

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101678613 B

(45) 授权公告日 2013. 01. 09

(21) 申请号 200880011866. 5

(22) 申请日 2008. 11. 07

(30) 优先权数据

102007056984. 1 2007. 11. 27 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 10. 13

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2008/009422 2008. 11. 07

(87) PCT申请的公布数据

W02009/068165 DE 2009. 06. 04

(73) 专利权人 EOS 有限公司电镀光纤系统

地址 德国克赖灵

(72) 发明人 J· 菲利普 T· 马特斯

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 赵科

(51) Int. Cl.

B29C 67/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

DE 4112695 C3, 1992. 07. 02, 说明书摘要, 图 1、2, 第一栏 63 行至第二栏 57 行, 第四栏 41-46 行, 第五栏 42-46 行.

US 2004026807 A1, 2004. 02. 12, 全文.

EP 1466718 A, 2004. 10. 13, 说明书摘要, 图 3, 16-19 段, 22 段, 26 段, 28-29 段, 32 段.

审查员 熊子恺

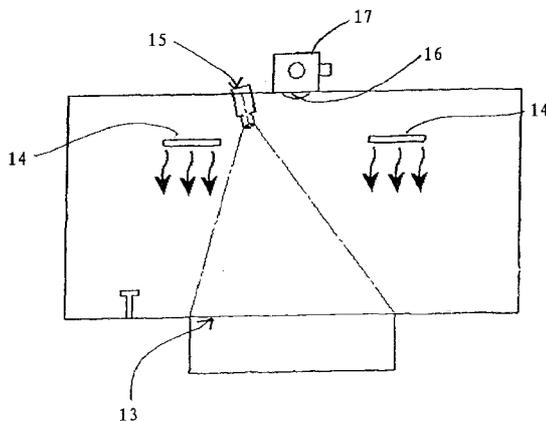
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 6 页

(54) 发明名称

借助激光烧结制造三维物体的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种通过激光烧结制造三维物体的方法, 其中物体通过粉末状材料分层硬化在各层与物体相应的部位上借助激光辐射的作用形成, 其中, 检测所涂覆的粉末层内的 IR 辐射图像, 其特征于, 借助 IR 辐射图像确定所涂覆的缺陷部位和 / 或者几何形状的不平度。



1. 一种制造三维物体的方法,其中通过按层地将粉末状材料硬化在相应层的与所述物体相对应的部位上而形成所述物体,其中,空间分辨地检测从所涂敷的粉末层发出的 IR 辐射,从而获得 IR 辐射图像,其特征在于,借助所述 IR 辐射图像,基于不同的发射率和 / 或不同的反射比确定所涂敷的粉末层的缺陷部位和 / 或几何不平度。

2. 按权利要求 1 所述的方法,其中,通过将电磁辐射或者微粒辐射引入到粉末层内而实现硬化。

3. 按权利要求 1 所述的方法,其中,缺陷部位和 / 或几何不平度在进行校正的第二次层涂覆中或者在物体的构造过程进程中被校正。

4. 按权利要求 1 所述的方法,其中,在选择性硬化一层期间或者之后,针对完整性和所硬化区域的正确位置而对该层进行分析。

5. 按权利要求 1 所述的方法,其中,根据所测得的 IR 辐射图像确定是否存在不稳定的气涡流或者流动。

6. 按权利要求 1 所述的方法,其中,借助热辐射或者其他能量输送而使新涂敷的粉末层达到工作温度。

7. 按权利要求 6 所述的方法,其中,在加热阶段期间检测新涂敷的层的 IR 辐射图像,并在存在不均匀性的情况下调节加热功率。

8. 按权利要求 6 所述的方法,其中,使用平面辐射器进行加热。

9. 按权利要求 1 所述的方法,其中,借助红外摄像机检测 IR 辐射图像。

10. 按权利要求 1 所述的方法,其中,使用塑料粉末,或者使用金属粉末。

11. 按权利要求 10 所述的方法,其中,使用聚酰胺或者聚苯乙烯。

12. 按权利要求 1 至 11 之一所述的方法,其中,借助所述 IR 辐射图像,基于不同的温度确定所涂敷的粉末层的缺陷部位和 / 或几何不平度。

## 借助激光烧结制造三维物体的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种借助激光烧结制造三维物体的方法。

### 背景技术

[0002] 借助激光烧结制造三维物体的方法例如由 EP 1466718A2 有所公开。在那里使用红外摄像机,以检测最上面的粉末层的瞬间温度。所拍摄的温度图像用于通过温度控制系统再调节辐射加热系统。因此,通过控制部分分层床 (Teilebettes) 的最上层内的温度可以降低不希望的收缩。

[0003] EP 1 296 788B1 公开了一种制造三维物体的方法,其通过借助电子枪按层熔化各层的与该物体相对应的部位上的粉末状材料进行。使用摄像机来检测粉末层床 (Pulverbett) 中表面层的表面特性,摄像机局部地测量表面层的温度分布并且局部地根据由于表面上的不均匀性而产生的阴影信息检测表面不均匀性。所获得的关于温度分布的信息被用于取得表面上尽可能均匀的温度分布。阴影信息被用于控制所制造的物体的尺寸与额定尺寸之间的偏差。因为摄像机根据阴影信息采集表面信息,所以需要用于产生这种阴影信息的其他照明装置。文献 DE 103 10 385B4 中也介绍了在光学观察粉末层时使用侧面的光入射。

[0004] 一般地,附加的光源会产生干扰,因为需要大功率照明,以便叠化 (ueberblenden) 热辐射器,这产生余热并且使得同步的闪光照明是必须的。此外,阴影信息非常敏感地取决于照明设置的情况。因此,为了产生阴影,经常需要从不同的方向照明。这需要多次拍摄和多个光源。然而,结构识别有时却非常困难。

[0005] 图 4 在上面的图中举例示出以采用可见光的涂敷层照片。在该层内可以看到两处缺陷。一个是照片中心处明显的压印凹陷,一个是其中未实现层涂敷的楔形区域。楔形区域几乎延伸通过照片的整个宽度,并具有难识别的下沿。在下面的图中示出了,自动的照片识别软件不能确凿地识别该下沿。即使是在灵敏调整的边缘滤波器 (Kantenfilter) 的情况下,也只能在部分区域中识别出下沿。但由于高灵敏度,在层本身无瑕疵的地方也找到边缘。因此,不可能准确地识别具有缺少层涂敷的区域,从而不能有针对性地消除层涂敷中的缺陷。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种方法,用于借助按层地将粉末状材料硬化到相应层的与物体相对应的部位上来制造三维物体,其中所制造的物体的质量得到提高。

[0007] 该目的通过一种制造三维物体的方法得以实现,其中通过按层地将粉末状材料硬化在相应层的与所述物体相对应的部位上而形成所述物体,其中,空间分辨地检测从所涂敷的粉末层发出的 IR 辐射,从而获得 IR 辐射图像,其中,借助所述 IR 辐射图像,基于不同的发射率和 / 或不同的反射比确定所涂敷的粉末层的缺陷部位和 / 或几何不平度。

[0008] 本发明的优点是,可以自动确定、并在需要时校正加工过程期间的配料误差和涂

布缺陷。由此保证加工过程期间完备的质量控制。

[0009] 在现有技术中分析阴影投射,而依据本发明的方法在无附加照明的情况下也可以监测涂布。由此,机器的照明不受可见光的干扰。此外,该方法不依赖于材料的颜色和性质,并因此可以在不改变常见构造材料的情况下通过添加物就能实现。

[0010] 在根据本发明的方法中,关于被涂敷的粉末层中不均匀性 / 缺陷的信息只基于粉末层的 IR 辐射图像而获取。在此方面,利用以下知识:从一个区域发出的红外线辐射不仅取决于该区域的温度,而且也取决于其发射率和反射比。

[0011] 如果像现有技术中那样只关心温度分布,那么人们试图通过校正来消除这两种另外的参数,即发射率和反射比的影响。但依据本发明,恰除利用以下认识,即在粉末涂敷中存在具有差别的区域的情况下,所有三个参数在红外线中均发生剧烈变化。不消除发射率和反射比的影响。通过红外线中显示具有不同特性的区域的高对比度可以进行特别精确的涂布监测。即使在新涂敷的层内温度全都相同的情况下,在 IR 辐射图像中也能看出颜色差别。这是因为:一层中的非规则性(例如边缘或者层厚度波动)导致不同的发射率和反射比。

#### 附图说明

[0012] 从借助附图对实施例的说明中可以得到其他优点和目的性。其中:

[0013] 图 1 示出激光烧结装置的示意图;

[0014] 图 2 示出用于监测涂布的结构示意图;

[0015] 图 3a-3c 示出在涂布过程中可能出现的缺陷的情况下 IR 辐射图像的举例;以及

[0016] 图 4 示出对采用可见光的涂布监测的问题的说明。

#### 具体实施方式

[0017] 正如从图 1 最清楚地看出的那样,依据本发明的激光烧结装置具有向上和向下敞开的结构框架 1,该结构框架具有上边缘 2。在该结构框架内设置结构平台 3,该结构平台与垂直传动装置 4 连接,结构平台通过该垂直传动装置可以在垂直方向上下运动。上边缘 2 的上方设置激光器 6 和射束偏转系统 7 形式的硬化装置。此外还具有用于涂覆粉末状材料的涂布器 8。涂布器例如包含横向地在加工区上延伸的容器,该容器能填充有储备粉末并在其底面具有横向地在加工区上延伸的排放口 5。此外,涂布器通常具有至少一个叶片(Klinge)8a,用于产生具有预定厚度的粉末层。激光器 6、射束偏转装置 7、涂布器 8 和垂直传动装置 4 由控制装置 9 控制。在图 1 所示的图示中,示出了所形成的物体 10,该物体被未硬化的材料 11 包围。作为粉末状的材料,例如使用粉末状的塑料材料,例如像聚酰胺或者聚苯乙烯。依据本发明的方法特别适用于该方法。但也可以使用诸如金属粉末、陶瓷粉末、型砂这样的材料以及所有其他对于激光烧结而言常用的材料。

[0018] 图 2 示出激光烧结装置的结构细节。新涂敷的粉末层 13 处于框架 1 上边缘 2 处的加工区内。加工区的上方设置热辐射器 14,热辐射器与未示出的控制装置连接并用于在利用激光束进行照射之前将新涂敷的粉末层加热到工作温度。此外还设置红外摄像机 15,红外摄像机被设置在加工区的上方,使得其照明整个加工区。依据该实施例,红外摄像机 15 在约  $1 \mu\text{m}$  至约  $14 \mu\text{m}$  的波长范围中灵敏。因此,它适于塑料粉末的激光烧结时出现的温度。

但是,根据所使用的材料来选择该摄像机的波长灵敏度。红外摄像机可以要么设置在用于激光辐射的耦入窗 16 的侧面,要么位于外部空间中耦入窗的后面。

[0019] 在依据本发明的方法中,用于粉末状材料层的层被涂敷在平台 3 上或被涂敷在先前硬化的层上,并利用激光射束在与物体相对应的部位上被硬化。如果涂布器 8 在加工区上运动并涂覆一个新的粉末层,那么新涂敷的层中可能会出现缺陷部位或者可能形成不均匀性。例如可能出现以下情形:涂布器未均匀地在加工区的宽度上或者长度上涂敷粉末,并因此在一侧比另一侧涂敷更多的粉末,从而所涂敷的粉末层的厚度在加工区上是变化的。此外,也可能出现以下情形:由于涂布器的叶片 8a 的污染而在所涂敷的层中形成一个或者多个沟。例如可能通过粗的粉末杂质或者通过由于热变形效应,例如涡旋而从涂布水平凸起的硬化区形成新涂敷的粉末层中其他的不均匀性。新涂敷的粉末层中这些缺陷部位和/或不均匀性基于不同的温度和/或不同的发射率和/或不同的反射比而利用红外摄像机在粉末涂敷之后被检测。在此方面,不同层厚的区域以不同的颜色再现,这些颜色提供对于层的表面特性的推论。因此,通过彩色图像的图像处理可以监测每个新涂敷的层,方法是将实际值与相应层的额定值进行比较。如果确定缺陷部位或者不均匀性,那么可以要么利用涂布器进行附加的涂布步骤,其中该不均匀性被补偿;要么可以调整后续层的涂布参数,使得整个所形成的物体中的不均匀性没有作用或者没有明显作用。

[0020] 借助红外摄像机确定 IR 辐射图像可以要么是在每次新的层涂敷时进行,要么其可以按照抽样方式仅为确定的层进行。

[0021] 图 3a-3c 示出在存在缺陷部位和不均匀性的情况下不同的 IR 辐射图像。其中,在图 3a 和 3c 的情况下,在上面的图中示出各自的 IR 辐射图像,并且在下面的图中示出利用常见图像处理软件进行处理后的同一图像。在依据本发明的方法中,在此方面,使用专门的图像处理方法并不重要。图像处理结果应仅说明依据本发明的方法使粉末涂敷时的缺陷的自动识别变得容易。

[0022] 在图 3a 的 IR 辐射图像中,在上部分中可以看出沟形式的细条纹,该沟是由附着在涂布器叶片上的污物产生的。借助 IR 辐射图像,这个沟也可以借助图像处理软件被识别出,如左上区域内的亮的缺陷部位。

[0023] 图 3b 示出由污物导致的宽条纹以及右上区域中的层厚度不均匀性。在这里需要提及的是,层厚不均匀性恰恰也通过以下方式在红外线中得到良好的识别,即所涂敷的层根据厚度而对于所涂敷的层下面的材料的 IR 辐射的透射是不同的。

[0024] 图 3c 示出涂布器中的发出的粉末。层厚度在层涂敷结束时变得更小。在上部亮图像区内还涂敷粉末期间,可以借助于由于提高了直到 30°C 的温度而颜色发生变化,识别出在下部图像区中缺少粉末。变化的颜色可以借助图像处理而被自动识别。即使边沿不清晰,在此方面也不会对识别所属的区域造成困难。

[0025] 在另一种变化方案中,如果发现新涂敷的粉末的表面上温度不均匀,则所检测的 IR 辐射图像也可以用于再调节热辐射器 14 的加热功率。在另一种变化方案中,不稳定的气涡流或者流动可以借助红外摄像机进行探测。其屏蔽粉末层床的热辐射。

[0026] 在另一种变化方案中,可以针对部件的正确位置检查已经被照射的区域。因为光学检测的烧结部件的温度高于未烧结粉末的温度,所以在 IR 辐射图像上可以准确确定其在加工区内的位置。

[0027] 借助红外摄像机的涂布监测无需附加的光源就能实现。不出现与光入射类型的阴影形成相关的问题。

[0028] 虽然上面举例介绍了激光烧结方法或激光熔化方法,但依据本发明的方法也能够借助向粉末层中有选择地进行能量输入的其他方法来实现。例如,除了激光器外,也可以使用其他光源,如灯。此外,用于硬化的能量不仅可以以电磁辐射的方式,而且也可以以微粒辐射的方式(例如电子射束)来输送。能量是借助用射束连续扫描粉末层的重要部位而被输入,还是能量在使用掩膜和无定向辐射(例如由石英灯)的情况下选择性地输入,这对依据本发明的方法没有影响。也可以使用其中引入用于选择性硬化粉末的粘结剂的方法。

[0029] 如果用于制造三维物体的装置包括一个或者多个热辐射器 14,那么该方法可以得到特别好的应用。原因是,新涂敷的粉末层向红外摄像机 15 的方向反射热辐射器 14 的热辐射。由此,从粉末层向红外摄像机方向上发出的光的被反射光分量更大。但是,由此,在更大程度上,除了发射能力和温度的差别之外,同时考虑层内反射能力的差别,从而在层内存在不均匀性的情况下提高对比度。

[0030] 如果在用于制造三维物体的装置中存在热辐射器 14,那么依据本发明的方法的精确度可以通过以下方式而得到提高,即优选地,平面辐射器作为热辐射器 14 使用。这种平面辐射器例如在 DE 102005024790A1 中有所介绍。与使用石英管辐射器相比,在依据本发明的方法中使用这种平面辐射器具有优点,因为由此,所涂敷的粉末可以得到均匀辐射。由此,所检测的层的反射能力的差别不与不均匀的辐射叠加。

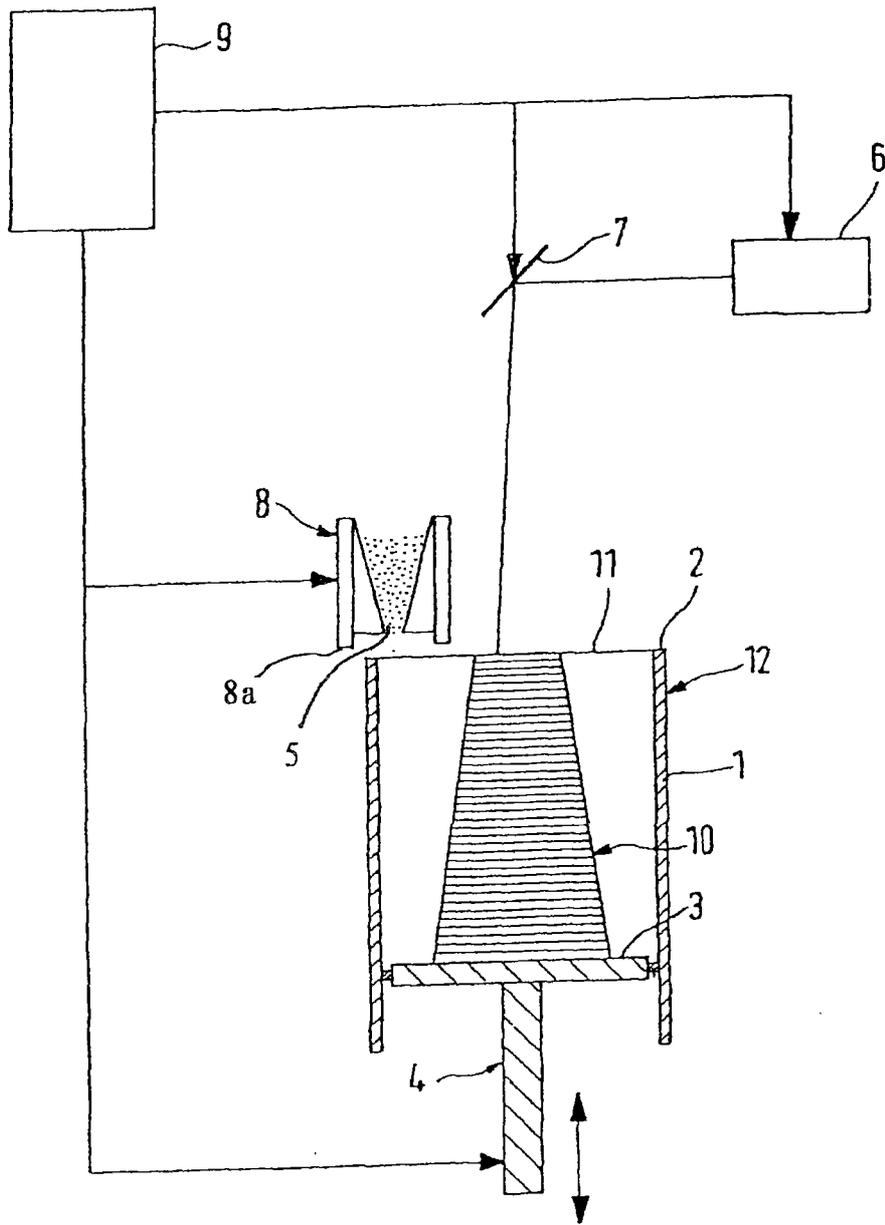


图 1

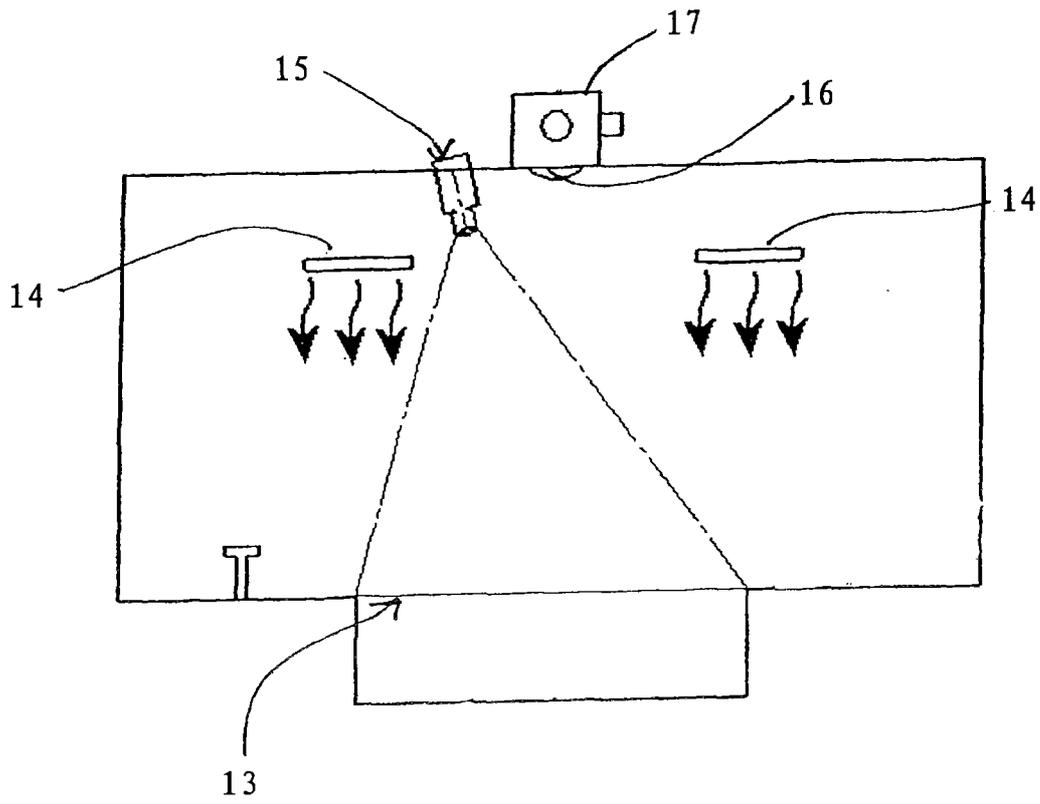


图 2

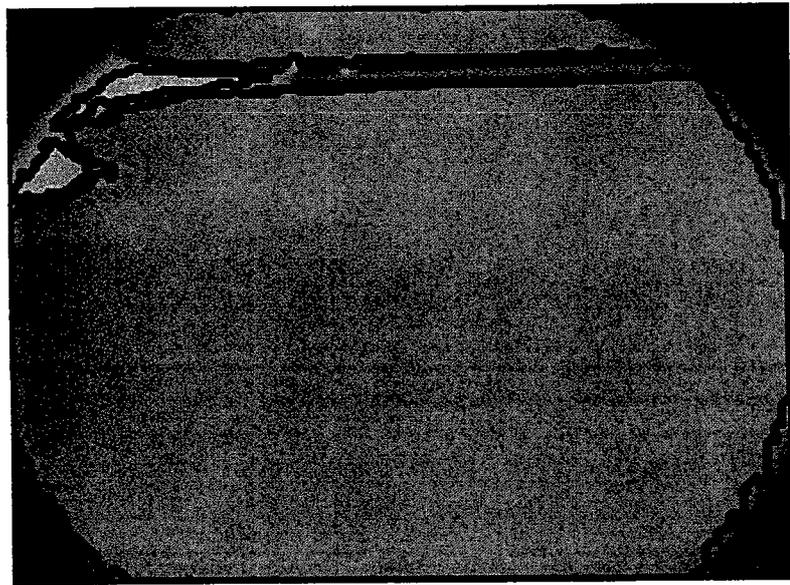
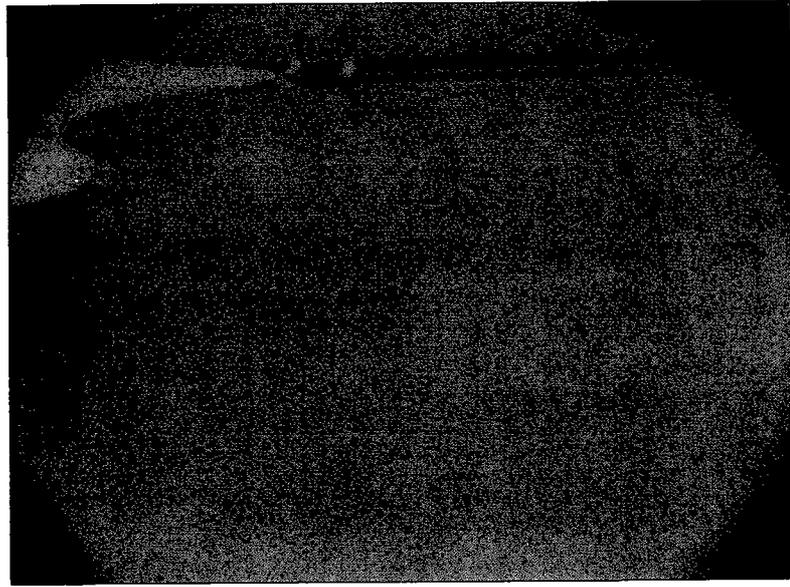


图 3a

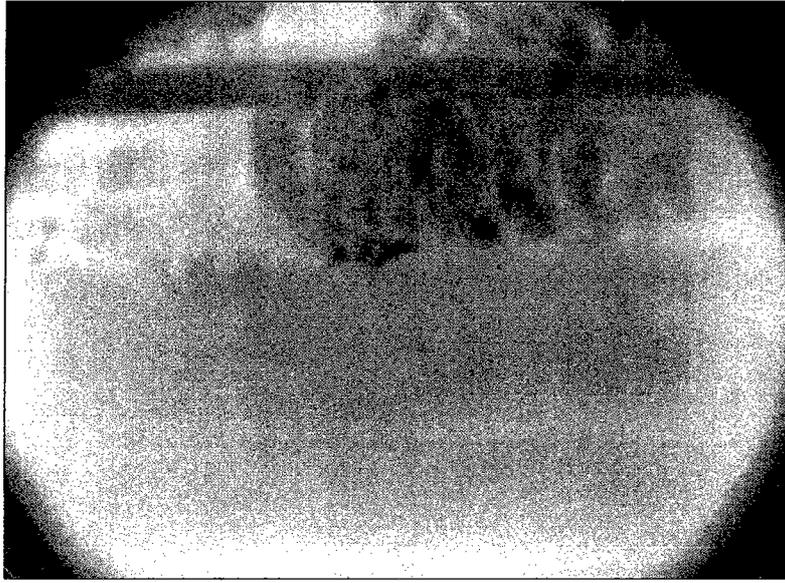


图 3b

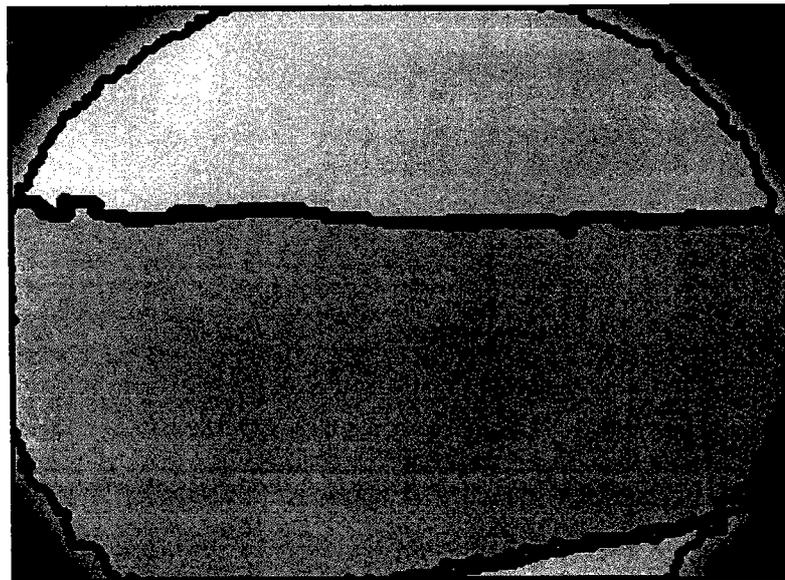
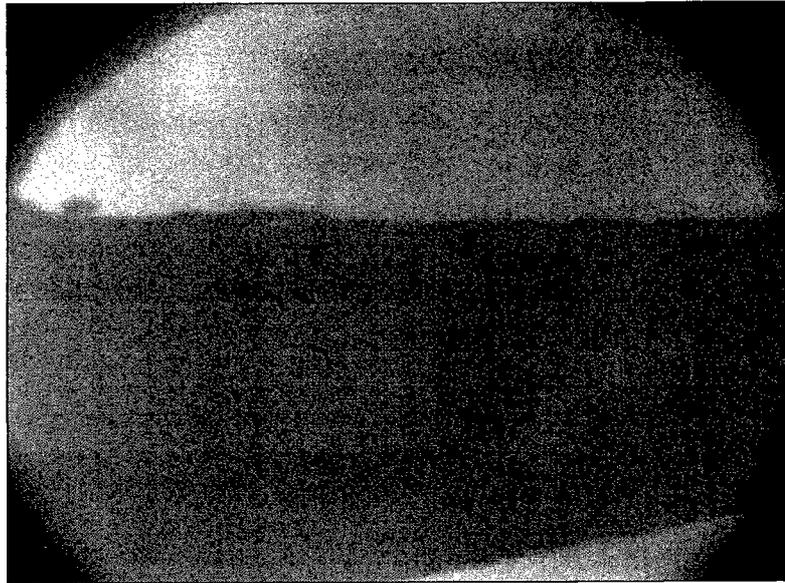


图 3c

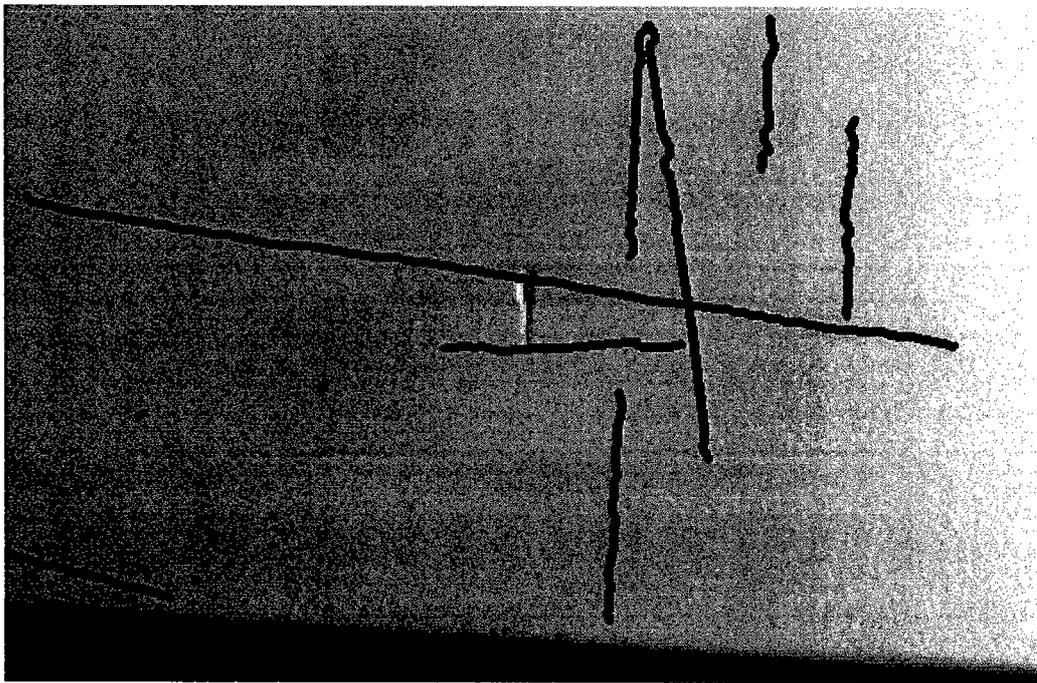
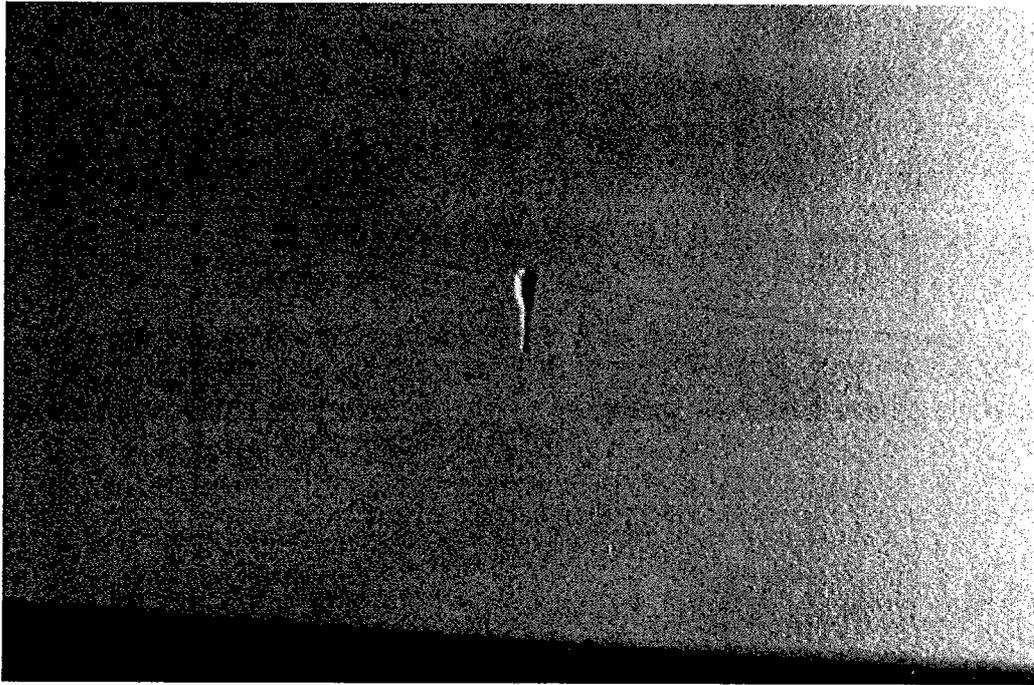


图 4