



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114631227 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 20

(21) 申请号 202080076099.7

专利权人 福井县

(22) 申请日 2020.10.07

(72) 发明人 渡边正 未定新治

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 114631227 A

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

(43) 申请公布日 2022.06.14

专利代理师 于英慧 黄纶伟

(30) 优先权数据  
2019-233391 2019.12.24 JP

(51) Int. Cl.

H01P 1/04 (2006.01)

H01P 5/08 (2006.01)

H01P 3/12 (2006.01)

H01P 3/14 (2006.01)

H01P 1/16 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2022.04.29

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2020/037991 2020.10.07

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02021/131224 JA 2021.07.01

(56) 对比文件

TW 201926798 A, 2019.07.01

US 2011047588 A1, 2011.02.24

(73) 专利权人 奥林巴斯株式会社  
地址 日本东京都

审查员 楚亚楠

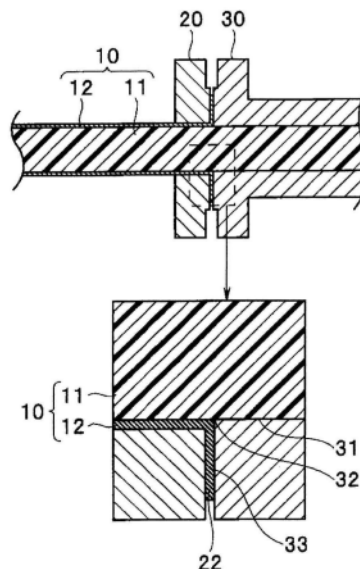
权利要求书2页 说明书11页 附图16页

(54) 发明名称

波导管的连接构造、连接器、模式转换机和波导管单元

(57) 摘要

波导管的连接构造具有棒状的电介质(11)、以及在电介质(11)的周围将具有导电性的多个平箔线编成编织带状而形成的外导体(12)。立体构件(30)具有:连接面(33),其至少在一部分具有供外导体(12)的连接放大部(22)连接的导电性区域;插入孔(31),其遍及内表面整周具有导电性;以及角部(32),其是连接面(33)中的遍及插入孔(31)的整周的开口缘,具有与插入孔(31)的内表面导通的导电性。在波导管和立体构件(30)的连接状态下,连接放大部(22)构成为通过与连接面(33)和角部(32)的电连接而与插入孔(31)内表面电导通,并且,角部(32)处的连接平滑。



1. 一种波导管的连接构造, 其将波导管与其他部件连接, 该波导管用于具有毫米波或毫米波以上的频率的电波的传输, 其特征在于,

所述波导管具有:

棒状的电介质; 以及

外导体, 其是在所述棒状的电介质的周围将具有导电性的多个平箔线编成编织带状而形成的,

作为所述其他部件的立体构件具有:

连接面, 其至少在一部分具有在与所述波导管的连接状态下供所述外导体的连接放大部连接的导电性区域;

插入孔, 其是在与所述波导管的连接状态下供在所述波导管的连接放大部露出的棒状的电介质插入, 该插入孔在所述连接面开口, 遍及内表面整周具有导电性; 以及

角部, 其是在所述连接面中的遍及所述插入孔的整周的开口缘, 具有与所述插入孔的内表面导通的导电性,

在所述波导管和所述其他部件的连接状态下, 所述连接放大部构成为通过与所述连接面和所述角部的电连接而与所述插入孔内表面电导通, 并且, 所述角部处的连接平滑,

在所述角部, 由所述波导管的外导体的内表面形成的波导和由所述插入孔的内表面形成的波导以在载波的中心波长 $\lambda$ 的 $1/50$ 的误差的范围内一致的方式连续地连接。

2. 根据权利要求1所述的波导管的连接构造, 其特征在于,

所述波导管的连接构造还具有:

固定部件, 其将所述波导管固定于所述立体构件; 以及

按压辅助部件, 其按压所述固定部件和所述立体构件,

所述固定部件具有贯通孔, 所述贯通孔在孔径最细的部位具有扁平的孔截面形状, 该扁平的孔截面形状具有比所述棒状的电介质的截面中的长径和短径大所述外导体的厚度的2倍的长度的长径和短径,

在所述波导管被插入到所述贯通孔中、且所述电介质被插入到所述插入孔中时, 所述固定部件通过所述按压辅助部件将所述连接放大部按压于所述连接面, 由此, 所述连接放大部从所述角部起在所述连接面被电导通。

3. 根据权利要求2所述的波导管的连接构造, 其特征在于,

所述固定部件由多个部件构成,

通过组合所述多个部件, 形成有所述贯通孔。

4. 根据权利要求2所述的波导管的连接构造, 其特征在于,

所述立体构件的所述插入孔具有扁平的截面形状, 该扁平的截面形状至少在所述角部侧端具有与所述棒状的电介质的截面中的长径和短径相同的长径和短径, 所述固定部件的贯通孔至少在与所述立体构件相接的侧端具有所述径最细的部位。

5. 根据权利要求2所述的波导管的连接构造, 其特征在于,

所述立体构件的所述插入孔具有扁平的截面形状, 该扁平的截面形状具有比所述棒状的电介质的截面中的长径和短径大的长径和短径, 所述固定部件具有的所述扁平的贯通孔在从与所述立体构件相接的侧端离开的位置具有所述孔径最细的部位,

被插入到所述贯通孔中的所述波导管的外导体从所述固定部件的贯通孔中的所述孔

径最细的部位朝向所述立体构件具有的角部扩展。

6. 根据权利要求1所述的波导管的连接构造,其特征在于,所述立体构件的所述连接面具有向前方突出的边缘部,所述外导体沿着所述边缘部平滑地扩展。

7. 根据权利要求1所述的波导管的连接构造,其特征在于,所述连接放大部和所述立体构件具有的所述连接面通过导电性粘接剂实现电导通。

8. 根据权利要求1所述的波导管的连接构造,其特征在于,所述立体构件由成型电路构件构成。

9. 一种波导管连接器,其特征在于,所述波导管连接器具有权利要求1所述的波导管的连接构造。

10. 一种波导管连接器,其能够与中空的方形波导管连接,其特征在于,

所述波导管连接器具有权利要求4所述的波导管的连接构造,并且,所述立体构件具有的所述插入孔具有能够在与所述角部相反的一侧的开口中与中空的波导管连接的开口形状,在所述插入孔的内部,在从所述插入孔中的所述角部到与所述角部相反的一侧的开口之间,所述棒状的电介质具有逐渐减小其截面积的形状。

11. 根据权利要求10所述的波导管连接器,其特征在于,

所述逐渐减小其截面积的形状具有在长径方向上从一端朝向相反的一端减小截面积、在短径方向上从其两端朝向中央减小截面积的形状。

12. 一种波导管连接器,其能够与中空的方形波导管连接,其特征在于,

所述波导管连接器具有权利要求5所述的波导管的连接构造,并且,所述立体构件的所述插入孔具有与所述角部相反的一侧的开口能够与中空的波导管连接的开口形状,在所述插入孔和所述贯通孔的内部,在从所述贯通孔中的所述径最细的部位到与所述插入孔具有的所述角部相反的一侧的开口之间,所述棒状的电介质具有逐渐减小其截面积的形状。

13. 一种模式转换机,其特征在于,所述模式转换机具有权利要求1所述的波导管的连接构造。

14. 一种波导管单元,其特征在于,

所述波导管单元具有波导管,该波导管具有:具有扁平的截面形状的棒状的电介质、以及在长度方向上将具有导电性的多个平箔线在所述棒状的电介质的周围编成编织带状而形成的外导体,在所述波导管的两端分别具有权利要求10所述的能够与中空的方形波导管连接的波导管连接器。

## 波导管的连接构造、连接器、模式转换机和波导管单元

### 技术领域

[0001] 本发明涉及波导管的连接构造、波导管连接器、模式转换机和波导管单元,特别涉及具有编织带状的外导体的波导管的连接构造、波导管连接器、模式转换机和波导管单元。

### 背景技术

[0002] 近年来,以广播领域为开端面向以4K/8K图像为代表的影像的高精细化的对策广泛发展。在以4K/8K图像为代表的高精细影像中,由于像素数的增加而使影像信息的容量变大,因此,被要求数十Gbps以上的通信速度。

[0003] 但是,在近距离的信息传输中以往大多使用的基于金属线的传输方式、具体而言为使用同轴线路、双绞线路、双同轴(Twinax)线路等的传输方式中,很难应对数十Gbps以上的通信速度。

[0004] 在高精细影像等大容量信息的传输中,以往还考虑利用长距离传输或数据中心中的高速通信中被利用的光通信技术。但是,光通信所使用的发送接收单元非常昂贵,存在作为近距离的信息通信中的通信单元很难在特别是普及价格范围的产品中采用这样的经济性问题。

[0005] 进而,光通信的发送接收单元在线路的连接中需要数 $\mu\text{m}$ 程度的高精度的连接技术,并且,有时仅在连接面附着微细的灰尘、尘埃就会使通信断开。因此,光通信的发送接收单元存在特别是在进行反复连接的产品中很难确保可靠性这样的问题。即,很难利用光通信技术来代替现有的近距离通信中被使用的基于金属线的传输方式。

[0006] 根据这种状况,作为能够高水平地实现数十Gbps以上的高速通信、廉价性和连接可靠性的有线通信单元,正在开发使用挠性波导管进行基于毫米波的高速通信的通信方式。

[0007] 例如,在日本特开2017-147548号公报中提出了一种挠性波导管,该挠性波导管具有中空的第1筒状电介质、被配置于第1筒状电介质的外周的筒状导电体、以及被配置于筒状导电体的外周的第2筒状电介质。

[0008] 此外,在国际公开2014/162833号公报中提出了一种挠性波导管,该挠性波导管具有:金属镀层,其配置中空筒状电介质,并且覆盖电场交叉的2个面;以及保护层,其覆盖包含被金属镀层覆盖的2个面的电介质的周围。

[0009] 进而,在日本特许第6343827号公报中提出了一种挠性波导管,该挠性波导管在中心配置棒状电介质,并且在电介质的外侧表面具有将平箔线编成编织带状而成的外导体。

[0010] 本发明人着眼于上述挠性波导管中特别是日本特许第6343827号公报所公开的挠性波导管,特别是作为实用性高的挠性波导管进行了深入研究。

[0011] 但是,在日本特许第6343827号公报所公开的挠性波导管中,由于外导体具有编织带状的构造,因此,可知在与以往的挠性波导管相同的连接构造中,特别是在比毫米波频带高的频带的电波传输中无法得到期望的性能。

[0012] 更详细地讲,具备具有编织带状的构造的外导体的挠性波导管在与其他部件连接时,如果不实施特别的连接构造,则在连接点(或连接面)产生电波的损耗(反射和电波的漏出)。频率越高,则该电波的损耗越大,特别是在比毫米波频带高的频带的电波传输中,在实用方面成为问题。因此,具备具有编织带状的构造的外导体的挠性波导管存在特别是在比毫米波频带高的频带的电波传输中事实上无法应用这样的问题。即,为了有效地利用日本特许第6343827号公报所公开的挠性波导管,需要抑制所述电波的损耗的特别的连接构造。

[0013] 本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于,提供在将具备具有编织带状的构造的外导体的波导管与其他部件连接时能够防止电波的损耗的波导管的连接构造、波导管连接器、模式转换机和波导管单元。

## 发明内容

[0014] 用于解决课题的手段

[0015] 本发明的一个方式的波导管的连接构造将波导管与其他部件连接,该波导管用于具有毫米波或毫米波以上的频率的电波的传输,所述波导管具有:棒状的电介质;以及外导体,其是在所述棒状的电介质的周围将具有导电性的多个平箔线编成编织带状而形成的,作为所述其他部件的立体构件具有:连接面,其至少在一部分具有在与所述波导管的连接状态下供所述外导体的连接放大部连接的导电性区域;插入孔,其是在与所述波导管的连接状态下供在所述波导管的连接放大部露出的棒状的电介质插入,该插入孔在所述连接面开口,遍及内表面整周具有导电性;以及角部,其是所述连接面中的遍及所述插入孔的整周的开口缘,具有与所述插入孔的内表面导通的导电性,在所述波导管和所述其他部件的连接状态下,所述连接放大部构成为通过与所述连接面和所述角部的电连接而与所述插入孔内表面电导通,并且,所述角部处的连接平滑。

[0016] 这里,对角部处的连接平滑的意思进行说明。在内壁具有导电性的管路中,电磁波在该管路中被内壁封闭并行进,由此实现波导。在本发明中,将在角部处波导管的外导体的内表面(由波导管的外导体的内表面形成的波导)和插入孔的内表面(由插入孔的内表面形成的波导)连续地以在载波的中心波长 $\lambda$ 的 $1/50$ 的误差的范围内一致的方式连接称为“角部处的连接平滑”。如果在该范围的误差内波导管侧的波导和立体构件侧的波导连续,则两者的边界处的端点反射也充分被抑制为没有问题的水平,信号的损耗也较少。

[0017] 具体而言,在角部,波导管的外导体的内表面和插入孔的内表面以在连接边界处不存在超过上述误差的阶梯差或槽的状态连续即可。

[0018] 此外,本发明的一个方式的波导管连接器具有上述波导管的连接构造。

[0019] 此外,本发明的一个方式的模式转换机具有上述波导管的连接构造。

[0020] 此外,本发明的一个方式的波导管单元具有波导管,该波导管具有:具有扁平的截面形状的棒状的电介质、以及在长度方向上将具有导电性的多个平箔线在所述棒状的电介质的周围编成编织带状而形成的外导体,在所述波导管的两端分别具有能够与中空方形波导管连接的波导管连接器。

## 附图说明

[0021] 图1A是示出毫米波频带的电波传输中使用的挠性波导管、固定部件和立体构件的

外观、且示出将挠性波导管的端部与固定部件组合后的状态的外观图。

[0022] 图1B是示出挠性波导管、固定部件、立体构件和按压辅助部件的外观的外观图。

[0023] 图1C是示出组合了挠性波导管、固定部件、立体构件和按压辅助部件的组装后的状态的外观图。

[0024] 图2A是示出挠性波导管中的将平箔线编成编织带形状而形成的外导体的外观的外观图。

[0025] 图2B是示出将平箔线编成编织带形状而形成的外导体的截面的剖视图。

[0026] 图3是示出组合了挠性波导管、固定部件和立体构件的状态的截面的剖视图。

[0027] 图4是示出对组合了挠性波导管、固定部件和立体构件的状态的连接部位进行放大后的截面的剖视图。

[0028] 图5是示出组合了第2实施方式的挠性波导管、固定部件、立体构件的状态的截面的剖视图。

[0029] 图6A是示出电介质的末端的形状的结构例A的侧视图。

[0030] 图6B是示出电介质的末端的形状的结构例A的立体图。

[0031] 图7A是示出电介质的末端的形状的结构例B的侧视图。

[0032] 图7B是示出电介质的末端的形状的结构例B的立体图。

[0033] 图8A是示出电介质的末端的形状的结构例C的侧视图。

[0034] 图8B是示出电介质的末端的形状的结构例C的立体图。

[0035] 图9A是示出电介质的末端的形状的结构例D的侧视图。

[0036] 图9B是示出电介质的末端的形状的结构例D的立体图。

[0037] 图10A是示出电介质的末端的形状的结构例E的侧视图。

[0038] 图10B是示出电介质的末端的形状的结构例E的立体图。

[0039] 图11A是示出电介质的末端的形状的比较例的侧视图。

[0040] 图11B是示出电介质的末端的形状的比较例的立体图。

[0041] 图12是示出以实验方式确认了电介质的末端的形状和反射的产生量的测定结果的图。

[0042] 图13是示出组合了第2实施方式的变形例的挠性波导管、固定部件和立体构件的状态的截面的剖视图。

[0043] 图14A是示出挠性波导管、固定部件、立体构件和按压辅助部件的外观、且示出将挠性波导管的端部与固定部件组合后的状态的外观图。

[0044] 图14B是示出将固定部件与立体构件组合前的状态的外观图。

[0045] 图15A是示出挠性波导管、固定部件和立体构件的外观、且示出组合了挠性波导管的端部、固定部件和立体构件的状态的外观图。

[0046] 图15B是示出挠性波导管、固定部件、立体构件和按压辅助部件的外观的外观图。

[0047] 图15C是示出挠性波导管、固定部件、立体构件和按压辅助部件的外观的外观图。

[0048] 图16是示出挠性波导管、固定部件、立体构件和按压辅助部件的外观的外观图。

[0049] 图17是示出由挠性波导管、固定部件、立体构件和按压辅助部件构成的波导管单元的外观的外观图。

[0050] 图18A是示出在电介质的末端采用了结构例A的形状时的波导管单元的传输特性

测定值的例子的图。

[0051] 图18B是示出在电介质的末端采用了结构例E的形状时的波导管单元的传输特性测定值的例子的图。

[0052] 图18C是示出在电介质的末端采用了比较例的形状时的波导管单元的传输特性测定值的例子的图。

### 具体实施方式

[0053] 下面,参照附图对本发明的实施方式进行说明。

[0054] 另外,附图是示意性的,需要留意到各部件的厚度与宽度的关系、各部件的比率等与现实不同。进而,在附图的相互之间也包含彼此的尺寸、比率不同的部分。

[0055] (第1实施方式)

[0056] 首先,使用图1~图4对第1实施方式的波导管的连接构造的结构进行说明。图1A是示出毫米波频带的电波传输中使用的挠性波导管、固定部件和立体构件的外观、且示出将挠性波导管的端部与固定部件组合后的状态的外观图,图1B是示出挠性波导管、固定部件、立体构件和按压辅助部件的外观的外观图,图1C是示出组合了挠性波导管、固定部件、立体构件和按压辅助部件的组装后的状态的外观图。

[0057] 图2A是示出挠性波导管中的将平箔线编成编织带形状而形成的外导体的外观的外观图,图2B是示出将平箔线编成编织带形状而形成的外导体的截面的剖视图。图3是示出组合了挠性波导管、固定部件和立体构件的状态的截面的剖视图。图4是示出对组合了挠性波导管、固定部件和立体构件的状态的连接部位进行放大后的截面的剖视图。

[0058] 如图1A、图1B和图1C所示,波导管的连接构造由具有挠性的挠性波导管10、被配置于挠性波导管10的端部的固定部件20、连接有挠性波导管10的端部的立体构件30、以及按压固定部件20和立体构件30的按压辅助部件40构成。另外,关于本实施方式的波导管的连接构造,作为一例,使用具有挠性的挠性波导管10进行说明,但是,不限于具有挠性,只要具有编织带状的外导体即可,也可以使用半挠性或刚性等其他材质的波导管。

[0059] 挠性波导管10由具有挠性的电介质11和被设置于该电介质11的周围的外导体12构成,该电介质11被形成为具有扁平的截面形状的棒状,该扁平的截面形状具有长径a和短径b。

[0060] 如图2A和图2B所示,外导体12是在长度方向上将具有导电性的多个平箔线13在电介质11的周围编成编织带状而形成的。具体而言,外导体12被编织成,被卷绕于电介质11的外周面,彼此的平箔线13形成编织带构造。

[0061] 带状的平箔线13的与长度方向垂直的截面具有长方形截面,该带状的平箔线13具有将包含非金属物质的树脂膜14和包含金属物质的金属箔15贴合而成的构造。在将构成编织带构造的一个平箔线13的厚度设为 $d/2$ 的情况下,外导体12的厚度成为2倍的 $d/2$ ,即 $d$ 。

[0062] 平箔线13配置为,以金属箔15侧(朝向图2B为下侧)成为构成挠性波导管10的外导体12的内侧的方式编成编织带状。即,被配置成外导体12的金属箔15侧与电介质11的外侧相接。

[0063] 固定部件20是由黄铜等形成的金属构件,具有供挠性波导管10插入的贯通孔21。这里,挠性波导管10的端部按照每个外导体12而被插入到固定部件20的贯通孔21中。外导

体12的端部以保持编织带构造且相对于固定部件20被推开的形式形成连接放大部22。此外,固定部件20具有的贯通孔21具有扁平的截面,该扁平的截面具有长径C和短径D。

[0064] 立体构件30是由黄铜等形成的金属构件,具有能够供电介质11插入的插入孔31、作为插入孔31的插入端的角部32、以及与角部32相邻的连接面33。立体构件30具有的插入孔31在作为插入端的角部32具有扁平的截面,该扁平的截面具有长径A和短径B。这里,立体构件30由金属构件形成,因此,插入孔31的内部表面、角部32和连接面33具有导电性,还电连接。另外,立体构件30不限于金属构件,也可以是在树脂成型品的表面形成了金属膜的成型电路构件(MID:Molded Interconnect Device:模塑互连器件)。

[0065] 按压辅助部件40例如是装订夹。在本实施方式中,使用两个装订夹夹入固定部件20和立体构件30而进行按压。另外,装订夹不需要具有特别的构造,例如可以是市售的装订夹。另外,作为按压辅助部件40的一例,使用装订夹,但是不限于此,例如也可以使用螺钉、橡胶等弹性体或粘接剂实现同等功能。

[0066] 挠性波导管10的端部的电介质11被插入到立体构件30的插入孔31中。连接放大部22被立体构件30具有的连接面33和固定部件20夹持而被固定。

[0067] 这里,电介质11的长径a和短径b分别与立体构件30的插入孔31的长径A和短径B大致相等。由此,挠性波导管10的端部的位置被唯一决定。

[0068] 此外,由外导体12的端部形成的连接放大部22被立体构件30的连接面33和固定部件20夹持而被固定。而且,连接放大部22从立体构件30具有的角部32沿着连接面33加宽编织带状的结构,在加宽了编织带状的结构的状态下被固定。此时,连接放大部22通过按压辅助部件40在固定部件20与立体构件30之间被按压。

[0069] 这里,固定部件20的扁平的贯通孔21的长径C和短径D具有对电介质11的截面中的长径a和短径b加上外导体12的厚度d的2倍而得到的长径和短径。

[0070] 接着,对这样构成的挠性波导管的连接构造的作用进行说明。

[0071] 在本实施方式的结构中,立体构件30具有的插入孔31的内部表面的整面具有导电性,并且,从角部32遍及连接面33的表面全部具有导电性。因此,插入孔31作为波导管发挥功能,能够传输电波。

[0072] 此外,如图2A和图2B所示,编织带构造的外导体12发挥功能,由此,挠性波导管10在内部传输电波。即,立体构件30的插入孔31和挠性波导管10均传输电波,在角部32中进行连接。

[0073] 在将电介质11的长径设为a、将短径设为b、将立体构件30具有的插入孔31的长径设为A、将短径设为B、将固定部件20具有的贯通孔21的长径设为C、将短径设为D、将外导体12的厚度设为d时,本实施方式的A、B、C、D以棒状挠性的电介质尺寸a、b为基准如下所述被设定。

[0074] 立体构件30的插入孔31的长径A与电介质11的长径a大致相等。

[0075] 立体构件30的插入孔31的短径B与电介质11的短径b大致相等。

[0076] 固定部件20的贯通孔21的长径C与对电介质11的长径a加上外导体12的厚度d的2倍而得到的长度(a+2d)大致相等。

[0077] 固定部件20的贯通孔21的短径D与对电介质11的短径b加上外导体12的厚度d的2倍而得到的长度(b+2d)大致相等。

[0078] 这里,“大致相等”是指能够在立体构件30的插入孔31中插入电介质11且没有晃动的尺寸设定和能够在固定部件20中插入挠性波导管10且没有晃动的尺寸设定。

[0079] 在根据该关系设定各个尺寸后,如图3所示,挠性波导管具有的外导体12的内表面尺寸与立体构件30具有的插入孔31的端面即角部32的内侧尺寸一致。即,成为上述的“电介质11的长径a和短径b与插入孔31的长径A和短径B大致相等,由此,挠性波导管10的端部的位置被唯一决定”。进而,固定部件20的贯通孔21的长径C和短径D具有与对电介质11的长径a和短径b加上外导体12的厚度d的2倍( $2 \times d$ )而得到的直径大致相等的尺寸,由此,外导体12保持形状直到与立体构件30的角部32相接为止,能够以不产生连接部处的阶梯差的方式进行连接。由此,如图4所示,连接放大部22在立体构件30的角部32处的连接变得平滑,在立体构件30的角部32处的连接中,能够将阶梯差的产生抑制为最小。该阶梯差的缩小是抑制波导管连接部处的电波的损耗(反射)的要件。特别地,该阶梯差设为在挠性波导管10的内部传播的电波的波长的 $1/50$ 以下,由此,能够抑制波导管连接部处的电波的损耗(反射)。

[0080] 此外,如上所述,连接放大部22在立体构件30的连接面33与固定部件20之间被按压辅助部件40按压而被固定。此时,连接放大部22从角部32沿着连接面33加宽了编织带状的构造。而且,具有编织带状的构造的平箔线13的具有金属箔15的面朝向连接面33侧。其结果,如图4所示,挠性波导管10的外导体12的金属(金属箔15)和具有导电性的立体构件30的连接面33遍及从角部32起的范围接触,实现两者的电导通。该电导通是抑制连接部处的电波的损耗(电波的漏出)的要件。

[0081] 这些电波的损耗特别是在毫米波或比毫米波高的频带的电波中容易成为问题。这是因为,由于毫米波或比毫米波高的频带的电波的波长较短,即使是微小的构造的凹凸也对电波的传输造成不良影响。更具体而言,不限于电磁波,关于介质具有的构造(不限于凹凸,还包含介质的不均质性等)对波的影响,可知如果构造的大小被收敛到 $1/50$ 左右,则被抑制为充分小(例如参照日本特开2018-99172号公报的段落编号[0094]~[0102])。例如在考虑60GHz的毫米波的电波传输时,60GHz的电波的自由空间中的波长为5mm,该 $1/50$ 成为0.1mm,但是,在本案件考虑的这种波导管的连接构造中,不容易将外导体12的阶梯差抑制为0.1mm以下。与此相对,根据本案件,容易将所述外导体12的阶梯差抑制到0.1mm以下,能够实现本案件所说的角部32处的连接平滑的状态。

[0082] 另外,也可以通过导通性粘接剂粘接连接放大部22和立体构件30的连接面33,实现连接放大部22和立体构件30的连接面33的电导通。该情况下,挠性波导管10的连接构造也可以不具有固定部件20和按压辅助部件40。即,例如如果在粘接作业时使用所述固定部件20和按压辅助部件40,则容易与使用固定部件20和按压辅助部件40的情况同等地抑制阶梯差,能够实现电接合,能够得到同等效果。

[0083] 此外,在本实施方式中,固定部件20的贯通孔21在贯通孔21的全部截面中具有长径C和短径C,但是,只要至少贯通孔21在与立体构件30相接的侧端具有所述贯通孔的直径最细的部位、且该最细的部位处的贯通孔的截面的长径和短径满足所述条件即 $C = a + 2d$ 、 $D = b + 2d$ ,则能够得到同样的效果。

[0084] 作为以上的结果,本实施方式的挠性波导管10的连接构造防止电波的损耗(反射和电波的漏出)。由此,根据本实施方式,在将具备外导体的挠性波导管与其他部件连接、且该外导体具有编织带状的构造时,能够防止电波的损耗。

[0085] 此外,在本实施方式的结构中,立体构件30的扁平的插入孔31的尺寸设为与扁平的电介质11的截面形状一致的尺寸,由此,能够进行准确的定位,因此,组装变得容易。

[0086] 进而,推开被编成编织带状的外导体12而形成连接放大部22,仅进行按压就实现与立体构件30之间的电导通,由此,能够实现电导通,而不在现有的波导管的基础上增加部件。

[0087] (第2实施方式)

[0088] 接着,对第2实施方式进行说明。

[0089] 图5是示出组合了第2实施方式的挠性波导管、固定部件和立体构件的状态的截面的剖视图。

[0090] 如图5所示,本实施方式的立体构件30的插入孔31具有直径从供电介质11插入的面朝向相反侧的开口36变大的锥构造。插入孔31的连接面33侧的长径A和短径B与电介质11的长径a和短径b大致相等,由此,能够容易地进行挠性波导管10和立体构件30的连接。

[0091] 此外,电介质11的末端(端部)具有尖的形状,即,具有在所述插入孔31的内部、从所述插入孔31的角部32侧的开口到与角部32相反的一侧的开口36之间逐渐减小其截面积的形状。这样,通过使电介质11的末端变尖,抑制电介质11的端部处的电波的损耗(反射),能够进一步减少由于挠性波导管10和立体构件30的连接而引起的电波的损耗。

[0092] 另外,电介质11的末端(端部)的形状不限于图5所示的形状。作为所述电介质11的末端(端部),例如能够采用图6A、图6B、图7A、图7B、图8A、图8B、图9A、图9B、图10A、图10B所示的形状。这些形状相对于图11A、图11B所示的形状均能够大幅减少电波的损耗。

[0093] 这里,图6A是示出电介质的末端的形状的结构例A的侧视图,图6B是示出电介质的末端的形状的结构例A的立体图,图7A是示出电介质的末端的形状的结构例B的侧视图,图7B是示出电介质的末端的形状的结构例B的立体图,图8A是示出电介质的末端的形状的结构例C的侧视图,图8B是示出电介质的末端的形状的结构例C的立体图,图9A是示出电介质的末端的形状的结构例D的侧视图,图9B是示出电介质的末端的形状的结构例D的立体图,图10A是示出电介质的末端的形状的结构例E的侧视图,图10B是示出电介质的末端的形状的结构例E的立体图,图11A是示出电介质的末端的形状的比较例的侧视图,图11B是示出电介质的末端的形状的比较例的立体图。

[0094] 此外,图12是示出以实验方式确认了电介质的末端的形状和反射的产生量的测定结果的图。图12的测定结果(反射的大小)是将作为电介质11的拉伸发泡PTFE的棒材的端部加工成结构例A~结构例E、比较例所示的形状后、根据使用矢量网络分析仪的时域中的测定结果(49.8~75.8GHz频带)计算电介质11的端部处的反射的大小而得到的,值越小(绝对值越大),表示反射越小。

[0095] 根据该测定结果可知,与比较例的形状中的反射的大小相比,结构例A~结构例E的形状分别大幅地减小了反射的大小、即电波的损耗。进而,可知在结构例E的形状、即在电介质11的末端在长径方向上从一端朝向相反的一端减小截面积、且在短径方向上从其两端朝向中央减小截面积形状中,特别能够减少反射。

[0096] 进而,与角部32相反的一侧的开口36可以具有能够与中空的波导管连接的开口形状。该情况下,通过在开口36侧设置连接凸缘37,能够设为能够与适当的中空的波导管连接的波导管连接器。例如,如果将挠性波导管10设为能够传输60GHz频带的电波的挠性波导

管、将与角部32相反的一侧的开口36设为内径尺寸为长径3.759mm、短径1.88mm的长方形,则能够将本案件的挠性波导管10用作能够与49.8~75.8GHz用的中空波导管连接的波导管连接器。同样,例如,如果将挠性波导管10设为能够传输90GHz频带的电波的挠性波导管、将与角部32相反的一侧的开口36设为内径尺寸为长径2.54mm、短径1.27mm的长方形,则能够将本实施方式的挠性波导管10用作能够与73.8~112GHz用的中空波导管连接的波导管连接器。而且,如果将连接凸缘37的形状设为一般被标准化为UG-385/U的形状,则被标准化,能够用作能够与一般售卖的中空方形波导管连接的波导管连接器。

[0097] 另外,波导管连接器内部的电介质11不需要弯曲,因此,也可以较硬。例如,在成型电介质11的情况下,使挠性波导管10的电介质11从固定部件20的贯通孔21延伸,切割成结构例A~结构例E中的任意一方所示的形状。此时,如果电介质11柔软,则很难成型为结构例A~结构例E中的任意一方所示的形状。在波导管连接器的内部,电介质11不需要弯曲,因此,宁可较硬而具有容易成型这样的优点。因此,根据针对波导管连接器的要求,还能够想到优选波导管连接器内部的电介质11较硬的情况。

[0098] 另外,在图5的结构的情况下,在外导体12与连接面33之间的连接部50中,可能形成有微小的凹陷。该微小的凹陷成为产生电波的损耗(反射)的原因。因此,也可以使挠性波导管、固定部件和立体构件成为图13所示的结构。

[0099] (变形例)

[0100] 图13是示出组合了第2实施方式的变形例的挠性波导管、固定部件和立体构件的状态的截面的剖视图。

[0101] 如图13所示,立体构件30的插入孔31具有孔形状,该孔形状具有比所述电介质11的截面中的长径a和短径b大的长径和短径,并且,连接面33具有向前方突出的边缘部34。固定部件20的贯通孔21在从与所述立体构件30相接的侧端离开的位置具有孔径最细且具有所述长径C和短径D的部位,并且,具有用于在所述边缘部34平滑地连接外导体12的按压件27。此外,被内插于所述贯通孔21中的挠性波导管10的外导体12保持其编织带构造并且直径平滑地扩展,呈锥形状,与立体构件30的边缘部34连接。

[0102] 根据这种结构,外导体12的端部以沿着立体构件30的边缘部34弯曲的方式平滑地弯曲并被连接。由此,在外导体12的端部与立体构件30之间的连接部50中,成为不容易产生凹陷的构造,抑制电波的损耗(反射)。

[0103] 另外,与图5所示的形状同样,电介质11的末端(端部)具有尖的形状。但是,这里,在所述插入孔31和所述贯通孔21的内部,在从所述贯通孔21中的所述直径最细的部位到与所述插入孔31具有的所述角部32相反的一侧的开口36之间,具有逐渐减小其截面积的形状。这里,如图5的实施方式所示,通过使电介质11的末端变尖,抑制电介质11的端部处的电波的损耗(反射),能够进一步减少由于连接而引起的电波的损耗。

[0104] (第3实施方式)

[0105] 接着,对第3实施方式进行说明。

[0106] 在第3实施方式中,对用于将挠性波导管10与例如测定器等其他设备连接的波导管连接器进行说明。

[0107] 图14A是示出挠性波导管、固定部件、立体构件和按压辅助部件的外观、且示出将挠性波导管的端部与固定部件组合后的状态的外观图,图14B是示出将固定部件与立体构

件组合前的状态的外观图。

[0108] 如图14A和图14B所示,本实施方式的波导管连接器60由挠性波导管10、固定部件20、立体构件30和按压辅助部件40构成。立体构件30的连接面33具有在与固定部件20连接时向固定部件20侧突出的锥构造。此外,在固定部件20的末端面形成有以供立体构件30的连接面33相接的方式埋没的锥构造的连接面23。

[0109] 此外,在立体构件30设置有由两个外螺纹构成的按压辅助部件40。在固定部件20的末端面,在将电介质11插入到立体构件30的插入孔31中时与被设置于立体构件30的作为按压辅助部件40的两个外螺纹对置的位置,设置有两个内螺纹24。通过将设置于立体构件30的作为按压辅助部件40的外螺纹拧入被设置于固定部件20的内螺纹24中,按压固定部件20和立体构件30。

[0110] 在本实施方式中,通过具有锥构造的连接面33,与第1实施方式相比,外导体12的作为端部的连接放大部22平滑地加宽。由此,与第1实施方式相比,不容易产生固定部件20和立体构件30的连接部处的阶梯差。

[0111] 因此,根据本实施方式的波导管连接器,具有与第1实施方式同样的效果,并且,与第1实施方式相比,连接放大部22平滑地加宽,因此,更加不容易产生固定部件20和立体构件30的连接部处的阶梯差,由此,与第1实施方式相比,能够抑制产生电波的损耗。

[0112] (第4实施方式)

[0113] 接着,对第4实施方式进行说明。

[0114] 图15A是示出挠性波导管、固定部件和立体构件的外观、且示出组合了挠性波导管的端部、固定部件和立体构件的状态的外观图,图15B和图15C是示出挠性波导管、固定部件、立体构件和按压辅助部件的外观的外观图。

[0115] 如图15A、图15B和图15C所示,本实施方式的波导管连接器70由挠性波导管10、固定部件20、立体构件30和按压辅助部件40构成。本实施方式的固定部件20由被分割成多个、在本实施方式中为两个的固定部件20A和20B构成。另外,固定部件20由两个固定部件20A和20B构成,但是,也可以由三个以上的固定部件构成。此外,按压辅助部件40由被分割成多个、在本实施方式中为两个的按压辅助部件40A和40B构成。

[0116] 在上述各实施方式中,在组装时,需要将挠性波导管10预先插入到固定部件20的贯通孔21中。贯通孔21的长径C和短径D与对电介质11的长径a和短径b分别加上外导体12的厚度d的2倍而得到的长度大致相等。因此,在组装时,将挠性波导管10插入到固定部件20的贯通孔21中可能需要劳力和时间。

[0117] 与此相对,在本实施方式中,在组装时,通过两个固定部件20A和20B夹持挠性波导管10,由此能够形成一个固定部件20,因此,组装性大幅提高。

[0118] 此外,在本实施方式中,按压辅助部件40A和40B以包着立体构件30和固定部件20的形式通过螺钉部件41进行固定,通过其弹性来赋予在固定部件20与立体构件30的连接面33之间夹持连接放大部22的力。其结果,本实施方式的波导管连接器能够采用小型且自由的形状。

[0119] 其结果,根据本实施方式的波导管连接器,具有与第1实施方式同样的效果,并且,能够实现组装性的提高、小型化的容易。

[0120] 另外,本实施方式的波导管连接器70与图15C的波导管连接器71成对地组合利用。

这里,波导管连接器71具有与波导管连接器70大致相同的构造,但是,不同之处在于,波导管连接器70具有使立体构件30A突出的突出部701,与此相对,波导管连接器71具有使立体构件30B向内侧缩进的插入部711。即,通过将波导管连接器70的突出部701插入到波导管连接器71的插入部711中,能够以彼此没有位置偏移的方式连接波导管连接器70具有的立体构件30A和波导管连接器71具有的立体构件30B。

[0121] 另外,波导管连接器70和波导管连接器71中的立体构件30A和30B的插入孔31是被加工成与电介质11的外形大致相同的截面形状的贯通孔,波导管连接器70和波导管连接器71被设计成,通过对齐所述突出部701和插入部711而进行插入,各个所述插入孔31的孔位置一致,此外,电介质11以在插入孔31的内部没有间隙的方式被内插于所述插入孔31。

[0122] 此时,立体构件30A和立体构件30B的插入孔31分别作为波导管发挥功能,其既没有位置偏移也没有间隙地相接,由此,这里也不会产生电波的损耗。即,本实施方式的波导管连接器70、71连接挠性波导管和挠性波导管,因此,作为波导管连接器有效地发挥功能。

[0123] (第5实施方式)

[0124] 接着,对第5实施方式进行说明。

[0125] 在第5实施方式中,对用于将挠性波导管10与模式转换器连接的连接构造进行说明。

[0126] 图16是示出挠性波导管、固定部件、立体构件和按压辅助部件的外观的外观图。

[0127] 如图16所示,本实施方式的模式转换器80由挠性波导管10、固定部件20、立体构件30和按压辅助部件40构成。与第4实施方式同样,本实施方式的固定部件20由被分割成多个、在本实施方式中为两个的固定部件20C和20D构成。另外,固定部件20由两个固定部件20C和20D构成,但是,也可以由三个以上的固定部件构成。

[0128] 在固定部件20C和20D设置有贯通孔25、26,构成按压辅助部件40的外螺纹在贯通孔25、26中贯通,被拧入立体构件30具有的内螺纹35而被固定,由此,两个固定部件20C和20D结合而形成固定部件20。

[0129] 此外,这里,构成按压辅助部件40的外螺纹被拧入内螺纹35,由此,连接放大部22被固定部件20和立体构件30的连接面33夹持而被固定。

[0130] 其结果,根据本实施方式的模式转换器,具有与第1实施方式同样的效果,并且,能够实现组装性的提高、小型化的容易。

[0131] (第6实施方式)

[0132] 接着,对第6实施方式进行说明。

[0133] 在第6实施方式中,对在挠性波导管10的两端配置有波导管连接器的波导管单元进行说明。

[0134] 图17是示出由挠性波导管、固定部件、立体构件和按压辅助部件构成的波导管单元的外观的外观图。

[0135] 如图17所示,本实施方式的波导管单元90由挠性波导管10和被配置于其两端的波导管连接器构成,该波导管连接器由固定部件20、立体构件30和按压辅助部件40构成。本实施方式的波导管连接器分别具有第2实施方式的连接构造,立体构件30的插入孔31具有直径从供电介质11插入的面朝向相反侧的开口变大的锥构造。此外,电介质11的末端(端部)具有尖的形状,即,在所述插入孔31的内部,在从所述插入孔31的角部32侧的开口到与角部

32相反的一侧的开口36之间逐渐减小其截面积的形状。

[0136] 这里,挠性波导管10具有能够传输60GHz频带的电波的特性,立体构件30具有长径为3.759mm且短径为1.88mm的长方形的开口36、以及一般被标准化为UG-385/U的形狀的连接凸缘37。

[0137] 由此,本实施方式的波导管单元90被标准化,能够与一般售卖的中空方形波导管同样地利用。

[0138] 在图18A、图18B和图18C中示出本实施方式的波导管单元90的传输特性测定值的例子。图18A是示出在电介质的末端采用了结构例A的形狀时的波导管单元的传输特性测定值的例子的图,图18B是示出在电介质的末端采用了结构例E的形狀时的波导管单元的传输特性测定值的例子的图,图18C是示出在电介质的末端采用了比较例的形狀时的波导管单元的传输特性测定值的例子的图。

[0139] 如图18A所示,在采用图6A和图6B所示的结构例A的形狀作为电介质11的两端的形狀的情况下,反射特性(S11)为大致-20dB左右,透射特性(S21)的由于连接器部反射而引起的波动也非常小,成为能够实用的波导管。

[0140] 此外,如图18B所示,在采用图10A和图10B所示的结构例E的形狀作为电介质11的两端的形狀的情况下,反射特性(S11)比-20dB小,此外,透射特性(S21)中的由于连接器部反射而引起的波动更小,成为更加实用的波导管。

[0141] 另一方面,如图18C所示,在采用图11A和图11B的比较例的形狀作为电介质11的两端的形狀的情况下,反射特性(S11)达到-10dB左右,透射特性(S21)的由于连接器部反射而引起的波动也较大,作为波导管,不能说是能够实用的特性。

[0142] 在上述各实施方式中,在具备电介质11和被形成于电介质11的周围的编织带状的外导体12的挠性波导管10中,能够得到同时实现电波的损耗(反射和电波的漏出)的减小和连接的容易双方、并且用于与其他部件连接的现实的构造,该电介质11具有扁平的截面。这里,其他部件是现有的波导管、对波导管的粗细进行转换的锥波导管、波导管连接器、模式转换机等。

[0143] 根据本发明的波导管的连接构造、波导管连接器、模式转换机和波导管单元,在将具备外导体的波导管与其他部件连接且外导体具有编织带状的构造时,能够防止电波的损耗。

[0144] 本发明不限于上述实施方式,能够在不改变本发明主旨的范围内进行各种变更、改变等。

[0145] 本申请以2019年12月24日在日本申请的日本特愿2019-233391号为优先权主张的基础进行申请,上述公开内容被引用到本申请说明书和权利要求书中。

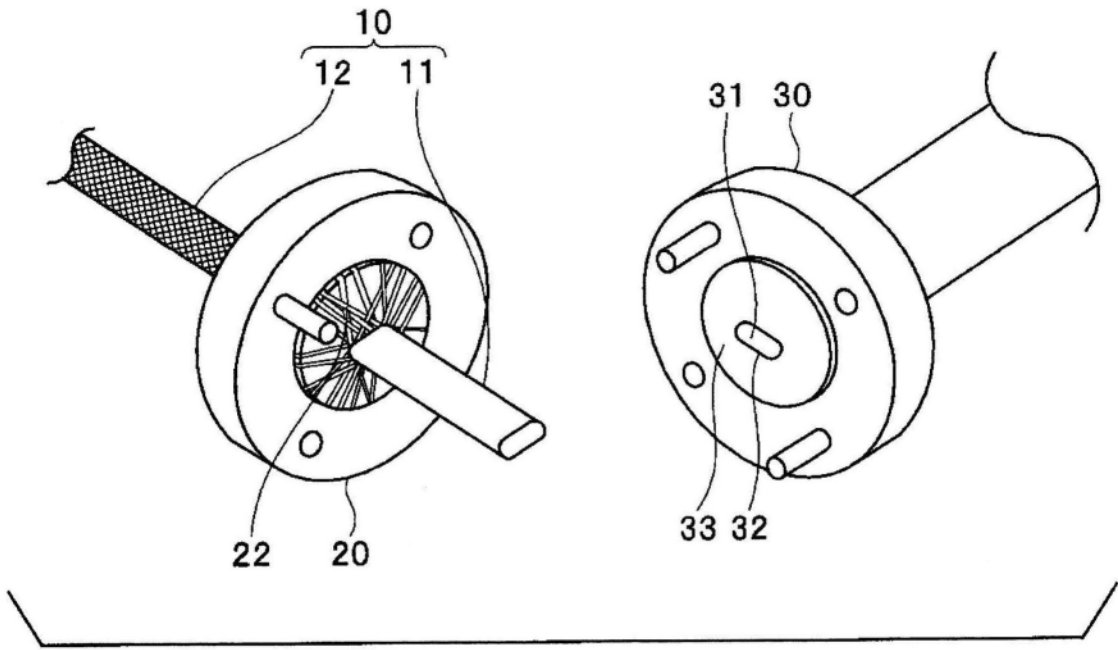


图1A

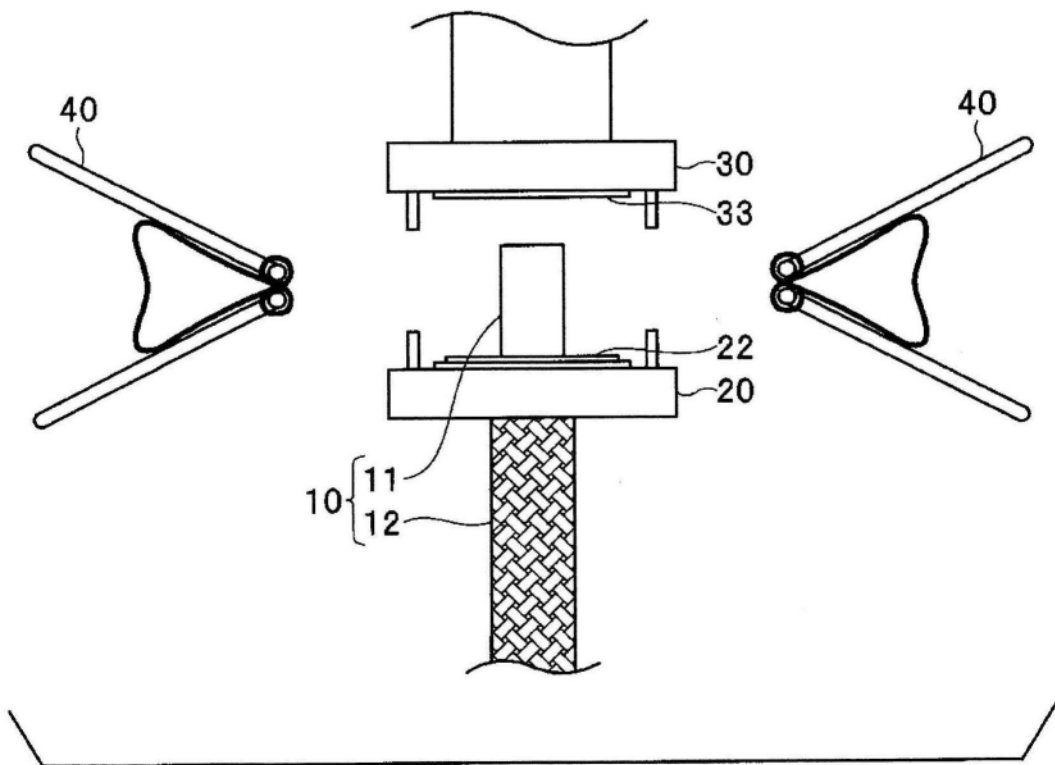


图1B

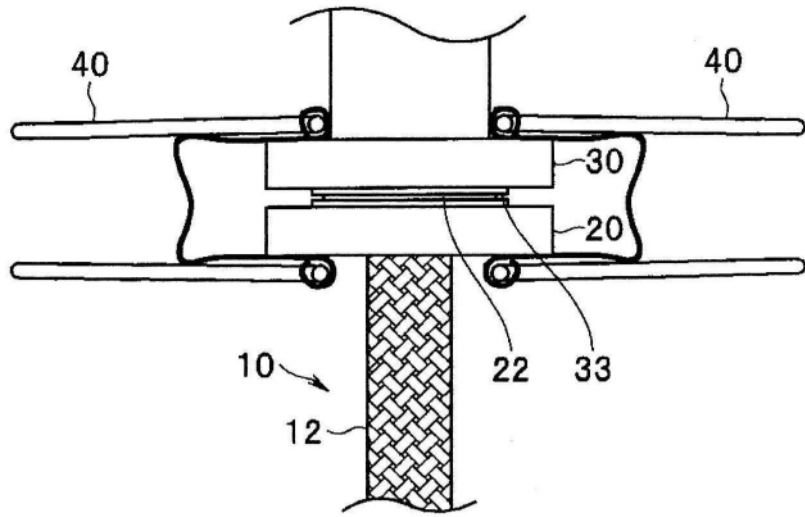


图1C

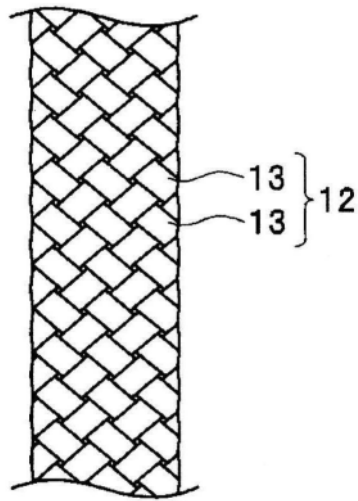


图2A

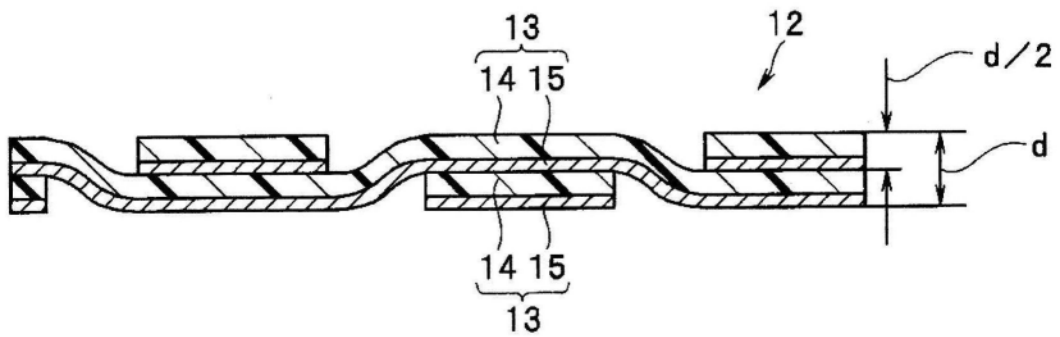


图2B

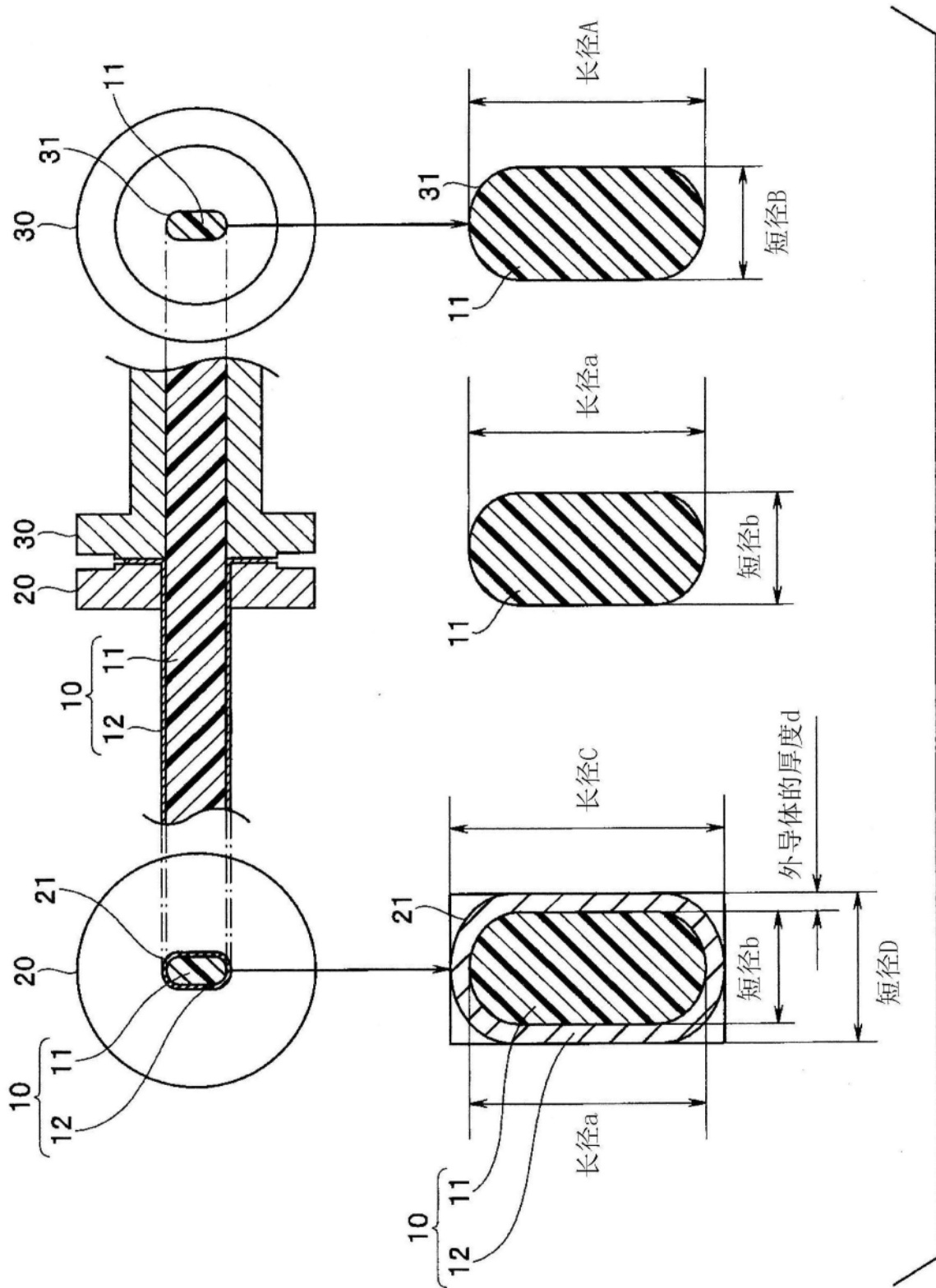


图3

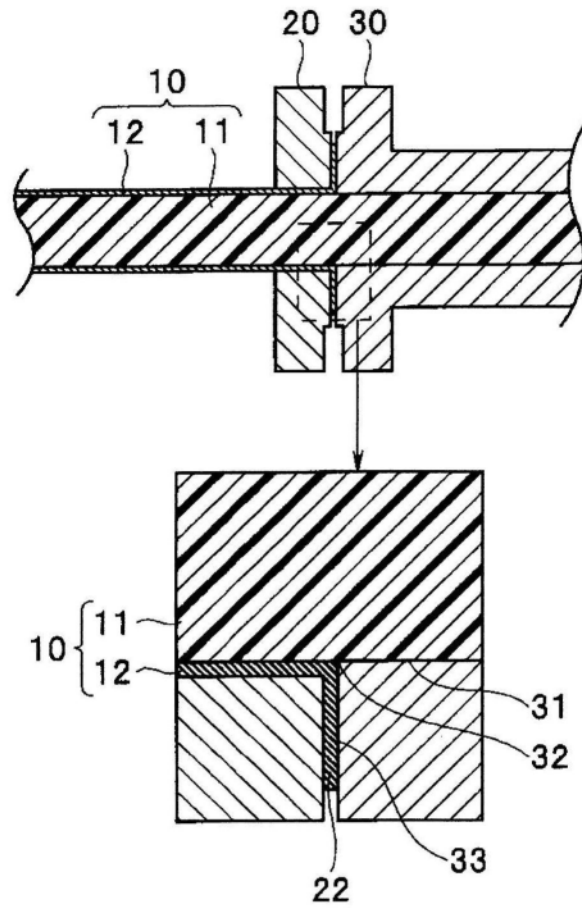


图4

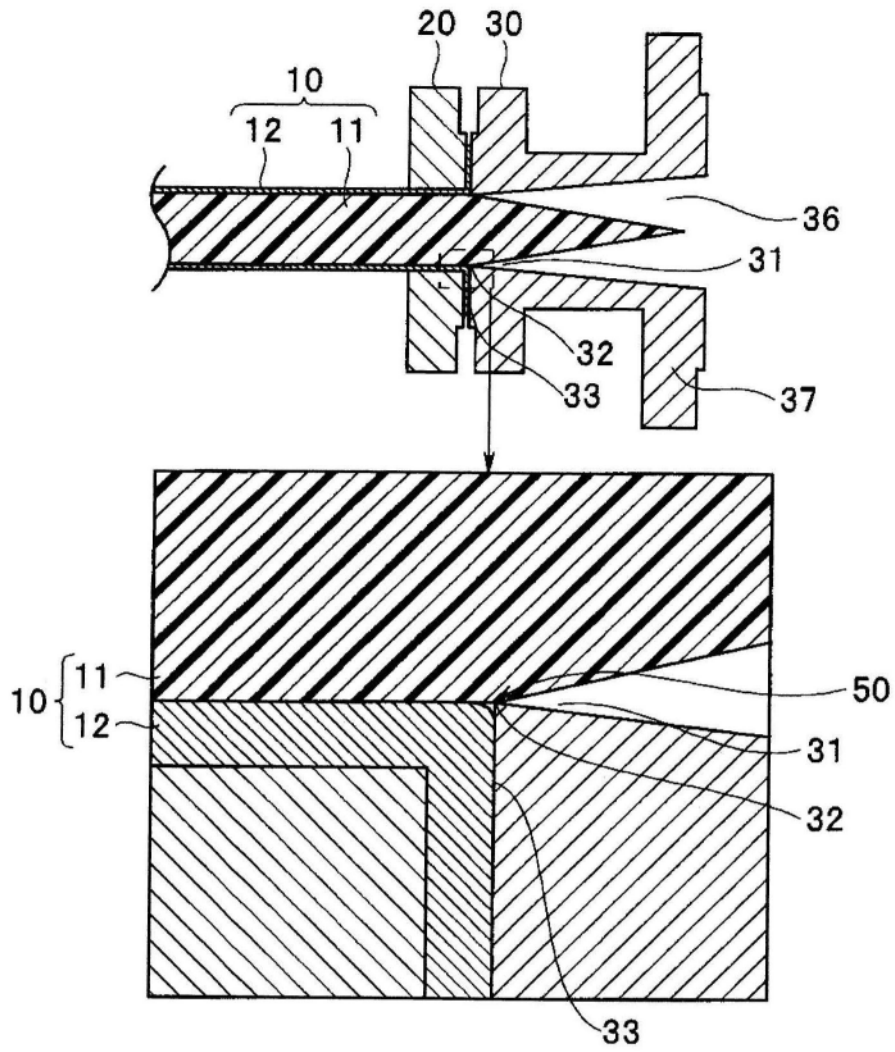


图5

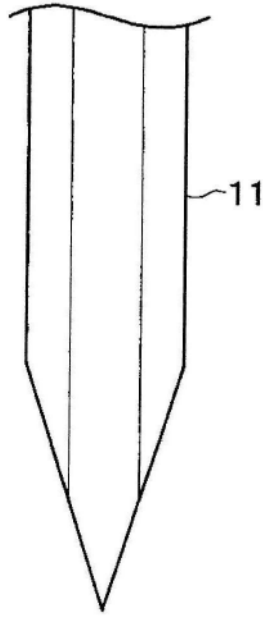


图6A

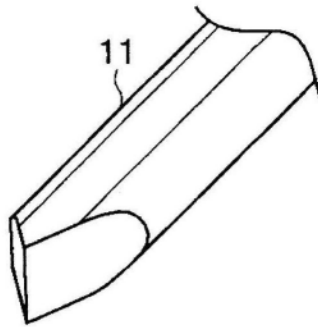


图6B

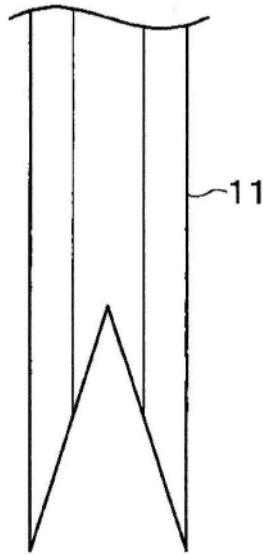


图7A

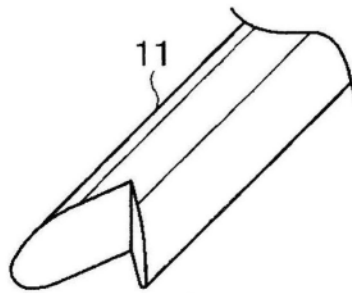


图7B

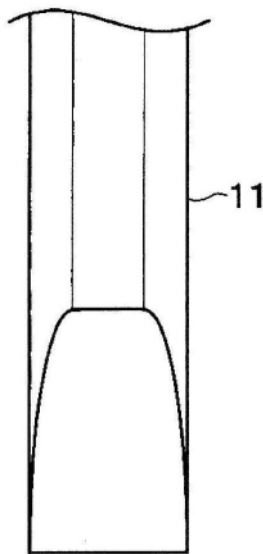


图8A

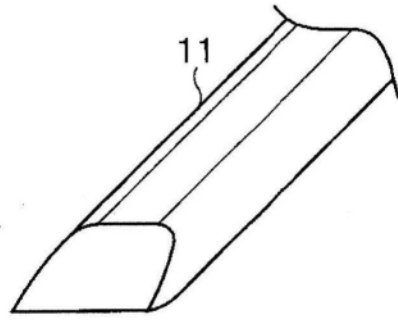


图8B

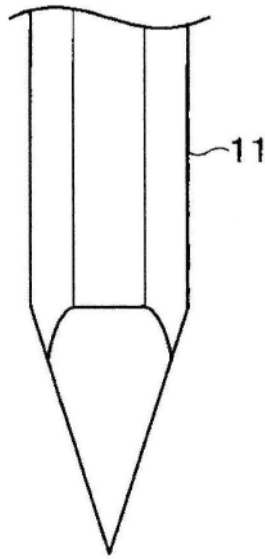


图9A

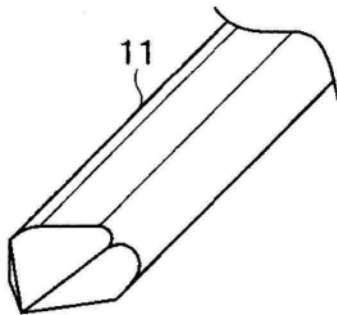


图9B

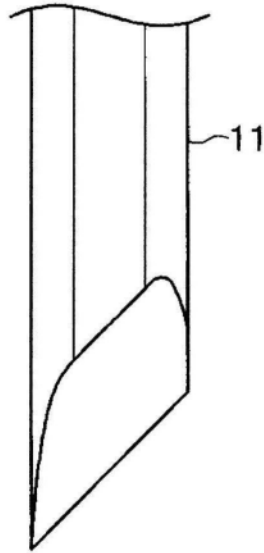


图10A

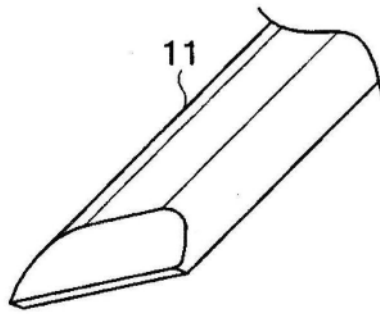


图10B

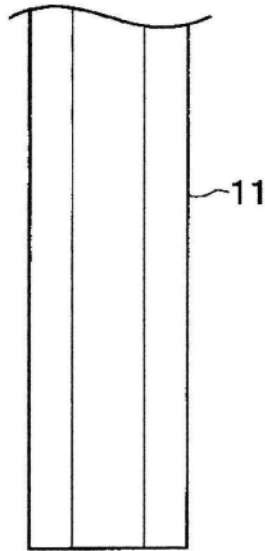


图11A

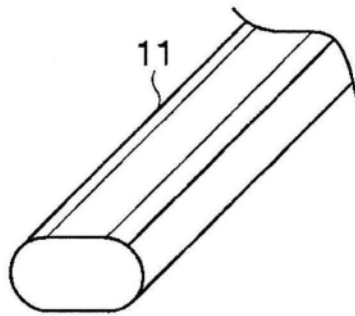


图11B

电介质的末端的形状	测定结果 (反射的大小)
比较例	-16.2 dB
结构例A	-28.4 dB
结构例B	-35.2 dB
结构例C	-35.2 dB
结构例D	-34.2 dB
结构例E	-42.3 dB

图12

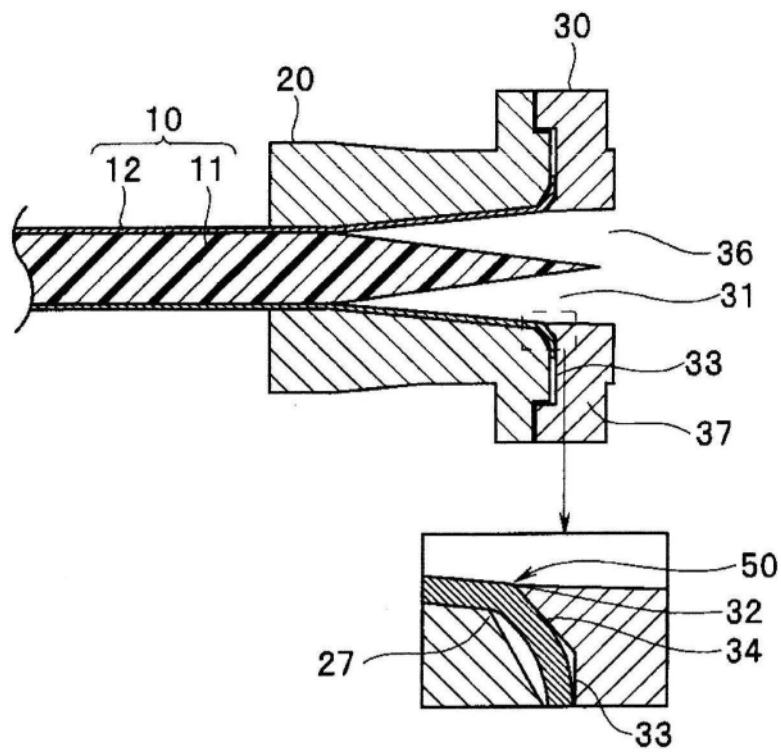


图13

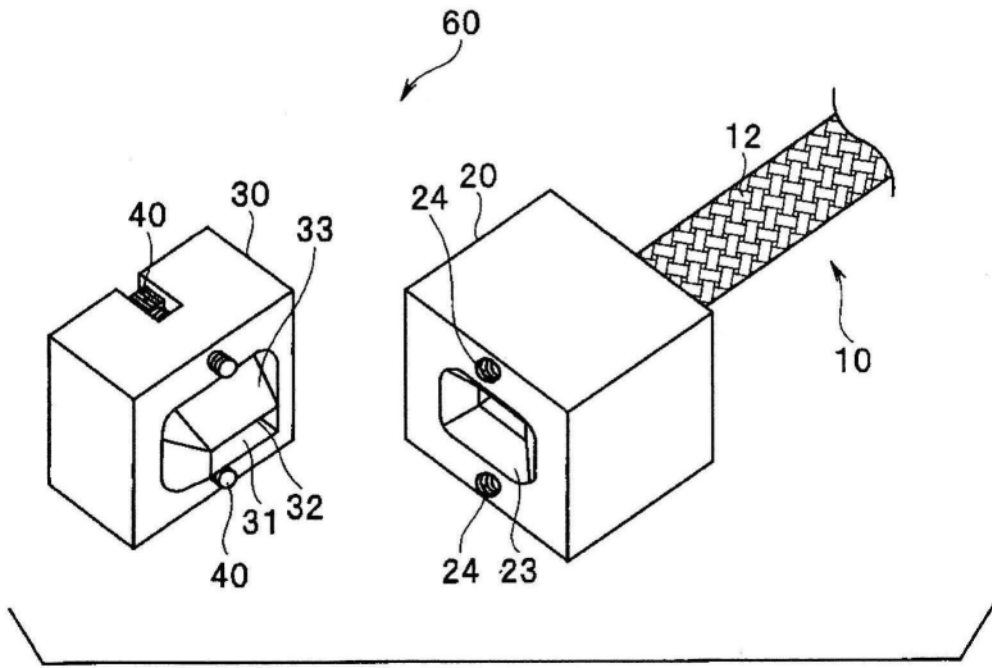


图14A

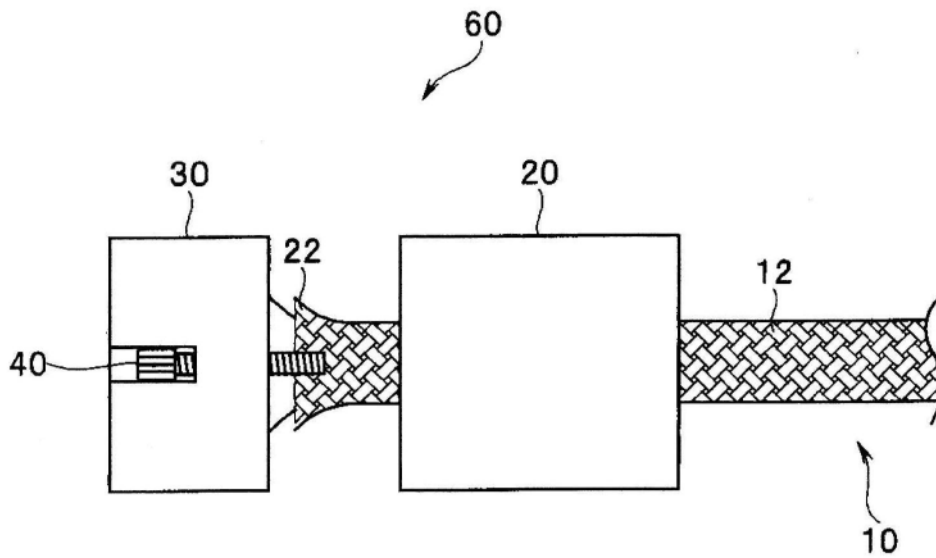


图14B

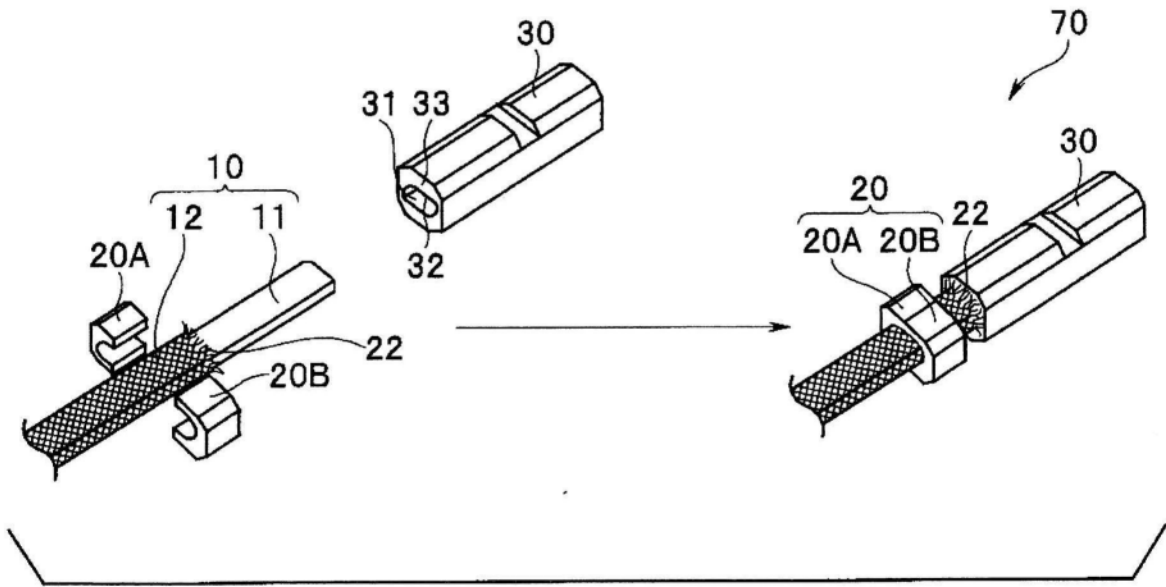


图15A

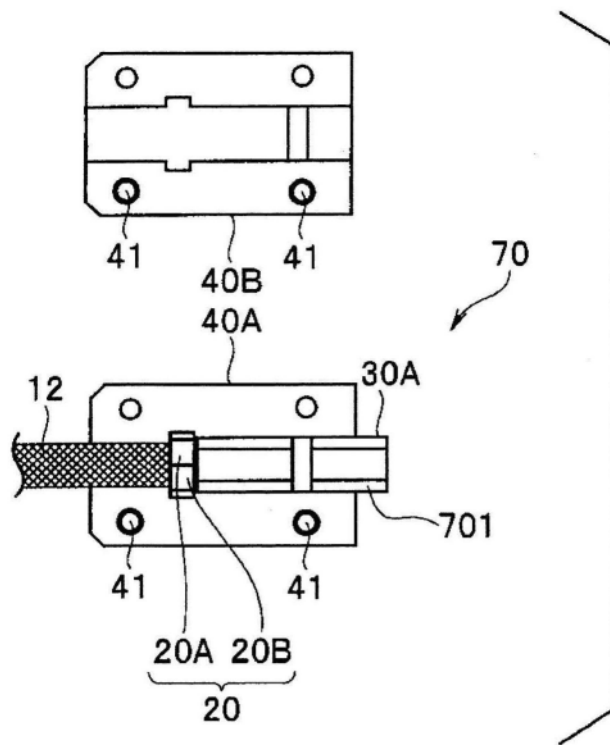


图15B

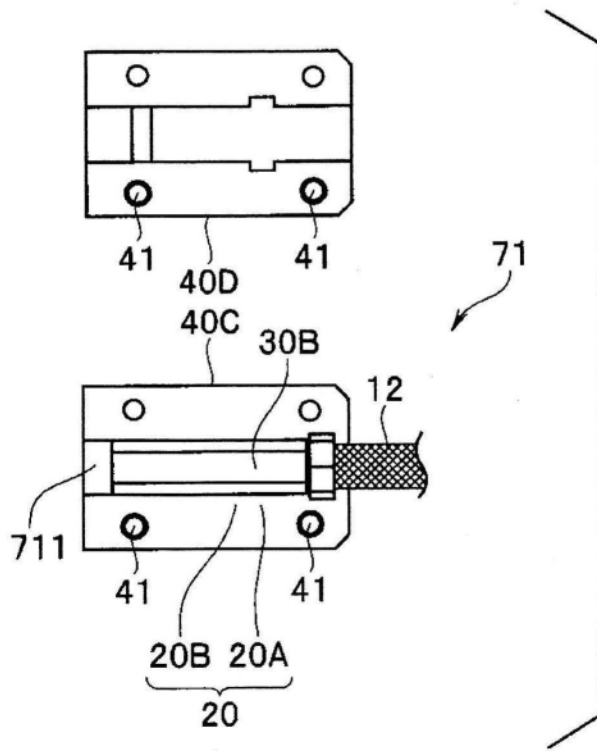


图15C

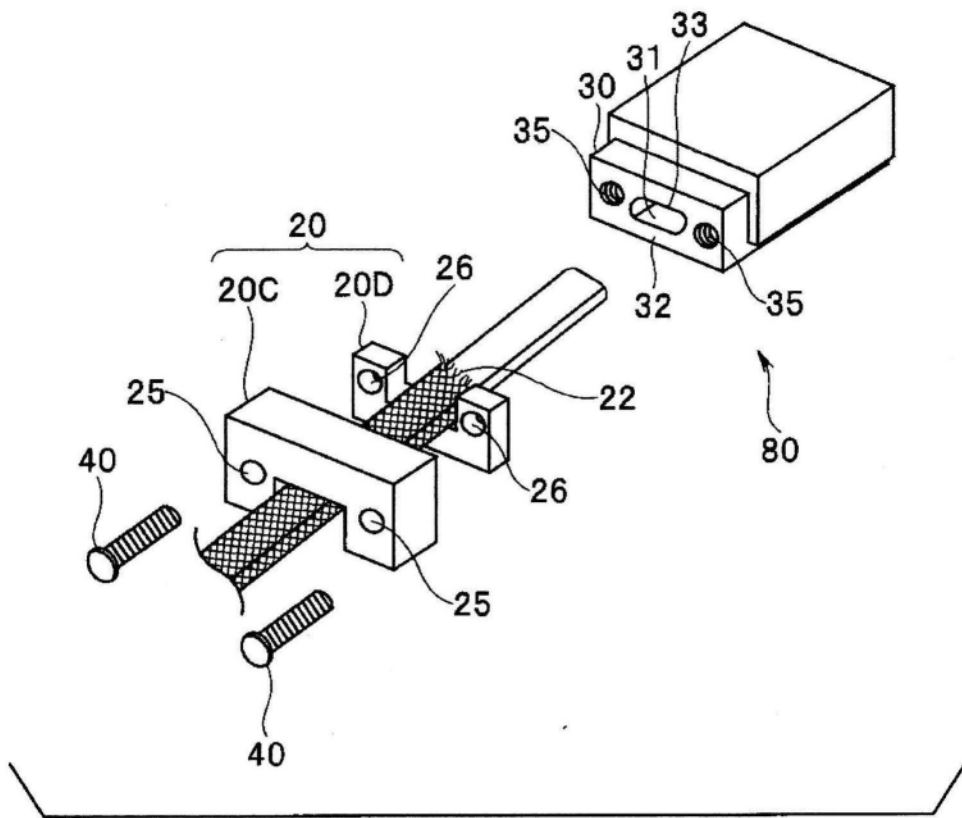


图16

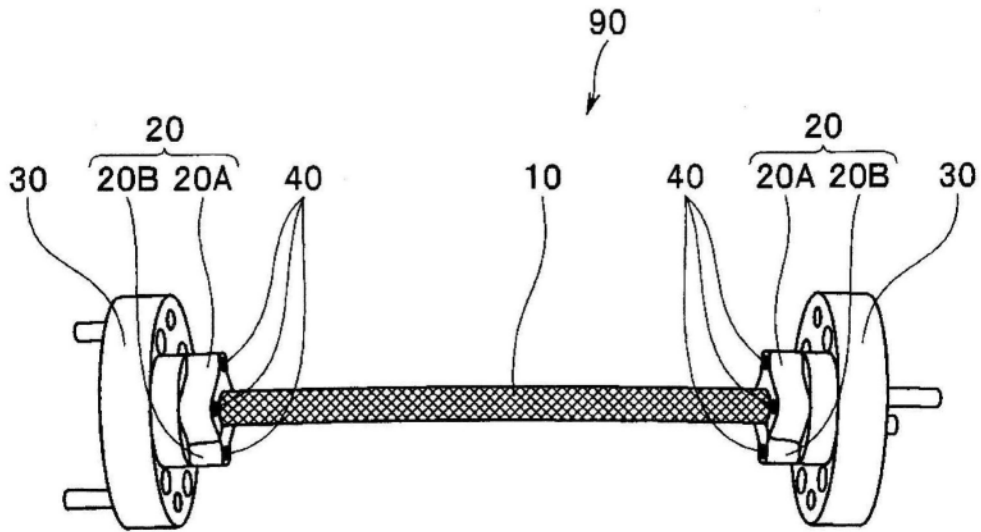


图17

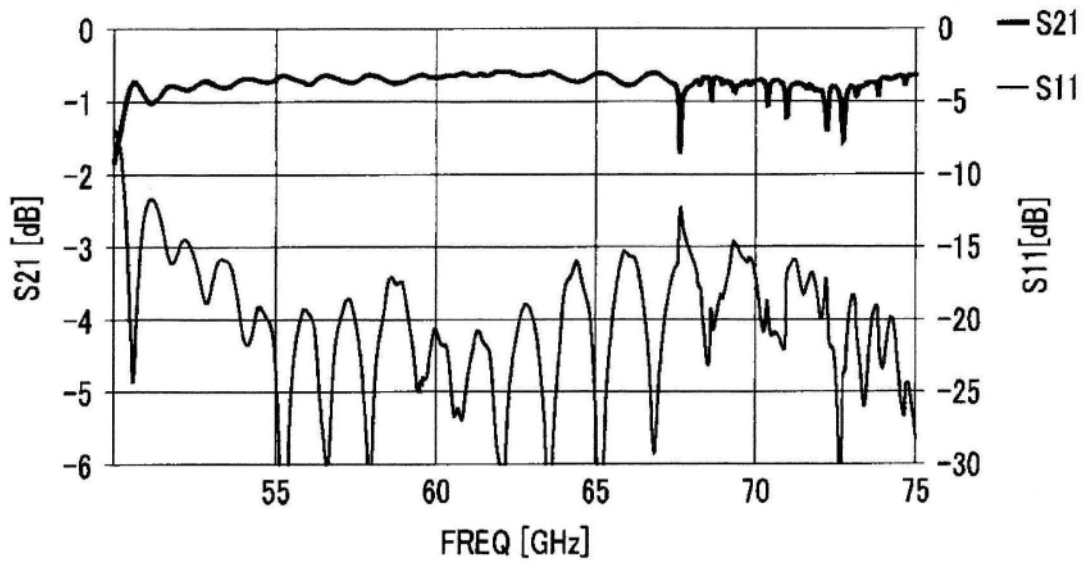


图18A

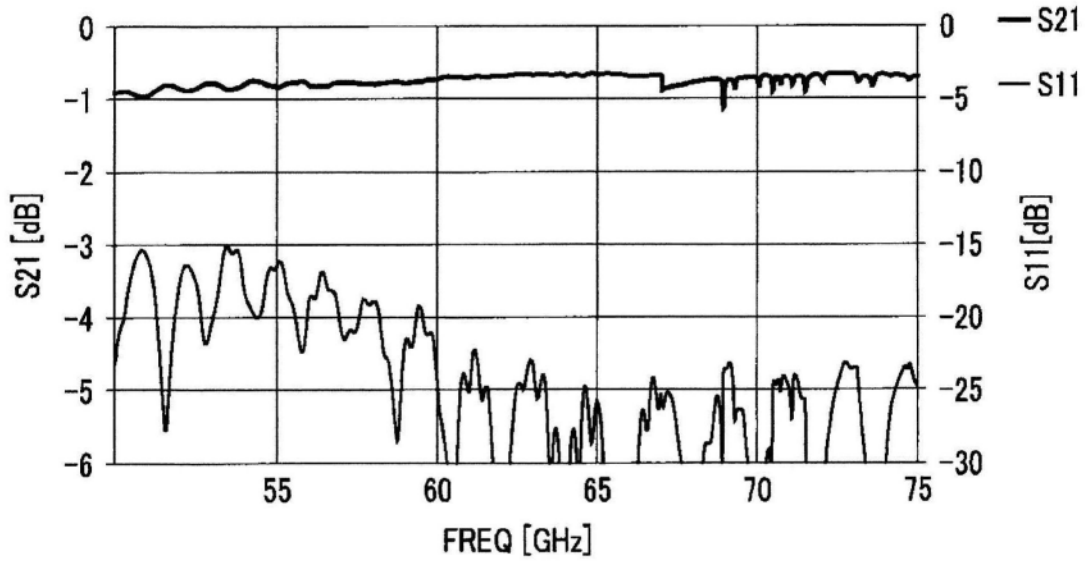


图18B

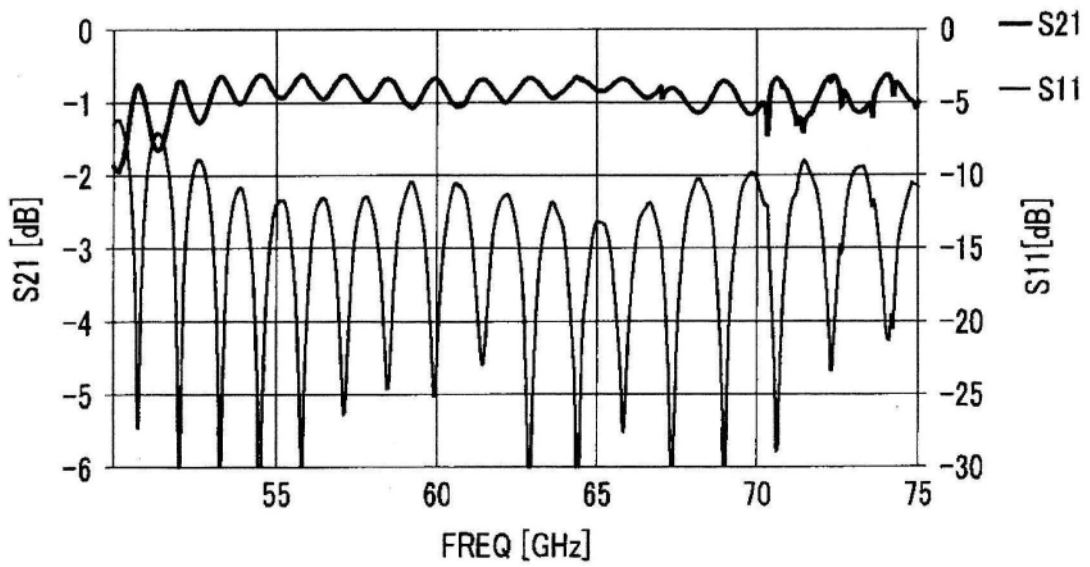


图18C