

Orientalmotor

台灣東方馬達 技術研討會

由步進馬達的基礎認識到使用方法

台灣東方馬達股份有限公司

前言

我們竭誠地感謝您能夠蒞臨參加東方馬達所舉辦的技術研討會。本講義為『步進馬達的基礎認識與使用方法篇』之教學內容。

關於步進馬達技術研討會的組成架構

步進馬達的技術研討會，除本「步進馬達的基礎認識與使用方法篇」之外，另有「步進馬達與伺服馬達的使用區分」、「步進馬達選定計算篇」共3大部分。

「步進馬達的基礎認識與使用方法篇」將由特徵、動作原理以及各種特性說明開始，並藉由實機操作方式，以提供您自資料設定開始，到控制馬達運轉為止的完整課程內容。

「步進馬達選定計算篇」將由馬達種類的選定與計算流程開始進行介紹，並且藉由選定範例的演練，以加深您對選用上各項確認重點的認識。

- 本講義內容已經取得著作權法的保障，如未取得東方馬達的授權同意書者，請勿擅自將本講義的部分或全部內容私自複印、存檔、變更或轉載。
- 本講義內容僅作為學習之使用，因此當內容有變更時將不另行通知。內容中所記載的產品規格資料也僅作為參考，可能因產品改良而變更。因此產品規格部分請參考最新版的產品目錄。
- ORIENTAL MOTOR以及  等商標皆是ORIENTAL MOTOR CO.,LTD，於日本  國家皆已經完成登記的商標。

Copyright ORIENTAL MOTOR CO.,LTD.2013

©

目次

1 . 步進馬達的特徵	2
2 . 構造與動作原理	13
3 . 轉速 - 轉矩特性	21
4 . 關於運轉控制的相關設定	25
5 . 使用上的要點	31
6 . 總類	46
7 . 隨堂小測驗	57



1 · 步進馬達的特徵

- 1-1 · 步進馬達在各種馬達產品中的定位
- 1-2 · 步進馬達的用途
- 1-3 · 步進馬達的動作
- 1-4 · 運轉系統（開回路控制）
- 1-5 · 運轉量與脈波數的比例關係
- 1-6 · 運轉速度與脈波速度的比例關係
- 1-7 · 具備自我保持力

Orientalmotor

1-1 · 步進馬達在各種馬達產品中的定位

主要用途	馬達種類	特徵
定速	感應馬達	<ul style="list-style-type: none"> 連續額定 過轉量 30~40回轉
	可逆馬達	<ul style="list-style-type: none"> 30分鐘額定 過轉量 5~6回轉
簡易定位控制	附電磁剎車馬達	<ul style="list-style-type: none"> 30分鐘額定 (僅限可逆馬達機種) 過轉量 2~3回轉 無激磁作動型/停電時的安全對策
	電子剎車器	<ul style="list-style-type: none"> 過轉量 1~1.5回轉 無保持力 ※可與定速馬達搭配使用
速度・定位控制	D C 無刷馬達	<ul style="list-style-type: none"> 速度控制範圍 (B L E 系列) 100~4000 r/min 過轉量 6~7回轉※1
	A C 調速馬達	<ul style="list-style-type: none"> 速度控制範圍 (M S C 系列) 90~1400 r/min (50Hz) 90~1600 r/min (60Hz) 過轉量 0.5~1回轉
	變頻器	<ul style="list-style-type: none"> 速度控制範圍 (F E 1 0 0 / F E 2 0 0 系列) 200~2400 r/min 過轉量 2.5~3回轉※2
高精度 速度・定位控制	步進馬達 R K II 系列	<ul style="list-style-type: none"> 低速領域、高響應 高解析度 基本步級角 0.72° 高精度 ±3分 (±0.05°)
	伺服型步進馬達 α S T E P 高效率 A R 系列	<ul style="list-style-type: none"> 低速領域、高響應 高解析度 基本步級角 0.36° 高精度 ±5分 (±0.083°)
高速/高精度 速度・定位控制	無需增益調整 A C 伺服馬達 N X 系列	<ul style="list-style-type: none"> 高速領域、高響應 高解析度 基本步級角 0.36° 高精度 ±3分 (±0.05°)

上表中記載之過轉量數值，為馬達單體無負載時之數值。 ※1 轉速 3000 r/min 時的值。 ※2 轉速 2400 r/min 時的值。



NOTE

1-1 · 步進馬達在各種馬達產品中的定位



NOTE

Orientalmotor

1 - 2 · 步進馬達的用途

步進馬達用途十分廣泛，除了工廠內的生產設備外，也常用在半導體、醫療儀器、車站的自動剪票口、提款機等場所。

生產設備



半導體製造裝置



太陽能板



醫院檢測儀器



ETC

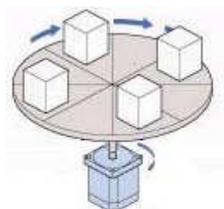


NOTE

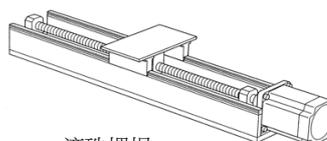


1 - 2 · 步進馬達的用途

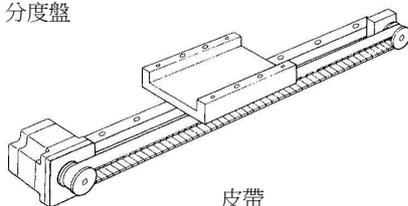
步進馬達除了用在分度盤等旋轉用途以外，也可與螺桿、皮帶等組合做直線動作。



分度盤



滾珠螺桿



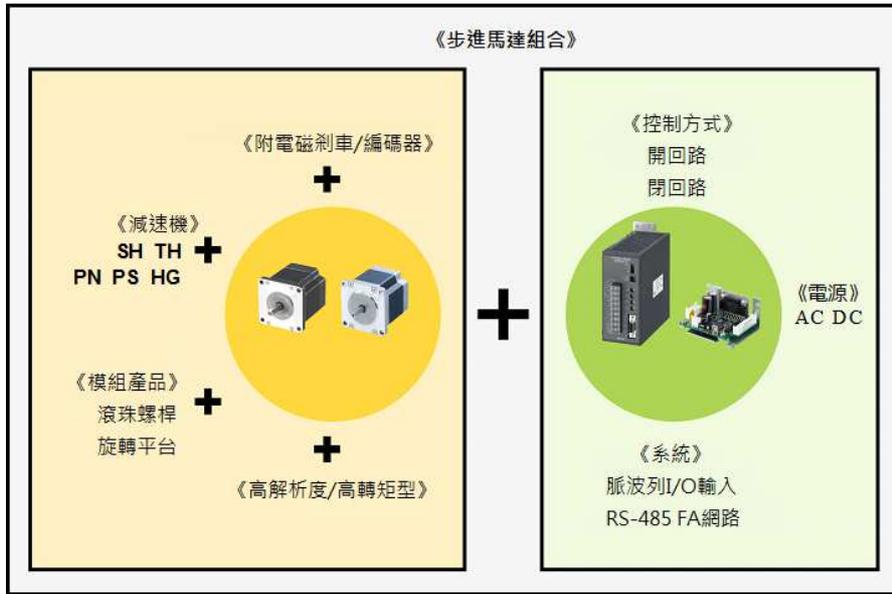
皮帶



NOTE

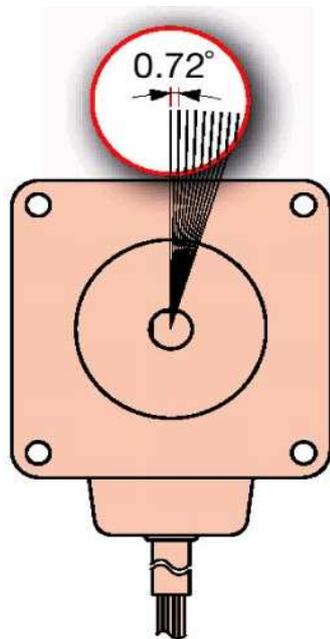
1 - 2 · 步進馬達的用途

步進馬達除了標準型的馬達與驅動器外，另有減速機型與對應網路通訊等用途的組合，詳細可參閱第6章的說明。



NOTE

1 - 3 · 步進馬達的動作



以一定的角度循序運轉的馬達。

- 步級角 0.72°
- 停止精度 ±0.05° 以內（無負載時）



NOTE

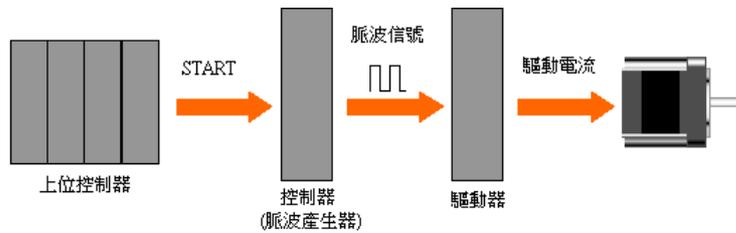
■用語

步級角 相當於1個脈波的回轉量。

Orientalmotor

1 - 4 · 運轉系統 (開回路控制)

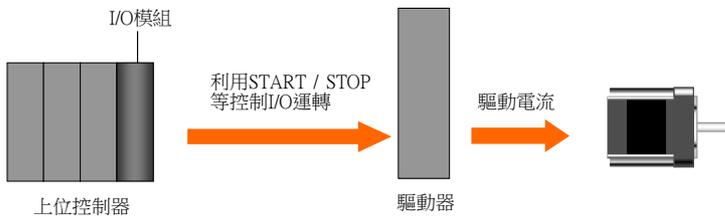
脈波列輸入型



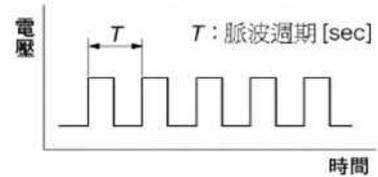
運轉系統構成的3要素：

- 控制器
- 驅動器
- 步進馬達

控制器內藏型



步進馬達可以脈波信號
達到簡單的控制



$$f = \frac{1}{T} \text{ [Hz]}$$



NOTE

■用語

控制器 輸出控制步進馬達運轉量與運轉速度的信號指令。

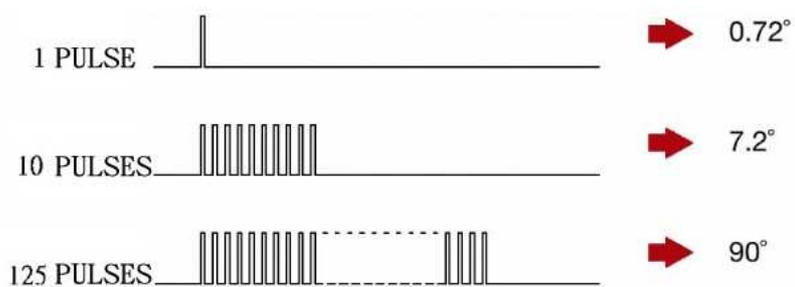
驅動器 依據脈波信號來控制步進馬達運轉的驅動元件。
本公司銷售的是搭配了步進馬達專用驅動器的組合產品。

脈波信號 是一種方波狀的電氣信號，主要用來控制步進馬達的運轉量與運轉速度。



1 - 5 · 運轉量與脈波數的比例關係

設定脈波數即可達到正確的定位運轉。



$$\text{馬達運轉量}[\text{°}] = \text{步級角}[\text{°} / \text{step}] \times \text{脈波數}$$

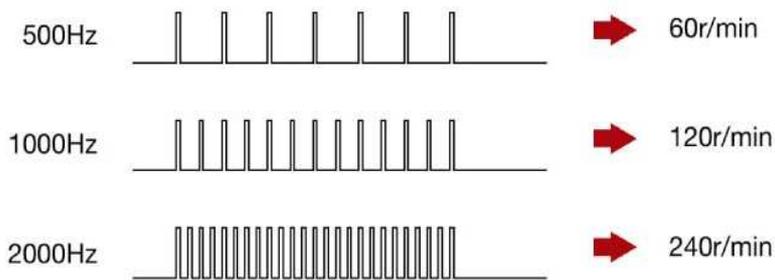


NOTE

Orientalmotor

1 - 6 · 運轉速度與脈波速度的比例關係

設定脈波速度頻率即可達到正確的運轉速度控制。



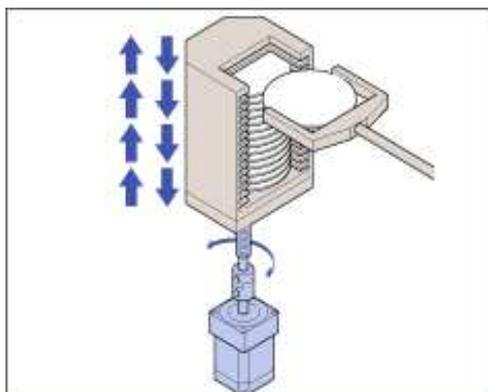
$$\text{馬達運轉速度 [r/min]} = \frac{\text{步級角 [}^\circ \text{/step]}}{360 [}^\circ \text{]} \times \text{脈波速度 [Hz]} \times 60$$

**NOTE**

■用語

脈波速度 為脈波信號的頻率，單位是〔Hz〕。

1 - 7 · 具備自我保持力



- 通電狀況下 -
具備自我保持力。
- 停電狀況下 -
自我保持力消失。
昇降設備傳動時，請使用
附電磁剎車型步進馬達。



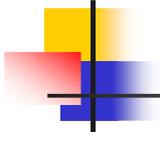
NOTE

■用語

自我保持力

步進馬達即使是在停止動作時，也同樣地供應電流到步進馬達。因此步進馬達即具備自我保持力。並且其自我保持力之最大值即被稱為激磁最大靜止轉矩（ T_H ）。

Orientalmotor



2 · 構造與動作原理

2-1 · 步進馬達的構造

2-2 · 轉子的構造

2-3 · 定子的構造

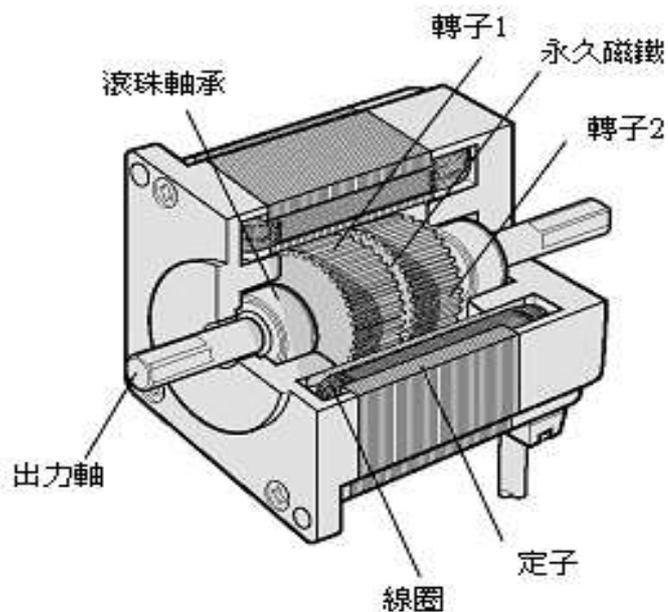
2-4 · 動作原理



NOTE

2-1 · 步進馬達的構造

定子與轉子部份切割成數小齒構造。



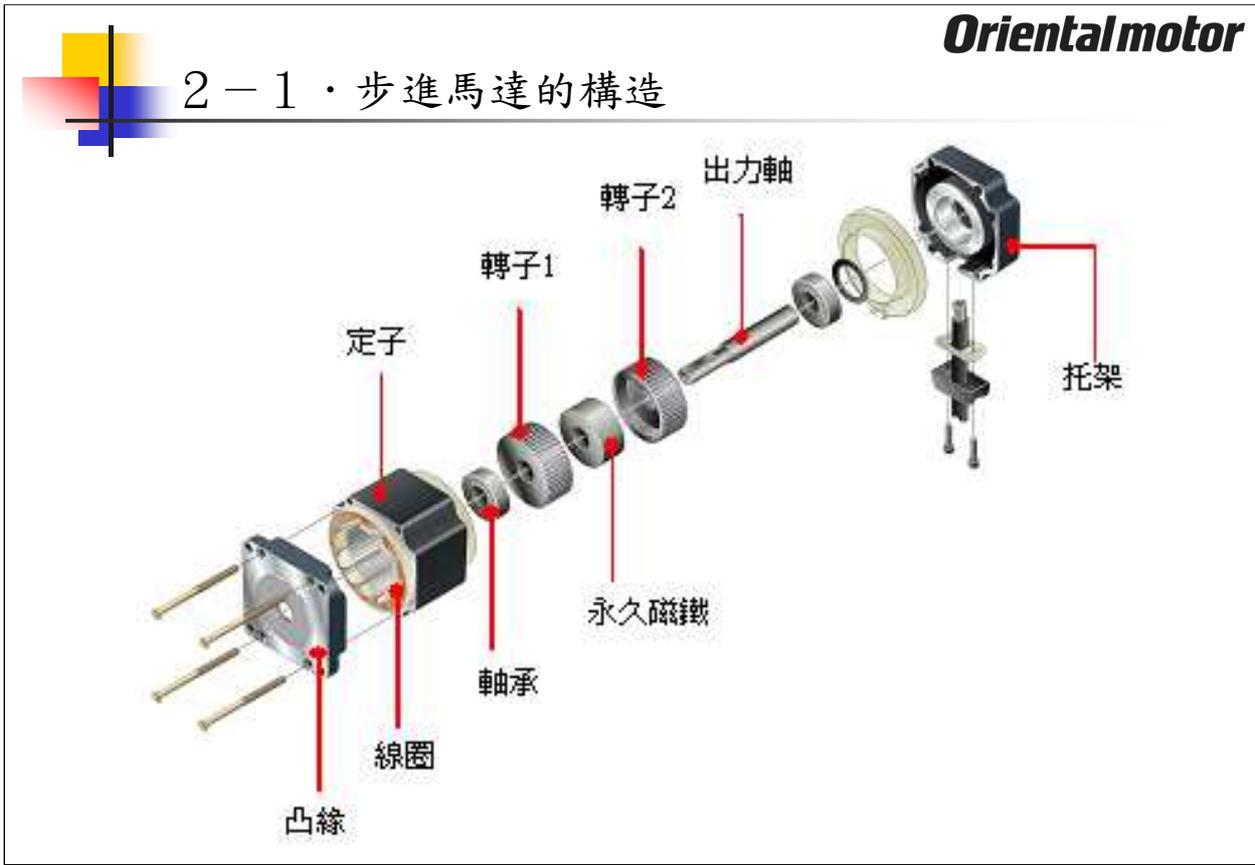
NOTE

■用語

- 轉子 馬達內部之轉動部分。
貼附上堆疊的矽鋼片之後，在轉子1與轉子2之間嵌入了永久磁鐵構造。
- 定子 轉子外側之固定部分
貼附上堆疊的矽鋼片之後，並於絕緣的小齒上繞上線圈。以10個磁極構成，內緣部（前端）切割成數個小齒。

Orientalmotor

2-1 · 步進馬達的構造



NOTE



2-2 · 轉子的構造



NOTE

■用語

小齒

轉子外緣上的齒。

轉子1與轉子2分別切割了50個小齒。

小齒齒距

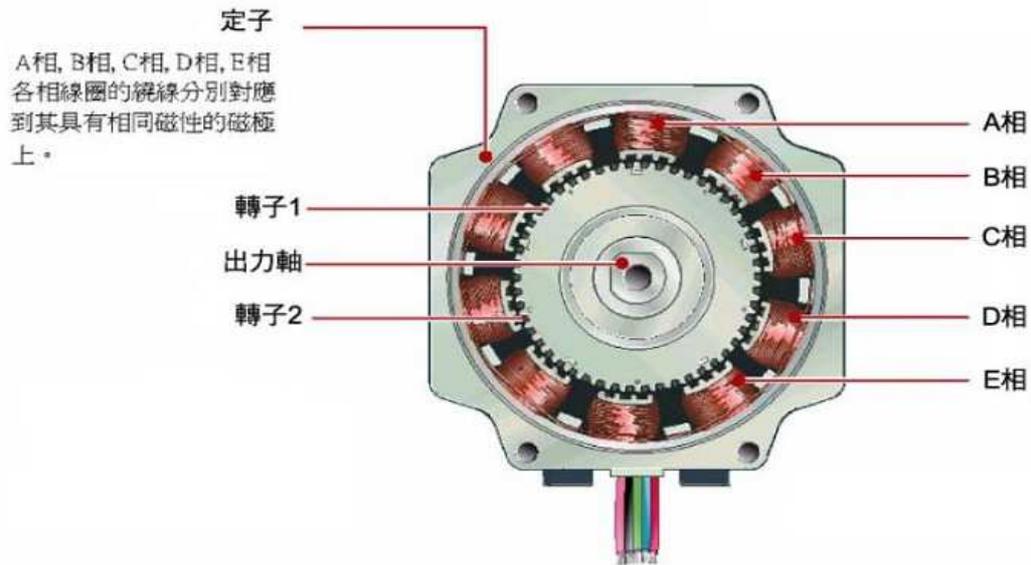
是指轉子上的小齒與小齒間的時間(角度)，以記號 τ_R 來表示。

轉子1與轉子2彼此間的小齒呈半齒距差的對峙狀態。

$$\tau_R = \frac{360^\circ}{50\text{個}} = 7.2^\circ$$

Orientalmotor

2-3 · 定子的構造 (整體)

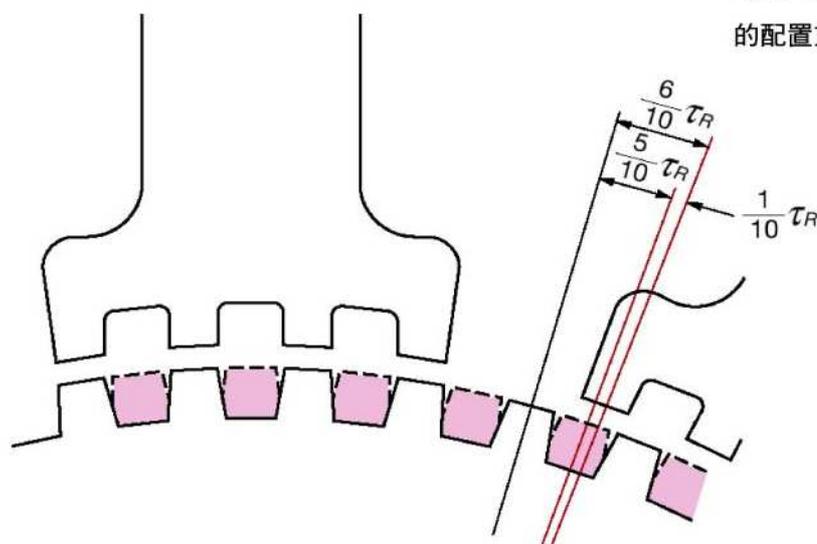


NOTE

■ 要點

磁極 定子上繞有線圈之凸出部，藉由流通電流使其成為電磁鐵。
磁極的前端亦刻有小齒。

2-3 · 定子的構造 (細部)



使其呈現相隔6 / 10 齒距差的配置方式。



NOTE

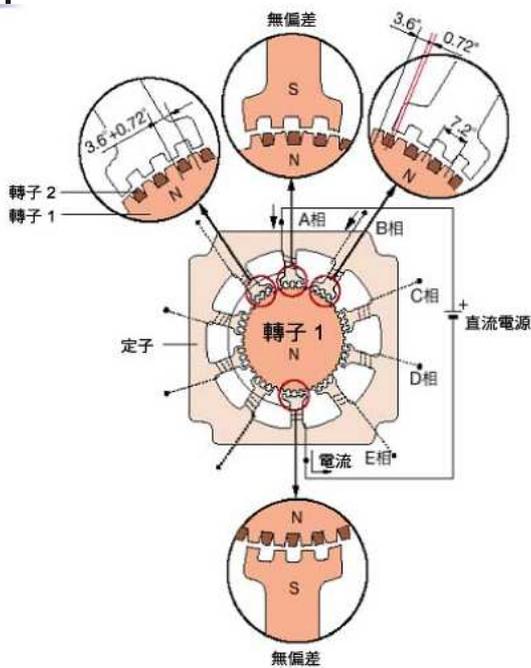
■ 要點

$$\theta_s [^\circ] = \frac{360}{2 \cdot n \cdot Z_R}$$

- θ_s : 步級角
- n : 定子線圈的相數
- Z_R : 轉子的小齒數

Orientalmotor

2-4 · 動作原理 (A相激磁)



A相磁極的小齒與轉子 1 的小齒相互吸引。

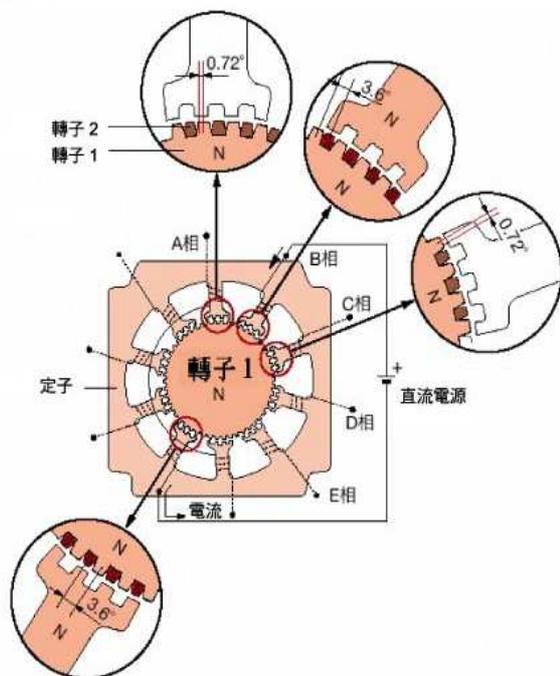
B相磁極的小齒與轉子 2 的小齒呈現 0.72° 的位置偏差量。

$$\cdot 0.72^\circ = \frac{1}{10} \tau_R$$

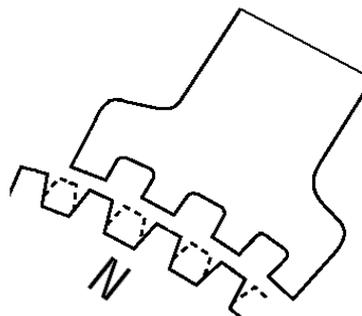


NOTE

2-4 · 動作原理 (B相激磁)

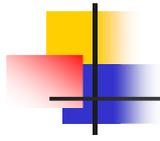


B相磁極的小齒與轉子2的小齒於停止動作時，是呈現相互吸引的狀態。



NOTE

Orientalmotor

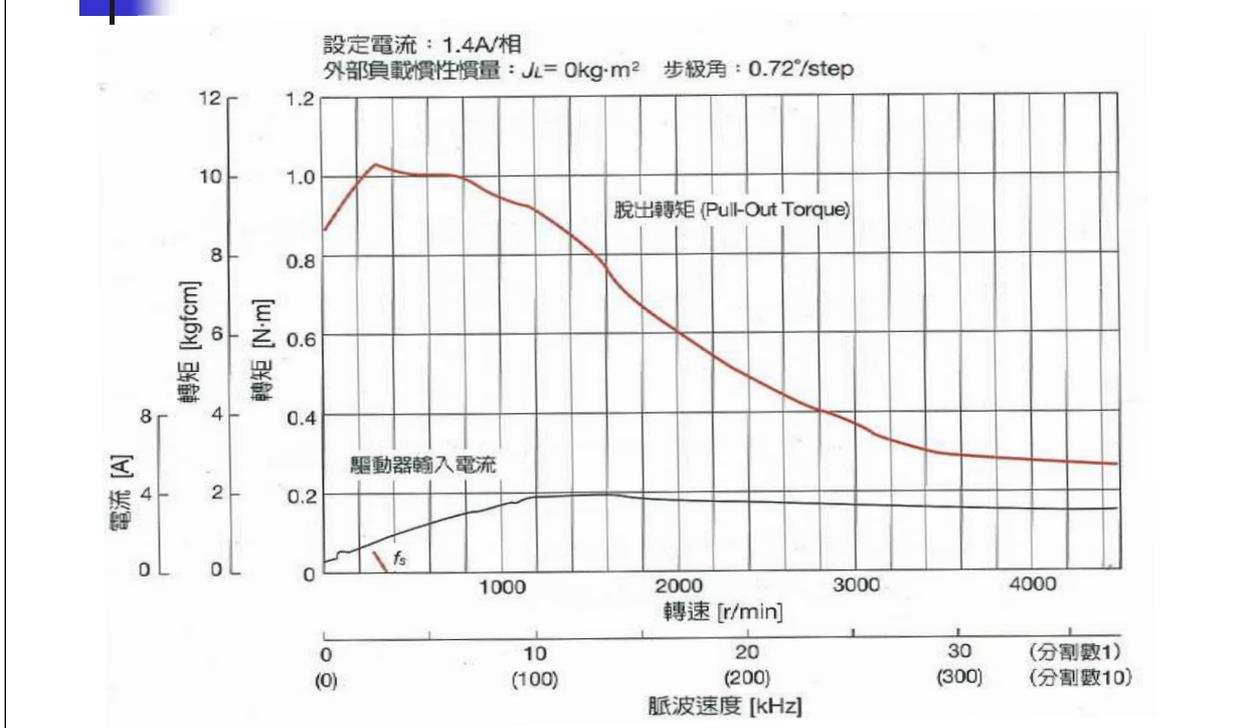


3 · 轉速－轉矩特性

3－1 · 運轉速度－轉矩特性

3－2 · 運轉模式

3-1 · 運轉速度－轉矩特性



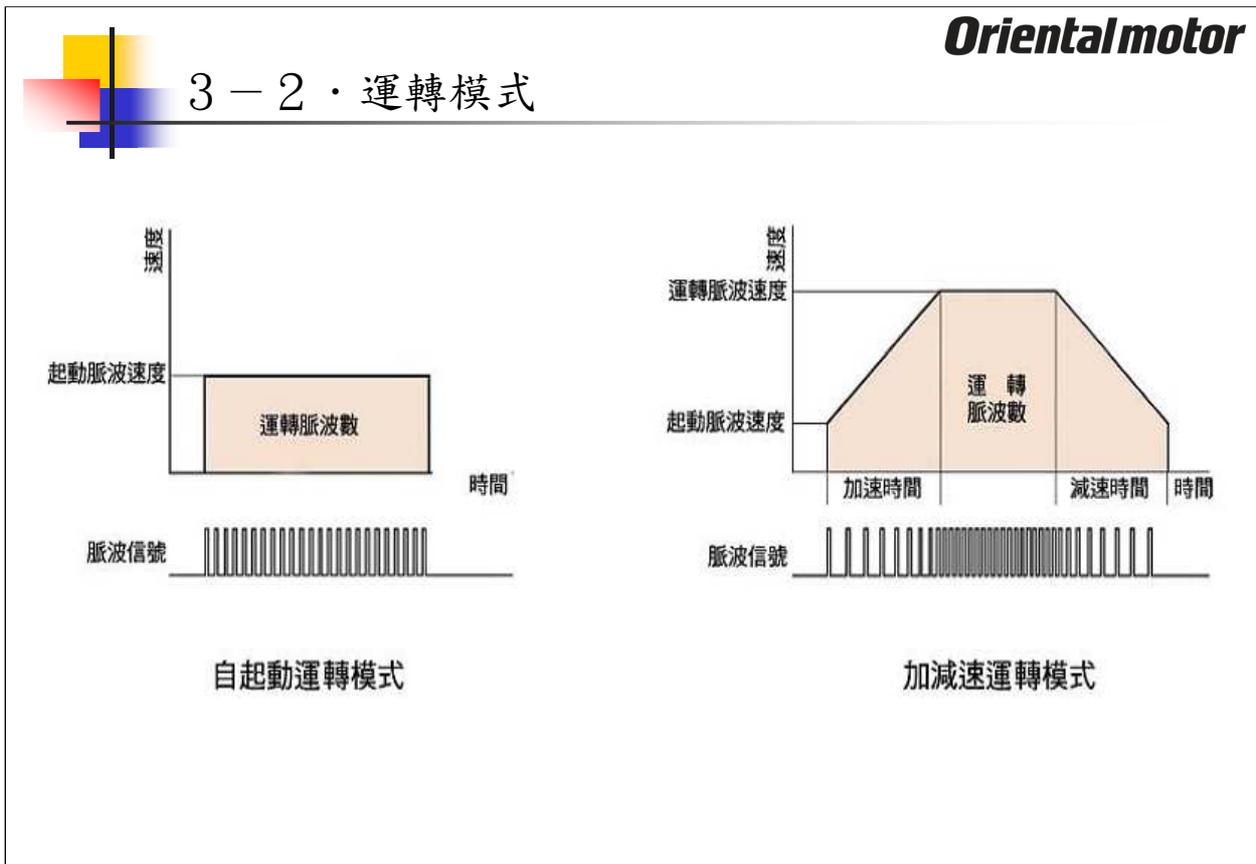
NOTE

■用語

激磁最大靜止轉矩 在通電狀態下的停止動作上，可產生的最大自我保持力。

Pullout Torque 各種運轉速度下，能夠進行運轉的最大轉矩。

最大自起動頻率 在無負載狀態下，可瞬間起動・停止的最大脈波速度。



NOTE

■用語

自起動運轉模式

不需設定加速・減速時間，即可瞬間達到起動・停止的運轉模式。此運轉模式僅可在自起動領域內進行。

加減速運轉模式

設定加速・減速時間，逐漸將脈波速度加快(減慢)的運轉方式。此運轉模式可在運轉領域內使用。

備 忘



4 · 關於運轉控制的相關設定

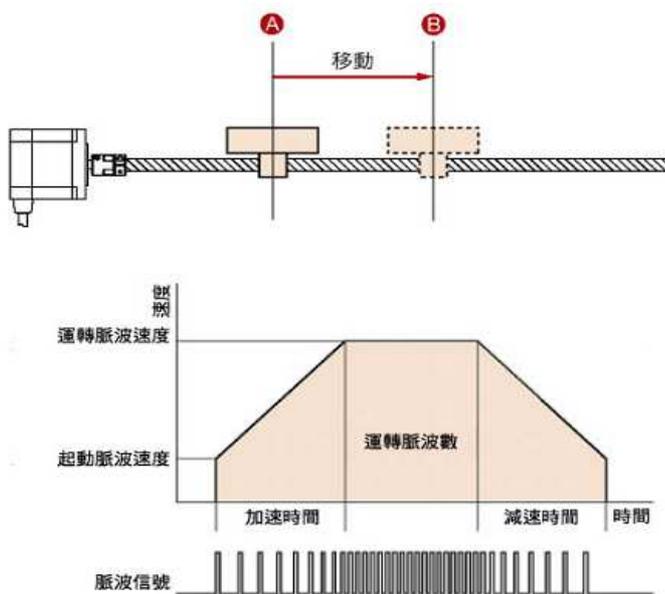
4 - 1 · 運轉模式 (梯形驅動)

4 - 2 · 運轉脈波數的計算 (簡易計算)

4 - 3 · 運轉脈波速度的計算 (簡易計算)

4 - 4 · 加減速斜率的計算

4-1 · 運轉模式 (梯形驅動)



定位運轉的設定項目

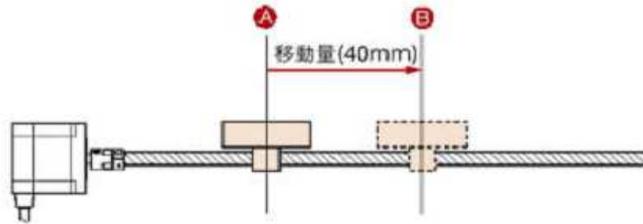
- 運轉脈波數
- 運轉脈波速度
- 起動脈波速度
- 加減速斜率



NOTE

Oriental motor

4-2 · 運轉脈波數的計算 (簡易計算)



例) 求出使工作台移動40mm時，所必要的脈波數。

- 馬達運轉1圈時，所需要的脈波數：500脈波
- 馬達運轉1圈時，可移動工作檯的距離：10mm

● 欲使工作台移動40mm時，所必要的馬達運轉量
馬達的運轉量 = $40\text{mm} \div 10\text{mm} = \text{運轉4圈}$

● 使馬達運轉4圈時，所需要的脈波數
脈波數 = $500\text{脈波} \times 4\text{圈} = 2000\text{脈波}$

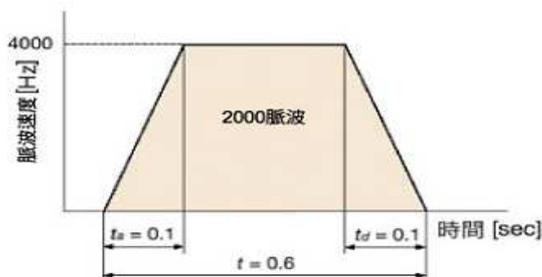


NOTE

■ 計算式

$$\text{運轉脈波數} = \frac{\text{工作物的移動量 [mm]}}{\text{相當於馬達運轉1圈的移動量 [mm]}} \times \frac{360^\circ}{\text{步級角 [°/step]}}$$

4-3 · 運轉脈波速度的計算 (簡易計算)



例) 求出使工作台在0.6秒移動40mm時, 所必要的脈波數。

- 將梯形驅動改為矩形驅動
 移動時間 = $t - t_a = 0.6 - 0.1 = 0.5 \text{sec}$
- 在0.5秒輸出2000脈波時的脈波速度
 脈波速度 = $2000 \text{脈波} \div 0.5 \text{sec} = 4000 \text{Hz}$
- 脈波速度4000Hz時的馬達運轉速度
 馬達運轉速度 = $\frac{0.72^\circ}{360^\circ} \times 4000 \times 60 = 480 \text{r/min}$



NOTE

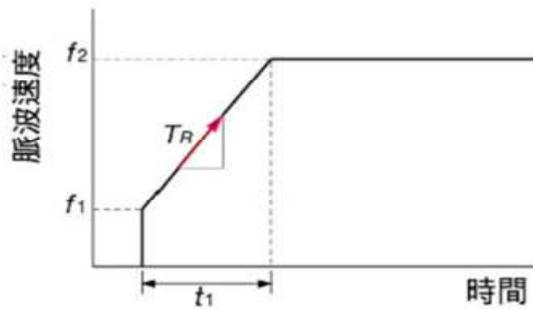
■ 計算式

$$\text{運轉脈波速度 [Hz]} = \frac{\text{運轉脈波數} - \text{起動脈波速度} \times \text{加速(減速)時間 [s]}}{\text{定位時間 [s]} - \text{加速(減速)時間 [s]}}$$

Orientalmotor

4-4 · 加減速斜率的計算

本公司的控制器，可以相對於單位時間的速度變化率來進行設定。



$$\text{加減速斜率 } T_R [\text{ms/kHz}] = \frac{\text{加速(減速)時間 [ms]}}{\text{運轉脈波速度[kHz] - 起動脈波速度[kHz]}}$$

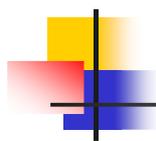


NOTE

加減速斜率(與 **EMP** 系列組合的參考值)

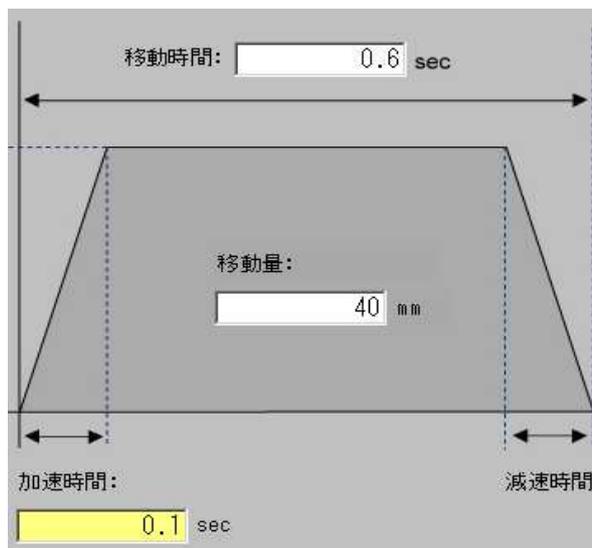
對象組合	安裝尺寸	加減速斜率 T_R [ms/kHz]
αSTEP	28、42、60、85	0.5 以上 *
步進馬達組合	20、28、35、42、 50、56.4、60	20 以上
	85、90	30 以上

* α STEP 不需此項目的確認。表中的值為 **EMP** 系列設定下限值。



<補充>選用軟體

利用選用軟體可簡單計算運轉模式。
※關於選用軟體，可免費於東方馬達網頁下載。

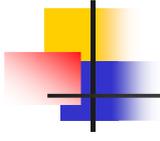


運轉條件的設定畫面



NOTE

Orientalmotor

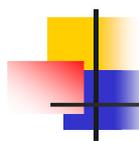


5 · 使用上的要點

5 - 1 · 振動特性與對策

5 - 2 · 溫度上升特性與對策

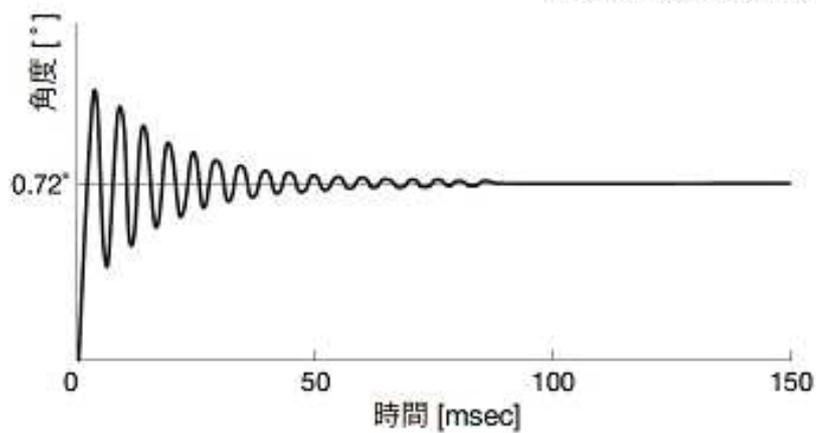
5 - 3 · 減速機型



5-1 · 振動特性與對策

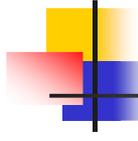
5-1-1. 1步級響應特性

反覆進行過衝·回衝後停止
在指定的位置(0.72°)



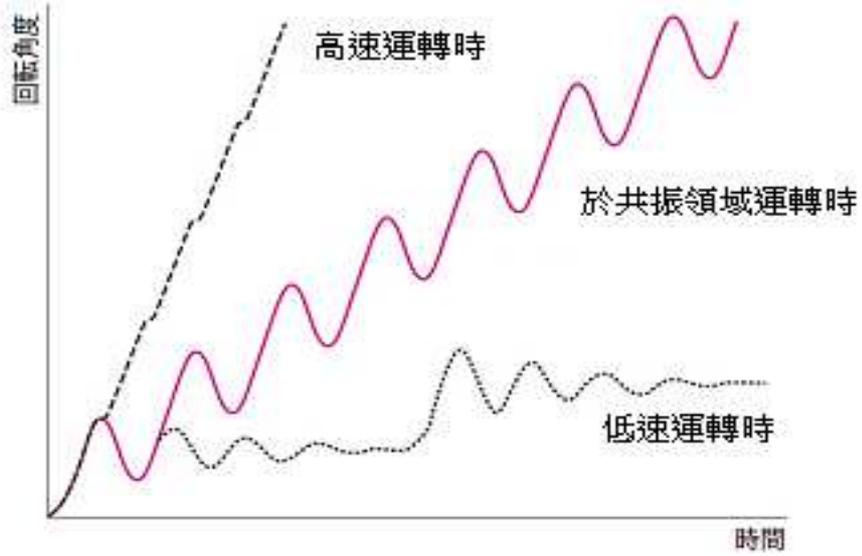
NOTE

Orientalmotor



5-1 · 振動特性與對策

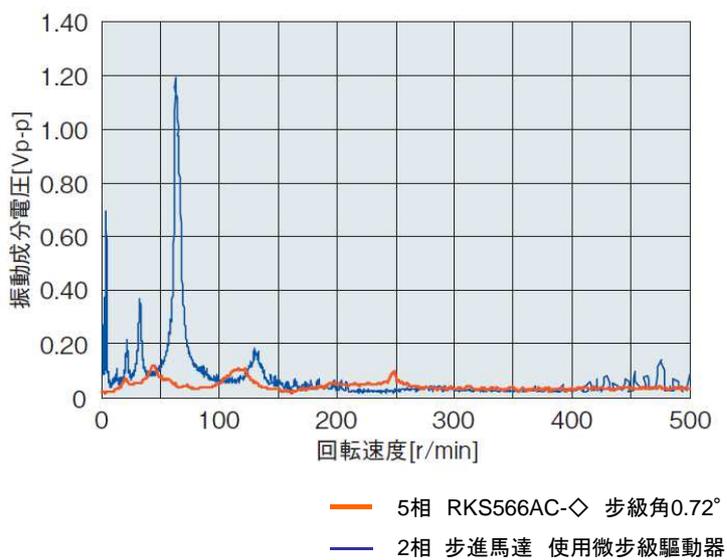
5-1-2. 連續步級響應特性



NOTE

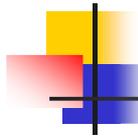
5-1 · 振動特性與對策

5-1-3. 振動特性比較 (2相/5相)



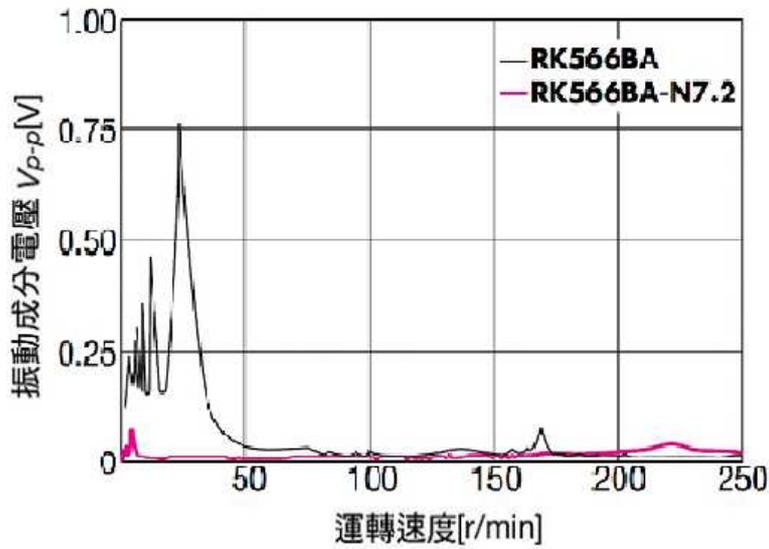
NOTE

Orientalmotor



5-1 · 振動特性與對策

5-1-4. 減少振動－減速機型



出力軸的步級角度變小,因此可達到減少振動的效果



NOTE

備 忘

Orientalmotor

5-2 · 溫度上升特性與對策

5-2-1. 絕緣等級與容許溫度

絕緣等級	最高容許溫度
Y種	90°C
A種	105°C
E種	120°C
B種	130°C
F種	155°C
H種	180°C

**NOTE**

5-2 · 溫度上升特性與對策

5-2-1. 絕緣等級與容許溫度

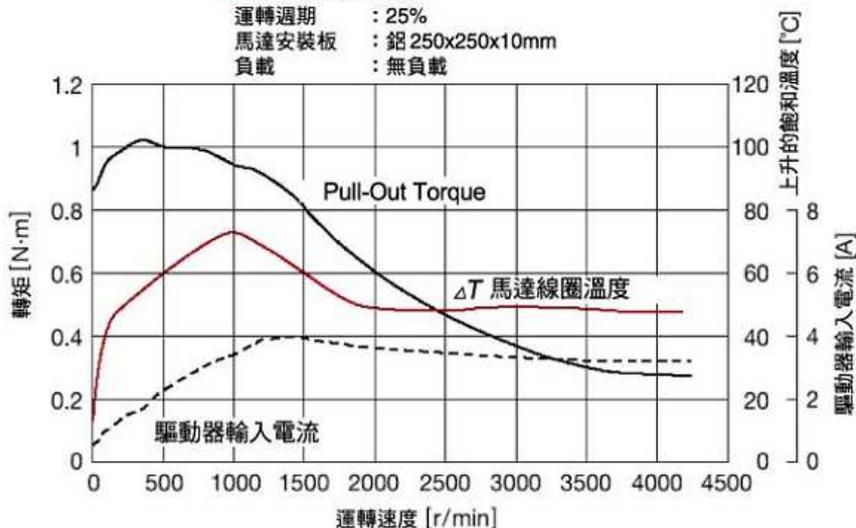
RK566AA 電源電壓：AC100-115V 設定電流：1.4A/相 0.72°/step

- 溫度上升的測量條件
- 運轉週期 : 25%
- 馬達安裝板 : 鋁 250x250x10mm
- 負載 : 無負載

容許溫度的標準值

- 馬達外殼中央位置

100°C以下



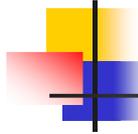
NOTE

■用語

運轉週期 在非連續運轉下，運轉時間所佔的比例。

$$\text{運轉 DUTY} [\%] = \frac{\text{運轉時間} [s]}{\text{運轉時間} [s] + \text{停止時間} [s]} \times 100$$





5-2 · 溫度上升特性與對策

5-2-2. 高效率馬達

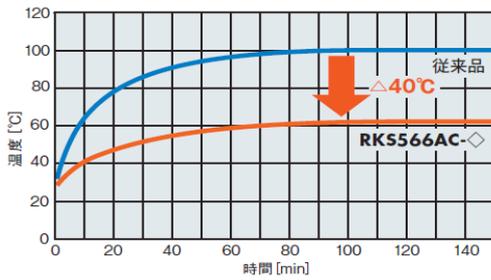
運用高效率化技術，步進馬達的發熱遠比過去降低許多，因此可用來做頻繁運轉。

● 高效率化的背景

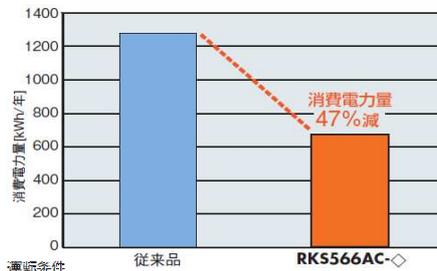
使用低損耗的原料

改善電磁鋼板的連接方式 ... 等等

● 相同運轉條件下馬達外殼溫度比較



● 消耗電量比較



運轉條件
 ・回転速度：1000r/min
 ・負荷トルク：0.47N・m
 ・使用時間：24時間運轉
 (運転70%、待機25%、停止5%)、365日/年



NOTE

5-2 · 溫度上升特性與對策

5-2-2. 高效率馬達

- 高效率步進馬達代表系列

< 高效率RKII系列 >



NOTE

Orientalmotor

5-2 · 溫度上升特性與對策

5-2-2. 高效率馬達

- 高效率步進馬達代表系列

< 高效率AR系列 >



NOTE

5 - 3 · 減速機型

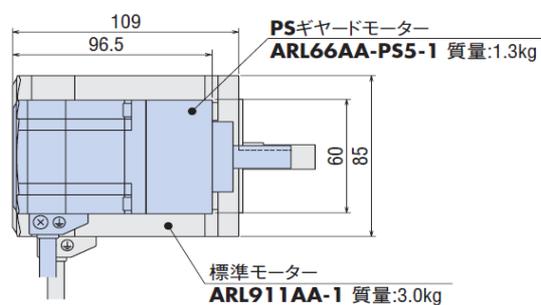
步進馬達另有搭配減速機的規格。為了維持馬達本身特性不變，減速機型產品的馬達與減速機在出廠時已組裝完畢。

1) 減速機型的優點

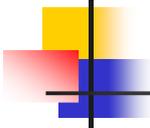
① 轉矩提高

減速機可提高轉矩。

與相同轉矩的標準型馬達相比體積更小，可達到設備小型化、輕量化的目標。



NOTE

Orientalmotor

5 - 3 · 減速機型

1) 減速機型的優點

① 解析度細分

減速機可讓出力軸的步級角度變小。

步級角變小除了可降低振動外，用在像分度盤分割角度等用途時，也可簡單調整需要的步級角。

● 減速機出力軸的步級角 = $\frac{\text{馬達軸本身的步級角}}{\text{減速比}}$

**NOTE**



5 - 3 · 減速機型

1) 減速機型的優點

①降低慣性慣量比

慣性慣量過大時容易有動作不穩定的情形，加上減速機之後可降低慣性慣量比。

●使用減速機後的慣性慣量比※

$$= \frac{\text{負載全體慣性慣量}[\text{kg} \cdot \text{m}^2]}{\text{馬達轉子慣性慣量}[\text{kg} \cdot \text{m}^2] \times \text{減速比}^2}$$

※慣性慣量比：轉子慣性慣量與負載全體慣性慣量的比值過大的話容易造成動作不穩定。



NOTE

5 - 3 · 減速機型

1) 減速機型的種類

RK II 系列60mm安裝面的規格比較

機種	齒隙[min]	容許轉矩(最大轉矩) [N·m]	容許速度 [r/min]	減速比
 TS減速機型	10~35	6(10)	833	3.6、7.2、10、20、30
 PS減速機型	7~9	8(20)	600	5、7.2、10、25、36、50
 諧和式減速機型	0	10(36)	70	50、100

※上列數值為代表值，會依產品有而有所不同，詳情請參考目錄確認。



NOTE



6 · 總類

6 - 1 · 種類一覽

6 - 2 · 代表系列

6-1 · 種類一覽

1) 馬達種類 (5相)

	馬達安裝尺寸[mm]-參考值				
	□20	□28	□42	□60	□85
標準型			●	●	●
高解析度型		●	●	●	
高轉矩型	●	●	●		
TS減速機型		●	●	●	●
PS減速機型	●	●	●	●	●
PN減速機型		●	●	●	●
諧和式減速機型	●	●	●	●	●

※根據系列不同安裝尺寸的種類會有所差異。以上規格表含馬達單體。

※另有附編碼器、附電磁剎車規格。

※減速機型的安裝尺寸可能比上述規格大。

※高解析度型的轉子齒數為標準型的2倍，基本步級角為標準型的一半。可提高停止精度、降低振動。



NOTE

6-1 · 種類一覽

2) 模組產品種類

搭配步進馬達作成的模組產品，可用於多種用途，控制方式皆與步進馬達相同。



電動滑台ELS系列



中空旋轉平台DGII系列



小型直線作動器DRS系列



NOTE

6-1 · 種類一覽

3) 驅動器種類

●外型



盒裝型



基板型

●系統

脈波列輸入型

控制器內藏型

對應網路功能

(RS-485通訊、CC-Link通訊、MECHATROLINK-II或III)

●電源

AC電源輸入、DC電源輸入



NOTE

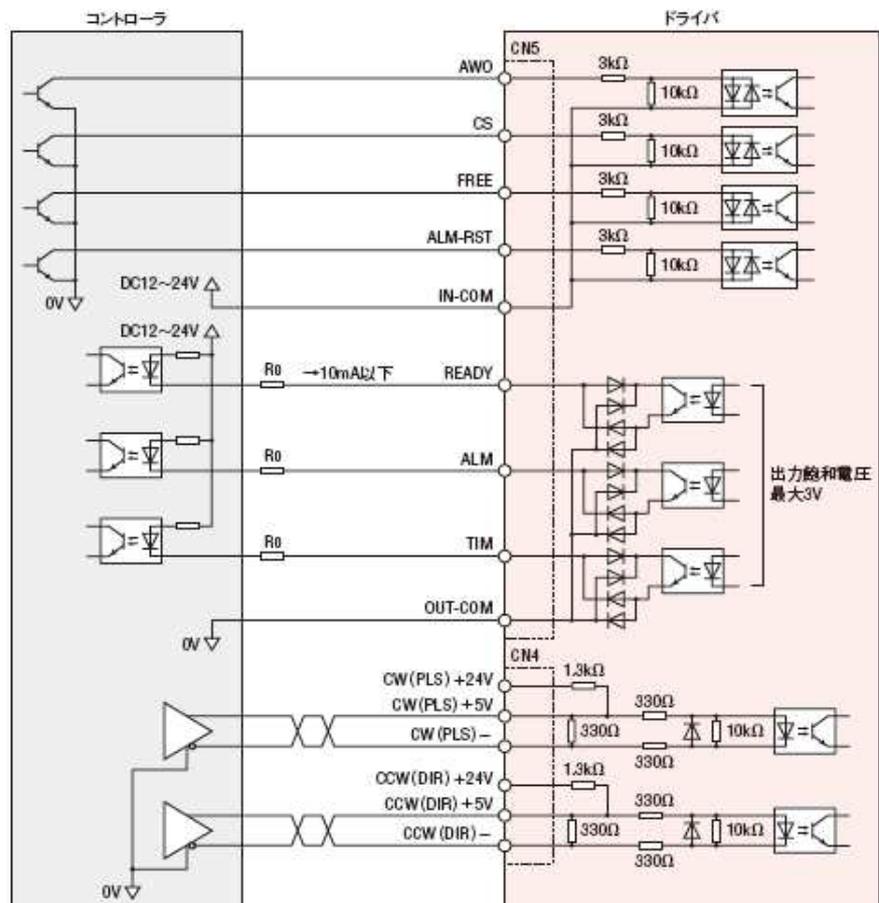
6-2 · 代表系列

標準型
RKII系列



驅動器為AC電源輸入。具高效率、低發熱、低振動的最新規格型產品。

發送脈波即可簡單控制
具備基本ALARM功能



6-2 · 代表系列

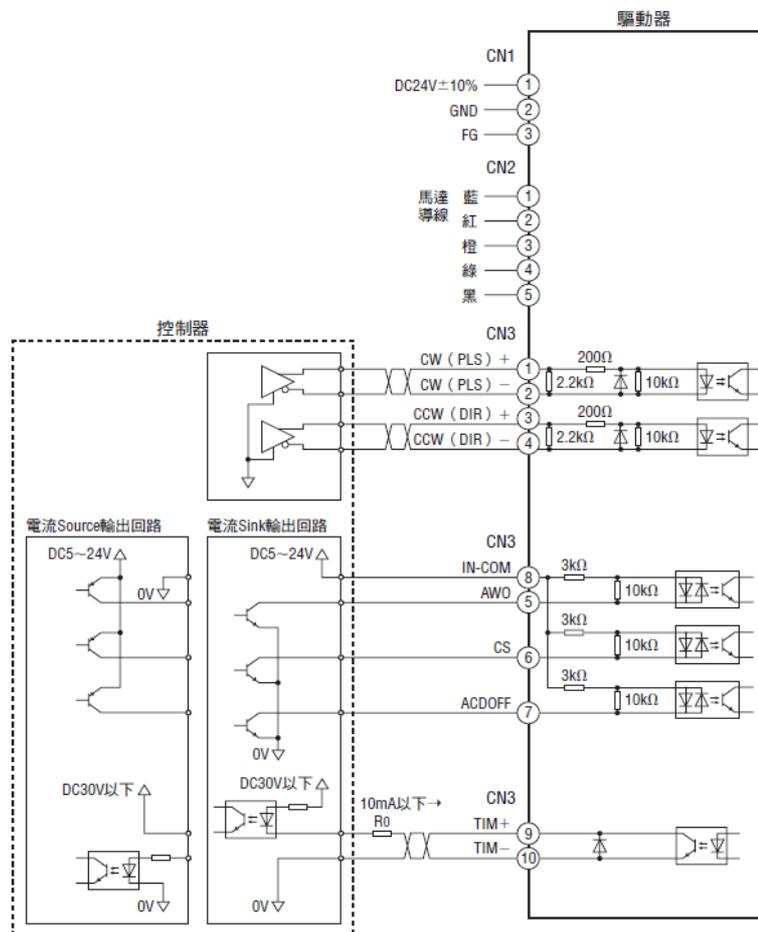
DC電源輸入型
CRK系列



具備小型、輕量化特性的DC電源輸入型。

※轉速-轉矩特性與AC電源輸入不同！

發送脈波即可簡單控制

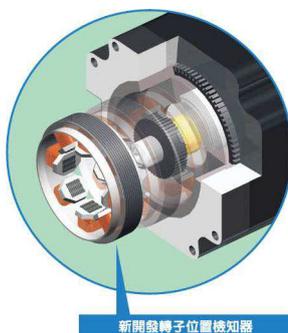


6-2 · 代表系列

信賴性UP
αSTEP AR系列

αSTEP搭載可檢知轉子位置的轉子位置檢知器。

轉子位置檢知器可監視轉速&運轉量，當過負載時可立即切換為閉迴路模式控制。
如負載過大時則會輸出ALARM信號。為信賴性的步進馬達。



NOTE

Orientalmotor

6-2 · 代表系列

信賴性UP
αSTEP AR系列



AC電源輸入型



DC電源輸入型

備有豐富的輸出入信號

顯示	輸出入	端子編號	記號		信號名稱		
			定位運轉	壓推運轉*1	定位運轉	壓推運轉*1	
CN5	輸出	1		-		-	
		2		GND		GND連接	
		3		ASG+		A相脈波輸出 (Line Driver)	
		4		ASG-			
		5		BSG+		B相脈波輸出 (Line Driver)	
		6		BSG-			
		7		TIM1+		時序輸出 (Line Driver)	
		8		TIM1-			
		9		ALM+		警告輸出	
		10		ALM-			
		11		WNG+		警告輸出	
		12		WNG-			
		13		END+		定位完成輸出	
		14		END-			
		15		READY+/ALO+*1		運轉準備完成輸出/警告碼輸出 0*1	
		16		READY-/ALO-*1			
		17		TLC+/AL1+*1		轉矩限制輸出/警告碼輸出 1*1	
		18		TLC-/AL1-*1			
		19		TIM2+/AL2+*1		時序輸出 (開集極) /警告碼輸出 2*1	
		20		TIM2-/AL2-*1			
		21		GND		GND連接	
	輸入	22		IN-COM		輸入信號用COM	
		23		C-ON*2		電流ON輸入*2	
		24		CLR/ALM-RST		偏差計數器清除輸入/警告重設輸入	
		25		CCM		電流控制模式ON輸入	
		26		CS	T-MODE*1	解析度切換輸入	壓推運轉ON*1
		27		-	M0*1	-	壓推電流 設定選擇輸入*1
		28		RETURN	M1*1	電氣原點復歸運轉	
		29		P-RESET	M2*1	位置重設輸入	
		30		FREE		激磁解除、電磁制車開放	
		31		CW+/PLS+		CW脈波輸入/脈波輸入 (+5V/Line Driver)	
		32		CW-/PLS-			
		33		CW+24/PLS+24V		CW脈波輸入/脈波輸入 (+24V)	
		34		CCW+24/DIR+24V		CCW脈波輸入/運轉方向輸入 (+24V)	
		35		CCW+/DIR+		CCW脈波輸入/運轉方向輸入 (+5V/Line Driver)	
		36		CCW-/DIR-			

7 · 隨堂小測驗

感謝您的聆聽，以下測驗可確認您對本次課程的理解程度，請將答案填入最後一頁的解答用紙上並回傳，即可收到本次課程的修業證明書！

— 測驗題 —

■問題1

5相步進馬達的基本步級角為 (①)。無負載時的停止精度為 (②)，且此停止精度的誤差值並不會累積。

選項) A : 0.9° B : ±0.05° C : 0.72° D : 360° E : ±0.9°

■問題2

要讓步進馬達運轉，需要有提供馬達電力的 (③)，以及控制馬達運轉量&運轉速度的 (④)。

選項) A : 剎車器 B : 驅動器 C : 上位控制器 D : 速度控制器

■問題3

步級角為0.72 [° /step] 時，要讓馬達轉一圈(即360°)需要丟 (⑤) 個脈波？又如果馬達的轉速為1200r/min的話，脈波速度應為 (⑥) Hz。

選項) A : 500 B : 1000 C : 10000 D : 360 E : 3000

■問題4

構成步進馬達最主要的兩大構造為定子及 (⑦)。 (⑦) 的外圍各有 (⑧) 個小齒，中間包著永久磁鐵再以出力軸貫穿，因此一邊會被磁化成N極，另一邊則被磁化成 (⑨) 極。

選項) A : S極 B : N極 C : 100 D : 50 E : 磁極 F : 轉子

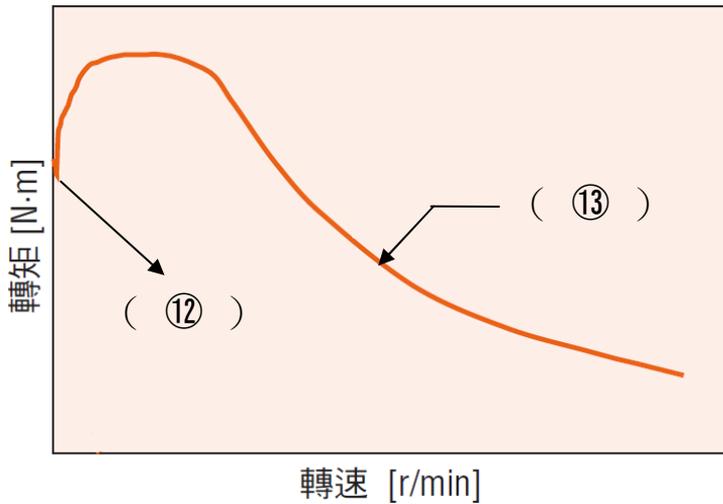
■問題5

5相步進馬達的定子共有10個 (⑩)，其前端各有4個小齒。A相的小齒與轉子1的小齒正對時，B相的小齒會與轉子2的小齒錯開 (⑪)。因此，依序由A相激磁至B相，轉子旋轉的角度會剛好是 (⑪)。

選項) A : S極 B : 磁極 C : 0.05° D : 0.72° E : 7.2°

■問題6

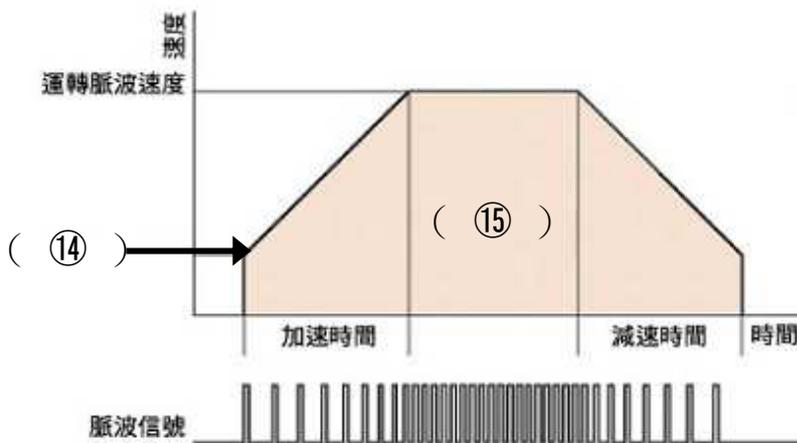
下圖為步進馬達的轉速 - 轉矩特性圖，請填入代表⑫、⑬的字詞。



選項) A : 額定轉矩 B : 瞬間最大轉矩 C : 脫出轉矩 D : 激磁最大靜止轉矩

■問題7

下圖為步進馬達的運轉模式，請填入代表⑭、⑮的字詞。



選項) A : 起動脈波速度 B : 步級角 C : 激磁最大靜止轉矩 D : 運轉脈波數

— 解答用紙 —

※ 每個問題只有一個答案，請不要填入兩個以上的答案喔！

■ 問題1 ① ②

■ 問題2 ③ ④

■ 問題3 ⑤ ⑥

■ 問題4 ⑦ ⑧ ⑨

■ 問題5 ⑩ ⑪

■ 問題6 ⑫ ⑬

■ 問題7 ⑭ ⑮

◆ 請詳填以下資料，並將本頁回傳至FAX：02-8228-0708
或MAIL：sales@orientalmotor.com.tw，我們會將修業證明書郵寄／E-MAIL給您。

公司名稱		姓名		性別	
部 門		職 稱		電 話	
E-MAIL					
地址					

* 請選擇修業證明書寄送方式： 郵寄 E-MAIL

◆ 因應新版個資法的推動，如您後續願意收到東方馬達的「活動」及「產品」等相關訊息(透過郵件、E-MAIL、傳真、電話等方式通知)，請於下方勾選是否同意並簽名。本公司基於善盡保護、管理貴公司及您個人資料的責任，絕不挪為他用，謝謝您！

同意 不同意 簽名處：

若您勾選<同意>，今後的產品資訊，我們希望優先提供給您第一手情報，請勾選您希望收到哪些類別(可複選)：

- 動力傳動用(AC馬達) 精密定位用(步進、伺服、滑台)
 速度控制用(變頻、無刷) 散熱用(風扇)

服務介紹：

■ 客戶諮詢中心

由專人於電話中回答馬達相關的選用計算/
使用方法/事故排除/檢修等各項諮詢服務

 客戶諮詢中心 0800-060708

■ 派遣專人前往協助事故排除

前往客戶現場協助馬達相關事故問題勘查
與事故排除

■ 各項刊物與資訊提供

綜合目錄・單行本目錄・技術季刊
使用說明書・CAD圖檔等各項資料都在
<https://www.orientalmotor.com.tw/>

20130307版

Orientalmotor

台灣東方馬達股份有限公司
www.orientalmotor.com.tw



E-MAIL : sales@orientalmotor.com.tw