

基于专利分析的印刷 OLED 技术创新趋势研究^①

张 旭^② 郑 佳^③ 李志荣

(中国科学技术信息研究所 北京 100038)

摘 要 对 Derwent Innovation Index (DII) 专利数据库收录的 1995 - 2011 年世界范围内申请的印刷有机发光二极管技术 (OLED) 专利进行了数据计量分析, 给出了印刷 OLED 专利的年度分布、地区分布、技术重点分布、机构分布, 揭示了已展现出明显优势的印刷 OLED 技术的创新现状和发展趋势, 所得结果可为这种新技术的研发决策提供支持与依据。

关键词 有机发光二极管, 印刷 OLED 技术, 创新现状, 发展趋势, 专利分析

0 引 言

有机发光二极管 (organic light-emitting diode, OLED) 技术是近 20 年发展起来的一种新型固体显示与发光技术, 由于具有平板化、主动发光、亮度高、视角宽、响应速度快、易于实现高分辨率全彩色显示、采用低电压直流驱动、功耗低、发光效率高、温度特性宽、耐恶劣环境能力好等优点, 该技术被认为是未来最有可能替代液晶显示器的一种新技术, 其产业前景受到世界各国的普遍关注^[1]。目前, OLED 技术已广泛应用于索尼、三星、尼康等公司的高端主打产品上, 在小屏幕方面取代液晶显示的趋势已非常明显, 在大屏幕显示方面也表现出光明的前景^[1]。

在 OLED 技术的发展上, 下述情况值得注意: 目前 OLED 显示器件主要采用传统的小分子真空沉积技术, 但随着大面积、规模化和低成本生产需求的提高, 在溶液化制作的基础上发展而来的利用印刷方式进行 OLED 器件制作的技术逐渐展现出明显优势, 因而日益受到关注。简言之, 该技术就是将溶液化的功能材料印刷在所需区域, 然后通过溶剂自挥发或热处理过程进行干燥固化, 最终实现器件的制作。与传统方式相比, 采用印刷方式有利于实现 OLED 低成本、大面积和高速生产, 具有更加广阔的前景。近年来, 索尼、三星、杜邦等企业相继推出了印刷柔性大屏幕 OLED 显示屏样机。通用公司更是在 2010 年采用印刷的方式成功制备出了白光

OLED, 成品率超过 90%。目前, 全球范围内印刷 OLED 电子产品还处在大规模产业化的前夜, 不少应用技术还存在缺陷, 大多数国家都在致力于解决这些问题。因此对于我国来说, 这将是突破电子显示产业“低端锁定”、抢占未来电子显示市场的难得机遇^[1-3]。本文基于专利分析方法研究了全球印刷 OLED 技术的创新发展趋势, 以期为相关 OLED 研究开发决策提供支持和依据。

1 相关研究

专利信息体现了人类科学技术的研发成果, 反映了最新的科技发明、创造和设计。通过对专利文献中所包含的科技、经济、法律信息进行加工剖析, 并借助各种便于分析解读的可视化图表形式, 可以揭示蕴涵在专利数据内的丰富多样和错综复杂的信息, 例如特定技术的分布状态及发展动向、竞争主体的研发重点、竞争实力以及合作关系等^[4]。对于 OLED 产业来说, 专利技术是竞争的关键, OLED 技术的竞争正通过专利权的占有表现出来^[5]。

因此, 众多学者纷纷从专利的角度对 OLED 技术的发展过程、发展态势、市场布局等进行了分析^[6-9]。杨飞和梁海龙针对 OLED 市场与专利状况进行研究与探讨, 通过专利引证分析找出了该领域内的重要专利^[6]。赵学武和李卫分别从年度分布、技术领域分布、申请人地区分布以及核心专利持有情况等角度对 OLED 以及主动矩阵 OLED 的专利态

① 科技支撑计划(2006BAH03B05-04)和北京市软科学课题(Z111108055511070)资助项目。

② 1968 年生, 博士, 研究员; 研究方向: 信息管理, 情报分析, 科技政策; E-mail: zhangx@istic.ac.cn

③ 通讯作者, E-mail: zhengj@istic.ac.cn

(收稿日期: 2012-04-09)

势进行了分析^[7]。许彦通过对 WPI 数据库中的专利数据进行分析,介绍了 OLED 技术的发展过程、研发动态和发展趋势,揭示了 OLED 显示技术的发展前景^[8]。文尚胜等选择“七国两组织”专利数据库,从专利申请总量、重点专利技术、重点专利持有人等方面,对白光 OLED 技术专利进行了深入分析,提出了发展我国白光 OLED 技术的专利策略^[9]。

然而上述学者仍是对基于传统工艺的 OLED 技术进行研究。考虑到印刷 OLED 是 OLED 技术发展的重要方向,本文从专利文献的角度出发对印刷 OLED 技术专利进行计量研究,以把握当前世界各国印刷 OLED 技术研发的竞争态势,从而为我国政府、科研机构与企业制定科技发展计划、开展相关技术研发等提供决策支持与事实依据。

2 数据来源与分析方法

本文以美国科学情报研究所 (ISI) 出版的 Derwent Innovation Index (DII) 数据库为数据来源,利用主题词检索的方法,检索下载了 1995—2011 年期间世界 34 个国家、地区和知识产权组织公布的印刷 OLED 技术专利,共计 3846 件。检索策略如下所示:

TS = (organic light emitting device * OR organic light-emitting diode * OR OLED * OR polymer light-emitting diode * OR PLED * OR diode * OR organic electroluminescence display * OR active matrix OR electrically conductive nonmetallic OR light emitting device * OR LED) and TS = (print *) NOT TS = (thin film transistor *) NOT TS = (TFT *) NOT TS = (print * circuit board) NOT TS = (PCB)

对检索结果的标题、摘要、申请人、申请日、专利分类号等必要字段进行下载保存以及数据加工。利用 Thomson Data Analyzer 分析软件对其进行数据清洗整理、数据挖掘和可视化分析。数据下载日期是 2011 年 9 月 30 日。由于专利从申请到公开一般需要十几个月的时间,因此 2010—2011 年的数据仅供参考。

3 结果与讨论

下面分别给出 1995—2011 年世界印刷 OLED 技术专利的年度分布、地区分布、研发重点分布、企业分布的情况并对其进行简要分析。

3.1 专利的年度分布

截止到 2011 年 9 月,共检索出 3846 件印刷

OLED 技术专利(包括有机发光二极管和聚合物发光二极管)。如图 1 所示,从 1995 年开始,印刷 OLED 技术专利年申请数量——在缓慢增加,这种情况一直持续到 2007 年。2007 年后,专利申请数量突然出现了井喷式的增长,从 2007 年的 47 件迅速增加到 2008 年的 1364 件,2009 年进一步增长,达到一个峰值,为 1712 件,之后出现急剧下滑,2011 年下滑到 52 件。专利数量的急剧增长是由于 2007 年 OLED 在寿命、多晶硅晶体管驱动等技术方面取得了重要突破,全球范围内掀起了 OLED 显示产业的热潮^[1];2010、2011 年专利申请数量的明显下滑,可能是由于从专利申请到专利公开存在时滞,且将数据录入数据库有一定的时间延迟造成的。

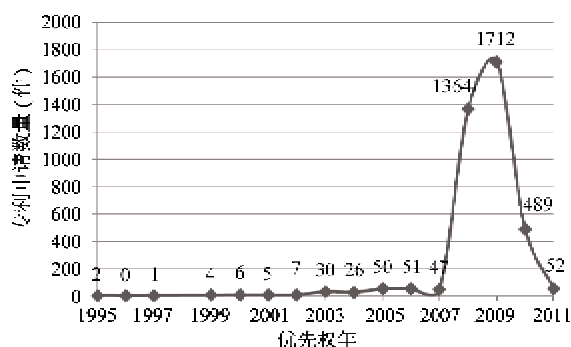


图1 世界印刷 OLED 技术专利逐年申请数量

3.2 专利的地区分布

印刷 OLED 技术专利申请涉及 34 个国家、地区或组织,图 2 给出了专利申请量排名前 15 位的国家和地区。从图中可以看出,日本印刷 OLED 技术专利申请量遥遥领先于其他国家,达到 2377 件,占全球印刷 OLED 技术专利申请总量(3846 件)的 61%。从

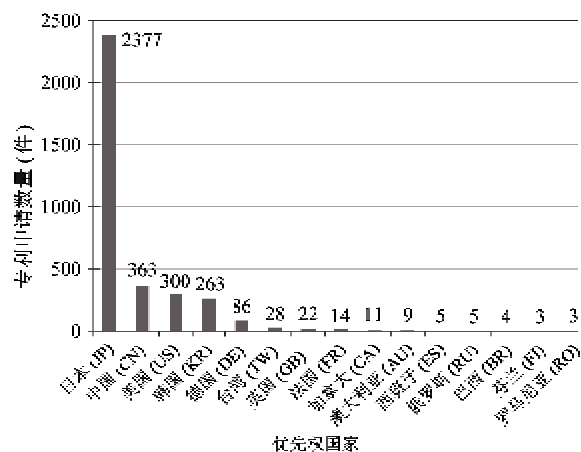


图2 印刷 OLED 技术专利前 15 位国家/地区的专利申请情况

专利申请数量来看,日本在印刷 OLED 技术领域拥有绝对的统治地位,这与日本政府及日本企业在 OLED 技术领域持续多年的巨大投入是密不可分的。

为发展 OLED 技术,日本先后成立了有机半导体发光器件研发基地、有机电子研究所、移动显示材料技术研究协会等。其中,有机电子研究所 2000—2007 年负责了一项约 43 亿日元的研究项目,目标是研发 60 英寸 OLED 显示器和可弯曲或可对折的薄膜显示器,日立、索尼等企业纷纷参与其中。移动显示材料技术研究协会集合了日本产、官、学各界力量,2002—2007 年承担了日本新能源与产业技术综合开发机构的扶持项目“超柔性显示器元件材料技术开发项目”中的“基于卷到卷方式的高生产·连续·高精度层叠技术与相关材料技术的开发”分项目。该项目的目标是用印刷的方式(卷到卷)来制备显示器件,总投入约 31 亿日元,参与企业包括夏普、日立、柯尼卡美能达和住友化学等。

从专利申请数量来看,位于第二军团的是中国、美国和韩国,专利申请数量分别为 363、300 和 263 件。这三个国家的专利申请数量虽然与日本相比存在较大差距,但明显高于世界其他国家和地区。三国专利申请数量之和约占全球印刷 OLED 技术专利申请总量(3846 件)的 24%。由此可见,在印刷

OLED 技术领域,地区发展极不均衡,专利申请数量几乎垄断在东亚(日本、中国、韩国)以及北美地区(美国)。欧洲在数量上无法与之抗衡,原因有两方面:一是欧洲在印刷 OLED 技术领域的研发实力不如东亚与北美,欧洲将更多的精力投入到印刷光伏与印刷晶体管领域^[10];二是专利战略不同。东亚企业,特别是日韩企业往往积极主动地将开发出来的技术及时申请专利并取得专利权,进而抢占和垄断市场。

3.3 专利的研发重点分布

专利分类反映了专利申请的内容特征。通过对世界印刷 OLED 专利数据的国际专利分类(IPC)分类号进行统计分析,可以帮助识别世界印刷 OLED 技术的研发重点。由于一件专利可归属于不同 IPC 类别,因此根据 IPC 分类号统计的专利总量会超过实际专利总量。表 1 显示了世界印刷 OLED 技术领域排名前 10 位的技术类别(IPC 小类)。从全球来看,印刷 OLED 技术研发主要集中在印刷设备(B41J)、半导体器件(H01L)、电磁存储(G03G)、图像通讯(H04N)、电学加热与照明(H05B)等方向。其中印刷设备(B41J)和半导体器件(H01L)的专利申请量明显高于其它类别,是印刷 OLED 技术最为重要的研发方向。

表 1 全球印刷 OLED 前 10 位 IPC 小类专利数量及分类注释

排名	IPC 小类	专利数量(件)	中文注释
1	B41J	951	打字机;选择性印刷结构,即不用印版的印刷结构;排版错误的修正
2	H01L	576	半导体器件,其他类目中不包括的电固体器件
3	G03G	480	电记录术,电照相,磁记录
4	H04N	250	图像通信,如电视
5	H05B	205	电热,其他类目不包含的电照明
6	G02B	175	光学元件,系统或仪器
7	F21V	148	照明装置或其系统的功能特征或零部件,不包含在其他类目中的照明装置和其他物品的结构组合物
8	G09F	125	显示,广告,标记,标签或铭牌,印鉴
9	B05C	108	一般对表面涂布液体或其他流体的装置
10	F21S	106	非便携式照明装置或其系统

表 2 是专利申请量排名前 4 位的国家以及欧洲印刷 OLED 技术 IPC 小类的分布情况。可以看出,不同国家和地区的研发重点不尽相同。在日本,印刷设备(B41J)是最重要的研究方向,专利申请数量明显高于其它小类。其次是电磁存储(G03G)、半导体器件(H01L)和图像通讯(H04N)方向。而在美国、韩国和欧洲,半导体器件(H01L)的专利数量是

最多的,但与其它方向相比,专利数量差别不大,分布比较平均。除半导体器件(H01L)外,美国在印刷设备(B41J)、数据识别(G06K)方面专利数量较多,韩国在控光装置(G02F)、印刷设备(B41J)、显示与标签(G09F)方面专利数量较多,欧洲则是在电学加热与照明(H05B)以及各种应用材料(C09K)方面专利数量较多。中国的研发侧重点与大多数国家不

表 2 专利申请量排名前四的国家以及欧洲印刷 OLED 前 10 位 IPC 小类专利数量

排名	日本	中国	美国	韩国	欧洲
1	B41J(964)	F21V(75)	H01L(56)	H01L(44)	H01L(20)
2	G03G(449)	F21Y(61)	B41J(34)	G02F(31)	H05B(14)
3	H01L(392)	H01L(52)	G06K(23)	B41J(26)	C09K(13)
4	H04N(229)	F21S(47)	G06F(18)	G09F(26)	G09F(11)
5	H05B(148)	G09F(29)	B05D(17)	F21V(15)	C09D(11)
6	G02B(144)	G01N(16)	H01B(15)	G03G(15)	B41J(10)
7	B05C(98)	H05B(16)	H05B(15)	H05B(11)	F21V(10)
8	C09K(62)	B41J(15)	C08L(14)	F21S(10)	B41F(8)
9	B65H(52)	G06F(15)	C07F(13)	H01J(9)	F21S(7)
10	H05K(52)	F21W(10)	C09D(12)	H01B(8)	B41M(6)

(IPC 小类后面括号中的数字代表专利申请数量)

同,技术研发集中在照明领域,专利申请数量排名前 4 位的除半导体器件(H01L)外,分别是照明装置(F21V)、光源(F21Y)和非便携式照明装置(F21S)。

3.4 专利的主要企业分布

表 3 是全球印刷 OLED 技术专利申请量排名前 25 位的企业,从所属国家的统计结果可以看出,排名前 25 位的全球企业中有 21 家日本公司,而且排名

表 3 全球印刷 OLED 技术专利申请量排名前 25 位的企业

排名	机构名称	机构名称(中文)	所属国家 (地区)	专利数量 (件)
1	SEIKO EPSON CORP	精工爱普生公司	日本	821
2	CANON KK	佳能公司	日本	251
3	RICOH KK	理光公司	日本	132
4	BROTHER KOGYO KK	兄弟工业公司	日本	112
5	KONICA MINOLTA BUSINESS TECHNOLOGIES KK	柯尼卡-美能达公司	日本	92
6	OKI DATA SYSTEMS KK	OKI 公司	日本	84
7	FUJI XEROX CO LTD	富士施乐有限公司	日本	72
8	SHARP KK	夏普公司	日本	53
9	KYOCERA CORP	京瓷有限公司	日本	40
10	TOPPAN PRINTING CO LTD	凸版印刷公司	日本	36
11	TOYO INK MFG CO LTD	东洋油墨公司	日本	28
12	SONY CORP	索尼公司	日本	27
13	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	三星电子公司	韩国	25
14	SUMITOMO CHEM CO LTD	住友化学公司	日本	25
15	MATSUSHITA DENKI SANGYO KK	松下电器	日本	23
16	CASIO COMPUTER CO LTD	卡西欧计算机有限公司	日本	21
17	IDEMITSU KOSAN CO LTD	出光兴产公司	日本	21
18	UNIVERSAL DISPLAY CORP	通用显示器公司	美国	19
19	ASAHI KASEI E-MATERIALS KK	旭化成公司	日本	18
20	LG DISPLAY CO LTD	LG 公司	韩国	16
21	TOSHIBA MATSUSHITA DISPLAY TECHNOLOGY CO	东芝显示器公司	日本	14
22	DAINIPPON PRINTING CO LTD	大日本印刷有限公司	日本	12
23	DU PONT DE NEMOURS&CO E I	杜邦公司	美国	11
24	DUPLO SEIKO KK	日本 DUPLO 精工公司	日本	10
25	SHOWA DENKO KK	日本昭和电工公司	日本	9

前 12 位的企业均来自日本,这说明日本公司非常重视印刷 OLED 技术的研发,是世界印刷 OLED 技术创新的绝对主力。

而且值得一提的是,从企业排名中不难看出,除传统的化学、电子公司以外,在日本,许多印刷、包装行业的巨头也加入到印刷 OLED 产业中,如富士施乐公司、凸版印刷公司、东洋油墨公司等。富士公司 2010 年推出新款材料沉积印刷机 Dimatix DMP-3000,可沉积功能性流体,成为当年“大面积有机及印刷电子产品展览会”的焦点。凸版资讯公司与 Add-Vision 公司合作,2010 年推出了基于 Add-Vision 公司聚合物发光二极管的柔性 OLED 购物点显示器^[2,3]。

排名前 25 位的企业中还有 2 家韩国公司(三星集团和 LG 集团)和 2 家美国公司(通用显示器公司和杜邦公司)。韩国三星集团和 LG 集团作为电子显示产业的龙头企业,和众多日本公司一样,也在积极开拓印刷 OLED 市场。美国在 OLED 照明领域投入研发力量较大,通用显示器公司采用高效率磷光 OLED 技术在白光 OLED 功率效率上取得重大进步,效率可以高达传统荧光 OLED 的 4 倍。三星公司对通用显示器公司的这一成果也表现出极大的关注,双方已经在推动低能耗 OLED 显示器方面建立合作关系,目前两家公司已经进入了专利使用权转让协议阶段,通用显示器公司即将允许三星移动显示器使用其在制造 OLED 面板方面的磷光有机发光器件技术。

图 3 对比了日本、韩国、美国专利申请数量最多的 6 家公司的专利布局情况。日本精工爱普生公司和日本佳能公司在各方向均有专利布局。其中,精工爱普生公司在印刷设备(B41J)方向申请的专利数量明显多于其它方向,而佳能公司的研究焦点是在电磁存储(G03G)方向。韩国三星公司的专利申请主要集中在印刷设备(B41J)、半导体器件(H01L)

和电磁存储(G03G)方向,数量分布比较平均。韩国 LG 集团和美国通用显示器公司的专利申请集中在半导体器件(H01L)方向,在其他方向专利申请数量非常少甚至没有。美国杜邦公司的专利主要分布在印刷设备(B41J)和半导体器件(H01L)这两个方向。

尽管中国与韩国、美国在专利申请总量上相差不多,但全球申请量排名前 25 位的企业中却没有一家中国公司。表 4 是中国印刷 OLED 技术专利申请量排名前 10 位的企业。可以看出,中国企业的专利申请数量与外国企业存在明显的差距,每家公司的专利申请数量仅为 2~4 件。在专利布局上,中国企业与国外企业也存在明显差别,如图 3 所示。大多数国外公司在多个方向均有专利布局,而中国公司的专利申请主要集中在照明领域,在印刷设备(B41J)和半导体器件(H01L)方面有少量专利申请,在其他方向上几乎没有专利申请。如彩虹集团在照明装置(F21V)和半导体器件(H01L)方向申请了专利。鸿海公司则是在照明装置(F21V)和印刷设备(B41J)方向申请了专利。

表 4 中国印刷 OLED 技术专利申请量排名前 10 位的企业

排名	机构名称	专利数量(件)
1	彩虹集团电子股份有限公司	4
2	鸿海精密工业股份有限公司	4
3	上海西怡新材料科技有限公司	3
4	富美电子科技有限公司	3
5	广州拓金电子科技有限公司	3
6	珠海天威科技园有限公司	3
7	京东方科技集团股份有限公司	2
8	中山市益点光电科技有限公司	2
9	北京中和民本科技有限公司	2
10	天津市中环天佳电子有限公司	2

4 结 论

通过对 1995 - 2011 年世界印刷 OLED 技术专利的分析发现,从 1995 年开始,印刷 OLED 领域的专利申请数量在缓慢增加。直到 2007 年,OLED 在寿命、多晶硅晶体管驱动等技术方面取得了重要突破后,印刷 OLED 技术专利申请数量出现了井喷式的增长,进入快速发展阶段,世界各国积极投身印刷 OLED 技术的研发热潮中来,日本尤为突出。

日本政府以及企业在 OLED 技术领域进行了持续多年的巨大投入,使得日本在印刷 OLED 技术领

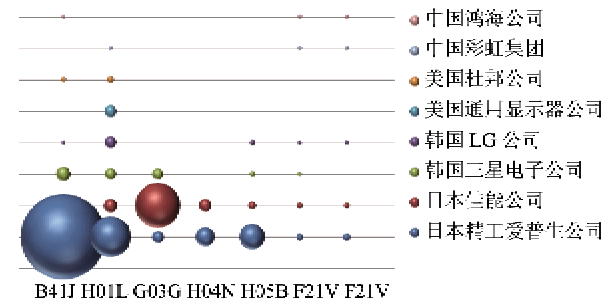


图 3 日本、韩国、美国及中国主要企业专利布局

域拥有统治地位,研发实力最强,专利申请量遥遥领先于其他国家。在日本,众多大公司依托自身既有市场大力发展印刷 OLED 产业,技术研发与公司业务紧密相连。而且除传统的化学、电子公司以外,许多印刷、包装行业的巨头也加入到印刷 OLED 产业中。因此在日本,印刷设备成为最重要的研究方向,专利申请量明显高于其他方向。

韩国和美国在印刷 OLED 技术领域也具有较强的竞争能力。韩国三星集团和 LG 集团作为电子显示产业的龙头企业,和日本公司一样,也在积极开拓印刷 OLED 显示市场。美国则在 OLED 照明领域投入较大研发力量,典型代表是通用显示器公司。该公司采用高效率磷光 OLED 技术在白光 OLED 功率效率上取得重大进步。韩国和美国都将研究重点放在半导体器件方向。除此之外,韩国在控光装置、印刷设备、显示与标签方面专利数量比较多。美国在印刷设备和数据识别方面专利数量也比较多。

同韩国、美国一样,欧洲也将研究重点放在半导体器件方向。除此之外,欧洲在电学加热与照明以及各种应用材料方面专利数量较多,这源于欧洲在材料、电学方面一直具有研究优势。不过,从印刷 OLED 技术的专利申请总量上来看,欧洲与东亚、北美相比差距很大。

我国企业的专利申请数量与国外企业存在明显的差距。企业是最接近市场的创新主体,中国企业专利数量很少,布局不充分,很有可能会导致中国印刷 OLED 产业的发展落后于日本、韩国以及美国等

其他国家和地区。因此在发展印刷 OLED 产业的过程中,我国应该采取措施积极扶持行业龙头企业,加强基础研究,提升自主创新能力,加紧进行专利布局,增强其国际竞争力,力争在全球印刷 OLED 技术市场占居一席之地。

参考文献

- [1] 崔铮等(编著). 印刷电子学——材料、技术及其应用. 北京:高等教育出版社,2012. 323-371
- [2] 张旭,佟贺丰,赵蕴华. 传统印刷带来新一轮电子产业变革. 科技日报,2012-06-29(8)
- [3] 郑佳,张志娟,李志荣. 自主创新与国际合作并行推进. 科技日报,2012-06-29(8)
- [4] 袁绍彦,刘奇祥,叶南飏. PC/ABS 中国专利分析. 塑料工业,2010,38(2):4-7
- [5] 陈欣. 我国 OLED 产业专利战略研究. 科技管理研究,2006,(1):185-188
- [6] 杨飞,梁海龙. OLED 行业专利分析. 中国集成电路,2010,(8):78-86
- [7] 赵学武,李卫. OLED 专利技术发展态势分析. 电子知识产权,2010,(3):84-90
- [8] 许彦. 基于专利分析透视 OLED 发展前景. 电子知识产权,2010,(5):66-70
- [9] 文尚胜,张剑平,赵宝峰等. 白光 OLED 技术专利分析. 佛山科学技术学院学报(自然科学版),2010,28(5):34-38
- [10] Harrop P, Reuter S, Das R. Organic and Printed Electronics in Europe. London: IDTechEx Ltd,2008

A study of the trends of printed OLED innovation based on patent analysis

Zhang Xu, Zheng Jia, Li Zhirong

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract

The paper metrologically analyzes the data of the printed organic light-emitting diode (OLED) patents (1995-2011) collected worldwide by the Derwent Innovation Index database, and investigates the variation of the annual patent amount in the period, the patent amount of each major country, the key techniques of the patents, and the patent amount of each major enterprise, and finally, elaborates the innovation status and development trends of the printed OLED technology, the performance superiority of which is obviously emerging. The results of the study can provide the support and basis for decision on the new technology research.

Key words: organic light-emitting diode (OLED), printed OLED technology, innovation status, development trends, patent analysis