



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103515184 B

(45)授权公告日 2017.06.16

(21)申请号 201310261620.6

(22)申请日 2013.06.27

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103515184 A

(43)申请公布日 2014.01.15

(30)优先权数据

2012-144604 2012.06.27 JP

(73)专利权人 日本株式会社日立高新技术科学  
地址 日本东京都

(72)发明人 松泽修 赤松宪一 中野信男  
一宫丰 田边英规 夏井克己

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 李辉 黄纶伟

(51)Int.Cl.

H01J 49/10(2006.01)

G01N 21/73(2006.01)

(56)对比文件

WO 2011140168 A1, 2011.11.10,

US 5642190 A, 1997.06.24,

US 4760253 A, 1988.07.26,

US 4926021 A, 1990.05.15,

JP 2004327243 A, 2004.11.18,

CN 1235274 A, 1999.11.17,

JP 2003194723 A, 2003.07.09,

JP 2010197080 A, 2010.09.09,

JP H05135896 A, 1993.06.01,

JP H11111491 A, 1999.04.23,

审查员 邢玉良

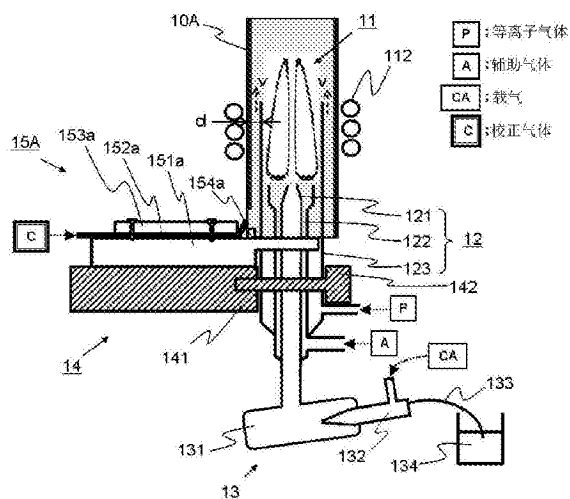
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

感应耦合等离子体装置、分光分析装置以及  
质量分析装置

(57)摘要

提供感应耦合等离子体装置、分光分析装置以及质量分析装置。感应耦合等离子体装置大幅降低等离子体气体的消耗量。作为解决手段,该感应耦合等离子体装置具有:圆筒形状的罩,其与等离子体炬是分离的,具有足够包围到生成等离子体火焰的前端部的高度,该罩外嵌地配置在等离子体炬上;以及校正气体导入机构,其将用于校正等离子体气体的流路的校正气体导入到在罩的内表面和等离子体炬的外管的外表面之间形成的间隙部。



1. 一种感应耦合等离子体装置,其特征在于,该感应耦合等离子体装置具有:  
导入试样的试样导入部,

等离子体炬,其为由载气用的内管、辅助气体用的中间管以及等离子气体用的外管构成的同心的三重管结构,在一端部具有所述内管的气体导入部、所述中间管的气体导入部以及所述外管的气体导入部,另一端部为开口状态;

圆筒形状的罩,其与所述等离子体炬是分离的,具有足够包围到生成的等离子体火焰的前端部的高度,且该罩被配置成间隔开规定的距离地外嵌在所述等离子体炬上;

感应线圈,其以包围所述等离子体火焰形成的、在所述等离子体炬的开口端附近的等离子体生成区域的方式,外嵌地配置在所述罩上;

气体控制部,其控制所述载气、所述辅助气体以及所述等离子气体;以及

校正气体导入机构,其将用于校正所述等离子气体的流路的校正气体导入到在所述罩的内表面和所述外管的外表面之间形成的间隙部,

所述罩在被支撑在基底部上的开口端部的圆周上的一部分,具有连通其圆筒的内外部的槽,其中,所述基底部支撑固定所述罩,

所述基底部在与所述罩的固定侧的圆筒端部相接的线上的一部分具有能够与所述槽吻合的凸部,该凸部成为配置时的基准。

2. 根据权利要求1所述的感应耦合等离子体装置,其中,

所述校正气体导入机构具有喷出所述校正气体的毛细管,

该毛细管的喷出侧端部配置为朝向所述罩的固定侧端部的所述间隙部。

3. 根据权利要求2所述的感应耦合等离子体装置,其中,

所述罩在被支撑在基底部上的开口端部的圆周上的一部分,具有连通其圆筒的内外部的槽,其中,所述基底部支撑固定所述罩,

所述毛细管的喷出侧端部从所述罩的固定侧的端部侧面朝向所述槽。

4. 根据权利要求1所述的感应耦合等离子体装置,其中,

所述校正气体导入机构具有所述校正气体用的流路,

所述校正气体用的流路沿着所述等离子体炬的气体导入部侧的所述间隙部的一部分或者全部而配置,且沿着该间隙部的部分的一部分或者全部为开口状态。

5. 根据权利要求2所述的感应耦合等离子体装置,其中,

所述毛细管使导入所述校正气体的一侧的端部与从所述气体控制部的连接到所述外管的气体流路的中途分支的气体流路连接,使得所述校正气体与所述等离子气体的增减联动地增减。

6. 根据权利要求4所述的感应耦合等离子体装置,其中,

所述校正气体用的流路使导入所述校正气体的一侧的端部与从所述气体控制部的连接到所述外管的气体流路的中途分支的气体流路连接,使得所述校正气体与所述等离子气体的增减联动地增减。

7. 根据权利要求2所述的感应耦合等离子体装置,其中,

所述毛细管具有与所述等离子气体不同的气体控制部,所述校正气体与所述等离子气体是不同的气体。

8. 根据权利要求4所述的感应耦合等离子体装置,其中,

所述校正气体用的流路具有与所述等离子气体不同的气体控制部,所述校正气体与所述等离子气体是不同的气体。

9. 根据权利要求1所述的感应耦合等离子体装置,其中,

所述罩在与固定到支撑固定所述罩的基底部的固定侧相反的一侧的端部或其附近,具有一个或者多个用于测光的槽或者孔。

10. 一种分光分析装置,其中,

该分光分析装置具有权利要求1所述的感应耦合等离子体装置。

11. 一种质量分析装置,其中,

该质量分析装置具有权利要求1所述的感应耦合等离子体装置。

## 感应耦合等离子体装置、分光分析装置以及质量分析装置

### 技术领域

[0001] 本发明主要涉及作为激励源或者离子源来使用的感应耦合等离子体(以下,称作ICP)装置,尤其是涉及大幅降低等离子气体的使用量的ICP装置。

### 背景技术

[0002] ICP装置被用作发射光谱分析的激励源或者以在等离子体中产生的离子为对象的质量分析装置的离子源。以往,该ICP装置具有由石英玻璃或者陶瓷制造的多重管结构构成的等离子体炬。

[0003] 图7示出了ICP发射光谱分析(ICP-OES)装置,示出了现有的ICP装置的用途的一例。等离子体炬32是同心的三重管结构,由中央的试样导入管321(将试样与载气一起导入到等离子体内)、在该试样导入管的外周具有的辅助气体管322(通过辅助气体管端部使等离子体上升)以及在该辅助气体管的外周具有的等离子气体管323构成。此外,在试样导入管321的上部被等离子气体管323包围的区域是被称作生成等离子体的等离子体室的部分。此外,在感应线圈312和等离子体用气体管323之间存在罩30。该罩30用于防止在感应线圈312和等离子气体之间发生的放电。因此,罩通常存在于感应线圈312围绕等离子体炬的区域。

[0004] 另一方面,ICP装置通常使用昂贵的氩和氦作为等离子气体。过去,为了稳定地得到等离子体火焰,等离子气体的消耗量需要每分钟15~20升左右。因此正在进行研究,以抑制成为ICP装置的运行成本增加的重要因素的、等离子气体的大量消耗。

[0005] 例如,提出了以下技术:在等离子体炬中,使等离子气体的喷管区域变小,使等离子气体管的外侧间壁比载气用气体管长而形成与空气的屏蔽件,此外,在该三重管的等离子气体管的外侧使冷却气体用的筒体围成同心状,使冷却气体以旋转方式流入,从而既使等离子气体筒体进行冷却而不会融化,又使等离子体火焰形成得较长而提高灵敏度(专利文献1)。此外,在用于质量分析的ICP装置中,通过形成所述屏蔽件,使等离子气体的喷管的区域变小而不减少等离子气体的流量,由此抑制等离子气体的消耗量。在该情况下,通过使在同心的三重管中的等离子气体管和辅助气体管之间形成的喷管宽度减半来使流量变成大约一半的量(非专利文献1)。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2003-194723号公报(图8)

[0009] 非专利文献

[0010] 非专利文献1:分析化学vol.52, No.8, pp.559-568, 2003年,日本分析化学会

### 发明内容

[0011] 但是,第一,在加长等离子体用气体管而具有屏蔽效果、避免空气卷入到等离子体火焰的情况下,当由于析出物附着于与等离子体火焰相对的内表面而无法进行测光时、或

者当由于热的影响而在该等离子体用气体管的部分产生破裂时,需要更换各等离子体炬,不但产生繁琐作业,还产生由于等离子体炬的昂贵而导致的不经济的问题。

[0012] 第二,为了解决上述问题而采用具有包围等离子体火焰的程度的长度且相对于等离子体炬独立的圆筒型的罩,也会产生在点燃等离子体时发生异常放电的新问题。

[0013] 为了同时解决上述第一和第二问题,本发明的ICP装置的特征在于,具有:导入试样的试样导入部;等离子体炬,其为由载气用的内管、辅助气体用的中间管以及等离子气体用的外管构成的同心的三重管结构,在一端部具有内管的气体导入部、中间管的气体导入部以及外管的气体导入部,另一端部为开口状态;圆筒形状的罩,其与等离子体炬是分离的,具有足够包围到生成的等离子体火焰的前端部的高度,且该罩被配置成间隔开规定的距离地外嵌在所述等离子体炬上;感应线圈,其以包围等离子体火焰形成的、在等离子体炬的开口端附近的等离子体生成区域的方式,外嵌地配置在罩上;气体控制部,其控制载气、辅助气体以及等离子气体;以及校正气体导入机构,其将用于校正等离子气体的流路的校正气体导入到在罩的内表面和外管的外表面之间形成的间隙部。

[0014] 此外,在本发明的ICP装置中,所述校正气体导入机构具有喷出校正气体的毛细管,该毛细管的喷出侧端部配置为朝向罩的固定侧端部的间隙部。或者,所述校正气体导入机构具有校正气体用的流路,该流路沿着等离子体炬的气体导入部侧的间隙部的一部分或者全部而配置,且沿着该间隙部的部分的一部分或者全部为开口状态。

[0015] 此外,在本发明的ICP装置中,所述毛细管或者所述流路使导入校正气体一侧的端部与从气体控制部的连接到外管的气体流路的中途分支的气体流路连接,使得校正气体与等离子气体的增减联动地增/减。

[0016] 此外,罩的特征在于具有一个或者多个用于测光的槽或者孔。

[0017] 此外,本发明的ICP装置用于分光分析装置或者质谱法装置。

[0018] 根据本发明,使用单独的屏蔽件(罩)来消除等离子体发光装置中的、空气卷入到等离子体火焰的情况,并且,通过采用独立的等离子气体的校正机构,能够改善等离子体的点燃性,并能够在不损害灵敏度和精度的情况下使等离子气体的消耗量减半。因此,能够提供具有高经济性的等离子体发光装置。

## 附图说明

[0019] 图1是本发明的第1实施例的ICP装置的整体概略图。

[0020] 图2是本发明的第1实施例的ICP装置的主要部件的概略图。

[0021] 图3是本发明的第2实施例的ICP装置的整体概略图。

[0022] 图4(a)是本发明的第2实施例的ICP装置的主要部件的概略图。

[0023] 图4(b)是从图4(a)的b方向观察到的校正气体导入机构的概略图。

[0024] 图4(c)是图4(a)的B-B'剖视图。

[0025] 图5(a)是本发明的ICP装置的罩的概略图。

[0026] 图5(b)是本发明的ICP装置的罩的另一概略图。

[0027] 图6(a)是示出本发明的气体路径的例子的图。

[0028] 图6(b)是示出本发明的另一气体路径的图。

[0029] 图7是使用现有的ICP装置的ICP分光发光装置的整体概略图。

- [0030] 标号说明
- [0031] 10A、10B、30 罩；
- [0032] 11、31 等离子体生成部；
- [0033] 12、32 等离子体炬；
- [0034] 13、33 试样导入部；
- [0035] 14 等离子体炬支撑部件；
- [0036] 15A、15B 校正气体导入部

## 具体实施方式

[0037] 以下,参照附图,对本发明的等离子体发光装置进行说明。

[0038] 图1是本发明的第1实施例的ICP装置的整体概略图。

[0039] 本实施方式的ICP装置大体由等离子体生成部11、试样导入部13、等离子体炬12、罩10A、等离子体炬支撑部件14以及校正气体导入部15A构成,并以JISK0116(发射光谱分析通则)规定的ICP装置为基础。

[0040] 等离子体生成部11通过使氩等等离子气体P以及雾化而载置于载气CA的试样134流过等离子体炬12,并向配置在罩10A的外侧的感应线圈112施加高频电压,来生成等离子体。

[0041] 试样导入部13具有吸取试样的喷雾器132、用于吸取的管133以及雾化室131,将试样134与氩等载气CA一起通过试样用气体管121导入到生成的等离子体内部。

[0042] 等离子体炬12是同心的三重管结构,并构成为:用于与氩(Ar)气体等载气CA一起导入的试样134的试样导入管(内管)121位于其中心,在其外侧有用于控制等离子体的上下位置的辅助气体管(中间管)122围着,再外侧有用于让等离子体用气体流过的等离子气体管(外管)123围着。

[0043] 此外,罩10A外嵌地配置在等离子体用气体管123的外侧。目的在于防止如下情况:当在试样用气体管121上部点燃等离子体时,因卷入来自外侧的空气而导致等离子体火焰的不稳定以及因来自空气的发光导致测定灵敏度的下降。为此,罩10A能够使用圆筒状的石英玻璃管,并构成为相对于等离子体用气体管123形成有预定的间隙d。

[0044] 等离子体炬支撑部件14由基底部141和固定部142构成。固定部142使等离子体炬与基底部141以分离或者部分联结的方式释放/固定。

[0045] 校正气体导入部15A是为了产生沿与等离子气体P的流动方向相同的方向喷出的喷出气流而被设置的,以防止尤其在等离子气体P的流量小时成为点燃等离子体时的异常放电的原因的、等离子气体在罩10A和等离子气体管123的开口端部之间的间隙d的滞留。由此,能够基于小量的等离子气体P来点燃等离子体。

[0046] (实施例1)

[0047] 以下,对图1的ICP装置进行详细说明。

[0048] 等离子体炬12是石英玻璃制的,且为如下所述的同心三重管结构:试样导入管(内管)121、辅助气体管(中间管)122以及等离子气体管(外管)123的各自的开口端部的外径分别为7mm、17mm、20mm。此外,其壁厚在各部位均为大约1.0mm,且试样导入管的开口径缩小到2mm以下。此外,在竖立的情况下,各气体管的开口端部的位置以越靠外侧则越高的方式错

开成阶梯状。

[0049] 该等离子体炬12的固定是通过等离子体炬支撑部件14的基底部141和装卸用固定部142的夹持来进行的。在该情况下,固定部142可以沿着等离子体炬12的外侧的圆形状向基底部14按压来进行固定,也可以将其左右中的任意一个设为合页状而以单侧打开的方式进行开闭。进而,等离子气体P被导入等离子体用气体管123的内侧并从其下部起形成螺旋流,从开口端部流出。

[0050] 此外,等离子气体P为了抑制消耗而降低流量,由此,从开口端部喷出的喷出速度也下降。因此,对于与在等离子体用气体管123的内表面和辅助气体管122的外表面之间形成的等离子气体P的通路的出口对应的间隙端部,也可以进行调整以减小其宽度。由此,即使在抑制了等离子气体的流量的情况下,也能够进行调整,使得流速不下降,从而能够稳定地得到预定高度的等离子体火焰。另外,在本实施例中,等离子气体P采用氩气。

[0051] 接下来,对本发明的ICP装置中使用的罩进行说明。该罩10A是外嵌在等离子体炬12上的圆筒状的石英玻璃(内径21mm,壁厚1.3mm)。因而,间隙d由与等离子体炬12的尺寸之间的关系决定,为约0.5mm。

[0052] 与图7所示的现有的罩30相比,该罩10A具有如下特征:独立于单纯圆筒形状的等离子体炬;以及,突出到设有感应线圈112的地区的上部。通常,将感应线圈的端部配置为与作为等离子体用气体管的外管的开口端部对齐,使得感应线圈作用于等离子体生成部11的区域,因此,它们的端部的上方十多mm左右被罩包围。首先,该被包围的长度被设为空气不会卷入到等离子体火焰的稳定的范围,在本实施例中是20mm左右。此外,如下述那样,通过独立于等离子体炬,具有能够容易装卸地仅更换罩的效果。

[0053] 另外,该罩10A如下进行固定:在构成设置在基底部14的上部的下述校正气体导入机构15A的毛细管支撑部件151a的一端部,设置有沿着等离子体炬的外侧的圆形形成的延伸部,使罩10A与所述延伸部上的导轨嵌合。在该情况下,可以在罩10A的固定端侧圆周上设置槽101,并与在毛细管支撑部件151a上设置的凸部154a吻合。由此,能够容易地定位罩10A的圆周位置。

[0054] 该罩10A的主要效果在于防止在等离子气体P的流量下降(例如每分钟10L以下)时产生的如下情况:在等离子体炬12的开口端部,由于等离子气体P的喷出流速的下降而导致空气卷入到开口周围。因此,通过罩10A包围与等离子体火焰的高度相应的区域,由此,实现更有效的、能够降低等离子气体P的消耗量的、经济的测定。此外,如上所述,罩10A与等离子体炬12是相互独立的,因而能够分别独立进行更换。尤其是具有如下效果:在罩的与等离子体火焰相对的内表面,有时会由于析出物导致白浊化或者由于热等产生破裂,在这些情况下,仅通过更换低成本的罩就能够应对。

[0055] 另外,如上所述,感应线圈112与外管的开口端部对齐位置而外嵌地配置在罩10A上,从而作用于等离子体生成部11的区域。

[0056] 接下来,对本发明的ICP装置具有的校正气体导入机构15A进行说明。

[0057] 校正气体C具有如下作用:在点燃等离子体时,防止等离子气体P的一部分卷入并滞留在罩10A和等离子体炬12的开口端部之间的间隙d,并且将滞留的气体校正回等离子气体本来的流路。该等离子气体的滞留在点燃等离子体时会引起异常放电,成为得到稳定的等离子体火焰的障碍。此外,该状况仅通过等离子气体P的流量调整是无法消除的。发明者

为了在利用了罩10A的结构中得到稳定的等离子体火焰,反复进行了深度研究,采用了该校正气体导入机构15A。校正气体C从固定端(下)侧朝向另一端(上)侧导入到在所述的罩10A的内表面和等离子体炬12的外表面之间形成的间隙d。

[0058] 如图1所示,该机构由固定在基底部14的上部的毛细管支撑部件151a、用于导入校正气体C的毛细管152a以及按压毛细管的紧固件153a构成。图2示出与罩10A和校正气体导入机构15A的配置相关的立体图。采用的毛细管的内径为0.75mm。此外,毛细管被固定成:利用在所述罩10A的固定端侧的圆周上设置的槽101,使毛细管的前端朝向该槽101。该方向只要是使校正气体从槽101流入到间隙d内的方向即可,由于调整流量而允许方向具有一定程度的偏差。为了高效地导入校正气体,优选沿着等离子气体的流动方向。此外,为了形成螺旋流,可以沿着间隙d调整毛细管前端的朝向。此外,毛细管可以采用使用上柔软方便的、PTFE(聚四氟乙烯)等。在图1中,毛细管配置为相对于基底部14的平面方向以45度朝向上方。

[0059] 本发明的ICP装置所用的气体是等离子体炬12所涉及的载气CA、辅助气体A、等离子气体P以及校正气体C。这些气体使用了氩气。此外,校正气体C只要校正正在间隙d的开口端部的气体滞留即可,可以伴随等离子气体P的增减而同样地增减。因此,如图6(a)所示,气体的导入路径采用如下结构:如以往那样,通过1个气体控制系统导入载气CA、辅助气体A以及等离子气体P,并且,采用等离子气体P的支管来导入校正气体C。由此,能够使校正气体C与等离子气体P的增减联动。另外,校正气体C的流量能够通过支管的内径或者简易的手动流量计等预先进行调整。

[0060] 此外,不需要单独地控制校正气体C的流量,装置上也不需要控制部或阀等附带设备。因此,能够简洁且低成本地提供高效的装置结构。

[0061] 另外,如图6(b)所示,也可以利用别的系统来控制校正气体C。在该情况下,不具有之前所述的效果,但是,在能够利用昂贵的氩以外的廉价气体作为校正气体C这方面是有益的。例如,可以利用气泵来送入空气。

[0062] 此外,虽未图示,但是可以导入腔室气体路径,该腔室气体路径用于在点燃等离子体时,利用在上述的气体路径以外暂且使用的气体来置换系统内部的气体。

[0063] 在本发明所涉及的采用图6(a)的气体路径的ICP装置中,让感应线圈112在频率27.12MHz、输出功率1.2kW的条件下产生高频能量,使氩气在先头的开始点燃等离子体时的条件下流动数十秒之后,利用点火器形成火种,接着导入载气CA,确认等离子体成为圈状,然后等待等离子体稳定数秒,切换到通常运转时的等离子气体流量。在该情况下,关于开始点燃等离子体时的氩气流量,相对于等离子气体P每分钟20L的设定,作为其支管的校正气体C由于毛细管152a而成为每分钟0.3L以下。此外,通常运转时的等离子气体P和校正气体C的流量分别为每分钟8L和0.1L以下。其结果是,能够在试样导入管121的上部形成测光高度十多mm的等离子体,从而得到从点燃时开始在测定期间内一直稳定的等离子体火焰。此时的等离子气体流量在上述条件下,与作为现有的ICP装置中的等离子气体流量的每分钟15~20L相比,能够在保持同等程度以上的灵敏度的情况下大致减半。因此,确定具有高经济性。

[0064] (实施例2)

[0065] 接下来,对与实施例1不同的校正气体导入机构15B进行说明。另外,由于除校正气

体导入机构以外的部分与实施例1是共同的,因而符号相同。

[0066] 图3示出:作为本发明的ICP装置,在流路部件151b的罩10B的固定端(下)侧具有沿着间隙d的圆周设置的校正气体C的喷管152b,替代导入校正气体C的实施例1的校正气体导入机构15A的毛细管。图4(a)通过立体图示出喷管152b的路径。图4(b)示出从图4(a)的b方向(正上方)观察时的气体路径。图4(c)示出在图4(a)的B-B'剖面的等离子气体管123的外周面和罩10B的内周面之间形成的间隙d与喷管152b的位置关系。此处,在罩10B的圆周中的半周处设置喷管,但是也可以在全周设置,或者也可以沿着其圆周间隔地设置多个孔。此外,关于气体流路,可以在基底部14制作贯通孔,只要能够形成喷管152b,也可以改造毛细管来使用。此外,为了容易对罩10B进行定位,也可以与实施例1相同地在罩10B的固定端侧设置槽101。

[0067] 通过该结构,能够使等离子体炬12的开口端部的气体不会滞留而得到与实施例1相同的结果,示出了相同的效果。

[0068] 本发明的ICP装置能够用于ICP发射光谱分析(ICP-OES)装置或者ICP质量分析装置(ICP-MS)。另外,也能够用于此外的利用等离子体发光的装置。

[0069] 此外,当从等离子体的横方向进行测光时,在罩10A和10B中,能够在测光部附近具有槽102-L以及102-R中的至少一方。由此,即使在罩的内表面发生白浊的情况下,也能够不妨碍测光。该用于测光的槽也可以是孔,只要是能够防止空气对等离子体火焰的影响的范围,则其形状可以是任意的。

[0070] 此外,等离子气体不限于氩,也能够利用氮、氦等。

[0071] 此外,本发明的ICP装置能够通过现有的ICP装置上组装作为其主要部件的本发明的罩以及校正气体导入机构来提供。这使得无须废弃已有的装置就能够享受本发明的效果,因而在该方面具有经济性。

[0072] 如上所述,本发明的ICP装置利用圆筒管状的长罩消除了降低等离子气体的消耗量时的副作用(因空气卷入等离子体导致的等离子体火焰的不稳定),并且,也消除了使用该罩时的副作用(因等离子体炬和罩导致的等离子气体的部分停滞所引起的点燃等离子体时的异常放电),其结果是,能够大幅降低长时间运转时的等离子气体的消耗量。

[0073] 因此,与以往相比,能够提供经济性非常优越的ICP装置。

[0074] 另外,本发明的实施方式不限于上述记载内容,在不脱离本发明主旨的范围内,能够进行增减、改良和变更。



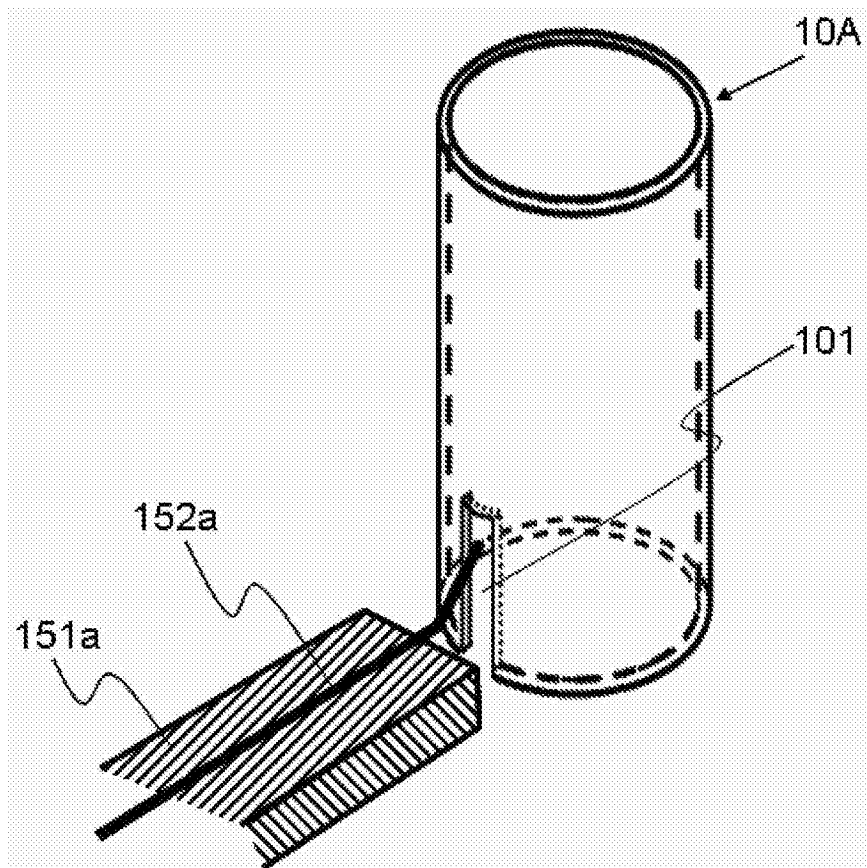


图2

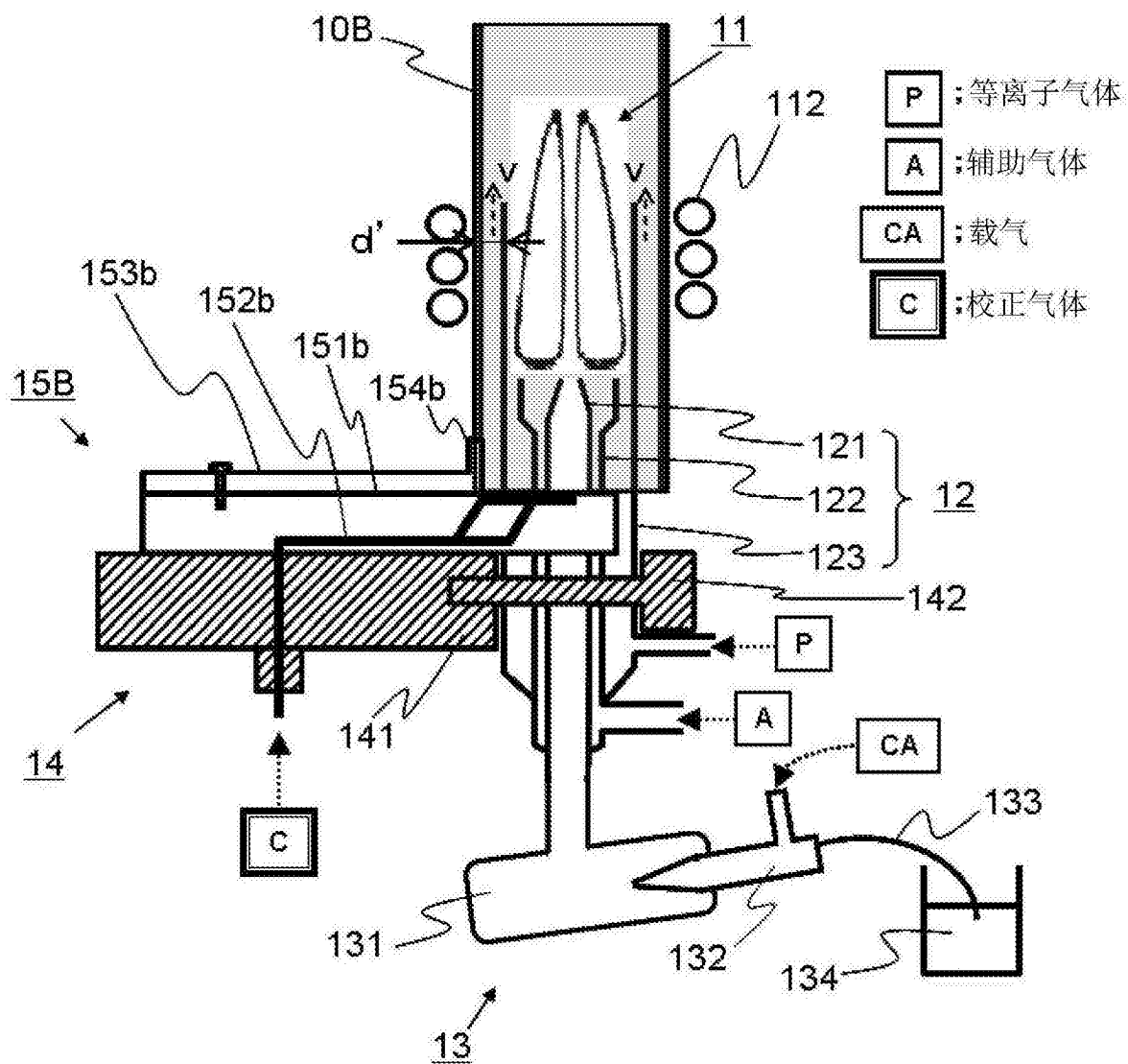


图3

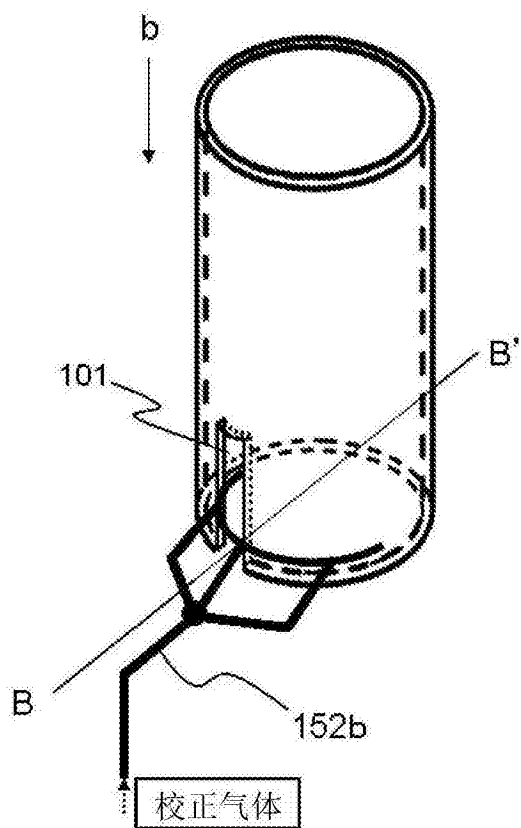


图4(a)

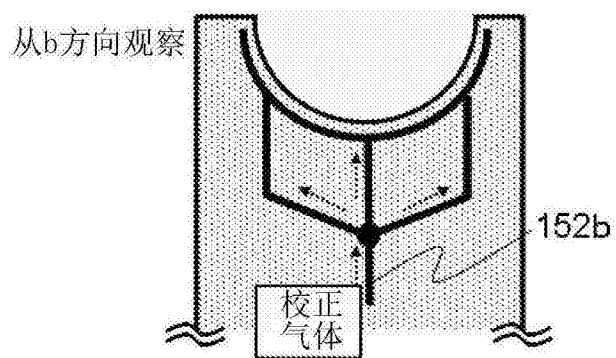


图4(b)

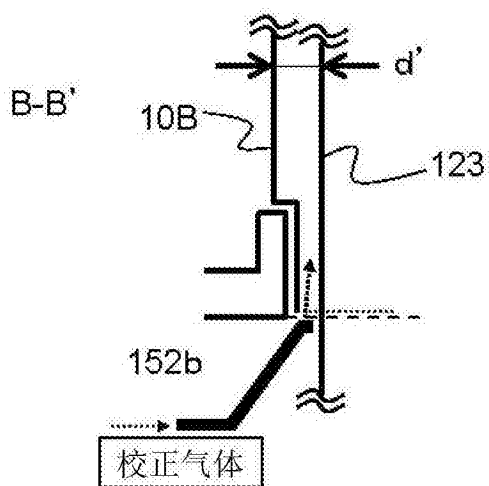


图4(c)

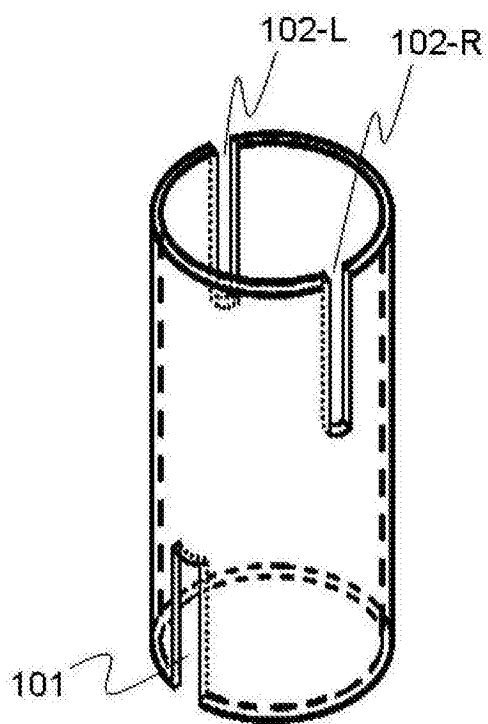


图5(a)

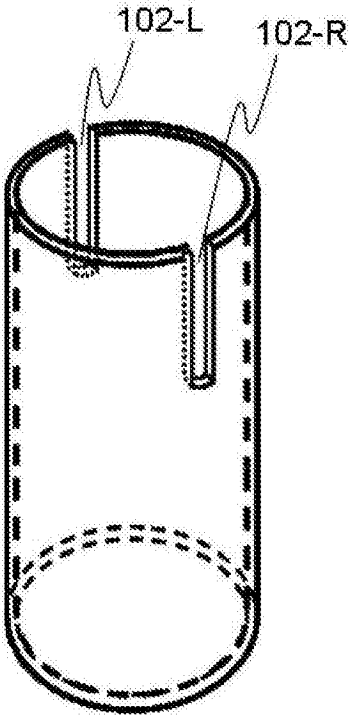
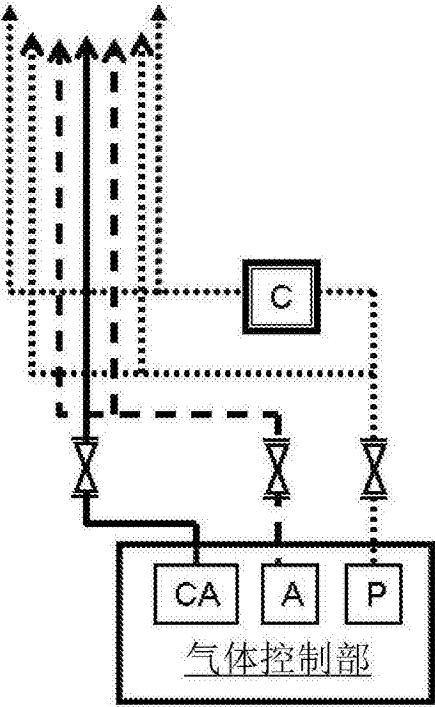


图5 (b)



**P** ;等离子气体  
**A** ;辅助气体

图6 (a)

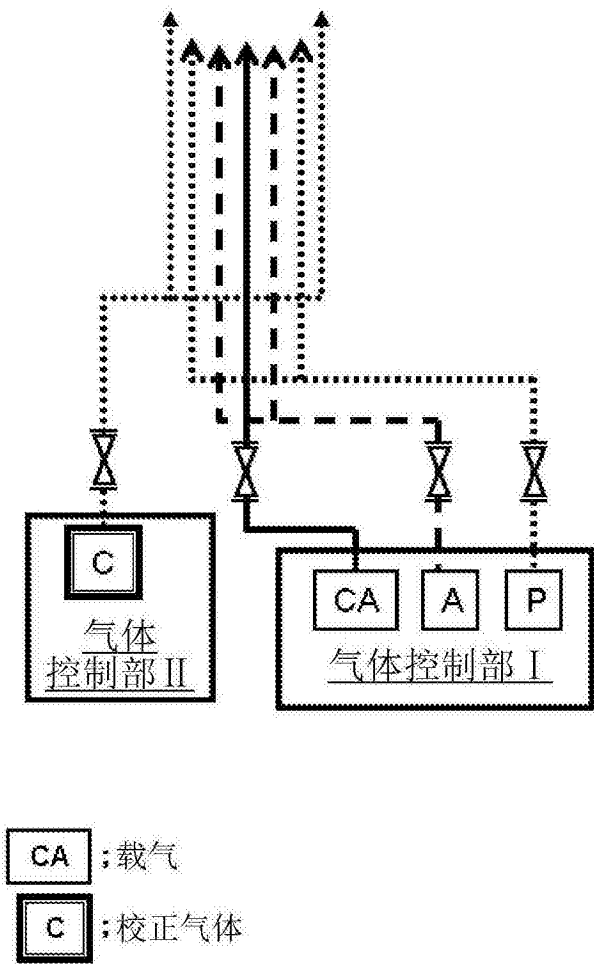


图6 (b)

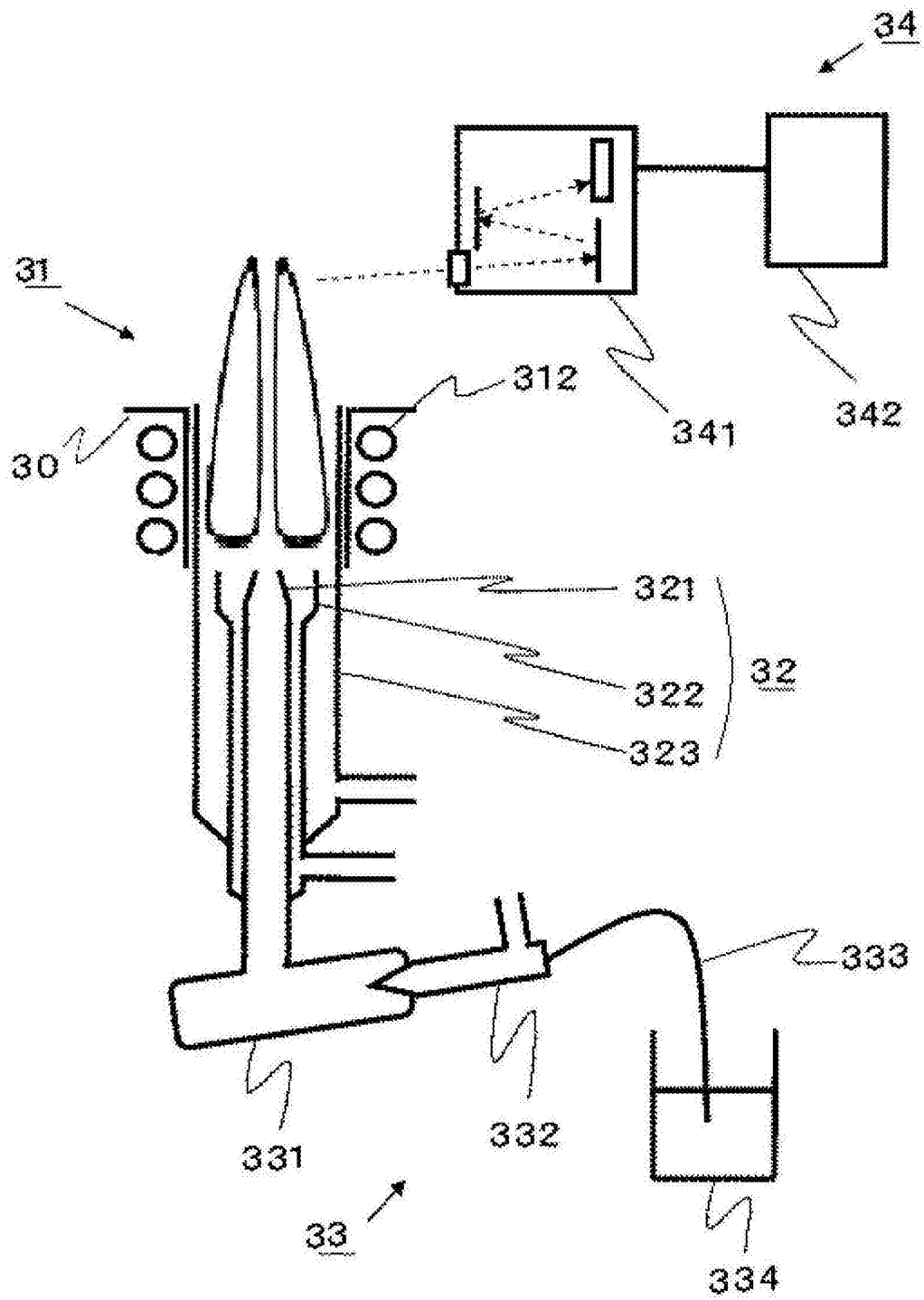


图7