



国际信息工程先进技术译丛

触摸屏技术与应用

タッチパネル がわかる本

(日) 越石 健司・黒沢 理 编著
薛建设 刘翔 鲁成祝 译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

国际信息工程先进技术译丛

触摸屏技术与应用

(日) 越石 健司·黑沢 理 编著
薛建设 刘 翔 鲁成祝 译



机械工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

触摸屏技术与应用 / (日) 越石健司, (日) 黑沢理编著; 薛建设, 刘翔, 鲁成祝译. —北京: 机械工业出版社, 2014. 3

ISBN 978 - 7 - 111 - 45911 - 8

I. ①触… II. ①越…②黑…③薛…④刘…⑤鲁…
III. ①触摸屏 IV. ①TP334. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 030239 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 林春泉 责任编辑: 吕 潇

责任印制: 刘 岚 责任校对: 李锦莉

北京京丰印刷厂印刷

2014 年 4 月第 1 版 · 第 1 次印刷

169mm × 239mm · 9.25 印张 · 176 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 45911 - 8

定价: 42.00 元



凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

译者序

近年来，以 TFT-LCD 为代表的平板显示技术获得了飞速地发展，迅速取代以彩色显像管（CRT）为基础的传统显示，成为显示技术的主流。

随着中国制造的崛起，中国的平板显示产业获得了突飞猛进的发展，已经投产十多条 TFT-LCD 液晶面板生产线，涵盖了从 4.5 代线到 8.5 代线，形成了较大的产业规模，其规模还在不断地扩大。纵观平板显示产业的发展规律，产品价格愈来愈低，液晶面板厂商面临着严峻的考验，如何开发高附加值产品成为急需解决的问题。

触摸技术与平板显示技术的结合，可以方便地实现显示功能和触控功能的统一，能够提高液晶显示产品附加值。现在这类产品经常出现在人们的视野中，如售票机、银行的 ATM 机、游戏机以及手机等显示终端，给我们的生活带来了便捷。特别是苹果公司的 iPhone 和 iPad 横空出世再次把触摸屏技术推向了高潮，同时也给液晶显示行业带来新的生机和更大的市场份额。

触摸屏技术最先在日本兴起，后来转移到韩国和中国台湾，得到了迅猛的发展。而中国大陆的触摸屏技术发展相对较晚，但其发展速度很快，已形成一定的产业规模，随着其投资规模不断地扩大，已经成为新兴的朝阳产业之一。目前，市场上有关触摸屏的技术或者其行业的出版物比较少，广大相关技术产业人员非常渴望学习相关技术的书籍，相关权威书籍的引入可以满足人们的需求，并进一步促进触摸屏产业的发展。在此背景下，京东方科技集团技术研发中心、多年从事显示技术开发工作的薛建设高级专家、刘翔、鲁成祝资深研究员等翻译了《触摸屏技术与应用》一书。本书由多位日本触摸屏产业的权威专家执笔撰写，深入浅出地说明了各种触摸屏技术的原理、技术动态，介绍了各种触摸屏、各种材料及其发展趋势，是一本难得的专业参考书籍，适合触摸屏技术的科研人员、产业人员以及想了解触摸屏技术的人阅读，也可供高等学校相关专业的老师和学生参考。

在本书出版之际，非常感谢京东方技术研发中心的金春梅、张海苓、崔海军、郑红等同事参与本书的翻译和整理工作；感谢机械工业出版社的各位领导和编辑的大力支持，同时感谢京东方各位领导和同仁长期以来的关怀和帮助。

在翻译本书的过程中，多次校对，力求忠于原著，由于译者才疏学浅，如有疏漏和不妥之处，希望广大读者不吝指正。

译者于京东方技术研发中心

2014年1月

前言

“触摸屏”这个名词已经在电视、新闻、杂志等众多媒体以及书店频繁登场。在人气旺盛的游戏商品以及手机上的搭载，使它越来越贴近我们的生活。另外，不仅限于消费商品，车站的自动售票机，银行的ATM机，公司以及医院的前台也均有应用，使人切实感到在日常生活的方方面面，与触摸屏接触的机会正在日益增多。

通过触控来进行操作的设备设置在以液晶为中心的平板显示器（flat panel display）的表面进行使用的情况居多。平板显示器产业已经形成了10兆日元的市场规模，成为牵动日本产业的客观存在。但是，今后尽管还会增加数量，对于金额的增长，许多人做出了低调的预测，究其原因，是由于其对“电视”这种需求很大的产品搭载率已经很高，而进一步更为广泛的应用尚未明了。另外，日本厂商的市场占有率不高，规模在缩小，或者不得已准备退出的企业数量也在增加，也有人认为，它不能称作健全的产业。鉴于此，将触摸屏与液晶平板显示器进行比较的话，它的市场规模过小，但今后的成长是肯定的，预计会有15%的年增长率。我们期待它健全并持续地成长，成为电子器件产业新的支柱。

尽管触摸屏如此受到关注，迄今为止，记述这项技术以及业界的出版物却为数不多，需求技术的基本说明以及今后发展动向的书籍的呼声越来越高。笔者应株式会社工业调查会之邀，共同出版了有关平板显示器的书籍，由于日常业务中接触的机会较多，于是这次也加盟了关于触摸屏的课题。但是，由于缺少技术专业知识和本书涉及信息的面也略显不足。在这样的状态下，以专业知识见长的Topre株式会社的黑沢 理先生，以及在业界有广阔人脉的各位同仁也参加了本书的策划，使本书得以出版发行。本书还得到了常年活跃在一线的平板显示器业界的分析家，技术系统（Tech. System research）株式会社的武花 勇一先生、株式会社中日社董事长的金井 信幸先生、以及功能性薄膜研究会的支援及执笔合作，才实现了实质性的运作。此外，功能性薄膜研究会是与传感器技术相关企业组成的研究会，以现任会长的斋藤 浩先生（综研化学株式会社顾问），以事务局的松井 孝雄先生（原日东电工株式会社）为

中心启动，已经进入了第9个年头，通过独特且具有个性的各种集团活动，使会员人数不断增加。

关于本书的构成，绪论介绍了触摸屏的早期以及现在的市场，包括商品动向在内的概论部分，由金井先生、黑沢先生及越石先生执笔；第1章介绍触摸屏的用途和市场的状况，由武花先生执笔；第2、3章为技术内容，从基本原理讲到最新动向，由黑沢先生执笔；第4章介绍了业界动向及触摸屏的性能，由越石先生执笔；第5章介绍了触摸屏所使用的材料及发展趋势，由功能性薄膜研究会参会企业的各位成员执笔。

本书由活跃在各个领域第一线的人员执笔，相信是一本可以把握触摸屏的整体状况的图书，本书中可能出现表达方式的差别，以及同类的课题有所重复，为了保留每位主笔者不同的个性，编者没有贸然进行文字加工，恳请各位读者谅解。本书作为了解触摸屏技术的入门教材，对于那些想了解包括市场业界材料发展趋势的读者，可以作为较好的参考书，给读者提供些许帮助。

工业调查会株式会社的新谷滋记社长为本书的出版提出了宝贵的意见，此外，向在本书的企划到执笔者的委托及汇总，直至出版的这段时间倾注了大量精力进行编辑的向井真记等各位先生表示由衷的感谢。

2009年10月

执笔者代表

Binit株式会社 越石 健司

【关于再版】

本书是将 2009 年 10 月由工业调查会株式会社出版发行的《触摸屏要点说明》进行修订后的新版，在修订期间，由于平板电脑的上市，触摸屏市场取得了飞速的增长。本书继承了原书的内容，希望能给读者提供些许帮助。

2011 年 4 月

执笔者代表

Binit 株式会社 越石 健司

触摸屏就是搭载在平板显示器件上，用来读取手指、触控笔等描述的指令、进行人机界面交换的工具，操作简单便捷、坚固耐用，备受人们的青睐。近年苹果 iphone、ipad 产品的崛起，进一步推动了触摸屏技术的发展，让更多的人走进了触摸技术的世界，也让触摸技术走进了我们的生活。

本书由日本多位触摸屏产业权威专家撰写，共分 5 章，讲述了触摸屏的产生、发展过程，并预测了未来的发展趋势；对触摸屏的技术及其工作原理进行了详细地讲解和分类；着重地讲解了制造触摸屏的主流技术以及相关的材料，同时对未来高性能触摸屏对材料和技术的需求进行了详细的说明。

本书适合触摸屏技术的科研人员、产业人员以及想了解触摸屏技术的人阅读，也可以作为辅助教材，供老师和学生参考。

Original Japanese edition

Touch Panel ga Wakaru Hon

Edited by Kenji Koshiishi and Osamu Kurosawa

Copyright©2011 by Kenji Koshiishi and Osamu Kurosawa

Published by Ohmsha, Ltd

This Chinese Language edition published by China Machine Press

Copyright©2014 by China Machine Press

All rights reserved.

本书版权登记号：图字 01 - 2011 - 7138 号



中文版序

前言

关于再版

绪论 触摸屏的可能性	1
1 触摸屏是什么?	2
2 触摸屏的优缺点	5
3 市场规模与新技术	6
1 市场与产品动向	7
第1章 触摸屏的用途与市场趋势	11
1 触摸屏的用途	12
2 市场趋势	13
第2章 电阻式和电容式触摸屏的原理与技术动向	23
1 有关触摸屏的类型	24
2 电阻式触摸屏	25
3 电容式触摸屏	35
第3章 各种类型的触摸屏	47
1 光学式触摸屏	48
2 超声波式触摸屏	50
3 电磁诱导式触摸屏	53
1 In Cell 式触摸屏的结构与工作原理	54
5 Fusion 式触摸屏	57
6 触摸屏的未来趋势	58

第 4 章 业界趋势和对性能的需求	65
1 业界结构	66
2 制造方式与成本结构	74
3 客户所期待的性能与要素	79
第 5 章 电容式、电阻式触摸屏材料的发展趋势	87
触摸屏材料的技术动向	88
1 电阻式触摸屏材料的市场与技术动向	88
2 电容式触摸屏与材料	94
3 光学膜	95
1 光学粘合膜	97
透明导电膜	100
1 用于电阻式触摸屏的透明导电膜	100
2 用于投射电容式触摸屏的透明导电膜	102
3 透明导电膜的表面处理	103
1 硬膜层、防牛顿环层的表面处理	103
5 光学调整层的表面处理	105
6 导电性高分子材料	106
7 碳纳米管	108
用于触摸屏的胶材料	110
1 电阻式触摸屏的结构与使用材料	110
2 各种胶材料的特点与要求特性	110
3 投射电容式触摸屏的结构与使用材料	116
技术说明 导电墨水与丝网印刷	118
粘合剂	121
1 关于丙烯酸系粘合剂	121
2 触摸屏用粘合剂	122
光学用 PSA	125
1 底部电极板对间隙层的性能要求	125
2 底部电极板与液晶显示屏间隙层的课题	125
3 用于触摸屏的光学 PSA 课题	126
1 PSA 弹性粘合物的粘合课题	127
5 间隙层的 PSA 或弹性粘合物	130

屏幕表面玻璃	133
1 手机市场上采用触摸层的动向	133
2 表面玻璃市场	134
3 化学强化玻璃	134
1 便携式产品表面玻璃的加工	135
5 技术动向与课题	136

绪 论

触摸屏的可能性



7 触摸屏是什么？

“触摸屏”一词自从在 20 世纪 80 年代初出现，到如今已有 30 余年。当时就有了很多种触摸屏，其中之一就是电容式触摸屏。那时显示器的主流是 CRT（Cathode Ray Tube，阴极射线管）显示器，14in[⊙]电容式触摸屏的价格大约为 20 万日元。CRT 显示器分为两类：一种是球形（Spherical）的布朗管（Brown tube）显示器；另一种是圆柱形（Cylindrical）布朗管显示器；不同尺寸的显示器的曲率半径不同，因此使用 CRT 制作触摸屏是一件很困难的事情，比如在 CRT 显示器上面镀膜，成膜后的厚度分布不均匀，尤其是在制作球形电阻式触摸屏时，难度更大。

起初，液晶显示器刚面世时，14in 的液晶显示器的售价为 40 万日元。当时人们还不怎么熟悉触摸屏，几乎没有使用触摸屏。业界普遍认为当触摸屏的价格为原来的一半时，市场的份额将增至原来的 4 倍，笔者也这么认为，于是就进行了触摸屏的开发工作。与那时相比，现在触摸屏市场已经是原来的数百倍，甚至数千倍。尽管触摸屏的发展也有过停滞期，但如今已在显示领域占有相当大的份额。

报摊、银行 ATM、各站点的售票机等普遍使用的都是触摸屏（如图 1 所示），从外观上无法分辨出它的制作原理。以前，可以按照触摸的方式去给触摸屏分类。例如“戴着手套触摸”、“用笔的前端触摸”、“用指甲触摸”、“滴上水滴触摸”等。但是最近常常让人挠头的是以什么方式实现触摸屏的触摸？市场上接连不断地出现采用各种方式触摸的触摸屏，即便知道了触摸屏显示方式，也不能从根本



图 1 售票机

⊙ 英寸，1in=2.54cm，后同。

上解决人们的疑惑。但是对于从事触摸屏的人来讲，还是比较在意的。在商店前、展会上、服务区域等地方，看到触摸屏就不由自主地触一触，摸一摸。图2所示为触摸屏产品的变迁。

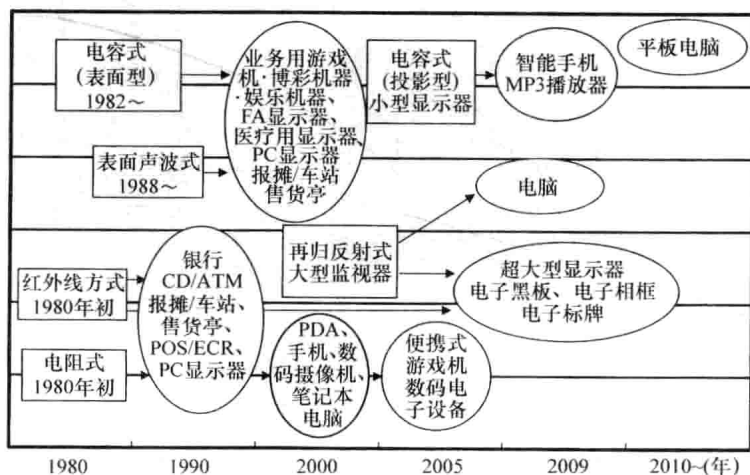


图2 触摸屏产品的变迁

现在普遍将触摸屏称为“触控板”(Touch Panel, TP)^①，其实这是日本特有的叫法，在全球范围内一般都称之为触摸屏(Touch Screen)。电器的输入元件包括开关、键盘、鼠标、轨迹球(Track Ball)、指点杆(Stick Point)等。广义上有声音输入、手势(gesture)输入等。触摸屏也是其中之一，而最近任天堂(Nintendo)公司发明了一种使用笔的电阻式触摸屏游戏机“任天堂DS”(见图3)，美国的苹果公司在智能手机iPhone(见图4)或音频存储设备中也使用电容式的触摸屏，既实现了多点触控，又体现了直感的输入方式，这些都打破了传统的输入概念。

触摸屏可检测所触控位置的坐标，它通过与显示画面相结合的方式，可以像各种输入装置一样执行同样的工作。因此触摸屏可以说是非常具有魅力的人机界面(Man Machine Interface, MMI)。以下列举的是可用触摸屏操作的内容。

① 如今主流触摸屏是由输入设备触控板(TP)与显示设备液晶屏组合而成的，因此在本书中，触摸屏是总称，而TP则专指输入设备。——译者注



图3 任天堂 DS



图4 iPhone

①开关（按键）

例如，为了能够根据检测出的坐标和显示图的坐标，进行装置的开/关等，在 PC 或主装置界面进行编程，实现与开关功能同样的功能。而且，在不用变更硬件时，就可以在编程时增减开关、变更位置，非常方便。

②键盘

如①中所述的开关，就能实现与键盘同样的功能。因为可以根据编程来变更设置和功能，所以使用一个硬件就可以实现多种多样的键盘功能。

③鼠标等定位装置

触摸屏因为知道所触控的坐标，因此也可以像鼠标那样，用于指示位置。检测出位置和时间变化，就可以通过称之为手势的动作实现信息的输入。鼠标是通过相对坐标定位，而触摸屏使用绝对坐标，也就没有左、右键点击的差异。

④多点触控装置

鼠标只能识别一个坐标，但触摸屏按不同的检测方式还可以识别多点触控。利用这个优势，能实现在传统的输入装置上很难实现的输入界面，如图 5 所示。

如上述，触摸屏根据程序的情况可实现千变万化的功能。但是，综合响应速度、使用环境、有无左右点击等因素，也并不一定就比传统的输入设备更优越。但是，在不使用或变更硬件，只利用一个硬件就能实现各种的输入

界面，这具有很大的优势。因此，将其称之为开关、鼠标之上的输入装置也不为过。

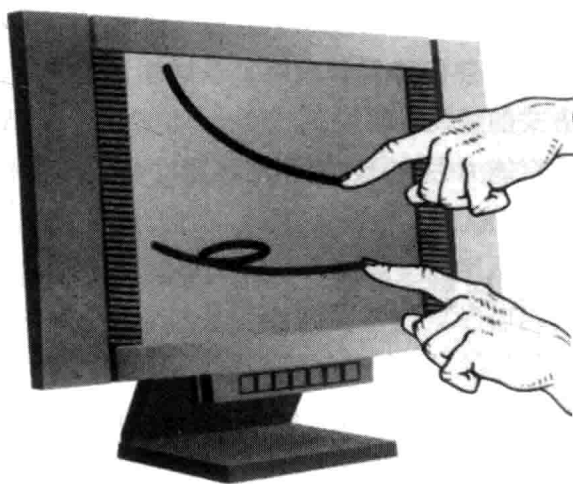


图5 多点触控

2 触摸屏的优缺点

以下是触摸屏的优点：

①没有物理性的按键也可以利用软件实现各种操作，如放大、移动等。

②多点触控（两点以上）的方式可实现放大、缩小等各种输入。

③显示的操作对象与输入对象一致，具有直感操作性。

④输入与显示一体化的，可以实现机器的小型化，设计的自由度比较高。

⑤不会像键盘、开关等存在缝隙，进入垃圾、灰尘、水等，不容易损坏，且易维护。

以上只是触摸屏的优点，但它也有如下缺点：

①不适合键盘、鼠标、按钮等快速输入。

②直接触摸显示，画面易被污染，读取信息比较难；易因发生刮痕等导致误操作。