



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111213432 B

(45) 授权公告日 2022. 03. 25

(21) 申请号 201880022939.4  
 (22) 申请日 2018.02.07  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 111213432 A  
 (43) 申请公布日 2020.05.29  
 (30) 优先权数据  
 62/456,344 2017.02.08 US  
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日  
 2019.09.29  
 (86) PCT国际申请的申请数据  
 PCT/US2018/017165 2018.02.07  
 (87) PCT国际申请的公布数据  
 W02018/148242 EN 2018.08.16  
 (73) 专利权人 应达公司  
 地址 美国新泽西州  
 (72) 发明人 米歇尔·方丹 菲利普·韦伯  
 本杰明·米歇尔 琼·洛文斯  
 (74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司 11225  
 代理人 王智 孙勤

(51) Int.Cl.  
*H05B 6/10* (2006.01)  
*H05B 6/14* (2006.01)  
 (56) 对比文件  
 US 4258241 A, 1981.03.24  
 WO 2014186380 A1, 2014.11.20  
 CN 102067254 A, 2011.05.18  
 US 7482559 B2, 2009.01.27  
 EP 1221826 A2, 2002.07.10  
 US 6107613 A, 2000.08.22  
 EP 0385571 A1, 1990.09.05  
 CN 104508154 A, 2015.04.08  
 US 2009255924 A1, 2009.10.15  
 EP 1384391 A1, 2004.01.28  
 US 2002148830 A1, 2002.10.17  
 EP 0237371 A1, 1987.09.16  
 US 3684619 A, 1972.08.15  
 CN 102067254 A, 2011.05.18  
 CN 101406103 A, 2009.04.08  
 CN 103222337 A, 2013.07.24  
 CN 102282911 A, 2011.12.14  
 CN 1802044 A, 2006.07.12

审查员 雷鑫水

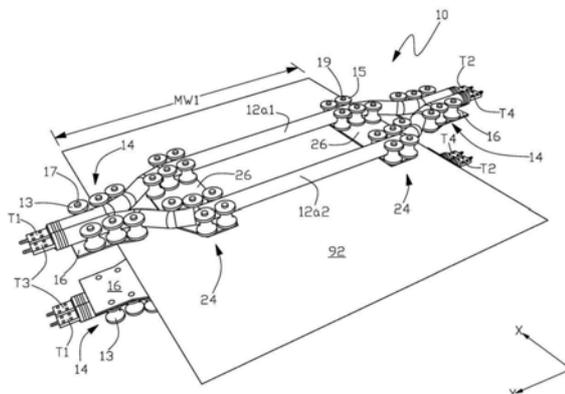
权利要求书3页 说明书8页 附图20页

(54) 发明名称

用于感应加热带或板的可调横向电感器

(57) 摘要

横向磁通感应加热装置设置有一对横向磁通电感器组件,其中,在该对组件的每个中的电感器由一对连续的柔性电缆形成,该对柔性电缆设置在辊组件的辊通道中,辊组件用于调节电感器横跨工件的从边缘到边缘的横向之间的横向长度,工件在该对电感器组件的每个中的电感器之间移动,和/或调节该对组件中的每个电感器的横向电感器长度之间的极距。



CN 111213432 B

1. 一种横向磁通感应加热设备,用于感应加热位于一对横向磁通电感器组件之间的工件,所述一对横向磁通电感器组件中的每个包括:

一对柔性电缆,形成横向的一对电导体,该对柔性电缆中的每个具有相对的横向端,该相对的横向端延伸超过工件的相对的横向边缘;

一对分开的可移动电缆连接器组件,其布置在该对柔性电缆的每个相对的横向端附近,该对分开的可移动电缆连接器组件各自具有连接器辊通道,该对柔性电缆设置在其中,以将该对柔性电缆的相邻的相对横向端连接在一起;以及

一对分开的可移动电缆分隔器组件,在该对分开的可移动电缆连接器组件的内侧方向靠近所述一对柔性电缆每个的相对的横向端布置,该对分开的可移动电缆分隔器组件中的每一个都具有分隔器辊通道,其中布置了该对柔性电缆以改变该对柔性电缆之间的间隔距离。

2. 根据权利要求1所述的横向磁通感应加热设备,还包括一个或多个感应加热致动器,该感应加热致动器被配置为改变所述一对柔性电缆之间在横向工件方向和纵向工件方向上的间隔距离,所述一个或多个感应加热致动器选自以下的组中的一个或多个:分隔器组件横向致动器,用于使所述一对分开的可移动电缆连接器组件中的每一个横向移动;分隔器组件纵向致动器,用于使所述一对分开的可移动电缆连接器组件中的每个纵向移动;连接器组件致动器,用于使所述一对分开的可移动电缆连接器组件横向运动。

3. 根据权利要求1所述的横向磁通感应加热设备,还包括一个或多个感应加热致动器,其被配置为改变所述一对柔性电缆之间在工件横向方向上的间隔距离,所述一个或多个感应加热致动器选自以下的组中的一个或多个:分隔器组件横向致动器,其用于使所述一对分开的可移动电缆连接器组件中的每一个横向移动;以及连接器组件致动器,其用于使所述一对分开的可移动电缆连接器组件中的每个横向移动。

4. 根据权利要求1所述的横向磁通感应加热设备,其中,所述一对分开的可移动电缆连接器组件中的每一个包括布置成形成所述连接器辊通道的连接器辊阵列,所述连接器辊阵列包括口部区域,用于所述一对柔性电缆从一对柔性电缆的相对横向端中一个横向端附近的一对分开的可移动电缆连接器组件横向向内进入的入口,口部区域之后是一个喉部区域,用于该一对柔性电缆的相邻的相对横向端的横向向外的出口。

5. 根据权利要求4所述的横向磁通感应加热设备,其中,所述连接器辊阵列至少部分地由一个或多个可旋转地安装至连接器基座的凸缘线轴形成,以在所述一对柔性电缆移动通过连接器辊阵列时使所述一个或多个凸缘线轴旋转。

6. 根据权利要求1所述的横向磁通感应加热设备,其中,所述分隔器辊通道包括布置成形成所述分隔器辊通道的分隔器辊阵列,所述分隔器辊阵列布置成在所述工件纵向方向上将所述一对柔性电缆中的布置在分隔器辊道中的一个与一对柔性电缆中的其余一个散布开。

7. 根据权利要求6所述的横向磁通感应加热设备,其中,所述分隔器辊的阵列至少部分地由一个或多个可旋转地安装至分隔器基座的带凸缘的线轴形成,以当布置在分离辊通道中的所述一对柔性电缆穿过分隔器辊阵列时使所述一个或多个带凸缘的线轴旋转。

8. 根据权利要求1所述的横向磁通感应加热设备,其中,所述一对柔性电缆中的每个包括多个互连的柔性电缆,并且所述一对分开的可移动电缆连接器组件中的至少每个包括多

级电缆连接器组件,其中布置有所述多个互连的柔性电缆。

9. 根据权利要求1所述的横向磁通感应加热设备,还包括相对于所述一对柔性电缆定位的至少一个磁分路器,以在感应加热所述工件的方向上增加磁通强度。

10. 根据权利要求1所述的横向磁通感应加热设备,还包括一个或多个感应加热致动器,以移动所述一对分开的可移动电缆分隔器组件和/或所述一对分开的可移动电缆连接器组件中的至少一个,以跟踪感应加热的工件横向边缘到边缘的运动。

11. 根据权利要求1所述的横向磁通感应加热设备,还包括工件在其中行进的通道,所述通道设置在所述一对横向磁通电感器组件之间。

12. 根据权利要求1所述的横向磁通感应加热设备,其中,布置在所述一对柔性电缆的每个相对的横向端处的、所述一对分开的可移动电缆分隔器组件之一和所述一对分开的可移动电缆分隔器组件之一,它们每个形成单独的在该对柔性电缆的相对的每个横向端处的组合式可移动电缆分隔器和连接器组件,所述横向磁通加热设备还包括:

安装板,用于每个单独的组合式可移动电缆分隔器和连接器组件,该安装板具有面向工件横向边缘的垂直折翼;和

一对导电的平行管,垂直延伸穿过垂直折翼中的一对孔,并朝着工件的横向中心向内横向延伸,该对导电管通过纵向分隔管在工件纵向方向上连接在一起,以保持垂直的位于该对导电的平行管之间,所述一对柔性电缆中的每个都横贯地延伸过布置在一对导电平行管中一个单独的平行管中的工件。

13. 根据权利要求12所述的横向磁通感应加热设备,还包括至少一个环形磁芯,所述环形磁芯围绕从所述工件的相对横向边缘延伸的所述一对导电平行管中的每一个而设置。

14. 根据权利要求12所述的横向磁通感应加热设备,还包括相对于所述一对柔性电缆定位的至少一个磁分路器,以在感应加热所述工件的方向上增加磁通强度。

15. 根据权利要求12所述的横向磁通感应加热设备,其中,所述一对柔性电缆中的每个包括多个互连的柔性电缆,并且所述一对分开的可移动电缆连接器组件中的至少每个包括多级电缆连接器组件,其中布置有所述多个互连的柔性电缆。

16. 根据权利要求12所述的横向磁通感应加热设备,还包括:通道,所述工件在所述通道中穿过,所述通道设置在所述一对横向磁通电感器组件之间。

17. 一种电感应加热系统,包括两个或多个权利要求1-16任一所述的横向磁通感应加热设备,所述两个或多个横向磁通感应加热设备中的每个都彼此串联、并联或串联和并联组合地电互连,并且沿着所述工件的纵向工件方向顺序设置。

18. 一种电感应加热工件的方法,所述方法包括:

使工件在一对横向磁通电感器组件之间通过,所述一对横向磁通电感器组件中的每个具有由一对横向连续柔性电缆形成的横向电感器;以及

通过在横向方向上选择性地移动在一对横向连续柔性电缆的每一个相对的横向端附近的一对分开的柔性电缆分隔器组件、以及在其中布置有一对柔性电缆的一对分开的柔性电缆连接器组件外侧设置的一对分开的柔性电缆分隔器组件,来选择性地改变一对横向磁通电感器组件中的每个的横向电感器的横向长度。

19. 根据权利要求18所述的方法,还包括通过在纵向工件方向上选择性地移动一对柔性电缆纵向分隔器组件,其在所述一对横向连续柔性电缆的每个相对的横向端附近以及所

述一对分开的柔性电缆连接器组件的内侧布置,来选择性地改变所述一对横向磁通电感器组件中的每一个中的横向电感器的极距。

## 用于感应加热带或板的可调横向电感器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2017年2月8日提交的美国临时申请号62/456,344的优先权,该申请的全部内容通过引用合并于此。

### 技术领域

[0003] 本发明总体上涉及在一对横向磁通电感器之间移动的导电条或板状材料的感应加热,并且尤其涉及其中该对横向磁通电感器可调节的加热过程。

### 背景技术

[0004] 图1示出了一对典型的具有固定的横向长度的横向磁通电感器102a和102b,在工业过程中,导电条或板状材料90(显示为部分条)在其之间移动,例如,通过材料的电感应加热使材料退火或蒸发沉积在材料上的涂层中的溶剂的过程中。诸如母线102a'和102a"(在图中的102a"隐藏在电绝缘体104a的后面)的电连接器连接到电感器102a的相对的相邻端,母线102b'和102b"(102b"隐藏在电绝缘体104b的后面)它们被连接到电感器102b的相对的相邻端。在该示例中,母线条提供了用于将横向磁通电感器102a和102b与一个或多个交流(AC)电源106电互连的装置,所述交流电源106向电感器供应AC电力,从而在电感器周围产生磁通量场,如由以下表示:典型的磁通线108具有圆锥形箭头108a,其示出了当电感器102a和102b与电源106串联连接时所产生的磁通矢量的瞬时方向,而箭头109示出了流过电感器102a的交流电流的相应瞬时方向。箭头91指示材料90中的典型感应加热电流回路91a'和91a"的相应瞬时方向。在此出于定向目的,X方向(和箭头)指的是材料在电感器之间通过时的纵向或纵向,材料的边到边(93a到93b)距离在本文中指的是,参考图中所示的三维空间的直角坐标系,材料和一对横向磁通电感器的横向或横向宽度(X是材料在一对横向磁通电感器之间移动的纵向方向;Y是材料和一对横向磁通电感器的横向或横向宽度的方向;Z是一对横向磁通电感器之间的垂直分离方向)。

[0005] 当使用固定宽度的横向电感器时,必须使用不同的固定宽度的横向电感器来感应加热具有不同横向宽度的材料。例如,在图2(a)中材料宽度为MW1的材料92上横向示出的固定宽度横向磁通电感器202a具有合适的横向长度IW1,当电感器202a与材料92下方的另一个横向磁通电感器(图中未示出)配对时,当材料92通过电感器202a下方时,在横向材料边缘92'和92"之间加热材料92;在图2(b)中材料宽度较小的MW2的材料94上横向示出的固定宽度横向磁通电感器302a具有合适的较小横向长度IW2,当电感器302a与材料94下方的另一个横向磁通电感器(图中未示出)配对时,当材料94通过电感器302a下方时,在横向材料边缘94'和94"之间加热材料94。在工业应用中,优选的横向磁通感应加热线具有一对可调节长度的横向电感器,以适应各种宽度的带状或板状材料。通常,这是通过使至少一部分物理非柔性电感器的长度可变来实现的,例如,一个电感器物理段缩进或退出另一电感器段。例如,在美国专利第4,751,360号中,一对横向磁通电感器中的每一个都具有一对笔直部分,该笔直部分具有横向于通过它们的材料横向延伸的部分和可以在与材料的边缘相邻的

位置进行调节的弯曲部分,从而感应加热横向宽度可变的材料。

[0006] 本发明的一个目的是提供一种可调节的横向磁通电感器对,其可被调节以感应加热不同宽度的材料而没有分段的可变的电感器物理长度。

[0007] 本发明的另一个目的是提供一种可调节的横向磁通电感器对,其中,横向磁通电感器由一对柔性电缆形成,并且该对柔性电缆中的至少一个在位置上是可调节的,以改变电感的横向宽度以及可选的电感的极距。

[0008] 本发明的另一示例是提供成对的横向磁通电感器,其用于独立地跟踪在可调节的横向磁通电感器对之间通过的材料相对边缘中的一个或两个,其中柔性电缆对中的至少一个电缆的位置可调。

## 发明内容

[0009] 在一个方面,本发明是一种用于形成具有可调节的横向磁通电感器对的横向磁通感应加热设备的设备和方法,其中该对电感器中的每个电感器由位于辊组件中可移动辊通道内的柔性电缆形成,其可调节通过电感器对之间的条或板的边到边横向方向的电感器对的横向长度和/或该电感器对中每个电感器的电感器横向长度之间的极距。

[0010] 在另一方面,本发明是一种用于在材料电感应加热过程中独立地跟踪在本发明的可调节的横向磁通电感器对之间通过的材料相对边缘中的一个或两个的装置和方法。

[0011] 在说明书中阐述了本发明的上述和其他方面。

## 附图说明

[0012] 当结合附图阅读时,将更好地理解前述简要概述以及以下对本发明的详细描述。为了说明本发明,在附图中示出了目前优选的本发明的示例性形式。然而,本发明不限于在以下附图中公开的特定布置和手段。

[0013] 图1示出了一对固定的横向磁通电感器,其连接到交流电源,用于产生磁通量场,可以感应地加热在电感器之间移动的导电材料,如导电条或板的一部分所示。

[0014] 图2(a)示出了第一对固定的横向磁通电感器,其具有合适的第一横向长度,用于感应加热第一材料的整个横向宽度,在图中所示的材料相对边缘之间具有第一横向距离。

[0015] 图2(b)示出第二对固定的横向磁通电感器,其具有合适的横向长度,用于感应加热第二材料的整个横向宽度,在该材料的相对边缘之间具有第二横向距离,如图所示,其中第二横向距离较小于图2(a)所示的材料相对边缘之间的第一横向距离。

[0016] 图3(a)和图3(b)示出了本发明的一个实施例,其中可调节的一对横向磁通电感器处于延伸的横向长度位置,以感应加热图2(a)所示在一对电感器之间通过的第一材料的整个横向宽度。

[0017] 图4(a)和图4(b)示出了图3(a)和图3(b)所示的处于缩回的横向长度位置的一对可调节的横向磁通电感器,以感应加热图2(b)所示在一对电感器之间通过的第二材料的整个横向宽度,其中第二材料的边缘到边缘的横向长度小于第一材料的边缘到边缘的横向长度。

[0018] 图5(a)至图5(d)示出了本发明的另一实施例,其中,可调节的一对横向磁通电感器

器在横向长度是可调节的,以及在一对横向磁通电感器中的每一个中的相邻横向电缆部分之间的极距是可调节的。

[0019] 参照图6 (a) 和图6 (b) 示出了具有柔性电缆连接器和分隔器组件的本发明的另一实施例,该柔性电缆连接器和分隔器组件可以比本发明的其他实施例更坚固。

[0020] 图7 (a) 是在本发明的一些实施例中使用的两层组合的柔性电缆连接器和扩展器组件的详细视图,其中多根电缆形成了本发明的横向磁通电感器组件中的一对柔性电缆中的每一个。

[0021] 图7 (b) 是图7 (a) 所示的另一种两层组合的柔性电缆连接器和扩展器组件的局部细节图,其中在图7 (a) 的多电缆组中为辊提供多条电缆。

[0022] 参照图8 (a) 和图8 (b) 示出了本发明的另一个实施例,其中柔性电缆连接器组件和导电管的组合形成了本发明的横向磁通电感器组件。

[0023] 参照图9 (a) 和图9 (b) 示出了本发明的另一实施例,其中在由本发明的横向磁通感应加热装置感应加热的材料周围以及在本发明的一对横向磁通电感器组件之间提供隧道结构。

[0024] 图10示出了本发明的另一实施例,其中多个横向磁通感应加热装置沿着感应加热线的纵向长度顺序地布置。

### 具体实施方式

[0025] 图3 (a) 至图4 (b) 示出了本发明的横向磁通电感器加热装置10的一个实施例,其用于感应加热条或板材料(也称为工件),图示为在一对横向磁通电感器组件12a和12b之间移动的较宽的材料92或较窄的材料94。一对相同的电感器组件中的每一个位于材料的相对侧上,并且在此实施例中彼此成镜像设置。

[0026] 在本发明的该实施例中,成对的每个电缆组件12a或12b包括一对连续的柔性电缆,例如,用于电缆组件12a的电缆12a1和12a2。每条电缆是柔性电缆12a1的相对端12a1'和12a1"之间以及柔性电缆12a的相对端12a2'和12a2'"之间连续的柔性电缆。该实施例中的每个电缆组件包括:靠近柔性电缆的每个相对端的单独的可移动柔性电缆连接器组件14,以及相对于被感应加热的材料,如图所示,在连接器组件的横向内侧设置的独立的可移动的柔性电缆分隔器组件24。

[0027] 用于本发明的合适的柔性电缆的选择取决于以下特征。内导体绝缘材料和外护套材料应具有足够的柔韧性,以使它们在受力时不会保持固定的变形。总体电缆结构应宽松且内部光滑,从而使导体可以在线束内自由移动,而不会产生足够的热量和磨损而导致故障。内部导体(例如铜成分)应为可承受弯曲而无需冷硬化的合金。柔性电缆可以由典型的导电材料例如铜组合物或超导体组成。挠性电缆在布置中可以包括实心或绞合导体,包括例如绞合线布置,其满足特定应用中的挠性电缆连接器和分隔器组件的曲率半径。在本发明的一个实施例中,一种柔性电缆包括铜线绳,该铜线绳由数条铜线的柔性线束组成,其中,这些线束彼此电绝缘,例如,以本领域中已知的绞合线形式。所得的柔性钢丝绳可替代地缠绕在不导电的电缆支撑管,弹性弹簧芯组合物或其他支撑结构上,以最小化由于焦耳热和机械磨损引起的任何冷却要求。

[0028] 如果由于挠性电缆中的焦耳加热的大小而需要强制流冷却,则优选地,通过液体

或气体冷却介质流过挠性电缆中的内部冷却通道,例如,通过在挠性电缆相对两端的合适的液力耦合器FC,在内部对挠性电缆进行强制流冷却。

[0029] 柔性电缆连接器组件14由布置成形成辊阵列通道的辊13阵列(也称为辊子)形成,其中,辊阵列通道在最靠近柔性电缆的每个末端(图3(a)中的12a1',12a1'',12a2'或12a2'')的辊阵列通道的末端变窄为辊阵列喉部区域14'。在本发明的该实施例中,通过将至少一些辊13制成带凸缘的线轴的形状来形成辊阵列通道。柔性电缆连接器组件的每个辊13可以在该实施例中通过固定地安装在连接器基座上的辊垂直轴17可旋转地安装在连接器基座16或其他结构安装件上。每个连接辊13中的中心开口插入连接辊垂直轴17中,并且当柔性电缆移动通过连接器组件时,这些辊绕着辊垂直轴旋转。在本发明的其他实施例中,辊中的至少一些可以固定地安装到连接器基座或其他连接器安装结构。

[0030] 在图3(a)至图4(b)所示的实施例中,辊阵列喉部区域14'具有等于在辊阵列通道中安放的两个柔性电缆(在该示例中为电缆12a1和12a2)的直径之和的开口宽度,如果需要的话,则具有最大宽度公差,以允许在电缆拉动,连接器组件运动和/或动力辊子运动过程中,两根柔性电缆以适当的对旋转的辊子的摩擦力而穿过辊子阵列的喉部宽度。

[0031] 如图3(a)所示,在柔性电缆连接器组件的与辊阵列喉部区域14'相对的一端是辊阵列口部区域14'',其宽度比两条柔性电缆的直径之和宽,以通过位于柔性电缆连接器组件横向内侧的柔性电缆散布器组件来限制两条柔性电缆的散布。

[0032] 柔性电缆散布器组件24横向内侧地布置在每个挠性电缆连接器组件14。每个柔性电缆散布器组件均由散布辊的第一和第二辊阵列形成,这些散布辊布置成形成用于两个挠性电缆中的每一个的单独的第一和第二辊阵列散布器通道,以在穿过辊阵列的材料的方向(X方向)上散布开一对柔性电缆。在本发明的该实施例中,通过将至少一些辊15制成带凸缘的线轴的形状来形成每个辊阵列散布器通道。在该实施例中,第一和第二阵列散布器通道中的每个的宽度等于安置在阵列散布器通道中的一对柔性电缆中的一个的直径,并且如果需要的话,其宽度公差允许单根柔性电缆通过辊阵列散布器通道并对旋转的辊具有适当的摩擦力。

[0033] 柔性电缆散布器组件24的每个散布器辊15可旋转地安装在辊垂直轴17上,在该实施例中,这些垂直轴固定安装在散布器基座26上。每个散布器辊15中的中心开口插入散布器垂直轴19中,并且当挠性电缆移动通过散布器组件时,辊绕着辊垂直轴旋转。在本发明的其他实施例中,至少一些辊可以固定地安装到散布器基座或其他散布器组件安装结构。

[0034] 本领域中已知的用于柔性电缆,连接器组件,分隔器组件和辊的感应系统致动器或驱动器结合或单独地用于特定应用中,并且可以是手动的,机械的或机电的或其组合。感应加热系统致动器或驱动器的分离或组合可以与由与系统致动器或驱动器接口的计算机处理器执行的运动的协调控制一起使用。

[0035] 在图3(a)和图3(b)所示,连接器组件14和散布器组件24通过电缆拉动致动器或驱动器,连接器和散布器组件的运动致动器或驱动器和/或动力辊运动致动器或驱动器进行定位,以建立横向线圈对,其横向宽度为IW1以感应加热宽度为MW1的宽材料92。在图4(a)和图4(b)所示,连接器组件14和散布器组件24通过电缆拉动致动器或驱动器,连接器和散布器组件的运动致动器或驱动器和/或动力辊运动致动器或驱动器进行定位,以建立横向线圈对,其横向宽度为IW2以感应加热横向宽度为MW2的窄材料94。在本发明的该特定示例中,

用于横向电感器线圈对的组件相对定位如下。为了加热图3(a)和3(b)中的材料92:Y1'是相邻的连接器组件和散布器组件的横向分隔;Y2'是相对的分隔器组件之间的横向间隔,Y3'是相邻的电缆端头与连接器组件之间的横向间隔。为了加热图4(a)和4(b)中的材料94:Y1是连接器组件和散布器组件的横向间隔;Y2是相对的分隔器组件之间的横向间隔,Y3是相邻的电缆末端和连接器组件之间的横向间隔。

[0036] 在本发明的一些实施例中,一个或多个感应加热致动器被配置成改变在一对柔性电缆之间在横向工件方向和纵向工件方向上的间隔距离。在本发明的一个实施例中,一个或多个感应加热致动器可以选自以下组中的一个或多个:用于使一对分离的可移动电缆连接器组件横向运动的分隔器组件致动器;用于使一对分离的可动电缆连接器组件纵向运动的分隔器组件致动器;连接器组件致动器,用于使成对的独立的可移动电缆连接器组件横向移动。

[0037] 通过限制相邻的连接器和散布器组件之间的间隔距离和/或限制辊在相邻的连接器和散布器组件上的相对放置,可以适应柔性电缆的特定组成的曲率限制。在本发明的一些实施例中,连接器和/或散布辊可以安装有可动态调节的张力机构,以根据施加在可调节的张力辊上的柔性电缆上的力来允许一定的曲率范围。

[0038] 在本发明的一些实施例中,连接辊和散布辊以及用于辊的安装结构,包括基部和垂直辊轴,可以由诸如铜或铝的导电材料形成。在本发明的其他实施例中,连接器和散布器辊以及用于辊的安装结构可以由诸如玻璃纤维增强塑料的电磁透明材料形成。在本发明的其他实施例中,连接器基座或散布器基座可以至少部分地由磁通集中器材料或磁通补偿器材料形成,以改变由流过柔性电缆的电流产生的磁通场。

[0039] 图5(a)至图5(d)示出了本发明的横向磁通电感器加热装置11的另一实施例,其与图3(a)至图4(b)所示的实施例相似,其增加的技术特征是构成每个横向磁通电感器的每条柔性电缆都有其自己的柔性电缆散布电缆组件,具有单独的X(纵向)和Y(横向)方向感应加热系统致动器或驱动器,可通过在电感器横向宽度控制中的散布器组件在Y方向上的移动实现电感器横向长度控制以及通过在(纵向)X方向上的散布器组件的移动来控制电感器极距。

[0040] 在图5(a)和图5(b)中,电缆12a1的连接器组件14和散布器组件24b和24d以及电缆12a2的散布器组件24a和24c由电缆拉动致动器或驱动器,连接器和散布器组件的移动致动器或驱动器和/或动力辊子移动致动器或驱动器进行定位,以建立具有IW2的横向宽度和 $\tau_1$ 的极距的横向线圈对,以感应加热具有MW2的横向宽度的窄宽度材料94。在图5(c)和图5(d)中,电缆12a1的连接器组件14和散布器组件24b和24d,以及散布器组件24a和24c,由电缆拉动致动器或驱动器,连接器和散布器组件的移动致动器或驱动器和/或动力辊子移动致动器或驱动器进行定位,为了建立横向线圈对,其横向宽度为IW1,极距为 $\tau_2$ ,大于 $\tau_1$ ,以感应加热宽度为MW2的宽材料92。在本发明的该特定示例中,用于横向电感器线圈对的组件相对定位如下。如图5(b)所示,用于加热材料94:Y1是相邻连接器和一对分隔器组件的横向间隔;Y2是相对的一对分隔器组件之间的横向间隔;Y3是相邻电缆末端和连接器组件之间的横向间隔;和XI是相邻分隔器组件之间的纵向间隔。如图5(c)所示,用于加热材料92:Y1'是相邻接缝和一对分隔器组件的横向间隔;Y2'是相对的一对分隔器组件之间的横向间隔;Y3'是相邻电缆末端和连接器组件之间的横向间隔;和XI'是相邻分隔器组件之间的纵向间

隔。

[0041] 图6(a)和图6(b)示出了本发明的横向通量感应加热装置10'的另一实施例,其与图3(a)至图4(b)所示的实施例相似,具有增加的技术特征的是,每个柔性电缆连接器组件34还包括与连接器基座16相对的连接封闭板35,以进一步将连接器辊13和穿过连接器组件的柔性电缆容纳并保持在适当位置。与固定到连接器基座16的端部相对的连接器辊垂直轴17的端部可以固定地附接到连接封闭板35。类似地,在图6(a)和图6(b)中,每个柔性电缆分隔器组件36还包括与分隔器基座26相对的分隔器封闭板37,以进一步将分隔器辊15和穿过分隔器部件的柔性电缆容纳并保持在适当位置。分隔器辊垂直轴19的与固定到分隔器基座26的端部相对的端部可以固定地附接到分隔器封闭板37。

[0042] 用于柔性电缆连接器组件和分隔器组件的封闭板的添加也适用于图5(a)至图5(d)的横向通量感应加热装置11以及本发明的其他示例。

[0043] 在需要从本发明的横向电感器加热设备输入大量感应电力的情况下,例如,对于图3(a)至图4(b)中的横向磁通电感器加热设备,可能需要一对大直径的单根柔性电缆12a1和12a2。可替代地,在本发明的其他示例中,多个小直径挠性电缆用于为包括用于每个横向通量电感器加热设备的一对横向挠性电缆的一对挠性电缆中的每个挠性电缆形成多电缆组。在图7(a)中详细示出了一个示例,其中组合的两级(在Z方向上)连接器和散布器组件114包括组合的上部连接器辊113a和下部连接器辊113b以及连接至未在图中显示的连接器和散布器底座的连接器辊垂直轴117。第一多根电缆组42由分别终止于T1a,T1b和T1c的小直径电缆42a1、42a2和42a3形成,并移动通过上连接辊113a,然后穿过由散布辊116和第一散布辊垂直轴119形成的第一柔性电缆组散布器组件116a。第二多根电缆组52由分别终止于T3a,T3b和T3c(在图7(a)中不可见)的小直径电缆52a1、52a2和52a3形成,并移动通过下部连接辊113b,然后移动通过由散布辊116a'和第一散布辊垂直轴119形成的第二柔性电缆组散布器组件116b。在本发明的其他实施例中,根据需要使用其他数量的多层连接器或连接器和散布器组件的组合以在特定应用中容纳多个电缆组。

[0044] 图7(b)是图7(a)所示的另一种两层组合式柔性电缆连接器和散布器组件的局部细节图,其中可以在图7(a)所示的电缆组中使用的多根电缆之间设置辊子。在图7(b)所示的实施例中,在挠性电缆组42'中的电缆42a1和42a2之间设置有辊214,以防止例如,当一对横向电感器的横向宽度改变时,在一对柔性电缆弯曲区域中相邻电缆之间的摩擦。图7(b)中的辊116'起到与图7(a)中的辊113a和116相似的功能。

[0045] 在本发明的其他实施例中,柔性电缆组之一中的柔性电缆可以串联或混合串联和并联组合连接以用于多匝柔性电缆布置。

[0046] 图8(a)和8(b)示出了本发明的横向通量感应加热装置10''的另一实施例,其中通过将柔性电缆散布器和连接器组件54从材料的边缘进一步移回,并在组件的安装结构54'上的面向材料的垂直折翼54a'上设有孔,以使柔性电缆52a和52b通过,来减少感应加热的材料92或94的相对边缘处的磁通畸变。导电管50,例如铜管,被焊接到翼片54a'上,以执行柔性电缆散布器组件的功能,并以限定的距离“d”将电缆52a和52b保持平行配置。导电管50在一侧上增加了挠性电缆52a和52b与在另一侧上的挠性电缆散布器/连接器组件54之间的磁耦合。如图所示,环形磁芯56可选地设置在横向管50周围,以在回路中施加与主挠性电缆52a和52b中的导电管50与挠性电缆散布器/连接器组件54形成的回路相同的电流量。本文

公开的其他横向磁通感应加热装置的可选特征也适用于图8 (a) 和图8 (b) 所示的实施例。

[0047] 在本发明的其他实施例中,如图9 (a) 和图9 (b) 所示,在材料92或94周围提供了隧道结构60,它在本发明的可调节的一对横向磁通电感器中的任何一对之间被感应加热,例如,图3 (a) 至图4 (b) 中的横向磁通感应加热装置10。

[0048] 在本发明的一些实施例中,隧道结构与周围环境气密密封并且在隧道结构内包含的保护性气体下隔热以加热材料,从而避免负面影响材料特性,例如钢的氧化,改善材料性能,例如钢的脱碳或执行任何其他需要与环境隔离的过程。

[0049] 在本发明的其他实施例中,可以增强隧道结构以密封在真空或相对于隧道外部的环境压力为正压或负压下操作的隧道环境。

[0050] 在本文公开的横向通量感应加热设备的一些实施例中,提供一个或多个感应加热致动器,以在横向Y方向上选择性地移动分隔器组件和/或连接器组件中的一个或多个,从而,由一对柔性电缆形成的横向电感器的横向宽度可跟踪正在被感应加热的工件相对边缘的瞬时位置,而当移动的工件在一对横向电感器之间移动时,相对边缘的瞬时位置可能会偏离标称位置。例如,边缘感测传感器,例如感应工件横向边缘的瞬时位置的激光束传感器,可以向计算机处理电路输出信号,该计算机处理电路向一个或多个致动器发出信号以移动选定的分隔器组件和/或连接器组件。

[0051] 本发明的横向磁通电感器加热设备的每个实施例可以可选地包括支撑结构,以将柔性电缆或其他相关部件保持在适当位置,以抵消作用在其上的电和/或机械力,例如,流入相邻的柔性导体中的电流产生的电磁力。支撑结构应根据需要是不导电的,以避免在支撑结构中感应加热。

[0052] 在本发明的一些实施例中,具有电导体的换位布置的柔性电缆可以与本文公开的任何可调节的横向磁通电感器一起使用,特别是如果在特定应用中焦耳加热和电抗阻抗平衡是关注的。

[0053] 在本发明的一些实施例中,一个或多个纵向(X方向)或横向(Y方向)取向的磁分流器可以可选地与本文公开的任何可调节的横向磁通电感器组合使用以增加磁通强度用于增加带或板坯材料的感应加热。可选地,这些磁分流器可以相对于一对横向磁通电感器和工件在X方向,Y方向或Z方向上独立调节,以在被感应加热的工件的横向(边到边)材料温度分布中实现所需的效果。

[0054] 在本发明的横向通量感应加热设备的其他实施方式中,本文公开的横向通量感应加热设备的任何组合中的两个或更多个可以在电感应加热线中彼此相邻地纵向设置并且串联,并联或串联或并联组合地电互连,以在条带或板坯材料中获得特定大小的感应电功率。作为示例而非限制,图10是如图3 (a) 至图4 (b) 所示彼此纵向相邻布置的两个横向通量感应加热装置10的简化图,其中两个横向通量感应加热装置10连接到一个或多个交流电源,使得每根柔性电缆中的瞬时电流沿箭头指示的方向流动。

[0055] 术语“横向内侧(transversely inward)”是指面向在横向Y方向上被感应加热的工件的内侧(中央)横向区域,术语“横向外侧(transversely outward)”是指面向被感应加热的工件的横向边缘。

[0056] 尽管本发明的上述实施例公开了一对横向磁通电感器,该对横向磁通电感器布置在穿过该对横向磁通电感器之间的工件材料上方和下方,但是在其他实施例中,如本文公

开的单个横向磁通电感器可以用于感应加热工件材料的只一个上侧面或下侧面。

[0057] 在以上描述中,出于解释的目的,已经提出了许多特定要求和几个特定细节,以便提供对示例和实施例的透彻理解。然而,对于本领域的技术人员将显而易见的是,可以在没有这些特定细节中的一些的情况下实践一个或多个其他示例或实施例。所描述的特定实施例不是用来限制本发明,而是用于说明本发明。

[0058] 在整个说明书中,例如,对“一个示例或实施例”,“示例或实施例”,“一个或多个示例或实施例”或“不同的示例或实施例”的引用意味着可以在本发明的实践中包括特定特征。在说明中,为了精简本公开并帮助理解各种发明方面的目的,有时会将各种功能组合到本发明的一个示例,实施例,附图或其描述中。

[0059] 已经根据优选示例和实施例描述了本发明。除明确说明的内容外,等效物,替代物和修改是可能的,并且在本发明的范围内。

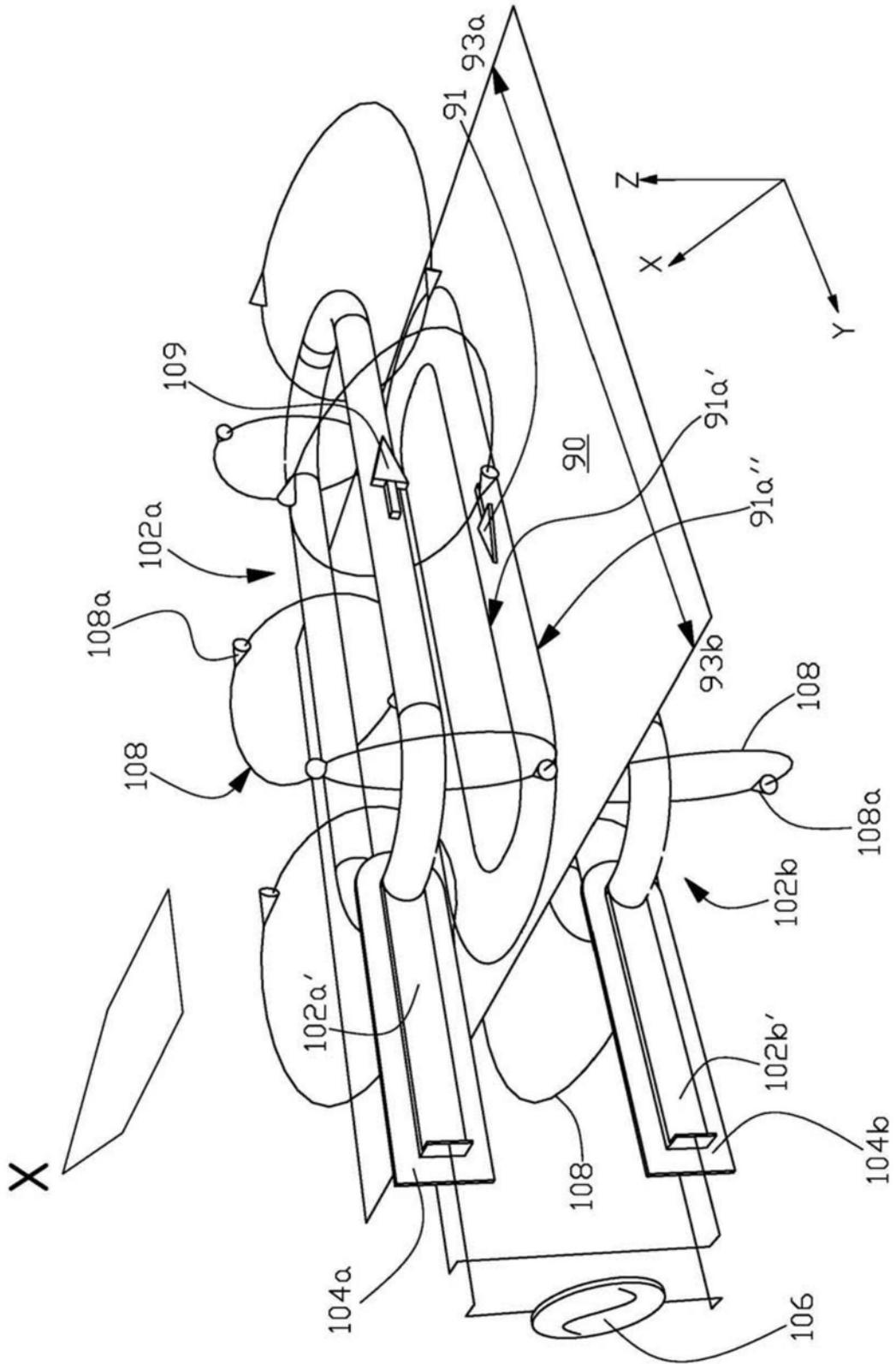


图1

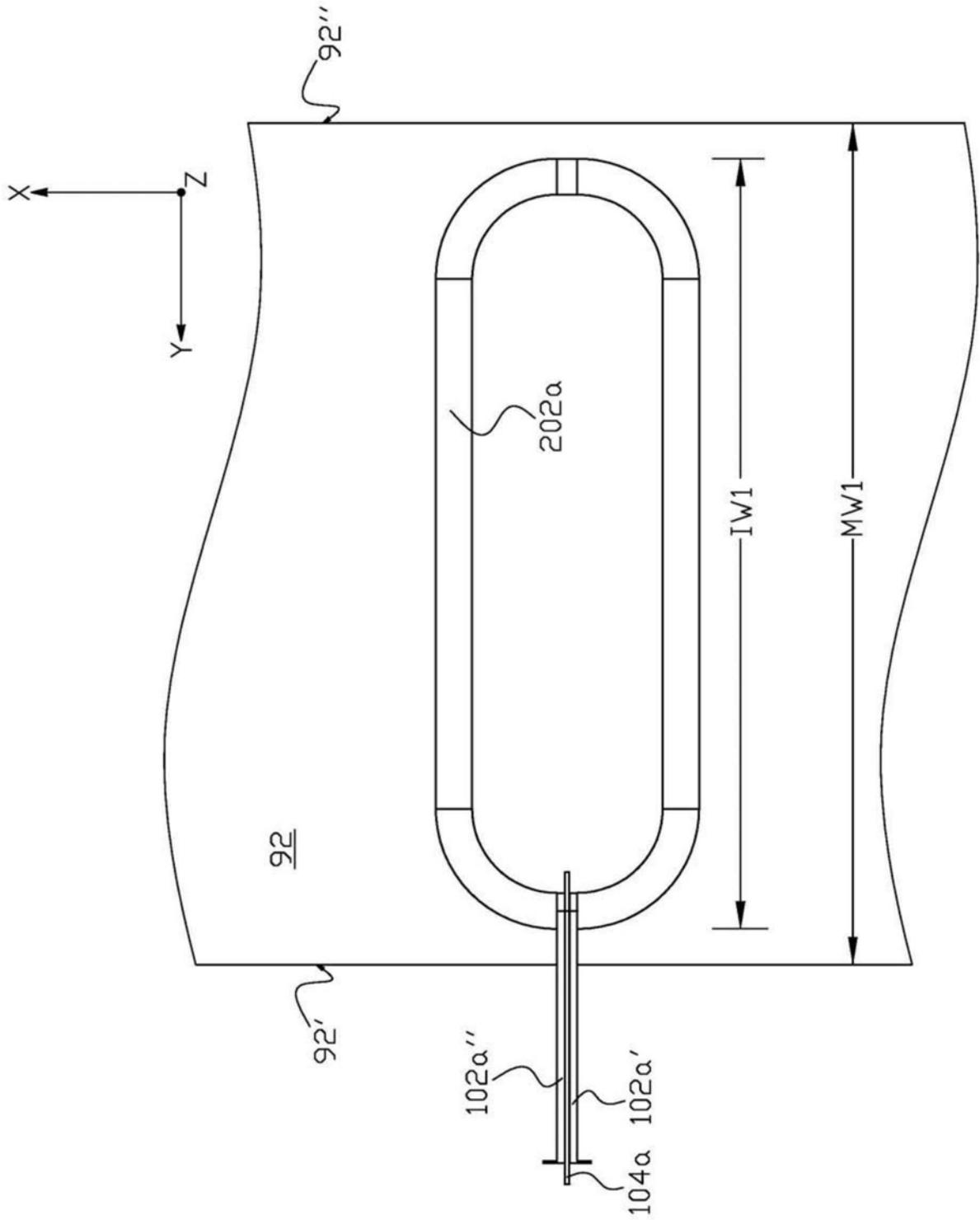


图2(a)

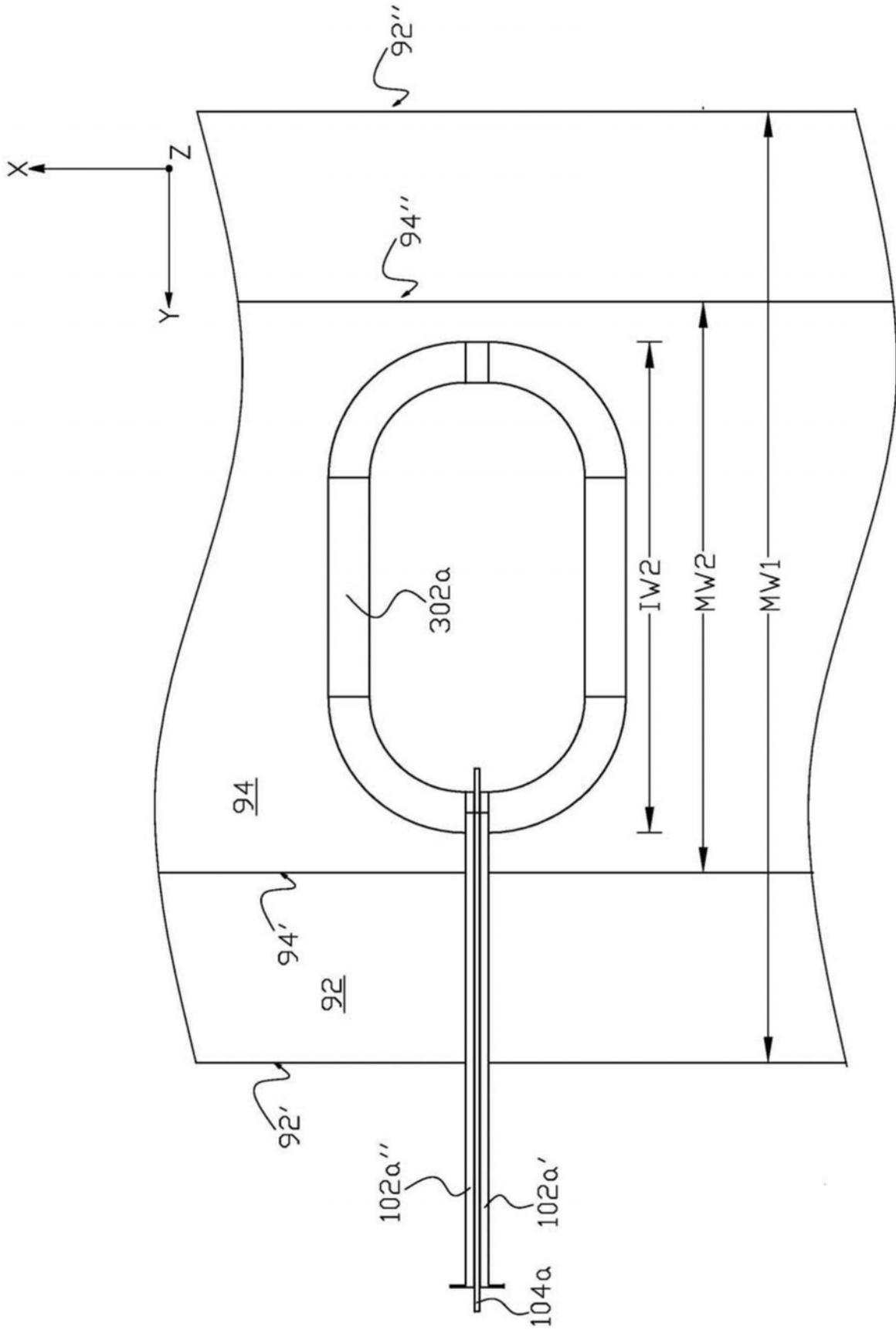


图2 (b)



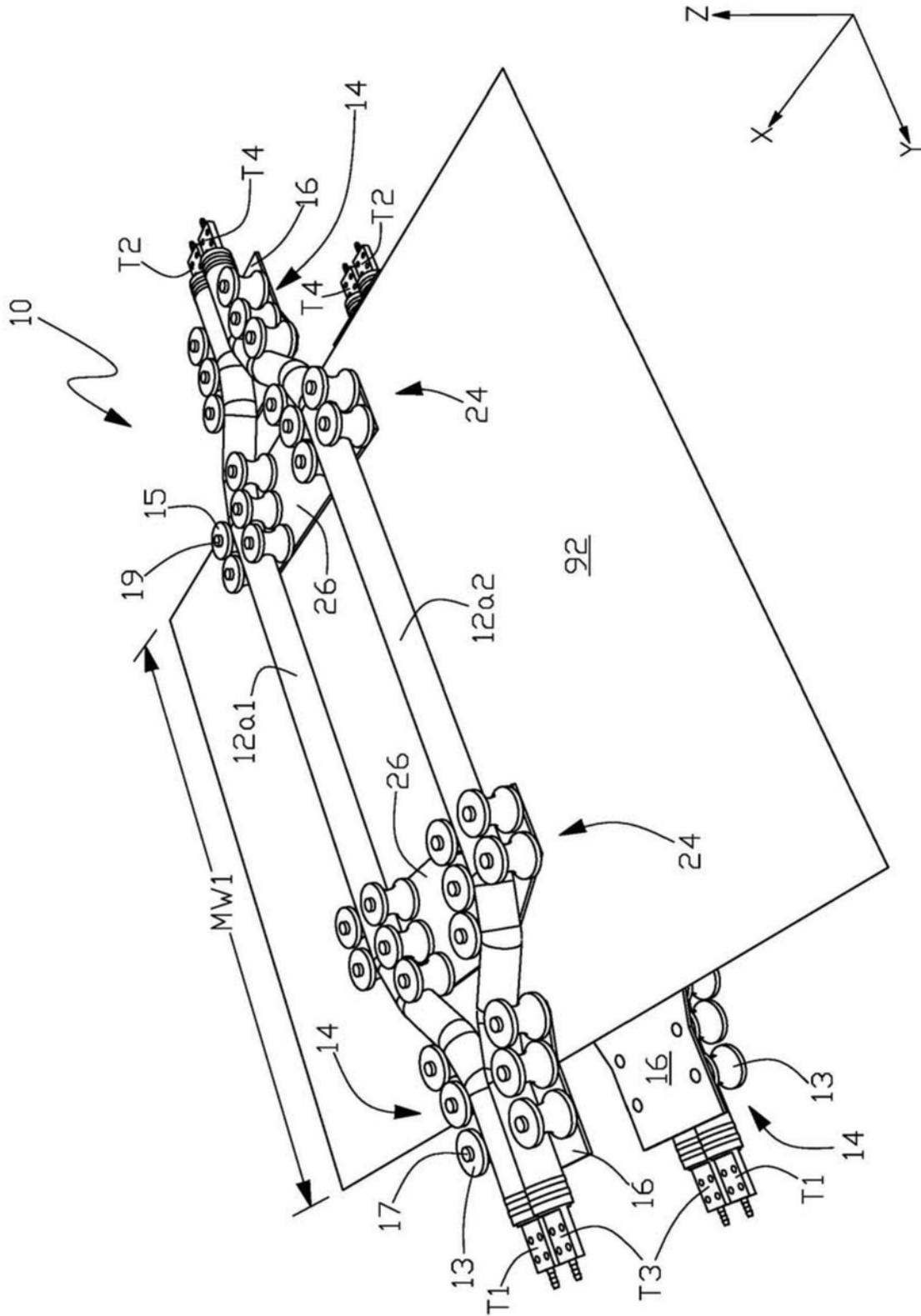


图3 (b)

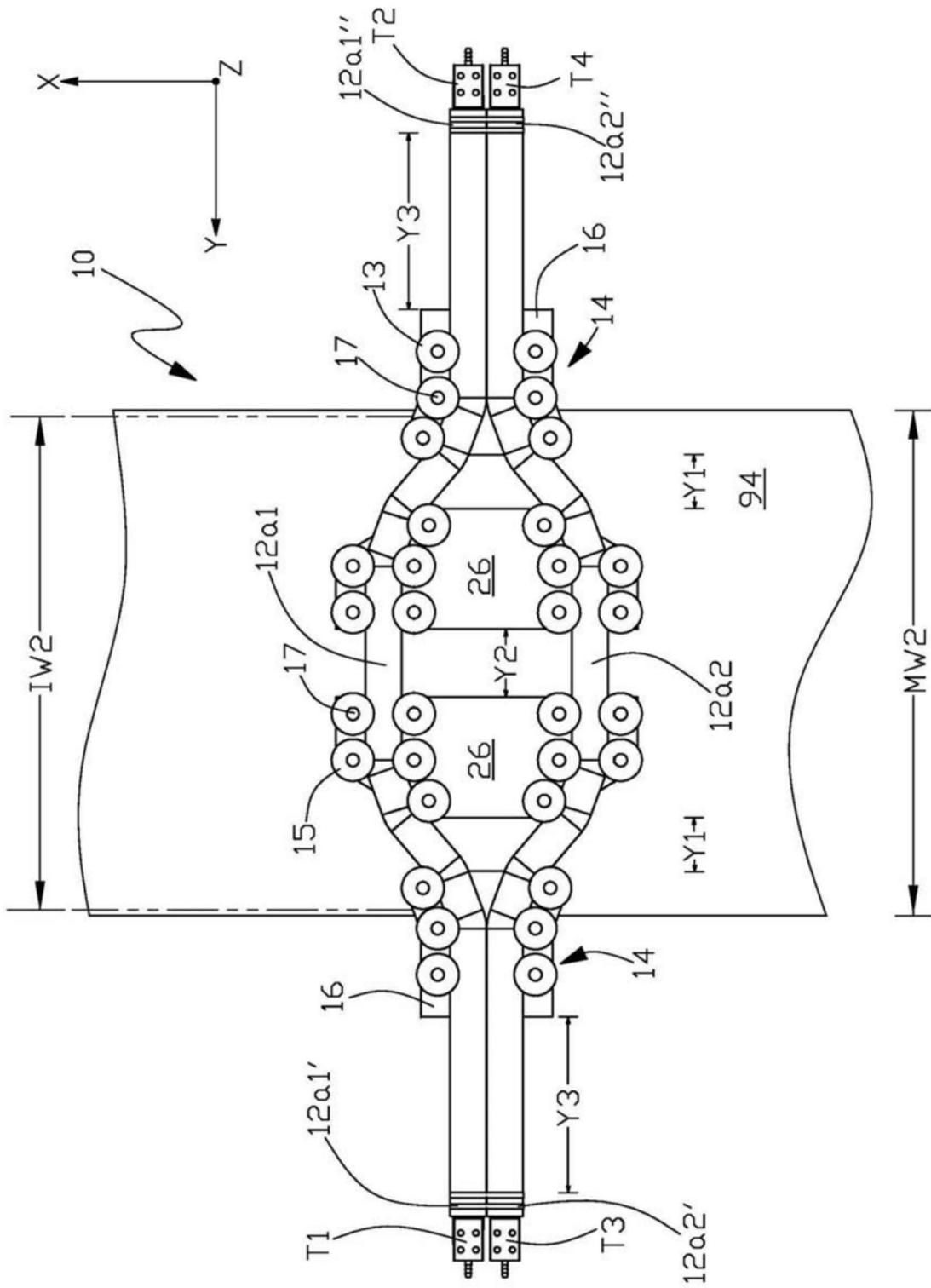


图4(a)

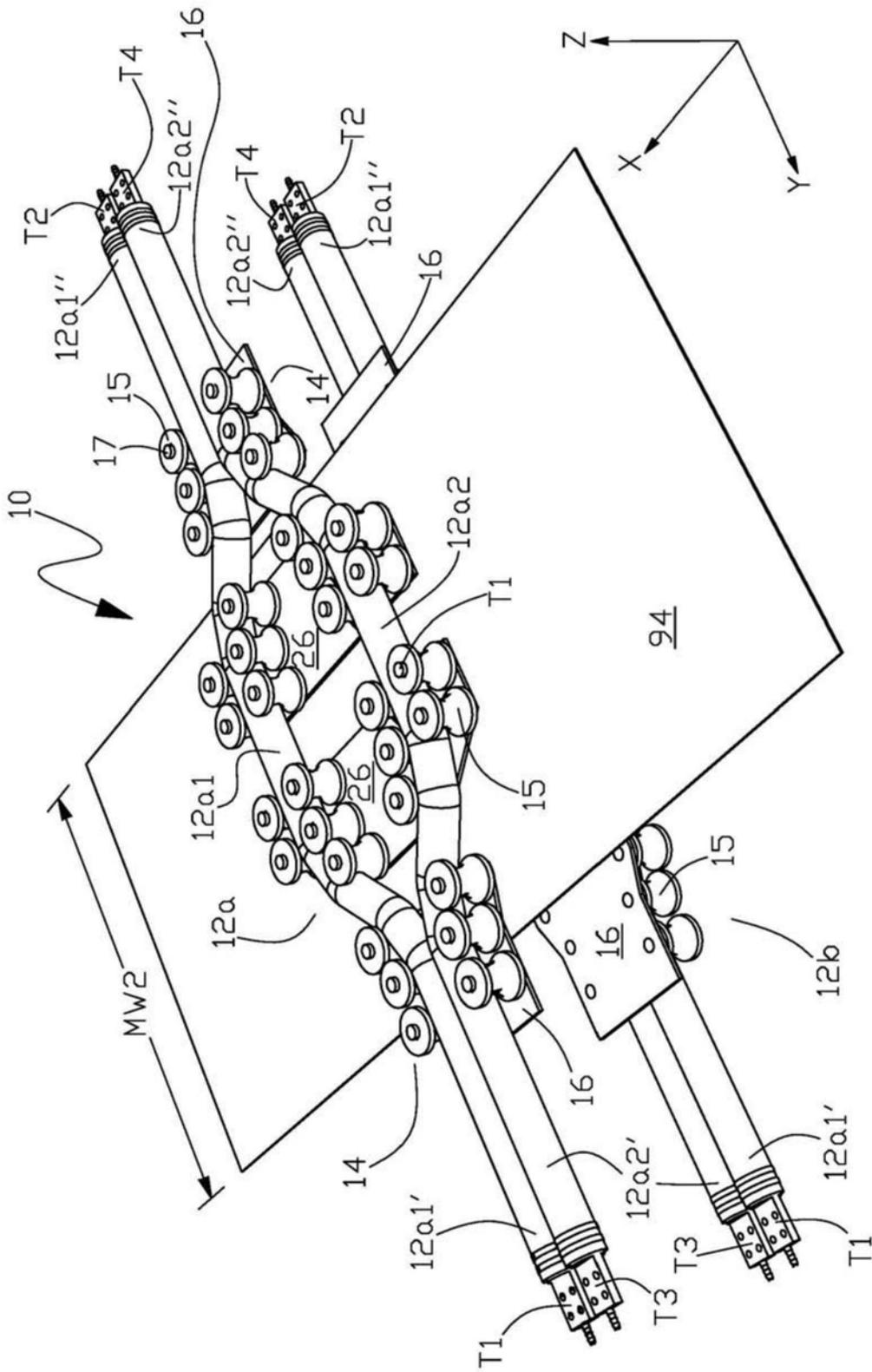


图4(b)

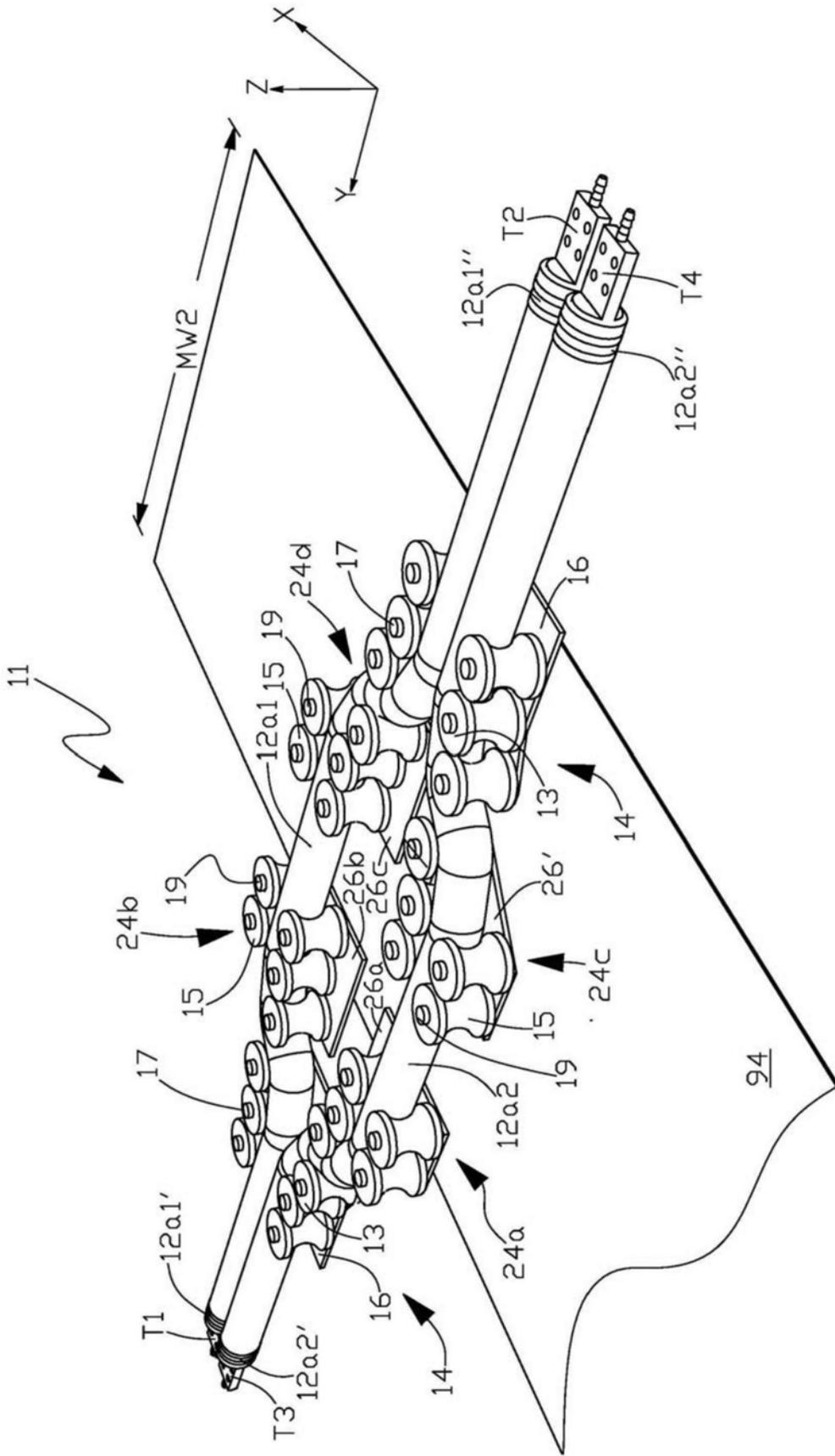


图5(a)

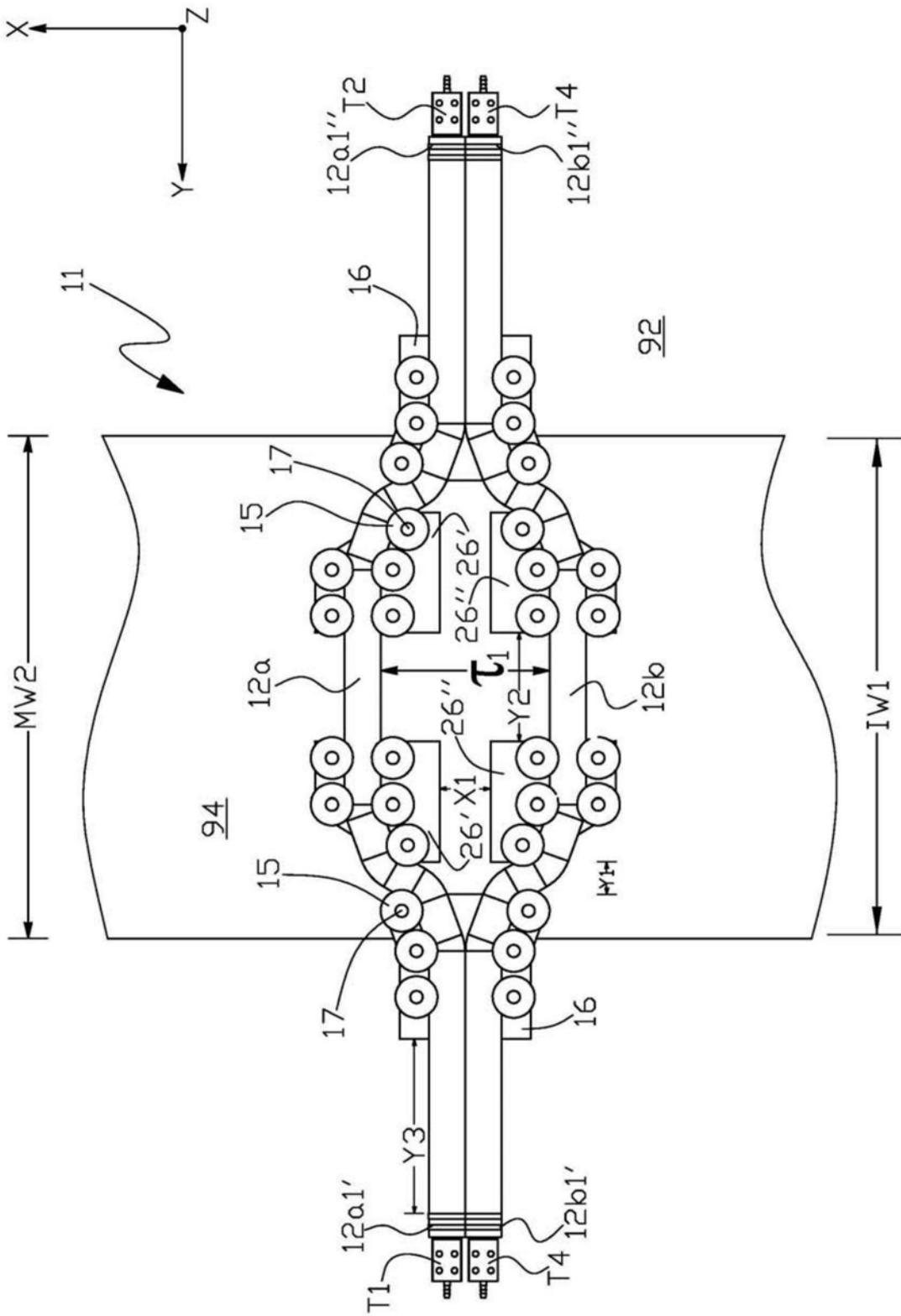


图5 (b)

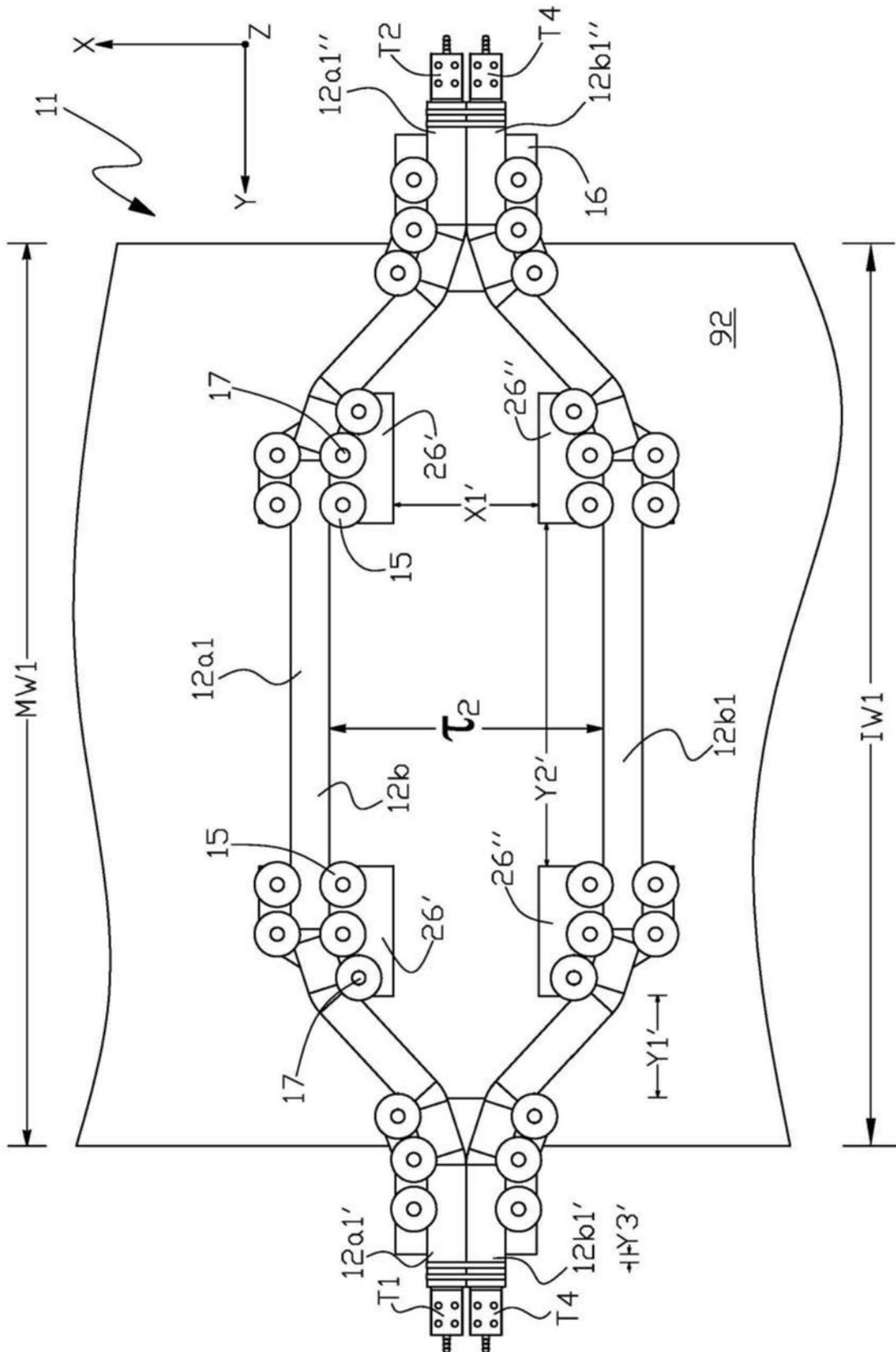


图5(c)

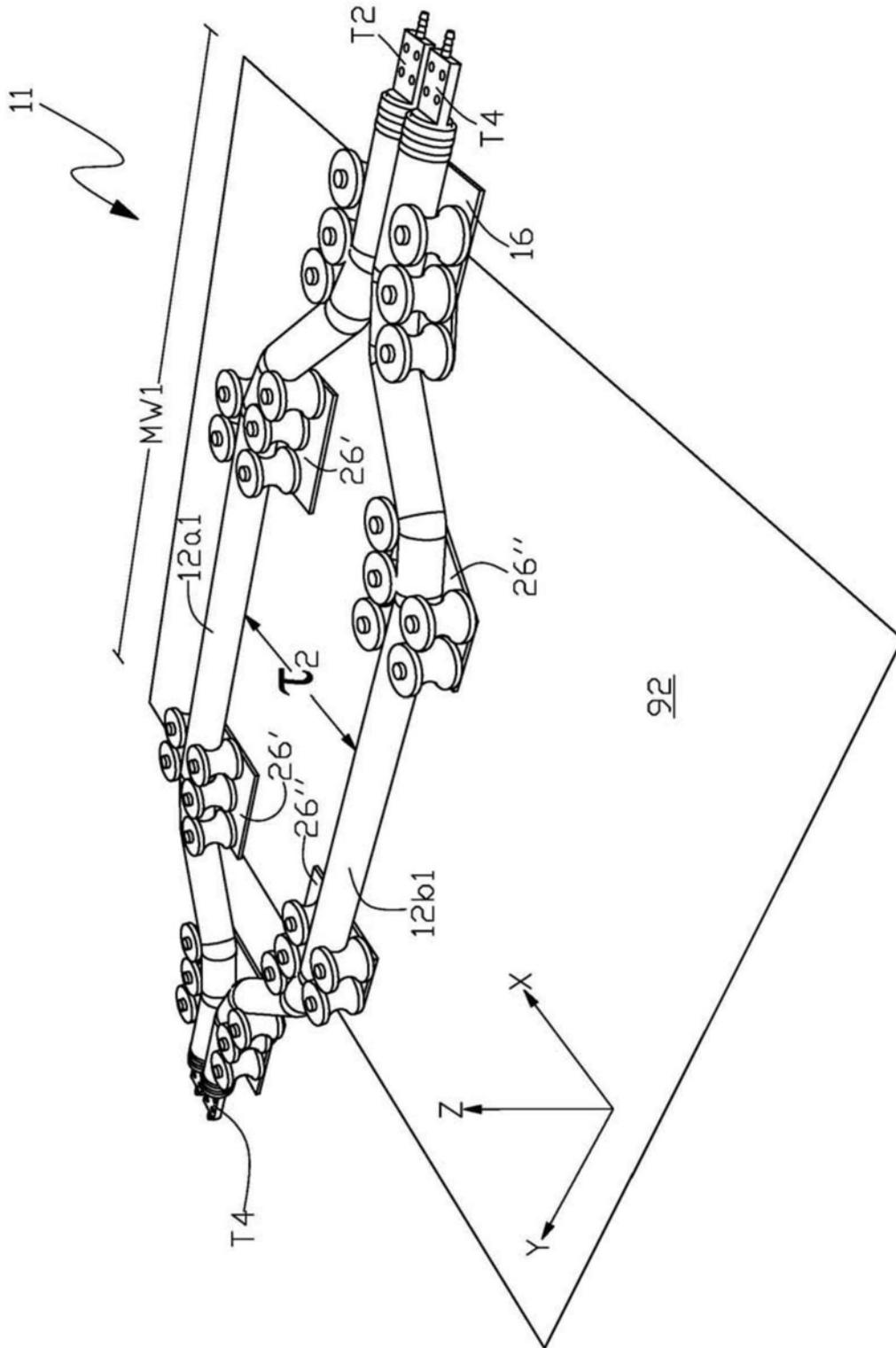


图5 (d)



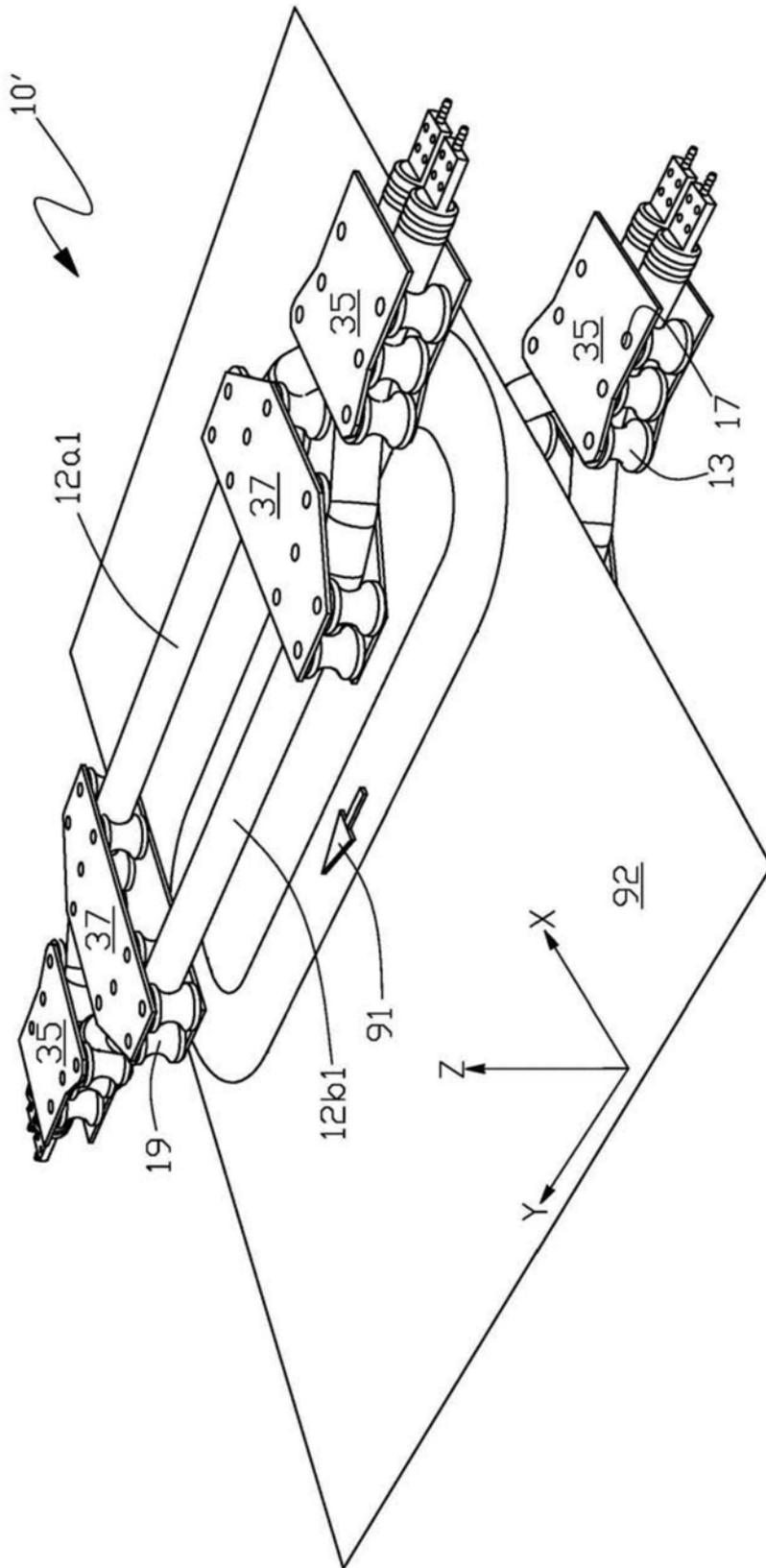


图6 (b)

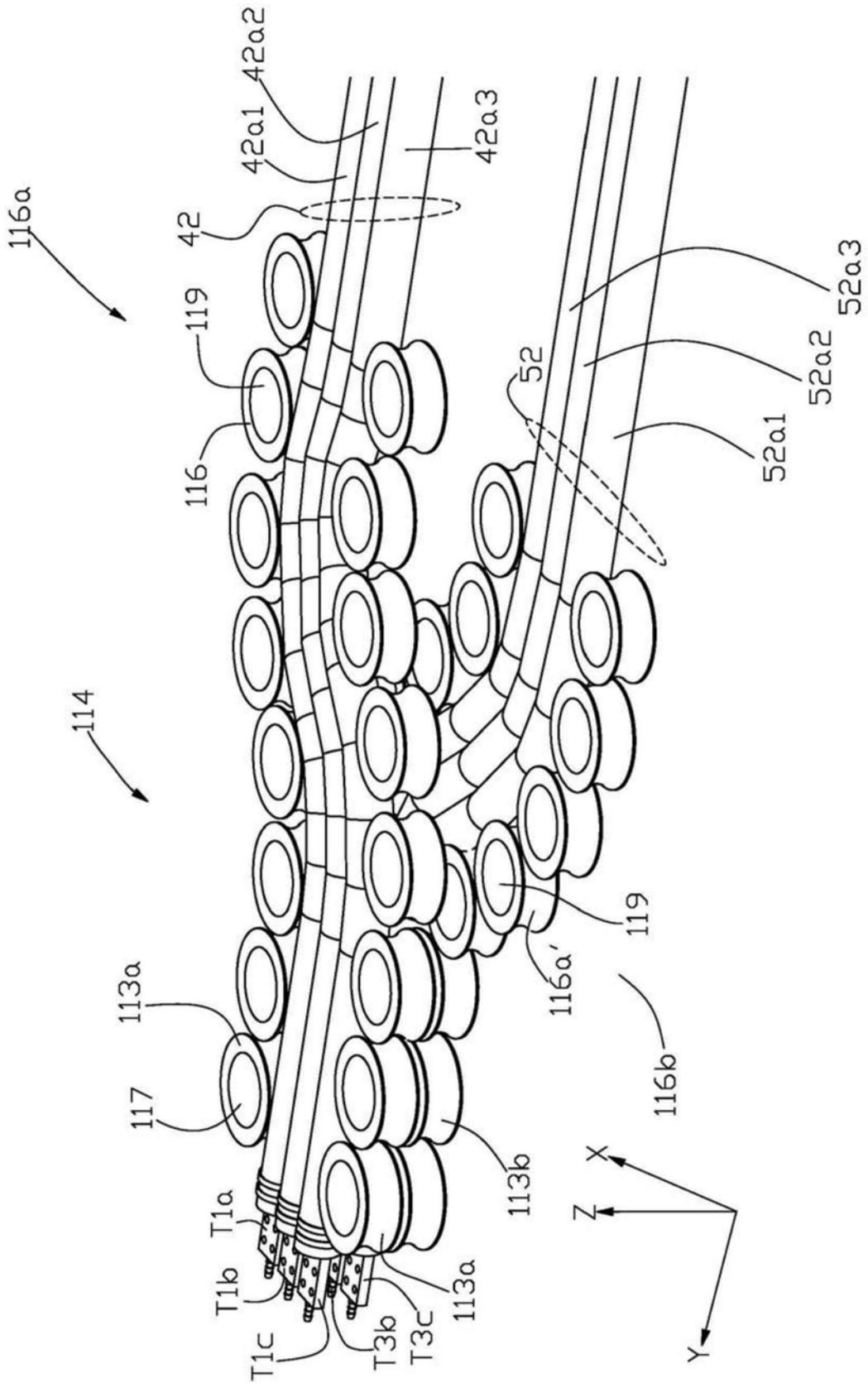


图7(a)

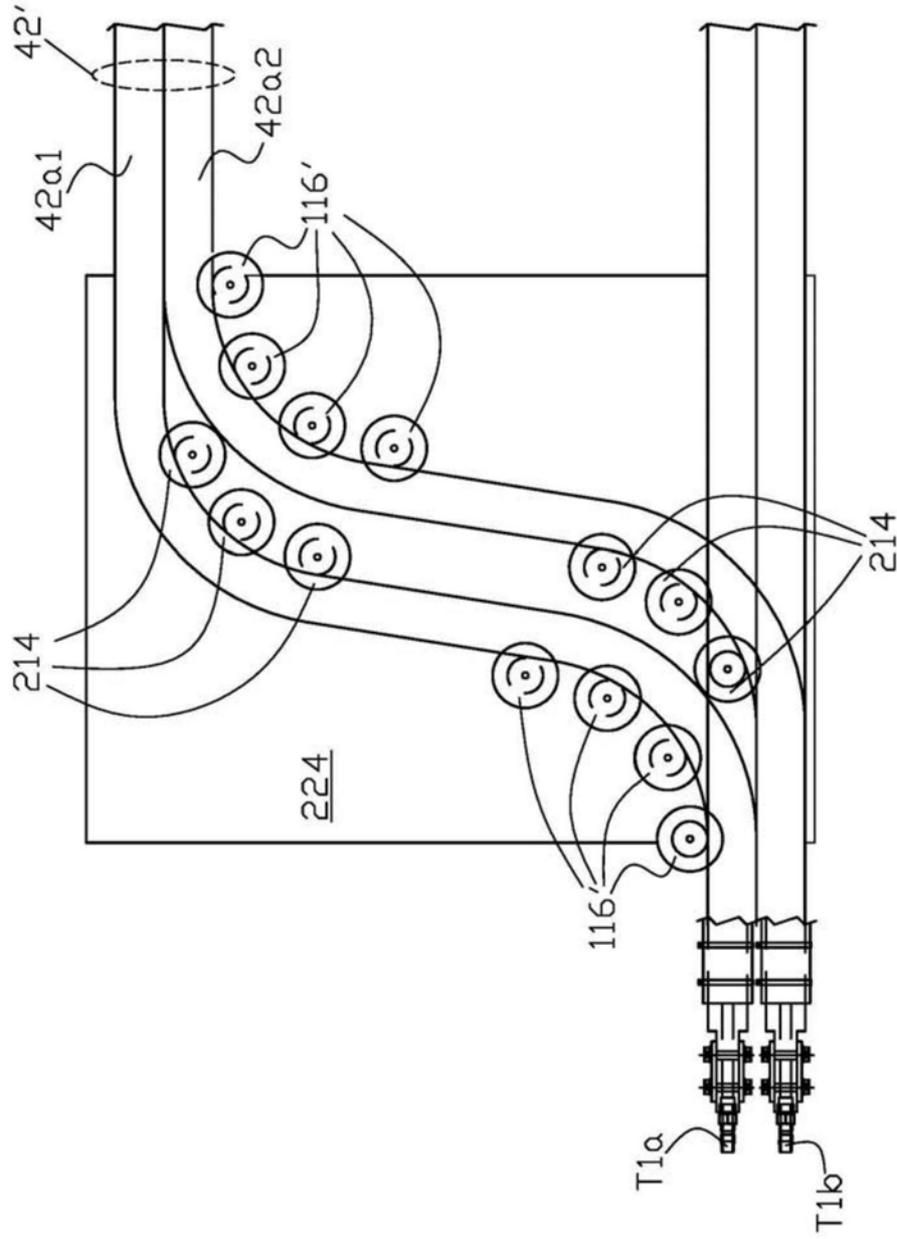


图7 (b)

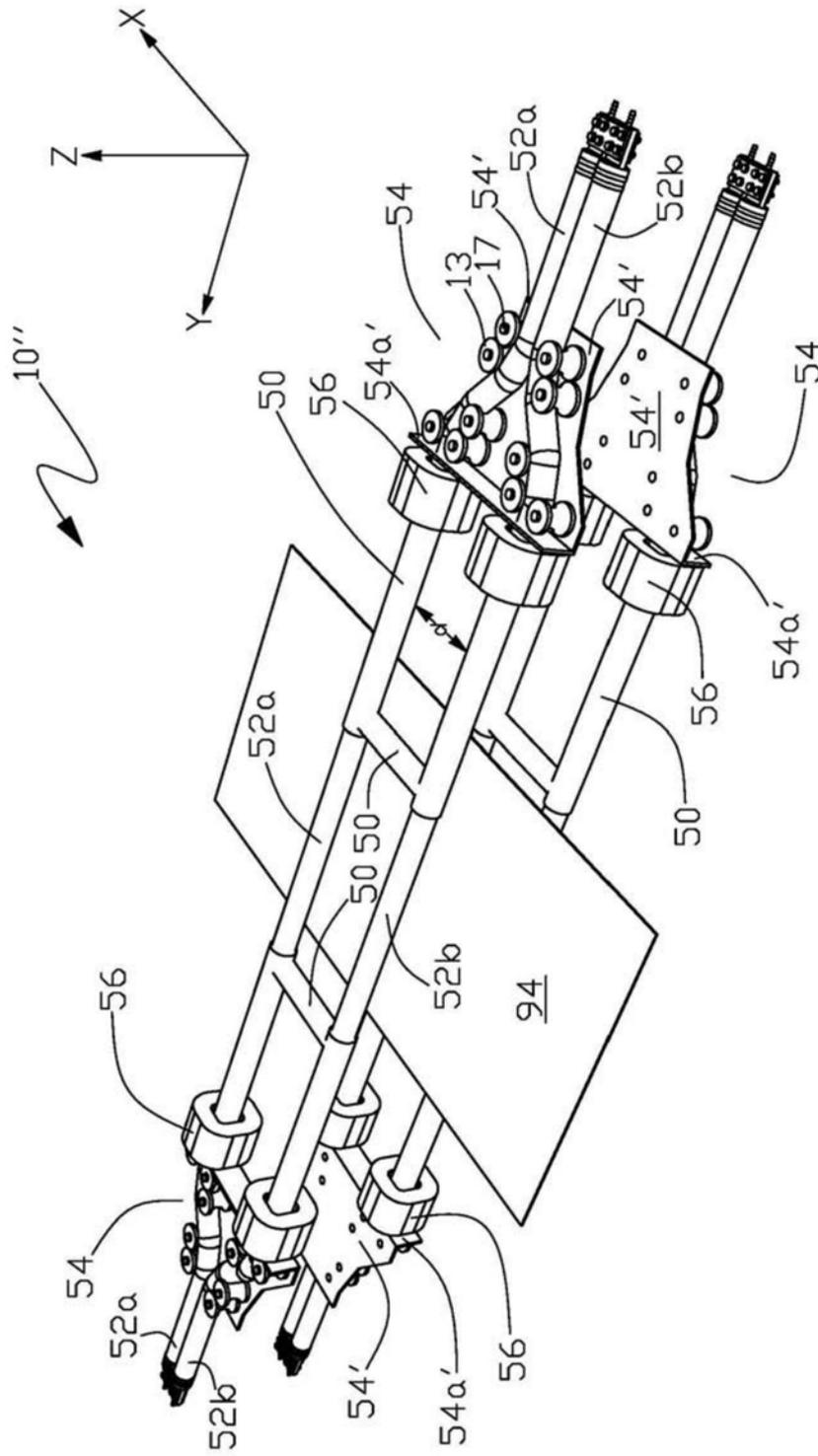


图8(a)

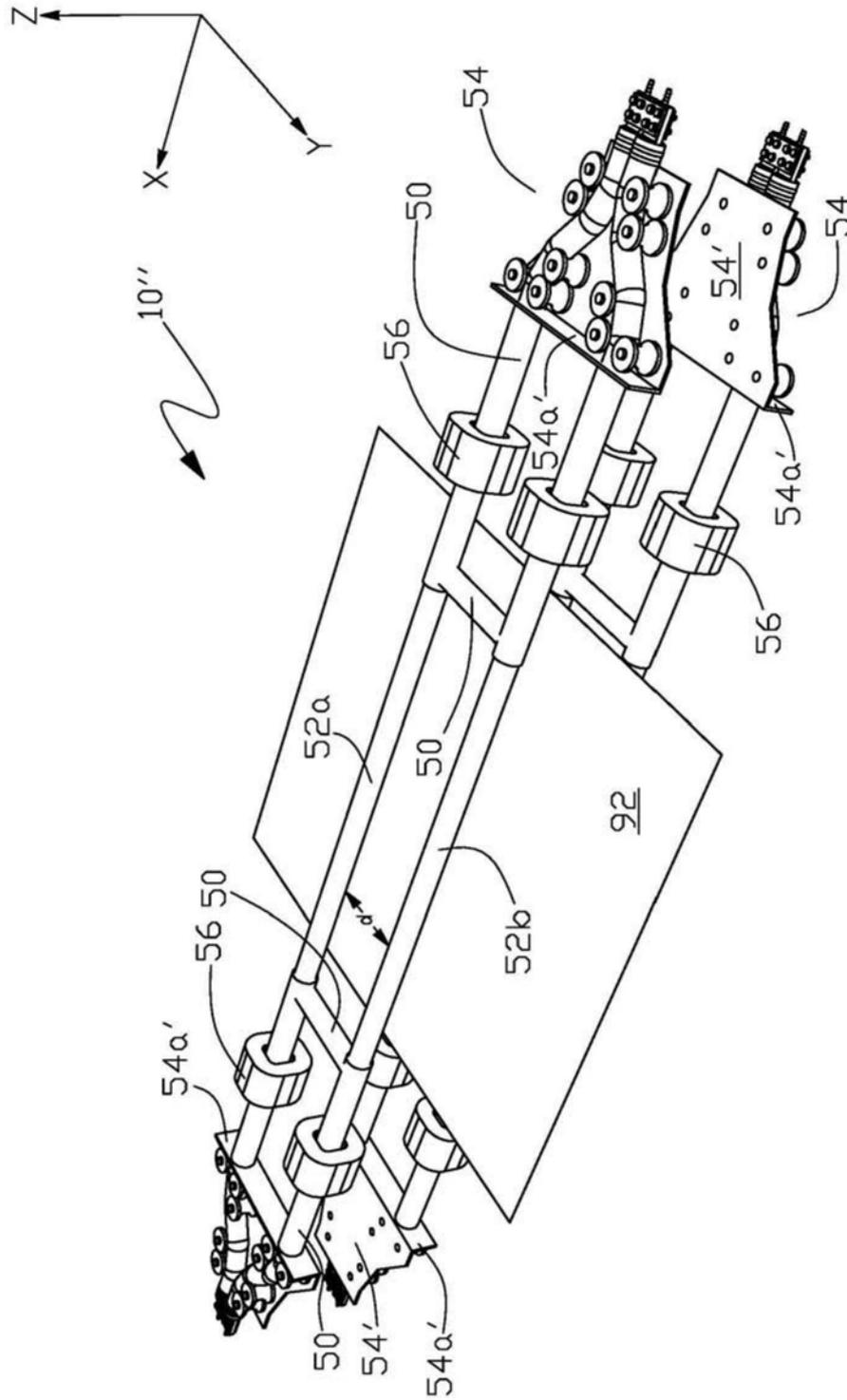


图8 (b)

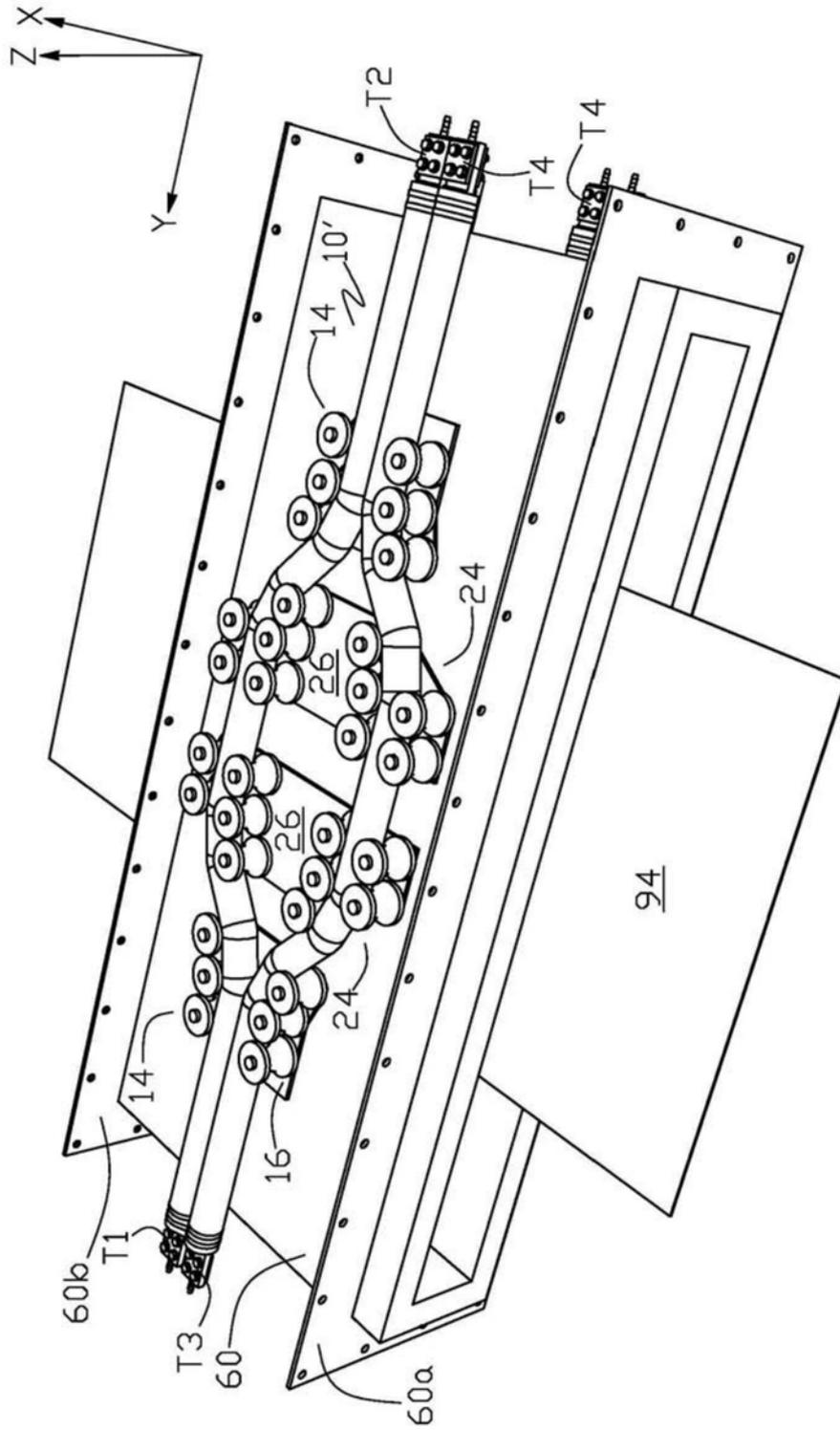


图9(a)

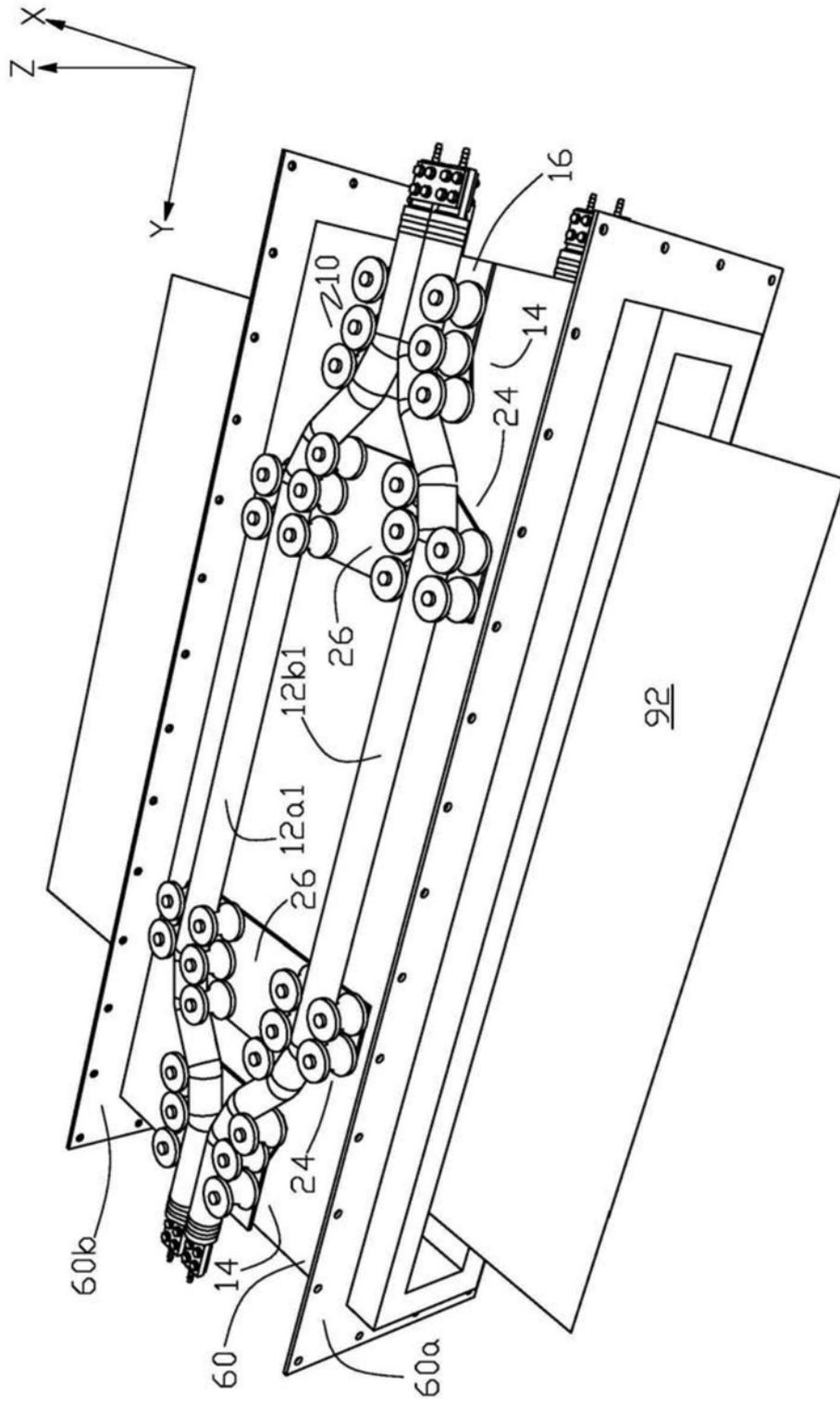


图9 (b)

