



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102537646 A

(43) 申请公布日 2012.07.04

(21) 申请号 201110389672.2

(22) 申请日 2011.11.30

(30) 优先权数据

12/956,534 2010.11.30 US

(71) 申请人 通用汽车环球科技运作有限责任公司

地址 美国密执安州

(72) 发明人 A. L. 布劳恩 N. L. 约翰森

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 曹小刚 杨思捷

(51) Int. Cl.

F16S 5/00 (2006.01)

B29C 67/00 (2006.01)

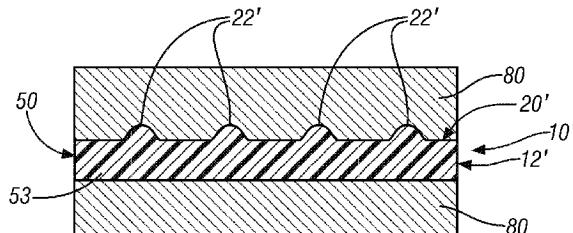
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 8 页

(54) 发明名称

具有可选择性纹理化表面的制品和使用方法

(57) 摘要

本发明涉及具有可选择性纹理化表面的制品和使用方法。具体而言，提供具有可纹理化表面，即可以不可逆或可逆构造其纹理的表面的制品。该制品包括可选择性纹理化表面，所述可纹理化表面具有与第一活化条件相关联的第一表面纹理和与第二活化条件相关联的第二表面纹理，其中第一表面纹理不同于第二表面纹理。该制品还包括包含活性材料或触变材料或其组合的活化条件响应材料，其有效地与所述可纹理化表面相关联并经构造以在第一活化条件中提供第一表面纹理和在第二活化条件中提供第二表面纹理。



1. 包含可选择性纹理化表面的制品，其包含：

具有可选择性纹理化表面的制品，所述可选择性纹理化表面具有与第一活化条件相关联的第一表面纹理和与第二活化条件相关联的第二表面纹理，其中第一表面纹理不同于第二表面纹理；和

包含活性材料、干凝胶、触变材料或剪切增稠材料或其组合的活化条件响应材料，其有效地与所述可选择性纹理化表面相关联并经构造以选择性地在第一活化条件下提供第一表面纹理和在第二活化条件下提供第二表面纹理。

2. 权利要求 1 的制品，其中该活化条件响应材料包含对包括流体含量变化的活化条件作出响应的活性材料。

3. 权利要求 2 的制品，其中该流体包含水分，且其中该活性材料具有与第一水分含量相关联的第一条件和与第二水分含量相关联的第二条件，其中将第一水分含量设置成提供第一表面纹理和将第二水分含量设置成提供第二表面纹理。

4. 权利要求 3 的制品，其中第一表面纹理或第二表面纹理包含所述可选择性纹理化表面的宏观方面或微观方面。

5. 权利要求 1 的制品，其中所述可纹理化表面包含透湿层且所述活化条件响应材料有效地与该透湿层相关联。

6. 权利要求 5 的制品，其中所述活化条件响应材料包含形状记忆聚合物或干凝胶或其组合。

7. 包含湿活化的、可选择性纹理化的表面的制品，其包含：

具有可选择性纹理化表面的制品，所述可选择性纹理化表面具有与该表面附近的第一水分含量相关联的第一表面纹理和与该表面附近的第一水分含量相关联的第二表面纹理，其中第一表面纹理不同于第二表面纹理；和

有效地与所述可选择性纹理化表面相关联的活性材料，该活性材料具有与第一水分含量相关联的第一条件和与第二水分含量相关联的第二条件，其中将第一条件经构造以选择性提供第一表面纹理且第二条件经构造以提供第二表面纹理。

8. 权利要求 7 的制品，其中该制品是轮胎且该可纹理化表面包含胎面。

9. 制造包含可选择性纹理化表面的制品的方法，包括：

由有效地与所述可选择性纹理化表面相关联并经构造以在第一活化条件下提供第一表面纹理和在第二活化条件下提供第二表面纹理的包含活性材料、干凝胶、触变材料或剪切增稠材料或其组合的活化条件响应材料形成具有所述可选择性纹理化表面的制品，所述可选择性纹理化表面具有与第一活化条件相关联的第一表面纹理和与第二活化条件相关联的第二表面纹理，其中第一表面纹理不同于第二表面纹理；和

使所述可选择性纹理化表面暴露在第一活化条件或第二活化条件之下以提供第一表面纹理或第二表面纹理之一。

10. 权利要求 9 的方法，进一步包括：

暴露该制品，其中使所述可选择性纹理化表面暴露在第一活化条件或第二活化条件的另一者下以提供第一表面纹理或第二表面纹理的另一者。

## 具有可选择性纹理化表面的制品和使用方法

### 技术领域

[0001] 本发明的示例性实施方案涉及具有可纹理化表面的制品，更特别涉及具有包含活化条件响应材料的可纹理化表面的制品，再更特别涉及具有包含响应水分含量或外加剪切力的变化的活化条件响应材料的可纹理化表面的制品。

### 背景技术

[0002] 许多制品具有存在不合意响应的表面，如暴露在提高的水分含量下时，如在它们变湿或以其它方式暴露在提高的水分含量下时，滑动摩擦系数降低。一个实例包括用于各种用途的轮胎，其中胎面遇湿降低相对于轮胎行驶表面的滑动摩擦系数并可能造成不合意的轮胎性能，如增加的停车距离或降低的转弯性能。其它实例包括车辆中使用的各种制品，包括门内衬、不滑表面装饰、地板、床垫、踏板、踏板套或垫、方向盘、方向盘套等以及非车辆制品，包括各种地板覆盖物、门内衬、不滑表面装饰、地板、床垫、覆盖物和垫子中所用的不滑表面，其中所述表面遇湿通常降低滑动摩擦系数并可能使该表面不合意地易滑。

[0003] 在这些制品中，响应它们的湿度条件变化的制品表面滑动摩擦系数变化通常不受控制，因此会希望提供具有响应表面的湿度条件变化的可选择性控制的摩擦性能的表面，例如通过响应表面处的水分含量提高而保持预定摩擦水平。

[0004] 因此，希望提供具有可选择性控制地响应表面湿度条件变化的表面的制品。

### 发明内容

[0005] 在一个示例性实施方案中，提供包含可选择性纹理化表面的制品。该制品具有可选择性纹理化表面，所述可选择性纹理化表面具有与第一活化条件相关联的第一表面纹理和与第二活化条件相关联的第二表面纹理，其中第一表面纹理不同于第二表面纹理。该制品还包括包含活性材料、干凝胶、触变材料或剪切增稠材料的活化条件响应材料。

[0006] 在另一示例性实施方案中，提供包含湿活化的、可选择性纹理化的表面的制品。该制品具有湿活化的、可选择性纹理化表面，所述可选择性纹理化表面具有与该表面附近的第一水分含量相关联的第一表面纹理和与该表面附近第二水分含量相关联的第二表面纹理，其中第一表面纹理不同于第二表面纹理。该制品还包括有效地与所述可选择性纹理化表面相关联的活性材料，该活性材料具有与第一水分含量相关联的第一条件和与第二水分含量相关联的第二条件，其中第一条件经构造以选择性提供第一表面纹理且第二条件经构造以提供第二表面纹理。

[0007] 在另一示例性实施方案中，提供制造包含可纹理化表面的制品的方法。该方法包括由有效地与所述可选择性纹理化表面相关联并经构造以在第一活化条件下提供第一表面纹理和在第二活化条件下提供第二表面纹理的包含活性材料、触变材料或剪切增稠材料或其组合的活化条件响应材料形成具有可选择性纹理化表面的制品，所述可选择性纹理化表面具有与第一活化条件相关联的第一表面纹理和与第二活化条件相关联的第二表面纹理，其中第一表面纹理不同于第二表面纹理。该方法还包括使所述可选择性纹理化表面暴

露在第一活化条件或第二条件之下以提供第一表面纹理或第二表面纹理之一。

[0008] 本发明进一步体现在如下方案中：

1. 包含可选择性纹理化表面的制品，其包含：

具有可选择性纹理化表面的制品，所述可选择性纹理化表面具有与第一活化条件相关联的第一表面纹理和与第二活化条件相关联的第二表面纹理，其中第一表面纹理不同于第二表面纹理；和

包含活性材料、干凝胶、触变材料或剪切增稠材料或其组合的活化条件响应材料，其有效地与所述可选择性纹理化表面相关联并经构造以选择性地在第一活化条件下提供第一表面纹理和在第二活化条件下提供第二表面纹理。

[0009] 2. 方案 1 的制品，其中该活化条件响应材料包含对包括流体含量变化的活化条件作出响应的活性材料。

[0010] 3. 方案 2 的制品，其中该流体包含水分，且其中该活性材料具有与第一水分含量相关联的第一条件和与第二水分含量相关联的第二条件，其中将第一水分含量设置成提供第一表面纹理和将第二水分含量设置成提供第二表面纹理。

[0011] 4. 方案 3 的制品，其中第一表面纹理或第二表面纹理包含所述可选择性纹理化表面的宏观方面或微观方面。

[0012] 5. 方案 3 的制品，其中第一表面纹理大于第二表面纹理且第一水分含量大于第二水分含量。

[0013] 6. 方案 3 的制品，其中第一表面纹理大于第二表面纹理且第一水分含量小于第二水分含量。

[0014] 7. 方案 3 的制品，其中所述可纹理化表面包含所述活性材料。

[0015] 8. 方案 7 的制品，其中该活性材料包含形状记忆聚合物。

[0016] 9. 方案 1 的制品，其中所述可纹理化表面包含透湿层且所述活化条件响应材料有效地与该透湿层相关联。

[0017] 10. 方案 9 的制品，其中所述活化条件响应材料与该透湿层有效接触。

[0018] 11. 方案 9 的制品，其中所述活化条件响应材料包含形状记忆聚合物或干凝胶或其组合。

[0019] 12. 方案 1 的制品，其中所述活化条件响应材料包含对包括对该材料施加的剪切应力的变化的活化条件作出响应的触变材料或剪切增稠流体。

[0020] 13. 方案 12 的制品，其中所述活化条件响应材料包含触变材料且该触变材料具有与第一剪切应力相关联的第一条件和与第二剪切应力相关联的第二条件，其中第一条件经构造以提供第一表面纹理且第二条件经构造以提供第二表面纹理。

[0021] 14. 方案 13 的制品，其中所述可纹理化表面包含弹性挠性层且所述触变材料有效地与该弹性挠性层相关联。

[0022] 15. 方案 14 的制品，其中所述触变材料包含与该弹性挠性层有效接触的层。

[0023] 16. 方案 15 的制品，进一步包含刚性背衬元件，其中所述触变材料层位于该刚性背衬元件上。

[0024] 17. 包含湿活化的、可选择性纹理化的表面的制品，其包含：

具有可选择性纹理化表面的制品，所述可选择性纹理化表面具有与该表面附近的第一

水分含量相关联的第一表面纹理和与该表面附近的第二水分含量相关联的第二表面纹理，其中第一表面纹理不同于第二表面纹理；和

有效地与所述可选择性纹理化表面相关联的活性材料，该活性材料具有与第一水分含量相关联的第一条件和与第二水分含量相关联的第二条件，其中将第一条件经构造以选择性提供第一表面纹理且第二条件经构造以提供第二表面纹理。

[0025] 18. 方案 17 的制品，其中该制品是轮胎且该可纹理化表面包含胎面。

[0026] 19. 制造包含可选择性纹理化表面的制品的方法，包括：

由有效地与所述可选择性纹理化表面相关联并经构造以在第一活化条件下提供第一表面纹理和在第二活化条件下提供第二表面纹理的包含活性材料、干凝胶、触变材料或剪切增稠材料或其组合的活化条件响应材料形成具有所述可选择性纹理化表面的制品，所述可选择性纹理化表面具有与第一活化条件相关联的第一表面纹理和与第二活化条件相关联的第二表面纹理，其中第一表面纹理不同于第二表面纹理；和

使所述可选择性纹理化表面暴露在第一活化条件或第二活化条件之下以提供第一表面纹理或第二表面纹理之一。

[0027] 20. 方案 19 的方法，进一步包括：

暴露该制品，其中使所述可选择性纹理化表面暴露在第一活化条件或第二活化条件的另一者下以提供第一表面纹理或第二表面纹理的另一者。

[0028] 联系附图考虑时，由本发明的下列详述容易看出本发明的上述特征和优点及其它特征和优点。

## 附图说明

[0029] 其它目的、特征、优点和细节仅作为实例出现在下列实施方案详述中，该详述参照附图，其中：

图 1A-1D 是如本文中公开的可选择性纹理化制品及其制造和使用方法的示例性实施方案的横截面示意图；

图 2A-2D 是如本文中公开的可选择性纹理化制品及其制造和使用方法的第二示例性实施方案的横截面示意图；

图 3A-3C 是如本文中公开的可选择性纹理化制品及其制造和使用方法的第三示例性实施方案的横截面示意图；

图 4 是具有设置成主动可选择性纹理化的可选择性纹理化表面的制品的一个示例性实施方案；和

图 5 是使用如本文中公开的可选择性纹理化制品的方法的流程图。

## 具体实施方式

[0030] 参照图 1A 至 1D，根据本发明的一个示例性实施方案，提供包括可选择性纹理化表面 20 并包含主体 12 的制品 10，以及制造和使用制品 12 的方法。制品 10 可以是任何合适的制品 10，其中希望提供如本文所述的可选择性纹理化表面 20。将可选择性纹理化表面 20 设置成选择性地从第一表面纹理 30 (图 1C) 变成第二表面纹理 40 (图 1D)。表面纹理的选择性改变可用于选择表面 20 在各种用途中的性质和性能特征。在一个示例性实施方案中，

这可包括响应从第一活化条件 32 和相关联的第一表面纹理 30 变成第二活化条件 42 和相关联的第二表面纹理 40 而使得滑动摩擦系数的选择性提高或降低。在另一些示例性实施方案中,这可包括响应从第一活化条件 32 和相关联的第一表面纹理 30 (图 1C)变成第二活化条件 42 和相关联的第二表面纹理 40 (图 1D)而使得表面 20 的牵引特性,或更笼统地,表面 20 靠着与其接触的配合表面或介质(例如流体)的力传送特性的选择性提高或降低。制品 10 的一个实例包括用于各种用途的轮胎,其中胎面遇湿造成表面纹理改变和提高相对于轮胎在其上行驶的表面的滑动摩擦系数,并提供性能优点,如降低的停车距离或提高的转弯性能。制品 10 的其它实例包括各种车辆中使用的各种制品,包括门内衬、不滑表面装饰、地板、床垫、踏板、踏板套或垫、方向盘、方向盘套等,以及非车辆制品,包括各种地板覆盖物、门内衬、不滑表面装饰、地板、床垫、覆盖物和垫子中,所用的不滑表面 20,其中该表面遇湿造成表面纹理改变并提高滑动摩擦系数以使该表面较不滑。

[0031] 将可选择性纹理化表面 20 设置成提供如图 1C 中所示的与第一活化条件 32 相关联的第一表面纹理 30,其中第一活化条件 32 是表面 20 暴露在降低的水分含量下(例如其中表面 20 干燥)。还将可选择性纹理化表面 20 设置成提供如图 1D 中所示的与第二活化条件 42 相关联的第二表面纹理 40,其中第二活化条件 42 是表面 20 暴露在提高的水分含量下(例如其中表面 20 湿或暴露在高湿环境中)。提高的湿度可以是暴露在液态水中或该表面附近环境的水分含量提高,例如,高湿条件,的形式。在这种实例中,第二表面纹理 40 由于在表面 20 上形成的多个凸起 22 而大于第一表面纹理 30。在第二活化条件 42 中,凸起 22 从表面 20 上凸起并提供提高的表面纹理化,而在第一活化条件 32 中,表面 20 具有减少量的纹理化,这是因为凸起 22 不存在或尺寸减小(未显示)。

[0032] 第一表面纹理 30 不同于第二表面纹理 40。差异可包括宏观差异或方面,例如可纹理化表面 20 的体积、轮廓或形状,或其可包括微观差异或方面,例如,表面粗糙度、孔隙率或微观形貌、轮廓或形状特征,或其可包括宏观和微观差异的组合。

[0033] 纹理化的这种改变可例如用于提高或降低可纹理化表面和与其接触的物体之间界面处的滑动摩擦系数。另一实施方案包括在亚表面层中并入触变流体膜以使该表面可逆依循局部对该表面施加应力的物体——如紧握方向盘的手——的形状,以提高两者之间的抓握 / 剪切力。应用和实施方案包括,但不限于,用于被动降低湿表面,如地板或其它光滑表面的地板覆盖物或刹车、气动或其它踏板等,的滑溜性的湿活化 SMP 纹理化;各种把手,如网球拍把手,的湿和热活化纹理化;方向盘或其它与人接触表面的湿活化纹理化(例如来自手的水分)或剪切力活化纹理化;轮胎表面湿时的自动纹理化;和使用湿传感器引发纹理化,无论是用 SMP 还是非 -SMP 途径进行。也考虑相反实施方案,其中湿活化用于随着所述可选择性纹理化表面 20 处存在的水分含量提高而降低表面纹理的量级并由此提高表面清洁性的容易程度。

[0034] 参照图 1A-3C,制品 10 还包括活化条件响应材料 50。该活化条件响应材料有效地与可纹理化表面 20 相关联并设置成在第一活化条件 32 中提供第一表面纹理 30 和在第二活化条件 42 中提供第二表面纹理 40。纹理的改变可以可逆(双向纹理化)或不可逆(单向纹理化)。活化条件响应材料 50 可包括任何合适的条件响应材料 50 并可设置成响应设计成提供可纹理化表面 20 中的变化的任何合适的活化条件,或响应多个活化条件。合适的活化条件响应材料包括活性材料 52,如形状记忆聚合物(SMP)材料 53、干凝胶材料 54、触变材

料 56 或剪切增稠材料 58 或其组合。活化条件响应材料 50 可以使用或利用各种单向机制或可逆的双向机制以提供表面纹理的改变。在一个示例性实施方案中,活化条件响应材料 50 可包括活性材料 52,包括利用由某些种类的形状记忆聚合物(SMP)表现出的不可逆或可逆湿活化形状记忆效应的 SMP 材料 53,其中已通过合适的成形方法训练的部分 SMP 提供由可纹理化表面 20 暴露的水分含量变化活化的尺寸变化。在另一示例性实施方案中,活化条件响应材料 50 可包括提供流体(例如水)活化的可逆尺寸变化,例如分别在吸收和损失流体时的膨胀和收缩,的干凝胶以提供可纹理化表面 20 的可逆纹理化。在又一示例性实施方案中,活化条件响应材料 50 可包括利用响应外加应力的材料粘度变化的触变材料 56 或剪切增稠(或稀化)材料 58 (例如剪切增稠流体 58),其中施加到可纹理化表面 20 上的应力的施加和移除可用于改变其纹理。

[0035] 活化条件响应材料 50 可以如上述实施例中那样被动地,或主动响应指示第一和第二条件 32、42 的传感信号 60 (图 4)而提供对第一活化条件 32 和第二活化条件 42 的响应。传感信号 60 可以由活化条件响应材料 50 直接提供,或任选通过使用可有效检测第一活化条件 32 和第二活化条件 42 的适当传感器 68 提供。如图 4 中所示,当主动提供对这些条件的响应时,可以通过控制器 62,如微电脑基控制器,控制活化条件响应材料 50 的响应和变化,以提供设置成产生活化所述活化条件响应材料 50 所需的活化条件的活化信号 64。在一些实施方案中,可以在活化条件响应材料 50 中仅通过活化信号 64 产生活化条件,如可直接通过活化信号 64,包括各种电信号,而活化的活性材料。在另一些实施方案中,可任选在活化条件响应材料 50 中通过活化信号 64 和活化装置 66,如用于热响应材料的加热器或设置成为响应电场或磁场的材料产生电场或磁场的装置,来产生活化条件。在一个实例中,活化条件响应材料 50 可用于直接生成指示第一湿或应力条件 32 或第二湿或应力条件 42 或两者的传感信号 60,控制器 62 可用于使用信号 60 主动和直接控制活化条件响应材料 50 以提供第一表面纹理 30 或第二表面纹理 40。在另一实例中,有效地与活化条件响应材料 50 连接的传感器 68 可用于间接生成指示第一湿或应力条件 32 或第二湿或应力条件 42 或两者的信号 60,控制器 62 可用于使用信号 60 控制活化装置 66 以活化所述活化条件响应材料 50,从而提供第一表面纹理 30 或第二表面纹理 40。

[0036] 本文所用的术语“活性材料”是指表现出形状记忆效应的材料。具体而言,在假塑性变形后,它们可以通过适当活化而恢复至它们的原始形状。由此,形状记忆材料可以被动或主动响应活化条件(包括活化信号,更特别是包括使该材料暴露在合适的流体中的活化条件,更特别是包括使该材料暴露在水分下的活化条件)而变成预定形状。正是这些性质有利地提供可纹理化表面 20。合适的形状记忆材料包括,但不限于,各种 SMP 材料,更特别地,各种流体活化的 SMP 材料,包括湿活化的 SMP 材料。

[0037] “形状记忆聚合物”通常是指在施加活化信号时主动地或响应环境条件(例如水分含量)的变化被动地表现出性质,如弹性模量、形状、尺寸、形状取向或包含至少一个前述性质的组合,的变化的聚合材料。在被动活化体系中,该形状记忆聚合物可包括任何合适的 SMP,特别是流体活化的 SMP,更特别是湿活化的 SMP,其中 SMP 暴露在合适的流体,如水中,被动造成性质变化。选择 SMP 和流体以提供所需性质变化,如本文所述的那些。在主动活化体系中,来自控制器 62 的流体活化信号,如指示该材料暴露在合适的或预定流体中的信号,可用于控制该活性材料的活化。在这些体系中,可以选择 SMP 为热响应的(即由热活化

信号或响应热条件变化,如温度变化,造成性质变化)或光响应的(即由基于光的活化信号或响应照明条件变化,如入射光的波长或强度变化,造成性质变化)或任何其它合适的 SMP 性质变化机制。可以响应传感信号 60 提供活化信号 64,所述传感信号 60 对活性材料(例如 SMP)暴露在预定流体中作出响应。这可包括对流体的任何性质作出响应的传感信号。在水的情况下,这种性质可包括湿度、水蒸气压力或液态水的存在或对水相关条件的变化(如水的存在与否或水的相对量或相的变化或包含前述至少一种的组合)的另一响应。

[0038] 通常, SMP 是包含至少两个不同单元(它们可以被描述为规定 SMP 内的不同链段,各链段对 SMP 整体性质的贡献不同)的相偏析共聚物。本文所用的术语“链段”是指相同或类似单体或低聚物单元的嵌段、接枝或序列,其共聚形成 SMP。各链段可以是结晶或非晶的,并分别具有相应的熔点或玻璃化转变温度( $T_g$ )。为方便起见,术语“热转变温度”在本文中用于统指  $T_g$  或熔点( $T_m$ ),具体取决于该链段是非晶链段还是结晶链段。对包含(n 个)链段的 SMP 而言,SMP 被说成具有硬链段和(n-1)软链段,其中硬链段具有比任何软链段高的热转变温度。因此,SMP 具有(n 个)热转变温度( $T_{trans}$ )。硬链段的热转变温度被称作“最后转变温度”,所谓“最软”链段的最低热转变温度被称作“第一转变温度”。重要的是指出,如果 SMP 具有以相同热转变温度(这也是最后转变温度)为特征的多个链段,则该 SMP 被说成具有多个硬链段。

[0039] 当在最后转变温度以上加热该 SMP 材料时,可赋予该材料永久形状。可以通过随后将该材料冷却至低于该温度来固定或记忆该 SMP 材料的永久形状。本文所用的术语“原始形状”、“之前规定的形状”和“永久形状”在描述 SMP 材料时是同义的并意在可互换使用。可以通过将该材料加热至高于任何软链段的热转变温度但低于最后转变温度的温度、施加外应力或载荷以使该 SMP 材料变形和随后在保持该变形外应力或载荷的同时冷却至低于软链段的特定热转变温度来固定临时形状。这示意性图解在图 1A 和 1B 中,其中在模具 80 中模制 SMP 材料 53 以制造前体制品 10’,其包括具有前体可纹理化表面 20’ 的前体主体 12’,该表面如图 1A 中所示具有前体凸起 22’。前体凸起 22’ 可具有任何合适的凸起形式或形状,包括离散的圆形(或其它形状)隆起、或细长脊等。图 1A 的模制原样的形状可随后用如图 1B 中所示的加热的压板 90 (一个或多个)压制以形成制品 10 的永久形状,其中可纹理化表面 20 平坦并代表在第一活化条件 32,如代表水蒸汽形式的环境大气湿度的第一水分含量,中的第一表面纹理 30,其中可纹理化表面 20 基本平坦。在暴露在第二活化条件 42,如暴露在如本文中所述包含液态水的水分中时,可纹理化表面 20 呈现模制原样的构造且第二表面纹理 40 包括凸起 22。

[0040] 可以在湿响应 SMP 材料中通过使特定官能团或部分暴露在水分(例如湿气、水、水蒸汽等)下以有效吸收特定量的水分、对该湿响应 SMP 材料施加载荷或应力和随后仍在负荷下除去所述特定量的水分来固定临时形状。为恢复原始形状,可以使该湿响应 SMP 材料暴露在水分下(同时载荷移除)。可以通过在除去应力或载荷的情况下使该材料暴露在流体(例如水分)中或在高于软链段的特定热转变温度但低于最后转变温度加热该材料,恢复永久形状。因此,应该清楚的是,通过合并多个软链段,可能表现出多个临时形状,在具有多个硬链段时,可能表现出多个永久形状。类似地使用成层或复合法,多种 SMP 材料的组合将表现出在多个临时和永久形状之间的转变。

[0041] 对仅有两个链段的 SMP 材料而言,形状记忆聚合物的临时形状在第一转变温度固

定或 / 和没有暴露在水分下,接着在负荷的同时冷却该材料,以锁定临时形状。只要该 SMP 材料保持低于第一转变温度或 / 和没有暴露在水分下,就保持该临时形状。在使 SMP 材料暴露在流体下,更特别暴露在水分下或再使其达到高于第一转变温度(即温度活化)时,在载荷移除的情况下恢复永久形状。重复加热、成型和冷却步骤可反复重设临时形状。

[0042] 大多数 SMP 材料表现出“单向”效应,其中该材料表现出一个永久形状。在没有应力或载荷的情况下在高于软链段热转变温度加热该形状记忆聚合物时,实现永久形状;在不使用外力时,该形状不会恢复回临时形状。

[0043] 或者,可以制备一些形状记忆聚合物组合物以表现出“双向”效应,其中该 SMP 材料表现出两个永久形状。这些体系包括至少两种聚合物组分。例如,一种组分可以是第一交联聚合物,而另一组分是不同的交联聚合物。这些组分通过层技术合并,或是互穿网络,其中这两种聚合物组分是交联的,但不与彼此交联。

[0044] 可以通过暴露在任何合适的流体下,更特别暴露在水分下,再更特别通过有效降低它们的  $T_g$  来活化该 SMP 材料。对于市售聚氨酯,包括包含碳纳米管的聚氨酯复合材料,已表明通过降低  $T_{trans}$  来间接活化该形状记忆效应。通过用于热诱发的形状记忆聚合物的常规方法拟就(program)临时形状。当浸在水中时,水分扩散到聚合物样品中并充当增塑剂,导致经拟就的形状得以恢复。在基于聚氨酯的聚合物和复合材料中,通过浸在水中来降低  $T_g$ ,例如从 35°C 降至低于环境温度。已经表明,  $T_g$  的降低取决于水分吸收,这又取决于浸渍时间。在依赖于时间的浸渍研究中,已经表明,可以在 0 - 4.5 重量 % 之间调节吸水,这伴随着 0K° 至 35K° 之间的  $T_g$  降低。由于在 240 小时后实现的最大吸水为大约 4.5 重量 %,这种形状记忆聚合物仍必须被理解为是聚合物而非水凝胶。在聚醚氨基甲酸乙酯聚倍半硅氧烷嵌段共聚物中已实现对水活化的形状记忆聚合物的不同策略。在此,低分子量聚(乙二醇)或 PEG 已用作聚醚链段。在浸在水中时,PEG 链段溶解,导致  $T_m$  消失和恢复永久形状。参见 “Shape Memory Polymers”, Materials Today, 第 10 卷, No. 4, 第 20-28 页, 2007 年 4 月。

[0045] 在使用热响应 SMP 材料的主动活化体系的情况下,通过改变温度,该形状记忆聚合物沿着第一永久形状或第二永久形状的方向改变其形状。这些永久形状各自属于 SMP 的一种组分。总体形状的温度依赖性由一种组分(“组分 A”)的机械性质几乎独立于相关温度区间中的温度的事实造成。另一组分(“组分 B”)的机械性质在相关温度区间中是温度依赖性的。在一个实施方案中,组分 B 在低温下变得比组分 A 强,而组分 A 在高温下更强并决定实际形状。可以通过固定组分 A 的永久形状(“第一永久形状”)、使双向记忆装置变形成组分 B 的永久形状(“第二永久形状”)和在施加应力的同时固定组分 B 的永久形状来制备该装置。

[0046] 本领域普通技术人员应认识到,可以以许多不同形式和形状设置 SMP 材料。设计该聚合物本身的组成和结构允许为所需用途选择特定温度。例如,根据特定用途,最后转变温度可以为大约 0°C 至大约 300°C 或更高。形状恢复温度(即软链段热转变温度)可以大于或等于大约 -30°C。另一形状恢复温度可以大于或等于大约 40°C。另一形状恢复温度可以大于或等于大约 100°C。另一形状恢复温度可以小于或等于大约 250°C。另一形状恢复温度可以小于或等于大约 200°C。最后,另一形状恢复温度可以小于或等于大约 150°C。

[0047] 任选地,可以选择该 SMP 材料以提供应力诱发的屈服,这可直接(即不在高于其热

转变温度加热 SMP 材料以使其“软化”)用于使该垫料依循给定表面。SMP 材料在这种情况下可承受的最大应变在一些实施方案中与该材料在高于其热转变温度变形时的情况相当。

[0048] 尽管已参考和将进一步参考热响应 SMP 材料,但本领域技术人员根据本公开会认识到,除了或取代热响应 SMP 材料,可容易地使用光响应 SMP 材料和通过其它方法活化的 SMP 材料。例如,代替使用热,可以在光响应 SMP 材料中通过用有效形成特定交联的特定波长的光照射该光响应 SMP 材料(在负荷的同时)和随后仍在负荷的同时停止照射来固定临时形状。为恢复原始形状,可以用有效裂解该特定交联的相同或不同的特定波长的光照射该光响应 SMP 材料(载荷移除了)。

[0049] 这说明,可以选择 SMP 材料以提供宽范围的被动环境条件或主动诱发条件,它们可用作第一条件 32 以获得第一表面纹理 30 和用作第二条件 42 以获得第二表面纹理 40。

[0050] 无论 SMP 材料的特定类型如何,合适的形状记忆聚合物可以是热塑性塑料、热固性 - 热塑性共聚物、互穿网络、半 - 互穿网络或混合网络。该 SMP 材料“单元”或“链段”可以是单聚合物或聚合物共混物。该聚合物可以是含侧链或树枝状结构构件的线型或支化弹性体。适用于形成形状记忆聚合物的聚合物组分包括,但不限于,聚磷腈、聚(乙烯醇)、聚酰胺、聚酰亚胺、聚酯酰胺、聚(氨基酸)、聚酐、聚碳酸酯、聚丙烯酸酯、聚烯、聚丙烯酰胺、聚烷撑二醇、聚环氧烷、聚对苯二甲酸亚烷基酯、聚原酸酯、聚乙烯醚、聚乙烯酯、聚卤乙烯、聚酯、聚交酯、聚乙交酯、聚硅氧烷、聚氨酯、聚醚、聚醚酰胺、聚醚酯及其共聚物。合适的聚丙烯酸酯的实例包括聚(甲基丙烯酸甲酯)、聚(甲基丙烯酸乙酯)、聚(甲基丙烯酸丁酯)、聚(甲基丙烯酸异丁酯)、聚(甲基丙烯酸己酯)、聚(甲基丙烯酸异癸酯)、聚(甲基丙烯酸十二烷基酯)、聚(甲基丙烯酸苯基酯)、聚(丙烯酸甲酯)、聚(丙烯酸异丙酯)、聚(丙烯酸异丁酯)和聚(丙烯酸十八烷基酯)。其它合适的聚合物的实例包括聚苯乙烯、聚丙烯、聚乙烯酚、聚乙烯基吡咯烷酮、氯化聚丁烯、聚(十八烷基乙烯基醚)、聚(乙烯乙酸乙烯酯)、聚乙烯、聚(环氧乙烷)-聚(对苯二甲酸乙二醇酯)、聚乙烯 / 尼龙(接枝共聚物)、聚己内酯 - 聚酰胺(嵌段共聚物)、聚(己内酯)二甲基丙烯酸酯 - 丙烯酸正丁酯、聚(降冰片烯基 - 多面体低聚倍半硅氧烷)、聚氯乙烯、氨基甲酸乙酯 / 丁二烯共聚物、含聚氨酯的嵌段共聚物、苯乙烯 - 丁二烯嵌段共聚物等。在意的是 SMP 的湿活化的一个示例性实施方案中,可以使用各种聚氨酯作为活化条件响应材料 50。用于形成上述 SMP 中的各种链段的聚合物可购得或可使用常规化学方法合成。本领域技术人员能够容易使用已知化学方法和加工技术制备该聚合物而无需过度实验。

[0051] 参照图 2A-2D,包括可选择性纹理化表面 20 的制品 10 包含主体 12,图 2C 和 2D。主体 12 包括容纳活化条件响应材料 50 的凹穴 14,也可包括各自容纳活化条件响应材料 50 的多个凹穴 14。合适的活化条件响应材料 50 (或多种材料 50) 经构造以在暴露在合适的活化流体 51 中时提供体积变化,优选实质体积变化。弹性流体可透膜 16 经构造以允许所需活化流体 51 进出凹穴 14 以接触活化条件响应材料 50 且活化条件响应材料 50 有效地与该透湿层相关联以在膨胀时该材料抵住弹性膜 16,由此使该膜弹性变形和提供凸起 22。因此,在其中可纹理化表面 20 尚未暴露在活化流体 51 中的第一活化条件 32 中,提供第一表面纹理 30,其中可纹理化表面 20 如图 2C 中所示基本平坦。在其中可纹理化表面 20 已暴露在活化流体 51 中的第二活化条件 42 中,提供第二表面纹理 40,其中可纹理化表面 20 如图 2D 中所示包括凸起 22。在一个示例性实施方案中,活化条件响应材料 50 包括干凝胶材

料 54 且活化流体 51 是有机或无机液体, 例如液体水形式的水分。可以使用任何合适的干凝胶, 包括具有大约 25% 的孔隙率和大约 150 - 900 平方米 / 克的表面积和大约 1-10 纳米的孔尺寸的那些。在另一示例性实施方案中, 活化条件响应材料 50 包括 SMP 材料 53, 将其模制以从凹穴 14 中提供至少一个前体凸起 22' (图 2A) 并随后例如通过使用加热压板 90 (或如图 1B 中所示的两个相对压板 90) 压制来成型以用主体 12 的表面 13 提供基本平坦表面(图 2B), 于是将流体可透膜层 16 通过粘合到表面 13 上来并入主体 12 中(图 2C)。

[0052] 参照图 3A-3C, 包括可选择性纹理化表面 20 的制品 10 包含主体 12。主体 12 包括刚性背衬 114。刚性背衬可包括任何合适的刚性背衬材料, 包括各种金属、聚合物、陶瓷或复合材料或其组合。活化条件响应材料 50 的层 115 如图 3A 中所示位于刚性背衬 114 的外表面 116 上。层 115 可具有任何合适的厚度( $t$ )以提供所需的如本文所述使可纹理化表面 20 纹理化的能力。外表面 116 上方的厚度( $t$ )可以恒定或可变。活化条件响应材料 50 可包括对包含对该材料施加的剪切应力变化的活化条件做成响应的触变材料 56 或剪切增稠(或稀化)流体 58。如图 3B 中所示在活化条件响应材料 50 的层 115 上布置弹性挠性或可变形层 118 并连接到背衬 114 的上表面 121 上。弹性挠性层 118 可包括任何合适的弹性挠性材料 117, 包括各种金属、聚合物、陶瓷或复合材料或其组合。这代表第一活化条件 32 和第一表面纹理 30, 其中可纹理化表面 20 如图 3B 中所示基本平坦。合适的活化条件响应材料 50 经构造以在如图 3C 中所示由物体 120 施加合适的剪切应力 119 时提供形状变化。在施加剪切应力 119 时, 可纹理化表面 20 暴露在第二活化条件 42 下并呈现具有凹进 23 的第二表面纹理 40。由于触变材料 56 或剪切增稠流体 58 的性质, 可纹理化表面 20 的响应可以是时间相关的。可以由任何合适的物体 120, 包括制品、机械或人类使用者、施加剪切应力 119。在一个示例性实施方案中, 制品 10 是平片且该物体是压板 120。在另一示例性实施方案中, 制品 10 是方向盘且该物体是压住方向盘的人类使用者的手的手指 121。在释放剪切应力 119 后, 弹性挠性层 118 施加法向力和剪切力的组合, 它们经构造以使制品 10 逐渐恢复至第一活化条件和图 3B 中图解的构造; 因此, 可纹理化表面 20 是可逆的。可以通过任何合适的布置方式将弹性挠性层 118 置于层 115 上, 包括将其连接到主体 12 的一部分, 如上表面 121 上。

[0053] 参照图 5, 描述使用包括可选择性纹理化表面 20 的制品 12 的方法 200。方法 200 包括: 由有效地与所述可选择性纹理化表面 20 相关联并经构造以在第一活化条件 32 中提供第一表面纹理 30 和在第二活化条件 42 中提供第二表面纹理 40 的活化条件响应材料 50, 包含活性材料 52、干凝胶材料 54、触变材料 56 或剪切增稠材料 58 或其组合, 形成 210 具有可选择性纹理化表面 20 的制品 12, 所述可选择性纹理化表面 20 如本文所述具有与第一活化条件 32 相关联的第一表面纹理 30 和与第二活化条件 42 相关联的第二表面纹理 40, 其中第一表面纹理 30 不同于第二表面纹理 40。方法 200 还包括使所述可选择性纹理化表面 20 暴露 220 在第一活化条件 32 或第二条件 42 之下以分别提供第一表面纹理 30 或第二表面纹理 40 之一。方法 200 还可以包括暴露 230 制品 12, 其中使所述可选择性纹理化表面 20 暴露在第一活化条件 32 或第二活化条件 42 另一者下以提供第一表面纹理 30 或第二表面纹理 40 的另一者。

[0054] 尽管已参照示例性实施方案描述本发明, 但本领域技术人员会理解, 可以在不背离本发明范围的情况下作出各种变动和用等效物取代其要素。此外, 可以在不背离其基本

范围内作出许多修改以使特定情况或材料适应本发明的教导。因此，无意将本发明限于作为本发明的最佳实施方式公开的具体实施方案，本发明包括落在本申请范围内的所有实施方案。

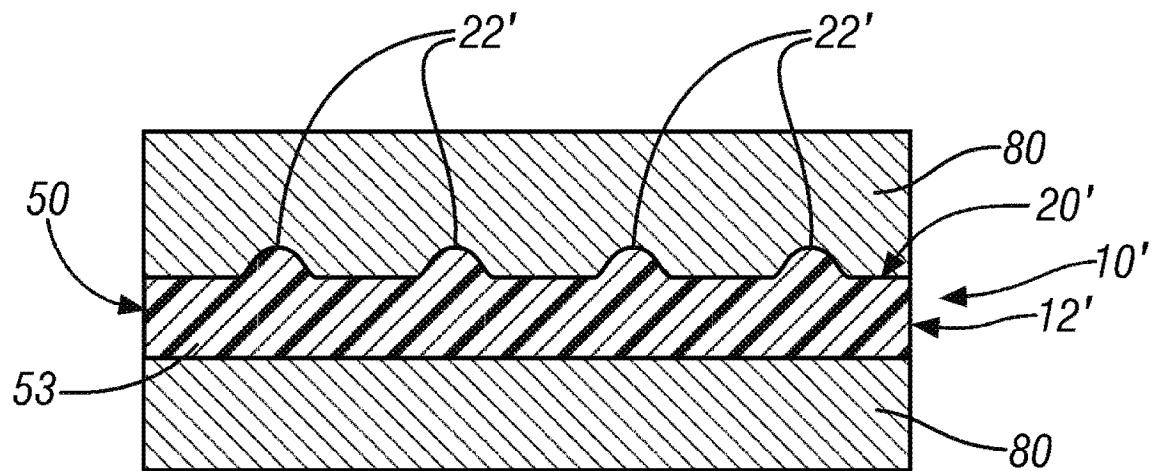


图 1A

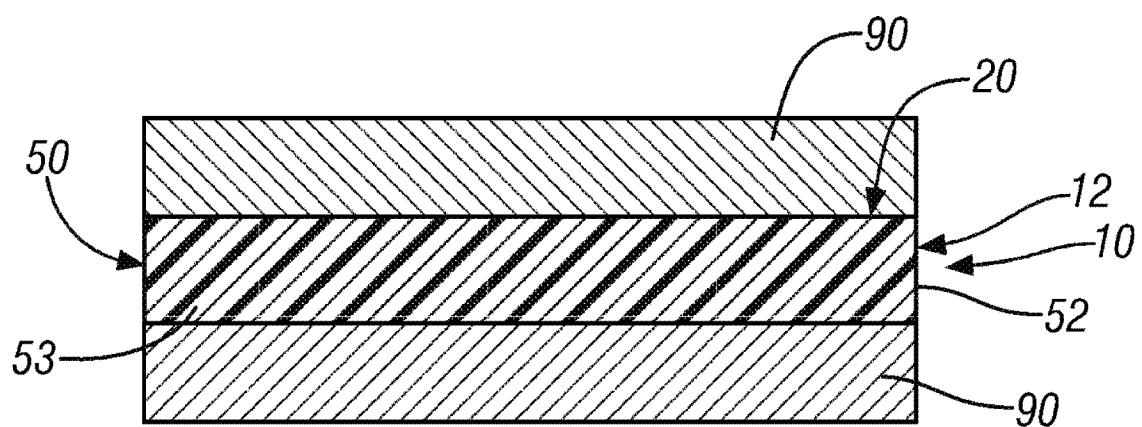


图 1B

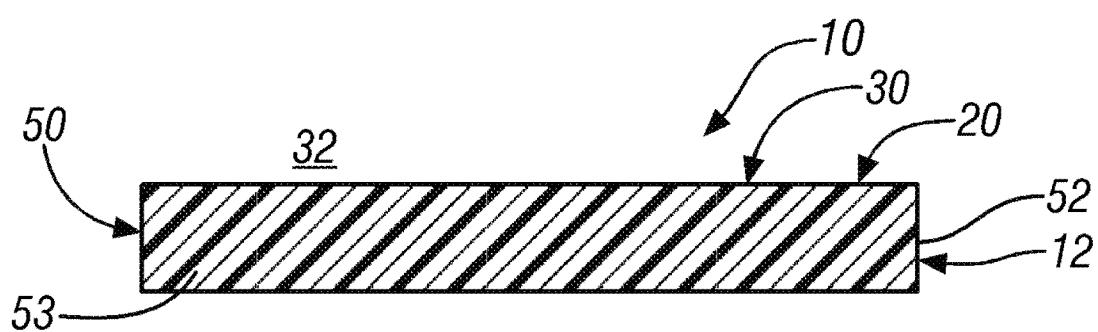


图 1C

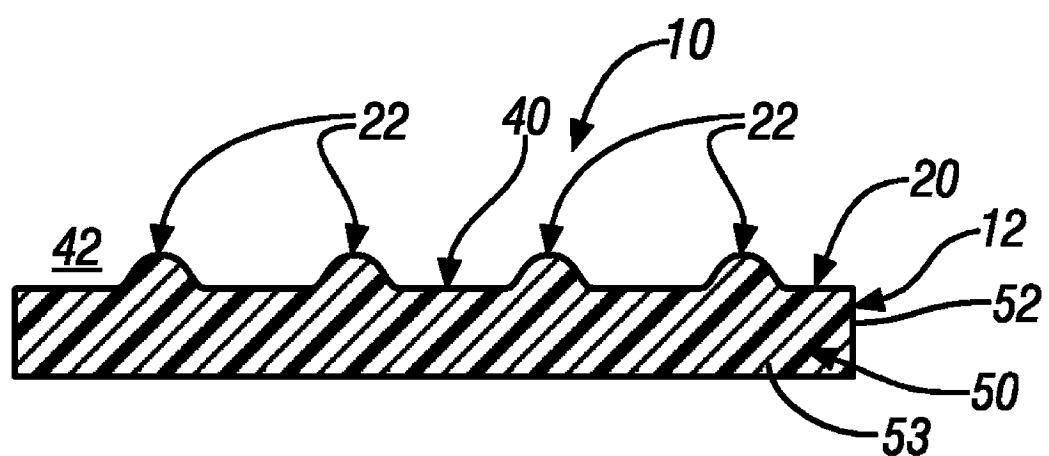


图 1D

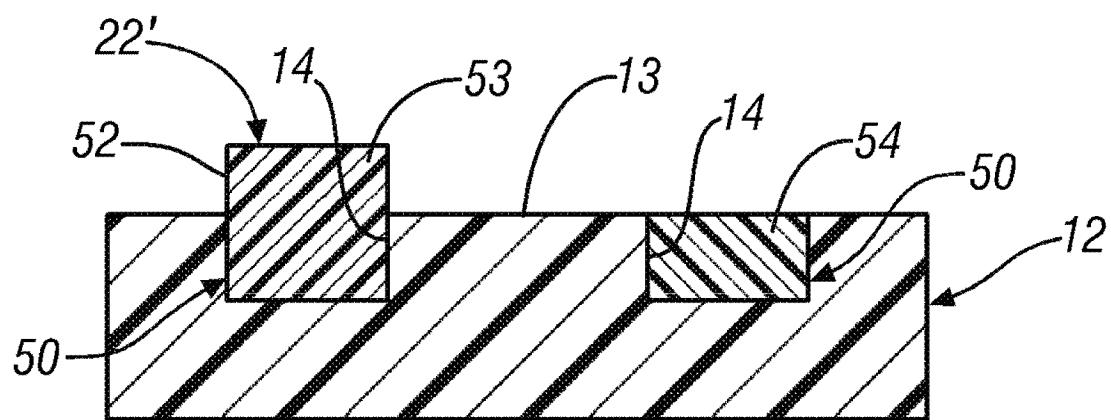


图 2A

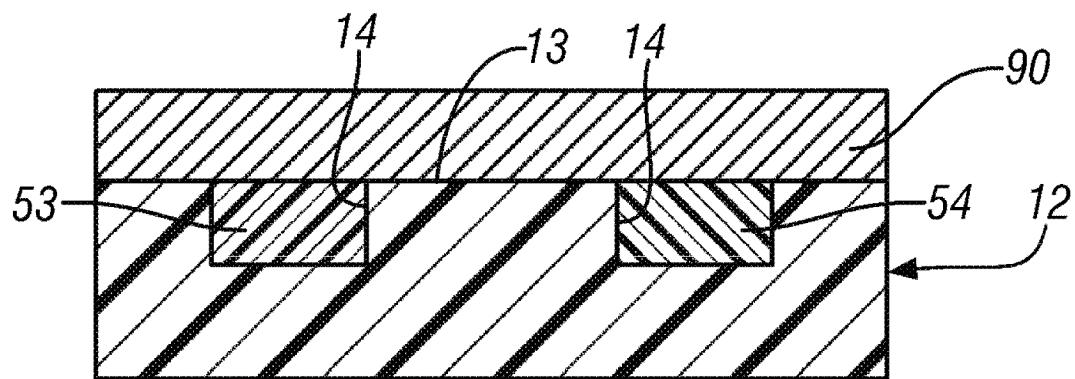


图 2B

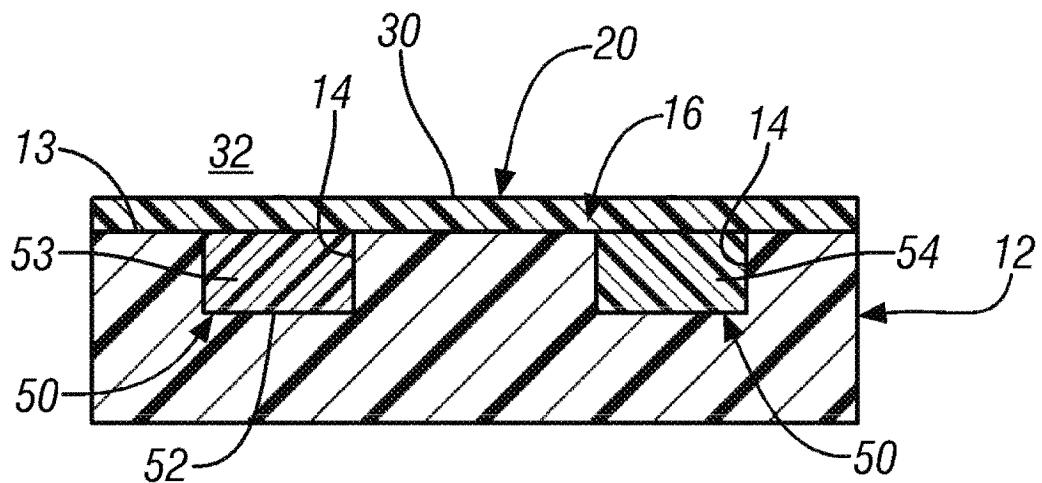


图 2C

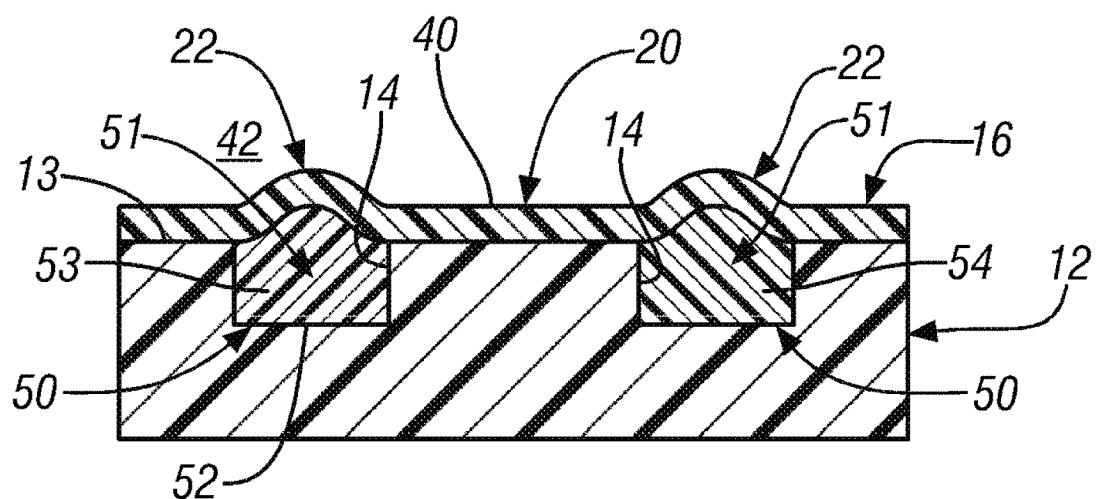


图 2D

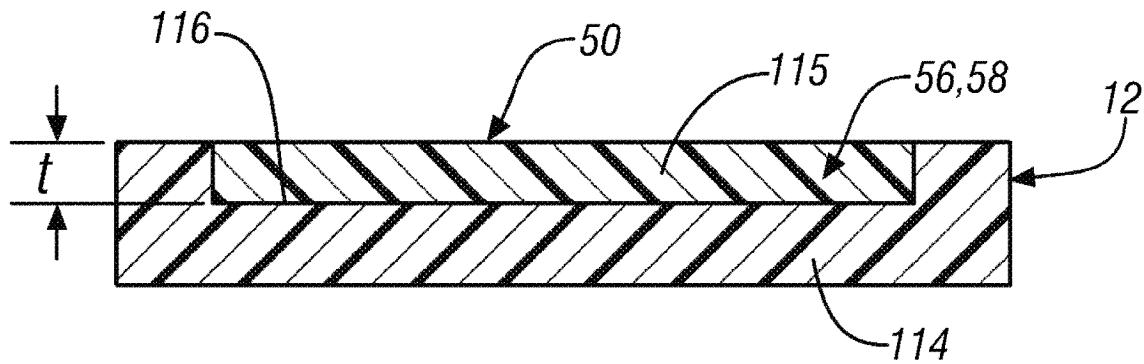


图 3A

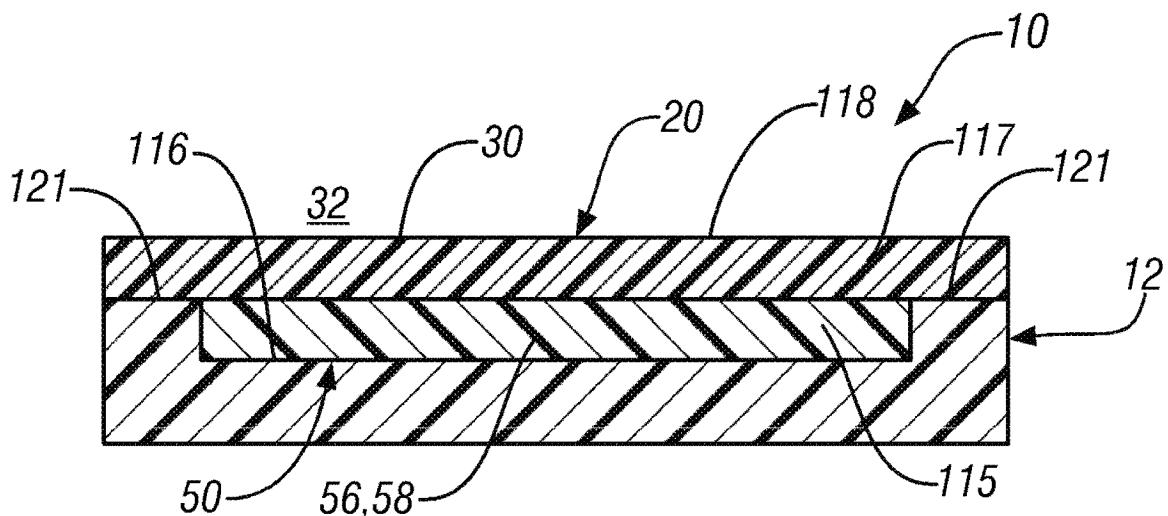


图 3B

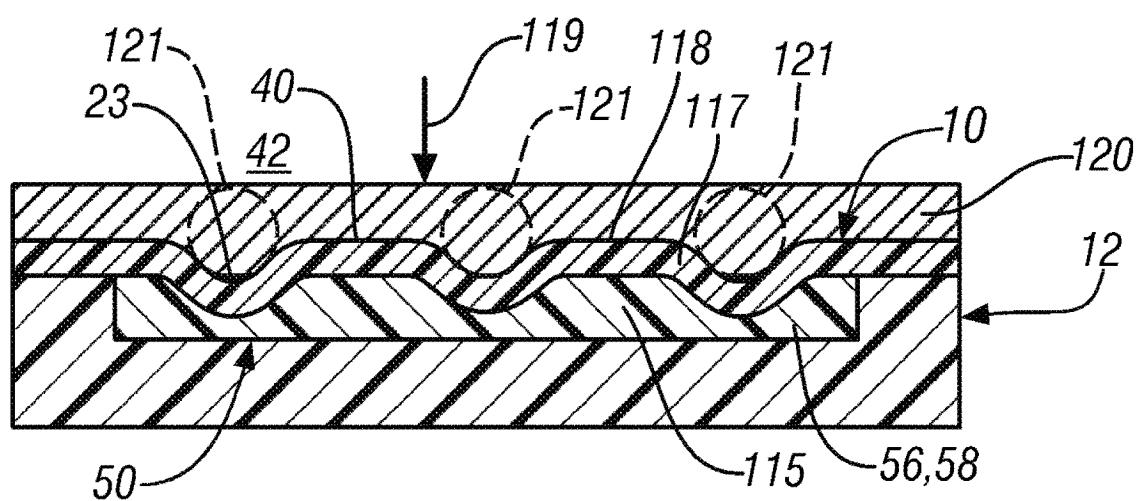


图 3C

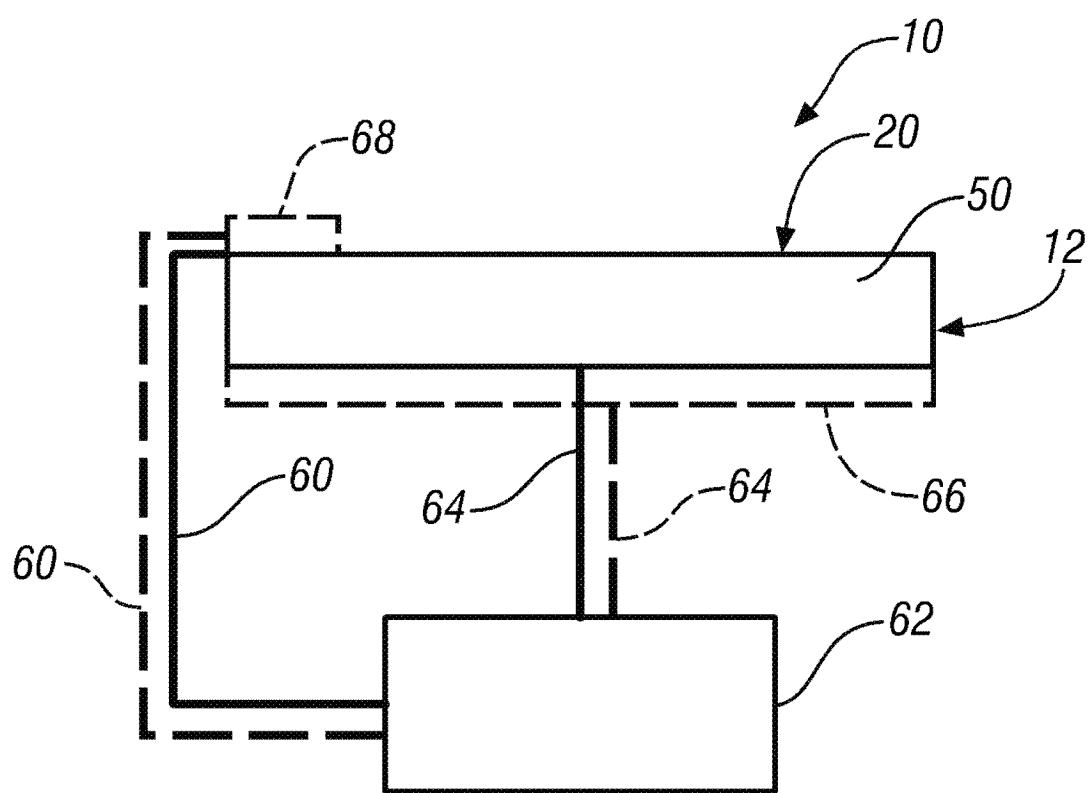


图 4

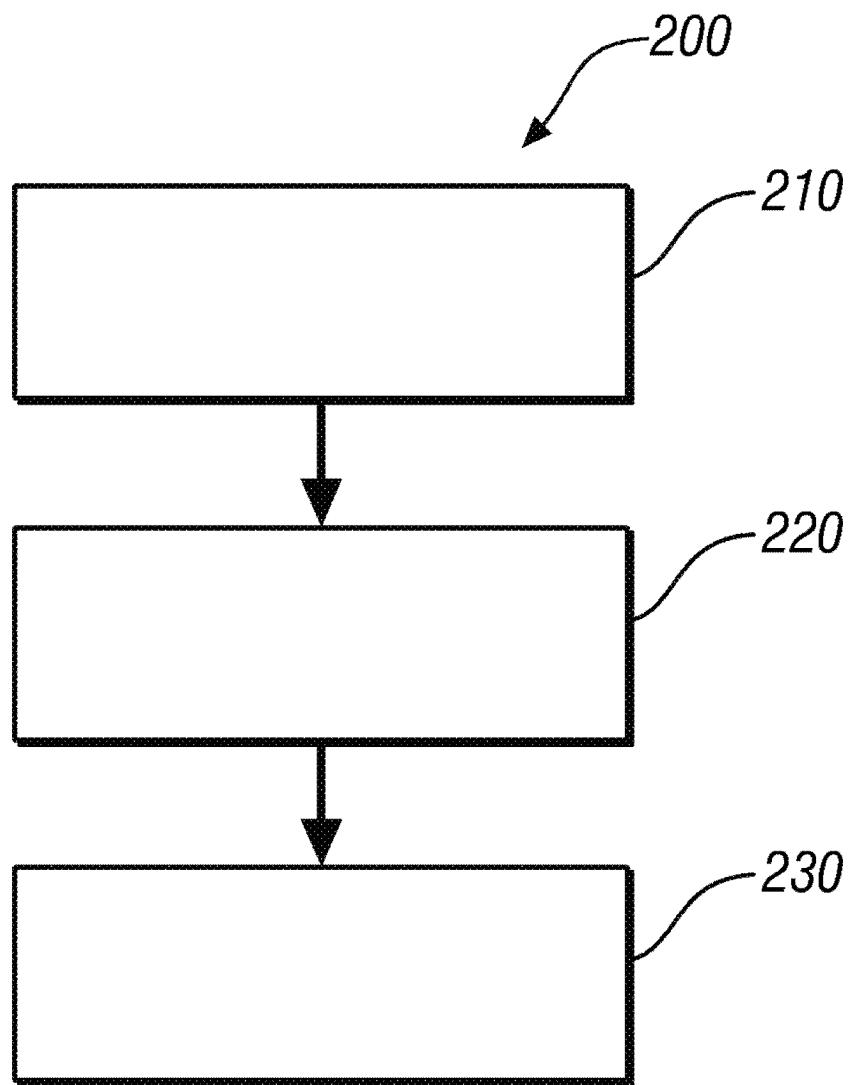


图 5