

等离子体聚合简介

刘之景

(中国科学技术大学基础物理中心 合肥 230026)

等离子体聚合是一种特殊类型的等离子体化学,它包括等离子体种类间的反应,等离子体和表面种类间以及表面种类之间的反应.有机单体或有机金属单体的辉光放电形成等离子体聚合物,并以薄膜或粉末形式沉积在衬底的表面上.

等离子体聚合的系统研究始于60年代,目前它是一个活跃的研究领域,并将具有很大的商业市场.它的研究内容包括:等离子体化学、等离子体加工参量、等离子体聚合物的性质和分析技术以及它的应用等.与此相关的问题还有:金属或绝缘体的溅射,有机等离子体合成,无机薄膜沉积,聚合物膜的等离子体刻蚀,低温

等离子体粉末,聚合物表面改性等.

等离子体聚合物有一些有趣的应用,主要是因为:它容易被制成厚度为50纳米到1微米的等离子体聚合物薄膜,这样的薄膜常常能非常强的凝聚和粘附到玻璃、金属、聚合物的表面上.这种薄膜无孔且高度交联,用等离子体聚合加工方法容易制备多层膜和具有物理化学特性的薄膜.

对等离子体聚合物薄膜性质的控制,通常采用如下办法:

1. 选择单体:如甲烷、乙烷、环乙烷、乙炔、乙烯、苯等碳氢化合物;又如吡啶、乙烯吡啶、烯丙胺等含极性基的碳氢化合物;氟碳化合物;环

号给 G_y' , G_y' 中产生磁场 \vec{B} , 其方向和 M_x' 垂直,不在 M_x' 中产生感应电动势,而和 M_y' 平行在 M_y' 中产生感应电动势控制 M_y 以平衡干扰力矩.如图8(d),当航向角变为 90° 时, G_x 、 G_y 、 G_x' 、 G_y' 方位不变, M_x' 、 M_y' 转过 90° .若仍有干扰力矩作用于纵向稳定轴,对此力矩此时 G_y 不敏感而 G_x 敏感, G_x 输出电信号给 G_x' , G_x' 中产生磁场 \vec{B} , 其方向仍和 M_x' 垂直和 M_y' 平行,在 M_y' 中产生感应电动势控制 M_y .如图8(e),当航向为 ϕ , $0^\circ < \phi < 90^\circ$ 时,仍假设干扰力矩作用于纵向稳定轴,此时 G_x 、 G_y 均感受到这一力矩,并输出电信号给 G_x' 、 G_y' , G_x' 、 G_y' 中均产生磁场,合磁场 \vec{B} 仍和 M_x' 垂直和 M_y' 平行,仍然只在 M_y' 中产生感应电动势而控制 M_y .同理,沿横向稳定轴,或同时沿横向、纵向稳定轴作用有干扰力矩时,信号分配器都能正确地将 G_x 、 G_y 感受到的信号正确分配给 M_x 、 M_y .

四、惯性导航的物理原理

安装在陀螺稳定平台上的、敏感方向互相垂直的三个加速度计可检测出航行体在三个互

相垂直方向上相对于惯性空间或相对于地球的加速度 a_x 、 a_y 、 a_z , 并除去重力加速度等不需要的加速度,用计算机积分一次可得航行体的速度 v_x 、 v_y 、 v_z ,再积分一次可得航行体的位置 x 、 y 、 z .于是通过惯性导航系统,便可即时地提供全部导航参数.还有一种捷联式惯性导航系统,陀螺仪和加速度计直接固联于航行体上,取消了陀螺稳定平台.由于这时加速度计输出的加速度分量是沿航行体坐标轴的,需经计算机转换成沿惯性坐标系或沿地球坐标系的加速度分量,这种转换起着“数学平台”的作用.这种系统要求计算量大,计算速度快,事实上是在高速计算机问世后才得以实现的.

五、惯性导航的特点

惯性导航由于不依赖于任何外界信息,不受外界电磁波、光波和周围气象条件等干扰,也不向外界发射任何能量,所以有较强的抗干扰能力和良好的隐蔽性.因此惯性导航系统在导弹、潜艇、飞机、宇宙飞船中得到了广泛的应用.

硅氧烷、硅烷等含硅的单体以及含有金属原子的等离子体聚合物膜。

2. 根据不同的需要选择辉光放电类型和等离子体加工参数。例如：选择DC、AC和微波辉光放电，选择反应堆大小，激发电势频率和激发功率，单体流动速率，等离子体压力和沉积温度等参数。

3. 控制交联密度和保持单体结构。例如限制输出功率和等离子体中分子存留时间，保持相当高的工作压力和避免离子轰击。

4. 控制等离子体聚合物形态。例如控制等离子体聚合物粉末形成的条件，保持中等压力，高功率，高流率和长的存留时间，控制具有快反应速率的单体，抑制离子对表面轰击，控制等离子体聚合物的压缩张力等。

5. 控制等离子体聚合物的自由基密度。等离子体聚合物可区分的化学特征之一是存在长寿命的自由基，自由基密度受单体选择的影响。

6. 等离子体处理和嫁接。等离子体处理是聚合物(或其他衬底)与不形成膜的等离子体相互作用的结果。它研究聚合物衬底的表面交联和在等离子体处理过的表面上进行聚合物表面嫁接。例如，聚乙烯暴露在惰性气体(He、Ne、Kr、Xe)和 H_2 或 N_2 中任何一种气体等离子体中，它都会形成表面交联。 O_2 、He和空气等离子体膜能改善聚合物的粘附力。

等离子体聚合物特性的分析技术有：使用ESCA或XPS，接触角的表面分析技术；使用热解/GC，热解/MS，固态NMR，成分分析，红外谱，电子自旋共振等的微结构分析；使用电子微谱，小角度X射线，散射线技术等形态分析以及交联密度的控制和等离子体诊断技术(如质谱分析和激光、荧光技术)等。

等离子体聚合物膜的应用习惯上分为衬底表面改性和等离子体聚合物性质的应用。等离子体聚合物表面改性影响到材料表面的粘性、湿润性、体模量、应力、张力和抗疲劳等性质。

例如，聚酰胺纤维组织物的表面改性可以增加它的粘附力， $CaCO_3$ 表面改性优于聚乙烯和聚氯乙烯的混合效果；木质纤维和人造纤维经等离子体浸泡后更容易着色，汽车减震器经等离子体处理后更容易上漆；经等离子体处理过的填料纸和雨衣具有较小的吸附性；等离子体聚合物诱导的活性反应，应用到医药领域，可以实现可控制性释放药物的药片；生物医学表面的清洗和消毒杀菌可以用等离子体作表面处理，普通容器的内表面经等离子体处理后可以防漏而增强了密封性，做成的空气坦克可不受汽油的影响，塑料软饮料瓶可减少受向外扩散的二氧化碳和向内扩散的氧气的影响；医药胶囊，瓶盖，真空膜盒，容器外表面经等离子体处理后都可以改进它的附着力，支持力等性质；当单质聚合成塑料在等离子体中去做时，聚合链高度地横向连结，形成的塑料比通常的更强一些，使用这种方式处理的最普遍的物质是有机玻璃，含有不同填充料(ZrO 、 $BaSO_4$)的有机玻璃经等离子体处理，它的张力、抗疲劳性能都有较大提高。

在等离子体聚合物性质基础上的应用有：使用等离子体聚合物薄膜通过物质扩散还可以将 H_2 和 CH_4 气体分离；等离子体膜可作为阻挡层和防护膜，沉积高附着力的交联无孔等离子体聚合物膜可用于保护金属和其他衬底免遭损坏和腐蚀作用，这包括金属防护镀层和对水敏感的光学元件的防护镀层；应用等离子体聚合物的电学性质，如传导性和电介质性质，不同折射率的电介质层的沉积等；硬的等离子体聚合物涂料镀在软衬底上，以增加抗磨性，例如，金刚石涂层的应用，六甲基硅氧烷加氧的等离子体聚合物的应用， $Si(CH_3)_4 + O_2$ 和 $Si(OCH_3)_4$ 等离子体的硬度测定等；等离子体聚合物的光导、折射率等的测定和应用，未来的光元件进入计算机芯片，需要使用等离子体聚合物去制造折射率变化的光元件。