



1. 一种导体软化处理装置,连续地加热和冷却线状的导体,所述导体软化处理装置具备:

进给机构,将所述导体沿其轴向连续地输送;

加热器,加热由所述进给机构输送的所述导体;

冷却槽,储存冷却水,经所述加热器加热后的所述导体浸渍在所述冷却水中;以及

溶氧量调节机构,将储存在所述冷却槽中的冷却水的溶氧量维持在预定的设定范围内,

所述加热器具有:

输送管,在导体的输送方向上延伸,并且在所述输送管的内部形成有助于输送所述导体的空腔;以及

多根导线,沿着所述输送方向埋设在所述输送管内,并且被布线成使得在所述空腔的垂直于所述输送方向的面内的中心处磁场增强。

2. 根据权利要求1所述的导体软化处理装置,其中,

所述输送管的主要成分是耐热树脂。

3. 根据权利要求1或2所述的导体软化处理装置,其中,

所述加热器具有隔热板,所述隔热板沿着所述输送方向埋设在所述输送管内,并包围所述空腔。

4. 根据权利要求3所述的导体软化处理装置,其中,

所述隔热板的平均厚度为0.5mm以上且5mm以下。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的导体软化处理装置,其中,

所述加热器具有磁性体,所述磁性体沿着所述输送方向埋设在所述输送管内,并包围所述空腔。

6. 根据权利要求5所述的导体软化处理装置,其中,

在垂直于所述输送方向的面内的所述空腔的中心处,磁通方向上的磁性体间距离比与所述磁通方向正交的方向上的磁性体间距离短。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的导体软化处理装置,其中,

所述输送管构成为能够拆分以开放所述空腔。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的导体软化处理装置,其中,

所述导线被绝缘包覆。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的导体软化处理装置,其中,

所述空腔的长度为50mm以上且1500mm以下。

10. 一种导体软化处理方法,连续地加热和冷却线状的导体,

所述导体软化处理方法使用权利要求1至9中任一项所述的导体软化处理装置,

所述导体软化处理方法具备:

将所述导体沿其轴向连续地输送的工序;

加热所输送的所述导体的工序;

通过将加热后的所述导体浸渍在冷却水中来冷却所述导体的工序;以及

将所述冷却水的溶氧量维持在预定的设定范围内的工序。

## 导体软化处理装置以及导体软化处理方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及导体软化处理装置以及导体软化处理方法。

### 背景技术

[0002] 专利文献1(特开2016-79436号公报)中记载了一种可以抑制导体氧化的导体软化处理装置。该导体软化处理装置通过将加热后的导体浸渍在溶氧量在预定的设定范围内的冷却水中,减少从加热状态冷却的导体周围的氧量,来抑制导体的氧化。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2016-79436号公报

### 发明内容

[0006] 本发明的一方面涉及的导体软化处理装置是连续地加热和冷却线状的导体的导体软化处理装置,其具备:进给机构,将上述导体沿其轴向连续地输送;加热器,加热由上述进给机构输送的上述导体;冷却槽,储存冷却水,经上述加热器加热后的上述导体浸渍在上述冷却水中;以及溶氧量调节机构,将储存在上述冷却槽中的冷却水的溶氧量维持在预定的设定范围内,上述加热器具有:输送管,在导体的输送方向上延伸,并且在上述输送管的内部形成有用于输送上述导体的空腔;以及多根导线,沿着上述输送方向埋设在上述输送管内,并且被布线成使得在上述空腔的垂直于上述输送方向的面内的中心处磁场增强。

[0007] 本发明的另一方面涉及的导体软化处理方法是连续地加热和冷却线状的导体的导体软化处理方法,该导体软化处理方法使用本发明的导体软化处理装置,该导体软化处理方法具备:将上述导体沿其轴向连续地输送的工序;加热所输送的上述导体的工序;通过将加热后的上述导体浸渍在冷却水中来冷却上述导体的工序;以及将上述冷却水的溶氧量维持在预定的设定范围内的工序。

### 附图说明

[0008] 图1是示出本发明的一实施方式涉及的导体软化处理装置的结构示意图。

[0009] 图2是图1所示的导体软化处理装置的加热器沿A-A线的示意性剖视图。

[0010] 图3是示出将图2所示的加热器的磁性体拆分后的状态的示意性剖视图。

### 具体实施方式

[0011] [本公开要解决的技术问题]

[0012] 在专利文献1中,作为加热导体的加热器,记载了一种使导体插入并穿过由透明玻璃等构成的管状构件,并利用布置在管状构件外侧的感应加热线圈对导体进行加热的结构。为了提高这样的结构中的加热效率,使线圈靠近导体的方法是有效的。然而,为了使线圈靠近导体,需要使管状构件变细。为此,容易产生以下弊端:管状构件容易损坏,导体难以

插入并穿过管状构件,管内部的状态确认、清洁变得困难,等等。因此,在上述传统的加热器结构中,使管状构件变细来使线圈靠近导体是有限的,难以提高加热效率。

[0013] 本公开是基于上述那样的情况而完成的,其目的是提供具有加热器的导体软化处理装置和使用该导体软化处理装置的导体软化处理方法,该加热器一面抑制装置的损坏,一面可提高导体的加热效率。

[0014] [本公开的效果]

[0015] 本公开的导体软化处理装置的加热器一面抑制装置的损坏,一面可提高导体的加热效率。因此,使用本公开的导体软化处理装置的导体软化处理方法一面抑制导体软化处理装置的损坏,一面可提高导体软化处理装置的能量效率,因而制造效率优异。

[0016] [本发明的实施方式的描述]

[0017] 本发明的一方面涉及的导体软化处理装置是连续地加热和冷却线状的导体的导体软化处理装置,其具备:进给机构,将上述导体沿其轴向连续地输送;加热器,加热由上述进给机构输送的上述导体;冷却槽,储存冷却水,经上述加热器加热后的上述导体浸渍在上述冷却水中;以及溶氧量调节机构,将储存在上述冷却槽中的冷却水的溶氧量维持在预定的设定范围内,上述加热器具有:输送管,在导体的输送方向上延伸,并且在上述输送管的内部形成有用于输送上述导体的空腔;以及多根导线,沿着上述输送方向埋设在上述输送管内,并且被布线成使得在上述空腔的垂直于上述输送方向的面内的中心处磁场增强。

[0018] 该导体软化处理装置通过将加热后的导体浸渍在溶氧量在预定的设定范围内的冷却水中,可以减少从加热状态冷却的导体周围的氧量,来抑制导体的氧化。另外,在该导体软化处理装置的加热器中,用于输送导体的空腔形成在输送管的内部,进而产生加热导体的磁场的导线沿着导体的输送方向埋设在输送管内。为此,该导体软化处理装置的加热器即使形成为使导线靠近导体来提高加热效率的结构,也不需要使输送管的壁厚变薄,因而输送管的损坏得以抑制。因此,该导体软化处理一面抑制装置的损坏,一面可提高导体的加热效率。

[0019] 上述输送管的主要成分以耐热树脂为好。通过像这样地使上述输送管的主要成分为不具有导电性的耐热树脂,可以一面维持导体的加热效率,一面提高抑制输送管损坏的效果。此外,由于可进一步提高输送管的耐热效果,因而可以使加热器可容易地承受来自高温的导体的热。

[0020] 上述加热器以具有隔热板,该隔热板沿着上述输送方向埋设在上述输送管内,并包围上述空腔为好。通过像这样地将上述加热器形成为具有沿着上述输送方向埋设在上述输送管内并包围上述空腔的隔热板的结构,可以进一步提高导体的加热效率。

[0021] 上述隔热板的平均厚度优选为0.5mm以上且5mm以下。通过像这样地将上述隔热板的平均厚度设为上述范围内,可以一面维持导线对导体的加热效率,一面提高隔热效果。

[0022] 上述加热器以具有磁性体,该磁性体沿着上述输送方向埋设在上述输送管内,并包围上述空腔为好。通过像这样地将上述加热器形成为具有沿着上述输送方向埋设在上述输送管内并包围上述空腔的磁性体的结构,空腔的磁场增强,因而可以进一步提高导体的加热效率。

[0023] 在垂直于上述输送方向的面内的上述空腔的中心处,磁通方向上的磁性体间距离以比与上述磁通方向正交的方向上的磁性体间距离短为好。通过像这样地在垂直于上述输

送方向的面内的上述空腔的中心处使磁通方向上的磁性体间距离比与上述磁通方向正交的方向上的磁性体间距离短,上述空腔内的磁场增强,因而可以进一步提高导体的加热效率。

[0024] 上述输送管以构成为能够拆分以开放上述空腔为好。通过像这样地将上述输送管构成为能够拆分以开放上述空腔,除了可以容易地将导体插入并穿过上述空腔以外,还可以容易地进行上述空腔内的状态确认、清洁。

[0025] 上述导线以被绝缘包覆为好。通过像这样地将上述导线绝缘包覆,即使是在将上述磁性体形成能够拆分的结构的情况下,也可以抑制由于输送管内部进水等而在多根导线之间发生电短路。因此,可以进一步抑制该导体软化处理装置的损坏。

[0026] 上述空腔的长度优选为50mm以上且1500mm以下。通过将上述空腔的长度设为上述范围内,一面抑制该导体软化处理装置的大型化,一面减少导体周围的氧量,可提高抑制导体氧化的效果。

[0027] 本发明的另一方面涉及的导体软化处理方法是连续地加热和冷却线状的导体的导体软化处理方法,该导体软化处理方法使用本发明的导体软化处理装置,该导体软化处理方法具备:将上述导体沿其轴向连续地输送的工序;加热所输送的上述导体的工序;通过将加热后的上述导体浸渍在冷却水中来冷却上述导体的工序;以及将上述冷却水的溶氧量维持在预定的设定范围内的工序。

[0028] 该导体软化处理方法由于使用本发明的导体软化处理装置,因而一面抑制导体软化处理装置的损坏,一面可提高导体软化处理装置的能量效率。因此,该导体软化处理方法具有优异的制造效率。

[0029] 这里,“溶氧量”是遵照JIS-K-0101:1998测量的值。“主要成分”说的是含量最高的成分,例如说的是含量为50质量%以上的成分。此外,“平均厚度”指的是在任意十个点测量的厚度的平均值。

[0030] [本发明的实施方式的详细内容]

[0031] 在下文中,参考附图详细描述本发明涉及的导体软化处理装置和导体软化处理方法的实施方式。

[0032] (导体软化处理装置)

[0033] 图1所示的导体软化处理装置连续地加热和冷却线状的导体C。该导体软化处理装置具备:进给机构1,将导体C沿其轴向连续地输送;加热器2,加热由该进给机构1输送的导体C;冷却槽3,储存冷却水W,经该加热器2加热后的导体C浸渍在冷却水W中;溶氧量调节机构4,将储存在冷却槽3中的冷却水W的溶氧量维持在预定的设定范围内;以及吹风机5,向导体C吹气以去除附着在表面的水分。

[0034] (导体)

[0035] 在该导体软化处理装置中进行软化处理的导体C并无特别限定,例如可列举铜线、铜合金线、镀锡铜线、铝线、铝合金线、钢芯铝线、铜飞线、镀镍铜线、镀银铜线、铜包铝线等,通常选用铜线。导体C的平均截面积并无特别限定,例如设为 $0.01\text{mm}^2$ 以上且 $10\text{mm}^2$ 以下。另外,导体C的截面形状并无特别限定,例如形成为圆形形状、矩形形状。

[0036] (进给机构)

[0037] 进给机构1包括多个导向槽轮(滑轮),导体C架设在多个导向槽轮(滑轮)上,进给

机构1构成为在箭头D所示的一定的方向上输送导体C。图1的进给机构1从输送方向的上游侧起由第一导向槽轮11、第二导向槽轮12和第三导向槽轮13这三个导向槽轮构成。通过将上游侧的第一导向槽轮11和下游侧的第三导向槽轮13配置在冷却槽3上方,并将中间的第二导向槽轮12配置在冷却槽3中,进给机构1以使导体C从储存于冷却槽3的冷却水W中通过的方式来输送导体C。优选地,进给机构1以使导体C沿铅直方向向下进入储存于冷却槽3的冷却水W中的方式来输送导体C。

[0038] 进给机构1输送导体C的输送速度并无特别限定,例如设为1m/min以上且1000m/min以下,通常设为5m/min以上且100m/min以下。

[0039] 〈加热器〉

[0040] 如图1至图3所示,加热器2具有在导体C的输送方向上延伸的输送管21以及沿上述输送方向埋设在输送管21内的多根导线22、隔热板23和磁性体24。

[0041] (输送管)

[0042] 输送管21在其内部形成有用于输送导体C的空腔21a。在该空腔21a中,导体C被加热后,由冷却水W冷却。当加热状态的导体C被浸渍在冷却水W中时,冷却水W夺取导体C的热而变成水蒸气。像这样地在空腔21a中产生的水蒸气在空腔21a内上升,并挤出存在于空腔21a内的含氧空气。由此,切断向加热状态的导体C的供氧,抑制导体C的氧化。

[0043] 形成在输送管21内部的空腔21a的横截面形状并无特别限定,例如可以形成为图2所示那样的方形形状、圆形形状。此外,空腔21a优选配置于输送管21的横截面的大致中央,也就是说,配置成使得空腔21a的横截面(垂直于上述输送方向的面)的中心M与输送管21的横截面的中心一致。需要指出,输送管21的横截面和空腔21a的横截面可以是相似形,但也可以是不同的形状。

[0044] 由于导体C在空腔21a的内侧输送,因而空腔21a的横截面形成为至少可以将导体C的最大横截面包含在内的大小。空腔21a的横截面积与导体C的最大横截面积之比的下限优选为2倍,更优选为4倍。另一方面,上述横截面积之比的上限优选为20倍,更优选为10倍。当上述横截面积之比小于上述下限时,由于导体C与空腔21a的内壁接触,因而有可能导体C受损,或者软化处理变得不均匀。相反,当上述横截面积之比超过上述上限时,由于难以将埋设在输送管21内的多根导线22靠近导体C而布置,因而除了有可能使导体C的加热效率得不到充分提高以外,还有可能使利用水蒸气进行的除氧变得不充分。需要指出,例如如图2所示,空腔21a的内壁的一部分或全部有时会由埋设于输送管21的隔热板23等构成,但空腔21a的横截面积指的是由内壁围成的空间的面积,而与其构成要素无关。

[0045] 优选地,在垂直于上述输送方向的面内的空腔21a的中心处,磁通方向(图2中的S方向,下文将详细描述)上的磁性体间距离(图2中的T1)比与磁通方向S正交的方向上的磁性体间距离(图2中的T2)短。通过像这样地在垂直于上述输送方向的面内的空腔21a的中心M处使磁通方向S上的磁性体间距离T1比与磁通方向S正交的方向上的磁性体间距离T2短,空腔21a内的磁场增强,因而可以进一步提高导体C的加热效率。

[0046] 空腔21a的长度(形成有空腔21a的输送管21的长度)以形成为使得空腔21a可以至少包围导体C的易氧化部分、也就是说处于加热状态的部分的长度为好。也就是说,空腔21a的至少下端浸渍在冷却水W中,而上端布置在下文描述的导线22的上端以上的高度处。

[0047] 空腔21a的长度的下限优选为50mm,更优选为100mm。另一方面,空腔21a的长度的

上限优选为1500mm,更优选为1000mm。当空腔21a的长度小于上述下限时,有可能无法充分减少导体C处于加热状态的位置处的导体C的气氛的氧量。相反,当空腔21a的长度超过上述上限时,有可能使该导体软化处理装置不必要地变得大型化。

[0048] 如上所述,空腔21a的下端(加热器2的下端)构成为位于储存在冷却槽3中的冷却水W内。空腔21a的下端的结构在图1中是通过不包含导线22、隔热板23和磁性体24在内地仅使输送管21向下方延长而使空腔21a的下端位于冷却水W内的结构,但空腔21a的下端的结构不限于此,也可以是其它结构。其它结构例如可以列举通过仅不包含导线22在内地使输送管21、隔热板23和磁性体24向下方延长而使空腔21a的下端位于冷却水W内的结构等。也可以使导线22的下端位于冷却水W内,但从加热效率的角度出发,导线22的下端优选位于冷却水W的液面上方。

[0049] 如图1所示,上述下端的结构优选是不包含导线22、隔热板23和磁性体24在内地仅使输送管21向下方延长而使空腔21a的下端位于冷却水W内的结构。在形成为这样的结构的情况下,下文描述的导线22的下端与冷却水W的液面之间的距离的下限优选为0.01m,更优选为0.05m。另一方面,导线22的下端与冷却水W的液面之间的距离的上限优选为1m,更优选为0.7m。即使是将导体C向导线22的下端的下方输送之后,导体C的温度也保持在某种程度,继续退火效应。此后,导体C被输送至冷却水W的液面下方并被急剧冷却。为此,当导线22的下端与冷却水W的液面之间的距离小于上述下限时,有可能使继续的退火效应减少,加热效率降低。相反,当导线22的下端与冷却水W的液面之间的距离超过上述上限时,有可能使该导体软化处理装置不必要地变得大型化。

[0050] 空腔21a的下端浸渍在冷却水W中的部分的长度的下限优选为0.01m,更优选为0.03m。另一方面,空腔21a的下端浸渍在冷却水W中的部分的长度的上限优选为0.15m,更优选为0.1m。当空腔21a的下端浸渍在冷却水W中的部分的长度小于上述下限时,利用冷却水W冷却导体C所产生的水蒸气容易泄漏到空腔21a的外部,有可能无法充分地减少导体C的气氛的氧量。相反,当空腔21a的下端浸渍在冷却水W中的部分的长度超过上述上限时,有可能使该导体软化处理装置不必要地变得大型化。

[0051] 如上所述,空腔21a的上端布置在导线22的上端以上的高度处。空腔21a的上端与导线22的上端之差的下限优选为0.01m,更优选为0.03m。另一方面,空腔21a的上端与导线22的上端之差的上限优选为0.15m,更优选为0.1m。当空腔21a的上端与导线22的上端之差小于上述下限时,有可能无法充分地减少导体C处于加热状态的位置处的导体C的气氛的氧量。相反,当空腔21a的上端与导线22的上端之差超过上述上限时,有可能使该导体软化处理装置不必要地变得大型化。

[0052] 输送管21的主要成分优选为耐热树脂。通过像这样地使输送管21的主要成分为不具有导电性的耐热树脂,可以一面维持导体C的加热效率,一面提高抑制输送管21损坏的效果。此外,由于可进一步提高输送管21的耐热效果,因而可以使加热器2可容易地承受来自高温的导体C的热。

[0053] 上述耐热树脂可以列举公知的工程塑料、例如聚碳酸酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、尼龙66、改性聚苯醚、聚苯硫醚、聚醚醚酮、聚四氟乙烯、聚醚酰亚胺、聚酰胺酰亚胺、聚酰亚胺等。

[0054] 上述耐热树脂的连续使用温度(UL)的下限优选为120℃,更优选为200℃。当上述

耐热树脂的UL小于上述下限时,输送管21有可能耐热不充分。另一方面,上述耐热树脂的连续使用温度(UL)的上限并无特别限定,越高越好。需要指出,“连续使用温度”是UL标准的UL746B中规定的温度。

[0055] 上述耐热树脂的韧性的下限优选为 $1\text{kJ/m}^2$ ,更优选为 $3\text{kJ/m}^2$ 。当上述耐热树脂的韧性小于上述下限时,有可能使抑制输送管21损坏的效果不足。另一方面,上述耐热树脂的韧性的上限并无特别限定,越高越好。这里,“韧性”说的是基于JIS-K-7111-1:2012中记载的夏比冲击特性的求法所求出的数值。

[0056] 需要指出,输送管21的厚度可以在一面维持加热器2的强度一面又避免加热器2变得过大的范围内适当确定。

[0057] (导线)

[0058] 多根导线22通过使交流电流过而产生磁通密度变化的磁场。通过该磁场的变化在导体C内产生涡电流,因其焦耳损耗,导体C自身发热。多根导线22加热导体C的加热温度根据导体C的材质等进行选择,例如设为 $300^{\circ}\text{C}$ 以上且 $500^{\circ}\text{C}$ 以下。

[0059] 导线22的根数并无特别限定,但优选设为容易增强磁场的两根或四根。当将导线22的根数设为两根时,如图2所示,导线22以将空腔21a的中心M作为中心配置于点对称位置为好。此外,当将导线22的根数设为四根时,导线22以在磁通方向S的两侧各两根地沿着磁通方向S配置成将空腔21a的中心M作为中心成点对称为好。在下文中,将作为示例描述如图2那样配置有两根导线22的情况,但导线22的根数、配置位置并不限于此,即使是导线22的根数、配置位置不同的情况也是同样。

[0060] 两根导线22被布线成使得在空腔21a的垂直于上述输送方向的面内的中心M处磁场增强。也就是说,由于施加到导线22的电压为交流电,因而在该交流电压变为正的情况下,图2中处于空腔21a的中心M下侧的导线22以被布线成流过从纸面之下向上的电流为好,而处于空腔21a的中心M上侧的导线22以被布线成流过从纸面之上向下的电流为好。当像这样进行了布线时,在交流电压变为正的情况下,两根导线22的磁通变为增强磁通方向S上的磁通的方向,因而在空腔21a的中心M处磁场增强。需要指出,在上述示例中,磁通方向S在图2中取从右到左的方向,但也可以相反地取从左到右的方向。这种情况下,与上述相反,处于空腔21a的中心M下侧的导线22被布线成流过从纸面之上向下的电流,而处于空腔21a的中心M上侧的导线22被布线成流过从纸面之下向上的电流。

[0061] 导线22优选具有电力流过的导体部22a和包覆导体部22a周围的包覆部22b。也就是说,导线22优选被绝缘包覆。通过像这样地将导线22绝缘包覆,即使是在将输送管21形成能够拆分的结构的情况下,也可以抑制由于输送管21内部进水等而在多根导线之间发生电短路。因此,可以进一步抑制该导体软化处理装置的损坏。需要指出,包覆部22b例如可以由耐热性的树脂管等构成。

[0062] 从导体C的加热均匀性的角度出发,多根导线22优选形成为相同的长度。导线22的长度被确定为使得能够充分加热导体C,具体的长度例如设为 $10\text{cm}$ 以上且 $200\text{cm}$ 以下。

[0063] 导线22的导体部22a以形成为冷却水能够在其内部流通的管状,以防变得过热为好。在像这样地将导体部22a形成为管状的情况下,适当确定导体部22a的粗细,以防变得过细而使冷却水的压力损失增加,此外,以防变得过粗而使加热效率降低。此外,适当地确定包覆部22b的平均厚度,以保证导体部22a与外部的绝缘性。



[0064] (隔热板)

[0065] 隔热板23包围空腔21a。通过像这样地将隔热板23配置成包围空腔21a,可以抑制热从空腔21a向外部扩散,提高导体C的加热效率。

[0066] 从提高加热效率的效果的角度出发,隔热板23的配置位置越靠近空腔21a越优选,更优选配置在比导线22更靠近空腔21a的位置,如图2所示,进一步优选配置在构成空腔21a的侧壁的位置。

[0067] 隔热板23具有绝缘性。由此,隔热板23相对于所埋设的导线22还起到绝缘板的作用,可以抑制多根导线22之间发生电短路。因此,进一步抑制该导体软化处理装置的损坏。

[0068] 隔热板23的平均厚度的下限优选为0.5mm,更优选为0.7mm。另一方面,隔热板23的平均厚度的上限优选为5mm,更优选为3mm。当隔热板23的平均厚度小于上述下限时,有可能隔热效果不足。相反,当隔热板23的平均厚度超过上述上限时,有可能不能充分提高导体C的加热效率。

[0069] 隔热板23的连续使用温度(UL)的下限优选为350℃,更优选为500℃。当隔热板23的UL小于上述下限时,有可能隔热效果不足。另一方面,隔热板23的连续使用温度(UL)的上限并无特别限定,越高越好。

[0070] 隔热板23的韧性的下限优选为0.5kJ/m<sup>2</sup>,更优选为1kJ/m<sup>2</sup>。当隔热板23的韧性小于上述下限时,有可能隔热板23容易损坏。另一方面,隔热板23的韧性的上限并无特别限定,越高越好。

[0071] (磁性体)

[0072] 磁性体24包围空腔21a。磁性体24增强由导线22感应的磁场,促进导体C的加热。具体地,如图2所示,空腔21a被平行于磁通方向S的一对磁性体24和垂直于磁通方向的一对磁性体24共四个磁性体24包围。通过像这样地将加热器2形成为具有包围空腔21a的磁性体24的结构,空腔21a的磁场增强,因而可以进一步提高导体C的加热效率。

[0073] 磁性体24的材料并无特别限定,可以使用公知的铁氧体等材料。

[0074] 磁性体24的各个横截面形状并无特别限定,例如可以是方形形状(正方形形状或矩形形状)等。磁性体24的全部横截面的大小(图2中四个磁性体24的总计大小)根据导体C的材质等适当确定,以便可以充分地加热导体C。

[0075] 如图2所示,磁性体24优选配置成使得导体22位于由四个磁性体24包围的空间内。通过像这样地配置磁性体24,一面维持利用磁性体24提高导体C的加热效率的效果,一面使导线22能够靠近空腔21a,因而进一步提高导体C的加热效率。

[0076] (输送管的拆分)

[0077] 输送管21构成为能够拆分以开放空腔21a。通过该拆分,空腔21a的一部分沿着上述输送方向朝外部开放。通过像这样地将输送管21构成为能够拆分以开放空腔21a,除了可以容易地将导体C插入并穿过空腔21a以外,还可以容易地进行空腔21a内的状态确认、清洁。

[0078] 空腔21a的开放部分的宽度(与上述输送方向垂直的方向上的长度)至少设为能够使导体C进出空腔21a的大小,如果考虑空腔21a内的清洁等维护性,优选设为空腔21a的最大宽度。例如,如果是具有横截面为如图2所示那样的方形形状的空腔21a的输送管21,则优选拆分成如图3所示那样的姿态。更具体地,以在垂直于上述输送方向的面中,以诸如通过

包含与磁通方向S正交的空腔21a的内壁面中的一个内壁面而不包含多根导线22的位置那样的折线拆分为沿上述输送方向切断的两个部分为好。

[0079] 构成为能够拆分的输送管21的开闭方法只要可以在关闭状态下确保气密性则无特别限定,例如可以列举使用将耐热橡胶等作为材料的密封材料的方法、在主体部和拆分部设置接合机构的方法等。

[0080] 〈冷却槽〉

[0081] 冷却槽3是储存冷却水W且上部开放的水槽。该冷却槽3的上部由盖体31密封,该盖体31形成有被加热器2贯穿的孔。此外,冷却槽3具有将冷却水W的水位保持在预定范围内的溢流机构32。

[0082] 该冷却槽3的容量并无特别限定,根据第二导向槽轮12的大小等来进行选择。构成冷却槽3的材料例如使用金属、树脂、玻璃等中的一种或多种的组合。

[0083] (冷却水)

[0084] 冷却水W储存在冷却槽3内以浸渍加热器2的下端(空腔21a的下端)。

[0085] 导体C在冷却槽3中的浸渍深度、也就是说从冷却水W的液面到冷却槽3内的第二导向槽轮12的下端为止的垂直距离根据导体C的横截面积、输送速度设为可以充分冷却导体C的深度。

[0086] (盖体)

[0087] 盖体31限制空气出入冷却槽3,但不具有使冷却槽3内的压力与大气压不同这种程度的气密性。构成该盖体31的材料例如使用金属、树脂、玻璃等中的一种或多种的组合。

[0088] (溢流机构)

[0089] 溢流机构32使冷却水W溢流,以防冷却槽3的水位在一定高度以上。在该导体软化处理装置中,当气氛中的氧溶解在冷却槽3内的冷却水W中而使溶氧量上升时,从下文所述的溶氧量调节机构4向冷却槽3供应溶氧量小的新的冷却水W。该导体软化处理装置由于具有该溢流机构32,从而在被供应了新的冷却水W时,通过优先使旧的冷却水W溢流,可以将冷却槽3内的冷却水W的溶氧量维持在设定范围内。

[0090] 该溢流机构32使用在冷却槽3的侧壁开口的管等。如图1所示,溢流机构32也可以具有存水弯32a,该存水弯32a利用溢流的冷却水W将冷却槽3的内部空间与外部之间隔离。

[0091] 〈溶氧量调节机构〉

[0092] 溶氧量调节机构4具有:向冷却槽3供应新的冷却水W的供应部41、测量储存在冷却槽3中的冷却水W的溶氧量的溶氧量检测部42、基于该溶氧量检测部42的检测值控制供应部41的冷却水供应量的控制部43、以及减少由供应部41供应的冷却水W的溶氧量的脱氧部44。

[0093] 在该溶氧量调节机构4中,例如溶氧量检测部42检测储存在冷却槽3中的冷却水W的溶氧量,当其检测值超过预先设定的设定范围的上限值时,从供应部41向冷却槽3供应由脱氧部44减少了溶氧量的新的冷却水W。另外,当溶氧量检测部42的检测值小于上述设定范围的下限值时,溶氧量调节机构4停止从供应部41向冷却槽3供应新的冷却水W。由此,储存在冷却槽3中的冷却水W的溶氧量维持在上述设定范围内。另外,也可以调整冷却水W的供应量,使得溶氧量检测部42的检测值成为上述设定范围内的代表值。

[0094] 冷却槽3内的冷却水W的溶氧量的上述设定范围的下限值优选为0.1mg/L,更优选为0.3mg/L。另一方面,上述设定范围的上限值优选为6mg/L,更优选为3mg/L,进一步优选为

2mg/L,特别优选为1mg/L。如果要使冷却槽3内的冷却水W的溶氧量小于上述设定范围的下限值,需要大的设备成本和运行成本,可能不经济,或者可能由于形成不规则的氧化覆膜而导致导体C的表面的密合性降低。相反,当冷却槽3内的冷却水W的溶氧量超过上述上限时,可能无法充分地抑制导体C的氧化。也就是说,冷却槽3内的冷却水W的溶氧量优选维持在低于大气开放状态下的水的溶氧量的值,但并非是说越小则越可以提高软化处理后的导体C表面的密合性。因此,通过将冷却槽3内的冷却水W的溶氧量维持在上述优选的范围内,可以使软化处理后的导体C表面的密合性最大化。需要指出,如果没有操作和控制上的问题,则上述设定范围的下限值也可以是0mg/L。在这种情况下,冷却槽3内的冷却水W的溶氧量只要在预先设定的设定值(相当于上述设定范围的上限)以下即可。此外,上述设定范围的下限值也可以与上限值相同。也就是说,也可以通过溶氧量调节机构4将冷却槽3内的冷却水W的溶氧量调节为与设定值之间的差尽可能地小。

[0095] (供应部)

[0096] 供应部41由向冷却槽3供应新的冷却水W的管道形成,并具有调整向冷却槽3供应的冷却水W的流量的调整阀45。

[0097] 供应部41供应冷却水W的冷却槽3内的位置优选设为与冷却槽3的溢流机构32分离的位置。由于该布置,通过从供应部41供应溶氧量小的新的冷却水W,溶氧量增加的旧的冷却水W溢流,冷却槽3内的冷却水W整体上减少溶氧量。

[0098] 进而,供应部41优选通过在储存于冷却槽3的冷却水W中开口的管道供应新的冷却水W。通过像这样地将新的冷却水W供应到冷却槽3的内部,可以防止因搅拌冷却水W的液面而使存在于液面上的空间的氧溶解于冷却水W。

[0099] (溶氧量检测部)

[0100] 溶氧量检测部42检测储存在冷却槽3内的冷却水W的溶氧量,并将其作为检测信号发送到控制部43。该溶氧量检测部42例如可以使用遵照JIS-K-0803:1995的溶解氧自动测量仪。

[0101] 溶氧量检测部42的配置位置优选避开因从供应部41供应新的冷却水W而使溶氧量可能变得小于其它部分的位置,更优选可以测量有助于抑制导体C氧化的冷却水W的溶氧量的位置,也就是说更优选导体C进入冷却水W的位置附近。

[0102] (控制部)

[0103] 控制部43通过调节供应部41的调整阀45的开度来控制供应部41向冷却槽3供应新的冷却水W的供应量,以将溶氧量检测部42的检测值维持在预定的设定范围内。

[0104] 控制部43例如可以由通用计算机、PID控制器、定序器等构成。此外,作为其控制方法,例如可以适用PID控制、比例控制、开关控制、模糊(隶属函数)控制等。

[0105] (脱氧部)

[0106] 脱氧部44例如由化学脱氧器、加热脱氧器、真空脱氧器、反渗透膜脱氧器、氮脱氧器等构成。

[0107] 上述化学脱氧器通过向补给水添加脱氧剂,利用化学反应去除氧。上述脱氧剂例如可列举肼、亚硫酸钠、天然有机化合物等。

[0108] 上述加热脱氧器通过加热补给水并使其沸腾来去除溶解氧。使补给水沸腾的方法可列举通过加热器加热补给水的方法、将蒸气引入补给水的方法等。

[0109] 上述真空脱氧器通过对补给水进行减压来去除溶解氧。为了促进溶解氧的脱气，也可以将补给水雾化喷出。

[0110] 上述反渗透膜脱氧器通过使用阻止氧气透过的反渗透膜过滤水来获得溶氧量小的水。

[0111] 上述氮脱氧器使氮气与补给水气液接触，通过分压差使补给水中的溶解氧向氮气侧移动。

[0112] 通过如上那样的脱氧部44从补给水中去除氧而获得的新的冷却水W的溶氧量的下限优选为0.05mg/L，更优选为0.1mg/L。另一方面，上述新的冷却水W的溶氧量的上限优选为2mg/L，更优选为1mg/L。为了使上述新的冷却水W的溶氧量小于上述下限，需要大的设备成本和运行成本，可能不经济。相反，当上述新的冷却水W的溶氧量超过上述上限时，可能无法充分地减少冷却槽3内的冷却水W的溶氧量。

[0113] 〈吹风机〉

[0114] 吹风机5是非接触式擦拭器，其通过将空气吹到从冷却槽3出来的导体C表面来掸落附着在导体C表面的水滴。该吹风机5优选吹气方向、与盖体31的分离距离被设定为使得吹到导体C表面的空气不易从盖体31的孔进入冷却槽3内部。

[0115] 〈优点〉

[0116] 在该导体软化处理装置中，通过将加热后的导体C浸渍在溶氧量在预定的设定范围内的冷却水W中，可以减少从加热状态冷却的导体C周围的氧量，可以抑制导体C氧化。此外，在该导体软化处理装置的加热器2中，用于输送导体C的空腔21a形成于输送管21的内部，进而产生对导体C进行加热的磁场的导线22沿着导体C的输送方向埋设在输送管21内。为此，该导体软化处理装置的加热器2即使形成为使导线22靠近导体C来提高加热效率的结构，也不需要使输送管21的壁厚变薄，因而输送管21的损坏得以抑制。因此，该导体软化处理一面抑制装置的损坏，一面可提高导体C的加热效率。

[0117] [导体软化处理方法]

[0118] 本发明的一方面涉及的导体软化处理方法是连续地加热和冷却线状的导体C的导体软化处理方法。该导体软化处理方法使用图1的该导体软化装置来进行。

[0119] 该导体软化处理方法具备：将导体C沿其轴向连续地输送的工序；加热所输送的导体C的工序；通过将加热后的导体C浸渍在冷却水W中来进行冷却的工序；以及将冷却水W的溶氧量维持在预定的设定范围内的工序。

[0120] 〈输送工序〉

[0121] 上述输送工序可以使用图1的该导体软化装置的进给机构1来进行。因此，输送速度等输送条件与针对图1的该导体软化装置所描述的内容是同样的。

[0122] 需要指出，当导体C是截面形状为矩形形状的平角导体时，以使导体C的截面的长边相对于磁通方向S垂直来输送导体C为好。通过像这样地进行输送，可以高效地加热导体C。

[0123] 〈加热工序〉

[0124] 上述加热工序可以使用图1的该导体软化装置的加热器2来进行。因此，加热条件与针对图1的该导体软化装置所描述的内容是同样的。

[0125] 〈冷却工序〉

[0126] 上述冷却工序可以通过将导体C浸渍在冷却水W中来进行,该冷却水W储存在图1的该导体软化装置的冷却槽3中。

[0127] 〈维持工序〉

[0128] 上述维持工序可以使用图1的该导体软化装置的溶氧量调节机构4来进行。因此,冷却水W的条件等与针对图1的该导体软化装置所描述的内容是同样的。

[0129] 〈优点〉

[0130] 该导体软化处理方法由于使用本发明的导体软化处理装置,因而一面抑制导体软化处理装置的损坏,一面可提高导体软化处理装置的能量效率。因此,该导体软化处理方法具有优异的制造效率。

[0131] 〔绝缘电线的制造方法〕

[0132] 接着,对使用该导体软化方法制造绝缘电线的制造方法进行了描述。通过具备以下工序的方法来制造绝缘电线:即、通过该导体软化处理方法对导体进行软化处理的工序;在软化后的导体的表面涂敷绝缘涂料(清漆)的工序;以及通过加热烘烤涂敷在导体表面的绝缘涂料的工序。

[0133] 〈软化处理工序〉

[0134] 按照上述该导体软化处理方法进行上述软化处理工序。

[0135] 〈涂敷工序〉

[0136] 在上述涂敷工序中,使导体C穿过储存绝缘涂料的涂敷槽,并通过模具将附着在导体C表面的绝缘涂料调整为一定的厚度。

[0137] 绝缘涂料的主要成分是绝缘性和耐热性高的树脂即可,例如可列举聚酰胺、聚酰亚胺、聚酰胺酰亚胺、聚酯酰亚胺等。此外,绝缘涂料例如可以包含N-甲基-2-吡咯烷酮、甲酚等溶剂。

[0138] 上述模具使用如下公知的模具:该模具其内表面形成成为圆锥面形状,通过楔形膜效应对导体C自动调心而具有在周向上使膜厚一定的效果。

[0139] 〈烘烤工序〉

[0140] 在上述烘烤工序中,通过对表面涂敷有绝缘涂料的导体进行加热而使绝缘涂料固化。在绝缘涂料包含溶剂的情况下,首先以低于树脂成分的固化温度的温度使溶剂挥发,接着升温到使树脂成分固化的温度,从而可以形成没有气泡的绝缘包覆。

[0141] 加热方法例如可以采用通过电磁感应使导体发热的感应加热、利用加热器的辐射热对绝缘涂料进行加热的辐射加热、使热风循环来加热绝缘涂料的热风加热等。

[0142] 〈优点〉

[0143] 上述绝缘电线的制造方法由于在通过该导体软化处理方法使导体C软化之后形成绝缘包覆,因而可以制造导体C未氧化的、柔软性和导电率高的绝缘电线。

[0144] 〔其它实施方式〕

[0145] 应该被认为的是,本次公开的实施方式在所有方面都是例示性的,而非限制性的。本发明的范围并不限定于上述实施方式的结构,而是通过权利要求书示出,意图包含与权利要求书同等的含义和范围内的所有变更。

[0146] 在上述实施方式中,对于导体软化处理装置,描述了加热器具有包围空腔的隔热板的结构,但隔热板也可以不包围上述空腔。例如即使隔热板沿着空腔的一部分埋设在输

送管内,也对提高加热效率具有一定的效果。进而,省略隔热板的结构也是本发明的意图所在。

[0147] 在上述实施方式中,描述了空腔被总共四个磁性体包围的情况,但包围空腔的磁性体不限于四个,例如也可以用一个磁性体包围空腔。通过像这样地形成用一个磁性体包围空腔的结构,特别可以提高抵抗变形的强度,因而可以进一步提高抑制输送管损坏的效果。需要指出,在用一个磁性体包围空腔的情况下,输送管也可以仅由磁性体构成。

[0148] 在上述实施方式中,对于导体软化处理装置,描述了隔热板、磁性体和导线独立地埋设在输送管中的情况,但例如导线也可以形成埋设在隔热板、磁性体中的结构。

[0149] 在上述实施方式中,对于导体软化处理装置,描述了输送管构成为能够拆分以开放形成于内部的空腔的情况,但输送管能够拆分的结构并不是必须的,以不能拆分的输送管构成的导体软化处理装置也是本发明的意图所在。

[0150] 在上述实施方式中,描述了导线被绝缘包覆的情况,但这不是必须的构成条件,导线也可以不被绝缘包覆。例如在导线埋设在隔热板内的情况下,也可以通过隔热板实现绝缘。

[0151] 在该导体软化处理装置中,也可以省略供应部。如果冷却槽足够大,则即便不从供应部供应新的冷却水,冷却槽中的冷却水的溶氧量也可以在一定时间保持为低水平。

[0152] 在该导体软化处理装置中,也可以省略溢流机构。在不过量供应新的冷却水的情况下,无需从冷却槽排出冷却水,在从冷却槽排出冷却水的情况下,也可以使用其它方式,例如,在冷却槽的下部形成排出流路,或者利用抽吸泵抽出冷却水,等等。

[0153] 在该导体软化处理装置中,也可以将脱氧部设置于冷却槽,作为替代供应部的溶氧量调整机构。例如,通过配置向冷却槽供应脱氧剂的装置、供应氮气的装置,可以将储存在冷却槽中的冷却水的溶氧量保持为低水平。溶氧量调整机构不仅可以由控制部自动控制,也可以由操作员进行操作。此外,通过预先向冷却槽过量投入脱氧剂,也可以将溶氧量在一定时间维持为低水平。

[0154] 在该导体软化处理装置中,在从液面溶解到冷却水中的氧量少的情况等下,也可以省略冷却槽的盖。

[0155] 此外,为了减少从液面溶解到冷却水中的氧量,也可以将冷却槽的形状设计成使得液面的面积变小。

[0156] 进而,在该导体软化处理装置中,也可以省略吹风机。

[0157] 实施例

[0158] 在下文中,将基于实施例详细描述本发明,但并非基于该实施例的记载限定性地解释本发明。

[0159] [No.1]

[0160] 使用结构遵照图1的导体软化处理装置的装置,进行了软化作为导体的硬铜线的试验。

[0161] 在No.1中,加热器形成为如下结构:使用玻璃管,该玻璃管在导体的输送方向上延伸,并且在该玻璃管的内部形成有助于输送上述导体的空腔,在该玻璃管的外部以隔着上述空腔对置的方式布置有两根导线。需要指出,在No.1中,加热器形成为不具有磁性体的结构,并且导线的长度(导体在输送方向上的长度)设为10cm。此外,导线被布线成使得在上述

空腔的垂直于上述输送方向的面内的中心处磁场增强。

[0162] 导体为平角铜线(横截面为具有与直径3mm的圆同等的面积的矩形形状),导体的输送速度设为15m/min。此外,调整供电量,使得加热器的加热速度达到100℃/秒,并将导体加热至300℃。此时的加热效率如表1所示。

[0163] 此外,如表1所示,使用No.1的装置进行了十次导体软化处理试验,结果其中的三次确认到加热器损坏。

[0164] [No.2]

[0165] 在No.2中,加热器形成为具有一对磁性体的结构。在No.2中,除了该加热器的结构以外,形成为与No.1同样的结构。需要指出,一对磁性体隔着各导线分别布置在与空腔相反的一侧。也就是说,磁通方向开放(磁性体间距离T1无穷大),空腔的中心处的磁通方向上的磁性体间距离T1比与磁通方向正交的方向上的磁性体间距离T2长。

[0166] 使用上述导体软化处理装置,在与No.1同样的条件下对导体进行了加热。此时的加热效率如表1所示。

[0167] 此外,如表1所示,使用No.2的装置进行了二十次导体软化处理试验,结果其中的五次确认到加热器损坏。

[0168] [No.3]

[0169] 在No.3中,加热器形成为如下结构:使用输送管,该输送管在导体的输送方向上延伸,并且在该输送管的内部形成有用于输送上述导体的空腔,两根导线和四个磁性体如图2所示埋设在该输送管内。在空腔的中心处,使磁通方向上的磁性体间距离T1比与磁通方向正交的方向上的磁性体间距离T2短。需要指出,输送管以耐热树脂为主要成分,并且导线的长度设为10cm。

[0170] 使用上述导体软化处理装置,在与No.1同样的条件下对导体进行了加热。此时的加热效率如表1所示。

[0171] 此外,如表1所示,使用No.3的装置进行了三十五次导体软化处理试验,结果未确认到加热器损坏。

[0172] [表1]

[0173]		加热效率 (%)	损坏次数/试制次数
	No.1	10.0	3/10
	No.2	24.0	5/20
	No.3	36.0	0/35

[0174] 在表1中,“加热效率”说的是,对于每单位长度的导体,导体的温20度上升与比热容相乘而得到的值除以投入电力量所得的值。

[0175] 由表1可知,使用将导线埋设在输送管内的加热器的No.3的导体软化处理装置与未埋设有导线的No.1、No.2的导体软化处理装置相比,难以发生加热器的损坏。由此可以说,通过沿着导体的输送方向将导线埋设在输送管内,可以抑制输送管的损坏。

[0176] 此外,加热器具有磁性体的No.2和No.3的导体软化处理装置与不具有磁性体的No.1的导体软化处理装置相比,加热效率更高。由此可以说,通过使用具有磁性体的加热器,可以进一步提高导体的加热效率。

[0177] 进而,空腔的中心处磁通方向上的磁性体间距离T1短于与磁通方向正交的方向上的磁性体间距离T2的No.3的导体软化处理装置与上述T1长于上述T2的No.2的导体软化处理装置相比,加热效率更高。由此可以说,通过在垂直于输送方向的面内的空腔的中心处使磁通方向上的磁性体间距离比与磁通方向正交的方向上的磁性体间距离短,可以进一步提高导体的加热效率。

[0178] 附图标记说明

[0179] 1 进给机构

[0180] 11 第一导向槽轮

[0181] 12 第二导向槽轮

[0182] 13 第三导向槽轮

[0183] 2 加热器

[0184] 21 输送管

[0185] 21a 空腔

[0186] 22 导线

[0187] 22a 导体部

[0188] 22b 包覆部

[0189] 23 隔热板

[0190] 24 磁性体

[0191] 3 冷却槽

[0192] 31 盖体

[0193] 32 溢流机构

[0194] 32a 存水弯

[0195] 4 溶氧量调节机构

[0196] 41 供应部

[0197] 42 溶氧量检测部

[0198] 43 控制部

[0199] 44 脱氧部

[0200] 45 调整阀

[0201] 5 吹风机

[0202] C 导体

[0203] M 空腔的中心

[0204] W 冷却水。



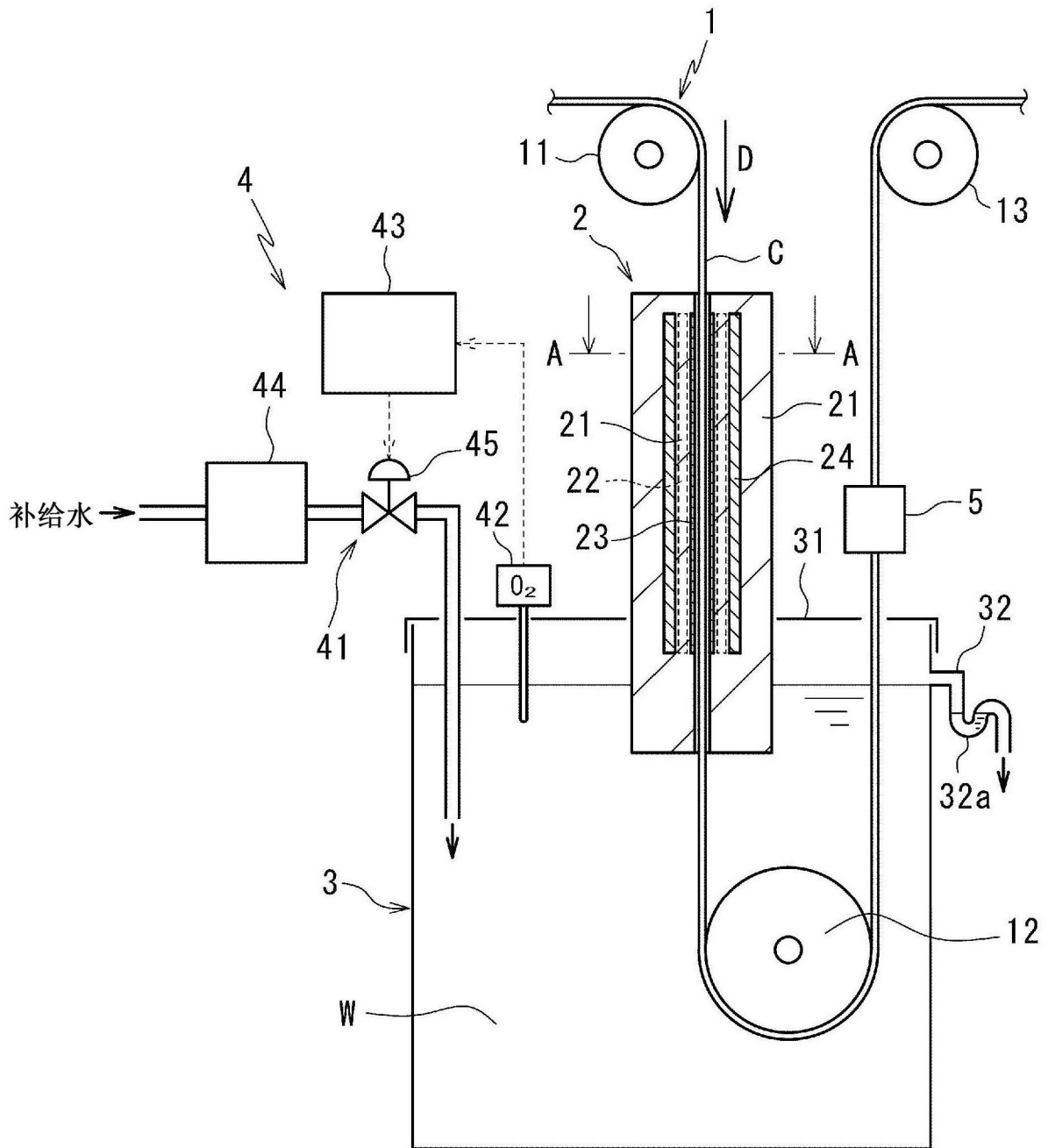


图1

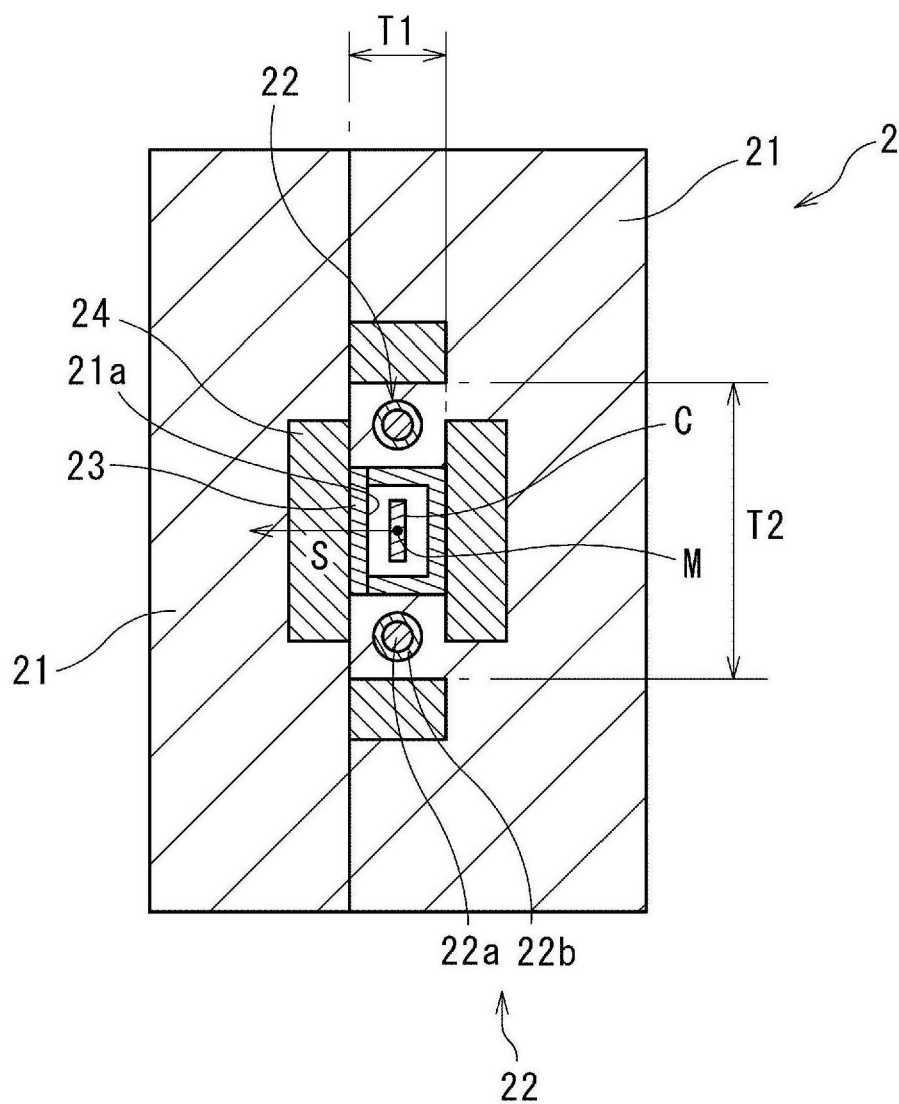


图2

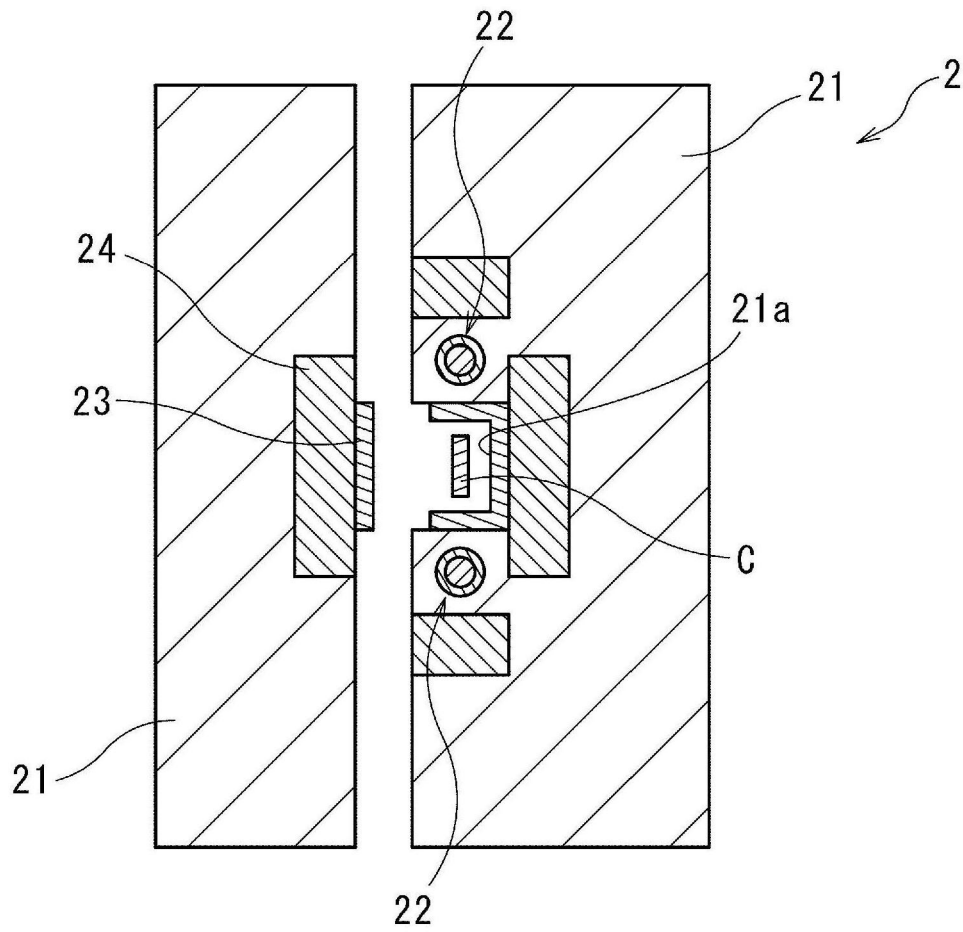


图3