



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1802874 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 10

(21) 申请号 200480007672. X

(22) 申请日 2004. 03. 01

(30) 优先权数据

10/403, 643 2003. 03. 31 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2005. 09. 21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2004/006253 2004. 03. 01

(87) PCT国际申请的公布数据

W02004/095883 EN 2004. 11. 04

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 萨丁德尔·K·纳亚尔

罗纳德·W·格德斯

迈克尔·W·卡彭特

卡迈勒·E·阿明

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 梁晓广 关兆辉

(51) Int. Cl.

H04R 17/00 (2006. 01)

B01J 19/10 (2006. 01)

B06B 1/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6498421 B1, 2002. 12. 24, 说明书第 1 栏第 51-65 行, 第 5 栏第 26-29 行.

US 4649060 A, 1987. 03. 10, 说明书第 3 栏第 52 行 - 第 5 栏第 41 行、附图 1.

US 5935143 A, 1999. 08. 10, 全文.

W0 0071266 A1, 2000. 11. 30, 全文.

审查员 赵晓晴

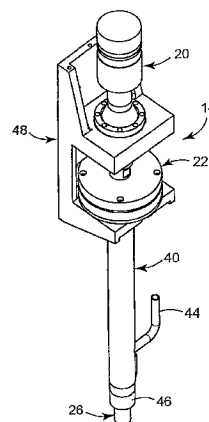
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

包括陶瓷喇叭的超声能量系统和方法

(57) 摘要

一种用于施加振动能量的声学系统, 包括连接到超声能量源的喇叭。喇叭限定了整体长度和波长, 至少喇叭的前部包括陶瓷材料。该前部长度至少是 1/8 喇叭波长。在一个优选实施例中, 喇叭整体是一种陶瓷材料, 并通过过盈配合被安装到一单独部件, 如波导管。无论如何, 通过对喇叭的至少一特定部位使用陶瓷材料, 本发明的超声系统有利于长时间工作在极端环境, 如高温和 / 或腐蚀性流体介质。本发明对制造金属基质复合导线非常有用。



1. 一种用于施加振动能量的声学系统,该系统包括:

连接到超声能量源的喇叭,所述喇叭被限定为除所述超声能量源的半波长之外的长度,其中至少喇叭前部由陶瓷材料制成,该前部长度至少是 $1/8$ 喇叭波长,或者喇叭的整体由陶瓷材料制成,以及

安装部件,该安装部件包括波导管和升压器或包括仅升压器,

其中当所述安装部件为波导管和升压器时,所述喇叭、所述波导管、所述升压器、换能器和所述超声能量源依次连接,所述波导管由钛材料形成,并且其中所述喇叭的尾部在所述波导管的反结点以过盈配合的方式连接到所述波导管,并且所述喇叭的尾部通过在钛波导管中产生的圆周应力固定到所述安装部件,

其中当所述安装部件仅为升压器时,所述喇叭、所述升压器、换能器和所述超声能量源依次连接,并且所述喇叭的尾部通过钳位机构以过盈配合方式固定到所述安装部件。

2. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述陶瓷材料包括从氮化硅、氧化铝、硅铝氧氮陶瓷、二硼化钛、氧化锆或碳化硅中选择的至少一种陶瓷。

3. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述喇叭适于以接近 20kHz 的频率向熔融金属基介质传输超声能量,并且所述喇叭特征在于工作寿命至少为 100 小时。

4. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述喇叭是陶瓷圆柱棒状,并且安装部件定义了一个圆形孔,并且其中所述喇叭尾部被容纳在该圆形孔中。

5. 如权利要求 4 所述的系统,其中所述安装部件和所述喇叭适于在至少 200°C 的温度下保持所述过盈配合。

6. 如权利要求 1 所述的系统,进一步包括:

环绕所述安装部件和喇叭之间的结合点的管状套管;

不固定地连接到套管用于通过套管传送空气以冷却所述结合点的空气源。

7. 一种在流体介质中施加超声能量的方法,该方法包括:

提供被加热到一定温度的流体介质;

提供包括波导管和升压器或包括仅升压器的安装部件;

将超声能量源连接到喇叭,其中所述喇叭包括前部和尾部,并且至少喇叭前部由陶瓷材料制成,并且该前部长度至少是 $1/8$ 喇叭波长,或者喇叭的整体由陶瓷材料制成;

至少所述喇叭的所述前部浸入加热的流体介质;以及,

操作超声能量源使得所述喇叭传输能量到加热的流体介质,

其中当所述安装部件为波导管和升压器时,所述喇叭、所述波导管、所述升压器、换能器和所述超声能量源依次连接,所述波导管由钛材料形成,并且将所述超声能量源连接到所述喇叭的步骤包括将所述喇叭的尾部在所述波导管的反结点以过盈配合的方式连接到所述波导管,以及通过在所述加热的流体介质的温度下产生的钛波导管中的圆周应力将所述喇叭的尾部固定到所述安装部件,

其中当所述安装部件仅为升压器时,所述喇叭、所述升压器、换能器和所述超声能量源依次连接,并且将所述超声能量源连接到所述喇叭的步骤包括将所述喇叭的尾部通过钳位机构以过盈配合方式固定到所述安装部件。

8. 如权利要求 7 所述的方法,其中所述加热的流体介质的温度至少为 200°C 。

9. 如权利要求 7 所述的方法,其中所述流体介质是熔融金属。

10. 如权利要求 7 所述的方法,其中所述流体介质是熔融铝,并且其中所述方法特征在于超声能量传输至少 100 小时而不更换所述喇叭。

11. 如权利要求 7 所述的方法,其中所述安装部件是波导管,所述方法进一步包括:
确定喇叭的所需共振频率;以及
根据所需共振频率调节波导管的长度。

12. 如权利要求 9 所述的方法,其中传输的超声能量使熔融金属基质材料渗透到浸入所述熔融金属基质的多个纤维内。

13. 一种制造连续复合导线的方法,该方法包括:

提供一定量的温度至少为 600°C 的熔融金属基质材料;

包括大量实际连续的纤维的至少一纤维束浸入到一定量的熔融金属基质材料;

通过喇叭将超声能量传递到熔融金属基质材料,使得至少一部分一定量的熔融金属基质材料振动,以允许至少一部分熔融金属基质材料渗透到多个纤维内,从而提供经渗透的多个纤维;以及

从一定量的熔融金属基质材料中抽出多个纤维;

其中所述喇叭的特征在于至少喇叭前部由陶瓷材料制成,该前部长度至少是 1/8 喇叭波长,或者喇叭的整体由陶瓷材料制成;

提供包括波导管和升压器或包括仅升压器的安装部件,

其中当所述安装部件为波导管和升压器时,所述喇叭、所述波导管、所述升压器、换能器和所述超声能量源依次连接,所述波导管由钛材料形成,所述喇叭的尾部在所述波导管的反结点以过盈配合的方式连接到所述波导管,并且通过在所述熔融金属基质材料的温度下在所述波导管中产生的圆周应力被固定到所述安装部件,并且

其中当所述安装部件仅为升压器时,所述喇叭、所述升压器、换能器和所述超声能量源依次连接,并且所述喇叭的尾部通过钳位机构以过盈配合方式固定到所述安装部件。

14. 如权利要求 13 所述的方法,其中制造连续复合导线至少 100 小时而不更换所述喇叭。

包括陶瓷喇叭的超声能量系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及声学。更具体地,涉及具有陶瓷喇叭的超声能量系统和方法,用于在恶劣环境如高温和 / 或腐蚀环境下长期传输超声能量。

背景技术

[0002] 超声学是超出可听频率的声音振动作用的学科。高能超声应用的目的是在被处理的材料中带来一些物理变化。这种处理要求每单位面积或体积的振动能量流。根据该应用,产生的能量密度可以从每平方厘米低于 1 瓦特到几千瓦特。在这一点上,超声有很多种应用,如材料焊接或切割。

[0003] 与具体申请无关,超声设备或系统本身通常包括换能器、升压器、波导管、和喇叭。这些部件通常结合在一起统称为“喇叭堆栈”。换能器将电源提供的电能转换成高频机械振动。

[0004] 升压器放大或调节换能器的振动输出。波导管将放大的振动从升压器传输到喇叭,并提供用于安装喇叭的适当的面积。特别是,波导管部件通常用于设计目的,用来减小到换能器的热量传输,并从声学和加工的角度优化喇叭堆栈的性能。但是,波导管不是必需的部件并且不总是被使用。而是经常直接将喇叭连接到升压器。

[0005] 喇叭是一种声学工具,其长度通常为 $1/2$ 喇叭材料波长的整数倍,并且通常由用来将机械振动能量传输到所需应用点的例如铝、钛或钢构成。喇叭位移或振幅是喇叭表面的峰到峰移动。

[0006] 喇叭输出振幅与喇叭输入振幅的比率称为“增益”。增益是在振动输入和输出部分喇叭质量比的函数。

[0007] 通常,在喇叭中,喇叭表面的振幅的方向与施加的机械振动方向相同。

[0008] 根据具体应用,喇叭可以假定有多种形状,包括简单的圆柱形、卷筒形、钟形、块形、条形等。此外,喇叭的前部(或“顶部”)具有不同于喇叭体其余部分的尺寸和 / 或形状。在某些结构中,喇叭顶部可以是可更换的部件。在贯穿本说明书中所使用的术语“喇叭”包括均匀成型的喇叭以及形成一个明显的喇叭顶部的喇叭结构。最后,对于某些应用例如超声切割和焊接,设置附加的砧部件。但无论如何,超声喇叭结构和材料成分相对地标准。

[0009] 对于多数超声应用,公认的喇叭材料铝、钛和钢非常可行的,其原材料选择标准为所需工作频率。被施加以超声能量的材料处于室温下并且是相对惰性的,从而,喇叭磨损,如果有的话,是最小的。但是,对于某些超声应用,喇叭磨损可能增大。尤其是喇叭工作在剧烈环境下(例如,腐蚀和 / 或高温),公认的喇叭材料可能无法提供满意的结果。例如,超声能量通常用于将流体介质渗透到工件内。纤维加强金属基质复合导线的生产就是这样一个例子,其中一束纤维被浸泡在熔融的金属中(例如,铝基熔融金属)。声波引入到熔融金属(通过浸入其中的超声喇叭),使熔融金属渗透纤维束,由此产生金属基质复合导线。熔融铝代表极端恶劣的环境,即非常热(大约 700°C)又具化学腐蚀性。

[0010] 在这种恶劣条件下,钛和钢喇叭将很快损坏。其他可用的金属基喇叭结构仅提供

标称的工作寿命改善。

[0011] 例如,金属基质复合导线生产商通常使用一系列铌-钼合金(至少4.5%的钼)制造喇叭。即使通过这种更严格的材料选择,在需要重新加工之前铌基喇叭在熔融铝中具有有限的工作寿命。此外,在其“第一次”寿命即将结束时,铌合金变得不稳定,有可能引起意料不到工艺问题。此外,铌-钼合金喇叭的形成需要精确、冗长和昂贵的铸造、热加工、和最终机械加工操作。考虑到这些和其他材料的高成本,铌(及其合金)和其他公认的喇叭材料对于恶劣环境超声应用不是最佳的。

[0012] 超声设备有利地用在多种应用中。对于某种设备,但是,超声喇叭工作的剧烈环境致使当前的喇叭材料没有经济效果。因此,需要一种超声能量系统,尤其是超声喇叭,适于在极端工作条件下提供长期性能。

发明内容

[0013] 本发明一方面涉及用于施加振动能量的声音系统,包括连接到超声能量源的喇叭。至少喇叭前部由陶瓷材料制成。更具体地,喇叭限定了整体长度和波长。陶瓷材料前部长度至少是1/8喇叭波长。在一个实施例中,喇叭整体是一种陶瓷材料,并通过过盈配合被安装到一单独部件,如波导管。无论如何,通过对至少喇叭前部使用陶瓷材料,本发明的超声系统有利于长时间工作在极端环境,如高温和/或腐蚀性流体介质。例如,当施加振动能量到高腐蚀性和熔融金属介质尤其是熔融铝时,令人惊奇地发现陶瓷基喇叭如 SiN_4 、硅铝氧氮陶瓷、 Al_2O_3 , SiC , TiB_2 等,事实上不具有化学反应性。

[0014] 本发明另一方面涉及在流体介质中施加超声能量的方法,并包括提供流体介质,并将超声能量源连接到喇叭至少1/8波长处,该部分为陶瓷材料。至少一部分喇叭浸入流体介质。为此,构成喇叭使得其浸入部分全部由陶瓷材料制成。最后,操作超声能量源使得喇叭传输超声能量到流体介质。在一个实施例中,流体介质是腐蚀性的并具有至少500℃的温度,并且该方法的特征在于至少100小时的超声能量传输而不更换喇叭。

[0015] 本发明另一方面涉及制造连续复合导线的方法。该方法包括提供一定量的温度至少600℃的熔融金属基质材料。包括大量实质连续的纤维的束浸入到一定量的熔融金属基质材料。超声能量通过喇叭传递,该喇叭的至少1/8波长的前部为陶瓷。如此传递的超声能量致使至少一部分一定量的熔融金属基质材料振动,以允许至少一部分熔融金属基质材料渗透到多个纤维内,从而生产经渗透的多个纤维。最后,从一定量的熔融金属基质材料中抽出多个纤维。

附图说明

[0016] 图1是根据本发明的超声能量系统的分解图,部分以框图形式表示;

[0017] 图2A是图1超声系统的部分放大截面图;

[0018] 图2B是图2A沿线2B-2B的截面图;

[0019] 图3是在总装配之后图1的超声喇叭堆栈的透视图;

[0020] 图4是图1的超声系统一部分的截面图;以及

[0021] 图5是根据本发明用来利用超声能量生产复合金属基质导线的装置的示意图。

具体实施方式

[0022] 图 1 中的的是根据本发明的超声系统 10 的一个实施例。一般地说,超声系统 10 包括能量源 12(以方框的形式示出)、超声或喇叭堆栈 14 以及冷却系统 16。下面详细描述各部件的细节。但是一般地说,喇叭堆栈 14 包括换能器 20、升压器 22、波导管 24、和喇叭 26。至少一部分喇叭 26 包括陶瓷材料并能够传输从能量源 12 输入的经由换能器 20、升压器 22 和波导管 24 而产生的机械振动能量。冷却系统 16,如后面所述,冷却喇叭 26 和波导管 24 之间的接口。通过这种结构,超声系统 10 以及尤其是喇叭 26,能够在极端工作环境(例如升高的温度和/或化学腐蚀)下长期提供超声能量。

[0023] 超声系统 10 的几个部件是现有技术中公知的类型。例如,能量源 12、换能器 20、和升压器 22 是通常的公知部件,并且可以假定有多种形式。例如,在一个实施例中,能量源 12 构成用于向换能器 20 提供高频电能。换能器 20 将来自能量源 12 的电力转换成标称 20kHz 的机械振动。根据本发明的换能器 20 因此可以是各种类型如压电的、机电的等。最后,升压器 22 也是本领域公知的类型,并适于放大换能器 20 的振动输出并将振动传输到波导管 24/喇叭 26。在这一点上,虽然系统 10 能够包括升压器 22 和喇叭 26 之间的波导管 24,在备选实施例中,喇叭 26 直接连接到升压器 22,从而省略了波导管 24。

[0024] 不同于上述部件,设置了波导管 24 的喇叭 26 相对于公知的超声系统表现出明显的改进。尤其是,喇叭 26 的实质部分由陶瓷材料形成,在一个实施例中喇叭 26 整体上都由陶瓷材料形成。作为参考,喇叭 26 由尾端 30 和前端 32 限定。尾端 30 连接到波导管 24,其中前端 32 是喇叭 26 的工作端。因此,例如,当使用超声系统 10 将超声能量传递到流体介质时,前端 32(和与前端 32 相邻的部分喇叭 26 一起)浸入流体介质。通过这些有意的指定,喇叭 26 由从尾端 30 到前端 32 的长度定义,并定义喇叭材料波长。喇叭 26 的陶瓷部分长度至少为该波长的 $1/8$,从前端 32 朝尾端 30 接近地延伸。换句话说,喇叭 26 定义了一个长度为至少 $1/8$ 喇叭材料波长的陶瓷前部 34。作为选择,陶瓷部分前部 34 的长度可以大于 $1/8$ 喇叭材料波长,例如至少 $1/4$ 波长或 $1/2$ 波长。在一个最优选的事实例中,喇叭 26 整体由陶瓷材料形成。无论如何,喇叭陶瓷部分不仅仅是涂层或小头片;而是,本发明沿着喇叭 26 的重要部分使用陶瓷。

[0025] 有多种陶瓷材料可用于喇叭 26(或如前述喇叭 26 的前部 34),并包括碳化物、氮化物和/或氧化物中的至少一种。例如,喇叭 26 的陶瓷部分可以是氮化硅、氧化铝、二硼化钛、氧化锆、碳化硅等。在一个更优选的实施例中,喇叭 26 的陶瓷部分是氧化铝、氮化硅陶瓷合成物,如硅铝氧氮陶瓷($\text{Si}_{6-x}\text{Al}_x\text{O}_8\text{N}_{8-x}$)。

[0026] 图 1 中所示喇叭 26 为圆柱棒状,也可以用其他形状。例如,喇叭 26 可以是矩形或正方形(截面)棒状、球形、圆锥形、双圆锥形等。喇叭 26 的所选择的形状与预期的端部应用有关。

[0027] 基于喇叭 26 如何设置,可以假定连接其间的波导管 24 有多种形式。例如,喇叭 26 的尾部 36 处是除陶瓷(例如钛、铌或其他普通喇叭材料)以外的东西,波导管 24 也可以是公知的结构,如将喇叭 26 连接到波导管 24 的技术。例如,当喇叭 26 的尾部 36 由诸如铌及其合金的标准喇叭材料构成时,波导管 24 可以由钛和/或钢材料形成,喇叭 26 通过螺纹紧固件安装于其上。下面描述以前没有在超声喇叭领域内使用的可选择的安装技术。

[0028] 根据一个实施例,在该实施例中喇叭 26 的整体由陶瓷材料形成,可以使用机械装

配安装技术来连接喇叭 26 和波导管 24 (或升压器 22, 当不包括波导管 24 时)。例如, 通过参考图 2A 和 2B, 调整波导管 24 和喇叭 26 以利于其间的过盈配合。更具体地, 波导管 24 形成一个内孔 38, 内孔 38 的尺寸对应于喇叭 26 的外部尺寸。因此, 例如, 当喇叭 26 设置成圆柱棒状时, 孔 38 和尾端 30 定义选择用于产生在其间的合适的过盈配合。在这一点上, 如先前所述, 超声系统 10 优选适用于在高温环境 (即至少 200°C, 另一个实施例中是 350°C, 另一个实施例中 500°C) 下使用, 如熔融金属。在这些条件下, 过盈或接合配合必须是在可能遇到的高温下陶瓷喇叭 26 相对于波导管 24 不变松。在一个实施例中波导管 24 由除陶瓷之外的材料形成, 以最有利于升压器 22 和喇叭 26 之间的连接; 公认的是通过使用各不相同的材料用于波导管 24 和喇叭 26, 这些部件在经历高温时将以不同的比率膨胀。随着该材料的膨胀, 在喇叭 26 膨胀时, 喇叭 26 把圆周应力施加到波导管 24 上。描述了这种情况之后, 在一个实施例中, 波导管 24 由钛材料形成, 钛材料与这些用于高温应用 (如铌) 的常用材料相反, 因为过盈配合产生的圆周应力远小于钛的屈服强度。也就是说, 铌 (及其合金) 抵挡不住高温 (大约至少 500°C) 下的预期圆周应力。例如, 当使用超声系统 10 向熔融金属介质施加超声能量时, 波导管 24 优选为钛, 选择孔 40 来提供室温下 0.003 英寸的过盈配合。

[0029] 上述用于将喇叭 26 装配到波导管 24 的过盈配合钳位型技术是一种可利用的手段。也可以使用其他的机械钳位技术, 如形成波导管 24 使得包括一个对开夹具结构等。无论如何, 波导管 24 和喇叭 26 之间的接合点优选位于波导管 24 的反结点, 尽管其他接合点 (例如波导管 24 的振动结点) 也是可以接受的。无论如何, 通过加工或调整波导管 24, 喇叭 26 到波导管 24 的过盈装配技术便于喇叭堆栈 14 的整体协调。这与精确地将喇叭 26 加工为半波长喇叭的公认技术形成对比。由于与陶瓷加工有关的潜在的复杂性, 本发明有利于作为部分协调工序加工波导管 24。因而, 喇叭 26 的长度可以是除半波长之外的其他长度。为此, 通常公认的是, 对于波导管 24 和喇叭 26 的长度, 半波长要求都是必须的, 以把结点保持在波导管 24/喇叭 26 的中跨, 把反结点保持在波导管 24/喇叭 26 分界面, 从而以贯穿喇叭堆栈 14 的最小能量消耗获得最佳谐振 (例如 20kHz)。

[0030] 回到图 1, 在一个实施例中, 超声系统 10 包括用于完成喇叭 26 和波导管 24 之间的上述结点冷却的冷却系统 16, 以及喇叭堆栈 14 的其他部件。一般地说, 冷却系统 16 的一个实施例包括一套管 40、一空气源 42 和一个或多个导管 44。另外参考图 3, 使套管 40 的尺寸适于放置在喇叭堆栈 14 周围, 其远端 46 相邻波导管 24/喇叭 26 接合点安置。导管 44 不固定地连接空气源 42 与套管 40 内部, 从而引导来自套管 40 内的空气源 42 的强制气流。在一个实施例中, 系统 10 还包括用于安装喇叭堆栈 14 的托架 48。

[0031] 如图 4 中最佳图示, 例如, 在使用期间, 一部分喇叭 26 (尤其是至少一部分陶瓷前部 34) 浸入流体介质 50。对某些应用, 流体介质 50 可以非常热, 如温度接近 710°C 的熔融铝。在这些条件下, 来自流体介质 50 的热会消极地影响波导管 24 和喇叭 26 之间的装配稳定性。然而, 根据一个实施例, 冷却系统 16 最小化潜在的复杂性。具体地, 套管 40 环绕波导管 24/喇叭 26 接合点, 并限定套管 40 与波导管 24/喇叭 26 之间的间隙 52。来自空气源 42 (图 1) 的空气被强制通过导管 44 (图 1) 进入该间隙 52 并从套管 40 向外穿过。因此, 强制气流除去了波导管 24/喇叭 26 接合点热量, 并冷却波导管 24、升压器 22 (图 1) 和换能器 20 (图 2)。可选择地, 也可以使用其他冷却系统设计。此外, 来自流体介质 50 的热量并非

关注重点以及 / 或波导管 24/ 喇叭 26 在预期温度下是稳定的,可以整体省略冷却系统 16。

[0032] 本发明的超声系统 10 对于各种超声应用非常有用,尤其是那些包括极端环境的应用,如腐蚀性环境、高温流体介质、及其组合环境。尤其是,通过由陶瓷材料形成喇叭 26 的有关部分,优选喇叭 26 的全部,喇叭 26 将不会因暴露于极端环境而快速腐蚀。尤其是选择的陶瓷材料硅铝氧氮陶瓷、氮化硅、二硼化钛、碳化硅、氧化铝等在高温下非常稳定,并且在暴露于酸性液体如熔融铝时通常不会腐蚀。此外,关于高温应用,从高温介质到喇叭堆栈的其余部件,优选的陶瓷喇叭 26 表现出减小的热传导特性(与公知的高温应用材料如铌和铌-钼合金相比)。因此,对于温度超过 700℃ 的熔融金属应用,优选的陶瓷喇叭 26 最小化向换能器 20 的热传输,从而大大减少破坏换能器晶体的机会。在喇叭 26 全部都是陶瓷的情况下,喇叭 26 实际上在外界条件以及高温(例如在 700℃ 范围内)下表现出恒定的硬度和密度特性。

[0033] 通过上述说明,根据本发明的超声系统 10 的一个示例性应用是在纤维加强铝基复合导线的生产中。图 5 示意性示出使用根据本发明的超声系统 10 的纤维加强金属基质复合导线制造系统的一个例子。图 5 所示的制造方法被称为“cast through”,并从一束多晶 α - Al_2O_3 纤维 60 传输穿过入口模具 62 并进入真空室 64 开始,其中,纤维束 60 在真空室 64 被排出。然后,纤维束 60 被传输穿过冷却设备 65,然后到一个容纳有熔融态金属基质 68 的容器 66。一般地说,熔融金属基质 68 可以是铝基的,温度至少 600℃,通常接近 700℃。浸入熔融基质金属 68 中时,纤维束 60 承受超声系统 10 提供的超声能量,尤其是喇叭 26,其另外浸入熔融基质金属 68。喇叭 26 的整体再次优选为陶瓷。选择地,当只有前部 34(图 1)为陶瓷时,喇叭 26 的浸入部分仅由陶瓷前部 34(或其一部分)构成。无论如何,喇叭 26 振动熔融基质金属 68,优选以 20kHz。这样,使基质金属彻底渗透纤维束 60。从熔融基质金属 68 抽出被渗透的纤维束 60。公知的一些其他的金属基质复合导线制造技术,在这些技术中本发明的超声系统 10 是有用的,其中一个描述在美国专利 No. 6, 245, 425 中,文中引用其技术教导作为参考。

[0034] 与精确制造技术无关,并且与现存的结合铌喇叭的超声系统不同,本发明的超声系统 10 具有延长了的工作寿命而无须更换喇叭 26。也就是说,在熔融金属渗透应用中使用的铌喇叭(以及铌合金)由于腐蚀而难于超过 50 个工作小时。相反,根据本发明的超声系统 10,尤其是喇叭 26 令人惊讶地表现出在熔融金属中超过 100 个工作小时的有效工作寿命;甚至在熔融金属中超过 200 个工作小时。

[0035] 尽管作为优选已经描述了超声系统 10 用于纤维加强铝基质复合导线的制造,但也可以认识到用在其他声学或超声设备中的益处。因此,本发明不限于任何一个具体的声学或超声应用。

[0036] 例子

[0037] 通过下面的例子,进一步说明本发明的目的和优越性,在这些例子中列出了具体的材料及其量,以及其他的条件和细节,但这些不应当看作对本发明的限制。

[0038] 例 1

[0039] 通过形成长度为 11.75 英寸、直径 1 英寸的圆柱棒硅铝氧氮陶瓷喇叭,制备超声喇叭堆栈。该喇叭过盈装配安装到钛波导管。波导管安装到升压器,升压器然后安装到换能器。一个适当的能量源电连接到换能器。然后操作如此构成的超声系统以向熔融铝池施加

超声能量。具体地,铝金属被加热到大约 705℃ -715℃ 的温度范围以形成熔融铝池。陶瓷喇叭被部分浸入熔融铝池,并操作喇叭堆栈使得喇叭以大约 65 瓦特 20kHz 传输,并被经历空气冷却。经过大约 50 小时的间隔,从熔融铝池中取出喇叭,进行酸蚀刻,并视觉检查腐蚀。此外,检查波导管和喇叭之间结合的稳定性。功率和频率读数与腐蚀和结合稳定性特征一起标注在后面的表 1 中。工作 200 小时后,波导管 / 喇叭结合依旧保持稳定,并识别出非常有限的喇叭腐蚀或疲劳。因此,陶瓷喇叭能够经受得住长时间向腐蚀、高温环境传送超声能量。特别是,相信喇叭和波导管 / 喇叭结合稳定性将保持超过 200 小时测试的更长的时间。另外,进行测试以确定陶瓷喇叭的轻微腐蚀是否导致喇叭材料尤其是硅转移到熔融池。关于例 1,在施加超声能量之前测量的熔融铝池的硅含量为 153ppm。150 小时之后,再次测试池内的硅含量,发现为 135ppm。因此,池内的硅容量没有受到陶瓷超声喇叭的不利影响。

[0040] 表 1

小时	功率 (瓦特)	频率 (kHz)	喇叭腐蚀	结合稳定性
54	64	19,670	无	高度稳定
100	64	19,636	无	高度稳定
150	68	19,636	轻微	高度稳定
200	69	19,670	轻微	高度稳定

[0041] 例 2

[0042] 金属基质复合导线的制备。

[0043] 使用浸入熔融铝基池内并经受超声能量以实现纤维束渗透的 NEXTEL™610 氧化铝陶瓷纤维束 (3M 公司商用, St. Paul, MN) 制备复合金属基质导线。具体地,包括硅铝氧氮陶瓷喇叭的超声系统,类似于例 1 中描述的喇叭,被用做 cast through 方法的一部分,如图 5 所示。工艺参数类似于制造铝基质复合物 (AMC) 所使用的参数,并在例 1 的美国专利 No. 6344270 (‘270 号专利) 详细描述,这里引用作为参考。本发明的硅铝氧氮陶瓷喇叭代替 ‘270 号专利中描述的铌合金喇叭。通过该例,硅铝氧氮陶瓷喇叭以大约 20kHz 传输大约 65 瓦特。经过 13 个实验性运行过程制造了大约 6500 英尺的导线,并通过张力测试仪 (Instron of Canton, Mass 商用的 asInstron 4201 测试仪) 进行张力测试,依据 ASTM D 3379-75 (抗拉强度以及高模量单丝材料的杨氏模量的标准测试方法)。根据例 2 制造的导线的抗拉强度事实上与利用铌合金超声喇叭制造金属基质复合导线有关的抗拉强度相同,表现出的纵向强度在大约 1.51Gpa 的范围内。

[0044] 虽然已经参考优选实施例描述了本发明,本领域的技术人员在不脱离本发明的精神和范围的前提下能够知道可以进行的形式上的变化以及细节。

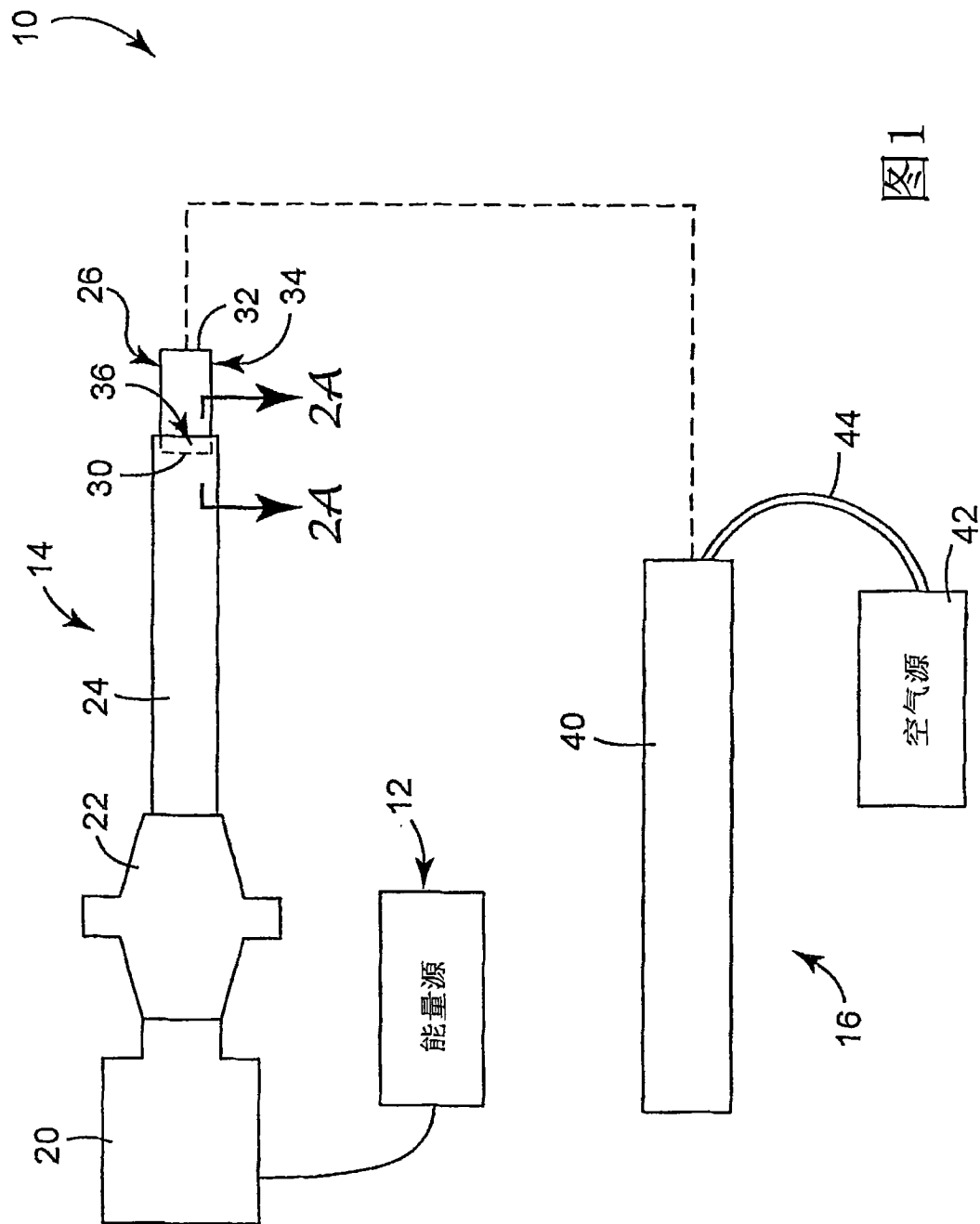


图1

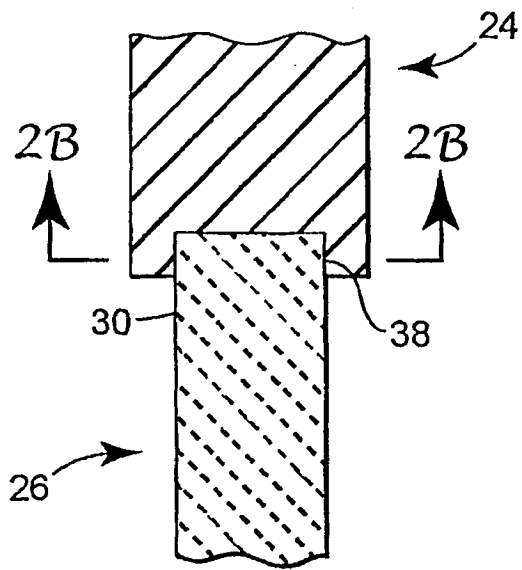


图 2A

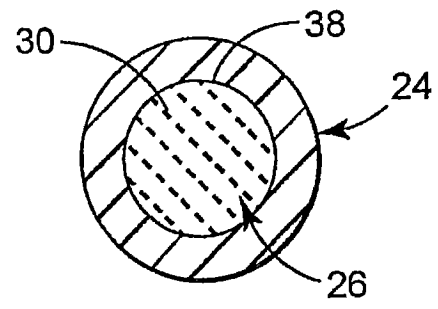


图 2B

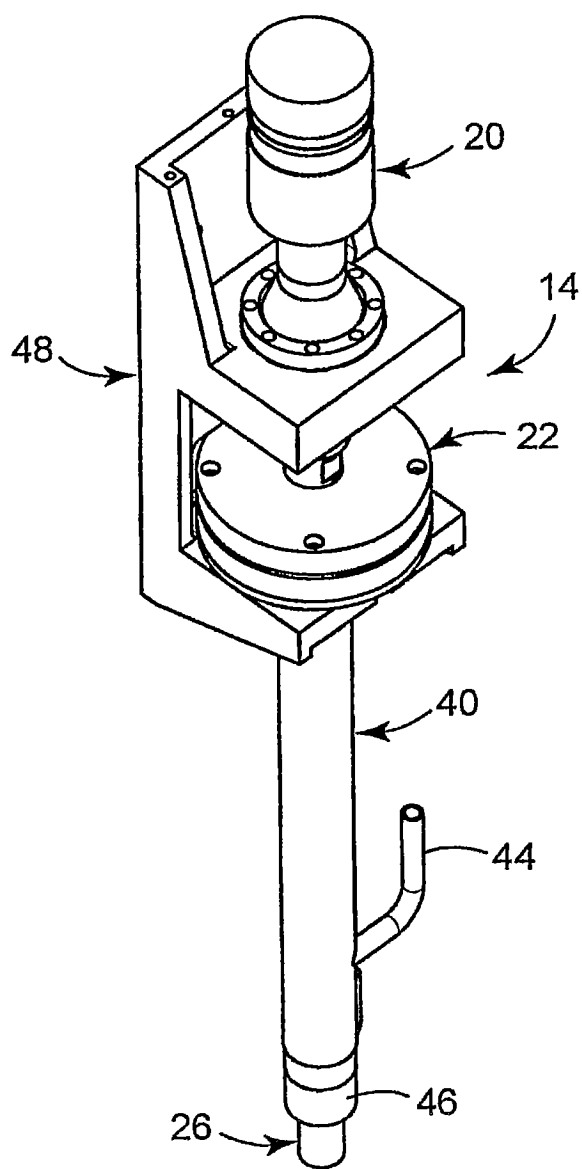


图 3

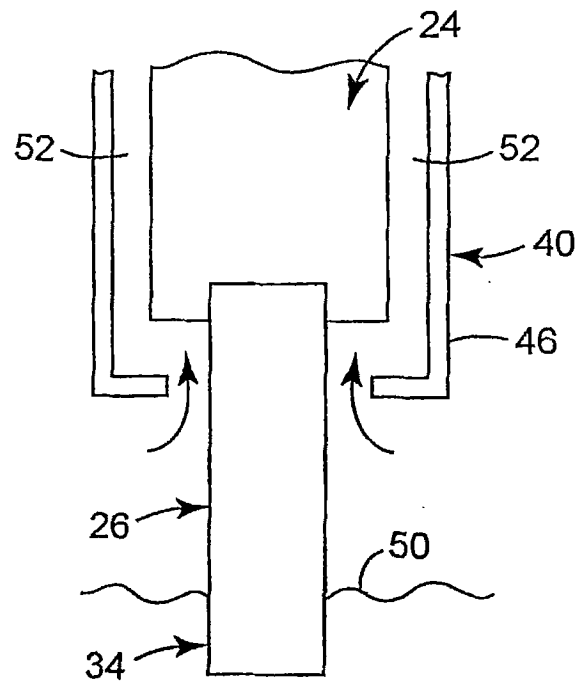


图 4

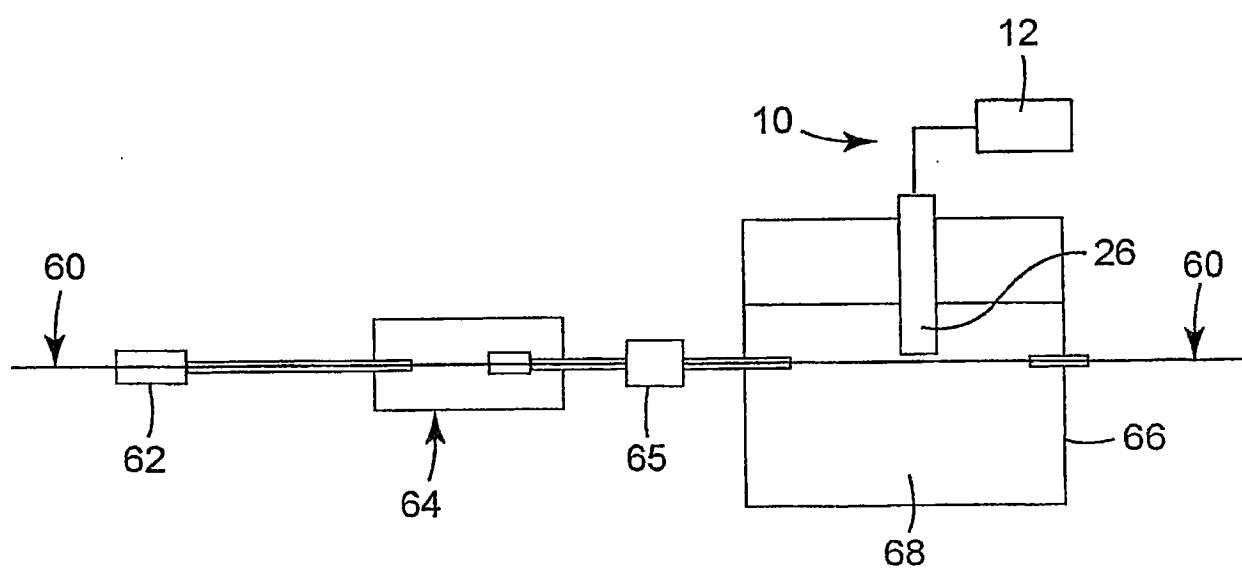


图 5