

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

E02D 27/42 (2006.01)

E02D 27/12 (2006.01)

E02D 5/28 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580029551.X

[45] 授权公告日 2009年12月9日

[11] 授权公告号 CN 100567659C

[22] 申请日 2005.9.16

[21] 申请号 200580029551.X

[30] 优先权

[32] 2004.9.17 [33] JP [31] 271161/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/017144 2005.9.16

[87] 国际公布 WO2006/030893 日 2006.3.23

[85] 进入国家阶段日期 2007.3.2

[73] 专利权人 东京电力株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 田边成 松尾敏 吉本正浩

[56] 参考文献

CN1519437A 2004.8.11

CN1504614A 2004.6.16

US6665990B1 2003.12.23

JP2003-82689A 2003.3.19

JP2002-309591A 2002.10.23

JP54-98009A 1979.8.2

JP2000-355938A 2000.12.26

CN1295638A 2001.5.16

CN1111627C 2003.6.18

审查员 雷 茜

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 陆锦华 黄启行

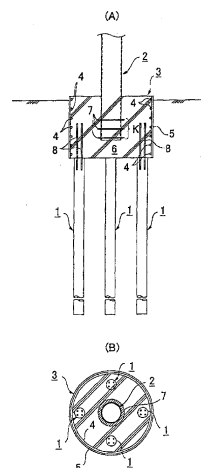
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 8 页

[54] 发明名称

铁塔的基础构造

[57] 摘要

本发明提供一种铁塔的基础构造，在将口径相对较小的多根桩体设置在地基中的基础构造形式中，通过使基础的小规模化成为可能，能够缩短施工时间，降低挖掘量、减少混凝土浇筑量等。将打入地基中的多根桩体(1、1...)与铁塔的主桩柱(2)通过混凝土结构体(3)接合的铁塔的基础构造中，所述混凝土结构体(3)是将混凝土(6)浇筑入在内壁面沿上下方向具有多段沿着周方向固定设置的抗剪凸缘(4、4...)的钢管(5)内而制成的结构体，在所述混凝土结构体(3)的下部侧接合打入所述地基中的多根桩体(1、1...)的顶部，并且，在所述铁塔主桩柱(2)的下部外面上设有多段支承板(7、7...)，设有该支承板(7、7...)的主桩柱部分(K)埋设在所述混凝土结构体(3)中。



1. 一种铁塔的基础构造，通过混凝土结构体将打入地基中的多根桩体与铁塔的主桩柱接合，其特征在于，

所述混凝土结构体是将混凝土浇筑入在内壁面沿上下方向具有多段沿圆周方向固定设置的抗剪凸缘的钢管内而制成的结构体，在所述混凝土结构体的下部侧接合打入所述地基中的多根桩体的顶部，且在所述铁塔主桩柱的下部设有固定部件，设有所述固定部件的主桩柱部分埋设在所述混凝土结构体中，

设所述铁塔主桩柱的直径为 ϕ ，所述铁塔主桩柱的支承板的配置区间长度为 L ，所述钢管的内径为 D 时，满足如下条件： $L/\phi = 2 \sim 5$ ，且 $D/\phi = 2 \sim 10$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的铁塔的基础构造，其特征在于，

所述多根桩体是口径为 $400 \phi \text{ mm}$ 以下或者口径为所述钢管直径的 $1/6$ 以下的小口径桩。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的铁塔的基础构造，其特征在于，

所述抗剪凸缘以所述铁塔主桩柱的支承板配置部位为边界，分别设在其上部侧和下部侧。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的铁塔的基础构造，其特征在于，

所述混凝土结构体的大部分埋设在地基中。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的铁塔的基础构造，其特征在于，

具有从所述混凝土结构体的钢管周壁部朝斜下方向打入的坡桩。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的铁塔的基础构造，其特征在于，

具有结合所述相邻铁塔主桩柱的混凝土结构体之间的连接梁。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的铁塔的基础构造，其特征在于，
所述铁塔主桩柱的根数为 2 至 4 根。

铁塔的基础构造

技术领域

本发明涉及一种通过混凝土结构体将打入地基中的多个桩体和铁塔的主桩柱接合的铁塔的基础构造。

背景技术

作为支撑上述铁塔主桩柱的基础构造，在支撑层相对较深的情况下，如图6所示，在地基中打入多个口径相对较小的桩体50、50…后，利用钢筋混凝土制成连接这些桩体50、50…顶部的基脚（footing）51，将该基脚51与铁塔的主桩柱52连接的方式是普遍使用的（参照下述专利文献1等）。

并且，对于上述基脚51和主桩柱52的固定构造，大致区分的话，存在螺栓固定方式、锚部件固定方式、支承板固定方式等方式。螺栓固定方式如图6所示，是利用多根地脚螺栓54、54…固定设在主桩柱52底面上的基板53的方式，上述锚部件固定方式如图7（A）～（C）所示，是通过焊接等将安装板56固定设置在埋设在基脚51上的主桩柱的下部周面上，将隔着该安装板56左右成对的角钢57、57螺栓接合的构造在周围设置多处的固定方式，上述支承板固定方式如图8所示，利用在埋设于基脚51中的主桩柱52的底面和/或外面向外方突出设置的环状等的支承板58、58…进行固定的方式。

另一方面，基脚和桩顶部的接合方式采用如下所述方式：如图9（A）所示，利用在没入基脚51内的桩顶部的外面向外方突出设置的环状等支承板59、59…进行固定的支承板接合方式；或者如图9（B）所示，设置横贯桩顶部和基脚51的多根钢筋60、60…并进行接合的钢筋接合方式等。

另一方面，为了实现基础构造的简化，在下述专利文件 2（参照图 10）中，提出了一种铁塔基础构造，将下端具有比桩体直径大的挖掘叶片的旋转压入钢管桩 70、70…沿倾斜方向压入设置于地底，旋转压入钢管桩 70、70…的上端连接固定在铁塔脚部 71 的下端部而构成，在地底沿倾斜方向设置的旋转压入钢管桩 70 和向上方延伸的铁塔脚部 71 呈直线状。

专利文件 1：特开平 9-3882 号公报

专利文件 2：特开 2003-166254 号公报

在上述供电铁塔的基础中，如图 11 所示，与铁塔自重、电线自重的影响相比，更强烈地受到电线的放线张力、台风或季风等风负荷的影响。其结果是，与其他因素所产生的全部压缩负荷相比，翻转力矩变大，因此下风侧的铁塔脚部上作用有压缩负荷，而在上风侧的铁塔脚部上作用有大约相当于压缩负荷（压入力）的 70% 的拉拔负荷（拉拔力）。并且，由于上述压入力和拉拔力产生的力偶，作用有弯曲力矩，并且作用有水平力。

因此，在支撑铁塔脚部的基础（基脚）处，如图 12 所示，如果在主桩柱 52 和基脚 51 的固定部上，基脚过浅，则会产生以主桩柱 52 的基部为中心的锥状的剪切裂纹 61，导致固定部的破坏。并且，如图 13 所示，在桩体 50 过于靠近基脚 51 的外边缘时，可能从固定部到外侧产生割裂裂纹状的剪切裂纹 62、62…，产生固定部的破坏。并且，基脚过薄时，如该图所示，会有有时产生以桩体 50 为中心的锥状的剪切裂纹 61 等问题。

因此，如果设计对于这些压入力、拉拔力、弯曲力矩以及水平力具有充分耐力且不会产生裂纹的基脚 51，基脚的规模变得大型化，并且也会与基脚规模增大相应地产生挖掘量变多、且混凝土浇筑量变多

等问题，施工需要较多时间和劳力。

另一方面，在上述专利文件 2 所述的基础构造的情况下，由于没有基脚，因此消除了上述问题，但是为了将大口径的钢管桩 70 打入地基中，需要大型重机械，特别是存在无法或难以在山岳地带的铁塔基础的构建中采用该技术等问题。

发明内容

因此，本发明的主要课题是提供一种铁塔的基础构造，在地基中设置多个口径相对较小的桩体，可使基础小规模化，由此能够实现缩短施工时间、减少挖掘量，并减少混凝土的浇筑量等。

为了解决上述问题，技术方案 1 的本发明提供一种铁塔的基础构造，通过混凝土结构体将打入地基中的多根桩体与铁塔的主桩柱接合，其特征在于，上述混凝土结构体是将混凝土浇筑入在内壁面沿上下方向具有多段沿圆周方向固定设置的抗剪凸缘的钢管内而制成的结构体，在上述混凝土结构体的下部侧接合打入上述地基中的多根桩体的顶部，且在上述铁塔主桩柱的下部设有固定部件，设有上述固定部件的主桩柱部分埋设在上述混凝土结构体中。

在上述技术方案 1 所述的本发明中，作为接合首先打入地基中的多根桩体和铁塔的主桩柱的混凝土结构体，是通过将混凝土浇筑入在内壁面沿上下方向具有多段沿圆周方向固定设置的抗剪凸缘的钢管内而制成的结构体。

以往，铁塔主桩柱的固定部的设计，通过根据混凝土的容许拉伸应力、容许剪切应力的固定耐力进行加强，在由安全性的检测预测出固定耐力不充分时，为了进一步提高固定耐力，进行根据经验规则的加强，因而有时进行了过度加强。本申请人鉴于上述状况，对于有效的基础设计以及加强进行了锐意讨论，其结果如特开 2000-345571 号公

报中公开所示，连续的应力作用于主桩柱时，在混凝土上产生水平的裂纹或垂直的裂纹（割裂裂纹）。并且发现，在支承固定方式时，较大受到上述割裂裂纹产生所导致的影响，在该割裂裂纹产生时，即使其中一条裂痕达到基础表面也会产生破坏。另外，本申请人根据十几个模型实验和数值解析得到了如下见解：利用钢管对与割裂裂纹垂直的方向即主桩柱的周方向进行加强，提高混凝土的约束，抑制割裂破坏，可以极大地提高固定耐力。

因此，如果能尽量抑制割裂裂纹，出于可以提高固定耐力、缩小接合部（基础部分）的考虑，作为上述构造的混凝土结构体，是在其下部侧接合打入上述地基中的多根桩体的顶部，且在上述铁塔主桩柱的下部设有固定部件，设有上述固定部件的主桩柱部分埋设在上述混凝土结构体中的基础结构。

其结果是，钢管从外部（周围）约束浇筑的混凝土，可以防止割裂裂纹，大幅度提高混凝土结构体的固定耐力，并且，桩体能够靠近配置在钢管内的内壁面附近，因此能够大幅度减小混凝土结构体的规模。并且，通过减小混凝土结构体的规模，能够缩短施工时间、降低挖掘量、减少混凝土的浇筑量等。

并且，通过形成由上述钢管和混凝土构成混凝土结构体，能够容易地设置多根桩体，并且容易吸收主桩和副桩的施工误差。

作为技术方案 2 的本发明，提供一种根据技术方案 1 所述的铁塔的基础构造，上述多根桩体是口径为 $400\phi\text{mm}$ 以下或者口径为上述钢管直径的 $1/6$ 以下的小口径桩。作为桩体，希望设置多根、优选 4~6 根与大口径桩体相比口径为 $400\phi\text{mm}$ 以下或者口径为上述钢管直径的 $1/6$ 以下的小口径桩。特别在山岳地带，由于无法进入大型重机械，因而优选利用小型挖孔机械在地基内设置需要根数的小口径桩。作为小口径桩，详细如后文所述，可以是就地灌注桩或钢管桩等。

作为技术方案 3 的本发明，提供一种根据技术方案 1 或 2 所述的铁塔的基础构造，上述抗剪凸缘以上述铁塔主桩柱的支承板配置部位为边界，分别设在其上部侧和下部侧。

在上述技术方案 3 所述的本发明中，上述抗剪凸缘以上述铁塔主桩柱的埋设部的支承板配置部位为边界，分别设在其上部侧和下部侧。作用于混凝土结构体的来自主桩柱的负荷有时会因为风负荷或地震负荷的方向而包含压入力和拉拔力二者，因此对于该负荷二者，为了使上述抗剪凸缘有效起作用，优选以支承板配置部位为边界，分别设在其上部侧和下部侧。

技术方案 4 涉及的本发明提供一种根据技术方案 1 至 3 中任一项所述的铁塔的基础构造，上述混凝土结构体的大部分埋设在地基中。

上述混凝土结构体也可以以放置在地上的方式进行筑造，但为了抑制基础的位移等，优选与基脚同样地埋设在地下，在能够通过土压阻力抑制位移的状态下进行筑造。

技术方案 5 涉及的本发明提供一种根据技术方案 1 至 4 中任一项所述的铁塔的基础构造，设上述铁塔主桩柱的直径为 ϕ ，上述铁塔主桩柱的支承板的配置区间长度为 L ，上述钢管的内径为 D 时，满足如下条件： $L/\phi = 2 \sim 5$ ，且 $D/\phi = 2 \sim 10$ 。

技术方案 6 涉及的本发明提供一种根据技术方案 1 至 5 中任一项所述的铁塔的基础构造，具有从上述混凝土结构体的钢管周壁部朝斜下方向打入的坡桩。

在上述技术方案 6 涉及的本发明中，具有从上述混凝土结构体的钢管周壁部朝斜下方向打入的坡桩。通过设置坡桩，尤其能够大幅度

提高拉拔耐力。

技术方案 7 涉及的本发明提供一种根据技术方案 1 至 5 中任一项所述的铁塔的基础构造，具有连接上述相邻铁塔主桩柱的混凝土结构体之间的连接梁。

在上述技术方案 7 涉及的本发明中，设有结合相邻铁塔主桩柱的混凝土结构体之间的连接梁。通过利用连接梁连接混凝土结构体，能够大幅度抑制基础的位移。

在技术方案 8 涉及的本发明中，提供一种根据技术方案 1 至 5 中任一项所述的铁塔的基础构造，上述铁塔主桩柱的根数为 2~4 根。替代较大的钢管柱，可以用于具有 2 至 4 根桁架结构的支柱的上部构造，在小规模的铁塔的情况下，可以在一个上述钢管中固定全部 4 根主桩柱。

发明效果

如上所详述，根据本发明，在将口径相对较小的多根桩体设置在地基中的基础构造形式中，作为混凝土结构体，采用将混凝土浇筑入在内壁面沿上下方向具有多段沿圆周方向固定设置的抗剪凸缘的钢管内而制成的结构体，因此能够极大地提高固定耐力，使基础部分小规模化。其结果，能够缩短施工时间，降低挖掘量、减少混凝土浇筑量等。

附图说明

图 1 表示第一实施例的铁塔的基础构造，(A)是纵向截面图，(B)是横向截面图。

图 2 表示第二实施例的铁塔的基础构造，(A)是纵向截面图，(B)是右侧视图，(C)是横向截面图。

图 3 是表示表示第三实施例的铁塔的基础构造的纵向截面图。

图 4 是表示主桩柱 2 的变形例的纵向截面图。

图 5 是抗剪凸缘 4 的方式例的图 (A) ~ (C)。

图 6 表示现有的铁塔的基础构造, (A) 是纵向截面图, (B) 是横向截面图。

图 7 是表示主桩柱 52 的锚部件固定方式, (A) 是基脚纵向截面图, (B) 是锚部件的俯视图, (C) 是锚部件的侧视图。

图 8 表示主桩柱 52 的支承板固定方式, (A) 是纵向截面图, (B) 是横向截面图。

图 9 (A) 是表示桩体 50 的支承板固定方式的图, (B) 是表示钢筋固定方式的图。

图 10 是表示现有例中简易的铁塔的基础结构的侧视图。

图 11 是风负荷对铁塔基础产生的外力作用的状态图。

图 12 是表示基脚的破坏方式 (其一) 的图。

图 13 是表示基脚的破坏方式 (其二) 的图。

标号说明

- 1 桩体
- 2 主桩柱
- 3 混凝土结构体
- 4、4a~4c 抗剪凸缘
- 5 钢管
- 6 混凝土
- 7 支承板
- 8、11 固定筋
- 10 坡桩
- 12 连接梁

具体实施方式

以下参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。

[第一实施例]

如图 1 所示, 本发明的铁塔基础构造, 将打入地基中的多根桩体 1、1…与铁塔的主桩柱 2 通过混凝土结构体 3 接合时, 作为上述混凝土结构体 3, 采用向在内壁面沿上下方向具有多段沿着周方向固定设置的抗剪凸缘 4、4…的钢管 5 内浇筑入混凝土 6 而制成的结构体, 在上述混凝土结构体 3 的下部侧接合打入上述地基中的多根桩体 1、1…的顶部, 并且, 在上述铁塔主桩柱 2 的下部外面上设有多段支承板 7、7…, 设有上述支承板 7、7…的主桩柱部分 K 埋设在上述混凝土结构体 3 中。

在下文中进行更具体的叙述。

作为上述混凝土结构体 3, 优选使用例如直径为 1000~5000mm 左右, 厚度约为 20~30mm 左右的厚壁钢管。作为固定设置在内壁面上的抗剪凸缘 4、4…, 只要是能够在与浇筑的混凝土 6 间切实地防滑的突起形状, 就可以是任意截面形状。例如, 如图 5(A) 所示, 可以通过焊接沿着钢管 5 的内壁面固定设置钢筋/钢棒 4a, 也可以如图 5(B) 所示, 利用角钢 4b, 或者图 5(C) 所示, 利用扁钢 4c 等。

另外, 在图示的例子中, 作为上述钢管 5 使用钢制的圆形管, 也可以使用角管或多角管等钢制管。并且, 上述混凝土结构体 3 可以以放置在地上的方式筑造, 但为了利用土压阻力降低位移量, 优选以大部分埋设在地基中的状态进行筑造。

如上所述, 在上述主桩柱 2 上由于风负荷等的方向, 作用有压入力或拉拔力二者, 因此为了能够应对压入力和拉拔力二者, 上述抗剪凸缘 4 优选以上述铁塔主桩柱 2 的支承板配置部位 K 为边界, 分别设置在其上部侧和下部侧。实际上优选在上述钢管 5 的上下方向上以大致均等的间隔配置。

上述主桩柱 2 在其下部外面设有多段、在图示例中为 3 段的支承

板 7、7…，以该支承板配置部位 K 位于上述混凝土结构体 3 的大致中央的方式埋设在混凝土结构体 3 中。上述主桩柱 2 的截面尺寸没有特别限定，但大致为 300~3000mm 左右。作为上述支承板 7，采用将环状板通过焊接等固定设置在上述主桩柱 2 周围的结构，但支承板 7 的平面形状也可以是多角形状等。并且，在本实施例中，作为上述主桩柱 2 的固定方式采用了支承板方式，但也可以采用图 7 所示的锚部件固定方式。

并且，在图示例中，作为铁塔主桩柱 2 表示了钢管柱的例子，但是作为主桩柱 2，例如也可以是三角钢，并且，也可以如图 4 所示，使主桩柱 2 的数量为 2 至 4 根，将利用多个斜杆 2a、2a…连接而成的组合柱 2' 等作为对象。

作为上述桩体 1，不拘桩体种类，可以是钢管桩、就地灌注桩、或预制桩等中的任一种。上述桩体 1 的直径希望为能够在上述钢管 5 内至少均匀配置 2 根以上、优选可以均匀配置 4~6 根左右的直径，但从施工性的角度来说，希望是口径为 400 φ mm 以下或者口径为上述钢管 5 直径的 1/6 以下的小口径桩。上述小口径桩的施工可以如下进行：例如可以通过挖孔在地基中进行穿孔后，在该穿孔内插入钢管或预制桩，在周围填充水泥浆或混凝土、高流动性混凝土等固化材料进行固定，也可以在穿孔内插入架立筋，通过填充混凝土或高流动性混凝土，制成就地灌注桩。上述地基的穿孔在地基较弱时可以使用旋转式等，在岩盘或中间存在岩盘层的地基的情况下，优选使用旋转打击式的ダウンザホールハンマー（商标名，入孔冲击锤）等。

上述桩体 1 和混凝土结构体 3 的接合在图示例中采用配置跨过二者间的固定钢筋 8、8…的钢筋固定方式，但在使用钢管桩的情况下，也可以采用通过在插入混凝土结构体 3 内的桩顶部外面向外方突出设置的环状等的支承板进行固定的支承板接合方式。

以上详细说明的基础构造的施工如下进行。首先，在混凝土结构体 3 的施工部进行地基挖掘，设置钢管 5，接着进行用于桩体 1、1…的穿孔，将桩体 1、1…打入地基中。其后，设置固定筋 8、8…，并将主桩柱 2 的基部定位在钢管 5 内的预定位置上，利用临时固定部件（未图示）实现固定，并且，将预定的钢筋布置在钢管 5 内，在钢筋布置作业全部结束后，浇筑混凝土。

[第二实施例]

其次，图 2 所示第二实施例的基础结构，设置从上述混凝土结构体 3 的钢管 5 的周壁部向斜下方打入的坡桩 10。通过相对混凝土结构体 3 一体设置坡桩 10，当然会提高压入力，但也可以进一步大幅度提高拉拔耐力。另外，上述坡桩 10 在图示例中仅有 1 根，也可以设置多根。

施工首先在混凝土结构体 3 的施工部进行地基挖掘，从挖掘部的壁面进行穿孔，打入坡桩 10 后，设置钢管 5。在钢管 5 的壁面上为了实现与上述坡桩 10 的一体化预先形成有固定筋 11 的插入口 5a。

接着，进行用于桩体 1、1…的穿孔，将桩体 1、1…设置在地基中。其后，设置固定筋 8、8…，并将主桩柱 2 的基部定位在钢管 5 内的预定位置上，利用临时固定部件（未图示）进行固定，并且，将预定的钢筋布置在钢管 5 内，且从钢管 5 的插入口 5a 插入固定筋 11，在钢筋布置作业全部结束后，浇筑混凝土。

并且，在上述钢管 5 的插入口 5a 外侧部分也浇筑入混凝土，固定坡桩 10 的顶部，实现与混凝土结构体 3 的一体化。

[第三实施例]

其次，图 3 所示的第三实施例的基础构造，设有结合相邻铁塔主桩柱 2 的混凝土结构体 3、3 之间的连接梁 12。混凝土结构体 3、3 通

过连接梁 12 相互连接，由此大幅度抑制基础的位移。

施工首先在混凝土结构体 3 的施工部进行地基挖掘，从挖掘部的壁面进行水平穿孔，形成用于设置连接梁 12 的通孔，或者在较浅的情况下，通过开放挖掘而在连接梁的设置部分上形成槽，设置连接梁 12 后设置钢管 5。另外，在钢管 5 的壁面上为了实现与上述连接梁 12 的一体化而预先形成有固定筋 11 的插入口 5a。

接着，进行用于桩体 1、1…的穿孔，将桩体 1、1…设置在地基中。其后，设置固定筋 8、8…，并将主桩柱 2 的基部定位在钢管 5 内的预定位置上，利用临时固定部件（未图示）进行固定，并且，将预定的钢筋布置在钢管 5 内，且从钢管 5 的插入口 5a 插入固定筋 11，在钢筋布置作业全部结束后，浇筑混凝土。

并且，在上述钢管 5 的插入口 5a 外侧部分也浇筑混凝土，固定连接梁 12 的端部，实现与混凝土结构体 3 的一体化。

[本固定方式的固定耐力的设计]

其次，对本发明的铁塔基础的设计方法进行说明。

该设计方法将防止了割裂破坏之上的破坏形态（钢管 5 的屈服耐力、支承板周围的混凝土的附着耐力、抗剪凸缘 4 的耐力）作为极限耐力，做出合理的设计。

本接合方式的固定耐力的设计可以考虑以下事项，并根据以下所示的式子进行设计。

(1) 约束混凝土的上述钢管 5 的屈服耐力 f_{pipe} (应力) 由下式 (1) 决定。

【式 1】

$$f_{pipe} = \frac{P \cdot \tan \theta}{2 \cdot \pi \cdot t \cdot l_1} \leq \frac{f_{pipe-a}}{\gamma_1 \cdot \gamma_e} \dots\dots (1)$$

f_{pipe-a} : 约束的钢管的容许拉伸应力

P: 设计垂直负荷

t: 约束的钢管壁厚

l_1 : 固定长度 (支承板最上段与最下段的间隔)

θ : 从支承板传达到混凝土的支承力的方向

γ_1 : 与抗剪的施工条件相关的钢管的强度降低系数

γ_e : 与桩体的施工误差所导致的偏芯相关的系数

(2) 支承板 7 周围的混凝土附着耐力 τ_b (应力) 由下式 (2) 决定。

【式 2】

$$\tau_b = \frac{P}{U_s \cdot l_1} \leq \tau_{ba} \dots\dots (2)$$

P: 设计垂直负荷

U_s : 支承板周围的附着剪切周长

l_1 : 固定长度 (支承板最上段与最下段的间隔)

τ_{ba} : 钢管所约束的混凝土的容许附着应力

(3) 为了讨论上述抗剪凸缘 4 的耐力, 抗剪凸缘 4 的焊接部的剪切应力 τ_{sh} 由下式 (3) 决定。

【式 3】

$$\tau_{sh} = \frac{P}{n_{rib} \cdot w \cdot \pi \cdot (D - 2t)} \leq \frac{\tau_{sh-a}}{\gamma_2 \cdot \kappa} \dots\dots (3)$$

P: 设计垂直负荷

τ_{sh-a} : 焊接部的容许剪切应力

n_{rib} : 抗剪的根数

w: 焊接部的焊脚长

D: 约束的钢管的外径

t: 约束的钢管的壁厚

γ_2 : 抗剪的施工条件下的焊接部的强度降低系数

κ : 考虑抗剪的应力偏差的系数

(4) 与上述抗剪凸缘 4 接触的混凝土的支承应力 σ_c 由下式 (4) 决定。

【式 4】

$$\sigma_c = \frac{P}{n_{rib} \cdot \pi \cdot (D - 2t - d_{rib}) \cdot d_{rib}} \leq \frac{\alpha \cdot \sigma_{ca}}{\kappa} \dots\dots (4)$$

P: 设计垂直负荷

σ_{ca} : 混凝土的容许支承应力

n_{rib} : 抗剪的根数

D: 约束的钢管的外径

t: 约束的钢管的壁厚

d_{rib} : 抗剪的宽度

α : 双轴约束的混凝土的容许支承应力的附加系数

κ : 考虑抗剪的应力偏差的系数

(5) 与上述抗剪凸缘 4 的内周接触的混凝土的剪切应力 τ_{rib-c} 由下式 (5) 决定。

【式 5】

$$\tau_{rib-c} = \frac{P}{\pi \cdot (D - 2t - 2d_{rib}) \cdot \ell_{rib}} \leq \tau_{ba} \dots\dots (5)$$

P: 设计垂直负荷

τ_{ba} : 由钢管约束的混凝土的允许附着应力

D: 约束的钢管的外径

t: 约束的钢管的壁厚

d_{rib} : 抗剪的宽度

ℓ_{rib} : 抗剪的设置宽度

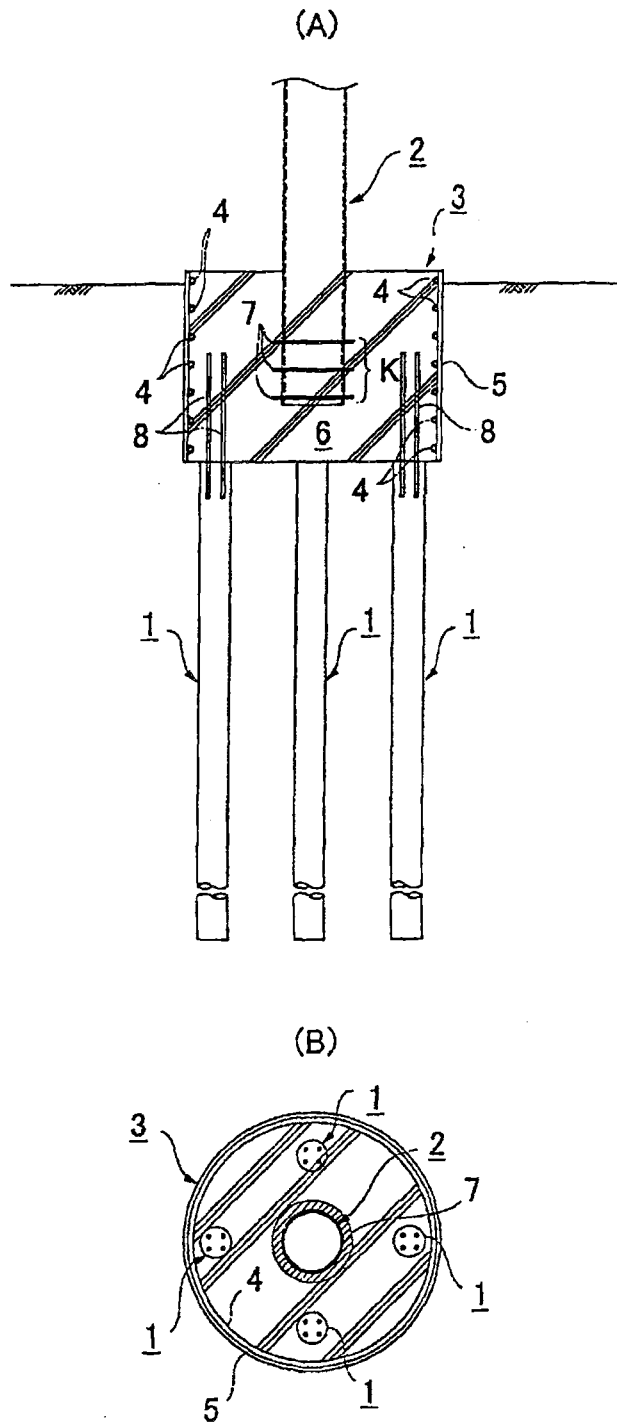


图1

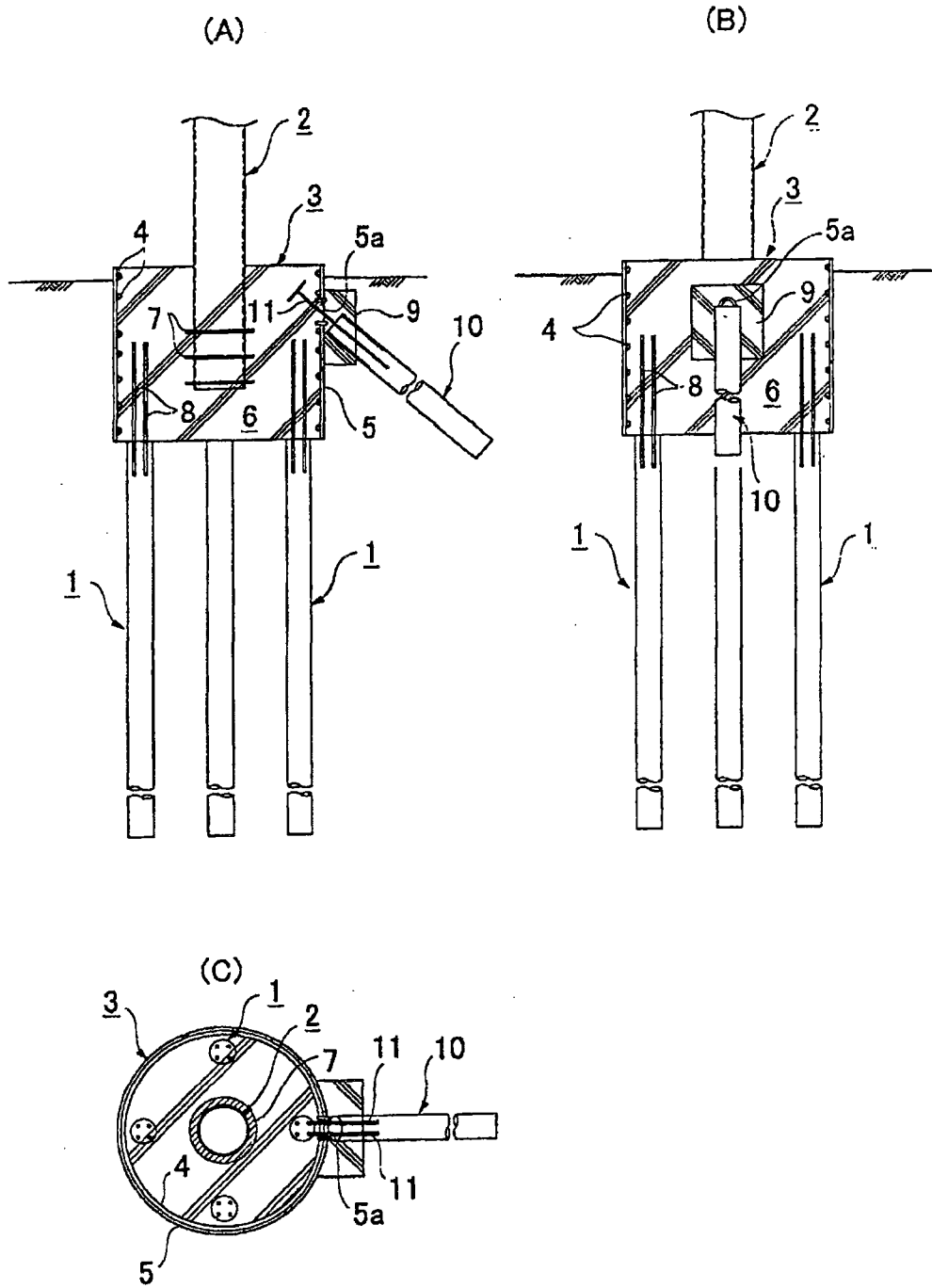


图2

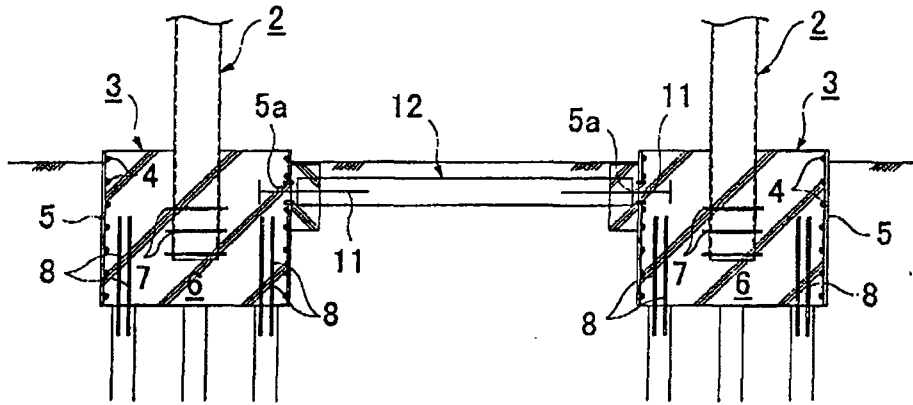


图3

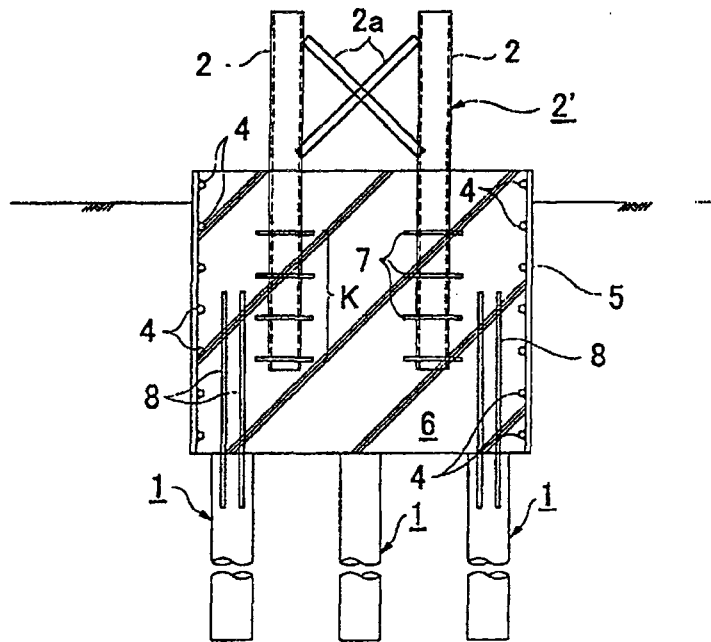


图4

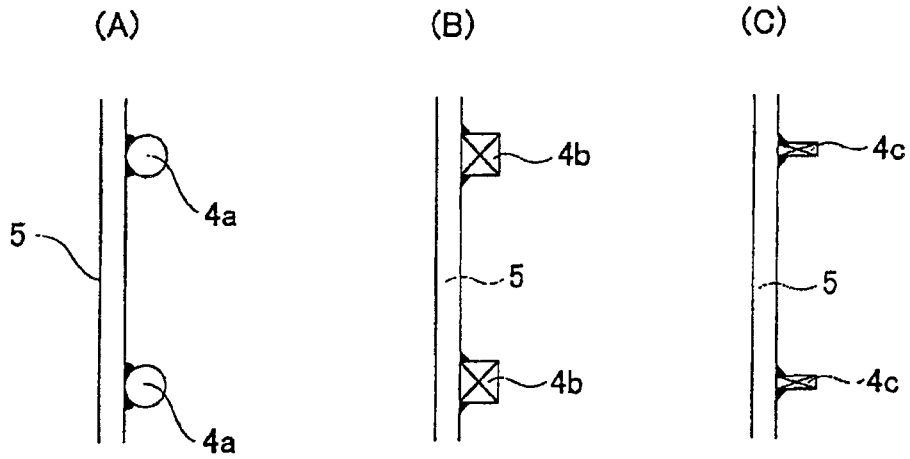


图5

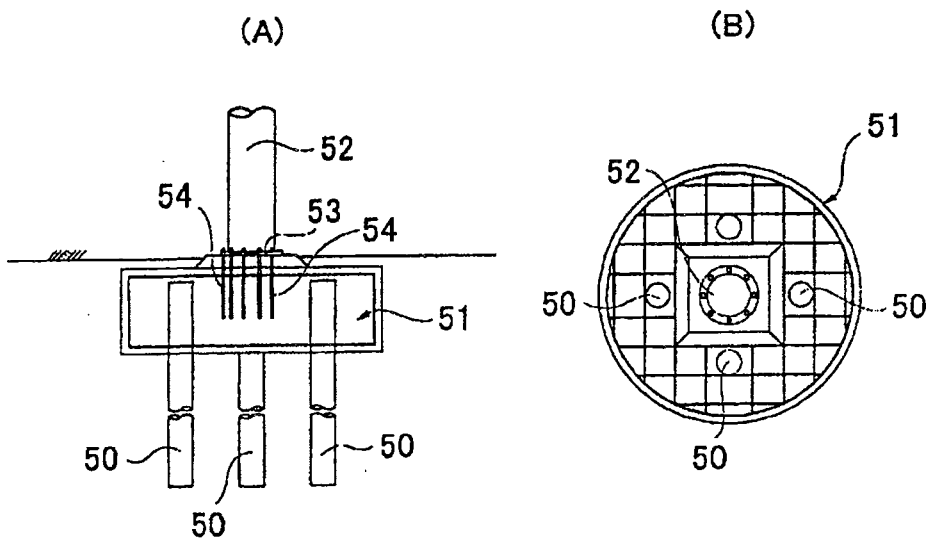


图6

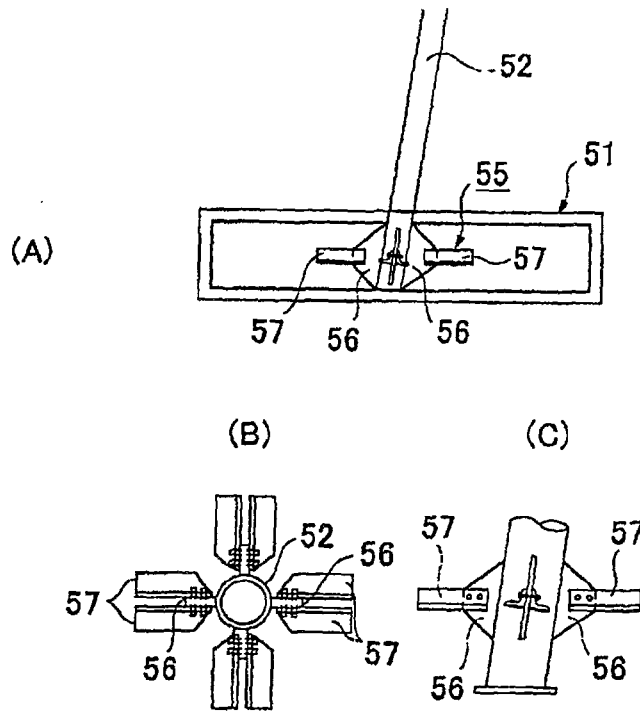


图7

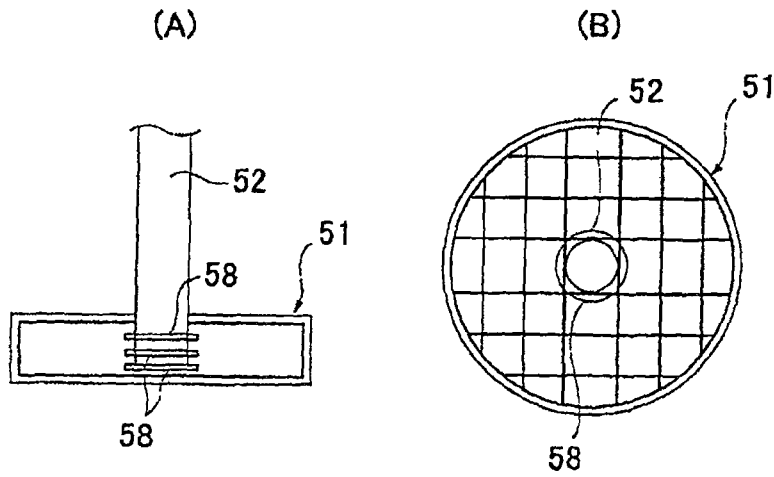


图8

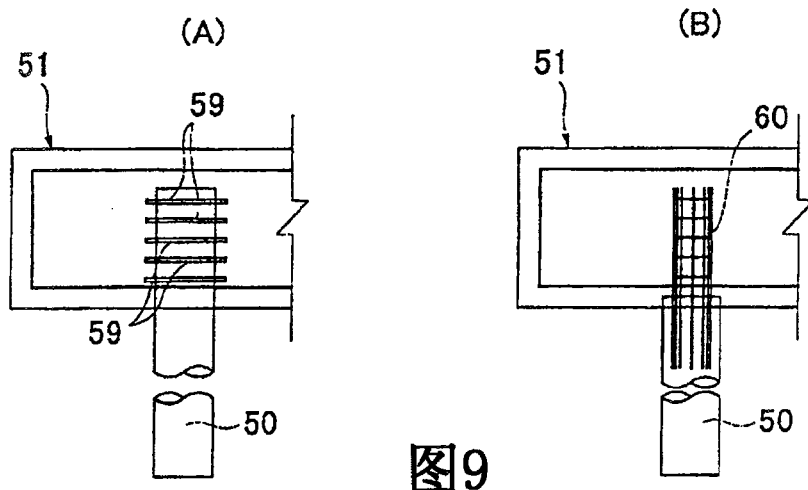


图9

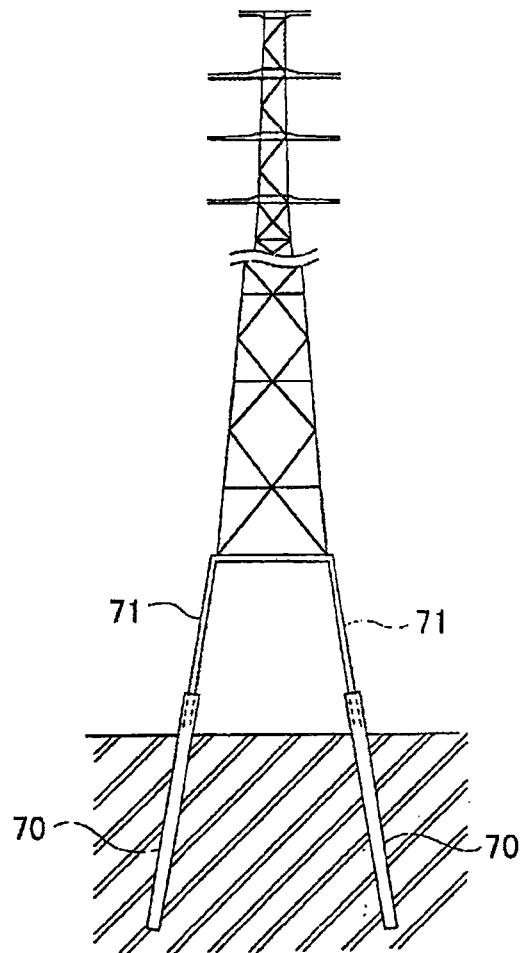


图10

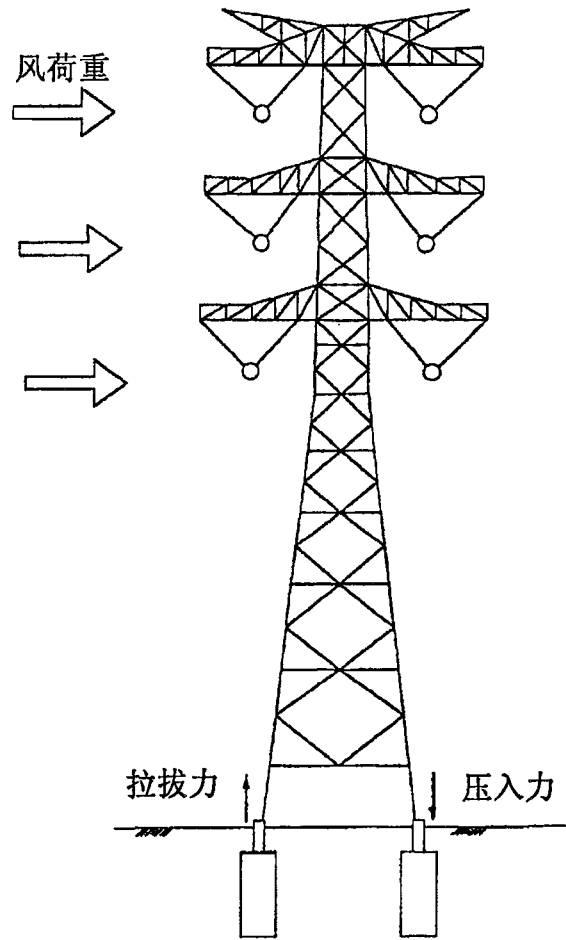


图11

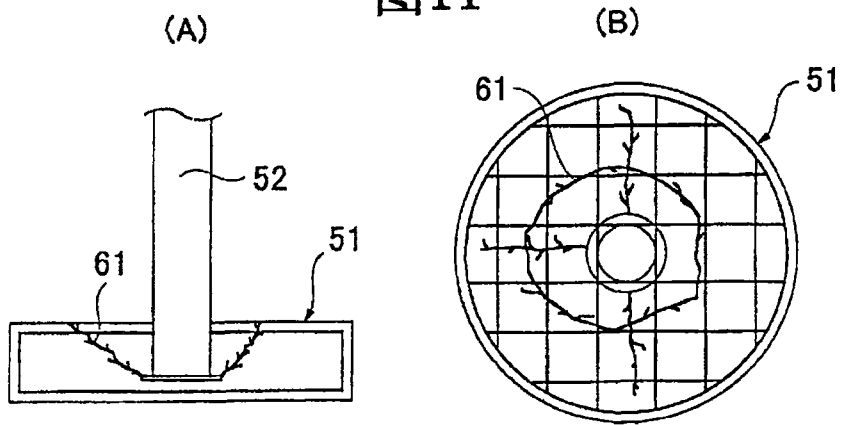


图12

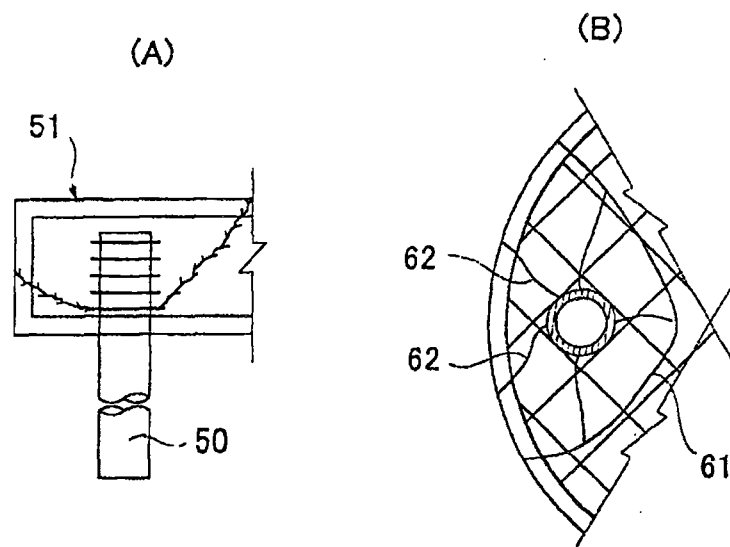


图13