

加法

混合微加工

减法

### 增材模式

#### 多光子聚合

多光子聚合微加工，是一项激光直写技术。这门技术以在高功率的飞秒激光光束焦点位置上凝固物体为前提。

它能够为实现任何形状的微型结构的 3D 微加工，并且分辨率极高。

增材制造越来越流行，它具有多重优势、好的前景和应用的多样性。

#### 微光学

微棱镜、非球面棱镜、光纤顶端镜头等。

DOI: 10.1038/LSA.2016.133

#### 光子学

光子晶体、空间滤波器、超准直器、腔体等。

DOI: 10.1364/OL.38.002376

#### 生物技术

能为细胞生长和组织建造提供 3D 聚合支架。

DOI:10.1088/1758-5090/7/1/015015

#### 微观力学

悬臂、阀门、微针、微孔滤光片（可控孔径）等。

DOI:10.1117/1.OE.53.12.125102

### 复合型激光微纳加工平台



#### 试想一下：

只要通过在激光微纳加工工厂的增材、减材结合加工技术，可实现一切可能性！

### 减材模式

#### 激光消融

基于物体和飞秒激光照射之间的超速相互作用，实现最小热效应和优质切割的“冷加工”。

#### 可选激光蚀刻

是一种两步处理法。

首先，通过超短激光辐照，更改玻璃或蓝宝石的整体；然后进行化学腐蚀移除。

通过这种方式，可以制造稳定的机械结构和坚固耐用的结构。

在不损坏周围物质的前提下，切割和钻孔技术促使减材加工广泛应用于不同领域和物体。

#### 激光消融

塑料、金属、陶瓷，甚至生物组织。

纳米晶体、纳米管或其他任何 3D 微型结构。

#### 可选激光蚀刻

玻璃或蓝宝石。

可应用于微观力学、微光学、医药制造等领域。

## 案例分析 5:

### 挑战:

在整体规模相当大 (mm-cm) 的结构中精细结构 (保真度 nm- $\mu\text{m}$ ) 加工。  
这些组件在机械上必须坚固, 并且能透过从紫外到红外的宽光谱范围。

### 解决方案:

材料熔融石英 (机械坚固、且可以透过从紫外到红外的宽泛光谱范围), 工艺为选通激光蚀刻。  
另外由于制造中熔融石英不会发生收缩变化, 加工的产品与原型偏差极小, 并且对可以加工的产品的尺寸大小几乎没有限制。

