[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
B23K 26/00

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96101812.7

[45]授权公告日 2002 年 11 月 20 日

[11]授权公告号 CN 1094408C

[22]申请日 1996.1.17 [21]申请号 96101812.7

[30]优先权

[32]1995.1.17 [33]JP [31]004964/95

[73]专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京都

[72]发明人 黑澤满树 本木裕

审查员 _杨哲

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

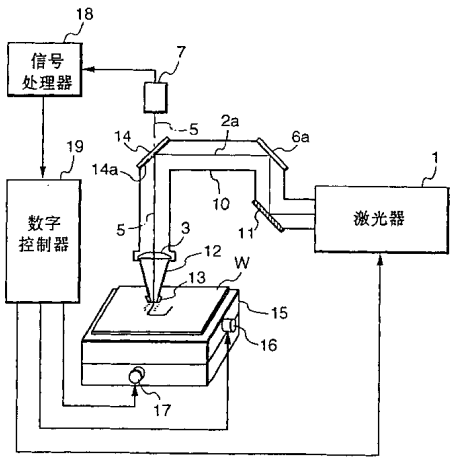
代理人 张政权

权利要求书 3 页 说明书 25 页 附图 19 页

[54]发明名称 激光加工系统

[57]摘要

本发明的激光加工系统包含产生用于加工工件的激光束的激光器装置、会聚由激光器装置产生的激光束并使其照射到工件上的光学装置、检测由激光束照射到工件的工作点上而产生的发光分布并输出光检测信号的光电检测装置、根据光检测信号中工件工作点处发光分布形式识别激光加工状态并输出激光加工状态识别信号的激光加工识别装置以及根据激光加工识别装置输出的激光加工状态识别信号控制工件的激光加工的控制装置。



ISSN1008-4274

1.一种激光加工系统，其特征在于包含：

产生加工工件用的激光束的激光器；

将所述激光器输出的激光束转换为圆偏振激光束的圆偏振镜；

将由所述圆偏振镜转换的圆偏振激光束会聚并照射到所述工件上的光学装置；

位于所述光学装置和所述圆偏振镜之间用于将圆偏振激光束反射到所述光学装置上而又保持 S 和 P 成份之间相位差的相位差，并透射由于圆偏振激光照射到所述工件而在工件的工作点上产生的光的相位差控制镜；

检测透过所述相位差控制镜的光束并产生光检测信号的光电检测装置；

根据所述光电检测装置的光检测信号识别激光加工状态并输出激光加工状态识别信号的激光加工识别装置；以及

根据所述激光加工识别装置输出的激光加工状态识别信号控制工件的激光加工的控制装置。

2.如权利要求 1 所述的激光加工系统，其特征在于进一步包括根据所述工件与所述光电检测装置之间光路长度改变所述光电检测装置输出的光检测信号的放大倍数从而使送至所述激光加工识别装置的光检测信号输出电平为恒量的放大装置。

3.如权利要求 1 所述的激光加工系统，其特征在于所述相位差控制镜位于最靠近工作点的地方，从而使所述工件与所述光电检测装置之间光路距离为恒量。

4.如权利要求 1 所述的激光加工系统，其特征在于进一步包括与加工工件的所述激光器分开提供的照射工件的装置，其中所述激光加工识别装置根据反映所述照射装置照射光线的光强来检测工件端部的位置。

5.如权利要求 1 或 4 所述的激光加工系统，其特征在于所述激

光加工识别装置根据至少三个反射光强有变化的位置来检测工件的位置。

6. 如权利要求 1 或 4 所述的激光加工系统，其特征在于所述激光加工识别装置根据从工件反射的光线来检测标在工件上的加工路径线，所述加工路径线与工件的反射率不同，并且所述控制装置根据所述激光加工识别装置的加工路径信息进行激光加工。

7. 一种激光加工系统，其特征在于包含：

产生用于加工工件的激光束的激光器；

会聚由所述激光器装置产生的激光束并使其照射到所述工件上的光学装置；

检测由激光束照射到所述工件的工作点上而产生的光束并输出光检测信号的光电检测装置；

包含用于放大采样周期内所述光电检测装置输出的光检测信号的振幅电压的放大部分的激光加工识别装置，所述激光加工识别装置将采样周期内的振幅电压与预先设定的参考电压进行比较从而识别出激光加工状态并输出激光加工状态识别信号；以及

根据所述激光加工识别信号控制所述工件的激光加工的控制装置。

8. 一种激光加工系统，其特征在于包括：

产生用于加工工件的激光束的激光器；

会聚由所述激光器装置产生的激光束并使其照射到所述工件上的光学装置；

检测由激光束照射到所述工件的工作点上而产生的光束并输出光检测信号的光电检测装置；

包含用于从所述光电检测装置输出的光检测信号中仅提取识别激光加工状态所需的频率成份的滤波器的激光加工识别装置，所述激光加工识别装置将通过所述滤波器部分提供的频率成份的电压与预先设定的参考电压进行比较从而识别出激光加工状态并输出激光加工状态识别信号；以及

根据所述激光加工识别信号控制所述工件的激光加工的控制装置。

9. 如权利要求 8 所述激光加工系统，其特征在于所述激光加工识别装置在所述滤波器部分采用在大于等于 10 小于 100 赫兹到大于等于 100 小于 1000 赫兹的截止频率提取低频成份以仅提取识别激光加工状态所需的频率成份，并且将所取的频率成份与预先确定的参考电压比较以检测胀起现象。

10. 如权利要求 8 所述的激光加工系统，其特征在于所述激光加工识别装置在所述滤波器部分采用低于大于等于 10 小于 100 赫兹的截止频率以仅提取识别激光加工状态所需的频率成份，并且将所提取的频率成份与预先确定的参考电压比较以检测燃烧现象。

11. 一种激光加工系统，其特征在于包含：

产生用于加工工件的激光束的激光器；

会聚由所述激光器装置产生的激光束并使其照射到所述工件上的光学装置；

检测由激光束照射到工件的工作点上而产生的发光分布并输出光检测信号的光电检测装置；

根据所述光检测信号中所述工件工作点处发光分布形式识别激光加工状态并输出激光加工状态识别信号的激光加工识别装置；以及

根据激光加工状态识别信号控制所述工件的激光加工的控制装置。

12. 如权利要求 1-3, 7-11 中任意一项所述激光加工系统，其特征在于进一步包括用于根据所述激光加工识别装置的激光加工状态识别信号控制所述激光器诸如输出峰值、频率、占空度之中至少一个激光振荡条件的激光振荡命令装置，并仅由所述激光振荡命令装置来控制。

激光加工系统

本发明涉及一种包含用来检测激光加工工件时发生于工作点处的光线或工件受到辐照时的反射光线的光检测装置并根据检测结果控制激光加工的激光加工系统。

已知普通激光加工系统包含用于检测非加工激光束波长的光线(特别是激光加工工件辐照点熔化时产生的光线)的光检测装置。它已被用来监视诸如切割起始点处贯穿情况和切割时燃烧情况之类的加工状态。

图24是表示包含了如日本公开特许公报No.1—170591中所示的光检测装置的普通激光加工系统的结构框图。图中,标号1表示输出大致为单一波长的激光2束的激光器,标号3表示将激光束2聚焦到工件W上工作点(激光辐照点)的加工透镜,以及标号4表示覆盖有反射层4a从而在穿孔期间使工件W上激光辐照点处产生的非激光2的光线(例如波长为780 nm—5μm)通过而激光束2沿工件W方向被反射的镜子。标号6是反射通过镜子4的光线5的全反射镜,标号7是输出正比于反射镜6反射的光线5强度的电信号的光电探测器,标号8是对光电探测器的输出信号进行放大的放大器,以及标号9表示控制激光器1的输出的控制器。

在操作中,反射激光束2的镜子4的反射层4a把来自激光器的水平振荡脉冲形式的激光束2垂直地改变方向到工件W上。反射光束由提供于镜子4与工件W之间的激光束2的光路上的加工透镜3和调焦机构聚焦至工件W上需要的地方(激光辐照点)。工件W上辐照点处因激光束辐照而熔融的材料产生波长明显不同于激光束2

波长并且与镜子4反射的激光束共轴或平行的光线5。光线5通过镜子4并由镜子6反射至光电探测器7。

镜子4处的光线5与激光束2的波长明显不同，因此可以通过由镜子4的反射层4a构成的反射滤光片完全分离开来。使光束5通过的反射滤光片作为一层蒸发层覆盖在诸如玻璃平板之类的衬底上，它沿工件W的方向反射激光束2，但是工件W发出的光线5基本上都能通过它。反射滤光片也可以由具有使激光束2截止的截止区域和使光束5透过的透射区域的多层干涉滤光片构成。

正比于光线5强度的电信号由光电探测器7输出并由放大器8放大。放大结果随后作为实际值加到控制激光器输出(即激光束2的能量)的控制器9，从而保持先前输入至控制器的目标值。

激光器输出的激光束一般包含线偏振分量。由于激光束的线偏振分量，工件W对激光束的吸收率随加工方向不同而变化，从而导致加工区域的各向异性。因此，激光器的输出一般需要变为圆偏振光以避免加工区域的各向异性。

图25是表示将激光器输出的线偏振光变换为圆偏振光的方法的示意图。通过形成一层作为光学薄膜的多层电介质膜从而使入射角(方位角45°)处(在那里线偏振光的偏振面对于45°入射角的反射镜面与S或P偏振轴形成45°夹角)反射的激光束的S和P偏振分量发生90°(λ/4)的相移而将线偏振光转换为圆偏振光。这种镜子称为圆偏振镜。S偏振是偏振面垂直于入射面的分量，而P偏振是偏振面与S偏振的偏振面垂直，即平行于入射面。

在包含检测非激光束波长的光线(它产生于上述激光加工期间的工件受激光辐照熔融处)的光检测装置的普通激光加工系统中，并不采用带有反射层的镜子产生偏振，但由于发生了轻微的相位差改变，所以圆偏振光变为了椭圆偏振光。工作点上激光束的线偏振光分量份无法抑制，从而导致加工质量的不均匀。也就是说，不对用于激

光加工的激光束作不利的影响，带有反射层的普通镜子就检测不到激光辐照点处产生的激光束。

因此本发明的第一个目标是提供一种包含带有使激光束和激光辐照点处产生的光线透射或反射并在激光性能不下降的情况下进行激光加工的反射层的镜子的激光加工系统。

本发明的第二个目标是提供一种始终能进行最佳光检测的激光加工系统。

本发明的第三个目标是提供一种防止错误检测的激光加工系统。

本发明的第四个目标是提供一种能将检测结果迅速反馈至激光器的激光加工系统。

本发明的第五个目标是提供一种能可靠检测工件位置的激光加工系统。

本发明的第六个目标是提供一种能够通过自动检测激光加工中标识的加工路径进行高速激光加工的激光加工系统。

为此，按照本发明，提供的激光加工系统包含：产生用于加工工件的激光束的激光器、将激光器输出的线偏振光转换为圆偏振光的圆偏振镜、聚集由圆偏振镜转换的圆偏振激光束并使其照射到工件上的光学装置、位于光学装置与圆偏振镜之间用来在保持其S和P偏振分量的相位差不变的同时将圆偏振激光束反射至光学装置并使圆偏振光束透射后照射到工件的工作点上的相位差控制镜、检测透过相位差控制镜的光束并产生响应该光束的光检测信号的光电检测装置、根据光电检测装置的光检测信号识别激光加工状态并输出激光加工状态识别信号的激光加工识别装置以及根据激光加工识别装置输出的激光加工状态识别信号控制激光加工工件的控制装置。

激光加工系统进一步包括根据工件与光电检测装置之间光路长度改变光电检测装置输出的光检测信号的放大倍数从而使送至激光

加工识别装置的光检测信号输出电平为恒量的放大装置。

而且，相位差控制镜位于最靠近工作点的地方从而使工件与光电检测装置之间光路距离为恒量。

按照本发明的另一个发明要点，提供的激光加工系统包含：产生用于加工工件的激光束的激光器装置、聚集由激光器装置产生的激光束并使其照射到工件上的光学装置、检测激光束照射到工件的工作点上而产生的光线并输出光检测信号的光电检测装置、包含用于放大采样周期内光电检测装置输出的光检测信号的振幅电压的放大部分的激光加工识别装置、用于将采样周期内的放大的振幅电压与预先设定的参考电压进行比较从而识别出激光加工状态并输出激光加工状态识别信号的激光加工识别装置以及根据激光加工识别装置输出的激光加工状态识别信号控制工件的激光加工的控制装置。

按照本发明的另一个发明要点，提供的激光加工系统包含：产生用于加工工件的激光束的激光器装置、聚集由激光器装置产生的激光束并使其照射到工件上的光学装置、检测激光束照射到工件的工作点上而产生的光线并输出光检测信号的光电检测装置、包含用于从光电检测装置输出的光检测信号中仅提取识别激光加工状态所需的频率成份的滤波器的激光加工识别装置、用于将通过滤波器部分提供的频率成份的电压与预先设定的参考电压进行比较从而识别出激光加工状态并输出激光加工状态识别信号的激光加工识别装置以及根据激光加工识别装置输出的激光加工状态识别信号控制工件的激光加工的控制装置。

从截止频率为仅满足识别激光加工状态要求的几十到几百赫兹的滤波器部分提取的低频成份与预先设定的参考电压进行比较以检测胀起(blow—up)现象。

而且，从截止频率为仅满足识别激光加工状态要求的几十到几百赫兹的滤波器部分提取的低频成份与预先设定的参考电压进行比

较以检测燃烧现象。

按照本发明的另一个发明要点，提供的激光加工系统包含：产生用于加工工件的激光束的激光器装置、聚集由激光器装置产生的激光束并使其照射到工件上的光学装置、检测激光束照射到工件的工作点上而产生的发光分布并输出光检测信号的光电检测装置、根据光检测信号中工件工作点处发光分布形式识别激光加工状态并输出激光加工状态识别信号的激光加工识别装置以及根据激光加工识别装置输出的激光加工状态识别信号控制工件的激光加工的控制装置。

激光加工系统进一步包括根据激光加工识别装置输出的激光加工状态识别信号唯一控制激光器激光振荡条件(例如输出峰值、频率、占空度等)的激光振荡命令装置。

激光加工系统进一步包括照射离开激光器装置一定距离的工件以加工工件的装置，激光加工识别装置根据反映照射装置光束的光强来检测工件端部的位置。

而且，激光加工识别装置根据至少三处反射光强度有变化的地方的光线检测工件位置。

激光加工识别装置根据工件的反射光束检测标在工件上其反射率不同于工件的加工路径线，而控制装置根据激光加工识别装置的加工路径信息进行激光加工。

在如此构造的激光加工系统中，圆偏振激光束由相位差控制镜反射，其S和P偏振分量的相位差保持不变，而工件工作点处产生的光线可以通过它并被光电检测装置检测。

由于系统提供了改变放大倍数的放大装置从而使光检测信号输出电平在光路长度变化时保持恒定，所以即使光检测信号输出电平因光路长度变化而发生了变化，也能输出同一电平(即与光路长度无关)的光检测信号。

而且，相位差控制镜位于最靠近工作点的地方并且光电检测装置与工件之间的光路距离保持恒定，从而使光检测装置始终输出仅与工作点处加工状态有关的同一电平的光检测信号。

提供的激光加工识别装置带有用于放大采样周期内光检测信号的振幅电压并在将放大的振幅电压与参考电压进行比较后根据振幅电压的变化产生差值的放大部分。

滤波器部分从光检测信号中仅提取能满足识别激光加工状态无错比较要求的频率成份作参考电压。

滤波器部分的截止频率为几十到几百赫兹以快速检测吹胀现象(即可以快速识别预先确定的频率成份的电压上升沿)。

而且，滤波器部分采用低于几十赫兹的频率成份作截止频率以确保识别预先确定的频率成份的电压上升沿并根据检测结果检测出燃烧。

随着工件材料或激光器输出的不同，用作比较的参考电压也不同，并且始终可以通过与参考电压的比较检测出激光加工状态。

检测出工件上工作点处的发光分布并根据检测到的发光分布检测工作点处的激光加工状态。

激光振荡命令装置根据激光加工识别装置输出的激光加工状态识别信号不经过控制电路直接控制激光器装置的激光振荡条件(例如输出峰值、频率、占空度等)。

激光加工系统进一步包括照射离开激光器装置一定距离的工件以加工工件的装置，并根据受到照射装置光束照射的工件的发光强度检测工件端部的位置。

对至少三处反射光强度有变化的地方进行检测，并根据三个位置的端部之间的相对位置关系检测工件在加工台上的位置。

根据工件表面与标在工件上的加工路径线的发光强度的不同检测出加工路径线，并根据检测结果进行激光加工。

图 1 是表示按照本发明第一实施例的激光加工系统的结构框图；

图 2 是表示本发明的光学传感器检测信号处理器的结构框图；

图 3 是表示本发明的光学传感器检测信号处理器的信号波形图；

图 4 是表示按照本发明第二实施例的激光加工系统的结构框图；

图 5 是表示按照本发明第三实施例的激光加工系统的结构框图；

图 6 是表示按照本发明第四实施例的激光加工系统的结构框图；

图 7 是表示本发明第四实施例中光学传感器光接收量变化的曲线图；

图 8 是表示按照本发明第五实施例的激光加工系统的结构框图；

图 9 是表示按照本发明第六实施例的激光加工系统的结构框图；

图 10 是表示本发明第六实施例的光学传感器检测信号处理器的结构框图；

图 11 是表示第六实施例的光学传感器检测信号处理器在吹胀检测过程中的一系列波形图；

图 12 是表示第六实施例的光学传感器检测信号处理器在燃烧检测过程中的一系列波形图；

图 13 是表示第六实施例中参考电压变化示意图；

图 14 是根据光学传感器输出控制激光器的框图；

图 15 是表示本发明第七实施例中受到激光照射时工件发光(温度)分布的曲线图。

图 16 是表示图 15 中激光辐照时温度变化的曲线图；

图 17 是表示加工加工系统的激光热处理工序流程图；

图 18 是表示按照本发明第八实施例的激光加工系统的结构框图；

图 19 是表示第八实施例中工件位置检测方法的示意图；

图 20 是表示按照本发明第九实施例的激光加工系统的结构框图；

图 21 是表示第九实施例中监视器屏幕的示意图；

图 22 是表示按照本发明第十实施例的激光加工系统的结构框图；

图 23 是表示第十实施例中检测被标出的加工路径线期间工件检测状态的示意图；

图 24 是表示普通激光加工系统的结构框图；

图 25 表示将线偏振光转换为圆偏振光的方法的示意图。

实施例 1

图 1 是表示按照本发明第一实施例的激光加工系统的结构框图。图中，标号 1 是输出大致为单一波长的线偏振激光束的激光器，标号 2a 是经圆偏振镜 11 对线偏振光进行了转换的圆偏振光，标号 3 是用作将圆偏振光 2a 聚集到工件 W 的工作点(激光辐照点)上的光学装置的加工透镜，标号 5 是除了圆偏振激光束 2a 以外的波长的光线(一般由处于工作状态下的工件 W 的激光辐照点的熔融金属产生)，以及标号 6a 是位于光传输路径 10 内并带有例如由蒸金薄膜(其由圆偏振激光束 2 反射引起的相位差很小约为 1.10)形成的反射面的一块或多块光路镜(optical path mirror)。

标号 7 是光学传感器，即，输出正比于光线 5 强度的电信号(光检测信号)的光电检测装置，标号 12 是包含加工透镜 3 和蜂鸣器 13 的加工头，以及标号 14 是包含经过设计的多层电介质膜从而使处于

工作状态下的工件 W 的激光辐照点上产生的光线 5 通过但反射圆偏振光束 2(S 和 P 偏振分量之间的相位差基本不变)。相位差控制镜包含覆盖有两种介电常数不同并交替形成于能够使激光辐照点产生的光线 5 透过的硒化锌(ZnSe)衬底上的电介质(例如(四氟化钍)ThF_4 和 ZnSe 薄膜)的反射层。

标号 15 是带有 X 轴驱动电机 16 和 Y 轴驱动电机 17 的加工台,标号 18 是用于根据光学传感器的输出信号(光学传感器输出 X)识别激光加工状态并输出激光加工状态识别信号的激光加工识别装置的光学传感器检测信号处理器,以及标号 19 是用于控制激光器 1、X 轴驱动电机 16 和 Y 轴驱动电机 17 的数字控制器。

图 2 是表示本发明的光学传感器检测信号处理器 18 的结构框图,其中标号 21 是用于通过在采样周期内保持振幅对光学传感器 7 的光学传感器输出 X(见图 3(a))的提取振幅电压 Xa(见图 3(b))的振幅电压提取电路,标号 22 是用于对振幅电压 Xa 取平方以确定平方振幅电压 Xa^2(见图 3(c))的平方电路,标号 23 是产生预先确定的参考电压 A(见图 3(d))的参考电压发生器,以及标号 24 是用于将平方电路 22 输出的平方振幅电压 Xa^2 与参考电压发生器 23 产生的参考电压 A 进行比较的比较器。比较器的比较结果作为贯穿完成传感信号 Y(即激光加工状态识别信号)输出至数字控制器 19。

以下借助激光加工中的贯穿操作讨论本实施例的操作。

激光器 1 输出的线偏振激光束例如由前面图 25 所述的圆偏振镜 11 转换为接近 100%圆偏振度的圆偏振光 2。圆偏振镜 11 输出的圆偏振光束 2a 经光路镜 6a 反射并改变方向,而相位差变化约在 1.1°以下。随后,圆偏振光 2a 由相位差控制镜 14 沿工件 W 方向反射而不影响其圆偏振度与此同时,大体保持 S 偏振分量和 P 偏振分量之间的相位差。

由相位差控制镜 14 反射的圆偏振光 2a 经加工头 12 中的加工透镜聚焦至工件 W 需要照射的位置(激光辐照点)。

波长与圆偏振光束 2a 的波长明显不同并且沿与相位差控制镜 14 反射的圆偏振激光束 2a 共轴延伸或相对于圆偏振激光束 2a 扩散的光线 5 产生于圆偏振光 2a 照射的工件 W 的照射点的熔融处。光线 5 穿过相位差控制镜 14 并输入至光学传感器 7。由于在孔完全贯穿之前熔融金属总是要强烈地从孔中流出,所以光学传感器输出 X(见图 3(a))剧烈振荡。当孔完全贯穿后,熔融金属停止流出,光学传感器输出 X 的波形振幅降低。利用这种变化,以下述方式对作为激光加工状态的孔贯穿情况进行检测。

正比于反映熔融金属流出情况的光束 5 的强度的电光传感器的输出 X 由光学传感器 7 输出并输入至光学传感器检测信号处理器 18 中的振幅电压提取电路 21。振幅电压提取电路 21 通过在预先确定的采样周期内保持振幅电压来提取振幅电压 Xa。振幅电压 Xa 输入至对电压取平方以提供孔贯穿前后上升电压电平不同的平方振幅电压 Xa^2 的平方电路 22。接下来,比较器 24 把平方振幅电压 Xa^2 与参考电压发生器 23 产生的参考电压 A 进行比较以确定孔是否贯穿。当平方振幅电压 Xa^2 大于参考电压 A 时,光学传感器输出 X 的振幅较大,因此判断没有完全贯穿。当平方振幅电压 Xa^2 小于参考电压 A 时,判断已完全贯穿,并向数字控制器 19 输出完全贯穿传感信号 Y。

数字控制器 19 根据完全贯穿传感信号 Y 控制例如激光输出(终止激光器 1 的激光输出)。

虽然光学传感器 7 已经在第一实施例中作为输出正比于光线 5 强度的电信号的光电检测装置讨论过,但是这样的光电检测装置也可以用诸如硅(Si)光电二极管之类的单个光接收装置或诸如电荷耦合器件(CCD)之类包括对熔融金属热辐射产生的近红外线到可见

光敏感的集成光接收装置阵列的图像摄取装置。当采用诸如 Si 光电二极管之类的单个光接收装置作检测装置时，可以检测到工作点处的光强变化；当采用诸如包括集成光接收装置阵列的 CCD 之类的图像摄取装置时，可以检测到工作点处的实际图象。

因此，在光传输路径上放置相位差控制镜代替光路镜 6a，从而可以在不降低激光束模式、相位分布等光束质量（由热感生光学变形引起）或不降低圆偏振度（由相位差变化引起）的情况下用接近 100％圆偏振度的圆偏振光束 2a 照射工件 W。因此可以保持工件 W 的加工精度。

向数字控制器 19 输出贯穿完成传感信号 Y 避免了以前的手动设定贯穿时间。紧接在输出贯穿完成传感信号后，就能输入对工件 W 的切割。因此可以节省加工时间。

而且，如果采用诸如包括集成光接收装置阵列的 CCD 之类的图像摄取装置作检测装置时，可以光学检测激光辐照点处的实际图象，并在从图像信息直接观察和检测激光加工状态时，也可以进行激光加工。

而且，由于光学传感器 7 不必放于工件 W 附近，所以可以在较长一段时间内使光学传感器 7 保持稳定的光电检测而不会发生因激光加工期间的烟气或溅射引起的误操作或因工件 W 反射的激光束烧坏光学传感器。

实施例 2

在第一实施例中，除了圆偏振激光束 2a 以外产生于激光辐照点并透射过相位差控制镜 14 的光线 5 可以通过并直接输出至光学传感器 7。在第二实施例中，如图 4 所示，提供透镜 31 将激光辐照点产生的光线 5 聚集到光学传感器 7 的光接收面上。设定透镜 31 的焦距从而结合加工透镜 3 的透镜功能而在光学传感器 7 的光接收面上形成图像。

因此，可以接收大部分产生于激光辐照点并返回光传输线10的光线5，从而改善了检测灵敏度。如果将光学传感器7用作图像摄取装置，可以在图像摄取装置的光接收面上形成实际图象并可从图像中检测到诸如贯穿状态之类的工件W的加工状态。

透镜31可以由焦距可调的组合透镜组成。即使加工透镜3的焦距因加工情况而发生变化，这种组合透镜也可以在光学传感器7的光接收面上形成清晰的图像。

实施例3

在第三实施例中，如图5所示，在透镜31与相位差控制镜14之间提供由彩色玻璃等构成的能使某一波段的光线透过或衰减的滤光器32。

这种滤光器32放在光学传感器7的前面，从而可以使圆偏振激光2a成分完全截止并可以调节光学传感器7的光接收量，防止光电检测饱和。因此，通过检测激光辐照点处的图象信息可以监视加工状态的细节。

实施例4

图6是表示按照本发明第四实施例的激光加工系统的结构框图。图7是表示光接收的变化量对于从光学传感器到工作点(激光辐照点)的光路长度的曲线图。与前面图中相同或相似的部件用图6中的相同标号表示并不再讨论。标号8a是用于根据数字控制器19响应加工头12移动距离而传送的命令补偿光学传感器7的光接收量变化的可变增益放大器。标号16a是沿X轴方向移动加工头12的X轴驱动电机。

如图6所示，例如为进行激光加工使X轴驱动电机16a移动加工头12，由透镜31、滤光器32、相位差控制镜14和光学传感器7构成的光电检测装置放于到激光辐照点的光路长度变化的位置上。在这种情况下，光学传感器1的光接收量如图7所示变化，而光学传感

器 7 的输出也类似地变化。

第四实施例中的数字控制器 19 使放大器 8a 改变输出信号放大倍数以补偿表示光学传感器 7 光接收量的输出信号(光学传感器输出 X)的变化以响应在数字控制器 19 同步控制 X 轴驱动电机 16a 时被 X 轴驱动电机 16a 移动的加工头 12 的移动距离。

因此,采用放大器 8a,改变了与来自数字控制器 19 的与加工头 12 的移动变化有关的光学传感器 7 输出信号的放大倍数,从而使光学传感器 7 向光学传感器检测信号处理器 18 的输出与第一实施例的一样,保持为常数而可进行高精度的光电检测。

实施例 5

在图 8 所示的第五实施例中,相位差控制镜 14 放于最靠近激光辐照点的位置,从而使由透镜 31、滤光器 32、相位差控制镜 14 和光学传感器 7 构成的光电检测装置放于到工件 W 的光路长度不变并离工件上的激光辐照点最近的(例如紧靠加工透镜 5 上方的)位置上而不管加工头 12 在 X 轴驱动电机的作用下如何移动。用这种结构也可以得到与第一实施例相似的效果。

而且,从光学传感器 7 观察的到激光辐照点的距离(光路长度)为常数,从而使与工作点有关的光学传感器 7 的光接收量保持不变(光接收量不变)而不管激光加工系统如何操作,并且该位置在激光辐照点的附近。因此,可以获得高分辨率。

实施例 6

图 9 是表示按照本发明第六实施例的激光加工系统的结构框图。与前面图中相同或相似的部件在图 9 中用相同标号表示并不再讨论。标号 13a 是允许改变工件 W 与喷口之间的距离和喷口形式的驱动喷口。标号 18a 是包含图像处理器、参考电压发生器、比较器 24 和滤波器电路 25 等的光学传感器检测信号处理器,用来处理作为输入的光学传感器 7 的输出信号并将信息送至数字控制器 19 和激光

器命令电路 35。标号 33 是包含移动诸如加工透镜之类光会聚系统向上或向下的位置编码器的光聚集系统驱动器。标号 34 是用于调节诸如工作气体压力、流量和类型之类工作气体条件的工作气体调节装置，标号 35 是向激光器 1 提供输出、频率、占空度等振荡条件的激光振荡命令电路。数字控制器 19 除了控制加工台 15 以外还控制光会聚系统驱动器 33、驱动喷口 13a 和工作气体调节装置 34，并且还向激光器命令电路 35 传送振荡条件数据。

由于在第一实施例中已讨论了检测到的作为贯穿时激光加工状态的贯穿完成操作，所以在通过由实验获得的第一或第二截止频率获得低频成份后进行信号处理，作为第六实施例中检测贯穿时在切割起始点处发生的激光加工状态的加工失效现象(“胀起”)和加工时发生的加工失效现象的(“燃烧”)的实例。

图 10 是表示光学传感器检测信号处理器 18a 的结构框图，其中标号 25 是采用第一截止频率截除光学传感器 7 的光学传感器输出 X(波形示于图 11(a)或图 12(a)中)的高频峰值成份而产生经滤波的波形 X_H(低频成份如图 11(b)所示)并采用第二截止频率截除输出 X 的高频峰值成分以产生滤波波形 X_L(低频成份如图 12(b)所示) 从而仅提取识别激光加工状态所需的频率成份的滤波器电路，而标号 26 是用于产生由比较器 27 将参考电压 B 和 C 与滤波波形 X_H 和 X_L 进行比较的参考电压发生器。

接下来讨论操作过程。

激光器 1、相位差控制镜 14 等的功能和操作与前述实施例的相同，因而不再讨论。将讨论的是检测贯穿期间发生的胀起和切割期间发生的燃烧的操作。

当贯穿期间发生胀起时，激光辐照点周围的温度升高，所以热辐射引起的光发射部分增加，光学传感器 7 检测到的激光辐照点处产生的光束 5 的强度增加，并且如图 11(a)所示，光学传感器的输出 X

增加。通过与参考电压 B 的比较识别光学传感器的输出 X 的增加，从而可以检测到胀起。

由于胀起是在贯穿期间激光辐照点不移动的情况下发生的，所以如果不能很快检测到的话，工件 W 的加工准确度就会大大降低。因此，必须考虑胀起检测反应，特别是图 10 所示滤波器电路 25 用相对较高的第一截止频率(例如几十到几百赫兹的范围)截除光学滤波器 7 检测到的频率成份中的峰值成分，这可能会在与参考电压比较时导致误识别。当保持光学传感器输出 X 在胀起发生前的上升斜率时，截除可能导致误识别的暂时的高输出以提供图 11(b)所示的 X_H。比较器 27 将经滤波的波形 X_H 与参考电压发生器 26 产生的参考电压 B 进行比较以提供作为加工失效检测信号的胀起发生检测信号 Z_1。

而且，胀起发生前的光学传感器输出 X 的升高与略小于参考电压 B 的参考电压 B_1 进行比较，从而可以在胀起实际发生之前检测到胀起，并可以提供作为加工失效传感信号的胀起先兆信号 Z_2。

实验表明光学传感器 7 检测到的光学传感器输出 X 的电平如图 13(a)所示，贯穿低碳钢材料时与不锈钢材料时不同。于是，参考电压发生器 26 产生的参考电压 B 随工件材料的不同而不同，并由比较器 27 与经滤波的波形比较，从而能够更灵敏地检测到胀起。

另一方面，当切割期间发生燃烧时，由于过度燃烧，割槽宽度增加并且光发射部分增大，这样光学传感器输出 X 如图 12(a)所示变化。随后，这种变化可以与参考电压比较以检测燃烧。

由于虽然发生胀起时激光辐照点不移动而发生燃烧时激光辐照点在工件 W 上移动，所以从某种角度来说，激光加工是在发生胀起时进行的。可靠地检测到燃烧要比快速检测到燃烧更重要。特别是在用图 10 所示的滤波器电路 25 对光学传感器输出 X 滤波以截除切割到角部或末端时的峰值成份时。例如，用来截除峰值成份并低于

几十赫兹的第二截止频率需要取得小于上述用来检测胀起的第一截止频率。因此，滤波器电路 25 中通过采用低于第一截止频率的第二截止频率提供的低频成分来检测燃烧。例如利用几赫兹的第二截止频率截除峰值成份，从而暂时截除可能导致从光学传感器输出 X 误识别发生燃烧的高输出，从而提供图 12(b)所示的光学传感器输出 X 的低频成份的波形 X_L。比较器 27 将参考电压发生器 26 产生的参考电压 C 与经滤波的波形 X_L 比较以提供作为加工失效检测信号的燃烧发生检测信号 Z_3。

实验发现光学传感器 7 检测到的光学传感器输出 X 的电平如图 13(b)所示随切割期间激光输出变化。于是，参考电压发生器 26 产生的参考电压 C 随激光输出而变化并通过比较器 27 与滤波波形 X_L 比较，从而更灵敏地检测到燃烧。

把通过将光学传感器输出 X 的波形与参考电压 B、B1 和 C 的比较而提供的加工失效检测信号 Z1、Z2 和 Z3 传送至数字控制器 19。数字控制器 19 根据接收到的加工失效检测信号 Z1、Z2 和 Z3 可以停止运行激光加工系统从而尽可能地防止加工失效，用光会聚系统驱动装置 33 改变圆偏振激光束 2a 的焦点位置或改变用于工作气体调节装置 34 的工作气体压力来始终保持最佳加工状态。

虽然实施例并不局限于这种特殊的情形，但在第六实施例中，根据加工失效检测信号 Z_1、Z_2 和 Z_3 进行激光加工停止、焦点位置变化和工作气体调节。例如，可以通过改变工件 W 的进给率、由激光器命令电路 35 控制激光输出和激光波形等等来保持最佳的激光加工条件。

下面借助图 14 讨论激光器命令电路 35 根据加工失效检测信号 Z_1、Z_2 和 Z_3 控制激光输出、频率、占空度等振荡条件的一个实例。

由光学传感器检测信号处理器 18a 处理的加工失效检测信号 Z（即加工失效检测信号 Z_1、Z_2 和 Z_3）不经数字控制器 19 直接输入激

光振荡命令电路35。当输入加工失效检测信号Z，激光振荡命令电路35向激光器1输出用于改变激光输出、频率、占空度等的激光振荡命令以改变NC控制器19在激光辐照之前预先设定的包括激光输出、频率、占空度等振荡条件数据来保持激光加工最佳条件。激光器1响应振荡条件改变命令以产生激光输出、频率、占空度等有变化的激光束。

由于加工失效检测信号Z不经数字控制器19输至激光振荡命令电路35以改变激光器1的振荡条件，所以采用与数字控制器19的处理速度无关的加工现象作为反馈信息可以获得快速响应的反馈控制系统。例如，在贯穿时，工件W始终在最大激光功率下辐照而不会胀起，因此能快速打孔。

如上所述，光学传感器7检测激光辐照点产生的光线5，处理光学传感器输出X，并响应处理结果控制激光加工系统，从而能在自动加工与自动系统操作中进行贯穿完成检测、胀起检测和预防、切割失效检测和改进以及激光硬化激光色覆的实施和管理。

实施例7

在第七实施例中，借助图15—17讨论根据加工辐照点产生的光线5的发光分布识别激光加工状态的实例。

图15是表示沿X方向移动的工件W受到诸如高斯分布的圆偏振激光束2a辐照时工件上激光辐照点的热辐射的发光强度(温度)分布的示意图。现将借助由包含对红外线敏感的图像摄取装置的用于检测工件W正上方激光辐照部分的温度变化的光学传感器7和进行图像处理的光学传感器检测信号处理器18a得到的表示发光强度分布的示意图讨论根据激光辐照点产生的光线的发光强度分布识别激光加工状态。

图16是表示激光辐照点出发光强度的曲线图。一般来说，当静止的工件W受到激光束照射时，激光辐照部分的温度随激光辐照时

间而升高至相变点、熔点和沸点，同时发光强度增加。因此光学传感器 7 检测到的光学传感器输出 X 电平也增大。

图 17 是表示用于激光热处理(激光硬化、激光包覆层)的激光加工系统程序的流程图。以下详细描述在光学传感器检测信号处理器 18a 中根据工件 W 上加工辐照点产生的光线 5 的发光分布识别激光加工状态。

本实施例的激光加工系统始终监视先前检测的光学传感器输出 X 在相变点处参考电平(发光强度)Xt、熔点处参考电平(发光强度) Xm 和沸点处参考电平(发光强度)Xv，并进行控制从而根据激光加工期间检测到的光学传感器输出 X 的所需区域内的输出 Y 和最大输出 P 落在所需的参考电平 Xt、Xm 和 Xv 的范围内。

首先，借助图 17 讨论激光硬化控制。把在步骤 ST1 中由光学检测器 7 检测到的激光辐照点处的光线输入光学传感器检测信号处理器 18a，随后在步骤 ST2 中根据光学传感器输出 X 对光线进行图像处理以提供图 15 所示的所需区域的输出 Y 和其内的最大输出 P。

在步骤 ST3 中，光学传感器检测信号处理器 18a 将相变点处预先设定的参考电平 Xt 与所需区域输出 Y 进行比较。如果所需区域输出 Y 电平小于预先设定的参考电平 Xt，则在工作点处未到达相变点并且控制进入例如增加激光输出或降低工件 W 进给率的步骤 ST4。相反，如果所需区域输出 Y 电平大于预先设定的参考电平 Xt，则控制进入步骤 ST5。

在步骤 ST5，把所需区域输出 Y 的最大输出 P 与熔点处预先确定的参考电平 Xm 比较。如果所需区域输出 Y 的最大输出 P 高于预先确定的参考电平 Xm，在一部分工作点处达到熔点并且控制进入例如降低激光输出和增加工件 W 的进给率的步骤 ST6。相反，如果光学传感器 X 电平小于相变点处的参考电平 Xt，则确定现在的工作点状态是优化的(加工范围超过相变点而加工范围内的最大输出没

有超出熔点)。激光加工如所要求的那样继续进行。

因此,如果调整激光输出或进给率从而使激光加工期间检测到的所需区域输出 Y 超出所需区域内相变点处参考电平 Xt 并使所需区域输出 Y 的最大输出 P 不超出所需区域内熔点处参考电平 Xm,可以不产生熔融层而在所需区域内进行激光硬化。

接下来,借助图 17 讨论激光包覆控制。激光包覆控制的步骤 ST1 和 ST2 与激光硬化控制的相同,这里不在讨论。要讨论的是步骤 ST7 及其后续步骤。

在步骤 ST7 中,光学传感器检测信号处理器 18a 将熔点处预先设定的参考电平 Xm 与所需区域输出 Y 进行比较。如果所需区域输出 Y 电平小于预先设定的参考电平 Xm,则工作点不到达熔点而无法进行激光包覆。随后控制进入例如增加激光输出或降低工件 W 进给率的步骤 ST8。相反,如果所需区域输出 Y 电平大于预先设定的参考电平 Xm,则控制进入步骤 ST9。

在步骤 ST9,把所需区域输出 Y 的最大输出 P 与熔点处预先确定的参考电平 Xv 比较。如果所需区域输出 Y 的最大输出 P 电平高于预先确定的参考电平 Xv,则一部分工作点达到沸点并且控制进入例如降低激光输出和增加工件 W 的进给率的步骤 ST10。相反,如果所需区域输出 Y 的最大输出 P 电平低于预先确定的参考电平 Xv,则激光加工如所要求的那样继续进行。

因此,如果调整激光输出或进给率从而使激光加工期间检测到的所需区域输出 Y 超出所需区域内熔点处参考电平 Xm 并使所需区域输出 Y 的最大输出 P 不超出所需区域内沸点处参考电平 Xv,可以不产生沸腾引起的缺陷层而在所需区域内进行激光包覆。

在激光焊接中,通过去除等离子体发光的滤光器观察激光辐照点(工作点)可以进行类似的加工。

因此,光学传感器 7 检测激光辐照点产生的光线 5,光学传感器

输出X得到处理，响应处理结果控制激光加工系统，从而能在自动加工与自动系统操作中进行激光硬化、激光包覆的实施和管理。

实施例8

图18是表示按照本发明第八实施例的激光加工系统的结构框图。与前面图中相同或相似的部件在图18中的相同标号表示并不再讨论。标号36是照明装置，即产生照明光线37的照明装置，标号38是会聚照明装置36产生的照明光线37的照明透镜，而标号39是分束器，它是具有例如50%透射率从而将通过照明透镜38转换为平行光线的照明光线37引入与激光束共轴的光传输线的部分反射镜(半镀银镜)。

接下来讨论作为本实施例的特色操作的工件W的位置检测。照明装置36产生的照明光线37通过照明透镜38转换为平行光线并以此平行光线照射分束器39。作为具有例如50%透射率的部分反射镜(半镀银镜)的分束器使照明装置36产生的一半光线透过并将另外一半引入光传输线。引入光传输线的照明光线37由加工透镜3聚焦以沿激光束的方向共轴照射到工件W的表面。

通过照射工件W的表面，由工件W表面反射的照明光线37几乎100%地透过相位差控制镜14并通过具有50%透射率的分束器39后由光学传感器7检测50%的反射照明光线37。如前面实施例所述，光学传感器7根据照明光线37的强度向光学传感器检测信号处理器18传送光学传感器输出X。例如，当反射的照明光线37没有达到给定电平时，光学传感器检测信号处理器18确定工件不在激光辐照点的位置上。当光学传感器7检测到照明光线37时，移动工件W或加工头12。如果如上所述，工件W外部受到照射时，则反射的照明光线37的检测电平没有达到给定电平，并且可以检测到工件W的一端。此时从数字控制器19内的坐标可以检测出加工台上的绝对位置。

如图19所示，例如，当制造中所用工件W是普通尺寸的矩形工件材料时，如上所述，如果至少检测到A、B和C三点，就可以获得工件W在加工台15上的取向。如果为响应放置条件在数字控制器19内的NC加工程序中进行坐标的旋转或偏移处理，则虽然工件W没有精确地放置在加工台上，也可以加工工件。

可以按照工件上提供的诸如圆孔之类的标记来进行检测而不用端部检测。而且，毫无疑问，除了上述检测照明装置的反射光以外，也可以采用实际辐照工件W的激光束的反射光束来检测位置。

实施例9

图20是表示按照本发明第九实施例的激光加工系统的结构框图。与前面图中相同或相似的部件在图20中用相同标号表示并不再讨论。标号18b是对采用图像摄取装置的光学传感器7输出的光学传感器输出X进行图像处理并显示在监视器屏幕40上的光学传感器检测信号处理器。标号36a是位于加工头12附近发射照明光线37(可见光)的照明装置。

图21是表示第九实施例中监视器屏幕40显示的示意图，其中对与激光辐照位置相对应的点作了标记。

带有图像摄取装置的光学传感器7摄取由可见光线37照射的工件W的图像，光学传感器检测信号处理器18b对图像进行处理，随后在监视器屏幕40上显示获得的图像。工人观察监视器屏幕并通过移动加工台15或加工头12来确定激光辐照位置从而使监视器屏幕40上的标记与将由激光辐照的工件W的位置一致。

作为另一种做法，可以采用与第八实施例相似的操作，光学传感器检测信号处理器18b自动检测工件W表面激光辐照点处的标记位置(未画出)并自动移动加工台15或加工头12从而使加工辐照点移动到工件W表面的标记位置处。

因此，在第九实施例中，可以精确确定工件W的加工辐照位置。

这种特色对于激光点焊等很有用。在第八实施例中那样在光传输线中提供照明装置。

实施例 10

图 22 是表示按照本发明第十实施例的激光加工系统的结构框图。图 23 是表示例如由光学传感器 7 检测到的工件 W 工作面状态的示意图。

在第十实施例中，与第八和第九实施例相似，由采用图像摄取装置的光学传感器 7 检测由照明装置 36 照射的工件 W 的工作面，并由光学传感器检测信号处理器 18 对光学传感器 7 检测的输出 X 进行图像处理，从而可以检测到与所需加工路径对应并先前已标在工件 W 的工作面上的加工路径标出线 41。

数字控制器 19 向加工台 15 发送驱动命令从而使加工头 12 的喷口中央移动到加工路径标出线 41(见图 22)上以沿加工路径标出线 41 进行自动复制操作。因此，可以不输入预先向数字控制器 19 写入加工路径的加工程序就能进行加工。对应激光焊接，加工路径标出线 41 对应于焊接线并且能复制焊接线。

可以在工件实际受到激光束照射以进行激光加工时检测标在工件 W 的表面上的加工路径标出线 41 的复制操作。可以在根据施教数据进行激光加工前只采用复制操作进行加工路径施教。

而且，如果加工台是包括可以沿水平轴旋转和移动的加工头 12 的三维加工台，则可以对先前标在三维物体上的加工路径标出线 41 进行复制操作从而自动完成过去要手动进行的施教，因此可以明显缩短整个工作时间。此时所用的照明装置可以如第八实施例那样提供在光传输路径上，或者如第九实施例那样在加工头附近。

本发明产生的效果如下：

本发明的激光加工系统包含产生加工工件 W 用的激光束的激光器、将激光器输出的激光束转换为圆偏振激光束的圆偏振镜、将圆

偏振激光束会聚并照射到工件上的光学装置、位于光学装置和圆偏振镜之间用于当传输用圆偏振激光束辐照工件而在工件的工作点处产生的光束时将圆偏振激光束反射到光学装置上而又保持S和P成份之间相位差的相差控制镜、检测透过相位差控制镜的光线并产生光检测信号的光电检测装置、根据光电检测装置的光检测信号识别激光加工状态并输出激光加工状态识别信号的激光加工识别装置以及根据激光加工识别装置输出的激光加工状态识别信号控制工件激光加工的控制装置。因此，本发明的激光加工系统反射S和P偏振成份的相位差保持不变的圆偏振激光，不影响激光质量或偏振状态并且不降低圆偏振激光束的加工性能。

由于光电检测装置输出的光检测信号的放大倍数响应工件与光电检测装置之间光路长度而发生变化，所以输入到激光加工识别装置中的光检测信号输出电平为常数，从而能进行稳定的激光加工状态识别。

而且，相位差控制镜位于离工作点最近的位置上从而使工件与光电检测装置之间光路长度为常数，从工件输入到当电检测装置中的光接收量为常数，从而能进行稳定的激光加工状态识别。

本发明的激光加工系统包含产生用于加工工件的激光束的激光器装置、会聚由激光器装置产生的激光束并使其照射到工件上的光学装置、检测由激光束照射到工件的工作点上而产生的光束并输出光检测信号的光电检测装置、包含用于在采样周期内放大光电检测装置输出的光检测信号的振幅电压的放大部分的激光加工识别装置、用于将采样周期内的振幅电压与预先设定的参考电压进行比较从而识别出激光加工状态并输出激光加工状态识别信号的激光加工识别装置以及根据激光加工识别装置输出的激光加工状态识别信号控制工件的激光加工的控制装置。因此，增强了光电检测装置在采样周期内振幅电压的振幅，使其与参考电压明显不同，便于检测激光加

工状态并且改善了检测的准确度。

而且，本发明的激光加工系统包括产生用于加工工件的激光束的激光器装置、会聚由激光器装置产生的激光束并使其照射到工件上的光学装置、检测由激光束照射到工件的工作点上而产生的光束并输出光检测信号的光电检测装置、包含用于从光电检测装置输出的光检测信号中仅提取识别激光加工状态所需的频率成份的滤波器部分的激光加工识别装置、用于将通过滤波器部分提供的频率成份的电压与预先设定的参考电压进行比较从而识别出激光加工状态并输出激光加工状态识别信号的激光加工识别装置以及根据激光加工识别装置输出的激光加工状态识别信号控制工件的激光加工的控制装置。因此，滤波器部分可以从光检测信号中仅提取识别激光加工状态所需的频率成份，从而可以借助参考电压截除导致误识别或对识别无用的频率成份，改善了激光加工状态的识别准确度。

滤波器部分采用低于几十赫兹的频率成份的截止频率提取低频成份以提取预先确定的频率成份并与参考电压比较以检测胀起现象。因此可以准确无误地快速检测胀起现象。

而且，滤波器部分采用低于几十赫兹的频率成份的截止频率仅提取低频成份以提取预先确定的频率成份并与参考电压比较以检测燃烧现象。因此可以准确无误地检测燃烧现象。

由于用于比较的参考电压响应工件材料或激光器的输出而变化，所以可以响应工件材料或激光器的输出而可靠地识别出激光加工状态。

本发明的激光加工系统包含产生用于加工工件的激光束的激光器装置、会聚由激光器装置产生的激光束并使其照射到工件上的光学装置、检测由激光束照射到工件的工作点上而产生的发光分布并输出光检测信号的光电检测装置、根据光检测信号中工件工作点处发光分布形式识别激光加工状态并输出激光加工状态识别信号的激

光加工识别装置以及根据激光加工识别装置输出的激光加工状态识别信号控制工件的激光加工的控制装置。因此，可以根据发光强度准确识别激光束照射的工件上工作点的状态并周密地进行激光加工控制。

激光加工系统进一步包括根据激光加工识别装置输出的激光加工状态识别信号控制激光器激光振荡条件(例如输出峰值、频率、占空度等)的激光振荡命令装置，而且由激光振荡命令装置唯一控制，从而可以根据激光加工状态识别信号直接控制激光器。因此，检测到的激光加工状态结果可以快速反馈给激光器以控制激光加工系统，因此提供了快速反应。

与加工工件的激光器分开提供照射工件的装置，并根据反映照射装置的照明光线的光强检测工件端部的位置，从而无需预先设定激光加工工件位置，改善了工作性能。

而且，激光加工识别装置根据至少三个反射光强有变化的位置来检测工件位置。因此，可以更可靠地检测工件位置。

激光加工识别装置根据从工件的光反射检测标在工件上与工件的反射率不同的加工路径线，并且控制装置根据激光加工识别装置的加工路径信息进行激光加工。因此，无需先行输入加工程序，并且可以沿检测到的加工路径自动完成复制加工。

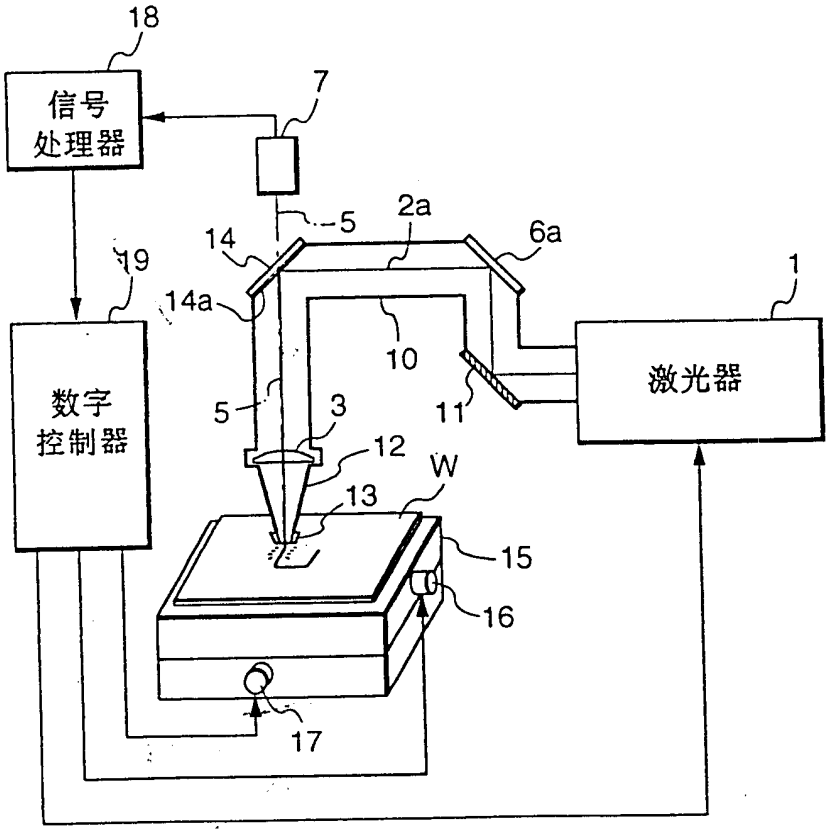


图 1

图 2

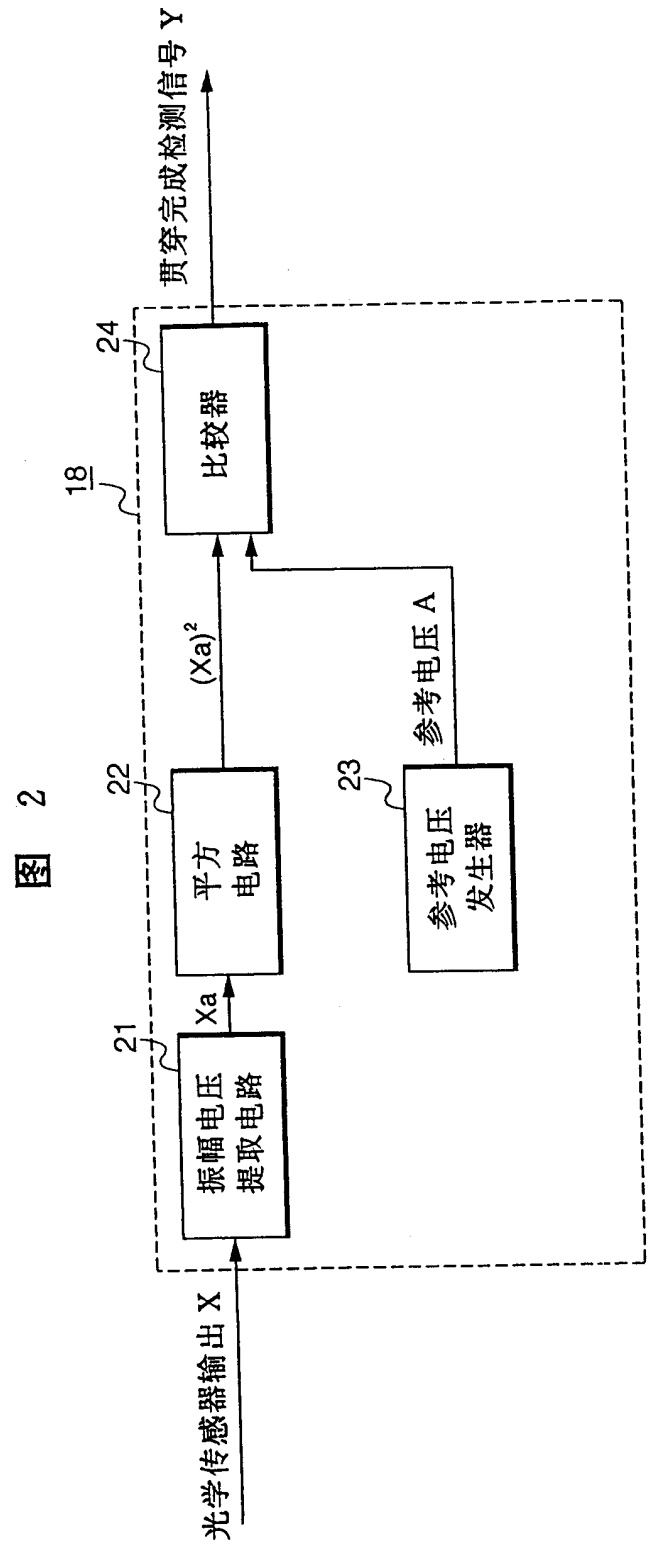

光学传感器输出 X
振幅电压提取电路
21
Xa
平方电路
22
$(Xa)^2$
参考电压发生器
23
参考电压 A
比较器
24
18
贯穿完成检测信号 Y

图 3(a)

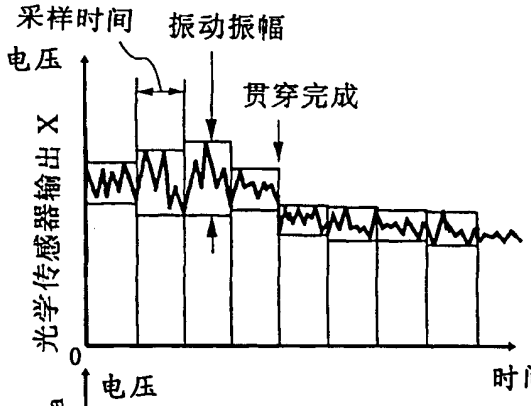


图 3(b)

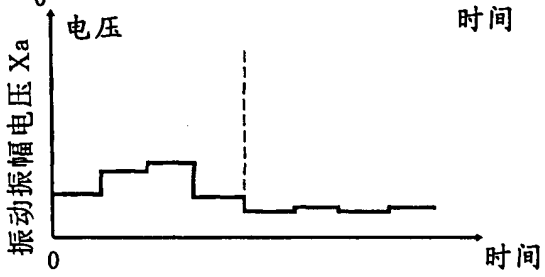


图 3(c)

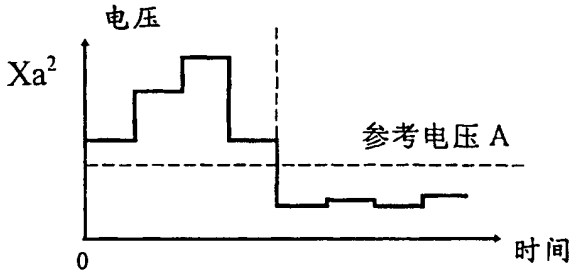
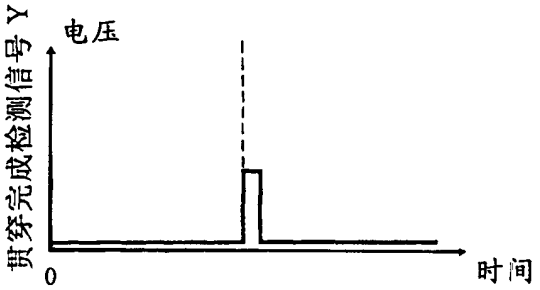


图 3(d)



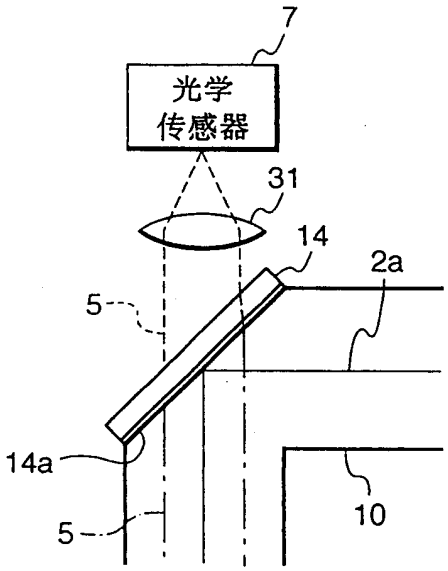


图 4

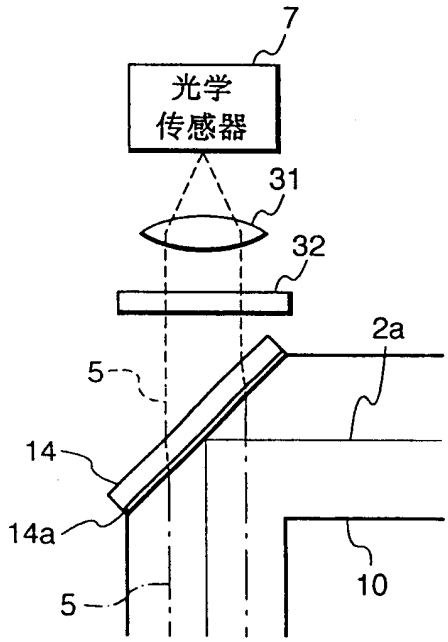


图 5

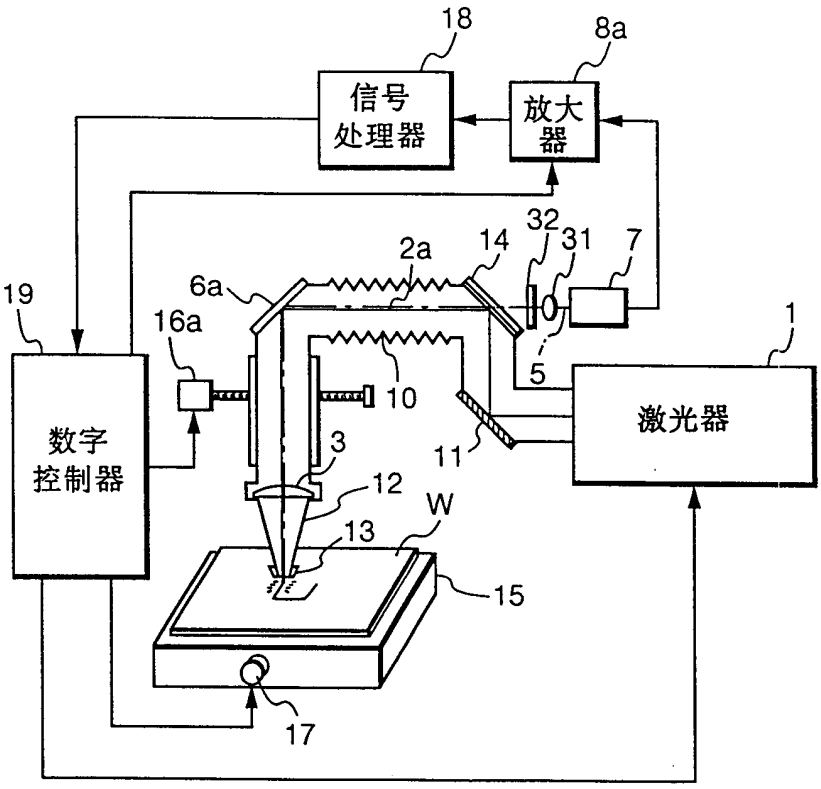

18
8a
信号
处理器
放大
器
32
31
7
2a
14
6a
19
16a
1
5
10
激光器
数字
控制器
3
11
12
W
13
15
17

图 6

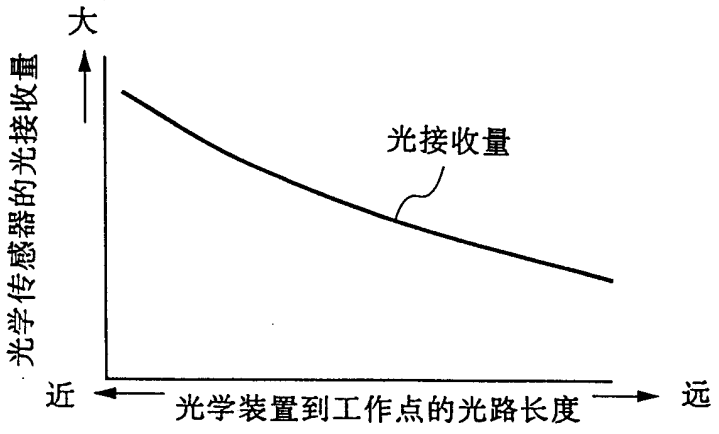

大
光学传感器的光接收量
光接收量
近
光学装置到工作点的光路长度
远

图 7

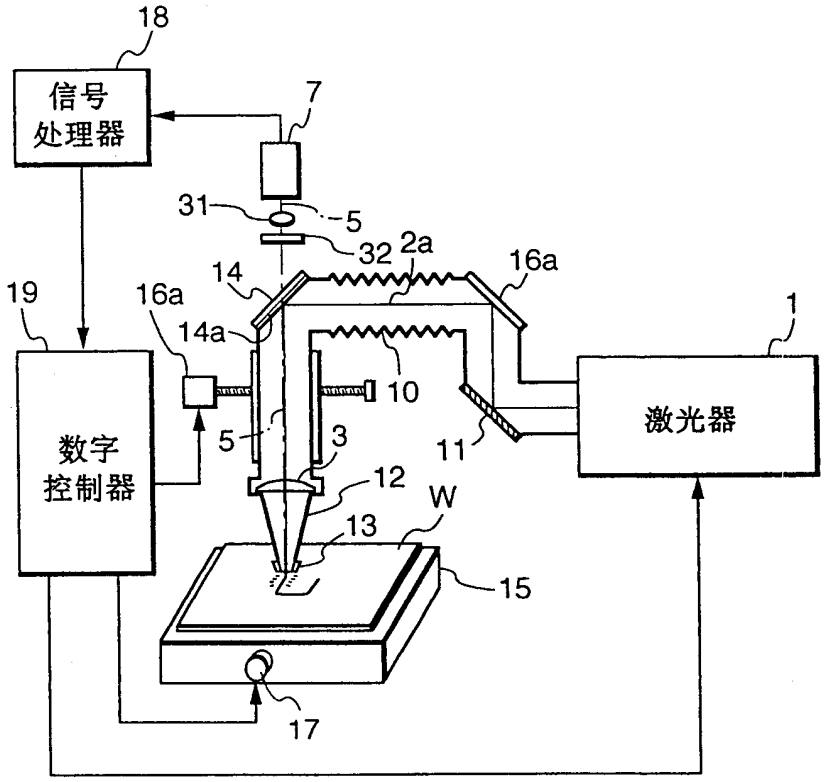

18
信号
处理器
7
31
5
32
2a
16a
14
19
16a
14a
1
10
激光器
数字
控制器
5
3
11
12
W
13
15
17

图 8

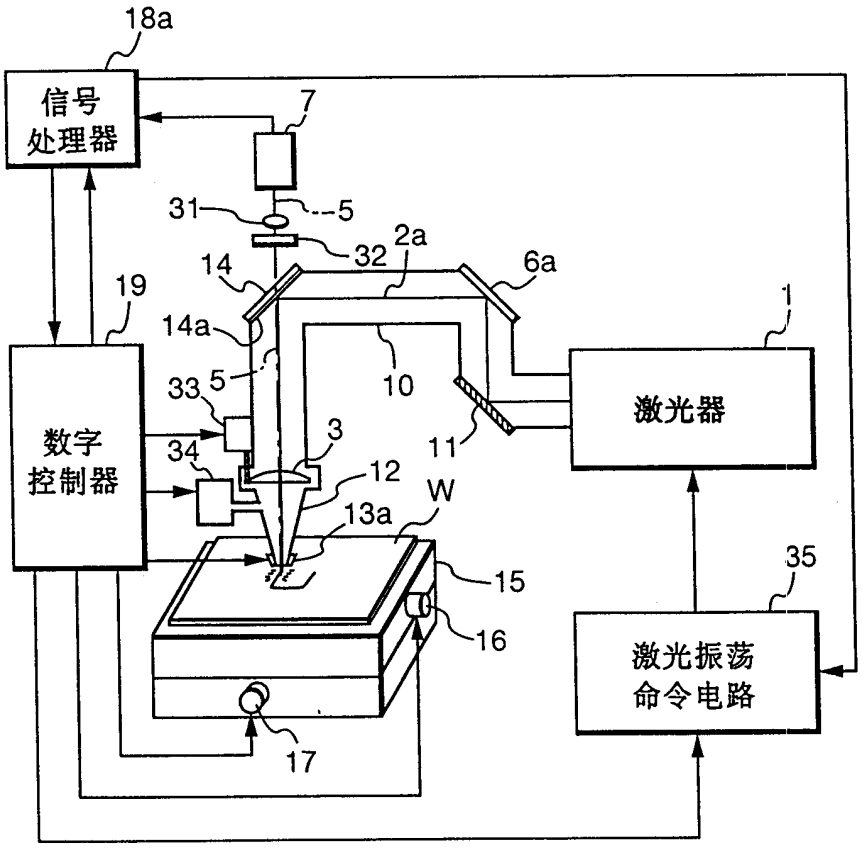

18a
信号
处理器
7
31
5
32
2a
6a
14
19
14a
1
33
5
10
激光器
数字
控制器
34
3
11
12
W
13a
15
35
16
激光振荡
命令电路
17

图 9

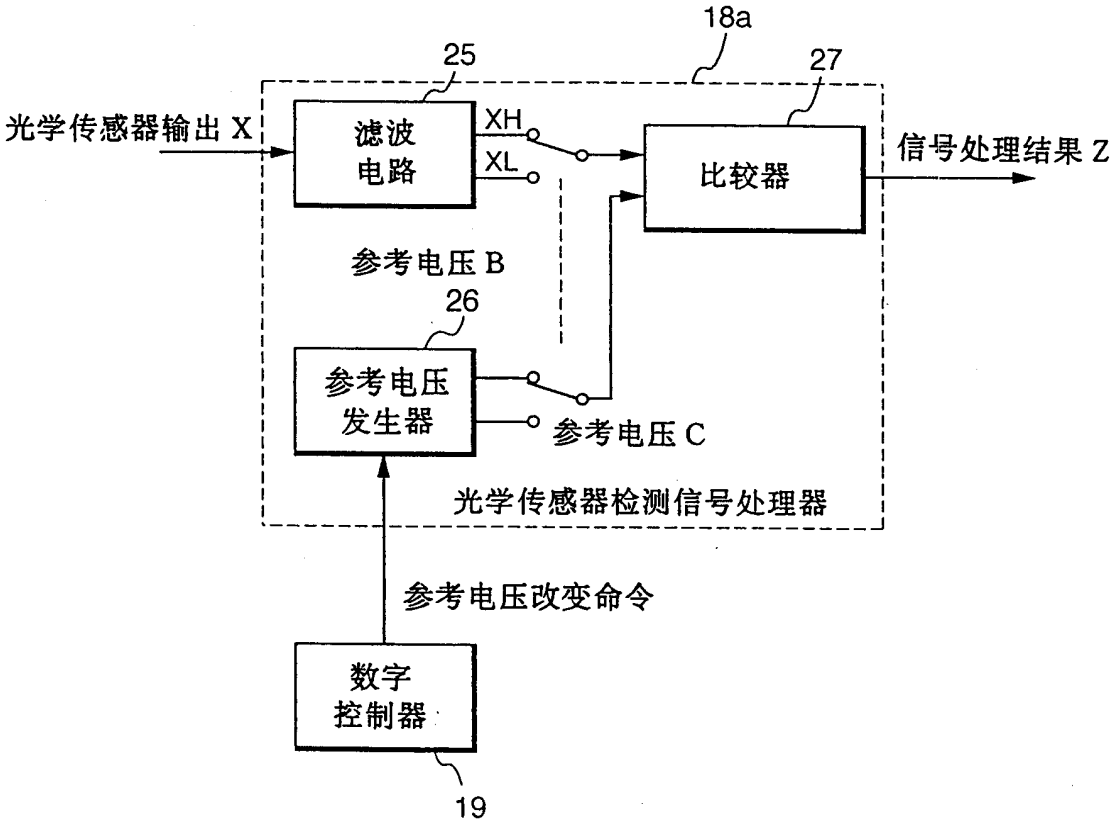

18a
25
27
光学传感器输出 X
滤波
电路
XH
XL
比较器
信号处理结果 Z
参考电压 B
26
参考电压
发生器
参考电压 C
光学传感器检测信号处理器
参考电压改变命令
数字
控制器
19

图 10

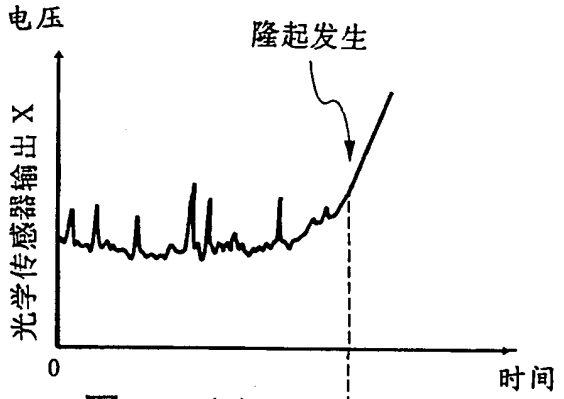

电压
隆起发生
光学传感器输出 X
0
时间

图 11(a)

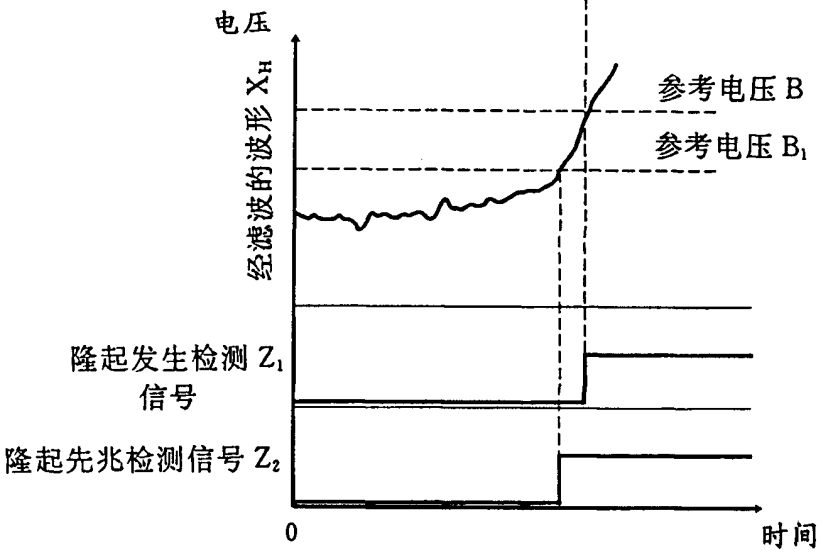

电压
经滤波的波形 X_H
参考电压 B
参考电压 B_1
隆起发生检测 Z_1 信号
隆起先兆检测信号 Z_2
0
时间

图 11(b)

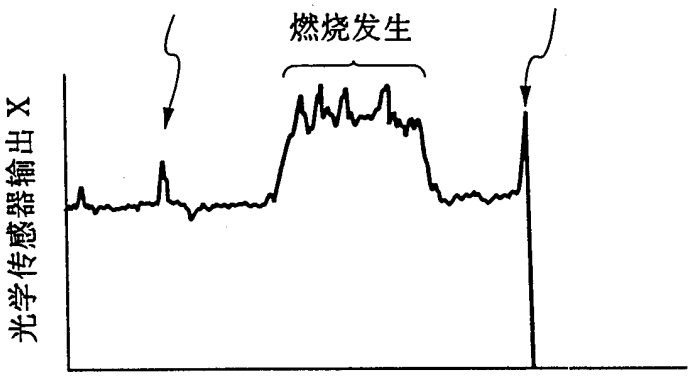


图 12(a)

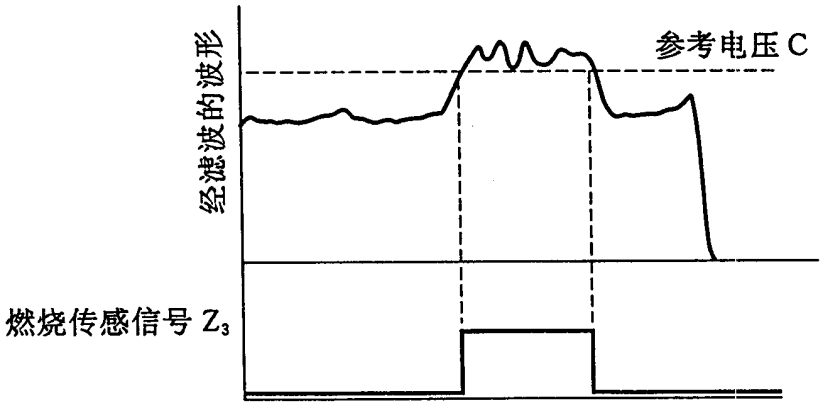


图 12(b)

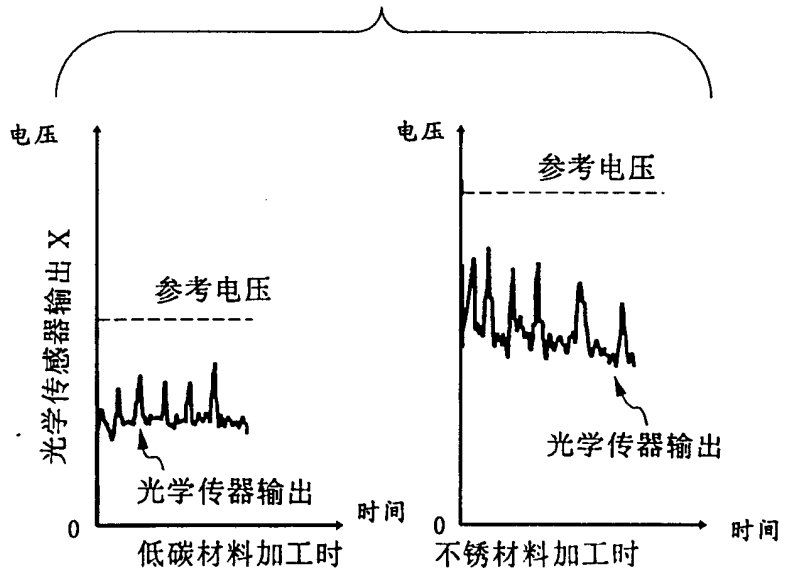

电压
光学传感器输出 X
参考电压
光学传器输出
0
时间
低碳材料加工时
电压
参考电压
光学传器输出
0
时间
不锈材料加工时

图 13(a)

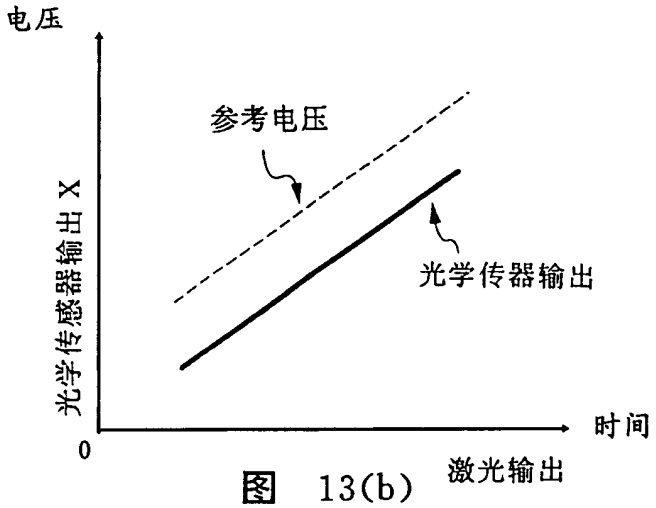
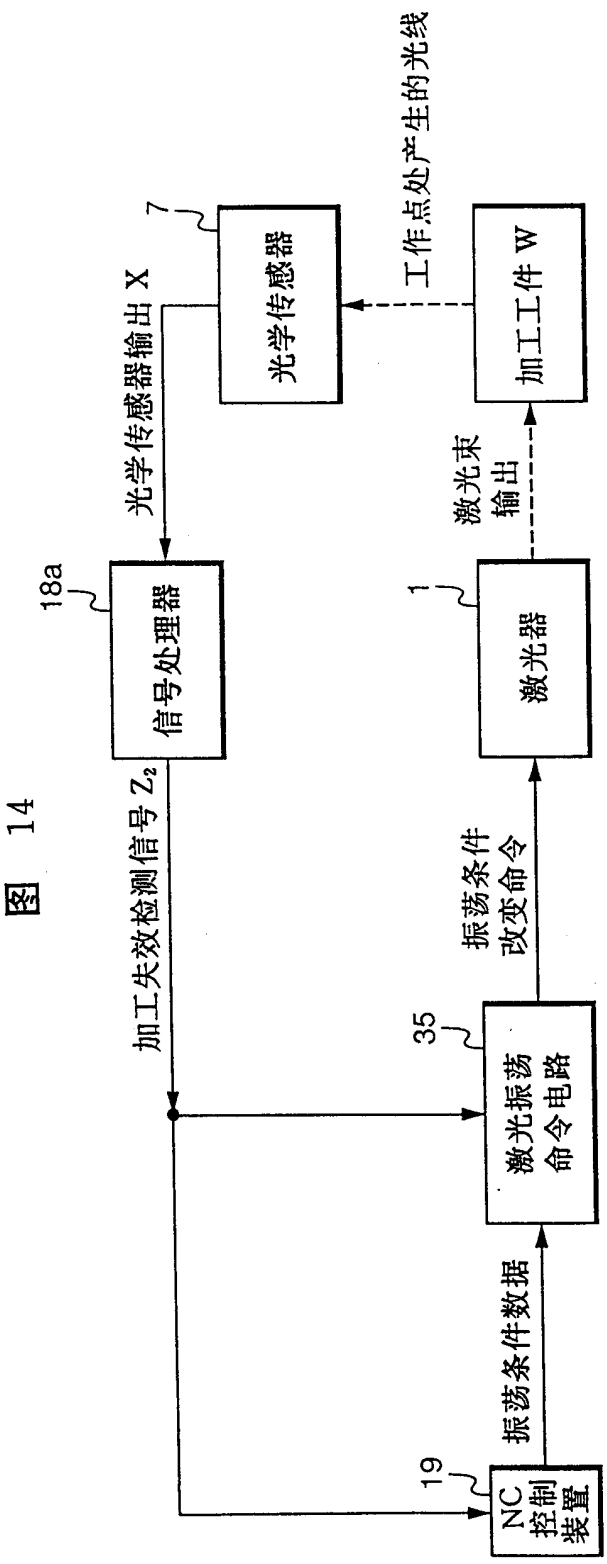

电压
参考电压
光学传感器输出 X
光学传器输出
时间
0
激光输出

图 13(b)

图 14


工作点处产生的光线
7
光学传感器
加工工件 W
光学传感器输出 X
激光束
输出
18a
信号处理器
1
激光器
加工失效检测信号 Z_2
振荡条件
改变命令
35
激光振荡
命令电路
振荡条件数据
19
NC
控制
装置

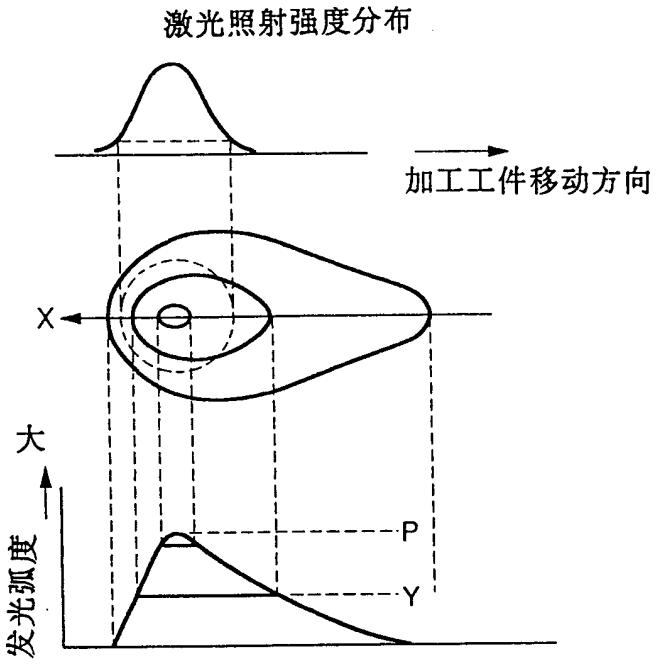


图 15

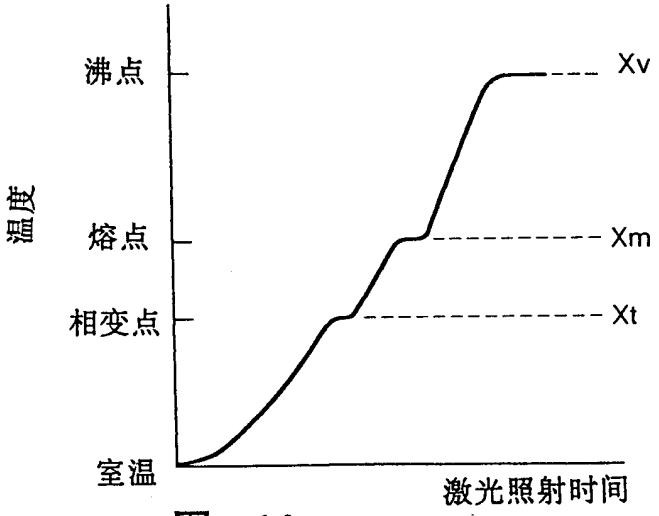


图 16

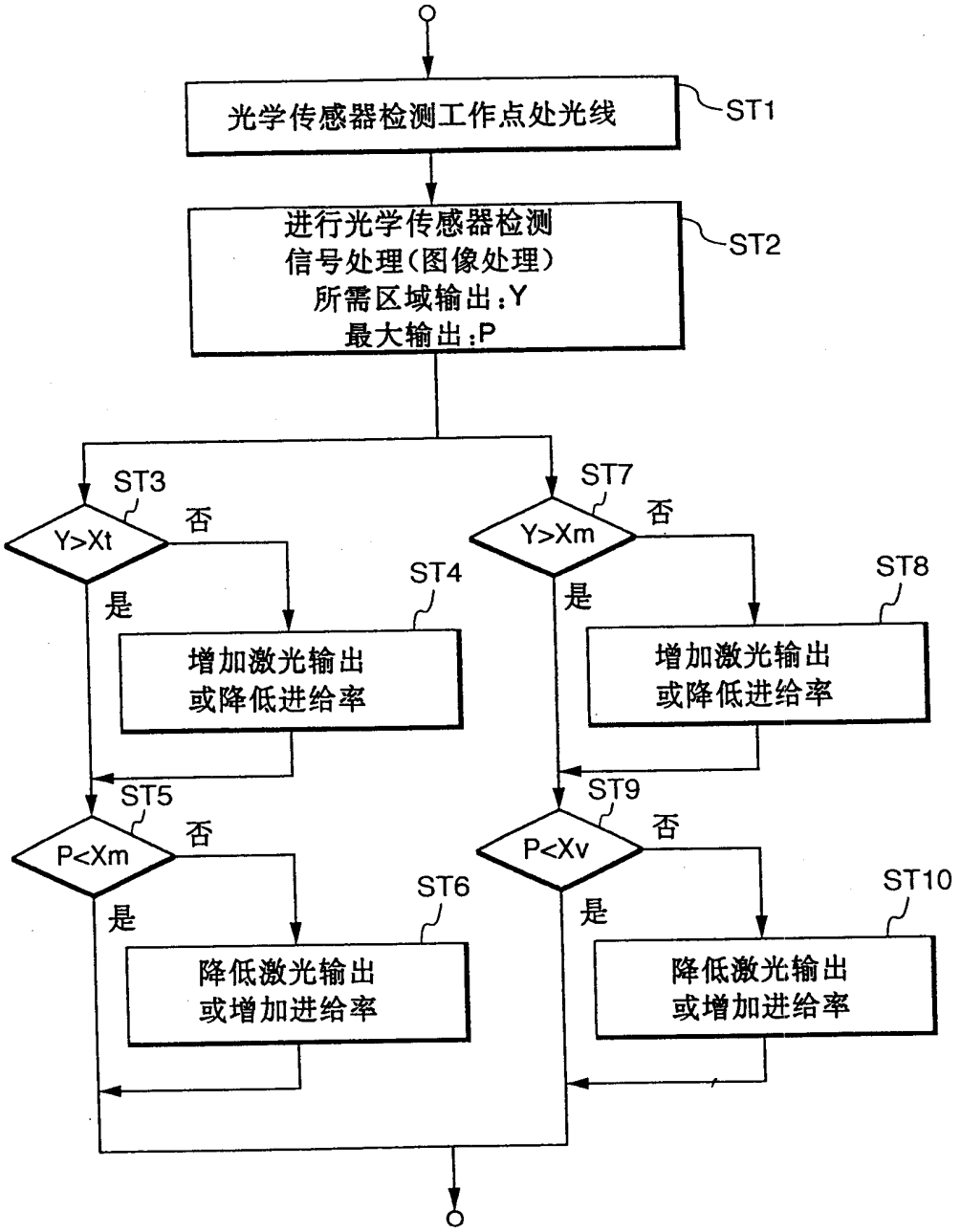

光学传感器检测工作点处光线
ST1
进行光学传感器检测
信号处理(图像处理)
所需区域输出:Y
最大输出:P
ST2
ST3
Y>Xt
否
是
ST4
增加激光输出
或降低进给率
ST5
P<Xm
否
是
ST6
降低激光输出
或增加进给率
ST7
Y>Xm
否
是
ST8
增加激光输出
或降低进给率
ST9
P<Xv
否
是
ST10
降低激光输出
或增加进给率

图 17

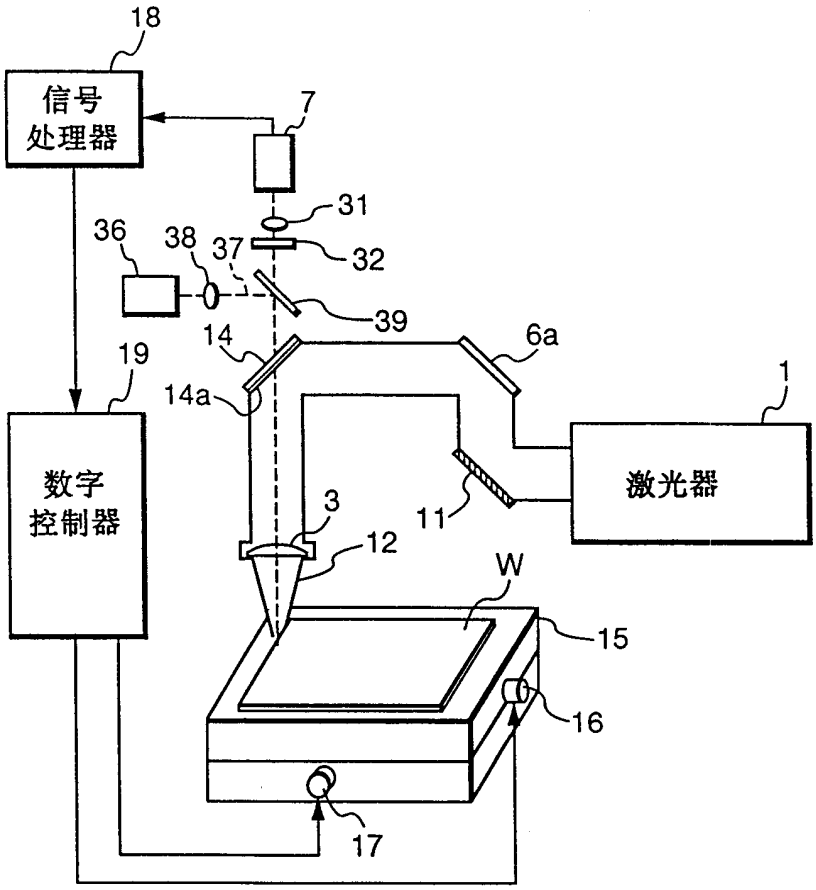

18
信号
处理器
7
31
36
38
37
32
39
14
6a
19
14a
1
数字
控制器
激光器
3
11
12
W
15
16
17

图 18

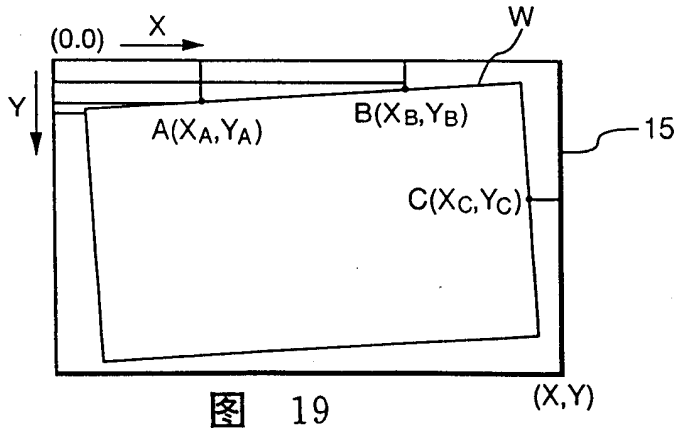

(0.0)
X
Y
W
A(XA,YA)
B(XB,YB)
15
C(XC,YC)
(X,Y)

图 19

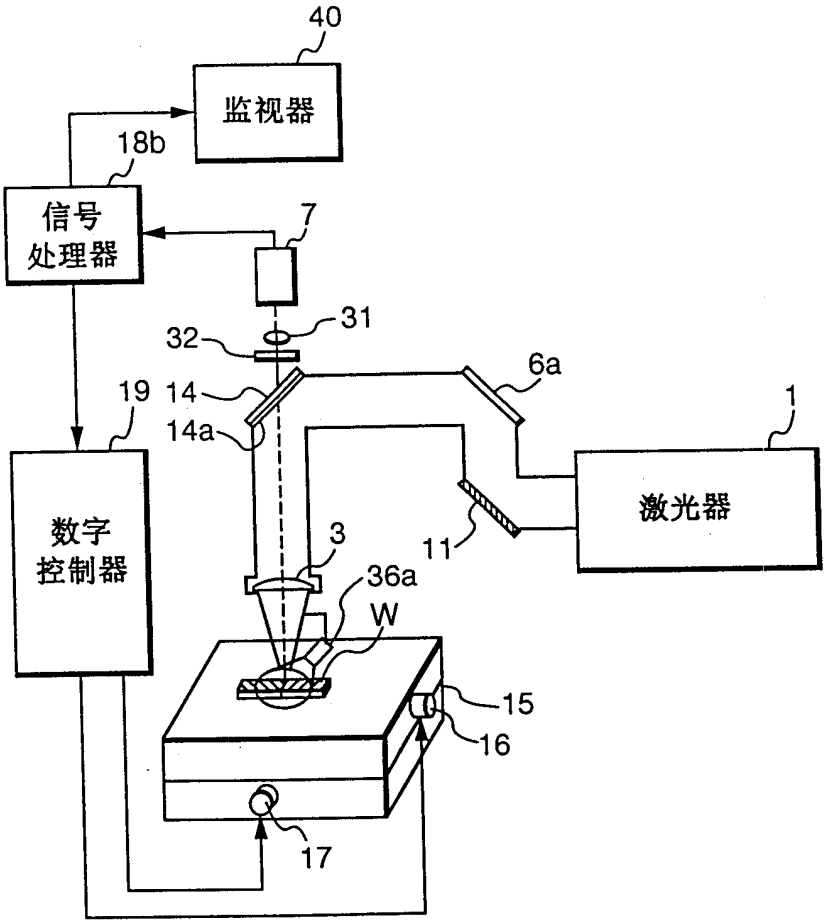

40
监视器
18b
信号
处理器
7
32
31
6a
19
14
14a
1
激光器
数字
控制器
3
11
36a
W
15
16
17

图 20

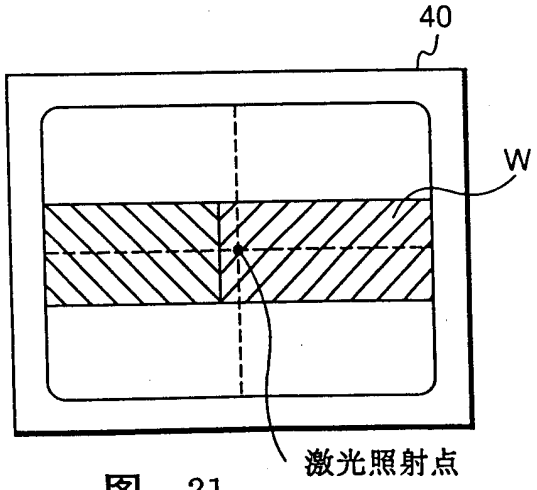

40
W
激光照射点

图 21

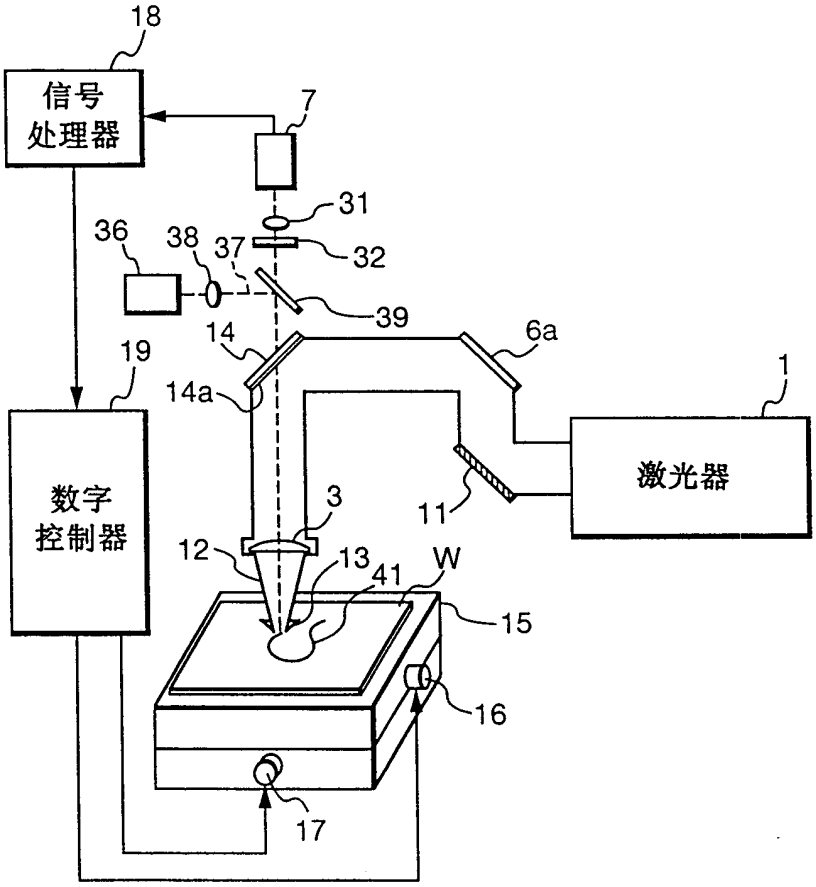

18
信号
处理器
7
31
36
38
37
32
39
14
6a
19
14a
1
数字
控制器
3
11
激光器
12
13
41
W
15
16
17

图 22

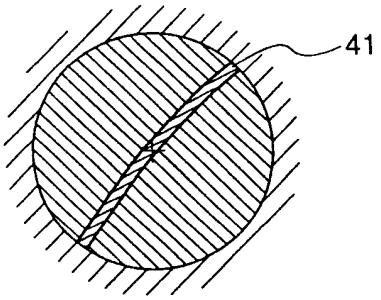


图 23

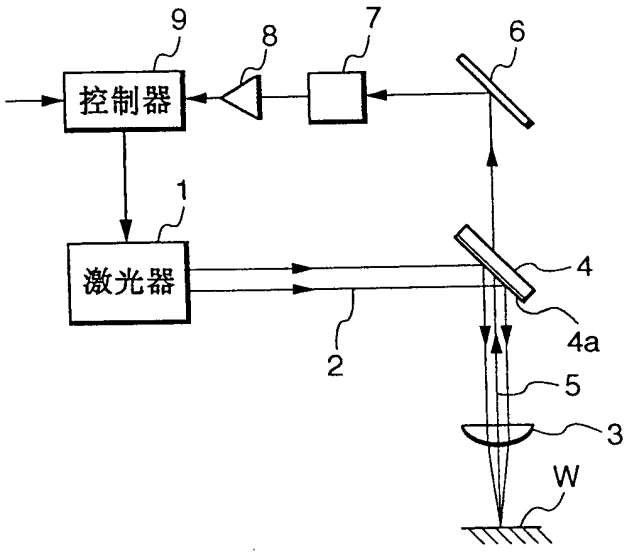


图 24

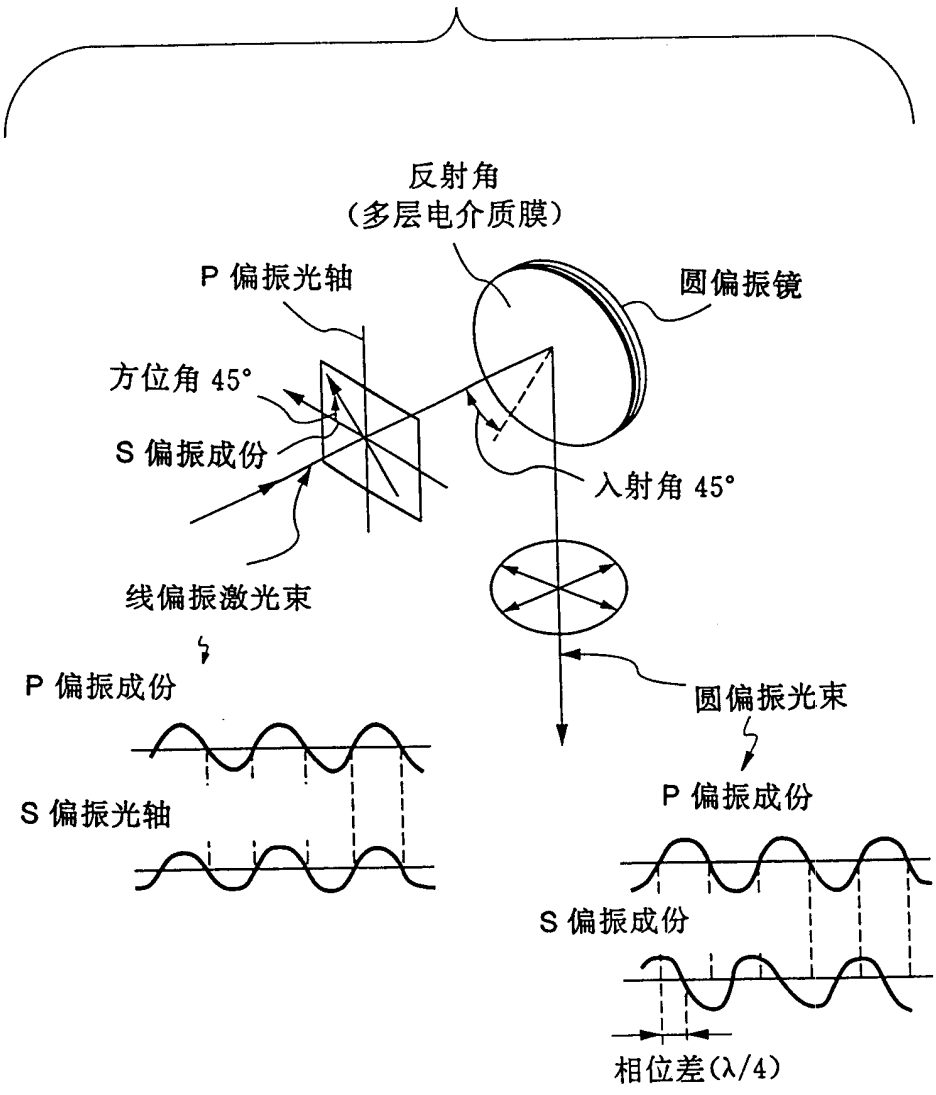

反射角
(多层电介质膜)
P 偏振光轴
圆偏振镜
方位角 45°
S 偏振成份
入射角 45°
线偏振激光束
P 偏振成份
圆偏振光束
S 偏振光轴
P 偏振成份
S 偏振成份
相位差(λ/4)

图 25