

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97118507

※申請日期：97年05月20日

※IPC分類：B66B5/02 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 感應式電動機驅動裝置、電動機驅動系統、及昇降系統
(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 日立產機系統股份有限公司
(英) HITACHI INDUSTRIAL EQUIPMENT SYSTEMS CO., LTD.
代表人：(中) 1. 椎木清彥
(英) 1. SHI IKI, KIYOHICO
地 址：(中) 日本國東京都千代田區神田練塀町三番地
(英) 3, Kanda Neribei-cho, Chiyoda-ku, Tokyo
國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

1. 姓 名：(中) 荒川陽一郎
(英) ARAKAWA, YOICHIRO
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 永田浩一郎
(英) NAGATA, KOICHIRO
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

3. 姓 名：(中) 富田浩之
(英) TOMITA, HIROYUKI
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97118507

※申請日期：97 年 05 月 20 日

※IPC 分類：B66B5/02 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 感應式電動機驅動裝置、電動機驅動系統、及昇降系統
(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 日立產機系統股份有限公司
(英) HITACHI INDUSTRIAL EQUIPMENT SYSTEMS CO., LTD.
代表人：(中) 1. 椎木清彥
(英) 1. SHI IKI, KIYOHICO
地 址：(中) 日本國東京都千代田區神田練塀町三番地
(英) 3, Kanda Neribei-cho, Chiyoda-ku, Tokyo
國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

1. 姓 名：(中) 荒川陽一郎
(英) ARAKAWA, YOICHIRO
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 永田浩一郎
(英) NAGATA, KOICHIRO
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

3. 姓 名：(中) 富田浩之
(英) TOMITA, HIROYUKI
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

200906704

770228

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1.日本 ; 2007/06/19 ; 2007-161864 ☒有主張優先權

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於，驅動控制感應式電動機以進行可變速運轉所需的感應式電動機驅動裝置、電動機驅動系統、及採用其之昇降系統。

【先前技術】

在使用起重機等昇降裝置來使荷物上昇之際，防止感應式電動機的所定加速速率相對於荷重為過快時造成過大的電動機滑差（過滑差），或防止因過荷重、負荷狀態、搖動等導致荷重負荷變動、發熱導致電動機的常數變動等所引起的荷物掉落等技術，是必要的。專利文獻 1 中，是使用旋轉速度偵測器，根據旋轉速度偵測值和電動機輸入頻率（一次頻率）而取得感應式電動機的滑差頻率，當此滑差頻率超過了所定值時便進行減速或停止處理。

又，專利文獻 2 中係記載著，在低速度區中以追隨負荷最大扭矩的方式，將電動機電流進行向量控制的技術。此技術係增強了不須設定極性的 d 軸電流，將用來限制電動機電流的 q 軸電流限制為所定值或是略為零。

[專利文獻 1]日本特開平 2-262893 號公報

[專利文獻 2]專利 3351244 號公報（段落 0033, 0036）

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

然而，在專利文獻 1 的技術中，並未考慮將作為感應式電動機之減速或停止處理之基準的滑差頻率予以最佳化。因此，有時尚未發生最大扭矩，就將感應式電動機進行減速或停止處理。

於是，本發明的課題在於提供一種，在進行無法加速判斷之際，能夠使電動機扭矩發生到達理想最大值附近的感應式電動機驅動裝置、電動機驅動系統、及採用其之昇降系統。

[用以解決課題之手段]

為了解決前記課題，本發明的感應式電動機驅動裝置，係屬於具備：電力轉換部，係將感應式電動機予以驅動；和 q 軸磁通演算部，係演算出前記感應式電動機的 q 軸磁通；和最大扭矩發生 q 軸磁通演算部，係演算出促使前記感應式電動機發生最大扭矩的最大扭矩發生 q 軸磁通；和加速判定部，係判定前記感應式電動機之加速的可能與否；的感應式電動機驅動裝置其特徵為，前記加速判定部，係當前記 q 軸磁通是超過了前記最大扭矩發生 q 軸磁通時，則判定為無法加速。又，加速判定部係可為，取代掉 q 軸磁通，改成當對應於 q 軸磁通的滑差頻率是超過最大扭矩發生滑差頻率時，也判定為無法加速。此外， q 軸磁通係包含 2 次 q 軸磁通。

藉此，因為是以發生最大扭矩的 q 軸磁通、或滑差頻

率為基準，所以不會還沒發生最大扭矩就判定為無法加速。又，加速判定部，係將當滑差頻率是維持在超過前記最大扭矩發生滑差頻率之狀態而經過所定時間的情形，加以判定為無法加速，較為理想。藉此，就可降低對於滑差頻率之劇烈變動而造成的誤動作。又，藉由當將滑差頻率超過最大扭矩發生滑差頻率的差分頻率予以時間積分而成的積分值是超過所定值的情況加以判定，就可在即使滑差頻率一面增減一面改變的情況下，也能減低誤動作。

[發明效果]

若依據本發明，則在進行無法加速判斷之際，可使電動機扭矩發生達到理想最大值附近。

【實施方式】

(第1實施形態)

如(1)式所示，在使用起重機等昇降機器來將荷物以加速度 α 吊起時，所需的扭矩 τ_m 係依存於加速度 α 或荷物(積荷)的重量 $m \cdot g$ 。此外，在(1)式中，假設是以半徑 r 的滑輪將荷物予以吊起， J 係包含電動機或機械系(滑輪等)的全慣性力矩， ω 係電動機的旋轉速度， m 係積荷的質量， g 係重力加速度。

$$M \cdot \alpha \cdot r = J \cdot d\omega / dt = \tau_m - m \cdot g \cdot r \quad (1)$$

此時，扭矩 τ_m 的最大值係由電動機的容量所決定，若 $m \cdot g \cdot r$ 較大，則（1）式的加速度 α 會變成負或零，就不可能將荷物予以吊起。又，即使加速度 α 為正，若速度變化率 $d\omega^*/dt$ 是大於（扭矩最大值 $\tau_{m_{max}} - m \cdot g \cdot r$ ）/J，則電動機就無法追從於指令，吊起係失敗。

圖 1 係本發明之一實施形態的電動機驅動系統的構成圖。本實施形態的電動機驅動系統係具備感應式電動機驅動裝置 90 及感應式電動機 16；感應式電動機驅動裝置 90 係具備控制部 91、電力轉換部 15、及電流偵測部 18；係不偵測感應式電動機 16 之旋轉速度的無速度感測器式的控制系統。此處，感應式電動機 16，係以三相輸入電壓之頻率（一次頻率 ω_1 ）減去滑差頻率 ω_s 而得之旋轉速度 ω_r ，來進行旋轉。電力轉換部 15，係具備 IGBT（Insulated-Gate-Bipolar-Transistor，絕緣柵雙極電晶體）等複數個開關元件，基於控制部 91 所生成的 PWM（Pulse-Width-Modulation，脈寬調變訊號）訊號，來驅動感應式電動機 16。電流偵測部 18，係為用來偵測流過感應式電動機 16 之電動機電流 I 的電流感測器，會偵測出 U 相與 W 相的實電流。此外，在圖 1 中，圖 10、圖 11 所示的 3 相交流電源 92、及交流電流轉換部 94 係省略記載。

控制部 91 係主要具備：速度指令值演算部 1、激磁電流指令演算部 2、屬於滑差頻率演算部的滑差頻率預估演算部 3、最大扭矩發生滑差演算部 4、加速判定部 5、速

度變化率演算部 6、速度變化率補正部 7、屬於速度演算部的速度預估演算部 8、一次頻率指令演算部 9、d 軸電流控制部 10、q 軸電流控制部 11、相位演算部 12、電壓指令演算部 13、座標轉換部 14、電力轉換部 15、座標轉換部 17、及速度控制部 19；這些機能係藉由 CPU、ROM、RAM 及程式而加以實現。

首先，說明感應式電動機 16 的無速度感測器向量控制。此外，在向量控制中，係將電動機磁通軸定義為 d 軸，將電氣上垂直於 d 軸的軸定義為 q 軸。

速度指令值演算部 1，係將作為感應式電動機 16 之旋轉速度基準的速度指令 ω_{ra}^* ，加以輸出。在加速之際，速度指令 ω_{ra}^* 係和時間一起以初期設定的時間變化率（加速速率）而變化。激磁電流指令演算部 2，係演算出激磁電流指令 I_d^* 。

速度預估演算部 8，係基於根據座標轉換部 17 所輸出的 I_q FB 所算出的 q 軸電流 I_q 等，來演算出速度預估值 $\omega_r^{\wedge}$ 。

$$\omega_r^{\wedge} = 1 / (1 + T1 \cdot s) \cdot (L2^* / M^*) \cdot (1 / \phi_{2d}^*) \cdot (r1^* \cdot I_q^* + \omega_{l1}^* \cdot (M^* / L2^*) \cdot \phi_{2d}^* + \Delta V_q - (r1^* + r2'^* + L\sigma^* \cdot s) \cdot I_q)$$

速度控制部 19 係被輸入著，從速度指令 ω_r^* 減算掉速度預估值 $\omega_r^{\wedge}$ 後的值，以使得速度預估值 $\omega_r^{\wedge}$ 是一致於速度指令 ω_r^* 的方式，來演算出扭矩電流指令 I_q^* 。d 軸電流

控制部 10，係以使得 I_d 偵測值 (I_{dFB}) 是一致於 I_d^* 的方式，而演算出 d 軸電壓補正值 Δd 。又， q 軸電流控制部 11，係以使得 I_q 偵測值 (I_{qFB}) 是一致於 I_q^* 的方式，而演算出 q 軸電壓補正值 Δq 。

一次頻率指令演算部 9，係將速度預估值 $\omega_r^{\wedge}$ 與速度指令 ω_r^* 進行加算，以演算出將被輸入至感應式電動機 16 的電壓的一次頻率 ω_1^* 。相位演算部 12，係將一次頻率 ω_1^* 進行積分以演算出相位指令 θ^* 。

電壓指令演算部 13，係使用一次頻率 ω_1^* 或各種電流指令、 d 軸電流控制部 10、 q 軸電流控制部 11 的輸出，如 (2) 式、(3) 式般地演算出 d 軸電壓指令 V_d^* 、 q 軸電壓指令 V_q^* 。

$$V_d^* = r_1^* \cdot I_d^* - \omega_1^* \cdot L_{\sigma}^* \cdot I_q^* + \Delta d \quad (2)$$

$$V_q^* = r_1^* \cdot I_q^* + \omega_1^* \cdot L_{\sigma}^* \cdot I_d^* + \omega_1^* \cdot (M^*/L_2^*) \cdot \Phi_{2d}^* + \Delta q \quad (3)$$

此處， r_1^* 、 L_{σ}^* 、 M^* 、 L_2^* 、 Φ_{2d}^* 係分別為感應式電動機的一次電阻設定值、(一次+二次)洩漏電感設定值、相互電感設定值、二次電感設定值、及二次側 d 軸磁通指令值。 Δd 、 Δq 係為前記的 d 軸電流控制部 10、 q 軸電流控制部 11 之輸出。

座標轉換部 14，係使用 d 軸電壓指令 V_d^* 、 q 軸電壓指令 V_q^* 及相位指令 θ^* ，轉換成受到 PWM 控制的 3 相交

流電壓指令 V_u 、 V_v 、 V_w 。

座標轉換部 17，係使用來自電流偵測部 18 的交流電偵測值與相位指令 θ^* ，來轉換成 2 相的直流電流 I_{dFB} 、 I_{qFB} 。藉由以上，在先前的向量控制中，是以實速度會追從於所定 ω_r^* 的方式，來控制電流、電壓。

滑差頻率預估值演算部 3，係進行感應式電動機 16 的滑差頻率預估值 $\omega_s^{\wedge}$ 的預估演算。例如，滑差頻率 ω_s 係如以下方式來預估。

在感應式電動機 16 的內部，成立 (4) 式、(5) 式之關係。沒有星號 (*) 者係為感應式電動機側的實際值， Φ_{2q} 係二次側 q 軸磁通。

$$V_d = r_1 \cdot I_d - \omega_1 \cdot L_\sigma \cdot I_q - \omega_1 \cdot (M/L_2) \cdot \Phi_{2q} \quad (4)$$

$$V_q = r_1 \cdot I_q + \omega_1 \cdot L_\sigma \cdot I_d + \omega_1 \cdot (M/L_2) \cdot \Phi_{2d} \quad (5)$$

藉由電流控制系，會控制成 $I_d = I_d^*$ 、 $I_q = I_q^*$ ，於低速領域中，(3) 式、(5) 式的右邊第 2 項係分別小於右邊第 3 項而可忽視。又， r_1 、 ω_1 、 M 、 L_2 係假定為和設定值一樣，一般而言由於 $V_d^* = V_d$ 、 $V_q^* = V_q$ ，因此若求出 d 軸磁通預估值 $\Phi_{2d}^{\wedge}$ 、q 軸磁通預估值 $\Phi_{2q}^{\wedge}$ ，則如 (6) 式、(7) 式。

$$\Phi_{2d}^{\wedge} = (\Delta q + \omega_1^* \cdot (M^*/L_2^*) \cdot \Phi_{2d}^*) / (\omega_1^* \cdot (M^*/L_2^*)) \quad (6)$$

$$\Phi_{2q}^{\wedge} = -\Delta d / (\omega_1^* \cdot (M^*/L_2^*)) \quad (7)$$

使用其而如下記般地求出滑差頻率指令 $\omega_s^{\wedge}$ 。一般而言 Φ_{2q} 、 Φ_{2d} 係滿足 (8) 式、(9) 式。 T_2 係電動機的二次時間常數， s 係微分演算子。

$$\Phi_{2d} = (M \cdot I_d + \omega_s \cdot T_2 \cdot \Phi_{2q}) / (1 + T_2 \cdot s) \quad (8)$$

$$\Phi_{2q} = (M \cdot I_q - \omega_s \cdot T_2 \cdot \Phi_{2d}) / (1 + T_2 \cdot s) \quad (9)$$

此處，由於在低速時爲了要產生出高扭矩，當 d 軸電流 I_d 是以額定電流程度（額定激磁電流的 2 倍以上程度）流過，且控制成 $I_q=0$ 的情況下， ω_s 的定態解係如 (9) 式、及 (10) 式所示。

$$\omega_s = -1/T_2 \cdot \Phi_{2q} / \Phi_{2d} \quad (10)$$

因此，由 (6) 式、(7) 式、及 (10) 式來演算出 ω_s ，並視爲滑差頻率指令 $\omega_s^{\wedge}$ 。

扭矩 τ_m 係變成如 (11) 式所示。此外，在 (11) 式中， P 係感應式電動機 16 的極數。

$$\tau_m = 3 \cdot (P/2) \cdot (M/L_2) \cdot (\Phi_{2d} \cdot I_q - \Phi_{2q} \cdot I_d) \quad (11)$$

此處，和前記同樣地，當將 d 軸電流 I_d 控制成較通常爲大，且 $I_q=0$ 時，扭矩 τ_m 係變成 (12) 式所示。

$$\tau_m = 3 \cdot (P/2) \cdot (M/L^2) \cdot (-\Phi_{2q} \cdot I_d) \quad (12)$$

由於 d 軸電流 I_d 係為一定值，因此若依照 (12) 式，則 Φ_{2q} 為負，且絕對值為最大時，會產生最大扭矩。然後將 (8) 式、(9) 式針對 Φ_{2d} 、 Φ_{2q} 導出定態解，則變成 (13) 式、(14) 式。

$$\Phi_{2d} = M \cdot I_d / (1 + (\omega_s \cdot T_2)^2) \quad (13)$$

$$\Phi_{2q} = -\omega_s \cdot T_2 \cdot M \cdot I_d / (1 + (\omega_s \cdot T_2)^2) \quad (14)$$

此處，由於 I_d 係為額定激磁電流以上，因此假設磁通會一直增加至磁通飽和領域為止，磁通會變成 $\gamma \cdot \Phi_0$ 。此外， Φ_0 係表示電動機的額定磁通，通常 γ 係為 1.1 ~ 1.3 左右。

此時， Φ_{2d} 、 Φ_{2q} 係滿足 (15) 式，並變成如 (16) 式所示的關係。

$$\sqrt{(\Phi_{2d}^2 + \Phi_{2q}^2)} = \gamma \cdot \Phi_0 \quad (15)$$

$$M \cdot I_d / \sqrt{1 + (\omega_s \cdot T_2)^2} = \gamma \cdot \Phi_0 \quad (16)$$

根據 (16) 式和 (14) 式， Φ_{2q} 係變成如 (17) 式所示。

$$\Phi_{2q} = -\omega_s \cdot T_2 \cdot \gamma \cdot \Phi_0 / \sqrt{1 + (\omega_s \cdot T_2)^2} \quad (17)$$

在以起重機等昇降裝置將荷物吊起時，若將一次頻率 ω_1 予以提升，給予額定以上的 d 軸電流 I_d ，則 Φ_{2q} 係按照 (17) 式，對 ω_s 呈單調增加。可是，若一次頻率 ω_1 （電動機從靜止狀態到開始旋轉為止係等於 ω_s ）持續增加，則磁氣飽和會解除， Φ_{2q} 係依照 (14) 式。

圖 2 係橫軸表示相對於 ω_s （以所定值做規格化）的 Φ_{2q} 之絕對值（以所定值做規格化）的圖示。在 (14) 式的曲線和 (17) 式的曲線在交叉處，飽和會解除， Φ_{2q} 亦即扭矩會呈最大。由 (17) 式可知，扭矩呈最大的滑差頻率 ω_{smax} ，係變成如 (18) 式所示，此時的最大扭矩 τ_{mmax} 係如 (19) 式所示。在 (18) 式中， I_d 係只要使用 I_{dFB} 或 I_d^* 來求出即可， γ 係例如代入 1.1~1.3 左右的值即可。

$$\omega_{smax} = \sqrt{((M \cdot I_d / \gamma / \Phi_0)^2 - 1) / T^2} \quad (18)$$

$$\tau_{mmax} = 3(P/2) \cdot (M/L^2) \cdot \gamma \cdot \Phi_0 \cdot \sqrt{(I_d^2 - (\gamma \cdot \Phi_0 / M)^2)} \quad (19)$$

最大扭矩發生滑差演算部 4，係將感應式電動機 16 會產生出最大扭矩的滑差頻率 ω_{smax} ，基於 (18) 式而演算出來。又，d 軸電流 I_d 係控制在額定激磁電流以上的一定值，q 軸電流 I_q 係恆定控制在 0 時，則不依循負荷的大小，電流值會是經常恆定。此外，該所謂一定值，係指在包含測定所帶來之雜訊成分的範圍內為一定。

圖 3 所示的加速判定部 5a，係為加速判定部 5（圖 1）的一形態，具備：閾值演算部 30、比較部 31、計數器 32、及限制器 33。

閾值演算部 30，係演算出呼應於滑差頻率 ω_{smax} 的閾值 ω_{smaxTH} （例如將 ω_{smax} 乘以 α 倍（ $\alpha \leq 1$ ））。比較部 31，係將滑差頻率 $\omega_s^{\wedge}$ 與閾值 ω_{smaxTH} 做比較，當 $\omega_s^{\wedge} > \omega_{smaxTH}$ 時則加以輸出。計數器 32，係從比較部 31 收取訊號，將該時點起算的經過時間，加以輸出。又，計數器 32 係當比較部 31 輸出了 $\omega_s^{\wedge} \leq \omega_{smaxTH}$ 時，則會重置。亦即，加速判定部 5，係當 $\omega_s^{\wedge} > \omega_{smaxTH}$ 的狀態是持續、且計數器 32 的輸出是超過所定閾值時，就判定為不可吊起，限制器 33 便輸出訊號。

此外，作為限制器 33 的閾值係設定為，小於滑差的變化會反映在扭矩上的電動機之二次時間常數（例如 0.15 秒），並且大於控制器的演算週期（例如 0.0001 秒）的值。又，亦可取代計數器 32 改用積分電路等其他經過時間計測手段。

再者，速度變化率演算部 6 係收取限制器 33 的訊號，將負的所定值予以輸出來作為速度變化率。又，來自限制器 33 的訊號係輸入至警報裝置 35，發出警報。該警報係可採用電氣訊號、聲音或光線、振動等等。又，同時亦可使用煞車裝置（未圖示）來強制性地停止感應式電動機 16 的旋轉。

再來，回到圖 1，速度變化率補正部 7，係對輸入的

速度指令值 ω_{ra}^* ，依照速度變化率演算部 6 的輸出而施加補正，輸出速度指令值 ω_r^* 。例如，速度變化率補正部 7，係當速度變化率演算部 6 的輸出，因為條件而變成負的時候，則例如，速度變化率係被補正成負值，感應式電動機 16 係會減速。

此外，在沒有來自限制器 33（圖 3）的訊號的狀態下，速度變化率演算部 6 係輸出被初期設定的速度變化率值。因此，速度變化率補正部 7 所致的 ω_{ra}^* 變化率之補正係不會進行。

如以上說明，在本實施形態中，加速判定部 5 係偵測出，滑差預估值 $\omega_s^{\wedge}$ 是超過了產生最大扭矩之滑差頻率 ω_{smaxTH} 之狀態為持續所定時間的情況，此時，速度變化率演算部 6 係將速度指令值 ω_r^* 之變化率補正成負值，進行感應式電動機 16 的減速。亦即，電動機驅動系統，係將吊起加速為不可能的狀況，在不發生誤作動的情況下事前加以判定，而可以將荷物穩定緩和地降下。

又，起重機等昇降機器，有時會將某個重量的荷物吊起，到別的場所吊降，接著將不同重量的荷物吊起，進行如此動作。即使是能夠想定最大負荷的情況下，即使感應式電動機 16 的負荷每次有很大的差異、會有想定外的扭矩之情況下，仍可隨著負荷來設定加速速率，可避免加速困難的窘境。又，藉由把最大扭矩發生滑差當成基準，就可使吊起效率最大化。

(第 2 實施形態)

雖然第 1 實施形態是根據滑差頻率 ω_s 來偵測出最大扭矩的發生，但如圖 2 所示，滑差頻率 ω_s 超過 ω_{smax} 的此一判定，係也可根據二次側 q 軸磁通 ϕ_{2q} 來判定。如圖 4 所示，第 2 實施形態的加速判定部 5b，係相當於加速判定部 5（圖 1），具備閾值演算部 42、及比較部 43，係被輸入著屬於 q 軸磁通演算部的 ϕ_q 預估演算部 40 的輸出訊號、及屬於最大扭矩發生 q 軸磁通演算部的最大扭矩發生 ϕ_q 演算部 41 的輸出訊號。

於 ϕ_q 預估演算部 40 中係演算出相當於 $\omega_s^{\wedge}$ 的 q 軸磁通預估值 $\phi_{2q}^{\wedge}$ ，於最大扭矩發生 ϕ_q 演算部 41 中係演算出相當於 ω_{smax} 的 q 軸磁通 ϕ_{2qmax} 。閾值演算部 42，係演算出呼應於 ϕ_{2qmax} 的閾值 $\phi_{2qmaxTH}$ （例如將 ϕ_{2qmax} 乘以 α 倍（ $\alpha \leq 1$ ））。此時， $\phi_{2q}^{\wedge}$ 、 ϕ_{2qmax} 、 $\phi_{2qmaxTH}$ 係為負。此時，比較部 43，係當所定值 $\phi_{2qmaxTH}$ 低於 $\phi_{2q}^{\wedge}$ 時或是 $\phi_{2qmaxTH}$ 的絕對值超過 $\phi_{2q}^{\wedge}$ 的絕對值時，判定為無法加速，輸出訊號。然後，和第 1 實施形態同樣地，依照比較部 43 所輸出的訊號，藉由速度變化率演算部 6 進行減速，並藉由警報裝置 35 進行警報發佈。

如以上說明，在本實施形態中係使用 q 軸磁通演算值來偵測過滑差，藉此可和第 1 實施形態同樣地防止荷物落下。

(第 3 實施形態)

關於第 3 實施形態，說明與其他實施形態不同的部分。

圖 5 所示的加速判定部 5c，係相當於加速判定部 5（圖 1），但取代掉 $\omega s^{\wedge}$ 改成在屬於 q 軸磁通演算部的 ϕq 預估演算部 40 中演算出 q 軸磁通預估值 $\phi 2q^{\wedge}$ ，在屬於最大扭矩發生 q 軸磁通演算部的最大扭矩發生 ϕq 演算部 41 中演算出相當於 $\omega s_{\max}$ 的 q 軸磁通 $\phi 2q_{\max}$ 。

比較部 43，係當閾值演算部 42 的輸出 $\phi 2q_{\max TH}$ 低於 $\phi 2q^{\wedge}$ 時，輸出訊號。計數器 54，係將從收取前記訊號之時點起算的時間，加以輸出。亦即，加速判定部 5c，係當 $0 > \phi 2q_{\max TH} > \phi 2q^{\wedge}$ 的狀態是持續、且計數器 54 的輸出是超過所定閾值時，就判定為無法加速，比較部 53 便輸出訊號。然後，和第 1 實施形態同樣地，依照訊號而藉由速度變化率演算部 6 進行減速，並藉由警報裝置 35 進行警報發佈。

如以上所示，在本實施形態中係使用 q 軸磁通演算值來偵測過滑差，根據過滑差狀態的時間來測知荷物的落下，可更加減少誤動作並防止荷物的落下。

（第 4 實施形態）

雖然第 1 實施形態是將滑差預估值 $\omega s^{\wedge}$ 超過了發生最大扭矩之滑差頻率閾值 $\omega s_{\max TH}$ 的狀態是持續所定時間的情況加以測出，但使用滑差頻率預估值 $\omega s^{\wedge}$ 和發生最大扭矩之滑差頻率閾值 $\omega s_{\max TH}$ 的差訊號所積分成的訊

號，也能進行偵測。

圖 6 所示的加速判定部 5d，係相當於加速判定部 5（圖 1），具備：閾值演算部 30、減算器 60、比較部 61、積算部 62、及限制器 63。

閾值演算部 30，係使用最大扭矩發生滑差演算部 4 的演算結果，輸出 ω_{smaxTH} 。減算器 60，係從屬於滑差頻率預估值演算部 3 之輸出訊號的滑差頻率預估值 $\omega s^{\wedge}$ 中，減算掉滑差頻率閾值 ω_{smaxTH} 。減算器 60 的輸出訊號（ $\omega s^{\wedge} - \omega_{smaxTH}$ ），係被輸入至比較部 61 及積算部 62。比較部 61，係根據所輸入之訊號（ $\omega s^{\wedge} - \omega_{smaxTH}$ ）的正負，判別出 $\omega s^{\wedge}$ 與 ω_{smaxTH} 的大小關係，並加以輸出。積算部 62，係一旦從比較部 61 收取了 $\omega s^{\wedge} > \omega_{smaxTH}$ 的訊號，便演算出從該時點起算的（ $\omega s^{\wedge} - \omega_{smaxTH}$ ）的時間積分，並加以輸出。限制器 63，係當所輸入之積算值是超過了所定閾值時，就判定為無法加速，並輸出訊號。此外，作為限制器 63 的閾值係適用了，大於控制器演算週期與頻率量化 1 位元份的積（例如 0.00004rad），且小於圖 2 中的相當於額定扭矩之滑差量與馬達二次時間常數的積（例如 5rad）的值。然後，和第 1 實施形態同樣地，依照訊號而藉由速度變化率演算部 6 進行減速，並藉由警報裝置 35 進行警報發佈。

在如上的本實施形態中，過滑差的大小與時間經過兩者都有被考慮，來判定無法加速。又，圖 7 係滑差頻率預估值 $\omega s^{\wedge}$ 與滑差頻率閾值 ω_{smaxTH} 的時間變化之圖示。

頻率預估值 $\omega s^{\wedge}$ ，係盼隨著隨機性的時間變動，一面增減一面收斂於一定值的 $\omega s_{\max TH}$ 。積算部 62，係由於針對 $\omega s^{\wedge}$ 是大於 $\omega s_{\max TH}$ 之值時的時間 $t1, t2, t3, \dots$ 來進行時間積分，因此即使 $(\omega s^{\wedge} - \omega s_{\max TH})$ 的值暫時變成負的值，也會等到再次變成正的時，才再次開始進行積分。相對於此，在第 1 實施形態的構成中，當 $(\omega s^{\wedge} - \omega s_{\max TH})$ 的值暫時變成付的時候，計數器 32 係被完全重置。

（第 5 實施形態）

雖然第 4 實施形態係將滑差頻率預估值予以積分，亦可將 q 軸磁通予以積分。

圖 8 的加速判定部 5e，係相當於加速判定部 5（圖 1），具備：閾值演算部 42、減算器 70、比較部 71、積算部 72、及限制器 73。

減算器 70 係輸出訊號 $(\phi q^{\wedge} - \phi q_{\max TH})$ ，此訊號 $(\phi q^{\wedge} - \phi q_{\max TH})$ 被輸入至比較部 71 及積算部 72。比較部 71，係根據所輸入之訊號 $(\phi q^{\wedge} - \phi q_{\max TH})$ 的正負，判別出 q 軸磁通預估值 $\phi q^{\wedge}$ 與 $\phi q_{\max TH}$ 的大小關係。積算部 72，係一旦從比較部 71 收取了 $\phi q^{\wedge} < \phi q_{\max TH}$ 之訊號，便進行從該時點起算的訊號 $(\phi q^{\wedge} - \phi q_{\max TH})$ 的時間積分，將積算值輸出至限制器 73。限制器 73，係當輸入值是超過了所定閾值時，就判定為無法加速，並輸出訊號。然後，和第 1 實施形態同樣地，速度變化率演算

部 6 係依照訊號而進行減速，警報裝置 35 係進行警報發佈。

此外，作為限制器 73 的閾值係適用了，大於控制器演算週期與頻率量化 1 位元份的積（例如 0.00004rad ），且小於圖 2 中的相當於額定扭矩的 d 軸磁通量值與電動機的二次時間常數的積（ $\phi_{q\max} \times T_2$ ）的值。

若依據如以上說明的本實施形態，則加速判定部 5e，係使用 q 軸磁通演算值來偵測過滑差，考慮到過滑差的大小與經過時間兩者來判定無法加速，因此可實現更高精度的防止荷物之落下。

（第 6 實施形態）

雖然在前記各實施形態中，僅使用加速判定部 5 來進行減速及警報發佈，但亦可更追加減速判定部和加速判定部的條件判定部。

亦即，第 1 實施形態至第 5 實施形態所記載的加速判定部 5（5a～5e）；和當速度預估演算部 8 所輸出的速度預估值是低於所定之值（例如 0）時，判定為減速狀態並輸出訊號的減速判定部（未圖示）；和當速度指令值 ω_r^* 的變化部分是大於 0 時，判定為加速中並輸出訊號的加速判定部（未圖示）；當從這 3 個條件判定部發出訊號時，就可判定為無法加速。

又，3 個條件判定部中，亦可增加一當預估速度變化率是低於所定值時，就判定為扭矩不足並輸出訊號的扭矩

不足判定部（未圖示）；使用這 4 個條件判定部來判定無法加速。預估速度變化率，係例如由預估速度的微分演算而獲得。

如以上，在本實施形態中，可於加速指令中，滑差變大且得不出足夠扭矩時，感應式電動機 16 便減速，或是可偵測出逆旋轉並立刻進行減速控制或發出警報等等。

（第 7 實施形態）

第 7 實施形態中，係具備用來預估荷物現在位置的預估位置演算部（未圖示）。當預估位置演算部所輸出的預估位置是超過了第 1 所定值後並低於第 2 所定值時便輸出訊號的滑落判定部（未圖示）；和第 6 實施形態中所記載之加速判定部（未圖示）；和第 1 實施形態至第 5 實施形態所記載的加速判定部 5（5a～5e）；當從這 3 個條件判定部發出訊號時，就判定為無法加速。

又，前記 3 個條件判定部中，亦可增加一當預估速度變化率是低於所定值時，就判定為扭矩不足並輸出訊號的扭矩不足判定部；使用這 4 個條件判定部來判定無法加速。此時，預估速度變化率，例如，係由預估速度的積分演算而獲得。

如以上說明，若將本實施形態的構成用於荷物的上昇，則能在荷物從原本的位置下降（例如撞擊地面）前就迅速地進行判定，可控制感應式電動機 16 而使荷物緩慢地降下。又，亦可控制荷物不要上昇至所定值以上。

(第 8 實施形態)

例如，圖 9 所示的加速判定部 5 是以第 1 實施形態乃至第 7 實施形態的方法而發出了表示無法加速的訊號時，速度指令補正值演算部 80 係輸出所定的速度補正值 $\Delta \omega r^*$ < 0 。速度指令值補正部 81，係隨著速度補正值 $\Delta \omega r^*$ 來進行速度指令 ωr^* 的補正。速度補正值 $\Delta \omega r^*$ 係以符合於例如對 $(\omega s_{maxTH} - \omega s^{\wedge})$ 的差分（負值）乘以比例增益而得的值，或補正後可適切地降下荷物的固定減速速率，而被演算出來。

藉由如以上所示的本實施形態，就可獲得和第 1 實施形態乃至第 7 實施形態同等的效果。

(第 9 實施形態)

如圖 10 所示，本實施形態的感應式電動機驅動裝置 90，係藉由 200V 或 400V 的 3 相交流電源 92 而動作，具備將交流電力轉換成直流電力的交流直流轉換部 94 及波形平滑用電容器 95，且使用於具備將直流轉換成任意頻率之交流的直流交流轉換部 93、及生成其動作的控制部 91 的交流感應式電動機驅動裝置 90。

又，如圖 11 所示，昇降系統 200 係構成爲，在受感應式電動機驅動裝置 90 所驅動的感應式電動機 16，連結有起重機等昇降裝置 100。

(變形例)

本發明係並非限定於前記實施形態，例如可做如以下的各種變形。

(1) 雖然前記各實施形態的滑差頻率預估值演算部 3，是使用 (10) 式來預估滑差頻率 ω_s ，但從一次頻率指令值 ω_1^* 中減去旋轉速度預估值 $\omega_r^{\wedge}$ ，也可演算出滑差頻率預估值 $\omega_s^{\wedge}$ 。

(2) 雖然前記各實施形態係預估了滑差頻率，但亦可使用速度感測器來演算出滑差頻率。

【圖式簡單說明】

[圖 1] 本發明之一實施形態的感應式電動機驅動裝置的構成圖。

[圖 2] 第 1 實施形態的 q 軸磁通的時間變化之圖示。

[圖 3] 第 2 實施形態的加速判定部、及其連接關係的圖示。

[圖 4] 第 3 實施形態的加速判定部、及其連接關係的圖示。

[圖 5] 第 4 實施形態的加速判定部、及其連接關係的圖示。

[圖 6] 第 5 實施形態的加速判定部、及其連接關係的圖示。

[圖 7] 第 5 實施形態的滑差頻率的時間變化之圖示。

[圖 8] 第 6 實施形態的加速判定部、及其連接關係的

圖示。

[圖 9]第 8 實施形態的感應式電動機驅動裝置的全體構成圖。

[圖 10]第 9 實施形態的感應式電動機驅動裝置的連接關係之構成圖。

[圖 11]對感應式電動機驅動裝置安裝了起重機等昇降裝置時的構成圖。

【主要元件符號說明】

- 1：速度指令值演算部
- 2：激磁電流指令演算部
- 3：滑差頻率預估值演算部（滑差頻率演算部）
- 4：最大扭矩發生滑差演算部
- 5、5a、5b、5c、5d、5e、5f、82：加速判定部
- 6：速度變化率演算部
- 7：速度變化率補正部
- 8：速度預估演算部（速度演算部）
- 9：一次頻率指令演算部
- 10：d 軸電流控制部
- 11：q 軸電流控制部
- 12：相位演算部
- 13：電壓指令演算部
- 14、17：座標轉換部
- 15：電力轉換部

- 16：感應式電動機
- 18：電流偵測部
- 19：速度控制部
- 30：閾值演算部
- 31：比較部
- 32、54：計數器
- 33、55、63、73：限制器
- 35：警報裝置
- 40： ϕ q 預估演算部（q 軸磁通演算部）
- 41：最大扭矩發生 ϕ q 演算部（最大扭矩發生 q 軸磁通演算部）
- 42：閾值演算部
- 43、53、71：比較部
- 60：減算器
- 61：比較部
- 62、72：積算部
- 70：減算器
- 80：速度指令補正值演算部
- 81：速度指令值補正部
- 90：感應式電動機驅動裝置
- 91：控制部
- 92：3 相電源
- 94：交流直流轉換部
- 95：波形平滑用電容器

200906704

100：起重機等昇降裝置

200：昇降系統

五、中文發明摘要

發明之名稱：感應式電動機驅動裝置、電動機驅動系統、及昇降系統

[課題]在進行無法加速判斷之際，可使電動機扭矩發生達到理想最大值附近。

[解決手段]感應式電動機驅動裝置 90 係具備：電力轉換部 15，係將感應式電動機 16 予以驅動；和滑差頻率演算部 3，係演算出感應式電動機 16 的滑差頻率；和最大扭矩發生滑差演算部 4，係演算出促使感應式電動機 16 發生最大扭矩的最大扭矩發生滑差頻率；和加速判定部 5，係判定感應式電動機 16 之加速的可能與否；加速判定部 5，係當滑差頻率是維持在超過最大扭矩發生滑差頻率之狀態而經過所定時間的情況下，就判定為無法加速。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

十、申請專利範圍

1.一種感應式電動機驅動裝置，係屬於具備：電力轉換部，係將感應式電動機予以驅動；和滑差頻率演算部，係演算出前記感應式電動機的滑差頻率；和最大扭矩發生滑差演算部，係演算出促使前記感應式電動機發生最大扭矩的最大扭矩發生滑差頻率；和加速判定部，係判定前記感應式電動機之加速的可能與否；的感應式電動機驅動裝置，其特徵為，

前記加速判定部，係當前記滑差頻率是維持在超過前記最大扭矩發生滑差頻率之狀態而經過所定時間的情況下，就判定為無法加速。

2.一種感應式電動機驅動裝置，係屬於具備：電力轉換部，係將感應式電動機予以驅動；和滑差頻率演算部，係演算出前記感應式電動機的滑差頻率；和最大扭矩發生滑差演算部，係演算出促使前記感應式電動機發生最大扭矩的最大扭矩發生滑差頻率；和加速判定部，係判定前記感應式電動機之加速的可能與否；的感應式電動機驅動裝置，其特徵為，

前記加速判定部，係當將前記滑差頻率超過前記最大扭矩發生滑差頻率的差分頻率予以時間積分而成的積分值，是超過所定值的情況下，就判定為無法加速。

3.一種感應式電動機驅動裝置，係屬於具備：電力轉換部，係將感應式電動機予以驅動；和 q 軸磁通演算部，係演算出前記感應式電動機的 q 軸磁通；和最大扭矩發生

q 軸磁通演算部，係演算出促使前記感應式電動機發生最大扭矩的最大扭矩發生 q 軸磁通；和加速判定部，係判定前記感應式電動機之加速的可能與否；的感應式電動機驅動裝置，其特徵為，

前記加速判定部，係當前記 q 軸磁通是超過了前記最大扭矩發生 q 軸磁通時，則判定為無法加速。

4.一種感應式電動機驅動裝置，係屬於具備：電力轉換部，係將感應式電動機予以驅動；和 q 軸磁通演算部，係演算出前記感應式電動機的 q 軸磁通；和最大扭矩發生 q 軸磁通演算部，係演算出促使前記感應式電動機發生最大扭矩的最大扭矩發生 q 軸磁通；和加速判定部，係判定前記感應式電動機之加速的可能與否；的感應式電動機驅動裝置，其特徵為，

前記加速判定部，係當前記 q 軸磁通演算值是維持在超過了根據最大扭矩發生 q 軸磁通而來之所定值的狀態而經過了所定時間的情況下，則判定為無法加速。

5.一種感應式電動機驅動裝置，係屬於具備：電力轉換部，係將感應式電動機予以驅動；和 q 軸磁通演算部，係演算出前記感應式電動機的 q 軸磁通；和最大扭矩發生 q 軸磁通演算部，係演算出促使前記感應式電動機發生最大扭矩的最大扭矩發生 q 軸磁通；和加速判定部，係判定前記感應式電動機之加速的可能與否；的感應式電動機驅動裝置，其特徵為，

前記加速判定部，係當將前記 q 軸磁通超過前記最大

扭矩發生 q 軸磁通的差分磁通予以時間積分而成的值，是超過所定值的情況下，就判定為無法加速。

6.如申請專利範圍第 1 項所記載之感應式電動機驅動裝置，其中，更具備：

當前記加速判定部是判定為無法加速時，

減低前記速度指令值或者將其變化率修正成負值而進行減速的速度指令值補正部、發出警報的警報裝置、及使電動機停止旋轉的煞車裝置，之至少任何一者。

7.如申請專利範圍第 1 項所記載之感應式電動機驅動裝置，其中，

更設置有：速度預估演算部，係預估前記感應式電動機的旋轉速度；

前記加速判定部，係當前記旋轉速度的預估演算值是低於所定值的情況下，也判定為無法加速。

8.如申請專利範圍第 1 項所記載之感應式電動機驅動裝置，其中，

更設置有：速度變化率演算部，係演算出前記感應式電動機的速度變化率；

前記加速判定部，係當前記速度變化率為負的情況下，也判定為無法加速。

9.如申請專利範圍第 1 項所記載之感應式電動機驅動裝置，其中，

前記感應式電動機驅動裝置，係依照旋轉磁場座標系的 d 軸電流指令值、及將速度指令值予以轉換而成的 q 軸

電流指令值，來將前記感應式電動機的電動機電流，進行 dq 向量控制；

當前記速度指令值及速度預估值之任一方係為所定值以下時，則將前記 d 軸電流指令值控制成通常時的值以上。

10.一種電動機驅動系統，其特徵為，具備：

申請專利範圍第 1 項所記載之感應式電動機驅動裝置，其前記電力轉換部係被 3 相交流電源所驅動；和
被前記電力轉換部所驅動的前記感應式電動機。

11.一種昇降系統，其特徵為，具備：

如申請專利範圍第 1 項所記載之感應式電動機驅動裝置；和
被前記電力轉換部所驅動的前記感應式電動機；和
被前記感應式電動機所連結的昇降裝置。

12.如申請專利範圍第 11 項所記載之昇降系統，其中，

前記感應式電動機驅動裝置，係更設置有：位置演算部，係演算出被前記感應式電動機所移動之荷物的位置；

前記加速判定部，係當前記位置演算部所演算出的值是低於所定值的情況下，也判定為無法加速。

圖1

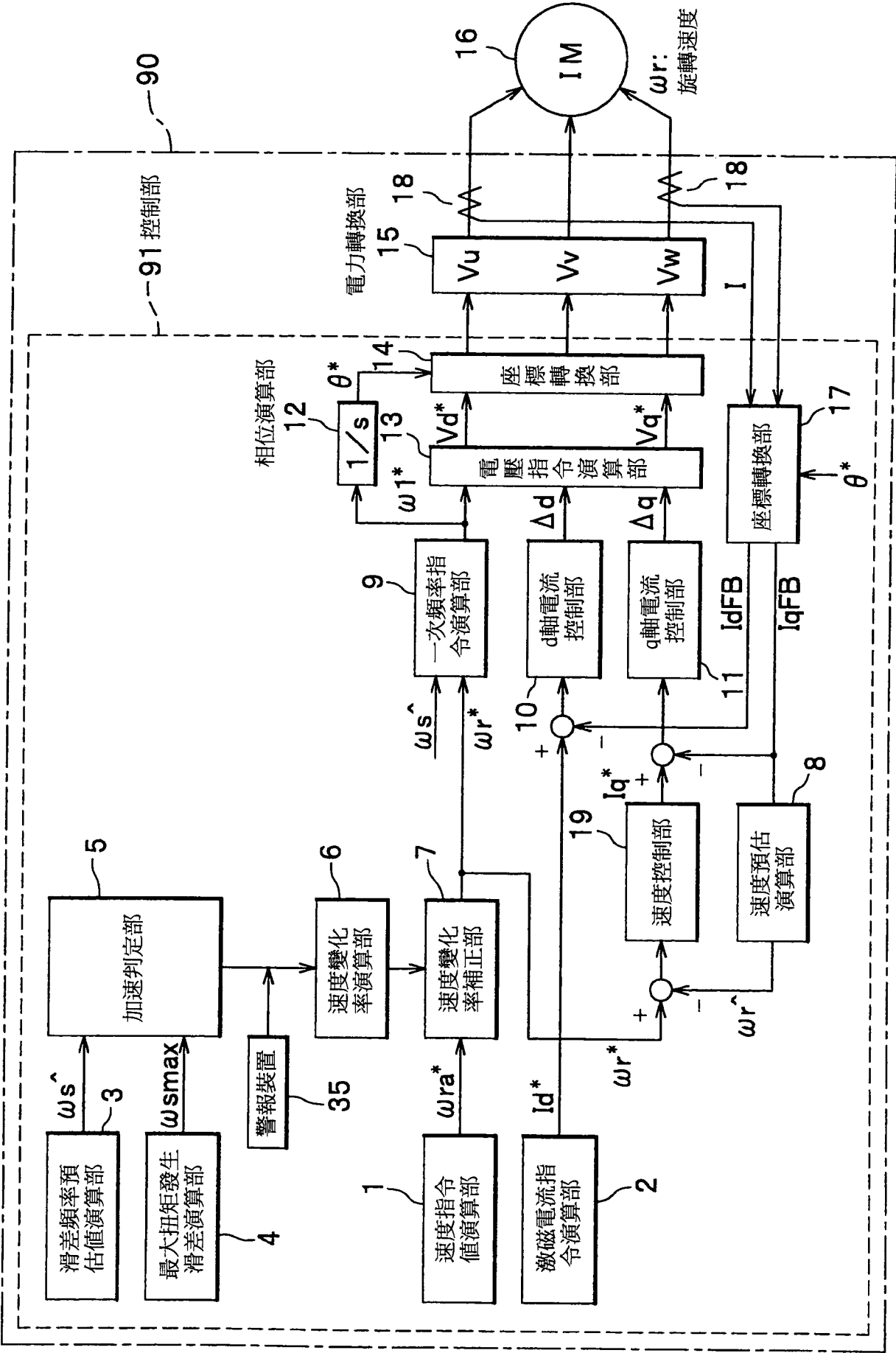


圖2

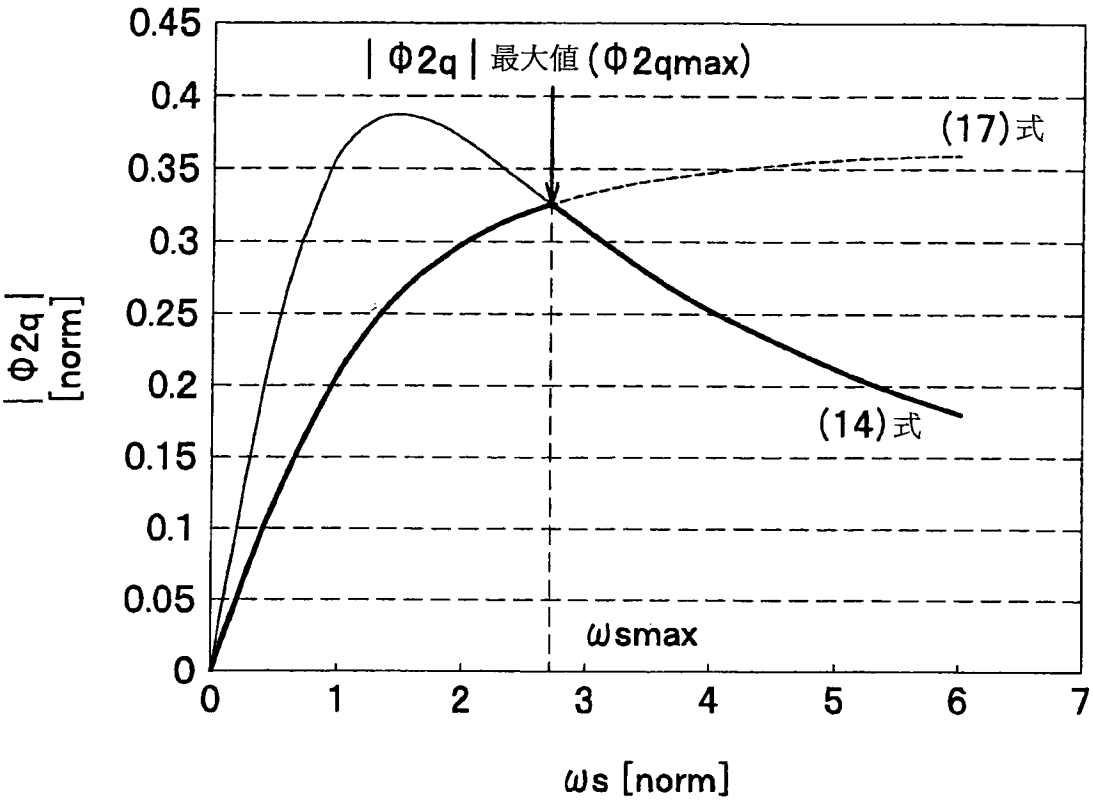


圖3

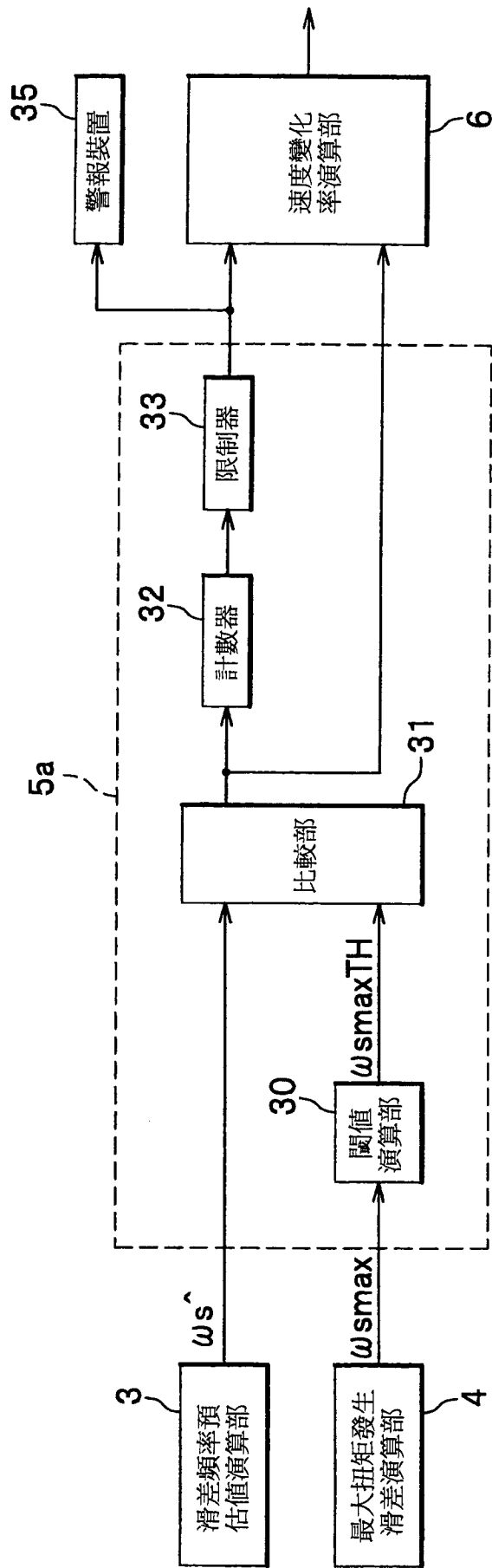


圖4

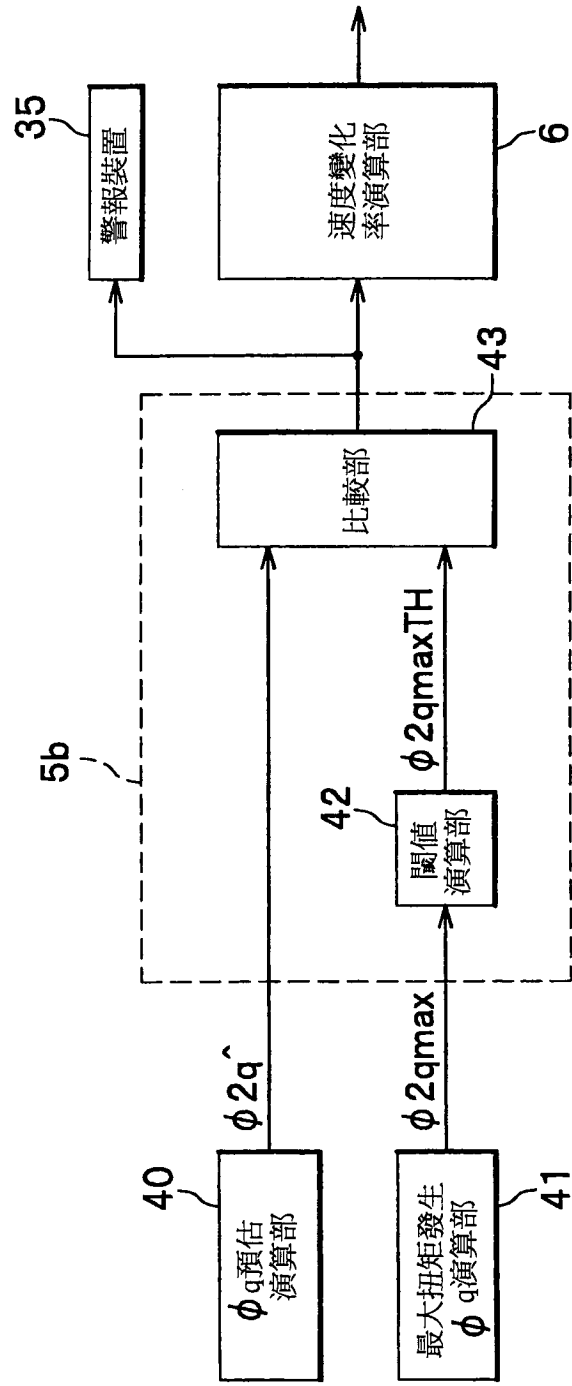


圖5

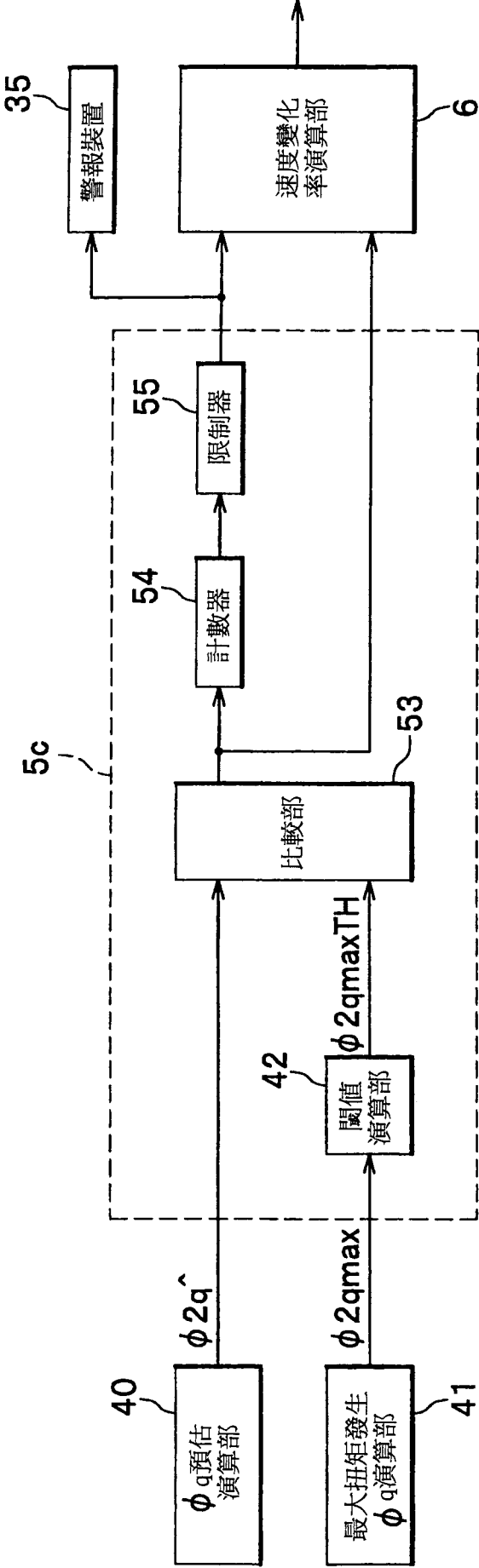


圖6

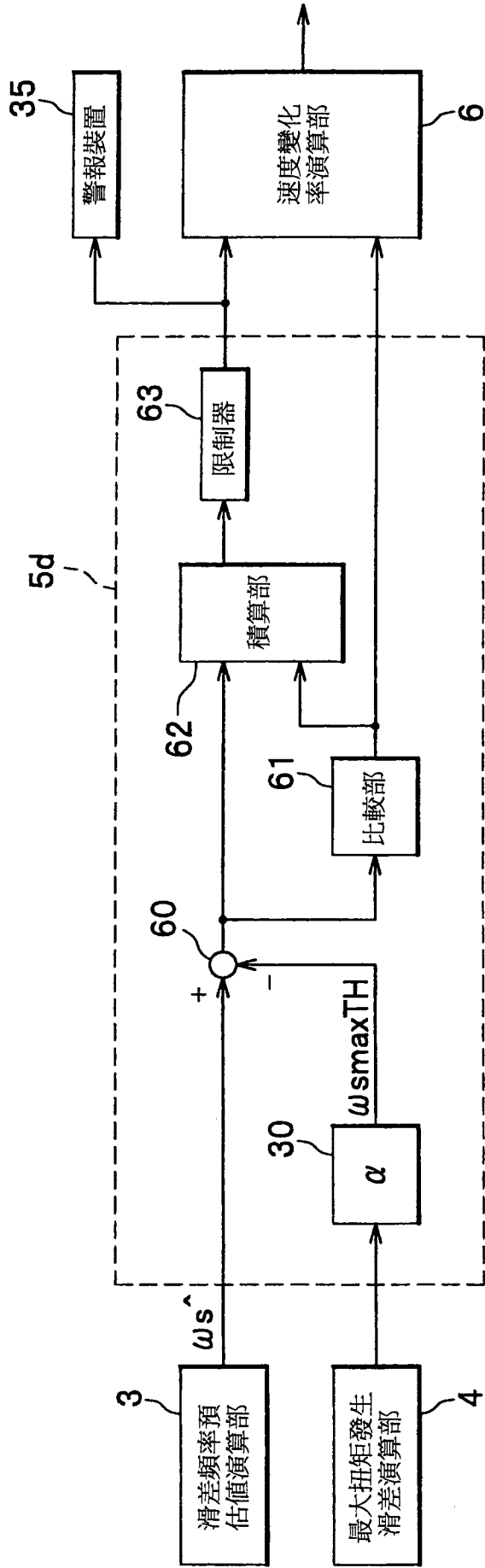


圖 7

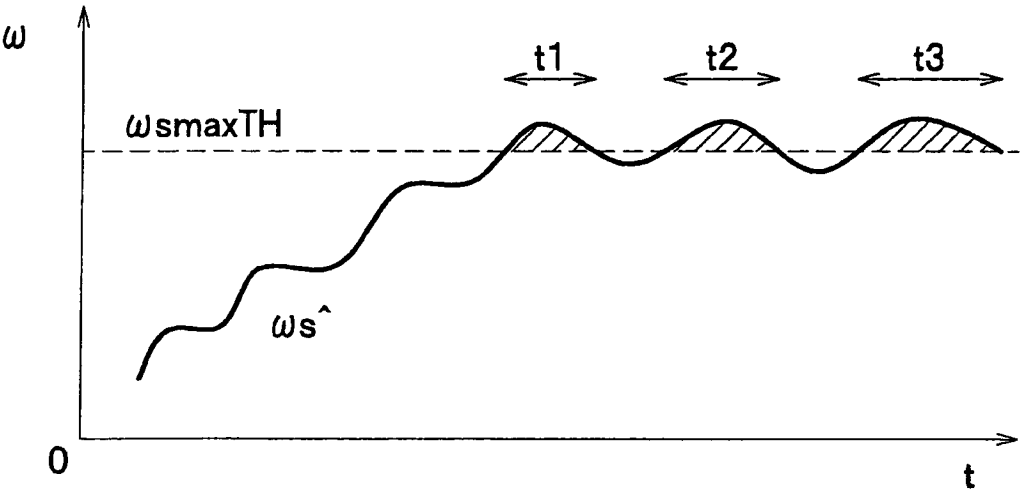


圖8

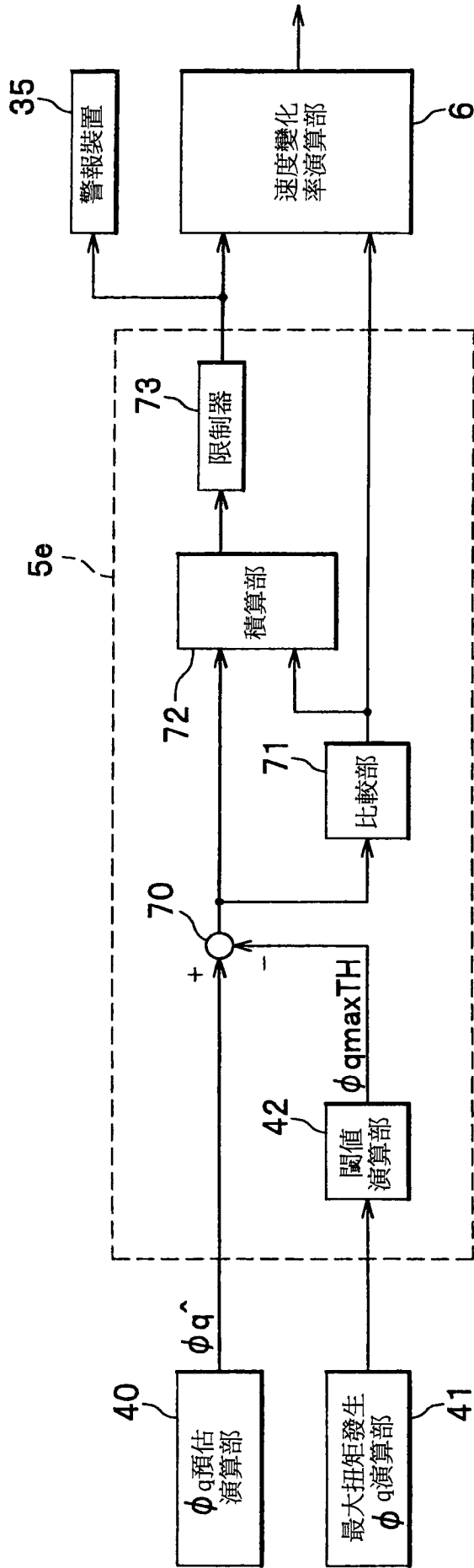


圖9

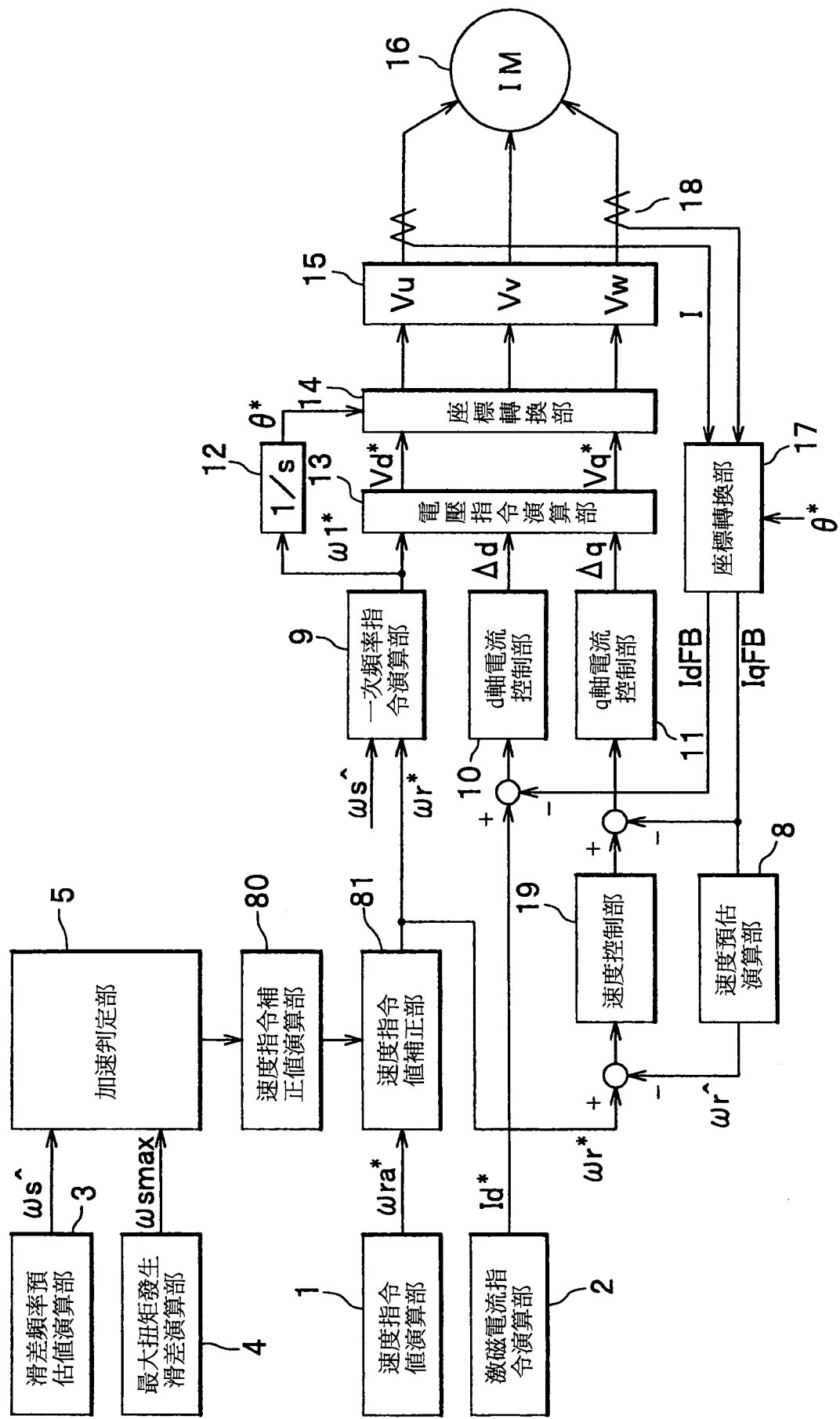


圖10

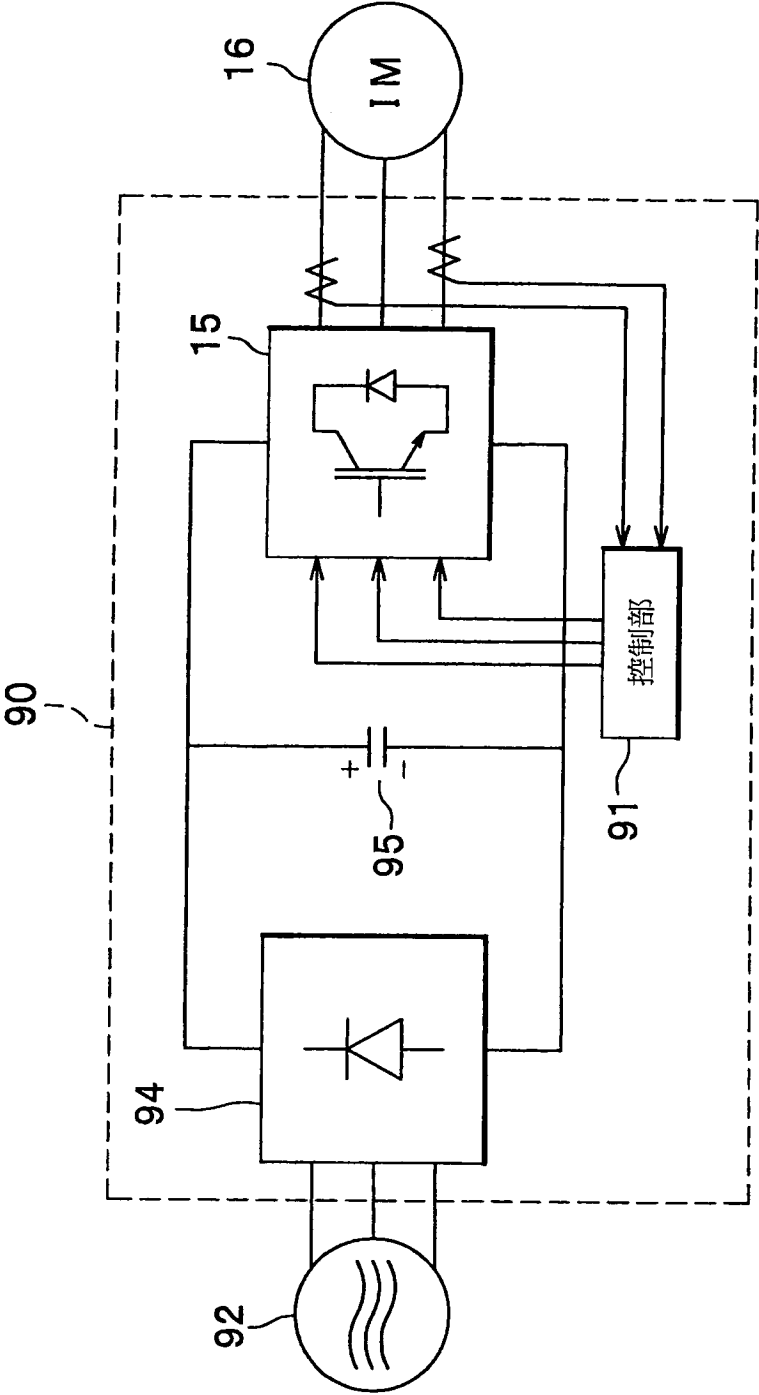
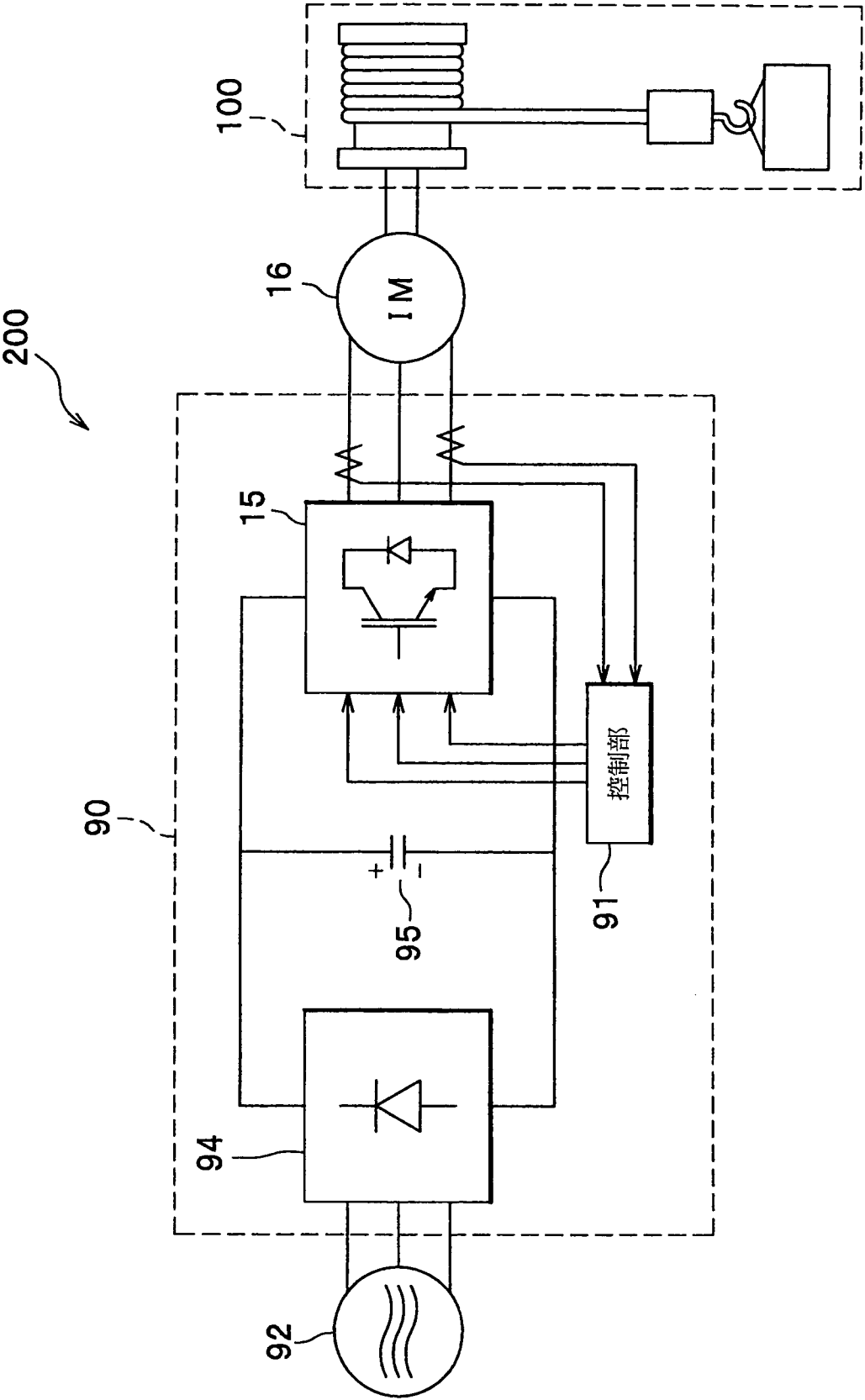


圖11



七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(1)圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

- 1：速度指令值演算部，2：激磁電流指令演算部，
3：滑差頻率預估值演算部（滑差頻率演算部），
4：最大扭矩發生滑差演算部，5：加速判定部，
6：速度變化率演算部，7：速度變化率補正部，
8：速度預估演算部（速度演算部），
9：一次頻率指令演算部，10：d軸電流控制部，
11：q軸電流控制部，12：相位演算部，
13：電壓指令演算部，14、17：座標轉換部，
15：電力轉換部，16：感應式電動機，
18：電流偵測部，19：速度控制部，35：警報裝置，
90：感應式電動機驅動裝置，91：控制部

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：