

# CVK 系列 S 型驅動器的開發

永森 達矢

近年來，客戶不斷要求設備的高功能及小型化。CVK 系列 S 型驅動器針對利用自製控制板使用步進馬達的客戶，除了繼承既有 CVK 系列驅動器的特性外，更增加基板實裝的規格，成為有助於設備小型化、高性能化的產品。

本資料說明與作為基礎的 CVK 系列驅動器之差異點及其背景。具體上，介紹由 CVK 系列驅動器所變更的回路構成及新追加功能（I/O、馬達型號設定、SPI<sup>(註1)</sup> 通訊）等內容。

## 1. 前言

步進馬達被廣泛使用在半導體製造、測量、分析等設備上。特別是量產需要小型化的設備時，會使用將上位控制器及馬達驅動器實裝於同一基板的自製控制板。

許多自製控制板採用市售的步進馬達用驅動 IC。但隨著對設備性能或噪音等要求水準提高，市售驅動 IC 無法滿足需求的案例逐漸增加。

CVK 系列驅動器（以下稱 CVD）相較於舊有的步進馬達，具有高轉矩、低振動、降低噪音等優異特性，但無法對應基板實裝。（參照圖 1）



圖 1 CVK 系列 驅動器

因此，開發了既能維持 CVD 特性，也能實裝在自製控制板上的 CVK 系列 S 型驅動器（以下稱 CVD-S）。（參照圖 2）



圖 2 CVK 系列 S 型驅動器

本資料介紹開發 CVD-S 時，考慮為了實裝在自製控制板而新增之功能、規格及其技術背景。

## 2. 特徵

### 2.1. 概要

與舊有產品相比，CVD 實現低振動、降低噪音、高靜止角度精度、高轉矩特性<sup>(1)(2)</sup>。

（參照圖 3、圖 4）

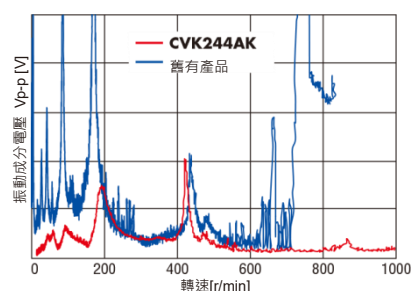


圖 3 運轉振動特性

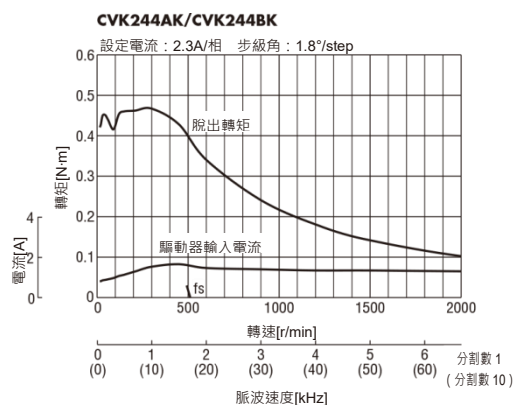


圖 4 轉速 - 轉矩特性

(註 1) SPI : Serial Peripheral Interface

CVD-S 維持 CVD 的特性，實現小型化、多功能化。CVD 藉由不實裝 I/O 的光耦合器或電解電容器、開關類而實現小型化。此外，將連接器改為排針，能節省空間並增加 I/O 功能。(參照圖 5、圖 6)

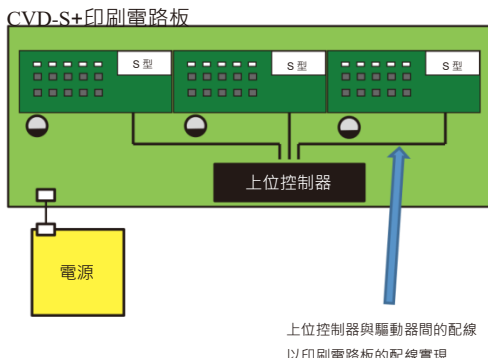
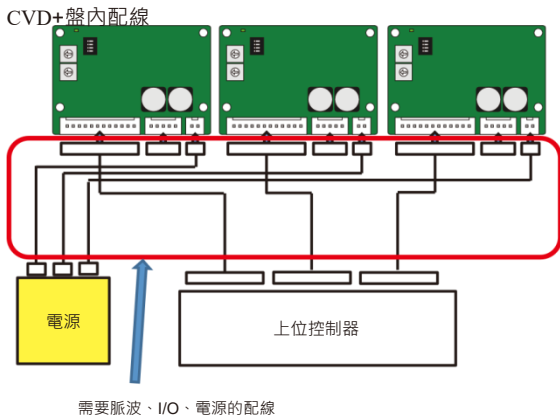


圖 5 系統構成範例 (3 軸時)

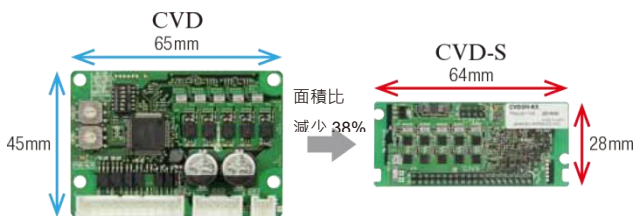


圖 6 基板尺寸的比較

## 2.2. 產品種類

CVD-S 依據馬達相數、安裝方法、設定方法合計有 8 種產品種類。(參照表 1)

動作指令皆透過脈波進行，各種設定或監視方法則有 I/O (I/O 設定型) 及 I/O+SPI 通訊 (SPI 通訊設定型) 2 種可選用。

表 1 CVD-S 的產品種類

品名	相數	安裝方法	設定、監視方法
CVD5H-K	5	水平式	I/O
CVD5H-KS			I/O+SPI 通訊
CVD5V-K		垂直式	I/O
CVD5V-KS	I/O+SPI 通訊		
CVD2H-K	2	水平式	I/O
CVD2H-KS			I/O+SPI 通訊
CVD2V-K		垂直式	I/O
CVD2V-KS	I/O+SPI 通訊		

此外，CVD 需要使用依照各種額定值馬達進行最佳化調整的驅動器，但 CVD-S 可透過選擇 I/O 或 SPI 通訊，單一驅動器即可針對各種額定值馬達，進行最佳化設定並使用。(0.35~2.8A/相)

CVD-S 依照設置方法，可選擇 2 種安裝方向。客戶可配合設備選擇降低高度或縮小佔用面積。(參照表 2)

表 2 安裝方向比較

接地方法	水平式	垂直式
	形狀記號：H (Horizontal)	形狀記號：V (Vertical)
外觀 (箭頭：插入方向)		
實裝例		
模式圖		
使用區分	欲改為低背時	欲縮小基板佔用面積時

## 2.3. 回路構成

CVD-S 與 CVD 相比主要變更以下數點。

### 1) 分離控制電源、主電源

透過分離控制電源 (5V) 及主電源 (24V)，可在阻隔主電源時，使用 SPI 通訊進行監視或設定。

### 2) 外接設置電解電容器

CVD-S 的電源部沒有實裝電解電容器。客戶的控制板可自由配置電源用電解電容器。(建議：容量 680 $\mu$ F、耐壓 50V)

3) 功能切換開關改為 I/O 輸入

將 CVD 使用開關設定的功能，改為 I/O 或 SPI 通訊設定。

4) I/O 規格變更、點數增加

CVD-S 可直接實裝於客戶的基板上。因此，I/O 部不需要絕緣，透過 CMOS 輸入及開集極輸出以取消光耦合器。

此外，將連接器改為排針，可節省空間。藉此，可在狹小的空間增加 PIN 的數量，並且將原本使用開關設定的功能改為 I/O 輸入，增加功能。連接例如圖 7 所示。

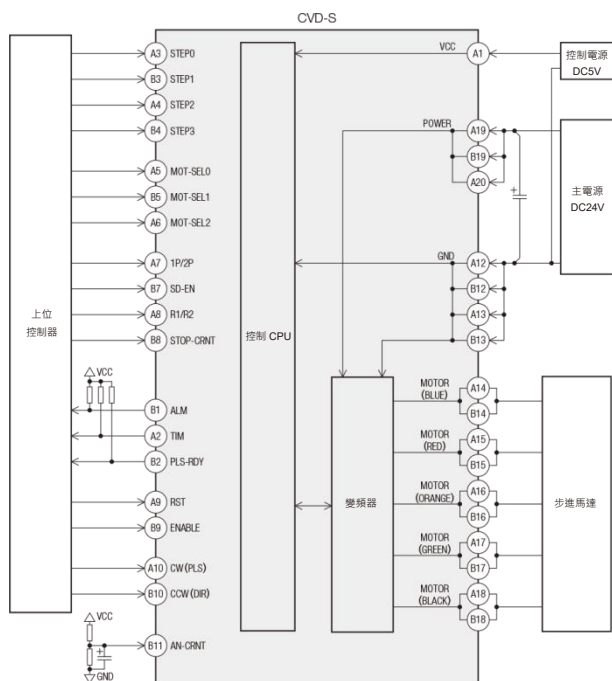


圖 7 連接例 (I/O 設定型)

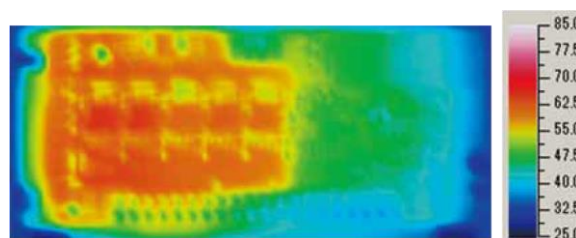
3. 散熱對策

3.1. 概要

馬達驅動器的散熱對策是一大課題。發熱較大時，必須實施調整實裝位置、安裝散熱板、強制冷卻等對策。特別是小型設備可實施散熱對策的空間狹小，自製控制板若要變更則需耗費非常大的勞力。

CVD-S 與 CVD 相同，採用低損失開關元件以達到低發熱化，並透過電路板圖樣提高散熱性。

圖 8 為運轉的發熱分布 (熱影像觀察影像)。最大電流設定為 2.8A/相，並以對驅動器發熱較不利的低速運轉條件進行測量。本次測量條件下，最高溫度 68°C (環境溫度 +45°C)，並無發生 Alarm，使其自然冷卻也都能控制在正常動作的範圍內。



條件	
馬達電流	2.8A / 相 (2 相)
馬達	PKP268D28B
轉速	30r/min (連續運轉)
環境溫度	23°C
冷卻	自然冷卻

圖 8 CVD-S 的發熱分布

3.2. 採用低損失開關元件

控制馬達電流的開關元件 (Nch MOSFET: 以下 FET) 為搭載於驅動器的電子零件中發熱量最大的零件之一。FET 發熱的主因為當電流流經元件時，會與 ON 電阻變大成正比，增加導通損失。CVD-S 與 CVD 相同，採用低損失 FET，可將過去產品所搭載的 FET ON 電阻減低 1/20。藉此減低發熱量。

3.3. 考量印刷電路板散熱的圖樣設計

為確保 FET 的穩定性，重點在降低 FET 的溫度。CVD 以前的驅動器散熱對策，多是將 FET 產生的熱量傳遞至外接鋁製散熱板，讓溫度上升控制在規定值之下。相對於此，CVD 與 CVD-S，有效利用印刷電路板本身，使其發揮做為散熱板的功能，不須再安裝外接鋁製散熱板。為了達到此目的，印刷電路板必須降低熱阻值，設計時須留意以下幾點。

- 1) 盡量讓銅箔面積最大
- 2) 通孔並列連接

此外，FET 採用的 Device 所具備的封裝，可將元件內部產生的熱能有效率地傳導至印刷電路板。將圖 9 CVD-S 印刷電路板截面模式圖，以圖 10 的實際印刷電路板圖樣表示。

將 FET 產生的熱量，傳遞至印刷電路板的銅箔，進行散熱。

透過減低發熱量及散熱到印刷電路板的構造，不需安裝外接鋁製散熱板，即可提高輸出電流值。

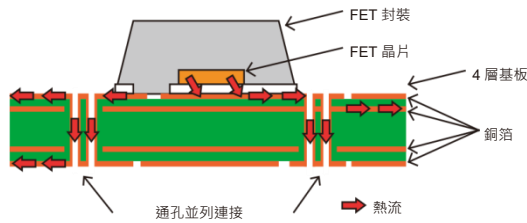


圖 9 FET 及印刷電路板內的熱傳導

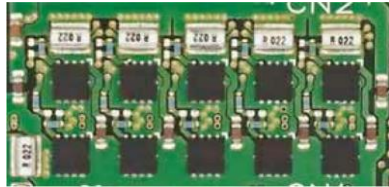


圖 10 FET 周邊的印刷電路板圖樣

#### 4. CVD-S I/O 功能

CVD-S 的 I/O 設定型及 SPI 通訊設定型，與 CVD 相比變更的 I/O 功能列於表 3。

追加重設輸入及馬達型號設定，有助於讓回路簡單化、減低客戶自製控制板的庫存及種類。

##### 1) 脈波準備輸出 (PLS-RDY)

通知可運轉的輸出信號。

滿足下列全部的條件時，PLS-RDY 變成 L。

- 輸入控制電源、主電源時
- 未發生 Alarm
- RST 為 H 位準
- 輸入激磁指令
- 內部狀態為運轉狀態 (SPI 通訊設定型)

##### 2) 解析度設定 (R1/R2、STEP0~3)

組合 5 種輸入信號，共可設定 32 種。可設定的數值與 CVD 相同。

SPI 通訊設定型可使用 SPI 通訊設定。

##### 3) 馬達型號設定輸入 (MOT-SEL0~2)

CVD 藉由設定各馬達的最佳參數設定，實現高度特性。

CVD-S 使用 3 個輸入信號，依據使用的馬達額定電流，可由 6 種設定進行選擇。

一種驅動器即可針對各種額定馬達進行設定使用，有助於減低客戶的 CVD-S 庫存。

此外，即使用焊錫實裝 CVD-S 後，也可以對應馬達變更。因此，若要對不同馬達的設備，使用相同自製控制板時，可事先將 CVD-S 實裝。可有效減低自製控制板的庫存及種類。

##### 4) 運轉電流設定輸入 (AN-CRNT)

可使用類比電壓設定運轉電流。由於是類比值，相對於 CVD 可更精細設定。

此外，為了降低發熱，可配合負載條件或運轉模式設定運轉電流。

##### 5) 重設輸入 (RST)

解析度或馬達型號設定並非即時反映，必須重新接通控制電源或使用 RST 才會反映。

可以不須重新接通自製控制板整體的控制電源，即可反映設定值，有助於精簡電源回路。

表 3 CVD-S 與 CVD 的 I/O 功能比較

項目 (名稱以 CVD-S 為標準)	CVD-S 的信號名稱		相對應的 CVD 信號名稱	由 CVD 變更的內容
	I/O 設定型	SPI 通訊設定型		
脈波準備輸出	PLS-RDY	PLS-RDY	-	新增
Alarm 輸出	ALM	ALM	ALM	同等
時序輸出	TIM	TIM	TIM	同等
步級角	-	-	CS	刪除
激磁 ON 輸入	ENABLE	ENABLE	AWO	AWO : ON 時激磁 OFF ENABLE : 達 H 位準則激磁 ON
重設輸入	RST	RST	-	新增
平滑驅動功能設定輸入	SD-EN	SD-EN	SD	同等
指令平滑調整	-	(SPI) *	FIL	刪除 I/O 設定
運轉電流設定輸入	AN-CRNT	AN-CRNT	RUN	CVD : 16 階段開關輸入 CVD-S : 類比電壓輸入
停止電流設定輸入	STOP-CRNT	STOP-CRNT	STOP	同等
解析度工作台設定輸入	R1/R2	(SPI) *	R1/R2	同等
解析度設定輸入	STEP0~3	(SPI) *	STEP	同等
脈波輸入方式設定輸入	1P/2P	(SPI) *	1P/2P	同等
馬達型號設定輸入	MOT-SEL0~2	MOT-SEL0~2	-	新增

\* 僅可設定 SPI 通訊

## 5. CVD-S SPI 通訊功能

### 5.1. 概要

CVD-S (SPI 通訊設定型), 可透過 SPI 通訊設定各種參數及監視狀態。

使用 SPI 通訊時, 即使自製控制板連接端子數較少, 與 I/O 設定相比, 可進行更多設定及監視。有助於提升客戶設備的功能或維修方便性。

SPI 通訊為電路板上 IC 間廣泛使用的時脈同步式 1 對多串行通訊。(參照圖 11)

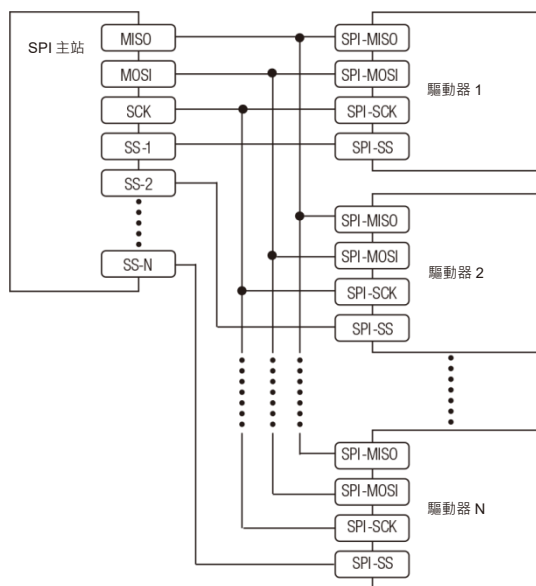


圖 11 SPI 多軸匯流排連接圖

CVD-S (SPI 通訊設定型) 使用獨特的通訊協定。除了設定/監視命令之外, 還有狀態遷移的指令。依照各種狀態, 可通訊的內容有所差異。(參照表 4)

透過發出 ACTIVATE 命令, 可由設定狀態遷移到運轉狀態, 發出 DEACTIVATE 命令, 可由運轉狀態遷移到設定狀態。

設定的反映時序, 則依據所設定的參數種類, 有的為即時, 有的為發出 ACTIVATE 時。

表 4 設定 / 運轉狀態時的動作

動作	設定狀態	運轉狀態
激磁 / 運轉		○
設定 (遷移時) *1	○	
設定 (即時) *2	○	○
狀態遷移 (Activate)	○	
狀態遷移 (Deactivate)		○
監視	○	○

\*1 設定狀態遷移到運轉狀態時反映

\*2 即時反映

○ : 可      × : 不可

### 5.2. 可設定的項目

SPI 通訊可設定的項目列於表 5。

I/O 設定型可設定的項目, 都可由 SPI 通訊設定。

部分功能, 無法由 SPI 通訊設定, 而是由 I/O 設定。由 SPI 通訊設定或由 I/O 設定, 可由 SPI 通訊設定。(例: 平滑驅動功能機能設定、運轉電流設定)

此外, 與 I/O 設定型不同, 可分別設定運轉電流及停止電流 (停止電流連動設定)。因此, 透過電流設定容易實施發熱對策。

表 5 SPI 通訊設定項目一覽表

位址	內容	bit	詳細內容
02h	網路輸入	B15	Alarm LED 禁止亮燈
		B14	電源 LED 禁止亮燈
		B9	指令平滑調整
		B8	平滑驅動功能
		B3	清除通訊錯誤
		B2	Alarm 重設
B1	激磁切換		
04h	運轉電流	-	可在 0.1~100.0% 的範圍內設定
06h	停止電流	-	可在 0.1~50.0% 的範圍內設定
0Ah	驅動器設定	B14	脈波輸入方式設定位置
		B13	平滑驅動功能設定位置
		B12	運轉電流設定位置
		B11	停止電流設定位置
		B10	馬達型號設定位置
		B9	激磁切換設定位置
		B6	脈波輸入方式
B3	停止電流連動設定		
0Ch	解析度	-	在 200~125,000P/R 範圍, 由解析度的表選擇
0Eh	馬達型號設定	-	配合連接的馬達型號選擇設定



### 5.3. 可監視的項目

SPI 通訊可監視的代表性項目列於表 6。

表 6 SPI 通訊監視項目一覽表

位址	內容	Bit	詳細內容
22h	網路輸出	B5	主電源狀態
		B4	過熱
		B3	激磁狀態 ( 激磁/無激磁 )
		B2	脈波準備
		B1	激磁原點 ( TIM 信號 )
		B0	Alarm
24h	Alarm	-	-
26h	驅動器溫度	-	-
28h	主電源電壓	-	-
2Ah	類比輸入電壓	-	-
2Ch	脈波計數器	-	-
40h	驅動器型	-	-
42h	軟體	-	-
44h	軟體版本	-	-

- 過熱

過熱監視會在溫度低於發出過熱 Alarm 溫度時輸出。  
發出過熱 Alarm 時，馬達會變為無激磁，並緊急停止，過熱監視可幫助在成為此狀態前，進行降低溫度之對策。

- 脈波計數器

取得驅動器檢測的脈波數。可與上位控制器的脈波數進行比較，用於確認因雜訊導致錯誤動作或開發時的除錯作業。

- Alarm 代碼

不須確認 LED 閃爍次數，可由上位判斷 Alarm 原因，易於對應問題。

### 6. 總結

CVD-S 針對利用自製控制板使用步進馬達的客戶，除了不減損 CVD 的低振動、降低噪音、高轉矩等特性，且修改為可實裝於印刷電路板的規格，成為有助於設備小型化、高性能化的產品。實裝型驅動器容易出現問題的散熱對策，採用損失小的開關元件，並採取對印刷電路板散熱構造，大幅減低發熱。

此外，介紹 CVD-S 追加的 I/O 功能或實裝 SPI 通訊功能的背景。今後也將持續發展開發 CVD-S 所衍生的各種新技術，持續開發因應客戶要求的產品。

#### 參考文獻

- (1) 瀨谷 茂樹，「步進馬達組合 DC 電源輸入 CVK 系列的特色」，RENGA，No 179，(2014)，pp12-17
- (2) 引頭 一樹，「步進馬達組合 CVK 系列驅動器的控制及回路技術」，RENGA，No 180，(2014)，pp28-32

#### 作者



永森 達矢

第 1 商品開發部