



---

(21)申請案號：102128825

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 08 月 12 日

(51)Int. Cl. : **C23C16/455 (2006.01)**

(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)  
新竹市大學路 1001 號

(72)發明人：李安謙 LEE, AN CHEN (TW)；湯毓哲 TANG, YUH CHE (TW)；郭子瑋 KUO, TZU WEI (TW)

(74)代理人：蘇建太；林志鴻

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：5 共 15 頁

---

(54)名稱

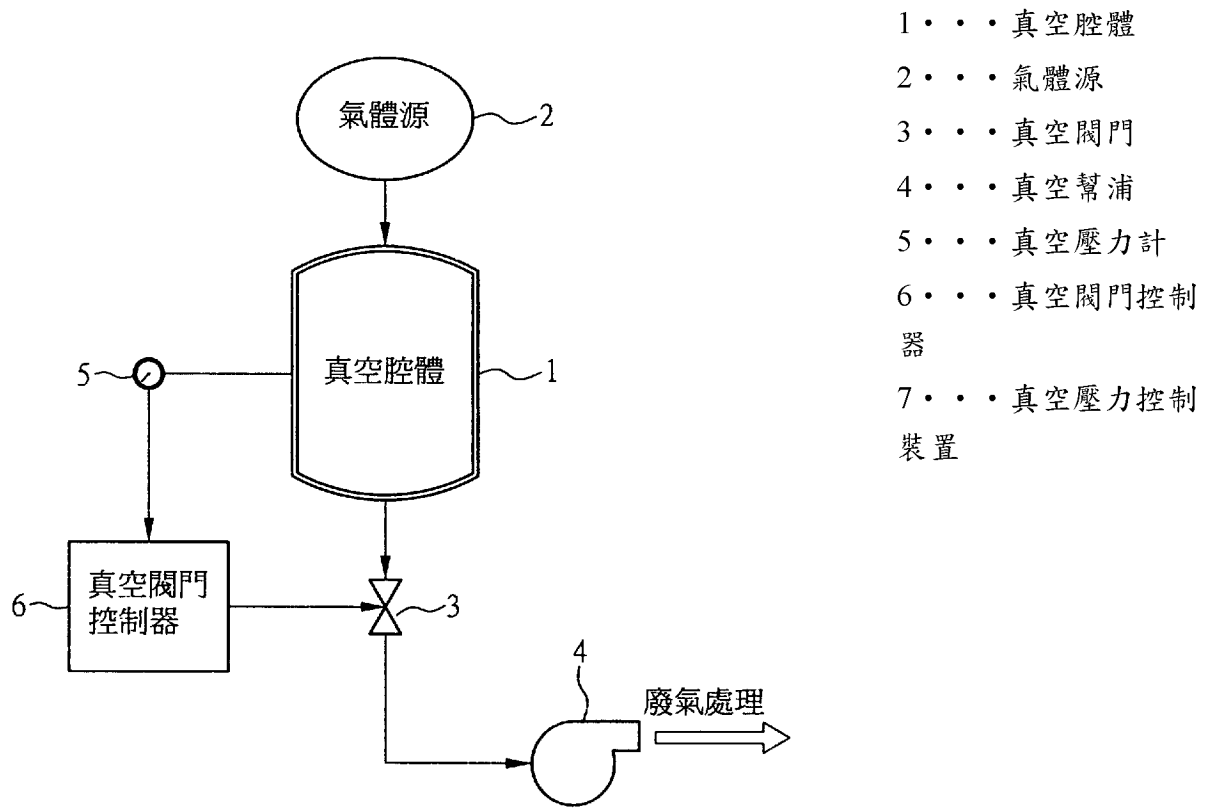
用於金屬有機化學氣相沉積的真空壓力控制裝置

VACUUM PRESSURE CONTROL DEVICE FOR MOCVD

(57)摘要

本發明係有關於一種用於金屬有機化學氣相沉積的真空壓力控制裝置，包括：一真空腔體；一氣體源，係提供氣體給該真空腔體；一真空閥門，係調節該真空腔體之真空壓力；一真空幫浦，係透過該真空閥門抽吸該真空腔體內之氣體；一真空壓力計，係量測該真空腔體之真空壓力；以及一真空閥門控制器，係根據該真空壓力計調整該真空閥門。

The invention relates to a vacuum pressure control device for MOCVD, which comprise: a vacuum chamber, a gas source for providing gas to the vacuum chamber, a vacuum valve for adjusting the vacuum pressure of the vacuum chamber, a vacuum pump for aspirating the gas inside the vacuum chamber through the vacuum valve, a vacuum pressure gauge for measuring the vacuum pressure of the vacuum chamber, and a vacuum valve controller for adjusting the vacuum valve according to the vacuum pressure gauge.



7

圖1

201506190

## 發明摘要

※ 申請案號： 102128825

※ 申請日： 102. 8. 12

※IPC 分類： C23C 16/455 (2006.1)

## 【發明名稱】(中文/英文)

用於金屬有機化學氣相沉積的真空壓力控制裝置 /  
Vacuum pressure control device for MOCVD

## 【中文】

本發明係有關於一種用於金屬有機化學氣相沉積的真空壓力控制裝置，包括：一真空腔體；一氣體源，係提供氣體給該真空腔體；一真空閥門，係調節該真空腔體之真空壓力；一真空幫浦，係透過該真空閥門抽吸該真空腔體內之氣體；一真空壓力計，係量測該真空腔體之真空壓力；以及一真空閥門控制器，係根據該真空壓力計調整該真空閥門。

## 【英文】

The invention relates to a vacuum pressure control device for MOCVD, which comprise: a vacuum chamber, a gas source for providing gas to the vacuum chamber, a vacuum valve for adjusting the vacuum pressure of the vacuum chamber, a vacuum pump for aspirating the gas inside the vacuum chamber through the vacuum valve, a vacuum pressure gauge for measuring the vacuum pressure of the vacuum chamber, and a vacuum valve controller for adjusting the vacuum valve according to the vacuum pressure gauge.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】：**圖（ 1 ）。

**【本代表圖之符號簡單說明】：**

真空腔體	1
氣體源	2
真空閥門	3
真空幫浦	4
真空壓力計	5
真空閥門控制器	6
真空壓力控制裝置	7

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：**

無

# 發明專利說明書

## 【發明名稱】(中文/英文)

用於金屬有機化學氣相沉積的真空壓力控制裝置 /  
Vacuum pressure control device for MOCVD

## 【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種真空壓力控制裝置，尤指一種用於金屬有機化學氣相沉積的真空壓力控制裝置。

## 【先前技術】

【0002】 目前多數金屬有機化學氣相沉積(MOCVD)反應腔內壓力的控制，是以比例-積分-微分(PID)控制器根據壓力傳感器(電容壓力計)所量測到的真空壓力來控制閥門開度，當反應腔內部壓力高於目標壓力，則增加閥門的開度；當反應腔內部壓力低於目標壓力，則減少閥門的開度。其缺點在於控制非線性、時變、參數耦合和系統存在不確定性的複雜製程時，性能表現不如預期。在實際製程中，由於真空閥門因調整壓力時的延遲現象導致比例-積分-微分控制器產生不穩定的開關動作，使得腔體內壓力無法真正保持穩定，此外時間延遲會導致在控制程序時更為困難，使控制問題複雜化，控制難度隨延遲時間拉長而提高。

【0003】 發明人因於此，本於積極發明之精神，亟思一種用於金屬有機化學氣相沉積的真空壓力控制裝置，幾經

研究實驗終至完成此項之發明。

### 【發明內容】

【0004】 本發明之主要目的係在提供一種用於金屬有機化學氣相沉積的真空壓力控制裝置，包括：一真空腔體；一氣體源，係提供氣體給該真空腔體；一真空閥門，係調節該真空腔體之真空壓力；一真空幫浦，係透過該真空閥門抽吸該真空腔體內之氣體；一真空壓力計，係量測該真空腔體之真空壓力；以及一真空閥門控制器，係根據該真空壓力計調整該真空閥門。

【0005】 藉此，本發明的用於金屬有機化學氣相沉積的真空壓力控制裝置，能夠透過真空壓力計測量出真空腔體的腔體壓力值，接著透過真空閥門控制器計算出欲達到的理想壓力以及所需要補償的真空閥門的閥門角度。藉由本發明的用於金屬有機化學氣相沉積的真空壓力控制裝置可有效地使得真空腔體的壓力達到預先設定的設定壓力值，並且將此壓力值維持在一穩定值。

【0006】 此外，該真空閥門控制器進一步包含：一系統模型反函數單元，用以接收該真空腔體之真空壓力量測值，且輸出一反函數信號；一計算控制命令單元，用以接收一真空壓力設定值與該真空壓力量測值，且輸出一控制命令信號；以及一干擾觀測單元，用以接收該反函數信號及一真空閥門開度控制信號，且輸出一干擾補償信號；其中，該真空閥門控制器根據該控制命令信號以及該干擾補償信

號輸出該真空閥門開度控制信號。

【0007】 再者，該計算控制命令單元根據該真空壓力設定值與該真空壓力量測值之差值計算閥門角度變化量，進而輸出該控制命令信號。

【0008】 再者，該干擾觀測單元根據該反函數信號及該真空閥門開度控制信號計算干擾變量，進而輸出該干擾補償信號。

【0009】 以上概述與接下來的詳細說明皆為示範性質是為了進一步說明本發明的申請專利範圍。而有關於本發明的其他目的與優點，將在後續的說明與圖示加以闡述。

### 【圖式簡單說明】

【0010】

圖 1 係本發明真空壓力控制裝置之系統架構圖。

圖 2 係本發明真空壓力控制之示意圖。

圖 3 係本發明真空閥門控制器之方塊圖。

圖 4 係本發明第一實施例之真空壓力變化響應圖。

圖 5 係本發明第二實施例之真空壓力變化響應圖。

### 【實施方式】

【0011】 請參照圖 1，其為本發明用於金屬有機化學氣相沉積的真空壓力控制裝置 7 之系統架構圖，此真空壓力控制裝置 7 包括：一真空腔體 1；一氣體源 2，係提供氣體給該真空腔體 1；一真空閥門 3，係調節該真空腔體 1 之真

空壓力；一真空幫浦 4，係透過該真空閥門 3 抽吸該真空腔體 1 內之氣體；一真空壓力計 5，係量測該真空腔體 1 之真空壓力；以及一真空閥門控制器 6，係根據該真空壓力計 5 調整該真空閥門 3。

【0012】 請同時參照圖 2 及 3，其為本發明真空壓力控制之示意圖及真空閥門控制器之方塊圖，該真空閥門控制器 6 包含：一系統模型反函數單元 8，用以接收量測的該真空腔體 1 之真空壓力量測值  $y$ ，且輸出一反函數信號；一計算控制命令單元 9，用以接收一真空壓力設定值  $r$  與該真空壓力量測值  $y$ ，並根據該真空壓力設定值  $r$  與該真空壓力量測值  $y$  之差值計算閥門角度變化量，進而輸出該控制命令信號；以及一干擾觀測單元 10，用以接收該反函數信號及一真空閥門開度控制信號  $u$ ，根據該反函數信號及該真空閥門開度控制信號  $u$  計算干擾變量，進而輸出該干擾補償信號；接著，該真空閥門控制器 6 根據該控制命令信號以及該干擾補償信號輸出該真空閥門開度控制信號  $u$ 。

【0013】 在一實例中，該真空壓力計 5 量測到該真空腔體 1 之該真空壓力量測值  $y$ ：

$$y = P \cdot u + d$$

其中  $P$  為系統函數、 $d$  為製程干擾、以及  $u$  為真空閥門開度控制信號；接著，該真空閥門控制器 6 從該真空壓力計 5 中接收該真空壓力量測值  $y$ 。

【0014】 而該系統模型反函數單元 9 接收該真空壓力量測值  $y$  並且輸出該反函數信號  $\hat{u}$ ：



$$\hat{u} = P_n^{-1}(P \cdot u + d),$$

其中  $P_n^{-1}$  為系統模型反函數。

【0015】 而該計算控制命令單元 9 接收該真空壓力量測值  $y$  與由使用者設定的該真空壓力設定值  $r$  之差值  $(r - y)$  以計算閥門角度變化量，進而輸出該控制命令信號  $\tilde{u}$ ：

$$\tilde{u} = (r - y) \cdot C,$$

其中  $C$  為控制命令函數。控制命令函數  $C$  之設計需要具備下列特質：(1) 穩態誤差為零，(2) 較短的安定時間，(3) 較小的最大超越量。

【0016】 而該干擾觀測單元 10 接收該反函數信號  $\hat{u}$  及該真空閥門開度控制信號  $u$  之差值  $\hat{d}$  以計算干擾變量：

$$\hat{d} = \hat{u} - u,$$

進而輸出該干擾補償信號  $\tilde{d}$ ：

$$\tilde{d} = Q \cdot \hat{d},$$

其中  $Q$  為干擾觀測函數，其為一低通濾波器。干擾觀測函數  $Q$  之設計必須滿足下列條件：(1) 為單位直流增益，(2)  $Q \cdot P_n^{-1}$  需滿足真分條件。

【0017】 最後，該真空閥門控制器 6 依據該控制命令信號  $\tilde{u}$  以及該干擾補償信號  $\tilde{d}$  輸出該真空閥門開度控制信號  $u$  給該真空閥門 3 以控制閥門角度進而調節該真空腔體 1 之真空壓力：

$$u = \tilde{u} - \tilde{d},$$

並持續重複控制閥門角度調節真空腔體 1 內之真空壓力，

直至製程結束。

【0018】 本發明第一實施例操作設定如下：初始真空壓力為 14.7 torr，於 10 秒變換壓力設定值為 27 torr。圖 4 為本發明第一實施例之真空壓力變化響應圖，其為真空腔體 1 內真空壓力由 14.7 torr 改變為 27 torr 時真空壓力變化響應圖。本發明與習知技術控制性能比較列於表 1。

表 1 本發明與習知技術控制性能比較

	習知系統	本發明	改善率
安定時間（秒）	20.64	6.08	70.54%

【0019】 本發明第二實施例操作設定如下：初始真空壓力為 14.7 torr，於 10 秒變換壓力設定值為 9.8 torr。圖 5 為本發明第一實施例之真空壓力變化響應圖，其為真空腔體 1 內真空壓力由 14.7 torr 改變為 9.8 torr 時真空壓力變化響應圖。本發明與習知技術控制性能比較列於表 2。

表 2 本發明與習知技術控制性能比較

	習知系統	本發明	改善率
安定時間（秒）	44.42	5.8	86.94%

【0020】 本發明真空壓力控制裝置 7 因此具有更強健的穩定性及控制性，並對系統製程干擾能有效消除，在系統已將各種製程條件輸入後，無須在後續使用上常常調整及設定參數。

【0021】 上述實施例僅係為了方便說明而舉例而已，本發明所主張之權利範圍自應以申請專利範圍所述為準，而

非僅限於上述實施例。

### 【符號說明】

#### 【0022】

真空腔體	1
氣體源	2
真空閥門	3
真空幫浦	4
真空壓力計	5
真空閥門控制器	6
真空壓力控制裝置	7
系統模型反函數單元	8
計算控制命令單元	9
干擾觀測單元	10

## 申請專利範圍

1. 一種用於金屬有機化學氣相沉積的真空壓力控制裝置，包括：

- 一真空腔體；
- 一氣體源，係提供氣體給該真空腔體；
- 一真空閥門，係調節該真空腔體之真空壓力；
- 一真空幫浦，係透過該真空閥門抽吸該真空腔體內之氣體；
- 一真空壓力計，係量測該真空腔體之真空壓力；以及
- 一真空閥門控制器，係根據該真空壓力計調整該真空閥門。

2. 如申請專利範圍第1項所述之真空壓力控制裝置，其中，該真空閥門控制器進一步包含：

- 一系統模型反函數單元，用以接收量測的該真空腔體之一真空壓力量測值，且輸出一反函數信號；
- 一計算控制命令單元，用以接收一真空壓力設定值與該真空壓力量測值，且輸出一控制命令信號；以及
- 一干擾觀測單元，用以接收該反函數信號及一真空閥門開度控制信號，且輸出一干擾補償信號；

其中，該真空閥門控制器根據該控制命令信號以及該干擾補償信號輸出該真空閥門開度控制信號。

3. 如申請專利範圍第2項所述之真空壓力控制裝置，其中，該計算控制命令單元根據該真空壓力設定值與該真空壓

力量測值之差值計算閥門角度變化量，進而輸出該控制命令信號。

4. 如申請專利範圍第2項所述之真空壓力控制裝置，其中，該干擾觀測單元根據該反函數信號及該真空閥門開度控制信號計算干擾變量，進而輸出該干擾補償信號。

5. 如申請專利範圍第2項所述之真空壓力控制裝置，其中，該真空壓力計量測到該真空腔體之該真空壓力量測值為：

$$y = P \cdot u + d,$$

當中， $y$ 為該真空壓力量測值， $P$ 為系統函數， $d$ 為製程干擾，以及 $u$ 為該真空閥門開度控制信號。

6. 如申請專利範圍第5項所述之真空壓力控制裝置，其中，該系統模型反函數單元所輸出之反函數信號為：

$$\hat{u} = P_n^{-1}(P \cdot u + d),$$

當中， $\hat{u}$ 為該反函數信號， $P_n^{-1}$ 為系統模型反函數。

7. 如申請專利範圍第6項所述之真空壓力控制裝置，其中，該計算控制命令單元所輸出之該控制命令信號為：

$$\tilde{u} = (r - y) \cdot C,$$

當中， $\tilde{u}$ 為該控制命令信號， $r$ 為該真空壓力設定值， $C$ 為控制命令函數，控制命令函數 $C$ 之設計需要具備下列特質：（1）穩態誤差為零，（2）較短的安定時間，（3）較小的最大超越量。

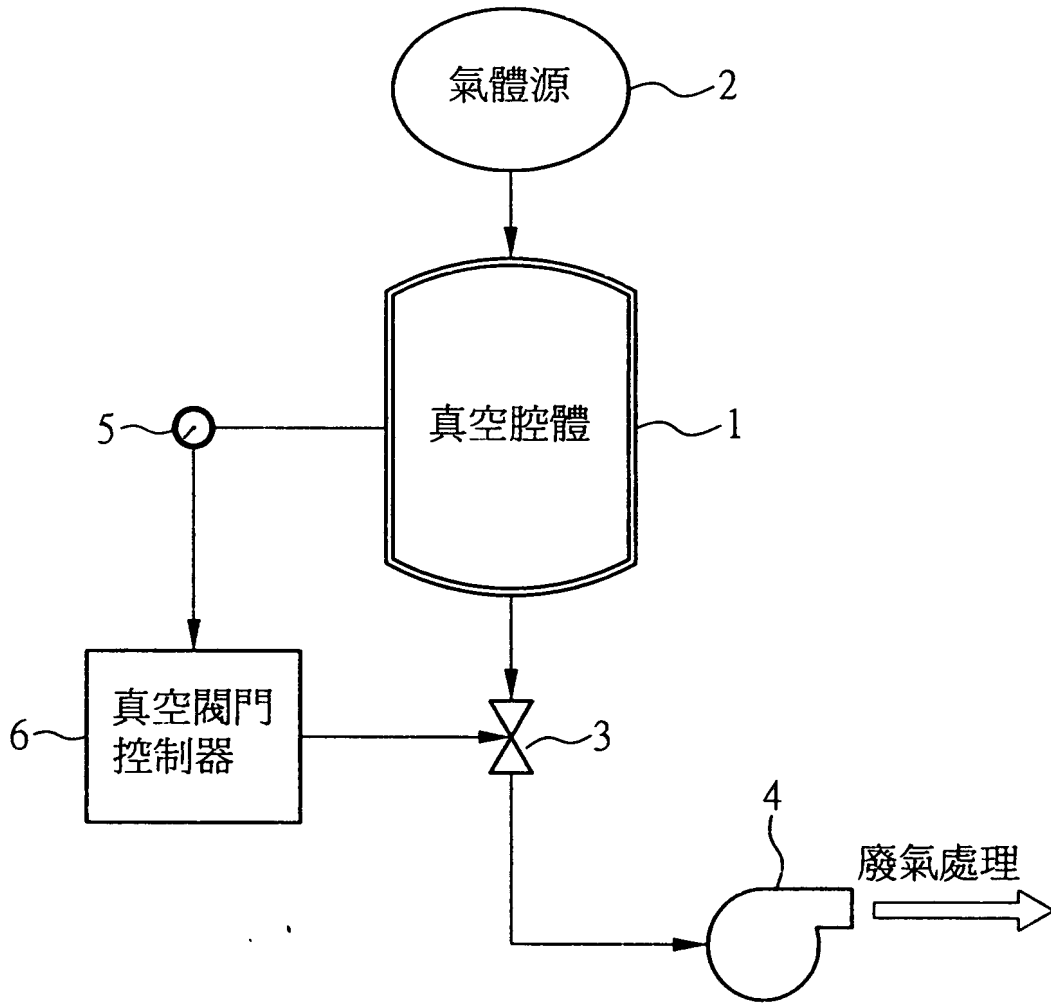
8. 如申請專利範圍第7項所述之真空壓力控制裝置，其中，該干擾觀測單元所輸出之該干擾補償信號為：

$$\bar{d} = Q \cdot \hat{d},$$

當中， $\bar{d}$ 為該干擾補償信號， $\hat{d} = \hat{u} - u$ ， $Q$ 為干擾觀測函數，其為一低通濾波器，干擾觀測函數 $Q$ 之設計必須滿足下列條件：（1）為單位直流增益，（2） $Q \cdot P_n^{-1}$ 需滿足真分條件。

9. 如申請專利範圍第8項所述之真空壓力控制裝置，其中，該真空閥門控制器所輸出之該真空閥門開度控制信號為： $u = \bar{u} - \bar{d}$ ，當中， $u$ 為該真空閥門開度控制信號。

圖式



7

圖1

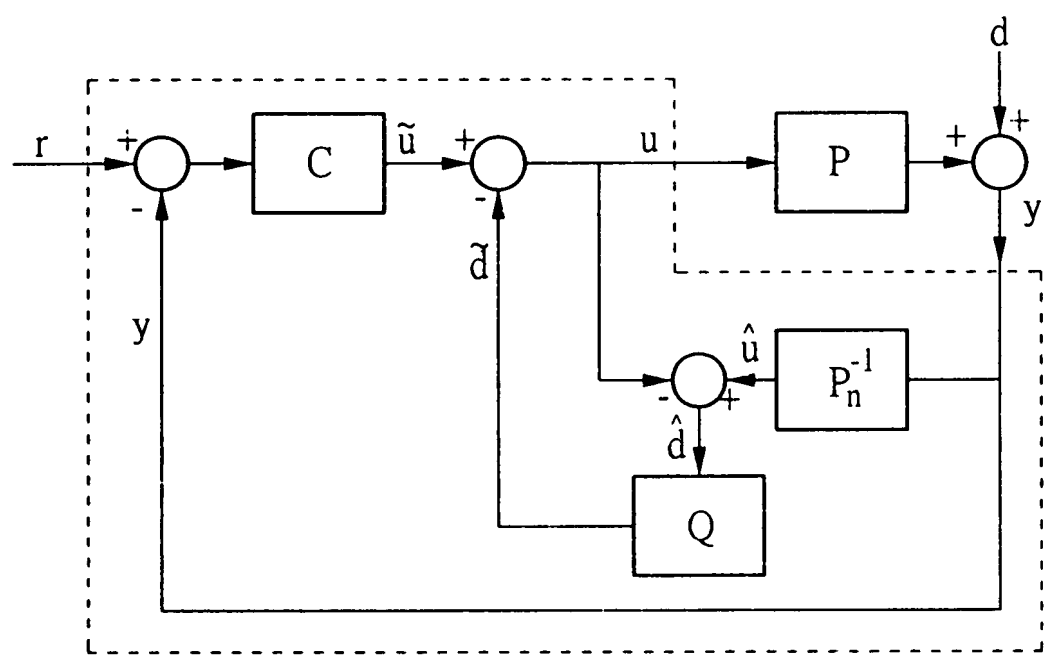


圖2

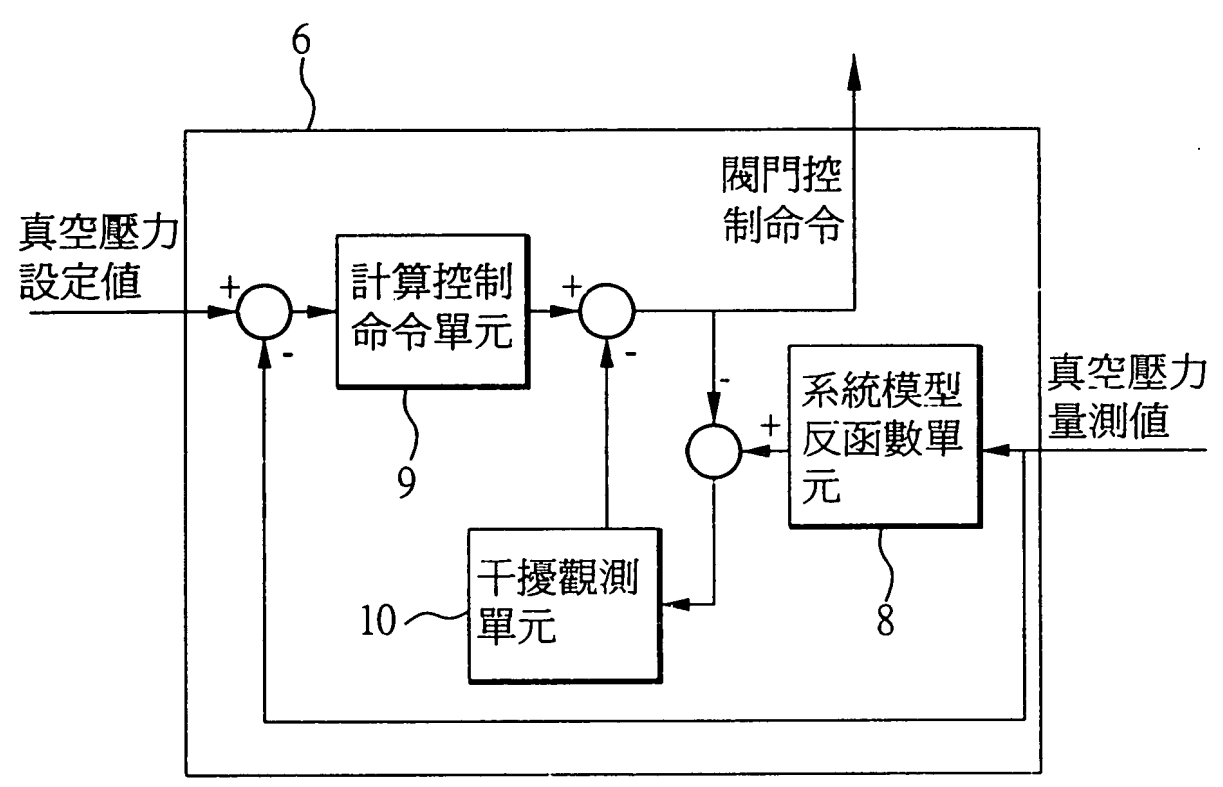


圖3



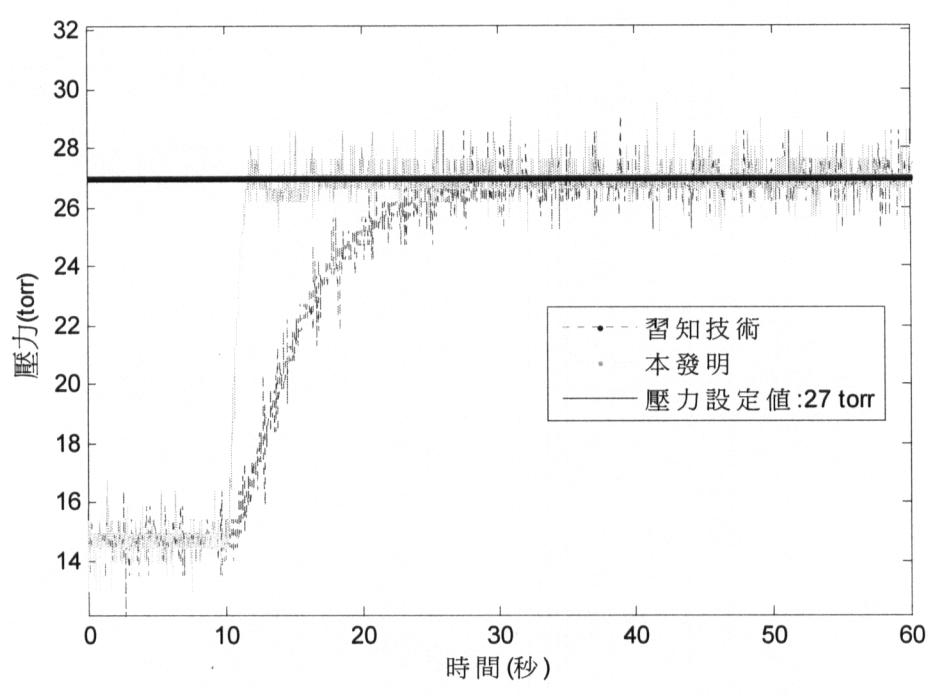


圖 4

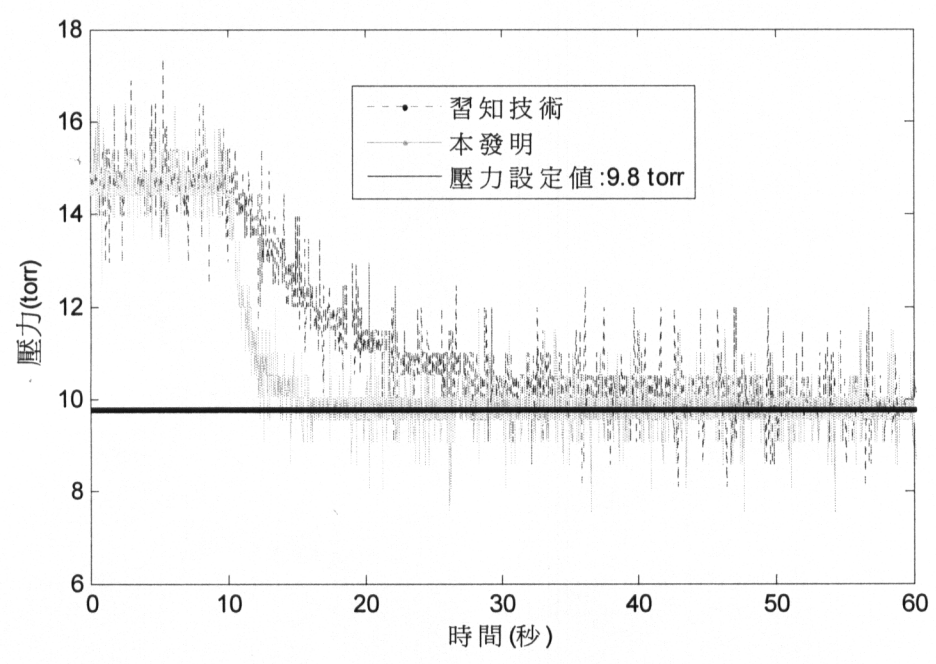


圖 5