(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113874690 A
(43)申请公布日 2021.12.31

(21)申请号 202080038546.X

(22)申请日 2020.04.02

(30)优先权数据
1904649.9 2019.04.02 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.11.24

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2020/050883 2020.04.02

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/201760 EN 2020.10.08

(71)申请人 印象科技有限公司
地址 英国考文垂

(72)发明人 A·D·福斯特 F·梅洛蒂

(74)专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司 11280
代理人 王勇 王博

(51)Int.Cl.
G01J 5/04(2006.01)
G01J 5/06(2006.01)
G01J 5/08(2006.01)
G01J 5/20(2006.01)
G01J 5/60(2006.01)

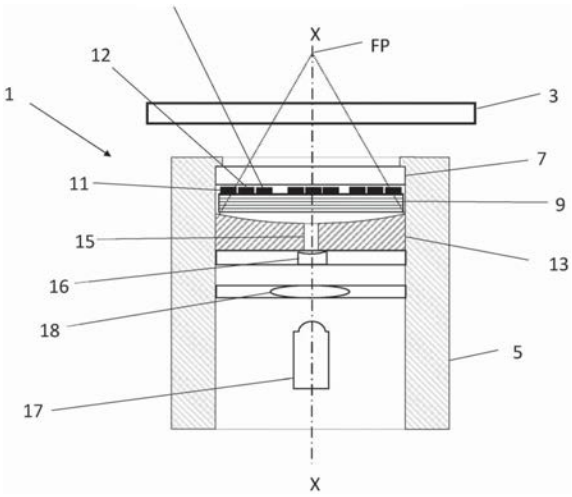
权利要求书2页 说明书10页 附图10页

(54)发明名称

非接触式温度传感器

(57)摘要

一种适用于测量材料坯料(3)的温度的非接触式温度传感器(1)。温度传感器(1)包括外壳(5)、外壳(5)前端的开口(7)、位于外壳(5)内的反射器(13)、位于反射器(13)的前表面和后表面之间的至少一个孔(15)、以及位于反射器(13)的后方的光检测器布置(17)。光检测器布置(17)被定向成使得其能够接收穿过至少一个孔(15)的光并且能够检测红外光的至少两个波长范围。光检测器布置(17)针对至少两个红外光波长范围中的每一个输出数据。



CN 113874690 A

1.一种非接触式温度传感器,其具有纵轴X-X,所述非接触式温度传感器包括:

外壳;

所述外壳前端的开口;

位于所述外壳内的反射器;

位于所述反射器的前表面和后表面之间的至少一个孔;

位于所述反射器后方的光检测器布置;

其中所述光检测器布置被定向成使得所述光检测器布置能够接收穿过所述至少一个孔的光;其中

所述光检测器布置能够检测至少两个红外光波长范围,第一红外光波长范围和第二红外光波长范围,所述第一红外光波长范围和所述第二红外光波长范围是离散的;以及其中

所述光检测器布置针对所述至少两个红外光波长范围中的每一个输出数据。

2.根据权利要求1所述的非接触式温度传感器,还包括红外光源。

3.根据权利要求2所述的非接触式温度传感器,包括两个红外光源,能够生成第一波长的红外光的第一红外光源和能够生成第二波长的红外光的第二红外光源。

4.根据权利要求3所述的非接触式温度传感器,其中由所述红外光源生成的所述第一波长和所述第二波长的红外光分别在能够由所述光检测器布置检测到的所述第一红外光波长范围和所述第二红外光波长范围内。

5.根据权利要求3或权利要求4所述的非接触式温度传感器,其中所述红外光源位于所述反射镜的前方。

6.根据权利要求5所述的非接触式温度传感器,其中所述红外光源包括多个分离的红外发光装置,所述多个分离的红外发光装置单独地或以离散的组布置,并且被定向成使得单独的红外发光装置或红外发光装置的所述离散的组彼此间隔开。

7.根据权利要求6所述的非接触式温度传感器,其中所述多个分离的红外发光装置位于环形平台的前向侧上,所述环形平台横向于轴X-X定向并且与纵轴X-X同轴对齐。

8.根据前述权利要求中任一项所述的非接触式温度传感器,其中所述光检测器布置是单个光检测模块内的两个或更多个离散光检测器的布置,并且其中所述两个或更多个离散光检测器中的一个能够检测所述第一红外光波长范围内的红外光,并且其中所述两个或更多个离散光检测器中的另一个能够检测所述第二红外光波长范围内的红外光。

9.根据权利要求1至7中任一项所述的非接触式温度传感器,其中所述光检测器布置是两个或更多个离散光检测器的布置,每个检测器在分离的光检测模块内,并且其中所述两个或更多个离散光检测器中的一个能够检测所述第一红外光波长范围内的红外光,并且其中所述两个或更多个离散光检测器中的另一个能够检测所述第二红外光波长范围内的红外光。

10.根据前述权利要求中任一项所述的非接触式温度传感器,还包括至少一个透镜,所述透镜与所述纵轴X-X对齐并且位于所述至少一个孔的附近和后方。

11.根据权利要求10所述的非接触式温度传感器,其中所述至少一个透镜是与所述纵轴X-X对齐或与平行于所述纵轴X-X的轴对齐的平凹透镜,并且位于所述至少一个孔的后方。

12.根据权利要求10或权利要求11所述的非接触式温度传感器,还包括至少一个双凸

透镜,所述双凸透镜与所述纵轴X-X对齐或与平行于所述纵轴X-X的轴对齐,并且位于所述至少一个孔的后方。

13.根据前述权利要求中任一项所述的非接触式温度传感器,其中所述反射器是凹面反射镜。

14.根据权利要求13所述的非接触式温度传感器,其中所述反射镜具有位于所述外壳外部的焦点(FP)。

15.根据权利要求13或权利要求14所述的非接触式温度传感器,其中所述反射镜的焦点(FP)定位在距所述外壳的前面50mm和100mm之间的距离处。

16.根据前述权利要求中任一项所述的非接触式温度传感器,其中所述光检测器布置被定向在所述至少一个孔的直接视线中。

17.根据前述权利要求中任一项所述的非接触式温度传感器,其中所述开口是由高透射率材料制成的窗口。

18.根据前述权利要求中任一项所述的非接触式温度传感器,还包括能够生成可见范围内的光的可见光源,其中来自所述可见光源的可见光被引导在向前的方向上。

19.根据权利要求3至18中任一项所述的非接触式温度传感器,还包括用于控制所述红外光源的控制器。

20.根据权利要求19所述的非接触式温度传感器,其中所述控制器能够将所述发光装置从打开状态切换到关闭状态。

非接触式温度传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于测量表面温度的非接触式温度传感器，尤其但不排他地涉及一种用于在金属坯料经受成型过程(例如压制)之前测量金属坯料表面上的点的温度的传感器。金属坯料是一种薄金属(例如铝)片，它被切割成预定义的形状并且是成型过程的输入材料。

背景技术

[0002] 在申请人的热成型淬火(HFQ)过程中，需要获得通常在400摄氏度和600摄氏度之间的铝合金坯料的局部参考温度的非常精确的温度测量。非常精确的温度测量被认为是在400摄氏度到600摄氏度的范围内的+/-3摄氏度。需要非常精确的温度测量，以便(i)监测材料回火过程的生产温度重复性和再现性；(ii)确保成型过程在坯料处于正确温度时进行；(iii)监测坯料的冷却；以及(iv)确保加热过程以期望的方式工作。这确保了该过程的成功，即完成的成型制品符合规范。当前可用于坯料温度的非接触式测量的温度传感器不适用于申请人的成型过程，因为它们不能可靠地测量温度到足够的精确度。

[0003] 除了应用于申请人的HFQ过程之外，本发明还适用于应用于需要精确温度测量的其他过程。

[0004] 有多种方法可以找到热物体的温度，但当应用于申请人的过程时，它们各自都有明显的缺点。

[0005] 从广义上讲，测量方法可以分为两类。接触式方法(例如热电偶和热敏电阻)和非接触式方法(例如高温计)利用物体发射的光的光谱密度的温度依赖性。术语光在此用于表示电磁辐射的光谱区域，包括可见光光谱和相邻区域，即一端的红外辐射到另一端的紫外辐射。本申请涉及第二类测量方法内的发明。

[0006] 精确的接触式测量系统需要与热物体表面良好接触。这种接触可以通过焊接或粘合来实现，但这种方法会破坏组件的表面，并且在扩展到生产系统时成本过高。弹簧系统可用于提供非永久性力接触，但这种接触对接触表面上污垢的积聚很敏感，并且容易受到机械磨损。因此，它也不适合生产环境。

[0007] 为了克服接触式测量系统的问题，许多工业过程使用热辐射(电磁红外辐射)高温计来间接测量组件温度，而无需传感器接触组件。这种类型的高温计在定义的波长范围内测量物体表面发出的热辐射。然后根据表面温度和发射的辐射能量之间的已知关系将辐射能量转换成温度。根据物体的表面特性，上述关系取决于材料。这种材料依赖性通常被简化为单个标量项，称为表面发射率。

[0008] 用于在铝合金加工期间测量铝合金的温度的现有系统，例如在轧机上使用的系统，包括在铝合金通过轧机时沿其路径设置的多个高温计。在轧机环境中，使用现有的温度传感器可以很容易地获得足够精确以允许良好控制过程的温度读数，因为通过轧机的铝合金表面受到良好控制并且具有已知特性。相比之下，申请人希望加工的铝合金坯料来自不同的轧机，因此经过不同的制造过程，因此具有不同的物理特性。现有的温度测量传感器无

法充分补偿影响材料发射率的物理和化学特性的变化。特别地，现有的传感器不能充分补偿在单个坯料内和不同坯料之间发生的表面发射率的变化。发射率的这些差异是由于例如整个片材(或一块片材与另一块片材相比)的表面粗糙度的变化，或形成在铝合金表面上的氧化层的成分和厚度的变化，这可能会随着时间的推移变化。

[0009] 如果可以在高温计使用的波长范围内精确确定坯料的瞬时发射率，则该发射率可用于提高根据热辐射读数计算温度的精确性。同样，如果可以确定一种更全面的方法来将热辐射读数映射到相关联的坯料温度，那么高温计的精度就可以提高。然而，目前确定这种相关性需要昂贵的设备，这些设备不适合在生产环境中提供即时读数。相反，本发明使用多种技术来控制坯料发射的热辐射，使得高温计检测到的热辐射强度以及相应表面温度的计算对坯料的表面发射率不太敏感，同时至少对坯料的热辐射光谱的温度变化保持敏感。

[0010] 为了确定温度测量的精确性，申请人已经实施了一种系统，其中非接触式温度传感器可以具有自误差估计功能。

[0011] 本发明的温度传感器用作质量保证系统的一部分，质量保证系统也包括可见光摄像机和红外摄像机。在该系统中，温度传感器测量参考区域的温度，系统使用该温度测量来校准使用红外摄像机创建的热映射图。

发明内容

[0012] 本发明的目的是提供一种适用于测量金属坯料的温度的高精度非接触式温度传感器。

[0013] 因此，本发明提供一种具有纵轴X-X的非接触式温度传感器，包括：外壳；外壳前端的开口；位于外壳内的反射器；位于反射器的前表面和后表面之间的至少一个孔；位于反射器后方的光检测器布置；其中光检测器布置被定向成使得它能够接收穿过至少一个孔的光；以及其中光检测器布置能够检测至少两个红外光波长范围，第一红外光波长范围和第二红外光波长范围，第一红外光波长范围和第二红外光波长范围是离散的；其中光检测器布置针对至少两个红外光波长范围中的每一个输出数据。由光检测器布置输出的数据是信号的数字或模拟表示。

[0014] 在优选实施例中，非接触式温度传感器还包括红外光源。

[0015] 优选地，存在两个红外光源，能够生成第一波长的红外光的第一红外光源和能够生成第二波长的红外光的第二红外光源。

[0016] 由红外光源生成的第一波长和第二波长的红外光分别在能够由光检测器布置检测到的第一红外光波长范围和第二红外光波长范围内。

[0017] 优选地，红外光源位于反射镜的前方。

[0018] 优选地，所述红外光源包括多个分离的红外发光装置，所述多个分离的红外发光装置单独地或以离散的组布置，并且被定向成使得单独的红外发光装置或红外发光装置的离散的组彼此间隔开。

[0019] 优选地，所述多个分离的红外发光装置位于窄环形平台的前向侧上，所述窄环形平台横向于轴X-X定向并且与纵轴X-X同轴对齐。

[0020] 光检测器布置可以是单个光检测模块内的两个或更多个离散光检测器的布置，其中所述两个或更多个离散光检测器中的一个能够检测第一红外光波长范围内的红外光，并

且其中两个或更多个离散光检测器中的另一个能够检测第二红外光波长范围内的红外光。

[0021] 光检测器布置可以可替代地是两个或更多个离散光检测器的布置,每个检测器在分离的光检测模块内,其中两个或更多个离散光检测器中的一个能够检测第一红外光波长范围内的红外光,并且其中两个或更多个离散光检测器中的另一个能够检测第二红外光波长范围内的红外光。

[0022] 有利地,非接触式温度传感器还包括至少一个透镜,该透镜与纵轴X-X对齐并且位于至少一个孔的附近和后方。

[0023] 有利地,所述至少一个透镜是与纵轴X-X对齐或与平行于纵轴X-X的轴对齐的平凹透镜,并且位于所述至少一个孔的后方。

[0024] 为了提供进一步的优点,还提供了与纵轴X-X对齐或与平行于纵轴X-X的轴对齐并且位于至少一个孔的后方的至少一个双凸透镜。

[0025] 提供平凹透镜和双凸透镜确保由双透镜布置聚焦的光入射到红外检测器上,从而照射整个传感器头。这减少了测量误差的引入,从而有助于确保温度传感器的高精度。

[0026] 优选地,反射器是凹面反射镜。然而,反射镜可以具有不同的形式,例如反射镜可以是平的。

[0027] 优选地,反射镜具有位于外壳外部的焦点(FP)。

[0028] 反射镜的焦点(FP)有利地定位在距外壳的前面50mm和100mm之间的距离处。

[0029] 优选地,光检测器使用诸如InGaAs光电二极管之类的光电二极管传感器。可替代地,光检测器可以使用热电堆传感器。

[0030] 优选地,光检测器被定向在所述至少一个孔的直接视线中。

[0031] 优选地,开口是由高透射率材料制成的窗口。可替代地,该开口可设有空气源以防止诸如灰尘之类的外来物体进入外壳。

[0032] 优选地,还提供了一种能够生成可见范围内的光的可见光源,其中来自所述可见光源的可见光被引导在向前的方向上。

[0033] 优选地,还提供了一种用于控制发光装置的控制器。更优选地,控制器能够在打开状态和关闭状态之间快速切换发光装置。

[0034] 与单个波长范围内的检测相比,两个离散波长范围内的红外辐射的独立检测是有益的,因为两个信号的幅度将根据可预测的关系随温度而不同地变化。这意味着两个信号幅度之间的关系可用于计算坯料温度,而不是仅依赖于单个波长检测器的幅度。此类方法是众所周知的,但通常依赖于以下假设:坯料发射率是i)两个波长的奇异值和ii)在离线校准后的狭窄范围内恒定。申请人已经发现,通过使用反射器,例如反射盘或反射镜来提高坯料的表观发射率,两个波长范围的相对幅度对两个波长范围之间的坯料发射率的变化不太敏感。申请人已经发现,当应用于申请人的工业应用时,这具有提高先前方法的精确性的有益结果。

[0035] 优选地,检测器对近红外(NIR)和短波红外(SWIR)辐射波长敏感。这些光谱是有益的,因为加热到几百摄氏度的温度的未涂层铝通常在这些区域具有比中红外(MWIR)或长红外(LWIR)辐射波长更高的光谱能量。在所考虑的温度范围内,NIR和SWIR波段提供了所需的特性,由此在两个离散波长范围内从表面辐射的功率差异是表面温度的强函数。

[0036] 优选地,选择由检测器检测的第一和第二波长光谱以避免波长基本上被诸如H2O

和CO2的空气成分吸收。

[0037] 优选地，光检测器被定向在孔的直接视线中。

附图说明

[0038] 现在将仅参考以下附图通过示例的方式更具体地描述本发明的方面，其中：

[0039] 图1是非接触式温度传感器的第一实施例的横截面示意图；

[0040] 图2是非接触式温度传感器的第一实施例的示意图的平面图；

[0041] 图3是示出距离与传感器信号之间的关系的图；

[0042] 图4是非接触式温度传感器的第二实施例的横截面示意图；

[0043] 图5是非接触式温度传感器的第三实施例的横截面示意图；

[0044] 图6是非接触式温度传感器的第四实施例的横截面示意图；

[0045] 图7是示出坯料方向如何改变针对红外光源的检测到的信号强度的示意图；

[0046] 图8是针对图7所示的三种不同坯料方向的校准相对信号强度的示意图；

[0047] 图9是示出三种不同坯料方向的相对信号强度的图；

[0048] 图10是示出三种不同坯料方向的相对信号强度的条形图；以及

[0049] 图11是非接触式温度传感器计算过程的图。

具体实施方式

[0050] 本发明的第一实施例在图1中示出。非接触式温度传感器1是独立装置，其在使用中相对于要测量的铝合金坯料3名义上对齐，使得传感器1的纵轴X-X垂直于坯料3的平面表面。传感器1包括管状金属外壳5，其具有圆形横截面的孔径，并且它在前端由窗口7封闭，窗口7由透光玻璃板形成。前端为温度传感器1在使用时离坯料3最近的一端。后端离坯料3最远。环形照明环9包括九个红外发光装置11、12、14，位于窗口7的后方并与轴X-X同轴。存在三种不同规格的三组发光装置11、12、14，每种规格发射不同波长的光。组1包含发光装置11，组2包含发光装置12。组1和组2的装置发射红外光谱中的光。组3包含发射可见光谱中的光的发光装置14。发光装置11、12、14被间隔成三个发光装置的三个集群，集群1(也称为G1)、集群2(也称为G2)和集群3(也称为G3)。组1、组2和组3的发光装置11、12、14中的每一个都包括在每个集群(G1、G2或G3)中。集群围绕环形照明环9的圆周等距定位。发光装置11、12、14被定向成使得从它们发射的光被引导在向前的方向上，即朝向坯料3。发光装置11、12、14的控制器(未示出)使发光装置11、12、14中的每一个能够使其状态单独地在打开和关闭之间改变并且使发光装置11、12、14的状态顺序改变。控制系统具有快速改变发光装置11、12、14的状态的能力。可以以不同的速率切换状态，通常以1Hz和1kHz之间的速率切换。最大切换速率取决于诸如装置11、12、14的最大切换速率和检测设备的最大工作频率之类的因素。

[0051] 具有高反射表面的凹面镀金反射镜13也位于外壳5内，在照明环9的后方，并且使其主轴与纵轴X-X同轴。反射镜13的焦点'FP'位于坯料3的与温度传感器1相邻的一侧的另一侧上，以使得在使用中，被反射镜13反射的光的最大可能比例入射到坯料3的表面上。与反射镜13的直径相比具有相对较小直径的孔15沿纵轴X-X穿过反射镜13。为了将穿过孔15的光聚焦到检测器上，平凹透镜16位于反射镜13的后方，与轴X-X同轴并与孔15相邻，双凸

透镜18位于平凹透镜16的后方并且也与轴X-X同轴。穿过平凹透镜16的所有光被引导并穿过双凸透镜18，在那里光经历进一步的聚焦。穿过双凸透镜18的光入射到位于与轴X-X成一直线的红外光检测器17上。红外光检测器17具有传感器头(未示出)，其包括具有两个传感器D1和D2以及两个带通滤波器(未示出)的光电二极管组件。双凸透镜18入射到红外光检测器17的红外光池的面积与传感器头的面积基本相同，因此在使用时，红外光入射到整个传感器头。红外光检测器17能够独立地检测红外辐射的两个不同的窄波长范围，典型地以1300nm为中心的窄范围和以1550nm为中心的窄范围。选择由红外发光装置11、12发射的两种波长的红外光，使得红外光检测器17可以独立地检测它们并且使得两个检测范围之间的串扰可以忽略不计。第三波长的光由发光装置14发射并且从可见光谱中选择以帮助设置和检查装置。优选地，可以选择诸如蓝光的低波长光以最小化红外光检测器17处的无意检测。发光装置11、12是红外发光二极管(IRED)。发光装置14是发光二极管(LED)。

[0052] 温度传感器1可以位于用于保持坯料3的夹具(未示出)内，例如当将坯料从加热装置传送到成型压力机时。温度传感器1的位置在夹具内是有利的，因为它有助于确保在温度传感器1和坯料3之间保持期望的距离。

[0053] 在使用中，温度传感器1紧邻铝合金坯料3，其先前加热到数百摄氏度的温度，通常在400摄氏度和600摄氏度之间，例如在450和550摄氏度之间。温度传感器1可用于监测坯料3的冷却，例如当它从485摄氏度冷却到350摄氏度时。温度传感器可以监测整个冷却曲线或者可以在两个温度之间监测，通常在550摄氏度和250摄氏度之间。温度传感器1可以形成冷却控制系统的一部分。

[0054] 在第二使用中，温度传感器1紧邻铝合金坯料3，其被加热到几百摄氏度的温度，通常在400摄氏度和600摄氏度之间，例如在450和500摄氏度之间。温度传感器1可以形成加热控制系统的一部分。

[0055] 当测量低温时，温度传感器1可以使用低温功能来扩展其较低的温度检测范围。这种功能可以仅使用由发光装置11、12发射的红外光的两个检测波长范围中较长的一个。这是有利的，因为它允许监测低温，在该低温下，处于较长波长的红外辐射未被检测到高于背景噪声。这种截止可能发生在250到350摄氏度之间的温度下。低于截止温度，低温功能可用于降低温度传感器1检测范围的温度下限。例如，使用此功能可以将温度下限从300摄氏度扩展到250摄氏度。

[0056] 坯料3与温度传感器1之间的距离可以小于1mm，或可以大于1000mm。该距离通常为10mm至100mm。重要的是，温度传感器1和坯料3之间的距离变化被最小化或被监测以确保温度测量足够精确。了解坯料3是否与温度传感器1垂直，或者它是否未对齐也很重要。设置在环形照明环9上的发光装置11、12与红外光检测器17结合可用于检测温度传感器1和坯料3之间的距离以及温度传感器1和坯料3之间的定向的变化。

[0057] 术语装置状态用于指红外发光装置11、12的设置，红外发光装置11、12可以被单独地设置为“开”或“关”。发光装置11、12的状态可以快速切换。发光装置11、12的状态可以以1Hz或更快的速率切换。装置状态可以以100Hz或更快的速率切换。例如，装置状态可以以1kHz的速率进行切换。最大切换速率取决于诸如发光装置11、12的最大切换速率和检测器17的最大工作波长之类的因素。较慢的切换速率通常将允许获取来自检测器17的输出的多个样本，这可以减少检测信号中的噪声，进而减少温度测量误差。较快的切换速率允许在短

时间内获取更多的温度读数，这可能是有益的，例如，如果坯料3的温度快速变化。

[0058] 校准是用于确定在红外发光装置11、12的各种设置下从温度传感器1输出的信号与在各种坯料温度下监测的坯料3的温度、表面条件、表面化学、检测角与坯料表面法线的偏差以及坯料3与温度传感器1之间的距离之间的关系的过程。在校准期间，坯料3的温度是已知的并且被记录，例如通过附接到坯料3并监测校准的热电偶温度测量装置。

[0059] 在当前实施例中，使用表格校准温度传感器1。输出提供了可以被内插的查找表。其他校准方法也是可能的，例如，机器学习可用于开发一种黑盒方法，以根据各种输入信号确定坯料3的温度。查找表中的数据可以使用多参数方程组内插，例如一组多项式方程或多维参数方程。

[0060] 在校准期间，温度传感器1能够检测多个有用的校准状态。校准数据可以使用温度传感器1本身收集或可以从同类型的温度传感器传输。

[0061] 对于各种坯料3条件的许多组合，在循环通过发光装置11、12的状态的同时记录波长范围1和波长范围2的红外光检测器17的输出。针对坯料3条件的每种组合完成至少一个循环。

[0062] 在当前示例中，装置状态为：所有红外发光装置11、12(IRED)关闭；集群1中的所有红外发光装置11(IRED)打开，所有其他关闭；集群2中的所有红外发光装置12(IRED)打开，所有其他关闭；集群3中的所有红外发光装置12(IRED)打开，所有其他关闭。因此，红外发光装置11、12的状态的单个循环具有四个离散的红外发光装置11、12的状态。在该校准示例中不使用可见波长光谱中的发光装置14(LED)并且其可以打开或关闭。

[0063] 校准练习的目标是在多维空间内获得信号输出数据点的数据云，这是通过改变以下坯料特性和参数而创建的：表面温度；表面纹理；表面化学；检测角度与坯料表面法线的偏差；以及坯料与温度传感器1之间的距离。选择特性和参数以反映温度传感器1预期操作的预期和极端条件的范围。这包括不存在坯料和冷坯出现在窗口7前面的情况。

[0064] 在所描述的示例校准系统中，除了坯料温度之外，没有必要记录坯料特性和参数。这是因为此类数据在校准数据集中不是显式的。

[0065] 循环通过发光装置11、12的状态是有利的，并且这有助于数据云内的隐式数据，该隐式数据与坯料3与温度传感器1的距离以及与坯料3与温度传感器1之间的法线的角度偏差有关。当发光装置11、12(IRED)打开时，它们发出的红外光入射到坯料3上。坯料3反射来自发光装置11、12的红外光，从而使其入射在反射镜13上，反射镜13然后将该红外光反射回坯料3。发生一系列这样的反射并且红外光穿过孔15并被红外光检测器17检测，红外光检测器17测量该红外光的强度。使用靠近温度传感器1的坯料以及垂直于温度传感器1的X-X轴的坯料收集的数据点将显示三个IRED集群中每一个的均匀、强信号强度。随着来自检测装置的信号输出的增加，将检测到信号强度。在第一次比较中，从轴X-X的法线平面倾斜的坯料将导致发光装置11、12(IRED)的三个集群之间的信号强度的变化，因为绕轴X-X的反射将不再对称。在第二次比较中，距离温度传感器1较远的坯料3将导致红外检测器17的信号输出增加不太显著。

[0066] 上述数据之所以有利，是因为反射镜13对到达红外检测器17的红外光的确切影响取决于坯料的角度和坯料与温度传感器1的距离。使用上述方法，这种影响隐含地捕获在校准数据云中。

[0067] 使用发射两种不同波长的红外光的两种不同发光装置11、12增加了可以推导出温度的精确性，因为它提供了隐含地捕获反射镜13在装置11、12发射的两种红外光波长下的性能的数据。在其他配置下，附加数据可用于提供对温度传感器1的性能的诊断。

[0068] 产生校准表是校准练习的输出，该校准表在每一行中在单独的列中列出在形成循环的四个离散红外发光装置11、12的状态中的每一个状态下的温度传感器1的输出。由于对于每个发光装置11、12的状态有两个波长范围输出，该表将具有8列。在最后的第9列，记录使用校准温度测量装置1测量的坯料表面温度。

[0069] 可以对产生的表进行一些后处理，例如，移除异常数据、平均在多维数据云内近似重叠的数据点或平滑数据云。

[0070] 现在给出一个关于如何使用上面校准的温度传感器1来监测坯料3的温度的示例。

[0071] 可见波长发光装置14(LED)被点亮以提供温度传感器1打开并指向坯料3上的感兴趣区域的视觉反馈。

[0072] 如上所述的发光装置11、12的状态被循环通过。例如，在发光装置11、12的状态被更新到下一状态之前，每个发光装置11、12的状态可以是活动100ms或10ms。

[0073] 在温度传感器1循环通过发光装置11、12的状态的同时，来自红外检测器17的输出信号被监测。在完成一个循环时，将与四个发光装置11、12的状态中的每一个相关的输出信号与查找表进行比较。查找算法用于识别校准表中最接近的条目以及相应的坯料温度。执行外推法以计算新的外推校准表行。所得温度列中的数字作为坯料3的测量温度给出。出于记录目的，可以针对时间戳记录温度。温度可以传递到其他设备，例如，为热成像摄像机的校准提供精确的温度测量。

[0074] 优选地，与外推过程相关的数据被捕获并用于估计温度读数内的误差。例如，表中最接近条目的上限和下限温度可用于提供有关坯料3实际表面温度的潜在范围的信息。

[0075] 为了确定任何未对齐的方向和程度，红外发光装置11、12可以按顺序打开，并且红外检测器17可以在该顺序中与打开和关闭红外发光装置11、12相对应的时间点进行光强度测量。这些光强度测量值可以被处理以确定坯料3向哪个方向倾斜以及倾斜多少。

[0076] 红外光源11、12的三个集群G1、G2和G3设置在环形照明环9上并且围绕其周边等距间隔开。红外光检测器17的两个检测器D1和D2各自能够检测来自三个集群G1、G2和G3中的每一个内的两个红外光源11、12中的每一个的信号强度。在图7的示意图中，假设集群G1、G2和G3的行为对于所使用的两个波长中的每一个都相似。集群G1、G2和G3中的红外光源11、12被打开和关闭，因此可以测量来自红外光源11、12中的每一个的信号强度。激活序列在下面的表中示出。

[0077]

激活序列	G1_1300	G2_1300	G3_1300	G1_1550	G2_1550	G3_1550
1	关闭	关闭	关闭	关闭	关闭	关闭
2	打开	关闭	关闭	打开	关闭	关闭
3	关闭	打开	关闭	关闭	打开	关闭
4	关闭	关闭	打开	关闭	关闭	打开

[0078] 表1:照明环中三组LED的激活序列

[0079]

激活序列(AS)	检测器1300	检测器1550
1	热能	热能

2	热能+G1	热能+G1
3	热能+G2	热能+G2
4	热能+G3	热能+G3

[0080] 表2:在四个激活序列期间检测到的信号

[0081] 如果获取检测器读数足够快,可以假设坯料温度恒定,则与集群G1、G2和G3相关的能量可以被计算为:

[0082] $G_{N,W}=AS_{N+1,W}-AS_{1,W}$[等式1]

[0083] 其中N是集群编号1-3,W是波长,在本例中为1300nm或1550nm。

[0084] 在这些示例中,集群G1、G2和G3各自具有两个离散的红外光源11、12,如图7所示。这些红外光源11、12中之一具有1300nm的波长。红外光源11、12中的另一个具有1550nm的波长。

[0085] 如果坯料3被定向成正好垂直于非接触式温度传感器1并且相应的信号强度被校准,则非接触式温度传感器1从集群G1、G2和G3中的每一个检测到的能量的量基本相同(如图8的条形图的左侧部分所示)。

[0086] 如果坯料3倾斜,即它不完全垂直于非接触式温度传感器1,那么非接触式温度传感器1从集群G1、G2和G3中的每一个检测到的能量的量是不同的,并且可以与倾斜角度有关(如图8的条形图的中间和右侧部分所示)。在一个倾斜方向中,从集群G1检测到的能量的量将是最高检测到的。在另一个倾斜方向中,从集群G3检测到的能量的量将是最高检测到的。这与坯料3的温度测量的相关性在于,如果坯料3倾斜,则所测量的温度将不精确。

[0087] 图9是单个集群强度G1、G2和G3的图,如等式1(如上)中计算的,并针对最大信号强度进行了归一化(因此最大值为1)。通过将热坯料3保持在位于三个不同方向的非接触式温度传感器1前面来收集数据:“平放”;“倾斜1”;和“倾斜2”。这说明(i)由光源11、12发出的能量对于每个配置随时间大致恒定(因此,它允许未来的计算)和(ii)三个集群G1、G2和G3的强度根据方向而变化。这表明非接触式温度传感器1能够基于三个集群G1、G2和G3的相对强度来检测坯料3中的倾斜。

[0088] 图10是条形图,显示了对于平放坯料3(“平放”)和两个倾斜坯料3(“倾斜1”和“倾斜2”)由非接触式温度传感器1检测到的三个集群G1、G2和G3的能量。

[0089] 图11示出了与标准已知的双频高温计相比,非接触式温度传感器1具有更好温度精度的过程。如图11的第1项所示的使用神经网络进行的初始校准可用于针对不同的倾斜角度和坯料表面光洁度计算三个集群G1、G2和G3的不同强度组合。

[0090] 所显示的数据是通过将热坯料3保持在非接触式温度传感器1前面来收集的。在收集数据以证明倾斜对温度测量的影响以及将标准双频高温计与本发明的非接触式温度传感器1进行比较的时间段期间,坯料3经受振荡运动。

[0091] 坯料3的振荡和随后检测到的强度显示在图11的第2项的曲线图中。对于1300nm和1550nm波长的红外光源11、12,随时间绘制其信号强度,每个都表现出波纹度。

[0092] 由标准双频高温计随时间确定的温度误差如图11的第3项所示。该误差因坯料3的移动而变化。

[0093] 非接触式温度传感器1具有额外的特征,例如两个不同波长的红外光源11、12的集群G1、G2和G3,因此额外的数据用于计算与坯料3相对于非接触式温度传感器1倾斜的角度

相关的计算检测产物。

[0094] 使用这种新方法并结合计算意味着可以减少温度误差，如图11的第5项所示。

[0095] 图4示出了本发明的第二实施例。非接触式温度传感器101也是独立装置，其与第一实施例共享许多特征并且其旨在在使用中相对于坯料103以相同方式定向。温度传感器101具有与第一实施例相同的管状金属外壳105、窗口107、反射镜113和反射镜孔115。此外，它具有位于反射镜109后方的分束器131，使得分束器131可以接收穿过孔115的光。分束器131将从坯料3发出的红外光分成垂直于纵轴X-X延伸的横向分量和沿或平行于纵轴X-X延伸的纵向分量。第一滤光器133布置在外壳105内，使得光的纵向分量在到达位于外壳105的孔径内的第一红外检测器135之前被过滤。第二滤光器137布置在外壳105内，使得光的横向分量在到达位于外壳105的侧壁中的孔内的第二红外检测器139之前被过滤。第一红外检测器135和第二红外检测器139具有相同的带宽，即900到1700nm。第一滤光器133是窄通滤波器，其允许波长为1300nm的红外辐射通过。第二滤光器137是窄通滤波器，其允许波长为1550nm的红外辐射通过。

[0096] 在使用中，温度传感器101紧邻已经加热到数百摄氏度的温度的铝合金坯料103。由坯料103发出的红外辐射穿过窗口107并入射到反射镜113上。该红外辐射以与第一实施例中相同的方式并且出于相同的原因多次反射回坯料103的表面。红外辐射将穿过反射镜113中的孔115并接触分束器131。分束器131将向第一红外光检测器135发送一部分红外辐射。向第一红外光检测器135发送的红外辐射穿过第一滤光器133。第一滤光器133仅允许波长为1300nm的红外辐射到达第一红外光检测器135。分束器131将向第二红外光检测器139发送另一部分红外辐射。向第二红外光检测器139发送的红外辐射穿过第二滤光器137。第二滤光器137仅允许波长为1550nm的红外辐射到达第二红外光检测器139。

[0097] 图5示出了本发明的第三实施例。非接触式温度传感器201也是独立装置，其与第一和第二实施例共享许多特征并且其旨在在使用中相对于坯料203以同样的方式定向。温度传感器101具有与第一实施例相同的管状金属外壳205、窗口207、反射镜213和反射镜孔215。此外，它具有位于反射镜109后方的分束器231，使得分束器231可以接收穿过孔115的光。分束器231充当成角度的反射器。双波长光源251位于成角度的反射器231的横向并与其对齐，使得来自光源251的任何红外辐射撞击成角度的反射器231并通过孔215朝向铝合金坯料203偏转。光源251生成两个离散波长的红外辐射，这些波长中的每一个都可被双波长红外光检测器235检测，下面将进一步详细描述。成角度的反射器231引导来自光源251的电磁辐射通过孔215，使其接触坯料203。双波长红外光检测器235位于凹面反射镜213的后方并且能够检测具有波长1300nm或1550nm的红外辐射。双波长红外光检测器235在两个期望波长附近具有窄带宽，因此无需在检测器235前面放置滤光器。

[0098] 在使用中，为了确定铝合金坯料203的温度，温度传感器201以与第一实施例类似的方式操作。温度传感器201紧邻已经加热到几百摄氏度的温度的坯料203。

[0099] 第三实施例包括使用任何合适的方法测量坯料203和温度传感器1之间的距离的工具，例如雷达、激光雷达或机械测量设备。一旦确定了坯料203和温度传感器201之间的距离，该距离就可以在根据坯料203自身发出的红外光强度产生温度测量值的过程中使用，因为坯料203处于升高的温度。

[0100] 图6示出了本发明的第四实施例。第四实施例与第一实施例共享许多特征。非接触

式温度传感器301是独立装置，在使用中，它相对于要测量的铝合金坯料3名义上对齐，使得传感器301的纵轴X-X垂直于该坯料303的平面表面。传感器301包括管状金属外壳305，具有圆形横截面的孔径，并且它在前端由窗口307封闭，窗口307由透光玻璃板形成。前端是温度传感器301在使用中最靠近坯料303的一端。后端离坯料303最远。包括九个红外发光装置311、312、314的环形照明环309位于窗口307的后方并且与轴X-X同轴。存在三种不同规格的三组发光装置311、312、314，每种规格发射不同波长的光。组1包含发光装置311，并且组2包含发光装置312。组1和组2的装置发射红外光谱中的光。组3包含发射可见光谱中的光的发光装置14。发光装置311、312、314被间隔成三个发光装置的三个集群，集群1、集群2和集群3。组1、组2和组3的发光装置311、312、314中的每一个都包括在每个集群中。集群围绕环形照明环309的圆周等距定位。发光装置311、312、314被定向成使得从它们发射的光被引导在向前的方向上，即朝向坯料303。用于发光装置311、312、314的控制器(未示出)使发光装置311、312、314中的每一个能够使其状态单独地在打开和关闭之间改变并且使发光装置311、312、314的状态顺序改变。控制系统具有快速改变发光装置311、312、314的状态的能力。可以以不同的速率切换状态，通常以1Hz和1kHz之间的速率切换。最大切换速率取决于诸如装置311、312、314的最大切换速率和检测设备的最大工作频率之类的因素。

[0101] 具有高反射表面的平面镀金反射镜313也位于外壳305内，在照明环309的后方，并且使其主轴与纵轴X-X同轴。两个孔315a和315b平行于纵轴X-X穿过反射镜，与反射镜313的直径相比每个孔315a和315b具有相对较小的直径。每个孔315a、315b的纵轴之间的距离是反射镜313直径的五分之一。选择间隔距离使得有足够的空间来容纳光检测器317a、317b，同时保持孔彼此靠近以使得坯料上的测量点彼此足够接近，以确保坯料上大致相同点的温度测量一致。典型的反射镜直径为50mm，典型的孔直径介于0.1mm和5mm之间。穿过孔315a、315b中的每一个的光分别入射到红外光检测器317a、317b上，红外光检测器317a、317b均与孔的纵轴成一直线。红外光检测器317a、317b均具有传感器头(未示出)，其包括具有传感器和带通滤波器(未示出)的光电二极管组件。入射到红外光检测器317a、317b上的红外光池具有与传感器头的面积基本相同的面积，从而在使用中，红外光入射到整个传感器头上。红外光检测器317a、317b各自能够独立地检测红外辐射的不同窄波长范围，通常以1300nm为中心的窄范围和以1550nm为中心的窄范围。选择由红外发光装置311、312发射的两种波长的红外光，使得红外光检测器317a、317b可以独立地检测它们并且使得两个检测范围之间的串扰可以忽略不计。第三波长的光由发光装置314发射并且从可见光谱中选择以帮助设置和检查装置。优选地，可以选择诸如蓝光的低波长光以最小化在红外光检测器317a、317b处的无意检测。发光装置311、312是红外发射二极管(IRED)。发光装置314是发光二极管(LED)。

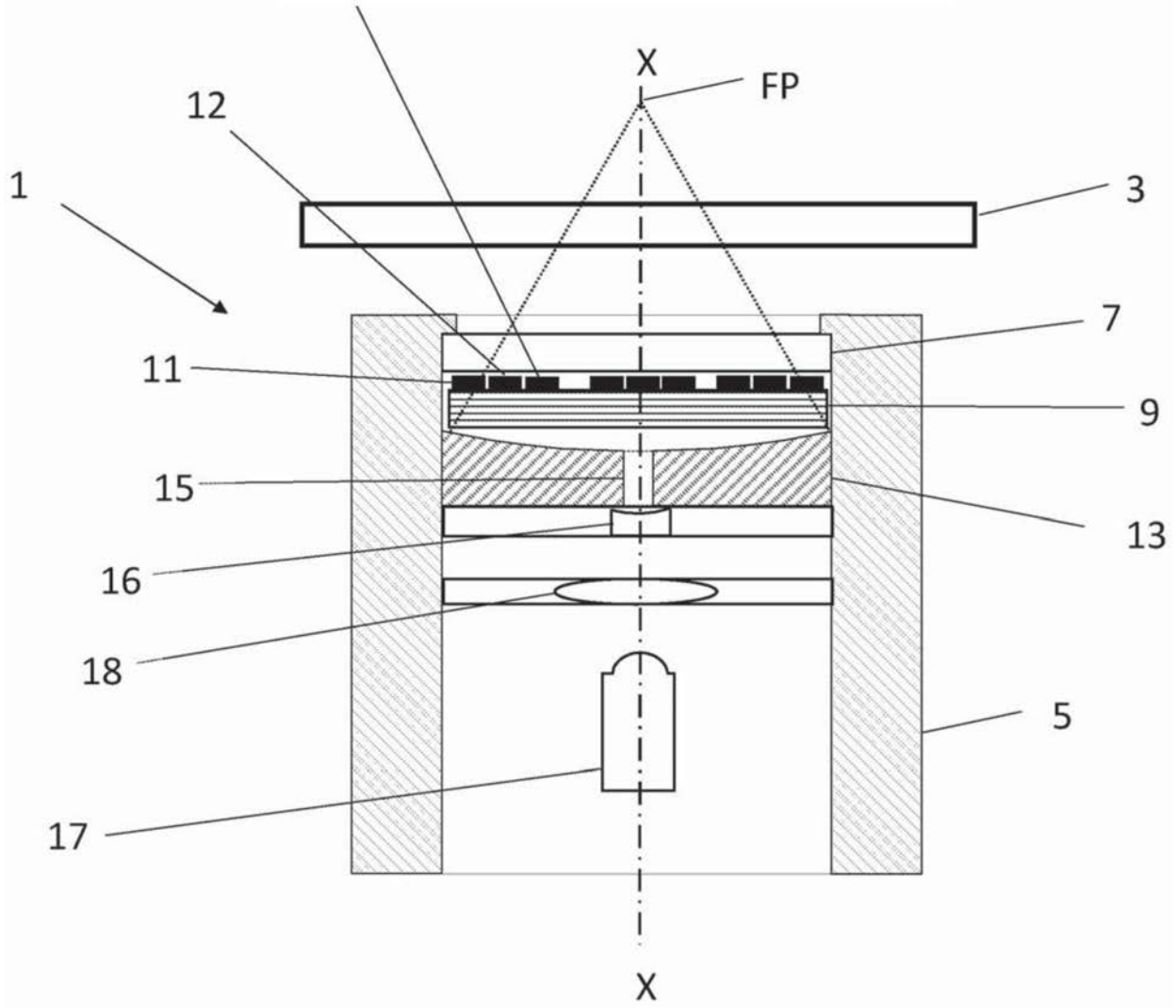


图1

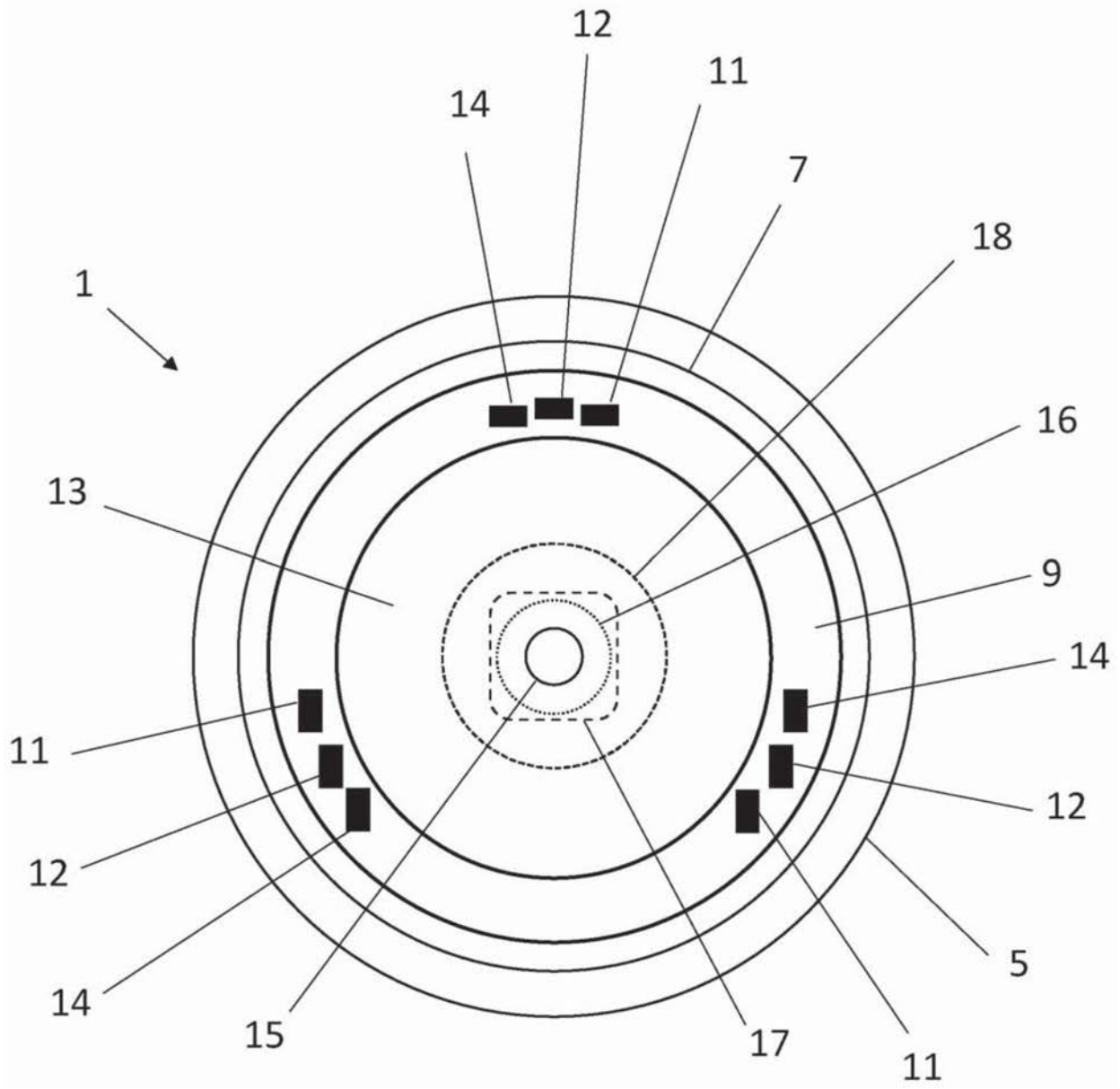


图2

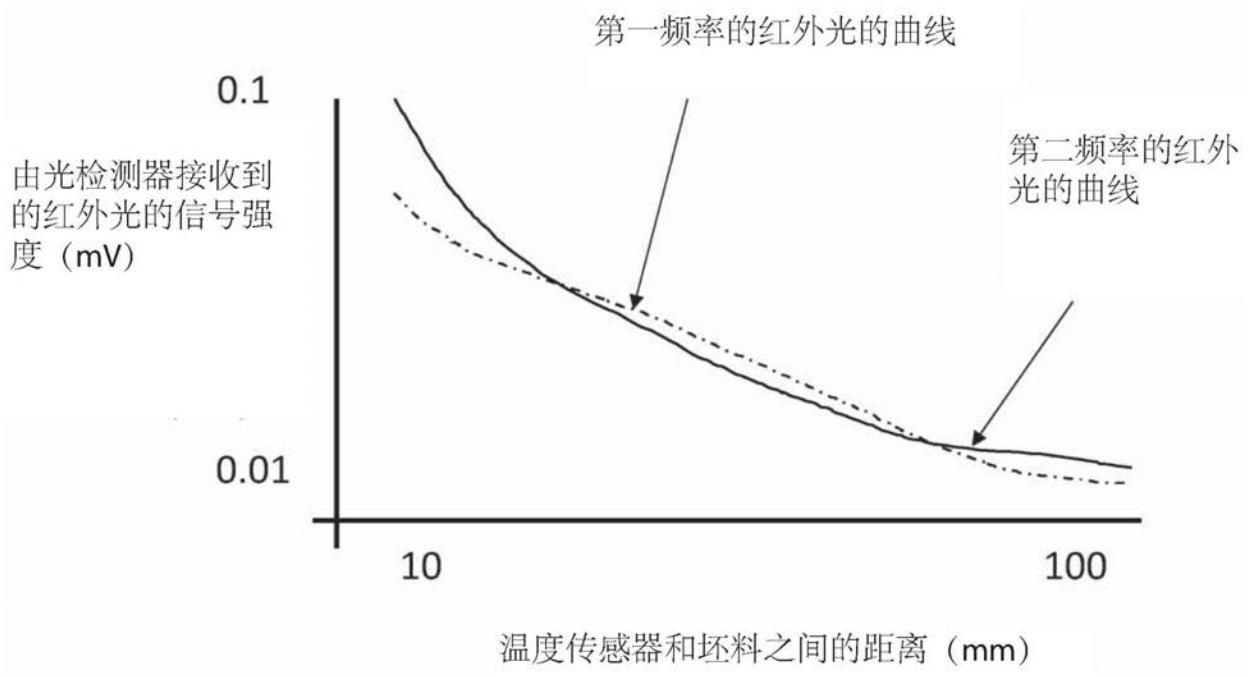

第一频率的红外光的曲线
0.1
由光检测器接收到的红外光的信号强度（mV）
第二频率的红外光的曲线
0.01
10
100
温度传感器和坯料之间的距离（mm）

图3

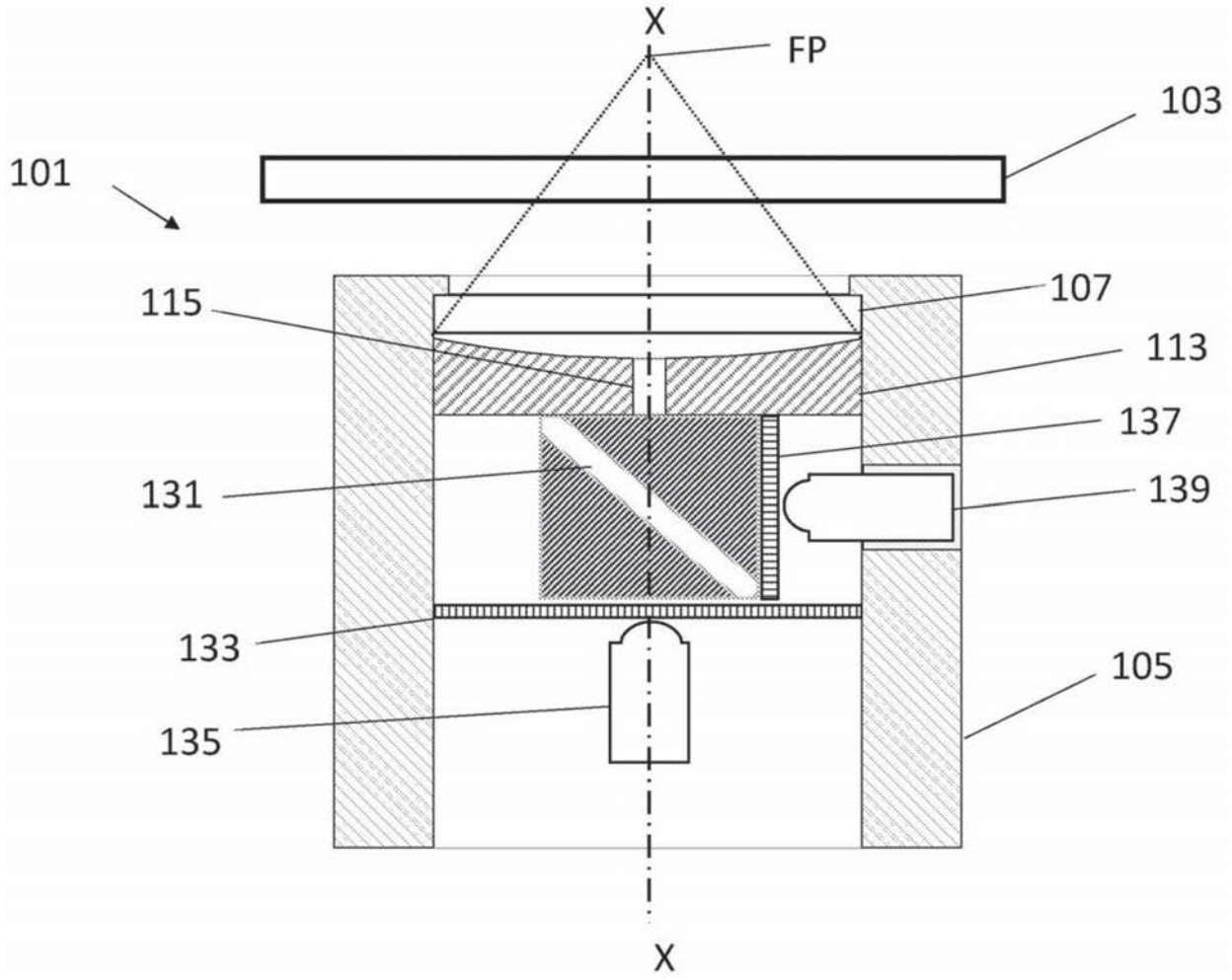


图4

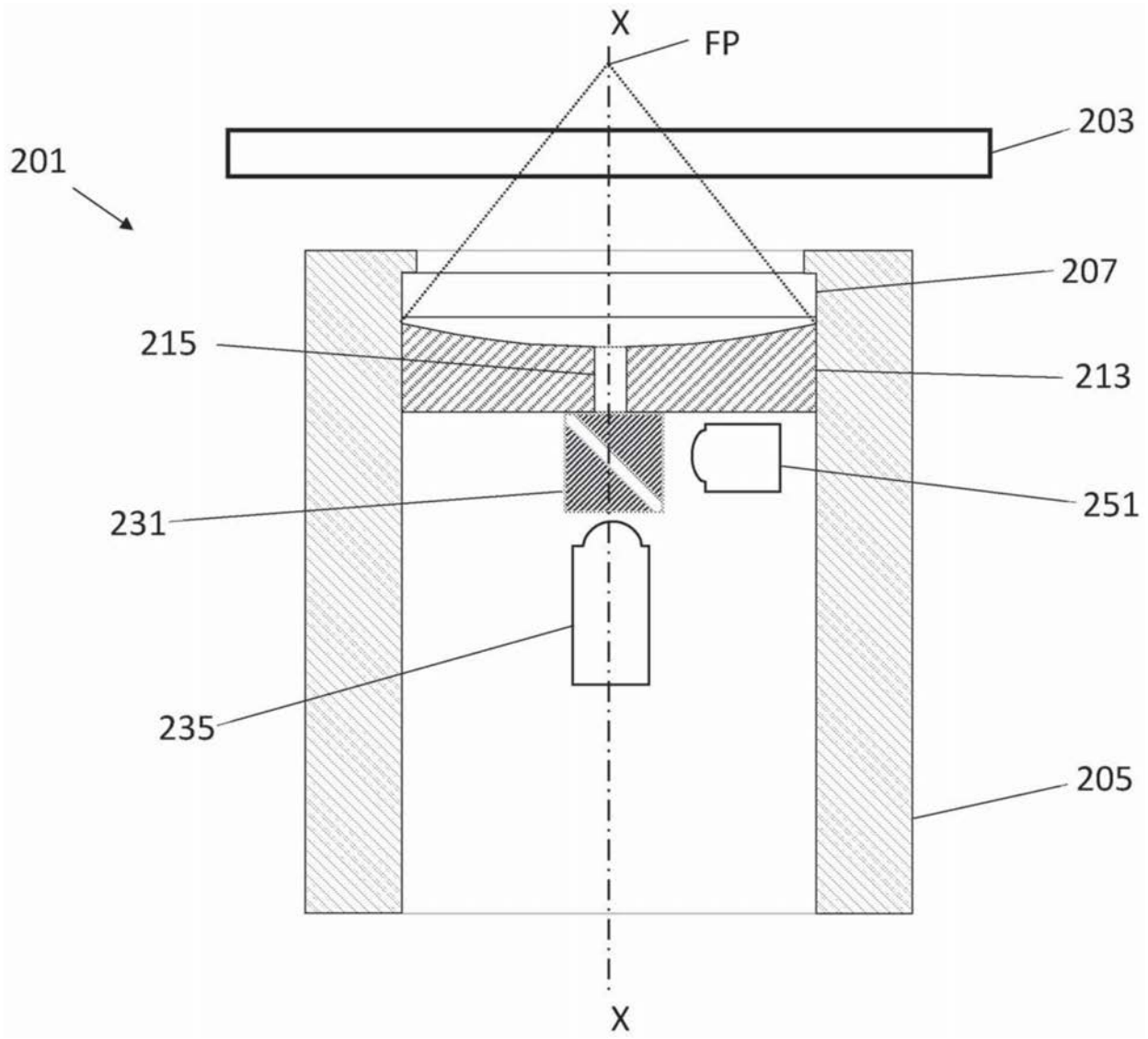


图5

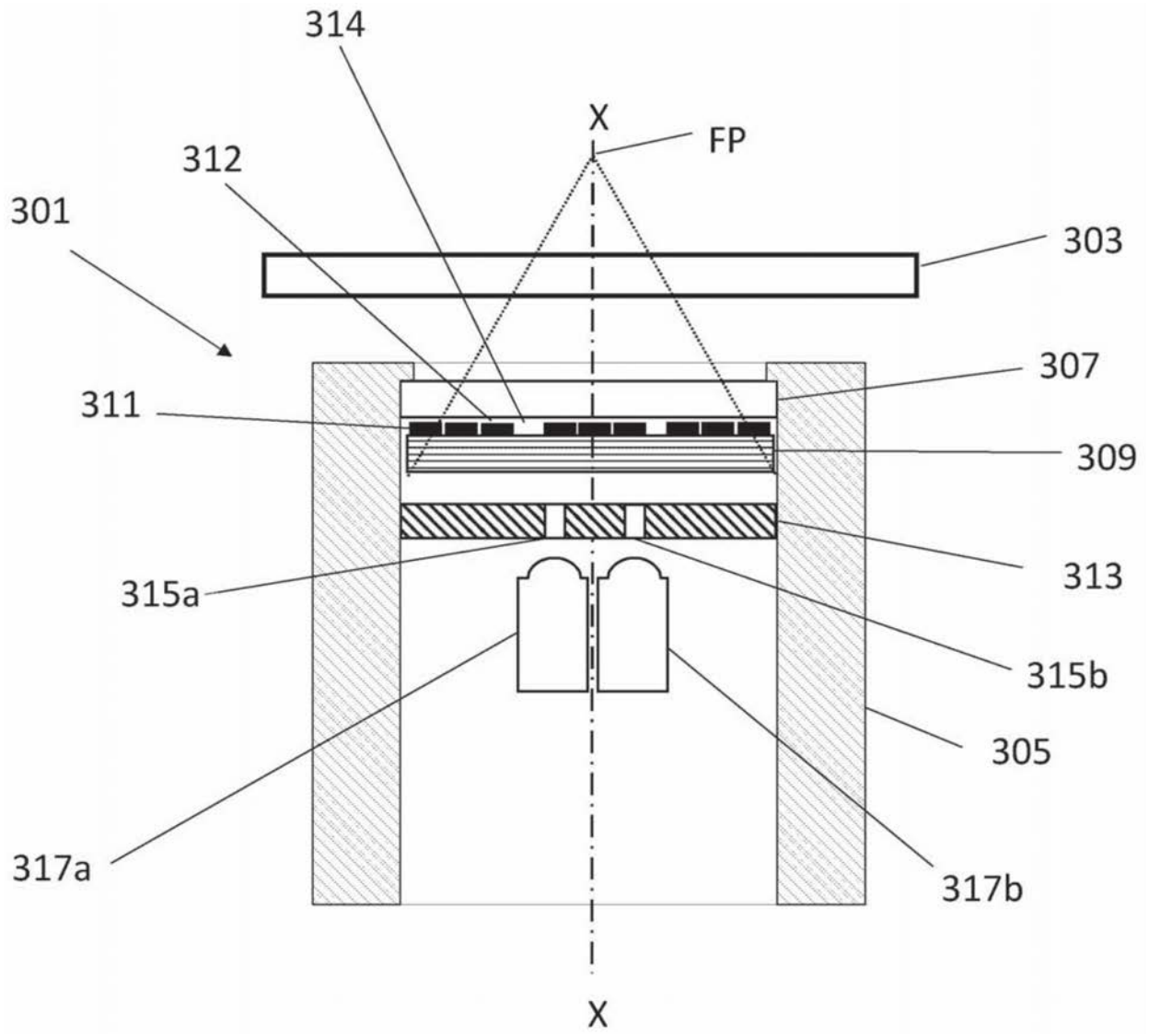


图6

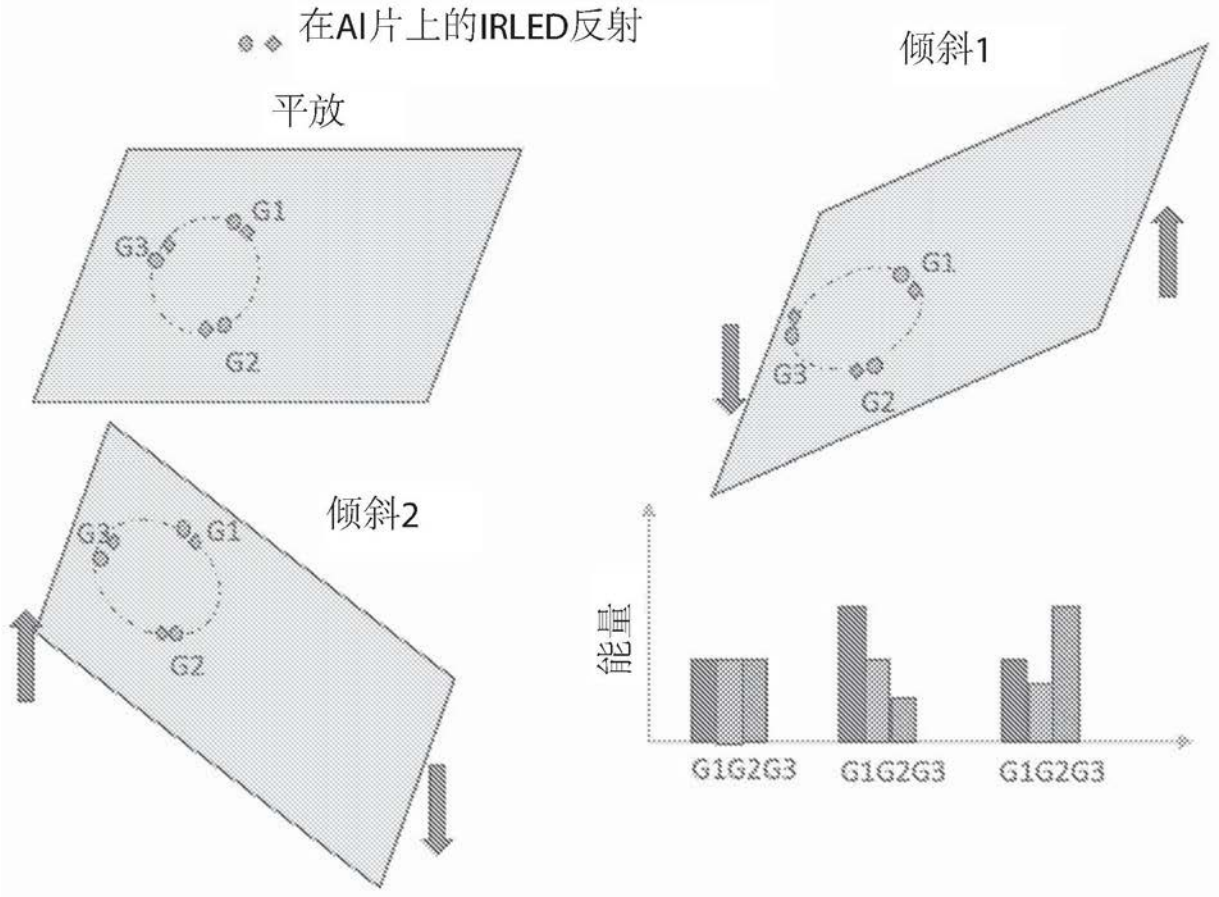

在AI片上的IRLED反射
平放
G1
G3
G2
倾斜1
G1
G3
G2
倾斜2
G3
G1
G2
能量
G1G2G3
G1G2G3
G1G2G3

图7

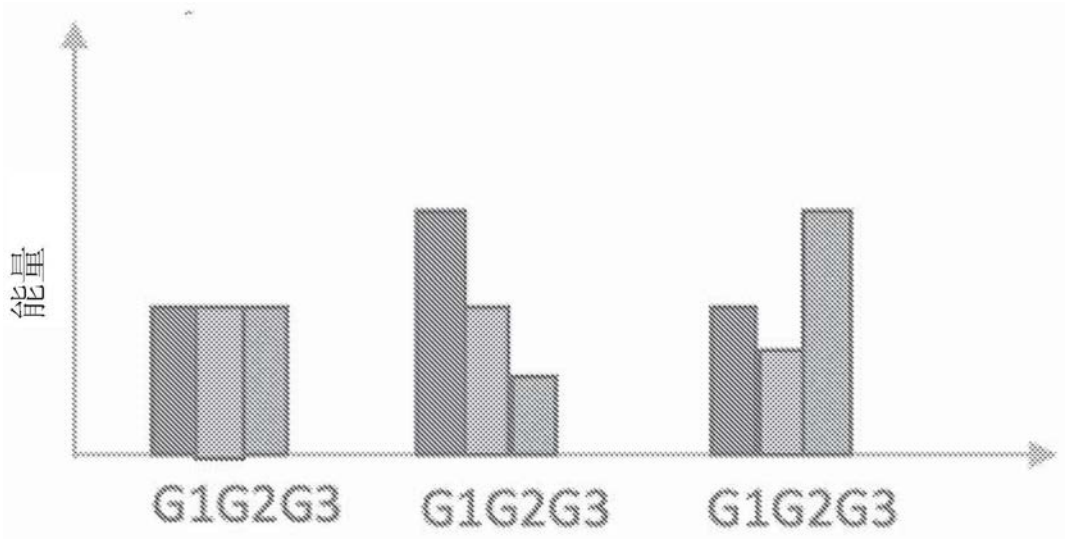

能量
G1G2G3
G1G2G3
G1G2G3

图8

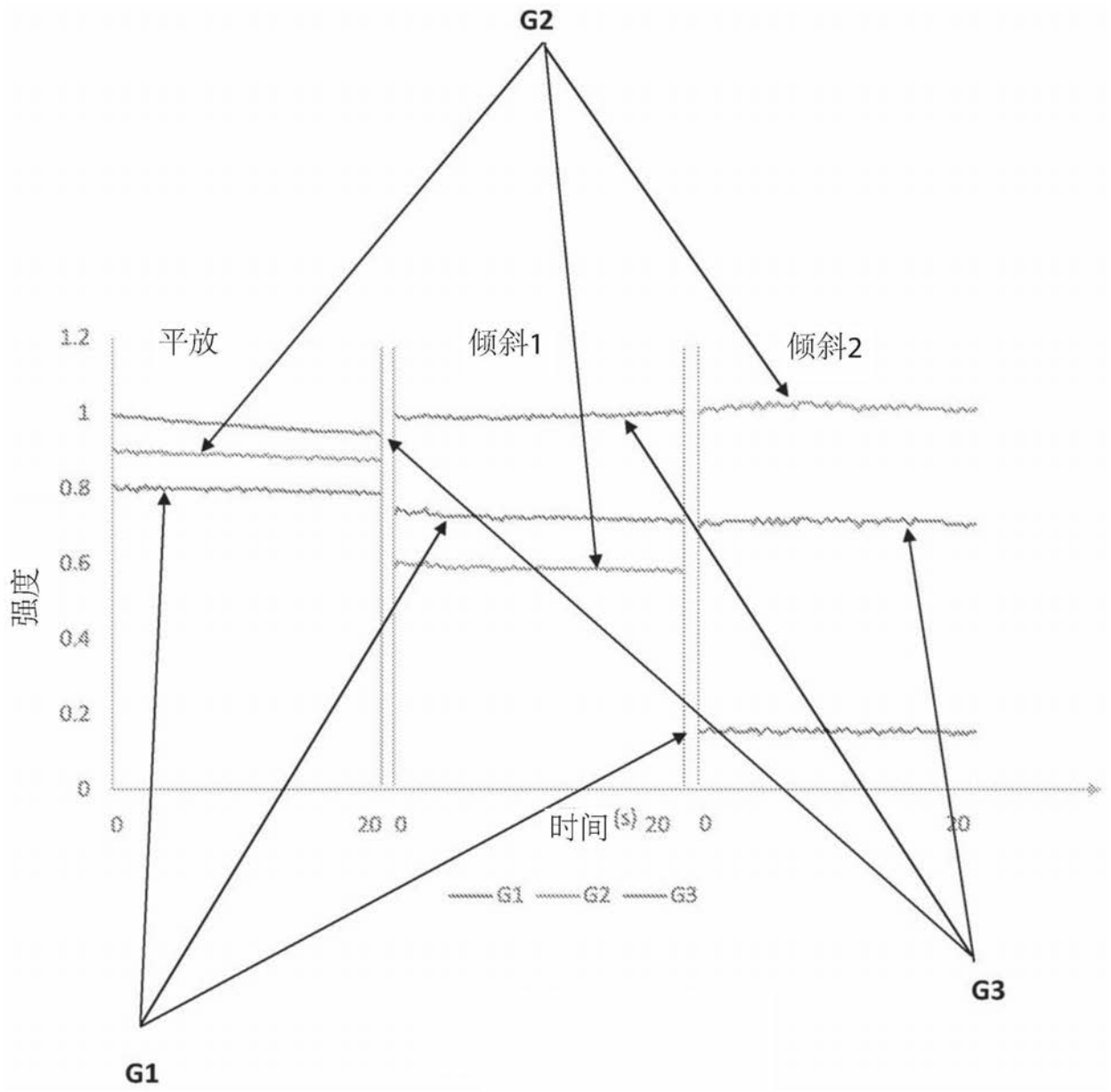


图9

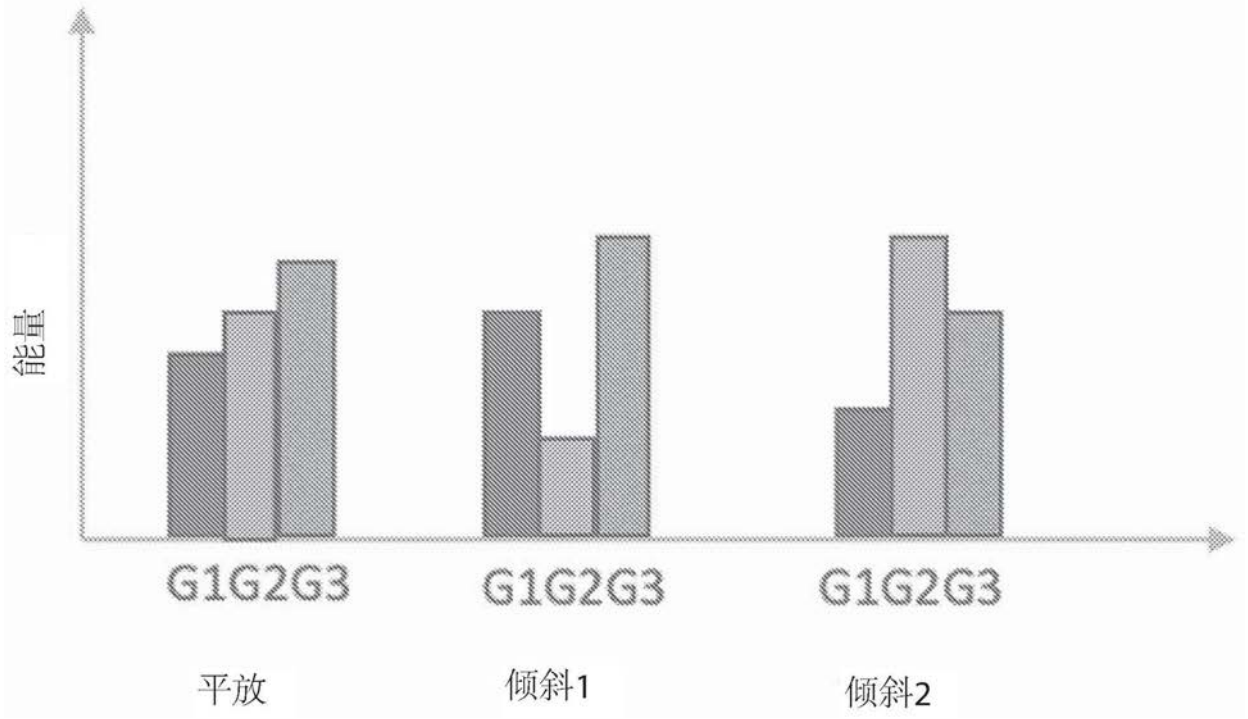


图10

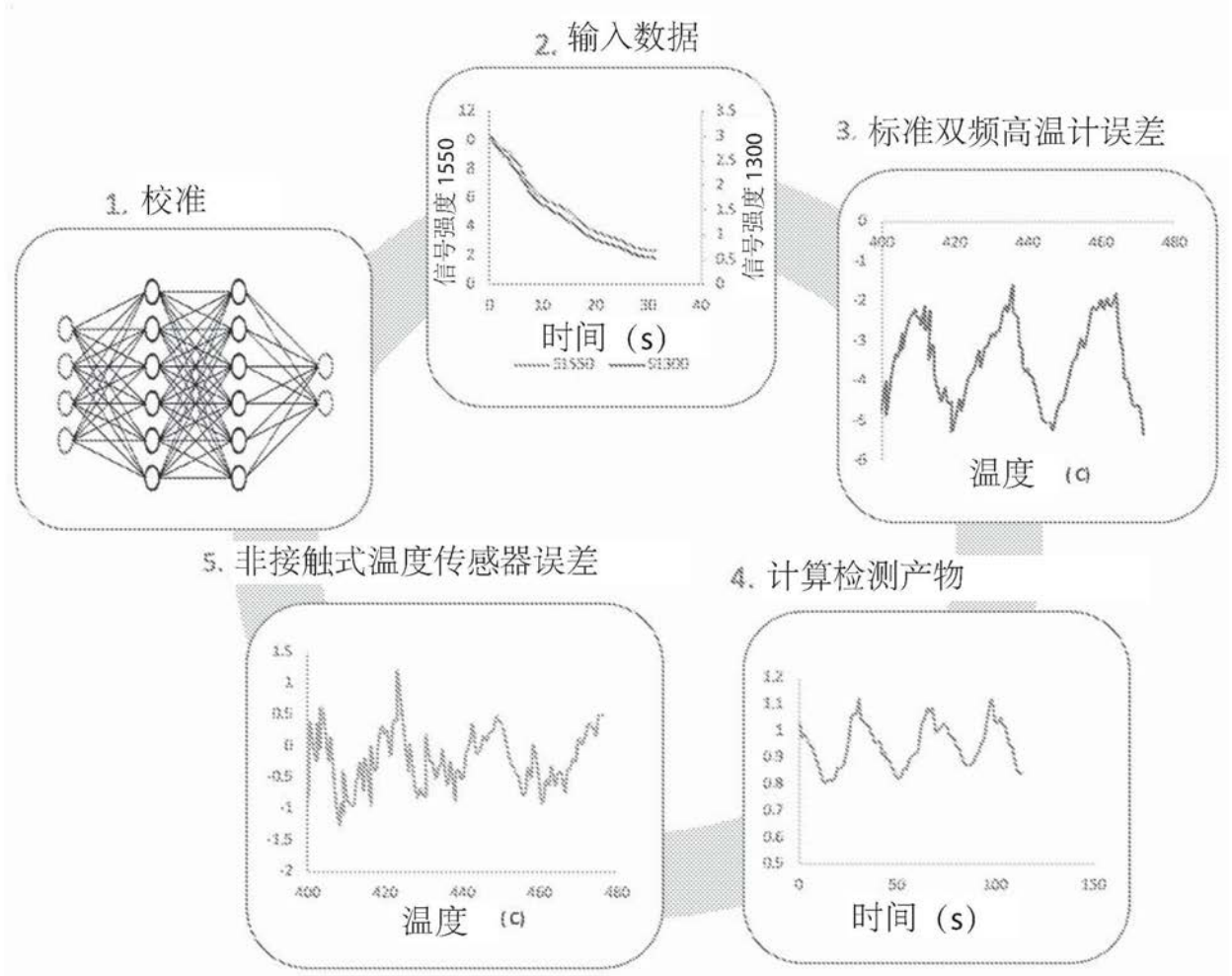

1. 校准
2. 输入数据
信号强度1550
信号强度1300
时间（s）
3. 标准双频高温计误差
温度 (C)
4. 计算检测产物
时间（s）
5. 非接触式温度传感器误差
温度 (C)

图11