



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109640505 A

(43)申请公布日 2019.04.16

(21)申请号 201910137700.8

(22)申请日 2019.02.25

(71)申请人 成都新光微波工程有限责任公司  
地址 610041 四川省成都市高新区科韵路  
368号

(72)发明人 李正武 陈祖云 余才文 刘志勇

(74)专利代理机构 成都华风专利事务所(普通  
合伙) 51223

代理人 代述波

(51)Int.Cl.

H05H 1/46(2006.01)

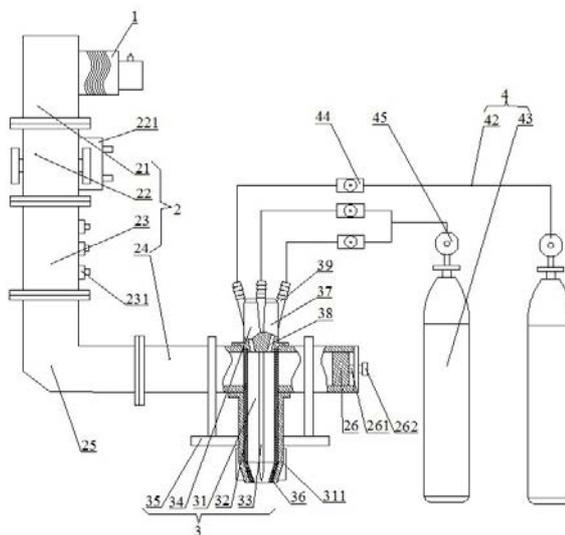
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种大功率高效多用途微波等离子体炬

(57)摘要

本发明公开了一种大功率高效多用途微波等离子体炬,包括:提供微波的微波源、微波传导机构、等离子体发生器、气体输送机构等;所述微波源和微波传导机构可以使大功率微波高效传输,等离子体发生器可使微波能在喷嘴处产生最强电磁场,强电磁场击穿通过喷嘴处经过配置的工质气体,并发生放电,放电使密集的工质气体高效产生等离子体羽流。



1. 一种大功率的高效多用途微波等离子体炬,其特征在于,包括:提供微波的微波源、微波传导机构、等离子体发生器、气体输送机构;所述微波源为可调功率微波源;所述微波传导机构包括:与微波源依次连接的波导激励头、波导环形器、三销钉滤波匹配调谐器、波导谐振腔;所述三销钉滤波匹配调谐器与波导谐振腔之间通过波导弯头连接;所述波导谐振腔内滑动设置有波导短路器;所述波导短路器位于波导谐振腔远离波导弯头的一端;所述等离子体发生器包括:与波导谐振腔十字交叉连接的同轴等离子体发生腔、非金属放电管、激励导体、设在同轴等离子体发生腔上部的涡流发生器、固定架;所述同轴等离子体发生腔的下部开口形成等离子体喷嘴;所述非金属放电管固定在同轴等离子体发生腔的内壁上,且穿过波导谐振腔延伸至涡流发生器;所述激励导体的上端连接至涡流发生器,下端延伸至所述等离子体喷嘴;所述涡流发生器包括:与所述同轴等离子体发生腔连接的涡流发生器壳体、固定在涡流发生器壳体内的发生腔短路器、斜向插入涡流发生器壳体内的若干个进气管;所述进气管连通至同轴等离子体发生腔内;所述固定架上部固定在波导谐振腔上,下部与同轴等离子体发生腔固定连接;所述进气管连通至气体输送机构;所述气体输送机构包含按比例输入的若干种工质气体。

2. 根据权利要求1所述的大功率高效多用途微波等离子体炬,其特征在于:气体输送机构包括:气瓶、连通气瓶与所述进气管的输气管道;所述输气管道上设有流量表、气压表。

3. 根据权利要求1所述的大功率高效多用途微波等离子体炬,其特征在于:所述三销钉滤波匹配调谐器、所述波导谐振腔、所述涡流发生器的材质均为导电金属。

4. 根据权利要求1所述的大功率高效多用途微波等离子体炬,其特征在于:所述激励导体的材质为耐高温导电金属。

5. 根据权利要求1所述的大功率高效多用途微波等离子体炬,其特征在于:所述波导短路器的侧部设有拉动杆;所述拉动杆一端与波导短路器连接,另一端伸至波导谐振腔外;所述拉动杆上远离波导短路器的一端设有限位块。

6. 根据权利要求1所述的大功率高效多用途微波等离子体炬,其特征在于:所述三销钉滤波匹配调谐器中的三个销钉之间的间距为四分之一所述微波波长的整数倍。

7. 根据权利要求1所述的大功率高效多用途微波等离子体炬,其特征在于:所述波导谐振腔、所述同轴等离子体发生腔、所述非金属放电管、所述激励导体的长度均为四分之一所述微波波长的整数倍;所述激励外导体的内径为10~200mm,激励内导体的外径为1~50mm。

8. 根据权利要求7所述的大功率高效多用途微波等离子体炬,其特征在于:所述工质气体为氩气、氮气、氦气、氧气、空气、水蒸气中至少两种气体的混合气体。

9. 根据权利要求1所述的大功率高效多用途微波等离子体炬,其特征在于:所述等离子体喷嘴呈上大下小的截锥形。

10. 根据权利要求1所述的大功率高效多用途微波等离子体炬,其特征在于:所述波导环形器上设有水冷负载;所述同轴等离子体发生腔外壁设有散热器。

## 一种大功率高效多用途微波等离子体炬

### 技术领域

[0001] 本发明涉及基于微波激励发生的等离子体技术领域,特别是涉及一种大功率高效多用途微波等离子体炬。

### 背景技术

[0002] 等离子体是一种由自由电子和带电离子为主要成分的物质形态,广泛存在于宇宙中,常被视为是物质的第四态,等离子体可分为高温等离子体和低温等离子体两种,高温等离子体只有在温度足够高时发生的,如太阳和恒星不断发出的等离子体,利用高温等离子体开发核聚变,发展清洁能源,低温等离子体是在常温下发生的等离子体(电子温度很高),低温等离子体被广泛运用于多种生产领域,产生等离子体的关键是提供一个能量让原子中的外层电子克服原子核的束缚,而成为自由电子和带电离子的形态。

[0003] 提供能量的方法主要包括电能和动能两种,微波等离子体炬是一种通过微波放电提供电能的等离子体发生装置,微波放电形成高频电磁场,将气体激发而产生等离子体,具有活性强、激发的亚稳态原子多的特点,目前,常用的微波等离子体炬是源用1985年金钦汉等人研制的MPT微波等离子体炬,或在此基础上进行改进的微波等离子体炬,这些等离子体炬可以在常压下使用,但大多都是在微波波导内产生等离子体,通过波导H面喷出等离子体羽流,等离子体流从波导喷出时,温度较高,造成微波波导容易被烧坏,且微波波导体积大,不易安装在设备中,不利于产品的推广和应用。

### 发明内容

[0004] 本发明旨在提供一种大功率高效多用途微波等离子体炬,以解决现有技术中存在的微波等离子体炬功率小、效率低,功率稍大,就会造成微波内导体容易被烧坏,且微波波导体积大,不易安装在设备中,不利于推广和应用的问题。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采用的一个技术方案是:提供一种大功率高效多用途微波等离子体炬,包括:提供微波的微波源、微波传导机构、等离子体发生器、气体输送机构;所述微波源为可调功率微波源;所述微波传导机构包括:与微波源依次连接的波导激励头、波导环形器、三销钉滤波匹配调谐器、波导谐振腔;所述三销钉滤波匹配调谐器与波导谐振腔之间通过波导弯头垂直连接;所述波导谐振腔内滑动设置有波导短路器;所述波导短路器位于波导谐振腔远离波导弯头的一端;所述等离子体发生器包括:与波导谐振腔十字交叉连接的同轴等离子体发生腔、非金属放电管、激励导体、设在同轴等离子体发生腔上部的涡流发生器、固定架;所述同轴等离子体发生腔的下部开口形成等离子体喷嘴;所述非金属放电管固定在同轴等离子体发生腔的内壁上,且穿过波导谐振腔延伸至涡流发生器;所述激励导体的上端连接至涡流发生器,下端延伸至所述等离子体喷嘴;所述涡流发生器包括:与所述同轴等离子体发生腔连接的涡流发生器壳体、固定在涡流发生器壳体内的发生腔短路器、斜向插入涡流发生器壳体内的若干个进气管;所述进气管连通至同轴等离子体发生腔内;所述固定架上部固定在波导谐振腔上,下部与同轴等离子体发生腔固定连接;

所述进气管连通至气体输送机构;所述气体输送机构包含按比例输入的若干种工质气体。

[0006] 进一步地,气体输送机构包括:气瓶、连通气瓶与所述进气管的输气管道;所述输气管道上设有流量计、气压表。

[0007] 进一步地,所述三销钉滤波匹配调谐器、所述波导谐振腔、所述涡流发生器的材质均为导电金属。

[0008] 进一步地,所述激励导体的材质为耐高温导电金属。

[0009] 进一步地,所述波导短路器的侧部设有拉动杆;所述拉动杆一端与波导短路器连接,另一端伸至波导谐振腔外;所述拉动杆上远离波导短路器的一端设有限位块。

[0010] 进一步地,所述三销钉滤波匹配调谐器中的三个销钉之间的间距为四分之一一个所述微波波长的整数倍。

[0011] 进一步地,所述波导谐振腔、所述同轴等离子体发生腔、所述非金属放电管、所述激励导体的长度均为四分之一一个所述微波波长的整数倍;所述激励外导体的内径为10~200mm,激励内导体的外径为1~50mm。

[0012] 进一步地,所述工质气体为氩气、氮气、氦气、氧气、空气、水蒸气中的至少两种气体的混合气体。

[0013] 进一步地,所述等离子体喷嘴呈上大下小的截锥形。

[0014] 进一步地,所述波导环形器上设有水冷负载;所述同轴等离子体发生腔外壁设有散热器。

[0015] 本发明的有益效果是:

1.采用该大功率高效多用途微波等离子体炬,通过微波源产生大功率微波,并通过传导机构传输至等离子体发生器,经过精确计算,使同轴腔喷嘴处产生高强度电场,工质气体通过非金属放电管输入至等离子体喷嘴处被高强度电场击穿,产生了等离子体。为了避免高温等离子体烧坏等离子体发生器,通过精确计算,引导电磁波仅仅只在等离子体发生器喷嘴处放电。所述激励导体的长度均为四分之一一个所述微波波长的整数倍;所述激励外导体的内径为10~200mm,激励内导体的外径为1~50mm.,从而使微波能量高效作用于工质气体,减少了能量损失;

2.通过将三销钉滤波匹配调谐器与波导谐振腔之间通过波导弯头垂直连接,在波导谐振腔上连接等离子体发生器,使微波源和等离子体发生器隔离,从而减小了微波的泄漏、容易达到辐射标准,使用安全性高。

## 附图说明

[0016] 图1是本发明提供的大功率高效多用途微波等离子体炬的内部结构侧视示意图;

附图标记:1-微波源,2-微波传导机构,21-波导激励头,22-波导环形器,221-水冷负载,23-三销钉滤波匹配调谐器,231-三个销钉,24-波导谐振腔,25-波导弯头,26-波导短路器,261-拉动杆,262-限位块,3-等离子体发生器,31-同轴等离子体发生腔,311-散热器,32-非金属放电管,33-激励导体,34-涡流发生器,35-固定架,36-等离子体喷嘴,37-涡流发生器壳体,38-发生腔短路器,39-进气管,4-气体输送机构,42-气瓶,43-输气管道,44-流量计,45-气压表。

## 具体实施方式

[0017] 下面结合附图对本发明提供的大功率高效多用途微波等离子体炬的具体实施方式进行详细的描述。

[0018] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“上”、“下”、“内”、“外”、“一端”、“另一端”位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或零件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制,不应理解为具体和特殊含义的指代。

[0019] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,属于“安装”、“设有”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0020] 如图1所示,本发明提供的大功率高效多用途微波等离子体炬,包括:提供微波的微波源1、微波传导机构2、等离子体发生器3、气体输送机构4;所述微波源1为可调功率微波源;所述微波传导机构2包括:与微波源1依次连接的波导激励头21、波导环形器22、三销钉滤波匹配调谐器23、波导谐振腔24;所述三销钉滤波匹配调谐器23与波导谐振腔24之间通过波导弯头25垂直连接;所述波导谐振腔24内滑动设置有波导短路器26;所述波导短路器26位于波导谐振腔24远离波导弯头25的一端;所述等离子体发生器3包括:与波导谐振腔24十字交叉连接的同轴等离子体发生腔31、非金属放电管32、激励导体33、设在同轴等离子体发生腔31上部的涡流发生器34、固定架35;所述同轴等离子体发生腔31的下部开口形成等离子体喷嘴36;所述非金属放电管32固定在同轴等离子体发生腔31的内壁上,且穿过波导谐振腔24延伸至涡流发生器34;所述激励导体33的上端连接至涡流发生器34,下端延伸至所述等离子体喷嘴36;所述涡流发生器34包括:与所述同轴等离子体发生腔31连接的涡流发生器壳体37、固定在涡流发生器壳体37内的发生腔短路器38、斜向插入涡流发生器壳体37内的若干个进气管39;所述进气管39连通至同轴等离子体发生腔31内;所述固定架35上部固定在波导谐振腔24上,下部与同轴等离子体发生腔31固定连接;所述进气管39连通至气体输送机构4;所述气体输送机构4包含按比例输入的若干种工质气体。

[0021] 本发明提供的大功率高效多用途微波等离子体炬中,通过微波源1产生微波并通过传导机构2传输至等离子体发生器3的同轴等离子体发生腔31内与激励导体33发生短路产生高强度电场,工质气体通过非金属放电管32输入至等离子体喷嘴36处被高强度电场击穿,产生了等离子体,有效控制了等离子体流不在波导谐振腔内出现,避免了波导被烧坏的现象发生,通过等离子体发生器的设置,引导电磁波在同轴等离子体发生腔外的等离子体喷嘴处发生放电,使放电产生的能量集中作用在密集的工质气体分子上,从而高效产生了等离子体流。

[0022] 本发明提供的大功率高效多用途微波等离子体炬中,所述微波源为可调功率的微波源,可以采用磁控管或全固态微波信号发射器,功率在1W~6KW的范围,功率即可单管输出,也可以功率合成输出,功率大小可控,且频率为900MHz~2600MHz,通过配合输入不同比例的混合工质气体,优选的所述工质气体可以为氩气、氮气、氦气、氧气、空气、水蒸气中的至少两种气体的混合气体,如,微波的为频率2450MHz,功率为500W,对应工质气体的氩气:

空气=20%:80%，产生6000℃的等离子体，实现产生较高温度的等离子体，通过同轴等离子体发生腔的设计，使产生的等离子体中电子和离子的温度对中性气体温度之比非常高，也可以使等离子体炬保持合适温度，且在常压下未出均匀等离子体的输出，从而适用于多种应用场合，实现多用途，易于推广应用。

[0023] 本发明提供的大功率高效多用途微波等离子体炬中，通过将三销钉滤波匹配调谐器23与波导谐振腔24之间采用波导弯头25垂直连接，同轴等离子体发生腔31与波导谐振腔24十字交叉连接，此处需要说明的是，所述“十字交叉连接”是通过在波导谐振腔的中间段开设径向通孔（波导谐振腔为管状，如图1所示），将等离子体发生器3嵌入该径向通孔，以达到把同轴等离子体发生腔31与波导谐振腔24十字交叉连接的目的，从而有效控制了等离子体流不在波导谐振腔内出现，避免了波导被烧坏的现象发生，并且，使高压源和等离子体发生器隔离，从而减小了微波的泄漏、容易达到辐射标准，使用安全性高，通过三销钉滤波匹配调谐器的作用，使系统阻抗匹配功率损耗，滤除微波源的杂波，避免杂波对主波的干扰，避免了能量的损耗，提高了等离子体发生效率。

[0024] 本发明提供的大功率高效多用途微波等离子体炬中，通过将进气管39斜向插入所述涡流发生器内，并且设置若干个进气口，可以是三个，也可以是更多个，斜向的角度可以是进气管与所述波导谐振腔24（管状）的轴心线呈 $1\sim 89^\circ$ ，从而使工质气体被输送至涡流发生气内时因气压和斜向通入的作用形成左旋或右旋的涡流，提高了工质气体的输入效率，从而使等离子体发生效率更高。

[0025] 本发明提供的大功率高效多用途微波等离子体炬中，气体输送机构4包括：气瓶42、连通气瓶42与所述进气管39的输气管道43；所述输气管道43上设有流量表44、气压表45，以进一步精确控制气流输入的比例和数量，使产生等离子体的温度得以精确控制，进一步拓宽了该等离子体炬的适用范围。

[0026] 本发明提供的大功率高效多用途微波等离子体炬中，所述三销钉滤波匹配调谐器23、所述波导谐振腔24、所述涡流发生器34的材质均为导电金属，可以是铜、铝、铁等导电金属，将所述三销钉滤波匹配调谐器23中的三个销钉231之间的间距为四分之一所述微波波长的整数倍；所述波导谐振腔24、所述同轴等离子体发生腔31、所述非金属放电管32、所述激励导体的长度均为四分之一所述微波波长的整数倍；所述激励外导体的内径为10~200mm，激励内导体的外径为1~50mm。从而使微波能量高效作用于工质气体，减少了能量损失，以实现微波在传导中耦合效果较好，提高了等离子体产生效率。

[0027] 本发明提供的大功率高效多用途微波等离子体炬中，所述激励导体33的材质为耐高温导电金属，可以是钨、铜、铁、铝等导电金属，外径可以设置为1mm~50mm，且与波导短路器26为开路，从而实现微波放电，耐高温使用，延长其使用寿命。

[0028] 本发明提供的大功率高效多用途微波等离子体炬中，所述波导短路器26的侧部设有拉动杆261；所述拉动杆261一端与波导短路器26连接，另一端伸至波导谐振腔24外；所述拉动杆261上远离波导短路器26的一端设有限位块262，通过该结构的设置，在拉动所述拉动杆时，可以将波导短路器与非金属放电管的间距变化，从而实现调节微波的传导，使微波与工质气体能够更好的匹配，以高效产生等离子体。

[0029] 本发明提供的大功率高效多用途微波等离子体炬中，为了保障工质气体能够全面击穿，所述等离子体喷嘴36呈上大下小的截锥形，确保电场强度在锥度面均匀，工质气体能

够全面击穿,不浪费工质气体,进一步提高了等离子体产生效率。

[0030] 本发明提供的大功率高效多用途微波等离子体炬中,所述波导环形器22上设有水冷负载221,对微波在传导过程中产生的热量进行疏散,确保了微波的正常传导,在所述同轴等离子体发生腔31外壁设有散热器311,对同轴等离子体发生腔进行降温散热,避免因等离子体的传热损坏了设备,进一步延长了该等离子体炬的使用寿命。

[0031] 工作原理:微波源和微波传导机构可以使大功率微波高效传输,等离子体发生器可使微波能在喷嘴处产生最强电磁场,强电磁场击穿通过喷嘴处经过配置的工质气体,并发生放电,放电使密集的工质气体高效产生等离子体羽流。

[0032] 以上所述仅为本发明的实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

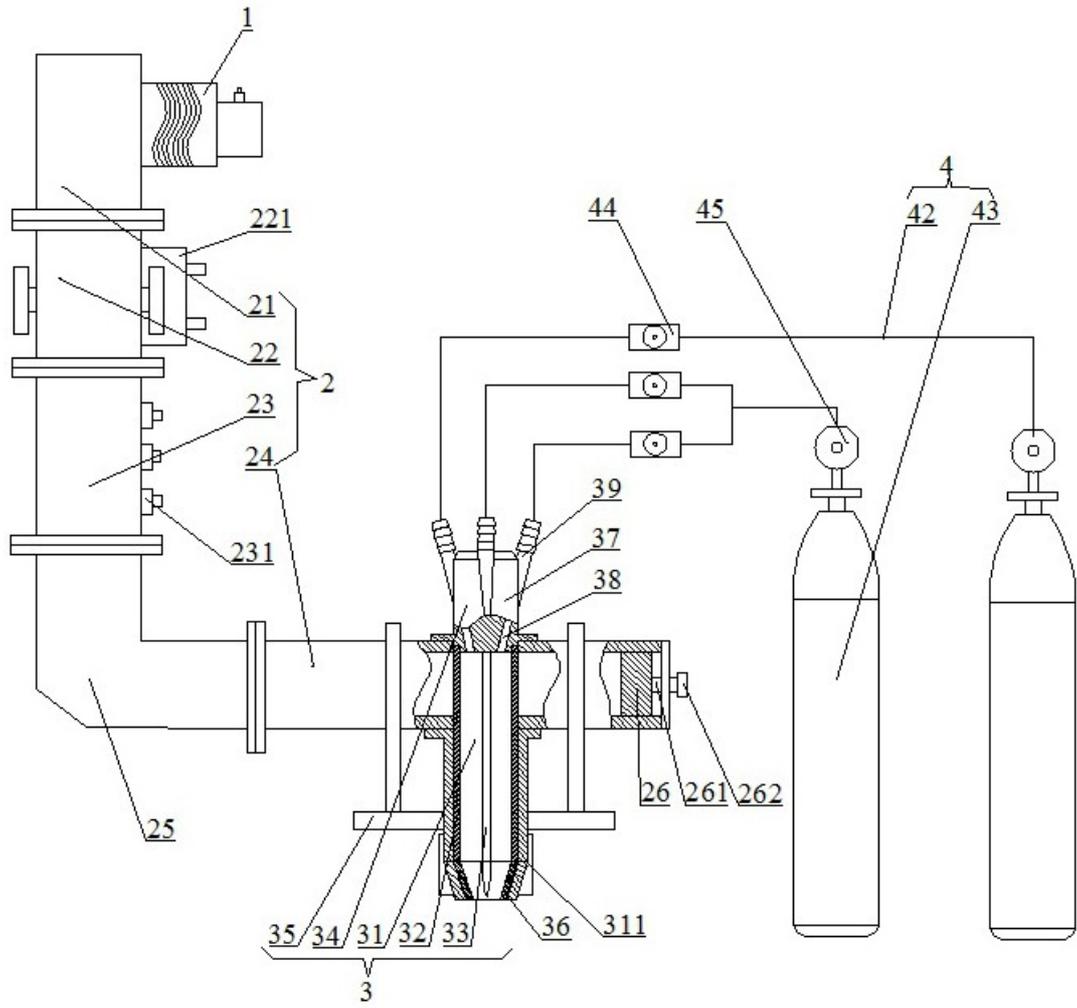


图1