

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480007604.3

[51] Int. Cl.

*C08L 63/00 (2006.01)*

*C08G 65/10 (2006.01)*

*B32B 27/38 (2006.01)*

*H01L 29/12 (2006.01)*

[45] 授权公告日 2009年6月10日

[11] 授权公告号 CN 100497473C

[22] 申请日 2004.2.20

[21] 申请号 200480007604.3

[30] 优先权

[32] 2003.2.20 [33] US [31] 10/369,916

[86] 国际申请 PCT/US2004/005029 2004.2.20

[87] 国际公布 WO2004/074366 英 2004.9.2

[85] 进入国家阶段日期 2005.9.20

[73] 专利权人 亨凯尔公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 A·A·加洛 M·T·迪姆克

T·阿赫桑

[56] 参考文献

US6255365 B1 2001.7.3

审查员 沙 柯

[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 陈季壮

权利要求书4页 说明书20页

[54] 发明名称

含季化有机磷盐的模塑组合物

[57] 摘要

公开了尤其可用于涂布电子器件如集成电路的模塑组合物。该模塑组合物包括环氧树脂，环氧树脂用硬化剂，和催化环氧树脂与硬化剂之间反应的季化有机磷盐，如乙基三苯基磷酸乙酸酯。该模塑组合物可进一步包括阻燃剂化合物如三聚氰胺氰脲酸酯。在进一步的实施方案中，模塑组合物可包括额外的催化劑，如1,8-二氮杂双环[5.4.0]十一碳-7-烯。用这种模塑组合物封装的集成电路显示出降低的电热诱导的寄生栅极漏泄。

1. 一种模塑组合物，它包括：以组合物的总重为基准，
  - a) 1-25%的环氧树脂；
  - b) 1-10%的环氧树脂用固化剂；
  - c) 0.1-1%的含季化有机磷盐和叔胺的催化剂；和
  - d) 至多 5%含氰脲酸酯官能化合物的阻燃剂化合物，其中所有组分的百分数之和为 100%。
2. 权利要求 1 的模塑组合物，其中叔胺为 1,8-二氮杂双环[5.4.0]十一碳-7-烯。
3. 权利要求 1 的模塑组合物，其中氰脲酸酯官能化合物是三聚氰胺氰脲酸酯。
4. 权利要求 3 的模塑组合物，其中以组合物的总重为基准，三聚氰胺氰脲酸酯以小于 3.0wt%的用量存在。
5. 权利要求 1 的模塑组合物，进一步包括无机填料组分。
6. 权利要求 5 的模塑组合物，其中无机填料组分选自氧化硅、氧化铝、硅铝酸盐、三水合铝、氮化硅、粘土、滑石、云母、高岭土、碳酸钙、硅灰石、蒙脱石、绿土及其结合。
7. 权利要求 1 的模塑组合物，其中环氧树脂选自双酚 A 类环氧树脂，线形酚醛类环氧树脂，脂环族环氧树脂，缩水甘油基环氧树脂，联苯类环氧树脂，含萘环的环氧树脂，含环戊二烯的环氧树脂，多官能环氧树脂及其结合。
8. 权利要求 1 的模塑组合物，其中固化剂选自苯酚线形酚醛类硬化剂，甲酚线形酚醛类硬化剂，二环戊二烯苯酚类硬化剂，苧烯类硬化剂，挠性类硬化剂，酸酐及其结合。
9. 权利要求 1 的模塑组合物，其中固化剂包括羟基当量大于 150 的挠性硬化剂。
10. 权利要求 1 的模塑组合物，其中环氧树脂包括衍生于苯酚且支化度为至少 3 的多官能环氧树脂，和其中固化剂衍生于苯酚且支化度为

至少 3。

11. 权利要求 10 模塑组合物，其中环氧树脂包括三羟苯基甲烷三缩水甘油醚环氧树脂，和固化剂包括衍生于三苯酚甲烷的苯酚硬化剂。

12. 权利要求 1 的模塑组合物，其中当加热组合物到至少 135℃ 的温度时，组分 (c) 催化组分 (a) 和 (b) 交联。

13. 权利要求 1 的模塑组合物，其中组分 (c) 中的季化有机磷盐是乙基三苯基磷酸乙酸酯。

14. 权利要求 3 的模塑组合物，其中以组合物的总重为基准，三聚氰胺氰脲酸酯以小于 3.0wt% 的用量存在。

15. 权利要求 1 的模塑组合物，其中与不含季化有机磷盐的类似组合物相比，季化有机磷盐在组合物固化之后提供给组合物改进的阻燃性。

16. 权利要求 1 的模塑组合物，它包括：

a) 以组合物的总重为基准，20% - 90% 的无机填料组分；

b) 以组合物的总重为基准，1% - 25wt% 的含环氧官能团的树脂；

c) 以组合物的总重为基准，1% - 10wt% 含与环氧基反应的官能团的固化剂；

d) 以组合物的总重为基准，0.1% - 1wt% 的季化有机磷盐和叔胺；  
和

e) 以组合物的总重为基准，小于 3wt% 的氰脲酸酯官能化合物。

17. 权利要求 16 的模塑组合物，其中季化有机磷盐是乙基三苯基磷酸乙酸酯。

18. 权利要求 16 的模塑组合物，其中氰脲酸酯官能化合物是三聚氰胺氰脲酸酯。

19. 权利要求 1 的模塑组合物，还包括

e) 任意选加的一种或多种组分，所述组分包括填料、着色剂、脱模剂、偶联剂、离子清除剂、应力释放剂、弹性体或粘合促进剂。

20. 权利要求 5 的模塑组合物，其中无机填料组分的含量，以组合物的总重为基准为 20% - 90%。

21. 一种用于半导体器件的封装剂，它包括权利要求 1 的模塑组合物的反应产物。

22. 一种提供阻燃剂聚合物组合物的方法，该方法包括：

提供环氧模塑组合物，所述环氧模塑组合物包括，以组合物的总重为基准，1-25%环氧树脂，1-10%环氧树脂用固化剂，至多 5%氰脲酸酯官能化合物和 0.1-1%季化有机磷盐，其中所有组分的百分数之和为 100%；和

加热该环氧模塑组合物到足以引起季化有机磷盐催化环氧树脂与固化剂的交联。

23. 权利要求 22 的方法，其中氰脲酸酯官能化合物是三聚氰胺氰脲酸酯。

24. 权利要求 22 的方法，其中季化有机磷盐是乙基三苯基磷酸乙酸酯。

25. 权利要求 22 的方法，其中用于加热环氧模塑组合物的温度范围为 135°C - 195°C。

26. 一种降低电子或电气器件内栅极漏泄的方法，该方法包括用模塑组合物封装器件，其中所述模塑组合物包括，以组合物的总重为基准，1-25%环氧树脂，1-10%环氧树脂用固化剂，0.1-1%含季化有机磷盐的催化剂，和至多 5%阻燃剂化合物，其中所有组分的百分数之和为 100%。

27. 权利要求 26 的方法，其中季化有机磷盐是乙基三苯基磷酸乙酸酯。

28. 权利要求 26 的方法，其中催化剂进一步包括叔胺。

29. 权利要求 28 的方法，其中叔胺为 1,8-二氮杂双环[5.4.0]十一碳-7-烯。

30. 权利要求 26 的方法，其中封装包括下述步骤：a) 提供模塑组合物；b) 用该模塑组合物涂布器件表面；和 c) 加热该模塑组合物到足以固化该模塑组合物的温度并在器件表面上形成聚合物。

31. 一种降低电子或电气器件内栅极漏泄的方法，该方法包括用一种模塑组合物封装该器件，所述模塑组合物包括，以组合物的总重为基

准，1-25%环氧树脂；1-10%用于环氧树脂的固化剂，0.1-1%含季化有机磷盐和叔胺的催化剂，和至多5%阻燃剂化合物，其中所有组分的百分数之和为100%。

32. 权利要求31的方法，其中季化有机磷盐是乙基三苯基磷酸乙酸酯。

33. 权利要求31的方法，其中叔胺为1,8-二氮杂双环[5.4.0]十一碳-7-烯。

34. 权利要求31的方法，其中包封包括以下步骤：a)提供模塑组合物；b)用模塑组合物涂布该器件表面；和c)将模塑组合物加热到某一温度，以使模塑组合物充分固化并在该器件的表面上形成聚合物。

## 含季化有机磷盐的模塑组合物

### 相关申请的数据

[0001]根据 35U.S.C. § 120, 本申请要求较早申请日的美国专利申请 No. 10/369916 的优先权。

### 发明背景

### 发明领域

[0002]本发明涉及电子和电气器件用模塑化合物, 尤其显示出降低的栅极漏泄电流、阻燃性、抗湿性和低的翘曲与收缩率的环氧基化合物。

### 相关技术简述

[0003]环氧树脂在涂布电子和电气器件用的模塑化合物中广泛使用。通常由环氧树脂和酚类硬化剂的共混物, 以及其它成分, 其中包括填料、催化剂、阻燃剂材料、加工助剂和着色剂制备封装所使用的这种环氧模塑化合物。在这种模塑化合物中的环氧树脂常规地为在每一分子上包括两个环氧基的二环氧化物, 它与由二酸酐、二胺或二酚类低聚物组成的助反应物(交联剂或硬化剂)反应。在本领域中, 尤其优选二酚类低聚物如由线形酚醛树脂、甲酚酚醛树脂和双酚 A 衍生的那些作为硬化剂, 这是因为其可靠性高所致。

[0004]在环氧组合物内的阻燃剂典型地提供组装者和/或最终用户安全性。常见的阻燃剂系统是含溴阻燃剂和氧化铈阻燃剂协同增效剂的结合物。然而, 这些化合物是环境污染物。一些含溴阻燃剂(特别是溴化二苯酯)有毒且可能致癌。三氧化铈被国际癌症研究机构划分为 2B 类致癌物(即三氧化铈是主要基于动物研究的可疑致癌物)。另外, 常以相对高的含量(2-4%)使用该化合物, 且该化合物还略溶于水, 从而导致进一步的环境担心。因集成电路制造者目前弃置所使用的模塑化合物总量的一半的事实使得这种担心更引人注意。

[0005] 已提出含磷化合物作为阻燃剂。例如，美国专利 No. 5739187 公开了环氧树脂组合物作为半导体的封装剂，它包括含磷阻燃剂，不使用三氧化铋和溴化化合物。然而，含常规磷化合物的模塑组合物通常拥有非所需的性能如高的吸湿性，这在升高的温度下可引起封装剂的应力和龟裂。

[0006] 三聚氰胺氰脲酸酯常常以阻燃剂化合物形式销售。尽管作为阻燃剂有效，但观察到较高含量的该材料负面降低模塑化合物的流动性。结果对于充足的阻燃性，同时维持流动性这二者来说，将三聚氰胺氰脲酸酯以合适的含量掺入到模塑化合物内，是不现实的。

[0007] 遗憾的是，降低阻燃剂用量以解决该问题将牺牲阻燃性，且模塑化合物不能满足公知的阻燃标准 UL-94 V-0 等级。

[0008] 电子和电气器件用模塑化合物对配制者的另一挑战是，提供阻燃性同时维持可接受的物理性能，如长距离的流动和低的翘曲与收缩率。美国专利 No. 5434199 公开了一种低应力的环氧模塑组合物，它包括三苯酚甲烷多官能环氧树脂结合三苯酚甲烷多官能酚类硬化剂，以及硅橡胶粉末和有机官能的硅氧烷流体。提供有机官能的硅氧烷流体，以提供模塑化合物流动性。

[0009] 在开发电子和电气器件用模塑化合物中的再一挑战是担心栅极漏泄。电热诱导的寄生栅极漏泄 (GL) 是负面影响集成电路性能与可靠性的环境和材料诱导的故障原因。电路灵敏度受到电路/芯片设计、物理布局、制造工艺和封装材料的电特征影响。在电场或静电荷存在下，在升高的温度下发生 GL。GL 效应类似于通过可变电阻给电容器充电。当集成电路接受电离电压场时，芯片象电容器一样起作用，并累积和储存电荷。这导致集成电路阻抗的变化，从而导致电路逻辑故障。

[0010] 遗憾的是，在高温工艺过程中，特别是在采用加热的空气流如高温处理和 IR 软熔焊接操作的那些中，GL 导致产量损失。GL 灵敏度受到电路设计，以及封装材料和封装电路的固化工艺影响。

[0011] 希望提供一种新型的阻燃剂模塑组合物，它克服了现有技

术的缺点如环境担心和高的吸湿性，同时提供可接受的物理性能。此外，希望提供具有优良的应力特征，如低翘曲和收缩率且当固化时具有改进的流动性的模塑组合物。

#### 发明概述

[0012]本发明提供一种组合物，和尤其一种模塑化合物，其中包括环氧树脂；环氧树脂用固化剂；和促进环氧树脂与固化剂反应的催化剂，其中催化剂包括季化有机磷盐。在特别的实施方案中，季化有机磷盐至少足量地存在，以便当加热该组合物到至少 135℃ 的温度时，催化环氧树脂和固化剂的交联。该组合物尤其适于用作模塑化合物，和可进一步包括阻燃剂化合物，以便与不含季化有机磷盐的类似的组合物相比，该模塑组合物在其固化之后显示出改进的阻燃性。

[0013]季化有机磷盐期望为有机磷官能的乙酸酯化合物，如乙基三苯基磷酸乙酸酯，和阻燃剂化合物期望包括三聚氰胺氰脲酸酯。已发现，季化有机磷盐与三聚氰胺氰脲酸酯结合提供改进该化合物阻燃性的协同增效的效果，且该季化有机磷盐还催化环氧树脂与固化剂(硬化剂)的反应。

[0014]也已发现，使用季化有机磷盐作为催化剂会降低用这种模塑组合物模塑的半导体集成电路部件的电热诱导的寄生栅极漏泄。理想地，催化剂进一步包括叔胺，如 1,8-二氮杂双环[5.4.0]十一碳-7-烯连同季化有机磷盐。

[0015]对本发明来说，措辞“支化度”是指描述通过中心碳原子或小的碳簇，如 2-5 个碳的碳簇连接的芳基的数量。

[0016]在本发明进一步的实施方案中，环氧树脂包括衍生于酚且支化度为至少 3 的多官能环氧树脂，和固化剂衍生于酚且支化度为至少 3。这种组合物，当用作模塑组合物时，显示出降低的翘曲和收缩率。特别所需的组合物包括衍生于三苯酚甲烷的环氧树脂和衍生于三苯酚甲烷的硬化剂。

[0017]还提供一种电子或电气器件用的封装剂，以及涂布电子或电气器件的方法。该方法包括提供以上列出的模塑组合物；使器件表

面与该模塑组合物接触；和加热该模塑组合物到足以固化该模塑组合物并在器件表面上形成聚合物的温度。

[0018]正如此处所使用的，当模塑组合物形成良好的选择固化体(cull cure)，这指的是，在表面上不具有气泡、裂纹或凸起，且因它不塌落(其中塌落通过技术人员用其手使之破碎而判断(即坚固而不发脆))导致具有良好的物理完整性的固化模塑部件时，固化该模塑组合物。

[0019]根据本发明的优选实施方案，和根据权利要求，本发明的其它特征和优点将变得显而易见。

#### 发明详述

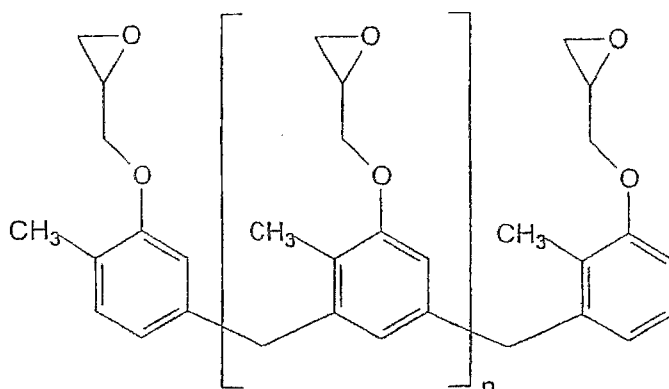
[0020]本发明涉及一种物质组合物，和尤其例如在封装电气封装件如半导体器件中使用的模塑化合物。一般来说，模塑化合物包括环氧树脂和环氧树脂用固化剂，以及促进环氧树脂与固化剂之间交联的特定类型的催化剂。正如此处将进一步详细讨论的，催化剂是季化有机磷盐化合物，它有利地降低集成电路对 GL 的敏感度。另外，季化有机磷化合物提供模塑组合物阻燃性、流动性、翘曲和收缩率方面的改进性能。

[0021]本发明所提供的典型的模塑组合物包括环氧树脂；环氧树脂用固化剂；和季化有机磷盐。该组合物可进一步包括阻燃剂化合物。典型地，组合物基本上不含溴和锑化合物。

[0022]对可在模塑组合物中使用的环氧树脂的类型没有限制，只要所使用的至少一部分环氧树脂含有两个或多个反应性环氧烷基即可。例如，环氧树脂可选自，但不限于，双酚 A 类环氧树脂，线形酚醛类环氧树脂，如环氧甲酚线形酚醛树脂，和线形酚醛环氧树脂，脂环族环氧树脂，缩水甘油基环氧树脂，联苯环氧树脂，含萘环的环氧树脂，含环戊二烯的环氧树脂，多官能环氧树脂，氢醌环氧树脂，和茚环氧树脂。模塑组合物可包括大于一种环氧树脂，例如环氧甲酚线形酚醛树脂和联苯环氧树脂的结合。

[0023]正如所述的，常规地称为二环氧化物的双酚和联苯环氧树

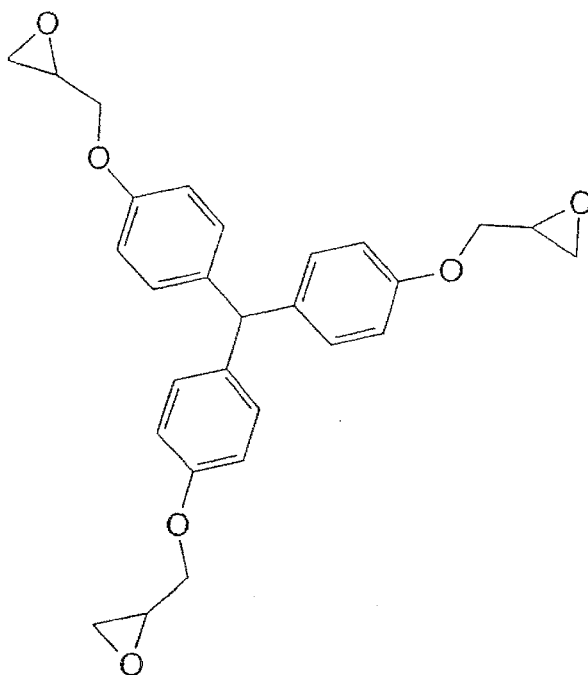
脂，和常规地被称为多官能环氧化物的环氧甲酚线形酚醛树脂可用于本发明。这种环氧化物的支化度为至少 2，因为具有侧挂环氧化物的两个酚基通过同一碳原子相连。例如，双酚 A 的二缩水甘油醚是二官能环氧化物，它包括具有从中心碳原子处延伸的侧挂环氧化物的两个酚基，因此支化度为 2。环氧甲酚线形酚醛树脂有时被称为“多官能环氧化物”，因为它们是具有可从聚合物链上延伸的多个侧挂的环氧部分的聚合物化合物。例如，环氧甲酚线形酚醛树脂包括下述结构：



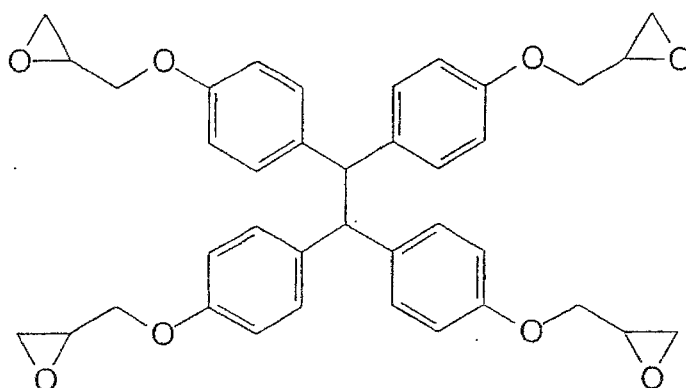
[0024] 例如，在其中  $n=0$  的情况下，该结构的官能度为 2。若  $n=1$ ，则官能度为 3，若  $n=4$ ，则官能度为 4 等。正因为如此，该化合物常规地被称为多官能环氧树脂。然而，由于仅仅两个酚基从相同碳或小的碳簇处延伸，因此这类树脂的支化度将等于 2。

[0025] 在特别理想的实施方案中，环氧树脂是在树脂骨架内的支化度为至少 3 的多官能环氧树脂。因此，尤其理想的多官能环氧树脂是衍生于酚并包括从相同的中心碳原子或中心碳簇处支化的至少三个酚基且侧挂的环氧烷基连接到至少三个酚基中的每一个上的多官能环氧树脂。

[0026] 支化度为至少 3 的有用的多官能环氧树脂的非限制性实例包括：



三羟苯基甲烷三缩水甘油醚(其支化度为 3, 用从中心碳原子处支化的三个缩水甘油醚端基部分表示); 和



四苯酚乙烷的四缩水甘油醚(其支化度为 4, 用从中心两个碳簇的乙基部分处支化的四个缩水甘油醚端基部分表示)。

[0027] 尤其理想的是衍生于三苯酚甲烷, 如三羟苯基甲烷三缩水甘油醚的环氧树脂。

[0028] 支化度为至少 3 的多官能环氧树脂可单独或者结合常规的树脂如以上所述的那些使用。

[0029] 环氧树脂的理论环氧当量为 150 - 250。基于组合物的总重量, 环氧树脂典型地以约 1 - 25wt%, 常常 4 - 约 12wt%, 和更经常约 5.5 - 约 8.5wt% 的用量存在于本发明的组合物内。

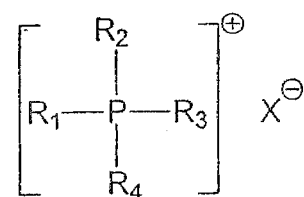
[0030]一旦加热模塑组合物到至少 135℃ 的温度，固化剂(硬化剂)促进模塑组合物交联形成聚合物组合物。可包括在本发明的模塑组合物内的一些合适的固化剂是苯酚线形酚醛类硬化剂，甲酚线形酚醛硬化剂，二环戊二烯苯酚类硬化剂，苧烯类硬化剂，和酸酐。羟基当量大于约 150 的挠性硬化剂常常是所需的，如 xylock 线形酚醛类硬化剂。挠性硬化剂的非限制性实例包括商购于 Borden Chemical 的双酚 M，和商购于 Dow Chemical 的 DEH85。类似于环氧树脂，可在模塑组合物内包括大于一类的固化剂。

[0031]在本发明的一个实施方案中，关于环氧树脂，支化度为至少 3 的多官能硬化剂尤其是所需的。尤其所需的是衍生于三苯酚且含有与环氧基反应的至少三个官能团的那些。

[0032]基于组合物的总重量，固化剂典型地以约 1wt% - 约 10wt%，常常约 1.5wt% - 约 6wt% 的用量存在于本发明的组合物内。

[0033]组合物进一步包括促进环氧树脂与硬化剂反应的催化剂。常规地，这种含有组合物掺入催化剂如叔胺、取代磷、咪唑等，其中诸如 1,8-二氮杂双环[5.4.0]十一碳-7-烯(“DBU”)、双氰胺(“DICY”)和三苯基磷(“TPP”)之类的化合物尤其公知可用作催化剂。

[0034]通过本发明已发现，季化有机磷盐化合物尤其可用作在模塑化合物中使用的环氧组合物的催化剂。这种化合物用下式表示：

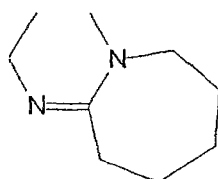


其中  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  和  $R_4$  是  $C_{1-3}$  烷基或芳基，和  $X$  是卤素、乙酸根或磷酸根阴离子。所需地，阴离子是乙酸根，以及  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  和  $R_4$  中的至少一个是苯基，和  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  和  $R_4$  中的至少一个是甲基、乙基、丙基或丁基、有机磷官能的乙酸酯化合物尤其是所需的，例如商购于 Rohm and Haas 的乙基三苯基磷酸乙酸酯络合物(“EtTPPOAc”)。

[0035]通过本发明还发现，在含这种季化有机磷盐的模塑化合物

内封装的集成电路提供集成电路内电热诱导的寄生栅极漏泄的下降。GL 类似于其它被捕获的电荷和移动离子现象，因为它在电场或静电荷存在下在升高的温度下发生。已知在封装工序之后延长模塑组合物的固化显著改进部件对 GL 的耐受力 and 抗性。然而，通过本发明发现，当在模塑化合物内使用特殊的催化剂，尤其催化剂的特殊结合时，不要求这种延长的模塑后固化来改进对 GL 的抗性。推测含本发明特定催化剂的模塑化合物的固化性能限制在较高温度下离子在聚合物基体内迁移，从而降低在封装件内电荷的累积。

[0036] 正如所述的，已发现 EtTPPOAc 尤其可用作本发明的季化有机磷盐催化剂。进一步发现，含这种季化有机磷盐结合其它常规催化剂的催化剂系统提供 GL 的进一步的改进和下降。已发现，尤其含季化有机磷盐结合一种或多种常规催化剂，如叔胺的催化剂系统在降低电路内的 GL 方面特别有用。尤其有用的叔胺是用下述结构表示的 DBU：



[0037] 由季化有机磷盐和叔胺，例如 EtTPPOAc 和 DBU 的结合组成这种催化剂系统，提供协同增效的效果，从而与掺入常规催化剂的现有技术的模塑化合物，和单独掺入 EtTPPOAc 或 DBU 的模塑化合物相比，提供 GL 的下降。

[0038] 另外，通过本发明进一步发现，当与不含季化有机磷盐的类似的组合物相比时，含这种季化有机磷盐的模塑化合物提供改进的阻燃性。例如，在掺入仅仅常规催化剂如 DBU 或 TPP 的常规的环氧组合物中，必须在组合物内包括大量的阻燃剂组分来赋予组合物阻燃性。然而，这种常规的阻燃剂可能有害地影响模塑化合物，例如降低流动性。通过本发明预料不到地发现，与不含季化有机磷盐的类似的组合物相比，含季化有机磷盐，如磷官能的乙酸酯化合物的环氧组合物，显示出改进的阻燃性。正因为如此，可在采用降低含量的常规催化剂

和采用降低含量的常规阻燃剂化合物的情况下,制备阻燃环氧组合物,和尤其阻燃环氧模塑组合物,从而减少或消除来自常规阻燃剂化合物的任何有害影响。

[0039]当加热组合物到至少 135℃ 的温度下时,含季化有机磷盐的催化剂系统以至少足以催化环氧树脂和固化剂交联的用量存在于本发明的组合物内。所需地,与不含季化有机磷盐的类似的组合物相比,季化有机磷盐以在其固化之后足以提供组合物改进的阻燃性的用量存在于组合物内。可使用熟练本领域的技术人员已知的任何可接受的试验方法测量阻燃性。合适的试验方法是 UL94,其中可接受的等级是 V-1 或 V-0。此外,当组合物用于封装电路芯片时,季化有机磷盐所需地以至少足以提供栅极漏泄下降的用量存在于组合物内。可使用熟练本领域的技术人员已知的任何可接受的试验方法测量栅极漏泄。在 Automotive Electrical Counsel 的 AEC-Q100-006 中公开了合适的试验方法。

[0040]所需地,基于模塑化合物的总重量,存在于模塑化合物内的催化剂的总量为约 0.1 - 约 1%。在本发明尤其有用的催化剂系统中,催化剂包括用量为组合物中全部催化剂的约 25% - 约 100% 的有机磷盐,其中余量为叔胺如 DBU。尤其所需的催化剂系统包括在存在于模塑组合物内的全部含量的催化剂中相等比例的有机磷盐和叔胺。

[0041]另外,本发明的组合物可进一步包括为赋予组合物阻燃性而特意设计的组分。合适的阻燃剂的非限制性实例包括,但不限于,氰脲酸酯官能化合物,如三聚氰胺氰脲酸酯、过渡金属氧化物,如三氧化钨、三氧化钼、钼酸锌、钼酸钙、硼酸锌、氧化锌及其混合物。三聚氰胺氰脲酸酯是尤其所需的。基于组合物的总重量,阻燃剂所需地以全部用量的最多 5wt% 存在于本发明的组合物内。当三聚氰胺氰脲酸酯用作阻燃剂时,它典型地以小于或包括约 3.0wt% 的用量存在。也可提供阻燃剂材料的结合,其中特别所需的结合包括用量为约 3.0wt% 的三聚氰胺氰脲酸酯,用量为约 0.5wt% 的硼酸锌,和用量为约 0.4wt% 的氧化锌,

[0042]本发明尤其所需的组合物包括三聚氰胺氰脲酸酯结合季化有机磷盐，环氧树脂和环氧树脂用硬化剂。已发现，使用季化有机磷盐，和尤其磷官能的乙酸酯化合物作为在这种组合物内的催化剂，尤其结合三聚氰胺氰脲酸酯阻燃剂，将改进组合物的阻燃性。因此，三聚氰胺氰脲酸酯的用量可降低到低于赋予模塑阻燃性典型地要求的用量，这也可起到限制因增加含量的三聚氰胺氰脲酸酯可能引起的对其它性能，如流动性的任何有害影响以及环境担心的作用。

[0043]本发明的组合物可包括熟练本领域的技术人员公知的其它任选的添加剂，如无机填料。基于组合物的总重量，例如，填料如氧化硅、氧化铝、硅铝酸盐、三水合铝、氮化硅、粘土、滑石、云母、高岭土、碳酸钙、硅灰石、蒙脱石、绿土及其结合常以约 20-90wt%，所需地约 50-90 wt%，和更所需地约 60-90 wt%存在于组合物内。

[0044]着色剂如炭黑着色剂，若存在的话，可以以约 0-约 2wt%，更常常约 0.1-约 1wt%的用量包括在本发明的组合物内。

[0045]脱模剂如巴西棕榈蜡、石蜡、聚乙烯蜡、酯蜡(如商购于 Hoechst Chemical 的 EWAX)、酸蜡(如商购于 Hoechst Chemical 的 SWAX)、甘油单硬脂酸酯，和金属硬脂酸盐，若存在的话，可以以约 0-约 2wt%，更常常约 0.2-约 1wt%的用量存在于本发明的组合物内。

[0046]偶联剂如硅烷类偶联剂若存在的话，可以以约 0-约 2wt%，更常常约 0.3-约 1wt%的用量存在于本发明的组合物内。

[0047]离子清除剂如碳酸铝镁(可以以商品名“DHT-4A”商购于 Kyowa Chemical Industry)适合在本发明的组合物中使用，和若存在的话，可以以约 0-约 2wt%，更常常约 0.5-约 2wt%的用量存在。

[0048]其它添加剂的石蜡包括应力消除剂，如聚苯醚，弹性体如粉化硅氧烷，和粘合促进剂如吡嗪粘合促进剂，它们若存在的话，可以以约 0-约 3wt%的用量存在。

[0049]尽管本发明的一些实施方案除了包括季化有机磷盐作为催化剂以外，还可包括 DBU，如为降低电路中 GL 而设计的那些实施方案，还认为额外的辅助催化剂如 TPP、DICY 和 2-甲基咪唑适合在本发明的

组合物中使用, 和若存在的话, 可以以约 0 - 约 10wt%, 更常常约 0.5 - 约 2wt% 的用量存在。

[0050] 可通过任何常规方法制备模塑组合物。例如, 正如本领域已知的, 可结合所有化合物, 最后粉碎和干混, 或者可以以分步的方式混合各组分, 以提高混合的均匀度。然后可在炽热的差动开炼机如采用大型双辊塑炼机(其中一个辊加热到约 90°C, 和另一个用自来水冷却)处理混合物, 产生均匀的片材, 然后在冷却之后粉碎成粉末。或者, 可通过本领域已知的双螺杆挤出机挤出混合物。

[0051] 可通过任何常规的方法, 例如通过使用模塑装置, 如供涂布电子器件的配有多模腔模具的压铸机, 将模塑组合物模塑成各种制品。合适的模塑条件包括约 150°C - 约 200°C 的温度(优选约 175°C - 约 195°C)和约 400psi - 约 1500psi 的压力。

[0052] 优选的模塑组合物在约 0.5 分钟 - 约 3 分钟, 更优选约 1 分钟 - 约 2 分钟内固化。为了测定固化时间(即形成良好的选择固化体所需的最小时间), 在 190°C 下, 将模塑组合物放在压铸机内, 并在预定时间段(例如 3 分钟)之后观察。若形成良好的固化体(即坚固且不发脆), 则在较短的压铸时间段内反复实验, 直到测定到最小的时间段。

[0053] 本发明的模塑组合物典型地表明具有 UL 94V-1 的可燃性等级, 更优选 UL 94V-0 的可燃性等级。根据 UL94 可燃性试验, 通过测量 1/8" 棒总的燃烧时间, 来测定等级。UL 94V-0 和 UL 94V-1 等级要求单一棒总的燃烧时间分别小于或等于 10 秒和 30 秒。

[0054] 如上所述, 在本发明的特定实施方案中, 环氧树脂是在树脂主链内的支化度为至少 3 的多官能环氧树脂, 和交联剂是衍生于酚且支化度为至少 3 的多官能硬化剂。特别所需的环氧树脂是三苯酚甲烷衍生的树脂, 如三羟苯基甲烷三缩水甘油醚, 和特别所需的硬化剂是三苯酚甲烷衍生物。有用的树脂的实例包括 1-三羟苯基甲烷缩水甘油醚, 如商购于 Sumitomo Corp. 的 SUMIEPOXY TMH574, 和商购于 Nippon Kayaku 的 EPPN 501H。有用的硬化剂的实例是商购于 Meiwa Kasei K. K. 的 MEH 7500。

[0055]当与具有多官能环氧树脂和常规催化剂的模塑化合物相比时，含支化度为至少3的这种多官能树脂和硬化剂的环氧模塑化合物显示出改进的流动性、翘曲和收缩率。基于这种多官能环氧树脂和硬化剂且包括常规催化剂，如三苯基磷或双氰胺的环氧模塑化合物，通常导致具有或者低翘曲或者长流动性的环氧模塑化合物，但不是二者兼得，这取决于在反应内包括的特定催化剂。因此，取决于特定催化剂的选择，或者翘曲或者流动性的一些牺牲是显而易见的。然而，通过本发明预料不到地发现，掺入季化有机磷盐作为基于支化度为至少3的多官能环氧树脂和硬化剂的这种环氧模塑化合物的催化剂，提供长流动性和低翘曲结合的模塑化合物。正因为如此，本发明提供改进的模塑化合物，因为与翘曲特征得到改进但典型地损失流动性的常规催化剂相比，性能的结合如长流动性和低翘曲得到改进。

[0056]如上所述，本发明的组合物尤其可用作电子或电气器件的模塑化合物。在进一步的实施方案中，本发明提供涂布电子或电气器件的方法。该方法包括提供如上所述的模塑组合物，并例如通过在其上涂布组合物，使电气部件的表面与该模塑组合物接触。在其上含模塑组合物的器件然后加热到足以固化该模塑组合物的温度并在器件表面上形成聚合物。所需地，模塑组合物加热到其下的温度典型地为至少135℃，常常约165-195℃。

[0057]现通过下述实施例阐述本发明。实施例拟仅仅阐述和不打算限制本发明的范围。

[0058]通过同时干混所有组分制备模塑组合物的下述实施例并测试该组合物。

#### 实施例

#### 实施例1

[0059]根据下表1所示的配方制备用样品Nos.1-5表示的5种模塑组合物。每一模塑组合物含有环氧甲酚线形酚醛树脂和标准的苯酚线形酚醛硬化剂。除了对比样品1以外，每一组合物含有磷官能的乙酸酯化合物作为催化剂。以下表示的重量%(wt%)基于组合物的总重量

来计算。

表 1

组分	样品 No.				
	1 (对比)	2	3	4	5
氧化硅填料 (wt%)	82.45	82.23	82.33	82.43	82.53
环氧甲酚线形酚醛树脂 (wt%)	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68
苯酚线形酚醛硬化剂 (wt%)	0.36	0.18	0.18	0.18	0.18
挠性类硬化剂 (双酚 M) (wt%)	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25
挠性类硬化剂 (xylock 线形酚醛类) (wt%)	1.48	1.78	1.78	1.78	1.78
TPP 催化剂 (wt%)	0.02	-	-	-	-
DBU 催化剂 (wt%)	0.13	-	-	-	-
EtTPPOAc 催化剂 (wt%)	-	0.25	0.25	0.25	0.25
三聚氰胺氰脲酸酯阻燃剂 (获自 DSM Corp. 的 Melapur MC-25) (wt%)	1.70	1.70	1.60	1.50	1.40
聚苯醚应力消除剂 (wt%)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
炭黑着色剂 (wt%)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
吡嗪粘合促进剂 (获自 Shikoku Fine Chemical Corp. 的 curezol 2MZ-Azine) (wt%)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
离子清除剂 (wt%)	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58
蜡 (wt%)	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
硅烷偶联剂 (wt%)	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05

[0060] 固化样品 Nos. 1 - 5 的每一模塑组合物并测试可燃性、胶凝时间和储存期限的稳定性，表 2 示出了结果。根据 UL94 试验，通过 1/8" 模塑棒总的燃烧时间测定固化组合物的燃烧性能。通过标准的测试工序，其中将化合物放置在特定温度下控制的恒温控制的热板上，从而测定胶凝时间。以前后运动的方式用刮刀打击该化合物，直到它变硬，变硬的时间表示胶凝时间。根据标准的试验做法，其中包括在压铸机内使用标准的螺线流动模具，通过测试一定间隔时间处的螺线流动，从而测定储存期限的稳定性。在该方法中，将组合物的样品加入到在标准螺线流动模具内的传递模具中，并启动模具循环。当模具

循环完成时，打开模具并记录最远连续流动的点。

表 2

试验工序	样品 No.				
	1(对比)	2	3	4	5
可燃性试验 (UL94)					
总的燃烧时间 (s)	47	15	20	8	29
UL94 V-0 状态	失败	合格	合格	合格	失败
胶凝时间 (s)	26	24	24	24	25
储存期限稳定性					
室温下的螺线流动 (英寸)					
起始	34	40	41	41	40
1 天	28	37	NM*	NM*	NM*
2 天	23 (68%)	30 (75%)	NM*	NM*	NM*
5°C 下的螺线流动 (英寸)					
起始	36	40	NM*	NM*	NM*
1 周	33	39	NM*	NM*	NM*
2 周	31 (86%)	37 (93%)	NM*	NM*	NM*

\*NM 表示没有测量

[0061]表 2 的结果表明，用磷官能的乙酸酯化合物作为催化剂制备的模塑组合物显示出改进的阻燃性和流动性。特别地，样品 1(代表用 TPP 和 DBU 作为催化剂制备的对比组合物)与样品 Nos. 2 - 4(代表用 EtTPPOAc 作为催化剂制备的本发明的组合物)的比较表明，与样品 1 相比，样品 Nos. 2 - 4 具有改进的阻燃性等级，而样品 1 没有实现 UL94 V-0 等级。此外，与对比例 1 相比，样品 No. 2 清楚地显示出改进的储存期限稳定性，这通过随时间流逝增加的稳定性来证明。

### 实施例 2

[0062]根据下表 3 所示的配方制备用样品 Nos. 6 - 11 表示的 6 种模塑组合物。每一模塑组合物含有标准的环氧甲酚线形酚醛树脂和挠性线形酚醛硬化剂，以及各种用量的两种已知的阻燃剂。对比样品 Nos. 6 - 8 包括常规的催化剂，而样品 Nos. 9 - 11 含有磷官能的乙酸酯化合物作为催化剂。以下表示的重量%(wt%)基于组合物的总重量来计算。

表 3

组分	样品 No.					
	6(对比)	7(对比)	8(对比)	9	10	11
氧化硅填料 (wt%)	80.98	80.98	80.98	80.86	80.86	80.86
环氧甲酚线形酚醛树脂 (wt%)	6.16	6.27	6.49	6.16	6.27	6.49
苯酚线形酚醛硬化剂 (wt%)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
挠性类硬化剂 (xylock 线形酚醛类) (wt%)	5.47	5.56	5.74	5.47	5.56	5.74
TPP 催化剂 (wt%)	0.02	0.02	0.02	-	-	-
DBU 催化剂 (wt%)	0.11	0.11	0.11	-	-	-
EtTPPOAc 催化剂 (wt%)	-	-	-	0.25	0.25	0.25
三聚氰胺氰脲酸酯阻燃剂 (wt%)	1.00	0.80	0.40	1.00	0.80	0.40
WO <sub>3</sub> 阻燃剂 (wt%)	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
聚苯醚应力消除剂 (wt%)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
炭黑着色剂 (wt%)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
吡嗪粘合促进剂 (wt%)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
离子清除剂 (wt%)	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58
蜡 (wt%)	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
硅烷偶联剂 (wt%)	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05

[0063] 固化样品 Nos. 6 - 11 的每一模塑组合物并以与实施例 1 类似的方式测试可燃性、胶凝时间和储存期限的稳定性，表 4 示出了结果。

表 4

试验工序	样品 No.					
	6(对比)	7(对比)	8(对比)	9	10	11
可燃性试验 (UL94)						
总的燃烧时间 (s)	44	21	16	1	3	13
UL94 V-0 状态	失败	失败	合格	合格	合格	合格
胶凝时间 (s)	24	23	24	21	21	22
流动性						
室温下的螺线流动 (英寸)	35	36	41	37	37	41

[0064] 表 4 的结果表明，用磷官能的乙酸酯化合物作为催化剂制备的模塑组合物显示出改进的阻燃性和流动性。特别地，样品 Nos. 6 - 8 (代表用 TPP 和 DBU 作为催化剂制备的对比组合物) 与样品 Nos. 9 -

11(代表用 EtTPPOAc 作为催化剂制备的本发明的组合物)的比较表明,对于含 EtTPPOAc 的样品来说,总的燃烧时间下降,胶凝时间下降和流动性至少相同或得到改进。

### 实施例 3

[0065]根据下表 5 所示的配方制备用样品 Nos. 12 - 17 表示的 6 种模塑组合物。每一模塑组合物含有标准的环氧甲酚线形酚醛树脂和挠性线形酚醛硬化剂,以及各种用量的三聚氰胺氰脲酸酯作为阻燃剂。对比样品 Nos. 12 - 14 包括常规的催化剂,而样品 Nos. 15 - 17 含有磷官能的乙酸酯化合物作为催化剂。以下表示的重量% (wt%) 基于组合物的总重量来计算。

表 5

组分	样品 No.					
	12(对比)	13(对比)	14(对比)	15	16	17
氧化硅填料 (wt%)	83.68	83.68	83.68	83.57	83.57	83.57
环氧甲酚线形酚醛树脂 (wt%)	5.53	5.64	5.75	5.53	5.64	5.75
苯酚线形酚醛硬化剂 (wt%)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
挠性类硬化剂 (xylock 线形酚醛类) (wt%)	4.84	4.93	5.02	4.84	4.93	5.02
TPP 催化剂 (wt%)	0.02	0.02	0.02	-	-	-
DBU 催化剂 (wt%)	0.12	0.12	0.12	-	-	-
EtTPPOAc 催化剂 (wt%)	-	-	-	0.25	0.25	0.25
三聚氰胺氰脲酸酯阻燃剂 (wt%)	0.80	0.60	0.40	0.80	0.60	0.40
聚苯醚应力消除剂 (wt%)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
炭黑着色剂 (wt%)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
吡啶粘合促进剂 (wt%)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
离子清除剂 (wt%)	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58
蜡 (wt%)	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
硅烷偶联剂 (wt%)	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05

[0066]固化样品 Nos. 12 - 17 的每一模塑组合物并以与实施例 1 类似的方式测试可燃性、胶凝时间和储存期限的稳定性,表 6 示出了结果。

表 6

试验工序	样品 No.					
	12(对比)	13(对比)	14(对比)	15	16	17
可燃性试验(UL94)						
总的燃烧时间(s)	6	5	23	2	1	15
UL94 V-0 状态	合格	合格	合格	合格	合格	合格
胶凝时间(s)	21	22	22	20	21	20
流动性						
室温下的螺线流动(英寸)	33	33	34	33	32	33

[0067]表 6 的结果表明,用磷官能的乙酸酯化合物作为催化剂制备的模塑组合物,在低含量的额外阻燃剂的情况下显示出阻燃性,且没有牺牲组合物的流动性。特别地,样品 Nos. 12-14(代表用 TPP 和 DBU 作为催化剂制备的对比组合物)与样品 Nos. 15-17(代表用 EtTPPOAc 作为催化剂制备的本发明的组合物)的比较表明,对于含 EtTPPOAc 的样品来说,总的燃烧时间下降,和胶凝时间略微下降,且流动性没有任何显著变化。

#### 实施例 4

[0068]根据下述配方制备本发明的模塑组合物。

表 7

组分	样品 No.	
	18	19
氧化硅填料 (wt%)	80.59	80.05
环氧甲酚线形酚醛树脂 (wt%)	6.09	7.89
苯酚线形酚醛硬化剂 (wt%)	0.18	3.73
挠性类硬化剂 (xylock 线形酚醛类, 对双(甲氧基甲基)苯-苯酚共聚物) (wt%)	5.26	-
挠性类硬化剂 (获自 Dow Chemical 的 DEH-85) (wt%)	-	1.56
EtTPPOAc 催化剂 (wt%)	0.23	0.24
三聚氰胺脲酸酯阻燃剂 (wt%)	2.80	2.80
聚苯醚应力消除剂 (wt%)	1.02	1.10
炭黑着色剂 (wt%)	0.30	0.35
吡嗪粘合促进剂 (wt%)	0.02	0.03
离子清除剂 (wt%)	1.58	0.80
蜡 (wt%)	0.88	0.75
硅烷偶联剂 (wt%)	1.05	0.70
总计	100.0	100.0

[0069] 固化样品 Nos. 18 和 19 的模塑组合物并象以上的实施例 1 一样测试可燃性、胶凝时间和储存期限的稳定性。样品 Nos. 18 和 19 的模塑组合物通过 UL 94 V-0 等级的可燃性试验，并显示出优良的胶凝时间和流动性能、储存期限的稳定性。

#### 实施例 5

[0070] 根据下表 8 所示的配方制备用样品 Nos. 20-22 表示的 3 种模塑组合物。每一模塑组合物含有三苯酚甲烷衍生的多官能环氧树脂和三苯酚甲烷衍生的多官能硬化剂。对比例 Nos. 20-21 包括常规的催化剂，而样品 No. 22 含有磷官能的乙酸酯化合物作为催化剂。以下表示的重量% (wt%) 基于组合物的总重量来计算。

表 8

组分	样品 No.		
	20	21	22
氧化硅填料 (wt%)	88.70	88.35	88.67
双酚环氧树脂 (wt%) (Yuka Shell Epoxy K. K. RSF 1407)	2.70	2.69	2.70
多官能环氧树脂 (wt%) (Nippon Kayaku BPPN 501H)	2.59	2.58	2.59
多官能硬化剂 (wt%) (Meiwa Kasei K. K. MEH 7500)	2.76	2.75	2.76
TPP 催化剂 (wt%)	0.10	-	-
双氰胺催化剂 (wt%)	-	0.36	-
胺硬化剂 (wt%) (Resolution Performance Products EPICURE P-101)	-	0.13	-
EtTPPOAc 催化剂 (wt%)	-	-	0.13
三聚氰胺氰脲酸酯阻燃剂 (wt%)	0.37	0.37	0.37
弹性体 (wt%) (粉化硅氧烷)	0.72	0.71	0.72
炭黑着色剂 (wt%)	0.24	0.24	0.24
离子清除剂 (wt%)	0.42	0.42	0.42
蜡 (wt%)	0.58	0.58	0.57
硅烷偶联剂 (wt%)	0.83	0.82	0.83

[0071] 固化样品 Nos. 20-22 的每一模塑组合物并象以上的实施例 1 一样测试胶凝时间和流动性，以及收缩率和翘曲。基于 ASTM-D955-89，测定收缩率。使用标准试验，其中包括通过压铸  $29\text{mm}^2 \times 1.25\text{mm}$  的模具盖，在具有下述规格的裸露基底上模塑该材料，从而测定翘曲：Unimicron VT52 板， $35\text{mm}^2$  的部件，5 个部件/块板，4 层，BT 层压体， $T_g$  190°C，0.56mm 厚度，Solder Mask Taiyo PSR-4000 AUS303。在室温下，采用 100 条线/英寸的绕射 Shadow Moire 干涉仪，

通过在 AkroMetrics TherMoire PS88 上获得的共平面值，测量翘曲。  
表 9 示出了结果。

表 9

组分	样品 No.		
试验工序	20	21	22
在 175℃ 下的胶凝时间 (s)	20	15	22
在 175℃ 下的流动 (in)	31	24	42
收缩率 (%)			
模塑时	0.14	0.13	0.14
在 175℃ 下 PC 1 小时	0.11	0.09	0.13
翘曲 35mm 部分			
模塑时	3.1	2.3	3.5
在 175℃ 下 PC 1 小时	2.5	2	2.7

[0072] 表 9 的结果表明，当与用常规的催化剂制备的模塑组合物相比时，用磷官能的乙酸酯化合物作为催化剂制备的模塑组合物显示出优良的流动性，并提供翘曲和流动特征的最好结合。

#### 实施例 6

[0073] 制备模塑化合物，所述模塑化合物包括结合 DBU 和 EtTPPOAc 作为固化催化剂的催化剂系统。尤其根据下表 10 中列出的下述配方制备模塑组合物：

组分	样品 No. 23
氧化硅填料 (wt%)	79.55
环氧线形酚醛树脂 (wt%)	7.25
挠性类硬化剂 (wt%) (zylock 线形酚醛类)	5.18
苯酚线形酚醛硬化剂 (wt%)	1.27
EtTPPOAc 催化剂 (wt%)	0.17
DBU 催化剂 (wt%)	0.18
三聚氰胺氰脲酸酯阻燃剂 (wt%)	3.00
氧化锌	0.40
硼酸锌	0.50
聚苯醚应力消除剂 (wt%)	0.6
炭黑 (wt%)	0.30
离子清除剂 (wt%)	0.30
蜡	0.57
吡啶粘合促进剂	0.03
硅烷	0.70

[0074]使用组合物制备一组 6 个逻辑器件作为试验装置，其中逻辑器件由用  $\text{SiN}_3$  层钝化的含 S74LS00 Quad 2-Input NAND Gate 的芯片制造。使用 QMI 505MT 芯片连接剂(商购于 Henkel Corporation 的双马来酰亚胺基芯片连接材料)组装该芯片，并用 1mil 的金线，在具有 NiPdAu 镀层的 20 根铅制 SOIC 宽主体的引线框上布线粘结。

[0075]使用 GenRad 1731A，就 DC 参量测试该器件，和在栅极漏泄暴露之前与之后均进行功能试验。在 GL 试验之前，对该器件进行起始功能和参量筛选(screening)试验。在室温下进行参量试验。起始试验(+Icc)是在所有输入作为基线和所有输出开放的情况下从正电源到达 DUT 的电流。然后进行两种功能试验：一个使用最小电源值和另一个使用最大电源值。其余试验通过施加电压并测量电流或者通过施加电流并测量电压，从而检测每个单独的输入和输出引线的电压和电流水平。

[0076]若该器件通过该试验，则对它们进行 GL 测试。首先使器件经历约  $160^\circ\text{C}$  的浸泡温度约 15 分钟，然后通过在所施加的 500 伏特的直流电下使器件经历约  $160^\circ\text{C}$  的温度，从而进行 GL 测试。然后使温度陡降到  $100^\circ\text{C}$ ，同时仍施加该偏压 7-10 分钟的时间段。三个器件在正的 GL 暴露下处于应力状态下，和三个器件在负的 GL 暴露下处于应力状态下。在电池诱导的 GL 暴露之后，就参量试验再次筛选各部件。表 10 示出了结果。

表 10

螺线流动 (in)	36
胶凝时间 (s)	14.5
GL 试验	合格
电容率 0.3Hz, $160^\circ\text{C}$ (模塑后固化)	45
离子条件 0.3Hz, $200^\circ\text{C}$ (模塑后固化)	59