

公告本

449954

申請日期	88.12.13
案 號	88121754
類 別	H02P7/05, 1/16

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

449954

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	交換式磁阻機之控制
	英 文	CONTROL OF SWITCHED RELUCTANCE MACHINES
二、發明 人	姓 名	查理斯 愛德華 布蘭登 葛林
	國 籍	英國
	住、居所	英國 HG3 1PR 北約克夏郡,哈羅傑市,歐利路,東園屋
三、申請人	姓 名 (名稱)	開關控制運作有限公司
	國 籍	英國
	住、居所 (事務所)	英國 HG3 1PR 北約克夏郡,哈羅傑市,歐利路,東園屋
	代 表 人 姓 名	諾曼 耐爾森 富騰

449954

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C分類：

A6

B6

本案已向：

英 國 (地區) 申請專利，申請日期：1998.12.21. 案號：9828186.8，☐有 ☒無主張優先權

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(一)

本發明係關於交換式磁阻機之控制，尤指無須感測器以量測轉子位置之磁阻機。

概括而言，磁阻機係指其轉矩之產生是藉著其可動部件傾向移動至磁路磁阻為最小(即激磁繞組之電感為最大)之一位置的一種電氣機器。於一種型式之磁阻機，電子電路係提供以偵測轉子之角位置，並以轉子位置之函數而激勵相繞組。此係概括習稱為交換式磁阻機，且其可係操作為電動機或發電機。該種交換式磁阻機之特性係眾所週知，且係揭示於例如刊載於1993年6月21日24日紐因堡之期刊PCIM'93由史蒂芬生與布雷克所著之“交換式磁阻電動機及驅動器之特性、設計與應用”，其係以參照方式而納入本文。該篇論文詳述交換式磁阻機之某些特性，其共同產生相位繞組之週期變化電感的特徵。

第一圖顯示一種典型交換式磁阻機驅動系統之主要構件。輸入直流電源供應器11可係電池或經整流濾波之交流電源供應器，且可係固定或可變之供應值。於某些習知之驅動機中，電源供應器11包括一共振電路，其產生於零與預定值之間迅速變動的直流電壓，以允許電力開關之零電壓切換。由電源供應器11所提供之直流電壓係在電子控制單元14之控制下而由電力轉換器13所切換跨於電動機12之相繞組16。該切換必須正確同步於電動機之旋轉角度，以供驅動機之適當操作。轉子位置偵測器15係典型使用以供應指示轉子之角位置的訊號。轉子位置偵測器15之輸出可使用以產生一速度回授訊號。

五、發明說明(2)

轉子位置偵測器 15 可採取許多形式，舉例而言，其可採取如第一圖所概略顯示之硬體形式。於某些系統中，轉子位置偵測器 15 可包含一轉子位置換能器，其提供每當轉子旋轉至某位置時即改變狀態之輸出訊號，於該位置處，在電力轉換器 13 之裝置係需有不同之切換配置。於其他之系統，位置偵測器可係軟體演算法，其由驅動系統之其他監測參數計算或估測位置。此等系統係通常稱為“無感測器之位置偵測系統”，由於其並未使用關聯於轉子以量測位置之實際的換能器。如此項技藝中所習知，多種不同之理論係曾提出以針對可靠之無感測器的系統。此等理論之某幾篇係討論於後。

於交換式磁阻機中之相繞組的激勵係取決於相對於定子之轉子角位置偵測。此可參照第二與三圖而作解說，其說明操作為電動機之一磁阻機的切換情形。第二圖概括顯示一轉子 24，其一轉子磁極 20 根據箭頭方向 22 而接近一定子 25 之一定子磁極 21。如第二與三圖所示，一完整相繞組 16 之一部份 23 係繞於定子磁極 21。當繞於定子磁極 21 之相繞組 16 的該部份 23 係激勵時，將施加一力量至轉子上，傾向於將轉子磁極 20 拉至對齊於定子磁極 21。第三圖概括顯示於電力轉換器 13 中之典型切換電路，其控制相繞組 16（包括繞於定子磁極 21 之部份 23）之激勵。當開關 31 與 32 係閉合時，相繞組係耦合至直流電源且係激勵。疊積幾何、繞組拓樸及切換電路之多種其他架構均係於此項技藝所習知：此等架構之某幾種係於前述之史蒂芬生

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(ㄣ)

與布雷克所著論文中被論及。當一交換式磁阻機之相繞組係以前述方式而激勵時，由磁路中之磁通所建立的磁場將產生周圍力量，如前所述，該力量係作用以將轉子磁極拉至對齊於定子磁極。

概括而言，相繞組係激勵以影響轉子旋轉如後。於轉子之第一角位置（稱為“導通（turn-on）角”， θ_{ON} ），控制器 14 提供切換訊號以導通切換裝置 31 與 32。當導通切換裝置 31 與 32 係導通時，相繞組係耦合至直流匯流排，致使增加之磁通係建立於磁阻機中。該磁通係產生一磁場於氣隙，作用於轉子磁極以產生電動轉矩。由直流電源供應器流通過開關 31 與 32 及相繞組 16 之電流係提供磁動勢（mmf），其係支持於磁阻機之磁通。電流回授係典型被運用，相繞組之大小係斬切電流所控制，藉著迅速切換切換裝置 31 與/或 32 之一者或二者的開關情形。第四（a）圖顯示操作於斬波模式之典型電流波形，其中該電流係斬切於二固定位準。於電動機操作，導通角 θ_{ON} 係經常選取為一轉子位置，於其該轉子上之極間空間中線係對準於定子磁極中線，但亦可為某些其他角度。

於許多系統中，相繞組係保持連接至直流匯流排（或者若係運用斬波時為間歇地連接），直到轉子旋轉為止，俾使其到達所謂“飛輪（freewheeling）角” θ_{FW} 。當轉子到達對應於飛輪角之一角位置時（如第二圖所示之位置），開關之一者（如 31）係不導通。結果為，流通過相繞組之電流將持續流通，但現將僅流過開關之一者（於此例係

五、發明說明(4)

32) 且僅通過二極體 33/34 之一者(於此例係 34)。於飛輪期間，跨於相繞組之電壓降係小，且磁通維持大致定值。該電路係維持於此飛輪狀態，直到轉子旋轉至習稱為“關閉(turn-off)角”， θ_{OFF} ，例如轉子磁極之中線係對準於定子磁極者。當轉子到達於關閉角，開關 31 與 32 係均不導通，而於相繞組 23 之電流係開始流通過二極體 33 與 34。二極體 33 與 34 接著以相反型態由直流匯流排施加直流電壓，致使於磁阻機中之磁通(且因此該相電流)減少。此技藝中人士係熟知可運用其他之切換角度以及其他之電流控制機制。

隨著磁阻機之轉速上升，供電流升高至斬波位準之時間係較少，該驅動機係通常執行於“單脈衝”操作模式。於此模式，舉例而言，導通角、飛輪角與關閉角係選取作為轉速及負載轉矩之函數。某些系統並未運用一飛輪角期間，及開關 31 與 32 係同時切換開關情形。第四(b)圖顯示典型之此單脈衝電流波形，其中之飛輪角為零。眾所週知的是，導通角、飛輪角與關閉角之值係可預定且儲存於某些適當格式，需要時可供控制系統所取回，或者係可即時計算或推導。

將可理解的是，若欲實施交換式磁阻機之完全能力，無感測器之位置偵測系統必須能夠於斬波與單脈衝操作模式均提供轉子位置訊號。雖然多種無感測器之系統係已曾提出，其傾向於受限至某一種操作模式或者施加嚴格限制於系統操作。一種運用診斷脈衝於閒置相之建議方法係敘

(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)

述於“用於 SR 驅動機之新穎的無感測器之位置偵測器”(Mvungi 等人所著, PEVD 會議期刊, IEE 刊物第 324 號, 倫敦, 1990 年 7 月 17 日至 19 日, 第 249 至 252 頁)。典型而言, 此學說係成功操作於斬波模式, 其中該電流之上升與下降時間相較於整個激磁週期係相當地短。該篇論文承認對於高速(即單脈衝)操作係需有不同之理論。

一種針對高速操作之理論係例證於 Ray 所著之歐洲專利案 EP-A-0573198, 其揭示一種導致轉子位置預測之磁通與電流測量方法。許多其他的無感測器之位置偵測系統係回顧且彙編於“用於判定交換式磁阻電動機之轉子位置的無感測器方法”(Ray 等人, EPE'93 會議期刊, 英國布萊頓, 1993 年 9 月 13 日至 16 日, 第 6 冊, 第 7 至 13 頁), 且該篇論文之結論為該等方法係無一者可完全滿足於兩種操作範圍之操作。

根據本發明, 係提出一種判定多相交換式磁阻機轉子位置之方法, 該磁阻機包含一轉子、一定子與二或多相之激勵繞組, 該種方法包含: 注入第一診斷脈衝之預定磁通交鏈至相繞組之一者; 注入第二診斷脈衝之預定磁通交鏈至相繞組之另一者, 大致上與第一診斷脈衝之注入為同時; 由第一脈衝之偵測特性而判定第一可能轉子位置; 由第二脈衝之偵測特性而判定第二可能轉子位置; 及藉著比較第一與第二可能轉子位置而解析轉子位置之不明確性 (ambiguity)。

藉著比較於單獨相中之一對脈衝以可解析在一相電感週期的一點上之不明確性, 本發明係有用地利用實施, 該

五、發明說明 (6)

不明確性之點係較接近於該週期之一端而非另一端。於該週期中將係僅有一點，由二脈衝之偵測特性係於該點為一致。

較佳而言，該偵測特性係繞組中之電流。

轉子位置之可能值係可儲存在一搜尋 (look-up) 列表。因為存在於一磁阻機之電動與發電操作模式之間的對稱關係，具有其磁特性之對稱性，僅需儲存一組值以涵蓋二種操作模式。藉著比較所指示之轉子位置及選取所偵測特性之一共同指示者，該不明確性之解析係便利地達成。

本發明係可運用於磁阻機之啟動，或者當轉子位置係於運轉期間為不明時。於後者之情形，較佳為使得電流或磁通之衰減至大致為零，以避免位置之錯誤計算。

本發明亦擴及一種交換式磁阻驅動機，包含：一磁阻機，具有一轉子、一定子與複數相之激勵繞組；切換機構，可致動以供激勵該複數相；位置偵測機構，供導出相對於定子之一轉子位置，該位置偵測機構包含：用以注入第一診斷脈衝之預定磁通交鏈至該等相之一者的機構；用以大致上與該第一診斷脈衝之注入為同時而注入第二診斷脈衝之預定磁通交鏈至另一相的機構；用以由第一脈衝之特性而判定第一可能轉子位置及由第二脈衝之特性而判定第二可能轉子位置的機構；及，用以藉著第一與第二可能轉子位置之分析而解析轉子位置之不明確性的機構。

較佳而言，該磁阻驅動機包含供根據所解析之轉子位置以致動該切換機構之機構。

五、發明說明 (7)

[圖式簡單說明]

本發明可係以多種方式而作實施，現將參照隨附圖式以舉例而說明某幾種，其中：

第一圖顯示一種交換式磁阻驅動系統之主要構件；

第二圖顯示一轉子磁極接近一定子磁極之示意圖；

第三圖顯示控制第一圖之磁阻機之相繞組激勵的電力轉換器中之典型切換電路；

第四 (a) 與四 (b) 圖說明分別操作於斬波與單脈衝模式之一交換式磁阻驅動機的典型電流波形；

第五圖係納入本發明之一交換式磁阻驅動系統之示意圖；

第六圖顯示根據本發明而操作於低速模式之磁阻機之理想電感輪廓 (profile)、激磁區域、與診斷區域；

第七圖顯示根據本發明而操作於高速模式之磁阻機之理想電感輪廓與可能的參考角度位置；

第八圖顯示根據本發明於啓動期間判定之位置；及

第九圖係根據本發明之操作的流程圖。

[元件符號說明]

11	直流電源供應器
12	電動機
13	電力轉換器
14	電子控制單元 (控制器)
15	轉子位置偵測器
16	相繞組

五、發明說明(8)

20	轉子磁極
21	定子磁極
22	箭頭方向
23	相繞組 16 繞於定子磁極 21 之部份
24	轉子
25	定子
31、32	開關(切換裝置)
33、34	二極體
42	磁阻機
44	轉子
46	定子
48	相繞組
50	切換(開關)配置(電力轉換器)
52	電源供應
54	控制器
56	電流感測裝置
57	特殊應用積體電路(ASIC)
58	類比至數位(A/D)轉換器
60	搜尋列表(查詢表)記憶體

參考第五圖，一種交換式磁阻機系統包含一磁阻機 42，具有一轉子 44，其係安裝以旋轉於一定子 46 中。該定子具有二或多（於此例為三）相之繞組 48，其係如前述為分別激勵。

一種習用之切換（開關）配置 50 係連接至各相繞組。

五、發明說明 (9)

爲了簡明之緣故，第五圖係僅顯示該等繞組之一者至該圖示代表之切換配置。該切換配置控制來自一電源供應 52 之直流供應電壓 V 之施加。

該切換配置係由一控制器 54 所控制，該控制器包含一特殊應用積體電路 (ASIC) 57，其係程式設計以接收來自一對繞組 48 之各者的電流資訊 (i, i')，各自藉由諸如霍爾效應元件之一電流感測裝置 56。該 ASIC 係理論上顯示爲連接有一類比至數位 (A/D) 轉換器 58 與一搜尋列表記憶體 60。實際上，系統可使用多工於二電流訊號之間的一 A/D 通道，或者可使用二專用通道，一專用通道針對一電流換能器。該等系統本身係此項技藝中所習知。該等電流換能器亦可便利地供應訊號，以用於系統中之其他電流監測功能。

A/D 轉換器 58 係配置以將代表由裝置 56 所感測之電流值的訊號數位化。該搜尋列表係由該 ASIC 所存取，以轉換所偵測之電流值爲轉子角度。對於一給定電流之轉子角度值係因機器而特定，但於假設該等相配置均係大致類似時，則對於二相所偵測得之電流爲共同。然而，當該等相特性係差異達任一大程度時，可針對各相使用單獨之搜尋列表。

該 ASIC 係程式設計以執行如前所述一低速 (斬波) 控制機制與一高速 (單脈衝) 控制機制，以及將敘述於後之一啓動方法。將可理解的是，該 ASIC 之控制功能係基於程式規劃至其之軟體。因此，其操作將部分藉由第九圖

五、發明說明 (、o)

之流程圖而作說明（討論於下文）。當該磁阻機係操作於低速時，藉著注入一預定大小之磁通交鏈的診斷脈衝至一非作用（閒置）相繞組，可判定轉子位置。該磁通交鏈係施加至繞組之電動勢（emf）的時間積分，即其係給定為：

$$\Psi = \int (V - iR) dt \quad (1)$$

其中 Ψ 係線圈之磁通交鏈， V 係有效供應電壓（少了於電力轉換器 50 之任何電壓降）， I 係線圈電流且 R 係線圈電阻。該電流係由電流感測裝置 56 於各相繞組所偵測，根據所注入之磁通交鏈脈衝。 $(V - iR)$ 之積分係可根據習知方法而執行於 ASIC。是以，一診斷脈衝之產生為藉著：由電源供應 52 施加電壓；監測增加之積分值；當所需磁通交鏈值係達到時，移去該電壓。已知磁通交鏈與電流值，轉子位置可係於列表 60 中搜尋以得到對應於此等值之轉子角度值。將可理解的是，若繞組電阻 R 係小的，於(1)式中之 iR 項可針對實行目的而予以忽略。

該低速模式運用一種注入診斷脈衝至一非作用相之方法。當磁通交鏈之一脈衝係達到預定值時，該電流係記錄且該相係關閉（不導通）。對此固定磁通，該位置可係由電流對轉子角度之一列表所讀出。當該磁通交鏈已衰減至零時，一接續之脈衝係起始，且該過程係重複。該等脈衝之重複率係系統設計者之選擇：該等脈衝可係以固定頻率而注入，或者一新脈衝可在前一者之測量係完成後立即起始，且該電路係備妥已開始一新的量測。概括而言，該磁通交鏈脈衝具有峰值大小為該磁阻機之峰值磁通交鏈之 5%

（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)

至 10%。特別低的值將導致不準確性，歸因於量測雜訊。特別高的值將導致聲音雜訊及/或降低之輸出，歸因於被產生之負轉矩。此外，該脈衝越大時，達到其峰值所耗費之時間越長，且於所計算位置之確定性越少。該峰值磁通交鏈必須選取以符合環境。注意，亦可能使用固定電流高度之一脈衝，且讀取與其關聯之磁通交鏈，以由一位置/磁通交鏈列表而讀出位置。

對於電動操作，該等脈衝係定位於下降之電感區域。對於發電操作，該等脈衝係定位於上升之電感區域。提供該磁阻機之電感輪廓係為對稱，則僅需儲存一組之位置對 (vs) 電流資料，由於關於最大或最小電感角度之簡單反射關係而將得到對於任一模式之正確位置。該種系統係概略顯示於第六圖，其中 LA、LB 與 LC 表示一三相磁阻機之理想電感輪廓，Exc A、Exc B 與 Exc C 表示對於電動操作之激磁角，且區域 D 表示於其該等相可係診斷之轉子角度。

尚有替代之方法可用以計算磁通交鏈。於 (1) 式所給定之積分係正確允許跨於該等開關之電壓降以及跨於繞組電阻之電壓降。然而，此舉係伴隨著感測跨於各相繞組之電壓。於許多應用中，係可能單純積分該直流鏈路電壓，藉著對於該等開關是否導通、飛輪、或關閉之認知而控制該積分器。雖然係較 (1) 式之方法為稍不準確，由於係僅需一個電壓感測器，其降低所需之硬體量。

較佳而言，磁通交鏈脈衝之峰值應係針對任何機器轉

五、發明說明 (2)

速而發生於第六圖所示之區域 D。誠然，於停滯時之脈衝期間係非一問題。然而，必須考慮之事實為，隨著轉速之上升，由區域 D 所示之相同角度將係於較短時間所涵蓋。因此，若診斷脈衝之峰值係非隨機器轉速而變化，其必須係足夠長以建立所需之磁通交鏈位準，但係足夠短以可用於最高之機器轉速。較佳而言，係有充分之時間以注入二或三個脈衝至區域 D，俾使於各個診斷週期係可能有位置之數個測量。一組測量之投票 (polling) 係可用以減輕任何極為不準確者之影響，如下所述。於相同診斷週期之多個測量亦提供更新之位置資訊，舉例而言，其當機器轉速係改變時可用以提供有利之影響。

反之，高速模式詢問一作用相並係僅於每一電感週期自該相取得資料一次。一角度參考點係預定，於此點係測量電流與磁通交鏈。介於所測量與所預期之磁通交鏈間的任何誤差係用以導出一位置誤差，且因而導出一修正之位置估測。該配置係概略顯示於第七圖，其中 LA、LB 與 LC 表示一三相磁阻機之理想電感輪廓，Ref A、Ref B 與 Ref C 表示對於電動操作之三相的參考角度。至於低速模式，電動及發電操作係藉著利用電感輪廓之對稱性而滿足。

於低速或高速模式，該位置之估測係可使用作為計算速度及/或加速度之基礎。

低速與高速模式二者均至少需有轉子位置之一大約初始認知，以成功地操作。於低速模式，必須找出對於診斷

(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)

脈衝之注入之適當區域；於高速模式，磁通交鏈及電流量測必須係取得為足夠接近該參考角度，其位置誤差係小。然而，當磁阻機係停滯，或已係由其轉速下滑，或若於負載或者控制系統中之暫態干擾係造成位置資料之喪失，則並未存在大約之位置認知，且該系統係極不可能重新同步於其自身步調。前技方法於低速及高速時之控制係具有數個缺點，在於若一暫態發生而造成位置偵測喪失時，其無法提供啓動該磁阻機或恢復操作之可靠方法。本發明提供技術以克服此等缺陷。

若不存在轉子位置之認知，且係需啓動（或重新啓動）繞組激磁，診斷脈衝可係注入於一相，如第八圖所示之相 A。然而，不明確性係存在，因為如 A2 之電流測量以及其後之計算亦可能相當於 A1 之位置。然而，若係同時測量相 B，位置 B1 與 B2 係可找出。由於一獨特之位置必須存在於任一角度，僅有相符之二點（A2 與 B1）可為正確，且因而判定該轉子位置。此係基於實際上為同時取得之測量，故重要的是所使用之任何診斷脈衝係大致為同時達到其預定值。當使用磁通交鏈之脈衝時，此條件係可符合，由於當該驅動機係自一大致定值之直流匯流排而操作時，假設該等相之匝數與電阻均相同，對於該等繞組達到一給定磁通交鏈所耗費之時間係由該匯流排電壓所有效決定。為此理由，運用固定值電流之脈衝的前技系統係不適合，由於即使其係同時啓動，其將於不同時間到達其預定值，且因而一引入誤差於該位置之計算。

五、發明說明 (14)

決定轉子位置之方法係說明於第九圖之流程圖，其說明於 ASIC 中之部分軟體。

爲使該方法可令人滿意地工作，於該等相中之磁通交鏈必須係初使爲零，因爲任何剩餘之磁通交鏈將致使該積分過程由錯誤之起始點而開始。於方塊 70，程式將確定該磁阻機是否係剛已操作，藉著存取自從最近之開關致動的時間。若係判定自從繞組電流（及磁通交鏈）至零值之最近切換動作已係經過足夠長的時間，程式係進行至方塊 72。若所經過的時間係不夠，在方塊 72 之前，係於方塊 73 實施一延遲，藉以提供時間使於繞組中之該等電流與磁通作衰減。

於方塊 72，診斷磁通交鏈脈衝係注入於該磁阻機之二相，藉著適當地致動開關配置。預定磁通交鏈之脈衝係藉著致動開關配置而產生，俾使直流供應係同時施加至該二相，且持續相同之期間。根據相同之方塊 72，於二相繞組中之電流係由電流感測裝置所偵測，且於該診斷脈衝之末端，係由控制器 54 中之 A/D 轉換器 58 所轉換爲一對數位值。控制器 54 之搜尋列表 60 係於方塊 74 以偵測電流值由 ASIC 所存取，以提供二角位置於該等相位電感週期之各者，針對所監測得之相，於其該偵測值之電流將發生對於給定磁通交鏈值之脈衝。爲了節省儲存空間，係可能對各電流值僅儲存一角度值，並運用磁特性之對稱性以導出其他角度。

如上所述，對應於針對各相之該對電流值之組合係有

五、發明說明 (5)

一獨特位置。因此，雖然關於一對角位置之不明確性係由自一單一相之電流值所表示，針對一對相之電流值之組合將僅有於其係大致符合之一轉子角度，而其他之電流值將表示於個別轉子位置週期之相異的位置。因此，ASIC 係程式規劃以比較可能的轉子角度，並選出其係對二電流讀數為共同之角度。該等讀數中係可能出現某些誤差。因此，ASIC 係可程式規劃以多種方式之任一者而接受在一容許誤差位準內彼此接近之角度。

於方塊 75，基於所計算之轉子角度，ASIC 係程式規劃以判定欲激勵之適當相。關於欲激勵何相之判定係基於轉子極之位置，其針對一相係較佳於其他相為最佳之轉矩產生位置（針對所需之行進方向）。基於該決定，於方塊 76，適當之開關係致動以施加供應電壓 V 至該相繞組，供其激磁。接著，於方塊 77，ASIC 將該電動機之正常控制讓與至 ASIC 中之另一軟體例行程式。藉由本發明，該轉子位置係建立。無論是當轉子係靜止或者下滑直到已經過足夠時間供於繞組中之電流及磁通衰減，已由監測之相而取得之適當準確的讀數，該轉子位置係可建立。

無感測器之位置偵測系統通常必須操作於靠近電力切換裝置之具有電氣雜訊的環境中，而此舉經常導致該磁通交鏈及電流之測量的惡化，並導致偽的位置資料之計算。為了改善系統之強健性，已發展出一種檢查所計算位置資料之有效性的方法。每當一新的位置係計算時，位置、時間及速度之值係可儲存。運用最後之 n 個儲存值，一預測

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (6)

之位置係可插補以與新計算者做比較。若新計算者與預測者之值係未於一預定量內為一致，一誤差計數係增一，且預測值係用以取代計算值；若其係一致，任何之誤差計數係減一，且使用該計算值。於停滯時，反覆運作之數目可能係受限，但仍可係用以檢查該轉子位置。

尤其是，在正常運轉於連續之測量週期下，一圖像係建立該位置資料之可靠度。若誤差計數超過代表例如未一致之 5 個連續計算的某一值，該控制系統可決定其已喪失與轉子真實位置之同步性，並在發生任何更為嚴重之事件前防止（或切斷）該磁阻機之激磁。該等值之儲存及插補係可藉由任何方便的機構所達成，但典型而言係藉著數位儲存於記憶體位置。已係發現的是，採用 $n=8$ 將可於系統穩定度與儲存空間二者間得到良好之折衷。

將可看出的是，於本發明之方法的此選項係由方塊 72 與 74 之反覆所實施，藉著根據方塊 78 而將迴路返回。如上所述，該反覆遞迴過程可係實行於運轉的磁阻機之轉子位置診斷，以及當建立或者重新建立轉子位置時。

因此， n 個測量之序列可在施加激磁至該等相之前，用以構成檢查第 $(n+1)$ 個測量之可靠度的一基礎。此等測量係可由連續之脈衝所取出。

將可理解的是，（本發明之此種方法可係用於每當發生位置資料喪失而二相係可取得用於診斷時之情況。當由零速度啟動或者當轉速下滑時，此等條件係立即符合。若一暫態干擾係發生於負載或控制系統，引起位置資料之突然

(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)

喪失，該等條件可藉著移去自所有（或至少為二）相的激磁並允許該等相電流有足夠的時間以衰減至零而符合。舉例而言，該峰值磁通交鏈可作估測，且對其衰減至零值之時間係估測，或者該電流係藉由電流換能器所監測。接著，二相可如所述而作診斷以產生所需的位置資料及施加至該等相之適當的激磁，以產生所需的轉矩於所需位置。

或者是，若檢查資料可靠度之一系統係在該磁阻機運轉時使用，如前所述，則於啟動時其可被拒絕而於該二相之單一對測量係如所述般執行。或者是，若繞組係在達到所需之磁通交鏈後而置入於飛輪狀態，連續之測量係可由一延長的脈衝所取得。

上述說明係基於一種運用針對電流值之轉子角度的一搜尋列表（查詢表）。此舉係便利於控制系統之數位實施。然而，同樣可能的是，藉著插入電流測量值於一運算式而判定位置之分析方法係可運用，該式係描述介於其用於診斷之磁通交鏈處的電流與轉子角度之間的關係。若數位儲存空間係受限，而運用小的列表將導致難以接受之高的量化誤差，該種分析方法可能係較搜尋列表為佳。數種分析運算式之任一者均可運用，例如由 Miller 等人於“針對快速電腦輔助設計之交換式磁阻電動機之非線性理論”（IEE 期刊 B 部分第 137 冊第 6 號，1990 年 11 月，337 至 347 頁）所述之 Frohlich 關係式，或者運用如由 Piron 於“磁性計量曲線對於線性運動螺線管致動器以及旋轉式雙凸極磁阻機之運用”（ICEM'98，1998 年 9 月 2 日至 4 日於

（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)

土耳其伊士坦堡舉行之電機機械國際會議，第 3 冊，1674 至 1679 頁) 所述之計量曲線。

將可理解的是，雖然前述實例係關於三相磁阻機而作說明，本發明可係應用至具有任何數目磁極之任何的多相交換式磁阻機。同理，本發明可係應用至其活動部件（通常係為“轉子”）乃線性行進之一線性磁阻機。因此，熟悉此項技藝之人士將理解的是，已揭示之配置的不同變化均係可能未偏離本發明而作出。是以，數個實施例之前述說明係藉由舉例方式而作出，而非針對限制之目的。本發明係意欲僅由隨附申請專利範圍之精神與範疇所限定。

(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：

交換式磁阻機之控制

本發明揭示一種多相交換式磁阻機，其由運用無感測器之位置偵測的控制系統所控制。該控制器係強健且可靠，並操作於該磁阻機之整個速度範圍。於斬波模式，預定磁通鏈結之診斷脈衝係注入於一閒置相。於單脈衝模式，係運用一作用向而作出位置預測。一種啟動該磁阻機之方法運用於二相中之診斷脈衝以提供對於位置之一獨特值，允許驅動器在全轉矩下啟動或重新啟動。

英文發明摘要（發明之名稱：CONTROL OF SWITCHED RELUCTANCE MACHINES

A polyphase switched reluctance machine controlled by a control system using sensorless position detection. The controller is robust and reliable and operates over the entire speed range of the machine. In the chopping mode, diagnostic pulses of predetermined flux linkage are injected into an idle phase. In the single-pulse mode, position prediction is done using an active phase. A method of starting the machine uses diagnostic pulses in two phases to provide a unique value for position, allowing the drive to start or re-start under full torque.

六、申請專利範圍

1.一種判定多相交換式磁阻機轉子位置之方法，該磁阻機包含一轉子、一定子與二或多相之激勵繞組，該種方法包含：

注入第一診斷脈衝之預定磁通交鏈至相繞組之一者；

注入第二診斷脈衝之預定磁通交鏈至相繞組之另一者，大致上與第一診斷脈衝之注入為同時；

由第一脈衝之偵測特性而判定第一可能轉子位置；

由第二脈衝之偵測特性而判定第二可能轉子位置；及

藉著比較第一與第二可能轉子位置而解析轉子位置之不明確性。

2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第一與第二脈衝之偵測特性係繞組中之電流。

3.如申請專利範圍第 1 項之方法，包括將轉子位置之可能值對儲存在一搜尋列表，針對該第一與第二脈衝之特性值範圍各者。

4.如申請專利範圍第 3 項之方法，其中該搜尋列表儲存一單一組之轉子位置值，針對電動與發電模式二者之偵測特性值。

5.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中搜尋列表針對該第一與第二脈衝之特性值範圍各者儲存一單一之轉子位置值，該方法包括藉著由該磁阻機之磁特性之對稱性計算而導出可能值之另一者。

6.如申請專利範圍第 5 項之方法，其中該搜尋列表儲存一單一組之轉子位置值，針對電動與發電模式二者之偵

六、申請專利範圍

測特性值。

7.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中解析該不明確性包括：比較由第一與第二脈衝之特性所指示之可能轉子位置；及選取由偵測特性所共同指示之轉子位置。

8.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第一與第二診斷脈衝係由切換機構之致動所注入。

9.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中連續對之診斷脈衝係以固定頻率而注入。

10.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中連續對之診斷脈衝係以可變頻率而注入。

11.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該第一與第二診斷脈衝係僅當於個別繞組中之磁通大致為零時注入。

12.如申請專利範圍第 11 項之方法，包括延遲該等脈衝之注入以使得磁通衰減至大致為零。

13.如申請專利範圍第 1 項之方法，包括檢查轉子位置，藉著比較該轉子位置之第一判定與至少一第二判定。

14.如申請專利範圍第 13 項之方法，其中該磁阻機之激勵或去激勵係視轉子位置之檢查而定。

15.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該判定係當轉子為靜止時所作成。

16.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該判定係當轉子正移動時所作成。

17.如申請專利範圍第 16 項之方法，包括去激勵該等繞組，之後，延遲第一與第二脈衝之注入以使得繞組電流

(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

衰減至大致為零。

18.一種交換式磁阻驅動機，包含：一磁阻機，具有一轉子、一定子與複數相之激勵繞組；切換機構，可致動以供激勵該複數相；位置偵測機構，供導出相對於定子之一轉子位置；及，供根據轉子位置以致動該切換機構之機構，該位置偵測機構包含：

用以注入第一診斷脈衝之預定磁通交鏈至該等相之一者的機構；

用以大致上與該第一診斷脈衝之注入為同時而注入第二診斷脈衝之預定磁通交鏈至另一相的機構；

用以由第一脈衝之特性而判定第一可能轉子位置及由第二脈衝之特性而判定第二可能轉子位置的機構；及

用以藉著第一與第二可能轉子位置之分析而解析轉子位置之不明確性的機構。

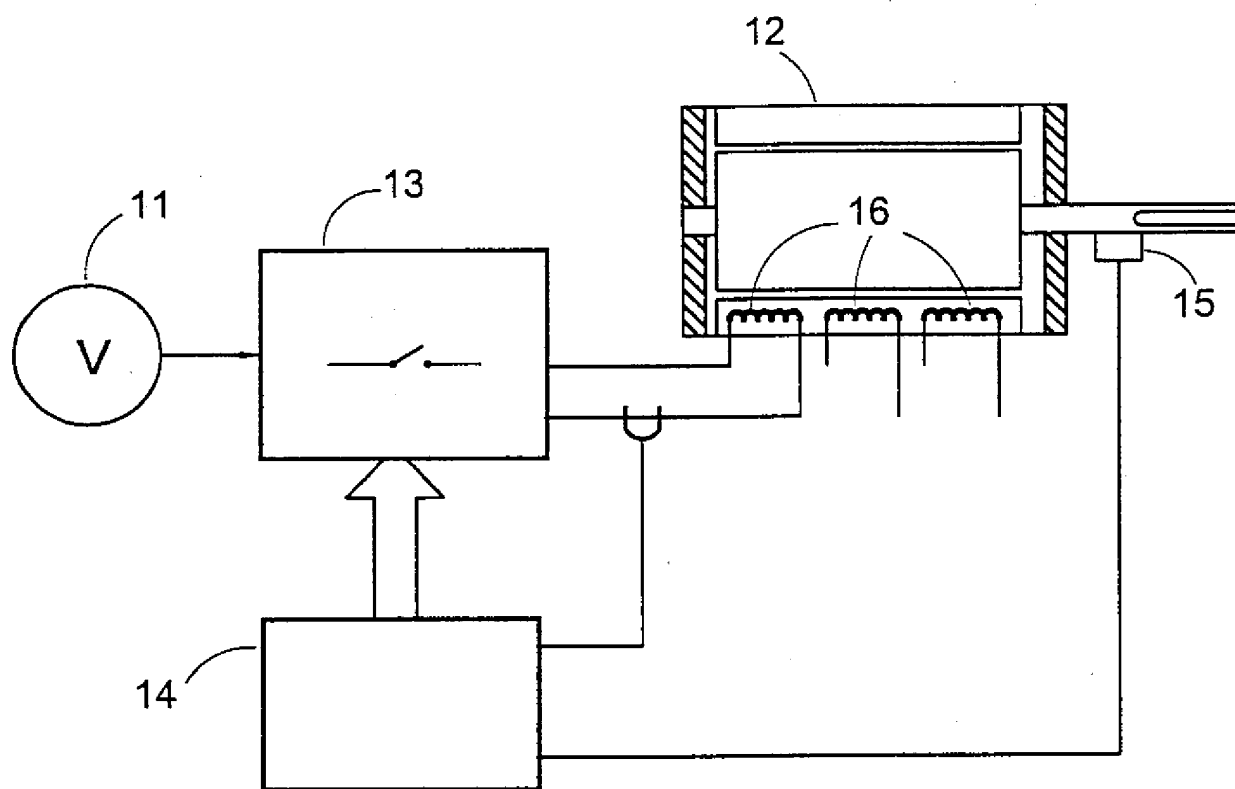
19.如申請專利範圍第 18 項之交換式磁阻驅動機，包括至少一電流監視器，係配置以偵測於對應相繞組中之電流，且其中該第一與第二脈衝之特性係電流。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

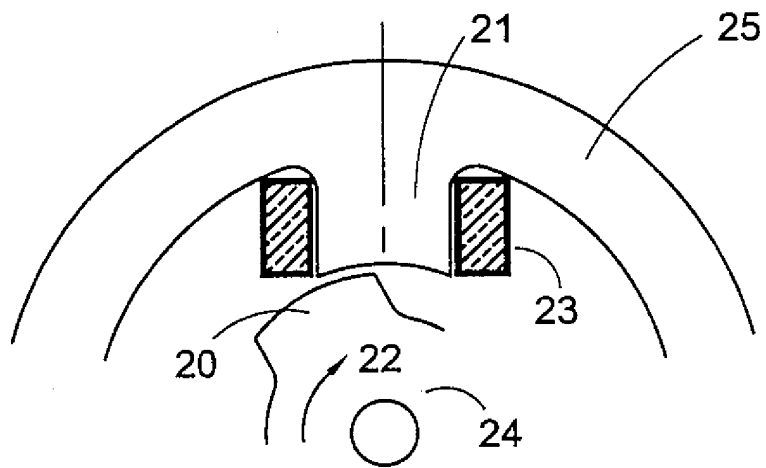
裝

訂

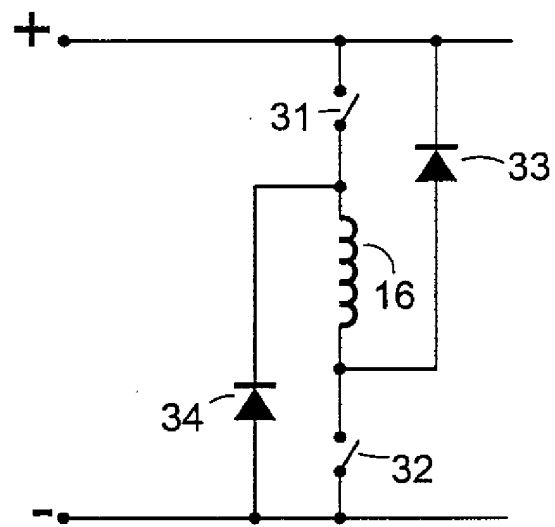
線



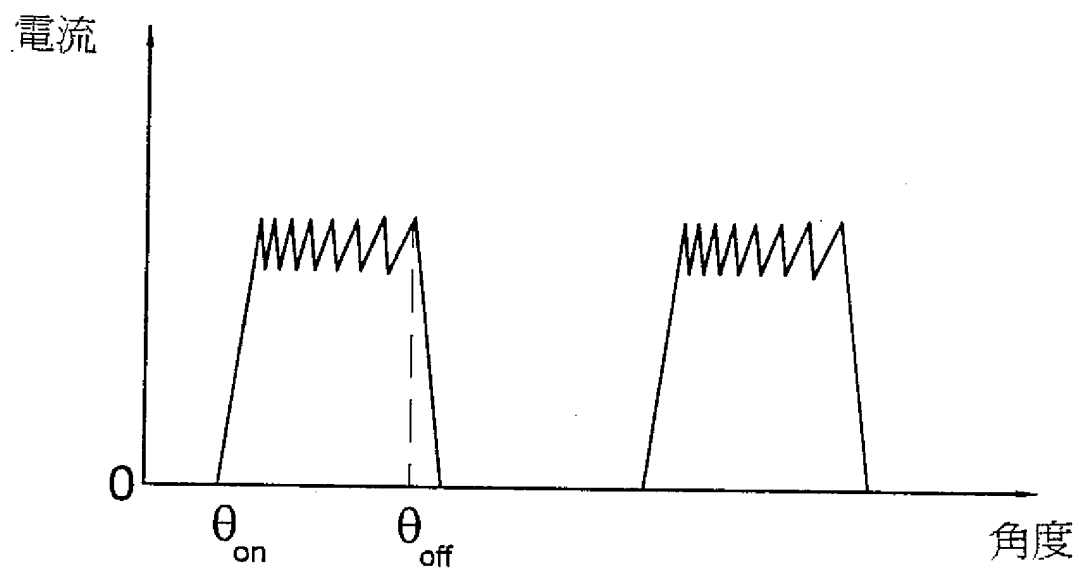
第一圖



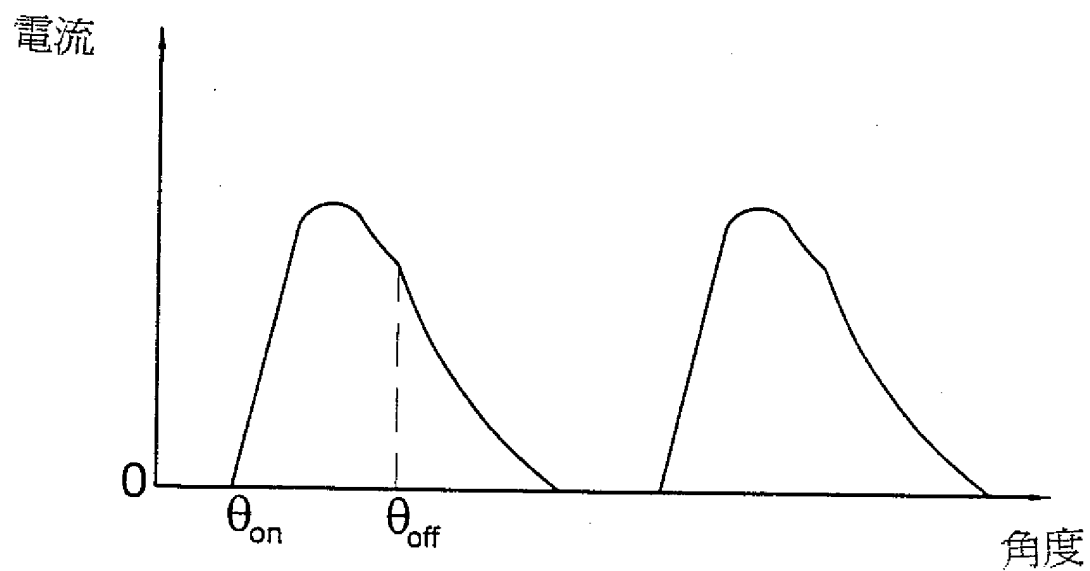
第二圖



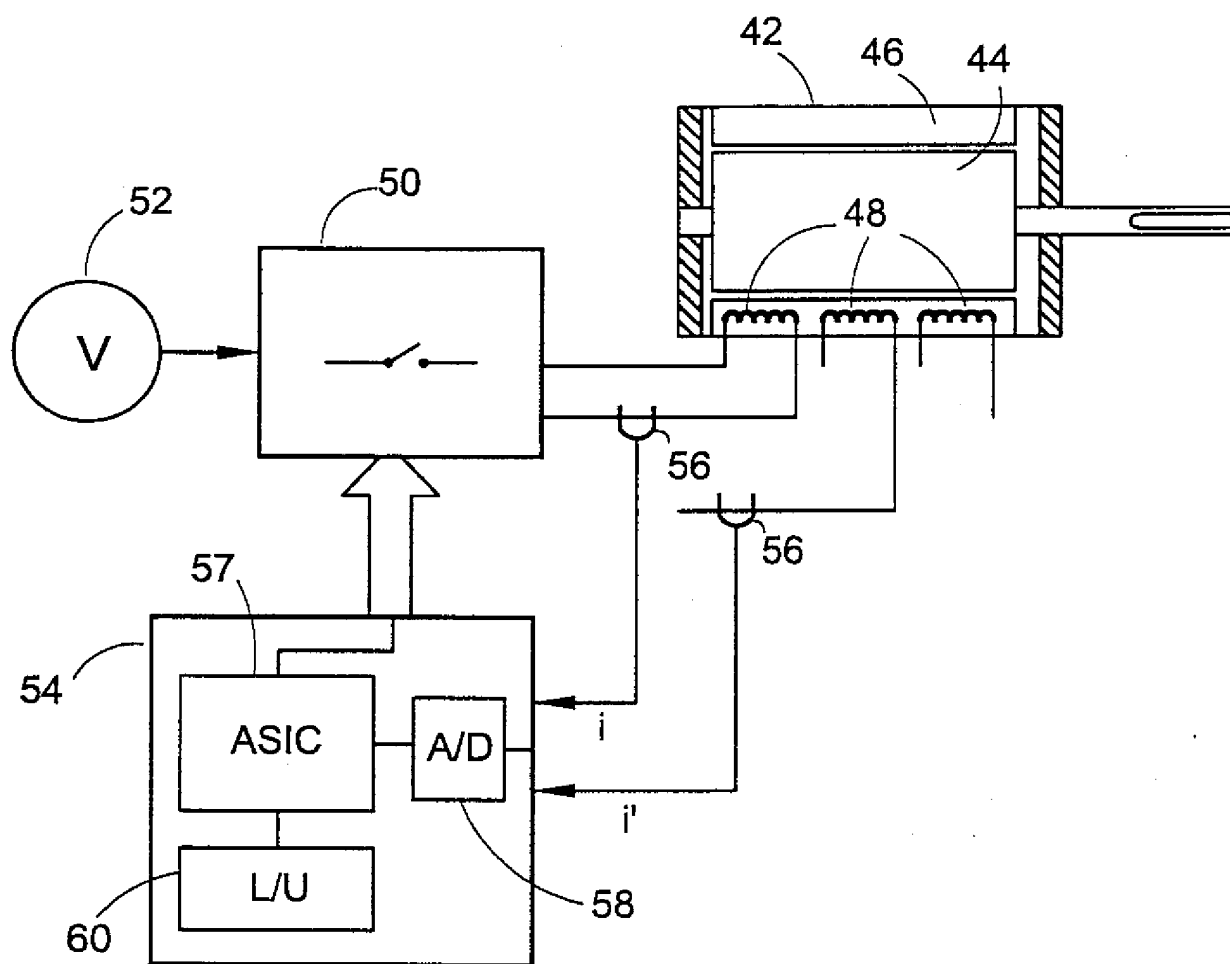
第三圖



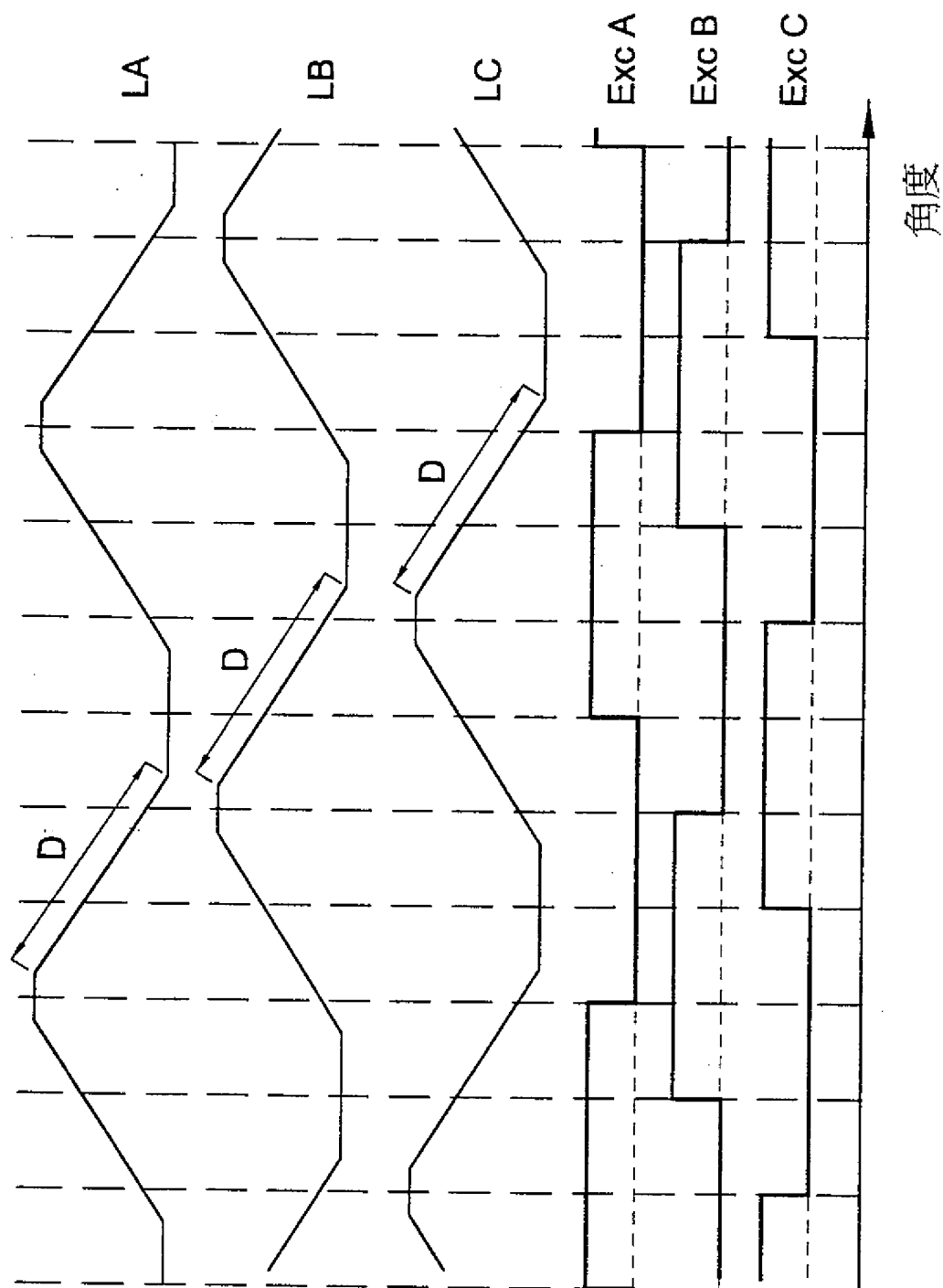
第四 (a)圖



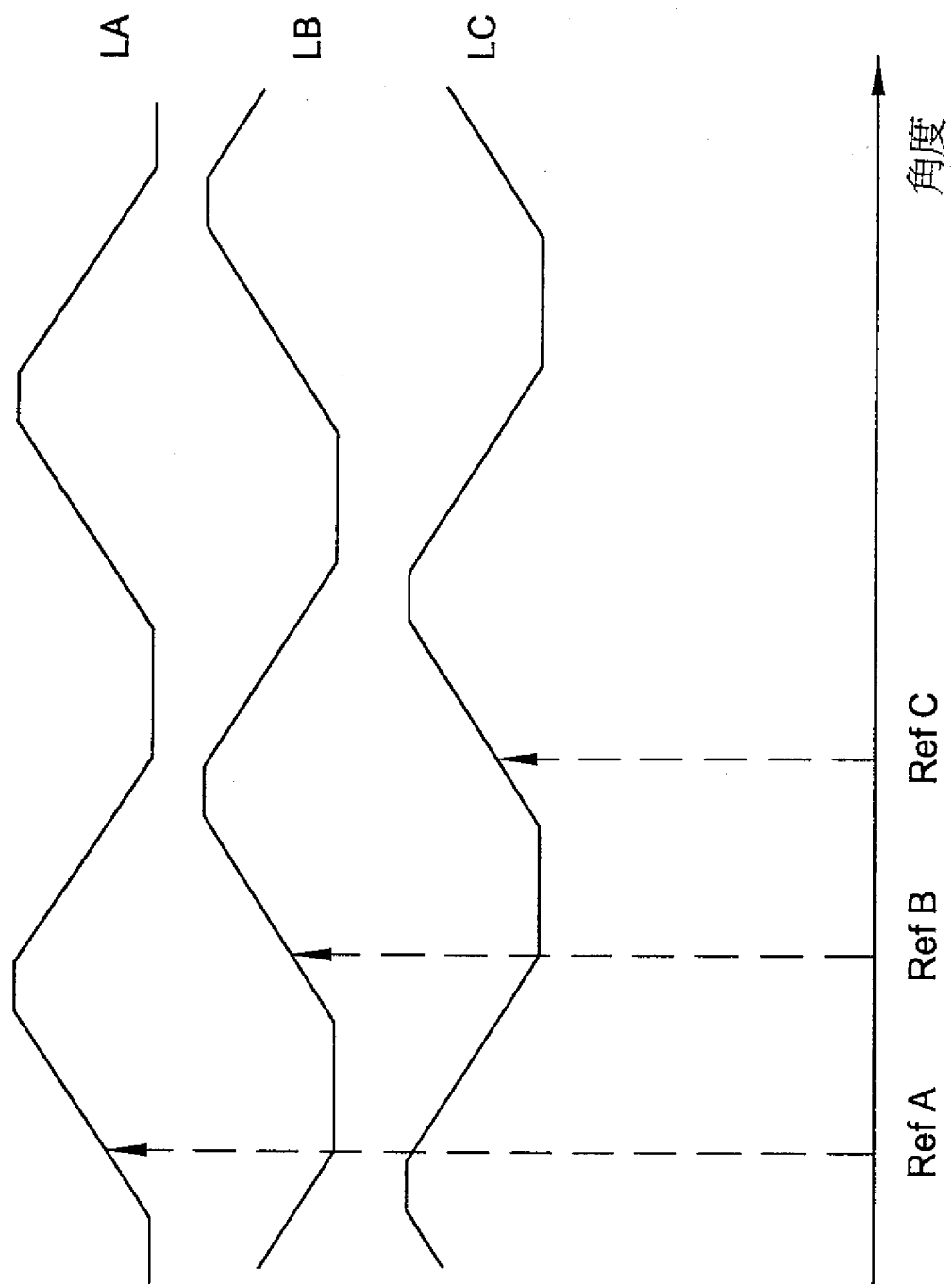
第四 (b)圖



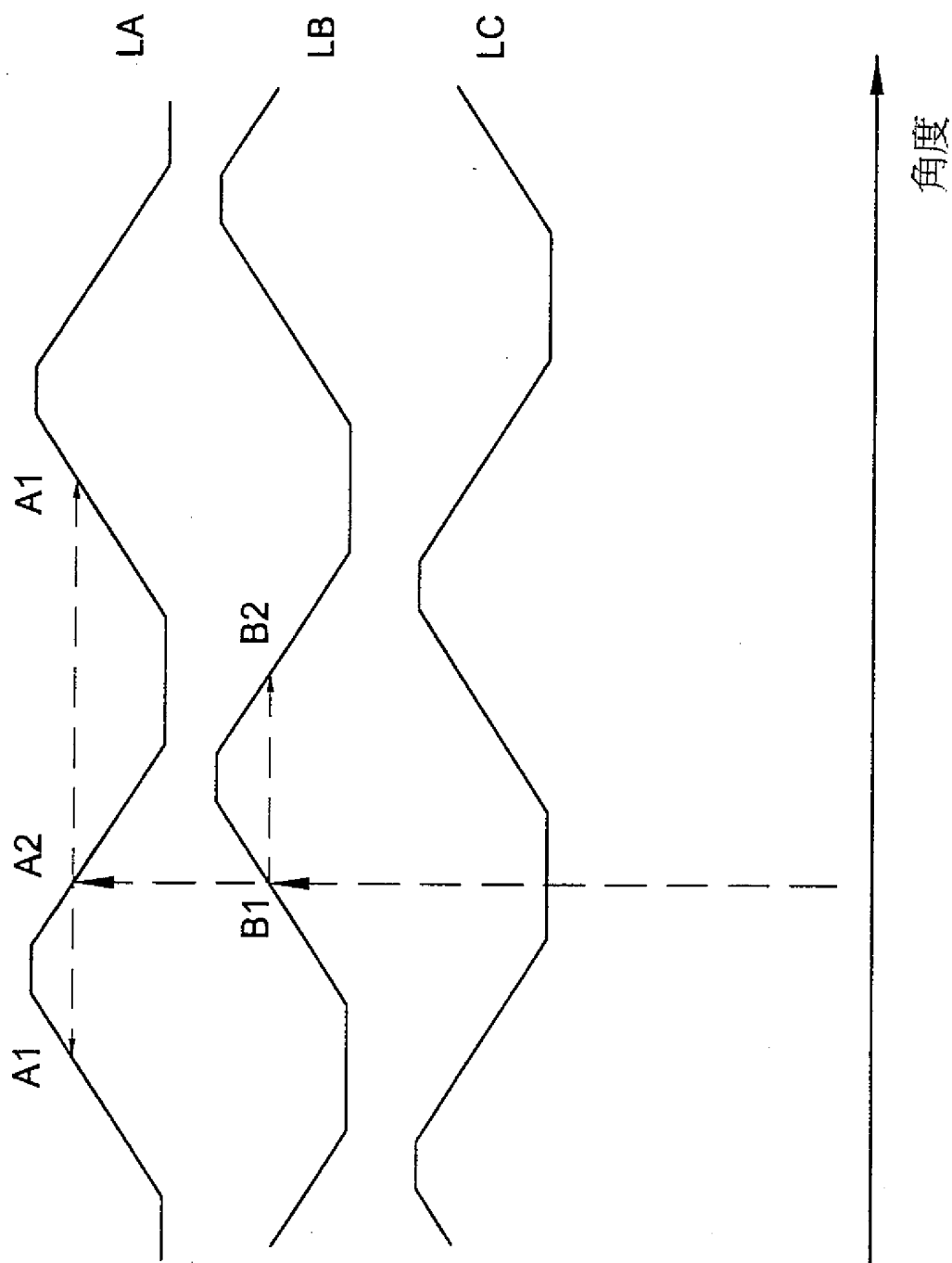
第五圖



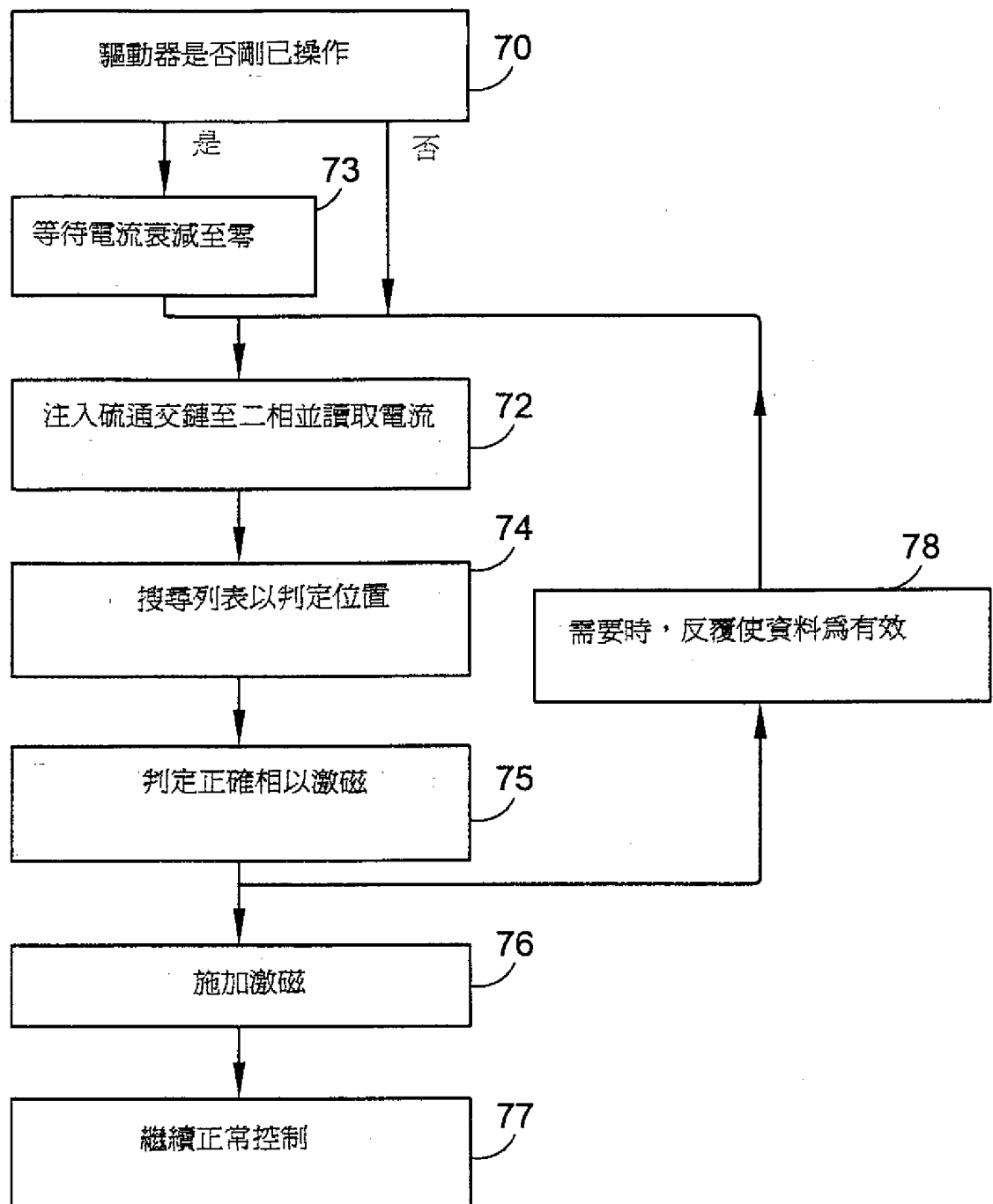
第六圖



第七圖



第八圖



第九圖