

聚酰亚胺纳米复合膜

Polyimide Nanometric Composite Films

项目批准号：59683002

中国科学院长春应用化学研究所 李悦生*、童跃进、张仲华、谢凤超、丁孟贤

● 主要研究内容

- (1) 稳定的无机前体溶胶的制备与优化，聚酰胺酸与无机前体溶胶的相容性。
- (2) 溶剂中水含量对聚酰亚胺、聚酰亚胺无机纳米复合（杂化）膜制备与性能的影响。
- (3) “溶胶-凝胶”法制备聚酰亚胺/TiO₂、聚酰亚胺/BaO·TiO₂纳米杂化膜，纳米杂化膜的微结构与性能。
- (4) 纳米分散法制备聚酰亚胺/TiO₂、聚酰亚胺/BaTiO₃纳米复合膜，纳米复合化膜的微结构与性能。

● 主要研究成果

(1) 利用“溶胶-凝胶”技术制备聚酰亚胺/TiO₂纳米杂化膜以聚酰胺酸溶液和正硅酸酯为原料，利用“溶胶-凝胶”过程制备聚酰亚胺/SiO₂纳米杂化材料的技术已相当成熟，聚酰亚胺/TiO₂纳米杂化膜却鲜为人知。正钛酸酯中的钛原子亲氧性极强，当与聚酰胺酸共混时，钛原子迅速与聚酰胺酸中的氧原子配位，产生凝胶团块而无法获得均匀的混溶胶。本项目利用可溶性聚酰胺溶液与正钛酸酯及稳定剂共混，经强力分散得到聚酰亚胺/正钛酸酯混溶胶，加等量水、涂膜、热处理，获得透明的聚酰亚胺/TiO₂纳米杂化膜。(2) 利用“溶胶-凝胶”技术制备聚酰亚胺/BaO·TiO₂纳米杂化膜

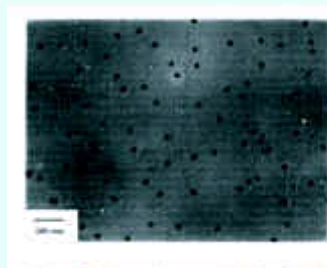


图1. 聚酰亚胺/TiO₂纳米杂化膜
的电子显微镜照片

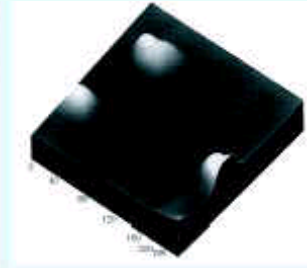


图2. 聚酰亚胺/TiO₂纳米杂化膜
的三维原子力显微镜照片

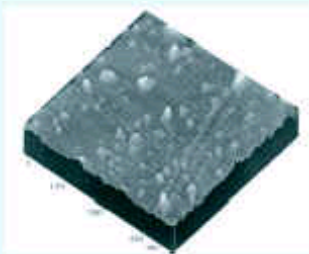


图3. 聚酰亚胺/BaO·TiO₂纳米杂化
膜的三维原子力显微镜照片

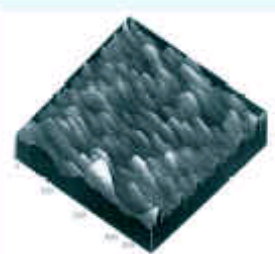


图4. 聚酰亚胺/BaTiO₃纳米杂化膜
的三维原子力显微镜照片

聚酰亚胺前体—聚酰胺酸、聚酰胺酸酯或聚异酰亚胺溶液与有机钡、有机钛、有机钡钛溶液的相容性很差、在共混过程中大多产生团块和发生相分离，无法得到均匀的混溶胶。本项目采用特殊的无机前体溶胶—乳酸钡钛，它只与聚酰胺酸具有良好的相容性，当其含量达到30%时，仍可获得透明混溶胶。钛原子可与氧原子形成很强的配位键，因而乳酸钡钛与3,3',4,4'-二苯硫醚二酞型聚酰胺酸具有特殊的相容性，当乳酸钡钛的当量高于50%时，仍可获得透明的混溶胶。将混溶胶膜在真空中加热至400℃，在聚酰胺酯环化的同时，乳酸钡钛转变为BaO·TiO₂，形成了纳米杂化的聚酰亚胺/BaO·TiO₂凝胶膜。

- (3) 利用纳米分散技术制备聚酰亚胺/BaTiO₃纳米复合膜

将TiO₂纳米粉分散在聚酰胺酸溶液中，然后涂膜并进行热处理，当TiO₂含量小于15%时，可获得透明的纳米复合膜，其力学性能良好，介电常数略有升高。采用同样方法制备了聚酰亚胺/BaTiO₃纳米复合膜，当BaTiO₃含量小于5%时，复合膜是透明的；当BaTiO₃含量达到30%时，仍得到韧性薄膜，其介电常数为5.4；用模压法可获得BaTiO₃含量达60%的杂化片材，其介电常数为11.2。

● 研究成果和科学意义和应用前景

自1990年前后开始有聚酰亚胺/无机纳米复合的报道，工作大多集中在聚酰亚胺/SiO₂杂化材料中，本项目的实施丰富了聚酰亚胺纳米杂化材料及其制备方法，对聚酰亚胺纳米杂化材料的发展具有一定的积极意义。聚酰亚胺/TiO₂杂化材料可用作塑料激光的基体树脂和波导材料；聚酰亚胺/BaTiO₃纳米复合可望在要求高耐热性和较高介电性的场合得到应用。

● 代表性论文

- (1) Yuejin TONG, Yuesheng LI*, Fengchao XIE and Mengxian DING, Preparation and Characteristics of Polyimide-TiO₂ Nanocomposite Film, Polym. Int., 2000, 49, 1543-1547

- (2) Yuesheng LI*, Yuejin TONG, Kai JIANG and Mengxian DING, Preparation of Polyimide- BaTiO₃ Hybrid films by A Dispersion Process and Their Microstructure, Chin. J. Polym. Sci., 2001, 19, 13-17.
- (3) Yuejin TONG, Yuesheng LI*, Jieping LIU, Mengxian DING, Preparation and Properties of Polyimide Films Co-doped with Barium and Titanium Oxides, J. Appl. Polym. Sci. In Press.
-

工程与材料科学部、国际合作局 主办
数理科学部、化学科学部 协办