



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108508596 B

(45) 授权公告日 2020.11.24

(21) 申请号 201710111779.8

G03B 21/20 (2006.01)

(22) 申请日 2017.02.28

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 105372818 A, 2016.03.02

申请公布号 CN 108508596 A

CN 102080805 A, 2011.06.01

(43) 申请公布日 2018.09.07

CN 104680573 A, 2015.06.03

(73) 专利权人 香港理工大学

CN 1975743 A, 2007.06.06

地址 中国香港九龙红磡理工大学陈鲍雪莹
楼10楼1009室

US 2012221300 A1, 2012.08.30

审查员 胡雅婷

(72) 发明人 杜雪 王文奎 王波 张家俊
王海涛

(74) 专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司
72003

代理人 聂慧荃 郑特强

(51) Int. Cl.

G02B 27/00 (2006.01)

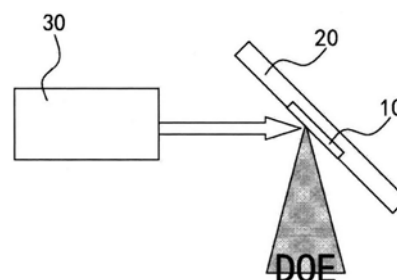
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

自由曲面型二元光学元件及其设计、制作方法及自由曲面型二元光学投影系统

(57) 摘要

本发明公开了一种自由曲面型二元光学元件及其设计、制作方法及自由曲面型二元光学投影系统。本发明的设计方法包括以下步骤：形成一原始文件，该原始文件包含原始图案；将原始文件进行网格化分，形成原始文件阵列面；显示图案在一显示区域内显示，将显示区域进行与原始文件相同的网格化分，形成显示区域阵列面；将一虚拟面进行与原始文件相同的网格化分，形成虚拟阵列面；调整虚拟阵列面对应于第一颜色的平面的角度，使得显示区域的显示图案与原始文件中的原始图案对应；利用调整角度后的虚拟阵列面中的各个平面，形成自由曲面。



1. 一种自由曲面型二元光学元件的设计方法,所述自由曲面型二元光学元件包含一连续的自由曲面,所述自由曲面在一光源产生的光的照射下,能使一原始图案形成一显示图案,其特征在于,所述自由曲面的设计包括以下步骤:

形成一原始文件,该原始文件包含所述原始图案,且所述原始图案为第一颜色,所述原始文件中除所述原始图案的其他部分为第二颜色;

将所述原始文件进行网格化分,形成原始文件阵列面,所述原始文件阵列面包括对应于第一颜色的平面和对应于第二颜色的平面;

所述显示图案在一显示区域内显示,将所述显示区域进行与所述原始文件相同的网格化分,形成显示区域阵列面,所述显示区域阵列面包括对应于第一颜色的平面和对应于第二颜色的平面;

将一虚拟面进行与所述原始文件相同的网格化分,形成虚拟阵列面,所述虚拟阵列面包括对应于第一颜色的平面和对应于第二颜色的平面;

调整所述虚拟阵列面中对应于第一颜色的平面的角度,使得所述显示区域的显示图案与所述原始文件中的原始图案对应;

利用调整角度后的所述虚拟阵列面中的各个平面,形成所述自由曲面。

2. 如权利要求1所述的自由曲面型二元光学元件的设计方法,其特征在于,还包括以下步骤:

调整所述虚拟阵列面中对应于第二颜色的平面的角度,使得这些平面接收的光源能量集中而均匀地分布到所述显示区域的对应于第一颜色的平面上。

3. 如权利要求1所述的自由曲面型二元光学元件的设计方法,其特征在于,采用插值法、数据拟和法、点云拼接法、三次样条插值法、多项式插值法或者非均匀B样条法将所述虚拟阵列面中的各个平面拼接形成所述自由曲面。

4. 一种自由曲面型二元光学元件的制作方法,其特征在于,所述制作方法包括以下步骤:

提供一基体;

在所述基体的一表面加工形成一自由曲面,所述自由曲面是由如权利要求1-3任一项所述的自由曲面型二元光学元件的设计方法获得的自由曲面,在一光源产生的光的照射下,所述自由曲面型二元光学元件能使一原始图案形成一显示图案。

5. 如权利要求4所述的自由曲面型二元光学元件的制作方法,其特征在于,所述自由曲面由单点金刚石加工设备加工形成。

6. 一种自由曲面型二元光学元件,其特征在于,包括一基体,所述基体的一表面为自由曲面,所述自由曲面是由如权利要求1-3任一项所述的自由曲面型二元光学元件的设计方法获得的自由曲面,在一光源产生的光的照射下,所述自由曲面型二元光学元件能使一原始图案形成一显示图案。

7. 如权利要求6所述的自由曲面型二元光学元件,其特征在于,所述基体是一厚度呈0.5~2毫米的透明片状或者由不透明材料制成的块状。

8. 如权利要求6所述的自由曲面型二元光学元件,其特征在于,所述基体由不透明材料制成,所述自由曲面为光学反射面。

9. 如权利要求8所述的自由曲面型二元光学元件,其特征在于,所述基体由铜、镍铜、

铝、铝合金或者不锈钢材料制成。

10. 如权利要求6所述的自由曲面型二元光学元件,其特征在于,所述基体由透明材料经注塑成型,所述基体的自由曲面镀有反射膜。

11. 如权利要求10所述的自由曲面型二元光学元件,其特征在于,所述反射膜是铝膜或者银膜。

12. 一种自由曲面型二元光学投影系统,用于将一原始图案生成一显示图案,其特征在于,所述自由曲面型二元光学投影系统包括:

自由曲面型二元光学元件,其是如权利要求6-8任一项所述的自由曲面型二元光学元件;

光源,所述自由曲面在所述光源产生的光的照射下,能形成所述显示图案。

13. 如权利要求12所述的自由曲面型二元光学投影系统,其特征在于,所述自由曲面型二元光学投影系统还包括支架,所述自由曲面型二元光学元件安装于所述支架上。

14. 如权利要求12所述的自由曲面型二元光学投影系统,其特征在于,所述光源是半导体激光光源或者是固体激光光源或者气体激光光源或者LED光源;和/或所述光源能产生红色、绿色或者蓝色激光。

15. 如权利要求12所述的自由曲面型二元光学投影系统,其特征在于,所述自由曲面型二元光学元件是反射式二元光学元件,所述光源产生的光的入射角与反射面法线之间的夹角为20-50度;或者所述自由曲面型二元光学元件是透射式二元光学元件,所述光源产生的光的入射角与透射面法线之间的夹角为0-40度。

自由曲面型二元光学元件及其设计、制作方法及自由曲面型二元光学投影系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种二元光学元件及其设计方法、制作方法以及自由曲面型二元光学投影系统。

背景技术

[0002] 由于具有二元光学结构的产品在各种领域具有不同的应用,为产品改进或者技术革新带来了新的突破,目前对具有二元光学结构的产品需求越来越日益增多,各高校、研究所等单位对具有二元光学结构的样品的需求也呈快速增长趋势。

[0003] 传统的二元光学结构为形成于一表面上的若干个离散的阶梯面,传统制作二元光学结构的方法主要是光刻方法,此外也有化学方法、飞秒激光方法、离子束方法等。基于这些传统的制作工艺,目前的二元光学结构的材料通常是石英或玻璃,材料选择局限较大。

[0004] 总体来说,这些方法要么周期长,产能低;要么成本高,致使二元光学结构的价格昂贵,因此上述各种制作二元光学结构的方法,限于制作成本或者制作周期的原因,难以满足一般的产品需求。

[0005] 在背景技术部分公开的上述信息仅用于加强对本公开的背景的理解,因此它可以包括不构成对本领域普通技术人员已知的现有技术的信息。

发明内容

[0006] 为解决以上现有技术的问题,本发明的一个目的在于提供一种二元光学结构为自由曲面的自由曲面型二元光学元件的设计方法;

[0007] 本发明的另一个目的在于提供一种能用单点金刚石加工设备进行加工的自由曲面型二元光学元件的及其制作方法;

[0008] 本发明的再一个目的在于提供一种包含有本发明的自由曲面型二元光学元件的自由曲面型二元光学投影系统。

[0009] 根据本发明的一个方面,一种自由曲面型二元光学元件的设计方法,所述自由曲面型二元光学元件包含一连续的自由曲面,所述自由曲面在一光源产生的光的照射下,能使一原始图案形成一显示图案,其特征在于,所述自由曲面的形成包括以下步骤:

[0010] 形成一原始文件,该原始文件包含所述原始图案,且所述原始图案为第一颜色,所述原始文件中除所述原始图案的其他部分为第二颜色;

[0011] 将所述原始文件进行网格化分,形成原始文件阵列面,所述原始文件阵列面包括对应于第一颜色的平面和对应于第二颜色的平面;

[0012] 所述显示图案在一显示区域内显示,将所述显示区域进行与所述原始文件相同的网格化分,形成显示区域阵列面,所述显示区域阵列面包括对应于第一颜色的平面和对应于第二颜色的平面;

[0013] 将一虚拟面进行与所述原始文件相同的网格化分,形成虚拟阵列面,所述虚拟阵

列面包括对应于第一颜色的平面和对应于第二颜色的平面；

[0014] 调整所述虚拟阵列面中对应于第一颜色的平面的角度,使得所述显示区域的显示图案与所述原始文件中的原始图案对应；

[0015] 利用调整角度后的所述虚拟阵列面中的各个平面,形成所述自由曲面。

[0016] 根据本发明的另一个方面,一种自由曲面型二元光学元件的制作方法,其包括以下步骤:

[0017] 提供一基体;

[0018] 在所述基体的一表面加工形成一自由曲面,所述自由曲面是本发明所述的自由曲面型二元光学元件的设计方法获得的自由曲面,在一光源产生的光的照射下,所述自由曲面型二元光学元件能使一原始图案形成一显示图案。

[0019] 根据本发明的另一个方面,一种自由曲面型二元光学元件,包括一基体,所述基体的一表面为自由曲面,所述自由曲面是由本发明所述的自由曲面型二元光学元件的设计方法获得的自由曲面,在一光源产生的光的照射下,所述自由曲面型二元光学元件能使一原始图案形成一显示图案。

[0020] 根据本发明的另一个方面,一种自由曲面型二元光学投影系统,用于将一原始图案生成一显示图案,所述自由曲面型二元光学投影系统包括如本发明所述的自由曲面型二元光学元件和光源,所述自由曲面在所述光源产生的光的照射下,能形成所述显示图案。

[0021] 由上述技术方案可知,本发明的优点和有益技术效果在于:

[0022] 本发明提供的自由曲面型二元光学元件的设计方法,分别将包含原始图案的原始文件、包含显示图案的显示区域以及虚拟面进行相同规格的网格化,通过原始图案阵列面数据、显示图案阵列面数据找出对应的虚拟面阵列面数据,并依此进一步形成自由曲面,由此可见该自由曲面作为原始图案与显示图案之间的传递桥梁,具有二元光学结构特性,能将一原始图案在另一位置再现,因此本发明设计的连续的自由曲面是传统的离散型阶梯面矩阵的补充,丰富了二元光学元件的设计路径。

[0023] 本发明的自由曲面型二元光学元件的及其制作方法中,由于基体的二元光学结构部分是自由曲面,因此在制作、选材方面有较大的扩展,既可以选用不透明的多种金属材料,也可选用透明的塑料材料等,在制作工艺上既可以使用单点金刚石加工设备进行加工,也可以使用超精密注塑成型工艺大批量生产。由于在选材料和制作工艺上具有更大的选择空间,故能够方便快捷地形成自由曲面型二元光学元件的产品,有利于缩短制作周期,降低成本。

[0024] 本发明自由曲面型二元光学投影系统包括自由曲面型二元光学元件和光源,由于自由曲面型二元光学元件既可以是透射式的,也可以是反射式的,因此自由曲面型二元光学投影系统也可以反射式的,也就是说,显示图案与光源可以位于自由曲面型二元光学元件的同一侧。在一些不适于安装透射式投影系统的场合,本发明的自由曲面型二元光学投影系统可以得到较充分的应用。

附图说明

[0025] 图1是本发明自由曲面型二元光学投影系统一实施方式的结构示意图;

[0026] 图2是本发明自由曲面型二元光学投影系统另一实施方式的结构示意图;

- [0027] 图3是本发明自由曲面型二元光学元件设计方法中使用的一原始文件的示意图；
- [0028] 图4是将原始文件网格化后的示意图；
- [0029] 图5以部分图案为例的原始图案DOE、显示图案DOE以及虚拟面之间的对应关系；
- [0030] 图6是本发明的自由曲面型二元光学元件设计方法形成的自由曲面示意图。

具体实施方式

[0031] 现在将参考附图更全面地描述示例实施方式。然而，示例实施方式能够以多种形式实施，且不应被理解为限于在此阐述的实施方式；相反，提供这些实施方式使得本公开将全面和完整，并将示例实施方式的构思全面地传达给本领域的技术人员。图中相同的附图标记表示相同或类似的结构，因而将省略它们的详细描述。

[0032] 本发明中所述的图案包含文字、数字、字母、图形，等等。

[0033] 自由曲面型二元光学投影系统

[0034] 参见图1和图2，本发明自由曲面型二元光学投影系统包括支架20、自由曲面型二元光学元件和光源30。

[0035] 自由曲面型二元光学元件能安装于支架20上。在一些实施方式中，例如在自由曲面型二元光学元件具有足够强度情况下，也可以省略支架20。

[0036] 光源例如激光光源30，能产生一激光，自由曲面在激光的照射下，能形成一个显示图案在另一位置显示，该显示图案与原始图案有一定的对应关系。激光光源30可以是半导体激光光源或者是固体激光光源或者气体激光光源；激光光源30可以产生红色、绿色或者蓝色激光，视需要而定。当然本发明并不限于激光光源30，其他光源如LED光源同样适用于本发明。该实施方式中以激光光源30为例进行说明。

[0037] 当自由曲面型二元光学元件是反射式二元光学元件时，激光的入射角与反射面法线之间的夹角范围可以在20-50度之间例如25度、30度、35度、40度、45度等；当自由曲面型二元光学元件是透射式二元光学元件时，激光的入射角与透射面法线之间的夹角范围可以在0-40度之间例如5度、10度、20度、30度、35度。

[0038] 自由曲面型二元光学元件是本发明自由曲面型二元光学投影系统的核心元件，下面在自由曲面型二元光学元件实施方式中详细介绍。

[0039] 自由曲面型二元光学元件

[0040] 参见图1，本发明自由曲面型二元光学元件一实施方式，包括一基体10，基体10可以具有相对的两个面，其中一个面可以是平面或其他形状的面，另一表面为连续的自由曲面。

[0041] 基体10可以呈片状，厚度可以在0.5~2毫米范围内，例如1毫米、1.5毫米等。片状的基体10可以由透明材料制成，例如由塑料类材料经注塑工艺成型，这时本发明自由曲面型二元光学元件可以用作透射式光学元件。此外，在透明基体10的自由曲面上还可以设置一反射膜，例如通过电镀工艺镀一层铝膜或者银膜，则本发明自由曲面型二元光学元件又可以用作反射式光学元件。

[0042] 本发明中，基体10的形状不限于片状，特别是用作反射式光学元件时，基体10可以呈块状。基体10可以由不透明材料例如铜、镍铜、铝、铝合金或者不锈钢等材料制成，此时可以直接将基体10的自由曲面加工成光学反射面，从而非常方便地形成反射式光学元件。

[0043] 本发明自由曲面型二元光学元件中,基体10的自由曲面具有二元光学特征,在一光源30产生的光的照射下,自由曲面型二元光学元件能使一原始图案形成一显示图案。

[0044] 关于本发明自由曲面型二元光学元件的基体10的自由曲面的设计将在下面设计方法实施方式中详细介绍。

[0045] 自由曲面型二元光学元件的设计方法

[0046] 参见图3,本发明自由曲面型二元光学元件的设计方法一实施方式,自由曲面型二元光学元件包含的自由曲面在一激光照射下,能使一原始图案形成一显示图案,显示图案的具体形状、组成是根据用户的需求确定的,例如如图1所示,显示图案可以是“DOE”字母图案;再例如,如图2所示,显示图案也可以是五角星图案。其中自由曲面的设计包括以下步骤:

[0047] 形成一原始文件,比如可以用windows的画图软件Mspaint或者Photoshop生成,该原始文件包含原始图案DOE,且原始图案DOE为第一颜色例如黑色,原始文件中除原始图案DOE之外的其他部分为第二颜色例如白色,也就是原始图案DOE是黑色,背景是白色,当然第一、二颜色并非限于黑白,其他颜色也是可行的;原始文件的像素例如是200pixel x 200 pixel,大小可以是42.4 x 42.4mm。

[0048] 参见图4,图4是将原始文件网格化后的示意图。将原始文件进行网格化分,例如化分成200x200份,200行可以表述为R1~R200, (R代表行,即Row的头字母) 这样,200列可以表述为C1~C200 (C代表列,即Column的头字母),从而形成200x200阵列的原始文件阵列面,原始文件阵列面包括对应于黑色原始图案DOE的若干个平面和对应于白色背景的若干个平面。

[0049] 设定显示图案在一显示区域显示,显示区域依据用户需求而定,例如可以是40 x 40mm,用同样的方法对显示图案所在的显示区域内进行200x200的网格化分从而形成200x200阵列的显示区域阵列面,显示区域阵列面包括对应于黑色原始图案DOE的若干个平面和对应于白色背景的若干个平面。

[0050] 用同样的方法将一例如尺寸为1 x 1mm的虚拟面(后续将形成自由曲面)进行进行200x200的网格化分从而形成200x200阵列的虚拟阵列面,虚拟阵列面包括对应于黑色原始图案DOE的若干个平面和对应于白色背景的若干个平面。

[0051] 调整虚拟阵列面中对应于黑色原始图案DOE的各个平面的角度,使得显示区域的显示图案与原始文件中的原始图案DOE充分对应。

[0052] 利用调整角度后的虚拟阵列面中的各个平面,形成自由曲面,如图6所示。其中,可以采用插值法、数据拟和法、点云拼接法、Cubic 8插值拟和法、三次样条插值法、多项式插值法或者非均匀B样条法将虚拟阵列面中的各个平面拼接形成连续的自由曲面。

[0053] 参见图5,图5以部分图案为例的原始图案DOE、显示图案DOE以及虚拟面之间的对应关系。如图5所示,原始图案DOE中的“D”的第一笔“|”占用的网格是由R73C26、R73C32、R131C26、R131C32包围的面积,共占用406个像素,原始文件用X来表示。这406个像素的光的能量要经过虚拟面(用Y来表示)投影到显示区域(用Z来表示)。虚拟面上也具有200x200阵列的小平面,例如其中的R73C26这个像素点在虚拟面(Y)上对应一个平面例如如R73C26点。把光线反射或者透射到显示区域,对应的R73C26面,这样,在Y中,即我们要设计的自由曲面的对应处的小平面,就会有相应的角度。依次类推,就可以确定出Y这个1mm x 1mm区域的所

有小面的角度。利用将这些有角度的平面即可生成对应于“|”的自由曲面。

[0054] 进一步地,本发明的自由曲面型二元光学元件的设计方法还包括以下步骤:

[0055] 调整虚拟阵列面中对应于第二颜色的平面的角度,使得这些平面接收的光源30能量集中而均匀地分布到显示区域的对应于第一颜色的平面上,这样获得的显示图案会更加清晰锐利。

[0056] 自由曲面型二元光学元件的制作方法

[0057] 本发明的自由曲面型二元光学元件的制作方法,包括以下步骤:

[0058] 提供一基体10;

[0059] 在基体10的一表面加工形成一自由曲面,自由曲面是根据前述的自由曲面型二元光学元件的设计方法获得的自由曲面,在一激光照射下,自由曲面型二元光学元件能使一原始图案形成一显示图案。

[0060] 在一实施方式中自由曲面的加工可以由单点金刚石加工设备加工形成;在其他实施方式中,自由曲面也可以由精密注塑工艺形成。

[0061] 虽然本说明书中使用相对性的用语,例如“上”“下”来描述图标的一个组件对于另一组件的相对关系,但是这些术语用于本说明书中仅出于方便,例如根据附图中的示例的方向。能理解的是,如果将图标的装置翻转使其上下颠倒,则所叙述在“上”的组件将会成为在“下”的组件。当某结构在其它结构“上”时,有可能是指某结构一体形成于其它结构上,或指某结构“直接”设置在其它结构上,或指某结构通过另一结构“间接”设置在其它结构上。用语“第一”、“第二”和“第三”等仅作为标记使用,不是对其对象的数量限制。

[0062] 本权利要求书中,用语“一个”、“一”、“”和“至少一个”用以表示存在一个或多个要素/组成部分/等;用语“包含”、“包括”和“具有”用以表示开放式的包括在内的意思并且是指除了列出的要素/组成部分/等之外还可存在另外的要素/组成部分/等。

[0063] 应可理解的是,本发明不将其应用限制到本说明书提出的部件的详细结构和布置方式。本发明能够具有其他实施方式,并且能够以多种方式实现并且执行。前述变形形式和修改形式落在本发明的范围内。应可理解的是,本说明书公开和限定的本发明延伸到文中和/或附图中提到或明显的两个或两个以上单独特征的所有可替代组合。所有这些不同的组合构成本发明的多个可替代方面。本说明书的实施方式说明了已知用于实现本发明的最佳方式,并且将使本领域技术人员能够利用本发明。

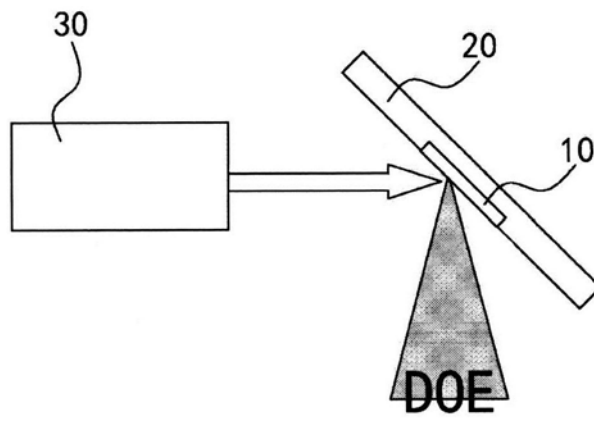


图1

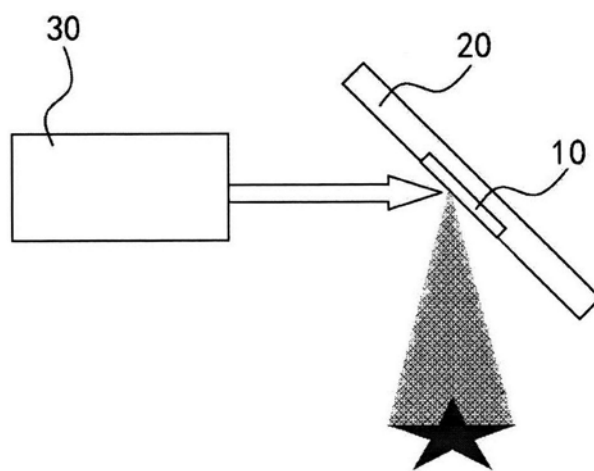


图2



图3

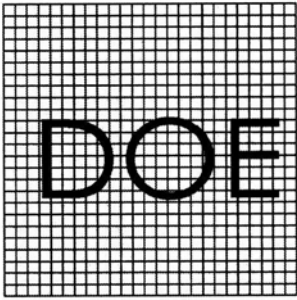


图4

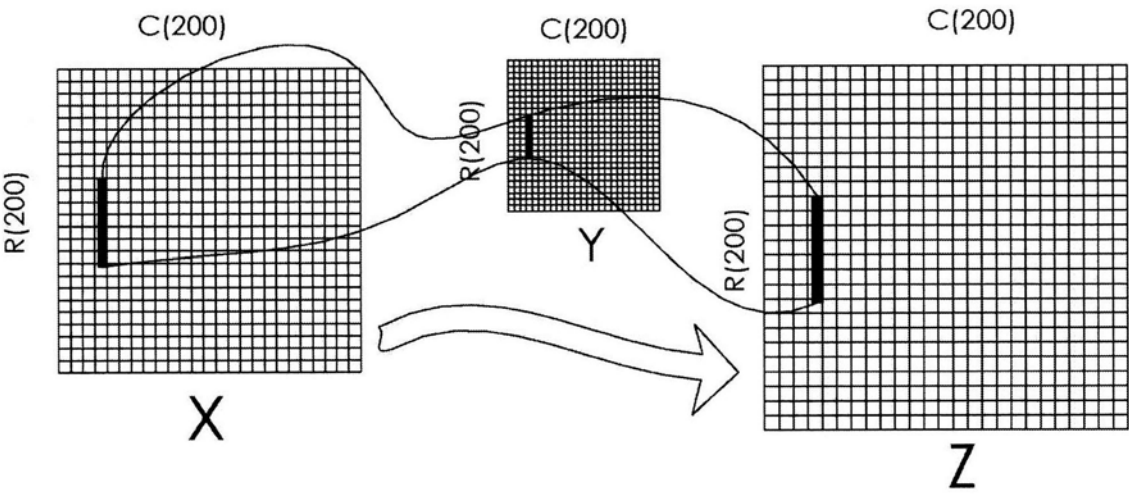


图5

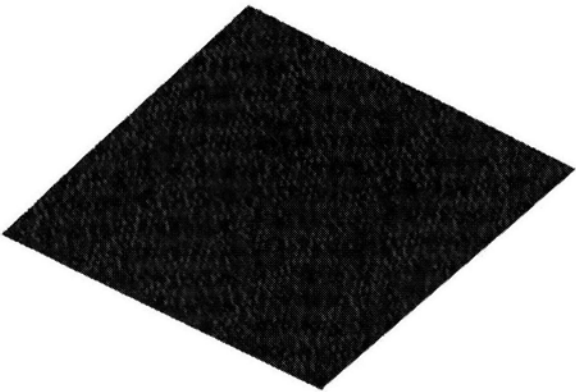


图6