



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111805062 A

(43)申请公布日 2020.10.23

(21)申请号 202010268278.2

(22)申请日 2020.04.08

(30)优先权数据

2019-076654 2019.04.12 JP

(71)申请人 住友重机械工业株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 笠野和辉 浅井知 荻野阳辅

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司

公司 44202

代理人 郝传鑫

(51)Int.Cl.

B23K 9/16(2006.01)

B23K 9/32(2006.01)

B23K 9/26(2006.01)

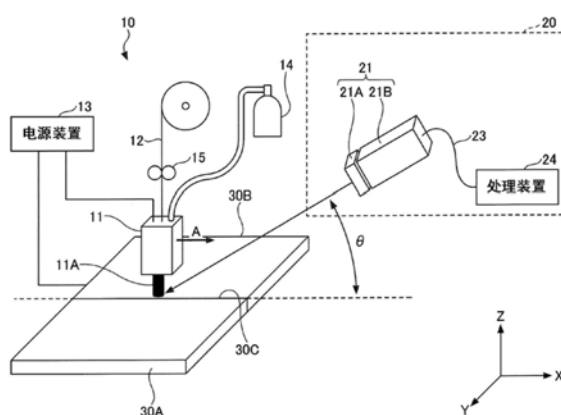
权利要求书1页 说明书10页 附图9页

(54)发明名称

焊接观察装置及焊接系统

(57)摘要

本发明的课题在于提供一种只需拍摄熔融部位的图像即可根据该图像判别熔融部位中的焊丝正下方的熔融状态的技术。焊接观察装置为对电弧焊接中的熔融部位进行观察的焊接观察装置。焊接观察装置具备摄像机构,所述摄像机构接受与能够判别焊丝正下方的熔融状态的图像相对应的特定波长区域的光从而拍摄能够判别焊丝正下方的熔融状态的图像。



1

1. 一种焊接观察装置,其对电弧焊接中的熔融部位进行观察,所述焊接观察装置的特征在于,

具备摄像机构,所述摄像机构接受与能够判别焊丝正下方的熔融状态的图像相对应的特定波长区域的光从而拍摄能够判别所述焊丝正下方的熔融状态的图像。

2. 根据权利要求1所述的焊接观察装置,其特征在于,

所述摄像机构具有:

光学滤光片,使所述特定波长区域的光透过;及

摄像部,接受透过所述光学滤光片的所述特定波长区域的光从而拍摄能够判别所述焊丝正下方的熔融状态的图像。

3. 根据权利要求2所述的焊接观察装置,其特征在于,

所述光学滤光片具有使半峰全宽为10nm以下的所述特定波长区域的光透过的特性。

4. 根据权利要求3所述的焊接观察装置,其特征在于,

所述光学滤光片的中心透过波长为680nm、720nm、750nm、830nm、840nm、850nm、960nm、970nm中的任一个。

5. 根据权利要求3所述的焊接观察装置,其特征在于,

所述光学滤光片的中心透过波长为1300nm、1310nm、1320nm中的任一个。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的焊接观察装置,其特征在于,

所述摄像机构配置于焊炬的移动方向前方或后方,并且从上方相对于所述熔融部位具有拍摄角度 θ 。

7. 根据权利要求6所述的焊接观察装置,其特征在于,

所述摄像机构的所述拍摄角度 θ 在 $40^\circ \sim 50^\circ$ 的范围内。

8. 一种焊接系统,其特征在于,具备:

焊接装置,对母材进行电弧焊接;及

对所述电弧焊接中的熔融部位进行观察的权利要求1至7中任一项所述的焊接观察装置。

焊接观察装置及焊接系统

[0001] 本申请主张基于2019年4月12日申请的日本专利申请第2019-076654号的优先权。该日本申请的全部内容通过参考援用于本说明书中。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种焊接观察装置及焊接系统。

背景技术

[0003] 以往,作为焊接方法,电弧焊接被广泛利用。在这样的电弧焊接中,若产生焊接不良(例如,母材未熔化而引起的熔合不良、空气或气体的卷入引起的气孔等),则会成为焊接部位的破坏或强度下降的主要原因,因此,希望对焊接部位的熔融状态进行观察从而抑制这样的焊接不良的产生。

[0004] 因此,以往,提出了能够对电弧焊接中的焊接部位进行观察的技术。例如,在下述专利文献1中公开了一种焊接用摄像装置,其为了清楚地对焊接部的状态进行观察而设置有使所希望的波长区域且所希望的光量的光透过的光学滤光片,并且由CMOS摄像元件接受透过该光学滤光片的光。

[0005] 专利文献1:日本特开2013-207439号公报

[0006] 然而,在专利文献1中公开的技术中,观察对象为电弧光、熔池及焊道的大范围,并且透过光学滤光片的光的波长区域为410nm~670nm的比较宽的区域,因此在熔融部位中,只能拍摄到只有亮度最高的电弧光显眼的图像。因此,在专利文献1中公开的技术中,无法根据由焊接照相机拍摄到的图像来判别熔融部位中的焊丝正下方的熔融状态。

[0007] 另外,通常在以往技术中,为了判别熔融部位的熔融状态,需要向熔融部位照射强激光、或设置多个摄像装置、或进行特殊的图像处理。即,在以往技术中,仅通过拍摄熔融部位的图像,无法根据该图像判别熔融部位的熔融状态。

发明内容

[0008] 因此,期待只需拍摄熔融部位的图像即可根据该图像判别熔融部位中的焊丝正下方的熔融状态。

[0009] 一种实施方式的焊接观察装置对电弧焊接中的熔融部位进行观察,其具备摄像机构,所述摄像机构接受与能够判别焊丝正下方的熔融状态的图像相对应的特定波长区域的光从而拍摄能够判别焊丝正下方的熔融状态的图像。

[0010] 根据一种实施方式,只需拍摄熔融部位的图像即可根据该图像判别熔融部位中的焊丝正下方的熔融状态。

附图说明

[0011] 图1是表示本发明的第1实施方式所涉及的焊接系统的结构的图。

[0012] 图2是本发明的第1实施方式所涉及的焊炬所具备的喷嘴的概略结构图。

- [0013] 图3是表示本发明的第1实施例所涉及的摄像装置拍摄到的图像的一例的图。
- [0014] 图4是示意地表示基于本发明的第1实施方式所涉及的焊接装置的熔融部位的状态的图。
- [0015] 图5是表示发明人等在电弧焊接中测量的电弧的发射光谱的曲线图。
- [0016] 图6是表示发明人等根据普朗克辐射定律的公式导出熔池的发光强度的结果的曲线图。
- [0017] 图7是表示本发明的第2实施例所涉及的摄像装置拍摄到的图像的一例的图。
- [0018] 图8是图7所示的一部分图像的放大图。
- [0019] 图9是示意性表示图7及图8所示的图像(h)中映出的熔融部位的状态的图。
- [0020] 图中:1、2-焊接系统,10-焊接装置,11-焊炬,11A-喷嘴,11B-导电嘴,11C-气体供给路,12-焊丝,13-电源装置,14-保护气体供给装置,15-送丝装置,20-焊接观察装置,21-摄像装置,21A-光学滤光片,21B-摄像部,30A-母材,30B-母材,30C-接合部,32-电弧,34-熔池,36-焊道。

具体实施方式

- [0021] 以下,参考附图对实施方式进行说明。
- [0022] [焊接系统1的结构]
- [0023] 图1是表示本发明的第1实施方式所涉及的焊接系统1的结构图。如图1所示,焊接系统1具备焊接装置10及焊接观察装置20。
- [0024] (焊接装置10的结构)
- [0025] 焊接装置10是通过气体保护金属极电弧焊将两个母材30A、30B连接在一起的装置。焊接装置10具备焊炬11、焊丝12、电源装置13、保护气体供给装置14及送丝装置15。
- [0026] 保护气体供给装置14是向焊炬11供给保护气体的装置。保护气体从焊炬11所具备的喷嘴11A的前端喷射到熔融部位,从而覆盖熔融部位以防止大气侵入熔融部位。保护气体使用氩气、CO₂气体、或氩气与CO₂气体的混合气体。
- [0027] 送丝装置15是向焊炬11自动输送焊丝12的装置。作为焊丝12,可以使用实芯焊丝、药芯焊丝等。
- [0028] 电源装置13是向焊丝12供给用于在焊丝12与母材30A、30B之间产生电弧的焊接电流的装置。电源装置13的一个电极与两个母材30A、30B中的一个或两个连接,另一个电极则与焊炬11所具备的导电嘴11B(参考图2)连接。
- [0029] 焊炬11具有喷嘴11A,并将从送丝装置15供给过来的焊丝12从喷嘴11A的前端输送至熔融部位。并且,焊炬11将从保护气体供给装置14供给过来的保护气体从喷嘴11A的前端朝向熔融部位喷射。并且,焊炬11将从电源装置13供给过来的焊接电流供给给从喷嘴11A的前端朝向熔融部位输送的焊丝12,由此在焊丝12与母材30A、30B之间产生电弧32(参考图2)。并且,焊炬11通过机器人手臂等移动机构(省略图示)在两个母材30A、30B的接合部30C之上移动,由此能够将接合部30C焊接成直线状。接合部30C是母材30A的端面与母材30B的端面对接的部分。另外,关于喷嘴11A的具体结构,将在后面参考图2进行叙述。
- [0030] (喷嘴11A的结构)
- [0031] 图2是本发明的第1实施方式所涉及的焊炬11所具备的喷嘴11A的概略结构图。如

图2所示,在喷嘴11A的筒内部设置有导电嘴11B及气体供给路11C。

[0032] 导电嘴11B是由金属制成的筒状部件。导电嘴11B例如使用铜材料。从送丝装置15输送过来的焊丝12贯穿导电嘴11B的筒内部,并从导电嘴11B的前端输送至熔融部位。导电嘴11B与电源装置13的另一个电极连接,由此能够将电源装置13供给过来的焊接电流供给给焊丝12。

[0033] 气体供给路11C设置于导电嘴11B的周围。从保护气体供给装置14供给过来的保护气体通过气体供给路11C并从喷嘴11A的前端喷射至熔融部位。

[0034] 在如此构成的焊接装置10中,焊炬11在两个母材30A、30B的接合部30C之上沿着该接合部30C朝向该接合部30C的延伸方向(图2中箭头A方向,X轴正方向)移动。此时,焊接电流从电源装置13经由导电嘴11B供给至焊丝12,因此在焊丝12与母材30A、30B之间产生电弧32。而且,通过电弧32所产生的高热,焊丝12及母材30A、30B熔融,由熔融的焊丝12及母材30A、30B构成的熔融金属形成以焊丝12的正下方为中心的熔池34。而且,通过熔融金属的冷却并凝固,沿着接合部30C形成焊道36。由此,两个母材30A、30B被焊接在一起。

[0035] (焊接观察装置20的结构)

[0036] 如图1所示,焊接观察装置20具备摄像装置21、通信电缆23及处理装置24。

[0037] 摄像装置21是“摄像机构”的一例,其拍摄能够判别熔融部位中的焊丝12正下方的熔融状态的图像(以下,表示为“熔融状态可判别图像”)。如图1所示,摄像装置21具有光学滤光片21A及摄像部21B。

[0038] 光学滤光片21A设置成覆盖摄像部21B的透镜面。光学滤光片21A使特定波长区域的光透过。特定波长区域的光是指:与熔融状态可判别图像相对应的波长区域的光。

[0039] 摄像部21B接受透过光学滤光片21A的特定波长区域的光,从而拍摄能够判别焊丝12正下方的熔融状态的图像。例如,摄像部21B构成为具备透镜、传感器(例如,CCD传感器、CMOS传感器等)、图像处理器等。

[0040] 在本实施方式中,作为光学滤光片21A,使用包含中心透过波长的半峰全宽(FWHM: Full Width at Half Maximum)为10nm以下的滤光片。尤其,在本实施方式中,作为光学滤光片21A,使用中心透过波长为680nm、720nm、750nm、830nm、840nm、850nm、960nm、970nm中的任一个的滤光片。这些中心透过波长是本发明的发明人等发现的优选波长。

[0041] 由此,摄像装置21只需拍摄熔融部位的图像(即,无需照射外部光,或设置多个摄像装置,或进行特殊的图像处理)即可拍摄出能够判别熔融部位中的焊丝12正下方的熔融状态的熔融状态可判别图像。

[0042] 另外,在本实施方式中,作为摄像装置21的优选配置位置,将摄像装置21配置于焊炬11的移动方向前方(图中X轴正方向)或后方(图中X轴负方向)。图1表示将摄像装置21配置于焊炬11的移动方向前方(图中X轴正方向)的例子。并且,在本实施方式中,作为从上方拍摄熔融部位的摄像装置21优选拍摄角度 θ ,设定在 $40^\circ \sim 50^\circ$ 的范围内。拍摄角度 θ 是指:假设焊炬11在平面上移动的情况下从上方相对于该平面的俯角。该拍摄角度 θ 也是本发明的发明人等发现的优选角度。例如,若拍摄角度 θ 超过 50° ,则焊丝12正下方部分有可能会被焊炬11遮挡。并且,例如,若拍摄角度 θ 小于 40° ,则焊丝12正下方部分有可能会被母材30A、30B等遮挡导致无法观察焊丝12的正下方部分。

[0043] 另外,摄像装置21可以构成为与焊炬11一起移动。此时,即使在焊炬11移动的情况

下,摄像装置21的摄像方向也不会改变,能够将相对于熔融部位的拍摄角度 θ 维持在 $40^\circ \sim 50^\circ$ 的范围内。

[0044] 或者,摄像装置21也可以构成不与焊炬11一起移动。此时,在焊炬11移动的情况下,只要相对于熔融部位的拍摄角度 θ 能够维持在 $40^\circ \sim 50^\circ$ 的范围内,则可以将摄像装置21的摄像方向保持为固定状态。

[0045] 另一方面,在焊炬11移动的情况下,若摄像装置21相对于熔融部位的拍摄角度 θ 无法维持在 $40^\circ \sim 50^\circ$ 的范围内,则可以通过任意的摄像方向变更机构来自动改变摄像方向,由此,能够将摄像装置21相对于熔融部位的拍摄角度 θ 维持在 $40^\circ \sim 50^\circ$ 的范围内。此时,摄像方向变更机构例如可以根据摄像装置21的位置和焊炬11的位置并使用规定的计算式或规定的转换表等来计算出拍摄角度 θ 。

[0046] 通信电缆23连接摄像部21B与处理装置24。由摄像部21B拍摄到的图像的图像数据经由通信电缆23发送至处理装置24。另外,摄像部21B也可以通过无线通信将图像数据发送给处理装置24。

[0047] 处理装置24对从摄像部21B获取的图像数据进行各种处理。例如,处理装置24可以存储从摄像部21B获取的图像数据,或者也可以根据从摄像部21B获取的图像数据来显示熔融状态可判别图像。另外,摄像部21B也可以拍摄动态图像及静止图像中的任一个作为熔融状态可判别图像。作为处理装置24,例如使用PC(Personal Computer,个人计算机)等。

[0048] [第1实施例]

[0049] 以下,对第1实施方式所涉及的焊接系统1的第1实施例进行说明。在该第1实施例中,使用在第1实施方式中说明的焊接系统1的焊接装置10对两个母材30A、30B进行焊接,此时,由摄像装置21拍摄焊接部位的图像(动态图像)从而对焊接部位进行了观察。而且,发明人使用LCTF(Liquid Crystal Tunable Filter,液晶可调谐滤光片)作为光学滤光片21A,在 $650\text{nm} \sim 1100\text{nm}$ 的范围内以 10nm 间隔依次改变光学滤光片21A的中心透过波长并验证了在各中心透过波长下拍摄到了怎样的图像。另外,在验证中使用的LCTF的半峰全宽在任何波长下均为 10nm 以下。

[0050] (焊接条件)

[0051] 在第1实施例中使用的焊接条件如下。

[0052] 材质:SM490A

[0053] 接缝形状:对接

[0054] 电源模式:DC无脉冲模式

[0055] 焊丝:YM-28S($\phi 1.2\text{mm}$)

[0056] 突出长度:20mm

[0057] 保护气体:Ar+20%CO₂(20L/分钟)

[0058] 电流:300A

[0059] 电压:30V

[0060] 焊接速度:30cm/分钟

[0061] (拍摄条件)

[0062] 在第1实施例中使用的拍摄条件如下。

[0063] 照相机:acA2040-90umNIR(Basler公司制造)

[0064] 帧率:100Hz

[0065] 光圈:F16

[0066] 外部光源:无

[0067] 滤光片:LCTF (650~1100nm)

[0068] 曝光时间:3000 μ s

[0069] 观察方向:前方

[0070] 拍摄角度 θ :45°

[0071] (验证结果)

[0072] 图3是表示由本发明的第1实施例所涉及的摄像装置21拍摄到的图像的一例的图。图3中 (b) 是表示在将光学滤光片21A的中心透过波长设为680nm、720nm、750nm、830nm、840nm、850nm、960nm、970nm的情况下由摄像装置21拍摄到的图像的代表例的图。图3中 (a) 及 (c) 是表示在将光学滤光片21A的中心透过波长设为除了上述值以外的值的情况下由摄像装置21拍摄到的图像的代表例的图。

[0073] 如图3中 (b) 所示,在将光学滤光片21A的中心透过波长设为680nm、720nm、750nm、830nm、840nm、850nm、960nm、970nm的情况下,在由摄像装置21拍摄到的图像中,电弧32的光量适量。因此,发明人能够根据该图像判别熔融部位中的焊丝12正下方的熔融状态。

[0074] 另一方面,在将光学滤光片21A的中心透过波长设为除了上述值以外的值的情况下,如图3中 (a) 所示,在由摄像装置21拍摄到的图像中,电弧32的光量变得过多,熔融部位整体变白。因此,发明人无法根据该图像判别熔融部位中的焊丝12正下方的熔融状态。或者,如图3中 (c) 所示,在由摄像装置21拍摄到的图像中,电弧32的光量变得过少,熔融部位整体变暗。因此,发明人无法根据该图像判别熔融部位中的焊丝12正下方的熔融状态。

[0075] 根据上述验证结果确认到,通过将光学滤光片21A的半峰全宽设为10nm并将光学滤光片21A的中心透过波长设为680nm、720nm、750nm、830nm、840nm、850nm、960nm、970nm中的任一个,能够拍摄到能够判别熔融部位中的焊丝12正下方的熔融状态的熔融状态可判别图像。

[0076] (熔融部位的状态)

[0077] 图4是示意地表示基于本发明的第1实施方式所涉及的焊接装置10的熔融部位的状态的图。图4中 (a) 是示意性表示从左侧(图中Y轴负方向)观察时的熔融部位的状态的图。图4中 (b) 是示意地表示从前方(图中X轴正方向)且上方(图中Z轴正方向)观察时的熔融部位的状态的图。即,图4中 (b) 是示意性表示从与摄像装置21相同的方向观察时的熔融部位的状态的图。

[0078] 在图4中 (a) 及 (b) 中,被虚线包围的区域32A表示电弧32的区域。并且,在图4中 (a) 及 (b) 中,标注有阴影线的区域38是熔融部位中的焊丝12正下方部分,是焊丝12及母材30A、30B被电弧32直接熔融的区域。即,区域38就是希望能够判别熔融状态的区域。本实施方式的焊接装置10以能够判别该区域38的熔融状态的方式拍摄熔融状态可判别图像。

[0079] 如图4中 (a) 及 (b) 所示,区域38是包含在电弧32的范围内的区域,且是电弧32的区域32A的中心部中的区域。因此,如图3中 (a) 所例示,在由摄像装置21拍摄到的图像中,若电弧32的光量变得过多,则电弧32的区域32A整体变白。因此,发明人无法根据该图像判别区域38的熔融状态。

[0080] 因此,本实施方式的焊接装置10以使入射到摄像装置21的电弧32的光量成为适量的方式确定光学滤光片21A的透过特性,由此,能够根据如图3中(b)所例示的由摄像装置21拍摄到的图像判别区域38的熔融状态。

[0081] 如以上说明,本发明的第1实施方式所涉及的焊接观察装置20是对电弧焊接中的熔融部位进行观察的焊接观察装置20,其具备摄像装置21,该摄像装置21接受与能够判别焊丝12正下方的熔融状态的图像相对应的特定波长区域的光从而拍摄能够判别焊丝12正下方的熔融状态的图像。

[0082] 由此,本发明的第1实施方式所涉及的焊接观察装置20无需向熔融部位照射强激光、或设置多个摄像装置、或进行特殊的图像处理也可以根据由摄像装置21拍摄到的图像判别焊丝12正下方的熔融状态。因此,根据本发明的第1实施方式所涉及的焊接观察装置20,只需拍摄熔融部位的图像即可根据该图像判别熔融部位中的焊丝12正下方的熔融状态。

[0083] 并且,在本发明的第1实施方式所涉及的焊接观察装置20中,摄像装置21具有:光学滤光片21A,使特定波长区域的光透过;及摄像部21B,通过接受透过光学滤光片21A的特定波长区域的光来拍摄能够判别焊丝12正下方的熔融状态的图像。

[0084] 由此,本发明的第1实施方式所涉及的焊接观察装置20通过相对于摄像部21B仅设置光学滤光片21A这样的比较简单的结构即可拍摄能够判别焊丝12正下方的熔融状态的图像。

[0085] 并且,在本发明的第1实施方式所涉及的焊接观察装置20中,光学滤光片21A具有使具有10nm以下的半峰全宽的特定波长区域的光的透过的特性。

[0086] 由此,本发明的第1实施方式所涉及的焊接观察装置20能够拍摄到能够良好地判别焊丝12正下方的熔融状态的图像。

[0087] 并且,在本发明的第1实施方式所涉及的焊接观察装置20中,光学滤光片21A的中心透过波长为680nm、720nm、750nm、830nm、840nm、850nm、960nm、970nm中的任一个。

[0088] 由此,本发明的第1实施方式所涉及的焊接观察装置20能够拍摄到能够良好地判别焊丝12正下方的熔融状态的图像。

[0089] 并且,在本发明的第1实施方式所涉及的焊接观察装置20中,摄像装置21配置于焊接装置10的移动方向前方或后方,并且具有从上方相对于熔融部位的拍摄角度 θ 。

[0090] 由此,本发明的第1实施方式所涉及的焊接观察装置20能够从能够良好地判别焊丝12正下方的熔融状态的摄像方向拍摄图像。

[0091] 并且,在本发明的第1实施方式所涉及的焊接观察装置20中,摄像装置21的拍摄角度 θ 在 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 的范围内。

[0092] 由此,本发明的第1实施方式所涉及的焊接观察装置20能够从能够良好地判别焊丝12正下方的熔融状态的摄像方向拍摄图像。

[0093] 并且,本发明的第1实施方式所涉及的焊接系统1具备:焊接装置10,电弧焊接母材30A、30B;及焊接观察装置20,对电弧焊接中的熔融部位进行观察。

[0094] 由此,本发明的第1实施方式所涉及的焊接系统1无需向熔融部位照射强激光、或设置多个摄像装置、或进行特殊的图像处理即可根据由焊接观察装置20所具备的摄像装置21拍摄到的图像判别焊丝12正下方的熔融状态。因此,根据本发明的第1实施方式所涉及的

焊接系统1,只需拍摄熔融部位的图像即可根据该图像判别熔融部位的熔融状态。

[0095] [第2实施方式]

[0096] 接着,参考附图对第2实施方式进行说明。以下,关于第2实施方式所涉及的焊接系统2,主要对与焊接系统1的不同点进行说明。

[0097] 第2实施方式所涉及的焊接系统2的结构与图1所示的焊接系统1的结构大致相同。但是,在第2实施方式的焊接系统2中的摄像部21B及光学滤光片21A与第1实施方式的焊接系统1不同。由此,第2实施方式所涉及的焊接系统2能够拍摄到能够容易判别熔池34的更大范围区域的状态的熔融状态可判别图像。

[0098] 在第2实施方式所涉及的焊接系统2中,作为摄像部21B,使用能够拍摄近红外光图像的近红外线照相机。具体而言,在第2实施方式所涉及的焊接系统2中,作为摄像部21B,使用能够拍摄近红外光波长区域(即,980~1650nm的波长区域)的光的图像的近红外线照相机。

[0099] 并且,在第2实施方式所涉及的焊接系统2中,作为光学滤光片21A,使用包含中心透过波长的半峰全宽(FWHM:FullWidthatHalfMaximum)为10nm以下且中心透过波长为1300nm、1310nm、1320nm中的任一个的滤光片。这些中心透过波长是本发明的发明人等发现的更优选波长。

[0100] 由此,第2实施方式所涉及的摄像装置21只需拍摄熔融部位的图像(即,无需照射外部光、或设置多个摄像装置、或进行特殊的图像处理)即可拍摄能够容易判别熔池34中的焊丝12正下方的部分甚至其周围的状态的熔融状态可判别图像。即,第2实施方式所涉及的摄像装置21能够拍摄能够容易判别熔池34的更大范围区域的状态的熔融状态可判别图像。

[0101] (优选的中心透过波长的导出方法)

[0102] 以下,参考图5及图6对本发明的发明人等推导出优选的中心透过波长的方法进行说明。

[0103] 图5是表示发明人等在电弧焊接中测量的电弧的发射光谱的曲线图。如图5所示,电弧焊接中的电弧的发光强度在近红外光的波长区域(850nm~)中与紫外光及可见光的波长区域相比变得极弱。根据这一事实,本发明的发明人等发现,通过在摄像装置21上组合仅使近红外光区域的光透过的带通滤光片后拍摄熔融状态可判别图像,可以在该熔融状态可判别图像中减弱电弧的亮度。

[0104] 并且,图6是表示发明人等根据普朗克辐射定律的公式导出熔池的发光强度的结果的曲线图。在图6所示的曲线图中,按照表面温度示出了熔池的发光强度。如图6所示,在电弧焊接中的熔池的表面温度为通常的1950℃的情况下,在1310nm附近的波长区域中,熔池的发光强度变得最强。根据这一事实,本发明的发明人等发现,通过用摄像装置21拍摄基于1310nm附近波长的光(1300nm、1310nm、1320nm中的任一个)的熔融状态可判别图像,能够在该熔融状态可判别图像中提高熔池的亮度。

[0105] 另外,图6所示的各发射光谱是由本发明的发明人等使用表示为下述数学式(1)的普朗克定律来计算出的。

[0106] [数学式1]

$$[0107] \quad E(\lambda) = \frac{c}{4} \frac{8\pi ch}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} - 1} \quad \dots(1)$$

[0108] 其中,上述数学式(1)中的各参数如下。

[0109] E:放射能量

[0110] L:波长

[0111] C:光速(=299,792,458)

[0112] H:普朗克常数

[0113] K:玻尔兹曼常数

[0114] T:温度

[0115] 综上所述,本发明的发明人等发现,通过将光学滤光片21A的中心透过波长设为近红外光(900nm~)并且设为1300nm、1310nm、1320nm中的任一个,能够拍摄到电弧32的亮度得到抑制且熔池34的亮度得到提高的能够容易识别熔池34的更大范围的状态的熔融状态可判别图像。

[0116] 另外,在本实施方式中,作为母材30A、30B的材料使用铁,并且如上导出了此时的优选的光学滤光片21A的中心透过波长。因此,在作为母材30A、30B的材料使用了除了铁以外的材料(例如,铝等)的情况下,电弧及熔池的发射光谱有时会与图5及图6所示的曲线图不同。但是,此时,只要根据与材料相对应的电弧及熔池的发射光谱来导出优选的光学滤光片21A的中心透过波长即可。

[0117] [第2实施例]

[0118] 以下,对第2实施方式所涉及的焊接系统2的第2实施例进行说明。在该第2实施例中,使用第2实施方式所涉及的焊接系统2的焊接装置10对两个母材30A、30B进行焊接,此时,由摄像装置21拍摄焊接部位的图像(动态图像)从而对焊接部位进行了观察。而且,发明人使用与第1实施例不同的带通滤光片作为光学滤光片21A,在980nm~1600nm的范围内依次改变光学滤光片21A的中心透过波长并验证了在各中心透过波长下拍摄到了怎样的图像。另外,在本验证中使用的带通滤光片的半峰全宽在任何波长下均为10nm以下。

[0119] (焊接条件)

[0120] 在第2实施例中使用的焊接条件与在第1实施例中使用的焊接条件相同。

[0121] (拍摄条件)

[0122] 在第2实施例中使用的拍摄条件如下。

[0123] 照相机:近红外线照相机(传感器感光灵敏度:980~1650nm)(Xenics公司制造)

[0124] 帧率:100Hz

[0125] 光圈:F16

[0126] 外部光源:无

[0127] 滤光片:带通滤光片(980~1650nm)

[0128] 观察方向:前方

[0129] 拍摄角度 θ :45°

[0130] (验证结果)

[0131] 图7是表示由本发明的第2实施例所涉及的摄像装置21拍摄到的图像的一例的图。图8是图7所示的一部分图像的放大图。

[0132] 图7中的图像(a)是作为比较例的在未设置有光学滤光片21A的情况下由摄像装置21拍摄到的图像。

[0133] 图7中的图像(b)~(f)、(j)~(l)是作为比较例的在将光学滤光片21A的中心透过波长设为980nm、1030nm、1064nm、1100nm、1200nm、1400nm、1520nm、1600nm的情况下由摄像装置21拍摄到的图像。

[0134] 图7及图8中的图像(g)、(h)及(i)是作为本发明人发现的优选实施例的在将光学滤光片21A的中心透过波长设为1300nm、1310nm及1320nm的情况下由摄像装置21拍摄到的图像。

[0135] 如图7及图8中的图像(b)~(f)、(j)~(l)所示,在将光学滤光片21A的中心透过波长设为除了1300nm、1310nm、1320nm以外的波长的情况下,熔池34的大范围上的亮度不足,因此图像不清晰。因此,图像(b)~(f)、(j)~(l)难以判别熔池34的大范围上的熔池34的状态。

[0136] 另一方面,如图7及图8中的图像(g)、(h)、(i)所示,在将光学滤光片21A的中心透过波长设为1300nm、1310nm、1320nm中的任一个的情况下,在熔池34中的电弧32正下方的区域38中,电弧32的亮度得到抑制,因而图像变得清晰,而在熔池34中的其他区域中,亮度得到提高,因而图像变得清晰。因此,在图像(g)、(h)、(i)中,连熔池34的半月形的外周缘部(熔池34与母材30A、30B的边界)也能辨别出,即,能够容易判别熔池34的大范围(但是,不包含由喷嘴11A形成的死角部分)上的熔池34的状态(例如,气泡、熔渣等异物;熔合不良、气孔、熔融金属的流动等)。

[0137] 另外,在图像(g)、(h)、(i)中,之所以熔池34的外周缘部的形状呈大致半月形是因为,从摄像装置21观察时,熔池34的一部分被喷嘴11A覆盖,因此在熔池34中产生了死角。

[0138] 如此,在第2实施例中确认到,通过将光学滤光片21A的中心透过波长设为1300nm、1310nm、1320nm中的任一个,能够拍摄到能够容易判别熔池34的大范围的状态的图像。

[0139] (熔融部位的状态)

[0140] 图9是示意地表示图7及图8所示的图像(h)中映出的熔融部位的状态的图。

[0141] 如图9所示,在图像(h)中,由于将光学滤光片21A的中心透过波长设为了1310nm,因此熔池34的亮度得到了提高,由此,遍及熔池34的大范围(但是,不包含由喷嘴11A形成的死角部分)清晰地映出有图像,能够容易识别熔融状态。

[0142] 并且,如图9所示,在图像(h)中,由于将光学滤光片21A的中心透过波长设为了1310nm(近红外光),因此电弧32的亮度得到了抑制,由此,在熔池34中的电弧32正下方的区域38中,也清晰地映出有图像,能够容易识别熔融状态。

[0143] 另外,在图9中,区域38是熔融部位中的焊丝12正下方部分也是焊丝12及母材30A、30B被电弧32直接熔融的区域。

[0144] 如上所述,在本发明的第2实施方式所涉及的焊接观察装置20中,光学滤光片21A的中心透过波长为1300nm、1310nm、1320nm中的任一个。

[0145] 由此,本发明的第2实施方式所涉及的焊接观察装置20能够将摄像装置21所拍摄到图像中的熔池34中的电弧32正下方的区域38和熔池34中的其他区域的亮度调整为适当的亮度。因此,本发明的第2实施方式所涉及的焊接观察装置20能够拍摄到能够良好地判别熔池34的大范围(但是,不包含由喷嘴11A形成的死角部分)上的熔融状态的图像。

[0146] 另外,与第1实施方式的摄像装置21(可见光照相机)相比,第2实施方式的摄像装置21(近红外线照相机)能够对熔池34的更大范围区域的状态进行观察,但其价格却昂贵。

但是,想要仅对电弧32正下方的状态进行观察,则第1实施方式的摄像装置21就足够。因此,例如,在优先成本的情况下,可以采用第1实施方式的摄像装置21,而在优先熔池34的观察范围的情况下,可以采用第2实施方式的摄像装置21。

[0147] 以上,对本发明的一种实施方式进行了详细叙述,但是,本发明并不只限于这些实施方式,在技术方案中记载的本发明的宗旨的范围内,能够进行各种变形或变更。

[0148] 例如,光学滤光片21A的半峰全宽及中心透过波长并不只限于实施方式中例示的半峰全宽及中心透过波长。即,光学滤光片21A的半峰全宽及中心透过波长可以根据各种焊接条件及各种拍摄条件来进行适当改变,以便能够拍摄到能够判别焊丝正下方的熔融状态的图像。

[0149] 并且,例如,光学滤光片21A可以是光透过特性固定的滤光片,也可以是光透过特性可变的滤光片。

[0150] 并且,例如,在上述实施方式中,摄像部21B与光学滤光片21A分体设置,但并不只限于此,也可以在摄像部21B中一体地设置光学滤光片21A。并且,也可以代替光学滤光片21A而使摄像部21B具有能够选择性地接受特定波长区域光的结构(例如,能够选择性地接受特定波长区域光的摄像元件)。

1

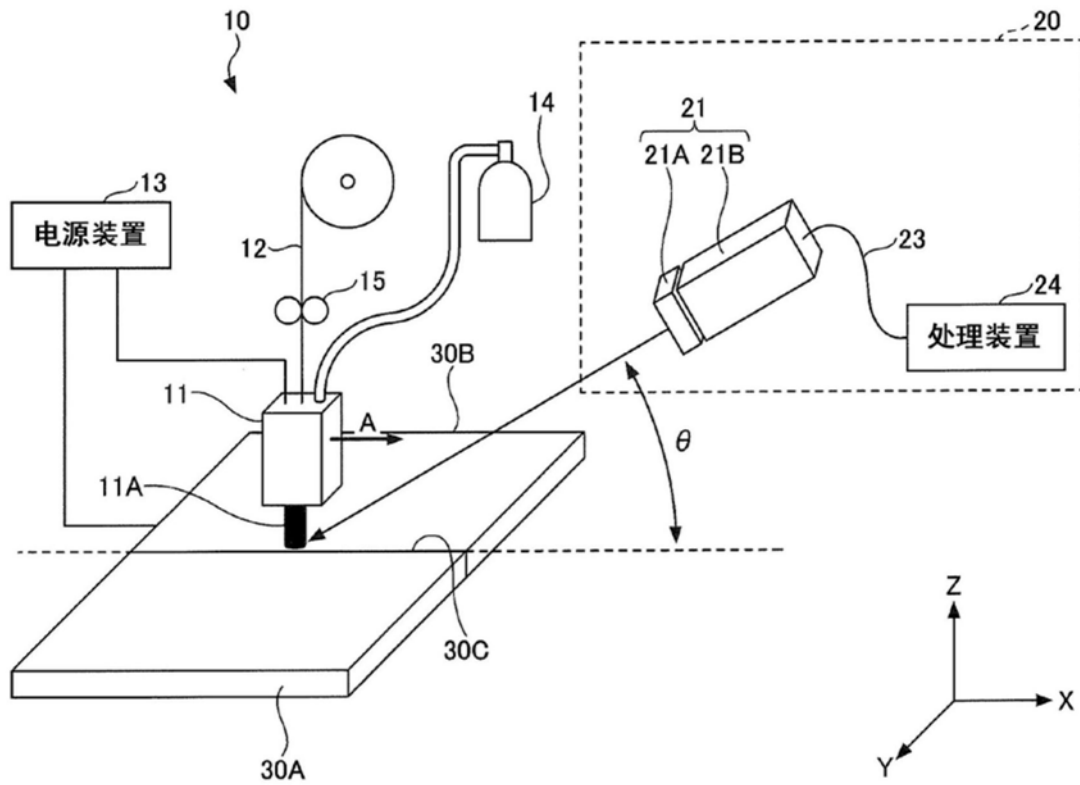


图1

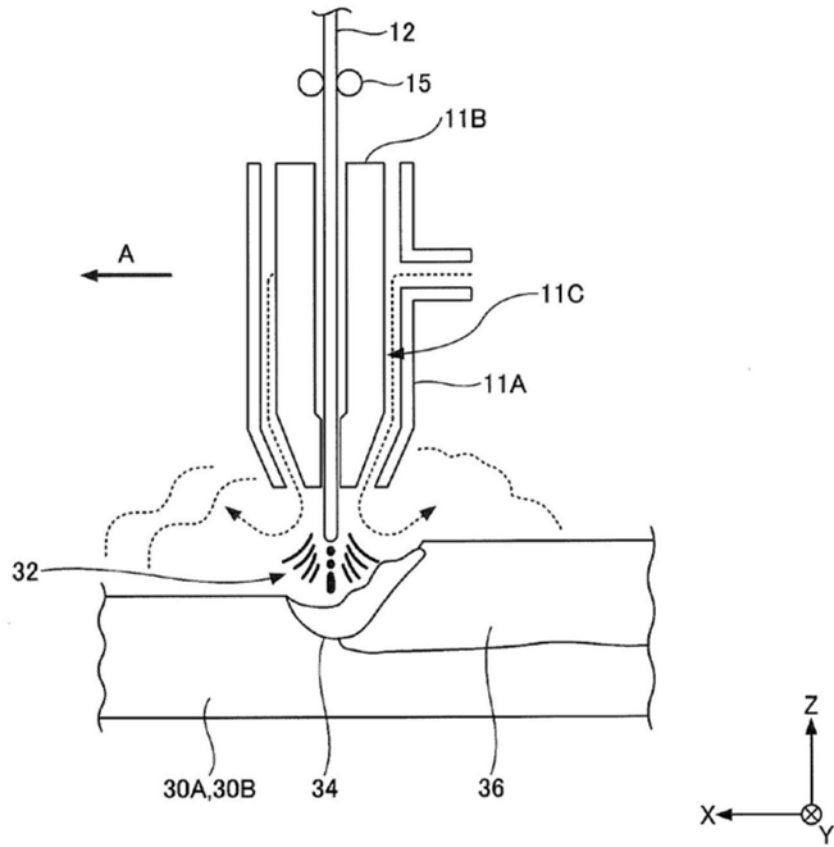


图2

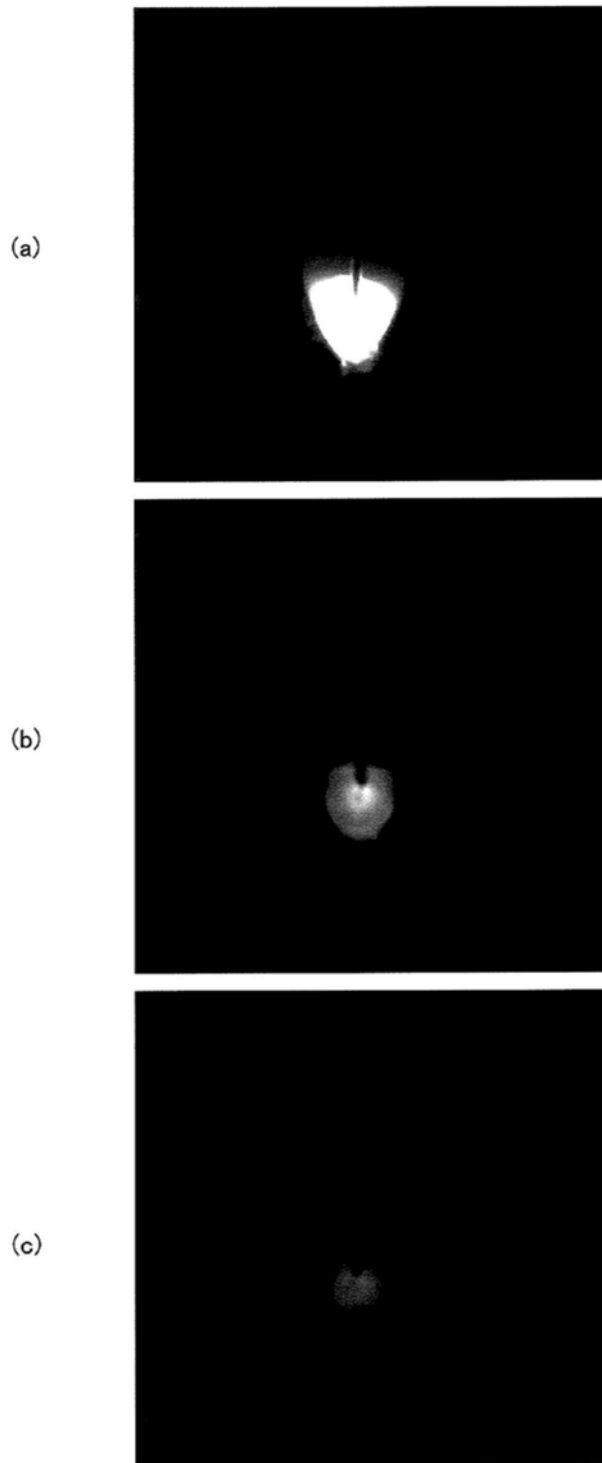


图3

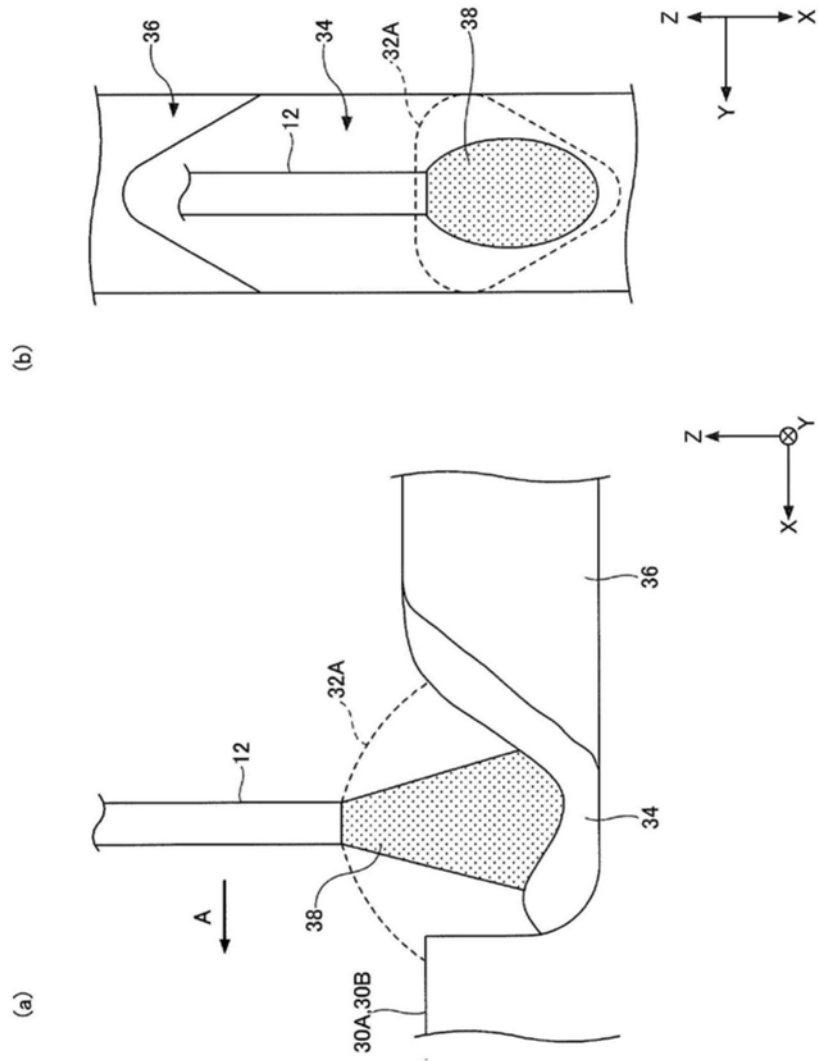


图4

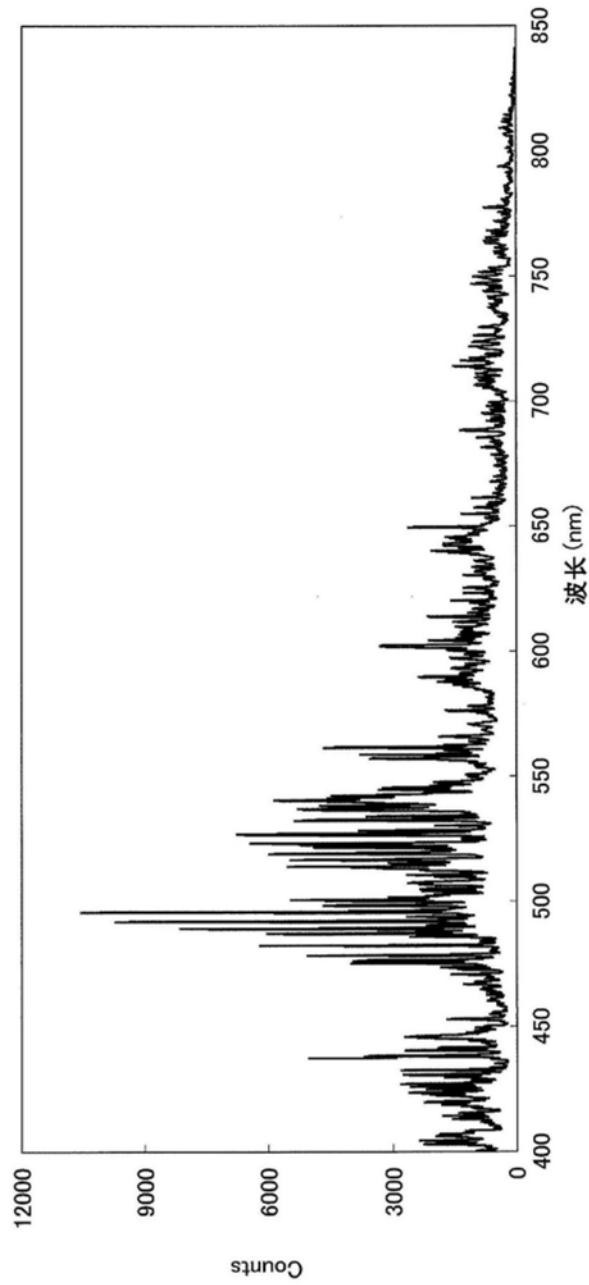


图5

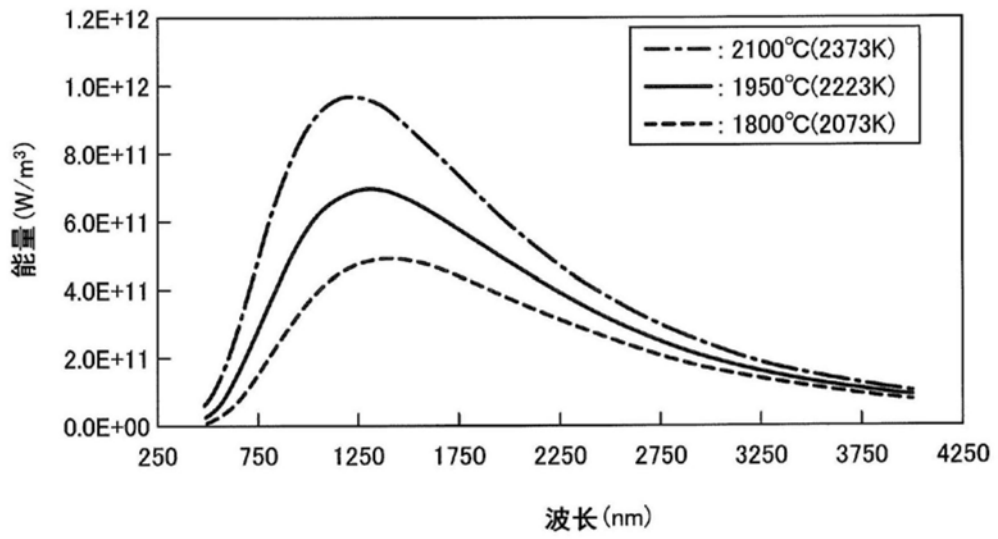


图6

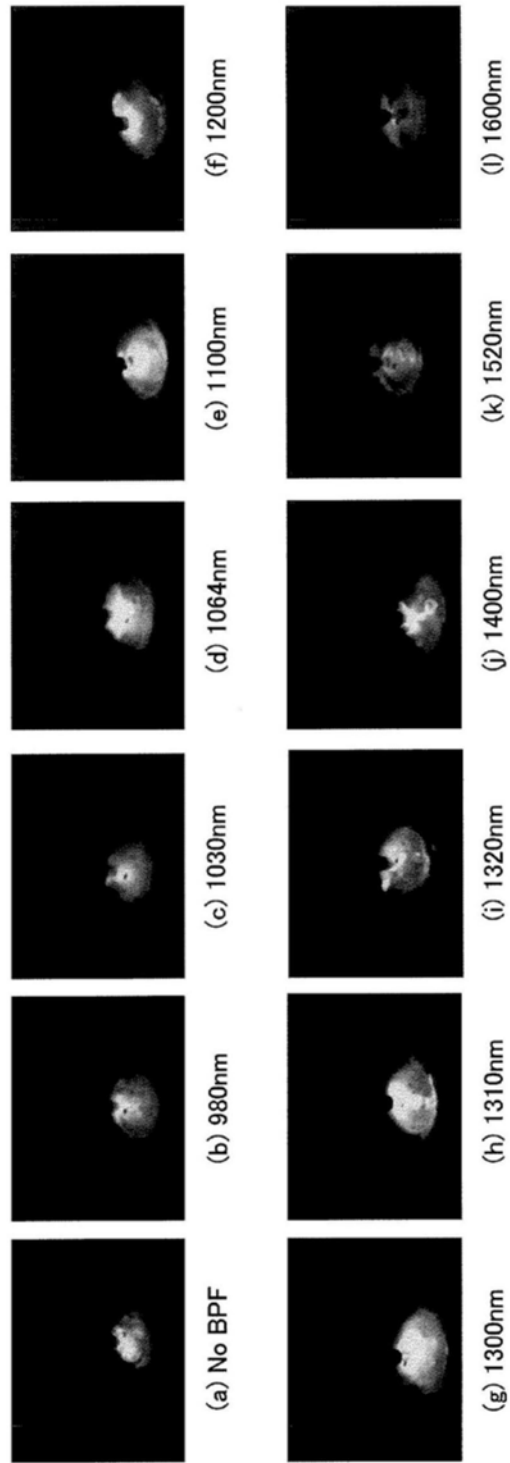
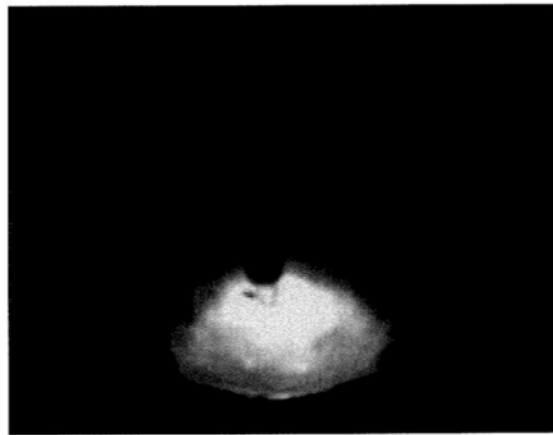
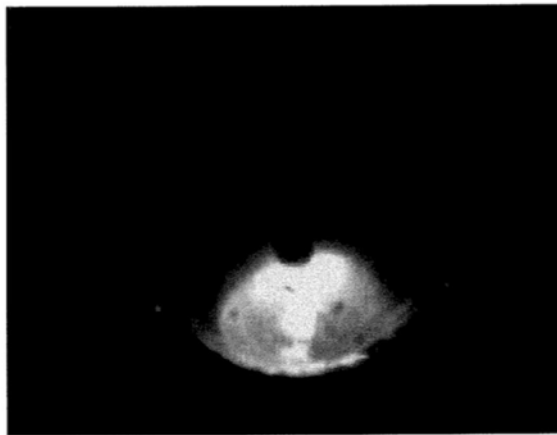


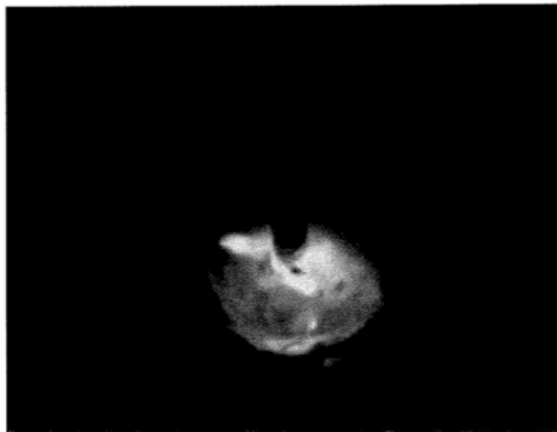
图7



(g) 1300nm



(h) 1310nm



(i) 1320nm

图8

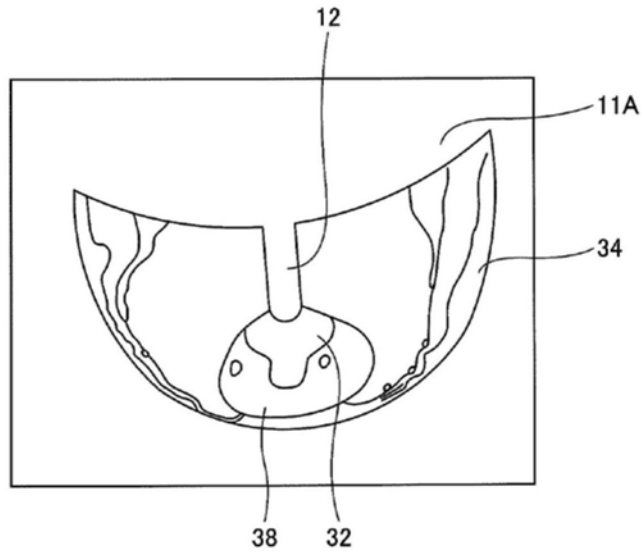


图9