

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
E04C 2/04 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610142494.2

[43] 公开日 2007 年 12 月 19 日

[11] 公开号 CN 101089323A

[22] 申请日 2001.10.3

[21] 申请号 200610142494.2

分案原申请号 01817024.2

[30] 优先权

[32] 2000.10.10 [33] US [31] 60/239,155

[71] 申请人 詹姆斯哈迪国际财金公司

地址 荷兰阿姆斯特丹

[72] 发明人 H·D·德福特 D·J·默克莱伊
J·A·格利森

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司
代理人 赵蓉民 路小龙

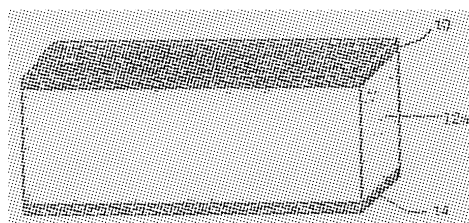
权利要求书 2 页 说明书 25 页 附图 6 页

[54] 发明名称

复合建筑材料

[57] 摘要

本发明一般是涉及一种复合建筑材料而其中包括轻量的心芯并且薄的纤维增强水泥面板在心芯的一侧上而第二面板材料在另一侧上。使用在此建筑材料至少一面上的纤维增强水泥面板为 3/16" 或更薄, 更优选在 1/8" 或更薄。此绿色纤维增强水泥面板优选由淤浆脱水方法以形成片材, 其在生产复合材料之前是塑性、未硬化的状态。此复合建筑材料是在未硬化的状态之中组装然后硬化。



1. 一种建筑材料，其包括：

至少第一组分及提供成相邻于所述第一组分的第二组分，其中所述第二组分包括轻量的心芯，所述心芯具有第一侧和第二侧，所述第一组分包括在所述心芯的至少第一侧上的预成形纤维增强水泥面板，其中所述心芯包括大量垂直反向对称的波形心芯层。

2. 一种制造建筑材料的方法，包括：

预成形具有预先决定的尺寸及形状的纤维增强水泥组分，使得所述纤维增强水泥组分处于塑性状态之中并且是未硬化的；

形成一个相邻于所述纤维增强水泥组分的、由可硬化材料制得的第二组分；和

当所述纤维增强水泥组分相邻于所述第二组分时，至少硬化所述纤维增强水泥组分以形成所述建筑材料；

其中，所述纤维增强水泥组分的纤维含量为 5-12 wt.% 纤维素纤维，所述纤维的方向与所述纤维增强水泥组分的表面相平行，并且所述纤维增强水泥组分的至少一部分与所述第二组分粘合。

3. 根据权利要求 2 所述的方法或根据权利要求 1 所述的建筑材料，其中所述第二组分由可硬化的材料制作。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其中所述第一组分和所述第二组分同时硬化。

5. 根据权利要求 3 所述的方法，其中所述第一组分和所述第二组分依序硬化。

6. 根据权利要求 2 所述的方法，进一步包括在形成所述第二组分之后与至少硬化所述纤维增强水泥组分之前，部分地干燥所述纤维增强水泥组分。

7. 根据权利要求 2 所述的方法, 进一步包括在所述第二组分的一侧提供所述纤维增强水泥组分。

8. 根据权利要求 7 所述的方法, 进一步包括给出相邻于所述第二组分的第二侧的第三组分。

9. 根据权利要求 8 所述的方法, 其中所述第三组分由纤维增强水泥制作。

10. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中所述纤维增强水泥组分的厚度少于 0.476 厘米。

11. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中所述预成形的纤维增强水泥组分包括基本上沿着相同平面排列的纤维。

12. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中所述纤维增强水泥组分包含个别处理的纤维。

13. 根据权利要求 2 所述的方法, 进一步包括给出纤维增强水泥组分至少部分包围所述第二组分。

14. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中所述第二组分由轻量的水泥材料制作。

15. 根据权利要求 2 所述的方法, 其中所述第二组分由耐火材料制作。

16. 根据权利要求 2 所述的方法, 进一步包括当所述组分处于未硬化的塑性状态时, 将所述预成形的纤维增强水泥组分模制为所需形状。

复合建筑材料

本申请为分案申请，原申请的申请号是01817024.2(PCT/US01/30967)，申请日是2001年10月3日，发明名称为“复合建筑材料”。

发明领域：

本发明涉及一种复合建筑材料，更具体而言是关于于其中加入轻量的心芯的建筑材料，并且一或更多纤维增强水泥外皮形成在心芯的相反两面上。

背景技术

始自1895，纤维增强的水泥产物如耐水建筑片材已用于建筑。近年来，补强纤维使用于该产物已不仅包含石棉纤维，且包含纤维素(木材)纤维(参见澳大利亚专利 No. AU 515151)、金属纤维、玻璃纤维及其它天然的纤维。典型地该建筑片材的密度是从 $1.2-1.7\text{g/cm}^3$ ，密度的变化典型地可由下列方式达成：通过使用于生产的纤维增强水泥淤浆的压缩及脱水，及通过变化纤维的使用量。

上述纤维增强水泥的密度意指产物是较重的，相较于相等尺寸的木料为主的产物，且相较于木料及以木料为基础的产物其更难于切割、机械加工及打钉。木料密度典型的范围是从 $0.7-0.9\text{g/cm}^3$ 针对干燥硬木材，且从 $0.38-0.6\text{g/cm}^3$ 针对干燥软木材。如此，如果纤维增强水泥材料的密度相似于木料，能使制作的产物较轻、更可打钉、较容易切割、且较容易作机械加工，而保持纤维增强水泥的耐久性、防火性、抗腐烂、及防水性质。

发明概述：

纤维增强水泥建筑材料通常安装在建筑物围护结构的外表面。纤维增强水泥产物的外表面将暴露于当地的气候条件且将遭受由温度及湿度改变，UV 暴露，及暴露于在大气中的污染物及二氧化碳造成的应力。需要一种建筑产物而其带有外部耐久性、平面强度、及在外表面上的纤维增强水泥对湿气降解抗性，以及改良的心芯从而提供一种或更多特别的性质予此复合材料。这些特别的性质可包含，但不限于：

- 较轻重量从而易于操作整片及大长度的产物,
- 类似石膏壁板那样易于切割, 以确保可以使用普通刀具作刻痕-和-折断切割而迅速且容易安装产物,
- 低导热系数而使建筑结构壁与外面环境的条件隔绝,
- 热与火的隔离及低热收缩以抵抗对热与火经由建筑壁及天花板的进展,
- 低湿气传输能力以控制且导引湿气流以及水和湿气渗透到建筑壁、天花板及屋顶中, 及
- 低的声音传输能力及高的声音吸收能力以降低在建筑之中各房间之间的噪音传布。

所需的性质可使用夹心复合材料设计而实现, 它是使纤维增强水泥面板具有为特定性质而设计的组合物的心芯上。

本发明在一实施方案之中一般是涉及一种复合建筑材料其包括轻量的心芯, 并且薄的纤维增强水泥面板材料或纤维增强水泥外皮粘合在心芯的一侧而第二面板材料粘合在另一侧。使用在建筑材料至少一面上的纤维增强水泥面板优选少于约 0.476cm(3/16")厚, 更优选少于约 0.318cm(1/8")厚。较薄的外皮提供一种整体轻量复合材料, 因为外皮材料有较高的密度, 相较于心芯材料。当将外皮与心芯组装为夹心复合材料时, 纤维增强水泥面板优选在预成形的绿色(未硬化的)状态。

本发明目的是生产复合建筑材料, 其可专门设计为针对但不限于那些应用如瓦衬料、墙板、护墙板、壁板、镶边、外包物、铺面板、铺地板、结构构件、栅栏、屋面、屋面板、或其基材。大部分物理性质 (强度、耐久性等), 可通过变化面板材料和/或心芯的组合物设计。制造带有特别的机械性质设置的复合材料, 可通过面板材料及厚度的适当选择而完成。复合材料密度的降低可通过将心芯淤浆发泡和/或通过加入低密度填充材料而达成。此未硬化的纤维增强水泥面板是预成形的且优选在长度上连续。使用连续、预成形的纤维增强水泥面板片材可简化复合材料之生产, 因为仅心芯组合物作了浇铸, 而不是各自浇铸心芯及面板。同时, 使用连续、预成形的纤维增强水泥面板片材可消除分离载体片材的需求。

另一目的是生产具有改进的性质的复合材料, 其通过将心芯与面

板共硬化。用未硬化的纤维增强水泥片材进行制造可提供较好的表面结构的可变性、表面外形、角落外形、及复合材料性质。心芯淤浆渗透入未硬化的纤维增强水泥面板中及后续的心芯与外皮的共硬化产生优越的层间粘合，这是由于相互渗透型的机械与化学粘合。此粘合可进一步的改进，通过使用施用于面板的心芯侧的水泥粘合层。控制水含量和/或绿色片材的预硬化程度能够使心芯淤浆充分的渗透入此片材空孔网状物从而增强层间粘合。这导致硬化之后较强的机械连接及化学粘合。同时，在未硬化的面板中的抗发泡剂、增稠剂、或其它添加剂可用以倒塌在面板-心芯界面的泡沫。这导致形成紧密的层间从而通过增加在心芯与面板之间的接触表面积而增强粘合。这可防止发生脱层，而脱层是会大幅地降低复合材料强度及耐久性。

在本发明的一个方面，提供的建筑材料至少包括第一组分和所提供的相邻于第一组分的第二组分。此第一组分是预成形的、未硬化的纤维增强水泥，其中纤维增强水泥以个别处理的纤维增强。此未硬化的纤维增强水泥在提供相邻于第二组分的第一组分之后再作硬化。

在一个优选的实施方案中，提供的建筑材料包括轻量的，含水泥的，低成本心芯而其具有第一侧面及第二侧面。将一预成形的纤维增强水泥面板提供在心芯的至少第一侧上。此纤维增强水泥面板以个别处理的纤维增强，各纤维基本上具有平面取向。心芯与面板同时硬化以形成建筑材料。

在本发明的另一方面，提供了制造建筑材料的方法。将预先决定尺寸及形状的纤维增强水泥组分作预成形而使纤维增强水泥组分在塑性状态之中且是未硬化的。将产自可硬化材料的第二组分成形在相邻于此纤维增强水泥组分。当相邻于第二组分时至少将此纤维增强水泥组分硬化以形成建筑材料。

在一个优选的实施方案中，纤维增强水泥组分为纤维增强水泥外皮，且第二组分为轻量的水泥心芯而其具有第一侧及第二侧。纤维增强水泥外皮的位置相邻于水泥心芯的第一侧。将纤维增强水泥外皮与轻量的水泥心芯同时硬化以形成建筑材料。

附图简述：

图1显示3-层夹心复合材料的横截面,其包括2 面板层或外皮与一实心心芯。

图2显示3-层夹心复合材料的部件分解图,其包括2 面板层或外皮与一实心心芯。

图3A至图3C显示许多可用于开核型复合材料的结构形态的三个例子。垂直的(开孔巢室垂直于外皮)蜂巢心芯型态展示于图3A。包含对称反向波形的心芯层的垂直形态展示于图3B。图3C显示水平(开孔巢室平行于外皮),单一的波形心芯层。

图4显示带有实心心芯的夹心板。第一面板10覆盖一面及两侧且搭接相反的面的一侧边缘。

图5显示厚板其带有实心心芯以及第一面板而其包封各面及各侧。

图6显示装饰板其带有实心心芯与第一面板而其包封各面及各侧。

图7A-7G显示额外的复合材料产物的截面图,而其可依据本发明的优选实施方案制作。

优选实施方案的详细说明

1. 复合材料结构及组成

复合建筑材料的优选实施方案展示于图1。此复合材料优选包括轻量的心芯12a,纤维增强水泥外层,外皮或面板10,及第二外层、外皮或面板材料14。在此使用的术语外皮、面板、或外层是可互换的。应该领会到使用面板与心芯以形成复合材料仅为一项本发明的实施方案,且因此,可提供其它建筑材料,其含有在此所述的概念,而不限于在其一侧或两侧都有面板的心芯。

在一个实施方案中的轻量的心芯包括水性的水泥粘合剂、填充剂、纤维、及泡沫和/或轻量的添加剂,如进一步的如下记述的。在一实施方案之中此纤维增强水泥面板材料10包括水性的水泥粘合剂、填充剂、纤维、及添加剂。在一实施方案中的第二面板材料系选自薄的纤维增强水泥、纤维毡、纸、及聚合的涂层。

图1-3C的实施方案是由复合建筑材料组成,而其中包括三个主要层,其穿过复合材料的横切面而与复合材料的主要平面轴垂直:

- 在建筑复合材料10的至少一面上的第一层纤维增强水泥,

- 心芯材料的中间层 12a 至 12d,
- 在相反面上的第二层的纤维增强水泥或供选择的面板材料, 或复合材料余下的没有被第一层的纤维增强水泥覆盖的各面之任何组合 14。

这些实施方案也可以具有次级层在主要层之内或介于主要层之间, 以提供改进的界面粘合或提供其它特别的功能予复合材料。这些次级层或中间层亦可含有被包埋的补强材料包埋在层中, 补强材料是在此记述为第二外层的有代表性材料。

应注意此面板可施用于心芯的任何面或侧, 且不限于复合材料大的主要面。例如图 5 及图 6, 分别地显示厚板及装饰板, 其具有纤维增强水泥面板 10 施用于基本上完全地围绕心芯, 在分别地使用在厚板及装饰板之中时。纤维增强水泥层的表面可根据美学或功能性的需求作造形、压花或图案化。

a. 用于纤维增强水泥外层、外皮、或面板的材料

在一个实施方案中的纤维增强水泥外皮配方优选包括:

- 一种水性粘合剂, 优选浓度约 10-80wt%, 更优选约 20-50wt%, 最优选约 25-40wt%;
- 一种填充材料, 优选浓度为约 0-80wt%, 更优选约 40-70wt%, 最优选约 45-65wt%;
- 纤维, 优选浓度为约 1-25wt%, 更优选约 2-16wt%, 最优选约 5-12wt%; 及
- 添加剂优选浓度为约 0-20wt%, 更优选约 0-10wt%, 最优选约 0-6wt%。

使用于纤维增强水泥之水性粘合剂优选为波特兰水泥但亦可为任何水性的水泥粘合剂, 其选自, 但不限于: 高铝水泥、碾磨粒化的高炉矿渣水泥、石膏半水合物、石膏二水合物、及无水石膏、或任何其混合物。

此填充剂, 其可为具反应性的或惰性材料, 优选为碾磨的硅砂但也可选为任何选自以下的材料其包括但不限于: 无定形二氧化硅、硅藻土、稻壳灰、二氧化硅烟、微二氧化硅、中空陶瓷球、地热二氧化硅、高炉矿渣、粒状炉渣、钢炉渣, 飘尘、矿物氧化物、矿物氢氧化物、

粘土、菱镁矿或白云石、金属氧化物及氢氧化物、聚合物珠粒、或任何其混合物。

纤维增强水泥添加剂可选自如下，但不限于：二氧化硅烟、中空陶瓷球、煤胞、地热二氧化硅、阻燃剂、定型促进剂、定型阻滞剂、增稠剂、颜料、色料、增塑剂、分散剂、发泡剂、絮凝剂、防水剂、有机密度改进剂、铝粉、高岭土、氧化铝三水合物、云母、变高岭石、碳酸钙、硅灰石、矿物氧化物、矿物氢氧化物、粘土、菱镁矿或白云石、金属氧化物及氢氧化物、浮石、炉渣、凝灰岩、页岩、板岩、珍珠岩、蛭石、聚合物珠粒、硅酸钙水合物及聚合物树脂乳状液、或任何其混合物。优选的聚合物树脂为那些产物如，但不限于，丙烯酸乳胶、苯乙烯-丁二烯胶乳、或其混合物。此类胶乳可为乳状液或呈再分散粉末的形式。在波特兰水泥为基础的材料中，胶乳须要稳定的以禁得起高碱环境。

使用于纤维增强水泥中的纤维优选为纤维素木材浆，但亦可为天然的或合成的有机或无机纤维材料，其选自，但不限于：陶瓷纤维、玻璃纤维、玻璃陶瓷纤维，天然的纤维如：南非槿麻(kenaf)、大麻、亚麻及黄麻、碳纤维、石纤维、钢纤维、合成的聚合物纤维如聚酰胺、聚酯、聚丙烯、聚甲基戊烯、聚丙烯腈、聚丙烯酰胺、粘胶纤维、尼龙、PV、PVA、及嫫紫、或任何其混合物。

当使用纤维素纤维，优选为未精炼的/未纤维化的或精炼的/纤维化的纤维素浆而其来源包含但不限于漂白的、未漂白的、半漂白的纤维素浆。纤维素浆可由木材、硬木材、农业原料、回收的废纸或任何其它形式的木素纤维材料制造。纤维素纤维可由各种碎浆方法制作。在碎浆方法中木材或其它木素纤维的原料如南非槿麻、草秆、及竹子等，通过破坏在木素纤维材料结构中的粘合的而降至纤维团块。此作业之完成可在化学上、机械上、热、生物上，或通过此类处理之组合。

用于补强水泥复合材料的纤维素纤维主要为个别处理的纤维，其中局部或完全的从纤维细胞壁除去木质素组分。在一个实施方案中，从纤维细胞壁移除至少 90%木质素组分。此类纤维的制备优选通过化学碎浆方法，其主要依靠化学物品的效应以分离纤维。基于使用在此方法中的化学药品，化学碎浆方法分类为纯碱、牛皮纸、牛皮纸-AQ、

纯碱-AQ、氧去木质作用、牛皮纸-氧、有机溶剂方法、及亚硫酸盐碎浆、蒸汽爆炸碎浆或任何其它碎浆技术。在化学碎浆方法中，木质素，其是作为粘合剂而将纤维素与半纤维素粘合在一起以提供木材中的机械强度，将通过化学反应而破碎且溶解。

此类化学反应通常在反应器中进行，常称为蒸煮器，在大约 150 至 250℃ 的高温下进行约 30 分钟至 2 小时。木质素与纤维素组分之间的粘合的解离，将会减弱在纤维中的粘合。然后借助缓和的机械力，将纤维素纤维分离为个别的纤维。目前在使用用于纤维增强水泥复合材料中的个别处理的纤维的最普通方法为牛皮纸方法。

纤维更优选为纤维化的纤维素纤维，如记述在澳大利亚专利 No. AU 515151 中的。纤化纤维包含首先将纤维分散于水中。这优选在水力碎浆机之中进行，其为通常使用于造纸工业的。优选使用盘型纤维素精制机以将纤维作磨损、切细、或擦损边缘以生产短的、发状原纤或卷须其放射自细微纤维股。此方法显著提高暴露的表面积，而当加入水泥基质时其可用于粘合。此纤维形态学使能够改进纤维基质粘合而其造成改进的强度及改进的冲击及损伤抗性。此改进的，更高效率的每单位体积加入的纤维的补强降低了实现给予性能水准所需要加入纤维的体积。此所需纤维用量的降低可显著的减低原料成本，因为纤维素纤维成本基本上高于其它纤维增强水泥组分。

在一个实施方案中，将纤维分散为在水力碎浆机中稠度约 1% 至 6%，其亦赋予一些纤丝化作用。进一步的纤丝化的完成可通过使用精制机或一系列的精制机。一旦分散，然后将纤维作纤丝化到范围在约 100 至 750 CSF 度的加拿大标准游离度，更优选介于约 100 至 650 CSF 度之间，更优选介于约 180 至 650 CSF (Canadian Standard Freeness) 度之间。分散及纤丝化亦可由其它技术达成，如锤磨、去絮片、精制、切细等。此外，针对一些产物及方法，使用未作纤丝化的纤维亦可接受的。在另一实施方案之中，此加工进一步包括快速干燥纤维使湿气含量在约 5% 至 50%，这使用的是惯常的急骤干燥系统。

在纤维增强水泥的面板层中纤维的取向优选平行于材料的平面层，且此平面取向提高外皮的拉伸强度 10 至 20%，相较于在纤维强化的水泥及混凝土面板中的无规取向的纤维。更优选的，纤维基本上是

定向在加载方向上。应该理解纤维亦可为排列在不同平面中以相应于所需的加载方向。使用平面取向纤维是纤维更经济的使用。这是因为纤维较昂贵，相较于无机基质材料。达到所需的强度需要较少的纤维且产物更耐久，因为较耐久的基质组分较少被纤维稀释。此外，如上所述，用于纤维增强水泥面板优选的纤维为纤维素纤维而其在生产面板之前是已分散且作纤丝化的。由于纤丝化方法，此类不连续的或个别处理的纤维带有较大的表面积从而可用于粘合至水泥材料。此每单位体积纤维水泥较高程度的粘合导致较高的强度及增强的耐久性。

此不连续的或个别处理的纤维是成比例地混合以其它组分而形成一混合物而其可以是水性淤浆，或半干燥糊状物，这取决于所使用的制造方法。在一实施方案中，将纤维素纤维用已知的混合方法混合以水泥、二氧化硅、密度改性剂及其它添加剂，以形成淤浆或糊状物。在混合器中，常规的纤维素纤维和/或天然的无机纤维，和/或合成纤维可掺合工程纤维（engineered fibers）。

此纤维增强水泥面板材料可从塑性混合物或水性淤浆而形成成型的物品，可使用或不使用后加压，通过许多常规方法如：

- Hatschek 片式方法（Hatschek sheet process）；
- Mazza 管式方法（Mazza pipe process）；
- Magnani 方法（Magnani process）；
- 注射成型（Injection molding）；
- 挤出成型（Extrusion）；
- 手积层（Hand lay-up）；
- 模塑（Molding）；
- 浇铸（Casting）；
- 压滤（Filter pressing）；
- 长网造纸机成形（Fourdrinier forming）；
- 复线成形（Multi-wire forming）；
- 间隔叶片成形（Gap blade forming）；
- 间隔滚动/叶片成形（Gap roll/blade forming）；
- 贝耳滚动成形（Bel-roll forming）；
- 威尔许成形（Wellcrete）

- 其它。

此类方法亦可包含后成形方法如加压、压花及其它，于物品成形之后但在物品硬化之前。用以完成终产物所使用的 Hatschek 方法中的加工步骤及参数相似于叙述于澳大利亚专利 No. 515151 中的。因此，在上述加工之后，形成的物品在塑性状态之中，使其能够保持形状且能作模制，但尚未硬化。物品的硬化，如下所述，优选与心芯材料同时发生。

b. 心芯结构及材料

心芯结构可为实心心芯(在图 1 及图 2 中部件 12a)或开口心芯(分别是图 3 A、3B、及 3C 中的部件 12b、12c、及 12d)。可选地，心芯可考虑为均质的或非均质的(即，心芯本身为一种复合材料)。以下方法之一或其组合可用以降低复合材料密度：

- 通过把大体积的泡沫，其气泡尺寸优选范围在约 0.02-1mm，同化为心芯淤浆(实心心芯结构)中，
- 通过将大体积的低密度材料加入心芯淤浆(实心心芯结构)中，或
- 通过采用结构补强材料而形成心芯，方法是形成开口网状物而其具有大的空隙体积(结构孔隙率，其空隙尺寸典型范围是从心芯厚度的约 10%至 90%或更高)，但是有能产生足够的心芯强度的结构设计(开口心芯结构)。

通过直接将发泡剂加入淤浆且在原位发泡，可将大体积的发泡引入心芯中，或优选通过加入来自泡沫发生器的泡沫。空隙的形成亦可通过将反应形成气体的金属粉末如铝粉加入碱性的水泥淤浆中，以产生气体空隙。将低密度添加剂直接加入淤浆中且不需要额外的加工。制造开口心芯结构包含在组装复合材料之前先构筑心芯。

针对开口心芯结构的设计，心芯优选产自一有一定形状且取向的强的材料，从而在结构上补强且支撑面板材料。目标在于创造独块夹心复合材料之强度及稳定性，使用开口结构的设计即加入大的空隙体积空间以降低复合材料重量。该结构的设计包含开口蜂巢及波形板。补强心芯结构的轴可定向为平行或垂直于复合材料的平面轴。此结构补强材料可产自使用上述组合物及方法的纤维增强水泥，或其它成本有效的，刚性材料如塑料、纤维增强塑料、金属、或纸板材料而其壁

厚度优选 ≤ 0.635 厘米(1/4 英寸)。生产开口结构的心芯设计如蜂巢或其它多腔室的结构的首选方法为通过挤出成形。另一项优选实施方案为将心芯与面板材料作共挤出成形。

在一实施方案之中的实心心芯配方包括：

- 粘合剂，优选浓度约 10-100 wt%，更优选约 20-50 wt%，最优选约 25-40 wt%；

- 空孔，其通过淤浆发泡而形成，优选尺寸范围在约 0.02-1.0mm 且其浓度约 0-80vol%，更优选约 20-70vol%，最优选约 25-50vol%；

- 填充材料，优选其浓度约 0-80 wt%，更优选约 40-70 wt%，最优选约 45-65 wt%；

- 纤维，优选其浓度约 0-5 wt%，更优选约 0.25-2.0 wt%，最优选约 0.5-1.0 wt%；及

- 添加剂与掺加剂优选其浓度约 0-20wt%，更优选约 0-10wt%，最优选约 0-6wt%。

此实心心芯组合物优选包含心芯性质所需的泡沫、填充剂、添加剂、及掺加剂，且可以有有机(聚合的)或无机粘合剂粘合。聚合的粘合剂可以是发泡的或未发泡的且可含有填充剂。使用于此类材料的优选粘合剂为无机、水性粘合剂而其选自，但不限于波特兰水泥、高铝水泥、碾磨粒化的高炉矿渣水泥、石膏半水合物、石膏二水合物、无水石膏、或任何其混合物，更优选此粘合剂为波特兰水泥、石膏半水合物、石膏二水合物、无水石膏、或任何其混合物。

实心心芯淤浆的掺加剂包含粘度改进剂、促进剂、阻滞剂、发泡剂、及分散剂。可使用轻量的聚集体或填充剂以加入或代替发泡剂而降低心芯密度。轻量的填充剂包含膨胀的矿物如珍珠岩、蛭石、页岩、及粘土、膨胀的聚苯乙烯球、及飘尘。防湿气添加剂可个别使用组合使用在此类心芯中，其包含蜡和/或沥青的乳液、聚乙烯醇、硅氧烷乳液、金属皂及硬脂酸盐。通过一类材料如苯乙烯-丙烯酸胶乳所形成的膜或树脂的涂层，可用以进一步改良防潮性及表面品质。用以改良耐火性的添加剂包含石膏、矿物纤维如玻璃及硅灰石、矿物添加剂如非膨胀的蛭石、云母、水合氧化铝、铝土矿、粘土、及任何其组合。

可用于心芯的其它材料包含那些以上记述的用于面板的材料，那

些叙述于章节"其它夹心复合材料实施方案之综述" (Overview of Other Sandwich Composite Embodiment) 中的材料。

c. 针对第二外层、外皮、或面板的材料

若使用第二层、或外皮, 可以任何一般平面形式提供, 如连续纤维的或纤维强化的复合材料片材、毡、板、膜、或涂层, 且可产自各种物质如金属、塑料、木材、纸、有机或无机纤维、水泥或非水泥粘合剂、填充剂、添加剂、或其组合。优选的非水泥粘合剂包含但不限于聚合物如丙烯酸及苯乙烯-丁二烯胶乳。在一实施方案中, 第二面板为纤维增强水泥其制作如上述第一面板。在另一实施方案中, 第二面板由不同于第一面板的材料制作的。用于第二外皮的优选的材料包含薄的纤维增强水泥、纤维毡、纸、连续股二维毡、及聚合的涂层。优选的纤维毡是产自玻璃纤维, 且可为无纺织物(面纱)或编织织物(粗纹网眼织物), 其使用连续或切断的纤维。玻璃纤维优选为耐碱或聚合物涂覆。第二层的表面可作造型、压花、或图案化, 若有美学或功能性需求。可用于第二面板的其它例子叙述于如下章节其题目为"其它夹心复合材料实施方案之综述"。

d. 复合材料加工

优选的是在生产以上组分之后, 将复合材料充分地硬化以达成最低水准的劲度, 在后续的加工之前。若不能获得最低水准的强度, 加工操作、切割、及堆集所需求的物理操作可能引起损害, 如在芯芯之中的裂开或在芯芯-外皮界面上的脱层。取决于配方, 复合材料可作空气硬化、高温硬化、蒸汽硬化、充碳酸气、或预硬化然后热压、或可由这些方法组合而硬化。复合材料变硬所需的时间长度及充分硬化需求的温度-时间的调度, 是取决于配方、制造方法、及复合材料的尺寸与形状。此类因素的调整可使用定型控制掺加剂和/或调整加工参数如温度。能够领会记述在此的硬化不仅包含硬化水泥材料, 也包含可随时间演进而定型的非水泥材料(例如聚合物)。

在一实施方案中, 未硬化的纤维增强水泥面板优选是通过淤浆脱水方法而预成形, 如 Hatshek 方法, 以形成片材, 其在上述生产复合材料之前处于可模制及未硬化的状态之中。此复合建筑材料优选在未硬化的状态中组装且然后硬化。在一实施方案之中此复合材料优选可

首先作预硬化，这是在一预硬化腔室之中在高温下与相对湿度下，或在一预硬化腔室之中在高温下及低湿度下。或优选地，预硬化的完成是在室温下至高达 80 小时，最优选 24 小时或更短。然后可将此物品作空气硬化，在一实施方案之中，硬化大约 30 天。更优选，将此预硬化物品在高温下及压力下在一蒸汽饱和环境之中于约 60 至 200℃作热压约 3 至 30 小时，更优选作热压约 24 小时或更短。针对预硬化和硬化方法的时间与温度的选择取决于配方、制造方法、加工参数、及产物的最终形式。

应该理解虽然以上实施方案描述同时硬化的纤维增强水泥面板与心芯，此硬化不需要同时完成。在另一实施方案中，硬化可连续地执行或相继地执行，当心芯及纤维增强水泥在不同的时间硬化时。此外，心芯也可由不需硬化的材料制作。在这些实施方案中，仅纤维增强水泥组分硬化。也应该理解纤维增强水泥可局部地硬化或干燥，在形成复合建筑材料之前。

以未硬化的纤维增强水泥薄片完成复合材料的制造，从而产生较强的界面层粘合，而抵抗或本质上排除心芯-外皮于操作、切割、安装、及使用期间发生脱层。心芯与外皮的共硬化产生介于心芯与纤维增强水泥外皮之间的相互穿透的机械与化学粘合。此类粘合较强且更耐久，相较于使用硬化的纤维增强水泥外皮而形成复合材料，且不须要胶粘剂以将各层粘合在一起。优选使用加速型水性粘合剂以加速连续加工且使能够有较高的产率。使用纤维增强水泥面板赋予复合材料卓越的湿气及损伤抗性。良好的耐火性可通过使用可有效地减缓火热传导且控制微结构的渗透性的添加剂来获得。此复合材料亦可设计为具有中间层，包括有机或无机材料或其混合物，其提供特别的功能如通过改进心芯-外皮粘合、湿气控制、热绝缘、及防火性。

使用促进剂可造成快速变硬，这是高速度、连续生产复合材料所需的。于生产期间，在心芯淤浆中的促进剂穿透入未硬化的面板，可加快纤维增强水泥面板的硬化。高生产速率需要复合材料快速变硬以使能够作切割及堆集之操作，而不会使心芯倒塌或损害复合材料。

使用预成形的、未硬化的纤维增强水泥外皮，提供了许多优点如概述如下者：首先，改进外皮-心芯粘合，这是起因于相互穿透型机械

与化学粘合。此改进的粘合产生较高的弯曲强度，因为此类型粘合是较强的且更耐久，相较于在先有技术中发生介于硬化的纤维增强水泥与心芯之间的主要机械的粘合。此外，此改进的粘合造成改进的抗性或除去心芯-外皮脱层，这能发生于操作、切割、安装、及使用期间。

使用预成形的、未硬化的纤维增强水泥外皮也造成降低的制造时间。此未硬化的外皮可同时的制作及成形，压印，或压花，在组装复合材料之前。未硬化的底部外皮亦可作为载体片材，且通过在边缘上将此有挠性的外皮材料向上弯曲，其可作为心芯材料的模具，使能够连续生产复合材料。

上述之方法及配方亦可改良外皮-心芯中间层的成形。在未硬化的纤维增强水泥外皮中的掺加剂如消泡剂能引起在外皮-心芯界面的泡沫结构倒塌，产生致密的中间层而其具有较高的接触表面积，造成较强的的心芯对外皮之粘合。同时，仔细的控制未硬化的外皮中的水含量，可用以帮助控制此形成的致密中间层的厚度。较干燥的外皮将从心芯淤浆吸收更多的水且在外皮-心芯界面引起更多泡沫结构的倒塌，造成更致密的，较厚的中间层。致密中间层材料可在组装之前施用于纤维增强水泥外皮的心芯侧，以进一步改良心芯-外皮之粘合。

改进的外皮硬化及外皮性质也起因于上述实施方案。掺加剂如在心芯淤浆中的加速剂可吸入到纤维增强水泥毛细管网状物中且加快纤维增强水泥外皮的硬化。在心芯淤浆中的水泥材料可吸入纤维增强水泥外皮毛细管网状物中，且基本上降低纤维增强水泥材料之渗透性，通过将此毛细管填充以水泥反应产物。此方法已出乎预期地造成纤维增强水泥渗透性降低多达 95%。

e. 其它类型的复合建筑材料

应理解，记述在此的夹心类型复合材料仅代表一项本发明的实施方案，且因此，其它类型的复合建筑材料亦可通过加入预成形的、未硬化的纤维增强水泥组分制作。

图 7A 阐明一项建筑材料之实施方案其具有圆形横截面，其中如上述的轻量的材料 16 包围如上述的纤维增强水泥组分 18。如展示于图 7A，纤维增强水泥组分 18 可为实心，或如展示于图 7B 及 7C，纤维增强水泥组分 18 可为环状。在图 7B 中，轻量的心芯 20，其可为与外组

分 16 相同材料或不同材料，是提供在纤维增强水泥组分 18 之中。在图 7C 中，此心芯 20 亦可为环状以定义建筑材料的中空区域。

应理解在图 7A-7C 中的组分 16 及 18 是可切换的，使纤维增强水泥组分包围轻量的心芯。此外，如展示于图 7D-7F 中，建筑材料不需要为圆形形状，但亦可呈现许多其它形式。图 7D-7F 阐明一个实施方案其中轻量的材料的长方形心芯 24 是围绕以纤维增强水泥面板 22 而其延伸至周围轻量的心芯 24 的所有方向。此面板 22 不需要延伸到包围心芯 24 的所有方向，但亦可仅局部地延伸此心芯的周围。

另一实施例说明在图 7E 及图 7F 中，其中提供一心芯 26 而其围绕以二个面板层，其中的一个可为上述的纤维增强水泥而另一者可为相同的或其它材料。在图 7F 中，说明了心芯 26 可为中空。

图 7G 阐明另一实施方案，其中轻量的心芯 30 是夹心介于二个面板层 28 及 34 之间，其可为如上述的纤维增强水泥面板。心芯 30 可为复合材料本身，强化以举例的补强物 32，其可为纤维或其它材料。

2. 优选的纤维增强水泥外皮建筑材料的例子

一项本发明优选实施方案包括一建筑材料其是产自轻量的、内含水泥的、低成本心芯而该心芯至少局部地围绕以纤维增强水泥外皮而外皮厚度在少于约 0.476cm(3/16")厚，其在硬化后，当暴露至日光、水、及大气中具有高耐久性。在纤维增强水泥外皮与轻量的心芯之间的粘合是水泥体的。此薄的、未硬化的纤维增强水泥外皮可弯曲、折叠、或作剖面。部分未暴露至外界老化条件的心芯表面可不加覆盖或视需要覆盖以另一薄片材料而在此记述为第二外层。

此复合材料优选具有一种或更多的以下改进的特性，包含较低的成本、耐久性、及可施工性(包含操作、切割成形、及固定)。此外，通过使用如上述的夹心复合材料，可加入任何下列组合以实现多功能的性能：强度、损伤抗性、防火、音波的传输、及美观。就可制造性而言，使用薄的绿色片材允许外皮形成心芯的可成形的模具。添加剂使心芯与外皮能够快速且可控制地硬化以形成水泥粘合的整块。

使用预成形的、未硬化的纤维增强水泥外皮在夹心复合材料板的生产上也是更有效率的，相较于使用硬化的纤维增强水泥外皮。使用

硬化的纤维增强水泥外皮需要使用模具以容纳可流动的心芯淤浆，或使用非可流动的心芯混合物而其必需被压紧以达成平面外形。此类方法任一个将大幅地降低生产速率。

优选实施方案的薄的、预成形的、绿色纤维增强水泥外皮的塑性也使外皮能够包裹角落以形成长方形或异型形状而其是不可能以硬化的纤维增强水泥外皮完成的。

此类实施方案的多功能性能是起源于所需的纤维增强水泥特性的组合，如：

- 不可燃的，
- 低的火焰传布，
- 抗腐烂性，
- 霉菌与真菌抗性，
- 白蚁抗性，
- 用于涂刷的磨光的外表面，
- 外部耐久性，
- 湿气降解的抗性
- 耐候性，
- 损伤抗性，

以及额外的功能的特性而其源自复合材料设计与材料的协同组合，如：

- 框制壁的剪切强度其近似于胶合板及 OSB 外包物，
- 框制壁的耐火性其相似于 X 型滞火石膏墙板，
- 热绝缘其相似于发泡的塑料，
- 隔墙的结构适当性其相似于工程化木材板，
- 声音吸收或低的声音传输，
- 复合材料模制的能力，这是由于纤维增强水泥外皮的塑性状态，以形成折叠角落、建筑外形、或以纤维增强水泥将心芯材料形成完全包覆。

优选的多功能实施方案或产物的例子如下记述。

a. 火+覆面或基材

优选的产品的例子结合了令人满意的纤维增强水泥性质与耐火心芯材料，这使复合材料获得的测试于 ASTM E 119 的耐火等级等于 X 型滞火石膏墙板，这是针对内壁及外壁及天花板组件。此材料的优点在于其在单一的产物之中提供了耐火性及耐久的外表面。传统的系统需要多重建筑产物以达成相等的功能性，如 X 型滞火石膏墙板与外部覆面的组合。

b. 热隔离+覆面或基材

优选产物的另一例子结合了令人满意的纤维增强水泥的性质与热绝缘心芯材料，以达成较高的 R-值，当依据 ASTM C-177 作测试时。此材料的优点在于其提供结构给以热隔离与耐久的外表面。传统的系统需要多种建筑产物的组合以达成相等的功能性，如泡沫塑料热绝缘板与外部覆面的组合。

c. 火+热隔离+覆面或基材

优选产物的另一例子结合了令人满意的纤维增强水泥的性质与热绝缘心芯材料，以达成较高的 R-值，当依据 ASTM C-177 作测试时，以及达到耐火等级等于 1.588cm(5/8")厚的 X 型滞火石膏墙板。此复合材料的优点在于其提供耐火材料、热绝缘材料、及耐久的外表面予建筑组件。传统的系统需要多重建筑产物以达成相等的功能性，如 X 型滞火石膏墙板、泡沫塑料热绝缘板、及外部覆面的组合。

d. 剪切+覆面或基材

优选产物的另一例子结合了令人满意的纤维增强水泥的性质与移动剪切强度 (racking shear strength)，依据 ASTM E 72 测试，其是通过将复合材料固定在框制的组件设计之中。此材料的优点在于其提供必需的剪切强度在组件之中，其具有耐久的不可燃外表面，且具有低表面燃烧特性(当依据 ASTM E 84 作测试)。传统的系统如 APA 等级的外包物及壁板时可燃的且带有较高的表面燃烧特性。

e. 剪切+火+覆面或基材

优选产物的另一例子结合了令人满意的纤维增强水泥的性质与耐火心芯以达成耐火等级等于 X 型滞火石膏墙板与足够的高剪切强度强度。此材料之优点在于其提供剪切强度、耐火性、及耐久的外表面在单一的建筑产物之中。传统的系统需要多重建筑产物以达成相等的功

能性，如 X 型滞火石膏墙板与 APA 等级的外包物或壁板的结合。

f. 针对覆面或镶边或装饰基材的可模制成形性

优选产物的另一例子结合了令人满意的纤维增强水泥的性质与薄的、可预成形的、纤维增强水泥绿色片材的可模制性以形成建筑上令人满意的形状。此材料的优点在于其提供异型的或成形的建筑产物而不需要后硬化的机械加工。传统的异型纤维增强水泥是高成本的而这是由于机械加工及刀具加工成本，以及与自机器加工产生的飞尘之控制及处置相关的成本。可用此类复合材料制作较厚的、轻量的、且更复杂的形状，相较于传统的纤维增强水泥。

3. 其它夹心复合材料实施方案之综述

以上已记述本发明的优选实施方案，此节提供夹心复合材料进一步的描述，包含那些由本发明优选实施方案所包括的，相较于其它传统上已知类型的夹心复合材料。

一般而言，高的强度对重量比例可获自使用夹心复合材料设计，其结合了高拉伸强度外皮与轻量的、刚性心芯。使用此类型设计的产物包含飞机机翼、冲浪板、船壳、冷室嵌板壁、及空心门。夹心复合材料建筑板包含纸外皮及玻璃纤维毡外皮石膏墙板、玻璃纤维-粗纹网眼织物-强化的水泥背板及外包物，及玻璃纤维毡-外皮石膏背板。

a. 一般建筑材料

一些普通建筑材料具有多层结构，如胶合板及纤维增强水泥片材。在这些特别的多层材料中各层的组合物及结构基本上相同。在各层之中大部分纤维的强化物具有方向性或被定向，造成复合材料的物理性质为具有方向性的。例如，复合材料在材料的平面(层)方向上的拉伸强度较高，相较于垂直于层的方向上。可将各层作配置而使复合材料所有各层均排列在定向方向上，如用纤维增强水泥，或使用排列呈九十度的交替层，如用胶合板。排列相邻的各层定向呈九十度大幅地降低复合材料性质的方向性。

夹心复合材料通常至少含有三个主要层且典型地由外皮或面板覆着相对地轻量的心芯而构成。夹心复合材料的面板材料通常选择来以给予复合材料强度。外部耐久性及湿气抗性常常不是高强度外皮的内

在性质。纤维增强水泥外皮提供湿气抗性及耐久性而其为外部建筑产物所需的，如壁板、护墙板、镶边、背衬、木瓦及屋面瓦。高强度且低重量的复合材料是易于安装在建筑产物所需的。此使能够操作大的片材而无过度的物理运用且未造成片材的弯曲断裂。将泡沫和/或轻量的填充剂加入夹心复合材料的心芯混和物中，以降低复合材料的整体重量。

b. 夹心复合材料设计考虑

夹心复合材料结构，使用轻量的心芯与相对地高拉伸强度的外皮或面板，允许复合材料制作得够厚而给予结构的刚性而未使得产物太重，而易于操作。复合材料弯曲强度主要决定于外皮的拉伸强度，只要介于外皮与心芯之间界面的粘合强度足够。夹心复合材料弯曲的失效可能发生在三个明显的途径。在张力下面板可能断裂，在压缩下面板可能起皱和/或自心芯脱层，或心芯可能于剪切负荷之下失效。剪切负荷下失效可能发生在接近心芯与外皮的界面，或在心芯本身之中。介于心芯与外皮之间需要良好的界面粘合，当使用轻量的心芯材料时，其通常具有高的孔隙体积。

c. 建筑材料夹心复合材料的面板材料

面板材料，或外皮，一般呈平面材料的形式，包括片材、毡、板、膜、及涂层。此类面板可产自物质如金属、塑料、木材、纸、有机或无机纤维、及水泥材料。如记述在此的用于夹心复合建筑材料的面板材料此包含纸片、纤维毡、纤维强化的水泥(FC)、及纤维毡强化的水泥(FMC)。

(1) 面板材料在潮湿环境下的性能

典型石膏纸的湿与干燥强度在如下表 1 中，相较于由 Hatschek 方法制作的纤维素纤维增强水泥。当干燥时，石膏纸具有几乎七倍于纤维增强水泥的强度。然而，当面板饱含水，石膏纸具有的强度少于3%的起始强度，而纤维增强水泥保持其干燥强度约三分之二。

表 1

面板材料	抗张强度	
	干燥, MPa	湿, MPa
石膏纸	40	1

(0.0356cm(0.014")厚)		
纤维增强水泥 (0.173cm(0.068")厚)	6	4

用作为面板材料的纸当干燥时相当强，但当暴露于湿环境时失去几乎所有强度。将抗水剂添加到纸中改良抗水性，但长期暴露于湿气仍可能造成心芯-纸粘合强度及纸拉伸强度的降解。此最终可导致纸自心芯脱层，和/或心芯材料在最小弯曲、剪切及拉伸载荷下的失效。

(2) 面板材料的表面损伤抗性

建筑材料如墙板经常遭遇人类交通且其令人满意的是使建筑材料的表面具有损伤抗性。纤维增强水泥具有表面损伤抗性而其远优于普通纸外皮建筑材料如石膏墙板的表面损伤抗性。一个损伤抗性的测量为表面对磨损之抗性或由磨耗导致的材料损失，这是来自人或设备与壁表面之碰撞。纤维增强水泥及石膏墙板的表面损伤抗性的测量是使用 ASTM D4977 测试方法，在钢刷上使用 11.34 千克(25 磅)的载荷校正。于 50 个循环之后测量磨耗深度并发现石膏墙板为 1.75 mm，相较于纤维增强水泥墙板的 < 0.01 mm。

(3) 面板材料的火焰及火蔓延

当设计及选择建筑材料时另一考虑为表面材料对促进火蔓延之抗性，以及将燃料供应予建筑中的火。由于在纸面板中木材纤维的可燃性，纸外皮建筑产物的表面耐火性是不良的，相较于水泥为基础的或无机为基础的材料。

(4) 纤维毡面板

当纤维毡使用于墙板、外包物、及背板上，其通常产自未涂覆的或涂覆的玻璃纤维。纤维毡可为无纺织物(面纱)或编织织物(粗纹网眼织物)，及包含切断或连续纤维。粗纹网眼织物一般较昂贵，相较于面纱，但典型地为较强的且更耐久的。纤维毡是更耐久的，相较于纸面板。虽然纸面板一般当干燥时较强，纤维毡具有大幅较高的湿强度。ASTM C1154-99 定义纤维毡增强的产物(FMC)为"水性水泥基质及非石棉纤维在二维粗纹网眼织物上制作的薄片复合材料"(manufactured thin section composites of hydraulic cementitious matrices and non-asbestos

fibers in two-dimensional scrim)。。

(a) 无纺玻璃纤维毡面板

玻璃纤维毡已用以改良石膏板产物的湿气抗性及耐火性。然而，复合材料于长期暴露于湿气之后仍易遭受劣化，这是由于石膏在水中的溶解度。此可逐步地降低心芯与毡-心芯界面的强度。对玻璃纤维毡面板的另一考虑在处理复合材料时使皮肤过敏。内含此毡中的玻璃纤维的直径典型地少于 0.0254 毫米(0.001 英寸)，且可能断裂且包埋在外皮中，其在操作期间接触毡片。此类包埋的小段玻璃纤维引起皮肤过敏。已提出聚合的涂层以进一步改良纸与玻璃纤维面板两者的抗水性。该涂层一般降低水渗入心芯材料的速率。

(b) 玻璃纤维粗纹网眼织物

玻璃纤维粗纹网眼织物用以增强板产物如波特兰水泥为基础的陶瓷瓦背板。然而，产自 A-玻璃(钠钙玻璃)或 E-玻璃(硼硅酸盐)的玻璃纤维粗纹网眼织物的耐久性大幅地降低，当其使用于内含波特兰水泥的材料及建筑系统中时。在波特兰水泥的高度碱性环境中玻璃纤维受到侵袭且失去强度。实际上的机制并未充分了解，但于形成碱金属硅酸盐凝胶时开始侵袭。玻璃纤维相对地是具反应性的，此是由于高比表面(小直径且高纵横比)，且于凝胶形成中失去的结构的质量可迅速地降低强度。为克服此，玻璃纤维必需涂覆聚合材料如聚氯乙烯以防止复合材料在湿环境中降解。另一解决方案是使用产自耐碱玻璃(AR)纤维的玻璃纤维粗纹网眼织物。此类纤维包含小苏打-石灰-二氧化硅玻璃，其含有 16 wt%的最少量氧化锆。加入氧化锆显著的提高玻璃纤维的成本。因此使用涂覆的玻璃纤维粗纹网眼织物是大幅地较不昂贵，相较于使用耐碱玻璃纤维粗纹网眼织物。使用玻璃纤维粗纹网眼织物的另一考虑为板之表面将不光滑，除非将粗纹网眼织物完全地包埋在心芯中，或施用适合的表面涂层。

(5) 纤维增强水泥面板

ASTM C1154-99 定义纤维增强水泥(FC)产物为"水性水泥基质与不连续的非石棉纤维制作的薄片复合材料" (manufactured thin section composites of hydraulic cementitious matrices and discrete non-asbestos fibers)。纤维毡增强的水泥产物(FMC)在 ASTM C1154-99 之中定义为 "

水性水泥基质及非石棉纤维在二维粗纹网眼织物上制作的薄片复合材料"。

波特兰水泥为基础的, 纤维增强水泥(FC)及纤维毡增强的水泥(FMC)面板已使用于复合材料, 其已发展应用于如壁板(King, 美国专利 No. 5,002,620; Cottier 等人, 澳大利亚专利 No. 661,704), 镶边(Gnatowski 等人, 美国专利 No. 5,693,409), 及各种结构的材料。两种一般类型的这些面板被使用于: 1)那些在组装复合材料之前制造的(预制造且硬化), 及 2)那些形成自未硬化的材料, 在原位, 作为部分的连续地层化复合材料。没有发现先有技术, 其中连续、预成形的、未硬化的纤维增强水泥面板已用以在优选实施方案中生产如上述的夹心复合材料。

(a) 预制造且硬化的纤维增强水泥面板

预制造且硬化的纤维增强水泥面板是用以形成大于 3.81cm(1-1/2")厚的现场浇铸和模制的复合材料。此现场浇铸复合材料, 如结构的壁、板、梁、大梁、及托梁, 使用预制造、硬化片材作为刚性框架, 在其中将心芯浇铸(Jones, Jr., 美国专利 No. 5,473,849)。此复合材料不设计为安装在支撑壁结构如大部分墙板或壁外包物上, 但替代为跨过地板到天花板, 如隔板复合材料壁板。复合材料的成形方法相似于将水泥倒入模板片材之间, 不同的是在此情况中纤维增强水泥面板(类似于工作隔板)是永久性的。形成该复合材料的技术需要纤维增强水泥外皮足够厚使得可操作而不损害板且足够强以禁得起水静压力而其是在铸造心芯期间产生自心芯混和物的。此纤维增强水泥面板为 $\geq 0.476\text{cm}(3/16")$ 厚以提供充分的强度用于复合材料加工。还优选介于面板与心芯之间的良好的粘合, 而模板是要有可以忽略的对水泥的粘合而使其可移除并再使用。一相似的方法使用模具以形成建筑板复合材料(Cottier, 等人, 澳大利亚专利 No. 661,704)。将心芯浇铸在一硬化的纤维增强水泥面板片材上且然后覆盖以顶层纤维增强水泥面板片。

(b) 共成形的纤维增强水泥夹心复合材料

在 ASTM C 1154-99 中用以描述不同的增强的复合材料建筑产物的三种分类为水泥粘合的颗粒板、纤维增强水泥及纤维毡增强的水泥。

未硬化水泥粘合的颗粒板与纤维毡增强的水泥(FMC)面板是原位

成形而作为部分的复合材料，而其是由连续地沉积层制作的。外皮及心芯是在一生产夹心复合材料的方法中共成形。底部面板材料首先形成，接着为心芯材料，且然后是顶部面板材料。此类复合材料可连续地形成整块而作切割且装饰成尺寸，或个别的模制成所欲求之尺寸。心芯与外皮材料可为不同组合物的淤浆而其是作浇铸或喷雾，或为粒状材料而其可加压以固结复合材料。

共成形夹心材料的例子叙述于美国专利 No. 5,693,409, Gnatowski 等人。此材料是通过连续的沉积数层加工，且将面板层描述为纤维增强水泥。关于 Gnatowski 中使用的纤维增强水泥的描述不同于以上优选实施方案的纤维增强水泥，其是相同于描述在 ASTM C 1154-99 中的。都是记述为纤维增强水泥的两材料的差异，在优选实施方案和 ASTM C1154-99 中，纤维是不连续的，个别处理的纤维，而在美国专利 No. 5,693,409 记述的补强纤维为木材纤维的屑片或股。所记述的木材股其长度大于 10 mm。此长度的木材股更好地描述为木材薄片而其包括天生由木素粘合的纤维。在水泥基质中木材股或木屑更典型地记述为水泥粘合的颗粒板，其在 ASTM C 1154-99 定义为"水性水泥基质与纤维的木材微粒所制作的平片" (manufactured flat sheets of hydraulic cementitious matrices and fibrous wood particles)。水泥粘合的颗粒板的外部耐久性是不好的，由于木材股在本质上脆性的水泥的基质之中的溶胀。此溶胀可导致在水泥基质之中的微裂纹，这将通过降低板的强度及提高板的渗透性而降低耐久性。

另一共成形的 3-层复合材料的生产方法的例子是 King 在美国专利 No. 5,002,620 中描述的。此二外层的形成是使用相对致密，纤维增强的水泥，且心芯的制作是用轻量的，纤维增强的混凝土。在此方法中，心芯混凝土密度是通过将气泡加入心芯材料中而改变。混凝土心芯包括波特兰水泥、适合的聚集体、纤维的增强材料、源自废渣衍生的燃料的灰、膨胀的硅酸盐、水、砂、适合的发泡剂、压缩气体的来源、及适合的蒸汽阻隔树脂以用于粘合及抗湿。各层的形成是通过从送料斗连续地铸造入模具中。在面板层中的纤维材料因此呈无规取向分布而纤维没有固定的定向在平行于各层平面的材料平面上。此复合材料层是用混凝土制作。混凝土中一般地在组合物中具有粗糙与精细的聚

集体。精细的聚集体是砂而粗糙的聚集体主要保持在 4.75 mm (No-4) 筛子之上，如在 ASTM C 125-96 中所定义的。为了在面板层中获得良好的拉伸强度，面板层的有效厚度必需显著的大于粗糙聚集体的尺寸。

d. 心芯材料

心芯可制作为轻量的，通过将大量体积的空孔或轻量的材料加入独块的水泥材料中，或通过构造带有限定大的空孔的开口补强架构的心芯。大部分复合材料使用第一方法而此类心芯含有大量体积的泡沫或充分量的低密度填充剂，以产生相对轻量的复合材料。最普通的将大量体积的空孔加入心芯淤浆的方法，是通过将其混合以用发泡剂产生的泡沫。此将造成许多小空孔的无规分布。多孔的混凝土为有代表性的心芯材料，且在 ASTM C 125-96 定义为轻量的水性水泥而其具有均匀的空孔或巢室结构而此系获自使用形成气体的化学物质或发泡剂。达成所欲求的心芯性质所需的泡沫、填充剂，及掺加剂，可以通过有机(聚合的)或无机粘合剂粘合在一起。使用于建筑材料最普通类型粘合剂为无机的水性粘合剂。最通常且经济的无机水性粘合剂为石膏及波特兰水泥。

(1) 结构的开架心芯

轻量的心芯的第二生产方法包含使用开口补强架构。此心芯产自一强的材料，其是已成形状的且定向的，其在结构上补强且支撑面板材料。其目标在于创造独块夹心复合材料的强度及稳定性，通过使用一开口结构设计而其可加入大量体积的空孔空间，以降低复合材料重量。该结构的设计包含开口蜂巢及波形板。

(2) 心芯组合物

有代表性的用于水泥心芯淤浆的掺加剂包含粘度改进剂、促进剂、阻滞剂、发泡剂、分散剂、及用以改良防潮性及耐火性的添加剂。使用轻量的聚集体或填充剂，这是加上或代替发泡剂以降低心芯密度。轻量的填充剂包含膨胀的矿物如珍珠岩、蛭石、页岩、及粘土、膨胀的聚苯乙烯球、及飘尘。防潮添加剂是个别或合并使用于石膏心芯中，其包含蜡和/或沥青的乳液、聚乙烯醇、硅氧烷乳液、及金属皂。苯乙烯-丙烯酸胶乳等形成的膜或树脂的涂层可用以进一步改良防潮性及表面品质。用以改良耐火性之添加物包含石膏、矿物纤维如玻璃及硅灰

石、矿物添加剂如非膨胀的蛭石、云母、水合氧化铝、铝土矿、粘土、及其结合物。

4. 使用预形成未硬化的纤维增强水泥面板制作的夹心复合材料的优点

使用如记述在此的纤维增强水泥面板的一项优点在于其提供光滑表面，相较于玻璃纤维毡作外皮的复合材料。针对外部产物，纤维增强水泥的光滑表面提供较佳表面用于涂刷，相较于木材产物，其中木材围绕晶粒的收缩导致涂料裂开。绿色纤维增强水泥面板亦可作模制或成形，使用平板加压或辊压方法，而形成立体花纹表面以生成建筑装饰面，如木纹或粉饰外观，而供予产物。粗纹网眼织物-外皮夹心板主要是作为其它材料的基材且不提供装饰表面。玻璃纤维毡作外皮的复合材料含有小直径玻璃纤维而其可以引起皮肤过敏，当于传递及安装期间处理复合材料时。纸外皮石膏墙板经常具有结构，其压印在纸上以作为装饰面，但此表面结构具有小的深度，相较于纤维增强水泥结构，且不具有外部耐久性。

未图案化的纤维增强水泥的表面孔隙度及表面结构是较不显著的，相较于玻璃纤维毡-外皮水泥板。玻璃纤维毡面板材料带有开口编织或开口结构而其可提供小的水进入心芯材料的抗性。纤维增强水泥面板，经由比较，可提供优越的对水渗入心芯材料的障碍且为更连续的材料，相较于玻璃纤维毡及粗纹网眼织物。水对纤维增强水泥材料表面的透过，显著的少于对玻璃纤维-外皮水泥板的透过。相较于玻璃纤维毡-外皮水泥板，穿过 5.08cm(2")直径管的水对纤维增强水泥的表面的 1.219 米(4-英尺)压力头，允许仅 1/10 体积的水渗入纤维增强水泥板的表面。

纤维增强水泥是不可燃的且具有非常低的火焰蔓延能力，但在防火-分类壁系统中不带有等于石膏墙板的耐火性能。一般钢框架的隔墙，或木材框架的壁，衬有 1.588cm(5/8")厚的 X 型滞火石膏墙板在框架的两侧，达到一小时耐火等级，当依据 ASTM E 119 测试时，且安装时分别地依据石膏协会防火设计手册 (Gypsum Association Fire Resistance Design Manual) GA FILE No. WP 1200 及 WP 3520。一相似的墙壁系统将纤维增强水泥放在一侧而 1.588cm(5/8")厚 X 型滞火石膏墙板在另一

侧上，如叙述于 GA FILE No. WP 1296，需要将此空心墙用矿物纤维绝缘以达成一小时耐火等级。此类型安装因此造成较高的成本，需要额外的材料及更多时间作安装。此绝缘壁具有优点是提供一种纤维增强水泥表面予此壁的一侧使其可用在将会有损伤的高交通区域，或作为陶瓷瓦的基材。本发明的优选实施方案叙述一优越的产物其提供纤维增强水泥建筑板复合材料，而其可达成石膏墙板的耐火性以及纤维增强水泥的耐损伤性、防潮性、及耐久性。

一般而言，先有技术中夹心复合材料是利用纤维增强水泥外皮在轻量的心芯的两侧，其限于使用材料的厚度是可操作的且形成复合材料。此外皮厚度是大于或等于至约 0.476cm(3/16")，且经硬化而提供充分强度以供操作且形成复合材料。此产物成形为厚度在 3.81cm(1-1/2")或更高，以从地板跨至天花板作为整个护墙板或隔墙。上述优选实施方案是改良此先有技术，因为它使用较薄的纤维增强水泥外皮以形成夹心复合材料。可达成此目标而无先有技术的操作问题，因为薄的纤维增强水泥外皮是以绿色片材形式形成夹心复合材料，而此绿色片材是塑性的且未硬化的。形成复合材料期间此外皮的塑性本质提供改进的设计灵活性，使能够形成复合材料的平坦的表面、结构、及异型形状。此薄的纤维增强水泥外皮亦允许生产较轻重量及较薄的复合材料，其可以整片典型的石膏墙板及壁外包物附着在壁框架上。可达成整体较轻重量复合材料，因为更多地在给予的板厚度之中使用轻量的心芯，而这是由于使用了较薄的外皮。

因此，优选实施方案的纤维增强水泥夹心复合材料提供轻量的墙板/外包物复合材料，其易于操作、打钉、刻痕-和-折断，且其带有纤维增强水泥的强度、耐久性，防潮性、损伤抗性、以及石膏的热隔离及耐火性。

应该了解本发明的特定变化及修改对于本领域普通技术人员来说是可以预料的。本发明的范围不受限于前述的说明或叙述。

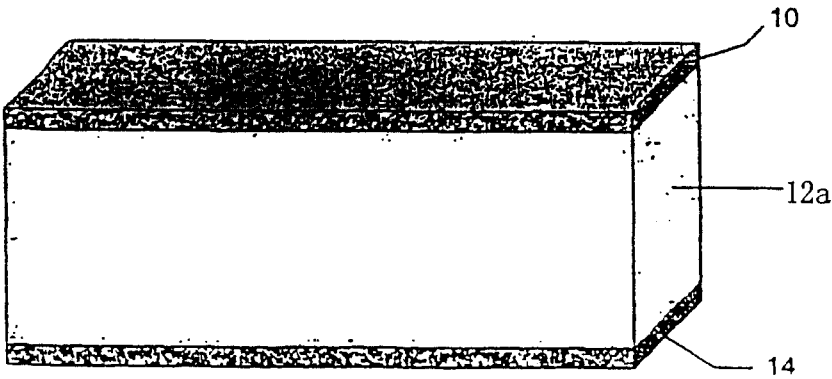


图1

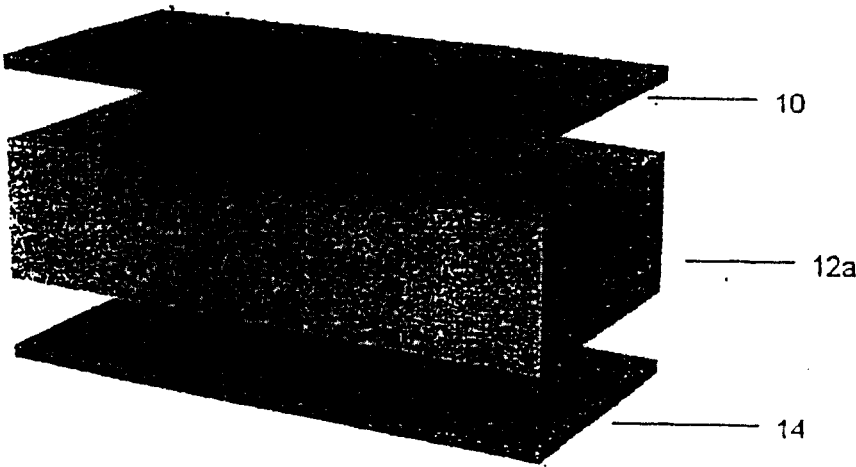


图2

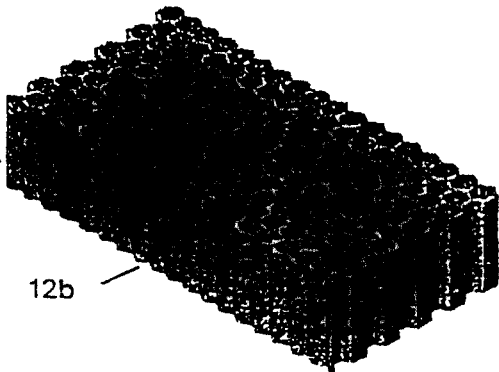


图3A

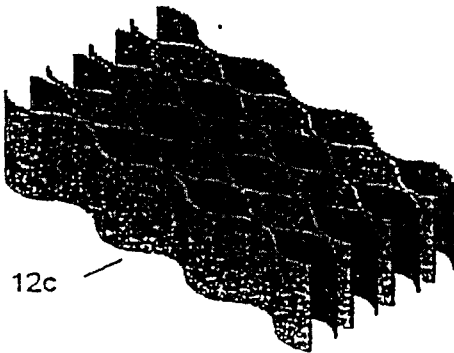


图3B



图3C

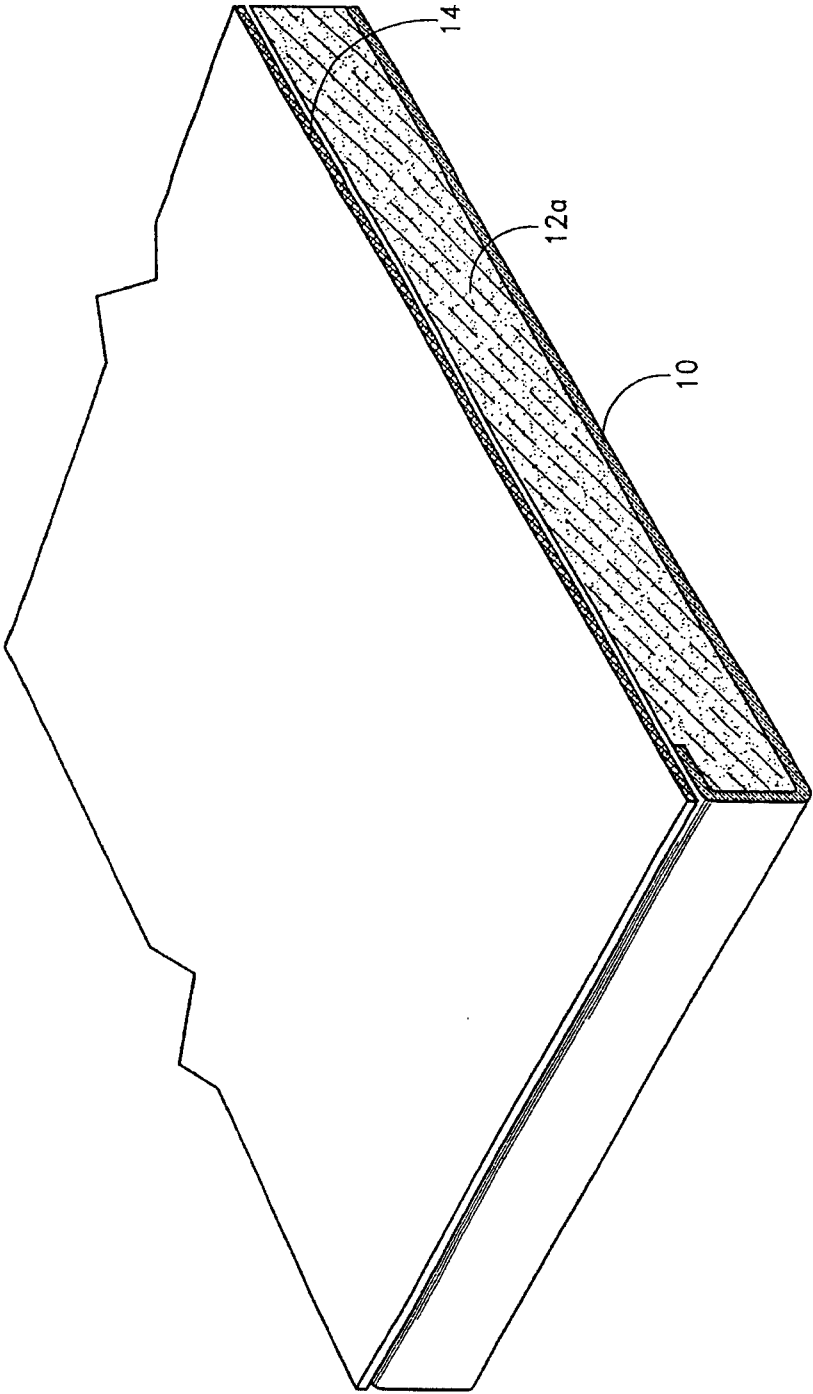


图4

(板)

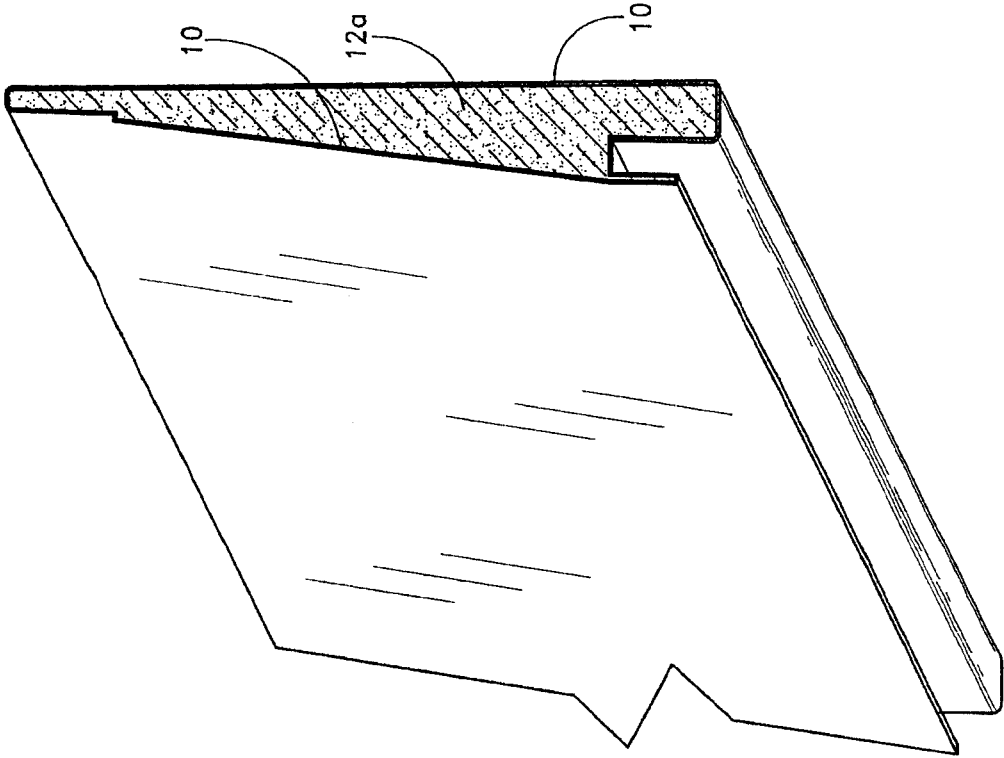


图5

(厚板)

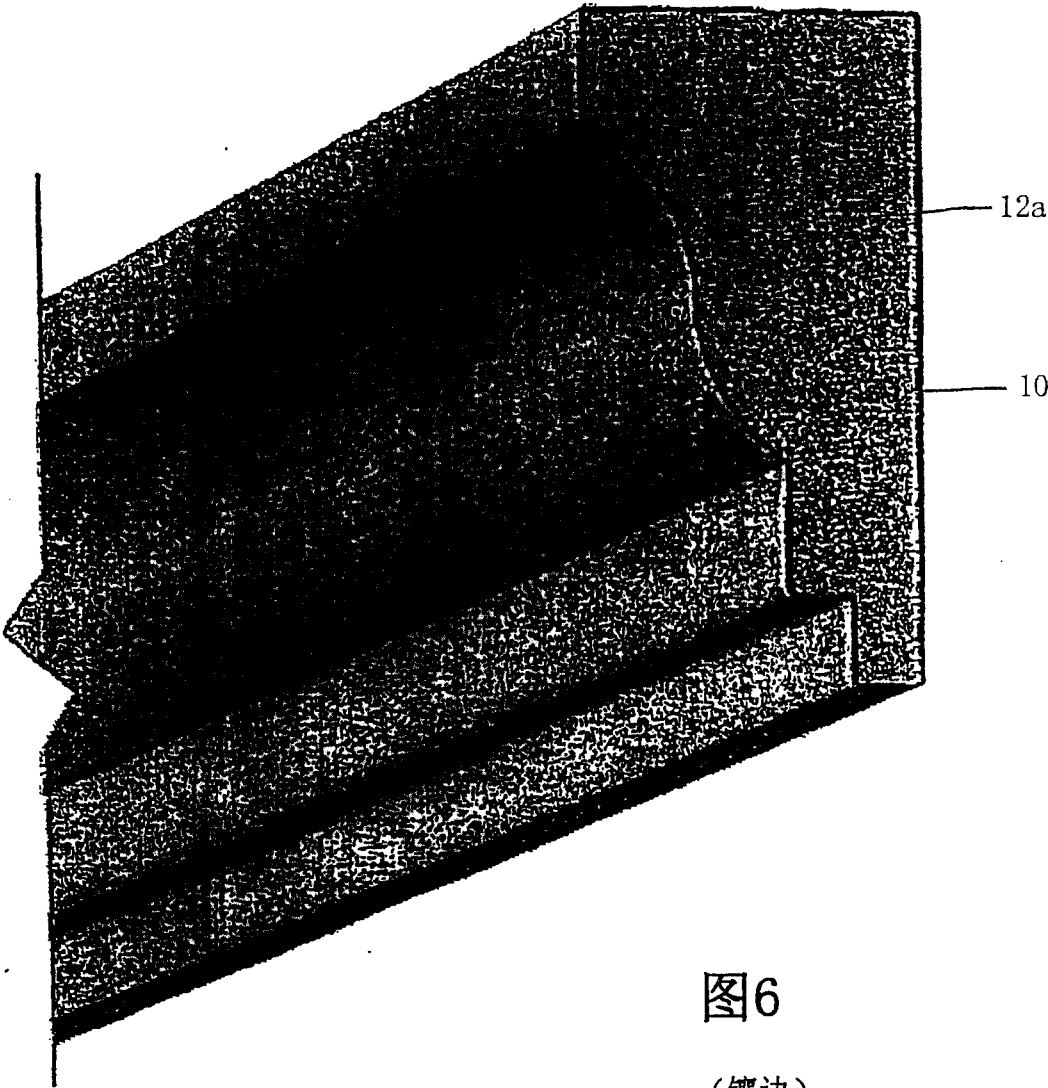


图6
(镶边)

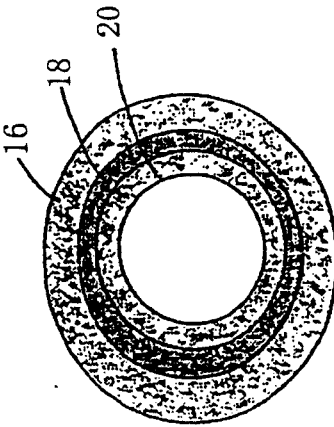


图7A

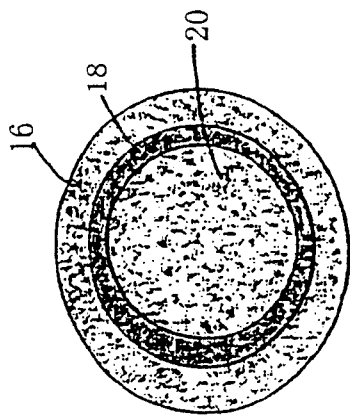


图7B

图7C

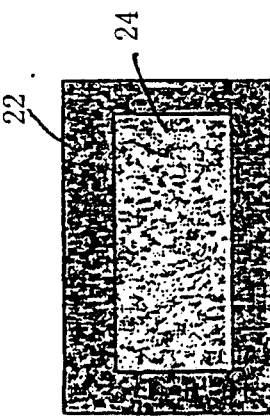


图7D

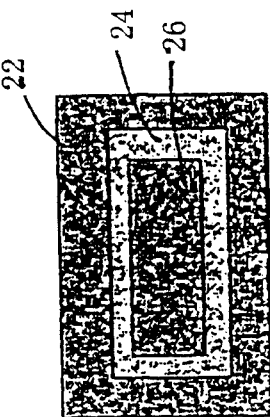


图7E

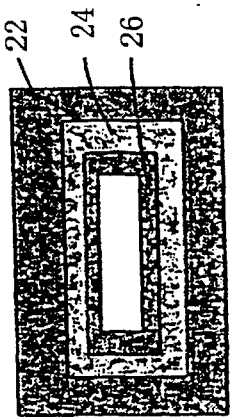


图7F

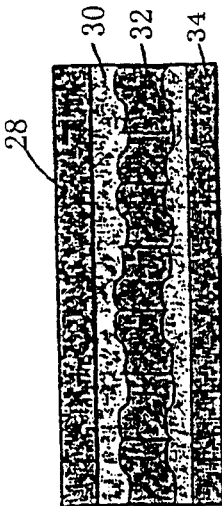


图7G