

电子产品印刷中成形脉冲轮廓在光子烧结中的使用

Dr. Saad Ahmed：探讨直接电路印刷的传统印刷流程所面临的挑战。

在生产商业性印刷电子产品时碰到的一个挑战就是印刷油墨所烧结的底板遇到高温会被破坏。而光子烧结技术使用高能光脉冲，可以在某些应用中解决这一问题，但是在很多情况下仍无能为力。一种新的“双脉冲”法在光子烧结中使用双脉冲轮廓作为单脉冲操作，有可能可以解决更棘手的问题。

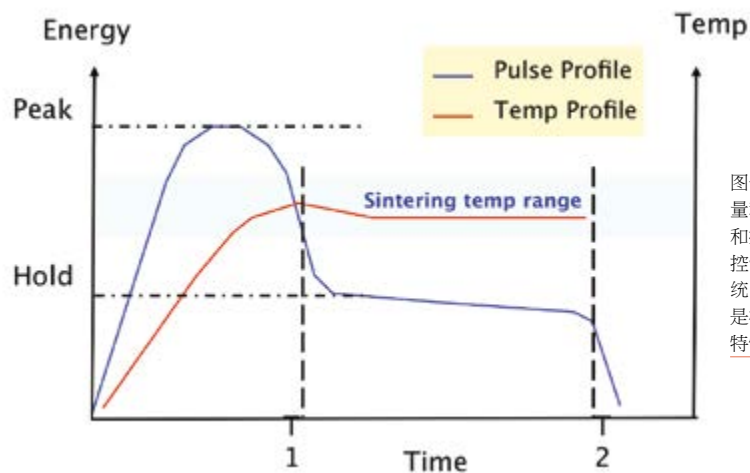
光子烧结是使用高能光脉冲来熔化物质微小颗粒的方法，使直接电路印刷可以使用传统印刷方式，如喷墨印刷、丝网印刷或凹版印刷。在使用导电油墨进行印刷时，由于其颗粒的大小能够在较低温度下烧结，所以光子烧结法可以使打印出来的线路变成固体导电路路。

光子烧结法使用的高强度光脉冲的持续时间为几毫秒，将低温印刷底板的温度升幅控制在最小范围内，而以前用于烧结的低温箱要获得同等效果需要很长的时间，因为为了加速烧结进程而提升温度会损坏印刷底板。光子烧结技术是关键促成性技术，可以使使用低温印刷底板的高吞吐量电子印刷系统成为现实。

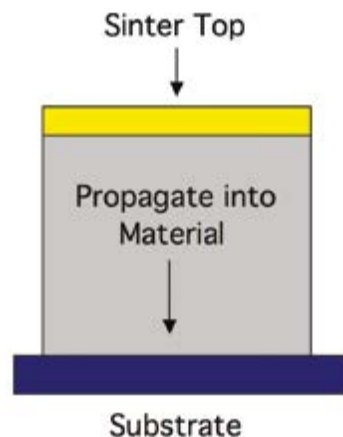
出现的挑战

光子烧结技术最简单的形式是使用光通过控制脉冲或一连串脉冲将热能传递到油墨上，将油墨加热到烧结温度。在印刷电子应用中，需要考虑到一系列的功能参数，包括电阻系数、黏附力、透明度和柔韧性。在光子脉冲系统中，可以通过调整脉冲振幅、宽度、频率这些可调参数来获得特定的光能效果。大多数商用光子烧结工具都可以对这些参数进行调整，而且这对部分应用来说已经足够。然而，部分油墨、印刷底板、印刷流程和功能特性对光子能量控制有更严格的要求。

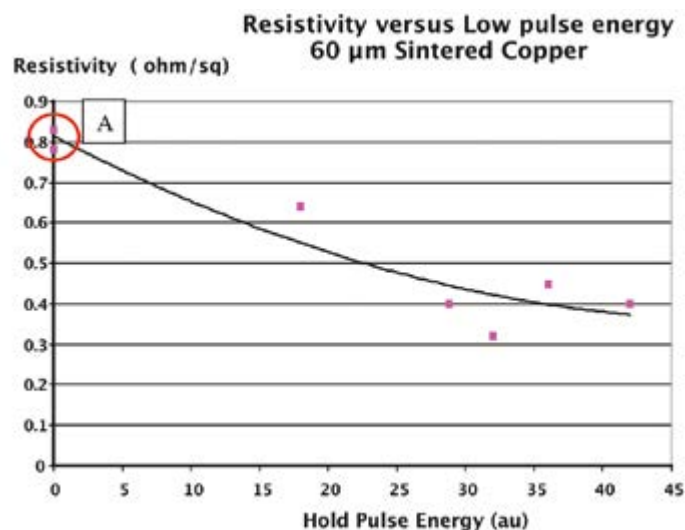
例如，对于使用丝网印刷技术的厚导电层，对固化深度的控制提出了额外的挑战。在这种情况下，仅是达到烧结温度远远不够；温度必须能使热量渗透进厚油墨层，并在材料的深处实现烧结。如果不能维持所需温度，表层油墨下会存在尚未烧结的油墨，会造成油墨的浪费，高电阻和黏附力变弱等情况。>



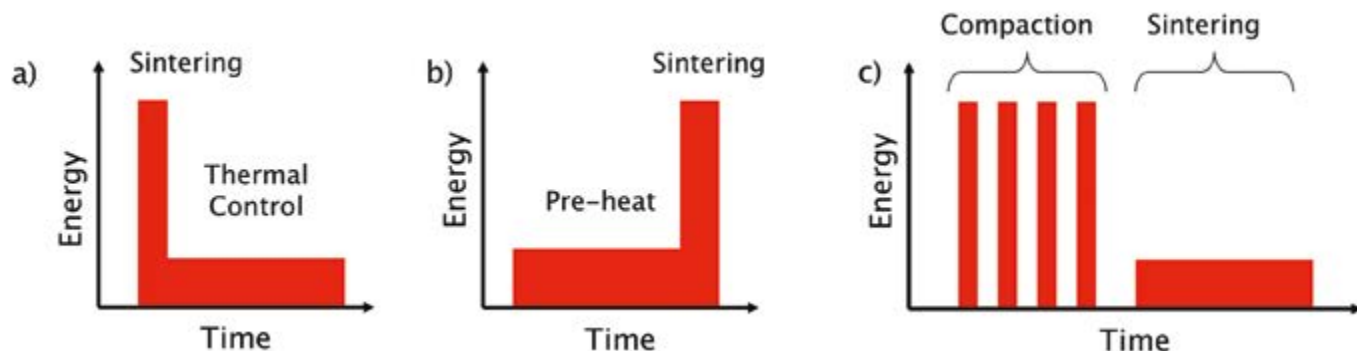
图一：可以对峰值能量和持续能量的振幅和持续时间分开进行控制的双脉冲轮廓系统。红线部分显示的是样本的预期热学特性。



图二：在对厚油墨层进行烧结时，使用脉冲峰值启动表层烧结，使用持续脉冲值使烧结深入到材料内部。



图三：只对脉冲峰值调整即可优化厚铜质油墨层的烧结流程，此时脉冲持续区域没有能量（A点）。而随着脉冲持续区域中能量的增加，电阻系数可以降低50%



图四：a) 为了获得更好的固化深度，进行烧结后再进行温度管理b) 在烧结前如何利用双脉冲轮廓对材料进行预热c) 在烧结前使用群脉冲改善致密度

双脉冲法

Xenon公司开发的双脉冲法可以解决这个问题。通过对电源和储能脉冲系统进行设置，可能产生一种特殊的脉冲轮廓，将两种独立控制的脉冲功能结合起来应用于单脉冲之中。这使用户可以定义一个能量峰值使油墨上升到烧结温度，并定义一个能量持续值，使该温度能持续一段时间。峰值能量和持续能量的脉冲振幅和持续时间可以分开控制，这样可以对过程的灵活性进行优化，并保持用户控制的简易性。

对两种脉冲轮廓进行独立的控制可以使单一脉冲完成许多不同的任务。通常情况下，光子烧结导电油墨的属性颇为复杂。对铜质油墨尤为如此，通常需要使用技术来防止氧化反应或去除油墨中的溶剂和载流子。此外，或许还需要添加粘合剂或媒介来增强黏附力或按某种既定印刷技术对油墨进行调整。油墨的复杂属性决定了在烧结中需要使用到一系列不同的流程。例如，热空气干燥器或红外线灯被用来对油墨进行预热以去除其中的溶剂。预热所需温度应低于烧结温度，使油墨中的溶剂能更好地挥发。同样，印刷底板也可进行温度低于烧结

温度的预热，以增强黏附力。而在双脉冲系统中，可以设置低能量持续脉冲轮廓出现在峰值脉冲轮廓之前，使油墨在烧结之前得到有效预热。使用热空气干燥器或红外线灯需要额外增加设备和处理时间，而双脉冲法可以通过使用只持续几毫秒的单一脉冲来将预热和烧结这两个步骤结合。

而有些光子烧结油墨需要使用多脉冲来实现结果优化。例如，某些银质油墨使用多脉冲结合能量的效果甚佳，而使用单一高能脉冲却有可能对印刷底板造成损害。生成任意数量而电压峰值不同的脉冲可在烧结前实现凝结。尽管两个独立的光脉冲系统经调整设置之后分别进行工作有可能取得相似效果，但双脉冲系统通过一个系统便可以提供视觉解决方案。



图五：由Xenon研发的具有双脉冲功能的S-2300系统。

结论

脉冲光能在光子烧结中的使用仍然是一项新兴技术，面临着不同油墨、印刷流程和应用的挑战。而当前政府、学术机构和行业协会努力研发流程解决方案，以实现高速卷轴式电子印刷。事实上光子烧结准备迎接挑战，并已经进行了生产层级的部署。由于油墨种类、底板、印刷方式和功能要求的多样性，在应对多种应用时，印刷工具在光的控制和输送方面的灵活性至关重要。双脉冲法与合适的先进控制技术有效结合，提供了实际解决方案，并为。 ■

电子印刷提供了新的发展机遇。

Dr. Saad Ahmed博士，Xenon公司的工程总监

如需了解更多信息，请联系：

美国马萨诸塞州威明顿市Xenon公司
电话：+1 978 661 9033
电邮：LAPanico@xenoncorp.com
网址：www.xenoncorp.com