

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：P6142833

※ 申請日期：P6.11.13

※IPC 分類：B23Q 3/06
B23Q 4/12
B23Q 4/14

一、發明名稱：(中文/英文)

用於工件等溫乾切削及組件夾具之裝置、系統及方法

APPARATUS, SYSTEMS AND METHODS FOR WORK PIECE

ISOTHERMAL DRY MACHINING AND ASSEMBLY FIXTURES

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

羅伯特 M 簡森 / JENSEN, ROBERT M.

代表人：(中文/英文)

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國 華盛頓州 98360 奧汀市 東 212 大道 17813 號

17813 212th Avenue East, Orting, WA 98360, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 / U.S.A.

三、發明人：(共 1 人)

姓名：(中文/英文)

羅伯特 M 簡森 / JENSEN, ROBERT M.

國籍：(中文/英文)

美國 / U.S.A.

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，
其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國、2006.11.13、60/865,537
2. 美國、2007.11.08、11/937,231

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於主要在乾切削製程中進行切削工件之固持器，且更明確地係關於連續降低高頻震動且防止熱堆積於薄剖面大型輪廓及/或複雜形狀或多件式工件，而同時在切削期間及/或觀察操作期間維持工件等溫穩定之裝置、自動控制系統與方法。本發明的等溫工件固持系統可減少由於切削時所生熱能所導致的震顫與 TCE 所引起的切削誤差，且能以較短的工作時間及較高的現場切削部件產量，產生高精密度切削。本發明的系統亦能夠應用於精密部件組裝的夾具，而藉由在組裝期間將多個部件維持成等溫隔離，而實質上消除 TCE 所引發的部件不對齊。亦可應用本發明系統而用於防止由產生極大量熱能的線性感應馬達而使機器機架及銑床之因 TCE 所引發的扭曲。本發明亦揭示一種磁性定位器系統，藉以在航太載具的機翼與機身組裝期間，以自動鉚釘機器而輔助盲孔鑽穿及鉚接。

【先前技術】

在高精密工具機工業中，將所有的工件以重複的方式快速進行切削，使其具有嚴格的尺寸公差及平滑的表面精度是非常重要的。最特別令人感興趣的是精密、快速且重複地製造出大型且具有相當薄剖面輪廓及/或複雜工件。這些種類的工件非常難以被牢牢、精確且低廉地固持住，這是因為它們本身很容易受到震顫的影響。震顫是工件表面對抗例如移動或旋轉中的切割工具之高頻震動，震顫在每

次工具通過工件表面時會引起個別的高度差異。每次當發生這樣的高度差異時，便會產生尖銳（90度）的角落，在該尖銳角落中會產生靜態、動態及週期性的張力應力集中。

這些應力集中在具有大氣腐蝕劑時可能引發應力腐蝕破裂及腐蝕性疲勞。應力腐蝕破裂是一種金屬中漸進式的破裂機制，藉由腐蝕劑及工作期間持續張力應力之同時交互作用所引起。腐蝕所引發的疲勞也會導致類似的破裂機制，由於在工作期間之週期性應力負載緣故，故此種破裂機制亦會導致漸進式的破裂。任何一種破裂機制均導致工件在正常的操作情形下產生巨大破裂。

為了減少工件震顫的一些先前解決方式包含有：對工件本身的修正，以及重新設計切割工具的幾何外形、切削參數與工件結構。但是，沒有一種方式能夠抑制薄剖面工具的震動或者對工件提出溫度控制。其他的震顫降低方案包括：使用模型黏土、非線性金屬彈簧、氣體及液壓震動吸收器、調整過的諧振結構、及機械預負載。使用彈性材質的方案係依靠柔順材質的局部壓縮性，但如此會導致缺乏支撐工件的堅硬度。由於並未牢牢地固持工件，所以在較緩慢的工具旋轉速度時，切口的深度較淺，需要較小的步進寬度(step-over)及/或較慢的進給速度才能執行俐落的銑磨，才不會在最終完成的表面上產生波浪或尖銳的肩部。

柔順或黏彈性材質具有非常低的熱傳導性，且可作為

熱絕緣體，但並非散熱體。由於切削過程產生熱能，當非常熱的切屑從工件向外彈出時，一部份的熱能確實從工件傳導出去。然而，最多只有 75% 的熱能傳送至切屑內，剩下的熱能則由工具/轉軸及工件所吸收。任何並未傳送至工具/轉軸的剩餘熱能均堆積於工件中。而且，柔順材質可以在工件中建立起一組全新的震動頻率，因此，雖然它們可以抑制一些震動頻率，但是它們也可以設定出一個不同且一般較低的震動頻率，而在工件中具有更高的振幅動作。在沿著工件的外側邊緣使用黏彈性材質處，或者使用不足量的黏彈性材質時，則會建立起其它的震動，而這些震動當工件被固持且未使用黏彈性材質時是並不存在的。實驗顯示出這類震顫降低方法的組合可延長週期時間，且使熱量集中於工件內。由於這類習知抗震顫的工件固持方法之缺陷，所以產生出大量不合格工件，因而需要具有不良結果之更昂貴的人工重作。

震顫及熱堆積在沒有使用冷卻劑或潤滑劑的乾切削中格外嚴重。航空工業利用乾切削方式加工工件，此乃因為這些工件太大而無法以濕潤的方式進行切削。因為這些部件的尺寸其長度位於 50 到 112 英尺之間，故大部份的長型航空工件是從乾切削鋁而獲得。鋁具有很高的傳導性及熱膨脹係數(TCE)。鋁製大型薄輪廓的非對稱性工件在實際壽命於切削期間是一個尺寸移動標的。膨脹與收縮比率可以從一個工件到下一個工件產生劇烈變化。

國內及國外航空公司所出版之近期精密規格說明書中

已經規定出：這些長薄輪廓表面的工件之厚度必須被製作成符合相當嚴格的公差。這些新的規格說明書要求個別工件的厚度必須在許多參考點上接受測量，而到達 ± 0.03 英吋的高精密度公差。這些測量結果與位置均須要被記錄下來，以符合契約上的規定。這些新的規格說明書代表兩個問題：第一、切削工具本身必需更加精確且可重複運用；第二、必須加以控制工件由於 TCE 所引起的厚度變化，以維持在整個尺寸公差範圍內。目前，結構機架零件的原始裝置製造(OEM)販賣商是無法符合此項新的品質規格。

即使所觀察的工件在操作期間被垂直地吊掛著，它還會升溫到達周圍溫度。假如一個 50 吋的工件在 50°F 時受到切削，當它從機床上拿下時，它會上升至 $68\pm 1^{\circ}\text{F}$ 度，則總共由於 TCE 所引起的端與端膨脹大約是 0.14 英吋。起初在 ± 0.03 英吋公差視窗(tolerance window)中心內，但卻位在距離參考端超過 12.5 英呎之任何尺寸特性，將會膨脹超過從該端部之所允許距離。當冷卻時可以接受的工件已經產生熱膨脹，而變成品質低無法銷售的不合格品，且必須重作或報廢丟棄。對於航空工業採用具有較高強度的 Alcoa 7075-B 合金來說，上述的這些問題更為嚴重，這是因為震顫問題會使得高強度鋁合金的最有效切削變得較緩慢，而當切削時，熱所引發的 TCE 將會使精密性變得幾乎不可能。

因此，在本項技術中，的確需要提出一種嚴格、急迫、且尚未出現的方式，以便對工件的乾切割器摩擦驅動 TCE

所引發的膨脹之嚴重且昂貴問題，以及導致工件表面精度不規則性與脫離規格的尺寸誤差之切割器/工件交互作用震顫等提出解決方案。而且，更需要一種具有可適應性的系統，而用於針對具有複雜形狀、大型尺寸及薄剖面的工件之廣泛切削操作。然而，此系統確能夠簡易地安裝與操作，而不會相當昂貴，且可對先前安裝好的大型切削工具加以翻新改進，並且，特別是在航空工業中，可以在較短運轉時間內，產生具有較大產量之高品質乾切削部件。

【發明內容】

本發明係關於一種等溫高頻率震動阻尼工件固持及組裝夾具裝置、控制系統、及操作方法，特別是用於大型工件的乾切削，使其尺寸精密度能符合相當嚴格的規定。

在工件固持的應用情形中，本發明的系統主要是用於乾切割，以實質上且顯著地降低工件震顫，而且，藉由將工件維持在預先選定好實質上等溫的溫度下，而減少 TCE 誤差。更明確地說，本發明係關於連續降低高頻震動且防止熱堆積於薄剖面大型輪廓及/或複雜形狀或多件式工件，而同時在切削、觀察、及/或操作期間維持工件等溫穩定之裝置、自動控制系統與方法。本發明的等溫工件固持系統可減少由於切削時產生熱能所導致的震顫與 TCE 而引起的切削誤差，且能以較短工作時間及較高現場切削部件產量，產生高精密度切削。本發明特別適用於包括大型或小型民航機、商用與軍用飛機、及太空船等之航空工業的大型部件之乾切削。

本發明的系統包含有如下：

工件固持本體，係包含有一堅硬非黏彈性，且實質上無可壓縮性、無延展性、無導電性之材質，其具有極佳的高頻率震動阻尼及超低熱傳導特性，以作為用於工件的堅硬正確之尺寸支撐，此固持本體的主要部份被維持成緊密接觸工件的至少一表面(以下稱之為「穩定表面」)。

夾鉗系統，包括複數個機械夾頭，或者較佳地為一**真空夾鉗系統**，其係包含有形成或安放於工件固持本體內的多條真空導管，及連接至一個或多個真空泵的適當密封件、歧管與管道，真空泵係用以向下吸引且使工件穩定表面維持緊密接觸該工件固持本體；而且，還包含有適當的閥體、量規、感測器等，用以在安裝、操作及關機期間監控並控制此真空系統。

等溫冷卻/加熱系統，包含有：多個導管、通道或溝槽，係形成或安放於工件固持本體內，或者與接觸工件穩定表面的工件固持本體表面相結合；以及，連接至一個或多個加熱或冷凍單元的適當密封、歧管及管道，以便與一個非腐蝕性流體冷卻劑一起使用，以便在切削期間將整個工件維持成真正等溫；而且，還包含有適當的閥體、量規、及溫度感測器等，用以在安裝、操作及關機期間監控並控制此等溫系統。

控制器系統，包含有：可程式控制器單元、具有資料及指令輸入與顯示器的操作台、各種輸入與輸出導線、操作軟體、用於遠端監控及運算控制的通訊模組、具有記憶

體的記錄裝置、這些部件一起產生作用而實施對整個系統的操作及控制。

選擇性地，此系統可包含有一個或多個**輔助熱傳板**，該熱傳板包含有高熱傳性及可成型性的材質，而設置於工件穩定表面與固持本體的中間；這些熱傳板可包含有連接至一個或多個真空系統與冷卻系統的密封件、導管或溝槽，以及植入或固定於熱傳板內以便在操作期間監控性能的感測器。

本發明工件固持本體允許從垂直到水平以任何角度精確牢固地在尺寸結構上將工件支撐於適當位置。此固持本體被設置成緊密地表面接觸此工件的至少一穩定表面，而藉由真空將工件牢牢地固持於固持本體上的適當位置。也就是說，真空系統有效地作為「全表面夾鉗系統」，用以在工件的整個表面(而非從非加工的一側)均勻地固持住工件。取代習知技術中具有對工件提供非均勻實質上為點狀壓力的隔開夾頭，本發明的真空固持器組件，在其整個表面上固持住整個工件，使其緊靠著工件固持本體。本發明的系統可藉由吸力，而非以點固持或夾捏方式提供擴大的表面固持能力。

工件固持本體涵蓋工件至少一表面的大部份，以產生出一穩定表面。較佳地，固持本體為一個實質上連續的表面，可依照需要製成輪廓，而維持與工件的緊密表面接觸。不同的工件可能具有專屬的固持本體，也就是說，其輪廓被特別製作成用於特殊工具的固持本體。這些固持本體被

維持在切削場所的存貨內，如此一來，當有需要的時候便可以安放於切削工具上。

在一個重要的替代例中，固持本體可以被模組化，而具有一個或多個延伸部位，如此，可適合不同尺寸、輪廓及/或形狀的工件。藉由此模組化系統，可以將有限清單的存貨工件固持本體混合並配合起來，以便對整套所有工件提供廣泛範圍的表面覆蓋。

固持本體為非導電性，具有可成形性(例如：藉由鑄造)，具有非常低的熱傳導性，且相較於切削中的工件質量來說，具有相當大的熱質量。裝配有密封件(例如：O 環)且具有適當外部結構(例如：圓柱形)之密封溝槽，係設置於固持本體及本體延伸部位內或者於熱傳板中，以便在固持本體或熱傳板的表面中界定出真空與液體冷卻劑入口、溝槽及導管。典型地，溝槽為半圓形或稍微呈開放 C 形，以便將擠壓裝配到密封溝槽內的 O 環或其他種類黏彈性密封構件維持在適當位置。

複數個與出入口或溝槽相通的真空導管，係設置或安放於固持本體或熱傳板內，以允許大氣從工件底下排放出去。此外，此系統包括至少一個真空泵，以便從工件底下透過真空導管與真空傳送線路而抽出空氣。可壓縮這些密封件而允許工件被往下拉，而接觸固持本體的配合表面，藉此可提供穩定表面的全表面夾鉗。形成於固持本體表面中的複數個暴露溝槽、通道或導管，可允許循環中的冷卻劑流體透過熱傳板而與工件緊密地熱接觸。均在工件的非

加工側上之全表面真空夾鉗及等溫冷卻之組合作用可產生出穩定表面。

然而，要知道的是，本發明的系統可以與真空夾鉗及機械夾頭之混合結構一起使用，或者，等溫冷卻系統及固持本體可單獨與機械式夾鉗系統一起使用。在使用機械式夾鉗之處，複數個機械式夾鉗元件係排列成與工件相結合，以便機械式地維持工件與熱傳板及固持本體之間的緊密熱接觸，這些夾頭可以根據需要加以配置，以便對工件產生良好的覆蓋性。

設置於固持本體表面內或其上、或與固持本體的表面相結合之熱傳板，其作用是用以將熱能從工件傳送至循環的冷卻劑流體。如同在真空入口或溝槽的情形一樣，冷卻劑系統包括適當的撓性彈性密封件，該密封件最好是設置於固持本體的溝槽內，或者，相反地設置於熱傳板內，以便密封並將冷卻劑流體限定在冷卻劑溝槽與導管內。

較佳地，熱傳板被侷限於固持本體表面中的冷卻劑溝槽之區域內，致使，工件的穩定表面，在固持本體的配合表面上「可見」一連串圖案或一組熱傳板，在一連串圖案或熱傳板底下係為冷卻劑溝槽。熱傳板密封住冷卻劑溝槽，致使，冷卻劑接觸熱傳板的底面，而非直接接觸工件。

等溫系統包含有：一高熱傳導性流體，其流經流體導管，用以將熱能傳送離開工件，而到達流體加熱器/冷卻器，或者，以顛倒路徑將熱能從流體加熱器/冷卻劑傳送至工件；一液體泵，係用以將該熱傳導性流體從加熱器/冷卻器

單元透過液體傳送管線而傳送至工件固持本體；一組液體傳導管線，以促進流體傳導。

控制系統包括：至少一溫度感測裝置，用以測量工件本身的直接溫度，以提供計算出加熱或冷卻高傳導性流體所需要溫度之回饋，以便將工件等溫地維持在大約 $\pm 0.5-1.0^{\circ}\text{F}$ ；以及一模式預測控制器(MPC)，用以計算並控制將工件維持在等溫溫度時所需要加熱/冷卻量。可根據需要而設置適當的操作台，其具有各種輸入輸出裝置，例如：顯示面板、鍵盤、滑鼠、觸控式螢幕、資料記錄器、磁性儲存與通訊系統，用以從一個或多個遠端位置監控、報告、存檔及控制此系統。

因此，將這些元素與特點組合在一起，本發明的等溫工件固持系統，可完全與現有的切削工具操作相容。它不需要昂貴地改變安裝好的切削工具結構或是操作人員的技術。而且，還可提供實質上增加的生產量與較高的良率。此外，它能夠相容地在尺寸上縮放比率，且可與現代高速工具切割器一起使用。並不會被限制成低於 10000rpm，本發明的系統能滿足對高速切削的增加性能之要求，允許切割器的速度在高達 30000rpm 的等級下進行操作。

在本發明系統第一較佳具體實施例中，工件係藉由真空、機械夾頭、或真空與機械夾頭的組合，而牢牢地固持於正確位置，使其緊靠工件固持本體。正確的定位及牢牢的固持能確保切割到工件內的正確深度。

較佳地，固持本體材質是可鑄造的細微顆粒聚合體複

合成分，其包含有(呈現乾燥的形式)：a)波特蘭水泥、火山灰、及/或類似物之具有水泥特性的基質；b)填充劑，例如：一個或多個聚集物、纖維及/或類似物；及c)一或多個聚合體黏接劑。不同的其他添加劑，例如：顏色劑、塑化劑、加速劑、阻滯劑、強化纖維及/或類似物等，均可使用於此混合物內。這些成分在室溫藉由水混合，在模具中鑄造，而硬化成一個堅硬的本體。這些模具可特別地構形成用於個別工件的特殊結構，或者，可為一個基本塊體，其可依照包括：冷卻劑溝槽、螺紋插入件等之需要而進行最終研磨，而達到想要的尺寸與外形。較佳的一聚合物複合材質(已知為「聚合體混凝土」)，具有用於本發明系統的需要特性，以透過工件穩定表面快速地吸收工具所引發的高頻震動。每個聚合體複合固持本體是一個真正的「震動吸收完全體(dead body)」，其並不像金屬對於震動減弱具有很低的反應以及作為一個內部傳導震動及金屬本體內部的反射回音的管道。本發明系統中所使用的聚合體複合材質，並不像金屬(鋼、鑄鐵、鋁等)或玻璃一般具有「響聲」。總而言之，聚合體複合本體的可鑄造性及可切削性，能導致正確且平滑的切削尺寸，以配合工件的高度精確輪廓。適用於本發明固持本體的可鑄造聚合體複合材質包括：市售的聚合體複合材質，例如：來自ITW聚合體鑄造有限公司的Anocast牌聚合體複合物，其包括高強度環氧樹脂、石英聚集物、及選定的添加劑。

高效率熱傳板(最好是銅或鋁合金)被朝上推擠而緊靠

著工件的穩定表面，以產生緊密的熱接觸。可以將鰭片放置在熱傳板的底側上。這些鰭片的尺寸與結構可以裝配至固持本體表面內的冷卻劑溝槽中。O 環或其他密封元件係設置在溝槽或通道的邊緣內以維持密封，致使，冷卻劑並不會外漏而接觸工件。要知道的是，雖然在此使用「冷卻劑」或「冷卻」一詞，但是流體可根據需要而加熱或冷卻工件。

較佳地，冷卻劑流體流是以固定速度進行控制，但是當工具逐漸變鈍時也可以改變流體速度，或者，假如在不同階段的切削期間產生不同的熱輸出時，也可以使用不同的工具。假如在切削週期期間，控制器溫度感測器測量出溫度的增加，則 MPC 會啟動加熱器/冷卻器，以開始冷卻熱傳流體。當此冷卻的流體在熱傳板底下循環時，它們會變得更冷。當切削熱能使工件的溫度上升時，溫度梯度會變得更寬廣。當梯度變大時，熱能係從工件上較溫暖的位置傳送到較冷的熱傳板上。熱能持續從熱傳板傳送至較冷的流體，此流體通過溝槽及流體傳送管線，而泵吸到加熱器/冷卻器，在該處熱能被傳送至周圍大氣或其他散熱器(例如：冷卻塔)上。當溫度梯度變寬時，MPC 逐漸地需要越來越低的冷卻劑流體溫度，如此便進一步加速熱傳效果。持續此過程，直到達到均衡狀態為止，其中，來自切削的熱能會如同它產生般快速地被傳送，而使得工件溫度維持在盡可能預先選定的數據上，例如 68°F。因此，本發明的系統可在不同尺寸與結構的工件、切割器、速度，切削進

給量與深度、及其他不同種類的切削操作等廣泛範圍下，維持工件等溫。

本發明的等溫工件固持系統及方法，可在工件上產生最終的平滑表面，而不需要後續的人工重作及相關的製造成本。消除掉人工重作便可消除所委託之再次檢查及其相關製造成本。本發明的等溫工件固持系統，可沿著工件的背面提供連續支撐，在切削期間可牢牢地且非常精確地固持住薄剖面工件。因此，可以達到非常精確地控制工件的厚度。

因此，本發明系統允許機器以較快的速度，取得較深的切削深度，藉此減少週期時間與成本。藉由增加硬度與正確性，本發明的系統也可以增進工件的尺寸精確性及整個切削操作的可重複性。如此可增加個別工件的品質及多個相同工件產量的一致性。本發明的等溫工件固持系統可允許切削工件，使其能夠每次符合或者超出尺寸公差。本發明之另一項優點在於：它是一種減少製造成本最有效的方法，且是提供最低成本的製造方法之最可靠途徑。

本發明之另一項優點在於：在切削期間它能將工件的溫度維持成固定(等溫)。如此可防止所有可能來源的熱所引發之 TCE 變化，免於影響工件而將其推出所允許的尺寸公差限度外。本發明簡單易作之處在於：它可配合目前在現場的切削工具工業，而不需要複雜特殊的指令或者無法獲得的零件。熟知此項技術者可輕易了解本發明系統的零件已經個別地證實其用途，而且透過市售可以獲得。此外，

相較於大型昂貴的不合格工件來說，本發明系統的組裝、安裝及操作成本是最小的。

本發明一旦安裝好便能立刻有效地操作。在開始切削新的設計或新結構的工件時，本發明系統具有一段起初自我調整期。在此調整期內，允許發生在此工件想要的等溫基礎線溫度以上之暫時溫度上升 3-5°F，致使，控制器能夠對此種工件的熱反應進行品管及繪圖，以用於正在此工件上進行的特殊切削製程。由於起初的切割是用於概略描繪出此工件，所以，在工件尺寸中伴隨的 TCE 變化就變得不顯著，或者與後續的切削精確階段無關。

一旦此結構經過單個工件的調整之後，則對於後續類似或相等的工件來說，則不需要經過起初的調整步驟。當進行切割時，MPC 的 CPU 而接受熱輪廓資料，而且，此資料被用作為製作熱反應的圖表，其結果被輸入至 MPC 資料庫及應用程式邏輯函數的其中之一，用以控制冷卻劑系統操作，諸如泵循環及冷卻劑流體體積流，以便將工件維持在等溫條件。之後，在正常操作下，例如在切割器逐漸變鈍時，本發明系統的控制器連續地適應維持工件溫度所需的變化。此自我調整過程並不會中斷製造，因此，可增加生產量。

雖然以下的說明以範例方式描述關於三軸式的機器，但是要知道的是，本發明的系統可輕易地適用於五軸式系統，其中，工件可以至少在兩個軸線上旋轉。此外，雖然本發明的系統被描述成利用單一溫度感測器接觸工件，並

藉由將代表整個工件的等溫輪廓(單一溫度輸入允許使用簡單的控制系統)之信號傳送至控制器以直接測量溫度，但是，也可以使用對於一些工件構形而言較佳之多個溫度感測器，或者除了接觸電阻式溫度裝置(RPD)或熱偶以外的感測器。

本發明之另一項優點在於：它可以輕易地延伸至立體空間，及任何一組可能需要或想要維持類似工件的固持本體形狀。本發明系統可以快速地在幾天內建構出來，而不需要好幾個禮拜的前置作業時間，此前置作業時間是目前建構作為用於大型部件之工件固持器之大型複雜鋁製或鋼製夾具所需時間。另一項優點在於：切割器的工具加工將持續得較長，這是因為工具的尖銳邊緣並不會暴露於一個固定的震顫而受損的緣故。本發明系統的所有優點可累積地消除將無法接受(不合格)的工件以人工方式重作成符合表面精度規格的需要，且消除額外的重新檢查步驟。從以下伴隨附圖所作之相關說明中，將可更加了解本發明之其他目的與優點。

因此，相較於習知技術，本發明系統運用聚合體混凝土的工件固持器，可更快速地形成複雜的形狀，以精確地符合廣泛範圍的工件形狀；在大區域上對工件提供正確牢固的支撐；在工件固持器中可使用循環流體透過傳導方式加熱或冷卻接觸工件的高效率熱傳板。藉由一連串隔開的機械夾頭，或較佳地藉由全穩定表面式真空吸引系統，而將工件牢牢地固持在適當位置。而且，可以使用單一接觸

式傳導溫度感測器，以直接精確地測量工件溫度，藉此簡化等溫冷卻/加熱系統的操作。

本發明等溫工件固持系統亦可運用於等溫夾具，用以組裝精密的航太零件。在此應用情形中，可藉由特別結構以將個別的元件互相(相對於夾具)固持在精確的位置，以用於鑽孔、鉚接、膠黏、熔接等之固持本體可使用上述特殊等溫導管及真空夾鉗部位而設置於夾具組件內。

本發明等溫系統亦可應用於提供插入件、固持塊體、作為起重臺架式大型銑床中所使用的線性感應馬達之磁鐵，在永久磁鐵及靜態機床及/或行進起重臺架中所使用的電磁鐵。冷卻導管及熱傳板結合冷卻劑流體循環系統、泵、與控制器等，能有效地抽走磁鐵所產生的熱能，防止熱能透過機器機架而外移至參考表面及工件上。

為了點出 TCE 變化會影響從例如機翼殼體的航太零件外表面鑽設盲孔到結構支撐縱樑(stringer)、翼樑(spar)等之問題，可揭示一種磁性定位器系統；該系統可允許自動機器人鉚接機精確地定位縱樑、翼樑與其他零件等的中心線，致使，可以對飛機實施調整，以便預先設定鑽孔圖案，以彌補在組裝期間部件由於 TCE 所引起的膨脹或收縮。

顯然地，對於熟知此項技術者來說，本發明的系統與方法可輕易地適用於相當廣泛的特殊應用情形，然而，這些修改與適應均仍包含有在本發明的範圍內。

【實施方式】

以下的詳細說明僅藉由範例而說明本發明，並非用以

侷限本發明的範圍、等效置換或原理。對於熟知此項技術者來說，以下的說明將使其能夠輕易製造並運用本發明，且敘述本發明的幾個具體實施例、變化、替代及使用方式，且包含有用於實施本發明的一些最佳模式。特別地，本發明顯示幾個具體實施例，當被應用至特殊切削任務或其他種類操作時，每個具體實施例均為本發明系統與方法的最佳應用。

就這一點而言，本發明係顯示於幾個圖形中，其結構很複雜，因此，有許多部位、相互關係或者分支的組合等並未在此單一專利-形式圖式中詳細地顯示出來。為求簡潔，好幾個圖式均為示意圖，而省略掉一些在說明本發明的特點、形態或原理時非重要的部位。因此，一個特點的最佳具體實施例可以顯示於一個圖形，而另一個特點的最佳模式也可以顯示於另一圖形。

第一具體實施例 切削扁平與複雜的工件：

圖 1A、圖 1B 與圖 2 顯示本發明工件固持系統裝置 10，該裝置係以垂直定向固持住一個倒 L 形的工件 32，以進行切削(銑床及工具切割器並未顯示)。本發明系統包括：固持本體組件 12、真空/機械式夾鉗系統 14、及封閉迴路熱控制系統 16。

固持本體組件 12 包括底座本體 20，該本體係被設置成擱置且藉由螺栓 102 固定於銑床 71 的移動式或固定式機床上，而使工件 32 利用其鳩尾端 32b 而以其腿部 32a 站立。尾端 32b 係為鳩尾夾頭 25 所固持，而此鳩尾夾頭則

藉由螺栓 33 而固定至底座本體。固持本體 21 及本體延伸部 22 係配合地一個對齊於另一個上方，且緊貼著腿部 32b 的表面 32c。根據工件的結構而定，延伸部可以是多個部件，使得元件符號 20 代表本體、而元件符號 21、22 則為延伸部位。本體 21 及本體延伸部位 22 具有複數個整體的埋頭通孔 23，該通孔可容納固持螺栓(未顯示)，用以錨接入在底座本體構件 20 內所鑄造或放置於螺紋插入件 23a。底座本體、本體及延伸部為牢固地將倒 L 形工件 32 固持成垂直定向。

固持本體 21 及延伸部位 22，藉由真空及/或機械夾鉗系統 14 而固持腿部 32a。真空夾鉗係藉由整合至兩個本體的複數個真空導管 24 而實施。一般為半圓形剖面的複數個密封溝槽 31，被加工或放置成一體形成於本體 21、22 內；該本體靠近邊界邊緣且含有彈性密封構件 30。這些密封件 30、31 在複數個熱傳板 27 的周圍形成一周邊。當一起產生作用時，彈性圓柱密封件 30、圓柱形密封構件 31、真空導管 24、及真空歧管組件 24a、24b、24c、24d 與 24e 等允許真空泵 44 將空氣從工件 32 的背面排出。夾鉗棒 25 亦有助於將工件 32 固持在適當位置。因此，沿著工件 32 的水平長度之至少一表面上放置有複數個真空與機械式夾鉗元件。

封閉迴路等溫組件在本體 21 與延伸部位 22 內包含有複數個流體溝槽、通道或導管 26。這些流體通道(例如顯示為 V 形溝槽)是被排列成水平平行隔開的定向。每個溝

槽的開放面係藉由一熱傳導或熱傳板 27 所關閉，此熱傳板的外表面 27a 藉由流體壓力及真空夾鉗而維持成緊密接觸工件表面 32c。熱傳板 27 可以包括突出於溝槽內促進熱傳效果的一個或多個鰭片 43。高熱傳導性流體 28 係循環通過每個流體導管 26、所有熱輻射元件 43、及所有熱傳板 27。液體傳送管線 47 及循環泵 45 形成一個封閉迴路的液體循環迴路，可使流體 28 連續地通過加熱器/冷卻器 40，以便加熱或冷卻此流體 28，而使工件 32 維持在等溫溫度下。實際上工件的即時溫度係藉由一溫度感測裝置 29(感測器)所監控，此感測器將一輸入信號傳送至控制器 95 的溫度控制器接點 96(參考圖 1B)。

真空夾鉗系統及封閉迴路加熱/冷卻系統牢靠地且等溫地穩定住工件，表面 32c 被稱之為穩定表面，相反的另一表面 32d 則為工具所銑磨的加工表面。此夾具在此項工業中已知為「單一負載型」夾具。一旦工件受到負載時，便可對該位置的相同工件之多個表面上以相繼操作順序執行所有的銑磨操作。因此，表面 32d 從 90 度的頂端角落被向下銑磨了三分之一，較小的表面 32e 或者垂直於表面 32c 的較遠邊緣亦受到銑磨。

圖 1B 是本發明工件固持系統在切削與組裝期間的範例性控制系統之方塊圖。在此範例中，圖 1B 概略地顯示一個負回饋程序控制迴路，其包含有一個想要的溫度設定點，例如圖形左手邊箭頭所示的 68°F。加總接點 96 輸出一個代表設定點溫度與透過線路 29b 來自感測裝置 29 的

工件溫度信號間的差異信號。此溫度差異信號輸出被傳送至模組預測控制器 95 之輸入端，此控制器處理並傳送一調變控制信號至加熱器/冷卻器 40。加熱器/冷卻器 40 可加熱或冷卻此高熱傳導性流體 28，此流體透過循環泵 45 經過流體導管 47 而流入或流出工件本體 20 中的導管 26。熱傳板 27 接觸工件，以便將其保持在等溫狀態。溫度感測裝置 29 沿著導線 29a 傳送信號回到加總接點 96。將工件 32 維持在切削位置的真空線路，為求圖形簡潔，所以並未顯示出來。控制器亦傳送適當的開/關/泵吸速率信號至此泵 45。當持續接收到溫度與設定點偏壓信號時，MPC 95 持續調變信號至加熱器/冷卻器 40 及泵 45，以維持工件 32 的溫度盡可能地接近等溫。當然，熟知控制技術者將可了解將任何一個市售控制系統運用到本發明系統是最直接的方法，且這些控制系統可以輕易地建構、或以其它方式設計，以用於特定的應用情形。

圖 2 是圖 1 的裝置之垂直剖面圖，其顯示本體 20 及本體延伸部位 21，該部位係用以將工件 32 維持在垂直定向。僅顯示一組夾鉗元件以作說明。鳩尾夾鉗塊 25(背側塊)係藉由螺栓 33 而固持在適當位置，以緊靠著鳩尾 32b 的表面背側。在底座本體 20 中的汽缸 34 伸長或縮回一個可移動球形接頭 36 的軸 35。這些元件繞著一個渾圓的樞轉凸塊 37，而旋轉一個前側鳩尾夾鉗托架 38，使其緊靠鳩尾 32b 的外側表面，而完成從前側的夾鉗(圖 2 中的左方)。本體 21 具有複數個埋頭通孔 23，該通孔允許向下固持的螺栓(未

顯示) 錨接至底座本體固持器 20 內。圖形亦顯示一溫度感測裝置 29，該裝置放置在溝槽 29a 內用以測量工件 32 的溫度。

操作

操作時，可用於切削 L 形擠出航空鋁製工件 32 的垂直表面之本發明方法係以範例顯示，其中，圖 1A、1B 與圖 2 顯示此裝置，而圖 3 與圖 4 是顯示此方法步驟。

作為一準備步驟，工件 32 的背表面 32c(步驟 A 到 C) 及/或底表面 32b(亦參考圖 4) 被切削成扁平，以作為加工剩餘表面的參考基準表面。此參考切削可在非等溫狀態下執行，但是當等溫冷卻/加熱時，這些平坦表面變成上述所定義的穩定表面。如果沒有被加工到合乎規格的話，L 形工件 32 的擠壓般表面尺寸並不够精確到足以作為參考基準表面。而且，單個尺寸擠壓 32 一般被銑磨成許多尺寸的縱樑。因此，當切削時，表面 32c 會變成參考基準表面，因為它被本發明夾具固持在單一負載位置上。於是，表面 32c 首先必須進行參考切削(reference-machined)。

繼續參考圖 3，在步驟 A 到 C 中，工件 32 透過鳩尾夾頭 25、30 而被裝載且夾鉗於底座 20 的適當位置上，這些夾頭將工件擠壓而緊靠熱傳板 27 與本體 21 的彈性圓柱密封件 30。其次，打開真空泵 44，可透過導管 24 將工件 32 吸引到緊靠著本體 21 的正確位置。工件 32 的前表面 32d 之下半部現在進行最終切削，以達到適當結構及高度精確的規格，而成為所有後續切削的參考尺寸。

關閉或解除真空向下固持(步驟 D)。本體延伸部位 22 被放置在本體 21 的頂面上，以促進螺固至本體 21(步驟 E)。本體 21 與本體延伸部位 22 具有複數個配合、整體的埋頭通孔 23，這些埋頭通孔係沿著長度以固定間隔放置，以最大化一堅硬機械接點。多個螺栓(未顯示)插入通過這些埋頭通孔 23，且被鎖緊於安裝在本體 20 的配合螺帽 22a。本體延伸部位 22 的前表面延長了本體 21 的尺寸基準平面。現在透過真空管線，將真空額外地連線至複數個整合到本體延伸部位 22 內的真空導管 24。真空泵 44 被重新啟動，以便緊緊地吸附件 32 的參考尺寸表面，使其緊靠本體延伸部位 22 的尺寸數據平面，以用於在切削週期間之平衡(步驟 F)。固定該等夾頭(步驟 G)。打開流體系統 16 中的循環泵 45，以便連續地再度循環高熱傳導性流體 28，同時執行剩餘的切削及「機上檢查(on-machine inspection)」，而不需要移動工件 32(步驟 H，圖 3)。

在步驟 I 中，當來自切削過程的熱能開始加熱工件 32 時，溫度感測裝置 29 顯示對應的溫度上升。來自溫度感測裝置 29 的溫度增加信號係以遠端方式連接至 MPC。MPC 為一控制器，用以提供輸出信號到加熱器/冷卻器 40，以啟動高熱傳導性流體 28 的冷卻及通過歧管線路 47 與通道 56 的循環。當工件 32 的溫度逐漸上升而超過 68°F 設定點溫度達 1.0°F 以上時，則控制器會發出信號至加熱器/冷卻器 40，以逐漸降低高熱傳導性流體 28 的溫度，且/或增加冷卻流體流速。藉由較溫暖的工件 32 與較冷的熱傳板 27

之間的溫度差異，熱能從較溫暖的流向較冷的，使熱能從工件 32 被傳導離開。此過程一直持續到達成平衡狀態為止，在平衡狀態下，流出工件 32 的熱能會等於從加熱器/冷卻器 40 冷凝線圈流到大氣的熱能。

在步驟 J 中，當切削過程從粗略加工進入精加工時，則切割器會產生相當少熱能，致使，流入工件 32 的熱能會逐漸變少。同時，熱能持續從仍舊溫暖的工件 32 流到較冷的熱傳板 27，流至較冷的熱輻射元件 43 而到達加熱器/冷卻器 40，直到工件 32 的溫度低於設定點溫度上方 1°F 為止。此時，循環通過流體導管 26 且通過加熱器/冷卻器 40 的高熱傳導性流體 28 之溫度，幾乎等於工件 32 的溫度，因此幾乎等於零溫差，藉此逐漸縮小傳送熱能。此時，所有的切削均已完成，但是封閉迴路液體循環系統 16 持續從加熱器/冷卻器 40 循環 68°F 的等溫流體，以便將工件 32 的溫度維持在等溫狀態，同時接受觀察。

在步驟 K 中，在工件 32 通過檢查之後，關掉封閉迴路液體循環系統 16 的泵(步驟 L)。執行最終切開步驟，可幾乎將工件 32 從附加的鳩尾材質分開(步驟 M)。關閉真空泵，鬆開並移除本體延伸部位 22(步驟 N)。工件 32 從支撐它的剩餘鳩尾斷開(步驟 O)。鬆開剩下的額外鳩尾柄，且連同任何剩餘的切屑一起移除(步驟 P)。

用於水平工件的操作方法顯示於圖 4 中。在步驟 A' 中，工件 32 的底側被切削成扁平，以作為所有後續欲切削表面之參考數據表面。胚體工件 32 係平放於工件固持系統

頂面，而使工件底側面朝上。然後，工件 32 的位置係藉由多個適當放置的側邊夾頭而予以對齊(步驟 B')。接著，打開真空泵 44，以便牢牢吸引工件 32，使其緊靠熱傳板 27。現在面朝上的底側則被切削成平坦、筆直、且平滑(步驟 C')。關掉真空泵，釋放側邊夾頭，且將工件從工具固持系統拿下(步驟 D')。工件 32 以面朝上方式進行負載(步驟 E')，使得平坦筆直平滑的平面接觸固持本體 21。然後工件 32 藉由重新鎖緊側邊夾頭而再度對齊(步驟 F')。再度打開真空泵 44。在步驟 G'中，打開循環泵 45，以便在切削與檢查期間連續地冷卻工件，而不需要移動工件 32。現在重複上述參考圖 1 至 3 所述的溫度控制與切削順序，以作為新的步驟 H'到 N'。

本發明等溫工件固持系統可根據所需進行加熱或冷卻且同時進行切削，而能夠穩定工件溫度，這一點顯示於圖 3 的流程圖中步驟 J 到 P 以及圖 4 中步驟 I'到 N'。工件的溫度、整個機器底座、及工件固持夾具均受到良好控制，以防止在部件上不想要的凝結。正常情形下，68°F 的溫度並不够冷到足以產生顯著的凝結；但是，在極度潮濕的條件及/或在高相對溼度時，設定點溫度可以升高，而防止或減少可能干擾操作的凝結現象。在此替代具體實施例中，可以在切削操作附近使用除濕機。一般來說，此系統可在此理想設定點溫度 68°F 或非常接近此理想設定點溫度處達到熱平衡狀態。

本發明工件固持器系統的另一項優點與功能在於：能

夠快速吸收導致工件 37 震顫之震動。固持器底座 20、本體 21、及本體延伸部位 22 較佳地是由具有高阻尼性的堅硬材質所形成。現有較佳的聚合體混凝土材質為具有要求特性的一個範例性材質，但並不侷限於此。適當的聚合體混凝土可由賓州 Montgomeryville 的 ITW/費城樹脂股份有限公司獲得。在聚合體混凝土的總類底下之類似組成成分係以其他不同的商標名稱(包含有 PolyCAST)販售。熟知此項技術者將可了解此種材質已經用作為機器工具的底座及支撐結構、精密檢查機、光學台、半導體雷射微隱技術裝置支架、及雷射光學元件與高能量光學研究所用之鉗工台。然而，其在此並未用作為直接接觸工件的支架本體。較佳種類的聚合體混凝土可以藉由與零坍度混凝土(zero slump concrete)用相同方式鑄造成不同的形狀結構，只要體積與重量並未受限即可。在壓縮負載(並非處於張力負載)下，它具有類似濃密細顆粒米漢納(Meehanite)鑄鐵的壓縮強度。

本發明可以運用其他替代夾鉗系統，例如，可以使用整合定位銷，以結合本發明的機械夾頭而用於固持工件。或者，可以使用定位銷連同真空固持，或者，使用這些替代方式的組合。

第二具體實施例 切削及組裝航空機翼翼樑的應用情形

在本發明的第二具體實施例中，步驟一(參考圖 1 至 4)：所有的工件(包含有：機翼翼樑翼弦 50 及機翼翼腹板 52)均一致地受到本發明震動阻尼等溫工件固持系統的切削。

在圖 5 與圖 6 中，本發明固持系統被建構成一個等溫組裝夾具，以便維持每個個別腹板 52 到翼樑翼弦 50a、50b 與凸緣 51a 的肋條柱 51 之正確機械對齊，同時藉由一個自動鉚釘機(未顯示)而自動地安裝暫時扣件 54。使用比平常更少數量的暫時扣件 54，以將肋條柱固持於腹板及翼樑。要注意的是，翼樑翼弦 50a、50b 及腹板 52 係藉由真空通道而固定，且藉由在上下工件固持本體 21U、21L 及移動式工件背部支架 55 中的熱冷卻系統 26、27 而冷卻。不管周圍的溫度變化如何，本發明組裝裝置將工件維持在等溫狀態且正確對齊。聚合體混凝土的震動阻尼特性本身可藉由自動鉚釘機而使扣件產生正確可重複的鎖緊。本具體實施例消除了由於周圍溫度變化所引起的 CTE 膨脹變化之 95% 以上。

因此，本具體實施例的等溫工件組裝夾具系統與方法之額外優點在於：能消除大約 80% 以手工安裝臨時粗釘扣件(tack fastener)及其麻煩又不正確的人工移除成本。

明確地說，機翼腹板 52 被固持成正確地垂直對齊，以緊靠著兩個隔開的上下機翼翼樑翼弦 50a、50b，此兩個翼弦亦被維持成對齊機翼肋條柱 51 及其凸緣 51a，此兩部份沿著機翼長度隔開。主要的工件固持本體 21U 與 21L 係沿著機翼腹板 52 的上下邊界邊緣定位，以便將翼弦構件 50a、50b 維持成正確對齊。工件固持器本體元件 21U 與 21L 藉由底座 20、插入件及螺栓而固定在適當位置；為求簡潔這些元件並未顯示。一連串(55L-a、 、 、55-h)(圖 6)水平可

移動式工件固持本體元件 55U 與 55L 係固定至底座 20 的端部壁及其本身上，且選擇性地藉由滑桿 100 而固定至跨開的上、下固持本體 21U 與 21L (參考圖 6 的示意圖)。

較佳地，但為可選擇性地，沿著機翼腹板的長度，在固持本體組件 20、21、55 的一些區段中設有一個中心進入空洞 56。這些移動元件 55 可以佔據本體 21U 與 21L 之間的全部高度，或者也可以只有局部高度。這些可移動區段 55U、55L 係位於一些需要進入腹板 52 背側以允許接近扣件 54 之位置，而且，其可縮回性能允許所需要的進入。箭頭 V 指出真空導管 24 到真空系統的連接。具有熱傳板 27 的複數個流體導管 26，被設置成接觸工件，以便根據需要而冷卻或加熱工件。冷卻劑 28 係透過導管 26 循環且接觸鰭片 43 與熱傳板 27，該等熱傳板係藉由真空固持而與個別機翼翼樑翼弦 50a、50b 產生熱接觸。複數個密封元件與溝槽 30、31 係放置成接近接觸翼樑翼弦 50a、50b 的本體 21 表面的外部邊緣。

溫度感測器 29 測量每個頂部與底部翼樑翼弦 50a、50b 的溫度，且其導線 29a 被安排連線至控制器(此圖形中並未顯示)。固持本體 21 的上、下區段 55U、55L 係裝配有重功率的堅硬滑動機構(工業強度抽屜式滑動件)，此滑動機構係鑄造於本體內且在本體固持部底座 20 的端部壁中。如此可允許個別移動式背後支架 55 維持成精確地對齊每個固持本體 21，但仍可在一條軸線(在此為水平方向)上移動，而緊靠著腹板 52 的背側，以便支撐其位置，而用於

後續操作。每個移動式背部支架 55 的前表面具有一體成形的空洞或囊穴 49，以允許扣件突伸到其中，如此一來，當安裝扣件 54 時便不會損失真空密封。

本發明組裝方法步驟的範例性順序如下：所有的移動式背後支架 55 從參考表面縮回，以允許腹板 52 的輕易插入，而緊靠著每個固持本體 21 的頂面與底面。然後，移動式背後支架 55 係移動到其正確對齊位置上，且施加真空以吸引腹板 52，而使其緊靠背後支架 55 的表面。冷卻劑透過導管 26 而泵吸。其次，底部翼樑翼弦 50a 係放置在一個對齊位置，以緊靠著本體 21 的下背邊緣參考平面，直到它沿著全長接觸真空密封件為止，如此一來，真空可牢牢地吸引翼樑翼弦 50a 緊靠著本體 21a 的尺寸參考平面，以便在組裝過程產生平衡。

在不需要移動底部翼樑翼弦 50a 之情況下，而重複用於頂部翼樑翼弦 50b 之組裝順序的前四個步驟。接著，藉由暫時扣件 54 而安裝每個肋條柱 51，而且，當需要時可使用可剝落的填隙片 53。在最終對齊位置上的精確孔已經被鑽穿與擴大之後，移除掉固持肋條柱 51 的夾頭，且解除固持翼樑翼弦 50a 與 50b 的真空。如此能允許這些工件在其中間具有顯著間隙，以作為下一個步驟之準備。

然後，這些移動式背後支架 55 現在向前伸長，且再次施加真空，以重新建立起在此組件的所有區段中腹板 52 之對齊。

現在參考圖 6，開始下一個相鄰個別移動式背後支架

55，以 55L-a 且相繼地移動到每個第三或第四支架 55L-c/d 至 55U-h 等而依序重複最後兩個步驟，以便在整個組件的長度下用於所選定的個別移動式支架 55U。第一組移動式背後支架 55 釋放其真空，且它們縮回。現在，自動組裝機將所有剩餘的開孔擴大，插入扣件，且然後鎖緊所有剩餘的扣件 54，這些剩餘的扣件包括將肋條柱 51 固持至第一區段內的翼樑翼弦 50a 及 50b 之扣件。亦移除最後兩個錐狀銷，使孔洞擴大到預定尺寸，且將最後兩個永久扣件 54 插入至該區段內。現在，第一組移動式背後支架 55 向前延伸，且重新施加真空以便重新建立對齊。現在，沿著組件長度，在每個移動式背後支架 55 內依序重複最後五個步驟。最後，同時關閉循環泵 45 與真空泵 44，解除所有真空，所有移動式背後支架 55 縮回，而完成後組件便脫離本發明等溫震動阻尼工件固持系統。

第三具體實施例 製造飛機殼層面板之應用情形

藉由背景技術，從歷史數據的角度來看，可藉由鉚釘將大型撓性輪廓外部面板(亦稱為殼層)固定至縱樑，而組裝飛機機翼。整個操作是以三個不同的階段進行：

在第一階段中，所有工件以人工方式裝載至一工件夾具上，此夾具係用於將所有工件固持成適當的相對對齊，亦即，在 Y 軸上一英吋 ± 0.03 英吋，及 X 軸上一英吋 ± 0.06 英吋。然後，組裝工人以人工方式鑽孔，以安裝 10%到 15%之所有扣件，用以放置暫時扣件(稱之為粗釘扣件)，以便將每個縱樑裝配至機翼殼層。

在第二階段期間，開始自動組裝操作。利用視覺導引系統的自動鉚釘機，可發現在殼層外側上的第一粗釘扣件之位置。鉚釘機使用此位置作為參考點，以調整用於永久扣件沿著縱樑的鑽孔位置。

在第三階段期間，工人將半組裝好的組件移動至一個後階段區域，在該區域內將暫時性扣件從操作不便且空間有限的縱樑一側(機翼內部)移開。這些工人以手動方式插入並將永久扣件鎖緊於先前鑽好的粗釘扣件孔內，但是，仍存有一個常見的情形，就是沒有經驗或疲勞的工人可能會損害組件的底面。假如無法修復的話，這樣的損害可能非常昂貴。由於這種人工誤差之緣故，經常在第三個階段中，使非常昂貴的機翼組件受到磨損。

藉由本發明之具有組裝夾具裝置及方法形式，可點出並解決縱樑無法對齊殼層的問題，致使，當所有的固定件被自動安裝時，能夠精確地維持所有縱樑至殼層面板的對齊。藉由使所有工件維持成等溫的狀態，不管周圍的溫度變化如何，本發明可消除所有部件的不對齊。任何剩餘的少量溫度變化，僅產生很小的 TCE 尺寸變化。此裝置的震動阻尼能力，可藉由自動機器而對扣件提供正確重複的鎖緊。

圖 7 是本發明工件組裝夾具的尾端視圖，用以精確地將機翼殼層固定至縱樑，其結構具有將縱樑 58 固持在正確位置之縱樑支架 57，以及將殼層 60 固持在水平位置的輪廓殼層支架 59 之組件。這些支架是由上述用於工件固

持本體的聚合體複合材質所製成。如圖所示，具有一個主要的結構、支架或本體 21，而該結構、支架或本體能夠藉由複數個狹縫 61(在縱樑及殼層支架內)及十字銷 62 而精確地維持縱樑支架 57 與殼層支架 59 之彼此正確對齊。這些十字銷係螺接至插入件 63 內，而插入件則是放置或鑄造於固持本體 21 的全長上。本體固持器底座 20 被顯示成支撐此工件組件固持本體 27。熟知此項技術者可輕易實施懸臂樑或高架式懸吊支架組件，以便將本體維持在任何想要的定向上。每個縱樑支架 57 及每個殼層支架 59 的各別狹縫 61 係位於不同高度，以允許採用殼層 60 的指定個別區段之輪廓。複數個狹縫 61 各容納一螺紋十字銷 62，此十字銷具有肩部，以配合狹縫 61 的寬度，此螺紋十字銷係螺接至一個放置或鑄造於本體 21 中之螺旋插入件 63 內，致使，當十字銷被向下旋緊時，縱樑與殼層支架 57、59 被固持在正確對齊狀態。由於圖形比例的緣故，並未顯示在縱樑支架 57 與殼層支架 59 內部的複數個真空導管 24，這些真空導管 24 係如上述般。在每個縱樑支架 57 及殼層支架 59 中的流體導管 26，係被放置成結合每個熱傳板 27，而此熱傳板係位於殼層支架 59 的頂部，且接近縱樑支架 57 的頂部。

如前述，當縱樑 58 及殼層 60 的重量承載於熱傳板 27 上時，冷卻劑可將它們冷卻。縱樑支架 57 的實際位置，以及與植入此縱樑支架 57 中的磁性位置指示器 64，可提供正確定向，用以定位自動鉚釘機，以從殼層 60 的前側

鑽穿、插入及鎖緊大部分的暫時性扣件。

要知道的是，縱樑支架 57、熱傳板 27b 各被拉長而延伸到縱樑 58 的一側，以輔助使縱樑 58 的 L 形足部緊靠殼層 60 的背側(當組裝完成時將位於機翼內側)。熱傳板包括一缺口 46，該缺口係與自動鉚釘機所放置的扣件(鉚釘)54 之位置一起合作，以便提供鉚釘頭空隙。

為了將殼層維持成正確對齊縱樑，複數個圓柱形密封件及溝槽組件 30、31 係形成或放置於每個殼層支架 59 的頂面外部邊緣中。這些外部邊緣在殼層支架 59 的表面上於每個熱傳板 27 的周圍形成一外圍密封件。雖然是選擇性的，但並非是最佳的，因為它並不是絕對必要，對縱樑產生真空夾鉗的密封件與溝槽組件可用於縱樑支架 57。如此一來，較為簡單且不昂貴，便可恰好以機械方式將縱樑夾鉗於適當位置。溫度感測器裝置 29 測量出殼層 60 的底側溫度。

精確的機翼製造以及將殼層 60 組裝至縱樑 58 之步驟係如下述：整個等溫工件固持組件支架結構(包括精確對齊的縱樑支架 57 及殼層支架 59)，係藉由正確放置支架且將銷 62 向下鎖緊於狹縫 61 中而對齊。接著，在整個組裝操作期間，冷卻劑流體連續性地循環通過歧管管件 47 與通道 26。每個精確切削過的縱樑 58 係放置成緊靠著熱傳板 27 與縱樑支架 57 的頂表面。對於所有需要組裝的縱樑 58 可重複這些步驟。

在所有縱樑 58 被精確對齊後，如箭頭 S 所示，殼層 60

小心地下降至殼層支架 59。藉由使等溫切削及冷卻過的縱樑 58 精確地緊靠著控制溫度的殼層 60 支底表面，自動鉚釘機可以掃描整個殼層 60，以尋找緊鄰縱樑 58 一邊緣安裝之磁性位置指示器 64。可從殼層的前側通過非磁性鋁製殼層 60 而感測磁性位置指示器 64。磁性位置指示器 64 現在作為絕對參考位置，用以精確且重複地對齊鑽穿中心線孔與縱樑襯墊扣件。在精確地鑽孔後，自動鉚釘機的視覺系統將永久扣件定位並安裝於每個孔中。在安裝所有扣件與鉚釘機後，關掉冷卻劑/真空泵。使用特殊的升吊夾具以將完成後的機翼組件移動至下一個組裝站。

第四具體實施例 維持鋼機床等溫之應用情形

從歷史數據的角度來看，工具機的機床及結構機架已經可以從各種鑄鐵、鋼鍛造件、片鋼、與聚合體混凝土之不同組成而製成，以用作為新穎小型機器的支架底座。然而，對於非常大或非常長的機器來說，特別是從 30 到 200 英尺長的機器，機床與結構機架所用的一般材質為片鋼。然而，任何鋼製機床或機器支柱會非常有效地傳送因加工工件所產生的震動。鋼的 TCE 相當大，但卻只有航空鋁合金的一半而已。假如由於周圍的空氣溫度改變而改變例如機床等長型鋼製結構的溫度時，如此會影響其長度，且因此影響機器的絕對可重複精確性。

本發明的第四具體實施例包含有一工件固持裝置組件及方法，用以將機器的鋼床維持在等溫狀態，而不管周圍的溫度變化如何，藉此提供可重複的精確尺寸。本發明裝

置震動阻尼功效亦有助於產生出平滑切削過的工件表面。

圖 8 是顯示具有垂直轉軸橋架式銑床的水平片鋼機床 71 之內部剖面端視圖。上方橋架、轉軸等在圖形中已經被省略以求簡潔。兩個個別分開的工件固持系統彼此堆疊於另一個上面，且使底部的系統面朝下顛倒過來。這些系統藉由螺栓而彼此連接，並連接至片鋼機床 71。第一個下方的本體固持器 20b 是顛倒的本體。形成三角形通道 42 之包覆表面的複數個熱傳板 27 與一個垂直轉軸橋架式銑床的片鋼機床 71 產生熱接觸。熱傳板 27 被定位成能夠直接位在現有機床螺栓孔 72 間，以便最大化在安裝於機器機架/支架 70 上的片鋼機床 71 之間來回的熱傳效果。

本體 20b 係做為第一下方等溫及阻尼系統。埋頭通孔 23 係策略性地放置，以便將其螺固至機床 71。單一溫度感測器 29 大約被放置在中心，以監控機床 71 的溫度。此外，在底面亦設有多個適當定位的真空導管 24 及外部彈性圓柱密封件 31，以協助固定本體，使其與機床 71 產生熱接觸。

第二上方等溫震動阻尼系統本體 20a，實質上為下方本體 20b 的複製，但是右側朝上。它包括多個埋頭通孔 23、一般真空導管 24，及用以固持並接觸工件 32a、32b 的熱傳板 27。因此，上下本體 20a、20b 以螺栓方式連接在一起，作為在等溫機床 71 上的單一堅硬工件固持器。

第五具體實施例 等溫冷卻線性感應馬達的應用情形

從歷史數據的角度來看，工具機係藉由電子旋轉或線

性馬達而產生線性移動。由於這些馬達是利用電流操控，故線性馬達遭受電熱損耗 I^2R ，如此一來，便產生廢熱而傳導至工具機的機架內。所產生的熱之總量直接與流經馬達的電流有關。大型工具機很容易需要到六到十個 2.5KW 的馬達，以移動重達 90000 磅的大型起重機架，且它們產生總共 40000BTU 的廢熱，此廢熱會扭曲機器的機架，接著，透過 TCE 對機器所引起的熱生長而使得機器的重複精確度變差。本發明第五具體實施例的震動阻尼等溫工件固持系統，可中斷從線性馬達的電磁鐵流入機器機架內的廢熱，且保留機器對齊的絕對精確度。

圖 9 是顯示在機器機架內製造的典型線性馬達之詳細內部剖面端視圖。在習知的線性馬達應用情形中，底半部的機器機架 80 支撐著固定式線性軌道 90。線性滾動滑動塊 89 在其頂部滾動，且藉由側邊凸緣 89b 而被固持於固定式線性軌道 90。上半部的機器機架 81 藉由螺栓通過埋頭通孔 23 至兩側上的線性滾動滑動塊 89 頂端而產生支撐。磁性線性編碼器 92 提供上半部機器機架 81 相對於下半部機器機架 80 的位置與速度資料。在正常操作下，下半部線性馬達磁鐵 82 與上半部線性馬達磁鐵 83 散發出廢熱。根據線性馬達的結構，磁鐵 82 或 83 的其中之一是永久磁鐵單元，而另一個則是電磁鐵。

在此具體實施例中，上、下熱傳導系統 84、87 係被放置成分別緊密熱接觸上、下線性馬達磁鐵 83、82。上、下溫度感測器 86、85 監控兩組磁鐵的溫度。當磁鐵所產生

的廢熱增加其溫度時，熱傳板 27 將廢熱傳導至熱散熱器元件 43，接著，將熱量傳導至高熱傳導性流體 28 內。此廢熱透過流體導管 26 而傳送至封閉迴路循環系統 16 及加熱器/冷卻器 40，在該處廢熱被傳導至外部通風口而離開建築物(參考圖 1A、1B)。

產業之應用性

很清楚地，本發明的震動阻尼等溫工件固持系統及方法具有廣泛的產業應用性，特別的是航空業及精密製造領域，因為它們可提供一種乾切削的系統，不需要提供接觸工件的液體冷卻劑，可縮小工件震顫，縮小通過相鄰工具間的高度差異，如此可縮小應力腐蝕斷裂或腐蝕疲勞等切削所引起之應力集中現象，上述兩種情形均可能引起巨大破裂。

要知道的是，在不違背本發明的精神與範圍之前提下，熟知此項技術者不需要不當的過度實驗便可在本發明的範圍內產生出各種不同修改，因此，本發明應該由以下的申請專利範圍界定才是。而且，當看過說明書之後，應包括現有及未來的等效置換之整個範圍。

【圖式簡單說明】

從以下伴隨附圖所作的詳細說明中，將可更加清楚了解本發明之目的、特色及優點。在本圖式中，類似的元件符號係表示相同或類似的元件。

圖 1A 是依據本發明具體實施例的工件固持器之頂視平面圖，顯示一個被垂直固持的工件。

圖 1B 是用於本發明工件固持及組裝系統的範例性控制系統之示意圖，在此範例中為負回饋溫度控制迴路。

圖 2 是圖 1A 的本發明固持器沿著直線 2-2 之垂直剖面圖，顯示垂直固持器本體、工件、熱能傳導元件、內部真空管線、及夾鉗元件。

圖 3 是顯示依據本發明的方法在切削與尺寸檢查期間，當垂直定向的工件溫度達到穩定時之一連串後續步驟的流程圖。

圖 4 是顯示依據本發明的方法在切削與尺寸檢查期間，當水平定向的工件溫度達到穩定時之一連串後續步驟的流程圖。

圖 5 是沿著圖 6 中的直線 5-5 所作之等溫組件型態中本發明第三具體實施例的垂直剖面圖，顯示一個工件固持器，其具有上下可移動的延伸元件，用以將一垂直腹板維持在用以組裝翼樑翼弦及肋材的定向。

圖 6 是沿著圖 5 中直線 6-6 所作的第三具體實施例之水平剖面圖，顯示一個工件固持器，其具有可在縮回與伸長位置之間移動的延伸部位。

圖 7 是本發明第四具體實施例的正視圖，顯示透過工件固持器本體、熱能傳導元件、及內部真空管線，而精確對齊至殼層面板工件的複數個水平縱樑。

圖 8 是本發明第五具體實施例的端視圖，顯示一個具有反向熱能傳導組件的機床，致使，此機床被維持成等溫，且它支持用以支撐本發明的第五具體實施例。

圖 9 是本發明第六具體實施例的端視圖，顯示在線性感應馬達的底部與頂部半體附近的熱能傳導元件。

【主要元件符號說明】

- 10 工件固持系統裝置
- 12 固持本體組件
- 14 夾鉗系統
- 16 封閉迴路熱控制系統
- 20 底座本體
- 20a 本體
- 20b 本體固持器
- 21 固持本體
- 21U 工件固持本體
- 21L 工件固持本體
- 22 本體延伸部
- 22a 螺帽
- 23 埋頭通孔
- 23a 插入件
- 24 真空導管
- 24a 真空歧管組件
- 24b 真空歧管組件
- 24c 真空歧管組件
- 24d 真空歧管組件
- 24e 真空歧管組件
- 25 鳩尾夾頭

- 26 導管
- 27 熱傳板
 - 27a 外表面
- 28 流體
- 29 溫度感測裝置
 - 29a 導線
 - 29b 線路
- 30 密封構件
- 31 密封溝槽
- 32 工件
 - 32a 腿部
 - 32b 鳩端部
 - 32c 表面
 - 32d 表面
 - 32e 表面
- 33 螺栓
- 34 汽缸
- 35 軸
- 36 球形接頭
- 37 樞轉凸塊
- 38 鳩尾夾鉗托架
- 40 加熱器/冷卻器
- 42 通道
- 43 鰭片

- 44 真空泵
- 45 循環泵
- 46 缺口
- 47 液體傳送管線
- 50 機翼翼樑翼弦
- 50a 翼樑翼弦
- 50b 翼樑翼弦
- 51 肋條柱
- 51a 凸緣
- 52 機翼腹板
- 53 填隙片
- 54 暫時扣件
- 55 背部支架
- 55U 固持本體元件
- 55L 固持本體元件
- 56 通道
- 57 縱樑支架
- 58 縱樑
- 59 殼層支架
- 60 殼層
- 61 狹縫
- 62 十字銷
- 63 插入件
- 64 磁性位置指示器

- 70 支架
- 71 銑床
- 72 螺栓孔
- 80 機器機架
- 81 機器機架
- 82 線性馬達磁鐵
- 83 線性馬達磁鐵
- 84 熱傳導系統
- 85 溫度感測器
- 86 溫度感測器
- 87 熱傳導系統
- 89 線性滾動滑動塊
- 89b 側邊凸緣
- 90 線性軌道
- 92 磁性線性編碼器
- 95 控制器
- 96 溫度控制器接點
- 100 滑桿
- 102 螺栓

五、中文發明摘要：

本發明之等溫及真空夾鉗工件固持系統可迅速抑制工件震動(震顫)，而同時在切削期間正確且牢靠地維持工件的位置。此系統同時將熱能傳導出或導入工件內，以便在整個切削與檢查過程期間使該工件維持成等溫。最小化震動縮可降低週期時間，且增進工件表面精度，如此可消除人工重作及人工重新檢查。將工件維持等溫可消除掉工件的熱變化及相關尺寸變化，同時可增加製程可重複性。在所有部件上的緊密尺寸公差，可降低尺寸公差累積結果，如此可有助於降低組裝成本。本發明亦揭示一種等溫夾具，用以將部件與自動鉚釘機組裝於正確位置上，且減少使用填隙片(shim)。本發明的等溫系統可以應用於控制線性感應馬達與類似物中的 TCE 效應。

六、英文發明摘要：

The inventive isothermal and vacuum clamp work holding system quickly damps out work piece vibrations (chatter) while accurately and rigidly maintaining the position of the work piece during machining. This system simultaneously transfers thermal energy out of or into the work piece to maintain the work piece temperature isothermal during the entire machining and inspection cycles. Minimizing vibrations reduces cycle time and improves work piece surface finish which eliminates manual rework and

manual re-inspection. Maintaining the work piece temperature isothermal eliminates work piece thermal changes and associated dimensional changes while increasing process repeatability. Close dimensional tolerances on all parts reduces dimensional tolerance stack-up which helps reduce assembly costs. Isothermal fixtures for assembling parts and automated rivet settings in precise locations with reduced use of shims is also disclosed. The inventive isothermal system is applicable to control of TCE effects in linear induction motors and the like.

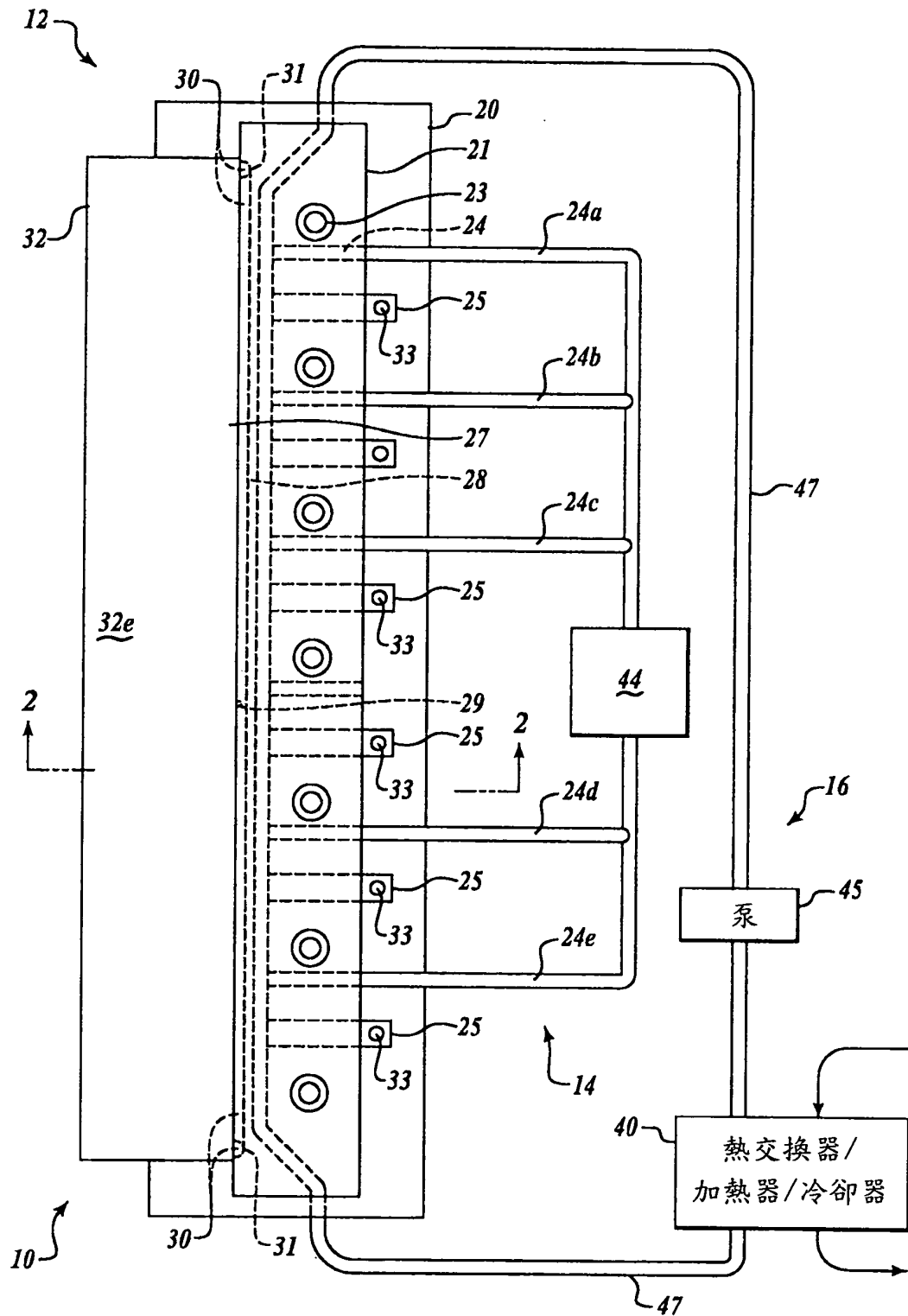


圖1A

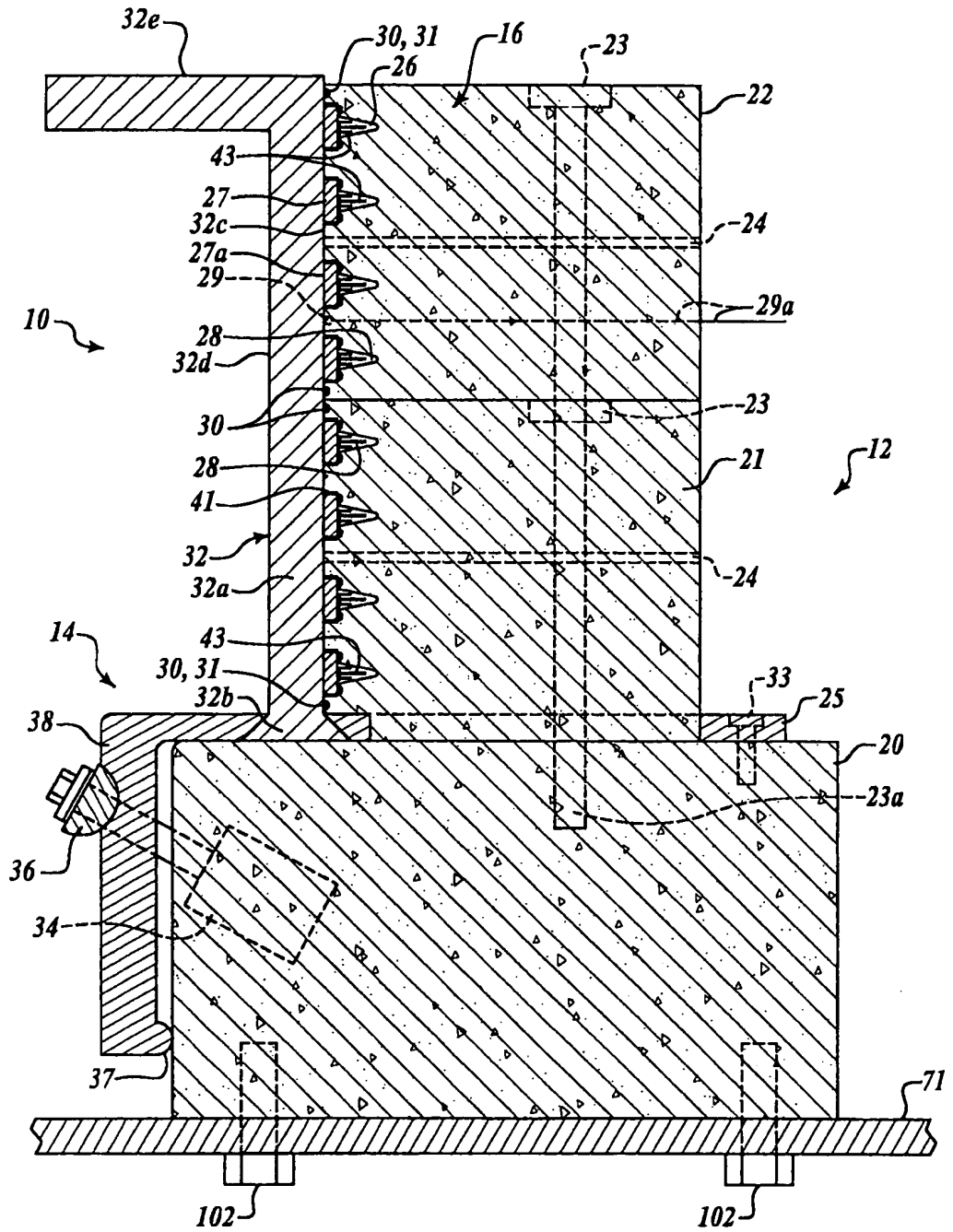


圖2

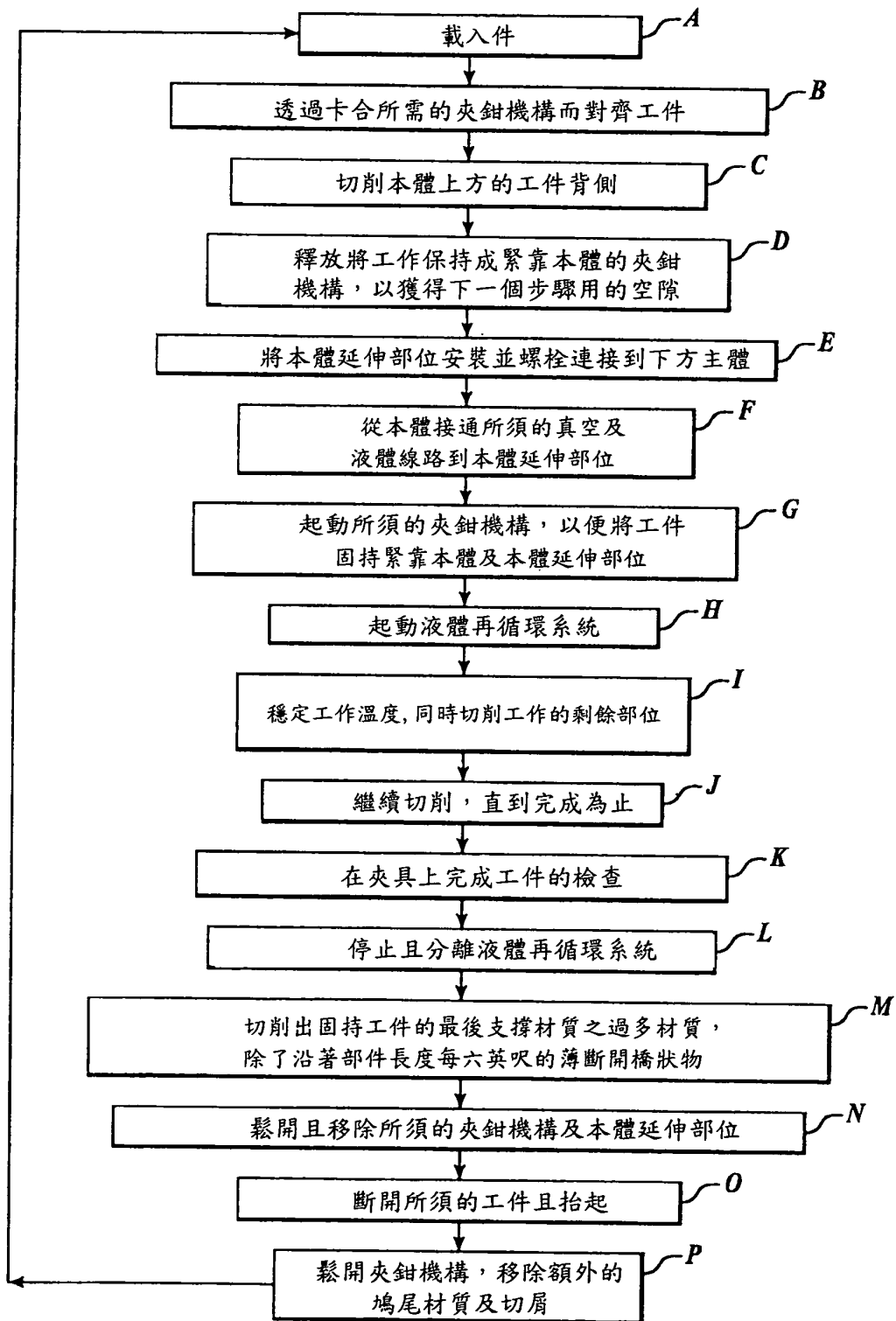


圖 3

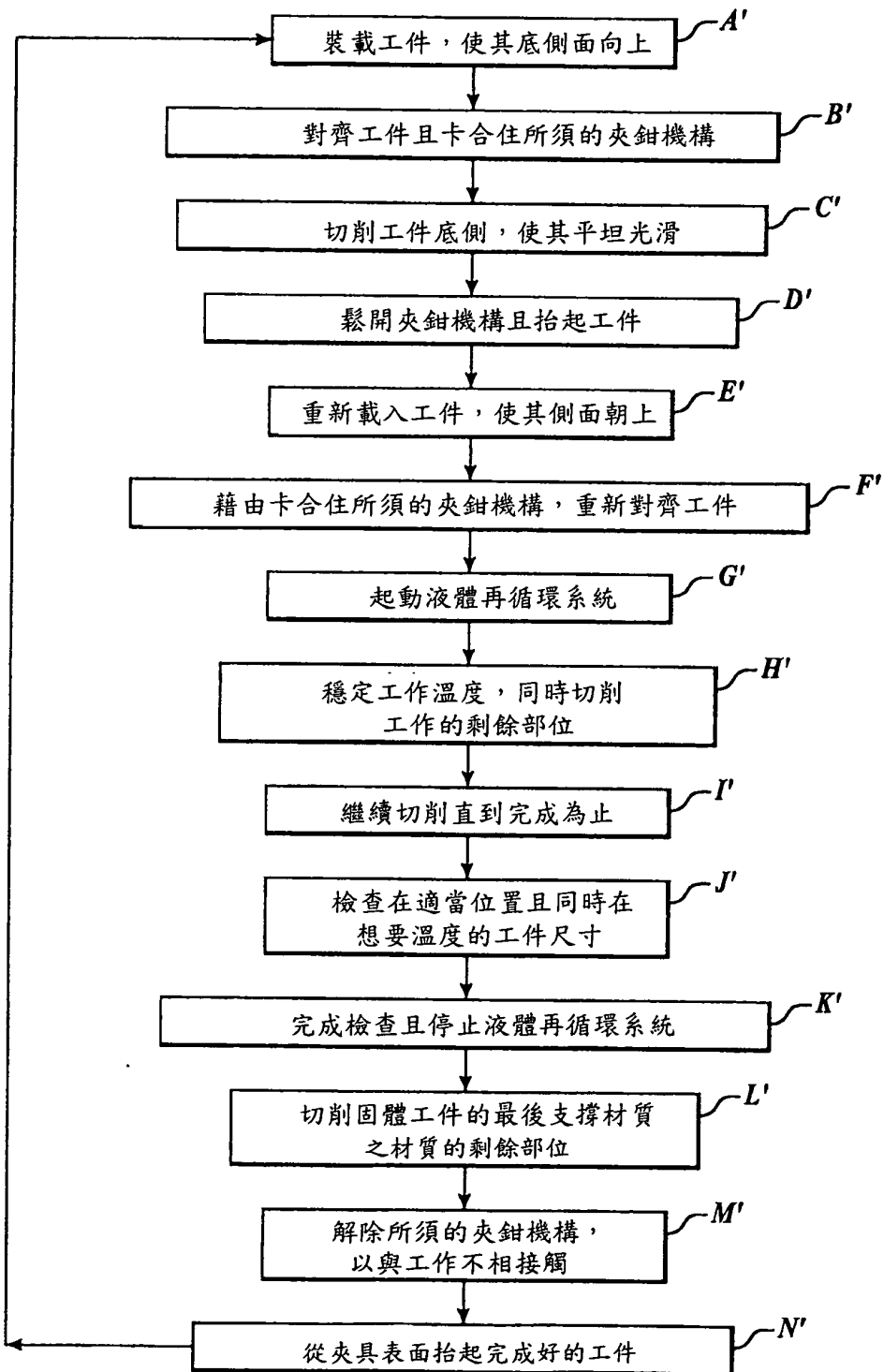


圖 4

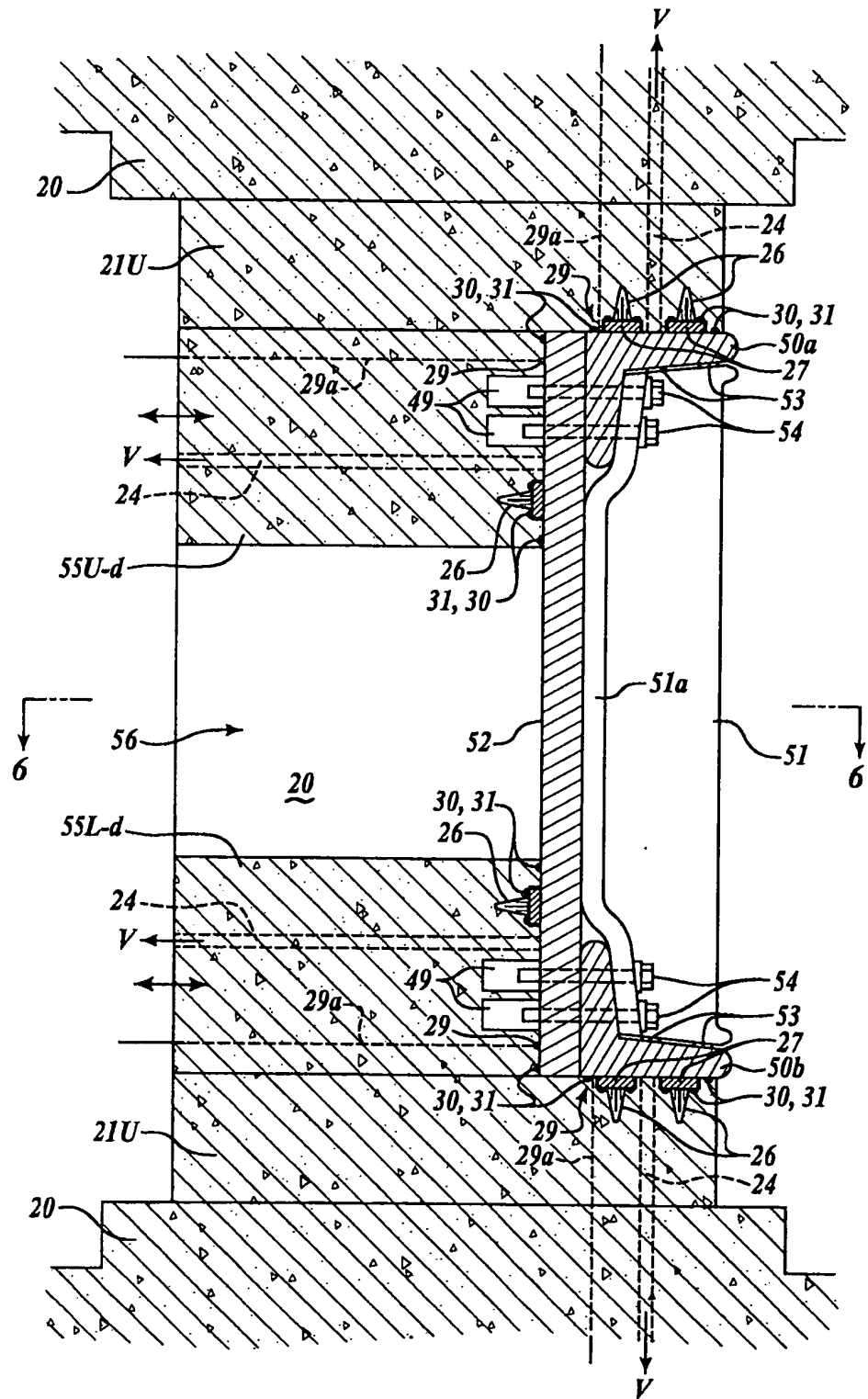


圖5

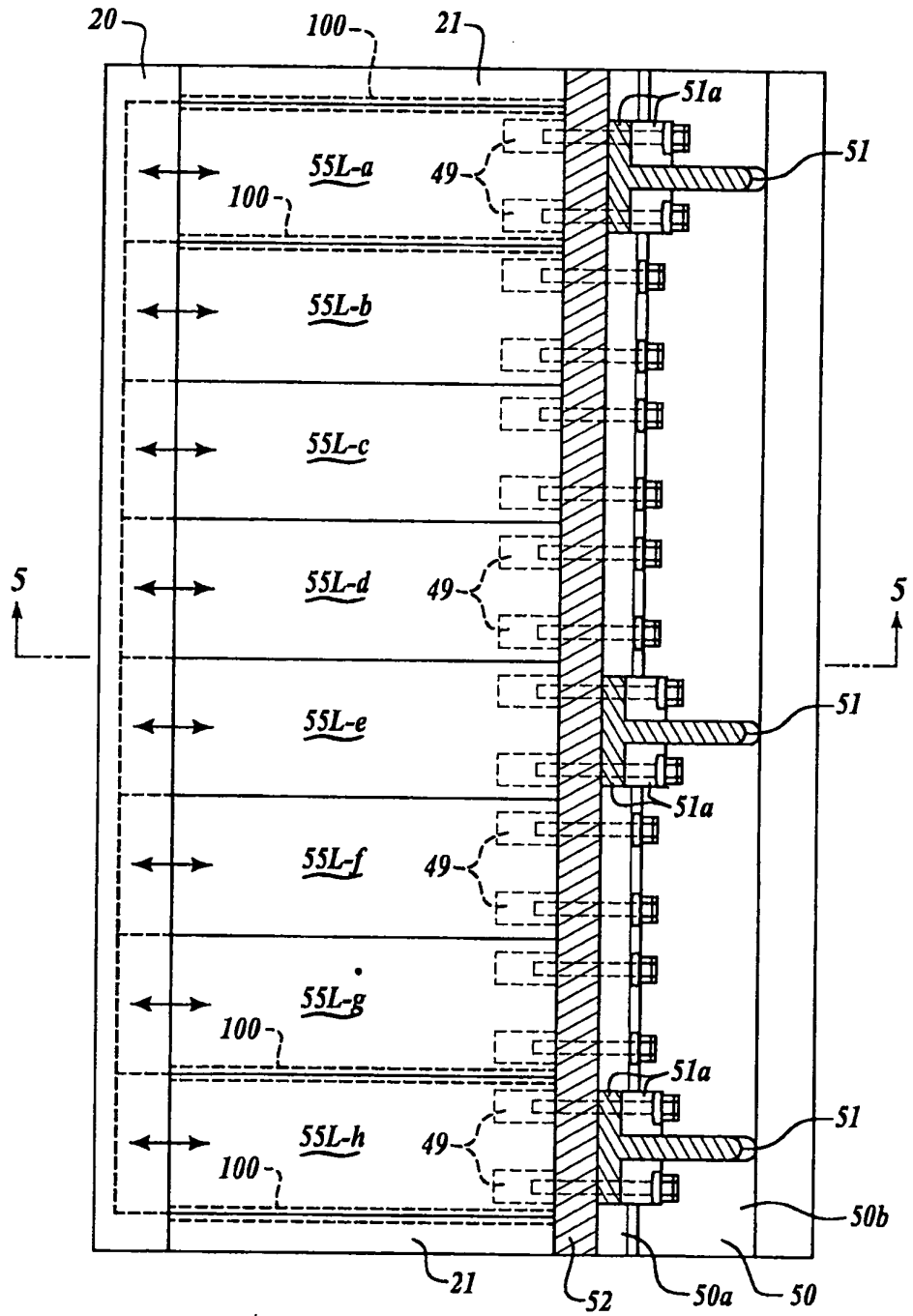


圖6

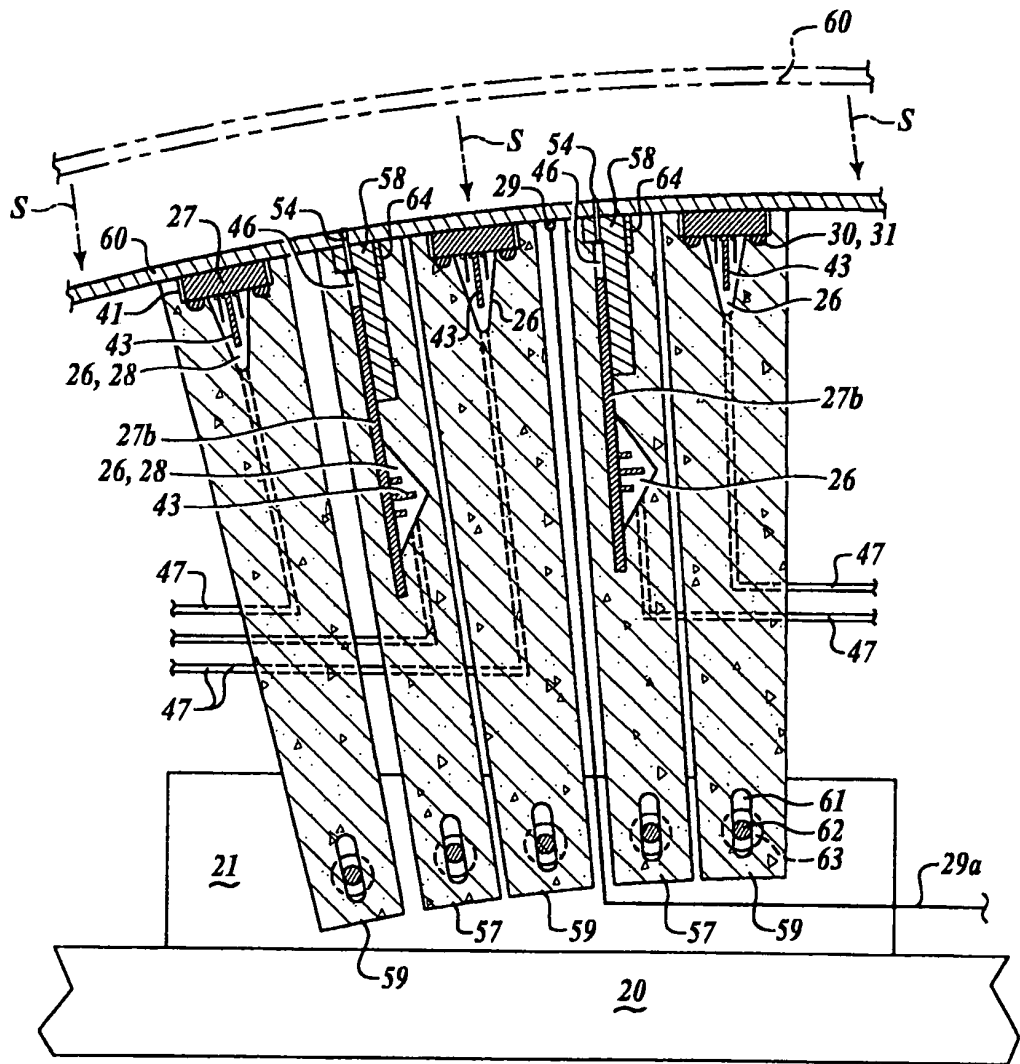


圖 7

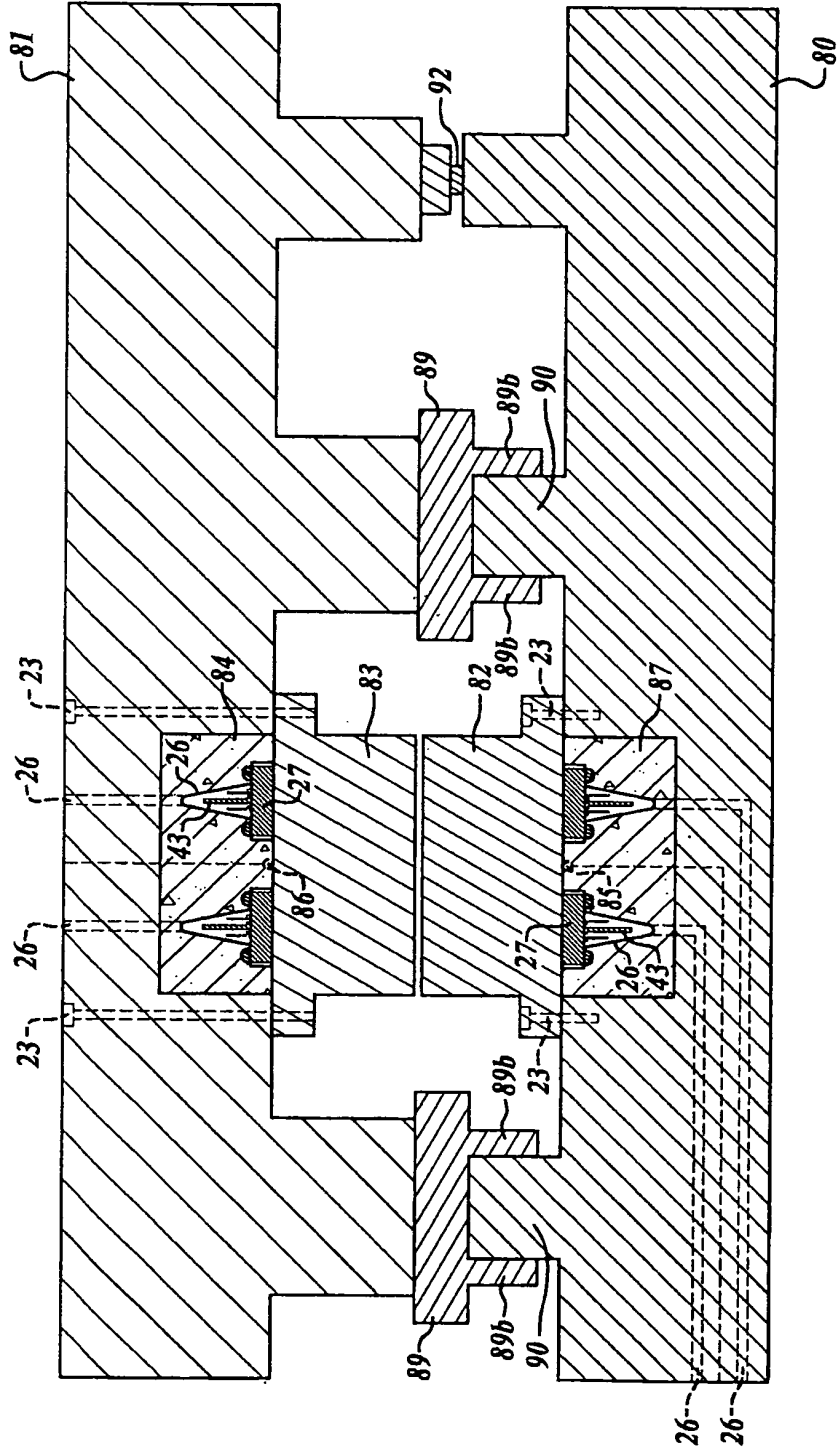


圖9

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（一）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 10 工件固持系統裝置
- 12 固持本體組件
- 14 夾鉗系統
- 16 封閉迴路熱控制系統
- 20 底座本體
- 21 固持本體
- 23 埋頭通孔
- 24 真空導管
- 24a 真空歧管組件
- 24b 真空歧管組件
- 24c 真空歧管組件
- 24d 真空歧管組件
- 24e 真空歧管組件
- 25 鳩尾夾頭
- 27 熱傳板
- 28 流體
- 29 溫度感測裝置
- 30 密封構件
- 31 密封溝槽
- 32 工件
- 32e 表面
- 33 螺栓

- 40 加熱器/冷卻器
- 44 真空泵
- 45 循環泵
- 47 液體傳送管線

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

十、申請專利範圍：

1. 一種等溫震動阻尼工件固持器裝置，其係用於在具有一底座與一基準機床的一工具機中進行高熱膨脹係數(TCE)材料工件的精密乾切削，同時降低震動所引發的不精確或缺陷，用於精確組裝需要機械式固定零件的高 TCE 部件，與用於維持該工具機的該機床大致上等溫且具有降低的震動傳導，該裝置在操作組合下包含有：

a) 至少一震動阻尼、低熱傳導性、低熱膨脹係數(TCE)的聚合體複合材料工件固持本體構件，其構形成作為工件的精確牢固的結構支撐，以用於乾切削與組裝，或者，可作為一工具機機床的支撐；

b) 一工件固持系統，其包含有至少一設置於該工件固持本體內的真空導管，及機械式夾鉗元件，用以將正接受乾切削或組裝的至少一工件牢固地保持在適當位置；

c) 至少一用於熱傳導性流體通過之通道，該通道設置於該工件固持本體內之配合該工件或該工具機床的至少一表面之一表面上；

d) 至少一熱傳板，係由高熱傳導性材料製成，且設置成與該通道相結合，該熱傳板係配置成可與該工件或該工具機機床之至少一部分維持緊密熱接觸，以維持該工件或該工具機機床大致係等溫，同時降低誤差所引發的震動傳導。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之工件固持器裝置，其包含一工具機的一基準機床，該工具機係安裝成與該聚合體複合材料的一本體相結合，而且，藉由配置成與該機床緊

密熱接觸的至少一第一熱傳板，該機床可被維持成大致等溫，而且，該聚合體複合材料可降低震動傳導。

3.如申請專利範圍第2項所述之工件固持器裝置，其中，至少一工件固持本體係安裝於該工具機機床上以支撐一工件，該本體係位於該機床與該工件之間以阻尼該工件上的切削操作震動，該工件係與至少一第二熱傳板進行熱接觸，致使，熱能無法在該機床與該工件之間傳導，且該工件在尺寸上被維持成大致穩定。

4.如申請專利範圍第1項所述之工件固持器裝置，其包含：一使熱傳導流體循環通過該通道的流體循環泵、一用於加熱或冷卻該流體的加熱與冷卻裝置、一配置成與該工件固持本體的至少一表面相結合的溫度感測器，及一控制系統，用以將該工件或該工具機機床維持在一預先選定大致等溫的溫度值。

5.如申請專利範圍第4項所述之工件固持器裝置，其中，該熱傳板是由銅或鋁製成。

6.如申請專利範圍第5項所述之工件固持器裝置，其中，該熱傳板包括至少一個突出到該通道內的鰭片元件，以增加與該流體接觸的表面積而有效快速地傳送熱能至該流體，或從該流體傳送熱能出去。

7.如申請專利範圍第2項所述之工件固持器裝置，其中，該熱傳板係沿著該流體通道的邊界邊緣而安置於該本體的肩部內。

8.如申請專利範圍第7項所述之工件固持器裝置，其包

括諸密封構件，其等被配置成與該等流體通道相結合，以助於防止熱傳導流體洩漏於該等流體通道外。

9.如申請專利範圍第4項所述之工件固持器裝置，其中，該聚合體複合材料是一聚合體混凝土，其具有高強度及低震動傳導的特性。

10.如申請專利範圍第4項所述之工件固持器裝置，其中，該本體構件為模組式，且包含有至少一零件，以提供對不同尺寸或形狀工件之適應。

11.如申請專利範圍第10項所述之工件固持器裝置，其中，該真空固持系統包括密封構件，該等密封構件係容納在設置於該本體構件中的對應密封溝槽內。

12.如申請專利範圍第11項所述之工件固持器裝置，其包含機械式夾鉗元件。

13.如申請專利範圍第11項所述之工件固持器裝置，其中，該本體構件係構形成將一工件固持在包括垂直、水平、及與該水平或垂直成一角度的複數個軸向定向之至少一位置中，以允許工件在該等定向的至少之一中進行切削或組裝。

14.一種等溫震動阻尼插入件，其用以冷卻用於一工具機裝置的一線性感應馬達之一固定或移動零件，以降低熱所引發的機器尺寸增大，此機器尺寸增大會引起該工具機所帶動的工具之工件切削精確度的誤差，該插入件在操作組合下包含有：

a)至少一震動阻尼、低熱傳導性的聚合體複合本體構

件，其構形成作為在一線性馬達的一固定機床或移動元件中的一插入件；

b)至少一用於熱傳導性流體通過之通道，該通道設置於該插入件本體內之配合該線性馬達零件的至少一表面之一表面上；

c)至少一熱傳板，其係由高熱傳導材料製成，且設置成與該通道相結合，該熱傳板係配置成與該線性馬達零件之至少一部分維持緊密熱接觸，致使，該馬達所產生的熱被傳導至該流體，藉此，防止熱傳導至該工具機機床或移動構件上。

15.一種乾切削或組裝工件之方法，其包含有以下步驟：

a)將一工件裝入一震動阻尼、低熱傳導性、低熱膨脹係數的聚合體複合工件固持本體構件內，該固持本體構件係構形成作為該工件之精確牢固結構支撐，以用於乾切削或用於組裝到至少另一工件上；

b)將該工件夾鉗在適當對齊位置，以用於切削或組裝，此步驟係藉由施加一真空以吸引該工件，使其與該工件固持本體的至少一表面產生緊密熱接觸；

c)藉由設置在該本體表面上與該工件緊密熱接觸且與一熱傳流體相通的至少一熱傳板，將熱傳導出或導入工件內，而將該工件維持成大致等溫，藉由該真空之該夾鉗動作有助於維持該工件與該熱傳板間的該緊密熱接觸；以及

d)藉此，降低熱膨脹係數(TCE)及震動所引發的尺寸誤差，以允許更加精確地切削或組裝該工件。

16.如申請專利範圍第 15 項所述之方法，其包含有以下步驟：

a)使用機械式夾鉗構件，將該工件夾鉗至該本體；

b)循環一高熱傳導性流體，使其流經與該熱傳板相通的流體通道；以及

c)感測該工件的溫度，以提供一信號給一控制器，該控制器可控制加熱或冷卻該高熱傳導性流體的一加熱器/冷卻器，以使該工件的該溫度產生或維持在一預先選定的設定點溫度。

17.如申請專利範圍第 16 項所述之方法，其中，該方法被應用至航空組件，該航空組件包括將機翼組裝至翼樑與柱體、將殼層組裝至翼樑與縱樑、以及將本體肋條組裝至殼層。

18.如申請專利範圍第 16 項所述之方法，其包含有以下步驟：

a)將一工具機的一機床安裝於該聚合體複合材料的一本體上，以降低震動傳導；以及

b)藉由設置在該本體表面上且與該機床緊密熱接觸之至少一熱傳板，而使熱傳導出或傳導入該機床，而將該機床維持成大致等溫。

19.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其包含有以下步驟：

a)將一高熱傳導性流體循環通過與該熱傳板相通的流體通道；以及

b)感測該機床的該溫度，以提供一信號給一控制器，該控制器可控制加熱或冷卻該熱傳導流體的一加熱器/冷卻器，以使該機床的該溫度產生一預先選定的設定點溫度，且將機床大致上維持在該溫度。

20.一種控制在工具機內的熱引發性尺寸變化之方法，該工具機具有相對一機床移動的工具固持器，其移動係藉由具有一固定與一可移動零件的一線性感應馬達而提供動力，該方法包含有以下步驟：

a)提供一震動阻尼、低熱傳導性、低熱膨脹係數(TCE)的聚合體複合構件，其構形成作為在該固定零件中之一插入件本體或與該線性感應馬達之該可移動零件相結合；

b)在該插入件本體的至少一表面內設置至少一通道，用於供熱傳導性流體通過；

c)設置至少一熱傳板，該熱傳板係由高熱傳導材料製成且與該通道相結合，該熱傳板係配置成與其中一個該等線性馬達零件之至少一部分緊密熱接觸；以及

d)循環一熱傳導流體，使其通過與該熱傳板相接觸的該通道，致使，該馬達所產生的熱被傳導至該流體，藉此，防止熱傳導至該工具機機床或移動工具固持器。

十一、圖式：

如次頁