



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103250040 A

(43) 申请公布日 2013.08.14

(21) 申请号 201180058645.5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011.12.07

G01N 3/20 (2006.01)

(30) 优先权数据

G01N 3/30 (2006.01)

61/424,449 2010.12.17 US

G01M 7/08 (2006.01)

G01N 29/04 (2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013.06.06

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/063638 2011.12.07

(87) PCT申请的公布数据

W02012/082477 EN 2012.06.21

(71) 申请人 盖茨公司

地址 美国科罗拉多

(72) 发明人 J·G·诺克斯 T·K·马克斯

(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 刘志强

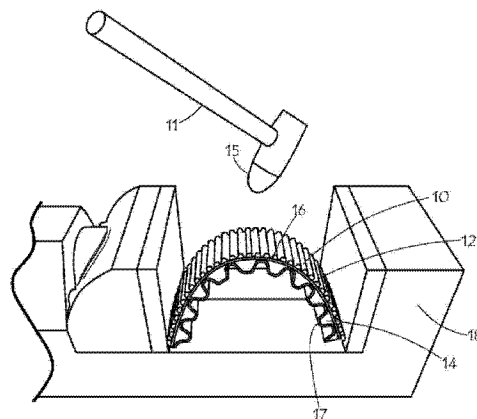
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

用于挠性复合材料的非破坏性检测

(57) 摘要

一种用于检测在加强挠性复合材料中的内部差异的方法,该方法包括以下步骤:支撑挠性复合材料物件,例如通过将它安放在刚性支撑结构上;用具有预定重量的敲击器敲击所述复合材料;确定表示敲击碰撞持续时间的数值和/或计算出表示所述复合材料的局部刚度的数值。该复合材料可以为具有拉伸线绳加强部的动力传输皮带或其一部分。该方法用于比较例如在浇铸聚氨酯的带齿皮带中的弹性材料渗透到拉伸线绳中的程度。



1. 一种用于检测在挠性的复合材料物件之间的内部结构变化或在挠性的复合材料物件之间的差异的方法,该方法包括以下步骤:

将挠性的复合材料物件安装在固定位置中;

敲击所述复合材料物件;

测定敲击的碰撞持续时间;以及

将所述碰撞持续时间与参考值进行比较。

2. 如权利要求 1 所述的方法,还包括根据将要在所述比较中使用的所述碰撞持续时间计算出表示所述复合材料物件的局部刚度的数值。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述比较指出在弹性体基质材料渗透到加强纤维结构中的差异。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述复合材料物件为用嵌入在皮带中的拉伸线绳加强的动力传输皮带。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其中将挠性复合材料物件安装在所述固定位置中的步骤包括给所述复合材料物件预加应力。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述应力为弯曲应力。

7. 如权利要求 1 所述的方法,其中将所述挠性的复合材料物件安装在固定位置中的步骤包括将所要检测的所述复合材料物件的一部分布置在刚性支撑结构上以基本上不受应力的状态受到支撑。

8. 一种方法,包括:

将挠性的复合材料物件布置在刚性支撑结构上;

用具有预定质量的敲击器敲击所述复合材料物件;

测定表示敲击的碰撞持续时间的数值。

9. 如权利要求 8 所述的方法,还包括计算出表示所述复合材料物件的局部刚度的数值。

10. 如权利要求 8 所述的方法,其中所述敲击器包括加速计。

11. 如权利要求 8 所述的方法,还包括在预定区域上的多个位置处重复敲击,并且形成在所述预定区域上的刚度的图示。

12. 如权利要求 8 所述的方法,其中所述挠性的复合材料物件为动力传输皮带或其一部分。

13. 如权利要求 12 所述的方法,其中所述支撑结构为滑轮。

14. 如权利要求 8 所述的方法,其中所述挠性的复合材料物件为皮带板坯或其一部分。

15. 如权利要求 8 所述的方法,其中所述挠性的复合材料物件为带齿的动力传输皮带,并且所述支撑结构在位于两个皮带齿之间的平台区域中提供支撑,并且在得到支撑的所述平台区域上进行敲击。

用于挠性复合材料的非破坏性检测

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请要求了 2010 年 12 月 17 日提交的美国临时专利申请序列号 No. 61/424, 449 的优先权。

技术领域

[0003] 本发明大体上涉及用于挠性复合材料物件的非破坏性检测,更具体地说涉及检测在加强橡胶物件中的线绳渗透性的方法,而且尤其涉及用于在聚氨酯的动力传输皮带的线绳渗透性的检测。

背景技术

[0004] 针对刚性复合材料和金属结构已知有许多非破坏性检测。这些方法的示例包括采用超声波、涡流和声音。复合材料或金属结构通常可以通过在它们上敲击并且聆听敲击声的差异来检测内部缺陷。所谓的硬币敲击检测或简称为“敲击检测”已经应用于各种类型的刚性材料结构,包括蜂窝复合材料、飞机、空间结构、建筑物等。敲击检测可以用来检测在这些刚性结构中的分层、内部支撑结构压溃或缺失、松脱等。敲击检测系统从具有经过训练的耳朵的人进行手动敲击延伸至具有对声音或脉冲进行电子分析的自动敲击器。

[0005] Hsu 等人的美国专利 No. 6, 327, 921 描述了一种非破坏性的敲击测试检查系统,该系统为多个结构刚性测量提供了基于图像的显示,每个刚性测量值从用于飞机结构以及复合材料和金属蜂窝结构的“敲击”作用时间的测量值中计算出。在 Mitsuhashi 等人的美国专利 No. 5, 048, 320 和 Evans 的美国专利 No. 4, 519, 245 中披露了敲击检测系统的其它示例。

[0006] 挠性复合材料物件例如轮胎、动力传输皮带和软管会具有内在缺陷例如孔隙、分层等。Kinoshita 等人的美国专利 No. 5, 891, 561 披露了在橡胶动力传输皮带中采用芳族聚酰胺纤维或其它纤维的承载线绳。根据该专利,在采用间苯二酚 - 甲醛 - 乳胶(“RFL”)处理方法对线绳进行处理时,如果在处理之后的孔隙百分比大于 1.5%,则这些孔隙变得相对较大,并且在这些线绳中的纤维之间的粘结性降低,并且磨损问题变得显著。提出用来确定孔隙百分比的方法在于用电子显微镜将线绳的横截面放大以能够进行精确面积测量。

[0007] Knutson 等人的美国专利 No. 5, 807, 194 描述了用于具有浇铸聚氨酯主体的线绳发展历史,通过各种处理或所采用的带材强调了线绳渗透性的重要性。对于主要感兴趣的碳纤维线绳而言,Knutson 等人提出了用于测量线绳渗透性的破坏性检测。根据该专利,可以通过对一段原线绳称重并且将它与从最终传输皮带中取出的线绳进行比较并且测量出重量差来测量出线绳在浇铸期间拾取的带材量。这样,可以针对每毫米线绳长度确定单位为每立方毫米的线绳体积线绳的带材拾取量 mg。实际上,可以通过研究线绳的放大横截面来对这种检测结果进行确认。

[0008] 线绳称重和横截面分析都是破坏性检测。

发明内容

[0009] 本发明涉及提供了用于挠性复合材料物件的非破坏性检测的系统和方法,用于检测在加强橡胶物件例如轮胎、软管和皮带中的线绳渗透性。本发明用于检测在碳纤维加强、聚氨酯的动力传输皮带中的线绳渗透性。

[0010] 本发明涉及一种用于检测在加强挠性复合材料内或之间的内部变化或差异的方法,该方法包括以下步骤:支撑挠性复合材料物件,例如通过将它安放在刚性支撑结构上;用具有预定重量的敲击器敲击所述复合材料;确定表示敲击碰撞持续时间的数值和/或计算出表示所述复合材料的局部刚度的数值。该复合材料可以为具有拉伸线绳加强的动力传输皮带或其一部分。复合材料可以为带板或其一部分。支撑结构可以为心轴、滑轮或扁平板,并且具有凸出部以与皮带外形相配合。该方法用于比较例如在浇铸聚氨酯的带齿皮带中的弹性材料渗透到拉伸线绳中的程度。

[0011] 在各个实施方案中,敲击器可以为测量加速计锤或摆锤,它可以手动操作或自动操作。可以通过计算机来评估碰撞持续时间。可以在所产生出的区域或图形显示上获取这些测量值。物件可以保持在受应力状态中或者以基本上不受应力的状态受到支撑。

[0012] 前面已经相当广泛的列出了本发明的特征和技术优点,以便可以更好的理解下面本发明的详细说明。下面将对本发明的其它特征和优点进行说明,这些形成了本发明权利要求的主题。本领域技术人员应该理解的是,所披露的构思和具体实施方案可以很容易用于改变或设计用于实现相同的发明目的其它结构的基础。本领域技术人员还应该知道的是,这些等同的结构不会脱离在所附权利要求书中所给出的本发明的精神和范围。通过结合附图阅读下面的说明书将更好的理解针对其结构和操作方法两者而言被认为是本发明特点的新颖特征以及其它目的和优点。但是,要明确理解的是,每个附图用于只是用于例举说明,而不是用来对本发明的范围进行限定。

附图说明

[0013] 其中相同的附图标记表示相同的部件的结合在申请文件中并且形成其一部分的这些附图显示出本发明的实施方案,并且与说明书一起用来说明本发明的原理。在这些附图中:

[0014] 图 1 显示出根据本发明实施方案布置的检测试样和检测装置;

[0015] 图 2 显示出根据本发明另一个实施方案布置的检测试样和检测装置;

[0016] 图 3 显示出根据本发明另一个实施方案布置的检测试样和检测装置;以及

[0017] 图 4 为根据本发明实施方案的所要检测的皮带的横截面视图。

具体实施方式

[0018] 挠性复合材料包括各种层叠或纤维加强弹性体物件,例如轮胎、皮带、软管、气垫、隔膜等。在这些物件中可能有各种内部制造变化和/或缺陷,例如孔隙、分层、杂质等。内部缺陷也可以在使用期间出现,例如分层、卷曲或疲劳区域、纤维断裂等。识别在挠性复合材料中的内部缺陷或变化的普通方法时通过破坏性检测,即通过将复合材料切开并且在视觉上往往在放大的情况下检查它。本发明人已经发现,敲击检测能够展现出之前只是可以通过破坏性检测发现的在复合材料结构中的微小差异。敲击检测涉及用配备有敲击头的加速

计来敲击所关心的试样。对于所检测试样可以采用任意合适的敲击头材料和敲击头形状。加速计从敲击中获得的输出信号为电压脉冲,这表示了敲击过程的作用时间历史。该电压脉冲之后为小的负脉冲,其中输出电压稍微变负然后回到零。来自所测试的物件的不同区域的电压脉冲差异可以表示内部结构变化。脉冲差异可以涉及电压脉冲的幅度和宽度。在来自不同物件的冲击脉冲中的差异可以表示在物件之间的内部结构变化。

[0019] 根据本发明的实施方案,可以优选用于校准的质量或力敲击挠性复合材料,并且优选电子电路分析该声音。在优选的检测中,用压电加速计作为敲击质量体敲击挠性复合材料,并且电子电路测量在质量和试样之间的接触时间。接触时间 τ (通常为几百个毫秒)可以转变成局部弹簧刚性 k (用兆牛顿 / 米表示),并且用作挠性复合材料的机械状态的量度。简单的弹簧模型产生出关系 $\tau = \pi \sqrt{m_T / k}$, 其中 m_T 为敲击器的质量。使用接触时间测量的优点在于,它对于各种测量变量例如敲击器的材料性能、半径和速度相对敏感。这些变量都在脉冲幅度上具有更大的影响。代替实际的接触时间,可以采用表示接触时间的数值。同样,代替刚度,可以采用代表刚度的数值,从而导致比较测量结果。对于给定的检测用途而言,往往将未知的试样与控制或已知的试样进行比较就足够了。该比较会涉及脉冲持续时间或接触时间或所推导出的数值例如刚度或代表刚度的数值。

[0020] 其内容在这里被引用作为参考的 Hsu 等人的美国专利 No. 6, 327, 921 披露了示例性的非破坏性敲击测试检查系统,它为多个结构刚度测量提供了基于图像的显示,每个刚度测量值从用于“敲击”的冲击持续时间的测量值中计算出。在一般在刚性结构中采用敲击检测的情况下,敲击声音在内部结构损坏的区域中被认为比在好的区域中“更沉闷”。这种沉闷的声音对应于用于冲击或敲击的更宽脉冲宽度。挠性复合材料将不期望是用于敲击检测的好的替代材料,因为这些材料例如橡胶或其它弹性体本身就比刚性结构材料更有阻尼,因此在存在或不存在内部损坏或结构变化的情况下声音都“沉闷”。与由在刚性结构敲击所检测的典型损坏相比,内部损坏也可能在挠性复合材料中微小的多。在刚性结构上敲击例如可以定位在墙壁中的墙筋、压溃的蜂窝结构或者丢失的东西。对于挠性物件而言,人们希望找到小孔隙或切口或者在加强部件的材料性能方面的微小差异。

[0021] 与一般将敲击检测应用于自支撑结构或刚性物件不同,最好在将挠性复合材料物件仍然保持在一些支架中或者安装在支撑结构上以便检测,从而来对挠性复合材料进行检测。还优选的是,按照向所要敲击的区域上施加应力的方式来保持挠性复合材料。另一种方式是通过将它拉伸。用于挠性复合材料物件的合适保持器可以很容易由本领域技术人员选用或设计出。例如,可以采用简单的老虎钳来将许多类型的挠性物件保持在受应力的状态中。在优选实施方案中,在所要敲击的区域下用刚性支撑件将带齿皮带保持在受应力的状态中。因此,该检测区域在冲击时夹在敲击器和刚性支撑件之间。这被认为整个使得复合材料出现不期望有的变化最小化,并且加强了材料的内部变化响应。

[0022] 图 1 显示出应用于一部分动力传输皮带上的根据本发明的敲击检测装置。在图 1 中,将皮带 10 保持在老虎钳 18 中以便用具有敲击头 15 的测量加速计锤 11 进行敲击。皮带 10 包括具有齿 14 的弹性皮带主体 12,以便进行同步运动控制或动力传输。皮带 10 用嵌入的拉伸线绳 16 和齿盖 17 加强。该皮带试样由于在老虎钳中弯曲或拱起而处于受应力的状态中。

[0023] 图 2 显示出应用于一部分动力传输皮带上的根据本发明的敲击检测装置。在图 2

中,将皮带 10 保持在老虎钳 28 中以便使用测量加速计锤 11 进行敲击。皮带 10 包括具有齿 14 的弹性皮带主体 12,以便进行同步运动控制或动力传输。齿 14 与平台区域 24 相交替。老虎钳 28 包括具有一个或多个凸出部 26 的支撑板 22,它支撑着一个或多个平台区域 24。皮带 10 也用嵌入的拉伸线绳 16 和齿盖 17 加强。在该检测中,皮带试样处于其自然未受应力的状态。要指出的是,未受应力意味着由于在圆柱形心轴上模制而导致在这部分皮带 10 中有一些弯曲。

[0024] 图 3 显示出应用于一部分动力传输皮带的根据本发明的另一种敲击检测装置。在图 3 中,在支撑板 32 上将皮带 10 保持在一对夹钳 38 中以便使用测量加速计摆锤 31 进行敲击。齿 14 与平台区域 24 交替。支撑板 32 包括多个凸出部 36,用来支撑多个平台区域 24。可以通过在受到支撑的平台区域上在背面上进行敲击来检测该皮带。摆锤 31 可以受到自动控制以确保敲击力变化最小,并且产生出所期望数量的重复敲击。在该检测布置中,皮带保持在基本上未受应力的状态中。通过将前面所提出的模制形成的弯曲弄平而在皮带上施加了较小的应力。

[0025] 为了说明本发明方法的实际应用,将敲击检测应用于研究在碳纤维加强浇铸聚氨酯同步皮带中的线绳渗透水平。这些皮带例如在 Knutson 等人的美国专利 No. 5, 807, 194 中有描述。Knutson 专利描述了一种同步动力传输皮带,其具有浇铸氨基甲酸乙酯的皮带材料的带体、由带体形成并且间隔一定距离的带齿、沿着带齿的周边表面设置的耐磨织物加强部以及嵌入在带体中的螺旋线绳拉伸构件。在这里所检测的特定皮带具有 14mm 的节距和 54k 碳纤维拉伸线绳。生产出两个皮带,一个其氨基甲酸乙酯基本上完全渗透到线绳中(表示为 99%),并且另一个其氨基甲酸乙酯大约 60% 渗透到线绳中。通过将皮带切开、将截面埋入在树脂中、将埋入的截面抛光并且通过光学观察确定百分比已渗透面积,从而确定出这些渗透值。当然,对于这种普通破坏性检测的目的而言,必须将这些皮带切成多段。图 4 显示出这种皮带的局部横截面,它包括嵌入在弹性材料主体 12 中的线绳 16 的三个切口,它们在其中线绳靠近齿盖 17 的两个齿 14 之间的平台区域 24 中切开。在图 4 中,所示的三个线绳部分表示三种不同的浇铸氨基甲酸乙酯进入到碳纤维束的渗透程度。线绳 46 基本上被聚氨酯完全渗透。线绳 44 在线绳中央附近具有没有渗透的较小区域,并且线绳 42 具有较大区域没有渗透。应该理解的是,这三个线绳通常不必在同一皮带中并排设置。更常见的是,皮带的较大部分或者甚至是整个皮带可以恒定地具有一种渗透程度。可选的是,在来自相同构造或板带的一系列皮带上可以存在渗透梯度,或者可以有更小的渗透变化区域。因此,快速检测较大区域的渗透差异的方法会是有利的。同样,图 4 代表了在弹性复合材料物件的纤维加强部分中的孔隙或分层,线绳 42 代表了更大的孔隙,而线绳 44 代表了更小的孔隙。本发明的方法被认为可以应用于识别或鉴别在这些弹性复合材料比较试样中的各种这些内部差异。

[0026] 对于敲击检测而言,选择所谓的 CATT (计算机辅助敲击检测器),它是由 Iowa State University 针对航空非破坏性检查开发出的并且许可给 Advanced Structural Imaging, Inc. (ASI) 商业化的仪器。它采用了压电加速计作为敲击质量体,并且用电子电路测量在质量和试样之间的接触时间。可以将接触时间 τ (通常为几百个毫秒) 转变为局部弹簧刚度 k (用兆牛顿 / 米来表示)。该检测已经用作航空结构的机械状况的测量方法。该检测可以在预定区域上重复进行,并且在显示装置上用图形绘制出结果。测量敲击质量

体初始仅仅从一定的高度下落到试样上。在进一步的检测中,采用摆锤来更好的控制冲击位置和冲击力。摆锤可以手动操作或自动操作。自动摆锤能够控制冲击频率,这改善了控制并且防止多次敲击错误或敲击质量体反弹。

[0027] 在第一系列的检测中,采用 CATT 总共检测了 6 个试样。这些试样为上述动力传输皮带的段,每一个段为 140mm 长并且 20mm 宽。皮带片段在内表面上具有十个大齿并且在外表面上具有许多小的嵌齿。皮带主体由浇铸聚氨酯制成,并且拉伸线绳为碳纤维。通过破坏性测试确定出三个试样其线绳束的浇铸聚氨酯渗透率为 99%,并且发现三个试样仅具有 60% 的渗透率。为了保持这些试样,以弯曲形式将这些试样预先加载成拱形,如图 1 所示,并且用加速计在拱形顶部上或其附近进行敲击。敲击每个试样 20 至 30 次,并且将接触时间数据取平均值。将每个接触时间转变成刚度,并且也将这些数值取平均值。在表 1 中概括了 6 个试样的检测结果。

[0028] 具有 60% 渗透率的那三个皮带显示出明显的一致性,其平均 τ 分别为 786、798 和 799 μs 。在刚度方面,它们分别为 0.233、0.230 和 0.238 MN/m。具有 99% 渗透率的三个皮带的结构表明,其中两个皮带非常接近 (596 μs 和 598 μs 以及 0.399 MN/m),并且第三个稍微更硬 (649 μs 和 0.342 MN/m)。即使这样,在 99% 和 60% 渗透的皮带之间仍然有明显的区分,在两组皮带的数值散布之间没有任何重叠。因此,显示出敲击检测能够在具有高度线绳渗透度和中度线绳渗透度的皮带之间进行区分。

[0029] 表 1

[0030]

皮带试样	平均 τ (μs)	平均 k (MN/m)
99% 渗透皮带 1	598	0.399
99% 渗透皮带 2	596	0.406
99% 渗透皮带 3	649	0.342
60% 渗透皮带 1	799	0.238
60% 渗透皮带 2	786	0.233
60% 渗透皮带 3	798	0.230

[0031] 在第二系列检测中,采用 CATT 如在第一系列中一样检测每种具有四种不同线绳渗透水平 (60%、86%、93-95%、99%) 的三种试样。如图 1 所示,也按照弯曲成拱形的方式将这些试样预加载,并且用加速计在拱形顶部上进行敲击。将每个试样敲击 20 至 30 次,并且将接触时间数据取平均值。将每个接触时间转变成刚度,并且也将这些数值取平均值。在表 2 中概括了这 12 个试样的检测结果。发现,检测不能在 86% 和 93-95% 渗透试样之间进行区分。改变拱形跨度或者改变敲击力也不能改善分辨能力。

[0032] 然后如图 2 所示一样采用不同的支架在 86% 和 93-95% 渗透试样上重复第二系列检测,一个支架在没有使得皮带弯曲或给它应力的情况下支撑着平台区域。在受到支撑的平台区域上在皮带的背面上敲击这些试样。将每个试样敲击 20 至 30 次,并且将接触时间

取平均值。将每个接触时间转变成刚度,并且也将这些数值取平均值。在表 2 中也总结概括出在第二支架中的 6 个试样的检测结果。针对 93-95% 试样尤其是 3 个试样测量出的接触时间与其它皮带不一致。这与那个皮带的光学分析是一致的,这显示出线绳之间的变化(而更多的试样在皮带内的线绳之间更一致)。

[0033] 表 2

[0034]

皮带试样	拱形试样 平均 τ (μs)	受支撑的试样 平均 τ (μs)	受支撑+摆锤 平均 τ (μs)
99%渗透皮带 1	1478.6		
99%渗透皮带 2	1511.2		
99%渗透皮带 3	1462.2		
93-95%渗透皮带 1	1435.9	842.3	586.6
93-95%渗透皮带 2	1577.4	826.1	560.6
93-95%渗透皮带 3	1536.4	854.8	649.0
86%渗透皮带 1	1478.5	884.6	622.7
86%渗透皮带 2	1462.9	902.0	610.9
86%渗透皮带 3	1498.3	853.1	620.5
60%渗透皮带 1	2129.8		
60%渗透皮带 2	1996.2		
60%渗透皮带 3	1879.1		

[0035] 为了改善测量一致性,采用摆锤敲击器代替下落的质量体。摆锤的敲击位置可以更加可重复地控制,并且可以精确控制高度,而且同样可以控制敲击频率。然后采用在图 3 中所示的自动摆锤敲击器和试样支架在 86% 和 93-95% 渗透试样上重复这些检测。在表 2 中显示出这些结果。该检测在 86% 和 93-95% 渗透试样之间产生出最佳的区分。要指出的是,接触时间的绝对值取决于所采用的支架布置类型。图 3 的布置对于 20 至 30 次重复敲击而言具有最小的变化或标准偏差。要指出的是,具有 93-95% 渗透的皮带 3 也明显与其它不同。这被认为是由于如上所述在皮带内的线绳之间变化而导致的。

[0036] 应该理解的是,采用合适的支架,同样可以在不破坏皮带的情况下检测整个环形皮带。该检测可以扩展至多个位置以便表征出该试样的整个宽度和长度。因此,可以使用 CATT 的整个能力来绘制出所检测物件的响应并且定位出具有不同相应的区域。受支撑皮带给出小差异的最佳区分这个实施的特别有用的结果在于,能够采用滑轮或链轮作为支撑件在驱动装置上检测带齿皮带。因此,可以在其使用的任何阶段现场检测皮带的内部变化、损坏或缺陷,而不用从驱动装置中拆除。作为另一个实施例,首先构成为较大圆柱形板坯或者

套筒的皮带可以在从模具中取出板坯之前或之后迅速绘制出内部差异。其上形成皮带板坯的工具可以为检测提供所需要的支撑。在进行各种昂贵的精加工操作例如切削、研磨、打标记之前可以进行检测,或者必要时可以在过程中的任意位置处进行。该检测能够很容易在任意位置处进行,因为它不需要专门的试样准备、调整等。例如,在皮带切割中,可以将板坯安装在心轴上,这也可以为在板坯上进行敲击检测提供支撑。

[0037] 同样,可以想到能够采用适当的支撑支架和测量敲击器对其它挠性复合材料物件例如轮胎和软管进行检测和 / 或比较以便定位或识别出内部差异。

[0038] 虽然已经对本发明及其优点进行了详细说明,但是应该理解的是,在不脱离由所附权利要求限定的本发明范围的情况下可以在其中作出各种变化、替代和改变。而且,本申请的范围并不打算局限于在说明书中所描述的物体、机器、制造以及事情、手段、方法和步骤的组合。如本领域技术人员将很容易从本发明的公开内容中所理解的一样,根据本发明可以采用当前存在或随后开发出用来执行与在这里所述的相应实施方案相同的功能或实现基本上相同效果的过程、机器、制造以及物体、手段、方法或步骤的组合。因此,所附权利要求用来在其范围内涵盖这些过程、机器、制造以及事情、手段、方法或步骤的组合。在这里所披露的发明在适当情况下可以在缺少在此没有具体披露的元件的情况下实施。

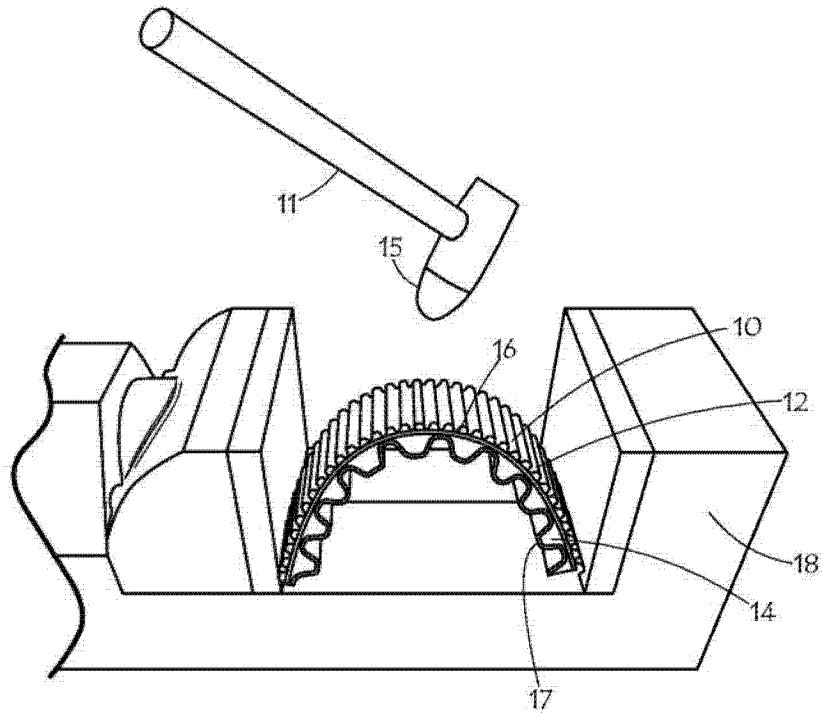


图 1

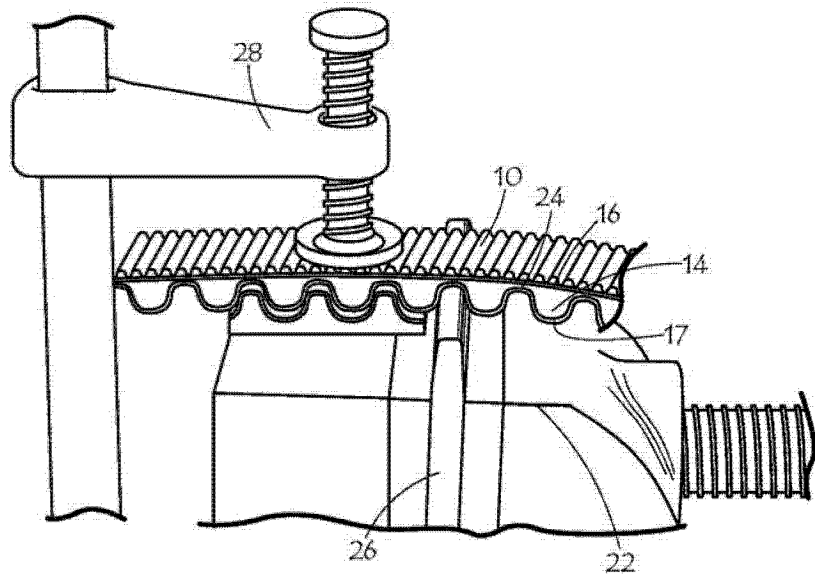


图 2

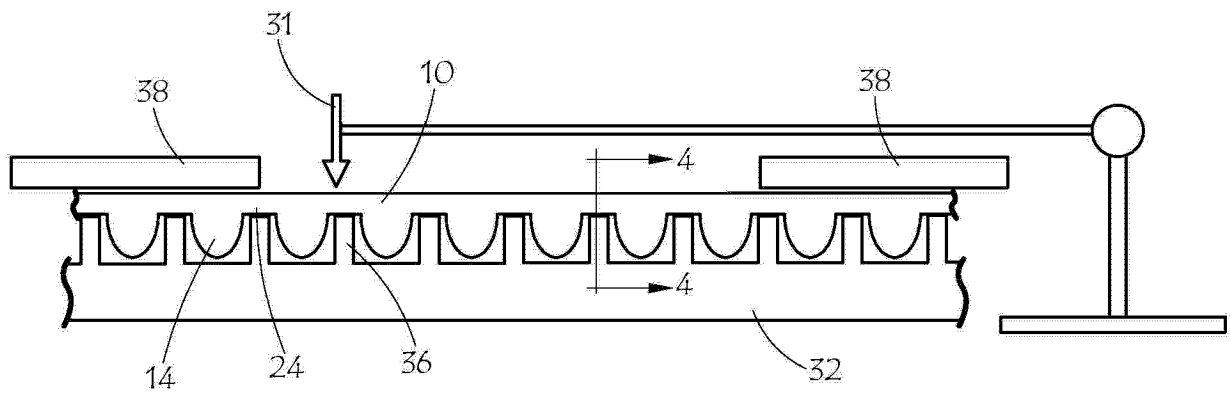


图 3

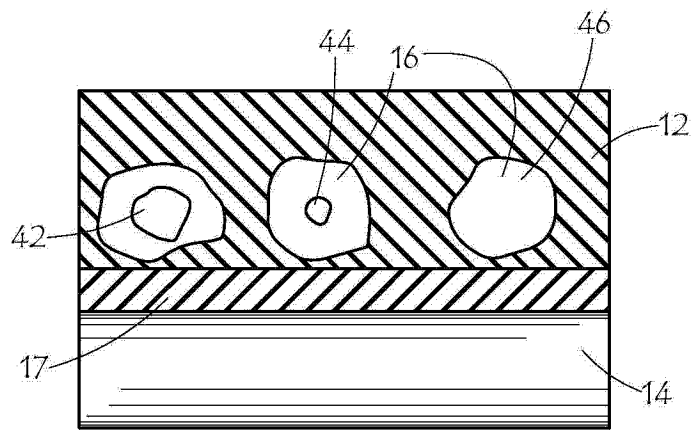


图 4