

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

C08F 4/70

C08F 10/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99800939.3

[43]公开日 2000年11月8日

[11]公开号 CN 1272851A

[22]申请日 1999.6.16 [21]申请号 99800939.3

[30]优先权

[32]1998.6.16 [33]JP [31]169047/1998

[86]国际申请 PCT/JP99/03205 1999.6.16

[87]国际公布 WO99/65951 日 1999.12.23

[85]进入国家阶段日期 2000.2.13

[71]申请人 三井化学株式会社

地址 日本东京

[72]发明人 土肥靖 松居成和 藤田照典

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 林堇和

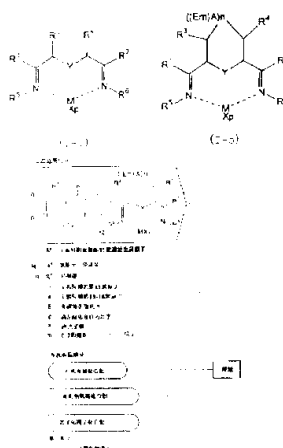
权利要求书 4 页 说明书 81 页 附图页数 1 页

[54]发明名称 烯烃聚合催化剂和烯烃聚合方法

[57]摘要

本发明提供一种具有极好烯烃聚合活性和能制造性能优良的聚烯烃的烯烃聚合催化剂以及提供一种使用这种催化剂的烯烃聚合方法。该烯烃聚合催化剂包括用如下通式(1-a)或(I-b)表示的过渡金属亚胺化合物(A)和至少一种选自下列一组的化合物(B):有机金属化合物(B-1)、有机铝氧基化合物(B-2)和与过渡金属亚胺化合物(A)反应形成离子对的化合物(B-3);

式中 M 是元素周期表第 8—11 族中的过渡金属原子;R¹—R⁴各为氢原子、烃基等;R⁵和 R⁶各为烃基等;R¹和 R⁵、R²和 R⁶、R¹和 R³或 R²和 R⁴可以相互连接成环;m 是 0—2 的整数;n 是 0 或 2 的整数;A 是元素周期表第 13—16 族中的原子;E 是含有碳等的取代基;p 是满足 M 化合价的数;X 是卤原子等;且 Y 是元素周期表第 15 族中的原子。





权 利 要 求 书

1. 一种烯烃聚合催化剂，其特征在于包括：

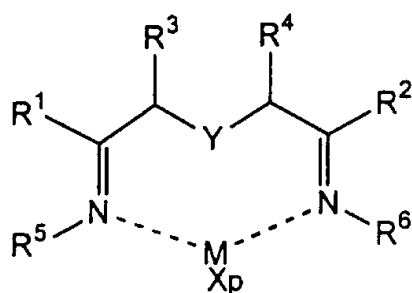
(A)用如下通式(I-a)或(I-b)表示的过渡金属亚胺化合物，和

5 (B)至少一种选自下列一组的化合物：

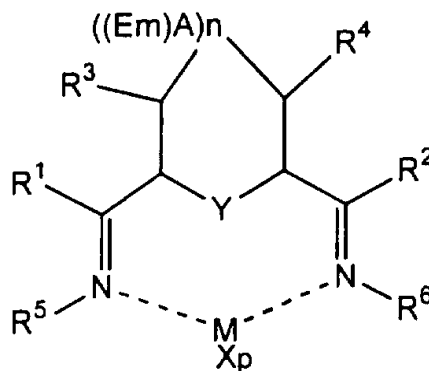
(B-1)有机金属化合物，

(B-2)有机铝氧基化合物

(B-3)与过渡金属亚胺化合物(A)反应形成离子对的化合物；



(I-a)



(I-b)

10 式中M是元素周期表第8-11族中的过渡金属原子，

R^1 - R^4 可以相同或不同，且各自为氢原子、卤原子、卤代烃基、烃基、杂环化合物残基、含氧基团、含氮基团、含硼基团、含硫基团、含磷基团、含硅基团、含锗基团或含锡基团，

15 R^5 和 R^6 可以相同或不同，且各自为卤原子、卤代烃基、烃基、杂环化合物残基、含氧基团、含氮基团、含硼基团、含硫基团、含磷基团、含硅基团、含锗基团或含锡基团，

R^1 和 R^5 可以相互连接成环， R^2 和 R^6 可以相互连接成环， R^1 和 R^3 可以相互连接成环，以及 R^2 和 R^4 可以相互连接成环，

m是0-2的整数，

20 n是0或2的整数，

各个A可以相同或不同，且是元素周期表第13-16族中的原子，

E是含有至少一个选自碳、氢、氧、卤素、氮、硫、磷、硼或硅的元素的取代基，且当有多个用E表示的基团时，它们可以相同或不同，且两个或多个

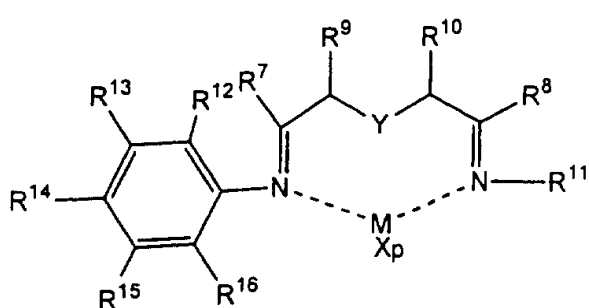
用 E 表示的基团可以相互连接成环，

p 是满足 M 化合价的数，

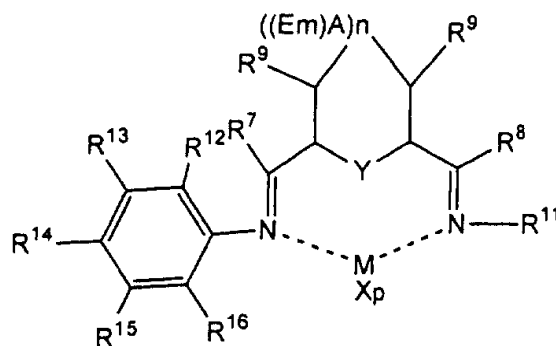
X 是氢原子、卤原子、含 1-20 个碳原子的烃基、含 1-20 个碳原子的卤代烃基、含氧基、含硫基、或含硅基，且当 n 等于 2 或更大时，多个用 X 表示的基团可以相同或不同，且

Y 是元素周期表第 15 族中的原子。

2. 如权利要求 1 所述的烯烃聚合催化剂，其特征在于用通式 (I-a) 或 (I-b) 表示的过渡金属亚胺化合物是用通式 (II-a) 或 (II-b) 表示的过渡金属亚胺化合物：



(II-a)



(II-b)

10

式中 M 是元素周期表第 8-11 族的过渡金属原子，

R⁷-R¹⁰ 可以相同或不同，且各自为氢原子、卤原子、烃基、卤代烃基、杂环化合物残基、烃基取代的甲硅烷基、烃基取代的甲硅烷氧基、烷氧基、烷硫基、芳氧基、芳硫基、酰基、酯基、硫代酯基、酰氨基、酰亚氨基、氨基、亚氨基、磺酸酯基、亚磺酰氨基、氰基、硝基、羧基、磺酰基、巯基、羟基，

各个 R¹¹ 可以相同或不同，且各自为卤原子、烃基、卤代烃基、杂环化合物残基、烃基取代的甲硅烷基、烃基取代的甲硅烷氧基、烷氧基、烷硫基、芳氧基、芳硫基、酰基、酯基、硫代酯基、酰氨基、酰亚氨基、氨基、亚氨基、磺酸酯基、亚磺酰氨基、氰基、硝基、羧基、磺酰基、巯基、羟基，

R⁷ 和 R⁹ 可相互连接成环，R⁸ 和 R¹⁰ 可相互连接成环，R⁸ 和 R¹¹ 可相互连接成环，

R¹²-R¹⁶ 可以相同或不同，且各为氢原子、卤原子、烃基、卤代烃基、杂环化合物残基、烃基取代的甲硅烷基、烃基取代的甲硅烷氧基、烷氧基、烷硫基、芳氧基、芳硫基、酰基、酯基、硫代酯基、酰氨基、酰亚氨基、氨基、亚氨基、

磺酸酯基、亚磺酰氨基、氰基、硝基、羧基、磺酰基、巯基或羟基， $R^{12}-R^{16}$ 中至少一个基团是氢原子以外的基团，两个或多个用 $R^{12}-R^{16}$ 表示的基团可以相互连接成环，

m 是 0-2 的整数，

5 n 是 0 或 2 的整数，

各个 A 可以相同或不同，且是元素周期表第 13-16 族中的原子，

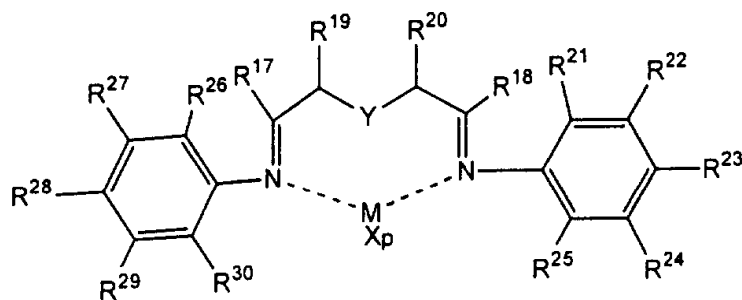
E 是含有至少一个选自碳、氢、氧、卤素、氮、硫、磷、硼或硅的元素的取代基，且当有多个用 E 表示的基团时，它们可以相同或不同，且两个或多个用 E 表示的基团可以相互连接成环，

10 p 是满足 M 化合价的数字，

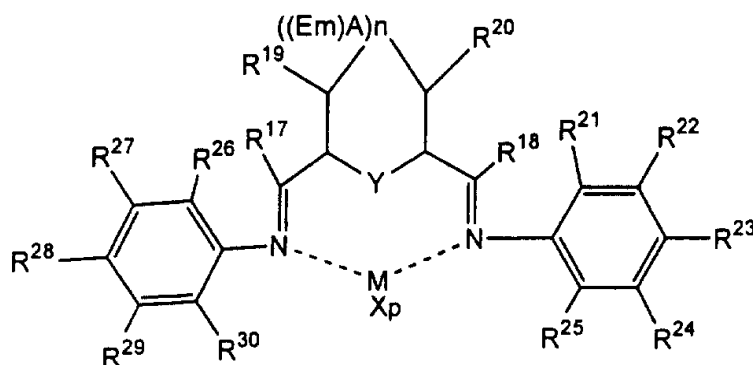
X 是氢原子、卤原子、含 1-20 个碳原子的烃基、含 1-20 个碳原子的卤代烃基、含氧基、含硫基或含硅基，且当 n 等于 2 或更大时，多个用 X 表示的基团可以相同或不同，且

Y 是元素周期表第 15 族中的原子。

15 3. 如权利要求 1 或 2 所述的烯烃聚合催化剂，其特征在于用通式 (I-a) 或 (I-b) 表示的过渡金属亚胺化合物是用下列通式 (III-a) 或 (III-b) 表示的过渡金属亚胺化合物：



(III-a)



(III-b)



式中 M 是元素周期表第 8-11 族的过渡金属原子，

$R^{17}-R^{20}$ 可以相同或不同，且各自为氢原子、卤原子、烃基、卤代烃基、杂环化合物残基、烃基取代的甲硅烷基、烃基取代的甲硅烷氧基、烷氧基、烷硫基、芳氧基、芳硫基、酰基、酯基、硫代酯基、酰氨基、酰亚氨基、氨基、亚氨基、磺酸酯基、亚磺酰氨基、氰基、硝基、羧基、磺酰基、巯基、羟基，

R^{17} 和 R^{19} 可相互连接成环， R^{18} 和 R^{20} 可相互连接成环，

$R^{21}-R^{30}$ 可以相同或不同，且各为氢原子、卤原子、烃基、卤代烃基、杂环化合物残基、烃基取代的甲硅烷基、烃基取代的甲硅烷氧基、烷氧基、烷硫基、芳氧基、芳硫基、酰基、酯基、硫代酯基、酰氨基、酰亚氨基、氨基、亚氨基、磺酸酯基、亚磺酰氨基、氰基、硝基、羧基、磺酰基、巯基、羟基，

$R^{21}-R^{25}$ 中至少一个基团是氢原子以外的基团， $R^{26}-R^{30}$ 中至少一个基团是氢原子以外的基团，两个或多个用 $R^{21}-R^{25}$ 表示的基团可以相互连接成环，两个或多个用 $R^{26}-R^{30}$ 表示的基团可以相互连接成环，

m 是 0-2 的整数，

n 是 0 或 2 的整数，

各个 A 可以相同或不同，且是元素周期表第 13-16 族中的原子，

E 是含有至少一个选自碳、氢、氧、卤素、氮、硫、磷、硼或硅的元素的取代基，且当有多个用 E 表示的基团时，它们可以相同或不同，且两个或多个用 E 表示的基团可以相互连接成环，

p 是满足 M 化合价的数，

X 是氢原子、卤原子、含 1-20 个碳原子的烃基、含 1-20 个碳原子的卤代烃基、含氧基、含硫基、含硅基等，且当 n 等于 2 或更大时，多个用 X 表示的基团可以相同或不同，且

Y 是元素周期表第 15 族中的原子。

4. 一种烯烃聚合方法，其特征在于它包括在权利要求 1-3 中任一项所述的烯烃聚合催化剂的存在下聚合或共聚烯烃。

说明书

烯烃聚合催化剂和烯烃聚合方法

5 技术领域

本发明涉及一种新颖的烯烃聚合催化剂和使用该烯烃聚合催化剂进行烯烃聚合的方法。

背景技术

10 “Kaminsky 催化剂” 作为烯烃聚合催化剂是众所周知的。Kaminsky 催化剂具有极高的聚合活性，使用这种催化剂可得到分子量分布窄的聚合物。

已知可用于 Kaminsky 催化剂的过渡金属化合物有，例如，二氯化二(环戊二烯基)合锆(参见日本专利公开 19309/1983)和二氯化亚乙基二(4,5,6,7-四氢茚基)合锆(参见日本专利公开 130314/1986)。也已知当聚合时使用不同的过渡金属化合物会使烯烃聚合活性和形成的聚烯烃性能大不相同。

近年来，提出使用含有具有钛-氮键的钛氮化合物和铝氧烷的烯烃聚合催化剂作为新的烯烃聚合催化剂(例如参见日本专利公开 245713/1996)。

20 还有，在“Organometallics”，1996，15, 562-569 中记载了含有元素周期表第 4 族金属和用 $(\text{Mes}_2\text{BNCH}_2\text{NBMe}_2)^{-2}$ 表示的二(硼氨基)配体的有机金属配合物。也记载了这种配合物稍有一些乙烯聚合活性。

此外，聚烯烃一般具有优良的机械性能，因此它们可用于许多领域中，例如用于各种模塑制品领域。随着对聚烯烃的性能提出了各种要求，近年来需要具有不同性能的聚烯烃。另外，还希望提高产率。

在上述情况下，需要开发具有优良的烯烃聚合活性并能制得具有优良性能的聚烯烃的烯烃聚合催化剂。

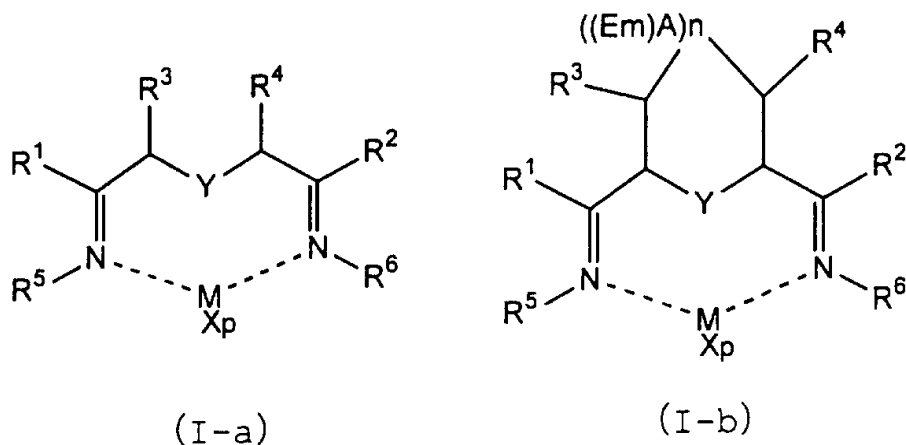
发明概述

本发明的烯烃聚合催化剂包括：

- 30 (A)用如下通式(1-a)或(I-b)表示的过渡金属亚胺化合物，和
(B)至少一种选自下列一组的化合物：
(B-1)有机金属化合物，

(B-2) 有机铝氧基化合物

(B-3) 与过渡金属亚胺化合物(A)反应形成离子对的化合物；



式中 M 是元素周期表第 8-11 族中的过渡金属原子，

5 R^1-R^4 可以相同或不同，且各为氢原子、卤原子、卤代烃基、烃基、杂环化合物残基、含氧基团、含氮基团、含硼基团、含硫基团、含磷基团、含硅基团、含锆基团或含锡基团等，

10 R^5 和 R^6 可以相同或不同，且各为卤原子、卤代烃基、烃基、杂环化合物残基、含氧基团、含氮基团、含硼基团、含硫基团、含磷基团、含硅基团、含锆基团或含锡基团等，

R^1 和 R^5 可以相互连接成环， R^2 和 R^6 可以相互连接成环， R^1 和 R^3 可以相互连接成环，以及 R^2 和 R^4 可以相互连接成环，

m 是 0-2 的整数，

n 是 0 或 2 的整数，

15 各个 A 可以相同或不同，且是元素周期表第 13-16 族中的原子，

E 是含有至少一个选自碳、氢、氧、卤素、氮、硫、磷、硼或硅的元素的取代基，且当有多个用 E 表示的基团时，它们可以相同或不同，且两个或多个用 E 表示的基团可以相互连接成环，

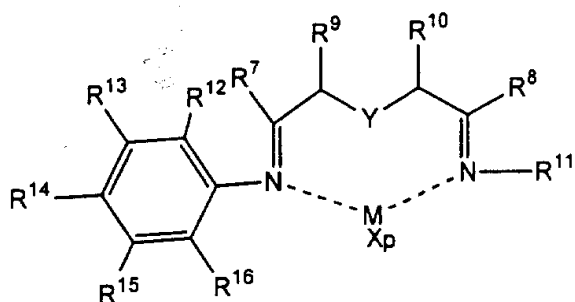
p 是满足 M 化合价的数字，

20 X 是氢原子、卤原子、含 1-20 个碳原子的烃基、含 1-20 个碳原子的卤代烃基、含氧基、含硫基、含硅基等，且当 n 等于 2 或更大时，多个用 X 表示的基团可以相同或不同，且

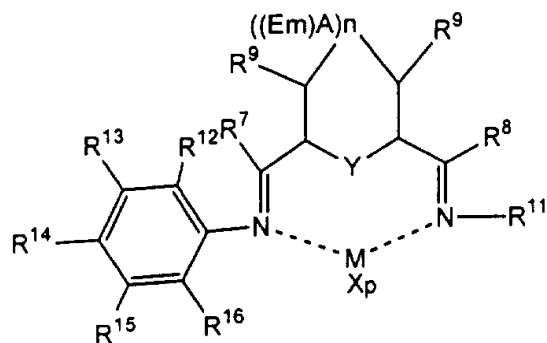
Y 是元素周期表第 15 族中的原子。



用通式(I-a)或(I-b)表示的过渡金属亚胺化合物的一个优选实例是用通式(II-a)或(II-b)表示的过渡金属亚胺化合物:



(II-a)



(II-b)

式中 M 是元素周期表第 8-11 族的过渡金属原子,

5 R^7-R^{10} 可以相同或不同, 且各为氢原子、卤原子、烃基、卤代烃基、杂环化合物残基、烃基取代的甲硅烷基、烃基取代的甲硅烷氧基、烷氧基、烷硫基、芳氧基、芳硫基、酰基、酯基、硫代酯基、酰氨基、酰亚氨基、氨基、亚氨基、磺酸酯基、亚磺酰氨基、氰基、硝基、羧基、磺酰基、巯基、羟基等,

各个 R^{11} 可以相同或不同, 且各为卤原子、烃基、卤代烃基、杂环化合物
10 残基、烃基取代的甲硅烷基、烃基取代的甲硅烷氧基、烷氧基、烷硫基、芳氧基、芳硫基、酰基、酯基、硫代酯基、酰氨基、酰亚氨基、氨基、亚氨基、磺酸酯基、亚磺酰氨基、氰基、硝基、羧基、磺酰基、巯基、羟基等,

R^7 和 R^9 可相互连接成环, R^8 和 R^{10} 可相互连接成环, R^8 和 R^{11} 可相互连接成环,

15 $R^{12}-R^{16}$ 可以相同或不同, 且各为氢原子、卤原子、烃基、卤代烃基、杂环化合物残基、烃基取代的甲硅烷基、烃基取代的甲硅烷氧基、烷氧基、烷硫基、芳氧基、芳硫基、酰基、酯基、硫代酯基、酰氨基、酰亚氨基、氨基、亚氨基、磺酸酯基、亚磺酰氨基、氰基、硝基、羧基、磺酰基、巯基、羟基等, $R^{12}-R^{16}$
20 中至少一个基团是氢原子以外的基团, 两个或多个用 $R^{12}-R^{16}$ 表示的基团可以相互连接成环,

m 是 0-2 的整数,

n 是 0 或 2 的整数,

各个 A 可以相同或不同, 且是元素周期表第 13-16 族中的原子,

E 是含有至少一个选自碳、氢、氧、卤素、氮、硫、磷、硼或硅的元素的

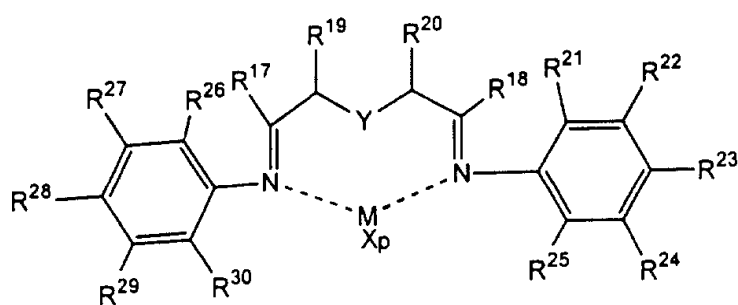
取代基，且当有多个用 E 表示的基团时，它们可以相同或不同，且两个或多个用 E 表示的基团可以相互连接成环，

p 是满足 M 化合价的数字，

X 是氢原子、卤原子、含 1-20 个碳原子的烃基、含 1-20 个碳原子的卤代烃基、含氧基、含硫基、含硅基等，且当 n 等于 2 或更大时，多个用 X 表示的基团可以相同或不同，且

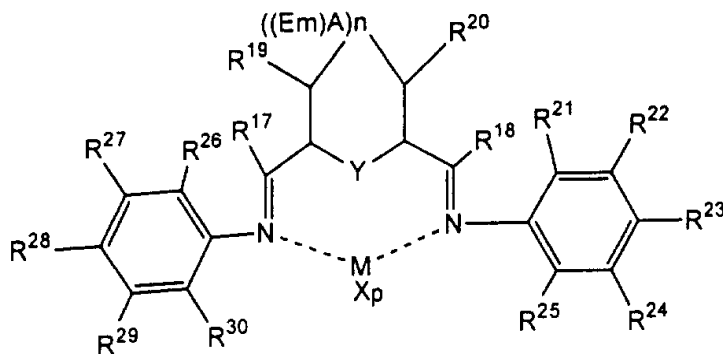
Y 是元素周期表第 15 族中的原子。

用通式 (I-a) 或 (I-b) 表示的过渡金属亚胺化合物的另一个优选实例是用通式 (III-a) 或 (III-b) 表示的过渡金属亚胺化合物：



(III-a)

10



(III-b)

式中 M 是元素周期表第 8-11 族的过渡金属原子，

R¹⁷-R²⁰ 可以相同或不同，且各为氢原子、卤原子、烃基、卤代烃基、杂环化合物残基、烃基取代的甲硅烷基、烃基取代的甲硅烷氧基、烷氧基、烷硫基、芳氧基、芳硫基、酰基、酯基、硫代酯基、酰氨基、酰亚氨基、氨基、亚氨基、磺酸酯基、亚磺酰氨基、氰基、硝基、羧基、磺酰基、巯基、羟基等，

R¹⁷ 和 R¹⁹ 可相互连接成环，R¹⁸ 和 R²⁰ 可相互连接成环，

R²¹-R³⁰ 可以相同或不同，且各为氢原子、卤原子、烃基、卤代烃基、杂环化合物残基、烃基取代的甲硅烷基、烃基取代的甲硅烷氧基、烷氧基、烷硫基、

芳氧基、芳硫基、酰基、酯基、硫代酯基、酰氨基、酰亚氨基、氨基、亚氨基、磺酸酯基、亚磺酰氨基、氰基、硝基、羧基、磺酰基、巯基、羟基等，

$R^{21}-R^{25}$ 中至少一个基团是氢原子以外的基团， $R^{26}-R^{30}$ 中至少一个基团是氢原子以外的基团，两个或多个用 $R^{21}-R^{25}$ 表示的基团可以相互连接成环，两个或多个用 $R^{26}-R^{30}$ 表示的基团可以相互连接成环，

m 是 0-2 的整数，

n 是 0 或 2 的整数，

各个 A 可以相同或不同，且是元素周期表第 13-16 族中的原子，

E 是含有至少一个选自碳、氢、氧、卤素、氮、硫、磷、硼或硅的元素的取代基，且当有多个用 E 表示的基团时，它们可以相同或不同，且两个或多个用 E 表示的基团可以相互连接成环，

p 是满足 M 化合价的数字，

X 是氢原子、卤原子、含 1-20 个碳原子的烃基、含 1-20 个碳原子的卤代烃基、含氧基、含硫基、含硅基等，且当 n 等于 2 或更大时，多个用 X 表示的基团可以相同或不同，且

Y 是元素周期表第 15 族中的原子。

本发明的烯烃聚合方法包括在上述烯烃聚合催化剂的存在下聚合或共聚烯烃。

附图简介

图 1 是表明本发明烯烃聚合催化剂的制备步骤的示意图。

本发明的最佳实施方式

下面详细描述本发明的烯烃聚合催化剂和使用该催化剂的烯烃聚合方法。

本文中所用的术语“聚合”的含义不限于均聚，也可为“共聚”。同样，本文中所用的术语“聚合物”的含义不限于均聚物，也可为“共聚物”。

本发明的烯烃聚合催化剂包括：

(A) 过渡金属亚胺化合物，和

(B) 至少一种选自下列一组的化合物：

(B-1) 有机金属化合物，

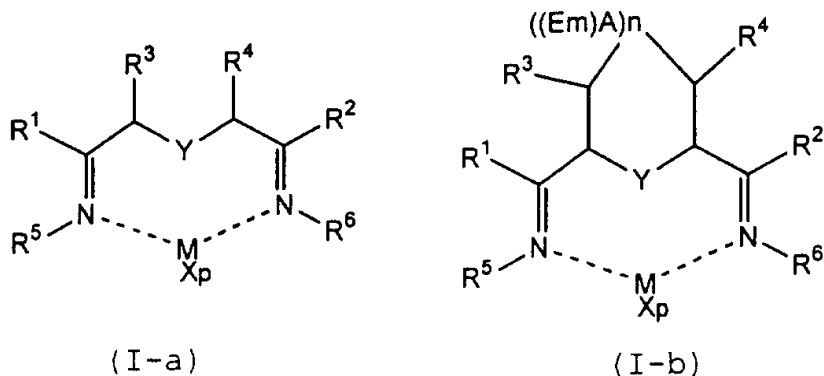
(B-2) 有机铝氧基化合物

(B-3) 与过渡金属亚胺化合物(A)反应形成离子对的化合物。

首先描述本发明烯烃聚合催化剂中的各组分。

(A) 过渡金属亚胺化合物

5 用于本发明中的过渡金属亚胺化合物(A)是用通式(I-a)或(I-b)表示的化合物。



在上述通式中, M 是元素周期表第 8-11 族中的过渡金属原子, 较好是元素周期表第 8-9 族中的过渡金属原子, 如铁、钪、钇、铈、镧或铪, 特别好是

10 铁或钪。

R¹-R⁴可以相同或不同, 且各为氢原子、卤原子、卤代烃基、烃基、杂环化合物残基、含氧基团、含氮基团、含硼基团、含硫基团、含磷基团、含硅基团、含锗基团或含锡基团等。

卤原子是氟、氯、溴或碘。

15 烃基的实例包括含 1-20 个碳原子的直链或支链烷基, 如甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、戊基和己基; 含 6-20 个碳原子的芳基, 如苯基、萘基和蒽基; 芳基被 1-5 个取代基(如上述含 1-20 个碳原子的烷基)取代的取代芳基; 环烷基, 如环戊基、环己基、降冰片基和金刚烷基; 链烯基, 如乙烯基、丙烯基和环己烯基; 以及芳基烷基, 如苄基、苯乙基和苯丙基, 但不限于此。

20 乙基和苯丙基, 但不限于此。

卤代烃基的实例包括上述烃基被卤素取代的基团, 但不限于此。

杂环化合物残基的实例包括含氮杂环、含氧杂环和含硫杂环, 但不限于此。

含氧基团的实例包括烷氧基、芳氧基、酯基、醚基、酰基、羧基、碳酸酯

25 基、羟基、过氧基和羧酸酐基, 但不限于此。

含氮基团的实例包括氨基、亚氨基、酰氨基、酰亚氨基(imido)、胼基、脞基、硝基、亚硝基、氰基、异氰基、氰酸酯基、脞基、重氮基和铵盐基，但不限于此。

含硼基团的实例包括亚硼烷基、次硼烷基和乙硼烷基，但不限于此。

5 含硫基团的实例包括巯基、硫代酯基、二硫代酯基、烷硫基、芳硫基、硫代酰基、硫代醚基、硫氰酸酯基、异硫氰酸酯基、磺酸酯基、磺酰氨基、硫代羧基、二硫代羧基、磺基、磺酰基、亚磺酰基、亚氧硫基(sulfenyl group)，但不限于此。

10 含磷基团的实例包括磷基(phosphido)、磷酰基、硫代磷酰基和磷酸基(phosphato)，但不限于此。

含硅基团的实例包括烃基取代的甲硅烷基、烃基取代的甲硅烷基的甲硅烷基醚基、硅取代的烷基和硅取代的芳基，但不限于此。

含锆基团的实例包括烃基取代的甲锆烷基、烃基取代的甲锆烷基的甲锆烷基醚基、锆取代的烷基和锆取代的芳基，但不限于此。

15 含锡基团的实例包括烃基取代的甲锡烷基、烃基取代的甲锡烷基的甲锡烷基醚基、锡取代的烷基和锡取代的芳基，但不限于此。

R^1 和 R^5 、 R^2 和 R^6 、 R^1 和 R^3 或 R^2 和 R^4 可以相互连接成芳环、脂环或含杂原子(如氮、硫或氧)的烃环。这些环还可带有取代基。

m 是 0-2 的整数，

20 n 是 0 或 2 的整数，

各个 A 可以相同或不同，且是元素周期表第 13-16 族中的原子，具体为硼原子、碳原子、氮原子、氧原子、硅原子、磷原子、硫原子、锆原子、硒原子、锡原子等。

25 E 是含有至少一个选自碳、氢、氧、卤素、氮、硫、磷、硼或硅的元素的取代基，且当有多个用 E 表示的基团时，它们可以相同或不同，且两个或多个用 E 表示的基团可以相互连接成环，

p 是满足 M 化合价的数字，具体为 1-8 的整数，较好为 1-5 的整数，更好为 1-3 的整数。

30 X 是氢原子、卤原子、含 1-20 个碳原子的烃基、含 1-20 个碳原子的卤代烃基、含氧基、含硫基、含硅基等，且当 n 等于 2 或更大时，多个用 X 表示的基团可以相同或不同。

卤原子是氟、氯、溴或碘。

5 含 1-20 个碳原子的烃基的实例包括烷基、环烷基、链烯基、芳烷基和芳基。具体地可以为烷基，如甲基、乙基、丙基、丁基、己基、辛基、壬基、十二烷基和二十烷基；环烷基，如环戊基、环己基、降冰片基和金刚烷基；链烯基，如乙烯基、丙烯基和环己烯基；芳烷基，如苄基、苯乙基和苯丙基；芳基如苯基、甲苯基、二甲基苯基、三甲基苯基、乙基苯基、丙基苯基、联苯基、萘基、甲基萘基、蒽基和菲基。

含 1-20 个碳原子的卤代烃基的实例包括上述含 1-20 个碳原子的烃基被卤素取代的基团。

10 含氧基团的实例包括羟基；烷氧基，如甲氧基、乙氧基、丙氧基和丁氧基；芳氧基，如苯氧基、甲基苯氧基、二甲基苯氧基和萘氧基；芳基烷氧基，如苯基甲氧基和苯基乙氧基。

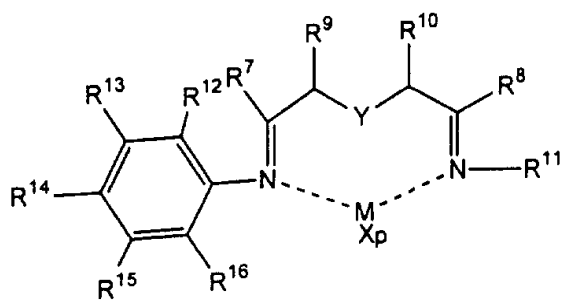
15 含硫基团的实例包括上述含氧基团中的氧被硫取代的取代基；磺酸酯基，如甲基磺酸酯基、三氟甲烷磺酸酯基、苯基磺酸酯基、苄基磺酸酯基、对甲苯磺酸酯基、三甲基苯磺酸酯基、三异丁基苯磺酸酯基、对氯苯磺酸酯基和五氟苯磺酸酯基；亚磺酸酯基，如甲基亚磺酸酯基、苯基亚磺酸酯基、苄基亚磺酸酯基、对甲苯亚磺酸酯基、三甲基苯亚磺酸酯基和五氟苯亚磺酸酯基。

20 含硅基团的实例包括一烃基取代的甲硅烷基，如甲基甲硅烷基和苯基甲硅烷基；二烃基取代的甲硅烷基，如二甲基甲硅烷基和二苯基甲硅烷基；三烃基取代的甲硅烷基，如三甲基甲硅烷基、三乙基甲硅烷基、三丙基甲硅烷基、三环己基甲硅烷基、三苯基甲硅烷基、二甲基苯基甲硅烷基、甲基二苯基甲硅烷基、三甲苯基甲硅烷基和三萘基甲硅烷基；烃基取代的甲硅烷基的甲硅烷基醚，如三甲基甲硅烷基醚；硅取代的烷基，如三甲基甲硅烷基甲基；和硅取代的芳基，如三甲基甲硅烷基苯基。

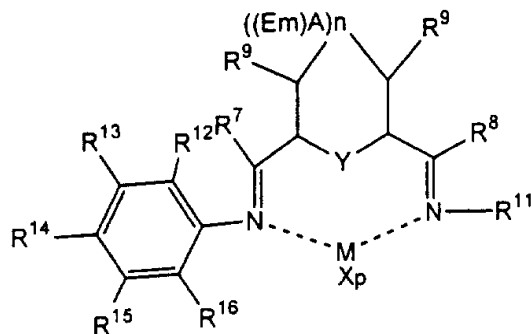
25 在上述原子和基团中，优选的是卤原子、含 1-20 个碳原子的烃基和磺酸酯基。

Y 是元素周期表第 15 族中的原子，具体为氮原子、磷原子、砷原子、铋原子等，较好的为氮原子或磷原子，更好的为氮原子。这种原子有时与氢、烃基等连接。另外，这种原子有时与用 M 表示的过渡金属原子连接。

30 用通式 (I-a) 或 (I-b) 表示的用于本发明的过渡金属亚胺化合物的一个优选实例是用通式 (II-a) 或 (II-b) 表示的过渡金属亚胺化合物：



(II-a)



(II-b)

在上述通式中，M 是元素周期表第 8-11 族中的过渡金属原子，较好是元素周期表第 8-9 族中的过渡金属原子，如铁、钌、钨、钴、铈或铀，特别好是铁或钴。

- 5 R⁷-R¹⁰ 可以相同或不同，且各为氢原子、卤原子、烃基、卤代烃基、杂环化合物残基、烃基取代的甲硅烷基、烃基取代的甲硅烷氧基、烷氧基、烷硫基、芳氧基、芳硫基、酰基、酯基、硫代酯基、酰氨基、酰亚氨基、氨基、亚氨基、磺酸酯基、亚磺酰氨基、氰基、硝基、羧基、磺酰基、巯基、羟基等。

卤原子是氟、氯、溴或碘。

- 10 烃基的实例包括含 1-20 个碳原子的直链或支链烷基，如甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、戊基和己基；含 2-20 个碳原子的直链或支链的链烯基，如乙烯基、烯丙基和异丙烯基；含 2-20 个碳原子的直链或支链的链炔基，如丙炔基；含 3-20 个碳原子的环烃基，如环丙基、环丁基、环戊基、环己基和金刚烷基；含 6-20 个碳原子的芳基，如苯基、萘基、环戊二烯基和茚基；芳基被 1-5 个取代基(如上述含 1-20 个碳原子的烷基)取代的取代芳基；含 6-20 个碳原子的芳基，烷氧基和芳氧基。

卤代烃基的实例包括上述烃基被卤素取代的基团。

杂环化合物残基的实例包括含氮芳环，如吡啶、嘧啶和喹啉；含氧芳环，如呋喃和吡喃；和含硫芳环，如噻吩。这些杂环可具有含杂原子的取代基。

- 20 烃基取代的甲硅烷基的实例包括甲基甲硅烷基、二甲基甲硅烷基、三甲基甲硅烷基、乙基甲硅烷基、二乙基甲硅烷基、三乙基甲硅烷基、二苯基甲基甲硅烷基和三苯基甲硅烷基。

烃基取代的甲硅烷氧基的实例包括三甲基甲硅烷氧基。

烷氧基的实例包括甲氧基、乙氧基、正丙氧基、异丙氧基、正丁氧基、异

丁氧基和叔丁氧基。

烷硫基的实例包括甲硫基和乙硫基。

芳氧基的实例包括苯氧基、2,6-二甲基苯氧基和2,4,6-三甲基苯氧基。

芳硫基的实例包括苯硫基、甲基苯硫基和萘硫基。

5 酰基的实例包括甲酰基、苯甲酰基、对氯苯甲酰基和对甲氧基苯甲酰基。

酯基的实例包括乙酰氧基、苯甲酰氧基、甲氧基羰基、苯氧基羰基和对氯苯氧基羰基。

硫代酯基的实例包括硫代乙酰基、硫代苯甲酰基、硫代甲氧基羰基和硫代苯氧基羰基。

10 酰氨基的实例包括乙酰氨基、N-甲基乙酰氨基和N-甲基苯甲酰氨基。

酰亚氨基的实例包括乙酰亚氨基和苯甲酰亚氨基。

氨基的实例包括二甲基氨基、乙基甲基氨基和二苯基氨基。

亚氨基的实例包括甲基亚氨基、乙基亚氨基、丙基亚氨基、丁基亚氨基和苯基亚氨基。

15 磺酸酯基的实例包括甲基磺酸酯基、乙基磺酸酯基和苯基磺酸酯基。

磺酰氨基的实例包括苯基磺酰氨基、N-甲基磺酰氨基和N-甲基-对甲苯磺酰氨基。

20 各个 R^{11} 可以相同或不同，且各为卤原子、烃基、卤代烃基、杂环化合物残基、烃基取代的甲硅烷基、烃基取代的甲硅烷氧基、烷氧基、烷硫基、芳氧基、芳硫基、酰基、酯基、硫代酯基、酰氨基、酰亚氨基、氨基、亚氨基、磺酸酯基、亚磺酰氨基、氰基、硝基、羧基、磺酰基、巯基、羟基等，

卤原子是氟、氯、溴或碘。

25 烃基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为含 1-20 个碳原子的直链或支链烷基，如甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、戊基和己基；含 2-20 个碳原子的直链或支链的链烯基，如乙烯基、烯丙基和异丙烯基；含 2-20 个碳原子的直链或支链的链炔基，如丙炔基；含 3-20 个碳原子的环烃基，如环丙基、环丁基、环戊基、环己基和金刚烷基；含 6-20 个碳原子的芳基，如苯基、萘基、环戊二烯基和茚基；芳基被 1-5 个取代基(如上述含 1-20 个碳原子的烷基)取代的取代芳基；含 6-20 个碳原子的芳基，

30 烷氧基和芳氧基。

卤代烃基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为上述烃基被卤

素取代的基团。

杂环化合物残基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为含氮芳环，如吡啶、嘧啶和喹啉；含氧芳环，如呋喃和吡喃；和含硫芳环，如噻吩。这些杂环可具有含杂原子的取代基。

5 烃基取代的甲硅烷基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为甲基甲硅烷基、二甲基甲硅烷基、三甲基甲硅烷基、乙基甲硅烷基、二乙基甲硅烷基、三乙基甲硅烷基、二苯基甲基甲硅烷基和三苯基甲硅烷基。

烃基取代的甲硅烷氧基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为三甲基甲硅烷氧基。

10 烷氧基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为甲氧基、乙氧基、正丙氧基、异丙氧基、正丁氧基、异丁氧基和叔丁氧基。

烷硫基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为甲硫基和乙硫基。

15 芳氧基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为苯氧基、2,6-二甲基苯氧基和 2,4,6-三甲基苯氧基。

芳硫基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为苯硫基、甲基苯硫基和萘硫基。

酰基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为甲酰基、苯甲酰基、对氯苯甲酰基和对甲氧基苯甲酰基。

20 酯基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为乙酰氧基、苯甲酰氧基、甲氧基羰基、苯氧基羰基和对氯苯氧基羰基。

硫代酯基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为硫代乙酰基、硫代苯甲酰基、硫代甲氧基羰基和硫代苯氧基羰基。

25 酰氨基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为乙酰氨基、N-甲基乙酰氨基和 N-甲基苯甲酰氨基。

酰亚氨基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为乙酰亚氨基和苯甲酰亚氨基。

氨基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为二甲基氨基、乙基甲基氨基和二苯基氨基。

30 亚氨基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为甲基亚氨基、乙基亚氨基、丙基亚氨基、丁基亚氨基和苯基亚氨基。

磺酸酯基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为甲基磺酸酯基、乙基磺酸酯基和苯基磺酸酯基。

磺酰氨基的实例包括 R^7-R^{10} 中所述的相同基团。更具体地为苯基磺酰氨基、N-甲基磺酰氨基和 N-甲基-对甲苯磺酰氨基。

5 R^7 和 R^9 、 R^8 和 R^{10} 、或 R^8 和 R^{11} 可相互连接形成芳环、脂环或含杂原子(如氮原子、硫原子或氧原子)的烃环。这些环还可带有取代基。

$R^{12}-R^{16}$ 可以相同或不同, 且各为氢原子、卤原子、烃基、卤代烃基、杂环化合物残基、烃基取代的甲硅烷基、烃基取代的甲硅烷氧基、烷氧基、烷硫基、芳氧基、芳硫基、酰基、酯基、硫代酯基、酰氨基、酰亚氨基、氨基、亚氨基、10 磺酸酯基、亚磺酰氨基、氰基、硝基、羧基、磺酰基、巯基、羟基等。

卤原子是氟、氯、溴或碘。

烃基的实例包括含 1-20 个碳原子的直链或支链烷基, 如甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、戊基和己基; 含 2-20 个碳原子的直链或支链的链烯基, 如乙烯基、烯丙基和异丙烯基; 含 2-20 个碳原子的直链或支链的链炔基, 如丙炔基; 含 3-20 个碳原子的环烃基, 如环丙基、环丁基、环戊基、环己基和金刚烷基; 含 6-20 个碳原子的芳基, 如苯基、萘基、环戊二烯基和茚基; 芳基被 1-5 个取代基(如上述含 1-20 个碳原子的烷基)取代的取代芳基; 含 6-20 个碳原子的芳基, 烷氧基和芳氧基。

卤代烃基的实例包括上述烃基被卤素取代的基团。

20 杂环化合物残基的实例包括含氮芳环, 如吡啶、嘧啶和喹啉; 含氧芳环, 如呋喃和吡喃; 和含硫芳环, 如噻吩。这些杂环可具有含杂原子的取代基。

烃基取代的甲硅烷基的实例包括甲基甲硅烷基、二甲基甲硅烷基、三甲基甲硅烷基、乙基甲硅烷基、二乙基甲硅烷基、三乙基甲硅烷基、二苯基甲基甲硅烷基和三苯基甲硅烷基。

25 烃基取代的甲硅烷氧基的实例包括三甲基甲硅烷氧基。

烷氧基的实例包括甲氧基、乙氧基、正丙氧基、异丙氧基、正丁氧基、异丁氧基和叔丁氧基。

烷硫基的实例包括甲硫基和乙硫基。

芳氧基的实例包括苯氧基、2,6-二甲基苯氧基和 2,4,6-三甲基苯氧基。

30 芳硫基的实例包括苯硫基、甲基苯硫基和萘硫基。

酰基的实例包括甲酰基、苯甲酰基、对氯苯甲酰基和对甲氧基苯甲酰基。



酯基的实例包括乙酰氧基、苯甲酰氧基、甲氧基羰基、苯氧基羰基和对氯苯氧基羰基。

硫代酯基的实例包括硫代乙酰基、硫代苯甲酰基、硫代甲氧基羰基和硫代苯氧基羰基。

5 酰氨基的实例包括乙酰氨基、N-甲基乙酰氨基和 N-甲基苯甲酰氨基。

酰亚氨基的实例包括乙酰亚氨基和苯甲酰亚氨基。

氨基的实例包括二甲基氨基、乙基甲基氨基和二苯基氨基。

亚氨基的实例包括甲基亚氨基、乙基亚氨基、丙基亚氨基、丁基亚氨基和苯基亚氨基。

10 磺酸酯基的实例包括甲基磺酸酯基、乙基磺酸酯基和苯基磺酸酯基。

磺酰氨基的实例包括苯基磺酰氨基、N-甲基磺酰氨基和 N-甲基-对甲苯磺酰氨基。

$R^{12}-R^{16}$ 中至少一个基团是氢原子以外的基团，两个或多个用 $R^{12}-R^{16}$ 表示的基团可以相互连接成环。相邻基团较好相互连接形成脂环、芳环或含杂原子(如氮原子)的烃环。这些环还可带有取代基。

m 是 0-2 的整数，

n 是 0 或 2 的整数，

各个 A 可以相同或不同，且是元素周期表第 13-16 族中的原子，具体为硼原子、碳原子、氮原子、氧原子、硅原子、磷原子、硫原子、锆原子、硒原子、锡原子等。

E 是含有至少一个选自碳、氢、氧、卤素、氮、硫、磷、硼或硅的元素的取代基，且当有多个用 E 表示的基团时，它们可以相同或不同，且两个或多个用 E 表示的基团可以相互连接成环，

p 是满足 M 化合价的数字，具体为 1-8 的整数，较好为 1-5 的整数，更好为 1-3 的整数。

X 是氢原子、卤原子、含 1-20 个碳原子的烃基、含 1-20 个碳原子的卤代烃基、含氧基、含硫基、含硅基等，且当 n 等于 2 或更大时，多个用 X 表示的基团可以相同或不同。

卤原子是氟、氯、溴或碘。

30 含 1-20 个碳原子的烃基的实例包括烷基、环烷基、链烯基、芳烷基和芳基。具体地可以为烷基，如甲基、乙基、丙基、丁基、己基、辛基、壬基、十

二烷基和二十烷基；环烷基，如环戊基、环己基、降冰片基和金刚烷基；链烯基，如乙烯基、丙烯基和环己烯基；芳烷基，如苄基、苯乙基和苯丙基；芳基如苯基、甲苯基、二甲基苯基、三甲基苯基、乙基苯基、丙基苯基、联苯基、萘基、甲基萘基、蒽基和菲基。

5 含 1-20 个碳原子的卤代烃基的实例包括上述含 1-20 个碳原子的烃基被卤素取代的基团。

含氧基团的实例包括羟基；烷氧基，如甲氧基、乙氧基、丙氧基和丁氧基；芳氧基，如苯氧基、甲基苯氧基、二甲基苯氧基和萘氧基；芳基烷氧基，如苯基甲氧基和苯基乙氧基。

10 含硫基团的实例包括上述含氧基团中的氧被硫取代的取代基；磺酸酯基，如甲基磺酸酯基、三氟甲烷磺酸酯基、苯基磺酸酯基、苄基磺酸酯基、对甲苯磺酸酯基、三甲基苯磺酸酯基、三异丁基苯磺酸酯基、对氯苯磺酸酯基和五氟苯磺酸酯基；亚磺酸酯基，如甲基亚磺酸酯基、苯基亚磺酸酯基、苄基亚磺酸酯基、对甲苯亚磺酸酯基、三甲基苯亚磺酸酯基和五氟苯亚磺酸酯基。

15 含硅基团的实例包括一烃基取代的甲硅烷基，如甲基甲硅烷基和苯基甲硅烷基；二烃基取代的甲硅烷基，如二甲基甲硅烷基和二苯基甲硅烷基；三烃基取代的甲硅烷基，如三甲基甲硅烷基、三乙基甲硅烷基、三丙基甲硅烷基、三环己基甲硅烷基、三苯基甲硅烷基、二甲基苯基甲硅烷基、甲基二苯基甲硅烷基、三甲苯基甲硅烷基和三萘基甲硅烷基；烃基取代的甲硅烷基的甲硅烷基醚，如三甲基甲硅烷基醚；硅取代的烷基，如三甲基甲硅烷基甲基；和硅取代的芳基，如三甲基甲硅烷基苯基。

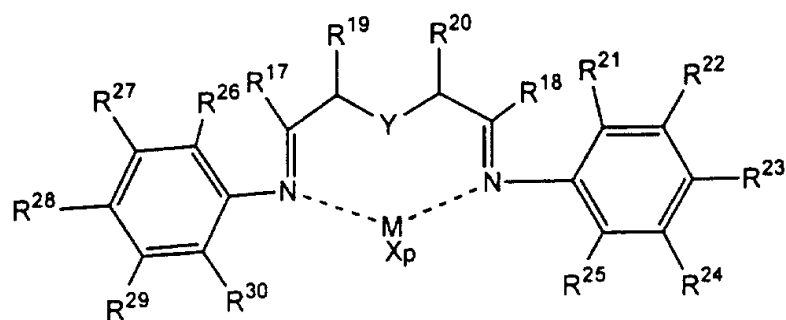
20 在上述原子和基团中，优选的是卤原子、含 1-20 个碳原子的烃基和磺酸酯基。

在上述原子和基团中，优选的是卤原子、含 1-20 个碳原子的烃基和磺酸酯基。

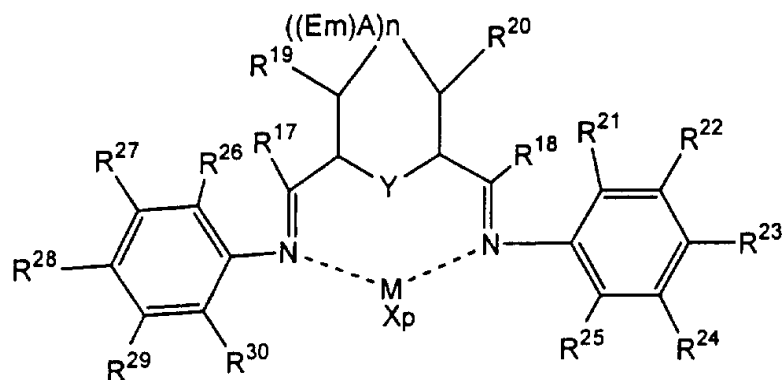
Y 是元素周期表第 15 族中的原子，具体为氮原子、磷原子、砷原子、锑原子等，较好的为氮原子或磷原子，更好的为氮原子。这种原子有时与氢、烃基等连接。另外，这种原子有时与用 M 表示的过渡金属原子连接。

25

用通式 (I-a) 或 (I-b) 表示的用于本发明的过渡金属亚胺化合物的一个优选实例是用通式 (III-a) 或 (III-b) 表示的过渡金属亚胺化合物：



(III-a)



(III-b)

在上述通式中，M 是元素周期表第 8-11 族中的过渡金属原子，较好是元素周期表第 8-9 族中的过渡金属原子，如铁、钌、钨、钴、铈或铀，特别好是铁或钴。

R¹⁷-R²⁰ 可以相同或不同，且各为氢原子、卤原子、烃基、卤代烃基、杂环化合物残基、烃基取代的甲硅烷基、烃基取代的甲硅烷氧基、烷氧基、烷硫基、芳氧基、芳硫基、酰基、酯基、硫代酯基、酰氨基、酰亚氨基、氨基、亚氨基、磺酸酯基、亚磺酰氨基、氰基、硝基、羧基、磺酰基、巯基、羟基等。

10 卤原子是氟、氯、溴或碘。

烃基的实例包括含 1-20 个碳原子的直链或支链烷基，如甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、戊基和己基；含 2-20 个碳原子的直链或支链的链烯基，如乙烯基、烯丙基和异丙烯基；含 2-20 个碳原子的直链或支链的链炔基，如丙炔基；含 3-20 个碳原子的环烃基，如环丙基、环丁基、环戊基、环己基和金刚烷基；含 6-20 个碳原子的芳基，如苯基、萘基、环戊二烯基和茚基；芳基被 1-5 个取代基(如上述含 1-20 个碳原子的烷基)取代的取代芳基；含 6-20 个碳原子的芳基，烷氧基和芳氧基。

卤代烃基的实例包括上述烃基被卤素取代的基团。

杂环化合物残基的实例包括含氮芳环，如吡啶、嘧啶和喹啉；含氧芳环，如呋喃和吡喃；和含硫芳环，如噻吩。这些杂环可具有含杂原子的取代基。

5 烃基取代的甲硅烷基的实例包括甲基甲硅烷基、二甲基甲硅烷基、三甲基甲硅烷基、乙基甲硅烷基、二乙基甲硅烷基、三乙基甲硅烷基、二苯基甲基甲硅烷基和三苯基甲硅烷基。

烃基取代的甲硅烷氧基的实例包括三甲基甲硅烷氧基。

烷氧基的实例包括甲氧基、乙氧基、正丙氧基、异丙氧基、正丁氧基、异丁氧基和叔丁氧基。

烷硫基的实例包括甲硫基和乙硫基。

10 芳氧基的实例包括苯氧基、2,6-二甲基苯氧基和2,4,6-三甲基苯氧基。

芳硫基的实例包括苯硫基、甲基苯硫基和萘硫基。

酰基的实例包括甲酰基、苯甲酰基、对氯苯甲酰基和对甲氧基苯甲酰基。

酯基的实例包括乙酰氧基、苯甲酰氧基、甲氧基羰基、苯氧基羰基和对氯苯氧基羰基。

15 硫代酯基的实例包括硫代乙酰基、硫代苯甲酰基、硫代甲氧基羰基和硫代苯氧基羰基。

酰氨基的实例包括乙酰氨基、N-甲基乙酰氨基和N-甲基苯甲酰氨基。

酰亚氨基的实例包括乙酰亚氨基和苯甲酰亚氨基。

氨基的实例包括二甲基氨基、乙基甲基氨基和二苯基氨基。

20 亚氨基的实例包括甲基亚氨基、乙基亚氨基、丙基亚氨基、丁基亚氨基和苯基亚氨基。

磺酸酯基的实例包括甲基磺酸酯基、乙基磺酸酯基和苯基磺酸酯基。

磺酰氨基的实例包括苯基磺酰氨基、N-甲基磺酰氨基和N-甲基-对甲苯磺酰氨基。

25 R^{17} 和 R^{19} 、或 R^{18} 和 R^{20} 、可相互连接形成芳环、脂环或含杂原子(如氮原子、硫原子或氧原子)的烃环。这些环还可带有取代基。

R^{21} - R^{30} 可以相同或不同，且各为氢原子、卤原子、烃基、卤代烃基、杂环化合物残基、烃基取代的甲硅烷基、烃基取代的甲硅烷氧基、烷氧基、烷硫基、芳氧基、芳硫基、酰基、酯基、硫代酯基、酰氨基、酰亚氨基、氨基、亚氨基、磺酸酯基、亚磺酰氨基、氰基、硝基、羧基、磺酰基、巯基、羟基等。

30

卤原子是氟、氯、溴或碘。



烃基的实例包括含 1-20 个碳原子的直链或支链烷基，如甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、异丁基、仲丁基、叔丁基、戊基和正己基；含 2-20 个碳原子的直链或支链的链烯基，如乙烯基、烯丙基和异丙烯基；含 2-20 个碳原子的直链或支链的链炔基，如丙炔基；含 3-20 个碳原子的环烃基，如环丙基、环丁基、环戊基、环己基和金刚烷基；含 6-20 个碳原子的芳基，如苯基、萘基、环戊二烯基和茚基；芳基被 1-5 个取代基(如上述含 1-20 个碳原子的烷基)取代的取代芳基；含 6-20 个碳原子的芳基，烷氧基和芳氧基。

卤代烃基的实例包括上述烃基被卤素取代的基团。

杂环化合物残基的实例包括含氮芳环，如吡啶、嘧啶和喹啉；含氧芳环，如呋喃和吡喃；和含硫芳环，如噻吩。这些杂环可具有含杂原子的取代基。

烃基取代的甲硅烷基的实例包括甲基甲硅烷基、二甲基甲硅烷基、三甲基甲硅烷基、乙基甲硅烷基、二乙基甲硅烷基、三乙基甲硅烷基、二苯基甲基甲硅烷基和三苯基甲硅烷基。

烃基取代的甲硅烷氧基的实例包括三甲基甲硅烷氧基。

烷氧基的实例包括甲氧基、乙氧基、正丙氧基、异丙氧基、正丁氧基、异丁氧基和叔丁氧基。

烷硫基的实例包括甲硫基和乙硫基。

芳氧基的实例包括苯氧基、2,6-二甲基苯氧基和 2,4,6-三甲基苯氧基。

芳硫基的实例包括苯硫基、甲基苯硫基和萘硫基。

酰基的实例包括甲酰基、苯甲酰基、对氯苯甲酰基和对甲氧基苯甲酰基。

酯基的实例包括乙酰氧基、苯甲酰氧基、甲氧基羰基、苯氧基羰基和对氯苯氧基羰基。

硫代酯基的实例包括硫代乙酰基、硫代苯甲酰基、硫代甲氧基羰基和硫代苯氧基羰基。

酰氨基的实例包括乙酰氨基、N-甲基乙酰氨基和 N-甲基苯甲酰氨基。

酰亚氨基的实例包括乙酰亚氨基和苯甲酰亚氨基。

氨基的实例包括二甲基氨基、乙基甲基氨基和二苯基氨基。

亚氨基的实例包括甲基亚氨基、乙基亚氨基、丙基亚氨基、丁基亚氨基和苯基亚氨基。

磺酸酯基的实例包括甲基磺酸酯基、乙基磺酸酯基和苯基磺酸酯基。

磺酰氨基的实例包括苯基磺酰氨基、N-甲基磺酰氨基和 N-甲基-对甲苯磺

酰氨基。

$R^{21}-R^{25}$ 中至少一个基团是氢原子以外的基团, $R^{26}-R^{30}$ 中至少一个基团是氢原子以外的基团, 两个或多个用 $R^{21}-R^{25}$ 表示的基团可以相互连接成环, 两个或多个用 $R^{26}-R^{30}$ 表示的基团可以相互连接成环。相邻基团较好相互连接形成脂环、芳环或含杂原子(如氮原子)的烃环。这些环还可带有取代基。

m 是 0-2 的整数,

n 是 0 或 2 的整数,

各个 A 可以相同或不同, 且是元素周期表第 13-16 族中的原子, 具体为硼原子、碳原子、氮原子、氧原子、硅原子、磷原子、硫原子、锆原子、硒原子、锡原子等。

E 是含有至少一个选自碳、氢、氧、卤素、氮、硫、磷、硼或硅的元素的取代基, 且当有多个用 E 表示的基团时, 它们可以相同或不同, 且两个或多个用 E 表示的基团可以相互连接成环,

p 是满足 M 化合价的数字, 具体为 1-8 的整数, 较好为 1-5 的整数, 更好为 1-3 的整数。

X 是氢原子、卤原子、含 1-20 个碳原子的烃基、含 1-20 个碳原子的卤代烃基、含氧基、含硫基、含硅基等, 且当 n 等于 2 或更大时, 多个用 X 表示的基团可以相同或不同。

卤原子是氟、氯、溴或碘。

含 1-20 个碳原子的烃基的实例包括烷基、环烷基、链烯基、芳烷基和芳基。具体地可以为烷基, 如甲基、乙基、丙基、丁基、己基、辛基、壬基、十二烷基和二十烷基; 环烷基, 如环戊基、环己基、降冰片基和金刚烷基; 链烯基, 如乙烯基、丙烯基和环己烯基; 芳烷基, 如苄基、苯乙基和苯丙基; 芳基如苯基、甲苯基、二甲基苯基、三甲基苯基、乙基苯基、丙基苯基、联苯基、萘基、甲基萘基、蒎基和菲基。

含 1-20 个碳原子的卤代烃基的实例包括上述含 1-20 个碳原子的烃基被卤素取代的基团。

含氧基团的实例包括羟基; 烷氧基, 如甲氧基、乙氧基、丙氧基和丁氧基; 芳氧基, 如苯氧基、甲基苯氧基、二甲基苯氧基和萘氧基; 芳基烷氧基, 如苯基甲氧基和苯基乙氧基。

含硫基团的实例包括上述含氧基团中的氧被硫取代的取代基; 磺酸酯基,

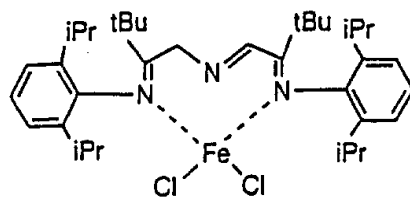
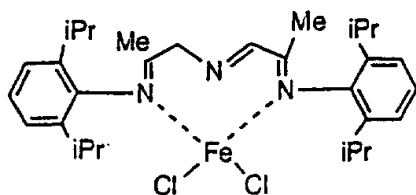
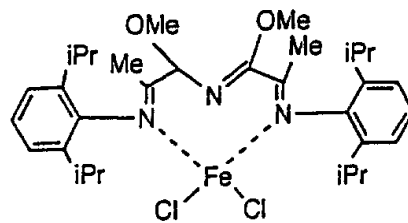
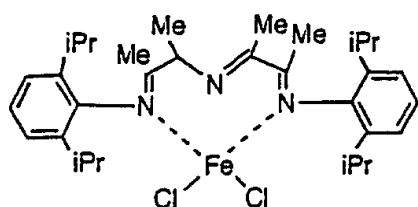
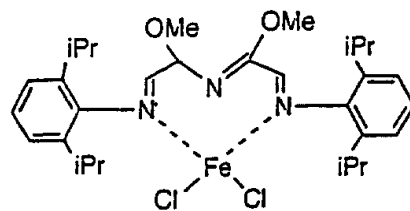
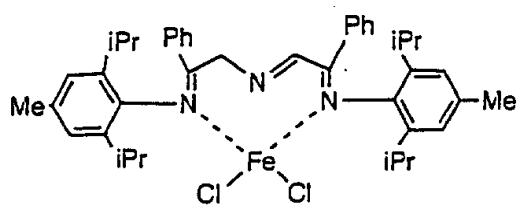
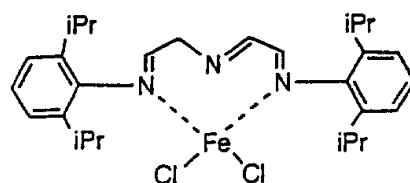
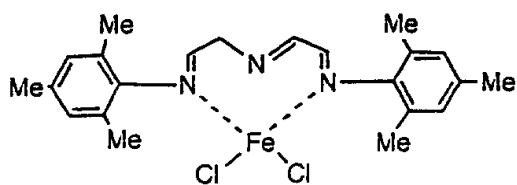
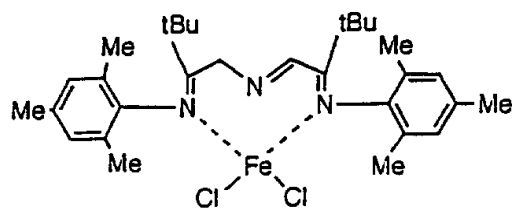
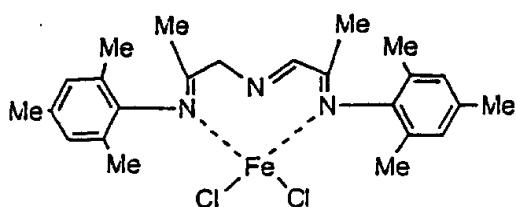
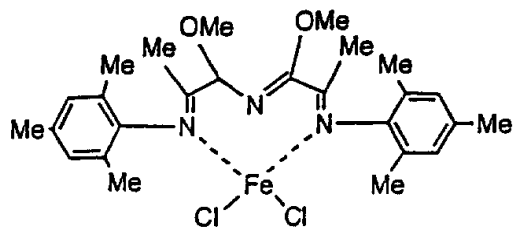
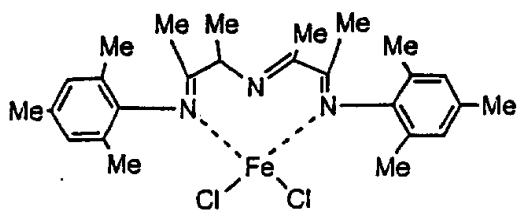
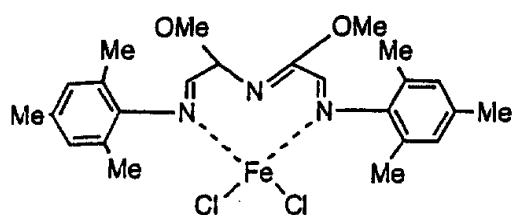
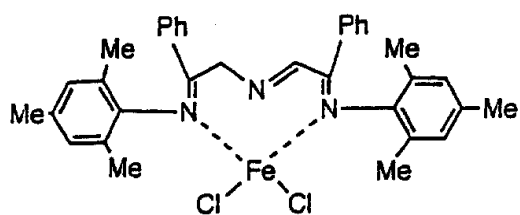
如甲基磺酸酯基、三氟甲烷磺酸酯基、苯基磺酸酯基、苄基磺酸酯基、对甲苯磺酸酯基、三甲基苯磺酸酯基、三异丁基苯磺酸酯基、对氯苯磺酸酯基和五氟苯磺酸酯基；亚磺酸酯基，如甲基亚磺酸酯基、苯基亚磺酸酯基、苄基亚磺酸酯基、对甲苯亚磺酸酯基、三甲基苯亚磺酸酯基和五氟苯亚磺酸酯基。

- 5 含硅基团的实例包括一烷基取代的甲硅烷基，如甲基甲硅烷基和苯基甲硅烷基；二烷基取代的甲硅烷基，如二甲基甲硅烷基和二苯基甲硅烷基；三烷基取代的甲硅烷基，如三甲基甲硅烷基、三乙基甲硅烷基、三丙基甲硅烷基、三环己基甲硅烷基、三苯基甲硅烷基、二甲基苯基甲硅烷基、甲基二苯基甲硅烷基、三甲苯基甲硅烷基和三萘基甲硅烷基；烷基取代的甲硅烷基的甲硅烷基
- 10 醚，如三甲基甲硅烷基醚；硅取代的烷基，如三甲基甲硅烷基甲基；和硅取代的芳基，如三甲基甲硅烷基苯基。

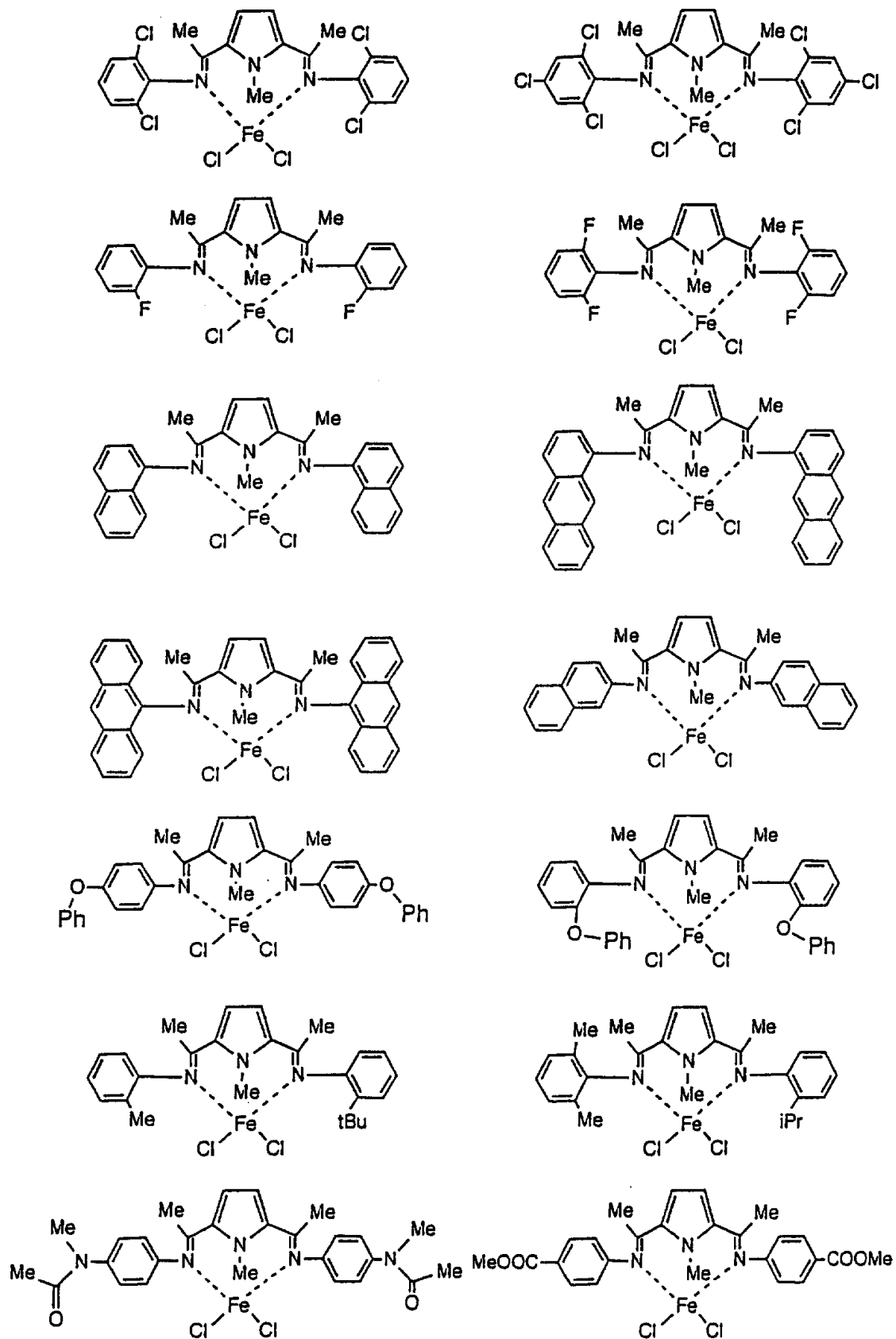
在上述原子和基团中，优选的是卤原子、含 1-20 个碳原子的烷基和磺酸酯基。

- 15 Y 是元素周期表第 15 族中的原子，具体为氮原子、磷原子、砷原子、铋原子等，较好的为氮原子或磷原子，更好的为氮原子。这种原子有时与氢、烷基等连接。另外，这种原子有时与用 M 表示的过渡金属原子连接。

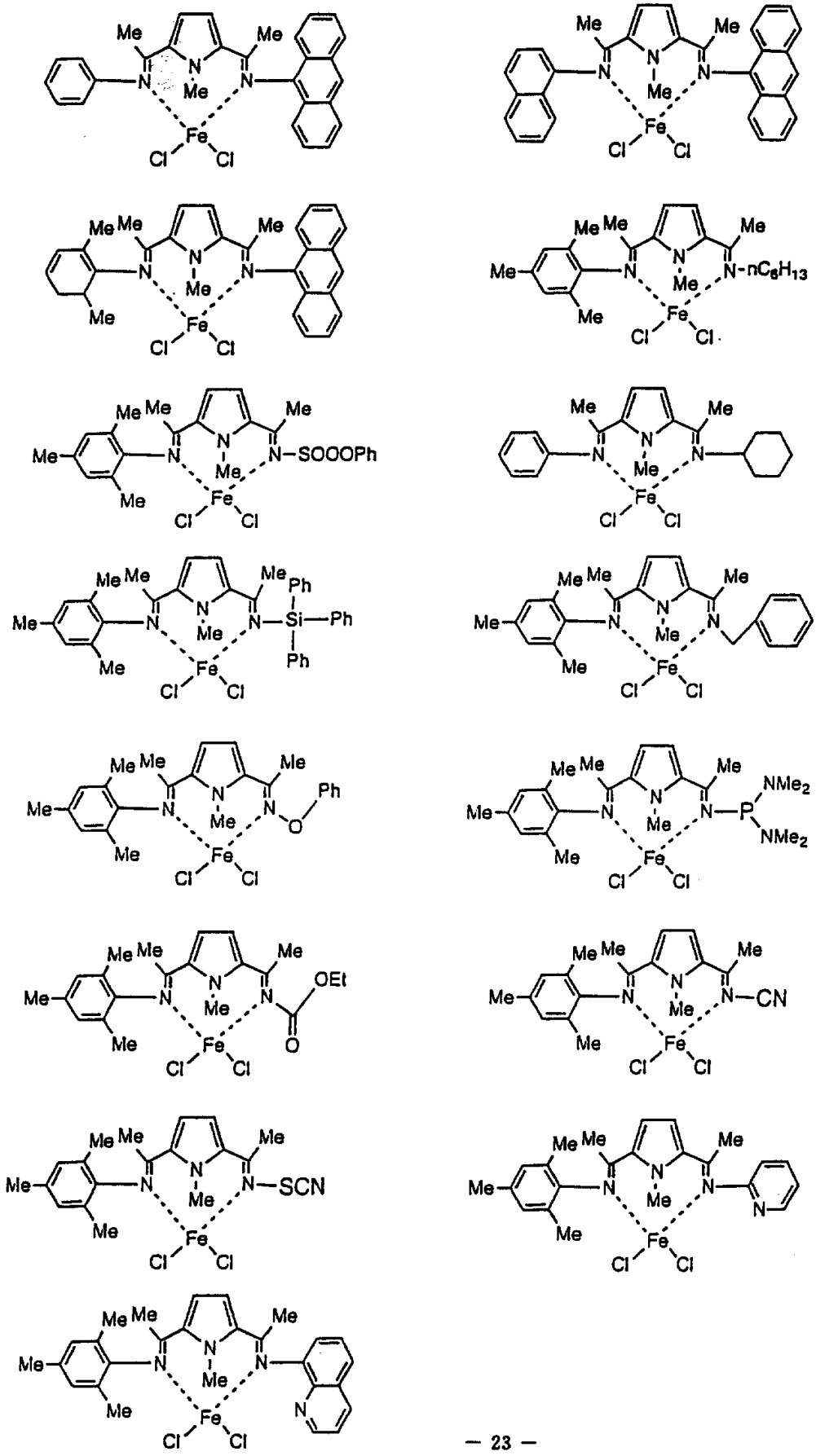
用通式(I-a)、(I-b)、(II-a)、(II-b)、(III-a)和(III-b)中任何一种表示的过渡金属亚胺化合物的实例列于如下。

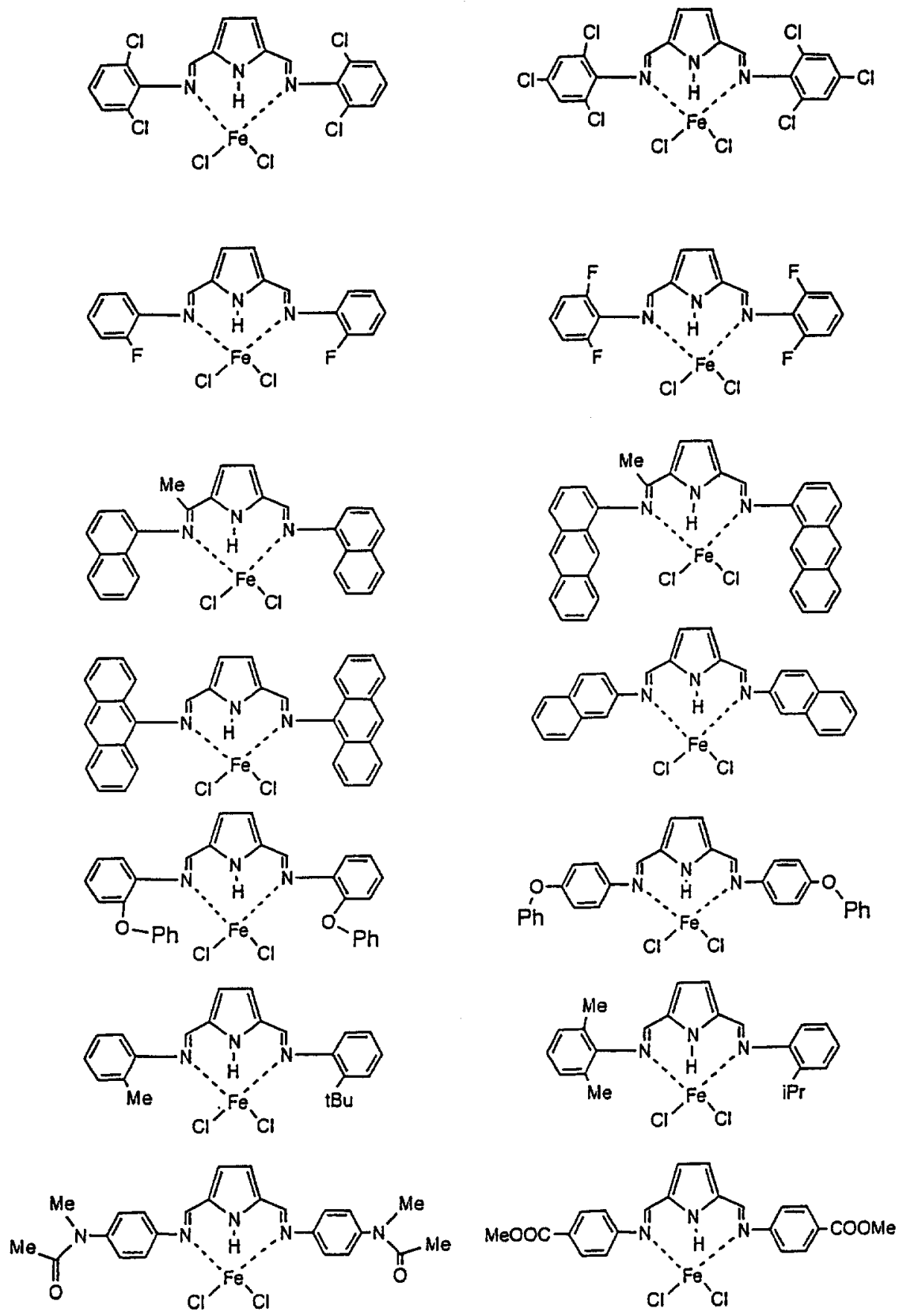


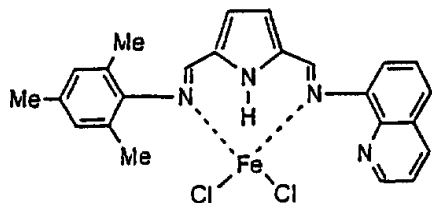
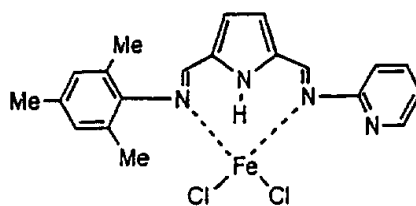
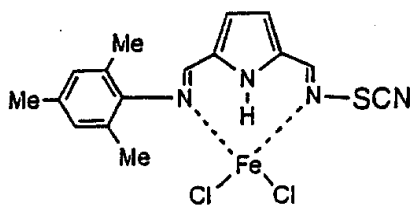
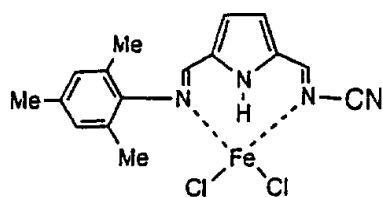
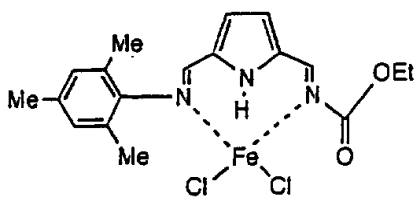
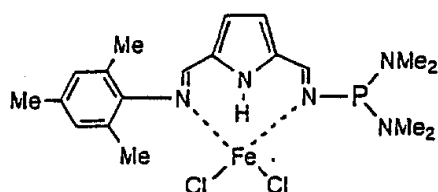
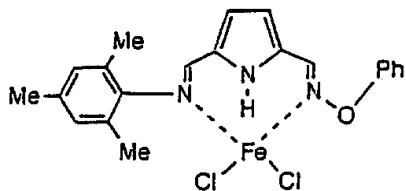
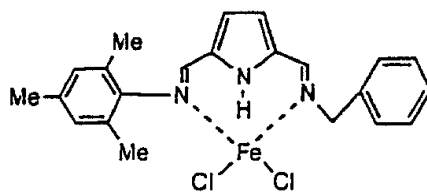
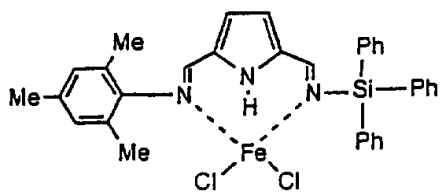
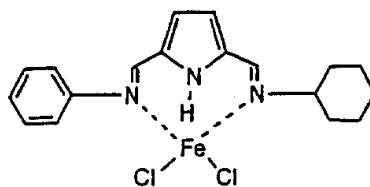
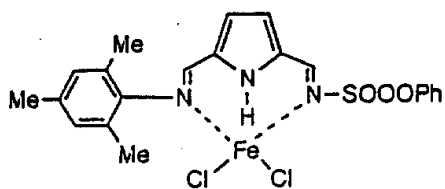
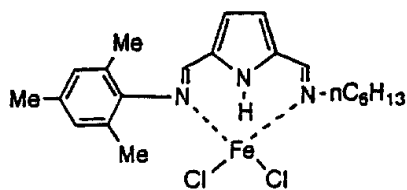
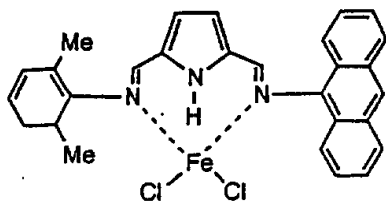
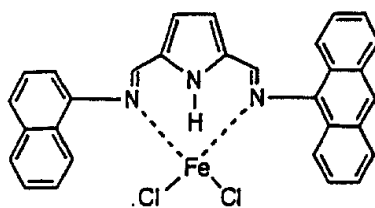
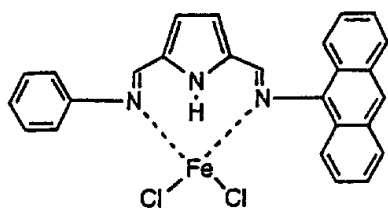
S 10

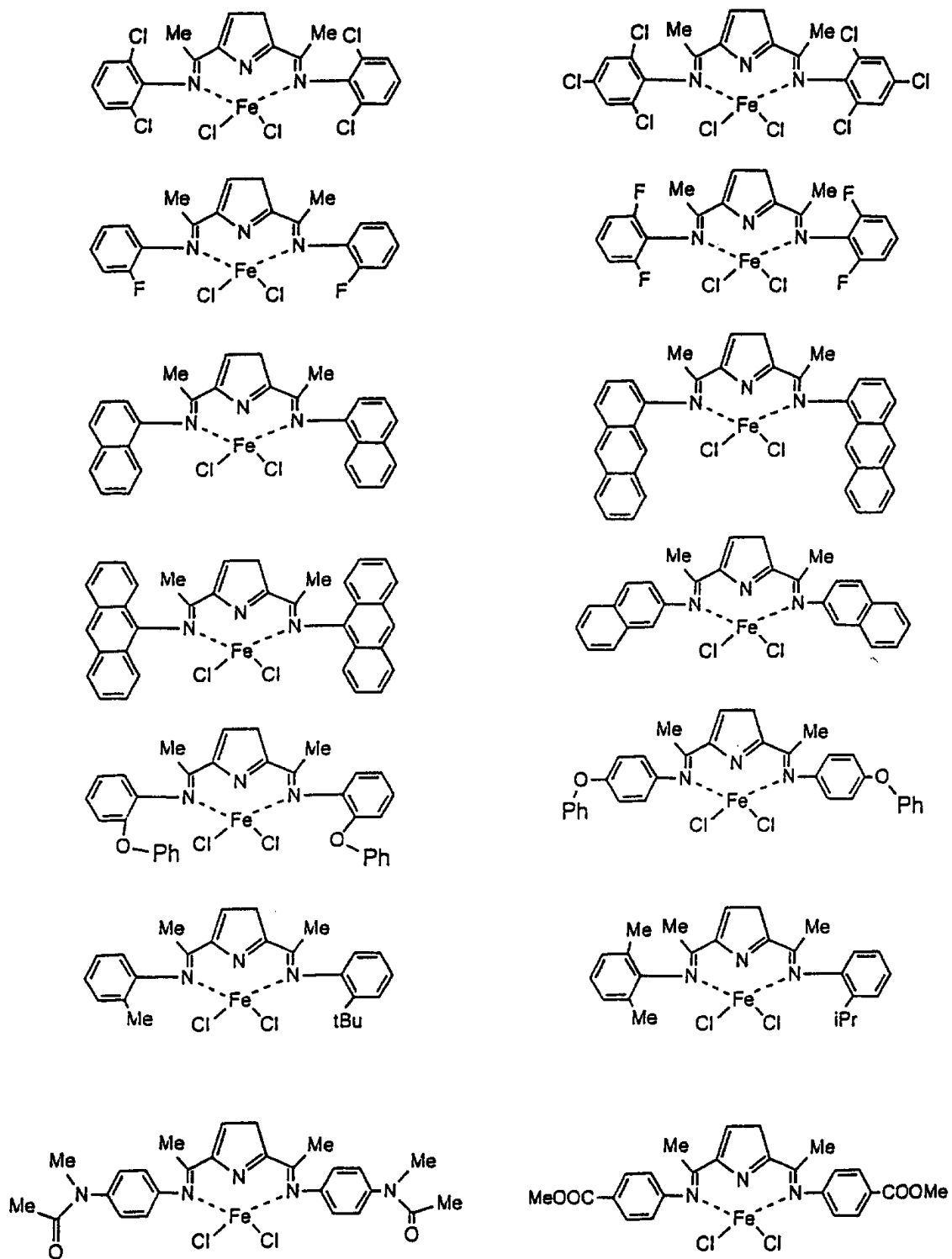


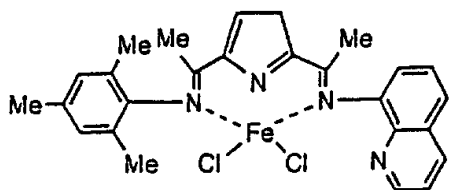
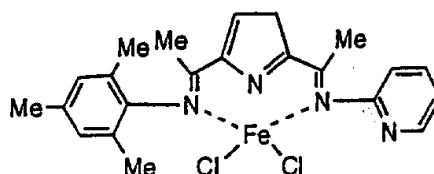
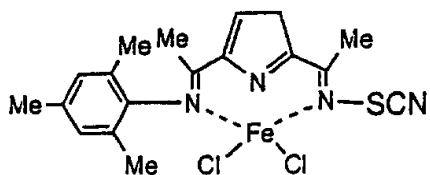
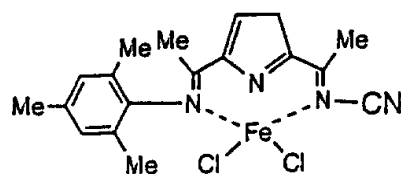
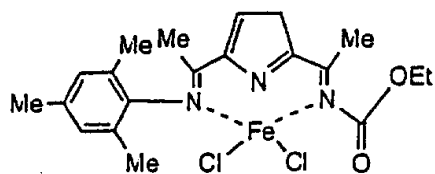
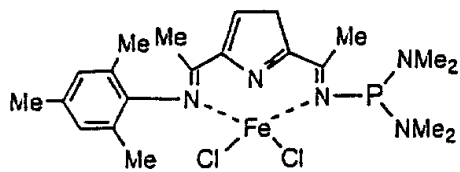
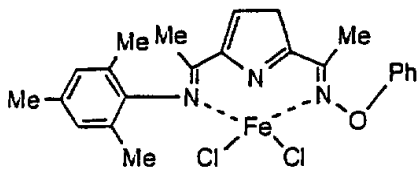
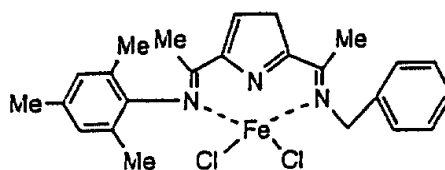
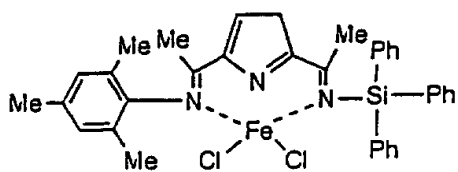
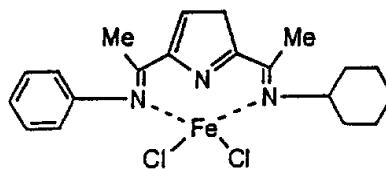
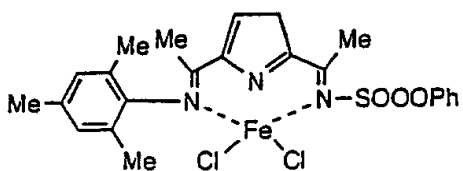
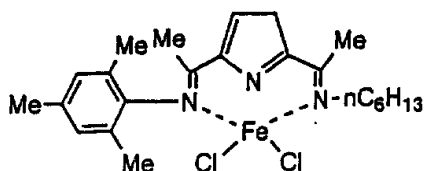
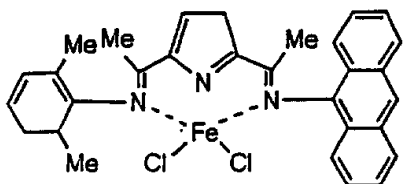
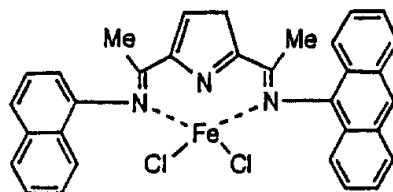
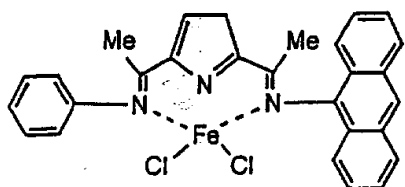
0000

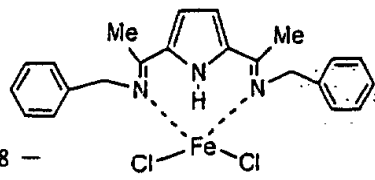
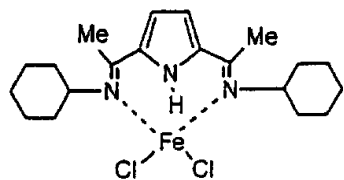
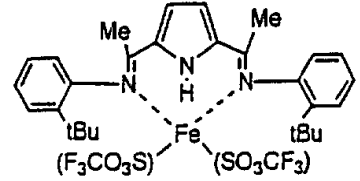
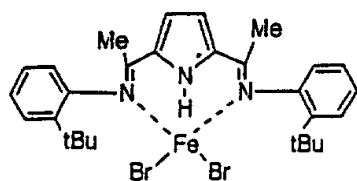
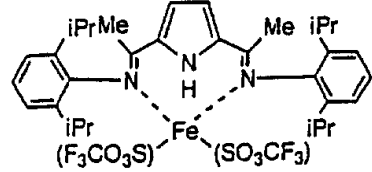
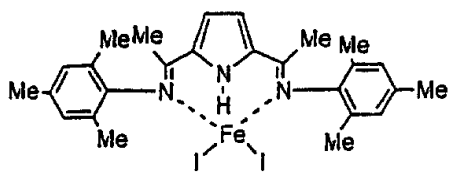
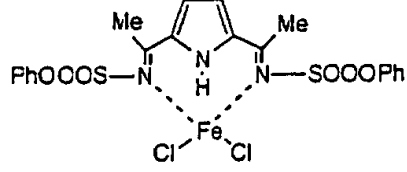
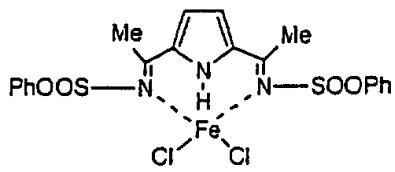
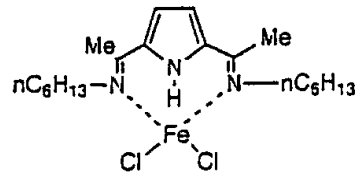
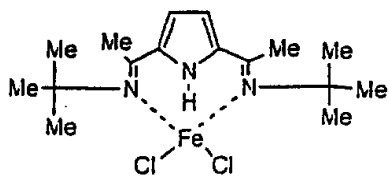
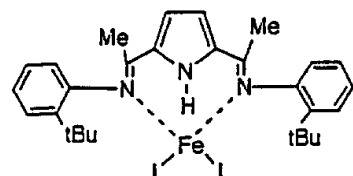
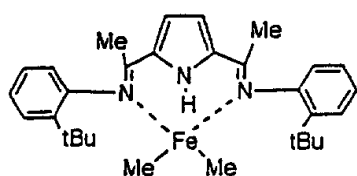
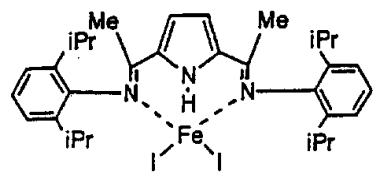
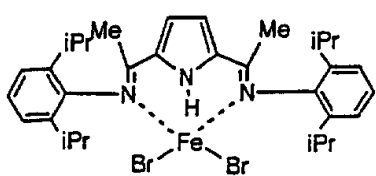
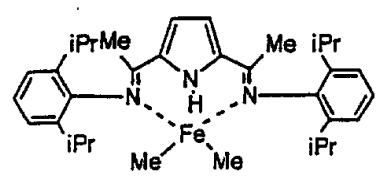
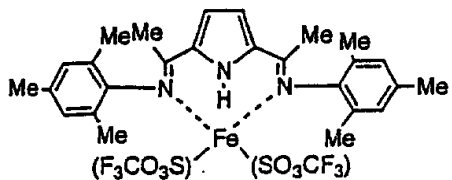
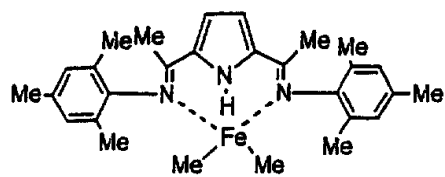
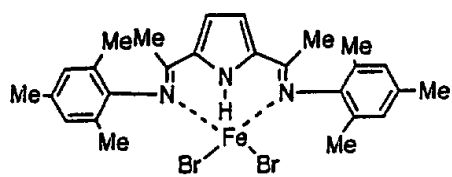




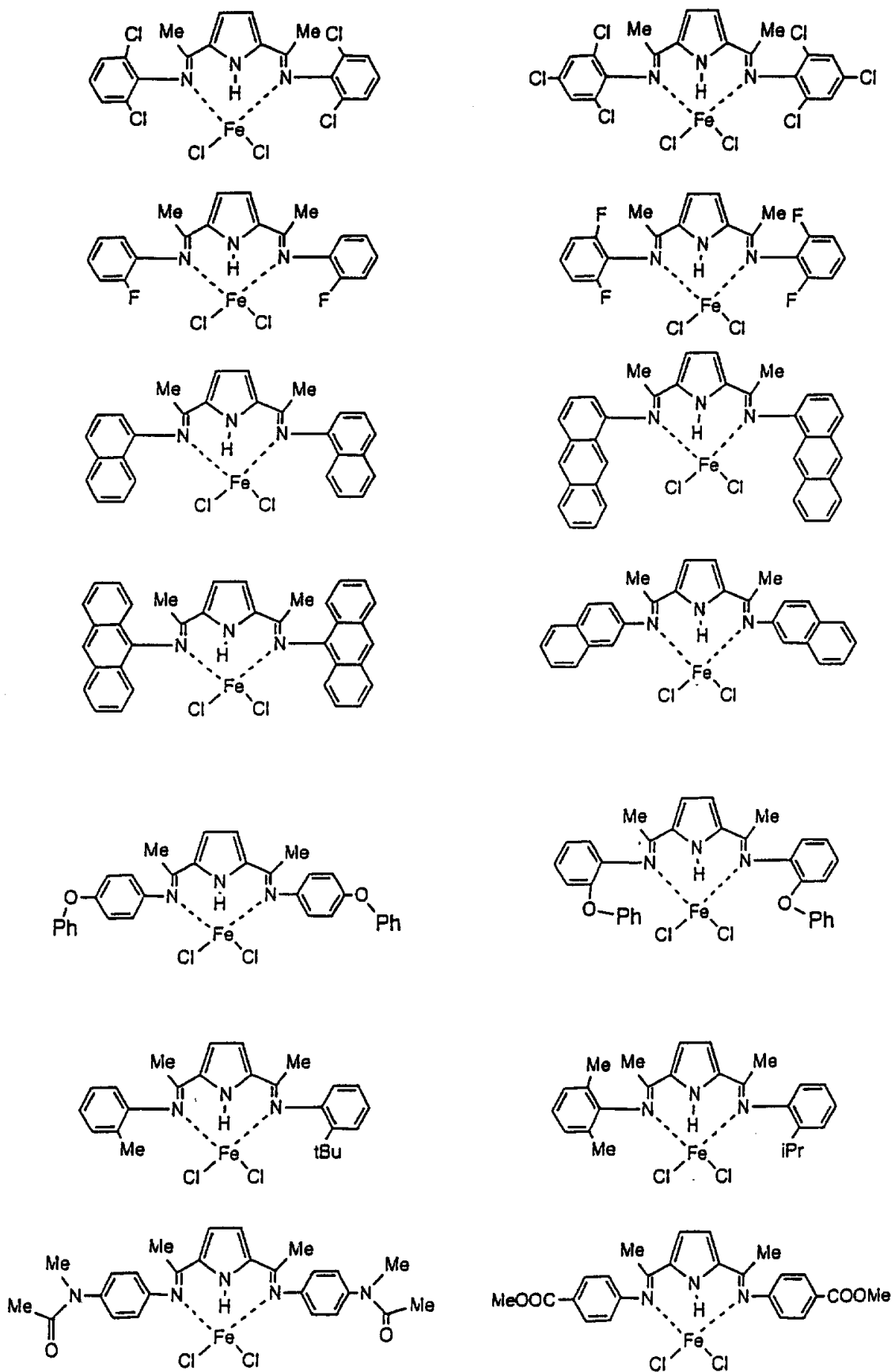


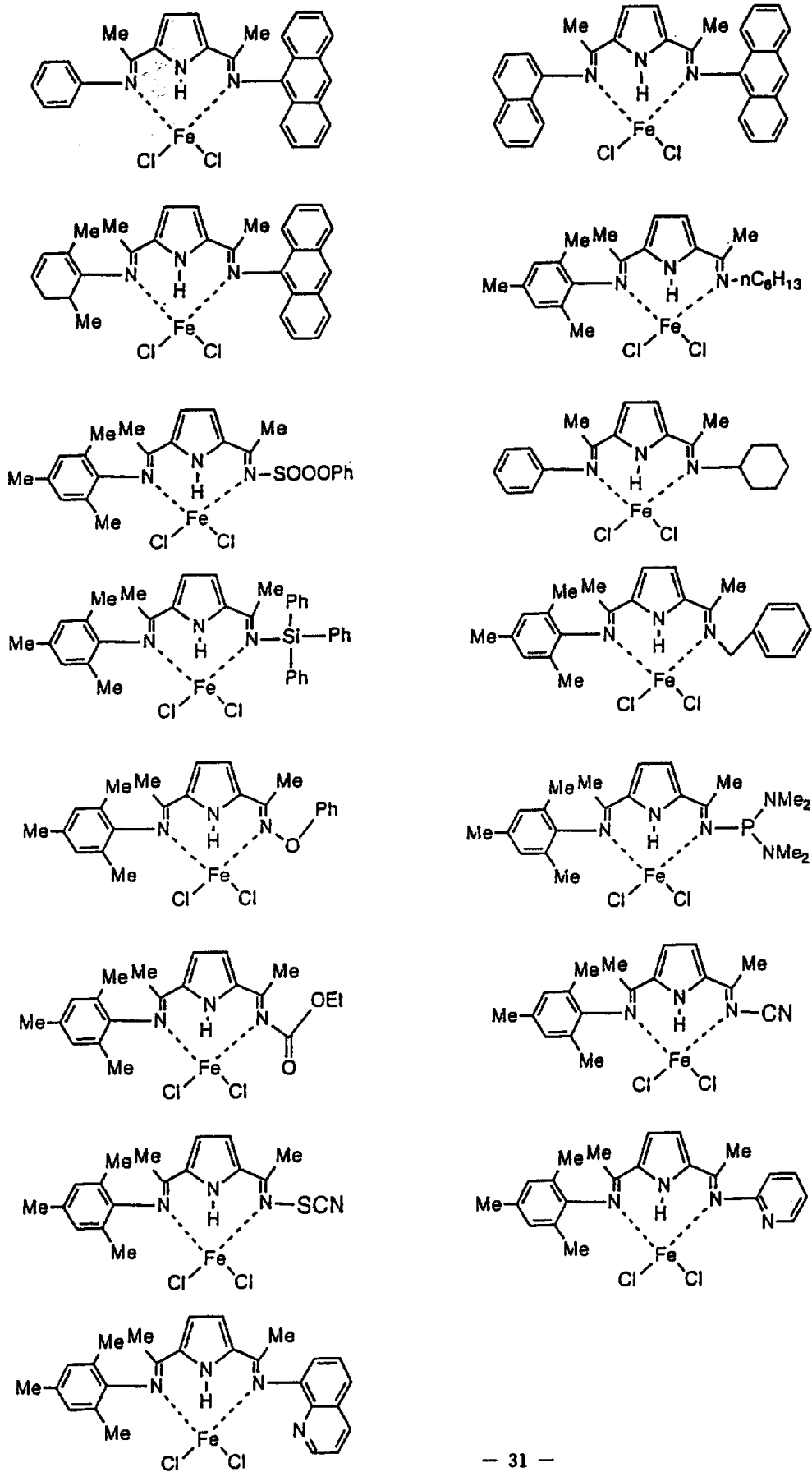


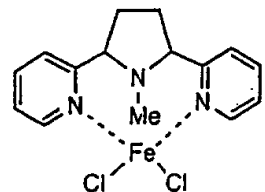
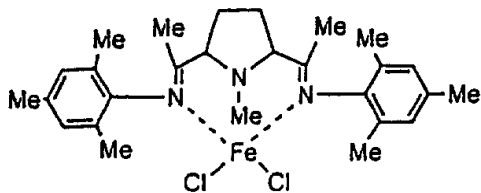
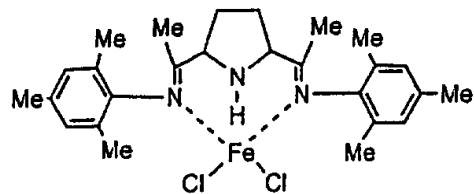
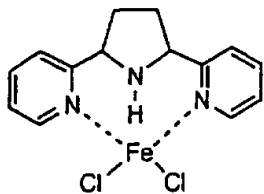
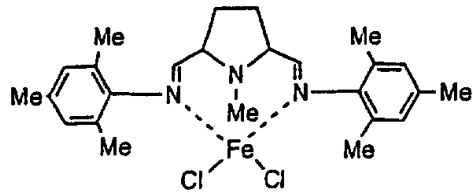
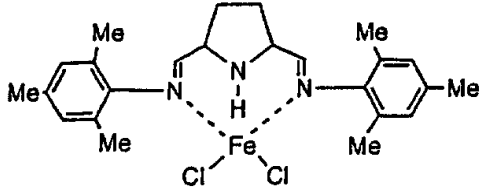
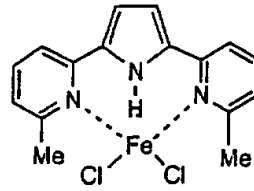
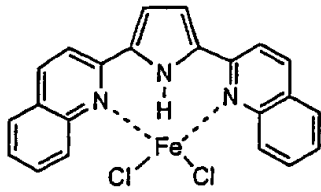
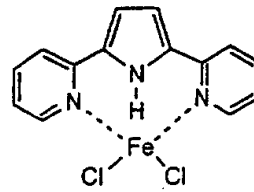
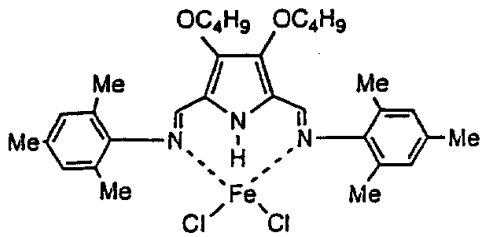
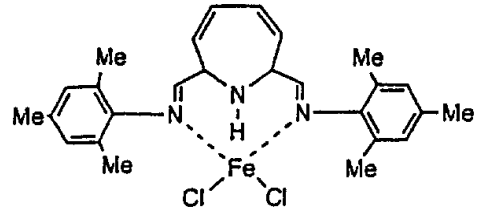
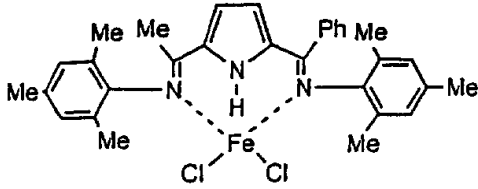
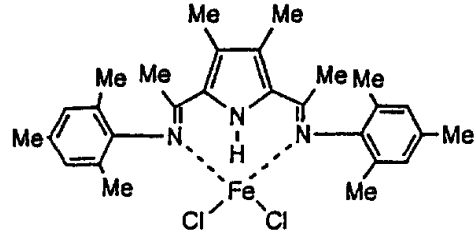
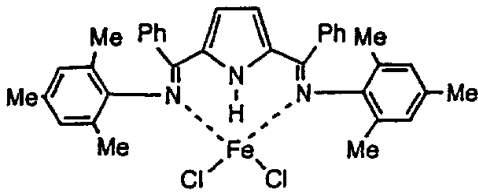
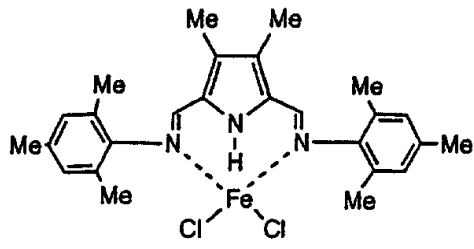
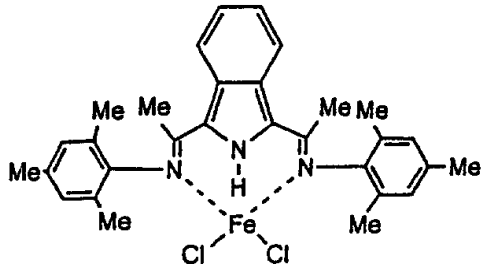


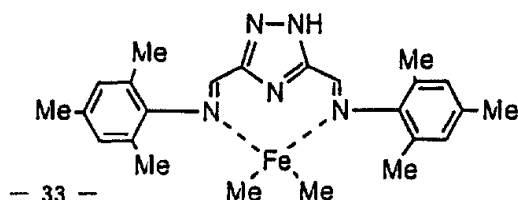
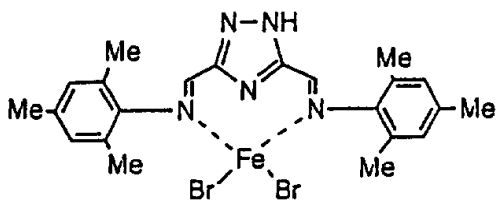
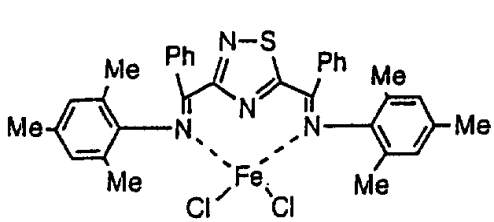
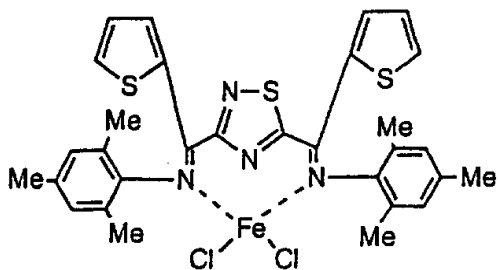
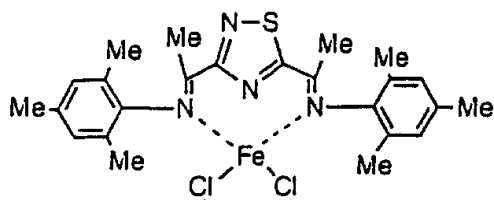
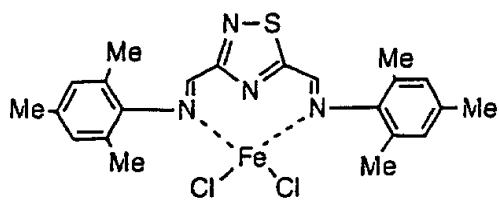
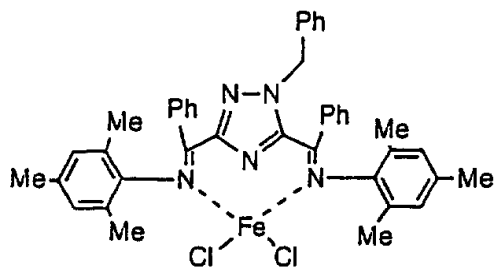
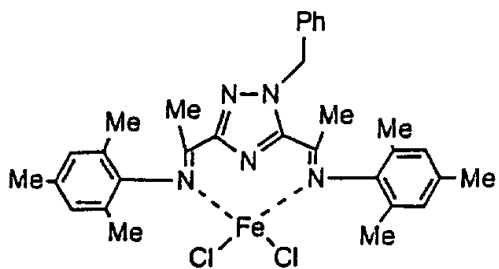
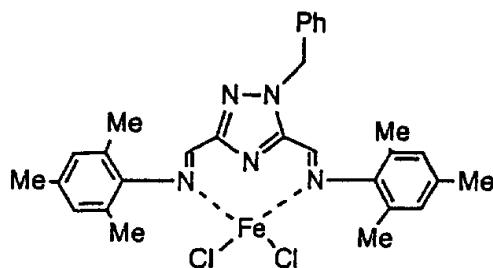
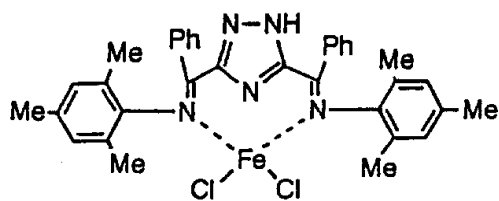
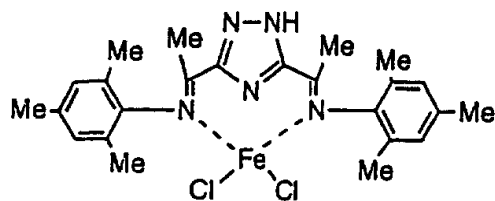
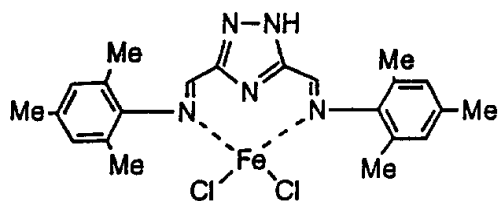


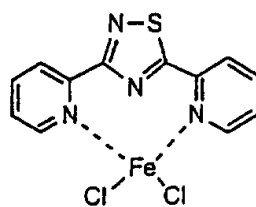
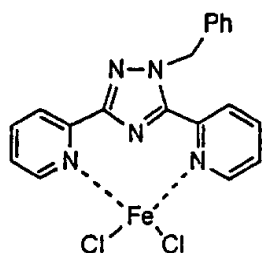
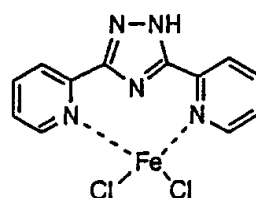
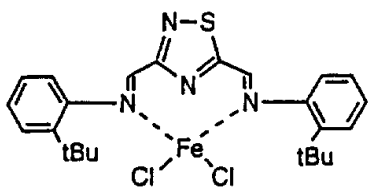
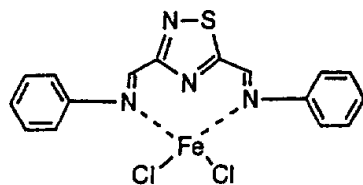
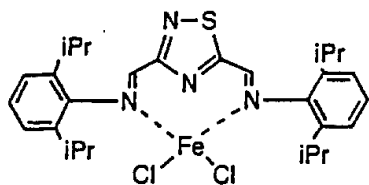
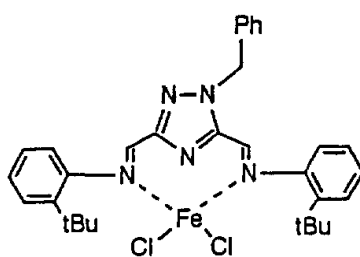
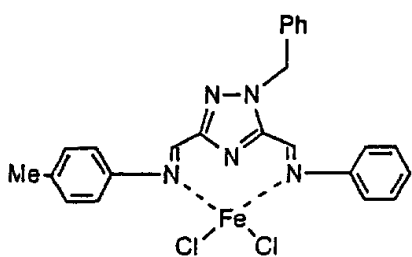
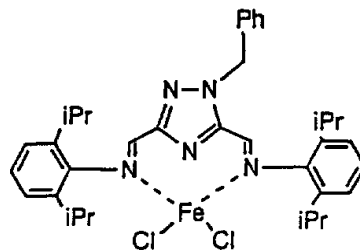
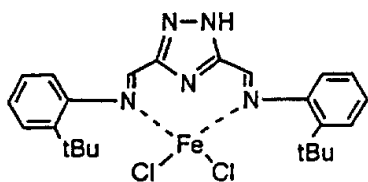
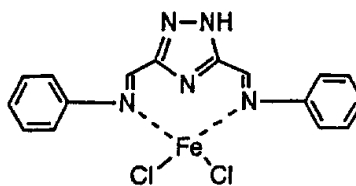
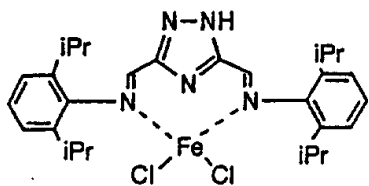
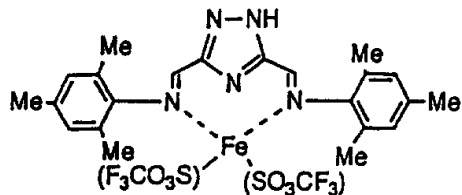
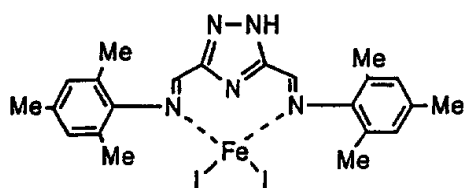
00000

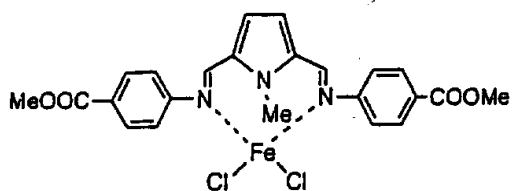
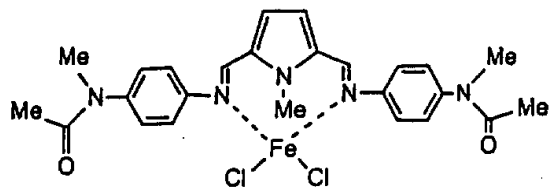
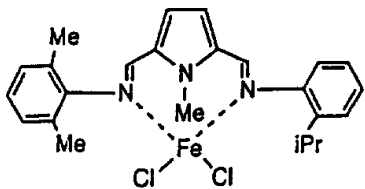
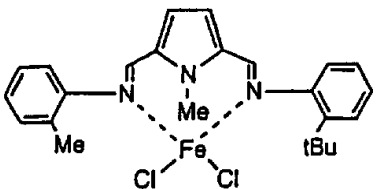
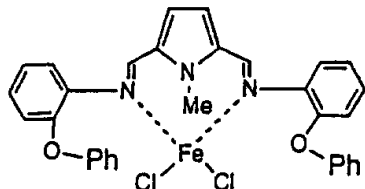
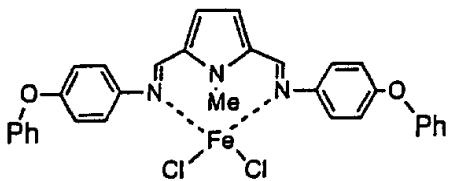
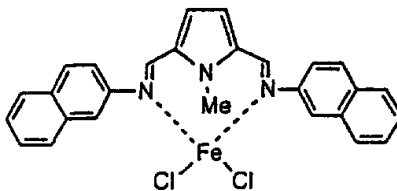
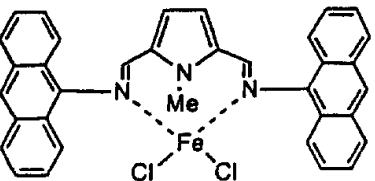
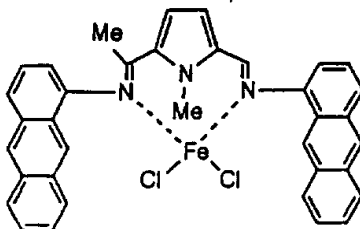
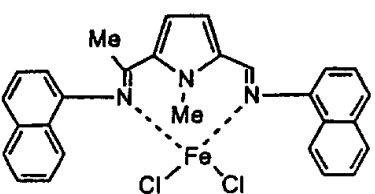
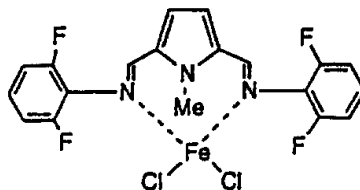
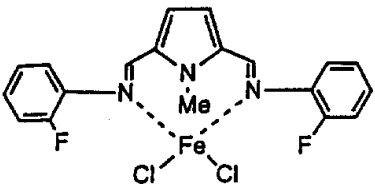
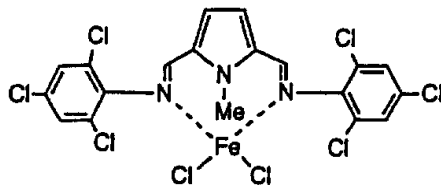
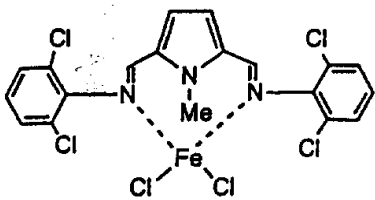




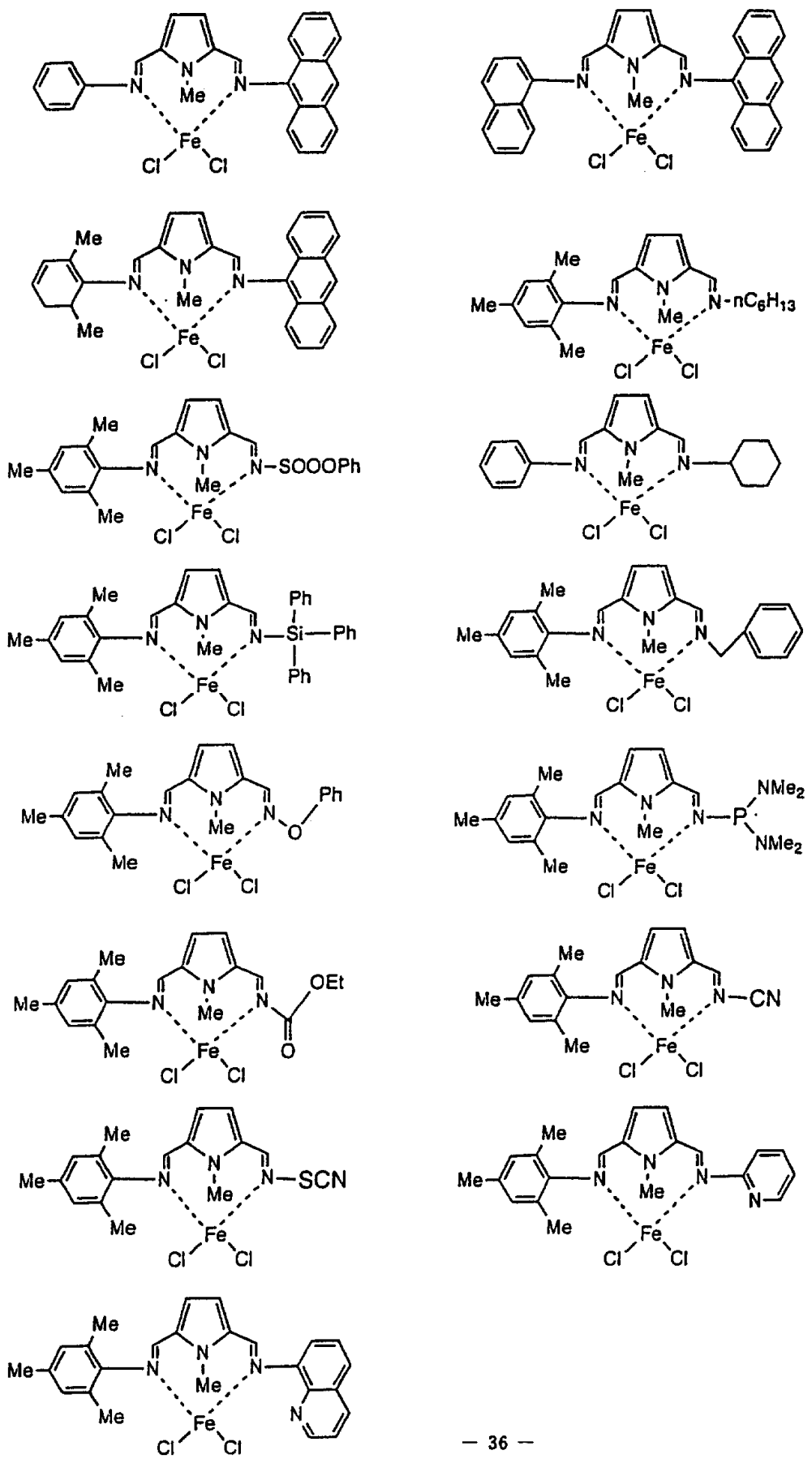




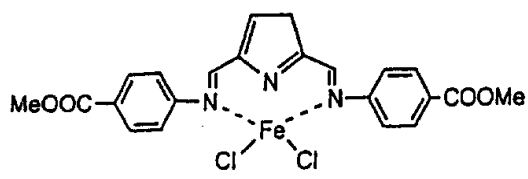
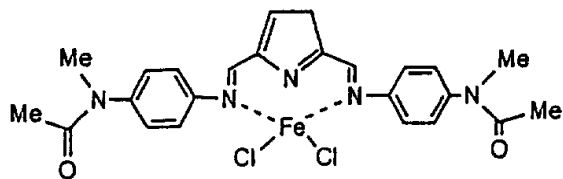
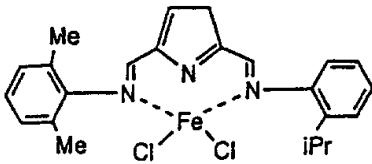
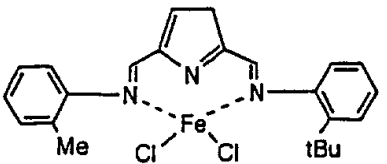
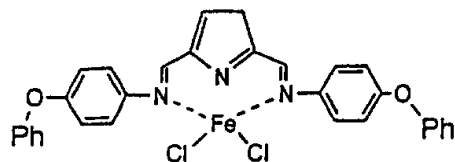
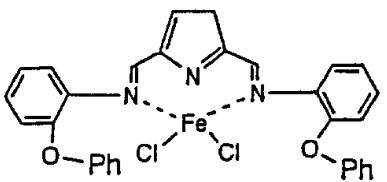
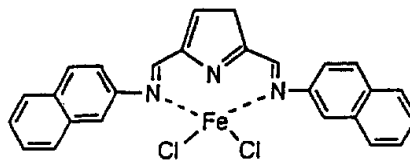
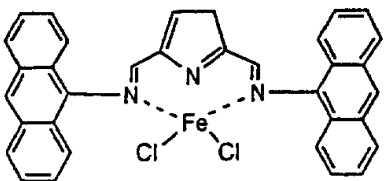
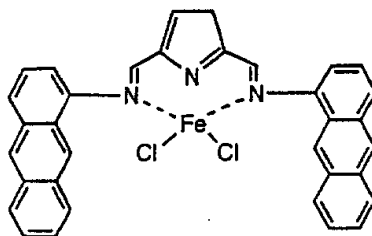
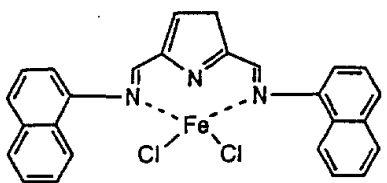
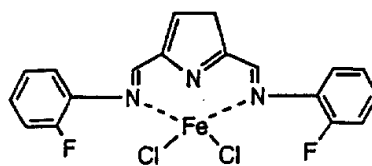
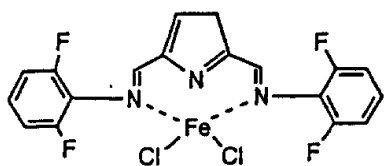
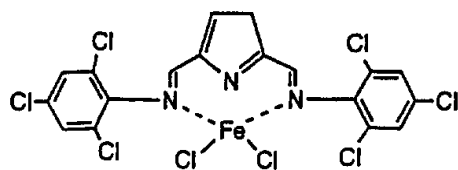
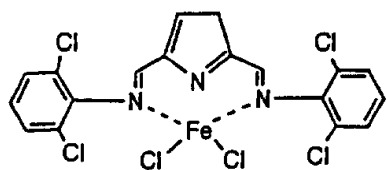


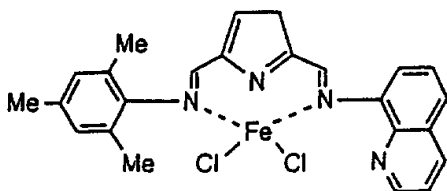
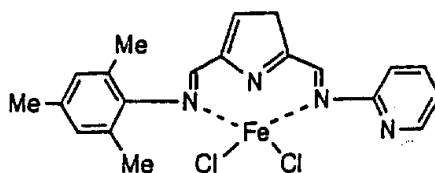
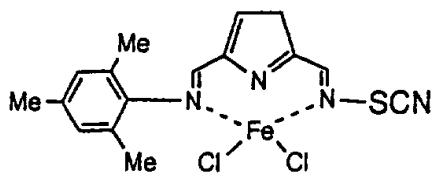
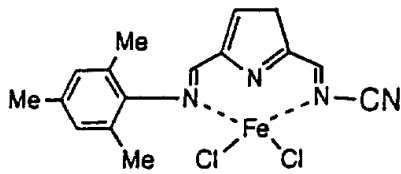
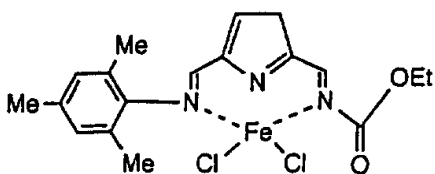
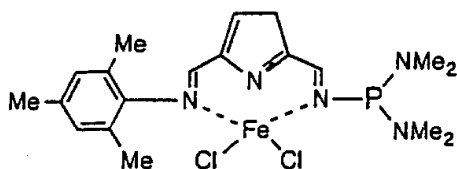
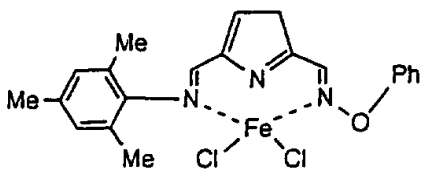
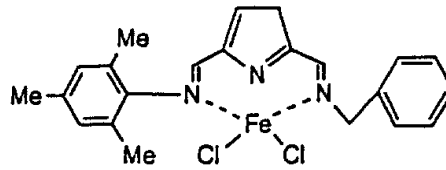
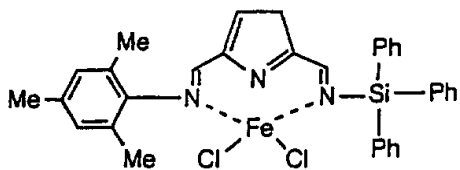
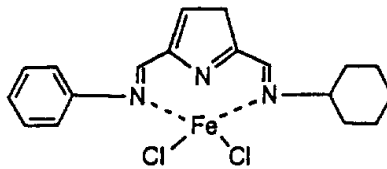
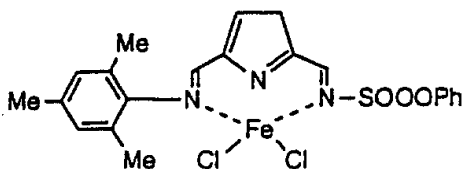
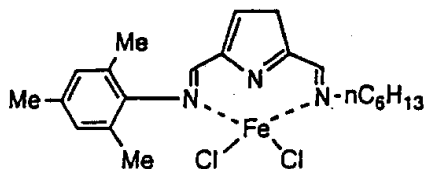
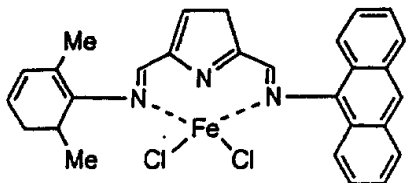
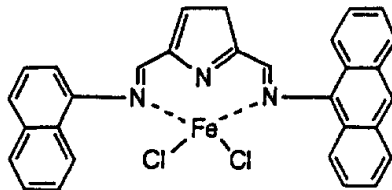
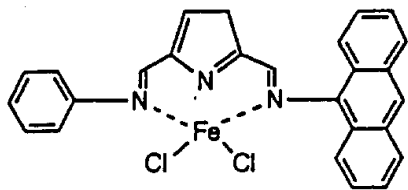


00000

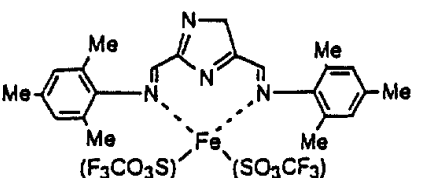
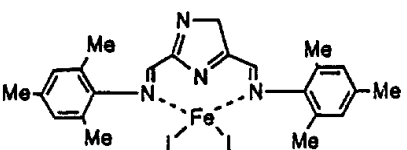
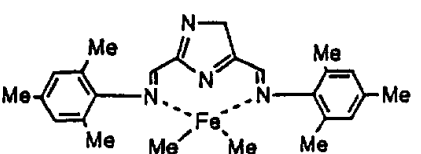
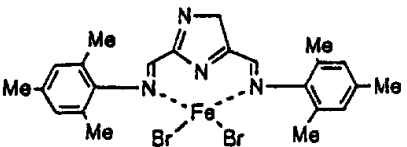
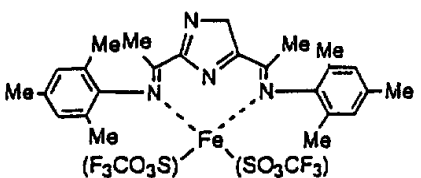
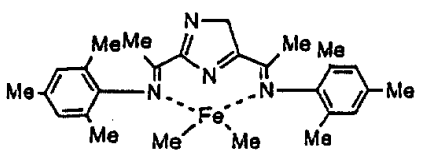
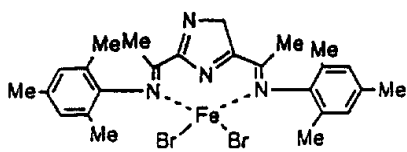
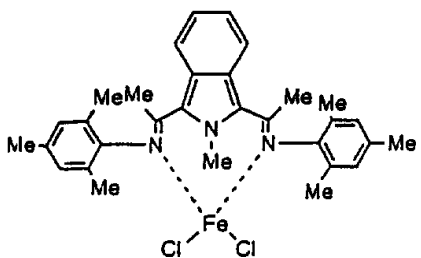
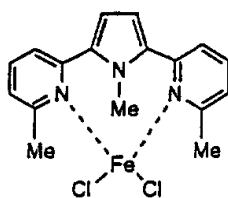
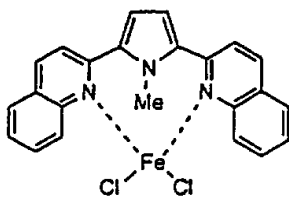
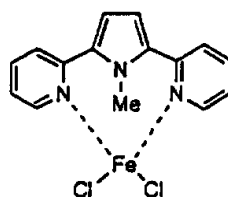
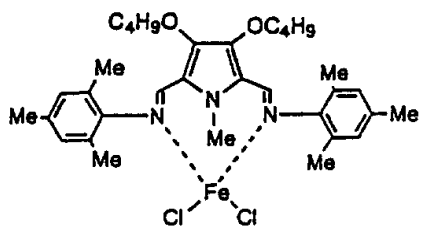
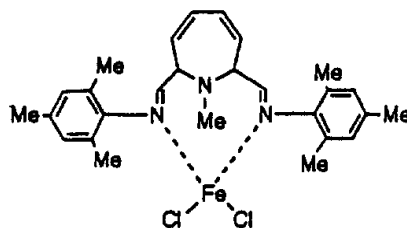
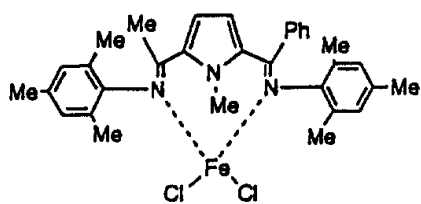


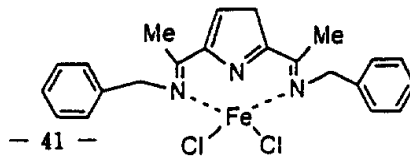
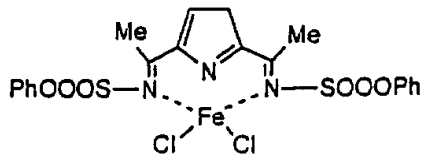
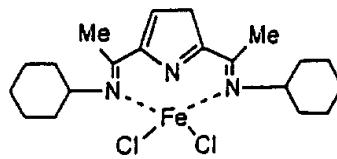
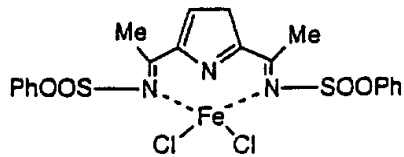
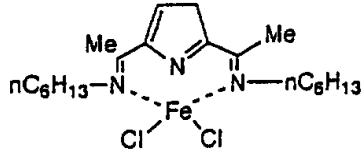
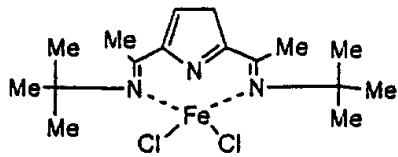
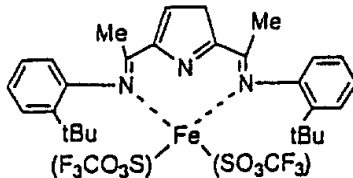
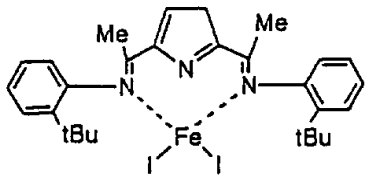
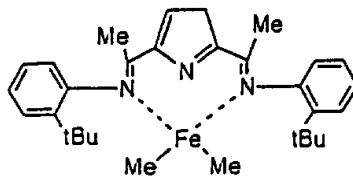
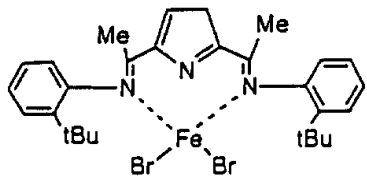
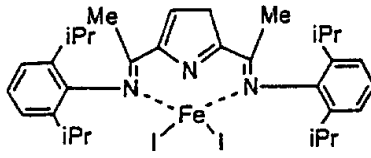
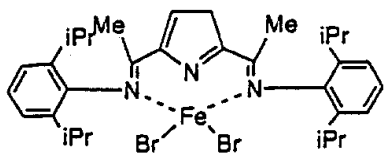
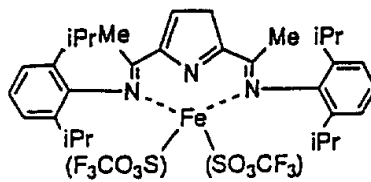
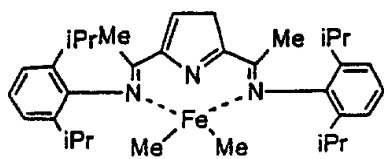
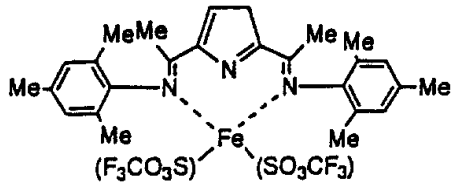
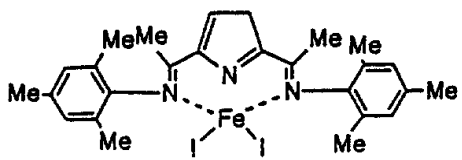
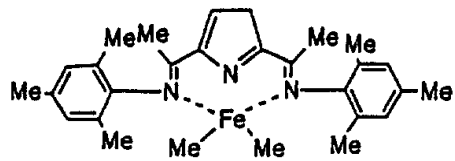
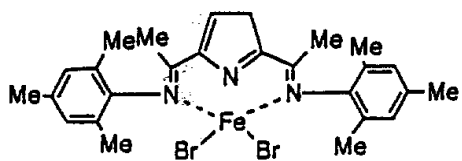
00013



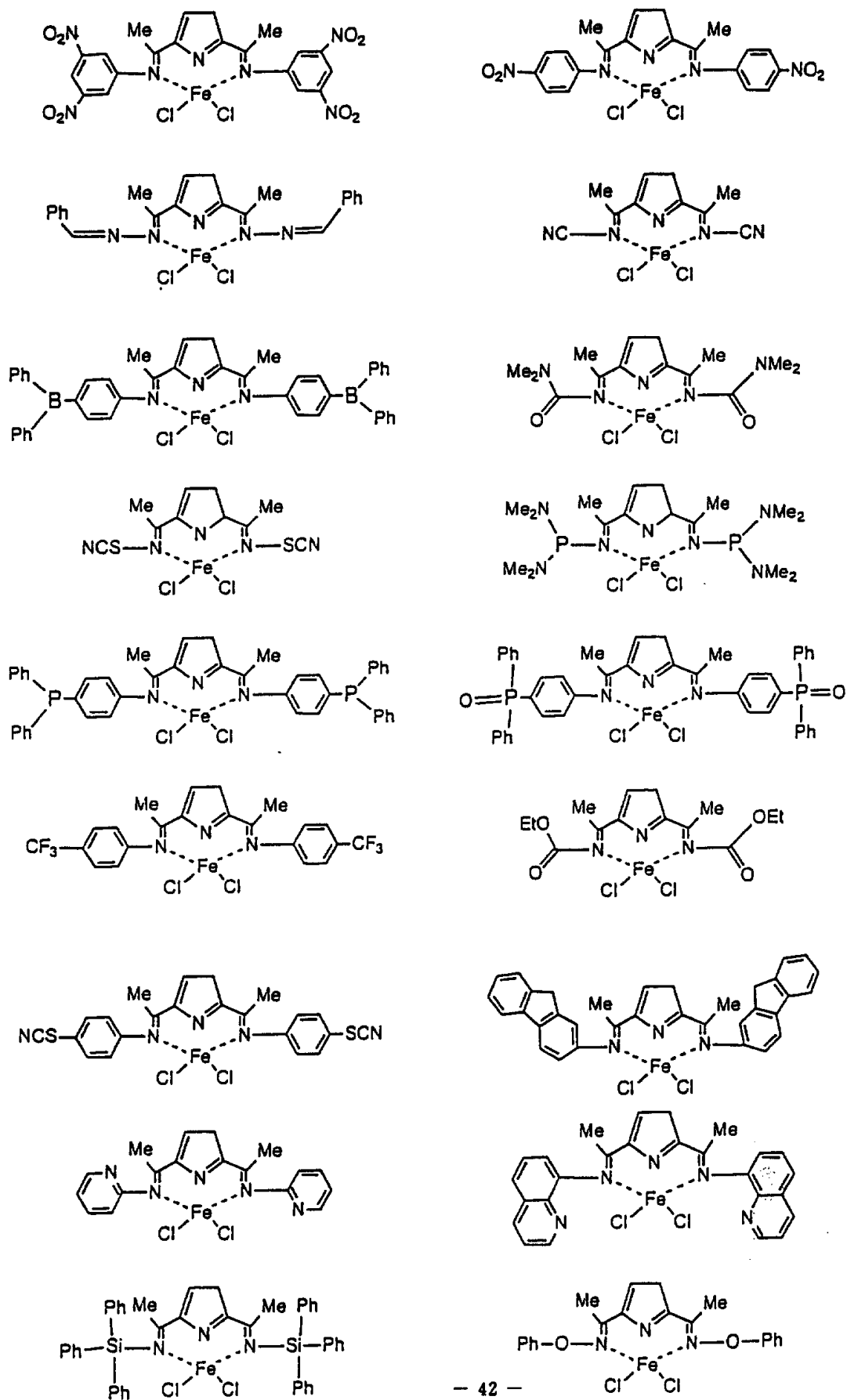


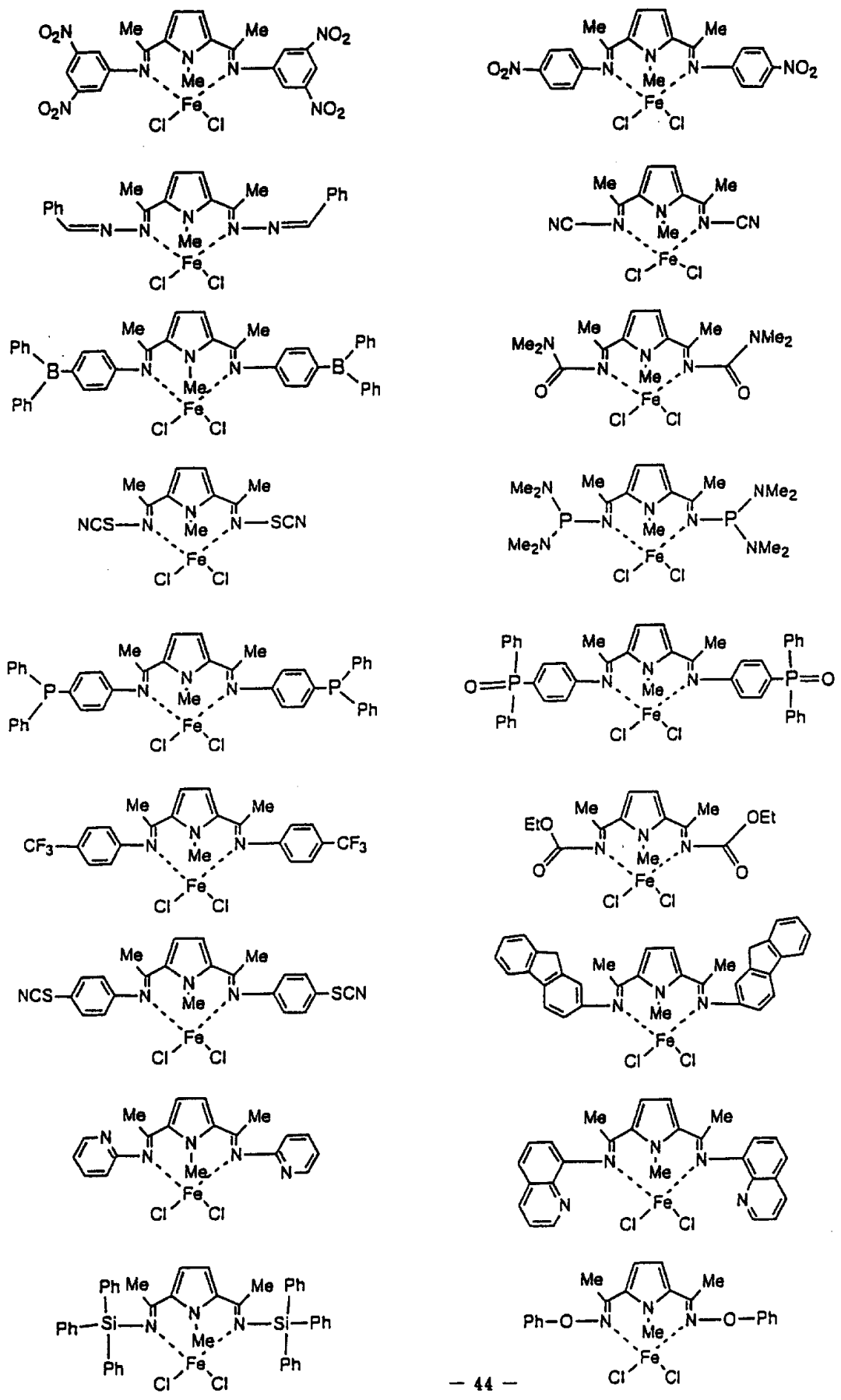
00000

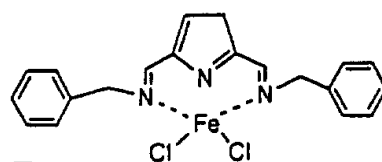
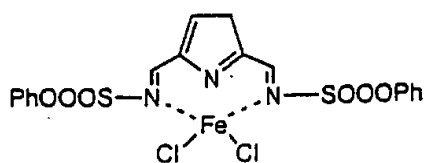
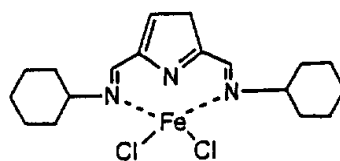
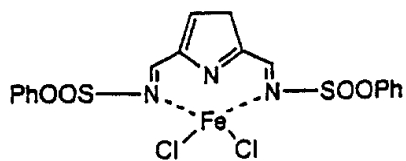
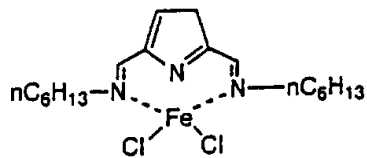
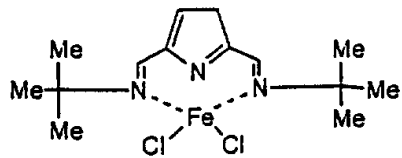
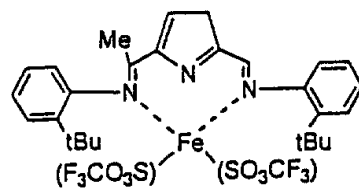
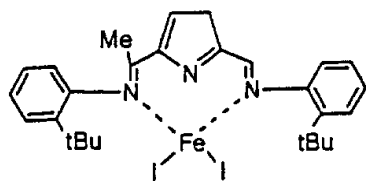
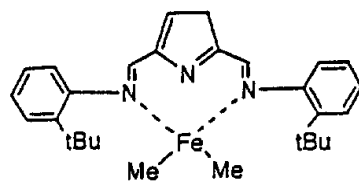
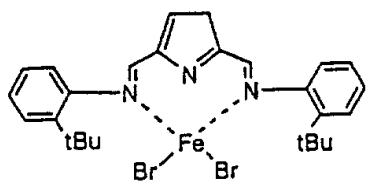
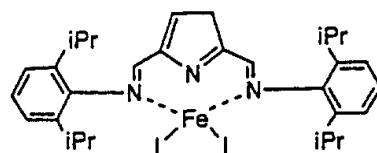
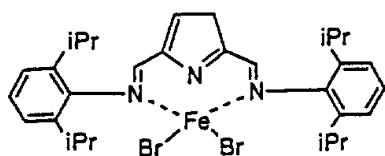
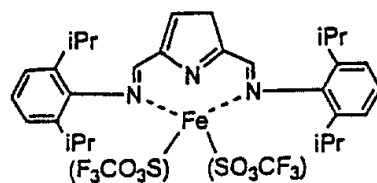
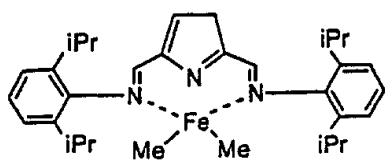
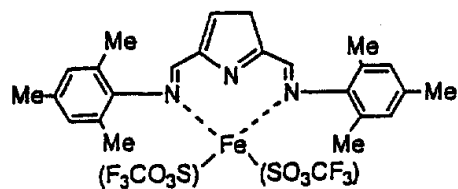
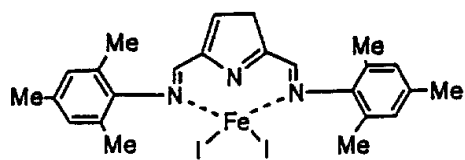
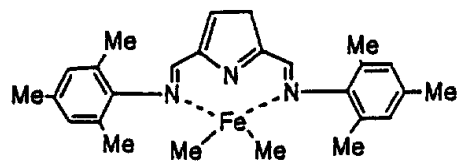
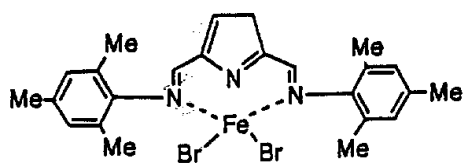


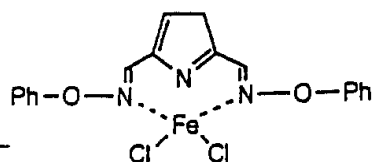
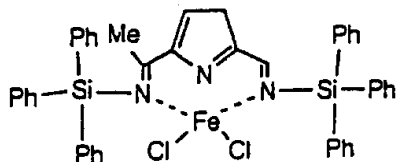
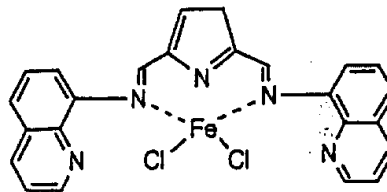
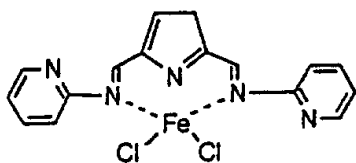
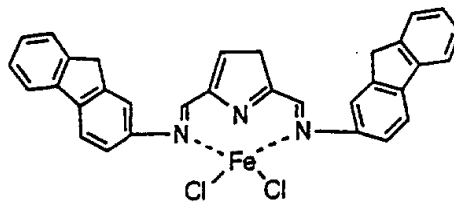
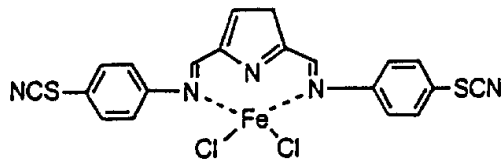
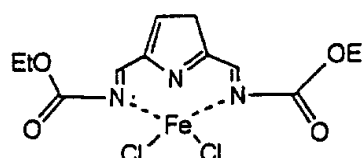
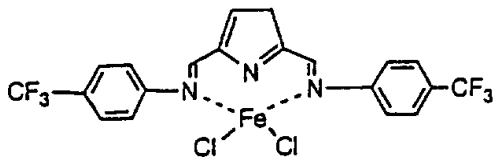
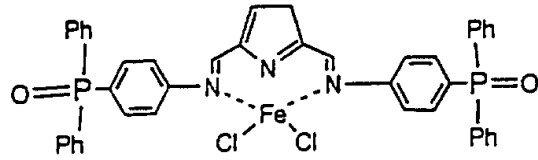
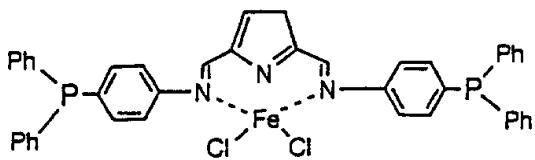
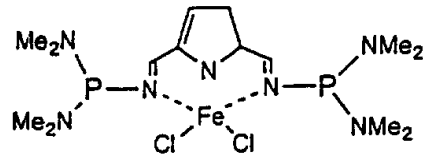
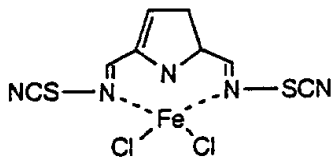
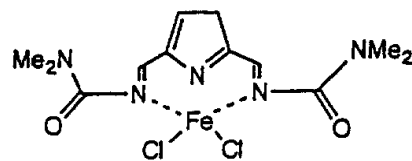
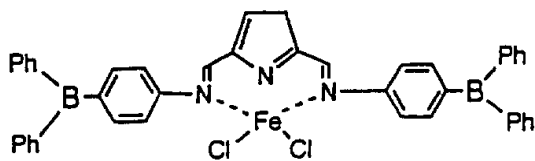
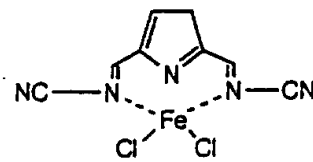
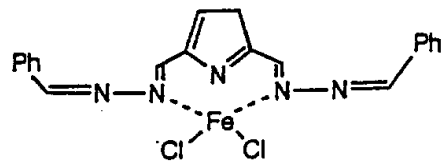
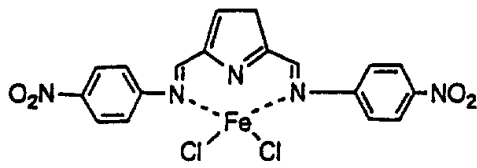
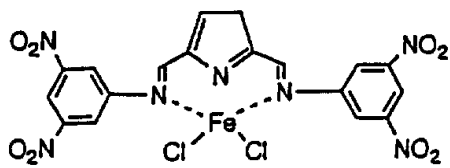


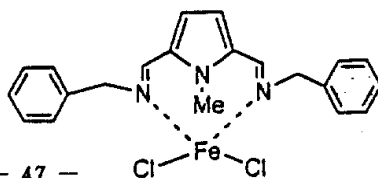
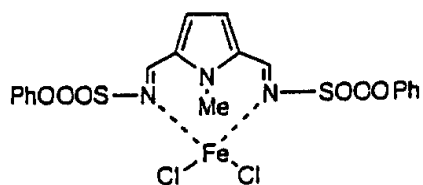
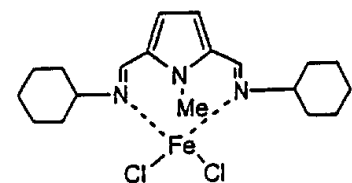
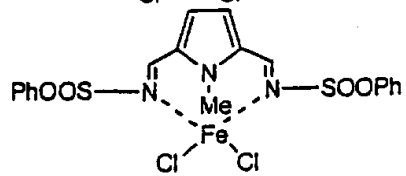
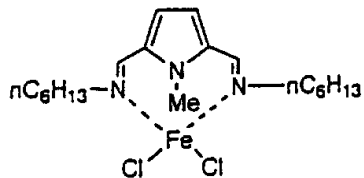
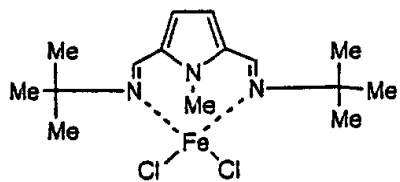
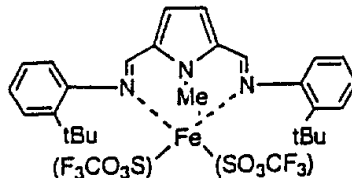
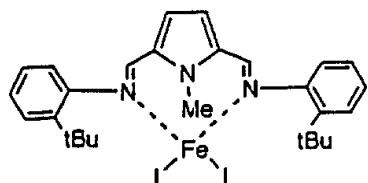
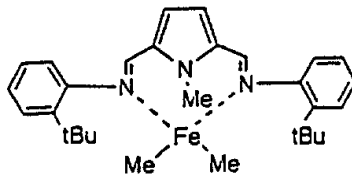
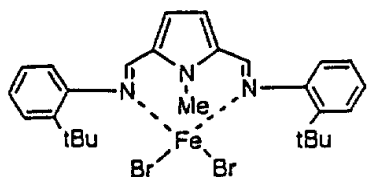
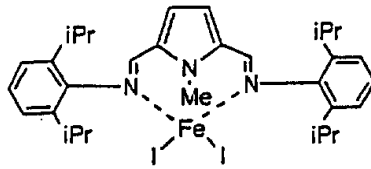
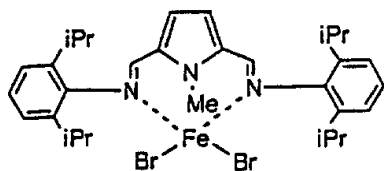
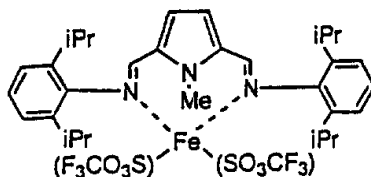
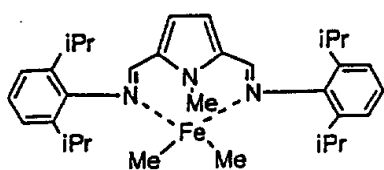
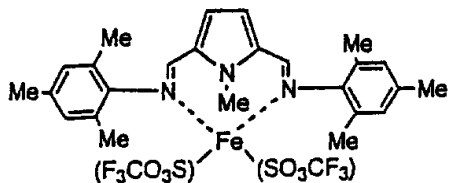
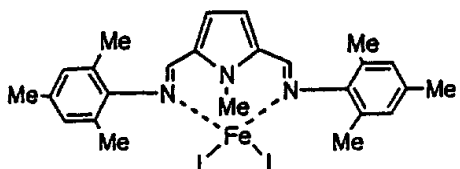
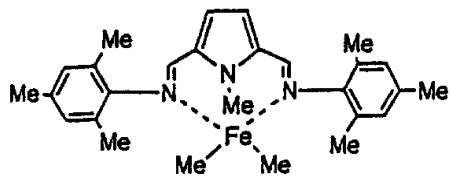
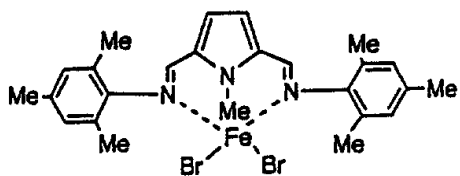
10.1.1

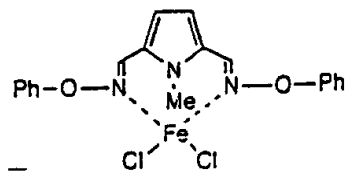
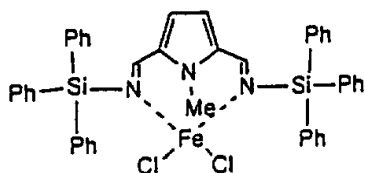
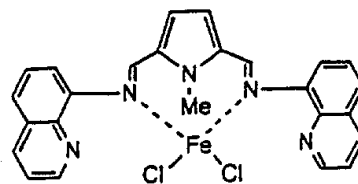
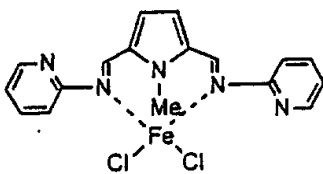
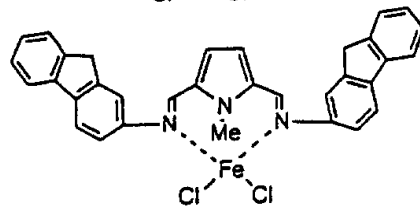
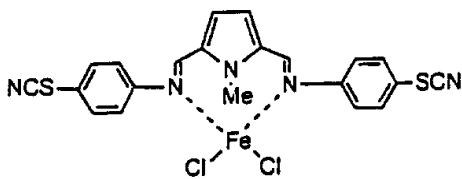
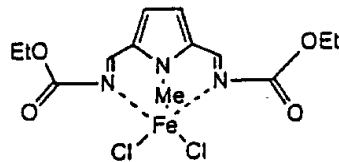
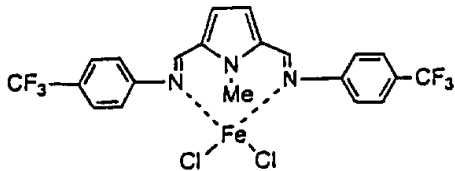
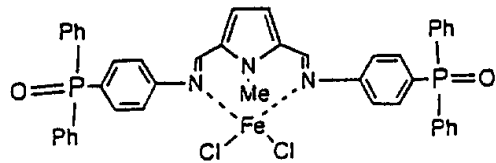
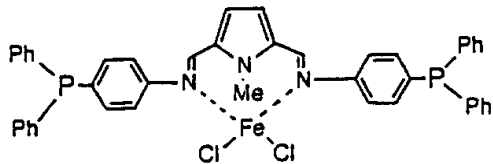
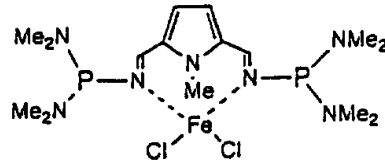
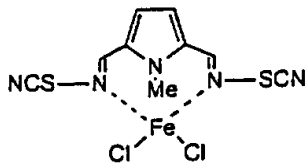
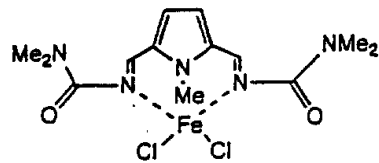
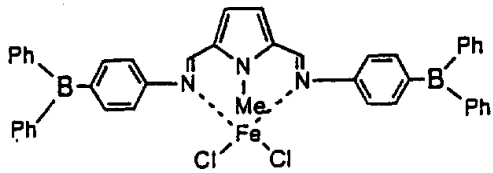
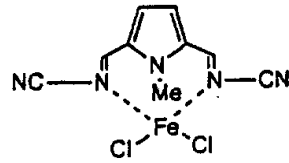
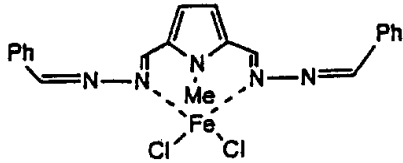
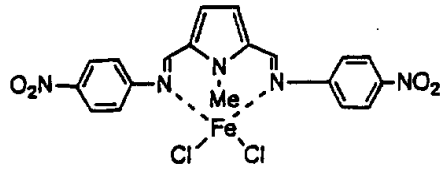
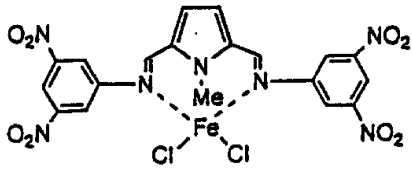




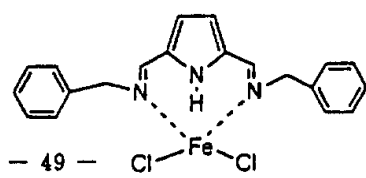
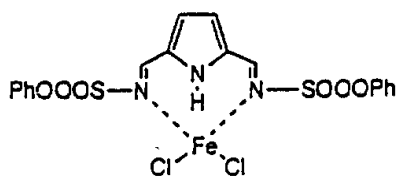
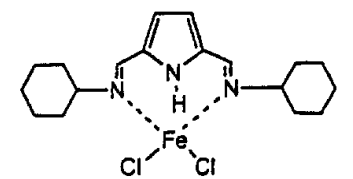
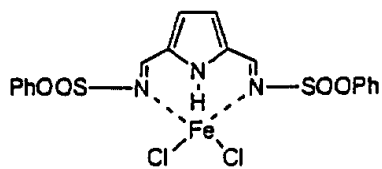
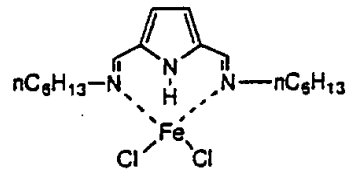
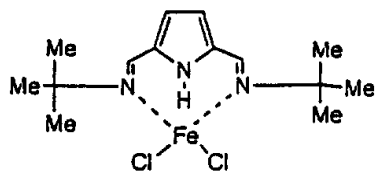
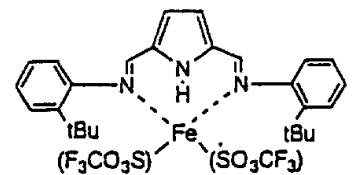
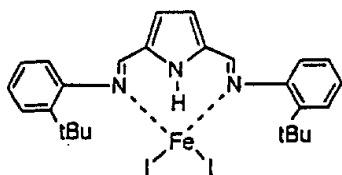
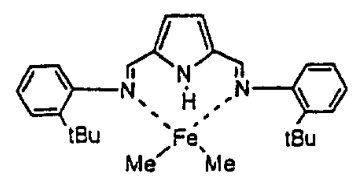
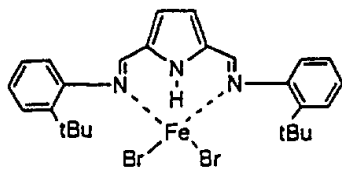
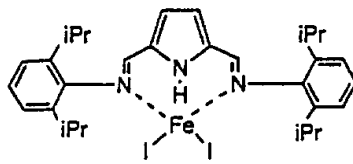
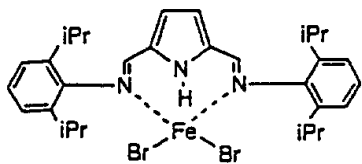
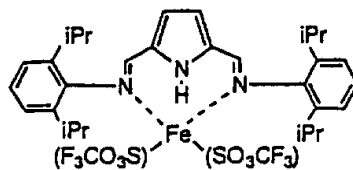
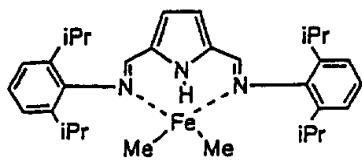
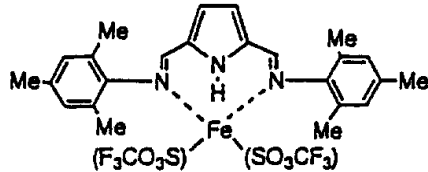
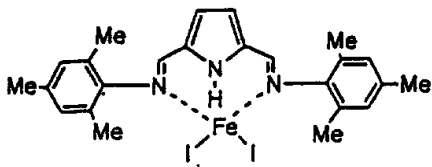
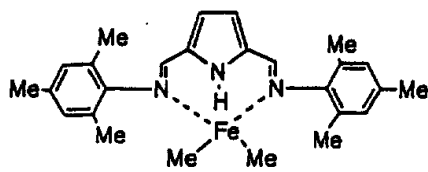
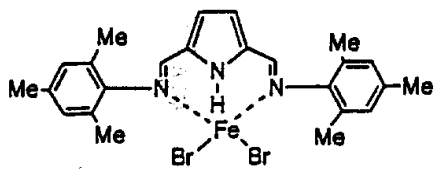




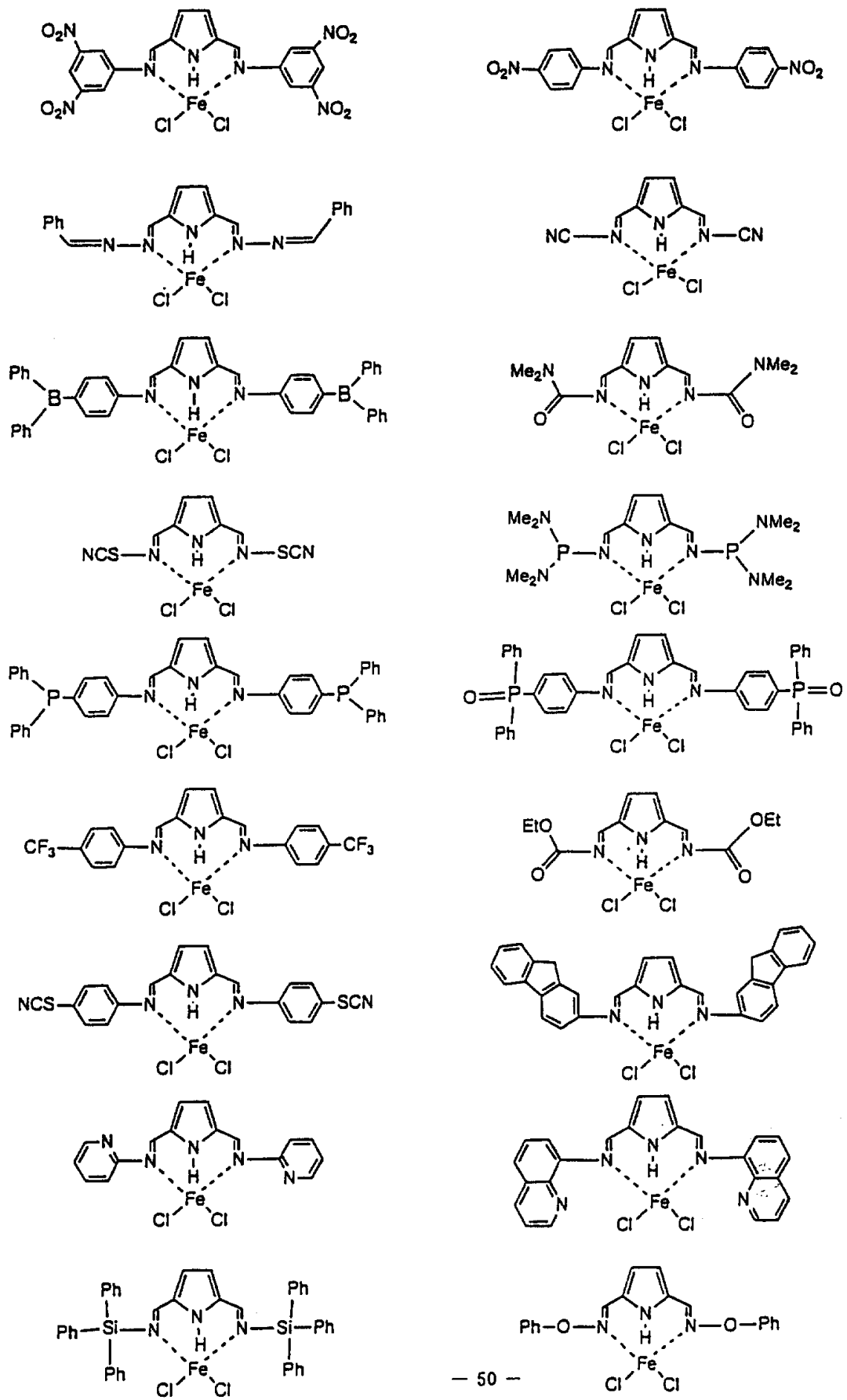


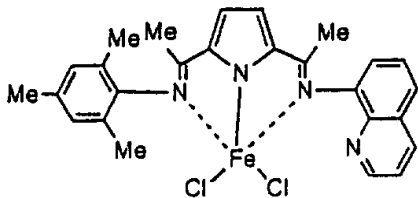
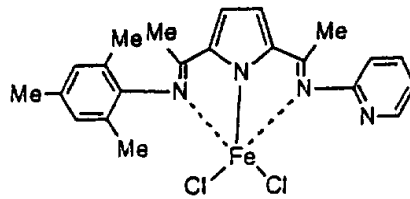
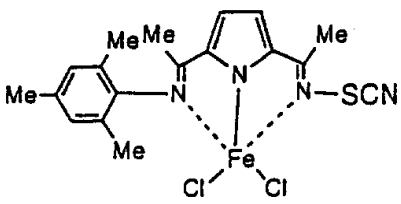
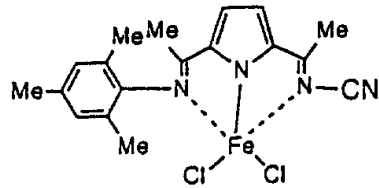
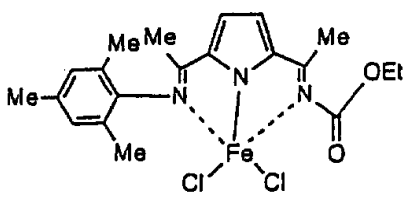
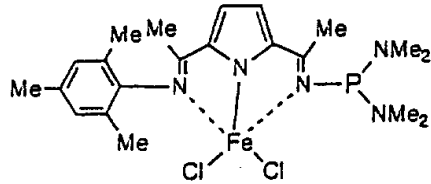
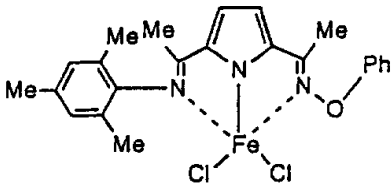
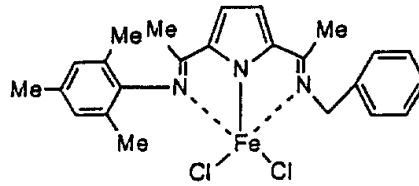
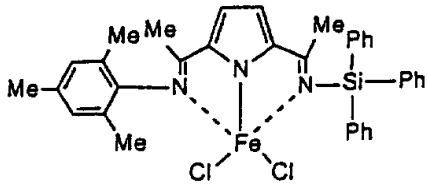
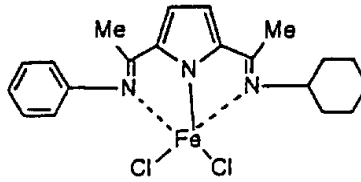
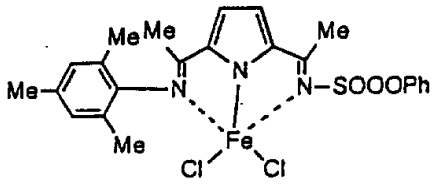
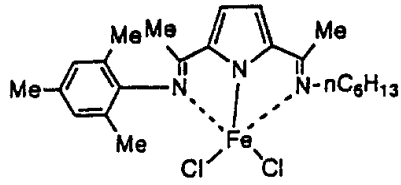
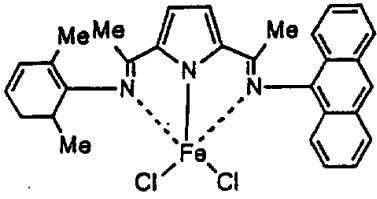
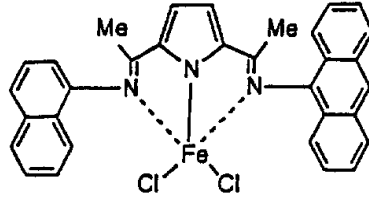
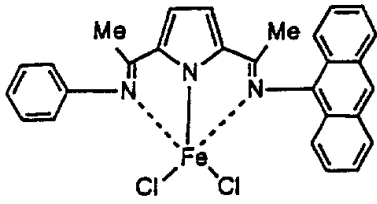


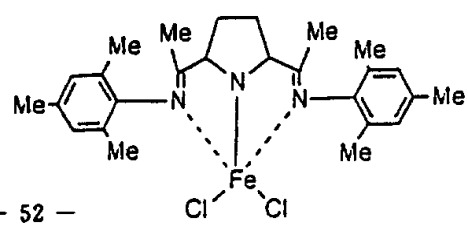
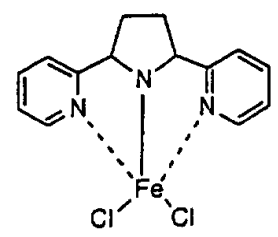
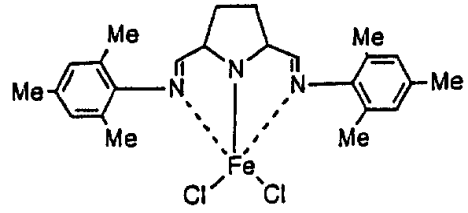
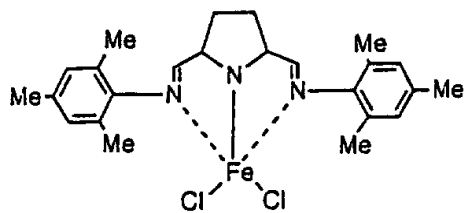
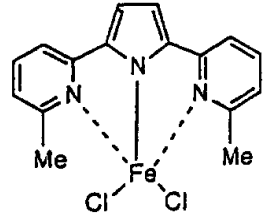
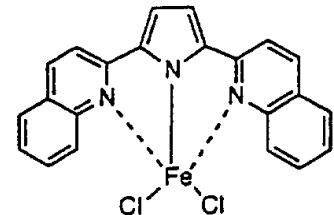
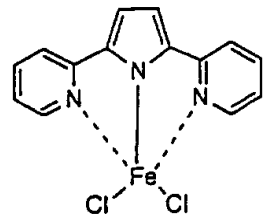
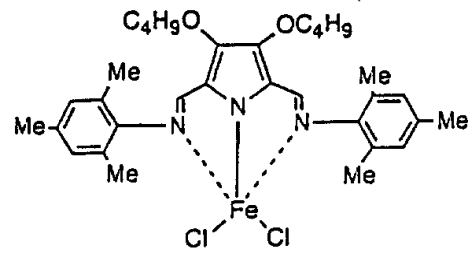
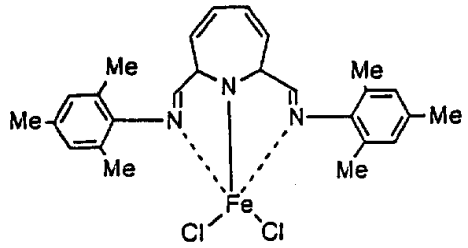
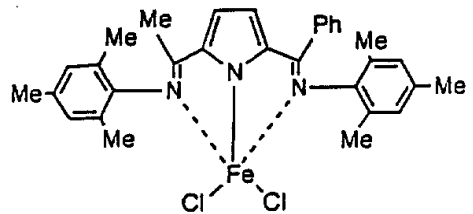
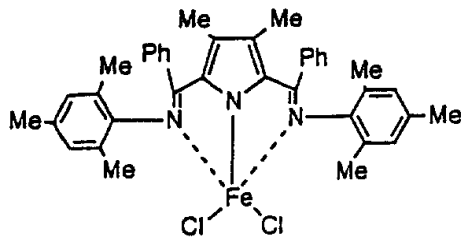
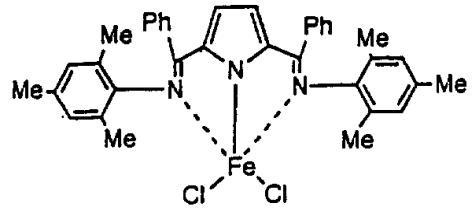
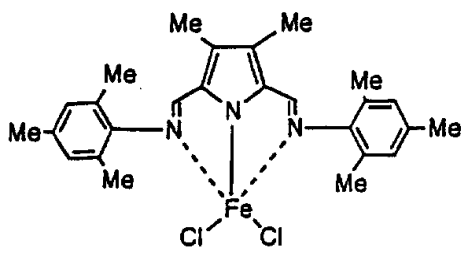
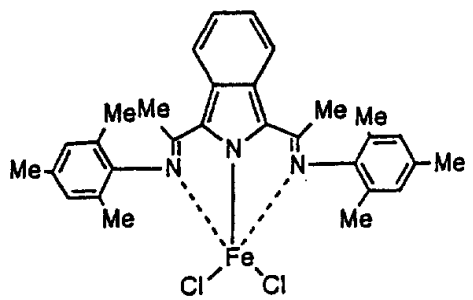
REFERENCES

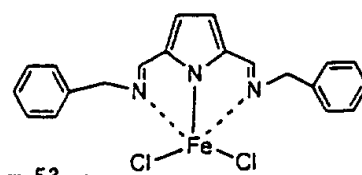
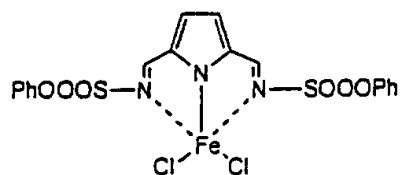
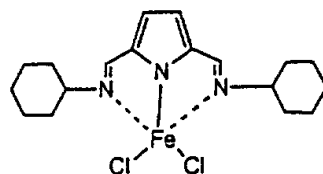
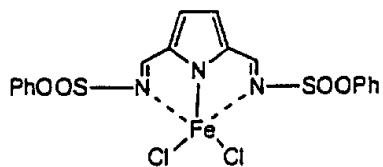
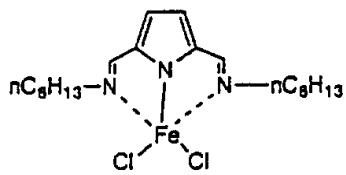
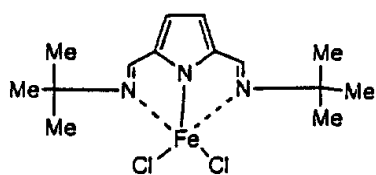
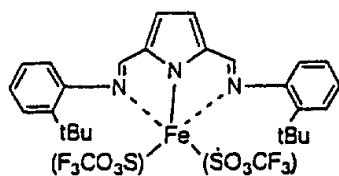
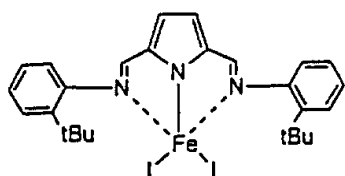
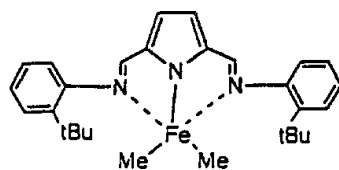
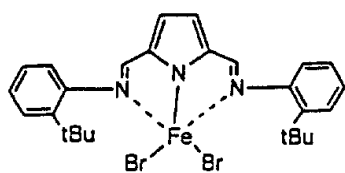
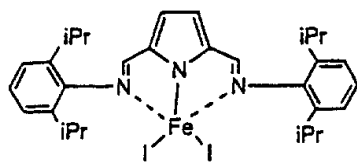
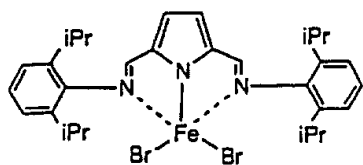
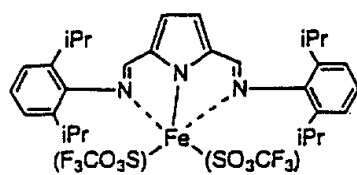
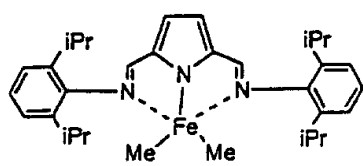
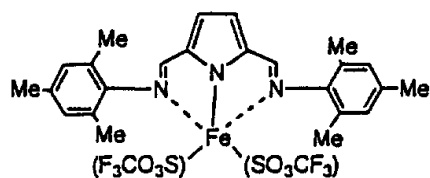
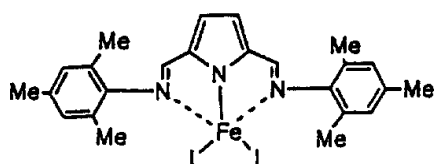
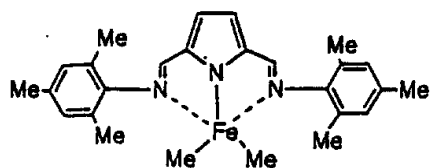
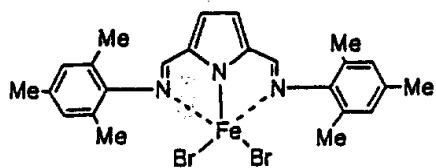


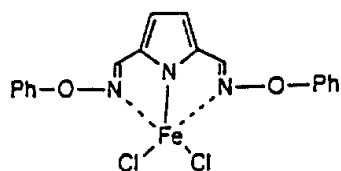
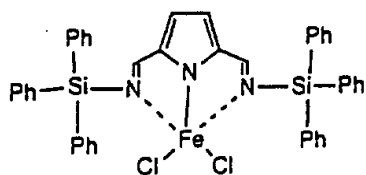
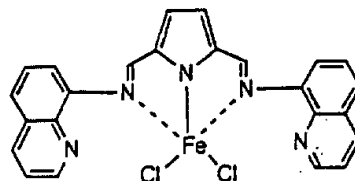
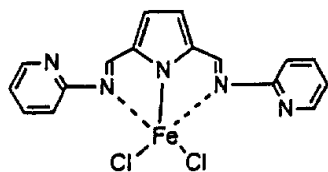
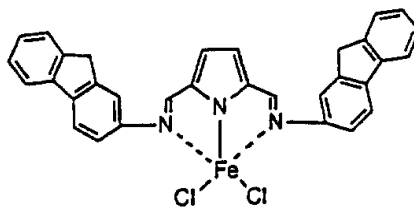
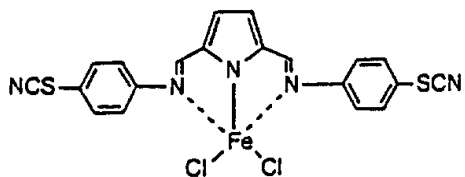
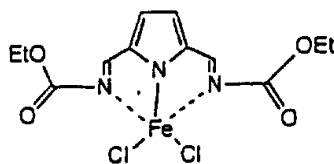
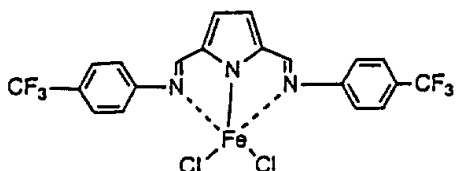
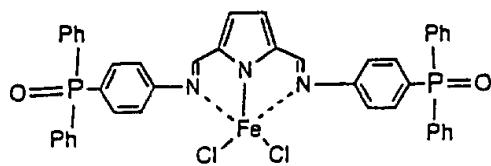
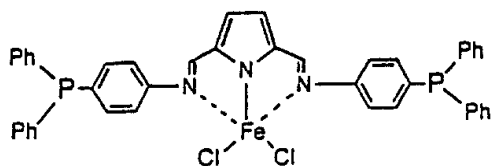
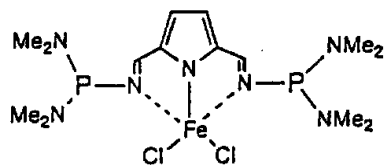
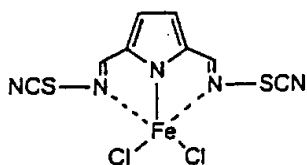
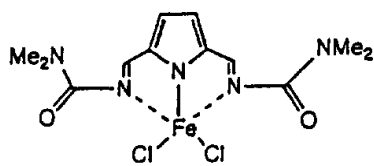
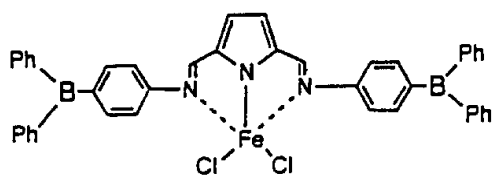
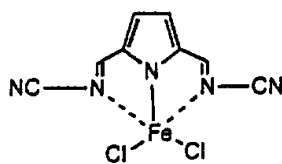
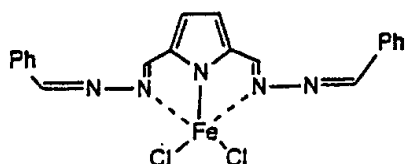
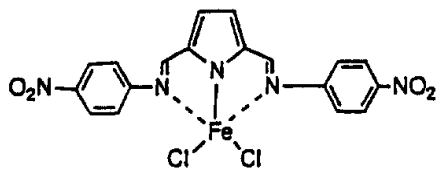
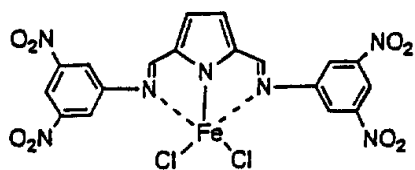
00000



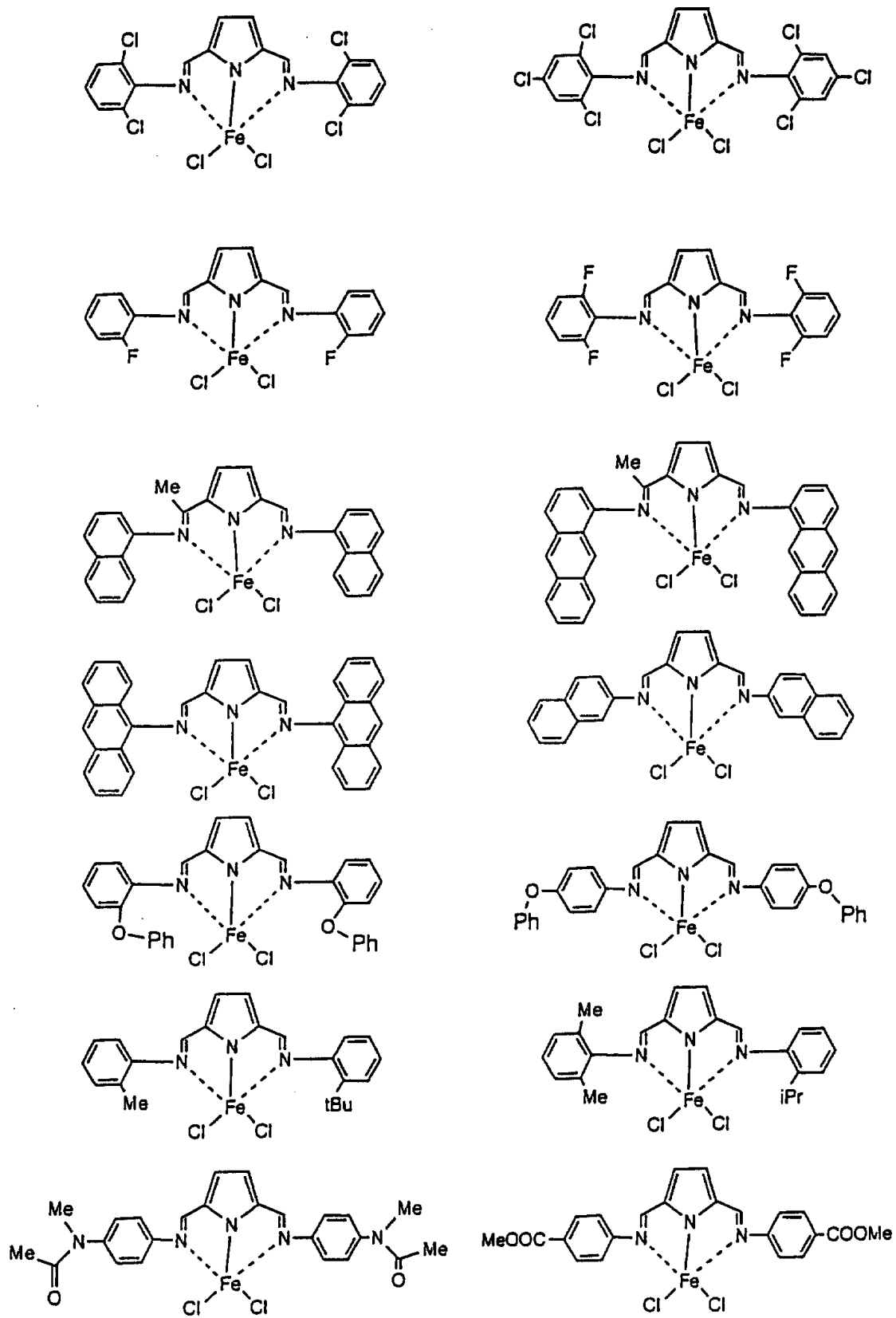


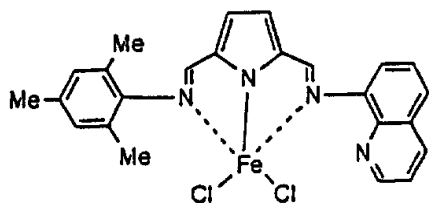
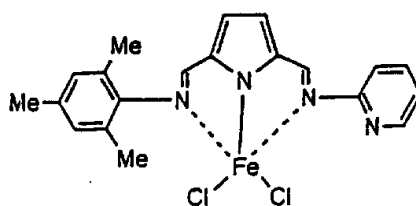
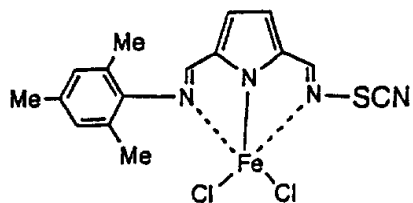
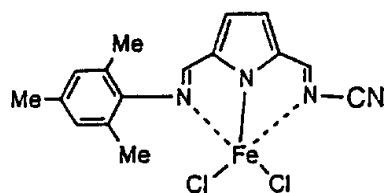
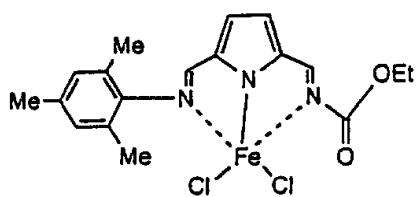
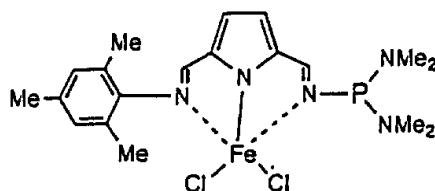
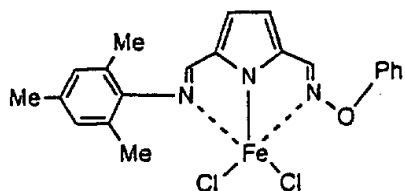
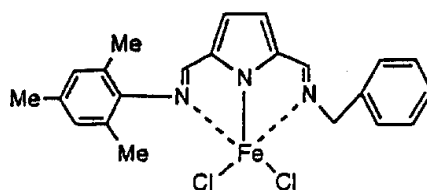
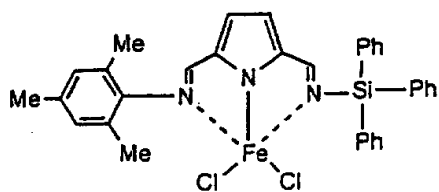
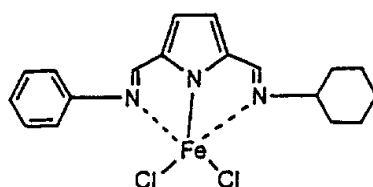
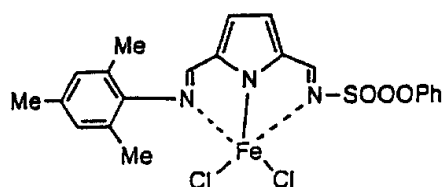
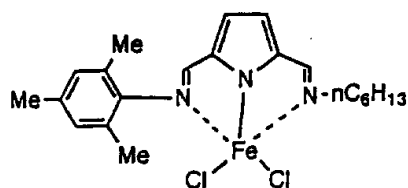
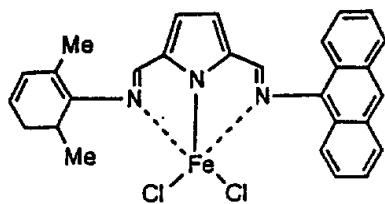
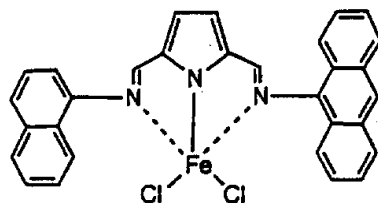
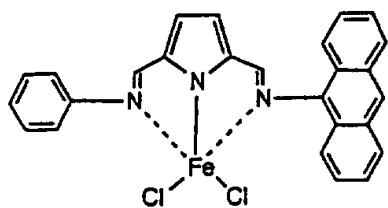


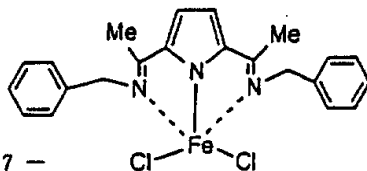
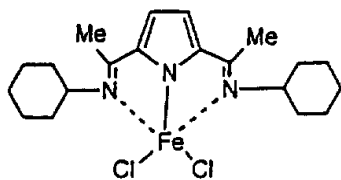
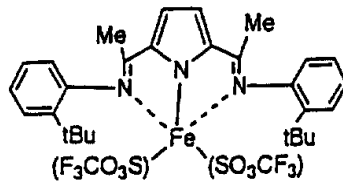
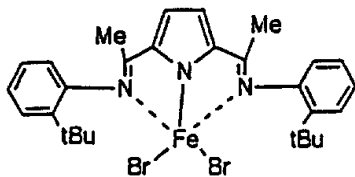
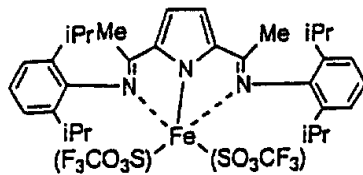
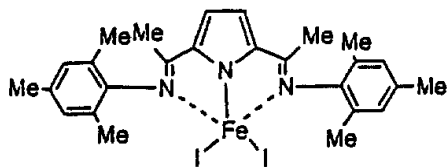
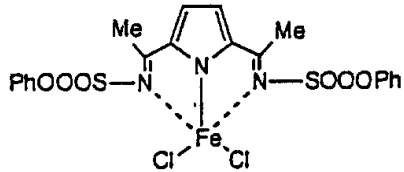
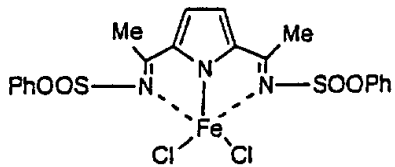
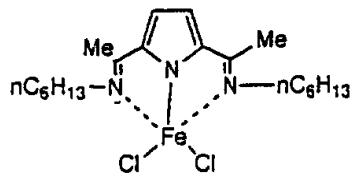
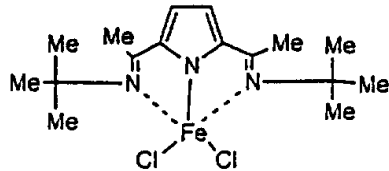
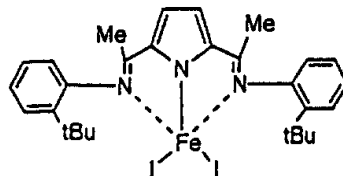
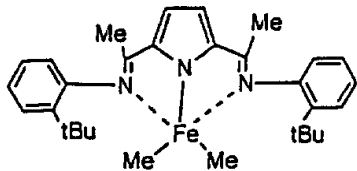
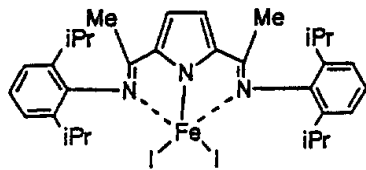
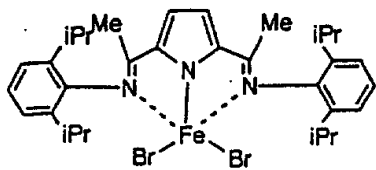
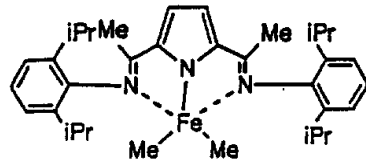
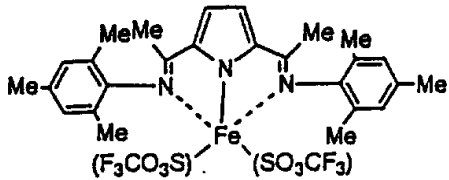
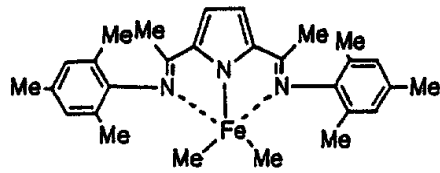
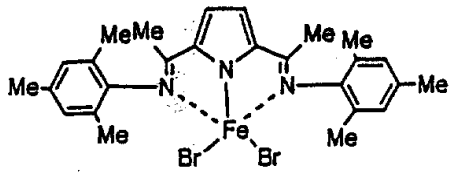


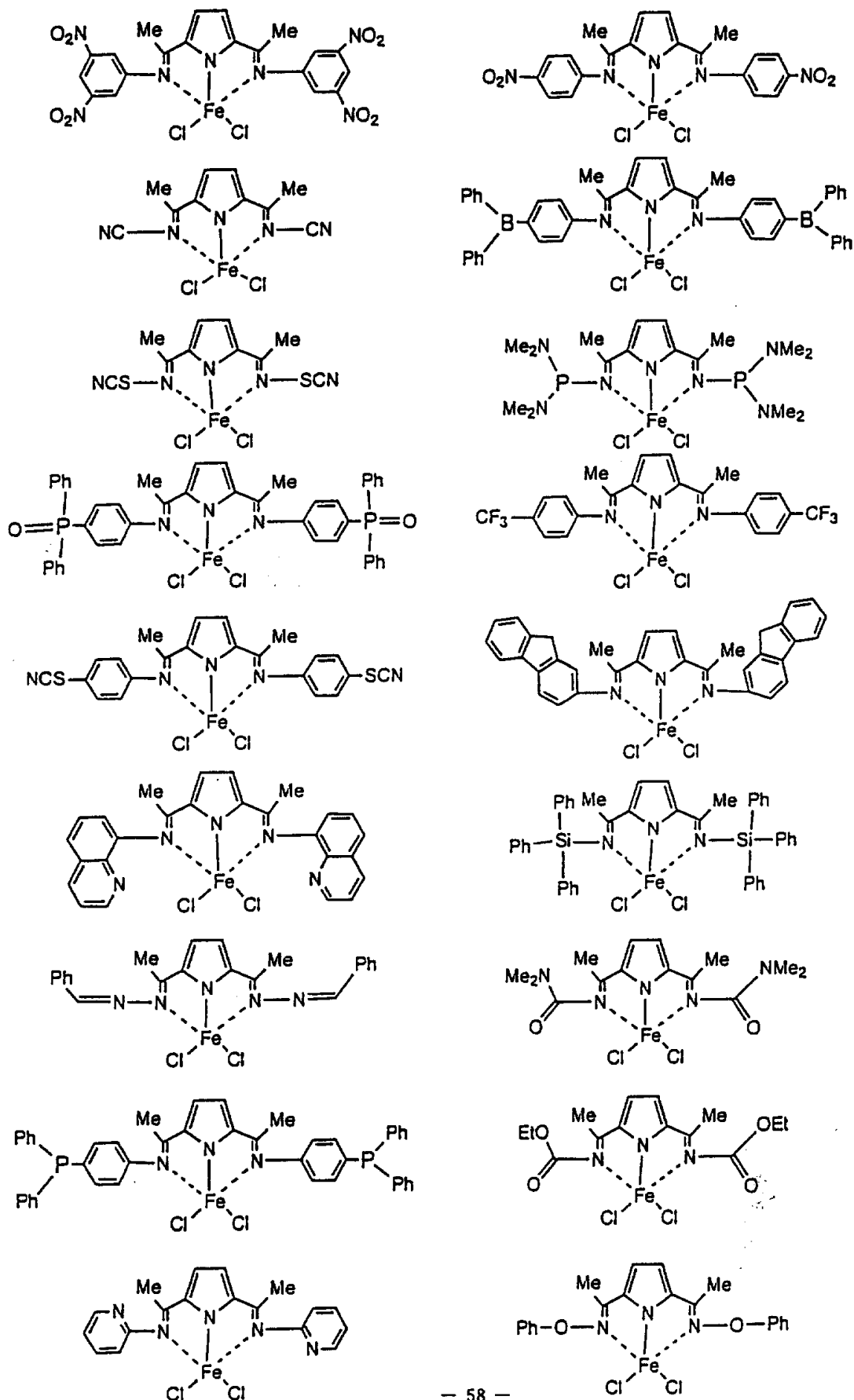


1.1.1.1

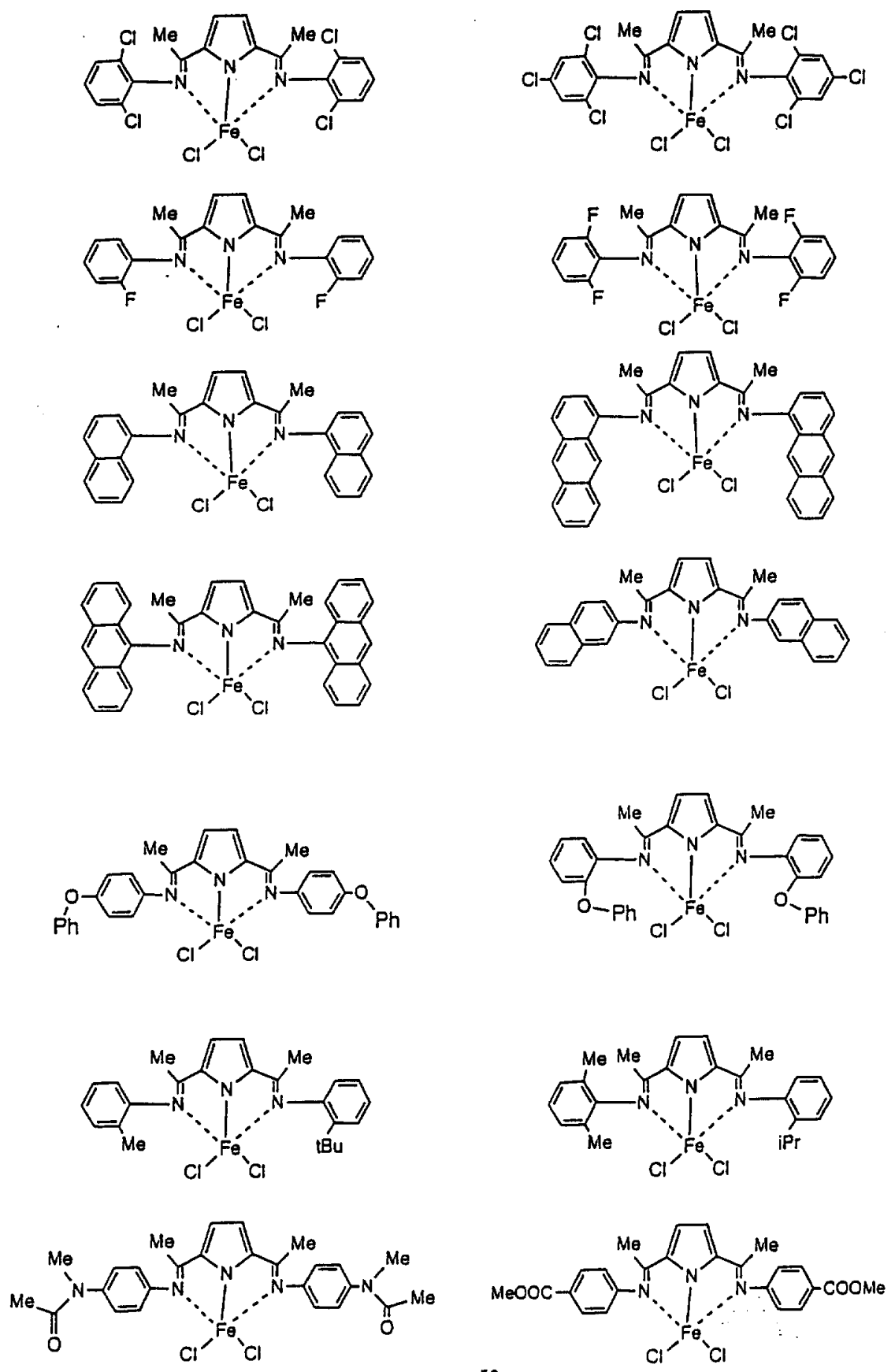


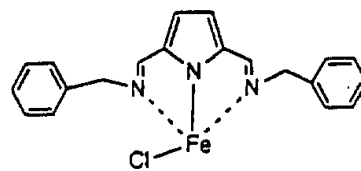
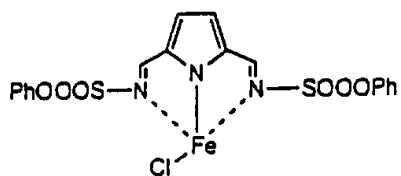
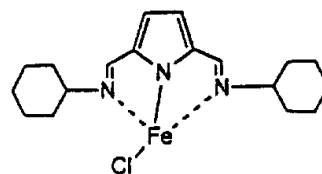
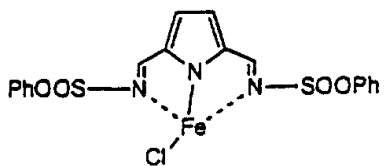
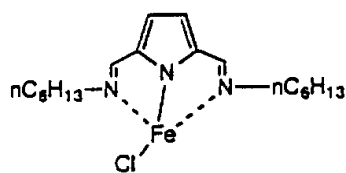
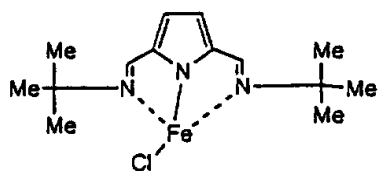
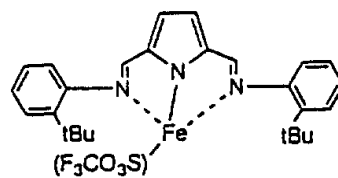
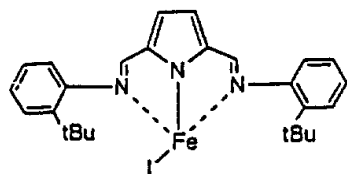
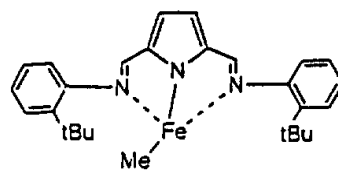
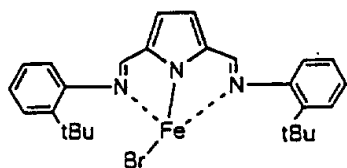
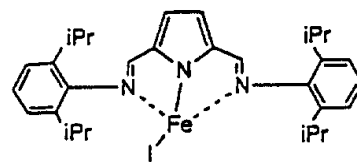
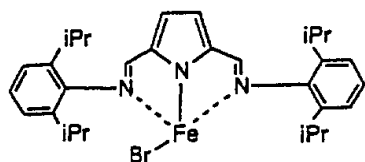
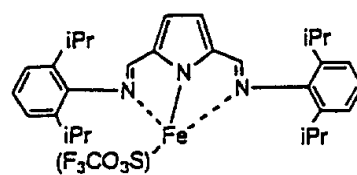
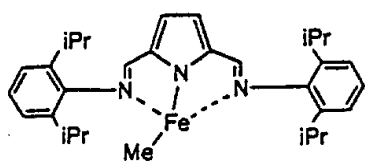
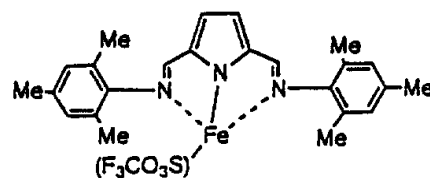
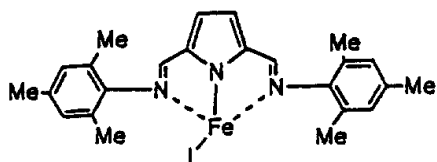
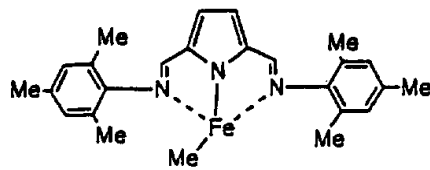
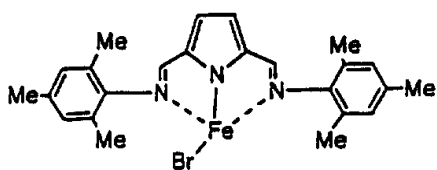


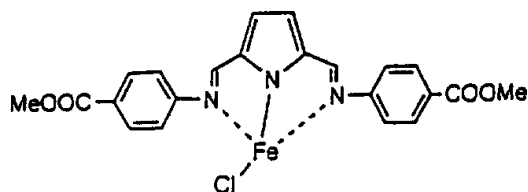
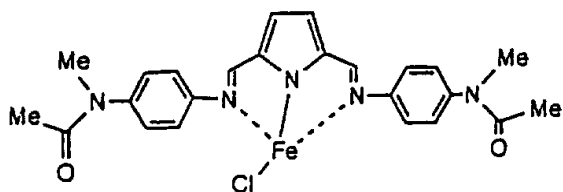
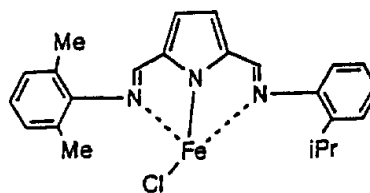
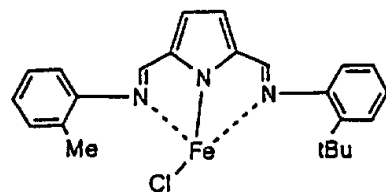
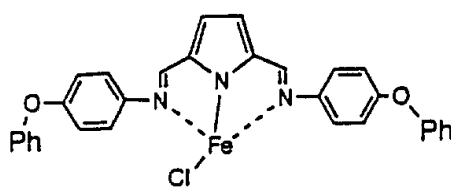
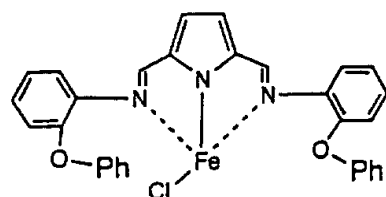
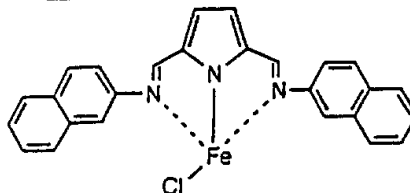
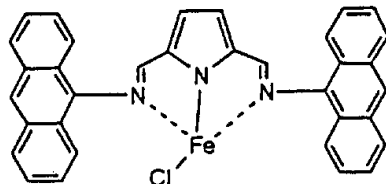
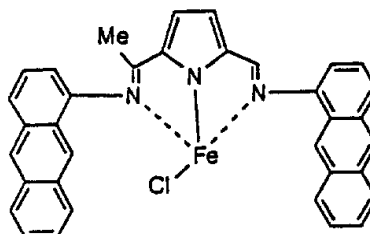
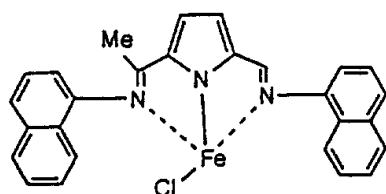
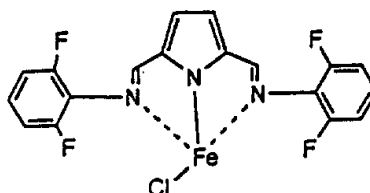
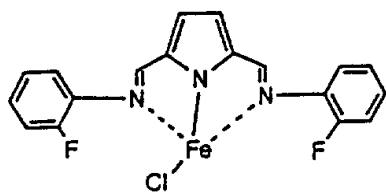
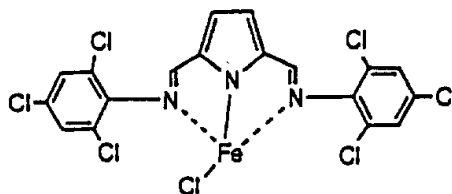
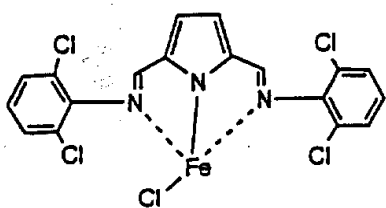


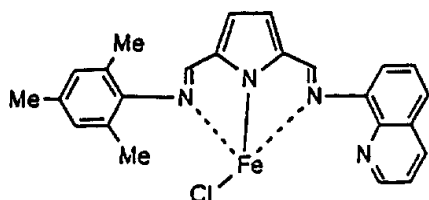
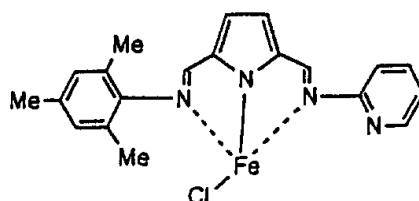
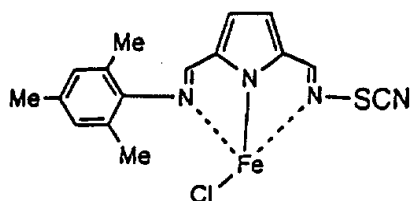
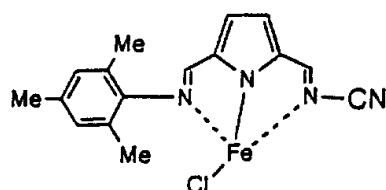
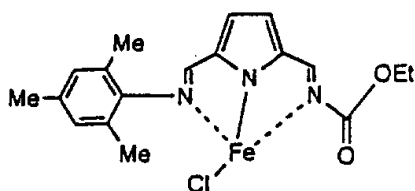
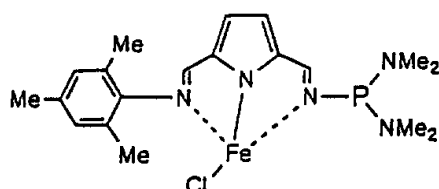
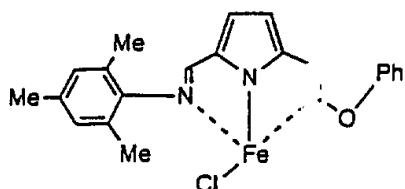
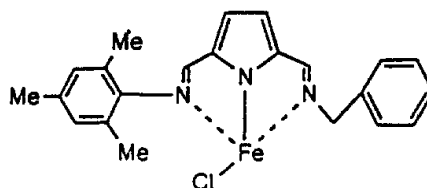
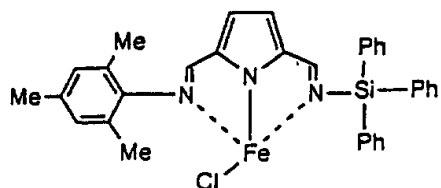
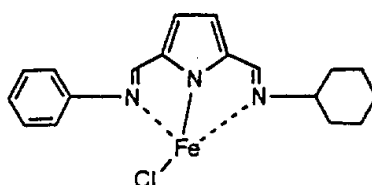
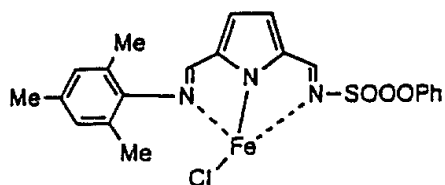
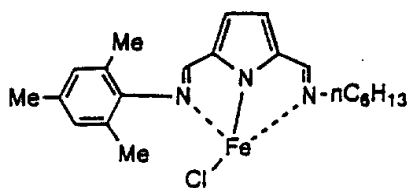
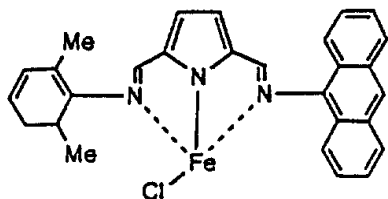
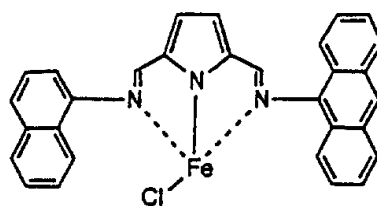
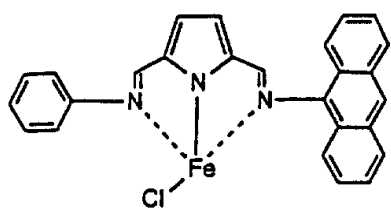


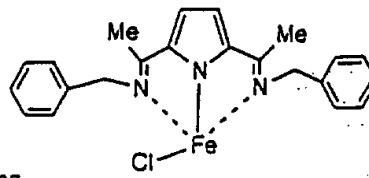
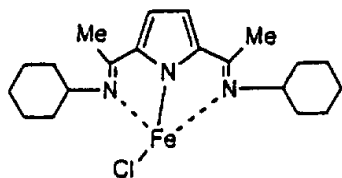
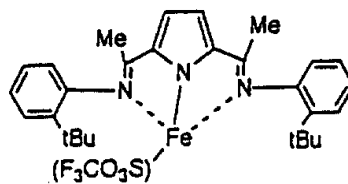
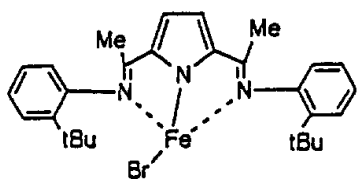
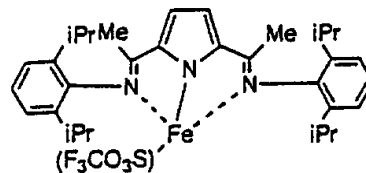
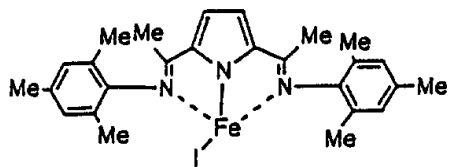
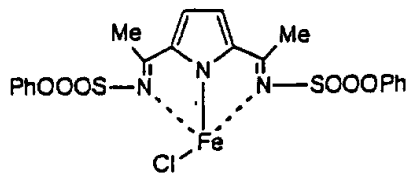
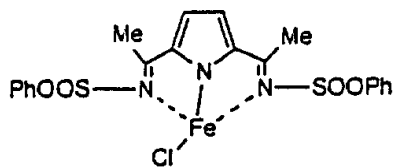
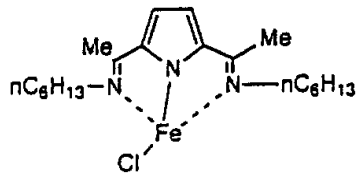
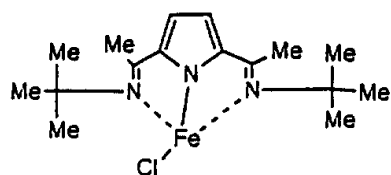
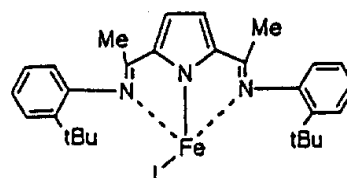
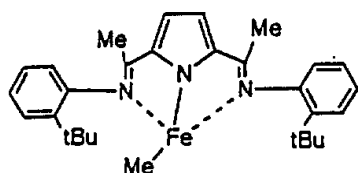
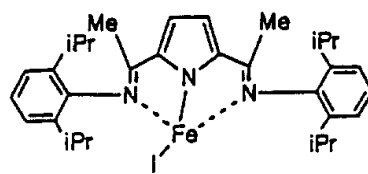
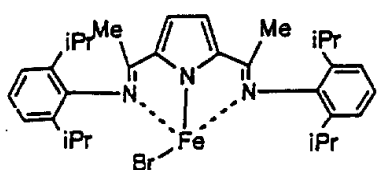
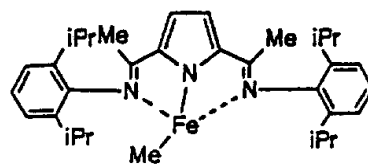
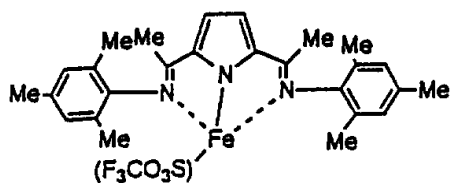
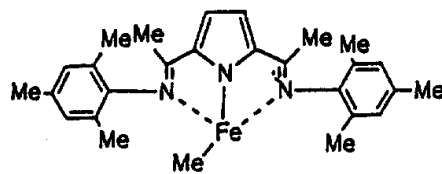
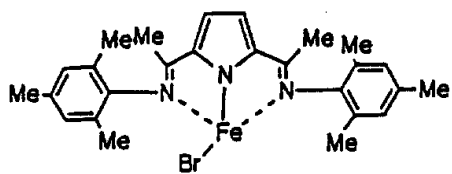
00000

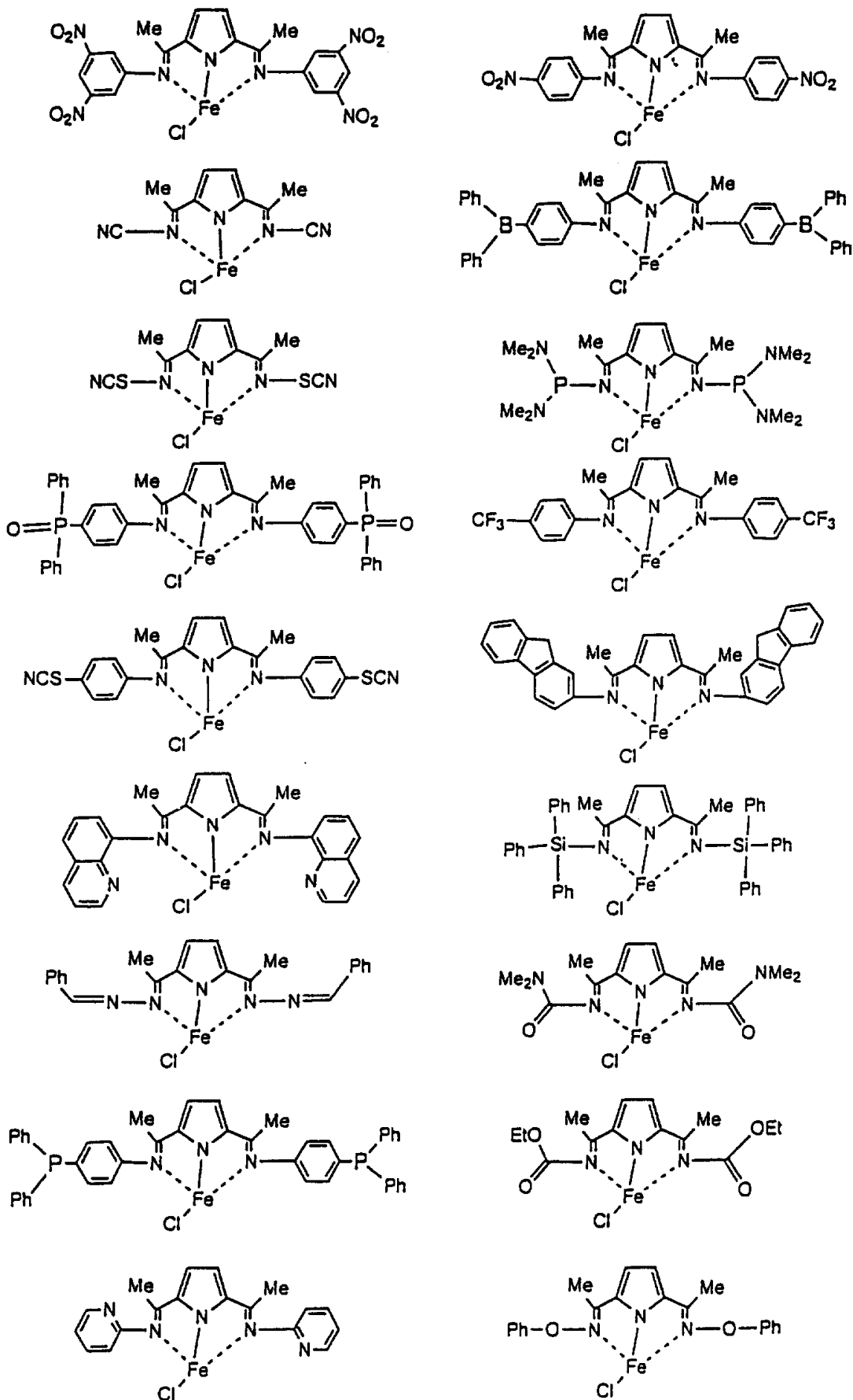














在上述的实例中，Me 指甲基，Et 指乙基，nPr 指正丙基，iPr 指异丙基，sBu 指仲丁基，tBu 指叔丁基，nOct 指正辛基，和 Ph 指苯基。

在本发明中，也可使用上述化合物中铁被钴取代的过渡金属亚胺化合物。

在本发明中，也可使用在上述化合物中用磷取代相应于通式 (I-a)、(I-b)、(II-a)、(II-b)、(III-a) 和 (III-b) 中 Y 的氮原子所得的过渡金属亚胺化合物。

上述的化合物可以单独使用，也可两种或多种混合使用。

(B-1) 有机金属化合物

10 本发明中可用的有机金属化合物 (B-1) 的例子包括含有周期表第 1 族、第 2 族、第 12 族和第 13 族金属的下述有机金属化合物。

(B-1a) 由下式所示的有机铝化合物：



15 其中， R^a 和 R^b 可以相同或不同，分别为含 1-15 个碳原子，较好含 1-4 个碳原子的烃基；X 是卤原子；m、n、p 和 q 是满足条件 $0 < m \leq 3$ 、 $0 \leq n < 3$ 、 $0 \leq p < 3$ 、 $0 \leq q < 3$ 且 $m+n+p+q=3$ 的数。

(B-1b) 由下式所示的包含第 1 族金属和铝的烷基配位化合物：



20 其中， M^2 是 Li、Na 或 K； R^a 是含 1-15 个碳原子，较好含 1-4 个碳原子的烃基。

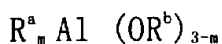
(B-1c) 由下式所示的包含第 2 族或第 12 族的金属的二烷基化合物：



其中， R^a 和 R^b 可以相同或不同，分别为含 1-15 个碳原子，较好含 1-4 个碳原子的烃基； M^3 是 Mg、Zn 或 Cd。

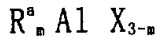
25 有机铝化合物 (B-1a) 的例子包括：

由下式表示的有机铝化合物：



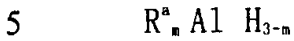
其中， R^a 和 R^b 可以相同或不同，分别为含 1-15 个碳原子，较好含 1-4 个碳原子的烃基；m 较好是满足条件 $1.5 \leq m \leq 3$ 的数；

30 由下式表示的有机铝化合物：



其中， R^a 为含 1-15 个碳原子，较好含 1-4 个碳原子的烃基； X 是卤原子； m 较好是满足条件 $0 < m < 3$ 的数；

由下式表示的有机铝化合物：



其中， R^a 为含 1-15 个碳原子，较好含 1-4 个碳原子的烃基； m 较好是满足条件 $2 \leq m < 3$ 的数；

以及

由下式表示的有机铝化合物：



其中， R^a 和 R^b 可以相同或不同，分别为含 1-15 个碳原子，较好含 1-4 个碳原子的烃基； X 是卤原子； m 、 n 和 q 是满足条件 $0 < m \leq 3$ 、 $0 \leq n < 3$ 、 $0 \leq q < 3$ 且 $m+n+q=3$ 的数。

有机铝化合物(B-1a)的具体例子包括：

15 三正烷基铝，如三甲基铝、三乙基铝、三正丁基铝、三丙基铝、三戊基铝、三己基铝、三辛基铝和三癸基铝；

支链的三烷基铝，如三异丙基铝、三异丁基铝、三仲丁基铝、三叔丁基铝、三(2-甲基丁基)铝、三(3-甲基丁基)铝、三(2-甲基戊基)铝、三(3-甲基戊基)铝、三(4-甲基戊基)铝、三(2-甲基己基)铝、三(3-甲基己基)铝和三(2-乙基己基)铝；

三环烷基铝，如三环己基铝和三环辛基铝；

三芳基铝，如三苯基铝和三甲苯基铝；

氢化二烷基铝，如氢化二异丁基铝；

25 由式 $(i-C_4H_9)_x Al_y (C_5H_{10})_z$ (其中 x 、 y 和 z 分别为正数，且 $z \geq 2x$)表示的三烯基铝，如异戊二烯基铝；

二烷氧基烷基铝，如二甲氧基异丁基铝、二乙氧基异丁基铝和二异丙氧基异丁基铝；

烷氧基二烷基铝，如甲氧基二甲基铝、乙氧基二乙基铝和丁氧基二丁基铝；

30 倍半烷氧基烷基铝，如倍半乙氧基乙基铝和倍半丁氧基丁基铝等；

具有由 $R^a_{2.5} Al (OR^b)_{0.5}$ 所示的平均组成的部分烷氧化的烷基铝；

芳氧基二烷基铝，如苯氧基二乙基铝、(2,6-二叔丁基-4-甲基苯氧基)二乙基铝、二(2,6-二叔丁基-4-甲基苯氧基)乙基铝、(2,6-二叔丁基-4-甲基苯氧基)二异丁基铝和二(2,6-二叔丁基-4-甲基苯氧基)异丁基铝；

5 卤化二烷基铝，如氯化二甲基铝、氯化二乙基铝、氯化二丁基铝、溴化二乙基铝和氯化二异丁基铝；

倍半卤化烷基铝，如倍半氯化乙基铝、倍半氯化丁基铝和倍半溴化乙基铝；

部分卤化的烷基铝，例如二卤化烷基铝，如二氯化乙基铝、二氯化丙基铝和二溴化丁基铝；

10 氢化二烷基铝，如氢化二乙基铝和氢化二丁基铝；

部分氢化的烷基铝，例如二氢化烷基铝，如二氢化乙基铝和二氢化丙基铝；以及

部分烷氧化和卤化的烷基铝，如氯化乙氧基乙基铝、氯化丁氧基丁基铝和溴化乙氧基乙基铝。

15 还可使用与有机铝化合物(B-1a)类似的化合物。例如可列举两种或多种铝化合物通过氮原子结合在一起的有机铝化合物，如 $(C_2H_5)_2AlN(C_2H_5)Al(C_2H_5)_2$ 。

化合物(B-1b)的例子包括 $LiAl(C_2H_5)_4$ 和 $LiAl(C_7H_{15})_4$ 。

20 其它化合物也可以用作有机金属化合物(B-1)，它包括甲基锂、乙基锂、丙基锂、丁基锂、溴化甲基镁、氯化甲基镁、溴化乙基镁、氯化乙基镁、溴化丙基镁、氯化丙基镁、溴化丁基镁、氯化丁基镁、二甲基镁、二乙基镁、二丁基镁和丁基乙基镁。

也可以使用能够在聚合体系中制得上述有机铝化合物的化合物的混合物，如卤化铝和烷基锂的混合物，以及卤化铝和烷基镁的混合物。

在上述有机金属化合物中，较好的是有机铝化合物。

25 上述的有机金属化合物(B-1)可以单独使用，或者两种或多种结合使用。

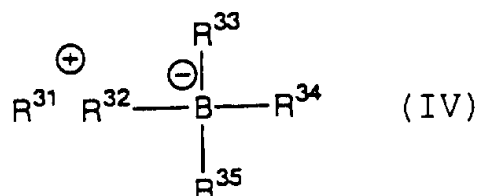
(B-2) 有机铝氧化合物

30 本发明可用的有机铝氧化合物(B-2)可以是常规的铝氧烷，也可以是日本专利公开 No. 78687/1990 中列举的不溶于苯的有机铝氧化合物(organoaluminum oxy-compound)。

可例如通过下列方法制得常规的铝氧烷，并且一般获得的是在烃溶剂中的

路易斯酸例如是由 BR^3 (R 是氟或者可含有取代基(如氟、甲基、三氟甲基)的苯基) 表示的化合物。这种化合物的例子包括三氟化硼、三苯基硼、三(4-氟苯基)硼、三(3,5-二氟苯基)硼、三(4-氟甲基苯基)硼、三(五氟苯基)硼、三(对甲苯基)硼、三(邻甲苯基)硼和三(3,5-二甲基苯基)硼。

5 离子化合物是例如由下式 (IV) 表示的化合物:



在上式中, R^{31} 是 H^+ 、碳鎓阳离子、氧鎓阳离子、铵阳离子、磷鎓阳离子、环庚三烯基阳离子、具有过渡金属的二茂铁鎓(ferrocenium)阳离子等。

$R^{32}-R^{35}$ 可以相同或不同, 分别为有机基团, 较好的是芳基或取代的芳基。

10 碳鎓阳离子的例子包括: 三取代的碳鎓阳离子, 如三苯基碳鎓阳离子、三(甲基苯基)碳鎓阳离子和三(二甲基苯基)碳鎓阳离子。

铵阳离子的例子包括: 三烷基铵阳离子, 如三甲基铵阳离子、三乙基铵阳离子、三丙基铵阳离子、三丁基铵阳离子和三(正丁基)铵阳离子; N,N-二烷基苯铵阳离子, 如 N,N-二甲基苯铵阳离子、N,N-二乙基苯铵阳离子和 N,N-2,4,6-
15 五甲基苯铵阳离子; 二烷基铵阳离子, 如二异丙基铵阳离子和二环己基铵阳离子。

磷鎓阳离子的例子包括: 三芳基磷鎓阳离子, 如三苯基磷鎓阳离子、三(甲基苯基)磷鎓阳离子和三(二甲基苯基)磷鎓阳离子。

R^{31} 较好的是碳鎓阳离子或铵阳离子, 特别好的是三苯基碳鎓阳离子、N,N-
20 二甲基苯铵阳离子或 N,N-二乙基苯铵阳离子。

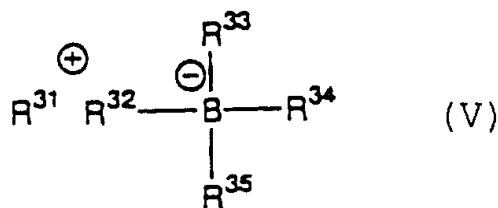
三烷基取代的铵盐、N,N-二烷基苯铵盐、二烷基铵盐或三芳基磷鎓盐也可用作离子化合物。

三烷基取代的铵盐的例子包括: 四苯基硼化三乙基铵、四苯基硼化三丙基铵、四苯基硼化三正丁基铵、四对甲苯基硼化三甲基铵、四邻甲苯基硼化三甲基铵、四(五氟苯基)硼化三正丁基铵、四(邻,对-二甲苯基)硼化三丙基铵、四
25 (间,间-二甲苯基)硼化三正丁基铵、四(对三氟甲基苯基)硼化三正丁基铵、四(3,5-二(三氟甲基)苯基)硼化三正丁基铵和四邻甲苯基硼化三正丁基铵。

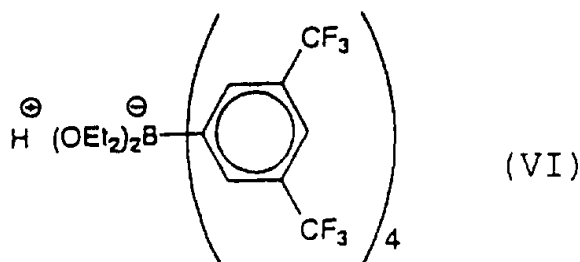
N,N-二烷基苯铵盐的例子包括：四苯基硼化 N,N-二甲基苯铵、四苯基硼化 N,N-二乙基苯铵和四苯基硼化 N,N-2,4,6-三甲基苯铵。

二烷基铵盐的例子包括四(五氟苯基)硼化二(1-丙基)铵和四苯基硼化二(环己基)铵。

- 5 可用作离子化合物还有：四(五氟苯基)硼酸三苯基碳鎓、四(五氟苯基)硼酸 N,N-二甲基苯铵、四(五氟苯基)硼酸二茂铁鎓、五苯基环戊二烯基三苯基碳鎓配合物、五苯基环戊二烯基 N,N-二乙基苯铵配合物，以及由下式(V)和(VI)表示的硼化合物：



- 10 其中，Et 是乙基。



所述硼烷化合物的例子包括：

癸硼烷(14)；

- 15 阴离子盐，如壬硼酸二(三正丁基铵)、癸硼酸二(三正丁基铵)、十一硼酸二(三正丁基铵)、十二硼酸二(三正丁基铵)、十氯癸硼酸二(三正丁基铵)和十二氯十二硼酸二(三正丁基铵)；以及

金属硼烷阴离子盐，如二(十二氢十二硼酸)钴(III)酸三正丁基铵和二(十二氢十二硼酸)镍(III)酸二[三正丁基铵]。

碳硼烷化合物的例子包括：

- 20 阴离子盐，如 4-碳代壬硼烷(14)、1,3-二碳代壬硼烷(13)、6,9-二碳代癸硼烷(14)、十二氢-1-苯基-1,3-二碳代壬硼烷、十二氢-1-甲基-1,3-二碳代壬硼烷、十一氢-1,3-二甲基-1,3-二碳代壬硼烷、7,8-二碳代十一硼烷(13)、2,7-二碳代十一硼烷(13)、十一氢-7,8-二甲基-7,8-二碳代十一硼烷、十二氢

-11-甲基-2,7-二碳代十一硼烷、1-碳代癸硼酸三正丁基铵、1-碳代十一硼酸三正丁基铵、1-碳代十二硼酸三正丁基铵、1-三甲基甲硅烷基-1-碳代癸硼酸三正丁基铵、溴-1-碳代十二硼酸三正丁基铵、6-碳代癸硼酸(14)三正丁基铵、6-碳代癸硼酸(12)三正丁基铵、7-碳代十一硼酸(13)三正丁基铵、7,8-二碳代十一硼酸(12)三正丁基铵、2,9-二碳代十一癸硼酸(12)三正丁基铵、十二氢-8-甲基-7,9-二碳代十一硼酸三正丁基铵、十一氢-8-乙基-7,9-二碳代十一硼酸三正丁基铵、十一氢-8-丁基-7,9-二碳代十一硼酸三正丁基铵、十一氢-8-烯丙基-7,9-二碳代十一硼酸三正丁基铵、十一氢-9-三甲基甲硅烷基-7,8-二碳代十一硼酸三正丁基铵和十一氢-4,6-二溴-7-碳代十一硼酸三正丁基铵；以及

金属碳硼烷阴离子盐，如

二(九氢-1,3-二碳代壬硼酸)钴(III)酸三正丁基铵、二(十一氢-7,8-二碳代十一硼酸)高铁(III)酸三正丁基铵、二(十一氢-7,8-二碳代十一硼酸)钴(III)酸三正丁基铵、二(十一氢-7,8-二碳代十一硼酸)镍(III)酸三正丁基铵、二(十一氢-7,8-二碳代十一硼酸)铜(III)酸三正丁基铵、二(十一氢-7,8-二碳代十一硼酸)金(III)酸三正丁基铵、二(九氢-7,8-二甲基-7,8-二碳代十一硼酸)高铁(III)酸三正丁基铵、二(九氢-7,8-二甲基-7,8-二碳代十一硼酸)铬(III)酸三正丁基铵、二(三溴八氢-7,8-二碳代十一硼酸)钴(III)酸三正丁基铵、二(十一氢-7-碳代十一硼酸)铬(III)酸三[三(正丁基)铵]、二(十一氢-7-碳代十一硼酸)锰(IV)酸二[三(正丁基)铵]、二(十一氢-7-碳代十一硼酸)钴(III)酸二[三(正丁基)铵]，以及二(十一氢-7-碳代十一硼酸)镍(IV)酸二[三(正丁基)铵]。

上述电离化离子化合物(B-3)可以单独使用或两种或多种结合使用。

在本发明烯烃聚合催化剂中，除了上述过渡金属化合物(A)和选自有机金属化合物(B-1)、有机铝氧化合物(B-2)和电离化离子化合物(B-3)的至少一种化合物(B)以外，还可以任选使用下述的颗粒载体(C)。

(C) 载体

本发明任选使用的颗粒载体(C)是粒状或颗粒固体状的无机或有机化合物，粒径为10-300微米，较好为20-200微米。较好的无机化合物是多孔氧化物。多孔氧化物的例子包括 SiO₂、Al₂O₃、MgO、ZrO、TiO₂、B₂O₃、CaO、ZnO、



BaO、ThO₂、以及含有这些氧化物的混合物，如 SiO₂-MgO、SiO₂-Al₂O₃、SiO₂-TiO₂、SiO₂-V₂O₅、SiO₂-Cr₂O₃ 和 SiO₂-TiO₂-MgO。其中，较好的是含有选自 SiO₂ 或 Al₂O₃ 的至少一种组分作为主要组分的化合物。

无机氧化物可含有少量的碳酸盐、硫酸盐、硝酸盐和氧化物组分，如
5 Na₂CO₃、K₂CO₃、CaCO₃、MgCO₃、Na₂SO₄、Al₂(SO₄)₃、BaSO₄、KNO₃、Mg(NO₃)₂、Al(NO₃)₃、Na₂O、K₂O 或 Li₂O。

尽管颗粒载体 (C) 的性能随其类型和制造方法的不同而异，但是用于本发
明的载体的比表面积宜为 50-1,000 米²/克，较好为 100-700 米²/克，孔体积
为 0.3-3.0 厘米³/克。如有必要，可在 100-1000℃、较好在 150-700℃ 对载体
10 进行锻烧后使用。

也可用作本发明颗粒载体的是粒径为 10-300 微米的粒状或颗粒状固体有
机化合物。这种化合物的例子包括用含 2-14 个碳原子的 α-烯烃(如乙烯、丙
烯、1-丁烯或 4-甲基-1-戊烯)作为主要组分制得的(共)聚合物、用乙烯基环己
烷或苯乙烯作为主要组分制得的(共)聚合物。

15 本发明的烯烃聚合催化剂包括过渡金属亚胺化合物(A)、选自有机金属化
合物(B-1)、有机铝氧化合物(B-2)和电离化离子化合物(B-3)的至少一种化合
物(B)以及任选的颗粒载体(C)。图 1 表示制备烯烃聚合催化剂的本发明方法的
一个实例。

在聚合时，可按任何方法和任何次序使用这些组分。例如，可用如下的方
20 法。

(1) 以任意顺序将组分(A)和选自有机金属化合物(B-1)、有机铝氧化合物
(B-2)和电离化离子化合物(B-3)的至少一种化合物(B)(下文简称为“组分
(B)”)加入聚合反应器中。

(2) 将由组分(A)和组分(B)预先接触获得的催化剂加入聚合反应器中。

25 (3) 以任意顺序将组分(A)和组分(B)预先接触获得的催化剂组分和组分
(B)加入聚合反应器中。在这种情况下，组分(B)可以相同或不同。

(4) 以任意顺序将由组分(A)负载在颗粒载体(C)上形成的催化剂组分和
组分(B)加入聚合反应器中。

(5) 将由组分(A)和组分(B)负载在颗粒载体(C)上形成的催化剂加入聚合
30 反应器中。

(6) 以任意顺序将由组分(A)和组分(B)负载在颗粒载体(C)上的催化剂组



分和组分(B)加入聚合反应器中。在这种情况下,组分(B)可以相同或不同。

(7) 以任意顺序将由组分(B)负载在颗粒载体(C)上形成的催化剂组分和组分(A)加入聚合反应器中。

(8) 以任意顺序将由组分(B)负载在颗粒载体(C)上形成的催化剂组分、组分(A)和组分(B)加入聚合反应器中。在这种情况下,组分(B)可以相同或不同。

可在组分(A)和组分(B)负载在载体(C)上形成的固态催化剂组分上进行烯烃的预聚。

在本发明的烯烃聚合方法中,在上述烯烃聚合催化剂的存在下进行烯烃的聚合或共聚,形成烯烃聚合物。

在本发明中,可使用液相聚合(如溶液聚合或悬浮聚合)和气相聚合方法中的任何一种方法来进行聚合。

用于液相聚合的惰性烃类介质的例子包括:脂肪烃,如丙烷、丁烷、戊烷、己烷、庚烷、辛烷、癸烷、十二烷和煤油;脂环烃,如环戊烷、环己烷和甲基环戊烷;芳烃,如苯、甲苯和二甲苯;卤代烃,如氯化乙烯、氯苯和二氯甲烷;以及这些烃的混合物。烯烃本身也可用作溶剂。其中优选的是脂肪烃、脂环烃和烯烃本身。

在使用本烯烃聚合催化剂进行烯烃聚合时,按1升反应体积计,组分(A)的用量通常为 10^{-8} - 10^{-2} 摩尔,较好为 10^{-7} - 10^{-3} 摩尔。

组分(B-1)的用量是使得组分(B-1)与组分(A)中过渡金属原子(M)的摩尔比((B-1)/(M))通常为0.01-5000,较好为0.05-2000。组分(B-2)的用量是使得组分(B-2)中铝原子与组分(A)中过渡金属原子(M)的摩尔比((B-2)/(M))通常为10-5000,较好为20-2000。组分(B-3)的用量是使得组分(B-3)与组分(A)中过渡金属原子(M)的摩尔比((B-3)/(M))通常为1-10,较好为1-5。

在使用本烯烃聚合催化剂进行烯烃聚合中,聚合温度通常可以在-50℃至200℃的范围内,较好为0-170℃。聚合压力通常可以在大气压力至100千克/厘米²的范围内,较好为大气压力至50千克/厘米²。可使用间歇、半连续和连续的方法中的任一种方法来进行聚合反应。也可以在不同的反应条件下用两个或多个步骤来进行聚合。

通过使氢存在于聚合体系中或通过改变聚合温度可调节所得聚合物的分子量。

本发明的烯烃聚合催化剂也适用于制备烯烃的低聚物。



可使用本烯烃聚合催化剂来进行聚合的烯烃的例子包括：

含 2-20 个碳原子的 α -烯烃，如乙烯、丙烯、1-丁烯、1-戊烯、1-己烯、3-甲基-1-丁烯、4-甲基-1-戊烯、3-乙基-1-戊烯、4-甲基-1-戊烯、4-甲基-己烯、4,4-二甲基-己烯、4,4-二甲基-戊烯、4-乙基-1-己烯、3-乙基-1-己烯、5 1-辛烯、1-癸烯、1-十二碳烯、1-十四碳烯、1-十六碳烯、1-十八碳烯和 1-二十碳烯；

芳族乙烯基化合物，如苯乙烯、二甲基苯乙烯、烯丙基苯、烯丙基甲苯、乙烯基萘和烯丙基萘；

脂环族乙烯基化合物，如乙烯基环己烷、乙烯基环戊烷、乙烯基环庚烷和 10 烯丙基降冰片烷；

环烯烃，如 5-环戊烯、环庚烯、降冰片烯、5-甲基-2-降冰片烯、四环十二碳烯和 2-甲基-1,4,5,8-二亚甲基-1,2,3,4,4a,5,8,8a-八氢化萘；

含 4-20 个碳原子的链多烯，如 1,4-戊二烯和 1,5-己二烯；以及环多烯，如乙烯基降冰片烯和二聚环戊二烯。

15

发明效果

本发明的烯烃聚合催化剂显示出高的聚合活性，通过使用这种催化剂可获得分子量分布窄的聚合物。

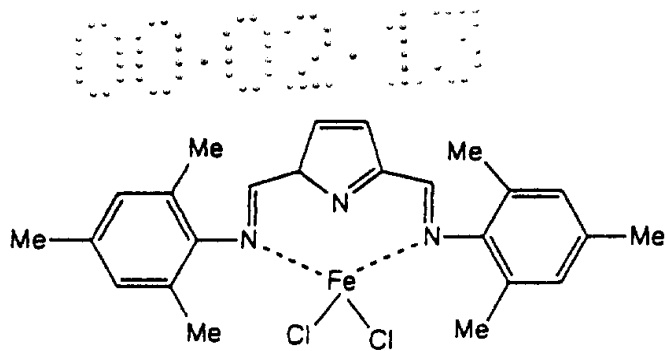
通过使用本发明的烯烃聚合方法，可高聚合活性地获得分子量分布窄的烯 20 烃共聚物。

实施例

现在参照如下的实施例进一步说明本发明。

实施例 1

25 在一个用氮气彻底吹扫过的 500 毫升玻璃高压釜中，加入 250 毫升甲苯。然后以 100 升/小时的速率将乙烯通过该高压釜，让该体系在 25°C 放置 10 分钟。然后加入 1.25 毫摩尔(按铝原子计)甲基铝氧烷，接着加入 0.0005 毫摩尔用如下结构式(a)表示的过渡金属亚胺化合物，引发聚合反应。以 100 升/小时的速率继续通入乙烯气体，在 25°C 和常压下聚合反应进行 30 分钟。然后加入 30 少量的甲醇，终止聚合反应。将聚合反应溶液倒入大大过量的甲醇/盐酸溶液，所得的聚合物在 130°C 和减压下干燥 12 小时。结果得到 0.41 克的聚合物。

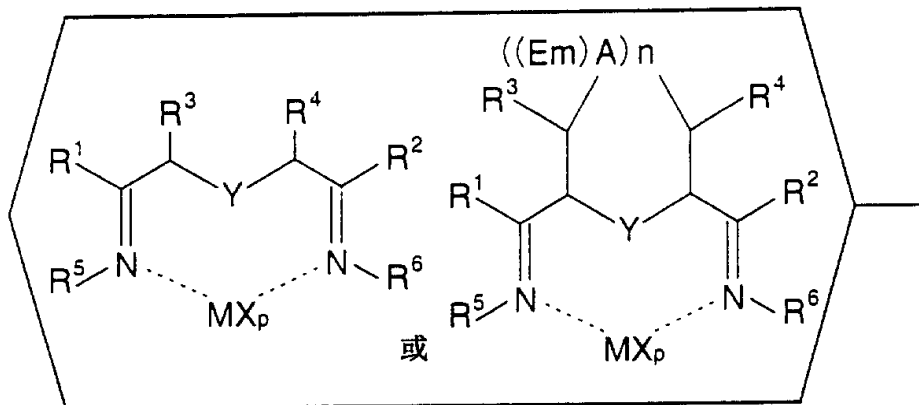


实施例 2

- 在一个用氮气彻底吹扫过的 500 毫升玻璃高压釜中，加入 250 毫升甲苯。
- 5 然后以 100 升/小时的速率将乙烯通过该高压釜，让该体系在 25℃放置 10 分钟。然后依次加入 0.5 毫摩尔三异丁基铝、0.005 毫摩尔用如下结构式(a)表示的过渡金属亚胺化合物和 0.006 毫摩尔四(五氟苯基)硼酸三苯基碳鎓，引发聚合反应。以 100 升/小时的速率继续通入乙烯气体，在 25℃和常压下聚合反应进行 1 小时。然后加入少量的甲醇，终止聚合反应。将聚合反应溶液倒入大大
- 10 过量的甲醇/盐酸溶液，所得的聚合物在 130℃和减压下干燥 12 小时。结果得到 0.2 克的聚合物。

说明书附图

过渡金属组分



M: 元素周期表第8-11族过渡金属原子

R¹ - R⁴: 氢原子、烃基等

R⁵, R⁶: 烃基等

Y: 元素周期表第15族原子

A: 元素周期第13-16族原子

E: 含碳等的取代基

p: 满足M化合价的数字

X: 卤原子等

m: 0-2的整数 n: 0 或 2

有机金属组分

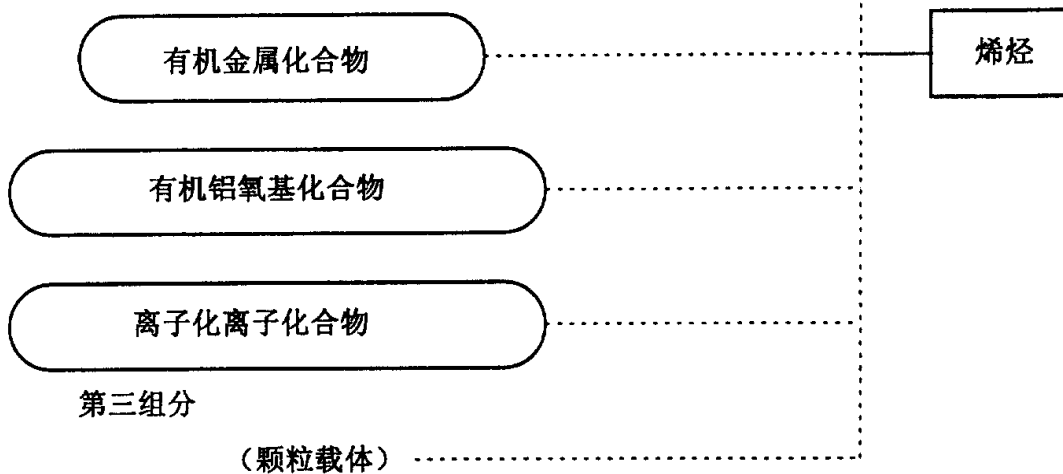


图 1