

申請日期	90. 4. 20
案 號	90109501
類 別	F16C32/04

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

555939

發 明 專 利 說 明 書
~~新 型~~

一、發明 新 型名稱	中 文	磁性軸承控制裝置
	英 文	APPARATUS FOR CONTROLLING A MAGNETIC BEARING
二、發明 人 創作	姓 名	1. 平明子 AKIKO TAIRA 2. 中澤敏治 TOSHIHARU NAKAZAWA
	國 籍	日本國
三、申請人	住、居所	1. 日本國神奈川縣藤澤市湘南台 6-6-4-205 6-6-4-205, Shounandai, Fujisawa-shi, Kanagawa-ken, Japan 2. 日本國神奈川縣茅之崎市雲雀丘 1-1 1-1, Hibarigaoka, Chigasaki-shi, Kanagawa-ken, Japan
	姓 名 (名稱)	荏原製作所股份有限公司 EBARA CORPORATION
三、申請人	國 籍	日本國
	住、居所 (事務所)	日本國東京都大田區羽田旭町 11 番 1 號 11-1, Haneda Asahi-cho, Ohta-ku, Tokyo, Japan
三、申請人	代 表 人 姓 名	依田正稔 MASATOSHI YODA

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：

A6

大類：

B6

IPC分類：

本案已向：

日本 國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ☒有 ☐無主張優先權

2000 年 4 月 21 日 特願 2000-121583(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(1)

[發明之詳細說明]

[產業上之技術領域]

本發明係有關一種磁性軸承控制裝置用以控制被浮體藉電磁力浮升。

[先前技術]

第 1 圖表示習知之此類磁性軸承控制裝置之結構圖。來自商用電源 1 的交流電源經由功率因素改善電路(PFC) 2，輸入到反相器(inverter)用 DC/DC 轉換器(converter)3 及軸承用 DC/DC 轉換器 4。反相器用 DC/DC 轉換器 3 之輸出係供應到反相器 5，其輸出則供應到馬達 M。軸承用 DC/DC 轉換器 4 之輸出係供應到軸承驅動器 7 及控制電源用 DC/DC 轉換器 8 中。該軸承驅動器 7 之輸出係至少供應到一對相對向之磁性軸承電磁鐵(未圖示)之各激磁線圈 9；控制電源用 DC/DC 轉換器 8 之輸出，則針對裝置內電子電路(未圖示)供應適度之電壓。藉此，被浮體(未圖示)藉磁力浮升，同時藉馬達 M 之轉動力而轉動。

停電時，為了利用再生電力，於馬達 M 所發電之電力會藉由控制反相器 5 之頻率，藉以控制再生電壓在一定的範圍內，再供應到儲備(back up)用 DC/DC 轉換器 6。該儲備用 DC/DC 轉換器 6 之輸出係供應到控制電源用 DC/DC 轉換器 8 及軸承驅動器 7，藉以使被浮體浮升支持到安全之旋轉數(接觸軸承(touch down bearing)所能安全支持之旋轉數)，並使其減速。

上述構成之磁性軸承控制裝置中，若以 PAM 控制方式

(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)

運轉反相器 5 時，反相器用 DC/DC 轉換器 3 會在起動之同時，供應漸漸上升之電壓到反相器 5，由反相器 5 轉換頻率後供應到馬達 M。一般的 PAM 控制方式是低噪音的，但因其波動(ripple)電流大，而會有在其效率、轉矩波動等問題。而且，還有低電壓時的輸入功率因素不佳的問題。

又，若以 PWM(脈衝振幅調制)控制方式運轉反相器 5 時，反相器用 DC/DC 轉換器 3 會供應一定的電壓到反相器 5，再經由反相器 5 作脈衝振幅調變和轉換頻率後供應到馬達 M。一般來說，PWM 控制方式的加減速運轉時的回應是良好的，但在馬達 M 的噪音方面比 PAM 控制方式差。

並且，前述習知構成之磁性軸承控制裝置中，使用多種電源用轉換器，如：反相器用 DC/DC 轉換器 3、軸承用 DC/DC 轉換器 4、儲備用 DC/DC 轉換器 6、控制電源用 DC/DC 轉換器 8 等，故也有裝置尺寸大、價格貴且系統複雜等問題。

本發明係針對上述缺點，提供一種磁性軸承控制裝置，係以低噪音運轉之馬達，且系統結構簡單、小型而低廉為目的。

[發明概述]

為達到上述目的，申請專利範圍第 1 項記載之發明係提供一種磁性軸承控制裝置，具備有：

電磁鐵，係至少一對相對向以非接觸性方式支持被浮體；

馬達，係用以旋轉前述被浮體；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(3)

反相器，係用以使前述馬達旋轉驅動，並隨著前述馬達之驅動狀態而選擇性地切換 PWM 控制方式和 PAM 控制方式。

一般來說，PWM 控制方式的加減速運轉時的回應是良好的，但在馬達 M 的噪音方面比 PAM 控制方式差，其中，PAM 控制方式一般來說是低噪音的，但因其波動電流大，故有效率、轉矩波動等問題且低電壓時的輸入功率因素較差。如上述申請專利範圍第 1 項記載之發明，係由反相器併用 PWM 控制方式和 PAM 控制方式而使該馬達旋轉驅動，所以在馬達加速運轉時，可使用 PWM 控制方式，而在額定運轉時則以 PAM 控制方式動作，故可執行低噪音而有效率的運轉。

如前述申請專利範圍第 1 項記載之磁性軸承控制裝置，申請專利範圍第 2 項記載之發明，更具備有：

軸承驅動器 16，係用以驅動前述電磁鐵；

軸承用 DC/DC 轉換器 15，係供應其輸出到軸承驅動器 16；

DC/DC 轉換器 13，係供應驅動電力給前述反相器 14 及前述軸承用 DC/DC 轉換器 15，其中

前述 DC/DC 轉換器 13 係針對前述軸承用 DC/DC 轉換器 15 輸出以非接觸性方式支持前述被浮體所需要之電壓，前述軸承用 DC/DC 轉換器 15 則接受此項輸出而輸出一定之電壓以支撐前述軸承。

如前述申請專利範圍第 1 項或第 2 項記載之磁性軸承

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(4)

控制裝置，申請專利範圍第3項所記載之發明，其係提供：

前述反相器係以切換PWM控制方式及PAM控制方式之指標，並且至少為PWM之工作比(duty ratio)與前述反相器之輸出電壓中之一方。

如前述申請專利範圍第1項所記載之磁性軸承控制裝置，申請專利範圍第4項所記載之發明，更具備有：

軸承用驅動器16，係用以驅動前述電磁鐵；

DC/DC轉換器13，係用以供應驅動電力至前述反相器14及前述軸承用DC/DC轉換器16，其中

前述DC/DC轉換器13係針對前述軸承用DC/DC轉換器16輸出與以非接觸性方式支持前述被浮體所需要之磁性軸承支持電壓相等的電壓。

[圖式之簡單說明]

第1圖為表示習知磁性軸承控制裝置之結構例之圖。

第2圖為表示本發明有關磁性軸承控制裝置之一實施例之圖。

第3圖(a)至(c)為表示用以說明第2圖所示之磁性軸承控制裝置之動作圖。

第4圖為表示有關本發明磁性軸承控制裝置之另一實施形態之圖。

第5圖(a)至(c)為表示用以說明第4圖所示之磁性軸承控制裝置之動作圖。

[元符符號說明]

1、11 商用電源 2、12 功率改善電路(PFC)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(5)

3	反相器用 DC/DC 轉換器	4、15	軸承用 DC/DC 轉換器
5、14	反相器	6	儲備用 DC/DC 轉換器
7	軸承用驅動器	8、17	控制電源用 DC/DC 轉換器
9、18	激磁線圈	13	DC/DC 轉換器
16	軸承用 DC/DC 驅動器 M	馬達	

[本發明之最佳實施形態]

以下根據圖式，舉本發明應用於渦輪分子泵之例，說明本發明之實施形態。第 2 圖表示有關本發明之磁性軸承控制裝置之一實施形態之圖。來自商用電源 11 的交流電源經由功率因素改善電路(PFC)12，而輸入到 DC/DC 轉換器 13。DC/DC 轉換器 13 之輸出則供應到反相器 14，同時也供應到軸承用 DC/DC 轉換器 15。反相器 14 之輸出則供應到馬達 M。而且，軸承用 DC/DC 轉換器 15 之輸出係供應到軸承用 DC/DC 驅動器 16 及控制電源用 DC/DC 轉換器 17。該軸承用 DC/DC 驅動器 16 之輸出係供應到磁性軸承電磁鐵(未圖示)之激磁線圈 18，控制電源用 DC/DC 轉換器 17 之輸出係針對裝置內之電子電路(未圖示)供應適當之電壓。藉此，使被浮體(未圖示)藉磁力浮升，同時藉馬達 M 而轉動。

DC/DC 轉換器 13 之輸出係供應至軸承用 DC/DC 轉換器 15，軸承用 DC/DC 轉換器 15 則將磁性軸承電磁鐵以非接觸性支持被浮體所需要之一定的軸承支持電壓輸出至軸承用驅動器 16。馬達 M 加速時，若需要比前述軸承支撐電壓更高的電壓時，DC/DC 轉換器 13 會使其輸出電壓更

(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)

加上升。但是，此時軸承用 DC/DC 轉換器 15 所輸出之軸承支持電壓會維持一定之電壓。亦即，DC/DC 轉換器 13 之最低輸出電壓係，軸承用 DC/DC 轉換器 15 輸出以非接觸性支持被浮體所需要之軸承支持電壓可能的值。在軸承用 DC/DC 轉換器 15 之升壓動作時(第 3 圖之 T1 至 T2 之間)或負載變動期間之一部分(第 3 圖之 TS 至 T6 之間)，反相器 14 以 PWM 控制方式動作，而在軸承用 DC/DC 轉換器 15 的降壓動作時(第 3 圖之 T4 至 T5 及 T6 至 T7)，反相器 14 以 PAM 控制方式動作。

停電時，為了利用再生電力，於馬達 M 所發電之電力會藉由控制反相器 14 之頻率，藉以控制再生電壓在一定的範圍內，再經由反相器 14 供應到軸承用 DC/DC 轉換器 15。而且，軸承用 DC/DC 轉換器 15 之輸出則供應到控制電源用 DC/DC 轉換器 17 及軸承用 DC/DC 驅動器 16，以非接觸性支持該被浮體，並使之減速，直到被浮體之旋轉達到安全之旋轉數為止。

第 3 圖係用以說明如第 2 圖所示之磁性軸承控制裝置之動作圖，分別為同圖(a)表示馬達 M 之旋轉數，同圖(b)表示反相器 14 之輸出電壓，同圖(c)表示 DC/DC 轉換器 13 之輸出。如第 3 圖(c)所示，DC/DC 轉換器 13 於時間 T1 起動時，磁性軸承電磁鐵會輸出以非接觸性支持該被浮體所需要之電壓 V1。然後，馬達 M 會加速，軸承用 DC/DC 轉換器 15 會繼續輸出軸承支持電壓，直到反相器 14 之輸出電壓達到電壓 V1' 為止。馬達 M 會再加速，若馬達 M 之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(7)

電壓達到需要大於前述磁性軸承電磁鐵以非接觸性支持該被浮體所需之電壓時(T2 時間),DC/DC 轉換器 13 會提高其輸出,並輸出泵負載之額定運轉所需要之電壓 V2(T3 時間)。

在 T1 至 T2 期間,反相器 14 之輸出電壓會持續增加,而軸承用 DC/DC 轉換器 15 則會輸出磁性軸承電磁鐵以非接觸性支持被浮體所需之一定的軸承支持電壓。在此期間,反相器 14 以 PWM 控制方式動作,當 PWM 的功能比達到最大時,再切換到 PAM 控制方式。

當 PWM 的功能比達到最大(T2 時間)之後,及泵負載之額定運轉期間(T3 至 T4 時間),反相器 14 會以 PAM 控制方式動作,並控制其輸出電壓。

在負載變動運轉期間(T4 至 T7 時間),反相器 14 係當其輸出電壓高於 V1'之期間(T4 至 T5 及 T6 至 T7),以 PAM 控制方式動作,而低於 V1'期間(T5 至 T6 時間)則以 PWM 控制方式動作,並控制其輸出電壓。但是,在此負載變動運轉期間,反相器 14 之控制方式,係於 PWM 的功能比達到最大時,從 PWM 切換到 PAM,當 PWM 的功能比達到最大以下時,由 PAM 切換到 PWM。

停電時(T7 至 T8 時間),馬達 M 係如前述,以再生制動方式減速。

第 4 圖為表示有關本發明之磁性軸承控制裝置之另一實施形態之圖。來自商用電源 11 的交流電源經由功率因素改善電路(PFC)12,輸入到 DC/DC 轉換器 13。DC/DC 轉換

(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)

器 13 之輸出則供應到反相器 14，同時也供應到軸承用驅動器 16 及控制電源用轉換器 17。反相器 14 之輸出則供應到馬達 M，軸承用驅動器 16 之輸出供應到磁性軸承電磁鐵(未圖示)之激磁線圈 18，控制電源用 DC/DC 轉換器 17 之輸出則針對裝置內之電子電路(未圖示)供應適當之電壓。藉此，使被浮體(未圖示)藉磁力浮升，同時藉馬達 M 而轉動。

DC/DC 轉換器 13 係將磁性軸承電磁鐵對被浮體予以浮升支持所需之軸承支持電壓輸出至軸承用驅動器 16。反相器 14 接受軸承支持電壓，而於馬達 M 加速時以 PWM 控制方式動作，在泵負載之額定運轉時，則以 PAM 控制方式動作。

停電時，為了利用再生電力，於馬達 M 所發電之電力會藉由控制反相器 14 之頻率，藉以控制再生電壓在一定的範圍內，再經由反相器 14 供應到控制電源用 DC/DC 轉換器 17 及軸承用驅動器 16，以非接觸性支持該被浮體，並使之減速，直到被浮體之旋轉達到安全之旋轉數為止。

第 5 圖為用以說明第 4 圖所示之磁性軸承控制裝置之動作圖，分別為同圖(a)表示馬達 M 之旋轉數，同圖(b)表示反相器 14 之輸出電壓，同圖(c)表示 DC/DC 轉換器 13 之輸出。如第 5 圖(c)所示，DC/DC 轉換器 13 磁性軸承電磁鐵會輸出以非接觸性支持該被浮體所需要之一定電壓 V1 到反相器 14、軸承用驅動器 16 及控制電源用 DC/DC 轉換器 17。而於馬達 M 加速時(T1 至 T2 時間)，反相器 14

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(9)

以 PWM 控制方式動作，直到其輸出電壓達到 $V1'$ ($T2$ 時間)為止，並控制其輸出電壓。當泵負載之額定運轉($T2$ 至 $T3$ 時間)時，反相器 14 則以 PAM 控制方式動作，並維持輸出電壓 $V1'$ 。

在負載變動運轉時($T3$ 至 $T4$ 時間)，反相器 14 以 PWM 控制方式動作，並控制其輸出電壓。並且，在停電時($T4$ 至 $T5$ 時間)，馬達 M 會以再生制動方式減速。

如上述，根據有關本發明之磁性軸承控制裝置之實施形態，因反相器 14 係在馬達 M 加速時以 PWM 控制方式動作，泵負載之額定運轉時則以 PAM 控制方式動作，故馬達 M 可成為低噪音並且效率良好之運轉。再者，本發明並不限於上述二種實施形態，同行業者可在不脫離本發明精神之範圍內，加以種種修正及變形。例如，上述 2 種實施形態之任一種，均可設置檢測裝置以檢測被浮體之位置。

[產業上利用之可能性]

如以上所詳述，有關本發明之磁性軸承控制裝置可適用於渦輪分子泵等之真空泵，因係使反相器併用 PWM 控制方式和 PAM 控制方式藉以轉動並驅動該馬達，故於馬達加速運轉時，採用 PWM 控制方式，而於額定運轉時則採用 PAM 控制方式，藉此可實現低噪音且效率良好之運轉。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

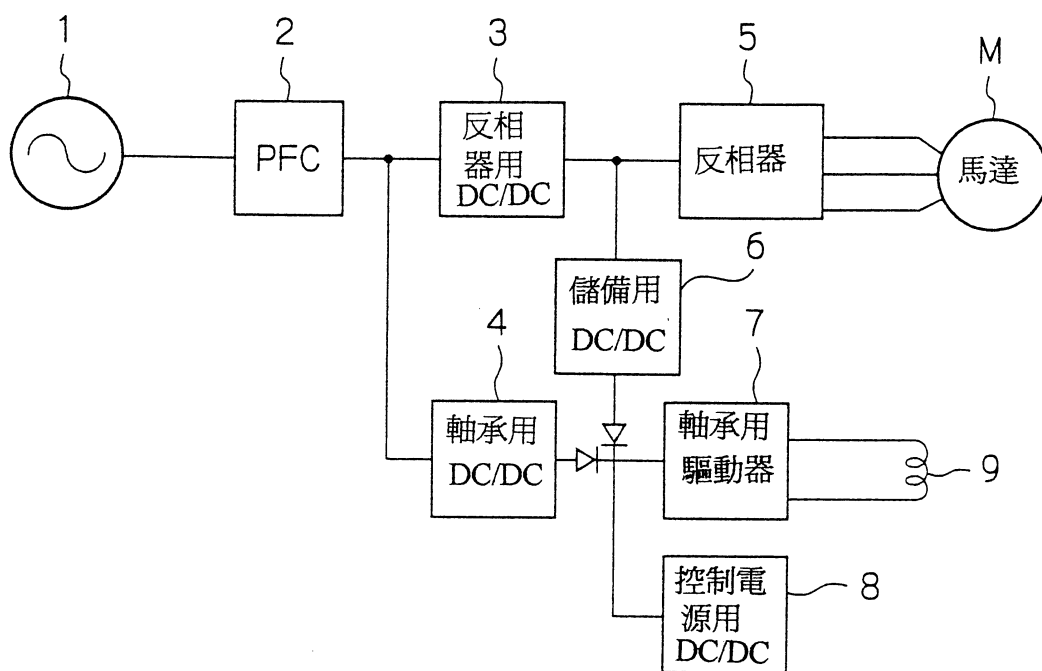
四、中文發明摘要(發明之名稱:

磁性軸承控制裝置)

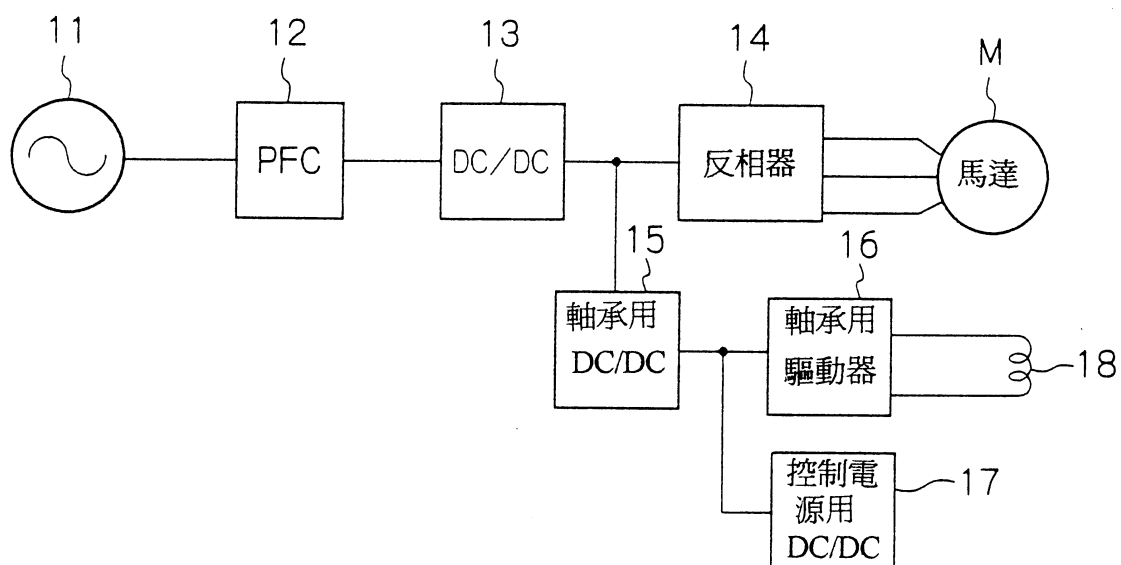
本發明提供一種磁性軸承控制裝置，可於低噪音下運轉馬達，且系統結構簡單、小型而低廉，係具備有：電磁鐵，係至少一對相對向用以支持被浮體；馬達 M，係用以使被浮體旋轉；控制器(controller)，係驅動並控制上述各項裝置。

其中，DC/DC 轉換器(13)供應驅動電力至驅動馬達 M 之反相器 14。驅動馬達 M 之反相器 14 係併用 PWM 控制方式及 PAM 控制方式，藉以旋轉並驅動該馬達 M。

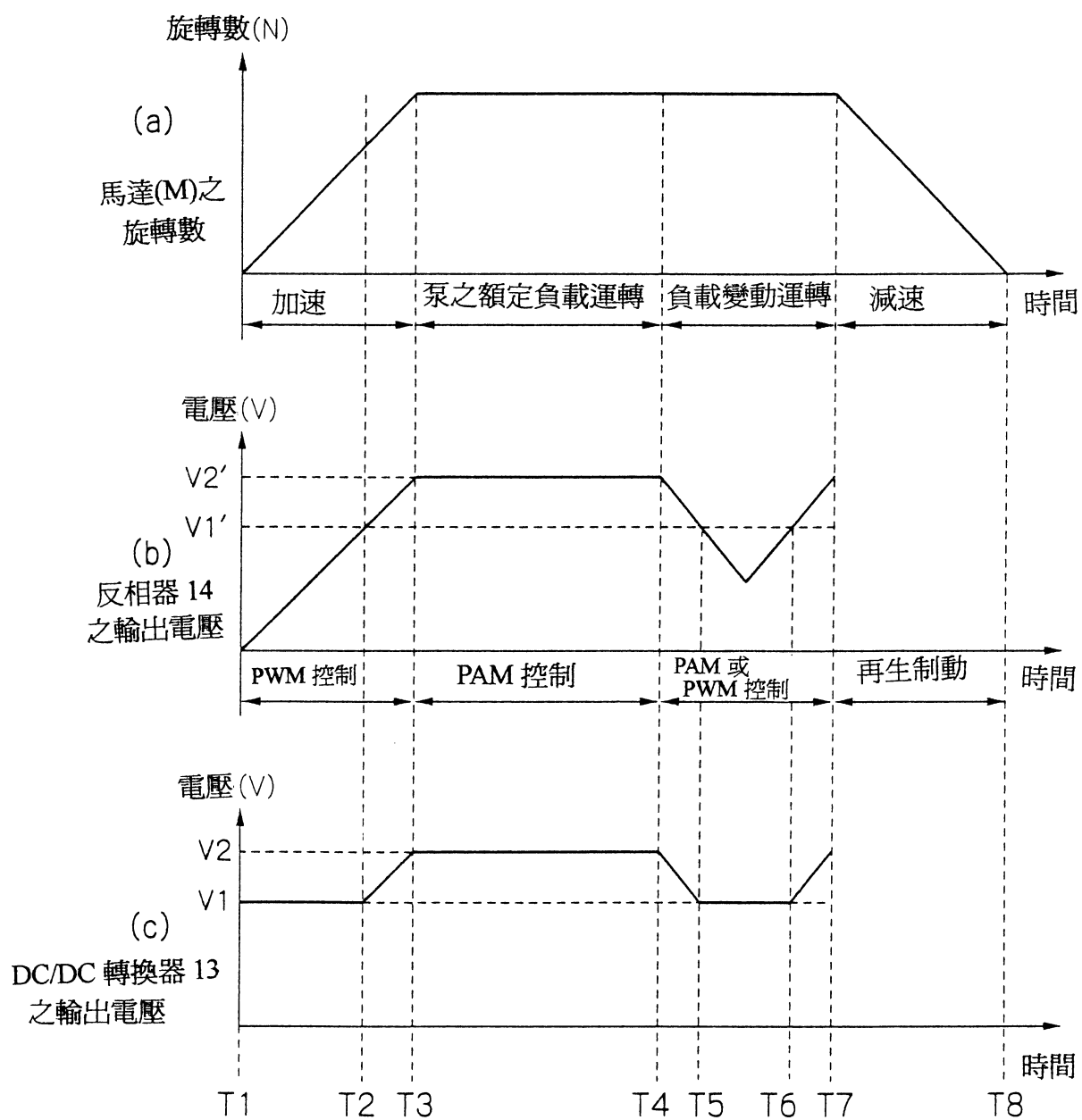
英文發明摘要(發明之名稱:



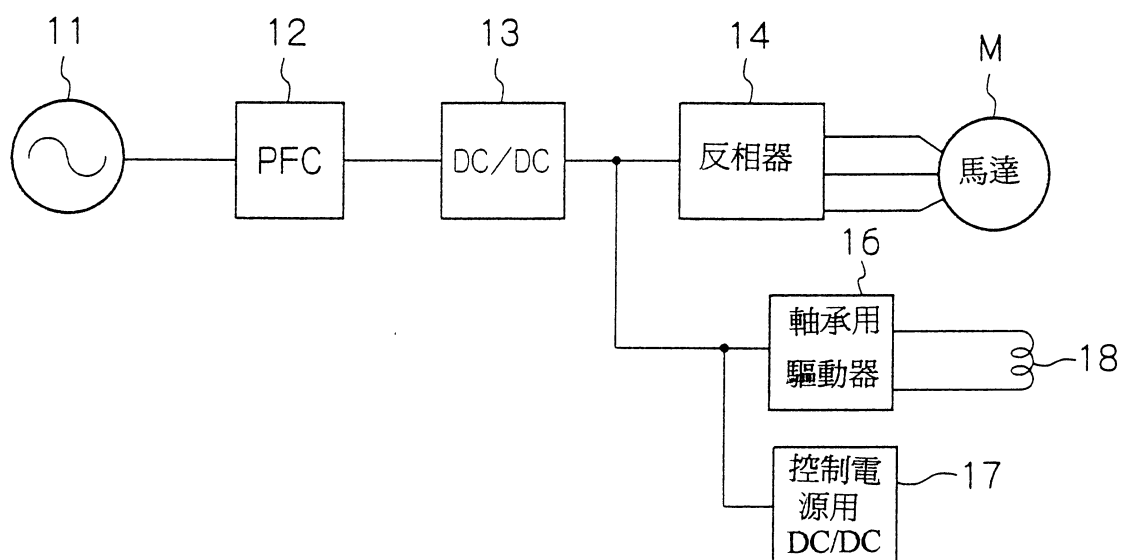
第 1 圖



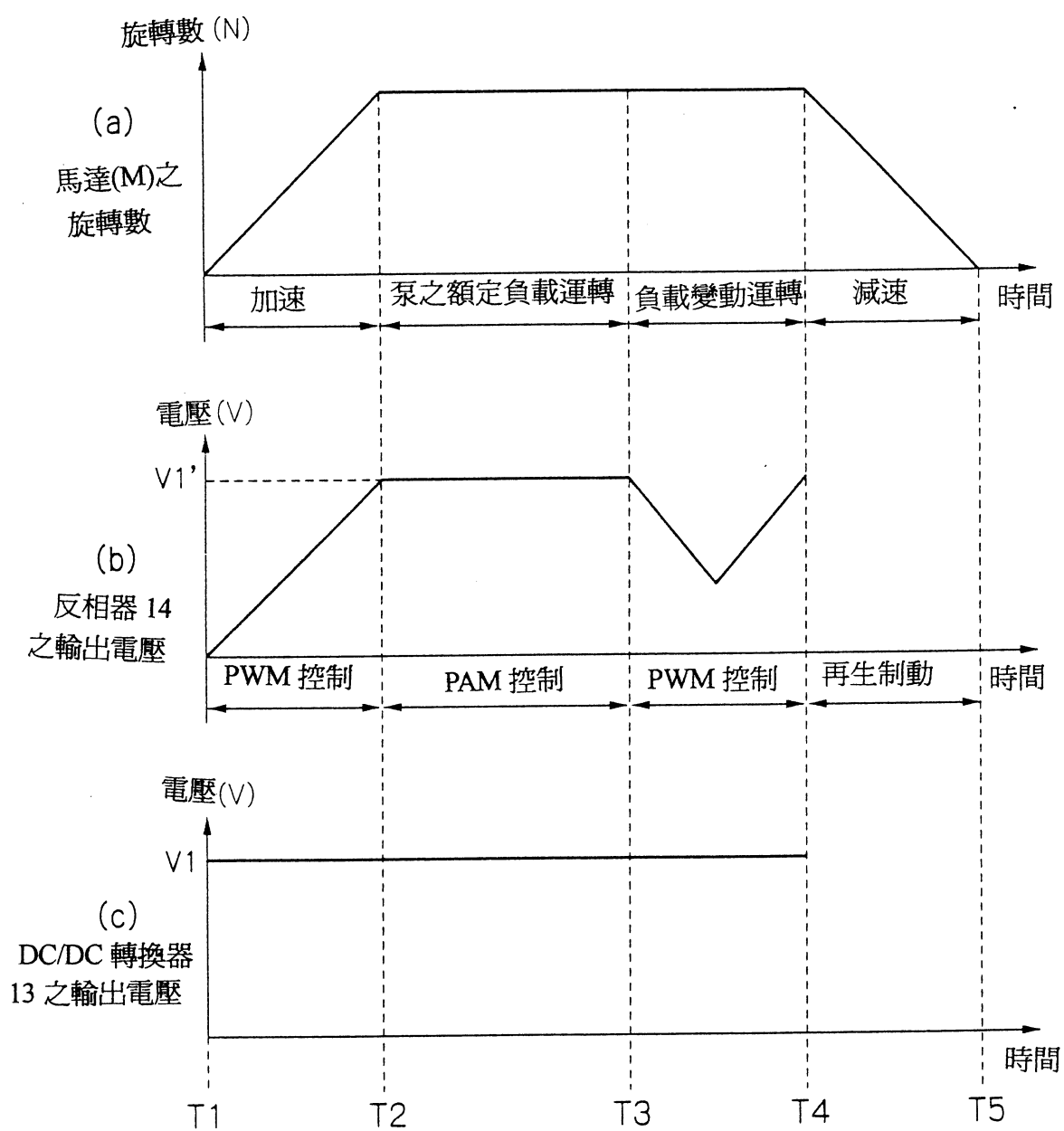
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖

第 90109501 號專利申請案

申請專利範圍修正本

(92 年 2 月 11 日)

1. 一種磁性軸承控制裝置，係具備有：

電磁鐵，係至少一對相對向用作以非接觸性支持被浮體；

馬達，係用以使前述浮體旋轉；

反相器，係用以使前述馬達旋轉，並隨著前述馬達之驅動狀態而選擇性地切換 PWM 控制方式和 PAM 控制方式；

軸承用驅動器(16)，係用以驅動前述電磁鐵；

軸承用 DC/DC 轉換器(15)，係供應其輸出到前述軸承用驅動器(16)；以及

DC/DC 轉換器(13)，係供應驅動電力至前述反相器(14)及前述軸承用 DC/DC 轉換器(15)，其中

前述 DC/DC 轉換器(13)係針對前述軸承用 DC/DC 轉換器(15)輸出以非接觸性支持前述被浮體所需要之軸承支持電壓以上之電壓，前述軸承用 DC/DC 轉換器(15)則接受此輸出而輸出一定之前述軸承支持電壓。

2. 如申請專利範圍第 1 項之磁性軸承控制裝置，其中，

前述反相器係用以切換 PWM 控制方式及 PAM 控制方式之指標，並且至少為 PWM 之功能比與前述反相器之輸出電壓中之一方。

3. 一種磁性軸承控制裝置，係具備有：

電磁鐵，係至少一對相對向用作以非接觸性支持被浮體；

馬達，係用以使前述浮體旋轉；

反相器，係用以使前述馬達旋轉，並隨著前述馬達之驅動狀態而選擇性地切換 PWM 控制方式和 PAM 控制方式；

軸承驅動器(16)，係用以驅動前述電磁鐵；以及
DC/DC 轉換器(13)，係用以供應驅動電力至前述反相器(14)及前述軸承用 DC/DC 轉換器(16)，其中

前述 DC/DC 轉換器(13)係針對前述軸承用 DC/DC 轉換器(16)輸出與以非接觸性支持前述被浮體所需要之磁性軸承支持電壓相等的電壓。