[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[6]
C04B 35/76

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 98108942.9

[43]公开日 1999年7月21日

[11]公开号 CN 1223241A

[22]申请日 94.1.12 [21]申请号 98108942.9
分案原申请号 94190925.5
[30]优先权
[32]93.1.15 [33]WO [31]PCT/GB93/00085
[32]93.1.15 [33]MX [31]930200
[32]93.7.9 [33]GB [31]9314236.2
[71]申请人 摩根坩埚有限公司
地址 英国贝克郡
[72]发明人 G·A·朱布
[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

权利要求书2页 说明书69页 附图页数1页

[54]发明名称 给制品提供耐温性能的方法

[57]摘要

一种给制品提供耐温性能的方法,包括以下步骤:a)选择一种无机纤维;b)将盐水可溶性纤维结合成一种制品或与一种制品结合在一起;c)将纤维和制品在至少1000℃的温度下处理至少24小时。

ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1.一种给制品提供耐温性能的方法，包括以下步骤:

a) 选择一种无机纤维，该纤维的真空预制品在1260℃温度下保持24小时之后，其收缩率为3.5%或更小，它包含CaO，SiO_2，MgO，任选加入的ZrO_2，任选小于0.75 mol%的Al_2O_3，总量小于2 mol%的任何附带杂质，以及SiO_2过量(定义为计算的在上述各种组分以硅酸盐形式结晶之后所剩下的SiO_2的量)大于21.8 mol%，同时排除下列组成: CaO的量大于MgO和2倍ZrO_2量之和，同时计算的透辉石与硅辉石之比处于大于一种含有组分为以mol%表示的CaO 32.59%，MgO 2.92%，ZrO_2 0.05%，Al_2O_3 0.17%和SiO_2 64.27%的纤维中的透辉石与硅辉石的比值至5.25范围;

b) 将盐水可溶性纤维结合成一种制品或与一种制结合在一起;

c) 将纤维和制品在至少为1000℃的温度下处理至少24小时。

2.根据权利要求1的方法，其中附带杂质中TiO_2的含量小于1.25 mol%，最好是小于0.8 mol%。

3.根据权利要求1的方法，其中附带杂质中Na_2O的量小于1.0 wt%，优选小于0.5 wt%，更优选小于0.3 wt%。

4.根据权利要求1的方法，其中附带杂质中Fe_2O_3的量小于1.0 wt%，优选小于0.6 wt%。

5.根据权利要求1的方法，其中Al_2O_3的含量小于0.5 mol%。

6.根据权利要求1的方法，在其组成中CaO的量小于MgO和2倍ZrO_2量之和。

7.根据权利要求6的方法，其中以mol%表示的MgO的量大于CaO的量。

8.根据权利要求 7 的方法，其特征在于纤维的真空预制品在 1300℃温度下持续 24 小时，其收缩率小于 3.5%。

9.根据权利要求 1 的方法，其中以 mol%表示的 CaO 量大于 MgO 和 2 倍 ZrO_2 量之和。

10.根据权利要求 9 的方法，其中该纤维包括以下以 mol%表示的近似含量:

CaO： 17.69 - 20.18

MgO： 7.75 - 17.22

ZrO_2： 0.32 - 6.19

SiO_2： 63.11 - 66.54 。

11.根据权利要求 9 的方法，其中该纤维包括以下以 mol%表示的近似含量:

CaO： 32.59 - 37.18

MgO： 0.88 - 2.92

SiO_2： 61.6 - 65.52 。

说　明　书

给制品提供耐温性能的方法

本发明涉及可溶于盐水、非金属、非晶质、无机氧化物的耐熔纤维材料。特别是涉及以二氧化硅为主要组分的玻璃质纤维。

无机纤维材料人们已十分熟悉并被广泛地应用于各个方面（例如：用作以垫、毡或散装形式的隔音隔热材料；用作真空成形型材，真空制板或纸，以及用作绳、纱或纺织原料；建筑材料的强化纤维，机动车辆制动工具的原料）。这些应用的绝大部分都要求所使用的无机纤维材料具备抗热性能，并且能够抵制化学环境的侵蚀。

无机纤维材料可以是玻璃质或结晶质。有些无机纤维材料与呼吸道疾病有着极其密切的联系，石棉就是其中之一。

目前虽然对把一些石棉与疾病联系起来的成因机制还不清楚，但是一些研究者相信该机制与其机械性质和大小有关。临界大小的石棉在体内能够刺穿细胞，这样长期反复损伤细胞对健康势必产生不良影响，无论这一机制正确与否，法规局都表示期望对任何含有危害呼吸道健康成分的无机纤维产品加以限制，不管是否有证据支持这种限制。不幸的是，对于无机纤维的许多应用来讲，目前尚无切实可行的替代材料问世。

因此目前市场需要危害尽可能小（如果有的话）的无机纤维，并要求存在相信它们安全的客观基础。

一系列研究指出，如果生产的无机纤维在生理流体中能够充分溶

解，并且在人体内的停留时间能够缩短，则对人体的损坏将不会发生或者至少可以减小。由于石棉致病的危险似乎对接触的时间长度有很大关联，因此这种观点似乎是合理的。石棉是极难溶物质。

由于细胞间流体在性质上是含盐的，因此纤维在盐水溶液中溶解度的重要性早就认识到了。如果纤维在生理盐水溶液中是可溶的，并且假定被溶解的组分是无毒的，那么这种纤维将比不可溶纤维更完全。纤维在体内停留的时间越短，它所引起的危害就越小。H. Förster在“矿物纤维在生理溶液中的行为”（1982 WHO IARC会议论文集，哥本哈根，第2卷27－55页（1988））一文中，对商业生产的矿物纤维在生理盐水溶液中的行为进行了讨论。同时也讨论了溶解度变化范围很大的各种纤维。

国际专利申请No. WO 87／05007公开了包括氧化镁、二氧化硅、氧化钙和小于10wt%氧化铝在内的纤维在盐水溶液中是可溶的。所公开的纤维的溶解度是以浸泡5小时后盐水溶液中含有的硅的ppm量来表示的（从含有二氧化硅的纤维材料中萃取而来）。实例中显示的硅含量的最高值为67ppm。相比之下，在相同的计量体系下，Förster文中所给出的最高水平大约为1ppm。相反地，若将国际专利申请给出的最高值转换成与Förster文章相同的计量体系，将会得到901,500mg／kg纤维的萃取率－也就是说，比Förster实验中的任何纤维都高出了约69倍。在Förster实验中萃取率最高的纤维是玻璃纤维，它们的碱含量高所以熔点低。即使将诸如实验中溶液的差异和实验持续时间等因素考虑进去，这也是一项令人信服的比较好的成就。

国际专利申请No. WO 89／12032还公开了另外一些在盐水溶液可溶的纤维，并对这种纤维中可能存在的一些组分进行了讨论。这些组

分的其中之一是ZrO_2，并且这项专利文献还对其组成（重量百分数）为ZrO_2 0.06－10%；SiO_2 35－70%；MgO 0－50%；CaO 0－64%（重量百分比）的纤维的使用方法提出了权利要求（还有其它权利要求）。然而，实际上该专利所公开的材料中氧化锆的含量范围非常有限，表1中二氧化硅含量之下列出了这些物质的含量。所公开的含氧化锆组合物没有一种进行过收缩试验并在高温应用中使用；对这些纤维所进行的全部试验就是对火的承受力，表1表明这一试验的结果是不能完全预测的。虽然似乎与二氧化硅的含量有关，但与氧化锆含量的变化趋势却不明显。

欧洲专利申请No. 0399320公开了一些玻璃纤维，他们具有高生理溶解性。

此外还有一些专利说明书是专门讲纤维的盐水溶解度的，他们是欧洲0412878和0459897。法国2662687和2662688，PCT WO 86／04807和WO 90／02713。

表 1

试验	SiO_2 wt%	CaO wt%	MgO wt%	Al_2O_3 wt%	ZrO_2 wt%	耐火试验 通过/失败	SiO_2 mol%	CaO mol%	MgO mol%	Al_2O_3 mol%	ZrO_2 mol%
174	63.5	35.55	0.33	0.88	0.21	P	61.83	37.08	0.48	0.5	0.1
178	60	38.3	0.48	0.36	0.54	-	58.7	40.14	0.7	0.21	0.26
177	59.7	38.7	0.46	0.34	0.50	-	58.36	40.53	0.67	0.20	0.24
176	59.5	39.1	0.42	0.31	0.42	-	58.1	40.91	0.61	0.18	0.2
182a	59.4	34.9	2.06	0.38	2.31	P	58.69	36.94	3.03	0.22	1.11
181	59.2	36.6	1.13	0.32	0.83	P	58.8	38.94	1.67	0.19	0.4
179	59.2	37	0.98	0.35	0.58	P	58.74	39.33	1.45	0.2	0.28
175	59.2	39.1	0.41	0.33	0.4	P	57.99	41.03	0.6	0.19	0.19
183	59.05	34.84	3.08	0.3	2.65	P	57.65	36.44	4.48	0.17	1.26
186	59.05	36.94	2.57	0.38	3.27	P	56.63	37.95	3.67	0.21	1.53
191	58.6	33.5	2.72	0.58	3.67	P	58.21	35.65	4.03	0.34	1.78
192	58.4	33.2	2.59	0.65	3.69	P	58.39	35.56	3.86	0.38	1.8
189	58.19	35.39	3.26	0.39	3.36	-	56.59	36.87	4.73	0.22	1.59
184	57.96	35.17	3.55	0.42	3.11	F	56.44	36.69	5.15	0.24	1.48
190	57.86	35.66	3.22	0.36	3.37	F	56.33	37.19	4.67	0.21	1.6
185	57.8	34.4	3.74	0.56	3.12	F	56.62	36.1	5.46	0.32	1.49
188	57.7	36	3	0.2	3.3	P	56.31	37.64	4.36	0.12	1.57
187	56.88	36.45	4	0.32	3.3	-	54.86	37.66	5.75	0.18	1.55
193	56.65	31.9	3.35	3.35	4.5	F	56.66	34.18	4.99	1.97	2.19
180	54.3	32.75	10.2	1.29	0.58	F	51.41	33.22	14.39	0.72	0.27
182	46.85	29.2	20.6	2.03	0.84	F	42.42	28.33	27.8	1.08	0.37

以前的各种技术文献中所公开的纤维的耐熔性变化很大。上面所提到的各种纤维的最大承受温度（用作耐火绝热材料）为815℃（1500 °F）。在高于815℃温度条件下能够使用的盐水可溶性商业纤维有Morgan Crucible公司生产的SUPERWOOL™纤维，其最高使用温度为1050℃，组成为SiO_2 65 wt%；CaO 29 wt%；MgO 5 wt%；Al_2O_3 1 wt%。与此类似的还有Carborundum 公司生产的INSULFRAX™纤维，连续使用温度极限为1000℃（1832 °F），熔点为1260℃（2300 °F）。组成为SiO_2 65 wt%；CaO 31.1wt%；MgO 3.2wt%；Al_2O_3 0.3wt%和Fe_2O_3 0.3wt%。

用ZrO_2 作为铝硅酸盐纤维的组分以提高其耐高温性能，这已为人们所熟悉（见欧洲专利No. 0144349）。然而这并不意味着这种效应可以转换成盐水可溶性纤维，上面讨论的专利申请No. WO 89／12032公开的事实将倾向于指出那是不行的。

本申请人的早期国际专利申请WO 93／15028（本申请要求从中获得优先权）公开了能在超过1000℃温度条件下使用的盐水可溶性纤维，但却没有指明在更高的温度下纤维仍能使用。申请人发现WO 93／15028中公开的一些纤维（像WO 93／15028表9中的A 2－13纤维）事实上在达到1260℃甚至更高的温度时仍能使用。总的来说，申请人发现特定组成的纤维(包括含氧化锆的纤维)在温度达到或超过1260℃时仍能够使用。申请人同时还意识到在高温条件下纤维失效的原因主要在于纤维的析晶；　如果由于 析晶 造成了纤维中二氧化硅含量的不足，那么将会由于收缩率大于3.5%而不能使用。因此申请人注意了析晶过程中形成了什么物质.

下面给出一种盐水可溶性纤维的参考物，这被认为是一种具有特

殊意义的纤维，在盐水溶液中总的溶解度大小 1 0 ppm，最好可能更大，而溶解度的测定是按照下面描述的方式进行的。

图 1 示出了由CaO、MgO和ZrO_2 所构成的一个三轴组分图解；该图省略了所有其它组分，这就使得在图中的所有点上CaO、MgO和ZrO_2的总和为100%。正如下面所描述的，所有点上二氧化硅都是过量的。

对于CaO＞MgO＋ 2 ZrO_2 的纤维来说，全部的MgO都以CaO · MgO · 2 SiO_2 的形式相键合；所有的ZrO_2 都以 2 CaO · ZrO_2 · 4 SiO_2 的形式相键合；而过剩的CaO则都键合为$CaSiO_3$ 。这类纤维位于图 1 的 1 区，以下将其称为CaO过量纤维。

对MgO＞CaO的纤维来讲，CaO全部结合为CaO · MgO · 2 SiO_2 ；ZrO_2 全部结合为CaO_2 · SiO_2 ；而过量的MgO则结合为MgO · SiO_2 。这些纤维位于图 1 的 2 区，以下称其为MgO过量纤维。

就图 1 中 3 区的纤维来说，其组成特点为CaO＞MgO，但CaO＜MgO＋ 2 ZrO_2 ，MgO全部结合为CaO · MgO · 2 SiO_2 ，余下的CaO结合为 2 CaO · ZrO_2 · 4 SiO_2 ；而过量的ZrO_2 则形成ZrO_2 · SiO_2 。以下将这些纤维称为ZrO_2 过量纤维。

申请人定义了一个术语“过量SiO_2 ”，它表示上面提到的各种组分（CaO、MgO和ZrO_2 ）一旦结晶后所剩下的二氧化硅的量。SiO_2 过量的值可以通过从二氧化硅总量中减去上面提到的与其它组分CaO、MgO和ZrO_2 形成硅酸盐晶体所消耗的量而求得，但假定CaO，MgO和ZrO_2 能以前面提到的物质形式而全部结晶。在所研究的绝大部分组成中，在某种程度上都含有氧化铝，所以申请人还假定氧化铝也作为Al_2O_3 · SiO_2 而结晶，在计算过量SiO_2 时，这部分也被减去。由于其它化学组成只以少量的形式存在，所以在计算过量SiO_2 时只用

了前面所提到的那些组分。对其它化学组分类似的考虑也适用。申请人发现，当过量SiO_2 大于21.8mol%时，纤维的耐温性能可达到1260℃。

申请人发现，对于CaO过剩的组成体系来说，情况则要复杂，这是由于在两种结晶物质透辉石($CaO \cdot MgO \cdot SiO_2$)和硅灰石($CaSiO_3$)之间会形成共结晶，而这种共结晶物对耐高温性能会产生不良影响。因此，本发明就排除了那些计算为透辉石与硅灰石之比大于E32纤维(请见下述)中的透辉石与硅灰石的比值至5.25范围的过量CaO.

SiO_2 过量重要性的物理基础，可能在于它代表了在其它组分以硅酸盐物质形式结晶之后，能够保持玻璃相的二氧化硅还有多少。进一步讲，析晶 所形成的硅酸盐物质在1260℃温度下可能会变成液体或流体，从而引起收缩。

一些潜在的易熔组分像碱金属和其它不可避免的杂质（如铁的氧化物）应保持最少。

因此，本发明提供一种无机纤维在1000℃或更高温度下，在24小时时间内作为耐熔纤维的应用，其中当该纤维的真空预制品在1260℃持续24小时之后，其收缩率仅为3.5%或更小，它包括CaO，SiO_2和MgO，任选包括ZrO_2，任选少于0.75mol%的Al_2O_3，任何不可避免杂质的总量不超过2 mol%，其中SiO_2 过量（定义为前面所列举的组分以硅酸盐的形式结晶之后所过量的SiO_2 的量）大于21.8mol%，同时排除下列组成：CaO的量大于MgO和2倍ZrO_2 量之和，同时计算的透辉石与硅辉石之比处于大于E32纤维(请见下述)中的透辉石与硅灰石的比值至5.25范围.本发明还提供一种耐熔纤维，当该纤维的真空预制品在1260℃温度下保持24小时之后，其收缩率为3.5%或更小,它包含CaO，SiO_2，MgO，任选加入的ZrO_2，任选小于0.75mol%的Al_2O_3，总量小于2 mol%的任何附带杂质，以及SiO_2 过量（定义为计算的在上述组分以硅酸盐的形式结晶之后所剩下的SiO_2 的量）大于21.8mol%。

（ZrO_2 ＋Al_2O_3 ）］大于 1 0 mol%，这样的纤维的MgO＋SiO_2 ＋CaO的总溶解度大于 5 0 ppm（关于测量的细节参见下文）。更可取的情况是MgO过剩大于11.2mol%，这种纤维的溶解度会达到或超过100ppm的极高水平。仅就溶解度来说，当过剩MgO过量大于15.25mol%时则更为有利；所测量的MgO过剩大于15.25mol%的纤维，其溶解度全部都超过了100ppm。

作为发明这些纤维的结果，本发明还提供了一种具有以下特征的盐水可溶性纤维，即当在1260℃温度下持续 2 4 小时后，预制纤维的真空铸型收缩率只有3.5%或更小。

申请人对以CaO／MgO／SiO_2 为基础并掺有Al_2O_3 ，ZrO_2 和TiO_2 附加组分的一系列纤维的盐水溶解度和耐熔性做了研究。这些纤维是用传统方式将熔体流的熔融组分吹制而成的，但本发明并不局限于吹制纤维，同时也包括由纺丝或其它方式制成的纤维。

表 2 和表 3 给出了这些试验的结果。表 2 列出了在800°，1000°，1200° 和1260℃时线性收缩率（并不是在每一温度对所有的样品都进行了测量）；组成的重量百分比；摩尔百分比（以组分CaO，MgO，SiO_2 ，Al_2O_3 ，ZrO_2 和TiO_2 为基础）；以及SiO_2 过剩量（定义同前）；此外对CaO过量的纤维来说，还列出了计算得到的透辉石和硅灰石的比例。表 3 列出了每种纤维的重量百分组成，摩尔百分组成（以组分CaO，MgO，SiO_2 ，Al_2O_3 ，ZrO_2 和TiO_2 为基础）；各种组分的溶解度，以及MgO过剩量（定义同前）。对于在1260℃温度下收缩率为3.5%或更小的每个样品，其组成都用黑体字标出。而那些收缩不能满足要求的组成体系则用斜体字母表示。表中所列出的其它的组成都落在所描述的范围之内，但对它们在高温下的收缩性能没有进行测定，

这些组成在表中用一般书写方式表示。对于那些不能制成纤维或者纤维的溶解性能太差而不能测定的组成体系来说，在表中则用X's表示。

参照表 2 可以得出下面所描述的一种模式。

A 线之上并包括 A 线的所有纤维的SiO_2 过量都小于21.8mol%，并且当在1260℃温度下持续 2 4 小时之后，全部（所测过的）预制纤维真空制品都达不到收缩率小于3.5%的收缩指标。

A 线之下和 B 线之上并包括 B 线的所有纤维中TiO_2 的含量都大于1.25mol%，并且都达不到收缩指标。

B 线之下和 C 线之上并包括 C 线的所有纤维中Al_2O_3 的含量都大于0.75mol%，并且都达不到收缩指标的要求。

按照纤维中CaO，MgO和ZrO_2 的相对含量，对 C 线之下的纤维进行了分组（即关于它们与在图 1 中的位置）。

C 线之下和 D 线之上并包括 D 线的所有纤维，都是MgO过量纤维（图 1 的 2 区），并分在SiO_2 过量这一类。

D 线之下和 E 线之上并包括 E 线的所有纤维，都是ZrO_2 过量纤维（图 1 的 3 区），并分在SiO_2 过量这一类。

E 线之下的所有纤维都是CaO过量纤维，并按照透辉石和硅灰石的比例进行分类。

E 线之下和 F 线之上并包括 F 线的所有纤维，都是CaO过量纤维，其中透辉石与硅灰石的比率为大于5.25。

F 线之下和 G 线之上并包括 G 线的所有纤维，都是CaO过量纤维，其中透辉石与硅灰石的比例在1.8～5.25之间。

G 线之下的所有纤维都是CaO过量纤维，其中透辉石与硅灰石的比例小于1.8。

首先看MgO过量纤维，其绝大部分都达到了1260℃时的收缩指标（对测试过的来讲）。B7D，BZ－440C，B7C和BZ－4150C都含有较高的Fe_2O_3（B7D为1.1wt%，其余为0.6wt%）。

D 3和D 8中TiO_2的含量比较高(分别为0.71mol%和0.74mol%)，可能是由于这个原因，以及其它杂质的存在，导致收缩率差。应当注意到，D 9中TiO_2的含量为0.65mol%，其收缩率也是令人满意的。

BZ－440A，B7A，BZ－4150A和BZ－560B中存在的Na_2O的含量在0.3－1.0wt%之间内变化，这可能对其收缩率差也起了一定的作用。

BZ－4150中Al_2O_3的含量为0.64mol%，并且未能通过收缩指标的检验。这种情况与BZ－4150形成对比，其组成虽然类似，但Al_2O_3的含量只有0.06mol%，因而能够通过收缩指标检验。进一步比较，BZ－560E的Al_2O_3含量为0.62mol%，并且也达到了收缩指标；在它的成分中ZrO_2的含量却比BZ－4150B高。因此申请人相信ZrO_2的存在能够提高纤维对杂质水平的忍耐力，相比之下其它组分的这种能力则较差。

在1260℃温度下D 3的收缩率为3.8%，刚刚通不过指标，B19的收缩率只有3.6%，事实上这两者可能都是测量错误。

接下来再看ZrO_2过量纤维，除了BZ－407，BZ－429和BZ－430之外，其余的全部都达到了1260℃（实验温度）的收缩指标。这些结果或许表明，一些次要的杂质（表2中用“其它”表示）可能也有影响，因为BZ－429和BZ－430的杂质含量都比较高（分别为1.1和0.9wt%），通过分析发现其中分别包含了0.4和0.3wt%的Na_2O。BZ－430只差一点没能达到收缩指标（收缩率为3.7%），这可能是由于分析误差所引起的。

现在转向CaO过量纤维，模式清楚但不确切。透辉石与硅灰石比例在5.25～1.8之间的纤维没能达到收缩指标。透辉石与硅灰石的比值在此范围之外的那些纤维，倾向于合格但模式是不确切的，没能满足收缩指标是下面一些纤维。

在CaO过量的纤维中，透辉石与硅灰石的比值超过5.25而没能通过收缩指标的包括BZ－418，和BZ－29，他们的收缩率是足够低的，可能是实验误差产生了上述结果，实际这些纤维的收缩率可能是令人满意的。

BZ－421，B13，BZ－422，BZ－417和BZ－416也都没有通过，尽管最初的指示表明这可能与CaO的含量有点关系，但现在看来这似乎是错误的。没能达到收缩指标可能是由于易熔组分的存在或其它因素所引起的。BZ－29和BZ－421失败的可能原因或许是由于他们的Al_2O_3含量高（分别为0.55和0.51mol%），而Al_2O_3可能是单独起作用或者与其它杂质一起发生影响。

对于透辉石与硅灰石比例小于1.8的CaO过量纤维来说，被证明是失败的纤维只有E24一种，尽管它通过了1260℃的实验，但未能通过1200℃的试验。这一结果可能是与实验误差，易熔组分，或其它因素有关。

表3给出了列在表2中的纤维的溶解度，但靠近MgO过量一栏。尽管不确切，但还是能够看出存在着一种总溶解随MgO过量变化的趋势。

无论如何该趋势似乎是CaO过量纤维性能差（或许是由于$CaSiO_3$形成的缘故，而在MgO过量或ZrO_2过量纤维中$CaSiO_3$不能形成），而MgO过量与ZrO_2过量纤维表现比较好。取极端情况，这将表明高

MgO、低CaO、低ZrO_2 、低Al_2O_3 的纤维将具有高溶解度和低收缩性。然而申请人的经验是，这样的纤维生产是很困难的（见组成A2－33，A2－32，A2－28）。同样地，SiO_2 含量太高的纤维生产也很困难或者是不可能的。要制定一个确切的界线很困难，本发明只包括能够满足上述收缩要求的那些纤维。

申请人对一些纤维在更高的温度下进行了试验。

对BZ－400，BZ－440，BZ－48和BZ－54纤维在1350℃下进行了试验，结果全不合格，收缩率都超过20%。

对BZ－400，BZ－36，BZ－46和BZ－41号纤维在1300℃条件进行了试验，其收缩率分别为6.2%，17.9%，19.6%和3.1%。BZ－61位于MgO过量区，申请人推测（由于在此区内$2CaO \cdot ZrO_2 \cdot 4SiO_2$ 不能形成），正是这一组分导致了在1300℃的失败。

纤维的收缩性对温度的依赖性是如此强烈，（1260℃～1300℃和1300℃～1350℃这样窄的温度范围纤维就达不到指标），这一事实为了解实验误差是如何产生的提供了一条线索。在一典型的实验炉中，名义温度为1260℃，但由于空间（炉中从前至后或中央至炉壁的位置不同）和时间（炉温控制器的开启或停止炉子的电流）的变化，实际温度很容易在1250℃～1270℃范围内浮动。20℃的温度差就可以轻易地将一个合格样品变为收缩率大于3.5%的不合格样品。正如前面所指出的，这种现象可以对B19，D3，BZ－430，BZ－418和BZ－29样品略高于3.5%的收缩率做出解释。

在收缩率试验过程中，还对某些样品做了进一步的检查，以确定它们是否会与试验中放置样品的陶瓷板（氧化铝或富铝红柱石板）发生可逆反应。结果发现，透辉石与硅灰石比例小于1.8的CaO过量纤维

能与富铝红柱石板发生格外严重的反应；更为甚者，由于针状晶体的生长，纤维的强度也会降低。

下面对测定收缩率和溶解度所使用的方法进行详细描述。

收缩率的测定是按推荐的ISO标准ISO／TC33／SCI／N220（相当于英国标准BS 1920，第六部分，1986），为了说明小样品的大小，对该方法做了一些修正。概括起来，该方法包括了真空铸模的制备，将75g纤维放入500cm³ 的0.2%淀粉溶液中，然后注入120×65mm的模具中。将铂针（直径大约为0.1～0.3mm）按100×45mm间距放置在四个角上，其最大长度（L_1 和 L_2）和对角线（L_3 和 L_4）是用移动显微镜测量的，精度为±5μm。将样品放置在炉中并开始升温，在低于实验温度50度以下时，升温速率为400℃／小时，剩下的最后50℃则按120℃／小时的速率升温，直到试验温度，并保持24小时。所给出的收缩值是4次测量的平均值。

应当指出，尽管这是一种测定纤维收缩率的标准方法，但是它也具有内在的变异性，因为预制纤维的最后密度会随着铸造条件的变化而改变。此外还应当指出，用同样纤维制成的纤维毡的收缩性比预制纤维的要大。因此，本说明书所提及的3.5%的收缩率可能说明在制成的纤维毡中偏高的收缩率。

申请人注意了在无机氧化物耐熔纤维中，可能会出现的各种杂质（例如，碱金属氧化物和铁的氧化物），发现所能承受的杂质的含量会随纤维主要组分的比例而变化。例如，ZrO_2 含量高的纤维要比ZrO_2含量低的纤维承受更多的Na_2O或Fe_2O_3。因此，申请人建议各种附带杂质的最大含量为2mol%，然而正如上面所讲，能够承受的最大含量也会改变的。

溶解度的测定方法如下。

先将纤维切碎－取2.5ｇ纤维（用手揑开），用250cm³ 蒸馏水在Monlinex家用食物搅拌器中将纤维液化。然后将悬浮相转移到500cm³塑料烧杯中并澄清，之后将上面的清液尽可能地倒出，剩下的液体可用炉子在110℃温度干燥掉。

溶解度测试装置包括一个震动搅拌水浴，试验溶液的组成如下：

化合物	名称	克
NaCl	氯化钠	6.780
NH_4Cl	氯化铵	0.540
$NaHCO_3$	碳酸氢钠	2.270
$Na_2HPO_4 \cdot H_2O$	磷酸氢二钠	0.170
$Na_3C_6H_5O_7 \cdot 2H_2O$	二水合柠檬酸钠	0.060
$H_2NCH_2CO_2H$	甘氨酸	0.450
H_2SO_4 s.g. 1.84	硫酸	0.050

上述物质用蒸馏水稀释到１升，制成类生理盐水。

称取0.500ｇ±0.0003ｇ的碎纤维放入塑料离心管中，再加入25cm³的类生理盐水。将纤维和盐水充分摇晃，放入震动搅拌水浴保持在体温水平（３７℃±１℃）。搅拌器的速度设在２０转／分钟。

一段时间（通常为５小时或２４小时）之后，将离心管从水浴中取出并离心，离心速度为4500转／分钟，时间大约５分钟。然后用注射器和皮下注射针头将上层清液抽走。接下来将针头从注射器上拔下，空气由注射器排出，液体通过过滤器（0.45μｍ硝酸纤维素滤膜［Whatman Labsales 有限公司生产的WCN型］进入一个干净的塑料瓶。然后用Thermo Jarrell Ash Smith－Hiefje Ⅱ型原子吸收

光谱仪对液体进行分析。

分析中使用一氧化氮和乙炔火焰，其操作条件如下：

元素	波长（nm）	带宽	电流（mA）	火焰
Al	309.3	1.0	8	燃料充足
SiO_2	251.6	0.3	12	燃料充足
CaO	422.7	1.0	7	燃料贫乏
MgO	285.2	1.0	3	燃料贫乏

测定上述元素所采用的步骤和标准陈述如下。

SiO_2 的浓度最高为250ppm（1 ppm为 1 mg／升）时，不用稀释即可分析。高于此浓度则应进行适当的稀释。在最后的稀释溶液中加入0.1%的KCl（0.1 g／100cm^3），以防离子干扰。注意，如果使用玻璃装置，有必要马上分析。

用1000ppm的纯二氧化硅（99.999%）储存溶液（与Na_2CO_3一起在铂坩埚中于1200℃熔炼20分钟（0.2500 g SiO_2／2 g Na_2CO_3），然后用稀盐酸（4摩尔）溶解在塑料容量瓶中，加蒸馏水至250cm^3）制成下列标准：

标准（ppm SiO_2）	储存液（cm^3）
10.0	1.0
20.0	2.0
30.0	3.0
50.0	5.0
100.0	10.0
250.0	25.0

在稀释到100cm^3之前，每个标准都加入0.1%的KCl。

铝用不着稀释，可以从样品直接测定。可以使用的Al标准分别为1.0，5.0和10.0ppm。为了刻度方便，将读数乘以1.8895，把Al转换成Al_2O_3。

将购买的标准Al原子吸收溶液（如BDH 1000ppm Al）用精确移液管稀释到预定浓度，加入0.1%的KCl，以防离子干扰。

钙测定之前可能会要求稀释（即10倍和20倍稀释）。稀释液中必须含有0.1%的KCl。

用蒸馏水和精确移液管将标准钙的原子吸收溶液（如BDH 1000ppm Ca）稀释制成0.5，4.0，和10.0ppm Ca的标准。为防止离子干扰同样也要加入0.1%的KCl。为了将获得的读数由Ca转换成CaO，要乘上一个1.4的系数。

镁在测定之前也要对样品进行稀释（10倍和20倍）。在每份稀释液中加入0.1%的KCl。为将Mg转换成MgO，读数须乘上1.658。

用蒸馏水和精确移液管将Mg的标准原子吸收溶液（如BDH 1000ppm Mg）稀释，配成0.5，1.0和10.0ppm Mg的标准。加入0.1%的KCl，以防离子干扰。

所有的储存溶液都储存在塑料瓶中。

前面讨论了预制纤维连续24小时置于1260℃时的抗收缩性能。这代表了纤维的最高使用温度。实践中纤维都被标明最大的连续使用温度和更高的接触温度。工业上选择一种在指定温度使用的纤维时，通常是选取具有比正常要求的使用温度更高的连续使用温度的纤维。也就是说温度的偶然增加不会损坏纤维。通常都给有100～150℃的余地。因此本发明将申请纤维的使用扩展到更高的温度（即在那些温度下纤维的耐熔性至关重要）而不是仅仅在1260° 温度下使用。

选择纤维时一定会遇到纤维的耐熔性与纤维溶解度的平衡问题。例如，申请人发现，可溶性最好的纤维或许是B 7（总溶解度大于100ppm），而在1260℃的收缩率为2.7%。相比之下，耐熔性最好的纤维或许是BZ－560，在1260℃温度下收缩率仅为2.1%，但是总的溶解度却只有 2 7 ppm。尽管有些其它的纤维收缩率也比较小，但这种纤维还具有一种特性，即在烧至1260℃时在很大程度能够保持它的弹性－许多纤维在灼烧之后由于结晶和烧结而变脆。看起来提高ZrO_2的含量虽然有助于克服这一弱点(BZ－560中ZrO_2 的含量为7.64mol%)，但同时也降低了纤维的溶解度。

由上所述，很显然最好使纤维中杂质的含量保持尽可能低。申请人推测由于各种结晶物质从纤维中结晶，一些杂质会向颗粒界线处迁移并在那里集中。这样一来，少量的杂质可能会产生很大的影响。

表　　2

组成	收缩率 800℃	1000℃	1200℃	1260℃	组成wt% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
CAS10	0.6	10.7		10.3	50.8			24.6		23.6	
BZ-14	36.6				27.1	9.9	10	0.4		51.2	0.7
CAS4	0.3	31.3		33.7	19.7	0.4	0.2	36.6		42.5	0.5
BZ-13	14.1				32	5.1	10	0.5		50.9	0.7
71		51.7			24.04	19.66		0.2		54.68	
765		34.2			3.9	35.07		2.12		57.78	
BZ-24	20.9				22.2	9.9	15	0.3		51.2	0.8
BZ-23	6.4	40.2		49.1	26.5	5	14.9	0.5		51.4	0.8
734		39.3			26.62	17.05	0.05	1		56.58	
973		34.9			24.45	16.81	0.05	0.5		56.18	
971		41.7			23.92	17.36	0.05	0.74		56.82	
BZ-27	2.6	10.1		19	23.8	5.1	14.8	0.4		53.9	0.7
BZ-10	27.8			44.7	27.1	10	5	0.4		56	0.6
708	8.7	1.1			42.79	0.77				55.22	
A2-19		4.7			18.48	19.71		0.54		58.71	
A2-18		36.2			26.29	13.01		0.66		56.96	
BZ-28	5.9				19.4	9.9	15.1	0.3		54.5	0.6
B3-3	34.7	0.3			36.07	4.44	1.46	0.58		55.99	
BZ-9	31.5			43.9	31.8	5	5.1	0.6		56	0.6
B3-26	26.6	39.8			30.5	9.44		0.62		56.98	

表　　2（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	过量SiO_2	透辉石/硅灰石	注
CAS10	58.82			15.67		25.51	-18.98		
BZ-14	29.00	14.74	4.87	0.24		51.15	-2.57		
CAS4	24.58	0.69	0.11	25.12		49.50	-1.12		
BZ-13	35.00	7.76	4.98	0.30		51.96	-1.05		
71	23.44	26.67		0.11		49.77	-0.45		
765	3.62	45.26		1.08		50.04	0.07		
BZ-24	24.46	15.18	7.52	0.18		52.66	0.68		
BZ-23	29.95	7.86	7.66	0.31		54.22	0.77		
734	25.66	22.87	0.02	0.53		50.92	1.81		
973	24.31	23.25	0.02	0.27		52.14	4.26		
971	23.56	23.79	0.02	0.40		52.23	4.47		
BZ-27	27.00	8.05	7.64	0.25		57.07	6.49		
BZ-10	28.29	14.53	2.38	0.23		54.58	6.77		
708	44.85	1.12				54.03	8.05		
A2-19	18.29	27.18		0.29		54.24	8.47		
A2-18	26.85	18.48		0.37		54.30	8.59		
BZ-28	21.30	15.12	7.55	0.18		55.85	8.62		
B3-3	37.77	6.47	0.70	0.33		54.73	8.76		
BZ-9	33.95	7.43	2.48	0.35		55.80	9.12		
B3-26	31.39	13.52		0.35		54.74	9.48		

表　　2（续）

组成	收缩率 800℃	1000℃	1200℃	1260℃	组成wt% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
BZ-21	3.1	11.9		16.8	22.3	5	15.2	0.3		56.4	0.7
A2-23	10.7	18.9			18.59	18.78	0.05	0.48		60.2	
BZ-12	7.4			14.8	21.3	9.7	10.2	0.3		57.8	0.8
A2-24	12.3	3.3			13.62	22.74	0.08	0.31		61.38	
932		12.8			21.6	15.65	0.11	1.5		59.85	
714	1.2	0.7			32	8.27				59.05	
BZ-11	6.6	17.2		22	26.2	5	10.2	0.4		57.4	0.8
660		24.7			34.65	4.83		1.15		57.74	
712	3.4	4.4			35.39	4.61		0.06		57.54	
B3-20		30.9			32.7	6.07		0.91		57.57	
A2-25		6.1			10.99	24.18	0.07	0.33		62.36	
BZ-25	2.2	3.9		11.6	20.7	5.2	15.5	0.3		57.3	0.7
694	1.9	1.6			33.1	6.02	0.17	0.27		58.39	
A2-11	1.1	1.8			24.28	13.24	0.08	0.25		60.32	
B3-21		30.3			36.62	2.43	0.08	0.73		57.38	
692		2.1			34.34	5.44	0.17	0.13		59.82	
B8	2.8	2.9		6.9	18.8	17.9	0.3	0.2		63	0.2
BZ-22	7.6	20.7		21.3	17.1	9.8	15.2	0.4		56.7	0.7
E21	1.4	3.4	5.6		39.1	0.7		0.6		58.2	0.5
B3-25		2.3			28.15	9.22		0.48		59.53	

表　　2（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	过量SiO_2	透辉石/硅灰石	注
BZ-21	25.06	7.82	7.77	0.19		59.16	10.55		
A2-23	18.37	25.82	0.02	0.26		55.53	11.06		
BZ-12	22.77	14.42	4.96	0.18		57.67	11.17		
A2-24	13.25	30.79	0.04	0.17		55.76	11.51		
932	21.58	21.75	0.05	0.82		55.80	11.60		
714	32.45	11.67				55.89	11.78		
BZ-11	28.60	7.59	5.07	0.24		58.49	11.92		
660	36.13	7.01		0.66		56.20	12.40		
712	37.04	6.71		0.03		56.21	12.43		
B3-20	34.28	8.85		0.52		56.34	12.68		
A2-25	10.66	32.64	0.03	0.18		56.48	12.97		
BZ-25	23.35	8.16	7.96	0.19		60.34	13.09		
694	34.41	8.71	0.08	0.15		56.65	13.23		
A2-11	24.48	18.57	0.04	0.14		56.77	13.51		
B3-21	38.96	3.60	0.04	0.43		56.98	13.92		
692	35.08	7.73	0.08	0.07		57.04	14.00		
B8	18.30	24.24	0.13	0.11		57.23	14.46		
BZ-22	18.83	15.02	7.62	0.24		58.29	14.67		
E21	41.28	1.03		0.35		57.35	14.70		
B3-25	29.08	13.25		0.27		57.40	14.80		

表　　2（续）

组成	收缩率 800℃	1000℃	1200℃	1260℃	组成wt% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
586	1.6	1.9			35.03	3.9		0.13		58.65	
A2-14		1.8			25.3	11.66	0.16	0.28		60.74	
A2-35	7.1	7.3			8.88	24.88	0.47	0.29		64.12	
924	3	0.3			19.78	14.54	0.66	2.57		61.32	
696	1.4	0.3			30.91	6.15	0.24	0.21		58.81	
757	2.9	1.3			20.92	15.22		0.2		62.6	
A2-34	3.9	3.4			6.63	26.2	0.8	0.23		64.85	
A2-12	2.3	1			16.55	18	0.05	0.33		63.56	
BZ-49	2.3	14			20.9	4.9	13.2	0.3		59.5	0.7
A2-30	1.6	2.7			16.06	18.21		0.4		63.68	
A2-7		1.4			23.37	11.98	0.23	0.44		61.98	
B9	1.7	2.2		5	18.1	17.1	0.1	0.2		64.4	0.2
A2-21	3.3	3.2			13.74	19.98	0.13	0.34		64.16	
BZ-411	4.2	7.7			20.3	9.8	7.1	0.2		61.6	0.4
BZ-427	3.7	9.6			19.6	9.7	8.1	0.2		60.8	0.6
B3-1		0.5			32.56	3.8	0.82	0.79		60.11	
B3-1A	1.7	2.5			32.27	3.99	0.09	1.74		60.32	
BZ-47	1.2	10.4			18.9	5	15.2	0.3		59	0.7
B3-9	1.7	1.6			34.49	2.5	0.49	0.76		60.28	
BZ-2	1.7	3.1		7.7	21.7	9.6	5.2	0.5		61.9	0.5

表　　2（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	过量SiO_2	透辉石/硅灰石	注
586	36.77	5.69		0.08		57.46	14.92		
A2-14	25.70	16.48	0.07	0.16		57.59	15.11		
A2-35	8.56	33.37	0.21	0.15		57.71	15.41		
924	19.99	20.44	0.30	1.43		57.84	15.68		
696	32.68	9.05	0.12	0.12		58.04	15.96		
757	20.79	21.04		0.11		58.06	16.13		
A2-34	6.37	35.01	0.35	0.12		58.15	16.29		
A2-12	16.37	24.76	0.02	0.18		58.67	17.34		
BZ-49	23.37	7.62	6.72	0.18		62.10	17.49		
A2-30	15.89	25.07		0.22		58.82	17.64		
A2-7	23.79	16.97	0.11	0.25		58.89	17.68		
B9	17.72	23.29	0.04	0.11		58.84	17.69		
A2-21	13.51	27.34	0.06	0.18		58.90	17.81		
BZ-411	21.42	14.39	3.41	0.12		60.67	17.93		
BZ-427	20.93	14.41	3.94	0.12		60.60	17.95		
B3-1	34.36	5.58	0.39	0.46		59.21	18.02		
B3-1A	33.92	5.84	0.04	1.01		59.19	18.34		
BZ-47	21.47	7.90	7.86	0.19		62.57	18.36		
B3-9	36.35	3.67	0.24	0.44		59.31	18.38		
BZ-2	22.73	13.99	2.48	0.29		60.52	18.55		

表　　2（续）

组成	收缩率 800℃	1000℃	1200℃	1260℃	组成wt% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
B5	1.4	1.8		6	19.9	15.1	0.1	0.2		64.2	0.4
E22	1.5	1.6	4.5	5.6	37.1	0.7	0.1	0.6		60.2	0.5
B3-24	1.2	1.8			25.53	9.73		0.58		61.62	
B12	1.9	1.8		7.9	22	13.2	0.1	0.2	0.1	63.5	0.2
BZ-1	1.7	4	6.6		26.6	5.2	5.1	0.5		60.3	0.7
B3-29		0.9			36	0.68	0.17	0.92		59.4	
A2-9	0.9	1.9			21.44	12.96		1.49		63.66	
BZ-41	7.9	8.1			23.1	9.8	3	0.4		62.5	0.6
BZ-428	1.4	3.3	3.7	4.1	18.9	9.8	8	0.3		61.3	1
BZ-406	3	8.2			20.2	9.8	6.4	0.2		62.6	0.3
BZ-26	2.7	19.4		19.7	15.2	9.9	15.3	0.2		58.5	0.6
722		1.3			31.08	5.25		0.05		61.33	
BZ-51	0.4	5.7			17.6	4.9	17.5	0.2		59.1	0.6
725		0.6			28.13	7.54		0.1		61.83	
BZ-39	6.8	7.8		17.1	21.2	9.8	5.1	0.3		62.8	0.6
BZ-40	6.2	8.9		18.3	20.9	9.8	5	0.4		62.4	0.6
BZ-5	1.4	6.2		9	22.1	4.9	10.3	0.3		60.8	0.6
B16	1.7	1.5		4.3	15.1	18.1	0.3	0.1	0.1	66	0.2
BZ-57	2	6.6			16.1	9.7	13.2	0.3		60.3	0.6
BZ-412	2	3.2		6.3	19.2	9.7	7.1	0.2		62.9	0.5

表　　2（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	过量SiO_2	透辉石/硅灰石	注
B5	19.71	20.80	0.05	0.11		59.34	18.68		
E22	39.20	1.03	0.05	0.35		59.37	18.70		
B3-24	26.35	13.97		0.33		59.36	18.71		
B12	22.03	18.39	0.05	0.11	0.07	59.35	18.73		
BZ-1	28.69	7.80	2.50	0.30		60.71	18.91		
B3-29	38.72	1.02	0.08	0.54		59.63	19.19		
A2-9	21.50	18.08		0.82		59.59	19.19		
BZ-41	23.90	14.11	1.41	0.23		60.36	19.30		
BZ-428	20.20	14.57	3.89	0.18		61.16	19.50		
BZ-406	21.20	14.31	3.06	0.12		61.32	19.59		
BZ-26	16.77	15.19	7.68	0.12		60.24	19.69		
722	32.49	7.64		0.03		59.85	19.69		
BZ-51	20.08	7.78	9.09	0.13		62.93	19.72		
725	29.18	10.88		0.06		59.88	19.75		
BZ-39	22.10	14.21	2.42	0.17		61.10	19.78		
BZ-40	21.94	14.31	2.39	0.23		61.13	19.88		
BZ-5	24.41	7.53	5.18	0.18		62.69	20.21		
B16	14.78	24.65	0.13	0.05	0.07	60.31	20.69		
BZ-57	17.49	14.66	6.53	0.18		61.14	20.87		
BZ-412	20.26	14.24	3.41	0.12		61.97	20.92		

表　　2（续）

组成	收缩率 800℃	1000℃	1200℃	1260℃	组成wt% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
BZ-405	1.6	3.9		11	20.1	9.9	5.4	0.3		63.2	0.5
B3-3.1	15.3	43.3			31.64	0.67	0.41	5.91		59.54	
BZ-55	1.3	8.4			14.6	9.8	15.5	0.2		59	0.5
BZ-43	4.4	4.9			19	9.7	7.1	0.3		63	0.4
B3-11		0.9			33.25	2.33	0.59	0.69		61.71	
BZ-45	0.8	2.7		5	19.3	4.8	13.1	0.4		61.3	0.6
BZ-6	2.2	3.9		4.7	17.2	9.8	10.3	0.2		61.8	0.5
BT-3	0.6	0.8		27.2	22.3	4.9	0.3	0.4	6.6	64.1	0.3
BT-2	0.4	0.9		24.9	23.7	4.9	0.1	0.4	4.8	64.9	0.3
BZT-2		0.5		19.6	19.2	4.9	6.7	0.3	3.6	64.3	0.4
BT-1	0.6	1.1		20	26.2	4.9	0.1	0.4	2.8	64.3	0.4
D12	0.5	0.8		4.8	13.7	10.4	5.3	0.1	2.7	67.6	0.3
D11	0.6	0.9		8.6	14.4	11.1	5.3	0.1	2.7	66.4	0.3
D10	1.1	1.3		4.6	15.7	11.7	4.9	0.1	2.7	64.7	0.3
D5	0.6	0.8		5.2	14.3	11.7	5.4	0.1	2	66.4	0.4
BZT-1	0.9	1.3		29.5	24.3	4.9	3.3	0.4	1.9	64	0.5
D4	0.9	1.6		7.2	16.4	12.2	5.4	0.2	1.8	62.8	0.3
KW-1				4.9	2.9	0.1	0.1	44.5		51.7	0.2
B3-6.1	18.8	21.6			24.83	4.59	0.15	5.7		63.24	
B3-2.1	3.3	7.5			32.3	0.48	0.12	4.15		60.83	

表　　2（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	过量SiO_2	透辉石/硅灰石	注
BZ-405	21.05	14.42	2.57	0.17		61.78	20.99		
B3-3.1	34.55	1.02	0.20	3.55		60.68	21.16		
BZ-55	16.14	15.07	7.80	0.12		60.87	21.21		
BZ-43	20.06	14.25	3.41	0.17		62.10	21.29		
B3-11	35.10	3.42	0.28	0.40		60.80	21.31		
BZ-45	21.59	7.47	6.67	0.25		64.02	21.37		
BZ-6	18.43	14.61	5.02	0.12		61.82	21.72		A
BT-3	23.74	7.26	0.15	0.23	4.93	63.69	32.17		
BT-2	25.02	7.20	0.05	0.23	3.56	63.95	31.41		
BZT-2	20.92	7.43	3.32	0.18	2.75	65.40	30.22		
BT-1	27.50	7.16	0.05	0.23	2.06	63.00	28.02		
D12	14.33	15.13	2.52	0.06	1.98	65.98	33.95		
D11	14.97	16.06	2.51	0.06	1.97	64.44	30.85		
D10	16.26	16.86	2.31	0.06	1.96	62.55	27.06		
D5	14.82	16.87	2.55	0.06	1.46	64.25	29.95		
BZT-1	25.88	7.26	1.60	0.23	1.42	63.61	27.04		
D4	17.11	17.71	2.56	0.11	1.32	61.17	23.67		B
KW-1	3.82	0.18	0.06	32.28		63.65	27.24		
B3-6.1	26.57	6.83	0.07	3.35		63.17	26.26		
B3-2.1	35.08	0.73	0.06	2.48		61.66	23.26		C

表　　2（续）

组成	收缩率 800℃	1000℃	1200℃	1260℃	组成wt% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
B3-5A	4.3	7.4			25.41	4.68	0.58	3.97		63.74	
B3-4A	1	1.4			25.81	4.88	0.24	2.05		65.5	
BZ-440E				11.4	16.9	6.5	5.8	1.7	0.1	68.4	0.4
BZ-560F				6	11.4	9.1	15	1.5	0.1	61.7	0.5
BZA-6			3.9		17.2	11.9	3.4	1.4		65.4	0.4
BZA-3			3.2		18.6	12.4	0.6	1.4		65.8	0.3
B6	1.1	1.1	2.9	3.5	19.2	14.2	0.1	0.2		66.1	0.4
D7	0.7	1.1	2.2	2.7	18.5	13.5	1.7	0.2	1	65.1	0.2
B10	1.6	1.6	2.6	3.2	16.8	15.9	0.3	0.2	0.1	67.1	0.2
A2-10	1.9	2.2	2.2	3	16.22	15.8		0.49		66.17	
BZ-59	1	2.8		2.9	12.4	10	17.5	0.2		59.2	0.7
B7D				12.6	18.3	13.8	0.8	0.2	0.1	65.5	1.3
A2-5	1	1.9			18.74	13.78	0.14	0.18		65.69	
A2-31	1.9	2.3			8.45	21.72	0.64	0.32		67.62	
D1	1	1.7		7.2	16.3	12.5	5.6	0.1	1	63.3	0.3
A2-8		1.5			16.86	14.24	1.17	0.22		65.33	
BZ-441	0.7	1.7		2.5	15	11.2	11	0.1		62.4	0.5
A2-13	1.7	1.6		2.6	14.87	16.01	0.92	0.11		66.67	
BZ-440A				5.7	16.4	12.6	5.3	0.1	0.1	64.6	0.7
B7A				6.7	18.3	13.7	0.3	0.2	0.1	66.8	0.6

表　　2（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	过量SiO_2	透辉石/硅灰石	注
B3-5 A	27.07	6.94	0.28	2.33		63.39	26.49		
B3-4A	27.18	7.15	0.12	1.19		64.37	28.63		
BZ-440E	18.09	9.68	2.83	1.00	0.08	68.33	33.92		
BZ-560F	12.76	14.17	7.64	0.92	0.08	64.44	28.96		
BZA-6	17.71	17.05	1.59	0.79		62.86	25.38		
BZA-3	18.92	17.55	0.28	0.78		62.47	24.67		C
B6	19.05	19.60	0.05	0.11		61.20	22.41		
D7	18.57	18.85	0.78	0.11	0.70	60.99	22.68		
B10	16.49	21.71	0.13	0.11	0.07	61.48	23.04		
A2-10	16.18	21.93		0.27		61.62	23.24		
BZ-59	13.83	15.52	8.88	0.12		61.64	23.28		
B7D	18.45	19.36	0.37	0.11	0.07	61.64	23.36		1.1%Fe_2O_3
A2-5	18.85	19.29	0.06	0.10		61.69	23.39		
A2-31	8.26	29.55	0.28	0.17		61.73	23.46		
D1	16.96	18.10	2.65	0.06	0.73	61.50	23.72		
A2-8	17.15	20.15	0.54	0.12		62.03	24.06		
BZ-441	15.98	16.60	5.33	0.06		62.04	24.07		
A2-13	14.89	22.31	0.42	0.06		62.32	24.64		
BZ-440A	16.95	18.12	2.49	0.06	0.07	62.31	24.70		0.4%Na_2O
B7A	18.29	19.05	0.14	0.11	0.07	62.33	24.74		0.3%Na_2O

表　　2（续）

组成	收缩率 800℃	1000℃	1200℃	1260℃	组成wt% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
BZ-440C				4.8	16.2	12.6	5.3	0.1	0.1	64.3	0.8
B7C				3.9	18	13.8	0.2	0.1		66.6	0.7
BZ-4150C				4.9	15.5	11.9	7.5	0.1	0.1	63.9	0.8
D8	1.3	1.4		4.3	16.9	13.2	1.8	0.4	1	66.2	0.2
B19	1.1	1.5		3.6	13.9	16.8	0.7	0.1	0.1	68.7	0.1
BZ-4150B				7.3	15.3	11.5	7.1	1.1	0.1	64.2	0.4
BZ-20	0.8	1.5		2.3	12.4	9.9	15.8	0.2		61.5	0.5
B7	1.2	1.3	2.8	2.7	17.9	13.1	0.8	0.3		67.8	0.2
B11	1	1.2	2.7	2.5	15.8	15	0.4	0.2	0.1	68.6	0.2
BZ-4150A				4.6	15.3	11.5	7.2	0.2	0.1	64.5	0.7
BZ-440	0.7	1.4	2.3	2.1	15.9	12.1	5.2	0.2		65.7	0.4
BZ-4150		1.9	2.7	3.2	15.2	11.7	7.4	0.1	0.1	65.3	0.5
D2	0.8	1.1	2.3	3.5	15.4	11.6	5.8	0.2	1	65	0.3
BZ-437	0.2	0.9		2	15	12.2	6.1	0.1		65.7	0.3
A2-33					4.61	22.85	1.01	0.25		70.04	
BZ-54	0.3	1.4	1.7	1.9	10.5	9.9	17.6	0.1		61.4	0.6
B17	0.9	1.4		3.2	14.2	15.5	0.1	0.1	0.1	69.1	0.2
A2-26	1.5	1.5			8.12	19.26	0.98	0.29		68.65	
BZ-560E				3.5	11.9	9	15.1	1	0.1	61.6	0.4
A2-20	1	1.1			11.58	16.57	0.91	0.4		68.19	

表　　2（续）

组成	组成mol%								
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	过量SiO_2	透辉石/硅灰石	注
BZ-440C	16.82	18.21	2.51	0.06	0.07	62.33	24.74		0.6%Fe_2O_3
B7C	18.09	19.29	0.09	0.06		62.47	24.94		0.6%Fe_2O_3
BZ-4150C	16.27	17.38	3.58	0.06	0.07	62.63	25.33		0.6%Fe_2O_3
D8	17.11	18.59	0.83	0.22	0.71	62.54	25.80		
B19	13.65	22.95	0.31	0.05	0.07	62.97	26.00		
BZ-4150B	16.08	16.82	3.40	0.64	0.07	62.99	26.06		
BZ-20	13.64	15.16	7.91	0.12		63.17	26.33		
B7	17.91	18.24	0.36	0.17		63.32	26.65		
B11	15.63	20.65	0.18	0.11	0.07	63.36	26.79		
BZ-4150A	16.11	16.85	3.45	0.12	0.07	63.40	26.87		0.3%Na_2O
BZ-440	16.47	17.44	2.45	0.11		63.53	27.05		
BZ-4150	15.85	16.97	3.51	0.06	0.07	63.54	27.16		
D2	16.10	16.87	2.76	0.11	0.73	63.42	27.58		
BZ-437	15.60	17.66	2.89	0.06		63.79	27.59		
A2-33	4.50	31.05	0.45	0.13		63.86	27.72		
BZ-54	11.71	15.36	8.93	0.06		63.93	27.86		
B17	14.14	21.47	0.05	0.05	0.07	64.22	28.51		
A2-26	8.15	26.90	0.45	0.16		64.34	28.67		
BZ-560E	13.31	14.00	7.69	0.62	0.08	64.31	28.69		
A2-20	11.71	23.30	0.42	0.22		64.35	28.69		

表　　2（续）

组成	收缩率 800℃	1000℃	1200℃	1260℃	组成wt% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
BZ-58	0.2	1.1		2.1	12.5	10	13.6	0.3		63.5	0.6
759	1.1	1.7			17.45	12.6				68.33	
A2-29	1.5	1.8			4.46	22.31	1.23	0.19		71.24	
BZ-560B				5.7	12	9.1	15.1		0.1	62.3	1.5
BZ-560C				2	11.7	9.1	15.6	0.1	0.1	62.7	0.9
BZ-610		1.6	2.8	2.6	13.1	10.6	10.2	0.3	0.1	65.2	0.5
BZ-560A				3.1	11.7	9.1	15	0.1	0.1	62.5	0.8
BZ-560		1.1	1.8	2.1	11.7	9	15.1	0.1	0.1	62.9	0.5
D9		1.1		3.1	15.9	12	1.87	0.1	0.9	68.2	0.2
BZ-56	0.1	0.5		2.2	10.4	9.8	15.7	0.1		63.7	0.5
A2-27	1.2	1.2			6.77	19.64	1.01	0.24		71.14	
BZ-61	0.2	1	2	2	13.2	9.7	11	0.1		65.6	0.4
A2-6		1.5			15.17	12.76	1.13	0.07		69.29	
D3	0.3	0.8		3.8	13.6	11.3	5.7	0.1	1	67.3	0.3
BZ-60	0.1	0.4		1.7	8.1	9.7	18.2	0.1		63.1	0.4
A2-32					6.36	19.6	0.36	0.23		73.09	
A2-17		1.3			11.58	14.52	1.58	0.15		70.43	
A2-22		1.1			9.36	16.34	0.83	0.33		71.48	
BZ-63	0.3	0.8		2.4	13.1	9.8	8.6	0.1		67.4	0.4
BZ-8	0.4			2.7	11.4	9.9	10.8	0.2		76.8	0.5

表　　2（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	过量SiO_2	透辉石/硅灰石	注
BZ-58	13.58	15.12	6.73	0.18		64.40	28.80		
759	17.67	17.75				64.58	29.16		
A2-29	4.34	30.23	0.55	0.10		64.77	29.55		
BZ-560B	13.37	14.11	7.66		0.08	64.79	29.66		1%Na_2O
BZ-560C	12.98	14.05	7.88	0.06	0.08	64.95	29.97		
BZ-610	14.00	15.76	4.96	0.18	0.08	65.03	30.14		
BZ-560A	13.05	14.12	7.61	0.06	0.08	65.07	30.22		
BZ-560	13.01	13.92	7.64	0.06	0.08	65.29	30.65		
D9	16.26	17.07	0.87	0.06	0.65	65.10	30.84		
BZ-56	11.47	15.03	7.88	0.06		65.56	31.12		
A2-27	6.70	27.03	0.45	0.13		65.69	31.38		
BZ-61	14.20	14.51	5.38	0.06		65.85	31.70		
A2-6	15.46	18.09	0.52	0.04		65.89	31.79		
D3	14.24	16.46	2.72	0.06	0.74	65.79	32.31		
BZ-60	9.12	15.19	9.32	0.06		66.30	32.61		
A2-32	6.23	26.70	0.16	0.12		66.79	33.59		
A2-17	11.78	20.55	0.73	0.08		66.86	33.72		
A2-22	9.42	22.88	0.38	0.18		67.14	34.28		
BZ-63	13.99	14.56	4.18	0.06		67.20	34.41		
BZ-8	12.19	14.73	5.26	0.12		67.70	35.39		

表　　2（续）

组成	收缩率 800℃	1000℃	1200℃	1260℃	组成wt% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
A2-15		1.1			12.67	12.35	1.24	0.11		72.25	
A2-16		0.7			12.4	10.09	2.23	0.19		73.43	
A2-28					2.07	17.15	1.76	0.15		78.07	
BZ-407	1	2.1		4.6	19	9.7	6.5	0.2		63.5	0.4
BZ-429	0.7	1.8		4.1	17.8	9.7	8.1	0.2		62.4	1.1
BZ-19	0.7	1.1		2.2	17.4	5.1	15.4	0.3		60.8	0.6
BZ-413	1.1	2.1		2.8	18.5	9.8	7.4	0.2		64.2	0.4
BZ-38	1.4	1.9		2.9	17.2	11.2	6.7	0.2		63.5	0.4
BZ-53	1.1	2.8	2.3	3.3	14.5	10	13.3	0.1		61.2	0.5
BZ-430	0.8	1.7		3.7	17	9.7	8.5	0.2		63.2	0.9
BZ-408	0.6	1.1		3.3	18.4	9.1	6.6	0.2		64.8	0.4
BZ-414	0.3	1.4	1.7	1.9	17.5	9.9	7.4	0.2		65	0.4
BZ-50	0.4	1.1		3.1	17.3	5	13.7	0.2		62.7	0.6
BZ-62	0.6	1.8		2.3	15.4	9.9	10.7	0.1		62.9	0.9
BZ-401	0.7	1.4		2.7	18.2	9.7	5.4	0.3		65.7	0.5
BZ-435	0.3	1.4		1.5	16.6	11.3	5.3	0.6		64.9	0.7
BZA-5			2.7		17.1	11.9	3.1	1	0.1	65.7	0.4
BZ-409	0.7	1		3	17.4	9.9	6.8	0.2		65.8	0.4
BZ-431		1.2		2.6	16.1	9.8	8.6	0.2		63.9	0.6
BZA-4			2.6		17	11.9	3.1	0.7		65.8	0.4

表　　2（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	过量SiO_2	透辉石/硅灰石	注
A2-15	12.94	17.55	0.58	0.06		68.88	37.75		
A2-16	12.90	14.61	1.06	0.11		71.32	42.65		
A2-28	2.08	23.93	0.80	0.08		73.10	46.20		D
BZ-407	20.03	14.23	3.12	0.12		62.50	22.10		0.4%Na_2O
BZ-429	19.07	14.46	3.95	0.12		62.40	22.50		
BZ-19	19.68	8.02	7.93	0.19		64.18	22.54		
BZ-413	19.36	14.27	3.53	0.12		62.72	22.90		
BZ-38	18.06	16.36	3.20	0.12		62.25	23.65		
BZ-53	15.82	15.18	6.60	0.06		62.33	24.35		
BZ-430	18.19	14.44	4.14	0.12		63.12	24.36		0.3%Na_2O
BZ-408	19.44	13.37	3.17	0.12		63.90	24.76		
BZ-414	18.34	14.43	3.53	0.12		63.58	25.21		
BZ-50	19.41	7.80	7.00	0.12		65.67	25.53		
BZ-62	16.59	14.84	5.25	0.06		63.26	25.64		
BZ-401	19.03	14.11	2.57	0.17		64.12	25.78		
BZ-435	17.36	16.44	2.52	0.35		63.34	26.22		
BZA-5	17.63	17.07	1.45	0.57	0.07	63.21	26.22		
BZ-409	18.16	14.38	3.23	0.11		64.11	26.33		
BZ-431	17.24	14.60	4.19	0.12		63.86	26.40		
BZA-4	17.57	17.11	1.46	0.40		63.47	26.71		

表　　2（续）

组成	收缩率 800℃	1000℃	1200℃	1260℃	组成wt% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
BZ-46	0.3	0.7	1.2	1.8	14.9	4.9	17.3	0.3		61.2	0.7
BZ-403	0.5	1		2.4	17.4	10	5.8	0.2		66.1	0.4
BZ-433	1.3	1.1		2.2	16.2	11.5	5.4	0.2		65.8	0.9
BZ-400	0.6	1.3	1.7	2.3	17.1	9.7	5.4	0.2		66.6	0.4
BZ-415	0.6	1.3		2.2	16	10	7	0.5		66.5	0.4
BZ-410	0.6	1		1.6	16.4	9.8	6.6	0.1		66.8	0.4
BZ-419	0.6	1.5	1.7	1.8	17	9.9	4.6	0.2		67.2	0.4
BZ-36		0.5	0.7	1.3	16.5	5	12.6	0.2		64.9	0.6
BZ-48	0.3	0.5	1	0.9	15.1	4.9	15.1	0.3		63.6	0.6
BZ-4	0.5			1.6	16.2	9.7	5.7	0.5		67.4	0.5
BZ-404	0.4	1.2		1.9	16.1	10	5.4	0.1		67.7	0.4
BZ-52	0.3	0.5		0.6	13.4	5	17.5	0.2		62.8	0.6
BZ-420	0.5	1.3		1.9	16.4	9.9	4.7	0.2	0.1	68.3	0.3
BZ-44	0.7	1.1	2.9	2.4	14.8	9.6	7	0.3		67.3	0.4
BZ-7	0.3			1.3	16.3	5	10.7	0.3		67.1	0.5
BZ-426		1		2	16.3	9.8	3.6	0.2		69.4	0.3
BZ-438	0.2	0.6		1.7	14.8	8.5	5.6	0.1		69.4	0.3
BZ-35	0.2	0.9		1.7	18.1	5	12.2	0.2		63.2	0.5
BZ-402	0.6	1.1		2.7	18.1	9.4	5.1	0.2		65.8	0.4
BZ-425	0.7	1.1		2.2	17	9.7	3.4	0.2		68.5	0.3

表　　2（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	过量SiO_2	透辉石/硅灰石	注
BZ-46	17.15	7.85	9.06	0.19		65.75	26.85		
BZ-403	18.17	14.53	2.76	0.11		64.43	27.04		
BZ-433	16.84	16.63	2.56	0.11		63.85	27.60		
BZ-400	17.94	14.16	2.58	0.12		65.21	28.53		
BZ-415	16.76	14.58	3.34	0.29		65.03	28.98		
BZ-410	17.18	14.28	3.15	0.06		65.33	29.21		
BZ-419	17.76	14.39	2.19	0.11		65.54	29.40		
BZ-36	18.36	7.74	6.38	0.12		67.40	29.49		
BZ-48	17.10	7.72	7.78	0.19		67.22	29.74		
BZ-4	16.97	14.13	2.72	0.29		65.89	30.37		
BZ-404	16.82	14.53	2.57	0.06		66.02	30.90		
BZ-52	15.39	7.99	9.15	0.13		67.34	30.98		
BZ-420	17.04	14.31	2.22	0.11	0.07	66.24	31.19		
BZ-44	15.69	14.16	3.38	0.17		66.60	32.43		
BZ-7	17.93	7.65	5.36	0.18		68.88	32.63		
BZ-426	16.90	14.13	1.70	0.11		67.16	32.93		
BZ-438	15.74	12.58	2.71	0.06		68.91	36.23		E
BZ-35	20.18	7.75	6.19	0.12		65.76	25.33	464.59	
BZ-402	19.05	13.76	2.44	0.12		64.63	26.82	47.59	
BZ-425	17.69	14.04	1.61	0.11		66.54	31.47	41.43	

表　　2（续）

组成	收缩率 800℃	1000℃	1200℃	1260℃	组成wt% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
BZ-418	0.5	1.1		3.6	18.3	10	4.1	0.2		66.8	0.4
BZ-416	1	0.9		4.7	19.3	9.8	5.2	0.2		64.7	0.4
BZ-16	1.2			1.9	19.2	9.7	5.2	0.3		64.9	0.4
BZA-2			2.8		18.5	12.2	0.6	1		66.4	0.3
BZA-1			2.6		18.5	12.2	0.6	0.6		67.1	0.3
BZ-160	0.8	1.3	2	3.1	19.3	9.7	5.1	0.3	0.1	64.8	0.4
B4	1	0.9	2	2.7	18.8	12.2	0.7	0.2		66.8	0.7
BZ-424	0.9	1.5		2.4	18.4	9.9	3.5	0.2		67.1	0.3
BZ-29	0.1		1.9	3.6	18.1	5	10.2	0.9		64.8	0.6
BZ-417	0.8	1.1		8.4	19.4	9.7	4.1	0.2		66.1	0.4
BZ-423	0.2	1.3		3.4	19.1	9.8	3.5	0.2		66.9	0.4
BZ-421	1.5	2.9		6	20.1	9.8	4.3	0.9		64.7	0.5
BZ-17	0.7	1		3.2	19	5	10.4	0.4		63.8	0.6
BZ-42	0.9	0.9		2.6	19.1	9.9	3	0.2		66.7	0.5
BZ-422	0.9	1.8		10.4	20.2	9.8	3.6	0.2		65.3	0.4
B13	0.6	1		14	21.3	12.3	0.6	0.2	0.1	65.6	0.3
BZ-31	0.2	0.4		2.2	18.3	5.1	8.6	0.3		66.5	0.6
BZ-30	0.6	1.7		5.7	20.2	5	10.3	0.4		63.4	0.6
BZ-432	0.7	0.9		6	20	8	5.5	0.2		65.1	0.6
BZ-4340	1.4	1.4		20.7	21	8.3	5.6			63.5	

表　　2（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	过量SiO_2	透辉石/硅灰石	注
BZ-418	18.96	14.41	1.93	0.11		64.59	27.24	27.90	
BZ-416	20.15	14.23	2.47	0.11		63.04	23.61	20.69	
BZ-16	20.04	14.09	2.47	0.17		63.23	23.99	19.75	
BZA-2	18.82	17.27	0.28	0.56		63.07	25.86	18.86	
BZA-1	18.74	17.19	0.28	0.33		63.45	26.63	18.86	
BZ-160	20.14	14.08	2.42	0.17	0.07	63.11	23.88	16.60	
B4	19.08	17.22	0.32	0.11		63.27	26.21	15.80	
BZ-424	19.07	14.27	1.65	0.11		64.90	28.15	12.77	
BZ-29	19.96	7.67	5.12	0.55		66.70	28.29	9.73	
BZ-417	20.09	13.97	1.93	0.11		63.89	25.85	8.93	
BZ-423	19.71	14.07	1.64	0.11		64.46	27.27	8.38	
BZ-421	20.81	14.12	2.03	0.51		62.53	23.04	7.88	
BZ-17	21.00	7.69	5.23	0.24		65.83	26.43	7.37	
BZ-42	19.77	14.26	1.41	0.11		64.45	27.48	7.36	
BZ-422	20.93	14.12	1.70	0.11		63.14	24.58	6.14	
B13	21.28	17.10	0.27	0.11	0.07	61.17	22.14	5.85	
BZ-31	19.99	7.75	4.28	0.18		67.80	31.33	5.42	F
BZ-30	22.14	7.62	5.14	0.24		64.86	24.58	5.22	
BZ-432	21.16	11.78	2.65	0.12		64.30	25.94	5.18	
BZ-4340	22.25	12.24	2.70			62.81	22.92	4.82	

表　　2（续）

组成	收缩率 800℃	1000℃	1200℃	1260℃	组成wt% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
BZ-37	1.5	2.1		11	21.1	9.8	3.2	0.3		64.2	0.5
B14	1	0.9		5	20.3	11.4		0.2	0.1	67.1	0.2
BZ-33	0.3	0.7		4	20.3	5	8.2	0.3		65	0.6
B18	1.1	1		12.2	22.8	10.2	0.5	0.3	0.1	64.8	0.2
BZ-34	0.6	1.1		5	22.2	4.9	8.1	0.3		63.2	0.6
B3-22	0.8	1.1			21.28	9.34	0.54	0.52		66.17	
B21	0.6	0.5		7.1	22.3	9.3	0.6	0.2	0.1	67.1	0.2
B3-23		1			23.26	9.33	0.3	0.56		64.09	
B3-28		0.2			18.74	7.03	0.75	0.47		70.81	
B3-27	0.7	0.8			20.98	7	0.79	0.78		68.56	
BZ-15	1.2	1.3		9	24.1	5	5.2	0.3		63.8	0.6
719		0.5			25.69	8.12				65.77	
718		0.4			27.14	6.95	0.49			65.23	
B3-14		1			24.91	5.54	0.61	0.58		65.11	
721	0.6	0.3			27.26	5.33		0.06		65.08	
723	0.5	0.4			29.79	5.44				62.61	
B3-18		0.4			23.7	3.76	0.47	0.43		69.42	
B3-19		0.5			24.91	3.65	0.65	0.45		67.58	
B3-16	0.2	0.3			24.99	1.71	1.03	0.65		68.74	
B3-13	0.9	0.8			30.62	2.06	0.91	0.55		62.33	

表　　2（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	过量SiO_2	透辉石/硅灰石	注
BZ-37	21.92	14.16	1.51	0.17		62.24	22.97	4.63	
B14	20.51	16.02		0.11	0.07	63.28	26.64	4.57	
BZ-33	22.11	7.58	4.06	0.18		66.07	28.08	3.45	
B18	23.28	14.49	0.23	0.17	0.07	61.76	23.36	2.80	
BZ-34	24.17	7.42	4.01	0.18		64.22	24.43	2.77	
B3-22	22.04	13.46	0.25	0.30		63.96	27.66	2.73	
B21	22.68	13.16	0.28	0.11	0.07	63.70	27.19	2.53	
B3-23	24.10	13.45	0.14	0.32		61.99	23.83	2.32	
B3-28	19.68	10.27	0.36	0.27		69.42	38.47	2.26	
B3-27	21.97	10.20	0.38	0.45		67.01	33.64	1.99	
BZ-15	25.88	7.47	2.54	0.18		63.94	25.34	1.94	G
719	26.11	11.48				62.40	24.81	1.78	
718	27.72	9.87	0.23			62.18	24.13	1.59	
B3-14	26.50	8.20	0.30	0.34		64.66	29.03	1.50	
721	28.56	7.77		0.03		63.64	27.28	1.37	
723	31.10	7.90				61.00	22.01	1.34	
B3-18	25.16	5.55	0.23	0.25		68.80	37.38	1.31	
B3-19	26.61	5.42	0.32	0.26		67.39	34.45	1.29	
B3-16	27.06	2.58	0.51	0.39		69.47	38.44	1.15	
B3-13	33.14	3.10	0.45	0.33		62.98	25.51	1.14	

表　　2（续）

组成	收缩率 800℃	1000℃	1200℃	1260℃	组成wt% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
B3-17		0.3			26.68	1.86	0.57	0.7		67.25	
B3-15		0.3			29.82	1.78	0.51	0.17		65.86	
E32				3.2	31	2	0.1	0.3		65.5	0.3
B3-32					23.43	0.65	0.72	0.31		73.28	
B3-31		0.7			27.76	0.49	1.01	0.4		67.59	
E25	0.4	0.4	1.1	0.9	31.1	0.6	0.7	0.5		65.3	0.5
E31				1.8	31	1		0.4		66.4	0.4
E24	0.6	0.8	4	1.3	33	0.6	0.3	0.5		64.1	0.5
E23	0.5	0.7		2.2	35.1	0.6	0.1	0.5		62.3	0.5
B3-30		0.6			31.93	0.37	0.28	0.64		64.13	

表　　2（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	过量SiO_2	透辉石/硅灰石	注
B3-17	28.79	2.79	0.28	0.42		67.73	35.17	1.13	
B3-15	31.64	2.63	0.25	0.27		65.22	30.19	1.11	
E32	32.59	2.92	0.05	0.17		64.27	28.49	1.10	
B3-32	25.13	0.97	0.35	0.18		73.37	46.38	1.07	
B3-31	30.10	0.74	0.50	0.24		68.42	36.34	1.06	
E25	33.27	0.89	0.34	0.29		65.20	30.07	1.05	
E31	32.77	1.47		0.23		65.52	31.05	1.05	
E24	35.08	0.89	0.15	0.29		63.60	27.05	1.03	
E23	37.18	0.88	0.05	0.29		61.60	23.15	1.03	
B3-30	31.41	0.55	0.14	0.38		64.52	28.89	1.02	

表　3

组成	组成wt%						
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
KW-1	2.9	0.1	0.1	44.5		51.7	0.2
CAS 4	19.7	0.4	0.2	36.6		42.5	0.5
CAS 10	50.8			24.6		23.6	
B3-3A	31.64	0.67	0.41	5.91		59.54	
B3-2A	32.3	0.48	0.12	4.15		60.83	
BZ-51	17.6	4.9	17.5	0.2		59.1	0.6
BZ-46	14.9	4.9	17.3	0.3		61.2	0.7
BZ-52	13.4	5	17.5	0.2		62.8	0.6
BZ-48	15.1	4.9	15.1	0.3		63.6	0.6
BZ-47	18.9	5	15.2	0.3		59	0.7
BZ-21	22.3	5	15.2	0.3		56.4	0.7
BZ-23	26.5	5	14.9	0.5		51.4	0.8
BZ-19	17.4	5.1	15.4	0.3		60.8	0.6
B3-31	27.76	0.49	1.01	0.4		67.59	
BZ-25	20.7	5.2	15.5	0.3		57.3	0.7
B3-30	31.93	0.37	0.28	0.64		64.18	
BZ-27	23.8	5.1	14.8	0.4		53.9	0.7
E25	31.1	0.6	0.7	0.5		65.3	0.5
B3-29	36	0.68	0.17	0.92		59.4	
B3-32	23.43	0.65	0.72	0.31		73.28	

表　3（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	溶解度 CaO	MgO	SiO_2	总量	过量MgO
KW-1	3.82	0.18	0.06	32.28		63.65					-32.16
CAS 4	24.58	0.69	0.11	25.12		49.50	5		13	18	-24.54
CAS 10	58.82			15.67		25.51	30		9	39	-15.67
B3-3A	34.55	1.02	0.20	3.55		60.68	25	10	30	65	-2.74
B3-2A	35.08	0.73	0.06	2.48		61.66	61	5	58	124	-1.81
BZ-51	20.08	7.78	9.09	0.13		62.93	8	3	12	23	-1.43
BZ-46	17.15	7.85	9.06	0.19		65.75	9	3	16	28	-1.41
BZ-52	15.39	7.99	9.15	0.13		67.34	7	3	11	21	-1.28
BZ-48	17.10	7.72	7.78	0.19		67.22	6	3	9	18	-0.25
BZ-47	21.47	7.90	7.86	0.19		62.57	11	3	17	31	-0.14
BZ-21	25.06	7.82	7.77	0.19		59.16	11	3	26	43	-0.14
BZ-23	29.95	7.86	7.66	0.31		54.22	17	3	23	43	-0.11
BZ- 19	19.68	8.02	7.93	0.19		64.18	8	3	24	35	-0.09
B3-31	30.10	0.74	0.50	0.24		68.42	50	4	112	166	0.00
BZ-25	23.35	8.16	7.96	0.19		60.34	8	3	16	27	0.02
B3-30	34.41	0.55	0.14	0.38		64.52	83	3	163	249	0.04
BZ-27	27.00	8.05	7.64	0.25		57.07	14	3	25	42	0.16
E25	33.27	0.89	0.34	0.29		65.20	50		86	136	0.26
B3-29	38.72	1.02	0.08	0.54		59.63	29	5	201	235	0.39
B3-32	25.13	0.97	0.35	0.18		73.37	X	X	X	X	0.44

表　3（续）

组成	组成wt%						
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
E24	33	0.6	0.3	0.5		64.1	0.5
E23	35.1	0.6	0.1	0.5		62.3	0.5
BZ-45	19.3	4.8	13.1	0.4		61.3	0.6
E22	37.1	0.7	0.1	0.6		60.2	0.5
E21	39.1	0.7		0.6		58.2	0.5
BZ-50	17.3	5	13.7	0.2		62.7	0.6
BZ-49	20.9	4.9	13.2	0.3		59.5	0.7
708	42.79	0.77				55.22	
BZ-36	16.5	5	12.6	0.2		64.9	0.6
E31	31	1		0.4		66.4	0.4
BZ-35	18.1	5	12.2	0.2		63.2	0.5
B3-16	24.99	1.71	1.03	0.65		68.74	
BZ-29	18.1	5	10.2	0.9		64.8	0.6
B3-17	26.68	1.86	0.57	0.7		67.25	
B3-15	29.82	1.78	0.51	0.47		65.86	
BZ-7	16.3	5	10.7	0.3		67.1	0.5
BZ-5	22.1	4.9	10.3	0.3		60.8	0.6
BZ-17	19	5	10.4	0.4		63.8	0.6
BZ-30	20.2	5	10.3	0.4		63.4	0.6
BZ-11	26.2	5	10.2	0.4		57.4	0.8

表　　3（续）

组成	组成mol%						溶解度				过量MgO
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	CaO	MgO	SiO_2	总量	
E24	35.08	0.89	0.15	0.29		63.60	57		115	172	0.45
E23	37.18	0.88	0.05	0.29		61.60	61		137	198	0.54
BZ-45	21.59	7.47	6.67	0.25		64.02	13	5	18	36	0.55
E22	39.20	1.03	0.05	0.35		59.37	64		162	226	0.63
E21	41.28	1.03		0.35		57.35	58		225	283	0.68
BZ-50	19.41	7.80	7.00	0.12		65.67	13	5	17	35	0.69
BZ-49	23.37	7.62	6.72	0.18		62.10	11	3	16	30	0.72
708	44.85	1.12				54.03	31	2	193	226	1.12
BZ-36	18.36	7.74	6.38	0.12		67.40	8	3	16	27	1.24
E31	32.77	1.47		0.23		65.52					1.24
BZ-35	20.18	7.75	6.19	0.12		65.76	8	3	21	32	1.44
B3-16	27.06	2.58	0.51	0.39		69.47	72	10	132	214	1.68
BZ-29	19.96	7.67	5.12	0.55		66.70	10	7	27	44	2.01
B3-17	28.79	2.79	0.28	0.42		67.73	49	13	162	224	2.10
B3-15	31.64	2.63	0.25	0.27		65.22	38	7	156	201	2.11
BZ-7	17.93	7.65	5.36	0.18		68.88	11	7	21	39	2.11
BZ-5	24.41	7.53	5.18	0.18		62.69	14	7	22	43	2.17
BZ-17	21.00	7.69	5.23	0.24		65.83	14	3	28	45	2.21
BZ-30	22.14	7.62	5.14	0.24		64.86	16	5	33	54	2.24
BZ-11	28.60	7.59	5.07	0.24		58.49	25	7	33	65	2.29

表　3（续）

组成	组成wt%						
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
B3-13	30.62	2.06	0.91	0.55		62.33	
BZ-13	32	5.1	10	0.5		50.9	0.7
E32	31	2	0.1	0.3		65.5	0.3
B3-11	33.25	2.33	0.59	0.69		61.71	
B3-9	34.49	2.5	0.49	0.76		60.28	
B3-21	36.62	2.43	0.08	0.73		57.38	
BZ-34	22.2	4.9	8.1	0.3		63.2	0.6
BZ-31	18.3	5.1	8.6	0.3		66.5	0.6
BZ-33	20.3	5	8.2	0.3		65	0.6
B3-6 A	24.83	4.59	0.15	5.7		63.24	
BZT-2	19.2	4.9	6.7	0.3	3.6	64.3	0.4
B3-5 A	25.41	4.68	0.58	3.97		63.71	
BZ-9	31.8	5	5.1	0.6		56	0.6
B3-1	32.56	3.8	0.82	0.79		60.11	
BZ-15	24.1	5	5.2	0.3		63.8	0.6
B3-1A	32.27	3.99	0.09	1.74		60.32	
B3-19	24.91	3.65	0.65	0.45		67.58	
BZ-1	26.6	5.2	5.1	0.5		60.3	0.7
B3-18	23.7	3.76	0.47	0.43		69.42	
BZT-1	24.3	4.9	3.3	0.4	1.9	64	0.5

表　　3（续）

组成	组成mol%						溶解度				过量MgO
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	CaO	MgO	SiO_2	总量	
B3-13	33.14	3.10	0.45	0.33		62.98	41	7	151	199	2.33
BZ-13	35.00	7.76	4.98	0.30		51.96	38	12	42	92	2.48
E32	32.59	2.92	0.05	0.17		64.27					2.70
B3-11	35.10	3.42	0.28	0.40		60.80	28	15	162	205	2.74
B3-9	36.35	3.67	0.24	0.44		59.31	8	5	175	188	2.99
B3-21	38.96	3.60	0.04	0.43		56.98	25	16	175	216	3.13
BZ-34	24.17	7.42	4.01	0.18		64.22	35	13	26	74	3.23
BZ-31	19.99	7.75	4.28	0.18		67.80	13	3	33	49	3.29
BZ-33	22.11	7.58	4.06	0.18		66.07	34	15	33	82	3.33
B3-6 A	26.57	6.83	0.07	3.35		63.17	7	26	26	59	3.41
BZT-2	20.92	7.43	3.32	0.18	2.75	65.40	16	7	29	52	3.93
B3-5A	27.07	6.94	0.28	2.33		63.39	43	11	48	102	4.33
BZ-9	33.95	7.43	2.48	0.35		55.80	63	30	133	226	4.60
B3-1	34.36	5.58	0.39	0.46		59.21	84	17	146	247	4.73
BZ-15	25.88	7.47	2.54	0.18		63.94	42	17	77	136	4.75
B3-1A	33.92	5.84	0.04	1.01		59.19	54	51	149	254	4.79
B3-19	26.61	5.42	0.32	0.26		67.39	44	21	163	228	4.84
BZ-1	28.69	7.80	2.50	0.30		60.71	45	20	92	157	5.00
B3-18	25.16	5.55	0.23	0.25		68.80	66	17	145	228	5.08
BZT-1	25.88	7.26	1.60	0.23	1.42	63.61	44	13	68	125	5.43

表　3（续）

组成	组成wt%						
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
B3-3	36.07	4.44	1.46	0.58		55.99	
BZ-560F	11.4	9.1	15	1.5	0.1	61.7	0.5
586	35.03	3.9	0.13	0.13	58.65	58.65	
BZ-560E	11.9	9	15.1	1	0.1	61.6	0.4
BZ-60	8.1	9.7	18.2	0.1		63.1	0.4
B3-4A	25.81	4.88	0.24	2.05		65.5	
BZ-440E	16.9	6.5	5.8	1.7	0.1	68.4	0.4
BZ-560C	11.7	9.1	15.6	0.1	0.1	62.7	0.9
BZ-560	11.7	9	15.1	0.1	0.1	62.9	0.5
660	34.65	4.83		1.15		57.74	
BZ-54	10.5	9.9	17.6	0.1		61.4	0.6
BZ-560A	11.7	9.1	15	0.1	0.1	62.5	0.8
BZ-560B	12	9.1	15.1		0.1	62.3	1.5
BZ-59	12.4	10	17.5	0.2		59.2	0.7
712	35.39	4.61		0.06		57.54	
BT-1	26.2	4.9	0.1	0.4	2.8	64.3	0.4
BT-3	22.3	4.9	0.3	0.4	6.6	64.1	0.3
BT-2	23.7	4.9	0.1	0.4	4.8	64.9	0.3
BZ-56	10.4	9.8	15.7	0.1		63.7	0.5
BZ-20	12.4	9.9	15.8	0.2		61.5	0.5

表　　3（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	溶解度 CaO	MgO	SiO_2	总量	过量MgO
B3-3	37.77	6.47	0.70	0.33		54.73	14	18	185	217	5.44
BZ-560F	12.76	14.17	7.64	0.92	0.08	64.44					5.60
586	36.77	5.69		0.08		57.46	54	19	182	255	5.62
BZ-560E	13.31	14.00	7.69	0.62	0.08	64.31					5.70
BZ-60	9.12	15.19	9.32	0.06		66.30	6	3	21	30	5.80
B3-4A	27.18	7.15	0.12	1.19		64.37	52	16	82	150	5.85
BZ-440E	18.09	9.68	2.83	1.00	0.08	68.33					5.85
BZ-560C	12.98	14.05	7.88	0.06	0.08	64.95					6.11
BZ-560	13.01	13.92	7.64	0.06	0.08	65.29	4	5	18	27	6.22
660	36.13	7.01		0.66		56.20	69	23	152	244	6.35
BZ-54	11.71	15.36	8.93	0.06		63.93	10	7	17	34	6.37
BZ-560A	13.05	14.12	7.61	0.06	0.08	65.07					6.45
BZ-560B	13.37	14.11	7.66		0.08	64.79					6.45
BZ-59	13.83	15.52	8.88	0.12		61.64	8	7	23	38	6.51
712	37.04	6.71		0.03		56.21	24	22	160	206	6.68
BT-1	27.50	7.16	0.05	0.23	2.06	63.00	58	17	117	192	6.88
BT-3	23.74	7.26	0.15	0.23	4.93	63.69	45	19	116	180	6.88
BT-2	25.02	7.20	0.05	0.23	3.56	63.95	46	18	111	175	6.92
BZ-56	11.47	15.03	7.88	0.06		65.56	8	7	15	30	7.09
BZ-20	13.64	15.16	7.91	0.12		63.17	7	7	27	41	7.12

表　3（续）

组成	组成wt%						
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
BZ-55	14.6	9.8	15.5	0.2		59	0.5
BZ-22	17.1	9.8	15.2	0.4		56.7	0.7
BZ-26	15.2	9.9	15.3	0.2		58.5	0.6
BZ-28	19.4	9.9	15.1	0.3		54.5	0.6
BZ-24	22.2	9.9	15	0.3		51.2	0.8
B3-14	24.91	5.54	0.61	0.58		65.11	
692	34.34	5.44	0.17	0.13		59.82	
722	31.08	5.25		0.05		61.33	
721	27.26	5.33		0.06		65.08	
723	29.79	5.44				62.61	
BZ-57	16.1	9.7	13.2	0.3		60.3	0.6
BZ-58	12.5	10	13.6	0.3		63.5	0.6
B3-20	32.7	6.07		0.91		57.57	
694	33.1	6.02	0.17	0.27		58.39	
BZ-53	14.5	10	13.3	0.1		61.2	0.5
696	30.91	6.15	0.24	0.21		58.81	
BZ-432	20	8	5.5	0.2		65.1	0.6
BZ-61	13.2	9.7	11	0.1		65.6	0.4
BZ-12	21.3	9.7	10.2	0.3		57.8	0.8
BZ-8	11.4	9.9	10.8	0.2		67.8	0.5

表　　3（续）

组成	组成mol%						溶解度				过量MgO
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	CaO	MgO	SiO_2	总量	
BZ-55	16.14	15.07	7.80	0.12		60.87	11	7	15	33	7.15
BZ-22	18.83	15.02	7.62	0.24		58.29	13	9	27	49	7.15
BZ-26	16.77	15.19	7.68	0.12		60.24	8	3	24	35	7.39
BZ-28	21.30	15.12	7.55	0.18		55.85	13	7	25	45	7.40
BZ-24	24.46	15.18	7.52	0.18		52.66	17	7	21	45	7.47
B3-14	26.50	8.20	0.30	0.34		64.66	67	27	158	252	7.57
692	35.08	7.73	0.08	0.07		57.04	67	23	140	230	7.58
722	32.49	7.64		0.03		59.85	81	23	185	289	7.61
721	28.56	7.77		0.03		63.64	68	20	153	241	7.73
723	31.10	7.90				61.00	62	17	141	220	7.90
BZ-57	17.49	14.66	6.53	0.18		61.14	11	7	15	33	7.95
BZ-58	13.58	15.12	6.73	0.18		64.40	8	7	25	40	8.21
B3-20	34.28	8.85		0.52		56.34	29	40	181	250	8.33
694	34.41	8.71	0.08	0.15		56.65	66	27	133	226	8.47
BZ-53	15.82	15.18	6.60	0.06		62.33	16	7	19	42	8.52
696	32.68	9.05	0.12	0.12		58.04	48	37	163	248	8.81
BZ-432	21.16	11.78	2.65	0.12		64.30	31	16	48	95	9.01
BZ-61	14.20	14.51	5.38	0.06		65.85	10	7	27	44	9.07
BZ-12	22.77	14.42	4.96	0.18		57.67	22	13	34	69	9.29
BZ-8	12.19	14.73	5.26	0.12		67.70	10	10	30	50	9.36

表　3（续）

组成	组成wt%						
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
B3-27	20.98	7	0.79	0.78		68.56	
BZ-6	17.2	9.8	10.3	0.2		61.8	0.5
BZ-62	15.4	9.9	10.7	0.1		62.9	0.9
BZ-4340	21	8.3	5.6			63.5	
BZ-14	27.1	9.9	10	0.4		51.2	0.7
B3-28	18.74	7.03	0.75	0.47		70.81	
718	27.14	6.95	0.49			65.23	
BZ-438	14.8	8.5	5.6	0.1		69.4	0.3
BZ-408	18.4	9.1	6.6	0.2		64.8	0.4
BZ-430	17	9.7	8.5	0.2		63.2	0.9
BZ-431	16.1	9.8	8.6	0.2		63.9	0.6
BZ-63	13.1	9.8	8.6	0.1		67.4	0.4
BZ-427	19.6	9.7	8.1	0.2		60.8	0.6
BZ-429	17.8	9.7	8.1	0.2		62.4	1.1
BZ-428	18.9	9.8	8	0.3		61.3	1
BZ-44	14.8	9.6	7	0.3		67.3	0.4
BZ-610	13.1	10.6	10.2	0.3	0.1	65.2	0.5
BZ-413	18.5	9.8	7.4	0.2		64.2	0.4
BZ-43	19	9.7	7.1	0.3		63	0.4
BZ-412	19.2	9.7	7.1	0.2		62.9	0.5

表　　3（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	溶解度 CaO	MgO	SiO_2	总量	过量MgO
B3-27	21.97	10.20	0.38	0.45		67.01	54	20	122	196	9.37
BZ-6	18.43	14.61	5.02	0.12		61.82	14	10	27	51	9.47
BZ-62	16.59	14.84	5.25	0.06		63.26	11	10	30	51	9.53
BZ-4340	22.25	12.24	2.70			62.81	25	12	46	83	9.54
BZ-14	29.00	14.74	4.87	0.24		51.15	42	32	58	132	9.63
B3-28	19.68	10.27	0.36	0.27		69.42	49	31	108	188	9.64
718	27.72	9.87	0.23			62.18	47	20	107	174	9.65
BZ-438	15.74	12.58	2.71	0.06		68.91	17	13	30	60	9.81
BZ-408	19.44	13.37	3.17	0.12		63.90	30	17	51	98	10.08
BZ-430	18.19	14.44	4.14	0.12		63.12	21	13	29	63	10.18
BZ-431	17.24	14.60	4.19	0.12		63.86	17	11	33	61	10.29
BZ-63	13.99	14.56	4.18	0.06		67.20	11	10	37	58	10.32
BZ-427	20.93	14.41	3.94	0.12		60.60	29	16	43	88	10.36
BZ-429	19.07	14.46	3.95	0.12		62.40	17	12	29	58	10.39
BZ-428	20.20	14.57	3.89	0.18		61.16	8	4	14	26	10.50
BZ-44	15.69	14.16	3.38	0.17		66.60	19	13	39	71	10.61
BZ-610	14.00	15.76	4.96	0.18	0.08	65.03	7	10	27	44	10.62
BZ-413	19.36	14.27	3.53	0.12		62.72	25	14	45	84	10.63
BZ-43	20.06	14.25	3.41	0.17		62.10	32	20	55	107	10.66
BZ-412	20.26	14.24	3.41	0.12		61.97	27	16	49	92	10.72

表　3（续）

组成	组成wt%						
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
BZ-414	17.5	9.9	7.4	0.2		65	0.4
725	28.13	7.54		0.1		61.83	
BZ-411	20.3	9.8	7.1	0.2		61.6	0.4
BZ-415	16	10	7	0.5		66.5	0.4
BZ-407	19	9.7	6.5	0.2		63.5	0.4
BZ-409	17.4	9.9	6.8	0.2		65.8	0.4
BZ-410	16.4	9.8	6.6	0.1		66.8	0.4
BZ-4	16.2	9.7	5.7	0.5		67.4	0.5
BZ-406	20.2	9.8	6.4	0.2		62.6	0.3
BZ-402	18.1	9.4	5.1	0.2		65.8	0.4
BZ-441	15	11.2	11	0.1		62.4	0.5
BZ-2	21.7	9.6	5.2	0.5		61.9	0.5
BZ-401	18.2	9.7	5.4	0.3		65.7	0.5
BZ-16	19.2	9.7	5.2	0.3		64.9	0.4
BZ-400	17.1	9.7	5.4	0.2		66.6	0.4
719	25.69	8.12				65.77	
BZ-160	19.3	9.7	5.1	0.3	0.1	64.8	0.4
BZ-421	20.1	9.8	4.3	0.9		64.7	0.5
BZ-39	21.2	9.8	5.1	0.3		62.8	0.6
BZ-416	19.3	9.8	5.2	0.2		64.7	0.4

表　　3（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	溶解度 CaO	MgO	SiO_2	总量	过量MgO
BZ-414	18.34	14.43	3.53	0.12		63.58	21	11	39	71	10.79
725	29.18	10.88		0.06		59.88	76	35	186	297	10.83
BZ-411	21.42	14.39	3.41	0.12		60.67	24	13	42	79	10.86
BZ-415	16.76	14.58	3.34	0.29		65.03	21	13	38	72	10.95
BZ-407	20.03	14.23	3.12	0.12		62.50	22	16	42	80	10.99
BZ-409	18.16	14.38	3.23	0.11		64.11	20	13	45	78	11.03
BZ-410	17.18	14.28	3.15	0.06		65.33	21	13	38	72	11.08
BZ-4	16.97	14.13	2.72	0.29		65.89	21	13	47	81	11.13
BZ-406	21.20	14.31	3.06	0.12		61.32	38	20	61	119	11.14
BZ-402	19.05	13.76	2.44	0.12		64.63	32	20	60	112	11.20
BZ-441	15.98	16.60	5.33	0.06		62.04	11	11	27	49	11.21
BZ-2	22.73	13.99	2.48	0.29		60.52	35	25	69	129	11.22
BZ-401	19.03	14.11	2.57	0.17		64.12	28	20	54	102	11.37
BZ-16	20.04	14.09	2.47	0.17		63.23	30	22	60	112	11.44
BZ-400	17.94	14.16	2.58	0.12		65.21	30	22	61	113	11.46
719	26.11	11.48				62.40	51	24	115	190	11.48
BZ-160	20.14	14.08	2.42	0.17	0.07	63.11	26	19	50	95	11.49
BZ-421	20.81	14.12	2.03	0.51		62.53	25	19	54	98	11.58
BZ-39	22.10	14.21	2.42	0.17		61.10	59	43	88	190	11.62
BZ-416	20.15	14.23	2.47	0.11		63.04	28	19	54	101	11.65

表　3（续）

组成	组成wt%						
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
BZ-403	17.4	10	5.8	0.2		66.1	0.4
714	32	8.27				59.05	
BZ-405	20.1	9.9	5.4	0.3		63.2	0.5
BZ-40	20.9	9.8	5	0.4		62.4	0.6
BZ-404	16.1	10	5.4	0.1		67.7	0.4
BZ-10	27.1	10	5	0.4		56	0.6
BZ-417	19.4	9.7	4.1	0.2		66.1	0.4
BZ-420	16.4	9.9	4.7	0.2	0.1	68.3	0.3
BZ-419	17	9.9	4.6	0.2		67.2	0.4
BZ-422	20.2	9.8	3.6	0.2		65.3	0.4
BZ-423	19.1	9.8	3.5	0.2		66.9	0.4
BZ-425	17	9.7	3.4	0.2		68.5	0.3
BZ-426	16.3	9.8	3.6	0.2		69.4	0.3
BZ-418	18.3	10	4.1	0.2		66.8	0.4
BZ-41	23.1	9.8	3	0.4		62.5	0.6
BZ-37	21.1	9.8	3.2	0.3		64.2	0.5
BZ-424	18.4	9.9	3.5	0.2		67.1	0.3
D12	13.7	10.4	5.3	0.1	2.7	67.6	0.3
BZ-42	19.1	9.9	3	0.2		66.7	0.5
B21	22.3	9.3	0.6	0.2	0.1	67.1	0.2

表　　3（续）

组成	组成mol%						溶解度				过量MgO
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	CaO	MgO	SiO_2	总量	
BZ-403	18.17	14.53	2.76	0.11		64.43	31	19	60	110	11.66
714	32.45	11.67				55.89	73	30	142	245	11.67
BZ-405	21.05	14.42	2.57	0.17		61.78	44	25	78	147	11.68
BZ-40	21.94	14.31	2.39	0.23		61.13	44	33	94	171	11.69
BZ-404	16.82	14.53	2.57	0.06		66.02	35	20	67	122	11.91
BZ-10	28.29	14.53	2.38	0.23		54.58	41	35	90	166	11.92
BZ-417	20.09	13.97	1.93	0.11		63.89	28	19	56	103	11.93
BZ-420	17.04	14.31	2.22	0.11	0.07	66.24	26	17	55	98	11.97
BZ-419	17.76	14.39	2.19	0.11		65.54	22	16	39	77	12.09
BZ-422	20.93	14.12	1.70	0.11		63.14	38	26	71	135	12.31
BZ-423	19.71	14.07	1.64	0.11		64.46	33	25	72	130	12.31
BZ-425	17.69	14.04	1.61	0.11		66.54	30	25	41	96	12.32
BZ-426	16.90	14.13	1.70	0.11		67.16	29	23	56	108	12.32
BZ-418	18.96	14.41	1.93	0.11		64.59	28	17	51	96	12.36
BZ-41	23.90	14.11	1.41	0.23		60.36	57	47	122	226	12.47
BZ-37	21.92	14.16	1.51	0.17		62.24	52	40	97	189	12.48
BZ-24	19.07	14.27	1.65	0.11		64.90	28	22	51	101	12.51
D12	14.33	15.13	2.52	0.06	1.98	65.98	22	19	43	84	12.55
BZ-42	19.77	14.26	1.41	0.11		64.45	52	43	99	194	12.73
B21	22.68	13.16	0.28	0.11	0.07	63.70	44	33	112	189	12.77

表　3（续）

组成	组成wt%						
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
BZ-4150B	15.3	11.5	7.1	1.1	0.1	64.2	0.4
B3-22	21.28	9.34	0.54	0.52		66.17	
B3-25	28.15	9.22		0.48		59.53	
B3-23	23.26	9.33	0.3	0.56		64.09	
BZ-38	17.2	11.2	6.7	0.2		63.5	0.4
B3-26	30.5	9.44		0.62		56.98	
BZ-4150A	15.3	11.5	7.2	0.2	0.1	64.5	0.7
BZ-4150	15.2	11.7	7.4	0.1	0.1	65.3	0.5
A2-16	12.4	10.09	2.23	0.19		73.43	
D11	14.4	11.1	5.3	0.1	2.7	66.4	0.3
BZ-435	16.6	11.3	5.3	0.6		64.9	0.7
B3-24	25.53	9.73		0.58		61.62	
D3	13.6	11.3	5.7	0.1	1	67.3	0.3
BZ-4150C	15.5	11.9	7.5	0.1	0.1	63.9	0.8
BZ-433	16.2	11.5	5.4	0.2		65.8	0.9
D2	15.4	11.6	5.8	0.2	1	65	0.3
B18	22.8	10.2	0.5	0.3	0.1	64.8	0.2
D5	14.3	11.7	5.4	0.1	2	66.4	0.4
D10	15.7	11.7	4.9	0.1	2.7	64.7	0.3
BZA-6	17.2	11.9	3.4	1.4		65.4	0.4

表　　3（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	溶解度 CaO	MgO	SiO_2	总量	过量MgO
BZ-4150B	16.08	16.82	3.40	0.64	0.07	62.99					12.79
B3-22	22.04	13.46	0.25	0.30		63.96	62	57	174	293	12.90
B3-25	29.08	13.25		0.27		57.40	48	33	133	214	12.98
B3-23	24.10	13.45	0.14	0.32		61.99	44	31	101	176	12.99
BZ-38	18.06	16.36	3.20	0.12		62.25	40	32	60	132	13.05
B3-26	31.39	13.52		0.35		54.74	64	41	149	254	13.17
BZ-4150A	16.11	16.85	3.45	0.12	0.07	63.40					13.28
BZ-4150	15.85	16.97	3.51	0.06	0.07	63.54	17.00	14.00	37.00	68	13.40
A2-16	12.90	14.61	1.06	0.11		71.32	45	55	113	213	13.44
D11	14.97	16.06	2.51	0.06	1.97	64.44	22	28	45	95	13.49
BZ-435	17.36	16.44	2.52	0.35		63.34	29	30	68	127	13.57
B3-24	26.35	13.97		0.33		59.36	37	57	185	279	13.64
D3	14.24	16.46	2.72	0.06	0.74	65.79	15	15	45	75	13.69
BZ-4150C	16.27	17.38	3.58	0.06	0.07	62.63					13.74
BZ-433	16.84	16.63	2.56	0.11		63.85	26	20	55	101	13.96
D2	16.10	16.87	2.76	0.11	0.73	63.42	18	18	46	82	14.00
B18	23.28	14.49	0.23	0.17	0.07	61.76	55	40	137	232	14.09
D5	14.82	16.87	2.55	0.06	1.46	64.25	24	19	44	87	14.27
D10	16.26	16.86	2.31	0.06	1.96	62.55	22	20	40	82	14.49
BZA-6	17.71	17.05	1.59	0.79		62.86	19	21	50	90	14.66

表　3（续）

组成	组成wt%						
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
BZ-437	15	12.2	6.1	0.1		65.7	0.3
BZ-440	15.9	12.1	5.2	0.2		65.7	0.4
D4	16.4	12.2	5.4	0.2	1.8	62.8	0.3
BZA-5	17.1	11.9	3.1	1	0.1	65.7	0.4
BZA-4	17	11.9	3.1	0.7		65.8	0.4
D1	16.3	12.5	5.6	0.1	1	63.3	0.3
BA-440A	16.4	12.6	5.3	0.1	0.1	64.6	0.7
BZ-440C	16.2	12.6	5.3	0.1	0.1	64.3	0.8
B14	20.3	11.4		0.2	0.1	67.1	0.2
D9	15.9	12	1.87	0.1	0.9	68.2	0.2
A2-14	25.3	11.66	0.16	0.28		60.74	
BZA-2	18.5	12.2	0.6	1		66.4	0.3
BZA-3	18.6	12.4	0.6	1.4		65.8	0.3
BZA-1	18.5	12.2	0.6	0.6		67.1	0.3
A2-7	23.37	11.98	0.23	0.44		61.98	
B13	21.3	12.3	0.6	0.2	0.1	65.6	0.3
B4	18.8	12.2	0.7	0.2		66.8	0.7
A2-15	12.67	12.35	1.24	0.11		72.25	
A2-9	21.44	12.96		1.49		63.66	
A2-6	15.17	12.76	1.13	0.07		69.29	

表　　3（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	溶解度 CaO	MgO	SiO_2	总量	过量MgO
BZ-437	15.60	17.66	2.89	0.06		63.79	24	24	55	103	14.71
BZ-440	16.47	17.44	2.45	0.11		63.53	29	27	49	105	14.87
D4	17.11	17.71	2.56	0.11	1.32	61.17	21	20	50	91	15.03
BZA-5	17.63	17.07	1.45	0.57	0.07	63.21	18	18	47	83	15.04
BZA-4	17.57	17.11	1.46	0.40		63.47	21	21	47	89	15.25
D1	16.96	18.10	2.65	0.06	0.73	61.50	22	22	59	103	15.39
BA-440A	16.95	18.12	2.49	0.06	0.07	62.31					15.57
BZ-440C	16.82	18.21	2.51	0.06	0.07	62.33					15.64
B14	20.51	16.02		0.11	0.07	63.28	47	42	112	201	15.91
D9	16.26	17.07	0.87	0.06	0.65	65.10	37	41	78	156	16.15
A2-14	25.70	16.48	0.07	0.16		57.59	57	43	127	227	16.25
BZA-2	18.82	17.27	0.28	0.56		63.07	25	24	66	115	16.43
BZA-3	18.92	17.55	0.28	0.78		62.47	24	24	61	109	16.49
BZA-1	18.74	17.19	0.28	0.33		63.45	25	25	69	119	16.58
A2-7	23.79	16.97	0.11	0.25		58.89	59	63	178	300	16.61
B13	21.28	17.10	0.27	0.11	0.07	61.17	43	39	96	178	16.71
B4	19.08	17.22	0.32	0.11		63.27	33	31	80	144	16.79
A2-15	12.94	17.55	0.58	0.06		68.88	35	48	105	188	16.91
A2-9	21.50	18.08		0.82		59.59	67	66	195	328	17.26
A2-6	15.46	18.09	0.52	0.04		65.89	48	70	152	270	17.52

表　3（续）

组成	组成wt%						
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
D8	16.9	13.2	1.8	0.4	1	66.2	0.2
B7	17.9	13.1	0.8	0.3		67.8	0.2
759	17.45	12.6				68.33	
D7	18.5	13.5	1.7	0.2	1	65.1	0.2
A2-18	26.29	13.01		0.66		56.96	
B12	22	13.2	0.1	0.2	0.1	63.5	0.2
A2-11	24.28	13.24	0.08	0.25		60.32	
924	19.78	14.54	0.66	2.57		61.32	
B7A	18.3	13.7	0.3	0.2	0.1	66.8	0.6
B7D	18.3	13.8	0.8	0.2	0.1	65.5	1.3
A2-5	18.74	13.78	0.14	0.18		65.69	
B7C	18	13.8	0.2	0.1		66.6	0.7
B6	19.2	14.2	0.1	0.2		66.1	0.4
A2-8	16.86	14.24	1.17	0.22		65.33	
A2-17	11.58	14.52	1.58	0.15		70.43	
B11	15.8	15	0.4	0.2	0.1	68.6	0.2
B5	19.9	15.1	0.1	0.2		64.2	0.4
932	21.6	15.65	0.11	1.5		59.85	
757	20.92	15.22		0.2		62.6	
B17	14.2	15.5	0.1	0.1	0.1	69.1	0.2

表　　3（续）

组成	组成mol%						溶解度				
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	CaO	MgO	SiO_2	总量	过量MgO
D8	17.11	18.59	0.83	0.22	0.71	62.54	35	39	66	140	17.54
B7	17.91	18.24	0.36	0.17		63.32	44	45	110	199	17.71
759	17.67	17.75				64.58	38	40	117	195	17.75
D7	18.57	18.85	0.78	0.11	0.70	60.99	34	36	63	133	17.96
A2-18	26.85	18.48		0.37		54.30	47	57	161	265	18.11
B12	22.03	18.39	0.05	0.11	0.07	59.35	45	43	106	194	18.23
A2-11	24.48	18.57	0.04	0.14		56.77	72	16	119	207	18.40
924	19.99	20.44	0.30	1.43		57.84	36	37	77	150	18.71
B7A	18.29	19.05	0.14	0.11	0.07	62.33					18.81
B7D	18.45	19.36	0.37	0.11	0.07	61.64					18.88
A2-5	18.85	19.29	0.06	0.10		61.69	48	60	150	258	19.12
B7C	18.09	19.29	0.09	0.06		62.47					19.15
B6	19.05	19.60	0.05	0.11		61.20	50	53	144	247	19.44
A2-8	17.15	20.15	0.54	0.12		62.03	54	84	181	319	19.49
A2-17	11.78	20.55	0.73	0.08		66.86	35	72	91	198	19.73
B11	15.63	20.65	0.18	0.11	0.07	63.36	32	45	101	178	20.36
B5	19.71	20.80	0.05	0.11		59.34	43	48	99	190	20.65
932	21.58	21.75	0.05	0.82		55.80	41	43	92	176	20.87
757	20.79	21.04		0.11		58.06	62	73	187	322	20.93
B17	14.14	21.47	0.05	0.05	0.07	64.22	32	45	91	168	21.37

表　3（续）

组成	组成wt%						
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
B10	16.8	15.9	0.3	0.2	0.1	67.1	0.2
A2-10	16.22	15.8		0.49		66.17	
A2-13	14.87	16.01	0.92	0.11		66.67	
A2-22	9.36	16.34	0.83	0.33		71.48	
734	26.62	17.05	0.05	1		56.58	
B19	13.9	16.8	0.7	0.1	0.1	68.7	0.1
A2-20	11.58	16.57	0.91	0.4		68.19	
973	24.45	16.81	0.05	0.5		56.18	
A2-28	2.07	17.15	1.76	0.15		78.07	
B9	18.1	17.1	0.1	0.2		64.4	0.2
971	23.92	17.36	0.05	0.74		56.82	
B8	18.8	17.9	0.3	0.2		63	0.2
B16	15.1	18.1	0.3	0.1	0.1	66	0.2
A2-12	16.55	18	0.05	0.33		63.56	
A2-30	16.06	18.21		0.4		63.68	
A2-23	18.59	18.78	0.05	0.48		60.2	
A2-26	8.12	19.26	0.98	0.29		68.65	
A2-32	6.36	19.6	0.36	0.23		73.09	
A2-27	6.77	19.64	1.01	0.24		71.14	
71	24.04	19.66		0.2		54.68	

表　　3（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	溶解度 CaO	MgO	SiO_2	总量	过量MgO
B10	16.49	21.71	0.13	0.11	0.07	61.48	30	43	95	168	21.47
A2-10	16.18	21.93		0.27		61.62	42	52	122	216	21.66
A2-13	14.89	22.31	0.42	0.06		62.32	47	70	159	276	21.83
A2-22	9.42	22.88	0.38	0.18		67.14	36	75	126	237	22.31
734	25.66	22.87	0.02	0.53		50.92	52	66	135	253	22.32
B19	13.65	22.95	0.31	0.05	0.07	62.97	29	49	114	192	22.58
A2-20	11.71	23.30	0.42	0.22		64.35	31	69	162	262	22.66
973	24.31	23.25	0.02	0.27		52.14	42	47	102	191	22.96
A2-28	2.08	23.93	0.80	0.08		73.10	X	X	X	X	23.05
B9	17.72	23.29	0.04	0.11		58.84	32	44	101	177	23.14
971	23.56	23.79	0.02	0.40		52.23	55	73	142	270	23.36
B8	18.30	24.24	0.13	0.11		57.23	30	39	90	159	24.00
B16	14.78	24.65	0.13	0.05	0.07	60.31	35	64	131	230	24.46
A2-12	16.37	24.76	0.02	0.18		58.67	47	66	160	273	24.56
A2-30	15.89	25.07		0.22		58.82	33	52	102	187	24.85
A2-23	18.37	25.82	0.02	0.26		55.53	35	47	192	274	25.53
A2-26	8.15	26.90	0.45	0.16		64.34	31	97	183	311	26.29
A2-32	6.23	26.70	0.16	0.12		66.79	X	X	X	X	26.41
A2-27	6.70	27.03	0.45	0.13		65.69	24	67	101	192	26.44
71	23.44	26.67		0.11		49.77	55	62	133	250	26.57

表　3（续）

组成	组成wt%						
	CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	其它
A2-19	18.48	19.74		0.54		58.71	
A2-21	13.74	19.98	0.13	0.34		64.16	
A2-31	8.45	21.72	0.64	0.32		67.62	
A2-29	4.46	22.31	1.23	0.19		71.24	
A2-33	4.61	22.85	1.01	0.25		70.04	
A2-24	13.62	22.74	0.08	0.31		61.38	
A2-25	10.99	24.18	0.07	0.33		62.36	
A2-35	8.88	24.88	0.47	0.29		64.12	
A2-34	6.63	26.2	0.8	0.23		64.85	
765	3.9	35.07		2.12		57.78	

表　　3（续）

组成	组成mol% CaO	MgO	ZrO_2	Al_2O_3	TiO_2	SiO_2	溶解度 CaO	MgO	SiO_2	总量	过量MgO
A2-19	18.29	27.18		0.29		54.24	42	66	125	233	26.89
A2-21	13.51	27.34	0.06	0.18		58.90	28	56	160	244	27.10
A2-31	8.26	29.55	0.28	0.17		61.73	26	72	103	201	29.09
A2-29	4.34	30.23	0.55	0.10		64.77	21	105	94	220	29.59
A2-33	4.50	31.05	0.45	0.13		63.86	X	X	X	X	30.47
A2-24	13.25	30.79	0.04	0.17		55.76	27	87	136	250	30.59
A2-25	10.66	32.64	0.03	0.18		56.48	35	105	160	300	32.44
A2-35	8.56	33.37	0.21	0.15		57.71	18	106	61	185	33.01
A2-34	6.37	35.01	0.35	0.12		58.15	11	119	39	169	34.54
765	3.62	45.26		1.08		50.04	16	169	100	285	44.18

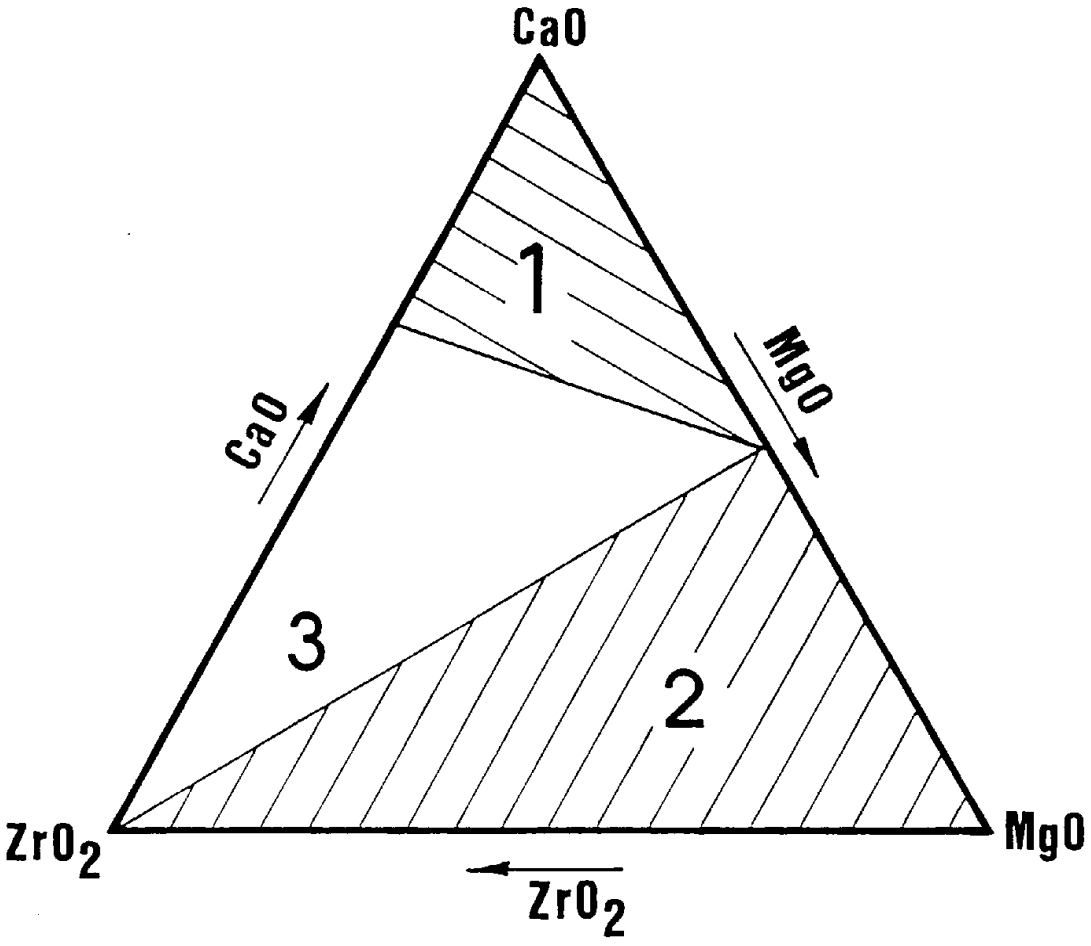

图　1