



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109940341 A
(43)申请公布日 2019.06.28

(21)申请号 201910287999.5

(22)申请日 2019.04.11

(71)申请人 北京理工大学

地址 100000 北京市海淀区中关村南大街5号

(72)发明人 周天丰 贺裕鹏 董晓彬 梁志强
刘志兵 焦黎 解丽静 王西彬

(74)专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569
代理人 张德才

(51) Int. Cl.

B23P 13/02(2006.01)

B81C 1/00(2006.01)

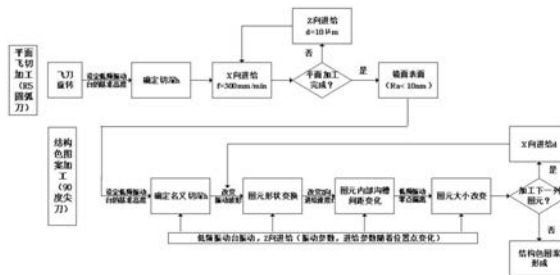
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法

(57)摘要

本发明公开了一种低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法,基于数控机床和低频振动台的加工装置,包括:一,工件装夹在低频振动台上,设定低频振动台的基准高度、切削深度、X向进给速度和Z向进给量,使飞刀旋转,对工件的表面进行超精密表面切平加工,保障其粗糙度小于10nm;二,得到平面飞切加工的工件后,将飞刀换成尖刀,重新设定低频振动台的基准高度、名义切削深度和X向进给量,启动刀盘主轴使尖刀高速旋转并沿Z向进给,并启动低频振动台,使工件在垂直于工件表面的Y向上按照设定振动波形低频率振动,振动周期完成会在工件表面上加工出一个结构色的几何图元,直接加工出的微沟槽形成的结构色图案质量和效果好,操作简单且加工效率高。



CN 109940341 A

1. 一种低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法,其特征在于:基于数控机床和低频振动台的加工装置,包括平面飞切加工和结构色图案加工两个步骤,具体为:

步骤一,工件装夹在低频振动台上,设定低频振动台的基准高度、切削深度、X向进给速度和Z向进给量,启动刀盘主轴,使飞刀旋转,对工件的表面进行超精密表面切平加工,保障工件表面的粗糙度在10nm以内;

步骤二,得到平面飞切加工过的工件后,切换刀具,将飞刀换成尖刀,重新设定低频振动台的基准高度、名义切削深度和X向进给量,启动刀盘主轴使尖刀高速旋转并沿Z向进给,同时启动低频振动台,使工件在垂直于工件表面的Y向上按照设定振动波形低频率振动,低频振动台完成一个振动周期,在工件表面上会加工出一个结构色的几何图元。

2. 根据权利要求1所述的低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法,其特征在于:所述飞刀为刀尖半径为2-20mm的圆弧刀具,所述尖刀为90度尖刀、梯形刀、方形刀或三角形刀。

3. 根据权利要求1所述的低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法,其特征在于:所述步骤一中所述X向进给速度为300mm/min,所述Z向进给量为10 μ m,刀盘主轴的转速为3000r/min。

4. 根据权利要求1所述的低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法,其特征在于:所述步骤二中所述Z向进给速度为0.9-2.4mm/min,所述名义切削深度为0.2-2 μ m,改变所述Z向进给速度能够改变所述几何图元中纳米级微沟槽的间距,所述纳米级微沟槽的深度由中间向两端逐渐变小。

5. 根据权利要求1所述的低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法,其特征在于:所述低频振动台低频振动的频率小于10Hz,振幅为0.5 μ m。

6. 根据权利要求1所述的低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法,其特征在于:所述步骤二中所述振动波形为简谐波、三角波或者锯齿波中的一种,改变所述振动波形能够改变所述几何图元的形状。

7. 根据权利要求1所述的低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法,其特征在于:改变低频振动台低频振动的零点偏离量能够改变所述几何图元的大小。

8. 根据权利要求1所述的低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法,其特征在于:还包括步骤三,通过编制数控机床的程序,控制尖刀的运行轨迹,完成一系列或多列的结构色几何图元,所述几何图元拼接形成结构色图案。

9. 根据权利要求1所述的低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法,其特征在于:所述步骤二中的所述尖刀为单点金刚石刀具,且所述尖刀的切削轨迹为弧线形。

一种低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及结构色加工方法的技术领域,特别是涉及一种低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法。

背景技术

[0002] 在自然界中,很多生物的外壳、表皮因为存在着微纳结构,在无任何色素涂覆时仅在自然光照下就能呈现出特定的颜色,这种由于微纳结构与入射光相互作用而引起的反射、散射、干涉等光学现象产生的颜色被称为结构色。近年来由于颜色鲜艳不易褪色、低污染等优点,关于结构色的研究逐渐受到重视。将结构色运用到特定图案的构成一直是研究的热点和难点,首先是纳米尺度微纳结构的制造通常无法同时满足高质量和高效率的问题,其次是如何用微纳结构拼成一个规则的图案。

[0003] 在结构色图案的生成方面,常用的技术是飞秒激光加工技术。飞秒激光只有几飞秒到几百飞秒的宽度,但是其峰值功率很高,通过物镜聚焦后功率密度更大。当聚焦后的高能量的飞秒激光作用在材料表面时会瞬间去除光斑处的材料。当飞秒激光的斑点足够小时,就可以加工出微纳结构。配合三维位移平台,飞秒加工可以实现特定图案的微纳结构阵列,这些图案与光之间的相互作用也会出现结构色。通过改变光斑的大小以控制微结构的尺寸,进而加工出的图案不同区域与光相互作用显示不同的颜色。

[0004] 飞秒激光加工微纳结构,其光斑形貌为椭球形,纵向的分辨率小于横向的分辨率,加工过程中存在着微爆炸等现象导致表面质量差,加工出的结构色图案显示效果不好。提高加工质量需要经过退火或者化学腐蚀,但工艺太过繁琐。此外,飞秒激光加工微纳结构阵列时是通过逐点串行进行的,在加工大面积的微结构时效率不高,能量消耗大且造价昂贵。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法,以解决上述现有技术存在的问题,使直接加工出的微沟槽质量好,形成结构色图案的显色效果好,操作简单且加工效率高。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0007] 本发明提供了一种低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法,基于数控机床和低频振动台的加工装置,包括平面飞切加工和结构色图案加工两个步骤,具体为:

[0008] 步骤一,工件装夹在低频振动台上,设定低频振动台的基准高度、切削深度、X向进给速度和Z向进给量,启动刀盘主轴,使飞刀旋转,对工件的表面进行超精密表面切平加工,保障工件表面的粗糙度在10nm以内;

[0009] 步骤二,得到平面飞切加工过的工件后,切换刀具,将飞刀换成尖刀,重新设定低频振动台的基准高度、名义切削深度和X向进给量,启动刀盘主轴使尖刀高速旋转并沿Z向进给,同时启动低频振动台,使工件在垂直于工件表面的Y向上按照设定振动波形低频率振动,低频振动台完成一个振动周期,在工件表面上会加工出一个结构色的几何图元。

[0010] 优选的,所述飞刀为刀尖半径为2-20mm的圆弧刀具,所述尖刀为90度尖刀、梯形刀、方形刀或三角形刀。

[0011] 优选的,所述步骤一中所述X向进给速度为300mm/min,所述Z向进给量为10 μ m,刀盘主轴的转速为3000r/min。

[0012] 优选的,所述步骤二中所述Z向进给速度为0.9-2.4mm/min,所述名义切削深度为0.2-2 μ m,改变所述Z向进给速度能够改变所述几何图元中纳米级微沟槽的间距,所述纳米级微沟槽的深度由中间向两端逐渐变小。

[0013] 优选的,所述低频振动台低频振动的频率小于10Hz,振幅为0.5 μ m。

[0014] 优选的,所述步骤二中所述振动波形为简谐波、三角波或者锯齿波中的一种,改变所述振动波形能够改变所述几何图元的形状。

[0015] 优选的,改变低频振动台低频振动的零点偏离量能够改变所述几何图元的大小。

[0016] 优选的,还包括步骤三,通过编制数控机床的程序,控制尖刀的运行轨迹,完成一列或多列的结构色几何图元,所述几何图元拼接形成结构色图案。

[0017] 优选的,所述步骤二中的所述尖刀为单点金刚石刀具,且所述尖刀的切削轨迹为弧线形。

[0018] 本发明相对于现有技术取得了以下技术效果:

[0019] 本发明的低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法,所加工的几何图元的形状通过改变低频振动的波形来调控,大小通过控制切削深度来控制,颜色通过改变轴向进给速度进而控制纳米结构来控制,能直接加工出高质量的微沟槽,形成结构色图案显色效果好,操作简单,加工效率高。对于大面积的多彩色图案可以通过控走刀和加工参数达到加工要求,对于复杂形状通过数控编程可以实现高效高质量加工,且此方法属于机械加工技术,在能耗方面相对于其他方法会大大减小。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0021] 图1为本发明低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法的工艺流程图;

[0022] 图2为本发明低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法的结构示意图;

[0023] 图3为本发明中单个结构色的几何图元内部结构示意图;

[0024] 图4为本发明单个结构色的几何图元外观示意图;

[0025] 其中:1-工件,2-尖刀,3-几何图元。

具体实施方式

[0026] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有付出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0027] 本发明的目的是提供一种低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法,以解决现有技术存在的问题,使直接加工出的微沟槽质量好,形成结构色图案的显色效果好,操作简单且加工效率高。

[0028] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0029] 如图1至图4所示:本实施例提供了一种低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法,基于数控机床和低频振动台的加工装置,包括平面飞切加工和结构色图案加工两个步骤,具体为:

[0030] 步骤一,工件1装夹在低频振动台上,设定低频振动台的基准高度、切削深度、X向进给速度和Z向进给量,启动刀盘主轴,使飞刀旋转,对工件1的表面进行超精密表面切平加工,保障工件1表面的粗糙度在10nm以内。其中,步骤一中X向进给速度为300mm/min,Z向进给量为10 μ m,刀盘主轴的转速为3000r/min。

[0031] 步骤二,得到平面飞切加工过的工件1后,切换刀具,将飞刀换成尖刀2,重新设定低频振动台的基准高度、名义切削深度和X向进给量,启动刀盘主轴使尖刀2高速旋转并沿Z向进给,同时启动低频振动台,使工件1在垂直于工件1表面的Y向上按照设定振动波形低频率振动,低频振动台完成一个振动周期,在工件1表面上会加工出一个结构色的几何图元3。

[0032] 飞刀为刀尖半径为2-20mm的圆弧刀具,尖刀2为90度尖刀、梯形刀、方形刀或三角形刀。步骤二中的尖刀2为单点金刚石刀具,且尖刀2的切削轨迹为弧线形。

[0033] 步骤二中Z向进给速度为0.9-2.4mm/min,名义切削深度为0.2-2 μ m,改变Z向进给速度能够改变几何图元3中纳米级微沟槽的间距,纳米级微沟槽的深度由中间向两端逐渐变小。低频振动台低频振动的频率小于10Hz,振幅为0.5 μ m。步骤二中振动波形为简谐波、三角波或者锯齿波中的一种,改变振动波形能够改变几何图元3的形状。单个结构色的几何图元3是由一系列不同深度、不同长度的微沟槽邻接组成的,几何图元3的形状由低频振动台振动的波形决定的,其中,简谐波对应的几何图元3形状是椭圆,三角波对应的几何图元3形状是菱形,锯齿波对应的几何图元3形状是双曲面的一支。

[0034] 改变低频振动台低频振动的零点偏离量能够改变几何图元3的大小。波形振动的零点:一般的简谐波(正弦波、三角波等),都是围绕一个平衡位置震荡产生的,零点就是数学上的平衡位置(波峰线和波谷线的中间位置)。在机械加工过程中的零点位置就是步骤2中名义切削深度设置后工件高度所处的位置。当零点偏移一定的量后,刀具相对工件的振动波形在材料内部也会偏移,几何图元的大小就会随之变化。

[0035] 还包括步骤三,通过编制数控机床的程序,控制尖刀2的运行轨迹,完成一系列或多列的结构色几何图元3,几何图元3拼接形成结构色图案。几何图元3内部相邻沟槽之间的间距通过改变轴向进给速度调控,为构成结构色需将其调整在亚微米尺度,不同的间距范围内对应着不同颜色的结构色。

[0036] 本实施例的一种低频振动辅助飞切加工结构色图案的方法,是基于机械加工原理以及数控机床和低频振动台的加工装置的,所用的尖刀2是单点金刚石刀具,结构色图案由若干个的几何图元3构成,几何图元3是由一系列不同深度和长度的微沟槽并排叠加而成的。而单个微沟槽是尖刀2在一次旋转过程时生成的弧形槽,微沟槽的截面形状与尖刀2的尖端保持一致,一次走刀就能形成一系列结构色几何图元3。本实施例提出利用低频振动台辅

助飞刀切削加工结构色图案的方法,通过改变振动波形来调控加工出不同的结构色图形;通过控制Z向进给速度控制微沟槽的间距,进而调控结构色的颜色变化,形成的微沟槽的表面质量高,加工效率高。

[0037] 本说明书中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

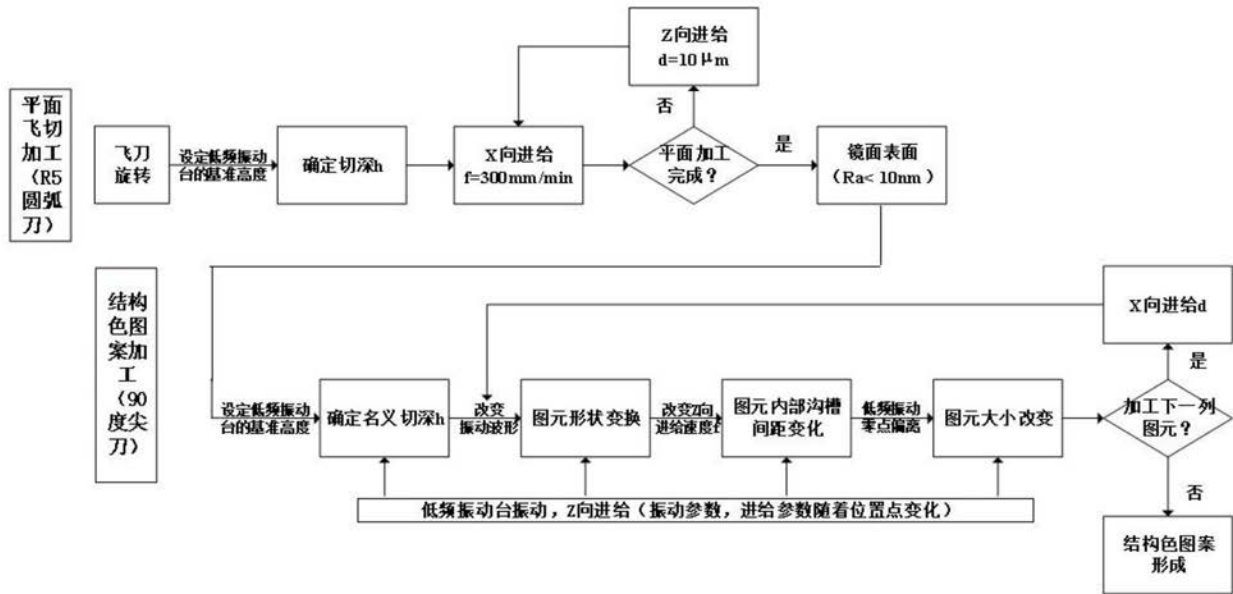


图1

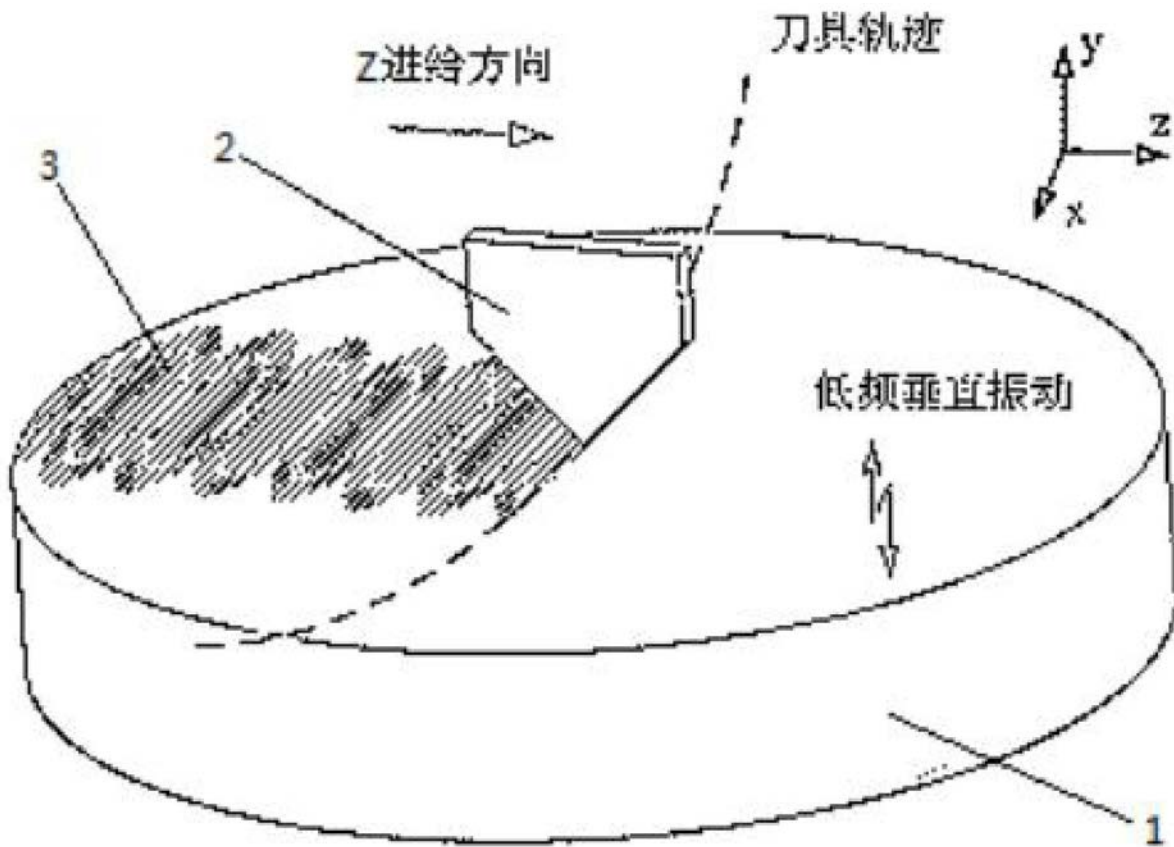


图2

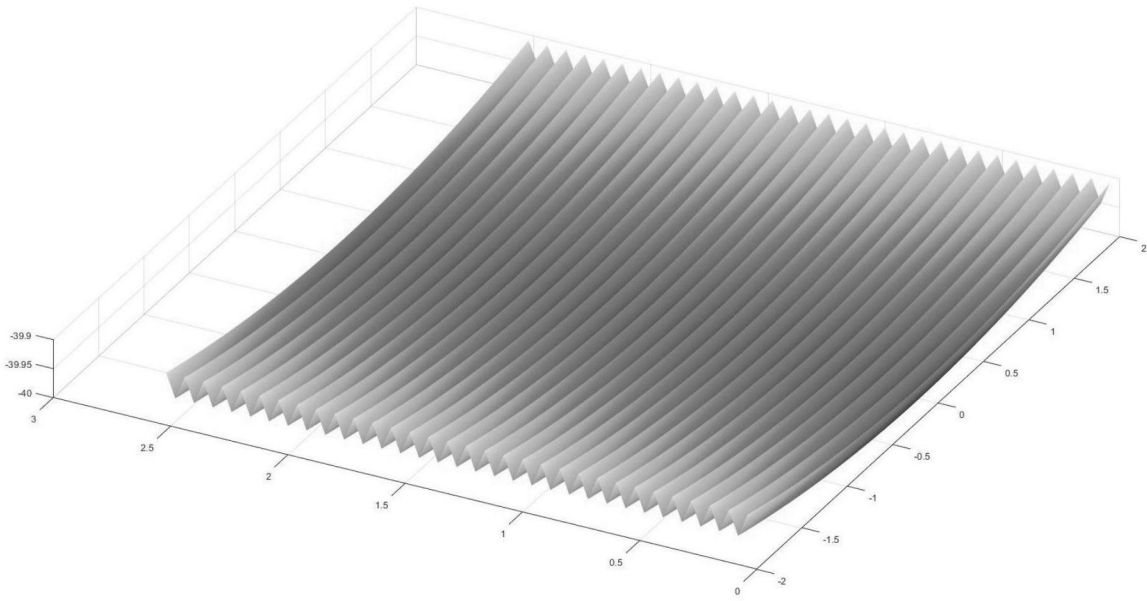


图3

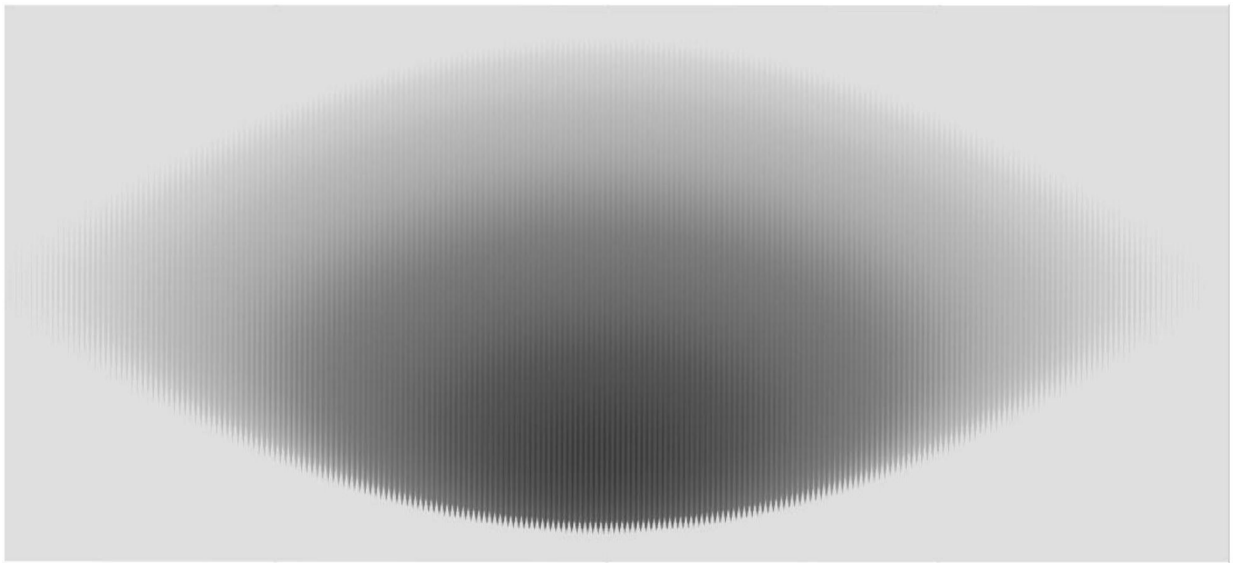


图4