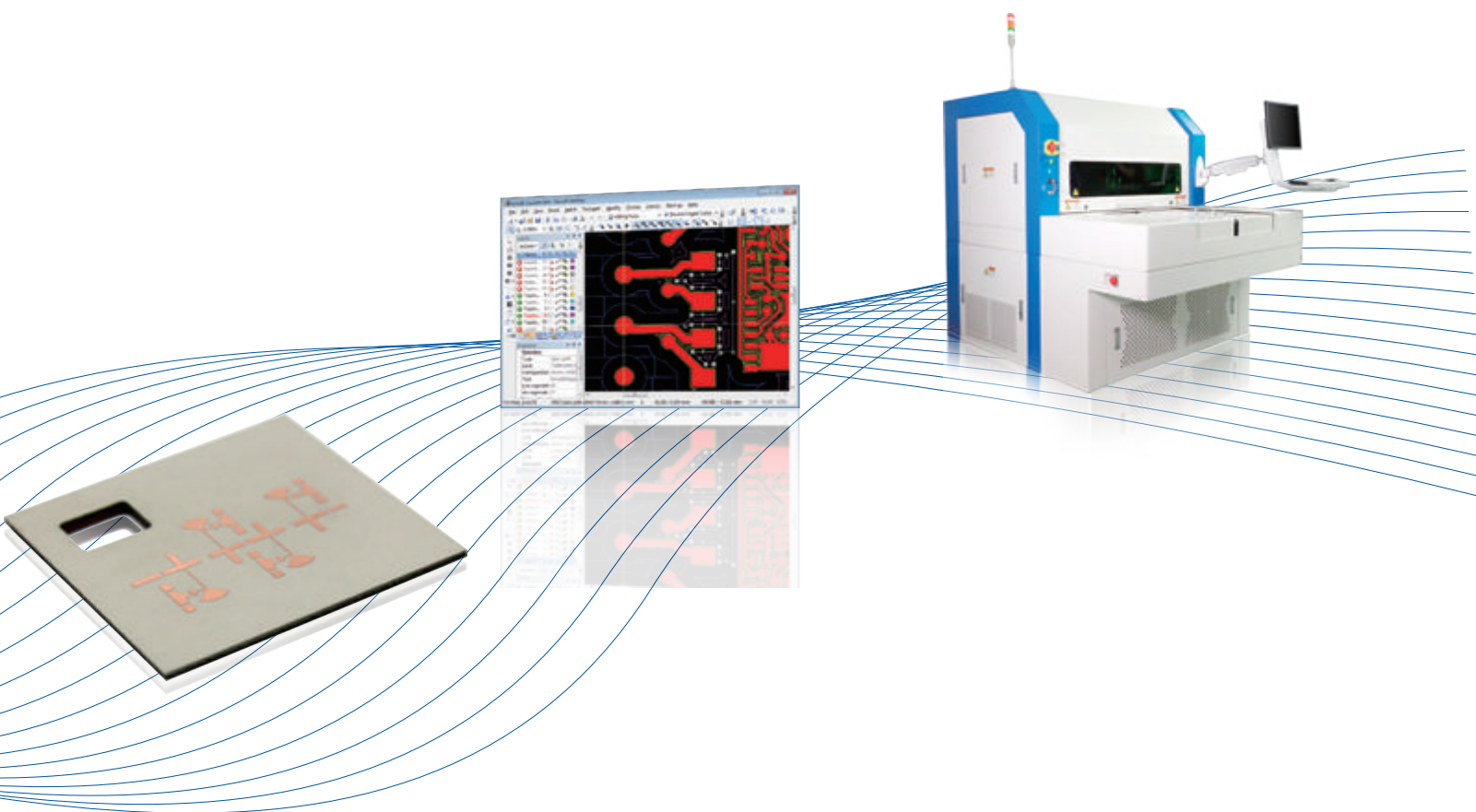


# 德中DirectLaser Circuit 直接激光电路结构成型技术

## DCT DirectLaser Circuit Structuring Technology

柔性、微波、陶瓷及超高精密导电结构直接成型加工  
电路板样品即时制作，小批量、多品种PCB生产

德中创新分条剥离技术，替代传统蚀刻工艺，直接成型导电结构  
DCT精密激光加工设备，速度快而且质量好，树立性价比新标准



- 采用数据驱动，避免失真，不用制版图转蚀刻，流程最短
- 直接激光剥铜，简单易行，摆脱传统繁琐工艺，按需制作
- 世界一流软件，流畅好用，集成专家工艺窍门，设备增值
- 技术成龙配套，源自一家，无需复杂昂贵配置，性价比高
- 功能多且实用，打样与生产，突破传统加工极限，提升装备水平
- 售后服务无忧，培训及支持，持续分享应用经验，永保创新动力

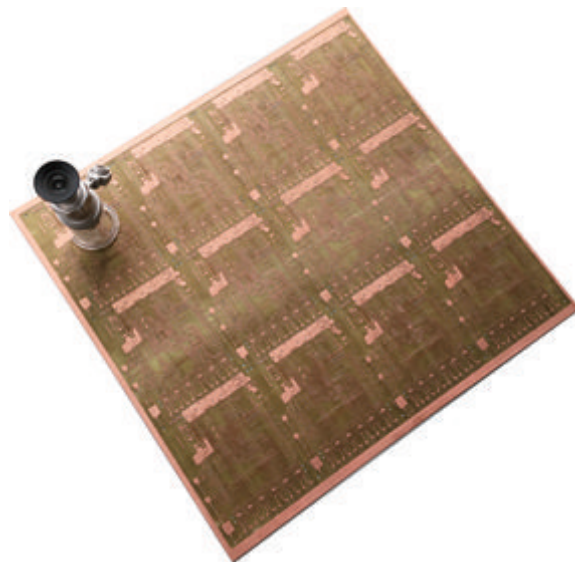
做电子产品，离不开电路板，电路板制作的好坏与快慢，非常关键。传统化学蚀刻方法，流程长、设备多，不方便；机械雕铣，用时长，价格贵，精度不高；常见激光加工，设备成本高，速度慢，技术不成熟。到底有没有一种技术，有没有一种设备，真的能像打印、绘图一样快捷方便，做电路板？

德中公司DLC直接激光电路结构成型技术，巧妙利用激光特性，成块剥除铜箔，制作电路板质量好，效率高。既适合多技术门类的电路板打样，又适合高精度、多品种小批量生产，还适用于量产导电图形、阻焊图形制作工序，使电路板制作不仅环保，而且又好又快又容易。

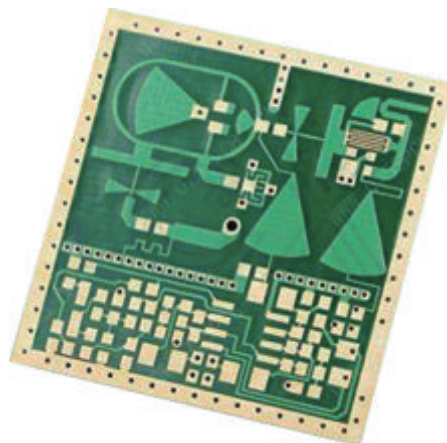
### 设计容易、制电路板难，发展的障碍

做电子产品，最关键的环节之一，就是做好电路板。因为电路板一方面构成了各个元器件之间的连接网络，决定着元器件间电气连接与电气绝缘关系是否正确、是否通畅和可靠；另一方面，电路板又是这些元器件安装和固定的载体，形成了产品的骨架，决定着空间结构是否合理，机械安装与连接是否牢固。

电路板制作的好坏，供货的快慢，直接影响最终产品的性能、进度，决定着项目的成败。但是，电路板又不像电阻、电容、集成电路、接插件等，市场上有参数确定的成品，可以买来用。与大多数电子元器件不同，电路板的尺寸、结构、连接关系要根据产品专门设计并定制，是一种接到订单才开始生产的物品。即使相同功能的产品，相同的电原理图，不同的厂家、不同的设计师采用的电路板布局、布线也各不相同。



制作电路板的速度、容易程度、质量和费用是电子产品创新的重要决定因素。产品从设计到走向市场，需要反复制作电路板，不断更改，以调整结构、布局、布线，以使电气功能、散热、电磁兼容正确，增加可制造性、可测试性，及可销售性。但是，在产品设计、开发过程中任何额外的时间或费用的增加，都会影响一个机构的竞争力，会阻碍创新的进度。

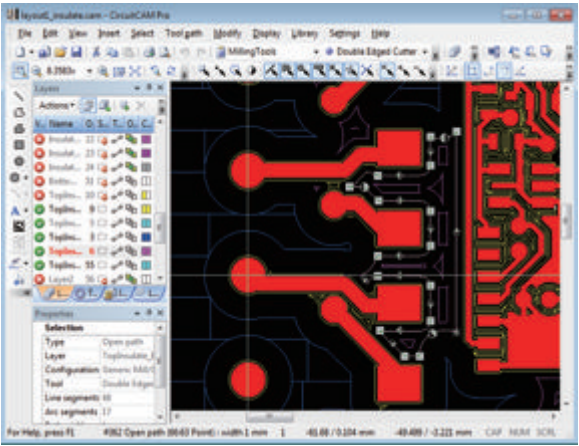
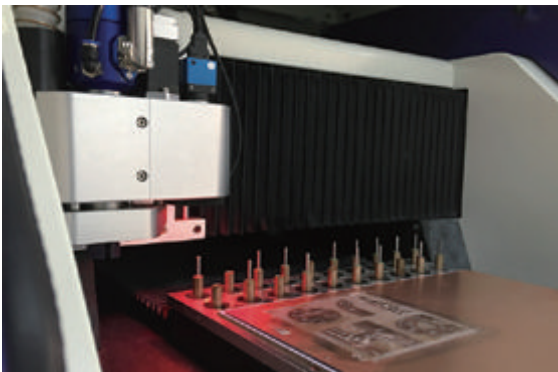


不用化学蚀刻制作导电结构，更适合当今电子产品发展趋势。导电结构的制作，是电路板制造的关键环节。传统的电路板技术涉及的工序多、设备多、材料多、技术门类多，制造流程复杂，用传统的化学蚀刻方法制作导电结构，需要经过光绘制版、贴膜、曝光、显影、蚀刻等多个工序，更适合大批量、单一定型品种生产。这恰恰与产品设计开发需要的快速制作相矛盾，也与电子产品个性化、高精密的趋势不相吻合。

当今世界，电子产品开始向各个领域的渗透，软件、硬件领域创新活动越来越活跃，迫切需要突破传统技术局限，用新技术替代蚀刻，轻松实现电路板打样，以及PCB小批量、多品种、高精密度生产。

不用化学蚀刻制电路板，梦想与现实

替代化学蚀刻最直接的方法，是机械加工方法，即德中直接机械成型技术。控制铣削深度，使刀具端部的切削刃，刚刚能剥除铜箔，不伤及或微伤绝缘基材。加工时，刀具沿着CAM软件生成的优化的刀路，按设计的电气要求，铣去除覆铜板上不需要的铜箔，留下的铜箔构成导线、连接盘等导电结构。这种技术的关键是铣削深度控制，以及从EDA设计数据得出优化的，与导电结构反相的走刀路径。



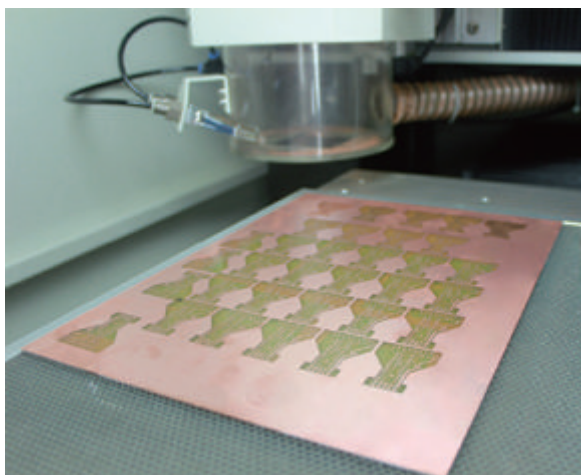
本质上，这种技术在工艺方面，直接用设计数据加工，取代了光绘制版、图形转移、化学蚀刻流程，便捷容易；在质量方面，避免了图形失真、侧腐蚀、欠腐蚀、过腐蚀等问题，电路结构侧壁陡直整齐，光滑平顺，电气性能更好；此外，这种技术还有无污染，柔性高的优点。尽管如此，因为机械加工，靠刀具机械运动去除铜箔，相比化学蚀刻，刀具费用高，并且效率低上百倍，只适合电路板打样以及极小批量制作。



LDI-Laser Direct Imaging，即激光直接成像技术，是导电结构成型过程中的一步，仍需要化学蚀刻。LDI仍然属于间接方法制电路板技术，在加工过程中并不产生材料的物理移除。LDI是一种成像技术，通过计算机软件和光机电机构，将激光投照在选定区域的材料上，施加的激光能量只起使材料感光而发生聚合、分解等反应作用，随后，进入电路板制作的下道工序，显影，才能物理上移除材料，形成掩膜图形。

大致流程是，用激光直接在涂覆感光材料的电路板基材上曝光，形成线路图案的正相或负相潜像，经显影后获得抗电镀或抗蚀刻掩膜，随后直接蚀刻或反镀金属抗蚀剂。这种技术省去了照相制版、曝光工序，但仍然需要贴膜、显影、化学蚀刻等流程，并且装备贵、涉及材料多，适合量产，不适合电路板打样和小批量、多品种制造。

利用激光直接进行导电结构成型的技术，需要解决效率与质量两方面的难题。理论上，只要去除或汽化覆铜箔板上绝缘材料所需要的激光能量的最小值，即激光光蚀阈值，明显高于去除或汽化导电材料需要的激光能量值，就可以调整激光参数，使投照的激光功率大于去除或汽化导电材料所需的功率，并小于去除或汽化绝缘材料所需的功率，在去除导电材料的同时，不损伤绝缘材料，从而实现用激光有选择的去除基板材料上的导电层，制作出含预定导电结构的电路板。



然而，在实践中，使用激光选择性去除导电层，需要解决以下两方面的问题，才能满足对电路结构的质量要求，并达到经济上可接受的加工效率。

一方面，大多数情况下，与理想状态相矛盾，去除或汽化导电层所需要的激光能量的最小值，小于或接近于去除导电材料所需的激光能量值。这样，为了在去除导电层的同时，不损伤或少损伤绝缘材料，加工时，施加的激光功率不得不设置在与去除导电材料所需的最小值尽量接近的范围内，以防止去除导电层激光能量过剩，减轻多余激光能量在绝缘材料层上的释放。

由于导电材料厚度的波动，设置好的激光功率可能在导电层较厚的位置上不足以彻底将导电材料去除，造成部分导电材料仅仅被熔化，而未被去除的现象。熔化后的导电材料的堆积，又需要施加更大的激光能量。而更大的激光能量，不可避免地会损伤位于导电材料层下面的绝缘材料，从而，导致加工质量缺陷。

另一方面，通常情况下，聚焦后的激光光斑直径小，要去除某一确定面积的导电材料，需要逐点、逐线方式向导电材料表面上投照激光，逐点逐线的去除导电层，直至遍及整个待去除区域，因此会耗费较长时间，导致去除导电层效率低，加工时间长，经济上不可行。同时，逐点逐线加工，会有较多的激光能量转变成热能被吸收，导致局部过热问题。

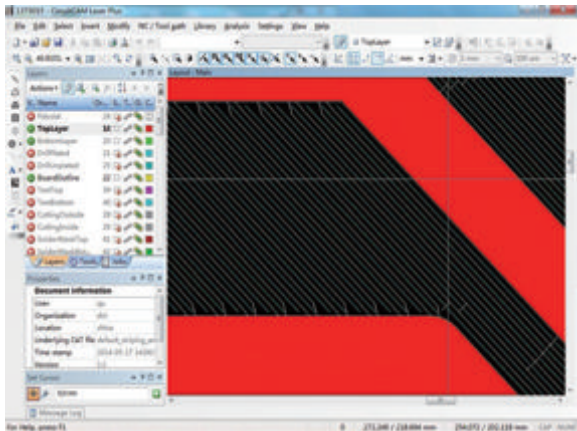
事实是，采用通用的激光打标或者切割设备，逐点逐线光蚀导电层制电路板时，上述两方面问题都比较明显：导线边缘因被烧灼变色，或被重熔而结瘤，甚至被局部烧蚀掉，造成大面积缺口残破；而基材也会有炭化、重熔、甚至汽化，导致表面发黑，凹凸不平，或橘皮现象。

通用激光设备加工的典型效果往往是：板面粗糙发黑变色，导线参差多荏，与基材的附着力低，容易脱落；功能上存在短路、微短路、漏电、断路危险；并且根本不能加工出50μm以下的线宽、间距导电结构。除了加工质量差以外，通用激光设备去除铜箔速度也很难达到每分钟2cm<sup>2</sup>，没有经济效益。

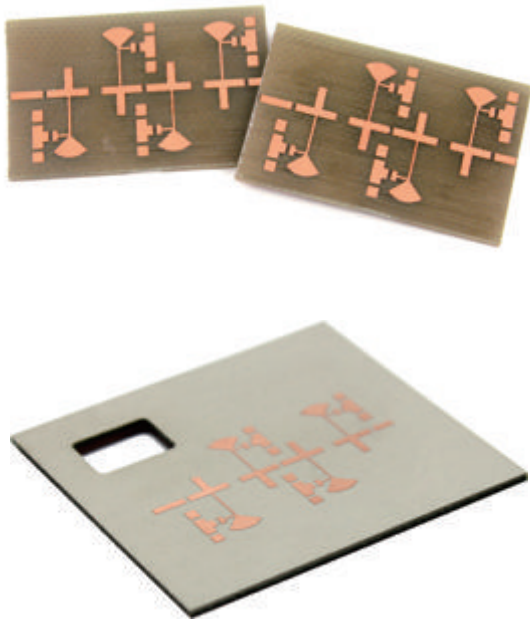
DCT直接激光电路结构成型技术，基于分条与剥离法，速度与质量的突破

直接激光电路结构成型技术指直接用激光光蚀去除材料，从而获得需要的功能结构的加工方法。加工时，设备按照设计要求的图案结构，将聚焦激光投照到材料表面上，使选定的材料升华汽化、或产生其它形态变化，从而被去除，直接形成抗蚀掩膜图案，或最终的导电结构。

分条与剥离/ Striping&Stripping技术，简称S&S技术，是德中公司独有的一种激光加工路径与激光参数匹配的优化方法。首先，按照预定的算法，将要去去除的铜箔分隔成小块，即Striping；然后，变换激光参数，将小块金属铜箔一次性剥去，即Stripping。



这种方法的优点是成块剥铜，效率高并且质量好。克服了激光虽然精密，但光斑太小，大面积逐条、逐线加工速度慢的弱点；而且，成块剥除导电层技术，控制住了施加到材料表面的激光能量，既能光蚀掉导电材料，又不会烧蚀下面的脆弱绝缘材料，保证了加工质量。



德中基于分条与剥离方法的直接激光电路结构成型技术，经历了实践的检验，被证明在具备技术先进性的同时，也显示了优越的经济实用性，正在走向市场，被各种电路板制作机构所接受。

值得强调的是，德中的基于分条与剥离方法的激光直接成型技术，同时也是一种环境友好的技术，是电路板生产从化学法向物理法，从湿法向干法跨越的技术进步。

与传统方法相比，不需要干膜等中间工艺材料，不用化学药液，加工过程干净、安静，无液体、无气味、无噪音，设备占地不足两平方米，可在任何场合进行，加工时剥离掉的铜金属，以小块铜箔的形态被收集，很容易处理。

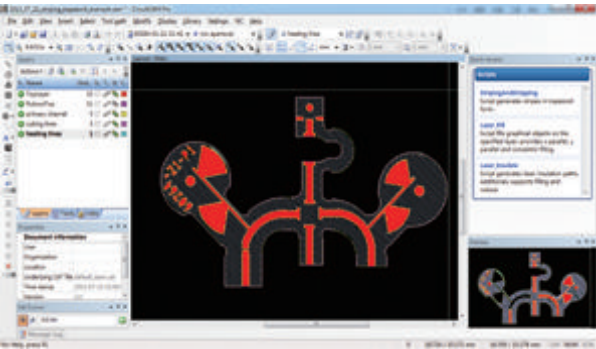


DCT数据处理、设备驱动软件，分剥技术之源，光机电系统的大脑

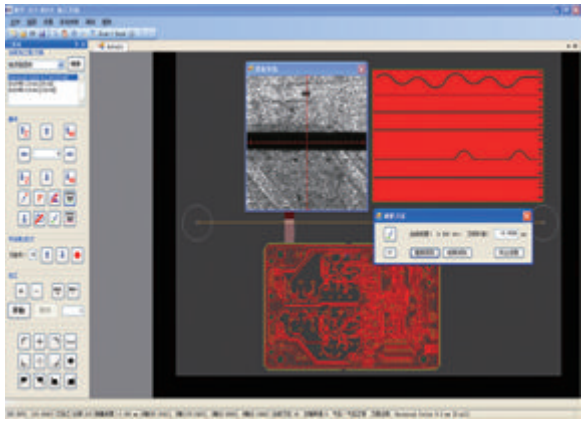
直接激光成型技术，凝结着德中人几十年的心血。它，物质上，呈现于依照最苛刻标准打造的光机电硬件上；实质上，浓缩在数据处理与设备驱动软件中，独一无二，不可复制。

数据处理软件CircuitCAM的全部所有权，包括商标权为德中公司所有，其LaserPlus版是实现分条与剥离技术的平台。CircuitCAM基于一个强大的CAD内核，30年来不断更新，进行了七次大规模升级，是一款功能丰富、强大、应有尽有，而操作简单、方便的软件。德中现在为每套DirectLaser C系列设备配备一套CircuitCAM 7 LaserPlus，能接受多种格式设计数据，导入数据方便、容易。

CircuitCAM 7 LaserPlus具有强大的图形编辑功能，借助直观的图形界面，可以方便、快捷地对导入的数据进行修改、增删操作。软件内核采用S&S算法，生成分条与剥离方法需要的加工路径，并加以优化，以保证在最短时间内加工出最高质量的图形。

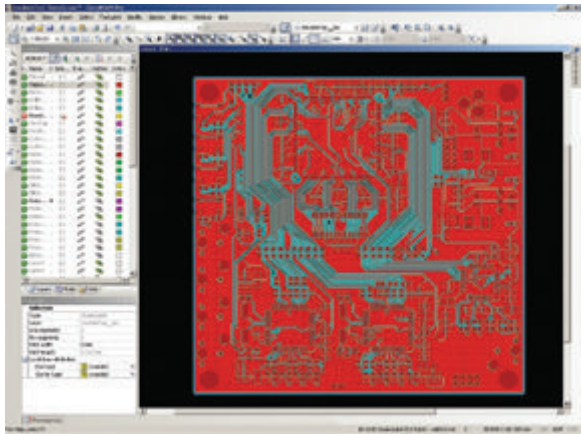


DreamCreaTor德中设备的驱动软件，由德中公司中德两国团队共同开发。作为设备的操作系统，DreamCreaTor位于底层硬件与操作者之间，管理并控制着设备的各个零部件，使设备的所有软件、硬件资源相互匹配，并得到优化，最大限度地发挥作用。



操作者通过DreamCreaTor，设置和控制各个系统，完成预定的加工任务。DreamCreaTor中，融入了大量的应用经验。德中将积累多年的专家信息、工艺窍门预置到软件的参数库中，其中，包括大量经过优化的参数、材料、刀具选项，操作者不需要具有专业背景，就能轻而易举的使用DL系列设备中各个单机，分享以分条与剥离法为基础的直接激光成型技术，完成各种高难复杂的图案制作加工。

DreamCreaTor采用图形化的人机交互形式，通过直观生动的图形用户界面(Graphical User Interface, GUI)，使操作直观流畅，所见即所得(WYSIWYG)。本软件的图形化、形象化的操作风格，能减少使用者的认知负担，产生舒适、优美的屏幕视觉体验，使设备操作简单、快速，即使是初学者，也能迅速掌握软件，操作设备。



## 德中DirectLaser C系列设备，高效率与高质量，实现直接成型技术载体

德中公司的DirectLaser C系列直接激光电路结构成型设备，把分条与剥离技术与直接激光成型技术结合在一起，用分条与剥离方法实现直接激光成型，成功解决了直接激光成型技术效率低、质量差的难题，制作导电结构又快又好又容易。

德中DirectLaser C系列设备能加工多种覆铜箔基板材料，包括FR4、PI、PTFE、LCP以及其他射频、微波专用材料，不仅适合教学、科研、军工单位自制样品电路板和小批量生产，也适合电路板制作厂，或电路板服务机构作为腐蚀设备的升级，专门做高精度、特殊品种电路板生产之用。

设备由激光光源、光束处理及传输系统、移动控制系统及工作台、安全及质量监控系统、电源以及辅助气体供应系统、计算机数据处理以及设备驱动软件组成。

这些设备巧妙地将激光参数的变换及控制，与加工路径的选择及优化进行最佳匹配，运用到去除导电层精密加工过程中。DirectLaser C系列直接激光成型设备，采用振镜偏转，递送激光，经远心透镜聚焦后的激光束，快速扫描被加工材料表面，实现了优化的加工轨迹和高质量的激光光束最佳匹配，既不伤害基材，又保证导电结构成型的速度，成片剥除铜箔，加工速度十数倍于机械方法，最高可达每分钟 $50\text{cm}^2$ ，综合效率可与化学蚀刻方法相比。



经过坚持不懈的攻关，德中掌握了一种综合机械、电气、加工结果和软件技术的设备精度校准方法，即DCT精度校准流程。这种方法，理论上和实践上经过了严苛的考验，有效而实用，已经应用于德中所有的DirectLaser全系列设备上。在精密组装的机械结构基础上，借助高精密度测量仪器，以及光栅尺在线位置反馈，德中公司对每台设备，都用DCT精度校准流程进行严格校准，确保它以质量、速度、精度最佳状态，交付到客户手中。

## 操作方便，管理容易，同样适合工业量产应用

除了加工精度高、质量好、速度快、性能稳定等特点以外，德中的设备还有容易使用、配套齐全、环境友好的优点。DirectLaser全系列各个设备均为交钥匙系统，即插即用。德中为DL系列配备了运行设备所需的计算机、辅助加工气体的产生及输送装置、加工碎屑和废物的收集装置。

DirectLaser C系列设备用真空吸附台固定被加工工件，配有CCD自动对位系统，上下料操作不需精确对位，既方便，又快速高效。激光加工过程中产生的材料汽化物、蒸发物、碎屑被吸尘系统收集，既能保护被加工产品干净，还能避免对工作环境的污染，更使得光学器件长期处在清洁状态，不需要频繁维护。

设备可按照需要，设置不同的用户级别，每个级别的操作权限不同，分操作和维护等级别，以便于设备管理与维护。设备预留了标准工业接口，可集成到MES（制造执行系统）中。也可以根据客户现场需求进行定制服务，它支持操作数据的采集、机器分配、产品跟踪及配送。

## 德中DirectLaser C系列设备，不同的加工幅面，相同质量和可靠性

德中DirectLaser C系列直接成型设备按加工幅面及不同设备结构分为DirectLaser C1、DirectLaser C6等不同型号。

其中，DirectLaser C1，具有小巧紧凑、安置简单的特点。如果不进行拼版加工，300mmx300mm的加工幅面，足以处理大多数种类的电路板。因此，DirectLaser C1适合一般为单机多功能，或单功能应用场所。

DirectLaser的X、Y、Z运动系统均巧妙安装在花岗岩构件上，天然扎实，稳定可靠，无变形之虞。

又如德中DirectLaser C6，采用经典桥架结构，具有定位速度快，可以加装自动上下料系统，集成入生产线的特点。DirectLaser C6，在天然花岗岩基座上装配线型电机驱动的精密传动系统，运动平稳可靠，是高加工精度和高加工速度的基础；采用X、Y轴分离运动结构，加工头在稳定的桥架上沿X方向左右运动，工件夹持台沿Y轴前后运动，两个系统独立，各自的运动互不干扰。

这样的结构，从根本上提升了定位精度和定位速度。另一方面，这样的结构，也便于自动上下料，可以安装在狭小的生产场所使用，很方便增添到现有的线体中。

DirectLaser C6，还配有同轴对位装置，尤其600x630mm的加工幅面，能满足大多数尺寸电路板的拼版加工，也能完成超出常规大号电路板的单件加工，因此，除了可以单机多功能，或单功能使用外，还可以通过选择适合的激光光源，作为量产线中比如电路结构成型、去阻焊、切割外型、钻孔工序单功能设备使用。

德中DirectLaser C系列不同型号的设备，均可选择红外、绿光、紫外等不同波长的激光光源。DirectLaser C6系列还可选择皮秒、飞秒等超短脉冲激光作为工具，用于成型导电结构，直接去除阻焊或其它涂层。

针对实验室打样需求的客户，德中还有DL300B、DL300G等型号设备可供选择，基于德中DirectLaser Circuit直接激光电路成型技术，可满足客户研发打样需求。

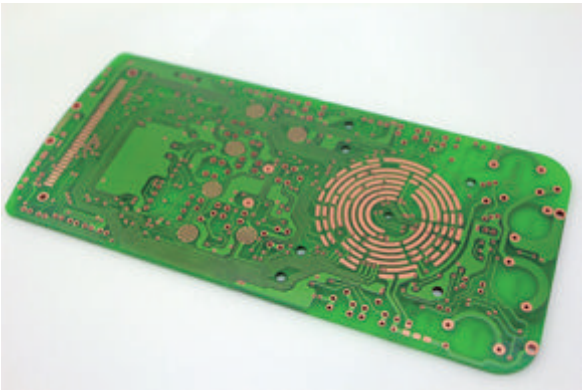




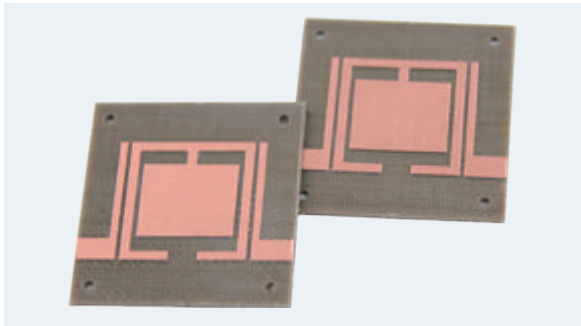
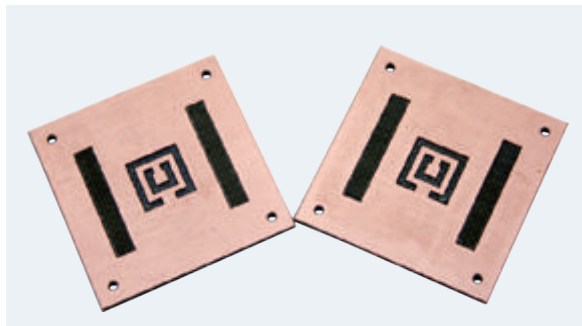
直接加工，多种应用，革新电路板技术

德中的DirectLaser Circuit直接激光结构成型技术，集成软件、激光、数控、电子、材料等多门类技术于一体，使之相互匹配，并得以优化，其中最典型的应用就是替代蚀刻技术，用分条与剥离法直接激光成型，制作导电结构。

一般制作过程为，用CircuitCAM导入设计数据，按照分条与剥离算法进行数据处理，形成加工路径，然后由DreamCreaTor软件操控DirectLaser C系列设备中的激光光源、光束传输与聚集系统、工件承载与移动定位系统、辅助气体输送系统和其它附件协同工作，对选定区域的导电层进行分条与剥离，用保留下的导电层部分作为电路结构，以实现各种电路板导电图案的制作。



采用这种技术加工导电图形，除了需要进行一次性的数据处理外，都由DreamCreaTor自动进行，加工过程只有一步，并且采用成块剥离铜箔技术，加工速度好而快，做一块B5幅面电路板，用时约五到二十分钟，做A4幅面，用时约十到四十分钟。



而化学蚀刻技术，虽然单就蚀刻一道工序看速度相当快，但整个流程需要刷板、贴膜、曝光、显影、蚀刻、去膜等六步，做一块电路板用时约在十至二十分钟之间。不难看出，德中基于分条与剥离方法的直接激光成型加工技术，在效率方面，也具备了足够的经济上的竞争性。

普通软、硬电路板

经过长期摸索与实验，德中开发出了适合多种材料的加工参数，形成了专家数据库，可以随时调用。其中最常见的应用就是用DirectLaser C系列设备制做普通单、双面和多层板外，此外利用德中的基于分条与剥离技术，配以特定激光光源的DirectLaser C系列设备还适合用PI膜做基材的柔性电路加工。

高频微波电路板

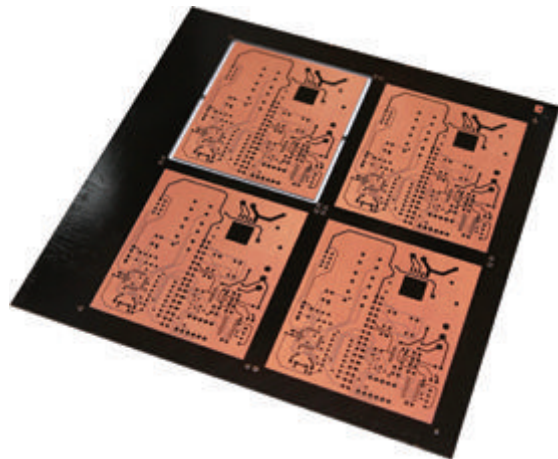
德中的DirectLaser Circuit直接激光电路结构成型技术由设计数据直接产生加工路径，加工出来的图案几何尺寸不会失真，一致性好，恰好满足微波、毫米波等对形状的高精确度的要求。选用DreamCreaTor中为不同材料预置的加工参数，德中技术很适合陶瓷为绝缘材料，或含PTFE、LCP介质的电路板制作。

IC载板

此外，因为聚集激光光斑可以小到十几至二十微米，所以这种方法可以制作极其微细的图形，能满足高密度互连PCB，包括IC载板在内的精细电路结构要求。

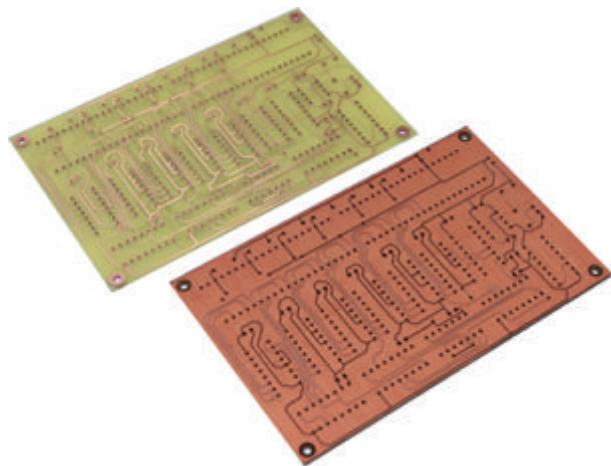
### 德中电泳激光制电路板工艺

以DirectLaser C系列设备为实现平台的直接激光成型技术，不仅能分条与剥离直接成型导电结构，也能选择性地去除有机涂层，以保留下的部分作为掩膜图案。



选择性去除有机涂层的一个应用就是德中的电泳激光制电路板工艺，制作中的电路板孔金属化以后，用电泳的方法往板面以及孔壁上涂覆抗蚀涂料，然后用激光光蚀，露出需要蚀刻掉的铜箔，经蚀刻后，获得导电结构。更重要的是，这种方法可以使导电线路的载体不再受限于平面，用蚀刻法制作三维电路成为可能。

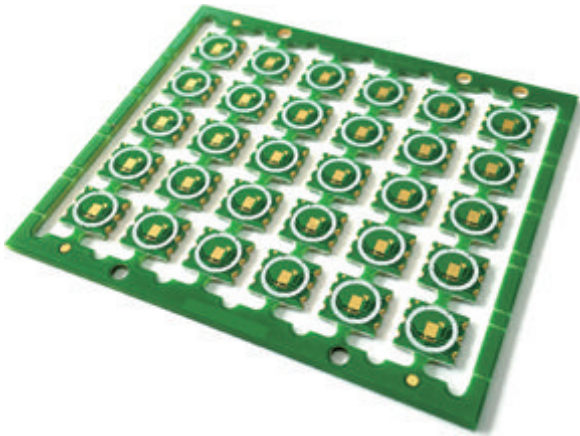
这种方法用有机涂料保护孔壁、孔底，与干膜掩孔相比避免了孔破的烦恼，与反镀法相比省去了电镀及去除抗蚀金属步骤，适合制高密度电路板，或含有盲孔的电路板。



### 其他应用

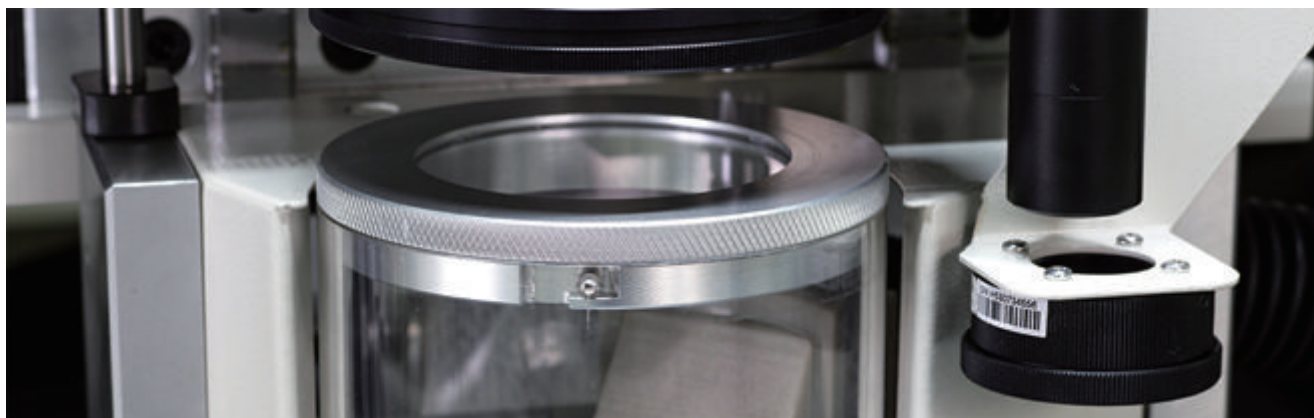
作为高端装备，DirectLaser C系列设备既是一个专业PCB导电结构的制作平台，又是一个性能出色，用途广泛的多功能工具，除了直接激光成型导电结构和去除有机涂层制掩膜外，还可以完成多种激光加工任务。

DirectLaser C系列设备，具有柔性加工中心的一切特征，以激光为刀具，能完美实现包括，选择性去除、活化塑料、激光打标，电路板修理、材料切割、打孔等各种应用。



比如，可以用DirectLaser C系列设备向塑料工件表面选定的区域投照激光，使受投照部分宏观光滑，微观粗糙，以改变受处理区域的表面状态，激发塑料表面对某种材料或过程的活性，称为塑料活化，多用于材料表面选择性涂覆。

又如，将计算机中的文字、符号、图案用激光转移到材料表面上，形成标记，DirectLaser C系列打标有分辨率高、不伤材料、清晰持久的特点。还如，用于修复或改变电路板布线，即有选择性地去除电路板上局部的导电层，排除短路，切掉工艺导线等等。



## 分享德中无忧服务保障

德中的技术和服务人员，有应用，或者组装、设计经历，对产品及其应用了如指掌，有较丰富的背景知识，能在理论和实践上，圆满解答各种直接和间接的技术问题，他们特别理解客户对服务的紧迫性和保障性的需求，随时随地提供服务。

他们的服务，能将德中的应用经验、技术窍门转移给操作者。这样的技术转移也创造独立的价值，使德中的产品再次为客户增值。德中在深圳、苏州、天津、成都有专业服务工程师和应用工程师，并在深圳、苏州、天津、成都建有应用中心。

我们的服务体系，时刻准备着为新、老客户在售前培训，售后技术支持；德中还愿意用自有设备、以及多年来发展并独有的应用经验，为新老客户提供项目、工艺方面的支持，提供激光材料加工方面的技术方案咨询、生产或打样服务。







德中（天津）技术发展股份有限公司

天津市西青区海泰华科一路11号C座 Tel.: 022 83726901 Fax: 022 83726903

[Http://www.dct-china.cn](http://www.dct-china.cn) Email:sales@dct-china.cn

德中（深圳）技术发展有限公司

深圳市宝安区沙井街道立岗南路5号全至智荟公园A4栋101/102 Tel.: 0755 21536389 Fax: 0755 21536380

德中（苏州）激光技术有限公司

苏州工业园区星汉街5号腾飞新苏工业坊A幢3楼05/06单元 Tel.: 0512 81880599 Fax: 0512 81880600

德中（天津）直接激光技术有限公司

天津市西青区海泰华科一路11号C座3层 Tel.: 022 27968118

德中（天津）精密装备有限公司

天津市西青区海泰华科一路11号C座2层 Tel.: 022 23756530 Fax: 022 23756513

德中（成都）微加工技术有限公司

成都市双流区华府大道四段777号感知物联网产业园B15栋1楼 Tel.: 028 69339660 Fax: 028 69339659

LKSoftWare GmbH

Steinweg 1, 36093 Kuenzell, Germany Tel.:0049 661 9339330 Fax: 0049 661 9339332