

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02B 26/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200480032752.0

[43] 公开日 2008 年 3 月 12 日

[11] 公开号 CN 101142510A

[22] 申请日 2004.11.5

[21] 申请号 200480032752.0

[30] 优先权

[32] 2003.11.5 [33] US [31] 60/481,600

[32] 2003.11.6 [33] US [31] 60/481,605

[32] 2003.12.14 [33] US [31] 60/481,787

[86] 国际申请 PCT/US2004/037207 2004.11.5

[87] 国际公布 WO2005/048228 英 2005.5.26

[85] 进入国家阶段日期 2006.5.8

[71] 申请人 伊英克公司

地址 美国麻萨诸塞州

[72] 发明人 H·多施 C·H·霍尼曼

S·索恩 彭树荣 曹 岚 吴 斌

D·D·米勒 G·M·杜塔勒

J·P·阿劳约

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 刘 锴 段晓玲

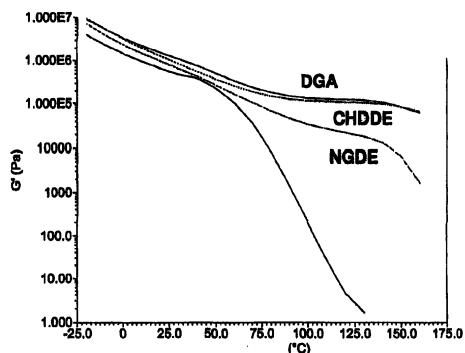
权利要求书 4 页 说明书 28 页 附图 10 页

[54] 发明名称

电光显示器

[57] 摘要

一种包括第一和第二基底、胶粘剂层和配置在第一和第二基底之间的电光材料层的第一电光显示器，所述胶粘剂层包括聚合物胶粘剂材料和含羟基聚合物的混合物，所述含羟基聚合物的数均分子量不大于 5000。一种第二电光显示器与第一电光显示器类似，但其具有包含热活化交联剂的胶粘剂层，以降低当所述显示器经受温度变化时的空穴增长。



1. 一种包括第一和第二基底、胶粘剂层和配置在第一和第二基底之间的电光材料层的电光显示器，该显示器的特征为胶粘剂层包括聚合物胶粘剂材料和含羟基聚合物的混合物，所述含羟基聚合物的数均分子量不大于 5000。
2. 根据权利要求 1 的电光显示器，其中含羟基聚合物是聚(乙二醇)。
3. 根据权利要求 2 的电光显示器，其中聚(乙二醇)的数均分子量不大于 2000。
4. 根据权利要求 2 的电光显示器，其中聚(乙二醇)的浓度为每克聚合物胶粘剂材料 10^{-6} – 10^{-5} 摩尔。
5. 一种电泳介质，其包括多个小滴，每个小滴包括悬浮液和多个悬浮在该悬浮液中的并且能够在向该介质施加电场时通过其移动的带电粒子，该介质进一步包括围绕小滴的粘合剂，该显示器的特征为该粘合剂包括聚合物胶粘剂材料和数均分子量不大于 5000 的含羟基聚合物的混合物。
6. 根据权利要求 5 的电泳介质，其中含羟基聚合物是聚(乙二醇)。
7. 根据权利要求 6 的电泳介质，其中聚(乙二醇)数均分子量不大于约 2000。
8. 根据权利要求 6 的电泳介质，其中聚(乙二醇)的浓度为每克聚合物胶粘剂材料 10^{-6} 至 10^{-5} 摩尔。
9. 根据权利要求 5 的电泳介质，其中小滴具有围绕悬浮液和带电粒子的囊壁。
10. 一种包括第一和第二基底、胶粘剂层和配置在第一和第二基底之间的电光材料层的电光显示器，该显示器的特征为胶粘剂层包括在聚合物主链中具有亲水或可聚合基团的聚氨酯胶粘剂。11. 一种电泳介质，其包括多个小滴，每个小滴包括悬浮液和多个悬浮在该悬浮液中的并且能够在向该介质施加电场时通过其移动的带电粒子，该介质进一步包括围绕小滴的粘合剂，该介质的特征为该粘合剂包括在聚合物主链中具有亲水或可聚合基团的聚氨酯胶粘剂。
12. 根据权利要求 11 的电泳介质，其中小滴具有围绕悬浮液和带

电粒子的囊壁。

13. 一种电光显示器，其包括，

 固体电光材料层，其能够在向其施加电场时改变至少一种光学特性；

 背平面，其包括至少一个电极，所述电极被安排向该电光材料层施加电场；和

 胶粘剂层，其被配置于该电光材料层和该背平面之间，并且将该电光材料层粘附固定到该背平面，

 该显示器的特征为胶粘剂层包括热活化的交联剂，在暴露于活化温度时，其能够使得胶粘剂层交联。

14. 根据权利要求 13 的电光显示器，其中胶粘剂层包括聚氨酯。

15. 根据权利要求 14 的电光显示器，其中交联剂包括环氧基。

16. 根据权利要求 15 的电光显示器，其中交联剂包括缩水甘油基。

17. 根据权利要求 15 的电光显示器，其中交联剂包括叔胺。

18. 根据权利要求 17 的电光显示器，其中交联剂包括 N, N-二缩水甘油基苯胺。

19. 根据权利要求 17 的电光显示器，其中在胶粘剂层中存在的 N, N-二缩水甘油基苯胺的浓度为至少 5000ppm，按重量计。

20. 根据权利要求 18 的电光显示器，其中在胶粘剂层中存在的 N, N-二缩水甘油基苯胺的浓度为至少 10000ppm，按重量计。

21. 根据权利要求 16 的电光显示器，其中交联剂包括具有至少两个羟基的烷基或环烷基多元醇的缩水甘油醚。

22. 根据权利要求 15 的电光显示器，其中交联剂包括具有主链和悬挂于主链的多个环氧基的聚合物。

23. 根据权利要求 16 的电光显示器，其中交联剂包括 1, 4-环己烷二甲醇二缩水甘油醚、新戊二醇二缩水甘油醚、0, 0, 0-三缩水甘油基甘油、和甲基丙烯酸缩水甘油酯的均聚物和共聚物中的任何一个或多个。

24. 根据权利要求 13 的电光显示器，其中胶粘剂层进一步包括有效减少交联后的胶粘剂层的体电阻率的试剂。

25. 根据权利要求 24 的电光显示器，其中体电阻率降低剂包括盐、聚电解质和数均分子量不大于 5000 的含羟基聚合物中的至少一种。

26. 根据权利要求 25 的电光显示器，其中体电阻率降低剂包括季铵盐或聚乙二醇。

27. 根据权利要求 26 的电光显示器，其中体电阻率降低剂包括氯化四丁基铵、六氟磷酸四丁基铵或数均分子量不大于 2000 的聚乙二醇。

28. 根据权利要求 27 的电光显示器，其中交联剂包括 N,N-二缩水甘油基苯胺和体电阻率降低剂包括六氟磷酸四丁基铵。

29. 一种产生电光显示器的方法，该方法包括：

提供一种配件，其包括

固体电光材料层，其能够在向其施加电场时改变至少一种光学特性；

背平面，其包括至少一个电极，所述电极被安排向该电光材料层施加电场；和

胶粘剂层，其被配置于该电光材料层和该背平面之间，并且将该电光材料层粘附固定到该背平面，

该胶粘剂层包括热活化的交联剂，其能够使得胶粘剂层交联，和使胶粘剂层暴露于足够活化交联剂的温度，从而使得胶粘剂层交联。

30. 一种电光显示器，其包括，

固体电光材料层，其能够在向其施加电场时改变至少一种光学特性；

背平面，其包括至少一个电极，所述电极被安排向该电光材料层施加电场；和

胶粘剂层，其被配置于该电光材料层和该背平面之间，并且将该电光材料层粘附固定到该背平面，

该显示器的特征为胶粘剂层已经被热活化的交联剂所交联。

31. 一种前平面叠层，其顺次包括：

透光导电层；

固体电光介质层，其与导电层电接触；

胶粘剂层；和

释放薄板，

该叠层的特征为胶粘剂层包括热活化的交联剂，在暴露于活化温

度时，其能够使得胶粘剂层交联。

32. 一种双重释放薄板，其包括：

固体电光介质层，在其相对侧面上具有第一和第二表面；

在固体电光介质层的第一表面上的第一胶粘剂层；

配置在第一胶粘剂层与固体电光介质层相对侧面上的释放薄板；和

在固体电光介质层的第二表面上的第二胶粘剂层，

该双重释放薄板特征为第一和第二胶粘剂层中的至少一个包括热活化的交联剂，在暴露于活化温度时，其能够使得其所在的胶粘剂层交联。

电光显示器

本发明涉及电光显示器和用于其中的材料。更具体地说，本发明涉及粘合剂和粘胶剂组合物，其具有受控制的体电阻率，和结合这种材料的电光显示器。本发明还涉及预防电光显示器中的空穴增长。本发明特别地，虽然不是排他地，用于含封装的电泳介质的显示器。本发明所提供的某些材料可有用于除电光显示器以外的应用。

电光显示器包括电光材料层，在本文中以其在成像领域中的常规意义所使用的术语“电光材料”是指一种具有第一和第二显示状态的材料，所述显示状态在至少一个光学性能方面不同，通过对该材料施加电场，该材料从其第一显示状态变化为第二显示状态。尽管光学性能典型地是人眼可感觉到的色彩，但它可是另一种光学性能，如光传输、反射率、发光，或者就意图机读的显示器来说，在可见区外电磁波长反射率方面变化的意义上的伪色。

在本发明的显示器中，在电光介质具有固体外表面的意义上，尽管介质可以并且经常的确具有内部液体或气体填充的空间，电光介质将典型地是一种固体(这种显示器可在下文中为方便起见称为“固体电光显示器”)。因而，术语“固体电光显示器”包括封装的电泳显示器、封装的液晶显示器及下述其他类型的显示器。

术语“双稳态的”和“双稳定性”在本文中以其在本领域中常规意义使用，是指包括具有第一和第二显示状态的显示元件的显示器，所述显示状态在至少一个光学性能方面不同，使得在任何给定的元件通过有限持续时间的寻址脉冲驱动后，呈现其第一或者第二显示状态，在该寻址脉冲终止以后，那个状态将持续至少若干次，例如至少四次，改变显示元件状态所要求的寻址脉冲的最小持续时间。在公布的美国专利申请 No. 2002/0180687 中表明一些可具有灰度标的粒子型电泳显示器不仅在其极限黑白状态中是稳定的，而且在其中间灰色状态下也是稳定的，并且其它类型的电光显示器的情况也是一样的。这类显示器恰当地称作“多稳态的”而不是双稳态的，不过为方便起见，可在本文中使用术语“双稳态的”以涵盖双稳态和多稳态显示器。

几种类型的电光显示器是已知的。一种类型的电光显示器是旋转

双色构件型，如在以下文献中描述：美国专利 Nos. 5808783、5777782、5760761、6054071、6055091、6097531、6128124、6137467 和 6147791（不过这类显示器经常被称为“旋转双色珠”显示器，由于更准确，术语“旋转双色构件”是优选的，因为上述一些专利中，旋转构件不是球形的）。这种显示器使用大量小的物体（典型地是球形或圆柱形），所述物体具有两个或更多不同光学特性的段，和内部偶极子。这些物体在基质内悬浮在液体填充的液泡内，该液泡充满液体以便该物体任意旋转。向显示器施加电场，因此使这些物体旋转到不同的位置并且改变物体段的通过观察表面所见内容，从而改变显示器的显现。这类电光介质典型地是双稳态的。

另一种类型的电光显示器使用电致色介质，例如以纳米发色 (nanochromic) 薄膜形式的电致色介质，其包括至少部分地由半导金属氧化物形成的电极和被连接到该电极的能够可逆变色的多个染料分子；见，例如 O'Regan, B., 等人, Nature 1991, 353, 737; 和 Wood, D., Information Display, 18(3), 24 (2002 年 3 月)。还见 Bach, U., 等人, Adv. Mater., 2002, 14 (11), 845。这种类型的纳米发色薄膜还描述在，例如，美国专利 No. 6301038，国际申请公开 No. WO01/27690 和美国专利申请 2003/0214695。这类电光介质也典型地是双稳态的。

另一种类型的电光显示器（其多年来已经是大量研究与开发的主题）是粒子型电泳显示器，其中多个带电粒子在电场影响下通过悬浮液。当与液晶显示器相比，电泳显示器可具有优良的亮度和对比度、宽视角、状态双稳定性和低电耗的特征。然而，与这些显示器长期图像质量相关的问题已经妨碍其广泛的使用。例如，构成电泳显示器的粒子常常沉淀，导致这些显示器不足的使用寿命。

如上所述，电泳介质需要悬浮液的存在。在大多数现有技术的电泳介质中，悬浮液是液体，但电泳介质可以是使用气体悬浮液产生的；见例如，Kitamura, T., 等人的“Electrical toner movement for electronic paper - like display”，IDW 日本, 2001, Paper HCS1 - 1 和 Yamaguchi, Y., 等人的“Toner display using insulative particles charged triboelectrically”，IDW 日本, 2001, Paper AMD4-4)。还见欧洲专利申请 1429178; 1462847; 1482354 和

1484625; 和国际申请 WO2004/090626; WO2004/079442; WO2004/077140; WO2004/059379; WO2004/055586; WO2004/008239; WO2004/006006; WO2004/001498; W003/091799; 和 W003/088495。当介质用于允许这种沉淀的取向时，例如在介质被置于竖直平面的标志中，气体基电泳介质似乎同液体基电泳介质一样对由于粒子沉淀带来的问题敏感。实际上，粒子沉淀在气体基电泳介质中比在液体基电泳介质中的问题更为严重，因为同液体悬浮液相比，气体悬浮液更低的粘度使得电泳粒子的沉淀速度更快。

许多被转让于麻省理工学院 (MIT) 和 E Ink 公司或者以其名义的专利和申请最近被公开，其描述了封装的电泳介质。这种封装的介质包括许多小囊，每个小囊本身包括内相和囊壁，其中内相包含悬浮在液体悬浮介质中的可电泳移动的粒子，囊壁围绕该内相。典型地，囊本身固定在聚合物粘合剂内以形成位于二个电极之间的粘附层。这类封装介质描述于，例如，美国专利 Nos. 5930026; 5961804; 6017584; 6067185; 6118426; 6120588; 6120839; 6124851; 6130773; 6130774; 6172798; 6177921; 6232950; 6249721; 6252564; 6262706; 6262833; 6300932; 6312304; 6312971; 6323989; 6327072; 6376828; 6377387; 6392785; 6392786; 6413790; 6422687; 6445374; 6445489; 6459418; 6473072; 6480182; 6498114; 6504524; 6506438; 6512354; 6515649; 6518949; 6521489; 6531997; 6535197; 6538801; 6545291; 6580545; 6639578; 6652075; 6657772; 6664944; 6680725; 6683333; 6704133; 6710540; 6721083; 6727881; 6738050; 6750473; 和 6753999；以及美国专利申请公开 Nos. 2002/0019081; 2002/0021270; 2002/0060321; 2002/0060321; 2002/0063661; 2002/0090980; 2002/0113770; 2002/0130832; 2002/0131147; 2002/0171910; 2002/0180687; 2002/0180688; 2002/0185378; 2003/0011560; 2003/0020844; 2003/0025855; 2003/0038755; 2003/0053189; 2003/0102858; 2003/0132908; 2003/0137521; 2003/0137717; 2003/0151702; 2003/0214695; 2003/0214697; 2003/0222315; 2004/0008398; 2004/0012839; 2004/0014265; 2004/0027327; 2004/0075634; 2004/0094422; 2004/0105036; 2004/0112750; 和 2004/0119681；和国际申请公开 Nos. W099/67678; W000/05704;

W000/38000; W000/38001; W000/36560; W000/67110; W000/67327;
W001/07961; W001/08241; W003/107315; W02004/023195; 和
W02004/049045.

许多上述专利和申请承认在封装的电泳介质中围绕离散的微胶囊的壁可被连续相代替，因而制造一种所谓的聚合物-分散的电泳显示器，其中电泳介质包括多个离散的电泳流体的小滴和聚合物材料的连续相，而且在这种聚合物-分散的电泳显示器内的电泳流体的离散小滴可被认为是囊或微胶囊，即使无离散囊膜与每个单独的小滴相联系；见例如，上述 2002/0131147。因此，对本申请来说，这种聚合物-分散的电泳介质被认为是封装的电泳介质的亚类。

一种电泳显示器相关类型是所谓的“微单元电泳显示器”。在微单元电泳显示器中，带电粒子和悬浮液不是封装在微胶囊内，而是保持在多个形成在载体介质内的腔中，典型地是聚合物薄膜。见，例如，国际申请公开 No. W002/01281，和公开的 US 申请 No. 2002/0075556，均转让于 Sipix Imaging, Inc.

尽管电泳介质常常是不透明的(因为，例如，在许多电泳介质中，粒子基本上阻断可见光透射通过显示器)并且以反射方式运转，许多电泳显示器可被制造以所谓的“快门模式”运转，其中一个显示状态基本上是不透明的而一个是透光的。见，例如，上述美国专利 Nos. 6130774 和 6172798，以及美国专利 Nos. 5872552; 6144361; 6271823; 6225971 和 6184856。介电电泳显示器，其类似于电泳显示器但依靠电场强度的变化，可以类似的方式运转；见美国专利 No. 4418346。

封装的或微单元电泳显示器一般不遭受传统电泳装置的聚簇和沉淀的失效方式并且提供了另外的优点，如能够在多种的柔性和刚性基底上印刷或涂敷显示器。(使用单词“印刷”意图包括全部的印刷和涂敷形式，包括但不限于：预计量式涂敷如片状模式涂敷(patch die coating)、缝式或挤压式涂布、斜板式或阶流式涂布、幕帘涂布；辊式涂布如罗拉刮刀涂布(knife over roll coating)、正反向辊式涂布；照相凹版式涂敷；浸渍涂敷；喷涂；弯月形涂敷(meniscus coating)；旋涂；刷涂；气刀涂布；丝网印刷方法；静电印刷方法；热敏打印方法；墨喷印刷方法；及其他相似的技术。) 因而，所得的显示器可是柔性的。进一步，因为(使用多种方法)可印刷显示器介质，

该显示器本身可廉价地制造。

除了电光材料层以外，电光显示器通常包括电光材料层和至少两个其他层，其配置在电光材料的相对侧面上，这两个层之一是电极层。在大多数这种显示器中，两个层都是电极层，并且电极层的一个或两个被构图以限定显示器的像素。例如，一个电极层可被构图为延伸的行电极并且另一个被构图为与该行电极成直角运转的延伸的列电极，像素由行电极和列电极的交叉点限定。或者，更通常地，一个电极层具有单个连续电极形式，另一个电极层被构图为像素电极的基质，其每个限定显示器的一个像素。在另一种类型的电光显示器中，其意图与触笔、印刷头或相似的与显示器分离的可移动电极一起使用，邻近电光层的层中仅仅一层包括电极，在该电光层的相对侧面上的层一般地是保护层，其意图防止可移动电极损害该电光层。

制造三层电光显示器通常包括至少一个层压操作。例如，在数个上述 MIT 和 E Ink 专利和申请中，描述了一种制造封装的电泳显示器的方法，其中在粘合剂中包括囊的封装的电泳介质被涂敷到柔性基底上，所述柔性基底包括铟-锡-氧化物 (ITO) 或相似的导电涂层 (其用作最终显示器的一个电极) 涂敷到塑料薄膜上，该囊/粘合剂涂层被干燥以形成电泳介质的粘附层，其紧紧粘附于基底。单独地，制备背平面，其包含像素电极阵列和适当的导体配置以连接像素电极而驱动电路。为形成最终显示器，使用叠层胶粘剂，其上具有囊/粘合剂层的基底被层压至背平面。(通过用简单保护层如塑料薄膜 (触笔或其他可移动电极可在其上滑动) 代替背平面，非常相似的方法可用于制备可与触笔或相似的可移动电极一起使用的电泳显示器。) 在这样方法的一个优选的形式中，背平面本身是柔性的并且可通过将像素电极和导体印刷在塑料薄膜或其他柔性基底上而制备。显而易见的由这个方法用于批量生产显示器的层压技术是使用叠层胶粘剂的辊式层压。相似的制造工艺可用于其他类型的电光显示器。例如，微单元电泳介质或旋转双色构件介质可以以基本上与封装的电泳介质相同的方式被层压至背平面。

在上述方法中，将携带电光层的基底层压至背平面可有利地通过真空层压进行。真空层压有效地从被层压的两个材料间挤出空气，因而避免了最终显示器中的不需要的气泡；这种气泡可在显示器上所产生的图像中引入不希望的人为因素。然而，用这样的方式将电光显示器

的两个部分真空层压对所用的叠层胶粘剂提出极高的要求，特别是在使用封装的电泳介质的显示器的情况下。叠层胶粘剂应该具有足够的胶粘强度以将电光层粘合至其所要层压到的层（一般地电极层），就封装的电泳介质来说，胶粘剂应该还具有足够的胶粘强度以机械地将囊固定在一起。如果电光显示器是柔性型的（旋转双色构件和封装的电泳显示器的显要优点之一是其可被制成柔性的），该胶粘剂应该具有足够的柔性以当显示器弯曲时不向该显示器引入缺陷。叠层胶粘剂应该在层压温度的条件下具有足够的流动特性以确保高质量叠层，并且在这方面，对层压封装的电泳和其它类型的电光介质的要求是异乎寻常地困难；层压在不高于约130°C的温度下进行，因为介质在无损坏的情况下不能暴露于本质上更高的温度，但胶粘剂的流动必须应对含囊层的较粗糙表面，该表面由于铺底的囊而呈现出不规则。实际上，层压温度应该保持尽可能低，室温层压将是理想的，但是不存在允许这种室温层压的工业胶粘剂。叠层胶粘剂应该与显示器中全部其它材料化学匹配。

如上述2003 / 0025855中所详细讨论的，用于电光显示器的叠层胶粘剂应该满足某些电学标准，这在叠层胶粘剂的选择中带来重要的问题。叠层胶粘剂的工业厂商当然投入极大努力以保证调节这种胶粘剂的如粘附力强度和层压温度等的性能，使得胶粘剂在其主要应用（其一般地包括层压聚合物和类似物薄膜）中表现优异。然而，在这种应用中，叠层胶粘剂的电学性能是不相关的，因此工业厂商对这种电学性能不加注意。实际上，在某些电学性能中的本质变化（高达数倍）可能存在与相同工业叠层胶粘剂的不同批次间，大概因为生产商试图优化叠层胶粘剂的非电学性能（例如，抗细菌繁殖性）而毫不关心电学性能方面产生的变化。

然而，在电光显示器中，其中叠层胶粘剂通常位于在电极之间，电极施加所需要的电场以改变电光介质的电学状态，胶粘剂的电学性能可变得重要。对于电学工程师显而易见的是，叠层胶粘剂的体电阻率变得重要，因为电光介质两端的电压降基本上等于电极两端的电压降减去叠层胶粘剂两端的电压降。如果胶粘剂层的电阻率太高，实质的电压降将出现在胶粘剂层内，需要提高电极两端的电压。用这样的方式增加电极两端的电压是不希望的，因为它增加显示器的功耗，并

且可需要使用更复杂的和昂贵的控制电路以控制所涉及的电压升高。另一方面，如果该胶粘剂层沿显示器连续地延伸，与电极基质接触，如在有源基质显示器中，胶粘剂层的体电阻率不应该太低，或者通过连续的胶粘剂层的电流的侧向传导可能引起相邻电极之间的不希望的干扰。此外，因为大多数材料的体电阻率随温度增加而迅速下降，如果胶粘剂的体电阻率太低，在基本上高于室温的温度条件下，显示器性能将受到不利影响。为此，存在用于任何给定电光介质的叠层胶粘剂电阻率值的最佳范围，该范围随电光介质的电阻率而变化。封装的电泳介质的封装的电泳介质的体电阻率一般地是约 10^{10} ohm cm，并且其他电光介质的电阻率通常是同数量级的。因此，在显示器的工作温度、一般地约 20°C 的条件下，叠层胶粘剂的体电阻率通常应该在约 10^8 - 10^{12} ohm cm，或约 10^9 - 10^{11} ohm cm。叠层胶粘剂应该还随温度变化体电阻率，其类似于电光介质本身。

能够满足大部分先前论述的相当迥异的用于电光显示器叠层胶粘剂的要求的工业材料的数目是少的，而实际上，少量的水分散的氨基甲酸乙酯乳状液已经用于此目的。类似的材料已经用作封装的电泳介质的粘合剂。

然而，使用这种聚酯基氨基甲酸乙酯乳状液作为叠层胶粘剂是仍不完全令人满意的在期望机械和电学性能之间的折衷。叠层胶粘剂如丙烯酸类聚合物和压敏胶粘剂可具有更好的机械性能，但这些材料的电学性能是不适合用作电光显示器。而且，至今一直没有令人满意的改变氨基甲酸乙酯乳状液电学性能的途径以将它们“微调”来使特定电光介质的电学性能匹配。因此，如果可发现一些“去耦”叠层胶粘剂的机械和电学性能的途径使得每组性能可以分别优化将是极其有利的，即，实际上，人们可以选择具有及其希望的机械性能的胶粘剂，然后优化其用于特定电光介质的电学性能。本发明的一个方面提供一种改变胶粘剂电学性能的途径而基本上不影响其机械性能。本发明也可用于改变粘合剂的电学性质而基本上不影响其机械性能。

此外，在考虑选自用于电光显示器的叠层胶粘剂中，必须注意装配显示器的方法。大多数用于最终层压电泳显示器的现有技术方法基本上是间歇方法，其中电光介质、叠层胶粘剂和背平面只恰恰在最后装配前被放在一起，期望提供更佳适于批量生产的方法。然而，上述

2004 / 0027327 描述装配固体电光显示器的方法(包括粒子型电泳显示器)，其很适于批量生产。本质上，此未决申请描述所谓的“前平面叠层”(“FPL”)其顺次包括透光的导电层；与导电层电接触的固体电光介质层；胶粘剂层和释放薄板。典型地，透光的导电层将携带在透光基底上，该透光基底优选是柔性的(在基底可手工卷绕于直径为10英寸(254mm)的鼓而没有永久变形的意义上)。在此未决的申请和本文中，术语“透光的”意思指由此指定的层发射足够的光以使观察者，透过该层看去，能够观察电光介质显示状态的变化，所述变化将通常通过导电层和邻近的基底(如果存在)观看。基底将典型地是聚合物薄膜，将通常具有约1-约25mil(25-634μm)的厚度，优选约2-约10mil(51-254μm)。导电层适宜的是例如铝或ITO的薄金属层或可为导电聚合物。涂有铝或ITO的聚(对苯二甲酸乙二酯)(PET)薄膜是可以市购的，例如获自E. I. du Pont de Nemours & Company, Wilmington DE的“镀铝的Mylar”(“Mylar”是注册商标)，这种工业材料可被使用而具有优良的前平面叠层的效果。

使用这种前平面叠层装配电光显示器可通过从前平面叠层除去释放薄板并且在有效引起胶粘剂层粘附于背平面的条件下使胶粘剂层与背平面接触而进行，从而将胶粘剂层、电光介质层和导电层固定到背平面。这个方法十分适合于批量生产，因为前平面叠层可被批量生产，典型地使用卷对卷涂布技术，然后切割成任何与具体背平面使用所需大小的碎片。

上述2004/0027327还描述在将前平面叠层结合入显示器前检测前平面叠层中电光介质的方法。在这种检测方法中，释放薄板具有导电层，并且在此导电层和在电光介质相对侧面上的导电层之间施加足够改变电光介质光学状态的电压。电光介质的观察于是将显示介质中的任何缺陷，由此避免将有缺陷的电光介质层压入显示器，以及报废全部显示器的所造成成本(而不仅仅是该有缺陷的前平面叠层)。

上述2004/0027327还描述了检测前平面叠层中的电光介质的第二方法，其通过在释放薄板上放置静电电荷，由此在电光介质上形成影像。然后以和先前相同的方式观察此影像以探测电光介质中的任何缺陷。

上述2003/0155855和其相应的国际申请PCT/US03/27686描述一

种所谓的“双重释放薄膜(double release film)”，其本质上是前述前平面叠层的简化型式。双重释放薄板的一个形式包括夹在两个胶粘剂层之间的固体电光介质层，一个或两个该胶粘剂层被释放薄板所覆盖。双重释放薄板的另一个形式包括夹在两个释放薄板之间的固体电光介质层。双重释放薄膜的这两种形式都意图用于通常类似于已述的由前平面叠层装配电光显示器的方法，但包括两个单独的叠层；典型地，在第一叠层中，该双重释放薄板被层压至前电极以形成前子配件，然后在第二叠层中，该前子配件层压到背平面以形成最终显示器。

鉴于使用描述于上述 2004/0027327 中的前平面叠层的装配方法的优点，所希望的是叠层胶粘剂能够被结合进这种前平面叠层。如前所述，还所希望的是叠层胶粘剂能够被结合进一种双重释放薄膜。

上述的 2003/0025855 还描述(特别见其 [0162] - [0191] 段)某些聚氨酯分散体，其特别为使用电光显示器而配制。

上述未决申请 Nos. 10/810761 和 PCT/US04/09198 描述了一种电光显示器，其包括第一和第二基底、胶粘剂层和配置在第一和第二基底之间的电光材料层，该胶粘剂层包括聚合物胶粘剂材料和盐或其他聚电解质的混合物。该盐可为例如四烷基铵盐如氯化四丁基铵，或乙酸钾。(还发现六氟磷酸四丁基铵可有利地代替该氯化物，基于摩尔对摩尔。) 聚电解质可为聚合物材料，例如聚丙烯酸的钠盐。盐或聚电解质用来改变胶粘剂材料的体电阻率但一般地不本质上影响该材料的机械性能。

这些申请还描述一种电泳介质，其包括多个囊，每个囊包括囊壁、封装在囊壁内的悬浮液和多个悬浮在该悬浮液中的并且能够在向该介质施加电场时通过其移动的带电粒子，该介质进一步包括围绕该囊的粘合剂，该粘合剂包括聚合物胶粘剂材料和盐或其他聚电解质的混合物。该盐或聚电解质可为任何先前描述的那些。

这些申请中所描述的显示器和介质产生优良的结果。然而，在至少一些情况中，存在一些担心：将离子物质添加到用于电光显示器的胶粘剂和/或粘合剂可或许在某些用于电光显示器的材料中引起腐蚀问题，特别地在其通常与叠层胶粘剂直接接触的背平面中。在一个方面，本发明涉及替代的添加剂，其可用于改变型电阻率和提高电光显示器的低温性能。在另一个方面中，本发明涉及聚氨酯胶粘剂的变型

以使它们更适用于电光显示器。

如已经提到的，用于制造电光显示器的层压方法对叠层胶粘剂的机械和电学性能提出极高的要求。在最终显示器中，叠层胶粘剂位于电极之间，所述电极施加所需要的电场以改变电光介质的电学状态，使得胶粘剂的电学性能变得重要。对于电学工程师显而易见的是，叠层胶粘剂的体电阻率变得重要，因为电光介质两端的电压降基本上等于电极两端的电压降减去叠层胶粘剂两端的电压降。如果胶粘剂层的电阻率太高，实质的电压降将出现在胶粘剂层内，需要提高电极两端的电压。用这样的方式增加电极两端的电压是不希望的，因为它增加显示器的功耗，并且可需要使用更复杂的和昂贵的控制电路以控制所涉及的电压升高。

然而，存在其他的叠层胶粘剂必须满足的约束条件。空穴增长可在各种类型的固体电光显示器中遇到，并且为了保证高质量的显示器，必不可少的是最终显示器没有空穴，因为这种空穴在显示器上所显示的图像中产生视觉缺陷。为了保证最终显示器没有空穴，必不可少的是形成前平面叠层(当作用时)的层压和对背平面的最终层压均是在不形成空穴的情况下进行的。同时需要最终显示器能经得起显著的温度的改变(例如，当将便携式计算机或个人数字助手从开着空调的轿车中移到热天室外阳光时可能发生的温度变化)而不诱发或加重空穴的形成，因为已经发现当暴露于这种温度变化时，一些最初呈现基本上无空穴的显示器可能形成有害的空穴。这种现象可称为“空穴再生”。

本发明人和其合作者已经确定当描述于上述 2004/0027327 中的优选类型的显示器(其包括通过聚氨酯叠层胶粘剂所层压到薄膜晶体管(TFT)的封装的电泳介质)暴露于高温(即 70 - 90°C)达持续时间(超过约 10 小时)，空穴开始在叠层胶粘剂和背平面之间的接触面出现，并且逐渐在叠层胶粘剂和背平面之间产生气隙。这些气隙在形成在电泳介质上的图像中产生视觉缺陷，因为在受气隙影响的区域内电泳介质不会在其光学状态间转换。最终，空穴和相关的非转换区域可变为大尺寸，一般地直径为约 1 - 5 毫米。因此，本发明的另一个方面涉及一种包括胶粘剂的电光显示器，该胶粘剂被改性以减少或剔除在显示器即使长时间暴露于高温时的空穴的形成。

在一个方面，本发明提供一种包括第一和第二基底、胶粘剂层和配置在第一和第二基底之间的电光材料层的电光显示器，胶粘剂层包括聚合物胶粘剂材料和含羟基聚合物的混合物，所述含羟基聚合物的数均分子量不大于 5000。

本发明的该方面可在下文中为方便起见称为“低分子量聚合物”显示器。在这种显示器中，含羟基聚合物可为聚(乙二醇)，通常是数均分子量不大于约 2000 的。聚(乙二醇)的浓度可为每克聚合物胶粘剂材料约 10^{-6} - 约 10^{-5} 摩尔。

在另一个方面中，本发明提供一种电泳介质，其包括多个小滴，每个小滴包括悬浮液和多个悬浮在该悬浮液中的并且能够在向该介质施加电场时通过其移动的带电粒子，该介质进一步包括围绕小滴的粘合剂，该粘合剂包括聚合物胶粘剂材料和数均分子量不大于 5000 的含羟基聚合物的混合物。

本发明的该方面可在下文中为方便起见称为“低分子量聚合物”介质。在这种介质中，含羟基聚合物可为聚(乙二醇)，通常是数均分子量不大于约 2000 的。聚(乙二醇)的浓度可为每克聚合物胶粘剂材料约 10^{-6} - 约 10^{-5} 摩尔。该电泳介质可为封装的电泳介质，其中小滴具有围绕悬浮液和带电粒子的囊壁。

在另一个方面中，本发明提供一种包括第一和第二基底、胶粘剂层和配置在第一和第二基底之间的电光材料层的电光显示器(本发明的“改性聚氨酯电光”显示器)，胶粘剂层包括在聚合物主链中具有亲水或可聚合基团的聚氨酯胶粘剂。

在另一个方面中，本发明提供一种电泳介质(本发明的“改性聚氨酯电光”介质)，其包括多个小滴，每个小滴包括悬浮液和多个悬浮在该悬浮液中的并且能够在向该介质施加电场时通过其移动的带电粒子，该介质进一步包括围绕小滴的粘合剂，该粘合剂包括在聚合物主链中具有亲水或可聚合基团的聚氨酯胶粘剂。该电泳介质可为封装的电泳介质，其中小滴具有围绕悬浮液和带电粒子的囊壁。

本发明还涉及在电光显示器中使用热交联剂，和其生产中所用的组件。在一个方面，本发明提供一种电光显示器，其包括：

固体电光材料层，其能够在向其施加电场时改变至少一种光学特性；

背平面，其包括至少一个电极，所述电极被安排向该电光材料层施加电场；和

胶粘剂层，其被配置于该电光材料层和该背平面之间，并且将该电光材料层粘附固定到该背平面，

胶粘剂层包括热活化的交联剂，在受到活化温度时，其能够使得胶粘剂层交联。

在这种“可交联的胶粘剂层”显示器中，胶粘剂层可包括聚氨酯。交联剂可包括环氧基，其可为缩水甘油基(即，环氧甲基)的形式。交联剂也可包括叔胺。例如，交联剂可包括N,N-二缩水甘油基苯胺，其在胶粘剂层中的浓度为至少约5000ppm，优选至少约10000ppm，按重量计。其他有用类型的交联剂包括具有至少两个羟基的烷基或环烷基多元醇的环氧醚，和具有主链和悬挂于主链的多个环氧基的聚合物。特别有用的交联剂包括1,4-环己烷二甲醇二缩水甘油醚、新戊二醇二缩水甘油醚，0,0,0-三缩水甘油基甘油，和甲基丙烯酸缩水甘油酯的均聚物和共聚物。

本发明还提供一种产生电光显示器的方法，该方法包括：

提供一种配件，其包括

固体电光材料层，其能够在向其施加电场时改变至少一种光学特性；

背平面，其包括至少一个电极，所述电极被安排向该电光材料层施加电场；和

胶粘剂层，其被配置于该电光材料层和该背平面之间，并且将该电光材料层粘附固定到该背平面，

该胶粘剂层包括热活化的交联剂，其能够使得胶粘剂层交联，和

使胶粘剂层暴露于足够活化交联剂的温度，从而使得胶粘剂层交联。

本发明还提供一种电光显示器，其包括：

固体电光材料层，其能够在向其施加电场时改变至少一种光学特性；

背平面，其包括至少一个电极，所述电极被安排向该电光材料层施加电场；和

胶粘剂层，其被配置于该电光材料层和该背平面之间，并且将该电光材料层粘附固定到该背平面，

该胶粘剂层已经被热活化的交联剂所交联。

本发明还提供一种制品(前平面叠层)，其顺次包括：

透光导电层；

固体电光介质层，其与导电层电接触；

胶粘剂层；和

释放薄板，

该胶粘剂层包括热活化的交联剂，在暴露于活化温度时，其能够使得胶粘剂层交联。

最后，本发明提供一种制品(双重释放薄膜)，其包括：

固体电光介质层，在其相对侧面上具有第一和第二表面；

在固体电光介质层的第一表面上的第一胶粘剂层；

配置在第一胶粘剂层与固体电光介质层相对侧面上的释放薄板；

和

在固体电光介质层的第二表面上的第二胶粘剂层，

其中第一和第二胶粘剂层中的至少一个包括热活化的交联剂，在受到活化温度时，其能够使得其所在的胶粘剂层交联。

本发明上述的前平面叠层和双重释放薄膜可包括任何任选的特征或描述于上述申请中的前平面叠层和双重释放薄膜。因而，例如本发明的前平面叠层可包括导电通路和接触垫，所述导电通路与前平面叠层的导电层接触并且贯穿其电光介质，所述接触垫与导电通路接触并且被安排接触提供在背平面上(前平面叠层将层压至此)的电极。

图 1 是一幅图表，其显示了有用于本发明低分子量聚合物显示器的某些聚氨酯胶粘剂随温度体电阻率变化。

图 2 显示了有用于本发明的改性聚氨酯电光显示器和介质的一类聚氨酯的化学式。

图 3 显示用于本发明的可交联胶粘剂层显示器的一个优选类的热活化的交联剂的化学式。

图 4 显示用于同样显示器的另一个优选类的热活化交联剂的化学式。

图 5 是一幅图表，其显示某些含热活化交联剂的胶粘剂随时间剪

切模量的变化。

图 6 是一幅图表，其显示对于与图 3 中相同的胶粘剂暴露于不同温度下的样品，随时间剪切模量的变化率。

图 7 和 8 显示对照粘合剂（图 7）和交联粘合剂（图 8）所受到的空穴形成程度。

图 9 是一幅图表，其显示了含热活化的交联剂的各个胶粘剂薄膜随时间的溶胀比。

图 10 是一幅图表，其显示了含热活化的交联剂的各个胶粘剂薄膜随时间的贮能模量。

图 11A、11B 和 11C 是类似于图 7 和 8 的视图，其显示了对照粘合剂（图 11A）和交联粘合剂（图 11B 和 11C）所受到的空穴形成程度。

图 12 和 13 是显示本发明的显示器的电光性能随温度的变化情况，其中胶粘剂层包含交联剂和体电阻率降低剂，如下述实施例 6 所述。

如已经提到的，本发明提供数个在用于电光显示器的胶粘剂（在某些情况下，粘合剂）中的改进。本发明的各个方面将分别地在以下内容中描述，尽管应当理解的是单独的显示器可使用本发明的一个以上的方面。

低分子量聚合物显示器和介质

如已经提到的，本发明的第一方面涉及具有胶粘剂层的电光显示器，所述胶粘剂层包括聚合物胶粘剂材料和低数均分子量 (M_n 不大于约 5000) 含羟基聚合物的混合物。为此优选的聚合物是聚(乙二醇) (PEG)。令人期望地 M_n 不大于约 2000。实际上，聚合物添加剂与上述未决申请 No. 10/810761 中使用的盐或其他聚电解质起同样的作用。. 然而，与使用盐相比，使用聚合物添加剂显示可能引起更少的腐蚀问题。还发现使用聚合物添加剂改进显示器的工作温度范围，这通过降低聚氨酯胶粘剂材料的体电阻率随温度变化而实现的，而使用盐添加剂做不到这一点。对于任何特定的系统的含羟基聚合物添加剂的最佳浓度最好凭经验确定，但作为一般性指导，可据说最佳浓度一般为每克聚合物胶粘剂材料 $10^{-6} - 10^{-5}$ 摩尔，参看以下有关实施例。

本发明的低分子量聚合物显示器可使用上述任何类型的电光介质。

实施例 1

在常规聚氨酯胶粘剂中以浓度 4400ppm 使用三种不同的市售可得的 PEG (数均分子量 Mn 分别为 300、1000 和 8000g/mol, 购自 Aldrich Chemical)。浓度 4400ppm 相应于 PEG-300 摩尔浓度为 5.17×10^{-6} , PEG-1000 摩尔浓度为 1.55×10^{-6} , 和 PEG-8000 摩尔浓度为 1.94×10^{-7} 。为提供实验样品以近似模拟封装的电泳显示器, 每个聚氨酯/PEG 混合物以 $30 \pm 2 \mu\text{m}$ 的厚度涂布到涂有 ITO 的 7mil (177 μm) 聚(对苯二甲酸乙二酯) (PET) 薄膜上, 该混合物被涂布到该薄膜的 ITO 覆盖的表面上。为提供适用于这些实验的实验性检测单元, 将所得的胶粘剂涂布的薄膜碎片然后在 120°C 和 65 磅/平方英寸(大约 0.5MPa) 以 6 英寸/分钟(大约 2.5 毫米/秒) 的速度层压至 5 厘米 x 5 厘米的涂敷有炭黑层的 PET 薄膜, 其作为检测单元的后电极(其基本上是忽略了囊层本身的封装的电泳显示器)。每次实验使用至少四个检测单元, 并且全部检测单元在检测前于 30°C 和相对湿度为 30% 的条件下调理 116 小时, 上述实验已经表明这种调理足以使得胶粘剂到达相对湿度平衡。使用标准工业检测设备, 然后在 25°C 和相对湿度为 30% 的条件下检测每个检验单元中的胶粘剂的体电阻率 (V_r)。为提供控制, 制备含相同聚氨酯胶粘剂的无添加剂的检测单元以及含相同聚氨酯胶粘剂外加 4400ppm 六氟磷酸四丁基铵(在下表中缩写为 “ NBu_4PF_6 ”)的检测单元。结果示于下表中。为简单起见, 省略了每个样品中的实验误差; 然而, 该误差通常不大于 $\pm 15\%$ 。

表的最后一列显示了每个材料的理论最大含水量, 假设在含 PEG 的样品中, 吸收水的位置是末端羟基, 因为似乎不可能在聚合物链内醚键会结合任何大量的水。假定 1 - 5 摩尔的结晶水来计算含六氟磷酸四丁基铵样品的最大含水量。

表 1

掺杂物	浓度 ($\times 10^6$ mol/g, 分散体)	$V_r (\times 10^{-9} \Omega$ cm)	含水量 (ppm)
无	0.00	60	N/A
NBu ₄ PF ₆	6.40	0.68	50-230
PEG(300)	5.17	0.42	500
PEG(1000)	1.55	0.46	160
PEG(8000)	0.19	44	20

由表 1 中的数据，将会看到 PEG-300 和 PEG-1000 在降低聚氨酯胶粘剂的体电阻率中与六氟磷酸四丁基铵同样有效，而 PEG-8000 对体电阻率的影响很小。这与样品的最大理论含水量一致。另一解释是 PEG-8000 在增塑聚氨酯胶粘剂中远不如 PEG-300 和 PEG-1000 有效。

实施例 2

如已经提到的，在某种意义上添加低分子量含羟基聚合物改进聚氨酯胶粘剂的体电阻率随温度的变化，而添加盐未做到。A 进行了第二组实验以举例说明这个性能。

与实施例 1 相同的方式制备和调理检测单元，不同的是调理进行最小仅 100 小时，检测单元仅仅包含无添加剂、4400ppm 的六氟磷酸四丁基铵、或 166 或 2658ppm 的 PEG-300。然后在 5°C - 50°C 的温度下，进行体电阻率测量，在所有情况下，相对湿度为 30%。结果示于附图的图 1 中，误差线没有示于此图中，因为实验误差通常小于用于标记数据点标志的尺寸。

从图 1 将会看到未掺杂的胶粘剂的体电阻率在所使用的 55°C 的温度范围内下降了约 2 个数量级；此性能对于聚氨酯胶粘剂是典型的。六氟磷酸四丁基铵掺杂的胶粘剂的体电阻率在相同温度下比未掺杂的胶粘剂低约 2 个数量级，但该盐掺杂的胶粘剂的体电阻率曲线的整体形状极类似于未掺杂的胶粘剂的曲线。相反，两个 PEG 掺杂的胶粘剂显示了在所使用的温度范围内体电阻率随温度变化很小；实际上，PEG 掺杂的胶粘剂的体电阻率随温度略微增加。因为聚氨酯胶粘剂在低温体电阻率增加是限制使用在低温这种胶粘剂的电光显示器的性能的主要因素，图 1 所示的结果表明使用 PEG 掺杂的聚氨酯胶粘剂应该导致这种电光显示器低温性能的显著改进。

从上述将会看到，本发明的低分子量聚合物显示器和电光介质提

供了一种控制用于电光显示器胶粘剂的体电阻率的途径，其降低了可与向这种胶粘剂添加盐有关的任何潜在的腐蚀问题。此外，它们提供一种使得用于电光显示器胶粘剂的体电阻率对温度的改变较不敏感的途径，从而潜在地改进这种显示器可运转的条件的范围。最后，因为在用于封装的电泳介质的胶粘剂和粘合剂中所要求的性能间的关系，使用本发明的低分子量聚合物介质作为用于电光显示器的封装的电泳介质中的粘合剂应该得到类似于其用作电光显示器中的胶粘剂所实现的优点。

改性聚氨酯电光显示器和介质

如已经提到的，本发明的进一步方面提供包括第一和第二基底、胶粘剂层和配置在第一和第二基底之间的电光材料层的电光显示器，胶粘剂层包括在聚合物主链中具有亲水或可聚合基团的聚氨酯胶粘剂。

在附图的图 2 中示出适用于在电光显示器中用作胶粘剂的含水聚氨酯的典型的聚氨酯结构。在此图中，“HRN-”表面使用 1, 6-己二胺的链延长，而“COO⁻/NH⁺(Et)₃”表示源自二羟甲基丙酸与三乙胺的羧酸根的中和。制备这种聚氨酯的总工序包括四个步骤：

- (a) 由多元醇(例如，聚(丙二醇))与摩尔的过量的二异氰酸盐(例如，氢化二苯甲撑二异氰酸酯)的反应制备预聚合物；
- (b) 预聚合物与含二醇基的羧酸(例如二羟甲基丙酸)的反应；
- (c) 用叔胺(例如，三乙胺)中和步骤(b)中引入的羧基；和
- (d) 使用二胺或二醇(例如，1, 6-己二胺或1, 4-丁二醇)链延长。

这四个步骤的每一个可严重影响最终聚氨酯胶粘剂的性能，这使得合成对任何特定应用具有最佳性能的聚氨酯胶粘剂极其复杂。例如，通过控制步骤(a)中所用的聚(丙二醇)的分子量，可控制最终聚氨酯的分子量。此外，对于聚氨酯化学领域的技术人员众所周知的是机械性能如最终聚氨酯的模量和伸长强烈取决于步骤(a)中的异氰酸酯/羟基比值。在步骤(b)中，二羟甲基丙酸的量影响最终聚氨酯分散体的重均分子量(M_w)、粒度和 ζ 电势；一般地，由于二羟甲基丙酸含量增加， M_w 下降，粒度下降和 ζ 电势增加。在(c)步骤中，中和度是最终聚氨酯分散体粒度的决定性因素；在最佳中和下，粒度最小。最后，步骤(d)已知是控制最终聚氨酯分子量的最有效阶段。

上述结果(涉及离子和低分子量聚合物作为添加剂以控制胶粘剂的体电阻率的效果)表明类似的效果可通过将亲水和/或可极化基团结合入聚氨酯结构中而不使用添加剂而实现。这种基团的结合可在数种途径中实现。可用过量亲水的或可极化的官能度进行聚氨酯主链的聚合；例如，这可以通过使用过量二醇而不是二胺进行链延长，因而向聚合物中引入羟基。在(a)、(b)或(c)步骤中，引入官能度大于2的多元醇可产生化学交联的聚合物；然而，由于最终聚氨酯的材料性质可受较大影响，在使用该方法时应特别注意。或者，最终聚氨酯的亲水性和/或极化度还可以受步骤(c)的中和度的影响，即三乙胺对二羟甲基丙酸的摩尔比；中和度增加将往往引起聚氨酯体电阻率下降，并且预计体电阻率的大小可是中和度的定量度量。

此外，因为在用于封装的电泳介质的胶粘剂和粘合剂中所要求的性能间的关系，使用改性聚氨酯作为用于电光显示器的封装的电泳介质中的粘合剂应该得到类似于其用作电光显示器中的胶粘剂所实现的那些的优点。

本发明的改性聚氨酯显示器可使用上述任何类型的电光介质。

根据本发明这个方面的聚氨酯的改性提供了类似于已述关于在聚氨酯中使用离子和低分子量聚合物添加剂的益处；但在最终显示器中具有最小的腐蚀问题风险，和没有添加剂可从胶粘剂层分离或扩散的风险。

可交联胶粘剂层显示器，以及本发明的相关方面

如已指出，本发明的一个方面涉及在电光显示器的胶粘剂层中使用能够使胶粘剂层交联的热活化的交联剂。本发明还提供产生具有交联胶粘剂层的电光显示器的方法，由此方法所生产的电光显示器，和可用于形成这种显示器的组件(即前平面叠层和双重释放薄膜)。发现使用这种热活化的交联剂有效地避免电光显示器中空穴的形成。

应该选择交联剂使得，当延长高温暴露时，交联剂将基本上使胶粘剂交联，因为已经发现当电光显示器长时间暴露于高温时，这种交联在剔除(或至少大大地降低)空穴形成中是有效的。此外如已指出，应该选择交联剂使得，在用于制造电光显示器的层压过程中，胶粘剂的交联极少或没有出现。尽管在将电光材料层压到背平面期间可以允许较低的交联度(见以下所述)，似乎重要的是在层压过程中，胶粘剂

保持流动能力，以确保电光材料对背平面的优良粘附力。实际上，在上述 2004/0027327 中所述的“双重层压”加工期间，叠层胶粘剂将一般地进行胶粘剂涂布、干燥、层压电光材料和层压背平面。这些步骤中的三个涉及高温加工(一般地在 60 - 120°C)，因此对于最佳的加工，交联将不会出现直到零件被制造后或者以极低速率使得加工这种胶粘剂不成问题。

通常情况下，当胶粘剂使用聚氨酯胶粘剂，交联剂令人期望地含一种或多种环氧基，其可为缩水甘油基的形式。已经发现数个不同类型的环氧化合物是有益的。例如，交联剂可为叔胺，该类特别优选的交联剂是 N,N-二缩水甘油基苯胺(在下文中缩写“DGA”)。然而，因为 DGA 是苯胺衍生物，使用此材料，特别是在商品中，可能有健康和安全的担忧。另外，苯胺衍生物抗紫外辐射稳定性通常是差的，引入 DGA 可能影响暴露于这种辐射的显示器，例如暴露于日光的露天显示器的长期性能。因此，已经寻找替代的交联剂。

DGA 交联聚氨酯胶粘剂的能力可归因于 DGA 的缩水甘油基中的环氧基对聚氨酯主链上的羧基的亲核攻击。因此，含这种环氧基的并且能够分散在聚氨酯胶粘剂相中的其他分子可用于替代 DGA。优选的用作交联剂的含环氧基化合物包括具有多个环氧基的小分子，例如图 3 中所示的化学式，其中 n 是 2 或更大，R 表示与环氧基连接的任何化学结构。这种化合物包括烷基或环烷基二醇或更高多元醇的缩水甘油醚，例如 1,4-环己烷二甲醇二环氧甘油醚(CHDDE)、新戊二醇二环氧甘油醚(NGDE)并且 0,0,0-三缩水甘油基甘油(TGG)。这种交联剂的第二组是具有主链和多个悬挂于主链的环氧基的聚合物(并且任选通路连接基，例如多亚甲基，连接到主链)，如图 4 中所示意地举例说明。合适的聚合物的实例包括甲基丙烯酸缩水甘油酯的均聚物和(无规或嵌段)共聚物。

任何特定粘胶剂组合物中的交联剂的最佳量最好凭经验确定。然而，作为一般性指导，可以说明的是交联剂浓度为至少约 100 ppm(w/w 基于粘胶剂组合物的重量)是一般必需的，通常至少约 1000 ppm。在很多情况下，交联剂最佳的比例是大于约 10000 ppm。就 DGA 来说，比例为 15000 ppm 或更多是通常所希望的以在交联胶粘剂中提供足够的机械强度来防止空穴增长。

在某些情况下，也许有利的是在电光显示器中使用叠层胶粘剂，其含有如上所述的含羟基聚合物(或离子掺杂物)和交联剂。当显示器是混合显示器(即使用具有基本上不同机械性能的前后材料所构造的显示器)时，这种组合可特别有益。

如国际申请 PCT/US04/35261 所述，挑战性的是用这样的方式设计和构造混合电子显示器(即，使用具有基本上不同的机械性的前后材料构造的显示器)以防止在制造期间或在显示器使用寿命期间单元的弯曲(或翘曲)。当热活化的交联剂包含在根据本发明的叠层胶粘剂中时，增加了问题。当使用这种交联剂时，显示器单元需要受热至高温一段时间以激活叠层胶粘剂，这种加热往往在显示器单元中引起弯曲加重明显的问题。

因此，本发明提供一种描述于未决 PCT/US04/35261 中制造方法的变型以使其适用于含热活化的交联剂的叠层胶粘剂。本发明此外提供控制含热活化的交联剂的叠层胶粘剂的体电阻率及其他性能的途径。

当使用描述于未决 PCT/US04/35261 中的方法以及含热活化的交联剂的叠层胶粘剂，要考虑三个主要因素：

1. 用于显示器的塑料薄膜所需的热稳定性；
2. 基于整个系统集成问题，构造显示器的优选的工艺流程，和
3. 适当的温度和时间标度顺序，以确保将热活化的胶粘剂交联剂最佳地集成到混合显示器装配工艺。

现将分别地论述这三个考虑因素。

1. 尺寸稳定性

如上述未决 PCT/US04/35261 所述，非常期望使用热稳定的和具有已知的热膨胀系数(CTE)和相对湿度膨胀系数(CHE)值的材料如聚合物薄膜来构造混合显示器。优选，尺寸稳定性性能大致在双向中相同(就以辊形式所提供的聚合物薄膜来说，辊长对辊宽)。工业聚合物薄膜的热稳定性在不同生产商间以及在相同生产商的各个材料类型间明显变化。聚合物薄膜应该极令人期望地在高温具有极长时间的尺寸稳定性(令人期望地大于或等于 130°C，优选大于或等于 150°C，达多个数百小时，即至少约 500 小时)，使得与在最高温度环境试验限度(一般地 100°C)的条件下由 CTE 效应引起相比，引起更小的尺寸变化。

例如，典型显示器的适当材料是热稳定的聚(对苯二甲酸乙二

酯) (PET) (Melinex 504 级, 获自 Du Pont Teijin Films, Wilmington, DE; “MELINEX”是注册商标) 和高性能硅酸硼玻璃(1737, 来自 Corning Incorporated, Corning, New York)。对于此 PET, 我们得到:

$$\text{CTE} = 18 \text{ ppm}/\text{C}$$

$$\text{CHE} = 7 \text{ ppm}/\% \text{ RH},$$

并且对于玻璃

$$\text{CTE} = 3.76 \text{ ppm}/\text{C}$$

此外, 生产商注释到在 150°C 暴露 30 分钟后, PET 经受约 0.2% 的剩余收缩。

由于 CTE 影响, 从室温加热 PET 至 100°C 将引起 PET 经受 1350ppm 或约 0.14% ($18 \text{ ppm}/\text{C} \times 75^\circ\text{C}$) 的尺寸变化。为了保证由于剩余收缩造成的不可逆尺寸变化在长时间高温暴露时不在显示器结构中起作用, 期望保证剩余收缩显著地小于该值。因而, 在 100°C 剩余收缩绝不应超过约 0.14%, 即在 100°C 达多个数百小时。另外, 任何单独的使 PET 曝光于甚至更高的温度的装配工艺(例如将电光介质薄膜层压至胶粘剂, 优选在 120-130°C 进行) 将不会有显著的其它剩余收缩。

为了保证在显示器制造期间 PET 薄膜不经受过大的收缩, 众所周知薄膜可通过本领域技术人员已知的许多方法将薄膜热稳定到不同程度。例如, 在 150°C 数百小时后, 尺寸变化的变化率可实际上消失(变化率小于 1ppm/hr), 如 N. D. Young 等在 AMLCDs and Electronics on Polymer Substrates, Euro Display 1996, 555 - 558 页中所述。

2. 优选的工艺流程

当使用含根据本发明的热活化的交联剂的叠层胶粘剂时, 存在着 4 个实践有益的工艺变型:

1. 在将胶粘剂涂布在支承上以后, 但在将胶粘剂层压到电光介质以前, 通过热暴露达固定时间使得胶粘剂交联;
2. 在层压至电光介质以后, 但在将胶粘剂(一般地, 以前平面叠层的形式)层压到背平面以前, 通过热暴露达固定时间使得胶粘剂交联;
3. 在将胶粘剂(一般地, 以前平面叠层的形式)层压到背平面以后, 但在将显示器边封(见上述 2004/0027327 对于电光显示器制造中边封的实际重要性的讨论)前, 通过热暴露达固定时间使得胶粘剂交联; 和

4. 在显示器被彻底地构造以后通过热暴露达固定时间使得胶粘剂交联，或许作为部分最终边封的后焙烧工艺。

当然构造电光显示器的技术人员会认知将含热活化的交联剂的胶粘剂施加至某一温度和时间(包括室温暴露)的各个工艺将使交联反应进行。作为热暴露条件的实例，技术人员可以考虑温度在40°C-90°C时间达10分钟-100小时，更优选1小时-30小时，并且最优选1小时-10小时。

以上工艺变型1不是所希望的，因为当交联时胶粘剂将变得相当硬并且因此使得层压过程困难并且也许是阻碍性地困难。

工艺2变型优于使胶粘剂变硬，当其(一般地)与释放层紧密接触时，使得其在处理、加工等中保持了极高的平整度。如果在FPL上保持了合适的平整度，尽管胶粘剂硬度增加，但层压至背平面是可能的。因此，该变型是实用的，只要在层压至背平面后交联剂化学处理产生合适的胶粘强度。

工艺变型3是期望的，因为它使得胶粘剂保持柔软，在全部层压操作中，但一旦完成层压就变硬。该工艺变型是期望的，还因为其使得在进一步进行最终显示器生产前，FPL/背平面(例如，使用玻璃背平面的组合)组合到达一种平衡状态。这是所希望的，特别是如果交联反应导致粘合剂系统总体积变化(致密化或者致稀化)。

工艺变型4也是希望的，因为(a)在全部层压过程期间胶粘剂是柔软的，和(b)该工艺导致与工艺变型3相比略微的效率改进，因为胶粘剂交联可与边封胶粘剂的热活化交联同时完成。注意典型的优选的边封剂(例如 Threebond 30Y-491由ThreeBond Corporation, Cincinnati, Ohio 制造)需要紫外线固化和热固化。

在全部讨论的工艺变型中，非常期望所用的PET或类似的薄膜是如上所述热稳定的以保证交联剂的使用不导致在交联步骤中显示器弯曲的显著增加。

3. 工艺温度和时间标度顺序

当根据本发明使用含热活化的交联剂的粘胶剂组合物时，重要的是确保适当的选择全部所关心的工艺的温度和时间标度以保证胶粘剂的交联以期望的速率进行。作为引导性材料，考虑以下表2中所示的工艺考虑因素：

表 2 对于电光显示器装配工艺的典型温度和暴露时间

热处理	典型的温度 (°C)	典型的暴露时间标度
胶粘剂干燥	50-90	数分钟
胶粘剂存储	0-20	数月
将胶粘剂层压至电光介质	90-130	数分钟
FPL存储	0-20	数月
将FPL层压至背平面	60-110	<1 分钟
边封调配	50-80	2-6 分钟
边封UV固化	30-80	2-5 分钟
边封后焙烧	30-80	1-3 小时
高温检测	60-100	5-30 天

为在优选的工艺变型 3 或 4 中使用热活化的交联剂，实际上必不可少的是：

- (a) 与两个层压有关的温度下交联所需的时间远长于这些层压的时间标定(分钟)；
- (b) 在检测期间在高温剩余薄膜收缩所需时间远长于交联时间标度，剩余收缩效应远小于与 CTE 和 CHE (见以上的讨论) 有关的尺寸变化；和
- (c) 交联的时间标度足够地短以至是实用的（越短越好），但不是如此短以至于使得在各个长期储存步骤期间过度交联。

明显地，在表 2 中所列的各个工艺/存储步骤期间，交联反应将进行。作为具体的实例，对于特定的交联剂和胶粘剂，技术人员可发现，在两个层压之后，交联反应已经进行完成了 0.1% - 50%。如上所述，后面的步骤可使反应进行直到其达到可接受的完成程度。

交联的叠层胶粘剂的使用结合柔软胶粘剂和坚硬胶粘剂的优点，该柔软胶粘剂使得工艺简单、处理量高，而坚硬胶粘剂使得显示器紧紧固定在一起而不会在高温使得空穴增长。最显而易见的工艺风险是胶粘剂(和 FPL，如果使用)的储存期限缩短，而胶粘剂的冷冻会是所希望的以使储存期限最大化。

本发明此外提供控制含热活化的交联剂的叠层胶粘剂的体电阻率及其他性能的途径。如上所述，上述的 PCT/US04/35261 描述在电光显示器中使用粘合剂和粘胶剂组合物，其体电阻率通过添加盐或聚电解质例如氯化四丁基铵而降低；六氟磷酸四丁基铵可有利地被取代。

根据本发明的交联叠层胶粘剂基本上增加了胶粘剂的体电阻率。然而已经发现，向这种交联胶粘剂中添加盐、聚电解质或含羟基聚合物可容易地降低交联胶粘剂的体电阻率至最所期望的范围，产生交联胶粘剂，所述交联胶粘剂的体电阻率基本上与上述的未决申请 No. 10/810761 中所描述的非交联胶粘剂相同。还已发现由这种掺杂的且交联的胶粘剂所制备的封装的电泳显示器与类似的现有技术显示器相比，可在更宽的温度和相对湿度范围内使用。用于减少体电阻率的盐、聚电解质或聚合物可为任何先前描述的那些，特别优选的组合是 DGA 作为交联剂和六氟磷酸四丁基铵作为体电阻率降低剂。

下面给出的实施例，虽然仅仅作为说明，以显示优选的用于本发明可交联胶粘剂的试剂、条件和技术。

实施例 3：用 N, N-二缩水甘油基苯胺交联聚氨酯胶粘剂

具有干物质含量约 35wt% 的常规含水聚氨酯分散体涂布到释放薄板上并且在链条式平炉中在 60°C 干燥大约 2 分钟，分散体的涂布量被控制使得在释放薄板上形成厚 15 μm 的胶粘剂层。为举例说明热活化的交联剂的作用，所用分散体含 20000 ppm (基于分散体的干物质含量) 的 N, N-二缩水甘油基苯胺 (DGA)。

所得的胶粘剂层从释放薄板上剥离，并折叠成数倍厚度以提供足够的胶粘剂层，用于剪切模量检测，其在 Dynamic Mechanical Analyzer, RH2000 型上进行。胶粘剂样品暴露于温度 60°C 达 1000 分钟，然后其温度连续地上升到 70、80 和 90°C，如附图的图 5 所示。将第二个样品维持在 60°C 达 1440 小时。两个样品的剪切模量 (G') 间隔测量。在图 5 中，4 条单独的线显示在 60、70、80 和 90°C 对一个样品所进行的测量，如标记，而连续曲线是对单独的线的最佳拟合。图 6 显示暴露于变化温度下的样品的贮能模量 (G"，剪切模量随时间的变化率)。在图 5 中所示的当温度升高时模量的最初下降是由于当胶粘剂温度增加时不可避免的剪切模量下降造成的。

从图 5 和 6 中的数据将会看到，由 DGA 使得聚氨酯胶粘剂热活化交联(固化)是较缓慢的并且是强烈随温度而变的。尽管相关数据未在图 5 和 6 中显示，但维持在恒定 60°C 的样品未发现在 1440 小时后被完全固化。因此，含 DGA 的聚氨酯胶粘剂在较短地暴露于高温的条件下未出现显著的固化，而在制造典型的电光显示器期间，这种胶粘剂将

受到所述的条件，参见以下实施例 4。然而，在使用期间，当这种显示器长时间曝光于高温时，将出现胶粘剂的热活化交联。

实施例 4：抑制显示器的空洞形成

为了提供试验性的根据本发明的可交联电泳显示器，基本上按照上述 2002/0180687 的第 [0066] – [0072] 段所述制备了包括凝胶/阿拉伯树胶囊的浆料，该浆料包含烃悬浮液、二氧化钛和炭黑电泳粒子和聚合物粘合剂。该浆料然后被涂布到 $188 \mu\text{m}$ 的聚(对苯二甲酸乙二酯) (PET) 薄膜(在一个表面上具有薄的 ITO 涂层)上，浆料被沉积在薄膜的 ITO 覆盖的表面上。涂布的薄膜在链条式平炉中在 60°C 干燥大约 2 分钟。分别地，将具有干物质含量约 35wt% 的常规含水聚氨酯分散体涂布到释放薄板上并且在链条式平炉中在 60°C 干燥大约 2 分钟，分散体的涂布量被控制使得在释放薄板上形成厚 $15 \mu\text{m}$ 的胶粘剂层。所用的分散体不含添加剂(对照)，或者包含 20000ppm(基于分散体的干物质含量)的 DGA。胶粘剂涂布的释放薄板然后被层压到囊-涂布的薄膜以形成前平面叠层，在 65psig (0.56mPa) 以 6 英寸/分钟 (2.5mm/秒) 速度进行层压，使用 WesternMagnum 双辊层压机，其中两个辊被保持在 120°C 。然后将光学透明胶粘剂涂布在 PET 薄膜的暴露表面上(即，在该囊膜的另一侧上)，对于详细内容，有关使用光学透明胶粘剂 (OCA) 和以下所生产的最终显示器的结构，参考上述 2004/0027327，特别是附图 20 和说明书的相关部分。

为提供适用于这些试验的试验性单像素显示器，将所得的前平面叠层碎片除去其释放薄板，然后使用 Iyshiyama 层压机在 75°C 和 72psig (0.63mPa) 以 2 英尺/分钟 (10 毫米/秒) 速度进行层压得到 5 厘米 x 5 厘米的覆盖 ITO 层的玻璃碎片，对薄膜的 ITO 覆盖的表面进行层压。在该第二层压之后，在室温下使叠层消除应力达 4 小时。最后，叠层的 OCA-覆盖的表面被层压到保护性叠层，所述保护性叠层包括保护性薄板、第一层低粘性胶粘剂、具有面对 OCA 的氧化铝涂层的 PET 层、OCA 层、具有防眩/镀膜的 PET 层和第二层低粘性胶粘剂，使得第二层低粘性胶粘剂被层压到叠层的 OCA。然后通过将边密封剂滴分发在薄板周边而使得所得的结构边封。

然后，将所得的显示器通过在 90°C 和 17% 相对湿度的条件下存储 15 小时来受热应力，然后被转换到黑暗光学状态并照相。结果示于附

图的图 7 和 8 中，图 7 显示了对照的显示器，其中聚氨酯胶粘剂不含任何 DGA，图 8 显示了本发明的显示器，其中胶粘剂确切地含有这种添加剂。从图 7 将会看到，对照显示器显示了许多白色区域，其表明空穴的存在，而图 8 显示本发明的显示器没有空穴。

实施例 5：使用各个交联剂的叠层胶粘剂

可交联的叠层胶粘剂的样品以基本上相同的路线，使用相同的常规聚氨酯制备，如以上实施例 3 中，不同的是胶粘剂以 25 μm 的厚度涂布。如实施例 3 中，涂布的胶粘剂薄膜从基底上剥离，并折叠多次以提供 10mm 见方和 1mm 厚的样品，其在烘箱中于 70°C 交联不同的时间。在此交联反应后，使样品在 HPLC 级丙酮中溶胀至少 24 小时以到达平衡。在完成样品平衡溶胀以后，用棉纸除去样品表面上所吸附的丙酮，称重样品。最后，在 60°C 烘箱中完全干燥 24 小时以除去全部溶剂以后，再次称重样品。由平衡溶胀质量与聚合物干燥质量计算平衡质量溶胀比，结果如图 9 所示。

使用的样品包含 15000 或 20000 ppm (w/w 基于聚氨酯胶粘剂的固体含量) 的 DGA 和 20000 ppm 的 CHDDE 或者 TGG。因为较低的溶胀比相当于较高的交联密度和因而较高的胶粘剂薄膜的机械强度，图 9 中所绘数据表明与 CHDDE 和 TGG 交联的胶粘剂薄膜具有可与用 DGA 所达到的机械强度相比的机械强度，因而能防止空穴形成。

此外，测量了对照样品和三个含 20000 ppm 的不同交联剂样品的胶粘剂贮能模量 (G'')，以上述实施例 3 中的相同方法，测量贮能模量，结果示于图 10 中。由此图，将会看到交联的胶粘剂与对照物相比，在机械强度的保持，特别地温度大于 25°C，显示出显著的改进。当使用交联胶粘剂的电光显示器暴露于高温时，此改进的机械强度的保持有助于防止空穴增长。

最后，将以上述实施例 3 中的相同方法制备的试验性显示器通过暴露于 70°C 和 23% 相对湿度达 15 小时来受热应力，然后目视检查。照相结果示于图 11A、11B 和 11C 中。从这些图中将会看到，无任何交联剂的对照样品 (图 11A) 经热应力检测后显示了明显的空穴增长，而含 20000 ppm 的 DGA (图 11B) 和 CHDDE (图 11C) 的样品经检测后没有空穴。

实施例 6：使用交联剂和离子添加剂的叠层胶粘剂

此实施例举例说明使用离子添加剂 (“掺杂物”) 以控制用于本发

明显示器中的可交联的胶粘剂的的体电阻率。

制备一系列显示器，其中叠层胶粘剂的配制使用或者没有使用掺杂物(六氟磷酸四丁基铵， NBu_4PF_6)和交联剂(N,N -二缩水甘油基苯胺，DGA)，如以下表3所示。

表 3

样品代码	掺杂剂组合物	掺杂剂组合物	注释
	NBu_4PF_6 (ppm)	DGA (ppm)	
C-L	0	0	对照
D-N	1000	0	掺杂/非交联
SC-0/43000	0	43000	仅交联
SC-500/43000	500	43000	低 NBu_4PF_6 /交联
SC-1000/43000	1000	43000	中 NBu_4PF_6 /交联
SC-0/43000	4400	43000	高 NBu_4PF_6 /交联

通过将封装的电泳介质涂布到 ITO-涂布的 PET 薄膜来制备试验性单像素显示器，介质被涂布到薄膜的 ITO 覆盖的表面上。具有指定添加剂的、含与上述的实施例中相同的常规聚氨酯胶粘剂的胶粘剂被涂布到释放薄板上，并被干燥产生 30-33 μm 厚的胶粘剂涂层。胶粘剂涂层释放薄板然后被层压到电泳介质以形成前平面叠层，其被切成适当大小的碎片。从 FPL 碎片上除去释放薄板，将前平面叠层层压到 2 英寸 x 2 英寸(51 毫米 x 51 毫米)的涂有石墨电极的聚合物薄膜以形成最终的单像素显示器。上述步骤基本上如上述 2004/0027327 中所描述的进行，仅仅为能够在试验性胶粘剂上进行体电阻率的测量，制备了相似系列的试验性显示器，但省略了电泳介质。

在检测前，通过暴露于 80°C 和 20% 相对湿度的条件下达 53 小时使全部显示器交联；尽管在不含 DAG 的样品中没有交联发生的可能，但为了试验性一致性，还是使这些显示器暴露于同等条件。随后，全部显示器在 25°C 和 30% 相对湿度的条件下平衡两个星期，然后进行检测以确定叠层胶粘剂的体电阻率(V_I)和该叠层胶粘剂和电泳介质的平均总的体电阻率。结果示于以下表 4 中，其中全部数据是 4 个样品的平均，实验误差的最大影响，样品对样品的偏差，一般地小于 $\pm 15\%$ 。

表 4

样品代码	V _r (Ohm cm)	V _r (Ohm cm)
	仅胶粘剂	胶粘剂 + 介质
C-L	3.6×10^{10}	-
D-N	$0.8-1 \times 10^9$	2.5×10^{10}
SC-0/43000	1.1×10^{11}	7.0×10^{10}
SC-500/43000	5.0×10^8	2.5×10^{10}
SC-1000/43000	1.4×10^9	2.4×10^{10}
SC-4400/43000	1.2×10^9	1.0×10^{10}

从表 4 中的数据将会看到，用盐掺杂胶粘剂使胶粘剂的体电阻率降低约 30 倍，而不添加掺杂物使胶粘剂交联增加体电阻率约 3 倍，使得用于实际的电泳显示器中的交联的胶粘剂的该体电阻率过高；如上述 E Ink 和 MIT 申请中所述，必须“平衡”胶粘剂和电泳介质的体电阻率使得胶粘剂层两端的电压降不变得过大。然而，将掺杂物添加到交联的胶粘剂降低该交联的胶粘剂的体电阻率达与掺杂的、未交联的胶粘剂基本上相同的值，即，掺杂物降低交联的胶粘剂的体电阻率的倍数大于其降低未交联的胶粘剂的体电阻率的倍数。

进行了进一步的系列试验来测量胶粘剂制剂的电光性能。以与前述相同的方式制备了试验性显示器，不同的是在 25°C 和 70% 相对湿度的条件下进行平衡达数天；显然，用于该系列试验的全部显示器包含电泳介质。然后在 -15、-10、0、15、25、50 和 60°C 测量显示器的白黑状态，结果示于附图的图 12。图 13 显示在不同的温度显示器的动态电光范围。

从图 12 将会看到，(无掺杂的、未交联的)对照显示器的白色状态在温度低于约 0°C 和高于约 50°C 大幅度地退化，在这些温度条件下，动态范围实际上降到零。掺杂胶粘剂却没有交联的基本上改进了显示器的低温性能，但对高温(高于 50°C)性能具有很小的作用。交联的但未掺杂的胶粘剂(显示器 SC-0/43000)显示了改进的高温性能，但同对照相比低温性能差别很小。相反，尽管在高温下动态范围随着掺杂剂浓度增加而下降，全部三个掺杂的、交联的胶粘剂显示优良的低温和高温性能，仅含 500ppm 的掺杂物的胶粘剂产生最佳的总性能。因而，使用掺杂的、交联的胶粘剂不仅在低温和高温条件下产生改进的性能，而且交联剂的存在降低了优良低温性能所需的掺杂物的数量。

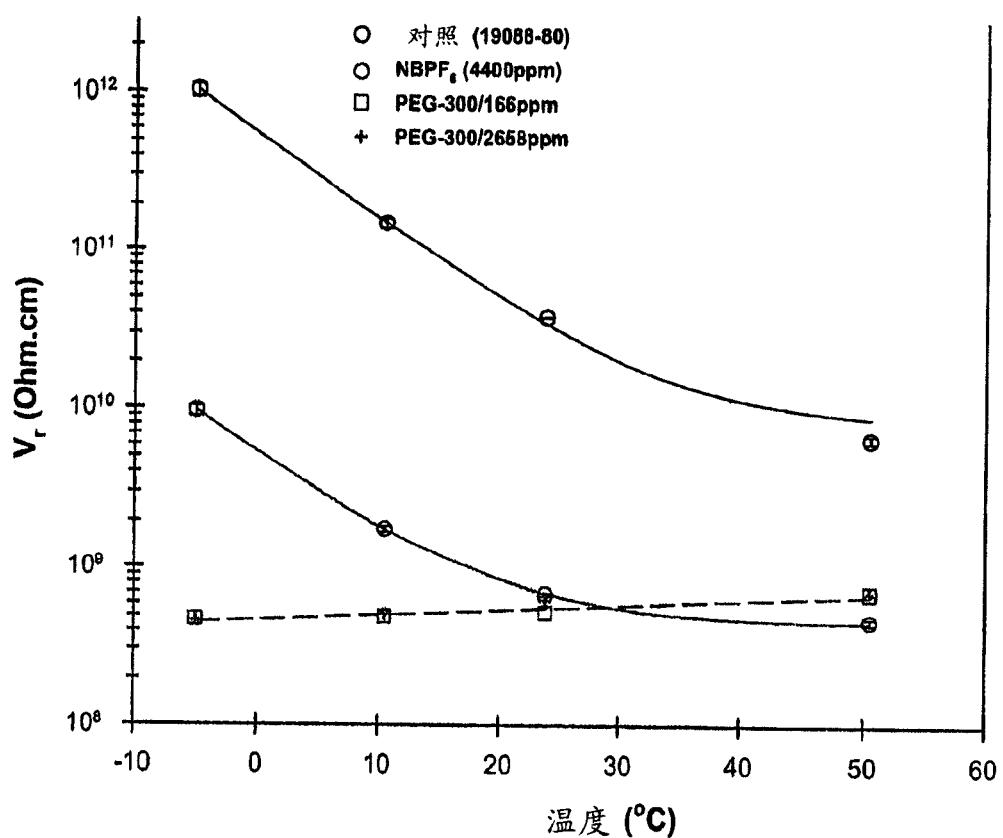


图 1

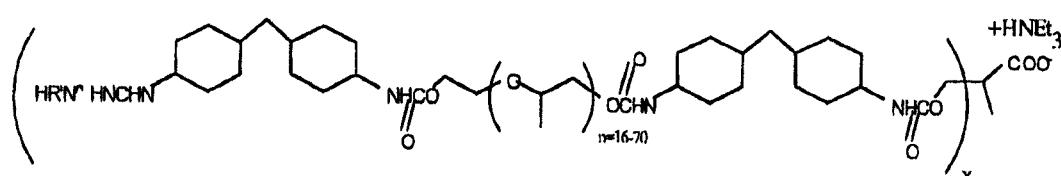


图 2

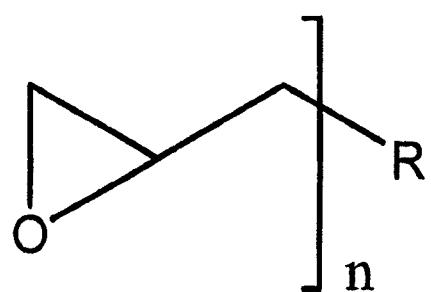


图 3

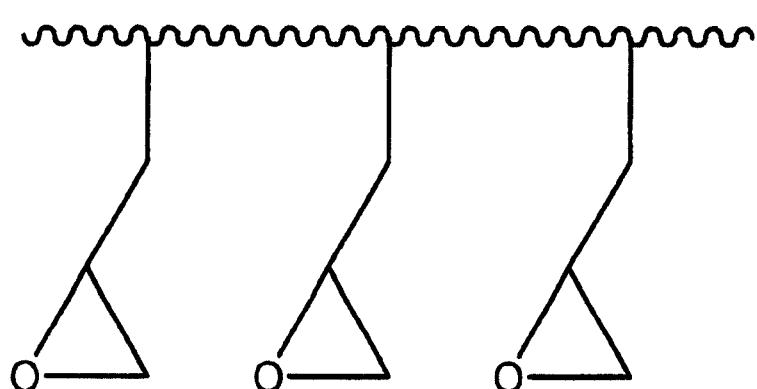


图 4

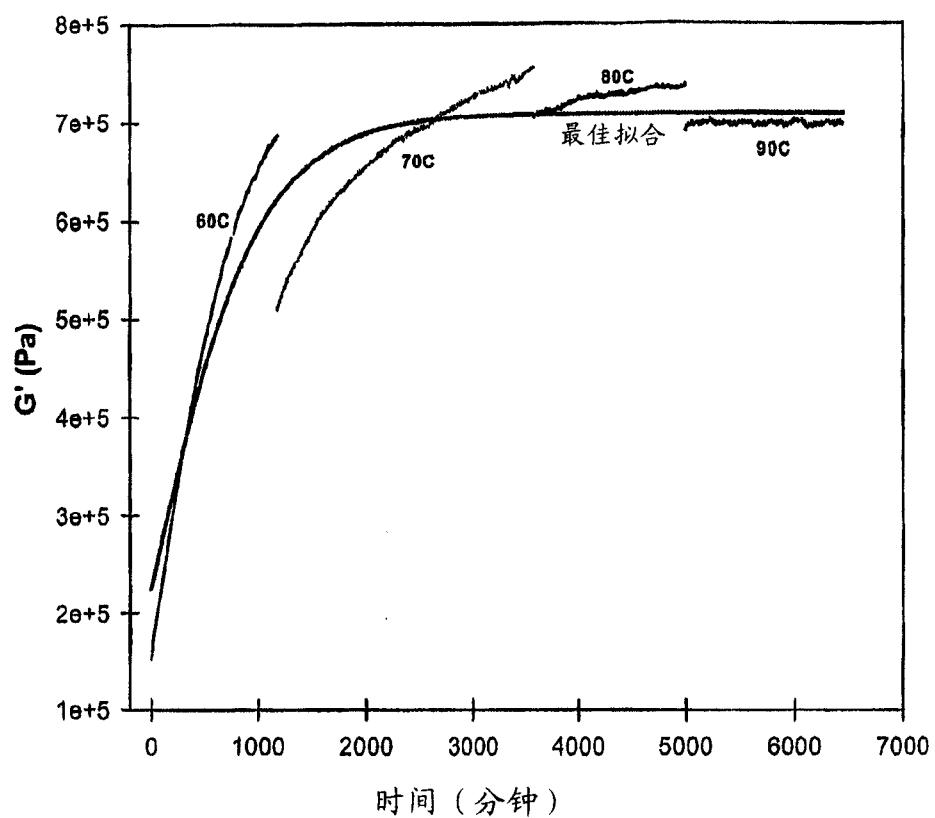


图 5

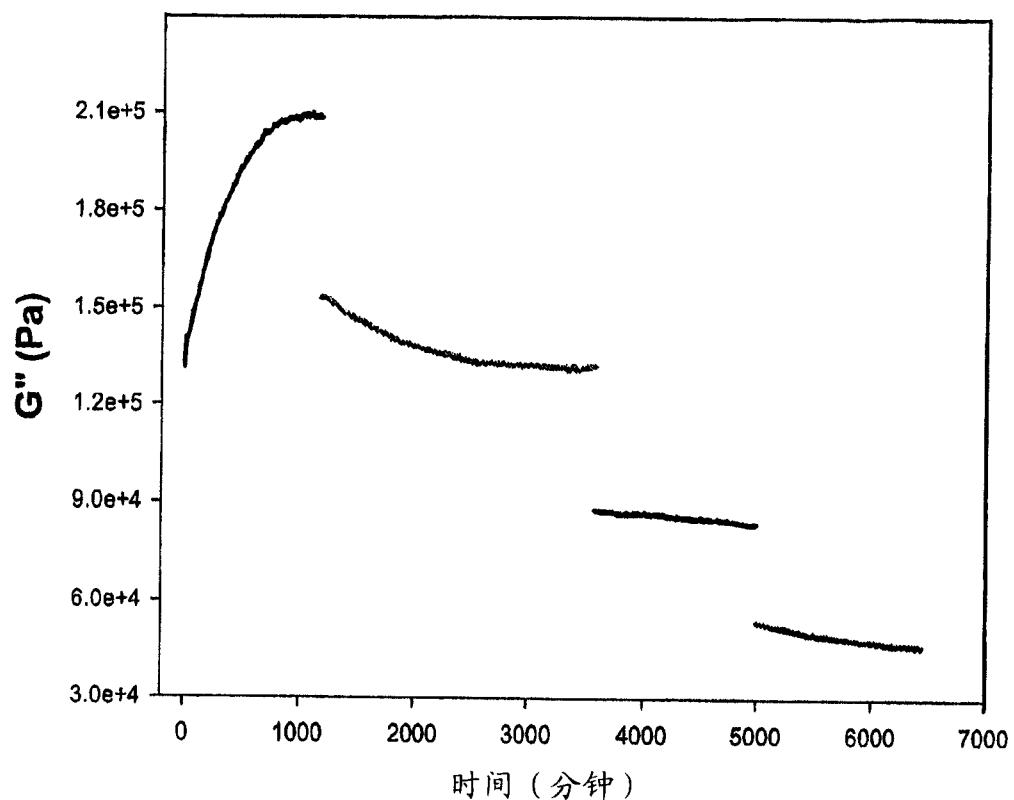


图 6

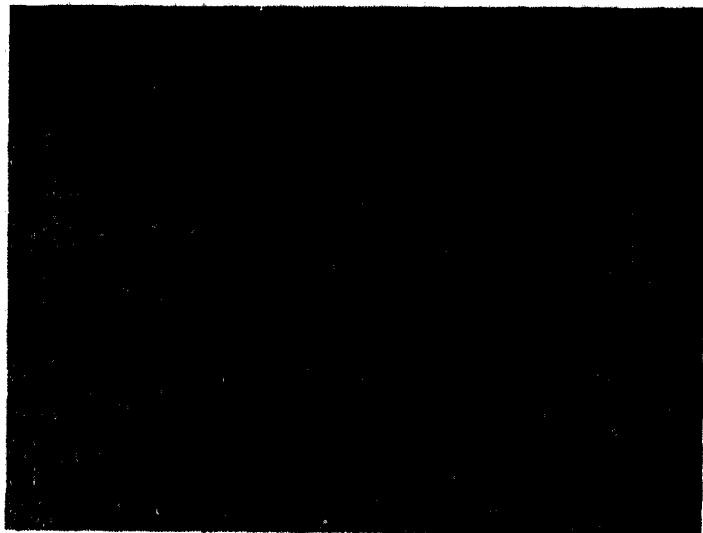


图 7

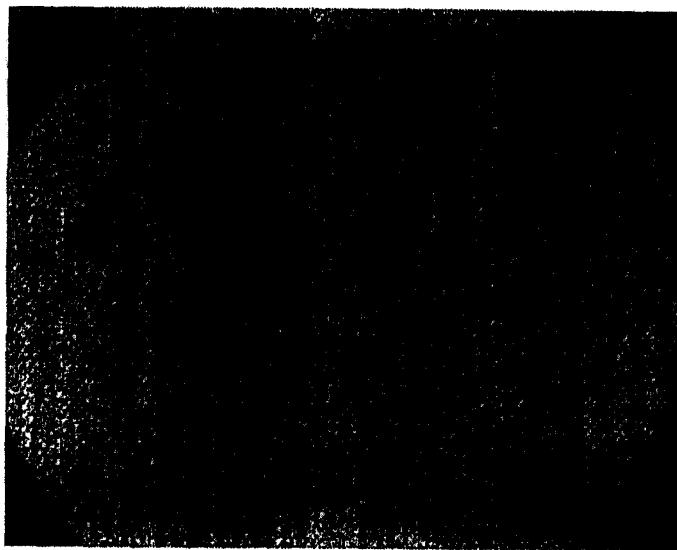
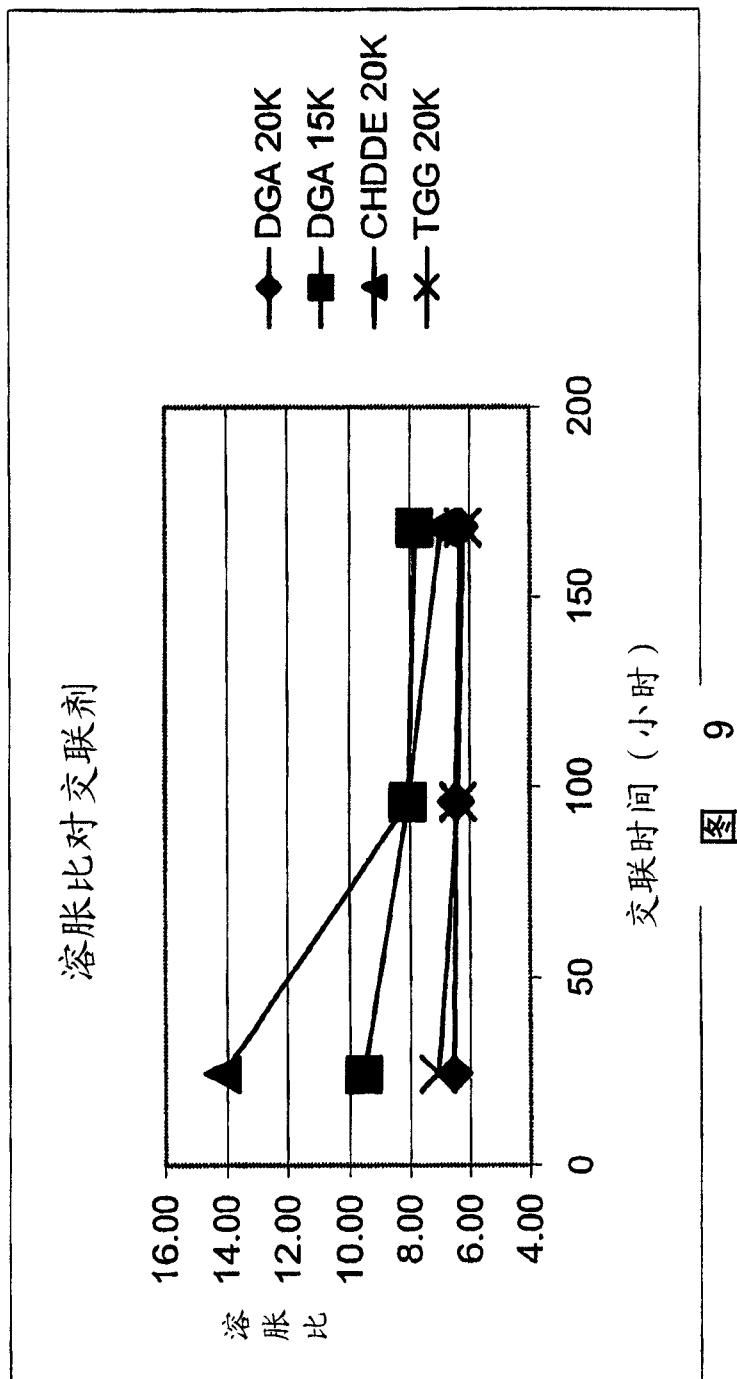


图 8



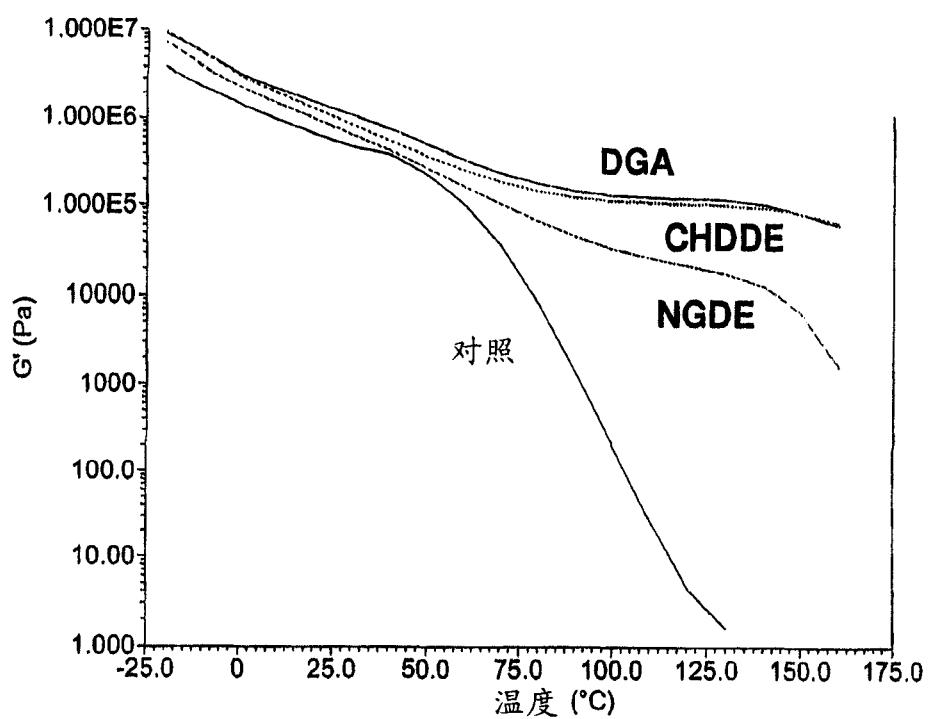


图 10

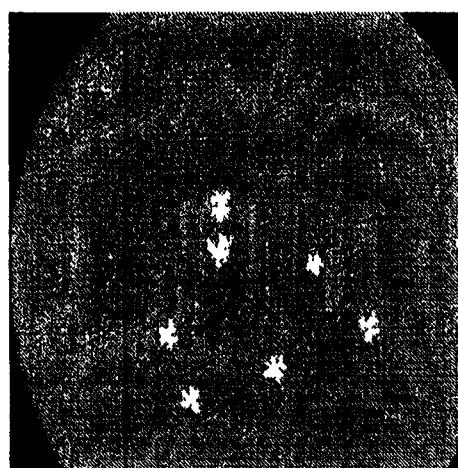


图 11A

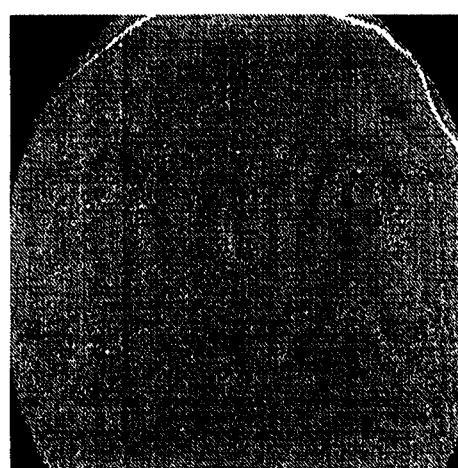


图 11B

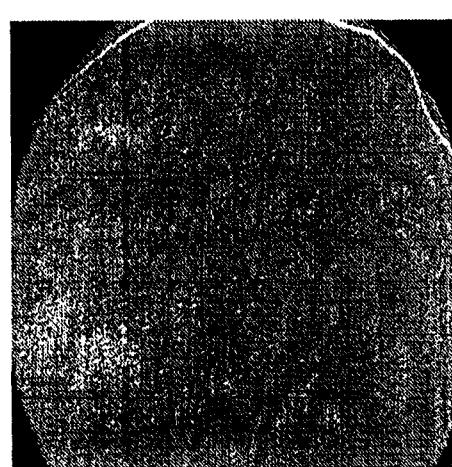


图 11C

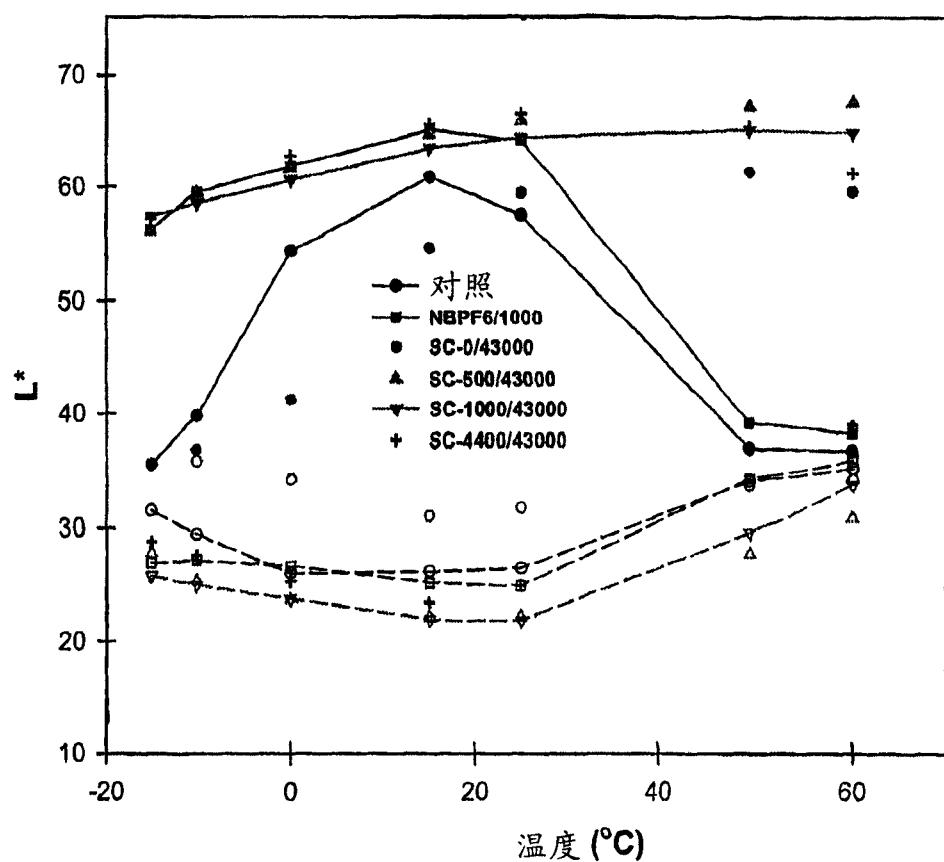


图 12

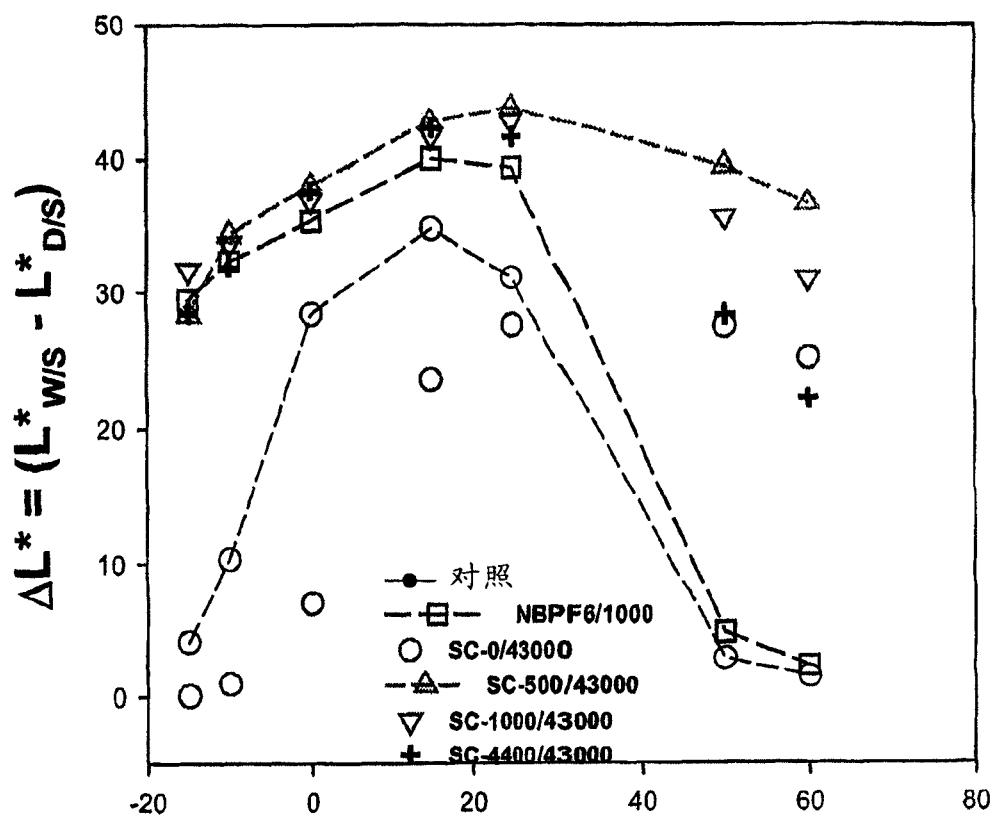


图 13