

使用高功率紫外飞秒激光器进行聚合物薄膜的高质量切割

聚合物在 OLED 显示器、柔性电路板、微电子、医疗器械、电池等各种技术领域的使用越来越多。通常来说，它们隔热性和电绝缘属性俱佳，强度高，并且耐腐蚀。聚酰亚胺 (PI)、聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 和聚四氟乙烯 (PTFE) 是许多应用中使用的三种聚合物，聚四氟乙烯有一个众所周知的商品名 Teflon。凭借出色的机械强度以及良好的耐化学性和耐热性，PI 在柔性印刷电路板 (FPCB) 市场中继续占据着主导地位，用作控制电流流动的的稳定介电材料。另一方面，PET 是一种通用的聚合物，应用范围从医疗器械到食品包装。在作为基体材料时，PET 因其出色的强度重量比和总体抗断裂性能而颇具吸引力。而在纤维形态下，它具有持久、防水和无皱的结构。

PI 和 PET 一个常见的应用领域是 OLED 显示器制造，两种材料的使用极其广泛。目前，整个显示器中使用的是厚度从几微米的薄膜到数十微米或者更厚的薄片。随着设备和显示器变得越来越轻便，成为“可折叠”和“可卷曲”，而不仅仅局限于“曲面”或“柔性”，总体厚度很可能会下降。

同样，PTFE 是另一种通用的聚合物，能够耐受几乎所有工业化学品和溶剂，并且隔热和电绝缘属性极为出色。人们熟知的是它表面光滑，摩擦力小，不易沾水。

它的成本相对较高，用于增值场景，例如防水织物以及专业医疗器械和仪器涂层。PTFE 是射频/微波和超高速电路的首选介电质，因为它的介电常数既低又稳定，而且具有前面提到的热和化学稳定性。在薄片/薄膜形态下，柔性电路具有这一优势，使用激光器进行成型切割和钻孔等任务。

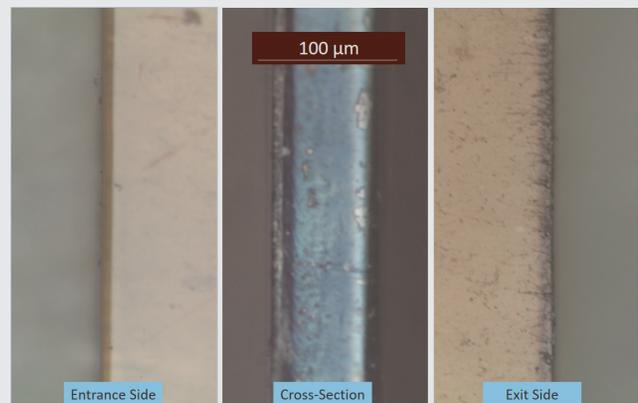


图 1. 使用 IceFyre® FS UV50 飞秒紫外激光器切割的 75 µm 厚度 PI 薄膜的入口侧、横截面和出口侧的显微镜图像。

为了加工这些材料，激光器正迅速取代传统的机械方法，由于独有的高强度和最小的热效应，飞秒脉冲激光器越来越普遍。根据不同的应用和要求，红外飞秒和绿光波长激光器已广泛用于许多应用领域。对于仍然要求较高精度和质量的应用，飞秒紫外激光器是首选。

除了与短脉冲宽度相关的低 HAZ (热影响区) 优势之外, 紫外激光器的短波长还能实现更高的吸收, 从而提高产量, 尤其是高带隙材料的产量。此外, 脉冲能够聚焦成更小的光斑, 制造更小更精密的结构。

为了验证在加工聚合物材料时使用飞秒紫外激光器的优势, MKS 工业应用实验室的工程师演示了使用最近推出的 Spectra-Physics® IceFyre® FS UV50 高功率飞秒紫外激光器切割 PI、PET 和 PTFE。

他们在以 1 MHz 重复频率, 多次切割 75 μm 厚度 PI 薄膜。图 1 显示了加工之后的切口区域“按原样”成像的显微镜照片 (未进行加工后清洁)。样品上入射 40 W 紫外激光时, 切割薄膜的有效速度 >300 mm/s。入口侧切口图像表明切割质量极佳, 无碎片或 HAZ。

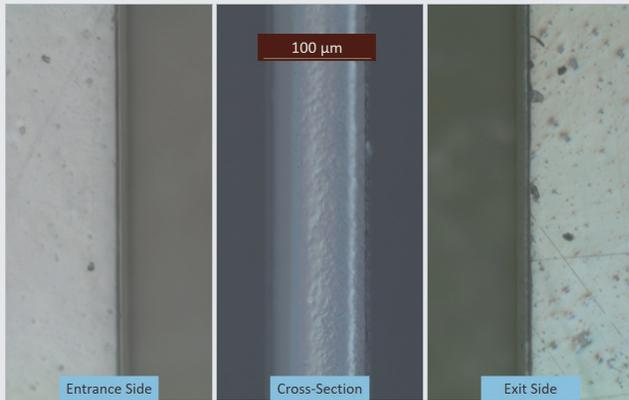


图 2. 使用 IceFyre® FS UV50 飞秒紫外激光器切割的 75 μm 厚度 PET 薄膜的入口侧、横截面和出口侧的显微镜图像。

出口侧图像表明边缘略微发黑, 这可能是由于后侧反射。同样, 图 2 显示了以 1 MHz 重复频率, 多次切割 75 μm 厚度 PET 薄膜的显微镜照片。样品上入射 40 W 平均功率的紫外激光时, 切割 PET 薄膜的有效速度 >500 mm/s。图像表明切割质量出色, 无碎片或 HAZ。

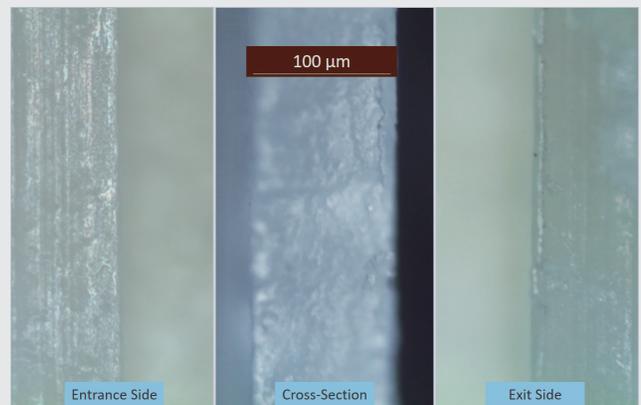


图 3. 使用 IceFyre® FS UV50 飞秒紫外激光器切割的 110 μm 厚度 PTFE 薄膜的入口侧、横截面和出口侧的显微镜图像。

图 3 显示了在多次模式下以 1 MHz 重复频率切割 110 μm 厚度 PTFE 薄膜的显微镜照片。样品上入射 40 W 紫外激光时, 切割样品的有效速度 >570 mm/s。图像表明切割质量出色, 无碎片。出口侧边缘呈现最低限度的融化区域 (<20 μm)。

出色的质量和高产量表明了飞秒紫外激光器在切割聚合物方面的潜力, 使其成为加工聚合物的理想选择, 尤其适合加工先进的显示器和微电子设备。

产品

IceFyre FS UV50 激光器

全新 IceFyre® FS UV50 激光器是市面上表现优异的飞秒紫外激光器，在 1 MHz 时提供 >50 W 的紫外输出功率，脉冲宽度 <500 fs。它是经过行业验证的 IceFyre 平台的最新产品，具有令人惊叹的通用性和性能，以极低的购置成本满足各种高精度飞秒微加工应用的需求。用户可配置的 TimeShift™ 脉冲串模式功能可实现烧蚀效率更高的微加工，从而提高某些材料的产量和质量。高达 50 μJ 的脉冲能量和单脉冲到 10 MHz 的重复频率使 IceFyre FS UV50 成为烧蚀和切割应用的理想光源。

该激光器的设计可为高扫描速度的优质加工实现同类激光器中时间抖动极其低的按需脉冲 (POD) 和位置同步输出 (PSO) 触发功能。客户得益于工业上可获得的短脉冲宽度和出色的光束质量，转而能够以高产量在几乎不产生热影响区 (HAZ) 的情况下以高精度和高质量加工复杂的高难度部件。IceFyre FS 激光器为工业用途而设计，以优异的性价比实现稳定可靠的全天候运行。IceFyre FS 基于 Spectra-Physics 的 It's in the Box™ 设计，将激光器和控制器集成到极其小的封装中。

	IceFyre FS UV50
波长	343 ± 2 nm
优化 PRF 下的输出功率	1 MHz 和 1.25 MHz 时 >50 W
最大脉冲能量	1MHz 时 >50 μJ
重复频率范围	单脉冲到 10 MHz
脉冲宽度	<500 fs
功率稳定性 (预热后)	8 小时 <1% rms
脉冲对脉冲能量稳定性	<2% rms
光谱带宽 (FWHM)	<1 nm
空间模式	TEM ₀₀ (M ² <1.3)
出口光束直径	5.0 mm ± 0.5 mm
发散角, 全圆角	<0.20 mrad
极化	>100:1, 垂直