



(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 201700213 A

(43)公開日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：104121088 (22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 06 月 30 日

(51)Int. Cl. : B23Q11/14 (2006.01) B23Q3/12 (2006.01)

(71)申請人：國立中興大學(中華民國) NATIONAL CHUNG HSING UNIVERSITY (TW)  
臺中市南區國光路 250 號

(72)發明人：李明蒼 LEE, MING-TSANG (TW)；陳政雄 CHEN, JENQ-SHYONG (TW)；何志成 HO, CHIH-CHERNG (TW)；洪名杰 HUNG, MING-CHIEH (TW)

(74)代理人：吳宏亮；劉緒倫

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：9 共 17 頁

(54)名稱

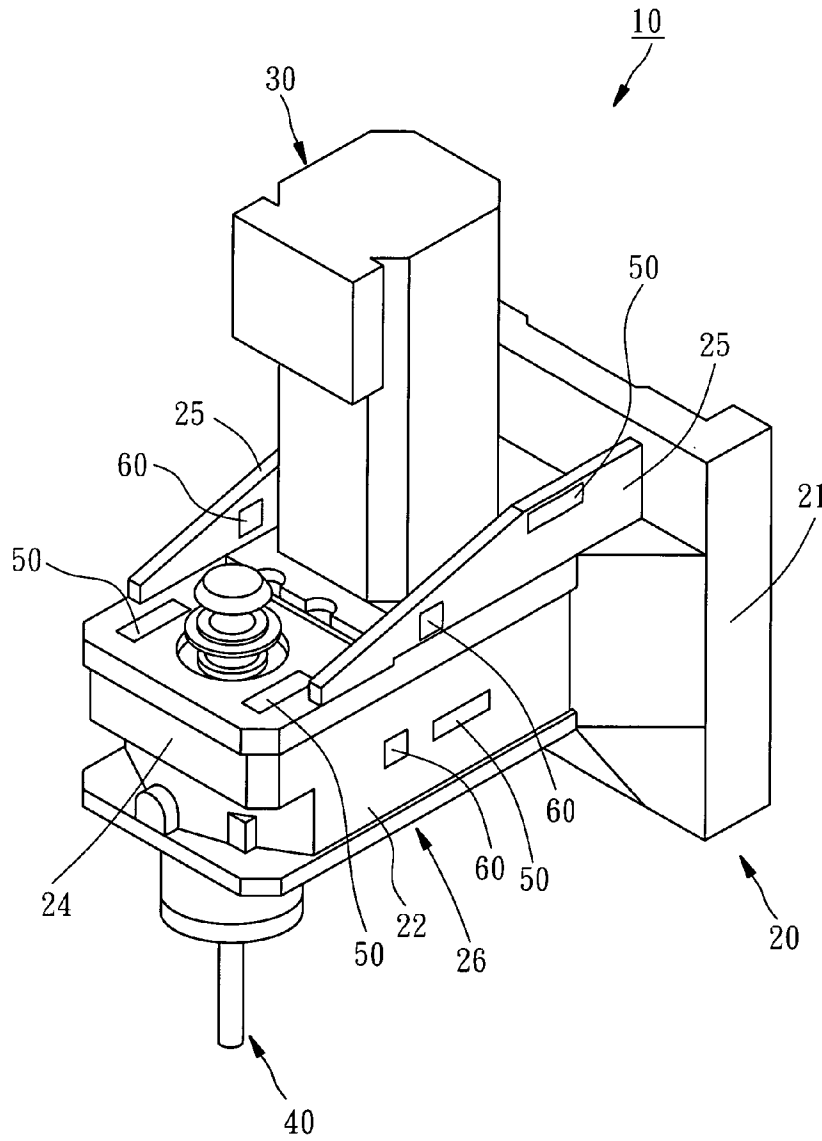
可改善熱誤差之工具機

A MACHINE TOOL CAPABLE OF REDUCING THERMAL ERRORS THEREOF

(57)摘要

一種工具機，主要包含有一機台、一主軸，以及一電熱片，機台具有一立柱與一連接立柱之主軸支撐件，主軸可轉動地設於機台之主軸支撐件，電熱片設於該機台之主軸支撐件且位於主軸之熱變形量較小的一側，藉由電熱片的調節，可以讓主軸的非線性熱變形減少到最低程度，進而達到提升加工精度的效果。

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 10 . . . 工具機
- 20 . . . 機台
- 21 . . . 立柱
- 22 . . . 懸臂樑
- 24 . . . 自由端
- 25 . . . 肋板
- 26 . . . 主軸支撐件
- 30 . . . 驅動源
- 40 . . . 主軸
- 50 . . . 電熱片
- 60 . . . 致冷晶片

第1圖



201700213

【發明摘要】

申請日: 104. 6. 30

IPC分類: B23Q1/4 (2006.01)  
B23Q 3/2 (2006.01)

【中文發明名稱】可改善熱誤差之工具機

【中文】

一種工具機，主要包含有一機台、一主軸，以及一電熱片，機台具有一立柱與一連接立柱之主軸支撐件，主軸可轉動地設於機台之主軸支撐件，電熱片設於該機台之主軸支撐件且位於主軸之熱變形量較小的一側，藉由電熱片的調節，可以讓主軸的非線性熱變形減少到最低程度，進而達到提升加工精度的效果。

【指定代表圖】第1圖

【代表圖之符號簡單說明】

10工具機

20機台

21立柱

22懸臂樑

24自由端

25肋板

26主軸支撐件

30驅動源

40主軸

50電熱片

60致冷晶片

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】可改善熱誤差之工具機

【技術領域】

【0001】本發明與工具機有關，特別是指一種可改善熱誤差之工具機。

【先前技術】

【0002】在工具機的運轉過程中通常是藉由馬達驅動主軸進行高速旋轉，由於主軸在高速旋轉之下會產生極為可觀的熱能，假如沒有適當的散熱機制，主軸容易因為周遭區域的溫度分佈不均而出現變形的情況，如此將會對加工精度造成難以修正的影響。

【0003】傳統最常見的方式是在機台設置流道，並利用流道內的冷卻流體對主軸進行散熱，然而在冷卻流體的循環過程中，冷卻流體的溫度會逐漸升高，進而與主軸之間的溫差將會逐漸變小，因此所提供的冷卻效果也會越來越差。為了解決冷卻流體的散熱問題，在中國公告第CN202106241號專利案及中國公告第CN202129679號專利案所揭露的散熱技術當中均利用致冷晶片的熱電轉換特性實現對主軸的溫度控制，但光是只有設置致冷晶片沒有辦法有效改善主軸的熱變形，所以在這兩個習用專利案中，致冷晶片在使用時仍然需要配合冷卻流體的設置，讓致冷晶片將冷卻流體所吸收的熱量傳遞出去，不過這樣一來，機台必須要同時設置致冷晶片及冷卻流道，而且得要添購對冷卻流體進行加壓的相關設備，因此勢必會造成結構複雜度的增加及製造成本的提

升，更何況致冷晶片與冷卻流體的搭配對主軸所提供的散熱效果在實際上並不理想。

### 【發明內容】

【0004】本發明之主要目的在於提供一種可改善熱誤差之工具機，其能在不增加結構複雜度的情況之下改善主軸的熱變形，藉以提升加工精度及降低製造成本。

【0005】為了達成上述目的，本發明之工具機包含有一機台、一驅動源、一主軸，以及一電熱片。該機台具有一立柱與一連接立柱之主軸支撐件；該驅動源設於該機台之主軸支撐件；該主軸可轉動地設於該機台之主軸支撐件且連接該驅動源；該電熱片設於該機台之主軸支撐件且位於該主軸之熱變形量較小的一側，用以提供加熱效果。藉此，本發明之工具機利用該電熱片的調節，使該機台可以在不改變既有結構的情況下讓該主軸的非線性熱變形獲得改善，進而達到提升加工精度與降低製造成本的功效。

【0006】有關本發明所提供之工具機的詳細構造、特點、組裝或使用方式，將於後續的實施方式詳細說明中予以描述。然而，在本發明領域中具有通常知識者應能瞭解，該等詳細說明以及實施本發明所列舉的特定實施例，僅係用於說明本發明，並非用以限制本發明之專利申請範圍。

### 【圖式簡單說明】

【0007】第1圖為本發明之立體圖。

第2圖為本發明之另一立體圖。

第2頁，共6頁(發明說明書)

第3圖為本發明加裝頂蓋之立體圖。

第4圖為本發明之頂視圖。

第5圖為本發明之底視圖。

第6圖為本發明所使用之探測試棒的示意圖。

第7圖為本發明之座標圖，主要顯示在尚未啟動電熱片與致冷晶片的狀況下，主軸的運轉時間與熱變形量之間的關係。

第8圖類同於第7圖，主要顯示在啟動致冷晶片之後，主軸的運轉時間與熱變形量之間的關係。

第9圖類同於第8圖，主要顯示在啟動電熱片與致冷晶片的情況下，主軸的運轉時間與熱變形量之間的關係。

#### 【實施方式】

【0008】請參閱第1至4圖，本發明之工具機10包含有一機台20、一驅動源30、一主軸40，以及多數電熱片50。

【0009】機台20具有一立柱21與一主軸支撐件26，主軸支撐件26具有一懸臂樑22與二相對之肋板25，懸臂樑22具有一固定端23與一自由端24，懸臂樑22藉由固定端23固定於立柱21之前側面，各肋板25連接在立柱21之前側面與懸臂樑22之頂面之間。

【0010】驅動源30安裝於機台20之懸臂樑22，用以提供動力來源。

【0011】主軸40設置於機台20之懸臂樑22的自由端24且藉由一傳動皮帶(圖中未示)連接於驅動源30，使得主軸40可受驅動源30之驅動而轉動。

【0012】電熱片50主要是設置在主軸40之熱變形量較小的一側，在

數量方面可以根據機台20在主軸40轉動時的溫度變化進行調整，在本實施例中，電熱片50的安裝位置主要有以下三個地方：

【0013】第一個地方是在主軸支撐件26之懸臂樑22的自由端24的頂面，如第1及4圖所示，安裝數量為兩片，但不以兩片為限，安裝在此一位置的電熱片50可以直接對機台20之懸臂樑22的自由端24進行加熱，以減少機台20之懸臂樑22的溫度變化對主軸40所造成的變形。

【0014】第二個地方是在主軸支撐件26之肋板25的頂緣，不限於肋板25之內側面或外側面，安裝數量為一片，如第1至3圖所示，原因在於當機台20設置頂蓋27之後，各肋板25會主導整個懸臂樑22的變形，再加上肋板25之頂、底緣因長度的不同而有受熱不均的狀況，使得各肋板25在受熱之後會迫使懸臂樑22之自由端24產生翹曲的情形，進而造成主軸40的熱變形，因此，當電熱片50設置在主軸支撐件26之肋板25的頂緣之後，可以讓各肋板25之頂、底緣的受熱能夠平均，使主軸40的熱變形能同時獲得改善。

【0015】第三個地方是在主軸支撐件26之懸臂樑22的左、右兩側面，如第1及2圖所示，安裝數量是在兩個側面分別為一片，安裝在此一位置的電熱片50可以對懸臂樑22的左、右兩側面進行加熱，以避免主軸40產生左右偏擺的熱變形。

【0016】此外，為了能夠進一步提升調節效果，本發明更提供多數個致冷晶片60，致冷晶片60主要是設置在主軸40之熱變形量較大的一側，在本實施例中，致冷晶片60安裝於主軸支撐件26之懸臂樑22的自由端24的底面(如第5圖所示)、主軸支撐件26之肋板25的底緣(如第1至3圖

所示)，以及主軸支撐件26之懸臂樑22的左、右側面(如第1至3圖所示)。

【0017】在此需要補充說明的是，在實際使用時，機台20之懸臂樑22的一側面(假設為左側面)可能會相當靠近於其他機構(如刀庫)，導致電熱片50與致冷晶片60會因為機台20與前述機構之間的空間過於狹窄而無法順利設置在懸臂樑22之左側面，在此情況下可以省略其中一邊的電熱片50與致冷晶片60，再將電熱片50與致冷晶片60同時設置懸臂樑22之右側面，並且依照懸臂樑22的變形狀況啟動其中之一即可對主軸40達到調節效果，也就是說，如果懸臂樑22之右側面的變形量經過分析量測之後比懸臂樑22之左側面來得大時，需要啟動致冷晶片60對懸臂樑22之右側面進行冷卻，反過來則是啟動電熱片50對懸臂樑22之右側面進行加熱，然而不論何種方式，主要都是要讓懸臂樑22之左、右兩側面的溫度變化能夠平均。

【0018】為了量測主軸40的熱變形量，在本實施例中使用接觸式刀長量測儀進行量測，首先如第6圖所示，在探測試棒70定義出最主要的兩個量測點 $y_1$ 與 $y_2$ ，之後每隔一段時間將探測試棒70觸碰轉動中的主軸40，藉以取得 $y_1$ 與 $y_2$ 的座標值，而後減去 $y_1$ 與 $y_2$ 的初始座標值即能得到主軸40的熱變形量，接著從第7圖可以看出，當尚未啟動電熱片50與致冷晶片60時， $y_1$ 往Y軸負方向的偏移量比 $y_2$ 往Y軸負方向的偏移量更多，表示主軸40在高速運轉之下確實有往後仰的變形情況，若只有啟動致冷晶片60時，從第8圖中可以看出 $y_1$ 與 $y_2$ 之間並無明顯改變，所以此時沒有辦法有效改善主軸40的非線性變形量，然而在啟動電熱片50與致冷晶片60之後，如第9圖所示， $y_1$ 與 $y_2$ 之間的相對位置在主軸40運轉約7

小時過後有逐漸出現變化，也就是表示主軸40的熱變形角度有開始獲得改善，最後再從下表1即可得到驗證，在相同的實驗條件之下，啟動電熱片50與致冷晶片60之後確實可以有效減少主軸40的熱變形。

表1

	y1( $\mu\text{m}$ )	y2( $\mu\text{m}$ )	y1-y2  ( $\mu\text{m}$ )	$\theta_{yz}(10^{-3} \text{ } ^\circ)$
啟動前	-106.59	-100.50	6.09	3.50
啟動後	-108.66	-104.50	4.16	2.38

【0019】綜上所陳，本發明之工具機10利用電熱片50與致冷晶片60的雙向調節，使機台20可以在不改變既有結構的情況下讓主軸40的非線性熱變形獲得改善，進而達到提升加工精度與降低製造成本的目的。

#### 【符號說明】

【0020】 10工具機	20機台
21立柱	22懸臂樑
23固定端	24自由端
25肋板	26主軸支撐件
27頂蓋	30驅動源
40主軸	50電熱片
60致冷晶片	70探測試棒

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】一種可改善熱誤差之工具機，包含有：

一機台，具有一立柱與一連接該立柱之主軸支撐件；

一驅動源，設於該機台之主軸支撐件；

一主軸，可轉動地設於該機台之主軸支撐件且連接該驅動源；以及

至少一電熱片，設於該機台之主軸支撐件且位於該主軸之熱變形量較小的一側。

【第2項】如請求項1所述之可改善熱誤差之工具機，其中該主軸支撐件具有一懸臂樑與二相對之肋板，該懸臂樑具有一固定端與一自由端，該懸臂樑藉由該固定端連接該立柱，各該肋板連接在該立柱與該懸臂樑之頂面之間，該主軸設於該懸臂樑之自由端，該電熱片設於該懸臂樑之自由端的頂面。

【第3項】如請求項1所述之可改善熱誤差之工具機，其中該主軸支撐件具有一懸臂樑與二相對之肋板，該懸臂樑具有一固定端與一自由端，該懸臂樑藉由該固定端連接該立柱，各該肋板連接在該立柱與該懸臂樑之頂面之間，該主軸設於該懸臂樑之自由端，該電熱片的數目為二且分別設於一該肋板之頂緣。

【第4項】如請求項1所述之可改善熱誤差之工具機，其中該主軸支撐件具有一懸臂樑與二相對之肋板，該懸臂樑具有一固定端與一自由端，該懸臂樑藉由該固定端連接該立柱，各該肋板連接在該

立柱與該懸臂樑之頂面之間，該主軸設於該懸臂樑之自由端，該電熱片設於該懸臂樑之左側面或該懸臂樑之右側面。

【第5項】如請求項1所述之可改善熱誤差之工具機，其中該主軸支撐件具有一懸臂樑與二相對之肋板，該懸臂樑具有一固定端與一自由端，該懸臂樑藉由該固定端連接該立柱，各該肋板連接在該立柱與該懸臂樑之頂面之間，該主軸設於該懸臂樑之自由端，該電熱片的數目為二且分別設於該懸臂樑之左、右兩側面。

【第6項】如請求項1所述之可改善熱誤差之工具機，更包含有至少一致冷晶片，該致冷晶片設於該機台之主軸支撐件且位於該主軸之熱變形量較大的一側。

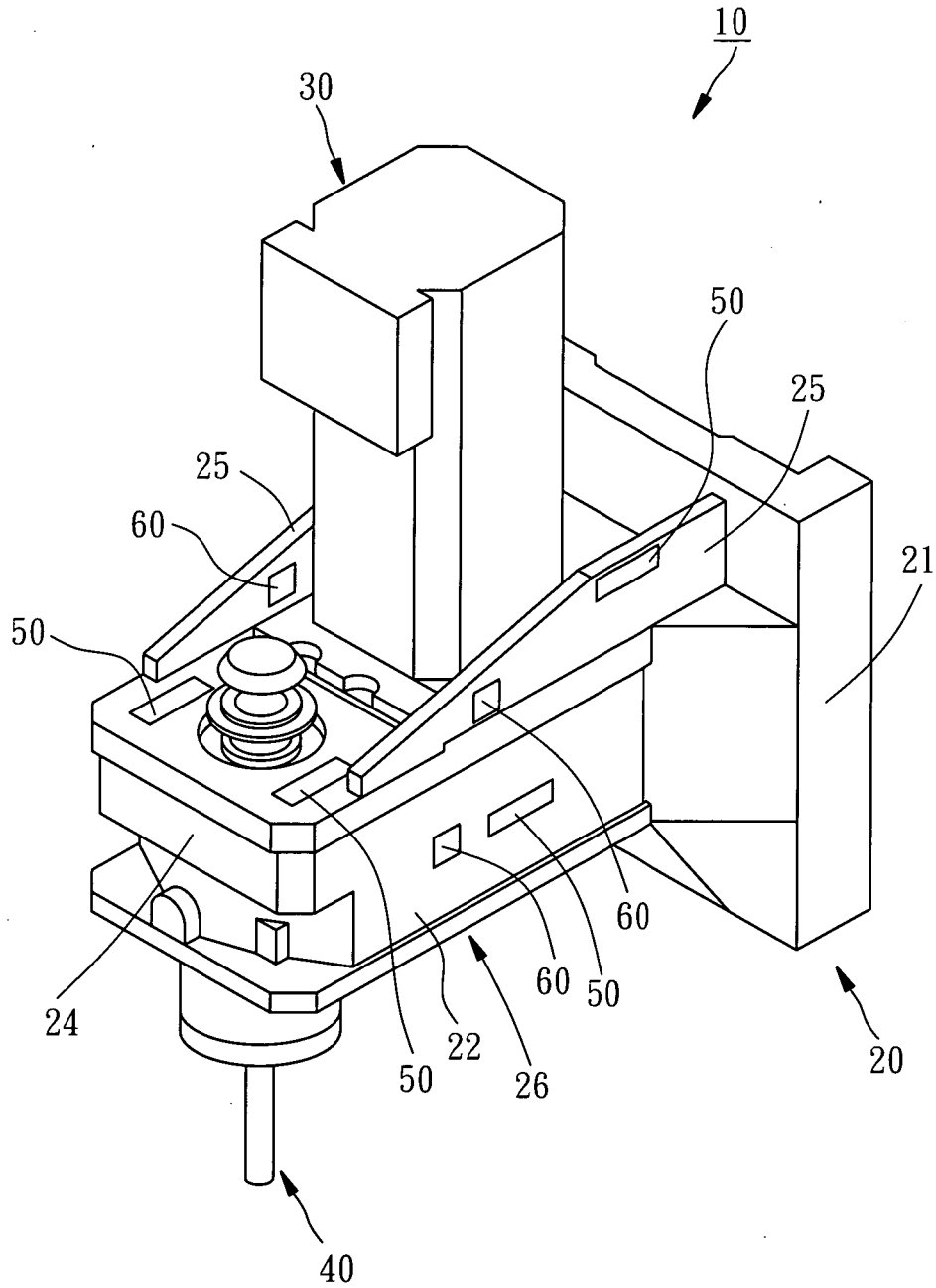
【第7項】如請求項6所述之可改善熱誤差之工具機，其中該主軸支撐件具有一懸臂樑與二相對之肋板，該懸臂樑具有一固定端與一自由端，該懸臂樑藉由該固定端連接該立柱，各該肋板連接在該立柱與該懸臂樑之頂面之間，該主軸設於該懸臂樑之自由端，該電熱片設於該懸臂樑之自由端的頂面，該致冷晶片設於該懸臂樑之自由端的底面。

【第8項】如請求項6所述之可改善熱誤差之工具機，其中該主軸支撐件具有一懸臂樑與二相對之肋板，該懸臂樑具有一固定端與一自由端，該懸臂樑藉由該固定端連接該立柱，各該肋板連接在該立柱與該懸臂樑之頂面之間，該主軸設於該懸臂樑之自由端，該電熱片的數目為二且分別設於一該肋板之頂緣，該致冷晶片的數目為二且分別設於一該肋板之底緣。

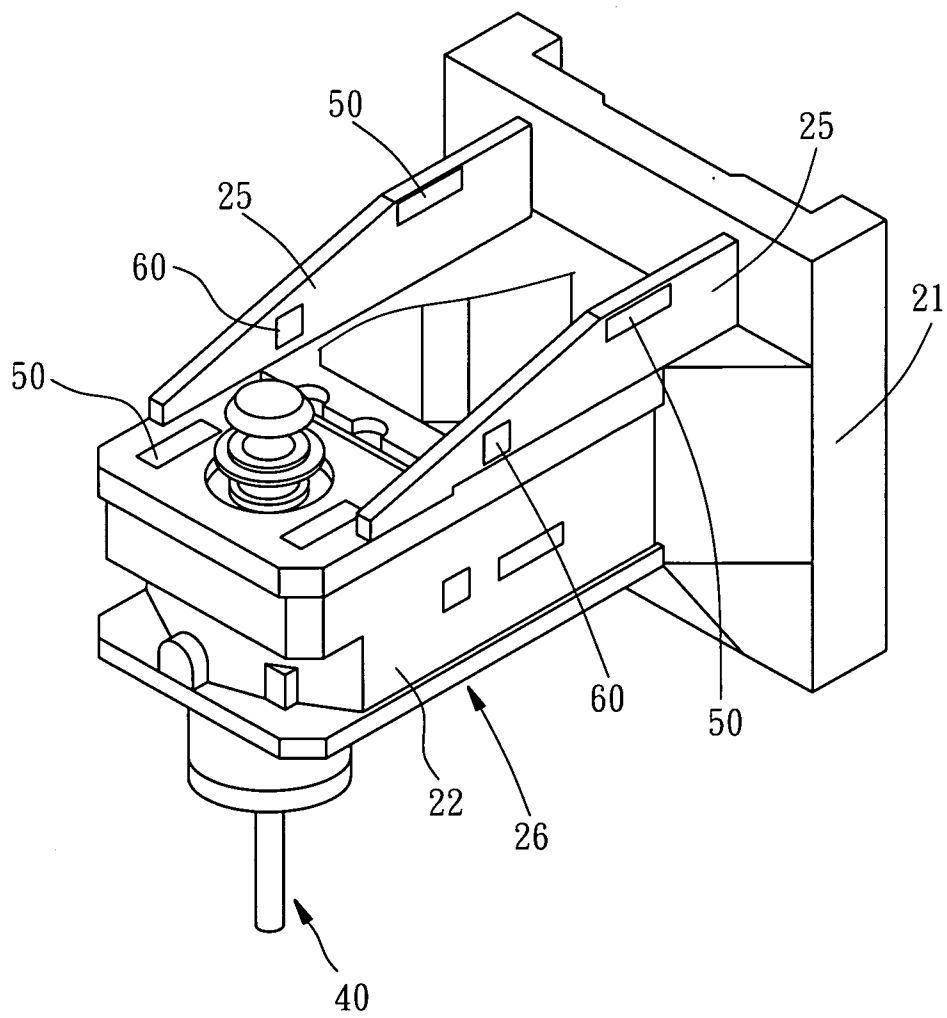
【第9項】如請求項6所述之可改善熱誤差之工具機，其中該主軸支撐件具有一懸臂樑與二相對之肋板，該懸臂樑具有一固定端與一自由端，該懸臂樑藉由該固定端連接該立柱，各該肋板連接在該立柱與該懸臂樑之頂面之間，該主軸設於該懸臂樑之自由端，該電熱片及該致冷晶片同時設於該懸臂樑之左側面或該懸臂樑之右側面。

【第10項】如請求項6所述之可改善熱誤差之工具機，其中該主軸支撐件具有一懸臂樑與二相對之肋板，該懸臂樑具有一固定端與一自由端，該懸臂樑藉由該固定端連接該立柱，各該肋板連接在該立柱與該懸臂樑之頂面之間，該主軸設於該懸臂樑之自由端，該電熱片的數目為二且分別設於該懸臂樑之左、右兩側面，該致冷晶片的數目為二且分別設於該懸臂樑之左、右兩側面。

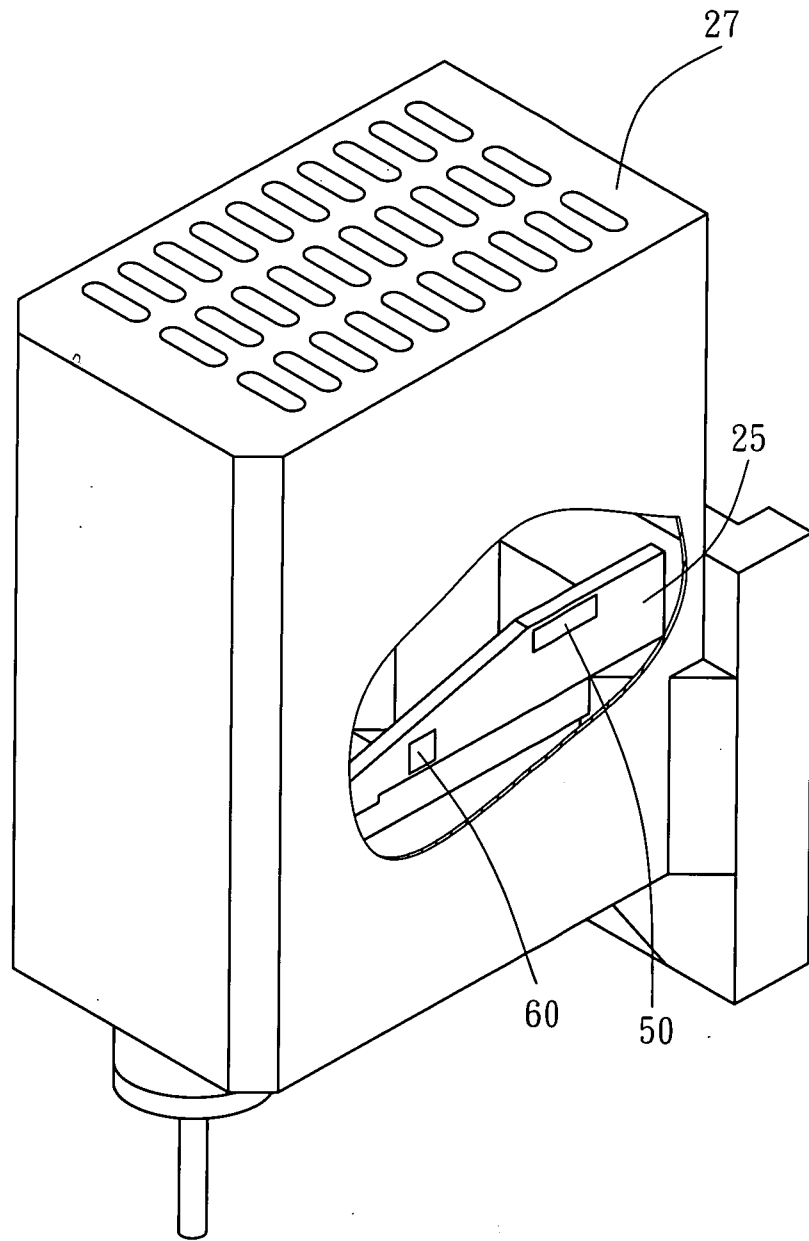
【發明圖式】



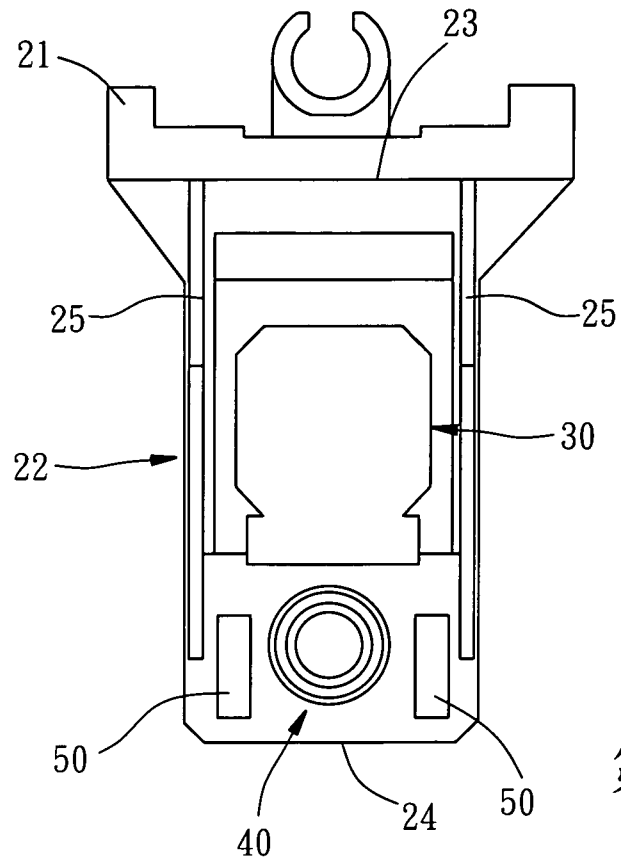
第1圖



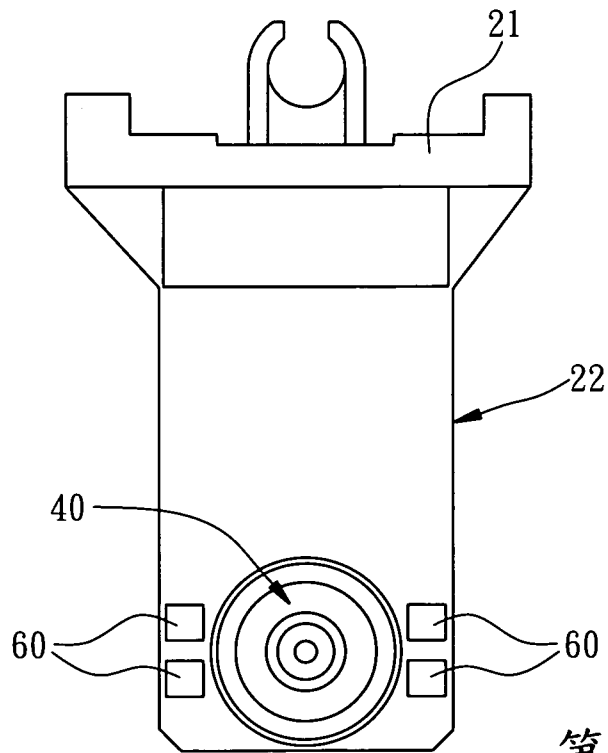
第2圖



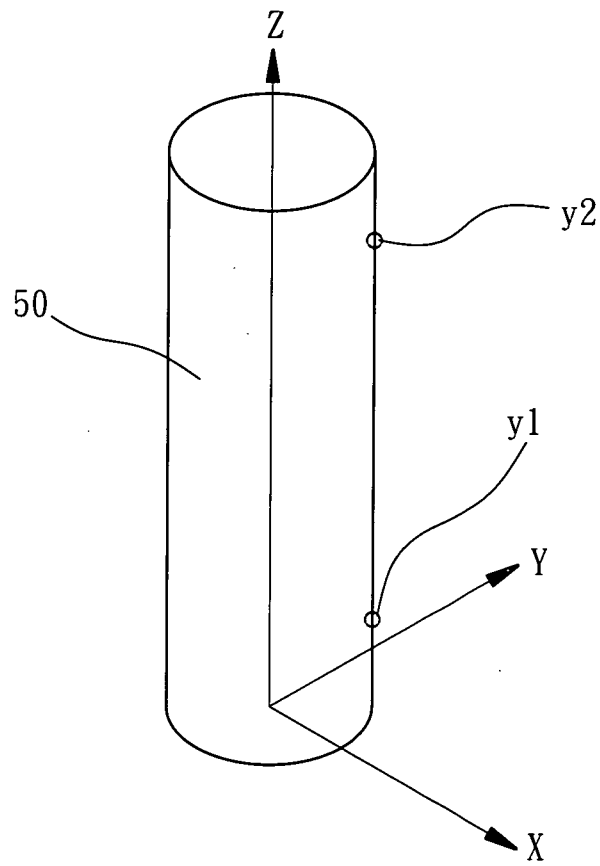
第3圖



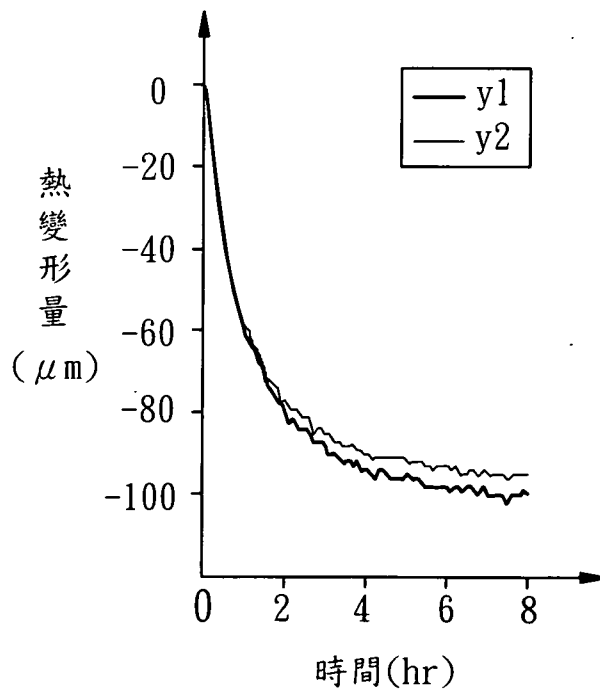
第4圖



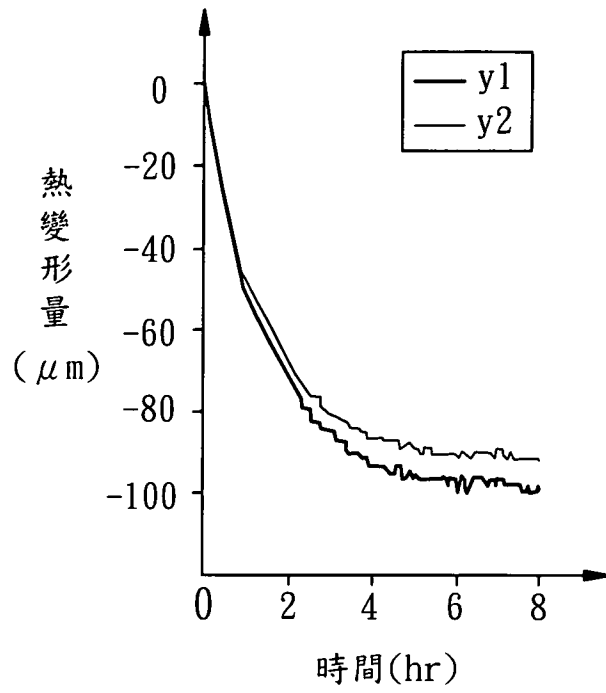
第5圖



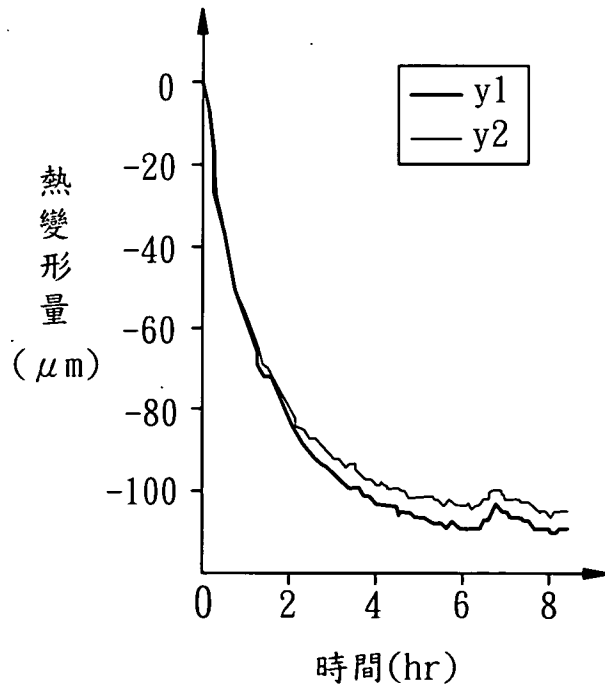
第6圖



第7圖



第8圖



第9圖