



证书号第2803325号



发明专利证书

发明名称：一种大型铸锻件宏观偏析简易三维重构方法

发明人：李传维；顾剑锋；韩利战；刘庆冬；晏广华；潘健生

专利号：ZL 2015 1 0133496.4

专利申请日：2015年03月25日

专利权人：上海交通大学

授权公告日：2018年02月02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03月25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

(10)授权公告号 CN 104764647 B

(45)授权公告日 2018.02.02

(21)申请号 201510133496.4

(22)申请日 2015.03.25

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104764647 A

(43)申请公布日 2015.07.08

(73)专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 李传维 顾剑锋 韩利战 刘庆冬

晏广华 潘健生

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司

公司 31225

代理人 赵继明

(51)Int.Cl.

G01N 1/32(2006.01)

(56)对比文件

CN 1598592 A,2005.03.23,

CN 101806684 A,2010.08.18,

CN 101000296 A,2007.07.18,

CN 101699253 A,2010.04.28,

CN 104422611 A,2015.03.18,

CN 101354326 B,2011.05.04,

CN 102809500 A,2012.12.05,

S. Novy et al..Atomic scale analysis and phase separation understanding in a thermally aged Fe-20 at.%Cr alloy.

《Journal of Nuclear Materials》.2009,

F. Lasagni et al..Three-dimensional characterization of ‘as-cast’ and solution-treated AlSi12(Sr) alloys by high-resolution FIB tomography.《Acta Materialia》.2007,第55卷

李奎荣.钛合金微观组织结构计算机重构技术研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技I辑》.2014,

李奎荣.钛合金微观组织结构计算机重构技术研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技I辑》.2014,

审查员 吴珊珊

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

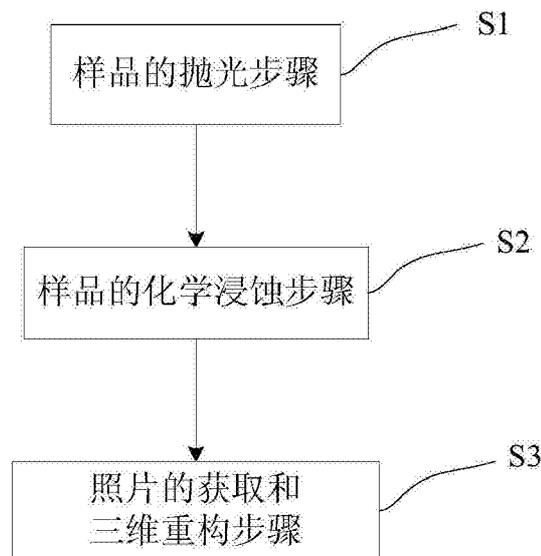
(54)发明名称

一种大型铸锻件宏观偏析简易三维重构方法

(57)摘要

本发明涉及一种大型铸锻件宏观偏析简易三维重构方法,对大型铸锻件中的宏观偏析进行三维重构,其特征在于,包括以下步骤:1)样品的抛光步骤:采用线切割方法将大型铸锻件样品切取立方体子样品,并对子样品共顶点的三个面进行磨光和抛光处理;2)样品的化学浸蚀步骤:对抛光后的子样品进行化学浸蚀处理,标记特征点;3)照片的获取和三维重构步骤:获取化学浸蚀后的子样品的金相照片,根据所标记的特征点进行三维重构。与现有技术相比,本发明具有设备简单、重构效率高等优点,解决了常规单一金相观察不能反应样品偏析真实情况的问题,同时改善了切片法三维重构效率低、成功率低的缺点。

CN 104764647 B



1. 一种大型铸锻件宏观偏析简易三维重构方法,对大型铸锻件样品中的宏观偏析进行三维重构,其特征在于,包括以下步骤:

1) 样品的抛光步骤:采用线切割方法将大型铸锻件样品分割为多块子样品,并对每块子样品共顶点的三个面进行磨光和抛光处理;

2) 样品的化学浸蚀步骤:对抛光后的子样品进行化学浸蚀处理,标记特征点;

3) 照片的获取和三维重构步骤:获取化学浸蚀后的子样品的金相照片,根据所标记的特征点进行三维重构,所述三维重构步骤具体为:

3a) 设置放大倍数,在体式显微镜下获得子样品中共顶点的三个面的金相照片,所述照片中子样品的边缘与照片边缘平行;

3b) 根据照片的实际位置和所标记的特征点进行三维重构,重构时相邻面的共用棱边是重合的。

2. 根据权利要求1所述的大型铸锻件宏观偏析简易三维重构方法,其特征在于,所述抛光步骤具体为:

1a) 样品的切取:将从实际大型铸锻件取下来的样品用线切割的方法切取立方体子样品;

1b) 样品的粗磨:选择子样品的共顶点的三个面进行磨光,每个面依次经过180#→320#→600#的氧化铝或碳化硅耐水砂纸研磨,研磨盘的转速设定为500~800rpm,每次换下一道次砂纸,将子样品沿磨制面旋转90度,研磨至新一道次的磨痕盖住上一道次的磨痕为止;

1c) 样品的精磨:将粗磨后的子样品在1200#的氧化铝耐水砂纸上进行研磨,研磨盘的转速设定为300~500rpm,沿上一道次磨痕垂直的方向研磨至不可见上一道次磨痕为止;

1d) 样品的抛光:将经过精磨后的子样品置于毛料抛光布上抛光,依次使用9 μm →3 μm →0.5 μm 的金刚石抛光液,转速为200~300rpm,获得光亮且没有麻点的抛光面,冲洗并吹干。

3. 根据权利要求2所述的大型铸锻件宏观偏析简易三维重构方法,其特征在于,所述子样品的棱边长为13-18mm。

4. 根据权利要求1所述的大型铸锻件宏观偏析简易三维重构方法,其特征在于,所述化学浸蚀步骤具体为:

2a) 化学浸蚀:将抛光后的子样品放入浸蚀液中,磨光面朝上,浸没腐蚀3~5min后取出,洗净样品表面的发灰产物之后,冲洗并吹干;

所述浸蚀液包括硝酸和酒精,其比例为4~5:100;

2b) 特征点标记:在金相显微镜下对子样品的特征点进行标记,所述特征点包括共顶点的三个棱的所有顶点。

5. 根据权利要求1所述的大型铸锻件宏观偏析简易三维重构方法,其特征在于,所述放大倍数为5~25。

一种大型铸锻件宏观偏析简易三维重构方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种三维重构方法,尤其是涉及一种大型铸锻件宏观偏析简易三维重构方法。

背景技术

[0002] 大型铸锻件是国家重大技术装备、重大工程建设所必需的重要基础部件,广泛应用于能源设备、矿山设备、交通运输、军工产品、大型科研装置等各个方面,其生产制造能力是衡量一个国家重大技术装备自给能力的标志之一。

[0003] 大型铸锻件的生产需经过冶炼-铸锭-锻造-热处理-机加工等步骤,由于大型铸锻件体积和质量都很大,钢锭的宏观组织可分为激冷层、柱状晶区、树枝晶区、等轴晶区、沉积锥区等。钢锭凝固后,从晶粒内到宏观钢锭的不同部位,化学成分都不是均匀的,偏析的存在是不可避免的。偏析可以分为微观偏析和宏观偏析,微观偏析指的是小范围内的化学成分不均匀,一般在一个晶粒尺度范围以内;宏观偏析指的是大尺寸范围内的化学成分不均匀,如树枝状偏析、带状偏析等。

[0004] 微观偏析对钢锭及锻件力学性能的影响是明显的,由于成分不均匀造成组织上的差别,导致冲击韧性和塑性下降,增加了热裂倾向性,有时还使钢锭难于加工。宏观偏析的产生,使钢锭的力学性能和物理性能产生很大差异,要想消除宏观偏析是很困难的,只能尽量减少。

[0005] 大型偏析采用单一磨面观察不能反应实际的偏析情况,从不同的方向进行金相观察得到的宏观形貌和微观组织都不一样,采用单一磨面进行观察甚至会得到错误的结论,必须采用三维重构才能得到材料偏析分布的实际情况。常规的三维重构方法多采用切片来进行,这需要有专业的设备进行分层切片,然后采用专业的软件进行重构。采用切片法进行三维重构费时费力,中间不能出现任何差错,某一处切失败后,整个重构即失败,成功率、效率较低,不能满足工厂大规模生产的需求。

发明内容

[0006] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种设备简单、重构效率高的大型铸锻件宏观偏析简易三维重构方法。

[0007] 1) 样品的抛光步骤:采用线切割方法将大型铸锻件样品分割为多块子样品,并对每块子样品共顶点的三个面进行磨光和抛光处理;

[0008] 2) 样品的化学浸蚀步骤:对抛光后的子样品进行化学浸蚀处理,标记特征点;

[0009] 3) 照片的获取和三维重构步骤:获取化学浸蚀后的子样品的金相照片,根据所标记的特征点进行三维重构。

[0010] 所述抛光步骤具体为:

[0011] 1a) 样品的切取:将从实际大型铸锻件取下来的样品用线切割的方法切取立方体子样品;1b) 样品的粗磨:选择子样品的共顶点的三个面进行磨光,每个面依次经过180#→

320#→600#的氧化铝或碳化硅耐水砂纸研磨,研磨盘的转速设定为500~800rpm,每次换下一道次砂纸,将子样品沿磨制面旋转90度,研磨至新一道次的磨痕盖住上一道次的磨痕为止;

[0012] 1c) 样品的精磨:将粗磨后的子样品在1200#的氧化铝耐水砂纸上进行研磨,研磨盘的转速设定为300~500rpm,沿上一道次磨痕垂直的方向研磨至不可见上一道次磨痕为止;

[0013] 1d) 样品的抛光:将经过精磨后的子样品置于毛料抛光布上抛光,依次使用9 μm →3 μm →0.5 μm 的金刚石抛光液,转速为200~300rpm,获得光亮且没有麻点的抛光面,冲洗并吹干。

[0014] 所述子样品的棱边长为13-18mm。

[0015] 所述化学浸蚀步骤具体为:

[0016] 2a) 化学浸蚀:将抛光后的子样品放入浸蚀液中,磨光面朝上,浸没腐蚀3~5min后取出,洗净样品表面的发灰产物之后,冲洗并吹干;

[0017] 所述浸蚀液包括硝酸和酒精,其比例为4~5:100;

[0018] 2b) 特征点标记:在金相显微镜下对子样品的特征点进行标记,所述特征点包括共顶点的三个棱的所有顶点。

[0019] 所述三维重构步骤具体为:

[0020] 3a) 设置放大倍数,在体式显微镜下获得子样品中共顶点的三个面的金相照片,所述照片中子样品的边缘与照片边缘平行;

[0021] 3b) 根据照片的实际位置和所标记的特征点进行三维重构,重构时相邻面的共用棱边是重合的。

[0022] 所述放大倍数为5~25。

[0023] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0024] 与现有技术相比,本发明为建立高温扩散工艺与材料偏析程度,材料的偏析程度与材料相变动力学、材料的宏观力学性能特别是低温冲击韧性之间的关系,提供了偏析表征的基础,具体具有以下优点:

[0025] (1) 采用从相互垂直的三个方向磨面观察,近似得到材料偏析的三维分布情况,解决了切片法三维重构效率较低、不能满足工厂大规模生产需求的问题。

[0026] (2) 解决了常规单一金相显微镜不能反应样品偏析真实情况的问题。

[0027] (3) 该方法所需设备简单,不需要专门设备进行制样,也不需要专门软件进行重构,投入少,产出高。

[0028] (4) 该方法成功率高,某一磨面失败后仍可采取补救措施,不像切片法中某一切片失败就影响整个重构。

[0029] (5) 该方法通过两两垂直的三个面进行简易的三维重构,也可对立方体6个面进行磨面观察,进而推测偏析在材料内部的走向和分布。

[0030] (6) 该方法简单,对人员理论知识要求不高,易懂易学,可以在工厂进行推广使用。

附图说明

[0031] 图1为本发明的流程示意图;

- [0032] 图2为进行特征点标记的示意图；
- [0033] 图3为实施例1中三维重构后得到的三维立体照片；
- [0034] 图4为实施例2中三维重构后得到的三维立体照片；
- [0035] 图5为实施例3中三维重构后得到的三维立体照片。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。本实施例以本发明技术方案为前提进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0037] 实施例1

[0038] 如图1所示,本实施例提供一种大型铸锻件宏观偏析简易三维重构方法,对大型铸锻件样品进行三维重构,包括以下步骤:

[0039] 步骤S1,样品的抛光步骤:采用线切割方法将样品分割为多块子样品,并对每块子样品进行抛光处理;

[0040] 步骤S2,样品的化学浸蚀步骤:对抛光后的子样品进行化学浸蚀处理,标记特征点;

[0041] 步骤S3,样品的三维重构步骤:获取化学浸蚀后的子样品的金相照片,根据所标记的特征点进行三维重构。

[0042] 步骤S1的抛光具体为:

[0043] 1a)样品的切取:将从实际大型铸锻件取下下来的样品用线切割的方法分割成多块子样品,切割时保证子样品为立方体,其棱边长为13mm,子样品太大,在进行磨抛时,容易出现倒角和破坏抛光盘,子样品太小,不易把持,子样品容易飞出。

[0044] 1b)样品的粗磨:选择子样品的共顶点的三个面进行磨光,每个面依次经过180#→320#→600#的氧化铝或碳化硅耐水砂纸研磨,研磨盘的转速设定为500rpm,每次换下一道次砂纸,将子样品沿磨制面旋转90度,研磨至新一道次的磨痕盖住上一道次的磨痕为止,不可使某一个面漏磨或漏抛,而造成抛光面划痕太多,不能满足金相观察要求,磨制时使用自来水做润滑剂。

[0045] 在进行磨抛时,应保证子样品受力均匀,不出现倾斜和倒角,保证子样品的三个抛光面两两垂直,注意保证子样品垂直于抛光盘表面,不要倾斜,以保证观察面两两垂直,防止出现倒角,以免对重构产生影响。

[0046] 1c)样品的精磨:将粗磨后的子样品在1200#的氧化铝耐水砂纸上进行研磨,研磨盘的转速设定为300rpm,沿上一道次磨痕垂直的方向研磨至不可见上一道次磨痕为止。

[0047] 1d)样品的抛光:将经过精磨后的子样品置于毛料抛光布上抛光,依次使用9 μm →3 μm →0.5 μm 的金刚石抛光液,转速为200rpm,获得光亮且没有麻点的抛光面,使用水和酒精依次冲洗并使用吹风机吹干。

[0048] 步骤S2的化学浸蚀具体为:

[0049] 2a)化学浸蚀:将抛光后的子样品放入浸蚀液中,磨光面朝上,浸没腐蚀3~5min后取出,洗净样品表面的发灰产物之后,冲洗并吹干。

[0050] 浸蚀液包括硝酸和酒精,其比例为4~5:100。浸蚀液采用的是4%左右的硝酸酒

精,若需要对其他材料进行三维重构,选择该材料对应的腐蚀剂即可,如进行晶粒度表征,多采用饱和苦味酸溶液作为腐蚀剂。一般来说,若有配制好的硝酸酒精溶液,直接使用配制好的溶液即可。本方法以观察宏观的偏析分布为目的,腐蚀时间以3min为宜,腐蚀过短或过长,都不能很好的显示偏析的分布。

[0051] 2b) 特征点标记:在金相显微镜下对子样品的特征点进行标记,所述特征点包括共顶点的三个棱的所有顶点,如图2所示,共顶点标记为0,三条棱分别为0a、0b、0c,三个面分别为a0b、b0c、a0c。

[0052] 步骤S3的三维重构具体为:

[0053] 3a) 设置放大倍数为10,在体式显微镜下获得子样品中共顶点的三个面的照片,所述照片中子样品的边缘与照片边缘平行,为后续三维重构提供方便,如观察a0b面时,应保证,0a和0b棱边与照片边缘平行。

[0054] 3b) 根据照片的实际位置和所标记的特征点进行三维重构,重构时相邻面的共用棱边是重合的。

[0055] 上述三维重构主要是通过转动照片的空间角度的来实现的,具体的角度与实际需要有关。根据视觉成像原理,同一样品当观察者处于不同位置时,看到的某一个面的形状和大小都不一样,如图2中照片是在相机镜头位置观察得到的图像,如图中a0b, b0c, a0c大小和形状各不相同。重构的过程实际上是,将在显微镜下观察的图片通过大小和形状的变换和重新组合,使其具有三维可视效果。根据观察位置上,计算照片角度和大小的变换,然后采用具有图像变换功能的软件调整每一张照片的空间位置,旋转一定的角度,在进行重构时,应保证原有标记仍然处在对应位置,例如a0b面与b0c面相交的0b棱边在进行重构时必须保证重合。

[0056] a0b照片旋转角度为($x=316.9^\circ, y=327.5^\circ, z=26.9^\circ$), b0c照片旋转角度为($x=0^\circ, y=0^\circ, z=0^\circ$), a0c照片旋转角度为($x=70.7^\circ, y=314.7^\circ, z=296.4^\circ$),并保证原有标记仍然处在对应位置,获得如图3所示的三维立体照片,完成重构。

[0057] 实施例2

[0058] 本实施例提供一种大型铸锻件宏观偏析简易三维重构方法,包括样品的抛光,样品的化学腐蚀,样品的三维重构三个步骤,具体如下:

[0059] 抛光步骤具体为:

[0060] 1a) 样品的切取:将从实际大型铸锻件取下来的样品用线切割的方法分割成多块子样品,子样品为立方体,其棱边长为15mm;

[0061] 1b) 样品的粗磨:选择子样品的共顶点的三个面进行磨光,每个面依次经过180#→320#→600#的氧化铝或碳化硅耐水砂纸研磨,研磨盘的转速设定为600rpm,每次换下一道次砂纸,将子样品沿磨制面旋转90度,研磨至新一道次的磨痕盖住上一道次的磨痕为止;

[0062] 1c) 样品的精磨:将粗磨后的子样品在1200#的氧化铝耐水砂纸上进行研磨,研磨盘的转速设定为400rpm,沿上一道次磨痕垂直的方向研磨至不可见上一道次磨痕为止;

[0063] 1d) 样品的抛光:将经过精磨后的子样品置于毛料抛光布上抛光,依次使用 $9\mu\text{m}$ → $3\mu\text{m}$ → $0.5\mu\text{m}$ 的金刚石抛光液,转速为250rpm,获得光亮且没有麻点的抛光面,冲洗并吹干。

[0064] 化学浸蚀步骤具体为:

[0065] 2a) 化学浸蚀:将抛光后的子样品放入浸蚀液中,磨光面朝上,浸没腐蚀4min后取

出,洗净样品表面的发灰产物之后,冲洗并吹干;

[0066] 2b) 特征点标记:在金相显微镜下对子样品的特征点进行标记,所述特征点包括共顶点的三个棱的所有顶点。

[0067] 三维重构步骤具体为:

[0068] 3a) 设置放大倍数为5,在体式显微镜下获得子样品中共顶点的三个面的照片,所述照片中子样品的边缘与照片边缘平行;

[0069] 3b) 根据照片的实际位置和所标记的特征点进行三维重构,重构时相邻面的共用棱边是重合的,a0b照片旋转角度为 $(x=316.9^{\circ},y=327.5^{\circ},z=26.9^{\circ})$,b0c照片旋转角度为 $(x=0^{\circ},y=0^{\circ},z=0^{\circ})$,a0c照片旋转角度为 $(x=70.7^{\circ},y=314.7^{\circ},z=296.4^{\circ})$,并保证原有标记仍然处在对应位置,获得如图4所示的三维立体照片,完成重构。

[0070] 实施例3

[0071] 本实施例提供一种大型铸锻件宏观偏析简易三维重构方法,包括样品的抛光,样品的化学腐蚀,样品的三维重构三个步骤,具体如下:

[0072] 抛光步骤具体为:

[0073] 1a) 样品的切取:将从实际大型铸锻件取下来的样品用线切割的方法分割成多块子样品,子样品为立方体,其棱边长为18mm;

[0074] 1b) 样品的粗磨:选择子样品的共顶点的三个面进行磨光,每个面依次经过180#→320#→600#的氧化铝或碳化硅耐水砂纸研磨,研磨盘的转速设定为600rpm,每次换下一道次砂纸,将子样品沿磨制面旋转90度,研磨至新一道次的磨痕盖住上一道次的磨痕为止;

[0075] 1c) 样品的精磨:将粗磨后的子样品在1200#的氧化铝耐水砂纸上进行研磨,研磨盘的转速设定为400rpm,沿上一道次磨痕垂直的方向研磨至不可见上一道次磨痕为止;

[0076] 1d) 样品的抛光:将经过精磨后的子样品置于毛料抛光布上抛光,依次使用 $9\mu\text{m}$ → $3\mu\text{m}$ → $0.5\mu\text{m}$ 的金刚石抛光液,转速为250rpm,获得光亮且没有麻点的抛光面,冲洗并吹干。

[0077] 化学浸蚀步骤具体为:

[0078] 2a) 化学浸蚀:将抛光后的子样品放入浸蚀液中,磨光面朝上,浸没腐蚀3min后取出,洗净样品表面的发灰产物之后,冲洗并吹干;

[0079] 2b) 特征点标记:在金相显微镜下对子样品的特征点进行标记,所述特征点包括共顶点的三个棱的所有顶点。

[0080] 三维重构步骤具体为:

[0081] 3a) 设置放大倍数为25,在金相显微镜下获得子样品中共顶点的三个面的照片,所述照片中子样品的边缘与照片边缘平行;

[0082] 3b) 根据照片的实际位置和所标记的特征点进行三维重构,重构时相邻面的共用棱边是重合的,a0b照片旋转角度为 $(x=316.9^{\circ},y=327.5^{\circ},z=26.9^{\circ})$,b0c照片旋转角度为 $(x=0^{\circ},y=0^{\circ},z=0^{\circ})$,a0c照片旋转角度为 $(x=70.7^{\circ},y=314.7^{\circ},z=296.4^{\circ})$,并保证原有标记仍然处在对应位置,获得如图5所示的三维立体照片,完成重构。

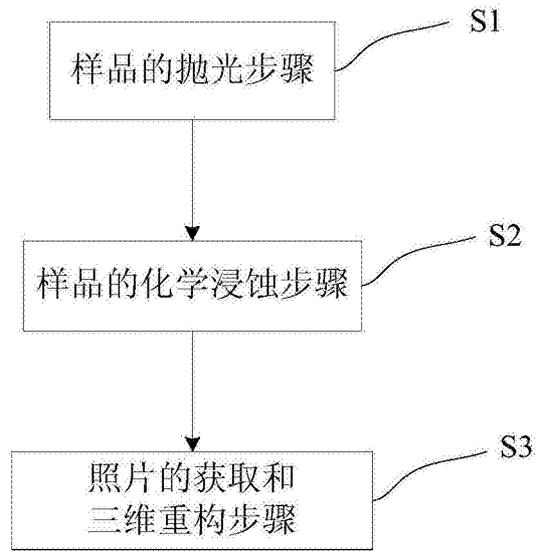


图1

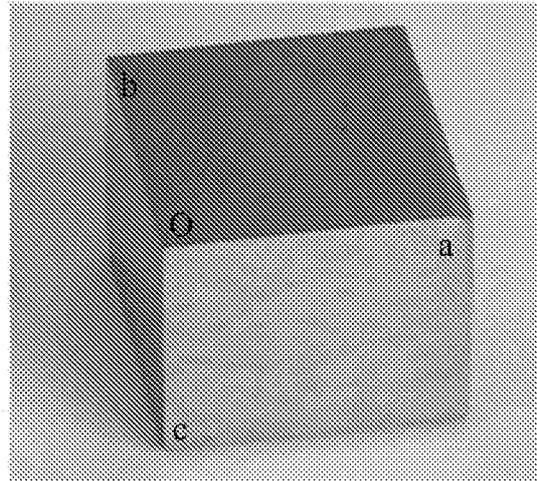


图2

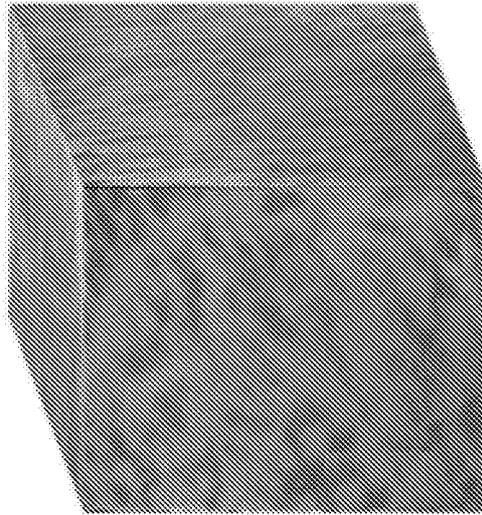


图3

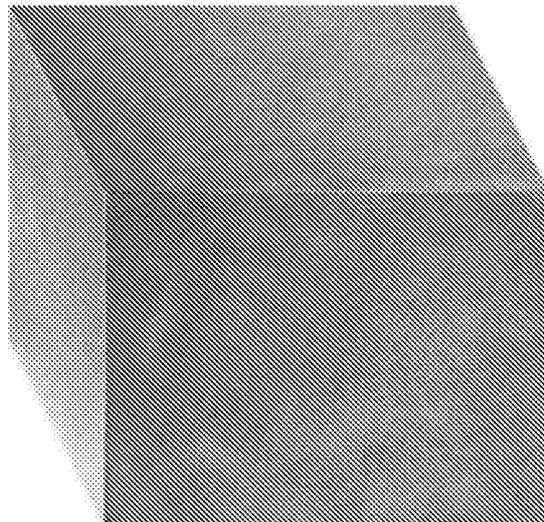


图4

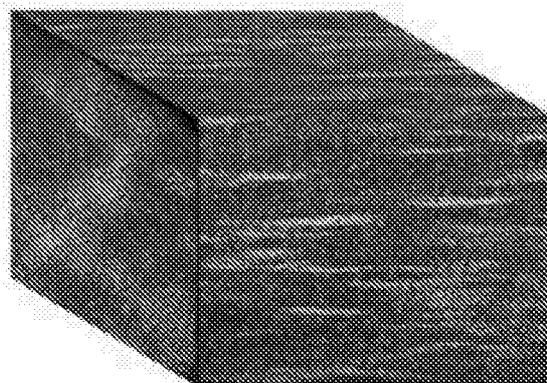


图5