



(21)申請案號：105140481

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 12 月 07 日

(51)Int. Cl. : **G05B19/19 (2006.01)**

(30)優先權：2015/12/07 美國 62/264,188

2016/12/06 美國 15/370,971

(71)申請人：微晶片科技公司 (美國) MICROCHIP TECHNOLOGY INCORPORATED (US)
美國

(72)發明人：克堤斯 凱斯 CURTIS, KEITH (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：4 共 18 頁

(54)名稱

步進機軌跡驅動器

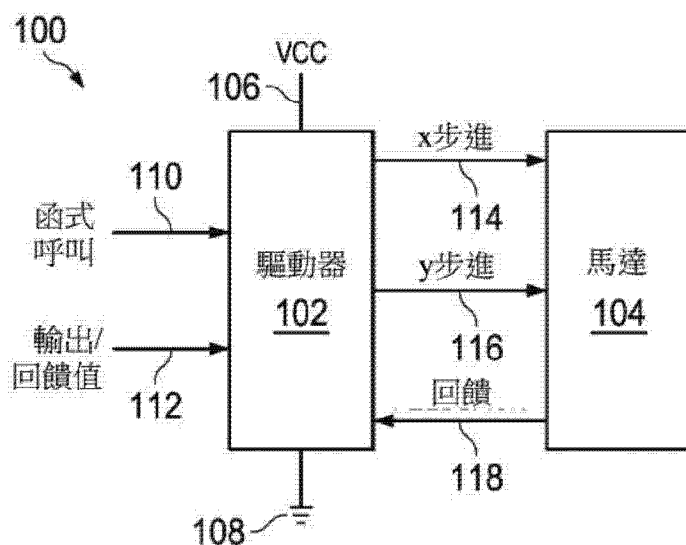
STEPPER TRAJECTORY DRIVER

(57)摘要

本發明揭示一種步進機控制電路，其包含經組態以提供用於步進機馬達移動之多個軸之步進信號之數值控制振盪器。該等數值控制振盪器經組態以依藉由一同步時脈信號提供之一相同頻率操作。

A stepper control circuit includes numerical controlled oscillators configured to provide step signals for multiple axes of stepper motor movement. The numerical controlled oscillators are configured to be operated at a same frequency provided by a synchronized clock signal.

指定代表圖：



符號簡單說明：

100 . . . 系統

102 . . . 驅動器

104 . . . 馬達

106 . . . 電壓源

108 . . . 接地

110 . . . 函式呼叫

114 . . . x 步進信號

116 . . . y 步進信號

118 . . . 回饋信號

【圖1】



201725459

申請日: 105/12/07

IPC分類: **G05B 19/19** (2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】

步進機軌跡驅動器

【英文發明名稱】

STEPPER TRAJECTORY DRIVER

【中文】

本發明揭示一種步進機控制電路，其包含經組態以提供用於步進機馬達移動之多個軸之步進信號之數值控制振盪器。該等數值控制振盪器經組態以依藉由一同步時脈信號提供之一相同頻率操作。

【英文】

A stepper control circuit includes numerical controlled oscillators configured to provide step signals for multiple axes of stepper motor movement. The numerical controlled oscillators are configured to be operated at a same frequency provided by a synchronized clock signal.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100	系統
102	驅動器
104	馬達
106	電壓源
108	接地
110	函式呼叫

- 114 x步進信號
- 116 y步進信號
- 118 回饋信號

【發明說明書】

【中文發明名稱】

步進機軌跡驅動器

【英文發明名稱】

STEPPER TRAJECTORY DRIVER

【技術領域】

本發明係關於控制系統，且特定言之係關於步進機馬達控制。

【先前技術】

微控制器通常用於控制一電腦數值控制(CNC)系統中之步進機馬達。通常使用軟體控制CNC系統。藉由選擇一軸在一個維度中執行控制。藉由加速、減速或僅操作一步進機馬達執行沿該軸之移動。可藉由選擇運動之軸及加速運動、以恆定運動運行或減速運動而實施一維運動之控制。除重合步驟之一計算外，二維運動需要在兩個維度中之此等選擇。

【發明內容】

本發明之實施例包含一種步進機控制電路。該電路包含經組態以提供用於步進機馬達移動之一第一軸之步進信號之一第一數值控制振盪器。該電路包含經組態以提供用於步進機馬達移動之一第二軸之步進信號之一第二數值控制振盪器。該第一數值控制振盪器及該第二數值控制振盪器經組態以依藉由一同步時脈信號提供之一相同頻率操作。

實施例提供一種用於控制一馬達步進機之方法，其包含藉由一第一數值控制振盪器提供用於步進機馬達移動之一第一軸之步進信號。該方法包含藉由一第二數值控制振盪器提供用於步進機馬達移動之一第二軸之步進信號。執行該第一數值控制振盪器及該第二數值控制振盪器之控制。

【圖式簡單說明】

圖1繪示根據本發明之實施例用於透過一驅動器控制一步進機馬達之一系統之一實例；

圖2繪示根據本發明之實施例之一驅動器之實施例；

圖3展示使用例如一軟體計算解決方案之一二維移動之一典型非線性；及

圖4繪示根據本發明之實施例用於一步進機馬達驅動器之操作之一例示性方法。

【實施方式】

相關專利申請案

本申請案主張2015年12月7日申請之共同擁有之美國臨時專利申請案第62/264,188號之優先權，其針對所有目的以引用之方式併入本文中。

圖1繪示根據本發明之實施例用於透過一驅動器控制一步進機馬達之一系統100之一實例。系統100可實施一CNC系統。舉例而言，系統100可透過一驅動器102控制一馬達104之移動。在圖1之實例中，馬達104及驅動器102繪示為在一X方向及一Y方向上操作。然而，馬達104及驅動器102可經組態以在任何合適數目個維度(諸如三個維度)中執行控制。

在一項實施例中，馬達104可實施為一電動步進機馬達。馬達104可在任何合適維度(諸如X方向、Y方向及Z方向)中加速、減速或以線性速度移動。馬達104可回應於自驅動器102接收之控制輸入。

驅動器102可藉由類比及數位電路之任何合適組合實施。在一項實施例中，驅動器102可藉由數值控制振盪器(NCO)及計數器之一組合實施。在另一實施例中，驅動器102可實施為一微控制器(如一八位元微控制器)

之部分。在又一實施例中，驅動器102可通信地耦合至在系統100中之別處之一八位元微控制器(未展示)之元件。在又另一實施例中，驅動器102可通信地耦合至執行在系統100中之別處之一電腦可讀媒體(未展示)中之指令之一硬體處理器。驅動器102可藉由一電壓源106及一接地108供電。

在一些實施例中，驅動器102可自系統100中之別處接收指定馬達104將移動至之位置之控制信號。控制信號可呈(例如)函式呼叫110之形式。驅動器102可經組態以將此等函式呼叫110轉譯、解釋或以其他方式實施為實際控制信號或馬達104之移動。可使用針對待執行之移動之每個維度之步進信號執行馬達104之此控制。舉例而言，基於所接收之函式呼叫110及其解釋，驅動器102可將一系列x步進信號114及y步進信號116發佈至馬達104。該系列x步進信號114及y步進信號116可指定馬達104在相關軸中之速度、加速度或減速度。在一些實施例中，驅動器102可自馬達104接收指示馬達104之操作狀態之回饋信號112、118。

藉由馬達104在單個方向上之移動之執行可需要藉由驅動器102之相對簡單計算。藉由馬達104在多個方向上之移動之同時執行可需要藉由驅動器102對重合步驟之進一步計算。舉例而言，為沿一筆直二維線線性移動，驅動器102必須判定每個維度相對於另一維度之相對速度、加速度及減速度。X距離與Y距離之間之分數差異以及系統100之處理能力之粒度可引起馬達104之輸出效能之非線性。在圖3中繪示此等非線性，其中一預期線性效能可實際上由馬達104之一梯階輸出實施。

返回至圖1，此外，在系統100中之軟體執行可能必須考量並干預離軸步進，其中可能必須在執行期間計算及插入針對每個步進之延遲以成功地執行加速、減速及恆定速度移動。然而，此軟體處理可為數學上密集且

超出例如控制驅動器102及馬達104之八位元微控制器之範圍。

根據多種實施例，驅動器102可使用一或多個數值控制振盪器(NCO)實施。在一項實施例中，驅動器102可包含針對控制之每個軸之一NCO。每個NCO可藉由合適類比或數位電路之任何組合實施。舉例而言，NCO可藉由多工器、加法器、正反器或鎖存器、漣波計數器及數位邏輯之組合實施。NCO可部分藉由可購自Microchip, Inc之微控制器中之一NCO周邊設備實施。NCO可利用一直接數位合成(DDS)技術來產生波形。NCO可藉由將一固定值重複地加至一累加器而操作。可使用一進位操作執行累加。餘數值可在溢位之後留在累加器中。溢位可充當原始NCO輸出。因此，NCO可用作使用其中之累加器之溢位來劃分輸入頻率且形成一輸出信號之一計時器。

驅動器102中之NCO可用於產生至馬達104中之步進機馬達控制件之步進輸出。藉由使用NCO，可憑藉使用NCO之可變頻率控制能力消除藉由驅動器102及馬達104之一CNC線性移動之即時軌跡計算。在一項實施例中，驅動器102可包含一計數器，該計數器經組態以計數已沿一給定軸進行之移動。使用此一移動完成計數器，驅動器102可在已完成足夠步進後停用NCO。舉例而言，NCO可用一恆定加法值(諸如1、5或100)設定。每個時脈循環，NCO之計數器可累加恆定值。當達到該計數器之容量時，恆定值之加法可引起一溢位。NCO可經組態以基於溢位而產生一輸出脈衝或馬達104之步進運動。因此，可藉由鑒於時脈速度及計數器大小設定對應NCO之恆定加法值而組態針對移動之一軸之運動速率。可在整個程式化移動中維持該恆定值。因此，驅動器102可設定各自NCO之值及參數且允許其等操作，而非恆定地或連續地計算每個軸之瞬時加速度、減

速度、速度值並使其等相互關聯。在一項實施例中，驅動器102可針對每個單獨NCO計算一可程式化前置除頻器值。該等前置除頻器值之相對值繼而將引起以一協調方式加速及減速。

在諸如三維列印之申請案中，系統可允許一擠壓機以按與沈積器頭之實際移動成比例之一速度移動。舉例而言，當X及Y移動係以一45度角進行時，沈積器頭必須移動X及Y移動之1.414倍來擠壓足夠塑膠以覆蓋距離。

圖2繪示根據本發明之實施例之驅動器102之一實施例。驅動器102可包含一前置除頻器NCO 220，其之輸出通信地耦合至一x軸NCO 222及一y軸NCO 226。在其中使用系統100控制更多軸之實施例中，前置除頻器NCO 220之輸出將針對控制之各自軸類似地路由至額外NCO。此外，每個NCO可與控制之每個各自軸之一各自計數器相關聯。舉例而言，驅動器102可包含一x計數器224及一y計數器228。各自NCO與計數器之組合可產生x步進114輸出及y步進116輸出。

NCO 222、226可連結至一共同時脈。因此，應用於NCO 222、226之前置除頻器值之變化可以相對於另一NCO之相同速率而改變。共同時脈可在頻率上增大或減小以加速或減速。然而，藉由使用NCO 222、226之間之一共同時脈，在加速及減速期間(或藉由擴展，在線性移動期間)在NCO 222、226之間不必進行進一步協調。相比之下，其他馬達驅動器(諸如基於軟體之解決方案)可需要判定針對x步進114輸出及y步進116輸出之各者之相對時間延遲。

舉例而言，假定驅動器102將引起馬達104依一30°角之移動。因此，在x方向及y方向上之移動之比為(0.5:0.866)。因此，前置除頻器NCO 220

可產生x方向NCO 222之一標量加法值及y方向之不同標量加法值，此引起按(0.5:0.866)之比產生x步進114脈衝及y步進116脈衝。NCO 222將比NCO 226(及其各自計數器)更頻繁翻轉通過其計數器以維持指定比。舉例而言，在每一百個可能脈衝當中，x方向NCO 222將產生五十個脈衝且y方向NCO 226將產生八十六個脈衝。在相同時脈上一起操作，NCO 222、226將依三十度角移動。NCO 222、226將移動直至已如計數器224、228中定義般進行必要數目個步進。

在一項實施例中，必須將馬達104加速至移動之一指定速度。為加速至該指定速度(及隨後在移動段末端處減速)，可增大或減小如施加至NCO 222、226之時脈頻率。然而，即使在加速或減速馬達104之此操作及後續移動時，仍無需針對30°角移動執行x步進114與y步進116之間之各自延遲之進一步計算。如施加至NCO 222、226之時脈頻率可因此改變且視需要斜升或下降以加速及減速至一指定速度。

可藉由憑藉前置除頻器NCO 220計算新恆定值及NCO 222、226之後續操作來執行一不同角度之一後續移動。可例如藉由將NCO 220之輸出寫入至與NCO 222、226相關聯之暫存器而執行前置除頻器之值及恆定加法值之傳遞。

此外，NCO 222、226之同步移動可消除來自馬達104之嘯聲之問題。馬達104可依一恆定速度最佳執行。然而，歸因於在其他解決方案中出現之計算捨入誤差，可在稍微不同時間產生x步進114之脈衝及y步進116之脈衝，從而引起馬達在短時間內之急衝性。相比之下，脈衝在藉由NCO產生時沿時脈週期清潔地發佈。因此，消除脈衝之變化，從而允許馬達104之電樞無嘯聲地運行。

可藉由前置除頻器NCO 220執行移動之步進、標量常數、計數器值、相對比及頻率之計算及判定。在一項實施例中，前置除頻器NCO 220可存取儲存於記憶體中之查找表以判定標量常數之值。

圖3展示使用(例如)一軟體計算解決方案之一二維移動之一典型非線性302。如在此2維移動中可見，兩個x步進之後接著一個y步進，接著四個x步進、另一單個y步進、四個x步進、一單個y步進及兩個最後x步進。

在其他系統(諸如基於軟體之系統)中，具有較大數目個步進之維度可用作一基礎且導出其他維度中之步進。舉例而言，在三十度實例中，將y步進之必要數目發送至馬達104且根據比(0.5:0.866)計算x步進之相關聯數目。然而，在許多微控制器中，不存在足以執行全部此等計算(以及延遲計算)之處理能力。

亦可出現在圖3中展示之非線性，其中用於產生x步進及y步進之相對移動之一除數留下一餘數。在此一情況中，一個方向上之移動可在另一方向上之移動停止前停止。為對付此非線性，可將自除數產生之餘數差之一半預先載入原本在終止移動之前停止之一軸之一NCO。藉由預先載入餘數之一半，在跡線末端處之一平坦點可減少一半且在移動跡線開端處引起一對應平坦點。

圖4繪示用於操作根據本發明之實施例之一步進機馬達驅動器之一例示性方法。

在405，一步進機驅動器可接收移動與一步進機馬達相關聯之一載物台或其他機構之一函式呼叫或其他請求。可自該函式呼叫判定將執行之移動。移動可具有將按順序次序執行之若干分量。

在410，在驅動器中之一前置除頻器NCO處，可執行x步進及y步進

(及其他維度，如適用)之數目之一計算。可藉由(例如)使用移動之所要角度存取一查找表進行此計算。可判定x步進及y步進之一相對數目。此外，可判定加速度、減速度及速度要求。可針對與移動之不同軸相關聯之每個各自NCO判定一標量值。

在415，在前置除頻器NCO處，可基於移動之所要距離判定針對移動之計數。計數可儲存於各自暫存器中。

在420，可初始化各自軸NCO(例如，在x方向及y方向上)之操作頻率。舉例而言，頻率可設定為零初始化。每個NCO之頻率可連結在一起。可根據所需加速度透過一共用時脈同時增大每個NCO之頻率直至達到目標速度。此後，頻率可保持恆定。

在425，在馬達移動期間，在每個軸NCO處，可將判定標量值加至NCO內之一計數器。若計數器溢位，則各自NCO可產生各自軸之一移動脈衝。

在430，在移動接近完成時，可根據減速要求減小軸NCO之操作頻率。

在435，可判定是否需要一後續移動來完成函式呼叫。若需要，則方法400可返回至例如410。否則，方法400可終止。

方法400可藉由任何合適機構實施，諸如藉由系統100及圖1至圖2之一或多者之元件。方法400可視情況在任何合適點處重複或終止。此外，雖然繪示特定數目個步驟以實施方法400，但方法400之步驟可視情況重複、並行或彼此遞迴地執行、省略或以其他方式視需要修改。方法400可在任何合適點處(諸如在405)起始。

雖然已在上文描述例示性實施例，但可在不背離此等實施例之精神

及範疇之情況下自本發明進行其他變動及實施例。

【符號說明】

100	系統
102	驅動器
104	馬達
106	電壓源
108	接地
110	函式呼叫
114	x步進信號/x步進
116	x步進信號/y步進
118	回饋信號
220	前置除頻器
222	x軸數值控制振盪器(NCO)
224	x計數器
226	y軸數值控制振盪器(NCO)
228	y計數器
302	非線性
405	步驟
410	步驟
415	步驟
420	步驟
425	步驟
430	步驟

435 步驟

440 步驟

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種步進機控制電路，其包括：

一第一數值控制振盪器，其經組態以提供用於步進機馬達移動之一第一軸之步進信號；及

一第二數值控制振盪器，其經組態以提供用於步進機馬達移動之一第二軸之步進信號；

其中該等第一及第二數值控制振盪器經組態以依由一同步時脈信號提供之一相同頻率操作。

【第2項】

如請求項1之步進機控制電路，其進一步包括經組態以接收用於步進機馬達移動之該第一軸之控制信號之一第一計數器及經組態以接收用於步進機馬達移動之該第二軸之控制信號之一第二計數器。

【第3項】

如請求項1之步進機控制電路，其進一步包括經組態以設定該等第一及第二數值控制振盪器之該相同頻率之一前置除頻器振盪器。

【第4項】

如請求項1之步進機控制電路，其進一步包括經組態以設定該第一數值控制振盪器之一第一恆定值之一前置除頻器振盪器，該第一恆定值經組態以設定該第一數值控制振盪器之脈衝產生之一速率。

【第5項】

如請求項1之步進機控制電路，其進一步包括經組態以設定該第一數值控制振盪器之一第一恆定值之一前置除頻器振盪器，該第一數值控制振

盪器經組態以將該第一恆定值重複加至一計數器以設定該第一數值控制振盪器之脈衝產生之一速率。

【第6項】

如請求項1之步進機控制電路，其進一步包括經組態以設定該第一數值控制振盪器之一第一恆定值之一前置除頻器振盪器，該第一數值控制振盪器經組態以將該第一恆定值重複加至一計數器且在設定該第一數值控制振盪器之脈衝產生之一速率之後產生一馬達脈衝。

【第7項】

如請求項1之步進機控制電路，其進一步包括經組態以藉由同時增大該等第一及第二數值控制振盪器之操作頻率而加速一馬達之移動之一前置除頻器振盪器。

【第8項】

如請求項1之步進機控制電路，其進一步包括一前置除頻器振盪器，該前置除頻器振盪器經組態以藉由待由該第一數值控制振盪器執行之步進之一第一計數與待由該第二數值控制振盪器執行之步進之一第二計數之間之一比之一餘數之一半偏移該第一數值控制振盪器之操作。

【第9項】

如請求項1之步進機控制電路，其進一步包括經組態以提供用於步進機馬達移動之一第三軸之步進信號之一第三數值控制振盪器，其中該等第一、第二及第三數值控制振盪器經組態以依相同頻率操作。

【第10項】

一種用於控制一馬達步進機之方法，其包括：

藉由一第一數值控制振盪器提供用於步進機馬達移動之一第一軸

之步進信號；及

藉由一第二數值控制振盪器提供用於步進機馬達移動之一第二軸之步進信號；

其中藉由一同步時脈信號依一相同頻率執行該等第一及第二數值控制振盪器之控制。

【第11項】

如請求項10之方法，其進一步包括將用於步進機馬達移動之該第一軸之控制信號及用於步進機馬達移動之該第二軸之控制信號接收至各自計數器中。

【第12項】

如請求項10之方法，其進一步設定該等第一及第二數值控制振盪器之該相同頻率。

【第13項】

如請求項10之方法，其進一步包括設定該第一數值控制振盪器之一第一恆定值，該第一恆定值經組態以設定該第一數值控制振盪器之脈衝產生之一速率。

【第14項】

如請求項10之方法，其進一步包括設定該第一數值控制振盪器之一第一恆定值，該第一數值控制振盪器經組態以將該第一恆定值重複加至一計數器以設定該第一數值控制振盪器之脈衝產生之一速率。

【第15項】

如請求項10之方法，其進一步包括設定該第一數值控制振盪器之一第一恆定值，該第一數值控制振盪器經組態以將該第一恆定值重複加至一

計數器且在設定該第一數值控制振盪器之脈衝產生之一速率之後產生一馬達脈衝。

【第16項】

如請求項10之方法，其進一步包括藉由同時增大該等第一及第二數值控制振盪器之操作頻率而加速一馬達之移動。

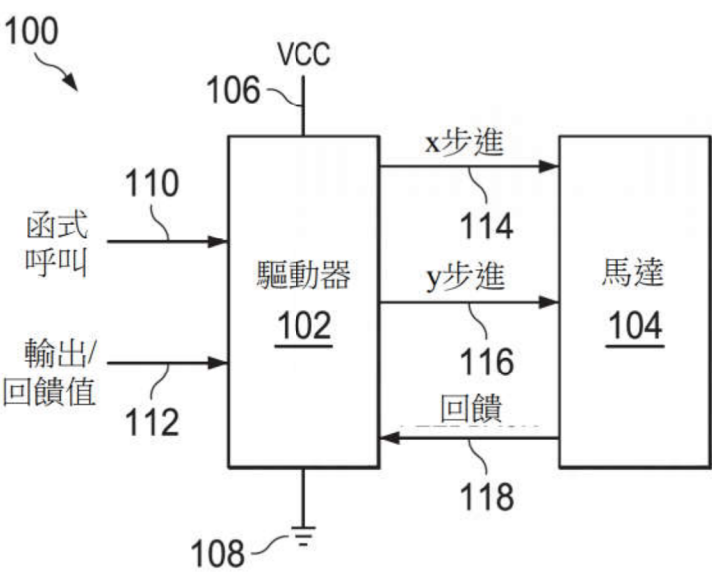
【第17項】

如請求項10之方法，其進一步包括藉由待由該第一數值控制振盪器執行之步進之一第一計數與待由該第二數值控制振盪器執行之步進之一第二計數之間之一比之一餘數之一半偏移該第一數值控制振盪器之操作。

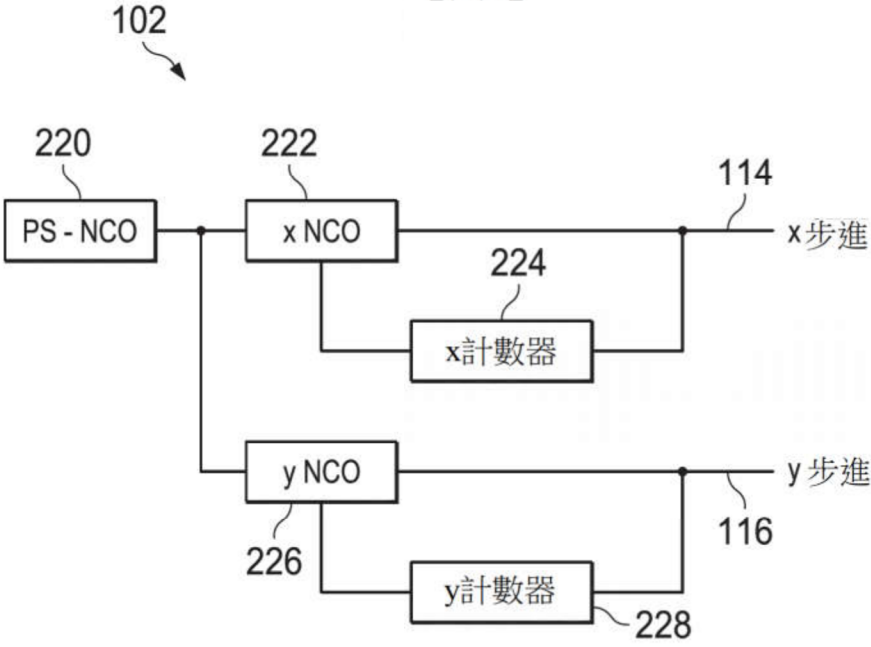
【第18項】

如請求項10之方法，其進一步包括藉由一第三數值控制振盪器提供用於步進機馬達移動之一第三軸之步進信號，其中該等第一、第二及第三數值控制振盪器依相同頻率操作。

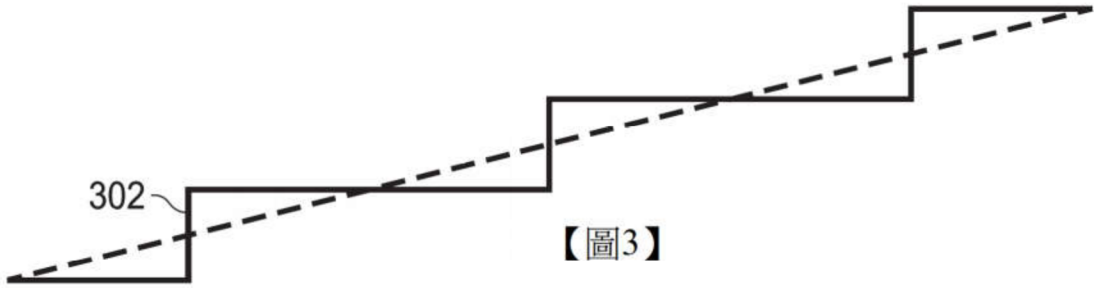
【發明圖式】



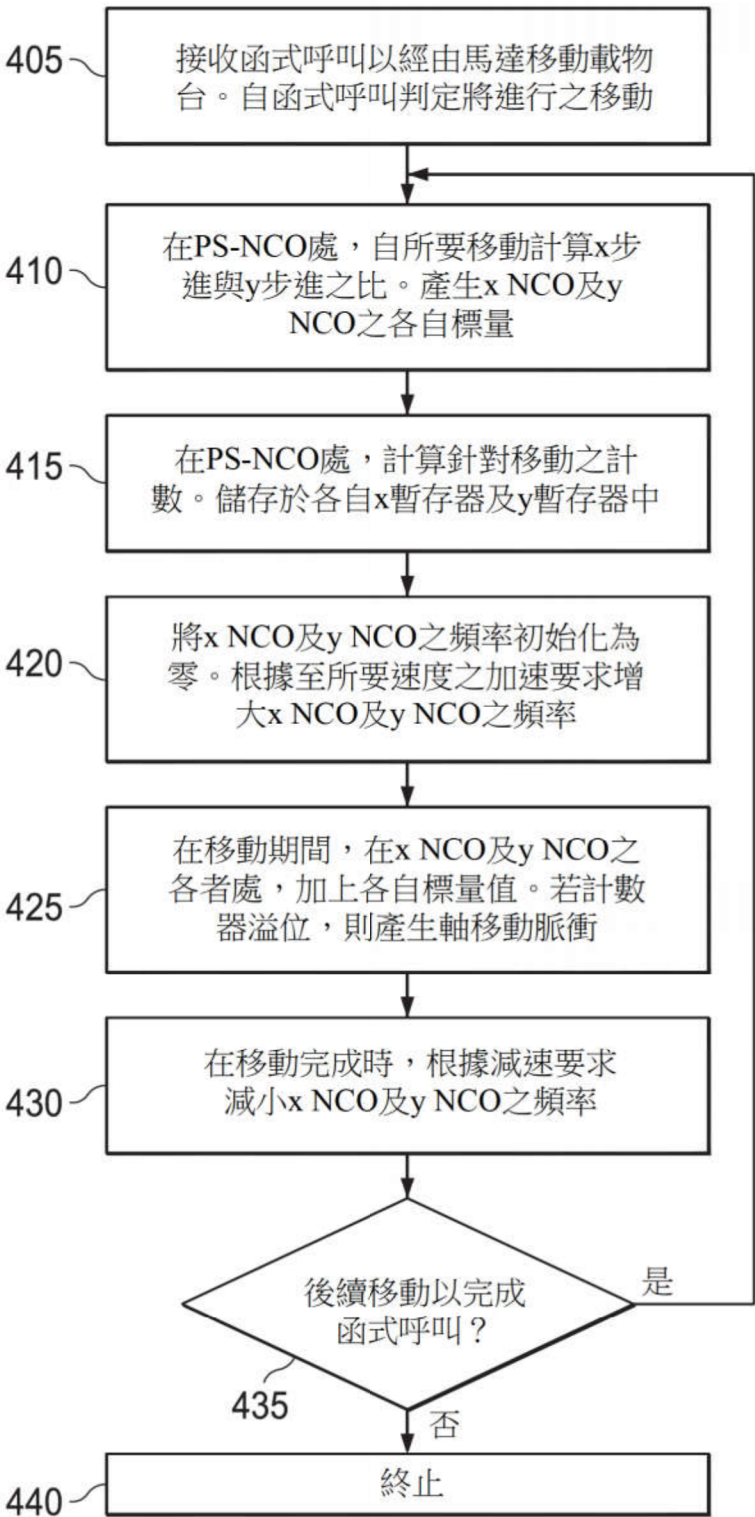
【圖1】



【圖2】



【圖3】



【圖4】