

文章编号:1007-2780(2019)08-0764-08

IC 绑定对 TDDI 结构触控不良的影响

朱磊*, 王忠俊, 黄式强, 李盼盼, 胡伟, 林汇哲

(重庆京东方光电科技有限公司, 重庆 400700)

摘要:为了减少触摸屏生产过程中以及客户端触控不良的发生,提高良率,本文研究了 IC 绑定对触控与显示驱动器集成 (Touch and Display Driver Integration, TDDI) 结构触控不良的影响。首先,利用新思 IC 厂商开发的容值测试软件进行测试,根据测试结果确认触控不良的种类;其次进行 IC 交叉验证,根据测试结果确认显示屏还是 IC 存在问题。研究表明,各向异性导电膜 (Anisotropic Conductive Film, ACF) 胶厚度较厚造成了 IC 绑定粒子变形小,接触面积较小,导致了较大的接触电阻,出现触控不良。通过更换厚度较薄的 ACF 胶,不良得到改善,模组厂不良发生率从 3.935×10^{-3} 降低至 8.38×10^{-4} , 客户端不良率从 1.5×10^{-3} 降低至 0。通过变更 ACF 胶厚度,改善 IC 绑定粒子状态,可以有效减少触控不良的发生。

关键词: IC 绑定; 触控与显示驱动集成; 各向异性导电膜

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20193408.0764

Influence of IC bonding on touch abnormal of TDDI structure

ZHU Lei*, WANG Zhong-jun, HUANG Shi-qiang, LI Pan-pan, HU Wei, LIN Hui-zhe

(Chongqing BOE Optoelectronics Technology CO., LTD, Chongqing 400700, China)

Abstract: In order to reduce the occurrence of touch abnormal in the production process and client-side, improve the yield, the influence of IC bonding on touch abnormal of TDDI (Touch and Display Driver Integration) structure was studied in this paper. Firstly, Synaptics IC manufacturer's capacitance testing results was used to identify the types of touch abnormal. Then, which had problems, the panel or IC was to be confirmed according to the IC cross validation results. The results show that the IC bonding particles have small deformation and contact area due to the ACF thickness, and it causes greater contact resistance and touch abnormal. The defect ratio is improved by replacing a thinner ACF, and it is decreased from 3.935×10^{-3} to 8.38×10^{-4} in module factory and decreased from 1.5×10^{-3} to 0 in customer. Improving the state of IC binding particles can effectively reduce the occurrence of TP fail by changing the thickness of ACF.

Key words: IC bonding; touch and display drivers integration; ACF

收稿日期: 2019-03-11; 修订日期: 2019-04-19.

* 通信联系人, E-mail: leizhu@boe.com.cn

1 引言

新兴电子产品借助于信息技术、移动通信、物联网、云计算等技术的发展,逐步应用于各个领域,触摸显示技术也在此基础上发展而来。触摸显示技术作为智能终端领域人机交互的重要界面,手机显示屏和触摸屏发挥着至关重要的作用。

目前市场上触摸屏按着工作原理可以分为电阻式触摸屏、电容式触摸屏(表面式和透射式)、红外线式触摸屏和表面声波式触摸屏4种。由于透射式电容触摸屏支持多点操作,良好的透过率、分辨率以及相对较低的制造成本,是未来触摸屏的主要发展方向^[1]。

电容屏的触控技术主要分为 In-cell^[2-3]、On-cell^[4]和单片式触摸屏^[5](On Glass Solution, OGS)。OGS 和 On cell 是相对成熟的方案,但是其却无法满满足轻薄化、高透过率、低成本等要求。所以在此基础上,In cell 的技术得到发展。

触控与显示驱动集成(Touch and Display Driver Integration, TDDI)主要是与 In-cell 技术相结合应用于触控电子产品中。TDDI 结构最早由新思厂商提出,这种结构将显示与触控互相分离的结构集成到一颗芯片上。由于 TDDI 结构的触控电极是制作在显示面板上,显示面板的制作^[6]以及模组的制作^[7]都有可能会造成触控不良的发生。

2 电容式触摸屏构成及其原理

2.1 电容式触摸屏构成

自电容是指电极与大地相连的电容,即电极对大地的电容。图1为本文研究的4.98qHD TDDI产品采用自容式的结构示意图,通过TFT基板的

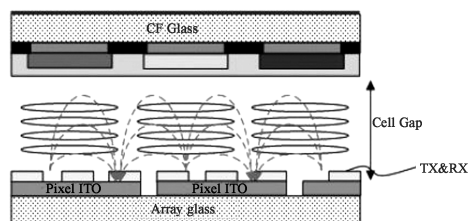


图1 4.98qHD TDDI 结构图

Fig.1 Structure of 4.98qHD TDDI

制作工艺将触控电极整合在 TFT 基板上。

2.2 电容式触摸屏的工作原理

如图2所示,当手指作为一个导体触摸到屏幕表面时,手指与屏幕表面会形成一个耦合电容。由于耦合电容的存在,使得触摸点的电容发生了变化。通过探测触摸前后电容的变化,确定触摸位置。

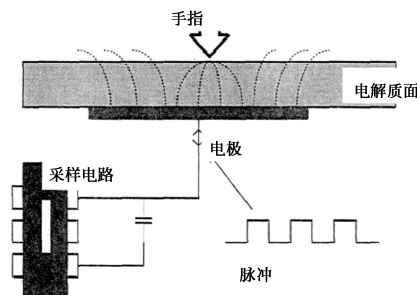


图2 电容屏工作原理图

Fig.2 Schematic of capacitive touch panel

自电容触摸屏是将触控电极设计成相互垂直交叉的扫描电极。当手指触摸到屏幕上时,分别对 X 轴和 Y 轴进行扫描,通过电容的变化确定触摸发生的 X 轴坐标和 Y 轴坐标,通过计算确定触摸发生的位置,如图3所示。

当触摸屏没有任何触摸时,触控电极与地之间的电容为 C_p 。当有手指触摸时,相当于并联上一个寄生电容 C_f ,系统总的电容变为 $C_p + C_f$,因此通过检测触摸前后电容的变化,就可以确定触摸的位置。

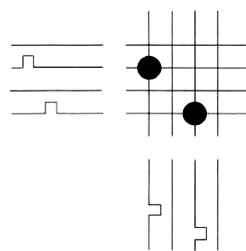


图3 自电容扫描方式

Fig.3 Scan method of self-capacitance

3 触控不良分析

3.1 测试方法

本文采用的是新思厂商的容值测试软件。将电脑、点灯机、电路板以及不良屏连接起来,通过测试软件进行触控测试。每个测试项目均有设定的规格,超出规格测试界面就会提示错误(Fail)。

续 表					
NG-1 # 样品	不良位置	触控测试结果			规格
		初始(NG)	FOG(OK)	TFOG(OK)	
Raw Gap	LT2-RR19/LR19	−12.008	−0.138	−0.345	−14~14
	LT3-RR25/LR25	19.7	−2.824	−1.914	
	LT4-RR19/LR19	−22.915	−3.656	−3.237	
	LT4-RR25/LR25	−27.844	−3.341	−2.705	
	LT7-RR22/LR22	−10.124	7.923	−5.293	
Open A	LT2-RR19/LR19	328	460	449	>115
	LT3-RR25/LR25	433	421	426	
	LT4-RR19/LR19	285	465	460	
	LT4-RR25/LR25	218	460	442	
	LT7-RR22/LR22	77	419	446	
Open B	LT2-RR19/LR19	72.647	99.031	97.821	>75
	LT3-RR25/LR25	96.868	88.819	93.115	
	LT4-RR19/LR19	63.123	100.108	100.218	
	LT4-RR25/LR25	48.77	97.046	96.612	
	LT7-RR22/LR22	15.587	85.949	92.244	

从表 1 中可以看出,初始状态触控测试结果超出规格,拆解成 FOG 状态触控测试结果正常,进行盖板返工重新贴合新的盖板后,TFOG 状态触控测试结果正常。因此结合点灯画面下按压可出现方格的现象,推测 IC 绑定状态异常,在盖板贴合时,

IC 绑定的位置受力,有可能会造成触控不良。

3.4 IC 返工确认

为了进一步确认 IC 绑定对触控的不良影响,从不良屏中选取了 FOG 状态触控测试 NG 的 2 # 样品进行 IC 返工。

表 2 IC 返工前后触控测试结果
Tab.2 Results of TP test before and after IC rework

NG-2 #	不良位置	触控测试结果		规格
		返工前(NG)	返工后(OK)	
容值	LT2-RR11/LR11	1.347	1.543	1.168~2.077
	LT4-RR25/LR25	1.31	1.379	0.986~1.752
	LT6-RR14/LR14	1.579	1.492	1.178~2.093
	LT7-RR14/LR14	1.288	1.495	1.175~2.088
Raw Gap	LT2-RR11/LR11	−14.233	1.037	−14~14
	LT4-RR25/LR25	−11.162	−2.675	
	LT6-RR14/LR14	18.308	−0.201	
	LT7-RR14/LR14	−22.025	0.201	

续 表				
NG-2 #	不良位置	触控测试结果		规格
		返工前(NG)	返工后(OK)	
Open B	LT2-RR11/LR11	73.171	104.853	>75
	LT4-RR25/LR25	73.318	96.767	
	LT6-RR14/LR14	97.93	96.78	
	LT7-RR14/LR14	62.646	96.39	

从表 2 中可以看出,IC 返工前触控测试结果超出规格,IC 返工后触控测试结果正常。因此 IC 绑定或者 IC 本体异常会造成触控不良。

3.5 IC 交换确认

为了确认 IC 本体是否异常导致触控不良,我们邀请新思厂商进行 IC 交换验证,验证结果如表 3 所示,触控测试结果正常的样品和超出规格的样品进行 IC 交换验证。

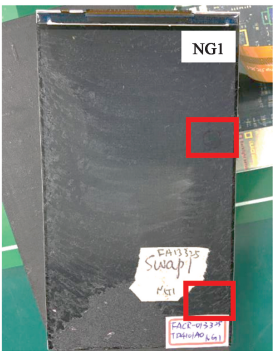
触控测试超出规格样品的 IC 搭配测试正常的显示屏,触控测试结果正常,可以排除 IC 本体原因导致的触控不良。

触控测试正常样品的 IC 搭配测试超出规格的显示屏,测试结果如下:

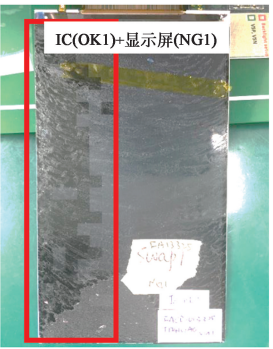
IC(OK2) + 显示屏(NG2) 触控测试结果正常

IC(OK1) + 显示屏(NG1) 触控测试超出规格

以上交换测试后的结果以及图 7 点灯检查画面可以看出,虽然有一片 IC(OK1) + 显示屏(NG1)的测试结果显示超出规格,但交换前不良发生位置在右半屏,交换后右半屏的不良消失。左半屏出现新增的不良。不良位置以及数量的变化可以确认触控不良与 IC 绑定有较大相关性,与显示屏相关性较小。



(a) IC 交换前点灯确认
(a) Check on light before IC swap



(b) IC 交换后点灯确认
(b) Check on light after IC swap

图 7 IC 交换前后点灯确认

Fig.7 Check on light before and after IC swap

表 3 IC 交换触控测试结果
Tab.3 Results of TP test by IC swap

	IC	显示屏	测试结果	备注
Swap 前	NG1	NG1	Fail	
	NG2	NG2	Fail	不良位置在
	OK1	OK1	Pass	显示屏右侧
	OK2	OK2	Pass	

续 表

	IC	显示屏	测试结果	备注
Swap 后	NG1	OK1	Pass	
	NG2	OK2	Pass	不良位置在
	OK1	NG1	Fail	显示屏左侧
	OK2	NG2	Pass	

3.6 IC 绑定微观图片确认

选取容值测试不良或者开路不良的样品在显微镜下确认 IC 绑定位置的情况,如图 8、图 9、图 10 所示。

其中图 8 和图 9 分别为触控测试超出规格的 3 号和 4 号样品,图 10 为触控测试正常的 1 号样品。从微观图片可以看出,3 号和 4 号样品的 IC 绑定位置中,ACF 粒子几乎不可见,而触控测试 OK 的 1 号样品,ACF 粒子明显可见。

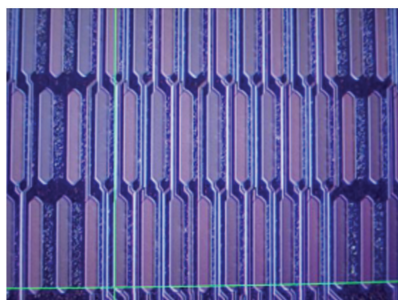


图 8 NG-3 号样品 IC 绑定

Fig.8 Picture of NG-3# sample IC bonding

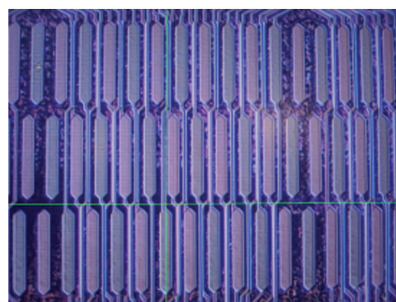


图 9 NG-4 号样品 IC 绑定

Fig.9 Picture of NG-4# sample IC bonding

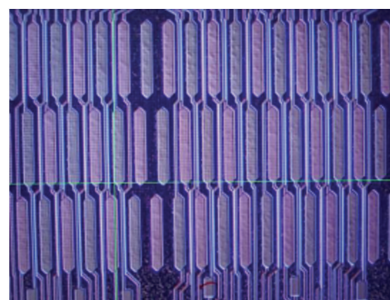


图 10 OK-1 号样品 IC 绑定

Fig.10 Picture of NG-1# sample IC bonding

显示屏的引脚形成导电通道^[8-9]。而 ACF 的热压合是 COG 技术的关键地方,热压合异常会导致产生有问题的液晶屏^[10]。因此 ACF 胶的厚度会影响到 IC 绑定的最终效果。

本文研究中,ACF 胶厚度为 18 μm ,为了改善此不良,我们验证了厚度为 16 μm 的 ACF 胶,采用双 100 实验评价 ACF 粒子的变化情况。双 100 实验条件如表 4。

表 4 双 100 实验条件

Tab.4 Condition of double 100 test

温度/ $^{\circ}\text{C}$	湿度/%	时间/h
100	100	2

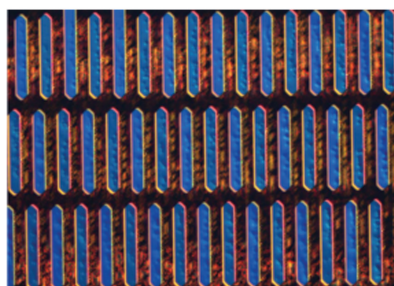
图 11(a)、图 11(b)为 18 μm ACF 双 100 实验前后 ACF 粒子的对比。图 12(a)、图 12(b)为厚度 16 μm 的 ACF 双 100 实验前后的 ACF 粒子对比。

双 100 实验前确认 ACF 粒子状态,采用 18 μm 厚度的 ACF 胶,第三排的 ACF 粒子较浅。而 16 μm 厚度的 ACF 胶,整体绑定效果良好。进行双 100 实验后,18 μm 厚度的 ACF 胶的粒子明显变浅,同时部分粒子不达标(≥ 5 颗),16 μm 厚度的 ACF 胶的粒子有一定程度变浅,但粒子数仍然满足要求。

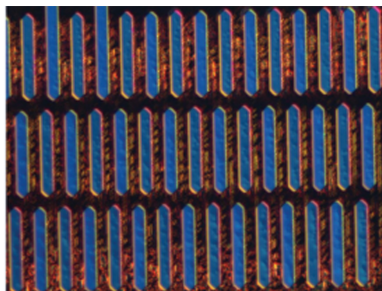
3.7 改善验证

以上分析可以看出 IC 绑定异常,ACF 粒子压痕过浅导致出现容值测试不良或者开路等触控不良。

在 COG(Chip on glass)技术中,IC 和显示屏是通过 ACF 胶连接的,通过热压合,IC 管脚和显



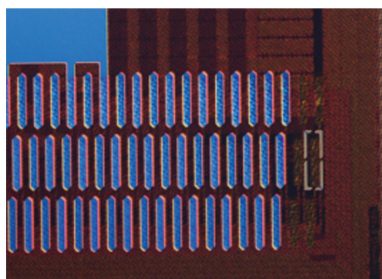
(a)



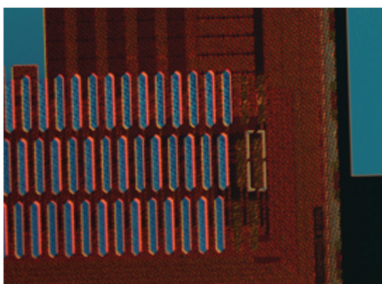
(b)

图 11 双 100 实验前(a)后(b)18 μm ACF 粒子状态对比

Fig.11 Contrast of 18 μm ACF particle before(a) and after(b) double 100 test



(a)



(b)

图 12 双 100 实验前(a)后(b)16 μm ACF 粒子状态对比

Fig.12 Contrast of 16 μm ACF particle before(a) and after (b) double 100 test

为了确认采用 16 μm 厚度的 ACF 胶对触控不良的改善效果,进行了小批量的验证,验证结果如表 5 所示。

表 5 触控不良改善结果

Tab.5 Improved results of TP fail

检查工序	改善前	改善后
模组工厂 FI	3.935×10^{-3}	8.38×10^{-4}
客户端	1.5×10^{-3}	0
备注	改善样品数量约 60k	

从表 5 中可以看出,采用 16 μm 厚度的 ACF 胶,触控不良发生率模组工厂从 3.935×10^{-3} 降低至 8.38×10^{-4} ,客户端从 1.5×10^{-3} 降低至 0,触控不良得到明显改善。

3.8 不良发生机理

容值测试不良和开路不良发生原因均与容值相关,当容值出现异常时,就会发生该不良。当 IC 绑定异常时,IC 管脚和显示屏引脚之间的接触电阻就会增大。IC 管脚和显示屏引脚之间的接触电阻过高,会引起充电不足,触控单元会处于未完全充电的状态,会直接影响到容值的大小。容值测试是计算同一行相邻两个容值的差值比,开路与容值的变化有关,因此当容值出现异常时,就有可能出现容值测试不良或者开路不良。

IC 管脚和显示屏引脚是通过 ACF 胶连接的。ACF 是各向异性导电膜,只在垂直于接触平面的方向导电,其余两个方向不导电,ACF 粒子起到导电作用。通过热压合将 ACF 粒子压破,导通 IC 引脚和显示屏引脚。如果 ACF 粒子形变过小,会造成接触面积较小导致接触电阻较大,导电性较差。

本文发生的触控不良,是由于 ACF 胶厚度较厚,ACF 胶流动性较差,导致 ACF 粒子在热压合的过程中压痕较浅,形变不足导致的,如图 13 和图 14 所示。

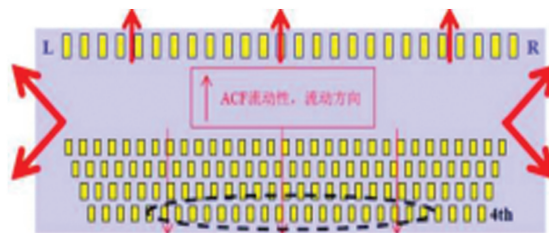


图 13 ACF 流动示意图

Fig.13 Schematic diagram of ACF flow

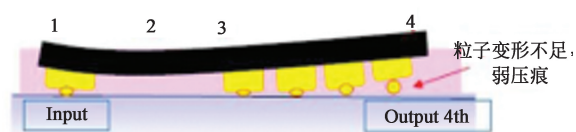


图 14 ACF 粒子压痕示意图

Fig.14 Schematic diagram of ACF particle indentation

4 结 论

ACF 胶的厚度会影响到 IC 绑定的效果，

ACF 胶厚度较厚，在热压合的过程中流动性较差，造成了 ACF 粒子压痕较浅形变较弱，使得 IC 管脚和显示屏引脚之间的接触电阻增大，影响到容值大小，从而出现了容值测试不良和开路不良等触控不良。通过变更 ACF 胶厚度（ $18 \rightarrow 16 \mu\text{m}$ ），触控不良的发生率显著减低（ $3.935 \times 10^{-3} \rightarrow 8.38 \times 10^{-4}$ ）。因此在后续实际生产中，针对 TDDI 产品要结合显示屏引脚的设计以及 IC 管脚的高度选取合适的 ACF 厚度，避免发生此类触控不良。

参 考 文 献：

- [1] 孙红彪,段青鹏,赵乃辉.从全贴合技术发展分析触控面板市场发展趋势[J].电子工业专用设备,2013(6):45-49.
SUN H B, DUAN Q P, ZHAO N H. Analysis of the touch panel market trends from the full-fit technology development [J]. *Equipment for Electronic Products Manufacturing*, 2013(6): 45-49. (in Chinese)
- [2] MA J, YAO Q J, LU F, et al. Panel structure evolution of in-cell capacitive touch sensor [J]. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 2015, 46(1): 1004-1007.
- [3] 王永贵,何连连.内嵌式电容触摸屏技术介绍[J].电视技术,2015,39(S1):236-238,241.
WANG Y G, HE L L. Introduction of technology of integrated capacitive touch screen [J]. *Video Engineering*, 2015, 39(S1): 236-238, 241. (in Chinese)
- [4] YANG I S, KWON O K. A touch controller using differential sensing method for on-cell capacitive touch screen panel systems [J]. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 2011, 57(3): 1027-1032.
- [5] 汤华娟,王承遇.OGS用高强度面板玻璃成分[J].玻璃与搪瓷,2013,41(6):31-33,41.
TANG H J, WANG C Y. Glass composition for high strength OGS panel [J]. *Glass & Enamel*, 2013, 41(6): 31-33, 41. (in Chinese)
- [6] 王鸣昕,周刘飞,田汝强.基于 IGZO 的 5.5 in FHD In-cell 触控 FFS 面板设计[J].液晶与显示,2017,32(12):943-948.
WANG M X, ZHOU L F, TIAN R Q. Design of 5.5 in IGZO TFT FFS in-cell touch panel [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2017, 32(12): 943-948. (in Chinese)
- [7] 占小奇,钱志禹,李艳平,等.Ag 对 TDDI 结构电容值的影响研究[J].电子世界,2017(22):105-107.
ZHAN X Q, QIAN Z Y, LI Y P, et al. Influence of Ag on capacitance with TDDI structure [J]. *Electronics World*, 2017(22): 105-107. (in Chinese)
- [8] 王艳艳,何为,王守绪,等.平板显示器中应用 ACF 的驱动 IC 封装技术[J].印制电路信息,2010(8):60-62.
WANG Y Y, HE W, WANG S X, et al. Driver IC packaging technologies using anisotropic conductive films in flat panel display [J]. *Printed Circuit Information*, 2010(8): 60-62. (in Chinese)
- [9] 刘萍.ACF 在 LCD 中的应用与发展[J].电子工艺技术,2002,23(6):236-238,262.
LIU P. The application and development of anisotropic conductive film in liquid crystal display [J]. *Electronics Process Technology*, 2002, 23(6): 236-238, 262.
- [10] YEN Y W, LEE C Y. ACF particle distribution in COG process [J]. *Microelectronics Reliability*, 2011, 51(3): 676-684.

作者简介：



朱磊(1990—),男,河南三门峡人,硕士,高级研究员,2014 年于武汉理工大学获得硕士学位,主要从事液晶显示方面的研究。E-mail: leizhu@boe.com.cn