



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110279397 A

(43)申请公布日 2019.09.27

(21)申请号 201910461195.2

(22)申请日 2019.05.30

(71)申请人 南开大学

地址 300071 天津市南开区卫津路94号

(72)发明人 王瑾 黄宁宁 胡志雄 邓志超

叶青 田建国

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

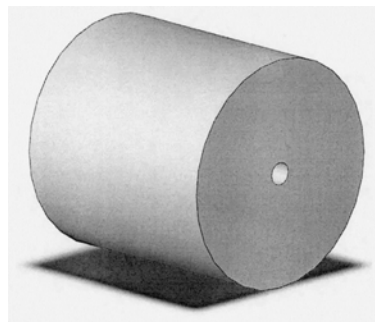
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种内窥式OCT图像分辨率检测模体、制作工艺及计量方法

(57)摘要

本发明公开一种内窥式OCT图像空间分辨性能的检测模体、制作工艺及计量方法,本发明设计并制作了内窥式OCT图像空间分辨性能检测模体,且利用内窥式OCT系统对检测模体进行扫描得到的三维图像,得到检测模体中散射微球的空间分布及其亮度分布。通过对散射微球的横向亮度分布和轴向亮度分布进行高斯拟合得到散射微球的PSF,然后对符合条件的PSF进行高斯拟合得到内窥式OCT系统的空间分辨率。本发明能够对全面精确测量内窥式OCT系统的空间分辨率,以及方便计算出用于客观评价图像质量的PSF;还具有结构小巧的特点。



1. 一种内窥式OCT图像空间分辨性能检测模体,其特征在于,所述检测模体由透明基质和散射微球组成;所述的检测模体为环形立体结构;所述检测模体的主要外形尺寸参数有内径、外径和长度。

2. 根据权利要求1所述的内窥式OCT图像空间分辨性能检测模体,其特征在于,所述透明基质的材料为PDMS,所述PDMS为由液体组分组成的双组份套件产品,包括基本组分与固化剂,所述基本组分与固化剂按照10:1重量比完全混合为中等粘度液体,所述中等粘度液体固化后成为具有韧性的透明弹性体。

3. 根据权利要求1所述的内窥式OCT图像空间分辨性能检测模体,其特征在于,所述散射微球的材料为导电金球,所述导电金球以单分散聚合物微球为核,金层为外壳;所述导电金球分散性好,无重叠或团聚;所述导电金球的粒径均一。

4. 根据权利要求1所述的内窥式OCT图像空间分辨性能检测模体,其特征在于,所述检测模体为透明基质中均匀分散着散射微球,所述散射微球间的平均间距应大于导电金球的粒径10倍以上。

5. 根据权利要求1所述的内窥式OCT图像空间分辨性能检测模体,其特征在于,所述检测模体为环形立体结构;所述检测模体的主要外形尺寸参数有内径、外径和长度。

6. 一种内窥式OCT图像空间分辨性能检测模体的制作工艺,其特征在于,包括如下步骤:将导电金球、PDMS基本组分、正己烷按1:1:1,取料后混合均匀,超声10分钟,使导电金球均匀分布在混合物料中;

将所述混合物料在110℃加热2小时,使所述正己烷充分蒸发;

冷却,然后在所述混合物料里加PDMS固化剂,所述混合物料与PDMS固化剂按10:1均匀混合,超声、搅拌10分钟;

放入真空干燥箱中抽真空30分钟,使气泡排出;

进一步地,将所述混合物料缓慢的倒入模具中,放入真空干燥箱中,75℃固化2小时;

脱模,切割为成品。

7. 一种内窥式OCT图像空间分辨性能计量方法,其特征在于,利用内窥式OCT系统对检测模体进行扫描得到的三维图像,得到检测模体中散射微球的空间分布及其亮度分布。

8. 一种内窥式OCT图像空间分辨性能计量方法,其特征在于,通过对散射微球的横向亮度分布和轴向亮度分布进行高斯拟合得到散射微球的PSF。

9. 一种内窥式OCT图像空间分辨性能计量方法,其特征在于,对权利要求7所述的符合条件的PSF进行高斯拟合得到内窥式OCT系统的空间分辨率。

10. 一种内窥式OCT图像空间分辨性能计量方法,其特征在于,通过权利要求7所述的符合条件的PSF与距内窥式OCT的扫描单元距离可以得到内窥式OCT系统的轴向与横向的分辨率随距内窥式OCT系统的扫描单元的距离的变化关系,得到最佳成像距离。

一种内窥式OCT图像分辨率检测模体、制作工艺及计量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及医学计量检测设备技术领域,具体涉及一种内窥式OCT图像空间分辨性能检测模体及计量方法。

背景技术

[0002] 光学相干层析成像技术(Optical Coherence Tomography,OCT)设备价格昂贵,技术复杂,因此,为了保证OCT设备在医院的有效应用,需要定期对OCT设备进行性能检测。检测模体即是用于对OCT设备进行测试的工具,检测模体的质量直接影响检测结果的有效性。

[0003] 内窥式OCT设备属于OCT设备的一种,与OCT相比,内窥式OCT在成像时快速旋转才能得到隧道状样本的图像。相比较内窥式OCT设备的广泛应用,针对其关键参数的测量手段、评价方法以及相关标准的研究却十分滞后。

[0004] 然而,现有技术中,没有专门用于检测内窥式OCT设备的内窥式OCT检测模体。虽然现有技术中存在用于检测普通OCT的模体,但是普通OCT模体并不适用于内窥式OCT的成像模式。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种内窥式OCT图像空间分辨性能检测模体、制作工艺及计量方法。专门适用于检测内窥式OCT设备的空间分辨性能。

[0006] 第一方面,本发明提供了一种内窥式OCT图像空间分辨性能检测模体。所述检测模体由透明基质和散射微球组成;所述的检测模体为环形立体结构;所述检测模体的主要外形尺寸参数有内径、外径和长度。

[0007] 可选的,所述透明基质的材料为聚二甲基硅氧烷(polydimethylsiloxane,PDMS),所述PDMS为由液体组分组成的双组份套件产品,包括基本组分与固化剂,所述基本组分与固化剂按照10:1重量比完全混合为中等粘度液体,所述中等粘度液体固化后成为具有韧性的透明弹性体。可选的,所述散射微球的材料为导电金球,所述导电金球以单分散聚合物微球为核,金层为外壳;所述导电金球分散性好,无重叠或团聚;所述导电金球的粒径均一。

[0008] 可选的,所述检测模体为透明基质中均匀分散着散射微球,所述散射微球间的平均间距应大于导电金球的粒径10倍以上。

[0009] 可选的,所述检测模体为环形立体结构;所述检测模体的主要外形尺寸参数有内径、外径和长度。

[0010] 第二方面,本发明还提供了一种内窥式OCT图像空间分辨性能检测模体的制作工艺,所述工艺包括如下步骤:

[0011] 将导电金球、PDMS基本组分、正己烷按10-3-10-4:1:1(以下均按重量份数比),取料后混合均匀,超声10分钟,使导电金球均匀分布在混合物料中。

[0012] 将所述混合物料在110℃加热2小时,使所述正己烷充分蒸发。

[0013] 冷却,然后在所述混合物料里加PDMS固化剂,所述混合物料与PDMS固化剂按10:1

均匀混合,超声、搅拌10分钟。

[0014] 放入真空干燥箱中抽真空30分钟,使气泡排出。

[0015] 将所述混合物料缓慢的倒入模具中,放入真空干燥箱中,75℃固化2小时。

[0016] 脱模,切割为成品。

[0017] 第三方面,本发明还提供了一种内窥式OCT图像空间分辨性能计量方法,所述方法包括如下步骤:

[0018] 将内窥式OCT系统的扫描单元放在所述检测模体的中心,用内窥式OCT系统的扫描单元扫描所述检测模体,得到一组OCT图像,确定每帧之间的距离和像素尺寸等若干参数。

[0019] 进一步地,将所述OCT图像倒入MATLAB中,转化为一组灰度图,将所述灰度图的灰度值作为三维数组储存起来。

[0020] 进一步地,找到所述三维数组中的极大值点,选取灰度值大于阈值的极大值点,再选取在一小像素区域中的中心的最大极大值点,即为散射微球的中心点。找到在有效区域内的所有所述散射微球中心点。

[0021] 可选的,因为所述模体内径小于所述内窥式OCT系统的扫描单元的焦距,且所述模体内径大于所述内窥式OCT系统的扫描单元的最大有效工作距离,所以所述有效区域为所述有效模体内径到所述内窥式OCT系统的扫描单元的最大有效工作距离。

[0022] 进一步地,所述内窥式OCT系统的扫描单元为适应人类视觉系统对光强的主观感觉特性,对图像作了全局亮度对数变换,所以在对灰度值进行下一步处理之前,应对图像灰度值,即所述三维矩阵做全局逆对数变换。

[0023] 进一步地,以该所述散射微球的中心点所在坐标对应的B-scan图像作为分析对象,可以分别得到灰度值在轴向与横向的一维分布。

[0024] 进一步地,分别对所述灰度值在轴向与横向的一维分布进行高斯拟合,分别得到拟合优度和,分别得到所述散射微球的轴向与横向的点扩散函数(Point Spread Function,PSF)。

[0025] 进一步地,得到所有所述散射微球的和和PSF。

[0026] 进一步地,为了提高信噪比,筛选出拟合优度较高的散射微球。

[0027] 进一步地,对所述筛选出拟合优度较高的散射微球的轴向与横向的PSF分别进行高斯拟合,分别得到轴向与横向的点扩散函数的平均值和标准差,即内窥式OCT系统的轴向与横向的分辨率。

[0028] 进一步地,得到所述筛选出拟合优度较高的散射微球的轴向与横向的点扩散函数的平均值分别与该散射微球距内窥式OCT系统的扫描单元的距离的函数关系,可以得到内窥式OCT系统的轴向与横向的分辨率随距内窥式OCT系统的扫描单元的距离的变化关系,得到最佳成像距离。

[0029] 本发明提供了一种内窥式OCT图像空间分辨性能检测模体及计量方法,通过对内窥式OCT系统对检测模体进行扫描得到的三维图像进行分析,能够对全面精确测量内窥式OCT系统的空间分辨率,以及方便计算出用于客观评价图像质量的PSF。

附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使

用的附图

[0031] 图1为本申请实施例提供的一种内窥式OCT图像空间分辨性能的检测模体的示意图；

[0032] 图2为本申请实施例提供的一种内窥式OCT图像空间分辨性能的检测模体的右视图；

[0033] 图3为本申请实施例提供的一种内窥式OCT图像空间分辨性能的检测模体的俯视图；

[0034] 图4为本发明实施例提供的一种内窥式OCT图像空间分辨性能的检测模体制作工艺的流程图；

[0035] 图5为本发明实施例提供的一种内窥式OCT图像空间分辨性能计量方法的流程图；

具体实施方式

[0036] 为了使本发明所要解决的技术问题、技术方案、技术方案及有益效果更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明，应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0037] 参考图1，为本发明实施例提供的一种内窥式OCT图像空间分辨性能检测模体的示意图，该模体的设计考虑了OCT的成像特点，OCT具有良好的成像深度和较高的分辨率，检测模体由透明基质和散射微球组成，散射微球不仅可以测量系统的横向分辨率，还可以测量系统的轴向分辨率；该模体的设计还考虑了内窥式OCT的成像模式，在成像时需要探头需要高速旋转，所以将检测模体设计成环形立体结构。

[0038] 具体的，检测模体的透明基质的材料为道康宁SYLGARD184硅橡胶，所述道康宁SYLGARD184硅橡胶为由液体组分组成的双组份套件产品，包括基本组分与固化剂，所述基本组分与固化剂按照10:1重量比完全混合为中等粘度液体，所述中等粘度液体固化后成为具有韧性的透明弹性体。

[0039] 检测模体的散射微球的材料为导电金球，所述导电金球以单分散聚合物微球为核，金层为外壳；所述导电金球分散性好，无重叠或团聚；所述导电金球的直径为 $3.0\mu\text{m}$ 。实用应用中，散射微球的直径可根据实际需要可灵活调整。

[0040] 检测模体为透明基质中均匀分散着散射微球，所述散射微球间的平均间距为 $160\mu\text{m}$ 。实用应用中，散射微球间的平均间距也可根据实际需要可灵活调整。

[0041] 检测模体为环形立体结构；所述检测模体的内径为 1.5mm ；所述检测模体的外径为 15mm ；所述检测模体的长度为 10mm 。实用应用中，散射微球的内、外径和长也可根据实际需要可灵活调整。

[0042] 参考图4，为本发明实施例提供的一种内窥式OCT图像空间分辨性能的检测模体制作工艺的流程图，包括以下步骤：

[0043] S401，配料称重。

[0044] S402，将配料混合，超声。

[0045] 本发明实施例中，将导电金球 1mg 、PDMS基本组分 10g 、正己烷 10g ，取料后混合均匀，超声10分钟，使导电金球均匀分布在混合物料中；

[0046] S403，加热使正己烷蒸发。

- [0047] 本发明实施例中,将所述混合物料在110℃加热2小时,使所述正己烷充分蒸发;
- [0048] S404,加固化剂,混合,超声。
- [0049] 本发明实施例中,冷却,然后在所述混合物料里加PDMS固化剂1g,均匀混合,超声、搅拌10分钟;
- [0050] S405,抽真空去气泡,注模,加热固化。
- [0051] 本发明实施例中,放入真空干燥箱中抽真空30分钟,使气泡排出;
- [0052] 进一步地,将所述混合物料缓慢的倒入模具中,放入真空干燥箱中,75℃固化2小时;
- [0053] S406,脱模,切割为成品。
- [0054] 本发明实施例中,脱模,切割为检测模体。
- [0055] 参考图5,为本发明实施例提供的一种内窥式OCT图像空间分辨性能计量方法的流程图,包括以下步骤:
- [0056] 实际应用中,将内窥式OCT系统的扫描单元放在所述检测模体的中心,用内窥式OCT系统的扫描单元扫描所述检测模体,得到一组OCT图像,确定每帧之间的距离和像素尺寸等若干参数。
- [0057] S501,将图片导入MATLAB。
- [0058] S502,将图片转化为三维数组储存起来。
- [0059] 本发明实施例中的OCT图像为彩色图像,所以将所述OCT图像导入MATLAB中后,需先将其转化为一组灰度图,再将所述灰度图的灰度值作为三维数组储存起来。
- [0060] S503,找到所有散射微球的中心点。
- [0061] 本发明实施例中,找到所述三维数组中的极大值点,选取灰度值大于阈值的极大值点,再选取在13*13*13像素区域中的中心的最大极大值点,即为散射微球的中心点。找到在有效区域内的所有所述散射微球中心点。实用应用中,像素区域大小可根据实际需要可灵活调整。
- [0062] 本发明实施例中,因为所述模体内径小于所述内窥式OCT系统的扫描单元的焦距,且所述模体内径大于所述内窥式OCT系统的扫描单元的最大有效工作距离,所以所述有效区域为所述有效模体内径到所述内窥式OCT系统的扫描单元的最大有效工作距离。
- [0063] S504,对全局做逆对数变换。
- [0064] 所述内窥式OCT系统的扫描单元为适应人类视觉系统对光强的主观感觉特性,对图像作了全局亮度对数变换,所以在对灰度值进行下一步处理之前,应对图像灰度值,即所述三维数组做全局逆对数变换。
- [0065] S505,得到散射微球沿轴向,横向的强度分布。
- [0066] 以该所述散射微球的中心点所在坐标对应的B-scan图像作为分析对象,可以分别得到灰度值在轴向与横向的一维分布。
- [0067] S506,对散射微球沿轴向,横向的强度分布进行高斯拟合。
- [0068] S507,得到散射微球的PSF和拟合优度R²。
- [0069] 分别对所述灰度值在轴向与横向的一维分布进行高斯拟合,分别得到拟合优度和,分别得到所述散射微球的轴向与横向的PSF。
- [0070] 得到所有所述散射微球的轴向与横向的拟合优度和PSF。

[0071] S508,S509筛选出拟合优度较高的散射微球。

[0072] 本发明实施例中,为了提高信噪比,筛选出拟合优度较高的散射微球。实用应用中,拟合优度可根据实际需要可灵活调整。

[0073] S510,得到散射微球PSF的统计分布。

[0074] S511,输出散射微球PSF的平均值。

[0075] 对所述筛选出拟合优度较高的散射微球的轴向与横向的PSF分布分别进行高斯拟合,分别得到轴向与横向的PSF的平均值和标准差,即内窥式OCT系统的轴向与横向的分辨率。

[0076] S512,输出散射微球PSF与距扫描单元距离的关系。

[0077] 得到所述筛选出拟合优度较高的散射微球的轴向与横向的PSF的平均值分别与该散射微球距内窥式OCT系统的扫描单元的距离的函数关系,可以得到内窥式OCT系统的轴向与横向的分辨率随距内窥式OCT系统的扫描单元的距离的变化关系,得到最佳成像距离。

[0078] 本发明提供了一种内窥式OCT图像空间分辨性能检测模体及计量方法,通过对内窥式OCT系统对检测模体进行扫描得到的三维图像进行分析,能够对全面精确测量内窥式OCT系统的空间分辨率,以及方便计算出用于客观评价图像质量的PSF。

[0079] 综上所述,本内窥式OCT图像空间分辨性能检测模体具及计量方法有以下优点:

[0080] 所述测量模体结构小巧,制作简单,成本低。

[0081] (1) 计量过程简单方便,只需将测量图片导入MATLAB中,通过计算即可得到最终结果。

[0082] (2) 能够全面精确测量内窥式OCT系统的空间分辨率,以及方便计算出用于客观评价图像质量的PSF。

[0083] (3) 除空间分辨率外还可得到分辨率最佳的距离。

[0084] (4) 内窥式OCT系统成像软件及其中的优化算法也会影响最终的成像分辨率,本方法通过对内窥式OCT系统得到的图片进行分析得到内窥式OCT系统的空间分辨率,检测结果即为最终的空间成像分辨率。

[0085] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所做的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

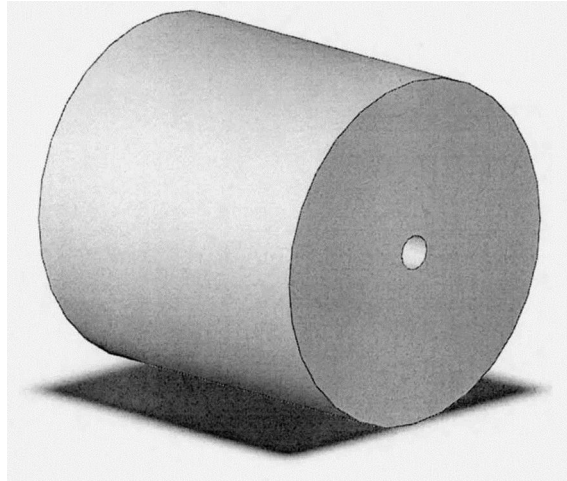


图1

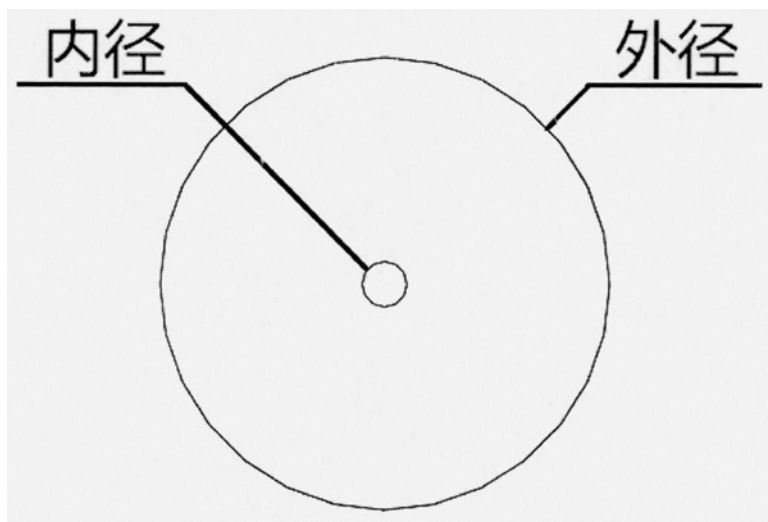


图2

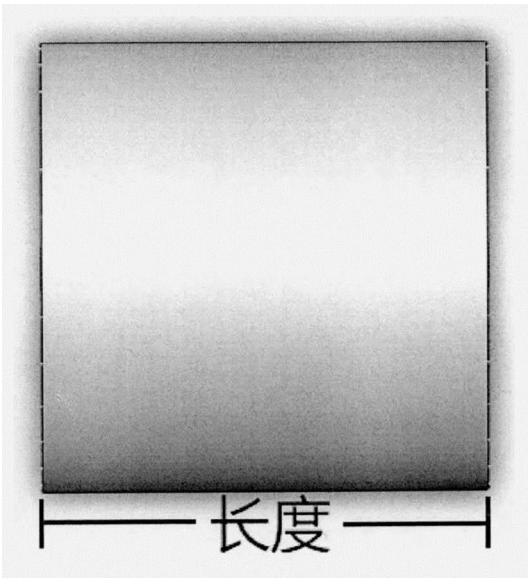


图3

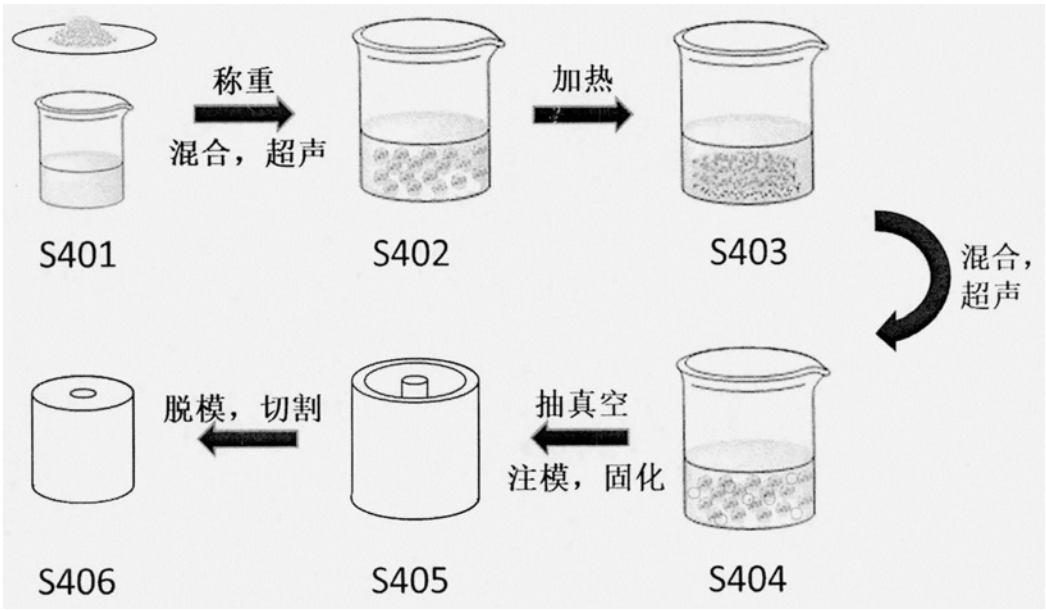


图4

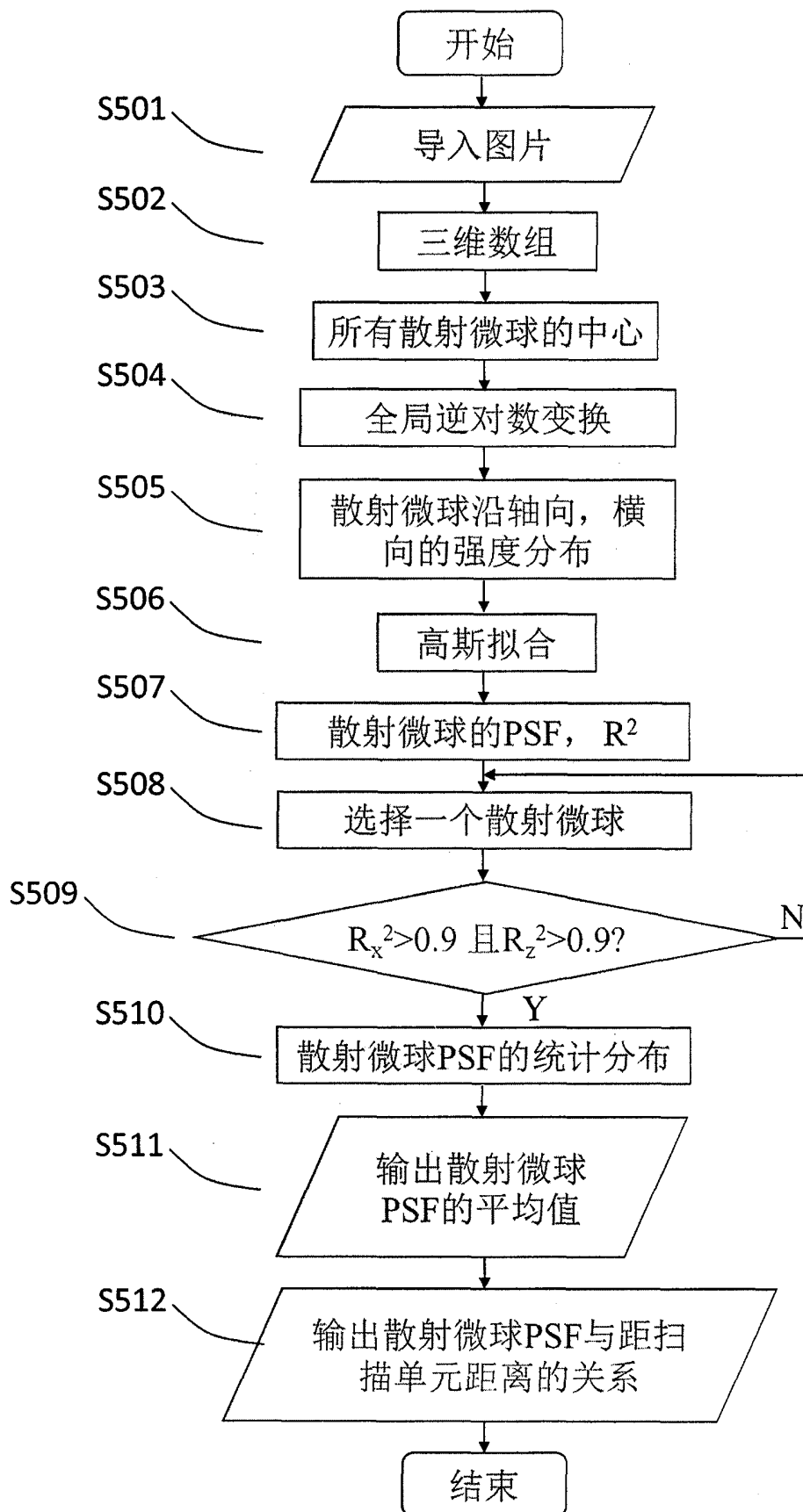


图5

专利名称(译)	一种内窥式OCT图像分辨率检测模体、制作工艺及计量方法		
公开(公告)号	CN110279397A	公开(公告)日	2019-09-27
申请号	CN201910461195.2	申请日	2019-05-30
[标]申请(专利权)人(译)	南开大学		
申请(专利权)人(译)	南开大学		
当前申请(专利权)人(译)	南开大学		
[标]发明人	王槿 黄宁宁 胡志雄 邓志超 叶青 田建国		
发明人	王槿 黄宁宁 胡志雄 邓志超 叶青 田建国		
IPC分类号	A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0066 A61B5/7225		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开一种内窥式OCT图像空间分辨性能的检测模体、制作工艺及计量方法，本发明设计并制作了内窥式OCT图像空间分辨性能检测模体，且利用内窥式OCT系统对检测模体进行扫描得到的三维图像，得到检测模体中散射微球的空间分布及其亮度分布。通过对散射微球的横向亮度分布和轴向亮度分布进行高斯拟合得到散射微球的PSF，然后对符合条件的PSF进行高斯拟合得到内窥式OCT系统的空间分辨率。本发明能够对全面精确测量内窥式OCT系统的空间分辨率，以及方便计算出用于客观评价图像质量的PSF；还具有结构小巧的特点。

