



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103765206 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 09

(21) 申请号 201280040775. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 06. 05

G01N 29/04(2006. 01)

(30) 优先权数据

2011-138535 2011. 06. 22 JP

(56) 对比文件

JP 特开平 11-206764 A, 1999. 08. 03,

JP 特开平 8-173433 A, 1996. 07. 09,

JP 特开平 10-62396 A, 1998. 03. 06,

JP 特开 2003-4709 A, 2003. 01. 08,

WO 2010/101104 A1, 2010. 09. 10,

JP 特开 2001-104304 A, 2001. 04. 17,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 02. 21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/064434 2012. 06. 05

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/176613 JA 2012. 12. 27

审查员 张然兮

(73) 专利权人 新日铁住金株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 村越仁

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 张会华

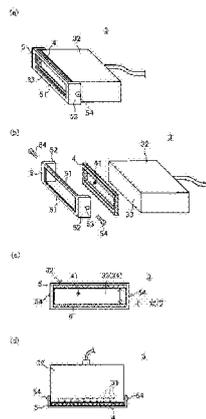
权利要求书1页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

超声波探伤方法和超声波阵列探头

(57) 摘要

提供一种能够易于检测处于被探伤材料的表面附近的伤痕的超声波探伤方法和超声波阵列探头。阵列探头(3)包括阵列探头主体(32),该阵列探头主体(32)具有排列成直线状的多个振子(31)。阵列探头(3)还具有安装于振子面(33)、用于吸收振子面(33)的振动的防振构件(4)和用于安装防振构件(4)的安装框(5)。防振构件(4)具有开口部(41),开口部(41)的宽度尺寸小于振子面(33)的宽度尺寸。通过将具有与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的尺寸的开口宽度的防振构件(4)安装于振子面(33)来进行超声波探伤,从而即使是表面附近的伤痕,伤痕回波也不易淹没在表面回波中,能够易于检测伤痕。



1. 一种超声波探伤方法,其特征在于,

该超声波探伤方法包括以下工序:确定防振构件的开口部的宽度尺寸的工序,其中,所述防振构件安装在具有排列成直线状的振子的超声波阵列探头主体的振子面上,该防振构件具有宽度小于该振子面的宽度的开口部,用于吸收该振子面的振动;

超声波探伤的工序,以所述振子面的宽度方向上的一部分穿过所述开口部而露出且该振子面的没有露出的部分与该防振构件相接触的方式,将上述开口部的宽度尺寸已确定的防振构件可装卸地安装于所述超声波阵列探头主体的振子面上,并使超声波自该振子面向被探伤材料的表面入射,由此进行超声波探伤,

在确定所述开口部的宽度尺寸的工序中,通过针对设于试样且距该试样的表面的距离不同的多个人造伤痕,更换所述开口部的宽度尺寸不同的多个所述防振构件并进行超声波探伤,从而针对每个人造伤痕距所述试样的表面的距离和每个所述防振构件的开口部的宽度尺寸,取得距出现表面回波的所述试样表面的距离的范围和所述人造伤痕的伤痕回波的强度的数据,基于该取得的数据,与位于上述被探伤材料的表面附近的检测对象伤痕距上述被探伤材料表面的距离相对应地确定所述开口部的宽度尺寸。

2. 一种超声波阵列探头,其特征在于,

该超声波阵列探头包括:

超声波阵列探头主体,其具有排列成直线状的振子;以及

防振构件,其具有宽度小于上述超声波阵列探头主体的振子面的宽度的开口部,该防振构件以使该超声波阵列探头主体的该振子面的宽度方向上的一部分穿过该开口部而露出且该防振构件与该振子面的没有露出的部分相接触的方式可装卸地安装于该振子面,并用于吸收该振子面的振动,

通过针对设于试样且距该试样表面的距离不同的多个人造伤痕,更换所述开口部的宽度尺寸不同的多个所述防振构件并进行超声波探伤,从而针对每个人造伤痕距所述试样表面的距离和每个所述防振构件的开口部的宽度尺寸,取得距出现表面回波的所述试样表面的距离的范围和所述人造伤痕的伤痕回波的强度的数据,基于该取得的数据,将上述开口部的宽度确定为与位于被探伤材料的表面附近的检测对象伤痕距上述被探伤材料表面的距离相对应地预先确定的尺寸。

超声波探伤方法和超声波阵列探头

技术领域

[0001] 本发明涉及利用超声波阵列探头进行探伤的超声波探伤方法和超声波阵列探头。尤其是,涉及易于检测被探伤材料的表面附近的伤痕的超声波探伤方法和超声波阵列探头。

背景技术

[0002] 以往,为了检测铁道车轮等车轮的伤痕,公知有一种利用将振子排列成直线状的超声波阵列探头来进行探伤的超声波探伤方法。

[0003] 然而,对于处于被探伤材料的表面附近的伤痕,有时由于伤痕回波淹没在表面回波中,难以对其进行检测。

[0004] 另外,公知有一种超声波探伤方法,在该超声波探伤方法中,以使超声波阵列探头的超声波束的波束直径的(d)和该超声波束在水中的波长(λ_0)的关系为 $1/(d \cdot \lambda_0) \geq 1$ 的方式来控制波束直径,由此提高缺陷检测能力(S/N)并检测表面附近的伤痕(例如,参照专利文献1)。然而,即使在这样的方法中,对于处于表面附近的伤痕,也有时伤痕回波淹没在表面回波中而不能充分地对其进行检测。

[0005] 日本国特开 2003 - 4709 号公报

发明内容

[0006] 本发明是为了解决该以往技术的问题而做成的,其目的在于提供能够易于检测处于被探伤材料的表面附近的伤痕的超声波探伤方法和超声波阵列探头。

[0007] 本发明者认真研究了上述问题,结果得到了如下见解:通过在振子面上安装具有以下结构的防振构件,从而使距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围变小并使伤痕回波的强度发生变化。以下,说明该见解。

[0008] 如下那样在振子面上安装了防振构件。

[0009] 防振构件具有开口部,开口部的宽度(以下,也称作开口宽度)尺寸小于振子面的宽度尺寸。防振构件用于吸收振子面的振动。此处,开口部的宽度指的是在将防振构件安装于振子面的状态下开口部的在与振子的排列方向垂直的方向上的尺寸。另外,振子面的宽度指的是振子面的在与振子的排列方向垂直的方向上的尺寸。

[0010] 以使防振构件与超声波阵列探头(以下,也称作阵列探头)的振子面相接触的方式安装了防振构件。

[0011] 在安装有防振构件的状态下,振子面的宽度方向上的一部分穿过开口部而露出。这样,将振子面内的因开口部而露出的部位称作露出面。由于开口部的宽度小于振子面的宽度,因此露出面的宽度小于振子面的宽度。

[0012] 防振构件在安装于振子面的状态下吸收了振子面内的与防振构件相接触的区域

[0013] 图 1 表示在振子面上安装有上述防振构件时和没有安装上述防振构件时的表面

回波的传播时间的分布的示意图。横轴表示传播时间,纵轴表示各个传播时间中的表面回波的比率。

[0014] 与没有安装上述防振构件的情况相比,在振子面上安装有防振构件时的表面回波的传播时间的分布缩窄于短时间侧。

[0015] 如上所述,与没有安装防振构件的情况相比,在振子面上安装有防振构件时的表面回波的传播时间的分布缩窄于短时间侧,对此,能够想到如下的主要原因。

[0016] 图 2 表示从振子排列方向看由被探伤材料的表面反射的超声波的传播路径。图 2 的(a)是没有将防振构件安装于振子面的情况,图 2 的(b)是将防振构件安装于振子面的情况。

[0017] 无论是在没有安装防振构件 103 的情况下还是在安装有防振构件 103 的情况下,自阵列探头 101 的振子面 111 向被探伤材料 102 的表面 121 垂直地发送出的超声波被表面 121 垂直地反射而返回到振子面 111 的传播路径 E 的长度均相同。

[0018] 然而,在自振子面 111 向被探伤材料 102 的表面 121 垂直地发送出的超声波被表面 121 反射而返回到振子面 111 的传播路径中,例如在没有安装防振构件 103 时,具有自振子面 111 的宽度方向上的一端侧发送出的超声波向振子面 111 的宽度方向上的另一端侧返回的传播路径 E1。并且,该传播路径 E1 长于在安装有防振构件 103 的情况下自露出面 112 的宽度方向上的一端侧发送出的超声波向露出面 112 的宽度方向上的另一端侧返回的传播路径 E2。

[0019] 因而,对于自振子面 111 发送出的超声波由被探伤材料的表面 121 反射而返回到振子面 111 的传播距离的分布,与没有安装防振构件 103 的情况相比,安装有防振构件 103 的情况下的传播距离的分布缩窄。

[0020] 于是,与没有安装防振构件 103 的情况相比,安装有防振构件 103 的情况下的传播时间的分布缩窄于短时间侧。

[0021] 换言之,对于距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围,安装有防振构件 103 时的该距离的范围易于成为短于没有安装防振构件 103 时的该距离的范围的范围。

[0022] 接下来,说明通过将防振构件安装于振子面而使伤痕回波的强度发生变化的情况。

[0023] 得到了如下见解:伤痕回波的强度根据防振构件的开口宽度的尺寸的变化而变化,且伤痕回波的强度在某一开口宽度的尺寸的条件达到峰值。

[0024] 对此,能够想到如下原因。对于振子的近声场极限距离、换言之距超声波的声压达到最大时的振子的距离,在振子为圆形振子的情况下,如公知的式子($X_0 = D^2 / 4\lambda$, X_0 :近声场极限距离, D :振子的直径, λ :超声波在介质中的波长)所表示那样根据振子的直径而发生变化。并且,能够想到:在安装有防振构件的阵列探头中,近声场极限距离根据振子面内的对振动起作用的露出面的宽度、即开口宽度的尺寸而发生变化。因而,能够想到:在自被探伤材料表面起到被探伤材料中的伤痕为止的距离与安装了的防振构件的开口宽度的尺寸中的近声场极限距离相匹配时,伤痕回波的强度达到峰值。

[0025] 如上所述,本发明者得到了如下见解:通过以与振子面相接触的方式安装具有宽度小于振子面的宽度的开口部的防振构件来吸收振子面内与防振构件相接触的区域振动,并使振动的区域缩窄为宽度小于振子面的宽度的露出面,从而使距出现表面回波的被

探伤材料表面的距离的范围成为短于没有安装防振构件时的距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围的范围。另外,得到了如下见解:伤痕回波的强度根据防振构件的开口宽度的尺寸变化而变化,且强度在某一开口宽度的尺寸的条件下达到峰值。

[0026] 于是,考虑安装有防振构件时的距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围和伤痕回波的强度这两者,根据检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离预先确定易于进行伤痕检测的防振构件的开口宽度的尺寸。在进行超声波探伤时,将具有与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的尺寸的开口宽度的防振构件安装于振子面并进行超声波探伤。由此发现:即使是表面附近的伤痕,伤痕回波也不易淹没在表面回波中,能够易于检测伤痕。

[0027] 本发明是基于上述本发明者的见解而完成的。即,为了解决上述问题,本发明提供一种超声波探伤方法,其特征在于,该超声波探伤方法包括以下工序:在具有排列成直线状的振子的超声波阵列探头主体的振子面上,将具有宽度小于该振子面的宽度的开口部且用于吸收该振子面的振动的防振构件以使该振子面的宽度方向上的一部分穿过该开口部而露出且该振子面的没有露出的部分与该防振构件相接触的方式可装卸地安装,并使超声波自该振子面向被探伤材料的表面入射,由此进行超声波探伤,将上述开口部的宽度设为与位于上述被探伤材料的表面附近的检测对象伤痕距上述被探伤材料表面的距离相对应的尺寸。

[0028] 采用本发明,通过以与振子面相接触的方式安装具有宽度小于振子面的宽度的开口部的防振构件来吸收振子面内与防振构件相接触的区域振动,并使振动的区域缩窄为宽度小于振子面的宽度的露出面。即,利用防振构件使振动区域的宽度自振子面的宽度缩窄为露出面的宽度。并且,由于露出面的宽度小于振子面的宽度,因此,距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围成为短于没有安装防振构件时的距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围的范围。

[0029] 并且,预先确定与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸,并在进行超声波探伤时,安装具有与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸的防振构件并进行超声波探伤。

[0030] 在确定与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸时,为了易于检测检测对象伤痕,考虑距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围和伤痕回波的强度这两者,根据检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离而确定开口宽度的尺寸,由此,即使是表面附近的伤痕,伤痕回波也不易淹没在表面回波中,能够易于进行检测。

[0031] 为了以易于检测检测对象伤痕的方式确定与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸,例如,以如下方式确定即可。

[0032] 准备设有距被探伤材料表面的距离不同的多个人造伤痕的试样和开口宽度的尺寸不同的多个防振构件,针对各个人造伤痕更换开口宽度的尺寸不同的多个防振构件并进行超声波探伤,研究距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围和人造伤痕的伤痕回波的强度。这样,针对每个人造伤痕距被探伤材料表面的距离和每个防振构件的开口宽度的尺寸,备齐距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围和人造伤痕的伤痕回波的强度的数据。

[0033] 然后,根据距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围和人造伤痕的伤痕回

波的强度在每个检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离确定易于检测伤痕的开口宽度的尺寸。换言之,确定与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸。在确定开口宽度的尺寸时,例如,在检测对象伤痕的位置靠近被探伤材料表面的情况下,只要将开口宽度的尺寸确定为使距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围达到大致最短的开口宽度的尺寸即可,在检测对象伤痕的位置远离被探伤材料表面的情况下,只要将开口宽度的尺寸确定为使该检测对象伤痕的伤痕回波的强度到达大致最大的开口宽度的尺寸即可。

[0034] 另外,在确定与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸时,既可以将开口宽度的尺寸确定为以横跨整个距离的方式使距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围达到大致最短的开口宽度的尺寸,另外,也可以将开口宽度的尺寸确定为使检测对象伤痕的伤痕回波的强度到达大致最大的开口宽度的尺寸。

[0035] 这样,通过将具有与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸的防振构件安装于振子面来进行超声波探伤,从而即使是表面附近的伤痕,伤痕回波也不易淹没在表面回波中,能够易于检测伤痕。

[0036] 另外,由于防振构件能够相对于振子面装卸,因此能够更换防振构件。由此,即使在多个检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离各不相同的情况下,也能够选择具有与各个检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸的防振构件并将其安装于阵列探头主体,由此能够使用单一的阵列探头进行检测。

[0037] 另外,为了解决上述问题,本发明提供一种超声波阵列探头,其特征在于,该超声波阵列探头包括:超声波阵列探头主体,其具有排列成直线状的振子;以及防振构件,其具有宽度小于上述超声波阵列探头主体的振子面的宽度的开口部,该防振构件以使该超声波阵列探头主体的该振子面的宽度方向上的一部分穿过该开口部而露出且该防振构件与该振子面的没有露出的部分相接触的方式可装卸地安装于该振子面,并用于吸收该振子面的振动,将上述开口部的宽度设为与位于被探伤材料的表面附近的检测对象伤痕距上述被探伤材料表面的距离相对应地预先确定的尺寸。

[0038] 采用本发明,能够易于检测被探伤材料的表面附近的伤痕。

附图说明

[0039] 图 1 是在振子面上安装有防振构件时和没有安装防振构件时的表面回波的传播时间的分布的示意图。

[0040] 图 2 是表示从振子排列方向看由被探伤材料的表面反射的超声波的传播路径的图。图 2 的(a)是表示没有在振子面上安装防振构件时的传播路径的图,图 2 的(b)是表示在振子面上安装有防振构件时的传播路径的图。

[0041] 图 3 是说明在本实施方式的超声波探伤方法中使用的超声波探伤装置的一个例子的结构图。

[0042] 图 4 是表示阵列探头的结构的图。图 4 的(a)是阵列探头的立体图,图 4 的(b)是阵列探头的分解立体图,图 4 的(c)是从阵列探头的振子面的法线方向看的阵列探头的主视图,图 4 的(d)是阵列探头的俯视图。

[0043] 图 5 是表示对设有人造伤痕的被探伤材料进行超声波探伤时的 A 示波器的图。

[0044] 图 6 是使用两根柱状的防振构件的阵列探头的分解立体图。

[0045] 图 7 是 Fe 阶梯试验片的构造图。

[0046] 图 8 是说明伤痕回波的强度的评价方法和距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围的评价方法的图。

[0047] 图 9 是表示使开口宽度变化时的伤痕回波的强度的图。图 9 的(a)是 80% 灵敏度的数据表,图 9 的(b)是 80% 灵敏度的图表。

[0048] 图 10 是表示使开口宽度变化时的出现表面回波的距离的范围的图。图 10 的(a)是 20%S 型回波距离的数据表,图 10 的(b)是 20%S 型回波距离的图表。

具体实施方式

[0049] 以下,适当参照附图来说明本发明的实施方式的超声波探伤方法。

[0050] 图 3 是说明在本实施方式的超声波探伤方法中使用的超声波探伤装置的一个例子的结构图。

[0051] 超声波探伤装置 1 包括用于对车轮 2 进行探伤的超声波阵列探头(以下,也称作阵列探头) 3。阵列探头 3 以与车轮 2 的探伤部位相对的方式配置。

[0052] 另外,超声波探伤装置 1 包括:阵列探伤器 11,其发挥向阵列探头 3 发送收发控制信号并将自阵列探头 3 接收到的信号放大等功能;个人计算机 12,其发挥对阵列探伤器 11 进行各种参数设定或接收来自阵列探伤器 11 的信号而制作 A 示波器、B 示波器等图像等功能;控制盘 14,其用于对后述的旋转驱动部 13 发出旋转信号等;旋转驱动部 13,其为了对车轮 2 的整周进行探伤而使车轮 2 旋转;以及槽 15,其用于将车轮 2 和阵列探头 3 浸在水中。

[0053] 图 4 是表示阵列探头 3 的结构图。图 4 的(a)是阵列探头 3 的立体图,图 4 的(b)是阵列探头 3 的分解立体图,图 4 的(c)是从阵列探头 3 的振子面的法线方向看的阵列探头 3 的主视图,图 4 的(d)是阵列探头 3 的俯视图。

[0054] 阵列探头 3 包括超声波阵列探头主体(以下,也称作阵列探头主体)32,该超声波阵列探头主体 32 具有排列成直线状的多个振子 31。将阵列探头主体 32 的自振子 31 发送超声波的面称作振子面 33。

[0055] 阵列探头 3 具有安装于振子面 33 并吸收振子面 33 的振动的防振构件 4 和用于安装防振构件 4 的安装框 5。

[0056] 防振构件 4 的材质为例如橡胶、树脂以及软木材等,但只要能够吸收振子面 33 的振动,则可以为任何材质。

[0057] 防振构件 4 具有开口部 41,开口部 41 的宽度尺寸小于振子面 33 的宽度尺寸。开口部 41 呈沿振子 31 的排列方向延伸的矩形。此处,开口部 41 的宽度指的是在将防振构件 4 安装于振子面 33 的状态下开口部 41 的在与振子 31 的排列方向垂直的方向上的尺寸。另外,振子面 33 的宽度指的是振子面的在与振子 31 的排列方向垂直的方向上的尺寸。

[0058] 防振构件 4 以与振子面 33 相接触的方式利用安装框 5 进行安装。

[0059] 在安装有防振构件 4 的状态下,振子面 33 的宽度方向上的一部分穿过开口部 41 而露出。这样,将振子面内经由开口部 41 露出的部位称作露出面 34。由于开口部 41 的宽度小于振子面的宽度,因此露出面 34 的宽度小于振子面的宽度。

[0060] 防振构件 4 在安装于振子面 33 的状态下吸收振子面 33 内的与防振构件 4 相接触的区域

[0061] 安装框 5 具有用于将防振构件 4 朝向振子面 33 进行固定的固定部 51 和抵接于阵列探头主体 32 的与振子排列方向垂直的侧面的侧面部 52, 在侧面部 52 上设有贯穿侧面部 52 的螺纹孔 53。

[0062] 在向振子面 33 安装防振构件 4 时, 将防振构件 4 以与振子面 33 相接触方式配置, 并利用安装框 5 的固定部 51 将防振构件 4 固定于振子面 33。然后, 将螺钉 54 旋入螺纹孔 53 而安装安装框 5。

[0063] 通过这样设置, 能够将防振构件 4 以可装卸的方式安装于振子面 33。

[0064] 如下那样进行超声波探伤方法。

[0065] 利用安装框 5 将具有与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸的防振构件 4 安装于阵列探头主体 32 的振子面 33。

[0066] 然后, 以使振子面 33 与车轮 2 的探伤部位相对的方式配置阵列探头 3, 在槽 15 中, 注入作为接触介质的水以使车轮 2 和阵列探头 3 浸渍在水中。作为接触介质, 也可以使用油等。自个人计算机 12 将从阵列探头 3 发送的超声波的强度、扫描速度等探伤条件发送至阵列探伤器 11, 探伤条件由阵列探伤器 11 转换成收发控制信号并被发送至阵列探头 3。阵列探头 3 向车轮 2 的探伤部位发送超声波并接收反射回波, 并将与接收到的反射回波相对应的信号发送至阵列探伤器 11。阵列探伤器 11 将自阵列探头 3 接收到的信号放大等后发送至个人计算机 12, 在个人计算机 12 中, 显示 A 示波器、B 示波器等

的图像。另外, 自个人计算机 12 经由控制盘 14 向旋转驱动部 13 发送旋转信号, 以能够对车轮 2 的整周进行探伤的方式使车轮 2 旋转。通过上述设置来进行车轮 2 的探伤。如上所述, 超声波探伤方法包括以下工序: 将具有与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸的防振构件 4 安装于阵列探头主体 32 的振子面 33, 并使超声波自振子面 33 向被探伤材料的表面入射, 由此进行超声波探伤。

[0067] 来自阵列探头 3 的超声波的收发通过例如线性扫描(线性扫描是如下方法: 以构成阵列探头 3 的几个振子 31 为 1 个发送单位, 在利用该 1 个发送单位发送超声波时, 来自各振子 31 的超声波互相平行地发送, 或者将各振子 31 的各自的发送的时刻错开并使来自各振子 31 的超声波集中于一点的方式发送超声波, 并且, 在该状态下, 利用来自阵列探伤器 4 的收发控制信号来控制阵列探头 3, 使得发送单位依次沿着振子 31 的排列方向错开, 从而对超声波进行平行扫描)和波束扫描(日文: ステアリングスキャン)(波束扫描是如下方法: 以构成阵列探头 3 的几个振子 31 为 1 个发送单位, 在利用该 1 个发送单位发送超声波时, 来自各振子 31 的超声波互相平行地发送, 或者将各振子 31 的各自的发送的时刻错开并使来自各振子 31 的超声波集中于一点的方式发送超声波, 并且, 在该状态下, 以改变出射角的方式进行扫描)来进行。

[0068] 接下来, 说明作为本实施方式的特征的、将防振构件 4 安装于振子面 33 的情况。

[0069] 图 5 是对设有人造伤痕的被探伤材料进行超声波探伤时的 A 示波器的图像。横轴表示超声波的传播时间、即距被探伤材料的表面的距离, 纵轴是回波强度。

[0070] 在拍摄该 A 示波器的被探伤材料上, 从供超声波入射的入射面的相反侧的面起朝向入射面垂直地设有人造伤痕。人造伤痕的顶端的伤痕回波被 A 示波器检测出来。另外,

在 A 示波器中出现入射面的表面回波和入射面的相反侧的面的形状回波。

[0071] 表面回波自被探伤材料的表面的位置起出现,并随着距被探伤材料表面的距离变长而逐渐减少。在伤痕处于被探伤材料的表面附近而伤痕回波的强度较小的情况下,伤痕回波淹没在表面回波中,无法检测伤痕。

[0072] 因而,期望距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围尽量较短,并期望伤痕回波的强度呈现得尽量大。

[0073] 在本实施方式中,通过将防振构件 4 安装于振子面 33 并减小露出面 34 的宽度尺寸,从而缩短距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围,并改变伤痕回波的强度,由此易于检测伤痕。

[0074] 具体而言,将开口宽度的尺寸与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应地预先确定为易于检测伤痕的尺寸,并在进行超声波探伤时,安装具有与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸的防振构件并进行超声波探伤。

[0075] 在确定与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸的情况下,若考虑距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围和伤痕回波的强度这两者,以易于检测检测对象伤痕的方式根据检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离而确定开口宽度的尺寸,则即使是表面附近的伤痕,伤痕回波也不易淹没在表面回波中,能够易于进行检测。

[0076] 为了以易于检测检测对象伤痕的方式确定与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸,例如,以如下方式确定即可。

[0077] 准备设有距被探伤材料表面的距离不同的多个人造伤痕的试样和开口宽度的尺寸不同的多个防振构件 4,针对各个人造伤痕更换开口宽度的尺寸不同的多个防振构件 4 并进行超声波探伤,研究距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围和人造伤痕的伤痕回波的强度。这样,针对每个人造伤痕距被探伤材料表面的距离和每个防振构件的开口宽度的尺寸,备齐距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围和人造伤痕的伤痕回波的强度的数据。

[0078] 然后,根据距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围和人造伤痕的伤痕回波的强度在每个检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离确定易于检测伤痕的开口宽度的尺寸。换言之,确定与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸。在确定开口宽度的尺寸时,例如,在检测对象伤痕的位置靠近被探伤材料表面的情况下,只要将开口宽度的尺寸确定为使距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围达到大致最短的开口宽度的尺寸即可,在检测对象伤痕的位置远离被探伤材料表面的情况下,只要将开口宽度的尺寸确定为使该检测对象伤痕的伤痕回波的强度到达大致最大的开口宽度的尺寸即可。

[0079] 另外,在确定与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸时,既可以将开口宽度的尺寸确定为以横跨整个距离的方式使距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围达到大致最短的开口宽度的尺寸,另外,也可以将开口宽度的尺寸确定为使检测对象伤痕的伤痕回波的强度到达大致最大的开口宽度的尺寸。

[0080] 这样,通过将具有与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的尺寸的开口宽度的防振构件 4 安装于振子面并进行超声波探伤,从而即使是表面附近的伤痕,伤痕回

波也不易淹没在表面回波中,能够易于检测伤痕。

[0081] 尤其是对距被探伤材料表面的距离在 40mm 以内的伤痕的检测有效,优选对在 10mm 以内的伤痕的检测有效。

[0082] 另外,由于防振构件能够相对于振子面装卸,因此能够更换防振构件。由此,即使在多个检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离各不相同的情况下,也能够选择具有与各个检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸的防振构件并将其安装于阵列探头主体,由此能够使用单一的阵列探头进行检测。

[0083] 此外,在上述实施方式中,将开口部 41 的形状设为了矩形,但开口部 41 的形状并不限于矩形,也可以为例如椭圆形状、梯形形状等。

[0084] 另外,防振构件 4 的形状并不限于上述形状,只要能够缩小露出面 34 的宽度尺寸,则可以为任何形状。

[0085] 例如,也可以使用沿振子 31 的排列方向延伸的两根柱状的防振构件。在图 6 中示出了该情况下的阵列探头 3 的分解立体图。

[0086] 将两根柱状的防振构件 4a 配置在振子面 33 的宽度方向上的两端侧,并利用安装框 5 安装该防振构件 4a。该情况下的露出面 34 的宽度为两根防振构件 4a 之间的距离。

[0087] 安装这样的两根柱状的防振构件 4a 时,也能够获得与安装了具有开口部 41 的防振构件 4 时相同的效果。

[0088] 实施例

[0089] 接下来,说明超声波探伤方法的实施例。

[0090] 使用与图 3 所示的超声波探伤装置相同的超声波探伤装置 1,改变车轮 2 而设置试验用的被探伤材料并进行了超声波探伤。

[0091] 将排列方向上的长度为 0.85mm 的 128 个振子 31 以 1mm 间距呈直线状排列,使用了振子面 33 的宽度为 12.5mm 的阵列探头主体 32。振子 31 的振荡频率为 5MHz。

[0092] 准备了开口宽度的尺寸分别为 4.5mm、6mm、7mm、8mm、9mm、10mm、11mm 的 7 个发泡性橡胶的防振构件 4,使用安装框 5 将上述防振构件 4 以依次更换的方式安装于阵列探头主体 32 的振子面 33 并进行了超声波探伤。使防振构件 4 的厚度为 2mm,并使开口部 41 的在振子排列方向上的长度长于排列后的振子 31 的排列长度。

[0093] 在进行超声波探伤时,将 16 个振子 31 作为 1 个振荡单位而进行了线性扫描。

[0094] 作为阵列探伤器 11,使用了日本クラウトクレマー(株式会社)のポータブルフェイスド阵列超声波探伤器“PAL2”。

[0095] 作为被探伤材料,使用了 Fe 阶梯试验片。图 7 是 Fe 阶梯试验片的构造图。

[0096] 在 Fe 阶梯试验片上,自供超声波入射的入射面的相反侧的面起朝向入射面垂直地设置了 $\phi 1.19\text{mm}$ 的平底孔的人造伤痕。将自入射面起到人造伤痕的顶端为止的距离设成了 5mm、10mm、15mm、20mm 这 4 个等级。

[0097] 图 8 是说明伤痕回波的强度的评价方法和距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围的评价方法的图。

[0098] 对于伤痕回波的强度的评价,以使伤痕回波的峰值的强度达到 A 示波器中的强度的满刻度的 80% 的方式调整阵列探伤器 11 的灵敏度,利用此时的灵敏度(dB) (以下,将该灵敏度称作 80% 灵敏度)进行了评价。在 A 示波器中示出了:80% 灵敏度的值越小,伤痕回

波的峰值的强度表现得越大。

[0099] 对于距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围的评价,其是利用将阵列探伤器 11 的灵敏度调整为 80% 灵敏度时的表面回波的强度降低至 A 示波器中的强度的满刻度的 20% 时的距被探伤材料表面的距离(以下,称作 20%S 型回波距离)进行的评价。

[0100] 此外,在该实施例中,将阵列探伤器的灵敏度调整为 80% 灵敏度而对距出现表面回波的被探伤材料表面的距离的范围进行了评价,但也可以将阵列探伤器的灵敏度设为相同而进行评价。

[0101] 图 9 是表示使开口宽度变化后的伤痕回波的强度的图,图 9 的(a)是 80% 灵敏度的数据表,图 9 的(b)是 80% 灵敏度的图表。在图 9 的(b)中,横轴表示开口宽度,纵轴表示 80% 灵敏度。此外,开口宽度的尺寸为 12.5mm 的数据是没有安装防振构件 4 而进行超声波探伤时的数据。

[0102] 在自被探伤材料表面到伤痕为止的距离不同的各个数据中,80% 灵敏度的值根据开口宽度的尺寸变化而变化并具有峰值。

[0103] 图 10 是表示使开口宽度变化时的出现表面回波的距离的范围的图,图 10 的(a)是 20%S 型回波距离的数据表,图 10 的(b)是 20%S 型回波距离的图表。

[0104] 在图 10 的(b)中,横轴表示开口宽度,纵轴表示 20%S 型回波距离。

[0105] 在 80% 灵敏度的值为相同程度的情况下,开口宽度的尺寸越小,20%S 型回波距离倾向于变得越短。

[0106] 根据上述数据,以如下方式确定了与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸。

[0107] 对于与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸,在检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离为 10mm 以下的情况下,将开口宽度的尺寸设成了使 20%S 型回波距离达到大致最短的开口宽度的尺寸,在检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离超过 10mm 的情况下,将开口宽度的尺寸设成了使伤痕回波的峰值强度达到大致最大、即 80% 灵敏度达到大致最小的开口宽度的尺寸。

[0108] 根据上述试验结果,对于与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的开口宽度的尺寸,在检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离为 5mm 时,将该开口宽度的尺寸设成了 6mm,在检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离为 10mm 时,将该开口宽度的尺寸设成了 6mm,在检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离为 15mm 时,将该开口宽度的尺寸设成了 8mm,在检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离为 20mm 时,将该开口宽度的尺寸设成了 10mm。

[0109] 然后,将具有与检测对象伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的尺寸的开口宽度的防振构件 4 安装于振子面并进行了超声波探伤。

[0110] 通过将具有与设于被探伤材料的人造伤痕距被探伤材料表面的距离相对应的尺寸的开口宽度的防振构件 4 安装于振子面,能够易于检测人造伤痕的伤痕回波而不会使人造伤痕的伤痕回波淹没在表面回波中,同样地,在自然伤痕的超声波探伤中,也能够期待:即使是表面附近的伤痕,伤痕回波也不易淹没在表面回波中,易于进行检测。

[0111] 此外,本发明并不限于上述实施方式的结构,在不改变发明的主旨的范围内能够进行各种变形。

[0112] 附图标记说明

[0113] 3、阵列探头 ;31、振子 ;32、阵列探头主体 ;33、振子面 ;4、防振构件 ;41、开口部。

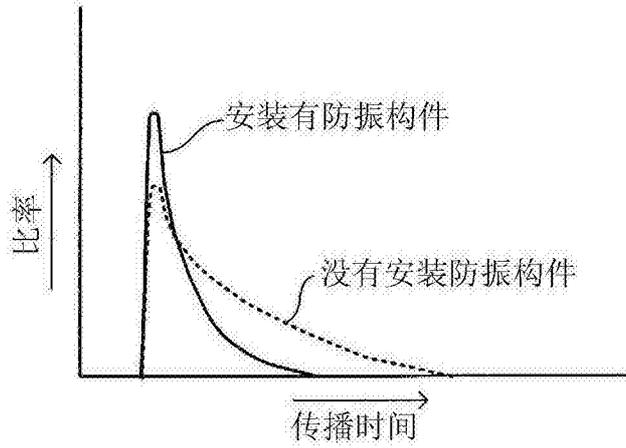


图 1

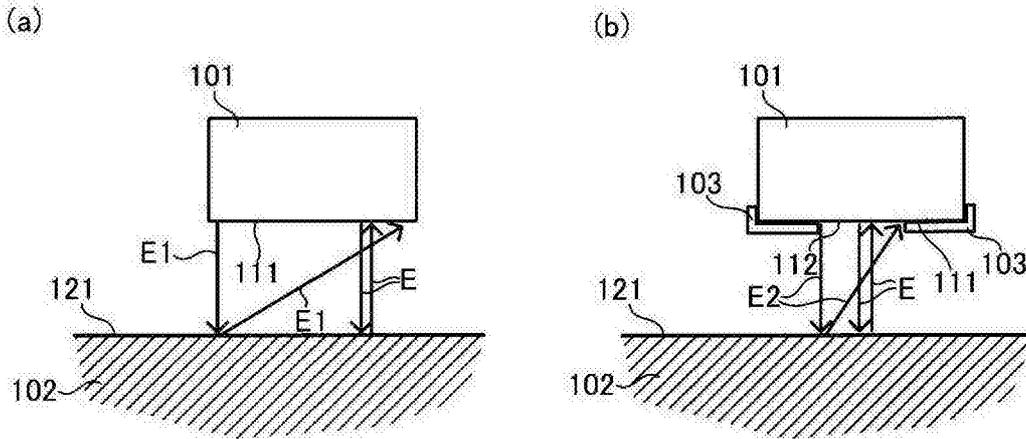


图 2

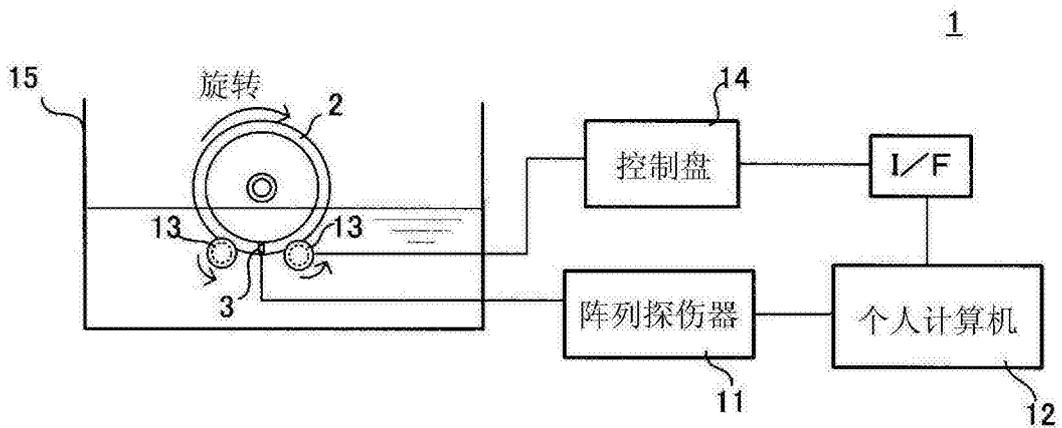


图 3

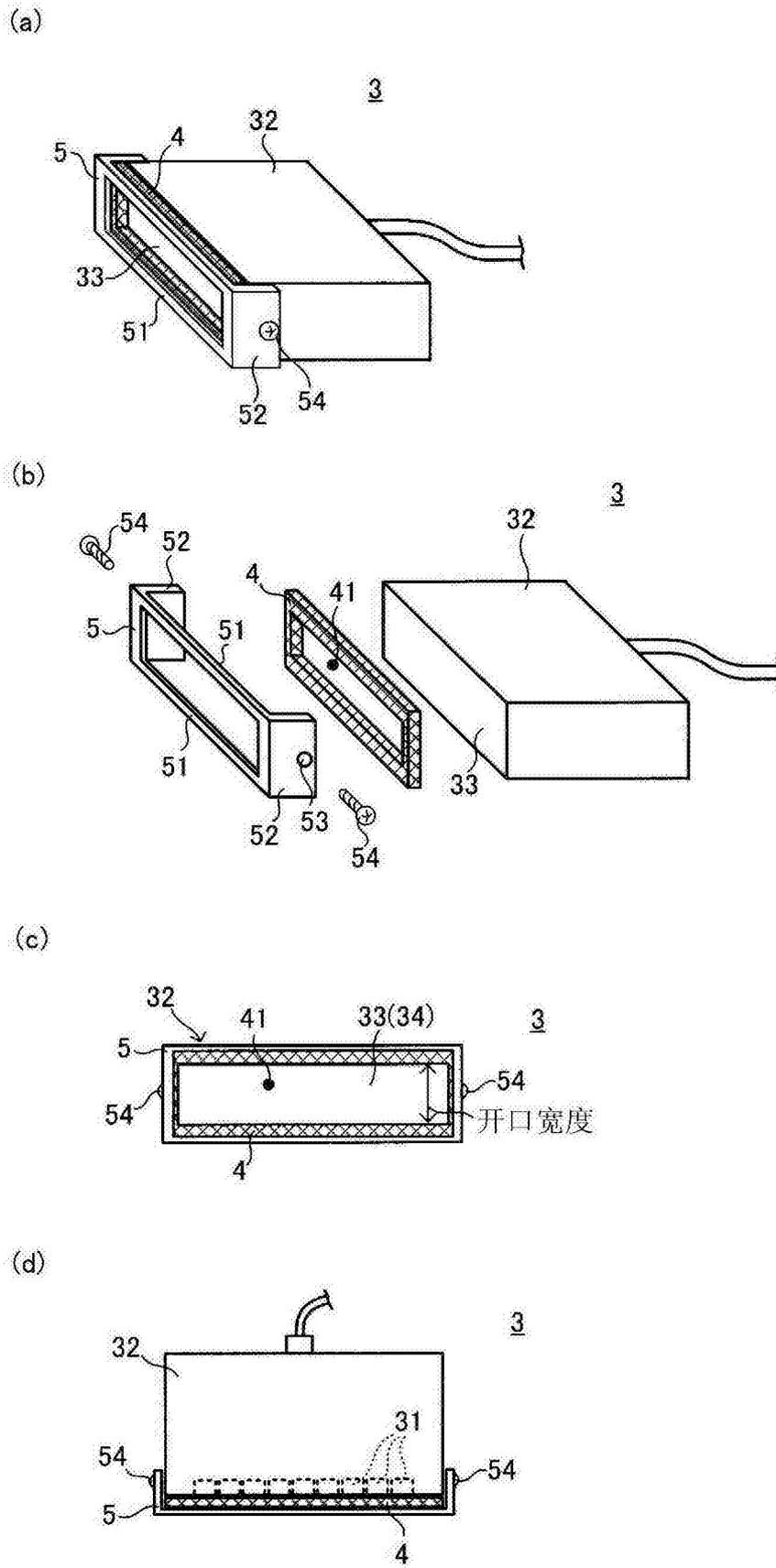


图 4

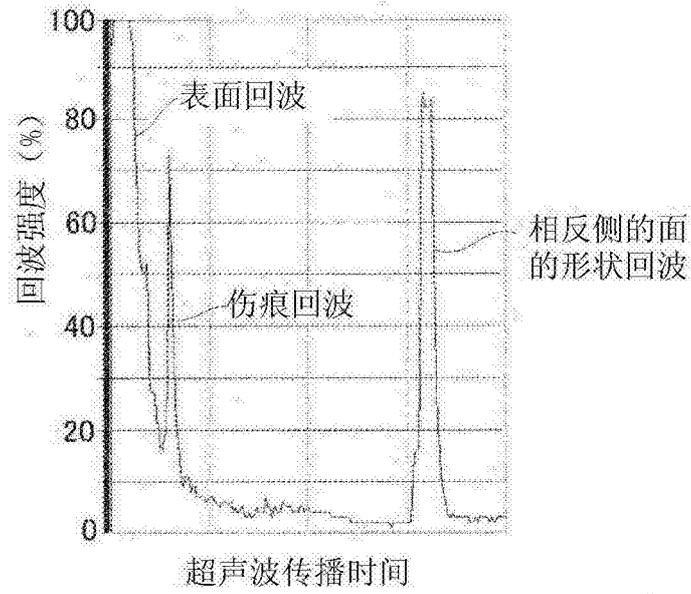


图 5

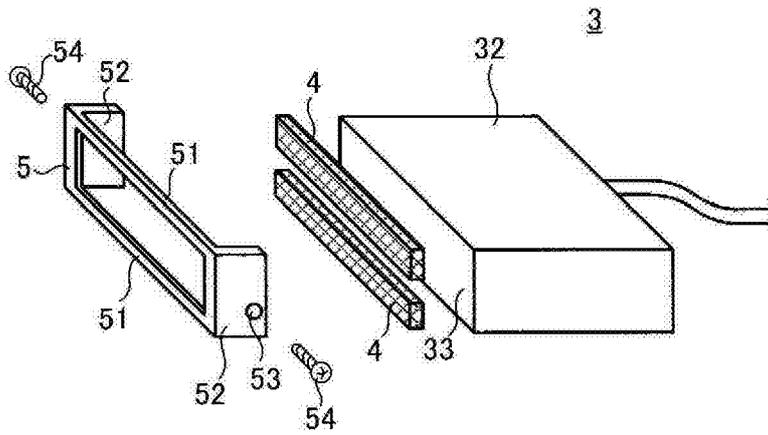


图 6

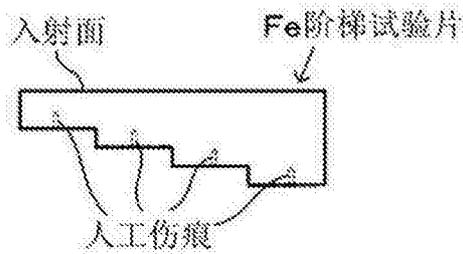


图 7

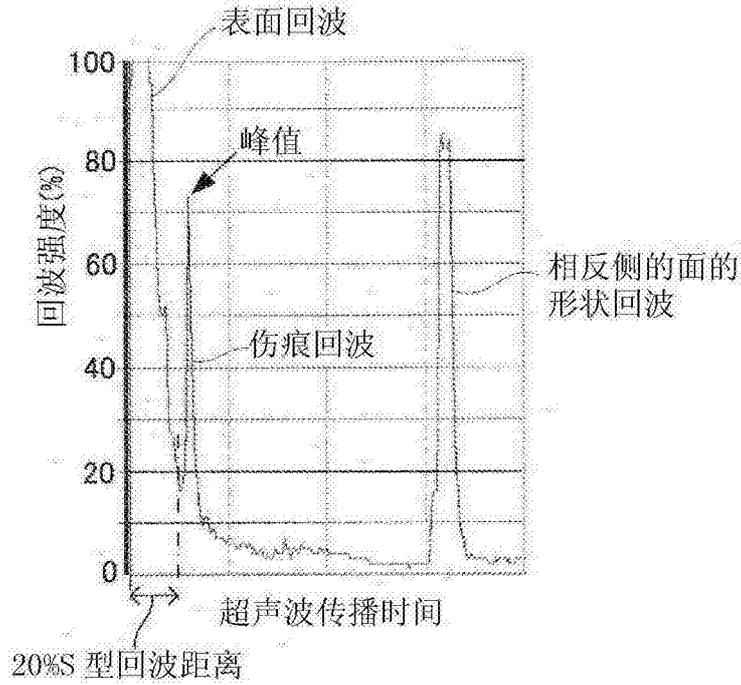


图 8

(a)

80% 敏感度

自表面起到伤痕为止的距离(mm)	开口宽度的尺寸(mm)							
	4.5	6	7	8	9	10	11	12.5
5	32	30	29.3	29.7	30.2	30.2	30.9	32.2
10	34.9	32.2	30.1	30	30.3	30.2	30.5	31.1
15	37.9	34.7	32	31.4	31.6	31.7	32.3	33.3
20	40	37.1	34.1	33.6	33.6	33.4	33.5	35.2

(b)

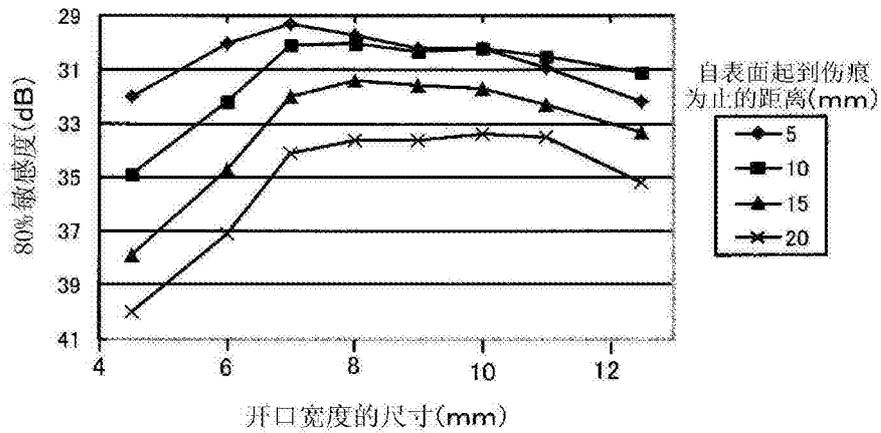


图 9

(a)

20%S 型回波距离

自表面起到伤痕为止的距离(mm)	开口宽度的尺寸(mm)							
	4.5	6	7	8	9	10	11	12.5
5	6	4.5	6	6.4	6.6	7	7	9.2
10	6.8	6.4	6.5	6.5	8.8	8	7.8	9
15	8.5	8.5	8.5	8.5	9	8.6	8.6	11.6
20	11.5	11.8	11.5	11.5	11	8	11	12

(b)

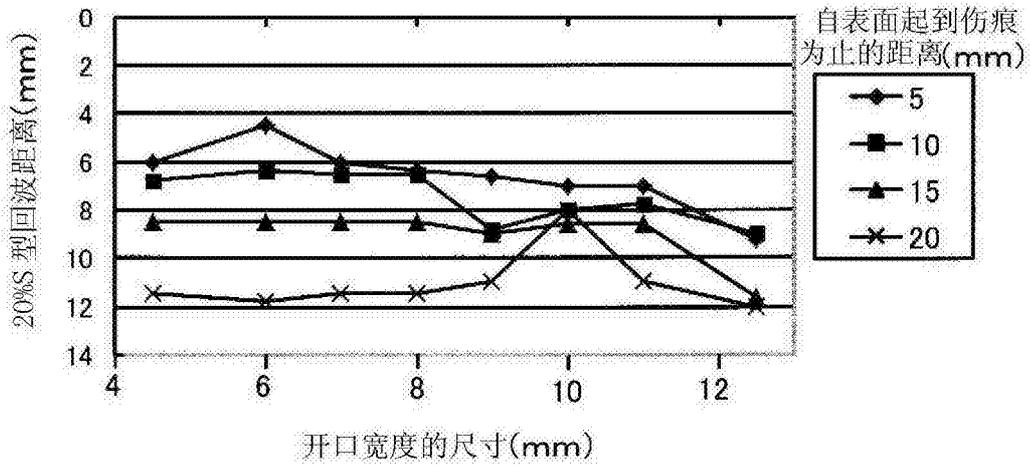


图 10