

昆山国显光电有限公司

5. 99FHD+产品应用手册 (RM69297)

文件编号：GAM-N-051 版本号：A0

起 草：_____

审 核：_____

审 批：_____

机密等级：

受控状态：

发布日期：

执行日期：

1 目的

定义 5. 99FHD+产品的应用说明。

2 范围

本产品应用手册适用于昆山国显光电有限公司 5. 99FHD+产品。

3 定义与职责说明

3. 1. 开发中心电路设计部对本产品应用手册具有制定和修改的权限；
3. 2. 开发中心开发管理部配合开发中心电路设计部对本产品应用手册进行修订；
3. 3. 开发中心模组设计部配合开发中心电路设计部对本产品应用手册进行修订；
3. 4. 营销中心 FAE 部根据实际项目需求将本产品应用手册提供给客户，供客户设计参考。

4 内容

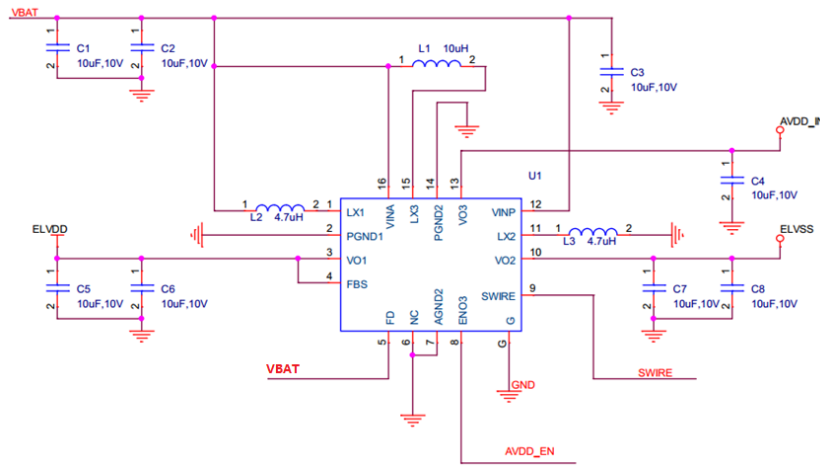
4. 1 模组电性规格部分

4. 1. 1 模组规格概况

Feature		Spec	Remark
Display Spec	Screen Size (inch)	5. 99	
	Display Mode	AMOLED	
	Resolution(dot)	1080 (W) x 2160 (H)	SPR
	Active Area (mm)	68. 042 (W) x 136. 08 (H)	
	Pixel Pitch (um)	63. 00 (W) x 63. 00 (H)	
	Pixel Configuration	V-Style4	
	Technology Type	LTPS	
	Color Depth	16. 7M	
	Interface	MIPI 4LANE	
Mechanical Characteristics	With TP/Without TP	With TP	
	Module Outline Dimension (mm)	72. 50 (W) x148. 08 (H) x1. 35 (D)	Including Cover lens
Electronic	Driver IC (Type)	RM69297	
	Touch IC (Type)	mXT640U	
	Power IC (Type)	NC	

4.1.2 模组外供 DC-DC Power Design Guide

4.1.2.1 模组采用三路输出 Power IC 提供 ELVDD、ELVSS 和 AVDD，目前 FHD 项目中按照优先次序建议使用 TPS65651A/ RT4722 两颗 Power IC，推荐应用电路图和元件如下。



4.1.2.2 注意事项:

4.1.2.2.1 电纹波要求:Power IC 输入电源 VBAT 纹波要求小于 2%, 输出电源 ELVDD ripple \leq ELVDD*0.8%; ELVSS ripple \leq ELVSS*1%; AVDD ripple \leq AVDD*1%。

4.1.2.2.2 Power IC FD PIN 建议连接 Vbat 使用: 可保证模组 Display On 前及 Display off 后将屏体残余电荷完全泄放, 避免出现开关机或唤醒时出现闪屏问题。

4.1.2.2.3 针对终端应用方案, 建议将 Power IC 设计在系统主板上, 主要基于以下考虑:

PCB 板上散热要远优于 FPC, 有利于提升 Power IC 效率 (可由 70+% 提高到 80+%~90%);

Power IC 在 FPC 上, 会使 Power IC 贴合位置屏体长时间工作在高温下, 造成局部 OLED 老化速度加快, 出现局部偏色或色斑;

Power IC 在 FPC 上, 对连接器电性要求更高;

Power IC 在 FPC 上, FPC 无法仿照 PCB 工艺在 Power IC 位置增加屏蔽罩等措施, 不利于整体电磁干扰管控。

4.1.2.2.4 终端应用中, 客户端系统平台开机和唤醒需要做 50ms 以上插黑画面处理, 以避免开机可能的显示异常问题。

4.1.3 电磁干扰相关建议

综合考量天线等模块, 将 Power IC 打件在主板上, 而非 FPC 上, 并加屏蔽罩处理;

天线同轴线尽量避免与模组 FPC 或转接 FPC 交叉布局;

若方案采用转接 FPC 将模组与主板连接, 转接 FPC 双面进行覆盖屏蔽膜处理, 同时在 FPC 适当位置增加漏铜接地点与系统地, 组装时与系统地相连。



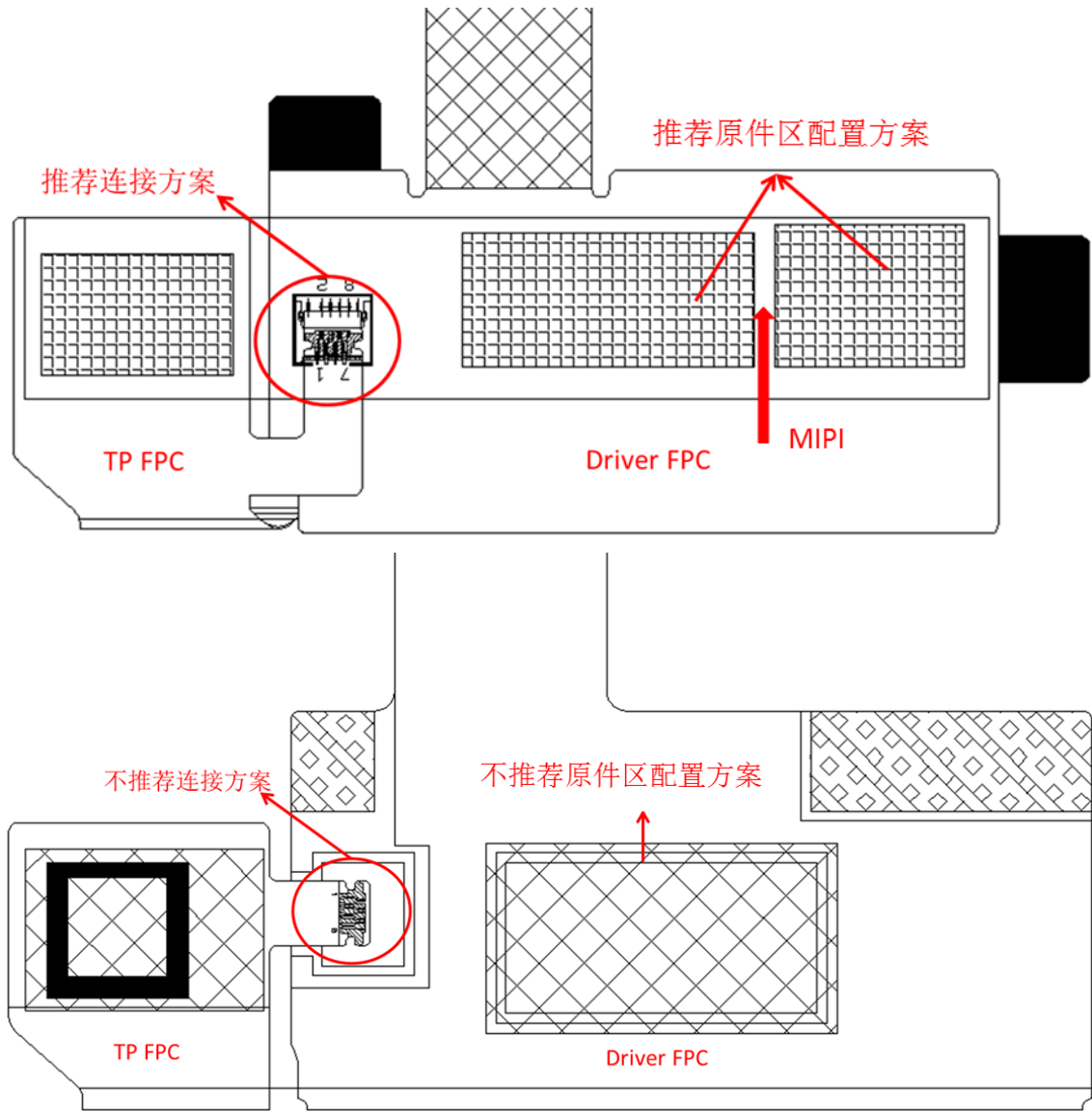
4.1.4 模组 Driver FPC 相关建议

4.1.4.1 FPC Connector PIN 注意事项及建议：

OTPV PIN 在客户主板的连接状态建议 NC，以避免待机时漏电；

与 TP 相连方式建议采用如下图示上下直连方案，而非左右连接方向；

预留元件区建议以 MIPI 走线为界，分两个子元件区。



4.1.4.2 Connector 端 MIPI 信号顺序：FHD 产品支持以下 16 种排序方式，建议在项目开案时，MIPI 顺序选择其中的一种，以尽量减少 MIPI 对之间的交叉。

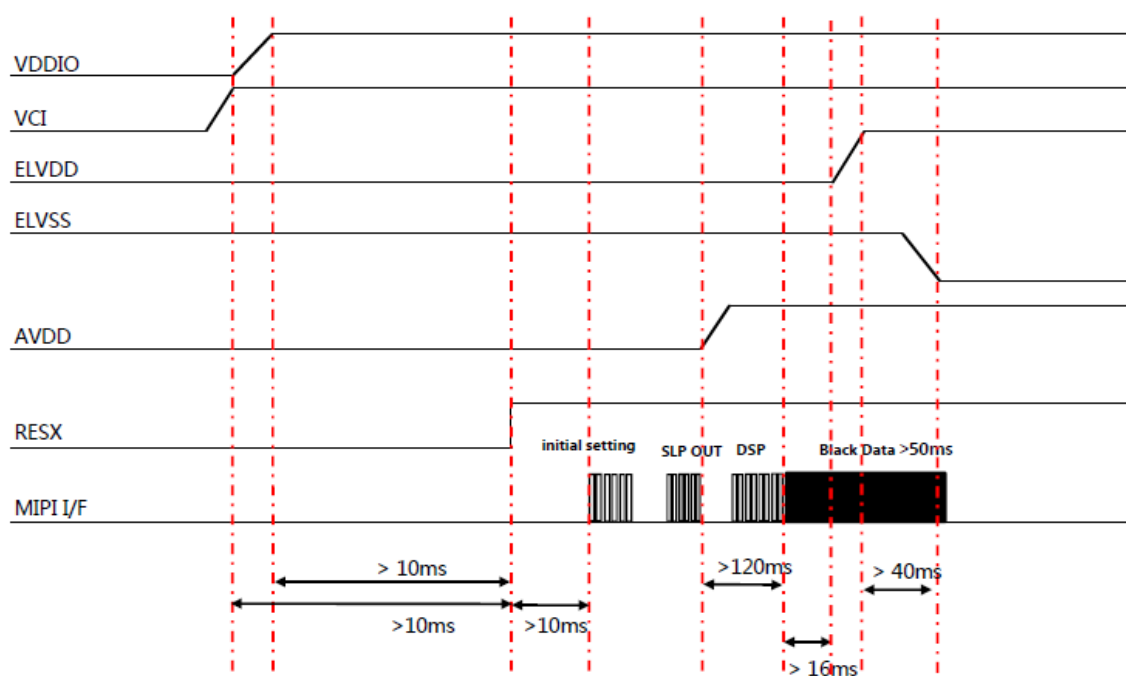
PSWAP	DSWAP[2:0]	HSSI_ D3_P	HSSI_ D3_N	HSSI_ D0_P	HSSI_ D0_N	HSSI_ CLK_P	HSSI_ CLK_N	HSSI_ D1_P	HSSI_ D1_N	HSSI_ D2_P	HSSI_ D2_N
0	000	D3P	D3N	D0P	D0N	CLKP	CLKN	D1P	D1N	D2P	D2N
	001	D3P	D3N	D2P	D2N	CLKP	CLKN	D1P	D1N	D0P	D0N
	010	D2P	D2N	D1P	D1N	CLKP	CLKN	D0P	D0N	D3P	D3N
	011	D0P	D0N	D1P	D1N	CLKP	CLKN	D2P	D2N	D3P	D3N
	100	D3P	D3N	D1P	D1N	CLKP	CLKN	D0P	D0N	D2P	D2N
	101	D3P	D3N	D1P	D1N	CLKP	CLKN	D2P	D2N	D0P	D0N
	110	D2P	D2N	D0P	D0N	CLKP	CLKN	D1P	D1N	D3P	D3N

	111	D0P	D0N	D2P	D2N	CLKP	CLKN	D1P	D1N	D3P	D3N
1	000	D3N	D3P	D0N	D0P	CLKN	CLKP	D1N	D1P	D2N	D2P
	001	D3N	D3P	D2N	D2P	CLKN	CLKP	D1N	D1P	D0N	D0P
	010	D2N	D2P	D1N	D1P	CLKN	CLKP	D0N	D0P	D3N	D3P
	011	D0N	D0P	D1N	D1P	CLKN	CLKP	D2N	D2P	D3N	D3P
	100	D3N	D3P	D1N	D1P	CLKN	CLKP	D0N	D0P	D2N	D2P
	101	D3N	D3P	D1N	D1P	CLKN	CLKP	D2N	D2P	D0N	D0P
	110	D2N	D2P	D0N	D0P	CLKN	CLKP	D1N	D1P	D3N	D3P
	111	D0N	D0P	D2N	D2P	CLKN	CLKP	D1N	D1P	D3N	D3P

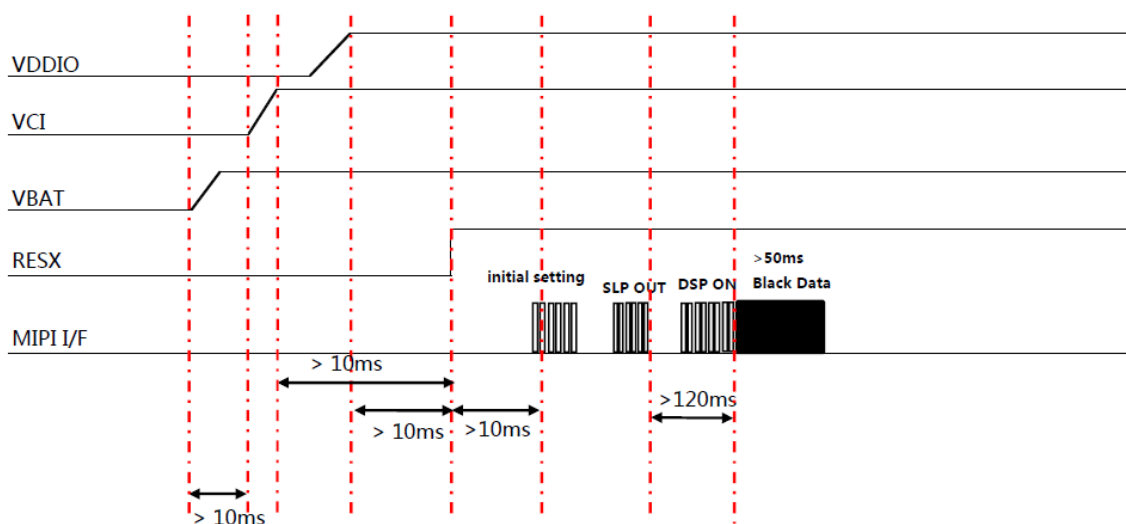
4.1.5 模组上下电时序

4.1.5.1 Display on Sequence

➤ 当 Drive FPC 上不帶 Power IC



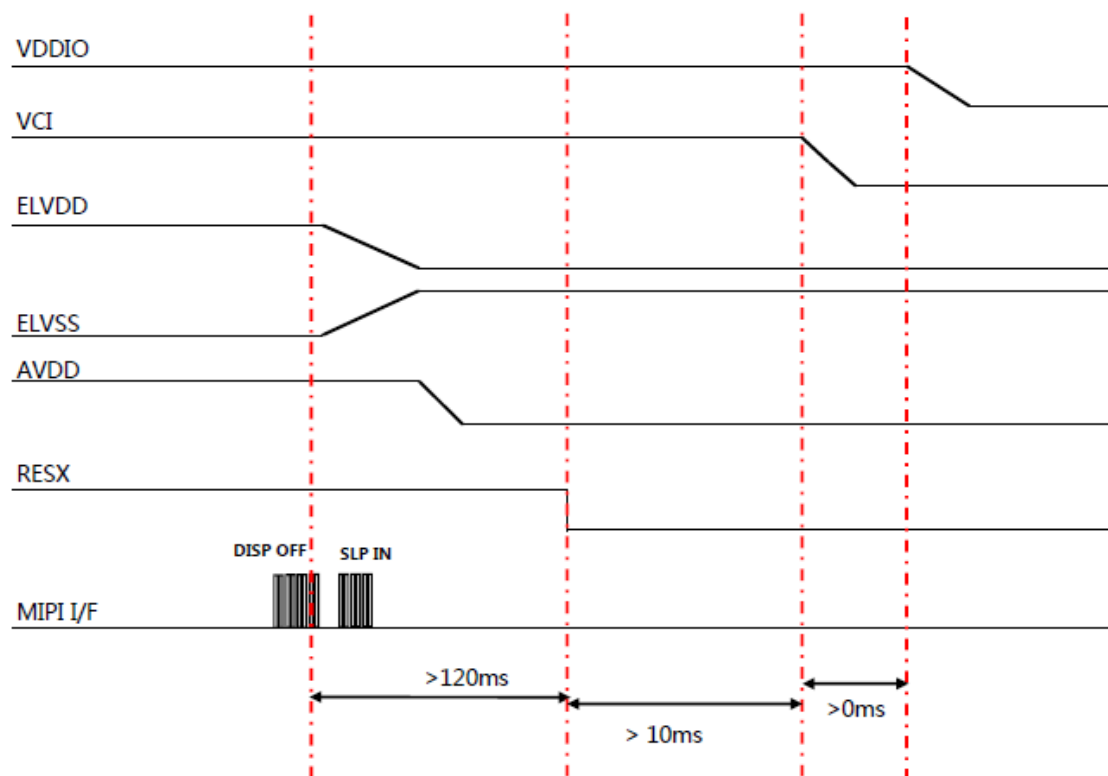
➤ 当 Drive FPC 上帶 Power IC



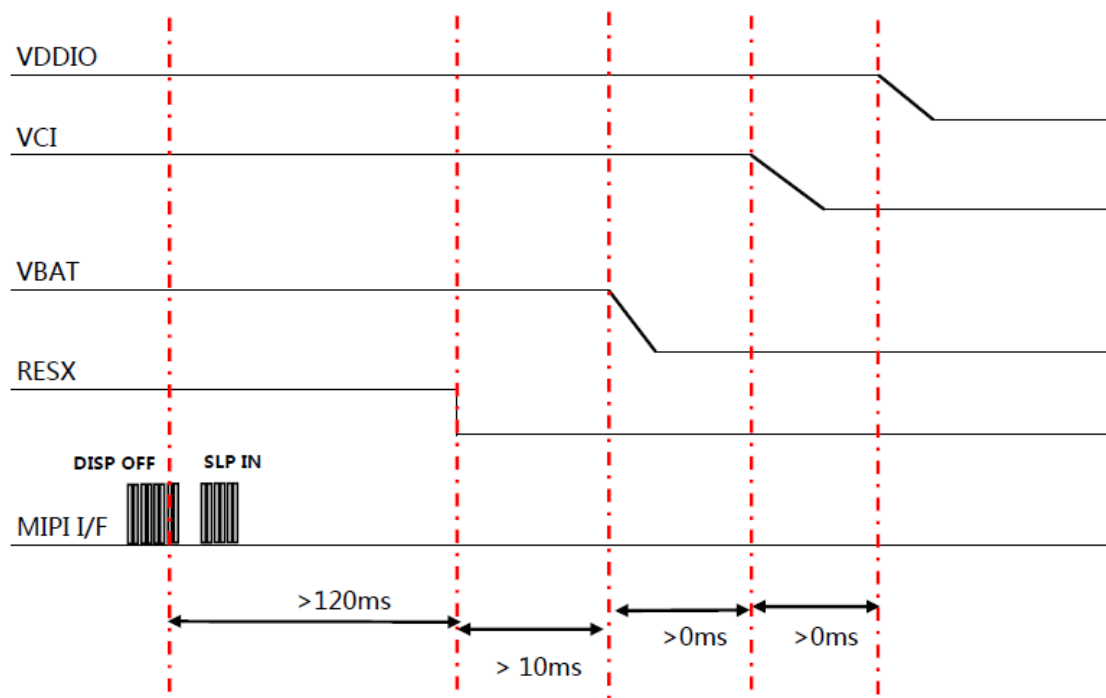
Note : VBAT is the main power .

4.1.5.2 Display Off Sequence

- 当 Drive FPC 上不带 Power IC



- 当 Drive FPC 上带 Power IC



Note:

客户端系统平台开机和唤醒需要做 50ms 以上插黑画面处理，以避免开机可能的显示异常问题；上电时序中，建议 VCI 略早于 VDDIO 上电。

4.1.6 常用指令

4.1.6.1 亮度调节（类 LCD 背光调节）

Use “command 5100h, data xxh” to adjust the Manual Brightness value of the display: In principle relationship is that 00h value means the lowest brightness and FFh value means the highest brightness.

(5100h) WRDISBV : Write Display Brightness

				WRDISBV																													
Inst/Para	R/ W	Address		D15 -D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	HEX																				
		MIPI	Other																														
parameter 1	W	51h	5100h	x	DBV15	DBV14	DBV13	DBV12	DBV11	DBV10	DBV9	DBV8	FF																				
parameter 2	W	51h	5101h	x	DBV7	DBV6	DBV5	DBV4	DBV3	DBV2	DBV1	DBV0	FF																				
Description	<p>This command is used to adjust the brightness value of the display. In principle relationship is that 000h value means the lowest brightness and FFFh value means the highest brightness.</p> <p>The chip can be selected 8-bit or 12-bit brightness value by using DBV_SEL bit, And default is 8-bit mode. (please refer to user guide (CMD2 page-digital))</p> <p>8-bit brightness: DBV[15:8] (Parameter 1) 12-bit brightness: DBV[11:8] (Parameter 1) / DBV[7:0] (Parameter 2)</p> <table><tr><th colspan="2">8-bit mode</th></tr><tr><th>DBV[15:8]</th><th>Amount of light</th></tr><tr><td>00h</td><td>OFF (0%)</td></tr><tr><td>01h</td><td>2/256</td></tr><tr><td>02h</td><td>3/256</td></tr><tr><td>03h</td><td>4/256</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>FFh</td><td>256/256</td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>													8-bit mode		DBV[15:8]	Amount of light	00h	OFF (0%)	01h	2/256	02h	3/256	03h	4/256	FFh	256/256				
	8-bit mode																																
DBV[15:8]	Amount of light																																
00h	OFF (0%)																																
01h	2/256																																
02h	3/256																																
03h	4/256																																
...	...																																
FFh	256/256																																
Restriction	The display supplier cannot use this command for tuning																																
Default	<table><tr><th rowspan="2">Status</th><th colspan="2">Default Value</th></tr><tr><th>Parameter 1</th><th>Parameter 2</th></tr><tr><td>Power On Sequence</td><td>FFh</td><td>FFh</td></tr><tr><td>SW Reset</td><td>FFh</td><td>FFh</td></tr><tr><td>HW Reset</td><td>FFh</td><td>FFh</td></tr></table>													Status	Default Value		Parameter 1	Parameter 2	Power On Sequence	FFh	FFh	SW Reset	FFh	FFh	HW Reset	FFh	FFh						
Status	Default Value																																
	Parameter 1	Parameter 2																															
Power On Sequence	FFh	FFh																															
SW Reset	FFh	FFh																															
HW Reset	FFh	FFh																															
Flow chart	<div><div><div>WRDISBV (51h)</div><div>Parameter DBV</div><div>New Brightness Loaded</div></div><div><div>Legend</div><div>Command</div><div>Parameter</div><div>Display</div><div>Action</div><div>Mode</div><div>Sequential transfer</div></div></div>																																

4.1.6.2 Read Module ID

ID 回读	Instruction	page switch		DATA	DESCRIPTION
		Other	MIPI		
	CMD Mode Switch	FE00	FEH	0x00	切换page
	ID number	DA00	DAH		回读ID1
		DB00	DBH		回读ID2
		DC00	DCH		回读ID3

RDCTRLD1 (DA00h) : Read Control ID1

RDCTRLD1 (DA00h) / Read Control ID 1													
DA00H		RDCTRLD1											
Inst/Para	R/W	Address		D15-8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	HEX
		MIPI	Other										
RDCTRLD1	R	DAh	DA00h	x	ID1								00
Description	This read byte identifies Module's manufacture ID												

RDCTRLD2 (DB00h) : Read Control ID2

RDCTRLD2 (DB00h) : Read ControlID2													
DB00h	RDCTRLD1												
Inst/Para	R/W	Address		D15-8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	HEX
		MIPI	Other										
RDCTRLD2	R	DBh	DB00h	x	ID2								00
Description	This read byte identifies Module / driver version ID												

RDCTRLD3 (DC00h) : Read Control ID3

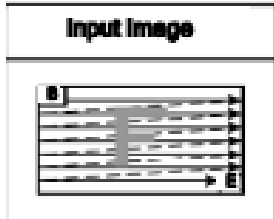

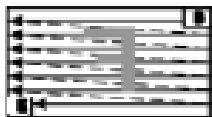

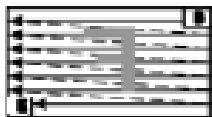

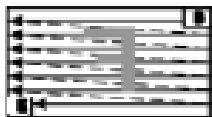
RDCTRLD3 (DC00h) / Read Control ID3													
DC00h		RDCTRLD1											
Inst/Para	R/W	Address		D15-8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	HEX
		MIPI	Other										
RDCTRLD3	R	DCh	DC00h	x	ID3								00
Description	This read byte identifies Module / driver ID												

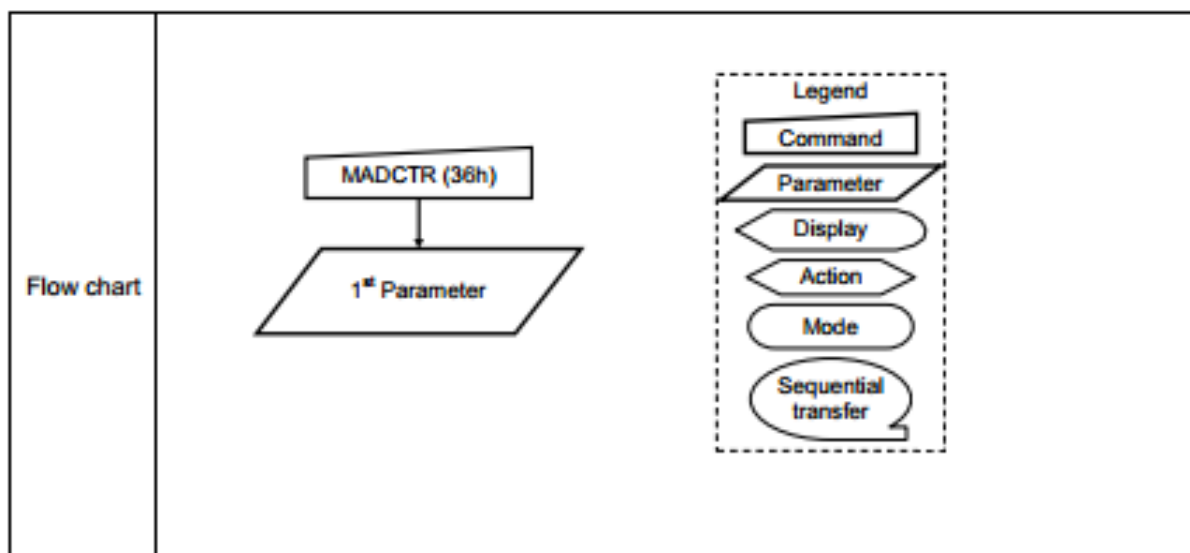
Default	<table><tr><th rowspan="2">Status</th><th colspan="2">Default Value</th></tr><tr><th>After MTP</th><th>Before MTP</th></tr><tr><td>Power On Sequence</td><td>MTP Value</td><td>00h</td></tr><tr><td>SW Reset</td><td>MTP Value</td><td>00h</td></tr><tr><td>HW Reset</td><td>MTP Value</td><td>00h</td></tr></table>			Status	Default Value		After MTP	Before MTP	Power On Sequence	MTP Value	00h	SW Reset	MTP Value	00h	HW Reset	MTP Value	00h
	Status	Default Value															
		After MTP	Before MTP														
	Power On Sequence	MTP Value	00h														
	SW Reset	MTP Value	00h														
HW Reset	MTP Value	00h															
Flow Chart	<div><div>RDID</div><div>Send Parameter RDCTRLD[7:0]</div></div> <div><div>Legend</div><div><div>Command</div><div>Parameter</div><div>Display</div><div>Action</div><div>Mode</div><div>Sequential transfer</div></div></div>																

4.1.6.3 左右镜像设置

This command defines the scan direction of Source and Gate Driver. This command makes no change on the other driver status.

(3600h) MADCTR : Set Address Mode

				MADCTR (Scan Direction Control)																		
Inst/Para	R/W	Address		D15-8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	HEX									
		MIPI	Other																			
MADCTR	W	36h	3600h	x	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00									
Description	This command defines the scan direction of Source and Gate Driver. This command makes no change on the other driver status.																					
	Bit	Symbol	Description										Comment									
	D7	Reserved											0									
	D6	MX	Horizontal Flip										'0' = Normal display '1' = Flipped display									
	D5	Reserved											0									
	D4	Reserved											0									
	D3	Reserved											0									
	D2	Reserved											0									
	D1	Reserved											0									
	D0	Reserved											0									
Description	• Bit D1 – Horizontal Flip																					
	<div><div><div>Input Image</div><div></div></div><div>→</div><div><table><tr><th>D1</th><th>D0</th><th>Display Panel</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td></td></tr></table></div></div>													D1	D0	Display Panel	0	0		1	0	
	D1	D0	Display Panel																			
	0	0																				
	1	0																				
Restriction	Bit D3 is not applicable while resolution is FHD SPR.																					
Default																						



4.1.7 可选功能指令

4.1.7.1 Write CE3 (Temperature)

This command is used to set the different temperature.

WRTMR (6200h) : Write CE3 (temper)

6200h	WRTMR (Write_Temper_Level)																					
Inst/Para	R/W	Address		D15-8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	HEX									
		MIPI	Other																			
WRTMR	W	62h	6200h	x	TEMPER_EN	TEMPER_LEVEL [6]	TEMPER_LEVEL [5]	TEMPER_LEVEL [4]	TEMPER_LEVEL [3]	TEMPER_LEVEL [2]	TEMPER_LEVEL [1]	TEMPER_LEVEL [0]	00									
Description	This command is used to set the parameters for CE (color enhance)																					
	<table><tr><th>Bit</th><th>Description</th><th>Value</th></tr><tr><td>TEMPER_EN</td><td>Temperature enable</td><td>0 : disable 1 : enable</td></tr><tr><td>TEMPER_LEVEL[6:0]</td><td>Temperature Set</td><td>0~64 setting</td></tr></table>													Bit	Description	Value	TEMPER_EN	Temperature enable	0 : disable 1 : enable	TEMPER_LEVEL[6:0]	Temperature Set	0~64 setting
	Bit	Description	Value																			
	TEMPER_EN	Temperature enable	0 : disable 1 : enable																			
TEMPER_LEVEL[6:0]	Temperature Set	0~64 setting																				
Restriction	-																					
Flow Chart	<div><div>Legend</div><div><div>Command</div><div>Parameter</div><div>Display</div><div>Action</div><div>Mode</div><div>Sequential transfer</div></div></div>																					

4.1.7.2 Write CE6 (Decrease gamut mode)

TBD

4.1.8 ESD Design Guide

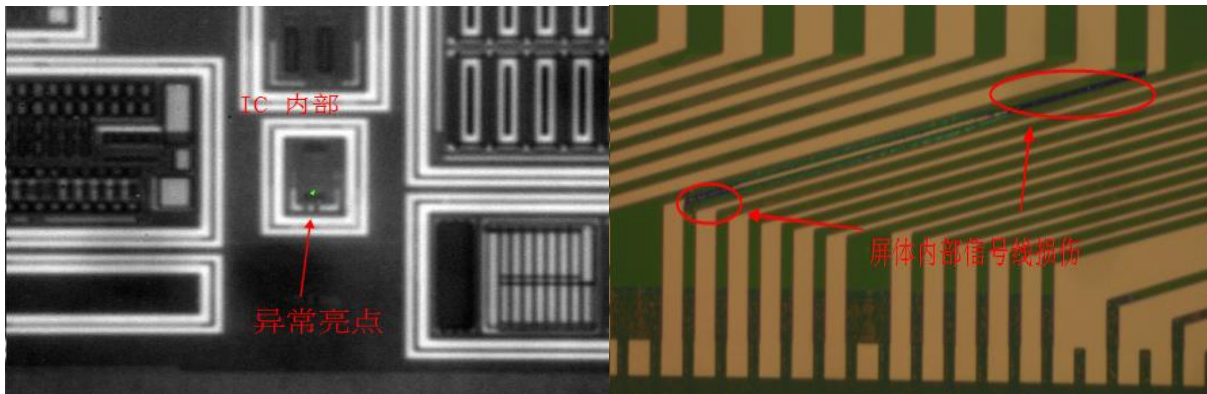
4.1.8.1 ESD 对模组的危害

造成 Driver IC 内部损伤，模组出现无显或显示异常；

造成 TP IC 内部损伤，模组出现 TP 触控功能异常；

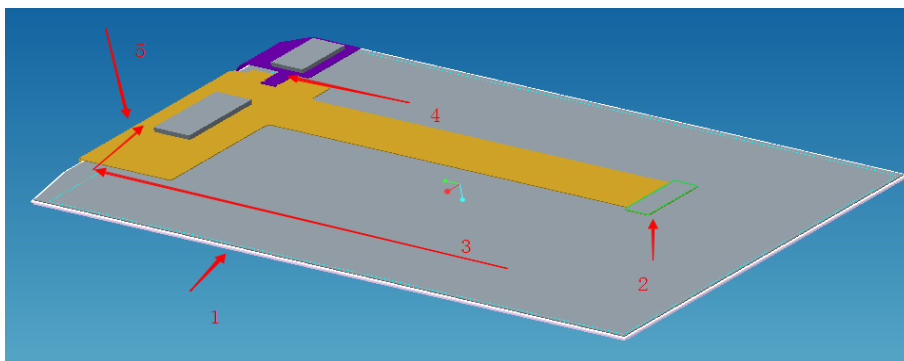
造成 Panel 信号线损伤，模组出现无显或显示异常；

造成 Power IC 等其他器件或电路损伤，模组出现无显或显示异常。



4.1.8.2 ESD 防护

4.1.8.2.1 ESD 流入模组路径



通过模组边缘引入 Panel ESD Damage;

Driver FPC Connector;

与主板的 shoot 或其他路径流入 ESD 造成 Driver FPC 元器件放电，产生 ESD Damage;

TP FPC Connector;

整机中 Driver IC 附件 Hole 或其他路径引入的 IC ESD Damage。

4.1.8.2.2 ESD Protection Level

Model	Level	备注
CDM	±4kV	Module: R = 330ohm / C = 150 pF
Air ESD	±8KV	Module Face Up
Machine Mode	200V	Driver IC : R = 0 ohm / C = 200 pF

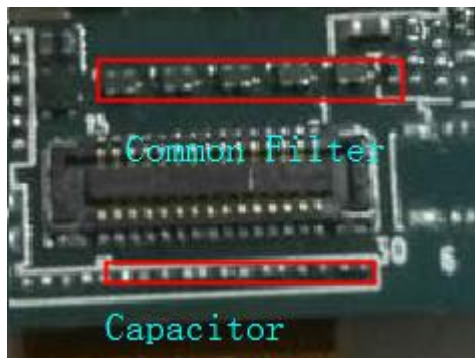
4.1.8.2.3 防护措施

4.1.8.2.3.1 接口输入信号增加适当的保护元件：

电路	建议	备注
HSSI	Common Mode ESD Filter	考虑 SI 特性

Signal	TVS Diode or Bead	考虑 SI 特性
Power	Capacitance	

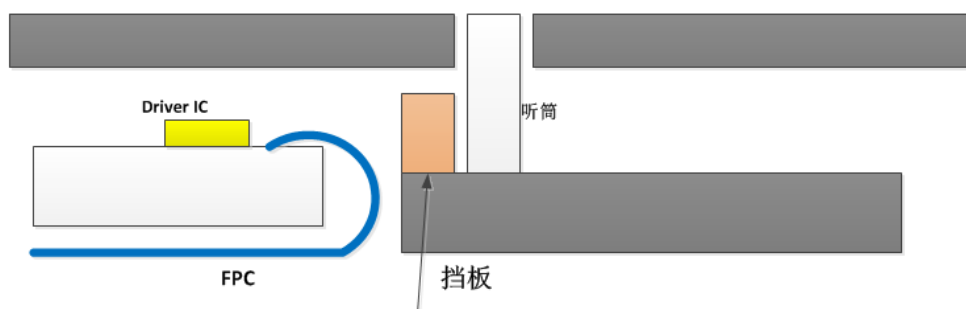
客户应用实例:



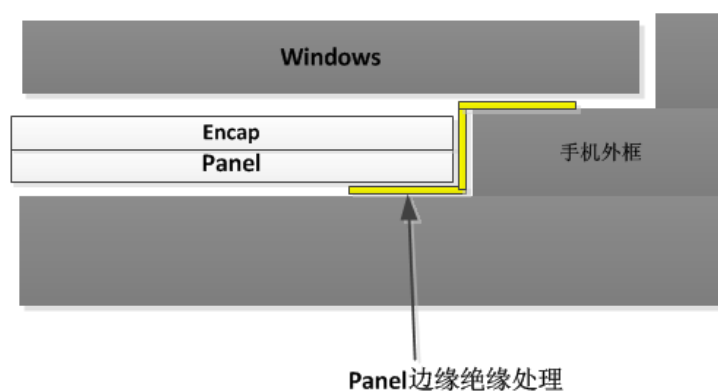
4.1.8.2.3.2 FPC 或转接的表面开窗漏出可接地 Pad，并将 Pad 与主板上的系统地稳定连接:



4.1.8.2.3.3 听筒位置尽量与 Driver IC 保持间距，同时建议听筒与 Driver IC 之间增加垂直挡板，如下示意图:



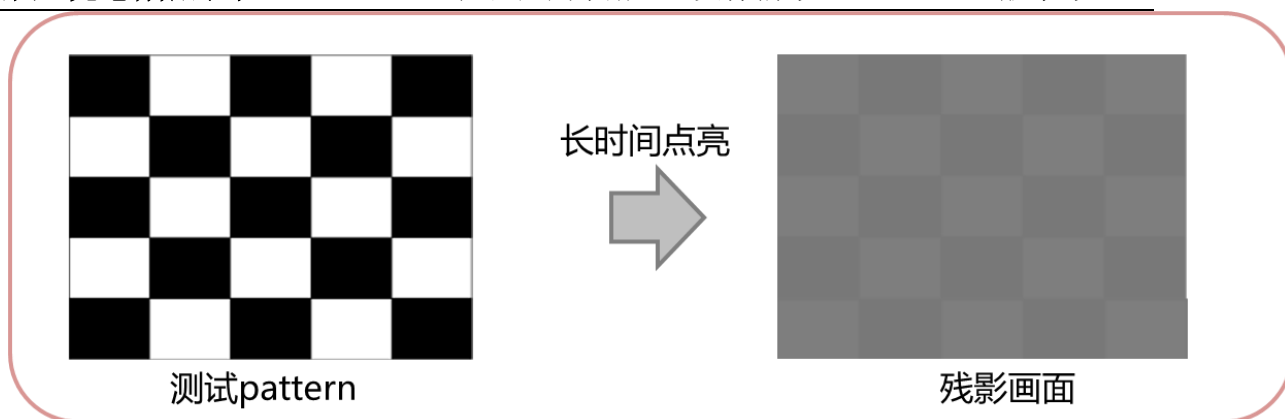
4.1.8.2.3.4 为防止 ESD 从 Panel 边缘进入，建议如下示意，在 Module 周边做绝缘处理，同时手机外边框采用接地金属边框。



4.2 模组光学规格部分

4.2.1 残影

即影像残留 (Image Sticking)，是在屏幕上长时间显示同一副画面时，改变显示画面后，屏幕上仍然可以看到前面图像残像的现象。

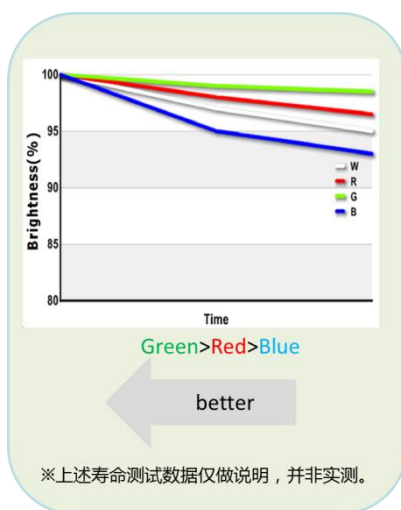


残影产生的原理

OLED 由 R/G/B 三种颜色组合而成；

由于有机发光材料的降解，OLED 的亮度会伴随着点亮时间的增加而持续衰减；

由于 R/G/B 三原色寿命不同，UI 界面的颜色搭配可能会影响残影的产生。

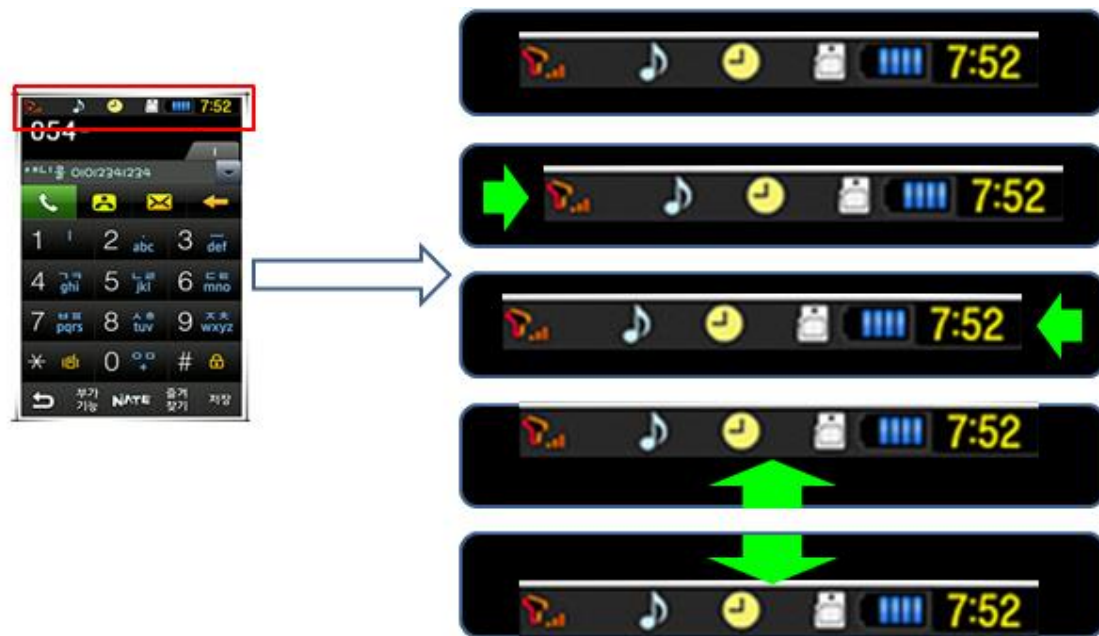


4.2.2 UI Design Guide

4.2.2.1 UI 界面颜色控制：

优化前		蓝色衰减快，寿命短，背景用大面积蓝色易出现残影。
优化后		1、背景改为黑色可以降低功耗； 2、时间日期改由黄色显示可以改善蓝色衰减，延长蓝色寿命。

4.2.2.2 UI 界面图标控制



对于经常需要固定显示的图标，可通过 UI 设计在不同的时刻相应的改变其固定的位置（可稍微进行移动），可以避免在同一固定位置处产生残影现象。

4.2.2.3 图标交界界面平滑过渡，避免高对比度形成残影——①。

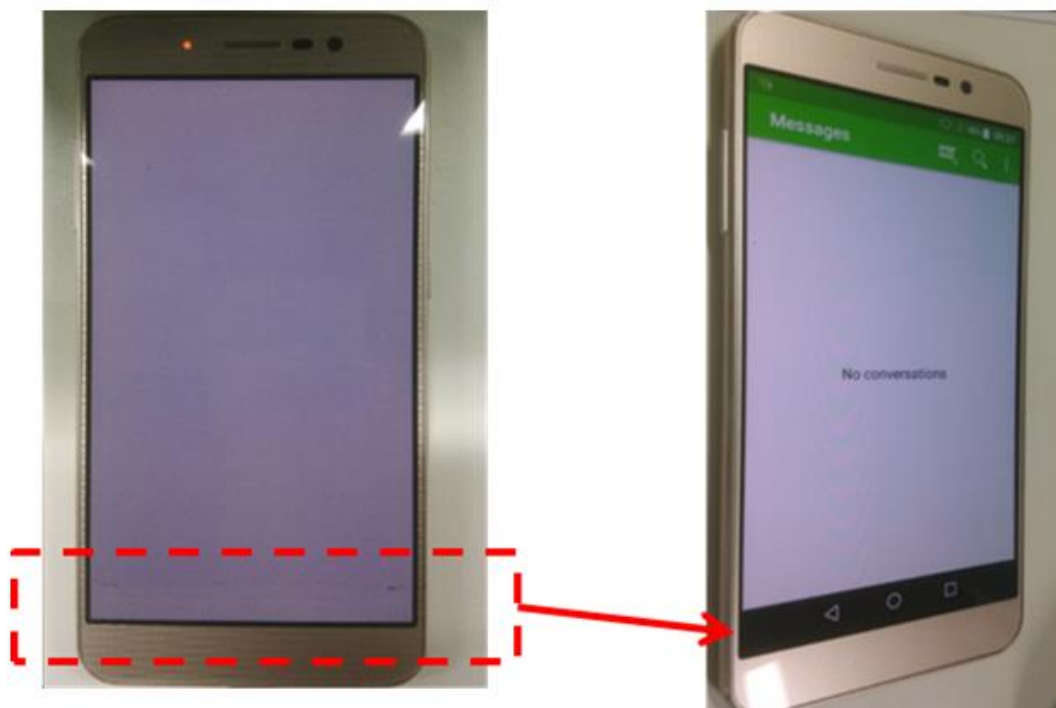
4.2.2.4 深色 UI 背景和黄色图标。——②



4.2.2.5 浏览界面和图标透明显示处理。



4.2.2.6 图标自动隐藏: UI 界面图标不用时, 可设置为自动隐藏, 避免长时间存在形成残影。

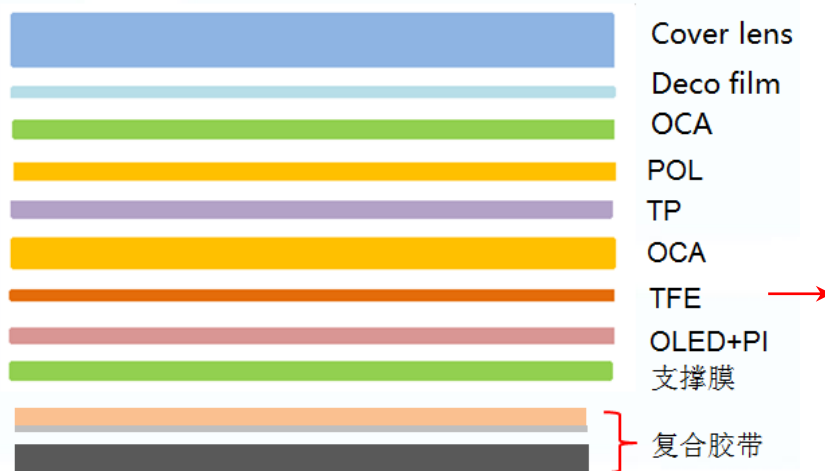


上图为菜单栏图标长时间点亮在屏体下端形成残影。

4.3 模组机构规格部分

4.3.1 结构差异性 (AMOLED (柔性固定曲面&硬屏) &TFT LCD)

AMOLED 柔性固定曲面厚度堆叠

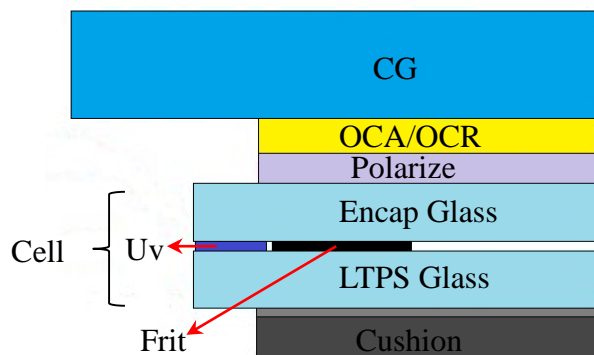


主要构件:

CG+OCA/OCR(光学胶)+Polarizer+TP film+OCA+Cell+支撑膜+复合胶带
+Cushion(或其他部材)

-TFE 封装:在 TFE 与屏体间粘附力较小, 存在分层的风险;

AMOLED 厚度堆叠

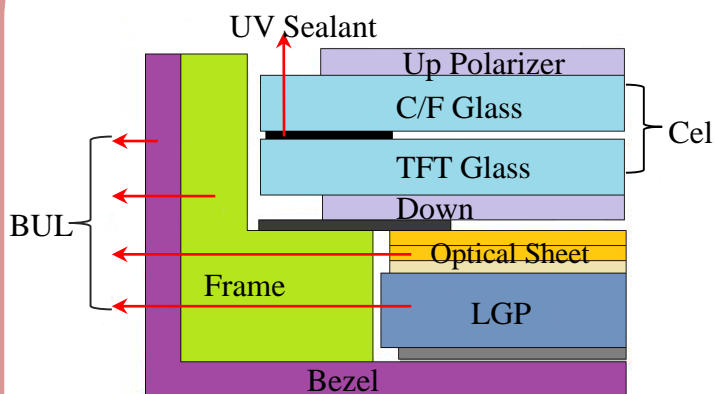


主要构件:

CG+OCA/OCR(光学胶)+Polarizer+Cell
+Cushion(或其他部材)

-Frit:在显示屏体边缘侧,因采用 frit 材料封装,此材料模量大存在脆断风险高;

TFT LCD 厚度堆叠



主要构件:

Polarizer+Cell+Polarizer +BLU(optical/LGP/
Frame/Bezel)

-uv sealant:在显示屏体边缘侧,在其结构上采用其他辅助件增加强度如(Bezel&Frame)并且 Uv sealant 模量小不易脆断;

4.3.2 Mechanical Design Guide —— 屏体与 Window 结构

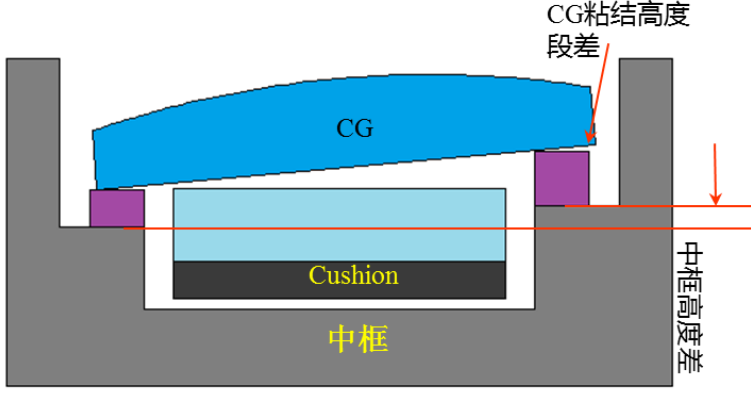
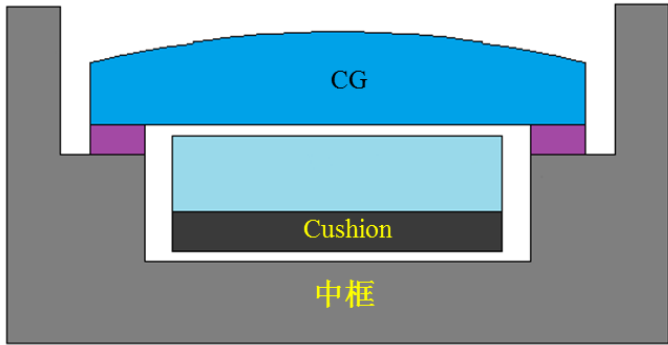
优化前		优化后相对优化前在抗外力冲击强度有所改善, 点胶宽度建议 之 0.8mm
优化后		

4.3.3 Mechanical Design Guide——中框设计

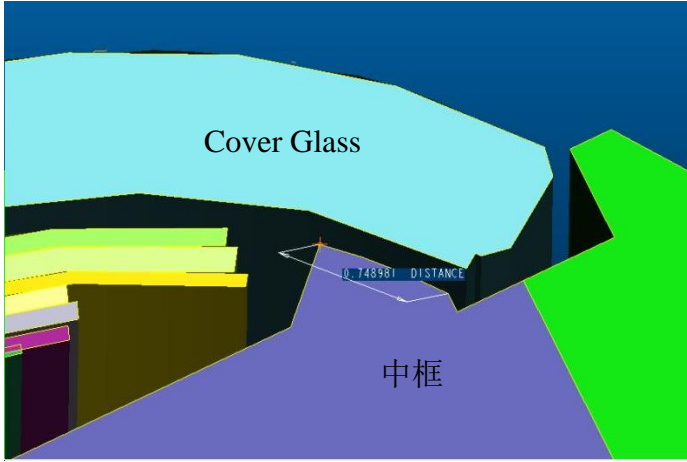
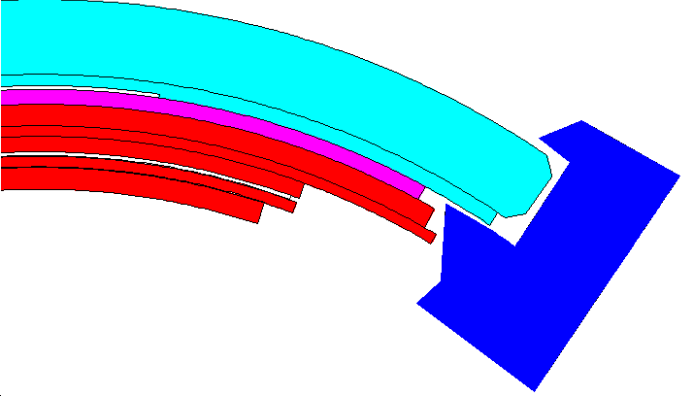
4.3.3.1 CG 与中框结构

优化前		CG 在 Z 方向高度超出中框支架时在冲击易导致失效。
优化后		将 CG 在 Z 方向高度低于中框支架时提升强度。

4.3.3.2 CG 与中框结构



<p>优化前</p>		<p>胶框同 CG 帖服不平，易导致局部形成应力集中致屏体破裂。</p>
<p>优化后</p>		<p>改善方向：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在中框安装 CG 安装面无段差； 2. CG 粘结材料尽量平整。

4.3.3.3 CG 与中框结构

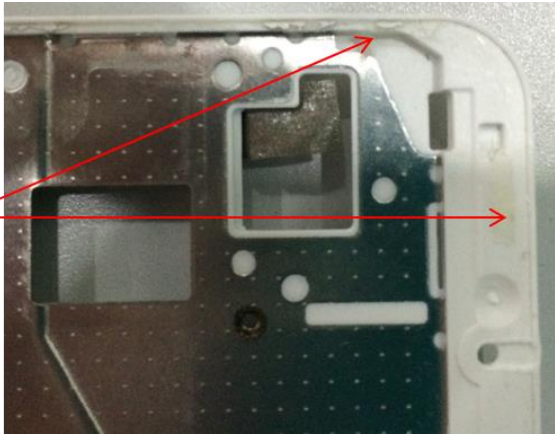
<p>优化前</p>		<p>盖板与中框边沿匹配</p>
<p>优化后</p>		<p>改善方向：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在中框安装 CG 安装面与 3D 盖板边沿匹配； 2. 且遮蔽盖板边沿露白区（防止边沿亮线）。

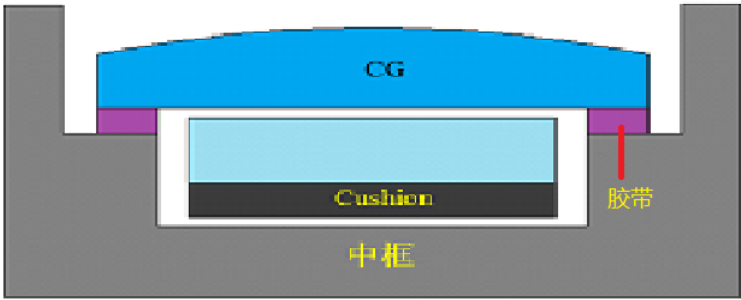
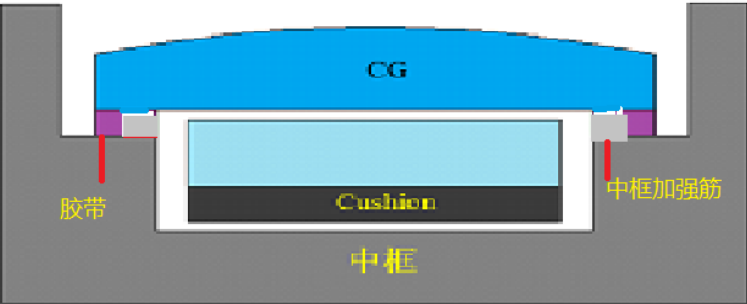
--	--	--

4.3.3.4 中框抗变形结构

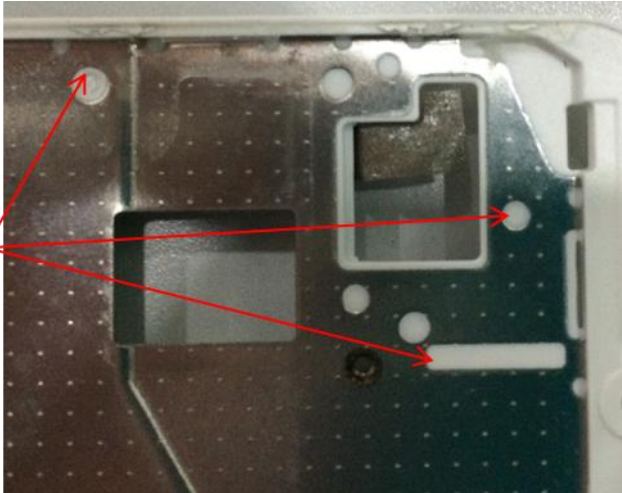
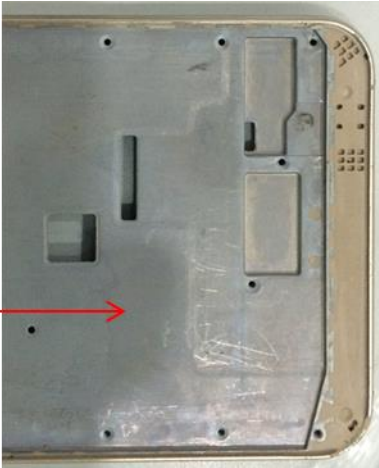
优化前	<div>中框通孔</div> 	<p>中框内部结构如出现大量的通孔结构或组合件，在强度或抗变形方面会变差，改善措施尽量减少孔的面积，多采用一体成型件结构。</p>
优化后	<div>孔尽可能小</div> 	

4.3.3.5 中框与模组组立结构

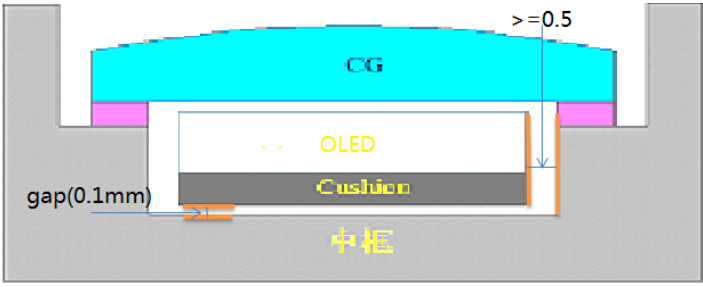
优化前	<div>中框点胶</div> 	<p>在 CG 同中框组立过程采用液态胶粘合，因胶流动性易导致胶填充中框与屏体的间隙使屏体在抗冲击特性变差。</p>
优化后	<p>建议管控点胶宽度或采用固态胶固定方式。</p>	

优化前		<p>建议在中框同盖板贴合面增加加强筋，此加强筋的作用防止盖板Z方向受力挤压OLED屏体，（备注加强筋的高度由胶带的压缩量与贴合强度决定）。</p>
优化后		


4.3.3.6 中框底面结构

优化前		<p>在屏体组立过程中因超出钣金件底面（安装面）位置易造成应力集中在局部。</p>
优化后		<p>安装面尽可能平整，平整度建议$\leq 0.2\text{mm}$。</p>

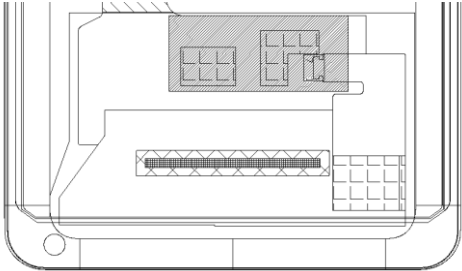
4.3.3.7 中框&模组间隙

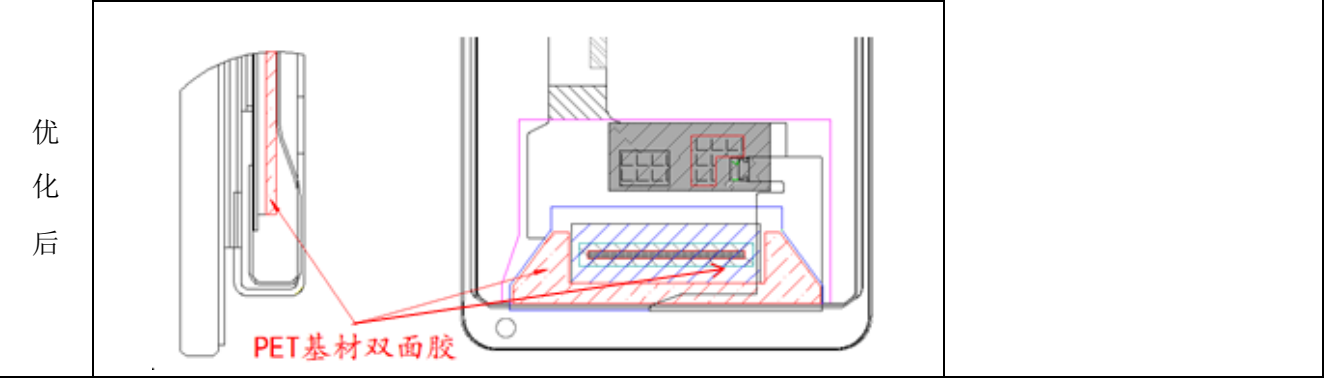
优化前		<p>屏体与中框预留合理的间隙：</p> <p>XY 方向间隙 min 0.5mm, Z 方向间隙 0.1mm。</p>
优化后	<p>建议模组与中框 XY 方向间隙 min 0.5mm, Z 方向间隙 0.1mm;</p> <p>备注：FPC Z 方向与中框间隙>=0.2mm。</p>	

4.3.3.8 增加元器件固定强度

优化前		<p>元件区强度固化：</p> <p>建议采用点胶或增加补墙板。</p>
优化后	 <p>IC 点胶宽度=<1.2mm(可以满足 1.0mm 规格)。</p>	

4.3.3.9 降低 COF& TP FPC 的翘起高度

优化前		<p>降低 COF& TP FPC 的翘起高度：</p> <p>建议在 COF& TP FPC 背面增加有支撑作用的双面胶。</p>
-----	---	--



5 相关文件

序号	文件名称	文件编号	主导部门
1	-	-	-
2			

6 相关表单

序号	表单名称	表单编号	保存期限	保存部门	收集频率	收集部门
1	-	-	-	-	-	-
2						

7 附件

序号	附件名称	附件编号
1	-	-
2		