

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880005440.9

[51] Int. Cl.

C23C 8/20 (2006.01)
C21D 1/06 (2006.01)
C21D 1/74 (2006.01)
C21D 1/773 (2006.01)
G01N 21/73 (2006.01)

[43] 公开日 2009年12月30日

[11] 公开号 CN 101617063A

[22] 申请日 2008.2.14

[21] 申请号 200880005440.9

[30] 优先权

[32] 2007.2.23 [33] JP [31] 043973/2007

[86] 国际申请 PCT/JP2008/052411 2008.2.14

[87] 国际公布 WO2008/102684 日 2008.8.28

[85] 进入国家阶段日期 2009.8.19

[71] 申请人 株式会社 IHI

地址 日本东京都

[72] 发明人 中井宏 中林贵

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 蔡晓菡 李平英

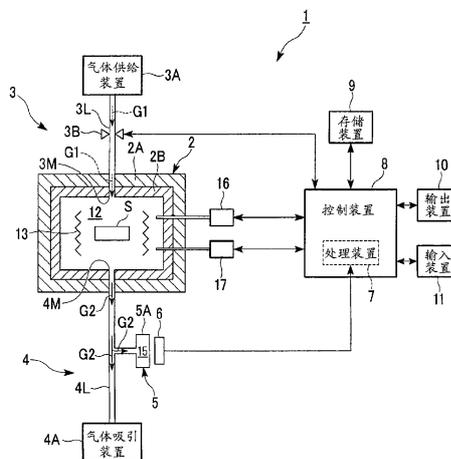
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 7 页

[54] 发明名称

渗碳装置和渗碳方法

[57] 摘要

对物体进行真空渗碳处理的渗碳装置，其具备：装纳上述物体的渗碳炉、向上述渗碳炉供给渗碳气体的气体供给装置、使用供给了上述渗碳气体的上述渗碳炉内部的炉内气体进行发光的发光装置、接受来自上述发光装置的光的受光装置、和根据上述受光装置的受光结果而求得上述炉内气体的组成的处理装置。



1. 渗碳装置,其是对物体进行真空渗碳处理的渗碳装置,其中具备:
装纳上述物体的渗碳炉、
向上述渗碳炉供给渗碳气体的气体供给装置、
使用供给了上述渗碳气体的上述渗碳炉内部的炉内气体进行发光的发光装置、
接受来自上述发光装置的光的受光装置、和
根据上述受光装置的受光结果而求得上述炉内气体的组成的处理装置。
2. 根据权利要求1所述的渗碳装置,其中,上述发光装置使用引入到检测空间中的上述炉内气体进行发光,所述检测空间与上述渗碳炉的内部空间连接。
3. 根据权利要求1所述的渗碳装置,其中,上述发光装置通过对上述炉内气体赋予能量而发光。
4. 根据权利要求3所述的渗碳装置,其中,上述发光装置在含有上述炉内气体的空间使等离子体产生。
5. 根据权利要求3所述的渗碳装置,其中,上述发光装置对上述炉内气体照射激光。
6. 根据权利要求1所述的渗碳装置,其中,上述受光装置检测来自上述发光装置的光的强度。
7. 根据权利要求1所述的渗碳装置,其中,具有控制装置,所述控制装置根据由上述处理装置求得的上述炉内气体的组成,对上述气体供给装置的每单位时间的渗碳气体供给量、和渗碳时间的至少一者进行控制。
8. 渗碳方法,其是对物体进行真空渗碳处理的渗碳方法,其中包括:
对装纳了上述物体的渗碳炉供给渗碳气体的动作、
使供给了上述渗碳气体的上述渗碳炉内部的炉内气体发光的动作、
接受上述所发光的动作、和
根据上述受光的结果而求得上述炉内气体的组成的动作。
9. 根据权利要求8所述的渗碳方法,其中,接受上述光的动作含有检测上述所接受的光的强度的动作,
进而具有预先求得炉内气体的组成与使该炉内气体所发光的强

度的关系的动作，

根据上述关系和上述检测的光强度，求得上述炉内气体的组成。

渗碳装置和渗碳方法

技术领域

本发明涉及渗碳装置和渗碳方法。

本申请主张2007年2月23日申请的日本特愿第2007-43973号的优先权，在此援引其内容。

背景技术

作为用于钢材表面处理的一种渗碳处理，目前已知有在减压下进行的真空渗碳。下述专利文献中公开了关于真空渗碳的技术的例子。

专利文献1：日本特开2001-081543号公报

专利文献2：日本特开2001-240954号公报

专利文献3：日本特开2001-262313号公报

专利文献4：日本特开2002-173759号公报

专利文献5：日本特开2002-212702号公报

专利文献6：日本特开2004-053507号公报

专利文献7：日本特开2004-059959号公报

专利文献8：日本特开2004-332075号公报

专利文献9：日本特开2005-350729号公报

专利文献10：日本特开2005-351761号公报

发明内容

目前，作为用于得到真空渗碳处理重现性的一种方法，有选取真空渗碳处理后的被处理材料（钢材）进行检查的方法。具体来说，例如控制各种渗碳条件（渗碳时间、渗碳温度、渗碳气体供给量等），同时对被处理材料进行真空渗碳处理，在该真空渗碳处理后适当选取被处理材料，检查被处理材料的渗碳质量（表面渗碳浓度、渗碳浓度分布、表面硬度、有效果固化层深度等），并根据该选取的被处理材料的检查结果，确认是否得到期望的渗碳质量，或者对上述渗碳条件进行再调节以得到期望的渗碳质量。

但是，在这种方法中，为了得到期望的渗碳质量，需要进行每次反

馈渗碳处理品的质量确认结果这样的复杂动作。另外，当供给的渗碳气体量相对于渗碳处理品的量不合适时，产生以下的缺点。例如，当渗碳气体量相对于渗碳处理品的量不足时，供给处理品表面的渗碳气体量发生偏差，因此渗碳质量产生不稳定。相对于此，当渗碳气体量相对于渗碳处理品的量过剩时，有可能产生下述缺点，即，由于无助于渗碳的剩余气体的原因，在渗碳炉内产生煤烟，从而需要频繁进行用于除去该煤烟的维护作业。

为了重现性良好地进行真空渗碳处理，人们考虑对渗碳炉内部的炉内气体的组成进行良好地控制。因此，需要迅速且精确地求出炉内气体的组成，并使用该求得的结果，对炉内气体采取适当的处置以形成期望的组成。目前的现状是仍没有确立能够迅速且精确地求出炉内气体的组成的有效方法。因此，人们希望出现可迅速且精确地求出炉内气体的组成的有效方法。

本发明是鉴于上述事实而作出的发明，其目的在于提供渗碳装置和渗碳方法，其可以迅速且精确地求得渗碳炉内部的炉内气体的组成，重现性良好地进行真空渗碳处理。

为了解决上述课题，本发明采用以下的构成。

本发明的第1方案提供对物体进行真空渗碳处理的渗碳装置，其具备：装纳了上述物体的渗碳炉、向上述渗碳炉供给渗碳气体的气体供给装置、使用供给了上述渗碳气体的上述渗碳炉内部的炉内气体进行发光的发光装置、接受来自上述发光装置的光的受光装置、和根据上述受光装置的受光结果而求得上述炉内气体的组成的处理装置。

根据本发明的第1方案，由于设置了使用炉内气体进行发光的发光装置、和接受来自发光装置的光的受光装置，因而根据该受光装置的受光结果，能够光学性地、迅速且精确地求出炉内气体的组成。因此，使用该求得的结果，可以对炉内气体采取适当的处置以形成期望的组成，从而能够重现性良好地进行真空渗碳处理。

在上述方案的渗碳装置中，上述发光装置可以采用使用引入到检测空间中的上述炉内气体进行发光的构成，所述检测空间与上述渗碳炉的内部空间连接。

因此，由于设置了与渗碳炉的内部空间不同的、用于在发光装置中发光的专用的检测空间，因此可以顺畅地进行利用了发光装置的发光动

作和利用了受光装置的受光动作。另外，由于检测空间与渗碳炉的内部空间连接，因而检测空间形成与渗碳炉的内部空间相应的环境。因此，在与该渗碳炉的内部空间相应的环境下，可以使用炉内气体使其发光。

在上述方案的渗碳装置中，上述发光装置可以采用通过对上述炉内气体赋予能量而进行发光的构成。

由此，发光装置可以使炉内气体处于激发状态而发光。

在上述方案的渗碳装置中，上述发光装置可以采用在含有上述炉内气体的空间产生等离子体的构成。

由此，发光装置可以使炉内气体处于激发状态而发光。

在上述方案的渗碳装置中，上述发光装置可以采用对上述炉内气体照射激光的构成。

由此，发光装置可以使炉内气体处于激发状态而发光。

在上述方案的渗碳装置中，上述受光装置可以采用对来自上述发光装置的光的强度进行检测的构成。

由此，发光装置发出具有相应于炉内气体的组成的规定的波长和强度的光，因此基于受光装置的受光结果，可以精确地求出炉内气体的组成。

在上述方案的渗碳装置中，可以采用具有控制装置的构成，所述控制装置根据由上述处理装置求得的上述炉内气体的组成，对上述气体供给装置的每单位时间的渗碳气体供给量、和渗碳时间的至少一者进行控制。

由此，基于求得的炉内气体的组成，通过控制气体供给装置的每单位时间的渗碳气体供给量、或者渗碳时间，控制装置可以使炉内气体为期望的组成，从而能够重现性良好地进行真空渗碳处理。

本发明的第2方案提供对物体进行真空渗碳处理的渗碳方法，其中包括：对装纳了上述物体的渗碳炉供给渗碳气体的动作、使供给了上述渗碳气体的上述渗碳炉内部的炉内气体发光的动作、接受上述所发的光的动作、和根据上述受光的结果而求得上述炉内气体的组成的动作。

根据本发明的第2方案，由于进行使炉内气体发光的动作和接受所发的光的动作，因此根据该受光结果，能够光学性地、迅速且精确地求得炉内气体的组成。因此，使用该求得的结果，可以对炉内气体采取适当的处置，以形成期望的组成，从而能够重现性良好地进行真空渗碳处

理。

在上述方案的渗碳方法中，可以采用下述构成，即，接受上述光的动作含有检测上述所接受的光的强度的动作，进而具有预先求得炉内气体的组成与该炉内气体所发光的强度的关系的动作，根据上述关系和上述检测的光强度，求得上述炉内气体的组成。

由此，通过预先求得炉内气体的组成与该炉内气体发光时的光的强度的关系，可以根据该关系和检测的光强度精确地求得炉内气体的组成。

根据本发明，可以迅速且精确地求得渗碳炉内部的炉内气体的状态。因此可以重现性良好地进行真空渗碳处理。

附图说明

[图 1]表示本实施方式的渗碳装置的概略构成图。

[图 2]表示发光装置和受光装置附近的放大图。

[图 3A]用于说明渗碳条件与炉内气体的关系的模式图。

[图 3B]用于说明渗碳条件与炉内气体的关系的模式图。

[图 4]表示根据受光装置的受光结果而导出的发光光谱的一例附图。

[图 5]表示氢的分压比与将对应于该分压比的发光强度归一化所得数值的关系图。

[图 6]表示发光装置的其它例子的模式图。

[图 7]表示发光装置的其它例子的模式图。

[图 8]表示发光装置的其它例子的模式图。

符号说明

1... 渗碳装置、2... 渗碳炉、3... 气体供给机构、4... 气体排出机构、5... 发光装置、6... 受光装置、7... 处理装置、8... 控制装置、12... 处理室（内部空间）、15... 放电室（检测空间）

具体实施方式

以下，对于本发明的实施方式，参考附图进行说明。但是，本发明不限于以下各实施方式，例如也可以将这些实施方式的构成要素之间进行适当组合。

图1是表示本实施方式涉及的渗碳装置的概略构成图。在本实施方式中，以渗碳装置是将钢材等被处理材料在减压下（大气压以下）进行渗碳处理的真空渗碳装置为例进行说明。

在图1中，渗碳装置1具有：装纳进行真空渗碳处理的钢材等被处理材料S的渗碳炉2、向渗碳炉2供给渗碳气体G1的气体供给机构3、将供给了渗碳气体G1的渗碳炉2的内部的炉内气体G2排出到外部的的气体排出机构4、使用供给了渗碳气体G1的渗碳炉2的内部的炉内气体G2进行发光的发光装置5、接受来自发光装置5的光的受光装置6、根据受光装置6的受光结果而求出炉内气体G2的组成的处理装置7，和控制整个渗碳装置1的动作的控制装置8。在控制装置8上连接有存储与渗碳处理有关的各信息的存储装置9、可输出关于渗碳处理的信息的输出装置10和可对于控制装置8输入动作信号的输入装置11。输出装置10包含例如显示器、打印机等。输入装置11包含例如键盘、鼠标等。

渗碳炉2具有配置了被处理材料S的内部空间（处理室）12。渗碳炉2具有炉壁2A和绝热壁2B，处理室12形成于绝热壁2B的内侧。

气体供给机构3向渗碳炉2的处理室12供给渗碳气体G1。气体供给机构3具有可送出渗碳气体G1的气体供给装置3A、在处理室12的一部分上形成的给气口3M和将气体供给装置3A与给气口3M连接的给气管3L。另外，气体供给机构3具有调节每单位时间对处理室12的渗碳气体G1供给量的调节机构3B。调节机构3B含有阀门机构，并与控制装置8连接。控制装置8可以控制调节机构3B，调节由气体供给机构3对处理室12的每单位时间的渗碳气体G1供给量。

渗碳气体G1是为了对被处理材料S进行真空渗碳处理而向处理室12供给的气体，含有规定的烃系气体。在本实施方式中，气体供给机构3向处理室12供给乙炔（ C_2H_2 ）作为渗碳气体G1。

气体排出机构4将供给了渗碳气体G1的渗碳炉2的处理室12的炉内气体G2排出到处理室12的外部。气体排出机构4含有真空泵等的真空系统，具有可吸引气体的气体吸引装置4A、在处理室12的一部分上形成的排气口4M和连接气体吸引装置4A与排气口4M的排气管4L。

炉内气体G2是利用气体供给机构3供给处理室12后的气体，含有通过渗碳处理在处理室12中渗碳气体G1进行化学反应（渗碳反应）后的气体（反应气体）、和没有供给渗碳处理的未发生渗碳反应的渗碳气

体（未反应气体）的至少一者。例如根据渗碳条件，供给处理室 12 的渗碳气体 G1 不一定全部都供给渗碳反应，该情况下，在处理室 12 中存在供给了渗碳处理的气体（反应气体）、和没有供给渗碳处理的气体（未反应气体）这两者，由该处理室 12 排出的气体也含有反应气体和未反应气体这两者。

如上所述，在本实施方式中，将乙炔（ C_2H_2 ）作为渗碳气体 G1 供给处理室 12。在供给处理室 12 的乙炔中，与被处理材料 S 之间发生渗碳反应的一部分乙炔生成碳成分和氢成分。即，本实施方式中的渗碳反应是用 $C_2H_2 \rightarrow H_2 + 2C$ 表示的反应。由渗碳反应生成的碳成分在被处理材料 S 的表面浸透（渗碳），氢成分从处理室 12 排出。即，在本实施方式中，渗碳气体 G1 进行渗碳反应后的反应气体的主成分为氢气。另外，在本实施方式中，没有供给渗碳处理、未发生化学反应的未反应气体的主成分为乙炔。

发光装置 5 使用炉内气体 G2 进行发光。发光装置 5 使用引入到与渗碳炉 2 的处理室 12 连接的检测空间 15 中的炉内气体 G2 进行发光。发光装置 5 具有：具有连接在排气管 4L 的中途的内部空间（检测空间、放电室）15 的放电构件 5A、和配置在放电构件 5A 的放电室 15 中的、使放电室 15 中产生等离子体的电极。放电构件 5A 可由放电管（例如盖斯勒管）形成。排气管 4L 与放电室 15 连接，处理室 12 与放电室 15 通过排气管 4L 连接。从处理室 12 排出的、流过排气管 4L 的炉内气体 G2 的至少一部分被引入到放电室 15 中。发光装置 5 在引入了炉内气体 G2 的放电室 15 中产生等离子体。发光装置 5 通过产生等离子体而使炉内气体 G2 发光。这样，在本实施方式中，发光装置 5 可以使用引入到与渗碳炉 2 的处理室 12 连接的放电室 15 中的炉内气体 G2 进行发光。

受光装置 6 接受来自发光装置 5 的光。受光装置 6 具有配置在发光装置 5 的放电构件 5A 附近的分光镜。含有分光镜的受光装置 6 可以检测由发光装置 5 的放电构件 5A 发出的光的强度和发光光谱。受光装置 6 与处理装置 7（控制装置 8）连接，受光装置 6 的检测结果（受光结果）输出到处理装置 7（控制装置 8）中。

处理装置 7 具有例如 CPU 等，可进行规定的运算处理、各种信息处理等。受光装置 6 的受光结果输出到处理装置 7 中。处理装置 7 根据受光装置 6 的受光结果，可以求得炉内气体 G2 的组成。

另外，渗碳装置 1 具有温度调节装置 13，该温度调节装置 13 可以调节处理室 12 的温度、和装纳在处理室 12 中的被处理材料 S 的温度的至少一者。温度调节装置 13 的至少一部分配置在处理室 12 中。温度调节装置 13 含有加热装置（加热器）。控制装置 8 控制含有加热装置的温度调节装置 13，可将处理室 12、和装纳在处理室 12 中的被处理材料 S 调节（加热）至规定的温度。另外，渗碳装置 1 具备可检测处理室 12 的温度的温度传感器 16。温度传感器 16 的至少一部分（探针等）配置在处理室 12 中。温度传感器 16 与控制装置 8 连接，温度传感器 16 的检测结果显示到控制装置 8 中。控制装置 8 根据温度传感器 16 的检测结果显示来控制含有加热装置的温度调节装置 13，可将处理室 12 调节至期望的温度。

另外，控制装置 8 对含有真空系统的气体吸引装置 4A 进行控制，可调节（可减低）处理室 12 的压力。另外，渗碳装置 1 具备可检测处理室 12 的压力的压力传感器 17。压力传感器 17 的至少一部分（探针等）配置在处理室 12 中。压力传感器 17 与控制装置 8 连接，压力传感器 17 的检测结果显示到控制装置 8 中。控制装置 8 根据压力传感器 17 的检测结果显示来控制含有真空系统的气体吸引装置 4A，可将处理室 12 调节至期望的压力。

以下，对于具有上述构成的渗碳装置 1 的动作进行说明。为了将被处理材料 S 进行真空渗碳处理，控制装置 8 使用温度调节装置 13 将装纳了被处理材料 S 的渗碳炉 2 的处理室 12 进行加热，同时使用气体排出机构 4 吸引处理室 12 的气体，将处理室 12 减压（提高真空度）。在将处理室 12 设定于规定的加热状态和减压状态之后，控制装置 8 利用气体供给机构 3 对于装纳了被处理材料 S 的渗碳炉 2 的处理室 12，供给每单位时间规定量的渗碳气体 G1。控制装置 8 利用气体供给机构 3 以每单位时间的规定量对于处理室 12 供给渗碳气体 G1，同时利用气体排出机构 4 排出处理室 12 的气体，在维持处理室 12 中规定的加热状态和减压状态的同时，以规定时间对被处理材料 S 进行真空渗碳处理。

处理室 12 的炉内气体 G2 通过排气口 4M 排出，流过排气管 4L。流过排气管 4L 的炉内气体 G2 的一部分向气体吸引装置 4A 流动，另一部分流入发光装置 5 的放电室 15。控制装置 8 使用发光装置 5 使炉内气体 G2 发光。

图2是显示发光装置5和受光装置6的附近的放大图。如图2所示，发光装置5具有：具有放电室15的放电构件5A，和配置在放电构件5A的放电室15中的、使放电室15中产生等离子体的电极5B。发光装置5在放电室15中产生等离子体。从处理室12排出的炉内气体G2被引入到放电室15中，并供给在放电室15中产生等离子体的等离子体发生区域PU。发光装置5通过等离子体使炉内气体G2发光。

受光装置6接受来自基于炉内气体G2而发光的发光装置5的光。受光装置6的检测结果（受光结果）输出到处理装置7中。处理装置7根据受光装置6的受光结果而求得炉内气体G2的组成。在本实施方式中，对于处理室12中被处理材料S进行的真空渗碳处理、与利用发光装置5进行的发光动作和利用受光装置6进行的受光动作一起进行。即，在对于被处理材料S的真空渗碳处理中，受光装置6的受光动作和基于该受光结果的处理装置7的处理动作（求得炉内气体G2的组成的动作）实时进行。

控制装置8根据由处理装置7求得的炉内气体G2的组成，使用调节机构3B控制气体供给机构3的对于处理室12的每单位时间的渗碳气体G1供给量。即，在本实施方式中，控制装置8根据处理装置7中求得的炉内气体G2的组成，在对于被处理材料S的真空渗碳处理中，实时进行气体供给机构3的对于处理室12的渗碳气体G1供给动作的控制（调节机构3B的控制）。

以下，对于处理装置7根据受光装置6的受光结果而求得炉内气体G2的组成的动作进行说明。

如上所述，炉内气体G2含有在处理室12中渗碳气体G1进行渗碳反应后的反应气体、和没有供给渗碳处理的未发生渗碳反应的未反应气体。在本实施方式中，炉内气体G2含有作为反应气体的氢和作为未反应气体的乙炔。

在本实施方式中，气体供给机构3将每单位时间规定量的渗碳气体G1供给处理室12，但根据渗碳时间、渗碳温度、和渗碳气体供给量等的各种渗碳条件，浸透到被处理材料S中的碳成分的量、换句话说渗碳反应的反应速度有变化的可能性。当浸透到被处理材料S中的碳成分的量变化时，伴随着该变化，处理室12中的反应气体（氢气）量也发生变化。

这里，渗碳时间是指从开始进行渗碳处理经过的时间。渗碳温度是指进行渗碳处理的处理室 12 的温度。渗碳气体供给量是指对于处理室 12 的每单位时间的渗碳气体 G1 供给量。

例如，如图 3A 的模式图所示的那样，当渗碳时间短，被处理材料 S 表面的碳成分的量（在被处理材料 S 的表面已经浸透的碳量）少时，在被处理材料 S 的表面充分残留有碳成分浸透的空间。此时，在供向处理室 12 的乙炔中，大部分的乙炔供给渗碳反应，浸透到被处理材料 S 中的碳成分的量（渗碳反应的反应速度）升高。此时，处理室 12 的气体和从处理室 12 排出的炉内气体 G2 含有大量反应气体（氢气）。

另一方面，如图 3B 的模式图所示的那样，当渗碳时间长，被处理材料 S 表面的碳成分的量（在被处理材料 S 的表面已经浸透的碳量）多时，换句话说，当可在被处理材料 S 的表面浸透的碳成分的量几乎达到饱和状态时，在被处理材料 S 表面上碳成分浸透的空间少。此时，在供向处理室 12 的乙炔中，大部分的乙炔没有供给渗碳反应，浸透到被处理材料 S 中的碳成分的量（渗碳反应的反应速度）降低。此时，处理室 12 的气体和从处理室 12 排出的炉内气体 G2 含有大量未反应气体（乙炔）。

这样，根据渗碳时间，炉内气体 G2 的组成发生变化。另外，不限于渗碳时间，根据渗碳温度、对于处理室 12 的每单位时间的渗碳气体供给量等的渗碳条件，炉内气体 G2 的组成也发生变化。即，根据渗碳时间、渗碳温度、和每单位时间的渗碳气体供给量等的渗碳条件等，炉内气体 G2 的组成发生变化。

根据炉内气体 G2 的组成，在发光装置 5 中使该炉内气体 G2 发光时的光的状态发生变化。具体来说，根据炉内气体 G2 的组成，在发光装置 5 中使该炉内气体 G2 发光时的光的强度、发光光谱发生变化。例如，当使具有如图 3A 所示组成（大量含有氢的组成）的炉内气体 G2 在发光装置 5 中发光时，可以得到具有来源于氢的峰强度的发光光谱。另外，当使具有如图 3B 所示组成（大量含有乙炔的组成）的炉内气体 G2 在发光装置 5 中发光时，可以得到具有来源于乙炔的峰强度的发光光谱。

图 4 是表示根据受光装置 6 的受光结果而导出的发光光谱图。在图 4 中，横轴为波长，纵轴为发光强度。在图 4 中，线 L1 表示氢的分压与炉内气体 G2 总压（处理室 12 的总压）之比为 1 时的发光光谱。即，线

L1 表示在供给处理室 12 的乙炔中、全部乙炔供给渗碳反应，处理室 12 的炉内气体 G2（从处理室 12 排出的炉内气体 G2）的全部为氢气时的发光光谱。

另外，在图 4 中，线 L2 表示氢的分压与炉内气体 G2 总压（处理室 12 的总压）之比为 0.56 时的发光光谱。即，线 L2 表示在供给处理室 12 的乙炔中、约一半的乙炔供给渗碳反应，处理室 12 的炉内气体 G2（从处理室 12 排出的炉内气体 G2）的大约一半为氢气时的发光光谱。

另外，在图 4 中，线 L3 表示氢的分压与炉内气体 G2 总压（处理室 12 的总压）之比为 0 时的发光光谱。即，线 L3 表示在供给处理室 12 的乙炔中、全部乙炔没有供给渗碳反应，处理室 12 的炉内气体 G2（从处理室 12 排出的炉内气体）G2 的全部为乙炔时的发光光谱。

这样，根据炉内气体 G2 的组成，受光装置 6 的受光结果产生变化，所述受光装置 6 接受来自使用该炉内气体 G2 发光的发光装置 5 的光。

因此，处理装置 7 根据受光装置 6 的受光结果，可以求得氢的分压与炉内气体 G2 总压之比。氢的分压与炉内气体 G2 总压之比由于与炉内气体 G2 的组成呈对应关系，因此处理装置 7 根据受光装置 6 的受光结果，可以求得炉内气体 G2 的组成。

图 5 是以氢的分压与炉内气体 G2 总压之比为横轴，以受光结果（源于乙炔的烃的峰强度比源于氢的峰强度）为纵轴进行作图而成的图。可知炉内气体的组成和受光结果是相关的。

在本实施方式中，存储装置 9 预先存储炉内气体 G2 的组成与使该炉内气体 G2 发光时的光强度的关系。并且该关系可以例如使用预试验和模拟的至少一者预先求得，存储在存储装置 9 中。在本实施方式中，存储装置 9 预先存储如图 5 所示的、氢的分压与炉内气体 G2 总压之比（进而炉内气体 G2 的组成）、与将对应于该分压比（组成）的发光强度归一化的值的关系。这里，发光强度优选使用源于氢的峰强度与源于乙炔的烃的峰强度的比率，也可以简单地使用源于氢的峰强度。

控制装置 8 根据由处理装置 7 求得的炉内气体 G2 的组成，使用调节机构 3B 控制气体供给机构 3 的每单位时间的渗碳气体 G1 供给量。

被处理材料 S 的渗碳质量（表面渗碳浓度、渗碳浓度分布、表面硬度、有效固化层深度（渗碳深度）等）根据炉内气体 G2 的组成（处理室 12 的氛围）而发生变化。换句话说，被处理材料 S 的渗碳质量与炉

内气体 G2 的组成之间具有相关性，因此，控制装置 8 根据由处理装置 7 利用受光装置 6 的受光结果求得的炉内气体 G2 的组成，来调节气体供给机构 3 的每单位时间的渗碳气体 G1 供给量，以使炉内气体 G2 的组成（乙炔的浓度等）为最优状态，换句话说，以形成可得到期望渗碳质量的炉内气体 G2 的组成。由此，可以使炉内气体 G2 的组成为期望的状态，能够重现性良好地进行真空渗碳处理。

另外，如上所述，渗碳条件不仅有气体供给机构 3 的每单位时间的渗碳气体 G1 供给量，还含有渗碳时间、渗碳温度等。因此，控制装置 8 根据求得的炉内气体 G2 的组成，将渗碳时间、渗碳温度等作为渗碳条件来调节，也可以使被处理材料 S 的渗碳质量为期望的状态。另外，控制装置 8 也可以根据求得的炉内气体 G2 的组成，来调节由气体供给机构 3 供给处理室 12 的渗碳气体 G1 的组成。

如以上所说明的那样，由于能够光学性地求得渗碳炉 2 内部的炉内气体 G2 的组成，所以可迅速且精确地实时求出该炉内气体 G2 的组成。

另外，在本实施方式中，能够光学性地求得炉内气体 G2 的组成，可高速（应答性良好）地求得炉内气体 G2 的组成。另外，本实施方式的构成例如与目前的可检测氢浓度的传感器相比，价格较便宜，灵敏度也好，因此适于反馈控制，可提高控制性。

另外，在本实施方式中，渗碳装置 1 为真空渗碳装置，渗碳炉 2 的处理室 12 具有高的真空度。因此，在没有设置用于增加检测空间（放电室）15 的真空度的新的（其它的）真空系统的情况下，可以使与该处理室 12 连接的检测空间 15 处于高的真空度。因此，在该真空度高的检测空间 15 中，可以良好地产生等离子体。

另外，检测空间 15 与渗碳炉 2 的处理室 12 连接，可以使检测空间 15 与渗碳炉 2 的处理室 12 为大致相同的环境（氛围）。因此，在与该处理室 12 为大致相同环境的检测空间 15 中，可以使用炉内气体 G2 进行发光，能够正确地求出炉内气体 G2 的组成。

根据该求得的炉内气体 G2 的组成，通过调节渗碳条件中、特别是对于处理室 12 的每单位时间的渗碳气体 G1 供给量，可以使炉内气体 G2 的组成为期望的组成。即，在本实施方式中，可实施下述反馈控制，即，使用发光装置 5、受光装置 6、和处理装置 7 等实时求得炉内气体 G2 的组成，根据该所求得的结果，可以为了将渗碳条件最优化以得到

期望的渗碳质量，而调节对于处理室 12 的每单位时间的渗碳气体 G1 供给量，从而能够重现性良好地进行被处理材料 S 的真空渗碳处理。因此，可以得到所期望的渗碳质量的被处理材料 S。

另外，在本实施方式中，可以良好地控制用于得到期望渗碳质量的渗碳条件，能够以期望的渗碳质量处理被处理材料，同时可以抑制渗碳炉内产生煤烟等缺点的发生，可使渗碳炉的维护作业简便化。

并且，在本实施方式中，发光装置 5 通过使含有炉内气体 G2 的检测空间（放电室）15 中产生等离子体，可以给该炉内气体 G2 赋予能量，该炉内气体 G2 的分子处于激发状态，由此使炉内气体 G2 发光，发光装置 5 也可以例如如图 6 的模式图所示的那样，具备可向引入了炉内气体 G2 的检测室 15' 照射激光的激光照射装置 5L。检测室 15' 通过排气管 4L 与处理室 12 连接，并被引入炉内气体 G2。另外，检测室 15' 由可透过激光的透明构件形成。发光装置 5 通过激光照射装置 5L 向炉内气体 G2 照射激光，给该炉内气体 G2 赋予能量，由此可使该炉内气体 G2 发光。即，通过照射激光，炉内气体 G2 呈激发状态并发光，因此发光装置 5 通过向炉内气体 G2 照射激光，也可以使用炉内气体 G2 进行发光。

并且，发光装置 5 只要通过给炉内气体 G2 赋予能量而可发光即可，也可以使用例如使炉内气体 G2 燃烧等其他的方法进行发光。

并且，在上述实施方式中，空间 15 (15') 从排气管 4L 的中途分支，如图 7 所示，也可以在排气管 4L 的中途配置用于产生等离子体的电极 5B，用受光装置 6 通过设置在排气管 4L 的规定位置的透射窗接受由该等离子体产生的光。另外，也可以在排气管 4L 的中途设置透射窗，通过该透射窗向炉内气体 G2 照射激光。

另外，在上述实施方式中，发光装置 5 使用流过排气管 4L 的炉内气体 G2 进行发光，但例如也可以如图 8 所示，设置形成与渗碳炉 2 的处理室 12 连接的专用检测空间 115 的检测用构件 5A'，使用引入到该检测空间 115 中的炉内气体 G2 进行发光。

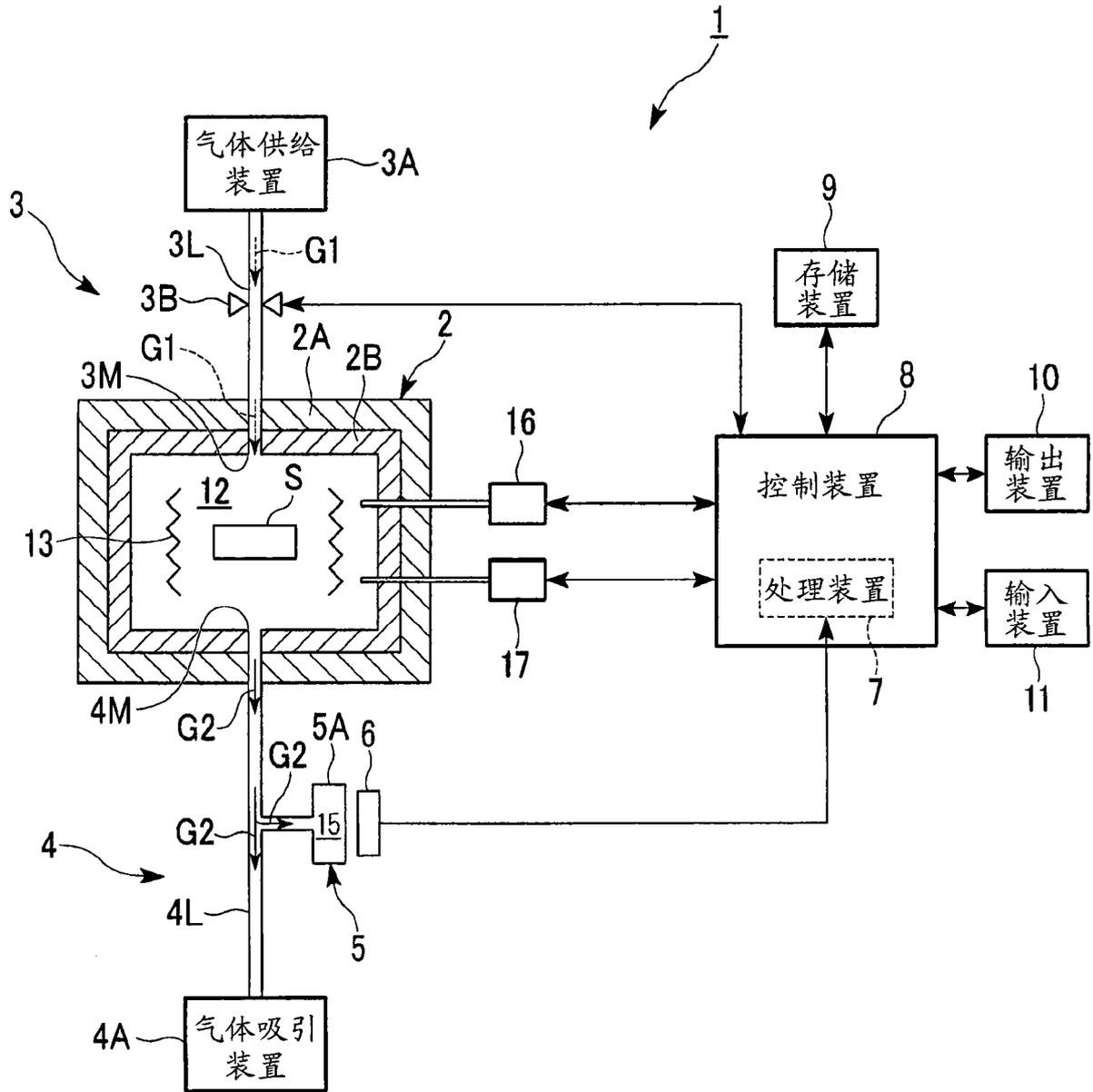


图 1

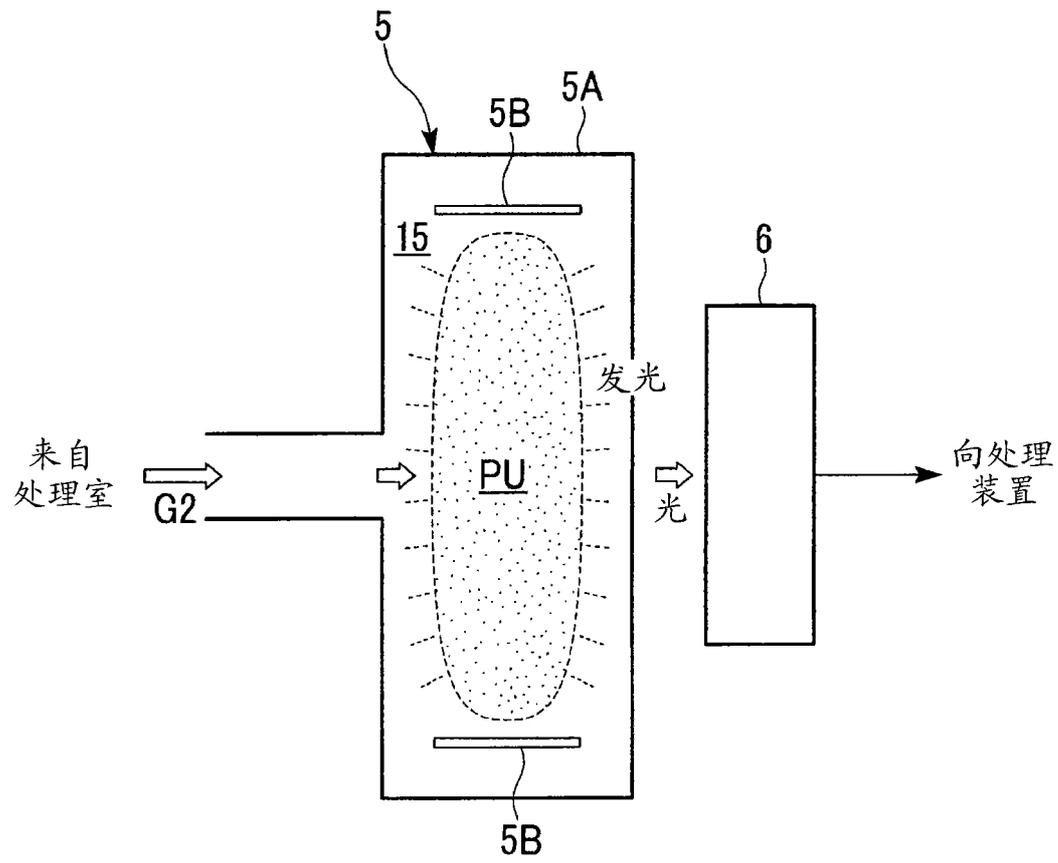


图 2

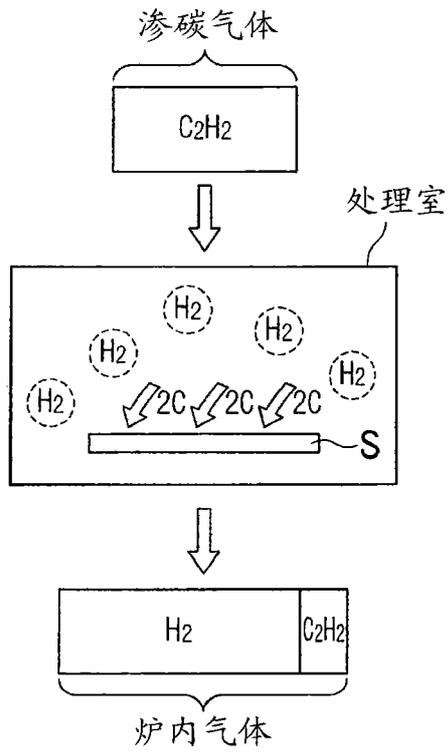


图 3A

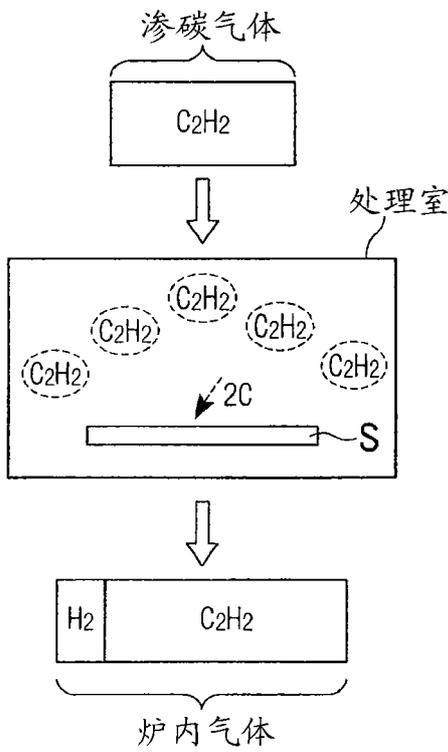


图 3B

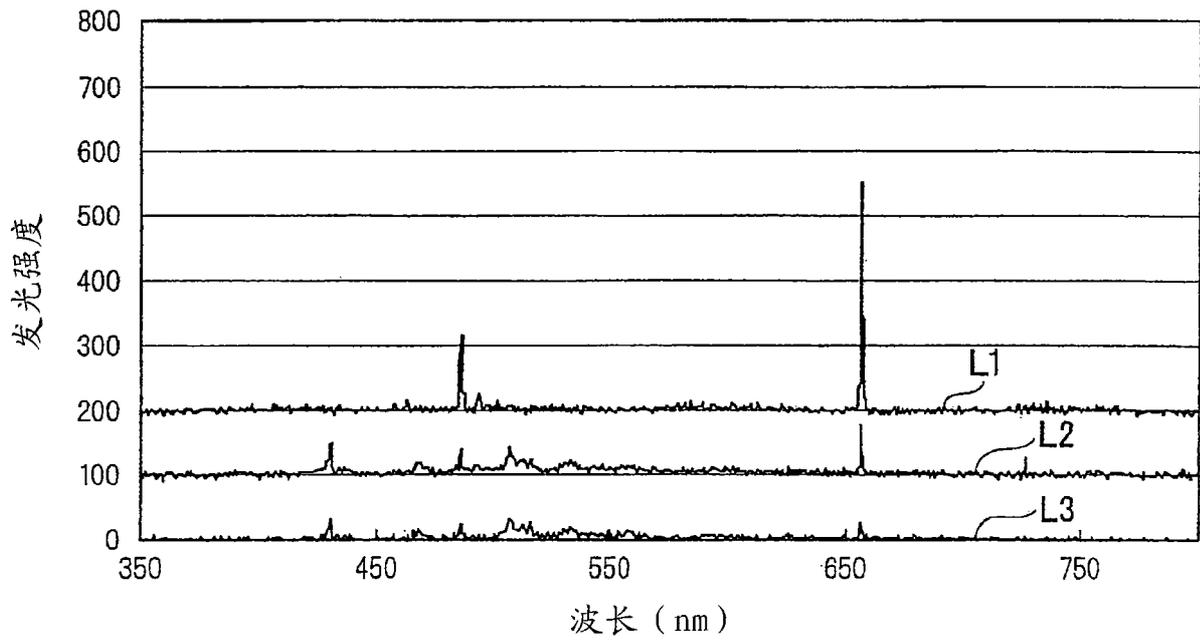


图 4

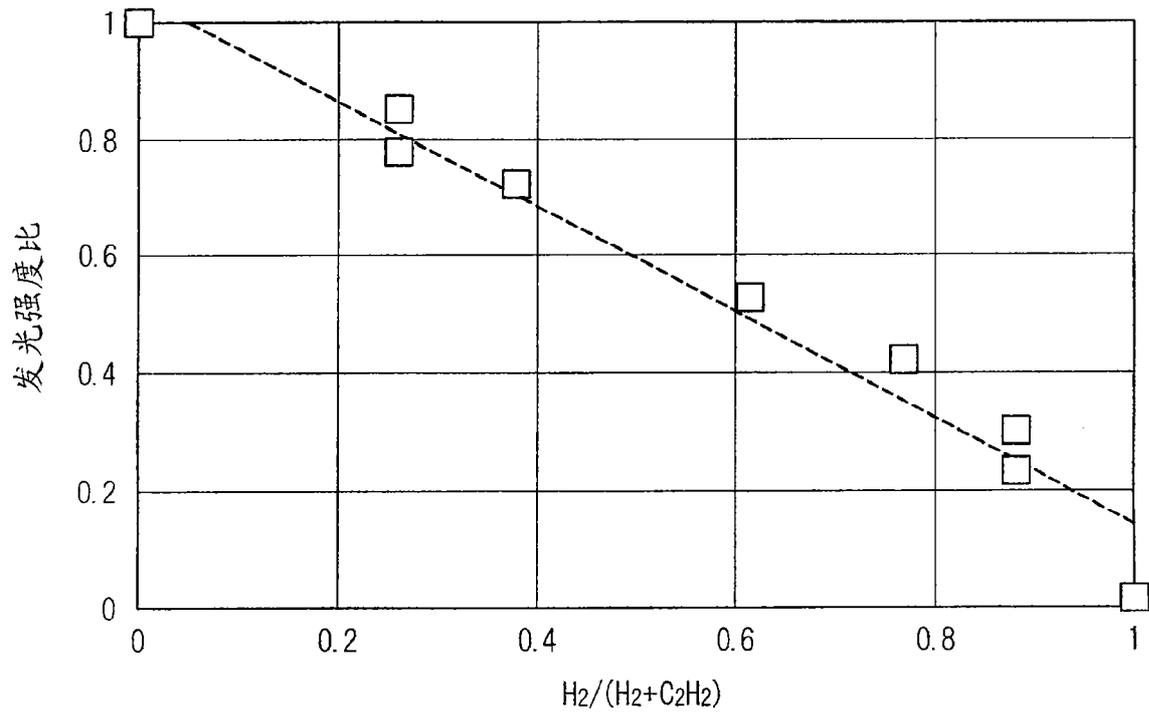


图 5

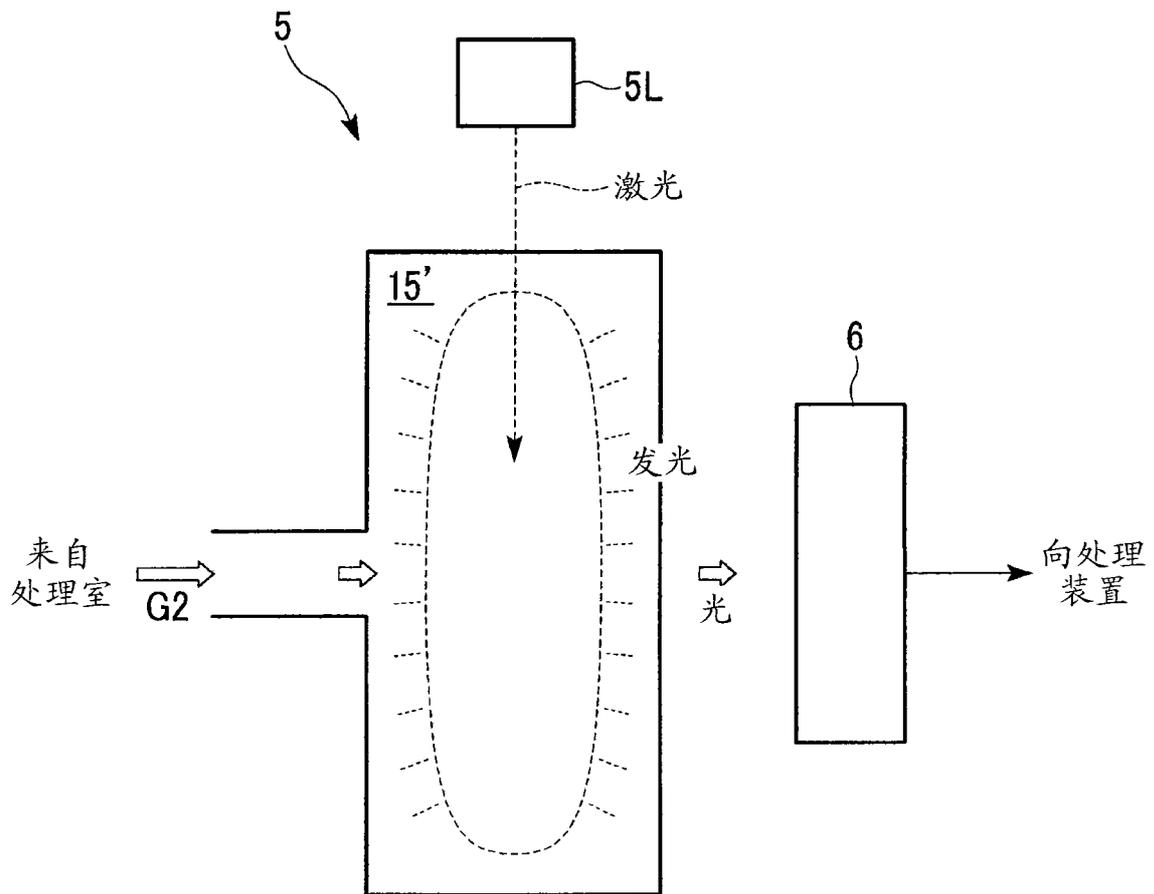


图 6

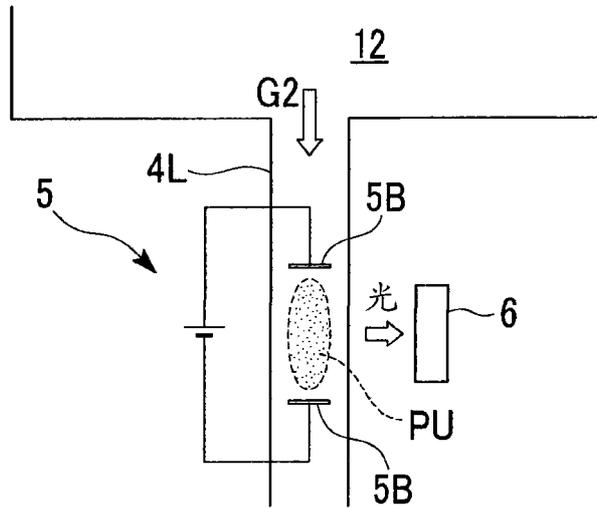


图 7

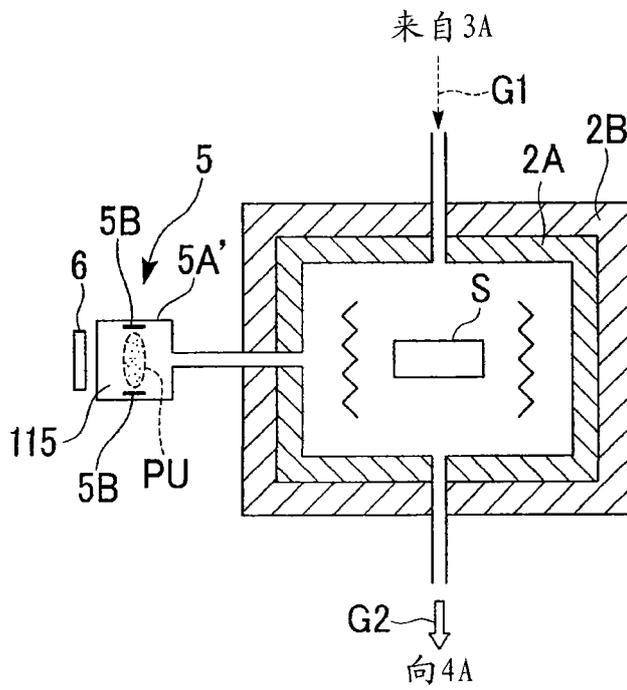


图 8