

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C03C 13/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200610091542.X

[43] 公开日 2006 年 11 月 29 日

[11] 公开号 CN 1868947A

[22] 申请日 2003.1.2

[21] 申请号 200610091542.X

分案原申请号 03801937.X

[30] 优先权

[32] 2002.1.4 [33] GB [31] 0200162.6

[71] 申请人 摩根坭坭有限公司

地址 英国贝克郡温莎麦迪拉路摩根大厦

[72] 发明人 G·A·朱布 C·J·弗雷曼

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 赵苏林

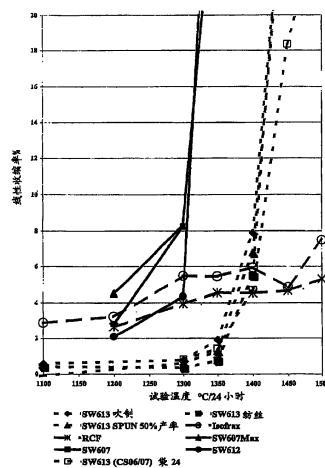
权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 1 页

[54] 发明名称

盐水可溶的无机纤维

[57] 摘要

本发明提供了应用于需要连续耐受温度 1260 摄氏度而不与硅铝酸盐耐火砖反应的隔热材料, 所述隔热材料包含具有以下组成的纤维(wt%): $65\% < \text{SiO}_2 < 86\%$, $\text{MgO} < 10\%$, $14\% < \text{CaO} < 28\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 < 2\%$, $\text{ZrO}_2 < 3\%$, $\text{B}_2\text{O}_3 < 5\%$, $\text{P}_2\text{O}_5 < 5\%$, $72\% < \text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + 5 * \text{P}_2\text{O}_5$, $95\% < \text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$. 加入选自 Sc, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Y 或其混合物的元素提高了纤维质量和由该纤维制成的覆盖层的强度。



1. 一种硅酸盐纤维, 包含:

$65\% < \text{SiO}_2 < 86\%$

$\text{MgO} < 10\%$

$14\% < \text{CaO} < 28\%$

$\text{Al}_2\text{O}_3 < 2\%$

$\text{ZrO}_2 < 3\%$

$\text{B}_2\text{O}_3 < 5\%$

$\text{P}_2\text{O}_5 < 5\%$

$72\% < \text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + 5 \times \text{P}_2\text{O}_5$

$95\% < \text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$

$0.1\% < \text{R}_2\text{O}_3 < 4\%$

其中R选自Sc、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Y或其混合物。

2. 根据权利要求1所要求的硅酸盐纤维, 其中R是La或Y或其混合物。

3. 根据权利要求2所要求的硅酸盐纤维, 其中R是La。

4. 根据权利要求1-3任何一项所要求的硅酸盐纤维, 其中 R_2O_3 的量大于0.25%, 更优选大于0.5%, 和进一步更优选大于1.0%。

5. 根据权利要求1-4任何一项所要求的硅酸盐纤维, 其中 R_2O_3 的量小于2.5%, 优选小于1.5%重量。

6. 根据权利要求1-5任何一项所要求的硅酸盐纤维, 具有以下组成, 以重量%计:

$72\% < \text{SiO}_2 < 80\%$

$18\% < \text{CaO} < 26\%$

$0\% < \text{MgO} < 3\%$

$0\% < \text{Al}_2\text{O}_3 < 1\%$

$0\% < \text{ZrO}_2 < 1.5\%$

$1\% < \text{R}_2\text{O}_3 < 2.5\%$ 。

7. 根据权利要求6所要求的硅酸盐纤维, 其中R包含La。

8. 根据权利要求7所要求的硅酸盐纤维, 具有以下组成, 以重量%计:

SiO_2 : $73 \pm 0.5\%$

CaO : $24 \pm 0.5\%$

La_2O_3 : $1.3-1.5\%$

剩余组分: $<2\%$, 优选 $<1.5\%$

9. 隔热材料, 其包含权利要求1-6任何一项的硅酸盐纤维。

10. 完全包含根据权利要求1-8任何一项所规定的纤维的隔热材料。

11. 根据权利要求1-8任何一项所要求的隔热材料, 其中隔热材料是覆盖层形式的。

12. 一种提高碱土硅酸盐纤维的纤维化的方法, 所述纤维以重量%计具有以下组成:

$65\% < \text{SiO}_2 < 86\%$

$\text{MgO} < 10\%$

$14\% < \text{CaO} < 28\%$

$\text{Al}_2\text{O}_3 < 2\%$

$\text{ZrO}_2 < 3\%$

$\text{B}_2\text{O}_3 < 5\%$

$\text{P}_2\text{O}_5 < 5\%$

$72\% < \text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + 5 \times \text{P}_2\text{O}_5$

$95\% < \text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$

该方法是通过在纤维的组分中引入1重量%-4重量%的 R_2O_3 , 其中R选自Sc、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Y或其混合物。

13. 根据权利要求12所要求的方法, 其中R是La或Y或其混合物。

14. 根据权利要求13所要求的方法, 其中R是La。

盐水可溶的无机纤维

本申请是申请日为2003年01月02日、申请号为03801937.X、发明名称为“盐水可溶的无机纤维”的申请的分案申请。

技术领域

本发明涉及盐水可溶的、非金属的、无定形的、无机氧化物耐火纤维材料。本发明尤其涉及具有二氧化硅作为其基本成分的玻璃纤维。

背景技术

无机纤维材料是熟知的和广泛用于许多场合（如以大块、垫、或覆盖层形式用作隔热或隔音层，用作真空成型物，用作真空成型板和纸，和用作绳，纱线或纺织品；用作用于建筑材料的增强纤维；用作车辆刹车块的组分）。在这些用途的大多数中，使用无机纤维材料所用的性能需要耐热，和通常耐受侵蚀性化学环境。

无机纤维材料可以是玻璃状或结晶的。石棉是一种无机纤维材料，其一种形式与呼吸疾病非常相关。

尚不清楚是何种成因机理使一些石棉与疾病有关，但一些研究人员相信该机理与机械性和尺寸有关。具有临界尺寸的石棉可刺入体内细胞，因此通过长期和重复的细胞伤害对健康产生不良影响。无论该机理是否真实，法规部门已经表现出将具有呼吸级分的任何无机纤维产物划归为危险品的愿望，而无论是否有任何证据支持这种归类。遗憾的是对于使用无机纤维的许多场合，没有现实的替代物。

因此需要无机纤维产生尽可能小（如果有的话）的危害而且有客观理由相信它们是安全的。

已经提出了研究方向，如果所制成的无机纤维足够可溶于生理流体使得其在人体内的停留时间短；那么损害不会发生或至少被最小化。因为石棉相关疾病出现的可能性似乎明显取决于暴露的时间长度，该观点几乎是合理的。石棉是非常难溶的。

因为细胞间流体性质上是盐水，纤维在盐水溶液中的溶解度的重要性早就得到认识。如果纤维可溶于生理盐水溶液，假设溶解组分不是毒性的，那么该纤维应该比没有这么可溶的纤维更安全。纤维在体内的停留时间越短，它可产生的损害越小。H. Förster在“矿物纤维在

生理溶液中的性质'”(1982 WHO IARC会议的会议录, 哥本哈根, 第2卷, 页数27-55 (1988)) 讨论了商业所得矿物纤维在生理盐水溶液中的性质。讨论了溶解度极为不同的各种纤维。

国际专利申请No. W087/05007公开, 包含氧化镁, 硅石, 氧化钙和低于10 wt%矾土的纤维可溶于盐水溶液。所公开的纤维的溶解度以在暴露5小时之后存在于盐水溶液中的硅(从纤维的含硅石的材料中提取)的ppm值表示。在实施例中表现出的最高值具有硅含量67 ppm。作为对比, 并调整至相同的测量体系, 公开于Förster论文的最高含量相当于约1 ppm。相反, 如果将在国际专利申请中表现出的最高值转化成Förster论文中的相同的测量体系, 它具有提取率901, 500 mg Si/kg纤维-即比Förster测试的任何纤维高大约69倍, 而且在Förster试验中具有最高萃取速率的纤维是具有高碱含量和因此具有低熔点的玻璃纤维。这是明显较好的性能, 即使考虑到试验溶液差异和实验持续时间之类的因素。

国际专利申请No. W089/12032公开其它的可溶于盐水溶液的纤维和讨论可能存在于这些纤维中的一些成分。

欧洲专利申请No. 0399320公开了具有高生理溶解度的玻璃纤维。

公开了根据纤维的盐水溶解度进行选择的其它专利说明书包括例如欧洲 0412878 和 0459897, 法国 2662687 和 2662688, PCT W086/04807, W090/02713, W092/09536, W093/22251, W094/15883, W097/16386和US 5250488。

公开于这些各种已有技术文件的纤维的耐火性明显不同, 而且对于这些碱土硅酸盐材料, 性能尤其取决于组成。

W094/15883公开许多可在最高1260摄氏度或更高的温度下用作耐火隔热材料的纤维。这些纤维包含CaO、MgO、SiO₂和视需要的ZrO₂作为基本成分。这些纤维通常被称作CMS(硅酸钙镁)或CMZS((硅酸钙镁锆)纤维。W094/15883要求仅少量存在任何矾土。

使用这些纤维所存在的缺陷在于, 在温度约1300摄氏度-1350摄氏度下纤维的收缩率明显增加。通常, 收缩率从约1-3%(在1200摄氏度下)增加至例如5%或更多(在1300摄氏度下); >20%(在1350摄氏度下)。这意味着, 例如, 炉的温度超限可导致对隔热材料和因此对

炉自身的损害。

另一缺陷在于，硅酸钙镁纤维可与含矾土的材料反应，并由于形成低共熔组合物而粘附其上。因为硅铝酸盐材料广泛使用，这是一个主要问题。

W097/16386公开了在最高1260摄氏度或更多的温度下可用作耐火隔热材料的纤维。这些纤维包含 MgO ， SiO_2 ，和视需要的 ZrO_2 作为基本成分。如同W094/15883，该专利要求仅存在少量的任何矾土。

尽管这些纤维没有表现出如W094/15883的纤维那样明显的急剧收缩率变化，它们却在正常使用温度下表现出明显较高的收缩率，通常1200摄氏度-1450摄氏度的范围内具有收缩率3-6%。这些纤维似乎不具有与含矾土的材料反应并粘附的缺陷，但它们往往难以制造。

发明内容

申请人已经创造出一类在一定温度范围内收缩率低于W097/16386纤维，同时具有较高收缩率增加的开始点，且收缩率变化比W094/15883纤维更温和，而且还较少倾向与矾土反应并粘附的纤维。

因此，本发明提供在需要连续耐受温度1260摄氏度而不与硅铝酸盐耐火砖反应的场合中使用的隔热材料，所述隔热材料包含纤维具有以下组成，以重量%计：

$$65\% < SiO_2 < 86\%$$

$$MgO < 10\%$$

$$14\% < CaO < 28\%$$

$$Al_2O_3 < 2\%$$

$$ZrO_2 < 3\%$$

$$B_2O_3 < 5\%$$

$$P_2O_5 < 5\%$$

$$72\% < SiO_2 + ZrO_2 + B_2O_3 + 5 * P_2O_5$$

$$95\% < SiO_2 + CaO + MgO + Al_2O_3 + ZrO_2 + B_2O_3 + P_2O_5。$$

优选的组成范围是：

$$72\% < SiO_2 < 80\%$$

$$18\% < CaO < 26\%$$

$$0\% < MgO < 3\%$$

$$0\% < \text{Al}_2\text{O}_3 < 1\%$$

$$0\% < \text{ZrO}_2 < 1.5\%$$

$$98.5\% < \text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5.$$

更优选的范围具有以下组成：

$$72\% < \text{SiO}_2 < 74\%$$

$$24\% < \text{CaO} < 26\%$$

另外，申请人已经发现，少量镧系元素，尤其镧的加入提高了纤维的质量，尤其其长度和厚度，这样得到改进的强度。在稍低溶解度方面存在损失，但改进的强度是有用的，尤其在制造覆盖层之类的产品时，其中纤维被用针缝以形成咬合纤维网。

因此，本发明包括一种硅酸盐纤维，包含：

$$65\% < \text{SiO}_2 < 86\%$$

$$\text{MgO} < 10\%$$

$$14\% < \text{CaO} < 28\%$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 < 2\%$$

$$\text{ZrO}_2 < 3\%$$

$$\text{B}_2\text{O}_3 < 5\%$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 < 5\%$$

$$72\% < \text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + 5 * \text{P}_2\text{O}_5$$

$$95\% < \text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5.$$

$$0.1\% < \text{R}_2\text{O}_3 < 4\%$$

其中R选自Sc、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Y或其混合物。

优选的元素是La和Y。为了实现在纤维质量上的显著提高， R_2O_3 的量优选大于0.25%，更优选大于0.5%，和进一步更优选大于1.0%。为了尽量减少所出现的溶解度下降， R_2O_3 的量以重量计优选小于2.5%，进一步更优选小于1.5%。具有以下组成（wt%）的纤维获得非常良好的结果：

$$\text{SiO}_2: 73 \pm 0.5\%$$

$$\text{CaO}: 24 \pm 0.5\%$$

$$\text{La}_2\text{O}_3: 1.3-1.5\%$$

$$\text{剩余组分}: < 2\%, \text{ 优选 } < 1.5\%$$

本发明的其它特征根据以下的说明性的描述并参考附图1而从权利要求书中看出，其中图1是根据本发明的一些纤维与一些工业纤维相比的收缩率对温度的图。

发明人使用一种实验装置制成许多硅酸钙纤维，其中熔体由合适的组合物形成，流过8-16 mm孔，并按照已知的方式吹制成纤维。（可改变流出孔的尺寸以适合熔体的粘度-这种调整必须根据所用的装置和组合物实验确定）。

纤维被测试并将主要是具有一些MgO的硅酸钙纤维的纤维的结果在表1中给出，其中：

- 所示的收缩率数值在纤维的预成型品上通过方法（参见以下）而测定，
- 所示的组成通过硼的x-射线荧光通过湿化学分析而测定，
- 给出了主要玻璃组分在24小时静态试验之后在生理盐水溶液中的总溶解度（ppm）。
- 比表面积（ m^2/g ），
- 对纤维质量的定性评估，
- 和表示是否预成型品粘附到硅铝酸盐砖（可得自Thermal Ceramics Italiana和具有约70 wt%矾土和30 wt%硅石的近似组成的JM 28砖）上。

收缩率通过使用在500 cm^3 0.2%淀粉溶液中的75g纤维将真空铸造预成型品制成120 x 65 mm工具而测定。将铂针（直径约0.1-0.3 mm）在4个角上相距100 x 45 mm而放置。最长长度（L1 & L2）和对角线（L3 & L4）使用移测显微镜测定至精度 $\pm 5 \mu\text{m}$ 。样品被放在炉中并在300摄氏度/小时下升温至低于试验温度50摄氏度的温度且最后50摄氏度在120摄氏度/小时下升至试验温度并放置24小时。在从炉中取出之后，将样品放置自然冷却。收缩率值以4次测量的平均值给出。

发明人发现，硅石含量低于72%重量的那些纤维往往粘附到硅铝酸盐砖上。它们还发现，高MgO含量纤维（>12%）不粘附（例如根据W097/16386的性质预测）。

已知的是，具有中等含量MgO（12-20%）的硅酸钙纤维粘附到硅铝酸盐砖上，而硅酸镁纤维却不。出人意料的是，对于本发明的纤维，可以容许这些中等含量的MgO。<10% MgO，或<5% MgO的含量得到所需

的非吸附结果，但耐火性似乎优选具有最大MgO含量2.5%重量，和更优选该量应该低于1.75%重量。

表2给出了矾土和氧化锆对这些纤维的作用。矾土已知对纤维质量有害且表2的头三种组合物具有2%以上的 Al_2O_3 和粘附到硅铝酸盐砖。另外，增加矾土导致溶解度下降。因此，发明人确定2%为矾土在其本发明组成中的上限。

相反，氧化锆已知可提高耐火性并且表2表明，可以容许低于72%的硅石含量，如果 ZrO_2 的量足以使得 SiO_2 和 ZrO_2 的总和大于72%重量。但增加氧化锆会降低纤维在生理盐水溶液中的溶解度和因此优选的 ZrO_2 含量低于3%。

一些其它普通玻璃添加剂的作用由表3给出，其说明 P_2O_5 和 B_2O_3 具有作为玻璃形成添加剂的作用。可以看出， P_2O_5 对这些组合物的粘附性能具有不成比例的作用，因为具有低至67.7% SiO_2 的纤维不粘附到硅铝酸盐砖上。

B_2O_3 还对具有低至70.9% SiO_2 的纤维产生不粘附的作用。发明人已经确定，满足下面关系的纤维往往不发生与硅铝酸盐砖的粘附：

$$72\% < SiO_2 + B_2O_3 + ZrO_2 + 5 * P_2O_5.$$

发明人已经假设 B_2O_3 和 P_2O_5 的最大含量分别为5%重量。

表1-3表明，可包括少量的其它组分和本发明允许最高5%的其它成分，但优选这些其它成分的量低于2%，更优选低于1%，因为这些其它成分往往使得纤维耐火性较差。（参见以下有关特定镧系添加剂的作用）。

以上结果在实验装置上得到，必然带来许多不确定性。大多数有利地出现的纤维的生产试验在两个不同场所进行，以试验组合物的吹制和纺丝性能。表4给出了对所得结果的选择（副本省略）和表明得到一种非常有用的纤维。在生产试验中测试的纤维具有例如以下近似范围内的组成：

$$72\% < SiO_2 < 80\%$$

$$18\% < CaO < 26\%$$

$$0\% < MgO < 3\%$$

$$0\% < Al_2O_3 < 1\%$$

$$0\% < ZrO_2 < 1.5\%$$

以及 $98.5\% < \text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$ 。

可以看出, MgO含量大于1.75%的组合物往往在1350摄氏度下具有比较低MgO含量时更高的收缩率。

图1以图的形式显示出本发明纤维的一个重要特征并将表4的头三种纤维和第五种纤维(分别称作SW613)与商业纤维Isofrax®(硅酸镁纤维, 来自Unifrax公司), RCF(标准硅铝酸盐耐火陶瓷纤维), 和SW607 Max™, SW607™, 和SW612™(硅酸钙镁纤维, 来自Thermal Ceramics Europe Limited)进行收缩率特性比较。

可以看出, 即Isofrax®和RCF在1200-1450摄氏度范围内的收缩率为3-6%。SW607 Max™, SW607™, 和SW612™在1200摄氏度下的收缩率是2-5%, 但在1300摄氏度之后迅速增加。本发明纤维在最高1350摄氏度下的收缩率低于2%, 在1400摄氏度下移向最高5-8%并在此之后加速。

本发明纤维因此具有在1300摄氏度下的收缩率低于硅酸镁, 商业硅酸钙镁, 或RCF纤维的优点; 与商业硅酸钙镁纤维相比, 在较高温度下开始其收缩率增加; 与商业硅酸钙镁纤维相比, 具有较浅的收缩率随温度的升高; 和不象商业硅酸钙镁纤维那样粘附到硅铝酸盐砖上。

纤维可用于隔热材料和可(如与其它纤维和/或填料和/或粘结剂一起)构成隔热材料的成分或可构成整个隔热材料。纤维可成型为覆盖层形式的隔热材料。

上述普通硅酸钙纤维所存在的一个问题在于, 纤维往往较短, 导致覆盖层质量不好。需要一种生产较好的用于覆盖层的纤维的方法且申请人进行筛选试验以研究向组合物中加入其它元素作为添加剂对纤维质量的影响。已经发现, 镧系元素, 尤其是La和Y改进了纤维质量。La被确定为商业上最有意义的元素, 因此在该起始筛选试验之后将注意力集中到研究La的作用。

La₂O₃以0-4%的量用作包含73.5% SiO₂和余量CaO和少量杂质的纤维的添加剂以确定最佳量。已经确定, 加入La₂O₃改进了纤维化而不降低耐火性。纤维不与矾土砖反应。但在最高La₂O₃水平下, 溶解度明显下降。因此1.3-1.5% La₂O₃的折中含量用于对纤维组合物的进一步试验。

具体实施方式

为了检查和确定含镧材料在耐火性和纤维化方面的最佳配方，对包含1.3% La_2O_3 （保持恒定）、余量 CaO +少量杂质 MgO 和 Al_2O_3 的材料从67%至78% SiO_2 的硅石增加情况进行了研究。

增多的硅石增加了纤维的耐火性，得到较低的收缩率，较高的熔点和减少与矾土在高温下的反应。

耐火性和纤维化之间的最佳折中存在于以下组成：

SiO_2 73%

CaO 24%

La_2O_3 1.3-1.5%

剩余的杂质（ Al_2O_3 ， MgO ，其它物质）<1.5%

该组合物在生产规模制造覆盖层上进行试验，它具有下表4所示的"有La"组成。

已经确认，该组合物生产的纤维优于无La的情况（"无La"，在表4中）。纤维仍不与矾土砖反应，并具有良好的耐火性。

较好的纤维化通过研究具有密度 128 kg/m^3 的25 mm厚覆盖层的拉伸强度而观察和评估。

表4		
氧化物	无 La	有 La
Na_2O	<0,05	0,18
MgO	0,89	0,46
Al_2O_3	0,64	0,66
SiO_2	72,9	73,2
K_2O	<0,05	0,08
CaO	25,5	23,6
Fe_2O_3	0,11	0,14
La_2O_3	0	1,3
LOI 1025°C	0,08	0,09
合计	100,1	99,7
拉伸强度 128-25覆盖层(kPa)	25-30	35-60

可以看出，加入仅1.3% La_2O_3 导致拉伸强度的明显提高，这意味着纤维明显改进。

申请人推测，这种提高纤维化的作用是一种一般可适用于碱土硅

酸盐纤维的粘度或表面张力的改性作用，因此本发明包括这些添加剂一般以以上所给出的量用于提高碱土硅酸盐纤维的纤维化的应用。

表1, 第1部分

Comp.	收缩率 %/24hrs					组成 (wt %)										总溶解度 ppm	SSA m ² /g	纤维质量	JM 28 粘附
	1300°C	1350°C	1400°C	1450°C	1500°C	1550°C	CaO	SiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	ZrO ₂	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	ZnO	
CS01/C	10.34	熔化	熔化	熔化	熔化		35.00	62.40	0.83	0.56	0.30	0.15	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	粘附
CS02/C	8.52	熔化	熔化	熔化	熔化		33.00	63.80	0.77	0.51	0.40	0.14	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	粘附
CS01/D	5.14	熔化	熔化	熔化	熔化		32.90	64.60	0.80	0.48	0.26	0.15	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	粘附
CS01	2.60	熔化	熔化	熔化	熔化		33.80	65.00	0.80	0.51	0.21	0.15	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	粘附
CS10	4.34	熔化	熔化	熔化	熔化		33.00	65.40	0.76	0.52	0.24	0.15	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	粘附
CS10 cons	4.25	熔化	熔化	熔化	熔化		33.00	65.40	0.76	0.52	0.24	0.15	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	粘附
CS02	1.92	2.58	7.83	熔化	熔化		31.90	66.50	0.77	0.49	0.31	0.14	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	粘附
CS02/D	3.85	熔化	熔化	熔化	熔化		31.20	66.60	0.75	0.46	0.25	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	粘附
CS02	2.12	熔化	熔化	熔化	熔化		18.30	66.90	0.31	14.40	0.17	0.44	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	粘附
CS02/B	2.35	7.02	熔化	熔化	熔化		18.30	66.90	0.31	14.40	0.17	0.44	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	粘附
CS03/D	2.95	11.87	熔化	熔化	熔化		28.90	69.30	0.70	0.44	0.11	0.11	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	粘附
CS03	2.75	8.08	熔化	熔化	熔化		16.80	69.40	0.30	13.40	0.11	0.11	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	粘附
CS03/B	2.75	8.08	熔化	熔化	熔化		16.80	69.40	0.30	13.40	0.11	0.11	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	粘附
CS15	2.77	11.39	21.96	34.47	34.02		28.00	69.70	0.61	0.53	0.19	0.10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	粘附
CS04/E	2.77	7.62	30.42	34.47	34.02		28.20	69.80	0.61	0.38	0.43	0.10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	粘附
CS04/E cons	1.65	0.98	3.71	30.42	30.42		28.20	69.80	0.61	0.38	0.43	0.10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	粘附
CS04	2.35	熔化	熔化	熔化	熔化		28.20	69.80	0.61	0.38	0.43	0.10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	粘附
CS04	2.35	熔化	熔化	熔化	熔化		28.20	69.80	0.61	0.38	0.43	0.10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	粘附
CS12	2.35	9.10	31.40	34.47	34.02		26.90	70.70	0.66	0.41	0.39	0.12	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	粘附
CS12 cons	2.35	4.80	15.37	35.35	34.37		26.90	70.70	0.66	0.41	0.39	0.12	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	粘附
CS16	2.35	9.37	35.35	34.37	34.37		27.20	71.00	0.61	0.49	0.16	0.10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	粘附
CS17	9.05	33.70	30.64	30.64	30.64		26.60	71.40	0.62	0.48	0.17	0.10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	粘附
CS18	7.92	32.00	30.02	30.02	30.02		26.20	71.60	0.75	0.49	0.20	0.10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	粘附
CS19	4.84	27.36	26.41	26.41	26.41		26.40	71.60	0.73	0.48	0.21	0.10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	粘附
CS05	2.63	熔化	熔化	熔化	熔化		15.10	72.00	0.97	11.40	0.23	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	粘附
CS05/B	3.31	8.11	14.10	14.10	14.10		15.10	72.00	0.97	11.40	0.23	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	粘附
SACM01	4.01	3.56	4.79	4.79	4.79		3.17	78.00	1.60	17.00	0.12	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	粘附
SACM02	5.46	3.51	10.38	10.38	10.38		5.04	76.50	1.62	14.80	0.12	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	粘附
SACM03	7.36	21.14	28.33	28.33	28.33		23.60	72.90	0.61	2.61	0.11	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	粘附
CSMg01	2.24	7.17	12.61	12.61	12.61		20.20	75.70	0.57	2.61	0.20	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	粘附
CSMg03	7.14	12.13	16.17	16.17	16.17		21.60	75.20	0.54	2.59	0.11	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	粘附
CSMg02	7.38	20.47	12.34	12.34	12.34		23.00	73.80	0.49	1.81	0.13	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	粘附
CSMg07	6.23	25.18	9.70	9.70	9.70		24.20	72.30	0.51	1.79	0.13	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	粘附
CSMg06	1.28	2.33	31.43	31.43	31.43		18.30	78.40	0.39	1.71	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	粘附
CSMg08	2.86	8.24	19.79	19.79	19.79		20.50	76.50	0.44	1.65	0.13	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	粘附
CSMg10	1.85	1.80	26.24	26.24	26.24		20.50	76.50	0.44	1.65	0.13	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	粘附
CS Fe ₂ O ₃ 01	1.94	8.72	15.34	15.34	15.34		22.60	74.40	0.57	0.72	0.23	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	粘附
CS Fe ₂ O ₃ 05	3.47	10.11	15.34	15.34	15.34		21.10	74.70	0.58	0.51	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	粘附
CS Fe ₂ O ₃ 02	1.43	3.64	22.52	22.52	22.52		21.90	74.80	0.56	0.50	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	粘附
CS Al 03	2.18	8.47	15.15	15.15	15.15		22.30	74.60	1.03	0.41	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	粘附

表1, 第2部分

Comp.	收缩率 %/24hrs						组成 (wt%)										总溶解度 ppm	SSA m ² /g	纤维质量	JM 28 粘附			
	1300°C	1350°C	1400°C	1450°C	1500°C	1550°C	CaO	SiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	ZrO ₂	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂					Fe ₂ O ₃	ZnO	
CS13	1.46	1.79	3.00	23.16			24.00	74.30		0.55			0.39	0.17				0.17		156.0	0.56	短	不粘附
CS Fe ₂ O ₃ 04			9.03	14.51	19.78		21.60	74.90		0.52			0.39	0.16				1.47		239.7	0.41	良好的纤维	不粘附
CS Fe ₂ O ₃ 03		2.43	12.43	20.53	24.24		21.90	74.70		0.52			0.38	0.21				1.06		241.0	0.47	良好的纤维	不粘附
CS05	1.21	1.79	4.14	熔化			26.40	72.20		0.55			0.33	0.19	0.10			0.16		262.0	0.45	许多薄片	不粘附
CS06/E		1.56	6.03	21.81	30.16		24.00	73.90		0.52			0.33	0.28				0.15		222.0	0.34	许多薄片	不粘附
CS06/E cons		1.56	4.02	10.54	13.75	16.96	24.00	73.90		0.52			0.33	0.28				0.15		222.0	0.34	许多薄片	不粘附
CS Al 02		1.48	2.41	13.51	18.28		23.10	74.70		0.48			0.33	0.19				0.14			0.59	良好的纤维	不粘附
CS07/E		1.50	2.14	10.00	5.19	5.81	22.20	76.50		0.53			0.33	0.11				0.15		177.9	0.29	不错的纤维	不粘附
CS14/B		2.22	6.23				22.60	75.00		0.58			0.30	0.12				0.17		137.3	0.55	短	不粘附
CS08/E		2.03	1.34	3.10	7.72		19.50	78.90		0.70			0.27			0.16	0.18			160.0	0.32	下等	不粘附
CS06/B			2.66	熔化	12.00		24.30	75.00		0.39			0.26	0.15				0.12		172.0	0.55	许多薄片	不粘附

表2

Comp.	收缩率 %/24hrs					组成 (wt %)													总溶解度		SSA m ² /g	纤维质量	JM 28 粘附	总 SiO ₂ + ZrO ₂
	1300°C	1350°C	1400°C	1450°C	1500°C	1550°C	CaO	SiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	ZrO ₂	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	ZnO	ppm					
CAS01	17.62	18.45					24.50	71.70		2.78		0.45	0.28	0.12				0.12		30.3	下等	粘附	72.15	
CAS02	10.19	24.18					22.60	73.50		2.52		0.91	0.25	0.11				0.15		20.1	下等	粘附	74.41	
CAS03	5.42	14.63	14.56				20.40	75.70		2.32		1.05	0.23	0.11				0.12		47.4	下等	粘附	76.75	
CS03/C	6.02	熔化	熔化				31.50	65.60		0.83		0.14	0.47	0.36	0.14			0.23		222.0	下等	粘附	65.74	
CZrS02	15.01	31.08					27.40	65.80		0.70		3.85	0.40	0.37	0.12			0.19		107.2	良好的纤维	粘附	69.65	
CZrS03	7.39	30.64					25.60	68.00		0.67		3.96	0.37	0.25	0.11			0.21		0.21	良好的纤维	粘附	71.96	
CS11	4.96	19.95	34.81				29.00	68.90		0.75		0.13	0.47	0.30	0.13			0.19		200.5	下等	粘附	69.03	
CS11 cons	4.96	11.42	22.67				29.00	68.90		0.75		0.13	0.47	0.30	0.13			0.19		200.5	下等	粘附	69.03	
CZrS07	-0.29						17.90	74.70		0.62		4.94	0.24	0.48				0.17		24.3	非常短	不粘附	79.64	
CZrS06	熔化	7.97					19.00	74.90		0.71		4.45	0.28	0.42				0.13		42.5	下等	不粘附	79.35	
CZrS04	2.56						24.50	70.60		0.72		3.29	0.36	0.35	0.11			0.17		69.4	良好的纤维	不粘附	73.89	
CS13 cons	1.46	3.56	12.88	16.60	28.58		24.30	73.30		0.57		0.73	0.31	0.26				0.20		156.0	短	不粘附	74.03	
CAS07	4.59	10.22					24.80	73.10		1.10		0.43	0.28	0.14				0.14		127.8	下等	不粘附	73.53	
CSMg04	1.76	2.94					16.70	79.40		0.38		0.43	2.35					0.18		243.0	薄片	不粘附	79.83	
CS08	1.24	1.30	1.74	3.37			19.80	78.50		0.45		0.34	0.25	0.16				0.14		201.5	下等	不粘附	78.84	
CS05/B	0.86	1.53	5.56				26.00	72.00		0.62		0.33	0.31	0.22				0.15		182.0	许多薄片	不粘附	72.33	
CS05/B cons	1.53	4.52	13.46				26.00	72.00		0.62		0.33	0.31	0.22				0.15		182.0	许多薄片	不粘附	72.33	
CS05/E	2.04	7.28	33.19	44.49			26.00	72.00		0.62		0.33	0.31	0.22				0.15		276.0	许多薄片	不粘附	72.33	
CS05/E cons	2.04	8.19	20.34	25.44	28.00		26.00	72.00		0.62		0.33	0.31	0.22				0.15		276.0	许多薄片	不粘附	72.33	
CS06	1.42	2.36	5.87	熔化			23.40	73.30		1.77		0.27	0.32	0.14				0.14		244.6	许多薄片	不粘附	73.57	
CSMg05	1.67	1.26					16.40	79.80		0.35		0.14	2.46					0.13		237.2	良好的纤维，稍短	不粘附	79.94	
CS07/B	0.86	1.50	2.17	10.00	15.00		22.20	76.60		0.52		0.12	0.26	0.11				0.12		104.0	许多薄片	不粘附	76.72	
CS07/B cons	1.50	1.31	2.93	5.19	5.81		22.20	76.60		0.52		0.12	0.26	0.11				0.12		104.0	许多薄片	不粘附	76.72	
CS07	1.08	1.06	1.15	3.34			22.30	76.90		0.35		0.10	0.24	0.17				0.11		203.5	许多薄片	不粘附	77.00	

表3, 第4部分

Comp.	收缩率 %/24hrs					组成 (wt %)										总溶解度 ppm	SSA m ² /g	纤维质量	JM28 粘附	总 SiO ₂ + B ₂ O ₃ + ZnO ₂ + 5*P ₂ O ₅
	1300°C	1350°C	1400°C	1450°C	1500°C	1550°C	CaO	SiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	ZnO ₂	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	ZnO		
CBS04	3.54	6.97	7.16				18.00	77.90		0.43	2.03	0.70	0.31	0.17			0.24		不粘附	80.63
CBS03	3.47	10.32	16.43				20.40	75.20		0.48	2.12	0.84	0.33	0.18			0.18		不粘附	78.16
CPS02/B		4.02					21.40	75.00	1.54	0.48			0.32	0.13			0.16		下等	82.70
CPS02 cons	0.66	0.91	0.70				22.40	74.60	1.61	0.29	0.26	0.90	0.27	0.21			0.11		不错的纤维	83.81
CPS21	0.66	0.25	-0.21				22.40	74.60	1.61	0.29	0.26	0.90	0.27	0.21			0.11		下等	83.81
	3.04						23.00	74.10	0.42	0.61			0.45	0.38	0.10		0.20		不错的纤维	76.20
CBS05	4.14	9.98	14.71				21.20	73.90		0.54	3.11		0.32	0.16			0.17		下等	77.01
CPS20	2.48	9.10					23.80	73.80	0.38	0.66		0.29	0.35	0.18	0.11		0.16		良好的纤维	75.99
CPS20cont s	2.48	6.21	11.94	17.39	20.69		23.80	73.80	0.38	0.66		0.29	0.35	0.18	0.11		0.16		良好的纤维	75.99
CPS18/B	1.93	6.72	16.07				23.90	73.20	0.87	0.59			0.34	0.19			0.15		短	77.55
CPS17/B	2.39	6.36					24.70	72.80	0.88	0.65			0.36	0.17			0.16		不错的纤维	77.20
CPS01/B	1.73	8.96	12.58				23.50	72.70	1.58	0.58			0.33	0.20			0.15		良好的纤维	80.60
CPS01/C	2.05	11.86	5.87	6.10			23.80	72.60	1.58	0.46			0.34	0.32			0.32		下等	80.50
CBS02	4.93	18.32	23.28				22.90	72.60		0.70	2.16	0.30	0.33	0.24			0.15		良好的纤维	75.06
CBS07	-0.29	6.10	14.69				24.30	72.20		0.38	1.38	0.84	0.27	0.18			0.13		短	74.42
CPS01	2.29	1.25	0.15				23.90	71.50	1.52	0.48	0.90	0.95	0.29	0.48			0.10		不错的纤维	80.95
CPS01 cons	2.29	1.25	0.15				23.90	71.50	1.52	0.48	0.90	0.95	0.29	0.48			0.10		下等	80.95
CPS17	2.86						25.20	71.50	0.90	0.66			0.37	0.37	0.11		0.28		短	76.00
CPS19	2.87	19.23	26.90				25.50	71.50	0.48	0.64		0.15	0.39	0.44	0.11		0.18		良好的纤维	74.05
CBS01	3.79	21.92					25.20	70.90		0.62	2.13	0.84	0.41	0.12			0.20		良好的纤维	73.87
CPS15/B	2.24	12.71	27.90	35.55			27.00	70.50	0.83	0.64			0.39	0.15			0.17		下等	74.65
CPS16	3.96	20.90	27.90				26.00	70.20	0.89	0.69		0.23	0.38	0.53	0.11		0.18		下等	74.88

表3, 第5部分

Comp.	收缩率 %/24hrs					组成 (wt%)												总溶解度 ppm	SSA m ² /g	纤维质量	JM28 粘附	总 SiO ₂ + B ₂ O ₃ + ZnO ₂ + 5*P ₂ O ₅	
	1300°C	1350°C	1400°C	1450°C	1500°C	1550°C	CaO	SiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	ZrO ₂	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Fe ₂ O ₃						ZnO
CPS15		2.76	13.37	28.94			26.70	70.00	0.93	0.69			0.43	0.38	0.12		0.20		166.6	0.61	下等	不粘附	74.65
CPS15 cons		2.76		14.74	17.67		26.70	70.00	0.93	0.69			0.43	0.38	0.12		0.20		166.6	0.61	下等	不粘附	74.65
CPS14/B		4.08	28.80				29.70	67.70	0.90	0.69			0.46	0.19	0.10		0.22		153.9	0.32	不错的纤维	不粘附	72.20
CS03	1.36	1.55	5.03	熔化			30.20	67.60	0.15	0.87			0.42	0.21	0.11		0.18		240.5	0.61	下等	粘附	68.35
CS03/E		3.81	18.22	熔化	熔化		30.20	67.60	0.15	0.87			0.42	0.21	0.11		0.18		260.0	0.47	下等	粘附	68.35
CS03/E cons		3.81	13.67	28.02			30.20	67.60	0.15	0.87			0.42	0.21	0.11		0.18		260.0	0.47	下等	粘附	68.35
CPS13		6.92	4.00	38.52			30.20	65.70	0.93	0.70			0.47	0.54	0.13		0.20		163.8	0.44	不错的纤维	粘附	70.35
CPS14		1.90	13.10	熔化			30.80	64.80	0.99	0.80			0.48	0.30	0.13		0.21		153.9	0.47	不错的纤维	粘附	69.75
CPS14 cons		1.90	5.30	11.68	15.88		30.80	64.80	0.99	0.80			0.48	0.30	0.13		0.21		153.9	0.47	不错的纤维	粘附	69.75
CPS12		8.72	5.93	熔化			32.10	63.80	0.89	0.75			0.49	0.31	0.14		0.20		165.6	0.55	许多薄片	粘附	68.25
CPS11		15.72	10.06	熔化			34.40	62.00	0.99	0.81		0.10	0.55	0.31	0.13		0.21		170.5	0.53	良好的纤维	粘附	67.05

表4

Comp.	收缩率 %/24hrs						组成 (wt %)										总溶解度 ppm	SSA m ² /g	纤维质量	JM 28 粘附			
	1300	1350	1400	1450°	1500°	1550°c	CaO	SiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	ZrO ₂	Mg	Na ₂	K ₂ O	TiO ₂					Fe ₂ O ₃	ZnO	
50% YIELD							25.50	72.70		0.59			0.50			0.26	0.19			232.0	0.22	非常好	不粘附
SPUN		0.64	1.30	6.78	28.55	30.83	25.40	73.10		0.67			0.54				0.18			254.0	0.23	非常好	不粘附
BLOWN		0.38	0.77	5.48	30.54	40.30	25.30	73.10		0.54			0.55				0.22			196.8	0.47	非常好	不粘附
覆盖层		0.80	1.30	7.89	29.43	39.64	23.00	74.60		0.56			0.43	0.22	0.12		0.17			240.7	0.16	非常好	不粘附
BAG 24	0.61	0.90					23.18	75.18		0.66			0.42				0.17			300.0	0.23	非常好	不粘附
BAG 7		0.85	1.43	4.69	18.36	25.69	24.26	73.95		0.63			0.45				0.19			117.0	0.16	非常好	不粘附
BAG 41		0.57	0.84	2.22	22.32	26.70	21.62	76.65		0.79			0.38				0.17			127.0	0.17	非常好	不粘附
BAG 46		0.83	1.02	1.51	12.12	17.85	18.70	79.80		0.81			0.43				0.14			62.0	0.17	非常好	不粘附
BAG 62		1.56	0.96	1.36	7.69	12.84	19.74	76.25		0.47		0.82	2.27				0.15			95.0	0.16	非常好	不粘附
No. 3		0.65	3.24	8.33	13.25	22.84	19.94	75.35		0.37		1.11	2.99				0.16			202.8	1.15	非常好	不粘附
No. 4		3.36	8.02				20.81	75.45		0.39		1.05	2.87				0.16			210.2	0.61	非常好	不粘附
No. 5		2.54	8.12				20.61	75.28		0.36		0.99	2.70				0.16			229.4	0.88	非常好	不粘附
第一覆盖层	0.54	1.96	6.55				23.80	74.20		0.62		0.77								205.2	0.41	非常好	不粘附
最后覆盖层	1.13	1.37	6.00	16.21	28.76	熔化	25.01	72.89		0.57		0.92								264.4	0.15	非常好	不粘附
第一覆盖层		1.28	1.79	2.56	27.17	25.11	23.80	74.20		0.62		0.77								205.2	0.41	非常好	不粘附
最后覆盖层		1.06	1.35	1.71	21.38	31.51	25.01	72.89		0.57		0.92								264.4	0.15	非常好	不粘附
大块高速		1.52	1.81	13.71	24.15	24.56	24.90	72.20		0.72		0.82								267.5	0.15	非常好	不粘附

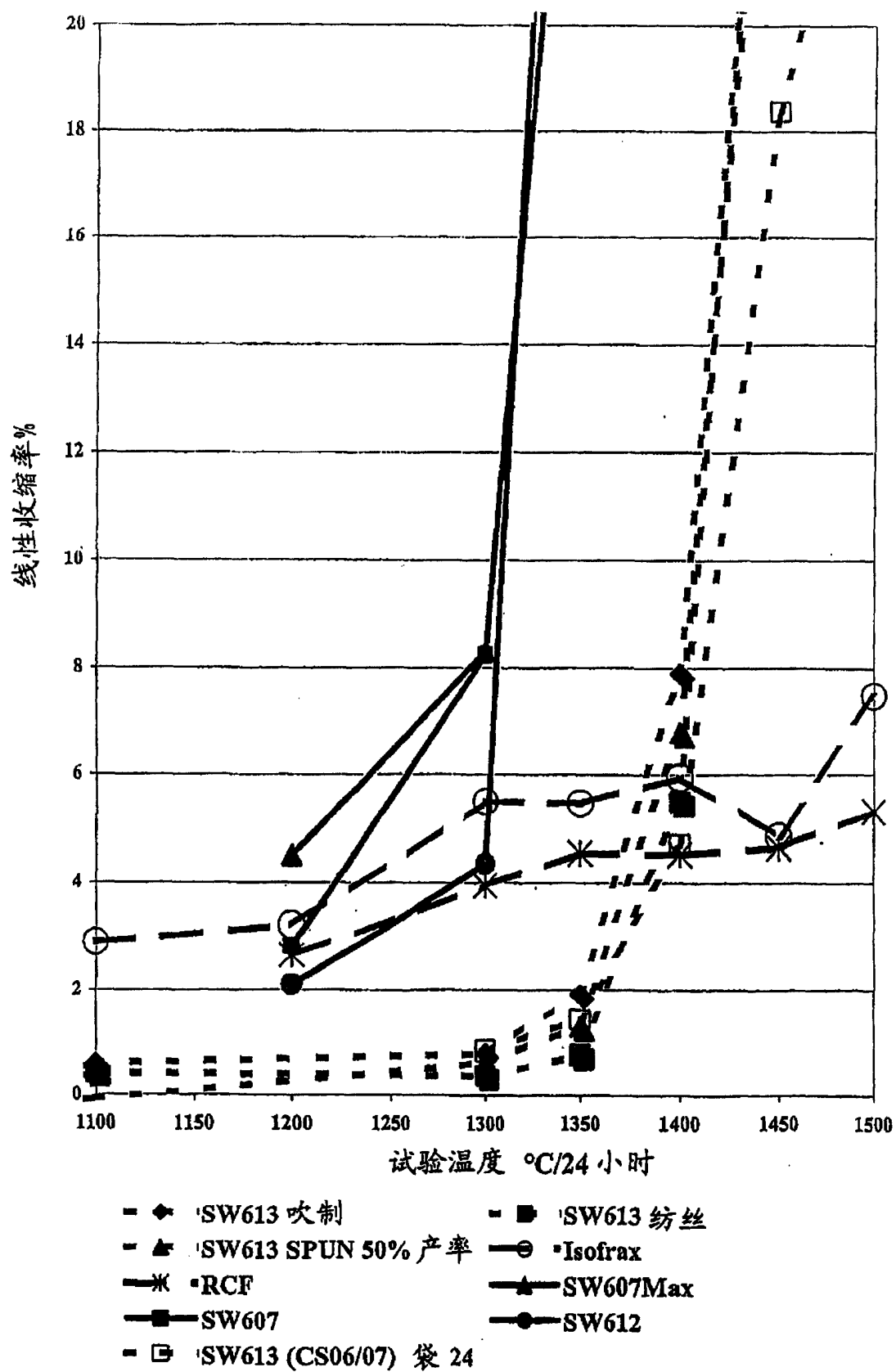


图 1