

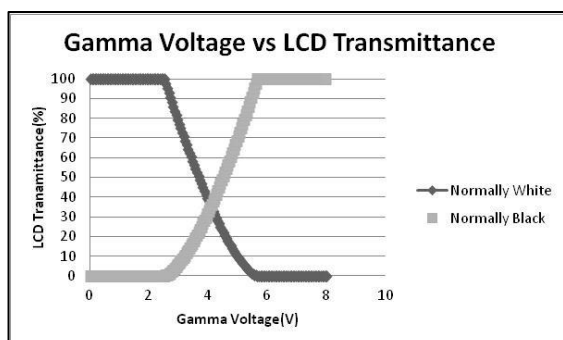
## LFPD-DVR & P-Gamma 介紹

### 摘要

在液晶面板的元件中有兩個部份的零件會影響液晶面板的顏色跟畫面的平整度。DVR (Digital Variable Resistor) 提供 VCOM 電壓，使得液晶面板的源極與閘極有共同的共用線。Gamma 電壓提供一組電壓曲線，這一組電壓曲線提供液晶面板 Source Driver 的參考電壓，Gamma 電壓曲線可以是一直線也可以是一個曲線，Gamma 電壓曲線的設定取決於人眼對顏色的喜好。

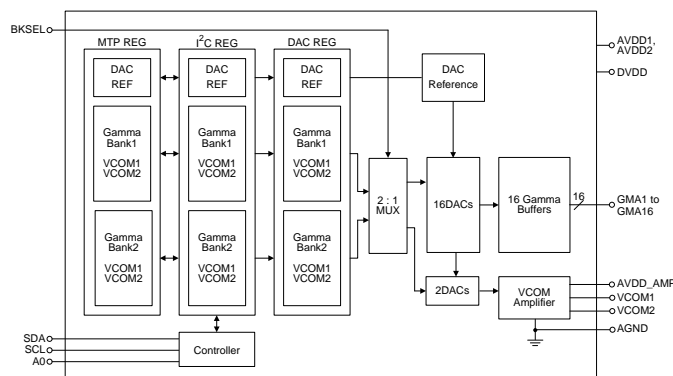
### 一、DVR & Gamma 工作原理

1. **DVR 工作原理**：液晶面板裡面的液晶分子有一種特性，無法固定在某一電壓，固定某一電壓太久即使電壓變化了，液晶份子也會因為特性破壞而無法轉動液晶。所以在液晶面板中，液晶就會分成正極性與負極性，不管是正極性還是負極性都會有一組相同亮度的灰階，相對於極性電壓的中心電壓就是 VCOM 電壓，當 VCOM 電壓在正負極性的中心時，就會有相同亮度的灰階，而 DVR 工作原理就是把 VCOM 電壓透過數位的方式調整到正負極性的中心。
2. **Gamma 工作原理**：Gamma 電壓曲線是液晶面板一項重要的參考電壓，Gamma 電壓曲線影響液晶面板的灰階顯示以及顏色白平衡，液晶面板的灰階並不是一個線性的曲線，因為人眼對光的感覺並不是一個線性的曲線，所以在 Gamma IC 中提供可透過 I<sup>2</sup>C 介面 10-bits 解析度的電壓曲線，使得這個提供灰階的電壓曲線可以任意的調整，使得液晶面板的顯示畫面更符合人眼所需求。下圖為 Gamma 電壓與液晶穿透的關係曲線，Normally White Type 為未給電壓為白色畫面，Normally Black 為未給電壓為黑色畫面，所以 Gamma IC 提供可調整的電壓就符合客戶的需求。



### 二、DVR & Gamma IC

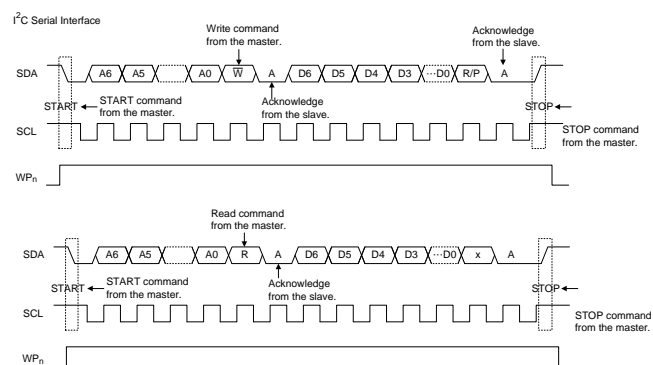
我們可以看到 Function Block 中包含 I<sup>2</sup>C 控制介面，Gamma 電壓與 VCOM 電壓的輸出，Bank Select 可以支援兩組不同的 Gamma 電壓曲線以及內建 MTP。



### 三、控制介面

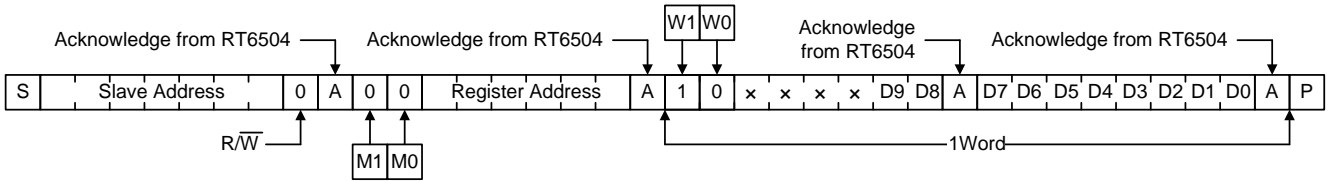
在 DVR & Gamma IC 中我們使用標準 I<sup>2</sup>C 介面控制：

DVR I<sup>2</sup>C 指令：DVR 的控制介面使用 I<sup>2</sup>C 控制。

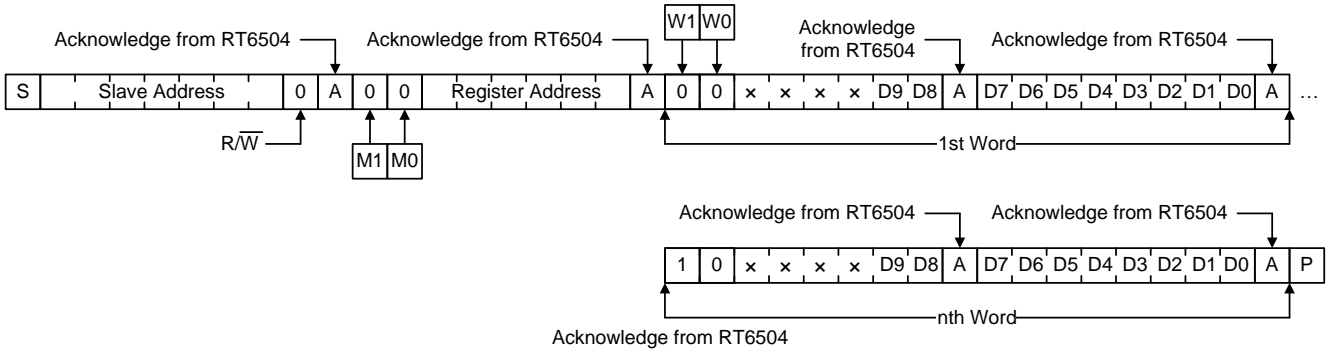


Gamma I<sup>2</sup>C 指令：Gamma IC 的控制介面使用 I<sup>2</sup>C 控制，可分為 Single Write/Read DAC、Single Write/Read MTP、Multi Write/Read DAC、Multi Write/Read MTP。

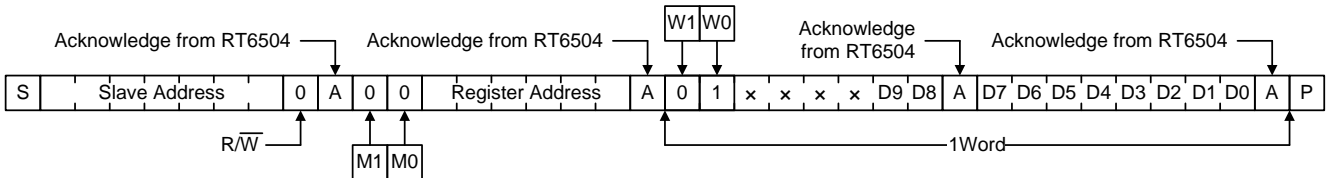
(a) Single DAC Programming



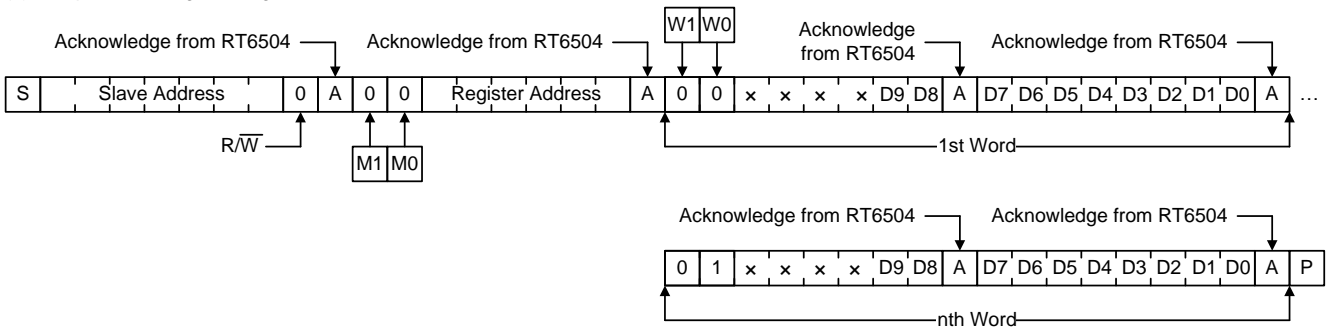
(b) Multiple DACs Programming



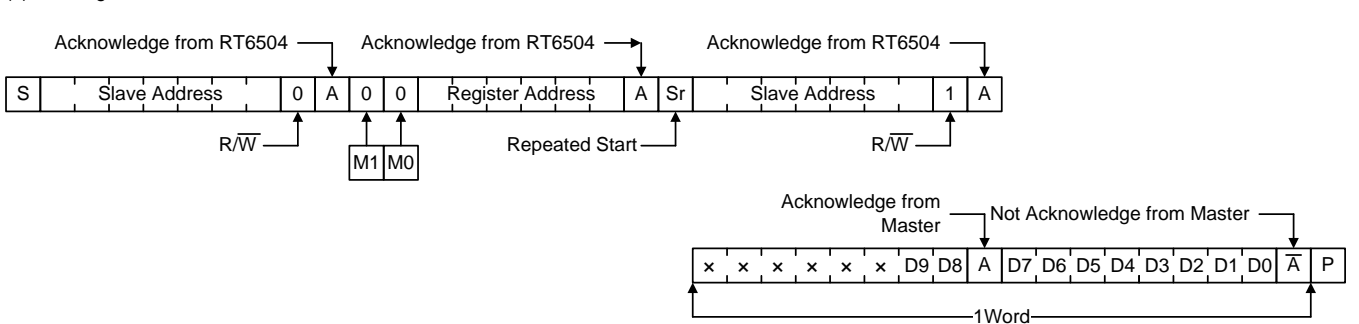
(c) Single Data Programming to MTP



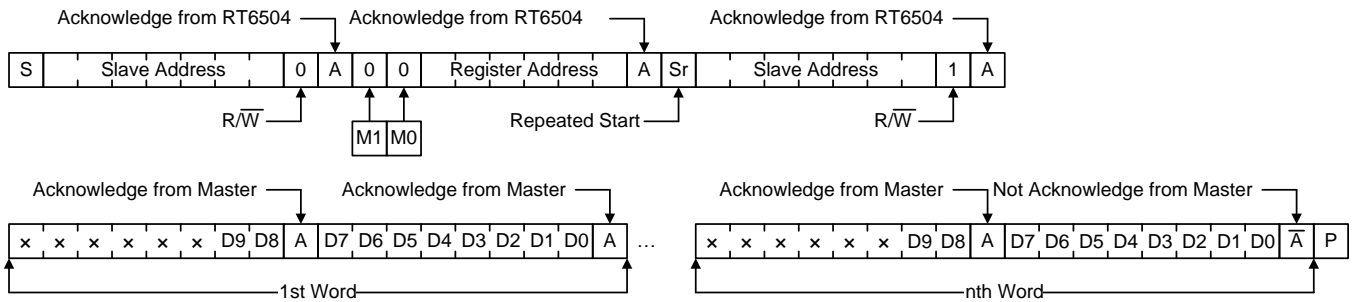
(d) Multiple Data Programming to MTP



(a) Reading One Word of Data from RT6504



(b) Reading n Words of Data from RT6504



**四、指令集**

1. DVR 指令集：在 DVR 部分目前大都已經整合到 PMIC 其中的一項功能，指令的部分就是直接控制暫存器，使得 VCOM 輸出電壓變化。
2. Gamma IC 指令集：Gamma IC 中會根據 Channel 數量的不同會有不同的暫存器表，例如在 RT6504 中，有 16 Channel 的 Gamma 再加上 2 Channel 的 VCOM。

Register Address	Register Name	Register Description	MTP Factory Initialization Value	Read / Write
0x00	GMA1BK1	Gamma 1 of Bank 1	0x200	Read and Write
0x01	GMA2BK1	Gamma 2 of Bank 1	0x200	Read and Write
0x02	GMA3BK1	Gamma 3 of Bank 1	0x200	Read and Write
0x03	GMA4BK1	Gamma 4 of Bank 1	0x200	Read and Write
0x04	GMA5BK1	Gamma 5 of Bank 1	0x200	Read and Write
0x05	GMA6BK1	Gamma 6 of Bank 1	0x200	Read and Write
0x06	GMA7BK1	Gamma 7 of Bank 1	0x200	Read and Write
0x07	GMA8BK1	Gamma 8 of Bank 1	0x200	Read and Write
0x08	GMA9BK1	Gamma 9 of Bank 1	0x200	Read and Write
0x09	GMA10BK1	Gamma 10 of Bank 1	0x200	Read and Write
0x0A	GMA11BK1	Gamma 11 of Bank 1	0x200	Read and Write
0x0B	GMA12BK1	Gamma 12 of Bank 1	0x200	Read and Write
0x0C	GMA13BK1	Gamma 13 of Bank 1	0x200	Read and Write
0x0D	GMA14BK1	Gamma 14 of Bank 1	0x200	Read and Write
0x0E	GMA15BK1	Gamma 15 of Bank 1	0x200	Read and Write
0x0F	GMA16BK1	Gamma 16 of Bank 1	0x200	Read and Write
0x10	RT01	Internal Use	0x000	Read and Write
0x11	RT02	Internal Use	0x000	Read and Write
0x12	VCOM1BK1	VCOM1 Voltage of Bank 1	0x200	Read and Write
0x13	Reserved	--	--	--
0x14	Reserved	--	--	--

Register Address	Register Name	Register Description	MTP Factory Initialization Value	Read / Write
0x15	Reserved	--	--	--
0x16	Reserved	--	--	--
0x17	Reserved	--	--	--
0x18	VCOM1MINBK1	Min. VCOM1 Value of Bank 1	0x000	Read and Write
0x19	VCOM1MAXBK1	Max. VCOM1 Value of Bank 1	0x3FF	Read and Write
0x1A	RT03	Internal Use	0x000	Read and Write
0x1B	VCOM2BK1	VCOM2 Voltage of Bank 1	0x200	Read and Write
0x1C	VCOM2MINBK1	Min. VCOM2 Value of Bank 1	0x000	Read and Write
0x1D	VCOM2MAXBK1	Max. VCOM2 Value of Bank	0x3FF	Read and Write
0x1E	Reserved	--	--	--
0x1F	VREF	VREF Value	0x3FF	Read and Write
0x20	GMA1BK2	Gamma 1 of Bank 2	0x200	Read and Write
0x21	GMA2BK2	Gamma 2 of Bank 2	0x200	Read and Write
0x22	GMA3BK2	Gamma 3 of Bank 2	0x200	Read and Write
0x23	GMA4BK2	Gamma 4 of Bank 2	0x200	Read and Write
0x24	GMA5BK2	Gamma 5 of Bank 2	0x200	Read and Write
0x25	GMA6BK2	Gamma 6 of Bank 2	0x200	Read and Write
0x26	GMA7BK2	Gamma 7 of Bank 2	0x200	Read and Write
0x27	GMA8BK2	Gamma 8 of Bank 2	0x200	Read and Write
0x28	GMA9BK2	Gamma 9 of Bank 2	0x200	Read and Write
0x29	GMA10BK2	Gamma 10 of Bank 2	0x200	Read and Write
0x2A	GMA11BK2	Gamma 11 of Bank 2	0x200	Read and Write
0x2B	GMA12BK2	Gamma 12 of Bank 2	0x200	Read and Write
0x2C	GMA13BK2	Gamma 13 of Bank 2	0x200	Read and Write
0x2D	GMA14BK2	Gamma 14 of Bank 2	0x200	Read and Write
0x2E	GMA15BK2	Gamma 15 of Bank 2	0x200	Read and Write
0x2F	GMA16BK2	Gamma 16 of Bank 2	0x200	Read and Write
0x30	VCOM1BK2	VCOM1 Voltage of Bank 2	0x200	Read and Write
0x31	VCOM1MINBK2	Min. VCOM1 Value of Bank 2	0x000	Read and Write
0x32	VCOM1MAXBK2	Max. VCOM1 Value of Bank 2	0x3FF	Read and Write
0x33	VCOM2BK2	VCOM2 Voltage of Bank 2	0x200	Read and Write
0x34	VCOM2MINBK2	Min. VCOM2 Value of Bank 2	0x000	Read and Write
0x35	VCOM2MAXBK2	Max. VCOM2 Value of Bank	0x3FF	Read and Write
0x36	RT04	Internal Use	0x000	Read and Write
0x37	MOTP Remain Time	MTP Remain Time	0x3FF	Read

### 3. Gamma 電壓調整公式：

$$VREF = 20 \times \frac{VREFCode}{1023}$$

$$Gamma\ Voltage = VREF \times \frac{GammaCode}{1023}$$

## 五、自動量測與校正

在液晶面板量產中 VCOM 電壓會因為製程的關係產生不同的 VCOM 電壓需求，所以在量產的過程中就會必須在每一片的液晶面板中去調整，所以使用自動校正的工具來使得每一片液晶面板都可以自動調整 VCOM 電壓，不需要生產線的員工用眼睛去判斷液晶面板的畫面是否有閃爍的現象。

1. 自動校正 VCOM 電壓的工具，使用 MCU + Sensor 並開發自動校正 VCOM 電壓的演算法，使得在調整 VCOM 電壓方面，只要使用一個按鈕就可以達到生產線上調整 VCOM 電壓。

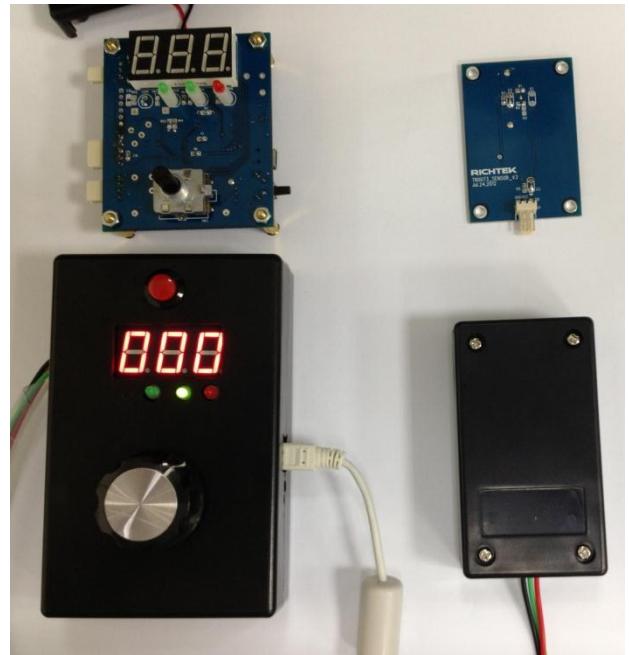
VCOM 電壓校正 Pattern :



VCOM 電壓校正所使用的 Pattern 需要配合液晶面板的畫素排列，不同的解析度不同的液晶排列方式，就需要配合相對應的 Pattern，我們把上圖的 Pattern 放大，就可以看出液晶排列的方式。



Richtek VCOM 自動校正工具：



VCOM 電壓自動校正波形：

Channel-1：液晶面板畫面閃爍的程度

Channel-2/3：I<sup>2</sup>C 控制訊號

Channel-4：VCOM 電壓



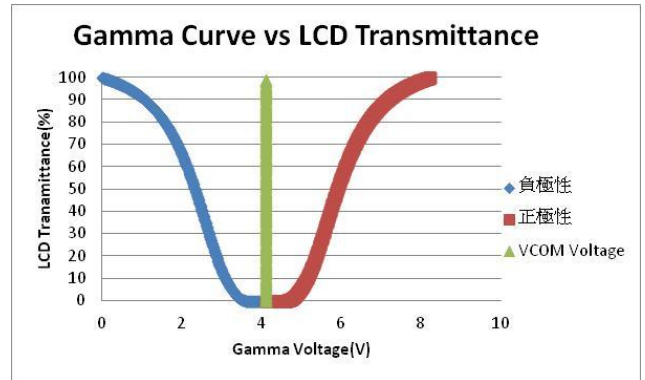
我們可以從上面的輸出波形看到，調整前的液晶面板畫面閃爍嚴重，經過我們自動校正的工具後，液晶面板畫面閃爍現象消失了。

2. 自動 Gamma 電壓設定，使用 Konica Minolta CA-310 色彩分析儀與 MCU 在 PC 上開發軟體演算法，計算出 Gamma 電壓與液晶面板的液晶穿透度的關係，自動取得所需要的 Gamma 電壓曲線，取得 Gamma 電壓曲線後再去分析

VCOM 電壓, 找出這個 Gamma 電壓曲線下最適合的 VCOM 電壓, 這樣即完成自動 Gamma 電壓設定, Gamma 電壓曲線與 VCOM 電壓設定可以使用此軟體完成所需要的 Gamma 曲線。

在自動找尋 Gamma 電壓的同時, 可以記錄下 Gamma 電壓與液晶穿透度的資訊, 透過下圖的曲線, 我們可以知道受測的液晶面板的特性為何。

Richtek 自動 Gamma 電壓測試環境: Gamma 電壓曲線測試環境為使用 Konica Minolta CA-310 色彩分析儀 Lvyx Mode, 配合 Richtek 的 MCU 與軟體演算法, 測試的畫面為白畫面。軟體介面裡面可以設定的有, I<sup>2</sup>C Slave Address, Gamma 曲線的目標值, 測試中每一個步驟的延遲時間, 液晶顯示器灰階的位元數(6/8/10 bits), 灰階取樣點的目標值, 透過這些設定使得 Gamma 電壓曲線自動校正軟體可以支援夠多的 IC 與條件, 使得自動校正的軟體更有彈性。



自動校正測試環境:

自動 Gamma 電壓 VCOM 調整: 在 Gamma IC 中調整 VCOM 電壓將使用 Konica Minolta CA-310 色彩分析儀 FMA Flicker Mode, 這個模式下可取得液晶面板畫面對比的程度, 利用這個資訊可以自動找出最適合的 VCOM 電壓。

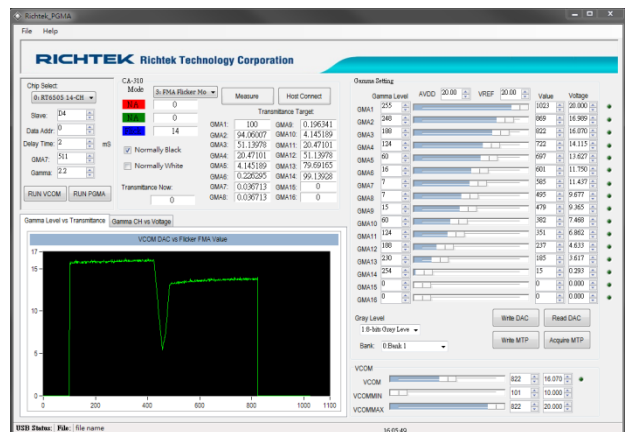
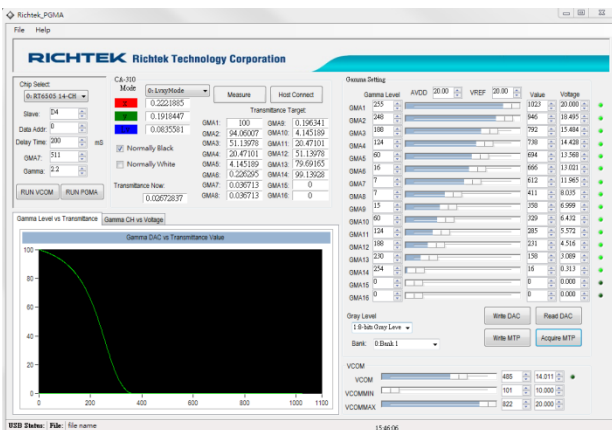


VCOM 電壓調整測試 Pattern:



自動 Gamma 軟體介面:

VCOM 電壓調整軟體畫面:



## 六、 結論

在 DVR 與 Gamma IC 中，立錡不僅提供 IC Solution，並針對使用 DVR 與 Gamma IC 所需的輔助工具，不管是生產線或是實驗室中，都有完整的 Solution。

### **Richtek Technology Corporation**

14F, No. 8, Tai Yuen 1<sup>st</sup> Street, Chupei City

Hsinchu, Taiwan, R.O.C.

Tel: 886-3-5526789

Richtek products are sold by description only. Richtek reserves the right to change the circuitry and/or specifications without notice at any time. Customers should obtain the latest relevant information and data sheets before placing orders and should verify that such information is current and complete. Richtek cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Richtek product. Information furnished by Richtek is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Richtek or its subsidiaries for its use; nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Richtek or its subsidiaries.