

研究与试制

## FOG 邦定工艺及其不良分析

钱志萍, 吕 延

(南京华东电子信息科技股份有限公司, 南京 210038)

**摘 要:** 根据 ACF 材料的组成和连接原理介绍了 FOG 邦定工艺(包括 ACF 预贴、预邦定、主邦定和检验);阐述了 FOG 邦定工艺的关键控制点:压力控制、温度控制及高温状态下压头的平行度要求;通过图表和数据分析提出了不良现象的分析以及相应的解决方案。FOG 邦定工艺及其关键控制点的研究有利于提高相关工艺制程的合格率。

**关键词:** 液晶显示模块; 异方性导电胶; 预邦定; 主邦定

**中图分类号:** TN141.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-488X(2012)01-0062-04

## FOG Bonding Technology and Analysis of Defective

Qian Zhiping, Lü Yan

(Nanjing Huadong Electronics Information & Technology Co., Ltd, Nanjing 210038, CHN)

**Abstract:** The FOG technology (ACF pre-paste, pre-bonding, the main bonding and testing) has been introduced based on the ACF material and technology. The FOG manufacturing process is discussed detailly, including pressure control, temperature control and pressure head parallel degree under high temperature. The analysis of defective is put forward as well as the corresponding solution based on analysis of the data, which is useful for FOG process improvement of Bonding technology, hence increasing the yield of relevant manufacturing process.

**Key words:** LCM; ACF; pre-bonding; main-bonding

### 引 言

LCM(Liquid Display Module)液晶显示器件模块是将液晶显示器件、连接件、集成电路、控制部件、驱动电路和印刷电路板、背光源以及其它结构件装配在一起的组件<sup>[1]</sup>。一般而言,液晶面板与驱动 IC 系统的接口衔接工艺技术大致可分为下列 3 种<sup>[2-4]</sup>:卷带式晶粒自动贴合技术(Tape Automated Bonding; TAB)、晶粒-玻璃接合技术(Chip on Glass; COG)、晶粒-软板接合技术(Chip on Flex; COF)。液晶玻璃、裸片 IC 和柔性线路(Flexible printing cir-

cuit; FPC)的机械连接和电气导通则为 LCM 生产的核心部分之一,其对应的生产工艺分别是 COG 和 FOG(FPC on glass)邦定工艺。

### 1 ACF 材料

异方性导电胶(Anisotropic Conductive Film; ACF)特点在于 Z 轴电气导通方向与 XY 绝缘平面的电阻特性具有明显的差异性。当 Z 轴导通电阻值与 XY 平面绝缘电阻值的差异超过一定比值后,既可称为良好的导电异方性。它是利用导电粒子连接 IC 芯片与基板两者之间的电极使之成为导通,同时

收稿日期:2011-12-27

作者简介:钱志萍(1963—),女,工程师,主要从事平板显示相关技术的研发和管理工作;(E-mail:qzp@huadongtech.com)

吕 延(1982—),男,硕士,主要从事平板显示相关技术的研发和管理工作。(E-mail:ly@huadongtech.com)

又能避免相邻两电极间导通短路,而达成只在 Z 轴方向导通之目的。

ACF 材料分为异方性导电膏和异方性导电膜。异方性导电膜具有可以连续加工(Tape-on-Reel)极低材料损失的特性,因此成为目前较普遍使用的产品形式。

ACF 主要组成包括树脂黏着剂、导电粒子两大部分。树脂黏着剂功能主要为固定 IC 芯片与基板间电极相对位置,并提供压力维持电极与导电粒子间的接触面积。还可以防湿气,具有粘接强度高、耐热及绝缘功能。一般树脂分为热塑性树脂与热固性树脂两大类。热塑性材料主要具有低温粘接,组装快速,容易重新加工的优点,但具有高热膨胀性和高吸湿性缺点,使其处于高温下易劣化,无法符合可靠性的需求。热固性树脂如环氧树脂(Epoxy)、聚氨酯(Polyimide)等,虽然具有加工温度高不易重新加工缺点,但是具有高温可靠性、低热膨胀性、低吸湿性等优点是目前采用最广泛之材料。在导电粒子方面,异方导电特性主要取决于导电粒子的充填率。虽然异方性导电胶其导电率会随着导电粒子充填率的增加而提高,但同时也会提升导电粒子互相接触造成短路的机率。

另外,导电粒子的粒径分布和分布均匀性亦会对异方导电特性有所影响。通常,导电粒子必须具有良好的粒径均一性和真圆度,以确保电极与导电粒子间的接触面积一致,维持相同的导通电阻,并同时避免部分电极未接触到导电粒子,导致开路的情形发生。如图 1 所示。常见的粒子直径范围在  $3\sim 5\ \mu\text{m}$  之间,太大的导电粒子会降低每个电极接触的粒子数,同时也容易造成相邻电极导电粒子接触而短路的情形;太小的导电粒子容易形成粒子聚集的问题,造成粒子分布密度不平均。在导电粒子的种类方面目前以金属粉末和高分子塑料球表面涂布金属为主。常见使用的金属粉镍(Ni)、金(Au)、镍上镀金、银及锡合金等。

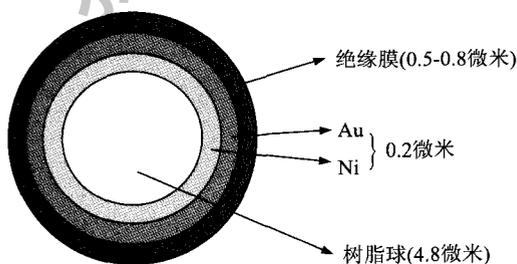


图 1 导电粒子结构示意图

Fig. 1 Conductive particle structure

## 2 FOG 邦定工艺

FOG 邦定工艺是通过 ACF 粘合,并在一定的温度、压力和时间下热压而实现液晶玻璃与柔性线路板机械连接和电气导通的一种加工方式。

### 2.1 ACF 预贴

在一定的温度和压力下,在液晶玻璃的端子部分或柔性线路板(FPC)需要邦定的引脚处粘贴指定长度的 ACF。工艺要求预贴的 ACF 长度和位置准确,表面平整无气泡。

### 2.2 预邦定

通过辅助图像系统对 FPC 和 LCD 的引脚进行对位,并在一定的温度和压力下进行预压以形成初步的连接,这个步骤中对位是关键因素。由于引线节距越来越小,最小节距已达  $0.05\ \text{mm}$ ,对位精度要求在  $\pm 0.005\ \text{mm}$  之内,因而图像处理系统方法倍数至少应该大于 50 倍。

### 2.3 主邦定

在较高的温度和压力下,通过邦定机对预邦定好的 LCM 产品进行主邦定。在这个制造过程中,通过 ACF 导电颗粒的弹性变形和绝缘层的破裂来实现 FPC 与 LCD 玻璃的电气连接;同时 ACF 中的胶在高温下聚合硬化,将两种不同材料形成较强的物理连接<sup>[5]</sup>。

### 2.4 检测

通过高倍的显微镜对主压后的产品进行目视检测。主要通过各部位的导电粒子变形情况进行邦定过程中的工艺条件和材料的确认。在显微镜下,邦定面如图 2 所示。

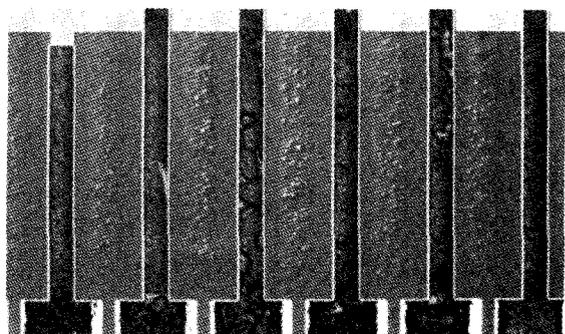


图 2 邦定面示意图

Fig. 2 Bonding Interface's schematic

### 3 FOG 关键技术

FOG 邦定工艺对 ACF 贴附精度、邦定压力、邦定温度、压头平面度、压头与压台之间的平行度提出了非常高的要求,所以在不同的工艺阶段要关注不同的关键控制点。

#### 3.1 压力控制

由于邦定压力大小直接决定了 ACF 粒子的破碎程度,从而决定了产品的品质,因此邦定过程中对邦定压力的精密控制至关重要。如图 3 所示,当邦定压力过小时,无法实现 ACF 导电粒子的合理破碎,从而导致纵向电气导通无法实现,而当邦定压力过大时,ACF 粒子将会被压的过于破碎,甚至完全破碎,无法实现纵向电气导通,横向电气绝缘的效果。



图 3 压力控制图

Fig. 3 Pressure-controlled picture

#### 3.2 温度控制

影响 ACF 胶固化的因素主要有两个:一是起始升温速率;二是峰值温度。升温速率决定固化后的表面质量,而峰值温度则决定固化后的粘接强度。粘结温度对粘接强度的影响比时间对粘接强度的影响更重要,在给定的固化温度下,随着固化时间的增加,剪切力小幅度增加,但当固化温度升高时,相同固化时间里剪切强度却明显增加,但过快的升温速率有时会出现针孔和气泡。因此为了保证理想表面质量和粘接强度,同时避免气泡的产生,合理温度控制曲线就显得非常重要。

#### 3.3 高温状态下压头平行度要求

压头不平行导致 ACF 粒子破碎不均匀。因为 ACF 粒子非常微小,一般直径为  $4\ \mu\text{m}$  左右,ACF 粒子对压力非常敏感。当压头工作面不平整时,就会出现一部分 ACF 粒子完全破碎,而另一部分 ACF 粒子则无法合理破碎,从而导致 ITO 玻璃与 FPC 之间电气导通不良,甚至出现部分引脚无法导通现象,导致不良。

### 4 邦定不良现象及分析

#### 4.1 压头不平整

压头不平整会造成金球破裂不均匀,从而造成某些电极的电气连接电阻过大,产品电性能不良。如图 4 所示。

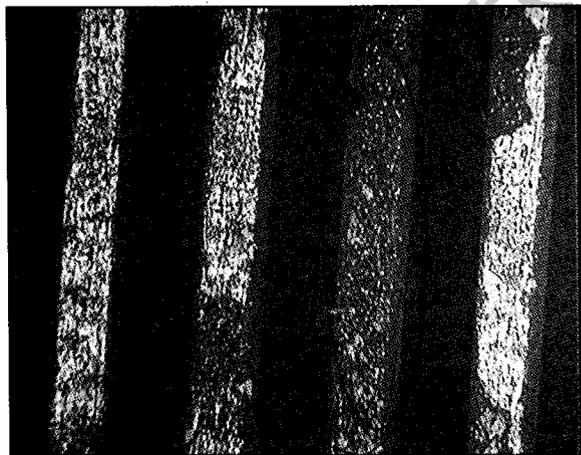


图 4 压头不平整造成的产品缺陷

Fig. 4 Product defects caused by uneven pressure head

此种不良的解决对策是更换平整的压头或者调整压头平行度。压头的不平整包括两种情况,一是由于压头本身的材料或加工问题出现的表面缺陷,二是压头状态没有调整好造成的与台面不平行。实际操作中要根据显微镜下 ACF 粒子的破裂情况作出相应的原因判断,从而作出正确的解决对策。

#### 4.2 压力不合适

压力不合适会造成金球弹性形变不合适,造成玻璃端子和软板端子之间的电气连接效果差甚至未连接。

此种不良的解决对策是调整邦定压力。邦定压力是实际操作时很重要的一个参数,这个参数的设定依据一是所用 ACF 的特性要求,二是大量的矩阵试验。在 ACF 的特性要求范围内,围绕中心值设定大量的假定参数进行试验,从而找到最合适的邦定压力参数。这个试验通常与邦定温度试验一起进行。

#### 4.3 对位不良

在预邦定制程中,玻璃上的电极和软板(FPC)上的电极没有完全对位,造成电极之间重合面小。这样的话连接电极的金球数量会减少,从而影响电极



图 5 压力不适合造成的产品缺陷

Fig. 5 Product defects caused by unsuitable pressure

的导通。如图 6 所示。

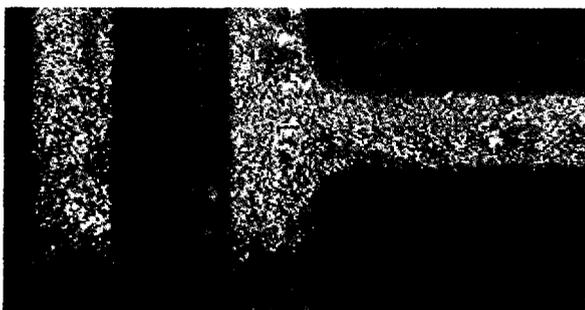


图 6 对位不良造成的缺陷

Fig. 6 Product defects caused by malalignment

此种不良的解决对策是在预邦定的时候控制对

位的精度。预邦定一般都是在放大镜下操作员进行的手工对位,提高对位精度只有通过严格的管理来实现。轻度的对位不良很难在后续的检验过程中被发现,但存在质量隐患。所以在这个环节严格的管理显得特别重要。

## 5 结束语

FOG 工艺因为是采用 ACF 材料,所以其加工过程中的关键技术包括精密控制邦定温度、压力和高温状态下压头的平行度。目前,ACF 技术在液晶显示模块、触摸屏等行业广泛应用。通过对 FOG 工艺关键技术的研究,进而掌握 ACF 技术,有利于提高在 FOG 邦定过程中的合格率,从而提高产品可靠性和降低生产成本。

### 参 考 文 献

- [1] 呼春辉,吴国滨,张月华,等. 液晶显示模块(COG)研发探讨[J]. 现代显示 2008,93(10):49-53.
- [2] 孟月,陆峰. 视觉系统在全自动 COG 热压焊机中的应用[J]. 电子工艺技术,2006,27(1):26-28.
- [3] 马增刚. TAB 制造工艺及其关键技术[J]. 电子工艺技术,2005,26(3):169-171.
- [4] 刘萍. ACF 在 LCD 中的应用与发展[J]. 电子工艺技术,2002,23(6):236-238.
- [5] 张永峰,菅卫娟,何永. FOG 制造工艺及其关键技术[J]. 电子工艺技术,2010,31(6):358-361.

## 《光电子技术》投稿指南

《光电子技术》采用电子邮件方式投稿。请直接将稿件用 E-mail 发送到我们的电子邮箱:gdjs@chinajournal.net.cn,收到投稿后计算机发给投稿人一份自动回复表示收到投稿。自动回复还包括一份投稿登记表,要求作者填写详细的稿件信息和个人联系方式以确保投稿后编辑部和作者的正常联系。投稿登记表后附有一份稿件授权书,在授权书上签名即可发回编辑部进入正式审稿程序。稿件请用 Word 完成,以便专家审阅。

《光电子技术》的发稿周期一般为 3~6 个月。国家重点科技攻关项目和基金课题论文优先发表。在读研究生一般要求导师出具稿件审核意见书,对稿件的独立完成、数据论证、创新性作出评价。其它投稿如果附有同行专家或本单位推荐信将予以优先考虑发表。

文中使用他人成果,请标明并在文后参考文献中列出细目。本刊参考文献采用顺序编码制,参考文献序号按在文中出现的先后顺序排列,正文中参考文献序号加[]置于右上角,文末将参考文献按序号逐条列出;书写格式按 GB/T7714-2005 要求。