
電動機原理

Chapter 6 磁阻馬達



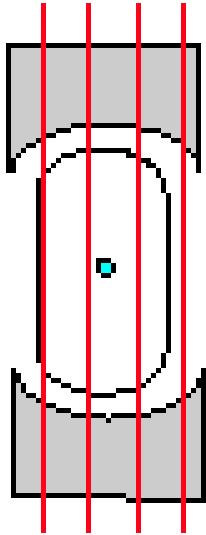
磁阻馬達

內容

- 基礎
- 磁阻馬達結構
- 磁阻馬達與其他馬達之比較
- 磁阻馬達的優點與特色
- 磁阻馬達的分類
- 磁阻馬達的運作原理
- 磁阻馬達的應用

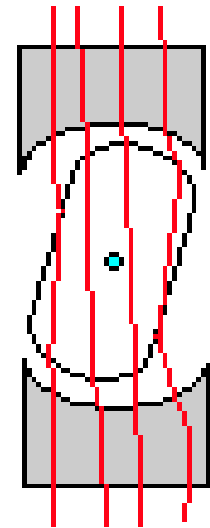
基礎

磁阻力



如左圖，可自由轉動之金屬轉子（非磁鐵），因磁場作用的關係而沿著磁力線方向靜止不動。

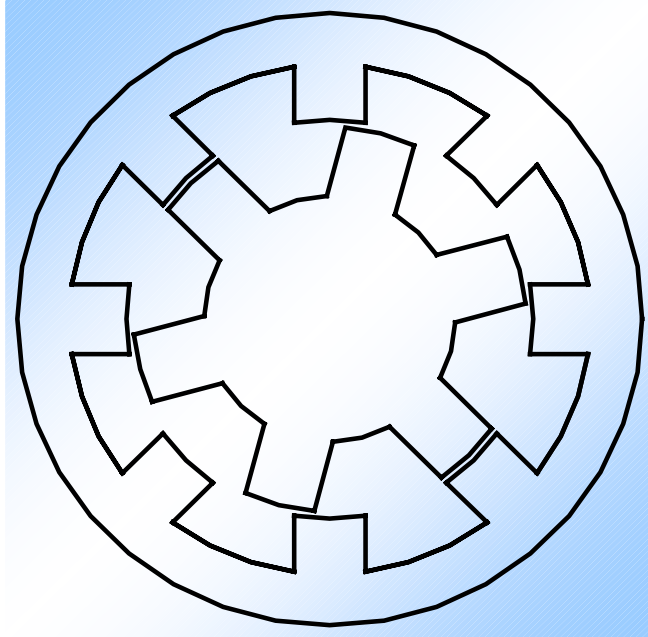
若欲使轉子轉動，則必須施加外力以克服磁力線之恢復力（restorative torque）。右圖之轉子位置處於不穩定狀態，若移除外力，則轉子會回復至左上圖之位置



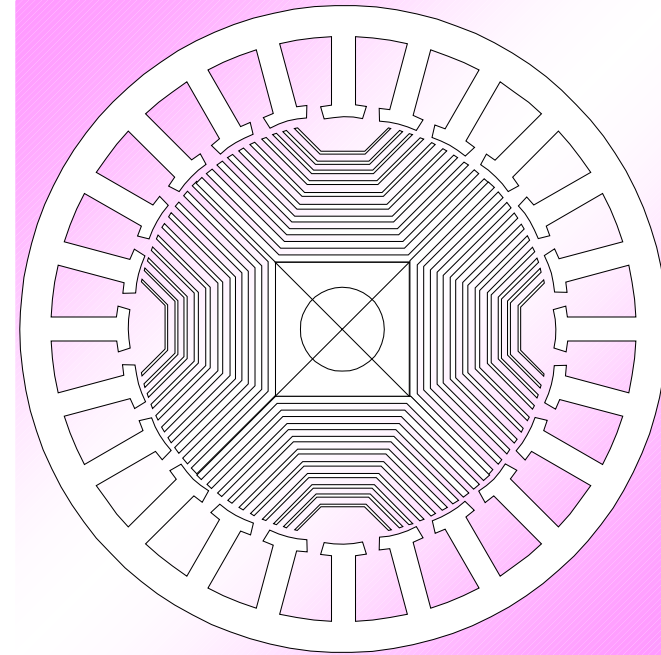
磁阻最小原理

磁通須沿著磁阻最小的路徑閉合

磁阻馬達結構

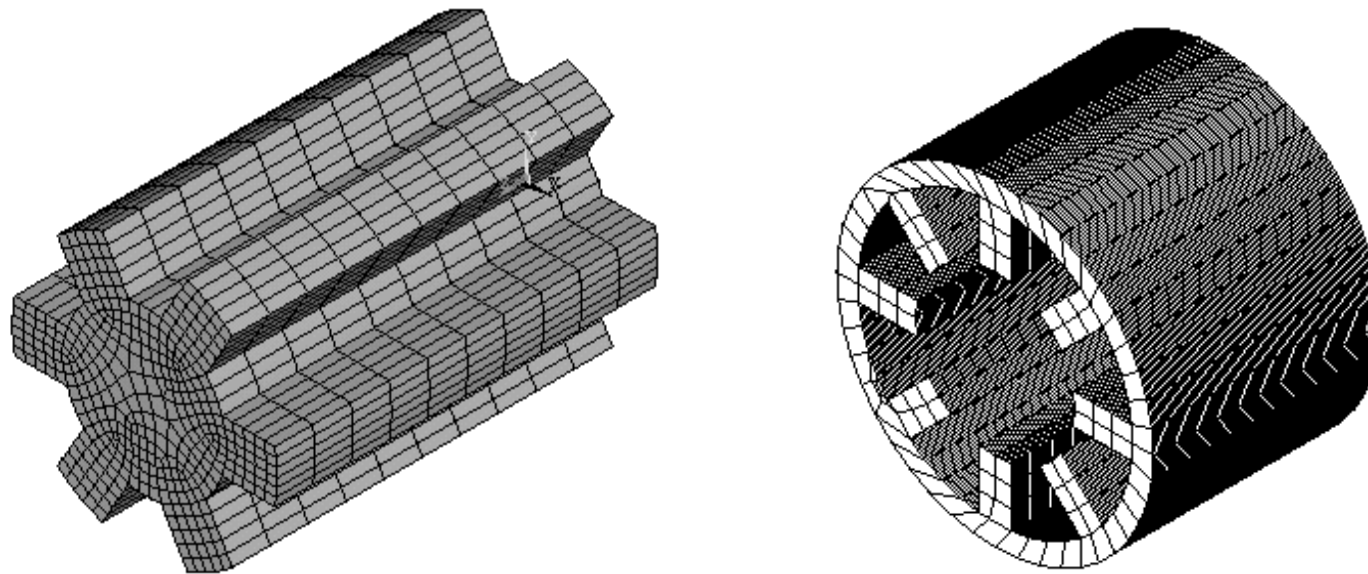


四相8/6極切換式
磁阻馬達



同步式磁阻馬達

磁阻馬達結構



8/6極切換式磁阻馬達之轉子與定子

磁阻馬達與其他馬達之比較

- 傳統可變速驅動馬達

- 直流馬達

- 有理想轉速-轉矩對應關係
 - 因使用機械式換向，所以易產生火花、需更換碳刷

磁阻馬達無碳刷！

磁阻馬達與其他馬達之比較

- 傳統可變速驅動馬達（續）
 - 直流無刷馬達
 - 較高的馬達效率、輸出轉矩與較佳的動態特性
 - 因使用永久磁鐵，製造成本較高且組裝困難
 - 過負載特性受限於永久磁鐵的退磁限制
 - 永久磁鐵受操作溫度的影響

磁阻馬達無永久磁鐵！

磁阻馬達與其他馬達之比較

•傳統可變速驅動馬達（續）

—交流感應馬達

- 結構堅固、成本低、維護容易
- 須使用變頻器驅動，以增加穩定操作的速度範圍
- 負載操作時，轉子會因產生銅損而發熱
- 效率較低
- 定轉矩控制時的補償問題

磁阻馬達轉子不會發熱！

磁阻馬達的優點

- 結構簡單、低成本、效率高、轉矩大、功率損失小、無發熱問題
- 速度控制性能良好
- 驅動控制電路沒有交流馬達複雜
- 馬力可高達數百馬力，適合作為動力源
- 於未來的工業極具發展潛力

仍有下列缺點有待加以改進：

1. 與其他類型馬達比較，其輸出扭矩較不平順，且運轉時噪音較大。
2. 於額定範圍運轉時，所增加的鐵損使得切換式磁阻馬達的運轉效率稍受影響。

磁阻馬達的特色

- 適合作為變速控制
- 結構簡單可以做強健的控制
- 速度範圍廣
- 效率高
- 高扭力-轉動慣量比，易小型化
- 功率密度高
- 較他種變速控制的馬達便宜
- 四象限獨立，可獨立控制扭力和速度

磁阻馬達的分類

因定子結構及繞組之繞線方式的差異，區分為：

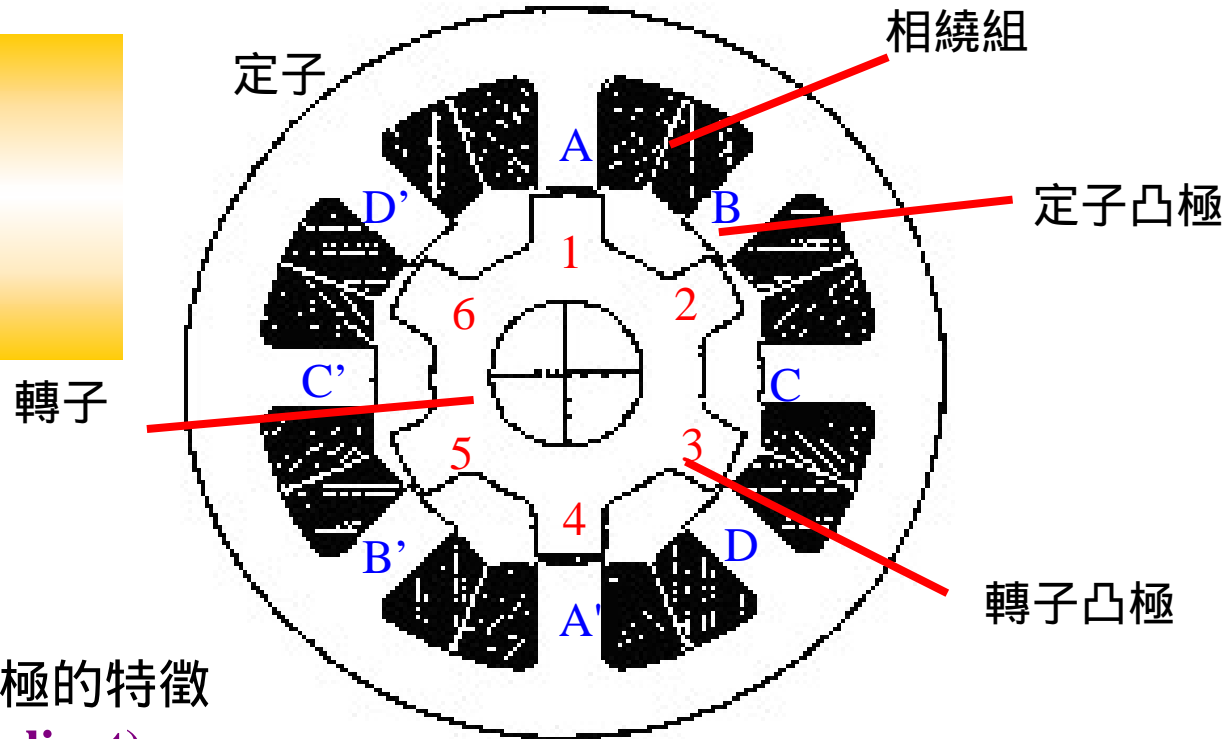
- **切換式磁阻馬達(Switched reluctance motor)**
屬於大齒結構的磁阻馬達
- **同步式磁阻馬達(Synchronous reluctance motor)**
屬於細齒結構的磁阻馬達

兩者工作原理相同，但結構與驅動方式有所不同

磁阻馬達的分類

切換式磁阻馬達-重點

8/6極-
8定子磁極
6轉子磁極



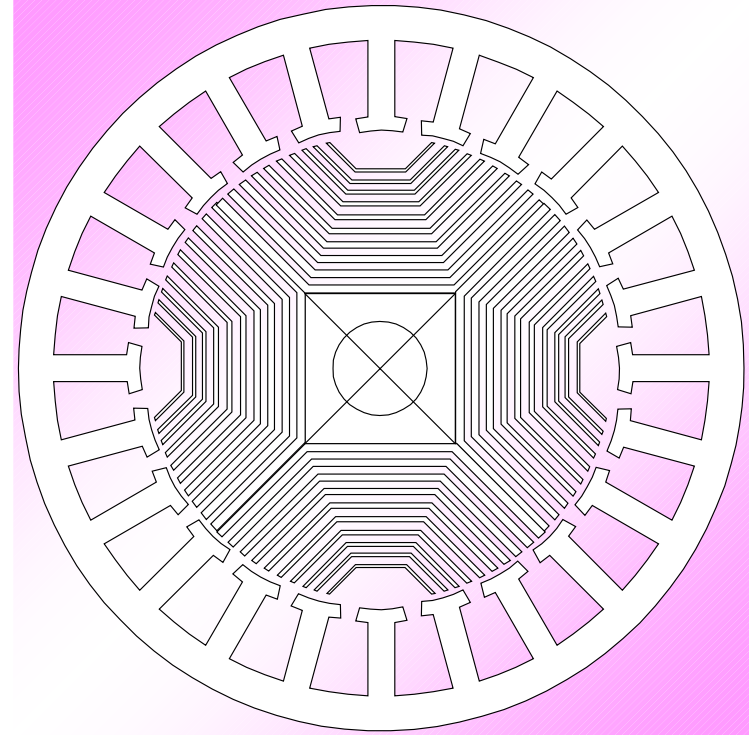
定子與轉子皆具備凸極的特徵
稱為**雙凸極(Double salient)**

磁阻馬達的分類

同步式磁阻馬達

同步式磁阻馬達

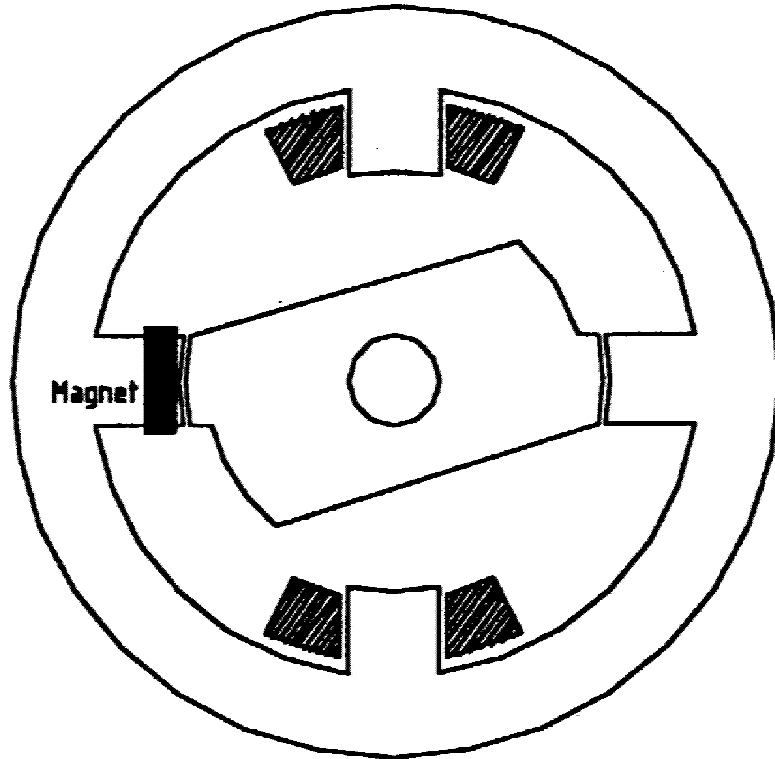
定子和繞線方式與感應馬達類似，僅有轉子部分具有凸極之特徵，稱為單凸極(Single salient)結構。



磁阻馬達的分類

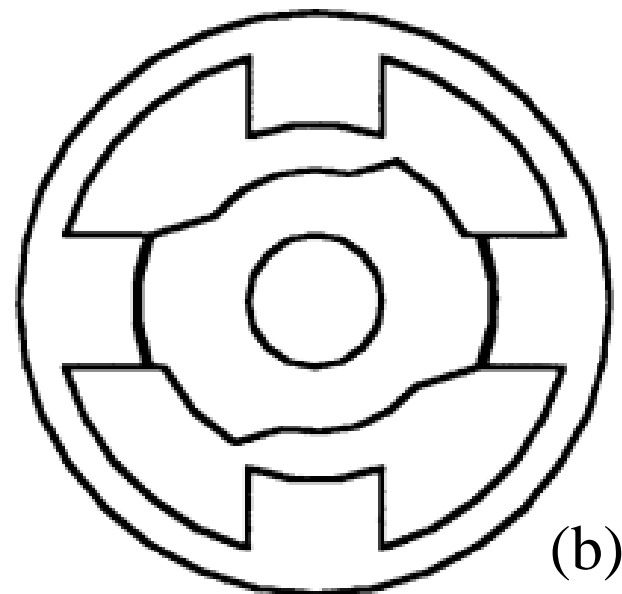
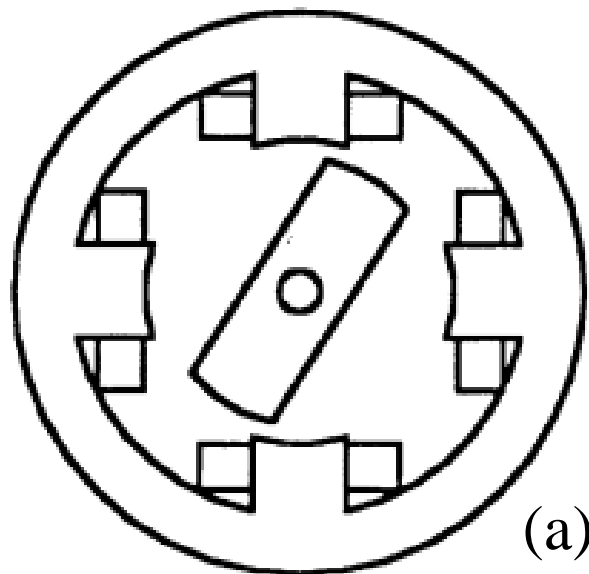
- 單相切換式磁阻馬達

單相切換式磁阻馬達：
驅動電路簡單，成本最低，
但是無法自行起動，需有位置
檢測器及其他裝置才能啟動，
如圖中的磁鐵。



磁阻馬達的分類

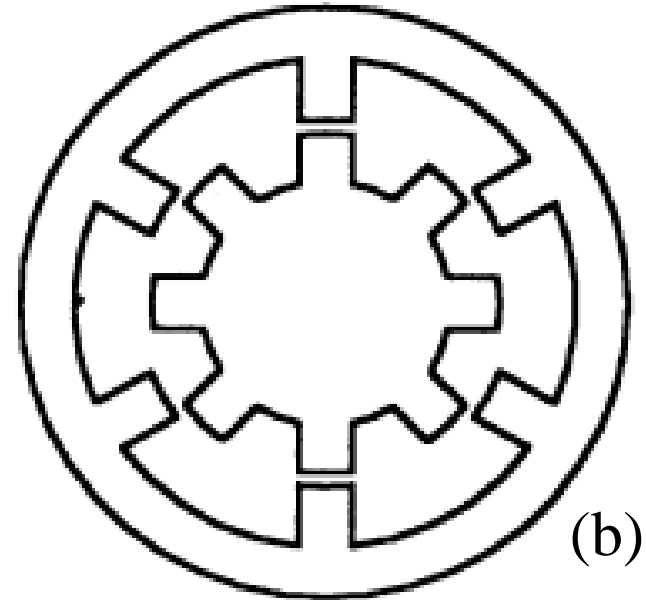
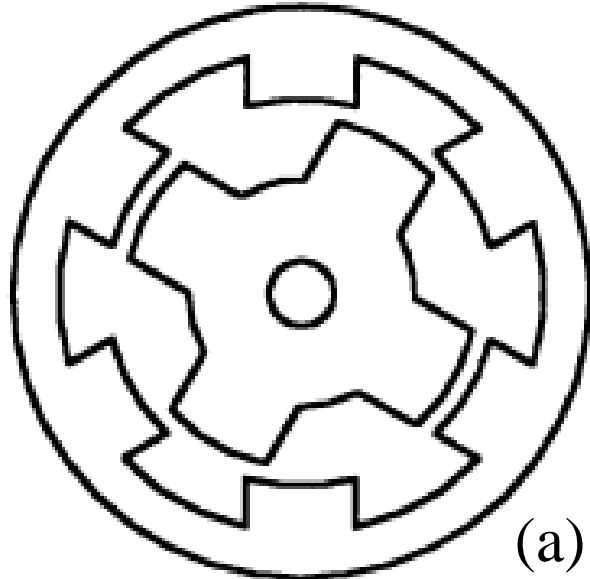
- 兩相切換式磁阻馬達



兩相切換式磁阻馬達：其結構圖如圖(a)所示。此種馬達存在有無法產生轉矩的區域，所以在起動時必須避開這些區域，因此控制上較為複雜，一般改善方法為將轉子設計成不對稱結構，如圖(b)。

磁阻馬達的分類

- 三相切換式磁阻馬達



三相切換式磁阻馬達：其結構圖如圖(a)所示。最常用的轉子齒數為四齒，但轉矩連波大，瞬間轉速不穩定，且在低速時更不穩，一般改善方法為減少轉子之步進角度，或增加轉子齒槽數如圖(b)。