

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97102198.8

C07C 43 / 225

C07C 43 / 192 C07C255 / 54

C07C255 / 50 C07C255 / 55

C07C 69 / 75 C07C 69 / 94

C07D319 / 04 C07D239 / 26

C07D213 / 30 C09K 19 / 12

C09K 19 / 20 C09K 19 / 34

[11] 公开号 CN 1168365A

[43]公开日 1997年12月24日

[22]申请日 97.2.4

[30]优先权

[32]96.2.12 [33]CH[31]353 / 96

[71]申请人 罗利克有限公司

地址 瑞士巴塞尔

[72]发明人 R·布什克 A·威里格

[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 全 菁

权利要求书 3 页 说明书 22 页 附图页数 0 页

[54]发明名称 环戊基衍生物

[57]摘要

本发明涉及通式 I 的液晶化合物,

其中

环 A 和 B 各自独立地表示反-1, 4-亚环己基或者任选用氟单取代或多取代的 1, 4-亚苯基, 或环 A 和 B 中的一个还表示反-1, 3-二噁烷-5, 2-二基, 吡啶-5, 2-二基或嘧啶-5, 2-二基;

Z¹ 和 Z² 表示单键或者 Z¹ 和 Z² 之一还表示-(CH₂)₂-, -CH₂O-, -COO-, -C≡C-;

X¹ 和 X² 各自独立地表示氢或氟;

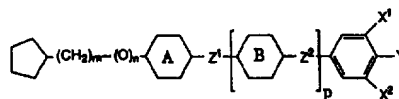
Y 表示氟, 氯, 氰基, -OCHF₂-, -CHF₂-, -OCF₃-, -CF₃;

m 表示 0 至 7 的整数;

n 表示 0, 或者当 A 是芳环时, 还表示 1; 且

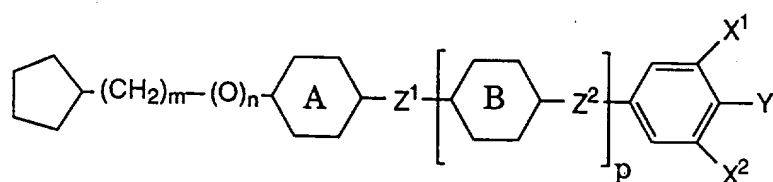
p 表示 0 或 1;

含有这类化合物的液晶混合物及这类化合物和混合物在光学仪器中的应用。



权 利 要 求 书

1. 通式 I 的化合物



I

其中

环 A 和 B 各自独立地表示反-1,4-亚环己基或者任选用氟单取代或多取代的 1,4-亚苯基, 或环 A 和 B 中的一个还表示反-1,3-二噁烷-5,2-二基, 吡啶-5,2-二基或嘧啶-5,2-二基;

Z¹ 和 Z² 表示单键或者 Z¹ 和 Z² 之一还表示 -(CH₂)₂-, -CH₂O-, -

COO-, -C ≡ C-;

X¹ 和 X² 各自独立地表示氢或氟;

Y 表示氟, 氯, 氟基, -OCHF₂, -CHF₂, -OCF₃, -CF₃;

m 表示 0 至 7 的整数;

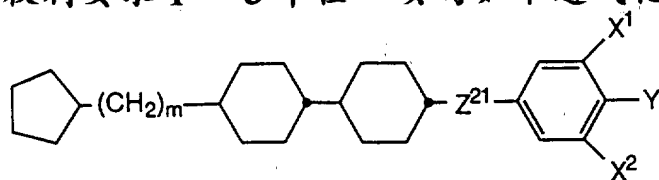
n 表示 0, 或者当 A 是芳环时, 还表示 1; 且

p 表示 0 或 1。

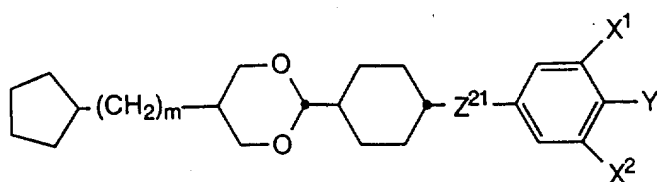
2. 权利要求 1 的化合物, 其中环 A 表示反-1,4-亚环己基, 任选用氟单取代或多取代的 1,4-亚苯基, 反-1,3-二噁烷-5,2-二基, 吡啶-5,2-二基或嘧啶-5,2-二基; 环 B 表示反-1,4-亚环己基, 或任选用氟单取代或多取代的 1,4-亚苯基。

3. 权利要求 1 或 2 的化合物, 其中 p=1。

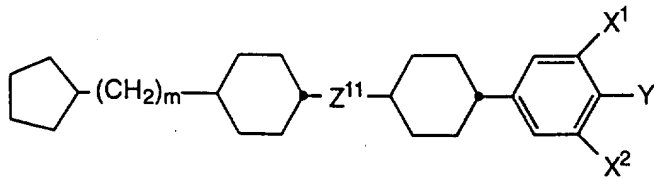
4. 权利要求 1 - 3 中任一项的如下通式化合物



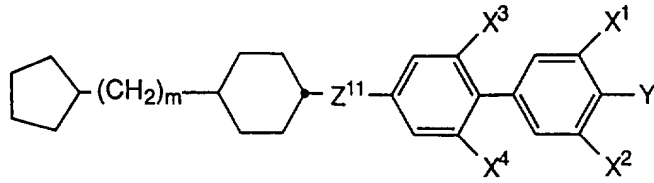
IA-1



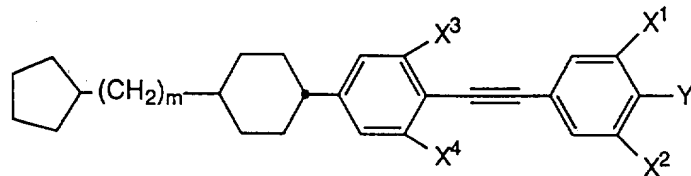
IA-2



IA-3



IA-4



IA-5

其中

Z¹¹ 和 Z²¹ 表示单键或-(CH₂)₂-;

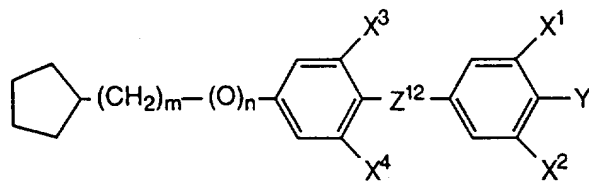
X³ 和 X⁴ 各自独立地表示氢或氟; 且

m, Y, X¹ 和 X² 具有权利要求 1 所给定义。

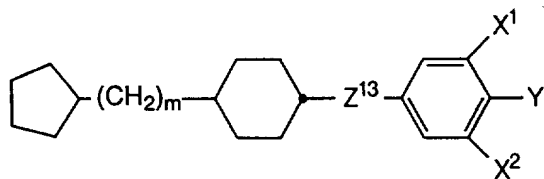
5. 权利要求 1 - 4 中任一项的化合物, 其中 m 是 0 - 4 的整数。

6. 权利要求 1 或 2 的化合物, 其中 p=0。

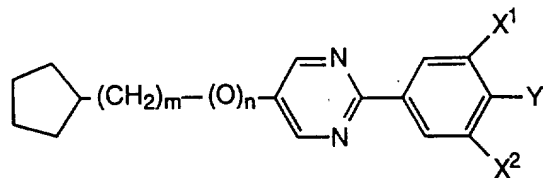
7. 权利要求 1、2 或 6 的如下通式化合物



IB-1



IB-2



IB-3

其中

m 是 0 - 7 的整数;

n 是 0 或 1;

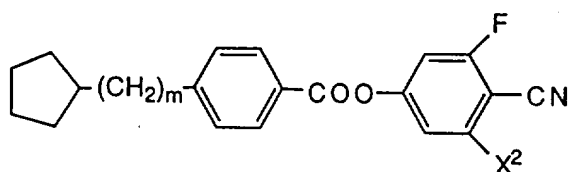
X³ 和 X⁴ 各自独立地表示氢或氟;

Z¹² 表示单键, -COO-或-C≡C-;

Z¹³ 表示单键, -(CH₂)₂-, -CH₂O-或-COO-; 且

Y, X¹ 和 X² 具有权利要求 1 所给定义。

8. 通式 IB-4 的化合物



IB-4

其中 m 和 X^2 具有权利要求 1 所给定义。

9. 一种至少含有两种成分的液晶混合物, 其中至少一种成分是权利要求 1 所定义的式 I 化合物。

10. 权利要求 9 的液晶混合物, 其中式 I 化合物的含量是 1 - 40wt%。

11. 权利要求 1 所定义的式 I 化合物在电光仪器中的应用。

12. 权利要求 9 或 10 的液晶混合物在电光仪器中的应用。

13. 一种电光显示仪, 它包含权利要求 9 的液晶混合物。

说明书

环戊基衍生物

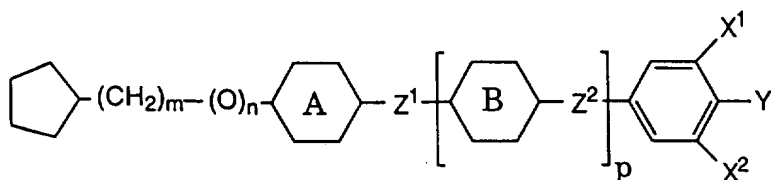
本发明涉及新的带有末端环戊基的液晶化合物，含有这类化合物的液晶混合物及这类化合物和混合物在光学仪器中的应用。

由于液晶的光学特性受所施加电压的影响，这类物质主要在显示仪器中被用作电介质。基于液晶的电光仪是本领域专业人员所熟知的，并且它们可以各种效应为基础。这类电光仪，例如动态散射单元，DAP单元（列相形变），客体/主体单元，具有“扭转向列型”结构的TN单元，STN单元（“超扭转向列型”），SBE单元（“超双折射效应”）和OMI单元（“光学方式干涉”）。除被动控制的多路单元外，近来显示高信息量的主动控制单元，如TFT单元（“薄膜晶体管”）也显得尤其重要。最普通的显示仪是基于Schadt-Helfrich效应的并具有扭转向列结构。

液晶材料须具有良好的化学、光化学和热稳定性及在电学领域具有良好的稳定性。另外，在单元中它们应在尽可能宽的范围内具有适当的中间相（如上述提及的单元的向列或胆甾相），除此以外还应具有足够低的粘度以缩短响应时间、提供较低的阈值电位和较高的对比度。其它性质，如电导性、介电各向异性和光学各向异性须满足应用领域和各类单元的不同要求。例如，具有扭转向列结构的单元的液晶材料应具有尽可能高的正介电各向异性，同时还应具有尽可能低的电导性。对于具有高密度信息的主动编址液晶显示仪，如TFT单元来说，后一种性质显得尤其重要。然而令人不如意是，具有高介电各向异性的成分，由于其溶解离子性杂质的能力增强而主要导致在混合物中的电导率提高。因此，需要寻求一种表现出尽可能高的介电各向异性同时又表现出尽可能低的电导性的成分。

我们出人意料地发现在侧链末端或代替侧链带有环戊基的液晶化合物表现出增高的清亮点或者还表现出提高的溶解性。而且其重要性质，如化学稳定性、粘度、介电和光学各向异性等几乎不受环戊基的影响。

因此，本发明提供通式I化合物



I

其中

环 A 和 B 各自独立地表示反-1,4-亚环己基或者任选用氟单取代或多取代的 1,4-亚苯基, 或环 A 和 B 中的一个还表示反-1,3-二噁烷-5,2-二基, 吡啶-5,2-二基或嘧啶-5,2-二基;

Z¹ 和 Z² 表示单键或者 Z¹ 和 Z² 之一还表示-(CH₂)₂-, -CH₂O-, -COO-, -C≡C-;

X¹ 和 X² 各自独立地表示氢或氟;

Y 表示氟, 氯, 氟基, -OCHF₂, -CHF₂, -OCF₃, -CF₃;

m 表示 0 至 7 的整数;

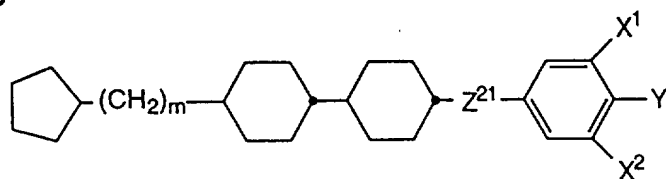
n 表示 0, 或者当 A 是芳环时, 还表示 1; 且

p 表示 0 或 1。

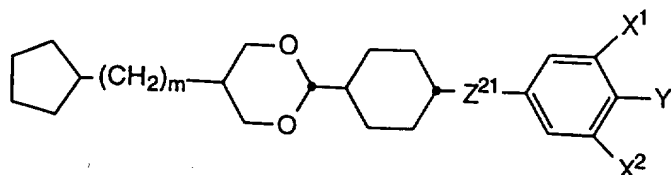
其中 m+n=0 或偶数的本发明化合物表现出较高的清亮点, 但同时这些化合物在液晶混合物中的溶解度并不降低, 尤其优选其中 m=0, 2 或 4 且 n=0 的式 I 化合物。其中 m+n 是奇数的式 I 化合物在液晶混合物中的溶解度与普通液晶化合物相比有很大提高。

特别优选的式 I 化合物是其中环 A 表示反-1,4-亚环己基, 任选用氟单取代或多取代的 1,4-亚苯基, 反-1,3-二噁烷-5,2-二基, 或嘧啶-5,2-二基; 环 B 表示反-1,4-亚环己基, 或任选用氟单取代或多取代的 1,4-亚苯基的那些。术语“任选用氟单取代或多取代的 1,4-亚苯基”表示 1,4-亚苯基, 2-或 3-氟-1,4-亚苯基, 2,6-或 3,5-二氟-1,4-亚苯基。

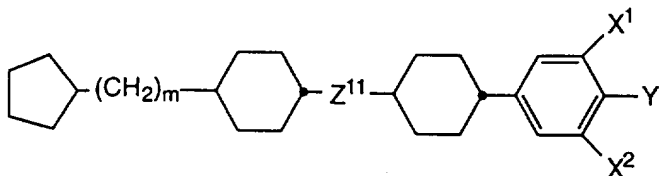
其它优选的式 I 化合物是其中 p=1 的式 I 化合物, 尤其是下述通式的化合物



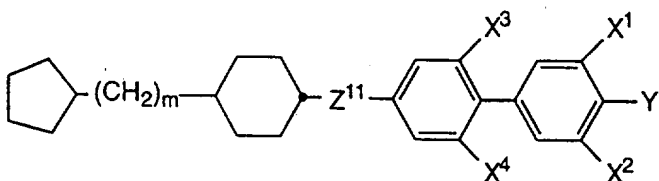
IA-1



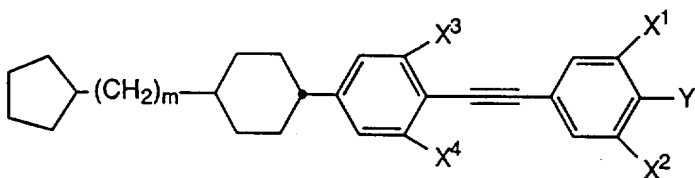
IA-2



IA-3



IA-4



IA-5

其中

Z11 和 Z21 表示单键或 $-(CH_2)_2-$;

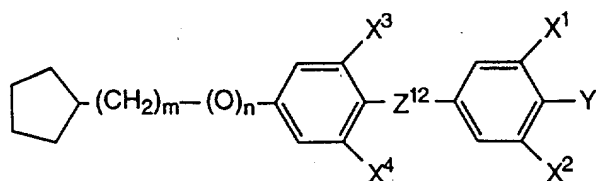
X3 和 X4 各自独立地表示氢或氟; 且

m, Y, X1 和 X2 具有上述定义。

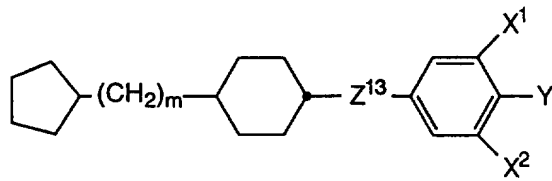
尤其优选其中 m 表示 0 - 4 的整数, 特别是 0, 2 或 4 的式 IA-1 至 IA-5 化合物。

式 IA-1 至 IA-5 化合物适用于主动编址显示仪, 尤其是当 Y 表示氟基时。另一方面, 其中 Y 表示氟、 $-CF_3$, $-OCHF_2$ 或 $-OCF_3$ 的式 IA-1 至 IA-4 化合物表现出主要适用于主动编址显示仪的突出特性。尤其特别优选 Y 表示氟的式 IA-1 至 IA-5 化合物。

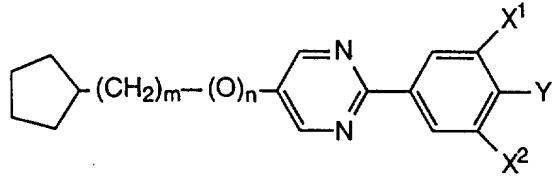
另一方面, 本发明涉及其中 $p=0$ 的通式 I 化合物; 特别是下述通式的化合物



IB-1



IB-2



IB-3

其中

m 是 0 - 7 的整数;

n 是 0 或 1;

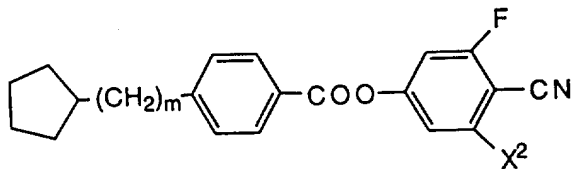
X^3 和 X^4 各自独立地表示氢或氟;

Z^{12} 表示单键, $-\text{COO}-$ 或 $-\text{C} \equiv \text{C}-$;

Z^{13} 表示单键, $-(\text{CH}_2)_2-$, $-\text{CH}_2\text{O}-$ 或 $-\text{COO}-$; 且

Y, X^1 和 X^2 具有上述定义。

尤其特别优选其中 Z^{12} 表示 $-\text{COO}-$, Y 表示氟基且 X^1 表示氟的式 IB-1 化合物, 特别是通式 IB-4 化合物



IB-4

其中 m 和 X^2 具有上述定义。

式 IB-1 至 IB-3 化合物及尤其是式 IB-4 化合物表现出高介电各向异性, 因此特别适用于被动编址显示仪。其中 Z^{13} 表示单键或 $-(\text{CH}_2)_2-$ 并且 Y 表示氟、 $-\text{CF}_3$, $-\text{OCHF}_2$ 或 $-\text{OCF}_3$ 的 IB-2 化合物尤其适用于主动编址显示仪。

本发明的通式 I 化合物可用本身已知的方法制备。其中 A=反-1,4-亚环己基且 $m=0$ 或 1 的化合物优选通过下述反应获得, 将 4-取代的环己酮与卤代或卤代甲基环戊烷与三苯基膦的维悌希盐在加入一当量适宜碱 (如叔丁

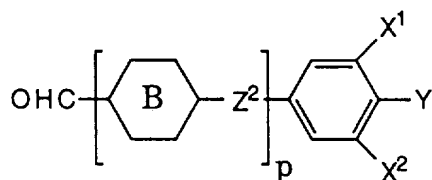
醇钾)的条件下、在惰性溶剂中、优选在 20 ℃至室温下进行维悌希反应,然后优选在乙醇、乙醇/甲苯混合物等中用铂/炭催化氢化。

其中 $n=0, m$ 表示 2 - 6 的整数且环 A 表示反-1,4-亚环己基,未取代或取代的 1,4-亚苯基,噻啉-5,2-二基或吡啉-5,2-二基的化合物优选通过甲酰基化合物与相应的环戊基烷基维悌希盐进行维悌希反应,然后如在甲苯中用钨/炭催化氢化制备。

其中环 A 是未取代或者取代的 1,4-亚苯基, $p=0$ 且 $m=1$ 的化合物优选在如二氯甲烷中通过相应的苯基衍生物与环戊酰氯和氯化铝的弗瑞德-克来福特酰化反应,再根据黄鸣龙还原将环戊酰基苯还原制备。

其中环 A 表示未取代或取代的 1,4-亚苯基并且 p 和 $m=0$ 的化合物优选以环戊基苯为原料生产,后者在氯化铝的存在下通过苯和溴代环戊烷的弗瑞德-克来福特烷基化得到。

其中环 A 表示反-1,3-二噁烷-5,2-二基的化合物的制备优选通过丙二酸钠(就地由未取代的丙二酸酯与链烷醇钠,如甲醇钠或乙醇钠制备)与相应的溴代或(ω -溴代烷基)环戊烷反应,用氢化铝锂还原所得烷基化丙二酸酯得到 2-烷基化的 1,3-丙二醇,再在惰性溶剂如苯或甲苯中,优选在沸点温度下使该二醇与下式的醛进行酸催化反应



其中的符号具有上述定义。

上述这些方法是液晶化学中的普通方法,是本领域专业人员已知的。

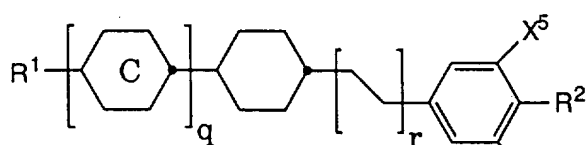
式 I 化合物可以相互和/或与其它液晶成分的混合物形式使用。适宜的液晶成分是本领域专业人员已知的,它们有许多种,如参见 D.Demus 等,表中的液晶 (Flüssige Kristalle in Tabellen), VEB 德意志基础材料工业出版社 (VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie), Leipzig, 第 I 和 II 卷,并且其中的许多有市售。

本发明还涉及至少含有两种成分的液晶混合物,其中至少一种成分是通过式 I 化合物。第二种成分和可以存在的其它成分可以是其它的通式 I 化合

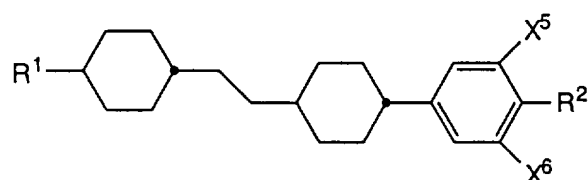
物或者其它合适的液晶成分。

考虑到本发明式 I 化合物在其它液晶材料中的良好溶解性并且考虑到它们彼此间的良好混溶性，本发明混合物中的式 I 化合物含量可较高，如 1 - 40wt.%。通常，式 I 化合物的含量优选是约 2 - 30wt.%，尤其优选 3 - 25wt.%。

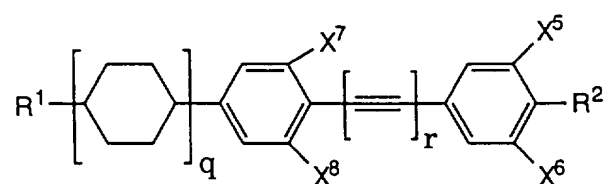
本发明的混合物除含有一种或多种式 I 化合物外，优选含有一种或多种下式的化合物：



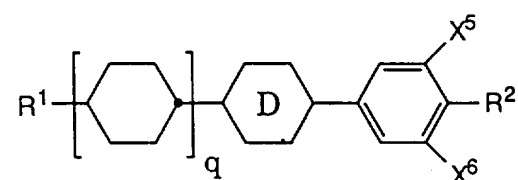
II



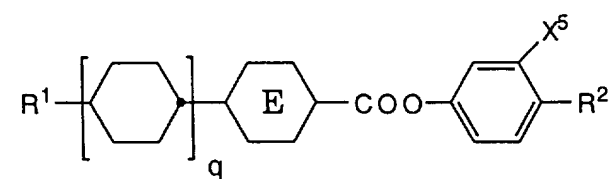
III



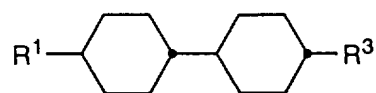
IV



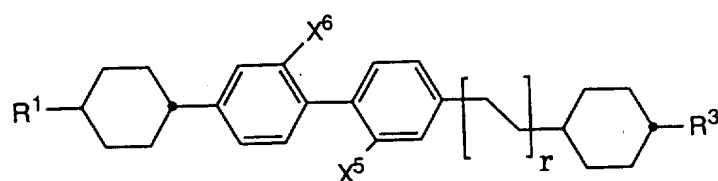
V



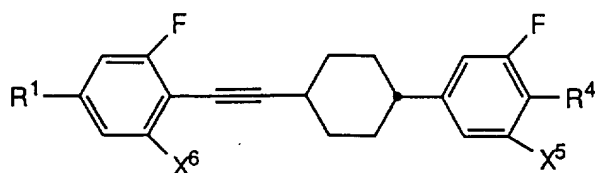
VI



VII



VIII



其中

IX

R^1 和 R^3 表示烷基, 烷氧基烷基, 3E-链烯基, 带有末端双键的链烯基及饱和环上的 1E-链烯基, 各种情况下的碳原子数至多为 7;

R^2 表示卤素, 氟基, $-OCF_3$, $-OCHF_2$, $-CF_3$, 烷基, 烷氧基, 烷氧基烷基, 2E-链烯基氧基, 3E-链烯基或者带有末端双键的链烯基或链烯基氧基, 各种情况下的碳原子数至多为 5;

R^4 表示卤素, 氟基, $-OCF_3$, $-OCHF_2$ 或 $-CF_3$;

$X^5 - X^8$ 各自独立地表示氢或氟;

环 C 表示反-1,4-亚环己基或反-1,3-二噁烷-5,2-二基;

环 D 表示反-1,3-二噁烷-5,2-二基, 吡啶-5,2-二基或嘧啶-5,2-二基;

环 E 表示反-1,4-亚环己基或者任选用氟单取代或二取代的 1, 4-亚苯基; 且

q 和 r 各自独立地表示 0 或 1。

有关式 II 至 IX 化合物的术语如前面的详细定义。

术语“饱和环”指反-1,4-亚环己基或反-1,3-二噁烷-5,2-二基。

在式 II 至 XI 中, 术语“卤素”表示氟或氯。

术语“至多 7 个碳原子的烷基”包括直链残基, 如甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、己基和庚基等。

术语“至多 7 个碳原子的烷氧基烷基”包括直链残基, 如甲氧基甲基、甲氧基乙基、甲氧基丙基、甲氧基丁基、甲氧基戊基、甲氧基己基、乙氧基甲基、乙氧基乙基、乙氧基丙基等。

术语“至多 7 个碳原子的 3E-链烯基”包括 3E-戊烯基、3E-己烯基和 3E-庚烯基。

术语“至多 7 个碳原子的带有末端双键的链烯基”包括 2-丙烯基、3-丁烯基、4-戊烯基、5-己烯基、6-庚烯基和饱和环上的乙烯基。

术语“至多 7 个碳原子的 1E-链烯基”包括 1E-丙烯基、1E-丁烯基、1E-

戊烯基、1E-己烯基和1E-庚烯基。

术语“烷氧基”包括其中烷基定义如上的直链残基。

带有末端双键的术语“链烯基氧基”包括其中链烯基定义如上的残基。

优选的残基 R^1 和 R^3 在各种情况下的碳原子数至多是5。

本发明的混合物还可以含有旋光活性化合物（如旋光活性的4'-烷基或4'-烷氧基-4-联苯腈）。通过溶解度，所需螺距等测定这类化合物的含量。通常该旋光活性化合物在最终混合物中的含量至多为5wt.%。

因此，本发明的目的还旨在包含上述本发明液晶混合物的电光显示仪。

可按照本身已知的方式生产这类液晶混合物和电光显示仪。

将通过下列实施例详细说明式 I 化合物和含有这类化合物的液晶混合物的制备。C 表示结晶相，S 表示近晶相，N 表示向列相，I 表示各向同性相。 V_{10} 表示 10% 传输的电压（观测方向与板表面垂直）。 $t_{开}$ 和 $t_{关}$ 分别指接通和断开的时间， Δn 指光学各向异性，GC 指气相色谱。

实施例 1

在室温和常压下用 50mg 氧化铂(IV)催化 0.40g 4-亚环戊基-反-4'-(3,4-二氟苯基)-联环己基(bicyclohexyl)的 15 毫升甲苯/乙醇 1:2(v/v)溶液直至不再消耗氢。过滤并浓缩滤液得到的粗产物用乙醇重结晶三次。得到 0.184g 纯净反-4-环戊基-反-4'-(3,4-二氟苯基)-联环己基；m.p.(C-S_B)97.8 °C, S_B-N 101.4 °C, 清亮点(cl.p.)(N-I)145 °C。

如下制备用作原料的 4-亚环戊基-反-4'-(3,4-二氟苯基)-联环己基：

将 5.6g 溴化环戊基-三苯基磷在 50 毫升叔丁基甲基醚中的悬浮液用 1.4g 叔丁醇钾处理。所得红色悬浮液在室温搅拌 45 分钟，然后在 3 °C 滴加 0.80g 4-[反-4-(3,4-二氟苯基)-环己基]-环己酮的 20 毫升叔丁基甲基醚溶液进行处理。使该反应混合物再在 3 °C 搅拌 15 分钟并在室温搅拌 6 小时，然后与 25 毫升饱和碳酸氢钠溶液一起搅拌，用乙醚稀释。

分离水相并用乙醚萃取。将有机相合并，用水洗至中性，硫酸钠干燥，

过滤并将滤液浓缩。将残留物溶在 30 毫升甲醇/水 4:1(v/v)和己烷中。分离甲醇相, 己烷相用 15 毫升甲醇/水 4:1 洗三次并浓缩。使残留物(1.9g)经 40 克硅胶用己烷进行快速色谱分离。在球管中在 180 - 200 °C/约 0.5 七下从包含产物的馏份(0.80g; GC 纯度 77%)中蒸除易挥发的副产物(0.17g)。

将蒸馏残余物(0.49g; GC 纯度 99%)每次用 10 毫升乙醇重结晶两次。得到 0.43g 纯净的 4-亚环戊基-反-4'-(3,4-二氟苯基)-联环己烷; 熔点 104.4 °C。

下列化合物可以类似方法制备:

反-4-环戊基-反-4'-(3,4,5-三氟苯基)-联环己基;

反-4-环戊基-反-4'-(4-三氟甲氧基-苯基)-联环己基;

反-4-环戊基-反-4'-(4-三氟甲氧基-3-氟苯基)-联环己基;

反-4-环戊基-反-4'-(4-二氟甲氧基-苯基)-联环己基;

反-4-环戊基-反-4'-(4-二氟甲氧基-3-氟苯基)-联环己基;

反-4-环戊基-反-4'-(4-二氟甲氧基-3,5-二氟苯基)-联环己基;

反-4-环戊基-反-4'-(3,4-二氟苯乙基)-联环己基;

反-4-环戊基-反-4'-(3,4,5-三氟苯乙基)-联环己基;

反-4-环戊基-反-4'-(4-三氟甲氧基-苯乙基)-联环己基;

反-4-环戊基-反-4'-(4-二氟甲氧基-3-氟苯乙基)-联环己基;

反-4-环戊基-反-4'-(4-二氟甲氧基-3,5-二氟苯乙基)-联环己基;

1-[反-4-[2-(反-4-环戊基-环己基)-乙基]-环己基]-3,4-二氟代苯;

1-[反-4-[2-(反-4-环戊基-环己基)-乙基]-环己基]-3,4,5-三氟代苯;

1-[反-4-[2-(反-4-环戊基-环己基)-乙基]-环己基]-4-三氟甲氧基苯;

1-[反-4-[2-(反-4-环戊基-环己基)-乙基]-环己基]-4-二氟甲氧基-3-氟代苯;

1-[反-4-[2-(反-4-环戊基-环己基)-乙基]-环己基]-4-二氟甲氧基-3,5-二氟代苯;

反-4'-(4-环戊基-环己基)-3,4-二氟联苯;

反-4'-(4-环戊基-环己基)-3,4,5-三氟联苯;

反-4'-(4-环戊基-环己基)-3,4',2'-三氟联苯;

反-4'-(4-环戊基-环己基)-4-三氟甲氧基-联苯;
反-4'-(4-环戊基-环己基)-2'-氟-4-三氟甲氧基-联苯;
反-4'-(4-环戊基-环己基)-4-二氟甲氧基-3-氟联苯;
反-4'-(4-环戊基-环己基)-4-二氟甲氧基-3,5-二氟联苯;
反-4'-[2-(4-环戊基-环己基)-乙基]-3,4-二氟联苯;
反-4'-[2-(4-环戊基-环己基)-乙基]-4-三氟甲氧基-联苯;
反-4'-[2-(4-环戊基-环己基)-乙基]-4-二氟甲氧基-3-氟联苯;
4-(反-4'-环戊基-联环己基-反-4-基)-苯基氟;
4-(反-4'-环戊基-联环己基-反-4-基)-2-氟苯基氟;
4-[2-(反-4'-环戊基-联环己基-反-4-基)-乙基]-2-氟苯基氟;
4'-(反-4-环戊基-环己基)-联苯-4-腈;

反-4-(环戊基-甲基)-反-4'-(3,4-二氟苯基)-联环己基, m.p.(C-N)76.4
℃, S_B-N 40.5 ℃, cl.p.(N-I) 95.5 ℃;

反-4-(环戊基-甲基)-反-4'-(3,4,5-三氟苯基)-联环己基;
反-4-(环戊基-甲基)-反-4'-(4-三氟甲氧基-苯基)-联环己基;
反-4-(环戊基-甲基)-反-4'-(4-二氟甲氧基-3-氟苯基)-联环己基;
反-4-(环戊基-甲基)-反-4'-(4-二氟甲氧基-3,5-二氟苯基)-联环己基;
反-4-(环戊基-甲基)-反-4'-(3,4-二氟苯乙基)-联环己基;
反-4-(环戊基-甲基)-反-4'-(3,4,5-三氟苯乙基)-联环己基;
反-4-(环戊基-甲基)-反-4'-(4-三氟甲氧基-苯乙基)-联环己基;
反-4-(环戊基-甲基)-反-4'-(4-二氟甲氧基-3-氟苯乙基)-联环己基;
1-[反-4-[2-[反-4-(环戊基-甲基)-环己基]-乙基]-环己基]-3,4,5-三氟代
苯;
反-4'-[4-(环戊基-甲基)-环己基]-3,4-二氟联苯;
反-4'-[4-(环戊基-甲基)-环己基]-3,4,5-三氟联苯;
反-4'-[2-[4-(环戊基-甲基)-环己基]-乙基]-3,4,5-三氟联苯。

实施例 2

在室温和常压下用 80mg 5% 碳载钌氢化 0.54g 反-4-(2-环戊基-乙烯基)-反-4'-(3,4,5-三氟苯基)-联环己基的 12 毫升甲苯溶液直至不再消耗氢。过滤并浓缩滤液得到的粗产物用乙醇重结晶数次。得到纯净的反-4-(2-环戊基-乙烯基)-反-4'-(3,4,5-三氟苯基)-联环己基; m.p.(C-N)91.6 °C, cl.p.(N-I)99.6 °C。

如下制备用作原料的反-4-(2-环戊基-乙烯基)-反-4'-(3,4,5-三氟苯基)-联环己基:

将 2.3g 溴化(环戊基-乙基)-三苯基磷在 15 毫升叔丁基甲基醚中的悬浮液用 0.59g 叔丁醇钾处理。所得橙色悬浮液在室温搅拌 45 分钟, 然后在 3 °C 滴加 0.85g 反-4'-(3,4,5-三氟苯基)-反-4-联环己基-甲醛的 15 毫升叔丁基甲基醚溶液进行处理。使该反应混合物再在 3 °C 搅拌 15 分钟并在室温搅拌 2 小时, 然后与 30 毫升饱和碳酸氢钠溶液一起搅拌。分离水相并用乙醚萃取。将有机相合并, 用水洗至中性, 硫酸钠干燥, 过滤并将滤液浓缩。将残留物溶在甲醇/水 4:1(v/v)和己烷中。分离甲醇相, 己烷相用甲醇/水 4:1 洗二次, 每次 20 毫升, 并浓缩。使残留物经 35 克硅胶用己烷进行快速色谱分离, 得到 0.74g 反-4-(2-环戊基-乙烯基)-反-4'-(3,4,5-三氟苯基)-联环己基。

下列化合物可以类似方法制备:

反-4-(3-环戊基-丙基)-反-4'-(3,4,5-三氟苯基)-联环己基;

反-4-(4-环戊基-丁基)-反-4'-(3,4,5-三氟苯基)-联环己基;

反-4-(5-环戊基-戊基)-反-4'-(3,4,5-三氟苯基)-联环己基;

反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-(3,5-二氟-4-二氟甲氧基苯基)-联环己基;

反-4-(3-环戊基-丙基)-反-4'-(3,5-二氟-4-二氟甲氧基苯基)-联环己基;

反-4-(4-环戊基-丁基)-反-4'-(3,5-二氟-4-二氟甲氧基苯基)-联环己基;

反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-(4-氟基-3,5-二氟苯基)-联环己基;

反-4-(3-环戊基-丙基)-反-4'-(4-氟基-3,5-二氟苯基)-联环己基;

反-4-(4-环戊基-丁基)-反-4'-(4-氟基-3,5-二氟苯基)-联环己基;

反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-[3,5-二氟-4-(2,2,2-三氟乙氧基)苯基]-联环己基;

反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-(3,4-二氟苯基)-联环己基, m.p.(C-S_B)57
℃, S_B-N 74.8 ℃, cl.p.(N-I)126.3 ℃;

反-4-(3-环戊基-丙基)-反-4'-(3,4-二氟苯基)-联环己基, m.p.(C-N)54.0
℃, S_B-N 19.1 ℃, cl.p.(N-I)99.5 ℃;

反-4-(4-环戊基-丁基)-反-4'-(3,4-二氟苯基)-联环己基, m.p.(C-N)61.6
℃, S_B-N 59.8 ℃, cl.p.(N-I)116.0 ℃;

反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-(4-氟-3-氟苯基)-联环己基;

反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-[4-(二氟甲氧基)-3-氟苯基]-联环己基;

反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-(4-(二氟甲氧基苯基)-联环己基;

反-4-(4-环戊基-丁基)-反-4'-(4-(二氟甲氧基苯基)-联环己基;

反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-(3-氟-4-三氟甲氧基-苯基)-联环己基;

反-4-(2-环戊基-丁基)-反-4'-(3-氟-4-三氟甲氧基-苯基)-联环己基;

反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-(4-氟基-3-氟苯基)-联环己基;

反-4-(3-环戊基-丙基)-反-4'-(4-氟基-3-氟苯基)-联环己基;

反-4-(4-环戊基-丁基)-反-4'-(4-氟基-3-氟苯基)-联环己基;

反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-(4-三氟甲氧基苯基)-联环己基;

反-4-(3-环戊基-丙基)-反-4'-(4-三氟甲氧基苯基)-联环己基;

反-4-(4-环戊基-丁基)-反-4'-(4-三氟甲氧基苯基)-联环己基;

反-4-(5-环戊基-戊基)-反-4'-(4-三氟甲氧基苯基)-联环己基;

反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-(4-二氟甲氧基苯基)-联环己基;

反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-(4-三氟甲基苯基)-联环己基;

反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-(4-氟苯基)-联环己基;

反-4-(3-环戊基-丙基)-反-4'-(4-氟苯基)-联环己基;

反-4-(4-环戊基-戊基)-反-4'-(4-氟苯基)-联环己基;

反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-(4-氟苯基)-联环己基;

反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-(4-氟基苯基)-联环己基;

4'-[反-4-(2-环戊基-乙基)-环己基]-3,4,5-三氟联苯;

4'-[反-4-(3-环戊基-丙基)-环己基]-3,4,5-三氟联苯;

4'-[反-4-(4-环戊基-丁基)-环己基]-3,4,5-三氟联苯;

4'-[反-4-(2-环戊基-乙基)-环己基]-3,4,2'-三氟联苯;
 4'-[反-4-(3-环戊基-丙基)-环己基]-3,4,2'-三氟联苯;
 4'-[反-4-(4-环戊基-丁基)-环己基]-3,4,2'-三氟联苯;
 4'-[反-4-(2-环戊基-乙基)-环己基]-4,2',6'-三氟联苯;
 4-[反-4-(2-环戊基-乙基)-环己基]-3,4,2',6'-四氟联苯;
 4-[反-4-(2-环戊基-乙基)-环己基]-4-二氟甲氧基-3,5-二氟联苯;
 4-[反-4-(3-环戊基-丙基)-环己基]-4-二氟甲氧基-3,5-二氟联苯;
 4-[反-4-(4-环戊基-丁基)-环己基]-4-二氟甲氧基-3,5-二氟联苯;
 4-[反-4-(2-环戊基-乙基)-环己基]-4-二氟甲氧基-3,2'-二氟联苯;
 4'-[反-4-(2-环戊基-乙基)-环己基]-4-三氟甲氧基-3,2'-二氟联苯;
 4'-[反-4-(2-环戊基-乙基)-环己基]-4-三氟甲氧基-2',6'-二氟联苯;
 4'-[反-4-(3-环戊基-丙基)-环己基]-4-三氟甲氧基-2',6'-二氟联苯;
 4'-[反-4-(4-环戊基-丁基)-环己基]-4-三氟甲氧基-2',6'-二氟联苯;
 4'-[反-4-(2-环戊基-乙基)-环己基]-4-三氟甲氧基-2',6'-二氟联苯;
 4'-(4-环戊基-丁基)-3,4-二氟联苯;
 4'-(5-环戊基-戊基)-3,4-二氟联苯;
 4'-(2-环戊基-乙基)-3,4-二氟二苯乙炔;
 4'-(4-环戊基-丁基)-3,4-二氟二苯乙炔;
 4'-(4-环戊基-丁基)-4-三氟甲氧基-二苯乙炔;
 5-(4-环戊基-丁基)-2-(3,4-二氟苯基)-吡啶;
 5-(4-环戊基-丁基)-2-(3,4-二氟苯基)-嘧啶;
 5-(5-环戊基-戊基)-2-(3,4-二氟苯基)-嘧啶;
 5-(6-环戊基-己基)-2-(3,4-二氟苯基)-嘧啶;
 5-(7-环戊基-庚基)-2-(3,4-二氟苯基)-嘧啶;
 5-(4-环戊基-丁基)-2-(4-三氟甲氧基-苯基)-嘧啶;
 5-(6-环戊基-己基)-2-(4-三氟甲氧基-苯基)-嘧啶;
 5-(4-环戊基-丁基)-2-(3-氟-4-氟基苯基)-嘧啶;
 5-(5-环戊基-戊基)-2-(3-氟-4-氟基苯基)-嘧啶;
 5-(6-环戊基-己基)-2-(3-氟-4-氟基苯基)-嘧啶;

反-1-(4-环戊基-丁基)-4-(4-三氟甲氧基-苯基)-环己烷;
反-1-(6-环戊基-己基)-4-(4-三氟甲氧基-苯基)-环己烷;
反-1-(2-环戊基-乙基)-4-(3,4-二氟苯基)-环己烷;
反-1-(4-环戊基-丁基)-4-(3,4-二氟苯基)-环己烷;
反-1-(6-环戊基-己基)-4-(3,4-二氟苯基)-环己烷;
反-1-(6-环戊基-己基)-4-(4-氟-3-氟苯基)-环己烷;
反-1-(2-环戊基-乙基)-4-(3-氟-4-三氟甲氧基-苯基)-环己烷;
反-1-(4-环戊基-丁基)-4-(3-氟-4-三氟甲氧基-苯基)-环己烷;
反-1-(6-环戊基-己基)-4-(3-氟-4-三氟甲氧基-苯基)-环己烷;
反-1-(4-环戊基-丁基)-4-(4-二氟甲基-3-氟苯基)-环己烷;
反-1-(6-环戊基-甲基)-4-(4-二氟甲基-3-氟苯基)-环己烷;
反-1-(2-环戊基-乙基)-4-(3,4,5-三氟苯基)-环己烷;
反-1-(4-环戊基-丁基)-4-(3,4,5-三氟苯基)-环己烷;
反-1-(5-环戊基-戊基)-4-(3,4,5-三氟苯基)-环己烷;
反-1-(6-环戊基-己基)-4-(3,4,5-三氟苯基)-环己烷;
反-1-(7-环戊基-庚基)-4-(3,4,5-三氟苯基)-环己烷;
反-1-(4-环戊基-丁基)-4-(3,5-二氟-4-三氟甲氧基-苯基)-环己烷;
反-1-(4-环戊基-丁基)-4-(3,5-二氟-4-二氟甲氧基-苯基)-环己烷;
反-1-(6-环戊基-己基)-4-(3,5-二氟-4-二氟甲氧基-苯基)-环己烷;
反-1-(4-环戊基-丁基)-4-(4-三氟甲氧基-苯乙基)-环己烷;
反-1-(4-环戊基-丁基)-4-(3,4-二氟苯乙基)-环己烷;
反-1-(6-环戊基-己基)-4-(3,4-二氟苯乙基)-环己烷;
反-1-(4-环戊基-丁基)-4-(4-三氟甲氧基-3-氟苯乙基)-环己烷;
反-1-(4-环戊基-丁基)-4-(4-二氟甲氧基-3-氟苯乙基)-环己烷;
反-1-(6-环戊基-己基)-4-(4-二氟甲氧基-3-氟苯乙基)-环己烷;
反-1-(4-环戊基-丁基)-4-(3,4,5-三氟苯乙基)-环己烷;
反-1-(5-环戊基-戊基)-4-(3,4,5-三氟苯乙基)-环己烷;
反-1-(6-环戊基-己基)-4-(3,4,5-三氟苯乙基)-环己烷;
反-1-(4-环戊基-丁基)-4-(4-三氟甲氧基-3,5-二氟苯乙基)-环己烷;

反-1-(4-环戊基-丁基)-4-(4-二氟甲氧基-3,5-二氟苯乙基)-环己烷;
反-1-(6-环戊基-己基)-4-(4-二氟甲氧基-3,5-二氟苯乙基)-环己烷。

实施例 3

在 3 分钟内, 将 1.902g 4-环戊基苯甲酸, 1.371g 2-氟-4-羟基苜蓿, 0.122g 4-二甲氧基吡啶和 50 毫升二氯甲烷的混合物用 2.37g N,N'-二环己基碳化二亚胺分批处理。将所得悬浮液在室温搅拌 75 分钟并过滤。滤液用 150 毫升乙醚稀释。将该溶液用 45 毫升 2M 盐酸, 20 毫升水, 15 毫升 1M 苏打溶液和 20 毫升水(两次)洗涤, 经硫酸钠干燥, 过滤并浓缩滤液。粗产物用己烷/乙酸乙酯 23:2(v/v)经 23g 硅胶进行色谱分离。将含产物的馏份(2.254g)重结晶两次, 得到 1.982g 纯净的环戊基苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯; m.p.(C-I)77.2 °C, cl.p.(N-I)27.3 °C。

可以类似方式制备下列化合物:

4-环戊基甲基-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯, m.p.(C-I)54.2 °C;

4-(2-环戊基-乙基)-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯, m.p.(C-I)43.2 °C, cl.p.(N-I)24.1 °C;

4-(3-环戊基-丙基)-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯, m.p.(C-I)50.6 °C, cl.p.(N-I)-4.9 °C;

4-(4-环戊基-丁基)-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯, m.p.(C-I)50.1 °C, cl.p.(N-I)24.9 °C;

4-(5-环戊基-戊基)-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯;

4-(环戊基-甲氧基)-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯, m.p.(C-I)63.3 °C, cl.p.(N-I)20.7 °C;

4-(3-环戊基-丙基氧基)-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯;

4-环戊基-2-氟苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯;

4-(2-环戊基-乙基)-2-氟苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯;

4-环戊基-苯甲酸 4-氟基-3,5-二氟苯酯;

4-(2-环戊基-乙基)-苯甲酸 4-氟基-3,5-二氟苯酯;

4-环戊基-苯甲酸 3,4-二氟苯酯。

实施例 4

将 340mg 1-环戊基-4-乙炔基苯，430mg 5-溴-1,2,3-三氟苯，47mg 四-(三苯膦)合钯，17mg 溴化铜(I)和 12 毫升三乙胺的混合物加热至沸过夜。将该反应混合物进行真空蒸发。残余物溶于 30 毫升乙醚和 10 毫升水中。醚相用水洗涤，硫酸钠干燥，过滤并浓缩滤液。残余物用己烷经 10 硅胶色谱分离，得到纯净的 4'-环戊基-3,4,5-三氟二苯乙炔。

如下制备用作原料的 1-环戊基-4-乙炔基苯：

a) 用 5 分钟在 5 - 10 °C 将 13.1g 三苯膦的 30 毫升二氯甲烷溶液滴加到 8.3g 四溴甲烷的 30 毫升二氯甲烷溶液中。将该橙色溶液再在 5 °C 搅拌 10 分钟，然后用 10 分钟在相同温度下滴加在 20 毫升二氯甲烷中的 8.7g 4-环戊基苯甲醛溶液。将该溶液在 5 °C 再搅拌 30 分钟，然后小心地用 2 × 30 毫升饱和碳酸氢钠溶液萃取直至二氧化碳不再冒出，用 50 毫升水洗涤，硫酸钠干燥，过滤并浓缩滤液。将残余物溶于 50 毫升己烷和 50 毫升 80 % 甲醇水溶液中。己烷相用 20 毫升 80 % 甲醇洗涤，然后浓缩。将得到的 1-环戊基-4-(2,2-二溴乙烯基)-苯溶于 50 毫升四氢呋喃。将约 10 毫升该溶液加到 0.42g 镁屑中。加入少量溴使镁活化，加热该溶液直至反应开始，然后以使混合物微微沸腾的速率滴加剩余溶液。之后，再将该混合物加热至沸 1 小时，用 50 毫升己烷处理并用 30 毫升半饱和碳酸氢钠溶液和 30 毫升水洗涤。有机相经硫酸钠干燥，过滤并浓缩滤液。蒸馏残余物得到 1-环戊基-4-乙炔基苯。

可以类似方式制备下列化合物；

4'-环戊基-4-三氟甲基-二苯乙炔；

4'-环戊基-4-三氟甲氧基-二苯乙炔；

4'-环戊基-3,4-二氟二苯乙炔；

4'-环戊基-4-二氟甲氧基-3-氟二苯乙炔；

4'-(2-环戊基-乙基)-3,4-二氟二苯乙炔；

4'-(反-4-环戊基-环己基)-3,4-二氟二苯乙炔;
 4'-(反-4-环戊基-环己基)-4-三氟甲氧基-二苯乙炔;
 4'-(反-4-环戊基-环己基)-3,4,5-三氟二苯乙炔;
 4'-(反-4-环戊基-环己基)-3,4,2'-三氟二苯乙炔;
 4'-(反-4-环戊基-环己基)-3,4,2',6'-四氟二苯乙炔;
 4'-[反-4-(2-环戊基-乙基)环己基]-3,4-二氟二苯乙炔;
 4'-[反-4-(2-环戊基-乙基)环己基]-3,4,5-三氟二苯乙炔;
 4'-[反-4-(2-环戊基-乙基)环己基]-3,4,2'-三氟二苯乙炔;
 4'-[反-4-(2-环戊基-乙基)环己基]-3,4,2',6'-四氟二苯乙炔;
 4'-[反-4-(2-环戊基-乙基)环己基]-3,4,5,2',6'-五氟二苯乙炔。

实施例 5

将 0.67g 反-4-(3,4-二氟苯基)-环己烷甲醛，0.46g 2-环戊基-1,3-丙烷二醇，20 毫升甲苯和 3 滴 10% 硫酸的混合物加热至沸 1 小时，蒸除湿甲苯并以新鲜甲苯代替。用 2 滴三乙胺中和该反应混合物，冷却后用 5 毫升氯化钠溶液洗涤，经硫酸钠干燥，过滤并浓缩。残余物用己烷/乙酸乙酯 (v/v) 97:3 经 15g 硅胶进行色谱分离。将含产物的馏份进行两次乙醇重结晶，得到纯净的反-5-环戊基-2-[反-4-(3,4-二氟苯基)-环己基]-1,3-二噁烷。

可以类似方式制备下列化合物：

反-5-环戊基-2-[反-4-(3,4,5-三氟苯基)-环己基]-1,3-二噁烷;
 反-5-环戊基-2-[反-4-(4-二氟甲氧基-3,5-二氟苯基)-环己基]-1,3-二噁烷;
 反-5-环戊基-2-[反-4-(4-三氟甲氧基-苯基)-环己基]-1,3-二噁烷;
 反-5-环戊基-2-[反-4-(3-氟-4-三氟甲氧基-苯基)-环己基]-1,3-二噁烷;
 反-5-环戊基-2-[反-4-(3,4-二氟苯乙基)-环己基]-1,3-二噁烷;
 反-5-环戊基-2-[反-4-(3,4,5-三氟苯乙基)-环己基]-1,3-二噁烷;
 反-5-环戊基-2-[反-4-(4-二氟甲氧基-3-氟苯乙基)-环己基]-1,3-二噁烷;
 反-5-环戊基-2-[反-4-(4-二氟甲氧基-3,5-二氟苯乙基)-环己基]-1,3-二噁烷

烷;

反-5-(2-环戊基乙基)-2-[反-4-(3,4,5-三氟苯基)-环己基]-1,3-二噁烷;
反-5-(2-环戊基乙基)-2-[反-4-(3,4,5-三氟苯乙基)-环己基]-1,3-二噁烷。

实施例 6

将 412mg 3',4'-二氟-联苯-4-酚, 420mg(3-溴丙基)-环戊烷, 5 毫升二甲基甲酰胺和 550mg 碳酸钾细粉的混合物在 50 ℃ 搅拌 4 小时。将该悬浮液用 15 毫升甲苯和 15 毫升水处理。分离水相。甲苯相用水洗数次, 硫酸钠干燥, 过滤并浓缩滤液。粗产物用己烷/乙酸乙酯(v/v)49:1 经 10g 硅胶进行色谱分离。乙醇重结晶得到纯净的 4'-(3-环戊基-丙氧基)-3,4-二氟联苯。

可以类似方式制备下列化合物:

- 4'-(5-环戊基-戊氧基)-3,4-二氟联苯;
- 4'-(5-环戊基-戊氧基)-3,4,5-三氟联苯;
- 4'-(5-环戊基-戊氧基)-4-三氟甲氧基联苯;
- 5-(5-环戊基-戊氧基)-2-(3,4-二氟苯基)-吡啶;
- 5-(5-环戊基-戊氧基)-2-(3,4-二氟苯基)-嘧啶;
- 5-(6-环戊基-己氧基)-2-(3,4-二氟苯基)-嘧啶;
- 5-(7-环戊基-庚氧基)-2-(3,4-二氟苯基)-嘧啶;
- 5-(5-环戊基-戊氧基)-2-(3,4,5-三氟苯基)-嘧啶;
- 5-(5-环戊基-戊氧基)-2-(4-三氟甲氧基-苯基)-嘧啶;
- 5-(5-环戊基-戊氧基)-2-(4-二氟甲氧基-3-氟苯基)-嘧啶;
- 5-(5-环戊基-戊氧基)-2-(4-二氟甲氧基-3,5-二氟苯基)-嘧啶;
- 4'-(环戊基-甲氧基)-3,4-二氟二苯乙炔;
- 4'-(环戊基-甲氧基)-4-氟-3-氟二苯乙炔;
- 4'-(环戊基-甲氧基)-4-三氟甲氧基二苯乙炔;
- 4'-(环戊基-甲氧基)-4-二氟甲氧基-3-氟二苯乙炔;
- 4'-(3-环丙基-丙氧基)-3,4-二氟二苯乙炔;
- 4'-(3-环丙基-丙氧基)-4-氟-3-氟二苯乙炔;

- 4'-(3-环丙基-丙氧基)-4-三氟甲氧基二苯乙炔;
- 4'-(3-环丙基-丙氧基)-4-二氟甲氧基-3-氟二苯乙炔;
- 4'-(3-环丙基-丙氧基)-3,4,5-三氟二苯乙炔。

实施例 7

为研究混合物中式 I 化合物的性质，制备与 4-(反-4-戊基环己基)-苜睛的二元混合物 (BM)。在 22 ℃ 在板间距(plate separation)为 8 微米的 TN 单元(低偏转)中测定阈值电位(V_{10})和响应时间($t_{开}$ 和 $t_{关}$);选择 2.5 倍的阈值电位为操作电压。4-(反-4-戊基环己基)-苜睛的相应数据为: cl.p.(N-I)54.6 ℃, $V_{10}=1.62V$, $t_{开}=22ms$, $t_{关}=42ms$, $\Delta n=0.120$ 。

BM-1

90wt%4-(反-4-戊基环己基)-苜睛

10wt%反-4-(4-环戊基-丁基)-反-4'-(3,4-二氟苯基)-联环己基

cl.p.(N-I)57.9 ℃, $V_{10}=1.62V$, $t_{开}=30ms$, $t_{关}=49ms$, $\Delta n=0.118$ 。

BM-2

80wt%4-(反-4-戊基环己基)-苜睛

20wt%反-4-(4-环戊基-丁基)-反-4'-(3,4-二氟苯基)-联环己基

cl.p.(N-I)62.3 ℃, $V_{10}=1.64V$, $t_{开}=34ms$, $t_{关}=56ms$, $\Delta n=0.113$ 。

BM-3

90wt%4-(反-4-戊基环己基)-苜睛

10wt%反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-(3,4,5-三氟苯基)-联环己基

cl.p.(N-I)56.6 ℃, $V_{10}=1.51V$, $t_{开}=31ms$, $t_{关}=47ms$, $\Delta n=0.117$ 。

BM-4

80wt%4-(反-4-戊基环己基)-苜睛

20wt%反-4-(2-环戊基-乙基)-反-4'-(3,4,5-三氟苯基)-联环己基
cl.p.(N-I)58.7 ℃, $V_{10}=1.40V$, $t_{开}=41ms$, $t_{关}=55ms$, $\Delta n=0.114$ 。

BM-5

90wt%4-(反-4-戊基环己基)-苜腈

10wt%4-环戊基-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯

cl.p.(N-I)50.1 ℃, $V_{10}=1.35V$, $t_{开}=33ms$, $t_{关}=52ms$, $\Delta n=0.125$ 。

BM-6

80wt%4-(反-4-戊基环己基)-苜腈

20wt%4-环戊基-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯

cl.p.(N-I)46.2 ℃, $V_{10}=1.14V$, $t_{开}=45ms$, $t_{关}=67ms$, $\Delta n=0.126$ 。

BM-7

90wt%4-(反-4-戊基环己基)-苜腈

10wt%4-(环戊基-甲基)-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯

cl.p.(N-I)46.3 ℃, $V_{10}=1.31V$, $t_{开}=34ms$, $t_{关}=56ms$, $\Delta n=0.120$ 。

BM-8

80wt%4-(反-4-戊基环己基)-苜腈

20wt%4-(环戊基-甲基)-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯

cl.p.(N-I)37.9 ℃, $V_{10}=1.06V$, $t_{开}=50.2ms$, $t_{关}=82ms$, $\Delta n=0.114$ 。

BM-9

90wt%4-(反-4-戊基环己基)-苜腈

10wt%4-(2-环戊基-乙基)-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯

cl.p.(N-I)49.9 ℃, $V_{10}=1.42V$, $t_{开}=31ms$, $t_{关}=52ms$, $\Delta n=0.123$ 。

BM-10

80wt%4-(反-4-戊基环己基)-苜腈

20wt%4-(2-环戊基-乙基)-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯

cl.p.(N-I)45.6 °C, $V_{10}=1.23V$, $t_{开}=42ms$, $t_{关}=68ms$, $\Delta n=0.124$ 。

BM-11

90wt%4-(反-4-戊基环己基)-苜腈

10wt%4-(3-环戊基-丙基)-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯

cl.p.(N-I)47.8 °C, $V_{10}=1.31V$, $t_{开}=36ms$, $t_{关}=57ms$, $\Delta n=0.120$ 。

BM-12

80wt%4-(反-4-戊基环己基)-苜腈

20wt%4-(3-环戊基-丙基)-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯

cl.p.(N-I)41.0 °C, $V_{10}=1.11V$, $t_{开}=50ms$, $t_{关}=81ms$, $\Delta n=0.116$ 。

BM-13

90wt%4-(反-4-戊基环己基)-苜腈

10wt%4-(4-环戊基-丁基)-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯

cl.p.(N-I)50.4 °C, $V_{10}=1.41V$, $t_{开}=32ms$, $t_{关}=54ms$, $\Delta n=0.123$ 。

BM-14

80wt%4-(反-4-戊基环己基)-苜腈

20wt%4-(4-环戊基-丁基)-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯

cl.p.(N-I)46.6 °C, $V_{10}=1.25V$, $t_{开}=45ms$, $t_{关}=74ms$, $\Delta n=0.123$ 。

BM-15

90wt%4-(反-4-戊基环己基)-苜腈

10wt%4-(环戊基-甲氧基)-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯

cl.p.(N-I)51.4 °C, $V_{10}=1.39V$, $t_{开}=36ms$, $t_{关}=58ms$, $\Delta n=0.125$ 。

BM-16

80wt%4-(反-4-戊基环己基)-苜腈

20wt%4-(环戊基-甲氧基)-苯甲酸 4-氟基-3-氟苯酯

cl.p.(N-I)47.9 °C, $V_{10}=1.20\text{V}$, $t_{\text{开}}=51\text{ms}$, $t_{\text{关}}=84\text{ms}$, $\Delta n=0.126$ 。