

## 有机导电聚合物触摸屏

富士通与富士通研究所共同开发出一种可用于触摸屏的有机导电聚合物薄膜，这种有机导电聚合物薄膜不仅兼有高导电性和高透明度，而且在耐环境特性方面也相当出色，目前已应用于触摸屏制造。这种有机导电聚合物触摸屏在耐用性方面比传统的ITO薄膜触摸屏更胜一筹，使用寿命预计高出现有产品10倍以上。

### 背景

有机导电聚合物同时兼具高电子导电性以及聚合物材料特有的易加工优点，因此在电解电容、电池和防静电剂等方面得到广泛应用。由于有机聚合物既有导电性又有成膜性，因此被用于柔性显示器(Flexible Display)和新一代有机晶体管等的研发中。有机导电聚合物中部分具有良好的透光性，可用于触摸屏或LCD等透明导电膜的制造。

由于可以直接在显示画面上输入，作为简单有效的输入手段，触摸屏广泛应用于各种电子产品，最近一段时间以来，手机、数码相机等便携式设备也逐渐开始采纳。在各种触摸屏之中，电阻式触摸屏，由于结构简单、成本较低从而最为普及，市场前景广阔。

电阻式触摸屏的透明导电薄膜一直使用ITO（氧化铟锡），但是近年来ITO的原材料铟的稳定性供给令人担忧，因而，替代材料的开发逐渐兴起。其中作为用于触摸屏的导电薄膜从性能、量产可能性、成本等方面综合考量，有机导电聚合物成为替代材料的可能性最为看好。

富士通与富士通研究所认为，某些具有高透明度的有机导电聚合物在触摸

屏用途上能够充分发挥其性能，并针对触摸屏用的透明导电薄膜进行了专项开发。目前，富士通已使这种采用有机导电聚合物薄膜的触摸屏实用化，并开始样品供货。

### 触摸屏用导电聚合物薄膜的开发

#### 开发过程

表1所示为迄今为止开发成功的主要有机导电聚合物及其特点。

能够满足触摸屏用透明导电薄膜所要求的特性，即透明性 / 导电性 / 耐环境特性等的有机导电聚合物是有限的。从它们当中，我们的开发工作着眼于能在空气中稳定存在且透光率高的聚噻吩系导电性聚合物，把它均匀涂在PET薄膜上，制成电阻式触摸屏用的透明导电薄膜。

图1所示为开发成功的有机导电聚合物薄膜的构成。

电阻式触摸屏，如图2所示，是由平行放置的透明导电薄膜和透明导电基板组成。当手指或笔等按压上部的透明导电薄膜时，薄膜与下部的透明导电基板在按压点有一个接触，触点的坐标值

通过触点各自的电阻值求出。该触摸屏用透明导电薄膜所要求的特性，主要有如下几个方面。

- 高透光性
- 表面均匀的导电性
- 针对按压、笔点触等机械压力的耐用性
- 上下部透明导电薄膜接触时的接触稳定性
- 耐环境性（高温、高湿、热冲击等）

将材料供应商提供的聚噻吩系导电性聚合物材料直接涂到PET薄膜上，并不能满足上述要求。特别是在高温高湿的环境中电阻容易变化，且接触不稳定，所以耐湿性的改善已成为触摸屏用材料的重要课题。

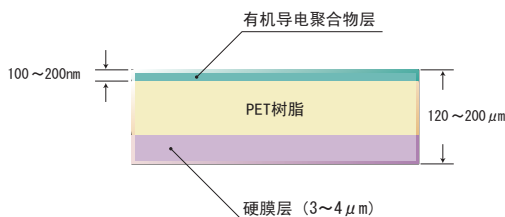
#### 耐环境特性的提高

聚噻吩系导电性聚合物，原本是水溶性的高分子，耐湿性差，在高温高湿的环境中电阻值趋于增大。于是，通过加入与聚合物相互作用较强的特殊添加剂，有规则地排列导电性聚合物分子链，提高电阻值的稳定性，实现了有机导电聚合物所能达到的最高级别的耐湿性。

表1 有机导电聚合物的比较

有机导电聚合物	导电性 (S/cm)	稳定性	透明性	成膜型
聚噻吩系	100	◎	◎	◎
聚乙炔	50-500	× 在空气中分解	×	○
聚苯胺 (polyaniline)	10-50	○	○	○
聚吡咯 (polypyrrole)	50-100	◎	×	×

图1 开发出的有机导电聚合物薄膜的构成



### 成膜技术

有机导电聚合物薄膜的形成，采用了微凹印涂布（Micro Gravure Coating）技术。通过对涂布喷头、涂布速度、干燥温度等因素进行最佳化调节，我们能够在PET薄膜基材的表面上非常均匀地成膜，实现了触摸屏用透明导电薄膜所要求的高度膜厚均匀性。

这种成膜方法，与溅射等干性涂布不同，可以在空气中进行处理，涂布所用的是有机导电聚合物的水溶液，而非有机溶剂，这种不损害环境的制造工艺也与环保意识相一致。

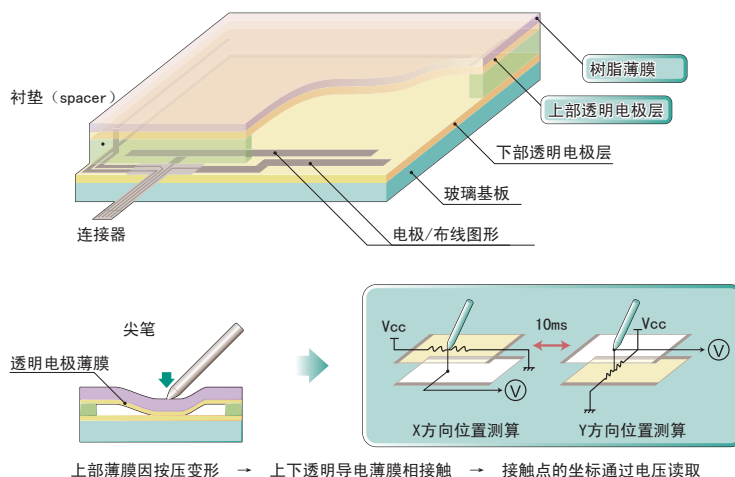
### 开发出的有机导电聚合物薄膜的特征

聚噻吩系的有机导电聚合物，在PET基材上形成薄膜时，成为略带蓝色的透明度高的导电性薄膜。

图3所示为成功开发的有机导电聚合物薄膜的分光透过率。由图可知，传统的ITO的色调略微偏黄色，而有机导电聚合物薄膜有些略带蓝色，全光透过率在85%~90%，和普通的ITO相比基本相同。因此，实际上把它贴在触摸屏的LCD等显示画面上时，基本上感觉不到差异。

有机导电聚合物薄膜的一个显著特点是，它具有高分子材料特有的柔软性，能够与同为高分子材料的PET基板材料完美匹配，从而大大减少了由反复

图2 电阻式触摸屏的结构和检测原理



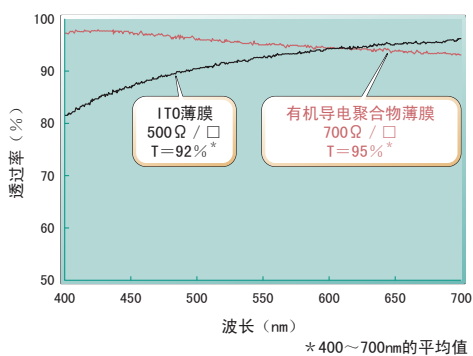
按压弯曲造成的结构破坏或导电性变差等问题。ITO薄膜是在柔软的PET薄膜上覆盖一层易碎的陶瓷薄膜，由于薄膜的弯曲ITO薄膜上容易产生微小裂缝，裂缝部分的电阻值变化会增大。在这一点上，有机导电聚合物薄膜由于能够随着弯曲部位相应地弯曲伸展，因此在薄膜上施加诸如触摸屏的按压、笔点触等机械压力时，能够表现出极大优势。

**利用有机导电  
聚合物薄膜开发  
电阻式触摸屏**

如前所述，我们认为新开发出的有机导电聚合物薄膜，适合作触摸屏用的透明导电薄膜，并一直尝试将其应用于电阻式触摸屏。

电阻式触摸屏根据其构成，可作如图4所示的分类。此次共开发出两种型号：薄膜-玻璃（FG）型和薄膜-薄

图3 透明导电薄膜的分光透过特性



照片1 采用有机导电聚合物薄膜的电阻式触摸屏

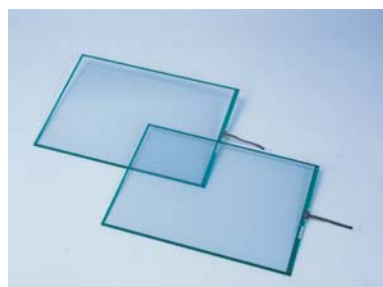
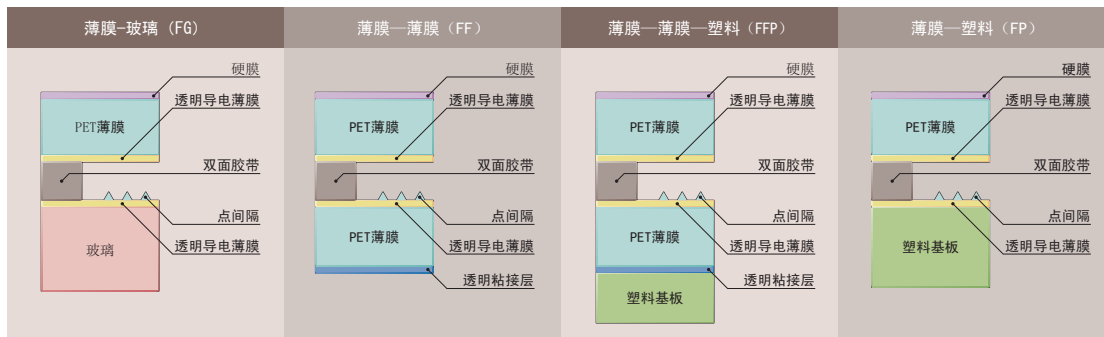


图4 电阻式触摸屏的种类（按构成）



膜-塑料 (FFP) 型的有机导电聚合物触摸屏。FG型只是上侧片材采用有机导电聚合物薄膜，玻璃基板则与以往相同采用ITO玻璃。而FFP型是上下侧片材均采用有机导电聚合物薄膜，下侧片材贴在塑料基板上。

下面将介绍FG型有机导电聚合物薄膜触摸屏。在FG型试制时，玻璃基板使用了普通触摸屏用的ITO玻璃。

### 高耐久性

有机导电聚合物薄膜，比ITO薄膜具有更高的对机械性压力的耐久性，即使反复笔点触和按压也很少发生ITO薄膜导电性变差的问题，因而可以延长触

摸屏寿命实现高可靠性。

图5是用试制的触摸屏进行笔划耐久性试验的实例。用聚缩醛树脂 (POM) 做成的R0.8尖笔，以负重4.9N (约500g) 的力量按压触摸屏的操作面，来回滑动并观察其线性特征的变化。线性特征就是表示实际的输入坐标和根据触摸屏的输出而计算出的坐标值之间的偏差，这个差值越小越好。试验结果表明，在ITO薄膜上约2万次左右开始出现劣化，7万次左右已经超出规格，而在有机导电聚合物薄膜上20万次还几乎没有呈现劣化。

图6是通过SEM (扫描式电子显微镜) 观察到的导电薄膜表面试验前后的

图像。从图像可以一目了然地看出，ITO膜表面在滑动20万次后出现破裂，而在有机导电聚合物薄膜上虽然出现一些痕迹，却没有明显的缺陷。由此有理由认为有机导电聚合物薄膜触摸屏的线性特征在反复滑动后仍是稳定的。

我们还进一步进行了各种耐久性试验，结果表明无论按压试验还是笔滑动试验，有机导电聚合物薄膜触摸屏的寿命能比ITO薄膜触摸屏长出10倍以上。

综上所述，有机导电聚合物薄膜的运用，可以实现触摸屏对滑动和按压等机械压力的良好耐久性，以及恒久寿命和高可靠性。

图5 触摸屏的滑动实验

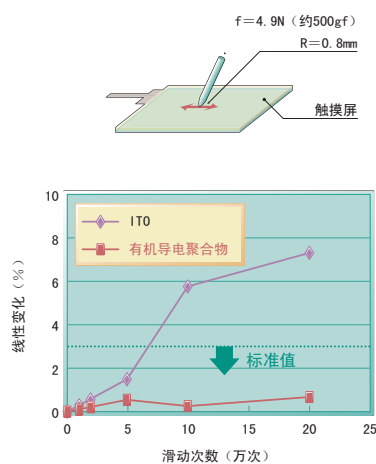
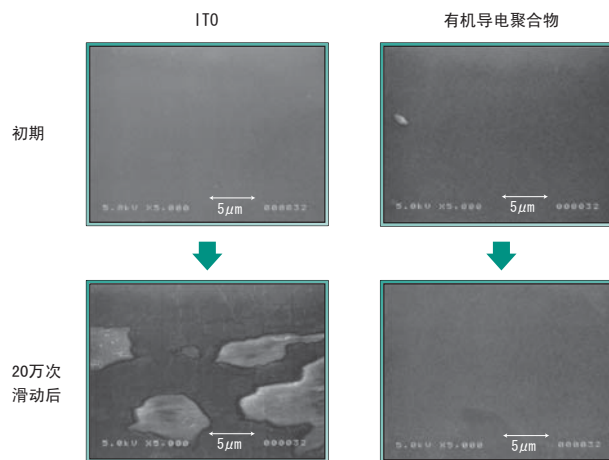


图6 滑动实验中导电薄膜表面的变化



### 耐环境特性

为测试触摸屏试制品的耐环境特性，我们对其实施了高温高湿条件下（60℃95%RH）的保存实验。试验结果证实，经过500小时之后电阻变化很小，触摸屏的基本性能参数线性特征和负荷输入等几乎没有变化。并且，对紫外线的稳定性也属可靠水准。通过以上的论述可以看出，使用有机导电聚合物薄膜的触摸屏，在一般环境中完全不存在问题，因此可以期待它将适用更多的电子产品。

目前，我们正力求进一步提高耐湿性、全力开发满足车载应用等更加严格的环境条件的产品。

表2为富士通开发出的有机导电聚合物薄膜触摸屏的主要特性。按压耐久性和笔触划寿命等机械压力的耐久性，比ITO薄膜触摸屏提高了10倍以上。并且，即使同样是FFP型的触摸屏，也比ITO薄膜触摸屏更具耐久性。

### 未来的发展

通过有机导电聚合物薄膜的运用，我们开发出了耐久性超群的触摸屏，并且计划从耐久性要求较高的领域开始逐步采用，与传统的ITO薄膜触摸屏形成共存互补的市场。今后在透过率等光学特性和耐湿性等环境特性方面，我们将竭力追求有机导电聚合物薄膜的更高性能化，致力于拓展更多的触摸屏用途。

表2 有机导电聚合物触摸屏（FG型）的主要规格

项目		规格
构成	薄膜部分	有机导电聚合物薄膜
	玻璃部分	ITO玻璃
初期特性	线性	1.5%以下
	输入负荷	1.5N以下
	全光线透射率	80%标准（blue）
耐久性	触点耐久性（指/2.45N）	3,500次以上万按压
	笔点触耐久性（笔/2.45N）	150万字以上
	边缘滑动（笔/2.45N）	50万次以上
	强滑动耐久性（笔/4.9N）	20万次以上
耐环境特性	高温高湿条件下保存	60℃95%RH/500小时
	耐UV性	累计光量 30,000kJ/m <sup>2</sup>