

液晶显示器制造工艺流程基础技术

一．工艺流程简述：

前段工位：

ITO 玻璃的投入 (grading) ————— 玻璃清洗与干燥 (CLEANING)
————— 涂光刻胶 (PR COAT) ————— 前烘烤 (PREBREAK)
————— 曝光 (DEVELOP) ————— 显影 (MAIN CURE) —————
蚀刻 (ETCHING) ————— 去膜 (STRIP CLEAN) ————— 图检 (INSP)
————— 清洗干燥 (CLEAN) ————— TOP 涂布 (TOP COAT)
————— UV 烘烤 (UV CURE) ————— 固化 (MAIN CURE)
————— 清洗 (CLEAN) ————— 涂取向剂 (PI PRINT)
————— 固化 (MAIN CURE) ————— 清洗 (CLEAN)
————— 丝网印刷 (SEAL/SHORT PRINTING) ————— 烘烤 (CUPING
FURNACE) ————— 喷衬垫料 (SPACER SPRAY) ————— 对位压合
(ASSEMBLY) ————— 固化 (SEAL MAIN CURING)

1． ITO 图形的蚀刻 :(ITO 玻璃的投入到图检完成)

A． ITO 玻璃的投入：根据产品的要求，选择合适的 ITO 玻璃装入传递篮具中，要求 ITO 玻璃的规格型号符合产品要求，切记 ITO 层面一定要向上插入篮具中。

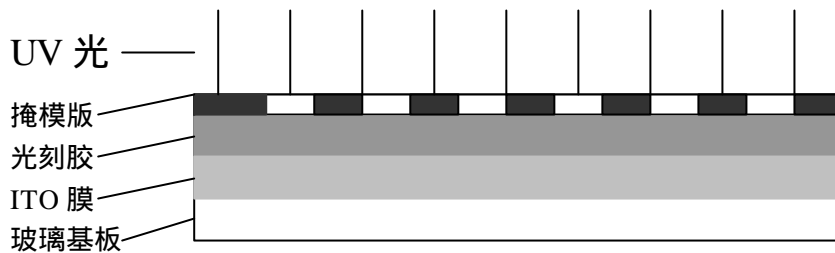
B． 玻璃的清洗与干燥： 将用清洗剂以及去离子水 (DI 水) 等洗净 ITO 玻璃，并用物理或者化学的方法将 ITO 表面的杂质和油污洗净，然后把水除去并干燥，保证下道工艺的加工质量。

C． 涂光刻胶：在 ITO 玻璃的导电层面上均匀涂上一层光刻胶，涂过光刻胶的玻璃要在一定的温度下作预处理 :(如下图)

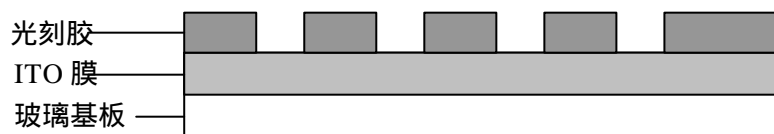


D． 前烘：在一定的温度下将涂有光刻胶的玻璃烘烤一段时间，以使光刻胶中的溶剂挥发，增加与玻璃表面的粘附性。

E. 曝光：用紫外光（UV）通过预先制作好的电极图形掩模版照射光刻胶表面，使被照光刻胶层发生反应，在涂有光刻胶的玻璃上覆盖光刻掩模版在紫外灯下对光刻胶进行选择性的曝光：（如图所示）

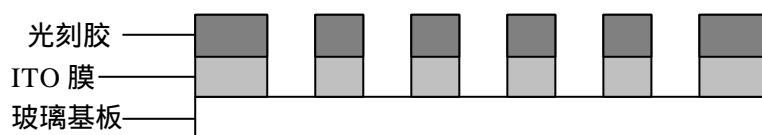


F. 显影：用显影液处理玻璃表面，将经过光照分解的光刻胶层除去，保留未曝光部分的光刻胶层，用化学方法使受 UV 光照射部分的光刻胶溶于显影液中，显影后的玻璃要经过一定的温度的坚膜处理。（如图：）



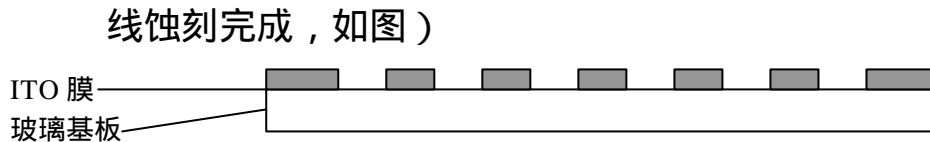
G. 坚膜：将玻璃再经过一次高温处理，使光刻胶更加坚固。

H. 刻蚀：用适当的酸刻液将无光刻胶覆盖的 ITO 膜蚀掉，这样就得到了所需要的 ITO 电极图形，如图所示：



注：ITO 玻璃为（ In_2O_3 与 SnO_2 ）的导电玻璃，此易与酸发生反应，而用于蚀刻掉多余的 ITO，从而得到相应的拉线电极。

I. 去膜：用高浓度的碱液（NaOH 溶液）作脱膜液，将玻璃上余下的光刻胶剥离掉，从而使 ITO 玻璃上形成与光刻掩模版完全一致的 ITO 图形。（即按客户要求显示的部分拉



J. 清洗干燥 :用高纯水冲洗余下的碱液和残留的光刻胶以及其它的杂质。

2. 特殊制程 : (TOP 膜的涂布到固化后清洗)

一般的 TN 与 STN 产品不要求此步骤 ,TOP 膜的涂布工艺是在光刻工艺之后再做一次 SiO_2 的涂布 ,以此把刻蚀区与非刻蚀区之间的沟槽填平并把电极覆盖住 ,这既可以起到绝缘层的作用 ,又能有效地消除非显示状态下的电极底影 ,还有助于改善视角特性等等 ,因此大部分的高档次产品要求有 TOP 涂布。

3. 取向涂布 (涂取向剂到清洗完成)

此步工艺为在蚀刻完成的 ITO 玻璃表面涂覆取向层 ,并用特定的方法对取向层进行处理 ,以使液晶分子能够在取向层表面沿特定的方向取向(排列) ,此步骤是液晶显示器生产的特有技术。

A. 涂取向剂 :将有机高分子取向材料涂布在玻璃的表面 ,即采用选择涂覆的方法 ,在 ITO 玻璃上的适当位置涂一层均匀的取向层 ,同时对取向层做固化处理。(一般在显示区)

B. 固化 : 通过高温处理使取向层固化。

C. 取向摩擦 :用绒布类材料以特定的方向摩擦取向层表面 ,以使液晶分子将来能够沿着取向层的摩擦方向排列。如 TN 型号摩擦取向 : 45 度

D. 清洗 : 取向摩擦后的玻璃上会留下绒布线等污染物 ,需要

采取特殊的清洗步骤来消除污染物。

4. 空盒制作：(丝网印刷到固化)

此步工艺是把两片导电玻璃对叠，利用封接材料贴合起来并固化，制成间隙为特定厚度的玻璃盒。制盒技术是制造液晶显示器的最为关键的技术之一。(必须严格控制液晶盒的间距)

- A. 丝印边框及银点：将封接材料(封框胶)用丝网印刷的方法分别对上板印上边框胶和和下板玻璃印是导电胶。
- B. 喷衬垫料：在下玻璃上均匀分布支撑材料。将一定尺寸的衬垫料(一般为几个微米)均匀分散在玻璃表面，制盒时就靠这些材料保证玻璃之间的间距即盒厚。
- C. 对位压合：按对位标记上与下玻璃对位粘合，将对应的两片玻璃面对面用封接材料粘合起来。
- D. 固化：在高温下使封接材料固化。固化时一般在上下玻璃上加上一定的压力，以使液晶盒间距(厚度保持均匀)。

后段工位：

切割 (SCRIBING) ————— Y 轴裂片 (BREAK OFF) ————— 灌注
液晶 (LC INJECTION) ————— 封口 (END SEALING) ————— X 轴裂片
(BREAK OFF) ————— 磨边 ————— 一次清洗
(CLEAN) ————— 再定向 (HEATING) ————— 光台目检
(VISUAL INSP) ————— 电测图形检验 (ELECTRICAL) —————
二次清洗 (CLEAN) ————— 特殊制程 (POLYGON) —————
背印 (BACK PRINTING) ————— 干墨 (CURE) ————— 贴片
(POLARIZER ASSEMBLY) ————— 热压 (CLEAVER) ————— 成检外
观检判 (FQC) ————— 上引线 (BIT PIN) ————— 终检 (FINAL INSP)
————— 包装 (PACKING) ————— 入库 (IN STOCK)

二. 液晶显示器制造前工序工艺以及相关的注意事项：

1. 清洗与干燥工艺：

作业流程：

玻璃——装篮——测导电层方向——洗洁精
洗，碱液清洗（超声）——高纯水清洗（超声）——异丙
醇脱水（超声）——离心甩干——烘箱烘干

在清洗前先检验 ITO 玻璃原材料的方块电阻等指标是否满足工
艺技术的要求，同时要检测 ITO 面是否向上（采用万用表的欧姆
档来测试玻璃表面是否导通：指针偏转则表面为 ITO 面）

来料 ITO 玻璃主要的污染物为：灰尘，油脂等，一定温度的碱
液对 ITO 玻璃有很好的清洗作用，高纯水清洗可去除溶于水的杂
质及一些灰尘，同时还能够上工序的碱液去除掉，而超声波的清
洗作用，在于利用水分子在超声波的作用下发生振动摩擦，使玻
璃表面粘附的杂质松动而脱落。水洗后的玻璃要进行干燥处理，
方法为风刀吹去玻璃表面的水然后经过红外光烘箱干燥。

玻璃基板的污物种类不同，针对不同的污物种类选择不同的
清洗方式：

油污类-----有机清洗，紫外光清洗

有机物-----弱碱液清洗，等离子体

无机物-----弱酸，气流，喷淋

残留微粒子-----超声，喷淋，气流

注意事项：

- 1． 有机溶剂必须储存在阴凉的地方，不要靠近明火；
- 2． 易挥发且有毒性，使用时尽量少接触皮肤或者吸入体

内；

3. 不慎着火，用沙，泡沫，二氧化碳灭火器灭火。

清洗与干燥的工作原理：ITO 导电玻璃进行洁净处理，ITO 导电玻璃在其制作，包装，运输过程中很容易被灰，油脂等杂质污染，未经洁净处理的玻璃无法保证工艺的质量要求，而这些杂质是依靠静电吸附在玻璃表面，比较容易去除。

A. 有机溶剂去污原理：(去除油脂类物质) 油脂不溶于水，但它可溶于甲苯，丙酮，乙醇等有机溶剂，其中甲苯的去污能力最强，所以先用甲苯洗，但甲苯不能残留在玻璃的表面。因甲苯可溶于丙酮，可再用丙酮进行清洗，把残余的油脂清洗掉，同时甲苯也溶解，同样丙酮也不能够残留在玻璃表面，因丙酮溶于乙醇，所以继续用乙醇进行清洗，乙醇可以与水相溶解，最后用大量的去离子水把乙醇溶解。因此清洗流程为： 甲苯——丙酮——乙醇——去离子水（有机化学中的相近相溶原理）

B. 洗洁精的去污原理：洗洁精（表面活性剂）能够使不相溶的液体成为乳浊液。通过此乳化作用将油脂包围在水中而形成乳浊液来达到去污作用，玻璃经过洗洁精去油污后，再依次用大量的自来水，去离子水冲洗就可以达到洁净玻璃表面的目的。

C. 干燥工艺原理：经过清洗后的玻璃，表面沾有水或者有机溶剂等清洗液，这将会对后续工序造成不良影响，特别是光刻工艺会产生浮胶，钻刻，图形不清晰等，因此玻璃必须经过干燥处理。常用的有：

烘干法：净化烤箱中 110~120 度烘烤数小时，使表面的水分变为水蒸气而除去（不能有水渍，同时空气的净化度与水的纯度要求较高）

甩干法：能过离心干燥器来达到干燥玻璃表面的目的(TN 型)

有机溶剂脱水法：利用相近相溶原理可知水与乙醇，异丙醇等醇类完全互溶，异丙醇与氟里昂等有机溶剂互溶，因此按照水——异丙醇——氟里昂的顺序进行脱水就可以干燥玻璃表面。（成本太高）

风刀吹干法：STN 线上是一种高效省时的干燥玻璃表面的方法，用高纯水淋洗过的玻璃随生产线传送到风刀位置，由数个高压喷嘴把经过净化处理的空气以适当的倾斜角成刀片状吹向玻璃表面，迅即吹干玻璃。

高纯水制备流程：

普通水 ——粗过滤———活性炭过滤———电渗析
离子交换（离子交换树脂）———紫外光杀菌———微也过滤———高纯水

离子交换树脂再生为：

阴离子树脂：5%~10%NaOH 溶液

阳离子树脂：4%~6%HCL 溶液

水的纯度测量：电导仪测量水中电阻率的大小来衡量，要求在 5×10^6 cm 以上，当低于此值时会对产品质量带来不良影响，此时高纯水停止使用，应对阴阳离子树脂或者电渗析进行再生处理。

超声波清洗：

特点：速度快，质量高，易于实现自动化，特别适用于清洗表面形状比较复杂的工件，对声反射强烈的材料，其清洗效果较好。

作用机理：通过超声空化作用，存在于液体中的微气泡（空气核）在声场的作用下振动，当声压达到一定的值时，气泡将迅速增长，然后突然闭合，在气泡闭合时产生冲击波，在其周围产生上千个大气压的压力，破坏不溶性污物而使它们分散在清洗液中。

2. 光刻工艺

按照产品质设计的要求，在导电玻璃上涂覆感光胶，并进行曝光，然后利用光刻胶的保护作用，对 ITO 导电层进行选择性地化学腐蚀，从而在 ITO 导电玻璃上得到与掩模版完全对应的图形。

最为普遍采用的光刻方法是接触曝光法。

工艺流程：

涂光刻胶 —— 前烘 —— 曝光 —— 显影 —— 坚膜 ——
刻蚀 —— 剥离去膜 —— 水洗

光刻胶的配制：

配比原则：既要使光刻胶具有良好的抗蚀能力，又要有较高的分辨率。

光刻胶中溶剂用量的多少决定着光刻胶的稀稠，从而影响光刻胶的厚薄，较稀的胶，光刻胶膜较薄，分辨率高，图形较为清晰。配制在暗室中红光或者黄光下进行，用量筒按配方比例将原胶及溶剂分别量好，再将溶剂倒入原胶，用玻璃棒充分搅拌均匀

混合,再把配制好的光刻胶中未能够溶解的固态杂质微粒滤除(目的在于改善胶膜与掩模版的接触以减少胶膜针孔和提高分辨率),装在暗色的玻璃瓶中,并保存在阴凉和干燥的暗箱中。

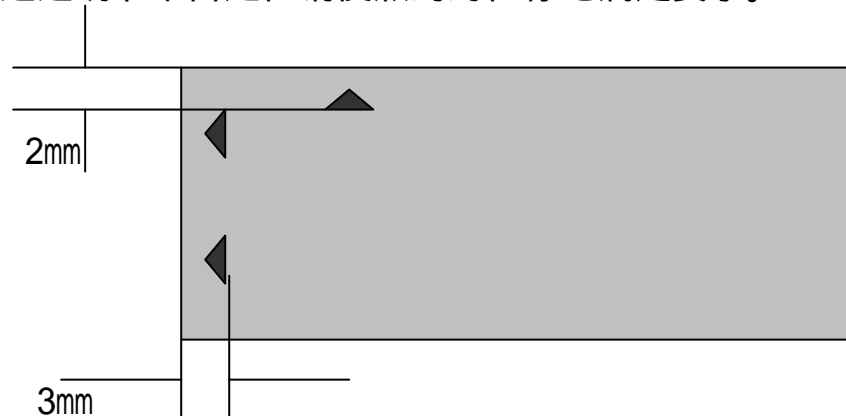
涂胶：在使用前一定先把胶从低温条件下取出,在使用场地放置至瓶内胶的温度与环境温度相同时方可打开瓶盖,使用前必须进行粘度测试,(粘度的调整采用稀释的方法,加入一定量的稀释剂),玻璃表面状况对光刻胶的接触与粘附具有较大的影响,因此清洗后的玻璃经过紫外线照射对其表面进行活化处理,然后再涂光刻胶。要求：不能够有脱落现象；涂层厚度均匀；涂层表面状态不能有条纹,针孔,突起等缺陷。方法：辊涂,必须在洁净条件下进行,温度 19~25 度,湿度 60%,不含紫外光成分的黄灯下进行操作。

前烘：目的是促使胶膜内溶剂充分挥发,使胶膜干燥以增加胶膜与 ITO 表面的粘附性和胶膜的耐磨性。一般采用红外线烘干。(参数烘干温度与烘干时间)若烘烤不足,溶剂未充分挥发掉,曝光显影时未受光部分也被溶除形成浮胶或者使图形变形,烘烤过度导致膜翘曲硬化,显影时会显不出图形或者图形留有底膜。

曝光：在涂好光刻胶的表面覆盖光刻掩模版,通过紫外光进行选择性的照射,使受光照部分的光刻胶发生化学变化,从而改变这部分胶膜在显影液中的溶解度,显影后,光刻胶膜显现出与掩模版相对应的图形。

曝光操作过程：先将曝光机的紫外光灯打开预热,待电源稳定

后，光刻版放在版框上通过显微镜进行初对位，要求光刻版式两侧标记与显微镜“+”字线重合然后锁紧固定版夹，初调好的版框图形面向下放入曝光机框架上，取一张涂有光刻胶的玻璃，胶面朝上放在曝光平台，用定销定位。曝光做实验，曝光的玻璃经显影取出后在显微镜下检查玻璃与版对位精度，不符合要求时通过调节平台定位销使版的对位标记满足要求。



曝光定位标记

曝光时间和曝光强度的选择是根据版式的质量,光刻胶的性质,光源强弱和光源到ITO玻璃的距离等因素来确定。一般通过做一张试片经显影后检查图形效果再决定曝光条件。

如果曝光时间不充分，光刻胶感光不足，化学反应不完全，显影时受光部分溶解不彻底，易留底膜；曝光时间过长，不该曝光部分边缘也被微弱感光，刻蚀后图形边界模糊，细线条变形严重。

注意事项：

1. 掩模版上机前要严格检查，因为版若有缺陷做出的产品也会有缺陷，特别是不能够有版污染，划伤等。
2. 曝光定位一定要准确，否则后工序无法加工。

3. 操作中对版和玻璃要轻拿轻放。
4. 涂光刻胶的玻璃放置时间过长（如果超过一天）或者曝光前已经被白光照过，即胶膜已经失效不能再用作正品，应反工处理。

显影：经曝光后就必须显影以产生出可见的银质影像，就是将感光部分的光刻胶溶除，留下未感光部分的胶膜从而显示所需要的图形，显影过程就是将曝光后的玻璃放入显影槽中，显影液通过摇摆的喷头喷洒在玻璃的光刻胶面上，过一定的时间显出图形后，玻璃再通过水洗，将显影液冲掉。显影液有二种：一种是与光刻胶配套的专用显影液，另一种是一定浓度的碱液（KOH 或 NaOH），碱液配置是在专用调节器制槽中进行，先在槽中注入一定量的高纯水，根据配液浓度称量一定量的碱放入槽中搅拌，待碱液完全溶解后，将配好的液注入显影槽中。显影必须控制好时间与温度，此二个参数直接影响显影的速度，若显影时间不足或者温度过低，感光部分光刻胶不能完全溶解，留有一层光刻胶，在刻蚀时这层胶会对 ITO 膜起保护作用，使应该刻蚀的 ITO 被保护下来，如后段电测中的蚀刻不足，出现多余图像。若显影时间过长或者温度过高，显影时未被曝光的光刻胶会被从边缘向里钻溶，使图形边缘变差，再严重会使光刻胶大片剥落形成脱胶。此工序必须对玻璃进行认真检查，检查图形状态，发现不合格即返工处理，同时批量生产时要对碱液浓度进行抽检，当碱液浓度或高或低时都要进行调整。保证碱浓度稳定在一个小范围内。

坚膜：因显影时胶膜会发生软化，膨胀影响胶膜的抗蚀能力，在显影后必须用适当的温度烘焙玻璃以除去水分，增强胶膜与玻璃的粘附性。常采用红外光坚膜，重要参数为温度与时间，坚膜温度略高于前烘条件。

刻蚀：用一定比例的酸液把玻璃上未受光刻胶保护的 IT0 膜腐蚀掉，而将有光刻胶保护的 IT0 保存下来，最终形成 IT0 图形，选用腐蚀液必须是能够腐蚀掉 IT0 胶又不能损伤玻璃表面和光刻胶，一般选用一定比例的 HCL，HN03 和水的混合液（王水），重要参数：刻蚀时间与温度。刻蚀时间应该由刻蚀速度和 IT0 膜厚度来确定。此参数的控制对刻蚀效果非常关键。时间太短，IT0 膜刻蚀不干净，图形会出现短路，时间太长，由于光刻胶抗蚀能力下降，图形变差或被蚀断，造成断路或者蚀刻过度。

去膜和清洗：把刻蚀后的玻璃上余下的光刻胶去掉，清洗是冲洗干净玻璃的表面的残胶和杂质，去膜液是用碱液配制而成，它的碱浓度要高于显影液浓度。在一定的温度条件下，用碱液冲洗并用滚刷擦洗玻璃以保证将玻璃上的残胶去除掉；清洗是用高纯水冲洗玻璃上残留碱液同时冲洗残胶。

质量要求和分析：

质量要求：

1. 刻蚀的图形完整，尺寸准确，边缘整齐，线条陡直；
2. 图形内无小岛，针孔，毛刺等，刻蚀干净；
3. 腐蚀后的玻璃表面清洁，不发花，没有残留的被腐蚀物质，油渍；

4.图形定位准确,各类标记完整;

质量分析:

1. 浮胶:显影和腐蚀过程中产生;(前五项是显影时产生,后三项为刻蚀 ITO 时产生)

A. 涂胶前玻璃表面清洁处理不当;涂膜操作环境湿度太大,使胶与玻璃表面粘附不良;玻璃清洁后在空气中放置时间过长,空气中水汽附在玻璃表面上;-----注意玻璃表面清洁处理和操作环境的温湿度及清洁工作

B. 光刻胶配制有误或者胶陈旧不纯,胶的光化学反应性能不好,使胶与 ITO 层成键能力差或者胶膜不均匀和过厚,引起粘附不良;

C. 前烘时间性不足或过度。烘烤不足,胶膜内溶剂不能及时挥发,显影时部分胶膜被溶除;烘焙过度,胶膜翘曲硬化,胶的感光特性会发生变化;-----前烘必须恰当

D. 曝光不足,光硬化反应不彻底,胶膜溶于显影液中,引起浮胶;-----保证分辨率的情况下曝光要充分

E. 显影时间过长,显影液从胶膜底部不断渗入,引起胶膜浮起。-----控制胶膜时间

F. 坚膜不足,胶膜烘烤热固化不够;----坚膜要充

分，温度不能太高

G. 刻蚀液配制失误，刻蚀液的活性太强

H. 刻蚀液温度太低或者太高。

2. 毛刺和钻蚀：刻蚀和腐蚀时产生；

在刻蚀时,如果刻慢液渗透不刻胶的边缘,则会使图形边缘受到腐蚀,从而破坏掩蔽区的 IT0 层,若渗透腐蚀作用较轻时,图形边缘就出现针刺状的局部破坏,叫“毛刺”,情况严重时就出现“锯齿状”的图案称为“钻蚀”

A. 涂胶前玻璃表面清洁处理不良,存污物,油垢,浊颗粒或吸附水汽,使光刻胶与 IT0 层粘附不良,引起毛刺或局部钻蚀；

B. 光刻底版式不好,图形边缘有毛刺状缺陷；

C. 光刻胶过滤不好或者太陈旧,存在颗粒状物质,造成局部粘附不良；

D. 显影时间过长,图形边缘发生钻溶,刻蚀时就会造成钻蚀；

E. 曝光时间不足,光硬化反应不彻底,显影后在胶膜上产生溶坑或在图形边缘引起钻溶,腐蚀时造成不良。

3. 针孔:当 IT0 层上的光刻胶存在漏洞小孔时,腐蚀后在 IT0 层上会出现相应的小孔(一般以 mm 级)

A. 光刻掩模版质量不好,本身有针孔；

B. 涂覆光刻胶时操作环境被灰尘污染；

- C . 光刻胶涂覆太薄或者光刻胶本身抗蚀性能太差；
- D . 曝光时间未控制好；
- E . 腐蚀液配比不当；
- F . 玻璃表面本身缺陷也可能造成针孔。

4. 小岛:腐蚀 IT0 层后,发现留有小的 IT0 层,尺寸一般比针孔大些,形状不规则。

- A . 由于掩模版不好；
- B . 显影不彻底。则在光刻窗口内留下一层不易觉察的薄胶膜；
- C . 刻蚀液不纯，特别是沾有灰尘等污物，往往对 IT0 层起阻蚀作用。

3 . 取向排列工艺：

液晶分子所以能够在屏内有规则并按一定的方向进行排列取决于液晶显示器制造工艺中取向技术的应用,为实现这一点,必须在基片的表面上设置有特定的取向涂覆膜或者摩擦出沟槽,以作为约束液晶分子取向排列的手段,取向的主要方法是摩擦法。

摩擦法是沿一定的方向摩擦玻璃的基片或者是摩擦涂覆在玻璃基片表面的无机物或有机物覆盖膜,以使液晶分子沿着摩擦方向排列,用棉布等材料摩擦玻璃基片表面可以实现对液晶分子取向的约束,但效果不佳,因此采用在玻璃基片上覆盖一层无机物膜或者有机物膜,再进行摩擦,这样就可

以获得取向较好的效果。

无机物膜： SiO_2 ， MgO 和 MgF_2 ，需要用硬度较大的物质进行摩擦。

有机物膜：为表面活性剂，硅烷耦合物，聚酰亚胺树脂等。

工艺流程：

清洗——涂膜——预烘——固化——摩擦

涂膜和固化：为了使取向膜均匀地附着在玻璃基片上，一般采用液体涂布的方法，这样可以依靠液体的表面张力得到平整，厚度均匀的膜，这一过程称为涂膜。涂布的取向剂为聚酰胺酸溶液（溶液于有机溶剂 N，N-二甲基乙酰胺或 N-甲基吡咯烷酮），然后经过高温缩合，即通过加热变成所需的取向膜。

为了增加聚酰亚胺与 ITO 玻璃 SiO_2 层之间的粘附性，可以在膜与 SiO_2 中涂一层含硅的有机化合物活性剂，一般称为耦联剂，此外另一种增加粘附性的方法是合成含硅的聚酰亚胺更为有效。

清洗：目的在于完全彻底地清除粘附于 ITO 玻璃之上的飞法和微小物质，同时保证玻璃表面有很小的接触角，使涂覆质量易于保证清洗耳恭听的方法是用高纯水，超声波清洗和高效的有机溶剂处理等方法，干燥是用低沸点溶剂干燥法，清洗后的玻璃要有可靠的洁净保护，避免再次污染。

涂布的原理以及方法：将含有取向材料的溶液均匀地涂布

在具有电极图形玻璃的指定位置上，然后预烘获得初步的固体膜，常用的涂布方法：旋转涂膜法，浸泡法，凸版印刷法现在均采用凸版印刷法进行生产。原理：将取向材料溶液印刷到指定的范围内，凸版印刷法是一种选择性涂布，印刷时先将取向材料溶液加到转印版（APR）上，然后用刮刀刮平，开动印刷滚筒将转印版上的溶液粘附在印刷用的凸版上，当滚筒开到工作台时，凸版上的溶液进而转印到玻璃上，为了保证印刷的均匀性，要求所用的凸版材料与取向材料溶液有良好的亲合性，并且凸版的每个凸块都由细小的凸粒组成，这样可以依靠液体的表面张力作用获得均匀，平整的膜。其不会影响到银点处的导通性和边框处的气密性。

预烘：对涂层进行初步干燥同时使膜面平坦，预烘温度与预倾角有一定的关系，膜层刚涂印完时，由于涂印液的粘性，膜面会产生起伏不平的现象，如果此时进行强制性干燥，这些凹凸起伏便会固化，而适当加温可降低涂印液粘度使膜面逐渐平坦。在液体膜面自然流平后立即进行预烘，目的使取向材料中的溶剂加热使之挥发，留下固体的取向材料膜层。

固化：因为预烘后的取向材料膜层不是最终的取向膜，使用N-甲基吡咯烷酮涂膜后需用要经过80~90度预烘将其挥发掉，而留下的聚酰胺酸还要在300~350度下固化1~2小时发生脱水反应生成聚酰亚胺膜。

质量要求和检验方法：

质量要求：膜层厚度应该控制在工艺规定的范围内。检查膜层厚度一般是通过直接观察反射光的颜色来进行，根据颜色与厚度的对应关系可以基本上判定膜层的厚度。更粗细的检测需要使用膜厚仪或者椭偏仪，同时对膜厚的均匀性测试同样方法进行，涂布不均匀将会导致取向效果不一致。涂布的位置以及尺寸大小要求较高，均要设置标志框定印刷区域。净化度要求也特别高，落在取向膜上的有机物沾污将变成不可清除的内污（表点），因此固化前一般要用高压气流进行风洗，并做相应地检查。

注意事项：1. 取向剂要保存在低温下，一般要求在-20 度左右条件下储存，因为在常温下长时间放置材料会失效；

2. 配液时先将取向剂溶液由低温下拿出，放到室温后进行调配，调配量一般控制在当天生产用量的范围内，配制要在洁净室中进行；

3. 涂覆工艺对环境要求很高，因为灰尘，异物落在玻璃上会造成污染。环境湿度对材料性质影响很大，湿度很高，取向材料会失效，因此涂覆环境要在洁净室外中进行。

摩擦取向：在取向膜上用绒布向一个方向摩擦，就可以形成取向层，取向层处的液晶分子将按照摩擦方向平行排列，这样就可以获得一致的取向。（液晶分子沿摩擦方向排列时系统的能量最低，因此可以获得液晶分子一致的排列。）其取向材料聚酰亚

胺分子中由摩擦产生的极性官能团的有序分布是引起液晶在其表面有序排列的主要原因。影响取向效果的关键因素减少宽大沟槽的同时增加细微沟槽的密度。----- 因此适当选择摩擦强度。

摩擦的方法：用包在旋转滚筒上的绒布对传送带或运动台上的玻璃进行摩擦，可以调整滚筒的角度和调整玻璃的角度，摩擦工艺上的调整主要包括滚筒转速的调整，传送带走速的调整和摩擦压距的调整，其中摩擦压距是指绒布与玻璃相接触的绒毛层厚度，主要通过调整压距来调整摩擦强度。此工位易产生灰尘和静电。

取向效果的检验：将摩擦好的玻璃取出二片按一定的位置放好，在一片玻璃上滴上回收的液晶，将另一片玻璃按贴合方向贴合，放在偏光系统下检测，贴合出的玻璃间有液晶处呈蓝黑色为正常情况，如果有液晶处仍然透明或者呈浅灰色则存在取向差错或者取向效果很弱，及时检查摩擦方向和摩擦强度。

1. 摩擦方向错：一种是液晶分子不能有规则地排向，外观看屏出现整体颜色异常，另一种是视向错，液晶能够均匀整齐排列，但加电压显示后视向与要求不符，产生原因为摩擦指令错或者摩擦角度设定错。
2. 没有摩擦：未摩擦玻璃混入已摩擦的玻璃中，或者为摩擦条件设定错，或者摩擦布没有摩擦着玻璃，或者设备出现过障。
3. 摩擦不足：由于摩擦力度不够使液晶分子的扭曲能

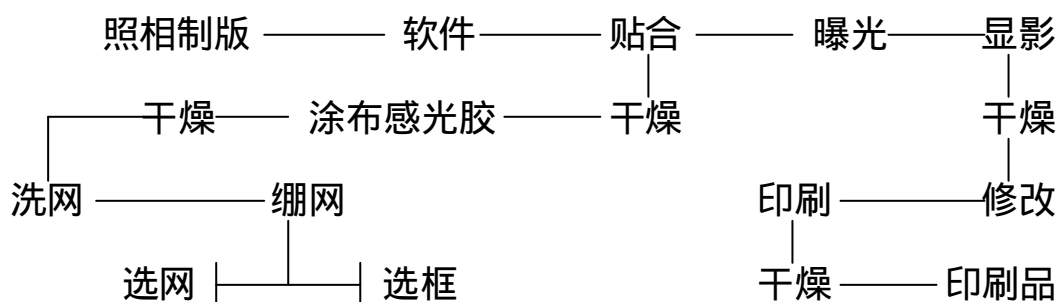
力下降，所有液晶分子不能全部按要求向同一方向扭曲，光台观察有色斑，原因：摩擦辊转速发生变化，摩擦布磨损较为严重，摩擦压入量有变化。

4. 摩擦划痕：有较硬的物质擦伤取向层，使液晶分子不能排向，光台上观察看到一条黑线或者一条白线，原因：摩擦布有硬物擦伤取向层，玻璃在搬运过程中取向层划伤，操作工操作失误擦伤取向层。

4. 丝网印刷工艺：

丝网印刷是将丝织物，合成纤维或金属丝网绷在网框上，利用感光材料通过照相制版的方法制作丝网印版，使丝网印版上图文部分的丝网孔为通孔，而非图文部分的丝网孔被堵住，印刷通过刮板的挤压，使印刷胶体通过图文部分的网孔转移到承印物上，形成与原稿一样的图文。

丝网印刷主要包括：制作原稿，制作丝网，印刷，油墨干燥等过程。工艺流程如下：



丝网印刷由五大要素构成：丝网印版，刮板，油墨，印刷台及承接物。

原理：利用丝网印刷图文部分网孔可透过油墨，非图文部分

网孔不透油墨的基本原理进行印刷。印刷时在丝网印版一端倒入油墨，用刮印刮板对丝网印刷印版上的油墨位施加一定的压力，同时朝丝网印版另一端移动，油墨在移动中被刮板从图文部分的网孔中挤压到承印物上，由于油墨的粘性作用而使印迹固着在一定的范围内。在印刷过程中刮板始终与丝网印版和承接物之间保持一定的间隙，使得印刷时的丝网印版通过自身的张力而产生对刮板的反作用力（回弹力），由于此力的作用，使丝网印版与承接物只作移动式线接触，而丝网印版其它部分与承接物呈脱离状态，使油墨和丝网发生断裂运动，保证了印刷尺寸精度和避免蹭脏承印物。当刮板刮过整个版面后抬起，同时丝网发生印版也抬起，从而完成了一个印刷过程。

基本材料：

1. **油墨：**由着色料，连接料，填充料和辅助剂等成分组成。

具备以下性能：A 在印刷中油墨在丝网印版上时不易干燥结膜，而当油墨转移到承接物表面时，就要求油墨较快地固着干燥；B 油墨在承接物表面形成的图文印迹，干燥后要有较高的附着牢固度；C 油墨应具有一定的粘性及流动性易于刮印在受力较小的情况下也易通过小孔；D 要有一定的稳定性（粘度，稠度不受温度与湿度以及涂布时间长短的影响）；E 油墨要保证一定的的色调浓度；F 印刷后的丝网印版，其版上的残余油墨便于清洗干净，以提高丝

网印刷版的使用率。(用于评估油墨性能指标)

导电胶主要由粘接剂，溶剂，导电填料和固化剂四种成分组成。导电填料越多越细其导电性导热性能也就越好。

2. 刮板：

A 硬度 B 耐磨性 C 耐溶剂性

质量要求和分析：

其影响因素：人员素质，技术水平，设备精度，原材料质量，质量管理，工艺技术要求和生产环境

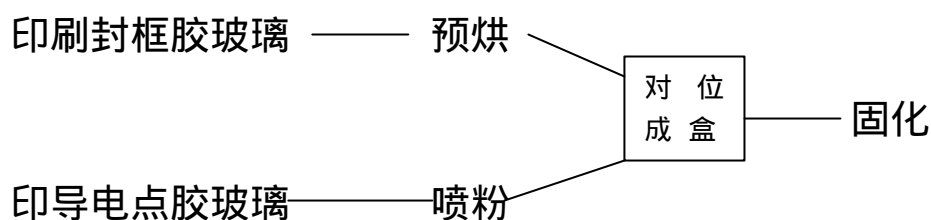
主要质量要求：确保印刷后墨层的光学效果(色彩，浓度，鲜明度，耐光性和光泽)，油墨印迹的附着效果(干燥性和粘接性)主定制效果(即印刷尺寸和精度，图文的完整性，版面的整洁性)的最佳值，影响质量的最主要因素为：

- A. 丝网印版的性质
- B. 刮板的性质
- C. 印刷物的适应性
- D. 印刷速度
- E. 油墨粘度
- F. 丝网印版与承印物的间隙

注意事项：1. 洁净度的保证；
2. 印刷前的准备工作；
3. 印刷过程的控制。

5. 制盒技术工艺：

所谓的制盒工艺就是把两片玻璃对叠，利用封接材料贴合起来并固化，制成间隙为特定厚度的玻璃盒，此步骤为液晶显示器制造中最为关键的一个步骤。其工艺流程如下：



在制盒工艺中有着严格的技术要求，首先液晶屏的结构要求两片玻璃基板之间要具有均匀的间隙，为保证盒的间隙需要要在ITO玻璃上均匀地喷洒上一层微小的玻璃或者塑料颗粒，这种颗粒的大小根据产品设计要求一般在 $5\sim 9\mu\text{m}$ ，并且粒径的一致性要求极高，丝印封框胶中也要掺入一定比例的玻璃微粒，其粒径大小的选择与喷粉径有关，根据不同的产品设计两者粒径大小可能有微小的差异。

其次，两组玻璃组合必须符合产品设计的要求，即两组玻璃的ITO图形相对且按规定的方向压盒，因为产品在版图设计时分上下两面三刀组光刻版式有规律地排列，上下两组版式按一定的方向扣版，上下图形重合部分才是产品要求的显示图形，为了确保重合准确，在设计两个版的两侧分别做了对位记号“ ”和“·”。当两个版的“ ”和“·”重合在一起组成“ ”时即圆圈与圆点的中心重合在一起才能使图形不出偏差，如果两片玻璃不是按设计要求对位成盒，则制

作出的产品不可能符合要求，只能作废品处理。

基本原理 液晶盒是由两片间隙为 $5\sim 9\mu\text{m}$ 的玻璃基板组成，在这些玻璃基板内表面上有一层氧化铟或者氧化锡的透明电极，在两块基板之间填充正或者负介电常数的向列向液晶材料或者其它各种液晶材料，通过对电极表面进行适当处理，使液晶分子取向成一定的状态。此种结构要求液晶盒具有均匀的间隙，由此要在基板表面均匀地散布细玻璃纤维或者玻璃微粒，同时为了防止潮气和氧气与液晶发生作用，玻璃板四周应进行气密性封接（环氧树脂类的有机材料或者低熔点玻璃粉之类的无机密封材料），为了保持液晶盒厚在设计值内，在印刷油墨中还需要加入衬垫材料。

制盒工艺 在丝网印刷过封框胶或导电胶的 IT0 玻璃上均匀喷撒一层玻璃纤维或玻璃微粒。具体所用材料可分为纯固体的混合物或者溶液与固体的混合物，然后与另一丝网印好导电胶或封框胶的 IT0 玻璃按照所要求的位置一一对应，由此便形成了未经固化的具有一定厚度的液晶盒。

注意事项：1.玻璃在喷衬垫料时的温度控制；

2.贴合时，对二片玻璃施加的压力应合适；

3.贴合时，应使二片玻璃都处于室温状态，从而避免因冷热温差造成玻璃的形变而引起的盒厚不均匀；

4.贴合好的液晶盒，因没有经过固化，粘接不

牢,因此需轻拿轻放,以免造成位置变动;

5.采用湿喷法时,配制的混合液衬垫料一定要相溶性好,不能有结团和沉淀现象。

热压固化:经过热压固化后的液晶盒应该具有良好的密封性、耐热性、耐水性和导电性,要求盒厚均匀,盒内无杂质,其通常采用导电胶粘接和环氧树脂粘接,导电胶是一种新型的粘接材料可在室温到 200℃ 之间进行(目前采用 Ag-环氧树脂导电胶,其专用于半导体器件的芯片粘接),可以避免高温对芯片性能的损伤,而且粘接牢固程度较高。在选择液晶盒的环氧树脂时要综合考虑固化后的机械强度、耐高温性、生产效率、热烘设备等因素。

制盒质量控制:

1. 影响盒厚的均匀因素:

A. ITO 玻璃:TN 型的 ITO 玻璃较普通的玻璃其表面高出很多倍,但表面仍存在起伏条纹,这种起伏对 TN 型产品不会带来影响,但是若用来生产 STN 则产品就会清楚地看到这种条纹的存在,因此 STN 的 ITO 玻璃需用对表面再做抛光处理。

B. 封框胶:封框胶的配制和保存方法不合理会对胶的性能带来不利影响,(如开盒即上下片分开)而封框胶的预处理工艺不当或者热膨胀冷却过程中收缩作用的影响引起盒厚不均(表现在框边色)

- C . 导电胶 :导电胶选择不好或者印点过大均是会引起盒厚不均匀，否则造成彩虹。
- D . 丝网版：丝网材质、网孔目数、网膜厚度的最佳设计和控制是为了获得厚度均匀的封框图形和导电图形。
- E . 衬垫材：分为玻璃纤维与塑料垫片两种，玻璃纤维受压后几乎不发生形变，常用来做封框胶内的支撑衬垫，塑料垫片的热膨胀系数几乎与液晶相近，故用作盒衬垫，其粒径和密度的分布是影响盒厚均匀性的重要因素之一。
- F . 尘埃污染：玻璃表面上如果存在有直径 $5\mu\text{m}$ 以上的微粒，则有可能在盒间形成一个小支点，造成盒不均匀。
- G . 丝网印刷：印框、印点的工艺条件如压力、速度等对胶高度的均匀性具有很大的影响。
- H . 喷粉工序
- I . 压合

2 . 盒厚变化对 STN- LCD 的影响：

- A . STN 的液晶盒与液晶材料的双折射率及螺距之间有一个最佳匹配值，因此液晶材料确定后，盒厚值的变化将导致器件产生缺陷；
- B . 由于双折射效应，液晶层的厚度偏差会敏感地反映为不同颜色的变化，因此盒厚不均匀将引起液晶显示器底色

的变化，从而使产品在外观上造成颜色废品。

C. 盒厚变化将引起液晶显示器响应时间、显示对比度、视角范围等电光参数的变化，从而直接影响器件的显示质量。

3. 除电极底影的光学设计：

LCD 在显示关状态时所看到的透明电极图形，在很大程度上影响了 LCD 的外观效果，因此消除刻蚀与非刻蚀区域反射特性不同而造成的电极底影成了一项工艺上需用要解决的问题，分析电极底影产生的原因：通过光学理论计算和计算机模拟显示，得出优化的 ITO 玻璃基板、取向层材料和液晶材料的反射匹配参数，可以成为解决消除电极底影工艺问题的依据。

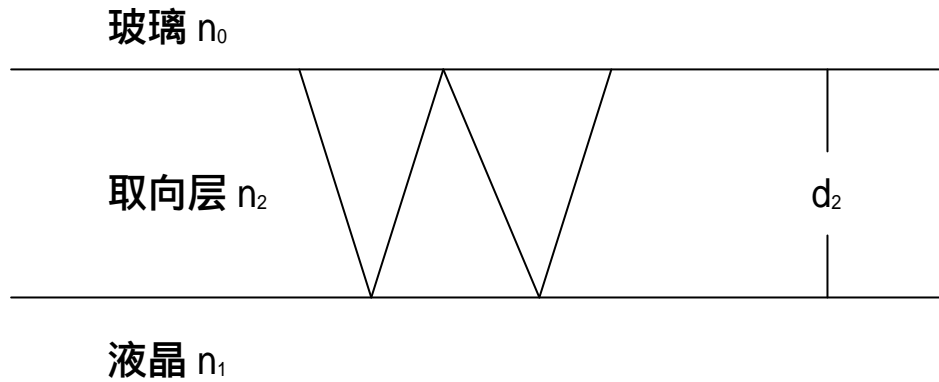
刻蚀区的反射特性：光线经过玻璃——取向层——液晶反射
而非刻蚀区的反射特性：光线经过玻璃——ITO 膜——取向层——液晶的反射

因此可以根据 ITO 层的厚度和折射率及取向层折射率这些数据来设计取向层的厚度，可以尽量克服电极底影问题。在光刻工艺之后，取向工敢之前涂布上膜（TOP COAT）的工艺就是消除透明电极底影的一个特殊制程。注：

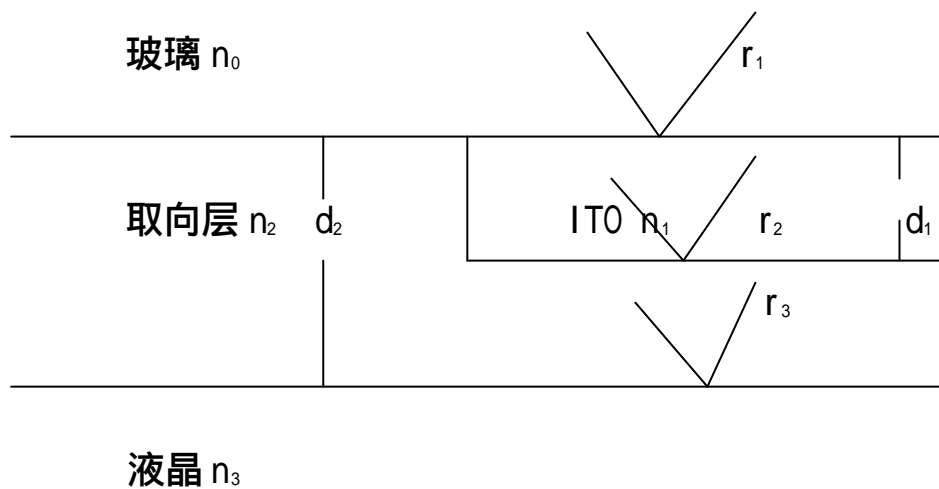
$$R1 = (r_{01}^2 + r_{02}^2 + 2r_{01} * r_{02} * \cos \theta) / (1 + r_{01}^2 + r_{02}^2 + 2r_{01} * r_{02} * \cos \theta)$$

其中 $\theta = 4 * n_2 * d_2 * \cos i /$

$$R2 = (c^2 + d^2) / (a^2 + b^2)$$



刻蚀区光路图



非刻蚀区光路图

结论:

1. 当 $R_1=R_2$ 时, 则因反射率特性相同, 可以消除 LCD 在透明电极底影;
2. 当 $R_1 \neq R_2$ 时, 则因反射率特性不同, 造成了 LCD 在视角上的电极底影;

因此:

1. 当取向层的厚度在 $d=1100$ 埃时, $R_1=R_2$, 便能够消除透明电极的底影;
2. 当取向层的折射率和透明电极的折射率相等时, R_1 与 R_2 的反射率曲线重合, 这时无无论取向层多少都能够消除透明电极的底影.