

文章编号: 1672-8785(2018)12-0030-06

切割参数对 LCD 加工品质的影响研究

裴雪丹 苏秉华 薛峻文 王利利

(北京理工大学珠海学院, 广东 珠海 519088)

摘 要: 液晶平板显示器(Liquid Crystal Display, LCD)特别是 TFT-LCD 性能优良, 大规模生产特性好, 自动化程度高, 原材料成本低廉, 发展空间广阔。切割工序在 LCD 加工流程中占有举足轻重的地位。切割的主要作用是对大基板产品进行加工, 根据设计的单元尺寸, 将大基板分割成小单元。加工过程中参数及作业手法的控制对 LCD 的强度和功能有重要影响。随着 LCD 设备朝大尺寸、超薄化、像素致密化方向发展, 对产品可靠性的要求越来越高, 如何减小切割工序对 LCD 良率及可靠性的影响是本文研究的重点。

关键词: LCD; 品质; 切割

中图分类号: TN873.93 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2018.12.007

Study of the Influence of Cutting Parameters on LCD Machining Quality

PEI Xue-dan, SU Bing-hua, XUE Jun-wen, WANG Li-li

(Beijing Institute of Technology, Zhuhai 519088, China)

Abstract: Flat panel Liquid Crystal Displays (LCDs), especially TFT-LCDs have excellent performance, good mass production characteristics, high degree of automation, low cost of raw materials and broad development space. The cutting step plays a pivotal role in the fabrication process of LCDs. The main function of cutting is to process large substrate products. According to the designed cell size, a large substrate is divided into several small cells. The control of the parameters and operation skills in processing has important impact on the strength and function of LCDs. With the development of LCD equipment towards large size, ultra-thin and pixel densification, the requirements of product reliability are becoming higher and higher. How to reduce the impact of cutting on LCD yield and reliability is the focus of this paper.

Key words: LCD; quality; cutting

0 引言

将发光显示器分为光源和光源控制部分。液晶由于具有优良特性在 LCD 中用作光阀^[1]。

借助半导体大规模集成电路技术和工艺, 研制出了薄膜晶体管^[2] (Thin Film Transistor, TFT)。通过矩阵寻址对液晶光阀进行控制,

收稿日期: 2018-11-27

基金项目: 北京理工大学珠海学院科研发展基金项目(XK-2016-10)

作者简介: 裴雪丹(1979-), 女, 黑龙江人, 讲师, 主要研究方向为光学工程和光学工艺。

E-mail: peixuedan_2001@163.com

从而解决了 LCD 的控制器和光阀的配合问题。TFT-LCD 的构造如图 1 所示。

1 TFT-LCD 的生产工艺与不良分析

TFT-LCD 的制造工艺流程^[3]如图 2 所示。在生产制作过程中,不同的工序流程会产生不同的不良现象^[4]。工艺分析就是对不良品进行分析,找出不良原因,并且改进工艺生产技术^[5],降低不良率。制造工序中产生的各类不良现象见表 1。

2 切割工序中各参数对纵向切痕的影响

切割属于后工序,其对 LCD 良率及可靠性的影响很大。在切割工序中,使用的刀轮是金钢石或合金刀轮,其材质硬度应当大于 LCD 的硬度。刀轮旋转并经过 LCD 基板时,尖锐的刀刃

在向 LCD 基板的垂直方向施加切割压力时,会在其表面形成切割线,即纵向切痕。同时,由于存在切割压力这种横向力,也会形成横向切痕,需要将其限制在最小范围内。此时,在形成标准纵向切痕的状态下,向切割线左右施加剪断应力时,龟裂以已形成的纵向龟裂为起点,向反方向延续,从而迅速完成裂片过程。

一般来说,如果形成的纵向切痕的厚度达到 LCD 厚度的 8% 以上,就可以顺利切割。也可以使用特殊刀轮进行高压切割,无需增加额外的裂片工序,就可使其自然分断。在特殊情况下,纵向切痕的深度不宜过深,以防自然分断。因此需要根据具体情况选择适当的刀轮和切割压力。LCD 基板的厚度、刀轮角度和切割压力对照见表 2。

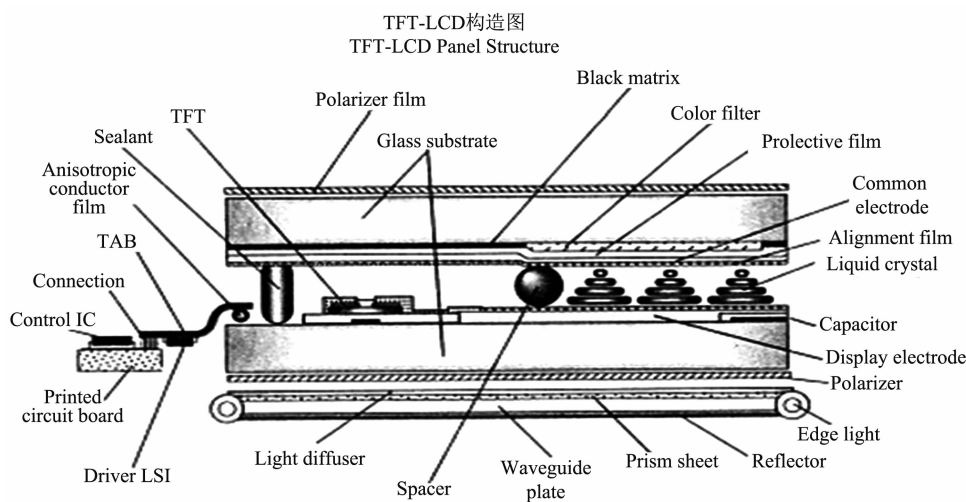


图 1 TFT-LCD 的构造

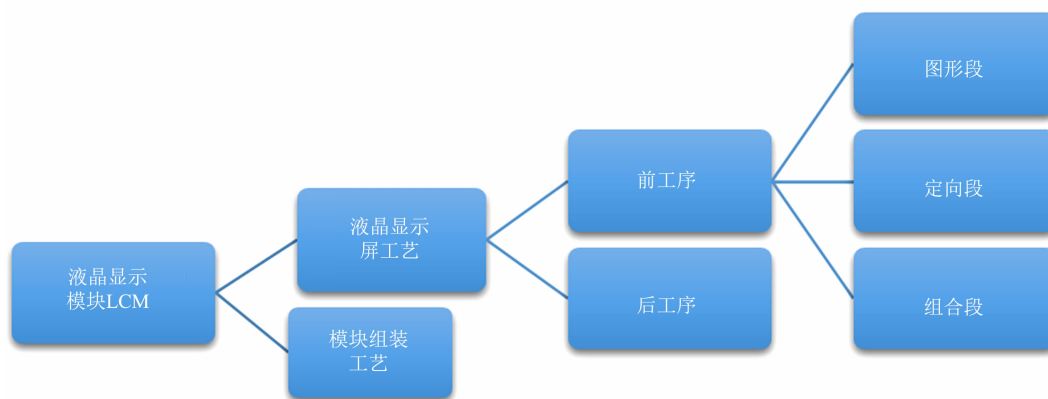


图 2 TFT-LCD 的制造工艺流程

表 1 制造工序中产生的各类不良现象

分类	不良项目	不良现象定义
前工序	CF 来料不良	加电情况下, 局部或全部发红、绿、蓝色, 不加电情况下显示正常
	胶框不良	环氧胶框出现局部或整体偏大偏小的状况, 或出现胶框断裂造成漏液的情况
	胶框气泡	目测情况下胶框处出现圆点或锯齿形状, 显微镜下观察出现水滴状及锯齿形状
	盒内划伤	不加电时 LCD 内部有划伤现象, 显示一条或多条有颜色的线, 或外观检测时 LCD 内部有划伤的痕迹, TFT 产品显示时出现半截线现象
	盒厚不均	不加电情况下, 块状或团状发红或发蓝, 显示发黑或发白(包含封口处, 除边薄和边厚产品)
减薄类	减薄点不良	减薄车间来料的表面刺伤不良
	减薄线不良	减薄车间来料的表面刺伤不良
	减薄漏液	减薄车间来料的漏酸液产品和减薄车间来料的 ODF 产品漏液晶不良
	减薄裂纹	减薄车间来料的大片 LCD 出现裂纹
	减薄蚀刻不均	减薄车间来料的 LCD 表面不均匀或者表面不平整的现象
	减薄粘胶	减薄车间来料的粘胶因渗胶过多造成的 LCD 破损
	减薄其他	减薄车间除以上的不良
断短路类	断路	在电测全点亮下, 一条或多条 COM/SEG 线没有显示, 调整夹具后仍无法显示
	短路	STN 电测时在全显或冲击状态时, 出现交叉线状不显示, 同时多伴有电流超标, 电测机报警; 3D 眼镜产品出现放电快(小于等于 5S)的现象; 车载品出现多显、少显, 同时分显不少显、多显的或电测机报警现象; TFT 在单显和双显画面出现两条线连接在一起的现象
	不显	加电情况下不出现画面, 同时调整电压或夹具也无变化
	显异	在正常驱动下, 画面不能正常显示
PI 类	PI 黑圈	在正常点亮的情况下, 在 LCD 的上面出现类似环状不良, 调低电压后更明显
	PI 斜纹	电测全点亮下观察, 出现一条或多条带状对比度不均匀区域, 同时在此区域可以看到同摩擦方向一致的斜纹, 轻微的调高电压后不明显
	PI 不良	点亮情况下出现带状或条状不均匀 在电测全点亮下观察, 封口处 PI 有明显被冲刷过的痕迹(如五爪 PI), 调整电压后不明显
	聚集点	加电或不加电情况下, 白色的点聚集在一起

表 1 制造工序中产生的各类不良现象(续)

分类	不良项目	不良现象定义
污染类	白点	在电测全点亮下，呈单个或多个点状白色点，不加电状态下看不到，在电测全点亮下看不到，在冲击的情况下，呈单个或多个点状白色点
	亮点	在电测全点亮下，呈单个或多个点状白色点，不加电状态下亦可以看到彩膜漏光 在未加压情况下，LCD 显示区域内有异物，一般为黑点（或显示为一个点同时伴有黑圈）
	黑点	在电测全点亮下，呈单个或多个点状黑色点，不加电状态下看不到
	彩点	TFT 在电测全点亮下，呈单个或多个点状彩色点，不加电状态下看不到，TFT 在电测全点亮情况下看不到，在冲击的情况下，呈单个或多个点状彩色点，且可以烘烤去除
后工序	切割不良	外观检测时 LCD 边缘有突起或凹陷，其外形尺寸比其他边缘大或小，呈波浪线或者斜线状
	欠灌	在背光下观察，盒内部分区域存在没有液晶的现象，调整偏光片，该区域颜色不会发生变化
	封口不良	外观检测或显微镜下观察无封口胶，封口渗胶过多，封口渗胶过少，或封口漏液晶，封口脱落，封口胶气泡等
	电压异常	在相同测试电压下，全显画面较正常品亮(暗)，调低(高)电压后可以达到一致状态，同时比标准高或低
	对比度	不加电情况下，某区域同其他区域底色一致，加电时出现同样区域的对比度不一致现象（除封口对比度外的对比度全部归为对比度）
	封口对比度	不加电情况下，封口处靠近边框的区域同其他区域底色一致，加电时出现同样区域的对比度不一致现象
	液晶气泡	在背光下观察，盒内部分区域出现树枝/椭圆状液晶气泡，形状不规则

表 2 LCD 基板的厚度、刀轮角度和切割压力对照表

LCD 厚度/mm	刀轮角度/°	切割压力/bar
0.3~0.5	115~120	0.6~1.2
0.5~0.7	120~125	0.8~1.4
0.7~1.1	125~130	1.0~1.7
1.1~3.8	130~150	1.5

纵向切痕是裂片工序得以进行的重要依据，纵向切痕越大越好。而横向切痕由于会导致切割不平整、LCD 碎屑等不良现象，越小越

好。接下来分析刀轮、刀深(下压量)、压力等参数对纵向切痕(图表内用 MC 表示)的影响。

2.1 刀深(下压量)

为了讨论刀深对纵向切痕的影响，实验设定了以下条件：将刀轮、刀速、压力等条件均固定不变，改变刀深值，并用显微镜测量纵向切痕的切割深度，结果如图 3 所示。

由图 3 可知，在刀轮、刀速、压力不变的情况下，随着刀深加大，纵向切痕也随之加深。因此，为了得到较好的切割和裂片效果，应选择较大的刀深(下压量)，以获得较大的切

割深度。

除了人为设定的下压量,机台的水平度和平整度也会对切割时的下压量产生影响,如图 4 所示。

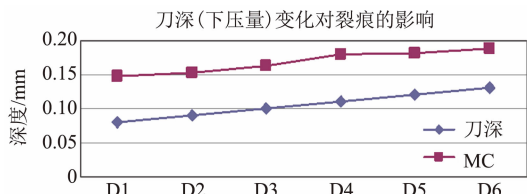


图 3 刀深对纵向切痕的影响

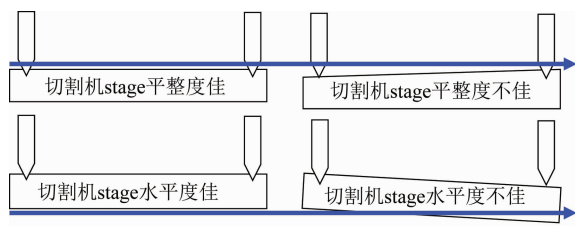


图 4 机台的水平度和平整度对下压量的影响

因此,建议定期确认切割机的水平度和平整度,保证刀轮刀深一致。

2.2 压力(切割压力)

为了讨论施加在刀轮上的压力对纵向切痕的影响,设定的实验条件是:固定刀轮、刀速、刀深等参数,只改变压力,通过显微镜测量压力对纵向切痕的影响,如图 5 所示。

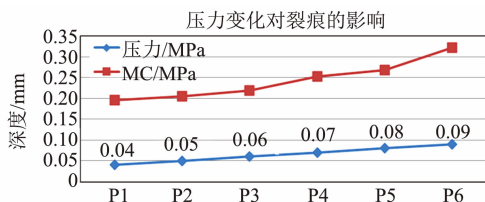


图 5 压力对纵向切痕的影响

由图 5 可知,随着压力的增加,纵向切痕也随之加深,但是这并不代表压力越大,切割效果越好,因为本文并未考虑横向切痕。因此,为了得到更好的切割效果,应综合考虑纵向切痕和横向切痕,选择一个适当的压力参数。

2.3 速度(切割速度)

对于纵向切痕与切割速度之间关系的研究,可以通过确定压力、刀深、刀轮等实验条

件,线性地改变切割速度,由 400 mm/s 改变到 650 mm/s,测量其对应的切割深度,结果如图 6 所示。由图 6 可知,切割速度对纵向切痕的影响不大。

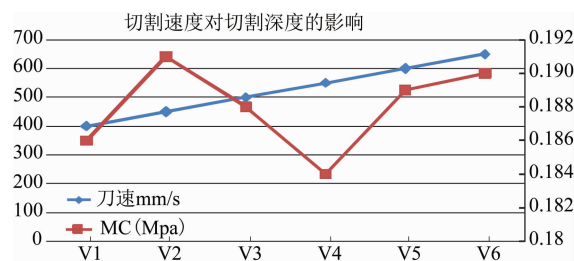


图 6 切割速度对纵向切痕的影响

2.4 刀轮(角度大小)

在选择切割刀轮时,除了要考虑刀轮本身是否与机台的刀座配对,还要考虑刀轮的角度是否适合所要切割的 LCD。不同厚度的 LCD 对刀轮的选择有不同的要求。在相同的刀深、刀速和压力情况下,使用两种不同角度的刀轮切割同一类型 LCD,通过显微镜检测其对应的切割深度,结果如图 7 所示。

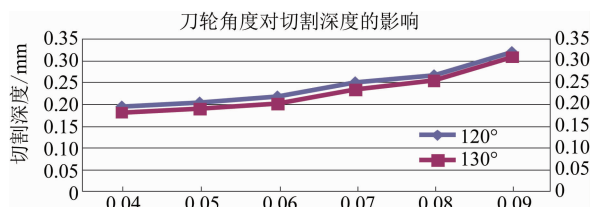


图 7 刀轮角度对纵向切痕的影响

由图 7 可知,在相同条件下,与 130°的刀轮相比,120°的刀轮所形成的切割深度更深。由微裂纹理论可知,微裂纹的曲率半径与微裂纹顶部的应力成反比。当切入 LCD 的刀轮角度较小时,在 LCD 表面形成的微裂纹的曲率半径较小,微裂纹顶部的应力比用角度大的刀轮形成的应力大,由于微裂纹扩展而形成的垂直裂缝的深度就更深。由此可知,对于较厚的 LCD,可以选择角度较小的刀轮,但还需综合考虑横向切痕的影响。

3 结束语

由以上数据分析可知,刀轮、刀深(下压量)、压力这 3 个因素对纵向切痕的影响较

大, 其中压力比刀深的影响更大些, 相对而言, 刀速的影响可以忽略。

因此, 在切割工序中, 设置切割参数时需考虑刀轮、刀深、压力这 3 个参数, 从而做出合适的选择。本文只针对纵向切痕来研究, 并未考虑横向切痕的影响, 实际中应综合考虑, 最终确定合适的切割参数。

参考文献

- [1] 齐鹏, 施园, 刘子源. TFT-LCD Touch Mura 不良的研究和改善 [J]. 液晶与显示, 2013, 28(2): 204–209.
- [2] 王新新, 徐江伟, 邹伟金, 等. TFT-LCD 缺陷检测系统的研究 [J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28(3): 278–284.
- [3] 张腾达, 卢荣胜. 自动周期选取的 DFT 方法在 TFT-LCD 平板检测中的应用 [J]. 电子测量与仪器学报, 2016, 30(3): 361–373.
- [4] 朱光, 朱学芳, 张华坤. 复杂背景下 TFT-LCD 表面缺陷检测系统的设计 [J]. 电子测量与仪器学报, 2011, 25(12): 1054–1059.
- [5] 王海成, 董天松, 郑英花, 等. TFT-LCD 制程中 Zara 点状不良的产生与改善研究 [J]. 液晶与显示, 2013, 28(5): 707–710.