



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101718958 A

(43) 申请公布日 2010.06.02

(21) 申请号 200910217899.1

(22) 申请日 2009.11.24

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 孙继凤 刘立峰 王忠生 汤建华
田兴志

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 王立伟

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006.01)

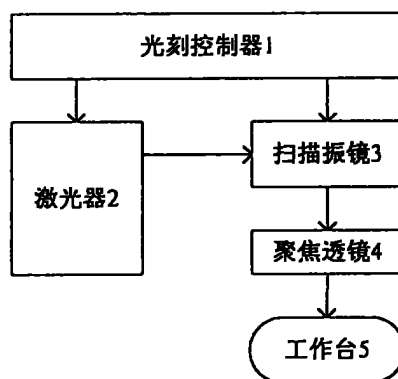
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

绿光调阻的聚焦透镜非线性像差校正的控制系统和方法

(57) 摘要

绿光调阻的聚焦透镜非线性像差校正的控制系统和方法, 本发明属于半导体器件的激光精细加工领域, 涉及绿色半导体激光器输出的脉冲激光束经过 $F\theta$ 聚焦透镜时, 产生非线性像差的补偿控制技术。控制系统由光刻控制器、激光器、扫描振镜、聚焦透镜、工作台等。各单元的连接关系: 激光器输出光送给扫描振镜, 光刻控制器控制激光器输出绿色激光和扫描振镜的偏转角, 经偏转后的激光再传送给聚焦透镜, 激光经过聚焦透镜后聚焦于工作台上。本发明的优点是, 采用非线性像差补偿校正算法, 根据非线性畸变量控制双振镜扫描角度, 补偿 $F\theta$ 聚焦透镜造成的非线性像差, 解决了激光调阻中因透镜像差造成的光刻定位不准的问题, 实现了小尺寸片阻的光刻精确定位控制。



1. 绿光调阻的聚焦透镜非线性像差校正的控制系统,其特征在于该控制系统包括光刻控制器(1)、激光器(2)、扫描振镜(3)、聚焦透镜(4)、工作台(5);

各单元的连接关系:激光器(2)输出光送给扫描振镜(3),光刻控制器(1)控制激光器输出绿色激光和扫描振镜(3)的偏转角,经偏转后的激光再传送给聚焦透镜(4),激光经过聚焦透镜(4)后聚焦于工作台(5)上。

所述光刻控制器(1)是该控制系统的核心处理器件,它既能控制激光器的频率、功率、出光、停光,还能控制扫描振镜转角进行激光定位,此外,还完成非线性像差数据的采集、计算、校正;

所述激光器(2)输出绿色激光,是激光光源;

所述扫描振镜(3)受控于光刻控制器(1),对绿色激光进行快速精确定位;

所述聚焦透镜(4)将绿色激光聚焦为高能量密度光斑,用于刻蚀被调电阻材料;

所述工作台(5)是激光刻蚀片式电阻的工作平面,是片式电阻的载体。

2. 绿光调阻的聚焦透镜非线性像差校正的控制系统的控制方法,其特征在于非线性像差数据采集,数据分析并对其进行校正算法设计,由校正算法的软件实现;采用校正控制方法后,可有效补偿因聚焦透镜带来的像差,实现绿色激光调阻的精确定位;具体方法如下:

(1) 首先,进行 $F\theta$ 聚焦透镜(4)非线性像差数据采集,在光刻定位系统中,振镜扫描转角与激光聚焦位置是两个重要的控制参数,二者之间存在对应关系,设定不同的振镜转角,采集绿光通过振镜后的聚焦点位置,得到多组绿光经过聚焦透镜后的转角与位置的数据对;

(2) 其次,对偏差数据组进行分析计算,构造非线性校正函数,并根据偏差数据的初始条件来确定函数中的系数;

(3) 然后,设计非线性校正函数的软件实现控制算法,把上述得到的非线性校正函数用计算机语言或所使用的控制器软件语言表现出来;

(4) 最后,将非线性控制方法应用于绿光调阻中,采用上述设计的非线性校正函数来控制扫描振镜的转角,测量激光在工作台面的聚焦位置,得到校正后的激光定位数据,验证应用校正控制方法后的激光定位精度是否满足期望值要求,若达到要求,则校正控制方法设计结束;若未达到要求,则重复上述内容,重新设计。

绿光调阻的聚焦透镜非线性像差校正的控制系统和方法

技术领域

[0001] 本发明属于半导体器件的激光精细加工领域,涉及绿色半导体激光器输出的脉冲激光束经过 F θ 聚焦透镜时,产生非线性像差的补偿控制技术,是一种小尺寸(0402 规格长宽为:950 μm ×480 μm)薄膜片阻(电阻导体厚度约 170 μm)的激光精确定位的非线性像差校正控制方法。

背景技术

[0002] 绿光调阻机是近年来快速发展的一种专业的薄膜片式电阻的阻值修调设备,它的调阻原理:采用高频绿色脉冲激光经 F θ 透镜后精确聚焦于工作台的片阻导体上,沿片阻导体的横截面和纵截面两个方向进行刻蚀,刻痕路径上相应的半导体材料化学键被高能量的绿色激光破坏断裂,并气化,改变了片阻导体的导电路径和导电面积,使电阻阻值增大,在激光刻蚀片阻的过程中,采用高精密快速电桥实时检测片阻的阻值变化,当片阻阻值达到要求的电阻精度时,激光修调电阻结束。绿光调阻机与红外调阻机的主要区别在于改变片式电阻阻值的原理不同:红外激光调阻是一种物理变化,是依靠热能使电阻导体材料气化改变阻值;绿光调阻是一种化学变化,是依靠激光热能破坏电阻导体材料的化学键改变阻值。从调阻的效果来看,绿光调阻比红外调阻的光刻切槽边缘更光滑、平整;阻值稳定性更好,基本上可以达到零温漂。所以,绿光调阻机是生产零温漂高端电阻的专业设备。绿色半导体激光器输出的脉冲激光束首先经过扩束、准直后,输入给用于精确控制激光定位的双振镜,然后再经过 F θ 透镜聚焦于工作台的片阻导体上。在绿光经过 F θ 聚焦透镜的过程中,由于 F θ 聚焦透镜造成的非线性像差,使激光的定位位置与期望值偏差较大,最大处有 135 μm 。与被调 0402 型号片阻的尺寸相比,该偏差几乎是片阻宽度的 30%,无法实现调阻光刻位置的控制。所以,对绿光经 F θ 透镜的非线性像差需要进行精确定位的补偿控制。

发明内容

[0003] 绿光调阻的聚焦透镜非线性像差校正的控制系统的结构如图 1 所示,由光刻控制器、激光器、扫描振镜、聚焦透镜、工作台等主要部分构成。

[0004] 各单元的连接关系:激光器输出光送给扫描振镜,光刻控制器控制激光器输出绿色激光和扫描振镜的偏转角,经偏转后的激光再传送给聚焦透镜,激光经过聚焦透镜后聚焦于工作台上。

[0005] 光刻控制器是该控制方法的核心处理器件,它既能控制激光器的频率、功率、出光、停光,还能控制扫描振镜转角进行激光定位,此外,还完成非线性像差数据的采集、计算、校正;激光器输出绿色激光,是激光光源;扫描振镜受控于光刻控制器,对绿色激光进行快速精确定位;聚焦透镜将绿色激光聚焦为高能量密度光斑,用于刻蚀被调电阻材料;工作台是激光刻蚀片式电阻的工作平面,是片式电阻的载体。

[0006] 绿光调阻的聚焦透镜非线性像差的校正控制方法的实现主要包括:非线性像差数据采集,数据分析并对其进行校正算法设计,校正算法的软件实现。采用校正控制方法后,

可有效补偿因聚焦透镜带来的像差,实现绿色激光调阻的精确定位。

[0007] 结合图 1,详细叙述如下:

[0008] (5) 首先,进行 $F\theta$ 聚焦透镜非线性像差数据采集,在光刻定位系统中,振镜扫描转角与激光聚焦位置是两个重要的控制参数,二者之间存在对应关系,如图 2。设定不同的振镜转角,采集绿光通过振镜后的聚焦点位置,得到多组绿光经过聚焦透镜后的转角与位置的数据对。

[0009] (6) 其次,对偏差数据组进行分析计算,构造非线性校正函数,并根据偏差数据的初始条件来确定函数中的系数。

[0010] (7) 然后,设计非线性校正函数的软件实现控制算法,把上述得到的非线性校正函数用计算机语言或所使用的控制器软件语言表现出来。

[0011] (8) 最后,将非线性控制方法应用于绿光调阻中,采用上述设计的非线性校正函数来控制扫描振镜的转角,测量激光在工作台面的聚焦位置,得到校正后的激光定位数据,验证应用校正控制方法后的激光定位精度是否满足期望值要求。若达到要求,则校正控制方法设计结束;若未达到要求,则重复上述内容,重新设计。

[0012] 本发明的优点和有益效果是,采用非线性像差补偿校正算法,根据非线性畸变量控制双振镜扫描角度,补偿 $F\theta$ 聚焦透镜造成的非线性像差,解决了激光调阻中因透镜像差造成的光刻定位不准的问题,实现了小尺寸片阻的光刻精确定位控制。

附图说明

[0013] 图 1,是聚焦透镜非线性像差校正控制系统结构示意图,由光刻控制器 1、激光器 2、扫描振镜 3、聚焦透镜 4、工作台 5 等主要部分构成。

[0014] 图 2,是扫描振镜转角与激光聚焦位置关系图,给出振镜转角 θ ,在工作台面上有激光聚焦位置与之相对应。

[0015] 图 3,是聚焦透镜非线性像差校正控制系统实施例电路原理框图,由 TMS2812 处理器 1、812T-Q 激光器 2、HSS-8006 扫描振镜 3、 $F\theta$ 聚焦透镜 4、工作台 5 等组成。

具体实施方式

[0016] 本发明的一个具体的实施案例如下:

[0017] 图 3,是聚焦透镜非线性像差校正控制方法实施例电路图,由 TMS2812 处理器 1、812T-Q 激光器 2、HSS-8006 扫描振镜 3、 $F\theta$ 聚焦透镜 4、工作台 5 等组成,其中 $F\theta$ 聚焦透镜的焦距 f 为 100mm。

[0018] 图 2,是扫描振镜转角与激光聚焦位置关系图,给出振镜转角 θ ,在工作台面上有激光聚焦位置与之相对应。通过扫描振镜转角 θ 与激光聚焦位置 x 的关系 ($x = 2f\theta$),可以获得透镜的非线性像差数据。具体如下:首先, TMS2812 处理器 1 控制 HSS-8006 扫描振镜 3 的转角处于转角位置 0 处,然后 TMS2812 处理器 1 控制 812T-Q 激光器 2 出光,对应地记录激光在工作平台上的聚焦位置 0;然后,等步长地重复控制 HSS-8006 扫描振镜 3 的转角在不同的转角位置处,控制 812T-Q 激光器 2 出光,对应记录激光在工作平台上的不同的聚焦位置值,这样,得到一组扫描振镜转角与激光定位位置的数据组。数据列表如下:

[0019]

振镜转角 (度)	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8
控制位置 (mm)	-27.93	-20.94	-13.96	-6.98	0	6.98	13.96	20.94	27.93
实际位置 (mm)	-27.928	-20.843	-13.823	-6.881	0	6.888	13.825	20.842	27.929

[0020] 根据上表的采集数据,进行数据分析,对上表进行差值计算,得到下表:

[0021]

振镜转角 (度)	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8
差值 (mm)	0.002	0.097	0.137	0.099	0	-0.092	-0.135	-0.098	-0.001

[0022] 采用差值计算与折线拟合的方法,构造非线性像差函数,如下:

$$[0023] \quad x = \begin{cases} 2 \times 100 \times \frac{\pi}{180} \theta + 0.135 \times (\frac{1}{16} \theta^2 - \frac{1}{2} \theta), \theta \geq 0 \\ 2 \times 100 \times \frac{\pi}{180} \theta - 0.135 \times (-\frac{1}{16} \theta^2 - \frac{1}{2} \theta), \theta < 0 \end{cases}$$

[0024] 对该函数求反函数,得到非线性像差的校正函数,如下:

$$[0025] \quad \theta = \begin{cases} \sqrt{118.52x + 202.85^2} - 202.85, x \geq 0 \\ \sqrt{118.52x + 210.85^2} - 210.85, x < 0 \end{cases}$$

[0026] 函数拟合方法有最小二乘法、插值法、分段折线法等。在构造像差函数时可任选一种,只要校正误差满足要求即可。

[0027] 在 TMS2812 处理器 1 中,运用该校正函数,进行绿光调阻定位控制实验,得到的校正后的数据如下:

[0028]

振镜转角 (度)	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8
校正角度 (度)	-8.001	-5.970	-3.961	-1.971	0	2.029	4.038	6.028	8.001
控制位置 (mm)	-27.93	-20.94	-13.96	-6.98	0	6.98	13.96	20.94	27.93
实际位置 (mm)	-27.932	-20.057	-13.94	-7.00	0	6.99	14.01	20.92	27.94
差值 (μm)	-2	-17	20	-20	0	10	14	-20	10

[0029] 采用上述的绿光调阻聚焦透镜非线性偏差校正控制方法,实现了绿光调阻的精确定位,定位偏差不超过 20μ 。

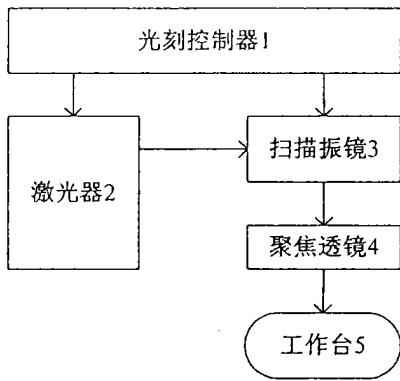


图 1

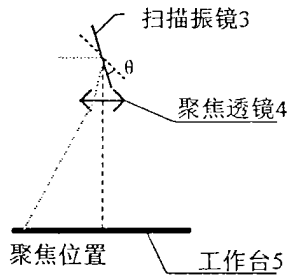


图 2

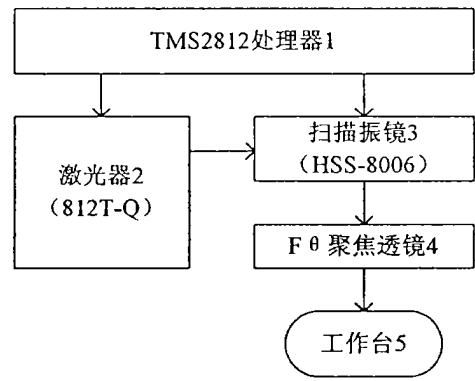


图 3