



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103394781 B

(45)授权公告日 2016.08.24

(21)申请号 201310287201.X

(22)申请日 2013.07.09

(73)专利权人 合肥聚能电物理高技术开发有限公司

地址 230031 安徽省合肥市蜀山湖路350号  
中科院等离子体物理研究所研制中心  
1126信箱

(72)发明人 李波 吴杰峰 周卫云 曹福坤

(74)专利代理机构 安徽合肥华信知识产权代理有限公司 34112

代理人 余成俊

(51)Int. Cl.

B23K 1/008(2006.01)

B23K 3/047(2006.01)

B23K 3/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 102699625 A,2012.10.03,

CN 1606386 A,2005.04.13,

JP 54-155156 A,1979.12.06,

US 5454507 A,1995.10.03,

WO 2008/050376 A1,2008.05.02,

李子杰等.大型复杂高精度波导钎焊设备的研制.《电子工艺技术》.1995,(第5期),

李波等.EAST 4.6GHz 低杂波器件水冷结构设计及优化.《核聚变与等离子体物体》.2013,第33卷(第2期),

审查员 祝素敏

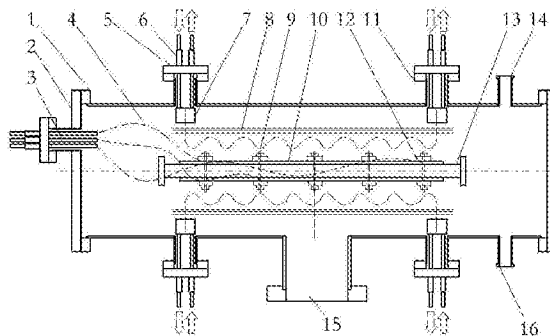
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置及方法,在真空容器内钎焊黄铜波导管与水冷板,焊接后的水冷板与波导管贴合率好于70%,而且波导管内外壁无氧化或起皮现象。



1. 真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,其特征在于:在待钎焊的黄铜波导管的待钎焊管壁区域设置钎焊焊料,并将水冷板固定在黄铜波导管待钎焊管壁区域构成工件,由水冷板与黄铜波导管共同夹持钎焊焊料,设置一个真空容器,将工件整体置于真空容器内;所述真空容器中设置有多段环绕工件的加热元件,加热元件与工件接近但不接触,各段加热元件与对应位置的真空容器内壁之间分别设置有多层屏蔽组件,真空容器器壁上对应每个多层屏蔽组件位置分别设置有与真空容器内连通的电极安装管对,电极安装管对中每个电极安装管的管口处分别密封安装有水冷电极法兰,水冷电极法兰中分别安装水冷电极,且水冷电极与水冷电极法兰之间超高真空密封且绝缘,电极安装管对中每个电极安装管与真空容器结合处分别设置有电极连接件,水冷电极与电极连接件连接,各段加热元件连接电源端分别穿过各自对应位置的多层屏蔽组件并相互不接触,且各段加热元件两接电源端分别电连接在各自对应位置的两电极连接件上,各段加热元件两接电源端分别通过电极连接件、水冷电极与真空容器外的加热电源电连接;在真空容器内的工件上需测温的多个位置分别安装温度传感器,所述真空容器一端设为容器口,且容器口处密封安装有前法兰,前法兰中密封安装有多个测量电极组件,所述温度传感器分别通过测量线与测量电极组件一一对应连接,在真空容器外设置一个温控器,测量电极组件分别接入真空容器外的温控器输入端,温控器输出端与各段加热元件两接电源端分别连接形成电回路;所述真空容器的器壁上还设置至少一个与真空容器内连通的真空测量管口,以及至少一个与真空容器内连通的真空获得管口,真空测量管口接入真空测量元件,真空获得管口接入真空获得装置,所述真空容器的器壁上还设置有一个与真空容器内连通标准法兰接口,接口上安装有高真空手动隔断阀,抽真空和钎焊时阀门密封关闭,阀门另一口连接真空泄漏检测仪或高纯氮气瓶,阀门在真空泄漏检测或充入氮气时打开。

2. 根据权利要求1所述的真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,其特征在于:所述加热元件为加热丝。

3. 根据权利要求1所述的真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,其特征在于:所述加热元件为硅钼棒,或者是硅碳棒,或者是红外辐射加热管。

4. 根据权利要求1所述的真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,其特征在于:所述多层屏蔽组件由高熔点表面高反射率的金属制成,金属选用钽材料。

5. 根据权利要求1所述的真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,其特征在于:所述电极连接件由主体、盖板构成,主体与水冷电极电连接,且主体内设置有与水冷电极连通的水道,主体与盖板之间设有安装加热元件接电源端的安装槽。

6. 根据权利要求1所述的真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,其特征在于:所述水冷电极法兰与各自对应的电极安装管管口之间设置有无氧铜超高真空密封垫圈。

7. 根据权利要求1所述的真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,其特征在于:多个测量电极组件之间相互绝缘。

8. 根据权利要求1所述的真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,其特征在于:所述温度传感器为箔片式传感器。

9. 一种基于权利要求1所述装置的高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的方法,其特征在于:包括以下步骤:

(1)启动真空获得装置,使真空容器内部压强小于 $1 \times 10^{-2}$ Pa,通过真空测量元件测量真空容器内部压强;

(2)当真空测量元件测得真空容器内部压强小于 $1 \times 10^{-2}$ Pa后,启动温控器,设定温度控制范围,温度控制范围中最低温高于钎焊焊料熔点,温度控制范围中最高温度比最低温度高 $20^{\circ}\text{C}$ ;

(3)启动加热元件的加热电源,利用加热元件开始加热真空容器内部;

(4)通过温控器控制加热温度在设定的温度控制范围内,设定加热时间为4小时,4小时自动断开加热电源;

(5)加热至4小时后,加热电源自动断开,随炉冷却3小时;

(6)随炉冷却3小时后,关闭真空获得装置,连接高真空手动隔断阀的出口到高纯氮气瓶上,打开阀门,向真空容器内充入高纯氮气,氮气纯度99.99%,充至内部压强为一个大气压为止;

(7)充入高纯氮气至真空容器内压强达到一个大气压后,即可完成钎焊工作,取下真空容器前法兰,从真空容器中取出钎焊后的黄铜波导管与水冷板,并从工件上卸下温度传感器。

## 真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及波导管与水冷板钎焊领域,具体为一种真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置及方法。

### 背景技术

[0002] 波导是一种用来约束或引导电磁波的结构。通常,波导专指各种形状的空心金属波导管和表面波波导,前者将被传输的电磁波完全限制在金属管内,又称封闭波导;后者将引导的电磁波约束在波导结构的周围,又称开波导。当无线电波频率提高到3000兆赫至300吉赫的厘米波波段和毫米波波段时,同轴线的使用受到限制而采用金属波导管或其他导波装置。波导管的优点是导体损耗和介质损耗小;功率容量大;没有辐射损耗;结构简单,易于制造。波导管内的电磁场可由麦克斯韦方程组结合波导的边界条件求解,与普通传输线不同,波导管里不能传输 TEM模,电磁波在传播中存在严重的色散现象,色散现象说明电磁波的传播速度与频率有关。在实际应用中矩形波导和圆波导仍是两种最主要的波导形式。

[0003] 电磁波在波导中的传播受到波导内壁的限制和反射。波导管壁的导电率很高(一般用铜、铝等金属制成,有时内壁镀有银或金),通常可假定波导壁是理想导体,波导管内的电磁场分布可由麦克斯韦方程组结合波导的边界条件来求解。波导中可能存在无限多种电磁场的结构或分布,每一种电磁场的分布称为一种波型(模式),每一种波型都有对应的截止波长和不同的相速。横截面均匀的空心波导称为均匀波导,均匀波导中电磁波的波型可分为电波(TM模)和磁波(TE 模)两大类。

[0004] 制作波导管的管壁不是理想导体,当电磁波在矩形波导内传输时,将在导体管壁上产生欧姆损耗。另外,矩形波导中填充的也不是理想介质,也将引起波的衰减。这两种损耗构成了矩形波导在传输电磁能量中的全部损耗。通常介质损耗远小于金属波导管壁上的欧姆损耗。欧姆损耗会导致波导内壁温度上升,波导管在通过脉冲波时波导管外壁上可以不加主动冷却装置,但是在大功率连续波的应用场合必须添加主动水冷装置。这就需要在波导外壁焊接主动冷却水冷板。

[0005] 根据波导管材料特性,常用的水冷板焊接方式为各种加热形式的钎焊,常规的氧-乙炔火焰钎焊缺点有三,一是会局部高温导致波导管热变形太大,二是水冷板与波导管焊接贴合率小于20%,三是波导管内外壁因为高温和大气环境会引起严重氧化,使用时可能会引起经常打火。最理想的方法就是在真空环境中,用软钎焊的方法在连续波波导外壁焊接水冷板。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置及方法,以解决现有技术波导管与水冷管钎焊后贴合率低的问题。

[0007] 为了达到上述目的,本发明所采用的技术方案为:

[0008] 真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,其特征在于:在待钎焊的黄铜波导管的待钎焊管壁区域设置钎焊焊料,并将水冷板固定在黄铜波导管待钎焊管壁区域构成工件,由水冷板与黄铜波导管共同夹持钎焊焊料,设置一个真空容器,将工件整体置于真空容器内;

[0009] 所述真空容器中设置有多段环绕工件的加热元件,加热元件与工件接近但不接触,各段加热元件与对应位置的真空容器内壁之间分别设置有多层屏蔽组件,真空容器器壁上对应每个多层屏蔽组件位置分别设置有与真空容器内连通的电极安装管对,电极安装管对中每个电极安装管的管口处分别密封安装有水冷电极法兰,水冷电极法兰中分别安装水冷电极,且水冷电极与水冷电极法兰之间超高真空密封且绝缘,电极安装管对中每个电极安装管与真空容器结合处分别设置有电极连接件,水冷电极与电极连接件连接,各段加热元件连接电源端分别穿过各自对应位置的多层屏蔽组件并相互不接触,且各段加热元件两接电源端分别电连接在各自对应位置的两电极连接件上,各段加热元件两接电源端分别通过电极连接件、水冷电极与真空容器外的加热电源电连接;

[0010] 在真空容器内的工件上需测温的多个位置分别安装温度传感器,所述真空容器一端设为容器口,且容器口处密封安装有前法兰,前法兰中密封安装有多个测量电极组件,所述温度传感器分别通过测量线与测量电极组件一一对应连接,在真空容器外设置一个温控器,测量电极组件分别接入真空容器外的温控器输入端,温控器输出端与各段加热元件两接电源端分别连接形成电回路;

[0011] 所述真空容器的器壁上还设置至少一个与真空容器内连通的真空测量管口,以及至少一个与真空容器内连通的真空获得管口,真空测量管口接入真空测量元件,真空获得管口接入真空获得装置,

[0012] 所述真空容器的器壁上还设置有一个与真空容器内连通标准法兰接口,接口上安装有高真空手动隔断阀,抽真空和钎焊时阀门密封关闭,阀门另一口连接真空泄漏检测仪或高纯氮气瓶,阀门在真空泄漏检测或充入氮气时打开。

[0013] 所述的真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,其特征在于:所述加热元件为加热丝,优选钨丝。

[0014] 所述的真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,其特征在于:所述加热元件为硅钼棒,或者是硅碳棒,或者是碳化硅,或者是红外辐射加热管。

[0015] 所述的真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,其特征在于:所述多层屏蔽组件由高熔点表面高反射率的金属制成,优选金属钽材料。

[0016] 所述的真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,其特征在于:所述电极连接件由主体、盖板构成,主体与水冷电极电连接,且主体内设置有与水冷电极连通的水道,主体与盖板之间设有安装加热元件接电源端的安装槽。

[0017] 所述的真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,其特征在于:所述水冷电极法兰与各自对应的电极安装管管口之间设置有无氧铜超高真空密封垫圈。

[0018] 所述的真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,其特征在于:多个测量电极组件之间相互绝缘。

[0019] 所述的真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,其特征在于:所述温度传感器为箔片式传感器。

[0020] 一种高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的方法,其特征在于:包括以下步骤:

[0021] (1)启动真空获得装置,使真空容器内部压强小于 $1 \times 10^{-2}$ Pa,通过真空测量元件测量真空容器内部压强;

[0022] (2)当真空测量元件测得真空容器内部压强小于 $1 \times 10^{-2}$ Pa后,启动温控器,设定温度控制范围,温度控制范围中最低温高于钎焊焊料熔点,温度控制范围中最高温度比最低温度高 $20^{\circ}\text{C}$ ;

[0023] (3)启动加热元件的加热电源,利用加热元件开始加热真空容器内部;

[0024] (4)通过温控仪控制加热温度在设定的温度控制范围内,设定加热时间为4小时,4小时自动断开加热电源;

[0025] (5)加热至4小时后,加热电源自动断开,随炉冷却3小时;

[0026] (6)随炉冷却3小时后,关闭真空获得设备,连接高真空手动隔断阀的出口到高纯氮气瓶上,打开阀门,向真空容器内充入高纯氮气,氮气纯度99.99%,充至内部压强为一个大气压为止;

[0027] (7)充入高纯氮气至真空容器内压强达到一个大气压后,即可完成钎焊工作,取下真空容器前法兰,从真空容器中取出钎焊后的黄铜波导管与水冷板,并从工件上卸下温度传感器。

[0028] 本发明有合理的结构设计,采用了简单的工艺与极低成本的制造技术制造出变形量小,表面质量要求高的用于微波传输馈线结构的高功率自动冷却微波传输波导,创造性地设计了水冷长直波导的制造工艺,拓宽了微波器件研制思路。

[0029] 本发明解决了主动水冷黄铜波导管无法完成大面积贴合焊接的工艺,焊接后的水冷板与波导管贴合率好于70%,而且波导管内外壁无氧化或起皮现象,几乎无焊接变形,操作简单,结果可靠。

## 附图说明

[0030] 图1为本发明钎焊装置结构示意图。

## 具体实施方式

[0031] 如图1所示。真空状态下高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的装置,在待钎焊的黄铜波导管13的待钎焊管壁区域设置钎焊焊料,并将水冷板10固定在黄铜波导管13待钎焊管壁区域构成工件,由水冷板10与黄铜波导管13共同夹持钎焊焊料,设置一个真空容器1,将工件整体置于真空容器1内;

[0032] 真空容器1中设置有多段环绕工件的加热元件9,加热元件9与工件接近但不接触,各段加热元件9与对应位置的真空容器1内壁之间分别设置有多层屏蔽组件8,真空容器器壁上对应每个多层屏蔽组件8位置分别设置有与真空容器1内连通的电极安装管对,电极安装管对中每个电极安装管11的管口处分别密封安装有水冷电极法兰5,水冷电极法兰5中分别安装水冷电极6,且水冷电极6与水冷电极法兰5之间超高真空密封且绝缘,电极安装管对中每个电极安装管11与真空容器结合处分别设置有电极连接件7,水冷电极6与电极连接件7连接,各段加热元件9两接电源端分别穿过各自对应位置的多层屏蔽组件8并相互不接触,且各段加热元件9两接电源端分别电连接在各自对应位置的两电极连接件7上,各段加热元

件9两接电源端分别通过电极连接件7、水冷电极6与真空容器1外的加热电源电连接；

[0033] 在真空容器1内的工件上需测温的多个位置分别安装温度传感器12,真空容器1一端设为容器口,且容器口处密封安装有前法兰2,前法兰2中密封安装有多个测量电极组件3,温度传感器12分别通过测量线4与测量电极组件3一一对应连接,在真空容器1外设置一个温控器,测量电极组件3分别接入真空容器1外的温控器输入端,温控器输出端与各段加热元件9两接电源端分别连接形成电回路；

[0034] 真空容器1的器壁上还设置至少一个与真空容器内连通的真空测量管口14,以及至少一个与真空容器1内连通的真空获得管口15,真空测量管口14接入真空测量元件,真空获得管口15接入真空获得装置。

[0035] 真空容器1的器壁上还设置有一个与真空容器内连通标准法兰接口16,接口上安装有高真空手动隔断阀,抽真空和钎焊时阀门密封关闭,阀门另一口连接真空泄漏检测仪或高纯氮气瓶,阀门在真空泄漏检测或充入氮气时打开。

[0036] 加热元件9为加热丝,优选钨丝。

[0037] 加热元件9为硅钼棒,或者是硅碳棒,或者是碳化硅,或者是红外辐射加热管。

[0038] 多层屏蔽组件8由高熔点表面高反射率的金属制成,优选金属钽材料。

[0039] 电极连接件7由主体、盖板构成,主体与水冷电极6电连接,且主体内设置有与水冷电极6连通的水道,主体与盖板之间设有安装加热元件9接电源端的安装槽。

[0040] 水冷电极法兰5与各自对应的电极安装管11管口之间设置有无氧铜超高真空密封垫圈。

[0041] 多个测量电极组件3之间相互绝缘。

[0042] 温度传感器12为箔片式传感器。

[0043] 一种高贴合率钎焊黄铜波导管、水冷板的方法,包括以下步骤:

[0044] (1)启动真空获得装置,使真空容器内部压强小于 $1 \times 10^{-2}$ Pa,通过真空测量元件测量真空容器内部压强；

[0045] (2)当真空测量元件测得真空容器内部压强小于 $1 \times 10^{-2}$ Pa后,启动温控器,设定温度控制范围,温度控制范围中最低温高于钎焊焊料熔点,温度控制范围中最高温度比最低温度高 $20^{\circ}\text{C}$ ；

[0046] (3)启动加热元件的加热电源,利用加热元件开始加热真空容器内部；

[0047] (4)通过温控仪控制加热温度在设定的温度控制范围内,设定加热时间为4小时,4小时自动断开加热电源；

[0048] (5)加热至4小时后,加热电源自动断开,随炉冷却3小时；

[0049] (6)随炉冷却3小时后,关闭真空获得设备,连接高真空手动隔断阀的出口到高纯氮气瓶上,打开阀门,向真空容器内充入高纯氮气,氮气纯度99.99%,充至内部压强为一个大气压为止；

[0050] (7)充入高纯氮气至真空容器内压强达到一个大气压后,即可完成钎焊工作,取下真空容器前法兰,从真空容器中取出钎焊后的黄铜波导管与水冷板,并从工件上卸下温度传感器。

[0051] 在对不同长度的波导管进行水冷板焊接时,需要使用不同长度的真空容器和加热元件,同时,根据加热功率的变化也需要选用不同的加热电源和温度控制器。

[0052] 本发明的不仅适合进行单件或小批量生产,选用大容积真空室和大面积加热元件后可满足大批量生产需要。



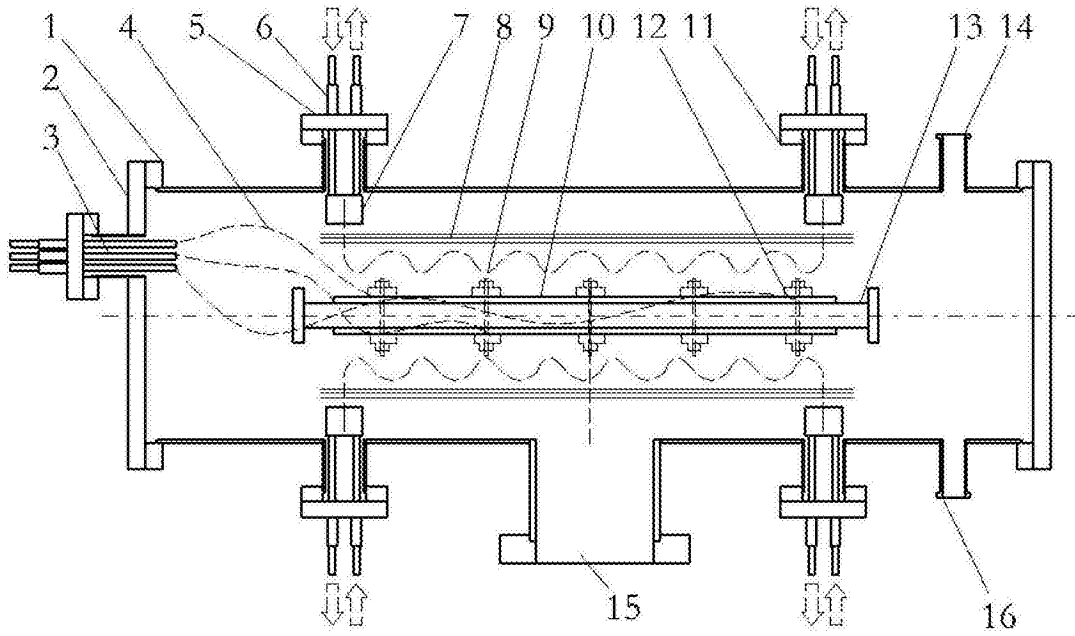


图1