简介

SSD1306 是一个单片 CMOS OLED/PLED 驱动芯片可以驱动有机/聚合发光二极管点阵图形显示系统。由 128 segments 和 64 Commons 组成。该芯片专为共阴极 OLED 面板设计。SSD1306 中嵌入了对比度控制器、显示 RAM 和晶振，并因此减少了外部器件和功耗。有 256 级亮度控制。数据/命令的发送有三种接口可选择：6800/8000 串口，I2C 接口或 SPI 接口。适用于多数简介的应用，注入移动电话的屏显，MP3 播放器和计算器等。

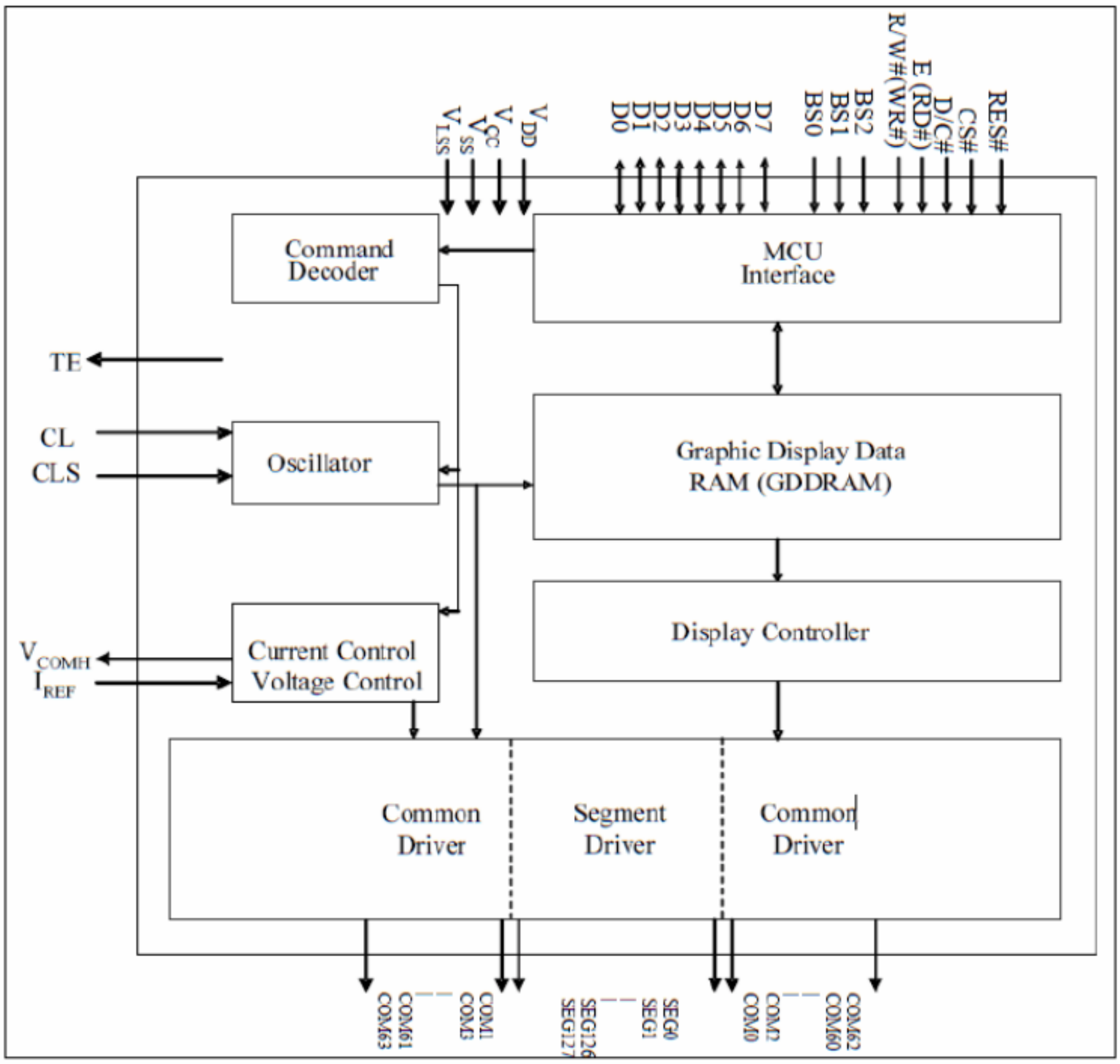
特性

1. 分辨率：128 * 64 点阵面板
2. 电源：
   a) VDD = 1.65V to 3.3V 用于 IC 逻辑
   b) VCC = 7V to 15V 用于面板驱动
3. 点阵显示
   a) OLED 驱动输出电压，最大 15V
   b) Segment 最大电流：100uA
   c) 常见最大反向电流：15mA
   d) 256 级对比亮度电流控制
4. 嵌入式 128 * 64 位 SRAM 显示缓存
5. 引脚选择 MCU 接口
   a) 8 位 6800/8000 串口
   b) 3/4 线 SPI 接口
   c) I2C 接口
6. 水平和垂直两个方向的屏幕保存连续滚动功能。
7. RAM 写同步信号
8. 可编程的帧率和多重比率
9. 行重映射和列冲映射
10. 片上晶振
11. 两种封装 COG 和 COF
12. 工作温度范围广：-40℃ to 85℃

订购信息

暂不翻译

结构方框图



功能块描述

MCU 接口选择

SSD1306MCU 接口由 8 个数据引脚和 5 个控制引脚组成。引脚分配由不同的接口选择决定，详情如下表。不同的 MCU 模块可以通过 BS[2:0]引脚的硬件选择设置。

引脚 / 总线接口	Data/Command 接口								控制信号				
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	E	R/W#	CS#	D/C#	RES#
8-bit 8080	D[7:0]								RD#	WR#	CS#	D/C#	RES#
8-bit 6800	D[7:0]								E	R/W#	CS#	D/C#	RES#
3-wire SPI	Tie LOW					NC	SDIN	SCLK	Tie LOW		CS#	Tie LOW	RES#
4-wire Spi	Tie LOW					NC	SDIN	SCLK	Tie LOW		CS#	D/C#	RES#
I2C	Tie LOW					SDAout	SDAin	SCl	Tie LOW			SA0	RES#

MCU 并口 6800 系列接口

不翻译

MCU 并口 8080 系列接口

不翻译

MCU 串口（4-wire SPI）

不翻译

MCU 串口（3-wire SPI）

不翻译

MCU I2C 接口

I2C 通讯接口由从机地址为 SA0，I2C 总线数据信号（SDAout/D2 输出和 SDAin/D1 输入）和 I2C 总线时钟信号 SCL（D0）组成。数据和时钟信号线都必须接上上拉电阻。RES#用来初始化设备。

a. 从机地址位（SA0）

SSD1306 在发送或接受任何信息之前必须识别从机地址。设备将会响应从机地址，后面跟随着从机地址位（SA0 位）和读写选择位（R/W#位），格式如下：

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0	1	1	1	1	0	SA0	R/W#

SA0 位为从机地址提供了一个位的拓展。0111100 或 0111101 都可以做为 SSD1306 的从机地址。D/C#引脚作为 SA0 用于从机地址选择。R/W#为用来决定 I2C 总线接口的操作模式。R/W# = 1，读模式。R/W# = 0 写模式

b. I2C 总线数据信号 SDA

SDA 作为发送者和接受者之间的通讯通道。数据和应答都是通过 SDA 发送。

应该注意的是 ITO 轨道电阻和 SDA 引脚上的上拉电阻会变成一个潜在的电压分压器。结

果就是 SDA 上的应答可能不能达到有效的逻辑 0。

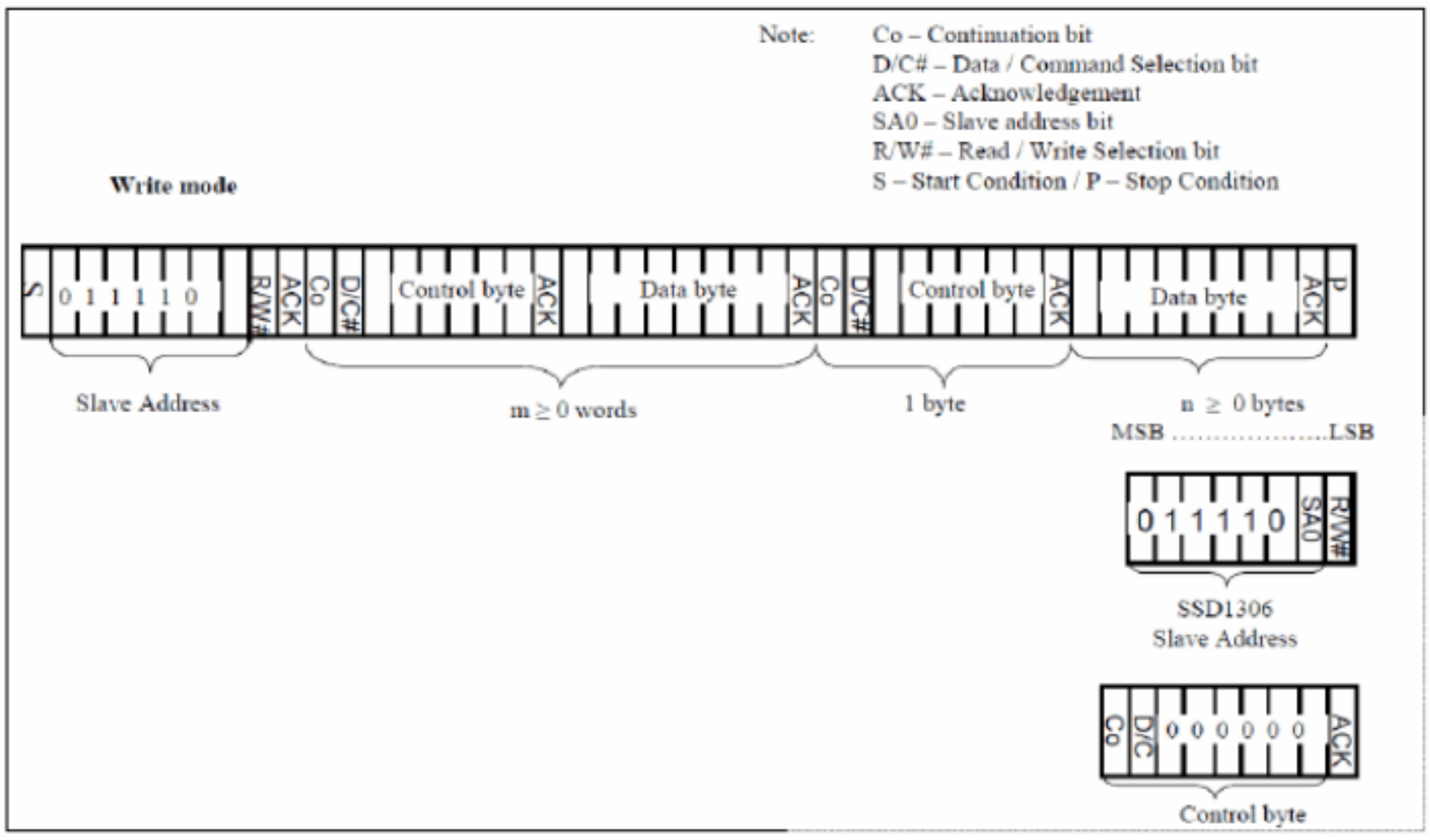
SDAin 和 SDAout 绑定到了一起作为 SDA。SDAin 引脚必须连接到 SDA。SDAout 引脚可以不连接。当 SDAout 引脚不连接，应答信号将会被 I2C 总线忽略。

c. I2C 总线时钟信号 SCL

I2C 总线上的信息传输任务是随着一个时钟信号的，SCL。每个数据位的传输任务发生在 SCL 的单个的时钟周期中。

I2C 总线写数据

I2C 总线接口提供了写数据和命令到设备的接口。关于 I2C 总线的写模式的时序请参考下图：



I2c 的写模式

1. 主机设备通过开始条件初始化数据通讯。开始条件的定义在下面的图中展示。开始条件通过将 SDA 从高拉低而 SCL 保持高建立。
2. 从机地址紧跟着开始条件作为标志用。对于 SSD1306，从机地址可以是“b0111100”或“b0111101”通过改变 SA0 到 LOW 或 HIGH（D/C 引脚作为 SA0）。
3. 写模式的建立是通过设置 R/W#为到逻辑 0 实现的。
4. 应答位信号将在接收到一个字节的数据后发生包括从机地址和 R/W#位。可以参考下面的应答位信号的图示。应答位的定义是在应答位相关的时钟脉冲的高周期中把 SDA 线拉低。
5. 传输完从机地址之后，控制字节或数据字节开始通过 SDA 传输。一个控制字节主要由 CO 和 D/C#位后面再加上六个 0 组成的。
   a) 如果 Co 为设为逻辑 0,，后面传输的信息就只包含数据字节。
   b) D/C 为决定了下个数据字节是作为命令还是数据。如果 D/C#位设为 0，下一个数据就是命令。如果 D/C#位设为 1，下一个数据就是数据，将会存在 GDDRAM 中。GDDRAM 列地址指针将会在每次数据写之后自动加 1.

6. 应答位将会在接收到每个控制字节或数据字节之后发生
7. 写模式会在用了停止条件之后结束。停止条件：将 SDA 从低拉高，而 SCL 保持高。

Figure 8-8 : Definition of the Start and Stop Condition

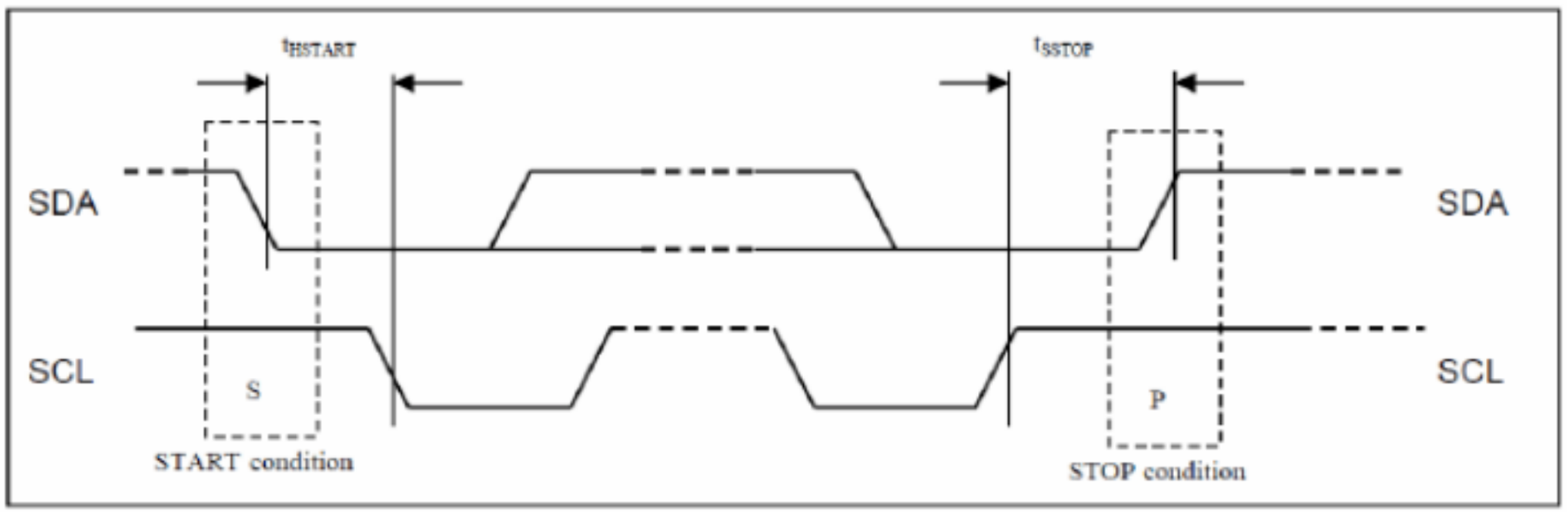
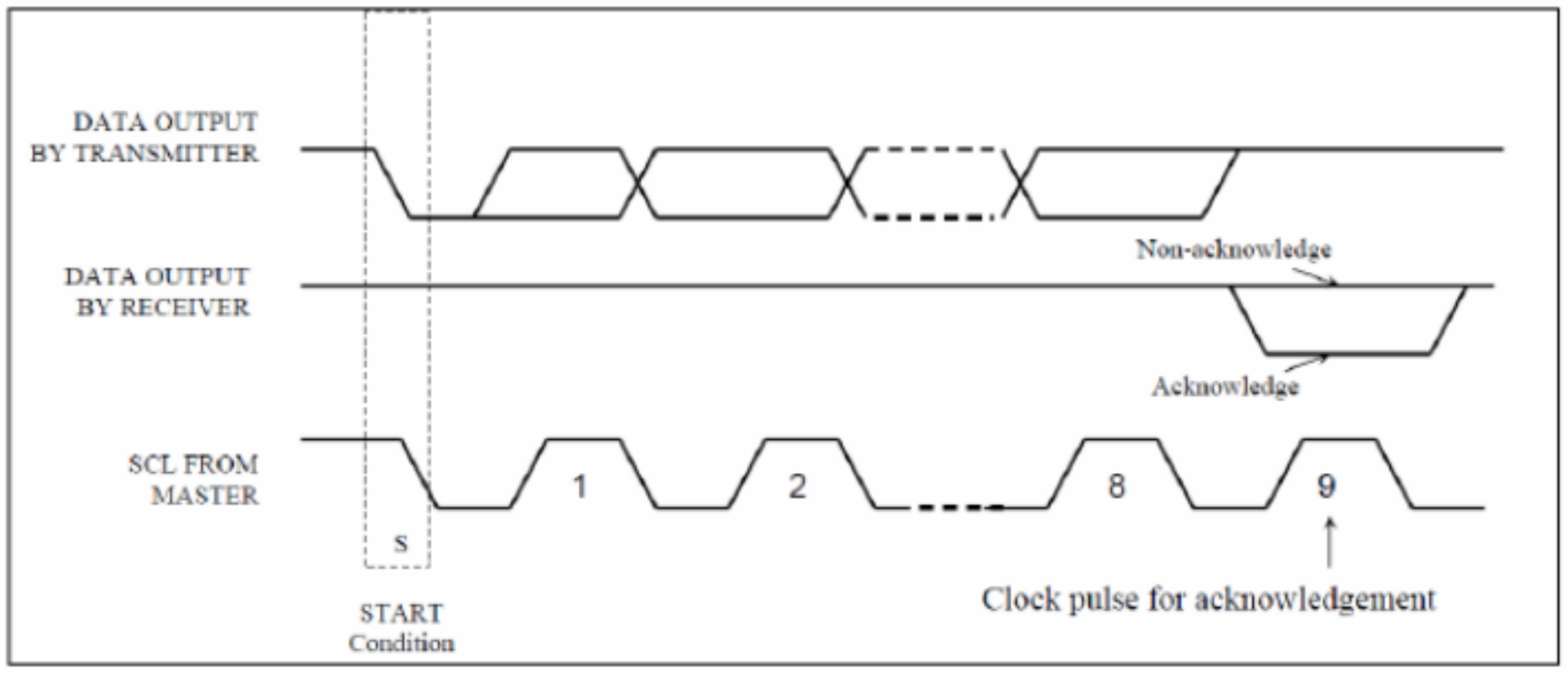


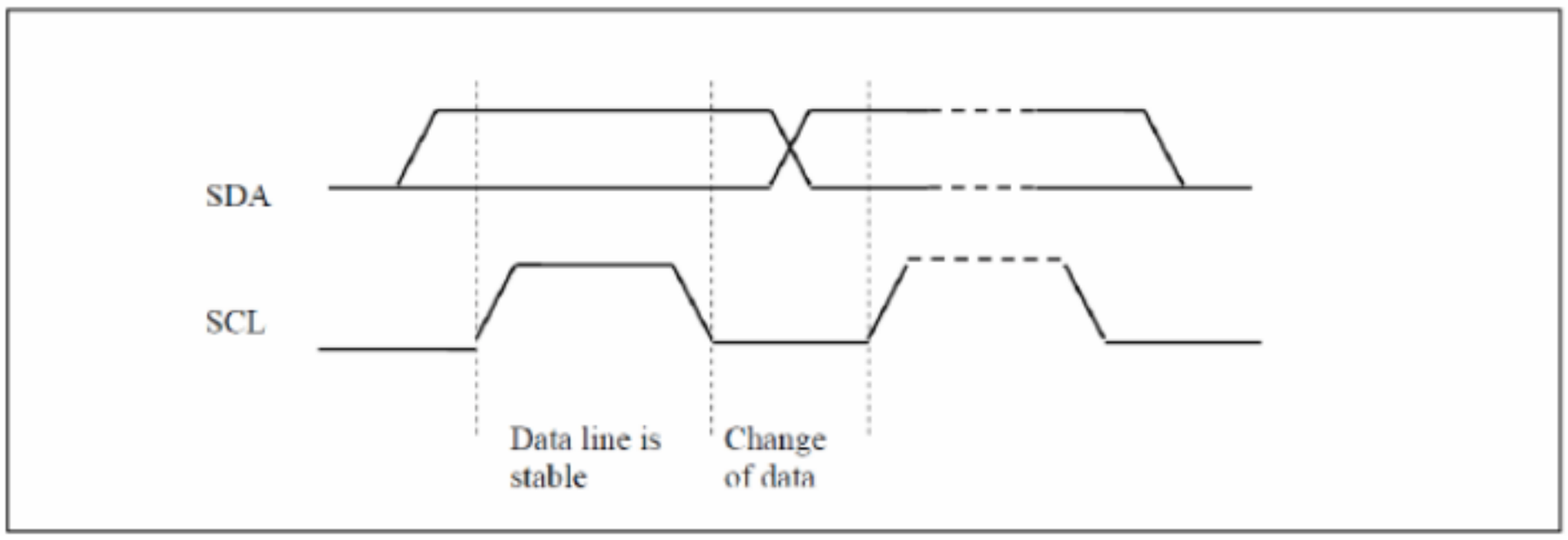
Figure 8-9 : Definition of the acknowledgement condition



请注意数据位的传输是有限制的

1. 数据位，在每个 SCL 脉冲阶段传输，必须在时钟脉冲高周期内保持稳定状态。可以参考下面的图示。除了开始或停止条件，数据线只能在 SCL 为 LOW 的时候转换状态。
2. SDA 和 SCL 都必须接外接上拉电阻

Figure 8-10 : Definition of the data transfer condition



命令解码器

这个模块决定了输入数据被解读为数据还是命令。数据的解读是基于 D/C#引脚的输入。

如果 D/C#引脚是高，D[7:0]就被解读为写到图像显示数据 RAM（GDDRAM）中的显示数据。如果是低，D[7:0]的输入就被解读为一个命令。然后数据输入就会被解码并写到相关的命令寄存器中。

晶振电路和显示时间发生器

这是一个片上低功耗 RC 震荡电路。操作时钟（CLK）可以由内部震荡器或外部 CL 引脚生成。这个选择是通过 CLS 引脚完成的。当 CLS 引脚拉高，内部振荡器开启，CL 应该保留开启。将 CLS 拉低可以静止内部振荡器，外部时钟必须连接到 CL 引脚上。当选择了内部振荡器之后，输出频率 Fosc 可以通过命令 D5h A[7:4]修改。
用于显示时钟发生器的显示时钟（DCLK）是源于 CLK 的。分频因子“D”可以通过命令 D5h 编程范围为 1 到 16
DCLK = Fosc/D
显示的帧率是由下面的公式决定

D 代表时钟分频。由 D5h A[3:0]设置。范围是 1 到 16
K 是每行显示时钟的数量。值的计算如下：

K = 相 1 周期 + 相 2 周期 + BANK0 脉冲宽度 = 2 + 2 + 50 = 54 在上电重启时 Number of multiplex ratio 通过 command A8h 设置。上电重启值为 63 。
Fosc 是振荡器频率，可以通过命令 D5h A[7:4]修改。值越大频率越大。

FR 同步

不翻译

重启电路

当 RES# 输入为 LOW 时，芯片初始化为下面的状态：

1. 显示关
2. 128 * 64 显示模式
3. 正常的 segment 和显示数据列地址和行地址映射（SEG0 映射到 address 00h，COM0 映射到 address 00h）
4. 在串口中清除移位寄存器数据
5. 显示开始行设置为显示 RAM 地址 0
6. 列地址计数设为 0
7. 正常扫描 COM 输出方向
8. 对比度控制寄存器设为 7Fh
9. 正常显示模式（等同于 A4h 命令）

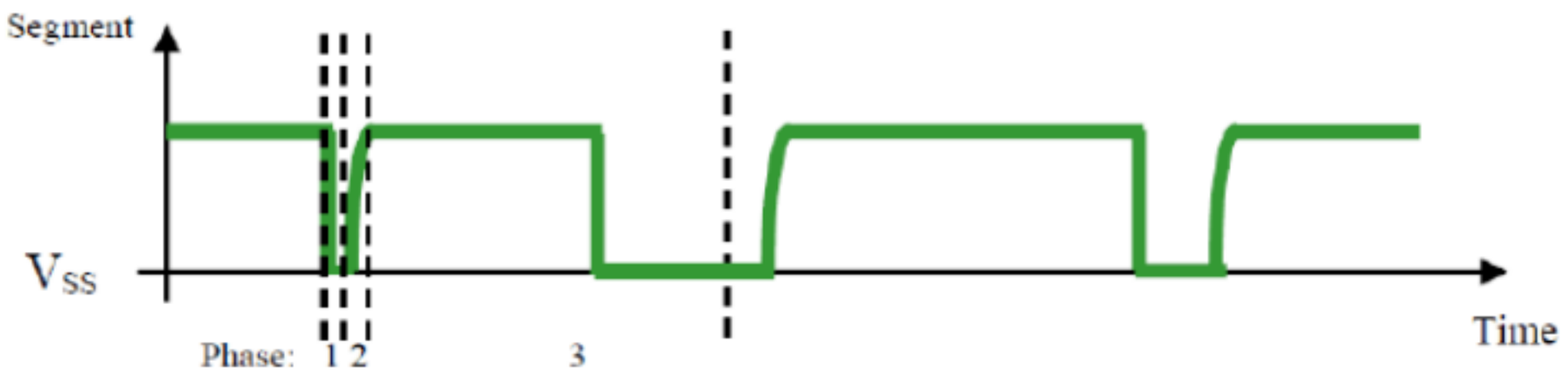
Segment 驱动/Common 驱动

Segment 驱动实现了 128 个电路源来驱动 OLED 面板。驱动电流的范围可以在 0 到 100uA 以内调节，有 256 个等级。Common 驱动产生电压脉冲。

segment 驱动波形分为 3 个阶段：

1. 在阶段 1，OLED 用于显示上一个图片的像素停止充电目的是为了准备显示下一张图片的内容。
2. 在阶段 2，OLED 像素被充到目标电压。像素被从 Vss 驱动到相关电压水平。阶段 2 时间可以通过编程在 1 到 15 个 DCLK 内变化。如果 OLED 面板的像素的电容值比较大，那么就需要更长的时间周期来给电容充电以达到想要的电压。
3. 在阶段 3，OLED 驱动转换为使用电流源来驱动 OLED 像素，这就是电流源驱动阶段了。

Figure 8-12 : Segment Output Waveform in three phases



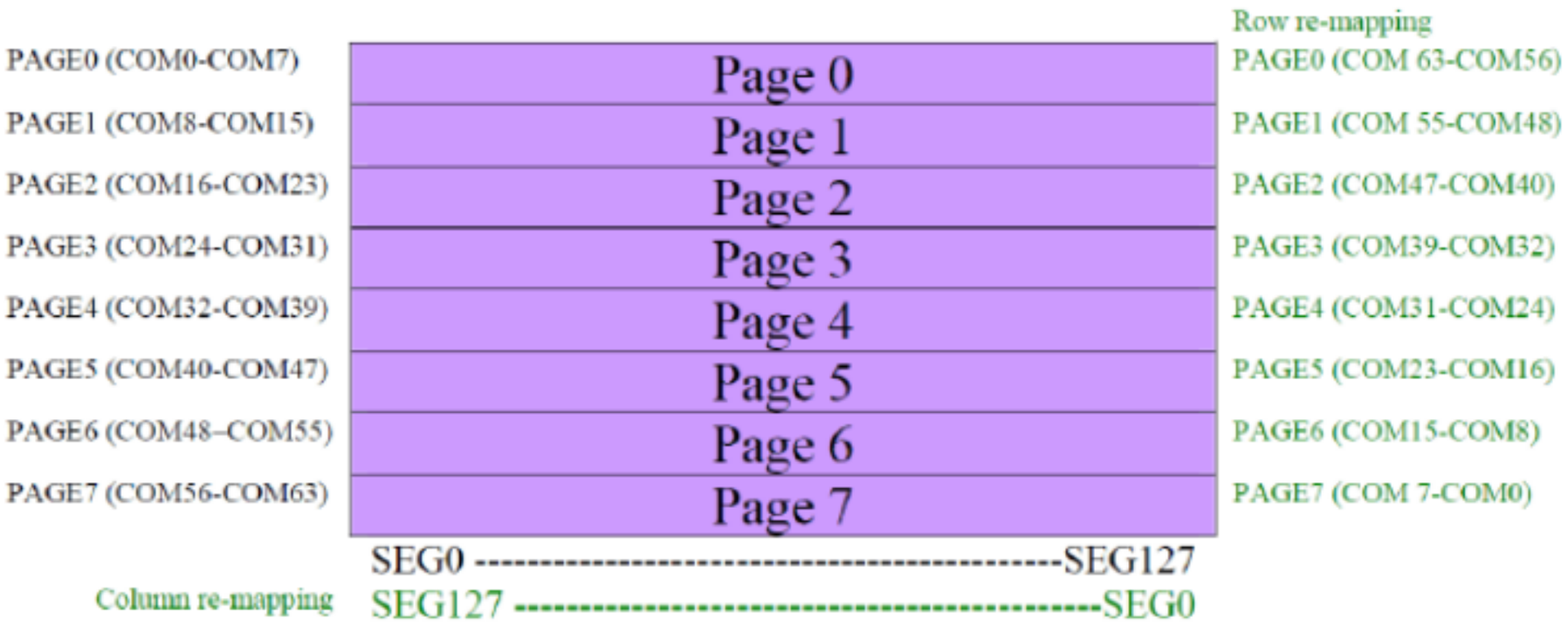
当完成阶段 3 之后，驱动芯片会回到阶段 1 来显示下一行图像信息。这三部循环持续运行来刷新 OLED 面板上的图像显示。

在阶段 3，如果电流驱动脉冲长度设为 50，在电流驱动阶段完成 50 个 DCLK 后，驱动芯片回到阶段 1 准备下一行的显示。

图形显示数据 RAM（GDDRAM）

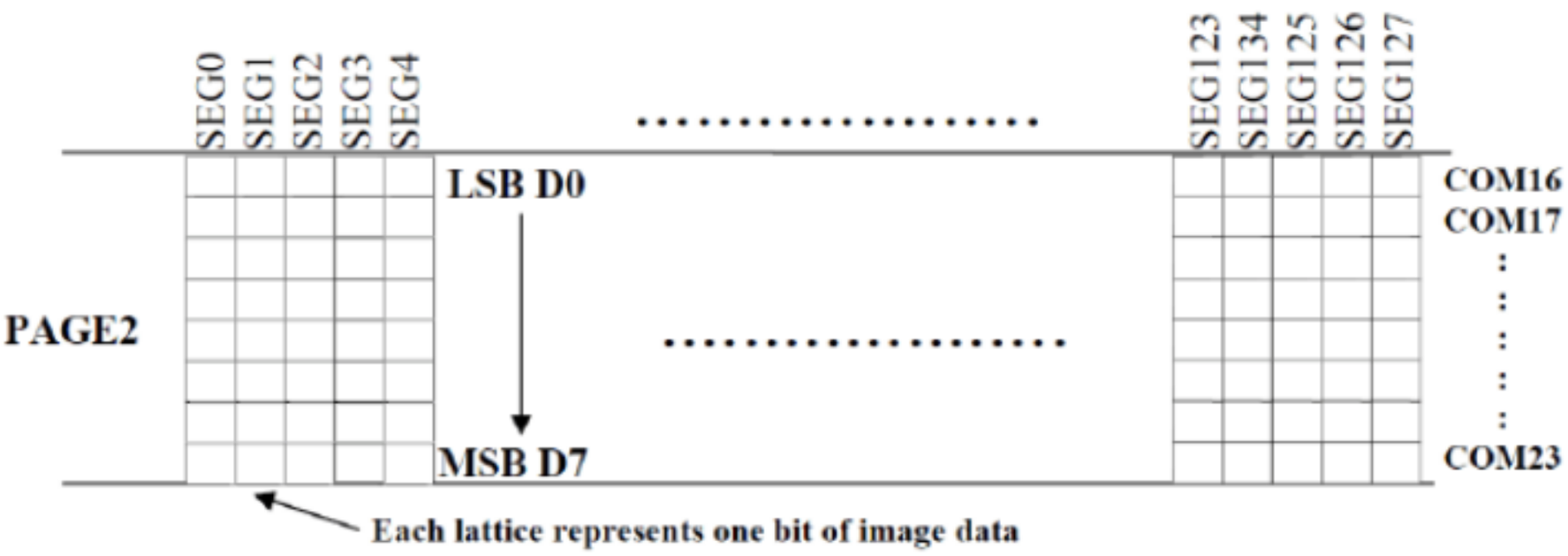
GDDRAM 是一个为映射静态 RAM 保存位模式来显示。该 RAM 的大小为 128 * 64 为，RAM 分为 8 页，从 PAFE0 到 PAGE7，用于单色 128 * 64 点阵显示，如下图所示

Figure 8-13 : GDDRAM pages structure of SSD1306



当一个数据字节写到 GDDRAM 中，所有当前列的同一页的行图像数据都会被被填充（比如，被列地址指针指向的整列（8 位）都会被填充）。数据位 D0 写到顶行，而数据位 D7 写到底行，如下图所示。

Figure 8-14 : Enlargement of GDDRAM (No row re-mapping and column-remapping)



为了灵活性，segment 和 common 上的重映射都可以通过软件选择。
对于显示的垂直移动，一个内部的寄存器保存了显示开始行可以用来设置控制 RAM 数据部分来映射显示（命令 D3h）。

SEG/COM 驱动块

不翻译

上电和断电顺序

不翻译

命令表

（D/C# = 0， R/W#(WR#) = 0, E(RD# = 1)，除非有别的状态声明）

1. 基本命令表											
D/C#	Hex	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	命令	描述
0 0	81 A[7:0]	1 A7	0 A6	0 A5	0 A4	0 A3	0 A2	0 A1	1 A0	设置对比度	双字节命令选择 256 级对比度中的一种。对比度随着值的增加而增加 （RESET = 7Fh）
0	A4/A5	1	0	1	0	0	1	0	X0	整体显示开启状态	A4h，X0 =0b：恢复 RAM 内容的显示（RESET） 输出跟随 RAM A5h， X0 =1b：进入显示开启状态，输出不管 RAM 内容
0	A6/A7	1	0	1	0	0	1	1	X0	设置正常显示或反相显示	A6h, X[0]=0b:正常显示（RESET） 在RAM中的0：在显示面板上为关 在RAM中的1：在显示面板上为开 A7h, X[0]=1b: 反相显示 在RAM中的0：在显示面板上为开 在RAM中的1：在显示面板上为关
0	AE AF	1	0	1	0	1	1	1	X0	设置显示开或关	AEh, X[0]=0b:显示关（睡眠模式） (RESET) AFh X[0]=1b:显示开，正常模式
2. 滚屏命令											
D/C#	Hex	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	命令	描述
0 0 0 0 0	26/27 A[7:0] B[2:0] C[2:0] D[2:0]	0 0 * * *	0 0 * * *	1 0 * * *	0 0 * * *	0 0 * * *	1 0 B2 C2 D2	1 0 B1 C1 D1	X0 0 B0 C0 D0	持续水平滚动设置	26h, X[0]=0, 向右水平滚动 27h, X[0]=1, 向左水平滚动 （水平平移1列） A[7:0] : 空字节 B[2:0] : 定义开始页地址

											000b - PAGE0 / 011b - PAGE3 / 110b - PAGE6 001b - PAGE1 / 100b - PAGE4 / 111b - PAGE7 010b - PAGE2 / 101b - PAGE5 C[2:0]：在帧率范围内设置每次滚屏的时间间隔 000b - 5 frames / 100b - 3 frames 001b - 64 frames / 101b - 4 frames 010b - 128 frames / 110b - 25 frame 011b - 256 frames / 111b - 2 frame D[2:0]：定义结束页地址 000b - PAGE0 / 011b - PAGE3 / 110b - PAGE6 001b - PAGE1 / 100b - PAGE4 / 111b - PAGE7 010b - PAGE2 / 101b - PAGE5 D[2:0]的值必须大于或等于B[2:0]
D/C#	Hex	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	命令	描述
0	29/2A	0	0	1	0	1	0	X1	X0	持续垂直和水平滚屏设置	29h，X1X0=01b：垂直和右水平滚屏 2Ah，X1X0=10b：垂直和左水平滚屏 （水平滚动一列） A[7:0]：空字节 B[2:0]：定义开始页地址 000b - PAGE0 / 011b - PAGE3 / 110b - PAGE6
0	A[2:0]	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	B[2:0]	*	*	*	*	*	B2	B1	B0		
0	C[2:0]	*	*	*	*	*	C2	C1	C0		
0	D[2:0]	*	*	*	*	*	D2	D1	D0		
0	E[5:0]	*	*	E5	E4	E3	E2	E1	E0		

										PAGE0 PAGE3 PAGE6 001b - PAGE1 100b - PAGE4 111b - PAGE7 010b - PAGE2 101b - PAGE5 C[2:0] :在帧频范围内设置每次滚屏的时间间隔 000b - 5 frames 100b - 3 frames 001b - 64 frames 101b - 4 frames 010b - 128 frames 110b - 25 frame 011b - 256 frames 111b - 2 frame D[2:0] :定义结束页地址 000b - PAGE0 011b - PAGE3 110b - PAGE6 001b - PAGE1 100b - PAGE4 111b - PAGE7 010b - PAGE2 101b - PAGE5 D[2:0] 的值必须大于或等于B[2:0] E[5:0] :垂直滚屏的位移 比如 E[5:0]= 01h offset =1 row E[5:0] =3Fh offset =63 rows **注意** (1) 没有持续垂直滚屏功能
D/C#	Hex	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	命令	描述
0	2E	0	0	1	0	1	1	1	0	关闭滚屏	关闭因命令 26h/27h/29h/2Ah 开启

											的滚屏功能 注意： 在使用 2Eh 命令来关闭滚屏动作后，RAM 的数据需要重写
D/C#	Hex	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	命令	描述
0	2F	0	0	1	0	1	1	1	1	激活滚屏	开始滚屏，滚屏命令 26h/27h/29h/2Ah 配置的，有效的顺序是： 有效命令顺序 1:26h；2Fh 有效命令顺序 2:27h；2Fh 有效命令顺序 3:29h；2Fh 有效命令顺序 4:2Ah；2Fh 举例说明：如果发布命令 26h；2Ah；2Fh，那么最后的一个滚屏命令会被执行，在这里是 2Ah。换句话说最后的滚屏命令会重写以前的滚屏设置命令。
D/C#	Hex	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	命令	描述
0 0 0	A3 A[5:0] B[6:0]	1 * *	0 * B6	1 A5 B5	0 A4 B4	0 A3 B3	0 A2 B2	1 A1 B1	1 A0 B0	设置垂直滚动区域	A[5:0]设置顶层固定的行数。顶层固定区域的行数参考 GDDRAM 的顶部(比如 row0）重置为 0 B[6:0]设置滚动区域的行数。这个行的数量用于垂直滚动滚动区域。滚动区域开始于顶层固定区域的下一行。重置为 64. Note 1. A[5:0]+B[6:0] <=MUX ratio 2. B[6:0] <= MUX ratio 3. 垂直滚动偏移（29h/2Ah 命令中的 E[5:0]）< B[6:0] 4. 设置显示开始线（40h~7Fh 中的 X5X4X3X2X1X0 ）<B[6:0] 5. 滚动区域的最后一行移动到滚动区域的第一行

											6. 对于 64d 最大显示 A[5:0]= 0，B[6:0]= 64 整个区域滚动 A[5:0]=0 ，B[6:0]<64 顶层区域滚动 A[5:0]+B[6:0]<64 中心区域滚动 A[5:0]+B[6:0]= 64 底部区域滚动
3. 地址设置命令表											
D/C#	Hex	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	命令	描述
0	00~0f	0	0	0	0	X3	X2	X1	X0	设置低一点的列的开始地址作为页地址模式	Set the lower nibble of the column start address register for Page Addressing Mode using X[3:0] as data bits. The initial display line register is reset to 0000b after RESET.
0	10~1F	0	0	0	2	X3	X2	X1	X0	设置列的高地址作为页的开始地址	Set the higher nibble of the column start address register for Page Addressing Mode using X[3:0] as data bits. The initial display line register is reset to 0000b after RESET.
0 0	20 A[1:0]	0 *	0 *	1 *	0 *	0 *	0 *	0 A1	0 A0	设置内存地址模式	A[1:0] = 00b, Horizontal Addressing Mode A[1:0] = 01b, Vertical Addressing Mode A[1:0] = 10b, Page Addressing Mode (RESET) A[1:0] = 11b, Invalid
0 0 0	21 A[6:0] B[6:0]	0 * *	0 A6 B6	1 A5 B5	0 A4 B4	0 A3 B3	0 A2 B2	0 A1 B1	1 A0 B0	设置列地址	设置列的开始和结束地址 A[6:0] : Column start address, range : 0-127d, (RESET=0d)

											B[6:0]: Column end address, range : 0-127d, (RESET =127d)
D/C#	Hex	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	命令	描述
0 0 0	22 A[2:0] B[2:0]	0 * *	0 * *	1 * *	0 * *	0 * *	0 A2 B2	1 A1 B1	0 A0 B0	设置页地址	设置页的开始结束地址 A[2:0] : Page start Address, range : 0-7d, (RESET = 0d) B[2:0] : Page end Address, range : 0-7d, (RESET = 7d)
0	B0~B7	1	0	1	1	0	X2	X1	X0	设置页开始地址作为页地址模式	Set GDDRAM Page Start Address (PAGE0~PAGE7) for Page Addressing Mode using X[2:0].
硬件配置											
D/C#	Hex	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	命令	描述

4. Hardware Configuration (Panel resolution & layout related) Command Table

D/C#	Hex	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Command	Description
0	40~7F	0	1	X_5	X_4	X_3	X_2	X_1	X_0	Set Display Start Line	Set display RAM display start line register from 0-63 using $X_5X_4X_3X_2X_1X_0$. Display start line register is reset to 000000b during RESET.
0	A0/A1	1	0	1	0	0	0	0	X_0	Set Segment Re-map	A0h, X[0]=0b: column address 0 is mapped to SEG0 (RESET) A1h, X[0]=1b: column address 127 is mapped to SEG0
0 0	A8 A[5:0]	1 *	0 *	1 A_5	0 A_4	1 A_3	0 A_2	0 A_1	0 A_0	Set Multiplex Ratio	Set MUX ratio to N+1 MUX N=A[5:0] : from 16MUX to 64MUX, RESET= 111111b (i.e. 63d, 64MUX) A[5:0] from 0 to 14 are invalid entry.
0	C0/C8	1	1	0	0	X_3	0	0	0	Set COM Output Scan Direction	C0h, X[3]=0b: normal mode (RESET) Scan from COM0 to COM[N –1] C8h, X[3]=1b: remapped mode. Scan from COM[N-1] to COM0 Where N is the Multiplex ratio.
0 0	D3 A[5:0]	1 *	1 *	0 A_5	1 A_4	0 A_3	0 A_2	1 A_1	1 A_0	Set Display Offset	Set vertical shift by COM from 0d~63d The value is reset to 00h after RESET.
0 0	DA A[5:4]	1 0	1 0	0 A_5	1 A_4	1 0	0 0	1 1	0 0	Set COM Pins Hardware Configuration	A[4]=0b, Sequential COM pin configuration A[4]=1b(RESET), Alternative COM pin configuration A[5]=0b(RESET), Disable COM Left/Right remap A[5]=1b, Enable COM Left/Right remap

5. Timing & Driving Scheme Setting Command Table

D/C#	Hex	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Command	Description
0 0	D5 A[7:0]	1 A_7	1 A_6	0 A_5	1 A_4	0 A_3	1 A_2	0 A_1	1 A_0	Set Display Clock Divide Ratio/Oscillator Frequency	A[3:0] : Define the divide ratio (D) of the display clocks (DCLK): Divide ratio= A[3:0] + 1, RESET is 0000b (divide ratio = 1) A[7:4] : Set the Oscillator Frequency, F_{OSC}. Oscillator Frequency increases with the value of A[7:4] and vice versa. RESET is 1000b Range:0000b~1111b Frequency increases as setting value increases.
0 0	D9 A[7:0]	1 A_7	1 A_6	0 A_5	1 A_4	1 A_3	0 A_2	0 A_1	1 A_0	Set Pre-charge Period	A[3:0] : Phase 1 period of up to 15 DCLK clocks 0 is invalid entry (RESET=2h) A[7:4] : Phase 2 period of up to 15 DCLK clocks 0 is invalid entry (RESET=2h)
0 0	DB A[6:4]	1 0	1 A_6	0 A_5	1 A_4	1 0	0 0	1 0	1 0	Set V_{COMH} Deselect Level	A[6:4] / Hex code / V_{COMH} deselect level 000b / 00h / ~ 0.65 x V_{CC} 010b / 20h / ~ 0.77 x V_{CC} (RESET) 011b / 30h / ~ 0.83 x V_{CC}
0	E3	1	1	1	0	0	0	1	1	NOP	Command for no operation

9.1 数据读写

为了往 GDDRAM 中写数据，在 6800 系列并口和 8080 系列并口模式中将 R/W#（WR#）引脚置低，D/C#引脚置高。串口模式总是处于写模式。GDDRAM 列地址指针在写完一个数据之后会自动加一。

10 命令描述

10.1 基本命令

10.1.1 设置低列开始地址作为页地址模式（00h~0Fh）

10.1.2 设置高列开始地址作为页地址模式（10h~1Fh）

10.1.3 设置内存地址模式（20h）

SSD1306 中有三种不同的内存地址模式：页地址模式，水平地址模式，垂直地址模式。这个命令将内存地址模式设置成这三种中的一种。在这里 COL 的意思是图形显示数据 RAM 列。

页地址模式（A[1:0] =10xb）

在页地址模式下，在显示 RAM 读写之后，列地址指针自动加一。如果列地址指针达到了列的结束地址，列地址指针重置为列开始地址并且也地址指针不会改变。用户需要设置新的页和列地址来访问下一页 RAM 内从。页地址模式下 PAGE 和列地址指针的移动模式参考下图

Figure 10-1 : Address Pointer Movement of Page addressing mode

	COL0	COL 1	…..	COL 126	COL 127
PAGE0	→	→	→	→	→
PAGE1	→	→	→	→	→
:	:	:	:	:	:
PAGE6	→	→	→	→	→
PAGE7	→	→	→	→	→

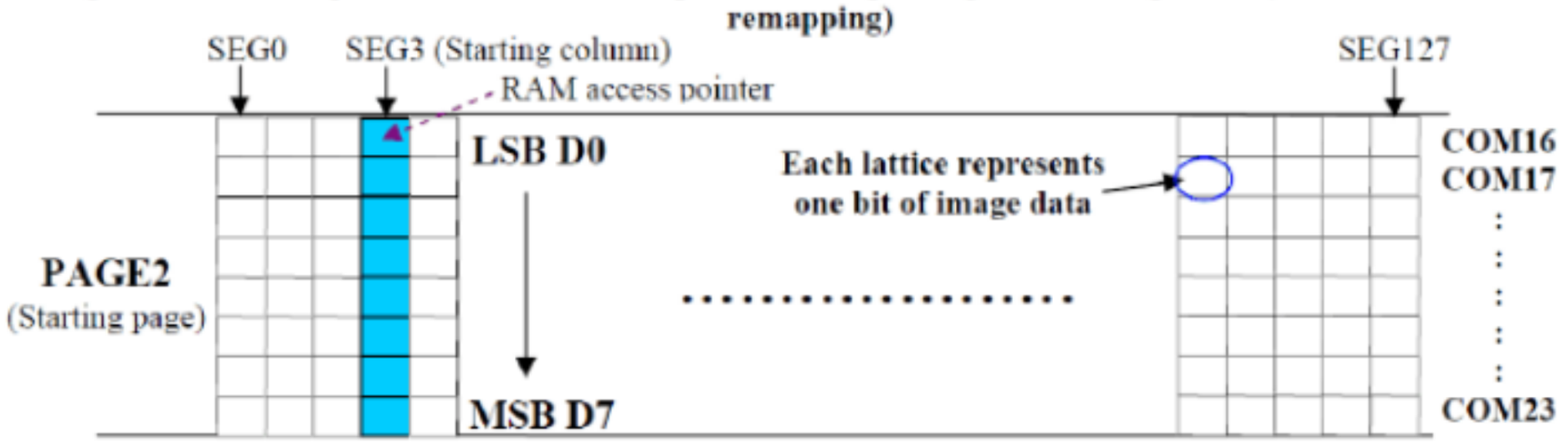
在正常显示数据 RAM 读或写和页地址模式，要求使用下面的步骤来定义开始 RAM 访问的位

置：

1. 通过命令 B0h 到 B7h 来设置目标显示位置的页开始地址
2. 通过 00h~0Fh 来设置低开始列地址的指针
3. 通过命令 10h~1Fh 来设置高开始列地址

比如说，如果页地址设置为 B2h，低列地址是 03h 高列地址为 00h，那么就意味着开始列是 PAGE2 的 SEG3.RAM 访问指针的位置如下图所示。输出数据字节将写到 RAM 列 3 的位置。

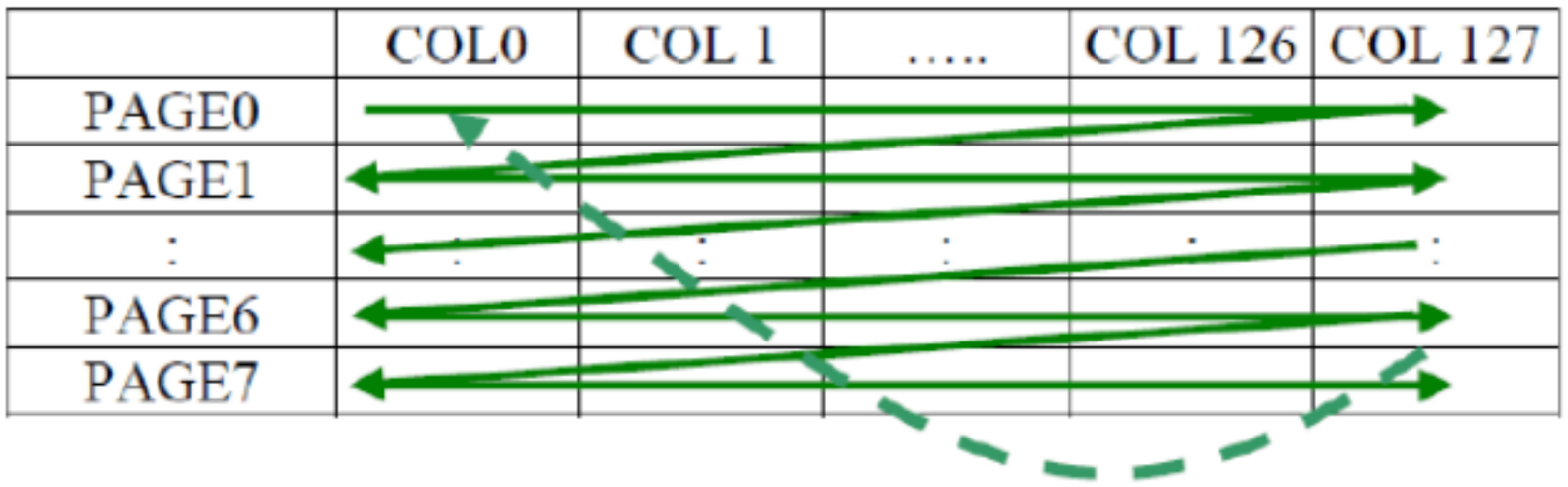
Figure 10-2 : Example of GDDRAM access pointer setting in Page Addressing Mode (No row and column-remapping)



水平寻址模式（A[1:0]= 00b）

在水平寻址模式下，当显示 RAM 被读写之后，列地址指针自动加一。如果列地址指针达到列的结束地址，列地址指针重置为列的开始地址，并且页地址指针自动加 1。水平寻址模式下页和列地址的移动顺序如下图所示。当列地址和页地址都达到了结束地址，指针重设为列地址和页地址的开始地址。

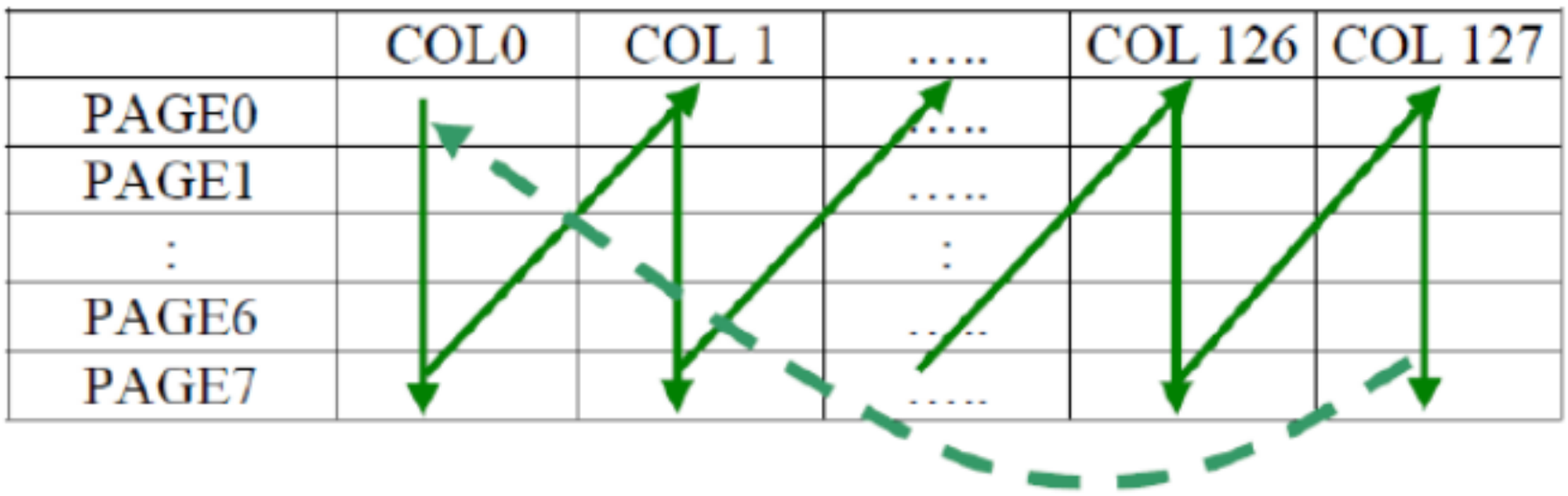
Figure 10-3 : Address Pointer Movement of Horizontal addressing mode



垂直寻址模式（A[1:0]=01b）

在垂直寻址模式下，当显示 RAM 被读写之后，页地址指针自动加一。如果页地址达到了页的结束地址，页地址自动重置为页的开始地址，列地址自动加一。页地址和列地址的移动顺序如下图所示。当列地址和页地址都达到结束地址后，指针自动重置为开始地址。

Figure 10-4 : Address Pointer Movement of Vertical addressing mode



在正常显示 RAM 读或写，水平/垂直寻址模式下，要求用下面的步骤来定义 RAM 访问指针位置：

1. 用 21h 命令设置目标显示位置的列的开始和结束地址；
2. 用命令 22h 设置目标显示位置的页的开始和结束地址

10.1.4 设置列地址（21h）

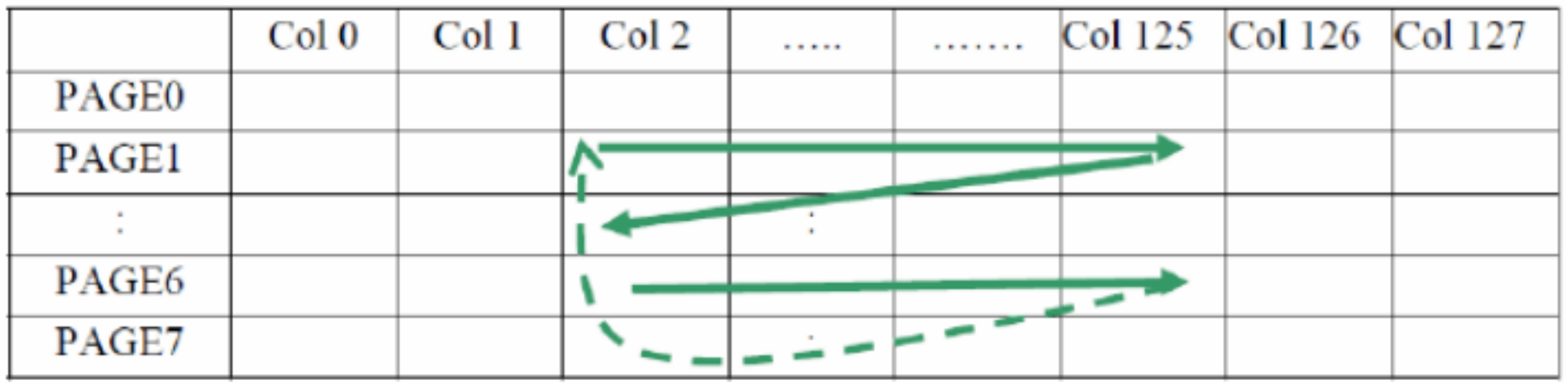
这个三字节命令指定了显示数据 RAM 列开始地址和结束地址。这个命令也会设置列地址指针到列开始地址。这个指针用于定义当前读写的显示数据 RAM 列地址。如果用 20h 命令开启了水平寻址命令，在完成读写一个列数据之后，该指针就会自动指向下一列地址。当什么时候列地址指针完成了访问列结束地址，它就会返回到列开始地址，和行地址增加到下一行。

10.1.5 设置页地址（22h）

这个三字节的命令指定了显示数据 RAM 页的开始和结束地址。这个命令同时也设置了页地址指针到页开始地址。这个指针用来定义在图像显示数据 RAM 中当前读写的地址。如果当前是垂直寻址模式，在读写完一页数据之后，会自动增加到下一页地址。当页地址指针完成访问结束页地址之后，会重置到开始页地址。

下面的插图展示了列和页地址指针的移动方式：列开始地址设置为 2，列结束地址设置为 125，页开始地址设置为 1，页结束地址设置为 6；通过命令 20h 使能水平地址增加模式。在这个案例中，图形显示数据 RAM 可访问的地址就只有从列 2 到列 125，页 1 到页 6。另外，列地址指针被设为 2 页地址指针被设为 1.在完成读写数据中的一个像素后，列地址自动加 1 到下一个 RAM 位置进行下一次读写操作。当列地址指针完成访问结束列地址 125 之后，重新回到列 2，页地址自动加 1。当结束页 6 和结束列 125RAM 位置被访问过之后，页地址设回 1，列地址设回 2。

Figure 10-5 : Example of Column and Row Address Pointer Movement



10.1.6 设置显示开始行（40h~7Fh）

这个命令设置显示开始行寄存器来决定显示 RAM 的开始地址，通过选择 0 到 63 的值。当值为 0 是，RAM 行 0 映射到 COM0，当值为 1 时，RAM 行 1 映射到 COM0，以此类推。

10.1.7 为 BANK0 设置对比度控制（81h）

这个命令用来设置显示的对比度，该芯片有 256 级对比度，从 00h 到 FFh。屏显输出电流随着对比度增大而增大。

10.1.8 设置 Segment 重映射（A0h/A1h）

这个命令修改显示数据列地址和 segment 驱动器之间的映射，允许在 OLED 模块设置上的灵活性。

这个命令只影响后续的数据输出。早已存储在 GDDRAM 中的数据不会改变。

10.1.9 全部显示开启（A4h/A5h）

A4h 命令打开显示，输出依据 GDDRAM 中的内容。

如果使用 A5h 命令，然后再使用 A4h 命令，显示就会重覆盖为 GDDRAM 的内容。

换句话说，A4h 命令从整体显示开启状态覆盖显示。

A5h 命令轻质整体显示状态位开启，不管显示数据 RAM 中的内容。

10.1.10 设置正常/反相显示（A6h、A7h）

这个命令将显示设置成正常或反相模式。在正常模式 1 就是开，而在反相模式下 1 就是关

。

10.1.11 设置复用率（A8h）

这个命令转换默认的 63 复用模式到任何复用率，范围从 16 到 63。输出 pads COM0~COM63 将会转换为相关的 COM 信号。

10.1.12 设置显示开、关（Aeh、AFh）

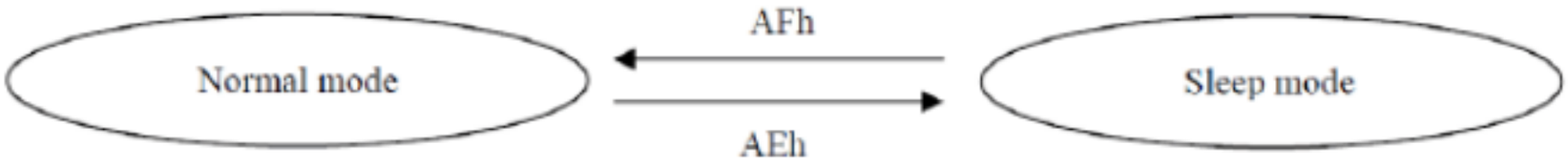
这个单字节命令用来打开或关闭 OLED 面板的显示。

当显示是 ON，通过设置主机配置命令选择的电路会打开；

当显示为 OFF 时，这些电路会关闭，segment 和 common 输出将处于高阻状态。这些命令设置显示的状态在开关之间切换：

- AEh : Display OFF
- AFh : Display ON

Figure 10-6 :Transition between different modes



10.1.13 设置页开始地址作为页寻址模式（B0h~B7h）

……

10.1.14 设置 COM 输出扫描方向（C0h、C8h）

……

10.1.15 设置显示偏移（D3h）

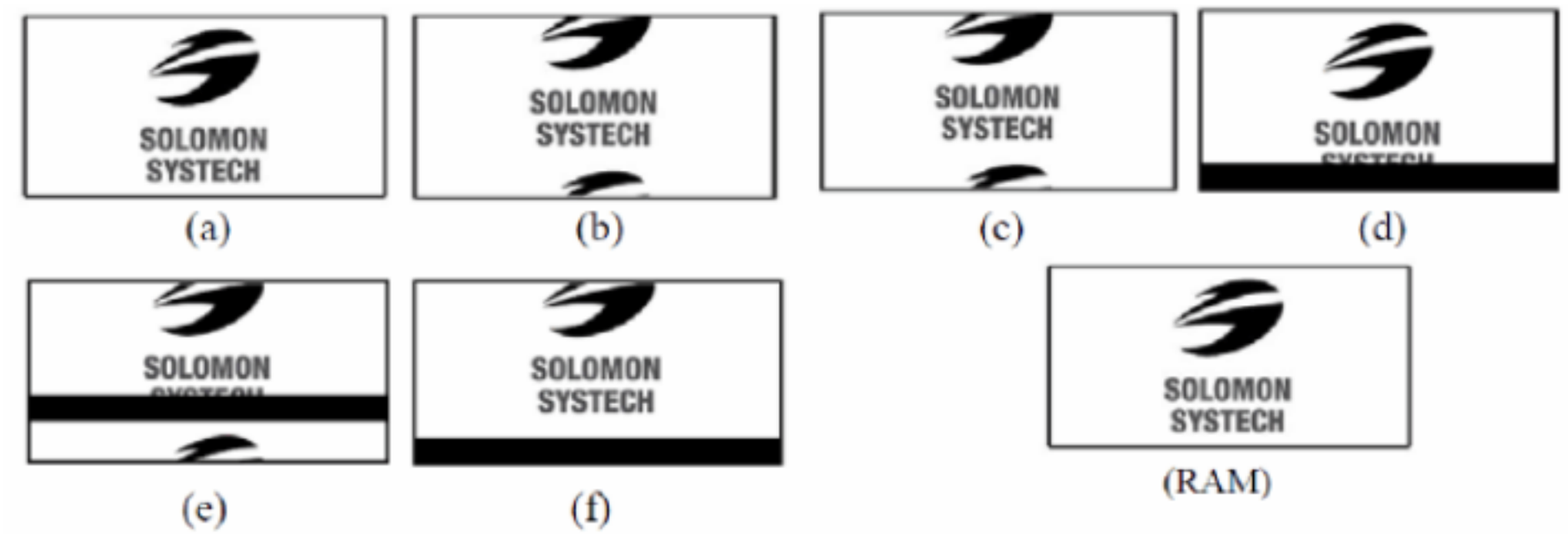
这是一个两字节的命令。第二个命令指定显示映射的开始行到 COM0 和 COM63 中的一个（假设 COM0 是显示的开始行，那么显示开始寄存器就等于 0）。

比如为了将 COM16 向 COM0 方向移动 16 行，第二个字节六位数据就应该写成 010000b。为了向相反方向移动 16 行，这个六位数据就应该是 64-16，所谓第二个字节应该是 100000b。下面两个表展示了命令 C0h/C8h 和 D3h 的设置效果

Table 10-1 : Example of Set Display Offset and Display Start Line with no Remap

	Output												
	64		64		64		56		56		56		Set MUX ratio(A8h)
	Normal		Normal		Normal		Normal		Normal		Normal		COM Normal / Remapped (C0h / C8h)
Hardware	0		8		0		0		8		0		Display offset (D3h)
pin name	0		0		8		0		0		8		Display start line (40h - 7Fh)
COM0	Row0	RAM0	Row8	RAM8	Row0	RAM8	Row0	RAM0	Row8	RAM8	Row0	RAM8	
COM1	Row1	RAM1	Row9	RAM9	Row1	RAM9	Row1	RAM1	Row9	RAM9	Row1	RAM9	
COM2	Row2	RAM2	Row10	RAM10	Row2	RAM10	Row2	RAM2	Row10	RAM10	Row2	RAM10	
COM3	Row3	RAM3	Row11	RAM11	Row3	RAM11	Row3	RAM3	Row11	RAM11	Row3	RAM11	
COM4	Row4	RAM4	Row12	RAM12	Row4	RAM12	Row4	RAM4	Row12	RAM12	Row4	RAM12	
COM5	Row5	RAM5	Row13	RAM13	Row5	RAM13	Row5	RAM5	Row13	RAM13	Row5	RAM13	
COM6	Row6	RAM6	Row14	RAM14	Row6	RAM14	Row6	RAM6	Row14	RAM14	Row6	RAM14	
COM7	Row7	RAM7	Row15	RAM15	Row7	RAM15	Row7	RAM7	Row15	RAM15	Row7	RAM15	
COM8	Row8	RAM8	Row16	RAM16	Row8	RAM16	Row8	RAM8	Row16	RAM16	Row8	RAM16	
COM9	Row9	RAM9	Row17	RAM17	Row9	RAM17	Row9	RAM9	Row17	RAM17	Row9	RAM17	
COM10	Row10	RAM10	Row18	RAM18	Row10	RAM18	Row10	RAM10	Row18	RAM18	Row10	RAM18	
COM11	Row11	RAM11	Row19	RAM19	Row11	RAM19	Row11	RAM11	Row19	RAM19	Row11	RAM19	
COM12	Row12	RAM12	Row20	RAM20	Row12	RAM20	Row12	RAM12	Row20	RAM20	Row12	RAM20	
COM13	Row13	RAM13	Row21	RAM21	Row13	RAM21	Row13	RAM13	Row21	RAM21	Row13	RAM21	
COM14	Row14	RAM14	Row22	RAM22	Row14	RAM22	Row14	RAM14	Row22	RAM22	Row14	RAM22	
COM15	Row15	RAM15	Row23	RAM23	Row15	RAM23	Row15	RAM15	Row23	RAM23	Row15	RAM23	
COM16	Row16	RAM16	Row24	RAM24	Row16	RAM24	Row16	RAM16	Row24	RAM24	Row16	RAM24	
COM17	Row17	RAM17	Row25	RAM25	Row17	RAM25	Row17	RAM17	Row25	RAM25	Row17	RAM25	
COM18	Row18	RAM18	Row26	RAM26	Row18	RAM26	Row18	RAM18	Row26	RAM26	Row18	RAM26	
COM19	Row19	RAM19	Row27	RAM27	Row19	RAM27	Row19	RAM19	Row27	RAM27	Row19	RAM27	
COM20	Row20	RAM20	Row28	RAM28	Row20	RAM28	Row20	RAM20	Row28	RAM28	Row20	RAM28	
COM21	Row21	RAM21	Row29	RAM29	Row21	RAM29	Row21	RAM21	Row29	RAM29	Row21	RAM29	
COM22	Row22	RAM22	Row30	RAM30	Row22	RAM30	Row22	RAM22	Row30	RAM30	Row22	RAM30	
COM23	Row23	RAM23	Row31	RAM31	Row23	RAM31	Row23	RAM23	Row31	RAM31	Row23	RAM31	
COM24	Row24	RAM24	Row32	RAM32	Row24	RAM32	Row24	RAM24	Row32	RAM32	Row24	RAM32	
COM25	Row25	RAM25	Row33	RAM33	Row25	RAM33	Row25	RAM25	Row33	RAM33	Row25	RAM33	
COM26	Row26	RAM26	Row34	RAM34	Row26	RAM34	Row26	RAM26	Row34	RAM34	Row26	RAM34	
COM27	Row27	RAM27	Row35	RAM35	Row27	RAM35	Row27	RAM27	Row35	RAM35	Row27	RAM35	
COM28	Row28	RAM28	Row36	RAM36	Row28	RAM36	Row28	RAM28	Row36	RAM36	Row28	RAM36	
COM29	Row29	RAM29	Row37	RAM37	Row29	RAM37	Row29	RAM29	Row37	RAM37	Row29	RAM37	
COM30	Row30	RAM30	Row38	RAM38	Row30	RAM38	Row30	RAM30	Row38	RAM38	Row30	RAM38	
COM31	Row31	RAM31	Row39	RAM39	Row31	RAM39	Row31	RAM31	Row39	RAM39	Row31	RAM39	
COM32	Row32	RAM32	Row40	RAM40	Row32	RAM40	Row32	RAM32	Row40	RAM40	Row32	RAM40	

COM33	Row33	RAM33	Row11	RAM41	Row33	RAM41	Row33	RAM33	Row11	RAM41	Row33	RAM41
COM34	Row34	RAM34	Row12	RAM42	Row34	RAM42	Row34	RAM34	Row12	RAM42	Row34	RAM42
COM35	Row35	RAM35	Row13	RAM43	Row35	RAM43	Row35	RAM35	Row13	RAM43	Row35	RAM43
COM36	Row36	RAM36	Row14	RAM44	Row36	RAM44	Row36	RAM36	Row14	RAM44	Row36	RAM44
COM37	Row37	RAM37	Row15	RAM45	Row37	RAM45	Row37	RAM37	Row15	RAM45	Row37	RAM45
COM38	Row38	RAM38	Row16	RAM46	Row38	RAM46	Row38	RAM38	Row16	RAM46	Row38	RAM46
COM39	Row39	RAM39	Row17	RAM47	Row39	RAM47	Row39	RAM39	Row17	RAM47	Row39	RAM47
COM40	Row40	RAM40	Row18	RAM48	Row40	RAM48	Row40	RAM40	Row18	RAM48	Row40	RAM48
COM41	Row41	RAM41	Row19	RAM49	Row41	RAM49	Row41	RAM41	Row19	RAM49	Row41	RAM49
COM42	Row42	RAM42	Row50	RAM50	Row42	RAM50	Row42	RAM42	Row50	RAM50	Row42	RAM50
COM43	Row43	RAM43	Row51	RAM51	Row43	RAM51	Row43	RAM43	Row51	RAM51	Row43	RAM51
COM44	Row44	RAM44	Row52	RAM52	Row44	RAM52	Row44	RAM44	Row52	RAM52	Row44	RAM52
COM45	Row45	RAM45	Row53	RAM53	Row45	RAM53	Row45	RAM45	Row53	RAM53	Row45	RAM53
COM46	Row46	RAM46	Row54	RAM54	Row46	RAM54	Row46	RAM46	Row54	RAM54	Row46	RAM54
COM47	Row47	RAM47	Row55	RAM55	Row47	RAM55	Row47	RAM47	Row55	RAM55	Row47	RAM55
COM48	Row48	RAM48	Row56	RAM56	Row48	RAM56	Row48	RAM48	-	-	Row48	RAM56
COM49	Row49	RAM49	Row57	RAM57	Row49	RAM57	Row49	RAM49	-	-	Row49	RAM57
COM50	Row50	RAM50	Row58	RAM58	Row50	RAM58	Row50	RAM50	-	-	Row50	RAM58
COM51	Row51	RAM51	Row59	RAM59	Row51	RAM59	Row51	RAM51	-	-	Row51	RAM59
COM52	Row52	RAM52	Row60	RAM60	Row52	RAM60	Row52	RAM52	-	-	Row52	RAM60
COM53	Row53	RAM53	Row61	RAM61	Row53	RAM61	Row53	RAM53	-	-	Row53	RAM61
COM54	Row54	RAM54	Row62	RAM62	Row54	RAM62	Row54	RAM54	-	-	Row54	RAM62
COM55	Row55	RAM55	Row63	RAM63	Row55	RAM63	Row55	RAM55	-	-	Row55	RAM63
COM56	Row56	RAM56	Row0	RAM0	Row56	RAM0	-	-	Row0	RAM0	-	-
COM57	Row57	RAM57	Row1	RAM1	Row57	RAM1	-	-	Row1	RAM1	-	-
COM58	Row58	RAM58	Row2	RAM2	Row58	RAM2	-	-	Row2	RAM2	-	-
COM59	Row59	RAM59	Row3	RAM3	Row59	RAM3	-	-	Row3	RAM3	-	-
COM60	Row60	RAM60	Row4	RAM4	Row60	RAM4	-	-	Row4	RAM4	-	-
COM61	Row61	RAM61	Row5	RAM5	Row61	RAM5	-	-	Row5	RAM5	-	-
COM62	Row62	RAM62	Row6	RAM6	Row62	RAM6	-	-	Row6	RAM6	-	-
COM63	Row63	RAM63	Row7	RAM7	Row63	RAM7	-	-	Row7	RAM7	-	-
Display examples	(a)		(b)		(c)		(d)		(e)		(f)	



10.1.16 设置显示时钟分频率、振荡器频率（D5h）

这个命令由两个功能组成：

显示时钟分频率 D（A[3:0]）

设置分频率从 CLK 来生成 DCKL（display clock）。这个分频率的范围为 1 到 16，重置值为 1.请参考 8.3，获取 DCLK 和 CLK 关系的跟多细节

振荡器频率（A[7:4]）

如果 CLS 引脚置高编程后的振荡器频率 Fosc 就是 CLK 的源。这个 4 位的值设置 16 种不同的频率，默认设置为 1000b。

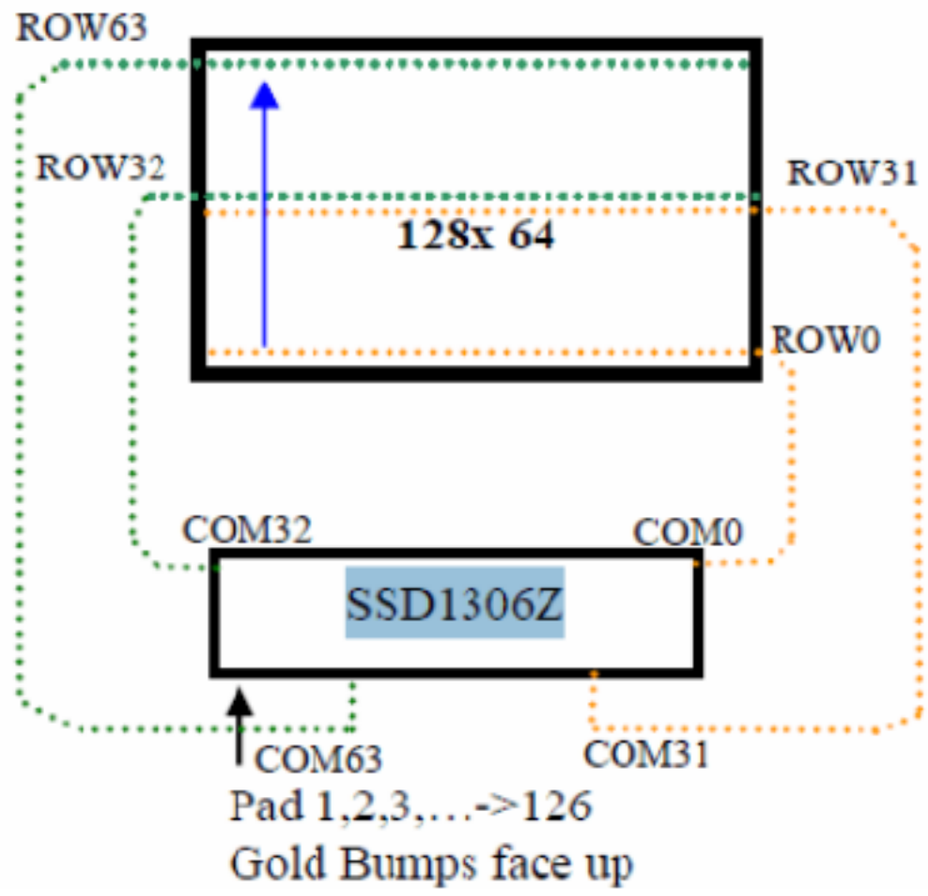
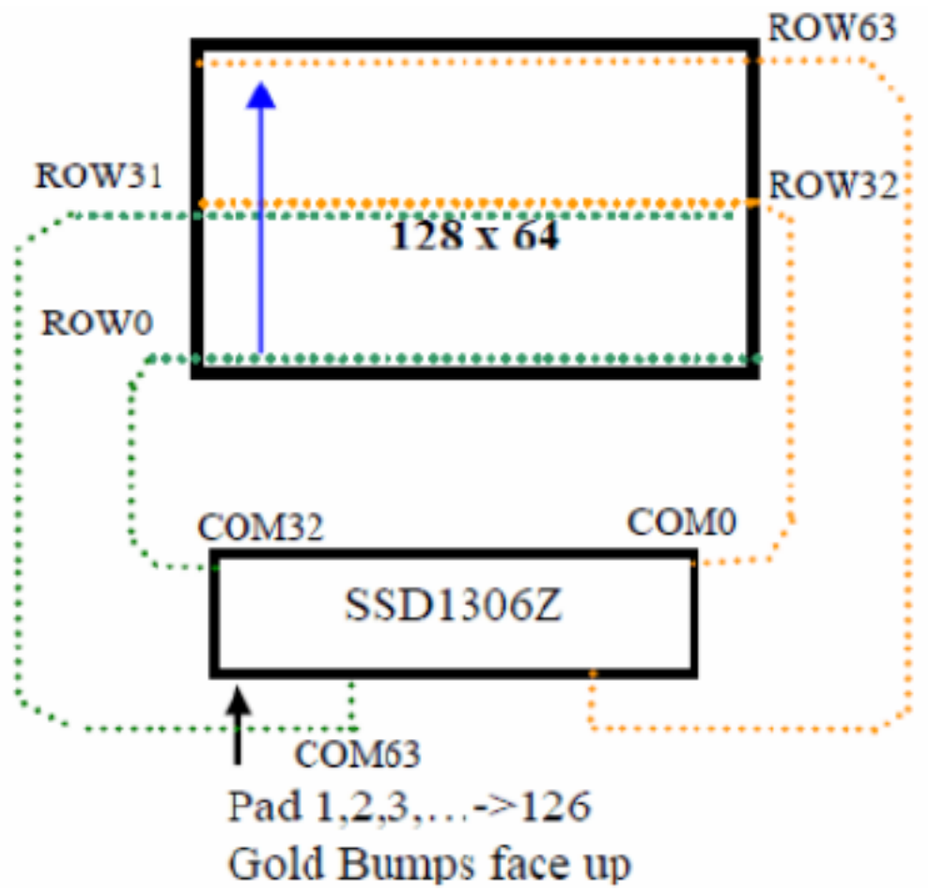
10.1.17 设置重充电周期（D9h）

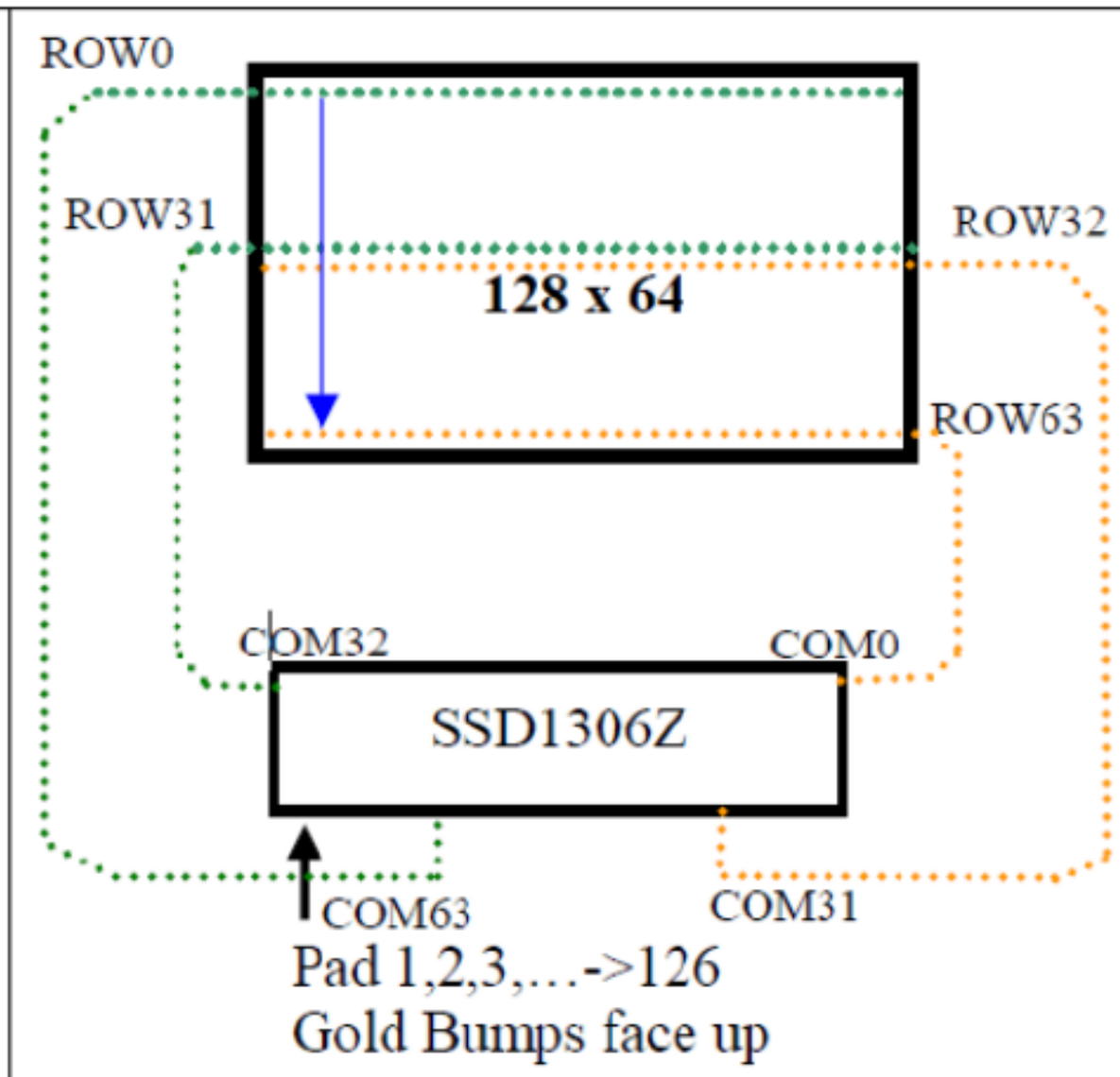
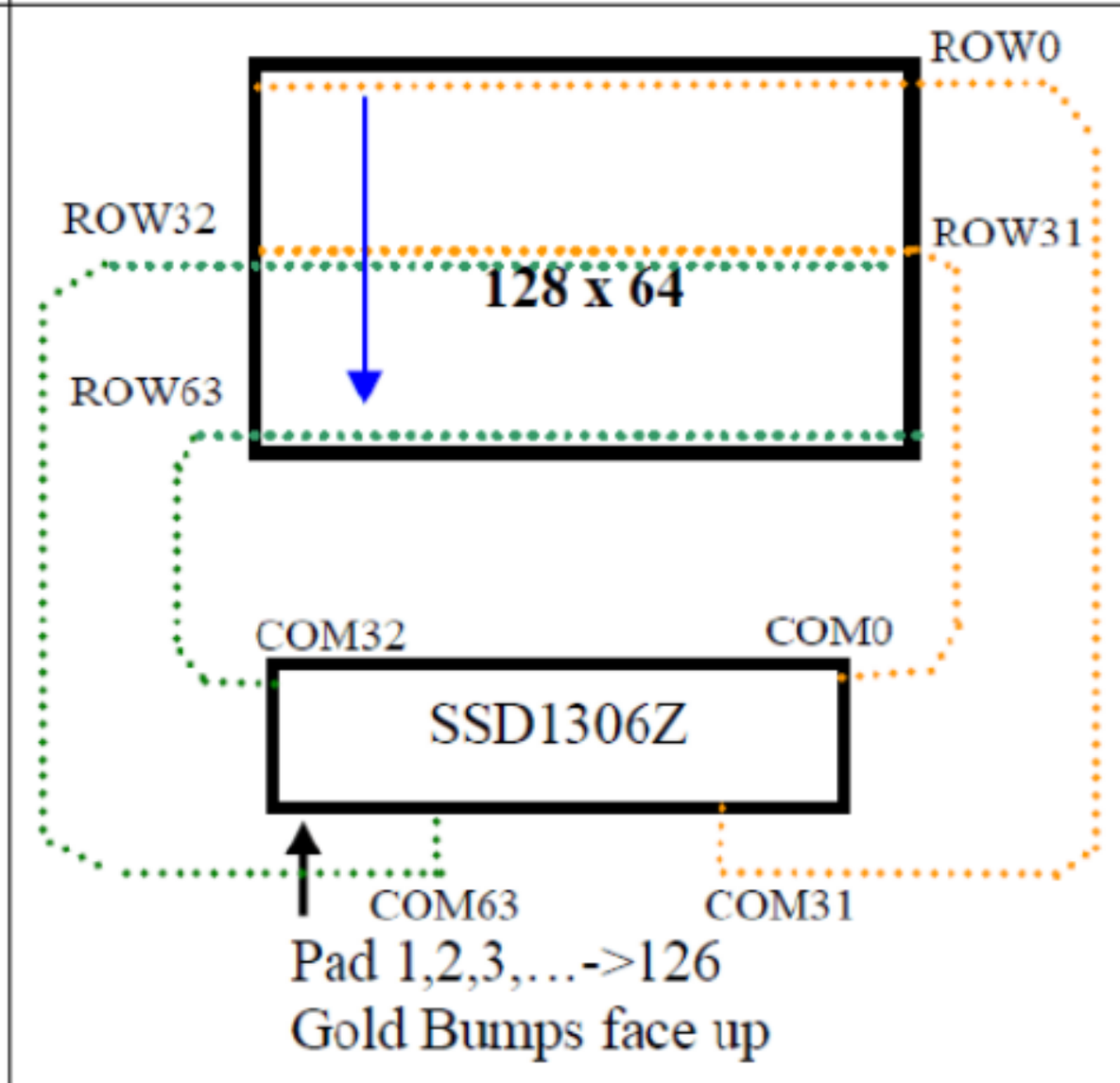
这个命令用于设置充充电周期的时间长度。间隔以计算 DCLK 的数量，重置值为 2DCLK。

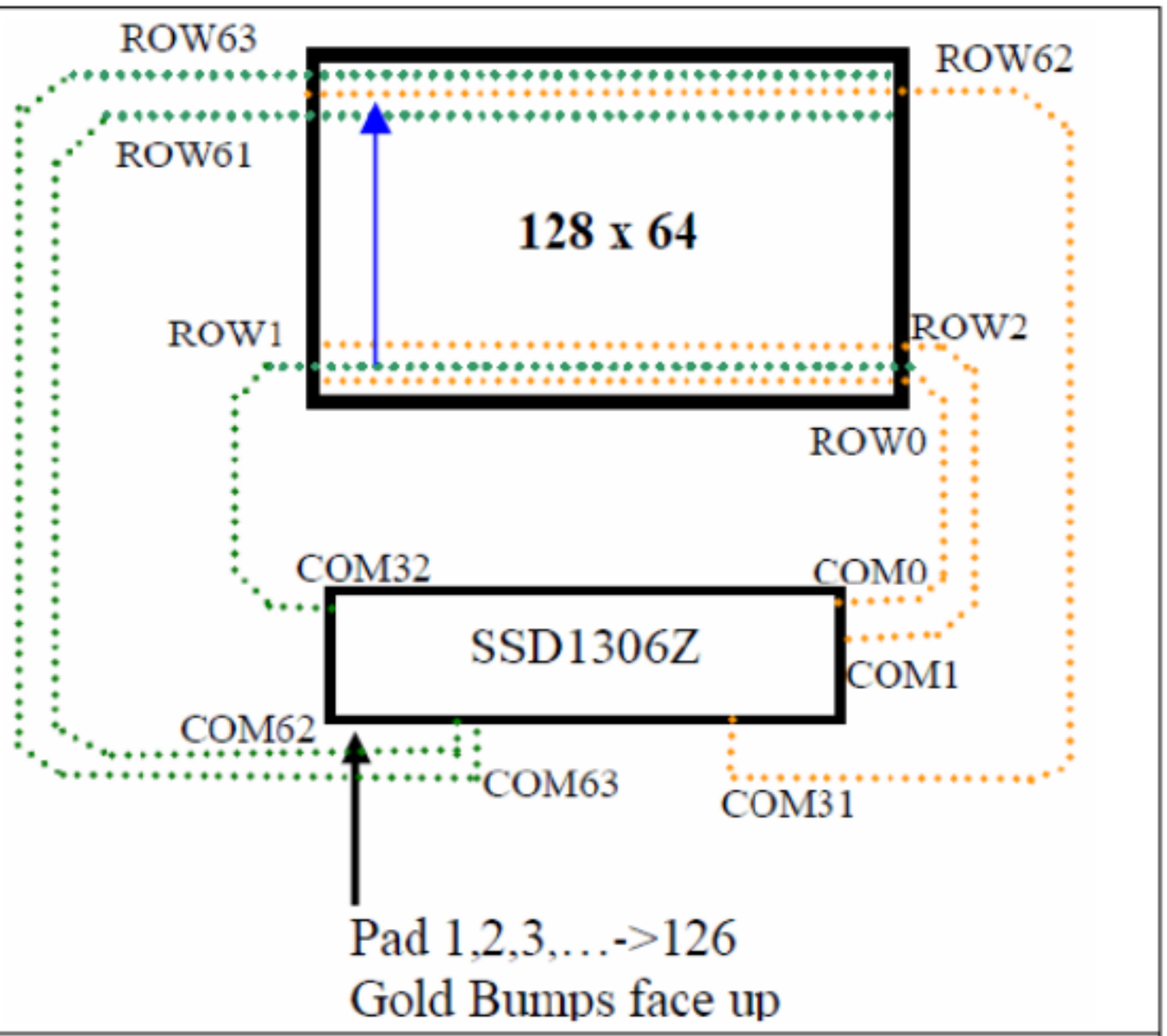
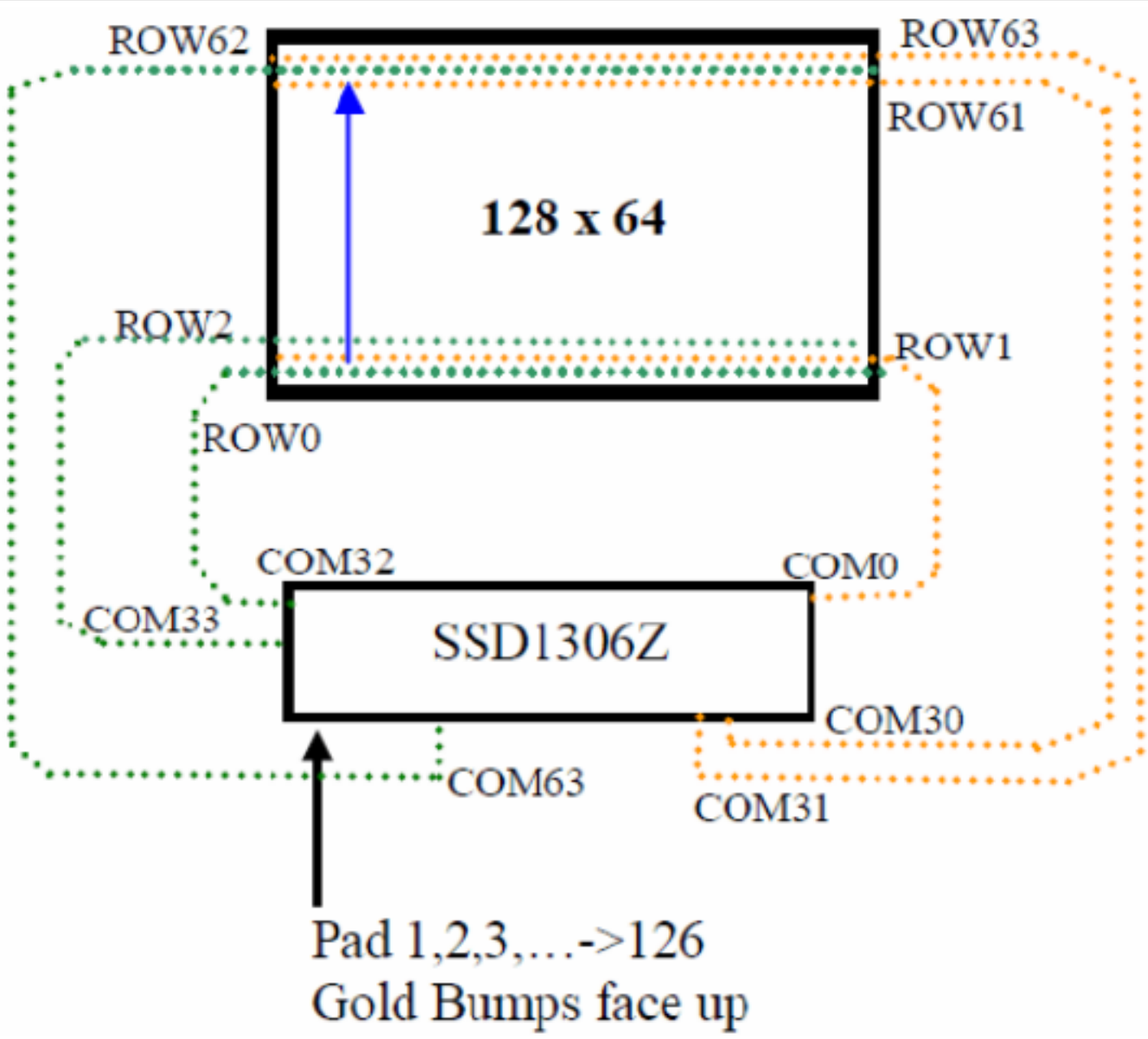
10.1.18 设置 COM 引脚硬件配置（DAh）。

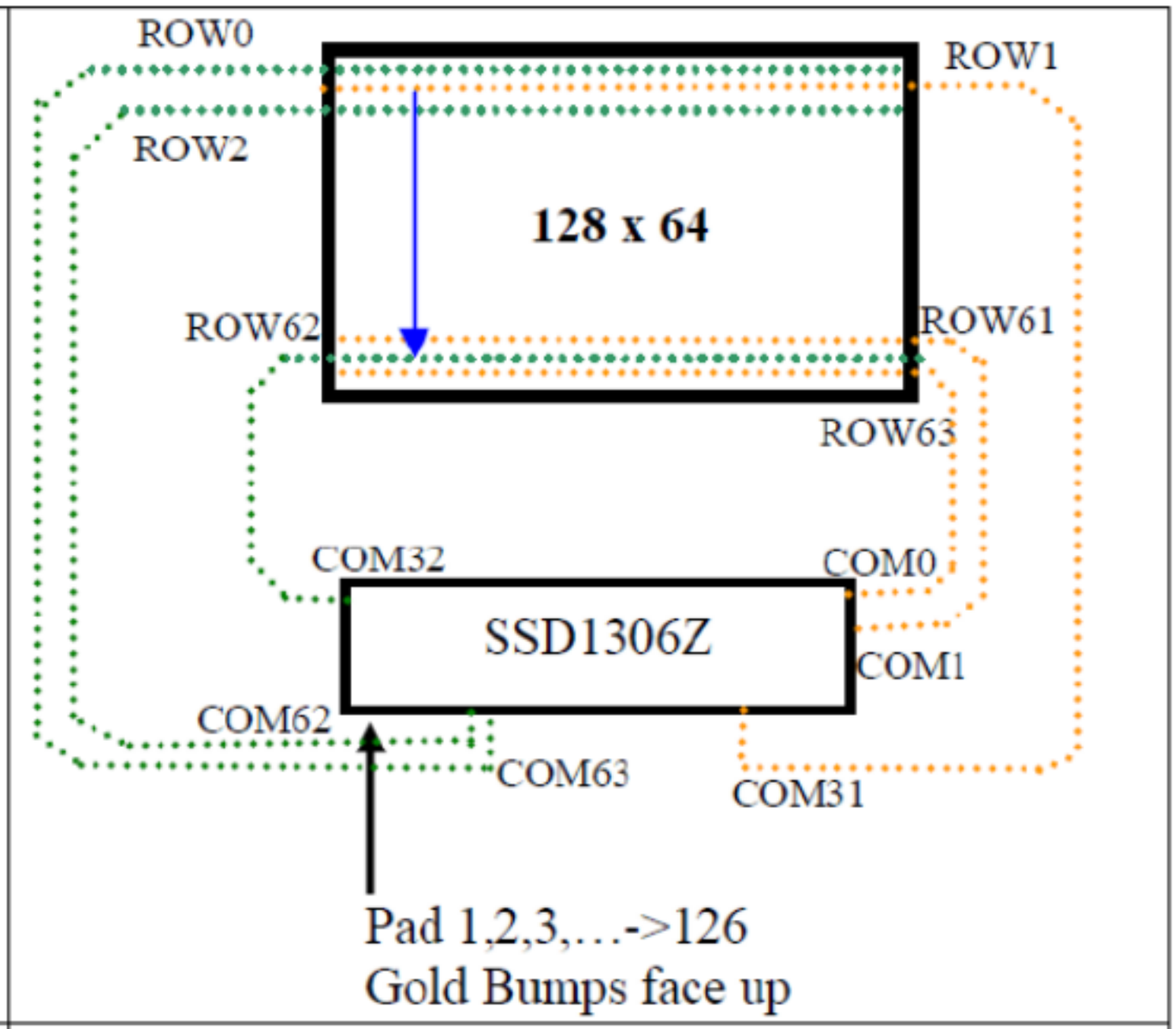
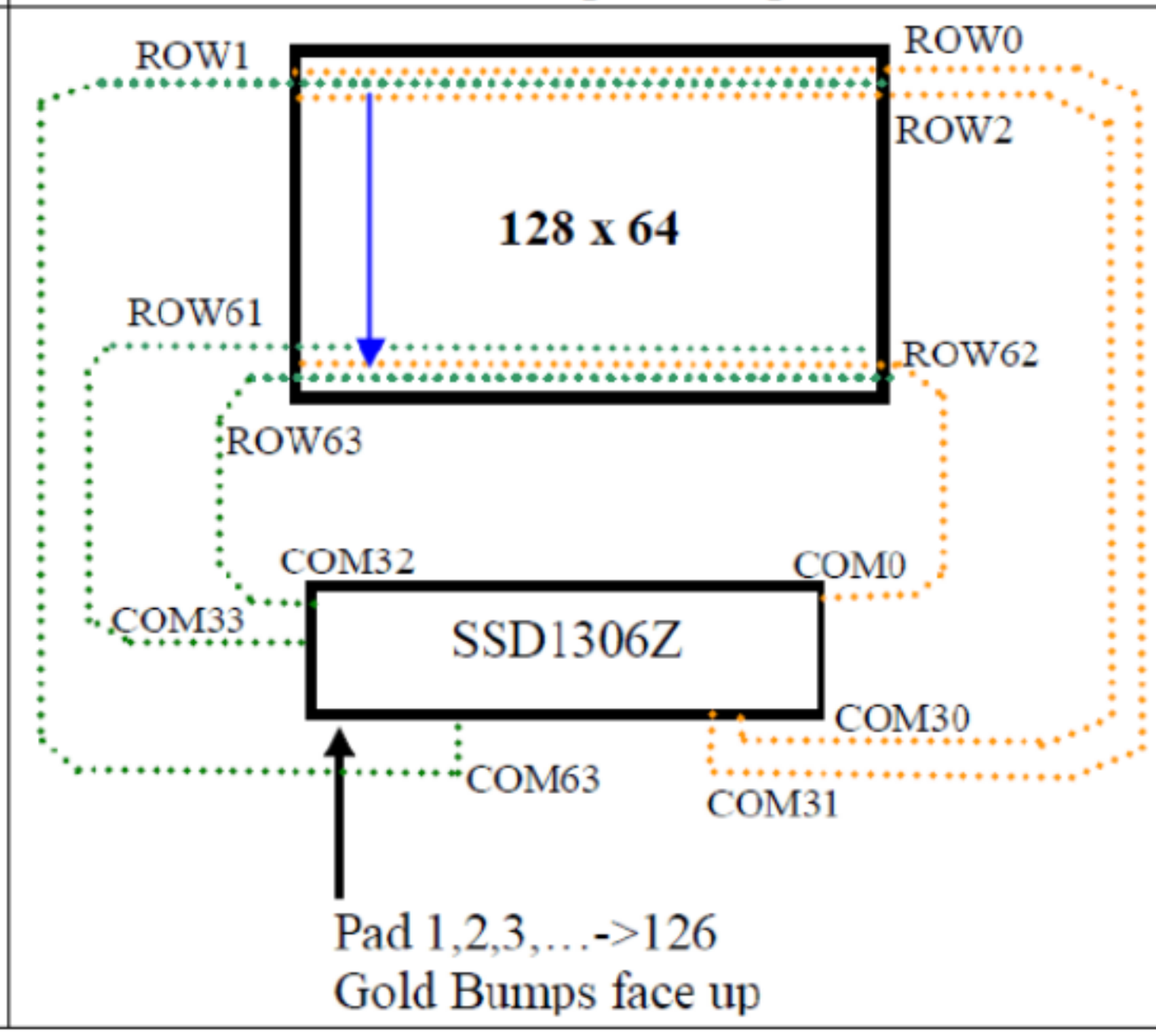
这个命令设置 COM 信号引脚配置来匹配 OLED 面板硬件层。下面的表展示了不同条件下的 COM 引脚配置（服用率为 64）

条件	COM 引脚配置

1 连续 COM 引脚配置（Dah A[4] = 0） COM 输出扫描方面，从 COM0 到 COM63（C0h） 禁止 COM 左右重映射（Dah A[5] = 0）	
2 顺序 COM 引脚配置（Dah A[4]= 0） COM 输出扫描顺序：从 COM0 到 COM63（C0h） 使能 COM 左右重映射（Dah A[5]= 1）	

3 连续 COM 引脚配置（Dah A[4]= 0） COM 输出扫描方向：从 COM63 到 COM0（C8h） 使能 COM 左右重映射（Dah A[5]= 1）	
4 连续 COM 引脚配置（Dah A[4] = 0） COM 输出扫描方向：从 COM63 到 COM0（C8h）使能 COM 左右重映射（Dah A[5] = 1）	

5 备选 COM 引脚配置（Dah A[4]= 1） COM 输出扫描方向：从 COM0 到 COM63（C0h） 禁能 COM 左右重映射（Dah A[5]= 0）	
6 备选 COM 引脚配置（Dah A[4] = 1）COM 输出扫描方向：从 COM0 到 COM63（C0h）使能 COM 左右重映射（Dah A[5]= 1）	

7 备用 COM 引脚配置（Dah A[4] = 1） COM 输出扫描方向：从 COM63 到 COM0（C8h） 禁能 COM 左右重映射（Dah A[5]= 0）	
8 备用 COM 引脚配置（Dah A[4] = 1） COM 输出扫描方向：从 COM63 到 COM0（C8h） 使能 COM 左右重影射	

10.1.19 设置 Vcomh 取消选择水平（DBh）

这个命令调整 Vcomh 调整器输出

10.1.20 NOP（E3h）

空指令

10.1.21 状态寄存器读

……

10.2 图形加速命令

10.2.1 水平滚动设置（26h 27h）

这个命令是由五个连续字节来设置水平滚动参数和决定滚动开始页，结束页和滚动速度的。在声明这个命令前，水平滚动必须用命令（2Eh）关闭，否则，RAM 中的内容可能被损坏。SSD1306 水平滚动是为 128 列滚动设计的。下面的两张插图演示了滚动的效果：

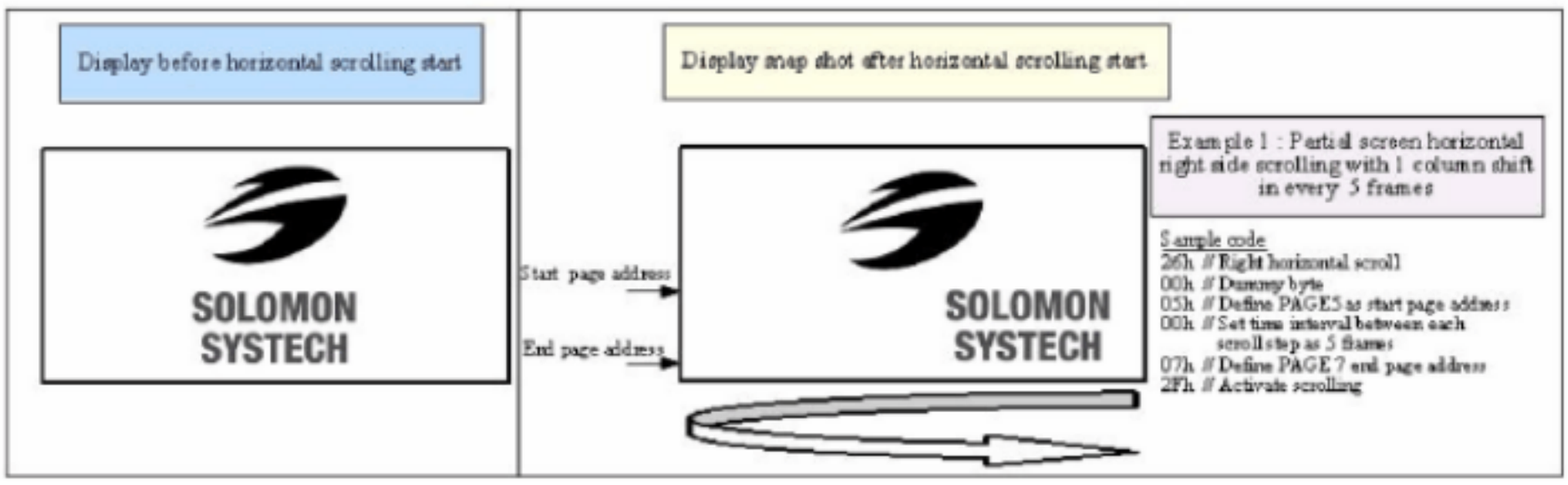
Figure 10-7 : Horizontal scroll example: Scroll RIGHT by 1 column

Original Setting	SEG0	SEG1	SEG2	SEG3	SEG4	SEG5	…	…	…	SEG122	SEG123	SEG124	SEG125	SEG126	SEG127
After one scroll step	SEG127	SEG0	SEG1	SEG2	SEG3	SEG4	…	…	…	SEG121	SEG122	SEG123	SEG124	SEG125	SEG126

Figure 10-8 : Horizontal scroll example: Scroll LEFT by 1 column

Original Setting	SEG0	SEG1	SEG2	SEG3	SEG4	SEG5	…	…	…	SEG122	SEG123	SEG124	SEG125	SEG126	SEG127
After one scroll step	SEG1	SEG2	SEG3	SEG4	SEG5	SEG6	…	…	…	SEG123	SEG124	SEG125	SEG126	SEG127	SEG0

Figure 10-9 : Horizontal scrolling setup example



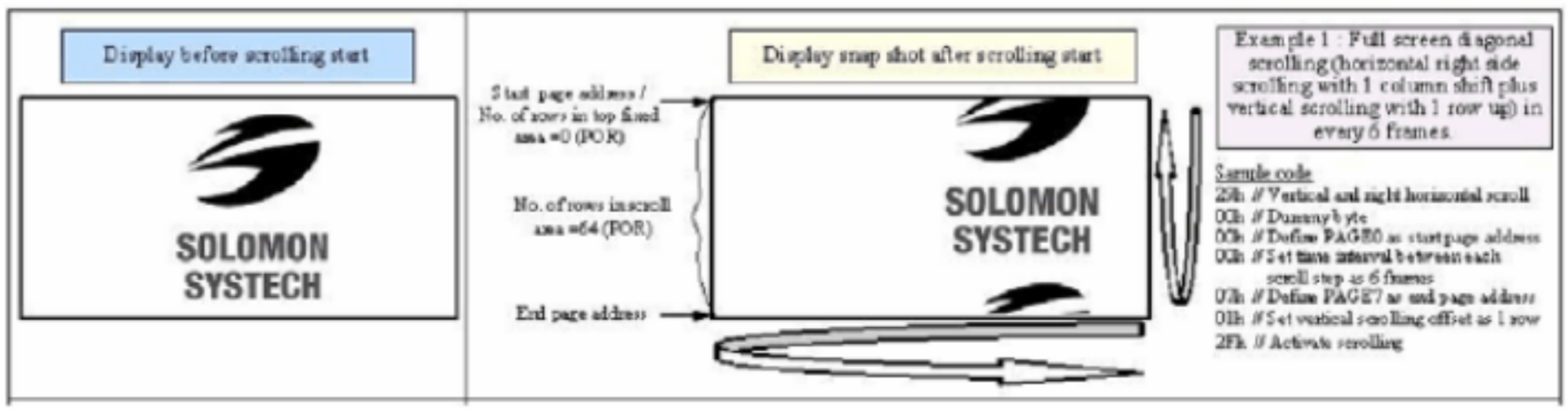
10.2.2 持续垂直和水平滚动设置（29h 2Ah）

这是一个由六个连续字节组成的命令，用来设置持续水平滚动参数和决定滚动开始页，结束页，滚动速度和垂直滚动偏移的。

命令 29h、2Ah 中的字节 B[2:0],C[2:0]和 D[2:0]用来设置持续水平滚动。字节 E[5:0]用来设置持续垂直滚动的偏移量。所有这些字节一起设置持续倾斜（垂直+水平）滚动。如果垂直滚动偏移字节 E[5:0]设为 0，那么效果就只是水平滚动。

在发布此命令前必须用命令（2Eh）关闭滚动。否则，RAM 内容会损坏。下面的插图展示了滚动效果：

Figure 10-10 : Continuous Vertical and Horizontal scrolling setup example



10.2.3 关闭滚动（2Eh）

这个命令停止滚动的动作。在发布命令 2Eh 来关闭滚动动作之后，RAM 内容需要重写。

10.2.4 激活滚动（2Fh）

这个命令开始滚动的懂做，并且只有在声明了滚动设置参数之后使用。只对最后的设置命令有效

下面的命令在滚动激活后是禁止的：

1. RAM 访问（数据读写）
2. 改变水平滚动设置参数

10.2.5 设置垂直滚动区域（A3h）

这个命令由三个连续的字节组成用来设置垂直滚动区域。对于持续垂直滚动功能（命令 29h 2Ah），垂直滚动的行数可以设置的更小或等于最大复用率。

I2C 接口时间参数

Table 13-6 :I^2C Interface Timing Characteristics

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
t_{cycle}	Clock Cycle Time	2.5	-	-	us
t_{HSTART}	Start condition Hold Time	0.6	-	-	us
t_{HD}	Data Hold Time (for "SDA_{OUT}" pin)	0	-	-	ns
	Data Hold Time (for "SDA_{IN}" pin)	300	-	-	ns
t_{SD}	Data Setup Time	100	-	-	ns
t_{SSTART}	Start condition Setup Time (Only relevant for a repeated Start condition)	0.6	-	-	us
t_{SSTOP}	Stop condition Setup Time	0.6	-	-	us
t_R	Rise Time for data and clock pin	-	-	300	ns
t_F	Fall Time for data and clock pin	-	-	300	ns
t_{IDLE}	Idle Time before a new transmission can start	1.3	-	-	us

Figure 13-5 : I^2C interface Timing characteristics

