

有机螺环基团有机发光二极管材料与器件研究取得进展

面向超高清显示（UHD）技术的核心需求，红、绿、蓝窄谱带发光材料的研发逐渐成为有机发光二极管（OLED）领域的研究热点。传统荧光材料由于局部激发态（1LE）的展宽效应，其半峰宽（FWHM）通常大于40 nm；而磷光材料则因配体-配体三重态电荷转移态（3LLCT）或配体-金属中心三重态电荷转移态（3MLCT）的电荷转移机制导致光谱展宽，难以满足UHD技术对高色纯度的严苛要求。基于硼/氮掺杂多环芳烃（B/N-PAHs）的多重共振热活化延迟荧光材料（MR-TADF），通过MR效应和刚性分子结构显著降低了材料的FWHM，展现出作为未来OLED材料的潜力。然而，其刚性平面结构显著提高了单重态-三重态能隙（ ΔE_{ST} ），从而大幅衰减了反向系间窜越（RISC）速率，限制了器件效率的进一步提升。

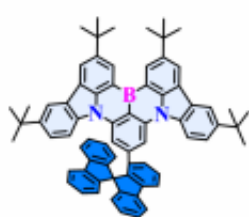
近期，中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员葛子义、副研究员李伟，联合华南理工大学教授苏仕健提出一种分子设计策略，将刚性9,9'-螺双[芴]（SF）单元全部或部分整合到B/N-分子内电荷转移（MR）发光核心中，成功开发了含螺芴的MR-TADF材料体系SF-BN1、SF-BN2、SF-BN3和SF-BN4。该材料体系具有高色纯度和高效率的特性。

对于完全嵌入B/N-MR核心的发光体SF-BN1和SF-BN2，SF中的 sp^3 杂化碳原子将每个分子分成对称的部分，形成两个独立且刚性的B/N-MR发光中心。这阻碍了共轭结构，降低了共轭长度，发射出深蓝光，并通过多通道辐射衰减过程和能量转移机制显著提高了材料效率。对于部分嵌入B/N-MR核心的发光体SF-BN3和SF-BN4，芴嵌入的B/N-MR核心可以连接B/N[4]螺旋烯亚单元，形成刚性分子框架。

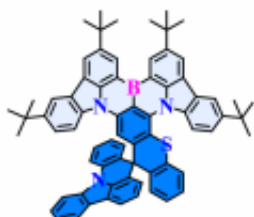
值得注意的是，SF-BN1、SF-BN2、SF-BN3和SF-BN4在稀释的甲苯溶液中实现了最小的半峰全宽（FWHM）值，分别为17 nm、21 nm、17 nm和15 nm。同时，该材料体系在掺杂薄膜中高光致发光量子产率高达90%，这表明它们具有出色的电致发光（EL）潜力。基于SF-BN1、SF-BN2、SF-BN3和SF-BN4的相应超荧光有机发光二极管（HF-OLED）峰值外量子效率（EQE）分别达到了29.0%、22.2%、35.5%和33.6%，对应的CIE坐标分别为（0.13, 0.08）、（0.11, 0.15）、（0.13, 0.23）和（0.12, 0.35），FWHM值分别为23 nm、32 nm、26 nm和40 nm。

相关研究成果以Spiro Units Embedded in the B/N Center for Constructing Highly Efficient Multiple Resonance TADF Emitter为题，发表在《德国应用化学》上。研究工作得到了国家自然科学基金、浙江省“领雁”研发计划项目以及宁波市重点科技项目等的支持。

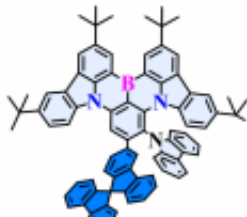
Previous Work



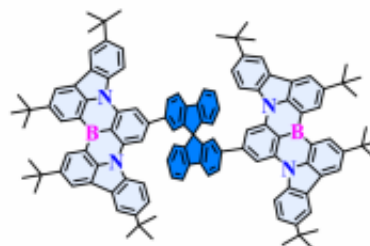
SF1BN



Spiro-BNCz



SF3BN

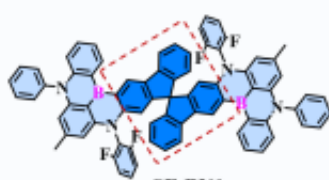


(R/S)-p-Spiro-DtBuCzB

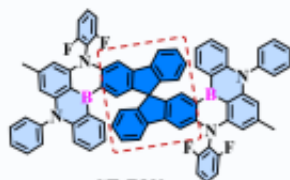
λ_{PL} : 493 nm; FWHM= 28 nm λ_{PL} : 528 nm; FWHM=42/48 nm λ_{PL} : 520 nm; FWHM= 30 /36 nm λ_{PL} : 473 nm; FWHM = 33 nm
Angew. Chem. Int. Ed. 2022, 61, e202201886 Aggregate. 2023, e445 Adv. Optical Mater. 2024, 2400490 Sci. China Chem. 2022, 61, e202202227

Spiral Embedded MR-TADF Emitters (This work)

Fully Embedded:



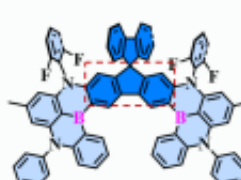
SF-BN1
Deep-Blue Emitter
 λ_{PL} = 458 nm
FWHM = 17 nm
EQE_{max} = 29.0%



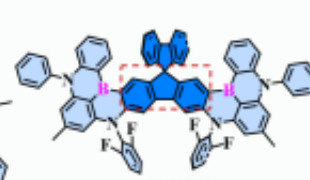
SF-BN2
Deep-Blue Emitter
 λ_{PL} = 463 nm
FWHM = 21 nm
EQE_{max} = 22.2%

- ✓ Narrowband deep-blue emission
- ✓ Multiple B/N-MR luminescent centers
- ✓ Multi-channel radiation decay process and energy transfer mechanism
- ✓ High EL Performance
- ✓ Approaching BT.2020 Blue emission

Partially Embedded:



SF-BN3
Blue Emitter
 λ_{PL} = 471 nm
FWHM = 17 nm
EQE_{max} = 35.5%



SF-BN4
Blueish-Green Emitter
 λ_{PL} = 483 nm
FWHM = 15 nm
EQE_{max} = 33.6%

- ✓ Narrowband blue to blueish-green emission
- ✓ Fine-tuning of the conjugated length to achieve tunable color emission
- ✓ Shielding Effect for the peripheral units
- ✓ High EL Performance

高性能窄谱带有机螺环基OLED材料结构及其关键的性能参数

原文地址: <http://www.china-nengyuan.com/tech/226878.html>