(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109177378 A
(43)申请公布日 2019.01.11

(21)申请号 201811134598.8

(22)申请日 2012.02.24

(30)优先权数据
13/035,800 2011.02.25 US

(62)分案原申请数据
201280017800.3 2012.02.24

(71)申请人 美国石膏公司
地址 美国伊利诺斯

(72)发明人 余强 W•D•宋
S•维拉玛斯纳尼 W•栾

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038
代理人 李英

(51)Int.Cl.
B32B 13/00(2006.01)
B32B 13/14(2006.01)
B32B 13/08(2006.01)
B32B 17/02(2006.01)
B32B 5/02(2006.01)
B32B 29/00(2006.01)
C04B 28/14(2006.01)

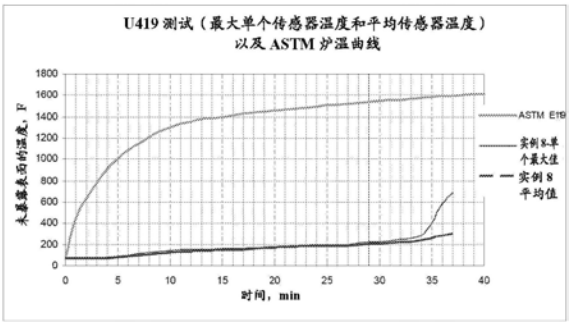
权利要求书2页 说明书34页 附图2页

(54)发明名称

低重量和密度的耐火石膏面板

(57)摘要

本发明涉及低重量和密度的耐火石膏面板。本发明提供一种具有足以提供至少17.0分钟的隔热指数的耐火能力的约5/8英寸至3/4英寸厚的低重量低密度石膏面板，在所选实施例中，当经受U419测试工序时，其在至少30分钟内不会破坏，所述石膏面板也具有显著的耐水性。



CN 109177378 A

1.一种石膏面板,其包括:

设置于两个覆盖片材之间的凝固石膏芯,所述凝固石膏芯由包含至少水、灰泥、和预胶化淀粉的浆料形成;

所述预胶化淀粉具有以灰泥重量计约0.5重量%至约10重量%的量;

所述灰泥和水具有约0.6至约1.6的水/灰泥比率;

所述石膏面板具有约0.625英寸厚,约27至约34lb/ft^3的密度,至少11lb的根据ASTM C473-09的平均芯硬度、在x-y方向约8%以下的高温收缩率、以及至少约17分钟的隔热指数。

2.一种石膏面板,其包括:

设置于两个覆盖片材之间的凝固石膏芯,所述凝固石膏芯由包含至少水、灰泥、和预胶化淀粉的浆料形成;

所述预胶化淀粉具有以灰泥重量计约0.5重量%至约10重量%的量;

所述灰泥和水具有约0.6至约1.6的水/灰泥比率;

所述石膏面板具有约0.625英寸厚,约27至约34lb/ft^3的密度,至少11lb的根据ASTM C473-09的平均芯硬度,和

当将该面板设置在根据UL设计号U305构建的组件中时,其中在组件的第一侧上具有单层的石膏面板,且在组件的第二侧上具有单层的石膏面板,

当在根据ASTM E119的时间-温度曲线的温度下加热在组件的第一侧上的石膏面板的表面时,

和当组件的第二侧上的石膏面板的表面提供有温度传感器,该温度传感器提供符合ASTM E119的温度时,

在约30分钟后,温度传感器的最大单值小于约300°F;

或在约30分钟后,温度传感器的平均值小于约300°F。

3.一种石膏面板,其包括:

设置于两个覆盖片材之间的凝固石膏芯,所述凝固石膏芯由包含至少水、灰泥、和预胶化淀粉的浆料形成;

所述预胶化淀粉具有以灰泥重量计约0.5重量%至约10重量%的量;

所述灰泥和水具有约0.6至约1.6的水/灰泥比率;

所述石膏面板具有约0.625英寸厚,约27至约34lb/ft^3的密度,和至少11lb的根据ASTM C473-09的平均芯硬度,和

当将该面板设置在根据UL设计号U419构建的组件中时,其中在组件的第一侧上具有单层的石膏面板,且在组件的第二侧上具有单层的石膏面板,

当在根据ASTM E119的时间-温度曲线的温度下加热在组件的第一侧上的石膏面板的表面时,

和当组件的第二侧上的石膏面板的表面提供有温度传感器,该温度传感器提供符合ASTM E119的温度时,

在约30分钟后,温度传感器的最大单值小于约300°F;

或在约30分钟后,温度传感器的平均值小于约300°F。

4.根据权利要求1-3中任一项所述的石膏面板,其中所述面板具有约30至约32lb/ft^3的

密度。

5.根据权利要求1-4中任一项所述的石膏面板，其中所述面板具有约0.8至约1.0的水/灰泥比率。

6.根据权利要求1-5中任一项所述的石膏面板，其中所述浆料还包含以灰泥重量计约0.1重量％至约3重量％的量的萘磺酸盐分散剂。

7.根据权利要求1-6中任一项所述的石膏面板，其中所述面板具有在x-y方向约6％以下的高温收缩率。

8.根据权利要求7所述的石膏面板，其中所述面板具有在x-y方向约5％以下的高温收缩率。

9.根据权利要求1-8中任一项所述的石膏面板，其中预胶化淀粉的量为约2至约10重量％，基于灰泥的重量，且该浆料还以约0.4至约1重量％的量包括硅氧烷。

10.根据权利要求1-9中任一项所述的石膏面板，其中所述浆料还至少包含以灰泥重量计约0.1重量％至约0.3重量％的量的玻璃纤维。

11.根据权利要求2-10中任一项所述的石膏面板，其中在约30分钟后，温度传感器的最大单值小于约205°F;或在约30分钟后，温度传感器的平均值小于约190°F。

12.根据权利要求2-10中任一项所述的石膏面板，其中在约30分钟后，温度传感器的最大单值小于约230°F;或在约30分钟后，温度传感器的平均值小于约210°F。

低重量和密度的耐火石膏面板

[0001] 本申请是申请日为2012年2月24日、申请号为201280017800.3、发明名称为“低重量和密度的耐火石膏面板”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 相关专利申请的交叉引用

[0003] 本部分继续申请要求2010年6月7日提交的在先美国专利申请No.12/795,125的权益,所述美国专利申请No.12/795,125为2006年6月7日提交的美国专利申请No.11/449,177的延续申请,所述美国专利申请No.11/449,177要求2005年6月9日提交的美国临时专利申请No.60/688,839的优先权,并于2010年6月8日授权为美国专利No.7,731,794,所述专利的全部内容以引用方式并入本文。

技术领域

[0004] 如上引用的在先申请涉及制备包含含磷酸盐的组分、预胶化淀粉和萘磺酸盐分散剂的石膏浆料的方法,以及通过所述方法制得的产品。所述在先申请也涉及通过将含磷酸盐的组分、预胶化淀粉和萘磺酸盐分散剂引入用于制备面板的浆料中,从而增加低重量和密度的石膏面板的干强度的方法。

背景技术

[0005] 诸如石膏面板的常规含石膏的产品具有许多优点,如低成本和易加工性,尽管当切割或钻孔产品时可产生大量的石膏粉尘。在在先申请中已通过将淀粉和其他成分引入用于制备这种产品的浆料中而在制备含石膏的产品中实现了各种改进。淀粉可增加含石膏的产品(包括石膏面板)的挠曲强度和压缩强度。

[0006] 通常必要的是在含有预胶化淀粉的石膏浆料中使用大量的水,以确保浆料的适当流动性。遗憾的是,所述水的大部分必须最终通过加热而去除,由于在加热过程中所用的燃料的高成本,这是昂贵的。加热步骤也是耗时的。如在先申请中所说明,已发现萘磺酸盐分散剂的使用可增加浆料的流动性,因此克服了水需求的问题。另外,也发现如果萘磺酸盐分散剂的使用量足够高,则其可交联至预胶化淀粉以在干燥之后结合石膏晶体,由此增加石膏复合材料的干强度。

[0007] 在过去未认识到含磷酸盐的组分会影响石膏浆料的水需求。然而,如在在先申请中所说明,本发明人发现,在特定分散剂的存在下将含磷酸盐的组分的量增加至至今为止的水平有可能使用出乎意料的降低量的水而获得适当的浆料流动性,甚至在高淀粉量的存在下。当然,这是高度有利的,因为这转而降低了燃料使用,并降低了与随后的水去除处理步骤相关的处理时间。本发明人也发现,可通过在用于制备面板的浆料中使用萘磺酸盐分散剂以及预胶化淀粉来增加石膏面板的干强度。

[0008] 在先申请的发明包括石膏面板,所述石膏面板包括在两个基本上平行的覆盖片材之间形成的凝固石膏组合物,所述凝固石膏组合物为使用水、灰泥、预胶化淀粉、萘磺酸盐分散剂和任选的水溶性磷酸盐(优选三偏磷酸钠)的含石膏的浆料制得的凝固石膏组合物。该石膏面板具有高强度,以及比常规石膏面板低得多的重量。另外,在切割、锯切、折断或钻

孔根据该实施例制得的面板时产生少得多的粉尘。

[0009] 在先申请的发明的另一实施例包括一种制备石膏面板的方法，所述方法包括混合包含水、灰泥、预胶化淀粉和萘磺酸盐分散剂的含石膏的浆料，其中所述预胶化淀粉以至少约0.5重量％直至约10重量％的量(以灰泥重量计)存在。将所得含石膏的浆料沉积于第一纸质覆盖片材，并将第二纸质覆盖片材置于经沉积的浆料上以形成石膏面板。在含石膏的浆料充分硬化以用于切割之后，切割石膏面板，并干燥所得石膏面板。含石膏的浆料可任选地包含含磷酸盐的组分，例如三偏磷酸钠。其他常规成分也可在浆料中使用，视情况包括促进剂、粘结剂、纸纤维、玻璃纤维和其他已知成分。通常添加肥皂泡沫以降低最终石膏面板产品的密度。

[0010] 本发明通常涉及具有良好的隔热性质、良好的耐热收缩性、良好的耐火性，以及(在本发明的一些方面)良好的耐水性的低重量和密度的石膏面板。

[0011] 在建筑和其他建造应用中所用的石膏面板(如石膏墙板或天花板面板)通常包括具有由纸、玻璃纤维或其他合适的材料制成的覆盖片材的石膏芯。石膏面板通常通过如下方式制得：混合“灰泥”与水和其他成分以制备用于形成面板芯的浆料。

[0012] 如本领域通常理解，灰泥主要包括一种或多种形式的煅烧石膏，即经受脱水(通常通过加热)以形成无水石膏或半水石膏($CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$)的石膏。煅烧石膏可包括来自天然或合成来源的β半水合硫酸钙、α半水合硫酸钙、水溶性硫酸钙无水石膏，或这些的任意者或全部的混合物。当将煅烧石膏引入用于形成面板芯的浆料中时，其开始水合过程，所述水合过程在石膏面板的形成过程中完成。当所述水合过程适当地完成时，其产生多种结晶形式的凝固石膏二水合物(即$CaSO_4 \cdot 2H_2O$的形式)的通常连续的结晶基质。

[0013] 在面板的形成过程中，覆盖片材通常作为连续幅材提供。石膏浆料作为流或带在第一覆盖片材上沉积。所述浆料以预定的大约厚度在第一覆盖片材的整个宽度上铺展，以形成面板芯。然后将第二覆盖片材置于顶部上，从而将石膏芯夹在覆盖片材之间，并形成连续面板。

[0014] 连续面板通常沿着输送机传输，以允许所述芯继续水合过程。当所述芯充分水合并硬化时，将其切割成一种或多种所需尺寸以形成单独的石膏面板。然后将面板经过在足以完成水合过程并将面板干燥至所需游离水分水平(通常为相对较低的游离水分含量)的温度下的窑炉。

[0015] 取决于所用的过程和面板的预期用途和其他考虑，可将包含石膏和其他添加剂的另外的浆料层、条或带施用至第一和/或第二覆盖片材，以为精制面板提供特定的性质，如硬化的边缘或硬化的面板面。类似地，可在过程中的一个或多个位置处将泡沫添加至石膏芯浆料和/或其他浆料条或带，以在石膏芯或精制面板的芯的部分内提供气穴分布。

[0016] 取决于所需面板尺寸、覆盖层组成、芯组成等，可切割和加工所得面板以用于多种应用中。取决于石膏面板的预期用途和应用，石膏面板的厚度通常为约1/4英寸至约1英寸。面板可应用于多种用于形成墙、天花板和使用一种或多种紧固元件(如螺钉、钉子和/或粘合剂)的其他类似系统的结构元件中。

[0017] 如果精制石膏面板暴露于相对较高的温度，如通过高温火焰或气体制得的那些石膏面板，则石膏芯的部分可吸收足够的热量以使水从芯的石膏二水合物晶体中释放。热量吸收以及水从石膏二水合物中释放可足以将通过面板或面板内的热传递延迟一段时间。在

某些高温水平下，高温火焰或气体也可导致石膏芯中的相变以及结晶结构的重排。这种温度还可导致石膏芯晶体结构中的盐和杂质的熔化或其他络合。另外，取决于热源温度和暴露时间，由于这种高温火焰或气体所导致的由石膏芯吸收的热量可足以再煅烧芯的部分。

[0018] 更具体地，当加热至212°F(100℃)时，石膏芯经历分解反应，其中根据如下等式1，在石膏转化为半水合物时，75％的结晶水作为蒸汽被去除：

[0019] $CaSO_4 \cdot 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 1/2H_2O + 1\ ^1/_2H_2O$ [1]

[0020] 进一步加热至250°F(120℃)去除了剩余的结晶水，同时半水合物转化为无水石膏(其为硫酸钙)，(等式2)：

[0021] $CaSO_4 \cdot 1/2H_2O \rightarrow CaSO_4 + 1/2H_2O$ [2]

[0022] 到芯到达392°F(200℃)的时候，所有石膏转化为无水石膏相。这些转变温度为大概的，并可随着石膏中的杂质或添加剂而变化。推动反应[1]和[2]所需的脱水热量总共为390Btu/lb(906kJ/kg)。由相变反应所吸收的所述能量以及由产生的蒸汽所带走的热量充当实质受热器，并产生石膏作为防火材料的许多独特品质。例如，将石膏从75°F加热至400°F(24至204℃)所需的能量是加热相等质量的混凝土的能量的超过七倍那样多。

[0023] 当石膏煅烧，在过程中吸收和耗散热能时，晶体基质的体积收缩。收缩量取决于石膏的初始组成，所述初始组成包括来自开采石膏的矿床的不同杂质或来自制造过程的添加剂。通常假设收缩的大多数在石膏转化为无水石膏时在脱水反应[1]和[2]的过程中发生。

[0024] 石膏芯的收缩影响石膏面板在高温火焰或气体存在下的性能。收缩越大，则获得给定水平的耐火性能越困难。这可取决于建筑组件本身而加重或减少。

[0025] 由于石膏面板在建筑组件中附接至框架或其他支撑结构，使得石膏面板被限制在面板平面中移动，因此收缩裂缝出现。如果建筑组件偏转远离火，则由于靠火侧的面板变形成凹形表面，所述靠火侧的面板处于压缩下。当面板沿着其长度和宽度被横向和纵向压缩时，收缩作用减少。这在使用栊骨墙时发生，其中壁骨从靠火侧烧焦并变弱，从而导致它们在施加于结构上的垂直载荷下偏转远离火。

[0026] 相反，如果建筑组件偏转朝向火，则其迫使暴露于火侧的面板变成处于张力下的凸形表面。由于结构的移动拉伸面板，因此对收缩裂缝的敏感性增加。这在使用轻质钢架墙(其中靠火侧的金属壁骨加热和膨胀最大)以及天花板和地板组件(其中下方的火使得组件变弱，重力载荷导致组件向下偏转)时发生。对组件耐火性的总体影响取决于收缩和偏转的相对速率。

[0027] 由于这些高温加热作用中的一些或全部，石膏面板可在一个或多个方向上经历面板尺寸的收缩，且这种收缩可导致面板的结构完整性的破坏。当面板附接至墙、天花板或其他框架组件时，面板收缩可导致面板与安装于相同组件中的其他面板以及与它们的支撑件分离，并在一些情况下导致面板或支撑件(或两者)的坍塌。作为结果，高温下的受热空气可进入或经过墙或天花板结构。

[0028] 如上所述，石膏面板抵抗相对较高的温度的作用一段时间，这可固有地延迟高热水平经过面板或在面板之间经过，并进入(或经过)使用所述面板的系统。通常配制称为耐火或“耐火级”的石膏面板以提高面板延迟热量经过墙或天花板结构的能力，且所述石膏面板在控制建筑物内的火灾蔓延中起到重要作用。作为结果，建筑规范当局和其他有关公共和私人实体通常设定了用于耐火级石膏面板的耐火性能的严格标准。

[0029] 可通过进行适当的测试来评价石膏面板耐火和相关的极高热量的能力。在建造工业中常规使用的这种测试的例子包括由保险商实验室(“UL”)出版的那些测试(如UL U305、U419和U423测试工序和方案),以及描述于由美国材料试验协会(ASTM)出版的规范E119中的工序。这种测试可包括使用石膏面板构建测试组件,通常在由木或钢壁骨形成的墙框架的每一面上单层施用面板。取决于测试,组件可经受或不经受载荷力。根据加热曲线(如在UL U305、U419和U423测试工序和ASTM E119工序中要求的那些),将组件一侧的表面暴露于增加的温度一段时间。

[0030] 在测试过程中监测靠近受热侧的温度以及组件的未受热侧的表面的温度,以评价暴露的石膏面板所经受的温度以及传递通过组件到达未暴露面板的热量。当面板具有一个或多个结构破坏时和/或当组件的未暴露侧的温度超过预定阈值使,终止测试。通常,这些阈值温度基于这种传感器中的任一者的最大温度和/或传感器在未暴露的石膏面板的表面上感应的温度的平均值。

[0031] 如在UL U305、U419和U423以及ASTM E119中所述的那些的测试工序涉及组件对热传递通过整个组件的抗性。在一方面,所述测试也提供了当组件经受高温加热时,组件中所用的石膏面板对在x-y方向(宽度和长度)上的收缩的抗性的量度。这种测试也提供了面板对结构完整性的损失的抗性的量度,所述结构完整性的损失产生墙组件中的面板之间的开放间隙或空间,从而导致高温进入组件的内部腔体。在另一方面,所述测试提供了石膏面板抵抗热传递通过面板和组件的能力的量度。据信这种测试反映了特定系统分别提供建筑物居住者和消防员/火灾控制系统逃离或解决火灾条件的机遇之窗的能力。

[0032] 在过去,使用多种策略来改进耐火级石膏面板的耐火性。例如,已使用更厚、更致密的面板芯来增加面板中水和石膏的存在以提高它们充当受热器的能力,降低面板收缩,并增加面板的结构稳定性和强度。可选择地或者除了增加面板芯的密度之外,已将包括玻璃和其他纤维的各种成分掺入石膏芯中,以通过增加面板芯的拉伸强度以及通过在整个芯基质中分布收缩应力而提高石膏面板的耐火性。类似地,已在过去使用某些粘土(如尺寸小于约1微米的那些)和胶体二氧化硅或氧化铝添加剂(如尺寸小于1微米的那些)的量,以在石膏面板芯中提供增加的耐火性(和耐高温收缩性)。

[0033] 然而,本领域的一个信条是,通过降低芯中的石膏量而降低石膏面板的重量和/或密度将不利地影响面板的结构完整性和它们对火和高热条件的抗性。

[0034] 在过去用于改进耐火级石膏面板的耐火性的另一方法是将非膨胀蛭石(也称为蛭石矿石)和矿物纤维或玻璃纤维添加至石膏面板芯中。在这种方法中,预期蛭石在受热条件下膨胀,以弥补芯的石膏组分的收缩。据信矿物纤维/玻璃纤维将经干燥的石膏的部分保持在一起。这种方法在美国专利No.2,526,066和No.2,744,022中讨论。然而,这两篇参考文献均依赖于高密度芯以提供足够的石膏充当受热器。它们公开了制备1/2英寸厚的石膏面板,所述石膏面板的重量为2至2.3磅/平方英尺(2,000至2,300磅/千平方英尺(“lb/msf”)),密度为约50磅/立方英尺(“pcf”)或更大。另外,‘022专利涉及增加‘066专利中公开的面板的石膏含量(以及因此密度和重量),并降低那些面板的矿物纤维/玻璃纤维含量,以提供更大的石膏-受热器能力。诸如‘022专利的参考文献还认识到,蛭石的膨胀性质除非受到限制,否则将在高温条件下在相对较短的时间内导致芯的散裂(即碎裂、剥离或片落)以及使用含有蛭石的面板制得的墙组件的破坏。

[0035] 在另一实例中，美国专利No.3,454,456描述了将非膨胀蛭石引入耐火级石膏面板芯中，以抵抗面板的收缩。‘456专利也依赖于相对较高的石膏含量和密度提供所需的受热器能力。‘456专利公开了具有约1925lb/msf的最小重量和约46pcf的密度的精制1/2英寸石膏面板的面板重量。这是与对于耐火级应用目前商业上提供的更厚和重得多的5/8英寸厚的石膏面板(约2175至2300lb/msf)可相比的密度。

[0036] ‘456专利也公开了在石膏面板芯中使用蛭石来增加面板的耐火等级具有明显局限性。例如‘456专利指出(如同‘022专利)，蛭石在芯内的膨胀可导致芯由于散裂和其他破坏作用而分裂。‘456专利也公开了非膨胀蛭石粒子可使芯结构变弱，使得芯变得弱、柔软和易碎。‘456专利旨在通过使用具有相对较小的粒径分布(超过90％的非膨胀粒子小于no.50筛目尺寸(大约0.117英寸(0.297mm)开口)，小于10％的非膨胀粒子略大于no.50筛目尺寸)的“独特的”非膨胀蛭石，从而在石膏面板中使用蛭石来解决这些显著的固有局限性。该方法据称抑制了面板上蛭石膨胀的不利作用，如‘456专利的第2栏第52-72行所述。

[0037] 在另一方法中，美国专利3,616,173涉及具有石膏芯的1/2英寸厚的耐火石膏面板，‘173专利的石膏面板的特征在于更轻的重量或更低的密度。‘173专利的面板与现有技术1/2英寸面板的区别在于重量约2,000lb/msf或更大，并具有超过约48pcf的芯密度。因此，‘173专利公开了密度为约35pcf或35pcf以上，优选约40pcf至约50pcf的面板。‘173专利通过将显著量的小粒径无机材料(粘土、胶体二氧化硅或胶体氧化铝)掺入其石膏芯中，以及掺入在高温条件下防止其石膏面板的收缩所需的量的玻璃纤维，从而实现了其公开的芯密度。

[0038] 也做出其他努力以通过各种方式来增加石膏面板的强度和结构完整性，并降低面板重量。参见例如美国专利7,731,794和7,736,720以及美国专利申请公布2007/0048490A1、2008/0090068A1和2010/0139528A1。然而，这些努力本身并未充分考虑制备对火和高热条件足够抗性的低重量面板。

[0039] 在许多应用中，提供具有抵抗相对高热或火条件的作用以使热水平经过这种面板延迟甚至半小时的能力的这种低重量石膏面板将是对本领域的重要贡献。然而，通常认为明显降低石膏面板中的芯的密度不仅将降低面板的强度性质和结构完整性，还会降低它们使热量经过面板延迟甚至半小时的能力。更特别地，在这些应用中特别关注具有预期低强度和结构完整性和故意的低石膏含量的面板，因为预期它们过于易受通过与相对高热或火条件接触所导致的收缩力和其他应力的侵害，并且对于吸收和阻挡与这些条件相关的热量是无效的。

[0040] 尽管如此，公认的是降低石膏面板的重量使运输更容易和更经济，并且更易于处理和安装。因此，如果可制得在需要耐火和耐极热的应用中表现良好的低重量和低密度的石膏面板而无需依赖于诸如蛭石、粘土、胶体二氧化硅或胶体氧化铝的添加剂，则这将是耐火石膏面板领域中的重要进步。

[0041] 最后，应注意在不存在耐水添加剂的情况下，当凝固石膏浸入水中时，其吸收其重量的至多50％的水。而且，当石膏面板(包括耐火石膏面板)吸收水时，它们溶胀，变得变形并失去强度，这可能使它们的耐火性质劣化。相比于常规更重的耐火面板，低重量和密度的耐火面板具有多得多的空气和/或水空穴。预期这些空穴会增加吸水速率和程度，从而使这种低重量耐火面板比常规更重的耐火面板更具吸水性。

[0042] 在过去已有许多尝试来通常改进石膏面板的耐水性。已将各种烃类(包括蜡、树脂和沥青)添加至用于制备面板的浆料中,以将耐水性赋予凝固面板。为此目的使用硅氧烷也是公知的。

[0043] 尽管硅氧烷在石膏浆料中的使用是通过原位形成硅树脂而将耐水性赋予精制面板的有用方式,但预期硅氧烷不会充分保护低重量和密度的面板。因此,本领域需要一种通过提高通常由硅氧烷所赋予的耐水性而以合理的成本制备具有改进的耐水性的低重量和密度的耐火石膏面板的方法。

发明内容

[0044] 本发明的低重量低密度的石膏面板为在先的共同待审的美国专利申请No.12/795,125的教导的改进,所述专利申请以引用方式并入本文。'125申请的发明包括一种用于形成低密度石膏面板的浆料,其可包含灰泥、分散剂、含磷酸盐的组分和预胶化淀粉。分散剂可以以约0.1重量%-3.0重量%的量存在,以干灰泥的重量计。预胶化淀粉可以以至少约0.5重量%直至约10重量%的量存在,以配方中的干灰泥的重量计。含磷酸盐的组分可以以至少约0.12重量%的量存在,以灰泥的重量计。其他浆料添加剂可包括促进剂、粘结剂、纸或玻璃纤维和其他已知成分。本发明也包括使用这种浆料制得的低重量低密度石膏面板。

[0045] 在一些方面,本发明包括一种标称5/8英寸厚的低重量低密度石膏面板以及制造这种面板的方法,所述低重量低密度石膏面板比通常用于建造应用的标称5/8英寸厚的石膏面板轻得多且密度更低,并具有将高热水平经过面板延迟超过半小时的能力。在一些这种方面,本发明的面板(芯加上覆盖片材)具有约27至约37磅/立方英尺("pcf"),优选约29至约34pcf,更优选约30至约32pcf的密度,所述面板设置在两个基本上平行的覆盖片材之间。在这种方面,大约5/8英寸厚的本发明的面板的重量小于约1900lb/msf,优选小于约1740lb/msf,且更优选小于约1640lb/msf。

[0046] 在其他方面,本发明的低重量和密度的面板的配方以及制备所述面板的方法提供了石膏面板,所述石膏面板具有上述耐火性质、小于约37pcf,优选小于约34pcf且更优选小于约32pcf的密度,以及满足ASTM C 1396/C 1396/M-09的标准的拔钉阻力(nail pull resistance)。更特别地,在本发明的实施例中,这种面板具有至少87lb的拔钉阻力。

[0047] 在本发明的其他方面,使用包含至少水、灰泥和如下确定的其他组分的含石膏的浆料提供了用于标称5/8英寸的耐火级面板的凝固石膏芯组合物。在一个这种实施例中,凝固石膏芯具有约25至约36pcf的密度,且所述芯包含约1040lbs/msf至约1490lbs/msf的量的灰泥;以灰泥计约0.3重量%至约4重量%的预胶化淀粉;以灰泥计约0.1重量%至约0.3重量%的矿物纤维、玻璃纤维或碳纤维,以及以灰泥计约0.15重量%至约0.5重量%的磷酸盐。(除非另外指出,否则石膏芯的组分的百分比基于用于制备芯浆料的灰泥的重量以重量表示)。

[0048] 在其他方面,本发明的面板的石膏芯具有约27至约33磅/立方英尺的密度,以及约1315至约1610磅lb/msf的凝固石膏芯重量。在这种方面,所述石膏芯也包含约0.5%至约2.0%的预胶化淀粉;约0.1%至约0.3%的矿物纤维、玻璃纤维或碳纤维;灰泥,以及约0.01%至约0.15%的磷酸盐。

[0049] 本发明也包括具有标称3/4英寸厚度的石膏面板的制备和用途。这种面板将具有

如上所述的值的约120％的面板成分水平。另外，它们抵抗火和高热条件的能力在标称5/8英寸厚的面板的所述能力的至少约120％的水平上。本发明的面板和芯配方的其他方面和变型在下文讨论。

[0050] 其他常规添加剂也可以以常规的量在本文公开的芯浆料和石膏芯组合物的方面中的每一个中使用，以将所需的性质赋予芯，并有利于它们的制造。这种添加剂的例子为促凝剂、缓凝剂、脱水抑制剂、粘结剂、粘合剂、分散助剂、均化剂或非均化剂、增稠剂、杀菌剂、杀真菌剂、pH调节剂、着色剂、防水剂、填料和它们的混合物。

[0051] 在本文公开的本发明的面板及其制造方法的上述方面和其他方面中，使用如下进一步讨论的方法将水性泡沫以有效提供所需石膏芯密度的量添加至芯浆料中。泡沫组分向芯浆料的添加产生有助于一种或多种面板和/或芯强度性质的空穴和空穴尺寸的分布。类似地，可将包含石膏和其他添加剂的另外的浆料层、条或带(其可具有相对于芯的其他部分增加的密度)施用至第一或第二覆盖片材，以将特定的性质提供至精制面板，如硬化的边缘或硬化的面板表面。

[0052] 本发明的另一方面包括一种制备石膏面板的方法，所述石膏面板能够将热水平经过面板延迟约半小时或更长，其中凝固石膏芯组分由含煅烧石膏的水性浆料形成。在此方面，所述浆料包含预胶化淀粉、分散剂、磷酸盐、矿物纤维/玻璃纤维/碳纤维、泡沫和其他添加剂、水/灰泥重量比为约0.6至约1.2，优选约0.8至约1.0，更优选约0.9的灰泥和水。然后芯浆料作为连续带沉积于第一覆盖片材的连续幅材上，并在所述连续幅材上分布。然后将第二覆盖片材的连续幅材置于沉积的浆料上，以形成具有所需的大约5/8英寸(或3/4)厚度的通常连续的石膏面板。在含煅烧石膏的浆料充分硬化(通过煅烧石膏的脱水以形成凝固石膏的连续基质)以用于切割之后，将所述通常连续的石膏面板切割成具有所需长度的单独的面板，并干燥所得石膏面板。

[0053] 本发明的实施例满足或超越了对以合理成本制备具有改进的耐水性的耐火石膏面板的催化剂和方法的需要，其中硅氧烷的聚合加速，且在一些情况中可降低满足ASTM 1398规范所需的硅氧烷的量。

[0054] 更具体地，使用包含灰泥、C类飞灰、氧化镁、硅氧烷和水的乳状液，以及以灰泥重量计大于2.0重量％的预胶化淀粉的浆料，硅氧烷的聚合得以改进。该浆料在制备耐水/耐火石膏面板的方法中使用，所述方法包括制备硅氧烷、预胶化淀粉和水的乳状液的浆料，然后将所述浆料与灰泥、氧化镁和C类飞灰的干燥混合物组合。然后使用所述浆料制造石膏面板，如前所述。所得产品可用于制备耐火耐水石膏面板，所述耐火耐水石膏面板具有包括硫酸钙二水合物晶体和硅树脂的交织基质的芯，其中包含氧化镁和来自C类飞灰的组分的催化剂分散于整个所述交织基质中。

[0055] 氧化镁和C类飞灰的混合物催化硅氧烷的聚合，以加速由所述浆料制得的产品中耐水性的发展。以此方式制得的耐火/耐水石膏面板无需储存长时间来等待硅氧烷的聚合反应的完成。

[0056] 该催化剂的使用也增加了反应程度，从而产生改进的耐水性。使用飞灰和氧化镁组合，可获得小于5重量％的吸水率。因此，除了使聚合反应加速之外，该催化剂也允许硅氧烷更完全地聚合，从而在一些情况中允许降低硅氧烷的量。由于硅氧烷是更昂贵的面板添加剂之一，因此使用量的降低产生原料成本的节约。

[0057] 本发明的另一优点是面板的尺寸稳定性。用于催化该反应的一些化合物在面板干燥时产生显著的膨胀。当面板内部膨胀时，其导致外表面的裂缝，并损坏面板。飞灰和氧化镁的使用在精制面板中产生极小的膨胀和极小的裂缝。也出乎意料地发现，经聚合的硅树脂在高热条件下减少了面板的收缩。

[0058] 所述组合的飞灰和氧化镁催化剂也使用范围广泛的氧化镁等级而提供了令人满意的聚合。尽管现有技术仅公开了僵烧氧化镁适于充当硅氧烷聚合的催化剂，但当与飞灰组合时，甚至可使用硬烧或轻烧氧化镁。该特征为石膏面板制造商提供了在用于浆料中的氧化镁源的选择上的另外的自由度。

[0059] 最后，大于2.0重量％的预胶化淀粉连同硅氧烷起作用，以获得良好的耐水性。尽管认为硅氧烷/高度预胶化淀粉组合首先通过堵塞入水口，然后通过在淀粉吸水时形成高度粘性的淀粉/水组合，从而减慢水通过面板边缘上的微孔进入，但本发明人不旨在受限于该理论。

[0060] 如上发明内容不旨在限制如本领域技术人员所理解的本发明的范围。本发明的其他方面和实施例在下文和所附附图中公开。

附图说明

[0061] 除非另外明确指出，否则如下所列并进一步讨论的附图为本文公开的发明的示例，而非限制本文公开的发明。

[0062] 图1为在使用本发明的面板的测试组件(所述测试组件如本文实例8所述经受在U419的条件下的耐火测试)的未暴露未受热表面上的最大单个传感器温度的图和传感器温度的平均值的图，以及用于在测试组件的暴露受热侧上的炉温的ASTM 119温度曲线的图。

[0063] 图2为图1中所示的最大单个传感器温度和平均传感器温度的数据的放大图。

[0064] 图3为在使用本发明的面板的测试组件(所述测试组件如本文实例9所述经受在U305的条件下的耐火测试)的未暴露未受热表面上的最大单个传感器温度的图和传感器温度的平均值的图，以及用于在测试组件的暴露受热侧上的炉温的ASTM 119温度曲线的图。

[0065] 图4为图3中所示的最大单个传感器温度和平均传感器温度的数据的放大图。

具体实施方式

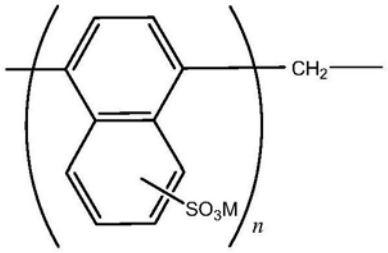
[0066] 共同待审的申请的本发明的一些实施例提供了由含有灰泥、预胶化淀粉和萘磺酸盐分散剂的含石膏的浆料制得的精制的含石膏的产品。所述萘磺酸盐分散剂以约0.1重量％-3.0重量％的量存在，以干灰泥的重量计。预胶化淀粉以至少约0.5重量％直至约10重量％的量存在，以配方中的干灰泥的重量计。可在浆料中使用的其他成分包括粘结剂、纸纤维、玻璃纤维和促进剂。通常将肥皂泡沫添加至新制的含石膏的浆料中，以降低最终的含石膏的产品(例如石膏面板)的密度。

[0067] 约0.5重量％直至约10重量％的预胶化淀粉、约0.1重量％直至约3.0重量％的萘磺酸盐分散剂，和最少至少约0.12重量％直至约0.4重量％的含磷酸盐的组分(所有均以石膏浆料中所用的干灰泥的重量计)的组合出乎意料地并显著增加了石膏浆料的流动性。这显著降低了生产具有足够流动性以用于制备含石膏的产品(如石膏面板)的石膏浆料所需的水量。据信作为标准配方(作为三偏磷酸钠)的三偏磷酸盐水平的至少约两倍的三偏磷酸

盐水平增加了萘磺酸盐分散剂的分散剂活性。

[0068] 在共同待审的申请中所用的萘磺酸盐分散剂包括聚萘磺酸及其盐(聚萘磺酸盐)和衍生物(其为萘磺酸与甲醛的缩合产物)。特别合意的聚萘磺酸盐包括萘磺酸钠和萘磺酸钙。萘磺酸盐的平均分子量可为约3,000至27,000,尽管优选的是分子量为约8,000至10,000。在给定固体％水溶液下,相比于更低分子量的分散剂,更高分子量的分散剂具有更高的粘度,并产生配方中更高的水需求。可用的萘磺酸盐包括可得自俄亥俄州克利夫兰的GEO专业化学公司(GEO Specialty Chemicals,Cleveland,Ohio)的DILOFLO、可得自马萨诸塞州列克星敦的汉普夏化学公司(Hampshire Chemical Corp.,Lexington,Massachusetts)的DAXAD,和可得自印第安纳州拉斐特的GEO专业化学公司(GEO Specialty Chemicals,Lafayette,Indiana)的LOMAR D。例如,萘磺酸盐优选用作35-55重量％固含量范围内的水溶液。最优选的是使用例如约40-45重量％固含量范围内的水溶液形式的萘磺酸盐。或者,当适当时,萘磺酸盐可以以干燥固体或粉末的形式使用,例如LOMAR D。

[0069] 可用于本发明的聚萘磺酸盐具有通用结构(I):

[0070] 

(I)

[0071] 其中n>2,且其中M为钠、钾、钙等。

[0072] 优选作为在水中的45重量％溶液的萘磺酸盐分散剂可以在约0.5重量％至约3.0重量％范围内使用,以石膏复合材料配方中所用的干灰泥的重量计。萘磺酸盐分散剂的更优选的范围为以干灰泥的重量计约0.5重量％至约2.0重量％,最优选的范围为以干灰泥的重量计约0.7重量％至约2.0重量％。相比之下,已知石膏面板含有约0.4重量％或更少的水平的所述分散剂,以干灰泥的重量计。

[0073] 换言之,以干重计的萘磺酸盐分散剂可在约0.1重量％至约1.5重量％的范围内使用,以石膏复合材料配方中所用的干灰泥的重量计。以干燥固体计的萘磺酸盐分散剂的更优选的范围为以干灰泥的重量计约0.25重量％至约0.7重量％,最优选的范围(以干燥固体计)为以干灰泥的重量计约0.3重量％至约0.7重量％。

[0074] 共同待审的申请的含石膏的浆料可包含含磷酸盐的组分,如三偏磷酸盐,例如三偏磷酸钠。任何合适的水溶性偏磷酸盐或多磷酸盐可用作根据本发明的含磷酸盐的组分。优选的是使用三偏磷酸盐,包括复盐(其为具有两个阳离子的三偏磷酸盐)。特别有用的三偏磷酸盐包括三偏磷酸钠、三偏磷酸盐钾、三偏磷酸盐锂、三偏磷酸盐铵等,或它们的组合。优选的三偏磷酸盐为三偏磷酸钠。优选的是使用例如约10-15重量％固含量范围内的作为水溶液的三偏磷酸盐。也可使用其他环状或无环多磷酸盐,如Yu等人的美国专利No.6,409,825中所述,所述专利以引用方式并入本文。

[0075] 三偏磷酸钠为含石膏的组合物中的已知添加剂,尽管其通常在约0.05重量％至约0.08重量％范围内使用,以石膏浆料中所用的干灰泥的重量计。在本发明的实施例中,三偏

磷酸钠(或其他水溶性偏磷酸盐或多磷酸盐)可以在约0.12重量％至约0.4重量％的范围内存在,以石膏复合材料配方中所用的干灰泥的重量计。三偏磷酸钠(或其他水溶性偏磷酸盐或多磷酸盐)的优选范围为约0.12重量％至约0.3重量％,以石膏复合材料配方中所用的干灰泥的重量计。

[0076] 存在两种形式的灰泥,α和β。这两类灰泥通过不同的煅烧方式制得。在本发明中可使用β或α形式的灰泥。

[0077] 淀粉(特别地包括预胶化淀粉)必须在根据共同待审的申请制得的含石膏的浆料中使用。优选的预胶化淀粉为预胶化的玉米淀粉,例如可得自密苏里州圣路易斯的邦基磨粉公司(Bunge Milling,St.Louis,Missouri)的预胶化的玉米粉,其具有如下典型分析:水分7.5％、蛋白质8.0％、油0.5％、粗纤维0.5％、灰分0.3％;并具有0.48psi的湿强度,具有35.0lb/ft^{3}的松散堆积密度。预胶化玉米淀粉应该以至少约0.5重量％直至约10重量％的量使用,以含石膏的浆料中所用的干灰泥的重量计。

[0078] 本发明人进一步发现,通过在约0.1重量％至3.0重量％的萘磺酸盐分散剂的存在下使用至少约0.5重量％直至约10重量％的预胶化淀粉(优选预胶化的玉米淀粉)(淀粉和萘磺酸盐水平以存在于配方中的干灰泥的重量计),可获得出乎意料的干强度(特别是在石膏面板中)增加。无论水溶性偏磷酸盐或多磷酸盐是否存在,均可获得该出乎意料的结果。

[0079] 另外,出乎意料地发现预胶化淀粉可在根据本发明制得的经干燥的石膏面板中以至少约10lb/MSF或更高的水平使用,仍然可获得高强度和低重量。在石膏面板中高达35-45lb/MSF的预胶化淀粉的水平已显示为有效的。

[0080] 其他可用的淀粉包括酸改性的淀粉,如可作为HI-BOND得自密苏里州圣路易斯的邦基磨粉公司(Bunge Milling,St.Louis,Missouri)的酸改性的玉米粉。该淀粉具有如下典型分析:水分10.0％、油1.4％、可溶物17.0％、碱性流动性98.0％、松散堆积密度30lb/ft^{3}和20％浆料,产生的pH为4.3。另一可用的淀粉为非预胶化的小麦淀粉,如可得自加拿大魁北克蒙特利尔的ADM/奥格尔维公司(ADM/Ogilvie,Montreal,Quebec,Canada)的ECOSOL-45。

[0081] 当萘磺酸盐分散剂三偏磷酸盐组合与预胶化玉米淀粉和任选的纸纤维或玻璃纤维组合时,使用本发明可获得另外的出乎意料的结果。由含有这三种成分的配方制得的石膏面板具有增加的强度和降低的重量,并且由于在它们的制造中降低的水需求而是更加经济有利的。

[0082] 促进剂可在本发明的含石膏的组合物中使用,如Yu等人的美国专利No.6,409,825中所述,所述专利以引用方式并入本文。一种合意的耐热促进剂(HRA)可通过石膏(硫酸钙二水合物)的干研磨制得。可使用少量添加剂(通常约5重量％)(如糖类、右旋糖、硼酸和淀粉)来制备该HRA。目前优选糖类或右旋糖。另一可用的促进剂为“经气候稳定的促进剂”或“气候稳定促进剂”(CSA),如美国专利No.3,573,947中所述,所述专利以引用方式并入本文。

[0083] 如下所述的本发明的方面不旨在为穷举的或将本发明限制为本文公开的具体组合物、组件、方法和操作。相反,本发明的所述方面和实施例被选择用于解释本发明的原理及其应用、操作和用途,以使本领域技术人员最好地遵循本发明的教导。

[0084] 本发明提供了灰泥和其他所述成分的组合,其例子在下表I中说明。这些配方提供

了具有所需耐火性质的耐火低重量和密度的石膏面板，之前认为这种低重量和密度的石膏面板不可获得所述耐火性质。本发明的面板也提供了适用于多种建造目的的拔钉阻力，并且在一些方面，这种性质可相比于显著更重更致密的商业耐火级面板。在其他方面，当用于墙或其他组件中时，这种组件具有可相比于由更重更致密的商业耐火级面板制得的组件的耐火测试性能。

[0085] 在一个优选方面，本发明的配方和方法提供了面板密度(芯加上覆盖片材)为约27至约37pcf的5/8英寸厚的石膏面板。在其他优选方面，面板密度为约29pcf至约34pcf，或约30至约32pcf。本发明的这种面板提供了可相比于重得多和致密得多的石膏面板的耐火性质。

[0086] 在本发明的另一方面，提供了一种通过制备煅烧石膏而制备耐火石膏面板的方法，所述煅烧石膏含有具有本文所述的组分的水性浆料，其中以在一方面约0.6至约1.2，在另一方面约0.8至约1.0，在又一方面约0.9的优选水/灰泥重量比使用所述煅烧石膏(也称为灰泥)和水以产生水性浆料。所述浆料作为连续带在纸、非织造玻璃纤维或其他纤维材料或纤维材料的组合的连续覆盖片材幅材上沉积。然后将第二这种连续覆盖片材置于沉积的浆料带上，以形成具有所需厚度和宽度的连续石膏面板。在含煅烧石膏的浆料充分硬化(通过煅烧石膏的脱水以形成凝固石膏的连续基质)以用于切割之后，将所述连续石膏面板切割至所需长度，并干燥所得石膏面板。另外，经干燥的面板可经受进一步的切割、成形和修整步骤。

[0087] 在本发明的其他方面，更高密度的石膏层可在第一覆盖片材处或围绕第一覆盖片材和/或沿着覆盖片材的外周缘形成。更高密度的层通常为面板表面提供有利的性质，如增加的硬度、改进的拔钉强度等。沿着覆盖片材的外周缘的更高密度通常提供改进的边缘硬度和其他有利性质。在其他方面，将更高密度的层施用至覆盖片材或芯/覆盖片材构造的等同部分。

[0088] 通常，使用常规技术，例如通过在将芯层沉积至第一覆盖片材上或在将第二覆盖片材施用至芯浆料层之前或在接近将芯层沉积至第一覆盖片材上或将第二覆盖片材施用至芯浆料层时将涂层施用至覆盖层中的一者或两者，从而施用更高密度的层。类似地，可在将芯浆料沉积至第一片材上之前或接近将芯浆料沉积至第一片材上时将外周更高密度的层作为石膏浆料(其具有与芯浆料不同的密度)的条或窄带施用至第一覆盖片材的外周缘。在一些这种方面，更高密度的层占板重量的约3％至约4％。

[0089] 在一方面，本发明提供了一种低重量和密度的耐火5/8英寸厚的石膏面板，其适于用作墙板、天花板或用于其他建造应用(如外壳、屋顶材料等)中。所述覆盖片材也可涂布有耐水或抗机械损伤性(abuse resistant)涂层，或在一些应用中涂布有石膏、胶接材料、丙烯酸类材料或适用于特定建造需要的其他涂层。面板也可成型为适于标准、非标准或定制应用的多种尺寸。这种面板的例子为标称4英尺宽的面板，其具有用于建筑物建造目的的那些面板典型的8英尺、10和12英尺的标称长度。

[0090] 相对于具有类似尺寸的常规面板，低重量耐火面板的芯密度和总体密度对面板总重量起重要作用。因此，对于5/8英寸厚的面板，面板重量为约1380lb/msf至约1900lb/msf，优选约1490lb/msf至约1740lb/msf，最优选约1540lb/msf至约1640lb/msf。对于3/4英寸面板厚度，面板重量为5/8英寸面板的重量的约120％。

[0091] 下表说明了用于本发明的低重量和密度的耐火标称5/8英寸石膏面板的示例性配方。

[0092]

表 I:

用于本发明的低重量和密度的耐火标称 5/8 英寸石膏面板的示例性配方

组分	约 25 至约 36 pcf 的芯密度	约 27 至约 33 pcf 的芯密度	约 28 至约 30 pcf 的芯密度
灰泥（lb/msf）（至少 95%的石膏）	约 1040 至约 1490	约 1120 至约 1370	约 1160 至约 1245
凝固石膏（lb/msf）	约 1220 至约 1750	约 1315 至约 1610	约 1360 至约 1460
预胶化淀粉（以灰泥重量计的%）	约 0.3 至约 4.0	约 0.5 至约 2.0	约 1.5 至约 1.8

[0093]

磷酸盐（以灰泥重量计的%）	约 0.15 至约 0.5	约 0.10 至约 0.15	约 0.10 至约 0.15
分散剂（以灰泥重量计的%）	约 1.5 至约 0.3	约 1.2 至约 0.5	约 1.0 至约 0.75
矿物纤维、玻璃纤维或碳纤维（以灰泥重量计的%）	约 0.1 至约 0.3	约 0.1 至约 0.3	约 0.1 至约 0.3
马尼拉纸第一覆盖片材（lb/msf）	约 40 至约 60	约 45 至约 55	约 48 至约 53
板密度（pcf）（芯和覆盖片材）	约 27 至约 37	约 29 至约 34	约 30 至约 32
板重量（lb/msf）	约 1380 至约 1900	约 1490 至约 1740	约 1540 至约 1640

[0094] 其他常规添加剂可以以常规量用于本发明的实践中，以赋予合意的性质并有利于制造。这种添加剂的例子为水性泡沫、促凝剂、缓凝剂、脱水抑制剂、粘结剂、粘合剂、分散助剂、均化剂或非均化剂、增稠剂、杀菌剂、杀真菌剂、pH调节剂、着色剂、防水剂、填料和它们的混合物。

[0095] 在一方面，通过使用在表I中公开的那些之内的一种或多种配方，本发明提供了面板及其制造方法，对于满足或超过根据适当测试方案的消防和结构完整性要求的30分钟防火等级的石膏面板，其构造为低重量和密度的标称5/8英寸厚。可使用与本文描述的方法一致的其他配方获得类似的结果。

[0096] 据信低重量、耐火性以及强度和结构特性的组合是由于来自如上组分的组合的出乎意料的结果，所述组分中的每一个在如下更详细讨论。

[0097] 灰泥。在本发明的每个方面，用于形成石膏面板芯的结晶基质的灰泥（或煅烧石膏）组分通常包括来自天然或合成来源的β半水合硫酸钙、水溶性硫酸钙无水石膏、α半水合硫酸钙，或这些的任意者或全部的混合物。在一些方面，灰泥可包括非石膏矿物质，如少量的粘土或者与石膏源相关或在煅烧、加工和/或将灰泥递送至混合器的过程中添加的其他组分。

[0098] 例如，表I中提及的灰泥的量假设石膏源具有至少95％的纯度。因此，用于形成芯浆料的组分和它们的相对量（如在上表I中提及的那些）可取决于灰泥来源、纯度和含量而变化或修改。例如，取决于石膏纯度、石膏的天然或合成来源、灰泥水含量、灰泥粘土含量等，对于不同的灰泥组成可修改石膏芯浆料的组成。

[0099] 淀粉。在本发明的面板和用于制造这种面板的方法的一个重要方面，诸如上表I中

所提及的芯浆料配方包含预胶化淀粉。通过在至少185°F的温度下在水中蒸煮淀粉，或者通过在用于面板芯中的淀粉中引起凝胶形成的其他公知方法，将生淀粉预胶化。淀粉可以以干燥形式、在液体中预分散的形式或两者的组合掺入芯浆料。在干燥形式下，淀粉可与其他干燥成分一起或者在分开的添加工序、步骤或阶段中添加至芯浆料混合器。在预分散形式下，淀粉可与其他液体成分(如定量水)一起，或者在分开的添加工序、步骤或阶段中添加。

[0100] 可用于实施本发明的易得到的预胶化淀粉的一些例子为(通过它们的商业名称确定)：PCF1000淀粉，可得自劳霍夫谷物公司(Lauhoff Grain Co.)，和AMERIKOR 818及HQM PREGEL淀粉，两者均可得自阿彻丹尼尔米德兰公司(Archer Daniels Midland Co.)。在一个重要方面，淀粉组分包括至少预胶化的玉米淀粉，如可得自密苏里州圣路易斯的邦基磨粉公司(Bunge Milling,St.Louis,Missouri)的预胶化的玉米粉。这种预胶化淀粉具有如下典型特性：水分7.5％、蛋白质8.0％、油0.5％、粗纤维0.5％、灰分0.3％；并具有0.48psi的湿强度，具有35.0lb/ft^{3}的松散堆积密度。

[0101] 纤维。在掺入诸如上表I中提及的纤维的本发明以及用于制备这种面板的方法的方面中，所述纤维可包括矿物纤维、玻璃纤维和/或碳纤维，和这种纤维的混合物，以及为面板提供可相比的有益效果的其他可相比的纤维。在一个重要方面，将玻璃纤维掺入石膏芯浆料和所得结晶芯结构中。在这种方面，玻璃纤维可具有约0.5至约0.75英寸的平均长度和约11至约17微米的直径。在其他方面，这种玻璃纤维可具有约0.5至约0.75英寸的平均长度和约13至约17微米的直径。在其他方面，使用软化点为约800℃以上的E-玻璃纤维，一种这种纤维类型为软化点为至少约900℃以上的Advantex®玻璃纤维(可得自欧文斯科宁公司(Owens Corning))。诸如本领域技术人员已知的那些的矿物棉或碳纤维可代替玻璃纤维或与玻璃纤维组合使用，所述玻璃纤维例如上述那些。

[0102] 磷酸盐。在本发明的面板和用于制备这种面板的方法的一个重要方面，将包含磷酸盐或磷酸盐离子的其他来源的含磷酸盐的组分添加至用于制备面板石膏芯的石膏浆料中。相比于由不含磷酸盐的混合物形成的凝固石膏，这种磷酸盐的使用有助于提供石膏芯增加的强度、对永久变形的抗性(例如抗流挂性)、尺寸稳定性，和湿润状态时面板的增加的强度。在许多这种方面，磷酸盐源以为面板和面板芯提供持续稳定性的量添加，同时芯中的石膏半水合物水合并形成石膏二水合物结晶芯结构(例如在形成板与形成过程的窑炉部分之间的时间过程中)。另外，应注意，就添加的磷酸盐充当阻滞剂而言，可以以所需的水平添加适当的促进剂，以克服磷酸盐的任何不利的阻滞作用。

[0103] 可用于本发明的含磷酸盐的组分为水溶性的，并且为离子、盐或酸的形式，即缩合磷酸，所述缩合磷酸中的每一种包含2个或更多个磷酸单元；缩合磷酸盐的盐或离子，所述缩合磷酸盐的盐或离子中的每一种包含2个或更多个磷酸盐单元；以及正磷酸盐的一代盐(monobasic salt)或一价离子，如例如在美国专利6,342,284、6,632,550和6,815,049中所描述，全部所述专利的公开内容以引用方式并入本文。这类磷酸盐的合适的例子对于本领域技术人员而言将是显而易见的。例如，任何合适的含一代正磷酸盐的化合物可用于实施本发明，包括但不限于磷酸二氢铵、磷酸二氢钠、磷酸二氢钾和它们的组合。优选的一代磷酸盐为磷酸二氢钾。

[0104] 类似地，根据本发明可使用任何合适的水溶性多磷酸盐。多磷酸盐可为环状或无环的。示例性的环状多磷酸盐包括例如三偏磷酸盐和四偏磷酸盐。三偏磷酸盐可选自例如

三偏磷酸钠(本文也称为STMP)、三偏磷酸钾、三偏磷酸锂、三偏磷酸铵等,或它们的组合。

[0105] 而且,根据本发明可使用任何合适的水溶性无环多磷酸盐。无环多磷酸盐具有至少两个磷酸盐单元。举例而言,根据本发明的合适的无环多磷酸盐包括但不限于焦磷酸盐、三聚磷酸盐、具有约6至约27个重复磷酸盐单元的六偏磷酸钠、具有约6至约27个重复磷酸盐单元的六偏磷酸钾、具有约6至约27个重复磷酸盐单元的六偏磷酸铵,以及它们的组合。根据本发明的一个优选的无环多磷酸盐可作为CALGON.RTM.购自密苏里州圣路易斯的ICL性能产品公司(ICL performance Products LP,St.Louis,Missouri),其为具有约6至约27个重复磷酸盐单元的六偏磷酸钠。

[0106] 优选地,含磷酸盐的化合物选自如下:具有分子式$(NaPO_3)_3$的三偏磷酸钠、具有6-27个重复磷酸盐单元,并具有分子式$Na_{n+2}P_nO_{3n+1}$的六偏磷酸钠,其中n=6-27、具有分子式$K_4P_2O_7$的焦磷酸四钾、具有分子式$Na_3K_2P_3O_{10}$的三聚磷酸二钾二钠、具有分子式$Na_5P_3O_{10}$的三聚磷酸钠、具有分子式$Na_4P_2O_7$的焦磷酸四钠、具有分子式$Al(PO_3)_3$的三偏磷酸铝、具有分子式$Na_2H_2P_2O_7$的酸式焦磷酸钠、具有1000-3000个重复磷酸盐单元,并具有分子式$(NH_4)_{n+2}P_nO_{3n+1}$的多磷酸铵,其中n=1000-3000、以及具有2个或更多个重复磷酸单元,并具有分子式$H_{n+2}P_nO_{3n+1}$的多磷酸,其中n为2或更大。三偏磷酸钠是最优选的,并可购自密苏里州圣路易斯的ICL性能产品公司(ICL performance Products LP,St.Louis,Missouri)。

[0107] 磷酸盐通常以干燥形式和/或水溶液液体形式与添加至芯浆料混合器的干燥成分一起、与添加至混合器的液体成分一起,或在其他阶段或工序中添加。

[0108] 分散剂。在本发明的低重量和密度的耐火面板和用于制备这种面板的方法的另一方面,分散剂可包含于石膏芯浆料中。分散剂可以以干燥形式与其他干燥成分一起和/或以水溶液液体形式与在芯浆料混合操作中的其他液体成分一起,或在其他步骤或工序中添加。

[0109] 在一个重要方面,这种分散剂可包括萘磺酸盐,如聚萘磺酸及其盐(聚萘磺酸盐)和衍生物(其为萘磺酸与甲醛的缩合产物)。这种合意的聚萘磺酸盐包括萘磺酸钠和萘磺酸钙。萘磺酸盐的平均分子量可为约3,000至27,000,尽管优选的是分子量为约8,000至10,000。在给定固体百分比的水溶液下,相比于更低分子量的分散剂,更高分子量的分散剂具有更高的粘度,并产生配方中更高的水需求。

[0110] 可用的萘磺酸盐包括可得自俄亥俄州克利夫兰的GEO专业化学公司(GEO Specialty Chemicals,Cleveland,Ohio)的DILOFLO、可得自马萨诸塞州列克星敦的汉普夏化学公司(Hampshire Chemical Corp.,Lexington,Massachusetts)的DAXAD,和可得自印第安纳州拉斐特的GEO专业化学公司(GEO Specialty Chemicals,Lafayette,Indiana)的LOMAR D。例如,萘磺酸盐优选用作35-55重量%固含量范围内的水溶液。最优选的是使用例如约40-45重量%固含量范围内的水溶液形式的萘磺酸盐。或者,当适当时,萘磺酸盐可以以干燥固体或粉末的形式使用,例如LOMAR D。

[0111] 或者,在本发明的其他方面,可使用可用于改进石膏浆料中的流动性的聚羧酸酯分散剂。多种聚磷酸酯分散剂,特别是聚羧酸醚为优选的分散剂类型。用于浆料中的优选类别的分散剂之一包含两个重复单元。其进一步描述于题为"Gypsum Products Utilizing a Two-Repeating Unit System and Process for Making Them(使用双重复单元体系的石膏产品及其制备方法)"的美国专利7,767,019,所述专利以引用方式并入本文。这些分散剂

为BASF建造聚合物公司(德国Trostberg)(BASF Construction Polymers,GmbH(Trostberg Germany))的产品,并由BASF建造聚合物公司(佐治亚州,肯尼索)(BASF Construction Polymers,Inc.(Kennesaw,GA))(下文称为"BASF")供应,并在下文称为"PCE211型分散剂"。PCE211型分散剂的一种特别有用的分散剂指定为PCE211(下文为"211")。可用于本发明中的该系列中的其他聚合物包括PCE111。PCE211型分散剂更完全地描述于2007年7月13日提交的题为"Polyether-Containing Copolymer(含聚醚的共聚物)"的美国序号No.11/827,722(公布No.US 2007/0255032A1)中,所述申请以引用方式并入本文。

[0112] 这种PCE211型分散剂的一类的分子量可为约20,000至约60,000道尔顿。已发现,相比于具有大于60,000道尔顿的分子量的分散体,更低分子量的分散剂产生更少的凝固时间延迟。通常,产生总分子量的增加的更长的侧链长度提供更好的可分配性。然而,使用石膏的测试表明分散剂的效力在50,000道尔顿以上的分子量下降低。

[0113] 可用作本发明的分散剂的另一类聚羧酸酯化合物公开于美国专利No.6,777,517,其以引用方式并入本文,并在下文称为"2641型分散剂"。PCE211型和2641型分散剂由BASF建造聚合物公司(德国Trostberg)(BASF Construction Polymers,GmbH(Trostberg Germany))制造,并由BASF建造聚合物公司(佐治亚州,肯尼索)(BASF Construction Polymers,Inc.(Kennesaw,GA))在美国销售。优选的2641型分散剂作为MELFLUX 2641F、MELFLUX 2651F和MELFLUX 2500L分散剂由BASF销售。

[0114] 又一优选的分散剂家族由BASF销售,并称为"1641型分散剂"。该分散剂更完全地描述于美国专利No.5,798,425中,所述专利以引用方式并入本文。这种分散剂中的一种为作为MELFLUX 1641F分散剂由BASF销售的1641型分散剂。可使用的其他分散剂包括其他聚羧酸酯醚(如可得自南卡来罗纳州切斯特的高帝斯公司(Coatex,Inc.of Chester,SC)的COATEX Ethacryl M)和木质素磺酸盐或磺化木质素。木质素磺酸盐为水溶性阴离子聚合电解质聚合物,其为来自使用亚硫酸盐制浆法制备木浆的副产物。可用于本发明的木质素的一个例子为可得自康涅狄格州格林威治的芦苇木质素公司(Reed Lignin,Greenwich,Conn)的Marasperse C-21。

[0115] 阻滞剂/促进剂。可将缓凝剂(至多约2lb/MSF(9.8g/m^2))或干燥促进剂(至多约35lb/MSF(170g/m^2))添加至芯浆料的一些方面,以改变灰泥水合反应进行的速率。"CSA"为包含与5%糖类共研磨的95%硫酸钙二水合物,并加热至250°F(1-21℃)以使糖类变焦的促凝剂。CSA可得自俄克拉荷马州索瑟德的USG公司(USG Corporation,Southard,Okla.)工厂,并根据美国专利No.3,573,947制得,所述专利以引用方式并入本文。硫酸钾为另一优选的促进剂。作为优选促进剂的HRA为以约5至25磅糖类/100磅硫酸钙二水合物的比例与糖类新鲜研磨的硫酸钙二水合物。其进一步描述于美国专利No.2,078,199中,所述专利以引用方式并入本文。这两种为优选的促进剂。

[0116] 称为湿石膏促进剂或WGA的另一促进剂也为优选的促进剂。湿石膏促进剂的用途和制备湿石膏促进剂的方法的描述公开于美国专利No.6,409,825中,所述专利以引用方式并入本文。该促进剂包括选自如下的至少一种添加剂:有机膦化合物、含磷酸盐的化合物或它们的混合物。该特定促进剂显示出显著的寿命,并随时间保持器效力,从而可在使用之前制备、储存和甚至在长距离内运输湿石膏促进剂。湿石膏促进剂以约5至约80磅/1000平方英尺(24.3至390g/m^2)石膏面板的量使用。

[0117] 泡沫。在另一重要方面，泡沫可以以提供上述降低的芯密度和面板重量的量引入芯浆料中。将泡沫以适当的量、配方和方法引入芯浆料中将在最终经干燥的面板的芯内产生所需的网络和空穴分布。该空穴结构允许降低石膏和其他芯成分和芯密度和重量，而同时保持所需的面板结构和强度性质。使用发泡剂以产生所需的空穴结构的例子包括在美国专利No.5,643,510中所述的那些，所述专利的公开内容以引用方式并入本文。将泡沫添加至芯浆料的方法是本领域已知的，这种方法的一个例子在美国专利No.5,683,635中讨论，所述专利的公开内容以引用方式并入本文。

[0118] 覆盖片材。在本发明的一些方面，第一覆盖片材包括低孔隙率的马尼拉纸，石膏浆料在所述马尼拉纸上分配(当用于建造应用中时，其通常为面板的暴露面)。报纸(Newsline)可在成型过程中用作置于石膏芯浆料上的第二覆盖片材(当用于建造应用时，其通常为面板的隐藏背面)。在其他应用中，非织造玻璃纤维垫、其他纤维或非纤维材料的片材，或纸和其他纤维材料的组合可用作覆盖片材中的一者或两者。

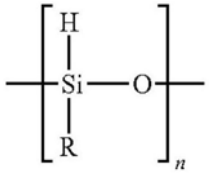
[0119] 在使用纸或类似覆盖片材的方面，相比于第二覆盖片材，第一覆盖片材的密度和基重更高。例如，在一些方面，第一覆盖片材具有约40至约60lb/msf的基重，且第二覆盖片材具有约35至约45lb/msf的基重。优选使用这种重的马尼拉纸作为第一覆盖片材，因为其在所有应用中，最特别是在天花板应用中改进了面板的拔钉和挠曲性质。

[0120] 覆盖片材可掺入，或在它们的暴露表面添加材料涂层，从而提供适于特定建造应用(如外壳、屋顶、瓷砖背衬等)的表面。

[0121] 硅氧烷。出乎意料地，以石膏重量计大于2重量％的预胶化淀粉和以石膏重量计至少约0.4重量％且优选至少约0.7重量％的硅氧烷的组合将制得具有小于5％的吸水率的石膏板。这是特别出乎意料的，因为降低重量和密度的面板比常规面板具有多得多的空气和/或水空穴，且预期这些空穴使低重量面板更吸水。也出乎意料地发现，经聚合的硅树脂在高热条件下减少了面板的收缩。

[0122] 本发明大概设想，通过将可聚合硅氧烷添加至用于制备石膏基制品的浆料中来改进石膏基制品的耐水性。优选地，硅氧烷以乳状液的形式添加。然后在促进硅氧烷的聚合以形成高度交联的硅树脂的条件下将浆料成形和干燥。优选将促进硅氧烷的聚合以形成高度交联的硅树脂的催化剂添加至石膏浆料。

[0123] 优选地，硅氧烷通常为流体线性氢改性的硅氧烷，但也可为环状氢改性的硅氧烷。这种硅氧烷能够形成高度交联的硅树脂。这种流体是本领域技术人员公知的，并且可购得且描述于专利文献中。通常，可用于实施本发明的线性氢改性的硅氧烷包括具有如下通式的重复单元的那些：

[0124] 

[0125] 其中R表示饱和或不饱和单价烃基。在优选实施例中，R表示烷基，最优选地，R为甲基。在聚合过程中，端基通过缩合去除，且硅氧烷基团键连在一起而形成硅树脂。也发生链的交联。所得硅树脂在形成时赋予石膏基质耐水性。

[0126] 优选地，使用以名称SILRES BS 94由瓦克化学公司(德国慕尼黑)(Wacker-Chemie

GmbH(Munich,Germany))销售的无溶剂甲基氢硅氧烷流体作为硅氧烷。制造商表明该产品为不含水或溶剂的硅氧烷流体。预期可使用约0.3至1.0重量％的BS 94硅氧烷，以干燥成分的重量计。优选使用约0.4至约0.8％的硅氧烷，以干灰泥重量计。

[0127] 将硅氧烷形成为具有水的乳状液或稳定悬浮体中。预期多种硅氧烷乳状液用于该浆料。硅氧烷在水中的乳状液也可购得，但它们可包含乳化剂，所述乳化剂趋于改变石膏粒子的性质，如石膏面板产品中结合的纸。因此优选不使用乳化剂而制得的乳状液或稳定悬浮体。优选地，悬浮体可通过混合硅氧烷流体和水而原位形成。必要的是硅氧烷悬浮体为稳定的直至使用，并且其在浆料的条件下保持良好分散。硅氧烷悬浮体或乳状液必须在可能存在于浆料中的任选的添加剂(如促凝剂)的存在下保持良好分散。硅氧烷悬浮体或乳状液也必须在其中也形成石膏面板的步骤中保持稳定。优选地，悬浮体保持稳定超过40分钟。更优选地，其保持稳定至少1小时。在如下讨论和权利要求中，术语“乳状液”旨在包括真正的乳状液，以及稳定至少直至灰泥50％凝固的悬浮体。

[0128] 尽管不希望受限于理论，但据信当硅氧烷在成型面板内固化时耐水性产生，至少2.0重量％的预胶化淀粉连同硅氧烷一起起作用，以首先通过堵塞入水口，然后通过在淀粉吸水时形成高度粘性的淀粉/水组合，从而减慢水通过面板边缘上的微孔进入。

[0129] 硅氧烷聚合反应自发缓慢进行，从而需要在运送之前储存面板足够的时间以产生耐水性。已知催化剂加速聚合反应，减少或消除产生耐水性所需的储存石膏面板的时间。将僵烧氧化镁用于硅氧烷聚合描述于题为“Method of Making Water-Resistant Gypsum-Based Article(制备耐水石膏基制品的方法)”的共同待审的美国序号No.10/917,177中，所述申请以引用方式并入本文。僵烧氧化镁为水不溶性的，并且与浆料的其他组分相互作用较少。其加速硅氧烷的固化，并且在一些情况下使硅氧烷更完全地固化。其可以以一致的组成购得。一种特别优选的僵烧氧化镁源为BAYMAG 96。其具有至少0.3m.sup.2/g的BET表面积。烧失量小于0.1重量％。氧化镁优选以约0.1至约0.5％的量使用，以干灰泥的重量计。

[0130] 取决于煅烧温度，市场上存在至少三个级别的氧化镁。“僵烧”氧化镁在1500℃至2000℃之间煅烧，从而消除大多数(如果不是全部)的反应性。MagChem P98-PV(马里兰州贝塞斯达的马丁马里塔氧化镁特制品公司(Martin Marietta Magnesia Specialties,Bethesda,Md.))为“僵烧”氧化镁的一个例子。BayMag 96(加拿大亚伯达卡尔加里的Baymag公司(Baymag,Inc.of Calgary,Alberta,Canada))和MagChem 10(马里兰州贝塞斯达的马丁马里塔氧化镁特制品公司(Martin Marietta Magnesia Specialties,Bethesda,Md.))为“硬烧”氧化镁的例子。“硬烧”氧化镁在1000℃至约1500℃的温度下煅烧。其具有窄范围的反应性、高密度，并通常用于其中需要缓慢降解或化学反应性的应用，如动物饲料和肥料中。第三级别为在约700℃至约1000℃的温度下煅烧而制得的“轻烧”或“苛性”氧化镁。此类氧化镁在广泛应用中使用，包括塑料、橡胶、纸和纸浆加工、钢锅炉添加剂、粘合剂和酸中和。轻烧氧化镁的例子包括BayMag 30、BayMag 40和BayMag 30(-325目)(加拿大亚伯达卡尔加里的Baymag公司(Baymag,Inc.of Calgary,Alberta,Canada))。

[0131] 已发现优选的催化剂由氧化镁和C类飞灰的混合物制得。当以此方式组合时，任意级别的氧化镁均为可用的。然而，僵烧和硬烧氧化镁由于降低的反应性而是优选的。氧化镁的相对较高的反应性可导致可产生氢的裂化反应。当氢产生时，产品膨胀，从而在灰泥凝固之处产生裂缝。膨胀也导致其中倾注灰泥的模具的破坏，从而导致在一个或多个尺寸上的

细部损失和产品变形。优选地，BayMag 96、MagChem P98-PV和MagChem 10为优选的氧化镁源。优选地，在将氧化镁和飞灰添加至定量水之前，将它们添加至灰泥。随着灰泥沿着输送机移动至混合器，通常将诸如这些的干燥组分添加至灰泥。

[0132] 优选的飞灰为C类飞灰。C类液压飞灰或其等同物为最优选的飞灰组分。C类飞灰的典型组成示于表1中。高石灰含量的飞灰(大于20％重量％的石灰)获自某些煤的加工。ASTM名称C-618(以引用方式并入本文)描述了C类飞灰的特性。优选的C类飞灰由路易斯安那州Big Cajun,II的拜吾飞灰公司(Bayou Ash Inc.,Big Cajun,II,L A)供应。优选地，飞灰以约0.1至约5％的量使用，以干灰泥的重量计。更优选地，飞灰以约0.2至约1.5％的量使用，以干灰泥的重量计。

[0133] 硅氧烷的催化产生更快且更完全的硅氧烷的聚合和交联，以形成硅树脂。灰泥的水合形成硫酸钙二水合物晶体的连锁基质。当石膏基质形成的同时，硅氧烷分子也形成硅树脂基质。由于这些至少部分同时形成，两种基质变得缠绕至彼此中。过量的水和在整个浆料中分散的浆料的添加剂(包括飞灰、氧化镁和下述添加剂)变得在整个基质中分散于间隙空间，以在整个面板芯获得耐水性。高水平的预胶化淀粉连同硅氧烷一起起作用，以延迟水沿着面板的更脆弱的边缘进入。

[0134] 在实施例中，石膏面板包括在顶部和底部覆盖片材之间的凝固石膏芯。面板具有约27至约37磅/立方英尺的芯密度和大于约17分钟的隔热指数。在其他实施例中，石膏面板具有约0.625英寸的标称厚度。在其他实施例中，石膏面板具有约0.625英寸的标称厚度和至少约18分钟的隔热指数。

[0135] 在实施例中，耐火石膏面板包括在顶部和底部覆盖片材之间的凝固石膏芯。面板具有约27至约37磅/立方英尺的芯密度。所述面板有效抑制热传递通过组件，所述组件根据UL U419工序制得并经受耐火测试，其具有暴露于热源的一个表面和相对的未受热表面，使得当根据UL U419测量时，在约30分钟的经过时间时在未受热表面上的最大单个位置温度小于约415°F。在其他实施例中，耐火石膏面板有效抑制热传递通过组件，使得当根据UL U419测量时，在约30分钟的经过时间时在未受热表面上的平均温度小于约340°F。

[0136] 在实施例中，耐火石膏面板包括在顶部和底部覆盖片材之间的凝固石膏芯。面板具有约27至约37磅/立方英尺的芯密度。所述面板有效抑制热传递通过组件，所述组件根据UL U305工序制得并经受耐火测试，其具有暴露于热源的一个表面和相对的未受热表面，使得当根据UL U305测量时，在约45分钟的经过时间时在未受热表面上的最大单个位置温度小于约415°F。

[0137] 在其他实施例中，耐火石膏面板有效抑制热传递通过组件，使得当根据UL U305测量时，在约45分钟的经过时间时在未受热表面上的最大单个位置温度小于约270°F。在其他实施例中，耐火石膏面板有效抑制热传递通过组件，使得当根据UL U305测量时，在约45分钟的经过时间时在未受热表面上的平均温度小于约340°F。在其他实施例中，耐火石膏面板有效抑制热传递通过组件，使得当根据UL U305测量时，在约45分钟的经过时间时在未受热表面上的平均温度小于约245°F。

[0138] 在实施例中，石膏面板具有约27至约37磅/立方英尺的密度和大于17.0分钟的隔热指数。石膏面板包含：(a)约1220-1750lb/msf的凝固石膏；(b)约0.3-4.0重量％的预胶化淀粉；(c)约0.15-0.50重量％的含磷酸盐的组分；(d)约0.3-1.5重量％的分散剂；(e)约

0.1-0.3重量%的矿物纤维、玻璃纤维或碳纤维;以及(f)有效提供指定的面板密度的量的泡沫空穴。重量百分比以凝固石膏的重量计,且lb/msf用于标称0.625英寸厚的面板。在其他实施例中,成比例地调节lb/msf凝固石膏以获得约0.625至约0.75英寸的面板标称厚度。

[0139] 在其他实施例中,石膏面板包含:(a)约1315-1610lb/msf的凝固石膏;(b)约0.5-2.0重量%的预胶化淀粉;(c)约0.10-0.15重量%的磷酸盐;(d)约0.5-1.2重量%的分散剂;(e)约0.1-0.3重量%的矿物纤维、玻璃纤维或碳纤维;以及(f)有效提供指定的面板密度的量的泡沫空穴。重量百分比以凝固石膏的重量计,且lb/msf用于标称5/8英寸厚的面板,并进行成比例地调节以获得更厚或更薄的面板。

[0140] 在其他实施例中,石膏面板包含:(a)约1360-1460lb/msf的凝固石膏;(b)约1.5-1.8重量%的预胶化淀粉;(c)约0.10-0.15重量%的磷酸盐;(d)约0.75-1.0重量%的分散剂;(e)约0.1-0.3重量%的矿物纤维、玻璃纤维或碳纤维;以及(f)有效提供指定的面板密度的量的泡沫空穴。重量百分比以凝固石膏的重量计,且lb/msf用于标称5/8英寸厚的面板,并进行成比例地调节以获得更厚或更薄的面板。

[0141] 在其他实施例中,石膏面板包括纸质覆盖片材,第一这种覆盖片材具有约40-60lb/msf的重量。在其他实施例中,面板的密度为约29至约34磅/立方英尺。在其他实施例中,面板的密度为约30至约32磅/立方英尺。

[0142] 在其他实施例中,石膏面板包含至少0.4重量%的硅氧烷,以凝固石膏的重量计。在一些实施例中,面板的高温收缩率小于不含硅氧烷的具有相同成分量的面板的高温收缩率。在一些实施例中,石膏面板包含大于2重量%的预胶化淀粉。在一些实施例中,面板的高温收缩率小于不含硅氧烷的具有相同成分量的面板的高温收缩率。在一些实施例中,面板的高温收缩率为不含硅氧烷的具有相同成分量的面板的高温收缩率的约50%。

[0143] 在其他实施例中,含磷酸盐的组分为水溶性的,并选自包含2个或更多个磷酸单元的缩合磷酸、包含2个或更多个磷酸盐单元的缩合磷酸盐的盐或离子、正磷酸盐的一代盐或一价离子,以及它们的组合。在一些实施例中,含磷酸盐的组分包含环状多磷酸盐。

[0144] 在实施例中,石膏面板的组件安装于金属支撑件上。石膏面板包括在顶部和底部覆盖片材之间的凝固石膏芯。所述芯具有约27至37磅/立方英尺的密度,并提供在UL U419测试工序下至少30分钟耐火等级的组件。在一些实施例中,组件的石膏面板安装于木质支撑件上,且石膏面板提供在UL 305测试工序下至少30分钟的耐火等级。

[0145] 在实施例中,一种用于制备隔热指数为至少17.0分钟的耐火石膏面板的方法包括提供浆料。所述浆料具有:(a)约1040-1490lb/msf的灰泥、(b)约0.3-4.0重量%的预胶化淀粉、(c)约0.15-0.50重量%的磷酸盐;(d)约0.3-1.5重量%的分散剂;(e)约0.1-0.3重量%的矿物纤维、玻璃纤维或碳纤维;以及(f)有效提供约25至约36磅/立方英尺的芯密度的泡沫量。将浆料沉积于第一覆盖片材上。浆料用第二覆盖片材覆盖,以形成面板。面板保持在预定标称厚度下,直至芯浆料水合。将面板切割至所需尺寸。干燥面板。重量百分比以灰泥的重量计,且lb/msf值用于标称0.625英寸厚的面板。

[0146] 在其他实施例中,成比例地调节方法中的lb/msf灰泥以获得约0.625至约0.75英寸的面板标称厚度。在其他实施例中,通过所述方法制得的石膏面板的组件安装于金属支撑件上。所述组件提供在UL U419测试工序下至少30分钟的耐火等级。

[0147] 实例

[0148] 如下实例进一步说明了本文描述的本发明的方面，但是不应解释为以任何方式限制本发明的范围。本文报道的所有的值(例如重量、百分比、温度、尺寸、时间等)均受制于并包括数据中所反映的并且是本领域技术人员对于具体构件、测试、性质或与它们相关的观察所通常遇到的测量变异和误差幅度。

[0149] 实例1

[0150] 样品石膏浆料配方。

[0151] 石膏浆料配方示于下表1中。表1中的所有的值表示为以干灰泥的重量计的重量百分比。括号中的值为以磅计的干重(对于标称1/2英寸厚的面板，lb/MSF)。

[0152] 表1

[0153]

组分	配方A	配方B
灰泥(lb/MSF)	(732)	(704)
三偏磷酸钠	0.20(1.50)	0.30(2.14)
分散剂(萘磺酸盐)	0.18(1.35)	0.58 [1](4.05)
预胶化淀粉	2.7(20)	6.4(45)
板淀粉	0.41(3.0)	0
耐热促进剂(HRA)	(15)	(15)
玻璃纤维	0.27(2.0)	0.28(2.0)
纸纤维	0	0.99(7.0)
肥皂*	0.03(0.192)	0.03(0.192)
总水(lb.)	805	852
水/灰泥比	1.10	1.21

[0154] *用于预产生泡沫。

[0155] [1] 1.28重量％，作为45％水溶液。

[0156] 实例2

[0157] 面板的制备。

[0158] 样品石膏面板(标称约1/2英寸厚)根据Yu等人的美国专利No.6,342,284和Yu等人的美国专利No.6,632,550制得，所述专利以引用方式并入本文。这包括分开产生泡沫以及将泡沫引入其他成分的浆料中，如这些专利的实例5中所述。

[0159] 使用实例1的配方A和B制得的石膏面板和对照物的测试结果示于下表2中。如在该实例和以下其他实例中，拔钉阻力、芯硬度和挠曲强度测试根据ASTM C-473进行。另外，应注意典型的石膏面板为大约1/2英寸厚，并具有约1600至1800磅/1,000平方英尺材料(或lb/MSF)的重量。(“MSF”为本领域对于千平方英尺的标准缩写，其为箱、波纹媒介和墙板的面积量度。)

[0160] 表2

[0161]

实验室测试结果	对照板	配方 A 板	配方 B 板
板重量（lb/MSF）	1587	1066	1042
拔钉阻力（lb）	81.7	50.2	72.8
芯硬度（lb）	16.3	5.2	11.6
湿结合载荷（lb）	17.3	20.3	15.1
湿结合破坏（%）	0.6	5	11.1
挠曲强度，面朝上（MD）（lb）	47	47.2	52.6
挠曲强度，面朝下（MD）（lb）	51.5	66.7	78.8
挠曲强度，面朝上（XMD）（lb）	150	135.9	173.1
挠曲强度，面朝下（XMD）（lb）	144.4	125.5	165.4

[0162] MD:纵向

[0163] XMD:横向

[0164] 如表2所示,使用配方A和B浆料制得的石膏面板相比于对照板具有显著的重量降低。再次参照表1,配方A板与配方B板的比较最突出。配方A和配方B中水/灰泥(w/s)比类似。显著更高水平的萘磺酸盐分散剂也在配方B中使用。另外,在配方B中使用约6重量%的明显更多的预胶化淀粉,相比于配方A增加大于100%,并伴随着显著的强度增加。即使如此,产生所需流动性的水需求在配方B浆料中保持较低,相比于配方A的差别为约10%。在两个配方中较低的水需求归因于石膏浆料中萘磺酸盐分散剂和三偏磷酸钠的组合的协同作用,所述协同作用即使在显著更高水平的预胶化淀粉的存在下也增加了石膏浆料的流动性。

[0165] 如表2所示,相比于使用配方A浆料制得的面板,使用配方B浆料制得的石膏面板具有显著增加的强度。通过引入增加量的预胶化淀粉以及增加量的萘磺酸盐分散剂和三偏磷酸钠,配方B板中的拔钉阻力相比于配方A板改进了45%。相比于配方A板,也在配方B中观察到挠曲强度的显著增加。

[0166] 实例3

[0167] 1/2英寸石膏板重量降低试验。

[0168] 另外的石膏面板实例(板C、D和E),包括浆料配方和测试结果示于下表3中。表3的浆料配方包括浆料的主要组分。括号中的值表示为以干灰泥的重量计的重量百分比。

[0169] 表3

[0170]

试验配方组分/参数	对照板	配方 C 板	配方 D 板	配方 E 板
干灰泥（lb/MSF）	1300	1281	1196	1070
促进剂（lb/MSF）	9.2	9.2	9.2	9.2
DILOFLO[1]（lb/MSF）	4.1 (0.32%)	8.1 (0.63%)	8.1 (0.68%)	8.1 (0.76%)
常规淀粉（lb/MSF）	5.6 (0.43%)	0	0	0
预胶化玉米淀粉（lb/MSF）	0	10 (0.78%)	10 (0.84%)	10 (0.93%)
三偏磷酸钠（lb/MSF）	0.7 (0.05%)	1.6 (0.12%)	1.6 (0.13%)	1.6 (0.15%)
总水/灰泥比（w/s）	0.82	0.82	0.82	0.84
试验配方测试结果				
干燥板重量（lb/MSF）	1611	1570	1451	1320

[0171]

拔钉阻力（lb）	77.3†	85.5	77.2	65.2

[0172] †ASTM标准:77lb

[0173] [1]DILOFLO为在水中的45％萘磺酸盐溶液

[0174] 如表3所示，相比于对照面板，板C、D和E由具有显著增加量的淀粉、DILOFLO分散剂和三偏磷酸钠(淀粉和分散剂以百分比计约2倍增加，三偏磷酸钠2至3倍增加)，同时保持w/s比恒定的浆料制得。尽管如此，通过拔钉阻力所测得的强度未受到显著影响，且面板重量显著降低。因此，在本发明的实施例的该实例中，新配方(例如板D)可提供在可用的可流动浆料中配制的增加的淀粉，并同时保持足够的强度。

[0175] 实例4

[0176] 湿石膏立方体强度测试。

[0177] 通过在实验室中使用自来水和可得自伊利诺斯州芝加哥的美国石膏公司(United States Gypsum Corp.,Chicago,Illinois)的索瑟德(Southard CKS)板灰泥来测定它们的湿压缩强度，从而进行湿立方体强度测试。使用如下实验室测试工序。

[0178] 对于每个湿石膏立方体铸件，使用灰泥(1000g)、CSA(2g)和约70°F下的自来水(1200cc)。在与含有萘磺酸盐分散体和三偏磷酸钠的自来水溶液混合之前，预胶化玉米淀粉(20g，以灰泥wt.计2.0％)和CSA(2g，以灰泥wt.计0.2％)首先在塑料袋中与灰泥完全干混。所用的分散剂为DILOFLO分散剂(1.0-2.0％，如表4所示)。也使用各种量的三偏磷酸钠，如表4所示。

[0179] 干燥成分和水溶液最初在实验室Warning搅拌机中合并，使所产生的混合物浸泡10sec，然后混合物在低速下混合10sec以制备浆料。将由此形成的浆料浇铸至三个2”X2”X2”立方体模具。然后将浇铸立方体从模具中取出，称重，并密封于塑料袋中，以在进行压缩

强度测试之前防止水分损失。使用ATS机器测量湿立方体的压缩强度，并记录为以磅/平方英寸(psi)计的平均值。获得的结果如下：

[0180] 表4

[0181]

测试样品No.	三偏磷酸钠，克（以干灰泥计wt%）	DILOFLO 1（以干灰泥计wt%）	湿立方体重量（2”X2”X2”），g	湿立方体压缩强度，psi
1	0	1.5	183.57	321
2	0.5 (0.05)	1.5	183.11	357
3	1 (0.1)	1.5	183.19	360
4	2 (0.2)	1.5	183.51	361
5	4 (0.4)	1.5	183.65	381
6	10 (1.0)	1.5	183.47	369
7	0	1.0	184.02	345
8	0.5 (0.05)	1.0	183.66	349
9	1 (0.1)	1.0	183.93	356
10	2 (0.2)	1.0	182.67	366
11	4 (0.4)	1.0	183.53	365
12	10 (1.0)	1.0	183.48	341
13	0	2.0	183.33	345
14	0.5 (0.05)	2.0	184.06	356
15	1 (0.1)	2.0	184.3	363
16	2 (0.2)	2.0	184.02	363
17	4 (0.4)	2.0	183.5	368
18	10 (1.0)	2.0	182.68	339

[0182] [1]DILOFLO为在水中的45％萘磺酸盐溶液

[0183] 如表4所示，具有在本发明的约0.12-0.4％范围内的三偏磷酸钠水平的样品4-5、10-11和17通常提供相比于具有在该范围之外的三偏磷酸钠的样品优良的湿立方体压缩强度。

[0184] 实例5

[0185] 1/2英寸轻量石膏面板工厂生产试验。

[0186] 进行进一步的试验(试验板1和2)，包括浆料配方和测试结果示于下表5中。表5的

浆料配方包括浆料的主要组分。括号中的值表示为以干灰泥的重量计的重量百分比。

[0187] 表5

[0188]

试验配方组分/参数	对照板 1	工厂配方试验板 1	对照板 2	工厂配方试验板 2
干灰泥（lb/MSF）	1308	1160	1212	1120
DILOFLO[1]（lb/MSF）	5.98 (0.457%)	7.98 (0.688%)	7.18 (0.592%)	8.99 (0.803%)
常规淀粉（lb/MSF）	5.0 (0.38%)	0	4.6 (0.38%)	0
预胶化玉米淀粉（lb/MSF）	2.0 (0.15%)	10 (0.86%)	2.5 (0.21%)	9.0 (0.80%)
三偏磷酸钠（lb/MSF）	0.7 (0.05%)	2.0 (0.17%)	0.6 (0.05%)	1.6 (0.14%)
总水/灰泥比（w/s）	0.79	0.77	0.86	0.84
试验配方测试结果				
干燥板重量（lb/MSF）	1619	1456	1553	1443
拔钉阻力（lb）	81.5†	82.4	80.7	80.4
挠曲强度，平均值（MD）（lb）	41.7	43.7	44.8	46.9
挠曲强度，平均值（XMD）（lb）	134.1	135.5	146	137.2
湿结合[2]载荷，平均值（lb）	19.2	17.7	20.9	19.1
湿结合[2,3]破坏（%）	1.6	0.1	0.5	0

[0189] †ASTM标准:771b

[0190] MD:纵向

[0191] XMD:横向

[0192] [1]DILOFLO为在水中的45％萘磺酸盐溶液

[0193] [2] 90°F/90％相对湿度

[0194] [3]易于理解的是,在这些测试条件下,百分比破坏率<50％是可接受的。

[0195] 如表5所示,试验板1和2由相比于对照面板具有显著增加量的淀粉、DILOFLO分散剂和三偏磷酸钠,同时略微减小w/s比的浆料制得。尽管如此,如通过拔钉阻力和挠曲测试测得的强度仍得以保持或改进,且板重量得以显著降低。因此,在本发明的实施例的该实例中,新配方(例如试验板1和2)可提供在可用的可流动浆料中配制的增加的三偏磷酸盐和淀

粉,并同时保持足够的强度。

[0196] 实例6

[0197] 1/2英寸超轻量石膏面板工厂生产试验。

[0198] 如实例2一样使用配方B进行进一步的试验(试验板3和4),不同的是预胶化玉米淀粉以10%的浓度使用水制得(湿淀粉制剂),并使用HYONIC PFM肥皂(可得自印第安纳州拉斐特的GEO专业化学公司(GEO Specialty Chemicals,Lafayette,Indiana))的共混物。例如,使用65-70重量%/35-30重量%的HYONIC PFM 10/HYONIC PFM 33的共混物制备试验板3。例如,使用HYONIC PFM 10/HYONIC PFM 33的70/30wt./wt.共混物制备试验板4。试验结果示于下表6中。

[0199] 表6

[0200]

实验室测试结果	试验板 3(配方 B 加上 HYONIC 肥皂共混物 65/35)(n=12)	试验板 4(配方 B 加上 HYONIC 肥皂共混物 70/30)(n=34)*
板重量(lb/MSF)	1106	1013
拔钉阻力[a](lb)	85.5	80.3
芯硬度[b](lb)	>15	12.4
挠曲强度,平均值[c]	55.6	60.3[1]

[0201]

(MD)(lb)		
挠曲强度,平均值[d](XMD)(lb)	140.1	142.3[1]

[0202] *除非另外注明。

[0203] [1]n=4

[0204] MD:纵向

[0205] XMD:横向

[0206] [a] ASTM标准:771b

[0207] [b] ASTM标准:111b

[0208] [c] ASTM标准:361b

[0209] [d] ASTM标准:1071b

[0210] 如表6所示,如通过拔钉和芯硬度所测得的强度特性在ASTM标准以上。挠曲强度也测量为在ASTM标准以上。另外,在本发明的实施例的该实例中,新配方(例如试验板3和4)可提供在可用的可流动浆料中配制的增加的三偏磷酸盐和淀粉,并同时保持足够的强度。

[0211] 实例7

[0212] 进行根据ASTM Pub.WK25392中所讨论的工序的高温隔热测试，以检查根据本发明制得的5/8英寸厚的石膏面板的高温隔热特性。

[0213] 在该测试中所反映的热传递条件可由用于通过面板厚度的一维不稳定导热的能量方程式进行描述：

[0214] $\Delta/\Delta x(k(\Delta T/\Delta x))+q=\rho c_p(\Delta T/\Delta t)$ (1)

[0215] 其中T为在给定时间t和面板中的深度x处的温度。热导率(k)、密度(ρ)和比热(c_p)在高温下为非线性温度关联函数。生热率q表示在不同温度下并因此在不同时间发生的多种吸热和放热反应，例如石膏相变和表面纸燃烧。

[0216] 为了评价通过石膏面板的总热传导以及石膏面板的隔热性能，通常无需单独测量并描述每个变量。评价它们对热传递的净累积作用是足够的。

[0217] 为此目的，进行高温隔热测试，其中由两个4英寸(100mm)直径的盘组成的测试试样由G型喇叭头螺钉夹在一起。

[0218] 测试试样由使用芯制得的石膏面板制得，所述芯含有：

[0219]

灰泥	1170 lb/msf
预胶化玉米淀粉	28 lb/msf（灰泥的 2.3 重量%）
三偏磷酸钠（10%水溶液）	29 lb/msf（灰泥的 2.5 重量%）
萘磺酸盐分散体（45%固体）	5 lb/msf（灰泥的 0.4 重量%）
玻璃纤维	2 lb/msf（灰泥的 0.2 重量%）
覆盖纸	前部 51 lb/msf（重马尼拉纸）; 背部 39 lb/msf（新闻用纸）

[0220] 将热电偶置于盘之间的试样中心处。然后将试样安装于确保在试样表面上均匀加热的支架中的边缘上，并置于预热至930°F(500℃)的炉子中。

[0221] 记录在测试试样中心处的温度上升，并测量隔热指数TI，所述隔热指数TI计算为测试试样从约105°F(40℃)加热至约390°F(200℃)所需的以分钟计的时间。测试试样的隔热指数计算为：

[0222] TI＝t200℃-t40℃ (2)

[0223] 由通过该工序采集的数据所产生的温度曲线通常显示在约212°F(100℃)下石膏转变为半水合物，并在接近约285°F(140℃)半水合物转化为第一无水石膏相。这种数据也通常显示，一旦这些相转变完成，则温度以线性方式快速上升，因为在约930°F(500℃)的炉温以下通常没有重要的另外的化学或相变反应发生。等待直至试样的芯温度达到约105°F(40℃)以开始计时，获得了可接受的可重复性和再现性。

[0224] 如上隔热测试在从具有1545lb/msf的面板重量的根据本发明制得的5/8英寸厚的石膏面板切割的盘上进行。这些样品具有18.6分钟的平均隔热指数。相比之下，市售的大约

1500lb/msf标称1/2英寸厚的商用室内天花板面板的平均隔热指数值为17.0分钟。出乎意料的是，相对于具有大约相同重量但更大的芯密度(约35pcf)的面板，本发明的面板(芯密度为约30pcf)具有更大的隔热指数。

[0225] 实例8

[0226] 使用具有约1546lb/msf的面板重量的根据本发明的标称5/8英寸厚的石膏面板，使本发明的面板的样品经受根据UL U419的工序的耐火测试，所述石膏面板包含：

[0227]

灰泥	1170 lb/msf
预胶化淀粉	28 lb/msf （以灰泥计 2.3 重量%）
三偏磷酸钠（干基）	（以灰泥计 0.12 重量%）
萘磺酸盐分散体（干基）	（以灰泥计 0.14 重量%）
1/2 英寸切碎的 e 玻璃纤维	（以灰泥计 0.17 重量%）
纸	前部 51 lb/msf（重马尼拉纸）; 背部 39 lb/msf（新闻用纸）

[0228] 4’x10’石膏面板的物理参数如下：

[0229]

平均面板厚度	0.606英寸(标称5/8英寸)
平均面板重量(4’x10’)	61.62lb/1545lb/msf
平均板密度	30.64pcf

[0230] 在U419测试中，构建10英尺×10英尺墙的墙组件。所用的壁骨为市售轻量型钢壁骨，其由厚度为约0.015英寸至约0.032英寸的钢形成，且尺寸为约3 5/8”或3 1/2”英寸宽×约1 $^{1}/_{4}$”英寸厚。根据U419规范，轻量型钢壁骨在组件中间隔约24英寸。

[0231] U419测试工序被认为是UL测试类型中最严苛的，原因是由于热传递通过面板并进入暴露的面板与未暴露的面板之间的组件腔体中，轻量型钢壁骨通常经历热变形(通常迫使经暴露的面板朝向气体喷焰)。所述变形通常导致在组件的受热暴露侧上面板接缝的分离或其他破坏，从而允许气体喷焰和/或高热快速渗透至组件腔体中，并渗透至组件的未暴露未受热侧中。预期钢壁骨的量型越轻，则壁骨和组件的热变形的可能性越大。

[0232] 石膏面板在组件的每一侧上水平(即垂直于竖直壁骨)附接。通常，在框架的每一侧上使用两个10英尺×4英尺面板，和一个10英尺×2英尺面板。在组件的每一侧上，偏离中心8英寸使用1英寸S型高/低螺钉将面板附接至框架。设置面板，使得在框架每一侧上的面板之间的接缝彼此对齐。然后，使用接缝纸带和接合化合物密封接缝。在遵循U419的工序的测试中，用于形成轻量型壁骨的钢为0.015英寸或0.018英寸厚，且组件不经受外部载荷。

[0233] 在测试的每一个中，设置完全的面板和框架组件，使得组件的一侧(即暴露侧)经受气体喷射炉火焰的阵列，所述气体喷射炉火焰的阵列将组件的暴露侧加热至ASTM标准ASTM 119指定的温度，并以ASTM标准ASTM119指定的速率加热组件的暴露侧。根据U419工序，一组约14个传感器以间距关系在组件的受热暴露侧与气体喷嘴中的每一个之间排列，

以监测用于加热组件的暴露侧的温度。另外根据那些工序，一组传感器以间距关系在组件的相对的未受热的未暴露侧上排列。通常，12个传感器根据UL工序以图案施用至组件的未暴露表面。根据那些工序，每个传感器也由隔热垫覆盖。

[0234] 在耐火测试工序的过程中，所用的炉温遵循ASTM-119加热曲线，所述加热曲线起始于环境温度，并在大约1小时内在组件的暴露侧上增加至超过1600°F，最快速的温度改变在测试早期和接近测试结尾出现。当组件的暴露侧上存在灾难性的载荷破坏，来自组件的未暴露侧上的传感器的温度的平均值超过预选温度(环境温度以上250°F)时，或者当组件的未暴露侧上的单个传感器超过第二预选温度(环境温度以上325°F)时，终止测试。

[0235] 在U419测试过程中产生的数据在图1和2中作图。图1为在测试终止时达到最大温度的单个传感器所记录的温度的图，以及从测试开始到测试终止的传感器温度的平均值的图。图1也显示了用于在组件的暴露受热侧上的炉温的ASTM 119温度曲线的图。图2为图1中所示的最大单个传感器温度和平均传感器温度的数据的放大图。

[0236] 如图1和2所示，在测试过程中，在组件的未暴露表面上的最大单个传感器和平均传感器温度相对于炉温逐渐增加，单个传感器温度的更快速的增加接近测试终止。例如，在约20分钟的经过时间时，在组件的未暴露表面上的最大传感器温度和平均传感器温度分别小于约180°F和约175°F。在约25分钟时，最大传感器温度和平均传感器温度分别小于约195°F和约190°F。在约30分钟时，最大传感器温度和平均传感器温度分别小于约230°F和约210°F。最大单个传感器温度不超过300°F直至在约30分钟的经过时间之后，在约35分钟时温度小于约410°F。平均传感器不超过300°F直至在超过35分钟时测试终止，在约35分钟时温度小于约290°F。

[0237] 本发明的面板也满足如用于建立UL耐火等级的标准，这由图1和2中所示的数据确证。本发明的面板满足其中“30分钟”耐火等级将具有资格的标准。在其他要求中，这种标准要求组件的未暴露表面上的平均传感器温度不超过测试开始时的环境温度加上250°F，且最大单个传感器温度不超过测试开始时的环境温度加上325°F(通常对于这种测试，环境温度为约90°F或更低)。在这些标准下来自U419的温度如下表示。

[0238]

	平均	单独
未暴露表面 限制温度标准 环境温度 69°F	319°F	394°F
未暴露表面 达到的温度极限	未超过 @ 304°F	T/C # 1 @ 34 Min. 30 Sec.

[0239] 因此，该测试表明，本发明的面板具有在极困难的U419方案下显著延迟热量经过墙或天花板结构超过30分钟的能力。因此，尽管面板相对于面板厚度的低芯密度和低面板重量，但本发明的面板可在控制建筑物内的火灾蔓延中起到重要作用。

[0240] 实例9

[0241] 使用根据如上实例8中描述的芯配方和纸覆盖片材制得，并具有约1580lb/msf的

面板重量的标称5/8英寸厚的石膏面板，本发明的面板也经受遵循UL方案U305的工序的耐火测试。

[0242] 在该测试中所用的本发明的石膏面板的物理参数如下：

[0243]

平均面板厚度	0.620英寸(标称5/8英寸)
平均面板重量	63.10lb/1580lb/msf
平均密度	30.57pcf

[0244] 在该实例中，U305方案的测试工序需要由标称5/8英寸厚的石膏面板和木壁骨框架制得的承重组件。根据U305测试工序，将本发明的面板施用至诸如在实例8中如上描述的框架，所述框架使用间隔约16英寸并安装于Douglass fir 2x 4底板与顶板之间的#2Douglas fir 2x 4壁骨(大约3.5英寸宽×1.5英寸厚)制得。水平施用面板，且使用6d钉子在系统的相对侧上排列接缝，并使用接合化合物粘贴和密封接缝。将约17,800磅的总载荷施加至组件顶部。

[0245] 在U305测试过程中产生的数据在图3和4中作图。图3为在测试终止时达到最大温度的单个传感器所记录的温度的图，以及从测试开始到测试终止的传感器温度的平均值的图。图3也显示了用于在组件的受热暴露侧上的炉温的ASTM 119温度曲线的图。图4为图4中所示的最大单个传感器温度和平均传感器温度的数据的放大图。由于在约46分钟时组件的载荷破坏，测试终止。

[0246] 如图3和4所示，在组件的未暴露表面上的最大单个传感器温度和平均传感器温度相对于组件的受热侧上的炉温在测试过程中逐渐增加。例如，在约20分钟的经过时间时，最大传感器温度和平均传感器温度分别小于约175°F和约165°F。在约25分钟时，最大传感器温度和平均传感器温度分别小于约190°F和约180°F。在约30分钟时，最大传感器温度和平均传感器温度分别小于约205°F和约190°F。最大单个传感器温度不超过300°F直至在约45分钟的经过时间之后，在约35分钟时温度小于225°F，在约40分钟时温度小于约245°F，在约45分钟时温度小于约275°F。平均传感器温度不超过300°F直至测试终止，在约35分钟时温度小于205°F，在约40分钟时温度小于约230°F，在约45分钟时温度小于约250°F。

[0247] 本发明的面板也满足如用于“30分钟”耐火等级的标准，这由图3和4中所示的数据确证。如实例8中所述，这种标准要求组件的未暴露表面上的平均传感器温度不超过测试开始时的环境温度加上250°F，且在测试开始时的最大单个传感器温度不超过环境温度加上325°F(通常对于这种测试，环境温度为约90°F或更低)。在这些标准下来自U305测试的温度如下所示，“未超过”结果表明由于载荷破坏，在测试终止之前未达到组件的未暴露侧上的最大温度极限。

[0248]

	平均	单独
未暴露表面 限制温度标准 环境温度 61°F	311°F	386°F
未暴露表面 达到的温度极限	未超过 @ 259°F	未超过 @ 303°F

[0249] 该测试进一步说明，尽管面板相对于面板厚度的低芯密度和低面板重量，本发明的面板仍具有提供显著的耐火性和保护的能力。如以上U305测试所示，即使在相当大的载荷下时，使用本发明的面板制得的组件在U305条件下显著延迟热量经过墙或天花板结构超过30分钟且至少直至45分钟。

[0250] 实例10

[0251] 在该实例中，实例8的面板经受拔钉阻力测试，以测定在该常用标准下面板的强度性质。拔钉阻力测试为石膏面板的芯、其覆盖片材，以及覆盖片材与石膏之间的结合的强度的组合的量度。测试测量将具有头的钉子拔出通过面板直至发生板的主要开裂所需的最大的力。在该实例的测试中，根据ASTM C 473-09进行拔钉阻力测试。

[0252] 简言之，在测试之前，测试试样在约70°F和约50％相对湿度下调节24小时。使用7/64英寸钻头钻出通过试样厚度的导孔。然后将试样置于在中心具有3英寸直径的孔的试样支撑板上，所述试样支撑板垂直于测试钉的动程。导孔与钉柄尖端对齐。以1英寸/分钟的应变率施加载荷，直至获得最大载荷。在经过峰值载荷之后峰值载荷的90％时，停止测试，且峰值载荷记录为拔钉阻力。

[0253] 拔钉阻力结果总结于下表7中。

[0254] 表7

[0255]

拔钉强度			
样品	平均峰值载荷（lb-f）	计算面板重量（lb/msf）	板密度（lb/ft^3）
1	88.2	1602	30.8
2	85.6	1586	30.5
3	90.5	1597	30.7
4	89.5	1608	30.9
5	85.7	1592	30.6
6	87.1	1591	30.6
平均值	87.4	1596	30.7

[0256] 本发明的低重量低密度面板的这些实例的平均拔钉阻力值平均为87.41b-f。这表明，尽管本发明的面板的低密度，本发明的面板仍可获得与重得多和致密得多的耐火石膏面板可相比的拔钉阻力值。

[0257] 实例11

[0258] 制备实验室样品以评价在石膏浆料配方以及使用这种浆料制得的本发明的面板中添加硅氧烷，以及硅氧烷连同预胶化淀粉的作用。在该测试中所用的配方陈述于下表8中。

[0259] 表8

使用硅氧烷以及硅氧烷连同预胶化淀粉的本发明的配方的测试结果（10#/msf）

灰泥 (g)	HRA (g)	水 (cc)	预胶化玉米 (g)	硅氧烷 (灰泥的%)	STMP (g)	分散剂 (湿，g)	肥皂 (滴)	W/S 比	板干燥 (Min)	板干燥 116 °F (hr)	硅氧烷 (g)	MgO (g)	飞灰 (g)	板重量 (lb/msf)	立方体密度 (lb/cf)	吸水率 (%)	立方体强度 (psi)	直径(%)	高温收缩率	隔热指数 min.（平均）
1000	15	1600	0	0	1.5	4	5	1.6	30	48	0	0	0	1525	n/a	n/a	n/a	5.62		21.8
1000	15	1600	0	1.0	1.5	4	5	1.6	30	48	10	4	10	1526	28.87	22	378	3.02		21.0
1000	15	1600	20	0.0	1.5	4	5	1.6	30	48	0	0	0	1921	n/a	n/a	n/a	7.29		21.6
1000	15	1600	20	1.0	1.5	4	5	1.6	30	48	10	4	10	1700	31.87	3.4	459	3.13		21.9
1000	15	1600	40	0.0	1.5	4	5	1.6	30	48	0	0	0	2014	n/a	n/a	n/a	8.11		25.3
1000	15	1600	40	1.0	1.5	4	5	1.6	30	48	10	4	10	1799	33.91	2.1	540	3.16		23.1

[0260] 使用在约7500RPM下运行的高剪切混合器2.5分钟以制备硅氧烷乳状液。使用10秒浸泡加上在Waring搅拌机的高速下10秒混合，将硅氧烷乳状液与灰泥和添加剂混合以制备浆料。为了评价由如上芯浆料配方提供的耐水性，2″x2″x2″立方体用所述浆料浇铸，并在约116°F下干燥过夜以用于吸水率测试。通过在纸覆盖片材之间实验室浇铸，所述芯浆料配方也用于形成具有标称5/8英寸厚度的大约1英尺×1英尺的面板，以用于在该实例中讨论的高温收缩和隔热测试。.

[0261] 使用浇铸立方体，通过将干燥立方体置于70°F水中2小时，并测定增重百分比，从而进行吸水率测试方法ASTM C1396。该测试表明了仅具有添加的硅氧烷的配方的约22％的吸水率水平，以及1％硅氧烷/2％预胶化淀粉(20克)和1％硅氧烷/4％预胶化淀粉(40克)的分别为约3.4％和约2.1％的显著改进的吸水率水平。

[0262] 根据ASTM Pub.WK25392中发展和报道的工序进行高温收缩测试，以提供在高温条件下本发明的石膏面板的收缩特性的定量测量。使用在实例7中如上讨论的工序进行隔热测试。对于高温收缩测试和隔热测试，使用具有孔锯片的钻床从上述石膏板样品中的两个上切割10个4英寸(100mm)直径的盘。所述盘中的六个用于高温收缩测试，四个用于隔热测试。

[0263] 高温收缩测试工序反映了如下事实：在火灾条件下石膏面板可能经历的高温收缩受到除了在高温条件下可在面板石膏芯中发生的煅烧反应之外的因素的影响。因此，测试方案使用无排气的炉子，使得不存在可能冷却测试试样的来自炉子外部的气流。炉温为约1560°F(850℃)，以说明当暴露于高温火灾条件时可能在石膏芯结构的无水石膏相中发生的收缩，以及煅烧和其他高温作用。

[0264] 为了防止测试试样的温度急增(其可由于散裂和破裂而产生无效的测试结果)，测试方案修改为在将测试试样加热至约1560°F(850℃)之前将测试试样置于炉中。在关掉炉子之前，试样在该温度下保持最少约20分钟。炉门保持关闭，同时冷却炉子。不取出试样用于测量，直至在温度下降至接近室温之后。

[0265] 由于石膏板为各向异性的，因此收缩量在长度和宽度方向上略微不同。因此，进行两个正交测量并平均以计算盘的平均直径。在这些测试中，进行彼此成90度的两个测量，因为已发现该方法提供了试样之间一致的平均直径测量。通常，如果盘的两个测量相差超过0.01英寸(0.25mm)，则丢弃所述盘，并且从报道结果中排除所述测量。对于六个测试样品的组，收缩率计算为在热暴露之后平均直径的百分比变化，并表示为“S”(通常四舍五入至0.1％)。

[0266] 如从表7中可以看出，除了提供改进的耐水性之外，在不添加预胶化淀粉下硅氧烷的添加出乎意料地改进了面板样品的收缩性质，从而将收缩率从几乎6％降低至约3％。相对于无添加的预胶化淀粉的样品和仅具有添加的硅氧烷的样品，预胶化淀粉的添加增加了样品的收缩。该收缩随着添加的预胶化淀粉的量的增加而增加。然而，添加的硅氧烷和添加的预胶化淀粉的组合出乎意料地显著改进了测试样品的高温收缩率。例如，硅氧烷的添加将具有20克预胶化淀粉的样品的收缩率从超过7％降低至低于3.5％。类似地，将硅氧烷添加至具有40克预胶化淀粉的样品将高温收缩率从超过8％降低至超过3％。因此，硅氧烷添加至本发明的石膏面板提供了进一步的耐高温收缩性，这应该进一步且出乎意料地改进了本发明的面板的耐火性质。

[0267] 在描述本发明的上下文(特别是在权利要求书的上下文)中术语“一种”和“所述”的使用应解释为涵盖单数和复数,除非本文另外指出或上下文明确矛盾。本文数值范围的列举仅旨在用作单独提及落入该范围内的每个分立的值的速记方法,除非本文另外指出,且每个分立的值引入说明书中,就像其在本文单独列举一样。本文所述的所有方法可以任何合适的顺序进行,除非本文另外指出或上下文明确矛盾。本文提供的任何和所有实例,或示例性语言(例如“如”)的使用仅旨在更好地说明本发明,而不对本发明的范围进行限制,除非另外声明。本说明书中的语言不应解释为指出了对于本发明的实施为必要的任何非声称的要素。

[0268] 本发明的优选方面和实施例在本文描述,包括本发明人已知的用于进行本发明最佳方式。应了解所示实施例仅为示例性的,不应被看作限制本发明的范围。

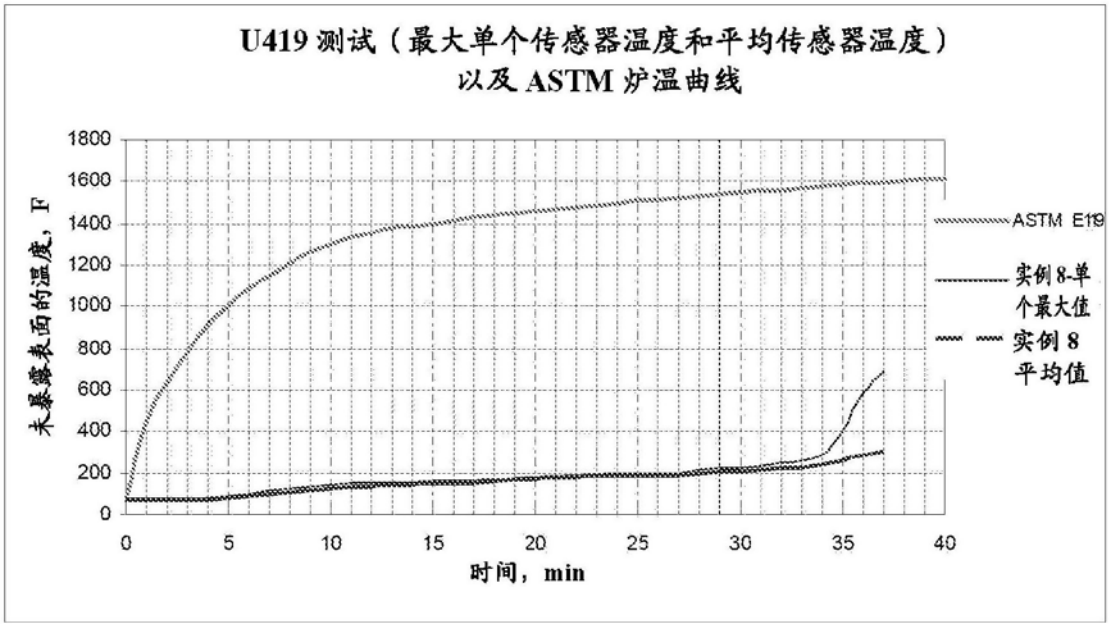

U419 测试（最大单个传感器温度和平均传感器温度）
以及 ASTM 炉温曲线
未暴露表面的温度，F
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
0
5
10
15
20
25
30
35
40
时间，min
ASTM E119
实例 8-单个最大值
实例 8 平均值

图1

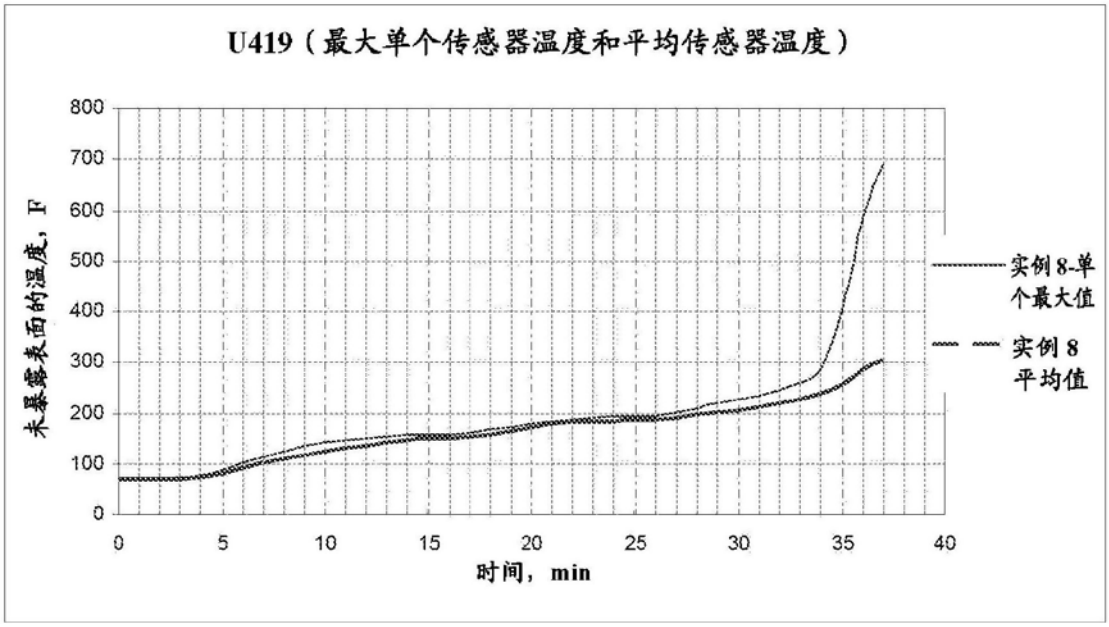

U419（最大单个传感器温度和平均传感器温度）
未暴露表面的温度，F
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
5
10
15
20
25
30
35
40
时间，min
实例 8-单个最大值
实例 8 平均值

图2

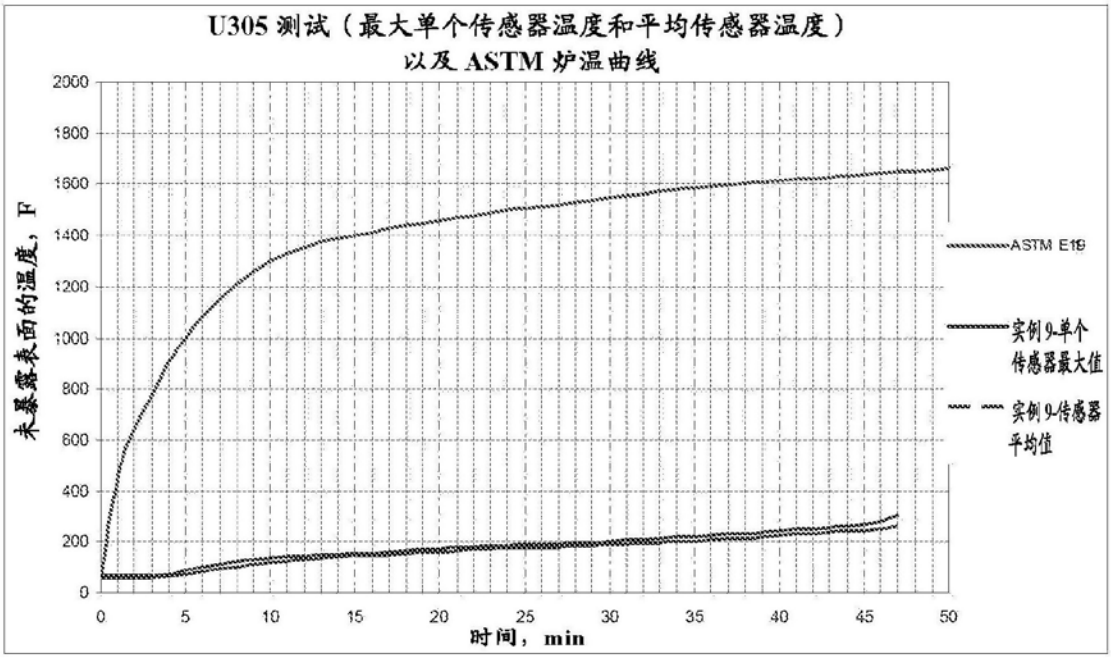

U305 测试（最大单个传感器温度和平均传感器温度）
以及 ASTM 炉温曲线
未暴露表面的温度，F
时间，min
ASTM E19
实例9-单个传感器最大值
实例9-传感器平均值

图3

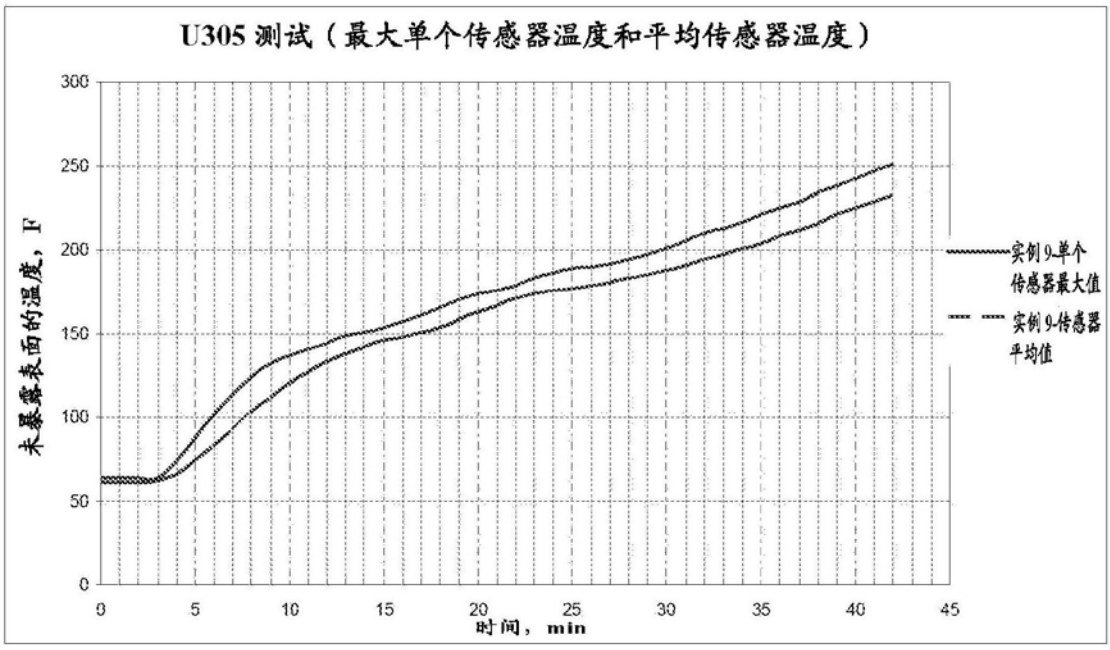

U305 测试（最大单个传感器温度和平均传感器温度）
未暴露表面的温度，F
时间，min
实例9-单个传感器最大值
实例9-传感器平均值

图4