[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int.Cl[7]
C10L 1/30

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 92102697.8

[45]授权公告日 2000 年 2 月 9 日

[11]授权公告号 CN 1049238C

[22]申请日 1992.4.13 [24]颁证日 1999.11.20
[21]申请号 92102697.8
[30]优先权
[32]1991.5.13 [33]US [31]07/699,051
[73]专利权人 鲁布里佐尔公司
地址 美国俄亥俄
[72]发明人 C·J·科尔泊 D·T·戴利
N·Z·黄 S·T·乔利
S·W·科克 S·H·斯托特
R·H·沃尔什 R·A·丹尼斯
[56]参考文献

EP0283294	1988. 9.21	C10L1/18
US4089945	1978. 5.16	A61K33/04
WO8802392	1988. 4. 7	C10L1/30

审查员 黄志洪

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 徐汝巽

权利要求书 16 页 说明书 105 页 附图页数 0 页

[54]发明名称 含铜有机金属配合物的制备方法

[57]摘要

本发明涉及含铜有机金属配合物以及含有这种配合物的浓缩物和柴油燃料。该柴油燃料可用于装有排气系统粒子捕集器的柴油发动机。这种含铜有机金属配合物被用来降低收集在捕集器内的废气粒子的着火温度。含铜有机金属配合物在柴油燃料中是可溶的或可以稳定分解。它是得自:(i)在烃链上连结着至少两个官能基团的一种有机化合物,和(ii)能与有机化合物(i)形成配合物的一种含铜金属反应物。本发明还涉及用上述的柴油燃料开动装有排气系统粒子捕集器的柴油发动机的方法。

ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

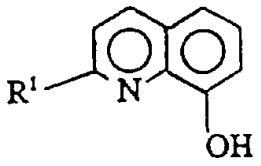
1.一种制备在柴油中可溶解或可稳定地分散的含铜有机金属配合物的方法，它包括将组分(i)和组分(ii)在 20 ℃ - 250 ℃的温度下接触的步骤，以及从反应混合物中分离产物的步骤，其中接触步骤中组分(ii)和组分(i)的当量比例范围为 0.05 - 1.0： 1，其中

组分(i)是至少一种选自如下一组化合物中的螯合剂，这些化合物包括:

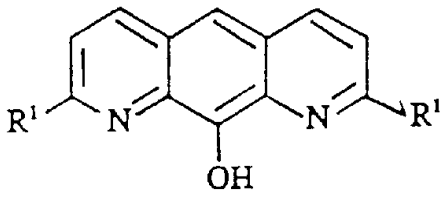
除了(a)由羟基胺和/或含有硫醇的胺得到的芳族曼尼期类化合物，(b)由亚烷基多胺、其中亚烷基是亚乙基或亚丙基、得到的芳族曼尼期化合物以外的芳族曼尼期化合物;

萜芳烃;

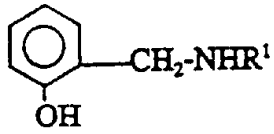
用如下各式表示的单取代或多取代酚类:



(XIX-1)



(XIX-2)



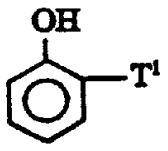
(XIX-3)

在式(XIX—1)、(XIX—2)和(XIX—3)中，每个 R^1 是一个 H 或者烃基，或者 R^1 是用下式表示的一个基团：

$$R^2R^3NR^4-$$

式中 R^2 和 R^3 是彼此独立的氢或者是烃基；R^4 是一个亚烃基或次烃基；

用下式表示的 α 取代酚类：



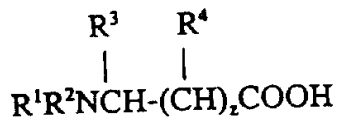
(XX)

在式(XX)中，T^1 是 NR_2'，SR^1 或 NO_2，其中 R^1 是氢或一个烃基；

羟基氨烯

苯并三唑类；

用如下通式表示的氨基酸：



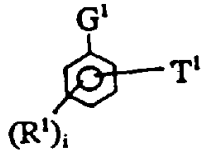
(XXX)

这里在式(XXX)中，R^1 是氢或者是烃基；R^2 是 R^1 或者一个酰基；R^3 和 R^4 分别独立地是氢或者较低级的烷基；Z 是 0 或 1；

异羟肟酸类；

有交键连接的酚类化合物，其中交键基团是$-CH_2-$或$-CH_2OCH_2-$；

如下面通式表示的其族二官能化合物：



(XXXIII)

式（XXXⅢ）中，R^1是一个烃基，i是从0至4的一个数字，T^1相对于G^1是邻位或者间位，G^1和T^1分别独立地是OH、NH_2、NR_2、$COOH$或SH，这里R是一个烃基；

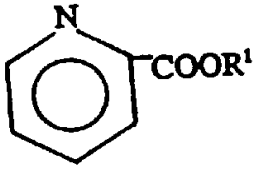
黄原酸酯类；

苯膦基类；

用如下两式中任一个代表的吡啶类：



(XXXVI)



(XXXVII)

式（ X X X Ⅵ）和（ X X X Ⅶ）中，一个或几个环碳原子可用烃基取代；在式（ X X X Ⅶ）中，R^1 是氢或者一个羟基；

取代的吡咯类，其中取代基是 $-OH$、$-NH_2$、$-NR_2$、$-COOR$、$-SH$ 或者 $-C(O)H$，这里 R 是氢或者是烃基；

组分（ *ii*）是至少一种含铜化合物，所述含铜化合物是一种硝酸盐、亚硝酸盐、卤化物、羧酸盐、磷酸盐、亚磷酸盐、硫酸盐、亚硫酸盐、碳酸盐、硼酸盐、氢氧化物或氧化物 。

2.权利要求 1 的方法，其中组分(i)是一种芳族曼尼期化合物，所述芳族曼尼期化合物是如下（ A - 1 ）、（ A - 2 ）和（ A - 3 ）的反应产物，

（*A*—1）是具有如下通式的含羟基和/或含硫醇基芳族化合物：

$$(R^1)_n-\underset{\displaystyle R^2}{\overset{|}{Ar}}-(XH)_m \qquad \text{(A-1)}$$

式（*A*—1）中，*Ar* 是一个芳基；*m* 是 1、2 或 3；*n* 是由 1 至大约 4 的一个数；每个 R^1 独立地代表氢或者具有 1 至约 100 个碳原子的　烃基；R^2 是氢、氨基或羧基；*X* 是 *O*、*S*，或者当 $m \geqslant 2$ 时可同时是 0 和或 *S*；

（*A*—2）是具有如下式子的醛或酮或其前体

$$R^3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R^4 \qquad \text{(A-2)}$$

式(A—2)中，R^3 和 R^4 独立地是氢、具有从 1 至约 18 个碳原子的饱和烃基，R^4 也是具有 1 至约 18 个碳原子的含羰基烃基；

(A—3)是含有至少一个伯胺基或仲胺基的胺，所述胺的特征在于没有羟基和/或硫醇基，以及当所述的胺是一个亚烷基多胺时，该亚烷基不是亚乙基或亚丙基。

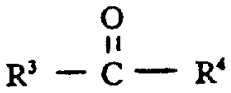
3.权利要求 1 的方法，其中组分 (i) 是一种芳族曼尼期化合物，所述芳族曼尼期化合物是如下(A—1)、(A—2)和(A—3)的反应产物：

((A—1)是一种具有如下通式的含羟基和/或硫醇基芳族化合物

$$(R^1)_n-\overset{\overset{R^2}{|}}{Ar}-(XH)_m \qquad \text{(A-1)}$$

式(A—1)中，Ar 是一个芳香基；m 是 1、2 或 3；n 是由 1 至约 4 的数；每个 R^1 独立地表示氢或具有 1 至约 100 个碳原子的一烃基；R^2 是 H、氨基或羧基；X 是 O、S 或当 $m\geqslant 2$ 时可同时是 0 和/或 S；

(A—2)是一个具有如下通式的醛或酮或其前体

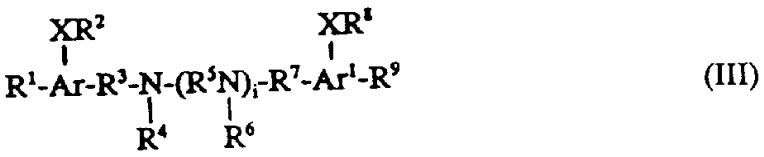


(A-2)

式(A—2)中，R^3 和 R^4 独立地是氢、具有由 1 至约 18 个碳原子的饱和一烃一基，R^4 也是具有由 1 至约 18 个碳原子的含羰基烃基；

(A—3)是含有至少一个伯胺基或仲胺基的胺，所述胺的特征在于，没有羟基和/或硫醇基，当所述胺是一个亚烷基多胺时，该亚烷基不是亚乙基或亚丙基，所述组分(A—1)、(A—2)和(A—3)之间的反应在低于约 120℃的温度下进行。

4.权利要求 1 的方法，其中组分 (i) 是如下式表示的一种芳族曼尼期化合物，



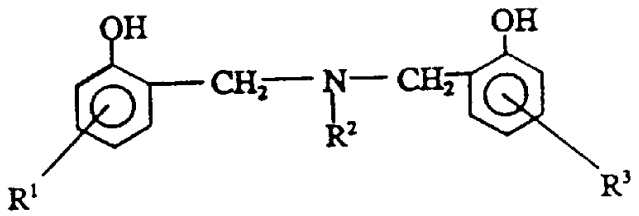
(III)

式(Ⅲ)中，Ar 和 Ar^1 各独立地表示芳基；R^1、R^2、R^4、R^6、R^8 和 R^9 各独立地是 H、或脂族烃基；R^4 和 R^6 是羟基或硫醇基取代脂族烃基 以外的该种基团；R^3、R^5 和 R^7 各独立地代表亚烃基或者次烃基基团；

R^5 是亚乙基或亚丙基以外的该类基团；X 是 O 或 S；i 是从 0 至约

10 的一个数。

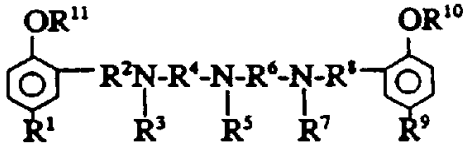
5.权利要求 1 的方法，其中组分(i)是一种用如下式表示的芳族曼尼期化合物



(IV)

式(Ⅳ)中，R^1 和 R^3 各独立地是 H 或脂族烃基，R^2 是除了含羰基和/或硫醇基的烃基以外的该类基团。

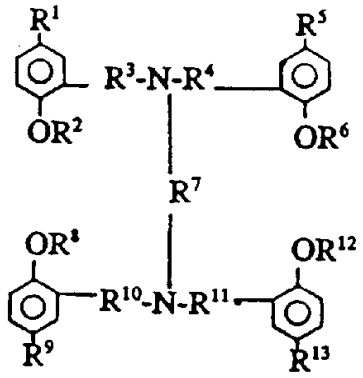
6.权利要求 1 的方法，其中组分(i)是一种由下式表示的芳族曼尼期化合物



(V)

式(Ⅴ)中，R^1、R^3、R^5、R^7、R^9、R^{10} 和 R^{11} 各独立地是 H 或脂族烃 基，而 R^2、R^4、R^6 和 R^8 各独立地是亚烃基或者次烃基，R^4 和 R^6 各独立地是含有 3 至约 20 个碳原子的亚丙基以外的亚烃基或者次烃基。

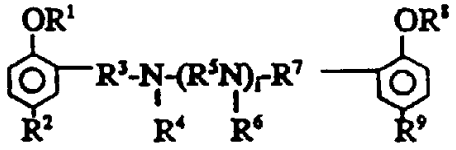
7.权利要求 1 的方法，其中组分(i)是一种由下式表示的芳族曼尼期化合物



(VI)

式(Ⅵ)中，R^1、R^2、R^5、R^6、R^8、R^9、R^{12} 和 R^{13} 各独立地是 H 或脂族烃基，而 R^3、R^4、R^7、R^{10} 和 R^{11} 各独立地是亚烃基或者是次烃基。

8.权利要求 1 的方法，其中组分(i)是一种由下式表示的化合物：



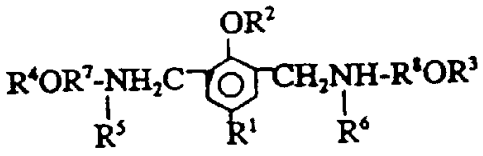
(VII)

式(Ⅶ)中，R^1、R^2、R^4、R^6、R^8 和 R^9 各独立地是 H 或脂族烃基，R^3、R^5 和 R^7 各独立地是亚烃基或者是次烃基，

R^5 是亚乙基或亚丙基以外的该类基团；i 是由 0 至约 10 的一个

数。

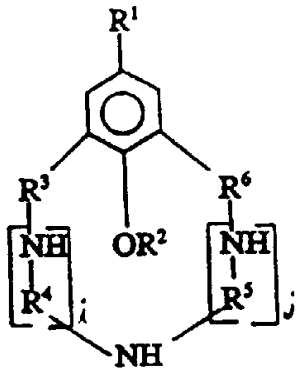
9.权利要求1的方法，其中组分(i)是一种由下式表示的芳族曼尼期化合物：



(VIII)

式(Ⅷ)中，R^1、R^2、R^3、R^4、R^5 和 R^6 各独立地是 H 或烃基，R^7 和 R^8 各独立地是亚烃基或者是次烃基。

10.权利要求1的方法，其中组分(i)是一种如下式表示的芳族曼尼期化合物：

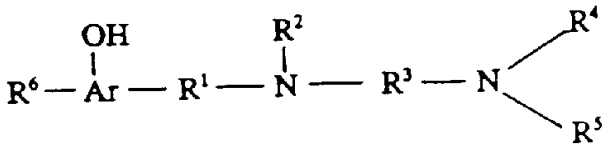


(IX)

式(Ⅸ)中，R^1 和 R^2 各独立地是 H 或烃基，R^3、R^4、R^5 和 R^6 各独立地为亚烷基或次烷基，i 和 j 各独立地是由1至约6的

数字。

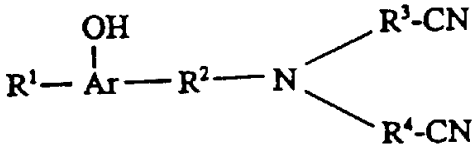
11.权利要求1的方法，其中组分(i)是一种由下式表示的芳族曼尼期化合物



(X)

式(X)中，*Ar* 是一个芳基；R^1 和 R^3 各独立地是亚烃基或者是次烃基；R^2 是 *H* 或较低级的烃基；R^4 和 R^5 各独立地是 *H*、脂族一烃一基、羟基取代的脂族烃基、胺取代的脂族烃基或烷氧基取代的脂族烃基；R^6 是 *H* 或脂族烃基。

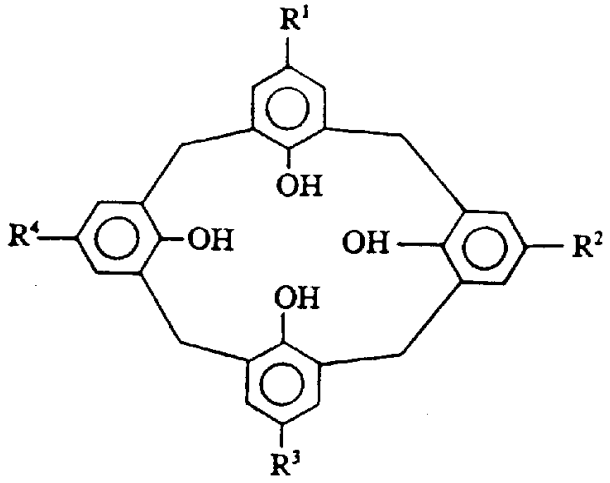
12. 权利要求1的方法，其中组分(i)是一种由下式表示的芳族曼尼期化合物



(XI)

式(XI)中，*Ar* 是一个芳基基 R^1 是 *H* 或脂族一烃一基，R^2、R^3 和 R^4 各独立地是亚烃基或者次烃基。

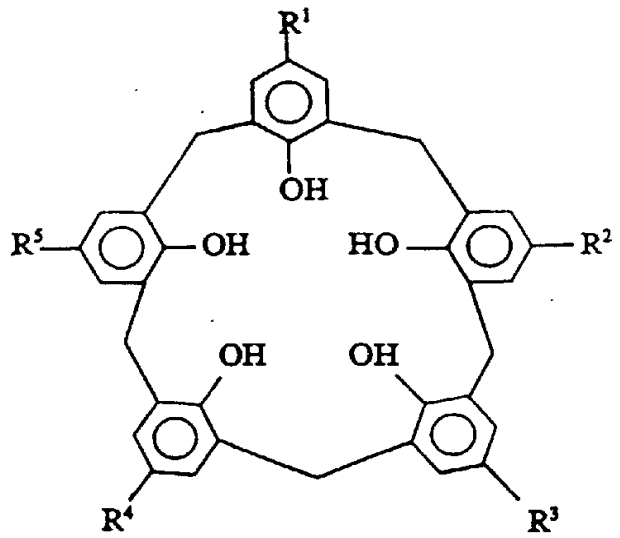
13. 权利要求 1 的方法，其中组分(i)是一种由下式表示的化合物：



(XVI)

这里在式（XVI）中，R^1、R^2、R^3 和 R^4 各独立地是 H 或 烃基。

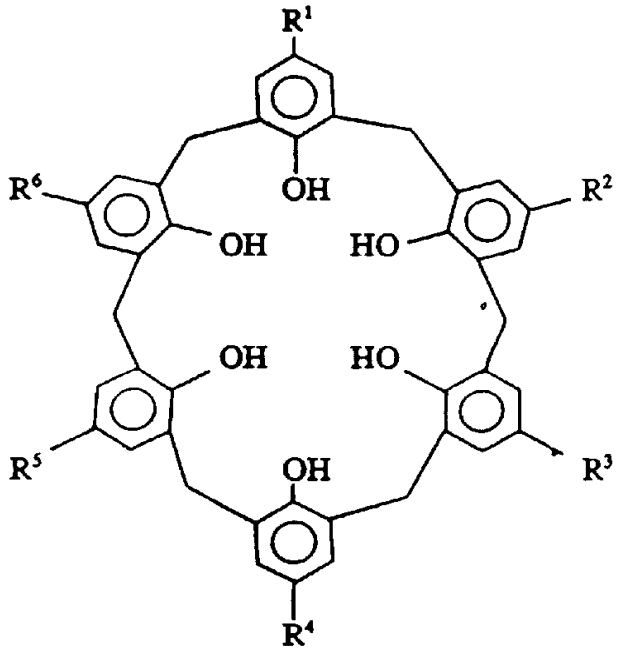
14. 权利要求 1 的方法，其中组分(i)是一个由下式表示的化合物：



(XVII)

式（ XVII ）中，R^1、R^2、R^3、R^4 和 R^5 各独立地是 H 或烃基。

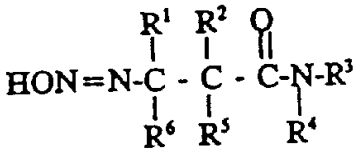
15.权利要求 1 的方法，其中组分(i)是一种由下式表示的化合物：



(XVIII)

式(XVIII)中，R^1、R^2、R^3、R^4、R^5 和 R^6 各独立地是 H 或烃基。

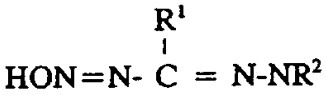
16. 权利要求 1 的方法，其中组分(i)是一种由下式表示的化合物：



(XXVII)

式(XXVII)中，R^1、R^2、R^3、R^4、R^5 和 R^6 各独立地是 H 或烃基。

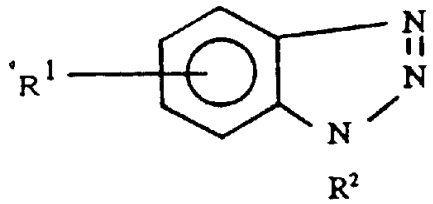
17. 权利要求 1 的方法，其中组分(i)是一种由下式表示的化合物：



(XXVIII)

式(XXVIII)中，R^1 和 R^2 各独立地是 H 或烃基，在 R^1 和 R^2 中碳原子的总数至少约为 6。

18. 权利要求 1 的方法，其中组分(i)是一种由下式表示的化合物：



(XXIX)

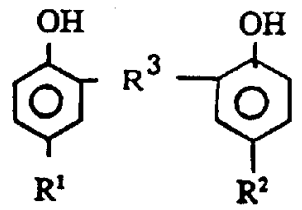
式(XXIX)中，R^1 和 R^2 各独立地是 H 或烃基。

19. 权利要求 1 的方法，其中组分(i)是一种由下式表示的化合物：

$$R^1\text{-}C(O)\text{-}NHOH \qquad (XXXI)$$

式(XXXI)中，R^1 是一个约 6 至约 200 个碳原子的烃基。

20. 权利要求 1 的方法，其中组分(i)是一种由下式表示的化合物：



(XXXII)

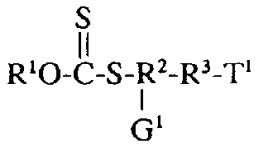
式(XXXII)中，R^1 和 R^2 各独立地是 烃 基，R^3 是 CH_2 或 CH_2OCH_2。

21.权利要求 1 的方法，式(XXXIII)中，G^1 是 OH，T^1 是 NO_2 并在 OH 的邻位，i 是 1，R^1 由下式表示：

$$R^2R^3N—R^4—NR^5—R^6—$$

其中 R^2、R^3 和 R^5 各独立地是 A 或烃基；R^4 和 R^6 各独立地是 1 至约 6 个碳原子的烃基。

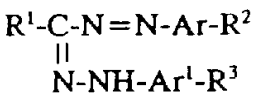
22.权利要求 1 的方法，其中组分(i)是一种由下式表示的化合物：



(XXXIV)

式(XXXIV)中，R^1 是 H 或一个烃基，R^2 和 R^3 是亚烷基，G^1 和 R^1 各独立地是 OH 或 CN。

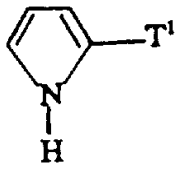
23. 权利要求 1 的方法，其中组分(i)是一种由下式表示的化合物：



(XXXV)

式(XXXV)中，Ar 和 Ar^1 各独立地是芳基，R^1、R^2 和 R^3 各独立地是氢或烃基。

24. 权利要求 1 的方法，其中组分(i)是一种由下式表示的化合物：



(LI)

式(L1)中，T^1 是 OH、NH_2、NR_2、$COOR$、SH 或 $C(O)H$，其中 R 是 H 或烃基。

25. 权利要求 1 的方法，其中所述金属有机配合物进一步还含有选自钠、钾、镁、钙、锶、钡、钒、铬、钼、铁、钴、锌、硼、铅、锑、钛、锰和锆中的一种或几种金属。

说　　明　　书

含铜有机金属配合物的制备方法

本发明涉及含铜的有机金属配合物的制备方法。含有用上述方法制得的配合物的柴油燃料可用于装有排气系统粒子捕集器的柴油发动机。含铜有机金属配合物用来降低在捕集器中收集的废气粒子的着火温度。这种含铜有机金属配合物在柴油燃料中可溶或可以稳定地分散，它是得自（1）一种有机化合物，其中至少含有两个连结在一个烃链上的官能基，和（2）能与有机化合物（1）形成配合物的一种含铜金属反应物。铜可以与选自以下金属中的一种或几种相组合：Na、K、Mg、Ca、Sr、Ba、V、Cr、Mo、Fe、Co、Zn、B、Pb、Sb、Ti、Mn和Zr。

柴油发动机因为燃料成本低廉和耗油量小而用作路面车辆的发动机。但是，因为它的工作特点，与汽油发动机相比柴油发动机排放出较多的碳黑粒子或很细的凝结粒子或其团聚体。这些粒子或凝结粒子有时称为“柴油烟灰”，这些粒子或烟灰的排放造成了污染，因此是有害的。另外，已观察到柴油烟灰富集着凝结的多核烃，其中有些已被公认为致癌物。因此，已设计了能收集碳黑粒子和凝结物粒子的粒子捕集器或过滤器供柴油发动机使用。

通常，粒子捕集器或过滤器由热阻过滤元件和电加热器构成，热阻过滤元件由多孔陶瓷或金属纤维制成。电加热器用来将过滤元

件收集的碳粒子加热和点火。需要使用加热器是因为在正常工作状态下的柴油废气的温度不足以将积累在过滤器或捕集器内的烟灰烧掉。一般来说，需要约４５０－６００℃的温度，加热器提供了废气温度的必要增加，以便将收集在捕集器内的粒子点火，使捕集器再生。否则，碳黑将会累积起来，最终使捕集器堵塞，由于形成废气反压而造成工作故障。上述的加热的捕集器没有彻底解决这一问题，因为在车辆正常行驶的条件下，废气的温度比碳黑粒子的着火温度低，而当排出的废气体积大时，电加热器产生的热量被流动的废气带走。另一种作法是，定期地加浓在柴油发动机中燃料的空气／燃料混合物以使废气温度提高，从而使捕集器达到较高的温度。但是，较高的温度可能使再生失控，导致可能损坏捕集器的局部高温。

还曾经提出，通过降低粒子的着火温度使粒子在最低可能的温度下开始燃烧，可以控制粒子在捕集器内的积累。一种降低着火温度的方法涉及向废气粒子中加入助燃剂，而向废气粒子中加入助燃剂的最实际可行的方法是将助燃剂加入燃料中。曾建议用铜化合物作为包括柴油燃料在内的燃料的助燃剂。

美国环境保护局（ＥＰＡ）估计，公路车辆柴油燃料的平均硫含量约为０．２５％（重量），要求在１９９３年１０月１日以前将这一含量降至不高于０．０５％（重量）。ＥＰＡ还要求这种柴油燃料的最低十六烷指数为４０（或符合芳族化合物最大含量３５％）。这一规定的目标是减少硫酸盐粒子和碳质及有机粒子排放物。参见联邦记录（Ｆｅｄｅｒａｌ　Ｒｅｇｉｓｔｅｒ）第５５卷１６２期

（1990年8月21日）34120－34151页。符合这些排放要求的低硫柴油燃料和技术尚未实现工业化。满足这些要求的一种方法是提供一种低硫柴油燃料添加剂，它能在低硫柴油燃料环境中有效地使用，以降低收集在柴油发动机粒子捕集器内的烟灰的着火温度。

美国专利3，346，493公开了含有金属配合物的润滑组合物，该配合物由烃取代的丁二酸（例如聚异丁烯一取代的丁二酸酐）化合物与亚烷基胺（例如多亚烷基多胺）的反应产物制成，由至少约0．1当量的形成配合物的金属化合物与该反应产物反应构成上述配合物。所述金属是原子序从24到30的金属（即，Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu和Zn）。

美国专利4，673，412公开了含有金属化合物和肟的燃料组合物（例如，柴油燃料、馏出的燃料、加热用油、渣油燃料、船用燃料）。该专利指出，含有这种混合物的燃料在贮存期间稳定，并且在降低内燃机废气中烟灰的形成方面是有效的。一种优选的金属化合物是曼尼期碱的过渡金属配合物，该曼尼期碱是由（A）一种芳香酚、（B）一种醛或酮、和（C）一种含羟基和／或硫羟基的胺生成的。Cu、Fe、Zn、Co、Ni和Mn被确认是合适的金属。

美国专利4，816，038公开了各种燃料组合物（例如柴油燃料、馏出燃料、加热用油、渣油燃料、船用燃料），组合物中含有含羟基和／或硫羟基的芳香曼尼期碱的过渡金属配合物与席夫碱的反应产物。该专利指出，含有这种反应产物的燃料在贮存时稳

定，并且在降低内燃机废气中烟灰形成方面有效。该曼尼期碱由以下三种物质形成：（A）含羟基和／或硫羟基的芳族化合物，（B）一种醛或酮，和（C）含羟基和／或硫羟基的胺。Cu、Fe、Zn和Mn被确认是合适的金属。

专利合作条约国际公告WO88／02392公开了一种开动装有排气系统粒子捕集器的柴油发动机的方法，以便减少收集在捕集器内的废气粒子的积累。该方法包括用含有有效数量的钛或锆化合物或配合物的燃料来开动柴油发动机，以降低收集在捕集器内的废气粒子的着火温度。

本发明涉及含铜的有机金属配合物，以及含有这种配合物的浓缩物和柴油燃料。这种柴油燃料可用于装有排气系统粒子捕集器的柴油发动机。含铜的有机金属配合物用来降低收集在捕集器内的废气粒子的着火温度。这种含铜的有机金属配合物在柴油中可溶或可以稳定分散，它是得自（1）一种有机化合物，其中含至少两个与一个烃链相连的官能基，和（2）一种能与有机化合物（1）形成配合物的含铜金属反应物。所述的官能基是=X、-XR、$-NR_2$、$-NO_2$、=NR、=NXR、$=N-R^*-XR$、

$$-N-(R^*N)_a-R,\quad -P(X)XR,\quad -P(X)XR,$$
$$\begin{array}{cccc} | & | & | & | \\ R & R & XR & R \end{array}$$

-CN、-N=NR或$-N=CR_2$；其中X是O或S，R是H或烃基，R^*是烃撑型或烃叉型的亚烷基，a是一个数字（例如0至10左右）。铜可以与以下金属中的一种或几种相组合：Na、

K、Mg、Ca、Sr、Ba、V、Cr、Mo、Fe、Co、Zn、B、Pb、Sb、Ti、Mn和Zr。本发明还涉及用上述柴油燃料开动装有排气系统粒子捕集器的柴油发动机的方法。

“烃基”一词和诸如“烃撑型亚烃基”、“烃叉型亚烃基”、“基于烃的”等同源名词是指一种化学基团，它有一个碳原子与分子的其余部分直接相连，并且在本发明的范围内具有烃的或主要是烃的特点。这些基团包括：

（1）烃基；即，脂族基（例如烷基或链烯基）、脂环基（例如，环烷基或环烯基）、芳基、脂基和脂环基取代的芳基、芳基取代的脂基和脂环基等，以及其中的环通过分子的另一部分来完成的环基（即，任何两个所指出的取代基可以一起构成一个脂环基）。这类基团是本领域技术人员所熟悉的。实例包括甲基、乙基、辛基、癸基、十八烷基、环己基、苯基等。

（2）取代的烃基；即，含有非烃取代基的基团，在本发明的范围内，它们不改变基团的主要是烃的特性。本领域的技术人员会了解合适的取代基。实例包括卤素、羟基、硝基、氰基、烷氧基、酰基等。

（3）杂原子基；即，基团在本发明的范围内具有主要是烃的特性，但是在由碳原子组成的链或环中含有非碳原子。合适的杂原子对于本领域的技术人员是显而易见的，包括氮、氧和硫。

一般说来，在烃链的每10个碳原子中，取代基或杂原子不多于3个，最好是不多于1个。

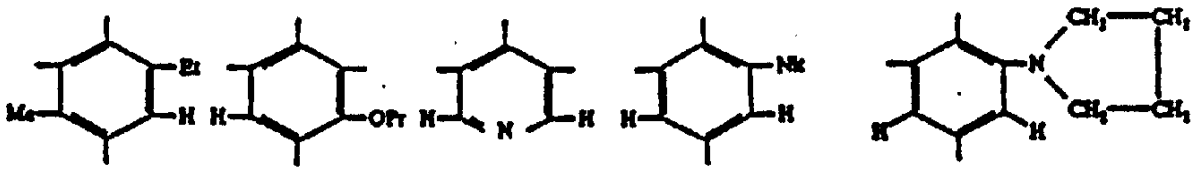
诸如“基于烷基的”、“基于芳基的”等名词的意义与以上关

于烷基、芳基等名词的含义相似。

在本文中与诸如烃基、烷基、链烯基、烷氧基等名词一起使用的“低级的”一词，是用来说明含有总数最多7个碳原子的这类基团。

在本说明书和所附权利要求中针对本发明的有机金属配合物的结构中提到的芳基，在某些情形下在本文提供的化学式中用“Ar”表示，它可以是单核的（例如苯基、吡啶基、噻吩基）或多核的。这些多核基团可以是稠合型，其中一个芳香核稠合在另一核的两点上，例如在萘基、蒽基、氮杂萘基中的情形。多核基团也可以是桥连型，其中至少两个核（单核或多核）通过桥键彼此连结。这些桥键可以选自碳—碳单键、醚键、酮键、硫键、2到约6个硫原子的多硫键、亚磺酰键、磺酰键、烷撑型亚烷基键、烷叉型亚烷基键、低级烯化醚键、烯酮键、低级烯硫键、2到约6个碳原子的低级烯化多硫键、氨基键、聚氨基键以及这些二价桥键的混合物。在某些情形里，两个芳香核之间可以存在一个以上的桥键；例如，芴核含有两个由一个亚甲基键和一个共价键共同连结的苯核。这样的核可以看作是有三个核，不过它们之中只有两个是芳香核。但是，通常芳基的芳核本身（加上存在的任何烷基或烷氧取代基）只含碳原子。

芳基可以是化学式ar（Q）m表示的一个单环芳基，其中ar代表4到10个碳原子的单环芳香核（例如苯），各个Q独立地代表低级烷基、低级烷氧基或硝基，m是0到4。芳基是单环芳基的具体实例包括：

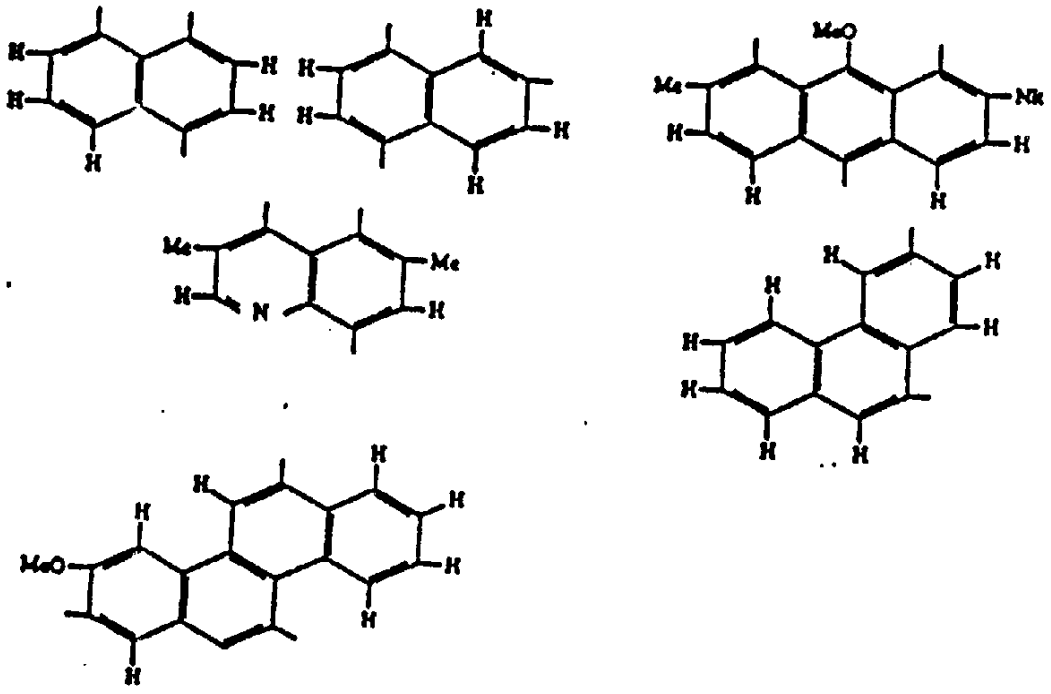


其中，Me是甲基，Et是乙基，Pr是丙基，Nit是硝基。

当芳基是多核稠环芳基时，可以用以下通式表示

$$ar\text{⇐}ar\text{⇒}m',(Q)mm'$$

其中，ar、Q和m的定义如上，m′是1到4，⊂表示一对稠合键，它将两个环稠合，使两个碳原子成为两个相邻环中每个环的一部分。芳基是稠环芳基的具体实例包括：



当芳基是桥连的多核芳基时，可以用以下通式表示：

$$ar\text{⇐}Lng\text{-}ar\text{⇒}_w(Q)_{mw}$$

其中W是从1到约20的数字，ar如上所述，条件是在整个ar基团中至少有两个不饱和（即，自由的）价，Q和m的定义如上，各个Lng是桥键，各自独立地选自碳—碳单键、醚键（例如—O—）、酮键（例如，—C(=O)—）、硫键（如，—S—）、2到6个硫原子的多硫键（如，$-S-_{2-6}$）、亚磺酰键（如，—S(O)—）、磺酰键（如，$-S(O)_2-$）、低级亚烷基键（如，$-CH_2-$、$-CH_2-CH_2-$、$-CH_2-CH(R^\circ)-$等）、二（低级烷基）亚甲基键（如CR°_2-）、低级烯化醚键（如，

$$-CH_2O-,\ -CH_2O-CH_2-,\ -CH_2-CH_2-O-,$$

$$-CH_2CH_2OCH_2CH_2-,\ -CH_2CH(R^\cdot)OCH_2CH(R^\cdot)-$$

$$-CH_2CH(R^\cdot)OCH(R^\cdot)CH_2-,$$

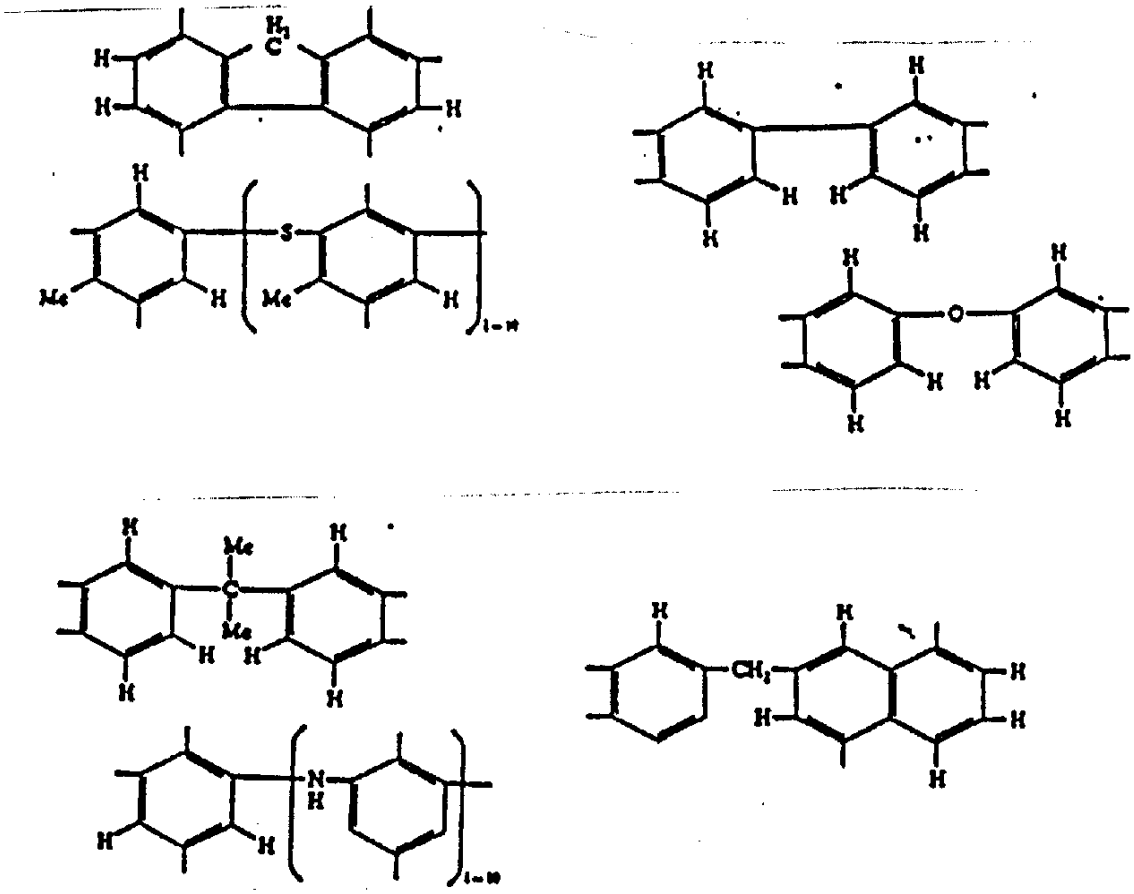
等）、低级烯化硫键（例如，低级烯化醚中的一个或几个—O—被一个—S—原子取代）、低级烯化多硫键（例如，其中的一个或几个—O—被一个$-S_{2-6}-$其团取代）、氨基键（例如，

$$-N(H)-,\ -N(R^\cdot)-,\ -CH_2N-,\ -CH_2NCH_2-,\ -alk-N(-)-,$$

其中alk是低级亚烷基）、聚氨基键（例如，



其中不饱和的自由N价键被H原子或R° 基占据）以及这些桥键的混合物（各R° 是低级烷基）。上述桥连芳基中的一个或多个ar基团也可以被稠合核（例如ar≠ar≠m′）取代。芳基为桥连多核芳基的具体实例包括



从价格、易得、性能等方面考虑，芳基通常是苯核、低级亚烷基桥连的苯核或萘核。

有机金属配合物

本发明的有机金属配合物是得自（1）一种有机化合物，它含

有至少两个连在一个烃链上的官能基，和（2）能与组分（1）形成配合物的一种金属反应物。这些配合物在柴油燃料中溶解或可以稳定分散。可溶于柴油燃料中的配合物在25℃每升至少溶解1克。可稳定分散或被稳定分散在柴油燃料中的配合物，在25℃于柴油燃料中保持分散状态至少约24小时。

组分（i）：

有机组分（i）可以称作“金属螯合剂”，这是对一类众所周知的化合物所采用的命名，在几本教科书中，包括Martell和Calvin的“金属螯合物化学”（Chemistry of the Metal Chelate Compounds，Prentice－Hall公司，纽约，1952），对这类化合物作了说明。组分（i）是含有一个烃链和至少两个官能基的一种有机化合物。在组分（i）中可以采用相同的或不同的官能基。这些官能基包括：$=X$、$-XR$、$-NR_2$、$-NO_2$、$=NR$、$=NXR$、$=N-R^*-XR$、

$$-\underset{\displaystyle R}{\underset{|}{N}}-(R^*\underset{\displaystyle R}{\underset{|}{N}})_a-R、-\underset{\displaystyle R}{\underset{|}{P}}(X)XR、-\underset{\displaystyle XR}{\underset{|}{P}}(X)XR、$$

$-N=CR_2$、$-CN$和$-N=NR$，

其中，X是O或S，R是H或烃基，R^*是烃撑型或烃叉型的亚烷基，a是一个数字，最好是从0到大约10。优选的官能基是$=X$、$-OH$、$-NR_2$、$-NO_2$、$=NR$、$=N-OH$、

$-N-(R^{*}\ N)_{a}R$和$-CN$。在一项具体实施方案中，官能基

$$\begin{array}{cc} | & | \\ R & R \end{array}$$

是在烃链的不同碳原子上。在另一项具体实施方案中，官能基是在彼此相邻位置或β位置上。

组分（ｉ）不是单羧酸或二羧酸，除非酸中除了该酸的酸基（即$-COOH$）的$=O$和$-OH$之外还含有一个或多个前面提到的官能基。

组分（ｉ）不是由含羟基和／或硫羟基的芳族化合物、一种醛或酮、以及一种含羟基和／或硫羟基的胺衍生的芳族曼尼期碱。

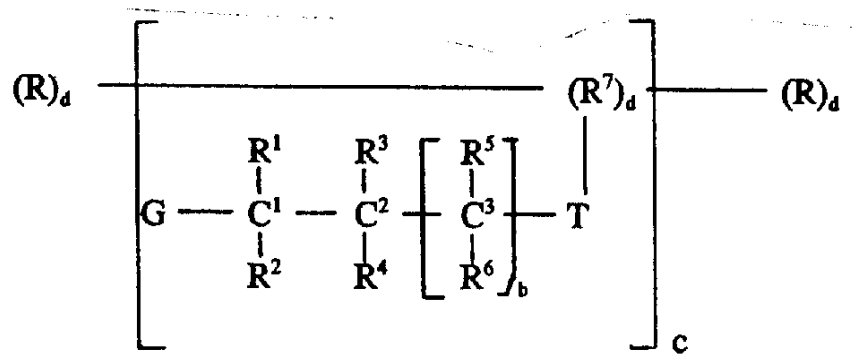
组分（ｉ）不是由酚、醛和聚胺在高于约１３０℃的温度下制得的高温芳族曼尼期碱。

组分（ｉ）不是由烃取代基中有至少５０个脂族碳原子的烃基取代的丁二酸化合物与亚烷基胺反应制得的产物。

组分（ｉ）不是水杨醛、羟基芳族席夫碱、丙醛二硝基缩苯胺或β－二酮。

本发明的有机金属配合物不同于二烃基硫代磷酸铜、二烃基二硫代磷酸铜、二硫代氨基甲酸铜、磺酸铜、苯酚铜或乙酰丙酮酸铜。

在一项具体实施方案中，组分（ｉ）是化学式（Ⅰ）表示的一种化合物：



(I)

在式（Ⅰ）中：

b是从0到约10的数字，以从0到约6为宜，从0到约4更好，最好是0到约2；

c是从1到约1000的数字，或从1到约500，或1到约250，最好是1到约100，或1到约50；

d是0或1；

当c大于1时，d为1；

各个R各自独立地为H或烃基；

R^1 是烃基或G；

R^2 和R^4 各自独立地为H、烃基，或是一起构成C^1 和C^2 之间和双键；

R^3 是H、烃基或G；

R^1 、R^2 、R^3 和R^4 可以一起构成C^1 和C^2 之间的三键；

R^1 和R^3 可以与C^1 和C^2 一起构成一个脂环基、芳基、杂环基、脂环—杂环基、脂环—芳基、杂环—芳基、杂环—脂环基、芳基—脂环基或芳基—杂环基；或构成一个烃基取代的脂环基、

烃基取代的芳基、烃基取代的杂环基、烃基取代的脂环—杂环基、烃基取代的脂环—芳基、烃基取代的杂环—芳基、烃基取代的杂环—脂环基、烃基取代的芳基—脂环基或烃基取代的芳基—杂环基；

各R^5和R^6各自独立地为H、烃基或G；

R^7是烃撑型或烃叉型的亚烃基；

各个G各自独立地为=X、$-XR$、$-NR_2$、$-NO_2$、$-R^8XR$、$-R^8NR_2$、

$-R^8NO_2$, $-C(R)=X$, $-R^8C(R)=X$, $-C(R)=NR$, $-R^8C=NR$, $-C=NXR$, $-R^8C(R)=NXR$,
$-C(R)=N-R^9-XR$, $-R^8-C(R)=N-R^9-XR$, $-N(R)-(R^9N)_e-R$, $-R^8-N(R)-(R^9N)_e-R$,

$-P(X)XR$, $-P(X)XR$, $-R^8-P(X)XR$, $-R^8-P(X)XR$, $-N=CR_2$, $-R^8N=CR_2$,
R XR R XR

$-CN$, $-R^8CN$, $-N=NR$ 或 $-R^8N=NR$;

当 d 为 0 时, T 是 =X, -XR, $-NR_2$, $-NO_2$, $-C(R)=X$, $-C(R)=NR$,
$-C(R)=NXR$, $-C(R)=N-R^9-XR$, $-N(R)-(R^9N)_e-R$, $-P(X)XR$, $-P(X)XR$, $-N=CR_2$, =NXR,
R R R XR

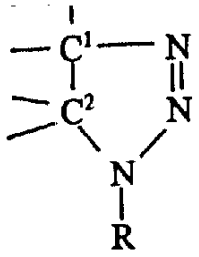
$-N(R^{10})-Q$, $-CN$, $-N=NR$ 或 $-N(R)(R^9N)_e-Q$;
R R

当 d 为 1 时, T 是 -X-, -NR-, $-C(=X)-$, $-C(=NR)-$, $-CR(=N-)-$, $-C(=NXR)-$,

$-CR(=NX-)-$, $-C(=N-R^9-XR)-$, $-CR(=N-R^9-X-)-$, $-N(R^9N)_eR$, $-N(R^9N)_e-$,
R R R

$-P(X)XR$, $-P(X)X-$, $-P(X)X-$ 或 $-P(X)XR$;
R XR X-

G和T可以与C^1 和C^2 一起构成以下基团



X是O或S；

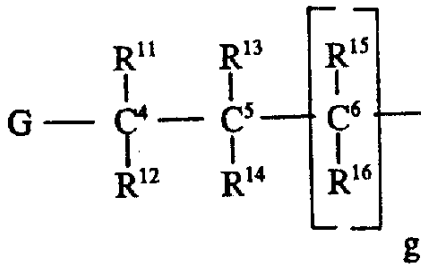
各个e各自独立地为从0到约10的数字，从1到约6较好，最好是从1到4左右；

各R^8 是烃撑型或烃叉型的亚烃基，羟基取代的亚烃基或胺基取代的亚烃基；

各R^9 是烃撑型或烃叉型的亚烃基；

R^{10} 是H、烃基或羟基取代的烃基；

Q是以下化学式表示的基团



g是从0到大约10的数字，以从0到约6为宜，从0到约4更好，最好是从0到约2；

R^{11} 是一烃基或G；

R^{12} 和R^{14} 各自独立地为H、烃基，或是一起构成C^4 和C^5 之间的双键；

R^{13} 是H、烃基或G；

R^{11} 、R^{12} 、R^{13} 和R^{14} 可以一起构成C^4 和C^5 之间的叁键；

R^{11} 和R^{13} 可以与C^4 和C^5 一起构成一个脂环基、芳基、杂环基、脂环—杂环基、脂环—芳基、杂环—芳基、杂环—脂环基、芳基—脂环基或芳基—杂环基；或构成一个烃基取代的脂环基、烃基取代的芳基、烃基取代的杂环基、烃基取代的脂环—杂环基、烃基取代的脂环—芳基、烃基取代的杂环—芳基、烃基取代的杂环—脂环基、烃基取代的芳基脂环基或烃基取代的芳基—杂环基；

各R^{11} 和R^{16} 各自独立地为H、烃基或G。

R、R^1 、R^3 、R^{11} 和R^{13} 各自独立地为烃基，碳原子数以最多约250为宜，最多约200较好，最多约150更好，最多约100还要好，最多约50则更好，最好是最多约30个碳原子。R、R^3 和R^{13} 也可以是H。R^1 和R^3 中的一个或二者全可为G。

R^2 、R^4 、R^5 、R^6 、R^{12} 、R^{14} 、R^{15} 和R^{16} 各自独立地为H或烃基，烃基的碳原子数以最多约20个为宜，最多约12个更好，最好是最多约6个。

R^7、R^8和R^9各自独立地为烃撑型或烃叉型的亚烃基，以烷撑型或烷叉型的亚烷基为佳，最好是碳原子数最多约40个的烷撑型亚烷基，碳原子数最多约30个较好，最多约20个更好，最多约10个还要好，碳原子数从约2至约6个则更好，最好是约2到4个碳原子。

R^{10}是H或碳原子数最多约200的烃基或羟基取代的烃基，碳原子数以最多约100个为佳，最多约50个较好，最多约30个更好，最好是最多约10个碳原子。

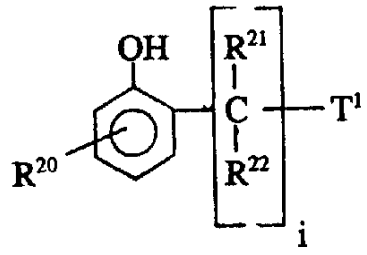
G最好是=X、-XR、$-NR_2$、$-NO_2$、-C(R)=X、-C(R)=NR、-C(R)=NXR、$-N=CR_2$或$-R^8N=CR_2$。

当d为0时，T最好是=X、-XR、$-NR_2$、$-NO_2$、-C(R)=X、-C(R)=NR、-C(R)=NXR、$-N=CR_2$、$-N(R^{10})-Q$或$-N(R^9N)_eR$。当d是1时，T最好是$-X-$、$-NR-$、$-\overset{\overset{X}{\|}}{C}-$、$-\overset{\overset{NR}{\|}}{C}-$、$-\overset{\overset{N-}{\|}}{CR}-$、$-\overset{\overset{NXR}{\|}}{C}-$、$-\overset{\overset{NX-}{\|}}{CR}-$、$-N(R^9N)_eR$或$-N(R^9N)_e-$。

在一项实施方案中，当G是-OH时，R^9是除亚乙基以外的

其它基团。在一项实施方案中，G和T是$-NO_2$以外的其它基团。在一项实施方案中，组分（ｉ）是N，N′－二（３－链烯基亚水杨基）二氨基烷烃以外的其它化合物。在一项实施方案中，组分（ｉ）不同于N，N′－二亚水杨基－１，２－乙二胺。

在一项实施方案中，组分（ｉ）是化学式（Ⅱ）表示的一种化合物



(II)

在式（Ⅱ）中，ｉ是一个从０到大约１０的数字，最好是从１到大约８。R^{20}是H或烃基，烃基的碳原子数以最多约２００为宜，最多约１５０较好，最多约１００更好，最好是从约１０至约６０个碳原子。R^{21}和R^{22}各自独立地是H或最多约４０个碳原子的烃基，烃基的碳原子数以最多约２０个为佳，最好是最多约１０个碳原子。T^1是$-XR$、$-NR_2$、$-NO_2$、$-CN$、$-C(R)=X$、$-C(R)=NR$、$-C(R)=NXR$、$-N=CR_2$、$-N(R^{10})-Q$或$-N(R^9)_eR$。R、X、Q、R^9、R^{10}和e的定义与对式（Ⅰ）的定义相同。

组分（ｉ）可以选自许多种含有上述的两个或多个官能基的有

机化合物。这些化合物包括芳族曼尼期碱、羟基芳族酮肟、席夫碱、萜芳烃、β－取代酚、α－取代酚、羧酸酯、酰化胺、羟基氨烯、苯并三唑、氨基酸、异羟肟酸、桥连的酚类化合物、芳族二官能化合物、黄原酸酯、苯腈、吡啶、含硼酰化胺、含磷酰化胺、吡咯衍生物、卟啉以及EDTA衍生物。

（1）芳族曼尼期碱

在一项实施方案中，组分（i）是由含羟基和／或含硫羟基的芳族化合物、醛或酮、以及一种胺得到的。这些芳族曼尼期碱最好是（A－1）、（A－2）与（A－3）的反应产物，其中，

（A－1）是具有化学式（A－1）的含羟基和／或含硫羟基的芳族化合物



(A-1)

在式（A－1）中，Ar是一个芳基；m是1、2或3；n是从1到大约4个的数字；各R^1各自独立地是H或有1到约100个碳原子的烃基；R^2是H、氨基或羧基；X是O、S，或是当m为2或更大时为O和S；

（A－2）是具有化学式（A－2）的一种醛或酮或其前体；



(A-2)

在式（A－2）中，R^3和R^4各自独立地是H、有1到约18个

碳原子的饱和烃基，R^4 也可以是有1到约18个碳原子的烃基；

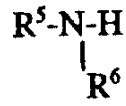
（A－3）是一种含至少一个伯氨基或仲氨基的胺，该胺的特点是不存在羟基和／或硫羟基，（A－1）、（A－2）和（A－3）之间的反应是在低于约120℃的温度下进行的。

在式（A－1）中，Ar可以是一个苯核或一个萘核。Ar可以是一种偶合的芳族化合物，偶合剂最好是O、S、CH_2、有1到约6个碳原子的低级亚烷基、NH等，R^1 和XH通常是各芳香核的侧基。偶合的芳香化合物的具体实例包括二苯胺、二苯甲烷等。m通常是从1到3，以1或2为佳，最好是1。n通常是从1到4，以1或2为佳，最好是1。X是O和／或S，以0为佳。如果m是2，X可以两个都是O，两个都是S，或是一个O与一个S。R^1 是最多约250个碳原子的烃基，以最多约150个碳原子为宜，最多约100个碳原子较好，最多约50个碳原子更好，最好是最多约30个碳原子。R^1 可以是含最多约100个碳原子的烷基，碳原子数从约4至约20更好，最好是约7至鸡12个碳原子。R^1 可以是烷基的混合物，各烷基有1到约70个碳原子，最好是从约4到约20个碳原子。R^1 可以是有2到约30个碳原子的链烯基，最好是有约8到约20个碳原子。R^1 可以是有从4到约10个碳原子的环烷基，有约6到约30个碳原子的芳香基，有总计约7到约30个碳原子，最好是约7到约12个碳原子的芳基取代的烷基或烷基取代的芳基。R^1 宜为烷基，碳原子数以从约4到约20为佳，最好是从约7到约12。合适的烃基取代的含羟基的芳香化合物（A－1）包括各种萘酚，最好是各种烷基取代的

邻苯二酚、间苯二酚和对苯二酚、各种二甲苯酚、各种甲酚、氨基苯酚等。具体实例包括庚基苯酚、辛基苯酚、壬基苯酚、癸基苯酚、十二烷基苯酚、四聚丙烯基苯酚、二十烷基苯酚等。以十二烷基苯酚、四聚丙烯基苯酚和庚基苯酚为佳。合适的烃基取代的含硫羟基的芳香化合物的实例包括庚基硫代苯酚、辛基硫代苯酚、壬基硫代苯酚、十二烷基硫代苯酚、四聚丙烯基硫代苯酚等。合适的含硫羟基和羟基的芳香化合物包括十二烷基一硫代间苯二酚。

在式（A－2）中，R^3 和R^4 各自独立地为H、烃基，最好是烷基，所含的碳原子数以最多约18个为佳，最多约6个碳原子更好，最好是1或2个碳原子。R^3 和R^4 可以各自独立地为苯基或烷基取代的苯基，其碳原子数以最多约18个为宜，最好是最多约12个碳原子。合适的醛和酮（A－2）的实例包括甲醛、乙醛、丙醛、丁醛、戊醛、苯甲醛等，以及丙酮、甲乙酮、乙基丙基酮、丁基甲基酮、乙二醛、二羟乙酸等。也可以使用在本发明的反应条件下作为醛起反应的这些化合物的前体，其中包括多聚甲醛、甲醛水溶液、三噁烷等。以甲醛及其聚合物（例如多聚甲醛）为佳。可以使用各种（A－2）反应物的混合物。

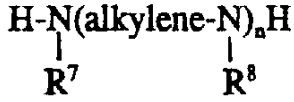
在制备这种芳族曼尼期碱时用的第三种反应物是含有至少一个伯氨基或仲氨基的一种胺（A－3）。这种胺的特点在于有至少一个>N－H基团。以上氮原子的剩余价键最好用氢、氨基或通过直接的碳－氮键与氮原子键合的有机基团来饱和。胺（A－3）可以用化学式（A－3－1）表示



(A-3-1)

在式（A－3－1）中，R^5 是烃基、氨基取代的烃基或烷氧基取代的烃基。R^6 是H或R^5 。因此，含氮基团可以从其中衍生的那些化合物主要包括氨、脂族胺、芳香胺、杂环胺或羧酸胺，例如亚烷基胺、亚芳基胺和环形聚胺。实例包括甲胺、N－甲基乙胺、N－甲基辛胺、N－环己基苯胺、二丁胺、环己基胺、苯胺、二（对甲基）胺、十二烷胺、十八烷胺、邻亚苯基二胺、N，N′－二正丁基对亚苯基二胺、吗啉、哌嗪、四氢吡嗪、吲哚、六氢－1，3，5－三嗪、1－H－1，2，4－三唑、三聚氰胺、二（对氨基苯基）甲烷、苯基甲亚胺、亚烷二胺、环己胺、吡咯烷、3－氨基－5，6－二苯基－1，2，4－三嗪、对醌二亚胺、1，3－二氢化茚二亚胺、2－十八烷基咪唑啉、2－苯基－4－甲基咪唑啉、噁唑啉和2－庚基噁唑啉。

胺（A－3）可以是化学式（A－3－2）表示的一种聚胺



(A-3-2)

在式（A－3－2）中，n是从0到10的数字，最好是约2到约7。R^7 和R^3 各自独立地为H或最多约30个碳原子的烃基。“亚烷基”基最好含约10以下的碳原子，以亚甲基、亚乙基和亚丙基为佳。亚烷基胺包括亚甲基胺、亚乙基胺、亚丁基胺、亚丙基胺、亚戊基胺、亚己基胺、亚庚基胺、亚辛基胺、其它的聚亚甲基胺、以及这些胺的环状和高级同系物，例如哌嗪和氨基－烷基取代

的哌嗪。它们的具体实例有：乙二胺、三亚乙基四胺、亚丙基二胺、十亚甲基二胺、八亚甲基二胺、二（七亚甲基）三胺、三亚丙基四胺、四亚乙基五胺、三亚甲基二胺、五亚乙基六胺、二（三甲亚基）三胺、2－庚基－3－（2－氨丙丙）咪唑啉、4－甲基咪唑啉、1，3－二（2－氨乙基）咪唑啉、嘧啶、1－（2－氨丙基）哌嗪和2－甲基－1－（2－氨丁基）哌嗪。高级的同系物，例如两种或多种上述亚烷基胺缩合而得的高级同系物也可以使用。

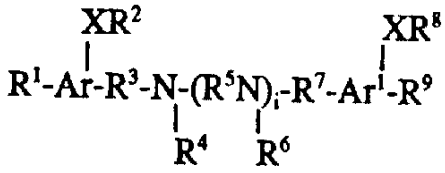
上述亚烷基胺通过氨基缩合而得的高级同系物也可以作为反应物（A－3）使用。应该了解，通过氨基缩合生成高级胺，同时排出氨。

芳族曼尼期碱的制备可以用工艺上已知的许多方法进行。一种方法涉及把（A－1）含羟基和／或硫羟基的芳族化合物、（A－2）醛或酮和（－3）胺类化合物加到一个合适的容器中加热以进行反应。可以采用由大约室温至约120℃的反应温度。在反应期间，采用吹气法排除水。反应最好是在诸如芳香型油之类的溶剂中进行。各种反应物的用量最好是每摩尔（A－3）仲氨基用1摩尔的（A－1）和（A－2），或是每摩尔（A－3）伯氨基用2摩尔的（A－1）和（A－2），但是也可以采用更大或更小的用量。

在制备芳族曼尼期碱的另一种方法中，将含羟基和／或硫羟基的芳族化合物（A－1）和胺类化合物（A－3）加到反应容器中。通常将醛或酮（A－2）快速加入，略微加热以补充放出和反应热，使反应温度为约60℃至约90℃。反应温度最好低于水的

沸点，否则水会形成气泡跑出，造成操作困难。在反应基本完成以后，用任何常规方式，例如减压蒸发、吹气、加热等，将副产物水除掉。常常采用在约１００℃至约１２０℃的温度下鼓入氮气。也可以采用较低的温度。

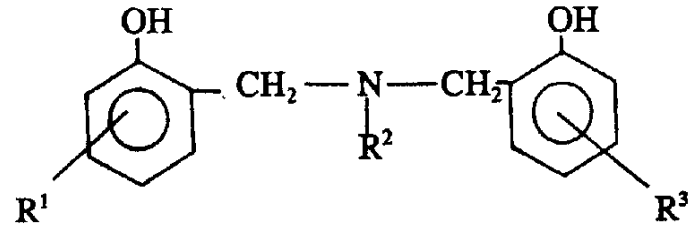
在一项实施方案中，组分（ｉ）是用化学式（Ⅲ）表示的一种芳族曼尼期碱



(III)

在式（Ⅲ）中，Ａｒ和Ａｒ' 是芳香基，最好是苯核或萘核，以苯核为佳。R^1、R^2、R^4、R^6、R^8 和R^9 各自独立地为H或脂族烃基，烃基的碳原子数以最多约２５０个为宜，最多约２００个碳原子较好，最多约１５０个碳原子更好，最多约１００个还要好，最多约５０个则更好，最好是最多约３０个碳原子。R^4 可以是羟基取代的脂族烃基。R^3、R^5 和R^7 各自独立地为烃撑型与烃叉型的亚烃基，最好是烷撑型与烷叉型的亚烷基，以最多约４０个碳原子的烷撑型亚烷基为佳，最多约３０个碳原子较好，最多约２０个碳原子更好，最多约１０个碳原子还要好，最多约6个碳原子则更好，最好是最多约4个碳原子。Ｘ是Ｏ或Ｓ，最好是Ｏ。ｉ是5或更大的数字，以从5到大约１０为佳，最好是5到大约7。在一项实施方案中，ｉ是5或更大，Ａｒ和Ａｒ' 是苯核，XR^2和XR^8 是ＯＨ，R^5 是亚乙基。

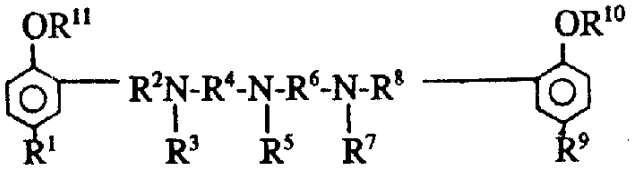
在一项实施方案中，组分（ｉ）是化学式（Ⅳ）表示的一种芳族曼尼期碱：



(IV)

在式（Ⅳ）中，R^1 和R^3 各自独立地为H或最多约２００个碳原子的脂族烃基，烃基的碳原子数以最多约１００为佳，最多约５０个碳原子较好，最多约３０个碳原子更好，最好是最多约２０个碳原子。R^2 是最多约４０个碳原子的烃基，以最多约３０个碳原子为佳，最多约２０个碳原子较好，最多约１０个更好，最多约６个则还要好，最好是最多约４个碳原子。在一项实施方案中，R^1 和R^3 处于ＯＨ基的邻位，均为约６至１８个碳原子的烷基，约１０至１４个碳原子更好，最好是约１２个碳原子，R^2 是丁基。

在一项实施方案中，组分（ｉ）是化学式（Ⅴ）表示的一种芳族曼尼期碱

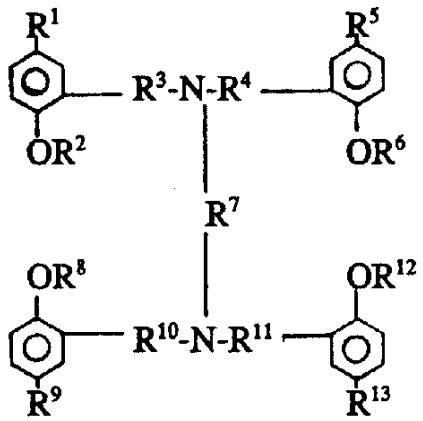


(V)

在式（Ⅴ）中，R^1 、R^3 、R^5 、R^7 、R^9 、R^{10} 和R^{11} 各自独立地为H或脂族烃基，烃基的碳原子数以最多约２００个为宜，

最多约１００个较好，最多约５０个更好，最好是最多约３０个碳原子。R^2 和R^8 各自独立地为烃撑型或烃叉型的亚烃基，最好是烷撑型与烷叉型的亚烷基，以最多含２０个碳原子的烷撑型亚烷基为佳，最多约１０个碳原子较好，最多约６个碳原子更好，最好是最多约４个碳原子。R^4 和R^6 各自独立地为烃撑型或烃叉型的亚烃基，最好是烷撑型或烷叉型的亚烷基，以３到约２０个碳原子的烷撑型亚烷基为佳，３到约１０个碳原子更好，最好是３到约６个碳原子。在一项实施方案中，R^4 和R^6 中的一个或二者是约３个或约４个碳原子的亚烷基，最好是二者均为亚丙基。在一项实施方案中，R^2 和R^8 是亚甲基；R^4 和R^6 是亚丙基；R^5 是甲基；R^3、R^7、R^{10} 和R^{11} 是H；R^1 和R^9 各自独立地为最多约３０个碳原子的脂族烃基，最好是烷基，碳原子数以约２至１８个为佳，约４至１２个较好，约６至８个更好，最好是约７个碳原子。

在一项实施方案中，组分（ｉ）是化学式（Ⅵ）表示的一种芳族曼尼期碱

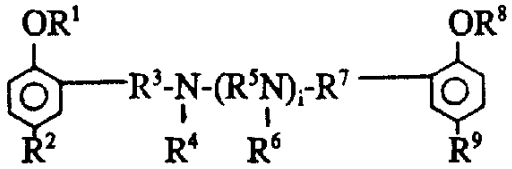


(VI)

在式（Ⅵ）中，R^1、R^2、R^5、R^6、R^8、R^9、R^{12} 和

R^{13} 各自独立地为H或脂族烃基，烃基的碳原子数以最多约２００个为宜，最多约１００个碳原子较好，最多约５０个更好，最好是最多约３０个碳原子。R^3 、R^4 、R^7 、R^{10} 和R^{11} 各自独立地为烃撑型或烃叉型的亚烃基，最好是烷撑型或烷叉型的亚烷基，以碳原子数最多２０的烷撑型亚烷基为佳，碳原子数最多约１０个较好，最多约6个更好，最好是最多约4个碳原子。在一项实施方案中，R^3 、R^4 、R^{10} 和R^{11} 为亚甲基；R^7 是亚乙基或亚丙基，最好是亚乙基；R^1 、R^6 、R^8 和R^{12} 是H；R^1 、R^5 、R^9 和R^{10} 各自独立地为脂族烃基，最好是烷基，碳原子数以最多３０为佳，约2至１８个碳原子较好，约4至１２个碳原子更好，约6至8个碳原子还要好，最好是约7个碳原子。

在一项实施方案中，组分（ｉ）是化学式（Ⅶ）表示的一种芳族曼尼期碱

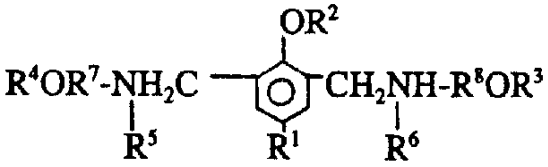


(VII)

在式（Ⅶ）中，R^1 、R^2 、R^4 、R^6 、R^8 和R^9 各自独立地为H或脂族烃基，烃基的碳原子数以最多约２００个为宜，最多约１００个较好，最多约５０个更好，最好是最多约３０个碳原子。R^3 、R^5 和R^7 各自独立地为烃撑型或烃叉型的亚烃基，最好是烷撑型或烷叉型的亚烷基，以碳原子数最多约２０个的烷撑型亚烷

基为佳，碳原子数最多约１０个较好，最多约６个更好，最好是约４个碳原子。ｉ是从０到约１０的数字，以从１到约６为宜，从约２到约６更好，条件是，当R^1和R^8是H和R^5是亚乙基时，ｉ为５或更大，最好是从５到约１０。在一项实施方案中，R^3和R^7是亚甲基；R^5是亚丙基；R^4是H或甲基；R^1、R^6和R^8是H；R^2和R^9是脂族烃基，最好是烷基，碳原子数以约６至３０个为佳，最好是约６至１２个；ｉ是１到大约６的数字。

在一项实施方案中，组分（ｉ）是化学式（Ⅷ）表示的一种芳族曼尼期碱

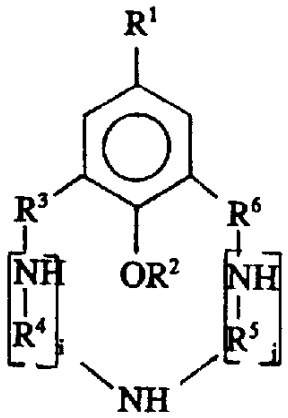


(VIII)

在式（Ⅷ）中，R^1、R^2、R^3、R^4、R^5和R^6各自独立地为H或烃基，烃基的碳原子数以最多约２００个为宜，最多约１００个较好，最多约５０更好，最好是最多约３０个碳原子。R^7和R^8各自独立地为烃撑型或烃叉型的亚烃基，最好是烷撑型或烷叉型的亚烷基，以最多约２０个碳原子的烷撑型亚烷基为佳，最多约１０个碳原子较好，最多约６个碳原子更好，最多约３个碳原子还要好，最好是最多２个碳原子。在一项实施方案中，R^1是碳原子数约为３至１２的烷基，碳原子数约为６至８更好，最好是约７个碳原子；R^2、R^3和R^4是H；R^5和R^6是甲基；R^7

和R^6 均为亚乙基。

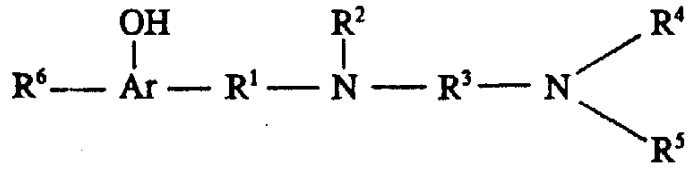
在一项实施方案中，组分（ i ）是化学式（ IX ）表示的一种芳香曼尼期碱



(IX)

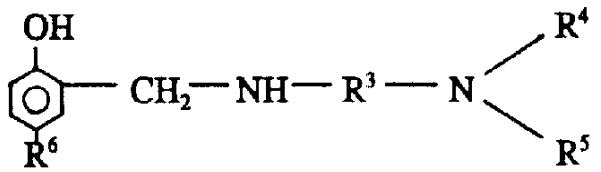
在式（ IX ）中：R^1 和R^2 各自独立地为H或烃基，烃基的碳原子数以最多约200为宜，最多约100较好，最多约50更好，最好是最多约30个碳原子。R^3 、R^4 、R^5 和R^6 各自独立地为1到约10个碳原子的烷撑型或烷叉型亚烷基，碳原子数从1到约4更好，最好是1或2个碳原子。 i 和 j 各自独立地为1到约6的数字，1到约4更好，最好是大约2。在一项实施方案中，R^1 是约4至12个碳原子和烷基，烷基的碳原子数从约6至约8更好，最好是约7个碳原子；R^2 是H；R^3 和R^6 是亚甲基；R^4 和R^5 是亚乙基， i 和 j 均为2。

在一项实施方案中，组分（ i ）是化学式（ X ）表示的一种芳族曼尼期碱



(X)

在式（X）中，Ar是一个芳基，以苯核或萘核为佳，最好是苯核。R^1 和R^3 各自独立地为烃撑型或烃叉型的亚烃基，最好是烷撑型与烷叉型的亚烷基，以最多约20个碳原子的烷撑型亚烷基为佳，碳原子最多约12个更好，最好是最多约6个碳原子。R^2 是H或低级烃基（最好是烷基）。R^4 和R^5 各自独立地为H、脂族烃基、羟基取代的脂族烃基、胺基取代的脂族烃基或烷氧基取代的脂族烃基。R^4 和R^5 各自独立地含有最多约200个碳原子，以最多约100个碳原子为佳，最多约50个碳原子较好，最多约30个碳原子更好，最多约20个碳原子还要好，最好是最多约6个碳原子。R^6 是H或最多约200个碳原子的脂族烃基，烃基的碳原子数以最多约100为宜，最多约50更好，最好是约6至约30个。在一项实施方案中，化学式（X）表示的化合物具有以下结构

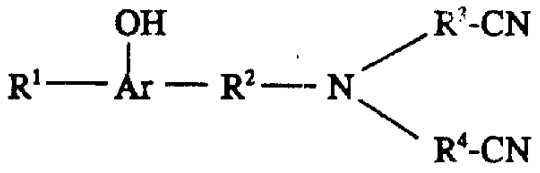


(X-1)

在式（X－1）中，R^3 、R^4 、R^5 和R^6 的意义与式（X）中的相同。在一项实施方案中，组分（i）具有式（X－1）所表示的结构，其中R^3 是亚丙基，R^4 是H，R^5 是含约16至18个

碳原子的烷基或链烯基，R^6 是庚基。在一项实施方案中，组分（ｉ）具有式（Ｘ－１）所表示的结构，其中R^3 是亚丙基，R^4 和R^5 是甲基，R^6 是庚基。在一项实施方案中，组分（ｉ）具有式（Ｘ－１）所示的结构，其中R^1 是亚甲基，R^3 是亚丙基，R^4 和R^6 是H，R^5 是约１２至２４个碳原子的烷基或链烯基，碳原子数以约１６至２０个为宜，最好是约１８个碳原子。

在一项实施方案中，组分（ｉ）是化学式（Ⅺ）表示的一种芳族曼尼期碱



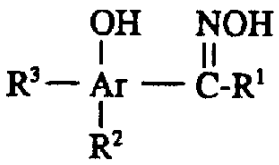
(XI)

在式（Ⅺ）中，Ａｒ是一个芳基，以苯或萘核为佳，最好是苯核。R^1 是H或脂族烃基，烃基的碳原子数以最多约２００个为宜，最多约１００个较好，最多约５０个更好，最好是最多约３０个碳原子。R^2 、R^3 和R^4 各自独立地为烃撑型或烃叉型的亚烃基，最好是烷撑型或烷叉型的亚烷基，以最多约２０个碳原子的烷撑型亚烷基为佳，碳原子数最多约１０个较好，最多约６个更好，最好是最多约４个碳原子。在一项实施方案中，Ａｒ是苯核；R^2 是亚甲基；R^3 和R^4 各自独立地为亚乙基或亚丙基，最好是亚乙基；R^1 是脂族烃基，最好是烷基，碳原子数以最多约３０为宜，从约６至１８个较好，约１０至１４个更好，最好是约１２个碳原子，

R^1 是四聚丙烯基较有利。

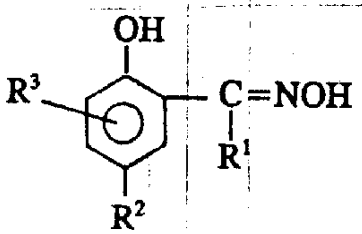
（2）羟基芳族酮肟

在一项实施方案中，组分（i）是一种羟基芳族酮肟。这些酮肟包括化学式（XII）表示的那些化合物



(XII)

在式（XII）中，Ar是芳基，以苯核或萘核为佳，最好是苯核。R^1、R^2 和R^3 各自独立地为最多约200个碳原子的烃基，最多约100个碳原子更好，最好是最多约50个碳原子，R^2 和R^3 还可以独立地为H。R^1 必须是脂基，可以含最多约20个碳原子。R^2 和R^3 还可以各自独立地为$CH_2N(R^4)_2$ 或$COOR^4$，其中R^4 是H或脂族烃基，烃基的碳原子数以最多约200个为宜，最多约100个较好，最好约50个更好，最好是最多约6至30个碳原子。在一项实施方案中，化学式（XII）表示的化合物是具有以下结构的酮肟



(XII-1)

在式（XII－1）中，R^1、R^2 和R^3 的意义与式（XII）中的

相同。在一项实施方案中，组分（ｉ）是化学式（ＸⅡ－１）代表的一种化合物，其中R^1是低级烷基，最好是甲基；R^2是约6至１８个碳原子的烷基，最好是十二烷基或四聚丙烯基；R^3是H或低级烷基，最好是H。

（３）席夫碱

在一项实施方案中，组分（ｉ）是一种席夫碱，这种化合物含有至少一个用化学式＞C＝NR代表的基团。正如前面所指出的，这些席夫碱不同于羟基芳族席夫碱。可作为组分（ｉ）使用的席夫碱化合物包括化学式（ＸⅢ）所表示的化合物

$$R^1\text{-}Ar\text{-}CH{=}N\text{-}R^2\text{-}N{=}CH\text{-}Ar^1\text{-}R^3 \qquad (XIII)$$

在式（ＸⅢ）中，Ａｒ和Ar^1各自独立地为芳基，以苯核和萘核为佳，最好是苯核。R^1和R^3各自独立地为H或烃基，烃基以含有最多约２００个碳原子为佳，最多约１００个碳原子较好，最多约５０个碳原子更好，最多约３０个碳原子还要好，最好是最多约２０个碳原子。R^2是烃撑型或烃叉型的亚烃基，最好是烷撑型或烷叉型的亚烷基，以最多约２０个碳原子的烷撑型亚烷基为佳，最多约１０个碳原子较好，最多约6个碳原子更好，最好是最多约3个碳原子。在一项实施方案中，Ａｒ和Ar^1是苯核；R^1和R^3是H；R^2是亚乙基或亚丙基，最好是亚乙基。

在一项实施方案中，组分（ｉ）是化学式（ＸⅣ）表示的含羰基的席夫碱

$$R^1\text{-}N=CH\text{-}COOR^2 \qquad (XIV)$$

在式（ＸⅣ）中，R^1 和R^2 各自独立地为H或烃基，烃基的碳原子数以最多约２００个为宜，最多约１００个较好，最多约５０个更好，最好是最多约３０个碳原子。R^1 与R^2 中的碳原子总数必须足以使由这一组分形成的有机金属配合物在柴油燃料中溶解或稳定分散。R^1 和R^2 中的碳原子总数最好是至少约为６，至少约１０个碳原子更好。R^1 可以是从约１０到约２０个碳原子的烷基或链烯基，最好是约１２到约１８个碳原子。在一项实施方案中，R^1 是含有约１２至约１８个碳原子的烷基或链烯基的混合物，R^2 是H。

在一项实施方案中，组分（ｉ）是化学式（ＸＶ）表示的一种含肟席夫碱

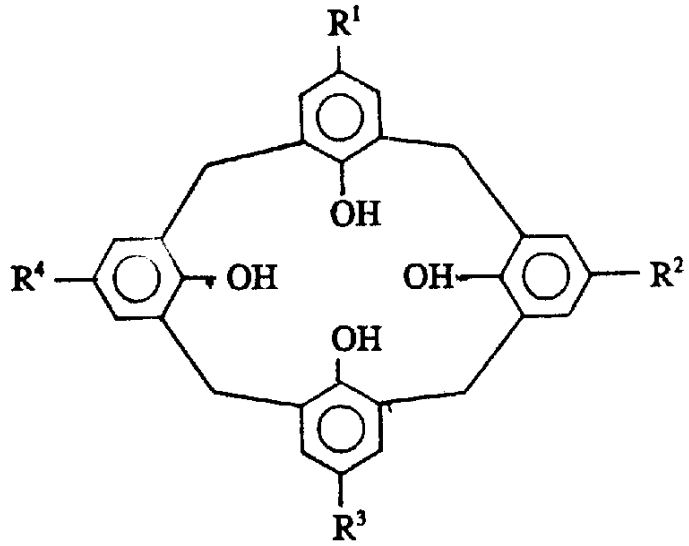
$$R^1\text{-}N=CHCH=N\text{-}OH \qquad (XV)$$

在式（ＸＶ）中，R^1 是一个烃基，其碳原子数以约６至约２００为宜，约６至约１００较好，约６至约５０更好，最好是约６至约３０个碳原子。R 可以是从约１０到约２０个碳原子的烷基或链烯基，碳原子数最好是从约１２至约１８。在一项实施方案中，R^1 是含约１２至约１８个碳原子的烷基或链烯基的混合物。

（４）萼芳烃

在一项实施方案中，组分（ｉ）是一种萼芳烃。这些化合物能通常具有篮子状或锥形的几何构型或是部分篮子状或锥形的几何构型，Ｃ．David Gutsche 在“萼芳烃”（Calixarenes）

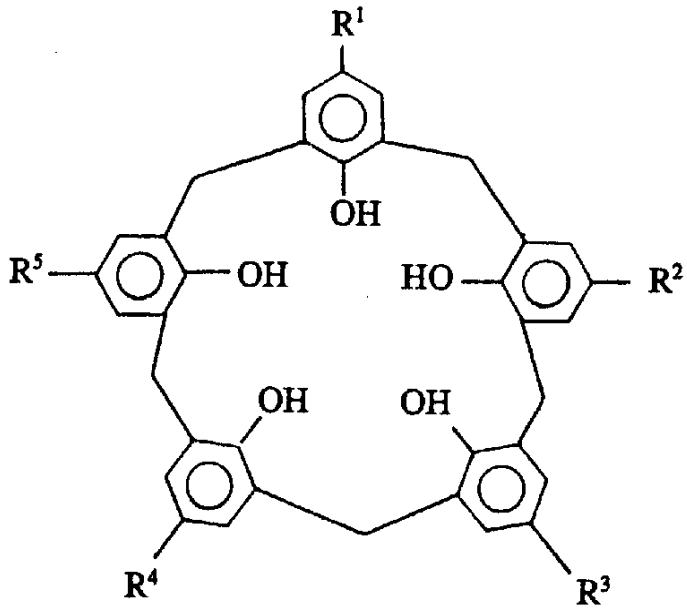
一书（皇家化学会，１９８９）中曾提到过。在一项实施方案中，组分（ｉ）是化学式（ＸＶＩ）表示的一种萼〔4〕芳烃



(XVI)

在式（ＸＶＩ）中，R^1、R^2、R^3和R^4各自独立地为H或烃基，烃基的碳原子数以最多２００个为宜，最多约１００个较好，最多约５０个更好，最好是约6至约３０个碳原子，约6至约１８个碳原子则更好。在一项实施方案中，R^1、R^2、R^3和R^4各为约１０至约１４个碳原子的烷基，碳原子数约为１２则更好，最好是均为四聚丙烯基。

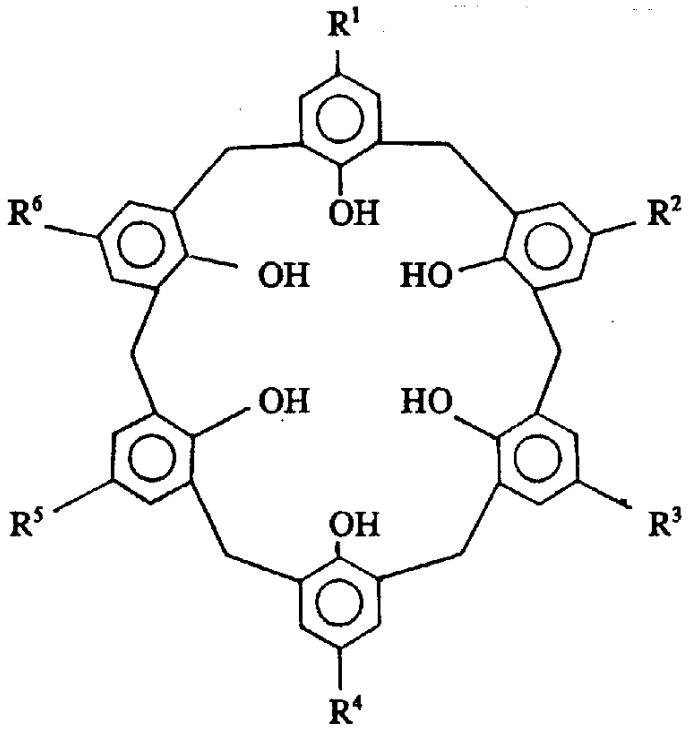
在一项实施方案中，组分（ｉ）是或用化学式（ＸＶＩＩ）表示的一种萼〔5〕芳烃



(XVII)

在式（ＸⅦ）中，R^1、R^2、R^3 R^4 和R^5 各自独立地为H是烃基，烃基的碳原子数以最多约２００个为宜，最多约１００个碳原子较好，最多约５０个更好，最好是从约6至约３０个碳原子，从约6至约１８个碳原子更好。在一项实施方案中，各个R^1、R^2、R^3、R^4 和R^5 为约１０至约１４个碳原子的烷基，约１２个碳原子更好，最好是均为四聚丙烯基。

在一项实施方案中，组分（ｉ）是可用化学式（ＸⅧ）表示的一种萼〔6〕芳烃

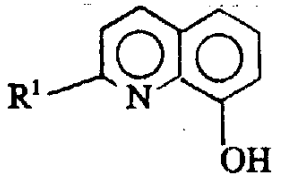


(XVIII)

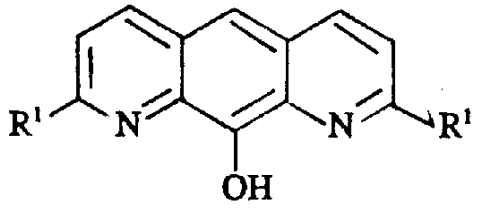
在式（ＸⅧ）中，R^1、R^2、R^3、R^4、R^5和R^6各自独立地为H或最多约２００个碳原子的烃基，烃基的碳原子数以最多约１００为宜，最多约５０较好，约６至约３０个碳原子更好，最好是约６至约１８个碳原子。在一项实施方案中。各R^1、R^2、R^3、R^4、R^5和R^6是约１０至约１４个碳原子的烷基，碳原子数约为１２更好，最好是均为丙烯四聚体。

（５）β－取代酚

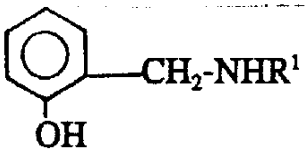
在一项实施方案中，组分（ｉ）是化学式（ⅪＸ－１），（ⅪＸ－２）和（ⅪＸ－３）中任何一个所表示的一种β－取代酚



(XIX-1)



(XIX-2)



(XIX-3)

在式（ⅩⅨ－1）、（ⅩⅨ－2）和（ⅩⅨ－3）中，各R 独立地为H或烃基，烃基的碳原子数以最多约２００为宜，最多约１００个碳原子较好，最多约５０个更好，最多约３０个还要好，最好是最多约２０个碳原子。可以使用上述化合物中一个或多个环碳原子被烃基（最好是低级烷基）取代的衍生物。在一项实施方案中，R^1 是约１０至约１４个碳原子的烷基，最好是约１２个碳原子。R^1 也可以是化学式

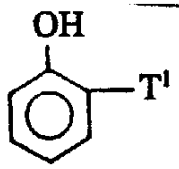
$$R^2\ R^3\ NR^4-$$

表示的一个基团，其中R^2和R^3各自独立地为H或烃基，烃基的碳原子数以最多约２００个为宜，最多约１００个较好，最多约５０个更好，最多约３０个还要好，最好是最多约２０个碳原子。R^4是烃撑型或烃叉型的亚烃基，最好是烷撑型或烷叉型的亚烷基，以最多约２０个碳原子的烷撑型亚烷基为佳，最多约１０个碳原子更好

，最好是最多约6个碳原子。在一项实施方案中，R^2是约10至约20个碳原子的烷基，最好是约12至18个碳原子的烷基；R^4是亚甲基；R^3是H。

（6）α－取代酚

在一项实施方案中，组分（i）是化学式（XX）表示的一种α－取代酚



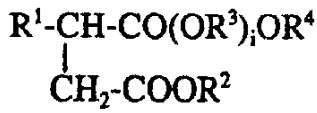
(XX)

在式（XX）中，T^1是NR^1_2、SR^1或NO_2，其中R^1是H或烃基，烃基的碳原子数以最多约200为宜，最多约100较好，最多约50更好，最多约30则更好，最好是最多约20个碳原子。上述化合物中一个或多个环碳原子被烃基（最好是低级烷基）取代而得的衍生物也可以使用。

（7）羧酸酯

在一项实施方案中，组分（i）是一种羧酸酯。这些化合物的特点在于有至少一个羧酸酯基－COOR和至少一个另外的官能基，各个官能基位于烃链的不同碳原子上。另外的这个官能基可以是羧酸酯基。

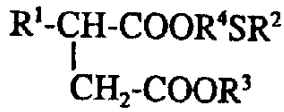
在一项实施方案中，组分（i）是化学式（XXI）表示的一种羧酸酯



(XXI)

在式（ＸⅫ）中，R^1 、R^2 和R^3 各自独立地为H或烃基，烃基的碳原子数以最多约２００为宜，最多约１００个碳原子较好，最多约５０个更好，最好是从约６到约３０个碳原子。R^3 是烃撑型或烃叉型的亚烃基，最好是烷撑型或烷叉型的亚烷基，以最多约１０个碳原子的烷撑型亚烷基为佳，碳原子数最多约６个更好，最好是从约２到约４个。ｉ是从１到约１０的数字，以从１到约６为佳，从１到约４更好，最好是１或２。在一项实施方案中，R^1 是约６到约２０个碳原子的烷基，碳原子数从约１０到约１４个较好，最好是约１２个碳原子；R^2 和R^4 是H；R^3 是亚乙基或亚丙基，最好是亚乙基；ｉ是１到约４的数字，最好是大约２。

在一项实施方案中，组分（ｉ）是化学式（ＸＸⅡ）表示的一种羧酸酯



(XXII)

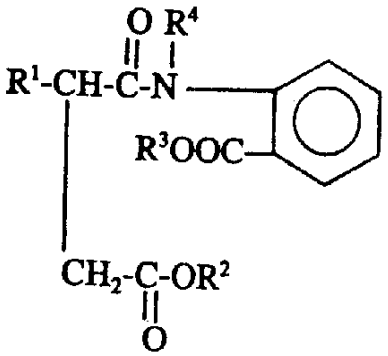
在式（ＸＸⅡ）中，R 是H或烃基，烃基以最多约２００个碳原子为宜，最多约１００个碳原子较好，最多约５０个碳原子更好，最好是从约６到约３０个碳原子。R^2 和R^3 各自独立地为H或烃基，烃基的碳原子数以最多约４０个为宜，最多约２０个更好。

R^4 是烃撑型或烃叉型的亚烃基，最好是烷撑型或烷叉型的亚烷基，以最多约20个碳原子的烷撑型亚烷基为佳，最多约10个碳原子较好，最多约6个碳原子更好，最多约4个碳原子则还要好，最好是约2个碳原子。在一项实施方案中，R^1 和R^2 是约6到约18个碳原子的烷基，最好是约12个碳原子，R^1 和R^2 都以十二烷基为佳；R^3 是H；R^4 是甲基亚乙基。

（8）酰化胺

在一项实施方案中，组分（i）是一种酰化胺。这些化合物的特点是在烃链的不同碳原子上有至少一个酰基RCO—和至少一个氨基—NR 。这些酰化胺也可以含有上面提到的其它类型的官能基。正如上面指出的，这些酰化胺不同于用烃基取代基中有至少50个脂族碳原子的烃基取代的丁二酸化合物与一种亚烷基胺反应制得的产物。

在一项实施方案中，组分（i）是化学式（XXIII）表示的一种酰化胺



(XXIII)

在式（XXIII）中，R^1 、R^2 、R^3 和R^4 各自独立地为H或烃基，烃基的碳原子数以最多约40个为宜，最多约30个碳原子更

好。R^1 以含约6至约30个碳原子为宜，含约6至约18个碳原子更好，最好是约10至约14个碳原子。R^2 和R^3 最好是H或低级烷基。在一项实施方案中，R^1 是一种约10至约14个碳原子的烷基，最好是约12个碳原子；R^2 、R^3 和R^4 是H。

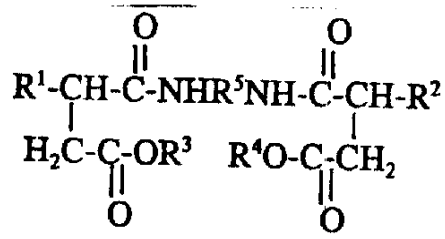
在一项实施方案中，组分（ i ）是化学式（ XXIV ）表示的一种酰化胺



(XXIV)

在式（ XXIV ）中，R^1 、R^3 、R^4 和R^5 各自独立地为H或烃基，烃基的碳原子数以约40为宜，最多约30更好，最好是最多约20个碳原子。R^2 是烃撑型或烃叉型的亚烃基，最好是烷撑型或烷叉型的亚烷基，以最多约20个碳原子的烷撑型亚烷基为佳，最多约10个碳原子较好，最多约6个碳原子更好，最好是约2到约4个碳原子。R^1 以烃基为宜，最好是约6到约20个碳原子的烷基，碳原子数从约10到14更好，最好是约12个碳原子。在一项实施方案中，R^1 是约10到约14个碳原子、最好是约12个碳原子的烷基，R^2 是亚乙基或亚丙基，最好是亚乙基，R^3 、R^4 和R^5 是H。

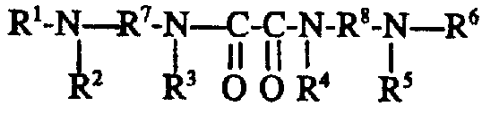
在一项实施方案中，组分（ i ）是化学式（ XXV ）表示的一种酰化胺



(XXV)

在式（ＸＸＶ）中，R^1 、R^2 、R^3 和R^4 各自独立地为H或烃基，烃基的碳原子数以最多约４０为宜，最多约３０更好，最好是最多约２０个碳原子。R^5 是烃撑型或烃叉型的亚烃基，最好是烷撑型或烷叉型的亚烷基，以最多约２０个碳原子的烷撑型亚烷基为佳，最多约１０个碳原子较好，最多约6个碳原子更好，最好是从约2到约4个碳原子。R^1 和R^2 以烃基为宜，最好是约6到约２０个碳原子的烷基，约１０到约１４个碳原子更好，最好是约１２个碳原子。在一项实施方案中，R^1 和R^2 是１０到约１４个碳原子的烷基，最好是约１２个碳原子的烷基，R^5 是亚乙基或亚丙基，最好是亚乙基，R^3 和R^4 是H。

在一项实施方案中，组分（ｉ）是化学式（ＸＸⅥ）表示的一种酰化胺



(XXVI)

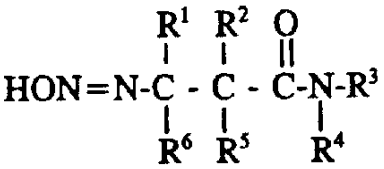
在式（ＸＸⅥ）中，R^1 、R^2 、R^3 、R^4 、R^5 和R^6 各自独立地为H或烃基，烃基以最多约２００个碳原子为宜，最多约１００个碳原子较好，最多约５０个更好，最多约３０个碳原子还

要好，最好是约6到约30个碳原子。R^7 和R^8 各自独立地为烃撑型或烃叉型的亚烃基，最好是烷撑型或烷叉型的亚烷基，以最多约20个碳原子的烷撑型亚烷基为佳，最多约10个碳原子较好，最多约6个碳原子更好，最好是约2到约4个碳原子。在一项实施方案中，R^1 和R^6 各自独立地为约6到约30个碳原子的烷基或链烯基，约12到约24个碳原子更好，最好是约18个碳原子；R^2 、R^3 、R^4 和R^5 是H；R^7 和R^8 各自独立地为1到约4个碳原子的亚烷基，以亚乙基或亚丙基为佳，最好是亚丙基。

（9）羟基氨烯

在一项实施方案中，组分（i）是羟基氨烯。这些化合物的特点是有至少一个羟基氨烯基>NOH和至少另一个上面讨论的官能基。另一个官能基也可以是羟基氨烯基。

在一项实施方案中，组分（i）是化学式（XXⅦ）表示的一种羟基氨烯

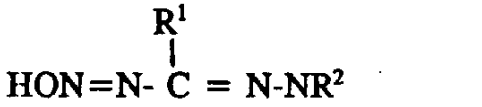


(XXVII)

在式（XXⅦ）中，R^1 、R^2 、R^3 、R^4 、R^5 和R^6 各自独立地为H或烃基，烃基的碳原子数以最多约200个为宜，最多约100个碳原子较好，最多约50个碳原子更好，最多约30个碳原子还要好，最好是最多约20个碳原子。

在一项实施方案中，组分（i）是化学式（XXⅧ）表示的一

种羟基氨烯



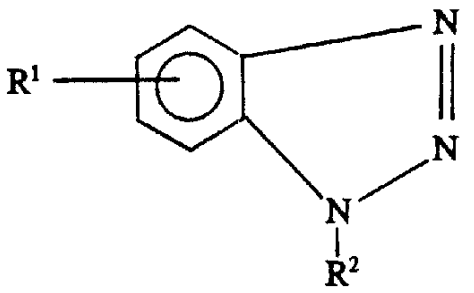
(XXVIII)

在式（ＸＸⅧ）中，R^1 和R^2 各自独立地是H或烃基，烃基以最多约４０个碳原子为宜，约６到约３０个碳原子更好，最好是约１２到约２０个碳原子。R^1 和R^2 中的碳原子总数必须足以使用该组分形成的有机金属配合物在柴油燃料中溶解或稳定分散。R^1 和R^2 中的碳原子总数以至少约６较好，最好是至少约１０个碳原子。

（１０）苯并三唑

在一项实施方案中，组分（ｉ）是饱和的或不饱和的苯并三唑。合适化合物的实例有：苯并三唑、烷基取代的苯并三唑（例如，甲苯基三唑、乙基苯并三唑、己基苯并三唑、辛基苯并三唑等）、芳基取代的苯并三唑（例如，苯基苯并三唑等）、烷芳基或芳烷基取代的苯并三唑，以及其中的取代基可以为羟基、烷氧基、卤素（尤其是氯）、硝基、羧基或烷氧羰基的取代的苯并三唑。

在一项实施方案中，组分（ｉ）是化学式（ＸＸⅨ）表示的一种苯并三唑



(XXIX)

在式（ＸＸＩＸ）中，R^1 和R^2 各自独立地为H或烃基，烃基的碳原子数以最多２００个为宜，最多约１００个碳原子较好，最多约５０个碳原子更好，最多约３０个碳原子还要好，最好是最多约２０个碳原子。在一项实施方案中，R^1 是约6到约１８个碳原子的烷基，约１０到约１４外碳原子较好，最好是约１２个碳原子，R^2 是H。可用化合物的一个实例是十二烷基苯并三唑。

（１１）氨基酸

在一项实施方案中，组分（ｉ）是化学式（ＸＸＸ）表示的一种氨基酸



(XXX)

在式（ＸＸＸ）中，R^1 是H或烃基；R^2 是R^1 或酰基；R^3 和R^4 各自独立地为H或低级烷基；Z是0或1。烃基R^1 和R^2 可以是上面概括定义的任何一种烃基。最好是，R^1 和R^2 各自独立地是烷基、环烷基、苯基、烷基取代的苯基、苄基或烷基取代的苄基。在一项实施方案中，R^1 和R^2 各自独立地为含1到１８个碳原子的烷基；环己基；苯基；在苯环第4位上有含1到约１２个碳原子的烷基取代基的苯基；或是在苯环第4位上有1到约１２个碳原子的烷基取代基的苄基。一般来说，式（ＸＸＸ）中的R 是一个低级烷基，例如甲基，R^2 是有约4到约１８个碳原子的烷基。

在一项实施方案中，R^1 的定义如上，R^2 是一个酰基。虽然有很多种酰基可以作为R^2 使用，但是这些酰基一般可用化学式

$R^5C(O)-$

表示，其R^5是含最多约30个碳原子的脂族基。更一般地说，R^5含有约12至约24个碳原子。这种酰基取代的氨基羧酸是由氨基羧酸与羧酸或羧酸卤化物反应制得的。例如，脂肪酸可以与氨基羧酸反应，生成所要的酰基取代的氨基羧酸。诸如十二烷酸、油酸、硬脂酸、亚油酸之类的酸可以与式（XXX）所代表的氨基羧酸反应，其中的R^2是氢。

式（XXX）中的基团R^3和R^4各自独立地为H或低级烷基。一般来说，R^3和R^4各自独立地为H或甲基，最常见的是R^3和R^4为H。

在式（XXX）中，Z可以是0或1。Z是0时，氨基酸化合物是甘氨酸、α—丙氨酸和甘氨酸与α—丙氨酸的衍生物。当Z是1时，式（XXX）表示的酸是β—丙氨酸或β—丙氨酸的衍生物。

可用作组分（i）的氨基酸化合物可用先有技术中提到的方法制备，某些氨基酸已有商品出售。例如，甘氨酸、α—丙氨酸、β—丙氨酸、缬氨酸、精氨酸和2—甲基丙氨酸。式（XXX）中Z为1的氨基酸化合物的制备在美国专利4，077，941中有说明。例如，可以用化学式（A）的一种胺与化学式（B）的一种化合物反应，接着将酯用强碱水解并酸化，来制备氨基酸

R^1R^2NH

（A）

$R^3CH=C(R^4)-COOR^6$ （B）

式（A）和（B）中的R^1、R^2、R^3和R^4的定义与先前对式（XXX）的规定相同，R^6是一个低级烷基，最好是甲基或乙基。可以与不饱和酯反应的胺包括：二环己胺、苄基甲胺、苯胺、二苯胺、甲基乙胺、环己胺、正戊胺、二异丁胺、二异丙胺、二甲胺、十二烷胺、十八烷胺、N－正辛胺、氨基戊烷、仲丁胺、丙胺等。

式（XXX）中R^2是甲基或酰基的氨基酸化合物可以用分子式为

$R^1 NH_2$

和化学式为

$R^3 CH=C(R^4)-COOR^6$

的一种化合物反应来制备，其中R^3、R^4和R^5的定义与上面对式（XXX）的定义相同。接着，通过N－甲基化和酯水解后再酸化，将中间产物转化成甲基衍生物。相应的酰基衍生物则通过中间体与酸或酰基卤（例如硬脂酸、油酸等）反应来制备。式（XXX）表示的一类氨基酸的具体实例列在下面的表1中。

表 I

$$R^1R^2N\text{-}\overset{R^3}{\overset{|}{C}}H\text{-}(\overset{R^4}{\overset{|}{C}}H)_zCOOH$$

R^1	R^2	R^3	z	R^4
H	H	H	0	--
H	H	H	1	H
H	H	H	1	CH_3
CH_3	H	H	1	H
CH_3	CH_3	H	1	H
H	H	CH_3	1	CH_3
CH_3	异戊基	H	1	H
CH_3	十八烷基	H	1	H
CH_3	〃	H	1	CH_3
CH_3	正丁基	C_2H_5	1	H
正辛基	正辛基	正丙基	1	CH_3
环己基	环己基	H	1	H
CH_3	正十八烷基	CH_3	1	H
CH_3	异丙基	H	1	H
CH_3	油烯基	H	1	H
CH_3	CH_3	H	0	--
H	H	CH_3	0	--
CH_3	CH_3	CH_3	0	--
H	油酰基	H	0	--
Me	〃	H	0	--
H	硬脂酰基	H	0	--
Me	〃	H	0	--
H	油酰基	H	1	H
Me	硬脂酰基	H	1	H

（12）异羟肟酸

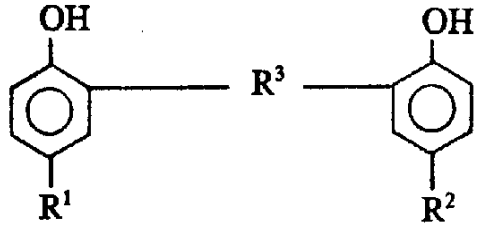
在一项实施方案中，组分（i）是化学式（XXXII）表示的一种异羟肟酸

$$R^1\text{-}C(O)\text{-}NHOH \qquad (XXXI)$$

在式（XXXII）中，R^1 是一个约6到约200个碳原子的烃基，约6到约100个碳原子较好，约6到约50个碳原子更好，最好是约6到约30个碳原子。在一项实施方案中，R^1 是一个约12到约24个碳原子的烷基或链烯基，以约16到约20个碳原子为佳，约18个碳原子更好。最好是R^1 为油烯基。

（13）桥连的酚类化合物

组分（i）可以是化学式（XXXII）表示的一种酚类化合物



(XXXII)

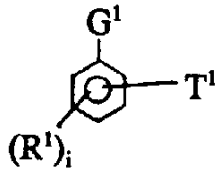
在化学式（XXXII）中，R^1 和R^2 各自独立地为烃基。R^3 是

CH_2 、S或CH_2 OCH_2 。在一项实施方案中，R^1 和R^2 各自独立地为脂基，一般含约4到约20个碳原子。典型的R^1 和R^2 基的实例包括丁基、己基、庚基、2—乙基己基、辛基、壬基、癸基、十二烷基等。化学式（XXXII）代表的酚类化合物可

以通过合适的取代酚与甲醛或含硫化合物（如二氯化硫）反应来制备。当一摩尔的甲醛与两摩尔的取代酚反应时，桥联基R^3是CH_2。当甲醛与取代酚的摩尔比为1：1时，可以形成由CH_2OCH_2桥连的双酚化合物。当两摩尔取代酚与一摩尔二氯化硫反应时，形成了由硫原子桥连的双酚化合物。在一项实施方案中，R^1和R^2是四聚丙烯基，R^3是S。

（14）芳族双官能化合物

组分（i）可以是化学式（XXXIII）表示的一种芳族双官能化合物



(XXXIII)

在式（XXXIII）中，R^1是一个含1到约100个碳原子的烃基。i是从0到4的数字，从0到2更好，最好是0或1。T^1是在G的邻位或间位。G^1和T^1各自独立地是OH、NH_2、NR_2、COOR、SH或C（O）H，其中R是H或烃基。在一项实施方案中，该化合物是一种氨基酚。该氨基酚最好是一种邻位氨基酚，它可以含有其它的取代基，例如烃基。在一项实施方案中，此化合物是一种硝基酚。该硝基酚最好是邻位硝基酚，它可以含有其它的取代基，例如烃基。在一项实施方案中，化学式（XXXIII）表示的化合物是硝基酚，其中R^1是十二烷基、i是1、G^1是OH、T^1是NO_2，而且NO_2处在OH的邻位，该化合

物是十二烷基硝基酚。

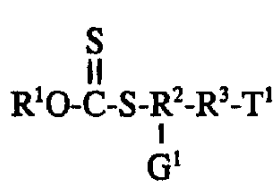
在一项实施方案中，式（XXXIII）中的G^1是OH，T^1是NO_2并且位于OH的邻位，i是1，R^1由以下化学式表示

$$R^2R^3N\text{-}R^4\text{-}NR^5\text{-}R^6\text{-}$$

其中R^2、R^3和R^5各自独立地为H或最多约40个碳原子，R^4和R^6各自独立地为1到约6个碳原子的烷撑型或烷叉型亚烷基。在一项实施方案中，R^2是约16到约20个碳原子的烷基或链烯基，最好是约18个碳原子，R^3和R^5是H，R^4是亚乙基或亚丙基，最好是亚丙基，R^6是亚甲基或亚乙基，最好是亚甲基。

（15）黄原酸酯

组分（i）可以是黄原酸酯，它是一种含$R^1OC(=S)S$一化合物，其中R^1是烃基。这些黄原酸酯必须含有上面提到的至少一种其它类型的官能基。这种其它的官能基可以是黄原酸酯基。在一项实施方案中，组分（i）是化学式（XXXIV）表示的一种黄原酸酯



(XXXIV)

在式（XXXIV）中，R^1是最多约40个碳原子的烃基，碳原子数从约6到约30较好，从约10到约20个碳原子更好。R^1以

脂族基为佳，最好是烷基。R^2 和R^3 是最多约10个碳原子的亚烷基，最多约6个碳原子更好，最好是约2到约3个碳原子。G^1 和T^1 各自独立地为OH或CN。在一项实施方案中，R^1 是1到约10个碳原子的烷基；R^2 和R^3 是亚乙基或亚丙基，最好是均为亚乙基；G^1 和T^1 是CN。在一项实施方案中，R^1 是 $R^5\ R^6\ NR^7$ —，其是R^5 和R^6 各自独立地为H或低级烷基，最好是H，R^7 是亚乙基或亚丙基，最好是亚丙基，R^2 和R^3 各自为亚乙基或亚丙基，G^1 和T^1 是CN或OH。在一项实施方案中，R^1 是$R^5\ R^6\ NR^7$ —，其中R^5 是约16到约20个碳原子的烷基或链烯基，R^6 是H，R^7 是亚乙基亚丙基，R^2 和R^3 各自为亚乙基亚丙基，G^1 和T^1 是CN或OH。

（16）苯腈

在一项实施方案中，组分（i）是化学式（XXXV）表示的一种苯腈

$$R^1\text{-}C(=N\text{-}NH\text{-}Ar^1\text{-}R^3)\text{-}N{=}N\text{-}Ar\text{-}R^2 \qquad \text{(XXXV)}$$

在式（XXXV）中，Ar和Ar^1 各自独立地为芳基，以苯核或萘核为佳，最好是苯核。R^1 、R^2 、R^3 各自独立地为H或烃基，烃基以含最多约200个碳原子为宜，最多约100个碳原子较好，最多约50个碳原子更好，最多约30个碳原子还要好，最好是最多约20个碳原子。在一项实施方案中，Ar和Ar^1 各为

苯核；R^1 是约4到约12个碳原子烷基或支化的烷基，碳原子数从约6到约10更好，最好是约8个碳原子；R^2 是H 或低级烷基；R^3 是约6到约18个碳原子的烷基，约10到约14个碳原子更好，最好是约12个碳原子。在一项实施方案中，Ar和Ar^1均为苯核，R^1 是1－乙基戊基，R^2 是十二烷基，R^3 是H。

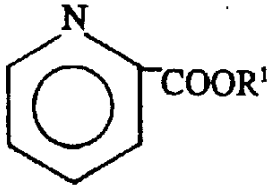
（17）吡啶

组分（i）可以是吡啶衍生物。在一项实施方案中，组分（i）是化学式（XXXVI）表示的2，2′－联吡啶



(XXXVI)

在式（XXXVI）中，一个或多个环碳原子可以用烃基取代，最好是用低级烷基取代。在一项实施方案中，组分（i）是化学式（XXXVII）表示的一种取代吡啶



(XXXVII)

在式（XXXVII）中，R^1 是H或烃基，烃基以含约200个碳原子为宜，最多约100个碳原子较好，最多约50个碳原子更好，最多约30个碳原子还要好，最好是最多约20个碳原子。R 最好是H或低级烷基。在式（XXXVII）中，一个或几个环碳原子可以用烃基取代，最好是用低级烷基取代。

（18）含硼酰化胺

组分（i）可以是一种含硼酰化胺。为制备这些化合物，可以先将烃基取代的产生丁二酸的化合物（在本文中有时称作“丁二酸酰化剂”）与一种胺反应，胺中至少含有一个与氮基相连的氢原子，每当量产生酸的化合物用至少约半当量的胺。以这种方式得到的含氮组合物常常是复杂的混合物。这些含氮组合物有时称作“酰化胺”。然后使这种含氮组合物与选自三氧化硼、卤化硼、硼酸、硼胺和硼酸酯的一种化合物反应，使之硼化。

在很多美国专利中提到了酰化胺，这些专利包括：

3，172，892；3，346，493；3，632，511；
3，215，707；3，444，170；3，787，374；
3，272，746；3，454，607；4，234，435；
3，316，177；3，541，012；
3，341，542；3，630，904；

以上美国专利中关于可用于本发明的酰化胺的制备说明特地在本文中引用作为参考。

一般说来，制备酰化胺的一种方便的方法包括使烃基取代的产生丁二酸的化合物（“羧酸酰化剂”）与含有至少一个与氮原子相连的氢的一种胺（即，H－N＝）反应。这种烃基取代的产生丁二酸的化合物包括丁二酸、酸酐、酰基卤和酯。在产生丁二酸的化合物的烃基取代基上的碳原子数可以在很广的范围内变化，只要它们所形成的有机金属配合物在柴油燃料中溶解或稳定地分散。烃取代基一般含有平均至少约10个脂族碳原子，至少约30个脂族碳原

子更好，最好是至少约５０个脂族碳原子。

基本上是烃类取代基的来源主要包括高分子量的基本上饱和的石油馏分和基本上饱和的烯烃聚合物，特别是有２到３０个碳原子的单烯烃聚合物。特别适用的聚后物是１－单烯烃的聚合物，例如乙烯、丙烯、１－丁烯、异丁烯、１－己烯、１－辛烯、２－甲基－１－庚烯、３－环己基－１－丁烯和２－甲基－５－丙基－１－己烯的聚合物。居中烯烃，即，烯键不在末端的位置的烯烃，其聚合物同样可以使用。这类烯烃的实例有２－丁烯、３－戊烯和４－辛烯。

还可以使用烯烃（例如上述备自烯烃）与其它可共聚的烯类物质（例如芳香烯、环烯烃和聚烯烃）的共聚物。这些共聚物包括用以下单体聚合制得的共聚物：异丁烯和苯乙烯；异丁烯和丁二烯；丙烯与异戊二烯；乙烯与戊间二烯；异丁烯和氯丁二烯；异丁烯与对甲基苯乙烯；１－己烯与１，３－己二烯；１－辛烯与１－己烯；１－庚烯与１－戊烯；３－甲基－１－丁烯与１－辛烯；３，３－二甲基－１－戊烯与１－己烯；异丁烯与苯乙烯和戊间二烯；等。

共聚物中单烯与其它单体的相对比例影响由这些共聚物得到的最终产物的稳定性和油溶性。因此，以油溶性和稳定性考虑，考虑用于本发明的共聚物应当基本上是脂族的和饱和的，即，它们应当含有至少约８０％、最好是至少约９５％重量的得自脂族单烯烃的单元，并且烯键在碳－碳共价键总数中不超过约５％。在大多数情形下，烯键的数目应当少于碳－碳共价键总数的约２％。

这类共聚物的具体实例包括：95%（重量）异丁烯与5%苯乙烯的共聚物；98%异丁烯、1%戊间二烯与1%氯丁二烯的三元共聚物；95%异丁烯、2%1－丁烯和3%1－己烯的三元共聚物、80%异丁烯、20%1－戊烯与20%1－辛烯的三元共聚物；80%1－己烯的20%1－庚烯的共聚物；90%异丁烯、2%环己烯和8%丙烯的三元共聚物；以及80%乙烯和20%丙烯的共聚物。

基本上为烃基的另一个来源包括饱和的脂族烃，例如高度精制的高分子量轻油或合成烷烃，例如由上述的高分子量烯烃聚合物或高分子量烯属物质氢化而得的那些物质。

最好是使用数均分子量（Mn）约为700－10,000的烯烃聚合物。在一项实施方案中，取代基是由聚烯烃衍生的，该聚烯烃的特点在于，Mn值约为700至10,000，Mw／Mn的比值为1.0至约4.0。

在制备取代的丁二酸酰化剂时，将一种或几种上述的聚烯烃与一种或几种选自马来酸或富马酸反应物（例如酸或酸酐）的酸性反应物反应。通常，马来酸或富马酸反应物是马来酸、富马酸、马来酸酐或它们中的两个或多个的混合物。马来酸反应物通常比富马酸反应物优越，因为前者更容易得到，而且一般说来更容易与聚烯烃（或其衍生物）反应，制得可用于本发明的取代的产生丁二酸的化合物。特别优选的反应物是马来酸、马来酸酐以及它们的混合物。由于易于得到和容易反应，常使用马来酸酐。

为简便起见，以后经常用“马来酸反应物”一词。在这样使用

时，应当明白该词是对于选自马来酸和富马酸反应物（包括它们的混合物）的酸性反应物的通称。另外，“丁二酸酰化剂”一词在本文中用来表示取代的产生丁二酸的化合物。

在美国专利3，219，666中有关于本发明的取代的丁二酸酰化剂一种制备方法的部分说明，该专利关于制备丁二酸酰化剂的说明特地在本文引用作为参考。此方法通常称为“两步法”，涉及到先将聚烯烃氯化，然后使氯化的聚烯烃与马来酸反应物反应。

另一种制备这些取代的丁二酸酰化剂的方法采用在美国专利3，912，764和英国专利1，440，219中提到的方法，这两份专利中关于该方法的说明都在本文中专门引用作为参考。根据这一方法，先将聚烯烃和马来酸反应物在“直接酰化”步骤中一起加热反应。当直接酰化步骤完成之后，向反应混合物中通入氯气以促进剩余的未反应的马来酸反应物反应。

制备本发明取代的丁二酸酰化剂的另一种方法是所谓“一步”法。美国专利3，215，707和3，231，587中介绍了这一方法。两份专利关于该方法的说明都在本文中专门引用作为参考。一步法涉及制备一种聚烯烃和马来酸反应物的混合物，其中含有必要数量的这两种化合物，以提供本发明所要求的取代的丁二酸酰化剂。这意味着每摩尔聚烯烃必须有至少一摩尔的马来酸反应气物，以便使每当量的取代基至少能有一个丁二酸基。然后向混合物中引入氯，常常是在搅动下向混合物中通入氯。

与产生丁二酸的化合物反应形成酰化胺的那些胺可以是上述的在制备本发明曼尼期碱时用的任何一种胺（A－3）。这些胺中优

选的一类是式（A－3－3）所代表的亚烷基多胺。

除了上述的胺（A－3）以外，本发明所用的胺还包括下式所代表的含羟基的胺

$$R^{11}NH\text{-}(R^{12}N)_nR^{10}$$
$$\quad\quad\quad

戊胺、N－（3－羟丙基）四亚甲基二胺和2－十七烷基－1－（2－羟乙基）咪唑啉。

由产生丁二酸的化合物和上述的胺反应得到的酰化胺可以是胺盐、酰胺、酰亚胺、咪唑啉以及它们的化合物。为制备酰化胺，将一种或多种产生丁二酸的化合物和一种或多种胺加热，可以任选地有一种通常是液态的基本上惰性的有机液体溶剂／稀释剂存在，加热的温度一般是从约80℃到混合物或产物的分解温度。通常采用约100℃至约300℃的温度，假若300℃不超过分解温度的话。

产生丁二酸的化合物和胺按照每当量产酸化合物用至少约0.5当量胺的数量进行反应。一般来说，胺的最大用量为每当量产生丁二酸的化合物用大约2摩尔的胺。对于本发明来说，一当量胺相当于胺的重量除以存在的氮原子总数。于是，辛胺的当量等于它的分子量；乙二胺的当量等于其分子量的一半；而氨乙基哌嗪的当量等于其分子量的三分之一。产生丁二酸的化合物的当量数取决于在烃基取代的产生丁二酸的化合物中存在的羧基官能基数。于是，烃基取代的产生丁二酸的化合物的当量数将随其中存在的丁二酸基团数而变，而且一般说来，对于酰化剂中每个丁二酸基，相当于两当量的酰化剂。可以使用常规方法来测定羧酸官能基的数目（即，酸值、皂化值），从而确定可用来与胺反应的酰化剂的当量数。在美国专利3，172，892、3，219，666、3，272，746和4，234，435中包括有制备这些酰化胺的其它细节和实施例，这些专利的公开内容在这里引用作为参考。

然后使酰化胺与至少一种选自三氧化硼、卤化硼、含硼酸、硼酰胺和硼酸酯的含硼化合物反应。与酰化胺中间体反应的含硼化合物的数量一般足以提供从每摩尔酰化胺约0．1原子比的硼到硼与该酰化胺中的氮的原子比约为10。更一般地说，硼化合物的数量足以提供从每摩尔酰化胺有约0．5原子比的硼到硼与氮的原子比约为2。

可用的硼化合物包括氧化硼，氧化硼水合物，三氧化硼，三氟化硼，三溴化硼，三氯化硼，含硼酸，例如一烃基硼酸（即，烷基$-B(OH)_2$ 或芳基$-B(OH)_2$ ），硼酸（即，H_3BO_3 ），四硼酸（即，$H_2B_4O_7$ ），偏硼酸（即，HBO_2 ），硼酐，硼酰胺和这些含硼酸的各种酯。使用三卤化硼与酯、有机酸、无机酸或烃的配合物是将含硼反应物引入反应混合物中的方便方法。这类配合物是已知的，其实例有三氟化硼—三乙基酯，三氟化硼—磷酸，三氯化硼—氯乙酸，三溴化硼—二噁烷，以及三氟化硼甲基乙基醚。

烃基硼酸的具体实例包括甲基硼酸、苯基硼酸、环己基硼酸、对庚基苯基硼酸和十二烷基硼酸。

含硼酸的酯特别包括硼酸与醇或酚的有机单酯、二酯和三酯，这些醇和酚的例子有甲醇、乙醇、异丙醇、环己醇、环戊醇、1—辛醇、2—辛醇、十二烷醇、二十二醇、油醇、十八烷醇、苯甲醇、2—丁基环己醇、乙二醇、丙二醇、1，3—丙二醇、1，3—丁二醇、2，4—己二醇、1，2—环己二醇、1，3—辛二醇、甘油、季戊四醇、二乙二醇、卡必醇、溶纤剂、三乙二醇、三

丙二醇、苯酚、萘酚、对丁基酚、邻，对一二庚基苯酚、正环已基苯酚、2，2一二（对羟基苯基）丙烷、对异丁烯（分子量1500）取代的苯酚、亚乙基氯乙醇、邻氯酚、间硝基苯酚、6一溴代辛醇和7一酮一癸醇。碳原子数低于约8个的那些低级醇、1，2一二醇和1，3二醇特别适用于制备本发明用的硼酸酯。

制备硼酸酯的方法是工艺上公开的已知方法（例如“化学评论”（Chemical Reviews），56卷959－1064页）。例如，一种方法涉及三氯化硼与三摩尔的醇或酚反应生成有机硼酸三酯。另一种方法涉信氧化硼与醇或酚反应。再一种方法涉信四硼酸用三摩尔醇或酚直接酯化。还有一种方法涉及用一种二醇将硼酸直接酯化，形成环形亚烷基硼酸酯。

酰化胺与含硼化合物的反应可以简单地将反应物在所要的温度下混合来进行。惰性溶剂的使用是任选的，但是最好是用，尤其是当反应混合物中存在高粘性或固体反应物时。惰性溶剂可以是一种烃，例如苯、甲苯、石脑油、环已烷、正已烷或矿物油。反应温度可以在很广的范围内变化。通常最好是在约50℃和约250℃之间。在某些情形里可以是25℃甚至更低。温度的上限是特定的反应混合物和／或产物的分解温度。

反应通常在很短时间内（例如0．5至6小时）完成。在反应完成之后，将产物溶于溶剂中，如果所得的溶液呈现混浊或含有不溶性物质，用离心或过滤法将其纯化。产物通常足够纯，因此进一步的纯化是不必要的或是任选的。

酰化胺与含硼化合物的反应形成的产物含有硼和基本上全部原

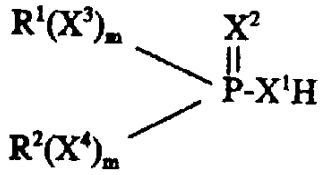
来存在于酰化胺反应物中的氮。据信这一反应形成了硼与氮之间的配合物。这种配合物在某些情形下硼与氮的原子比大于1，而在某些情形下氮与硼的原子比大于1。配合物的本质仍未彻底清楚。

虽然配合物形成的准确计量比并不清楚，但是在该方法中使用的反应物的相对比例主要以产物在本发明中的用途作为考虑的基础。在这方面，可用的产物是由反应物的相对比例如下的反应混合物得到的：从每摩尔酰化胺有约0．1原子比的硼到硼与所用酰化胺中的氮的原子比为大约10。反应物可以使用的数量是从每摩尔酰化胺用约0．5原子比的硼到每摩尔酰化胺用约2原子比的硼。作为示例说明，每个分子中有一个硼原子的含硼化合物与每分子中有五个氮原子的酰化胺一起使用时，每摩尔酰化胺用约0．1摩尔至约50摩尔的含硼化合物，最好是以约0．5摩尔到约10摩尔。

在一项实施方案中，这些含硼酰化胺可以作为组分（ｉ）用来形成本发明的有机金属配合物。在另一项实施方案中，这些硼化的酰化胺可以作为本发明的有机金属配合物使用。

（19）含磷酰化胺

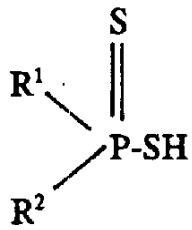
组分（ｉ）可以是一种含磷的酰化胺。这些化合物是通过（P－1）、（P－2）和（P－3）的反应来制备的。（P－1）是至少一种羧酸酰化剂，（P－2）是至少一种胺，其特点在于它的结构中有至少一个H－N＝基团，（P－3）是化学式（P－3－1）表示的至少一种含磷酸



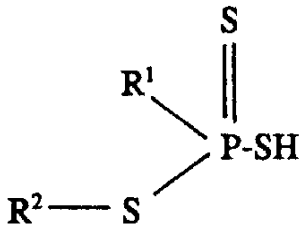
(P-3-1)

在式（P－3－1）中，X^1、X^2、X^3 和X^4 各自独立地为氧或硫，各m为0或1，R^1 和R^2 各自独立地为烃基。羧酸酰化剂（P－1）和胺（P－2）在前面关于含硼酰化胺的制备中已作说明。含磷酸（P－3）包括：

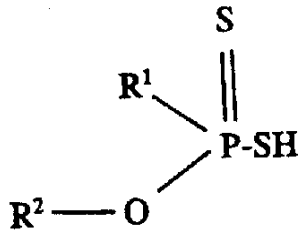
1．相应于以下化学式的二烃基二硫代膦酸



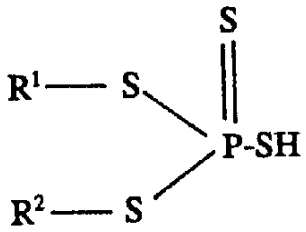
2．相应于以下化学式的S－烃基烃基三硫代膦酸



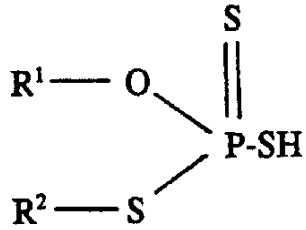
3．相应于以下化学式的O－烃基烃基二硫代膦酸



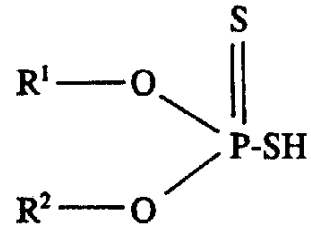
4．相应于以下化学式的S，S－二烃基四硫代膦酸



5．相应于以下化学式的O，S－二烃基三硫代膦酸



6．相应于以下化学式的O，O－二烃基二硫代膦酸



与最后一个化学式相应的可用的酸容易由五硫化磷与醇或酚反应得到。该反应涉信在约20至约200℃的温度下将4摩尔醇或酚与1摩尔五硫化磷反应。反应中放出硫化氢。这些酸的含氧类似物可以方便地用水或蒸汽处理二硫代酸，取代其中的一个或两个硫碳原子而制得。

可用的含磷酸是含磷含硫酸。这些酸包括其中至少一个或X^1

或X^2是硫（最好X^1和X^2都是硫）、至少一个X^3和X^4是氧或硫（最好X^3和X^4都是氧）、而且m为1的那些酸。也可以使用这些酸的混合物。

各R^1和R^2独立地为烃基，最好不含炔不饱和度，而且常常也不含烯不饱度，有大约1到50个碳原子，有大约1到30个碳原子更好，最好是有大约3到18个碳原子。在一项实施方案中，各R^1和R^2相同或不同，有大约4到8个碳原子。例如，各R^1和R^2可以是异丙基、异丁基、4－甲基－2－戊基、2－乙基己基、异辛基等。各R^1和R^2可以彼此相同，但是也可以不同，它们中的一个或者两个可以是混合物。各R^1和R^2以烷基为佳，最好是支化的烷基。

生成含磷的酰化胺的反应可以通过将（P－1）、（P－2）和（P－3）组分以任何次序相混合来进行。所有这三种反应物可以在室温下混合并加热到约80℃以上以进行酰化。进行反应时也可以先使组分（P－2）和（P－3）反应，然后用组分（P－1）将中间产物酰化，或是用组分（P－1）将组分（P－2）酰化，然后用组分（P－3）与酰化的胺反应。进行酰化的优选温度是在约100℃至约300℃之间，最好是约150℃至250℃。

酰化过程伴随着生成水。将反应混合物加热到100℃或更高可以除掉生成的水。在加热期间向反应混合物中鼓入惰性气体，例如氮气，可以促进水的去除。在反应混合物中使用与水形成可共馏共沸混合物的惰性溶剂也会促进这一过程。这些溶剂的实例是苯、

正己烷、甲苯、二甲苯等。使用这些溶剂可以在低得多的温度下（例如80℃）将水除去。

在这一方法中使用的反应物的相对比例取决于在该方法中涉及的反应的行量比和对本发明而言所得产物的用途。组分（P－1）和（P－3）的最小用量是，对于每摩尔组分（P－2），组分（P－1）和（P－3）各用约0．5当量。组分（P－1）和（P－3）的最大用量取决于所用组分（P－2）的总当量数。

对于制备这些含磷酰化胺而言，胺（P－2）的当量是取决于该胺中的HN＜基团数。一种胺的当量是胺的总重量除以所存在的HN＜基团总数。因此，乙二胺的当量等于其分子量的一半；四亚乙基五胺的当量则等于其分子量的五分之一。商品混合胺的当量也可以用氮的原子量（14）除以该胺中的氮的重量百分含量来确定。因此，一种含34%N的胺的当量数应为41．2。胺的当量数可以由其总重量除以其当量来确定。

酰化剂（P－1）的当量数取决于在酰化剂中存在的羧酸官能数（例如，它的羧酸基或官能衍生物）。因此，酰化剂的当量数将随其中存在的羧基数目而变。在确定酰化剂的当量数时，不能作为羧酸酰化剂起反应的那些羧基官能基被排除在外。但是一般说来，对于酰化剂中的每个羧基都有一当量的酰化剂。例如，由1摩尔的烯烃聚合物和1摩尔马来酸酐反应得到的酰化剂中应有两个羧基。容易利用常规方法测定羧基官能数（例如，酸数、皂化数），从而确定可用来与胺反应的酰化剂的当量数。

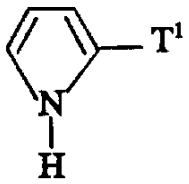
组分（P－3）的当量可以用组分（P－3）的分子量除以一

PXXH基团数确定。这一基团数常常由组分（P－3）的结构式或通过熟知的滴定步骤由实验确定。组分（P－3）的当量数可以用组分（P－3）的重量除以其当量来确定。

可以与／摩尔组分（P－2）反应的组分（P－1）和（P－3）的最大总当量等于HN＜基团的数目。如果使用过量的组分（P－1）和（P－3），过量部分将不参与反应。另一方面，如果所用的组分（P－1）和（P－3）的总量小于此最大数量，则产物中将含有未反应的游离的氨基氮原子。适用的产物是当组分（P－1）和（P－3）的相对数量处在当量比从约0．5：4．5到约4．5：0．5的极限内时得到的。说明反应物相对比例的极限的一个具体例子如下：1摩尔的四亚烷基五胺与从约0．5至约4．5当量的聚异丁烯取代的丁二酸酐反应，生成从约0．5到约4．5当量的二硫代膦酸。

（20）吡咯衍生物

组分（i）可以是化学式（XXXⅧ）表示的一种吡咯衍生物

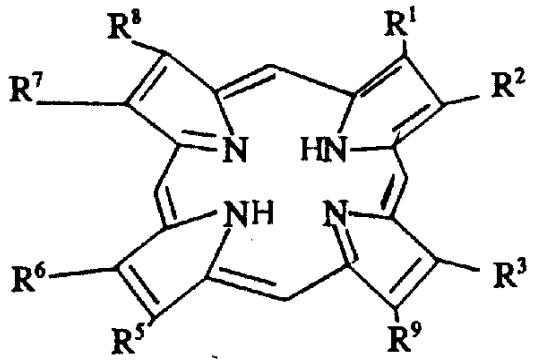


(XXXVIII)

在式（XXXⅧ）中，T 是OH、NH 、NR 、COOR、SH或C（O）H，其中R是H或烃基，最好是低级烷基。各个环碳原子可以被烃基、最好是被低级烷基取代。

（21）吖啉

组分（ｉ）可以是一种或多种卟啉。卟啉是一类杂环化合物，它含有4个由亚甲基连结的吡咯环。这些化合物可以用化学式（ＸＸＸⅨ）表示

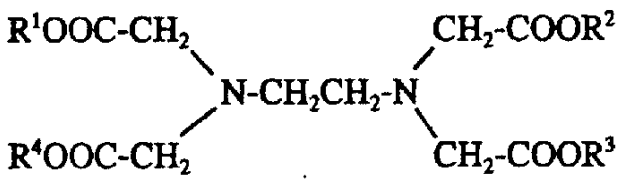


(XXXIX)

在式（ＸＸＸⅨ）中，R^1、R^2、R^3、R^4、R^5、R^6、R^7和R^8各自独立地为H或烃基，烃基的碳原子数以最多约２００为佳，最多约１００个碳原子较好，最多约５０个更好，最多约３０个还要好，最好是最多约１０个碳原子。在一项实施方案中，各R^1、R^2、R^3、R^4、R^5、R^6、R^7和R^8各自独立地为H、低级烷基、低级链烯基、羟基取代的低级烷基或－ＣＯＯＨ取代的低级烷基。实例包括：焦卟啉、玫红卟啉、叶卟啉、叶赤素、次卟啉、初卟啉Ⅲ、原卟啉、血卟啉、中卟啉Ⅸ、粪卟啉、尿卟啉和胆红素。

（２２）ＥＤＴＡ衍生物

组分（ｉ）可以是化学式（ＸＬ）表示的乙二胺四乙酸（ＥＤＴＡ）衍生物



(XL)

在式（ＸＬ）中，R^1、R^2、R^3和R^4各自独立地为H或烃

基，烃基的碳原子数以最多约２００为佳，最多约１００较好，最多约５０更好，最多约３０还要好，最好是最多约２０个碳原子。在一项实施方案中，R^1、R^2、R^3和R^4各自独立地为H或低级脂族烃基，最好是H或低级烷基。

组分（ｉｉ）

在含铜有机金属配合物中使用的金属是铜或铜与以下一种或多种金属属组合：Ｎａ、Ｋ、Ｍｇ、Ｃａ、Ｓｒ、Ｂａ、Ｖ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｚｎ、Ｂ、Ｐｂ、Ｓｂ、Ｔｉ、Ｍｎ、Ｚｎ或它们中的两个或多个的混合物。该金属可以含有与Ｆｅ、Ｖ或Ｍｎ中的一个或几个的相组合的Ｃｕ。该金属也可以是Ｃｕ与Ｆｅ、Ｂ、Ｚｎ、Ｍｇ、Ｃａ、Ｎａ、Ｋ、Ｓｒ、Ｔｉ、Ｍｎ或Ｚｒ中一个或几个的组合。

金属反应物（ｉｉ）可以是硝酸盐、亚硝酸盐、卤化物、羧酸盐、磷酸盐、亚磷酸盐、硫酸盐、亚硫酸盐、碳酸盐、硼酸盐、氢氧化物或氧化物。可用作金属反应物（ｉｉ）的铜化合物包括丙酸铜、乙酸铜、偏硼酸铜、苯甲酸铜、甲酸铜、月桂酸铜、亚硝酸铜、氧氯化铜、棕榈酸铜、水杨酸铜、碳酸铜、环烷酸铜。

当其它金属与铜组合使用时，可以使用的金属反应物（ｉｉ）包括硝酸钴、氧化钴、氧化高钴、亚硝酸钴、磷酸高钴、氯化钴、碳酸钴、乙酸亚铬、乙酸铬、溴化铬、氯化铬、氟化铬、氧化亚铬、硫化铬、硫酸亚铬七水合物、硫酸铬、甲酸铬、己酸铬、氧氯化铬、磷酸铬、乙酸亚铁、苯甲酸铁、溴化亚铁、碳酸亚铁、甲酸铁乳酸亚铁、氧化亚铁、氧化铁、次磷酸铁、硫酸铁、硫化亚铁、硫

氢化铁、苯甲酸锌、硼酸锌、溴化锌、碘化锌、乳酸锌、氧化锌、硬脂酸锌、硫化锌、乙酸钠、苯甲酸钠、碳酸氢钠、硫酸氢钠、亚硫酸氢钠、溴化钠、碳酸钠、氯化钠、柠檬酸钠、氢氧化钠、次磷酸钠、碘化钠、偏亚硫酸氢钠、环烷酸钠、亚硝酸钠、磷酸钠、亚硫酸钠、乙酸钾、苯甲酸钾、碳酸氢钾、硫酸氢钾、亚硫酸氢钾、溴化钾、碳酸钾、氯化钾、柠檬酸钾、氢氧化钾、次磷酸钾、碘化钾、偏亚硫酸钾、环烷酸钾、亚硝酸钾、五硼酸钾、磷酸钾、亚硫酸钾、氧化硼、三溴化硼、三氯化硼、三氟化硼、乙酸钙、亚硫酸氢钙、溴化钙、碳酸钙、氯化钙、二氧化钙、氟化钙、氢氧化钙、碘化钙、月桂酸钙、环烷酸钙、硝酸钙、亚硝酸钙、草酸钙、过氧化钙、磷酸钙、亚磷酸钙、硬脂酸钙、硫酸钙、亚硫酸钙、乙酸镁、亚硫酸氢镁、溴化镁、碳酸镁、氯化镁、氟化镁、氢氧化镁、碘化镁、月桂酸镁、环烷酸镁、亚硝酸镁、草酸镁、磷酸镁、亚磷酸镁、硬脂酸镁、硫酸镁、亚硫酸镁、乙酸锶、亚硫酸氢锶、溴化锶、碳酸锶、氯化锶、氟化锶、氢氧化锶、碘化锶、月桂酸锶、环烷酸锶、亚硝酸锶、草酸锶、磷酸锶、亚磷酸锶、硬脂酸锶、硫酸锶、亚硫酸锶、乙酸钡、亚硫酸氢钡、溴化钡、碳酸钡、氯化钡、氟化钡、氢氧化钡、碘化钡、月桂酸钡、环烷酸钡、亚硝酸钡、草酸钡、磷酸钡、亚磷酸钡、硬脂酸钡、硫酸钡、亚硫酸钡、乙酸锰、苯甲酸锰、碳酸锰、二氯化锰、三氯化锰、柠檬酸锰、甲酸锰、硝酸锰、草酸锰、磷酸三价锰、焦磷酸亚锰、偏磷酸三价锰、戊酸锰、二氧化钛、一氧化钛、草酸钛、硫酸钛、四氯化钛、乙酸锆、氧化锆、碳酸锆、氯化锆、氟化锆、氢氧化锆、乳酸锆、环烷

酸锆、硝酸锆、正磷酸锆、磷酸锆、焦磷酸锆、硫酸锆、四氯化锆和四氟化锆。可以使用以上化合物的水合物。

形成有机金属配合物的反应

由组分（　）和（　）形成本发明有机金属配合物的反应可以简单地通过将反应物在所要的温度下混合来进行。反应可以在至少约80℃的温度下进行。在某些情形下，反应温度可以低至室温，例如约20℃。反应温度的上限是反应混合物的分解温度，但是温度很少需要高于250℃。

反应最好在反应物或产物于其中可溶的稀释剂或溶剂存在下进行。溶剂可以是任何流体的惰性溶剂，例如苯、二甲苯、甲苯、煤油、矿物油、氯苯、二噁烷等。

组分（ｉ）和（ｉｉ）的相对数量在很广的范围内变化。经常是每当量组分（ｉ）用至少约0．1当量的组分（ｉｉ）。组分（ｉｉ）的数量可以是每当量组分（ｉ）用约0．05到大约1、最好是约0．1到约0．4当量的组分（2）。组分（ｉ）的当量取决于能与组分（ｉｉ）中的金属形成配合物的组分（ｉ）中的官能基数。因此，一当量四聚丙烯基硝基酚的重量等于其分子量的一半。组分（ｉｉ）的当量取决于它的分子中的金属原子的数目。因此，一当量氧化亚铜的重量等于它的分子量的一半，而一当量氢氧化铜的重量即是它的分子量。同样，组分（ｉｉ）的相对数量在一定程度上取决于组分（ｉｉ）反应物中的金属的配位数。例如，可以有多至6当量的组分（ｉ）与1当量的其中金属的配位数为6的金属反应物结合。

组分（ｉ）与组分（ｉｉ）的反应产物是一种“有机金属配合物”。也就是说，它由组分（ｉ）中的官能基与组分（ｉｉ）的金属通过金属的次级价键结合而得。这种有机金属配合物的准确本质尚不清楚。就本发明而言，只需要这种配合物在柴油燃料中充分稳定，以便能用在装有排气系统粒子捕集器的柴油发动机中，降低收集在捕集器内的废气粒子的着火温度。

在一项实施方案中，有机金属配合物不同于与一种席夫碱相组合的一种芳族曼尼期碱的过渡金属配合物，该曼尼期碱是由芳香酚、醛或酮、以及含羟基和／或硫羟基的胺制得的。

在一项实施方案中，有机金属配合物不同于与十二烷基水杨醛肟相结合的芳族曼尼期碱的铜配合物，该曼尼期碱是由十二烷基酚、乙醇胺和多聚甲醛制得的。

以下实施例对根据本发明使用的有机金属配合物的制备作了说明。除非另作说明，在以下的实施例以及整个说明书和所附权利要求书中，所有的份数和百分数均为重量，所有压力均为大气压，所有温度均为摄氏度。

实施例1

部分Ａ：在一个装有水冷凝器烧瓶中将２９０克８－羟基喹啉、６６克多聚甲醛、５５６克Ａrmeen ＯＬ（Ａrmak公司产品，为脂肪胺混合物，其中伯胺含量约为９５％重量，其余为仲胺和叔胺，链长范围从C_{12}至C_{18}，约７９％重量是C_{18}）和８０毫升甲苯混合在一起，加热到回流温度，在回流状态下保持２－３小时。

在冷凝器中收集45克水。减压从混合物中除去溶剂。将混合物经过硅藻土过滤，得到848克油状产物。

部分B：212克部分A的产物、28克碳酸铜和250毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混在一起。混合物加热至回流温度，保护回流2小时去溶剂，残余物经硅藻土过滤，得到255克油状产物，铜含量为5．3%重量。

实施例2

78克Aloxime200（Henkel公司的产品，7—十二烷基—8—羟基喹啉）、14克碳酸铜、55克100N矿物油和100毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。将混合物加热至回流温度，保持回流2小时。在冷凝器中收集4克水。减压除去混合物中的溶剂，得到120克绿色油状产物，铜含量为4．3%重量。

实施例3

部分A：203克对庚基苯酚、350克DuomeenT（Armak公司产品，N—牛油基—1，3—二氨基丙烷）、33克多聚甲醛和250毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。将混合物加热至回流温度，保持回流2小时。在水冷凝器中收集23克水。减压除去混合物中的溶剂，得到500克褐色油状产物。

部分B：141克部分A的产物、157克铜含量为8%重量的环烷酸铜和200毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。将混

合物加热到６０℃，在该温度下保持２小时。然后将混合物热至回流温度，保持回流２小时。将混合物加热到１５０℃，在绝对压力为２０毫米汞柱下减压除去混合物中的溶剂。将混合物过滤，得到２６０克褐绿色油状产物，铜含量为４．６％重量。

实施例４

部分Ａ：５３０克四聚丙烯基苯酚和４００克乙酸在装有水冷凝器的烧瓶中混合，烧瓶浸没在冷却浴中。向混合物中加入１４０毫升７０％亚硝酸溶液，同时保持混合物的温度低于１５℃。将混合物加热到室温，在搅拌下于室温保持２－３小时。将混合物热至

100℃。通过在绝对压力20毫米汞柱下将混合物加热到130—140℃，从混合物中除去乙酸和水。将混合物经硅藻土过滤，得到600克橙褐色油状产物。

部分B：200克部分A的产物、255克铜含量为8%重量的环烷酸铜和250毫升；甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中于氮气氛下混在一起。将混合物加热到回流温度，保持回流2小时。减压除去混合物中的溶剂。将混合物在硅藻土上过滤，得到390克绿色油状产物，铜含量为4．8%重量。

实施例5

部分A：203克对庚基苯酚、66克多聚甲醛、206克四亚乙基五胺和250毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。将混合物加热至回流温度，保持回流2小时。在冷凝器中收集40克水。加入150克100N矿物油。混合物经硅藻土过滤，得到560克油状产物。

部分B：242克部分A的产物和393克铜含量为8%重量的环烷酸铜加热到100—120℃，在搅拌下保持此温度2小时。利用减压蒸发从混合物中除去25克挥发物。将混合物在120° F下经硅藻土过滤，得到蓝绿色油状产物，铜含量为3．84%重量。

实施例6

部分A：406克对庚基苯酚、66克多聚甲醛、31克乙二

胺和２５０克甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。将混合物加热至回流温度，保持回流２小时。在冷凝器中收集４０克水。减压蒸走溶剂，得到４７０克产物。

部分Ｂ：２７０克部分Ａ的产物和４５９克铜含量为８％的环烷酸铜相混合，加热到１００－１２０℃，在该温度保持２小时。将混合物经硅藻土过滤，得到６５３克绿色油状产物，铜含量为５．０６％重量。

实施例７

部分Ａ：４０６克对庚基苯酚、２０４克二甲基丙二胺、６６克多聚甲醛和２５０毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。将混合物加热到回流温度，保持回流２－３小时。在冷凝器中收集３７克水。除去溶剂，将混合物过滤，得到５８０克油状产物。

部分Ｂ：１７８克部分Ａ的产物和１９６克铜含量为８％重量的环烷酸铜相混合，加热到９０－１００℃，在该温度于搅拌下保持２小时。混合物经硅藻土过滤，得到３６０克绿色油状产物，铜含量为４．４％重量。

实施例８

部分Ａ：４０６克对庚基苯酚、１４５克３，３′－二氨基－Ｎ－甲基二丙胺、６６克多聚甲醛和２００毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合，加热到回流温度，保持回流２－３小时。在冷凝器中收集３５克水。减压除去溶剂。将混合物经硅藻土过滤，得到

５１０克油状产物。

部分Ｂ：２９０克部分Ａ的产物和３９３克铜含量为８％的环烷酸铜加热到９０－１００℃，在该温度于搅拌下保持２小时。将混合物经硅藻土过滤，得到６２８克油状产物，铜含量为４．９％重量。

实施例9

部分Ａ：２６２克十二烷基丁二酸酐、２６６克硫含量为１２％重量的叔十二烷基硫醇和氧化丙烯的羟基硫醚、５克对甲苯磺酸和２００毫升甲苯混合，加热到回流温度并保持回流８－１０小时。除去溶剂，混合物在硅藻土上过滤，得到５２０克淡黄色油状产物。

部分Ｂ：３９６克部分Ａ的产物、４１克碳酸铜、２００克１００Ｎ矿物油和２５０毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合，加热到５０－６０℃。向混合物中加入５０克氢氧化铵水溶液。在鼓入氮气下将混合物热至９０－１１０℃。在冷凝器中收集５０克水。将混合物热至回流温度，保持回流２小时。减压除去溶剂。将混合物经硅藻土过滤，得到５９０克绿色油状产物，铜含量为３．６４％重量。

实施例１０

４１０克二氯化硫与四聚丙烯基苯酚的反应产物、５５克碳酸铜和２５０毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合，加热到５０

℃。在搅拌下向混合物中加入58克氨含量为28.9%重量的氢氧化铵水溶液。将混合物加热回流，保持回流2小时。在冷凝器中收集40克水。蒸发除去溶剂。将混合物经硅藻土过滤，得到390克深褐色油状产物，铜含量为7.14%重量。

实施例11

262克十二烷基丁二酸酐、2克对甲苯磺酸和150毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。在搅拌下向混合物中加入106克二乙二醇。将混合物加热到70－80℃，在该温度下保持1小时。将混合物的温度降至50℃，在搅拌下加入55克碳酸铜。再加入58克氢氧化铵水溶液。将混合物热90℃，在该温度下保持2小时。在冷凝器中收集42克水。将混合物在绝对压力20毫米汞柱下加热到120℃以除去混合物中的溶剂。向混合物中加入SC－100溶剂以减小粘度。将混合物在硅藻土上过滤，得到515克蓝绿色油状产物，铜含量为3.7%重量。

实施例12

部分A：609克对庚基苯酚、282克多聚甲醛和150克100N矿物油加到装有水冷凝器的烧瓶中。向混合物中加入5.4克36%重量的氢氧化钠水溶液。将混合物热至回流温度，保持回流4小时，同时鼓入氮气。在冷凝器中收集23克水。用甲苯稀释混合物，加入5%的盐酸溶液使混合物的pH为7。除去混合物中的水。将混合物热至回流温度，保持回流状态以除去留下的

水。减压除掉溶剂，得到815克产物。

部分B：268克部分A的产物和275克铜含量为8%的环烷酸铜加热到100℃，在该温度于搅拌下保持2小时。将混合物经硅藻土过滤，得到415克绿色油状产物，铜含量为4.39%重量。

实施例13

46克二羟乙酸和250毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。将140克Armeen OL在搅拌下加到混合物中。混合物放热，由室温升至50℃。将混合物热至回流温度，保持回流2小时。在冷凝器中收集16克水。将混合物冷至50℃。在搅拌下加入28克碳酸铜，再加入28毫升氨含量29%的氢氧化铵水溶液。将混合物加热到80－90℃，在该温度下保持2小时。在冷凝器中收集21克水。减压蒸发掉溶剂。向混合物中加入100克SC－100溶剂。将混合物经硅藻土过滤，得到150克绿色油状产物，铜含量为4.15%重量。

实施例14

部分A：74克缩水甘油、95克二硫化碳和200毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。烧瓶保持在低于20℃的冰浴中。在1－1.5小时内逐滴加入390克Armeen 2C（Armak公司产品，脂肪仲胺混合物）。将混合物在室温下搅拌2－3小时。减压除掉溶剂。将混合物经硅藻土过滤，得到519克淡黄色油状产

物。

部分B：135克部分A的产物和196克铜含量为8%的环烷酸铜加到烧瓶中，加热到80－90℃，在该温度于搅拌下保持2小时。将混合物经硅藻土过滤，得到325克带褐色的油状产物，其铜含量为4.68重量。

实施例15

131克十二烷基丁二酸酐、69克邻氨基苯甲酸和250毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合，加热到回流温度，保持回流2－3小时。从混合物中蒸发掉溶剂。向混合物中加入394克铜含量为8%重量的环烷酸铜。将混合物加热到80℃，在该温度于搅拌下保持2小时。混合物在硅藻土上过滤，得到500克绿色油状产物，铜含量为4.3%重量。

实施例16

部分A：318克2－亚甲基戊二腈、342克二硫化碳和250毫升甲苯在烧瓶中混合。在2小时内逐滴加入387克二丁胺，同时将混合物的温度保持在10－15℃。将混合物在室温于搅拌下保持2小时。将混合物加热到50℃，在该温度下保持1小时。从混合物中蒸发走溶剂。将混合物经硅藻土过滤，得到855克油状产物。

部分B：80克部分A的产物和99克铜含量为8%重量的环烷酸铜加热到80℃，在该温度于搅拌下保持2小时。将混合物过

滤，得到155克绿色油状产物，铜产量为4.34%重量。

实施例17

部分A：145克含40%重量乙二醛的乙二醛水溶液和69克$NH_2OH.HCl$在200毫升水中混在一起，用干冰冷至15℃以下。在1.5小时内向混合物中加入84克碳酸氢钠。将混合物加热到室温，在该温度于搅拌下保持10小时。将278克Armeen OL和500毫升甲苯混合在一起，加到混合物中。将混合物加热到回流温度，保持回流以馏出水分。从混合物中分离出溶剂。混合物在硅藻土上过滤，得到285克油状产物。

部分B：167克部分A的产物和196克铜含量为8%重量的环烷酸铜混合在一起，加热到70－80℃，在该温度于搅拌下保持2小时。将混合物经硅藻土过滤，得到350克带褐色的油状产物，铜含量为3.1%重量。

实施例18

部分A：530克四聚丙烯基苯酚、66克多聚甲醛、60克乙二胺和500毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。将混合物加热到回流温度，保持回流2小时。在冷凝器中收集43克水。减压除掉溶剂。将混合物经硅藻土过滤，得到580克油状产物。

部分B：307克部分A的产物、100克100N矿物油和100毫升甲苯加到装有水冷凝器的烧瓶中。将混合物加热到60－70℃，加入28克碳酸铜。混合物放热升温到90℃。将混合

物加热到回流温度，保持回流小时。在冷凝器中收集4．3克水。混合物在140℃保持0．5小时。减压除掉溶剂。混合物经硅藻土过滤，得到390克绿色油状产物，铜含量为3．9%重量。

实施例19

287克十二烷基苯并三唑和236克铜含量为8%重量的环烷酸铜混合在一起，加热到90℃，在该温度于搅拌下保持2小时。将混合物在硅藻土上过滤，得到495克绿色油状产物，铜含量为3．41%重量。

实施例20

部分A：265克四聚丙烯基苯酚、123克$NH(CH_2CH_2CN)_2$、33多聚甲醛和250毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。将混合物加热到回流温度，保持回流3小时。在冷凝器中收集20克水。将混合物加热到回流温度，保持回流。减压蒸发掉溶剂。将混合物经硅藻土过滤，得到370克油状产物。

部分B：200克部分A的产物、158克铜含量为8%重量的环烷酸铜和35克聚异丁烯基（数均分子量950）丁二酸酐和一种商品聚胺底部产物的反应产物相混合，加热至80℃，在该温度于搅拌下保持1小时。将混合物经硅藻土过滤，得到370克深绿色油状产物，铜含量为2．24%重量。

实施例21

部分A：69克NH_2 OH．HCl与300毫升甲醇混合。80克氢氧化钠与300毫升甲醇混合。在2小时内将氢氧化钠甲醇溶液逐滴加到NH_2 OH．HCl甲醇溶液中，同时保持混合物的温度低于15℃。在0．5小时内将269克油酸甲酯逐滴加到该混合物中，同时保持混合物低于15℃。将混合物加热到室温，在该温度于搅拌下保持3－5小时。将混合物过滤，得到210克产物。

部分B：81克部分A的产物、79克铜含量为8%重量的环烷酸铜和40克SC－100溶剂相混合，加热到80－90℃，在该温度于搅拌下保持2小时，得到175克绿色凝胶状产物，其铜含量为1．93%重量。

实施例22

部分A：795克四聚丙烯基苯酚和99克多聚甲醛与甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。向混合物中加入109克丁胺。将混合物加热到回流温度，保持回流2小时。在冷凝器中收集60克水，减压除掉溶剂。混合物经硅藻土过滤，得到938克油状产物。

部分B：188克部分A的产物、11克碳酸铜和150毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合在一起，加热到50℃，向混合物中加入10毫升30%的氢氧化钠水溶液。将混合物加热到回流温度，保持回流2小时。在冷凝器中收集12克水。减压除去混合

物中的溶剂。将混合物经硅藻土过滤，得到155克深褐绿色粘稠油状产物，铜含量为3.98%重量。

实施例23

部分A：1143克四聚丙烯基苯酚和482克乙酸酐相混合，加热到120℃，在该温度保持5小时。将混合物在125℃和10毫米汞的绝对压力下减压汽提1.5小时，得到1319克褐色液体产物。

部分B：44.7克AlCl 和200克溶剂油在室温和氮气氛下相混合。在0.5小时内加入154克部分A的产物。混合物放热升温到37℃。然后将混合物加热到142℃，在该温度下保持25小时。将混合物冷至80℃，加入50克水。将混合物加热到110－115℃，在该温度保持1.25小时，然后冷却到室温。用水、溶剂油和异丙醇洗该混合物。将混合物在7毫米汞的绝对压力下加热到147℃进行汽提。用硅藻土将混合物过滤，得到121克透明的深红色液体产物。

部分C：17.7克氢氧化钠溶在108.8克水中。40克部分B的产物、32毫升正丁醇和27.7克$(HONH_2)_2 \cdot H_2SO_4$在室温下相混合。将氢氧化钠溶液加到该混合物中，将混合物热35℃，在氮气氛下于该温度保持5小时。将混合物冷至室温，在该温度下保持过夜。将混合物加热到35℃，在该温度下保持1小时。在0.05小时内加入26.55克乙酸。混合物放热升温到40℃。在搅拌下将混合物冷却至室温。加入100毫升

甲苯。将混合物洗三次，每次用１００毫升水。将混合物放在装有水冷凝器的烧瓶中，在氮气氛下搅拌、加热至回流温度，保持回流以除去水。将混合物冷却、过滤。滤液经汽提得到４１克透明的深褐色液体产物。

部分Ｄ：４．６２克碳酸铜和５０克甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。将３８克部分Ｃ的产物和９０克甲苯混合，在０．２小时内于搅拌下加到碳酸铜—甲苯混合物中，同时将混合物的温度保持在室温。将混合物加热到回流温度，保持回流１小时，然后冷却到５０℃。向混合物中加入４．５克氢氧化钠。将混合物加热到回流温度，保持回流，直到在冷凝器中收集到４．６克水。将混合物冷至室温，在硅藻土上过滤，得到４２克深褐色粘稠的液体产物，铜含量为６．０４％重量。

实施例２４

部分Ａ：１７５克Duomeen　O（Armak　公司产品，Ｎ—油烯基—１，３—二氨基丙烷）加到装有水冷凝器的烧瓶中。加入３６．５克草酸二乙酯，混合物放热升温到６９℃。将混合物加热到１２０℃，在该温度下保持２小时。在冷凝器中收集１７．９克乙醇。将混合物冷至室温，得到１９０．８克白色固体产物。

部分Ｂ：将１７７．９克部分Ａ的产物在装有水冷凝器的烧瓶中加热到８０℃。在混合物中加入７０克甲苯和２１．７克铜含量为５６．２％重量的碳酸铜。在０．１小时内向混合物逐滴加入２８．２克氢氧化钠水溶液。将混合物加热到回流温度，在该温度下

保持2小时。以每小时0．5标准立方英尺的速度向混合物中吹入氮气0．5小时。将30克SC－100溶剂和10克硅藻土加到混合物中，再加入27克癸醇。将混合物加热到100℃，过滤，得到286．5克兰色凝胶状产物，铜含量为3．34%重量。

实施例25

部分A：304克对庚基苯酚、525克DuomeenT、50克多聚甲醛和350毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。将混合物加热到回流温度，保持回流3小时。在冷凝器中收集35克水。减压除去混合物中的溶剂。将混合物经硅藻土过滤，得到729克浅褐色油状产物。

部分B：112克实施例25部分A的产物、24克实施例22部分A的产物、23克30%Cu Cem All和40克SC－100溶剂在搅拌下加热到80℃，在该温度于氮气氛下保持2小时。将产物经硅藻土过滤，得到185克褐色油状产物，铜含量3．5%重量。

实施例26

25克实施例22部分A的产物、112克实施例25部分A的产物和79克铜含量为8%的环烷酸铜混合在一起，在氮气氛和搅拌下将混合物加热到80－90℃并在该温度下保持2小时。将混合物经硅藻土过滤，得到200克深绿色产物，铜含量为2．55%重量。

实施例２７

部分Ａ：２６２克十二烷基丁二酸酐和１５０毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合并加热到７０－８０℃。将６０克乙二胺与５０毫升甲苯混合。在０．５－１小时内将乙二胺—甲苯混合物加到十二烷基丁二酸酐—甲苯混合物中。将混合物加热到回流温度，保持回流１小时。将混合物在２０毫米汞的绝对压力下加热到１３０℃以除去混合物中的溶剂。在搅拌下向混合物中加入５０克１００N矿物油，得到３５０克浅橙色油状产物。

部分Ｂ：１８６克部分Ａ的产物和１１８克铜含量为８％重量的环烷酸铜相混合，在搅拌下加热到７０－８０℃，在该温度下保持２小时，得到３００克兰色油状产物，铜含量为３．２７％重量。

实施例２８

部分Ａ：１７５克DuomeenO和７６克二硫化碳与１５０毫升甲苯和１００毫升异丙醇在低于１５℃的温度下混合。向混合物中加入５３克２，４－二氯基丁烯－１。将混合物加热到室温，在该温度下保持１小时。然后将混合物加热到４０－５０℃，在该温度下保持２小时。减压除掉溶剂。将混合物经硅藻土过滤，得到２４５克深橙色油状产物。

部分Ｂ：１３３克部分Ａ的产物和１５７克铜含量为８％重量的环烷酸铜混在一起，加热到８０℃，在该温度于搅拌下保持２小

时。将混合物经硅藻土过滤，得到２６６克黑色油状产物，铜含量为３．５％重量。

实施例２９

２００克实施例部分A的产物、３６克碳酸铜和２５０毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。将混合物加热到６０℃，加入３８克氢氧化铵水溶液。以每小时３标准立方英尺的速度向混合物中吹入氮气２小时。将混合物热至８０－９０℃，在冷凝器中收集２５克水。将混合物热至回流温度，保持回流０．５小时。将混合物在２０毫米汞的绝对压力下加热到１２０℃以除去混合物中的甲苯。将混合物过滤，得到１５０克带褐色的油状产物，铜含量为０．７７％重量。

实施例３０

３７克缩水甘油、７６克二硫化碳和１００毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。烧瓶保持在低于１５℃的冰浴中。加入１００毫升异丙醇。在１小时内逐滴加入１７５克Duomeen O，在室温下搅动混合物１小时，将混合物加热到４０－５０℃，在该温度下保持２小时。减压除去溶剂。向混合物中加入３９３克铜含量为８％重量的环烷酸铜。将混合物加热到７０－８０℃，在该温度于搅拌下保持２小时。混合物经硅藻土过滤，得到６３０克油状产物，铜含量为４．８８％重量。

实施例３１

１０３克邻硝基苯酚和３３克多聚甲醛在装有水冷凝器的烧瓶中与甲苯混合。在０．５小时内加入２６２克Duomeen O。将混合物加热到回流温度，保持回鎏－３小时。在冷凝器中收集１５克水。将混合物冷却到室温。加入３３克碳酸铜。将混合物加热到回流温度，在该温度下保持２小时以除去水。减压蒸发，从混合物中除掉２５毫升挥发物。将混合物经硅藻土过滤，得到３８０克绿色油状产物，铜含量为４．１４％重量。

实施例３２

部分A：１０８克苯肼与２００毫升乙醇在室温下混合。将１２８克２－乙基已醛在搅拌下逐滴加入到混合物中。混合物放热升温到约２５℃。将混合物搅拌０．５小时，冷至室温。补加乙醇，直到形成透明的黄色溶液。

部分B：１３０克十二烷基苯胺与３００毫升乙醇在室温下混合，将混合物冷至０℃。向混合物中加入６０克浓盐酸（３８％重量），混合物放热升温到２２℃。将混合物冷却到０℃。４０克$NaNO_2$溶在１００毫升水中。在０．７５小时内将所得的$NaNO_2$溶液加到该混合物中，同时保持混合物的温度低于５℃。向混合物中加入１００毫升的纺织溶剂（一种低沸点的烃类溶剂）以促进$NaNO_2$溶解。

部分C：３００克浓NaOH水溶液（５０％重量）与１０００毫升乙醇混合形成溶液。将１０９克部分A的产物和

136部分B的产物在搅拌下同时加到NaOH乙醇溶液中。将所得的混合物在室温下保存过夜。向溶液中加入500毫升已烷和500毫升水加到混合物中，其结果是形成水层和有机层。将有机层与水层分离开，用水洗三次，干燥，过滤并汽提，得到60克产物。

部分D：48.8克部分C的产物溶在50毫升丙酮中，加热到50℃，形成第一份溶液。10克乙酸铜溶在150毫升水和50毫升甲醇的混合物中形成第二份溶液。将第二份溶液加热到50℃。第一份溶液与第二份溶液混合，形成第三份溶液。将100毫升水和100毫升石脑油加到第三份溶液中，结果形成一个水层与一个有机层将有机层与水层分开。在分出的有机层中加入100毫升水和100毫升石脑油，结果形成水层和有机层。将有机层与水层分开。将分出的有机层干燥、过滤并汽提，得到44克产物，铜含量为2.21%重量。

实施例33

部分A：265克四聚丙烯基苯酚、350克DuomeenO、33克多聚甲醛和200毫升甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。将混合物于回流条件下加热3－4小时。在冷凝器中收集22克水。减压除去混合物中的溶剂。将混合物经硅藻土过滤，得到628克油状产物。

部分B：63克本实施例33部分A的产物、63克实施例部分A的产物和78.7克铜含量为8%重量的环烷酸铜相混合，在

搅拌下加热到70－80℃，在该温度下保持2小时，将混合物经硅藻土过滤，得到195克深绿色产物，铜含量为2．98%重量。

实施例34

144克亚乙基聚胺和聚异丁烯基（数均分子量950）丁二酸酐的含硼反应产物与196克铜含量8%重量的环烷酸铜在250毫升甲苯中相混合，在氮气氛下加热到回流温度并在该温度下保持1小时。将混合物减压汽提，经硅藻土过滤，得到305克绿色油状产物。

实施例35

部分A：561克聚异丁烯基（数均分子量950）丁二酸酐和一种商品聚胺底部产物的反应产物与500毫升甲苯混合。加入93克H_3BO_3。将混合物在装有水冷凝器的烧瓶中于搅拌下加热到60℃。将混合物加热到回流温度，保持回流，直到在冷凝器中收集到30克水。将混合物的温度调节到200℃，在冷凝器中再收集5克水。减压除掉混合物中的溶剂。将混合物经硅藻土过滤，得到722克褐色油状产物。

部分B：152克部分A的产物和158克铜含量8%重量的环烷酸铜相混合，加热到80－90℃，在氮气下于该温度保持2－3小时并伴以搅拌。将混合物经硅藻土过滤，得到320克绿色油状产物。

实施例36

部分A：212.5克四聚丙烯基苯酚和60克叔丁胺在装有水冷凝器的烧瓶中混合。将混合物加热到70℃，加入27.8克多聚甲醛。混合物开始起泡，安装一个泡沫捕集器。将混合物热至90℃，在该温度下保持15分钟。在泡沫捕集器中收集150毫升泡沫。将成过泡的物质加到烧瓶中。用氮气以每小时2.5标准立方英尺的速度吹洗混合物，最终温度为140℃。在冷凝器中收集14.8克水。从混合物中汽提出104.2毫升甲苯，得到339克金黄色液体产物。

部分B：169.5克部分A的产物、15.03克铜含量为56.2%重量的碳酸铜、34.5克异辛醇和67.8克甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。将混合物加热到50℃，在15分钟内向混合物中逐滴加入36.6克氢氧化铵水溶液（含29%重量的氨）。以每小时0.5标准立方英尺的速度向混合物吹入空气，将混合物加热到120℃下保持2小时，然后冷却到室温。随后将混合物热至回流温度，在该温度下保持7小时。将混合物冷至室温，在室温下保持3天。将混合物加热到150℃。除去31.4克水。将混合物冷至80℃，加入57.5克SC－100溶剂。混合物经硅藻土过滤，得到215克产物，铜含量为2.88%重量。

实施例37

169.5克实施例36部分A的产物、26.61克乙酸铜和103.4克甲苯在装有水冷凝器的烧瓶中混合。以每小时0.5标准立方英尺的速度向混合物吹入空气。将混合物加热到120℃的回流温度，保持回流3小时。将混合物冷至室温，然后加热到回流温度并在该温度下保持7小时。将混合物冷至室温，在该温度下保持3天。将混合物加热到145℃，在水冷凝器中收集9.35克乙酸和水的混合物。向混合物中加入57.5克SC-100溶剂、34.5克异辛醇和5克硅藻土。将混合物过滤，得到237.5克铜偏量为1.20%重量的产物。

柴油燃料

可用于本发明的柴油燃料可以是任何柴油燃料。在一项实施方案中，按照在ASTM D 2622-87中规定的题为“用X射线光谱法测定石油产品中硫含量的标准试验方法”的试验方法，测得柴油燃料的硫含量不高于约0.1%重量，最好是不高于约0.05%重量。沸点范围和粘度适合用于柴油型发动机的任何燃料均可使用。这些燃料通常有90%的点馏温度处在约300℃至约390℃的范围内，最好是在约330℃至约350℃的范围内。这些燃料的粘度范围在40℃时一般是从约1.3至约2.4厘沲。这些柴油燃料可以象在题为“柴油燃料油标准规格”的ASTM D 975中所规定的那样分类在1-D、2-D或4-D中的任何一级。

本发明的柴油燃料组合物物有效数量量的上述一种或多种含铜有机金属配合物，以降低在柴油燃料燃烧时形成的废气粒子的着火温度。这些有机金属配合物在本发明柴油燃料中的浓度常常按照这类配合物中的金属加入量来表示。柴油中这类金属的含量以每百万份燃料含1到约5000份金属为宜，每百万份燃料中含约1到约500份金属更好，最好是每百万份燃料中含1到约100份燃料。

除了上述的有机金属配合物以外，本发明柴油燃料组合物可以含有工艺技术人员所熟知的其它添加剂。这包括，抗氧化剂、染料、十六烷值增进剂、胶质抑制剂、金属减活化剂、破乳剂、上汽缸润滑剂和防冻剂。

这些柴油燃料组合物可以与无灰分散剂相混合。合适的无灰分散剂包括一元或多元醇与在酰基部分含至少30个碳原子的高分子量单羧酸或多羧酸酰化剂所成之酯。这些酯是工艺技术人员所熟知的。例如参见法国专利1，396，645；英国专利981，850；1，055，337和1，306，529；美国专利3，255，108；3，311，558；3，331，776；3，346，354；3，522，179；3，579，450；3，542，680；3，381，022；3，639，242；3，697，428；和3，708，522。这些专利因为包含着关于合适的酯及其制备方法的内容而特地引用作为参考。当使用这类分散剂时，上述的有机金属配合物与无灰分散剂之重量比可以是在约0．1：1和约10：1之间，

最好是在约1：1和约10：1之间。

本发明的有机金属配合物可以直接加到燃料中，也可以用基本上惰性的、通常是液态的有机稀释剂（例如石脑油、苯、甲苯、二甲苯或平常的液体燃料）稀释，形成添加剂浓缩物。类似地，上述的抗氧化剂可以直接加到燃料中，也可以掺加到浓缩物中。这些浓缩物一般含有约1%至约90%重量的本发明的有机金属配合物。浓缩物中还可以含有最多约90%重量的、一般是从约1%至90%重量的一种或多种上述抗氧化剂。这些浓缩物还可以含有一种或多种工艺上已知的或是前面已提到的其它常规添加剂。

在本发明的一项实施方案中，含铜的有机金属配合物以直接加入的方式或作为上述浓缩物的一部分与柴油燃料相混合，用此柴油燃料开动装有排气系统粒子捕集器的柴油发动机。含有有机金属配合物的柴油燃料装在燃料槽中，输送到它于其中燃烧的柴油发动机中，这种有机金属配合物降低了收集在排气系统粒子捕集器内的废气粒子的着火温度。在另一项实施方案中，采用以上操作步骤，但是有机金属配合物装在柴油发动机所驱动的装置（例如，小汽车。公共汽车、卡车等）上一个与柴油燃料分开的单独的燃料添加剂分配器中。有机金属配合物与柴油燃料在柴油发动机工作期间相混合或掺合。在后一实施方案中，保存在燃料添加剂分配器中的有机金属配合物可以构成上述那类燃料添加剂浓缩物的一部分，浓缩物与柴油燃料在柴油发动机工作期间相混合。

以下浓缩物配方用来示例说明本发明。各个配方中使用所指明的实施例1－37中的铜配合物，处理量表示成加到浓缩物中的该

实施例产物的重量份数。对于实施例1－37中的每种产物都提供两个浓缩物配方，一个是配方－1（浓缩物配方A－1），其中含有氧化剂，另一个是配方－2（例如，浓缩物配方A－2），其中不含抗氧化剂。抗氧化剂是5－十二烷基水杨醛肟。抗氧化剂的处理量用重量份数表示，所有配方中剩余部分均为二甲苯，用重量份数表示。

浓缩物配方	铜配合物		抗氧化剂（份数）	二甲苯（份数）
	实施例	处理量（份数）		
A-1	1	377	35	412
A-2	1	377	--	377
B-1	2	465	35	500
B-2	2	465	--	465
C-1	3	435	35	470
C-2	3	435	--	435
D-1	4	417	35	452
D-2	4	417	--	417
E-1	5	521	35	556
E-2	5	521	--	521
F-1	6	395	35	430
F-2	6	395	--	395
G-1	7	455	35	490
G-2	7	455	--	455
H-1	8	408	35	443
H-2	8	408	--	408
I-1	9	549	35	584
I-2	9	549	--	549
J-1	10	280	35	315
J-2	10	280	--	280
K-1	11	541	35	576

（续）

浓缩物配方	铜配合物		抗氧化剂（份数）	二甲苯（份数）
	实施例	处理量（份数）		
K-2	11	541	—	541
L-1	12	456	35	491
L-2	12	456	—	456
M-1	13	417	35	452
M-2	13	417	--	417
N-1	14	427	35	462
N-2	14	427	--	427
O-1	15	465	35	500
O-2	15	465	--	465
P-1	16	461	35	496
P-2	16	461	--	461
Q-1	17	645	35	680
Q-2	17	645	--	645
R-1	18	513	35	548
R-2	18	513	--	513
S-1	19	587	35	622
S-2	19	587	--	587
T-1	20	893	35	928
T-2	20	893	--	893
U-1	21	1036	35	1071
U-2	21	1036	--	1036
V-1	22	503	35	538
V-2	22	503	--	503
W-1	23	331	35	366
W-2	23	331	--	331
X-1	24	599	35	634
X-2	24	599	--	599

（续）

浓缩物配方	铜配合物		抗氧化剂（份数）	二甲苯（份数）
	实施例	处理量（份数）		
Y-1	25	571	35	606
Y-2	25	571	--	571
Z-1	26	784	35	819
Z-2	26	784	--	784
AA-1	27	612	35	647
AA-2	27	612	--	612
BB-1	28	571	35	606
BB-2	28	571	--	571
CC-1	29	2597	35	2632
CC-2	29	2597	--	2597
DD-1	30	410	35	445
DD-2	30	410	--	410
EE-1	31	483	35	518
EE-2	31	483	--	483
FF-1	32	905	35	940
FF-2	32	905	--	905
GG-1	33	671	35	706
GG-2	33	671	--	671
HH-1	34	417	35	452
HH-2	34	417	--	417
II-1	35	488	35	523
II-2	35	488	--	488
JJ-1	36	694	35	729
JJ-2	36	694	--	694
KK-1	37	1667	35	1702
KK-2	37	1667	--	1667

提供以下的柴油燃料配方用以示例说明本发明。在以下各柴油燃料配方中，都使用硫含量为０．０５％重量的２－Ｄ级柴油燃料。在各配方中，使用所指明的实施例１－３７中的铜配合物，处理量则根据加到燃料中的该实施例产物的数量表示成ＰＰＭ。对于实施例１－３７中的每种产物均提供两个配方，一个为配方－１同（例如，柴油燃料配方Ａ－１），其中含有抗氧化剂，另一个是配方－２（例如，柴油燃料配方Ａ－２），其中不含抗氧化剂。抗氧化剂是５－十二烷基水杨醛肟。抗氧化剂的处理量用ＰＰＭ表示。所有配方中剩余部分都是上述的低硫柴油燃料，用重量百分数表示。

燃料配方	铜配合物		抗氧化剂（ppm）	柴油燃料（重量%）
	实施例	处理量（ppm）		
A-1	1	377	35	99.9588
A-2	1	377	--	99.9623
B-1	2	465	35	99.9500
B-2	2	465	--	99.9535
C-1	3	435	35	99.9530
C-2	3	435	--	99.9565
D-1	4	417	35	99.9548
D-2	4	417	--	99.9583
E-1	5	521	35	99.9444
E-2	5	521	--	99.9479
F-1	6	395	35	99.9570
F-2	6	395	--	99.9605
G-1	7	455	35	99.9510
G-2	7	455	--	99.9545
H-1	8	408	35	99.9557
H-2	8	408	--	99.9592
I-1	9	549	35	99.9416
I-2	9	549	--	99.9451
J-1	10	280	35	99.9685
J-2	10	280	--	99.9720
K-1	11	541	35	99.9424
K-2	11	541	--	99.9459
L-1	12	456	35	99.9509
L-2	12	456	--	99.9544
M-1	13	417	35	99.9548
M-2	13	417	--	99.9583
N-1	14	427	35	99.9538

（续）

燃料配方	铜配合物		抗氧化剂（ppm）	柴油燃料（重量%）
	实施例	处理量（ppm）		
N-2	14	427	--	99.9573
O-1	15	465	35	99.9500
O-2	15	465	--	99.9535
P-1	16	461	35	99.9504
P-2	16	461	--	99.9539
Q-1	17	645	35	99.9320
Q-2	17	645	--	99.9355
R-1	18	513	35	99.9452
R-2	18	513	--	99.9487
S-1	19	587	35	99.9378
S-2	19	587	--	99.9413
T-1	20	893	35	99.9072
T-2	20	893	--	99.9107
U-1	21	1036	35	99.8929
U-2	21	1036	--	99.8964
V-1	22	503	35	99.9462
V-2	22	503	--	99.9497
W-1	23	331	35	99.9634
W-2	23	331	--	99.9669
X-1	24	599	35	99.9366
X-2	24	599	--	99.9401
Y-1	25	571	35	99.9394
Y-2	25	571	--	99.9429

（续）

燃料配方	铜配合物		抗氧化剂（ppm）	柴油燃料（重量%）
	实施例	处理量（ppm）		
Z-1	26	784	35	99.9181
Z-2	26	784	--	99.9216
AA-1	27	612	35	99.9353
AA-2	27	612	--	99.9388
BB-1	28	571	35	99.9394
BB-2	28	571	--	99.9429
CC-1	29	2597	35	99.7368
CC-2	29	2597	--	99.7403
DD-1	30	410	35	99.9555
DD-2	30	410	--	99.9590
EE-1	31	483	35	99.9482
EE-2	31	483	--	99.9517
FF-1	32	905	35	99.9060
FF-2	32	905	--	99.9095
GG-1	33	671	35	99.9294
GG-2	33	671	--	99.9329
HH-1	34	417	35	99.9548
HH-2	34	417	--	99.9583
II-1	35	488	35	99.9477
II-2	35	488	--	99.9512
JJ-1	36	694	35	99.9271
JJ-2	36	694	--	99.9306
KK-1	37	1667	35	99.8298
KK-2	37	1667	--	99.8333

虽然已就其优选的实施方案对本发明作了说明，但是应该明白，对于阅读了本说明书的专业技术人员来说，显然可以进行各式各样的修改。因此，应该清楚，本文所公开的发明将把处在所附权利要求范围之内的这类修改都包括在内。