

证书号第 1500082 号



发明专利证书

发明名称：一种利用抛光生成结构型表面的方法

发明人：张志辉；孔令豹；何丽婷；杜雪；李荣彬

专利号：ZL 2010 1 0560985.5

专利申请日：2010 年 11 月 26 日

专利权人：香港理工大学

授权公告日：2014 年 10 月 22 日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 11 月 26 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨





(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102479266 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 30

(21) 申请号 201010560985. 5

(22) 申请日 2010. 11. 26

(71) 申请人 香港理工大学

地址 中国香港九龙红磡

(72) 发明人 张志辉 孔令豹 何丽婷 杜雪

李荣彬

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理

有限公司 44217

代理人 郭伟刚

(51) Int. Cl.

G06F 17/50 (2006. 01)

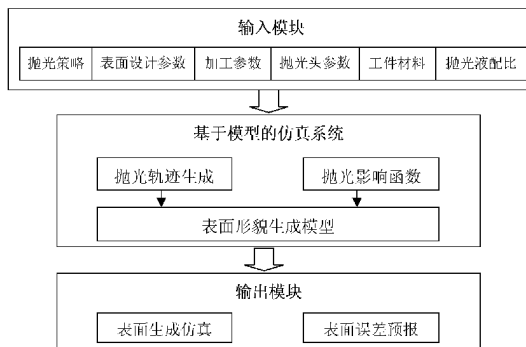
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 19 页

(54) 发明名称

一种利用抛光生成结构型表面的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种利用抛光生成结构型表面的方法,用户通过在抛光仿真系统中设定抛光参数,并通过抛光仿真系统模拟抛光生成结构型表面,所述抛光参数包括:抛光策略、表面设计参数、加工参数、抛光头参数、工件材料以及抛光液的配比;所述抛光仿真系统包括:输入模块、基于模型的仿真系统以及输出模块。本发明所述的利用抛光生成结构型表面的方法可处理含铁材料和难加工材料,具有生成更多不同结构型表面及纹理的能力,而这些表面纹理用其他加工方法不可能实现,使抛光过程更具可控性与可预测性。



1. 一种利用抛光生成结构型表面的方法,其特征在于,用户通过在抛光仿真系统中设定抛光参数,并通过抛光仿真系统模拟抛光生成结构型表面,

所述抛光参数包括:抛光策略、表面设计参数、加工参数、抛光头参数、工件材料以及抛光液的配比;

所述抛光仿真系统包括:输入模块、基于模型的仿真系统以及输出模块。

2. 根据权利要求1所述的利用抛光生成结构型表面的方法,其特征在于,所述输入模块包括:抛光策略设定单元、表面设计参数设定单元、加工参数设定单元、抛光头参数设定单元、工件材料以及抛光液的配比设定单元,用户通过输入模块的上述单元设定抛光参数。

3. 根据权利要求2所述的利用抛光生成结构型表面的方法,其特征在于,所述基于模型的仿真系统包括表面形貌生成模型,所述基于模型的仿真系统根据输入模块的输入信息和影响结构型表面的纹理生成的因素,计算并得出抛光轨迹以及抛光影响函数,并根据计算结果通过表面形貌生成模型仿真生成抛光工件的表面形貌。

4. 根据权利要求3所述的利用抛光生成结构型表面的方法,其特征在于,所述输出模块包括:表面生成仿真信息输出单元和表面误差预报信息输出单元,根据基于模型的仿真系统的计算结果输出表面生成仿真信息和表面误差预报信息。

5. 根据权利要求3所述的利用抛光生成结构型表面的方法,其特征在于,所述影响结构型表面的纹理生成的因素包括:抛光影响函数、抛光路径和策略规划。

6. 根据权利要求1所述的利用抛光生成结构型表面的方法,其特征在于,所述抛光策略包括:光栅式抛光策略、螺旋式抛光策略、辐射式抛光策略以及随机式抛光策略。

7. 根据权利要求6所述的利用抛光生成结构型表面的方法,其特征在于,所述抛光策略任意多项规划和组合优化生成新的抛光策略。

8. 根据权利要求1所述的利用抛光生成结构型表面的方法,其特征在于,对于采用抛光磨头的机械抛光方法,根据 Preston 原则,其影响函数与抛光头施与工件表面的压力以及两者之间的相对速度的关系,可表示为 $M_p = k \cdot P_p \cdot V_p \cdot t_d$;

其中 M_p 是位置点 P 处的材料去除率, k 是 Preston 系数, P_p 是抛光压力, V_p 是点 P 处的相对速率, t_d 是抛光驻留时间。

9. 根据权利要求8所述的利用抛光生成结构型表面的方法,其特征在于,所述参数抛光压力 P 与抛光接触区的位置 r 的二维线性曲线形状与高斯 (Gaussian) 曲线相似,抛光压力曲线可表达为一个修正高斯方程 (Modified Gaussian Function):

$$P(r) = a \exp\left(-\frac{1}{2} \left| \frac{r-c}{b} \right|^2\right)。$$

10. 根据权利要求9所述的利用抛光生成结构型表面的方法,其特征在于,所述参数 $r = |PO_b| = D \tan(\alpha)$, $c = 0$, $a = P_m$ 是抛光接触区中心最大压力,

$$\text{即: } P(\alpha) = P_m \exp\left(-\frac{1}{2} (D \tan(\alpha)/b)^2\right),$$

所述参数 α 表示在接触区的位置;所述参数 b 和参数 λ 由抛光压力、抛光布材料决定。

一种利用抛光生成结构型表面的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及表面处理,更具体地说,涉及一种利用抛光生成结构型表面的方法。

背景技术

[0002] 随着技术的发展,表面处理的要求也越来越高。目前市场上越来越多的产品要求产品的表面在具有超光滑表面的同时也具有一定形状的结构。具有亚微米形状精度、纳米及埃米级表面光洁度的超高级表面质量的结构型表面的某些产品越来越受到更多用户的青睐。结构型表面可用于光学、生物医学、仿生学以及机电一体化等应用领域。

[0003] 目前,生成结构型表面的方法有:快刀伺服(FTS:Fast Tool Servo)或慢刀伺服(S3:Slow Slide Servo),以及微细铣削(Micro-Milling)等,但这些方法局限于加工非铁材料,如铜、铝等,或其他软质材料。

[0004] 抛光常用来控制表面光洁度,换言之,抛光的作用是获得超光滑表面。抛光技术可以终加工模具模芯用以去除前期加工痕迹,比如刀纹。但是现有技术对抛光过程的控制存在很多不确定性,仅用于表面处理,只能实现表面光洁度控制。现有的抛光技术无法使抛光过的表面同时具备结构型表面和超光滑镜面效果。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述现有技术对抛光过程的控制存在很多不确定性,仅用于表面处理,只能实现表面光洁度控制,而无法获得结构型表面的缺陷,提供一种利用抛光生成结构型表面的方法。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:构造一种利用抛光生成结构型表面的方法,用户通过在抛光仿真系统中设定抛光参数,并通过抛光仿真系统模拟抛光生成结构型表面,

[0007] 所述抛光参数包括:抛光策略、表面设计参数、加工参数、抛光头参数、工件材料以及抛光液的配比;

[0008] 所述抛光仿真系统包括:输入模块、基于模型的仿真系统以及输出模块。

[0009] 在本发明所述的利用抛光生成结构型表面的方法中,所述输入模块包括:抛光策略设定单元、表面设计参数设定单元、加工参数设定单元、抛光头参数设定单元、工件材料以及抛光液的配比设定单元,用户通过输入模块的上述单元设定抛光参数。

[0010] 在本发明所述的利用抛光生成结构型表面的方法中,所述基于模型的仿真系统包括表面形貌生成模型,所述基于模型的仿真系统根据输入模块的输入信息和影响结构型表面的纹理生成的因素,计算并得出抛光轨迹以及抛光影响函数,并根据计算结果通过表面形貌生成模型仿真生成抛光工件的表面形貌。

[0011] 在本发明所述的利用抛光生成结构型表面的方法中,所述输出模块包括:表面生成仿真信息输出单元和表面误差预报信息输出单元,根据基于模型的仿真系统的计算结果输出表面生成仿真信息和表面误差预报信息。

[0012] 在本发明所述的利用抛光生成结构型表面的方法中,影响结构型表面的纹理生成的因素包括:抛光影响函数、抛光路径和策略规划。

[0013] 在本发明所述的利用抛光生成结构型表面的方法中,所述抛光策略包括:光栅式抛光策略、螺旋式抛光策略、辐射式抛光策略以及随机式抛光策略。

[0014] 在本发明所述的利用抛光生成结构型表面的方法中,所述抛光策略任意多项规划和组合优化生成新的抛光策略。

[0015] 在本发明所述的利用抛光生成结构型表面的方法中,对于采用抛光磨头的机械抛光方法,根据 Preston 原则,其影响函数与抛光头施与工件表面的压力以及两者之间的相对速度的关系,可表示为 $M_p = k \cdot P_p \cdot V_p \cdot t_d$;

[0016] 其中 M_p 是位置点 P 处的材料去除率, k 是 Preston 系数, P_p 是抛光压力, V_p 是点 P 处的相对速率, t_d 是抛光驻留时间。

[0017] 在本发明所述的利用抛光生成结构型表面的方法中,所述参数抛光压力 P 与抛光接触区的位置 r 的二维线性曲线形状与高斯 (Gaussian) 曲线相似,抛光压力曲线可表达为一个修正高斯方程 (Modified Gaussian Function):

$$[0018] \quad P(r) = a \exp\left(-\frac{1}{2} \left|\frac{r-c}{b}\right|^2\right)。$$

[0019] 在本发明所述的利用抛光生成结构型表面的方法中,所述参数 $r = |PO_b| = D \tan(\alpha)$, $c = 0$, $a = P_m$ 是抛光接触区中心最大压力,

$$[0020] \quad \text{即: } P(\alpha) = P_m \exp\left(-\frac{1}{2} (D \tan(\alpha)/b)^2\right),$$

[0021] 所述参数 α 表示在接触区的位置;所述参数 b 和参数 λ 由抛光压力、抛光布材料决定。

[0022] 实施本发明的利用抛光生成结构型表面的方法,具有以下有益效果:

[0023] (1) 本发明所述的利用抛光生成结构型表面的方法可处理含铁材料和难加工材料,如钛合金、工具钢等,以及其他脆性材料,如玻璃、陶瓷等;

[0024] (2) 本发明所述的利用抛光生成结构型表面的方法具有生成更多不同结构型表面及纹理的能力,而这些表面纹理用其他加工方法不可能实现;

[0025] (3) 本发明所述的利用抛光生成结构型表面的方法为生成不同的结构型表面提供更多解决办法;

[0026] (4) 本发明所述的利用抛光生成结构型表面的方法通过数学建模与仿真来抛光生成结构型表面,使抛光过程更具可控性与可预测性。

附图说明

[0027] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0028] 图 1 所示为抛光影响函数的一维线性视图;

[0029] 图 2a 所示为通过改变影响函数生成的计算机仿真结构型表面具体实施例一的仿真结果示意图;

[0030] 图 2b 所示为图 2a 所对应的影响函数示意图;

[0031] 图 3a 所示为通过改变影响函数生成的计算机仿真结构型表面具体实施例二的仿

真结果示意图；

[0032] 图 3b 所示为图 3a 所对应的影响函数示意图；

[0033] 图 4a 通过改变影响函数生成的计算机仿真结构型表面具体实施例三的仿真结果示意图；

[0034] 图 4b 所示为图 4a 所对应的影响函数示意图；

[0035] 图 5a 通过改变影响函数生成的计算机仿真结构型表面具体实施例四的仿真结果示意图；

[0036] 图 5b 所示为图 5a 所对应的影响函数示意图；

[0037] 图 6a 通过改变影响函数生成的计算机仿真结构型表面具体实施例五的仿真结果示意图；

[0038] 图 6b 所示为图 6a 所对应的影响函数示意图；

[0039] 图 7a 通过改变影响函数生成的计算机仿真结构型表面具体实施例六的仿真结果示意图；

[0040] 图 7b 所示为图 7a 所对应的影响函数示意图；

[0041] 图 8a 通过改变影响函数生成的计算机仿真结构型表面具体实施例七的仿真结果示意图；

[0042] 图 8b 所示为图 8a 所对应的影响函数示意图；

[0043] 图 9a 通过改变影响函数生成的计算机仿真结构型表面具体实施例八的仿真结果示意图；

[0044] 图 9b 所示为图 9a 所对应的影响函数示意图；

[0045] 图 10a 所示为光栅式抛光策略示意图；

[0046] 图 10b 所示为螺旋式抛光策略示意图；

[0047] 图 10c 所示为辐射式抛光策略示意图；

[0048] 图 10d 所示为随机式抛光策略示意图；

[0049] 图 11a 所示为螺旋式抛光策略所生成的表面拓扑形貌示意图；

[0050] 图 11b 所示为水平光栅式抛光策略所生成的表面拓扑形貌示意图；

[0051] 图 11c 所示为十字光栅式抛光策略所生成的表面拓扑形貌示意图；

[0052] 图 12a 所示为单向光栅抛光的实测表面拓扑形貌示意图；

[0053] 图 12b 所示为单向光栅抛光的预测表面拓扑形貌示意图；

[0054] 图 12c 所示为交叉光栅抛光的实测表面拓扑形貌示意图；

[0055] 图 12d 所示为交叉光栅抛光的预测表面拓扑形貌示意图；

[0056] 图 13 所示为本发明的抛光仿真系统的逻辑关系结构示意图。

具体实施方式

[0057] 本发明通过数学建模与仿真的方法来抛光生成结构型表面,使抛光过程更具可控性与可预测性。本发明所述的利用抛光生成结构型表面的方法为:用户通过在抛光仿真系统中设定抛光参数,并通过抛光仿真系统模拟抛光生成结构型表面,

[0058] 抛光参数包括:抛光策略、表面设计参数、加工参数、抛光头参数、工件材料以及抛光液的配比；

[0059] 如图 13 所示,抛光仿真系统包括:输入模块、基于模型的仿真系统以及输出模块。

[0060] 输入模块包括:抛光策略设定单元、表面设计参数设定单元、加工参数设定单元、抛光头参数设定单元、工件材料以及抛光液配比的设定单元,用户通过输入模块的上述单元设定抛光参数。

[0061] 基于模型的仿真系统包括表面形貌生成模型,基于模型的仿真系统根据输入模块的输入信息和影响结构型表面的纹理生成的因素,计算并得出抛光轨迹以及抛光影响函数,并根据计算结果通过表面形貌生成模型仿真生成抛光工件的表面形貌。

[0062] 输出模块包括:表面生成仿真信息输出单元和表面误差预报信息输出单元,根据基于模型的仿真系统的计算结果输出表面生成仿真信息和表面误差预报信息。

[0063] 影响结构型表面的纹理生成的因素包括:抛光影响函数、抛光路径和策略规划。

[0064] 抛光策略任意多项规划和组合优化生成新的抛光策略。

[0065] 对于采用抛光磨头的机械抛光方法,根据 Preston 原则,其影响函数与抛光头施与工件表面的压力以及两者之间的相对速度的关系,可表示为

$$[0066] \quad M_p = k \cdot P_p \cdot V_p \cdot t_d \quad (1)$$

[0067] 其中 M_p 是位置点 P 处的材料去除率, k 是 Preston 系数, P_p 是抛光压力, V_p 是点 P 处的相对速率, t_d 是抛光驻留时间。

[0068] 抛光压力 P 与抛光接触区的位置 r 的二维线性曲线形状与高斯 (Gaussian) 曲线相似,抛光压力曲线可表达为一个修正高斯方程 (Modified Gaussian Function):

$$[0069] \quad P(r) = a \exp\left(-\frac{1}{2} \left| \frac{r-c}{b} \right|^2\right) \quad (2)$$

[0070] $r = |PO_b| = D \tan(\alpha)$, $c = 0$, $a = P_m$ 是抛光接触区中心最大压力,

$$[0071] \quad \text{即: } P(\alpha) = P_m \exp\left(-\frac{1}{2} (D \tan(\alpha)/b)^2\right) \quad (3)$$

[0072] 参数 α 表示在接触区的位置;参数 b 和参数 λ 由抛光压力、抛光布材料决定。

[0073] 除了抛光影响函数,抛光路径和策略规划也将影响结构型表面的纹理生成。如图 10a ~ d 所示,主要有四种抛光策略,包括:光栅式、螺旋式、辐射式以及随机式。

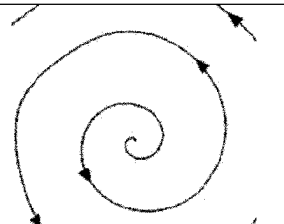

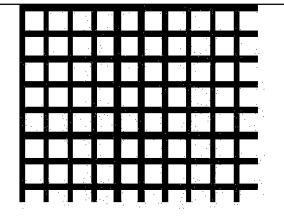
[0074] 抛光策略影响结构型表面的纹理走向及模式:如图 12a ~ d 所示,光栅式抛光策略抛光出来的表面类似 U 型槽 (波浪形) 的结构型表面,交叉光栅式抛光将生成格子状纹理的结构型表面。

[0075] 适当选择和组合这些抛光策略可生成不同的抛光策略。规划和组合优化产生的新的抛光策略可以生成不同的结构型表面。

[0076] 用英国 Zeeko 公司的 7 轴超精密抛光机 (Zeeko IRP200) 进行了一系列的抛光实验研究。表 1 列出了所设计的不同抛光策略用以实际抛光实验。对于光栅式抛光策略,有水平抛光 (H) 和垂直抛光 (V) 策略。

[0077] 表 1 抛光路径

[0078]

	工件 1	工件 2	工件 3
抛光策略	螺旋式抛光策略	光栅式抛光策略+水平抛光(H)	光栅式抛光策略+十字栅格抛光(V+H)
抛光策略+抛光路径示意图			

[0079] 图 11a ~ c 显示了用美国 Veeco 公司的 Wyko NT 8000 测量所抛光工件表面的 3 维拓扑形貌。

[0080] 图 2 ~ 9a 为通过改变影响函数生成的计算机仿真结构型表面,图 2 ~ 9b 分别为图 2 ~ 9a 每幅图所对应的影响函数。

[0081] 通过改变抛光参数即可得到不同的抛光影响函数,或调整不同的抛光参数,比如:调整光栅式抛光的抛光间距,从而可生成不同的结构型表面。

[0082] 从图 2-9b 所示的抛光影响函数可以看出,抛光影响函数在对称性以及顶端形状都有所不同。这为生成更多不同结构型表面而不更换抛光头提供了经济有效的途径。

[0083] 图 2-9a 的仿真实例,均采用的是交叉光栅式抛光路径策略。即:先进行水平光栅式抛光,接着进行竖直光栅抛光,或者先进行竖直光栅抛光,继而进行水平光栅式抛光。交叉光栅式抛光可获得成格子布局的结构型表面。在适当运用其他抛光策略(如光栅式、螺旋式、辐射式以及随机式等)及其不同的组合,可获得更多其它布局或模式的结构型表面。

[0084] 作为预测模型的验证,测量了更详尽的表面拓扑形貌并与预测结果对比,如图 12a 和图 12b 的对比以及图 12c 和图 12d 的对比结果表明,预测表面拓扑与实测结果在表面形貌上有着较好的一致性;对于表面参数,图 12a 的峰谷值 $R_t = 676.57\text{nm}$ (测量值),而图 12b 峰谷值 $R_t = 677.64\text{nm}$ (预测值);图 12c 的峰谷值 $R_t = 646.72\text{nm}$ (测量值),而图 12d 的峰谷值 $R_t = 648.18\text{nm}$ (预测值),由此可见,其表面参数也有着较好的吻合性。

[0085] 以上所述仅为本发明的实施例,并非因此限制本实用新型的专利范围,凡是利用本实用新型说明书及附图内容所作的等效结构变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本实用新型的专利保护范围内。

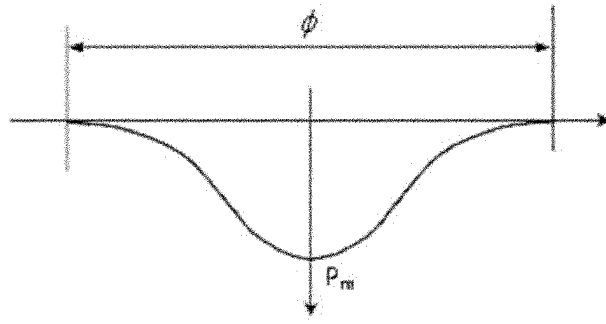


图 1

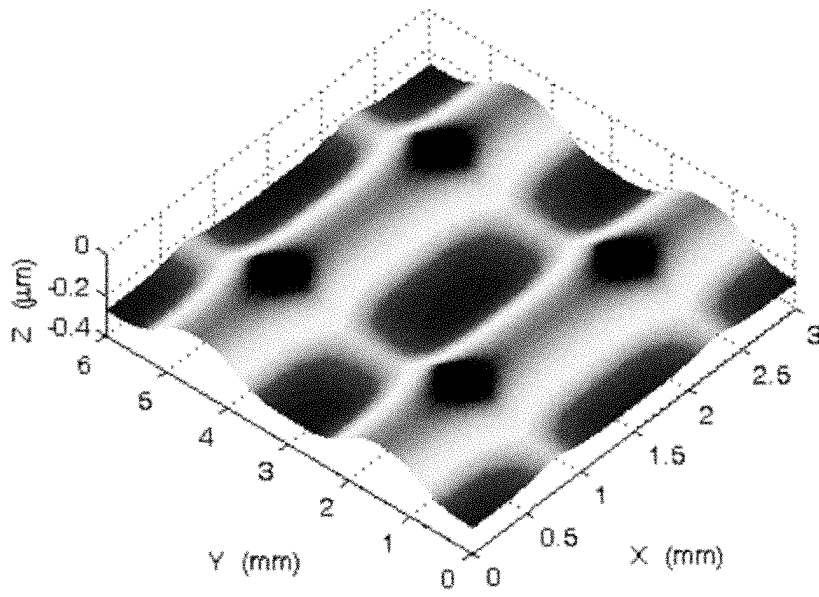


图 2a

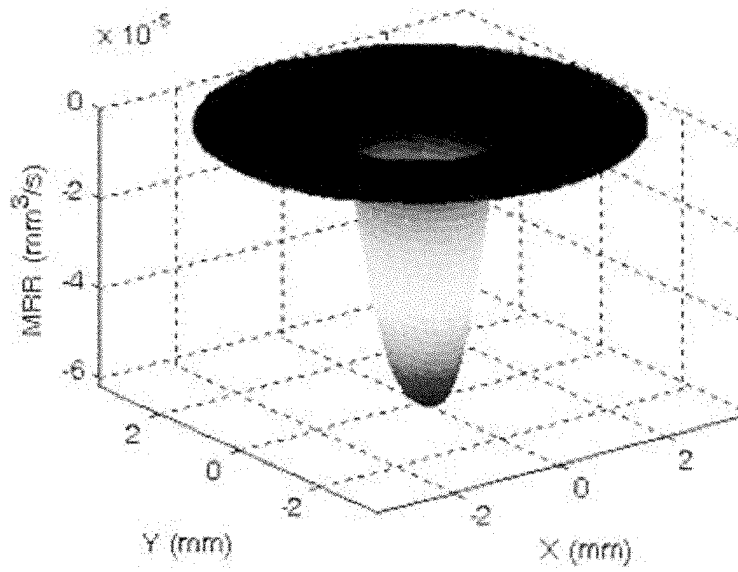


图 2b

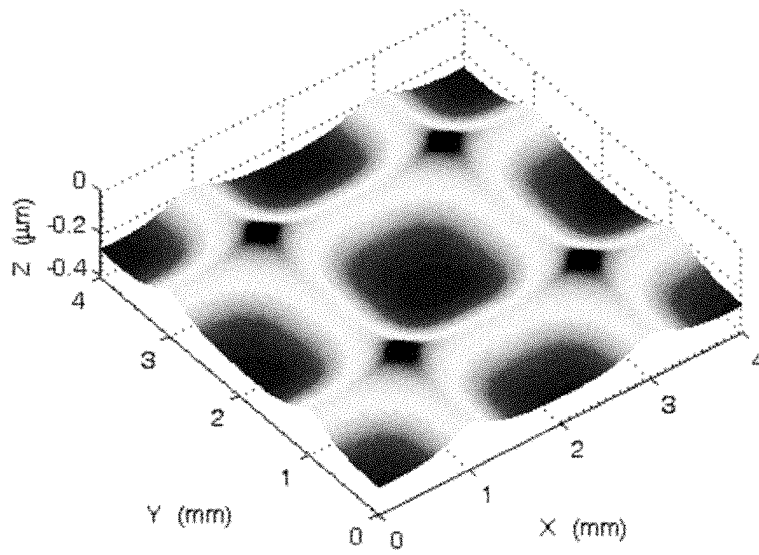


图 3a

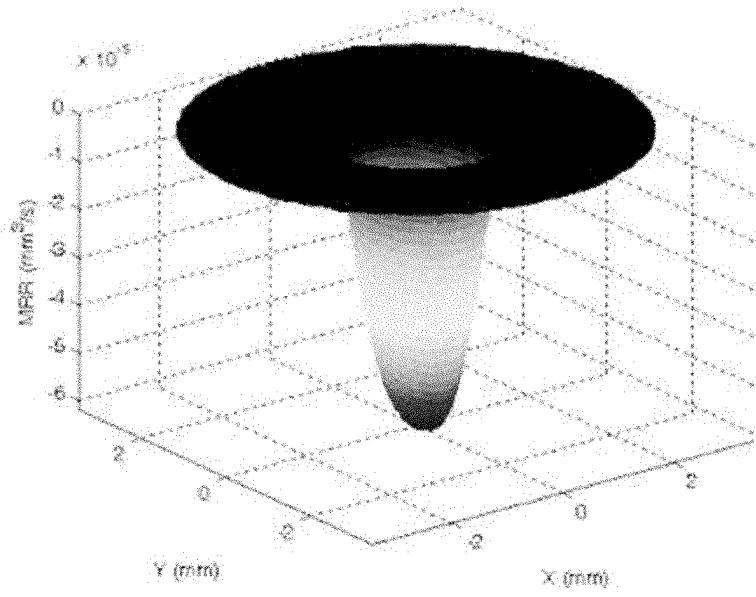


图 3b

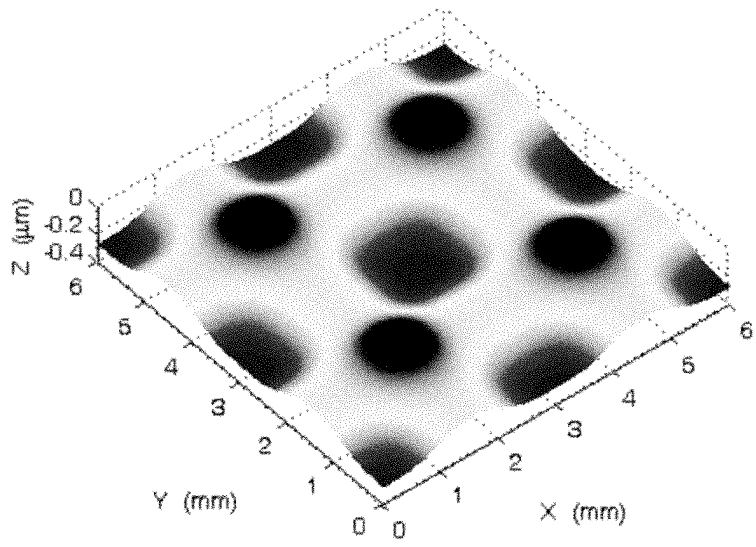


图 4a

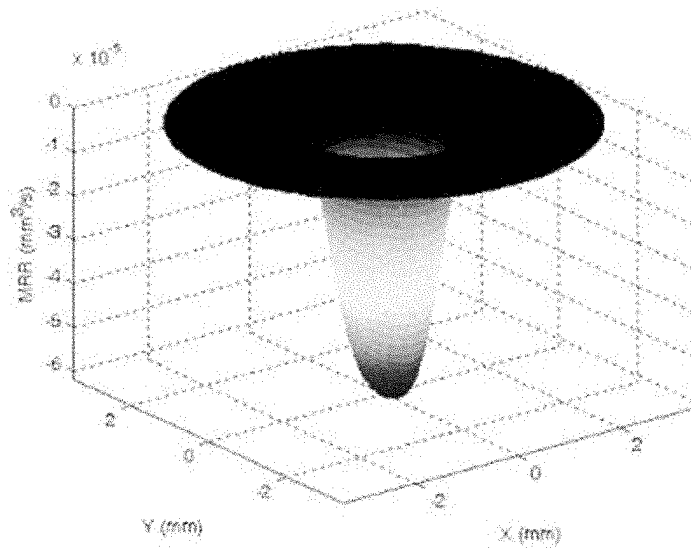


图 4b

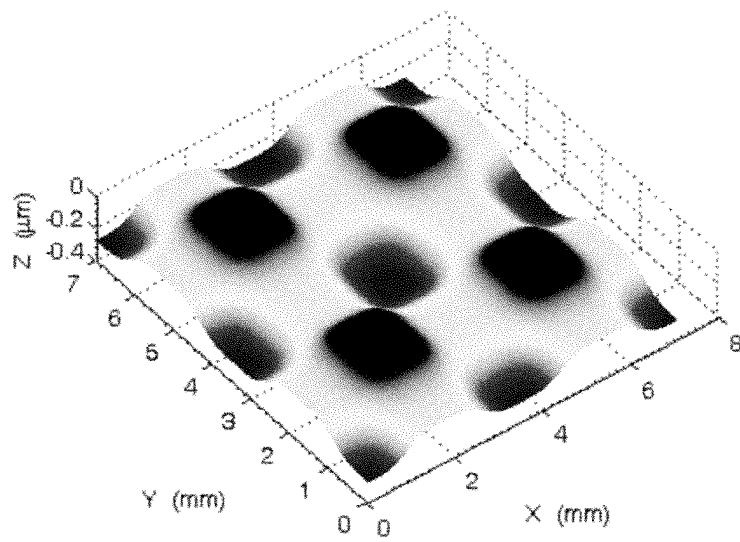


图 5a

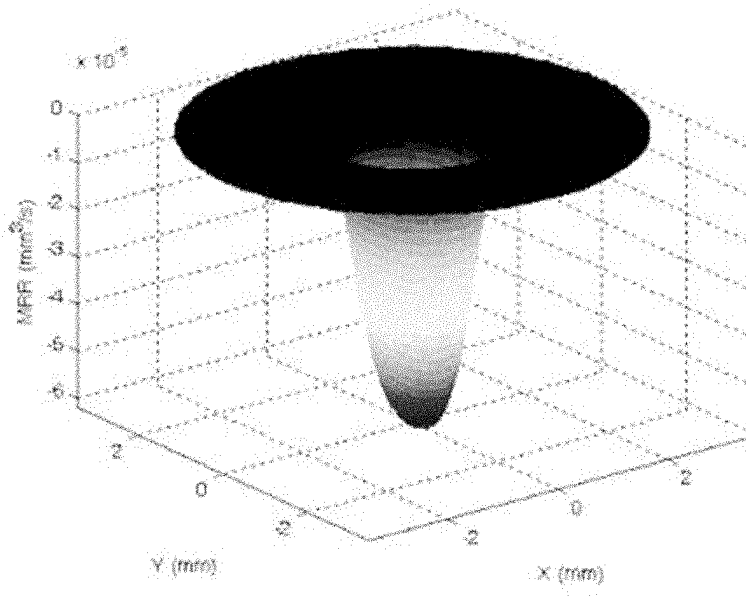


图 5b

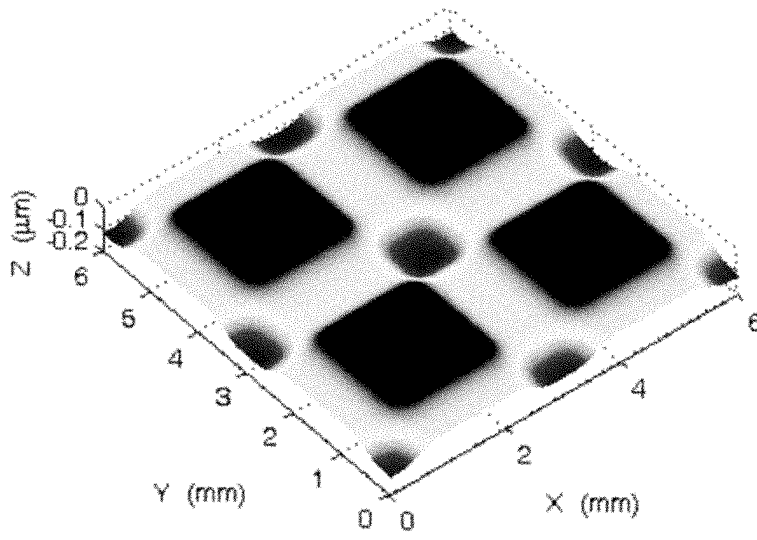


图 6a

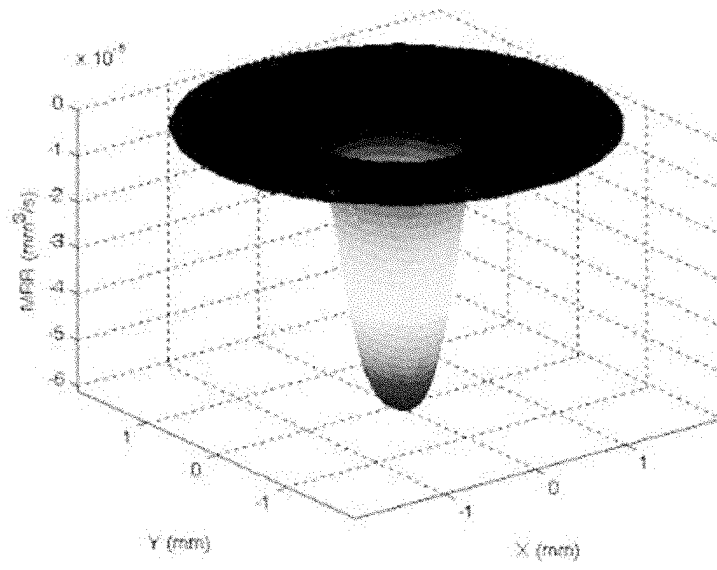


图 6b

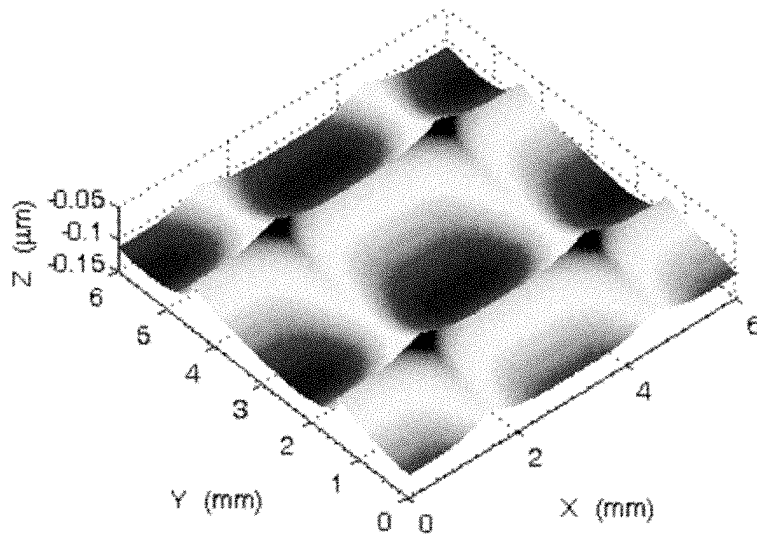


图 7a

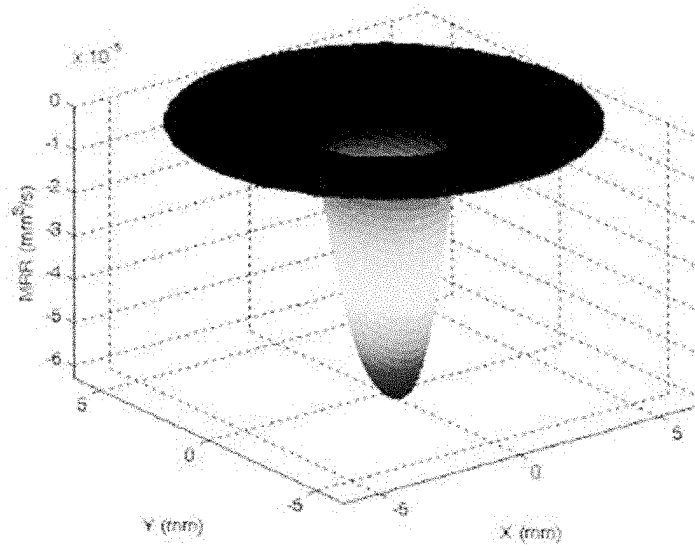


图 7b

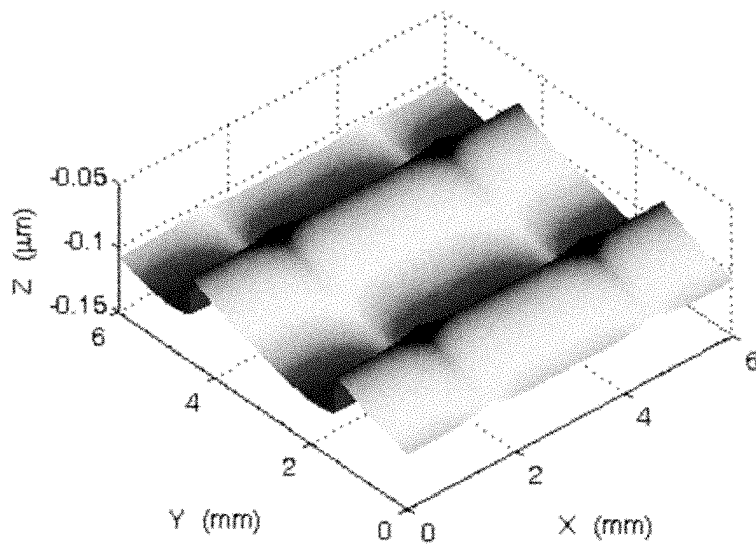


图 8a

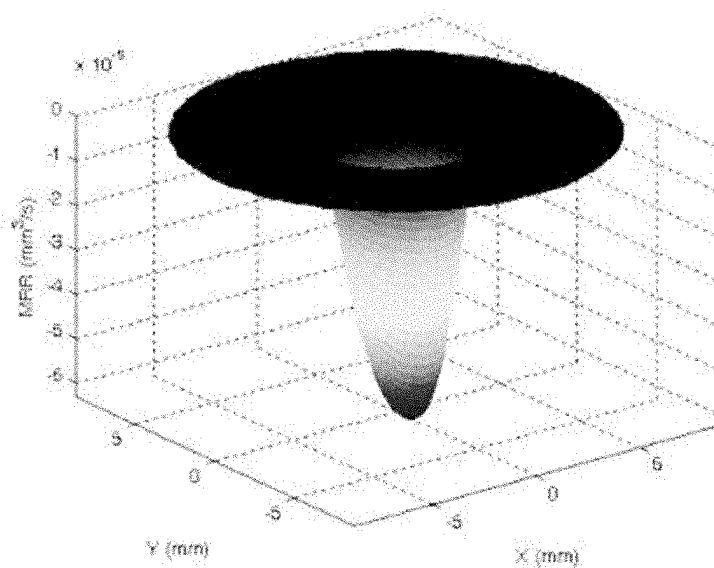


图 8b

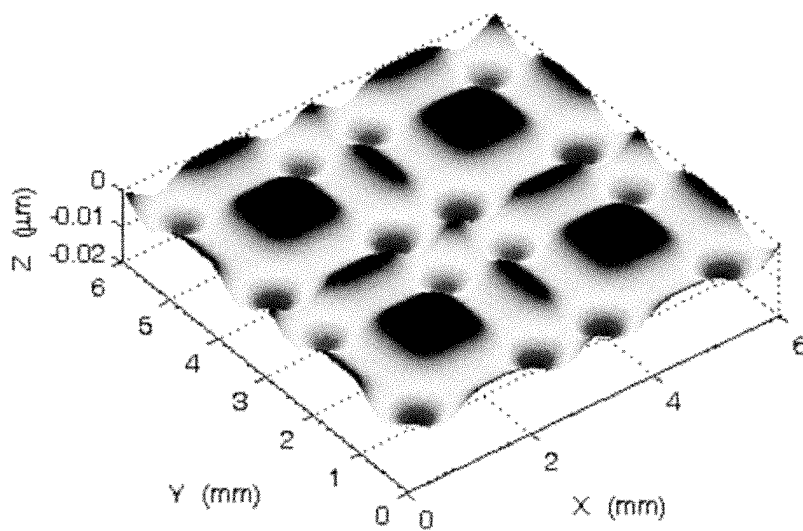


图 9a

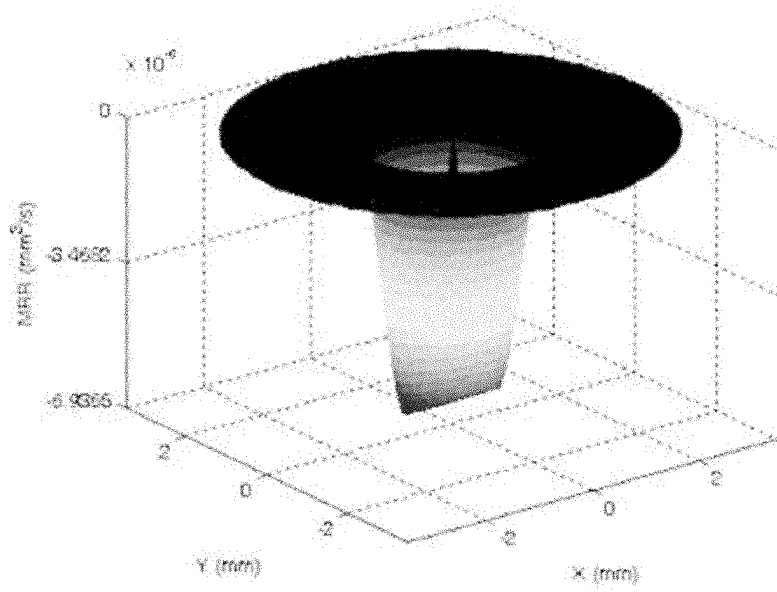


图 9b

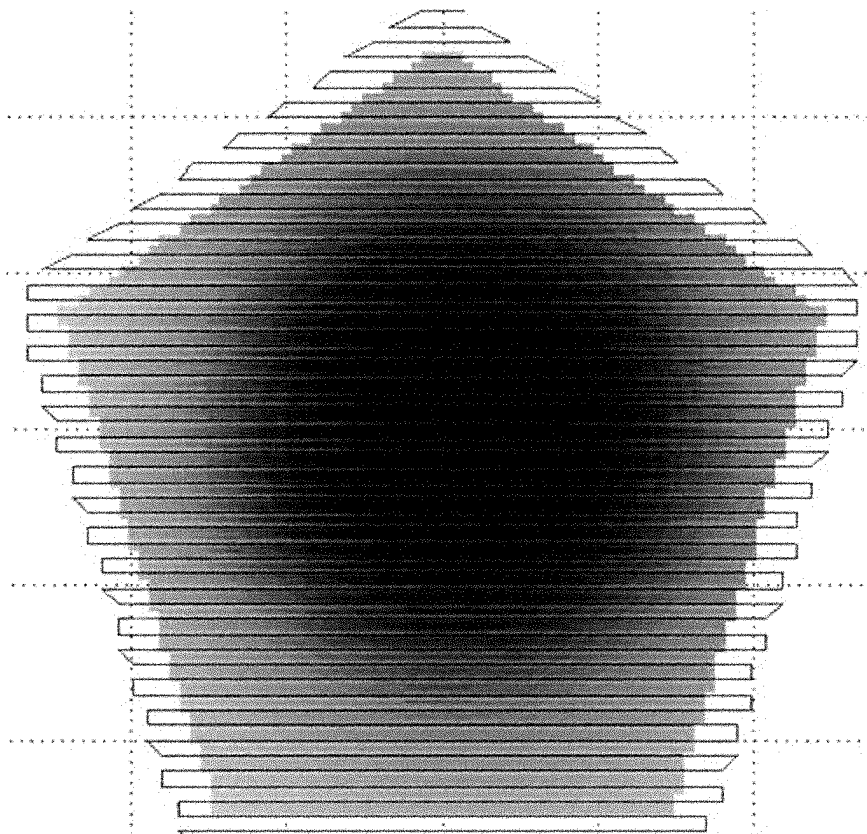


图 10a

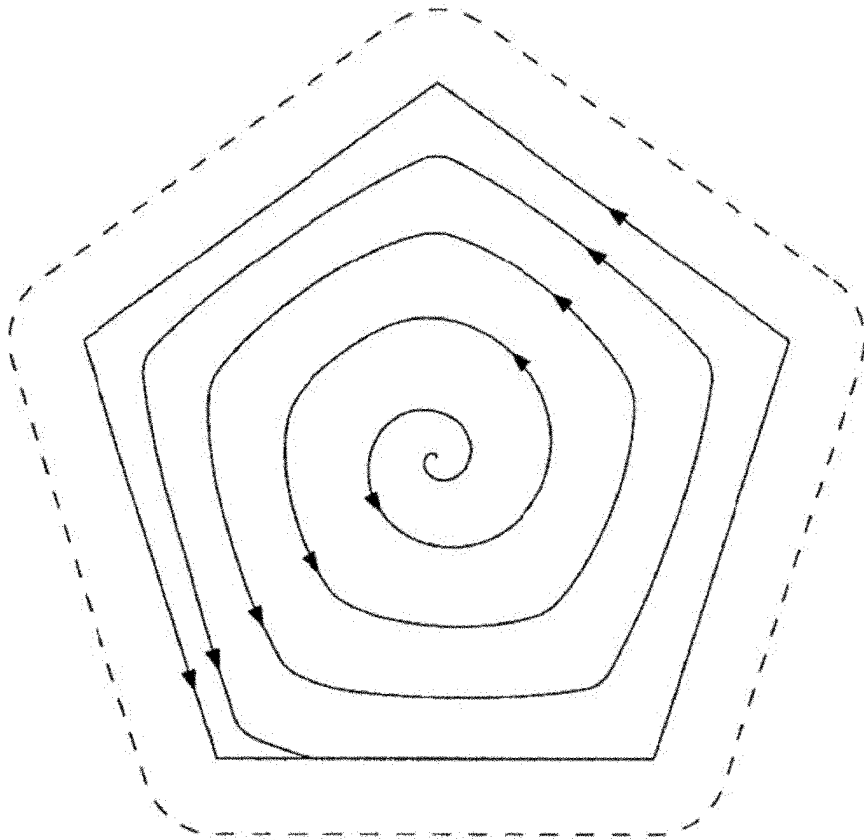


图 10b

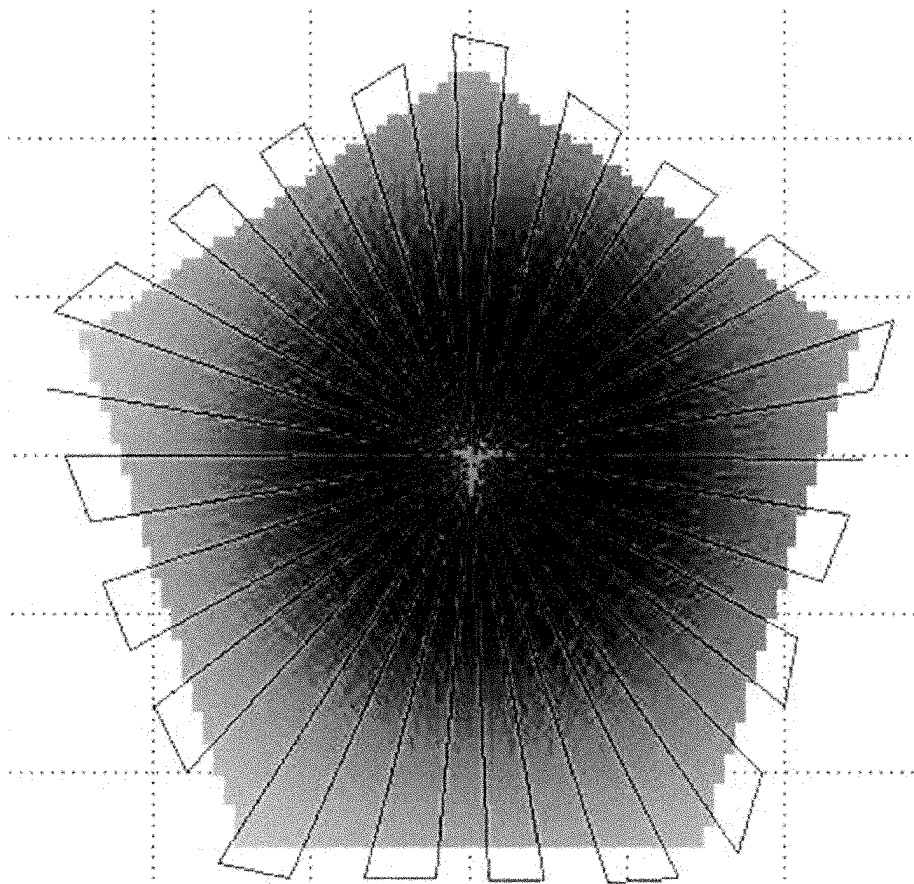


图 10c

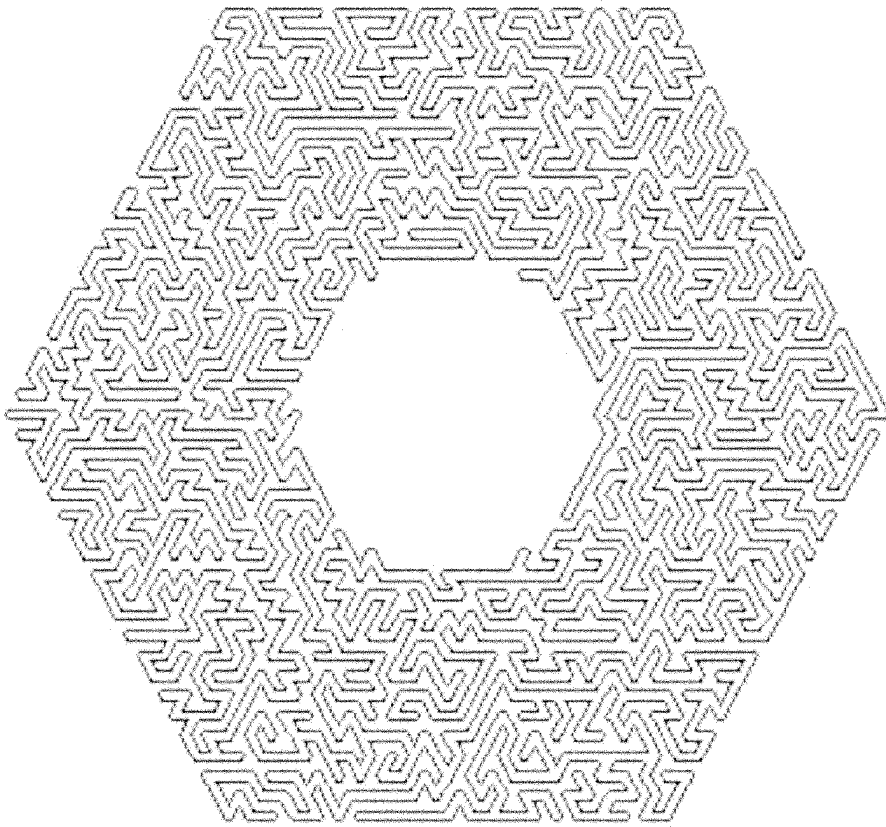


图 10d

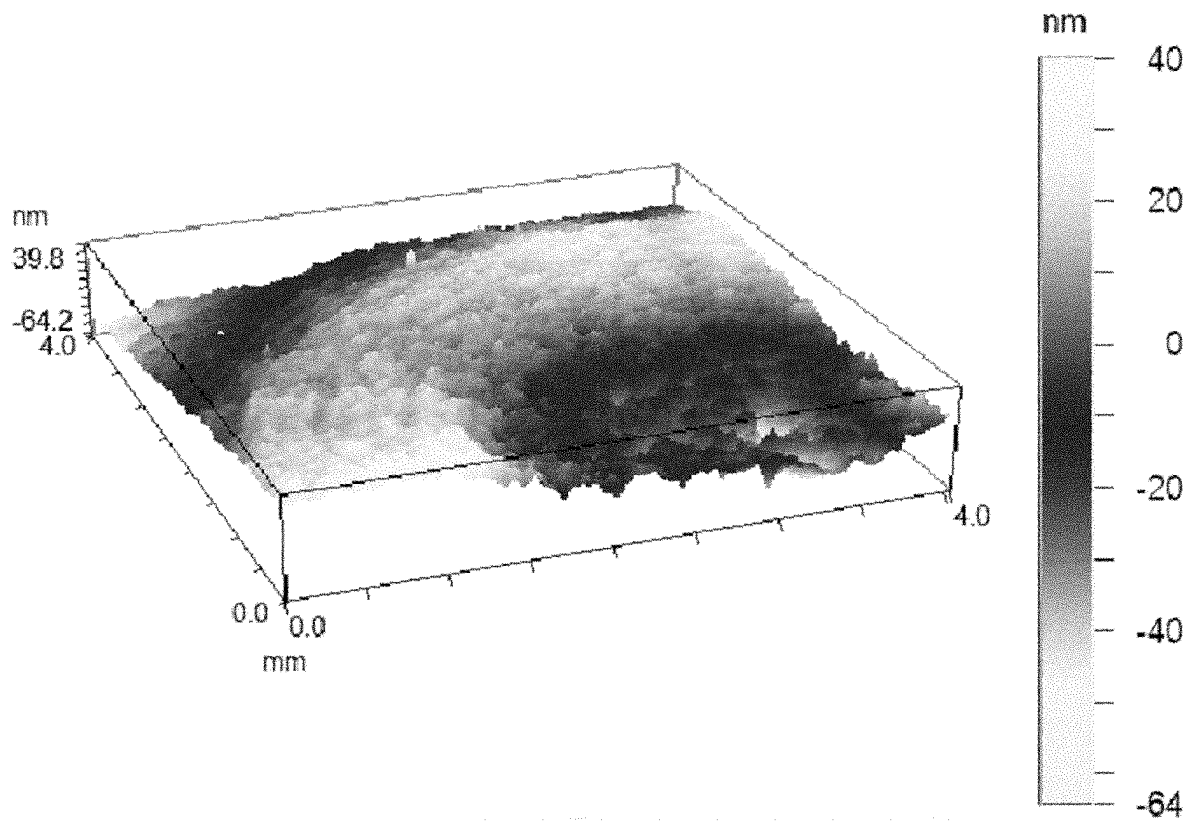


图 11a

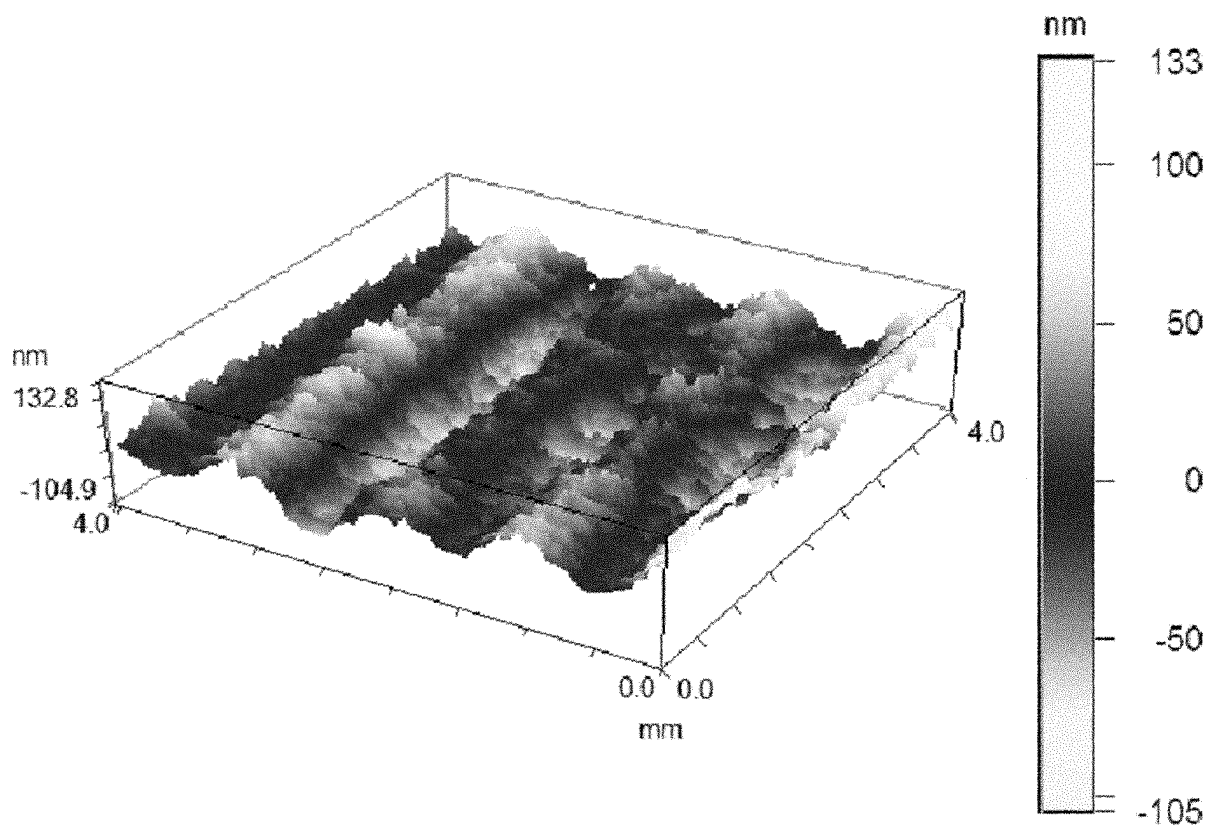


图 11b

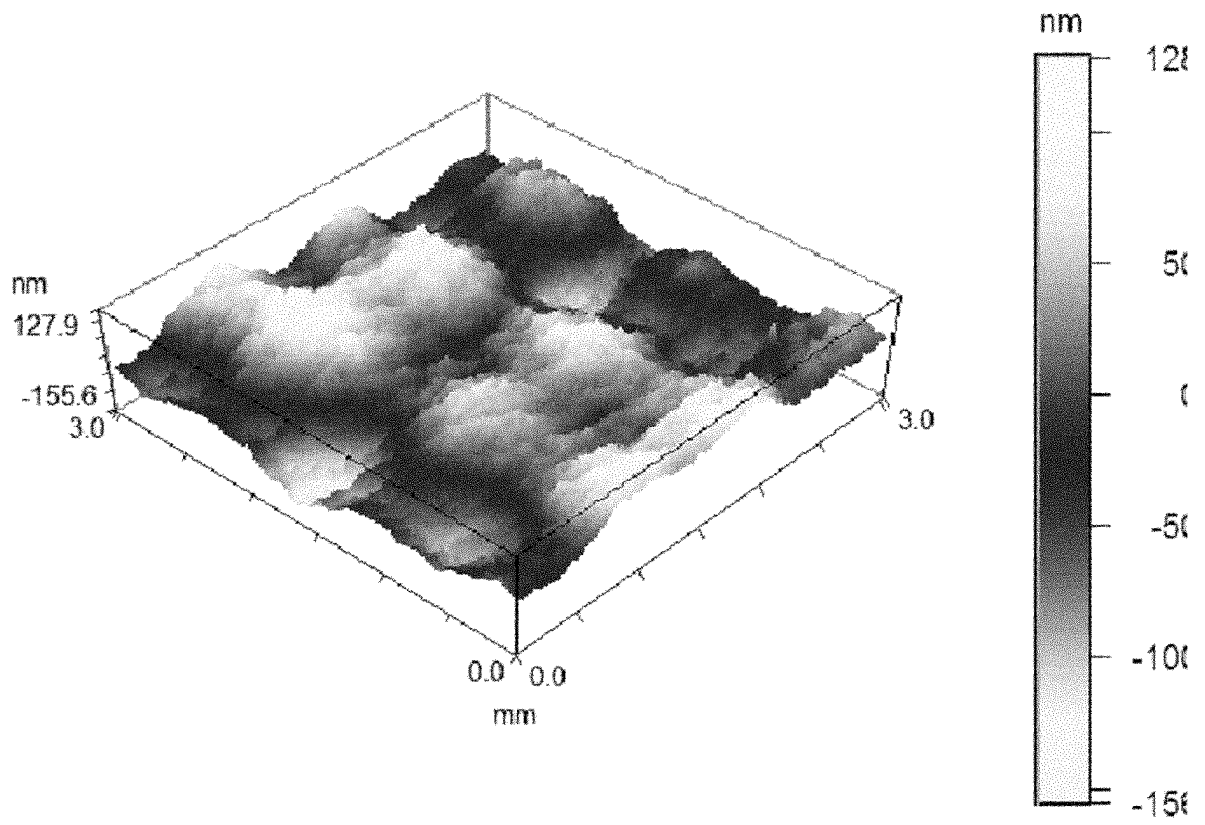


图 11c

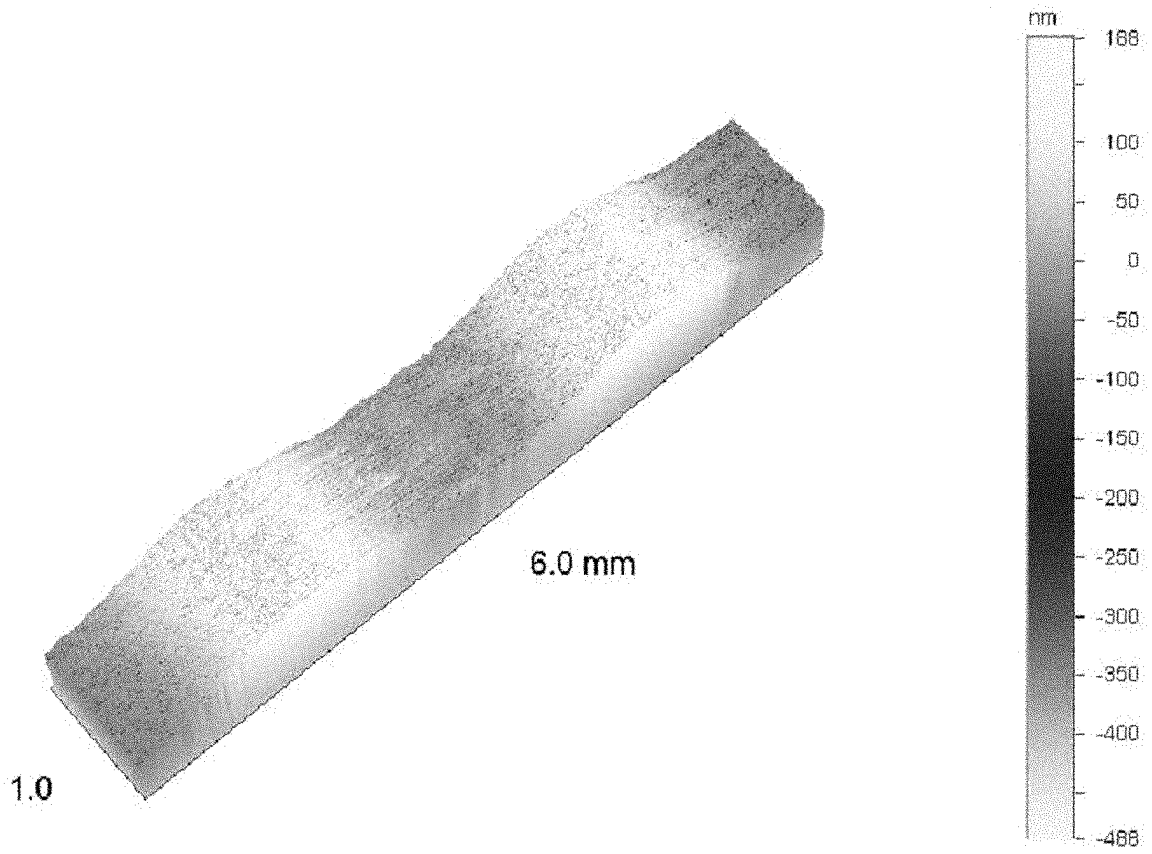


图 12a

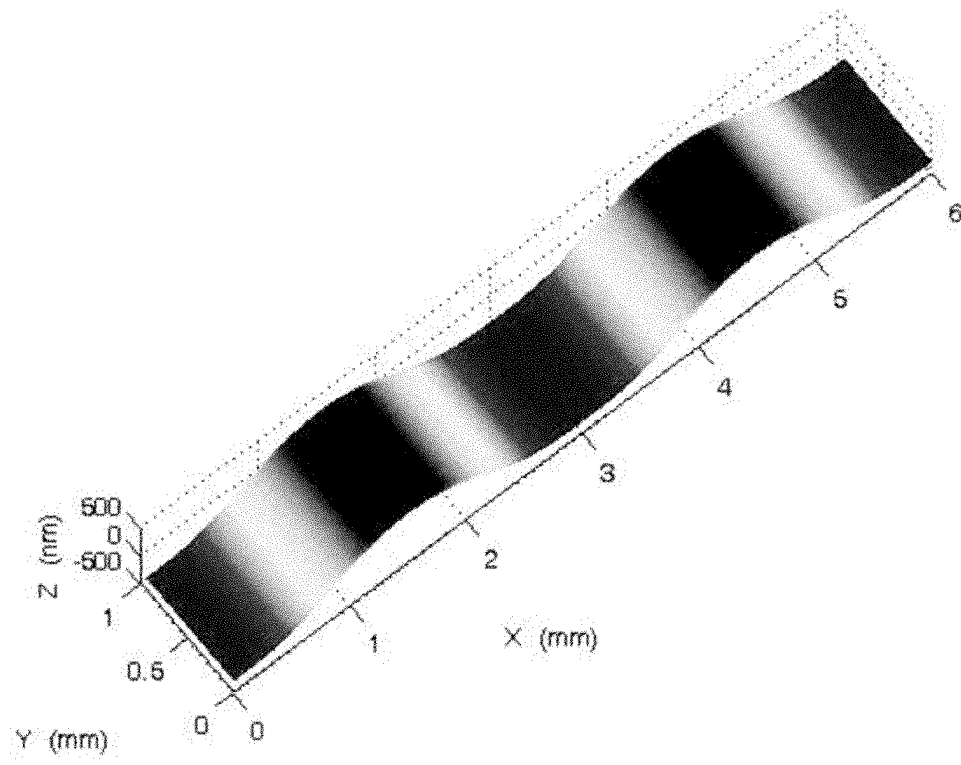


图 12b

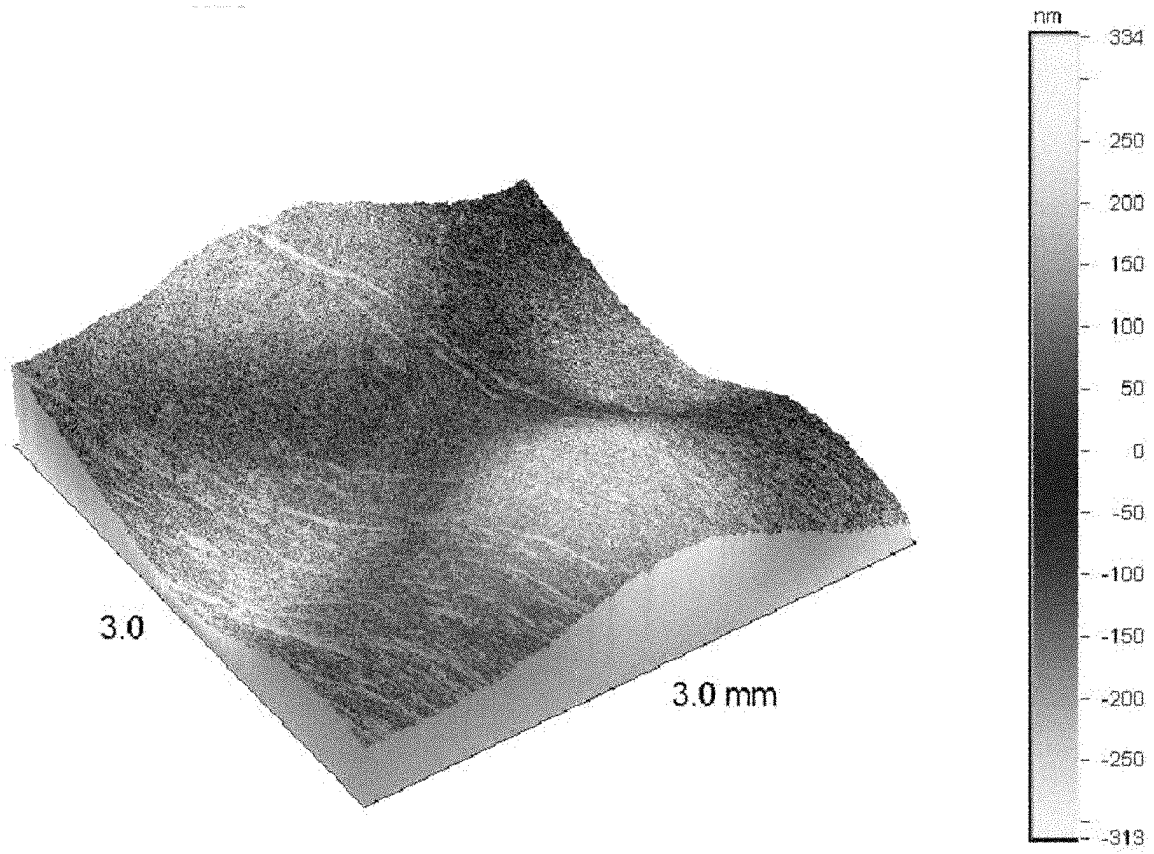


图 12c

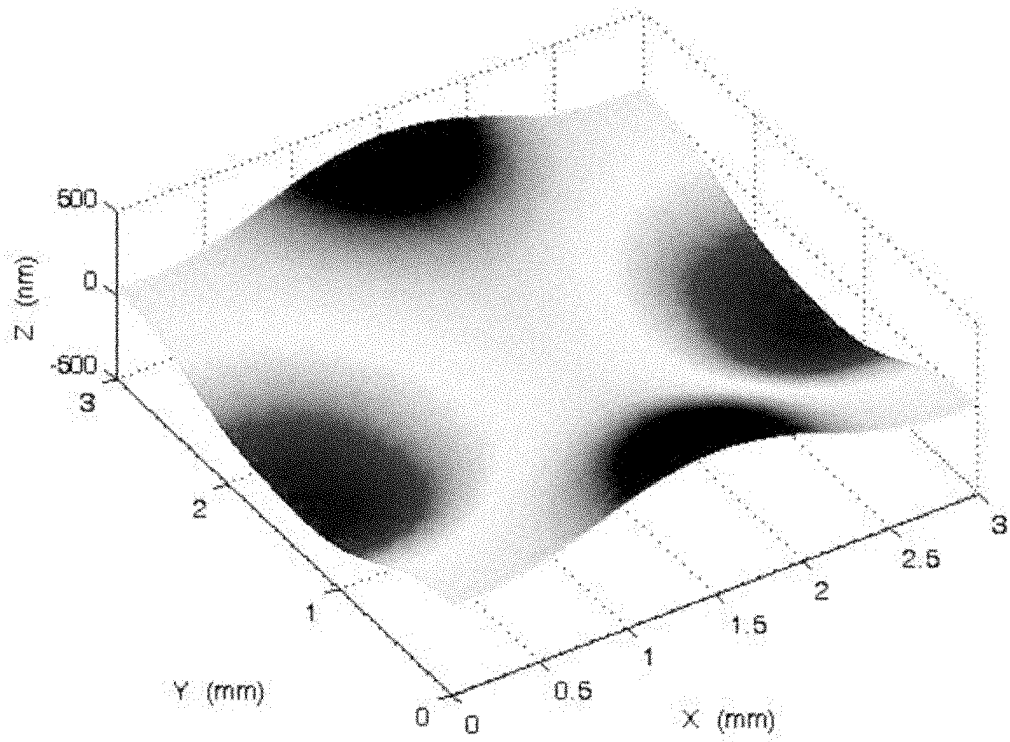


图 12d

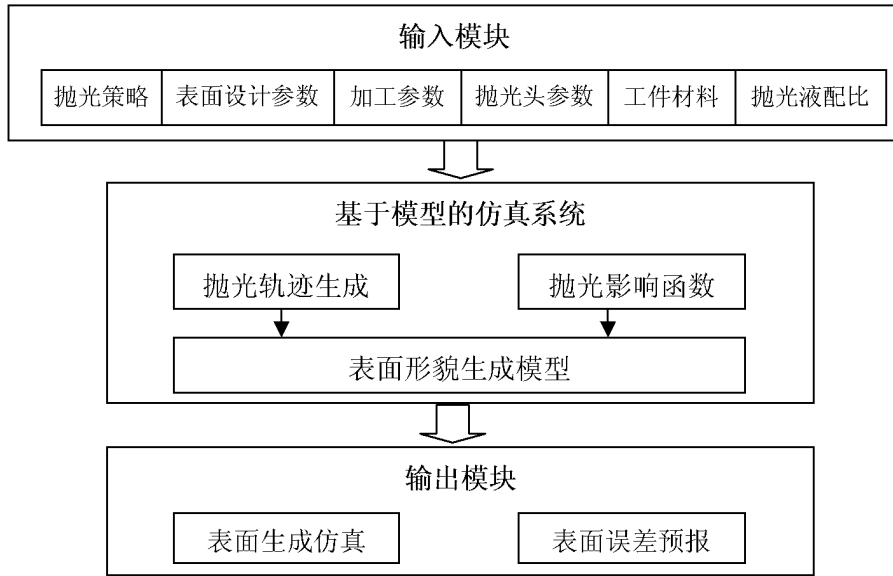


图 13