

## 以PTFE的拉伸加工技术而著名的Japan GORETEX株式会社制造出了高精度的液晶高分子薄膜『BIAC®』。采用“VECTRA®”实现了强度、耐热性、加工性以及低成本兼顾。



已经商品化的  
LCP薄膜和  
镀铜基材



知道GORETEX®这个品牌的人一定很多。GORETEX®几乎成了防水透湿材料的代名词，它作为在极为寒冷的气象条件下能够保证登山人的安全和生命的内装品牌被人们所知。相关的材料厂家Japan GORETEX株式会社（本部：东京都世田谷区）就是GORETEX公司的伙伴企业，它创立于1974年，在日本市场已经有32年的生产和销售的历史了。该公司开发了对属于氟树脂之一的PTFE（聚四氟乙烯）进行特殊拉伸加工，制造拉伸多孔结构的PTFE（ePTFE）的产业技术，并以此技术为基础展开了多方面的业务活动。他们还开发出了作为电器、电子材料越来越受到人们关注的将液晶高分子（LCP）树脂“VECTRA”薄膜化的技术，向市场上推出了以『BIAC®』为代表的各种厚度的薄膜电子基板材料。这次我们来到承担过LCP树脂“VECTRA”薄膜化技术开发的该公司高分子科学中心（冈山县冈山市御津），听取有关该项技术开发缘由和今后的展望等。

### 电路板向高密度化和高多层化发展，着眼于工程塑料的薄膜化

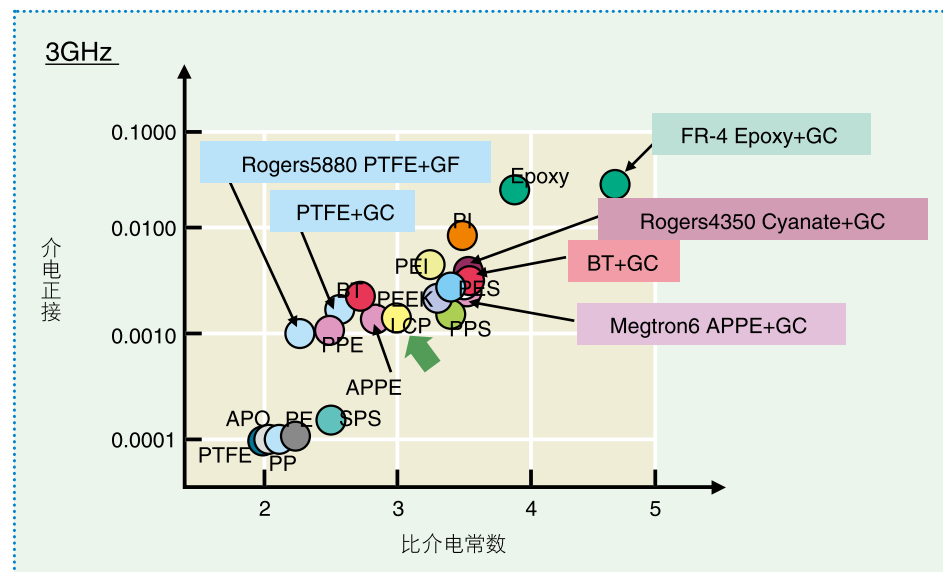
即使在工程塑料当中，液晶高分子也是具有许多特异性能的一类材料；以前很难将这类材料薄膜化。Japan GORETEX株式会社从1993年开始了液晶高分子的薄膜化技术开发。

计算机、手机、汽车的电路板面临日趋明显的信号高速化、布线高密度化、高多层化的要求。今后这样的要求还要加剧，基板材料将要切实地面临一个要求更好的高频特性，更高厚度精度、更高加工尺寸稳定性，而且易于多层化的时代背景。

而Japan GORETEX株式会社将“创造新价值”作为公司的基本方针。他们进行了PTFE（聚四氟乙烯）的拉伸加工

技术开发，这样一项一般来讲被认为是不可思议的挑战，并最终达到了目标。将获得的加工技术灵活地运用于工程塑料、超级工程塑料的薄膜化加工中，他们发现如果能将具有优良特性，即耐热性、尺寸稳定性、低吸水性、耐化学药品性、气密性、减震性等的LCP材料薄膜化，就可获得性能非常优良的电子板材，并开始了相关的研究开发。

各种树脂的介电特性



### 尺寸稳定性优良、潮湿环境下仍具有优良的电器绝缘性和介电特性是LCP的特点

作为电路板材料，现在大多使用属于热固性树脂的环氧树脂和氰酸类树脂、以及改性PPE。为了改善这些树脂的线膨胀系数和力学性能，往往需要使用玻璃布或无纺布来增强。这些增强材料又会对厚度精度及表面的粗糙度带来不良影响，而且使用后难以回收利用也是个问题。

另一方面，柔性基板(FPC)使用的基材一般是PI(聚酰亚胺)薄膜。但是，这种材料也属于热固性的，虽然其力学性能非常优秀，但在潮湿环境下，会出现基材本身因吸潮而发生膨胀，同时介电特性变差等问题；同样这类材料也会出现难以回收的问题。

“作为新一代的电路板材料，要求其尺寸稳定性、电器特性、耐湿性都要优良，因此人们一直希望有一种高耐热性的热塑性树脂薄膜出现。为了开发出这样的材料，我们对PEEK、PPS、

PES、SPS等各种热塑性树脂都进行了尝试。在这些材料中我们发现了不用玻璃填料等增强材料的100%高分子的LCP，它能经得起焊锡回炉熔接(260℃)处理，其线膨胀系数可以调节到与形成导体材料的铜的值(16ppm/℃)相近”

“LCP的另一个特点就是热收缩率低。PI的热收缩率也低，它们在这方面具有相似的性质。但是，它们最大的不同就是LCP属于热塑性的，具有熔点。因此，LCP具有PI所没有的、源于热塑性树脂的高精度热加工特性。

而且，LCP的吸水率是0.04%，比其它高分子的相应值要低一个数量级。由于PI的吸水率高，所以它虽然在耐热性和尺寸稳定性方面很优良，但是在潮

湿环境下并不能使用。而LCP应用在这些方面，如作为电路板，其性能不受影响，仍然可以使用”

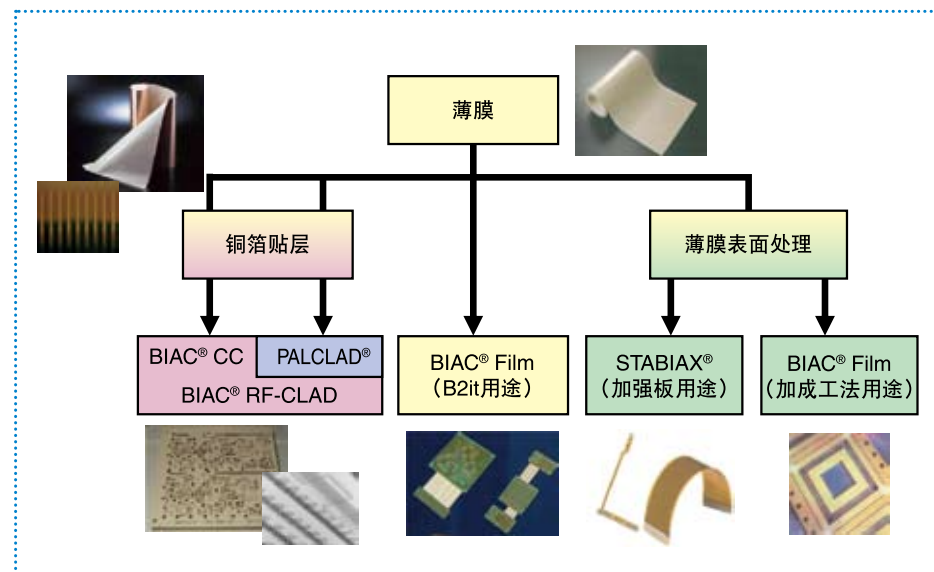
“有关LCP，我们尝试了各种类型的。我们发现有的比较容易薄膜化加工，而有的却又很难进行薄膜化加工，此外，既有耐热温度高的，也有耐热温度低的，虽说同样都是LCP，因品种不同，其性能可以完全不同。

在研究开发过程中，我们发现‘VECTRA’这种LCP树脂，有好的力学强度，加工性也非常优良，可以制得非常高质量的薄膜。所以‘VECTRA’这种LCP树脂是具有高耐热性和力学强度，优良的薄膜加工性，以及市场可以接受的成本的优异材料”。

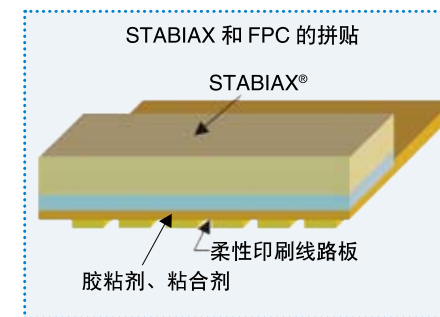
与其它的超级工程塑料/工程塑料薄膜的物性比较

	LCP	PEEK	PPS	PES	PEI	PEN	PET	PI
熔点(℃)	315	334	278	—	—	268	255	—
玻璃态温度(℃)	(230)	143	108	223	216	120	80	> 400
线膨胀系数(ppm/℃)	16	46	69	56	56	30	30	16
热收缩率(%)	0.03	0.3	0.3	0.1	0.1	1.2	2.0	0.03
阻燃性	VTM-0	V-0	VTM-0	V-0	V-0	VTM-2	HB	VTM-0
UL94	V-0							V-0
吸水率(%)	0.04	0.14	0.02	0.43	0.25	0.4	0.3	2.0
耐化学药品性	○	○	○	○	○	×	×	○
拉伸强度(MPa)	150	93	80	86	114	270	176	250

LCP薄膜产品的种类



STABIAX®的使用实例



### 让液晶分子在薄膜面内的XY方向均匀取向的技术

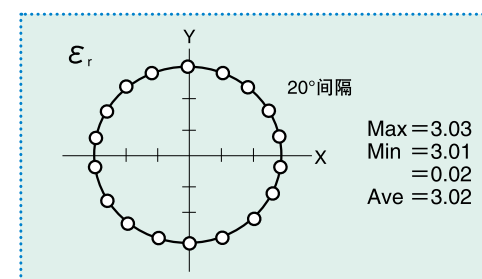
让LCP的分子在纵横方向上均匀取向分布的薄膜制备技术当然是该公司的诀窍，属保密技术，不能谈得太详细，但是我们可以从以下的引用文献清楚地了解到他们研制该材料的足迹和辛劳。

因为“(LCP的)棒状分子在长轴方向上的线膨胀系数小，而且在该方向上的介电常数大，具有各向异性。如果让薄膜内的分子在一个方向上取向，那么在薄膜面内XY方向的各种物性就会出现差异。然而，对于电路板用薄膜基材来说，薄膜面内的XY方向的各项物性必须均匀是不可缺少的条件。如果线膨胀系数与形成导体材料的铜的相应值(16ppm/℃)不同，或者是XY方向不均

匀，都会成为基材翘曲的原因。此外，如果介电常数在XY方向上不均匀的话，在电路板设计时就很难实现与其特征阻抗值的匹配。

所以，要想作为电路板用薄膜基材，就必须开发出可以将棒状分子高精度进行取向控制的液晶高分子薄膜制备技术。但是，当时人们都认为要想将棒状分子高精度地在液晶高分子薄膜内进行取向控制是很困难的。针对这个难题采用极其独特的制造技术开发出来的产品就是BIAC®。利用取向剂对这种液晶高分子薄膜BIAC®的分子在薄膜面内的取向状态进行测试的结果如图所示。这个测试结果是采用12GHz的微波，以20°的间隔进行分子取向测试获得的。可以看出面内介电常数分布均匀，取向控制精度很高”(引自《液晶分子的新进展》，2004.7.，CMC出版刊物，p.126)

BIAC的分子取向测试结果



### 柔韧『BIAC®』电路板用薄膜、『STABIAX®』FPC用补强板

前面已经讲到了，LCP薄膜的开发开始于1993年，第二年即1994年成功地实现了薄膜加工，取名为『BIAC®』。然后在2002年采用LCP树脂“VECTRA”，在其上面热压铜箔，与LCP薄膜『BIAC®-Film』一起，使充分发挥了其本来性能的高频对应双面贴铜基板(CCL)『BIAC®-CC』得以商品化。又在2004年，开发出了作为加强板用于与FPC和接插件等联接部分的薄片『STABIAX®』，它培育了现在该公司LCP薄膜业务的核心部分。

『BIAC®』电路板用薄膜有

25、50、75、125 μm

『STABIAX®』FPC用加强板有

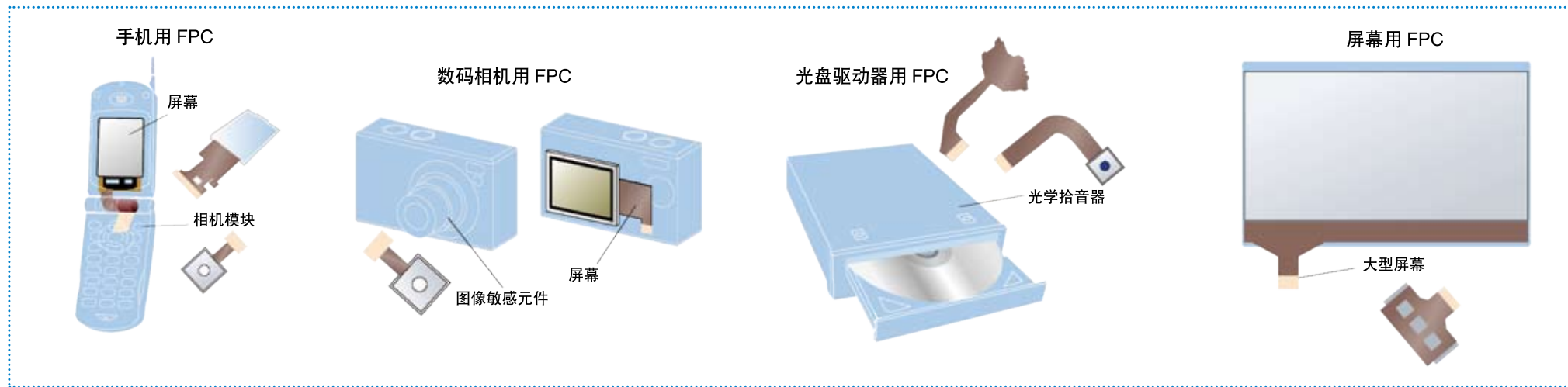
125、175、200、225 μm

超厚加强板有

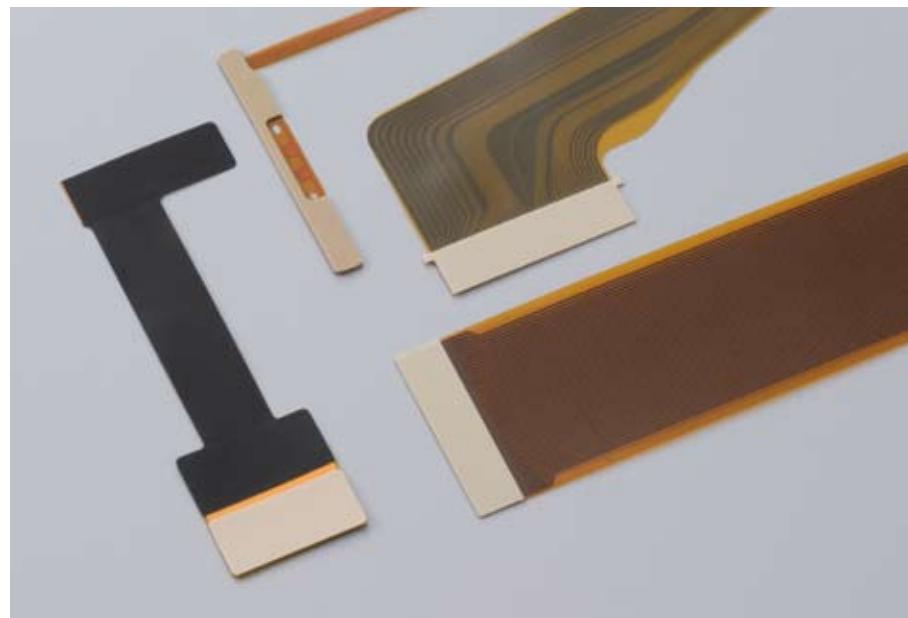
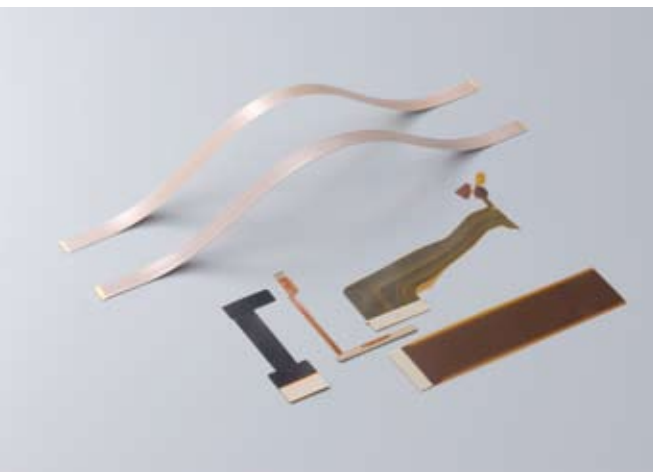
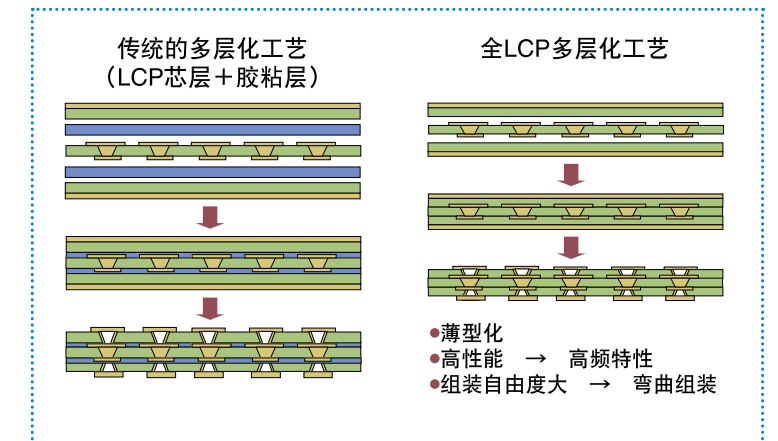
300、350、400、450、500 μm

如上所列，准备了厚度从25~500 μm，一共13种薄膜/薄片供客户选用，采用卷状(部分超厚的品种采用切块形状)在市场上销售。从以上产品系列还可以看出，不仅将分子在薄膜内纵

应用



全LCP多层FPC的优点



向和横向方向上的取向控制得很好，而且厚度精度也非常高。

以前一谈起LCP，人们能想象的就只有注射成型品，而且对它有一种十分坚硬的印象，但实际上如果把它加工得很薄，它就会是一种柔软，可弯曲性的东西。而且，纵横方向的特性都很一致，不管哪个方向软硬程度和力学强度都一样。此外，如果通过控制熔融压出条件，可以制得任意厚度的产品；一般作为加强板用途的品种厚度为500 μm，而同样的PI产品通常最多在200 μm左右，达不到这样的厚度。再有就是它的线膨胀系数只有16ppm，非常低但具有很好的耐热性，相信作为新型的电路板用薄膜基材会有广阔的应用前景”

今后的目标是实现全LCP电路板

LCP薄膜在高频区域的介电特性非常优良。以前的多层贴层基板都必须用到胶粘材料，而LCP薄膜是热塑性，其上的铜箔可以通过热压而成，不存在胶粘剂层，仅靠它自身就可以形成多层结构。

“只用电器特性优良的LCP制作多层贴层基板是我们一直以来的梦想。也就是说我们的目标是开发全LCP的电路板，因为我们认为这才是真正的新一代的电路板”

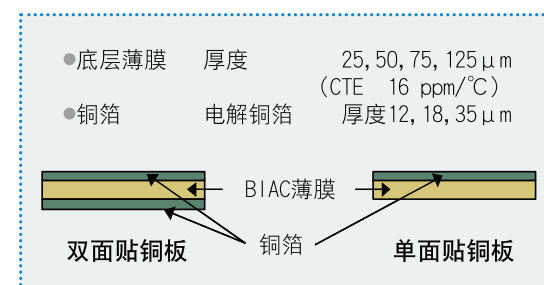
在制造LCP的单体时需要吸收二氧

化碳。而且在薄膜制造过程中，LCP所消耗的总能量要比PI（聚酰亚胺）低。还有就是即使不添加卤素和磷之类的阻燃剂，它也基本上具有阻燃性。再者LCP材料的回收更加容易，因此它是一种环境友好型材料，这种巨大的优点今后将越来越受到人们的重视。

在作为电路板材的应用方面，已经在和多家厂商联合开发，在不久的将来实现的可能性很大。

另一方面，LCP薄膜在上述用途之外，还在与电绝缘领域有关的电机及变压器，与耐化学药品性有关的燃料电池、太阳电池，以及可发挥其优良减震性的喇叭和麦克风的振动板等方面，今后都将会拥有相当广阔的应用前景。

2层CCL的组成



\* GORETEX®和【BIAC®】【STABIAX®】是Japan GORETEX株式会社的注册商标。