

现代显示
Advanced Display

2003 年第 3 期
总第 37 期

(双月刊 1994 年创刊)

主管单位: 航天科技集团公司

主办单位: 航天科技集团 704 所

支持单位:

中国光学光电子行业协会

液晶分会

发光二极管显示屏分会

中国电子视像行业协会

大屏幕投影显示设备专委会

信息显示协会(SID)中国分会

北京市通信信息协会

编辑出版:《现代显示》编辑部

承印: 廊坊市新诚彩印制版厂

订购发行:《现代显示》编辑部

通信地址: 北京 9200 信箱 74 分箱

邮政编码: 100076

电话: 68382399 88520532

传真: 68752899

E-mail: zhaojin-xdys@vip.sina.com

wenjw@casctx-1.net.cn

http://xdys.chinajournal.net.cn

出版日期: 2003 年 6 月

每期定价: (国内) 10.0 元

广告经营许可证: 京丰工商广字
0004 号

CONTENTS

◆ 综述

21 世纪文明的另一推手——电子纸

SiPix Microcup[®] 电子纸的发展近况 李忠蕙, 梁荣昌(4)

有机电致发光显示技术 李会录等(10)

◆ 产业之声

浅谈 LCoS 在数码彩扩上的应用 朱宗昇(16)

解读大屏幕液晶电视 汪平, 钱建堂(18)

投影显示系统中的非球面技术 辛企明(20)

前反射镜在背投影电中的应用 王寿设(24)

飞利浦 UHP 投影光源的新发展 陈忠, 陆军民(26)

◆ 技术前沿 应用研究

光栅式自由立体显示器光学构成的理论研究 王元庆(29)

表面放电式 AC-PDP 能量可恢复驱动电路的研究
..... 李如美, 吴玉广(33)

内嵌 RAM 的液晶显示控制驱动器 马志凌等(37)

2 英寸全彩色 AM-OLED 显示屏的驱动方案 尹盛(43)

SG12864-5C 液晶显示模块的应用 李文炜等(47)

◆ 市场调研

日本 PDP、LCD 电视 段诚等(50)

◆ 行业动态

中国光学光电子行业协会液晶专业分会

二届四次常务理事会议会议纪要(节略) (59)

欢迎参加国际信息显示学会(SID) (60)

关于改期举办《电子信息显示技术与产业发展研讨会》
的紧急通知(节略)

◆ LED 显示屏园地

热烈祝贺中国光协 LED 显示屏分会成立 (61)

中国光协 LED 显示屏分会常务理事扩大会议
会议纪要(节略) (62)

LED 显示屏检测标准(一) (63)

中国光协 LED 显示屏分会成员单位简介(一)

CONTENT

Main Contents

SiPix Microcup Electronic Paper-An Introduction
..... Hui Lee and R.C. Liang (4)

Display Technology of Organic Light Emitting Diode
..... LI Hui-lu (10)

Humble Opinion on Applying LCoS Chip to Digital Photo Printer
..... ZHU Zong-sheng (16)

Interpretation of Large-screen-LCD-TV
..... WANG Ping, QIAN Jina-Tang (18)

Aspheric Technology in Projective Display System
..... XIN Qi-ming (20)

Applications of Front Surface Mirror in Rear Projection TV
..... WANG Shou-she (24)

New Development of PHilips UHP Light Source for Projection TV
..... CHEN Zhong, LU Jun-min (26)

Research on the Optical Principle Auto-stereo Display Base on Grid
..... WANG Yuan-qing (29)

Development of Energy-recovery driving circuit
for surface discharge AC-PDP - - - LI Ru-mei, WU Yu-guang (33)

LCD Controller and Driver with Embedded RAM
..... MA Zhi-ling (37)

A Driving Scheme for 2-inch Full-color AM-OLED Displays
..... YIN Sheng (43)

The Use of LCD Display Module SG12864-5C
..... LI Wen-we (47)

本刊声明

本刊已入编《中国学术期刊(光盘版)》、《中国期刊网》和“万方数据资源系统(China Info)数字化期刊群”。凡在本刊发表的文章、信息、将统一由编辑部全文入编上述刊、网,并一次性付清稿酬。若不同意入编,请在来稿中声明。

现代显示

Advanced Display

编辑委员会

主任 吴葆刚

编委(以姓名笔划为序)

丁守谦	万博泉
马海军	王勇竞
王永生	王保平
孙政民	朱锦林
刘培正	关积珍
陈金鑫	邱勇
李裕宽	吴葆刚
陆家和	范朝勋
季国平	杨界雄
洪震	骆东淼
郭海成	赵汉鼎
高鸿锦	童林夙
熊绍珍	

主编 温景梧

副主编 宋纯 赵勤

开户银行:建行北京经济技术开发

区支行万源路分理处

帐户名:《现代显示》杂志编辑部

帐号:2610000246

邮局汇款:北京 9200 信箱 74 分箱

邮编:100076

收款人:温景梧

文章编号: 1006-6268(2003)03-0004-06

21 世纪文明的另一推手——电子纸

SiPix Microcup[®] 电子纸的发展近况

李忠蕙, 梁荣昌

(SiPix Imaging, Inc., 美国加州)

摘要: 详细介绍彩色电子纸显示技术的基本原理、电泳显示技术(EPD)以及其独特的微型杯(Microcup[®])结构等,并简单介绍相关技术的发展现况、应用配套和未来的发展。

关键词: 电子纸; 电泳显示; 微型杯结构

中图分类号: TN104.3 **文献标识码:** A

SiPix Microcup[®] Electronic Paper—An Introduction

Hui Lee and R.C. Liang

(SiPix Imaging, Inc., Milpitas, CA, U.S.A.)

Abstract: This paper in detail introduce the principle of color electronic paper technology and Electrophoretic Display (EPD) and unique Microcup structure. The development of the technology in future also briefly introduce.

Key words: Electronic Paper, Electrophoretic Display, Microcup[®]

1 前言

从历史的演变来看,社会文明和文化知识传播的速度与效率有直接的关系。早在公元八世纪前,中国就已发展成为世界上最文明的国家。以蔡伦发明的造纸技术和毕升发明的活字印刷术,加速了文化知识的传播速度而居功至伟。

现在,知识文化传播的媒体已从纸张印刷品为主的静态传播演变到以电脑为主的动态传播。

动态传播的好处在于其对资料处理的时效性与简易性比静态传播更有效。但是,以电脑作为传播媒体,由于其体积、重量以及操作等均不利于携

收稿日期: 2003-05-22

带,且在阅读的成效上也不如纸质舒适与便利。因此,尽管处在科技如此发达的现在,人类使用纸张的习惯与数量并没有因为电脑或平面显示器的普遍使用而有所减少。从另一方面来看,虽然纸张具有易于携带、制造成本低和阅读方便等优点,但纸张无法全面迎合 21 世纪传播媒体随时随地更新内容的需要,而且,纸张制造需要消耗大量木材,由此而引发的环境影响也是一大问题。

由于现有的平板显示器,如液晶显示器(LCD)、等离子显示器(PDP)以及有机发光二极管(OLED/PLED)等,在应用与制程上都无法超越纸张的优越性,因此, SiPix 最新研发成功并即将量产的电子纸,广受业界注目。

位于美国硅谷的 SiPix 公司, 利用散射反光电泳显示技术(electrophoretic) 开发出的电子纸, 保留了传统纸张印刷品的阅读舒适性和携带方便性。该技术除了使用柔软的塑胶材质外, 还成功地开发出连续整卷高速涂布(roll-to-roll) 的制程, 大大地加速了产品的量化与普及化。SiPix 的电子纸, 除了具有超轻、超薄、超省电、大尺寸、快速驱动、近 180° 的宽视角、高对比和高清晰度等特性外, 还具有双稳及多稳性(bi-stability and multi-stability) 存储影像的功能, 并可在强光下阅读。为了配合市场上的使用需求, SiPix 可针对不同用途的产品提供独特的整体配套设计, 以简化后工序的生产步骤和制作工艺。

本文针对 SiPix 公司电子纸显示技术, 将详细介绍其基本原理、电泳显示技术(EPD)和其独特的微型杯(Microcup[®])结构等相关技术的发展现况以及对未来的展望, 并简单介绍其应用配套。

2 电泳显示器(EPD)技术原理

电泳显示器 (Electrophoretic Display, 简称 EPD) 是根据电泳原理, 由电场驱动带电颜料微粒而产生颜色对比的一种显示器, 其侧视图如图 1(A) 所示, 顶视图如图 1(B) 所示。带电的颜(白)色微粒分散于含有对比(蓝)色的电泳液中, 受电场驱动而移动。当颜色微粒被吸引至上方时, 就会显示微粒的颜(白)色, 若微粒移至下方时, 就会显示电泳液的颜(蓝)色。EPD 在 1969 年首次被发表后, 因其影像的双稳省电性、反射型及宽视角等类纸显示特性而广受注目。然而传统的 EPD 由于制造工艺复杂, 成本偏高, 使用寿命短, 以及高对比度与快速响应特

性两者无法兼顾等困难, 大多数厂商在 80 年代中期逐渐放弃了 EPD 的研发。

最近由于市场对便携式显示器的需求极高, EPD 的省电特性再度吸引了许多手机、PDA 及 e-book 厂商的关注。改进的 EPD 陆续见诸报章杂志, 其中, 较引人注意的是一种胶囊化(microencapsulation)技术, 它将带电的有色微粒分散装入约 $100 \mu\text{m}$ 的胶囊中, 在一定程度上, 克服了因粒子过重、易沉积而造成影像不均匀及寿命缩短等现象。然而该技术也有许多缺点, 例如机械性能(耐折、耐磨、耐压、耐冲击性等)不良、驱动速度慢、留存性不良、对环境温度和湿度变化敏感等。此外, 由于胶囊的杂乱排列无法定位分色(color separation), 只能加铺一层彩色滤光片来实现彩色显示, 而彩色滤光片损失了约 70% 的反射光, 使影像的色饱和度受到很大影响。胶囊型 EPD 本身没有阈值(threshold)电压, 无法利用低成本的无源矩阵(Passive Matrix, 简作 PM)驱动, 从而使其在尺寸及基材的特性和价格上受到了很大的限制。

3 SiPix EPD 的专利核心技术

3.1 微形杯(Microcup[®])结构

微型杯(Microcup[®])的结构如图 2 所示。SiPix EPD 技术依靠微型杯(Microcup[®])这种特殊结构获得了分色及优良的机械性能。将红(R)、绿(G)、蓝(B)三色电泳液对位注入并封装于 Microcup[®] 内, 借助特殊的电路设计及驱动方式, 即可制成高效能的全彩电子纸。

由于每个微形杯都是独立成形封装的, 其大小

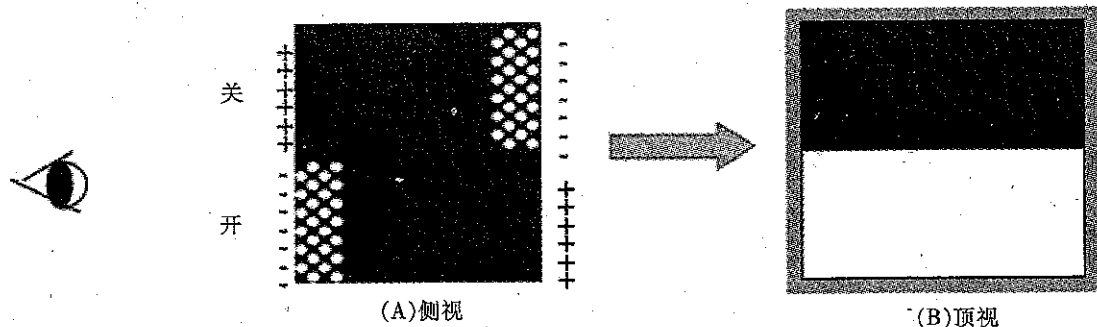


图 1 电泳显示原理

一般为 $50\sim 200\mu\text{m}$ (宽/长) $\times 15\sim 40\mu\text{m}$ (高), 客户可根据不同的需要, 分裁成不同尺寸、不同形状的 EPD 成品, 而不用担心电泳液外漏或破坏显示矩阵。该结构大大地提高了 SiPix EPD 在产能上的优势, 可以裁剪掉瑕疵部分, 保留完好部分, 而不用整片丢弃, 从而提高了良品率, 使生产成本减至最低。目前, SiPix EPD 的微形杯阵列应用于单面板时, 其清晰度可高达 300dpi, 足以满足市场对一般显示器的要求。

3.2 高效率的显示器制程

SiPix 自行研发的高速全自动 (SiPix 连续性 roll-to-roll) 制程包括整卷 PET 材质连续涂布、压模

制杯、入液封装与贴合等几道工序, 如图 3 所示。整卷薄至 0.12mm , 轻至 $0.06\text{g}/\text{cm}^2$ 的 SiPix EPD, 采用 roll-to-roll 制程, 在几分钟内便可制成。目前, 设在美国加州硅谷的生产线, 预计在 2003 年第三季度开始量产。这条生产 14 英寸宽电子纸的生产线只需配置 10 人左右, 产能以一班制计算, 可达到年产 36 万平方米, 相当于全世界手机或 PDA 面版一年的需求量。SiPix EPD 的投资效益显著优于其它平板显示器。

在整个制程的全自动化设计中, 入液封装和压模制杯是最关键的两道工序。尤其是入液封装, 必须在瞬间完成, 并确保液体封装及封装后无瑕疵、隙、封装脱落、或漏液等现象。

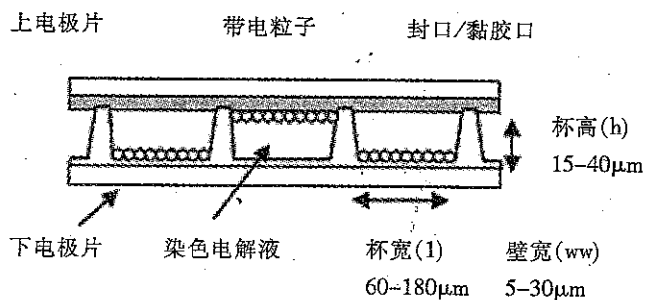


图 2 微型杯结构

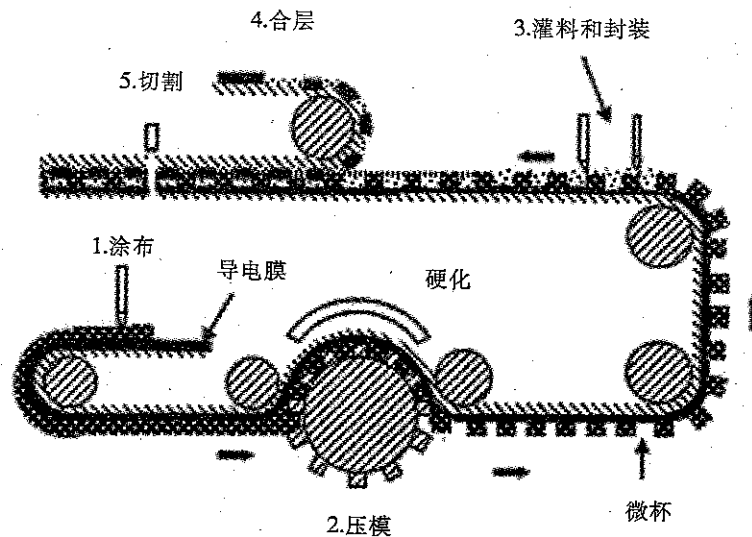
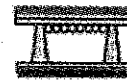
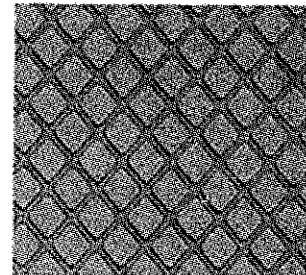


图 3 SiPix 连续性 roll-to-roll 制程

一个典型的 SiPix EPD 封装后的侧面图,如图 4 所示。该封装的厚度约数微米,非常平整,并有非常好的机械性能及防透性。SiPix 的连续入液封装是在数秒钟内完成的。目前已开发出一段式和二段式两种入液封装技术。在一段式入液封装制程中,先将封装层内的液体预先分散于电泳液中(图 5(A)),待封入液填充后迅速分层浮至表面(图 5(B)),最后硬化成封装膜(图 5(C))。在二段式入液封装制程中,先将电泳液注入微型杯中(图 6(A)),再将封液涂布在电泳液上(图 6(B)),等膜硬化后,整个封装便告完成(图 6(C))。

SiPix 的瞬间入液封装技术是连续性全自动化涂布生产中最关键的技术,其成功的要领在于对封液及电泳液原料的选择和控制,包括(1)电泳液与封液比重的控制;(2)电泳液与封液的不互溶性;(3)每

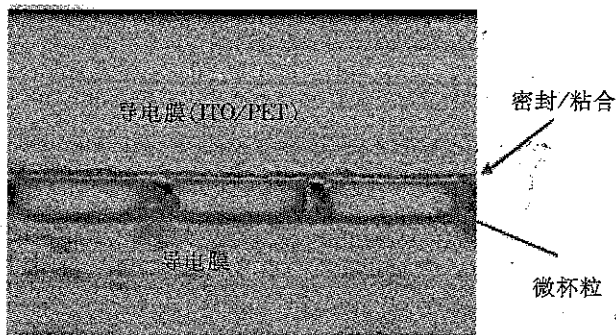


图 4 SiPix EPD 封装后的侧面图

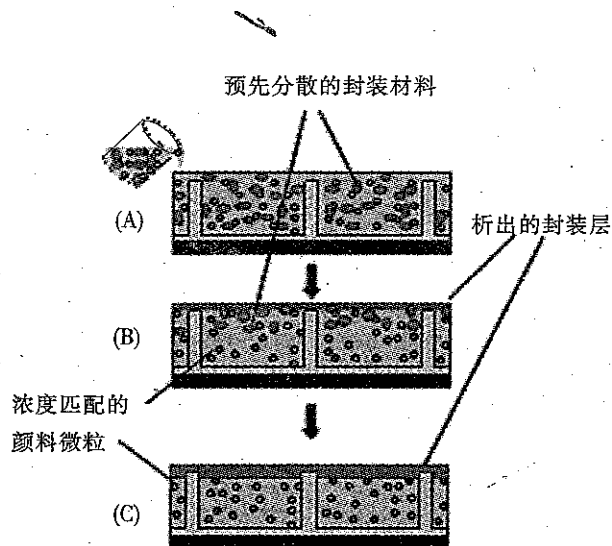


图 5 一段式入液封装制程

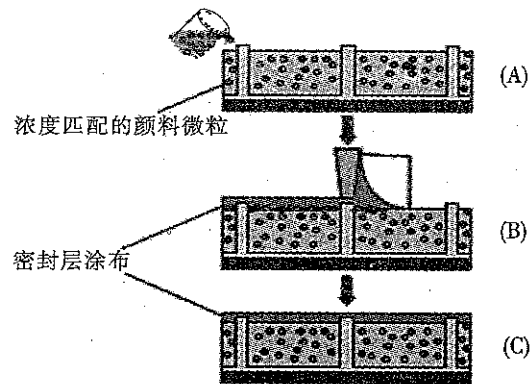


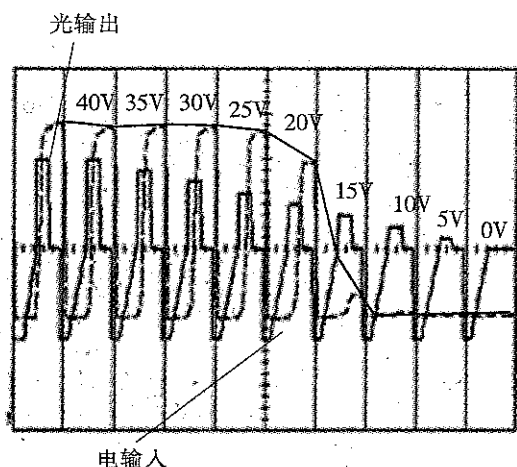
图 6 二段式入液封装制程

组界面的表面张力 (surface tension) 和界面张力 (interfacial tension) 的控制;(4)封液和微型杯壁 (partition walls)间粘着性的控制;(5)封液和电泳液流变性 (rheology) 的控制,以及在封装过程中和封装完成后,对封液密合性和物化性的控制。

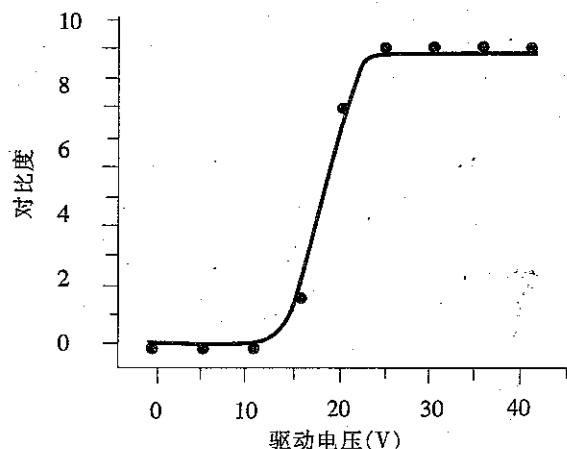
3.3 化不可能为可能

一般认为,EPD 不可能被廉价的无源矩阵(PM)所驱动,然而 SiPix 最近证明,完全能以低成本、高效率的 roll-to-roll 制程生产塑胶材质的无源矩阵 EPD。由于无源矩阵驱动缺乏抑制象素间串扰的阈值 (threshold) 电压,一般 EPD 大都采用有源矩阵 (Active Matrix, 简作 AM) 驱动、直接驱动或分段驱动 (Direct Drive or Segment Drive) 方式。虽然有源矩阵的刷新速度较无源矩阵快,但在尺寸和制造成本上都不如无源矩阵优越。

SiPix 研发的无源矩阵是通过将微粒-微粒、微粒-封装层和微粒-微型杯间的交互作用最佳量化,产生并控制 Microcup[®] EPD 的阈值电压的。SiPix Microcup[®] EPD 的电-光响应曲线如图 7(A) 所示,对比度-驱动电压曲线如图 7(B) 所示。由图可以看出,当电输入小于等于 10V 时,光输出保持不变,当驱动电压高于 10V 时,光输出响应速度及对比度很快升高,当驱动电压为 25V 时,对比度可达 10,如图 7(B) 所示。SiPix Microcup[®] EPD 的阈值电压可针对不同的产品,在 5V~50V 范围内通过配方及制程来微调,3 个具有 5~50V 阈值电压范围并呈高对比率的 Microcup[®] PM-EDP 产品的对比度和施加电压关系曲线,如图 8 所示。



(A) 电-光响应曲线



(B) 对比度-电压曲线

图7 第一代 Microcup PM-EPD 产品

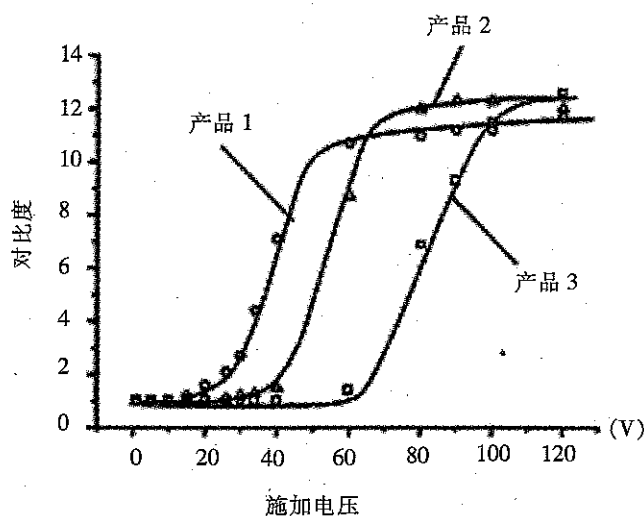


图8 3个具有5~50V 阈值电压范围并呈高对比度的 Microcup PM-EPD 产品的对比度和施加电压的关系曲线

3.4 SiPix 的核心专利技术

至2003年5月, SiPix 已拥有7项美国专利许可, 另有58项正在审核中。SiPix 自行研发的核心专利技术包括:

- 1) 微粒子(micro-particle)和电泳色液的合成与配方;
- 2) 微形杯的基本构造和由微机电或微影技术衍生出的精密压模的技术和制程;
- 3) 连续性自动化整卷涂布(roll-to-roll)、压模制杯、入液封装和贴合等精密制程技术;
- 4) 高清晰度导电薄膜的 roll-to-roll 真空溅镀膜制程;
- 5) EPD 驱动电路和组装模组等基本技术。

4 SiPix EPD 的经营模式

SiPix 在正式量产之后, 将与市场上显示器业者以合作或策略联盟的方式, 一起经营开发 SiPix 电子纸的后段加工(post-converting)及销售业务。SiPix 将向系统厂商或后段加工厂商提供超大卷 EPD 电子纸膜(jumble roll of EPD film), 并向下游客户转让裁切(cutting), 电极导体剥皮(stripping)等后段加工技术。客户可根据需要, 将 EPD 膜片裁剪成不同形状和不同尺寸的成品销售。

SiPix 将提供给客户下列三种产品系列。

1) 直接驱动/分段(Direct Drive/Segment)产品系列: SiPix 提供的是具有普通 ITO/Microcup EPD/ 离形膜的三明治结构膜, 以便客户在后段加工中自行印制所需的图形或影像, 组装成各种产品。这类产品主要用于手表、计算机、数字电子钟、电子标签、信用卡及各种简单告示板等一般常见产品的静止图形显示或数字显示。

2) 有源矩阵, 如 TFT-EPD 驱动产品系列: SiPix 提供的是如上所述的三明治结构膜, 客户需撕去离形膜, 将 Microcup[®] EPD 贴合于 TFT 阵列(Array)上, 如图9(B)所示。目前, 这类产品主要用于电子书等手持阅读显示器。

3) 无源矩阵驱动(PM-EPD)产品系列: SiPix 提供的是已贴合好的含有互相垂直交错电极的整卷 Microcup[®] 膜。客户只需进行裁剪和暴露线路等简

单工序便可直接使用,如图9(A)所示。这类产品主要用于大小电子看板、电子名片、智慧卡、海报或大型电子白板等显示板。

5 展望

SiPix Microcup[®] EPD 主要应用于资讯看板和手持式 IA 两大领域。这两个领域各有超过数百亿美元的市场潜力,是电子纸显示器的焦点市场。在新兴电子看板市场,当普及化的价格是主要的考虑因素时,除了 SiPix Microcup[®] 电子纸之外,可以说别无他选。SiPix 之市场潜力极为可观,预计 2005 年将跨入飞跃阶段。因此, SiPix 计划于 2004 年底,在台湾及大陆各设立量产中心及应用产品开发中心,以迎合市场之需求。

SiPix 所开发出的微模技术及 roll-to-roll 涂布式制程,可根据不同要求制作出不同形状、不同大小的 Microcup[®] 或其他结构。SiPix 自 2002 年陆续参加国际展览与研讨会,发表 SiPix Microcup[®] EPD 技术以来,已获得了广泛关注,技术授权也可能成为营运主轴之一。

SiPix 亚太营运中心将于 2004 年底启动,现阶段正积极寻求策略联盟,以垂直分工合作模式与现有显示器产业接轨,希望在最短时间内在台湾及大陆建立电子纸的相关产业链,促进电子纸显示器产业迅速发展,开创光电产业的另一高峰,以加速知识传播的速度、质量和深度。

参考文献:

- [1] Liang R C, Hou J, Zang H M. Microcup Electrochromic Displays by Roll-to-Roll Manufacturing Processes [R]. Japan Hiroshima: IDW'02 Proceedings, EP2-2, 2002:1337.
- [2] Liang R C, Hou J, Zang H M, Chung J. Passive Matrix Microcup[®] Electrochromic Displays [R]. Taiwan Taipei: IDMC'03 Proceedings, Fr-17-05, 2003. 351.
- [3] Liang R C, Tseng S. Microcup[®] LCD, A New Type of Dispersed LCD by A Roll-to-Roll Manufacturing Process [R]. Taiwan Taipei: IDMC'03 Proceedings, We-02-04, 2003. 41.
- [4] Liang R C. Microcup[®] EPDs and LCDs by Roll-to-Roll Manufacturing Process [R]. USDC Flexible Microelectronics and Display Conferences, Phoenix, AZ. 2003.

作者简介:

李忠蕙(1970),女, SiPix Imaging 公司知识管理部门经理,美国云勒冈州立大学国际管理硕士,美国密西根州立大学,新闻系学士。

梁荣昌,美国 SiPix Imaging 公司副董事长兼技术长,美国俄亥俄州 Bowling Green 州立大学及国科会光化学中心客座教授及科技指导委员,1975 年获台湾清华大学化学学士,1977 获台湾大学化学硕士,1985 年获美国纽约理工大学高分子科学工程博士。e-mail: hui.lee@sipix.com.

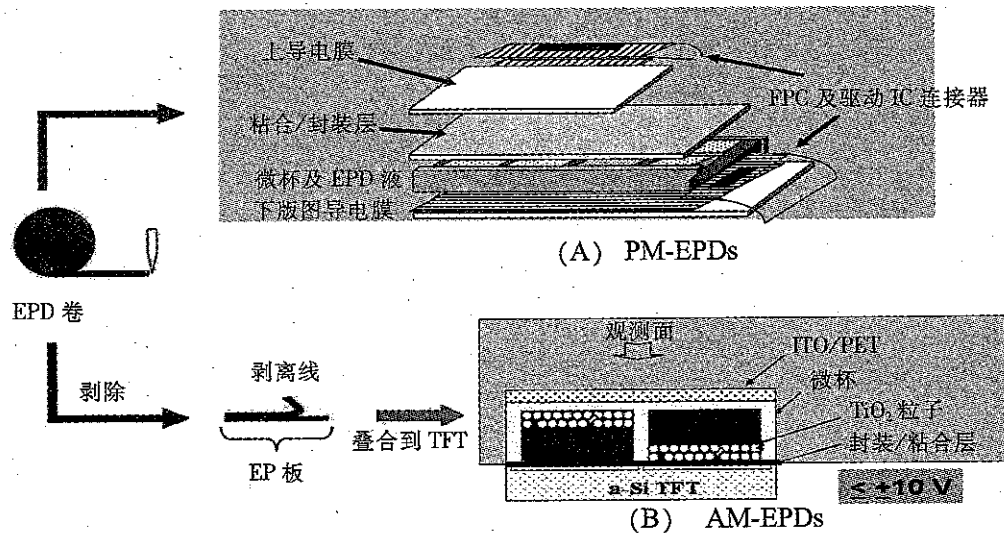


图9 SiPix Microcup[®] 产品