



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119486832 A

(43) 申请公布日 2025. 02. 18

(21) 申请号 202280097836.0

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2022.08.29

B23C 9/00 (2006.01)

B23Q 17/09 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2025.01.03

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/032427 2022.08.29

(87) PCT国际申请的公布数据
W02024/047703 JA 2024.03.07

(71) 申请人 住友电气工业株式会社
地址 日本大阪府

(72) 发明人 大森洋树 小池雄介

(74) 专利代理机构 北京聿宏知识产权代理有限公司 11372
专利代理师 吴大建 霍玉娟

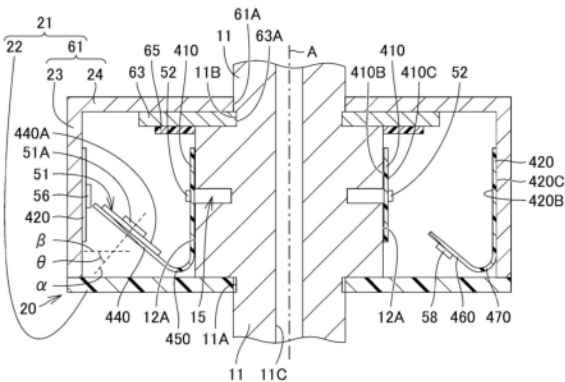
权利要求书2页 说明书15页 附图19页

(54) 发明名称

铣削工具以及传感器装置

(57) 摘要

铣削工具具备：轴部，沿着旋转轴从第一端部延伸至第二端部；传感器部，配置于轴部；以及切削刃，绕轴部的上述旋转轴配置。传感器部包含传感器模块，该传感器模块包含电池、对轴部的第一物理量进行检测的第一传感器、以及与第一传感器电连接的基板。基板包含：第一部分，具有第一主面以及第二主面，并以第一主面与轴部的外周面相面对的方式配置；以及第二部分，具有第三主面以及第四主面，并以第三主面朝向轴部侧的方式在轴部的径向上配置于第一部分的外周侧，并与第一部分电连接。



1. 一种铣削工具,该铣削工具具备:

轴部,沿着旋转轴从第一端部延伸至第二端部;

传感器部,配置于所述轴部;以及

切削刃,绕所述轴部的所述旋转轴配置,

其中,

所述传感器部包含传感器模块,所述传感器模块包含电池、对所述轴部的第一物理量进行检测的第一传感器、以及与所述第一传感器电连接的基板,

所述基板包含:

第一部分,具有第一主面以及第二主面,并以所述第一主面与所述轴部的外周面相面对的方式配置;以及

第二部分,具有第三主面以及第四主面,并以所述第三主面朝向所述轴部侧的方式在所述轴部的径向上配置于所述第一部分的外周侧,并与所述第一部分电连接。

2. 根据权利要求1所述的铣削工具,其中,所述传感器模块还包含电池用插座,所述电池用插座与所述电池电连接,配置在所述第三主面上。

3. 根据权利要求2所述的铣削工具,其中,所述电池用插座的连接方向为沿着所述旋转轴的方向。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的铣削工具,其中,所述电池在所述轴部的径向上配置在所述第一部分与所述第二部分之间。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的铣削工具,其中,
所述第一部分和所述第二部分通过第一连接部电连接,
所述第一连接部为柔性基板。

6. 根据权利要求5所述的铣削工具,其中,所述第一部分、所述第二部分以及所述第一连接部包含在所述第一部分、所述第二部分以及所述第一连接部的整体上扩展的一体的柔性基板。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的铣削工具,其中,
所述传感器部还包含容纳所述传感器模块的壳体,
所述壳体包含筒状的侧壁部,所述筒状的侧壁部包围所述轴部并在沿着所述旋转轴的方向上延伸,

所述第一部分配置为沿着所述轴部的外周面在所述轴部的周向上延伸,

所述第二部分配置为沿着所述侧壁部的内周面在所述侧壁部的周向上延伸。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的铣削工具,其中,
所述传感器模块还包含天线,所述天线向外部发送包含所述第一传感器所检测到的所述第一物理量的信息的信号,

所述基板还包含通过第二连接部与所述第一部分电连接的第三部分,
所述天线配置于所述第三部分。

9. 根据权利要求8所述的铣削工具,其中,所述第三部分在所述轴部的径向上配置于所述第一部分与所述第二部分之间。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的铣削工具,其中,
所述传感器模块还包含对来自所述电池的电力的供给状态进行切换的电源开关,

所述基板还包含通过第三连接部与所述第二部分电连接的第四部分，
所述电源开关配置于所述第四部分。

11. 根据权利要求10所述的铣削工具，其中，所述第四部分在所述轴部的径向上配置于所述第一部分与所述第二部分之间。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的铣削工具，其中，
所述传感器模块包含多个所述电池，
所述多个电池在所述轴部的周向上等间隔地配置。

13. 根据权利要求1至12中任一项所述的铣削工具，其中，
所述传感器模块包含多个所述电池，
所述多个电池在沿所述旋转轴方向观察时配置为相对于所述旋转轴对称。

14. 根据权利要求1至13中任一项所述的铣削工具，其中，
所述传感器模块还具备AD转换器，所述AD转换器将包含在所述第一传感器中检测到的所述第一物理量的模拟信号转换为数字信号，
所述AD转换器配置在所述第二主面上。

15. 一种传感器装置，其是能够构成铣削工具的传感器部的传感器装置，所述铣削工具具备：轴部，沿着旋转轴从第一端部延伸至第二端部；以及所述传感器部，配置于所述轴部，所述铣削工具通过绕所述轴部的所述旋转轴进行旋转而对被加工物进行切削，其中，

所述传感器装置具备传感器模块，所述传感器模块包含电池、对所述轴部的第一物理量进行检测的第一传感器、以及与所述第一传感器电连接的基板，

所述基板包含：

第一部分，具有第一主面以及第二主面，并以所述第一主面与所述轴部的外周面相面对的方式配置；以及

第二部分，具有第三主面以及第四主面，并以所述第三主面朝向所述轴部侧的方式在所述轴部的径向上配置于所述第一部分的外周侧，并与所述第一部分电连接。

16. 一种传感器装置，具备：轴区域，沿着旋转轴延伸；传感器部，配置于所述轴区域；以及连接部，形成于所述轴区域的沿着所述旋转轴的方向上的端部，能够与具有切削刃的加工单元连接，其中，

所述传感器部具备传感器模块，所述传感器模块包含电池、对所述轴区域的第一物理量进行检测的第一传感器、以及与所述第一传感器电连接的基板，

所述基板包含：

第一部分，具有第一主面以及第二主面，以所述第一主面与所述轴区域的外周面相面对的方式配置；以及

第二部分，具有第三主面以及第四主面，以所述第三主面朝向所述轴区域侧的方式在所述轴区域的径向上配置于所述第一部分的外周侧，与所述第一部分电连接。

铣削工具以及传感器装置

技术领域

[0001] 本公开涉及铣削工具以及传感器装置。

背景技术

[0002] 在基于切削工具的加工中,已知有通过利用传感器对切削工具的物理量进行测定来掌握切削工具的状态的技术(例如,参照美国专利申请公开第2015/0261207号(专利文献1)、日本特开2018-54611号公报(专利文献2)、日本特开2009-285804号公报(专利文献3)、国际公开第2017/002762号(专利文献4)、日本专利第5988066号(专利文献5)、日本实用新型注册第3170029号(专利文献6)、日本特开2015-77658号公报(专利文献7)、国际公开第2015/056495号(专利文献8)、欧洲专利申请公开第3292929号(专利文献9)以及欧洲专利申请公开第3292930号(专利文献10))。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:美国专利申请公开第2015/0261207号

[0006] 专利文献2:日本特开2018-54611号公报

[0007] 专利文献3:日本特开2009-285804号公报

[0008] 专利文献4:国际公开第2017/002762号

[0009] 专利文献5:日本特开2016-221665号公报

[0010] 专利文献6:日本实用新型注册第3170029号

[0011] 专利文献7:日本特开2015-77658号公报

[0012] 专利文献8:国际公开第2015/056495号

[0013] 专利文献9:欧洲专利申请公开第3292929号

[0014] 专利文献10:欧洲专利申请公开第3292930号

发明内容

[0015] 根据本公开的铣削工具具备:轴部,沿着旋转轴从第一端部延伸至第二端部;传感器部,配置于轴部;以及切削刃,绕轴部的上述旋转轴配置。传感器部包含传感器模块,该传感器模块包含电池、对轴部的第一物理量进行检测的第一传感器、以及与第一传感器电连接的基板。基板包含:第一部分,具有第一主面以及第二主面,并以第一主面与轴部的外周面相对的方式配置;以及第二部分,具有第三主面以及第四主面,并以第三主面朝向轴部侧的方式在轴部的径向上配置于第一部分的外周侧,并与第一部分电连接。

附图说明

[0016] 图1是表示铣削工具的结构概要立体图。

[0017] 图2是表示轴部的结构概要立体图。

[0018] 图3是表示从与图2不同的视点观察时的轴部的结构概要立体图。

- [0019] 图4是表示从第一端部侧沿旋转轴方向观察时的轴部的结构的概要俯视图。
- [0020] 图5是表示从第二端部侧沿旋转轴方向观察时的轴部的结构的概要俯视图。
- [0021] 图6是表示在与轴向垂直的方向上观察时的轴部的结构的概要俯视图。
- [0022] 图7是表示沿着图5的线段VII-VII的剖面的概要剖视图。
- [0023] 图8是表示传感器部附近的结构的概要剖视图。
- [0024] 图9是表示应变传感器部件的结构的概要立体图。
- [0025] 图10是表示基板模块的结构的概要俯视图。
- [0026] 图11是表示沿着图10的线段XI-XI的剖面的概要剖视图。
- [0027] 图12是表示沿着图10的线段XII-XII的剖面的概要剖视图。
- [0028] 图13是表示安装有基板模块的状态的概要俯视图。
- [0029] 图14是表示沿着图13的线段XIV-XIV的剖面的概要剖视图。
- [0030] 图15是表示沿着图13的线段XV-XV的剖面的概要剖视图。
- [0031] 图16是表示壳体主体的结构的概要立体图。
- [0032] 图17是表示第一固定构件的结构的概要立体图。
- [0033] 图18是表示第二固定构件的结构的概要立体图。
- [0034] 图19是表示盖(底壁部)的结构的概要立体图。
- [0035] 图20是表示第二实施方式的铣削工具的结构的概要立体图。
- [0036] 图21是表示第三实施方式的铣削工具的结构的概要立体图。
- [0037] 图22是表示第四实施方式的铣削工具的结构的概要立体图。
- [0038] 图23是表示第四实施方式的铣削工具被分解后的状态的概要立体图。
- [0039] 图24是表示第五实施方式的铣削工具系统的构成的概要图。

具体实施方式

[0040] [本公开所要解决的问题]

[0041] 为了将包含由传感器得到的信息的信号向设置于外部的接收机发送,需要将多个部件设置于传感器模块所包含的基板。本公开的目的之一在于提供一种能够高效地设置用于将包含由传感器得到的信息的信号向设置于外部的接收机发送的部件的铣削工具以及传感器装置。

[0042] [本公开的效果]

[0043] 根据本公开的铣削工具以及传感器装置,能够提供一种能够高效地设置用于将包含由传感器得到的信息的信号向设置于外部的接收机发送的部件的铣削工具以及传感器装置。

[0044] [本公开的实施方式的说明]

[0045] 首先,列举本公开的实施方式进行说明。本公开的铣削工具具备:轴部,沿着旋转轴从第一端部延伸至第二端部;传感器部,配置于轴部;以及切削刃,绕轴部的上述旋转轴配置。传感器部包含传感器模块,该传感器模块包含电池、对轴部的第一物理量进行检测的第一传感器、以及与第一传感器电连接的基板。基板包含:第一部分,具有第一主面以及第二主面,并以第一主面与轴部的外周面相面对的方式配置;以及第二部分,具有第三主面以及第四主面,并以第三主面朝向轴部侧的方式在轴部的径向上配置于第一部分的外周侧,

并与第一部分电连接。

[0046] 为了将包含由传感器得到的信息的信号向设置于外部的接收机发送,需要将多个部件设置于传感器模块所包含的基板。在本公开的切削工具中,传感器模块所包含的基板包含第一部分和配置于第一部分的外周侧的第二部分。由此,充分确保用于设置用于将包含由传感器得到的信息的信号向外部发送的多个部件的基板的区域。其结果是,根据本公开的切削工具,能够高效地设置用于将包含由传感器得到的信息的信号向设置于外部的接收机发送的部件。

[0047] 也可以是,在上述切削工具中,传感器模块还包含电池用插座,该电池用插座与电池电连接,配置在第三主面上。电池用插座是用于将来自电池的电力向第一传感器以及设置在基板上的部件供给的重要的部件。通过将该电池插座配置在与轴部相面对的第二部分的第三主面上,在铣削工具绕旋转轴进行了旋转的情况下,在电池插座上作用有向第二部分的第三主面进行按压的方向的离心力。其结果是,能够抑制电池插座因离心力而从第二部分(基板)脱落的情况。通过抑制电池插座从基板脱落的情况,能够将包含由传感器得到的信息的信号向设置于外部的接收机稳定地发送。

[0048] 也可以是,在上述切削工具中,电池用插座的连接方向为沿着旋转轴的方向。根据该构成,能够抑制与电池用插座连接的连接器因与铣削工具的旋转相伴的离心力而从电池用插座脱落的情况。

[0049] 也可以是,在上述切削工具中,电池在轴部的径向上配置在第一部分与第二部分之间。根据该构成,能够将体积大的电池高效地容纳在基板的第一部分与第二部分之间。

[0050] 也可以是,在上述切削工具中,第一部分和第二部分通过第一连接部电连接。也可以是,第一连接部为柔性基板。根据该构成,包含第一部分以及第二部分的基板的设置变得容易。

[0051] 也可以是,在上述切削工具中,第一部分、第二部分以及第一连接部包含一体的柔性基板。根据该构成,基板的变形变得容易。其结果是,包含第一部分以及第二部分的基板的设置变得更容易。

[0052] 也可以是,在上述切削工具中,传感器部还包含容纳传感器模块的壳体。也可以是,壳体包含筒状的侧壁部,该筒状的侧壁部包围轴部并在沿着旋转轴的方向上延伸。也可以是,第一部分配置为沿着轴部的外周面在轴部的周向上延伸。也可以是,第二部分配置为沿着侧壁部的内周面在侧壁部的周向上延伸。通过这样配置第一部分以及第二部分,容易将基板稳定地容纳在壳体内。

[0053] 也可以是,在上述切削工具中,传感器模块还包含天线,该天线向外部发送包含第一传感器所检测到的第一物理量的信息的信号。也可以是,基板还包含通过第二连接部与第一部分电连接的第三部分。也可以是,天线配置于第三部分。根据该构成,能够容易地配置天线。

[0054] 也可以是,在上述切削工具中,第三部分在轴部的径向上配置于第一部分与第二部分之间。通过将供天线配置的第三部分配置在第一部分与第二部分之间,能够将天线高效地容纳在第一部分与第二部分之间。

[0055] 也可以是,在上述切削工具中,传感器模块还包含对来自电池的电力的供给状态进行切换的电源开关。也可以是,基板还包含通过第三连接部与第二部分电连接的第四部

分。也可以是,电源开关配置于第四部分。根据该构成,能够容易地配置电源开关。

[0056] 也可以是,在上述切削工具中,第四部分在轴部的径向上配置于第一部分与第二部分之间。通过将供电源开关配置的第四部分配置在第一部分与第二部分之间,能够将电源开关高效地容纳在第一部分与第二部分之间。

[0057] 也可以是,在上述切削工具中,传感器模块包含多个电池。也可以是,多个电池在轴部的周向上等间隔地配置。通过这样配置质量大的电池,能够抑制电池对切削工具的旋转的平衡造成的影响。

[0058] 也可以是,在上述切削工具中,传感器模块包含多个电池。也可以是,多个电池在沿旋转轴方向观察时配置为相对于旋转轴对称。通过这样配置质量大的电池,能够抑制电池对切削工具的旋转的平衡造成的影响。

[0059] 也可以是,在上述切削工具中,传感器模块还具备AD转换器,该AD转换器将包含在第一传感器中检测到的第一物理量的模拟信号转换为数字信号。也可以是,AD转换器配置在第二主面上。通过将质量比较大的AD转换器配置在靠近旋转轴的第二主面上,能够抑制由离心力引起的AD转换器的脱落。

[0060] 本公开的第一方面的传感器装置是能够构成铣削工具的传感器部的传感器装置,其中,所述铣削工具具备:轴部,沿着旋转轴从第一端部延伸至第二端部;以及传感器部,配置于轴部,所述铣削工具通过绕轴部的旋转轴进行旋转而对被加工物进行切削。该传感器装置具备传感器模块,该传感器模块包含电池、对轴部的第一物理量进行检测的第一传感器、以及与第一传感器电连接的基板。基板包含:第一部分,具有第一主面以及第二主面,并以第一主面与轴部的外周面相面对的方式配置;以及第二部分,具有第三主面以及第四主面,并以第三主面朝向轴部侧的方式在轴部的径向上配置于第一部分的外周侧,并与第一部分电连接。

[0061] 本公开的第二方面的传感器装置具备:轴区域,沿着旋转轴延伸;传感器部,配置于轴区域;以及连接部,形成于轴区域的沿着旋转轴的方向上的端部,能够与具有切削刃的加工单元连接。传感器部具备传感器模块,该传感器模块包含电池、对轴区域的第一物理量进行检测的第一传感器、以及与第一传感器电连接的基板。基板包含:第一部分,具有第一主面以及第二主面,以第一主面与轴区域的外周面相面对的方式配置;以及第二部分,具有第三主面以及第四主面,以第三主面朝向轴区域侧的方式在轴区域的径向上配置于第一部分的外周侧,与第一部分电连接。

[0062] 在本公开的传感器装置中,传感器模块所包含的基板包含第一部分和配置于第一部分的外周侧的第二部分。由此,充分确保用于设置用于将包含由传感器得到的信息的信号向外部发送的多个部件的基板的区域。其结果是,根据本公开的传感器装置,能够高效地设置用于将包含由传感器得到的信息的信号向设置于外部的接收机发送的部件。

[0063] [本申请发明的实施方式的详细内容]

[0064] 接着,以下参照附图对本公开所涉及的铣削工具的实施方式进行说明。需要说明的是,在以下的附图中,对相同或相当的部分标注相同的附图标记,不重复其说明。

[0065] (第一实施方式)

[0066] (铣削工具的结构概要)

[0067] 图1是表示铣削工具的结构概要立体图。首先,参照图1对铣削工具的结构概要

要进行说明。本实施方式的铣削工具1具备轴部10和传感器部20。轴部10沿着旋转轴A从第一端部10A延伸到第二端部10B。传感器部20以包围轴部10的长边方向的一部分的方式配置。在轴部10,在第一端部10A以及外周面沿周向等间隔地形成有多个(在此为四个)开口的凹部13。在对凹部13进行规定的壁面上安装有作为切削刃的切削刀片91。切削刀片91绕轴部10的旋转轴A配置。使铣削工具1绕旋转轴A旋转,使切削刀片91与被加工物(未图示)接触,从而能够对被加工物进行加工。即,铣削工具1是通过绕轴部10的旋转轴A旋转而对被加工物进行切削的铣削工具。

[0068] (轴部的结构)

[0069] 接着,对铣削工具的各部分进行详细说明。图2是表示从第二端部10B侧观察时的轴部的结构的概要立体图。图3是表示从第一端部10A侧观察时的轴部的结构的概要立体图。图4是表示从第一端部侧沿旋转轴方向观察时的轴部的结构的概要俯视图。图5是表示从第二端部侧沿旋转轴方向观察时的轴部的结构的概要俯视图。图6是表示在与轴向垂直的方向上观察时的轴部的结构的概要俯视图。图7是表示沿着图5的线段VII-VII的剖面的概要剖视图。参照图2~图7,对轴部10的结构进行说明。

[0070] 参照图2以及图3,轴部10包含主体部11和作为第一区域的扩径部12。主体部11具有圆筒状的形状。旋转轴A与主体部11的中心轴一致。扩径部12是直径比主体部11大的部分。扩径部12在主体部11的长边方向上的位置没有特别限定,但在本实施方式中,在主体部11的长边方向上配置于中央部分。扩径部12配置于轴部10的被传感器部20包围的区域。

[0071] 参照图2~图4,如上所述,在轴部10的对凹部13进行规定的壁面上安装有切削刀片91。切削刀片91通过在形成于切削刀片91的螺纹孔中插入螺钉92并紧固而固定于轴部10。

[0072] 参照图2~图6,扩径部12具有八棱柱状的形状。参照图4以及图5,在沿着旋转轴A的方向上观察时,扩径部12具有八边形的形状。更具体而言,扩径部12在与旋转轴A垂直的剖面中,具有从正方形的四个角部分别去除相同形状的四角等腰三角形而成的八边形的形状。旋转轴A通过该八边形的重心。该八边形的形状在沿着旋转轴A的方向上相同。主体部11的中心轴与扩径部12的中心轴一致。在此,扩径部12的中心轴是指通过上述八边形的重心的直线。

[0073] 参照图4以及图5,在沿着旋转轴A的方向上观察时,上述八边形由交替配置的与长边对应的外周面12A和与比长边短的短边对应的外周面12B构成。与在周向上相邻的上述八边形的各边对应的扩径部12的外周面12A、外周面12B的各面的、通过旋转轴A的垂线 L_A 、垂线 L_B 彼此所成的角 θ 彼此相等。具体而言,角 θ 为 45° 。需要说明的是,上述八边形的形状并不限定于上述形状,在沿着旋转轴A的方向上观察时,外周面12A和外周面12B的长度也可以相同。

[0074] 参照图2~图6,在各外周面12B形成有在沿着旋转轴A的方向上延伸的第一凹部16。对第一凹部16进行规定的底面16A为平面。第一凹部16配置于与垂线 L_B 交叉的位置。第一凹部16在沿着旋转轴A的方向上贯通外周面12B。在扩径部12的外周面12A、外周面12B形成有沿扩径部12的周向延伸的第二凹部15。第二凹部15形成为与第一凹部16重叠。第二凹部15与第一凹部16交叉(正交)。第二凹部15遍及扩径部12的外周面12A、外周面12B的整周而形成。即,第二凹部15形成为环状。

[0075] 参照图6以及图7,第二凹部15的深度 d_2 大于第一凹部16的深度 d_1 。在主体部11的第一端部10A侧的与扩径部12的边界部处,形成有直径比其他部分小的第一小径部11A。在主体部11的第二端部10B侧的与扩径部12的边界部处,形成有直径比其他部分小的第二小径部11B。在轴部10形成有在沿着旋转轴A的方向上贯通轴部10的贯通孔10C。贯通孔10C以包含旋转轴A的方式延伸。

[0076] (传感器部的结构)

[0077] 接着,参照图8~图19,对传感器部20的结构进行说明。该传感器部20与本公开的传感器装置的一个实施方式对应。参照图8以及图10,传感器部20包含传感器模块80和容纳传感器模块80的壳体21。传感器模块80包含多个作为第一传感器的多个应变传感器31、与应变传感器31电连接的基板49、以及与基板49电连接的无线通信部51(参照图10)。应变传感器31对作为轴部10的第一物理量的应变进行检测。无线通信部51包含天线51A。无线通信部51的天线51A向外部发送包含应变传感器31所检测到的应变的信息的信号。

[0078] 参照图9,应变传感器31构成应变传感器部件30。应变传感器部件30包含应变传感器31和与应变传感器31连接且在前端具有连接器33的配线32。配线32具有带状的形状。应变传感器31配置于配线32的一方的端部附近。在配线32的另一方的端部配置有连接器33。

[0079] 参照图10~图12,基板49构成基板模块40。基板49包含由树脂等绝缘体构成的基板主体和形成于基板主体的表面的铜等导电体制的电路图案(未图示)。

[0080] 参照图10,基板模块40包含基板49、无线通信部51、作为第二传感器的加速度传感器52、插座53、AD转换器54、电源电路55、电池用插座56、充电用连接器57以及电源开关58。无线通信部51、加速度传感器52、插座53、AD转换器54、电源电路55、电池用插座56、充电用连接器57以及电源开关58配置在基板49上,与基板49(基板49的电路图案)电连接。加速度传感器52对作为轴部10的第二物理量的加速度进行检测。加速度传感器52在基板49上配置有多个。无线通信部51经由基板49与加速度传感器52电连接。无线通信部51的天线51A向外部发送包含加速度传感器52所检测到的轴部10的加速度的信息的信号。

[0081] 基板49包含第一部分410、第二部分420、第一连接部430、第三部分440、第二连接部450、第四部分460以及第三连接部470。第一部分410以及第二部分420分别具有带状的形状。参照图10以及图11,第一部分410包含第一部分第一区域411、第一部分第二区域412、第一部分第三区域413、第一部分第四区域414、第一部分第五区域415、第一部分第六区域416、第一部分第七区域417、第一部分第八区域418和第一部分第九区域419,这些区域按此顺序排列。在相邻的这些区域各自之间配置有可弯曲部410A。

[0082] 参照图11,第一部分410包含作为具有挠性的基板(柔性基板)的主体部49B、以及设置于主体部49B的一方的主面(与形成有电路图案的一侧相对的一侧的主面)且杨氏模量比主体部49B大的加强板72。加强板72分别配置于与第一部分第一区域411、第一部分第二区域412、第一部分第三区域413、第一部分第四区域414、第一部分第五区域415、第一部分第六区域416、第一部分第七区域417、第一部分第八区域418以及第一部分第九区域419对应的区域。在与可弯曲部410A对应的区域未配置加强板72。其结果是,可弯曲部410A能够弯曲。

[0083] 参照图10以及图11,在第一部分第一区域411以及第一部分第九区域419分别形成有在厚度方向上贯通第一部分410的一个以上的(在此为多个,具体而言为两个)贯通孔59。

两个贯通孔59在与第一部分410的长边方向交叉(正交)的方向、即第一部分410的宽度方向上排列配置。在第一部分第一区域411上、第一部分第三区域413上、第一部分第五区域415上以及第一部分第七区域417上分别配置有插座53。插座53配置于第一部分410的宽度方向的端部。在第一部分第二区域412上、第一部分第四区域414上以及第一部分第六区域416上分别配置有加速度传感器52。在第一部分第四区域414上配置有AD转换器54。在第一部分第四区域414上,加速度传感器52和AD转换器54沿第一部分410的宽度方向排列配置。

[0084] 参照图10以及图12,第二部分420包含第二部分第一区域421、第二部分第二区域422、第二部分第三区域423、第二部分第四区域424、第二部分第五区域425和第二部分第六区域426,这些区域按此顺序排列。在相邻的这些区域各自之间配置有可弯曲部420A。

[0085] 参照图12,第二部分420包含作为柔性基板的主体部49B、以及设置于主体部49B的一方的主面(与形成有电路图案的一侧相对的一侧的主面)且杨氏模量比主体部49B大的加强板72。加强板72分别配置于与第二部分第一区域421、第二部分第二区域422、第二部分第三区域423、第二部分第四区域424、第二部分第五区域425以及第二部分第六区域426对应的区域。在与可弯曲部420A对应的区域未配置加强板72。其结果是,可弯曲部420A能够弯曲。

[0086] 参照图10以及图12,在第二部分第一区域421以及第二部分第六区域426分别形成有在厚度方向上贯通第二部分420的贯通孔59。在第二部分第一区域421上以及第二部分第六区域426上分别配置有电池用插座56。电池用插座56配置于第二部分420的宽度方向的中央部。电池用插座56的连接方向(与电池用插座56连接的连接器的连接方向 γ)是沿着第二部分420的宽度方向的方向。如后所述,当基板模块40容纳于壳体21内时,电池用插座56的连接方向 γ 为沿着旋转轴A的方向。电源电路55分别配置在第二部分第二区域422上以及第二部分第五区域425上。在第二部分第三区域423上配置有充电用连接器57。

[0087] 第一部分第六区域416和第二部分第四区域424通过具有带状形状的第一连接部430物理连接且电连接。第一连接部430、第一部分410的主体部49B以及第二部分420的主体部49B由一体的柔性基板构成。即,第一部分410、第二部分420以及第一连接部430包含在第一部分410、第二部分420以及第一连接部430的整体上扩展的一体的柔性基板。第一部分第八区域418和第三部分440通过第二连接部450物理连接且电连接。在第三部分440上配置有包含天线51A的无线通信部51。第二部分第三区域423和第四部分460通过第三连接部470物理连接且电连接。在第四部分460上配置有电源开关58。基板49在一体的柔性基板中的需要刚性的部分设置有加强板,在未设置加强板的部分能够弯曲。

[0088] 参照图10以及图5,第一部分410的长边方向上的第一部分第一区域411、第一部分第三区域413、第一部分第五区域415、第一部分第七区域417以及第一部分第九区域419的长度为与在沿着旋转轴A的方向上观察扩径部12时的上述八边形的短边即外周面12B对应的长度。第一部分410的长边方向上的第一部分第二区域412、第一部分第四区域414、第一部分第六区域416以及第一部分第八区域418的长度为与在沿着旋转轴A的方向上观察扩径部12时的上述八边形的长边即外周面12A对应的长度。

[0089] 接着,对应变传感器部件30以及基板模块40相对于轴部10的设置进行说明。应变传感器部件30以应变传感器31跨越第二凹部15且应变传感器31容纳于第一凹部16内的方式配置(参照图2、图4、图8等)。即,应变传感器31配置为对沿着旋转轴A的方向上的应变进

行检测。应变传感器部件30分别设置于四个外周面12B。其结果是,在沿着旋转轴A的方向上观察时,应变传感器31配置于与八边形的各边对应的扩径部12的外周面中的、通过旋转轴A的垂线 L_B 彼此成 90° 的扩径部12的所有的外周面12B(与短边对应的外周面)。

[0090] 参照图13~图15,基板49的第一部分410包含第一主面410B和在厚度方向上位于与第一主面410B相对侧的第二主面410C。第一部分410以第一主面410B与轴部10的外周面相面对的方式配置。在第二主面410C上搭载有无线通信部51、加速度传感器52、插座53以及AD转换器54等。第一部分410以第一主面410B与扩径部12的外周面12A、外周面12B接触的方式卷绕于扩径部12。此时,第一部分第一区域411、第一部分第三区域413、第一部分第五区域415、第一部分第七区域417以及第一部分第九区域419配置在外周面12B上,第一部分第二区域412、第一部分第四区域414、第一部分第六区域416以及第一部分第八区域418配置在外周面12A上。第一部分410在可弯曲部410A处弯曲。第一部分第一区域411和第一部分第九区域419以各自形成的贯通孔59一致的方式重叠。通过以贯通该贯通孔59的方式设置固定构件(未图示),第一部分410相对于轴部10固定。

[0091] 其结果是,在沿着旋转轴A的方向上观察时,第一部分410以沿着扩径部12的外周面12A、外周面12B的方式配置。插座53配置在位于外周面12B上的第一部分410上。而且,位于与应变传感器31连接的配线32的端部的连接器33与插座53连接。由此,第一部分410与应变传感器31电连接。如图8所示,配线32在宽度方向(沿着旋转轴A的方向)上跨越第一部分410。配线32形成为翘曲成拱形的状态。即,配线32以具有松弛的方式将应变传感器31和插座53连接。加速度传感器52配置于在沿着旋转轴A的方向上观察时,与八边形的各边对应的扩径部12的外周面中的、通过旋转轴A的垂线 L_A 彼此成 90° 的扩径部12的外周面12A(与长边对应的外周面)。应变传感器31和加速度传感器52配置于与八边形的不同的边对应的扩径部12的外周面12A、外周面12B。

[0092] 参照图14以及图15,基板49的第二部分420包含第三主面420B和在厚度方向上位于与第三主面420B相对侧的第四主面420C。第二部分420以第三主面420B朝向轴部10侧的方式在轴部10的径向上配置于第一部分410的外周侧。将第一部分410与第二部分420电连接的第一连接部430在轴部10的径向上配置于第一部分410与第二部分420之间。

[0093] 壳体21包含:筒状的侧壁部23,包围轴部10,在沿着旋转轴A的方向上延伸;底壁部22,将侧壁部23的沿着旋转轴A的方向上的第一开口封闭;以及上壁部24,将侧壁部的在沿着旋转轴A的方向上位于与第一开口相对的一侧的第二开口封闭。底壁部22为树脂制。第一部分410配置为沿着轴部10的外周面在轴部10的周向上延伸。第二部分420配置为沿着侧壁部23的内周面在侧壁部23的周向上延伸。第二部分420在可弯曲部420A处弯曲。在第二部分420的第三主面420B上配置有电源电路55、电池用插座56、充电用连接器57等。此时,电池用插座56的连接方向 γ 为沿着旋转轴A的方向。

[0094] 参照图13以及图15,传感器模块80包含电池99。在本实施方式中,传感器模块80包含多个(具体而言为两个)电池99。电池99在轴部10的径向上配置于第一部分410与第二部分420之间。上述多个电池99在轴部10的周向上等间隔地配置。上述多个电池99在沿着旋转轴A的方向上观察时,配置为相对于旋转轴A对称。电池99是可充电的电池,即二次电池。电池99经由配置在第二部分420上的电池用插座56以及电源电路55,向通过第一连接部430与第二部分420连接的第一部分410上的无线通信部51、加速度传感器52、插座53以及AD转换

器54等供给电力。电池99经由配置在第二部分420上的充电用连接器57而被充电。需要说明的是,电池99也可以是一次电池。

[0095] 作为供包含天线51A的无线通信部51搭载的基座构件的第三部分440在轴部10的径向上配置于第一部分410与第二部分420之间。在此,通过使第二连接部450弯曲,对包含天线51A的无线通信部51的设置状态进行调整。具体而言,参照图14,包含天线51A的无线通信部51搭载于第三部分440的作为第一表面的搭载面440A。即,在本实施方式中,基座构件是基板。本公开的基座构件不限于基板,可以采用具有供天线51A(包含天线51A的无线通信部51)搭载的第一表面(搭载面)的各种形状的支承构件作为基座构件。天线51A是贴片天线或图案天线。天线51A是发送天线,向外部发送作为第一传感器的应变传感器31所检测到的第一物理量即应变的信息、以及作为第二传感器的加速度传感器52所检测到的第二物理量即加速度的信息。在包含旋转轴A的剖面(图14所示的剖面)中,与搭载面440A垂直的方向即第一方向 α 相对于与旋转轴A垂直的平面 β 以及旋转轴A倾斜。与旋转轴A垂直的平面 β 与第一方向 α 所成的角优选为 5° 以上且 85° 以下、 15° 以上且 75° 以下、进一步优选为 20° 以上且 70° 以下。与旋转轴A垂直的平面 β 与第一方向 α 所成的角例如能够设为 30° 以上且 45° 以下。

[0096] 供电源开关58搭载的第四部分460在轴部10的径向上配置于第一部分410与第二部分420之间。通过使第三连接部470弯曲,能够对电源开关58的设置状态进行调整。通过电源开关58,能够切换来自电池99的电力的供给状态(接通或断开)。

[0097] 接着,对壳体21相对于轴部10的设置进行说明。参照图8以及图13~图19,壳体21包含壳体主体61、第一固定构件63、第二固定构件65以及盖22。如图16所示,壳体主体61包含在中央具有贯通孔61A的圆盘状的上壁部24和从上壁部24的外周面立起并具有圆筒状的形状的侧壁部23。在上壁部24,沿周向等间隔地形成有多个(在此为八个)在厚度方向上贯通上壁部24的螺纹孔62。构成壳体主体61的材料例如为金属。作为能够采用的金属,可以列举为铝合金、铁合金(不锈钢等钢)等。

[0098] 参照图17,第一固定构件63具有被分割为两个的圆环平板状的形状。在第一固定构件63上,以与上述壳体主体61的上壁部24的螺纹孔62对应的方式,在周向上等间隔地形成有多个(在此,在被分割为两个的第一固定构件63中合计为八个)螺纹孔64。第一固定构件63的内周面63A具有与轴部10的第二小径部11B对应的形状。在将两个第一固定构件63组合而形成环状的状态下,内周面63A的直径与第一小径部11A的直径相同或者稍大。构成第一固定构件63的材料例如为金属。作为能够采用的金属,可以列举为铝合金、铁合金(不锈钢等钢)等。

[0099] 参照图18,第二固定构件65是具有平板圆弧状的形状的部件。在本实施方式中,壳体21包含两个第二固定构件65。各第二固定构件65的内周面65A具有与扩径部12的外周面的平面形状的一部分对应的形状、即与八边形的一部分对应的形状。在第二固定构件65上,以与上述壳体主体61的上壁部24的螺纹孔62以及第一固定构件63的螺纹孔64对应的方式形成有多个螺纹孔66(在此,各第二固定构件65各形成有两个)。构成第二固定构件65的材料例如为树脂。

[0100] 参照图19,盖(底壁部)22具有在中央具有贯通孔22A的圆盘状的形状。构成盖22的材料例如为树脂。

[0101] 参照图8,以轴部10的主体部11贯通壳体主体61的上壁部24的贯通孔61A的方式配

置壳体主体61。第一固定构件63在与上壁部24接触配置的状态下,以内周面63A与主体部11的第二小径部11B的壁面接触的方式嵌入于第二小径部11B。第二固定构件65在与第一固定构件63接触配置的状态下,以内周面65A与扩径部12的外周面12A、外周面12B接触的方式配置。

[0102] 而且,通过贯通第二固定构件65的螺纹孔64、第一固定构件63的螺纹孔64并到达至上壁部24的螺纹孔62的螺钉,将壳体主体61、第一固定构件63以及第二固定构件65彼此固定。此时,由于第一固定构件63的内径与第二小径部11B的外径对应,因此壳体主体61的中心轴与旋转轴A一致。另外,第二固定构件65的内周面65A具有与扩径部12的外周面的平面形状的一部分对应的形状(与八边形的一部分对应的形状),因此阻碍壳体主体61相对于轴部10沿周向相对地旋转。盖(底壁部)22在与侧壁部23的端面以及扩径部12的端面接触的状态下,例如通过螺钉等固定于扩径部12。这样,壳体21在将传感器模块80容纳于内部的状态下固定于轴部10。

[0103] (铣削工具的动作)

[0104] 在铣削工具1动作时,铣削工具1绕旋转轴A旋转。然后,通过使切削刀片91与被加工物接触而对被加工物进行加工。此时,轴部10的应变以及加速度分别由应变传感器31以及加速度传感器52进行检测。作为模拟信号的应变以及加速度的信息在AD转换器54中被转换为数字信号之后,通过无线通信部51的天线51A向外部发送。无线通信部51以及AD转换器54通过从电池99经由电池用插座56以及电源电路55供给的电力进行动作。壳体21的盖(底壁部)22为树脂制,因此无线通信部51能够通过盖(底壁部)22向外部发送信号。该信号在设置于外部的接收机中被接收、分析,由此掌握轴部10的状态。

[0105] (本实施方式的效果)

[0106] 在本实施方式的铣削工具1中,第一方向 α 相对于与旋转轴A垂直的平面 β 以及旋转轴A这两方倾斜,第一方向 α 是与搭载包含作为发送天线的天线51A的无线通信部51的第三部分440的搭载面440A垂直的方向。由此,能够避免产生接收天线容易接收的方向上的偏振波的电场强度变得极弱的时机。其结果是,本实施方式的铣削工具1形成为如下铣削工具:在抑制由应变传感器31等得到的信息的缺失的同时,容易在设置于外部的接收机中接收包含该信息的信号。

[0107] 另外,在本实施方式的铣削工具1中,采用树脂制的底壁部22。其结果是,在抑制壳体21的刚性的降低的同时,使来自天线的信号向外部的发送变得容易。需要说明的是,上壁部24可以为树脂制,也可以仅底壁部22以及上壁部24的一部分为树脂制。

[0108] 另外,在本实施方式的铣削工具1中,在配置于第一部分410的外周侧的第二部分420上配置的部件即电池用插座56配置于朝向轴部10侧的主面即第三主面420B上。其结果是,抑制了电池用插座56因离心力而脱落的情况。此外,作为配置在第二部分420上的部件的电源电路、充电用连接器57也配置在第三主面420B上,从而抑制它们因离心力而脱落的情况。

[0109] 另外,在本实施方式的铣削工具1中,电池99在轴部10的径向上配置于第一部分410与第二部分420之间。这样,通过使质量大的电池尽量接近旋转轴A,抑制了电池99所受到的离心力。

[0110] 另外,在本实施方式的铣削工具1中,第一连接部430为柔性基板。这样,通过利用

具有挠性的柔性基板将第一部分410和第二部分420连接,容易进行第一部分410以及第二部分420的适当的设置。

[0111] 另外,在本实施方式的铣削工具1中,第一部分410、第二部分420以及第一连接部430包含一体的柔性基板。更具体而言,第一连接部430、第一部分410的主体部49B以及第二部分420的主体部49B由一体的柔性基板构成。而且,在一体的柔性基板中的需要刚性的部分设置有加强板72,在未设置加强板72的部分能够弯曲。其结果是,对于基板模块40,确保了较高的设计自由度。

[0112] 另外,在本实施方式的铣削工具1中,电池用插座56的连接方向 γ 为沿着旋转轴A的方向。由此,抑制了连接器因与铣削工具1的旋转相伴的离心力而从电池用插座56脱落的情况。

[0113] 另外,在本实施方式的铣削工具1中,第一部分410以沿着轴部10的外周面在轴部10的周向上延伸的方式配置。第二部分420以沿着侧壁部23的内周面在侧壁部23的周向上延伸的方式配置。由此,第一部分410以及第二部分420的固定变得容易。

[0114] 另外,在本实施方式的铣削工具1中,包含天线51A的无线通信部51配置于通过第二连接部450与第一部分410电连接的第三部分440。由此,包含天线51A的无线通信部51的设置自由度变高。

[0115] 另外,在本实施方式的铣削工具1中,第三部分440在轴部10的径向上配置于第一部分410与第二部分420之间。由此,包含天线51A的无线通信部51的设置自由度进一步提高。

[0116] 另外,在本实施方式的铣削工具1中,电源开关58配置于通过第三连接部470与第二部分420电连接的第四部分460。由此,电源开关58的设置自由度变高。

[0117] 另外,在本实施方式的铣削工具1中,第四部分460在轴部10的径向上配置于第一部分410与第二部分420之间。由此,电源开关58的设置自由度进一步提高。

[0118] 另外,在本实施方式的铣削工具1中,多个电池99在轴部10的周向上等间隔地配置。通过这样配置质量大的电池99,能够实现铣削工具1的稳定的旋转。

[0119] 另外,在本实施方式的铣削工具1中,从旋转轴A的方向观察时,多个电池99配置为相对于旋转轴A对称。通过这样配置质量大的电池99,能够实现铣削工具1的稳定的旋转。

[0120] 另外,在本实施方式的铣削工具1中,AD转换器54配置在第二主面410C上。这样,通过将质量比较大的AD转换器54配置在靠近旋转轴A的第二主面410C上,能够抑制由离心力引起的AD转换器54的脱落。

[0121] (变形例)

[0122] 在上述实施方式中,对应变传感器31以及加速度传感器52这两种传感器分别被用作第一传感器以及第二传感器的情况进行了说明。但是,例如也可以省略作为第二传感器的加速度传感器52。另外,也可以省略应变传感器31而仅采用加速度传感器52。即,第一传感器也可以是加速度传感器。此外,可以代替应变传感器31以及加速度传感器52中的一方或双方,也可以在它们的基础上采用对应变以及加速度以外的其他物理量进行检测的传感器(例如温度传感器)。

[0123] 在上述实施方式中,作为本公开的铣削工具的一个例子对立铣刀进行了说明,但本公开的铣削工具不限于此。本公开的铣削工具例如也可以为钻头、铣刀、镗削、铰刀、丝锥

等。

[0124] 在上述实施方式中,对配置于轴部10的被传感器部20包围的区域的扩径部12在沿着旋转轴A的方向上观察时为八边形的情况进行了说明。但是,扩径部的平面形状只要是4n边形(n为2以上的自然数)即可,例如也可以是十二边形、十六边形、二十边形。

[0125] 在上述实施方式中,对应变传感器31配置于与八边形的各边对应的扩径部12的外周面12A、外周面12B的各面中的、通过旋转轴A的垂线彼此成90°的扩径部12的所有的外周面12B(四个面)上的情况进行了说明,但应变传感器配置于至少两个面上即可。若更一般化地进行说明,则将与4n边形的各边对应的第一区域(扩径部)的外周面的各面中的、第一外周面和在在第一外周面的关系上通过旋转轴的垂线彼此成90°的第二外周面的合计两个外周面、或者在此基础上与第一外周面的关系上通过旋转轴的垂线成180°的第三外周面的合计三个外周面作为一组外周面,在该一组外周面上分别配置应变传感器。通过在通过旋转轴的垂线彼此成90°的第一外周面以及第二外周面上设置应变传感器,能够得到与作用于与旋转轴垂直的平面内的载荷的大小和方向相关的信息。此外,通过在第三外周面也设置应变传感器,能够去除与旋转轴平行的载荷的影响,能够更准确地得到与作用于与旋转轴垂直的平面内的载荷的大小和方向相关的信息。上述一组外周面也可以存在多个。例如,在上述一组外周面存在两个的情况下,在包含两个外周面或三个外周面的各一组外周面上分别配置应变传感器。即,在最多六个外周面配置应变传感器。在两个一组的外周面之间没有角度的限制。

[0126] 在上述实施方式中,对第一固定构件63和第二固定构件65为分体的情况进行了说明。但是,第一固定构件63和第二固定构件65也可以为一体。在该情况下,第一固定构件63和第二固定构件65也可以是一体的金属制的构件。

[0127] 在上述实施方式中,对使用第一固定构件63以及第二固定构件65将传感器部20安装于轴部10的情况进行了说明,但传感器部20的安装方法不限于此。传感器部20也可以通过例如热压配合等其他方法安装于轴部10。

[0128] (第二实施方式)

[0129] 接着,对作为本公开的其他实施方式的第二实施方式进行说明。图20是表示第二实施方式的铣削工具的结构概要立体图。参照图20,本实施方式的铣削工具1基本上具有与基于图1~图19而说明的第一实施方式的铣削工具1同样的结构,同样地进行动作,并且起到同样的效果。但是,第二实施方式的铣削工具1主要在轴部10的结构上与第一实施方式的情况不同。

[0130] 具体而言,参照图20,本实施方式的轴部10在比传感器部20靠第二端部10B侧的区域包含沿径向(与旋转轴A垂直的方向)突出的圆环状的第一突出部10D以及第二突出部10E。从第一突出部10D观察时,第二突出部10E配置于第二端部10B侧。在沿着旋转轴A的方向上,轴部10的第一突出部10D与第二突出部10E之间的区域形成为槽部10G。从第二突出部10E观察时,与第一突出部10D相反侧的区域形成为随着靠近第二端部而直径变小的锥部10F。即,本实施方式的轴部10包含具有圆锥台状的形状的锥部10F。

[0131] 在本实施方式的铣削工具1的使用状态下,通过将锥部10F插入于机床的主轴上形成的凹部中,从而将铣削工具1保持于机床的主轴。锥部10F、第一突出部10D以及第二突出部10E的形状能够根据机床的主轴所具备的工具的保持机构而适当选择。

[0132] (第三实施方式)

[0133] 接着,对作为本公开的又一实施方式的第三实施方式进行说明。图21是表示第三实施方式的铣削工具的结构概要立体图。参照图21,本实施方式的铣削工具1基本上具有与基于图1~图19说明的第一实施方式的铣削工具1同样的结构,同样地进行动作,并且起到同样的效果。但是,第三实施方式的铣削工具1在包含作为本公开的传感器装置的传感器部20的部分与包含第一端部10A的部分能够分离这一点上与第一实施方式的情况不同。

[0134] 参照图21,第三实施方式的铣削工具1的轴部10中,包含第一端部10A的作为加工单元的前端区域10I在比被传感器部20包围的区域靠近第一端部10A的部分处能够分离。轴部10的前端区域10I以外的部分是作为传感器装置的轴部区域的基端区域10H。

[0135] 在前端区域10I的第二端部10B侧的端部形成有外螺纹部19A。外螺纹部19A是朝向第二端部10B侧而沿着旋转轴A突出的圆筒状的突起部。在外螺纹部19A的外周面形成有螺旋状的螺纹牙。在基端区域10H的第一端部10A侧的端部形成有作为连接部的内螺纹部19B。内螺纹部19B是朝向第二端部10B侧而沿着旋转轴A凹陷的圆筒状的凹部。内螺纹部19B是具有与外螺纹部19A的形状对应的形状的凹部。在对内螺纹部19B进行规定的内周面形成有与外螺纹部19A的螺纹牙对应的螺旋状的螺纹槽。

[0136] 通过将外螺纹部19A拧入内螺纹部19B而使外螺纹部19A与内螺纹部19B结合,从而使前端区域10I与基端区域10H形成为一体。由此,得到与第一实施方式同样的铣削工具1。通过解除外螺纹部19A与内螺纹部19B的结合,能够将前端区域10I与基端区域10H分离。

[0137] 需要说明的是,在上述实施方式中,对在前端区域10I形成外螺纹部19A、且在基端区域10H形成内螺纹部19B的情况进行了说明,但也可以在前端区域10I形成内螺纹部19B,在基端区域10H形成外螺纹部19A。

[0138] 另外,在上述实施方式中,对在沿着旋转轴A的方向上,前端区域10I与基端区域10H的边界存在于比传感器部20靠第一端部10A侧的位置的情况进行了说明,但前端区域10I与基端区域10H的边界也可以存在于比传感器部20靠第二端部10B侧的位置。

[0139] (第四实施方式)

[0140] 接着,对作为本公开的又一实施方式的第四实施方式进行说明。图22是表示第四实施方式的铣削工具的结构概要立体图。图23是表示第四实施方式的铣削工具被分解后的状态的概要立体图。参照图22以及图23,本实施方式的铣削工具1基本上具有与基于图1~图19说明的第一实施方式的铣削工具1同样的结构,同样地动作,并且起到同样的效果。但是,第四实施方式的铣削工具1在与包含传感器部20的本公开的传感器装置对应的部分、包含第一端部10A的部分以及包含第二端部10B的部分处能够分别分离这一点上与第一实施方式的情况不同。

[0141] 参照图22以及图23,第四实施方式的铣削工具1的轴部10中,包含第一端部10A的作为加工单元的前端区域10J和包含第二端部10B的基端区域10L能够从包含被传感器部20包围的区域的作为传感器装置的轴区域的中间区域10K分离。

[0142] 在前端区域10J的第二端部10B侧的端部形成有凹部19C。凹部19C是朝向第一端部10A侧而在沿着旋转轴A的方向上凹陷的区域。在中间区域10K的第一端部10A侧的端部形成有作为连接部的凸部19D。凸部19D是朝向第一端部10A侧而在沿着旋转轴A的方向上突出的区域。凹部19C是具有与凸部19D的形状对应的形状的凹部。凹部19C和凸部19D构成为能够

相互卡合。

[0143] 在中间区域10K的第二端部10B侧的端部形成有凹部19E。凹部19E是朝向第一端部10A侧而在沿着旋转轴A的方向上凹陷的区域。在基端区域10L的第一端部10A侧的端部形成有凸部19F。凸部19F是朝向第一端部10A侧而在沿着旋转轴A的方向上突出的区域。凹部19E是具有与凸部19F的形状对应的形状的凹部。凹部19E和凸部19F构成为能够相互卡合。

[0144] 通过使凹部19C与凸部19D卡合,前端区域10J与中间区域10K形成为一体。此外,通过使凹部19E与凸部19F卡合,使中间区域10K与基端区域10L形成为一体。由此,得到与第一实施方式同样的铣削工具1。通过解除凹部19C与凸部19D的卡合,能够将前端区域10J与中间区域10K分离。通过解除凹部19E与凸部19F的卡合,能够将中间区域10K与基端区域10L分离。

[0145] 在本公开的铣削工具中,可以如第一实施方式那样轴部是不能分离的一体的构件,也可以如第三实施方式以及第四实施方式那样轴部能够分离。另外,本公开的传感器装置可以如第一实施方式那样构成能够与轴部分离的传感器部,也可以如第三实施方式以及第四实施方式那样,与轴部的一部分为一体,通过将该轴部的一部分与轴部的其他部分连结而构成一体的轴部。

[0146] (第五实施方式)

[0147] 接着,对作为本公开的铣削工具系统的一个例子的第五实施方式进行说明。图24是表示第五实施方式的铣削工具系统的构成的概要图。图24是表示铣削工具系统所包含的铣削工具以及接收机设置为能够运转的状态的图。在图24中,X-Y平面与水平面对应,Z方向与铅垂方向对应。

[0148] 参照图24,本实施方式的铣削工具系统200包含上述第一实施方式的铣削工具1和接收机100。接收器100包含主体101和设置在主体101上的线状天线102。线状天线102是接收从铣削工具1的天线(发送天线)发送来的包含应变以及加速度的信息的信号S的接收天线。线状天线102例如为单极天线或偶极天线。

[0149] 在本实施方式中,考虑到设置以及操作的容易性等,铣削工具1以旋转轴A沿着作为铅垂方向的Z轴方向的方式设置。另一方面,接收机100例如设置于设置有铣削工具1的室内的侧壁面。此时,从避免与其他设备的干扰等观点出发,接收机100的线状天线102以沿着作为铅垂方向的Z轴方向的方式设置。在此,如在上述第一实施方式中参照图14说明的那样,在本实施方式的铣削工具1中,第一方向 α 相对于与旋转轴A垂直的平面 β (X-Y平面)以及旋转轴A(Z轴方向)这两方倾斜,第一方向 α 是与搭载包含作为发送天线的天线51A的无线通信部51的第三部分440的搭载面440A垂直的方向。即,第一方向 α 相对于X轴、Y轴以及Z轴全部不平行。

[0150] 由此,在铣削工具1一边绕旋转轴A旋转一边发送信号S时,能够避免产生在信号S中作为接收天线的线状天线102容易接收的方向上的偏振波的电场强度变得极弱的时机。其结果是,本实施方式的铣削工具系统200形成为如下的铣削工具系统:在抑制由应变传感器31等得到的信息的缺失的同时,容易在设置于外部的接收机100中接收包含该信息的信号S。

[0151] 应当理解,本次公开的实施方式在所有方面都是示例,从任何方面都不是限制性的。本发明的范围并非由上述的说明来规定,而是由权利要求书来规定,意图包含与权利要

求书等同的含义以及范围内的所有变更。

[0152] 附图标记说明

[0153] 1:铣削工具;10:轴部;10A:第一端部;10B:第二端部;10C:贯通孔;10D:第一突出部;10E:第二突出部;10F:锥部;10G:槽部;10H:基端区域;10I:前端区域;10J:前端区域;10K:中间区域;10L:基端区域;11:主体部;11A:第一小径部;11B:第二小径部;12:扩径部;12A:外周面;12B:外周面;13:凹部;15:第二凹部;16:第一凹部;16A:底面;19A:外螺纹部;19B:内螺纹部;19C:凹部;19D:凸部;19E:凹部;19F:凸部;20:传感器部;21:壳体;22:底壁部(盖);22A:贯通孔;23:侧壁部;24:上壁部;30:传感器部件;31:应变传感器;32:配线;33:连接器;40:基板模块;49:基板;49B:主体部;51:无线通信部;51A:天线;52:加速度传感器;53:插座;54:AD转换器;55:电源电路;56:电池用插座;57:充电用连接器;58:电源开关;59:贯通孔;61:壳体主体;61A:贯通孔;62:螺纹孔;63:第一固定构件;63A:内周面;64:螺纹孔;65:第二固定构件;65A:内周面;66:螺纹孔;72:加强板;80:传感器模块;91:切削刀片;92:螺钉;99:电池;100:接收机;101:主体;102:线状天线;200:铣削工具系统;410:第一部分;410A:可弯曲部;410B:第一主面;410C:第二主面;411:第一部分第一区域;412:第一部分第二区域;413:第一部分第三区域;414:第一部分第四区域;415:第一部分第五区域;416:第一部分第六区域;417:第一部分第七区域;418:第一部分第八区域;419:第一部分第九区域;420:第二部分;420A:可弯曲部;420B:第三主面;420C:第四主面;421:第二部分第一区域;422:第二部分第二区域;423:第二部分第三区域;424:第二部分第四区域;425:第二部分第五区域;426:第二部分第六区域;430:第一连接部;440:第三部分;440A:搭载面;450:第二连接部;460:第四部分;470:第三连接部;A:旋转轴; L_A :垂线; L_B :垂线; d_1 :深度; d_2 :深度; α :第一方向; β :平面; γ :连接方向; θ :角。

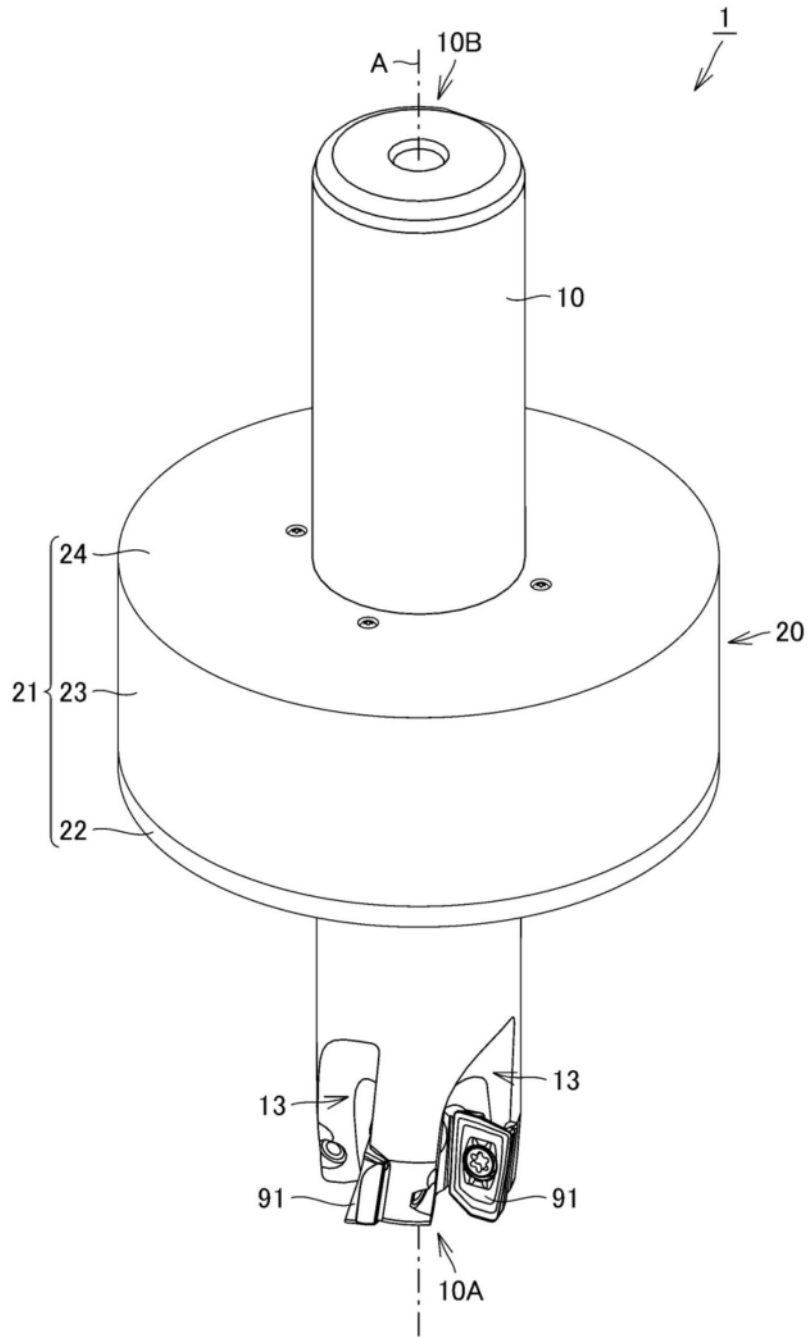


图1

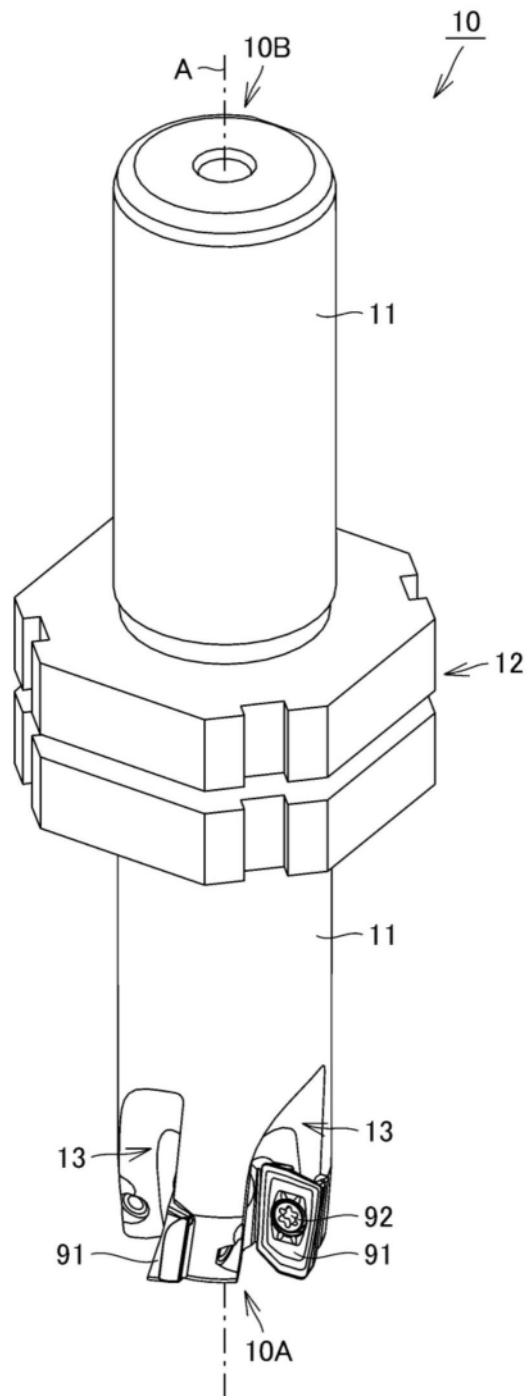


图2

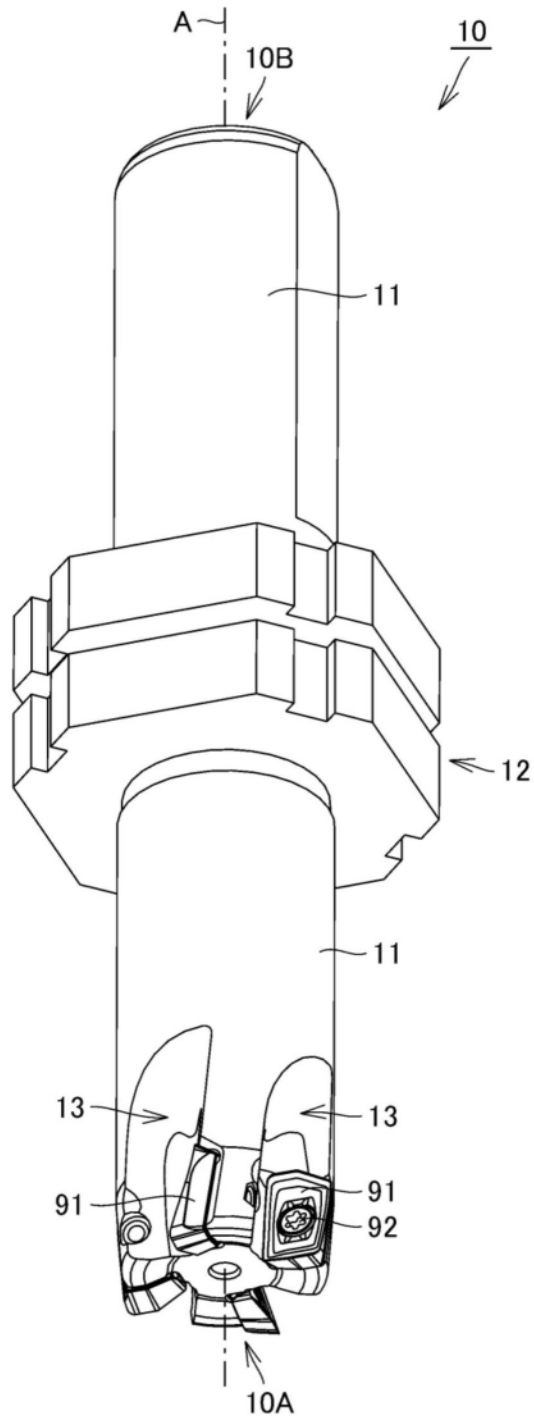


图3

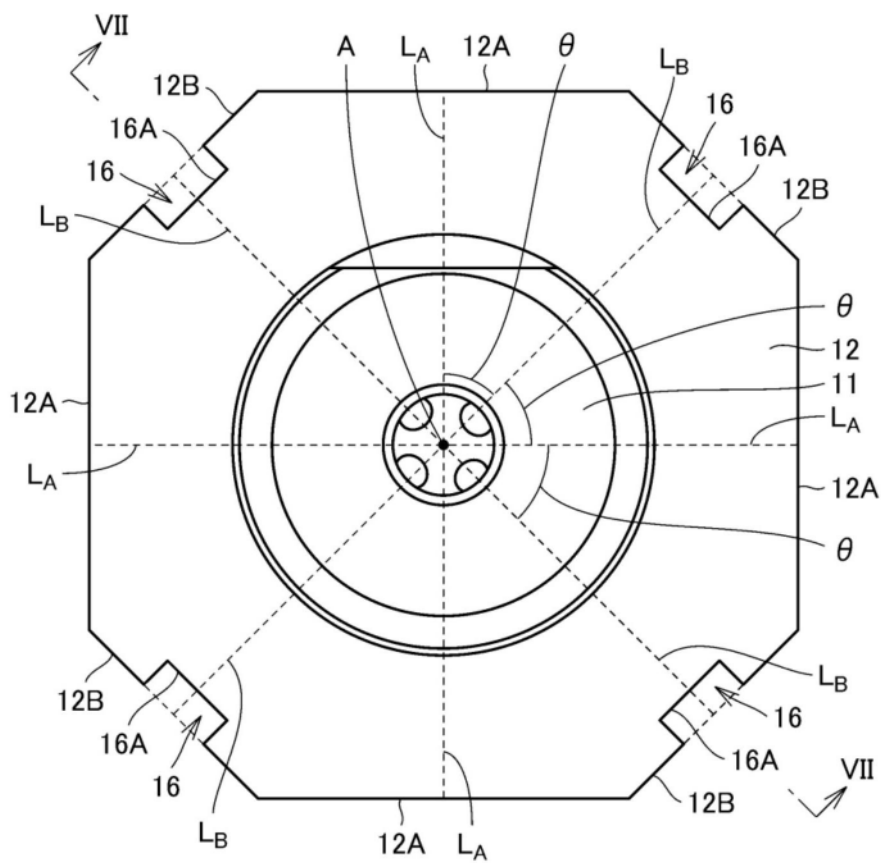


图5

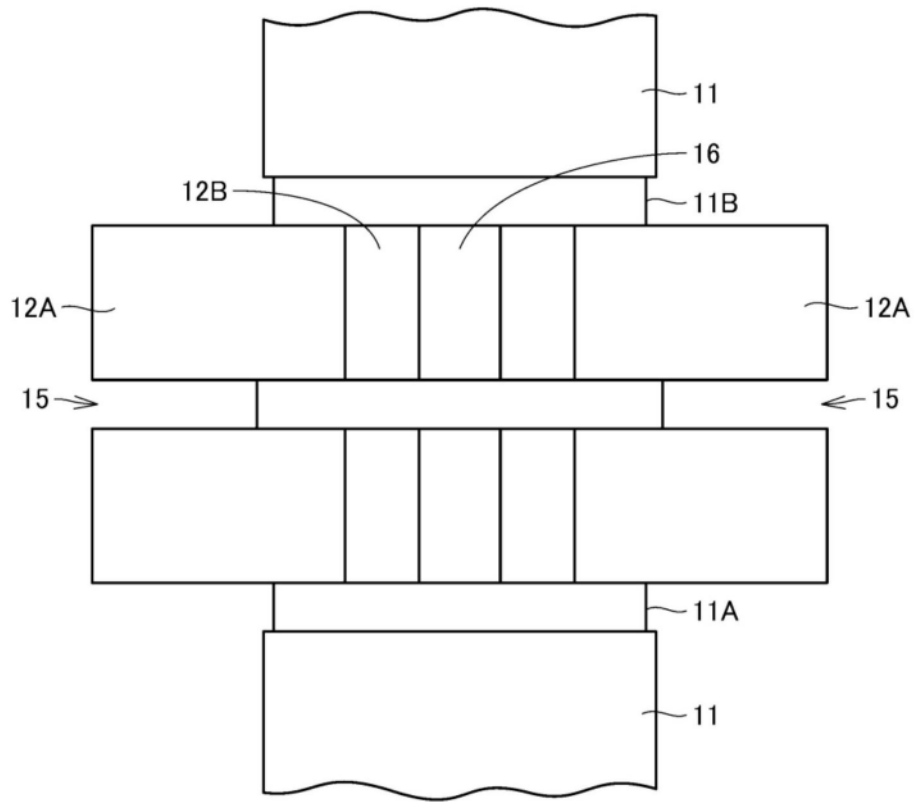


图6

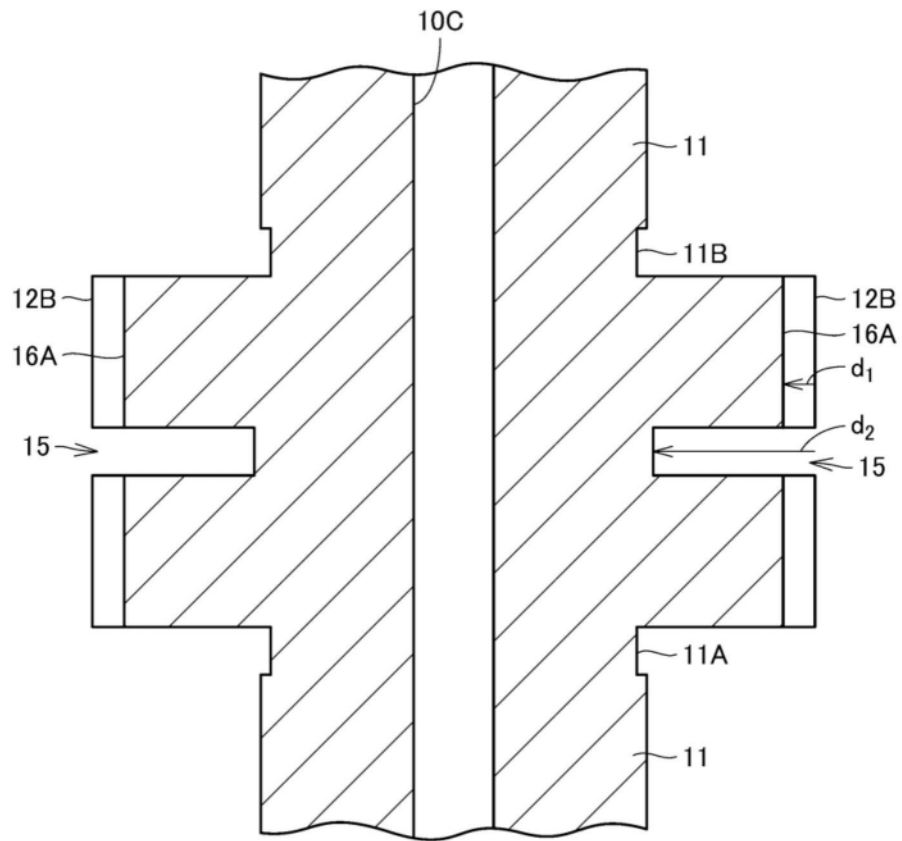


图7

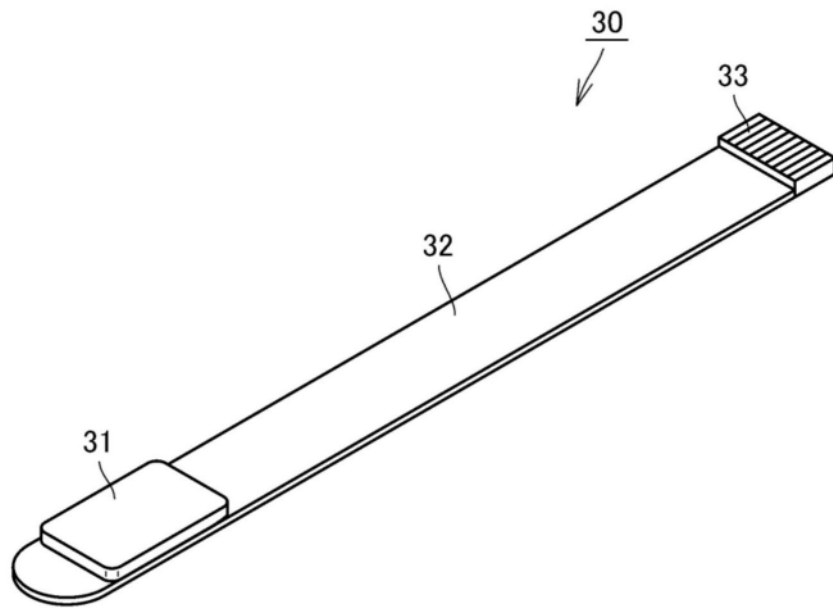


图9

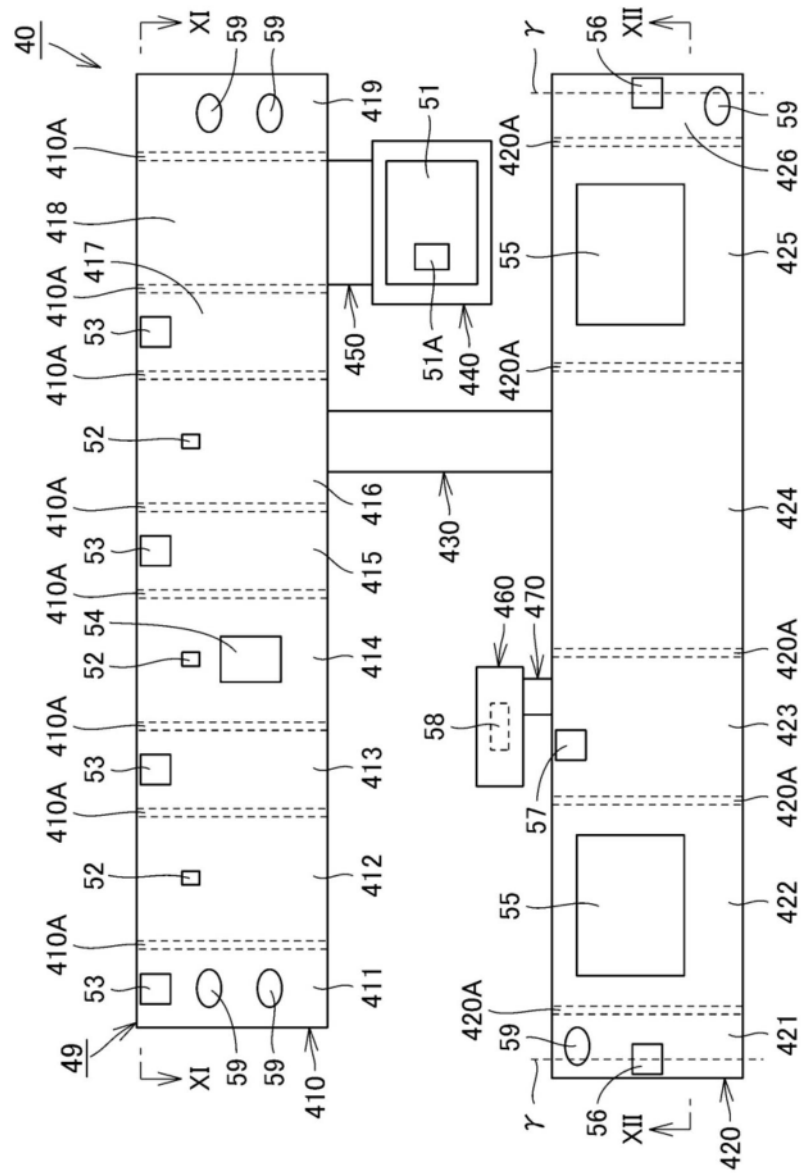


图10

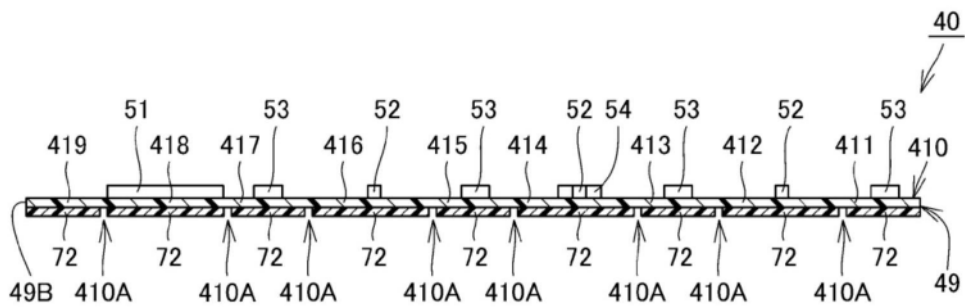


图11

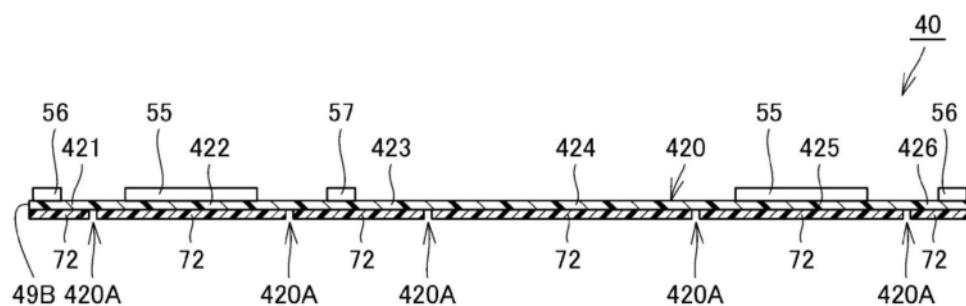


图12

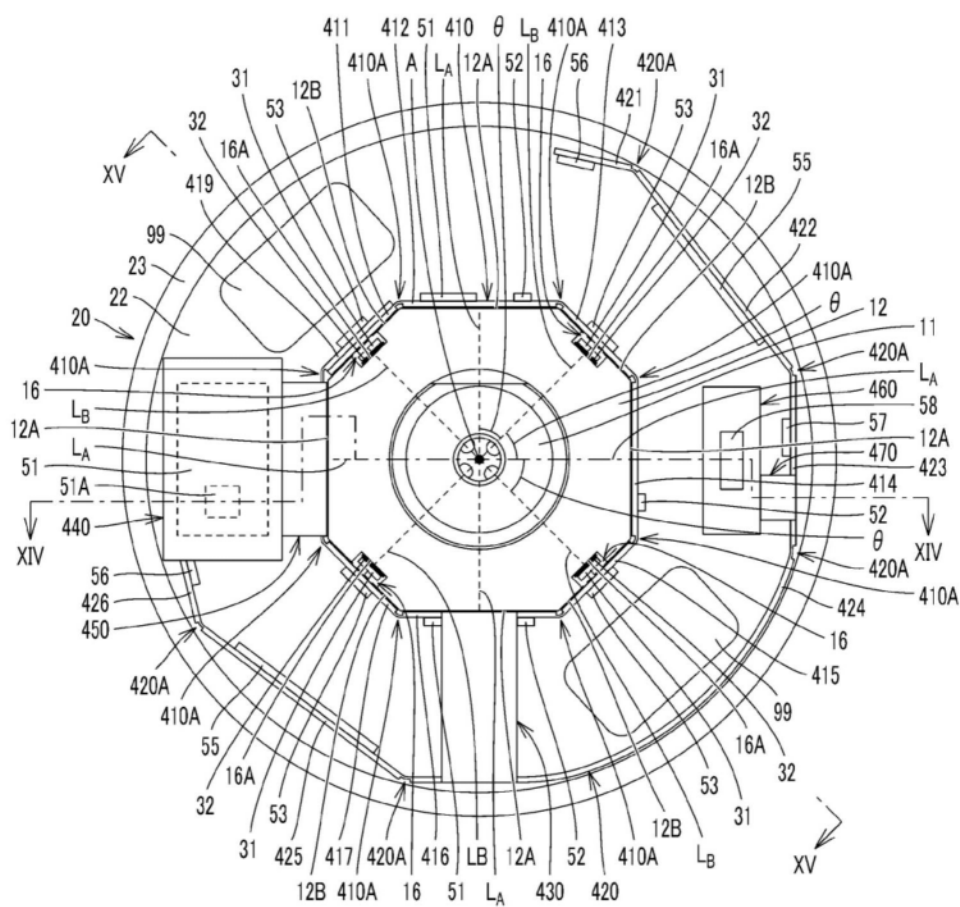


图13

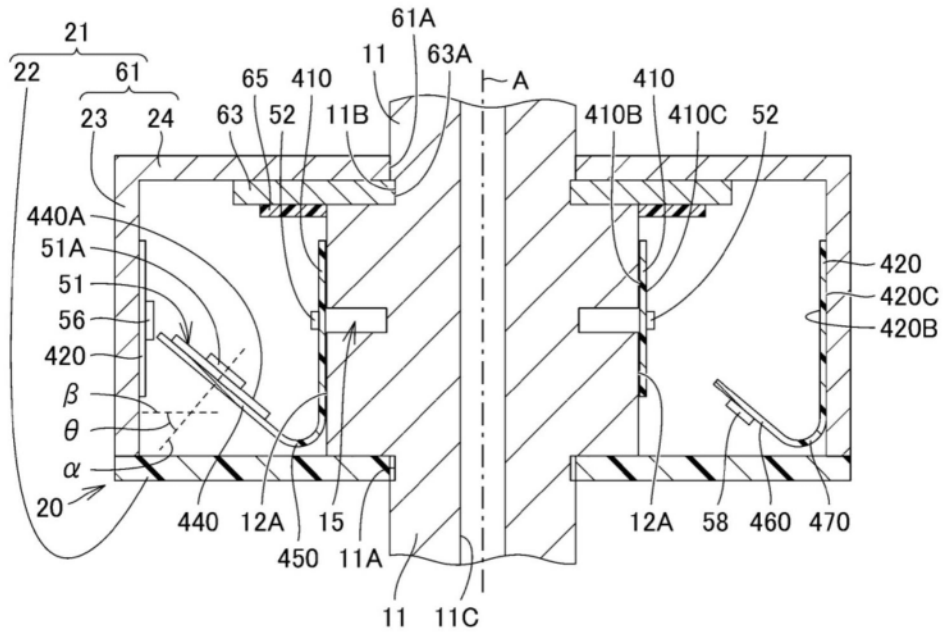


图14

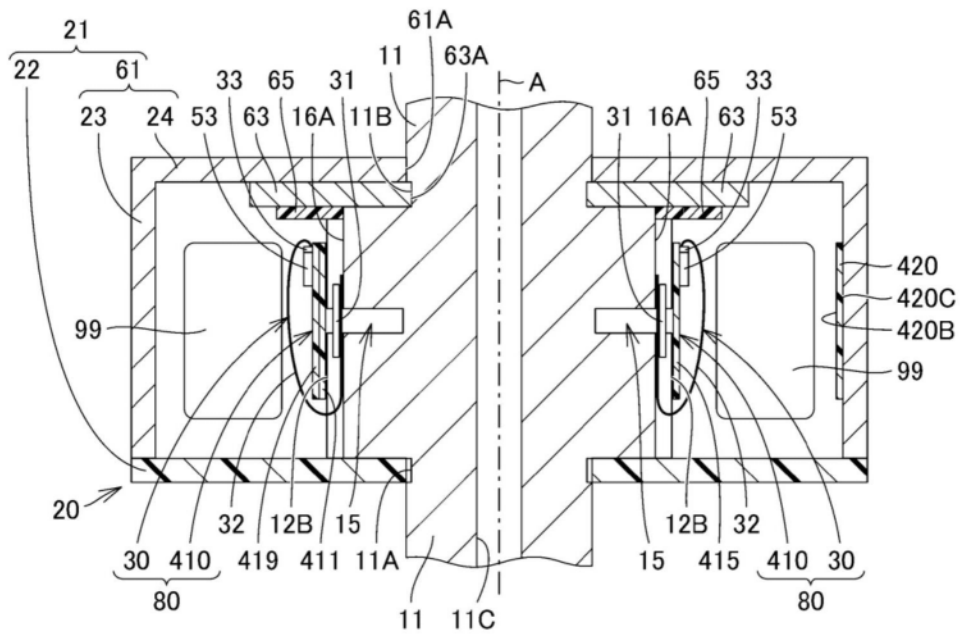


图15

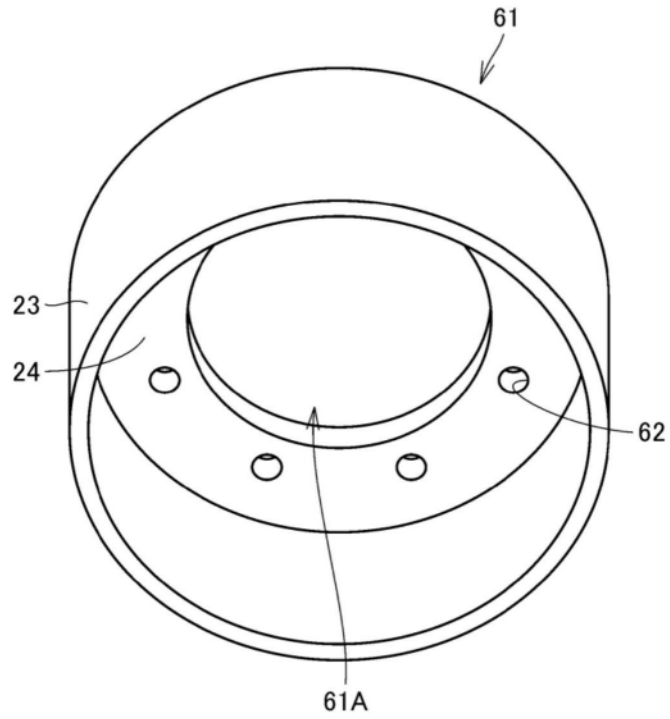


图16

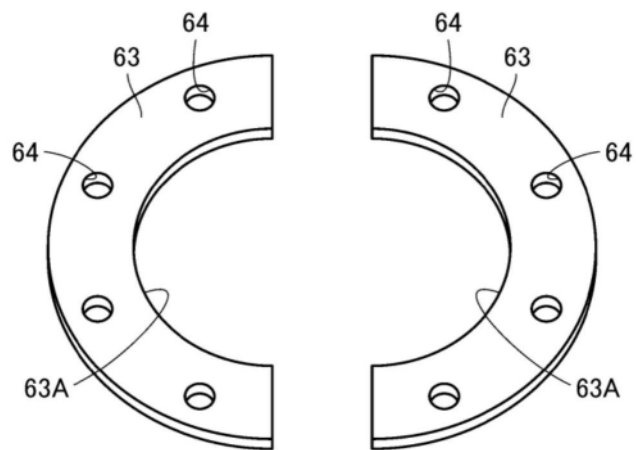


图17

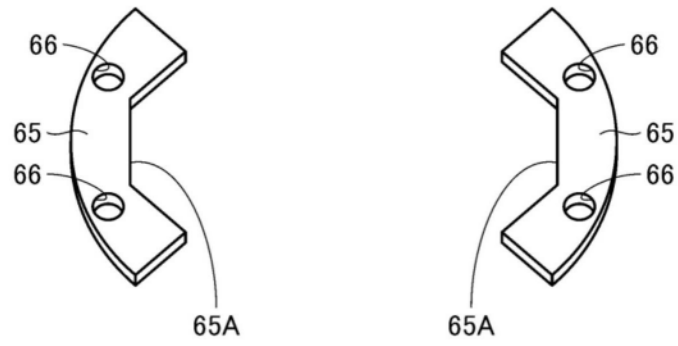


图18

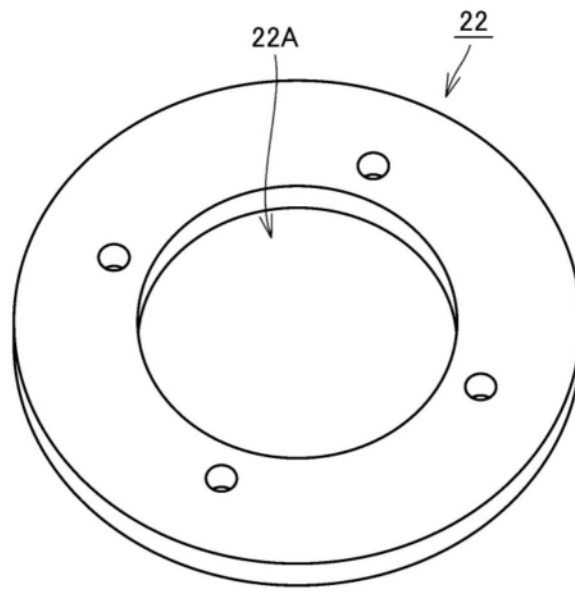


图19

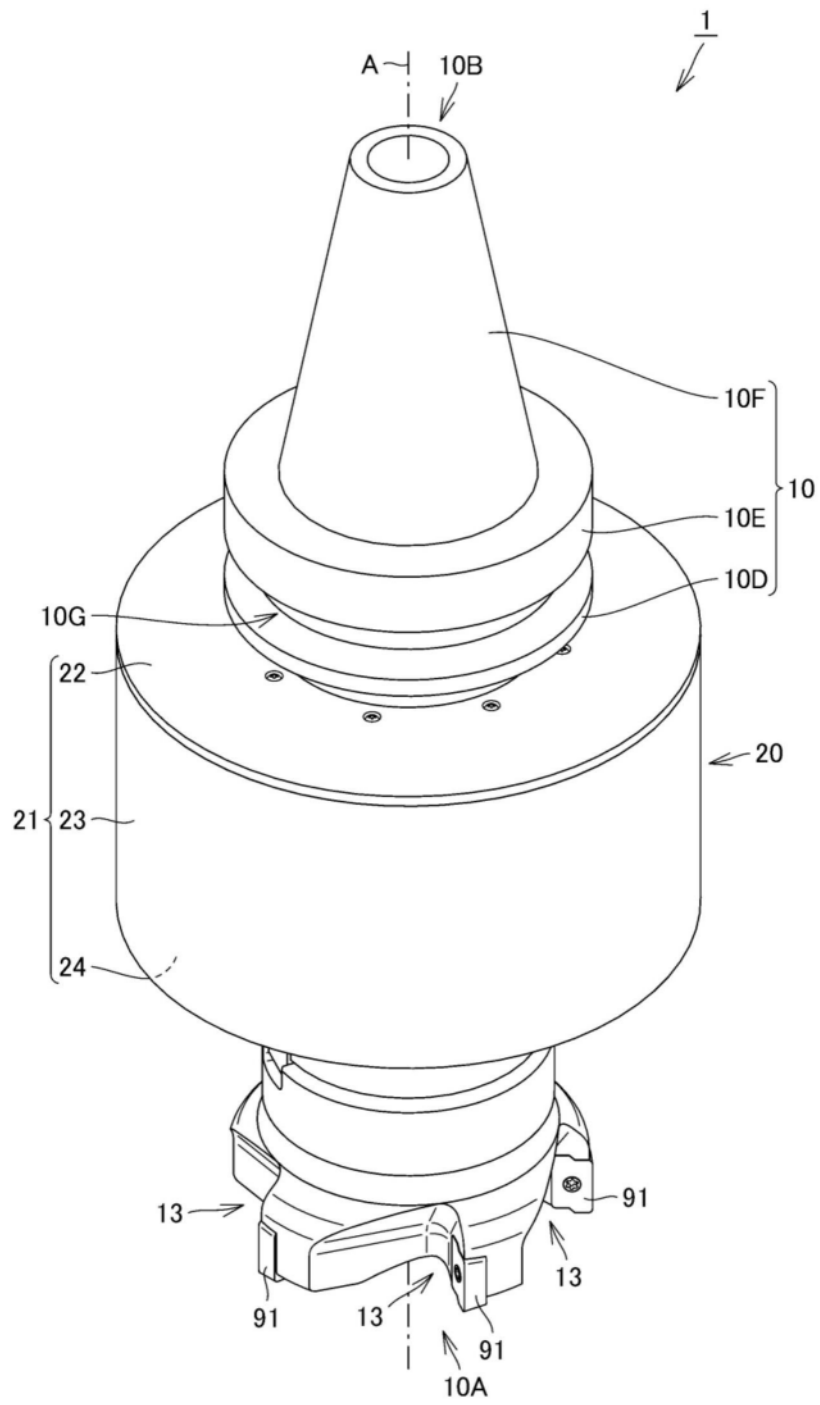


图20

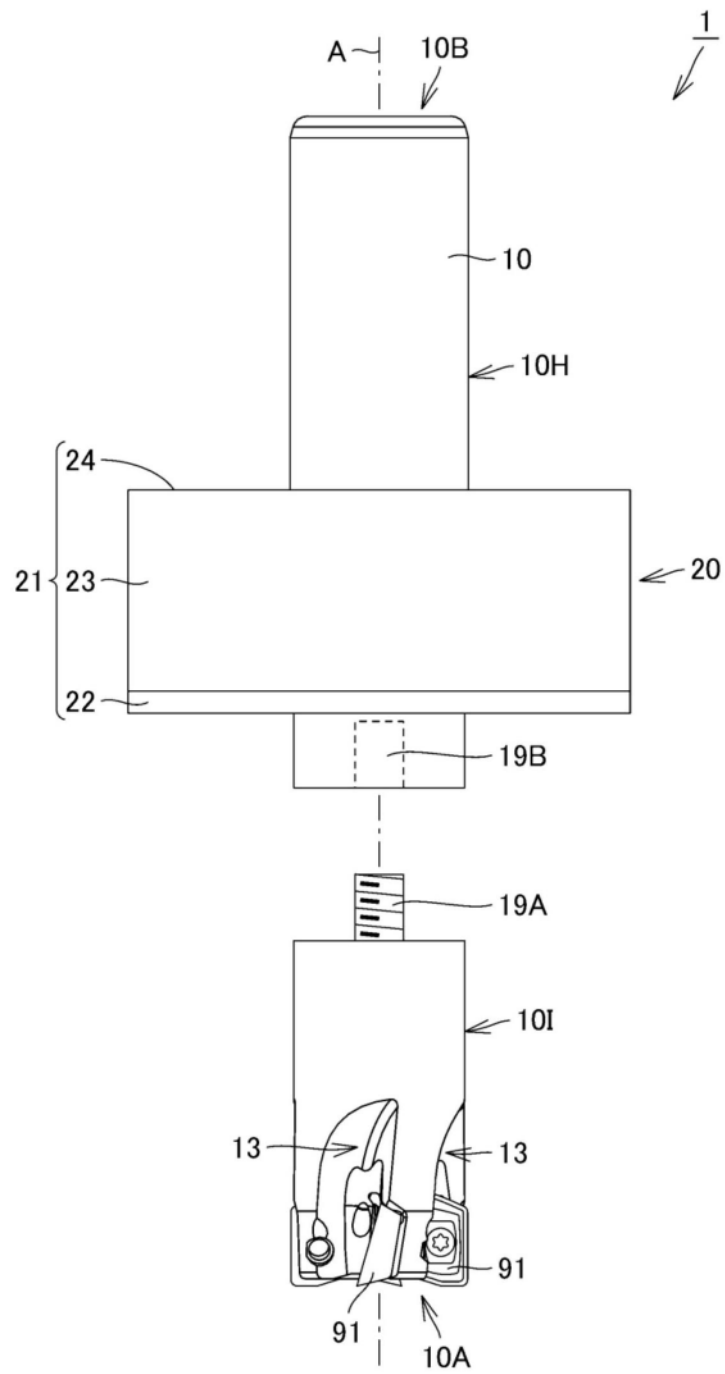


图21

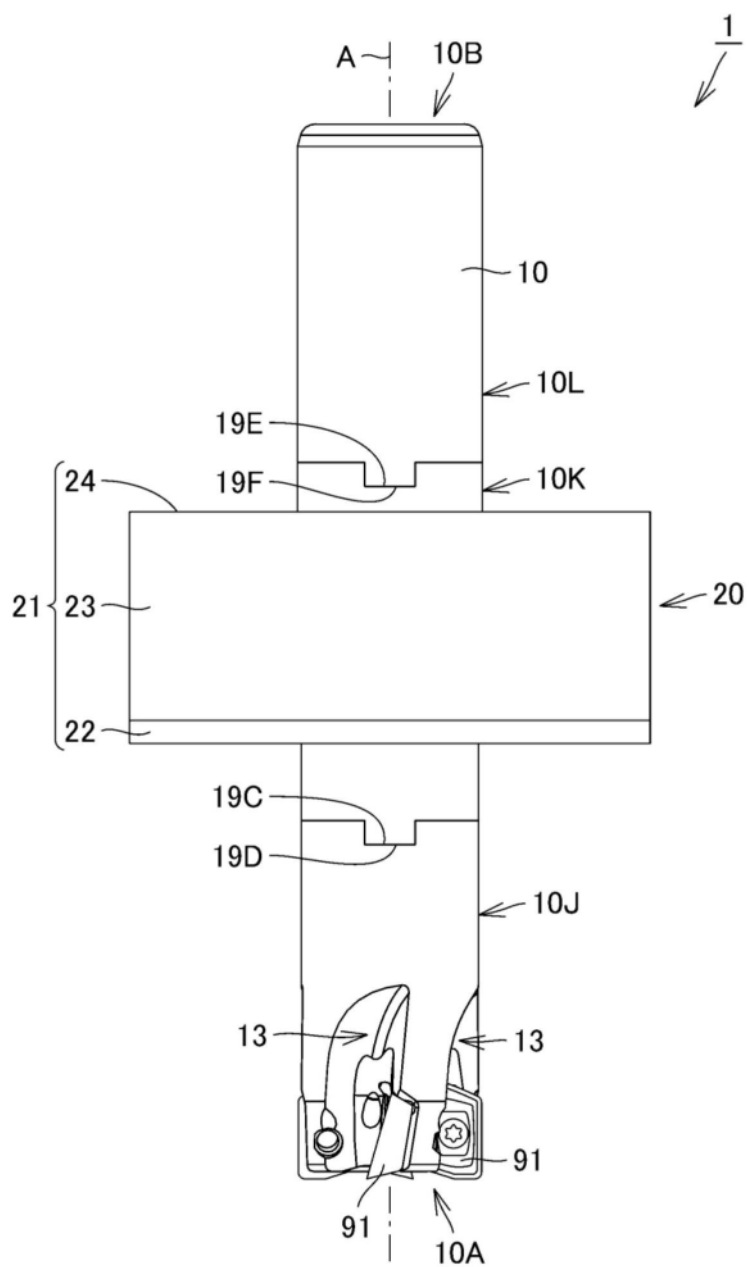


图22

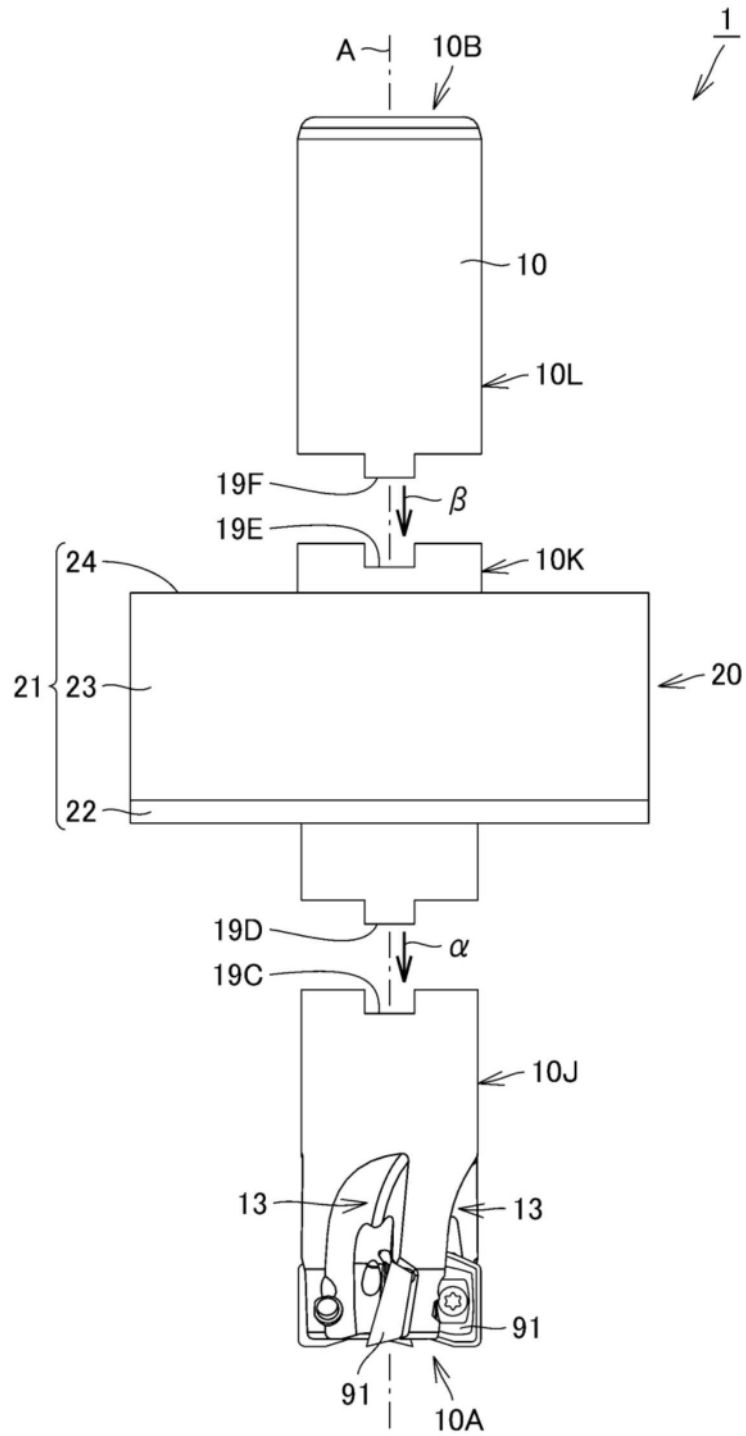


图23

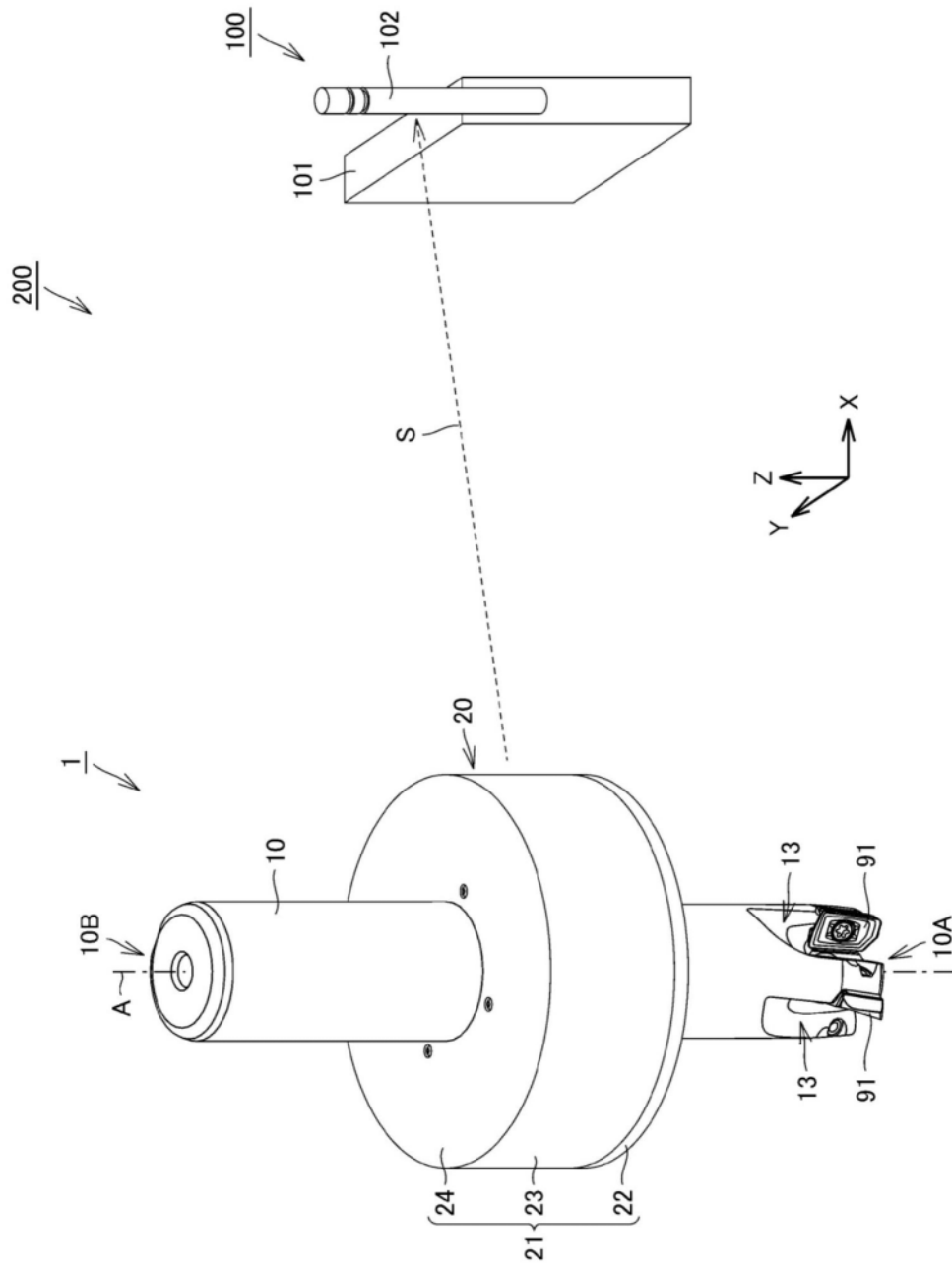


图24