



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1639267 B

(45) 授权公告日 2011.01.12

(21) 申请号 03805677.1

(22) 申请日 2003.01.10

(30) 优先权数据

60/347,590 2002.01.10 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2004.09.10

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2003/000860 2003.01.10

(87) PCT申请的公布数据

W003/060016 EN 2003.07.24

(73) 专利权人 尤尼弗瑞克斯 I 有限责任公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 B·索伊托斯 M·安德雷卡克

T·特拉维斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 范赤 赵苏林

(51) Int. Cl.

C09B 67/00 (2006.01)

(56) 对比文件

US 4303722 A, 1981.12.01, 全文.

US 5874375 A, 1999.02.23, 全文.

CN 1267271 A, 2000.09.20, 全文.

CN 1149031 A, 1997.05.07, 全文.

US 4011651 A, 1977.03.15, 全文.

审查员 温国永

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 4 页

(54) 发明名称

耐高温玻璃质无机纤维

(57) 摘要

一种收缩率低,使用温度最高至少 1330℃的耐高温玻璃质无机纤维,该玻璃质无机纤维暴露在使用温度下之后保持机械完整性并且其在生理液体中不耐久,其制备方法是形成组分包括大于 71.25 重量%的二氧化硅,0- 约 20 重量%的氧化镁,约 5-28.55 重量%的氧化钙,0- 约 5 重量%氧化锆和任选的使产物可纤维化的有效量粘度改性剂的熔融物,和用熔融物生产纤维。

1. 一种收缩率低,使用温度至少 1330℃的耐高温无机纤维,其暴露在使用温度下之后保持机械完整性并且其在生理液体中不耐久,该无机纤维含有以下物质的纤维化产物: 71.25-85 重量%但不包括 71.25 重量%的二氧化硅,0-20 重量%但不包括 0 重量%的氧化镁,5-28.75 重量%的氧化钙,0-5 重量%的氧化锆和任选的其量使产物可纤维化的粘度改性剂,其中该纤维含基本不高于痕量的碱金属氧化物。

2. 权利要求 1 的纤维,其中该纤维含有 71.5-79 重量%的二氧化硅,0-16.5 但不包括 0 重量%重量%的氧化镁,9-27 重量%的氧化钙和 0-4.6 重量%的氧化锆的纤维化产物。

3. 权利要求 1 的纤维,其中该纤维含有 71.5-76.1 重量%的二氧化硅,9.25-28 重量%的氧化钙,0-16.5 重量%但不包括 0 重量%的氧化镁和 0-4.6 重量%的氧化锆的纤维化产物。

4. 权利要求 1 的纤维,其中该纤维含有 72-75 重量%的二氧化硅,0-16.5 重量%但不包括 0 重量%的氧化镁和 9.25-28 重量%的氧化钙的纤维化产物。

5. 权利要求 1 的纤维,其中该纤维含有 72-79 重量%的二氧化硅,0-1 重量%但不包括 0 重量%的氧化镁,18-27 重量%的氧化钙和 0-4.6 重量%的氧化锆的纤维化产物。

6. 权利要求 1 的纤维,其中该纤维含有 72-75 重量%的二氧化硅,8-12.5 重量%的氧化镁和 12.5-18 重量%的氧化钙的纤维化产物。

7. 权利要求 1 的纤维,其中该纤维含有 72.5-73 重量%的二氧化硅,3-4 重量%的氧化镁和 22-23 重量%的氧化钙的纤维化产物。

8. 权利要求 1 的纤维,其中该纤维含有 71.25-85 重量%但不包括 71.25 重量%的二氧化硅,1.75-10.75 重量%的氧化镁和 18-27 重量%的氧化钙的纤维化产物。

9. 权利要求 1 的纤维,其中该纤维含有 71.5 重量% -85 重量%但不包括 71.25 重量%的二氧化硅,7.15-10.65 重量%的氧化镁和 17.85-21.35 重量%的氧化钙的纤维化产物。

10. 权利要求 1 的纤维,其中该纤维含有 78.5 重量% -85 重量%但不包括 78.5 重量%的二氧化硅,5.38-8.05 重量%的氧化镁和 13.45-16.12 重量%的氧化钙的纤维化产物。

11. 权利要求 1 的纤维,其中该纤维含有 71.25-85 重量%但不包括 71.25 重量%的二氧化硅,11.1-20 重量%的氧化镁和 5-28.75 重量%的氧化钙的纤维化产物。

12. 权利要求 1 的纤维,其中该纤维含有 71.25-85 重量%但不包括 71.25 重量%的二氧化硅,0-20 重量%但不包括 0 重量%的氧化镁和 5-13.61 重量%的氧化钙的纤维化产物。

13. 权利要求 1 的纤维,其特征还在于下列特征的至少一项:

(i) 其中该纤维含有至多 1.5 重量%的氧化铁,以  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  计算;

(ii) 其中该纤维含有至多 3.5 重量%的氧化铝;

(iii) 其中该纤维在 1260℃下保持 24 小时显示出的线性收缩小于 5%;

(iv) 其中该纤维在 1330℃下保持 24 小时显示出的线性收缩为 20%或更小;和

(v) 其中该纤维表现出暴露在 1260℃的操作温度下后再经过 50%的压缩之后复原至少 5%。

14. 一种含有耐高温纤维的制品,选自散纤维,毯,纸,毡,浇铸型材,真空铸型及其组合,所述制品含有权利要求 1 至 13 任一项的纤维。

15. 权利要求 14 的制品,其中所述毯是针缝的毯。

16. 一种生产收缩率低,使用温度至少 1330℃的耐高温纤维的方法,该纤维暴露在

使用温度下之后保持机械完整性并且其在生理液体中不持久,该方法包括形成组分含有 71.25-85 重量%但不包括 71.25 重量%的二氧化硅,0-20 重量%但不包括 0 重量%的氧化镁,5-28.75 重量%的氧化钙,0-5 重量%的氧化锆和任选的其量能使产物可纤维化的粘度改性剂的熔融物;和用该熔融物生产纤维。

17. 权利要求 16 的方法,其中该纤维含有 71.25-85 重量%但不包括 71.25 重量%的二氧化硅,11.1-20 重量%的氧化镁和 5-28.75 重量%的氧化钙的纤维化产物。

18. 权利要求 16 的方法,其中该纤维含有 71.25-85 重量%但不包括 71.25 重量%的二氧化硅,0-20 重量%但不包括 0 重量%的氧化镁和 5-13.61 重量%的氧化钙的纤维化产物。

19. 权利要求 16-18 之一的方法,包括 (i) 用熔融物纺丝制备纤维或 (ii) 用熔融物吹制纤维。

20. 一种隔离制品的方法,包括在制品上,在制品中,接近制品或在制品周围放置隔热材料,隔热材料的操作温度至少 1330°C,所述隔热材料含有权利要求 1 至 13 任一项的纤维。

## 耐高温玻璃质无机纤维

[0001] 发明背景

[0002] 隔离材料工业已经明确将在例如肺脏液体 (lung fluid) 的生理液体中不耐久的纤维应用于隔离热和隔离声音是合乎要求的。虽然已经提出了供选择的材料,但这些材料的使用温度范围不够高以至于不能适于许多应用,在这些应用中使用耐高温纤维,包括玻璃质纤维和陶瓷纤维。特别是为了对隔离制品提供有效的热防护,耐高温纤维在预期的曝置温度下应该显示最小的线性收缩。

[0003] 属于已经提出的人造玻璃质纤维类材料的许多组合物在生理介质中是可分解的。这些纤维通常含有大量的碱金属氧化物,这往往导致使用的温度范围低。

[0004] 加拿大专利申请 2017344 描述了由玻璃形成的生理条件下可溶的玻璃纤维,玻璃含有必要组分二氧化硅、氧化钙和  $\text{Na}_2\text{O}$ , 优选组分氧化镁和  $\text{K}_2\text{O}$ , 以及任选组分硼化合物、氧化铝、二氧化钛、氧化铁和氟化物。

[0005] 国际公开 WO 90/02713 描述了可溶于盐溶液的矿物纤维,该纤维的组成包括二氧化硅、氧化铝、氧化铁、氧化钙、氧化镁、 $\text{Na}_2\text{O}$  和  $\text{K}_2\text{O}$ 。

[0006] 美国专利 5, 108, 957 描述了可用于形成在生理介质中能够降解的纤维的玻璃组合物,这种组合物含有必要组分二氧化硅、氧化钙、 $\text{Na}_2\text{O}$  加  $\text{K}_2\text{O}$  和 boria, 任选组分氧化铝、氧化镁、氟化物和  $\text{P}_2\text{O}_5$ 。该专利描述了磷的存在具有增加纤维在生理介质中分解速度的作用。

[0007] 其它提到磷具有有利于矿物纤维的生物溶解性作用的专利包括国际公开 WO 92/09536, 该申请描述了主要含有二氧化硅和氧化钙的矿物纤维,但任选含有氧化镁和  $\text{Na}_2\text{O}$  加  $\text{K}_2\text{O}$ , 其中氧化磷的存在减少了铝和铁对玻璃基质的稳定作用。这种纤维通常在比耐火陶瓷纤维低的温度条件下制备。我们已经注意到在耐高温纤维需要的熔融温度下 (1700-2000°C), 低到百分之几含量的氧化磷可以引起炉子组件严重的老化和 / 或腐蚀。

[0008] 加拿大专利申请 2043699 描述了在生理介质存在下分解的纤维,这种纤维含有二氧化硅、氧化铝、氧化钙、氧化镁、 $\text{P}_2\text{O}_5$ , 任选的氧化铁和  $\text{Na}_2\text{O}$  加  $\text{K}_2\text{O}$ 。法国专利申请 2662687 描述了在生理介质存在下分解的矿物纤维,这种矿物纤维含有二氧化硅、氧化铝、氧化钙、氧化镁、 $\text{P}_2\text{O}_5$ , 氧化铁和  $\text{Na}_2\text{O}$  加  $\text{K}_2\text{O}$  加  $\text{TiO}_2$ 。

[0009] 美国专利 4, 604, 097 描述了一种生物可吸收的玻璃纤维,一般含有氧化钙和五氧化二磷的二元混合物,还含有其它的组分例如氟化钙、水和一种或多种例如氧化镁、氧化锌、氧化锶、氧化钠、氧化钾、氧化锂或氧化铝的氧化物。

[0010] 国际公开 WO 92/07801 描述了一种含有五氧化二磷和氧化铁的生物可吸收的玻璃纤维。二氧化硅可以替代一部分  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 氧化铝可以替代一部分氧化铁。纤维任选含有选自 Ca、Zn 和 / 或镁的二价阳离子化合物,和选自 Na、K 和 / 或 Li 的碱金属阳离子化合物。

[0011] 美国专利 5, 005, 428 描述了一种可溶于合成的肺脏溶液的钠钙铝硼-硅酸盐玻璃纤维组合物。氧化铝的含量随 boria 的增加以及二氧化硅、氧化钙、氧化镁、 $\text{K}_2\text{O}$  和任选的  $\text{Na}_2\text{O}$  的调整而减少。其它组分可以包括氧化铁、二氧化钛、氟、氧化钡和氧化锌。

[0012] 国际公开 WO 87/05007 描述了在盐溶液中具有可溶性的无机纤维,含有二氧化硅、氧化钙、氧化镁和任选的氧化铝。国际公开 WO 87/05007 公开了优选含有 55-64 重量%

二氧化硅的纤维组合物。而且,WO 87/05007 中没有公开含有大于 62.7 重量%二氧化硅的纤维组合物的范例。

[0013] 国际公开 WO 89/12032 描述了具有在生理盐溶液中可提取的硅的无机纤维,含有二氧化硅、氧化钙、任选的氧化镁、碱金属氧化物和一种或多种氧化铝、氧化锆、二氧化钛、boria 和氧化铁。国际公开 WO87/12032 公开了优选含有 35-70 重量%二氧化硅的纤维组合物。国际公开 WO 89/12032 中没有公开含有大于 68.01 重量%二氧化硅的纤维组合物的范例。WO 87/05007 和 WO 89/12032 的总体目标都是提供一种可用作传统矿物棉纤维替代物的纤维组合物。

[0014] 国际公开 WO 93/15028 描述了盐水可溶的玻璃质纤维,其一种用法是暴露于 1000 °C 和 / 或 800 °C 24 小时使其结晶为透辉石,具有下述的组成:按重量%二氧化硅 59-64,氧化铝 0-3.5,氧化钙 19-23 和氧化镁 14-17,其另一种用法是使其结晶为硅灰石 / 假硅灰石,具有下述的组成:按重量%二氧化硅 60-67,氧化铝 0-3.5,氧化钙 26-35 和氧化镁 4-6。国际公开 WO 93/15028 公开了二氧化硅含量大于 70 重量%的纤维化不佳的纤维组合物。

[0015] 然而,以上列出的专利申请所述的纤维在使用温度方面是受限制的,因此不适合用于高温隔热应用,例如作为超过 1000 °C 使用的炉衬,并且不适合用于例如金属基质复合材料的增强应用和摩擦应用。

[0016] 国际申请 WO 94/15883 公开了含有附加组分  $Al_2O_3$ 、 $ZrO_2$  和  $TiO_2$  的  $CaO/MgO/SiO_2$  纤维,研究了其盐水可溶性和耐热性。该文献叙述了盐水可溶性看起来随  $MgO$  量的增加而增加,而  $ZrO_2$  和  $Al_2O_3$  对可溶性不利。 $TiO_2$  (0.71-0.74mol%) 和  $Al_2O_3$  (0.51-0.55mol%) 的存在导致纤维在 1260 °C 下达不到 3.5% 或更小的收缩标准。该文献进一步叙述了  $SiO_2$  含量过高导致形成纤维困难或不可能形成纤维,并且记载了具有 70.04, 73.09, 73.28 和 78.07%  $SiO_2$  的不能纤维化的样品实施例。

[0017] 在 WO 93/15028 或 WO 94/15883 中都没有明确的教导具有大于 71.24 重量%二氧化硅的纤维熔融组合物可以被纤维化。根据 WO 93/15028 或 WO 94/15883 的教导生产的纤维化不良的纤维没有足够的收缩性和 / 或可溶性,因此不适于用作耐高温隔热材料。

[0018] 对于用于隔热的纤维,除了收缩特性所表示的耐高温性是很重要的以外,还要求该纤维暴露在使用温度或操作温度过程中或之后具有机械强度特征,其使纤维在使用中保持结构完整性和隔热特性。

[0019] 纤维的机械完整性的一个特征是其使用之后的脆性。纤维越脆,那就是说,越容易压碎或粉碎成粉末,其机械完整性越低。我们已经注意到,一般而言,显示出耐高温和生理液体中不持久性的无机纤维也显示出使用之后的高度脆性。这导致纤维暴露在操作温度下之后缺乏能够提供必要的结构以实现其隔热目的的结构或机械完整性。

[0020] 根据进行的试验我们已经发现了显示出良好的机械完整性,包括暴露在操作温度下之后的压缩强度和压缩回复,和耐高温、不耐久的纤维。

[0021] 然而可以显示出要求的耐久性、一定温度下的收缩性和强度特性的无机纤维组合物可能不容易由其组分的熔融物通过纺丝或吹制而进行纤维化。

[0022] 本申请的受让人 Unifrax 公司的美国专利 5,874,375 公开了特别的无机纤维,其含有主要是二氧化硅和氧化镁的可纤维化熔融物的产物,其可溶于生理液体,并且在很高

的使用温度范围下具有良好的机械特征。

[0023] 一种基于不耐久纤维化合物的产品已经由 Unifrax 公司 (Niagara Falls, New York) 用 INSULFRAX 商标销售, 该产品具有标称重量百分比的组成: 65%  $\text{SiO}_2$ , 31.1%  $\text{CaO}$ , 3.2%  $\text{MgO}$ , 0.3%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和 0.3%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 。另一个产品由 Thermal Ceramics (位于 Augusta, Georgia) 以商标 SUPERWOOL 销售, 由 58.5%  $\text{SiO}_2$ , 35.4%  $\text{CaO}$ , 4.1%  $\text{MgO}$  和 0.7%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (重量) 组成。这种材料使用限制在 1000°C, 在约 1280°C 下熔融, 这一温度太低, 不合乎上述高温隔热目的的需要。

[0024] 用含有高二氧化硅含量和氧化钙的可纤维化熔融物生产一种容易制备的无机玻璃质纤维是合乎需要的, 该纤维显示出低收缩性, 低脆性, 优良的机械强度, 例如通过暴露在 1260°C 或更高的操作温度下之后的压缩强度和压缩回复证明。

[0025] 根据本发明提供的耐高温无机玻璃质纤维是合乎需要的, 其易于用具有适于吹制或纺丝纤维的粘度的熔融物制备, 并且其在生理液体中不耐久。

[0026] 根据本发明提供的耐高温无机玻璃质纤维是进一步合乎需要的, 其在生理液体中不耐久, 并且其暴露在操作温度下之后显示出高压压缩强度和高压压缩回复。

[0027] 根据本发明提供的耐高温无机玻璃质纤维是进一步合乎需要的, 其在生理液体中不耐久, 并且其在使用温度下显示出低的收缩性。

[0028] 发明概述

[0029] 本发明涉及可用作隔热或隔音材料的耐高温无机纤维, 其具有至少最高 1330°C 的使用温度极限。更具体地讲, 本发明涉及易于制备的耐高温纤维, 其在暴露于操作温度下之后显示出低的收缩性并且保持良好的机械强度, 且其在生理液体中不耐久。

[0030] 提供了在生理液体中不耐久的耐高温无机玻璃质纤维。该纤维显示出最高 1330°C 或更高的使用温度极限。在这种高温条件下, 如下所述的本发明纤维在该温度下保持 24 小时后线性收缩小于约 20%。在最高 1260°C 的操作温度条件下该纤维抗收缩性优良, 当在 1260°C 下保持 24 小时后显示出的收缩率小于约 5%。本发明的纤维是非脆性的, 通过暴露在 1260°C 的操作温度下之后的测试表明仍保持机械强度。

[0031] 本发明的不耐久无机玻璃质纤维含有大于 71.25 重量% 二氧化硅, 0 至大约 20 重量% 氧化镁, 大约 5 至大约 28.75 重量% 氧化钙, 0 至大约 5 重量% 氧化锆和任选的有效量粘度改性剂的纤维化产物。粘度改性剂可以选自氧化铝、boria 及其混合物。其它元素或化合物也可以用作粘度改性剂, 如下文讨论的, 当粘度改性剂加入到熔融物中时, 会影响熔体粘度以便接近容易纤维化熔融物的粘度/温度曲线的外形或形状。纤维优选含有不大于约 3.5 重量% 的氧化铝, 优选纤维含有至多约 2.5 重量% 的氧化铝, 更优选纤维含有至多约 1.5 重量% 的氧化铝。在另一个实施方案中, 纤维优选含有不多于约 3.5 重量% 的氧化铝, 和不多于约 1.5 重量% 的氧化铁 (以  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  计算)。在另外一个实施方案中, 纤维优选含有至多约 1.5 重量% 的氧化铝, 和不多于约 1.5 重量% 的氧化铁 (以  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  计算)。

[0032] 在另一个实施方案中, 本发明的不耐久无机玻璃质纤维含有约 71.25- 约 85 重量% 二氧化硅, 0- 约 20 重量% 氧化镁, 约 5- 约 28.75 重量% 氧化钙, 0- 约 5 重量% 氧化锆和任选的有效量粘度改性剂的纤维化产物。粘度改性剂可以选自氧化铝、boria 及其混合物。其它元素或化合物可以用作粘度改性剂, 如下文讨论的, 当粘度改性剂加入到熔融物中时, 会影响熔体粘度以便接近容易纤维化熔融物的粘度/温度曲线的外形或形状, 而不对

纤维性能产生不利影响。纤维优选含有至多约 3.5 重量%氧化铝。在一个实施方案中,纤维含有至多约 2.5 重量%的氧化铝,更优选纤维含有至多约 1.5 重量%的氧化铝。在另一个实施方案中,纤维优选含有不大于约 3.5 重量%的氧化铝,和不大于约 1.5 重量%的氧化铁(以  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  计算)。在进一步的实施方案中,纤维优选含有至多约 1.5 重量%的氧化铝,和不大于约 1.5 重量%的氧化铁(以  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  计算)。

[0033] 在另一个实施方案中,本发明进一步提供了一种耐高温、不耐久的无机玻璃质纤维,其暴露在操作温度下之后保持机械完整性,其含有约 71.5-约 79 重量%二氧化硅,约 0-约 16.5 重量%氧化镁,约 9-约 27 重量%氧化钙和 0-约 4.6 重量%氧化锆的纤维化产物。纤维任选含有约 0.10 至不多于约 3.5 重量%的氧化铝,和 0 至约 1.15 重量%的氧化铁,以  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  计算。

[0034] 在一个优选实施方案中,本发明进一步提供了一种耐高温、不耐久的无机纤维,其暴露在操作温度下之后仍保持机械完整性,其含有约 71.5-约 76.1 重量%二氧化硅,0-约 16.5 重量%氧化镁,约 9.25-约 28 重量%氧化钙和 0-约 4.6 重量%氧化锆的纤维化产物。

[0035] 本发明提供生产收缩率低,使用温度最高至少 1330°C 的,暴露在使用温度下之后仍保持机械完整性并且在生理液体中不耐久的耐高温无机纤维的方法,包括形成组分含有大于 71.25 重量%二氧化硅,0-约 20 重量%氧化镁,约 5-约 28.75 重量%氧化钙,0-约 5 重量%氧化锆和任选的使产物可纤维化的有效量粘度改性剂的熔融物;任选含有至多约 3.5%的氧化铝,优选含有至多约 2.5 重量%的氧化铝,更优选至多约 1.5 重量%的氧化铝,和至多约 1.5wt/%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;和用熔融物生产纤维。在进一步的实施方案中,纤维优选含有至多约 1.5 重量%的氧化铝,和不大于约 1.5 重量%的氧化铁(以  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  计算)。

[0036] 在另一个实施方案中,生产收缩率低,使用温度最高至少 1330°C 的,暴露在使用温度下之后仍保持机械完整性并且在生理液体中不耐久的耐高温无机纤维的方法包括形成组分含有 71.25-约 85 重量%二氧化硅,0-约 20 重量%氧化镁,约 5-约 28.75 重量%氧化钙,0-约 5 重量%氧化锆和任选的有效量的粘度改性剂的熔融物。粘度改性剂可以选自氧化铝、boria 及其混合物。其它元素或化合物也可以用作粘度改性剂,如下文讨论的,当粘度改性剂加入到熔融物中时,会影响熔体粘度以便接近容易纤维化熔融物的粘度/温度曲线的外形或形状。纤维优选含有至多约 3.5 重量%的氧化铝,优选纤维含有至多约 2.5 重量%的氧化铝,更优选纤维含有至多约 1.5 重量%的氧化铝。在另一个实施方案中,纤维优选含有至多约 3.5 重量%的氧化铝,和至多约 1.5 重量%的氧化铁(以  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  计算)。在进一步的实施方案中,纤维优选含有至多约 1.5 重量%的氧化铝,和不大于约 1.5 重量%的氧化铁(以  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  计算)。

[0037] 在一个实施方案中,生产收缩率低,使用温度最高至少 1330°C 的,暴露在使用温度下之后仍保持机械完整性并且在生理液体中不耐久的耐高温无机纤维的方法包括形成组分含有约 71.5-约 79 重量%二氧化硅,0-约 16.5 重量%氧化镁,约 9-约 27 重量%氧化钙和任选 0-约 4.6 重量%氧化锆的熔融物。

[0038] 在优选实施方案中,生产收缩率低,使用温度最高至少 1330°C 的,暴露在使用温度下之后仍保持机械完整性并且在生理液体中不耐久的耐高温无机纤维的方法包括形成组分含有约 71.5-约 76.1 重量%二氧化硅,0-约 16.5 重量%氧化镁,约 9.25-约 28 重量%

氧化钙和 0- 约 4.6 重量%氧化锆的熔融物。

[0039] 用于制备本发明纤维的熔融物组合物提供的熔体粘度适于吹制或纺丝形成纤维并且适于给产物纤维提供暴露在操作温度下之后的机械强度。

[0040] 本发明进一步提供一种含有耐高温纤维的制品,选自散纤维,毯,针缝的毯,纸,毡,浇铸型材,真空铸型及其组合,所述制品含有本发明的低收缩率、耐高温的无机纤维。

[0041] 本发明进一步提供一种隔离制品的方法,包括在制品上,在制品中,接近制品或在制品周围放置隔热材料,隔热材料的操作温度最高至少 1330℃,其暴露在使用温度下之后仍保持机械完整性并且在生理液体中不耐久,所述隔热材料含有任意上述实施方案中的纤维。

[0042] 附图的简要说明

[0043] 图 1A 是一种市场上可买到的纺丝硅铝酸盐纤维的熔融物化学体的粘度随温度变化曲线。

[0044] 图 1B 是一种市场上可买到的吹制硅铝酸盐纤维的熔融物化学体的粘度随温度变化曲线。

[0045] 图 2 是含有 73.5% (重量) 二氧化硅的氧化钙-氧化镁-二氧化硅纤维的熔融物化学体的粘度随温度变化曲线。

[0046] 图 3 是含有 75% (重量) 二氧化硅的氧化钙-氧化镁-二氧化硅-氧化锆纤维的熔融物化学体的粘度随温度变化曲线。

[0047] 发明详述

[0048] 根据本发明,提供了可用作隔热材料或隔音材料的无机纤维,其具有的使用温度极限最高至少 1330℃ 并且在例如肺脏液体的生理液体中不耐久。在生理液体中不耐久意思是在体外试验过程中纤维在这种液体(例如模拟的肺脏液体)中至少部分溶解。

[0049] 为了使无机组合物成为制备令人满意的高温无机纤维产品的可行选择,要制备的纤维必须是可制造的,可充分溶于生理液体,并且能够经受得住高温,有极小的收缩率和极小的完整性损失。为了确定达到这些标准的材料,一组筛选试验用来鉴定显示出目标特性的纤维。这些测试包括(a)粘度/纤维化,(b)耐久性,(c)一定温度下的收缩率和(d)使用之后的脆性,强度和回弹性。

[0050] “粘度”是指玻璃质熔体抗流动或剪切应力的能力。粘度-温度关系对于确定得到的玻璃质组合物是否可以纤维化是决定性的。最适宜的粘度曲线在纤维化温度下具有低粘度(5-50 泊),随着温度下降粘度逐渐地增加。如果熔融物在纤维化温度下不充分粘稠(即太稀),则产生短的细的纤维,未纤维化材料(粒)的比例高。如果熔融物在纤维化温度下太粘稠,则得到的纤维非常粗(直径高)和短。

[0051] 粘度-温度曲线可以在能够在高温下操作的粘度计上测量。另外,可以通过常规试验检验生产的纤维的质量(指数,直径,长度)来推断适当的粘度性状。

[0052] 耐久性试验测量在模拟所发现的人肺中的温度和化学条件下物质从纤维中损失的速度( $\text{ng}/\text{cm}^2\text{-hr}$ )。这种测试包括将约 0.1g 的 de-shotted 纤维置于 0.3ml/min 流动的模拟肺液体(SLF)中。整个测试系统保持在 37℃,以模拟人体温度。测试优选持续约二至四周。

[0053] SLF 流过纤维之后,收集纤维,使用感应耦合等离子体光谱分析玻璃质的组分。“空

白”SLF 样品也进行测量,用以校正存在于 SLF 中的元素。一旦得到这种数据,就可以计算在研究的时间间隔中纤维损失物质的速度。

[0054] 测试纤维的收缩率是通过将纤维弄湿形成垫片,利用卡规测量垫片的长度和宽度尺寸(通常为 3×5 英寸),将垫片放入熔炉,渐变至一定温度并保持规定期限的时间。加热后,再次测量垫片以确定发生的尺寸变化。

[0055] 在一个这样的测试中,制作垫片是通过混合约 427 克纤维,27.2 克酚醛粘合剂和约 4 加仑水,将混合物倾注到薄片模具中,然后使水通过模具的底部排走。干燥垫片,切成的一块测量尺寸为 3 英寸 × 5 英寸 × 1 英寸。仔细地测量长度和宽度,然后将垫片放入熔炉中,产生 1150°C,1260°C 或 1330°C 的操作温度持续 24 小时。冷却后测量横向尺寸,通过比较“之前”和“之后”测量的尺寸确定线性收缩率。如果纤维是毯形式,则可以直接测定毯的尺寸而不需要形成垫片。(这种毯收缩率的测量与垫片收缩率的测量相互关联,但不是相同的。)

[0056] 使用之后的脆性是指纤维暴露于高温下之后保持其机械完整性的能力。这是一个重要的性能,因为纤维在任何应用中必须支撑其自重,并且也必须能够耐流动空气或流动气体造成的磨损。纤维完整性和机械强度的表征是通过视觉和触觉的观察,以及纤维暴露于操作温度之后通过机械法测量这些性能得到的。

[0057] 通过两种测试表明收缩垫片使用之后的完整性:压缩强度和压缩回复。这些测试分别测量使垫片变形的容易程度和压缩垫片 50%之后垫片显示出的回弹量(或压缩回复)。

[0058] 用本发明的纤维制备的收缩垫片在测试的操作温度例如 1150°C 和 1260°C 下加热 24 小时,然后使用 Instron 测试装置进行压缩测试。2.5 英寸直径圆柱形冲头推入收缩垫片中直到垫片压缩为原始厚度的一半。此时直角机头停止并且记录在压缩期间遇到的最大负荷(单位每平方英寸磅)。

[0059] 然后通过缓慢地使直角机头的移动方向反向,圆柱形冲头退出收缩垫片直到载荷读数为零来测量压缩回复。记录从 50%压缩点到零载荷点移动的距离,以最初垫片厚度的百分比表示。这个数字表现出纤维垫片回弹的量。

[0060] 通过这种试验标准,性能不良的垫片的压缩强度值低,表明其容易压缩,并且压缩回复值低表明一旦使垫片变形,垫片少量复原。相反地,这些参数值高的垫片/纤维组合物显示出高的机械强度,被认为具有良好的性能。理想的纤维在目标范围内具有比得上标准的工业硅铝酸盐纤维的压缩强度,另外还具有高的压缩回复或回弹。

[0061] 本发明提供一种生产耐高温的玻璃质无机纤维的方法,该玻璃质无机纤维在最高至少 1330°C 的使用温度下的收缩率低,暴露在使用温度下之后仍保持机械完整性并且在生理液体中不耐久,该方法包括形成组分含有大于 71.25 重量%二氧化硅,0-约 20 重量%氧化镁,约 5-约 28.75 重量%氧化钙,0-约 5 重量%氧化锆和任选的使产物可纤维化的有效量粘度改性剂的熔融物;和用熔融物制备纤维。纤维优选含有至多约 3.5 重量%的氧化铝。在某些实施方案中,纤维含有至多约 2.5 重量%的氧化铝,优选含有至多约 1.5 重量%的氧化铝。在另一个实施方案中,纤维含有不多于约 1.5 重量%的氧化铁(以  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  计算)和不多于约 3.5 重量%的氧化铝。在进一步的实施方案中,纤维任选含有至多约 1.5 重量%的氧化铝和不多于约 1.5 重量%的氧化铁(以  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  计算)。

[0062] 本发明的不耐久无机纤维通过标准的生产方法制备。原料,例如二氧化硅,和所有合适的钙和镁的来源例如顽辉石、镁橄榄石、氧化镁、菱镁矿、煅烧菱镁矿、锆酸镁、方镁石、滑石、云母、橄榄石、方解石、石灰、石灰石、煅烧石灰石、硅灰石、白云石或含白云石的生石灰按选择的比例从料斗中输送到熔炉中,在熔炉中它们熔化,然后使用纤维化喷嘴吹出或纺丝,采用间歇式或连续式。

[0063] 本发明的不耐久玻璃质无机纤维通过标准的生产方法制备。原料一般含有大于 71.25 重量%二氧化硅,0 至大约 20 重量%氧化镁,大约 5 至大约 28.5 重量%氧化钙,任选的氧化锆和任选的使产物可纤维化的有效量粘度改性剂,将原料按以上讨论的进行熔化用于吹制或纺丝。

[0064] 通过存在的粘度改性剂可以随意控制熔融物的粘度,以充分得到期望应用需要的纤维化。粘度改性剂可以存在于提供熔融物主要组分的原料之中,或者可以至少分成几份分别地加入。所需的原料颗粒大小取决于熔炉条件,包括炉子尺寸(SEF),倾注速度,熔融温度,停留时间等等。

[0065] 根据本发明的一个实施方案,无机纤维能够承受至少最高 1330°C 的使用温度,线性收缩率小于约 20%,显示出使用之后的脆性低,并且在例如肺液体的生理液体中不耐久。在另一实施方案中,该纤维表现出暴露在 1260°C 的操作温度下后再经过 50% 的压缩之后复原至少约 5%。本发明的不耐久的耐火无机纤维含有大于 71.25 重量%二氧化硅,0 至大约 20 重量%氧化镁,大约 5 至大约 28.5 重量%氧化钙,和任选的可使产物纤维化的有效量粘度改性剂的纤维化产物。纤维优选含有至多约 3.5 重量%的氧化铝,更优选纤维含有至多约 2.5 重量%的氧化铝,最优选纤维含有至多约 1.75 重量%的氧化铝;和不大于约 1.5 重量%的氧化铁(以  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  计算),更优选不大于约 1.15 重量%的氧化铁。粘度改性剂可以选自氧化铝、boria 及其混合物。其它元素或化合物可以用作粘度改性剂,如下文讨论的,当粘度改性剂加入到熔融物中时,会影响熔体粘度以便接近容易纤维化熔融物的粘度/温度曲线的外形或形状,而不对纤维性能产生不利影响。

[0066] 优选的范围是不耐久耐火玻璃质纤维含有约 71.5-约 79 重量%的二氧化硅,0-约 16.5 重量%的氧化镁,约 9-约 27 重量%的氧化钙和 0-约 4.6 重量%的氧化锆的纤维化产物;71.5-约 76.1 重量%的二氧化硅,0-约 16.5 重量%的氧化镁,和约 9.25-约 28 重量%的氧化钙的纤维化产物;72-约 75 重量%的二氧化硅,0-约 16.5 重量%的氧化镁,约 9.25-约 28 重量%的氧化钙,和 0-约 4.6 重量%的氧化锆的纤维化产物。

[0067] 氧化锆可以是任选的,含量至多约 5 重量%,更优选至多约 4.6 重量%。下文表 I 中列出的是本发明组合物的实施例,其中组合物对于至少 1330°C 的操作温度具有所需的收缩率和机械强度特性,并且尤其是适于由熔融物被纤维化。

[0068] 在本发明的熔融物和纤维中,可实施的二氧化硅浓度大于 71.25 重量%,优选大于 71.25-约 85 重量%的二氧化硅,更优选大于约 71.5-约 79 重量%的二氧化硅,更优选约 72-约 79 重量%的二氧化硅,最优选约 72-约 75 重量%的二氧化硅,二氧化硅的上限浓度仅仅受可制造性的限制。这与本领域的教导相反,本领域教导的叙述是二氧化硅浓度超过 71.24 重量%的纤维是不可制造的。

[0069] 本发明的纤维优选所含的碱金属基本上不多于痕量杂质。这些纤维的碱金属含量以碱金属氧化物计算一般在痕量杂质的范围内,或者至多万分之几。

[0070] 纤维组合物的进一步的实施方案含有约 72- 约 79 重量%的二氧化硅, 0- 约 1 重量%的氧化镁, 约 18- 约 27 重量%的氧化钙和 0- 约 4.6 重量%的氧化锆的纤维化产物; 约 72- 约 75 重量%的二氧化硅, 约 8- 约 12.5 重量%的氧化镁, 和约 12.5- 约 18 重量%的氧化钙的纤维化产物; 以及约 72.5- 约 73 重量%的二氧化硅, 约 3- 约 4 重量%的氧化镁和约 22- 约 23 重量%的氧化钙的纤维化产物。根据其它实施方案, 纤维含有大于约 71.5 重量%的二氧化硅, 约 7.15- 约 10.65 重量%的氧化镁和约 17.85- 约 21.35 重量%的氧化钙的纤维化产物。根据其它实施方案, 纤维含有大于约 78.5 重量%的二氧化硅, 约 5.38- 约 8.05 重量%的氧化镁和约 13.45- 约 16.12 重量%的氧化钙的纤维化产物。

[0071] 表 I 列出的本发明的玻璃质无机纤维组合物通过吹制技术制备, 如上所述在温度 1330°C 下测试线性收缩和使用之后的脆性。这些测试得到的结果列在下面的表 II 中。商业硅酸镁纤维和两种不同的商业硅酸钙纤维进行了相同的测试, 上述纤维是使用纺丝技术制备的。后者组合物被称为对比组合物 3-5, 它们的组成也在表 I 中列出。对比纤维的试验结果也列在表 II 中。

[0072]

表 I

|                                |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub>               | 72.57 | 72.64 | 76.46 | 65.36 | 66.9  |
| MgO                            | 3.21  | 3.18  | 20.87 | 14.34 | 3.7   |
| CaO                            | 22.4  | 22.23 | 0     | 18.82 | 28.20 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1.05  | 1.15  | 0.320 | 0     | 0     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.14  | 0.15  | 1.59  | 1.14  | 0.54  |

[0073] 实施例 1

[0074] 组合物 1 是一种用含有约 72.57 重量% SiO<sub>2</sub>, 约 22.4 重量% CaO 和约 3.21 重量% MgO 的熔融物吹制得到的纤维。吹制纤维的直径是 1.56 μm。

[0075] 实施例 2

[0076] 组合物 2 是一种用含有约 72.64 重量% SiO<sub>2</sub>, 约 22.23 重量% CaO 和约 3.18 重量% MgO 的熔融物吹制得到的纤维。吹制纤维的直径是 1.27 μm。

[0077] 实施例 3

[0078] 对比组合物 3 是一种用含有 76.46 重量% 二氧化硅和 20.87 重量% 氧化镁的熔融物纺丝制备的直径为 4.5 μm 的商业氧化镁硅酸盐纤维。对比组合物 3 表明暴露于 1330°C 的温度下之后线性收缩为 11%。本发明的钙氧化镁硅酸盐纤维接近这种合乎需要的性能, 同时具有能够更经济地制备的优点。

[0079] 实施例 4

[0080] 对比组合物 4 是用含有 65.36 重量% SiO<sub>2</sub>, 14.34 重量% MgO 和 18.82 重量% CaO 的熔融物纺丝制备的直径为 4.8 μm 的商业硅酸钙组合物。该纤维与本发明的硅酸钙纤维比较具有在 1330°C 下更高的线性收缩率, 暴露在 1260°C 的操作温度下之后更易碎。

[0081] 实施例 5

[0082] 对比组合物 5 是一种用含有 66.9 重量% SiO<sub>2</sub>, 3.7 重量% MgO 和 28.2 重量% CaO 的熔融物纺丝形成的直径为 4.3 μm 的商业硅酸钙组合物。该对比组合物与本发明的硅酸钙纤维比较在 1260°C 的操作温度下也具有更高的线性收缩率, 暴露在 1260°C 的温度下之后比本发明的纤维更易碎。

[0083]

表 II

| 组合物  | 线性收缩<br>(24小时) |             |             | 50%<br>压缩<br>回复 |             |
|------|----------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|
|      | 1150°C<br>%    | 1260°C<br>% | 1330°C<br>% | 1150°C<br>%     | 1260°C<br>% |
| 1    | 0.8            | 4.5         | 15          | 22.6            | 6.4         |
| 2    | 0.9            | 4.8         | *           | 23.9            | 7.1         |
| 对比 3 | 1.7            | 4.6         | 11          | 23.8            | 17.0        |
| 对比 4 |                | 3.7         | 28          |                 | 2.8         |
| 对比 5 | 1.2            | 8.6         | 39.2        | 13.9            | 1.4         |

[0084] \* 未测试

[0085] 从上面的数据可以看出,本发明的玻璃质无机纤维与对比的商业硅酸钙组合物 4 和 5 比较,暴露在 1260°C 的操作温度下之后脆性较小,并表明了 1330°C 的温度下线性收缩较小。另外,它们具有比商业硅酸钙纤维更大的机械强度。

[0086] 粘度与温度之间的关系

[0087] 一种玻璃质组合物的粘度随温度变化曲线的形状代表了熔融物纤维化的难易,这样它代表了得到的纤维的质量(影响例如纤维的粒含量,纤维直径和纤维长度)。玻璃质通常高温下具有低粘度。随着温度降低粘度增加。在给定温度下的粘度值将作为组成的函数变化,并且随粘度-温度变化曲线的总陡度变化。

[0088] 一种测试规定组合物的纤维是否可以在允许的质量标准下容易地制造的方法是测定实验化学得到的粘度曲线是否与可以容易纤维化的已知产品相匹配。这种目标粘度曲线如图 1A 所示,它是市场上可买到的纺丝硅铝酸盐纤维的粘度曲线,以及如图 1B 所示,它是市场上可买到的吹制硅铝酸盐纤维的粘度曲线。

[0089] 图 2 显示了表示氧化钙-氧化镁-氧化锆-二氧化硅纤维熔融物化学性质的粘度曲线,熔融物含有 75% 二氧化硅,8% 氧化镁,15% 氧化钙和 2% 氧化锆(重量)。该曲线与图 1A 的市场上可买到的纺丝硅铝酸盐纤维的目标粘度曲线接近。图 3 显示了表示氧化钙-氧化镁-二氧化硅纤维熔融物化学性质的粘度曲线,熔融物含有 73.5% 二氧化硅,13.5% 氧化镁,和 13.5% 氧化钙(重量)。该曲线与图 1B 的市场上可买到的吹制硅铝酸盐纤维的目标粘度曲线接近。根据本发明的这些纤维熔融物的化学性质非常适合于用常规的吹制或纺丝技术进行纤维化。

[0090] 制备了列在下文表 III 中的进一步实施例的本发明玻璃质无机纤维组合物,不同样品在 1150°C,1260°C 和 1330°C 温度下测试线性收缩,也测试压缩回复和在生理溶液中的溶解度。这些测试的结果列于下文的表 IV 中。组合物 6 的纤维平均直径约 2.37 微米,组合物 7 的纤维平均直径约 2.42 微米。

[0091]

表 III

|   |       |      |       |      |  |      |
|---|-------|------|-------|------|--|------|
| 6 | 75    | 8.4  | 13.61 | 0.15 |  | 1.64 |
| 7 | 72.1  | 9.64 | 15.3  | 0.14 |  | 2.34 |
| 8 | 73.5  | 12.5 | 12.5  |      |  | 1.5  |
| 9 | 74.06 | 9.83 | 11.87 | 0.19 |  | 3.47 |

|     |      |       |      |      |     |      |
|-----|------|-------|------|------|-----|------|
| 10  | 72.4 | 11.1  | 14.9 |      |     | 1.65 |
| 11  | 78.7 | 0.2   | 20.2 |      | 0   | 0.67 |
| 12  | 72.4 | 0     | 26.5 |      | 0   | 0.87 |
| 13  | 72.4 | 0     | 26.6 |      | 0   | 0.64 |
| 14  | 76.1 | 0     | 18.7 |      | 4.6 | 0.51 |
| 15  | 73   | 0     | 26.4 |      | 0   | 0.3  |
| 16  | 78.2 | 0     | 18.9 |      | 2.4 | 0.3  |
| 17  | 73.2 | 11.9  | 13.1 |      | 0   | 1.7  |
| 18  | 71.8 | 0     | 21.2 |      | 4.5 | 2.3  |
| 19  | 72.4 | 16.1  | 9.35 | 0.25 |     | 1.61 |
| C20 | 67.6 | 4.5   | 26.3 | 0.44 |     | 0.71 |
| C21 | 70.9 | 4.45  | 23.2 | 0.4  |     | 0.6  |
| C22 | 67.5 | 30.26 | 0.3  |      | 0   | 1.9  |
| C23 | 67.5 | 30.6  | 0.3  |      | 0.6 | 0.92 |

[0092] 两种不同的硅酸钙纤维和两种不同的硅酸镁纤维也进行这些相同的测试。后面的组合物被称为对比组合物 C20-C23, 它们的组成也列在表 III 中。对比纤维的收缩试验结果也在表 IV 中显示。

[0093]

表 IV

|     |     |     |      |      |      |     |
|-----|-----|-----|------|------|------|-----|
| 6   | 1.4 | 2.5 | 9.3  | 27.2 | 14   |     |
| 7   | 1.9 | 3.1 | 19   | 23   | 18.4 |     |
| 8   | 2.3 | 3.5 |      | 21.7 | 16.3 |     |
| 9   | 1.3 | 5.3 |      | 22   | 8.9  |     |
| 10  | 0.8 | 2.1 | 17.1 |      |      |     |
| 11  |     | 1.3 |      |      | 7.5  | 211 |
| 12  |     | 1.5 |      |      | 5.3  | 181 |
| 13  |     | 1.4 |      |      | 5.3  | 130 |
| 14  |     | 1.1 |      |      | 3.6  | 54  |
| 15  |     | 1.4 |      |      | 5.3  | 256 |
| 16  |     | 0.9 |      |      | 3.8  | 148 |
| 17  |     | 4.9 |      |      | 12.7 | 491 |
| 18  |     | 0.7 |      |      | 4.1  | 57  |
| 19  | 2.7 |     |      |      |      |     |
| C20 |     | 8.4 |      |      |      |     |
| C21 |     | 6.8 |      |      |      |     |
| C22 |     | 7.7 |      |      |      |     |
| C23 |     | 9.2 |      |      |      |     |

[0094] <sup>1</sup> 未进行测试的没有提供收缩率数据。

[0095] 正如通过在 1150°C, 1260°C 和 1330°C 的操作温度之后测量的压缩回复, 本发明的纤维具有优良的抗收缩性和机械强度, 并且正如在模拟的肺脏液体中测量的结果, 本发明的纤维可溶于生理液体。

[0096] 在模拟的肺脏液体中上述纤维耐久性的分析表明这些纤维比正常的耐火陶瓷纤维, 例如硅铝酸盐 (约 50/50 重量%) 和氧化铝-氧化锆-硅酸盐或 AZS (约 30/16/54 重量%) 的耐久性明显小。

[0097] 对于本发明纤维的测试是对使用吹制技术制备的纤维进行的。本发明的纤维也可

以使用纺丝技术制备。

[0098] 下面的表 V 列出了几个说明性的本发明纤维组合物的附加实施例。

[0099]

表 V

| 组成                   | 1 重量%                    | 2 重量%                    | 对比 3                     | 对比 4                               | 对比 5                 |                                       |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| 组合物                  | 1150°C% 收缩率 <sup>1</sup> | 1260°C% 收缩率 <sup>1</sup> | 1330°C% 收缩率 <sup>1</sup> | 1150%压缩回复                          | 1260%压缩回复            | 溶解率 ng/<br>cm <sup>2</sup> -hr        |
| 组合物                  | SiO <sub>2</sub> wt%     | MgO wt%                  | CaO wt%                  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> wt% | ZrO <sub>2</sub> wt% | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>wt% |
| SiO <sub>2</sub> 重量% | MgO 重量%                  | CaO 重量%                  |                          |                                    |                      |                                       |
| 71.25                | 1.75-10.75               | 18-27                    |                          |                                    |                      |                                       |
| 71.5                 | 7.15-10.65               | 17.85-21.35              |                          |                                    |                      |                                       |
| 78.5                 | 5.38-8.05                | 13.45-16.12              |                          |                                    |                      |                                       |

[0100] 因此已经证明容易纤维化形成耐高温隔热纤维的纤维组合物含有大于 71.25 重量%二氧化硅, 优选约 71.5- 约 79 重量%的二氧化硅, 更优选约 72- 约 79 重量%的二氧化硅, 更优选约 72- 约 75 重量%的二氧化硅和含有氧化钙, 任选的氧化镁, 任选的氧化锆和任选的粘度改性剂的纤维化产物。这与现有技术的教导相反, 现有技术教导含有大于 71.24 重量%的二氧化硅的熔融组合物即使可以纤维化形成纤维也是很难的。

[0101] 也已经证明本发明的纤维组合物不仅在 1150°C 和 1260°C 的操作温度下具有合格的收缩特性, 而且在 1330°C 的操作温度下也具有合格的收缩特性, 本发明的纤维组合物含有大于 71.25 重量%二氧化硅, 优选约 71.5- 约 79 重量%的二氧化硅, 更优选约 72- 约 79 重量%的二氧化硅, 更优选约 72- 约 75 重量%的二氧化硅和含有氧化钙, 任选的氧化镁, 任选的氧化锆和任选的粘度改性剂的纤维化产物。在 1330°C 的操作温度下, 该令人惊讶和意想不到的低收缩特性还没有在相关现有技术中公开过或被建议, 现有技术中涉及含有二氧化硅、氧化钙和任选的氧化镁的纤维组合物。此外, 本发明的纤维组合物具有优良的使用后机械强度, 并且可以溶解在生理流体中。

[0102] 应该理解的是本发明并不限于上述具体实施方案, 而是包括各种变化、修改和等同的实施方案。在可供选择的方案中分别公开的实施方案不是必须的, 本发明的各种实施方案可以结合以提供需要的特性或结果。

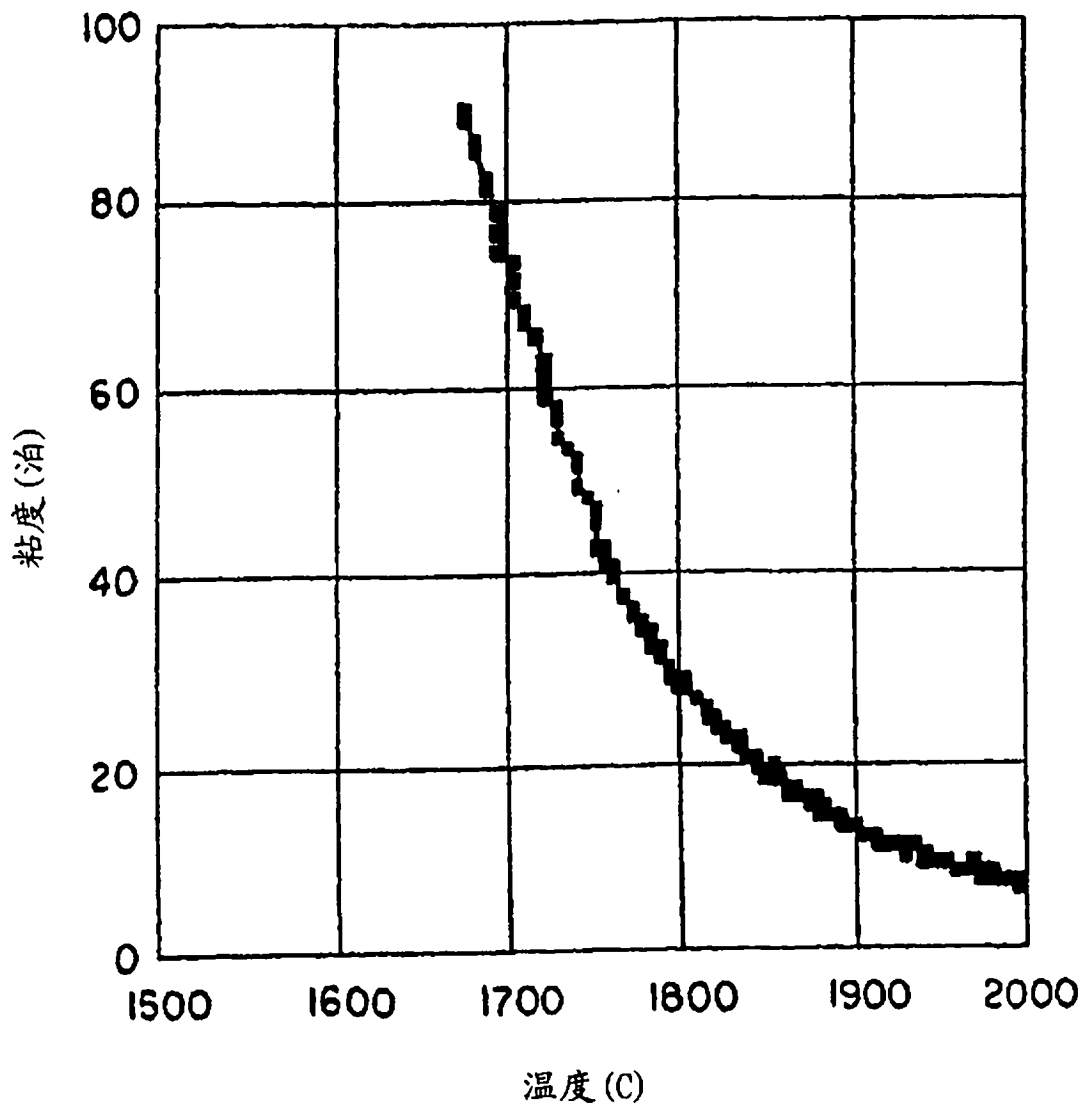


图 1A

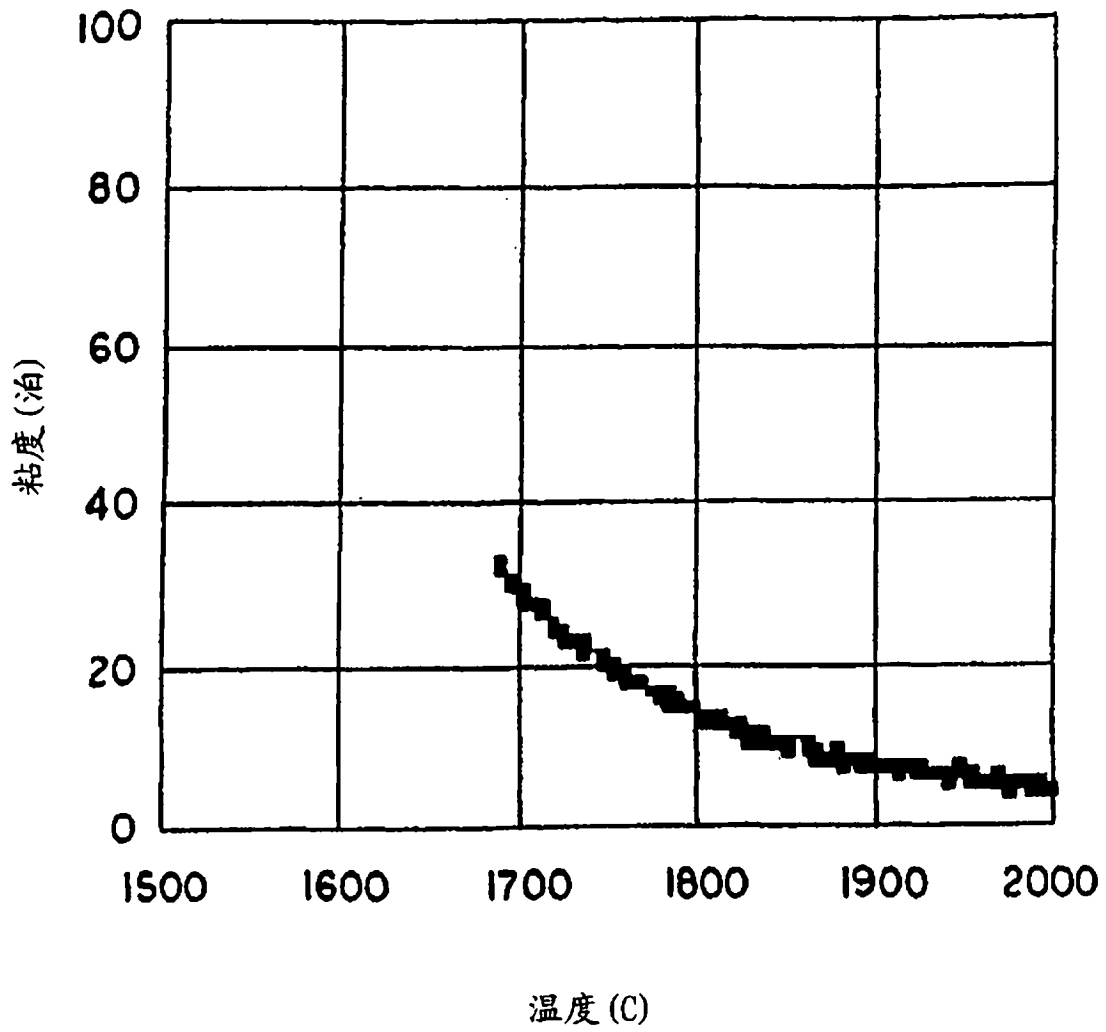


图 1B

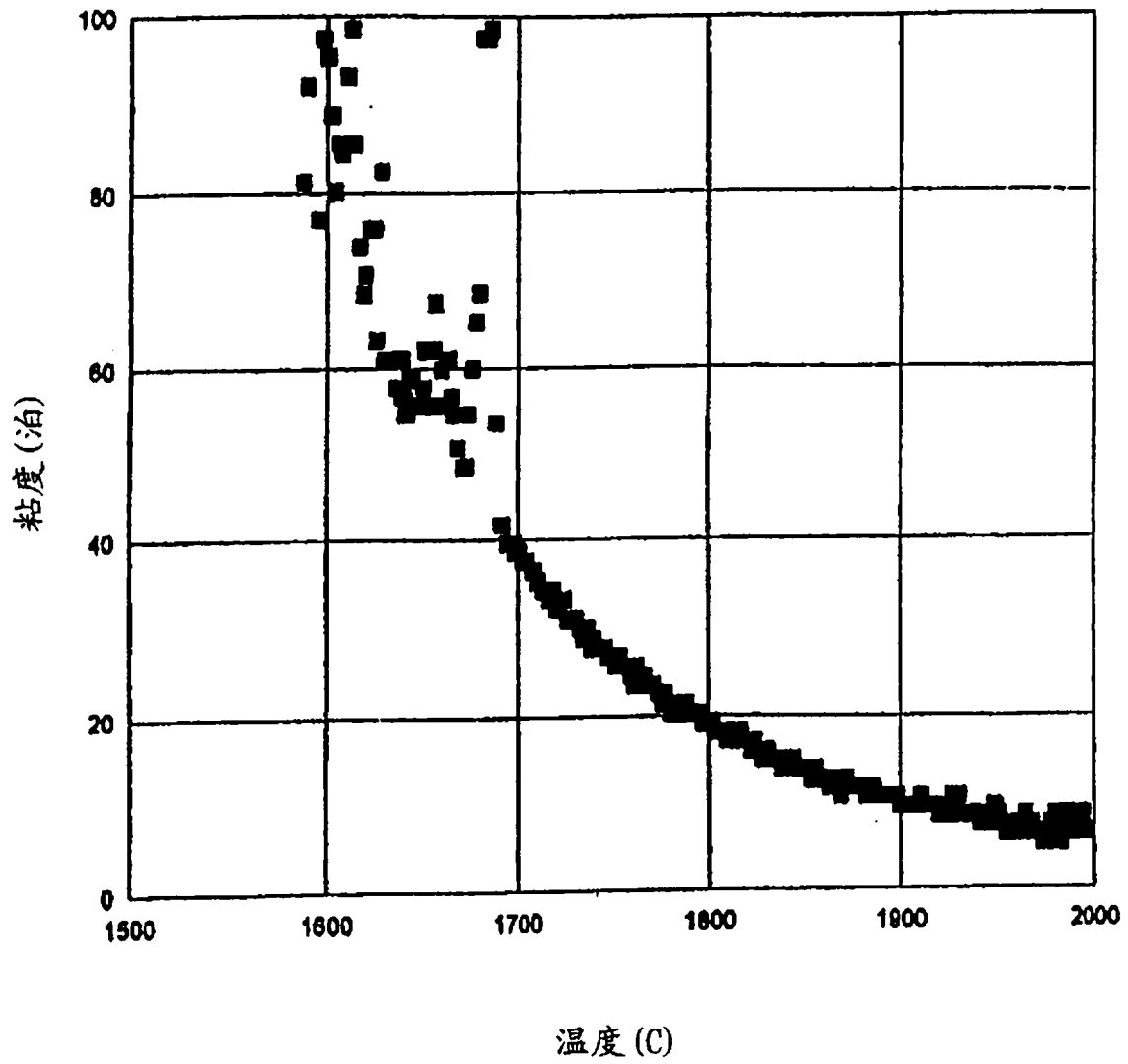


图 2

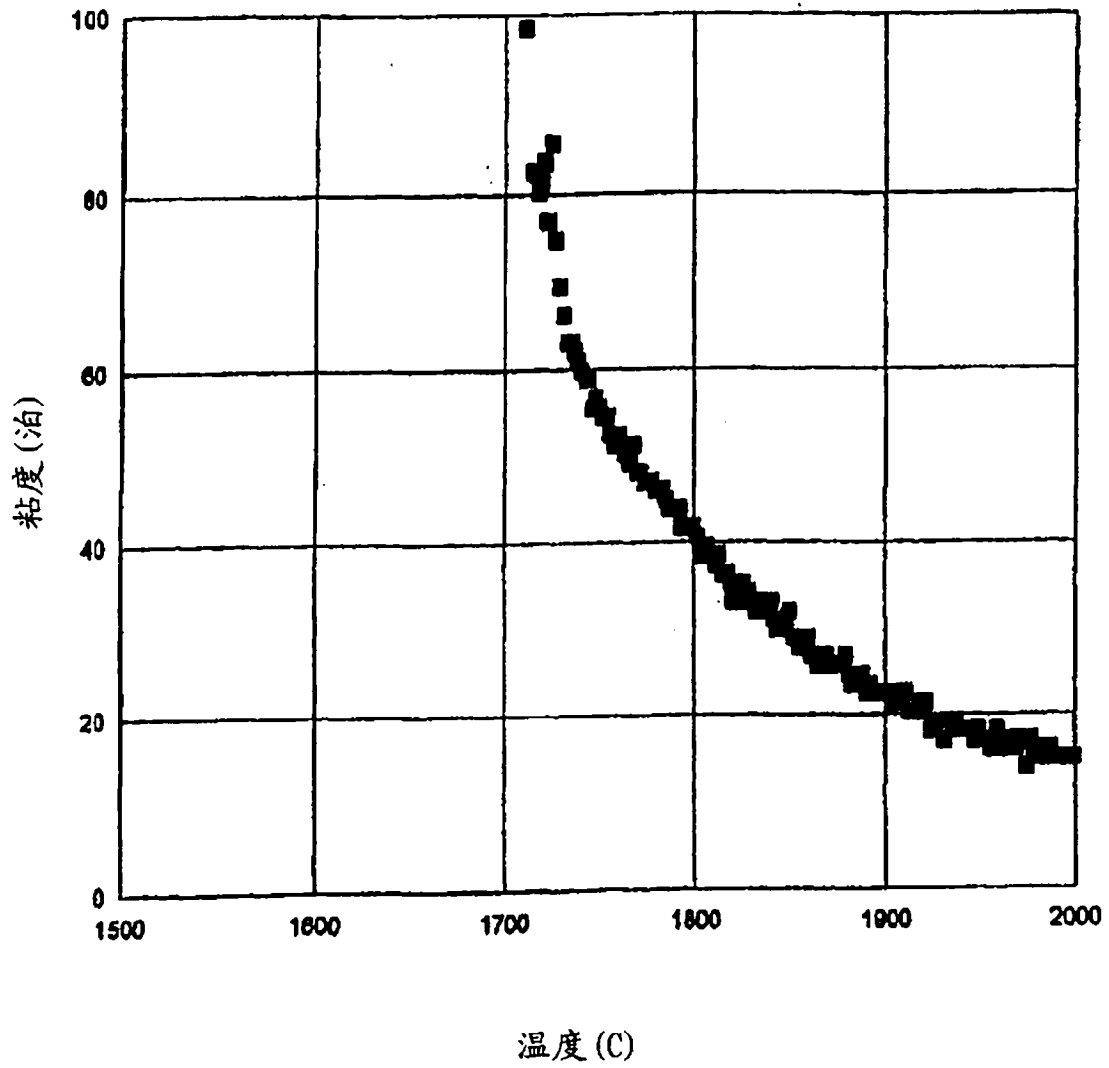


图 3