

文章编号:1007-2780(2013)06-0973-06

从专利视角看可印刷电子纸技术创新发展趋势

张志娟,赵志耘,张 旭,赵蕴华,郭斌梅

(中国科学技术信息研究所,北京 100038, E-mail: zhangzj@istic.ac.cn)

摘 要: 介绍了可印刷电子纸的相关技术及发展现状,并基于专利对可印刷电子纸技术展开了深入研究,从技术的总体趋势、技术重点、机构情况及新技术与研究人员 4 个方面探讨了该技术的发展趋势,为该领域内相关企业制定战略决策提供参考依据。研究发现可印刷电子纸正处于快速发展阶段,日本处于领跑地位,各国积极布局以期抢占竞争高位。

关 键 词: 电子纸;可印刷;专利;发展趋势

中图分类号: TS801.8; G306.7; G353.1

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20132806.0973

Innovation Trends of Printed Electronic Paper Technology from a Perspective of Patent Analysis

ZHANG Zhi-juan, ZHAO Zhi-yun, ZHANG Xu, ZHAO Yun-hua, GUO Bin-mei

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038, China, E-mail: zhangzj@istic.ac.cn)

Abstract: The printed electronic paper (e-paper) and its current situation were introduced. The technology trend of printed e-paper was studied deeply based on the patent. Four aspects including general trend, focal points of the technology, the important institutions and new terms and researchers were examined. The research results may provide reference to make strategic decisions for relevant enterprises. The study found printed e-paper is in the stage of rapid development, Japan keeps the leading position. The countries around the world layout actively in order to occupy the upper hand.

Key words: e-paper; printed; patent; trend

1 引 言

两千多年前我们的祖先发明了造纸术,此后纸张就一直是人们用于记录、传播和交流信息最重要的一种媒介。然而,纸张上印刷的内容一旦成形便不能更改,而现代电子显示技术的发展让大家看到了电子显示介质在“信息可刷新特性”方面明显优于传统纸张的事实。电子纸技术对今天

大多数人来说仍旧陌生,不过这项技术历经多年的发展后,已经酝酿着一场对传统阅读、写作以及学习方式的巨大改变,就像一些专家们评价的那样,“电子纸技术将是 15 世纪印刷术诞生后最伟大的发明”。

其实,早在 30 多年前就有科学家提出了“电子纸(E-paper)”的概念,时至今日,电子纸显示技术已有了长足的发展,并在很多领域开始得到应

收稿日期: 2013-06-03; 修订日期: 2013-07-02

基金项目: 中国博士后科学基金第 53 批面上资助(No. 2013M530692); 中国科学技术信息研究所科研项目预研资金(No. YY201209)

作者简介: 张志娟(1981—),女,吉林通化人,博士,主要从事重点科技领域监测与分析、科技政策与管理、专利分析等方面的研究。

用。电子纸使用柔性材料制造、只需要非常低的能量消耗、制造成本低廉,最重要的是人们能够简单方便地进行阅读^[1-3]。目前科学家及产业界对电子纸显示技术抱以深切希望,甚至有专家预言——“在未来十年内,电子纸张配合存储芯片能够装下整个图书馆,电子纸张介质也将让绝大多数印刷报刊成为历史”。未来,电子纸将成为席卷世界各国的具有世界性规模经济价值的电子产品,值得我国业界高度关注。

2 可印刷电子纸技术

电子纸是一种新型的显示器,最大特色在于能自由弯曲,与纸十分相似,其色彩对比度高、分辨率高、耗电量小、制造成本低。电子纸是为了仿效墨水在真实纸张上的显现而发展起来的。不同于一般的平板显示器,需要使用背光灯照亮像素,电子纸如同普通纸一样可以反射环境光,并且可以在断电的情况下保留住原先显示的图片 and 文字状态。

采用柔性基板材料制造出来的柔性电子纸,能够像纸张一样轻薄、可卷绕或折叠以便于携带。目前,柔性电子纸可采用塑料、薄型金属和超薄玻璃基板等材料制作而成^[4-5]。柔性电子纸在整体结构上一般可分为“前板”(Front Plane)和“后板”(Back Plane)两部分,前板主要指电子纸外层的显示介质部分,后板则主要是指电子纸的驱动电路部分。可印刷柔性电子纸的主要显示技术包括:电泳显示技术、旋转球技术、反射式液晶显示技术(胆固醇型液晶显示技术、向列双稳态液晶显示技术以及取向双稳态技术)、电润湿技术、电流体技术、电致变色技术等,目前电泳显示技术是商用化电子纸产品的主流技术。可印刷电子纸的印刷制备工艺涉及丝网印刷、喷墨印刷、凹版印刷、静电印刷等^[6-8]。

3 电子纸市场现状及未来预测

根据知名市场调研机构 Display bank 的调查报告,全球电子纸的市场份额在 2008 年约有 7000 万美元,2009 年增长到 12.7 亿美元。根据市场预测,到 2015 年将达到 21 亿美元,2020 年达到约 70 亿美元。从电子纸的终端产品来看,2008 年至 2009 年电子纸应用市场各个领域的年增长率分别为:电纸书 46%,智能卡 46%,点对点

装置/电子标签 46%,其他产品 50%;总平均年增长率约为 47%。其中增长最快的将是电纸书市场,其次将是移动电子设施,然后是其他新兴的电子设备。电子纸产业前景广阔,未来的研究趋势必然朝着低成本、高速响应、全彩色化、柔性等多个方向发展^[9-12]。

4 基于专利的可印刷电子纸技术创新发展趋势分析

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,利用主题与专利分类号相结合的方式,检索下载了可印刷电子纸技术相关的专利。数据下载时间为 2012 年 12 月 3 日,采用 TDA、Excel 等统计与分析软件对下载的专利数据展开分析研究。由于专利从申请到公开有 18 个月的滞后期,因此 2011~2012 年的数据仅供参考。

4.1 总体趋势

全球可印刷电子纸技术优先权专利申请量排名前十位的国家/地区如图 1 所示。从图中可以看出,日本在可印刷电子纸技术方面的专利数量远远超过其他国家位居第一位,处于领跑地位;美国凭借绝对的科研优势和雄厚的财政支撑位列第二;韩国、中国等紧随其后。这些国家和地区是电子纸技术领域的重要研发竞争区域。

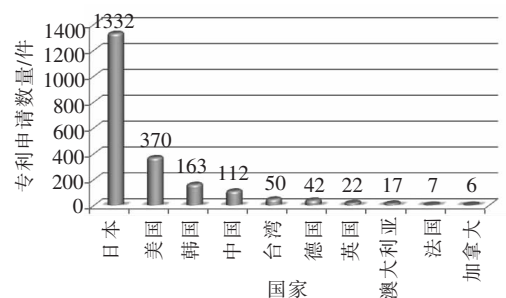


图 1 专利申请量排名前十位的国家/地区

Fig. 1 Patent applications of the top 10 countries/regions

图 2 为全球可印刷电子纸技术专利申请量排名前十位的国家/地区的专利逐年申请情况。日本开始重视电子纸技术研发较早,且专利申请量逐年增加;各国 2000 年以后专利申请量呈现出高速增长态势,说明该技术受到各方广泛关注与重视。

图 3 为全球可印刷电子纸技术专利逐年申请数量变化情况,如图所示,自 2000 年以来专利申

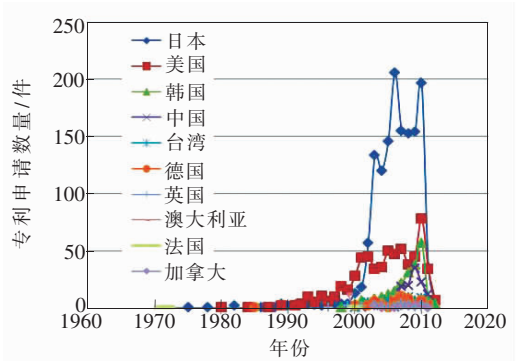


图 2 专利申请量排名前十位的国家/地区逐年申请情况
Fig. 2 Change tendency of patent applications of the top 10 countries/regions

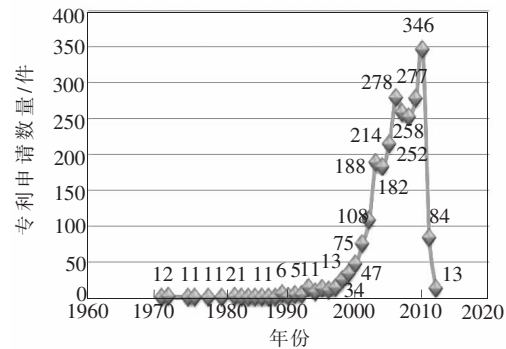


图 3 全球可印刷电子纸技术专利逐年申请情况
Fig. 3 Change tendency of patent applications in global printed electronic paper technology

请数量呈现出明显的快速增长态势。

一般而言,技术的发展需要经过 4 个阶段:第一阶段为技术孕育期,早期技术萌芽期,企业进入意愿低,专利申请数量和申请人数量均很少;第二阶段为技术成长期,这一阶段产业技术有突破或厂商对于市场价值有了认知,竞相投入发展,专利申请量与专利权人数急速上升;第三阶段为技术成熟期,厂商投资于研发的资源不再扩张,只剩少数继续发展此类技术,且其他厂商进入此市场意愿低,专利申请量与专利权人数成长逐渐减缓;第四阶段为技术瓶颈期,产业技术研发遇瓶颈难以突破或此类产业已过于成熟,专利申请量与专利权人数呈现负成长^[13]。

图 4 为可印刷电子纸技术的技术生命周期图。由图可见,可印刷电子纸技术在 1971~1998 年间处于萌芽期,在此期间技术处于探索阶段,技术研发刚刚开始,专利申请数量及专利权人均较少,所申请多为基础性专利;1999~2010 年,该技

术进入技术生长期,开始持续快速发展,专利的申请数量和专利权人数均迅速增加,投入与产出均大幅提高,参与企业不断增加,竞争日益加剧。

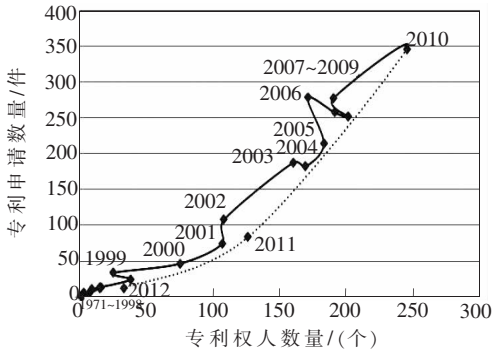


图 4 可印刷电子纸技术生命周期图
Fig. 4 Life cycle curve of printed electronic paper

4.2 技术重点

图 5 为可印刷电子纸技术专利排名前十位的 IPC 小类,表 1 对这 10 类 IPC 小类进行了注释。分析结果可以得出,世界可印刷电子纸技术专利主要集中在物理领域(G 部,包括 G02F、G06F、G09G、G09F、G02B)的装置、元件,其次是电学领域(H 部,包括 H01L、H05B、H04N、H01M)的半导体器件;另外还有作业、运输领域(B 部,包括 B41J)的印刷相关方面。用于控制光的强度、颜

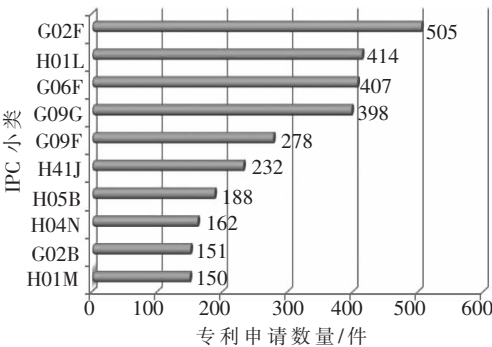


图 5 IPC 小类专利申请情况(前 10)
Fig. 5 Patent applications of IPC subclasses (top 10)

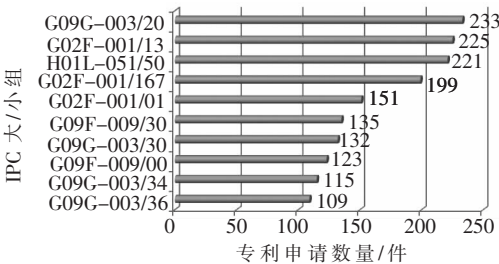


图 6 IPC 大/小组专利申请情况(前 10)
Fig. 6 Patent applications of IPC subgroups (top 10)

表 1 IPC 小类分类注释(前 10)

Table 1 Definition of IPC subclasses (top 10)

序号	IPC 小类	专利数量/件	注 释
1	G02F	505	用于控制光的强度、颜色、相位、偏振或方向的器件或装置,例如转换、选通、调制或解调,上述器件或装置的光学操作是通过改变器件或装置的介质的光学性质来修改的;用于上述操作的技术或工艺;变频;非线性光学;光学逻辑元件;光学模拟/数字转换器
2	H01L	414	半导体器件;其他类目中不包括的电固体器件
3	G06F	407	电数字数据处理
4	G09G	398	对用静态方法显示可变信息的指示装置进行控制的装置或电路
5	G09F	278	显示;广告;标记;标签或铭牌;印鉴
6	B41J	232	打字机;选择性印刷机构,即不用印版的印刷机构;排版错误的修正
7	H05B	188	电热;其他类目不包含的电照明
8	H04N	162	图像通信,如电视
9	G02B	151	光学元件、系统或仪器
10	H01M	150	用于直接转变化学能为电能的方法或装置,例如电池组

表 2 IPC 大/小组分类注释(前 10)

Table 2 Definition of IPC subgroups (top 10)

序号	IPC 大/小组	专利数量/件	中文注释
1	G09G-003/20	233	用于显示许多字符的组合,例如:用排列成矩阵的单个元件组成系统构成的页面
2	G02F-001/13	225	基于液晶的,例如单位液晶显示管
3	H01L-051/50	221	专门适用于光发射的半导体器件
4	G02F-001/167	199	基于电泳的
5	G02F-001/01	151	对强度、相位、偏振或颜色的控制
6	G09F-009/30	135	由组合单个部件所形成的符号所需的字符或字符组
7	G09G-003/30	132	用电发光面板
8	G09F-009/00	123	采用选择或组合单个部件在支架上建立信息的可变信息的指示装置
9	G09G-003/34	115	采用控制从独立光源的发光
10	G09G-003/36	109	应用液晶

色、相位、偏振或方向的器件或装置(G02F)方面排名第一位,且远高于其他类别,说明这是电子纸技术最主要的技术研究领域。

图 6 为可印刷电子纸技术专利排名前十位的 IPC 大/小组,表 3 对这 10 类 IPC 大/小组进行了注释。分析结果可以得出,G09G-003/20(用于显示许多字符的组合,例如:用排列成矩阵的单个元件组成系统构成的页面)、G02F-001/13(基于液晶的,例如单位液晶显示管)、H01L-051/50(专门适用于光发射的半导体器件)3 方面专利申请量排名前三位,且数量远多于其他的技术类别。说

明该技术涉及的元件及半导体器件是研究重点。

4.3 机构情况

图 7 反映的是基于机构活跃度的专利数量分布情况,图中每块扇形用不同颜色加以区分,代表每一类机构专利申请数量之和。从图中可以看出,拥有专利数量 101 件以上机构的专利总和占到印刷电子纸技术专利总量的 29%;拥有专利量 21~100 件机构的总和占到该技术专利总量的 40%;而拥有专利量为 1~20 件的小型企业专利总量则占 31%。这表明可印刷电子纸的专利技术不仅仅集中在大中型企业,小型企业也掌握着

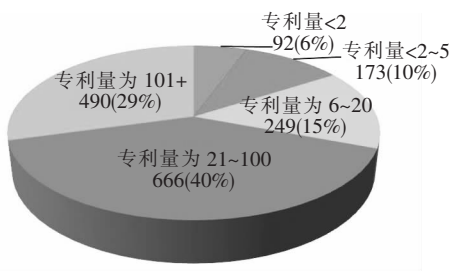


图 7 基于机构活跃度的专利数量分布图

Fig. 7 Patent distribution based on organization activity

表 3 专利申请量排名前 22 位的机构

Table 3 Patent applications of the top 22 organizations

排名	机构名称(英文)	机构名称(中文)	所属国家	专利数量/件
1	SEIKO EPSON CORP (SHIH)	精工爱普生公司	日本	492
2	MITSUBISHI CHEM CORP (MITU)	三菱化学公司	日本	94
3	FUJI XEROX CO LTD (XERF)	富士施乐有限公司	日本	77
4	SEMICONDUCTOR ENERGY LAB (SEME)	株式会社半导体能源研究所	日本	61
5	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD (SMSU)	三星电子公司	韩国	49
6	CLARIANT FINANCE BVI LTD (CLRN)	克莱恩公司	瑞士	48
7	KONICA CORP (KONS)	柯尼卡公司	日本	44
8	RICOH KK (RICO)	理光公司	日本	38
9	SHARP KK (SHAF)	夏普公司	日本	36
10	E-INK CORP (EINK)	E-Ink 公司	美国	36
11	CANON KK (CANO)	佳能公司	日本	35
12	TOPPAN PRINTING CO LTD (TOPP)	凸版印刷公司	日本	34
13	ASAHI KASEI KK (ASAH)	旭化成株式会社	日本	30
14	SANYO CHEM IND LTD (SANN)	三洋化学工业株式会社	日本	27
15	SONY CORP (SONY)	索尼公司	日本	26
16	JSR CORP (JAPS)	JSR 公司	日本	24
17	SIPIX IMAGING INC (SIPM)	SiPix Imaging 公司	美国	21
18	BRIDGESTONE CORP (BRID)	普利司通公司	日本	20
19	BEIJING PARAGON TECHNOLOGY CO LTD (BEIJ-Non-standard)	北京派瑞根科技开发有限公司	中国	19
20	BROTHER KOGYO KK (BRER)	Brother Kogyo 公司	日本	15
21	CABOT CORP (CABO)	卡博特公司	美国	15
22	EASTMAN KODAK CO (EAST)	伊士曼柯达公司	美国	15

入或争取能尽快进入到实用阶段。

4.4 技术与研究人员趋势

图 8 和图 9 分别为可印刷电子纸年度技术和研究人员发展趋势。从图中可以看出,伴随着可

大量专利技术。

表 3 为世界可印刷电子纸技术领域专利申请量排名前 22 位的机构。从国别上看,日本企业占据了最大份额,在专利量排名前 22 位的企业中,有 15 家为日本大企业,其他企业分别来自美国、韩国和瑞士;整体上可见,该领域日本居于领跑位置,技术实力较强。从研究机构类型看,榜上有名的研究机构几乎均为大型企业,国际知名大型企业是目前可印刷电子纸技术研发的主力军。这反映出目前该技术已积极向产业化方向发展,已进

印刷电子纸技术在 20 世纪 90 年代开始的一轮高速发展,新技术开始快速涌现,新的研究人员不断加入,可印刷电子纸技术研究呈现繁荣的景象,表明国际上对可印刷电子纸产业前景十分看好,投

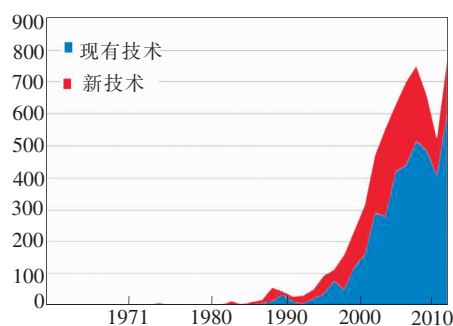


图 8 可印刷电子纸年度技术发展趋势

Fig. 8 Technology trends of printed electronic paper

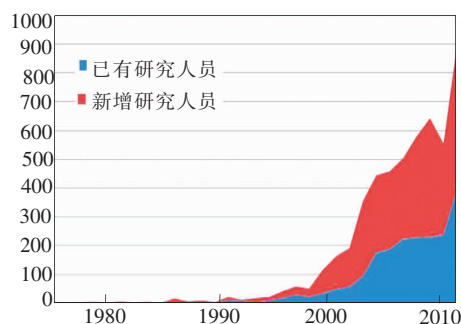


图 9 可印刷电子纸年度研究人员发展趋势

Fig. 9 Development trends of researchers on printed electronic paper

入了大量人力和物力,这一局面一直持续到 2007 年;2008 年以后,随着可印刷电子纸技术研发的回落,新技术和新增研究人员也出现了较为快速的减少,到 2009 年再次呈现增长趋势;预计随着技术的逐步成熟,以及可印刷电子纸商业化的推进,新专利技术经过短暂的回落之后,仍然会呈现增长的局面。

5 结 论

当前可印刷电子纸技术已进入技术生长期,开始持续快速发展。新技术和新增研究人员也整体呈现持续增长趋势,表明该技术一段时期内的持续增长和激烈竞争。经过最近多年的高速发展以后,政府的推动显示了其效果,日本、美国成为全球技术绝对强国,从 80 年代开始发展该技术到目前跃居全球技术垄断地位,值得学习借鉴。从专利数量的厂商排名来看,日系厂商占有优势。这体现了日本技术立国的战略方针与日本企业对专利的高度重视。日本精工爱普生公司的专利量远超过其他企业。总之,各国可印刷电子纸技术在一系列政策措施的积极推动下,整体呈现良好的增长趋势,并且各国积极布局,技术不断突破,抢占竞争高位。

参 考 文 献:

- [1] 刘仁庆. 电子纸及其发展 [J]. 中华纸业, 2010(9): 77-81.
- [2] 闫安. 浅析电子纸及其技术发展 [J]. 印刷工业, 2009(3): 55-58.
- [3] 汪梅林, 张其国, 郑永亮, 等. 有机薄膜晶体管阵列面向电子纸像素设计 [J]. 液晶与显示, 2012, 27(1): 38-42.
- [4] Huiteman H, Gelinck G H, Vander P J, et al. Plastic transistors in active-matrix displays—The handling of grey levels by these large displays paves the way for electronic paper [J]. *Nature*, 2001, 414 (6864): 599-599.
- [5] Andersson P, Nilsson D, Svensson Po, et al. Active matrix displays based on all-organic electrochemical smart pixels printed on paper [J]. *Advanced Materials*, 2002, 14(20): 1460-1464.
- [6] 赵晓鹏, 郭慧林, 王建平. 电子墨水与电子纸 [M]. 化学工业出版社, 2006.
- [7] 崔晴宇, 郭小军. 以全新的方式读书看报——电子纸技术简介 [J]. 现代物理知识, 2010, 22(4): 41-51.
- [8] 浦东林, 胡进, 朱鹏飞, 等. 电子纸微杯结构金属模具的设计与制作 [J]. 液晶与显示, 2011, 26(2): 174-177.
- [9] Ryu G S, Song C K. Fabrication of color electronic paper by using the charged particles [J]. *J. Nanoscience and Nanotechnology*, 2012, 12(4): 3276-3279.
- [10] 陈俐雯, 钱金维. 电子纸的现状与未来发展 [J]. 现代显示, 2009, (3): 54-57.
- [11] 张卓, 邵喜斌, 王刚, 等. 电子纸显示技术的应用与市场情况 [J]. 光机电信息, 2009, 26(11): 17-29.
- [12] 张天翼, 许军, 董佳垚. 胆甾型液晶显示技术和产业发展 [J]. 液晶与显示, 2011, 26(6): 741-744.
- [13] 陈燕, 黄迎燕, 方建国, 等. 专利信息采集与分析 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2006: 300-304.