《纳米科学与技术》丛书序
前言
《有机半导体异质结导论》序
《有机半导体异质结导论》前言
第 1 章　有机薄膜电子器件中的异质结构 …… 1
1.1　有机发光二极管 …… 1
1.2　有机双极晶体管 …… 2
1.3　有机光伏电池 …… 3
1.4　有机半导体的材料制备与器件性能 …… 5
参考文献 …… 6
第 2 章　弱取向外延生长高有序有机半导体薄膜 …… 7
2.1　真空沉积法制备有机超薄膜 …… 8
2.1.1　有机分子束外延薄膜 …… 8
2.1.2　有机分子气相沉积薄膜 …… 10
2.1.3　有机分子取向外延薄膜 …… 12
2.2　典型有机半导体的气相沉积薄膜 …… 12
2.2.1　并五苯气相沉积膜 …… 12
2.2.2　六噻吩气相沉积膜 …… 17
2.2.3　三环扭曲液晶分子 *m*-OSB 气相沉积膜 …… 21
2.2.4　盘状酞菁气相沉积膜 …… 28
2.3　弱外延生长高有序晶态有机薄膜 …… 30
2.3.1　弱外延生长的发现 …… 30
2.3.2　弱外延生长 …… 34
2.4　诱导层薄膜的形态结构 …… 35
2.4.1　*p*-6P 超薄膜的形态结构 …… 35
2.4.2　BP2T 超薄膜的形态结构 …… 44
2.4.3　3PT 超薄膜的形态结构 …… 48
2.4.4　BP3T 系列超薄膜的形态结构 …… 52
2.4.5　其他诱导层材料薄膜的形态结构 …… 58
2.4.6　固熔体诱导层薄膜的形态结构 …… 62

2.4.7 小结 …… 66
2.5 弱外延生长高有序平面酞菁薄膜 …… 66
2.5.1 *p*-6P 弱外延生长自由酞菁 …… 67
2.5.2 *p*-6P 弱外延生长 p 型平面酞菁 …… 72
2.5.3 *p*-6P 弱外延生长 n 型全氟代酞菁铜 …… 74
2.5.4 弱外延生长平面酞菁薄膜的稳定性及其动力学调控 …… 77
2.5.5 不同种类酞菁分子间的弱外延生长 …… 80
2.6 诱导层对平面酞菁薄膜生长的影响 …… 81
2.6.1 BP2T 弱外延生长 ZnPc …… 81
2.6.2 3PT 弱外延生长平面酞菁 …… 86
2.6.3 BP3T 系列诱导层材料弱外延生长平面酞菁 …… 90
2.7 弱外延生长高有序非平面酞菁薄膜 …… 95
2.7.1 *p*-6P 弱外延生长 VOPc …… 96
2.7.2 *p*-6P 弱外延生长 $SnCl_2Pc$ 和 SnOPc …… 98
2.8 诱导层对非平面酞菁薄膜生长的调控 …… 101
2.8.1 不同诱导层弱外延 VOPc 薄膜 …… 102
2.8.2 BFP4T 弱外延生长 VOPc …… 111
2.8.3 固熔体诱导层弱外延生长 VOPc …… 114
2.9 弱外延生长板状分子苝系衍生物 …… 117
2.10 展望 …… 122
参考文献 …… 125
第 3 章 有机半导体异质结的界面电子结构 …… 129
3.1 双极型有机晶体管与有机异质结构 …… 129
3.2 $CuPc/F_{16}CuPc$ 异质结效应 …… 132
3.2.1 薄膜晶体管特性参数与双极晶体管简介 …… 132
3.2.2 $CuPc/F_{16}CuPc$ 异质结晶体管的常开工作模式 …… 133
3.2.3 $CuPc/F_{16}CuPc$ 异质结高电导现象的组合实验证明 …… 134
3.2.4 $CuPc/F_{16}CuPc$ 异质结界面处电荷累积 …… 135
3.2.5 $CuPc/F_{16}CuPc$ 异质结的反向整流现象 …… 136
3.2.6 $CuPc/F_{16}CuPc$ 异质结中的载流子累积厚度 …… 137
3.2.7 $CuPc/F_{16}CuPc$ 异质结界面电子结构的 UPS 直接测量 …… 138
3.2.8 UPS 测量结果的分歧 …… 140
3.3 有机和无机半导体异质结 …… 141
3.3.1 有机累积型异质结和无机耗尽型异质结的对比分析 …… 141
3.3.2 半导体异质结的分类 …… 143

3.4 BP2T/F_{16}CuPc 异质结 …… 146
3.4.1 BP2T/F_{16}CuPc 体系中的异质结效应 …… 146
3.4.2 BP2T/F_{16}CuPc 异质结能带图 …… 148
3.4.3 BP2T/F_{16}CuPc 异质结二极管 …… 151
3.5 ZnPc/C_{60}异质结 …… 152
3.5.1 典型光伏体系 ZnPc/C_{60}中的异质结效应 …… 152
3.5.2 ZnPc/C_{60}异质结能带图 …… 153
3.5.3 ZnPc/C_{60}异质结二极管 …… 154
3.6 nn 同型有机异质结 …… 154
3.6.1 开尔文力显微镜观察界面电子结构 …… 154
3.6.2 常开型异质结晶体管 …… 155
3.6.3 F_{16}CuPc/$SnCl_2$Pc 异质结二极管 …… 156
3.6.4 F_{16}CuPc/$SnCl_2$Pc 界面电子结构的 UPS 直接测量 …… 157
3.7 pp 同型有机异质结 …… 160
3.7.1 双极型异质结场效应晶体管和 CMOS 二极管 …… 160
3.7.2 Ph3/VOPc 异质结界面的电学结构 …… 161
3.7.3 BP2T、*p*-6P 和平面酞菁界面电子结构的 UPS 直接测量 …… 162
3.7.4 系列棒状分子/VOPc 界面电子结构的 UPS 直接测量 …… 166
3.8 有机-金属氧化物异质结 …… 168
3.8.1 pp 耗尽累积型异质结(CuPc/PbO) …… 168
3.8.2 pn 累积型异质结(CuPc/MoO_3) …… 170
3.8.3 pn 累积型(PbO/F_{16}CuPc)和 nn 耗尽累积型(F_{16}CuPc/MoO_3)异质结 …… 171
3.8.4 总结 …… 174
3.9 展望 …… 175
参考文献 …… 176
第 4 章 有机异质结中的电输运 …… 179
4.1 弱外延生长有机薄膜中的异质结效应 …… 179
4.1.1 类单晶异质结的电导特性 …… 179
4.1.2 类单晶异质结中载流子的分布 …… 181
4.1.3 KPFM 表征弱外延薄膜的异质结效应 …… 185
4.2 CuPc/F_{16}CuPc 异质结载流子的电输运研究 …… 188
4.2.1 类单晶 CuPc/F_{16}CuPc 异质结的室温霍尔效应 …… 188
4.2.2 类单晶 CuPc/F_{16}CuPc 异质结的变温电导特性 …… 190
4.2.3 弱外延生长有机异质结的“双色载流子”电输运模型 …… 191

4.3 载流子在双极型异质结晶体管中的传输 …… 192
4.3.1 BP2T/F_{16}CuPc 异质结 MOS 二极管 …… 193
4.3.2 采用两类单层晶体管模拟双极型传输 …… 194
4.3.3 双极型异质结晶体管模型 …… 195
4.4 同质结界面对薄膜晶体管传输沟道的影响 …… 205
4.4.1 *p*-6P/ZnPc 和 BP2T/ZnPc 体系导电沟道位置的差异 …… 205
4.4.2 棒状分子/VOPc 界面对晶体管传输行为的影响 …… 205
4.4.3 固熔体诱导层对弱外延 VOPc 晶体管传输的调节 …… 207
4.4.4 P4T/F2P4T 诱导层导电性对 VOPc 传输的影响 …… 210
4.5 展望 …… 211
参考文献 …… 211
第 5 章 有机异质结在电子器件中的应用 …… 213
5.1 有机场效应晶体管 …… 213
5.1.1 有机场效应晶体管简介 …… 213
5.1.2 双极型晶体管 …… 215
5.1.3 有机薄膜形态结构与器件功能 …… 220
5.1.4 常开型场效应晶体管 …… 223
5.2 有机光伏电池 …… 224
5.2.1 光伏电池原理 …… 224
5.2.2 结晶性耗尽结有机光伏电池 …… 236
5.2.3 P3HT/C_{60} 累积结有机光伏电池 …… 242
5.3 有机半导体气体传感器 …… 246
5.3.1 超薄膜的室温传感性质 …… 247
5.3.2 超薄膜的表面电势调控 …… 251
5.4 有机器件中电接触的改善 …… 254
5.4.1 高电导材料改善晶体管中的接触 …… 255
5.4.2 高电导异质结改善晶体管中的接触 …… 255
5.4.3 有机光伏电池中接触的改善 …… 261
5.5 异质结薄膜作为叠层器件的连接单元 …… 262
5.5.1 叠层有机发光二极管 …… 262
5.5.2 叠层有机光伏电池 …… 265
5.6 适用于平板显示的 VOPc 薄膜晶体管 …… 269
5.6.1 VOPc OTFT 的静态特性 …… 269
5.6.2 VOPc OTFT 的瞬态特性 …… 269
5.6.3 VOPc MIS 二极管的电学特性 …… 272

5.6.4 含有异质结缓冲层的 VOPc OTFT 的静态和瞬态特性 …… 275
5.6.5 VOPc 场效应晶体管的稳定性 …… 277
5.7 OTFT 有源矩阵显示 …… 281
5.7.1 OTFT-LCD …… 281
5.7.2 OTFT-OLED …… 284
5.8 展望 …… 286
参考文献 …… 287
第 6 章 有机异质结半导体 …… 291
6.1 异型异质互穿网络形态结构的双极电输运性质 …… 291
6.1.1 溶液加工的双极型体异质晶体管 …… 291
6.1.2 真空蒸镀的双极型体异质晶体管 …… 291
6.2 同型异质有机半导体共混体系 …… 293
6.2.1 CuPc 和 CoPc 夹心型晶体管 …… 293
6.2.2 CuPc 和 CoPc 共混共晶材料 …… 296
6.2.3 CuPc 和 NiPc 共混共晶材料 …… 300
6.3 有机半导体层状超晶格 …… 303
6.3.1 有机量子阱/超晶格的发展历程 …… 303
6.3.2 酞菁盘状分子超晶格材料的制备 …… 304
6.3.3 $H_2Pc/F_{16}CuPc$ 超晶格晶体的形态结构 …… 310
6.3.4 $H_2Pc/F_{16}CuPc$ 超晶格晶体的电学性质 …… 314
6.3.5 $H_2Pc/F_{16}CuPc$ 超晶格晶体的频率特性 …… 319
6.4 展望 …… 320
参考文献 …… 322