

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F27D 1/00 (2006.01)

C04B 41/50 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03826071.9

[43] 公开日 2006 年 3 月 15 日

[11] 公开号 CN 1748116A

[22] 申请日 2003.3.5 [21] 申请号 03826071.9

[86] 国际申请 PCT/EP2003/002248 2003.3.5

[87] 国际公布 WO2004/079284 德 2004.9.16

[85] 进入国家阶段日期 2005.9.1

[71] 申请人 耐火材料控股有限公司

地址 德国伊斯马宁

[72] 发明人 汉斯-于尔根·克利舍特

霍尔格·维尔辛

安东尼奥·费尔南德斯

[74] 专利代理机构 北京金信立方知识产权代理有限公司

代理人 南 霆

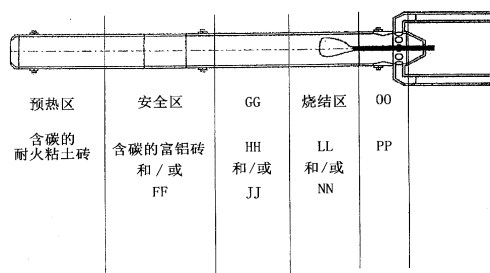
权利要求书 6 页 说明书 17 页 附图 4 页

[54] 发明名称

耐火砌体和用于制造该砌体的耐火砖

[57] 摘要

本发明涉及一种大体积工业炉中的耐火砌体，在该工业炉中如水泥、石灰、菱镁矿、白云石等矿产品在高于 700℃ 的温度下在基本氧化的炉气中被焙烧，其中，该砌体由耐火材料的未焙烧的砖制成，并且碳存在于砌体的砖的焙烧侧或热侧的表面区域。另外，本发明还涉及用于制造该砌体的耐火砖。



对于使用含碳砖的衬砌炉子的分区和一般的衬砌概念

FF: 含碳的铝土矿砖
GG: 上过渡区
HH: 含碳的氧化镁砖
JJ: 含碳的镁氧尖晶石砖
LL: 含碳的氧化镁砖
NN: 含碳的镁氧尖晶石砖
00: 下过渡区
PP: 含碳的氧化镁砖和 / 或含碳的镁氧尖晶石砖

1、一种耐火砌体，用在大体积工业炉中，其中如水泥、石灰、菱镁矿、白云石等矿产品在 700℃ 以上的温度下、在基本氧化的炉气氛中被焙烧，其特征在于，该砌体由未焙烧过的耐火材料砖构成，并且碳存在于砌体的砖石的焙烧侧或热侧表面区域。

5 2、根据权利要求 1 所述的砌体，其特征在于，在砌体焙烧侧上的表面区域的由常规用于工业炉的耐火材料构成的砖具有存在于一个区域中的碳，尤其 1~18cm、优选 2~15cm 厚度的区域。

3、根据权利要求 1 和/或 2 所述的砌体，其特征在于，砖具有常规使用的形式。

10 4、根据权利要求 1~3 中一项或多项所述的砌体，其特征在于，碳以石墨的形式存在于砖中。

5、根据权利要求 4 所述的砌体，其特征在于，砖包括絮状石墨。

6、根据权利要求 4 和/或 5 所述的砌体，其特征在于，砖进一步包括含碳粘合剂如焦油和/或沥青形式的碳。

15 7、根据权利要求 6 所述的砌体，其特征在于，砖包括作为粘合剂的合成树脂。

8、根据权利要求 7 所述的砌体，其特征在于，砖包括作为粘合剂的酚醛树脂。

20 9、根据权利要求 7 所述的砌体，其特征在于，砖包括作为粘合剂的酚醛树脂-酚醛清漆。

10、根据权利要求 4~9 中一项或多项所述的砌体，其特征在于，
2~30 重量%、特别是 5~20 重量%的碳存在于砖的含碳区。

11、根据权利要求 4~9 所中一项或多项所述的砌体，其特征在于，
砖含有 2~5 重量%、特别是 2.5~4 重量%的含碳粘合剂。

5 12、根据权利要求 1 或 3~11 中一项或多项所述的砌体，其特征
在于，碳均匀地分布在整个砖中。

13、根据权利要求 12 所述的砌体，其特征在于，砌体用特别包括
碱性耐火材料、特别是基于 MgO 的碱性耐火材料的砖构成。

10 14、根据权利要求 13 所述的砌体，其特征在于，砌体由其中 MgO
至少部分地被尖晶石和/或 α -氧化铝和/或铝土矿和/或红柱石和/或多
铝红柱石和/或燧土和/或耐火粘土所代替的砖构成。

15、根据权利要求 1~14 中一项或多项所述的砌体，其特征在于，
砖具有小于 30 体积%、特别是小于 14 体积%、优选 1~8 体积%范围
内的孔隙率。

15 16、根据权利要求 1~15 中一项或多项所述的砌体，其特征在于，
砖包括本来已知的抗氧化剂，特别地抗氧化剂的含量为 1~10 重量%、
优选 2~8 重量%。

20 17、在旋转管式炉或竖窑的烧结区和/或上过渡区中的根据权利要求
1~16 中一项或多项所述的砌体，其特征在于，基于 MgO 和/或 MgO/
尖晶石矿物或 MgO/铝土矿或 MgO/ α -氧化铝或 MgO/氧化锆的含碳砖。

18、根据权利要求 17 所述的砌体，其特征在于，砖具有以下组成：

	氧化镁	25~98 重量%、特别是 27~83 重量%
	尖晶石矿物	0~40 重量%、特别是 5~30 重量%
	石墨	2~30 重量%、特别是 5~20 重量%
	铝粉	0~10 重量%、特别是 2~8 重量%
5	硅粉	0~10 重量%、特别是 2~8 重量%
	碳化硅粉	0~10 重量%、特别是 3~7 重量%。

19、根据权利要求 17 所述的砌体，其特征在于，含碳的砖基于尖晶石或铝土矿或 α -氧化铝。

10 20、在旋转管式炉或竖窑的安全区中的根据权利要求 1~19 中一项或多项所述的砌体，其特征在于，基于红柱石或硅线石组的矿物或铝土矿或富含氧化铝的耐火粘土如燧石的含碳砖。

21、根据权利要求 20 所述的砌体，其特征在于，具有下面的组成的砖：

	富含氧化铝的耐火粘土	50~98 重量%、特别是 57~88 重量%
15	石墨	2~30 重量%、特别是 5~20 重量%
	铝粉	0~10 重量%、特别是 2~8 重量%
	硅粉	0~10 重量%、特别是 2~8 重量%
	碳化硅粉	0~10 重量%、特别是 3~7 重量%。

22、在旋转管式炉或竖窑的预热区中的根据权利要求 1~21 中一项或多项所述的砌体，其特征在于，基于耐火粘土或轻质耐火粘土的含碳砖。

23、根据权利要求 22 所述的砌体，其特征在于，具有下面的组成的砖：

轻质耐火粘土	50~98 重量%、特别是 57~88 重量%
石墨	2~30 重量%、特别是 5~20 重量%
铝粉	0~10 重量%、特别是 2~8 重量%
硅粉	0~10 重量%、特别是 2~8 重量%
碳化硅粉	0~10 重量%、特别是 3~7 重量%。

24、在旋转管式炉或竖窑的下过渡区或出口区中的根据权利要求 1~23 中一项或多项所述的砌体，其特征在于，基于铝土矿或氧化镁的含碳砖。

25、根据权利要求 1~24 中一项或多项所述的砌体，其特征在于，含碳砖位于热侧上，并且包括绝缘材料的砖如轻质耐火砖或耐火粘土砖位于冷侧的多层砌体。

26、用于制造根据权利要求 2~11 和 13~25 中一项或多项所述的砌体的耐火砖，其特征在于，包括含碳的热侧区 2 和包含绝热材料的绝热区 3 的单片结构。

27、用于制造根据权利要求 17~19 中一项或多项所述的砌体的耐火砖，其特征在于下面的组成：

氧化镁 25~98 重量%、特别是 27~83 重量%

尖晶石矿物或 α -氧化铝 0~40 重量%、特别是 5~30 重量%

石墨 2~30 重量%、特别是 5~20 重量%

铝粉 0~10 重量%、特别是 2~8 重量%

5 硅粉 0~10 重量%、特别是 2~8 重量%

碳化硅粉 0~10 重量%、特别是 3~7 重量%。

28、用于制造根据权利要求 20 所述的砌体的耐火砖，其特征在于
下面的组成：

富含氧化铝的耐火粘土 50~98 重量%、特别是 57~88 重量%

10 石墨 2~30 重量%、特别是 5~20 重量%

铝粉 0~10 重量%、特别是 2~8 重量%

硅粉 0~10 重量%、特别是 2~8 重量%

碳化硅粉 0~10 重量%、特别是 3~7 重量%。

15 29、用于制造根据权利要求 22 所述的砌体的耐火砖，其特征在于
下面的组分：

轻质耐火粘土 50~98 重量%、特别是 57~88 重量%

石墨 2~30 重量%、特别是 5~20 重量%

铝粉 0~10 重量%、特别是 2~8 重量%

硅粉 0~10 重量%、特别是 2~8 重量%

碳化硅粉

0~10 重量%、特别是 3~7 重量%。

耐火砌体和用于制造该砌体的耐火砖

技术领域

5 本发明涉及耐火砌体和用于制造其中如水泥、石灰、菱镁矿、白云石等矿产于 700℃以上、特别是 900℃以上的温度下在基本上氧化气氛中被焙烧的大体积工业炉的耐火衬砌的耐火砖。

背景技术

在工业中，水泥、石灰、菱镁矿、白云石主要在旋转管或竖窑中被焙烧。焙烧过程基本上在氧化条件下进行。

10 炉子的工作寿命尤其取决于耐火砌体衬砌的类型，首先，该耐火砌体衬砌保护炉子的金属外墙免受焙烧物料的高温、火焰温度和大气温度；第二，可降低热损失。另外，耐火衬砌可作为从热炉气中吸收热能并将热能传递到焙烧物料的热交换器。

15 炉子的砖石支架通常受到高温变应力及高机械和化学应力。温变应力由炉气温度高于焙烧物料温度而引起。机械应力由炉子的旋转运动和焙烧物料的运动而引起。砖石受到由于温度梯度沉积在耐火衬砌中的在炉气中的物料成分和挥发性化合物而产生的化学应力。

20 这些在氧化条件下操作的炉子，例如用于水泥和石灰的旋转炉、用于白云石和菱镁矿的炉子及竖窑使用焙烧的耐火砖作衬砌，在基础区基本上使用基于 MgO 的耐火砖，例如镁氧尖晶石砖、镁氧铬砖、作为镁氧尖晶石矿物砖的镁氧铁尖晶石砖、镁氧化锆砖、白云石砖等作

为衬砌，及在非基础区使用耐火粘土砖、红柱石砖、铝土砖等作为衬砌。

在一些区域中衬砌有时也使用未焙烧的磷或磷酸盐结合的轻质耐火砖而被构造。

5 为了构造砌体的，因为在操作期间不同的应力出现在各区域中，
所以炉子被分成不同的区域。对于用于水泥的旋转管式炉，例如，炉
子从焙烧物料进料端到焙烧物料出口端被分成预热区、安全区、上过
渡区、烧结区、下过渡区和出口区。焙烧物料的稳定积聚通常形成在
10 烧结区，并且如此可保护烧结区。从该积聚中分离物料可引起损坏，
例如一旦发生过热可引起水泥熟料相的渗入。如果缺乏积聚或不稳定，
则过渡区会遭受碱渗入、热影响和氧化还原作用的影响、以及温度的
变化。另外，例如由于炉子轴的椭圆度应力和曲率而出现热力应力。
二次燃料如汽车轮胎也产生额外的不可控制的应力。

15 预热区、安全区和出口区通常使用富含熟耐火粘土和氧化铝的砖
作为衬砌，然而其它的区通常使用基于菱镁矿(MgO)或白云石
(MgO/CaO) 的砖作为衬砌。

竖窑通常类似地被划分。

20 当操作条件一致时，已知的炉衬砌具有规定的特性并阻止过早的
磨损。但是，并不能经常获得一致的操作条件。炉内操作参数或物料
参数的变化，例如关于在焙烧水泥中的烧结块模量或先前破坏的必要
修复没有适时进行，在相对较短的时间内频繁地出现。改变化学侵蚀
及改变热和热机械应力导致加速的磨损和破坏。

过去已作出通过改进烧成砖的物料成分，从而使其与不利的操作条件相匹配以解决该问题的尝试。该面向应用的优化主要包括例如为了增加砖的弹性特性和耐蚀性而改变其化学矿物学成分。提供一个一般确保高于镁氧化铬砖弹性的镁氧尖晶石的例子。另外，镁氧化铬砖由于水泥熟料相的侵蚀而受到较强的腐蚀。这可通过对应力较不敏感的镁氧化锆砖来解决。因此，这些砖已被进一步研制，并已生产出对于各自应力情况而设计的特殊砖。但是，由于应力情况是变化的，因此该研制势必导致尽头，而且成本很高。

发明内容

本发明的目的是提供用于使用氧化炉气氛而被操作的炉子的砌体，该砌体更好地经受得住显著的应力变化，其耐火砖材料与正常的应力最佳匹配，而不是与应力变化最佳匹配。

该目的通过权利要求 1 的特征实现。本发明优选的实施方案在从属权利要求中被限定。

根据本发明，使用由如上述耐火材料之一的常规使用的材料构成的未焙烧的砖，这些未焙烧的砖具有常规使用的三维形状并且是与磷粘合的，或者其粘合剂为合成树脂、焦油或沥青或通过其它合适的粘合材料被粘合。

碳、特别是石墨存在于面向炉内部的砌体或砖侧的砖材料中、特别是孔中，是非常重要的。石墨可是天然或合成石墨，例如絮状石墨。已发现石墨与在全部区域中的焙烧物料和/或氧化气体一起可明显地产生一种类型的未焙烧砖表面的密封，这种密封不仅不妨碍根据区域中不同应力的所需最佳特性，而且确保在应力改变情况下的规定特性。

石墨在与如合成树脂、焦油或沥青的含碳粘合剂材料结合使用是特别有效的，当合成树脂存在时，该作用特别好。使用合成树脂、特别是酚醛树脂(可溶酚醛树脂)或酚醛树脂-线型酚醛清漆溶液。

5 提供一个约 1~18cm、优选 2~15cm 的含石墨区是有利的，该区使石墨可用于与焙烧的物料和/或炉气进行氧化表面反应，并可在砖的内部另外提供储备存量的石墨、并且如果适当可提供含碳粘合剂。密封区显然保护砖的炉侧(热侧)表面区域，以便含石墨区的石墨不被全部消耗，并且如果发生表面损坏可用于进一步的密封。

10 在含石墨区中、而且优选整个未焙烧砖中的孔隙率小于 30 体积%、优选小于 14 体积%；特别地，孔隙率在 1~8 体积%范围内是有利的。

含石墨区的石墨含量优选 2~30 重量%，特别是 5~20 重量%。对于含碳粘合剂，粘合剂加上石墨的碳含量应当在 2~30 重量%的指示范围内、特别是 5~20 重量%。含碳的粘合剂优选使用量为 2~5 重量%、特别是 2.5~4 重量%。

15 在本发明的特别实施方案中，含石墨区进一步包括抗氧化剂，例如 Al、Si、Mg、SiC、Si₃N₄、B₄C 或金属合金。令人惊讶的是这些抗氧化剂不会不利地影响在表面上的密封层的形成，而可阻止氧化过深地穿透进入含石墨区，以便碳储备保留以用于对损坏的密封区域进行进一步的重新形成。

20 完全含石墨、或者整体或全部含石墨的砖的应用被本发明的范围所包括。特别地，使用完全含石墨并通过如合成树脂、焦油或沥青的含碳粘合剂粘合的砖同样被本发明的范围所包括。在这方面，本发明提供一种本来已知的用于氧化条件下操作的炉子砌体的碱性含碳耐火

砖的应用，的应用，该碱性含碳耐火砖已被设计用于还原气氛，如用于在钢铁生产。这些碱性耐火砖用于如转炉、纯钢罐或电弧炉的冶金容器的砌衬。这些同样未焙烧的含碳砖，特别是镁砖或白云石确保了与大部分碱性炉渣适应性，以及碳、尤其石墨在钢生产中弥散的还原气氛中的稳定性。砖通过合成树脂、沥青或焦油被粘合，并在冷却状态下(酚醛树脂粘合的或酚醛树脂-线型酚醛清漆粘合的砖)或热状态下(酚醛树脂-线型酚醛清漆粘合的或焦油或沥青粘合的砖)被成形。另外，砖通常进一步包括抗氧化剂，由于与碳相比抗氧化剂对氧的亲合力更高，因此该抗氧化剂降低碳的燃烧。抗氧化剂的作用主要基于其使空气的进入更加困难并且增加了强度。典型使用的物质为金属、碳化物或氮化物，例如 Al、Mg、Si、SiC、B₄C、Si₃N₄、AlN、BN 或 SiAlON。

在本发明的范围内，本发明的应用包括通过适当的技术制造根据本发明所用砖的制备此含碳砖的已知技术。

根据本发明的密封区、特别是结合低孔隙率的未焙烧砖材料的密封区阻止炉内气氛的挥发性成分例如会损害或破坏砌体的碱金属化合物、氯化物和硫化合物的渗入。

另外，对如水泥溶渣相腐蚀的高度的热化学抗性通过根据本发明的密封区、并且特别通过低孔隙率而确保。

此外，石墨的含量、特别是结合含碳粘合剂影响了所需的低弹性模量(modulus of elasticity)E 和相应所需的低剪切模量(shear modulus)G。

对于原料成分 MgO 和碳，含石墨的区域或砖是非常热稳定的。即使 MgO 部分或完全被如尖晶石、 α -氧化铝、铝土矿、红柱石、富铝

红柱石、燧土或耐火粘土的其它耐火材料所代替也并不会削弱密封作用。

令人惊奇的是氧化炉气在砌体的热侧仅产生碳的最低限度的燃烧，从而令人惊奇的是所得灰烬可能由于在砖表面的烧结过程而同样导致在砖表面上的一种密封区，而未使砖的其它材料特性丧失。在烧
5 结区、还可能在过渡区中，更快地并更经久地形成所需的沉淀。即使在过热和应力改变的情况下，分离的物料也相对很少。

根据本发明，可抗热水泥溶渣相的腐蚀的砖，如基于 MgO 和石墨的砖被用于例如旋转管式炉或竖窑的如烧结和过渡区的热炉区。这些
10 砖有利地包括控制碳燃烧的上述抗氧化剂。另外，抗氧化剂增加使用侧的砖的强度。该砖可不仅包括氧化镁(烧结的氧化镁或熔融的氧化镁)，而且包括尖晶石、铝土矿或 α -氧化铝、或者氧化镁可完全由这些矿物所代替，特别是当热导率降低时。

本发明的砖不仅用于旋转管式炉或竖窑的热区，而且有利于地用于所有的其它区。例如，安全区具有包括如含铝的成分、红柱石或硅
15 线石组的其它矿物、铝土矿或富含氧化铝特殊耐火粘土的含碳砖。在这种情况下，砖中碳的含量也应当在 2~30 重量%的范围内。这些砖还可进一步包括用于所示目的的抗氧化剂。

本发明还提供含碳的耐火粘砖的应用，与其它用于至今通常使用耐火粘土砖作为衬砌的炉子的预热区的砖一样，该含碳的熟料耐火砖
20 同样地优选为树脂、焦油或沥青等粘合的。但是，这些含碳砖也可通过其它有机或无机材料粘合，并可进一步包括用于上述目的的抗氧化剂。

由于炉子出口中出现磨损应力，因此，根据本发明，至今通常使用焙烧的铝土矿砖作为衬砌的炉子出口优选使用包括抗氧化剂的含碳的富氧化铝砖如铝土砖或含碳的镁砖作为衬砌，从而特别确保较高的强度。

5 即使焙烧设备的外部即炉子的外墙的温度在使用过程中应当变得很高，使用两层砖石衬里内衬炉子是可能的。该砌体包括位于热侧上的包含耐火材料、石墨、适当的抗氧化剂的所述含碳砖，和位于朝向炉子外墙侧上的包括如可商购的耐火粘土砖或其它热绝缘材料如轻质耐火粘土砖的绝缘砌石。

10 附图说明

根据本发明的砖在热区中包括石墨。砖的冷侧可包括如不含石墨的相同材料或绝热材料。图 1 表示具有两层砖 1 的结构，该结构包括位于热侧的含石墨区 2 和位于冷侧的绝缘区 3。这些砖可以一种方法生产，并在两个区之间具有经久的粘合。当然，绝缘部分和含碳部分分
15 别被制造，然后通过粘合剂粘合在一起以助于安装也是可能的。

图 2 示意地表示用于水泥的旋转管式炉的衬砌的例子。这里，预热区使用含碳的耐火粘土砖作为衬砌，安全区使用含碳的富含氧化铝的砖和/或含碳的镁氧尖晶石砖作为衬砌，上过渡区使用含碳的氧化镁砖和/或含碳的镁氧尖晶石砖作为衬砌，烧结区使用含碳的氧化镁砖和/或含碳的镁氧尖晶石砖作为衬砌，下过渡区使用含碳的氧化镁砖和/或含碳的镁氧尖晶石砖作为衬砌。图 2 表示出旋转管 4，燃烧火焰 5 和
20 燃烧器 6。

具体实施方式

本发明借助于下面的耐火砌体的内砌的实施例说明如下。

实施例 1: 旋转管式炉

用于水泥的旋转管式炉作为起始点, 其中波特兰水泥熟料(portland
5 cement clinker)在典型操作条件被焙烧下。炉子的长度为 75m, 直径为
4.50m。如图 2 所示的分区如下:

	出口区	FP	0~5m
	下过渡区	FP	5~12m
	烧结区	FP	12~30m
10	上过渡区	FP	30~43m
	安全区	FP	43~52m
	预热区	FP	52~75m

FP = 在炉中的位置(渐增的米数)

根据本发明的衬砌提供如下:

15	出口区	FP	0~5m
----	-----	----	------

衬砌通过具有含 10 重量 % 的石墨的氧化镁砖而实现; 该砖的组成
如下:

烧结的氧化镁颗粒 0~4mm	71 重量 %
烧结的氧化镁粉末<0.1 mm	13 重量 %

絮状石墨	10 重量 %
铝粉	3 重量 %
硅粉	3 重量 %

5 粘合剂为可熔性酚醛树脂，以 3.2 重量 % 的量被加入干基质中。砖在 160MPa 压制压力下以水泥工业中的常规形式(公知的 VDZ 形式)被压制，并随后在 200℃ 温度下被加热。

 砖的安装使用水泥工业中的常规安装工具和方法进行。

下过渡区	FP	5~12m
------	----	-------

10 衬砌通过具有含 10 重量 % 的石墨的氧化镁砖而实现；该砖的组成如下：

熔融的氧化镁颗粒 0~4mm	71 重量 %
熔融的氧化镁粉末<0.1 mm	13 重量 %
絮状石墨	10 重量 %
铝粉	3 重量 %
15 硅粉	3 重量 %

 粘合剂是一种以 3.1 重量 % 的量被加入的可熔性酚醛树脂。该砖在 160MPa 压制压力下以水泥工业中的常规形式(公知的 VDZ 形式)被压制，并且随后在 200℃ 温度下被加热。在该情况下，由于应力在下过渡区中通常最高，所以使用熔融的氧化镁。在相对较低的应力的情况下，
20 使用烧结的氧化镁也是可能的。

此处，砖的安装也使用水泥工业中的常规安装工具和方法进行。

烧结区 FP 12~30m

衬砌通过具有含 10 重量 % 的石墨的氧化镁砖而实现；该砖的组成如下：

5	烧结的氧化镁颗粒 0~4mm	48 重量 %
	烧结的氧化镁粉末 <0.1 mm	13 重量 %
	烧结的尖晶石 0~4mm	20 重量 %
	絮状石墨	10 重量 %
	铝粉	3 重量 %
10	硅粉	3 重量 %
	碳化硅粉	3 重量 %

粘合剂是一种以 3.1 重量 % 的量被加入的可熔性酚醛树脂。该砖在 160MPa 压制压力下以水泥工业中的常规形式(公知的 VDZ 形式)被压制，并且随后在 200℃ 的温度下被加热。在这种情况下，额外地使用烧

15 结的尖晶石，从而有助于形成沉淀并同时降低衬砌的热导率。当然，使用熔融的氧化镁和熔融的尖晶石也是可能的。铝粉、硅粉和碳化硅粉用作抗氧化剂，以控制密封和加强微观结构。

此处，砖的安装也使用水泥工业中的常规安装工具和方法进行。

上过渡区 FP 30~43m

在该实施例中，衬砌通过具有含 10 重量 % 的石墨的氧化镁砖而实现；该砖的组成如下：

5	烧结的氧化镁颗粒 0~4mm	48 重量%
	烧结的氧化镁粉末<0.1 mm	13 重量%
	熔融的 α -氧化铝 0~4mm	20 重量%
	絮状石墨	10 重量%
	铝粉	3 重量%
	硅粉	3 重量%
	碳化硅粉	3 重量%

10 粘合剂是一种以 3.2 重量 % 的量被加入的可熔性酚醛树脂。该砖在 160MPa 压制压力下以 VDZ 形式被压制，并且随后在 200℃ 温度下加热。在这种情况下，额外地使用熔融的 α -氧化铝以降低衬砌的热导率。当然，使用烧结的 α -氧化铝也是可能的。铝粉、硅粉和碳化硅粉用作抗氧化剂以调节密封并加强微观结构。

15 砖的安装以类似于其它砖的方式进行。

安全区	FP	43~52m
-----	----	--------

在该实施例中，衬砌通过具有含 10 重量 % 的石墨的富含氧化铝的砖而实现；该砖的组成如下：

	燧土 0~4mm	68 重量%
20	地面燧土<0.1 mm	13 重量%

絮状石墨	10 重量 %
铝粉	3 重量 %
硅粉	3 重量 %
碳化硅粉	3 重量 %

5 粘合剂是一种以 3.4 重量 % 的量被加入的可溶性酚醛树脂。该砖在 160MPa 压制压力下以 A 形式(ISO 形式)被压制, 并且随后在 200℃ 温度下被加热。铝粉、硅粉和碳化硅粉用作抗氧化剂以调节密封和加强微观结构。另外, 碳化硅增加了对碱腐蚀的抗性。

砖的安装以类似于其它砖的方式进行。

10 预热区 FP 52~75m

衬砌通过具有含 10 重量 % 的石墨的轻质耐火砖而实现; 该砖的组成如下:

轻质耐火粘土 0~4mm	68 重量 %
轻质耐火粘土粉末 <0.1 mm	13 重量 %
絮状石墨	10 重量 %
铝粉	3 重量 %
硅粉	3 重量 %
碳化硅粉	3 重量 %

15 粘合剂是一种以约 3.8 重量 % 的量被加入的可溶性酚醛树脂。该砖
20 在 120MPa 压制压力下以 A 形式(ISO 形式)被压制, 并随后在 200℃ 温

度下被加热。铝粉、硅粉和碳化硅粉用作抗氧化剂以调节密封和加强微观结构。另外，碳化硅粉增加了对碱腐蚀的抗性。由于在该区没有必要对砖进行高度压紧，因此在这种情况下选择的压制压力较低。在特别的情况下，例如当砖受到来自炉气的高浓度的碱时，出于该目的
5 毫无问题地使用高度压紧的砖当然也是可能的。

砖的安装以类似于上述砖的方法进行安装。

实施例 2：竖窑

如图 3 中的以横剖面所示的用于石灰的竖窑作为起始点，在竖窑中石灰石在典型操作条件下被焙烧以产生 CaO。该窑的高度为 23m，
10 内径为 4.00m 和外径为 5.20m。如图 4 所示的分区如下(从底部计算的炉子的位置):

进口(预热)区	FP	19.6~23m
烧结区	FP	1.4~19.6m
出口(冷却)区	FP	0~1.4m

一般地，硅酸钙砖瓦衬砌(厚度：25mm)直接位于窑的外墙上以使竖窑绝热，接下来沿窑的内部方向上为耐火砖衬砌(厚度：64mm)，随后为使用轻质耐火砖的衬砌(厚度：124mm，典型密度：1.50 ~ 1.65g/cm³)，然后为使用典型的耐火粘土砖的衬砌(厚度：124mm，典型密度：2.0 ~ 2.30g/cm³)，和在内部为根据本发明使用的含石墨砖的工作
20 衬砌。为了补偿膨胀差异，在含石墨砖和熟料耐火砖之间具有可发性聚苯乙烯(Styropor)层。

进口(预热)区	FP	19.6~23m
---------	----	----------

在该实施例中，衬砌通过具有含 10 重量 % 的石墨的耐火粘土砖而实现；该砖的组成如下：

	耐火粘土 0~4mm	68 重量 %
	耐火粘土粉末<0.1 mm	13 重量 %
5	絮状石墨	10 重量 %
	铝粉	3 重量 %
	硅粉	3 重量 %
	碳化硅粉	3 重量 %

10 粘合剂是一种以约 3.5 重量 % 的量被加入的可溶性酚醛树脂。该砖在 120MPa 压制压力下以 A 形式(ISO 形式)被压制，并且随后在 200℃ 温度下被加热。铝粉、硅粉和碳化硅粉用作抗氧化剂并加强微观结构。另外，碳化硅粉增加了对碱腐蚀的抗性。由于在该区没有必要对砖进行高度压紧，在这种情况下选择的压制压力较低。在特别的情况下，例如当砖遭受到来自炉气的高浓度的碱时，出于此目的而毫无问题地使用更加高度压紧的砖当然也是可能的。

15

砖的安装使用石灰工业中的常规安装工具和方法进行。

烧结区	FP	1.4~19.6m
-----	----	-----------

在该实施例中，衬砌通过具有含 10 重量 % 的石墨的氧化镁砖而实现；该砖的组成如下：

20	烧结的氧化镁颗粒 0~4mm	71 重量 %
----	----------------	---------

烧结的氧化镁粉末<0.1 mm	13 重量%
絮状石墨	10 重量%
铝粉	3 重量%
硅粉	3 重量%

5 在增加应力的情况下，例如由于磨损应力，使用熔融的氧化镁代替烧结的氧化镁也是可能的。粘合剂是一种以 3.2 重量 % 的量被加入可溶性酚醛树脂。该砖在 160MPa 压制压力下以 A 形式(ISO 形式)被压制，并且随后在 200℃ 温度下被加热。

砖的安装使用石灰工业中的常规安装工具和方法进行。

10	出口(冷却)区	FP	0~1.4m
----	---------	----	--------

在该实施例中,衬砌通过具有含 10 重量%的石墨的耐火粘土砖(如在进口(预热)区)而实现;该砖的组成如下:

15	耐火粘土 0~4mm	68 重量%
	耐火粘土粉末<0.1 mm	13 重量%
	絮状石墨	10 重量%
	铝粉	3 重量%
	硅粉	3 重量%
	碳化硅粉	3 重量%

20 粘合剂是一种以约 3.5 重量%的量被加入的可溶性酚醛树脂。该砖在 120MPa 压制压力下以 A 形式(ISO 形式)被压制，并且随后在 200℃

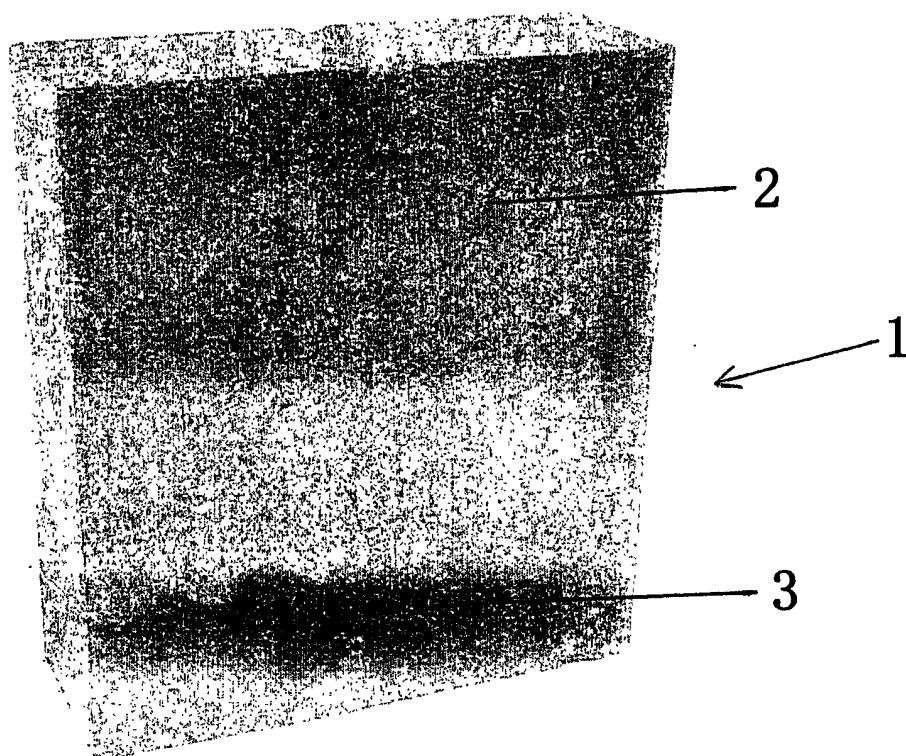
温度下被加热。铝粉、硅粉和碳化硅粉用作抗氧化剂以加强微观结构。另外，碳化硅粉增加了对碱腐蚀的抗性。由于在该区没有必要对砖进行高度压紧，在这种情况下选择的压制压力较低。在各别的情况下，例如在高磨损应力下，毫无问题地使用较高度压紧的砖当然也是可能的。

砖的安装使用石灰工业中的常规安装工具和方法进行。

优选使用具有下面组分的耐火砖：

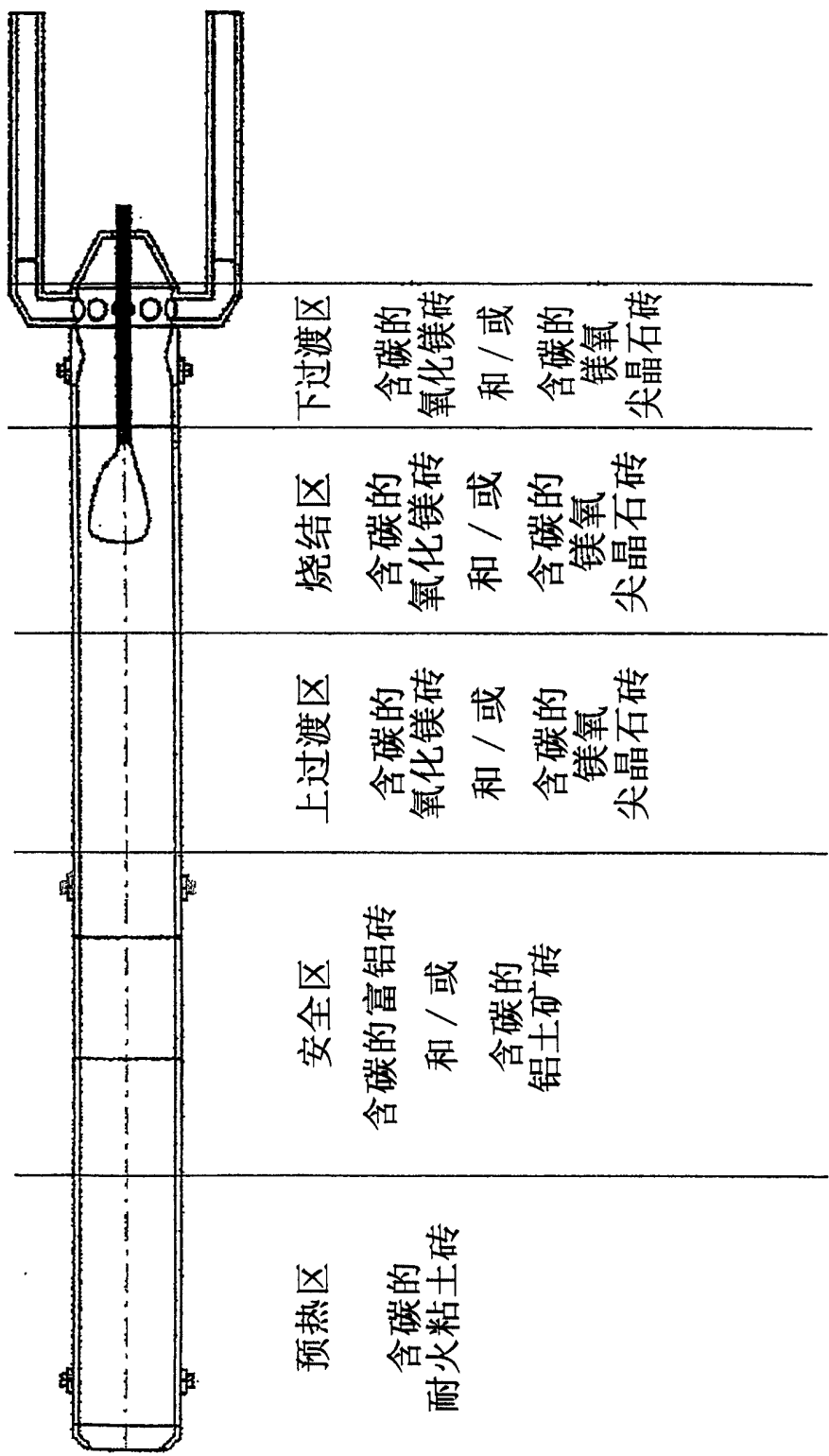
	氧化镁	25~98 重量%、特别是 27~83 重量%
	尖晶石矿物或 α -氧化铝	0~40 重量%、特别是 5~30 重量%
10	石墨	2~30 重量%、特别是 5~20 重量%
	铝粉	0~10 重量%、特别是 2~8 重量%
	硅粉	0~10 重量%、特别是 2~8 重量%
	碳化硅粉	0~10 重量%、特别是 3~7 重量%。
15	富含氧化铝的耐火粘土	50~98 重量%、特别是 57~88 重量%
	石墨	2~30 重量%、特别是 5~20 重量%
	铝粉	0~10 重量%、特别是 2~8 重量%
	硅粉	0~10 重量%、特别是 2~8 重量%
	碳化硅粉	0~10 重量%、特别是 3~7 重量%。

	轻质耐火粘土	50~98 重量%、特别是 57~88 重量%
	石墨	2~30 重量%、特别是 5~20 重量%
	铝粉	0~10 重量%、特别是 2~8 重量%
5	硅粉	0~10 重量%、特别是 2~8 重量%
	碳化硅粉	0~10 重量%、特别是 3~7 重量%。



在顶部具有含碳部分（氧化镁-石墨砖）
和在下部具有绝热部分的两层砖的图

图 1



对于使用含碳砖的衬砌炉子的分区和一般的衬砌的概念

图 2

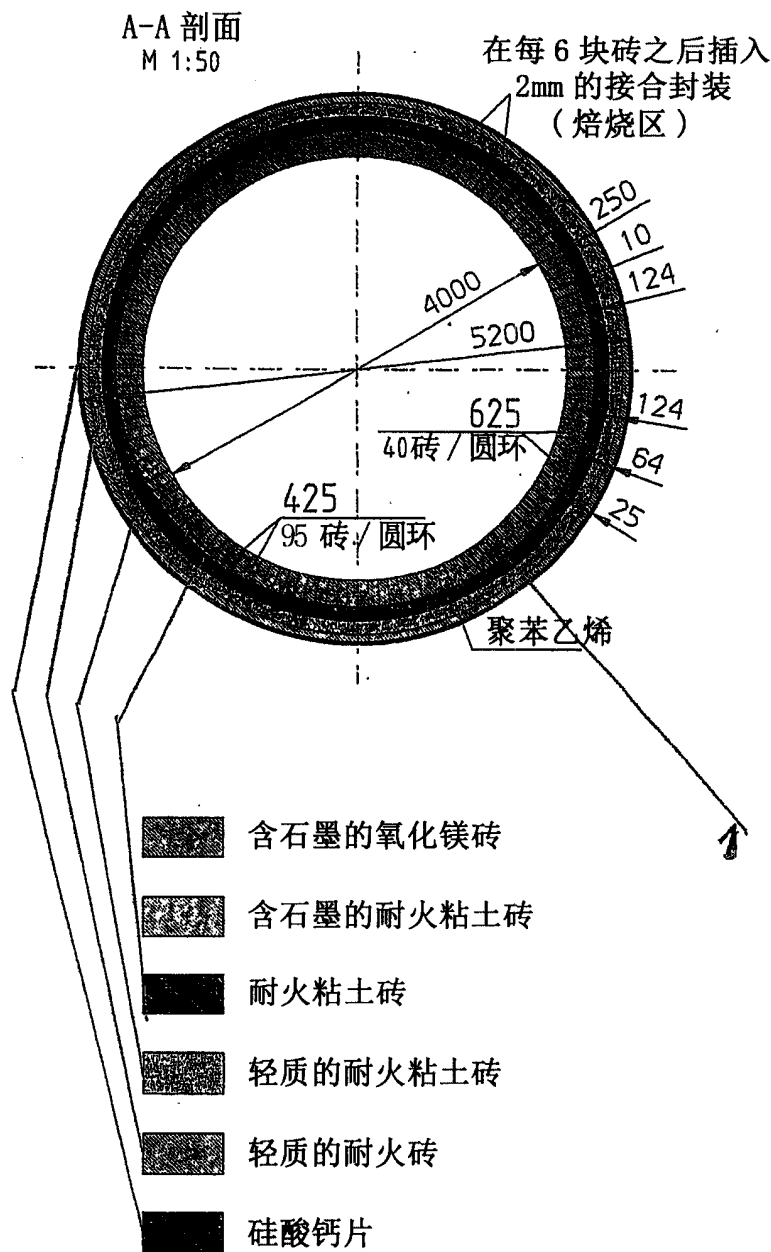


图 3

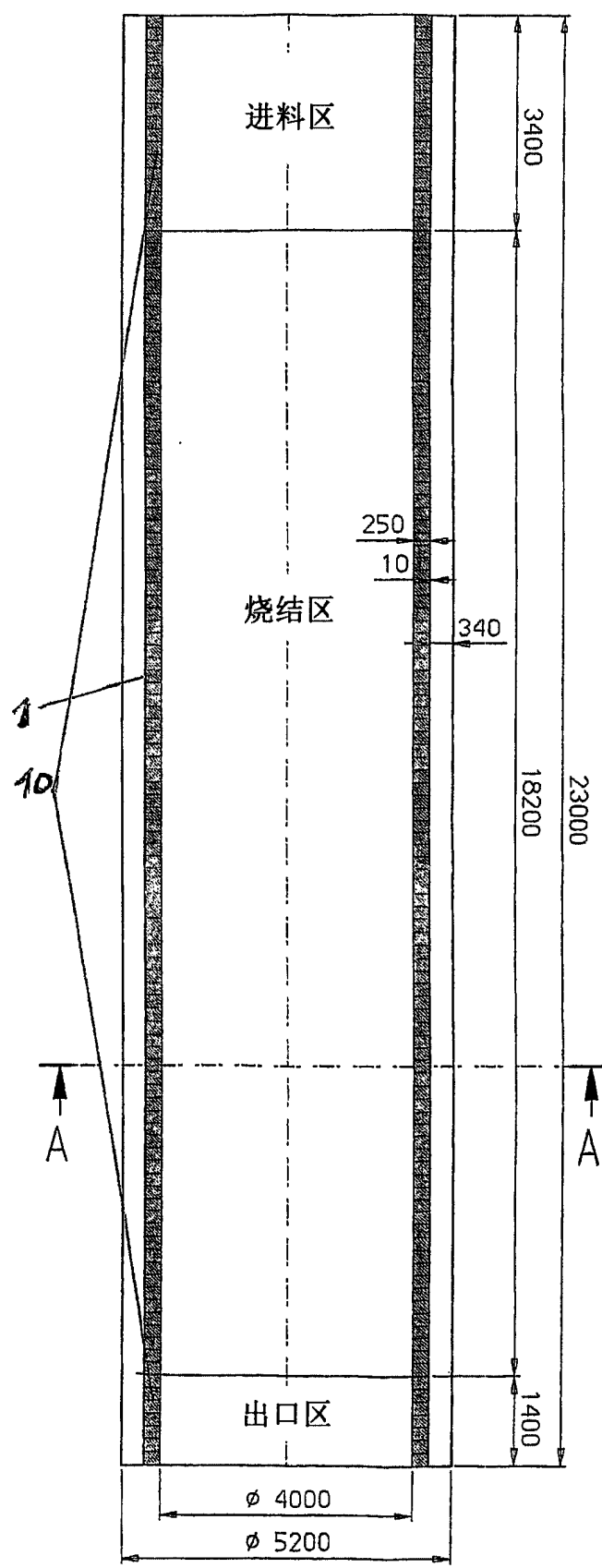


图 4