

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

C07D487/22

H05B 33/14

/(C07D487/22,207:00,  
207:00,207:00,  
207:00,257:00)



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410011333.0

[43] 公开日 2005年6月29日

[11] 公开号 CN 1631890A

[22] 申请日 2004.12.10

[21] 申请号 200410011333.0

[71] 申请人 吉林大学

地址 130023 吉林省长春市朝阳区前卫路10号

[72] 发明人 王悦 霍成 郭建华

[74] 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司

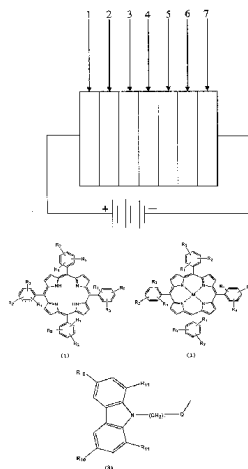
代理人 张景林

权利要求书1页 说明书34页 附图1页

[54] 发明名称 四苯基卟啉衍生物及其在有机电致发光器件中的应用

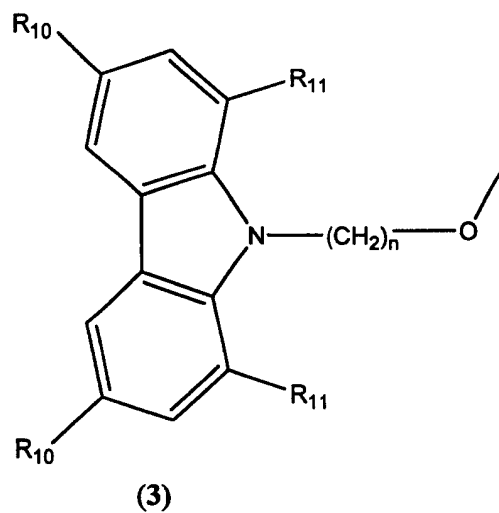
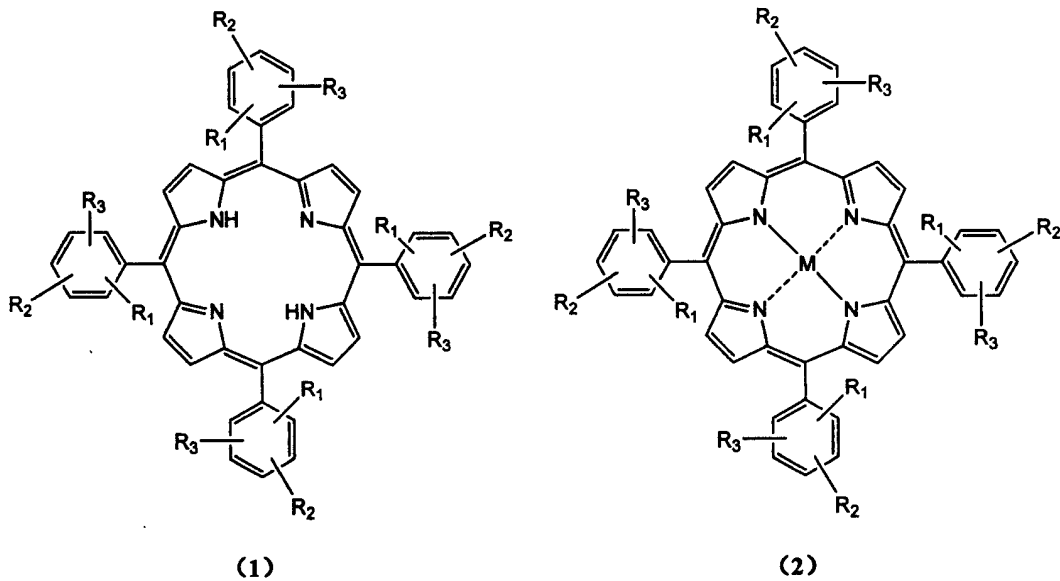
[57] 摘要

本发明涉及一类四苯基卟啉衍生物(1)或(2)及其在制备有机电致发光器件中的应用。M为Zn或Pt, R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>三个取代基团相同或不同,其中至少有一个取代基团为式(3)所示的烷氧基取代咪唑衍生物, R<sub>10</sub>和R<sub>11</sub>相同或不同,是H或者是C<sub>1-4</sub>的烷基, n=4-12;其余两个取代基团为H、C<sub>1-4</sub>的烷氧基、烷基或式(3)所示的烷氧基取代咪唑衍生物。应用本发明材料制备的器件优点是电致发光效率高,溶解性、成膜性好,易于同聚合物共混从而进行器件的研究,可以制备红色发光器件,器件工艺简单,有利于器件批量工业化生产。



ISSN 1008-4274

1、通式(1)或(2)所示的以四苯基卟啉为基本结构骨架的四苯基卟啉衍生物,



M 为 Zn 或 Pt,  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  三个取代基团相同或不同, 其中至少有一个取代基团为式(3)所示的烷氧基取代咪唑衍生物,  $R_{10}$  和  $R_{11}$  相同或不同, 是 H 或者是  $C_{1-4}$  的烷基,  $n=4-12$ ; 其余两个取代基团为 H、 $C_1-C_4$  的烷氧基、烷基或式(3)所示的烷氧基取代咪唑衍生物。

- 2、权利要求 1 所述的四苯基卟啉衍生物在制备有机电致发光器件方面的应用。
- 3、如权利要求 2 所述的四苯基卟啉衍生物在制备有机电致发光器件方面的应用, 其特征在于: 电致发光器件带有一个或多个活性层, 在这些活性层中至少有一层含有一种或多种本发明所述化合物(1)或(2)。
- 4、如权利要求 3 所述的四苯基卟啉衍生物在制备有机电致发光器件方面的应用, 其特征在于: 活性层是一个光发射层和/或一迁移层和/或一电荷注入层。

## 四苯基卟啉衍生物及其在有机电致发光器件中的应用

### 技术领域

本发明涉及一种有机电致发光材料及其应用，具体涉及一种四苯基卟啉衍生物及其作为发光材料在有机电致发光器件中的应用。

### 背景技术

有机电致发光现象被发现已有三十多年的时间，1987年以前，由于有机电致发光器件存在的巨大缺陷（开启电压 $>200\text{V}$ ），限制了其应用。近十年以来由于材料及器件工艺的不断突破，使有机电致发光已达到或接近实用化阶段。

1965年 Gurnee 等首次发表了关于有机电致发光器件的专利（U.S.Pat.No.3,172,862, 3,173,050）。1973年 Dresner 也发表了有机电致发光器件方面的专利（U.S.Pat.No.3,170,167）。在这些发明中多芳环有机化合物如蒽、四并苯、五并苯等被用于有机电致发光材料。早期的器件主要结构特征为单层结构，有机发光层的厚度大于 $1\text{mm}$ ，器件的开启电压在 $200\text{v}$ 以上。

80年代美国柯达公司的气味等首先发现超薄多层器件结构，使器件的开启电压大大降低（U.S.Pat.No.4,356,429）。其器件的基本特征是以导电玻璃为衬底，先蒸镀上一层空穴注入层（ $100\text{nm}$ ），同时也是传输层，然后旋涂上一层有机电子传输层，同时也是电致发光层，最后镀上一层金属作为负极，该器件开启电压为 $20\text{v}$ ，亮度为 $5\text{cd}/\text{m}^2$ 。之后柯达公司 VanSlyke 等采用芳香多胺为空穴传输层进行器件制备，使器件性能大大提高，亮度可达 $340\text{cd}/\text{m}^2$ 。

美国柯达公司的 VanSlyke 和气味首先发现  $\text{Alq}_3$ (8-羟基喹啉铝)具有良好的电致发光性能以后，人们相继用 8-羟基喹啉及其衍生物与  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Ga}^{3+}$ 、 $\text{Be}^{2+}$  等合成出了一系列电致发光材料，这些材料大部分发黄绿光，有些发蓝光（见 U.S.Pat.No.4,720,432；U.S.Pat.No.4,539,507；C.W.Tang, S.A.VanSlyke, Appl.Phys.1987,51,913；U.S.Pat.No.5,151,629；Hamada, Jpn.J.Appl.Phys., 部分 2., 1992, 32, L 514；Matsumura, Jpn.J.Appl.Phys., 1996,35,5357；洞穴, J.Appys., 1996,79,7991）。日本 Sanyo 公司的 Sano 等在 U.S.Pat.5,432,014 中用西弗碱-锌配合物作为发光层制备了蓝光器件。值得注意的是日本 Sanyo 公司的 Hamada 等合成出 10-羟基苯并喹啉化合物，其电致发光性能超过了  $\text{Alq}_3$ (Hamadeng Chem.lett.,1993,950)。

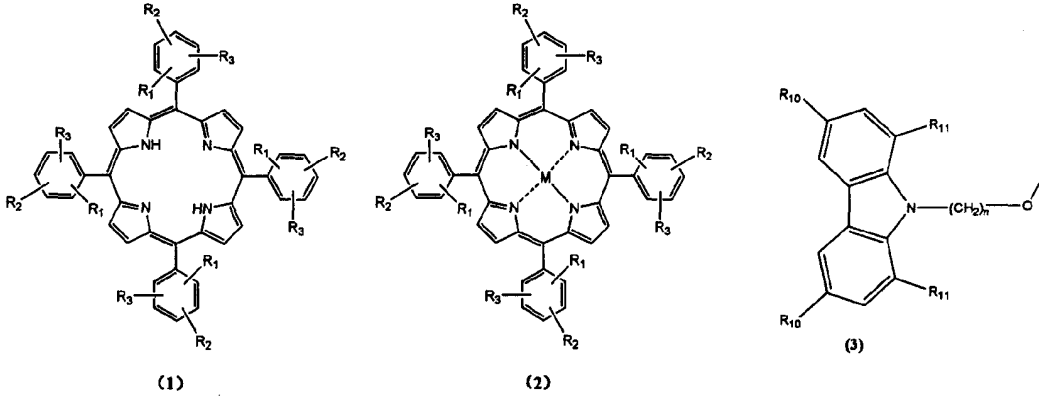
由于一些性能优良的电致发光材料的发现和器件结构的不断优化，使有机电致发光已取得了一些突破性进展。（见 U.S.Pat.No.5,151,629；5,150,006；5,141,671；5,073,446；5,061,569；5,059,862；5,059,861；5,047,687；4,950,950；5,104,740；5,227,252；5,256,945；5,069,957；5,122,711；5,554,450；5,683,823；5,593,788；5,645,948；5,451,343；5,623,080；5,395,862）。

卟啉化合物作为发光材料被运用到电致发光领域里主要是从 1998 年开始的。1998 年美国普林斯顿大学的研究小组采用磷光材料八乙基卟啉铂做为掺杂材料，电子传输材料  $\text{Alq}_3$  作为主体材料制备了红光发射器件（见 U.S.Pat.No.6,303,238；S.R.Forrest, 性质,1998,395,151），最大外量子效率为 4%。从此开辟了磷光卟啉化合物在电致发光方面应用的先河。1999 年美国南加利福尼亚大学和普林斯顿大学的科研小组又开发了两种不同取代基团的卟啉铂化合物  $\text{PtDPP}$ 、 $\text{PtOX}$ ，制备了红光发射器件（见 U.S.Pat.No.6,413,656；S.R.Forrest, Chem.Mater,1999,11,3709）。但是它们的外量子效率均比较低，且稳定性较差，不具有载流子传输性能。因此寻找效率高、稳定性好、同时具有载流子传输性能，能够实现高效电致发光的材料是一个迫切需要解决的问题。

### 发明内容

本发明的目的是提供一类可以在较宽浓度范围内实现发光效率高、稳定性好、具有载流子传输性能的有机电致发光材料，以及该材料在有机电致发光器件中的应用。

经研究发现，四苯基卟啉衍生物具有优良的电致发光特性。本发明的对象是结构式如(1)

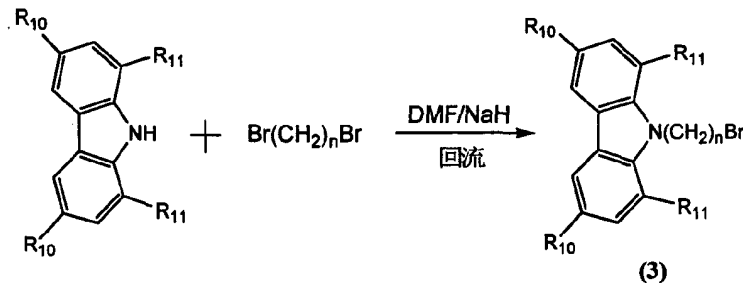


和(2)所示的一类化合物。

通式(1)和(2)代表以四苯基卟啉为基本结构骨架的四苯基卟啉衍生物，其中M为锌(Zn)或Pt； $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 三个取代基可以相同或不同，其中至少有一个取代基为式(3)所示的烷氧基取代咪唑衍生物(其中 $R_{10}$ 和 $R_{11}$ 可以相同或不同，可以是H或者是 $C_{1-4}$ 的烷基， $n=4-12$ )，其余两个取代基为H、 $C_1-C_4$ 的烷氧基、烷基或式(3)所示的烷氧基取代咪唑衍生物。

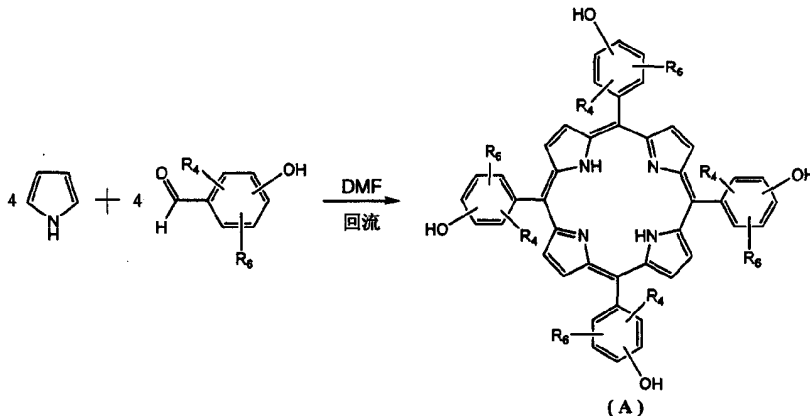
本发明式(1)和(2)为新四苯基卟啉衍生物。本发明式(1)和(2)的化合物适用于制备高性能的有机电致发光器件。应用本发明材料制备的器件优点是电致发光效率高，溶解性、成膜性好，易于同聚合物共混从而进行器件的研究，使器件工艺变得简单，有利于器件批量工业化生产。

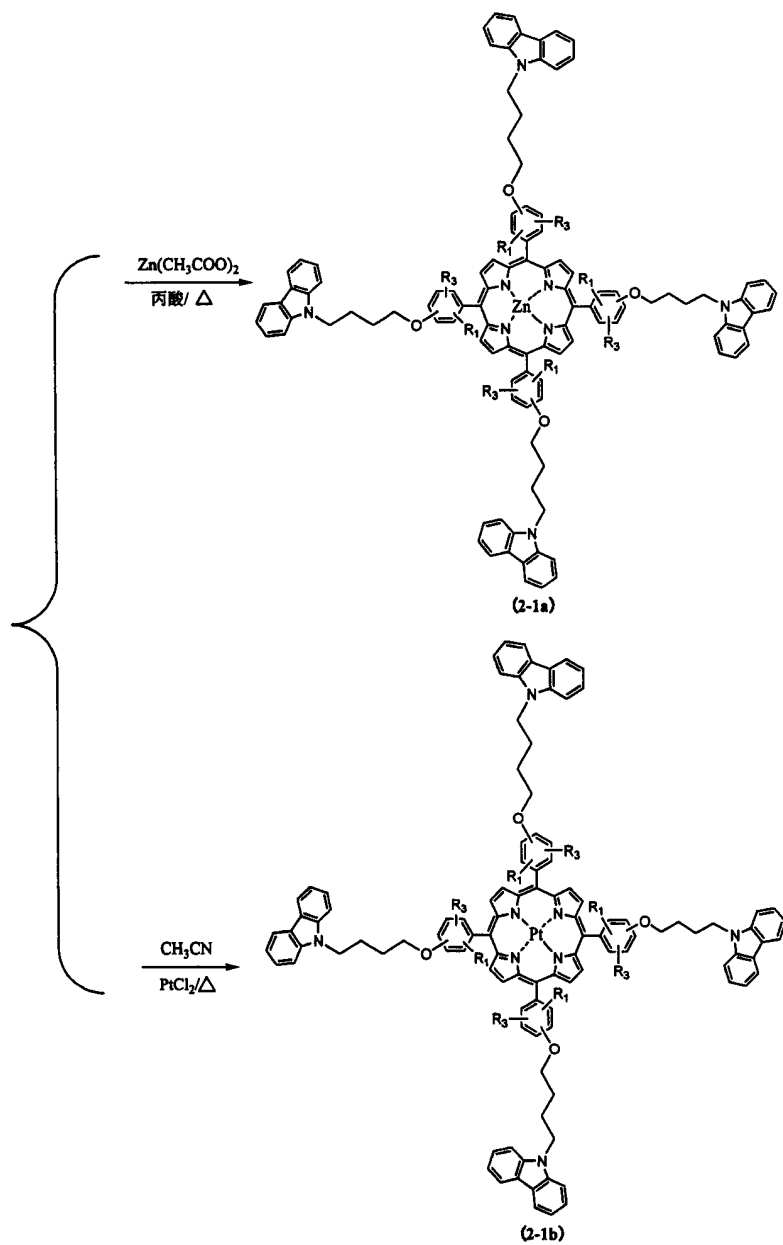
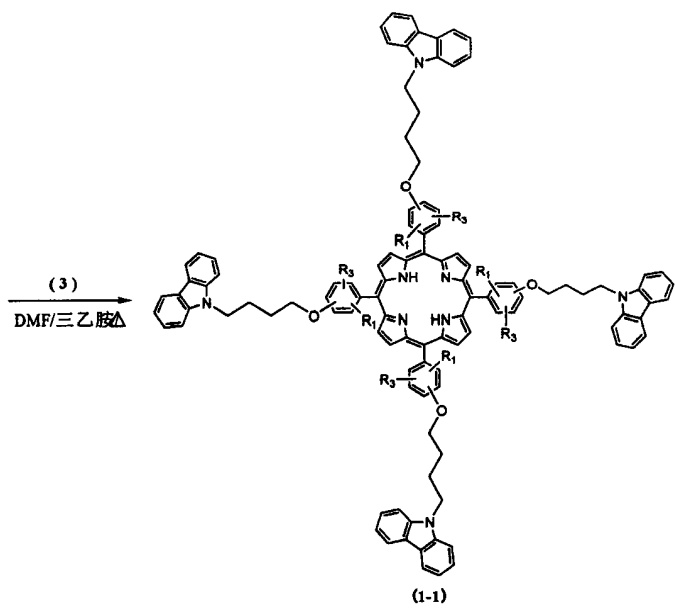
首先制备烷氧基取代咪唑衍生物：



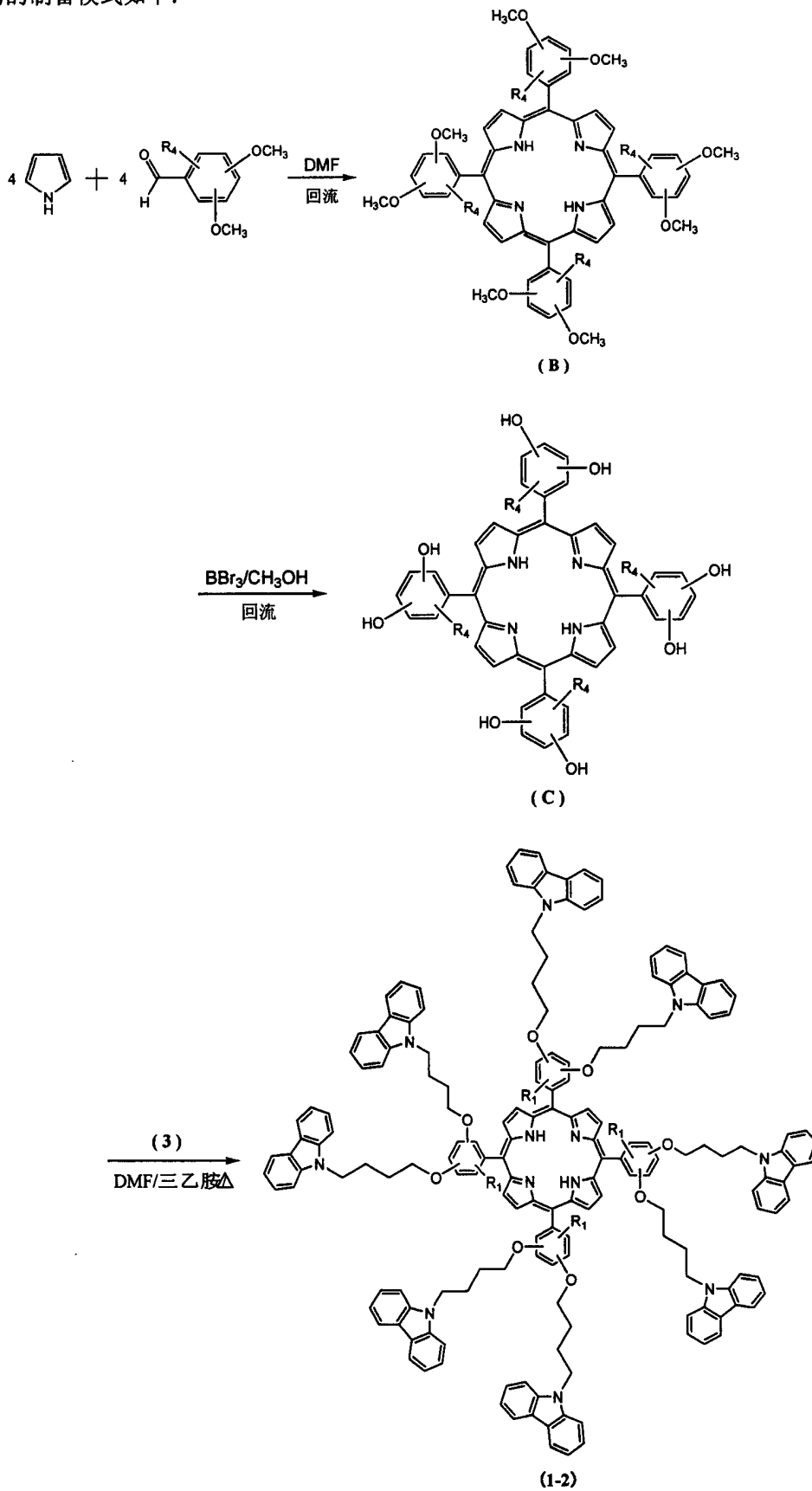
为制备四苯基卟啉衍生物按如下**反应模式1**进行：

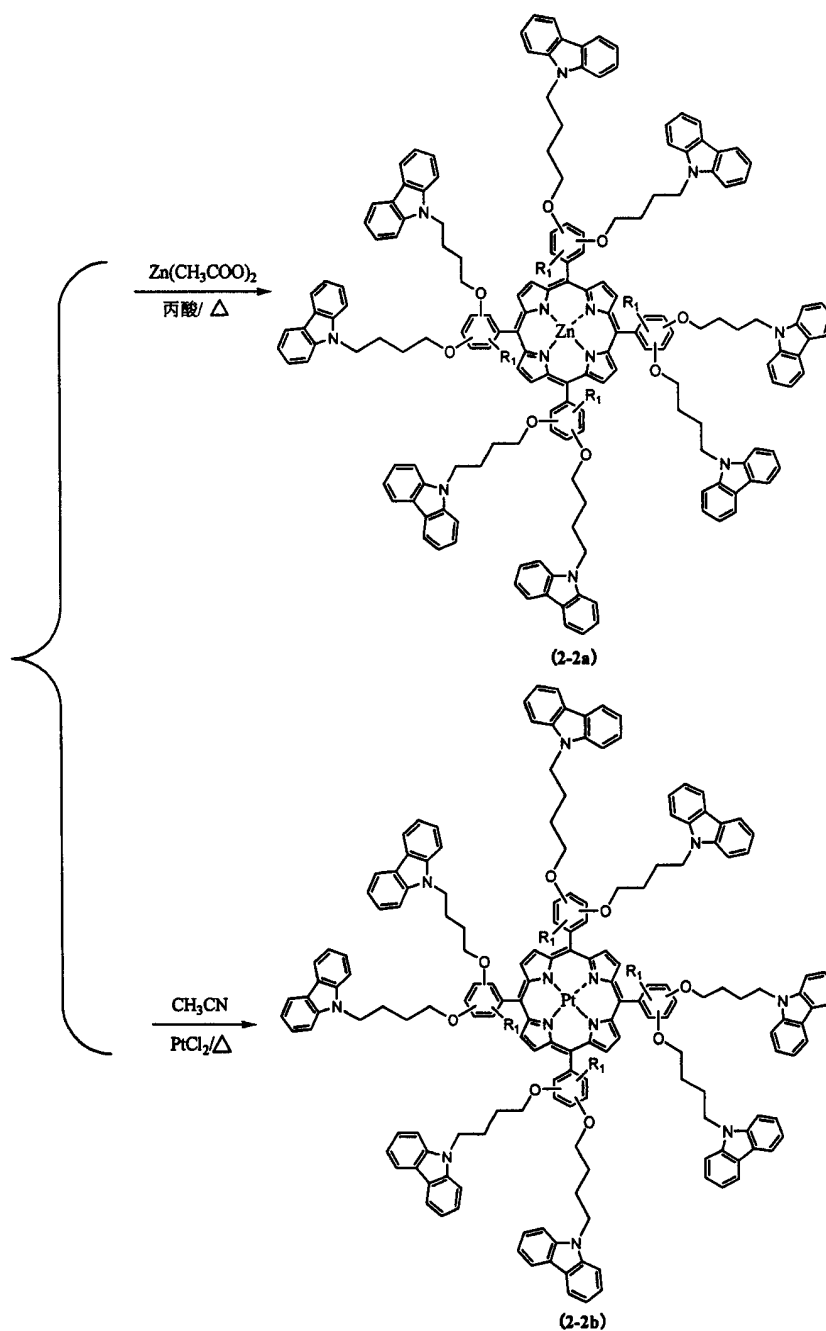
**反应模式1: 1-1**，当 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 三个取代基有一个为烷氧基取代咪唑衍生物时，制备四苯基卟啉衍生物的制备模式如下：



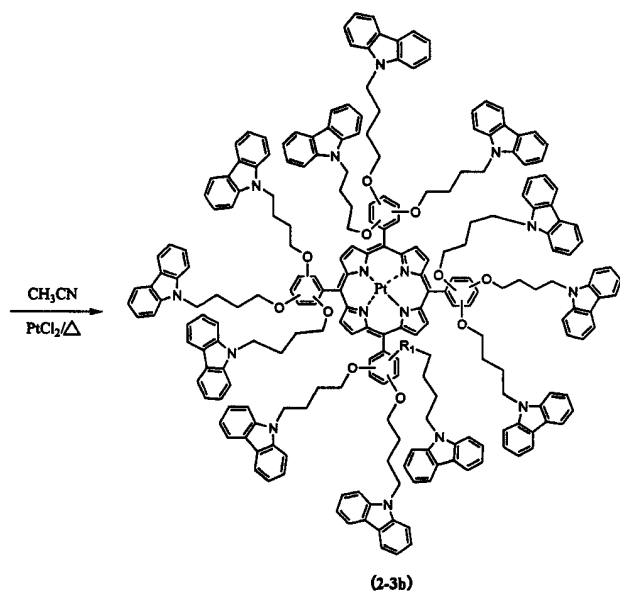
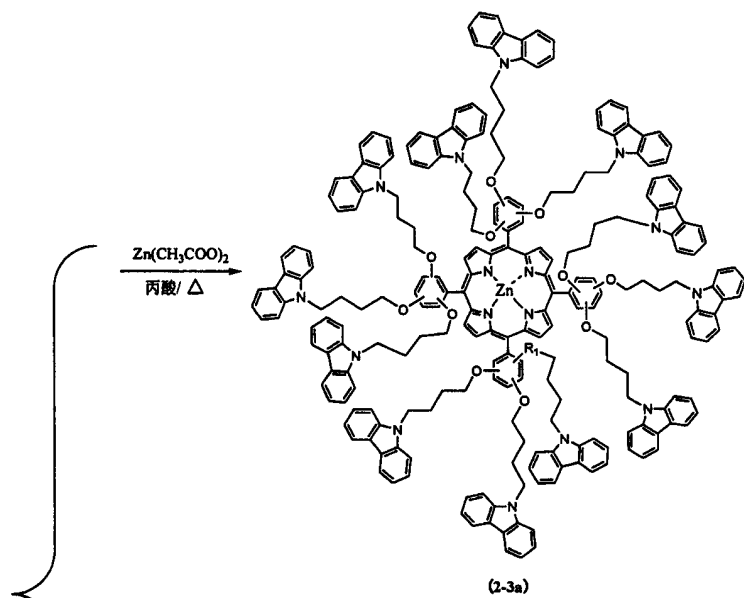
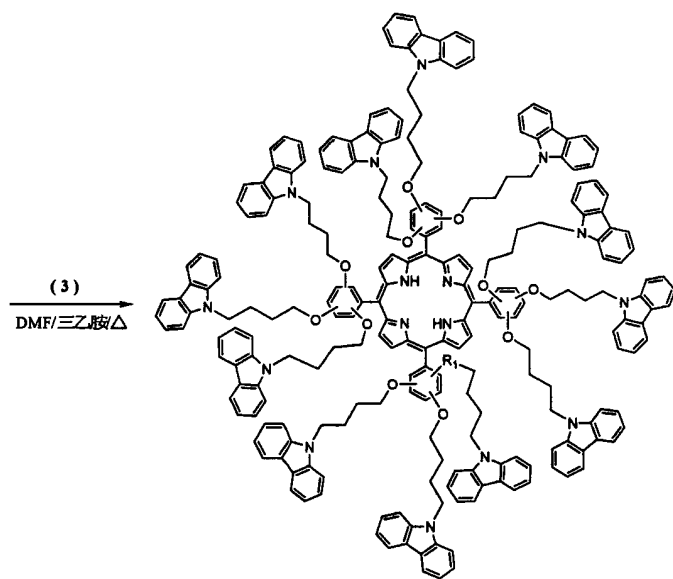


**模式 1-2:** 当  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  三个取代基有二个为烷氧基取代咪唑衍生物时，制备四苯基卟啉衍生物的制备模式如下：





**模式 1-3:** 当 R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub> 三个取代基都为烷氧基取代咪唑衍生物时，制备四苯基卟啉衍生物的制备模式如下：





由于按**反应模式 1 (1-1、1-2、1-3)**所合成的四苯基卟啉衍生物具有较大  $C_4-C_{12}$  的 N-卟啉取代烷氧基团, 对卟啉核心起到了空间隔离的功能, 因此减弱了发光时的浓度淬灭效应, 同时增加了材料的溶解性和成膜性, 有利于同聚合物共混从而进行器件研究。

由于卟啉的荧光发射峰与卟啉吸收带有很大的重叠, 卟啉基团上产生的激发态能量能够传递到中心卟啉核上, 从而导致更好的红光发射; 同时卟啉具有良好的载流子传输性能, 因此以这些材料制备的器件具有更高的电致发光效率。

**反应模式 1** 采用的原料为卟啉或取代卟啉,  $C_4-C_{12}$  的双溴代烷, 吡咯, 取代苯甲醛。前两种原料在 N,N-二甲基甲酰胺溶液中 (在 NaH 存在条件下) 回流反应生成化合物**(3)**, 后两种原料在 N,N-二甲基甲酰胺溶液中回流条件下反应生成化合物**(A)**、**(B)**、**(D)**, 化合物**(B)**、**(D)**在甲醇和三溴化硼混合溶液中回流反应获得化合物**(C)**、**(E)**, 化合物**(C)**、**(E)**在 N,N-二甲基甲酰胺、三乙胺、化合物**(3)**混合溶液中反应获得目标化合物**(1)**, 化合物**(1)**在丙酸、醋酸锌混合溶液中加热反应或在乙腈、二氯化铂混合溶液中加热反应获得目标化合物**(2)**。

本发明的化合物可以作为电致发光材料用于制备电致发光器件, 尤其可用于电致发光器件的活性层。所谓活性层就是在一定驱动电压下能发光或具有电荷注入、传输性能的有机薄膜层。因此本发明的对象也是本发明的式**(1)**和**(2)**化合物作为电致发光材料的应用以及含有式**(1)**和**(2)**化合物的混合物作为电致发光材料的应用。

通过器件电致发光光谱、亮度、电流/电压特性分析方法测试材料及器件性能, 应用本发明式**(1)**和**(2)**化合物的电致发光器件其特性如下: 开启电压 4.5V 左右, 最大亮度达到  $240 \text{ cd/m}^2$ , 最大外量子效率达 5.68%。由此可见, 本发明式**(1)**和**(2)**的化合物合成方法简单、提纯方便、应用于电致发光红光材料具有开启电压低、亮度高、发光效率高、稳定性好等特点。

#### 附图说明

图 1: 应用本发明所述有机材料的电致发光器件结构示意图。

现结合附图来说明本发明式**(1)**和**(2)**化合物在电致发光器件中的应用。本发明的对象可用于制备带有一个或多个活性层的电致发光器件, 而且这些活性层中至少一层含有一种或多种本发明的化合物。活性层可以是一个光发射层和/或一迁移层和/或一电荷注射层。此类发光器件的基本结构如图 1 所示, 该图为一多层结构的电致发光器件, 其由附着在透光玻璃 1 上的 ITO (氧化铟锡) 导电层 (正极) 2 和金属 (Al, Mg:Ag 合金, Ca, Na, K) 层 (负极) 7 以及夹在两极之间的两个载流子注入层 (空穴注入层 3 和电子注入层 6) 和两个活性层构成, 这两个活性层分别由空穴传输材料 (如 NPB) 4 和发光材料同时也是电子传输材料 5 构成, 5 中所用材料为本发明所述的有机电致发光材料, 或包含本发明所述的有机电致发光材料。空穴和电子分别从正负两极注入, 分别在空穴传输层和电子传输层 (也是发光层) 中传输, 在两层的界面附近区域电子和空穴复合, 并产生激子, 激子通过辐射跃迁回到基态, 就有光发出。

这种发射光的颜色可通过更换作为发光层应用的化合物加以改变, 应用本发明的材料可以制备红色发光器件。在电致发光层和阴极之间可附加装入一层电子注射层和/或电子迁移层来提高器件性能。

这些电致发光装置可应用作自身发光的指示元件如信号灯、字母数字显示器、指示牌、光电耦合器上、各种平板显示器 (手机、数码摄像机、数码照像机、掌上电脑等的显示屏) 中的应用。

#### 具体实施方式

下面通过实例来进一步阐明本发明化合物的制备及应用, 而不是要用这些实例来限制本发

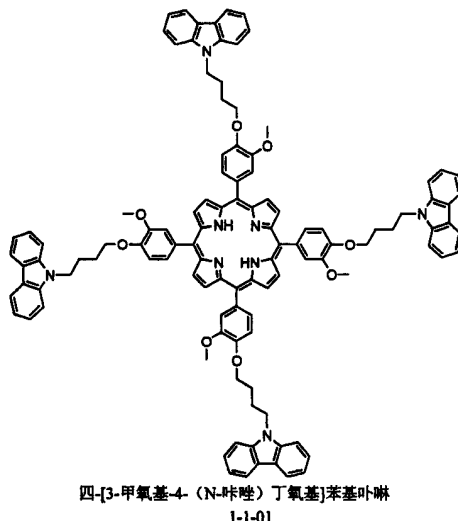
明，所有原料均可以从商业渠道获得。

### 实例 1：化合物 1-1-01 的合成

用 150 毫升 N,N-二甲基甲酰胺作溶剂，加入化合物氢化钠 3.0 克，咔唑 10 克和 1,4-二溴丁烷 20.0 克，回流反应 6 小时。冷却，加入 50 毫升甲醇充分搅拌后过滤，收集的滤液浓缩蒸干，粗产物用环己烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析，即得产物 N-(4-溴丁基)咔唑 8.2 克。产率 45.4%。

将化合物 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛 10.0 克，吡咯 4.4 克和 N,N-二甲基甲酰胺 600 毫升加热回流 2 小时，冷却静止，加入 200 毫升蒸馏水，过滤，将粗产物用二氯甲烷为洗脱剂、三氧化二铝为固定相柱层析，即得产物四-(3-甲氧基-4-羟基)苯基卟啉 3.5 克。产率 26.7%。

将化合物四-(3-甲氧基-4-羟基)苯基卟啉 1.0 克加入 N-(4-溴丁基)咔唑 3.0 克，三乙胺 2.0 毫升，N,N-二甲基甲酰胺 600 毫升，加热搅拌反应 12 小时。产物用蒸馏水和二氯甲烷萃取，二氯甲烷萃取液浓缩，用二氯甲烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析即得产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉 1.9 克。产率：90.1%。质谱分子离子峰：1683。元素分析按化学式  $C_{112}H_{98}N_8O_8$  计算：C: 79.9%；H: 5.9%；N: 6.6%；O: 7.6%实验值：C: 79.8%；H: 5.8%；N: 6.7%；O: 7.4%。



### 实例 2：化合物 1-1-02 的合成

化合物 1-1-02 的合成与实例 1 一样。只是用的是 1,5-二溴戊烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)戊氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰：1739。元素分析按化学式  $C_{116}H_{106}N_8O_8$  计算：C: 80.0%；H: 6.1%；N: 6.4%；O: 7.4%；实验值：C: 79.8%；H: 6.2%；N: 6.5%；O: 7.5%。

### 实例 3：化合物 1-1-03 的合成

化合物 1-1-03 的合成与实例 1 一样。只是用的是 1,6-二溴己烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)己氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰：1795。元素分析按化学式  $C_{120}H_{114}N_8O_8$  计算：C: 80.0%；H: 6.4%；N: 6.2%；O: 7.1%；实验值：C: 80.2%；H: 6.3%；N: 6.1%；O: 7.2%。

### 实例 4：化合物 1-1-04 的合成

化合物 1-1-04 的合成与实例 1 一样。只是用的是 1,7-二溴庚烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)庚氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰：1851。元素分析按化学式  $C_{124}H_{122}N_8O_8$  计算：C: 80.4%；H: 6.6%；N: 6.1%；O: 6.9%；实验值：C: 80.2%；H: 6.5%；N: 6.0%；O: 7.0%。

**实例 5: 化合物 1-1-05 的合成**

化合物 1-1-05 的合成与实例 1 一样。只是用的是 1,8-二溴辛烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)辛氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 1907。元素分析按化学式  $C_{128}H_{130}N_8O_8$  计算: C: 80.6%; H: 6.9%; N: 5.9%; O: 6.7%; 实验值: C: 80.9%; H: 6.8%; N: 6.1%; O: 7.0%。

**实例 6: 化合物 1-1-06 的合成**

化合物 1-1-06 的合成与实例 1 一样。只是用的是 1,9-二溴壬烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)壬氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 1963。元素分析按化学式  $C_{132}H_{138}N_8O_8$  计算: C: 80.7%; H: 7.1%; N: 5.7%; O: 6.5%; 实验值: C: 80.8%; H: 6.9%; N: 6.0%; O: 6.4%。

**实例 7: 化合物 1-1-07 的合成**

化合物 1-1-07 的合成与实例 1 一样。只是用的是 1,10-二溴癸烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)癸氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 2019。元素分析按化学式  $C_{136}H_{146}N_8O_8$  计算: C: 80.8%; H: 7.3%; N: 5.6%; O: 6.3%; 实验值: C: 80.5%; H: 7.4%; N: 5.8%; O: 6.2%。

**实例 8: 化合物 1-1-08 的合成**

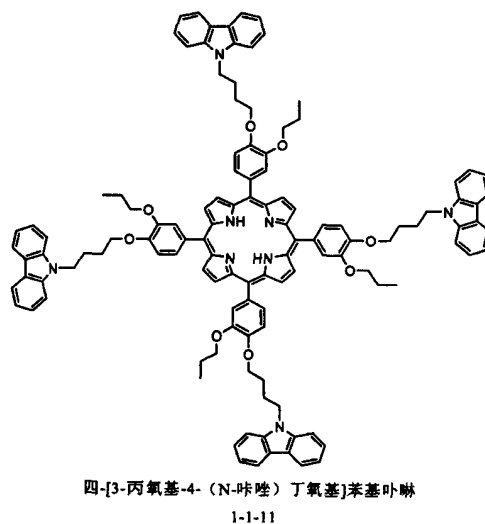
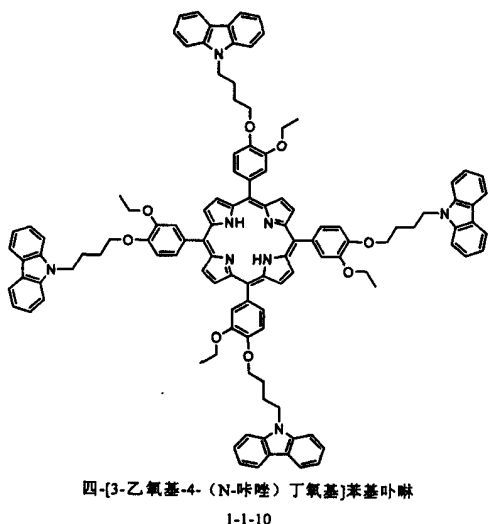
化合物 1-1-08 的合成与实例 1 一样。只是用的是 1,11-二溴十一烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)十一烷氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 2075。元素分析按化学式  $C_{140}H_{154}N_8O_8$  计算: C: 81.0%; H: 7.5%; N: 5.4%; O: 6.2%; 实验值: C: 81.2%; H: 7.3%; N: 5.1%; O: 6.5%。

**实例 9: 化合物 1-1-09 的合成**

化合物 1-1-09 的合成与实例 1 一样。只是用的是 1,12-二溴十二烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)十二烷氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 2131。元素分析按化学式  $C_{144}H_{162}N_8O_8$  计算: C: 81.1%; H: 7.7%; N: 5.3%; O: 6.0%; 实验值: C: 81.2%; H: 7.3%; N: 5.1%; O: 6.2%。

**实例 10: 化合物 1-1-10 的合成**

化合物 1-1-10 的合成与实例 1 一样。只是用的是 3-乙氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[3-乙氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 1739。元素分析按化学式  $C_{116}H_{106}N_8O_8$  计算: C: 80.0%; H: 6.1%; N: 6.4%; O: 7.4%; 实验值: C: 79.6%; H: 6.2%; N: 6.5%; O: 7.6%。

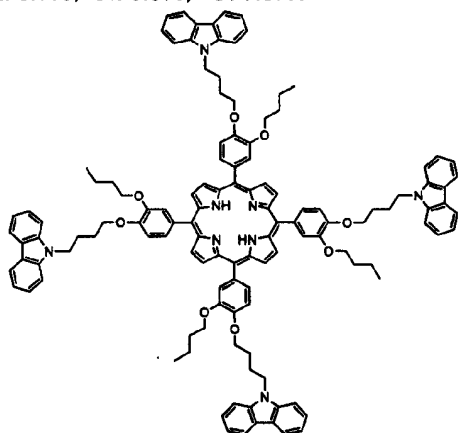


**实例 11: 化合物 1-1-11 的合成**

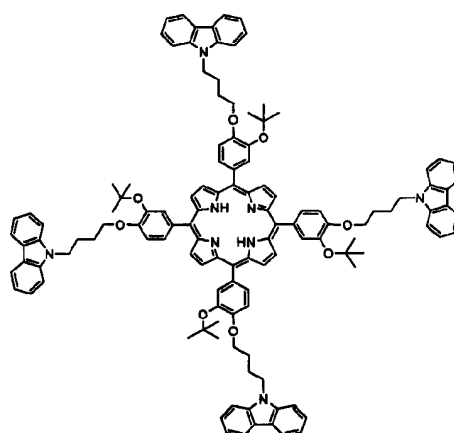
化合物 1-1-11 的合成与实例 1 一样。只是用的是 3-丙氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[3-丙氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 1795。元素分析按化学式  $C_{120}H_{114}N_8O_8$  计算: C: 80.0%; H: 6.4%; N: 6.2%; O: 7.1%; 实验值: C: 80.3%; H: 6.3%; N: 6.3%; O: 7.2%。

**实例 12: 化合物 1-1-12 的合成**

化合物 1-1-12 的合成与实例 1 一样。只是用的是 3-丁氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[3-丁氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 1851。元素分析按化学式  $C_{124}H_{122}N_8O_8$  计算: C: 80.4%; H: 6.6%; N: 6.1%; O: 6.9%; 实验值: C: 80.6%; H: 6.7%; N: 6.0%; O: 7.1%。



四-[3-丁氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉  
1-1-12



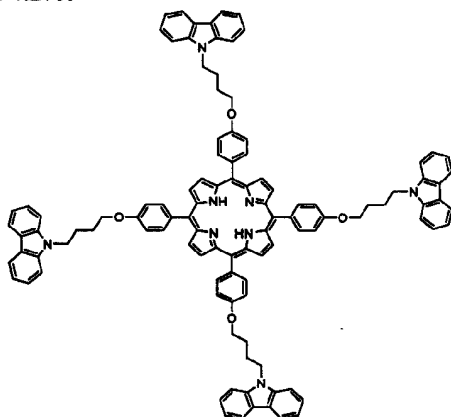
四-[3-叔丁氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉  
1-1-13

**实例 13: 化合物 1-1-13 的合成**

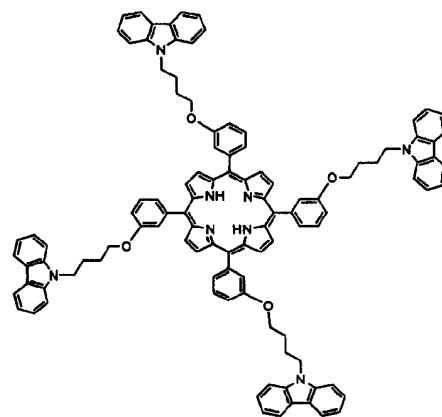
化合物 1-1-13 的合成与实例 1 一样。只是用的是 3-叔丁氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[3-叔丁氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 1851。元素分析按化学式  $C_{124}H_{122}N_8O_8$  计算: C: 80.4%; H: 6.6%; N: 6.1%; O: 6.9%; 实验值: C: 80.3%; H: 6.9%; N: 6.4%; O: 7.1%。

**实例 14: 化合物 1-1-14 的合成**

化合物 1-1-14 的合成与实例 1 一样。只是用的是 4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 1562。元素分析按化学式  $C_{108}H_{90}N_8O_8$  计算: C: 82.9%; H: 5.8%; N: 7.2%; O: 4.1%; 实验值: C: 83.3%; H: 5.9%; N: 7.4%; O: 4.2%。



四-[4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉  
1-1-14



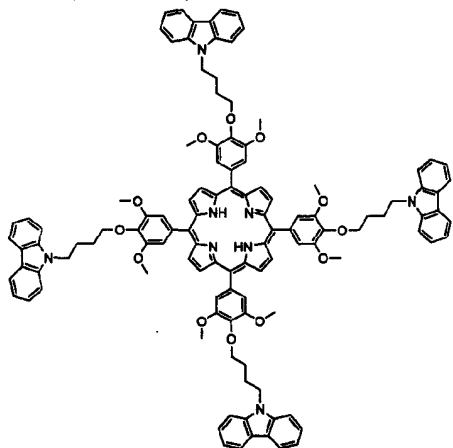
四-[3-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉  
1-1-15

**实例 15: 化合物 1-1-15 的合成**

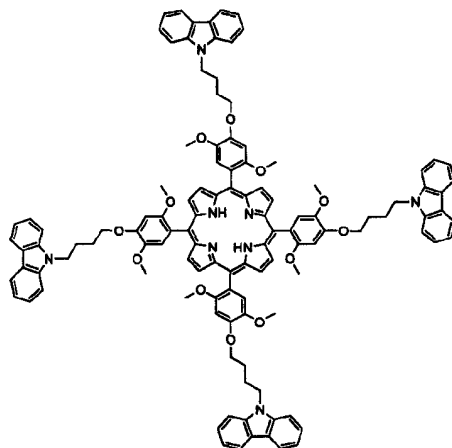
化合物 1-1-15 的合成与实例 1 一样。只是用的是 3-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[3-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 1562。元素分析按化学式  $C_{108}H_{90}N_8O_8$  计算: C: 82.9%; H: 5.8%; N: 7.2%; O: 4.1%; 实验值: C: 83.1%; H: 5.9%; N: 7.0%; O: 4.2%。

**实例 16: 化合物 1-1-16 的合成**

化合物 1-1-16 的合成与实例 1 一样。只是用的是 3,5-二甲氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[2,5-二甲氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 1803。元素分析按化学式  $C_{116}H_{106}N_8O_{12}$  计算: C: 77.2%; H: 5.9%; N: 6.2%; O: 10.6%; 实验值: C: 77.3%; H: 6.2%; N: 6.4%; O: 10.1%。



四-[3,5-二甲氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉  
1-1-16



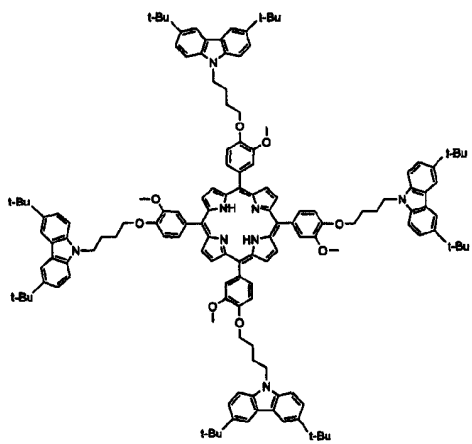
四-[2,5-二甲氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉  
1-1-17

**实例 17: 化合物 1-1-17 的合成**

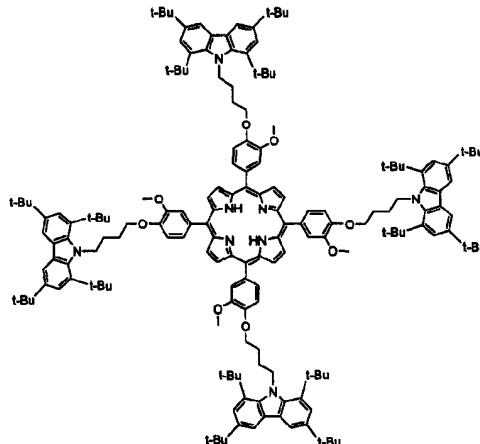
化合物 1-1-17 的合成与实例 1 一样。只是用的是 2,5-二甲氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[2,5-二甲氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 1803。元素分析按化学式  $C_{116}H_{106}N_8O_{12}$  计算: C: 77.2%; H: 5.9%; N: 6.2%; O: 10.6%; 实验值: C: 77.5%; H: 6.0%; N: 6.1%; O: 10.8%。

**实例 18: 化合物 1-1-18 的合成**

化合物 1-1-18 的合成与实例 1 一样。只是用的是 3,6-二叔丁基咔唑代替咔唑。产物四-[3-甲氧基-4-(3,6-二叔丁基-N-咔唑基)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 2131。元素分析按化学式  $C_{144}H_{162}N_8O_8$  计算: C: 81.1%; H: 7.7%; N: 5.3%; O: 6.0%; 实验值: C: 81.4%; H: 7.5%; N: 5.1%; O: 5.8%。



四-[3-甲氧基-4-(3,6-二叔丁基-N-咔唑基)丁氧基]苯基卟啉  
1-1-18



四-[3-甲氧基-4-(1,3,6,8-四叔丁基-N-咔唑基)丁氧基]苯基卟啉  
1-1-19

**实例 19: 化合物 1-1-19 的合成**

化合物 1-1-19 的合成与实例 1 一样。只是用的是 1,3,6,8-四叔丁基咔唑代替咔唑。产物四-[3-甲氧基-4-(1,3,6,8-四叔丁基-N-咔唑基)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 2580。元素分析按化学式  $C_{176}H_{226}N_8O_8$  计算: C: 81.9%; H: 8.8%; N: 4.3%; O: 5.0%; 实验值: C: 81.4%; H: 8.9%; N: 4.1%; O: 5.1%。

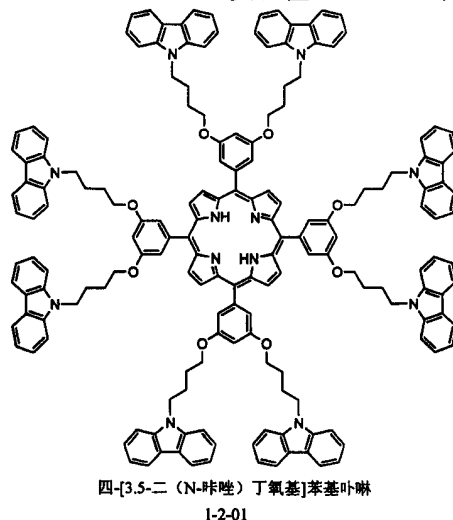
**实例 20: 化合物 1-2-01 的合成**

用 150 毫升 N,N-二甲基甲酰胺作溶剂, 加入化合物氯化钠 3.0 克, 咔唑 10 克和 1,4-二溴丁烷 20.0 克, 回流反应 6 小时。冷却, 加入 50 毫升甲醇充分搅拌后过滤, 收集的滤液浓缩蒸干, 粗产物用环己烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析, 即得产物 N-(4-溴丁基) 咔唑 8.2 克。产率 45.4%。

将化合物 3,5-二甲氧基苯甲醛 10.0 克, 吡咯 4.0 克和 N,N-二甲基甲酰胺 600 毫升加热回流 2 小时, 冷却静止, 加入 200 毫升蒸馏水, 过滤, 将粗产物用二氯甲烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析, 即得产物四-(3,5-二甲氧基) 苯基卟啉 2.8 克。产率 21.8%。

将化合物四-(3,5-二甲氧基) 苯基卟啉 2.0 克加入三溴化硼 1 毫升, 甲醇 100 毫升, 加热回流反应 3 小时, 冷却静止, 加入 100 毫升 0.1M 稀盐酸, 减压蒸馏蒸干溶剂, 二氯甲烷洗涤, 即得产物四-(3,5-二羟基) 苯基卟啉 1.7 克。产率 98%。

将化合物四-(3,5-二羟基) 苯基卟啉 1.0 克加入 N-(4-溴丁基) 咔唑 6.0 克, 三乙胺 2.0 毫升, N,N-二甲基甲酰胺 600 毫升, 加热搅拌反应 12 小时。产物用蒸馏水和二氯甲烷萃取, 二氯甲烷萃取液浓缩, 用二氯甲烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析即得产物四-[3,5-二(N-咔唑) 丁氧基] 苯基卟啉 2.9 克。产率: 85.6%。质谱分子离子峰: 2511。元素分析按化学式  $C_{172}H_{150}N_{12}O_8$  计算: C: 82.2%; H: 6.0%; N: 6.7%; O: 5.1% 实验值: C: 81.8%; H: 5.8%; N: 6.5%; O: 5.4%。

**实例 21: 化合物 1-2-02 的合成**

化合物 1-2-02 的合成与实例 20 一样。只是用的是 1,5-二溴戊烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3,5-二(N-咔唑) 戊氧基] 苯基卟啉。质谱分子离子峰: 2623。元素分析按化学式  $C_{180}H_{166}N_{12}O_8$  计算: C: 82.4%; H: 6.4%; N: 6.4%; O: 4.9%; 实验值: C: 82.8%; H: 6.2%; N: 6.5%; O: 4.7%。

**实例 22: 化合物 1-2-03 的合成**

化合物 1-2-03 的合成与实例 20 一样。只是用的是 1,6-二溴己烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3,5-二(N-咔唑) 己氧基] 苯基卟啉。质谱分子离子峰: 2735。元素分析按化学式  $C_{188}H_{182}N_{12}O_8$  计算: C: 82.5%; H: 6.7%; N: 6.1%; O: 4.7%; 实验值: C: 82.2%; H: 6.8%; N: 6.3%; O: 4.9%。

**实例 23: 化合物 1-2-04 的合成**

化合物 1-2-04 的合成与实例 20 一样。只是用的是 1,7-二溴庚烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-咔唑)庚氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 2848。元素分析按化学式  $C_{196}H_{198}N_{12}O_8$  计算: C: 82.6%; H: 7.0%; N: 5.9%; O: 4.5%; 实验值: C: 82.2%; H: 6.9%; N: 6.0%; O: 4.7%。

**实例 24: 化合物 1-2-05 的合成**

化合物 1-2-05 的合成与实例 20 一样。只是用的是 1,8-二溴辛烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-咔唑)辛氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 2960。元素分析按化学式  $C_{204}H_{214}N_{12}O_8$  计算: C: 82.7%; H: 7.3%; N: 5.7%; O: 4.3%; 实验值: C: 82.9%; H: 7.2%; N: 6.0%; O: 4.4%。

**实例 25: 化合物 1-2-06 的合成**

化合物 1-2-06 的合成与实例 20 一样。只是用的是 1,9-二溴壬烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-咔唑)壬氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 3072。元素分析按化学式  $C_{212}H_{230}N_{12}O_8$  计算: C: 82.8%; H: 7.5%; N: 5.5%; O: 4.2%; 实验值: C: 83.1%; H: 7.9%; N: 5.4%; O: 4.4%。

**实例 26: 化合物 1-2-07 的合成**

化合物 1-2-07 的合成与实例 20 一样。只是用的是 1,10-二溴癸烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-咔唑)癸氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 3184。元素分析按化学式  $C_{220}H_{246}N_{12}O_8$  计算: C: 82.9%; H: 7.8%; N: 5.3%; O: 4.0%; 实验值: C: 82.5%; H: 7.9%; N: 5.5%; O: 4.2%。

**实例 27: 化合物 1-2-08 的合成**

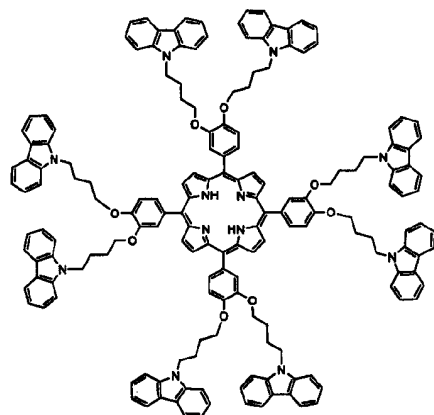
化合物 1-2-08 的合成与实例 20 一样。只是用的是 1,11-二溴十一烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-咔唑)十一烷氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 3296。元素分析按化学式  $C_{228}H_{262}N_{12}O_8$  计算: C: 83.0%; H: 8.0%; N: 5.1%; O: 3.9%; 实验值: C: 83.2%; H: 8.3%; N: 5.0%; O: 3.7%。

**实例 28: 化合物 1-2-09 的合成**

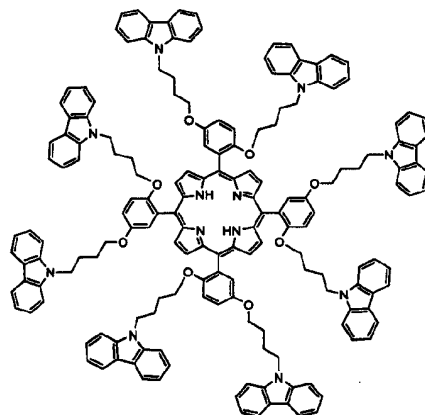
化合物 1-2-09 的合成与实例 20 一样。只是用的是 1,12-二溴十二烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-咔唑)十二烷氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 3408。元素分析按化学式  $C_{236}H_{278}N_{12}O_8$  计算: C: 83.1%; H: 8.2%; N: 4.9%; O: 3.8%; 实验值: C: 83.2%; H: 8.3%; N: 5.1%; O: 4.0%。

**实例 29: 化合物 1-2-10 的合成**

化合物 1-2-10 的合成与实例 20 一样。只是用的是 3,4-二甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[3,4-二(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 2511。元素分析按化学式  $C_{172}H_{150}N_{12}O_8$  计算: C: 82.2%; H: 6.0%; N: 6.7%; O: 5.1% 实验值: C: 82.4%; H: 5.8%; N: 6.5%; O: 5.2%。



四-[3,4-二(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉  
1-2-10



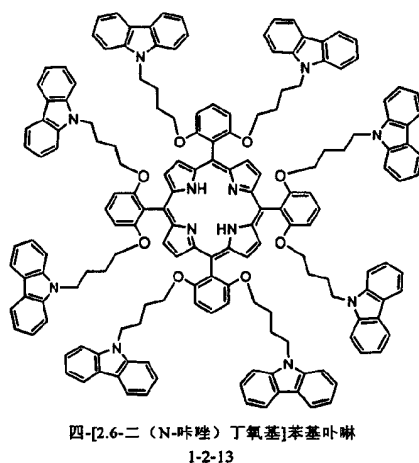
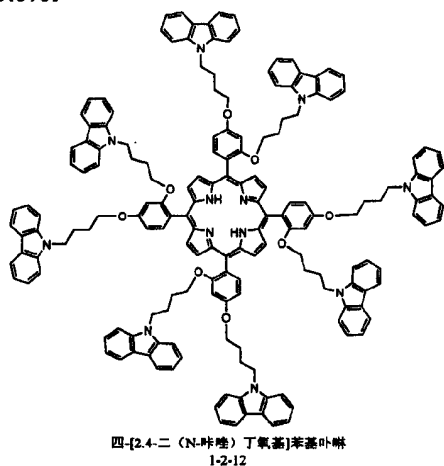
四-[2,5-二(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉  
1-2-11

**实例 30: 化合物 1-2-11 的合成**

化合物 1-2-11 的合成与实例 20 一样。只是用的是 2,5-二甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[2,5-二(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 2511。元素分析按化学式  $C_{172}H_{150}N_{12}O_8$  计算: C: 82.2%; H: 6.0%; N: 6.7%; O: 5.1%实验值: C: 82.5%; H: 5.7%; N: 6.5%; O: 5.2%。

**实例 31: 化合物 1-2-12 的合成**

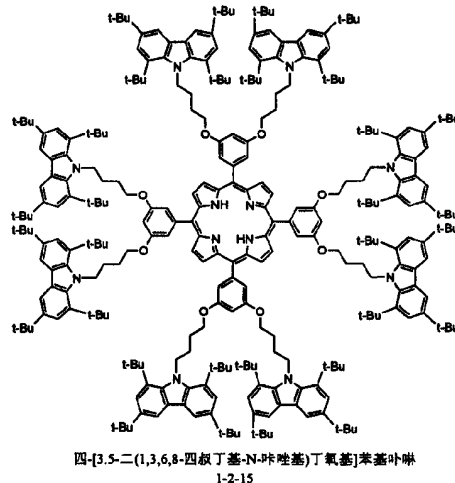
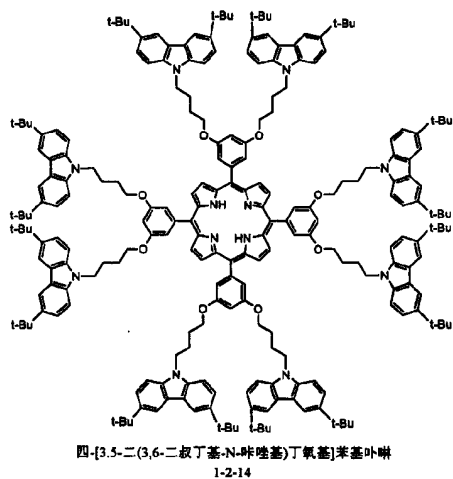
化合物 1-2-12 的合成与实例 20 一样。只是用的是 2,4-二甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[2,4-二(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 2511。元素分析按化学式  $C_{172}H_{150}N_{12}O_8$  计算: C: 82.2%; H: 6.0%; N: 6.7%; O: 5.1%实验值: C: 82.4%; H: 5.7%; N: 6.9%; O: 5.0%。

**实例 32: 化合物 1-2-13 的合成**

化合物 1-2-13 的合成与实例 20 一样。只是用的是 2,6-二甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[2,6-二(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 2511。元素分析按化学式  $C_{172}H_{150}N_{12}O_8$  计算: C: 82.2%; H: 6.0%; N: 6.7%; O: 5.1%实验值: C: 82.0%; H: 5.7%; N: 6.9%; O: 5.4%。

**实例 33: 化合物 1-2-14 的合成**

化合物 1-2-14 的合成与实例 20 一样。只是用的是 3,6-二叔丁基咪唑代替咪唑。产物四-[3,5-二(3,6-二叔丁基-N-咪唑基)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 3408。元素分析按化学式  $C_{236}H_{278}N_{12}O_8$  计算: C: 83.1%; H: 8.2%; N: 4.9%; O: 3.8%实验值: C: 83.0%; H: 8.4%; N: 4.8%; O: 4.0%。



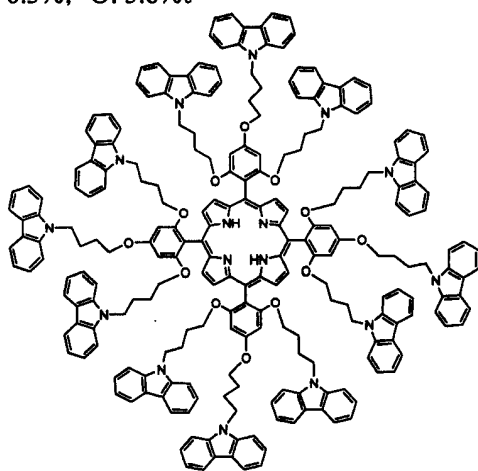


**实例 34: 化合物 1-2-15 的合成**

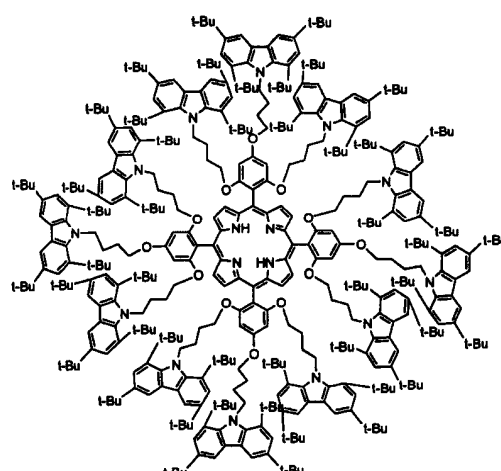
化合物 1-2-15 的合成与实例 20 一样。只是用的是 1,3,6,8-四叔丁基咔唑代替咔唑。产物四-[3,5-二(1,3,6,8-四叔丁基-N-咔唑基)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 4305。元素分析按化学式  $C_{300}H_{406}N_{12}O_8$  计算: C: 83.6%; H: 9.5%; N: 3.9%; O: 3.0%实验值: C: 83.3%; H: 9.4%; N: 3.8%; O: 3.2%。

**实例 35: 化合物 1-3-01 的合成**

化合物 1-3-01 的合成与实例 20 一样。只是用的是 2,4,6-三甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[2,4,6-三(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 3460。元素分析按化学式  $C_{236}H_{210}N_{16}O_{12}$  计算: C: 81.9%; H: 6.1%; N: 6.5%; O: 5.6%实验值: C: 82.3%; H: 6.0%; N: 6.3%; O: 5.8%。



四-[2,4,6-三(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉  
1-3-01



四-[2,4,6-三(1,3,6,8-四叔丁基-N-咔唑基)丁氧基]苯基卟啉  
1-3-02

**实例 36: 化合物 1-3-02 的合成**

化合物 1-3-02 的合成与实例 20 一样。只是用的是 1,3,6,8-四叔丁基咔唑代替咔唑, 2,4,6-三甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[2,4,6-三(1,3,6,8-四叔丁基-N-咔唑基)丁氧基]苯基卟啉。质谱分子离子峰: 6151。元素分析按化学式  $C_{428}H_{594}N_{16}O_{12}$  计算: C: 83.5%; H: 9.7%; N: 3.6%; O: 3.1%实验值: C: 83.3%; H: 9.4%; N: 3.8%; O: 3.2%。

**实例 37: 化合物 2-1-01 的合成**

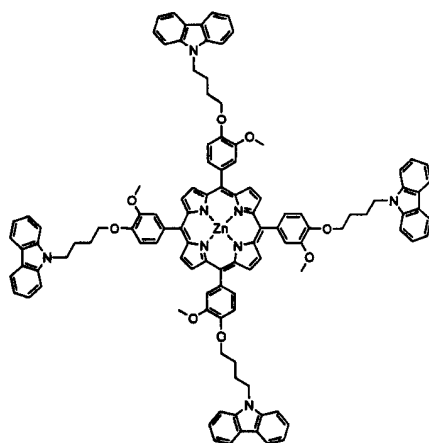
用 150 毫升 N,N-二甲基甲酰胺作溶剂, 加入化合物氢化钠 3.0 克, 咔唑 10 克和 1,4-二溴丁烷 20.0 克, 回流反应 6 小时。冷却, 加入 50 毫升甲醇充分搅拌后过滤, 收集的滤液浓缩蒸干, 粗产物用环己烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析, 即得产物 N-(4-溴丁基)咔唑 8.2 克。产率 45.4%。

将化合物 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛 10.0 克, 吡咯 4.4 克和 N,N-二甲基甲酰胺 600 毫升加热回流 2 小时, 冷却静止, 加入 200 毫升蒸馏水, 过滤, 将粗产物用二氯甲烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析, 即得产物四-(3-甲氧基-4-羟基)苯基卟啉 3.5 克。产率 26.7%。

将化合物四-(3-甲氧基-4-羟基)苯基卟啉 1.0 克加入 N-(4-溴丁基)咔唑 3.0 克, 三乙胺 2.0 毫升, N,N-二甲基甲酰胺 600 毫升, 加热搅拌反应 12 小时。产物用蒸馏水和二氯甲烷萃取, 二氯甲烷萃取液浓缩, 用二氯甲烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析即得产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉 ( $H_2TCBOPP$ ) 1.9 克。产率: 90.1%。

将化合物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉 1.0 克加入醋酸锌 1.0 克, 丙酸 600 毫升, 加热搅拌反应 12 小时。产物用蒸馏水和二氯甲烷萃取, 二氯甲烷萃取液浓缩, 用二氯甲烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析即得产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌 0.9

克。产率：86.9%。质谱分子离子峰：1745。元素分析按化学式  $C_{112}H_{96}N_8O_8Zn$  计算：C: 77.0%；



四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-1-01

H: 5.5%; N: 6.4%; O: 7.3%实验值: C: 76.8%; H: 5.8%; N: 6.7%; O: 7.4%。

#### 实例 38: 化合物 2-1-02 的合成

化合物 2-1-02 的合成与实例 37 一样。只是用的是 1,5-二溴戊烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)戊氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰：1801。元素分析按化学式  $C_{116}H_{104}N_8O_8Zn$  计算：C: 77.3%; H: 5.8%; N: 6.2%; O: 7.1%; 实验值：C: 77.8%; H: 6.0%; N: 6.5%; O: 7.0%。

#### 实例 39: 化合物 2-1-03 的合成

化合物 2-1-03 的合成与实例 37 一样。只是用的是 1,6-二溴己烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)己氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰：1857。元素分析按化学式  $C_{120}H_{112}N_8O_8Zn$  计算：C: 77.5%; H: 6.1%; N: 6.0%; O: 6.9%; 实验值：C: 77.2%; H: 6.3%; N: 6.1%; O: 7.0%。

#### 实例 40: 化合物 2-1-04 的合成

化合物 2-1-04 的合成与实例 37 一样。只是用的是 1,7-二溴庚烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)庚氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰：1913。元素分析按化学式  $C_{124}H_{120}N_8O_8Zn$  计算：C: 77.7%; H: 6.3%; N: 5.9%; O: 6.7%; 实验值：C: 77.9%; H: 6.2%; N: 6.1%; O: 7.0%。

#### 实例 41: 化合物 2-1-05 的合成

化合物 2-1-05 的合成与实例 37 一样。只是用的是 1,8-二溴辛烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)辛氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰：1969。元素分析按化学式  $C_{128}H_{128}N_8O_8Zn$  计算：C: 78.0%; H: 6.5%; N: 5.7%; O: 6.5%; 实验值：C: 77.9%; H: 6.2%; N: 6.0%; O: 6.4%。

#### 实例 42: 化合物 2-1-06 的合成

化合物 2-1-06 的合成与实例 37 一样。只是用的是 1,9-二溴壬烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)壬氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰：2025。元素分析按化学式  $C_{132}H_{136}N_8O_8Zn$  计算：C: 78.2%; H: 6.8%; N: 5.5%; O: 6.3%; 实验值：C: 77.8%; H: 6.9%; N: 5.4%; O: 6.4%。

#### 实例 43: 化合物 2-1-07 的合成

化合物 2-1-07 的合成与实例 37 一样。只是用的是 1,10-二溴癸烷代替 1,4-二溴丁烷。产物

四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)癸氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰：2081。元素分析按化学式  $C_{136}H_{144}N_8O_8Zn$  计算：C: 78.4%；H: 7.0%；N: 5.4%；O: 6.1%；实验值：C: 78.5%；H: 7.2%；N: 5.5%；O: 6.2%。

#### 实例 44: 化合物 2-1-08 的合成

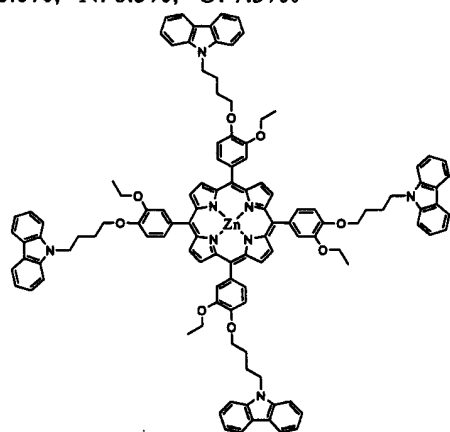
化合物 2-1-08 的合成与实例 37 一样。只是用的是 1,11-二溴十一烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)十一烷氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰：2137。元素分析按化学式  $C_{140}H_{152}N_8O_8Zn$  计算：C: 78.6%；H: 7.2%；N: 5.2%；O: 6.0%；实验值：C: 79.1%；H: 7.3%；N: 5.1%；O: 6.2%。

#### 实例 45: 化合物 2-1-09 的合成

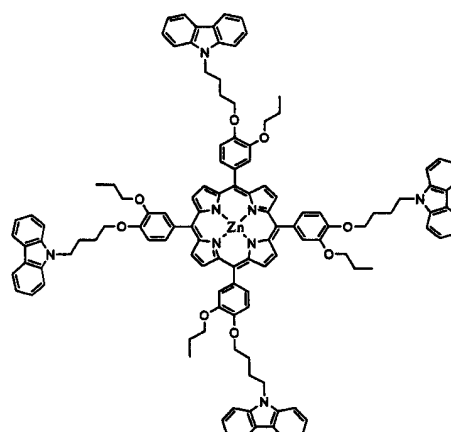
化合物 2-1-09 的合成与实例 37 一样。只是用的是 1,12-二溴十二烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)十二烷氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰：2193。元素分析按化学式  $C_{144}H_{160}N_8O_8Zn$  计算：C: 78.8%；H: 7.3%；N: 5.1%；O: 5.8%；实验值：C: 79.2%；H: 7.1%；N: 5.2%；O: 6.0%。

#### 实例 46: 化合物 2-1-10 的合成

化合物 2-1-10 的合成与实例 37 一样。只是用的是 3-乙氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[3-乙氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰：1801。元素分析按化学式  $C_{116}H_{104}N_8O_8Zn$  计算：C: 77.3%；H: 5.8%；N: 6.2%；O: 7.1%；实验值：C: 77.1%；H: 6.0%；N: 6.5%；O: 7.3%。



四-[3-乙氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-1-10



四-[3-丙氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-1-11

#### 实例 47: 化合物 2-1-11 的合成

化合物 2-1-11 的合成与实例 37 一样。只是用的是 3-丙氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[3-丙氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰：1857。元素分析按化学式  $C_{120}H_{112}N_8O_8Zn$  计算：C: 77.5%；H: 6.1%；N: 6.0%；O: 6.9%；实验值：C: 77.7%；H: 6.3%；N: 6.1%；O: 7.1%。

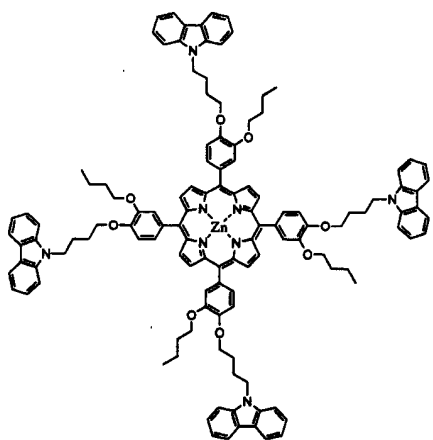
#### 实例 48: 化合物 2-1-12 的合成

化合物 2-1-12 的合成与实例 37 一样。只是用的是 3-丁氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[3-丁氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰：1913。元素分析按化学式  $C_{124}H_{120}N_8O_8Zn$  计算：C: 77.7%；H: 6.3%；N: 5.9%；O: 6.7%；实验值：C: 77.2%；H: 6.2%；N: 6.1%；O: 6.6%。

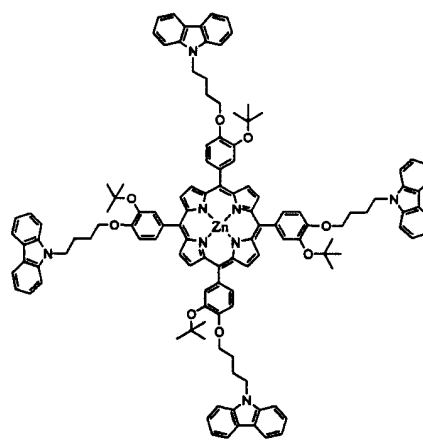
#### 实例 49: 化合物 2-1-13 的合成

化合物 2-1-13 的合成与实例 37 一样。只是用的是 3-叔丁氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基

-4-羟基苯甲醛。产物四-[3-叔丁氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰：1913。元素分析按化学式  $C_{124}H_{120}N_8O_8Zn$  计算：C: 77.7%；H: 6.3%；N: 5.9%；O: 6.7%；实验值：C: 77.8%；



四-[3-丁氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-1-12



四-[3-叔丁氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-1-13

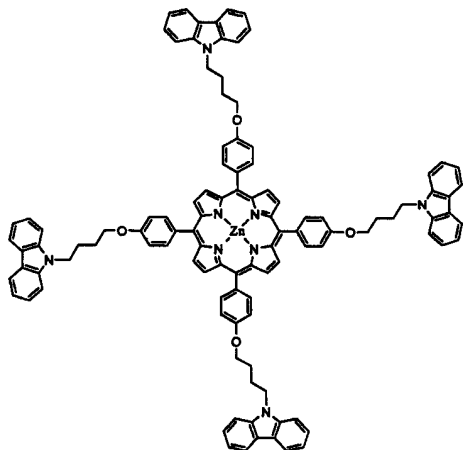
H: 6.2%；N: 6.1%；O: 6.9%。

#### 实例 50：化合物 2-1-14 的合成

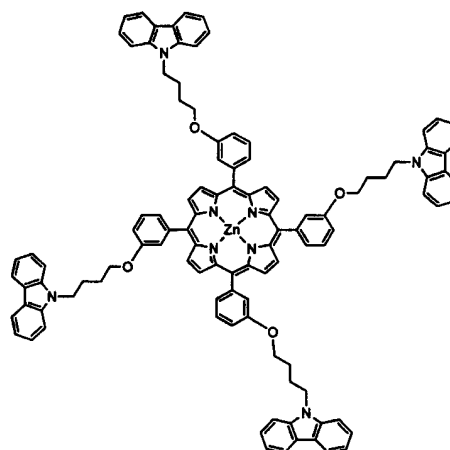
化合物 2-1-14 的合成与实例 37 一样。只是用的是 4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰：1625。元素分析按化学式  $C_{108}H_{88}N_8O_8Zn$  计算：C: 79.7%；H: 5.5%；N: 6.9%；O: 3.9%；实验值：C: 79.3%；H: 5.4%；N: 7.0%；O: 4.1%。

#### 实例 51：化合物 2-1-15 的合成

化合物 2-1-15 的合成与实例 37 一样。只是用的是 3-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[3-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰：1625。元素分析按化学式  $C_{108}H_{88}N_8O_8Zn$  计算：C: 79.7%；H: 5.5%；N: 6.9%；O: 3.9%；实验值：C: 79.9%；H: 5.4%；N: 7.0%；O: 3.7%。



四-[4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-1-14



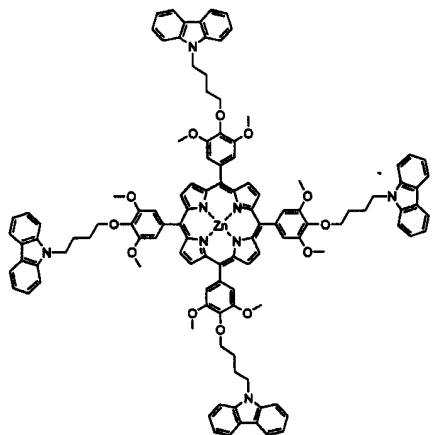
四-[3-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-1-15

#### 实例 52：化合物 2-1-16 的合成

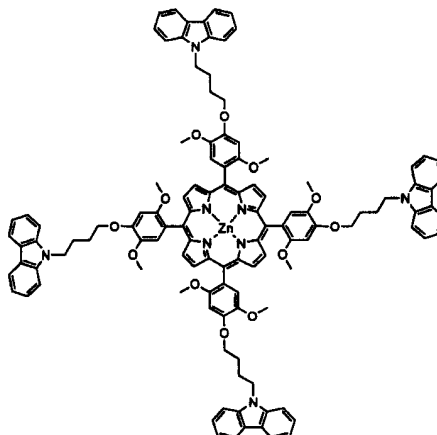
化合物 2-1-16 的合成与实例 37 一样。只是用的是 3,5-二甲氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[2,5-二甲氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰：1865。元素分析按化学式  $C_{116}H_{104}N_8O_{12}Zn$  计算：C: 74.6%；H: 5.6%；N: 6.0%；O: 10.3%；实验值：C: 74.3%；H: 5.8%；N: 6.1%；O: 10.1%。

**实例 53: 化合物 2-1-17 的合成**

化合物 2-1-17 的合成与实例 37 一样。只是用的是 2,5-二甲氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[2,5-二甲氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 1803。元素分析按化学式  $C_{116}H_{104}N_8O_{12}Zn$  计算: C: 74.6%; H: 5.6%; N: 6.0%; O: 10.3%; 实



四-[3,5-二甲氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-1-16



四-[2,5-二甲氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-1-17

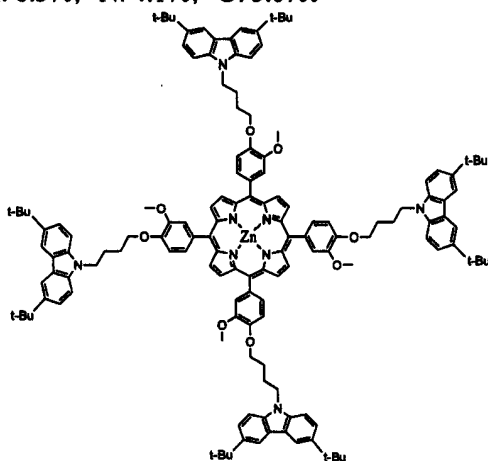
验值: C: 74.8%; H: 5.8%; N: 6.1%; O: 10.4%。

**实例 54: 化合物 2-1-18 的合成**

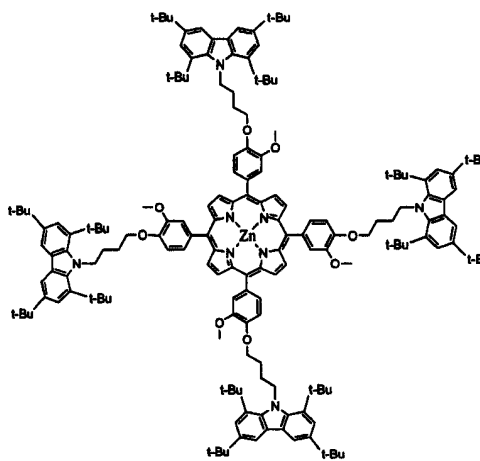
化合物 2-1-18 的合成与实例 37 一样。只是用的是 3,6-二叔丁基咔唑代替咔唑。产物四-[3-甲氧基-4-(3,6-二叔丁基-N-咔唑基)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 2193。元素分析按化学式  $C_{144}H_{160}N_8O_8Zn$  计算: C: 78.8%; H: 7.3%; N: 5.1%; O: 5.8%; 实验值: C: 78.4%; H: 7.5%; N: 5.0%; O: 5.9%。

**实例 55: 化合物 2-1-19 的合成**

化合物 2-1-19 的合成与实例 37 一样。只是用的是 1,3,6,8-四叔丁基咔唑代替咔唑。产物四-[3-甲氧基-4-(1,3,6,8-四叔丁基-N-咔唑基)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 2642。元素分析按化学式  $C_{176}H_{224}N_8O_8Zn$  计算: C: 79.9%; H: 8.5%; N: 4.2%; O: 4.8%; 实验值: C: 80.4%; H: 8.3%; N: 4.1%; O: 5.0%。



四-[3-甲氧基-4-(3,6-二叔丁基-N-咔唑基)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-1-18



四-[3-甲氧基-4-(1,3,6,8-四叔丁基-N-咔唑基)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-1-19

**实例 56: 化合物 2-2-01 的合成**

用 150 毫升 N,N-二甲基甲酰胺作溶剂, 加入化合物氢化钠 3.0 克, 咔唑 10 克和 1,4-二溴丁烷 20.0 克, 回流反应 6 小时。冷却, 加入 50 毫升甲醇充分搅拌后过滤, 收集的滤液浓缩蒸

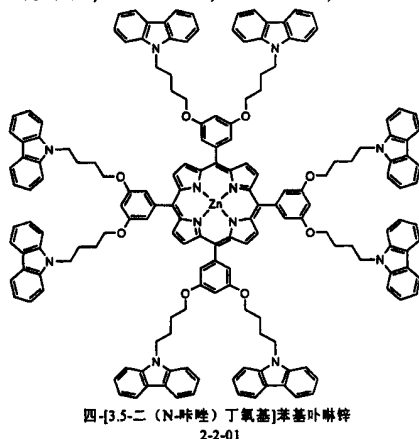
干,粗产物用环己烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析,即得产物 N-(4-溴丁基)卟啉 8.2 克。产率 45.4%。

将化合物 3.5-二甲氧基苯甲醛 10.0 克,吡咯 4.0 克和 N,N-二甲基甲酰胺 600 毫升加热回流 2 小时,冷却静止,加入 200 毫升蒸馏水,过滤,将粗产物用二氯甲烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析,即得产物四-(3.5-二甲氧基)苯基卟啉 2.8 克。产率 21.8%。

将化合物四-(3.5-二甲氧基)苯基卟啉 2.0 克加入三溴化硼 1 毫升,甲醇 100 毫升,加热回流反应 3 小时,冷却静止,加入 100 毫升 0.1M 稀盐酸,减压蒸馏蒸干溶剂,二氯甲烷洗涤,即得产物四-(3.5-二羟基)苯基卟啉 1.7 克。产率 98%。

将化合物四-(3.5-二羟基)苯基卟啉 1.0 克加入 N-(4-溴丁基)卟啉 6.0 克,三乙胺 2.0 毫升, N,N-二甲基甲酰胺 600 毫升,加热搅拌反应 12 小时。产物用蒸馏水和二氯甲烷萃取,二氯甲烷萃取液浓缩,用二氯甲烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析即得产物四-[3.5-二(N-卟啉)丁氧基]苯基卟啉 2.9 克。产率: 85.6%。

将化合物四-[3.5-二(N-卟啉)丁氧基]苯基卟啉 1.0 克加入醋酸锌 1.0 克,丙酸 600 毫升,加热搅拌反应 12 小时。产物用蒸馏水和二氯甲烷萃取,二氯甲烷萃取液浓缩,用二氯甲烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析即得产物四-[3.5-二(N-卟啉)丁氧基]苯基卟啉锌 0.8 克。产率: 78.1%。质谱分子离子峰: 2573。元素分析按化学式  $C_{172}H_{148}N_{12}O_8Zn$  计算: C: 80.2%; H: 5.8%; N: 6.5%; O: 5.0%实验值: C: 79.9%; H: 5.6%; N: 6.4%; O: 5.1%。



#### 实例 57: 化合物 2-2-02 的合成

化合物 2-2-02 的合成与实例 56 一样。只是用的是 1,5-二溴戊烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-卟啉)戊氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 2685。元素分析按化学式  $C_{180}H_{164}N_{12}O_8Zn$  计算: C: 80.4%; H: 6.2%; N: 6.3%; O: 4.8%; 实验值: C: 80.8%; H: 6.1%; N: 6.5%; O: 4.7%。

#### 实例 58: 化合物 2-2-03 的合成

化合物 2-2-03 的合成与实例 56 一样。只是用的是 1,6-二溴己烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-卟啉)己氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 2797。元素分析按化学式  $C_{188}H_{180}N_{12}O_8Zn$  计算: C: 80.6%; H: 6.5%; N: 6.0%; O: 4.3%; 实验值: C: 80.2%; H: 6.2%; N: 6.1%; O: 4.2%。

#### 实例 59: 化合物 2-2-04 的合成

化合物 2-2-04 的合成与实例 56 一样。只是用的是 1,7-二溴庚烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-卟啉)庚氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 2909。元素分析按化学式  $C_{196}H_{196}N_{12}O_8Zn$  计算: C: 80.8%; H: 6.8%; N: 5.8%; O: 4.4%; 实验值: C: 81.2%; H: 6.9%;

N: 6.0%; O: 4.2%。

#### 实例 60: 化合物 2-2-05 的合成

化合物 2-2-05 的合成与实例 56 一样。只是用的是 1,8-二溴辛烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-吡唑)辛氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 3022。元素分析按化学式  $C_{204}H_{212}N_{12}O_8Zn$  计算: C: 81.0%; H: 7.1%; N: 5.6%; O: 4.2%; 实验值: C: 80.9%; H: 7.2%; N: 5.3%; O: 4.4%。

#### 实例 61: 化合物 2-2-06 的合成

化合物 2-2-06 的合成与实例 56 一样。只是用的是 1,9-二溴壬烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-吡唑)壬氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 3134。元素分析按化学式  $C_{212}H_{228}N_{12}O_8Zn$  计算: C: 81.2%; H: 7.3%; N: 5.4%; O: 4.1%; 实验值: C: 81.1%; H: 7.4%; N: 5.5%; O: 4.0%。

#### 实例 62: 化合物 2-2-07 的合成

化合物 2-2-07 的合成与实例 56 一样。只是用的是 1,10-二溴癸烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-吡唑)癸氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 3246。元素分析按化学式  $C_{220}H_{244}N_{12}O_8Zn$  计算: C: 81.3%; H: 7.6%; N: 5.2%; O: 3.9%; 实验值: C: 81.5%; H: 7.9%; N: 5.0%; O: 4.0%。

#### 实例 63: 化合物 2-2-08 的合成

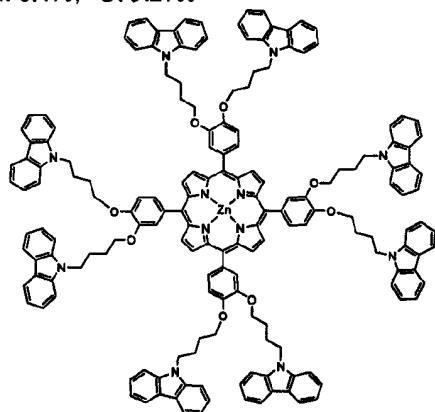
化合物 2-2-08 的合成与实例 56 一样。只是用的是 1,11-二溴十一烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-吡唑)十一烷氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 3358。元素分析按化学式  $C_{228}H_{260}N_{12}O_8Zn$  计算: C: 81.5%; H: 7.8%; N: 5.0%; O: 3.8%; 实验值: C: 81.2%; H: 8.0%; N: 5.2%; O: 3.7%。

#### 实例 64: 化合物 2-2-09 的合成

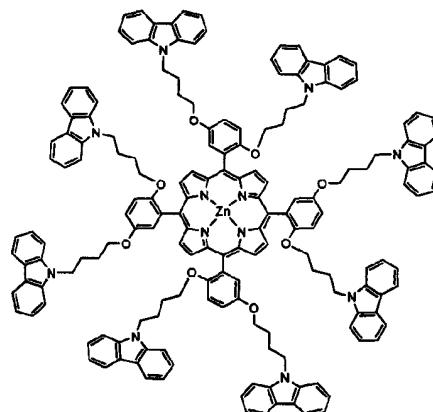
化合物 2-2-09 的合成与实例 56 一样。只是用的是 1,12-二溴十二烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-吡唑)十二烷氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 3470。元素分析按化学式  $C_{236}H_{276}N_{12}O_8Zn$  计算: C: 81.6%; H: 8.0%; N: 4.8%; O: 3.7%; 实验值: C: 81.2%; H: 8.3%; N: 5.0%; O: 3.8%。

#### 实例 65: 化合物 2-2-10 的合成

化合物 2-2-10 的合成与实例 56 一样。只是用的是 3,4-二甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[3.4-二(N-吡唑)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 2573。元素分析按化学式  $C_{172}H_{148}N_{12}O_8Zn$  计算: C: 80.2%; H: 5.8%; N: 6.5%; O: 5.0% 实验值: C: 79.9%; H: 5.7%; N: 6.4%; O: 5.2%。



四-[3.4-二(N-吡唑)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-2-10



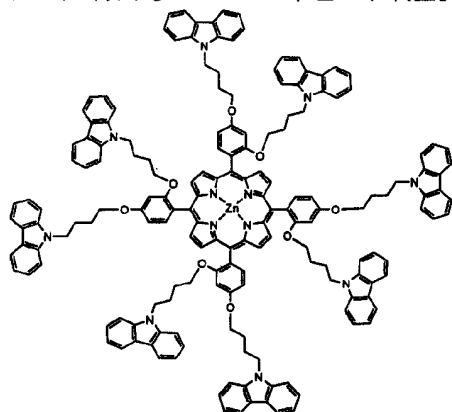
四-[2.5-二(N-吡唑)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-2-11

**实例 66: 化合物 2-2-11 的合成**

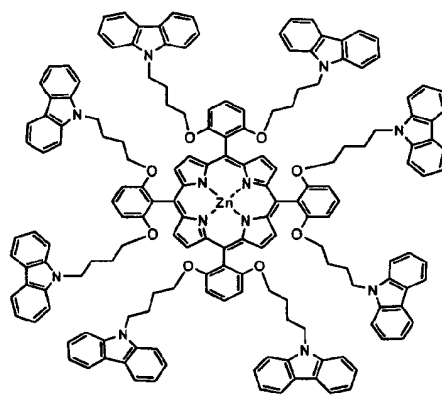
化合物 2-2-11 的合成与实例 56 一样。只是用的是 2,5-二甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[2,5-二(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 2573。元素分析按化学式  $C_{172}H_{148}N_{12}O_8Zn$  计算: C: 80.2%; H: 5.8%; N: 6.5%; O: 5.0%实验值: C: 79.9%; H: 5.6%; N: 6.2%; O: 4.9%。

**实例 67: 化合物 2-2-12 的合成**

化合物 2-2-12 的合成与实例 56 一样。只是用的是 2,4-二甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[2,4-二(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 2573。元素分析按化



四-[2,4-二(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-2-12



四-[2,6-二(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-2-13

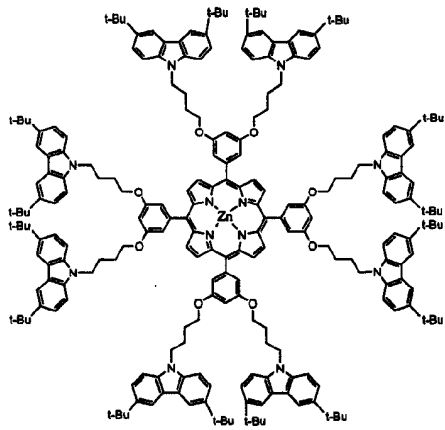
学式  $C_{172}H_{148}N_{12}O_8Zn$  计算: C: 80.2%; H: 5.8%; N: 6.5%; O: 5.0%实验值: C: 79.7%; H: 5.6%; N: 6.8%; O: 5.1%。

**实例 68: 化合物 2-2-13 的合成**

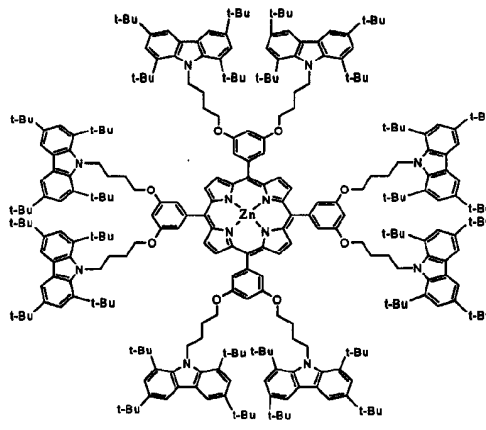
化合物 2-2-13 的合成与实例 56 一样。只是用的是 2,6-二甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[2,6-二(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 2573。元素分析按化学式  $C_{172}H_{148}N_{12}O_8Zn$  计算: C: 80.2%; H: 5.8%; N: 6.5%; O: 5.0%实验值: C: 80.5%; H: 5.7%; N: 6.4%; O: 5.1%。

**实例 69: 化合物 2-2-14 的合成**

化合物 2-2-14 的合成与实例 56 一样。只是用的是 3,6-二叔丁基咪唑代替咪唑。产物四-[3,5-二(3,6-二叔丁基-N-咪唑基)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 3470。元素分析按化学式  $C_{236}H_{276}N_{12}O_8Zn$  计算: C: 81.6%; H: 8.0%; N: 4.8%; O: 3.7%实验值: C: 82.0%; H: 8.1%; N: 4.6%; O: 3.9%。



四-[3,5-二(3,6-二叔丁基-N-咪唑基)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-2-14



四-[3,5-二(1,3,6,8-四叔丁基-N-咪唑基)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-2-15

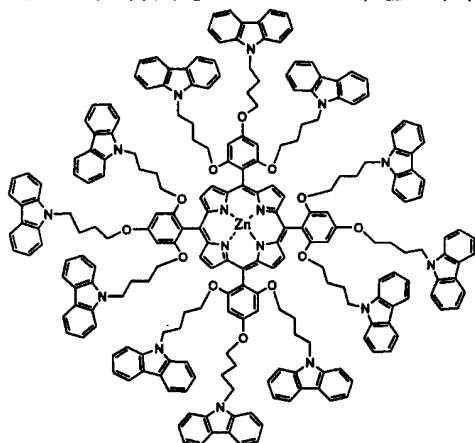


**实例 70: 化合物 2-2-15 的合成**

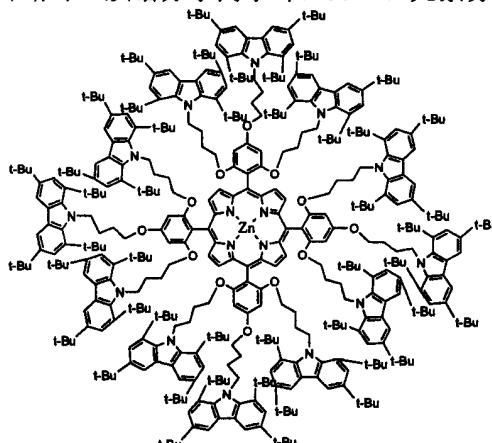
化合物 2-2-15 的合成与实例 56 一样。只是用的是 1,3,6,8-四叔丁基咔唑代替咔唑。产物四-[3,5-二(1,3,6,8-四叔丁基-N-咔唑基)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 4367。元素分析按化学式  $C_{300}H_{404}N_{12}O_8Zn$  计算: C: 82.4%; H: 9.3%; N: 3.8%; O: 2.9%实验值: C: 82.3%; H: 9.4%; N: 3.7%; O: 3.0%。

**实例 71: 化合物 2-3-01 的合成**

化合物 2-3-01 的合成与实例 56 一样。只是用的是 2,4,6-三甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[2,4,6-三(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 3522。元素分析



四-[2,4,6-三(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-3-01

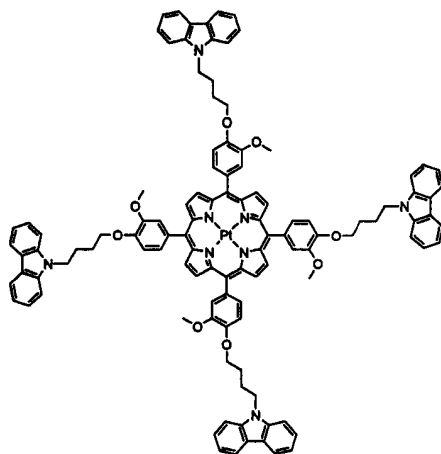


四-[2,4,6-三(1,3,6,8-四叔丁基-N-咔唑基)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-3-02

按化学式  $C_{236}H_{208}N_{16}O_{12}Zn$  计算: C: 80.4%; H: 6.0%; N: 6.4%; O: 5.5%实验值: C: 80.3%; H: 6.2%; N: 6.3%; O: 5.4%。

**实例 72: 化合物 2-3-02 的合成**

化合物 2-3-02 的合成与实例 56 一样。只是用的是 1,3,6,8-四叔丁基咔唑代替咔唑, 2,4,6-三甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[2,4,6-三(1,3,6,8-四叔丁基-N-咔唑基)丁氧基]苯基卟啉锌。质谱分子离子峰: 6213。元素分析按化学式  $C_{428}H_{592}N_{16}O_{12}Zn$  计算: C: 82.7%; H: 9.6%; N: 3.6%; O: 3.1%实验值: C: 83.0%; H: 9.4%; N: 3.8%; O: 3.2%。

**实例 73: 化合物 2-1-20 的合成**

四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉锌  
2-1-20

用 150 毫升 N,N-二甲基甲酰胺作溶剂, 加入化合物氢化钠 3.0 克, 咔唑 10 克和 1,4-二溴丁烷 20.0 克, 回流反应 6 小时。冷却, 加入 50 毫升甲醇充分搅拌后过滤, 收集的滤液浓缩蒸干, 粗产物用环己烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析, 即得产物 N-(4-溴丁基)咔唑 8.2

克。产率 45.4%。

将化合物 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛 10.0 克, 吡咯 4.4 克和 N,N-二甲基甲酰胺 600 毫升加热回流 2 小时, 冷却静止, 加入 200 毫升蒸馏水, 过滤, 将粗产物用二氯甲烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析, 即得产物四-(3-甲氧基-4-羟基) 苯基卟啉 3.5 克。产率 26.7%。

将化合物四-(3-甲氧基-4-羟基) 苯基卟啉 1.0 克加入 N-(4-溴丁基) 吡啶 3.0 克, 三乙胺 2.0 毫升, N,N-二甲基甲酰胺 600 毫升, 加热搅拌反应 12 小时。产物用蒸馏水和二氯甲烷萃取, 二氯甲烷萃取液浓缩, 用二氯甲烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析即得产物四-[3-甲氧基-4-(N-吡啶) 丁氧基] 苯基卟啉 1.9 克。产率: 90.1%。

将化合物四-[3-甲氧基-4-(N-吡啶) 丁氧基] 苯基卟啉 100 毫克加入二氯化铂 50 毫克, 乙腈 600 毫升, 加热反应 12 小时。减压蒸馏蒸出乙腈, 将粗产物用二氯甲烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析, 即得产物四-[3-甲氧基-4-(N-吡啶) 丁氧基] 苯基卟啉铂 110 毫克。产率: 98.7%。质谱分子离子峰: 1876。元素分析按化学式  $C_{112}H_{96}N_8O_8Pt$  计算: C: 71.7%; H: 5.2%; N: 6.2%; O: 6.8% 实验值: C: 71.8%; H: 5.0%; N: 6.3%; O: 7.0%。

#### 实例 74: 化合物 2-1-21 的合成

化合物 2-1-21 的合成与实例 73 一样。只是用的是 1,5-二溴戊烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-吡啶) 戊氧基] 苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 1932。元素分析按化学式  $C_{116}H_{104}N_8O_8Pt$  计算: C: 72.1%; H: 5.4%; N: 5.8%; O: 6.6%; 实验值: C: 71.8%; H: 5.5%; N: 5.5%; O: 6.8%。

#### 实例 75: 化合物 2-1-22 的合成

化合物 2-1-22 的合成与实例 73 一样。只是用的是 1,6-二溴己烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-吡啶) 己氧基] 苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 1988。元素分析按化学式  $C_{120}H_{112}N_8O_8Pt$  计算: C: 72.5%; H: 5.7%; N: 5.6%; O: 6.4%; 实验值: C: 72.2%; H: 5.5%; N: 5.8%; O: 6.2%。

#### 实例 76: 化合物 2-1-23 的合成

化合物 2-1-23 的合成与实例 73 一样。只是用的是 1,7-二溴庚烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-吡啶) 庚氧基] 苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 2044。元素分析按化学式  $C_{124}H_{120}N_8O_8Pt$  计算: C: 72.8%; H: 5.9%; N: 5.5%; O: 6.3%; 实验值: C: 72.9%; H: 6.0%; N: 5.3%; O: 6.4%。

#### 实例 77: 化合物 2-1-24 的合成

化合物 2-1-24 的合成与实例 73 一样。只是用的是 1,8-二溴辛烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-吡啶) 辛氧基] 苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 2100。元素分析按化学式  $C_{128}H_{128}N_8O_8Pt$  计算: C: 73.2%; H: 6.1%; N: 5.3%; O: 6.1%; 实验值: C: 72.9%; H: 6.2%; N: 5.0%; O: 6.2%。

#### 实例 78: 化合物 2-1-25 的合成

化合物 2-1-25 的合成与实例 73 一样。只是用的是 1,9-二溴壬烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-吡啶) 壬氧基] 苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 2156。元素分析按化学式  $C_{132}H_{136}N_8O_8Pt$  计算: C: 73.5%; H: 6.4%; N: 5.2%; O: 5.9%; 实验值: C: 73.8%; H: 6.2%; N: 5.4%; O: 6.0%。

#### 实例 79: 化合物 2-1-26 的合成

化合物 2-1-26 的合成与实例 73 一样。只是用的是 1,10-二溴癸烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-吡啶) 癸氧基] 苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 2212。元素分析按化学式

$C_{136}H_{144}N_8O_8Pt$  计算: C: 73.8%; H: 6.6%; N: 5.1%; O: 5.8%; 实验值: C: 73.5%; H: 6.8%; N: 5.0%; O: 6.1%。

#### 实例 80: 化合物 2-1-27 的合成

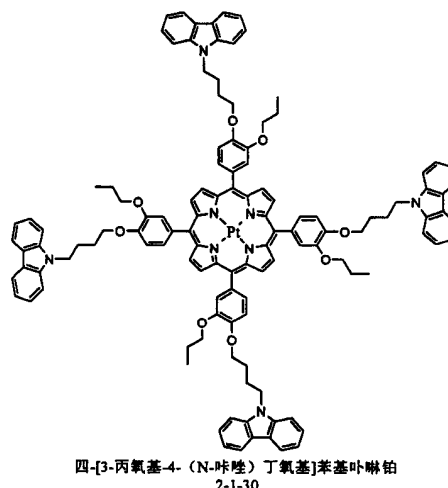
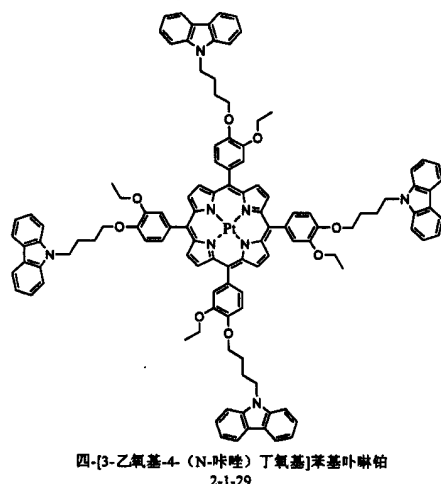
化合物 2-1-27 的合成与实例 73 一样。只是用的是 1,11-二溴十一烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)十一烷氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 2268。元素分析按化学式  $C_{140}H_{152}N_8O_8Pt$  计算: C: 74.1%; H: 6.8%; N: 4.9%; O: 5.6%; 实验值: C: 74.4%; H: 7.0%; N: 5.1%; O: 5.5%。

#### 实例 81: 化合物 2-1-28 的合成

化合物 2-1-28 的合成与实例 73 一样。只是用的是 1,12-二溴十二烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3-甲氧基-4-(N-咔唑)十二烷氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 2324。元素分析按化学式  $C_{144}H_{160}N_8O_8Pt$  计算: C: 74.4%; H: 6.9%; N: 4.8%; O: 5.5%; 实验值: C: 74.2%; H: 7.1%; N: 5.1%; O: 5.4%。

#### 实例 82: 化合物 2-1-29 的合成

化合物 2-1-29 的合成与实例 73 一样。只是用的是 3-乙氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[3-乙氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 1932。元素分析按化学式  $C_{116}H_{104}N_8O_8Pt$  计算: C: 72.1%; H: 5.4%; N: 5.8%; O: 6.6%; 实验值: C: 72.4%; H: 5.3%; N: 5.5%; O: 6.7%。

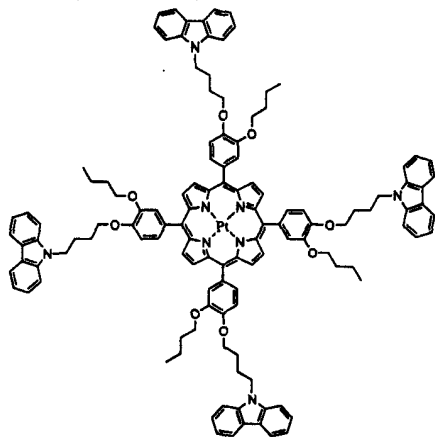


#### 实例 83: 化合物 2-1-30 的合成

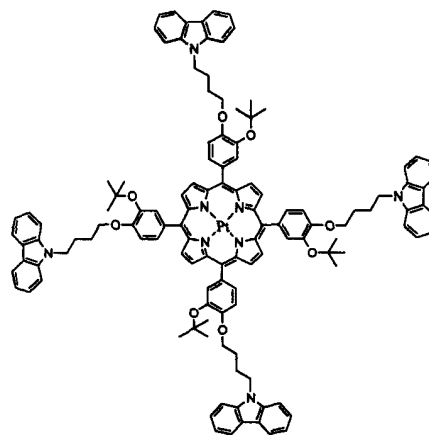
化合物 2-1-30 的合成与实例 73 一样。只是用的是 3-丙氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[3-丙氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 1988。元素分析按化学式  $C_{120}H_{112}N_8O_8Pt$  计算: C: 72.5%; H: 5.7%; N: 5.6%; O: 6.4%; 实验值: C: 72.7%; H: 5.6%; N: 5.4%; O: 6.1%。

#### 实例 84: 化合物 2-1-31 的合成

化合物 2-1-31 的合成与实例 73 一样。只是用的是 3-丁氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[3-丁氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰：2044。元素分析按化学式  $C_{124}H_{120}N_8O_8Pt$  计算：C: 72.8%；H: 5.9%；N: 5.5%；O: 6.3%；实验值：C: 73.2%；H: 6.0%；N: 5.3%；O: 6.6%。



四-[3-丁氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉铂  
2-1-31



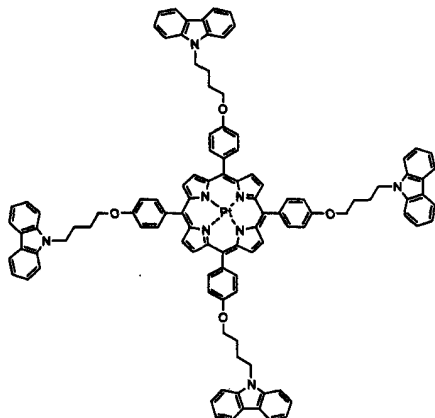
四-[3-叔丁氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉铂  
2-1-32

#### 实例 85: 化合物 2-1-32 的合成

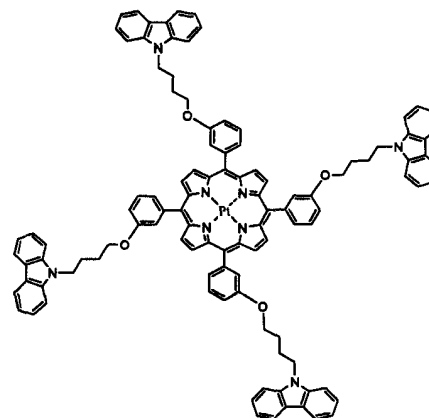
化合物 2-1-32 的合成与实例 73 一样。只是用的是 3-叔丁氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[3-叔丁氧基-4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰：2044。元素分析按化学式  $C_{124}H_{120}N_8O_8Pt$  计算：C: 72.8%；H: 5.9%；N: 5.5%；O: 6.3%；实验值：C: 73.2%；H: 6.0%；N: 5.3%；O: 6.6%。

#### 实例 86: 化合物 2-1-33 的合成

化合物 2-1-33 的合成与实例 73 一样。只是用的是 4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰：1756。元素分析按化学式  $C_{108}H_{88}N_8O_4Pt$  计算：C: 73.8%；H: 5.1%；N: 6.4%；O: 3.6%；实验值：C: 73.3%；H: 4.9%；N: 6.5%；O: 3.7%。



四-[4-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉铂  
2-1-33



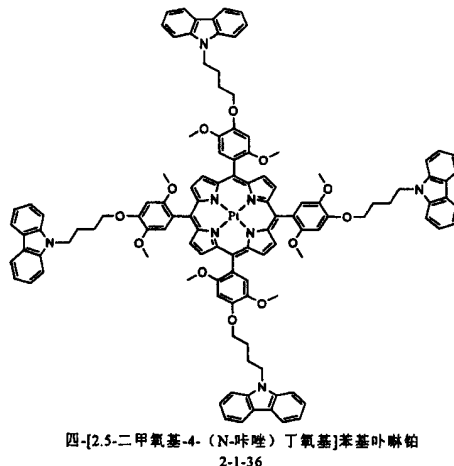
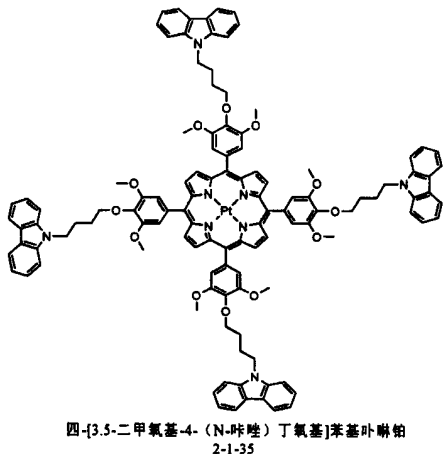
四-[3-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉铂  
2-1-34

#### 实例 87: 化合物 2-1-34 的合成

化合物 2-1-34 的合成与实例 73 一样。只是用的是 3-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[3-(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰：1756。元素分析按化学式  $C_{108}H_{88}N_8O_4Pt$  计算：C: 73.8%；H: 5.1%；N: 6.4%；O: 3.6%；实验值：C: 73.9%；H: 5.1%；N: 6.5%；O: 3.7%。

#### 实例 88: 化合物 2-1-35 的合成

化合物 2-1-35 的合成与实例 73 一样。只是用的是 3,5-二甲氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[2.5-二甲氧基-4-(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰：1993。元素分析按化学式  $C_{116}H_{104}N_8O_{12}Pt$  计算：C: 69.8%；H: 5.3%；N: 5.6%；O: 9.6%；实验值：C: 70.1%；H: 5.2%；N: 5.4%；O: 9.9%。

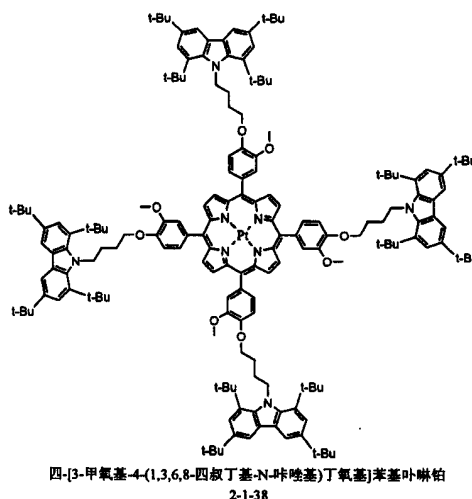
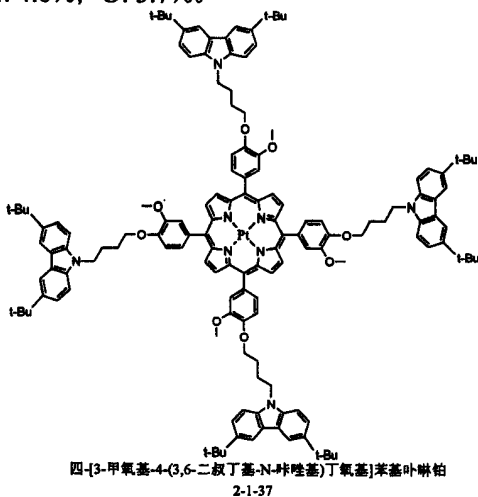


#### 实例 89：化合物 2-1-36 的合成

化合物 2-1-36 的合成与实例 73 一样。只是用的是 2,5-二甲氧基-4-羟基苯甲醛代替 3-甲氧基-4-羟基苯甲醛。产物四-[2,5-二甲氧基-4-(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰：1993。元素分析按化学式  $C_{116}H_{104}N_8O_{12}Pt$  计算：C: 69.8%；H: 5.3%；N: 5.6%；O: 9.6%；实验值：C: 70.1%；H: 5.2%；N: 5.7%；O: 9.7%。

#### 实例 90：化合物 2-1-37 的合成

化合物 2-1-37 的合成与实例 73 一样。只是用的是 3,6-二叔丁基咪唑代替咪唑。产物四-[3-甲氧基-4-(3,6-二叔丁基-N-咪唑基)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰：2324。元素分析按化学式  $C_{144}H_{160}N_8O_8Pt$  计算：C: 74.4%；H: 6.9%；N: 4.8%；O: 5.5%；实验值：C: 74.7%；H: 7.0%；N: 4.6%；O: 5.7%。



#### 实例 91：化合物 2-1-38 的合成

化合物 2-1-38 的合成与实例 73 一样。只是用的是 1,3,6,8-四叔丁基咪唑代替咪唑。产物四-[3-甲氧基-4-(1,3,6,8-四叔丁基-N-咪唑基)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰：2773。元素分析按化学式  $C_{176}H_{224}N_8O_8Pt$  计算：C: 76.2%；H: 8.1%；N: 4.0%；O: 4.6%；实验值：C: 76.4%；H: 8.3%；N: 4.1%；O: 4.5%。

#### 实例 92：化合物 2-2-16 的合成

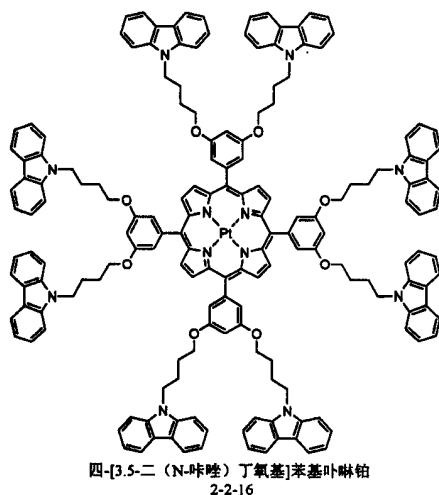
用 150 毫升 N,N-二甲基甲酰胺作溶剂, 加入化合物氢化钠 3.0 克, 咪唑 10 克和 1,4-二溴丁烷 20.0 克, 加热回流反应 6 小时。冷却, 加入 50 毫升甲醇充分搅拌后过滤, 收集的滤液浓缩蒸干, 粗产物用环己烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析, 即得产物 N-(4-溴丁基)咪唑 8.2 克。产率 45.4%。

将化合物 3,5-二甲氧基苯甲醛 10.0 克, 吡咯 4.0 克和 N,N-二甲基甲酰胺 600 毫升加热回流 2 小时, 冷却静止, 加入 200 毫升蒸馏水, 过滤, 将粗产物用二氯甲烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析, 即得产物四-(3,5-二甲氧基)苯基卟啉 2.8 克。产率 21.8%。

将化合物四-(3,5-二甲氧基)苯基卟啉 2.0 克加入三溴化硼 1 毫升, 甲醇 100 毫升, 加热回流反应 3 小时, 冷却静止, 加入 100 毫升 0.1M 稀盐酸, 减压蒸馏蒸干溶剂, 二氯甲烷洗涤, 即得产物四-(3,5-二羟基)苯基卟啉 1.7 克。产率 98%。

将化合物四-(3,5-二羟基)苯基卟啉 1.0 克加入 N-(4-溴丁基)咪唑 6.0 克, 三乙胺 2.0 毫升, N,N-二甲基甲酰胺 600 毫升, 加热搅拌反应 12 小时。产物用蒸馏水和二氯甲烷萃取, 二氯甲烷萃取液浓缩, 用二氯甲烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析即得产物四-[3,5-二(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉 2.9 克。产率: 85.6%。

将化合物四-[3,5-二(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉 100 毫克加入二氯化铂 50 毫克, 乙腈 600 毫升, 加热回流反应 12 小时。减压蒸馏蒸出乙腈, 将粗产物用二氯甲烷为洗脱剂三氧化二铝为固定相柱层析, 即得产物四-[3,5-二(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉铂 106 毫克。产率: 98.4%。质谱分子离子峰: 2704。元素分析按化学式  $C_{172}H_{148}N_{12}O_8Pt$  计算: C: 76.3%; H: 5.5%; N: 6.2%;



O: 4.7%实验值; C: 75.9%; H: 5.6%; N: 6.4%; O: 4.9%。

#### 实例 93: 化合物 2-2-17 的合成

化合物 2-2-17 的合成与实例 92 一样。只是用的是 1,5-二溴戊烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3,5-二(N-咪唑)戊氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 2816。元素分析按化学式  $C_{180}H_{164}N_{12}O_8Pt$  计算: C: 76.7%; H: 5.9%; N: 6.0%; O: 4.5%; 实验值: C: 76.8%; H: 6.2%; N: 6.1%; O: 4.7%。

#### 实例 94: 化合物 2-2-18 的合成

化合物 2-2-18 的合成与实例 92 一样。只是用的是 1,6-二溴己烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3,5-二(N-咪唑)己氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 2928。元素分析按化学式  $C_{188}H_{180}N_{12}O_8Pt$  计算: C: 77.1%; H: 6.2%; N: 5.7%; O: 4.4%; 实验值: C: 77.2%; H: 6.4%; N: 6.0%; O: 4.2%。

**实例 95: 化合物 2-2-19 的合成**

化合物 2-2-19 的合成与实例 92 一样。只是用的是 1,7-二溴庚烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-咔唑)庚氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 3040。元素分析按化学式  $C_{196}H_{196}N_{12}O_8Pt$  计算: C: 77.4%; H: 6.5%; N: 5.5%; O: 4.2%; 实验值: C: 77.2%; H: 6.7%; N: 5.4%; O: 4.1%。

**实例 96: 化合物 2-2-20 的合成**

化合物 2-2-20 的合成与实例 92 一样。只是用的是 1,8-二溴辛烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-咔唑)辛氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 3153。元素分析按化学式  $C_{204}H_{212}N_{12}O_8Pt$  计算: C: 77.7%; H: 6.8%; N: 5.3%; O: 4.1%; 实验值: C: 77.9%; H: 7.0%; N: 5.2%; O: 4.2%。

**实例 97: 化合物 2-2-21 的合成**

化合物 2-2-21 的合成与实例 92 一样。只是用的是 1,9-二溴壬烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-咔唑)壬氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 3265。元素分析按化学式  $C_{212}H_{228}N_{12}O_8Pt$  计算: C: 77.9%; H: 7.0%; N: 5.1%; O: 3.9%; 实验值: C: 78.1%; H: 6.9%; N: 5.3%; O: 4.0%。

**实例 98: 化合物 2-2-22 的合成**

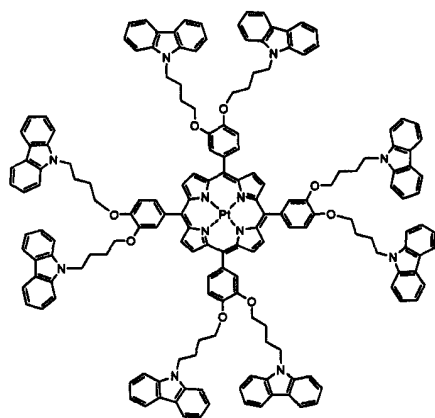
化合物 2-2-22 的合成与实例 92 一样。只是用的是 1,10-二溴癸烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-咔唑)癸氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 3377。元素分析按化学式  $C_{220}H_{244}N_{12}O_8Pt$  计算: C: 78.2%; H: 7.3%; N: 5.0%; O: 3.8%; 实验值: C: 78.5%; H: 7.1%; N: 5.2%; O: 3.7%。

**实例 99: 化合物 2-2-23 的合成**

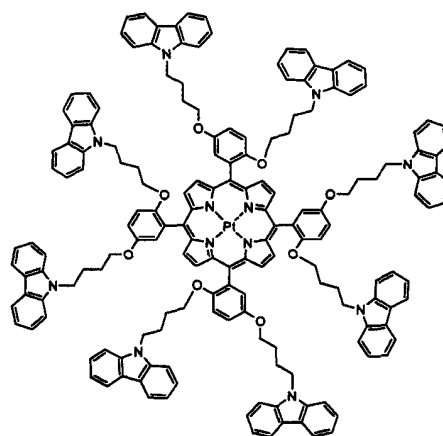
化合物 2-2-23 的合成与实例 92 一样。只是用的是 1,11-二溴十一烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-咔唑)十一烷氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 3489。元素分析按化学式  $C_{228}H_{260}N_{12}O_8Pt$  计算: C: 78.4%; H: 7.5%; N: 4.8%; O: 3.7%; 实验值: C: 78.2%; H: 7.3%; N: 5.0%; O: 3.8%。

**实例 100: 化合物 2-2-24 的合成**

化合物 2-2-24 的合成与实例 92 一样。只是用的是 1,12-二溴十二烷代替 1,4-二溴丁烷。产物四-[3.5-二(N-咔唑)十二烷氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 3601。元素分析按化学式  $C_{236}H_{276}N_{12}O_8Pt$  计算: C: 78.7%; H: 7.7%; N: 4.7%; O: 3.6%; 实验值: C: 79.2%; H: 7.6%; N: 4.6%; O: 3.8%。



四-[3,4-二(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉铂  
2-2-25



四-[2,5-二(N-咔唑)丁氧基]苯基卟啉铂  
2-2-26

**实例 101: 化合物 2-2-25 的合成**

化合物 2-2-25 的合成与实例 92 一样。只是用的是 3,4-二甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[3,4-二(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 2704。元素分析按化学式  $C_{172}H_{148}N_{12}O_8Pt$  计算: C: 76.3%; H: 5.5%; N: 6.2%; O: 4.7% 实验值: C: 76.0%; H: 5.6%; N: 6.4%; O: 4.5%。

**实例 102: 化合物 2-2-26 的合成**

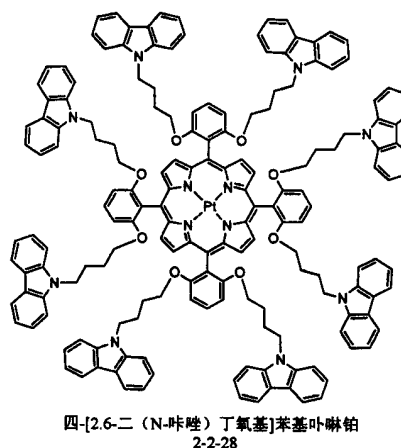
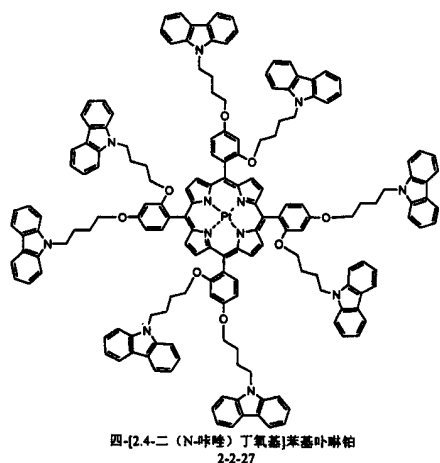
化合物 2-2-26 的合成与实例 92 一样。只是用的是 2,5-二甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[2,5-二(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 2704。元素分析按化学式  $C_{172}H_{148}N_{12}O_8Pt$  计算: C: 76.3%; H: 5.5%; N: 6.2%; O: 4.7% 实验值: C: 75.9%; H: 5.6%; N: 6.1%; O: 4.9%。

**实例 103: 化合物 2-2-27 的合成**

化合物 2-2-27 的合成与实例 92 一样。只是用的是 2,4-二甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[2,4-二(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 2704。元素分析按化学式  $C_{172}H_{148}N_{12}O_8Pt$  计算: C: 76.3%; H: 5.5%; N: 6.2%; O: 4.7% 实验值: C: 75.9%; H: 5.6%; N: 6.4%; O: 4.8%。

**实例 104: 化合物 2-2-28 的合成**

化合物 2-2-28 的合成与实例 92 一样。只是用的是 2,6-二甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[2,6-二(N-咪唑)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 2704。元素分析按化学式  $C_{172}H_{148}N_{12}O_8Pt$  计算: C: 76.3%; H: 5.5%; N: 6.2%; O: 4.7% 实验值: C: 76.5%; H: 5.3%; N: 6.4%; O: 4.9%。

**实例 105: 化合物 2-2-29 的合成**

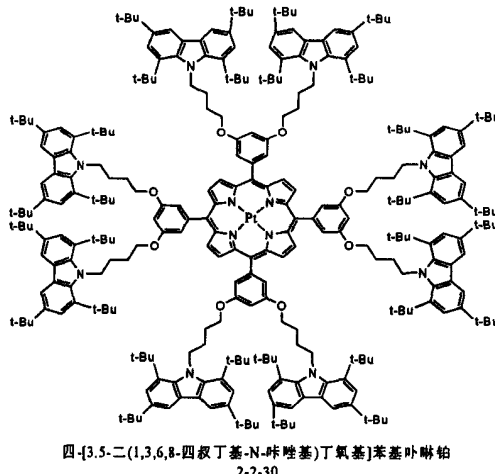
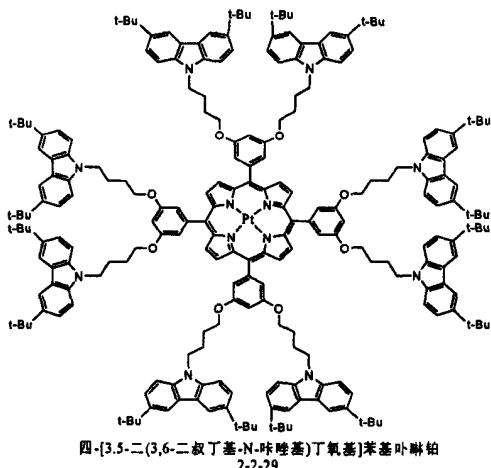
化合物 2-2-29 的合成与实例 92 一样。只是用的是 3,6-二叔丁基咪唑代替咪唑。产物四-[3,5-二(3,6-二叔丁基-N-咪唑基)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 3601。元素分析按化学式  $C_{236}H_{276}N_{12}O_8Pt$  计算: C: 78.7%; H: 7.7%; N: 4.7%; O: 3.6% 实验值: C: 79.0%; H: 7.5%; N: 4.6%; O: 3.8%。

**实例 106: 化合物 2-2-30 的合成**

化合物 2-2-30 的合成与实例 92 一样。只是用的是 1,3,6,8-四叔丁基咪唑代替咪唑。产物四-[3,5-二(1,3,6,8-四叔丁基-N-咪唑基)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 4498。元素分析按化学式  $C_{300}H_{404}N_{12}O_8Pt$  计算: C: 80.0%; H: 9.1%; N: 3.7%; O: 2.8% 实验值: C: 80.3%; H: 9.0%;



N: 3.9%; O: 3.0%。

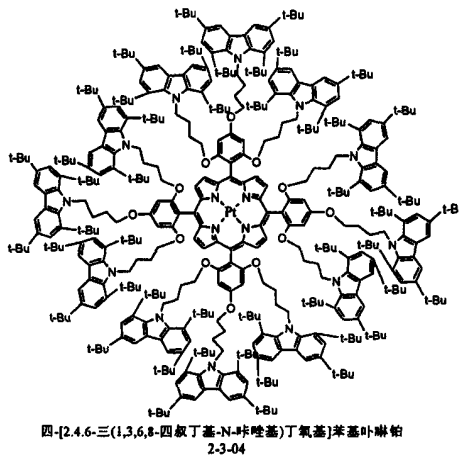
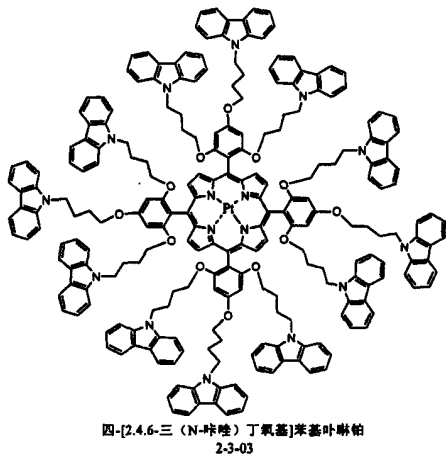


### 实例 107: 化合物 2-3-03 的合成

化合物 2-3-03 的合成与实例 92 一样。只是用的是 2,4,6-三甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[2,4,6-三(N-吡唑)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 3653。元素分析按化学式  $C_{236}H_{208}N_{16}O_{12}Pt$  计算: C: 77.5%; H: 5.7%; N: 6.1%; O: 5.3% 实验值: C: 77.3%; H: 5.8%; N: 6.3%; O: 5.2%。

### 实例 108: 化合物 2-3-04 的合成

化合物 2-3-04 的合成与实例 92 一样。只是用的是 1,3,6,8-四叔丁基吡唑代替吡唑, 2,4,6-三甲氧基苯甲醛代替 3,5-二甲氧基苯甲醛。产物四-[2,4,6-三(1,3,6,8-四叔丁基-N-吡唑基)丁氧基]苯基卟啉铂。质谱分子离子峰: 6344。元素分析按化学式  $C_{428}H_{592}N_{16}O_{12}Pt$  计算: C: 81.0%; H: 9.4%; N: 3.5%; O: 3.0% 实验值: C: 81.2%; H: 9.3%; N: 3.6%; O: 3.1%。



### 实例 109: 以化合物 1-1-01 为发光层的发光器件

发光器件结构为 [ITO/PEDOT/1-1-01: ADS129/Ba/Al], 发光材料 1-1-01 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%, 器件的开启电压在 6.5 V 左右, 最大亮度达到  $100 \text{ cd/m}^2$ , 最大外量子效率 0.14%。器件的发光峰位在 663.4 nm, 为红色发光。

### 实例 110: 以化合物 1-1-19 为发光层的发光器件

发光器件结构为 [ITO/PEDOT/1-1-19: ADS129/Ba/Al], 发光材料 1-1-19 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%, 器件的开启电压在 6.0 V 左右, 最大亮度达到  $100 \text{ cd/m}^2$ , 最大外量子效率 0.15%。器件的发光峰位在 663.8 nm, 为红色发光。

### 实例 111: 以化合物 1-2-01 为发光层的发光器件

发光器件结构为[ITO/PEDOT/1-2-01: ADS129/Ba/Al], 发光材料 1-2-01 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%, 器件的开启电压在 6.5 V 左右, 最大亮度达到 100 cd/m<sup>2</sup>, 最大外量子效率 0.12%。器件的发光峰位在 662.5 nm, 为红色发光。

**实例 112: 以化合物 1-2-15 为发光层的发光器件**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/1-2-15: ADS129/Ba/Al], 发光材料 1-2-15 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%, 器件的开启电压在 6.8 V 左右, 最大亮度达到 100 cd/m<sup>2</sup>, 最大外量子效率 0.13%。器件的发光峰位在 665.1 nm, 为红色发光。

**实例 113: 以化合物 1-3-01 为发光层的发光器件**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/1-3-01: ADS129/Ba/Al], 发光材料 1-3-01 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%, 器件的开启电压在 6.7 V 左右, 最大亮度达到 100 cd/m<sup>2</sup>, 最大外量子效率 0.15%。器件的发光峰位在 663.5 nm, 为红色发光。

**实例 114: 以化合物 1-3-02 为发光层的发光器件**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/1-3-02: ADS129/Ba/Al], 发光材料 1-3-02 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%, 器件的开启电压在 6.6 V 左右, 最大亮度达到 100 cd/m<sup>2</sup>, 最大外量子效率 0.15%。器件的发光峰位在 665.0 nm, 为红色发光。

**实例 115: 以化合物 2-1-01 为发光层的发光器件**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/2-1-01: ADS129/Ba/Al], 发光材料 2-1-01 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%, 器件的开启电压在 8.5 V 左右, 最大亮度达到 240 cd/m<sup>2</sup>, 最大外量子效率 0.27%。器件的发光峰位在 607.6 nm, 为红色发光。

**实例 116: 以化合物 2-1-19 为发光层的发光器件**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/2-1-19: ADS129/Ba/Al], 发光材料 2-1-19 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%, 器件的开启电压在 8.0 V 左右, 最大亮度达到 240 cd/m<sup>2</sup>, 最大外量子效率 0.27%。器件的发光峰位在 608.6 nm, 为红色发光。

**实例 117: 以化合物 2-2-01 为发光层的发光器件**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/2-2-01: ADS129/Ba/Al], 发光材料 2-2-01 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%, 器件的开启电压在 8.2 V 左右, 最大亮度达到 230 cd/m<sup>2</sup>, 最大外量子效率 0.25%。器件的发光峰位在 607.6 nm, 为红色发光。

**实例 118: 以化合物 2-2-15 为发光层的发光器件**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/2-2-15: ADS129/Ba/Al], 发光材料 2-2-15 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%, 器件的开启电压在 8.5 V 左右, 最大亮度达到 240 cd/m<sup>2</sup>, 最大外量子效率 0.28%。器件的发光峰位在 604.2 nm, 为红色发光。

**实例 119: 以化合物 2-3-01 为发光层的发光器件**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/2-3-01: ADS129/Ba/Al], 发光材料 2-3-01 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%, 器件的开启电压在 8.0 V 左右, 最大亮度达到 260 cd/m<sup>2</sup>, 最大外量子效率 0.26%。器件的发光峰位在 607.2 nm, 为红色发光。

**实例 120: 以化合物 2-3-02 为发光层的发光器件**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/2-3-02: ADS129/Ba/Al], 发光材料 2-3-02 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%, 器件的开启电压在 8.9 V 左右, 最大亮度达到 220 cd/m<sup>2</sup>, 最大外量子效率 0.29%。器件的发光峰位在 606.5 nm, 为红色发光。

**实例 121: 以化合物 2-1-20 为发光层的发光器件(A)**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/PVK/2-1-20: ADS129/Ba/Al], 发光材料 2-1-20 在 ADS129 中

的掺杂浓度为 4wt%，器件的开启电压在 8.5 V 左右，最大亮度达到 70 cd/m<sup>2</sup>，最大外量子效率 1.4%。器件的发光峰位在 682.8 nm，为红色发光。

**实例 122：以化合物 2-1-20 为发光层的发光器件(B)**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/PVK/2-1-20: ADS129: PBD/Ba/Al]，发光材料 2-1-20 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%，空穴阻挡材料 PBD 在 ADS129 中的掺杂浓度为 30wt%，器件的开启电压在 4.5 V 左右，最大亮度达到 100 cd/m<sup>2</sup>，最大外量子效率 5.68%。器件的发光峰位在 675.2 nm，为红色发光。

**实例 123：以化合物 2-1-38 为发光层的发光器件(A)**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/PVK/2-1-38: ADS129/Ba/Al]，发光材料 2-1-38 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%，器件的开启电压在 8.4 V 左右，最大亮度达到 75 cd/m<sup>2</sup>，最大外量子效率 1.3%。器件的发光峰位在 682.8 nm，为红色发光。

**实例 124：以化合物 2-1-38 为发光层的发光器件(B)**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/PVK/2-1-38: ADS129: PBD/Ba/Al]，发光材料 2-1-20 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%，空穴阻挡材料 PBD 在 ADS129 中的掺杂浓度为 30wt%，器件的开启电压在 4.0 V 左右，最大亮度达到 100 cd/m<sup>2</sup>，最大外量子效率 5.60%。器件的发光峰位在 675.2 nm，为红色发光。

**实例 125：以化合物 2-2-16 为发光层的发光器件(A)**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/PVK/2-2-16: ADS129/Ba/Al]，发光材料 2-2-16 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%，器件的开启电压在 8.8 V 左右，最大亮度达到 70 cd/m<sup>2</sup>，最大外量子效率 1.2%。器件的发光峰位在 682.0 nm，为红色发光。

**实例 126：以化合物 2-2-16 为发光层的发光器件(B)**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/PVK/2-2-16: ADS129: PBD/Ba/Al]，发光材料 2-2-16 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%，空穴阻挡材料 PBD 在 ADS129 中的掺杂浓度为 30wt%，器件的开启电压在 4.5 V 左右，最大亮度达到 100 cd/m<sup>2</sup>，最大外量子效率 5.5%。器件的发光峰位在 675.5 nm，为红色发光。

**实例 127：以化合物 2-2-30 为发光层的发光器件(A)**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/PVK/2-2-30: ADS129/Ba/Al]，发光材料 2-2-30 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%，器件的开启电压在 8.5 V 左右，最大亮度达到 70 cd/m<sup>2</sup>，最大外量子效率 1.4%。器件的发光峰位在 682.8 nm，为红色发光。

**实例 128：以化合物 2-2-30 为发光层的发光器件(B)**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/PVK/2-2-30: ADS129: PBD/Ba/Al]，发光材料 2-2-30 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%，空穴阻挡材料 PBD 在 ADS129 中的掺杂浓度为 30wt%，器件的开启电压在 4.5 V 左右，最大亮度达到 100 cd/m<sup>2</sup>，最大外量子效率 5.68%。器件的发光峰位在 676.2 nm，为红色发光。

**实例 129：以化合物 2-3-03 为发光层的发光器件(A)**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/PVK/2-3-03: ADS129/Ba/Al]，发光材料 2-3-03 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%，器件的开启电压在 8.0 V 左右，最大亮度达到 60 cd/m<sup>2</sup>，最大外量子效率 1.2%。器件的发光峰位在 681.8 nm，为红色发光。

**实例 130：以化合物 2-3-03 为发光层的发光器件(B)**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/PVK/2-3-03: ADS129: PBD/Ba/Al]，发光材料 2-3-03 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%，空穴阻挡材料 PBD 在 ADS129 中的掺杂浓度为 30wt%，器件

的开启电压在 4.0 V 左右，最大亮度达到  $110 \text{ cd/m}^2$ ，最大外量子效率 5.75%。器件的发光峰位在 675.0 nm，为红色发光。

**实例 131：以化合物 2-3-04 为发光层的发光器件(A)**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/PVK/2-3-04: ADS129/Ba/Al]，发光材料 2-3-04 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%，器件的开启电压在 8.5 V 左右，最大亮度达到  $72 \text{ cd/m}^2$ ，最大外量子效率 1.6%。器件的发光峰位在 684.0 nm，为红色发光。

**实例 132：以化合物 2-3-04 为发光层的发光器件(B)**

发光器件结构为[ITO/PEDOT/PVK/2-3-04: ADS129: PBD/Ba/Al]，发光材料 2-3-04 在 ADS129 中的掺杂浓度为 4wt%，空穴阻挡材料 PBD 在 ADS129 中的掺杂浓度为 30wt%，器件的开启电压在 4.4 V 左右，最大亮度达到  $100 \text{ cd/m}^2$ ，最大外量子效率 5.66%。器件的发光峰位在 675.5 nm，为红色发光。

