[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
C10L 1/00
C10L 1/18
C10M171/00

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96194717.9

[45]授权公告日 2002 年 8 月 7 日

[11]授权公告号 CN 1088743C

[22]申请日 1996.4.2
[21]申请号 96194717.9
[30]优先权
[32]1995.4.13 [33]US [31]08/421,327
[86]国际申请 PCT/US96/04667 1996.4.2
[87]国际公布 WO96/32462 英 1996.10.17
[85]进入国家阶段日期 1997.12.12
[73]专利权人 联合色料制造公司
地址 美国宾夕法尼亚州
[72]发明人 迈克尔·J·史密斯 巴拉特·德赛
[56]参考文献
GB361310 1931.11.18 _
US2063575 1936.12. 8 _
审查员 黄志洪

[74]专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
代理人 过晓东

权利要求书 8 页 说明书 15 页 附图页数 0 页

[54]发明名称 无色的石油产品标记物

[57]摘要

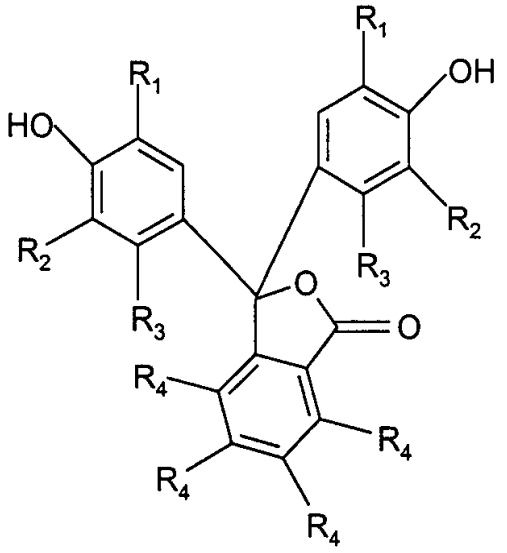
本发明涉及石油产品的标记物，该标记物在添加显色剂时可被监测到，而所述显色剂在与所述标记物接触时显色。

ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版

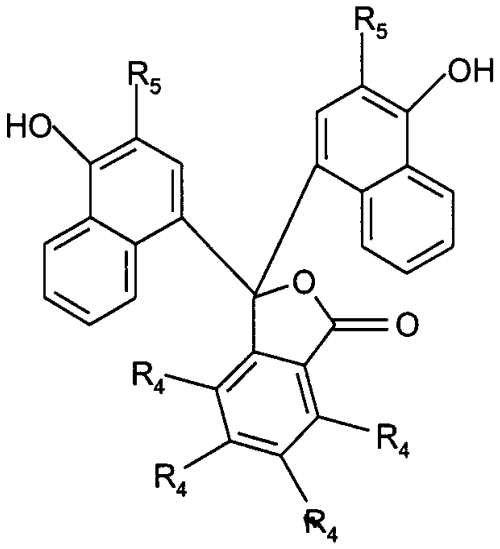
权 利 要 求 书

1、一种包含石油产品和可检测量的标记物的组合物，其中，所述标记物选自：



I

和



II

其中，R_1 为含 1 至 8 个碳原子的烷基或烷氧基；R_2 和 R_3 为氢原子、烷基或烷氧基；R_4 为氢、氯或溴；R_5 为氢原子或含 1 至 8 个碳原子的烷基或烷氧基；而且

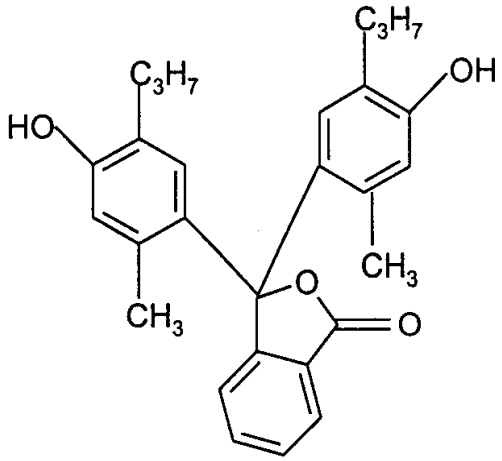
所述标记物溶解或者稀释于溶剂中形成非水溶液，该溶液溶于所述石油产品中，并且所述标记物在与显色剂接触时显色。

2、如权利要求 1 所述的组合物，其中，所述标记物在所述石油产品中的含量至少为 0.5 ppm。

3、如权利要求 1 所述的组合物，其中，所述标记物的含量至少为 5 ppm。

4、如权利要求 1 所述的组合物，其中，所述标记物的浓度为 0.5 — 100 ppm。

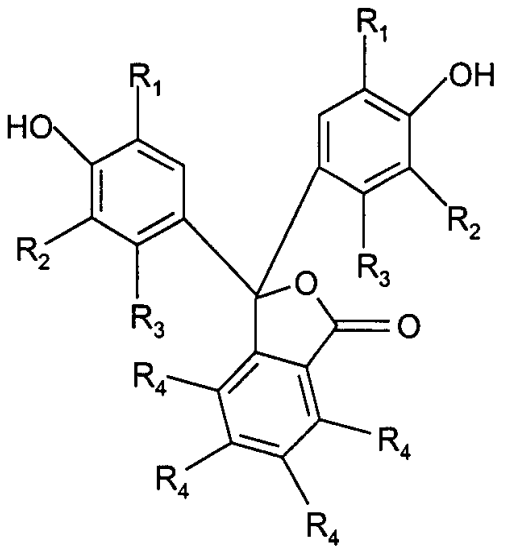
5、如权利要求 4 所述的组合物，其中，所述标记物为：



III

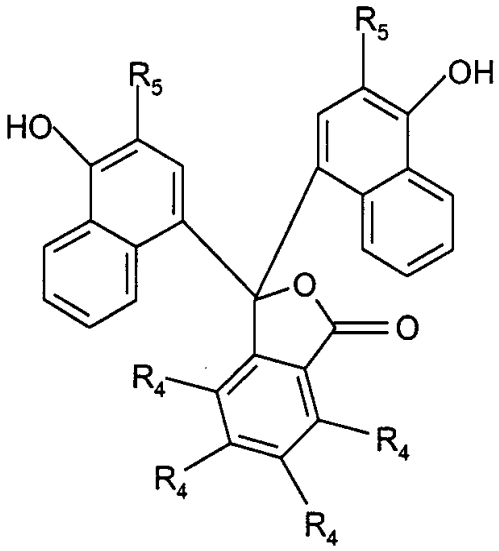
6、如权利要求 1 所述的组合物，其中，R_1、R_2 和 R_3 中的总烷基碳数不超过 12。

7、一种标记石油产品的方法，其包括向所述石油产品中添加可检测量的标记物，该标记物选自：



I

和



II

其中，R_1 为含 1 至 8 个碳原子的烷基或烷氧基；R_2 和 R_3 为氢原子、烷基或烷氧基；R_4 为氢、氯或溴；R_5 为氢原子或含 1 至 8 个碳原子的烷基或烷氧基；而且

所述标记物溶解或者稀释于溶剂中形成非水溶液，该溶液溶于所述石油产品中，并且所述标记物在与显色剂接触时显色。

8、如权利要求 7 所述的方法，其中，所述标记物的含量至少为 0.5 ppm。

9、如权利要求 8 所述的方法，其中，所述标记物的含量至少为 5

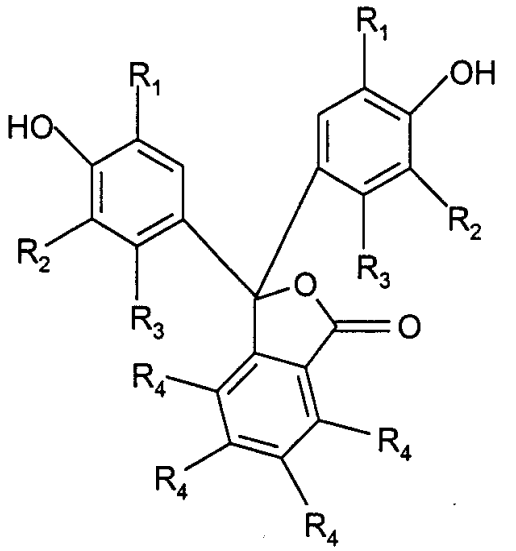
ppm。

10、如权利要求 9 所述的组合物，其中，所述标记物的含量为 0.5 — 100 ppm。

11、如权利要求 10 所述的组合物，其中，所述标记物以流体形式添加到所述石油产品中。

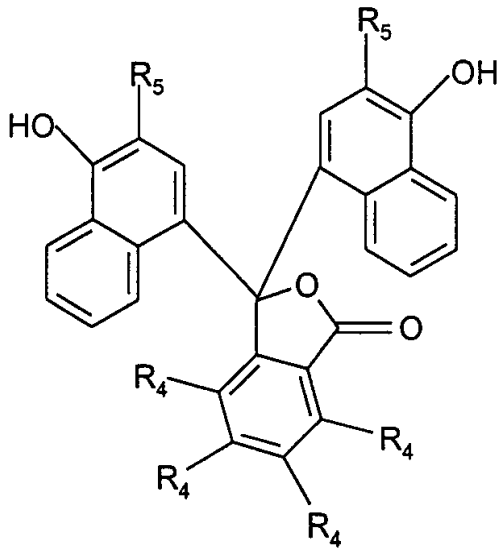
12、一种鉴定包含标记物之石油产品的方法，其包括：

a) 对包含可检测量标记物的石油产品取样，其中所述标记物选自：



I

和



II

其中，R_1 为含 1 至 8 个碳原子的烷基或烷氧基；R_2 和 R_3 为氢原子、烷基或烷氧基；R_4 为氢、氯或溴；R_5 为氢原子或含 1 至 8 个碳原子的烷基或烷氧基；而且

所述标记物溶解或者稀释于溶剂中形成非水溶液，该溶液溶于所述石油产品中，并且所述标记物在与显色剂接触时显色；然后

b) 向上述样品中添加显色剂，该显色剂在与所述标记物接触时显色。

13、如权利要求 12 所述的方法，其中，通过碱水解生成有色二阴离子以显色。

14、如权利要求 13 所述的方法，其中，所述显色剂包含强碱。

15、如权利要求 14 所述的方法，其中，所述显色剂的 pH 值为 10 至 14。

16、如权利要求 15 所述的方法，其中，所述碱选自碱金属氢氧化物。

17、如权利要求 16 所述的方法，其中，所述碱为氢氧化季铵。

18、如权利要求 17 所述的方法，其中，所述试剂的 pH 值为 11 至 13。

19、如权利要求 18 所述的方法，其中，向所述样品中添加萃取介质。

20、如权利要求 19 所述的方法，其中，萃取介质与液状石油产品

按 1 至 17 的体积比混合。

21、如权利要求 20 所述的方法，其中，所述萃取介质为包含水以及选自脂肪醇、芳香族醇、乙二醇和乙二醇醚的相分离促进剂的混合物。

22、如权利要求 21 所述的方法，其中，所述混合物还包含氢氧化季铵化合物。

23、如权利要求 22 所述的方法，其中，带色的显色商品加酸中和，使被标记的燃料恢复原貌。

24、一种鉴定石油产品的方法，其包括：

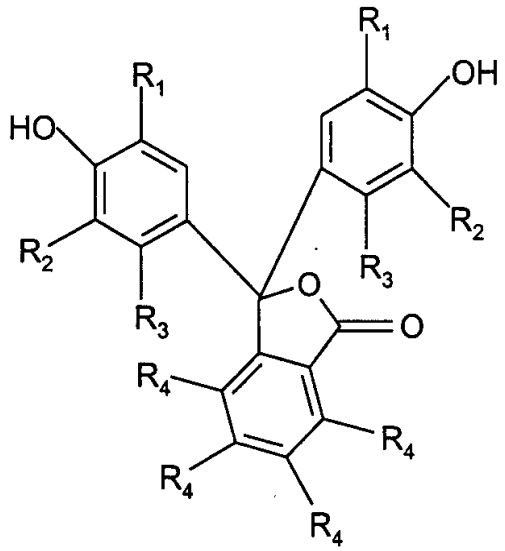
a) 对包含有可检测量百里酚酞标记物的石油产品取样，所述标记物溶解或者稀释于溶剂中形成非水溶液，该溶液溶于所述石油产品中，

b) 向所述标记物中添加显色剂，并且

c) 把所述标记物萃取到萃取介质中。

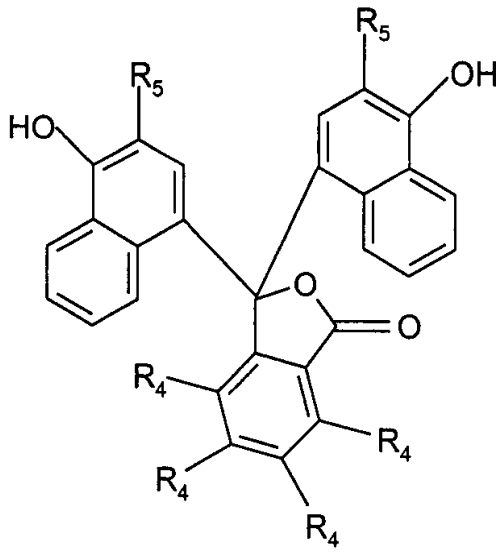
25、一种标记石油产品的溶液，其包含：

a) 一种标记物，其选自：



I

和



II

其中，R_1 为含 1 至 8 个碳原子的烷基或烷氧基；R_2 和 R_3 为氢原子、烷基或烷氧基；R_4 为氢、氯或溴；R_5 为氢原子或含 1 至 8 个碳原子的烷基或烷氧基；而且

所述标记物在与显色剂接触时显色；以及

b) 可在所述石油产品中混溶的所述标记物的溶剂。

26、如权利要求 25 所述的溶液，其中，所述标记物处于所述石油产品中时目视不可检测。

27、如权利要求 26 所述的溶液，其中，所述溶剂选自于芳香烃、芳香族醇和非质子性溶剂。

28、如权利要求 27 所述的溶液，其中，以重量比计，所述组合物包含 5－50％的标记物和 50－95％的溶剂。

29、如权利要求 28 所述的溶液，其中，以重量比计，所述组合物包含 15－25％的标记物和 75－85％的溶剂。

30、如权利要求 29 所述的溶液，其中，以重量比计，所述组合物

包含 5－50％的标记物、0－90％的芳香族醇、以及 5－50％的非质子性溶剂。

31、如权利要求 30 所述的溶液，其中，以重量比计，所述组合物包含 10－30％的标记物、30－80％的芳香族溶剂、以及 10－40％的非质子性溶剂。

32、如权利要求 31 所述的溶液，其中，所述非质子性溶剂选自于 1－甲基吡咯烷酮、N，N－二甲基甲酰胺和 N，N－二甲基乙酰胺。

33、如权利要求 32 所述的溶液，其中，以重量比计，所述组合物包含 20％的百里酚酞、50％的芳香族溶剂、以及 30％的 1－甲基吡咯烷酮。

说　明　书

无色的石油产品标记物

发明背景

本发明涉及无色或近无色的用于标记或标志石油燃料的化合物。本发明也涉及用于碱可萃取之标记物的显色试剂。本发明还涉及漂白已显色的标记物的颜色的方法，从而使燃料恢复原貌并可与未经显色的被标记燃料相混合，避免了现有技术中常见的单独处置有潜在危险的标记物萃取液的需要。

标记物是用于标志石油产品以供随后检测的物质，通常在石油产品中是无色的。标记物溶于待识其他流体中，接着对被标记流体作简单的物理或化学测试进行检测。有时政府需要标记物以确保对特定级别燃料已征收了适当的税收。石油公司也对其产品作标记以帮助识别稀释或改变其产品的人。这些公司经常做很大花费以确保其名牌石油产品符合某些规格，如挥发度和辛烷值，同时还要为其石油产品提供足够的包含洗涤剂以及其他组分的添加剂包装。消费者则信赖品牌和确保产品按所期望品质购卖的质量标志。

对那些不讲道德的汽油商来说，以可用来购买高质量的名牌或指定产品的价格向消费者兜售劣质产品可增加利润。也可简单地靠把名牌产品用劣质产品稀释的办法提高利润。对汽油产品来说要整顿用另一种产品替换某一产品或在名牌产品中掺劣质产品的商家是困难的，因为混合产品的定性检验中也显示名牌产品的每一组成。而名牌产品中的关键添加剂通常含量很低，这样检测被劣质产品稀释的程度的定量分析将是困难的、费时的及昂贵的。

对燃料或其他石油产品加标记系统的方法已被提出，但由于种种缺点阻碍了其效能。很多标记系统，如随时间而失效，使得经过长期贮藏后很难进行检验。此外，用于使标记物显色的试剂常常难于操作或存在处置问题。而且有些标记物还会分配到水中。当在含水的容器中贮存时会造成标记物失效。

本发明组合物中含有常被描述为羟基酞类的化合物。其中的一些化合物在实验室酸/碱滴定分析中已被确立为目测pH指示剂。还有一些已被推荐适用于某些生物－医药应用中。但它们在石油燃料和添加剂中作标记或标志物的用途还是独特的。

已被考虑作为标记物的类似化合物为酚酞。1994年它被U.S. Environmental Protection Agency 推荐用作燃料标记物，并在其主办下进行石油精炼领域的实验。由于在标志物所要求的浓度下酚酞在石油燃料中缺乏适当的溶解度，实验未获成功。酚酞从燃料中部分结晶析出，造成精炼设备、管线等的底部被标记和污染。酚酞也易溶于水，常常集于贮藏罐底部的水层能将其部分萃取，因此导致它不能作为定量燃料标记物。此外，酚酞对萃取液或显色剂的碱性特别敏感。用pH小于10.5的水基萃取液时，萃取慢并且不完全，而pH高于约11时酚酞又很快形成无色的三阴离子。本发明物质没有这些缺点。

本发明的标记物在石油燃料中有更大的溶解度并且在中性水中有更小的溶解度。其三阴离子形成的敏感性和强碱存在下二阴离子的部分褪色也被最小化。这些优点的出现得益于与本发明标记物中可离子化羟基相邻的烷基或烷氧基。

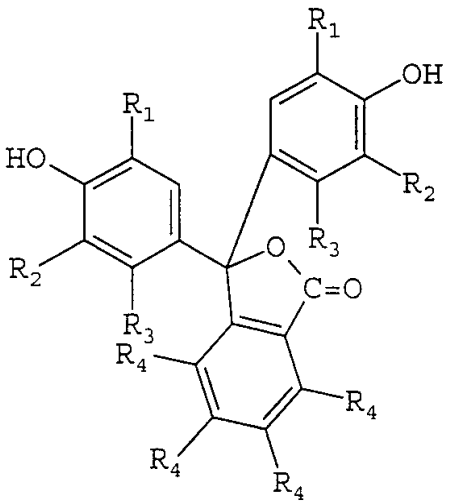
本发明的标记物在有效使用量时于液状石油产品中是无色的，但当用适当的显色剂萃取时则呈现特征颜色。用于显色的试剂本身也是

易于使用、操作和处置的。

本发明的标志物在有效用量水平下不使石油燃料带色的特征使得其广泛适用于石油产品。如目前可用于标记或标志用于道路车辆的低硫柴油。联邦政府颁布的一项条例中阻止向该燃料中添加按有效用量会使燃料带色的染料或染料相关的物质。该条例排除了现有技术中推荐作为石油燃料标记物的多种强带色物质的使用，如，美国专利5,156,653; 5,205,840; 4,764,474和4,735,631中公开的物质。这些专利的内容在此引入作为参考。

发明简述

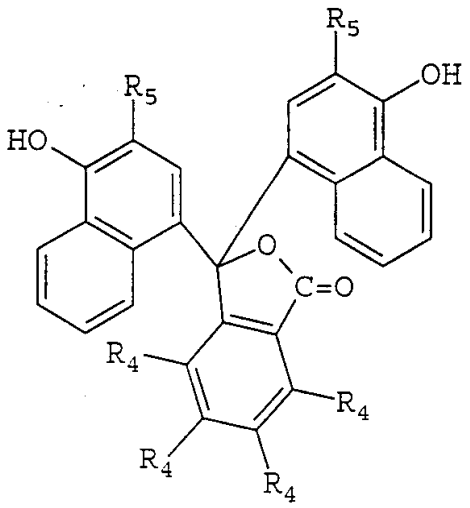
本发明包括标记物组合物和包含液状石油产品及可检测量的标记物的组合物，其中标记物为1(3H)异苯并呋喃酮衍生物:



I

其中R_1为含1至8个碳原子的烷基或烷氧基; R_2和R_3为氢原子、烷基或烷氧基。R_4为任意组合的溴、氯和氢原子。

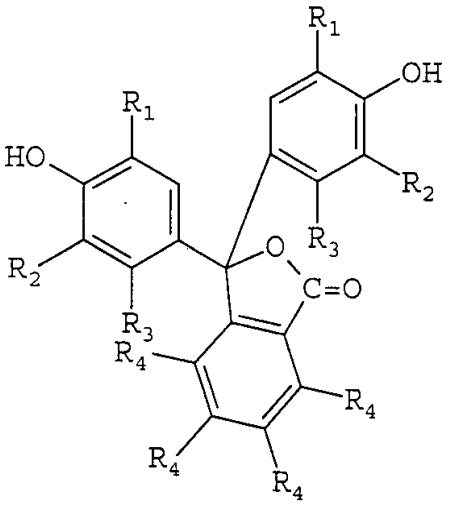
此外，R_2和R_3的碳原子可构成如下所示之萘环系统部分:



II

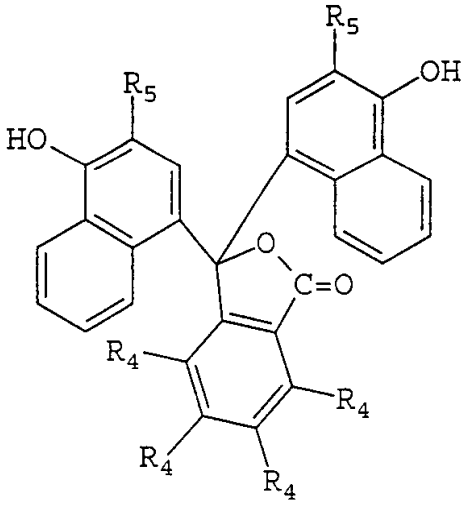
其中R_1－R_4如上所述，R_5为氢原子、含1至8个碳原子的烷基或烷氧基。

本发明也包括一种标记石油产品的方法，包括向液状石油产品中添加可检测量的标记物，该标记物选自：



I

和



II

其中R_1-R_5如上所述。

本发明也是一种鉴定液状石油产品的方法，在该方法中对上述含可检测量之标记物的液状石油产品取样，然后向样品中加入显色剂显色。

本发明也包括一种鉴定液状石油产品的方法，在该方法中对含可检测量之百里酚酞标记物的石油产品取样，然后向样品中添加显色剂并把标记物萃取到萃取介质中。

本发明也包括一种标记石油产品的溶液，其包含上述标记物和可与石油产品混溶的标记物溶剂。

发明详述

本发明的标记物可添加至任何石油产品如燃料、润滑油和润滑脂。本发明液状石油产品的例子有汽油、柴油、燃料油、煤油和灯油。标志物被显色后在宽的浓度范围内可目测检验，但优选含量至少约为0.5ppm至5ppm，更优选为约0.5至约100ppm。

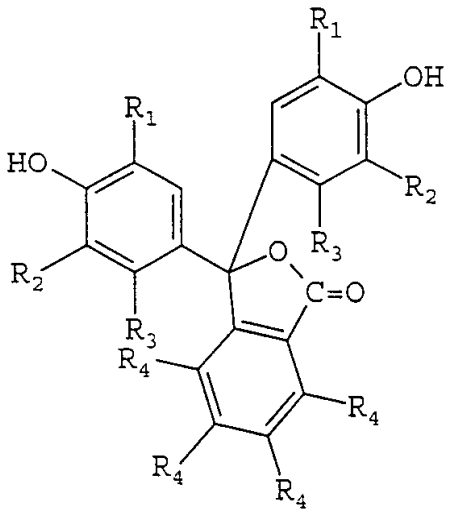
由于标记物在石油产品中基本上无色，要用显影剂或显色剂与它

反应检测其存在。在本发明中使用的显色剂必须含有强碱如碱金属的氢氧化物，或最优选的氢氧化季铵。显色剂的pH值为约10至约14，优选为约11至约13。一旦与所推荐的碱接触，显色剂电离并迅速形成强带色的二阴离子。显色的标记物的强度易于目视检测。如果仅需对显色剂的存在作定性指示，带色、“显色”的燃料可倒回到其来源。这样显色剂和标记物与产品一起被烧掉或用掉，在如路边实验中不造成要处置的有潜在危险的废弃物的积累。在把含显色的标记物的样品倒回到其初始来源中之前，添加与燃料可混溶的酸把已显色商品的颜色破坏，优选为有机羧酸如油酸或异硬脂酸。这样虽添加了含活性的、未反应的显色剂的“显色”燃料，在来源中的燃料也不被颜色污染。

当显色的标记物的颜色被石油产品中其它的染色剂遮蔽时，用萃取介质萃取已显色燃料，可使已显色标记物得以显现。可只用水作萃取介质完成对样品的萃取，但优选用水和相分离促进剂如脂肪醇、乙二醇或乙二醇醚的混合物作为萃取介质。相分离促进剂的使用促进水相和有机相更易分离。此外，其他物质，如pH缓冲盐也可存在于萃取相中以稳定二阴离子或标记物。优选的萃取介质混合物也包含氢氧化季铵化合物，以提供通过形成二阴离子或标记物而显色的简单方法和显色的标记物可被立即萃取的适当的介质。当然，其他强碱，特别是碱金属的氢氧化物也可使用。

为定性确定标记物的存在，对萃取相可作目视检验。此外，被萃取的标记物也可用可见光吸收分光光度法检测并定量。萃取操作的好处在于能富集石油燃料中的标记物，从而增加了检测方法的灵敏度。

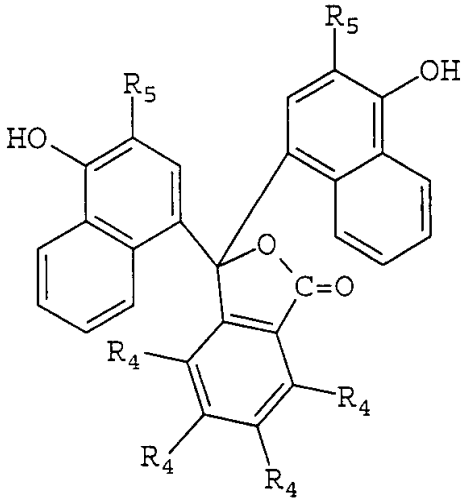
本发明的标记物用下列结构式表示:



I

其中R_1为含1至8个碳原子的烷基或烷氧基；R_2和R_3为氢原子、烷基或烷氧基。R_4为任意组合的溴、氯或氢原子。R_1、R_2和R_3中烷基碳总数优选不超过12。

此外，R_2和R_3的碳原子可构成如下所示之萘环系统部分：



II

其中R_5为氢原子、含1至8个碳原子的烷基或烷氧基。

本发明的化合物可用多种常用方法中的任意方法合成，合成方法

中涉及一摩尔当量的1,2-苯二甲酸，或优选的邻苯二甲酸酐与二摩尔当量的2-烷基苯酚或1-萘酚的缩合，其中相对于1位芳环羟基的4位碳原子对反应有用。实际缩合反应需加热引发，优选在脱水酸如正磷酸、硫酸或甲磺酸存在下，或用在Friedel-Crafts反应中为反应活性的金属卤化物，特别是氯化铝、氯化锡或氯化锌引发。当按Gamrath合成酚酞的美国专利2,522,939和2,522,940所推荐的合成方法合成时，上述后提出的催化剂特别有效。此处引用两专利的全部专利公开作为参考。脱水酸和Friedel-Crafts金属卤化物联合使用效果也令人满意。

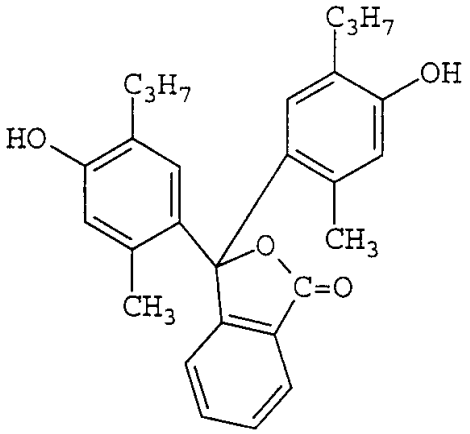
标记化合物可以粉末或晶体等干的形式或液状浓缩液形式使用。因操作的原因通常优选为液状形式。

为提供含标记物的浓溶液，把标记物溶于或冲稀至溶剂中构成在石油产品中有高溶解度的非水溶液。对石油产品适用的溶剂包括，如芳烃，特别是烷基苯，如二甲苯和萘类化合物；芳醇，特别是苄醇和苯酚乙二醇醚；和非质子溶剂如甲酰胺、N,N-二甲基甲酰胺、N,N-二甲基乙酰胺或1-甲基吡咯烷酮。这些溶剂可单独使用或为有利起见混合使用。当本发明的适当溶剂和标记物混合后，构成了易溶于石油产品的稳定的液状组合物。主要是由于流体更易操作，所以，与干的或固体产品相比，使用稳定的、自由流动的流体形式的标记物对石油工业更具有吸引力。当然也可直接使用干的或固体标记物。

例如按重量计，通常液状浓溶液可包含约5-50wt％的标记物和约50-95wt％的溶剂。溶液的优选范围可为15-25wt％的标记物和75-85wt％的溶剂。如上所述，适用的溶剂包含非质子溶剂和芳香族溶剂。溶液中包含的非质子溶剂的用量依赖于标记物的添加量、溶液的粘度、

所采用非质子溶剂的相对价格以及本技术领域中已知的其他因素。用于某一特定液状浓溶液中的芳香族溶剂或共溶剂的选择依待标记的石油产品的类型而定。例如，易挥发溶剂用于标记汽油产品，而不易挥发溶剂则用在用于标记和鉴定柴油或家用加热油产品的液状浓溶液中。

此处所采用的标记物的一个特殊形式是百里酚酞。其结构用下式表示:



III

它可通过一摩尔当量的苯二甲酸或邻苯二甲酸酐与二摩尔当量的2-异丙基-5-甲基苯酚（百里酚）在缩水剂如磷酸、氯化锡或氯化锌存在下缩合生成。按美国专利No. 2,522,939公开的酚酞推荐合成法合成该化合物可得好的收率，此处明确引入其整个专利公开作为参考。

百里酚酞可以干的形式（常用粉末或晶体）或液体浓溶液形式使用。浓溶液可通过标记物与可与待标记之石油产品完全混溶的溶剂混合制备。由于百里酚酞在直链石油烃中直接溶解的溶解度比较有限，溶剂组合物中包含非质子溶剂是特别有利的，特别是1-甲基-2-吡咯烷

酮，它可大大增加百里酚酞在烃中的溶解度。其他与百里酚酞混合的有用溶剂包括适用的芳香烃，特别是烷基苯，如二甲苯，和萘类化合物；芳香族醇，特别是苄醇和苯酚乙二醇醚；和其他非质子溶剂，特别是甲酰胺、N,N-二甲基甲酰胺和N,N-二甲基乙酰胺。例如，按重量比计，包含百里酚酞的组合物可包含约5-50wt％的标记物，约5-50wt％的非质子溶剂，和约0-90wt％的芳香族溶剂。采用百里酚酞作标记物，并包含约10-30wt％的标记物、约10-40wt％的非质子溶剂、和约30-80wt％的芳香族溶剂的液状浓溶液特别适用作易溶于大多数石油产品并在其中稳定的组合物；即该组合物在商品有效期内在石油产品中保持溶解状态。

特别是与适当的溶剂相混合时，本发明的百里酚酞以及其他化合物构成了易溶于石油产品的、稳定的液状组合物。主要是由于流体更易操作，所以与干的或固体产品相比，使用稳定的、自由流动的流体形式的标记物对石油工业更具有吸引力。当然也可直接使用干的或固体标记物。

下列实施例仅用于描述本发明，而不具有定界作用。

实施例1

向一个带搅拌的一升玻璃烧瓶中加入400克无水甲磺酸。加入200克2-异丙基-5-甲基苯酚（百里酚），然后再加入110克邻苯二甲酸酐。反应混合物加热至85℃，并在此温度下保持5小时。当产物以其翁盐形式呈红色粒状固体沉淀时，将烧瓶内容物倒入1500毫升充分搅拌的冷水中。向搅拌的混合物中添加足量的40％氢氧化钠溶液，使pH值升至4。使翁盐水解，产物转变为浅桔黄色固体。过滤分出产物，用冷

水洗并于70℃下干燥。制得256克产物，其中含活性百里酚酞76.7%。产率为68.5%。

实施例2

重复上述合成操作，不同之处在于，邻苯二甲酸酐改为40克无水氯化铝。反应混合物加热至85-90℃，并保持4小时，其间有大量氢氯酸气体放出。接着把反应混合物倒入冷水中并用氢氧化钠中和至pH为2。过滤分出沉淀产物，水洗并干燥。制得235克产物，其颜色比实施例1中产物颜色浅。含活性百里酚酞84.2%，约相当于理论产量的74.9%。

实施例3

向一个带搅拌的一升烧瓶中加入500克无水甲磺酸、110克邻苯二甲酸酐和144克邻甲酚。混合物加热至40℃，接着加入40克无水氯化铝。混合物加热至8 5℃并保持4小时。接着将其倒入到冷水中并用氢氧化钠水溶液调pH值至2。过滤分出沉淀产物，水洗并干燥。制得160克灰白色产物，其中含甲酚酞98.2%。相当于理论产量的68.1%。

实施例4

重复实施例3的操作，不同之处在于，把144克邻甲酚改为235克2-环己基苯酚。制得215.8克乳白色固体，其中含活性物79.5%，为理论产量的65%。

实施例5

重复实施例1的操作，不同之处在于，把200克2-异丙基-5-甲基苯酚改为195克1-萘酚（纯度98％）。制得255克粗产物。

实施例6

把20克百里酚酞于搅拌下加入到50克以商品名Exxon Aromatic 200售卖的混合甲基萘溶剂中，接着加入30克1-甲基吡咯烷酮。混合物加热至40℃直至所有酯质溶解，热溶液被过滤并装瓶。在0° F下长期贮存该溶液无结晶析出倾向。

实施例7

温热下把50克百里酚酞溶于50克1-甲基吡咯烷酮中。过滤后溶液在0° F下有优良的贮藏稳定性。

实施例8

把500毫克实施例1制得的溶液溶于甲苯中，并在带刻度烧瓶中稀释至100ml。把1.0ml该溶液滴加到100ml已用3ppm的Unisol Liquid Red B(United Color Mfg.采用的品牌，染料中主要生色物质为C.I.Solvent Red 164)染成红色的、置于分液漏斗中的高级汽油（零售购得）中。汽油样品中含相当于10ppm的百里酚酞作为标记物。把5ml含15％氯化钠和足以使pH值升至12的氢氧化钠的水溶液加到置于分液漏斗中的被标记汽油中。两相被一起振摇二至三分钟，接着任其分层。上层汽油相仍保持浅红色，而下层水相则呈深蓝色。可把水相分离出来并在最大吸收约590纳米处用分光光度法对蓝色染料作定量分

析。

实施例9

除百里酚酞改为在甲苯溶液中为20ppm外，用蒸馏过的、几近水样透明的汽油重复实施8的操作。标记物的存在不改变汽油的目视外观。

实施例10

把5ml按实施例8制备的被标记的有色汽油混入到95ml未被标记的汽油中，接着按实施例8中的操作用碱盐水萃取该混合物。甚至在这样低的标记物浓度水平下水相也有可引起注意的蓝色，如果需要，以标准校正曲线作比较也可对染料作定量仪器分析。

实施例11

向50毫升含10ppm百里酚酞的已染红的汽油中加入5毫升作为显色剂组合物的10％氢氧化四丁基铵乙二醇单正丙醚溶液。混合物振摇数秒种后显特征蓝色，在汽油红色背景下可清楚地看见。如果仅需作定性检测，可将已显色的被标记的汽油倒回到其燃料源中；这避免了单独处置有潜在危险性废弃物的问题。如果需要或期望对标记物作定量检测，依赖于燃料中的其他组分的背景干扰可直接用分光光度法检测。此外，也可将5ml等份的10％氯化钠蒸馏水溶液加到已显色的被标记的燃料中。当混合物被短时间振摇后，蓝色的标记物二阴离子被萃取至下层水相中，将其分离并按实施例8定量。

实施例12

向100毫升含15ppm百里酚酞的汽油溶液中加入1毫升10％氢氧化四正丁基铵乙二醇单正丁醚溶液。混合物立即变蓝，指示有百里酚酞标记物的存在。接着加入1毫升异硬脂酸使百里酚酞标记物的蓝色消失并使汽油恢复原貌。样品可倒回到其初始来源中。

实施例13

把50毫升含百里酚酞和1995年1月20日申请的美国专利申请No. 08/375,310（此处引入该专利公开作为参考）中描述的荧光素二正丁酯各5ppm的柴油置于一个100ml透明玻璃瓶中，并加入至1毫升10％氢氧化四正丁基铵乙二醇单正丁醚溶液。混合物很快显色，在反射光下呈荧光蓝而在透射光下呈荧光绿，与未经标记的燃料有非常明显的不同。可把部分溶液放入到比色皿中，其荧光素和百里酚酞二阴离子的相对含量可在490和600纳米其各自最大吸收波长处测定。此外也可按实施例8对标记物的盐水萃取相作分光光度测定。如果不执行该选项，则向已显色的被标记的燃料中加入中和标记物二阴离子的等分量酸，使其基本上恢复原貌。接着可将其倒回至其初始来源中。

实施例14-21

采用与实施例1至5中的类似合成方法和实施例8中的显色方法，制备并评价下列化合物。

实施例	酸酐	酚	可见颜色	吸收主波长
14	邻苯二甲酸酐	2-二级丁基苯酚	鲜艳的紫色	571.5nm
15	邻苯二甲酸酐	2,6-二异丙基苯酚	鲜艳的红蓝色	592.5nm

16	邻苯二甲酸酐	2,6-二二级丁基苯酚	鲜艳的深蓝色	593.5nm
17	邻苯二甲酸酐	2-特丁基-5-甲基苯酚	红蓝色	597nm
18	邻苯二甲酸酐	2-正丁氧基苯酚	红蓝色	597nm
19	2,3,4,5-四氯邻苯二甲酸酐	2-异丙基-5-甲基苯酚	纯蓝色	621.5nm
20	邻苯二甲酸酐	1-萘酚	绿蓝色	655nm
21	2,3,4,5-四氯邻苯二甲酸酐	1-萘酚	白蓝色	658.5nm

应注意的是由于溶剂化位移作用的影响，在不同观察条件下上述吸收主波长可能有些变化。

申请人的发明以优选实施例为参考已作了描述。在不违背本发明范围的条件下对上述发明可有多种改进方案。