



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103998491 B

(45)授权公告日 2016.11.23

(21)申请号 201280058799.9

(22)申请日 2012.11.30

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103998491 A

(43)申请公布日 2014.08.20

(30)优先权数据  
61/565,310 2011.11.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2014.05.29

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2012/067247 2012.11.30

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02013/082396 EN 2013.06.06

(73)专利权人 3M创新有限公司  
地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 苏海勃·埃尔吉姆阿维

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
公司 11021

代理人 牛海军

(51)Int.Cl.  
C08G 79/04(2006.01)  
C08G 59/56(2006.01)  
C08L 63/00(2006.01)  
C09J 163/00(2006.01)

(56)对比文件  
US 5629380 A,1997.05.13,权利要求1,权  
利要求12,实施例1.

US 2010203249 A1,2010.08.12,权利要求  
1,表II,表VI.

WO 2011031399 A1,2011.03.17,权利要求  
1,表4,表6,第[0122]段.

审查员 叶坤

权利要求书1页 说明书8页

(54)发明名称

环氧树脂固化剂组合物及其制成的组合物

(57)摘要

本发明提供了一种环氧树脂固化剂,所述环氧树脂固化剂包含:a)路易斯碱、b)硝酸钙和c)聚胺酰胺盐。本公开另外提供了一种组合物,所述组合物为通过混合所述环氧树脂固化剂和可固化环氧树脂得到的混合物。本公开另外提供了固化组合物,所述固化组合物得自此类混合物的固化。

1. 一种组合物,所述组合物为环氧树脂固化剂,其包含:
  - a) 路易斯碱,
  - b) 硝酸钙,和
  - c) 聚胺酰胺盐。
2. 一种组合物,所述组合物为通过混合下述物质得到的混合物:
  - I) 可固化环氧树脂,
  - II) 环氧树脂固化剂,所述环氧树脂固化剂包含:
    - a) 路易斯碱,
    - b) 硝酸钙,和
    - c) 聚胺酰胺盐。
3. 一种组合物,所述组合物得自根据权利要求2所述的混合物的固化。
4. 根据权利要求3所述的组合物,所述组合物附加包含阻燃剂。
5. 根据权利要求3或4所述的组合物,所述组合物具有小于 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。
6. 根据权利要求3或4所述的组合物,所述组合物具有小于 $0.7\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。
7. 根据权利要求6所述的组合物,所述组合物具有大于30MPa的压缩强度。
8. 根据权利要求7所述的组合物,所述组合物具有大于8MPa的重叠剪切强度。
9. 根据权利要求2所述的组合物,所述组合物具有适于室温挤出的低粘度。

## 环氧树脂固化剂组合物及其制成的组合物

### 技术领域

[0001] 本公开涉及环氧树脂固化剂组合物、包含该固化剂组合物的可固化环氧树脂组合物、导致该可固化环氧树脂组合物的固化的固化组合物,以及上述物质中的任一者在各种应用中的用途(包括用作灌封化合物)。

### 发明内容

[0002] 简而言之,本公开提供了一种环氧树脂固化剂,所述环氧树脂固化剂包含:a)路易斯碱、b)硝酸钙和c)聚胺酰胺盐。

[0003] 本公开另外提供了一种组合物,所述组合物为通过混合下述物质而获得的混合物:I)可固化环氧树脂,和II)环氧树脂固化剂,所述环氧树脂固化剂包含:a)路易斯碱、b)硝酸钙,和c)聚胺酰胺盐。此类组合物可具有适于室温挤出的低粘度。所述组合物可附加包含阻燃剂。所述组合物可附加包含低密度填料。

[0004] 本公开另外提供了得自根据前述实施例中的任一者所述的混合物的固化的固化组合物。所述固化组合物通常具有小于 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 、更通常小于 $0.9\text{g}/\text{cm}^3$ 、更通常小于 $0.8\text{g}/\text{cm}^3$ 、更通常小于 $0.7\text{g}/\text{cm}^3$ 、更通常小于 $0.69\text{g}/\text{cm}^3$ 以及更通常小于 $0.68\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。所述固化组合物通常具有大于20MPa、更通常大于25MPa、更通常大于30MPa、更通常大于33MPa和更通常大于35MPa的压缩强度。所述固化组合物通常具有大于8MPa、更通常大于9MPa、更通常大于10MPa和更通常大于10.3MPa的重叠剪切强度。

### 具体实施方式

[0005] 本公开涉及环氧树脂固化剂组合物和包含这些固化剂组合物的可固化环氧树脂组合物、得自其的固化组合物,以及它们在各种应用中的用途(包括用作灌封化合物)。

[0006] 在一个实施例中,本公开涉及一种环氧树脂固化剂,所述环氧树脂固化剂包含:a)路易斯碱、b)硝酸钙,和c)聚胺酰胺盐。本公开设想路易斯碱促进剂和作为促进剂的硝酸钙两者的用途,以实现在环氧树脂中高固化速率。此外,本公开设想添加能够降低增稠(粘度增加)的聚胺酰胺盐,所述增稠在包含路易斯碱和硝酸钙促进剂两者的固化剂的储存和使用期间发生。此外,本公开设想添加能够降低增稠(粘度增加)的聚胺酰胺盐,所述增稠在包含路易斯碱和硝酸钙促进剂两者并附加包含高荷载的低密度填料材料的固化剂的储存和使用期间发生。

[0007] 在一些实施例中,本文所提供的材料在室温下表现出快速固化。在一些实施例中,本文所提供的材料在室温下10分钟后充分地固化以进行处理。在一些实施例中,本文所提供的材料在室温下20分钟后充分地固化以进行处理。在一些实施例中,本文所提供的材料在室温下30分钟后充分地固化以进行处理。在一些实施例中,本文所提供的材料在室温下一个小时后充分地固化以进行处理。在一些实施例中,本文所提供的材料在室温下两个小时后充分地固化以进行处理。在一些实施例中,本文所提供的材料在室温下十个小时后充分地固化以进行处理。在一些实施例中,本文所提供的材料在室温下24个小时后充分地固

化以进行处理。在一些实施例中,本文所提供的材料在室温下48个小时后充分地固化以进行处理。在一些实施例中,本文所提供的材料在室温下七天后充分地固化以进行处理。

[0008] 在一些实施例中,本文所提供的材料在储存期间耐增稠(粘度增加)。在一些实施例中,本文所提供的材料的粘度在室温下90天储存周期期间增加不超过20%。在一些实施例中,本文所提供的材料的粘度在室温下90天储存周期期间增加不超过10%。在一些实施例中,本文所提供的材料的粘度在室温下90天储存周期期间增加不超过5%。在一些实施例中,本文所提供的材料的粘度在室温下10天储存周期期间增加不超过20%。在一些实施例中,本文所提供的材料的粘度在室温下10天储存周期期间增加不超过10%。在一些实施例中,本文所提供的材料的粘度在室温下10天储存周期期间增加不超过5%。

[0009] 在一些实施例中,本文所提供的材料表现出测量为下文实例中所公开的高压缩强度。在一些实施例中,本文所提供的材料表现出大于20MPa的压缩强度。在一些实施例中,本文所提供的材料表现出大于25MPa的压缩强度。在一些实施例中,本文所提供的材料表现出大于30MPa的压缩强度。在一些实施例中,本文所提供的材料表现出大于33MPa的压缩强度。在一些实施例中,本文所提供的材料表现出大于35MPa的压缩强度。

[0010] 在一些实施例中,本文所提供的材料表现出测量为下文实例中所公开的高重叠剪切强度。在一些实施例中,本文所提供的材料表现出大于8MPa的重叠剪切强度。在一些实施例中,本文所提供的材料表现出大于9MPa的重叠剪切强度。在一些实施例中,本文所提供的材料表现出大于10MPa的重叠剪切强度。在一些实施例中,本文所提供的材料表现出大于10.3MPa的重叠剪切强度。

[0011] 在一些实施例中,本文所提供的材料在灌封应用中表现出高拉伸强度,拉伸强度试样块拔出测量为如下文实例中所公开。在一些实施例中,本文所提供的材料表现出大于100kg的强度。在一些实施例中,本文所提供的材料表现出大于110gk的强度。在一些实施例中,本文所提供的材料表现出大于120kg的强度。在一些实施例中,本文所提供的材料表现出大于130kg的强度。

[0012] 在一些实施例中,本文所提供的材料具有粘度,以使得它们在实际应用中可以充分高的挤出速率挤出,测量如下文实例所公开。在一些实施例中,本文所提供的材料可以至少50g/mm的速率挤出,测量为如下文实例所公开。在一些实施例中,本文所提供的材料可以至少75g/mm的速率挤出,测量为如下文实例所公开。在一些实施例中,本文所提供的材料可以至少100g/mm的速率挤出,测量为如下文实例所公开。在一些实施例中,本文所提供的材料可以至少110g/mm的速率挤出,测量为如下文实例所公开。在一些实施例中,本文所提供的材料可以至少120g/mm的速率挤出,测量为如下文实例所公开。在一些实施例中,本文所提供的材料可以至少130g/mm的速率挤出,测量为如下文实例所公开。在一些实施例中,本文所提供的材料可以至少135g/mm的速率挤出,测量为如下文实例所公开。

[0013] 在一些实施例中,本文所提供的材料在固化之后表现出低密度,测量为如下文实例所公开。在一些实施例中,本文所提供的材料在固化之后表现出小于 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。在一些实施例中,本文所提供的材料在固化之后表现出小于 $0.9\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。在一些实施例中,本文所提供的材料在固化之后表现出小于 $0.8\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。在一些实施例中,本文所提供的材料在固化之后表现出小于 $0.7\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。在一些实施例中,本文所提供的材料在固化之后表现出小于 $0.69\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。在一些实施例中,本文所提供的材料在固化之后表

现出小于 $0.68\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。在一些实施例中,本文所提供的材料在固化之后表现出小于 $0.67\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。在一些实施例中,本文所提供的材料附加包含低密度填料,所述填料在一些实施例中可包含微球,所述微球在一些实施例中可包括玻璃微球、聚合物微球或其组合。

[0014] 在一些实施例中,本文所提供的材料附加包含阻燃剂组分。在一些实施例中,本文所提供的材料符合截至2011年11月1日的FAA的阻燃剂法规。在一些实施例中,本文所提供的材料符合截至2011年11月1日的REACH的阻燃剂法规。在一些实施例中,本文所提供的材料通过下文实例所公开的阻燃性测试。

[0015] 在一些实施例中,本文所提供的材料附加包含颜料或染料。在一些实施例中,本文所提供的材料附加包含润湿剂或粘度调节剂。

[0016] 在一些实施例中,本文所提供的材料用于将硬件灌封在使用于面板中的插入物中,所述面板可包括蜂窝芯面板。

[0017] 本公开的代表性实施例可包括但不限于下述编号的实施例。

[0018] 1. 一种组合物,所述组合物为环氧树脂固化剂,其包含:

[0019] a) 路易斯碱,

[0020] b) 硝酸钙,和

[0021] c) 聚胺酰胺盐。

[0022] 2. 一种组合物,所述组合物为通过混合下述物质得到的混合物:

[0023] I) 可固化环氧树脂,

[0024] II) 环氧树脂固化剂,所述环氧树脂固化剂包含:

[0025] a) 路易斯碱,

[0026] b) 硝酸钙,和

[0027] c) 聚胺酰胺盐。

[0028] 3. 一种组合物,所述组合物得自实施例1的环氧树脂固化剂与环氧树脂的反应。

[0029] 4. 一种组合物,所述组合物得自根据实施例2所述的混合物的固化。

[0030] 5. 根据实施例3-4中任一项所述的组合物,所述组合物附加包含阻燃剂。

[0031] 6. 根据实施例3-5中任一项所述的组合物,所述组合物包含低密度填料。

[0032] 7. 根据实施例3-6中任一项所述的组合物,所述组合物具有小于 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。

[0033] 8. 根据实施例3-6中任一项所述的组合物,所述组合物具有小于 $0.9\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。

[0034] 9. 根据实施例3-6中任一项所述的组合物,所述组合物具有小于 $0.8\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。

[0035] 10. 根据实施例3-6中任一项所述的组合物,所述组合物具有小于 $0.7\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。

[0036] 11. 根据实施例3-6中任一项所述的组合物,所述组合物具有小于 $0.69\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。

[0037] 12. 根据实施例3-6中任一项所述的组合物,所述组合物具有小于 $0.68\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度。

[0038] 13. 根据实施例3-12中任一项所述的组合物,所述组合物具有大于20MPa的压缩强度。

[0039] 14. 根据实施例3-12中任一项所述的组合物,所述组合物具有大于25MPa的压缩强

度。

[0040] 15. 根据实施例3-12中任一项所述的组合物,所述组合物具有大于30MPa的压缩强度。

[0041] 16. 根据实施例3-12中任一项所述的组合物,所述组合物具有大于33MPa的压缩强度。

[0042] 17. 根据实施例3-12中任一项所述的组合物,所述组合物具有大于35MPa的压缩强度。

[0043] 18. 根据实施例3-17中任一项所述的组合物,所述组合物具有大于8MPa的重叠剪切强度。

[0044] 19. 根据实施例3-17中任一项所述的组合物,所述组合物具有大于9MPa的重叠剪切强度。

[0045] 20. 根据实施例3-17中任一项所述的组合物,所述组合物具有大于10MPa的重叠剪切强度。

[0046] 21. 根据实施例3-17中任一项所述的组合物,所述组合物具有大于10.3MPa的重叠剪切强度。

[0047] 22. 根据实施例3-21中任一项所述的组合物,所述组合物具有适于室温挤出的低粘度。

[0048] 通过以下实例进一步说明本公开的目的和优点,但在这些实例中列举的具体材料及其量以及其他的条件和细节不应理解为是对本公开的不当限制。

[0049] 实例

[0050] 除非另有说明,否则所有试剂均得自或购自密苏里州圣路易斯的西格玛奥德里奇公司(Sigma-Aldrich Company, St. Louis, Missouri),或可通过已知的方法合成。除非另有说明,否则所有比率均按重量百分比计。

[0051] 下面的缩写用于描述所述实例:

[0052] °F: 华氏度

[0053] °C: 摄氏度

[0054] cm: 厘米

[0055] in/min: 英寸/分钟

[0056] Kg: 千克

[0057] KPa: 千帕

[0058] Kpsi: 千磅/每平方英寸

[0059] lbs: 磅

[0060] MPa: 兆帕

[0061] mg: 毫克

[0062] 密耳: 10<sup>-3</sup>英寸

[0063] mls: 毫升

[0064] mm: 毫米

[0065] mm/min: 毫米/分钟

[0066] psi: 磅/平方英寸

- [0067] 使用的材料。
- [0068] ANCAMINE K54:三-2,4,6-(二甲氨基甲基)苯酚,可得自美国宾夕法尼亚州阿伦敦的空气产品和化学品公司(Air Products and Chemicals, Inc., Allentown, Pennsylvania, USA)。
- [0069] APYRAL SM200:白色氢氧化铝,可购自德国施万多夫县的Nabaltech股份公司(Nabaltech AG, Schwandorf, Germany)。
- [0070] BYK-W966:不饱和聚胺酰胺和酸性聚酯的52%固体溶液,可得自德国韦塞尔的毕克化学有限公司(BYK-Chemie GmbH, Wesel, Germany)。
- [0071] BYK-W9010:具有129mg氢氧化钾/g的酸值的100%固体磷酸酯,可购自毕克化学有限公司(BYK-Chemie GmbH)。
- [0072] 硝酸钙四水合物:可购自比利时赫尔BVBA的Acros有机公司(Acros Organics, BVBA, Geel, Belgium)。
- [0073] 结晶紫:可购自美国密苏里州圣路易斯的西格玛-奥德里奇公司(Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri, USA)。
- [0074] DISPARLON6500:聚酰胺蜡,可购自美国康涅狄格州诺瓦克的金氏工业公司(King Industries, Norwalk, Connecticut, USA)。
- [0075] DUALITE MS700:聚合物微球,可购自德国汉堡的雷曼&沃斯公司(Lehman&Voss Company, Hamburg, Germany)。
- [0076] EPIKOTE232:由双酚A和双酚F树脂的共混物组成的低介质粘度环氧树脂,可购自俄亥俄州哥伦布的迈图高新材料控股有限责任公司(Momentive Performance Materials Holdings, LLC, Columbus Ohio)。
- [0077] EPODIL757:1,4-环己二甲醇二缩水甘油醚,可购自美国宾夕法尼亚州阿伦敦的空气产品和化学品公司(Air Products and Chemicals Inc., Allentown, Pennsylvania, USA)。
- [0078] 玻璃泡D32/4500:具有0.32g/cm<sup>3</sup>的密度和4,500磅/英寸<sup>2</sup>(31.03MPa)的等静态破碎强度的玻璃泡。
- [0079] 二氧化钛:可以商品名称“KONOS1230”得自美国达拉斯的科若诺斯全球公司(Kronos Worldwide, Inc., Dallas, USA)。
- [0080] TTD:4,7,10-三氧烷-1,13-十三烷-二胺,可购自德国路德维希港的巴斯夫公司(BASF, Ludwigshafen, Germany)。
- [0081] Z6040:3-缩水甘油氧基丙基三甲氧基硅烷,可购自德国威斯巴登的道康宁有限公司(Dow Corning GmbH, Wiesbaden, Germany)。
- [0082] 实例1.
- [0083] A部分的制备:
- [0084] 将28.5g TTD和9.5g Epikote232置于玻璃反应器中,并将该混合物在23℃下搅拌15分钟。然后将该混合物加热至80℃并保持连续搅拌60分钟。添加2g硝酸钙四水合物和14g Ancamine K5并连续搅拌另外30分钟,此后使该混合物冷却回至23℃。利用高速搅拌器(型号“DAC150FVZ”,可购自德国哈姆的Hauschild工程有限公司(Hauschild Engineering Co. KG, Harmm, Germany))以3000rpm的速度进行1分钟使1g BYK W-966分散直至均匀。以一

分钟的间隔添加29.4g的Apyral SM200、0.01g的结晶紫、14.5g的D32/4500玻璃泡和1g的Dualite MS700并进行分散直至均匀。在使用之前,A部分随后进行脱气。

[0085] B部分的制备:

[0086] 利用高速搅拌器在3000rpm和23℃下,将1.2g的Disparlon6500在18.8g的Epikote232中分散1分钟。然后将该混合物在烘箱中加热至90℃并保持在该温度下60分钟,此后将该混合物去除并冷却回至23℃。以一分钟的间隔添加1.5g的BYK W-9010、18g的Epodil757、3g的Z6040、34.5g的Apyral SM200、1g的二氧化钛、21g的D32/4500玻璃泡和1g的Dualite MS700并利用高速搅拌器以3000rpm的速度进行分散直至均匀。在使用之前,B部分随后进行脱气。

[0087] 比较例2和实例3。

[0088] 根据表1所列出的组合物,比较例2和实例3根据实例1中整体所述的方法来制备。

[0089] 表1

A部分和B部分组合物 (g)			
A部分	实例 1	对比物 实例 2	实例 3
TTD	28.5	28.5	28.5
Epikote 232	9.5	9.5	9.5
硝酸钙四水合物	2.0	2.0	2.0
BYK W-966	1.0	0	1.0
Apyral SM 200	29.4	29.4	29.4
结晶紫	0.01	0.01	0.01
Ancamine K54	14.0	14.0	14.0
D32/4500 玻璃泡	14.5	14.5	0
Dualite MS 700	1.0	1.0	0
B部分	实例 1	对比物 实例 2	实例 3
Epikote 232	18.8	18.8	18.8
Disparlon 6500	1.2	1.2	1.2
Epodil 757	18.0	18.0	18.0
环氧硅烷 Z6040	3.0	3.0	3.0
BYK W-9010	1.5	1.5	1.5
Apyral SM 200	34.5	34.5	34.5
二氧化钛	1.0	1.0	1.0
D32/4500 玻璃泡	21.0	21.0	0
Dualite MS 700	1.0	1.0	0

[0092] 测试方法。

[0093] 对粘合剂实例执行下述测试。表2中记录的结果表示每种粘合剂的三个试样的平均值。

[0094] 压缩强度和压缩模量。

[0095] 压缩强度根据ASTM D695进行如下测量。将200ml的2:1双室药筒(可购自瑞士里施的Mix Pac系统股份公司(Mix Pac Systems,AG, Rotkreuz, Switzerland))以2:1的比率手动



地填充B部分和A部分。将混合喷嘴(“MC13-18”型)装配至该药筒,并且在4巴(400千帕)的压力下将约50g的该混合物挤入具有12.7mm(高)×12.7mm(宽)×25mm(长)的尺寸的特氟龙™涂覆的模具。然后,在去除之前使该混合物在模具中在23℃下固化最少7天。将该固化试验样本插入拉伸压缩仪(型号“Z030”,可购自兹维克有限公司(Zwick GmbH&Co)),并且沿着其25mm轴线以0.05英寸/分钟(1.27mm/分钟)的恒定夹头速度进行压缩。压缩强度通过极限荷载除以横截面积来测定并记录为Kpsi。压缩模量通过画出与挠度曲线的初始线性部分相切的直线和然后将直线的比降除以该样本的横截面积来测定。

[0096] 内聚剪切强度。

[0097] 将100×25×1.6mm的铝条状物(“2024T3CLAD”型,可购自德国阿格拉斯特豪森的洛科尔有限公司(Rocholl GmbH, Aglasterhausen, Germany))在具有下述组合物的铬酸-硫酸浴中在70℃下蚀刻15分钟。

[0098] 27.5重量%的硫酸

[0099] 7.5重量%的脱水铬酸钠

[0100] 65.0重量%的淡化水

[0101] 0.5g/l的铝

[0102] 1.5g/l的硫酸酮(II)五水合物

[0103] 该蚀刻铝条随后用去离子水冲洗几次并擦干。利用MixPac系统,将约5g的粘合剂根据压缩强度测试中所使用的方法施加至铝条的一端上。然后将第二铝条按压至粘合剂上,以形成10mm的重叠并且利用洁净刮刀去除过量的粘合剂。重叠铝条利用容量长尾夹在重叠部夹持在一起,然后将该夹持组件在21℃和环境湿度下固化7天。将粘合条插入拉伸强度测试仪(型号“Z050”,可购自德国乌尔姆的兹维克有限公司(Zwick GmbH&Co. KG, Ulm, Germany))中,并且内聚剪切强度以10mm/分钟的夹头速度根据DINEN2243-1(2005)进行测量。内聚强度记录为千磅/平方英寸(Kpsi)。

[0104] 插入物拔出测试

[0105] 将0.5英寸(1.27cm)的孔钻至蜂窝夹芯板的0.5×3×3英寸(1.27×7.62×7.62cm)部的中心。将插入物至于该孔中,并将粘合剂样品利用上文所述的MixPac系统注入紧固件和孔之间的间隙中。然后,将粘合剂在约70°F(21.1℃)下固化48小时,随后在120°F(48.9℃)下固化1小时。在冷却至70°F(21.1℃)之后,将杆螺旋入紧固件的机用螺丝部,然后将该紧固件附接至该拉伸测试仪的夹具上。然后,分离紧固件所需的最大峰值力(记录为1bs)以0.05英寸/分钟(1.27mm/分钟)的提拉速率进行测量。

[0106] 密度。

[0107] 固化组合物的密度根据ASTM D-1622来测量。结果以g/cm<sup>3</sup>单位进行记录。

[0108] 易燃性。

[0109] 利用MixPac系统,将测量为1.27×1.27×12cm的硅氧烷模具以实例1进行填充,在70°F(21.1℃)下固化48个小时,然后根据14CFR25.853(a)(i)进行易燃性测试。

[0110] 表2

检测	实例 1	对比物 实例 2	实例 3
固化密度(g/cm <sup>3</sup> )	0.66	0.66	1.20
挤出速率(g/mm)	140	20	145
[0111] 压缩强度(Kpsi/MPa)	5.3/36.54	NM	5.0/34.47
压缩模量(Kpsi/MPa)	250/1,723	NM	156/1,076
重叠剪切强度(Kpsi/MPa)	1.5/10.34	NM	1.5/10.34
拉伸强度试样块拔出(lb/Kg)	288/130.6	NM	270/122.5
易燃性	通过	NM	通过

[0112] NM=未测定

[0113] 实例1的材料包含聚胺酰胺盐(BYK-W966)和低密度填料(D32/4500玻璃泡和Dualite MS700)。相比于实例3的材料(该材料包含聚胺酰胺盐但不包含低密度填料),实例1的材料显示具有45%的重量减轻(密度降低),同时保持类似的强度特性。比较例2的材料(该材料包含低密度填料但不包含聚胺酰胺盐)为高粘稠的,并因此为不可行的。

[0114] 在不偏离本公开范围和原理的前提下,可以对本发明进行各种变型和更改,这对于本领域的技术人员而言将是显而易见的,并且应当理解,不应将本公开不当地限制于上文示出的示例性实施例。