[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl[6]
C03B 37/04
C03C 13/06

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 92110457.X

[45]授权公告日 1998 年 7 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 1038926C

[22]申请日 92.7.31 [24]颁证日 98.3.26
[21]申请号 92110457.X
[30]优先权
[32]91.8.2 [33]FR[31]FR-91/09827
[73]专利权人 伊索弗·圣-戈班
地址 法国库伯瓦
[72]发明人 巴蒂杰利·让 贝尔纳·让·吕克
贝尔捷·居伊 富尔塔克·汉斯
[74]专利代理机构 上海专利商标事务所
代理人 张民华
审查员 41 15

权利要求书 2 页 说明书 26 页 附图页数 9 页

[54]发明名称 生产矿物棉的装置

[57]摘要

一种用离心器借助内离心作用进行纤化的装置，离心器的周壁上设有多个小直径通孔，熔融矿物材料经这些通孔被离心成丝，在特定情况下，用沿离心器周壁流动并由一个与离心器同心设置的环状外燃烧器产生的气流，使所成的丝经受附加的拉细作用，外燃烧器（13）设于离心器的周壁（19）上方距离为 h′ 之处，该距离较小（如 15 至 20mm）；离心器（1′;31）的内部加热装置（25;40）是一个在进行纤化时才工作的分散环形燃烧器，它也与离心器同心设置。

权 利 要 求 书

1.一种用离心器借助内离心作用进行纤化的装置，所述离心器的周壁上设有多个小直径通孔，熔融矿物材料经这些通孔被离心成丝，在特定情况下，用沿离心器周壁流动并由一个与离心器同心设置的环状外燃烧器产生的气流，使所成的丝经受附加的拉细作用，其特征在于，所述外燃烧器（ 13 ）设于所述离心器的周壁（ 19 ）上方距离为 h'之处，该距离较小， 15 至 20mm ；所述离心器（ 1'； 31 ）的内部加热装置（ 25 ； 40 ）是一个在进行纤化时才工作的分散环形燃烧器，它也与所述离心器同心设置。

2.如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，分散环形内燃烧器的各火焰通过火焰稳定装置（ 27 ）保持在离心器（ 1'）周壁（ 19 ）的内表面附近，所述火焰稳定装置设在离心器（ 1'）的郁金香花状防护隔板（ 20 ）的内表面上。

3.如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，环状外燃烧器（ 13 ）具有热气流排放通道壁（ 14， 15 ），所述通道壁通过斜壁（ 16， 17 ）而加长，所述斜壁限定了一股扩口的热气排放流。

4.如权利要求 3 所述的装置，其特征在于，沿离心器（ 1'）支承轴（ 22 ）的热气回流被一个密封凸缘（ 21 ）或一个旋转密封件所阻挡。

5.如权利要求 3 所述的装置，其特征在于，沿离心器（ 1'）支承轴（ 22 ）的热气回流被一种流体密封所阻止，该流体密封在支承轴（ 22 ）的自由端形成。

6.如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，离心器（ 1'； 31 ）还可用一个环状感应加热器（ 7， 38 ）来加热。

7.如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，熔融矿物料被送向一个分配器（分配杯 27 ），该分配器的底部被一块由耐热隔热材料，尤其是以陶瓷或耐热混凝土为基础的耐热隔热材料制的板（ 28 ）所遮护。

8.如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，离心器（ 1'； 31 ）

的诸通孔的直径在 0.15 及 0.4mm 之间。

9.如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，离心器由一种用弥散氧化物强化的合金（ ODS ）构成。

10.如权利要求 9 所述的装置，其特征在于，离心器由一种奥氏体合金构成，该合金的主要组分如下:

- Cr	15 - 35 %(重量)
- C	0 - 1 %(重量)
- Al	0 - 2 %(重量)
- Ti	0 - 3 %(重量)
- Fe	小于 2 %(重量)
- Y_2O_3	0.2 - 1 %(重量)
- Ni	余量

11.如权利要求 9 所述的装置，其特征在于，离心器由一种铁素体合金构成，该合金的主要组分如下:

- Cr	13 - 30 %(重量)
- Al	2 - 7 %(重量)
- Ti	小于 1 %(重量)
- Y_2O_3	0.2 - 1 %(重量)
- Fe	余量

12.如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，离心器由陶瓷材料构成。

13.如权利要求 12 所述的装置，其特征在于，离心器由氮化硅型陶瓷材料构成。

14.如权利要求 12 所述的装置，其特征在于，离心器由 SiC - SiC 型或 SiC - C 型陶瓷材料构成。

15.如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述环形外燃烧器（ 13； 37 ）包括一排放通道壁（ 14 ），其直径小于所述离心器（ 1'； 31 ）的周壁（ 19； 42 ）的上部的直径。

说　明　书

生产矿物棉的装置

本发明涉及用高熔点或高液化温度的热塑性矿物材料生产矿物棉用的纤化装置。所述的矿物材料包括玄武岩、各种玻璃，如用高炉渣之类的钢铁工业副产品作原料制得的玻璃，或者与象生产玻璃棉用的玻璃相比，熔点或液化温度高得多而在液化温度下粘度低得多的类似原料。为简便起见，下面将这些原料称为“材料”。

所述材料广泛应用于生产矿物棉，尤其是作隔热和隔音用的矿物棉。

选择这些材料的原因，一方面是其成本低廉，另一方面是其性质，尤其是耐高温性能极佳。但是，它们的生产却出现一些特殊问题。这些问题特别与可加工这些材料的各种条件有关联。

其中，它们的高熔点本身就已造成一种困难。这种熔点关系到必须将这些原料加热到确保其熔融的那种温度。生产中所涉及的问题，还关系到材料必须维持在高于这种温度的温度，以使材料可流过纤化装置。

此外，相对于一般用玻璃生产纤维的特点在于，这些材料在非常接近液化温度的温度下，一般是很稀薄的。由此产生的各种困难从下文中的阐述可明确看出。

同样，由于需要高温，同待纤化材料接触的设备受到严重腐蚀。这种设备的工作寿命对常用的玻璃来说，也是一个问题。对于液化温度高的材料来说，这个问题更为严重。

迄今，上述各种困难使只有某些纤化技术可适用于所述的材料。这些技术基本上分为两类：一类是以离心作用或离心旋转熔体来进行工作，一类使材料通过位置固定的喷嘴，并用经常加速到超音速的气流将材料喷成丝(喷吹法)。

在用固定喷嘴的技术中，必须使用一种能耐受熔体侵蚀的喷

嘴。通常使用以铂制成的喷嘴，它在这种高温下自身能经受住上述侵蚀。但是，每个喷嘴的生产能力有限。除此之外，该技术中所需用的喷丝气流会使能量成本相当高。

借离心作用或离心旋转进行工作的方法能使每套装置有高产量。其中涉及为表示熔体呆在离心装置外部而称为“外离心”的技术。熔体或者加到一个圆盘的前面上，或者加到一个或多个柱状转动件的圆周面上。此技术的优点是，与熔体相接触的装置部件很简单。鉴于这种相对的简单性，所述部件，特别是离心叶轮轮缘，其价格就比较低廉，并且由于简单性而可在较短时间内更换部件。材料成本只占总生产成本的较小部分。因此，这些装置部件在与熔体接触时受到强烈磨损的这种情况不表明毫无妨碍。

外离心作用生产矿物纤维的主要缺点在于，所得的产品在相同纤维量时，其性质无法同主要用所谓“内离心作用”生产的玻璃棉的性质相比。

在外离心作用时，流在离心叶轮上的材料成许多小滴从离心叶轮上离心出来。看来纤维是由于离心装置表面和这种自身被拉成纤维的小滴之间的这种离心作用而形成的。可以理解的是，在这样一种纤化机构中，很大部分被离心的材料以未纤化的颗粒形式留下来。就粒度大于 100 μm的颗粒而言，这部分可达原料的 40 %(重量)。有不同的方法可用来分离那些未纤化的颗粒，但所得的矿物棉决不会完全不含这种颗粒，而这种颗粒在大多数情况下不会带来好处，甚至对某些应用场合十分不利。

这就指明，液滴的形成不仅仅是外离心作用的结果，而且也与所述材料的流变性质有关。本发明所加工的材料，一般都具有较小的粘度，即使在仅略高于液化温度的温度下。由于纤维易有折断并形成滴或珠的倾向，所以较稀薄的熔体难于纤化。外离心技术以一定方式利用了这种倾向，但并没有因此而消除其缺点。

本发明的主要任务在于，揭示一种用高液化温度低粘度材料制造矿物棉用的装置。

本发明表明，用所述种类中的一种材料作原料，有可能生产矿物棉，其做法是，用周壁上有许多小直径通孔的离心装置，使熔体经受离心作用，熔体在离心力影响下，透过这些通孔，以纤维形式从离心装置中离心出来。在本发明工艺中，如果没有一种用抽丝气流操作的其它纤化法同内离作用一起使用，则在必要时，从离心装置离心出来的纤维还可用气流来吹，将纤维完全抽出。

内离心作用技术在所述材料上的应用迄今一直未予考虑。出于各种原因，人们认为，这些内离心作用技术不适合这类材料。这首先涉及到一些同能达到令人满意的抽丝条件有关的问题。

如上所述，所述材料的特性是，液化温度较高，且粘度非常小。在熔融温度下，它们比较起来就已是很稀薄的液态，而且在熔点下，粘度小于 3200 泊。这使它们区别于如通常用内离心作用加工的玻璃。在液化温度下，这些玻璃具有例如 5000 泊数量级这么高的粘度，以致于即使在显著高于液化温度下对其进行纤化时，粘度还为 1000 泊或更高。而在液化温度下已具很小粘度的材料按本发明也可纤化。业已惊人地证明，当在操作范围内，特别在 1200 ℃和 1400 ℃之间，选择粘度至少为 100 泊的这种材料时，以及当这种材料在粘度大于 100 泊的条件下进行纤化时，用内离心作用可成功地对这种材料进行无珠粒纤化。

本发明所用的材料先要在通常高于 1200 ℃的温度下转化成熔融状态，而且在其熔融温度下，这些材料是很稀薄的，尤其是在液化温度下，其粘度 μ 经常低于 3200 泊($lg\ \mu < 3.5$)，尤其甚至低于 1000 泊($lg\ \mu < 3$)。

生产玻璃纤维的内离心技术，正如现有技术中所述那样，对工艺温度有较严格的规定。鉴于在所考虑的温度下，常规玻璃组合物具有适合抽丝过程的粘度，生产玻璃纤维的内离心技术关于流变学观点就不太确切。在实际上总是高于液化温度的常规玻璃纤化温度下，粘度并不太高，这就有可能以较小的力抽出纤维。另一方面在液化温度下——以及与此同时也稍高于此温度——普通玻璃的粘

度也不太低，这会在随纤维直径减小而越来越少为粘度所抵消的表面张力作用下，导致折断并形成小滴或珠粒．所以可以在向上邻接液化温度的范围内毫无问题地这样选择普通玻璃组合物的粘度，以在用内离心作用纤化时，使有利于纤化的粘度值例如为 1000 泊或更高。

如已所述，所述材料同玻璃相比，在液化温度下就已是这样稀薄，不能指望用“内离心作用”对已熔材料进行令人满意的抽丝。

本发明表明，如果在全部所述材料中，对液化温度下的粘度进行一定选择，并在一定条件下对这些材料进行纤化，就出乎意料地有可能用“内离心作用”来加工液化温度高而熔体非常稀薄的材料。

本发明用所述材料生产矿物棉的方法首先在于，在这些材料中选择液化温度低于 1400 ℃，并在 1200 ℃和 1400 ℃之间的温度范围内粘度大于 100 泊，尤其是粘度在 100 泊和 300 泊之间的那些材料，并将这种材料的熔体装入离心器中，该离心器的周壁上有许多供熔体流过的通孔，通过这些通孔，离心出粘度调节到 100 泊以上的熔体丝，并且为了形成纤维，必要时使其经受抽丝气流的作用。纤化在某个操作范围内进行，其中粘度大于 100 泊，同时该操作范围在 1200 ℃和 1400 ℃之间；后提及的温度上限，是考虑到离心器的寿命问题。

在导致本发明的试验范围内已证明，所述材料可用于内离心作用的粘度范围，实际上一定要高于 100 泊，而这种材料在外离心时，以数十泊的显著低的粘度进行纤化。高于 3000 泊，粘度使材料透过离心器的通孔并抽丝成纤维都变得困难．低于 100 泊，因有缺陷纤维的危险而带来困难，此时，纤维会断裂，并且会形成小滴或珠粒。

离心器中的熔体被保持在不使其固化的温度下。考虑到几乎无法控制的局部温度变化，甚至有必要维持比理论上设定的温度高的温度．为了防止材料在离心器中开始凝固所致的各种危险，适当考

虑了数十度的温度波动范围。优先选择 50 ℃左右的安全间隔，按此可优选这样的材料，其粘度——在 1200 ℃和 1400 ℃之间的整个范围之内——在至少 50 ℃宽的温度区域中大于 100 泊。因此，温度在此温度区域中波动时，粘度不会下降得低于 100 泊。

本发明所用的材料尤其是天然玄武岩，但也可以是相似的组合物，如向玄武岩中添各种能影响其某些性质的成分所得的组合物。其它可使用的是一些组合物，例如通过将一些同样具有玄武岩主要性能，尤其其温度特性和尤其在一般不低于 1200 ℃的温度下可熔融的性质的材料结合起来得到的组合物。它们也可以是矿物组合物，例如高炉渣或所有那些用来生产所谓石毛的组合物。本发明的方法步骤也用于可被认定为玻璃的组合物。在后一种情况下，涉及到在液化温度下粘度同样极其低的所谓硬玻璃，此处“硬”一词是指液化温度还较高，它使这样的玻璃适合在较高的温度下应用。

玄武岩和本发明范围内可使用的矿石同玻璃组合物相比，基本上以碱金属含量较小为特点。这种碱金属含量，以碱金属氧化物计，通常不超过 10 %(重量)，而且大多低于 5 %(重量)。这种微小碱金属含量是熔融仅在较高温度下才进行的原因之一。相反，碱土金属的含量，尤其是CaO的含量高于玻璃组合物。它通常不小于 9 %(重量)。碱土金属的含量总计可为 35 %(重量)或更高。在所述种类中最常用的材料中，碱土金属含量在 9 — 30 %(重量)之间。

就SiO_2和Al_2O_3的结构成分而言，玄武岩一般比玻璃组合物含较多氧化铝，而二氧化硅则含得不那么多。

玄武岩还由于氧化铁含量高而明显不同于玻璃组合物。真正玄武岩的此含量高于 3 %(重量)，而且氧化物一般高于 6 %(重量)。

本发明中可用的玄武岩和岩石是具有下列主要成分的组合物:

- SiO_2	45 %(重量)以上,
- CaO + MgO	9 - 635 %(重量),
- $Na_2O + K_2O$	10 %(重量)以下。

按照本发明优先使用的组合物，尤其玄武岩类型组合物具有下表中所列的组成。表中数据以重量百分比计；不言而喻，组成稍微偏离下列具体数据通常不致于产生不良影响。

SiO_2	50.45	51.5	52.9	54.93	5 6.0	52.26	49.40	47.90	47.5
Fe_2O_3	10.35	10.1	15.2	8.3	1 2.18	7.6	10.10	9.80	9.7
Al_2O_3	17.35	18	13.6	17.17	14.3 7	18.96	17.00	16.40	16.3
MnO	0.17	0.19	0.2	0.15	0.23	0. 1	0.15	0.15	0.16
CaO	9.90	8.9	5.75	7.12	6.3	6.52	9.70	9.4	12.4
MgO	7.05	6.4	3.8	5.10	4.48	4.31	6.90	6.70	6.7
Na_2O	3.35	3.5	2.7	3.55	3. 2	5.52	3.25	3.15	3.20
K_2O	0.45	0.61	2.20	2.19	1.49	4.1 1	0.45	0.40	0.40
TiO_2	0.75	0.66	3.0	1.20	1.33	0.5	0.75	0.70	0.70
P_2O_5	0.15	0.12	0.6	0.28	0.34	0.1	0.15	0.14	2.9
B_2O_3	-	-	-	-	-	-	2.15	5.25	

SiO_2	52.60	46.55	48.77	50.80	58.54	58.3
Fe_2O_3	8.75	8.78	8.80	8.80	0.19	0.14
Al_2O_3	14.58	14.7	14.65	14.65	3.85	7
MnO	0.12	0.17	0.17	0.17	0.03	
CaO	12.20	12.25	12.25	12.25	25	24.85
MgO	6. 33	6.2	6.2	6.2	9.25	5
Na_2O	2.24	2.2	2.2	2.2	0.05	0.02
K_2O	1.05	1.02	1.02	1.01	0.08	0.05

TiO_2	1.82	1.89	1 .9	1.9	0.02	0.14
P_2O_5	0.3 0	6.21	4	2	2.85	4.5
B_2O_3	-	-	-	-	0.05	

这样的组成有可能按本发明用内离心作用制得一种矿物棉毡，其马克隆尼值F / 5 g小于6，优先在2.5与4之间，粒度大于100 μm的珠粒或未纤化成分的含量少于10 %(重量)，甚至少于5 %(重量)，这说明珠粒部分极小。另外正如前面已提及的那样，“硬”玻璃也可用本发明工艺步骤有利地进行加工，因为它们在液化温度下同样具有很小的粘度，并因此而需要同样的纤化条件。对于这样一种玻璃组合物的一个例子大概为:

- SiO_2 60.7 %(重量)
- CaO 16.5 %(重量)
- Na_2O 15.4 %(重量)
- Al_2O_3 0.2 %(重量)
- MgO 3.2 %(重量)
- K_2O 0.7 %(重量)
- B_2O_3 3.3 %(重量)

其它接近通常用来制造石毛的组合物，同样也可使用，但需在还困难一些的条件下使用；在此情况下，必须容许例如可高达10 %(重量)的珠粒含量。尽管如此，按本发明仍能制得一种马克隆尼值小于6 / 5 g的矿物棉毡，其中100 μm以上未纤化颗粒的含量低于10 %(重量)，而且其组成接近下列以重量百分比计的各组成中的任何一种:

SiO_2	47.01	56.3	61.2	53	49.3
Fe_2O_3	12.1	0.25	6.1	2.7	8.4
Al_2O_3	14.7	3.15	0.1	6.4	15.6
MnO	0.24	-	0.01		

CaO	10.1	26.1	18.6	30	13.9
MgO	8.6	6.4	9.3	3	7.6
Na_2O	3.06	3.2	4.5	3.1	3.5
K_2O	1.40	0.65	0.04	1.1	0.5
TiO_2	2.6	0.1	0.14	0.5	1.0
P_2O_5	-	2.9	-	0.2	
B_2O_3	-	-	-		

对于加工液化温度高且很稀薄液体状态的材料，例如本发明用的材料，普通离心装置常常不适用．另外正如上面已提及的那样，一般耐热合金如镍铬合金，抗 1100 ℃以上温度，甚至 1050 ℃以上温度的能力太小。

应用的限度是性质上不同的问题。

首先一种限度涉及受热变形．一般耐热合金具有抗蠕变能力，但在高于 1100 ℃时这种能力就不足。鉴于离心器的工作条件，抗蠕变能力不足尤其会引起周壁变形．周壁变形不断扩大，并显著改变纤维形成的条件，从而影响最终产品的均匀性和均质性。在数量级为 1050 ℃的温度下，一般离心器虽然能运转数百小时而不损坏，但在 1100 ℃以上的温度下和在更高于 1200 ℃的温度下，离心器就会在少数几小时内被磨损。

关于离心器另一个重要因素是其耐腐蚀能力．在此重要的是，腐蚀随温度增高而增加.

在导致本发明的研究工作范围内已表明，适当选择离心器用的合金，可以在很大程度上满足对这种选择材料本身在随加工高液化温度组合物而出现的极端条件所提出的抗力要求。

现已表明，采用经弥散氧化物强化的合金，“氧化物弥散强化”简称“ＯＤＳ”，可同时提高抗蠕变变形性能和耐腐蚀性能，以及

在按本发明可纤化材料所需温度下的这些性能。

到目前为止，ＯＤＳ合金已从改进使用条件下工作寿命的角度，建议用于工业上使用的离心器，就象这些合金适应普通玻璃棉生产那样。但是就目前所知，工业上还未应用。这可认为是，用这种离心机构加工玻璃组合物所获得的好处，并不能补偿在选择ＯＤＳ合金时所耗的额外费用。

此外，为了能满足对用“内离心作用”满意地纤化所述材料所提出的各种要求，单单选择一种ＯＤＳ合金还不够。因此，利用ＯＤＳ合金制成的离心器来加工具有高液化温度的组合物，也不是一种毫无困难地应予考虑的措施。

为此，还必须在导致本发明的研究工作范围内首先证明，为了获得最佳抗高温蠕变变形性能和全面获得最佳耐热性能，有必要使用铁素体类ＯＤＳ合金。

在导致本发明的研究工作范围内，还已证明，选择ＯＤＳ合金时，适当考虑到待加工组合物的种类可能也是必需的。关于这类组合物的主要区别在于，有没有高的铁含量。所以，事实已特别表明，铁素体合金对氧化铁含量较高的组合物显示出良好的耐蚀性能，而同样的合金却很快被实际上不含铁的玻璃组合物所侵蚀。

实际上，铁素体合金对加工含氧化铁少于 3 %(重量)的组合物并无优越之处。

对于富含铁的组合物，如玄武岩和一般岩石来说，铁素体ＯＤＳ合金则显示出良好耐蚀性能和一种机械性能方面的优点，所述机械性能使合金能在比其它本身仍属于极耐热合金的ＯＤＳ合金能够工作的温度高出数量级为 80 - 6100 ℃的温度下工作。因此铁素体ＯＤＳ合金允许在能达到 1400 ℃的温度下进行令人满意的加工。

对于不需要极限加工温度的待纤化组合物，即例如可在 1300 ℃至 1350 ℃或更低温度下加工的组合物，可选择不太耐热的ＯＤＳ合金。在此意义上，可有利地使用镍铬基奥氏体型合金。此外，

这些合金还具有良好的耐腐蚀性能，而且象对富铁组合物那样对贫铁组合物具有良好耐腐蚀性。

按本发明用来在最高温度下进行加工的铁素体ODS合金通常含有 65 %(重量)以上的铁。除铁之外，这种合金通常还含铬和铝。

弥散于ODS合金中的氧化物，优先为氧化钇。在这样的材料中，氧化物的含量通常都很低，通常为合金的 1 %(重量)以下。

制造尤其用于纤化富铁组合物的离心器所用的铁素体ODS合金，在其组成中含有下列主要组分:

- Cr 13 - 30 %(重量),
- Al 2 - 7 %(重量),
- Ti 1 %(重量)以下,
- Y_2O_3 0.2 - 1 %(重量),
- Fe 余量。

一种优先择用的合金组成如下:

- Fe 74.5 %(重量),
- Cr 20 %(重量),
- Al 4.5 %(重量),
- Ti 0.5 %(重量),
- Y_2O_3 0.5 %(重量)。

所用的奥氏体合金实际上不含铁。此外，它们实际上也不含铝。氧化钇含量的数量级同在铁素体合金中一样。

适用的奥氏体合金例如具有下列组成:

- Cr 15 - 35 %(重量),
- C 0 - 1 %(重量),
- Al 0 - 2 %(重量),
- Ti 0 - 3 %(重量),
- Fe 小于 2 %(重量),
- Y_2O_3 0.2 - 1 %(重量),

- Ni　　余量。

ODS合金的制造和来自这些合金的工件成型按本身已知的技术来进行。

另一类可用来制造离心器的材料是陶瓷材料。作为整体陶瓷材料，尤其可以使用例如具有下列化学组成的RBSN型(反应熔合的氮化硅，经硅粉在氮气氛下的反应烧结而制得)、Si_3N_4型或SIALON型的氮化硅:

- Si　　49.4 %(重量),
- Al　　4.2 %(重量),
- Y　　7.25 %(重量),
- O　　4.0 %(重量),
- N　　35.0 %(重量),
- Fe　　< 2000 ppm,
- Ca + Mg　　< 1000 ppm。

其它的氮化硅同样也可使用。工件壁如可用烧结法来制得，同时这种制造方法也可生产成型较为复杂的工件，而且从一开始就可以在粗坯状态预留通孔，预留通孔的方法是，保留细棍，在工件成型后拔出细棍，最后再用金刚石工具修整孔的直径。最好使用体积密度尽可能接近理论最大密度的无微孔陶瓷材料，以得到不太容易腐蚀的工件。这种材料可在高达1300℃左右的温度下使用。

另一类可在本发明范围内使用的陶瓷材料是具有陶瓷基体和纤维强化相的复合材料，它与单一陶瓷材料相比，具有显著提高的韧性和强度。在此，具有碳化硅基体、本身以碳化硅或由碳构成的纤维增强的陶瓷材料SiC-SiC或SiC-C尤为适宜。举例来说，从分解一种气态原料起始，经对形成预成形坯的、由碳化硅纤维织物层或碳纤维织物层的相互交错层叠层进行浸渍，使分解后的气态原料在预成形坯中在其沉积时被陶瓷化，这样就制得工件，其中周壁上的通孔优先采用激光打孔法来产生。这样一种陶瓷材料，就SiC-SiC而言，在非氧化性条件下，可在1200℃以

上的温度下使用，而就SiC－C而言，可在1400℃以上的温度下使用。

对于用内离心作用加工高液化温度、低粘度的材料来说，最佳结果的获得，涉及纤化装置，而不是仅仅取决于某种特定合金的选择。所需的各加工条件，对所有涉及熔融方法和保证热工条件用的装置等所有事项也有影响。

所述材料从一开始，也即从熔化原料起，就常常需要专用装置。在此没有阐述熔融技术，它不属于本发明范围。这类技术在文献中已有很详细说明。然而，还必须强调的是，即使在准备熔体时，特别由于建造熔炉或净化炉所用材料的抵抗能力，而使所能达到的温度受到限制。出于这些理由，可以使用温度一般不太高于转变所需温度的熔体。这意味着，在工艺过程中，熔体的热量损耗必须限制到转变成纤维。

这在实践中导致，要在熔炉和离心器之间距离上的熔体加以隔热，并将该距离严加限制。

在与离心器接触时，合乎逻辑地也会发生热量损耗，当未向离心器供给使之保持在工作温度下所必需的能量时，为了防止太剧烈的热传导，在启动设备时和维持运转时，采用了不同的措施。

此外，在离心器之外，还首先涉及到一种最好内燃烧的环状外燃烧器，它在离心器周壁上侧附近产生一种环状高温气流。较佳的是，热气流不仅要调整得沿输送装置的周壁流动，而且还要笼罩连接带或“郁金香花形部件”的一部分。所述连接带或“郁金香花形部件”将周壁与法兰联接起来，离心器用此法兰固定在其支承轴上(在离心器无底的情况下)或用上部加强凸缘固定在其支承轴上(在离心器经其底部驱动的情况下)，从而这些部分也被加热。

为此，可以使用辅助燃烧器，使其火焰对着连接带或“郁金香花形部件”。另一种解决方案是，使外燃烧器离开周壁上侧较大距离，从而使气流在接近离心器并有相当一部分到达“郁金香花形部件”之前，已有一些散开。但在此情况下，应保持不大的距离以使

进气流供给维持良好精度．按本发明的第三种方案，可以使用一种环状外燃烧器，其内通道壁的直径小于离心的外径。在此情况下，举例来说，可配一种带多个加长斜出口唇的烧燃器，这些出口唇将热气限定成锥形扩大的射束。

还可在离心器的外侧有益地设置一个感应加热器，它有一块环形磁体，其中通以高频或较佳是中频电流。正如本身已知的那样，环形磁体可直接同心装置在离心器下面。这两种加热装置结合起来，显著有助于离心器的热平衡，此时，要注意的是，这些加热装置越靠近离心器安装，效果就越好，而且以此方法，外燃烧器主要加热离心器的上部，而就环形磁铁这方面来说，则主要加热离心器的下部。由于已经指出，单加热周壁的上侧而不加热位于附近并尤其被热气流所笼罩的所有其它金属部分，这是非常困难的，所以这种所述的双重加热避免了一些工艺问题。

这些加热装置之间的另一根本不同之处是它们对离心器周围温度的影响．感应加热在这方面实际上毫无影响，故而除了通过辐射而对周围空气稍微有点加热之外，对加热周围空气并无贡献。与此相反，环形状外燃烧器则不可避免地必定显著加热周围空气，尽管特别由于离心器的旋转运动和环状气流的高速度而吸进的二次空气阻止了环状外烧燃器向周围大气放热。为使纤维质量尽可能好，尤其从其机械稳定性的角度来看，如果纤维直接在从离心器出来之后，被曝露于太热的环境中，就没好处．在这些条件下，主要限制环状外燃烧器的气体出口温度。

此外，以较高的离心器转速运转是有利的。人们都知道，粘滞变形阻力与负有形成点滴或珠粒的表面张力所产生的力之比是无量纲数值 $\mu \times v / \sigma$ 的函数，其中 μ 表示材料的粘度，v 表示其速度，σ 表示其表面张力．无论通过降低温度来提高粘度，或者通过提高材料的运动速度，来增大乘积 $\mu \times v$，都会减少形成未纤化颗粒如点滴或珠粒的倾向。

对此，首先要注意的是，在离心器范围内的周围不要太剧烈加

热，但此要求可能引起外加热不充分，离心器热平衡得以充分维持的结果。

在这样一种情况下，加热装置可附装在离心器的内部。这种补充供热，优先用一种同心向离心器支承轴设置的、其火焰对着周壁内侧面的分散内燃烧器来获得。燃料／空气混合比首先要调节得使火焰基部直接邻近内壁。另外，在“郁金香花形部件”或连接带的内壁上设置一定数目用作火焰稳定器的凸出部分是有利的。分散内燃烧器在连续工作中主要提供3－5％的热供给－－只要这些供给不是来自熔体。这看来只是次要意义的贡献，但是须考虑到的是，这种热供给极其精确地进行，准确布置在需要它的地方，因而作用特别大。

在纤化过程中使用的分散内燃烧器，有利地补充了中心内燃烧器的不足，正如它由现有技术已知的那样，但在现有技术中它只用在输入阶段，而且基本对此限定，只加热离心器底部－－或者分配机构的底部，该分配机构作底部用，通常称为篮子，并且统称为离心器的中段。中心内燃烧器在熔体流入前，预热篮子或底部。按本发明，中心燃烧器主要是产生集中火焰的环形燃烧器，它装在离心器支承轴和分散内燃烧器之间。

在起动阶段，不言而喻，也可使用外加热装置。需要时，甚至可使用火焰喷枪或类似装置作为辅助加热。分散内燃烧器当然在关键的起动阶段同样可使用，在此阶段还不能考虑到熔体的热供给。在起动阶段，内、外燃烧器统统使用，并且特别有利。内燃烧器也许是一种象在生产常规玻璃纤维的纤化设备中所能见到的内燃烧器。在这样的已知纤化设备中，燃烧器同心于离心器支承轴安装。也可使用其它种类的内燃烧器，尤其是为了考虑离心器的特殊结构，正如下文中还要结合实施例进一步阐述的那样。

由于待加工的材料在各特定情况下，粘度比通常用内离心作用加工的玻璃要低，所以需要将离心器每个孔的流动速率调节得与相应孔的尺寸相符。所以，为了对粘度数量级为1000泊的玻璃维持

每孔每天 1 公斤左右的流动速率，各孔的直径通常在 0.7 mm 和 1.2 mm 之间。对于粘度小于 500 泊的材料，优先使用一种离心器，其孔径大于 0.1 mm，以大于 0.15 mm 为佳，尤其是大于 0.2 mm，但小于 0.7 mm，较好小于 0.5 mm，尤其是小于 0.4 mm 更好。

本发明的其它细节、特征和优点，由下面根据附图对实施例的记述可得悉。附图示出，

图 1 至 7　不同组合物的粘度－度曲线图，

图 8 a　现有技术中已知的生产玻璃纤维用纤化装置纵剖面简化示意图。

图 8 b　相应于图 8 a 所示的本发明纤化装置一种实施方式。

图 9　相应于图 8 b 所示的本发明纤化装置另一种实施方式，以及

一系列象可用来生产岩棉的组合物，在本说明书结尾部分所附各表中作了说明。除了组合物 O 重现象一种通常用“内离心作用”纤化的常规玻璃组合物之外，其它所有材料都具有高液化温度和低粘度。除了组合物的主要成分之外，表中还列出液化温度，也就是热力学平衡值，它相应于平衡时见不到结晶的最低温度。为了测定此温度，将破碎材料的样品置于铂坩埚中，经足以产生平衡状态的时间间隔(实际为 16 小时)，加热到测量温度，然后从炉中取出，并骤冷到外界温度，磨成薄片并用显微镜观察；液化温度则相当于未能见到结晶的上限温度区间和见到结晶存在的下限温度区间之间的极限温度。

除可确定为玻璃组合物的第 26 号组合物之外，表中所有按本发明使用的组合物都相当于液化温度一般在 1200 ℃和 1400 ℃之间的高熔点材料。图 1 至图 7 中示出这些不同组合物的粘度ÿ6 温度曲线。为要了解各个组合物性质的细节，得强调参见并援引由图 1 至图 7 给出的曲线关系。各图以纵座标表示以泊为单位计的粘度 μ 的以十为底的对数(lg μ)，以横座标表示温度。曲线的左端相应于

最低温度(玻璃组合物O的情况除外)，对此温度可用带有同心搅拌器的粘度计来测量粘度，在测量过程中，使试样逐步冷却。

此外，各图中还注明对本发明的应用界限，并以虚线标明。可用温度的最大值取决于离心器所用合金的耐热性。对ODS型合金的可接受的工作寿命来说，上限为1400℃。

代表下限的1200℃值并不是严格的极限值，而是当除其他缺点之外，离心器工作寿命很短被接受时，由已知的常规“内离心作用”技术可以达到作为最大极限值而定。在工业条件下，此值用已知的常规“内离心作用”技术绝对不能经济地达到。

超过3000泊(lgμ = 3.47)，组合物就不能再以所述的技术令人满意地进行加工，因为材料不以所需的方式流过各孔。就这点而言，此上限值并不意味着实际上有意义的限制，因为所考虑的各组合物在对本发明所规定的温度区间内有小得多的粘度。

下限值100泊非常重要。此外，正如上面已提及的那样，低于此粘度无论如何都实际上不可能用所述技术将从通孔中出来的丝成功地抽成纤维，但常常在低于200泊(lgμ ≅ 2.3)，或甚至350泊(lgμ ≅ 2.5)的粘度时，实际上就不可能了。为了对这些用内离心作用不再有可能进行纤化的低粘度保持合理的安全距离，优先用允许在300ÿ6350泊粘度时加工的那种组合物来进行纤化作业。

为了更好地说明在加工低粘度玻璃时所遇到的问题，用一种对比玻璃进行了试验，在950℃时，所用对比玻璃的粘度相当于组合物25的玄武岩在1250℃时的粘度，此外，其粘度-温度曲线相似于组合物25的曲线。此试验用如由FR-A-2443436已知的200mm的离心器进行。试验过程中，玻璃流量在每天每孔0.2和0.65公斤之间。环状外燃烧器产生的气流的吹气温度在700和1000℃之间，吹气压力在20和100mm水柱之间。具体结果列于下表中。表中，粘度以泊表示，离心器的转速以每分钟的转数表示。在“珠粒”栏中，前面的重量百分数表示粒度大于100μm的未纤化颗粒的百分含量，括号中的重量百分数表示粒度大于40μm的颗粒的

百分含量。纤维细度用 5 g 下的马克隆尼值来表示。

粘度	转动速度	珠粒	纤维细度 F / 5 g
1800	3000	1.27 %(2.45 %)	3.7
520	3000	1.25 %(1.75 %)	3
150	3000	7.7 %(8.9 %)	3.6
70	3000	10.5 %(14 %)	> 8
1060	2000	1.8 %(2.4 %)	3.3
360	2000	1.9 %(2.8 %)	3.3
150	2000	45.9 %(47 %)	6.8

如上表所示，在调节到大于 350 泊的粘度时，不依赖于离心器转速的珠粒含量明显低于 5 %(重量)。在此情况下，有可能通过提高离心器的转速及 / 或外燃烧器的压力及 / 或抽丝气体温度来提高细度。对于小于 100 泊的粘度来说，即使离心器转速高，珠粒含量也很大。此外，所得纤维的细度不够，这使其实际上不能适用绝缘目的。

在 70 和 360 泊之间，如果以高转速操作，则可制得质量高的纤维，而且珠粒含量在 5 - 10 %(重量)之间。

因此，要使一种组合物能在本发明范围之内使用，必须力求使尽可能长的粘度 - 温度曲线线段处于由在上文中已说明的极限值所定的区域之内。

因此，组合物 22 和 23 完全被排除在所列举的组合物实例之外，因为它们实际上不能按本发明的教导进行纤化。另外，还可以清楚看到，组合物 21 只有很短的一段粘度 - 温度曲线处于所限定的范围之内，因而难以纤化。组合物 17 、 18 、 20 、 24 及 25 在按本发明选择的所需条件的极限范围内，因为它们不能以高于 350

泊的粘度进行加工，并因而得到稍微满意的产品，譬如它具有大于10 %(重量)的高珠粒含量。

组合物 3 、 10 、 11 及 14 只有很短的一段粘度γ6 温度曲线在粘度大于 300 / 350 泊的较佳范围内，以致于难于在整个离心器周壁上和在持续作业中将温度恒定地维持在至少 50 ℃的范围之内。

关于组合物 8 及 12 可以坚持的是，它们需一种很有效的、允许工作温度在 1300 ℃以上的离心器。

其它的组合物的加工范围，在待纤化材料的粘度为 350 - 500 泊时，以至少 50 ℃的安全距离处于 1200 和 1300 ℃之间。它们的加工范围很宽，以致于它们的应用可以容易地越过几十度来进行，而它们比先早说过的各组合物可更容易使用。

组合物 26 根本就不在所确定的加工范围之内，因为它相当于一种液化温度相当低的玻璃(虽然人们把1050至1100 ℃以上就已说成高液化温度；一种常用的玻璃组合物如组合物O的液化温度仅为920 ℃)。但是，这种组合物同样使利用本发明的优点成为可能，因为它在其液化温度下的粘度小于 3200 泊并且还可以大于在 100 泊的粘度下用“内离心作用”加以纤化。

下面根据图 8 和 9 来进一步阐明本发明的运用。图 8 和 9 示出纤化设备的简化示意图。

图 8 a 和 8 b 示出一种设备，该设备基本结构相当于迄今现有技术中用来生产尤其用于绝缘目的的玻璃纤维的那种类型。这种类型的纤化装置是多种多样的。例如在 F R - A - 2443436 及 E P - A - 0091381 中已作了详细说明，由于其它细节，在此强调并全文援引这些专利文件。

通常，以及如图 8 a 中所详述，纤化装置基本由周壁 2 上设有许多通孔的离心器 1 构成。周壁 2 经连接带 4 同凸缘 3 连接。连接带 4 根据其形状，下面称作“郁金香花形部件”。如图所示，周壁 2 、郁金香花形部件 4 及凸缘 3 互相构成整体。

凸缘 3 固定在支承轴 5 上，该支承轴在图示的实施方式中是中

空的，而且熔体经其内腔被加入。

支承轴 5 ——或者还有凸缘 3 ——还支持一个同心的分配器 6，该分配器通常称为“篮子”。分配器 6 周壁上设有较少数目的较大直径通孔，该分配器用作离心器 1 的底部并以下述方式分配熔体：将从中央加入的熔体分配成多股分流，并分配到周壁 2 的周围。

离心器 1 为各种各样的加热装置所包围：感应加热器的环形磁体 7，该环形磁体特地用来加热离心器 1 的下部，主要用来补偿同周围空气接触所致的冷却，因为周围空气被离心器 1 的转动和水冷式环状外燃烧器 8 所吸入的大量空气所强列冷却。外燃烧器 8 的通道壁 9 和 10 的底端离开离心器 1 很小的垂直距离 h，例如数量级为 5 mm的垂直距离安装，如在图 8 a 左上方示意图中再进一步简略所示。

环状外烧烧器 8 产生高温高速气流，该气流基本上垂直向下，并这样沿周壁 2 流动．该气流一方面用来加热或维持周壁 2 的温度，另一方面有助于将离心成丝的熔体材料抽成纤维。

如图所示，外燃烧器 8 最好被冷空气如压缩空气吹气环 11 所包围。该吹气环的主要任务是，限制热气流径向膨胀，以防止所产生的纤维与环形磁体 7 接触。

离心器 1 的这种外燃烧器内部补备一个内置式环状燃烧器 12，它装在支承轴 7 上，并且只在纤化设备起动时供预热篮子 6 之用。

如图 8 b 所示，本发明一种纤化装置由同样的部件构成，下面只探讨不同之处。

最引起注意的区别牵涉到图中以 13 标示的环状外燃烧器的安装，该燃烧器通道壁 14 和 15 的底端以高于图中用 19 标示的周壁的 h’ 距离安装，此距离明显大于图 8 a 中的距离 h。这种情况另外在图 8 b 右上角的示意简图中示明。在本实施例的情况下，距离 h’ 的数量级为 15 至 30 mm，尤以 20 至 25 mm为佳，因为这样一个距离总能使出来的气流具有高的流动精度。此外，内通道壁 14

的直径明显小于周壁 19 上部的直径。为了将气流导向出口，使外燃烧器 13 的出口被两个互相垂直的斜面 16 和 17 所限定，在实施例的情况下，约向外倾斜 45°。为了限制从外烧烧器 13 出来的热气流的径向膨胀问题，故而使外斜面 17 的长度仅约为内斜面 16 的一半，并且终止在基本垂直的壁 18 处。斜面 16 和壁 18 的终端在一个高于离心器的高度上，该高度基本上相当于常规外燃烧器 8 的通道壁 9 和 10 底端的垂直距离 h（见图 8 a）。

以外燃烧器 13 的这样一种安装方式，不仅离心器 1 的周壁受到加热，而且图中以 20 标示的郁金香花形部件也被加热。然而，气流不得沿郁金香花形部件 20 向上升，而且也不得加热图中以 1' 标示的离心器的以 22 标示的支承轴。为避免此，可以配装一个环状凸出部 21 或其它转动的密封件，而且例如装在郁金香花形部件 20 的一半高度上，此时，该位置决定了郁金香花形部件 20 被环状气流加热的长度。也可以将支承轴 22 和周壁 23 之间的间隙置于过压下。为此，譬如可以向支承轴 22 的上部送冷空气，而且最好垂直于旋转轴，因为借此只应该形成流动阻塞，而绝不应该使冷空气流对着郁金香花形部件 20。

图 8 a 与图 8 b 的对比显示出另一个实质性区别，该区别在于，设置了一个第二内燃烧器 25，它同心围绕图中以 26 标示的中心内燃烧器安装，它象通常那样用来加热图中以 27 标示的篮子。所述第二内燃烧器 25 是一种具有分散火焰的环形燃烧器，各个火焰都对着周壁 19 的内表面和郁金香花形部件 20 的内表面。各火焰的分配特别用郁金香花形部件 20 内侧上的多个用作火焰稳定器的凸出部 29 来尽可能完善。

在图 8 b 的实施例中的篮子 27 有一个较厚的底部 28，譬如它由一块陶瓷板或耐热混凝土所构成，以防很快被熔体侵蚀。除此之外，此厚底部 28 还起隔热作用，并因此而避免由于离心器 1' 旋转而诱发或吸入的气流或空气流将该底部的内侧冷却。

下面详细阐述本发明装置的工作方式。

在开始生产之前，先预热篮子 27 和离心器 1'，直至达到确保熔体材料在从离心器 1' 的各通孔流出之前不会凝固的温度。当达到适宜的温度时，就开放离心器 1' 中的熔体的流道。所述适宜温度是指在理想情况下尽可能少地偏离持续工作温度、从而尽可能快地达到稳定工作状态而基本上不冷却熔体。

熔体抵达篮子 27 的底部 28，流过篮子 27 的周壁上的孔，并被离心到离心器 1' 的周壁 19 的内侧。

篮子 27 对熔体的分配由两种对立的要求所决定。一则，很希望将篮子 27 的孔数留得较少，以防熔体在从篮子 27 到离心器 1' 周壁 19 的途中明显冷却。另则，当熔体被集中于数目少的篮子 27 的孔上时，这就会在离心器 1' 的周壁 19 内表面上形成局部狭窄的冲击点，在这些点上带来离心器 1' 的材料迅速被侵蚀的危险。这种危险还会由于如下原因而增大，即正如下面将详述的那样，由于离心器 1' 中的熔体“储备”大受限制，致使冲击较少地被起缓冲垫作用的这种储备所缓解。

熔体通过离心器 1' 的通道保持尽可能短，以防止发生凝固的危险。为此，力求附带缩短熔体在离心器 1' 中的路程，还要使熔体在透过通孔之前沿周壁 19 内侧逗留数量保持得尽可能少。

这种熔体储备间接由所添加熔体的流量、由熔体温度及其因温度所致或多或少的高稀薄液体状态，以及由离心加速度所决定。在本实施例的情况下，器 1' 中逗留的熔体数量平均可以不超过一分钟的生产量，以不超过 30 秒的生产量为佳。

保持使熔体从离心器离心出的合适温度，这在包围离心器的大气中需要补充的，尤其是热技术的各种条件，以同时保证将丝抽成纤维和使抽成的纤维凝固。

熔体的温度应当迅速达到纤维凝固温度值以下。但是，凝固不能瞬间进行，因为要不然就抽得不充分。

在此阶段用一种加热装置来进行温度的根本控制，该加热装置在离心器周围抽纤维的区域起作用。

选择温度时，当然必须考虑材料可以抽拉和继尔可凝固的温度值。另外还必须考虑到出自燃烧器的气体同吸自周围环境的空气相混合的实际情况。

实际上，在从离心器离心出来后在很小的距离内就抽成纤维。

为了在周围气氛中整个进行抽纤维的区域内保持所选择的各条件，气体的流出量应当充分。

图 9 中示出的结构同图 8 所示者的基本区别在于，熔体不轴向送入，而是不需要通过分配篮子直接送入离心器。

图 9 的结构中有一个离心器 31，在示意图所示的方式中，它经由凸缘 33 和轴环 34 固定在支承轴 32 上。实际的固定方法未详细示出。

离心器 31 上部开口。从熔池连续流入的熔体借助重力输入其中。熔体 35 在其进入离心器 31 的途中借助套管 36 来保护。

如图 8 所示，该结构配置具有不同的装置，它们在不同操作阶段用来控制熔体温度和装置温度。

其中，在离心器 31 的外侧，首先涉及一个环状外燃烧器 37 和一个作感应加热的环形磁体 38。视个别情况的需要而定，在起始生产时可以短时使用辅助燃烧器，以使离心器 31 在熔体送入其中之前，达到足够高的温度。未详细说明该辅助燃烧器。

如在图 8 所示的实施方式中，在离心器 31 的内腔中有一个与支承轴 32 同心安装的内燃烧器 39。离心器 31 的底部最好设有多个通孔，以使气体有可能泄出。

如果熔体 35 必须直接在透过离心器 31 的出料孔之前加热，则可为此而使用如图 9 中以 40 示意标示的燃烧器，其将一股火焰对着离心器 31 周壁的内表面。另外，正如图 9 中以图示说明所估计，此时较好的是，燃烧器 40 偏心地安装在熔体流 35 的对面，以便使其不干扰熔体流入。

正如在图 8 所示实施方式的情况下，分散燃烧器 40 由中心内燃烧器 39 所补充。

为了尽可能好地保护离心器 31 内腔不受环境气氛影响，可以安装图 9 示意的壁 41 。

熔体 35 在构成离心器 31 底的区域同离心器 31 接触．熔体由此通过离心作用而复盖离心器 31 周壁 42 的内表面。

须强调的是，在这种结构情况下，熔体 35 与离心器 31 接触的路程很短。

正如图 8 b 所示装置的情况下，内燃式环状外燃烧器 37 的主要功能是调节离心器 31 周围大气中的热条件，它防止了离心器 31 周壁 42 ，尤其该周壁的上部被显著冷却．同样，如同在前述实施例情况下，环形磁体 38 的感应加热起着加热离心器 31 下部的作用。

如在上面所述，试验性地用奥氏体ＯＤＳ钢所制离心器制造纤维．在此情况下，该离心器的直径为 200 ｍｍ，周围上有 9000 个通孔．通孔的直径为 0.5 ｍｍ．通孔排成 20 列．其结构类型如图 8 b 所示，为免重述，可参见图 8 b 及其说明。

对不同组合物所用的试验条件差别是微小的．下述那些对上述组合物 2 产生好结果的条件应当示范性地重现。

熔体送入离心器时的起始温度为 1550 ℃．其流量为 3000 Ｋｇ／ｄ。

外燃烧器先调节到使其提供一种在 1400 ℃和 345 ｍｍ水柱吹气压力下可使用的抽丝气流。

离心器转速为 3000 转／分。

在这些条件下，生产出的玄武岩棉的细度为 3 ／ 5 ｇ马克隆尼值或 400 ／ 5 ｇ法康尼(Faconnaire)值(马克隆尼值和法康尼值的规定是常规的纤维细度表征方法，正如它目前被矿物棉生产者使用那样；有关这方面的细节参阅并全文援引德国工业标准(ＤＩＮ)53941“马克隆尼值测定”或美国材料试验协会标准ＡＳＴＭＤ 1448“棉纤维的马克隆尼指数”）

。直径等于或大于 100 μｍ的未纤化材料含量低于 0.8 %(重量)，

同以“外离心作用”的结果相比，这个含量极其小，纤维质量全部极其令人满意。

总起来可以说，经适当选择操作条件，本发明方法可在玄武岩、岩石或类似材料的基础上生产出矿物棉毡，其中所含直径大于100 μm的未纤化颗粒(珠粒)少于5 %(重量)。

尽管如此，特别重要的是要很好地控制温度分布。

如上面已提及，显著提高温度，例如将燃烧器温度提高到1600℃，则会导致未纤化颗粒含量明显增加。

相反，降低离心器的温度，则可导致离心器周壁上通孔堵塞。

用其它组合物进行的试验证实了上述结果。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SrO_2	50. 45	51.5	49.40	52.9	54.93	56.0	52.26	52.65	49.40	47.90
Fe_2O_3	10.35	10.1	11.75	15.2	8 .3	12.18	7.6	6.5	10.10	9.80
Al_2O_3	17.35	18	15.8	13.6	17.17	14.37	18.96	19.85	17.00	16.40
MnO	0.17	0.19	0.2	0. 2	0.15	0.23	0.1	0.1	0.15	0.15
CaO	9.90	8.9	10.80	5.75	7.12	6.3	6.52	5.3	9.70	9.4
MgO	7.05	6.4	6.4	3.8	5.10	4 .48	4.31	3.3	6.90	6.70
Na_2O	3.35	3.5	3.1	2.7	3.55	3.2	5.52	6.1	3.25	3.15
K_2O	0. 45	0.61	0.4	2.20	2.19	1.49	4 .11	5.5	0.45	0.40
TiO_2	0.7 5	0.66	2.1	3.0	1.20	1.33	0.5	0.5	0.75	0.70
P_2O_5	0.15	0.12	-	0.6	0.28	0.34	0.1	0. 1	0.15	0.14
B_2O_3	-	-	-	-	-	-			2.15	5.25
液化温度	1 310 ℃	1290 ℃	1220 ℃	1330 ℃	1270 ℃	1290 ℃	1290 ℃	1310 ℃	1260 ℃	1230 ℃

	11	1 2	13	14	15	16	17	18	19	20
SiO_2	47.5	55.3	52.60	46.55	48.77	50.80	47.01	56.3	58.54	61.2
Fe_2O_3	9.7	7.78	8.75	8.78	8.80	8.80	12.1	0.25	0. 19	6.1
Al_2O_3	16.3	19.1	14 .58	14.7	14.65	14.65	14.7	3.1 5	3.85	0.1
MnO	0.16	0.12	0 .12	0.17	0.17	0.17	0.24	-	0.03	0.0 1
CaO	12.4	10.4	12.20	12.25	12.25	12.25	10.1	26.1	25	18 .6
MgO	6.7	3.9	6.33	6.2	6. 2	6.2	8.6	6.4	9.25	9.3
Na_2O	3.20	1.8	2.24	2.2	2.2	2.2	3.06	3.2	0.05	4.5
K_2O	0. 40	0.68	1.05	1.02	1.02	1.01	1.40	0.65	0.08	0.04
TiO_2	0.70	0.83	1.82	1.89	1.9	1.9	2 .6	0.1-	0.02	0.14
P_2O_5	2.9	-	0.30	6.21	4	2	-	2.9	2.8 5	-
B_2O_3			-	-	-	-	-	-	0.05	-
液化温度	1210 ℃	1270 ℃	1230 ℃	1220 ℃	1230 ℃	1230 ℃	1300 ℃	1290 ℃	1330 ℃	

	21	22	23	24	25	26	27	0
SiO_2	58.1	56.4	47.2	53	49.3	60.7	58.3	63
Fe_2O_3	.15	0.3	3	2.7	8.4		0.14	0.3
Al_2O_3	3.1	3.4	6.9	6.4	15.6	0.2	7	3
MnO								
CaO	2 1.2	21.7	20.7	30	13.9	16.5	2 4.85	7.35
MgO	14.8	4.55	14. 4	3	7.6	3.2	5	3.1
Na_2O		9	6.5	3.1	3.5	15.4	0.02	14. 1

K_2O		1.1	0.7	1.1	0.5	0 .7	0.05	0.8
TiO_2	0.14	0.1	0.4	0.5	1.0		0.14	
P_2O_5				0.2		3.3	4.5	5.9
B_2O_3	2.5							
液化温度	1360 ℃	1230 ℃	> 1300 ℃	1350 ℃	1230 ℃	1120 ℃	1300 ℃	920 ℃

说 明 书 附 图

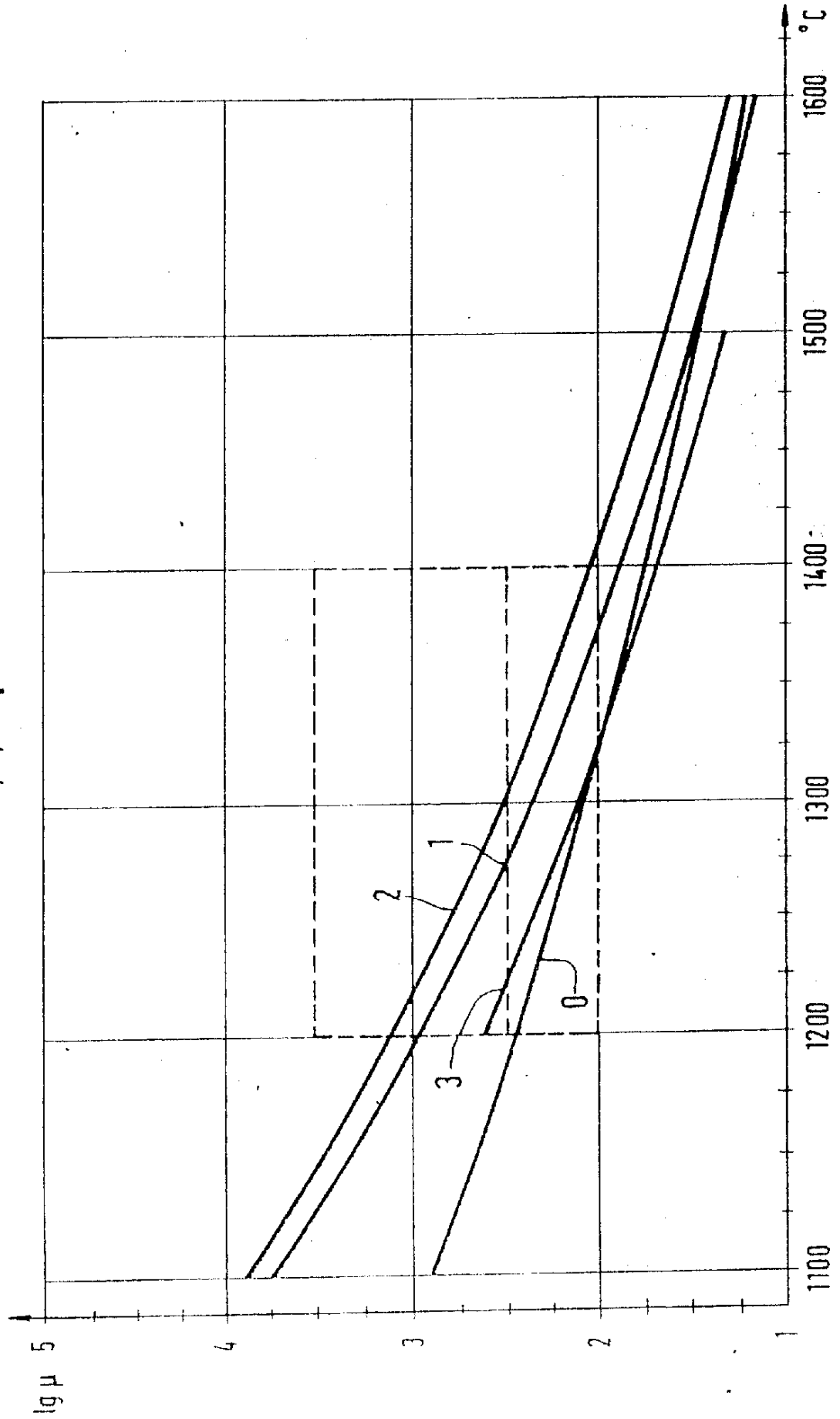


图 1

图 2

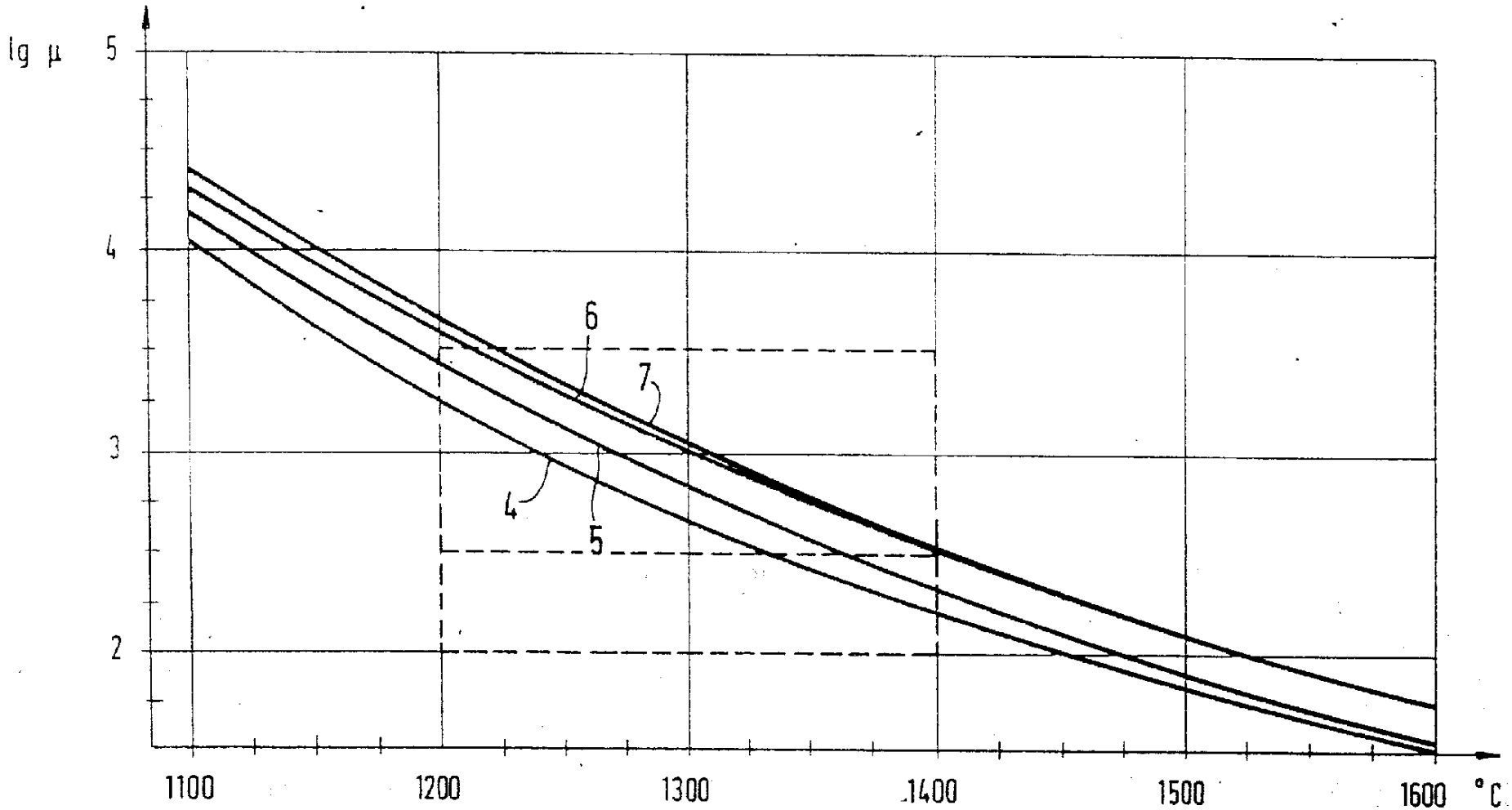


图 3

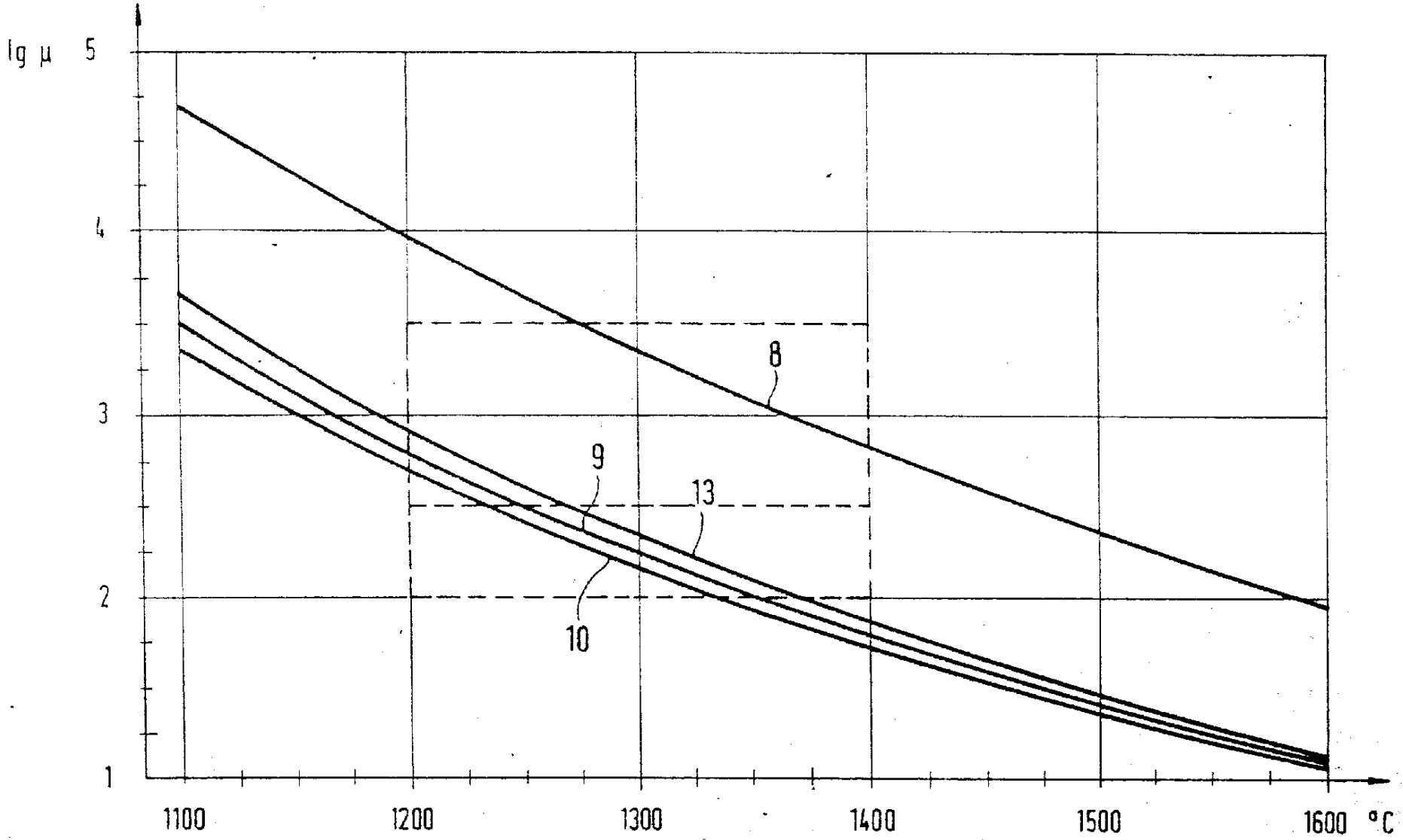


图 4

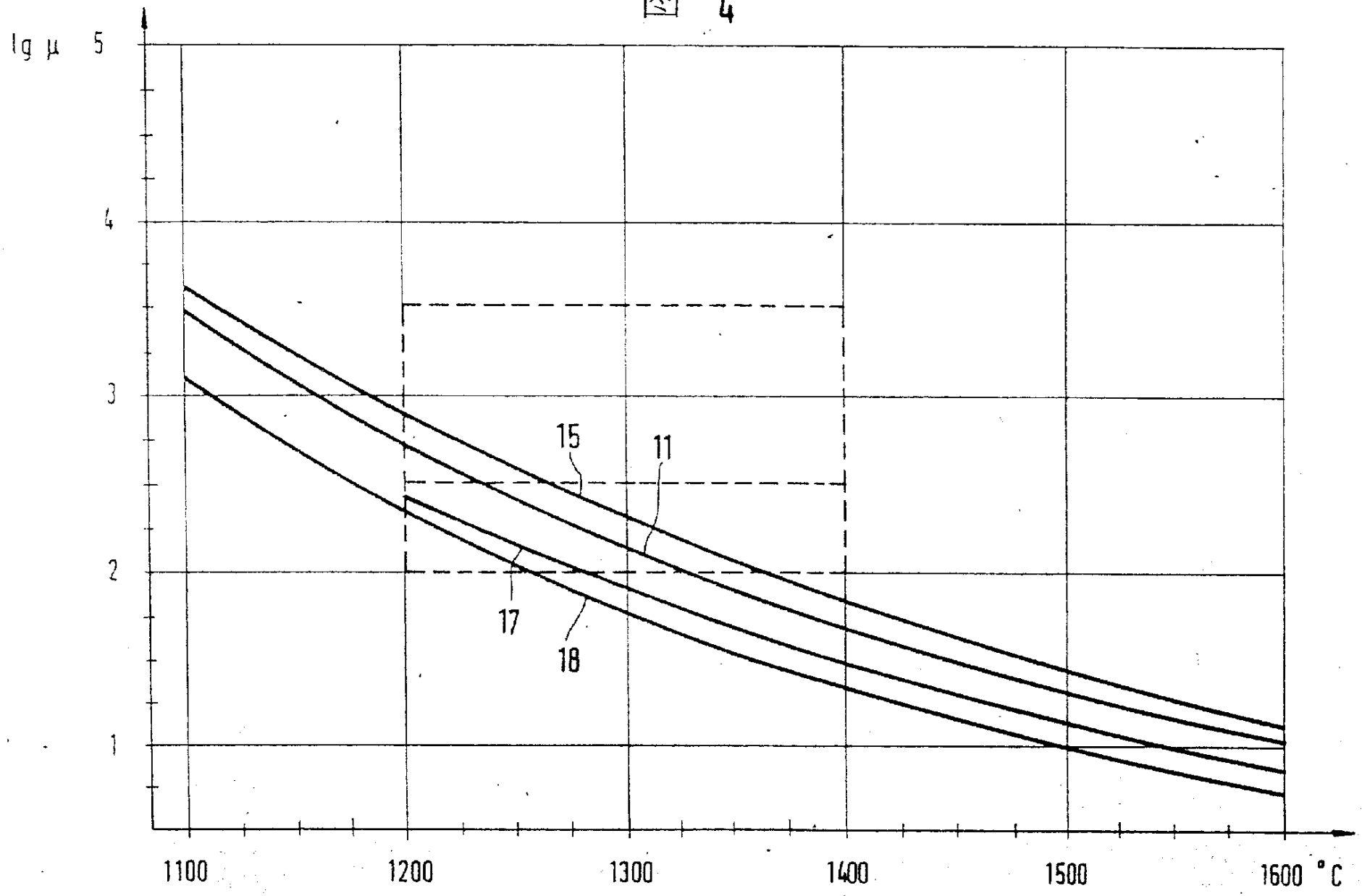


图 5

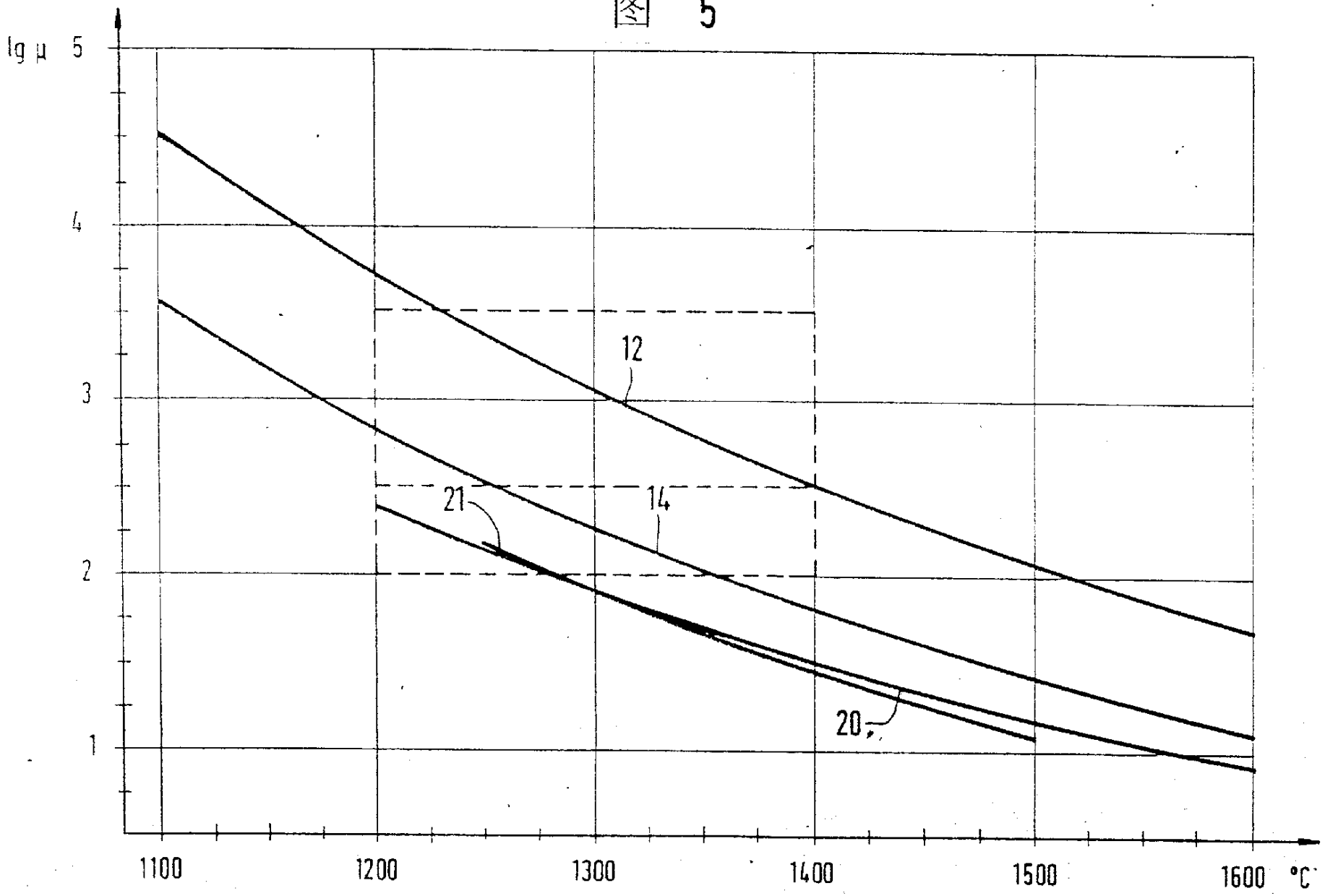


图 6

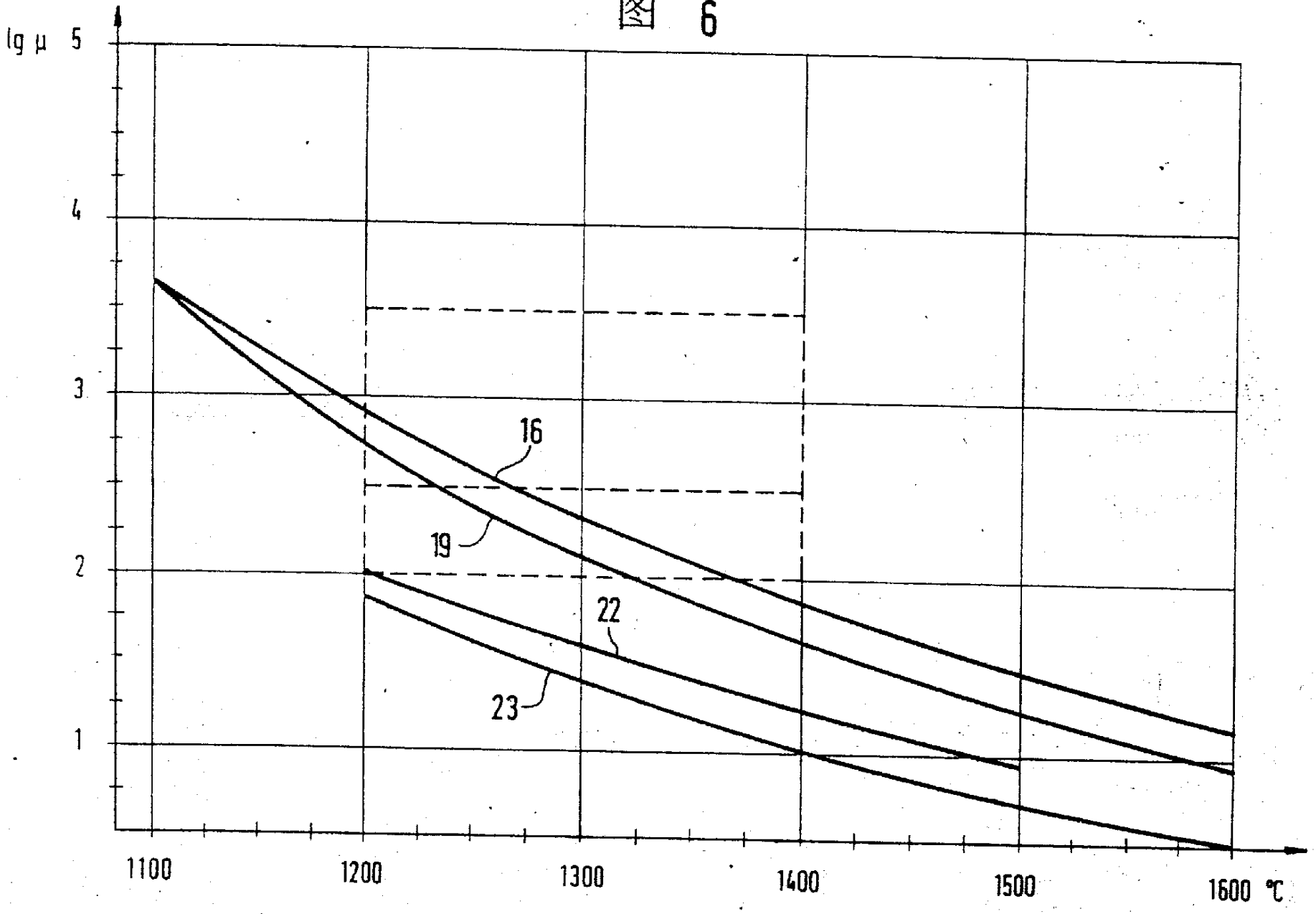
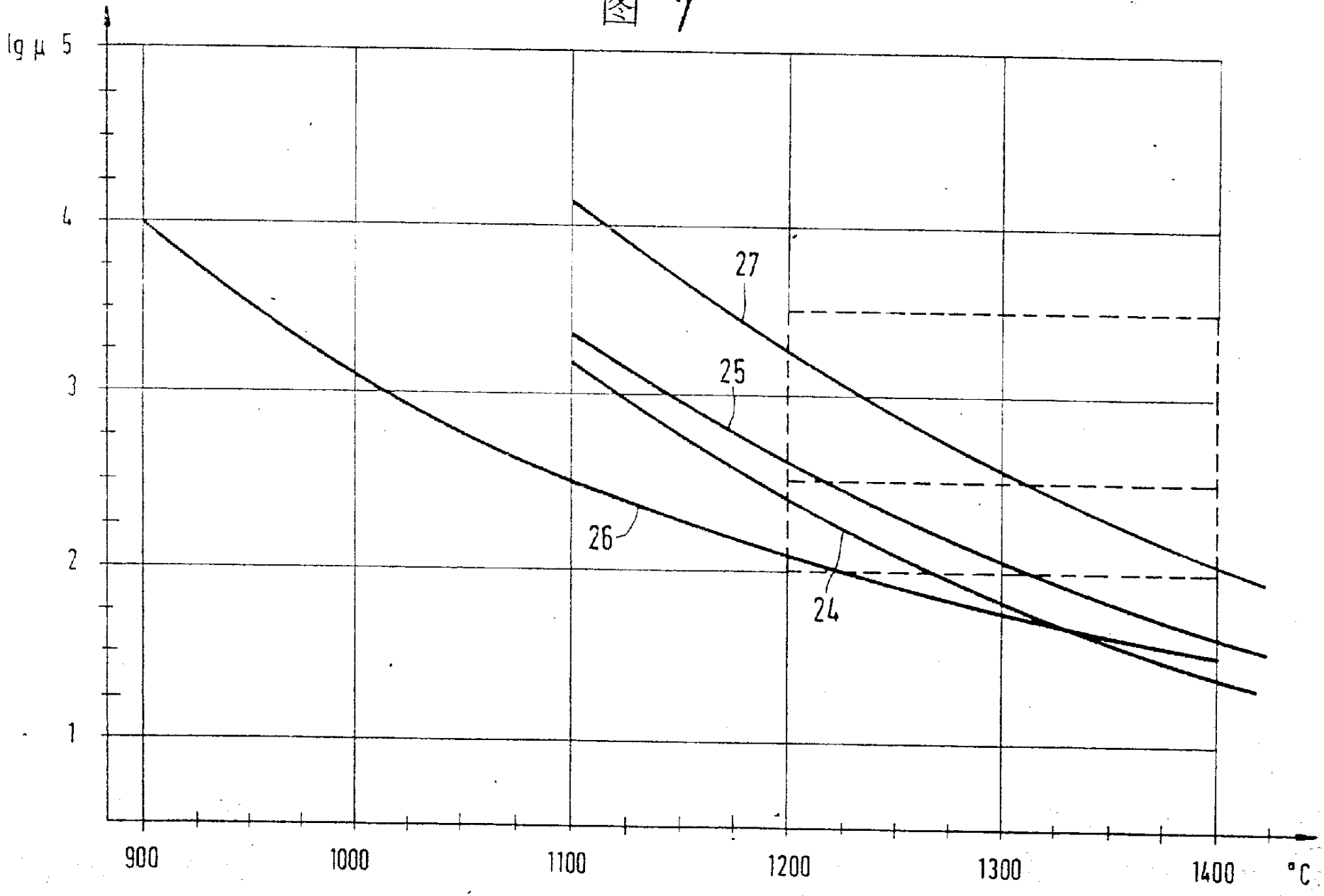


图 7



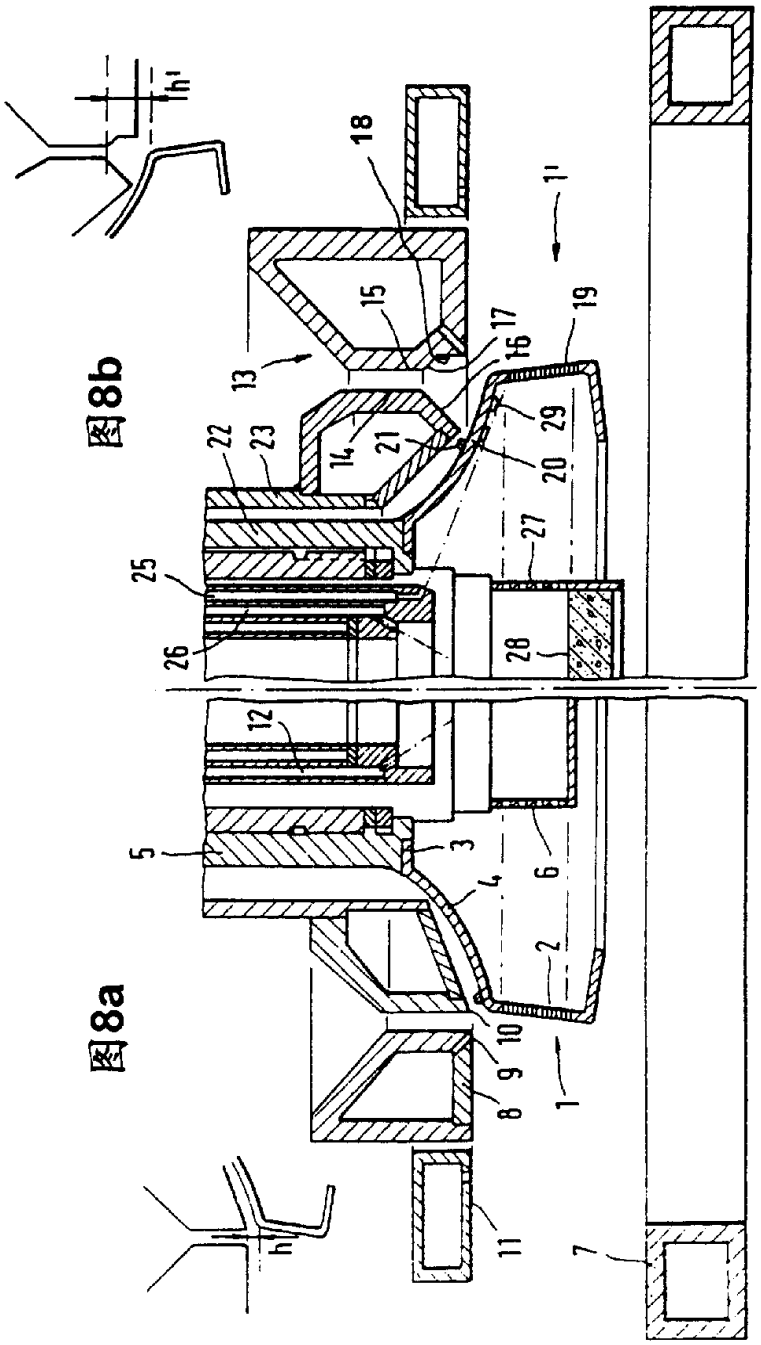

h'
18
1'
15
17
16
19
13
14
21
20
29
22
23
27
25
26
28
12
5
3
6
4
2
10
9
8
1
h
11
7

图8b

图8a

图 9

