



新型表面工程技术在光电连接器行业 应用挑战与前景展望

广东省新兴激光等离子体技术研究院
等离子体装备科技（广州）有限公司
2022.12.08



CONTENTS

目录

- 01 表面处理技术
- 02 电连接器应用
- 03 光连接器应用
- 04 市场前景展望
- 05 关于我们



1

表面处理技术介绍

➤ 1.1 传统表面处理技术

电镀

端子表面电镀贵金属（金、银），提高导电性能及防腐性能。



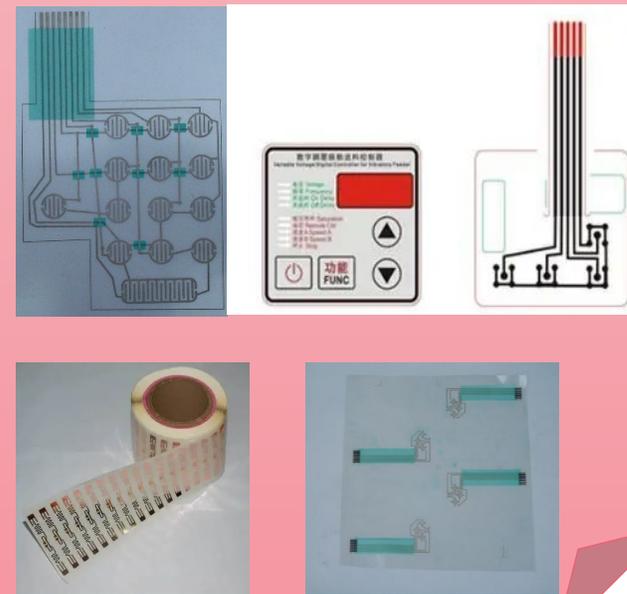
涂装

连接器表面涂装方法包括喷涂、粉末涂装、电泳涂装等。涂层可以使金属外壳具有更高的表面硬度，减少划痕和磨损。



印刷

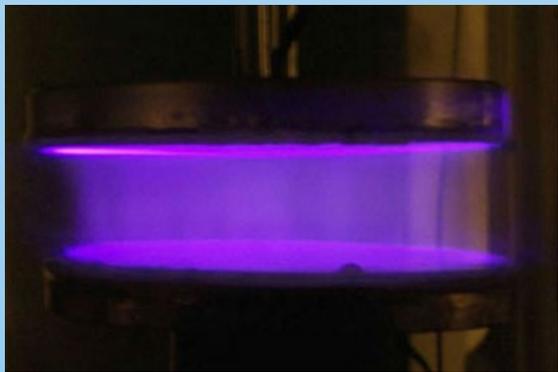
印刷主要使用导电银浆、导电油墨等在基材上印刷导电线路。



➤ 1.2 新型表面处理技术

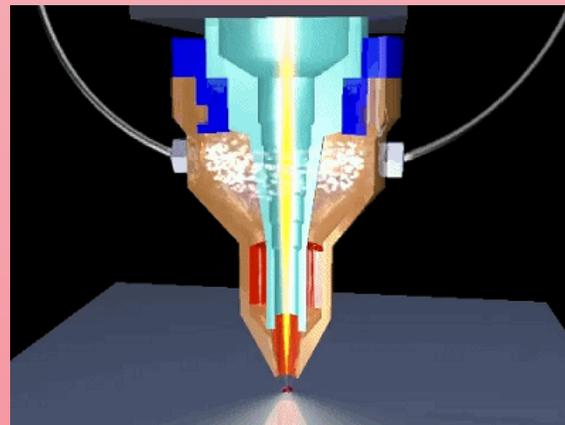
等离子体表面处理

等离子表面处理是一种对材料表面进行加工处理的工艺，整个流程的核心就是等离子体，通过等离子体独特的特性来改变材料原本的物理和化学性能，从而带来表面处理的结果。



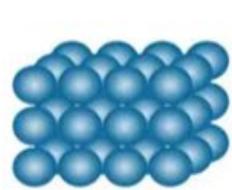
激光熔覆

激光熔覆 (Laser Cladding) 是通过在基材表面添加熔覆材料，并利用高能密度的激光束使之与基材表面薄层一起熔凝的方法，在基层表面形成冶金结合的添料熔覆层。

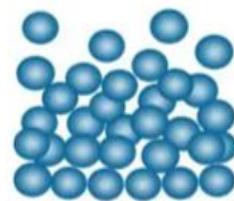


➤ 1.2.1 等离子体表面处理技术

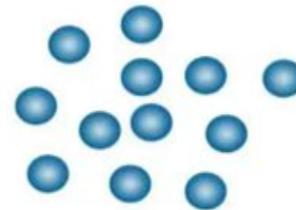
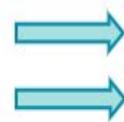
等离子体：是由部分电子被剥夺后的原子及原子团被电离后产生的正负离子组成的离子化气体状物质，尺度大于德拜长度的宏观电中性电离气体。



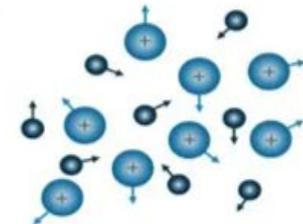
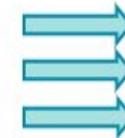
固体



液体



气体



等离子体

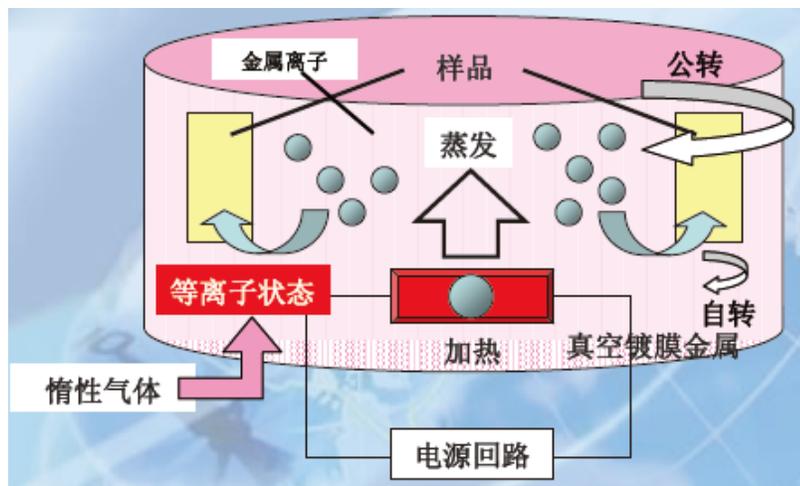
➤ 1.2.1 等离子体表面处理技术

等离子体镀膜是在真空条件下，利用气体放电使气体或被蒸发物质部分电离，并在气体离子或被蒸发物质离子的轰击下，将蒸发物质或其反应物沉积在基片上的方法。

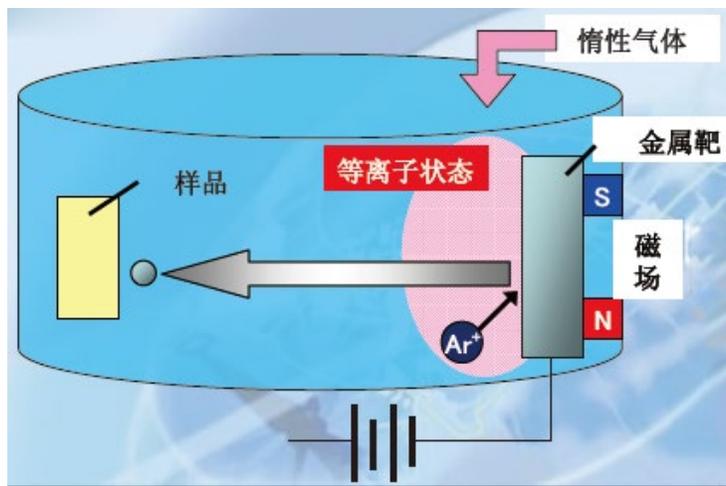


➤ 1.2.1 等离子体表面处理技术

物理气相沉积(Physical Vapor Deposition, PVD)技术是指在真空条件下采用物理方法将材料源（固体或液体）表面气化成气态原子或分子，或部分电离成离子，并通过**等离子体**过程，在基体表面沉积具有某种特殊功能的薄膜的技术。



蒸发法



溅射法



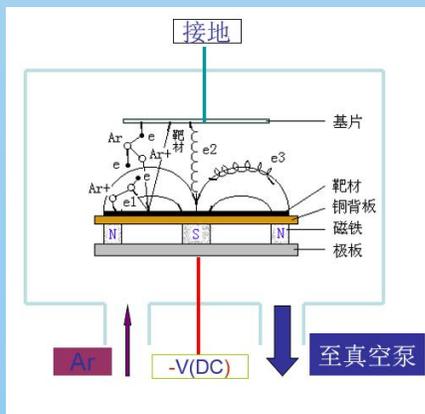
电弧法

➤ 1.2.1 等离子体表面处理技术

溅射法物理气相沉积(Physical Vapor Deposition, PVD)技术, 按照使用电源又可分为**直流溅射**、**中频溅射**、**射频溅射**。

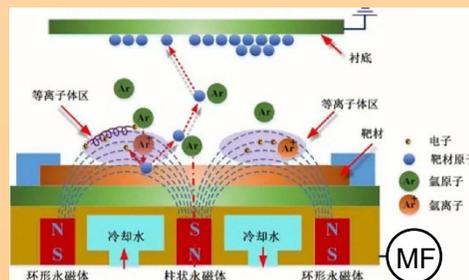
直流溅射 (DC)

直流溅射是指使用直流电源提供能量, 产生的粒子束能量较低, 适用于溅射**金属和高熔点材料**, 如铝、铜、铁、钛等。直流溅射速率较慢, 薄膜质量较高, 常用于制备**金属薄膜和高温稳定性材料薄膜**。



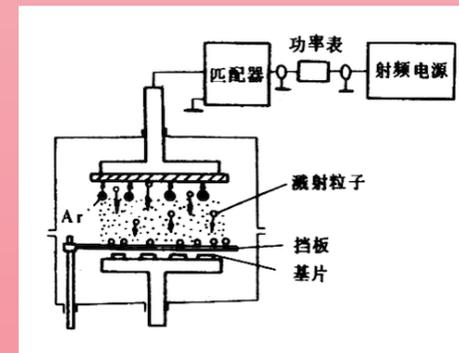
中频溅射 (MF) (频率: 40Kz)

中频溅射是指使用中频电源提供能量, 产生的粒子束能量较高, 适用于溅射**绝缘体和低熔点材料**, 如氧化物、氮化物、硅等。中频溅射速率较快, 薄膜质量较低, 但可以得到均匀且致密的薄膜, 常用于制备**金属薄膜和化合物薄膜**。



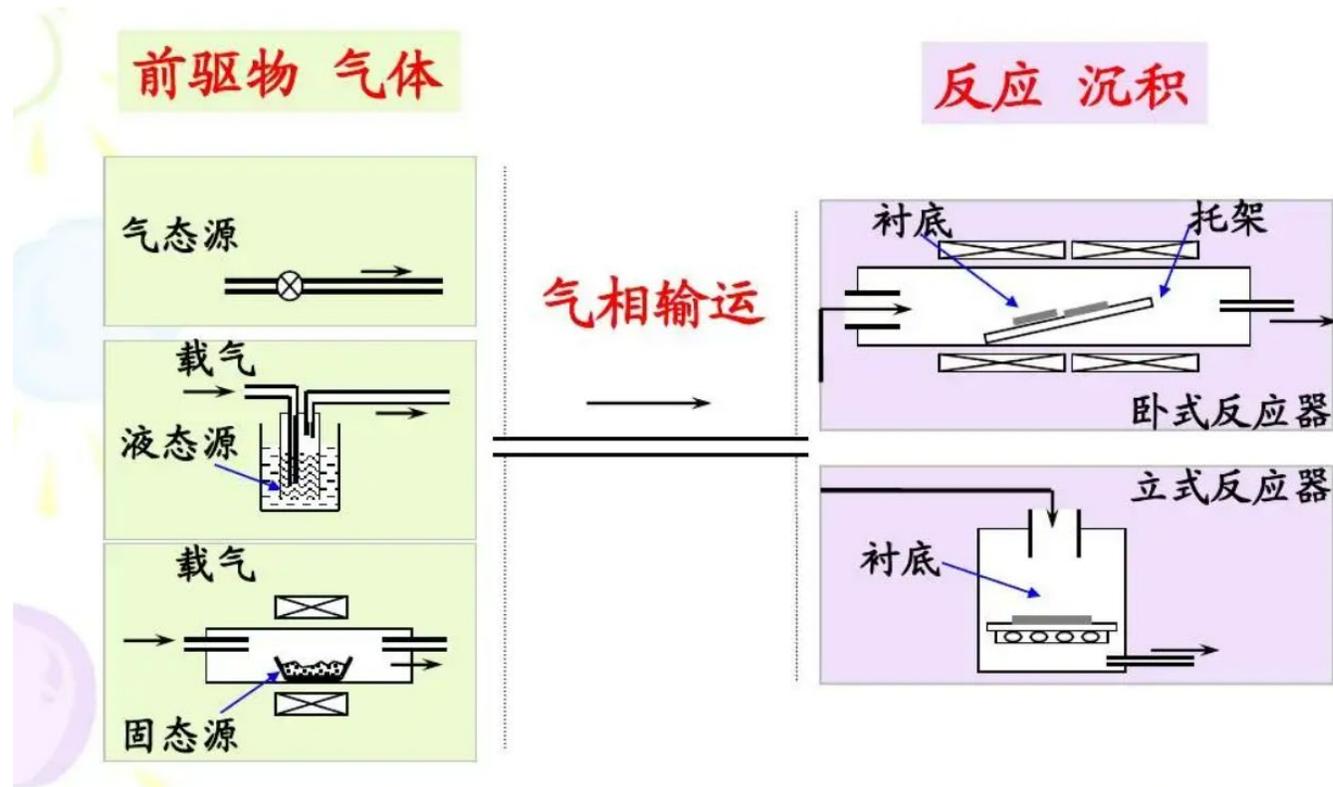
射频溅射 (RF) (频率: 13.56MHz)

射频溅射是指使用射频电源提供能量, 产生的粒子束能量介于直流溅射和中频溅射之间, 适用于**溅射金属和复杂合金材料**。射频溅射速率较快, 薄膜质量一般, 但可以得到较大面积的均匀薄膜, 常用于制备**导电薄膜和金属合金薄膜**。



➤ 1.2.1 等离子体表面处理技术

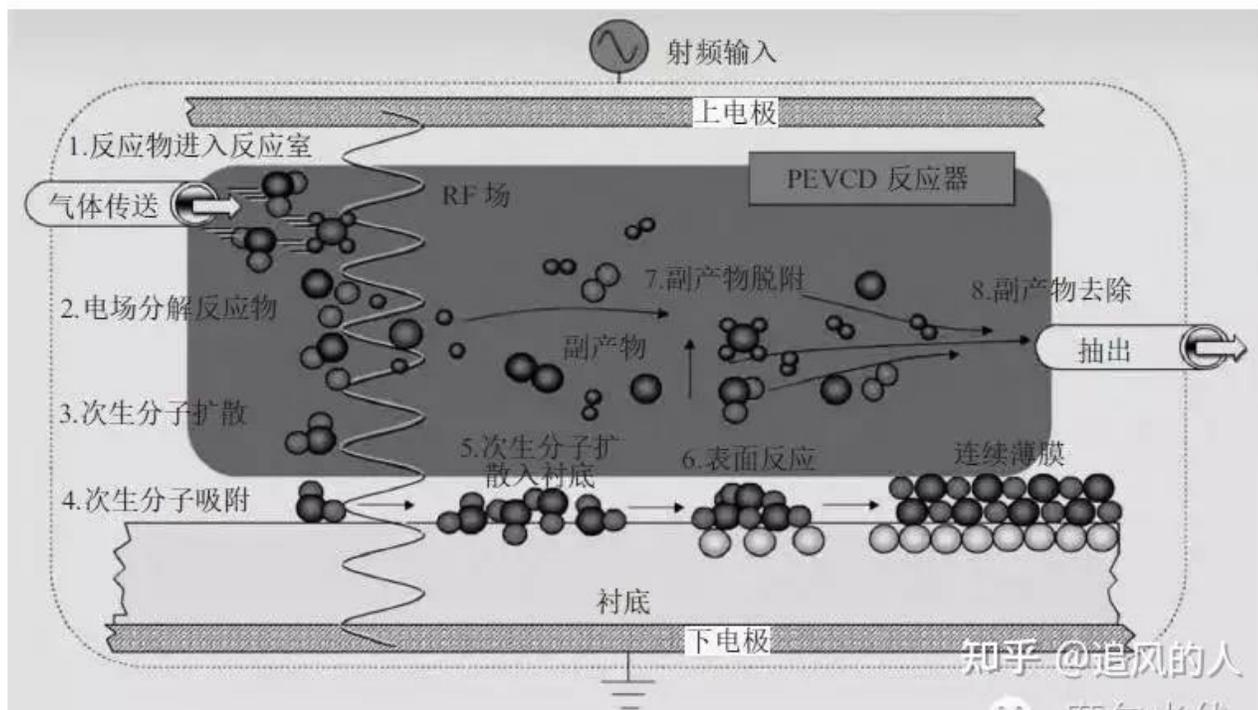
化学气相沉积(Chemical Vapor Deposition, CVD)是通过气态物质在气相或气固界面上发生反应生成固态粉体或薄膜材料的过程。



CVD镀膜示意

➤ 1.2.1 等离子体表面处理技术

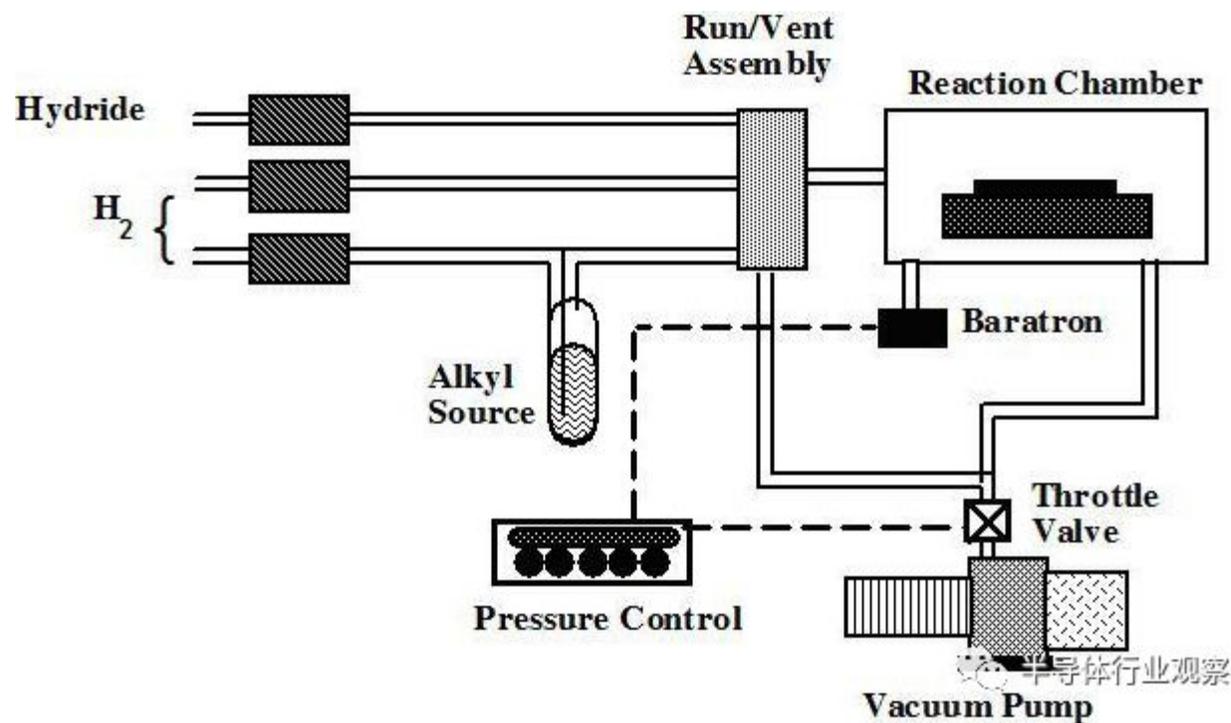
PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 是指借助微波或射频等使含有薄膜成分原子的气体电离，在局部形成等离子体，而等离子体化学活性很强，很容易发生反应，在基片上沉积出所期望的薄膜。



PECVD原理示意

➤ 1.2.1 等离子体表面处理技术

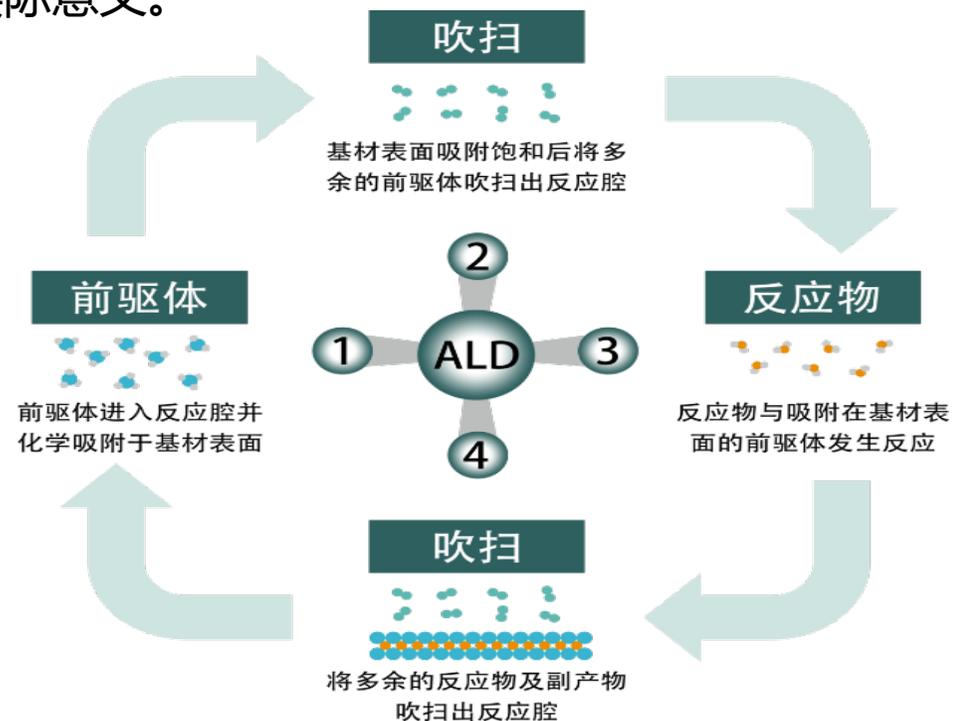
MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 是把反应物质全部以有机金属化合物的气体分子形式,用 H_2 气作载带气体送到反应室,进行热分解反应而形成化合物的一种新技术。



MOCVD原理示意

➤ 1.2.1 等离子体表面处理技术

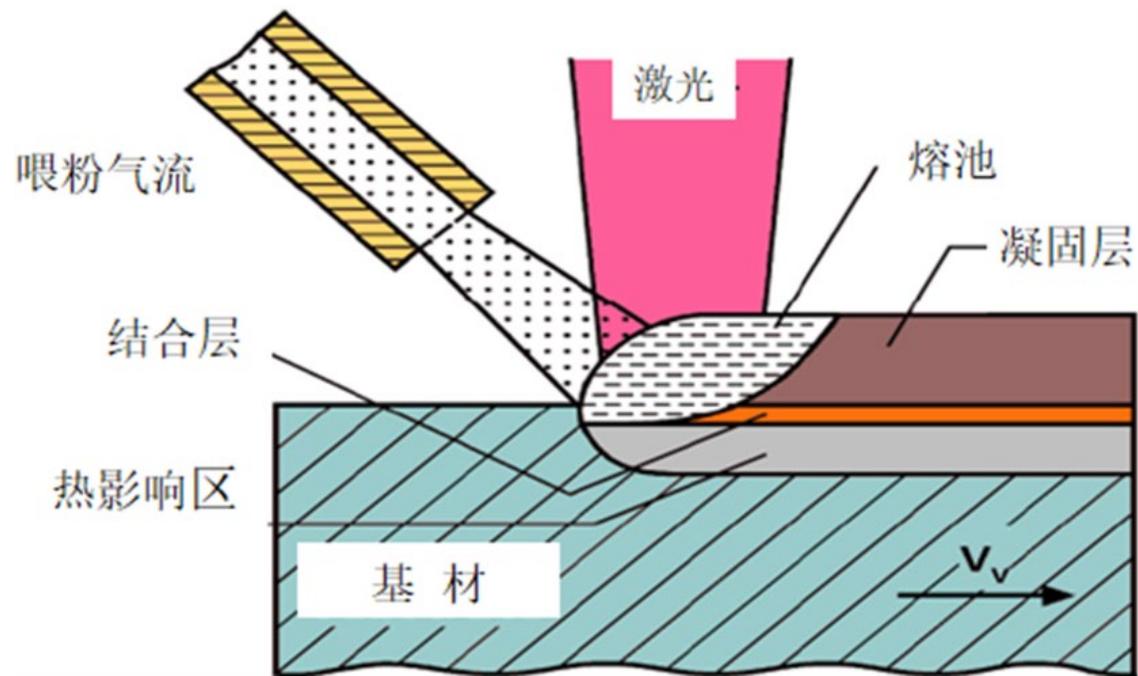
原子层沉积 (ALD)：是通过气相前驱体及反应物脉冲交替的通入反应腔并在基底上发生表面化学反应形成薄膜的一种方法，通过自限制性的前驱体交替饱和和反应获得厚度、组分、形貌及结构在纳米尺度上高度可控的薄膜。该方法对基材不设限，尤其适用于具有高深宽比或复杂三维结构的基材。采用ALD制备的薄膜具有高致密性（无针孔）、高保形性及大面积均匀性等优异性能，这对薄膜的使用具有重要的实际意义。



ALD原理示意

▶ 1.2.2 激光熔覆表面处理技术

激光熔覆：是通过同步或预置材料的方式，将外部材料添加至基体经激光辐照后形成的熔池中，并使二者共同快速凝固形成包覆层的工艺方法。熔覆层稀释度低但结合力强，与基体呈冶金结合，可显著改善基体材料表面的耐磨、耐蚀、耐热、抗氧化或电气特性，从而达到表面改性或修复的目的，满足材料表面特定性能要求的同时可节约大量的材料成本。



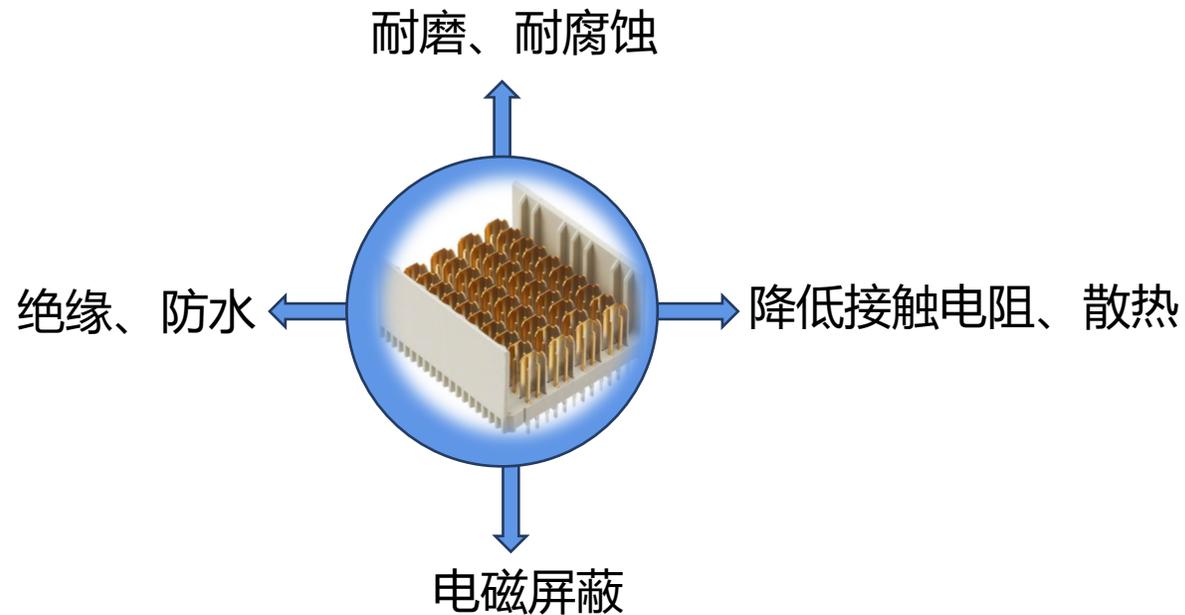
激光熔覆原理示意



2 电连接器应用

➤ 电连接器应用

连接器是实现电子设备电能、信号传输与交换的电子部件，连接器作为节点，是构成电子系统连接必需的基础元件。连接器基本性能可分为机械性能、电气性能和环境性能。机械性能主要包括插拔力和机械寿命，电气性能主要包括接触电阻、绝缘电阻、抗电强度以及其他电气指标，环境性能则包括耐盐雾、抗震动和冲击等。



➤ 电连接器应用

针对耐磨、耐腐蚀、降低接触电阻、散热的需求，等离子体表面处理可以通过PVD、CVD的方式在触点表面沉积常规贵金属（金、银等）涂层，也可以沉积具有耐磨、耐腐蚀、低阻、高导热的石墨烯涂层。



等离子体沉积金涂层

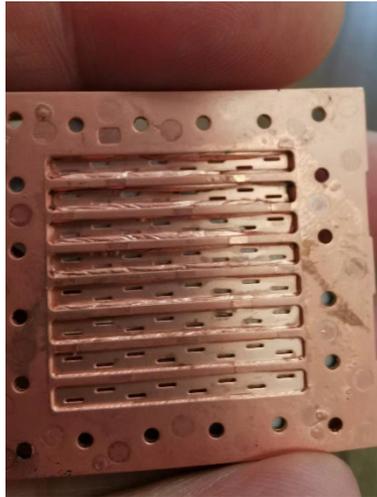


沉积石墨烯涂层

目前，随着**等离子体设备及核心部件**的国产化，等离子体沉积贵金属涂层的成本**已经低于**传统电镀贵金属涂层的成本。

▶ 电连接器应用

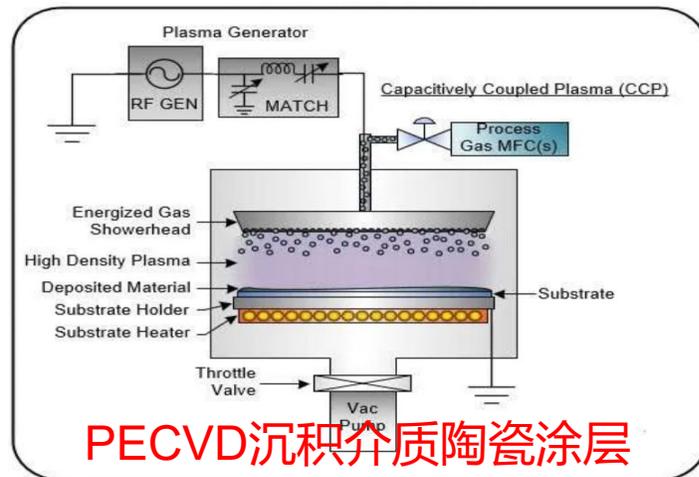
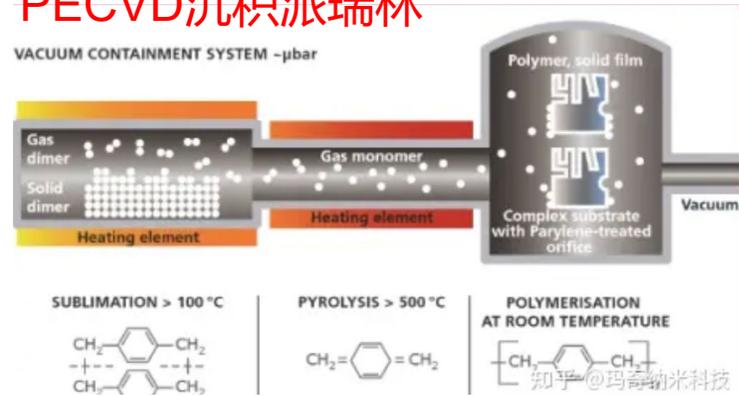
针对电磁屏蔽需求，等离子体表面处理可以通过PVD、CVD的方式在塑料表面沉积铜、铝等金属涂层达到电磁屏蔽的需求。等离子体表面处理的方式对比传统的电镀具有结合力更好、膜层更致密达到同等电磁屏蔽要求消耗原材料更少，且环保无污染。



电连接器应用

针对防水、绝缘需求，等离子体表面处理可以通过PEVCD的方式在塑料表面沉积憎水涂层，绝缘介质涂层。

PECVD沉积派瑞林

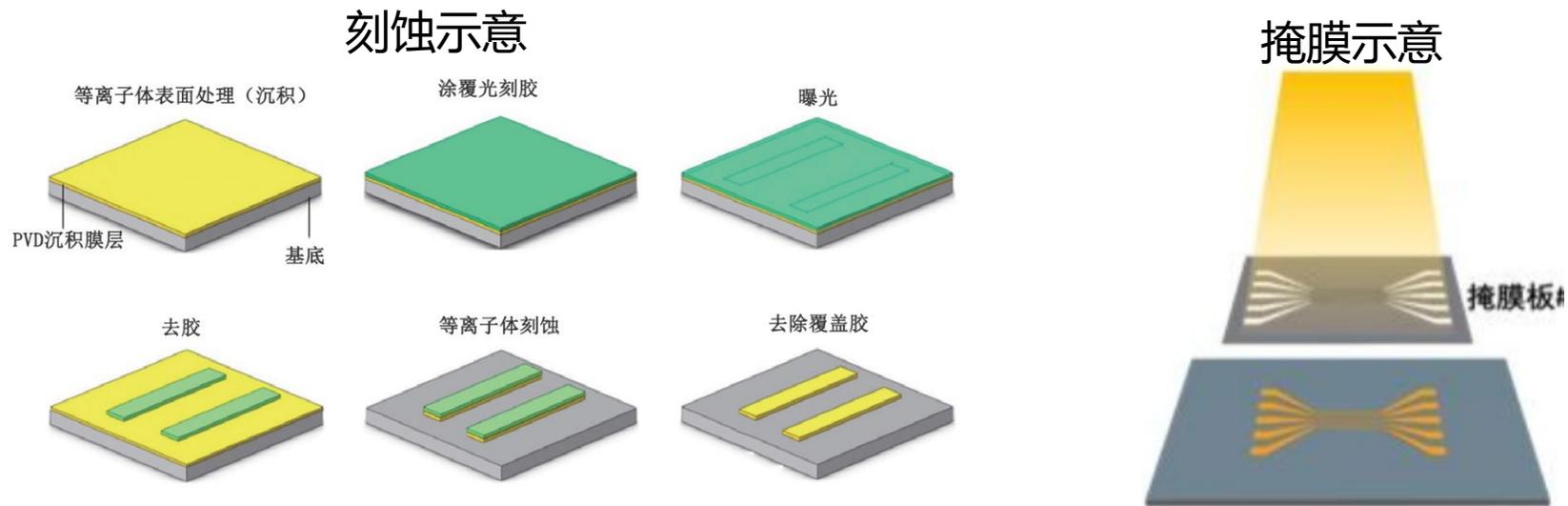


PECVD沉积介质陶瓷涂层

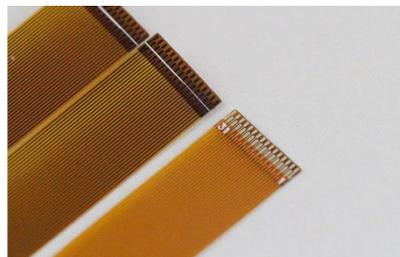
沉积SiO₂、Al₂O₃等绝缘膜层

电连接器应用

针对部分表面处理需求，等离子体表面处理可以采用刻蚀、掩膜的方法配合沉积工艺实现部分表面的膜层沉积。



连接器典型应用



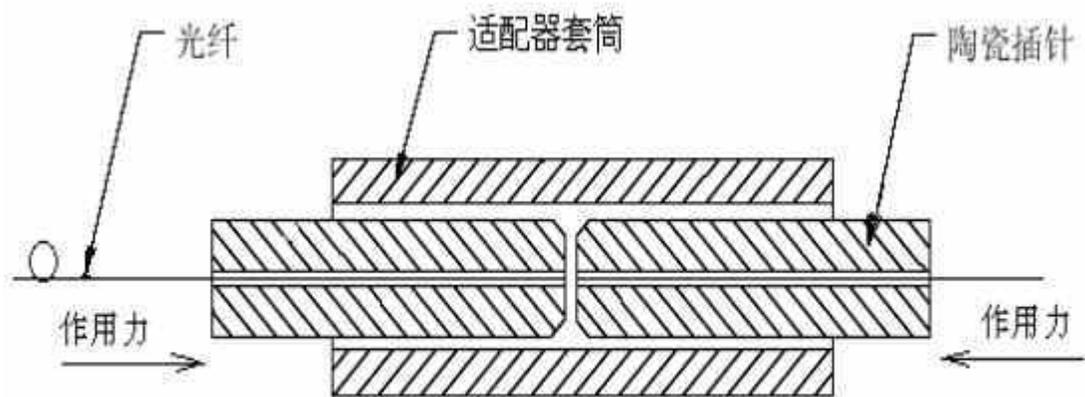
FPC连接线



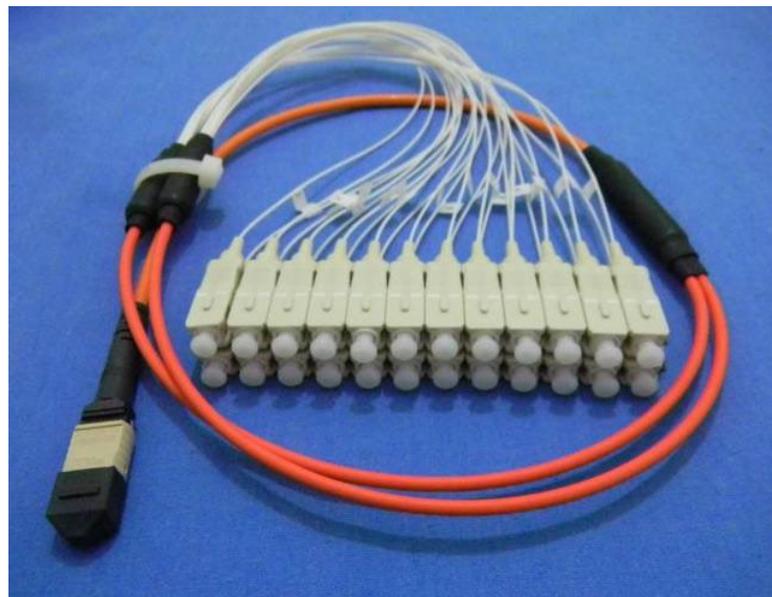
3 光连接器应用

➤ 光连接器应用

光纤连接器：是光纤与光纤之间进行可拆卸（活动）连接的器件，它把光纤的两个端面精密对接起来，以使发射光纤输出的光能量能最大限度地耦合到接收光纤中去，并使由于其介入光链路而对系统造成的影响减到最小，这是光纤连接器的基本要求。在一定程度上，光纤连接器影响了光传输系统的可靠性和各项性能。



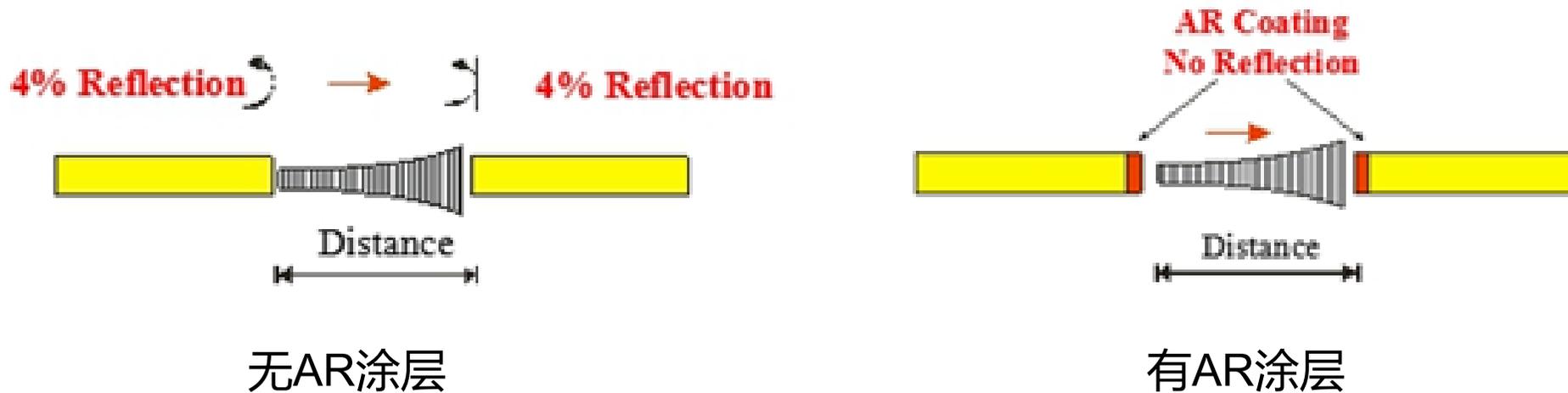
图一 光纤连接器对接原理



➤ 光连接器应用

光纤通信网络是现代信息社会的基石。无止境的光纤连接需要大量的光纤连接器。目前，单光纤连接器已不能满足光纤连接密度的要求。需要高密度多光纤连接器。在高密度光纤连接器中，光纤的数量从8、12、24、48不等。在未来，它可以增加到144、576甚至1024。然而，目前高密度光纤连接器的工作原理存在很大的问题，因为它依赖于光纤端面之间的物理接触来传输光信号。例如，如果有48根光纤，每对光纤的端面必须相互接触，这显然是非常困难的。

为了解决这个问题，非接触式光纤连接器被提出，非接触式光纤连接器两根光纤的端面存在1-2um的缝隙，光纤不直接物理接触，**光纤端面通过等离子体沉积方式沉积AR（减反射）膜层**，可以防止光的多次反射，从而不会形成法布里-珀罗腔，可有效的降低信号的衰减保证信号传输的稳定性。





4

市场前景展望

光电连接器广泛应用于通信、汽车、航空航天等领域。经过多年发展，连接器总体市场规模保持了持续增长的态势。据 Bishop & Associates 统计数据，全球连接器市场规模由 2011 年的 489 亿美元增长至 2020 年的 627.27 亿美元，年均复合增长率约 2.80%。根据思瀚产业研究院研究报告，2021 年全球连接器市场规模达 779.9 亿美元。

连接器行业对下游应用领域变化反应敏锐，终端市场的规模增长与技术更迭将推动未来连接器市场规模持续扩大，据 Bishop & Associates 预计，**2023 年全球连接器市场规模将会超过 900 亿美元。**





随着通信、电子信息技术的发展，未来对连接器的要求越来越高，高速连接器的需求也越来越大，连接器的表面处理将会迎来大的发展机遇。国家“双碳”目标的实施未来亦将逐步促进电镀产业升级，以环保低能耗的表面处理工艺逐渐替代高污染高耗能电镀工艺，真空等离子体表面处理市场前景非常可观。





4

关于我们



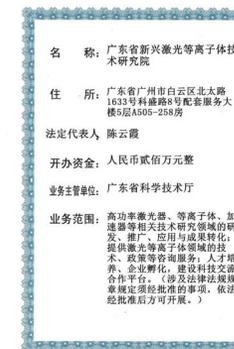
2020年9月9日，北京大学与白云区政府签约共建广东省激光等离子体技术研究院。



广东省新兴激光等离子体技术研究院（以下简称研究院）是广东省，广州市，白云区和北京大学共建的民办非企新型研发机构，为广东省高水平研究院。

2020年12月7日，研究院注册成立，业务主管单位为广东省科学技术厅。

作为**激光等离子体产业链“链主”**，研究院依托北京大学的学科优势和广东省的产业优势，深入高功率激光器、激光加速器、射频加速器、等离子体装备等领域研发和经营，打造具有国际竞争力的激光等离子加速技术生态圈。





研究院将以“打造出一个上千亿级的产业集群”为未来蓝图，梳理“0到1学术创新链”，对接“地方政府产业链”，打通产学研“最后一公里”。

研究院实行 **1+1+3** 总体规划的建设模式。

1个研究院



聚焦科技创新
打造100人精英团队
让创造价值的人更有价值

1支基金



扫描锁定全球技术/项目/人才
激活初创企业，做强核心企业
推动激光产业，提质增速上市

1个产业园



中国企业“白云生态”区
中国核心技术源头区
世界激光等离子体技术集聚区

1个人才中心



建立高端人才聚集高地
实现人才学科优势互补
实现引才聚才育才

1家公司



研发服务支撑
研发成果市场化运营
产品企业化助推



等离子体装备科技(广州)有限公司是一家集研发、生产、销售与服务于一体的高科技公司，专注于研制真空等离子体镀膜装备，致力于成为业内工艺与设备解决方案的专业领跑者。所研制设备可应用于汽车、消费电子、新能源、航天航空等多个行业。

主要服务方向为：针对客户的生产需求提供镀膜工艺的研发和部署；根据相关工艺进行设备的制造和生产，主要提供cvd（化学沉积）和pvd（物理沉积）等镀膜设备；针对旧设备提供维保升级服务。

业务应用领域分为：光学镀膜；装饰镀膜；功能镀膜。

公司的技术研发团队由深耕真空等离子镀膜行业数十年的行业精英组成，在真空等离子体表面处理以及柔性基材卷绕镀膜方面拥有国内乃至国际领先的技术；还拥有来自于中国电工学会离子束电子束专业委员会、广东省新兴激光等离子体技术研究院、美国西南研究院、北京大学、北京航空航天大学以及广东工业大学等单位专家学者组成的业内顶尖顾问团队。

作为真空镀膜服务企业，公司致力于真空镀膜工艺技术研发，包括由工艺技术引领的真空镀膜设备设计，真空镀膜工艺方法等。公司利用各领域知识将真空镀膜腔体机械结构设计、真空设备部件维护及保护技术、真空镀膜工件稳固方式和多尺寸、多形态工件镀膜工艺技术联合，形成公司独有的专有技术链。



我们的优势

01

研发能力强大

02

行业经验丰富

03

团队力量雄厚

04

交钥匙工程服务



服务项目



生产设备服务

可提供CVD、PVD、PECVD等标准设备及定制设备。



工艺技术服务

针对客户生产需求提供镀膜工艺的研发及部署。



设备维修保养

提供镀膜设备的维修、保养、升级服务，我公司为富士康资质认证的企业。



代加工服务

我公司拥有完善的镀膜工厂产线，可以根据客户要求代加工各类型装饰、功能镀膜。





联系我们



<http://www.petplating.com/>



等离子体装备科技

