



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105415769 B

(45)授权公告日 2019.07.16

(21)申请号 201510824686.0

B32B 15/08(2006.01)

(22)申请日 2012.02.17

B32B 15/18(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B32B 37/06(2006.01)

申请公布号 CN 105415769 A

B32B 37/10(2006.01)

(43)申请公布日 2016.03.23

(30)优先权数据

61/444,942 2011.02.21 US

(62)分案原申请数据

201280018239.0 2012.02.17

(73)专利权人 多产研究有限责任公司

地址 美国密歇根州

(72)发明人 S·米兹拉西 E·米兹拉西

(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有
限公司 44205

代理人 冯剑明

(56)对比文件

US 6673468 B1,2004.01.06,

US 6673468 B1,2004.01.06,

WO 2010021899 A1,2010.02.25,

WO 2010021899 A1,2010.02.25,

US 3948614 A,1976.04.06,

US 3948614 A,1976.04.06,

US 5691037 A,1997.11.25,

US 5691037 A,1997.11.25,

US 7510621 B2,2009.03.31,

WO 2004048087 A1,2004.06.10,

US 2007295704 A1,2007.12.27,

审查员 李闪

(51)Int.Cl.

B32B 5/14(2006.01)

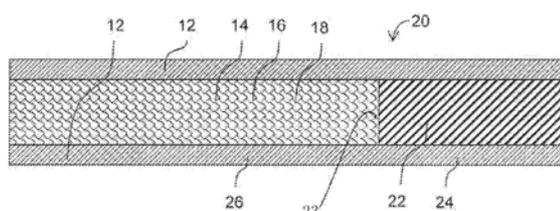
权利要求书3页 说明书17页 附图4页

(54)发明名称

包括不同性能的区域的材料和方法

(57)摘要

本发明针对复合材料、包含复合材料的物品以及生产和使用它们的方法。复合材料(20)包括多个区域,其一种或多种性能不同。复合材料一般包括两个区域(24)、(26),它们的以下一种或多种(例如全部)性能不同:抗张强度、厚度或密度。复合材料一般包括第一金属薄板(12)、第二金属薄板(12);一个或多个插入第一金属薄板(12)和第二金属薄板(12)之间的金属衬垫;以及一插入第一金属薄板(12)和第二金属薄板(12)之间的聚合物层(例如一核心层(15))。聚合物层优选包括一种热塑性聚合物(9)。复合材料包括一第一区域(24),其具有一插入到各金属薄板(12)之间的一衬垫(22),以便使第一区域(24)相对于第二区域(26)具有高抗张强度,高厚度、高密度或者它们的任何组合。



1. 一种轻质复合物，
其中轻质复合物是一复合薄板，所述复合薄板包括：
 - i) 第一金属薄板，厚度为0.05mm-30mm；
 - ii) 第二金属薄板，厚度为0.05mm-30mm；
 - iii) 一个或多个插入第一和第二金属薄板之间的金属衬垫；及
 - iv) 插入第一和第二金属薄板之间的聚合物层，其中聚合物层的厚度大于第一金属薄板；其中聚合物层包括一热塑性聚合物；
一个或多个金属衬垫包括一衬垫，所述衬垫的厚度大于0.2mm，宽度为20mm或更大，以及长度为所述复合薄板的长度；
所述复合薄板包括一第一区域，所述第一区域具有插入到第一和第二金属薄板之间的一金属衬垫；和
所述复合薄板包括一第二区域，其中所述第一区域和第二区域的厚度相同，并且第一区域的抗张强度比第二区域高至少10%；
其中所述复合薄板具有垂直于复合薄板长度的相同横截面。
2. 根据权利要求1所述的轻质复合物，其中：
所述金属衬垫的数量是一个；
第二区域的特征是在第一和第二金属薄板之间没有金属衬垫；并且
基于轻质复合物的总体积，轻质复合物包括占总体积15%或更多的聚合物层。
3. 根据权利要求1所述的轻质复合物，其中
第二区域的特征是在第一和第二金属薄板之间没有金属衬垫；
基于轻质复合物的总体积，轻质复合物包括占总体积15%或更多的聚合物层；
金属衬垫的数量是两个，并且两个金属衬垫是隔开的。
4. 根据权利要求1所述的轻质复合物，其中聚合物层包括浓度足够的金属纤维，使得轻质复合物能在包括聚合物层的区域焊接。
5. 根据权利要求1-4中任一项所述的轻质复合物，其中轻质复合物包括一聚合物层，所述聚合物层在第一金属薄板和金属衬垫之间。
6. 根据权利要求1-4中任一项所述的轻质复合物，其中所述复合薄板在金属衬垫和第一金属薄板之间不含聚合物层，并且复合薄板在金属衬垫和第二金属薄板之间不含聚合材料；其中金属衬垫由展开金属卷材形成。
7. 根据权利要求1-4中任一项所述的轻质复合物，其中
第一金属薄板，第二金属薄板，金属衬垫或其任意组合包括高强度钢；并且
热塑性聚合物是聚乙烯。
8. 根据权利要求4所述的轻质复合物，其中
所述金属衬垫可通过如下方法连接到一个或多个金属薄板上：使用粘接剂、通过焊接、使用底漆或其任意组合；
所述第二区域的特征是在第一和第二金属薄板之间没有金属衬垫插入；
基于轻质复合物的总体积，轻质复合物包括占总体积15%或更多的聚合物层；
所述复合物包括足够量的聚合材料，使得轻质复合物的密度比其他材料相同、但聚合

材料被第一金属薄板和第二金属薄板中更轻者的材料代替的复合物低5%或更多；

所述第一区域能够使用电阻焊方法焊接；

第一金属薄板和第二金属薄板具有重叠区域，并且95%或更多的重叠区域包括存在于两金属薄板之间的金属衬垫和/或聚合物层；

复合薄板在金属衬垫和第一金属薄板之间不含聚合材料，和/或所述复合物在金属衬垫和第二金属薄板之间不含聚合材料；

所述复合薄板具有统一的厚度；

第一金属薄板、第二金属薄板、金属衬垫或其任意组合包括钢。

9. 一种轻质复合物，

其中轻质复合物是一复合薄板，所述复合薄板包括：

i) 第一金属薄板，厚度为0.05mm-30mm；

ii) 第二金属薄板，厚度为0.05mm-30mm；

iii) 一个或多个插入第一和第二金属薄板之间的金属衬垫，其中金属衬垫由展开金属卷材形成并沿着复合薄板的长度延伸；及

iv) 插入第一和第二金属薄板之间的挤出聚合物层，其中聚合物层的厚度大于第一金属薄板；其中挤出聚合物层沿着复合物的长度延伸；

其中聚合物层包括一热塑性聚合物；

所述复合薄板包括一第一区域，所述第一区域具有插入到第一金属薄板和第二金属薄板之间的一金属衬垫；和

所述复合薄板包括一第二区域，其中第二区域的特征在于在第一金属薄板和第二金属薄板之间没有金属衬垫插入；其中金属衬垫的厚度为0.2mm或更大，宽度为20mm或更大以及长度为复合薄板的长度；其中所述复合薄板具有垂直于复合薄板长度的相同横截面。

10. 根据权利要求1-4和9中任一项所述的轻质复合物，其中在第一区域中的金属衬垫具有一厚度 t_i ，第一区域包括所述第一金属薄板和金属衬垫之间的间距 t_{s1} ， t_{s1} 大于0，并且，第一区域包括第二金属薄板和金属衬垫之间的间距 t_{s2} ；其中 t_i 与 $(t_{s1}+t_{s2})$ 之和的比例为1或更大；并且第一金属薄板和金属衬垫之间的间隔包括聚合物层。

11. 根据权利要求10所述的轻质复合物，其中一个或多个金属衬垫的总宽度是 W_i ，没有金属衬垫的区域的总宽度是 W_c ，其中 W_c 与 W_i 的比例是1.5或更大。

12. 根据权利要求1或9所述的轻质复合物，其中一个或多个金属衬垫中的每一个的厚度大于0.2mm、宽度为20mm或更大；第一金属薄板包括钢，第二金属薄板包括钢，并且第一金属衬垫包括钢。

13. 根据权利要求12所述的轻质复合物，其中金属衬垫的数量为1。

14. 根据权利要求1-4和9中任意一项所述的轻质复合物的生产方法，包括挤出聚合材料层或者使聚合材料层在模具中成型的步骤。

15. 根据权利要求14所述的方法，包括：

i) . 使金属衬垫接触聚合材料的一部分的步骤，其中所述接触发生在当聚合材料的该部分具有足够高的温度以熔化聚合材料中的热塑性聚合物时；

ii) . 施加压力到包括第一金属薄板的一部分、第二金属薄板的一部分和聚合物层的至少一部分的第二区域，以用于将聚合物层结合到第一金属薄板和/或第二金属薄板的步骤；

iii). 施加压力的步骤, 包括在一对辊之间传送轻质复合材料的至少一部分的步骤; 或
iv). i)、ii) 和iii) 的任意组合。

16. 一种形成部件和组件的方法, 包括以下步骤:

使权利要求1-4和9中任意一项所述的轻质复合材料变形, 以形成成型薄板, 以及将成型薄板电阻焊接至金属材料。

17. 一部件, 由权利要求1-4和9中任一项所述的轻质复合物形成, 其中所述部件具有一冲压构型并且焊接到一金属部件上。

包括不同性能的区域的材料和方法

[0001] 要求申请日的权益

[0002] 本发明要求2011年2月21提交的申请号为61/444,942的美国临时申请的申请日权益;其内容通过引用整体结合到本文中。

技术领域

[0003] 本发明一般涉及具有三明治结构的复合材料,其包括一插入两个金属层之间的聚合物核心,其中复合材料包括多个具有一种或多种不同性能的区域,本发明还涉及用于制造这种复合材料的工艺、用于生产包括这种复合材料的部件的工艺以及包括这种复合材料的部件。

背景技术

[0004] 许多金属部件需要有较高性能的区域和其他性能要求较低的区域。以减轻重量和/或部件材料的使用量,有各种技术加工、切割、或以其他方式裁剪作为整体的金属部件。

[0005] 例如,近期已经通过使用拼焊板实现了部件重量减少的发展,该拼焊板包括沿一边缘焊接在一起的不同厚度的金属。拼焊板、生产、焊接这种板的方法以及拼焊板的应用的实例描述在专利号为7,062,853 (Reed等人),专利号为6,957,848 (Walther) 和专利号为7,543,384 (Ni等人) 的美国专利中,在“拼焊板”和2004年12月6日的I-Car优势在线(<http://www.i-car.com/pdf/advantage/online/2004/120604.pdf>),这些都通过引用整体结合到本文中。

[0006] 尽管在拼焊板中实现了重量的减少,但是,仍然需要有一材料系统,进一步实现重量减少,费用减少,以及易于制造,易于处理,易于焊接到其他部件或者它们的任何组合。这些材料还需要有良好的阻尼性能、良好的耐腐蚀性,能够容易的形成(例如在一个或多个区域),或者它们的任意组合。

发明内容

[0007] 本发明是基于设计和制造复合材料的能力,该复合材料包括具有不同性能的多个区域。优选的,可在具有不同性能要求的部件中使用该复合材料,使得该部件的重量能够减少(例如与通过整块金属形成的部件相比)或者使得这种部件制造起来更容易或成本更低。

[0008] 一般来说,此处的教义适合包括核心层的复合材料,该核心层包括被夹在两金属层之间的聚合物。复合材料优选包括具有不同厚度的两个区域,一区域包括一衬垫(例如另一不同的区域不含衬垫),或者两个区域皆包含衬垫。

[0009] 根据本发明的一个方面,复合材料是一轻质复合物,包括:第一金属薄板;第二金属薄板;一个或多个插入第一和第二金属薄板之间的金属衬垫;以及一插入第一和第二金属薄板之间的聚合物层;其中聚合物层包括一热塑性聚合物;轻质复合物包括一具有插入第一金属薄板之间的衬垫的第一区域,其中第一区域具有相对高的抗张强度和/或相对较

高的厚度；轻质复合材料还包括一第二区域，其抗张强度弱于第一区域和/或厚度小于第一区域。

[0010] 本发明的另一个方面是针对一种生产轻质复合材料，例如根据本文教义获得的复合材料的方法，包括挤压聚合物材料层或者使聚合物材料层在模具中成型的步骤。

[0011] 本发明的另一个方面是针对一种形成一部件或组件的方法，包括使复合材料，例如根据本文教义获得的复合材料变形的步骤。

[0012] 根据本文教义获得的轻质复合材料通过使用冲压工艺变形和/或通过电阻焊工艺焊接。

[0013] 本发明的另一个方面是针对一种部件或组件，例如通过根据本文教义获得的方法和/或根据本文教义获得的复合物材料形成的汽车零件或组件。

附图说明

[0014] 图1是通常具有同样性能和统一厚度的示例性复合物图；

[0015] 图2是一示例性复合物的横截面图，其通常具有统一厚度并包括一衬垫使其具有性能不同的区域；

[0016] 图3是一示例性复合物的横截面图，该复合物通常具有统一厚度和包括两个衬垫使其具有性能不同的区域；

[0017] 图4是一示例性复合物的横截面图，该复合物通常具有统一厚度和包括两个具有不同宽度的衬垫；

[0018] 图5是一示例性复合物的横截面图，该复合物通常具有统一厚度，并包括一衬垫，其附着接触一个金属层但不接触第二金属层；

[0019] 图6是包括一衬垫的示例性复合物的横截面图，该衬垫不接触金属层；

[0020] 图7-图8是示例性轻质复合物的横截面图，该图阐明了衬垫、两个金属层和核心层的特征；

[0021] 图9、10、11、12、13、14A、14B和14C是具有不同厚度区域的示例性轻质复合物的横截面图；

[0022] 图15显示了根据本文教义，复合材料相对于通过激光焊接两个整体金属板制造的拼焊板的重量减少。

具体实施方式

[0023] 根据本文教义，轻质复合材料（即异质轻质复合物）能够满足部件需具备表现性能不同的区域的需求，例如通过使用具有不同厚度的拼焊板实现的性能。通过采用具有多样性的机械和/或物理性能的新型复合物，与通过使用拼焊板制造的部件相比，有可能出乎意料的进一步减少部件的重量以及简化制造工艺。可以采用多种方法实现这些必须的多种性能。例如，复合物可采用一个或多个加强或加固组件，复合物可采用一个或多个厚度不同的组件，复合物可采用不同的材料，或它们的任何组合。

[0024] 根据本文教义，轻质复合材料不同于其他通常具有统一厚度和统一性能的复合物，如图1所示的复合物10。例如，通常具有不同性能的复合物在国际公布号为W0 2010/021899和W02011/100734（2011年2月15日提交）的国家专利申请和国际专利申请PCT/US11/

45778 (2011年8月15日提交) 中有所描述, 其内容通过引用整体结合到本文中。通过参考图1所示的复合物薄板的横截面图, 复合物10可以是一三明治结构的复合物, 其包括一对金属层12和一插入金属层12之间的核心层14。一般来说图1所示的复合物10沿着其长度和宽度具有统一的厚度。如图1所示的复合物10沿着其长度和宽度具有统一的性能(例如通常具有恒定的拉伸性能和/或恒定的刚度)。核心层14和金属层12可能各自具有通常一致的厚度。核心层14可包括一聚合物16和金属纤维18。图1中的金属纤维具有一宽度和厚度(如与长度垂直的方向), 它们与核心层厚度相比相对较小。在复合物10中任何位置的金属层12之间的空间中的金属量通常低于总体积的约60%, 低于总体积的50%或者低于总体积的40%。因此, 复合10具有有限的一般统一的金属增强性。

[0025] 根据本文教义获得的轻质复合材料通常是异质的, 因为复合物具有两个或更多个具有不同横截面和/或不同机械性能的区域。参考图2, 一异质轻质复合物20可具有一第一区域24, 其具有一与第二区域26不同的横截面。第一区域24可包括一插入到一对金属层12之间的衬垫22。第二区域26可包括核心层14, 其包括一个或多个聚合物16。衬垫22优选由比核心层14的抗张强度更高的材料形成。核心层也可可选的包括足够数量的一种或多种金属纤维18, 使得可使用电阻焊工艺焊接第二区域。如图2所示, 衬垫22可接触一个或两个金属层12和/或核心层14可接触一个或两个金属层12。例如, 核心层14和/或衬垫22可在它们各自的区域均跨越两个金属层12之间的空间。如图2所示, 衬垫22可接触核心层14。例如, 衬垫22可在其边缘表面23上接触核心层14。在衬垫22和核心层14之间的唯一接触可以是沿着衬垫22的一个边缘表面23。

[0026] 异质轻质复合物可包括两个以上的区域, 如图3所示的复合物20的横截面中, 该复合物包括至少两个具有较高抗张强度的区域24和一具有较低抗张强度的区域26。相对较低的抗张强度区域26可将两个相邻的抗张强度相对较高的区域24分隔开。复合物20可包括两个衬垫22。一个或两个衬垫22可跨越两金属层12之间的距离, 核心层14可跨越两金属层12之间的距离, 衬垫22的一个或两个可沿着衬垫22的边缘接触核心层14, 或者它们的任意组合。参考图2、3、4、5、6、7和8所示的横截面图, 复合物20可具有通常统一的厚度。因此, 复合物20的异质性可能主要由于(或仅仅由于)复合物的不同区域的材料不同。异质轻质复合物20可具有一衬垫22延伸至复合材料的一个或多个边缘25, 如图3所示。因此, 复合材料可具有一宽度, 其特征是沿着周边区域具有较高的抗张强度, 沿着中央区域具有相对较低的抗张强度。复合材料可包括两个或更多个抗张强度相对较低的区域26, 如图4所示。例如, 两个相邻的抗张强度相对较低的区域26可通过一个或多个衬垫22分隔开。如图4所示, 复合物可包括具有不同宽度的两个衬垫22和/或两个核心层14具有不同的宽度。如图4所示, 一衬垫22可在衬垫的两个边缘上接触核心层材料。

[0027] 有两个或更多个衬垫的复合材料可包括由相同或不同材料制造的衬垫。例如, 复合材料可包括一第一衬垫和一第二衬垫, 其性能(例如, 抗张强度、密度、厚度、或其任何组合)相同或不同。特定衬垫的材料由复合材料的功能需求决定, 其在复合材料的不同区域可以不同。为了阐述目的, 复合物的第一区域可能需要比其他不同区域更高的强度, 这可通过使用与其他不同区域的衬垫相比具有更高抗张强度和/或更高厚度的衬垫来实现。

[0028] 可以想象, 衬垫22在衬垫24区域具有比金属层12的分隔距离小的厚度, 如图5和图6所示。例如, 衬垫22可仅接触一个金属层12(如图5所示), 或者一衬垫22可不与金属层12接

触(如图6所示)。衬垫22和金属层12之间的空间可包括一聚合物材料30。聚合物材料30可与核心层14材料相同或不同。衬垫可具有四个表面,与聚合物材料30或者核心层14接触,如图6所示。

[0029] 参考图7和图8,核心层14可具有一厚度(如平均厚度)34,第一金属层可具有一厚度32,第二金属层可具有一厚度36。核心层的厚度可足够大使得复合物重量通常较低(例如比整块金属材料的重量至少小约5%,至少小约10%或者至少小约15,该整块金属材料具有相同尺寸,由与第一金属层和/或第二金属层相同的金属形成)。例如,核心层34的厚度可大于第一金属层32的厚度和/或大于第二金属层36的厚度。优选的,核心层34的厚度大于第一金属层32和第二金属层32的总厚度。参考图8,衬垫具有一厚度(如平均厚度)40,假设为 t_i ,衬垫22和第一金属层12之间的分隔区42的距离可以 t_{s1} ,在衬垫22和第二金属层12之间的分隔区38的距离可以是 t_{s2} 。衬垫的厚度 t_i 可大于 t_{s1} 和/或 t_{s2} 。 t_i 与 $(t_{s1}+t_{s2})$ 的比例优选约为1或更大,更优选的约为1.5或更大,更优选的约为2或更大,最优选的约为3或更大。如上文所讨论的, t_{s1} 和 t_{s2} 可各自约为0。应了解的是,衬垫可被一个或多个在一个或多个表面上接触的衬垫部分代替(例如一衬垫的两个部分可堆叠,例如沿着复合物的厚度堆叠和/或一衬垫的两个部分可沿着一边缘,例如在复合物的宽度方向接触)。因此,那些直接接触的衬垫可视为单个衬垫,可具有在本文中描述的衬垫的多个特征中的一个或其任意组合。

[0030] 参考图8,具有相对较高抗张强度的区域24的宽度46、46' 和/或衬垫22的宽度假设为 W_i 。具有相对较低抗张强度的一区域26的宽度44、核心层14的宽度或者两衬垫22之间的间距可假设为 W_c 。衬垫22在复合物中的总宽度可为 ΣW_i ,核心层的总宽度可为 ΣW_c 。 ΣW_c 优选是足够高使得部件的重量大幅减少(例如,与具有相同尺寸的整块金属相比)。 ΣW_c 与 ΣW_i 的比例可为约0.15或更大,优选为约0.4或更大,更优选为约0.7或更大,更优选为约1.0或更大,更优选为约1.5或更大,最优选为约2.0或更大。

[0031] 异质轻质复合物可具有两个或更多具有不同厚度的区域,例如图9、10、11、12、13、14A、14B和14C所示横截面图所示的那样。例如,复合物可包括、基本上或甚至全部由插入到两金属层12之间的核心层14组成,如图9所示。参考图9,核心层的厚度可能不同。例如,一第一区域24可包括一相对较厚的核心层14,而且第二区域26可包括一相对较薄的核心层。应该理解的是,在具有较厚核心层的区域中的复合物的刚度可大于具有较薄核心层的区域的刚度。第一区域24和第二区域26中的核心层的厚度之比和/或第一区域和第二区域中的复合物的厚度之比可为约1或更大,约1.1或更大,约1.4或更大,约1.6或更大,约2.0或更大。

[0032] 一具有不同厚度的区域的复合物20可包括一个或更多个衬垫22,例如图10、11、12、13、14A、14B和14C中所示横截面图所示。参考图10、11和12,具有相对较高厚度的第一区域可具有较大的刚度和/或较大的抗张强度(例如,与具有较低厚度的区域和/或不包括衬垫的区域相比)。核心层可能存在于复合物的整个宽度,如图9、10和11所示。核心层可能存在于复合物的整个宽度、核心层的厚度通常是相同的(例如图11中所示)、核心层的厚度在复合物的宽度上可不同(例如图9和图10中所示)、在一个或多个区域中复合层可分为多个层(例如图10中所示),或者它们的任意组合。

[0033] 应该理解的是,具有不同厚度区域的复合物可具有在此描述的与通常具有相同厚度的复合物有关的多个特征中的一个或它们的任何组合。

[0034] 一种具有两个或多个厚度不同的区域的复合物可具有一个或多个过渡区域,例如

其中厚度不断变化的过渡区域(如图9-14中所示)。

[0035] 具有相对较厚的区域以及包括相对较厚的核心层的复合物(如聚合物核心层)可采用一个或多个衬垫,使得核心层在相对较厚的区域维持相对较高的厚度(例如当生产复合物时),如图14B所示。在这里,衬垫优选跨越两金属层之间的空间。衬垫的宽度通常较低(例如当核心层增加的厚度为复合物的一种或多种机械性能提供充分的改进时)。

[0036] 复合物在相对较薄的区域可包括一衬垫,如图14C所示。例如,一通常较厚的区域可包括,基本上或者完全由核心层和金属层构成;一通常较薄的层可包括或基本上或完全由衬垫和两个金属层构成,或者它们之间的任意组合。应该理解的是,可采用这种方法制备一具有第一区域和第二区域的复合物,其中第一区域具有比第二区域大的抗张强度,而第二区域的刚度比第一区域大。

[0037] 根据本文的教义,第一金属层和第二金属层之间的一些或所有空间包括一个或多个衬垫和一个或多个聚合物层。优选的,在两个金属层之间的空间的足够的部分被填充有一个或多个衬垫和一个或多个聚合物层,使得复合物能够变形而不需通过撕扯第一金属层或两个金属层和/或使其起皱。例如,两金属层之间的空间部分包括一个或多个衬垫和/或一个或多个聚合物层(通过将衬垫和聚合物层投影到第一和第二金属层之间的重叠区域进行测量,或者通过被衬垫和聚合物层占据的两金属层之间的空间的体积分率进行测量)优选是约50%或更多,更优选是约75%或更多,更优选是90%或更多,更优选是95%或更多,最优选是98%或更多。

[0038] 如前所述,可以设想到此处的复合物可采用三明治结构,通过此结构,大量聚合物核心置于通过以一定间距隔开的层之间的相对面的一侧。例如,本文中的结构可包括两个板(例如,金属薄板),有一聚合物核心层插入两个板之间并优选与板接触。聚合物核心层由包括一种或多种聚合物的材料形成,可包括一种或多种填料(例如一种或多种加强填料,例如一种或多种金属纤维和/或一种或多种微粒填充物),一种或多种添加剂等。聚合物核心密度比金属层小,降低了复合材料的重量。三明治结构的金属层(例如,第一金属层和第二金属层)可由合适的材料(例如金属)以薄片或薄板的形式制成,或者其他层的整层厚度(如平均厚度)相等或不等。每个金属层(例如,金属层)可具有通常恒定的厚度或者其厚度可变化。相互面对的每一面的金属可由具有相同或不同性能的材料制成,以及可由相同或不同的金属制成。如果金属层由不同厚度的金属薄板制成,或由具有不同性能的材料或者具有不同金属的材料制成。复合物材料可具有一标志或其他确定和区分不同金属层的方式。相对于其他每个层,各层的组成、尺寸(例如,厚度、宽度、体积或其他),形状或其它特征可相同或不同。

[0039] 可使用的金属层的实例在公开号为W0 2010/021899的国际专利申请(由Mizrahi于2010年2月25日公开)的第082-091段,国际专利申请PCT/US2011/24829(由Mizrahi等于2011年2月15日提交)第81-86段以及国际专利申请PCT/US11/45778(于2011年8月15日提交)中有描述,其内容通过引用结合到本文中。优选的金属层包括、基本上或全部由金属或合金构成,其包括铁(例如包括约50%重量或更多的铁原子)、钛、镁、铝(例如包括约50%重量或更多铝原子)或其任意组合。尤其优选的金属层包括、基本上或全部由一种或多种钢铁构成。

[0040] 尤其优选的钢金属层可用一工艺制备,该工艺包括一个或多个热轧步骤、一个或

多个冷轧步骤、一个或多个退火步骤、一个或多个清洗步骤、一个或多个回火步骤(例如,单辊、双辊或其他)或其任意组合。尤其优选的钢金属层的一个或两个表面可以是明亮的(例如,具有一平整的末端或有光泽的平整末端),石色的(例如具有磨石型)、无光泽的(例如,具有一雾面末端或者一磨砂末端),或其任意组合。钢铁可以是裸钢或带有其他涂层、或经过电镀或处理,如在现有技术中已知的或在此描述的那样。不受限制的,钢金属层可包括、基本上或全部由一种或多种锡磨黑钢板构成。

[0041] 金属层可具有一个或多个表面带有镀层或涂层(例如,具有一薄膜),或有一个或多个其他表面处理(例如,清洁、蚀刻、粗糙化或化学修饰表面的处理)。一个或两个金属层可有一个或多个涂层、镀层或表面处理,其提高了已填充聚合物材料粘附到金属层的能力。金属层(例如,一个或两个金属层)可有一个或多个表面镀层、涂层或以其他方式处理,其提供耐腐蚀性,提高与涂料或底漆的粘附力,提高刚度或它们的任意组合。涂层和镀层实例可包括镀锌、电镀锌、镀铬、镀镍、抗腐蚀性处理,电子涂装、涂锌,Granocoat涂料,Bonazinc涂料等的一个或任意组合。应理解的是,可在复合材料上实行一个或多个涂层、镀层或表面处理(例如,在制备复合材料后)。这样,金属层的面对填充聚合物层的表面可不需要涂层,镀层或表面处理,并且金属层的暴露的表面可具有涂层,镀层或表面处理。一个或两个金属层可以不需要涂层、镀层或表面处理(例如,可处理或选择填充聚合物材料使其提供良好的附着到金属层的粘附力而不需涂层、镀层或表面处理)。

[0042] 一个或两个金属层,优选是足够厚,使得在制备和/或处理复合材料时金属层不会起皱,被撕破、形成其他缺陷或其任意组合。优选的,一个或两个金属层的厚度是约0.05mm或更大,更优选是约0.10mm或更大,更优选是约0.15mm或更大,最优选是约0.18mm或更大。优选的,一个或两个金属层的厚度是约30mm或更小,更优选是约10mm或更小,更优选是约3mm或更小,更优选是约1.5mm或更小,更优选是1mm或更小,最优选是0.5mm或更小。例如,该复合材料可用于汽车覆盖件,所述汽车覆盖件需要至少等级A或等级B的表面,优选至少一个等级A的表面(例如,在冲压步骤、焊接步骤、电涂步骤、涂装步骤或其任意组合之后)。这样一种复合材料可具有一等级A的第一表面和一等级不是A的第二表面。等级A表面可以是第一金属层的表面,具有相对高的厚度,可选的,不是等级A表面的表面可以是第二金属层表面,该表面具有相对低的厚度(例如,比第一金属层的厚度小至少约20%或者甚至至少约40%)。优选的,第一金属层的厚度(如平均厚度)与第二金属层的厚度的比例可以从约0.2至约5,优选是从0.5至约2.0,更优选是从约0.75至约1.33并且最优选是从约0.91至约1.1。可以设想,一些应用中需要金属层的厚度有很大的差异(例如,第一金属层和第二金属层的厚度比例大约为0.2或更少,或者约5或更大)。

[0043] 出乎意料的是,填充的聚合物层可相对于复合材料的弯曲模量提供足够的刚度,使得向下测量是可行的,例如,通过在轻质复合材料的一个或多个金属层使用高强度钢,例如在2010年8月27提交的申请号为61/377,599的美国临时专利申请的第120和121段以及国际专利申请PCT/US11/45778(2011年8月15日提交)中所描述的,二者均通过引用结合到本文中。第一金属层和/或第二金属层可包括足够数量的高强度钢,使复合材料的弯曲模量至少约200GPa,其根据ASTM D790测得,其中填充的复合物的浓度足够高,使得复合材料的密度为约0.8dm或更少,其中dm是第一和第二金属层的加权平均密度。这种复合材料竟然是可有以下特征的一个或两个:一高屈服强度,其约为100MPa或更大,大约120MPa或更大,约

140MPa或更大,约为170MPa或更大,大约200MPa或更大,或约240MPa或更大;或者一高抗张强度,其大约为160MPa或更大,约200MPa或更大,大约为220MPa或更大,约250MPa或更大,约270MPa或更大,约290MPa或更大,或大约310MPa或更大。

[0044] 根据此处教义,轻质复合物可包括一个或多个衬垫。所述衬垫可为包括一种或多种材料或基本上或整体由一种或多种材料构成的衬垫,所述一种或多种材料具有相对较高的抗张强度和/或相对较高的刚度(例如,与在此描述的聚合物核心层相比)。衬垫可包括一种或多种材料或基本上或整体由一种或多种材料构成,所述材料抗张强度大于核心层,优选约大20%或更多,更优选约大50%或更多,更优选约大100%或更多,最优选约大150%或更多。

[0045] 衬垫可包括一种或多种金属和/或一种或多种高度填充的聚合物。本文中描述的用于金属层的任何金属或材料都可用于衬垫中。优选的衬垫包括一种或多种钢铁,或者基本上或整体由一种或多种钢铁构成,例如此前描述的关于金属层的钢铁。优选的用于衬垫的高度填充的聚合物包括包含约40%体积或更多的填料的聚合物,例如包含约40%体积或更大体积的玻璃填料。

[0046] 正如本文所讨论的,最好是使用一种或多种粘接剂和/或一种或多种底漆将衬垫和金属层结合在一起。这样,一金属层和/或一衬垫包括一种或多种涂层或处理层,以提高衬垫和金属层之间的粘结强度和/或耐久性。

[0047] 衬垫的厚度优选是足够厚使得衬垫区域的复合材料的抗张强度增加。例如,衬垫可具有一大于约0.1mm的厚度,或大于约0.2mm的厚度,大于约0.3mm、大于约0.4mm、大于约0.5mm、大于约0.7mm,或大于约1.0mm的厚度。衬垫的厚度可为约20mm或更少,约15mm或更少、约10mm或更少、约8mm或更少、约6mm或更少、或约4mm或更少。例如,衬垫的厚度可为约0.5mm至约2.0mm。可以设想采用厚度大于20mm的衬垫。

[0048] 衬垫的宽度优选足够宽使得可使用相对较高抗张强度区域足够宽的复合材料形成一部件,使得该部件满足一种或多种工程需求。例如,衬垫可足够宽,使得复合物可在衬垫区域焊接到另一种材料上(采用一种、两种、三种或更多的焊接点)。衬垫的宽度可为约20mm或更大,约50mm或更大、约80mm或更大、约100mm或更大、约150mm或更大、或约200mm或更大。衬垫优选仅仅具有必须的宽度,使其满足其一种或多种工程需求,使得复合物的平均密度相对较低(例如,与金属层和/或衬垫的密度相比)。一个或多个衬垫的总宽度与复合物的总宽度的比例可为约0.9或更低,约0.8或更低,约0.7或更低,约0.6或更低,约0.5或更低,约0.4或更低,约0.35或更低。

[0049] 衬垫可具有任意长度。优选的,衬垫的长度大约是复合物的长度。

[0050] 复合材料可包括多个衬垫。两个衬垫(例如,两个相邻衬垫)可具有相同的形状(例如,宽度和/或厚度),或可具有不同的形状(例如,宽度和/或厚度)。例如,具有通常相同拉伸要求的两个区域可采用通常具有相同厚度的衬垫。复合材料可具有性能相同的衬垫(例如,由同一材料制作)或一种或多种性能不同的衬垫(例如,由不同类型的材料制作)。例如,两个衬垫可在抗张强度、相对磁渗透性、密度、熔化温度,或其任何组合的方面不同。

[0051] 优选的衬垫包括或由具有足够高相对磁渗透性的材料构成,使得衬垫可用感应加热方法加热。衬垫的至少一部分的相对磁渗透性为约50或更大,更优选为约100或更大,更优选为约300或更大,更优选为约500或更大,更优选为约600或更大,最优选为约1000或更

大。

[0052] 核心层(即聚合层)通常包括一种或多种聚合物。核心层优选具有相对较低的密度。例如,核心层的密度可小于金属层的密度和/或小于衬垫(如果使用)的密度。核心层与金属层(例如第一金属层和/或第二金属层)的密度之比优选为约0.9或更小,更优选为约0.7或更小,更优选为约0.6或更小,更优选为约0.5或更小,更优选为约0.4或更小。优选的核心层的密度为约 $4.0\text{g}/\text{cm}^3$ 或更小、约 $3.5\text{g}/\text{cm}^3$ 或更小、约 $3.0\text{g}/\text{cm}^3$ 或更小、约 $2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 或更小、约 $2.0\text{g}/\text{cm}^3$ 或更小、约 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 或更小、约 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$ 或更小、约 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 或更小。

[0053] 在各种应用中,可仅在复合物区域使用核心层,其没有进行电阻焊接。因此,核心层可具有电气绝缘性,使包括核心层的一个或多个区域不能够被焊接。在其他应用中,核心层可用于需要良好焊接性的复合物区域。在这里,核心层最好是一填充的聚合物材料,优选具有相对好的导电性(例如与用于填充的聚合物材料的聚合物相比)。可采用的填充聚合物材料的实例可包括那些在国际专利申请PCT/US2011/24829(由Mizrahi等人于2011年2月15日提交)的第27-80段和国际专利申请PCT/US11/45778(2011年8月15日提交)中描述的,二者均通过引用结合到本文中。

[0054] 复合材料可包括或基本上由通常相同的聚合物层构成(例如具有通常相同的组成)使得复合物材料易于形成。但是,采用多个不同聚合物层用于在复合材料的不同区域实现不同性能是有利的。例如,复合物材料可包括具有聚合物层的区域,该聚合物层各自的金属纤维的浓度不相同(例如一个聚合物层不含金属纤维)和/或它们的聚合物不相同。

[0055] 核心层可具有通常相同的厚度或其厚度可发生变化。例如,一核心层可包含一个或多个凹槽、一个或多个通道,一个或多个架子,或其任何组合。一凹槽,通道或架子可具有足够的尺寸以适应和/或确信可布置一衬垫。例如,复合物的形成工艺可包括使用一凹槽、通道、架子或其任意组合布置(例如确定可布置)一衬垫的步骤。不受限制的,该工艺可包括一将衬垫插入一凹槽或通道或架子上的步骤。

[0056] 现在重点放在本文使用的聚合物的特殊实例上,用于核心层的聚合物(例如填充的聚合物材料)优选包括热塑性聚合物,其具有一熔化温度峰值(根据ATM D3418-08测定)或具有一大于 50°C (优选大于 80°C 、更优选大于 100°C 、更优选大于 120°C 、更优选大于 160°C 、更优选大于 180°C 、最优选大于 205°C)的玻璃转化温度(根据D3418-08测定)。热塑性聚合物的一熔化温度峰值和/或玻璃转化温度小于约 300°C 、小于约 250°C 、小于约 150°C 或甚至小于约 100°C 。在室温下,它们至少可以部分结晶或整体实质上成玻璃状。合适的聚合物(例如合适的热塑性聚合物)可具有以下拉伸性能中的一种或其任意组合(根据ASTM D638-08在名义应变率为 0.1s^{-1} 时测定):一大于 30MPa (例如大于约 750MPa 或大于约 950MPa)的抗张模量(例如杨氏模量);一工程抗张强度(即 σ_e)和/或一真实的抗张强度(即 σ_t ,其中 $t = (1 + \epsilon_e) \sigma_e$,其中 ϵ_e 是工程张力)大于约 8MPa (例如大于约 25MPa ,大于约 60MPa 、甚至大于约 80MPa);或者在破裂时的塑料延伸率或失效时的延长率为约至少20%(例如至少约50%,至少约90%,或者甚至至少约300%)。除非另有规定,“抗张强度”是指工程抗张强度。

[0057] 聚合物可优选具有应变硬化性能(例如相对较高的应变硬化模量和/或一相对较低的外推屈服应力)例如公开号为W0 2010/021899(由Mizrahi于2010年2月25日公布)的国际专利申请中所述的,见第052-063段,其通过引用结合到本文中。因此,应力硬化性能可通过使用Haward R.N.的方法(Haward R.N., Strain Hardening of Thermoplastics,

Macromolecules 1993, 26, 5860-5869) 测量, 其通过引用整体结合到本文中。

[0058] 可用于聚合物层的热塑性聚合物的实例包括聚烯烃材料(如聚乙烯和/或聚丙烯), 共聚甲醛、聚酰胺、聚酰胺共聚物、聚酰亚胺、聚酯(例如聚乙烯对苯二酸酯和聚丁烯对苯二酸酯)、聚碳酸酯、热塑性聚氨酯、热塑性聚酯共聚物(例如ASTM D 6835-08中描述的热塑性高弹体醚酯材料, 其通过引用结合到本文中), 丙烯晴丁二烯苯乙烯共聚物, 聚苯乙烯, 包括至少60%重量的 α -烯烃和至少一种额外的单体的聚合物(例如包括至少80wt%乙烯的乙烯聚合物), 包括这些聚合物中的任意种类的共聚物, 包括这些聚合物中的任意种类的离聚物, 这些聚合物的任意混合, 或其任何组合。

[0059] 热塑性聚合物可包括聚烯烃, 例如在2010年8月6日提交的美国临时申请61/371, 360的第065段描述的, 以及在国际专利申请PCT/US11/45778(2011年8月15日提交)中描述的那样, 二者通过引用结合到本文中。聚烯烃可以是一均聚物或共聚物。聚烯烃可包括一种或多种 α -烯烃、基本或完全由一种或多种 α -烯烃构成, 例如一种或多种具有2-10个碳原子的 α -烯烃。

[0060] 优选的聚烯烃包括聚丙烯均聚物(例如全同立构的聚丙烯均聚物), 聚丙烯共聚物(例如随机聚丙烯共聚物, 抗冲聚丙烯共聚物或其他包含全同立构的聚丙烯的聚丙烯共聚物), 聚乙烯均聚物(例如高密度聚乙烯或其他密度大于约 $0.94\text{g}/\text{cm}^3$ 的聚乙烯)、聚乙烯共聚物(例如优选包括至少60wt%乙烯, 更优选至少80wt%的乙烯), 低密度聚乙烯, 任何这些聚合物的混合, 或其任意组合。聚丙烯均聚物和聚丙烯共聚物可以基本上不含无规立构的聚丙烯。如果存在无规立构的聚丙烯, 其在聚丙烯中的浓度优选少于约10wt%。不受限制的, 可使用的共聚物包括基本上(例如98%的重量)或全部由一种或多种 α -烯烃构成的共聚物(例如聚丙烯共聚物或聚乙烯共聚物)。更优选的聚烯烃包括高密度聚乙烯(例如具有大于约 $0.945\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度, 例如从约 0.945 至约 $0.990\text{g}/\text{cm}^3$ 或从 0.945 至约 $0.960\text{g}/\text{cm}^3$)、低密度聚乙烯(例如, 具有足够浓度的长链支链的聚乙烯, 其通常大于约15个碳原子长, 使得其密度为约 $0.945\text{g}/\text{cm}^3$ 或更低)、线性低密度聚乙烯(例如具有约 0.915 至约 $0.930\text{g}/\text{cm}^3$ 的密度)、中等密度聚乙烯(例如, 共聚物密度约 0.93 至 $0.945\text{g}/\text{cm}^3$)、密度很低的聚乙烯(例如, 密度约 0.900 至约 $0.915\text{g}/\text{cm}^3$)、聚乙烯塑料(例如, 共聚物密度约 0.860 至约 $0.900\text{g}/\text{cm}^3$)、全同立构的聚丙烯均聚物、全同立构的聚丙烯共聚物(例如, 结晶度约为5wt%或更大)、抗冲聚丙烯、包括一个或多个全同立构聚丙烯嵌段的聚丙烯嵌段共聚物、它们的混合物以及它们的任意组合。更多优选的聚烯烃包括低密度聚乙烯, 线性低密度聚乙烯, 密度很低的聚乙烯或其任意组合。其他可用的聚烯烃材料包括至少一种烯烃和一种或多种非烯烃单体的共聚物。例如, 可使用的其他聚烯烃材料包括共聚物, 该共聚物包括或基本上或全部由以下物质构成: i) 一种或多种 α -烯烃(例如烯烃至少占60wt%) 和 ii) 一种或多种极性共聚单体, 例如选自以下物质构成的组的极性单体: 丙烯酸酯类(例如丙烯酸甲酯和/或丙烯酸丁酯)、醋酸乙烯酯类、丙烯酸类(如丙烯酸和/或甲基丙烯酸), 甲基丙烯酸甲酯或其任意组合。共聚单体的浓度基于共聚物的总重量可小于约40wt%, 优选小于约25wt%, 更优选小于约20wt%, 最优选小于约15wt%。可用的聚乙烯共聚物实例包括乙烯-醋酸乙烯酯共聚物(即包含少于20wt%醋酸乙烯酯的“EVA”)、乙烯丙烯酸甲酯共聚物(即EMA)、乙烯甲基丙烯酸共聚物或其任意组合。可用于共聚物的 α -烯烃的实例包括乙烯、丙烯、丁烯、己烯、辛烯或其任意组合。

[0061] 在本教义中有用的聚酰胺包括聚合物,该聚合物包含沿着聚合物链骨架具有氨基基团的一种或多种重复单元。例如,聚酰胺可以是二元胺和二元酸的反应产物。其他聚酰胺的例子包括一元聚酰胺。一般来说,一元聚酰胺通过开环反应形成。由二元胺和二元酸形成的聚酰胺实例包括包含己二酸或对苯二甲酸与二元胺反应的产物的聚酰胺(例如尼龙)。一元聚酰胺实例包括尼龙6和聚(p-苯甲酰胺)。尼龙可以是均聚物、共聚物或其混合物。在本发明中可用的优选的聚酰胺均聚物包括尼龙3、尼龙4,尼龙5、尼龙6,尼龙6T、尼龙66、尼龙610,尼龙612、尼龙69、尼龙7,尼龙77,尼龙8、尼龙9、尼龙10,尼龙11、尼龙12,和尼龙91。也可以使用包含上文提到的任何聚酰胺的共聚物。聚酰胺共聚物可以是随机的共聚物、嵌段共聚物或其组合。聚酰胺共聚物的实例包括具有多个不同酰胺的聚合物(即聚酰胺-聚酰胺共聚物)、聚酰胺酯共聚物、聚醚酯酰胺共聚物、聚碳酸酯酰胺或其任意组合。

[0062] 一聚酰胺-聚酰胺共聚物可包括两种或更多种此处所述的用于形成聚酰胺均聚物的聚酰胺。优选的聚酰胺-聚酰胺共聚物包括聚酰胺6和聚酰胺66、聚酰胺610或其任意组合。例如,一聚酰胺-聚酰胺共聚物可基本上由两种或更多种选自以下物质组成的组的聚酰胺组成:聚酰胺6和聚酰胺66、聚酰胺69、聚酰胺610、聚酰胺612、和聚酰胺12。更优选的聚酰胺-聚酰胺共聚物可基本上由两种或更多种选自以下物质组成的组的聚酰胺组成:聚酰胺6和聚酰胺66、聚酰胺69和聚酰胺610。这种共聚物的实例包括聚酰胺6/66、聚酰胺6/69和聚酰胺6/66/610。尤其优选的聚酰胺-聚酰胺共聚物是聚酰胺6/66共聚物。聚酰胺66在聚酰胺6/66共聚物中的浓度基于共聚物的总重量可以为总重量的约90%或更少、优选为总重量的约70%或更少、更优选为总重量的约60%或更少、最优选为总重量的约50%或更少。聚酰胺6在聚酰胺6/66共聚物中的浓度基于共聚物的总重量可以为总重量的约10%或更多、优选为总重量的约30%或更多、更优选为总重量的约40%或更多、最优选为总重量的约50%或更多。另一个尤其优选的聚酰胺-聚酰胺共聚物是聚酰胺6和聚酰胺69的随机的或嵌段聚合物。聚酰胺共聚物(即包括一种或多种酰胺单体的共聚物)可包括一聚醚,如脂肪醚或一芳香醚。

[0063] 可以设想到,采用了复合物的应用可通过包括一种或多种分散在核心层的填料而受益。可以采用任何现有技术中的聚合物复合填料。核心层可通过填充好的聚合物材料(例如包含一种或多种热塑性材料和一种或多种填料的聚合物材料)形成。填料可包括、基本上或全部由一种或多种增强填料例如纤维,更优选为金属纤维组成。金属填料(如金属纤维)和其他可用的填料在公开号为W0 2010/021899(由Mizrahi于2010年2月25日公布)的国际专利申请中有所描述,见第064-081段,在此通过引用结合到本文中,以及在系列号为12/978,974(由Mizrahi在2010年12月27日提交)的美国专利申请的第52-70段、图2A,2B,2C,2D,2E,2F,2G,2H,2I,2J,3,和图4中以及国际专利申请PCT/US2011/24829(由Mizrahi等在2011年2月15日提交)的第58-80段中有所描述,这些均通过引用结合到本文中。例如,在本发明中可用的金属纤维包括由以下金属形成的纤维,例如钢(例如,低碳钢、不锈钢等),铝、镁、钛、铜、包含至少40wt%铜的合金,包含至少40wt%的铁的其它合金,包含至少40wt%铝的其它合金,包含至少40wt%的钛的其它合金或其任何组合。优选的纤维包括、基本上或全部由钢组成。如果使用,尽管其可包括一种或多种合金、元素(例如Ni、Cr或其他用于定义不锈钢的元素),纤维的钢可以为普通碳钢(例如具有约0.2、0.15或甚至0.08wt%以下的碳浓度)。该纤维可带一牺牲阳极材料或元件,如以下所述。该纤维可与两种或更多种纤维的混

合物结合,例如两种或更多种不同组分(例如选择用于牺牲阳极的纤维的一种)的纤维的混合物、两种或更多种横截面不同、尺寸不同或其他不同的纤维的混合物。

[0064] 填充的聚合物材料可包含其他非金属导电纤维,如公开号为W0 2010/021899(由Mizrahi于2010年2月25日公布)的国际专利申请中描述的那些。

[0065] 优选金属纤维使得复合材料具有通常良好的焊接特性。例如,可选择金属纤维的浓度、尺寸、金属纤维之间的接触量、金属纤维的形状、金属纤维和金属层之间的接触量或其任意组合,使得复合材料(例如复合材料的一区域,在该区域中核心层包括金属纤维)具有通常良好的焊接处理窗口,一通常较高的导电性,一通常较低的静态接触电阻或其任意组合。通常良好的焊接处理窗口可有以下特征,例如高焊接电流范围和/或高焊接时间范围。复合材料的焊接电流范围和静态接触电阻可具有多个特征并可依据一方法测定,如2010年8月27日提交的美国临时申请61/377,599的第111-117段和2010年12月27日提交的系列号为12/978,974的美国专利申请第013、016、023、034-039、076-080、121-126段和图5-8以及国际专利申请PCT/US11/45778(2011年8月15日提交)中描述的方法,其通过引用结合到本文中。

[0066] 金属纤维优选具有公开号为W0 2010/021899(由Mizrahi于2010年2月25日公布)的国际专利申请中描述的维度和维度分布。不作限制的,金属纤维具有一重量平均长度(weight average length) L_{avg} ,其大于约1mm,更优选大于约2mm,最优选大于约4mm。适合的纤维的 L_{avg} 可小于约200mm,优选小于约55mm,更优选小于约30mm,最优选小于约25mm。纤维的重量平均直径(weight average diameter)可大于约0.1 μm ,更优选是超过1.0 μm ,最优选是超过4 μm 。纤维的重量平均直径可小于约300 μm ,更优选是小于约50 μm ,更优选是小于40 μm ,最优选是小于约30 μm 。

[0067] 金属纤维可以为任意形状。金属纤维可包括一曲线部分。通常可使用线性金属纤维。更优选是金属纤维是非直纤维。例如,金属纤维是非直纤维,可具有一个或多个弯曲部,可具有一通常呈弧形的轮廓,可具有一通常为螺旋的形状,或其任意组合。金属纤维起初是直的,优选在与聚合物结合时变成非直纤维(如上所述)。

[0068] 金属纤维可具有一个或多个特征描述在2010年8月6日提交的美国临时申请61/371,360的第099-102段、第157段和图5中,该内容通过引用结合到本文中。例如,金属纤维的横截面(即在纤维的长度的横向方向)可具有一个或多个平面。因此,复合物中的金属纤维的一部分可与金属层和/或另外的纤维形成平面接触。金属纤维可具有一横截面,该横截面通常是一具有四个或更多面的多边形,例如横截面通常是矩形,平行四边形,或正方形。这种纤维从而也可配置成通常的细长的扁平带状条带。带状条带的长(例如平均长度)宽(例如加权平均宽度)比可以为约2或更大,约4或更大,约8或更大,或者约15或更大。带状条带的长(例如平均长度)宽(例如加权平均宽度)比可以为约5000或更小,约1000或更小,约400或更小,约100或更小,或者约30或更小。纤维的宽度(例如加权平均宽度)和厚度(例如加权平均厚度)的比例可为约1或更大,约1.4或更大,约2或更大,约3或更大,约5或更大,约7或更大。纤维的宽度与厚度的比例可为约300或更小、约100或更小、约50或更小或者约15或更小。这种纤维可通过一个或多个形成步骤制备,例如将金属箔(例如其厚度约等于纤维厚度)切割成窄带状条带(例如,切口之间的间距的宽度可定义纤维的宽度)的步骤。

[0069] 垂直于纤维长度的金属纤维的横截面可具有任何几何形状。例如,横截面可以是

一多边形(如矩形或正方形)或其他一般具有直边的形状,或者横截面可包括至少一个基本为弧形的面(例如,金属纤维可具有一整体为弧形,例如基本为圆形或基本为椭圆形的横截面)。在纵轴横向面的金属纤维的横截面面积优选为约 $1 \times 10^{-6} \text{mm}^2$ 或更大,更优选为约 $1 \times 10^{-5} \text{mm}^2$ 或更大,更优选为约 $8 \times 10^{-5} \text{mm}^2$ 或更大,更优选为约 $1 \times 10^{-4} \text{mm}^2$ 或更大,最优选为约 $4 \times 10^{-4} \text{mm}^2$ 或更大。在纵轴横向面的金属纤维的横截面面积优选为约 2.5×10^{-2} 或更小,更优选为约 $1 \times 10^{-2} \text{mm}^2$ 或更小,更优选为约 $2.5 \times 10^{-3} \text{mm}^2$ 或更小,最优选为约 $1 \times 10^{-3} \text{mm}^2$ 或更小。例如,令人吃惊的是,相对于具有较小横截面面积纤维的材料,采用在纵轴横向面内的横截面面积大于约 $8 \times 10^{-5} \text{mm}^2$ 的钢纤维的复合材料具有改善的焊接工艺窗口。这类复合材料,包括横截面面积大于 $8 \times 10^{-5} \text{mm}^2$ 的纤维,维持高回火性和成形性这些在具有更薄纤维的复合材料中的特性。

[0070] 金属纤维在整个纤维的长度和/或宽度上可以具有基本不变的厚度。纤维的平面可以是光滑的(即通常没有纹理),或者具有纹理。例如,一带状纤维可以有两个主要光滑表面或者这两个主要表面是有纹理的,或一个主要表面是有纹理的、一个主要的表面是光滑的。

[0071] 可使用的尤其优选的金属纤维(可选的有一种或多种其他纤维)是钢纤维(例如碳钢纤维),该钢纤维通常在长度的横向方向具有矩形横截面(例如定义一通常扁平的带状条带的轮廓)。金属纤维可有一加权平均厚度约为约 $10\text{--}70 \mu\text{m}$,一加权平均宽度约为 $40\text{--}200 \mu\text{m}$,一加权平均长度约为 $0.8\text{--}5 \text{mm}$,或其任何组合。

[0072] 当用于两金属层之间的聚合层(例如,核心层)时,优选的,金属纤维占大部分。众多金属纤维优选包括大量的单根纤维。众多金属纤维可相互连接的。优选这些众多金属纤维的一些通常不会永久的相互连接。众多的金属纤维可相互缠绕。众多的纤维可形成机械联锁(即两种或更多种的纤维束可机械联锁)。众多的金属纤维优选是跨越聚合物层的厚度,这样众多的纤维(例如,金属纤维网)电气连接两个金属层。尽管单个金属纤维可跨越聚合物层的厚度,优选没有金属纤维跨越聚合物层的厚度。如果金属纤维跨越聚合物层的厚度,纤维跨越该厚度的部分优选是约 0.4 或更小,更优选是约 0.20 或更小,更优选是约 0.10 或更小,更优选是约 0.04 或更小,最优选是约 0.01 或更小。众多纤维中的纤维优选以无序排列方式排列。例如,通常对齐的相邻金属纤维的最大数量可为约 100 或更少,优选少于约 50 ,更优选少于约 20 ,更优选少于约 10 ,最优选少于约 5 。更优选的,众多纤维中的纤维优选以随机排列方式排列。接触一个金属层的表面的单根金属纤维优选不存在平面接触(例如在纤维的长度上)。因此,复合材料的特征可以为在金属纤维和金属层之间基本上不存在、或者甚至完全不存在平面接触。接触金属表面的纤维优选存在线接触、点接触或者二者的组合。一些金属纤维可接触一个金属层,然而很少有金属纤维在其大部分长度上接触金属层。这样,绝大部分的金属纤维不会接触金属层或至少相当大的部分不会接触金属层。沿着纤维至少一半长度接触金属层的金属纤维部分优选为约 0.3 或更小,更优选是约 0.2 或更小、更优选是约 0.1 或更小、更优选为约 0.04 或更小、最优选为约 0.01 或更小。

[0073] 金属纤维优选是足够薄,且浓度足够大,使许多纤维布置在层的表面之间。例如,与平行于聚合层厚度方向并穿过聚合物层的线交叉的纤维的平均数量优选为约 3 或更多,更优选为约 5 或更多,更优选为约 10 或更多,最优选为约 20 或更多。不受理论限制,人们相信大量金属纤维有利于允许材料进行更多的均匀变形,例如在冲压过程中。

[0074] 基于填充聚合物材料的总体积,金属纤维的浓度优选大于总体积的1%,更优选大于总体积的3%,更优选大于5%,更优选大于7%,更优选大于约10%,最优选大于约12%。金属纤维在填充的聚合材料中的浓度优选小于总体积的60%,更优选小于总体积的50%,更优选小于35%,更优选小于33%,最优选小于约30%(例如小于约25%,或甚至小于约20%、10%、5%)。例如,基于填充的复合材料的总体积,纤维的量可为占总体积的约1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%或10%,或者在这些值限定的范围内(例如约1%-6%)。此处的复合物可能采用金属纤维浓度大大低于达到相似焊接特性所需的颗粒填充物的量。此外,也可能选择纤维和材料使得与具有较高浓度的金属纤维的复合材料相比,相同的复合材料在相对较低的金属纤维浓度下出人意料的实现更好的焊接性能。例如,与由具有较高浓度的金属纤维的填充好的聚合材料制成的复合材料相比,人们惊奇的看到使用具有总体积的10%的金属纤维的填充好的聚合材料使得复合材料具有优秀的焊接特性。

[0075] 存在于填充好的聚合物材料中的热塑性聚合材料的浓度可大于总体积的约40%,优选大于总体积的约65%,更优选大于总体积的67%,更优选的大于约70%,最优选大于约75%(例如至少约80%,至少约90%,或者甚至至少约95%)。

[0076] 聚合物(例如热塑性聚合物)与纤维(例如金属纤维)的体积比例优选大于约2.2:1,更优选大于约2.5:1,最优选大于约3:3.1。聚合物(例如热塑性聚合物)与纤维(例如金属纤维)的体积比优选小于约99:1,更优选小于约33:1,更优选小于约19:1,最优选小于约9:1(例如小于约7:1)。

[0077] 第一区域和第二区域可有一个或多个不同的性能。优选的,第一区域和第二区域在密度、最终的抗张强度、刚度、屈服应力,最终伸长率或其任意组合方面可以不相同。第一区域和第二区域的最终抗张强度的比例(例如根据ASTM E-8测定)优选为约1.1或更多,更优选为1.2或更多,更优选为约1.5或更多,更优选为2.0或更多,最优选为3.0或更多。第一区域和第二区域的屈服应力的比例(例如根据ASTM E-8测定)优选为约1.1或更多,更优选为1.2或更多,更优选为约1.5或更多,更优选为1.8或更多,最优选为2.0或更多。第一区域和第二区域的密度的比例优选为约1.2或更多,更优选为1.4或更多,更优选为约1.8或更多,更优选为2.0或更多,最优选为2.5或更多。

[0078] 轻质复合薄板/卷材

[0079] 轻质复合物可以是薄板的形式。例如,轻质复合物可为一卷材,如纵向缠绕的一卷材。薄板(例如卷材)可具有垂直于其长度(例如不同的线性位置)的多个通常相同的横截面。优选的,薄板或卷材具有通常相同的垂直于其长度的横截面。例如,卷绕复合材料可包括一对金属薄板(例如一对金属外层薄板),该薄板沿着卷绕材料的长度延伸,该卷绕复合材料还包括一个或多个沿着卷绕材料的长度延伸的衬垫、一个或多个沿着卷绕材料的长度延伸的聚合物核心层。一个或多个聚合物核心层优选插入到一对金属薄板之间并直接或间接的与一对金属薄板相连。一个或多个衬垫优选插入到该对金属薄板之间并直接或间接的与该对金属薄板相连。横截面优选包括包括衬垫的第一区域和不包括一衬垫的第二区域。因此,基于薄板(例如卷材)的总宽度,衬垫的宽度和/或多个衬垫的总宽度可为约90%或更少,约80%或更少、约70%或更少、约60%或更少、约50%或更少、约40%或更少、约30%或更少。因此,基于薄板的总宽度,衬垫的宽度和/或多个衬垫的总宽度优选为约1%或更大,更优选为约4%或更大。因此,基于薄板的总横截面面积,衬垫的横截面面积和/或所有衬垫

的总横截面面积在垂直于薄板长度的平面内测量,可为约80%或更少,约70%或更少、约60%或更少、约50%或更少、约40%或更少、约30%或更少、约20%或更少。因此,基于薄板的总横截面面积,衬垫的横截面面积和/或所有衬垫的总横截面面积优选为约2%或更多,更优选为约5%或更多。

[0080] 根据本文教义获得的复合材料通过分批法(例如成型工艺)或连续工艺制作。例如,成型工艺可包括在两个外层金属层之间注入聚合物(例如注入熔化的聚合物)的步骤,或可包括在外层金属层之间布置固体聚合物然后加热使其熔化(例如在压缩铸模操作中)的步骤。一优选的工艺是一连续工艺,例如使用一个或多个金属薄板卷材、一个或多个聚合物薄板卷材或其任意组合的工艺。例如,一连续工艺可包括展开第一金属薄板、第二金属薄板和一聚合物薄板的步骤,使得聚合物薄板插入第一和第二金属薄板之间。所述工艺可包括展开第三金属卷材的步骤,该第三金属卷材的宽度小于第一金属薄板和第二金属薄板,使得第三金属薄板插入第一金属薄板和第二金属薄板之间。该工艺可包括一个或更多加热一个或更多薄板的步骤(例如,用于熔化聚合物,用于将聚合物粘到一个或多个金属薄板上,或其任意组合)。应理解的是,该工艺可包括一加热(例如熔化)聚合物材料的步骤,用于膨胀、压延成型或其他方式形成聚合物薄板,而不使用聚合物薄板卷材;将聚合物薄板放置在两个外层金属薄板之间(例如当聚合物在熔化状态,或其他状态);并将那个聚合物薄板粘到一个或两个外层金属薄板上。

[0081] 应理解的是,该工艺可采用一个或多个步骤,提供静压力给复合物的至少一部分(甚至全部)。例如,可使用一对辊施加一压力,例如一对反旋转辊,并在辊之间传送复合物的至少一部分(或全部)。辊之间的空间距离可以与通过辊压缩的复合物部分的厚度相同,或优选小于该厚度。在一对辊之间传送复合物的至少一部分(或全部)的步骤中,可以发生以下步骤的一种或多种的任意组合:压缩复合材料的步骤,将聚合物层粘到一个或多个金属层的步骤,将复合物层粘到衬垫的步骤,或者传递至少一些聚合物层的步骤。可使用一加热辊(例如具有约80°C或更高,约110°C或更高,或约125°C或更高的温度的辊)来提供热量给复合物(如用于熔化和/或软化聚合物和/或用于交联聚合物)。可使用一冷硬轧辊(例如具有约75°C或更低,约50°C或更低,或约30°C或更低、或约20°C或更低的温度的辊)来冷却复合物(如用于结晶聚合物、用于在其玻璃转化温度以下冷却聚合物等)。这一工艺可采用多对辊。例如,该工艺可采用一对辊,用于压缩一相对较厚的复合物区域,采用另一对辊用于压缩相对较薄的复合物区域,其中两对辊的间距不同。该工艺可包括一个辊或一对辊(其可以与用于压缩至少一部分材料的辊相同或不同)用于控制材料的温度(例如,通过加热或冷却材料)。其它用于压缩一具有不同厚度的复合物的方法包括:采用一对辊,该对辊在其之间的间距不同,或采用一对辊,该对辊具有非平行轴角。需要理解的是,该工艺可包括在第一对辊(例如用于压缩复合物的一个区域)之间传送复合物的步骤,在第二对辊(例如用于压缩复合物的一不同区域)之间传送复合物的步骤,例如第二对辊与第一对辊在各自的辊之间的间距和/或辊之间的轴角不同。

[0082] 该工艺可包括将一个或两个外层金属薄板连接(例如结合)到衬垫的步骤。该衬垫可通过如下方法连接到外层上:使用底漆或粘接剂,使用聚合材料,通过熔化一部分或整个衬垫(例如衬垫的一个或多个表面)和/或熔化与衬垫连接的薄板(例如通过使用感应加热、电阻焊、钎焊或激光焊接)或其任意组合。衬垫可通过激光焊接连接到一外层上,其中衬垫

的至少一部分和金属层的一部分通过激光的能量熔化。通过在薄板的整个厚度上施加电流来加热衬垫和金属层之间的接触面(例如使得衬垫和金属层熔合在一起),从而使衬垫连接到金属层上。衬垫、第一金属层、第二金属层或其任意组合可具有一个或多个用金属涂覆(例如锌涂覆)的表面,使得金属层和衬垫能够通过钎焊步骤连接。一用于将衬垫和金属层(或都为金属层)结合的尤其优选的方法包括一使用感应加热方法加热一种或多种组件(例如一衬垫和/或一金属层)的步骤。除了上述步骤,结合方法可包括如下步骤:输送复合物通过一对辊;使用辊对复合物施加压力;用辊加热复合物;用传热流体将热传递到辊上;使用辊施加电流,使其通过复合物(例如,辊可以是用于钎焊和/或焊接的电极);施加高频磁场用于感应加热;或其任意组合。优选是,位于衬垫区域的衬垫和/或另一组件包括(例如作为一核心层;在面对一外层金属薄板的一个或多个表面上或其附近;或二者)或基本上由具有相对磁渗透率的材料构成,该磁渗透率足够高(例如相对磁渗透率为约50或更大,约100或更大,约300或更大,约500或更大,约600或更大,约1000或更大)使得衬垫可很容易地使用高频磁场加热。

[0083] 使用一导电聚合物粘接剂可将衬垫连接到一个或两个金属层。导电聚合物粘接剂可以是聚合组合物,其可应用在聚合物层,条件是复合物粘到衬垫、金属层或优选粘到二者上。导电聚合物粘接剂可包含上述的聚合物层的一种或任何填料。例如,导电聚合物粘接剂可包括金属颗粒,一金属纤维、碳黑、石墨、或其任何组合。如果使用的话,导电聚合物粘接剂优选作为通常较薄的层使用。一导电聚合粘接剂层的厚度优选为约0.2mm或更小,更优选为约0.1mm或更小,更优选是约0.04mm或更小,最优选是约0.02mm或更小。

[0084] 本发明的复合物材料可用于需要本文所述的一种或多种性能的组合的任何数量的应用中,包括但不限于相对较低的密度、相对较低的导热率、相对较高的刚度密度比率,相对较低的声音传输,或多种机械和/或物理性能。典型的使用本发明复合材料的应用可包括汽车和其他交通相关的应用,建筑相关应用和设备相关的应用。复合材料可用于以下应用:如汽车覆盖件、卡车覆盖件、巴士覆盖件、容器(例如用于运输的容器),火车覆盖件、飞机覆盖件、管(例如自行车管)、摩托车覆盖件(例如整流罩或导流罩)、拖车覆盖件、门内部(例如汽车门内部)、车顶覆盖件、车辆发动机罩内板、车辆底板底盘、车辆后窗板覆盖件、车辆后舱覆盖件、车辆后座窗格、车辆行李箱内盖、休闲车覆盖件、雪车覆盖件、汽车保险杠、扰流板、轮舱衬,空气动力学地面效应、空气抑制器、容器、底盘衬、隔墙、设备外壳、车用燃料、填充器门、车辆保险杠、装饰衬垫、输送管、扶手杆、储料室门、电器设备外壳(例如手机、电脑、相机、笔记本电脑、音乐或视频存储设备或音乐或视频播放器)、控制台、进气部件、电池壳、铁栅、轮舱或座板。复合材料可以用作建筑材料,如外饰元件,防水板、水槽、屋面板瓦、墙壁、地板、台面、柜台贴边、窗框、门框、嵌板、管道、铺板、框架研究、搁板、卫生器具、洗涤槽、承水盘、浴缸、及其附件。一应用实例是车辆车身覆盖件(例如车辆如汽车的车身外面)。可使用本文描述的复合材料的汽车覆盖件包括前后顶盖侧板、后围侧板、门覆盖件、引擎罩内板、车顶覆盖件或其他。汽车覆盖件可具有A、B、C三个等级的表面,优选A或B等级表面,更优选为A等级表面。

[0085] 实施例

[0086] 对比实例1

[0087] 通过激光焊接将具有相同厚度(约1.0mm)的第一整体钢薄板的边缘激光焊接到具

有相同厚度(约0.8mm)的第二整体钢薄板的边缘制备拼焊板。这两个薄板都通常是立方体形状。第一钢薄板和第二钢薄板具有大致相同的长度,由相同的金属形成。两个薄板沿着由薄板的长度和每个薄板的厚度定义的边缘相互连接。测量拼焊板的重量作为由第一薄板(即1mm厚薄板)形成的拼焊板的宽度百分数的函数。

[0088] 实例2

[0089] 例2是一三明治结构的复合物,由具有相同厚度(约1mm)的第一区域和具有相同厚度(约0.8mm)的第二区域构成。第一区域和第二区域有相同的两个外层,但外层之间的核心材料是不同的。每个外层都有一统一的约0.2mm的厚度。在第一区域,核心材料是一具有约0.6mm的统一厚度的整体金属薄板。在第二区域,核心材料是通常具有约0.4mm的统一厚度的聚合材料。第一区域的长度和宽度与对比实例1中的第一金属薄板相同。第二区域的长度和宽度与对比实例1中的第二金属薄板相同。外层薄板和内衬全部由与对比实例1中的金属薄板相同的金属形成。测量实例2的重量作为由第一区域(即从具有约1mm厚度并包括衬垫的区域)形成的实例2的宽度百分数的函数。减少的重量(以减轻的重量百分数为单位)由实例2和对比实例1的差值除以对比实例1的重量来确定。如图15所示的减轻的重量作为具有1mm厚度的样本的宽度百分数函数。

[0090] 对比实例3

[0091] 对比实例3使用与对比实例1相同的方法制备,除了用具有约0.7mm的通常为立方体的薄板替换第二钢薄板,二者宽度和长度均相同。测量拼焊板的重量作为由第一薄板(即1mm厚薄板)形成的拼焊板的宽度百分数的函数。

[0092] 实例4

[0093] 例4是一三明治结构的复合物,由具有相同厚度(约1mm)的第一区域和具有相同厚度(约0.7mm)的第二区域构成。除了第二区域的核心材料通常具有约0.3mm的统一厚度外,制备实例4的材料与实例2相同。测量实例4的重量作为由第一区域(即从具有约1mm厚度并包括衬垫的区域)形成的实例4的宽度百分数的函数。减轻的重量(以减轻的重量百分数为单位)由实例4和对比实例3的差值除以对比实例3的重量来确定。图15如所示的减轻的重量作为具有1mm厚度的样本的宽度百分数函数。

[0094] 对比实例5

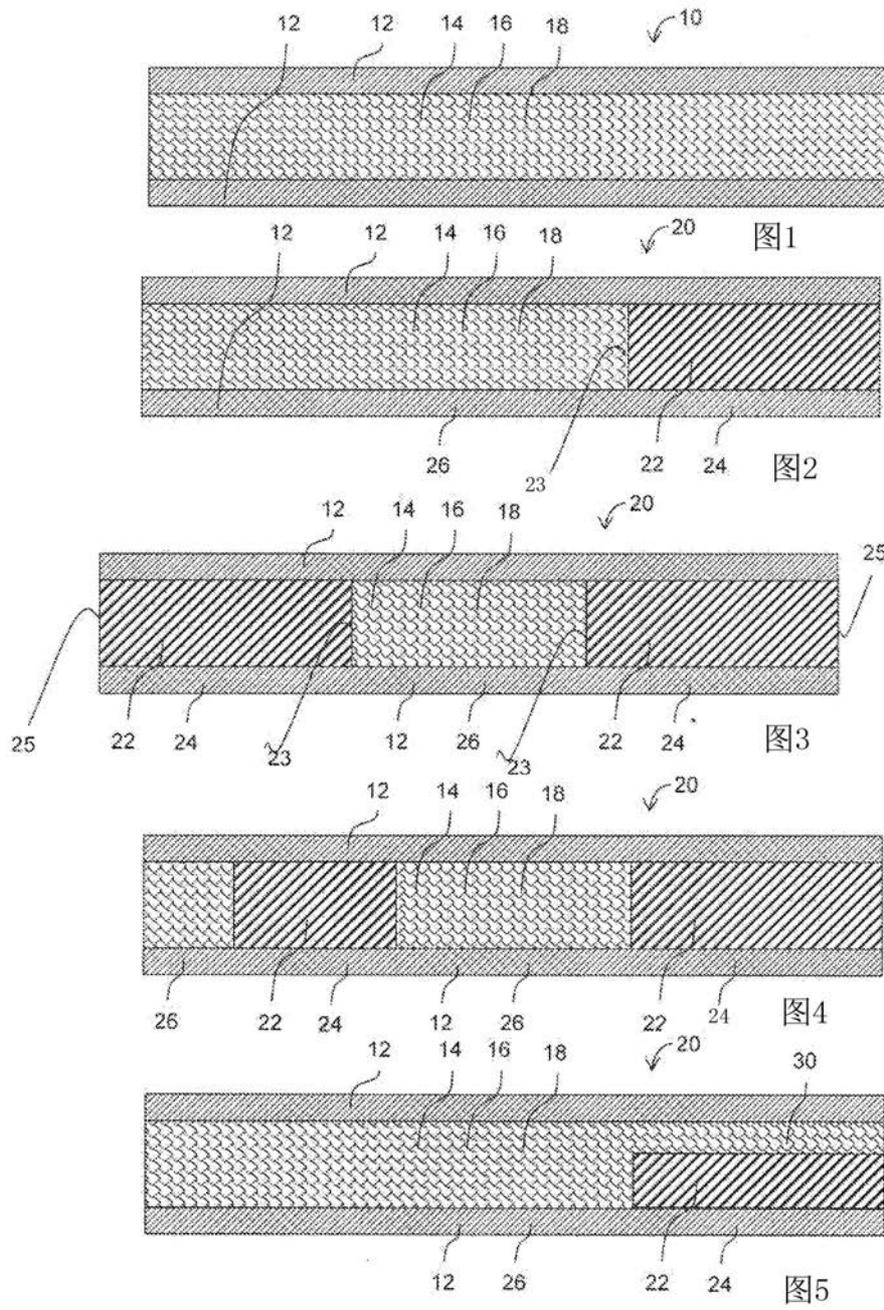
[0095] 对比实例5制备方法与对比实例1相同,除了用具有约0.6mm的通常为立方体的薄板替换第二钢薄板,二者宽度和长度均相同。测量拼焊板的重量作为由第一薄板(即1mm厚薄板)形成的拼焊板的宽度百分数的函数。

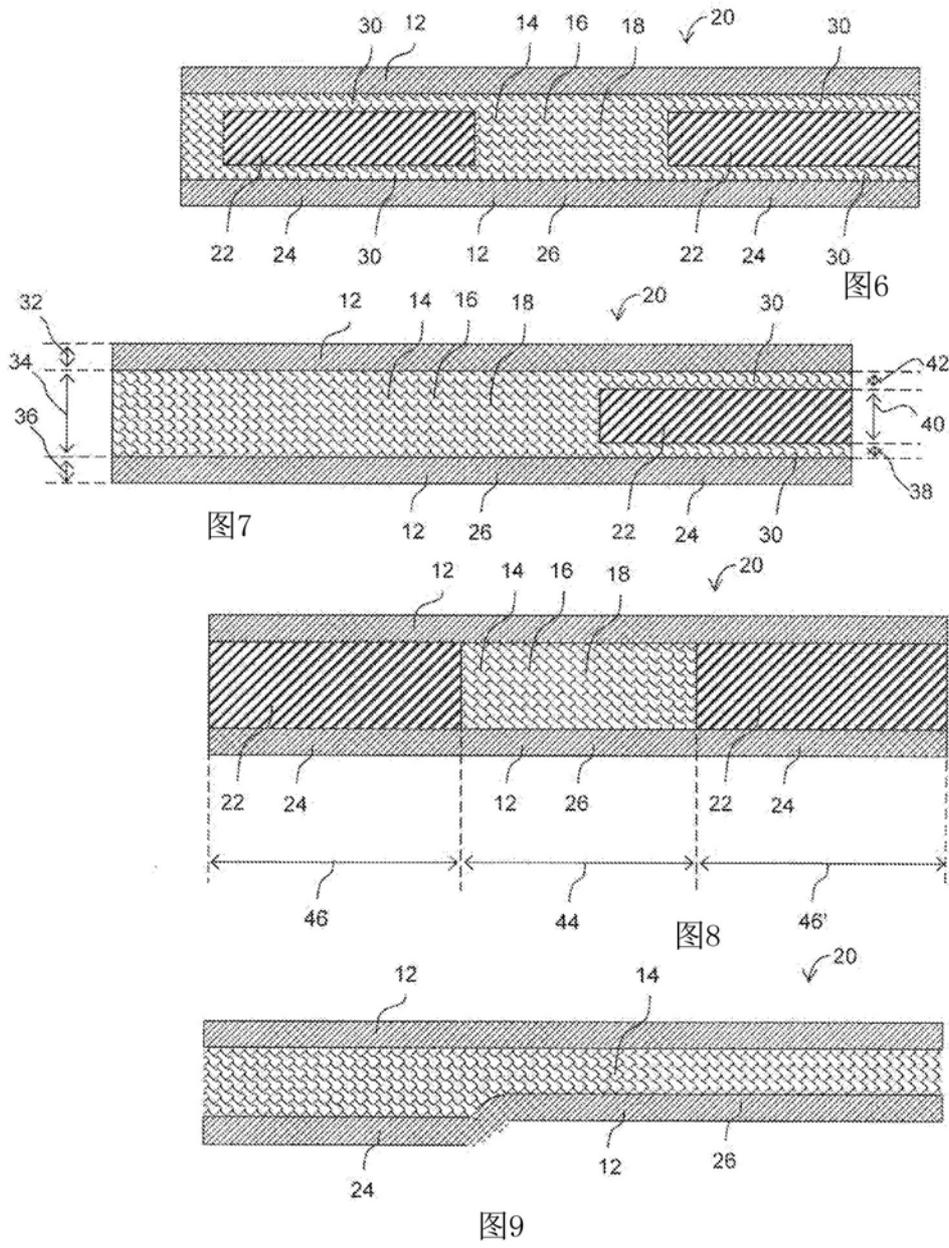
[0096] 实例6

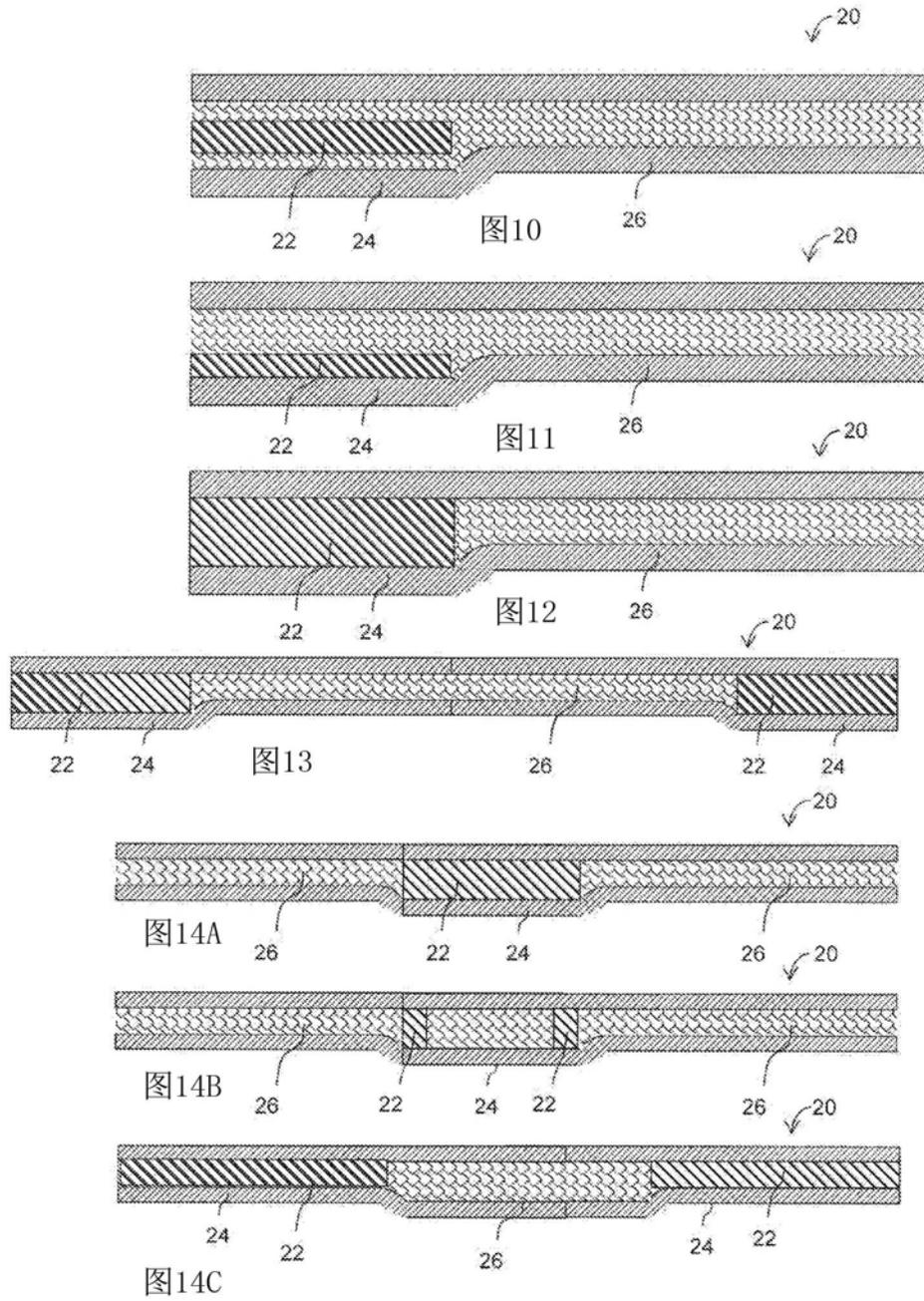
[0097] 例6是一三明治结构的复合物,由具有相同厚度(约1mm)的第一区域和具有相同厚度(约0.6mm)的第二区域构成。除了第二区域的核心材料通常具有约0.2mm的统一厚度外,制备实例6的材料与实例2相同。测量实例6的重量作为由第一区域(即从具有约1mm厚度并包括衬垫的区域)形成的实例6的宽度百分数的函数。减轻的重量(以减轻的重量百分数为单位)由实例6和对比实例5的差值除以对比实例5的重量来确定。

[0098] 实例2、4、6与对比实例1、3和5相比减少的重量作为具有1mm厚度的样本的宽度百分数函数显示在图15中。如图15所示(具有1mm厚度的固定的宽度百分数),实例2的重量小于对比实例1,实例4的重量小于对比实例3,实例6的重量小于对比实例5。因此,复合物材料

的重量比具有相同厚度的拼焊板小。







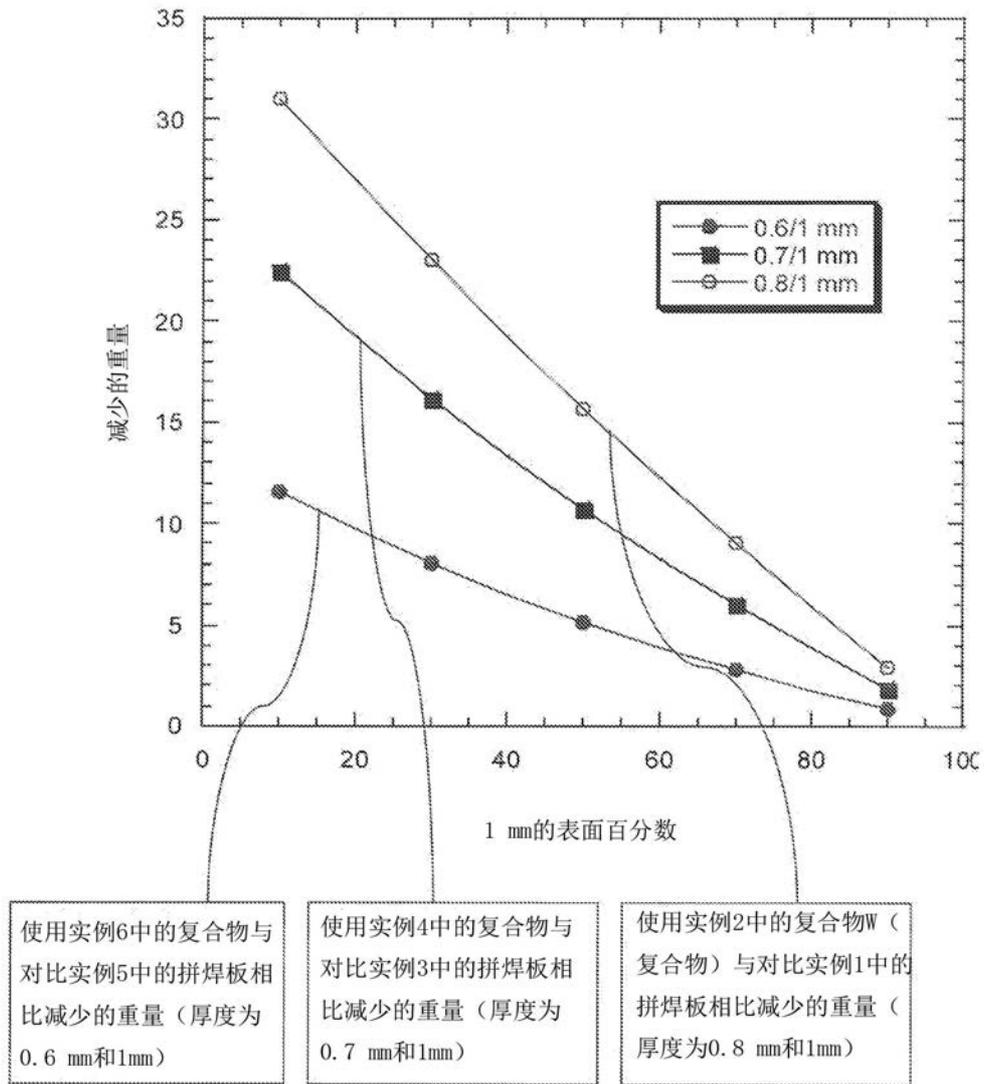


图15