[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
C08G 18/08
//(C08G18/08,101:00)

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96120132.0

[45]授权公告日 2001 年 9 月 5 日

[11]授权公告号 CN 1070507C

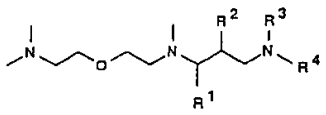
[22]申请日 1996.9.27
[21]申请号 96120132.0
[30]优先权
[32]1995.9.27 [33]US [31]534751
[73]专利权人 气体产品与化学公司
地址 美国宾夕法尼亚州
[72]发明人 A·C·L·沙沃卡
R·P·昂德伍德 R·范科特卡尔
J·S·埃默里克
M·L·里斯蒂曼
[56]参考文献
EP0502,516 1992. 9. 9 C08C215/08
US4,338,408 1982. 7. 6 B01J23/86
US4,433,170 1984. 2.21 C07C91/04
US4,436,842 1984. 3.13 B01J31。02
US5,229,430 1993. 7.20 C08J9/00
审查员 唐少华
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 罗才希 田舍人

权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图页数 0 页

[54]发明名称 用于制备聚氨酯的氨基丙基双(氨基乙基)醚组合物

[57]摘要

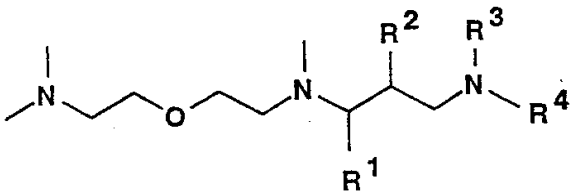
本发明涉及制备聚氨酯泡沫塑料的方法,它包括使有机多元异氰酸酯和多元醇 在发泡剂、泡孔稳定剂和基本上由下式 I 化合物组成的催化剂组合物存在下反 应;在式 I 中 R^1是氢或 C_1-C_4直链或支链烷基,羟基烷基或氨基烷基;R^2是氢或 C_1-C_6直链或支链烷基,羟基烷基 或氨基烷基;和 R^3和 R^4相互独立地为氢或 C_1-C_{10}直链或直链烷基,羟基烷基或氨基烷基,它们可含有醚官能团。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1. 制备聚氨酯泡沫塑料的方法，它包括使有机多元异氰酸酯和多元醇在发泡剂、泡孔稳定剂和基本上由下式 I 化合物组成的催化剂组合物存在下反应:



I

式中

R^1是氢或 C_1-C_4直链或支链烷基，羟基烷基或氨基烷基;

R^2是氢或 C_1-C_6直链或支链烷基，羟基烷基或氨基烷基; 和

R^3和 R^4相互独立地为氢或 C_1-C_{10}直链或支链烷基，羟基烷基或氨基烷基，它们可含有醚官能团。

2. 按照权利要求 1 的方法，其中所述式 I 化合物是 N,N,N'-三甲基-N'-3-氨基丙基双(氨基乙基)醚。

3. 按照权利要求 1 的方法，其中所述式 I 化合物是 N,N,N'-三甲基-N'-3-氨基-2-(1-羟基乙基)丙基双(氨基乙基)醚。

4. 按照权利要求 1 的方法，其中所述催化剂组合物还包含叔胺、有机锡和/或羧酸盐氨基甲酸酯用催化剂。

5. 按照权利要求 2 的方法，其中所述催化剂组合物还包含叔胺、有机锡和/或羧酸盐氨基甲酸酯用催化剂。

6. 按照权利要求 3 的方法，其中所述催化剂组合物还包含叔胺、有机锡和/或羧酸盐氨基甲酸酯用催化剂。

说　明　书

用于制备聚氨酯的氨基丙基双(氨基乙基)醚组合物

本发明涉及氨基丙基双(氨基乙基)醚衍生物作为催化剂在制备聚氨酯方面的用途.

聚氨酯泡沫塑料广为人知，用于汽车、住房建设和其它工业．这样的泡沫塑料通过多元异氰酸酯与多元醇在各种添加剂的存在下反应来制备．一种这样的添加剂是氯氟烃(CFC)发泡剂，由于反应放热而气化，使得物料聚合形成泡沫塑料．CFC 能消耗同温层中的臭氧这一发现导致强制减少 CFC 的使用．因此，发泡用水与多元异氰酸酯反应生成的 CO_2 来实现的水发泡泡沫塑料的制备已变得日益重要．叔胺类催化剂一般用于促进发泡(水与异氰酸酯产生 CO_2 的反应)和胶凝化(多元醇与异氰酸酯的反应).

在选择用于制备特定的聚氨酯泡沫塑料的催化剂时，叔胺类催化剂选择性地促进发泡或胶凝化的能力是个需要考虑的重要问题，若催化剂促进发泡反应的选择性太强，则大部分的 CO_2 将在异氰酸酯与多元醇的充分反应发生之前放出，CO_2 将从配料中鼓泡涌出，产生泡沫塑料的瘪泡．将生产出低质量的泡沫塑料．相反，若催化剂太强烈地促进胶凝化反应，则相当大部分的 CO_2 将在聚合反应已发生达到相当程度之后放出．这次将生产出具有高密度、破裂或边界不清楚的泡孔或者其它不合乎需要的特征的低质量泡沫塑料.

叔胺类催化剂一般具有恶臭的气味，令人作呕，而且许多叔胺类催化剂由于分子量低而具有强挥发性．叔胺类催化剂在泡沫塑料加工过程中的释放会带来值得注意的安全性和毒性问题，而且残留的胺从消费品中释放通常是不合乎需要的.

含有活性氢官能团(例如-OH, $-NH_2$ 和-NHR)的叔胺类催化剂与没

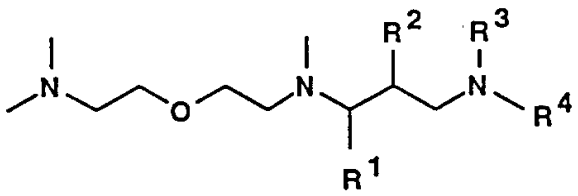
有这种官能团的相关结构相比，常常具有有限的挥发性和较小的臭味．此外，含有活性氢官能团的催化剂在反应过程中化学键合进入氨基甲酸酯中而不从最终产品中释放．能体现这个概念的催化剂结构一般均具有低至中度的活性，并能在不同的程度上促进发泡(水-异氰酸酯)和胶凝化(多元醇-异氰酸酯)这两个反应．

仲醇在结构上是优选的，因为这些催化剂能表现出在其促进活性氢-异氰酸酯反应和其本身与异氰酸酯的反应性之间合乎需要的平衡．相反，含有伯醇的催化剂与异氰酸酯反应迅速，因此使用水准要求高．含有叔醇的催化剂与异氰酸酯反应慢，但生成的叔醇的氨基甲酸酯的热稳定性差．这些氨基甲酸酯可能裂解，并在大大低于泡沫塑料本身的分解温度释放出催化剂．于是游离的胺会促进泡沫塑料分解．

含有-NH_2和-NHR 类型活性氢官能团的催化剂是人们不太熟知的．

能强烈地促进水-异氰酸酯(发泡)反应的催化剂包括基于二亚乙基三胺骨架、特别是五甲基二亚乙基三胺和β-(N,N-二甲氨基)烷基醚、特别是双(N,N-二甲基氨基乙基)醚的叔胺结构．在结构上与双(N,N-二甲基氨基乙基)醚相关的低臭味的活性催化剂见述于 U.S. 4338408 和 4433170． Texacat®ZF-10 催化剂, 2-[N-(二甲基氨基乙氧基乙基)-N-甲基氨基]乙醇，尽管有效性比双(N,N-二甲基氨基乙基)醚差，但是个有效的发泡催化剂．

本发明提供一种用于催化异氰酸酯的三聚和异氰酸酯与含活性氢的化合物之间的反应例如用于制备聚氨酯的发泡反应和胶凝化(氨基甲酸酯)反应的组合物．该催化剂组合物基本上由具有下式 I 的化合物组成：



I

式中

R^1是氢或C_1-C_4直链或支链烷基，羟基烷基或氨基烷基；

R^2是氢或C_1-C_6直链或支链烷基，羟基烷基或氨基烷基；和

R^3和R^4相互独立地为氢或C_1-C_{10}直链或支链烷基，羟基烷基或氨基烷基，它们可任选地含有醚官能团.

应当理解的是：在氮原子上的各“—”代表甲基，例如N—代表N-甲基.

这些催化剂的优点在于其臭味小，同时具有高活性. 此外，R^3和/或R^4是氢的这类化合物含有能与异氰酸酯反应并将在反应过程中化学键合进入氨基甲酸酯中而使得该化合物不从最终产物中释放的胺官能团. 这样的化合物在制备聚氨酯时具有良好的催化活性，这是令人惊异的，因为现有技术指出它们将在混合时反应并在聚氨酯工艺过程的早期被掺入聚合物母体中，因而限制了它们的流动性(mobility).

按照本发明的催化剂组合物可以催化(1)异氰酸酯官能团与含活性氢的化合物即醇、多元醇、胺或水之间的反应，尤其是多元醇的羟基与异氰酸酯生成聚氨酯的氨基甲酸酯(胶凝化)反应和水与异氰酸酯反应释放用于制备发泡聚氨酯的二氧化碳的发泡反应，和/或(2)异氰酸酯官能团的三聚反应，生成聚异三聚氰脲酸酯.

聚氨酯产品用任何适宜的本领域熟知的有机多元异氰酸酯来制备；所述有机多元异氰酸酯包括例如六亚甲基二异氰酸酯，苯二异氰酸酯，甲苯二异氰酸酯(“TDI”)和二苯基甲烷-4,4’-二异氰酸酯(“MDI”). 特别适宜的是单独的2,4-和2,6-TDI 或者是以其可商购得的混合物形式一起使用. 其它适宜的异氰酸酯是商业上称作“MDI粗品”的二异氰酸酯的混合物，亦称作PAPI，它包含大约60 %的二苯基甲烷-4,4’-二异氰酸酯和其它的异构体和同系的较高级的多元异氰酸酯. 适宜的多元异氰酸酯还有这些包含多元异氰酸酯和聚醚或聚酯多元醇的部分预反应的混合物的多元异氰酸酯的“预聚物”.

作为聚氨酯配方的组分的适宜的多元醇的实例是聚亚烷基醚和聚酯多元醇. 聚亚烷基醚多元醇包括聚(亚烷基氧化物)聚合物例如具有来自多羟基化合物的末端羟基的聚(环氧乙烷)和聚(环氧丙烷)聚合物和共聚物; 所述多羟基化合物包括二元醇和三元醇, 有例如乙二醇, 丙二醇, 1,3-丁二醇, 1,4-丁二醇, 1,6-己二醇, 新戊二醇, 二甘醇, 二丙二醇, 季戊四醇, 甘油, 双甘油, 三羟甲基丙烷等诸如此类的低分子量的多元醇.

在实施本发明时, 可以使用单一的高分子量的聚醚多元醇, 也可以使用高分子量的聚醚多元醇的混合物例如二或三官能物质和/或不同分子量的或不同化学组成的物质的混合物.

可用的聚酯多元醇包括那些通过二元羧酸与过量的二醇反应例如己二酸与乙二醇或丁二醇反应或者通过内酯与过量的二醇反应例如己内酯与丙二醇反应制得的聚酯多元醇.

除聚醚和聚酯多元醇外, 母料或预混料组合物常常含有聚合多元醇(polymer polyol). 聚合多元醇用在聚氨酯泡沫塑料中以增强该泡沫塑料的抗形变能力, 即增强该泡沫塑料的承载能力. 目前, 使用两种不同类型的聚合多元醇达到增强承载力的目的. 第一类被称作接枝多元醇, 包含三元醇, 其中乙烯基单体被接枝共聚. 苯乙烯和丙烯腈是常选的单体. 第二类, 聚脲改性的多元醇, 是含有由二胺与 TDI 反应生成的聚脲分散体的多元醇. 由于 TDI 过量使用, 一些 TDI 可以与多元醇和聚脲两者反应. 所述第二类聚合多元醇具有称作 PIPA 多元醇的变体, 它通过 TDI 和烷醇胺在多元醇中的就地聚合生成. 根据承载力的要求, 聚合多元醇可以包含 20-80 % 的母料的多元醇部分.

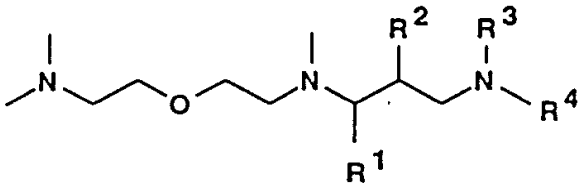
在聚氨酯泡沫塑料配方中见到的其它类型的试剂包括链增长剂例如乙二醇和丁二醇; 交联剂例如二乙醇胺, 二异丙醇胺, 三乙醇胺和三丙醇胺; 发泡剂例如水, 二氯甲烷, 三氯氟甲烷等; 和泡孔稳定剂例如硅氧烷.

具有 1-3 lb/ft^3 (16-48 kg/m^3)的密度(例如汽车座套)并含有胶凝化

催化剂例如三亚乙基二胺(TEDA)和发泡催化剂例如按照本发明的催化剂组合物的普通的聚氨酯软泡沫塑料配方将包含下列组分(重量份(pbw)):

软泡沫塑料配方	pbw
多元醇	20-100
聚合多元醇	80-0
硅氧烷表面活性剂	1-2.5
发泡剂	2-4.5
交联剂	0.5-2
催化剂	0.25-2
异氰酸酯指数	70-115

在上面的泡沫塑料配方中的催化剂的发泡催化剂组合物的组成部分是下式 I 代表的化合物:



I

式中

R^1 是氢或 C_1-C_4 直链或支链烷基，羟基烷基或氨基烷基;

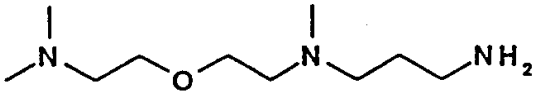
R^2 是氢或 C_1-C_6 直链或支链烷基，羟基烷基或氨基烷基；和

R^3 和 R^4 相互独立地为氢或 C_1-C_{10} 直链或支链烷基，羟基烷基或氨基烷基，它们可任选地含有醚官能团.

烷基包括例如甲基，乙基，丁基，己基，乙基己基，癸基等；羟基烷基包括例如羟基甲基(对 R^3 或 R^4 不适用)，羟基乙基，羟基乙基己基等；氨基烷基包括例如氨基甲基(对 R^3 或 R^4 不适用)，N-甲基氨基甲基，N,N-二甲基氨基甲基，氨基乙基，N-甲基氨基乙基，N,N-二

甲基氨基乙基，氨基乙基己基， N-甲基氨基乙基己基， N,N-二甲基氨基乙基己基， N,N,N'-三甲基氨基乙氧基乙基氨基丙基等.

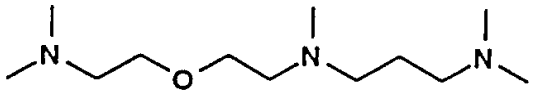
适宜的催化剂的实例是下列结构 Ia 至 Ii 的化合物:



Ia

N,N,N'-三甲基-N'-3-氨基丙基双(氨基乙基)醚

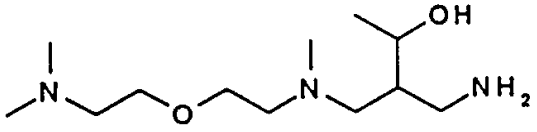
(Ia: R^1,R^2,R^3,R^4=H)



Ib

N,N,N',N'',N''-五甲基-N'-3-氨基丙基双(氨基乙基)醚

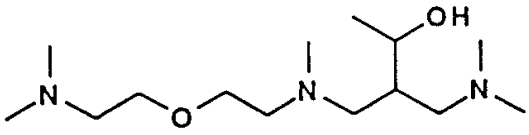
(Ib: R^1,R^2=H; R^3,R^4=CH_3)



Ic

N,N,N'-三甲基-N'-3-氨基-2-(1-羟基乙基)丙基双(氨基乙基)醚

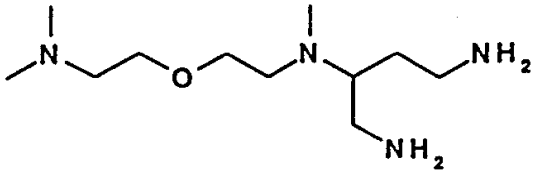
(Ic: R^1,R^3,R^4=H; R^2=$CH(OH)CH_3$)



Id

N,N,N',N'',N''-五甲基-N'-3-氨基-2-(1-羟基乙基)丙基双(氨基乙基)醚

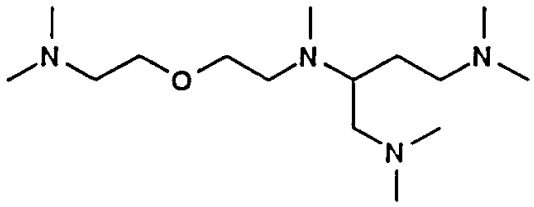
(Id: R^1=H; R^2=$CH(OH)CH_3$; R^3,R^4=CH_3)



Ie

N,N,N'-三甲基-N'-3-氨基-1-(氨基甲基)丙基双(氨基乙基)醚

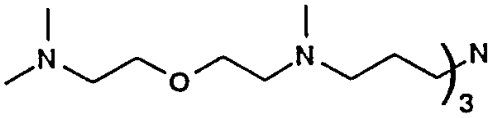
(Ie: R^1=CH_2NH_2; R^2,R^3,R^4=H)



If

N,N,N',N'',N'',N''',N'''-七甲基-N'-3-氨基-1-(氨基甲基)丙基双(氨基乙基)醚

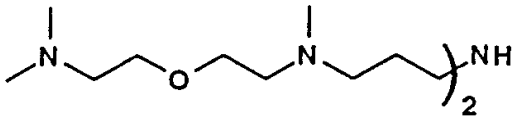
(If: R^1=$CH_2N(CH_3)_2$; R^2=H; R^3,R^4=CH_3)



Ig

亚氨基三(N,N,N'-三甲基氨基乙基丙基)氨基乙基醚

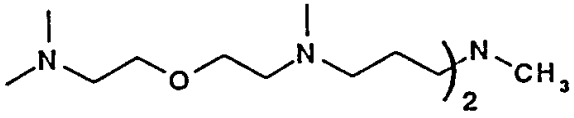
(Ig: R^1,R^2=H; R^3,R^4=$(CH_2)_3N(CH_3)(CH_2)_2O(CH_2)_2N(CH_3)_2$)



Ih

亚氨基双(N,N,N'-三甲基氨基乙基丙基)氨基乙基醚

(Ih: R^1,R^2,R^3=H; R^4=$(CH_2)_3N(CH_3)(CH_2)_2O(CH_2)_2N(CH_3)_2$)



Ii

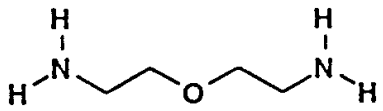
甲基亚氨基双(N,N,N'-三甲基氨基乙基丙基)氨基乙基醚

(Ii: R^1,R^2=H; R^3=CH_3; R^4=$(CH_2)_3N(CH_3)(CH_2)_2O(CH_2)_2N(CH_3)_2$)

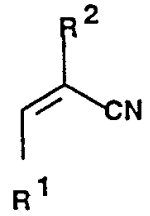
优选的催化剂成分是 N,N,N'-三甲基-N'-3-氨基丙基双(氨基乙基)醚(Ia).

获得这类催化剂成分的优选的方法是三步法: 包括双氨基乙基醚 II 与少于化学计量的丙烯腈或取代的丙烯腈 III 的 Michael 加成获得

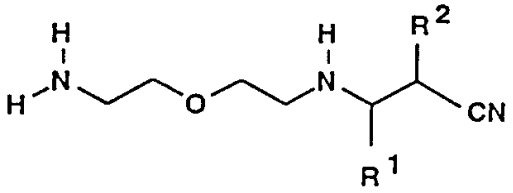
Michael 加合物 IV， Michael 加合物 IV 选择性全甲基化成腈 V 和腈 V 通过氢化、用伯胺或仲胺还原胺化或者还原二聚转化成催化剂成分 I．



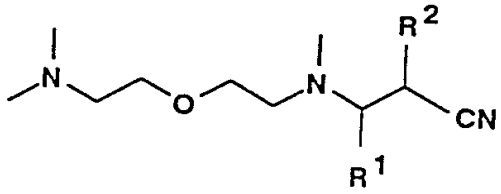
II



III

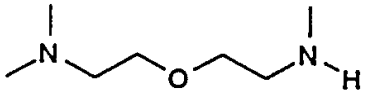


IV



V

获得结构 I 的催化剂成分的另一个优选的途径是双氨基乙基醚 II 用略低于化学计量的甲醛和氢甲基化获得双氨基乙基醚 VI 和其它的甲基化产物．然后双氨基乙基醚 VI 与丙烯腈或取代的丙烯腈 III 反应，获得腈 V，腈 V 通过氢化、用伯胺或仲胺还原胺化或者还原二聚转化成催化剂成分 I．



VI

或者，这类催化剂成分可由二甲基氨基乙氧基乙醇出发以三步法来制备．步骤 1 是将二甲基氨基乙氧基乙醇用甲胺胺化，得到双氨基乙基醚 VI．步骤 2 是 VI 与丙烯腈或取代的丙烯腈 III 的 Michael 加成，获得腈 V．然后将腈 V 通过氢化、用伯胺或仲胺还原胺化或者还原二聚转化成 I．

在聚氨酯配方中使用催化有效量的所述催化剂成分．更具体地讲，催化剂成分在聚氨酯配方中的适宜量可以在大约每 100 份多元醇 (phpp) 0.01-10 份范围内，最好是在 0.1-0.5 phpp 范围内．

该催化剂成分可以与在氨基甲酸酯领域熟知的其它叔胺、有机锡和羧酸盐类氨基甲酸酯用催化剂合用.

实施例 1

N,N,N'-三甲基双(氨基乙基)醚(TMAEE)

将 499.4 g (3.75 mol)二甲基氨基乙氧基乙醇 (DMAEE)和 37.9 g $Cu/ZnO/Al_2O_3$ 催化剂加至一个 2 升的不锈钢高压釜中. 将该反应器用 N_2 和 H_2 吹扫后, 将该催化剂在 56 巴 H_2 下于 195 ℃的温度就地还原 9 小时. 然后将反应器冷却至 25 ℃并排气至环境压力. 从与该反应器顶部相连的样品筒加入 177g (5.7 mol)一甲胺(MMA), 使用 6.5 巴 N_2 压力以帮助输送. 将反应器重新密封并用 H_2 加压至 14.8 巴后, 将反应器加热至 195 ℃, 并在该温度下保持 23.3 小时. 然后将反应器冷却至 25 ℃, 在滤除催化剂颗粒后回收 600.1 g 反应产物. 气相层析分析表明: 65 % 的 DMAEE 被转化, 并且该反应产物含有:

反应产物	% (重量)
N,N,N'-三甲基双(氨基乙基)醚	38.2
二甲基氨基乙氧基乙醇	29.4
水	7.1
一甲基胺	5.8
其它胺	19.5

将反应产物真空加热以除去低沸点组分. 然后进行短程蒸馏以除去重组分和任何微量的 $Cu/ZnO/Al_2O_3$ 催化剂. 由短程蒸馏得到的馏出产物(325.6 g)含有:

由短程蒸馏得到的馏出物

	%(重量)
N,N,N'-三甲基双(氨基乙基)醚	57.2
二甲基氨基乙氧基乙醇	37.4
其它胺	5.4

该馏出物在下面的实施例 2 中用于制备 TMCEAEE.

实施例 2

N,N,N'-三甲基-N'-2-氰基乙基双(氨基乙基)醚(TMCEAEE)

将 325 g 得自实施例 1 的混合物(含有 1.27 mol 的 N,N,N'-三甲基双(氨基乙基)醚)置入一个三颈圆底烧瓶中，所述烧瓶装备有涂有特氟隆的磁力搅拌棒、回流冷凝器、均压滴液漏斗和温度计. 将混合物加热至 55 ℃，并用 2 小时时间加入 71 g (1.34 mol)丙烯腈. 使反应再进行 5 小时直至剩余的未反应的 N,N,N'-三甲基双(氨基乙基)醚低于 1 %. 该粗产物不经纯化用于实施例 3.

实施例 3

N,N,N'-三甲基-N'-3-氨基丙基双(氨基乙基)醚(TMAPAEE)

将 20 g 铬促进的海绵状镍(chromium promoted sponge nickel)和 150 g 28 %氢氧化铵水溶液置入一个 1 升的不锈钢高压釜中. 将反应器密封并用氮气和氢气依次吹扫. 然后将反应器的内容物加热至 90 ℃，并用氢气将压力调至 82 巴. 然后将 426 g 得自实施例 2 的混合物用 3.5 小时时间泵入反应器中. 使反应再进行 50 分钟，这期间消耗掉的氢量不到所用总氢量的 1 %. 在整个反应中通过根据控制活门室调压器的要求从 3.79 升压载(ballast)输入氢而将氢压力维持在 82 巴. 然后将反应器冷却，排气并将内容物用 0.45 微米熔结不锈钢过滤器过滤.

将粗产物置入一个1升的烧瓶中，并通过内径为91.4 cm × 2.54 cm的填充柱蒸馏，在124-133 ℃在13毫巴收集得到184.5 g 纯度为97.5 %的产物.

实施例 4

2-(1-羟基乙基)丙烯腈(HEAN)

将20.1 g 1,4-二氮杂二环[2.2.2]辛烷和88 g (2.0 mol)乙醛置入一个500 ml 的三颈圆底烧瓶中，所述烧瓶装备有涂有特氟隆的磁力搅拌棒和均压滴液漏斗. 将烧瓶浸入冰浴中，并在搅拌下用2.5 小时时间滴加106 g (2.0 mol)丙烯腈.

将反应混合物放置5 天，然后溶于200 ml 乙醚中，并通过加入54 g 22 % 的磷酸中和1,4-二氮杂二环[2.2.2]辛烷. 进行相分离，将有机相真空浓缩. 将该物质不经纯化用于下面的实施例中.

实施例 5

N,N,N'-三甲基-N'-2-氯基-3-羟基丁基双(氨基乙基)醚

(TMCHBAEE)

将141 g 按照实施例1所给的方法制得的馏出物混合物(含有0.26 mol TMAEE)和56 g得自实施例4的产物(含有0.42 mol HEAN)置入一个装有涂有特氟隆的磁力搅拌棒的250 ml 的三颈圆底烧瓶中. 将混合物搅拌一星期. 将该粗产物不经纯化用于实施例6中.

实施例 6

N,N,N'-三甲基-N'-(2-氨基甲基-3-羟基丁基)-双(氨基乙基)醚

(TMAMHBAEE)

将10 g 铬促进的海绵状镍和200 g 14 %氢氧化铵水溶液置入一个1升的不锈钢高压釜中. 将反应器密封并用氮气和氢气依次吹扫. 然后将反应器的内容物加热至90 ℃，并用氢气将压力调至82 巴. 然后

将 192 g 得自实施例 5 的混合物用 5 小时 40 分钟的时间泵入反应器中．使反应再进行 20 分钟．然后将反应器冷却，排气并将内容物用熔结不锈钢过滤器过滤．将水从粗产物中真空去除，并在 3 毫巴用旋带蒸馏塔蒸馏去除 DMAEE 和其它的轻质成分．然后将蒸馏釜底部物 (56.8 g)用短程蒸馏柱于 5.3 毫巴和 172-185 ℃闪蒸，得到 43.3 g TMAMHBAEE，为淡黄色油状物，纯度为 98 % (GC/FID 测定)．^{13}C 和 ^{1}H nmr 谱鉴定了结构并证实两种非对应异构体以大约 2:1 的比率存在．

实施例 7

在本实施例的试验 1-3 中，用常规方法制备聚氨酯泡沫塑料．聚氨酯配方(重量份)是:

组分	份数
E-648	60
E-519	40
DC-5043	1.5
二乙醇胺	1.49
水	3.5
TDI 80	105 指数

E-648 -- Arco Chemical Company 销售的常规的环氧乙烷镶端聚醚多元醇．

E-519 -- Arco Chemical Company 销售的苯乙烯-丙烯腈共聚物填充的聚醚多元醇．

DABCO®DC-5043 -- Air Products and Chemicals, Inc.销售的硅氧烷表面活性剂．

TDI 80 -- 80 % (重量) 2,4-TDI 和 20 % (重量) 2,6-TDI 的混合物．

就试验 1-3 的各泡沫塑料而言，将催化剂(表 1)加至在 32 oz (951 ml)

纸杯中的 202 g 所述预混料中，并将该配制物用安装了直径为 2 英寸(5.1 cm)的搅拌棒的悬吊搅拌器以 12000 RPM 混合 10 秒钟. 加入足够量的 TDI 80 (见表 1)以制备 105 指数的泡沫塑料[指数 = (NCO 摩尔数/活性氢摩尔数) × 100]，并将该配制物用同样的搅拌器以 12000 RPM 充分混合 5 秒钟. 将该 32 oz 的杯通过在台架上的一个 128 oz (3804 ml)的纸杯底部的孔洞投下. 该孔洞的尺寸被制成能截住该 32 oz 杯的边. 该泡沫塑料容器的总体积是 160 oz (4755 ml). 泡沫塑料在泡沫塑料成型加工结束时接近这个体积. 记录泡沫塑料的最大高度.

表 1

试验	催化剂				TDI	泡沫塑料高度
	DABCO 33-LV®*	DABCO® BL-11**	EX 3 催化剂	EX 6 催化剂		
1	0.48 g	0.20 g			85.7 g	403 mm
2	0.49 g		0.16 g		85.5 g	411 mm
3	0.48 g			0.19 g	85.8 g	403 mm

* Air Products and Chemicals, Inc.销售的 33 %(重量)的三亚乙基二胺在二丙二醇中的溶液.

** Air Products and Chemicals, Inc.销售的 70 %(重量)的双(N,N-二甲基氨基乙基)醚在二丙二醇中的溶液.

表 1 中的数据显示了实施例 3 和 6 的催化剂作为发泡催化剂替代物替代工业用标准的双(N,N-二甲基氨基乙基)醚的适用性.

本发明的催化剂可用于聚氨酯泡沫塑料的制备.