨擦生熱，引起溫度顯著增高且可能損壞一或二部件。它方面，餘隙間隔加大可能使氣體由壓縮機輪葉於機殼間逃逸，因而降低效率。

一種提高效率的辦法係施用適當可磨蝕材料鍍層於壓縮機殼內面，該材料當被磨蝕時可介於葉片梢與機殼間形成通道。葉片梢與機殼間之滲漏限於通道內的氣流。曾經採用多種鍍敷技術，來以可磨蝕鍍層鍍敷壓縮機殼之內部直徑，該鍍層可有壓縮機葉片的摩擦，由於壓縮機葉片的摩擦接觸而被磨耗，提供葉片梢可前進的緊密配合通道。如此，當經鍍敷的總成受到高溫與高應力環境時，葉片機

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

錄

五、發明說明(3)

殼可能膨脹或收縮，而未導致葉片梢與機殼間的顯著漏氣。

但，重要地係葉片梢當接觸施用於壓縮機殼內面的鍍層時不可劣化。為了提高抵靠可磨蝕封摩擦的葉片梢之耐久性，磨蝕層偶爾藉多種方法施用於葉片梢端面。例如，參照Rutz等之美國專利第4,802,828號，提示若干提供磨蝕層於葉片梢之技術，包括粉體冶金技術、電漿噴塗技術及電鍍技術；Schaefer等之美國專利第4,735,656號，教示藉由母質金屬經過控制的熔化與固化而施用含陶瓷微粒之磨蝕材料於金屬母質；或Schaefer等之美國專利第4,851,188號，教示燒結工作用於施用磨蝕層於超合金燃氣渦輪葉片梢端。

電漿噴塗器件及技術乃沉積保護性鍍層於基底材料業界人士眾所周知。一種已知器件說明於Siebein等之美國專利第3,145,287號，名稱“電漿焰產生器及噴槍”。根據Siebein等之專利案的教示，電漿生成性氣體於電弧周圍形成一鞘套。氣體鞘套縮窄，並延長電弧遠離噴嘴。氣體被轉成電漿態，呈熱電漿流離開電弧及噴嘴。粉末被注入熱電漿流，及被推送至待鍍敷之底材表面。

Coucher之美國專利第3,851,140號，名稱“施用鍍層與底材之電漿噴槍之方法”及Muehlberger之3,914,573，名稱“藉由於電漿流以行進1至行進3速度投射鍍敷熱軟化粒子”揭示同時鍍敷技術。

儘管已經存在有前述技術，但科學家及工程師仍然於

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

水

五、發明說明(4)

申請人之受讓人的指導下研究開發，尋求改良施用熱噴鍍層至燃氣渦輪引擎底材之方法。特別，尋求改良使用電漿噴鍍器件熱噴鍍之施用時間，以及獲得一種可忍受影響噴鍍的多種流參數變化之方法。

發明揭示

根據本發明，以控制方式施用噴鍍至燃氣渦輪引擎轉子葉片梢端之方法，包括設置轉子葉片於以一軸為軸迴轉的夾具，於可推進鍍敷介質之裝置內形成軟化鍍敷介質粒子噴霧，及藉由以該轉軸為軸迴轉轉子葉片梢端，並使葉片通過軟化鍍材之粒子噴霧，於葉片梢端各次通過噴霧時沉積鍍層於各轉子葉片上因而鍍敷轉子葉片梢端，鍍敷製程參數之變化展開於多片葉片上。

根據本發明，該方法包括形成軟化鍍敷介質粒子噴霧，噴霧之周邊寬度至少等於葉片周邊寬度。

根據本發明，該方法包括於鍍敷期間加熱轉子葉片梢端及夾具至升高溫度之步驟。

根據本發明之特殊具體例，該方法包括於周邊定位葉片與夾具，夾具可以轉軸為軸迴轉，而使葉片梢端之毗鄰各點接近大致平行葉片梢端於工作引擎旋轉面之旋轉面。

根據本發明之特定具體例，該方法包括下述步驟，平移形成與推進噴鍍裝置如噴槍介於第一與第二位置間，而其方向大致平行夾具之旋轉面，因而允許熱噴鍍薄層於每次葉片梢端通過噴槍前方時沉積於梢端，累積數層，結果獲得有垂直為小裂痕的直條結構。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(5)

本發明之一大特點係葉片之旋轉中的夾具與形成且推進鍍敷介質之裝置間的相對運動。另一特點係將葉片設置於夾具上迴轉，故葉片梢接受鍍層各點形成以夾具轉軸為軸的圓。一具體例中，夾具迴轉而使葉片梢毗鄰各點形成一旋轉面，該面大致平行葉片梢於工作引擎中將經歷的旋轉面。另一特點為介於第一與第二位置間平移形成與推進噴鍍裝置之步驟。一具體例中，噴鍍裝置係於大致平行夾具迴轉面方向移動。另一特點為藉由葉片通過噴鍍裝置前方且通過電漿氣流而加熱葉片至最適溫度。另一特點為藉由葉片通過軟化鍍敷介質粒子噴霧而沉積鍍敷介質。另一特點係藉由於各鍍層獨立沉積之後，移動葉片遠離噴槍使葉片冷卻。另一特點為當葉片旋轉離開噴槍時經由導引獨立冷空氣源至葉片梢端而冷卻葉片。另一特點為於葉片再度進入電漿氣流之前，使用獨立熱源加熱葉片。本發明之另一特點為使用控制製程參數來施用多層鍍層。此等參數包括夾具對提供鍍層裝置(例如噴槍)之相對速度，噴槍至葉片梢端距離，鍍敷粉末進給速率，電漿氣流流量，及噴槍功率。

本發明之主要優點為施用於轉子葉片梢端之鍍層品質，該品質係來自於對可影響推進至梢端之粒子流之多種製程參數之任何變化平均分布於多片轉子葉片獲得。結果，本發明之鍍敷方法比僅允許該變化出現於單一葉片之方法，對製程變化較不敏感。另一優點為由於使用控制參數故獲得可再現且可信賴的方法。此種方法可用於重覆施加

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(6)

鍍層於底材表面上。

另一優點為於特定時間內施用鍍層於大量葉片表面之施用容易及施用速度，其原因在於可配合多片輪葉之夾具大小及方法。使用可配合多片輪葉之夾具，可使固定時間減少。本發明之具體例之另一優點為無需使用額外底材加熱裝置來施用鍍層之底材。鍍層沉積期間，最佳需要熱量由電漿氣體及熔化的鍍粉傳遞給底材。轉子葉片於鍍敷過程不會過熱。結果，可未改變底材之顯微結構或性質而鍍敷轉子葉片。

本發明之前述及其它目的、特點及優點鑑於後文進行本發明之最佳模式之細節說明以及示例說明本發明之具體例之附圖將顯然易明。

圖式之簡單說明

第1圖為顯示本發明方法之流程圖。

第2圖為部份透視圖，以示意方式顯示本發明使用之夾具與推進粒子裝置間之關係，該裝置可推進粒子於設置於夾具的轉子葉片陣列梢端。

第3圖為沿第2圖線3-3所取之放大圖，顯示電漿噴霧與轉子葉片陣列梢端間之關係。

實施本發明之最佳模式

第2圖顯示形成於推進鍍敷介質粒子裝置與夾具之示意代表圖。複數旋轉中的葉片如壓縮機葉片10設置於筒形夾具12。夾具有一轉軸A₁。夾具配合大量葉片，至完整各階葉片。夾具直徑為18至36吋(457至914毫米)，較佳約20

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

束

五、發明說明(7)

至28吋(508至711毫米)而接近引擎流徑大小。大尺吋夾具可配合全部葉片。選擇一夾具其定位葉片於距離轉軸 A_1 之半徑等於工作半徑，確保葉片梢端位置密切接近引擎半徑。

各轉子葉片有一根部及一平臺。機翼由平臺伸展，並止於梢端。各機翼有一前緣及一尾緣。一抽取面及一加壓面介於二緣間伸展。葉片係定向成葉片梢端各點以夾具轉軸為軸形成一圓圈。葉片梢端面對夾具向外方向。

噴鍍裝置14表示之推進粒子朝向葉片梢端之裝置緊密鄰近夾具。噴鍍裝置包括噴槍16位於筒形夾具外徑而沉積各層。噴槍相對於夾具以不同方向平移。噴鍍裝置形成包括熔融粒子如熔融氧化鋁粒子之熱電漿，其於熱電漿氣流中被推進朝向設置於夾具的葉片。

一具體例中，葉片位於夾具，葉片梢端各點形成之旋轉面大致平行葉片梢端於工作引擎中將經歷的旋轉面。當葉片轉動時，噴槍係於大致平行夾具旋轉面之方向上下運動，循序鍍敷各葉片。

磨蝕鍍層之沉積厚度隨底材用途而定。於壓縮機及電刷密封用途，磨蝕層厚度為5至40密耳(0.13至1.02毫米)。

第3圖為沿第2圖線3-3所取放大圖，顯示由形成於噴霧粒子裝置推進電漿噴霧與設置於夾具之葉片梢端間之關係。噴霧之周寬係由葉片周寬至葉片周寬10倍之範圍。如此，使待沉積之噴鍍層均勻沉積於葉片機翼之抽取面及壓力面上。過噴現象為業界已知，即使直接噴鍍於固定的葉

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

束

五、發明說明(8)

片梢端也會出現。但，本發明方法之過噴比先前技術方法之過噴可鍍敷更大機翼表面積且更均勻。過噴至機翼表面可使噴鍍層於葉片上之黏著更佳。鍍層於前後緣不易剝落，原因為藉由過噴及施用鍍層至葉片前後緣，以及施用至抽取面及壓力面的連續面積以及梢端本身，可獲得更為耐久的葉片梢端。

本發明之加工步驟控制為可產生垂直顯微裂隙(大致垂直黏合塗層面)且對變數如噴槍類型及夾具幾何具有特异性。垂直顯微裂縫可能延伸貫穿頂鍍層之黏合鍍層。垂直顯微裂縫不會延伸至底材本身。加工步驟包括選擇某些參數。此等參數包括以預選速度迴轉夾具，噴槍相對底材夾角，以預選橫向速度移動噴槍，加熱底材至預選溫度，以預選速率注入鍍粉，及以預選流速流動載氣及電漿氣體。此等參數皆影響鍍層結構，因此需調整來獲得壓縮機葉片或其它底材的均勻鍍層。一般而言，發現噴槍至底材之噴霧距離近加上相對高噴槍動力可獲得鍍敷結構之預定垂直分段或顯微裂縫。此處所述參數可修改用於F-4型號空氣電漿噴槍，購自電漿技術公司，現在由於紐約衛斯伯利設廠的Sulzer Metco供給，以及依據底材配置選用多種直徑的筒形夾具。各種參數可隨使用不同噴槍及/或夾具改變。如此，此處所述參數可做為對不同工作條件選擇適當參數的指南。

控制性施用噴塗方法之流程圖示於第1圖，包括多種交互關聯步驟，始於設置葉片，其具有乾淨暴露的葉片梢

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

人

五、發明說明(9)

端，及典型藉由罩蓋保護的機翼及根部表面。施用磨蝕層之前需進行習知葉片梢端的清潔與準備。本發明中，例如使用附圖所示之葉片梢端，葉片梢端面經過清潔與粗化而增進隨後施用的鍍敷材料的黏著。此種清潔包括機械磨蝕例如透過蒸氣或空氣爆噴型方法使用乾磨蝕粒子或液體承載磨蝕粒子衝擊表面。

表面清潔前，葉片適合如美國申請案第EH-10117號所示罩蓋，該案名稱“保護機翼面之防護罩及方法”，申請人Zajchowski及Diaz，併述於此以供參考。

該方法包括朝向葉片梢端推進軟化黏結鍍敷介質粒子噴霧。推進鍍敷介質之步驟包括於噴鍍裝置內形成軟化黏結鍍敷介質粒子噴霧。此步驟包括將黏結鍍粉及載氣流入高溫電漿氣流。於電漿氣流中，粉末粒子經熔化，並朝向底材加速。通常，粉末進給速率調整為可獲得黏結鍍敷的一致性及其鍍敷量。黏結鍍粉之進給速率為30至55克/分鐘。載氣流(氫氣)用於維持粉末加壓及輔助粉末進給。載氣流速為4至8標準立方尺/小時(scfh)(1.9至3.8標準升/分鐘(SLM))。標準條件於此處定義為約室溫(77度F)及約一大氣壓(760 mmHg)(101kPa)。

組成電漿氣流之氣體包含主要氣體(氫氣)及次要氣體(氬氣)。氬氣也用做次要氣體。噴槍之主要氣體流速為75至115 scfh(35至54 SLM)，而次要氣體流速為10至25 scfh(4.7至12 SLM)。噴槍功率通常為30至50 KW。

則製程包括由葉片梢端介於第一與第二位置間平移軟

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (10)

化黏結鍍敷介質之噴霧約4至6吋(102至152毫米)距離。一具體例中，噴鎗係於大致垂直夾具旋轉面方向移動。黏結鍍敷沉積期間噴鎗橫向速度為6至12吋/分鐘(152至305毫米/分鐘)。

又，該方法包括藉由以轉軸為軸旋轉夾具而使葉片通過軟化黏結鍍敷介質粒子的噴霧。此步驟包括藉由使葉片通過噴鎗及熱電漿氣流前方加熱熱片至200至450度F溫度。葉片通過軟化黏結鍍敷介質粒子噴霧也包括藉由轉離噴鎗而冷卻葉片及沉積的鍍層。葉片之額外冷卻可藉由導引冷空氣流或冷卻噴射至葉片或夾具上達成。也可設置獨立熱源而於葉片進入鍍敷介質粒子噴霧前加熱葉片。獨立熱源允許控制葉片溫度而無需調整噴鎗來提供加熱。特別，於黏結鍍敷沉積期間，筒形夾具係以20至75 rpm速度旋轉，依據底材直徑而定。葉片表面速度為125至300表面呎/分鐘(sfpm)。

然後鍍敷方法包括形成軟化頂鍍敷介質粒子噴霧。此步驟包括使頂鍍粉及載氣流入高溫電漿氣流內。通常，粉末進給速率調整而獲得足夠混合可覆蓋底材，但又不會過高而減少熔化及形成裂縫。頂部份之進給速率為15至40克/分鐘。載氣流(氫氣)用於維持粉末加壓，並輔助粉末進給。流速為4至8標準立方尺/小時(scfh)(1.9至3.8 SLM)。如前述，此處定義之標準條件為約室溫(77度F)及約一大氣壓(760 mmHg)(101kPa)。

形成軟化頂鍍敷介質粒子噴霧步驟包括以夾角方向注

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

本

五、發明說明(11)

入頂鍍敷粉末，因而其對粉末提供一種速度成份係與朝向旋轉中的夾具的電漿流向相反。注入角度於垂直夾具轉軸平面上之投影為65至85度。注入角係用於將頂鍍粉進一步送返電漿，如此提高粉末於電漿氣流之駐留時間。延長於電漿氣流的駐留時間可得粉末粒子之更佳熔化。

噴鎗之主要氣流(氬氣)係於50至90 scfh(24至43 SLM)之範圍。同理，噴鎗之次要氣體(氬氣)為10至30 scfh(4.7至14 SLM)。噴鎗功率通常為30至50 KW。

製程進一步包括於大致正交夾具旋轉面方向介於第一與第二位置間以具葉片梢端3至4吋(76至102毫米)距離平移軟化頂鍍敷介質噴霧之步驟。沉積期間通過各部件之噴鎗橫向速度為2至10吋/分鐘(50.8至254毫米/分鐘)。鎗至底材距離可改變意圖維持底材表面與適當溫度。鎗至底材距離接近乃獲得滿意的垂直顯微裂縫所需。

該方法進一步包括葉片通過軟化頂鍍敷介質粒子噴霧之步驟，該步驟係經由以轉軸為軸迴轉夾具，其中該步驟包括使葉片通過噴鎗前方加熱葉片。頂鍍層之施用溫度為施用頂鍍層時於底材測得之溫度。施用溫度為300度F至850度F。依據接受鍍敷之引擎元件大小及待噴霧頂鍍層之底材而定，較佳維持於相當恒定溫度，約為預定溫度之±5%至10%範圍。

葉片通過軟化粒子噴霧步驟包括冷卻葉片之步驟。此外，可使用外在冷卻來控制沉積溫度。

此種方法獲得黏結鍍層及頂鍍層係循序沉積於葉片梢

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

錄

五、發明說明 (12)

端，葉片梢端所在旋轉面大致平行該葉片於工作條件下旋轉時的旋轉面。雖然尚未了解此現象，但相信藉由於大致平行鍍層於工作引擎中之旋轉面的方向每次沉積一層鍍層可達成此現象，該方法由於可於徑向方向產生鍍層之相對均勻顯微裂縫故較佳。如此導致工作條件下鍍敷結構可應力相對均勻。

黏結鍍敷介質提供抗氧化鍍層。典型黏結鍍材為鎳-鋁合金。但，黏結鍍敷介質另外包含McrAlY或其它抗氧化材料。

使用的頂鍍敷介質主要包括11至14 wt.% 鈮氧及差額主要為鋁氧。頂鍍敷組合物含高鈮氧含量可獲得改良之抗蝕性，及頂鍍敷陶瓷材料之較佳熱安定性。頂鍍敷材料之安定性改良減少材料片落的可能。如此，底材保持不受周圍環境條件之硫化物及鹽類的腐蝕影響。

又，頂鍍材之高鈮氧含量可使材料比使用較低鈮氧含量製備者具有更低導熱率。11至14 wt% 鈮氧之導熱率約為1.15瓦/米-k，比較含7至9 wt% 鈮氧鍍層之導熱率為1.4瓦/米-k。鍍層之導熱率較低於工作引擎摩擦時較優異，此時葉片上的係接觸引擎機殼內面。摩擦產生接觸面之摩擦熱輸入。必須去除此熱量。含11至14重量% 鈮氧之葉片梢端鍍層之低導熱率可使熱由葉片梢端透過對流及輻射傳熱。傳導過程，並未用於去除熱。如此，相信低導熱率可獲得較低底材溫度，原因為鍍層比較含低重量% 鈮氧之組合物鍍敷的基材不會將熱量向下傳導至黏結鍍層，另外傳

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

承

五、發明說明 (13)

導至底材。如此，底金屬基材性質不會如同壓縮機輪葉梢端之例受熱影響，故可保持鍍層之使用較佳。

本發明之一大優點為施用至轉子葉片梢端之鍍層品質，其來自於該方法可將會影響推送至梢端之粒子流之多種製程流參數的變化均勻分配於多片轉子葉片故。由於夾具的旋轉，使多片葉片通過軟化鍍敷介質噴霧。流動參數之任何變化，例如噴霧強度、溫度、組成及粉末至噴霧的進給係於變化期間分配通過噴霧的多片葉片。如此，確保單一轉子葉片梢端不會接受鍍層的全部變化。結果，本發明之鍍敷過程比較使用固定夾具，其中全部變化僅沉積於同一葉片上，可提供更均勻的鍍層且對製程變化之敏感度減低。又，鍍層係施用於約略平行轉子葉片梢端於軸附近位置。藉由選擇夾具其可使梢端位在距離轉軸 A_r 半徑的距離，該距離等於工作半徑，如此確保梢端所在位置相當接近引擎半徑。結果，鍍層大致平行夾具轉軸，及鍍層粗略遵循當鍍層於引擎工作時將經歷的旋轉面。相信鍍層的定向有助於鍍層性能。

另一優點係由於製程可再現且可靠，其係來自於使用控制參數。此方法可用於施用黏結鍍層於底材表面或頂鍍層至黏結鍍層表面。

另一優點為於指定時間容易施用以及鍍層施用於大量葉片表面的速度，其係來自於可配合多片葉片之夾具及製程大小。使用可配合多片葉片的夾具，可縮短固定時間。某些具體例中，可鍍敷葉片之各階。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

夾

五、發明說明 (14)

本發明之另一優點為未使用底材之額外加熱裝置及可施用鍍層至底材。鍍層沉積過程中，最佳需要量之熱量透過電漿氣體及熔融鍍粉傳遞給底材。鍍敷過程轉子葉片不會過熱。結果，轉子葉片可被鍍敷而未改變底材之顯微結構或性質。

下列例中，僅說明前述最佳模態實務。F-4型號空氣噴槍購自電漿技術公司，今日由設廠於紐約衛斯伯利之 Sulzer Metco 供給，用於全部各例。

實例 I

本發明實務中，小型鎳轉子葉片設置於直徑 24 吋 (610 毫米) 之夾具。

為了施用黏結鍍層，噴槍功率為約 35 KW。黏結鍍粉之進給速率為 45 克/分鐘。主要氣體 (氫氣) 流速為 95 scfh (45 SLM) 及次要氣體 (氫氣) 流速為 18 scfh (8.5 SLM)。噴槍設置為具葉片梢面 5.5 吋 (140 毫米)。夾具轉速為 40 rpm，而噴槍橫向速率為 9 吋/分鐘 (229 毫米/分鐘)。

用於施用頂鍍層，電漿噴槍功率為約 44 KW。頂鍍粉進給速率為 22 克/分鐘。主要氣體 (氫氣) 流速為 67 scfh (32 SLM) 及次要氣體 (氫氣) 流速為 24 scfh (11 SLM)。噴槍設置於距離葉片梢面 3.25 吋 (83 毫米)。夾具轉速為 30 rpm，而噴槍橫向速率為 6 吋/分鐘 (152 毫米/分鐘)。施用頂鍍層期間之葉片溫度為 600 ± 25 度 F。

黏結鍍敷組合物為 95 wt% 鎳及 5 wt% 鋁。此種組合物可獲得黏結鍍層黏著於葉片梢端。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

人

五、發明說明 (15)

頂鍍層為12 wt% 鈮氧及差額主要為銻氧。鍍敷方法及鍍層組成獲得所需結構具有垂直顯微裂縫沉積於葉片梢端。垂直顯微裂縫延伸貫穿頂鍍層至黏結鍍層。

實例II

本發明中，鈦轉子葉片大小為實例I使用葉片之兩倍，葉片設置於直徑24吋(610毫米)之夾具。

為了施用黏結鍍層，噴鎗功率為約34 KW。黏結鍍粉之進給速率為45克/分鐘。主要氣體(氫氣)流速為95 scfh(45 SLM)及次要氣體(氫氣)流速為18 scfh(8.5 SLM)。噴鎗設置為具葉片梢面5.5吋(140毫米)。夾具轉速為40 rpm，而噴鎗橫向速率為9吋/分鐘(229毫米/分鐘)。

用於施用頂鍍層，電漿噴鎗功率為約44 KW。頂鍍粉進給速率為22克/分鐘。主要氣體(氫氣)流速為67 scfh(32 SLM)及次要氣體(氫氣)流速為24 scfh(11 SLM)。噴鎗設置於距離葉片梢面3.25吋(83毫米)。夾具轉速為30 rpm，而噴鎗橫向速率為6吋/分鐘(152毫米/分鐘)。施用頂鍍層期間之葉片溫度為 425 ± 25 度F。

黏結鍍敷組合物為95 wt% 鎳及5 wt% 鋁。此種組合物可獲得黏結鍍層黏著於葉片梢端。

頂鍍層為12 wt% 鈮氧及差額主要為銻氧。鍍敷方法及鍍層組成獲得所需結構具有垂直顯微裂縫沉積於葉片梢端。垂直顯微裂縫延伸貫穿頂鍍層至黏結鍍層。

實例III

本發明中，大型鈦轉子葉片其尺寸為實例I使用葉片

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

本

五、發明說明 (16)

之三倍，設置於直徑34吋(864毫米)之夾具。

為了施用黏結鍍層，噴鎗功率為約35 KW。黏結鍍粉之進給速率為45克/分鐘。主要氣體(氫氣)流速為95 scfh(45 SLM)及次要氣體(氫氣)流速為18 scfh(8.5 SLM)。噴鎗設置為具葉片梢面5.5吋(140毫米)。夾具轉速為40 rpm，而噴鎗橫向速率為9吋/分鐘(229毫米/分鐘)。

用於施用頂鍍層，電漿噴鎗功率為約44 KW。頂鍍粉進給速率為22克/分鐘。主要氣體(氫氣)流速為67 scfh(32 SLM)及次要氣體(氫氣)流速為24 scfh(11 SLM)。噴鎗設置於距離葉片梢面3.25吋(83毫米)。夾具轉速為22 rpm，而噴鎗橫向速率為2吋/分鐘(51毫米/分鐘)。施用頂鍍層期間之葉片溫度為 325 ± 25 度F。

黏結鍍敷組合物為95 wt% 鎳及5 wt% 鋁。此種組合物可獲得黏結鍍層黏著於葉片梢端。

頂鍍層為12 wt% 鈮及差額主要為鋯。鍍敷方法及鍍層組成獲得所需結構具有垂直顯微裂縫沉積於葉片梢端。垂直顯微裂縫延伸貫穿頂鍍層至黏結鍍層。

雖然已經參照詳細具體例顯示及說明本發明，但業界人士需了解可未悖離本發明之精髓及範圍，就形式及細節上做出多種變化。

元件標號對照

10...壓縮機葉片	14...噴鍍裝置
12...夾具	16...噴鎗

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

四、中文發明摘要(發明之名稱：轉子葉片之末梢的熱噴塗方法)

敘述一種以控制方式施加熱噴鍍於底材之方法。該方法包括設置轉子葉片於以一軸為軸迴轉的夾具，形成軟化鍍敷介質之粒子，噴霧於裝置用於推進鍍敷介質朝向葉片末梢，及經由使葉片通過鍍敷介質粒子噴霧而鍍敷葉片末梢。開發多種製程細節包括製程參數。

英文發明摘要(發明之名稱：THERMAL SPRAY COATING PROCESS FOR ROTOR BLADE TIPS)

A process for controllably applying thermal spray coating onto substrates is described. The process includes positioning rotor blades in a fixture rotatable about an axis, forming a spray of particles of softened coating medium in an apparatus for propelling the coating medium towards the blade tips and coating the blade tips by passing the blades through the spray of particles of coating medium. Various process details, including process parameters, are developed.

(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. 一種施用熱鍍層至燃氣渦輪引擎轉子葉片梢端之方法，該轉子葉片具有梢端、機翼及根部，機翼具有前緣、尾緣、抽取面及壓力面延伸介於二緣間，該方法包含下列步驟：
 - a) 設置具有暴露，清潔梢端之葉片於可旋轉夾具之圓周方向；
 - b) 推進軟化鍍敷介質粒子噴霧，及包括下列步驟：
形成具有周寬至少為葉片周寬大小之粒子噴霧；
 - c) 藉由以轉軸為軸旋轉夾具而使葉片通過軟化鍍敷材料之粒子噴霧其中各層鍍敷介質循序沉積於葉片梢端，而鍍敷製程之變化展開於多片葉片結果導致於工作條件下均勻穩定的鍍層。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該形成粒子噴霧之步驟中，噴霧之周寬係於葉片周寬大小至葉片周寬之10倍大小範圍。
3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該推進軟化鍍材粒子噴霧之步驟包括軟化鍍敷介質粒子噴霧與葉片梢端之步驟。
4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該方法用於施用黏結鍍層於燃氣渦輪引擎轉子葉片梢端，其包括形成軟化黏結鍍敷介質粒子噴霧之步驟。
5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該方法係用於施用

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

本

六、申請專利範圍

頂鍍層至燃氣渦輪引擎轉子葉片梢端，該方法包括形成軟化頂鍍敷介質粒子噴霧之步驟。

6. 一種施用熱鍍層至燃氣渦輪引擎轉子葉片梢端之方法，該轉子葉片具有梢端、機翼及根部，機翼具有前緣、尾緣、抽取面及壓力面延伸介於二緣間，該方法包含下列步驟：

a) 設置具有暴露，清潔梢端之葉片於可旋轉夾具之圓周方向，其中接受鍍敷介質與葉片梢端各點構成一個以夾具轉軸為軸的圓；

b) 推進軟化黏結鍍層介質粒子噴霧於葉片梢端，其包括下列步驟

形成軟化鍍敷介質粒子噴霧，其中該步驟包括使黏結鍍粉及載氣流進電漿氣流內；

導引軟化黏結鍍敷介質噴霧距葉片梢端4至6吋之距離；

c) 藉由以20至75 rpm之轉速以轉軸為軸旋轉夾具而使葉片通過軟化黏結鍍敷介質之粒子噴霧，其中該步驟包括冷卻葉片；

d) 推進軟化頂鍍層介質粒子噴霧於葉片梢端，其包括下列步驟

形成軟化鍍敷介質粒子噴霧，其中該步驟包括使頂鍍粉及載氣流進電漿氣流內；

導引軟化頂鍍敷介質噴霧距葉片梢端3至4吋之距離；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

本

六、申請專利範圍

e) 藉由以轉軸為軸旋轉夾具而使葉片通過軟化頂鍍敷介質粒子噴霧，其中該步驟包括冷卻葉片；

其中黏結鍍層及頂鍍層循序沉積，因此葉片梢端毗鄰各點構成的旋轉面大致平行於葉片梢端於工作引擎中將經歷的旋轉面，以及任何鍍敷過程之參數變化皆分配於多片葉片上，結果於工作條件下獲得均勻穩定的鍍層。

7. 如申請專利範圍第6項之方法，其中該形成軟化鍍敷介質粒子噴霧之步驟中，噴霧之周寬為葉片周寬大小之1至10倍。
8. 如申請專利範圍第6項之方法，其中該導引軟化鍍敷介質噴霧之步驟包括介於第一與第二位置間平移軟化鍍敷介質噴霧。
9. 如申請專利範圍第6項之方法，其中該等形成軟化鍍敷介質粒子之步驟包括加熱電漿噴鎗至30至50 KW。
10. 如申請專利範圍第6項之方法，其中該形成軟化黏結鍍敷介質之步驟包括藉由加熱主要電漿氣體其具有氣體流速為75至115標準立方呎/小時(scfh)及次要氣體具有氣體流速10至25 scfh產生電漿氣流；及使載有黏結鍍粉之載氣以粉末進給速率為30至55克/分鐘流進電漿氣流。
11. 如申請專利範圍第8項之方法，其中該平移軟化黏結鍍敷介質噴霧之步驟係以6至12吋/分鐘之速率進行。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

人

六、申請專利範圍

12. 如申請專利範圍第6項之方法，其中該葉片通過軟化黏結鍍數粒子噴霧之步驟包括加熱葉片梢端至200至450度F。
13. 如申請專利範圍第6項之方法，其中該形成軟化頂鍍數介質之步驟包括藉由加熱主要電漿氣體其具有氣體流速為50至90 scfh及次要氣體具有氣體流速10至30 scfh產生電漿氣流；及使載有頂鍍粉之載氣以粉末進給速率為15至40克/分鐘流進電漿氣流。
14. 如申請專利範圍第13項之方法，其中該形成軟化頂鍍數介質之步驟包括將頂鍍粉注入電漿氣流之步驟，其進一步包括將注入夾角而對粉末產生速度分力，該分力係與電漿氣流朝向旋轉中夾具的方向相反，注入角投影於垂直夾具轉軸平面為65至85度之範圍，藉此延長頂鍍粉與電漿氣流中之駐留時間。
15. 如申請專利範圍第8項之方法，其中該平移軟化頂鍍數介質噴霧之步驟係以2至10吋/分鐘之速率進行。
16. 如申請專利範圍第6項之方法，其中該葉片通過軟化頂鍍數粒子噴霧之步驟包括加熱葉片梢端至300至850度F。
17. 一種燃氣渦輪引擎葉片，其係經由如申請專利範圍第1項之方法獲得，該方法包含下列步驟：
- a) 設置具有暴露，清潔梢端之葉片於可旋轉夾具之圓周方向；
 - b) 推進軟化鍍數介質粒子噴霧，及包括下列步驟：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

本

六、申請專利範圍

形成具有周寬至少為葉片周寬大小之粒子噴霧；

c) 藉由以轉軸為軸旋轉夾具而使葉片通過軟化鍍敷材料之粒子噴霧；

其中各層鍍敷介質循序沉積於葉片梢端，而鍍敷製程之變化展開於多片葉片結果導致於工作條件下均勻穩定的鍍層。

18. 一種以控制方式施用熱塗層至燃氣渦輪引擎壓縮機葉片之方法，該葉片有一梢端，一機翼及一根部，該機翼有一前緣、一尾緣、一抽取面及一加壓面介於二緣間延伸，該控制方式係使用夾具與噴槍間的相對運動，其中形成具有垂直列裂隙之直條結構，該方法包含下列步驟：

I. 施用黏結塗層至葉片梢端，包括

a) 設置葉片於旋轉夾具周邊，該葉片具有暴露清潔梢端，及機翼有一罩蓋與其它部份之機翼隔開而介於其間流下間隙，其中該等葉片係垂直夾具轉軸方向定向；

b) 推進軟化黏結鍍敷介質粒子噴霧，包括下列步驟

形成軟化黏結鍍敷介質粒子噴霧，包括下列步驟

設置噴槍於距葉片梢端4至6吋距離；

對噴槍供給30至50 KW之動力；

產生電漿氣流，其係經由加熱具有氣體流速75

至115 scfh之主要氣體及具有氣體流速10至25

(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

scfh之次要氣體，及將黏結鍍粉以30至55克/分鐘之進給速率流入電漿氣流；

於噴鎗之電漿氣流軟化黏結鍍粉；

導引軟化黏結鍍層噴霧，其包括下列步驟

藉由以6至12吋分鐘/速率大致平行夾具轉軸方向移動噴鎗而平移軟化黏結鍍層噴霧；

- c) 使葉片通過軟化黏結鍍層粒子噴霧，其係以20至75 rpm速率於大致於葉片於工作引擎中將經歷的旋轉面之相同旋轉面以轉軸為軸旋轉夾具，其包含下列步驟

經由使葉片通過噴鎗前端而同時加熱葉片梢端至200至450度F溫度，及

噴霧黏結鍍層於葉片梢端；

藉由將葉片旋轉遠離噴鎗及使用的噴射冷卻葉片；

- d) 使用黏結鍍層密封罩蓋與葉片機翼部份間之間隙；

- e) 使葉片以循序方式連續通過噴鎗及

- f) 沉積多層黏結鍍層於葉片梢端；

II. 施用頂鍍層至葉片梢端包括

- a) 推進軟化頂鍍層介質粒子噴霧，包括下列步驟

形成軟化頂鍍層介質粒子噴霧，包括下列步驟

重新設置噴鎗於距葉片梢端3至4吋距離；

對噴鎗供給30至50 KW之動力；

(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

將頂鍍粉注入噴鎗電漿內，其進一步包括注入夾角因而對粉末提供速度分力係與電漿氣流朝向旋轉中夾具之流動方向反向，注入角投影於垂直夾具轉軸平面係於65至85度之範圍，其中粉末於電漿氣流之駐留時間延長；

產生電漿氣流，其係經由加熱具有氣體流速50至90 scfh之主要氣體及具有氣體流速10至30 scfh之次要氣體，及將頂鍍粉以15至40克/分鐘之進給速率流入電漿氣流；

於噴鎗之電漿氣流軟化頂鍍粉；

導引軟化頂鍍層噴霧，其包括下列步驟

藉由以2至10吋分鐘/速率大致平行夾具轉軸方向移動噴鎗；

b) 使葉片通過軟化頂鍍粉粒子噴霧，其係以20至75 rpm速率於大致於葉片於工作引擎中將經歷的旋轉面之相同旋轉面以轉軸為軸旋轉夾具，其包含下列步驟

經由使葉片通過噴鎗前端而同時加熱葉片梢端至300至850度F溫度，及

噴霧頂鍍層於葉片梢端；

藉由將葉片旋轉遠離噴鎗冷卻葉片；

c) 循序沉積多層頂鍍層之葉片梢端；

III. 由夾具移開葉片，其中黏結及頂鍍層各層循序沉積因此葉片梢端之毗鄰各點形成旋轉面，其大致平行

(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

葉片梢端於工作引擎將經歷的旋轉面，以及鍍敷過程參數之任何變化展開於設置於夾具的多片葉片上因而於工作條件下獲得均勻穩定的鍍敷。

19. 如申請專利範圍第18項之方法，其中該頂鍍敷介質具有改良之防蝕性，係由11至14重量%鈮氧及差額主要為鋳氧組成。

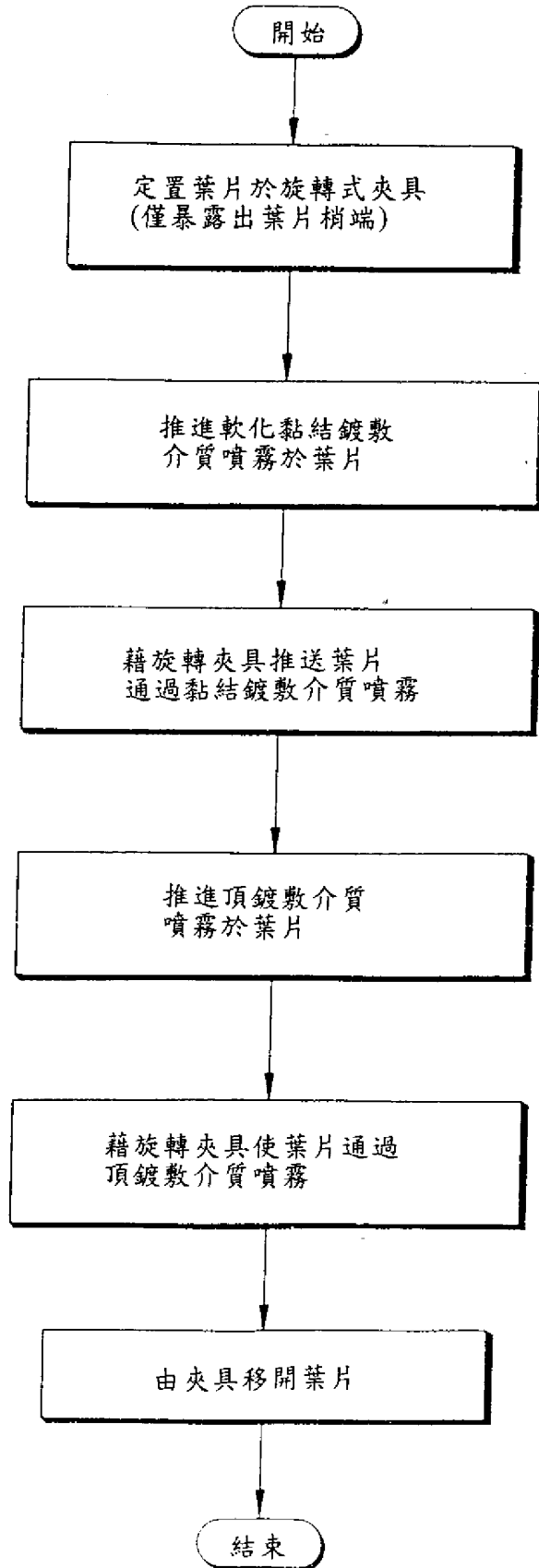
(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

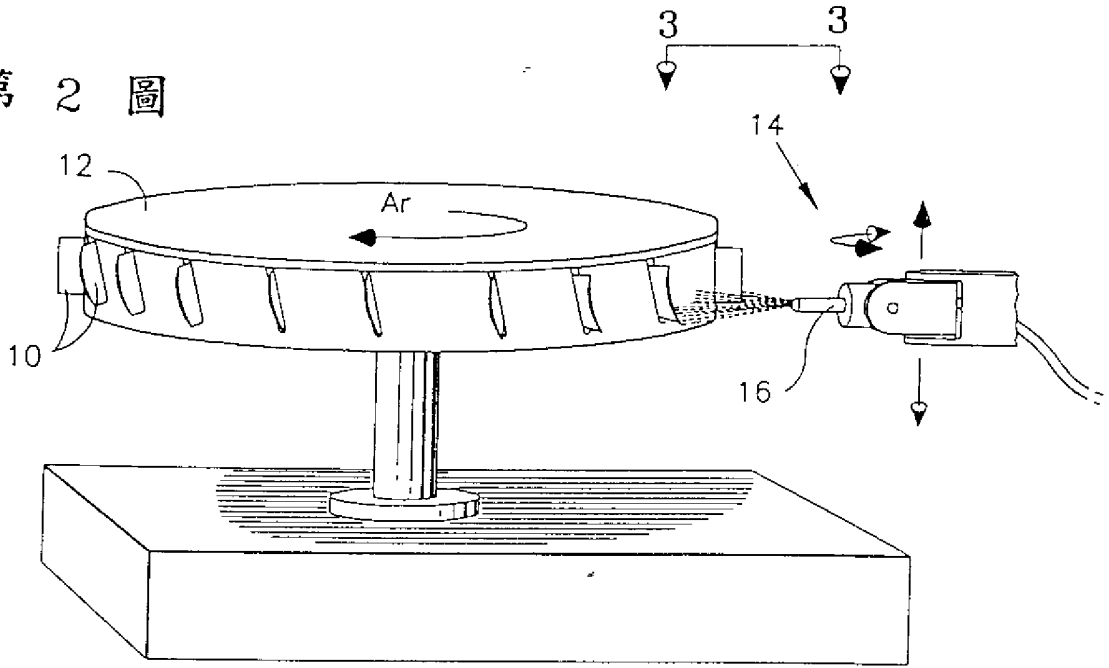
訂

天

第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖

