



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1910442 B

(45) 授权公告日 2011.04.13

(21) 申请号 200580002799.7  
 (22) 申请日 2005.01.20  
 (30) 优先权数据  
 2004900263 2004.01.20 AU  
 (85) PCT申请进入国家阶段日  
 2006.07.20  
 (86) PCT申请的申请数据  
 PCT/AU2005/000061 2005.01.20  
 (87) PCT申请的公布数据  
 WO2005/068974 EN 2005.07.28  
 (73) 专利权人 联邦科学和工业研究组织  
 地址 澳大利亚首都直辖区  
 (72) 发明人 斯图尔特·卢卡斯  
 斯图尔特·戈登  
 妮科尔·费尔一所伦森  
 (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 郭思宇

(56) 对比文件  
 CN 2413280 Y, 全文.  
 CN 1103949 A, 1995.06.21, 全文.  
 US 5907394 A, 1999.05.25, 全文.  
 WO 1996010168 A1, 1996.04.04, 全文.  
 BUGAO XU. Evaluating Maturity of Cotton  
 Fibers Using Image Analysis: Definition and  
 Algorithm. Twxtile Research Journal. 1994, 330-335.  
 Young J. Han. Identification and Measurement  
 of Convolutions in Cotton Fiber Using Image  
 Analysis. Artificial Intelligence Review  
 12. 1998, (12), 201-210.  
 张冶. 棉纤维成熟度的测试与分析. 棉纺织技  
 术 33. 2000, (33), 609-611.  
 杨彦. 棉纤维成熟度的图象法检测. 四川纺织  
 科技 5. 2000, (5), 34-37.  
 审查员 刘燕梅

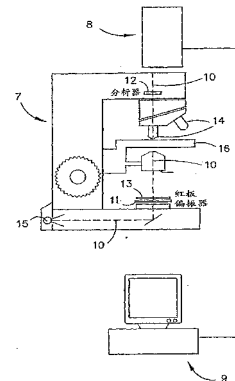
(51) Int. Cl.  
 G01N 21/21 (2006.01)  
 G01N 33/36 (2006.01)

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称  
 测定纤维的方法和设备

(57) 摘要

一种测量纤维素纤维的样本的成熟度或细胞壁增厚的方法包括步骤：a) 使纤维样本暴露于偏振光下；b) 通过交错偏振透镜和补偿板捕获样本的一个或多个图象，从而该图像（组）包含来自该样本的干涉色；以及 c) 对步骤 b) 捕获的图像（组）进行计算机分析以通过该图像（组）和基准颜色干涉数据的比较来确定纤维素纤维的成熟度或细胞壁的增厚程度。用来实现该方法的设备包括：使纤维样本对偏振光暴露的光径 (10)，图像捕获装置 (8) 以及进行图像分析以确定纤维成熟度或细胞壁增益程度的计算机 (9)。



CN 1910442 B

1. 一种用于测量纤维素纤维的样本的成熟度或细胞壁增厚的方法，该方法包括步骤：

a) 引导来自光源的光通过一个偏振透镜以提供一个偏振光源，并穿过要检查的纤维样本；

b) 从纤维样本出来的光被传输通过与所述偏振光源的偏振方向交叉的另一个偏振透镜和位于所述偏振透镜之间的补偿板，以使得所述光包括来自纤维样本的干涉色；

c) 捕获位于光的路径中的纤维样本的一个或多个图象；以及

d) 对步骤 c) 中捕获的图象进行计算机分析，以通过比较图象干涉数据和基准成熟度数据或细胞壁增厚数据来确定纤维素纤维的成熟度或细胞壁增厚。

2. 根据权利要求 1 的方法，其中步骤 d) 包括确定所述图象中的特定干涉色的面积。

3. 根据权利要求 2 的方法，其中通过分析所述图象中黄、红、绿和蓝中任一色或组合的面积，确定所述图象中的干涉色的面积。

4. 根据权利要求 2 的方法，其中所述捕获的图象是数字图象或者被转换成数字图象，并且通过分析所述图象中特定颜色的象素的数量来确定所述图象中出现的特定干涉色的面积。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一权利要求的方法，其中进行计算机分析包括利用算法比较所述捕获的图象的干涉色和基准成熟度数据或基准细胞壁增厚数据，以确定样本的成熟度值的平均值和 / 或分布。

6. 根据权利要求 1 至 4 中任一权利要求的方法，其中步骤 d) 包括确定所述图象中出现的纤维的总面积。

7. 根据权利要求 6 的方法，其中通过下述任何一个或组合确定所述图象中的纤维总面积：

i) 所述图象中的纤维数量；

ii) 所述图象中的纤维长度；

iii) 所述图象中的纤维的带宽；以及

iv) 所述图象中纤维的单位长度上的卷绕或扭曲数量。

8. 根据权利要求 7 的方法，当捕获的图象为彩色时，该方法在确定 i) 到 iv) 的任一特性时包括把彩色图象转换成单色图象。

9. 根据权利要求 7 的方法，当所述图象被捕获为数字图象或者转换成数字图象时，该方法在确定 i) 到 iv) 的任一特性时包括象素分析。

10. 根据权利要求 1 至 4 中任一权利要求的方法，还包括利用图象的计算机分析来确定样本的纤维上的破坏程度，以确定表面破裂的数量和尺寸。

11. 根据权利要求 10 的方法，其中通过象素分析确定纤维的表面破裂数量和尺寸。

12. 根据权利要求 1 至 4 中任一权利要求的方法，其中步骤 c) 中捕获的纤维的所述图象是在显微镜载片上按不减弱干涉色的表达的密度随机散布纤维情况下捕获的。

13. 根据权利要求 12 的方法，其中纤维密度范围为从 200 到 300  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。

14. 根据权利要求 1 到 4 中任一权利要求的方法，其中所述图象以对正常尺寸放大 1.5 到 5 倍来捕获纤维。

15. 根据权利要求 1 到 4 中任一权利要求的方法，其中还包括捕获样本纤维的每个不

同区段的一系列的图象，并且从这些图象确定平均值和 / 或纤维成熟度分布。

16. 根据权利要求 4、9 和 11 中任一权利要求的方法，其中每个象素的尺寸等于或大于  $6.45 \mu\text{m} \times 6.45 \mu\text{m}$ 。

17. 一种用于测量纤维素纤维的样本的成熟度或细胞壁增厚的设备，该设备包括：

a) 光径，该光径包括偏振光源，所述偏振光源在穿过要检查的纤维样本之前被引导通过补偿板，并且从所述纤维样本出来的光被传输通过一个偏振透镜，所述偏振透镜和所述偏振光源的偏振方向交叉；

b) 图象捕获装置，用于捕获位于所述光径中的纤维样本的一个或多个图象，使得所述图象包括样本的干涉色；以及

c) 计算机，它能够通过比较所述图象干涉色数据和基准成熟度数据或基准细胞壁增厚数据来分析所述图象以确定纤维的成熟度或细胞壁增厚。

18. 根据权利要求 17 的设备，其中基准成熟度数据或基准细胞壁增厚数据是颜色干涉数据形式的。

19. 根据权利要求 17 或 18 的设备，其中该图象捕获装置数字地记录所述图象并且其中每个象素的尺寸等于或大于  $6.45 \mu\text{m} \times 6.45 \mu\text{m}$ 。

20. 根据权利要求 19 的设备，其中所述计算机能够进行象素数字图象分析。

21. 根据权利要求 17 或 18 的设备，其中所述计算机能够分析所述图象以确定纤维的下述特征中任何之一或组合：

i) 纤维样本的平均成熟度和 / 或成熟度分布；

ii) 每幅图象中的纤维数量；

iii) 所述图象中纤维的带宽；以及

iv) 所述图象中纤维的单位长度上的卷绕或扭曲数量。

22. 根据权利要求 17 或 18 的设备，其中所述光径包括：钨丝灯或白发光二极管，两个大约  $90^\circ$  交错的偏振透镜，以及，用于增强干涉色的补偿板。

23. 根据权利要求 17 或 18 的设备，其中以对实际尺寸放大 1.5 到 5 倍来捕获所述图象。

## 测定纤维的方法和设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种测量包括棉纤维的天然出现的纤维素纤维 (cellulosic fibre) 样本的成熟度或细胞壁增厚程度的方法。

### 背景技术

[0002] 诸如棉花的纤维素纤维典型地具有代表带有细胞壁的活纤维细胞的残余原生质的中央腔或空心区。一个影响带有纤维素纤维结构的纤维品质的重要性质是纤维素造成的细胞壁增厚程度，它有时称为纤维成熟度或充实度。

[0003] 纤维制造者和纺织者从化学和物理二个角度把纤维成熟度看成是纤维适应加工的重要指示。

[0004] 例如，已知加工期间不成熟的纤维即细胞壁很小或不增厚的纤维造成以下问题：称为棉结的小缠结，包括加工纱线的纤维加工品中的不规则，以及织品染色上的不均匀。

[0005] 更一般地不成熟的纤维降低加工效率，并且取决于纤维的成熟度可以采取降低加工难度的特殊措施。

[0006] 除了对农艺研究人员和植物育种人员日益施加管理纤维成熟度的压力外，还存在开发适当的用于在耕作和收获环境中检查纤维素作物的成熟度的技术的要求。

[0007] 对纤维尤其是棉纤维的成熟度的测量已经进行 40 年的研究，但是仍然看成是一个困难的技术问题。过去用来测量纤维成熟度的技术涉及利用显微镜直接测量纤维的剖面以确定纤维成熟度，并且这被当成是所有其它检查的基准。但是，由于所涉及的显微镜测量以及实际测量的纤维数量有限，这种直接技术承受明显的试验误差。其它间接技术由于精度和 / 或准确性不足不能产生足够的工业信任。

[0008] 偏振光显微术是一门长期使用的探查无机和不活泼有机材料，例如矿物、纤维（天然和合成）、骨、瓷、壳质和有机体的一些固定部分的晶体结构的技术。该技术已经延伸到纺织品和工业纤维识别，尤其是对展现双折射性质的纤维即行为类似于单轴光晶体的纤维的识别。双折射纤维的光轴通常平行于纤维轴并且折射率取决于入射光的偏振平面。当平面偏振光穿过双折射体时光线分裂成二条以不同的速度穿过该物体传播的相互垂直振动快光线和慢光线。一旦从该物体露出，快光线和慢光线之间出现相差。当借助通过第二偏振器（分析器）重新组合成单光线时二条光线彼此干涉，这转而形成突出不同的晶体特征的不同干涉色。

[0009] 通过交错的偏振透镜和一阶红亚硒酸盐补偿板观察纤维以确定纤维的成熟度的标准检查在标题为“测定棉纤维的成熟度的标准方法（氢氧化钠膨胀和偏振光过程”（354-359, Designation: D1 442-00, ASTM Textile and Fibre Test Methods 2000）一文中说明。该补偿板插在偏振透镜之间以提高慢、快光线之间的迟滞水平从而改进二条光线重新组合时产生的颜色的强度。该补偿器也称为波长迟滞板或波长过滤器。

[0010] 该标准测定涉及在玻璃显微镜载片上把一束纤维彼此平行最小交叠地排列在例

如水或清洁矿油的溶液上。在放在交错的偏振透镜结构之间之前把盖片定位在纤维的顶上。从这些纤维出现的干涉色是上面描述的光现象的结果并且已在 Grimes 的标题为“成熟度测定的优选偏振光”(Textile World, February, 1945)一文中分类。

[0011] 下面的表 1 给出 Grimes 编辑的对成熟和不成熟棉纤维的采用的标准干涉色

[0012] 表 1 偏振光下棉纤维的颜色

[0013]

纤维类别	不带有亚硒酸盐板	带有亚硒酸盐板	
	一阶	添加的颜色 二阶	减去的颜色 一阶
成熟	浅黄 白	黄 绿	浅黄 黄
不成熟	灰蓝 灰	蓝 紫	橙黄 橙

[0014] 该标准测定的缺点是，操作人员必须评估纤维的颜色并且对纤维的颜色做出主观的判定，这造成不同实验室结果很不一致。另外，由于关于光谱准备和测定时间二者上的例行测定过程，该测定进行起来太慢。根据我们的经验，通常对纤维样本进行标准测定所需的时间超过 30 分钟。在测定之前准备光谱还需要附加时间。

[0015] 本发明的目的是减少上面说明的标准测定方法的缺点，来测量包括棉花的纤维素纤维的成熟度或细胞壁增厚。

### 发明内容

[0016] 依据本发明提供一种测量纤维素纤维的样本的成熟度的方法，该方法包括步骤：

[0017] a) 使纤维样本暴露于偏振光下；

[0018] b) 通过交错的偏振透镜和补偿板捕获样本的一个或多个图象，使得所述图象包含来自该样本的干涉色；以及

[0019] c) 对步骤 b) 中捕获的图象进行计算机分析，以通过比较图象干涉数据和基准成熟度数据来确定纤维素纤维的成熟度。

[0020] 术语“干涉色”在偏振光显微术中具有周知的含义并且在本说明书中始终在此意义下使用。

[0021] 另外，在整个说明中术语“纤维素纤维”包括但不限于：棉花，亚麻，人造丝，黄麻和大麻。

[0022] 本发明提供的优点是，图象中的纤维的颜色不是如现有偏振技术中那样是由操作员评估的。换言之，进行计算机图象分析能在不带有主观解释情况下分析地确定纤维的干涉色。

[0023] 本发明提供的另一个优点是，可以在小于 2 分钟的测定时间内完成该方法，而如前面指出那样，常规偏振光显微术完成每批样品需要 30 分钟。

[0024] 步骤 c) 最好包括在图象中确定特定干涉色面积。

[0025] 基准成熟度数据最好为基准色干涉数据形式的。

[0026] 最好通过分析图象中的黄、红、绿和蓝中任一色或组合确定图象中的干涉色面积。

[0027] 我们意外地发现纤维的干涉色的百分比区域直接和棉纤维的成熟度相关，并且和以前的思维相反，可以和纤维的周长或横截面积无关地完全评估成熟度。这意味着，可以只根据干涉色分析捕获的图象以产生纤维的平均成熟度值以及纤维成熟度的分布。

[0028] 最好利用一个算法比较捕获的图象的干涉色和基准成熟度数据以对样品确定平均值和 / 或成熟度值的分布。

[0029] 取决于如何进行分析，有可能根据图象中的每条纤维、每个图象内的一个区段或根据一幅或许多幅图象中出现的所有纤维来确定纤维成熟度。

[0030] 在步骤 b) 中捕获的图象为数字图象或者转换成数字图象的情况下，最好通过分析特定颜色的图象（组）中的象素数量来确定图象中出现的特定干涉色的面积。

[0031] 步骤 c) 最好包括确定图象（组）中出现的纤维的总面积。

[0032] 最好通过下述任何一个或组合确定图象（组）中的纤维总面积：

[0033] i) 每幅图象中的纤维数量；

[0034] ii) 图象（组）中的纤维长度；

[0035] iii) 图象（组）中的纤维的带宽；以及

[0036] iv) 图象（组）中纤维的单位长度上的卷绕或扭曲数量。

[0037] 尽管可能通过分析颜色图象确定图象（组）中出现的纤维总面积，该方法最好涉及把颜色图象（组）转换成单色图象（组）以帮助确定特征 i) 到 iv)（上一段提到）。在按数字图象捕获图象或转换成数字图象的情况下，可以采用包括象素分析的适当图象分析技术。

[0038] 步骤 c) 中的对图象的计算机分析最好还可以用于通过包括细菌和真菌的微有机物确定纤维上的破坏程度。对于纤维，破坏程度通常也是易受诸如染料摄入不同、差的纺织性能和差的纱品质的加工问题影响的重要指标。

[0039] 纤维上的破坏程度甚至最好还涉及确定纤维的表面破裂的数量和大小。

[0040] 最好还通过象素分析确定纤维的表面破裂的数量和大小。

[0041] 尽管能在数种不同的方式下准备通过本发明测定的纤维样本以便于捕获和分析它们的图象，步骤 b) 中捕获的纤维图象最好是在于显微镜载片或类似的透明支承件上按不减弱地表达一阶和二阶干涉色的密度随机散布纤维情况下捕获的。另外，纤维密度最好在从 200 到 300  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  的范围内。和常规现有技术不同，本发明能在显微镜载片上纤维交叠情况下操作。

[0042] 图象最好还在载片上的液体介质中悬浮。

[0043] 考虑到受测定的纤维是相对小的物体，需要放大图象中的纤维以达到容许精度的结果。能把图象中捕获的纤维放大 100 倍或更大。但是，图象最好在比它正常尺寸放大 1.5 到 5 倍的范围捕获纤维。所采用的放大是过高的放大而降低视场从而减小图象中的纤维量和把放大减小到其中出现的纤维过少不能分析之间的折衷。

[0044] 为了减小把放大加大到其中每个图象只捕获要检查的纤维的一部分的影响，该

方法最好还包括捕获一系列的图象，其中每个图象是纤维的不同部分，从而可以从这些图象确定平均值和 / 或纤维成熟度分布。

[0045] 在捕获一系列图象的情况下，最好这些图象捕获纤维样本的不同部分。这可以利用不同的技术达到，但是，最直接的技术应是在每幅捕获的图象之间移动纤维样本。

[0046] 依据本发明还提供一种用于测量纤维素纤维样本的可熟度或细胞壁增厚的设备，该设备包括：

[0047] a) 带有偏振光源和偏振透镜的光径，其中偏振光源可以在射到要检查的纤维样本之前引导到补偿板上，偏振透镜和偏振光源交叉并且来自样本的光可从偏振透镜通过；

[0048] b) 图象捕获装置，用于捕获 a) 中的样本的一个或更多的图象从而该图象（组）包括该样本的干涉色；以及

[0049] c) 计算机，其能通过比较图象的干涉色数据和基准成熟度数据分析图象以确定纤维的成熟度。

[0050] 基准成熟度数据最好以颜色干涉数据为形式。

[0051] 在捕获的图象（组）不是数字图象的情况下，建议把图象（组）转换成数字图象（组），从而可以进行象素图象分析形式的优选分析技术。

[0052] 偏振透镜最好在 85 到 95° 的范围内和偏振光源交叉。

[0053] 偏振透镜大约 90° 地和偏振光源交叉甚至为更好。

[0054] 图象捕获装置最好数字地记录图象并且每个象素的尺寸最好等于或大于  $6.45 \mu\text{m} \times 6.45 \mu\text{m}$ 。

[0055] 该计算机最好还能分析以上面说明的方式捕获的图象（组）以确定上述纤维的下述特征中的任一个或组合：

[0056] i) 纤维样本的平均成熟度和 / 或成熟度分布；

[0057] ii) 每幅图象中的纤维数量；

[0058] iii) 图象（组）中纤维的带宽；以及

[0059] iv) 图象（组）中纤维的单位长度上的卷绕或扭曲数量。

[0060] 该光径最好包括：钨丝灯或白发光二极管，两个大约 90° 交错的偏振透镜，以及，一块用于增强干涉色的补偿板。

[0061] 该光径最好包括一个能把纤维样本的实际尺寸放大 100 倍的显微镜。但是，为了使该设备的精度最优，最好在对实际尺寸放大 1.5 到 5 倍的范围下捕获图象（组）。

## 附图说明

[0062] 现参照附图说明本发明的一优选实施例，附图中：

[0063] 图 1 示意示出用来进行纤维图象分析的设备；以及

[0064] 图 2 是一个框图，示出各部件以及利用图 1 中示出的设备进行纤维图象分析的各步骤的概要。

## 具体实施方式

[0065] 进行图象分析的优选设备包括显微镜 7，用于捕获纤维样本图象的数字相机 8，

以及用于分析图象的计算机 9。

[0066] 该显微镜适应偏振光显微术并且具有光径 10，光径 10 包括偏振透镜 11、12 和补偿板 13 以增强从样本出现的干涉色。光径 10 还包括能把纤维样本的实际尺寸放大 100 倍的物镜组 14。该显微镜最好在 1.5X 和 5X 的放大范围内操作，从而捕获的图象中的纤维数量多到能不损害捕获到的图象的精度。

[0067] 补偿板 13 最好由石英或亚硒酸盐材料做成，其至少按四分之一波长延迟光并在红背景上产生所需的干涉色从而可以在该背景上看到正、负双折射特征。从而常常把该补偿板称为“红板”。

[0068] 显微镜 7 的光径还包括照明要测定的纤维的光源 15。光源 15 的类型取决于要分析的干涉色。依据该优选设备，使用钨丝灯或白发光二极管 (LED) (组)，并且偏振透镜 11 和分析器 12 通常彼此 90° 地相交，而一级补偿器 13 或全波长过滤器通常以 45° 地安装在交错透镜 11 和 12 之间以增强干涉色。定义光径 10 的光源 15 和透镜 11、12、13、14 在一些方面上类似于标准偏振光显微技术目前使用的系统。

[0069] 另外，根据标准实践，如果需要可以使用彩色 LED 以通过对应于图象中的纤维结构特征选择性地增强干涉色来增强图象的特定区域。

[0070] 显微镜 7 还包括其上可存在纤维以便分析的台 16。理想地通过利用和计算机 9 的图象和数据分析软件集成的软件控制的步进电机，台 16 可以在和光径 10 垂直的平面中移动。含有纤维样本的显微镜载片通过夹子安装在该台子上，这些夹子防止载片移动从而把聚焦不准影响保持为最小。

[0071] 通过未在图中示出的标准安装系统把用来捕获图象的相机 8 安装在偏振显微镜 7 的顶上。光径 10 可包括位于相机 8 和显微镜 7 之间的聚光镜以减小放大从而可以捕获更大的视界。在此方面上，还可能需要一个足够大的 CCD 传感器以在优选放大下捕获视野。

[0072] 优选相机 8 是带有 1.45 兆像素 2/3" 渐进 CCD 传感器的工业型彩色数字相机，该 CCD 传感器使用拜耳镶嵌彩色滤光器。该传感器上的每个象素的单元尺寸不小于  $6.45 \mu\text{m} \times 6.45 \mu\text{m}$  并且红色段的光谱响应相对比绿色或蓝色段强。还推荐强黄色响应。能量和数据传送要求理想地应通过 IEEE 1394、USB1 或 USB2 接口组合在一条电缆中。

[0073] 使用中，最好以提供始终如一的准确结果的方式准备和提供纤维样本。最初把纤维剪成片断长度，例如 0.5mm、1mm 或 2mm，并且利用散布器件随机地散布在例如  $50\text{mm} \times 70\text{mm}$  的大的玻璃显微镜载片上。建议载片上散布的纤维的密度不损害表 1 中说明的干涉色的表现。接着在各片断上以小滴的形式施加提供好的对比度的安装介质并且小心地在顶上压上一块充当盖片的另一块玻璃片。

[0074] 接着把显微镜载片定位在显微镜台 16 上并且把显微镜操作球柄调整成对样本的期望放大和照明。

[0075] 接着利用数字相机 8 捕获样本的一个或更多的彩色图象。为了提高要测定的纤维的样本尺寸从而减小检查误差，可以取纤维样片的不同区段的分立图象。

[0076] 接着从相机 8 把图象发送到计算机 9，后者编程成参照为要检查的纤维类型预选好的基准干涉色数据来分析图象。具体地，通过计算机 9 分析图象中的象素的颜色并接着和成熟度基准数据比较来进行分析以确定成熟度值和成熟度分布。



[0077] 为了确定平均成熟值和分布值，计算机 9 可使用任何适当的算法。

[0078] 计算机 9 还可编程成能把彩色图象转换成单色图象，从而计算机 9 能进行象素分析以确定图象（组）中的其它纤维特性，例如：

[0079] • 每幅图象中纤维的总面积；

[0080] • 每幅图象中纤维的数量；

[0081] • 图象中纤维的长度；

[0082] • 图象中纤维的带宽；以及

[0083] • 图象中纤维的单位长度上的卷绕或扭曲数量。

[0084] 另外，如果纤维包括微有机物和 / 或细菌造成的破裂，计算机 9 还可以进行象素分析以确定纤维表面上的破裂的数量和尺寸并且由此确定纤维上的破坏水平或程度。

[0085] 图 2 中的右列提供分析图象（组）期间计算机 9 采取的步骤的详细分解。图 2 中包含的信息是只出于说明目的包括的从而不意味着限制该优选实施例。

[0086] 图 2 的左列列出该设备的物理特征；即，显微镜具有用来实现偏振光显微术的光径，数字相机形式下的相机，以及计算机 9 操作的计算机软件。中央列提供该设备的每个构件上的技术要求数据和信息。

[0087] 业内人士会理解，在不背离本发明的精神和范围下，可以对该优选实施例做出许多修改。

[0088] 例如，可以利用在该计算机上输入的任何适当算法和程序进行对捕获的图象的计算机分析。

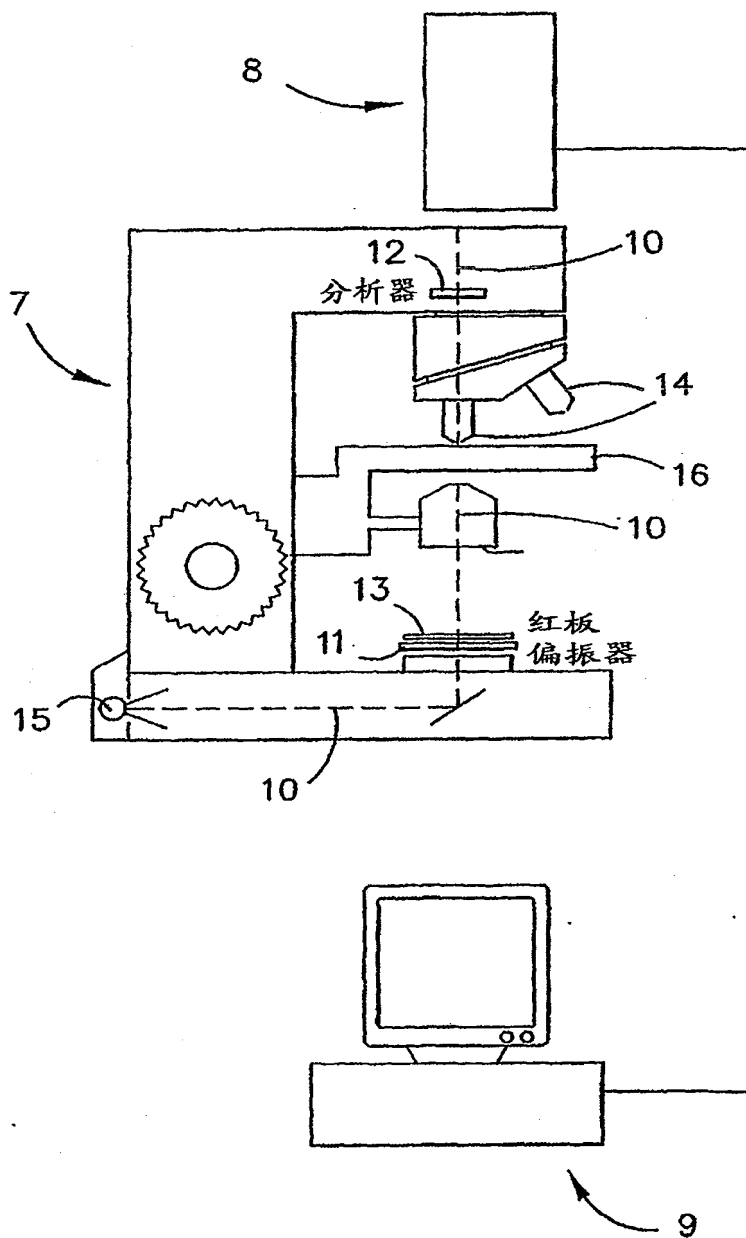


图 1

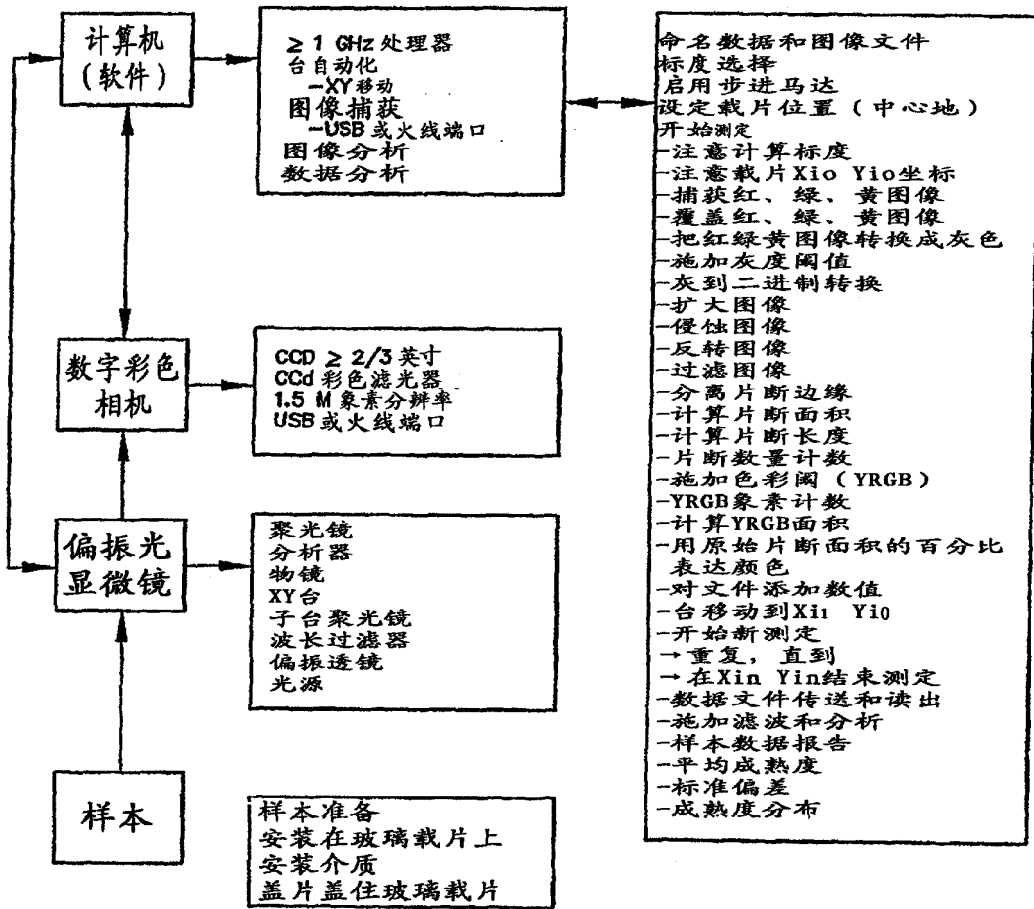


图 2