

一种组织成分无创检测方法、装置、系统及可穿戴设备

技术领域

本发明涉及光谱检测技术领域，尤其涉及一种组织成分无创检测方法、装置、系统及可穿戴设备。

背景技术

人体的体液中包含有多种组织成分，如血糖、脂肪和白细胞等，每种组织成分的浓度需在其对应的浓度范围，才能保证人体的健康运转。但是，针对某些个体来说，由于其组织成分易出现失衡情况，即组织成分的浓度不在数值范围，进而导致身体罹患疾病，危害健康甚至生命，因此，针对这类个体，需要对组织成分进行实时检测。

由于光学方法具有快速、无创伤和信息多维化等特点，因此，现有技术通常采用光学方法进行组成成分检测。根据测量原理来分，光学方法主要包括拉曼光谱法、偏振法、光学相干断层成像法、光声光谱法、中红外光谱和近红外光谱法等。

然而，发现现有技术中至少存在如下问题：其一、信噪比低。由于通过被测组织出射的漫散射光自身比较微弱，由待测组织成分的浓度变化引起的漫散射光变化也微弱，并且光的接收效率低，因此，使得接收到的漫散射光信号的信噪比低，这直接影响待测组织成分的检测精度，导致检测精度不高；其二、检测条件变化大。由于被测组织是软组织，因此，检测装置每次放置在被测部位进行测量时，由于检测条件不同，因此，使得由检测条件引起的漫散射光的变化远远大于由待测组织成分的浓度变化引起的漫散射光的变化，上述导致检测精度不高。其中，检测条件可包括入射光的入射位置、入射光的入射角度、接触压力和被测部位的温度等；其三、被测个体自身背景噪声大。被测个体血液中的水、

脂肪和蛋白质等在由于被测个体是活体，因此，容易受到生理和心理等自身背景噪声的影响，使得在大的背景噪声干扰下，微弱信号的提取难以实现，上述导致检测精度不高。

5 发明内容

本发明实施例提供了一种组织成分无创检测方法、装置、系统及可穿戴设备，以提高对待测组织成分浓度的检测精度。

第一方面，本发明实施例提供了一种组织成分无创检测方法，该方法包括：

- 10 发射步骤，将各预设波长下的入射光分别发射至被测部位；
- 获取步骤，针对每个所述预设波长，基于各感光面以获得从所述被测部位的表面所出射的光强值，每个所述感光面距所述入射光中心以对应的预设距离；
- 确定步骤，根据各所述预设波长下的各所述光强值，确定待测组织
- 15 成分的浓度。
- 可选的，所述获取步骤，包括：
- 针对每个所述预设波长，在每个预设距离下，基于各感光面所组成的感光区域，以获得从所述被测部位的表面所出射的光强值，所述感光区域与所述光强值一一对应。
- 20 可选的，所述获取步骤，还包括：
- 针对每个所述预设波长，基于 M 个环状感光面以获得从所述被测部位的表面所出射的光强值，每个所述环状感光面与所述光强值一一对应，其中， $M \geq 1$ 。
- 可选的，每个所述环状感光面的内径大于等于 0.5mm 且小于等于
- 25 6mm ，每个所述环状感光面的环宽大于等于 0.05mm 且小于等于 0.3mm 。
- 可选的，当 $M=4$ 时，沿径向方向由内至外的 M 个所述环状感光面的内径分别为第一内径、第二内径、第三内径和第四内径；所述第一内径大于等于 1.2mm 且小于 3mm ，所述第二内径大于等于 3mm 且小于

3.8mm, 所述第三内径大于等于 3.8mm 且小于 4.4mm, 所述第四内径大于等于 4.4mm 且小于等于 6mm; 或者,

当 $M=5$ 时, 沿径向方向由内至外的 M 个所述环状感光面的内径分别为第一内径、第二内径、第三内径、第四内径和第五内径; 所述第一内径大于等于 1.2mm 且小于 2mm, 所述第二内径大于等于 2mm 且小于 2.8mm, 所述第三内径大于等于 2.8mm 且小于 3.6mm, 所述第四内径大于等于 3.6mm 且小于 4.2mm, 所述第五内径大于等于 4.2mm 且小于等于 6mm。

可选的, 每个所述环状感光面的环宽为 0.1mm 或 0.2mm。

10 可选的, 每个所述预设波长的范围为大于等于 900nm 且小于等于 2400nm。

可选的, 所述确定步骤, 包括:

从各所述预设波长下的各所述光强值中, 确定一个光强值作为各所述预设波长下的光强目标值;

15 根据各所述预设波长下的所述光强目标值, 确定待测组织成分的浓度。

可选的, 所述确定步骤, 包括:

从各所述预设波长下的各所述光强值中, 确定光强测量值和光强参考值;

20 根据各所述预设波长下的所述光强测量值和所述光强参考值, 确定待测组织成分的浓度。

可选的, 所述从各所述预设波长下的各所述光强值中, 确定光强测量值和光强参考值, 包括:

25 针对每个所述预设波长, 根据预设条件, 从与所述预设波长对应的各所述光强值中确定光强测量值和光强参考值, 所述预设条件包括波长特性、光学参数和皮肤结构参数中的至少一种。

可选的, 所述针对每个所述预设波长, 根据预设条件, 从与所述预设波长对应的各所述光强值中确定光强测量值和光强参考值, 所述预设条件包括波长特性、光学参数和皮肤结构参数中的至少一种, 包括:

针对每个所述预设波长，根据光强变化量，从与所述预设波长对应的各所述光强值中确定光强测量值和光强参考值，所述光强测量值为光强变化量的绝对值大于等于第一变化量阈值的光强值，所述光强参考值为光强变化量的绝对值小于等于第二变化量阈值的光强值，所述光强变化量为所述光强值与对应的光强预设值之间的变化量，所述第一变化量阈值大于所述第二变化量阈值，所述光强预设值为待测组织成分的浓度为预设浓度时，从被测部位的表面所出射的光强值。

可选的，所述根据各所述预设波长下的所述光强测量值和所述光强参考值，确定待测组织成分的浓度，包括：

10 针对每个所述预设波长，将与所述预设波长对应的所述光强测量值和所述光强参考值进行差分运算，得到差分光强值；

根据各所述预设波长下的所述差分光强值，确定待测组织成分的浓度。

可选的，所述获取步骤之前，还包括：

15 屏蔽干扰光。

第二方面，本发明实施例还提供了一种组织成分无创检测装置，该装置包括：光源模块、检测模块和处理模块；所述检测模块与所述处理模块通信连接；

20 所述光源模块用于将各预设波长下的入射光分别发射至被测部位；
所述检测模块用于针对每个所述预设波长，基于各感光面以获得从所述被测部位的表面所出射的光强值，并将各所述光强值发送至所述处理模块，每个所述感光面距所述入射光的中心以对应的预设距离，所述预设距离的个数为至少一个；

25 所述处理模块用于根据各所述预设波长下的各所述光强值，确定待测组织成分的浓度。

可选的，所述检测模块包括至少一个感光面；同一预设距离下的不同所述感光面的阳极电极连接；

针对每个预设距离，设置至少一个所述感光面；

所述检测模块用于在每个预设距离下，基于各感光面所组成的感光

区域,以获得从所述被测部位的表面所出射的光强值,所述感光区域与
所述光强值一一对应,所述预设距离的个数为至少一个。

可选的,每个所述感光面为环状感光面;不同所述环状感光面同几
何中心设置,所述环状感光面的个数为 M 个,其中, $M \geq 1$ 。

5 可选的,每个所述环状感光面的内径大于等于 0.5mm 且小于等于
 6mm ,每个所述环状感光面的环宽大于等于 0.05mm 且小于等于 0.3mm 。

可选的,当 $M=4$ 时,沿径向方向由内至外的 M 个所述环状感光面
的内径分别为第一内径、第二内径、第三内径和第四内径;所述第一内
径大于等于 1.2mm 且小于 3mm ,所述第二内径大于等于 3mm 且小于
10 3.8mm ,所述第三内径大于等于 3.8mm 且小于 4.4mm ,所述第四内径大
于等于 4.4mm 且小于等于 6mm ;或者,

当 $M=5$ 时,沿径向方向由内至外的 M 个所述环状感光面的内径分
别为第一内径、第二内径、第三内径、第四内径和第五内径;所述第一
内径大于等于 1.2mm 且小于 2mm ,所述第二内径大于等于 2mm 且小于
15 2.8mm ,所述第三内径大于等于 2.8mm 且小于 3.6mm ,所述第四内径大
于等于 3.6mm 且小于 4.2mm ,所述第五内径大于等于 4.2mm 且小于等
于 6mm 。

可选的,每个所述环状感光面的环宽为 0.1mm 或 0.2mm 。

可选的,每个所述预设波长的范围为大于等于 900nm 且小于等于
20 2400nm 。

可选的,还包括第一套筒;所述第一套筒设置于所述检测模块的上
表面,所述第一套筒的内径大于所述检测模块上开孔的直径;

所述第一套筒用于阻止各所述入射光通过所述被测部位的表面产
生的表面反射光进入所述检测模块,以及,阻止各所述入射光通过所述
25 检测模块的开孔产生的衍射光进入所述检测模块。

可选的,所述检测模块还设置有连接一体的第二套筒;所述第二套
筒设置于所述检测模块的上表面,所述第二套筒的内径大于所述检测模
块上开孔的直径;

所述第二套筒用于阻止各所述入射光通过所述被测部位的表面产

生的表面反射光进入所述检测模块，以及，阻止各所述入射光通过所述检测模块的开孔产生的衍射光进入所述检测模块。

可选的，还包括第三套筒；所述第三套筒的上表面通过所述检测模块的开孔，并超出所述检测模块的上表面；

- 5 所述第三套筒用于阻止各所述入射光通过所述被测部位的表面产生的表面反射光进入所述检测模块，以及，阻止各所述入射光通过所述检测模块的开孔产生的衍射光进入所述检测模块。

可选的，还包括外壳；所述光源模块、所述检测模块和所述处理模块设置于所述外壳的内部，所述检测模块的上表面低于所述外壳的上表面。
10 面。

可选的，还包括保护部件；所述保护部件设置于所述外壳的上表面的开孔处，并且所述保护部件的上表面低于所述外壳的上表面，所述保护部件上开设孔，并与所述外壳同几何中心设置；所述保护部件的透光率大于等于透光率阈值；

- 15 所述保护部件用于保护所述检测模块，以及，当所述组织成分无创检测装置佩戴至被测部位时，确保所述被测部位的皮肤状态保持自然状态，实现非接触检测。

可选的，还包括接触部件；所述接触部件设置于所述外壳的上表面，所述接触部件的材料的导热系数在空气导热系数范围内；

- 20 所述接触部件用于当所述组织成分无创检测装置佩戴至被测部位时，确保所述被测部位的皮肤状态保持自然状态，实现非接触检测，以及，通过所述接触部件的材料的导热系数在空气导热系数范围内，以减少当所述组织成分无创检测装置佩戴至被测部位时与所述被测部位之间热传导达到热平衡状态所消耗的时间。

- 25 可选的，所述外壳的上表面镀有隔热材料，所述隔热材料的导热系数在空气导热系数范围内；

所述隔热材料用于当所述组织成分无创检测装置佩戴至被测部位时，确保所述被测部位的皮肤状态保持自然状态，实现非接触检测，以及，通过所述隔热材料的导热系数在空气导热系数范围内，以减少当所

述组织成分无创检测装置佩戴至被测部位时与所述被测部位之间热传导达到热平衡状态所消耗的时间。

可选的，所述光源模块包括光源发射单元或入射光纤。

第三方面，本发明实施例还提供了一种可穿戴设备，该设备包括：
5 本体和如本发明实施例第二方面所述的组织成分无创检测装置；所述组织成分无创检测装置设置于所述本体上；

所述可穿戴设备佩戴于被测部位。

第四方面，本发明实施例还提供了一种组织成分无创检测系统，该系统包括：如本发明实施例第三方面所述的可穿戴设备和终端；所述处
10 理模块分别与所述检测模块和所述终端通信连接；

所述可穿戴设备佩戴于被测部位；

所述检测模块用于针对每个所述预设波长，基于各感光面以获得从所述被测部位的表面所出射的光强值，并将各所述光强值发送至所述处理模块，每个所述感光面距所述入射光的中心以对应的预设距离；

15 所述处理模块用于对各所述预设波长下的各所述光强值进行处理，得到处理后的各所述预设波长下的各所述光强值，并将处理后的各所述预设波长下的各所述光强值发送至所述终端；

所述终端用于根据处理后的各所述预设波长下的各所述光强值，确定待测组织成分的浓度。

20 本实施例的技术方案，通过针对每个预设波长，基于各感光面以获得从被测部位的表面出射的光强值，根据各预设波长下的光强值，确定待测组织成分的浓度，由于可实现大范围的光强值接收，因此，提高了光的接收效率，进而提高了对待测组织成分的检测精度。同时，由于不同光强值可进行差分运算，能够消除共模干扰信息，因此，也提高了对
25 待测组织成分的检测精度。

附图说明

图 1 是本发明实施例中的一种组织成分无创检测方法的流程图；

- 图 2 是本发明实施例中的一种同质散射光的出射区域的示意图；
图 3 是本发明实施例中的一种感光面的分布示意图；
图 4 是本发明实施例中的另一种感光面的分布示意图；
图 5 是本发明实施例中的一种感光区域中阳极电极连接的示意图；
5 图 6 是本发明实施例中的另一种组织成分无创检测方法的流程图；
图 7 是本发明实施例中的再一种组织成分无创检测方法的流程图；
图 8 是本发明实施例中的又一种组织成分无创检测方法的流程图；
图 9 是本发明实施例中的又一种组织成分无创检测方法的流程图；
图 10 是本发明实施例中的一种组织成分无创检测装置的结构示意图；
10 图；
图 11 是本发明实施例中的一种检测模块的结构示意图；
图 12 是本发明实施例中的一种第一套筒的结构示意图；
图 13 是本发明实施例中的一种入射光传输的示意图；
图 14 是本发明实施例中的一种第二套筒的结构示意图；
15 图 15 是本发明实施例中的一种第三套筒的结构示意图；
图 16 是本发明实施例中的另一种组织成分无创检测装置的结构示意图；
图 17 是本发明实施例中的一种接触部件的结构示意图；
图 18 是本发明实施例中的一种可穿戴设备的结构示意图；
20 图 19 是本发明实施例中的一种组织成分无创检测装置的结构示意图。

具体实施方式

- 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是，
25 是，此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明，而非对本发明的限定，
实施例中记载的各个特征可进行组合，形成多个可选方案。另外还需要说明的是，
为了便于描述，附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

为了提高检测精度，可从如下三个方面进行改进：其一、提高光的接收效率；其二、稳定检测条件；其三、消除共模干扰信息。其中，针对第一方面，可通过最大程度地提高接收同质散射光的效率来实现。同质散射光为具有基本相同传输路径的漫散射光。针对第二方面，可通过
5 组织成分无创检测装置的体积小和轻量化来实现。针对第三方面，可采用差分处理，可结合浮动基准理论来实现。为了更好的理解本发明实施例所提供的技术方案，下面首先对涉及的部分概念进行说明。

对人体而言，人体组织可以简化为由散射体和散射背景构成的复杂介质，当入射光进入组织后会发生吸收作用和散射作用，吸收作用会直接导致光能量衰减，散射作用则会通过改变光子传输的方向来影响光能量分布，在被测部位的表面出射的漫散射光强分布是两者共同作用的结果。基于浮动基准理论，针对待测组织成分而言，存在某区域，在该位置处，由于吸收作用和散射作用对漫散射光强的影响程度相同而方向相反，因此，导致漫散射光强对待测组织成分的浓度变化不敏感。可将具有上述特点的位置称为参考位置（或称基准位置）。参考位置处的漫散
10 射光强反映了检测过程中除待测组织成分以外的其它干扰的响应。同时，针对待测组织成分而言，也存在某位置，在该位置处的漫散射光强对待测组织成分的浓度变化的灵敏度大于等于灵敏度阈值。可将具有上述特点的位置称为测量位置。测量位置处的漫散射光强反映了待测组织成分的
15 响应，以及，除待测组织成分外的其它干扰的响应。此外，可将上述反映待测组织成分的响应称为有效信息。下面将结合具体实施例对上述内容进行说明。

图 1 为本发明实施例提供的一种组织成分无创检测方法的流程图，
25 本实施例可适用于提供待测组织成分浓度的检测精度的情况。本发明实施例可由组织成分无创检测装置来执行，组织成分无创检测装置可以采用软件和/或硬件的方式实现，组织成分无创检测装置可以配置于可穿戴设备中，如智能手表。如图 1 所示，该方法具体包括如下步骤：

步骤 110、将各预设波长下的各入射光分别发射至被测部位。

在本发明的实施例中，可通过光源模块将各预设波长下的入射光发射至被测部位。被测部位可包括手掌、手臂和耳垂等部位。每个预设波长的范围可为大于等于 900nm 且小于等于 2400nm。预设波长的个数可为至少一个。入射光可为准直光，也可为非准直光。

- 5 步骤 120、针对每个预设波长，基于各感光面以获得从被测部位的表面所出射的光强值，每个感光面距入射光中心以对应的预设距离。

在本发明的实施例中，感光面可理解为用于获得从被测部位的表面所出射的光强值。可将感光面距入射光中心的距离称为预设距离。在此情况下，预设距离可理解为源-探距离，即感光面距入射光的距离。不同
10 感光面对应的预设距离可能相同，也可能不同。不同感光面对应的方向可能相同，也可能不同。感光面的位置和个数可根据实际情况进行设定，在此不作具体限定。预设距离的个数可根据实际情况进行设定，在此不作具体限定。同一预设距离下可对应至少一个感光面，不同预设距离对应的感光面的个数可以相同，也可以不同，可根据实际情况进行设定，
15 在此不作具体限定。不同预设波长对应的各感光面相同。

针对每个预设波长，在每个预设距离下，基于各感光面所组成的感光区域以获得从被测部位的表面所出射的光强值，感光区域与光强值一一对应，预设距离的个数为至少一个。基于此，可得到与每个预设波长对应的光强值。

- 20 步骤 130、根据各预设波长下的各光强值，确定待测组织成分的浓度。

在本发明的实施例中，在获得各预设波长下的光强值后，可根据各预设波长下的各光强值，确定待测组织成分的浓度。基于光强值的个数的不同，可分如下方式：方式一、如果各预设波长下的光强值的个数为一个，则可说明各感光面对应同一预设距离，该种情况下，可直接根据
25 各预设波长下的光强原始值，确定待测组织成分的浓度。具体的：可将各预设波长下的一个光强值输入预先训练生成的组织成分预测模型中，得到预测结果，该预测结果即是待测组织成分的浓度。方式二、如果各预设波长下的光强值的个数为至少两个，则可说明各预设距离对应不同

预设距离,在该种情况下,可采用差分运算,确定待测组织成分的浓度。即针对每个预设波长,可从该预设波长下的各光强值中,确定两个光强值,将这两个光强值进行差分运算,得到该预设波长下的差分光强值。根据各预设波长下的差分光强值,确定待测组织成分的浓度。具体的:

5 可将各预设波长下的差分光强值输入预先训练生成的组织成分预测模型中,得到预测结果,该预测结果即是待测组织成分的浓度。具体计算过程详见公开号为 CN1699973A 的专利文件,在此不再具体赘述。

上述差分运算可消除共模干扰信息对检测结果的影响,提高检测精度,原因在于:入射光传输至被测部位的表面后,部分入射光将进入被测部位的内部,在传输过程中与组织发生吸收作用和散射作用,再从被测部位的表面以漫散射光形式出射。由于光在组织中的传输路径不同,因此,漫散射光将在被测部位的表面距与入射光中心为不同距离处出射,并且所携带的有效信息不同,但所携带的共模干扰信息基本相同,有效信息即为检测过程中对待测组织成分的响应。由于在被测部位的表面距

10 与入射光中心的不同距离处所出射的漫散射光携带的有效信息不同,但携带的共模干扰信息基于相同,因此,为了提高检测精度,消除共模干扰信息的影响,可根据获得的两个光强原始值,确定待测组织成分的浓度。两个光强原始值对应的预设距离不同。可以理解到,为了实现上述,需设置至少两个预设距离,以便可根据获取到的两个预设距离处的光强

15 值,确定待测组织成分的浓度。

20

本实施例的技术方案,通过针对每个预设波长,基于各感光面以获得从被测部位的表面出射的光强值,根据各预设波长下的光强值,确定待测组织成分的浓度,由于可实现大范围的光强值接收,因此,提高了光的接收效率,进而提高了对待测组织成分的检测精度。同时,由于不同光强值可进行差分运算,能够消除共模干扰信息,因此,也提高了对待测组织成分的检测精度。

25

可选的,在上述技术方案的基础上,步骤 120 可包括:针对每个预设波长,在每个预设距离下,基于各感光面所组成的感光区域,以获得从被测部位的表面所出射的光强值,感光区域与光强值一一对应。

在本发明的实施例中，由于光的接收效率低是导致信号的信噪比低而使得检测精度无法达到临床精度要求的原因之一，因此，为了进一步提高检测精度，可通过提高光的接收效率的方式实现。而为了提高光的接收效率，便需要对感光面的设置方式进行相应设计，设计思路如下：

- 5 入射光传输至被测部位的表面后，部分入射光将进入被测部位的内部，在传输过程中与组织发生吸收作用和散射作用，再从被测部位的表面以漫散射光形式出射。由于光在组织中的传输路径不同，因此，漫散射光将在被测部位的表面距与入射光中心为不同距离的位置处出射，并且所携带的有效信息不同，但所携带的共模干扰信息基本相同，有效信息即
- 10 为检测过程中对待测组织成分的响应。由于同质散射光具有基本相同的传输路径，因此，同质散射光所携带的信息基本相同。如果可提高同质散射光的接收效率，则可实现提高光的接收效率。即可通过提高同质散射光的接收效率的方式，提高光的接收效率。

- 由于同质散射光具有基本相同的传输路径，因此，同质散射光在被测部位表面的出射位置，将形成以入射光中心为原点，以出射位置与入射光中心之间连线的距离为半径的圆环，即同质散射光的出射区域为环状。具体可参见图 2，如图 2 所示，给出了一种同质散射光的出射区域的示意图。基于上述，如果可尽可能的获得从上述出射区域内所出射的光强值，则可实现提高同质散射光的接收效率，进而提高光的接收效率，
- 15 从而提高检测精度。可以理解到，同质散射光的出射位置距入射光中心的距离基本相同，但方向各异。基于此，针对每个预设波长，可预先设置预设距离和感光面。
- 20

- 为了尽可能提高同质散射光的接收效率，针对每个预设波长，在每个预设距离处，可设置至少一个感光面，全部感光面可组成一个感光区域。基于该感光区域实现光电转换进而获得从被测部位的表面所出射的光强值，即由至少一个感光面从被测部位的表面所出射的光形成的一个光强值。感光区域与光强值一一对应，即每个感光区域对应一个光强值。基于此，可获得该预设波长下与各预设距离对应的各光强值，预设距离的个数可为至少一个。即针对每个预设波长，在具有相同预设距离的 T
- 25

个感光面处,获得由T个被测部位的表面所出射的光构成的一个光强值,其中, $T \geq 1$,并且,对应于不同的预设距离对应的感光面的个数可以相同也可以不同。预设距离的个数为至少一个。

需要说明的是,针对每个预设距离来说,其所对应的感光面的个数可根据实际情况进行设定,在此不作限定。不同预设距离所对应的感光面的个数可相同,也可不同,可根据实际情况进行设定,在此不作限定。如图3和图4所示,图3给出了一种感光面的分布示意图。图4给出了另一种感光面的分布示意图。图3中为不同预设距离所对应的感光面的个数相同。图4为不同预设距离所对应的感光面的个数不同。

另需要说明的是,针对每个预设距离来说,与其对应的感光区域可为由至少一个感光面组成。感光面可以是离散的圆面或多边形面,也可以是离散的扇环,还可以是完整的环面。其中,离散的圆面和多边形面的面积不要过大。具体可参见图3和图4。图3和图4感光面为离散的方形面。

还需要说明的是,针对每个预设距离,各感光面分布可形成以入射光中心为中心的对称分布,也可形成以入射光中心为中心的非对称分布,上述可根据实际情况进行设定,在此不作具体限定。如图3和图4所示,图3为对称分布。图4为非对称分布。

还需要说明的是,每个感光区域所对应的一个光强值可通过将各感光面的阳极电极连接,从而输出一个信号实现。具体可参见图5。图5给出了一种感光区域中阳极电极连接的示意图。

还需要说明的是,如果预设距离的个数为一个,则在上述情况下,将无法采用差分运算处理光强值,以确定待测组织成分的浓度。但由于采用上述检测方式本身已经极大提高了光的接收效率,进而提高了信号的信噪比,因此,即使不采用差分运算,由于信噪比的提高,也提高了检测精度。如果预设距离的个数为两个或两个以上,则在上述情况下,在获得各光强值后,可采用差分运算,确定待测组织成分的浓度。相比于预设距离的个数为一个,由于差分运算可消除共模干扰信息,因此,可进一步提高检测精度。当然如果预设距离的个数为两个,则也可不采

用差分运算。

上述通过采用感光区域检测，每个感光区域由具有相同预设距离的各感光面组成，以获得从被测部位的表面所出射的光强值，可提高同质散射光的接收效率。

5 可选的，在上述技术方案的基础上，针对每个预设波长，在每个预设距离下，基于各感光面所组成的感光区域以获得从被测部位的表面所出射的光强值，感光区域与光强值一一对应，可包括：针对每个预设波长，基于 M 个环状感光面检测，以获得从被测部位的表面所出射的光强值，每个环状感光面与光强值一一对应，其中， $M \geq 1$ 。

10 在本发明的实施例中，根据上文所述可知，由于同质散射光所形成的出射区域为环状区域，因此，为了提高同质散射光的接收效率，可通过环状感光面检测来实现。每个环状感光面可获得对应区域所出射的光强值。每个环状感光面可对应一个源-探距离。由于环状感光面可沿 360° 范围接收同质散射光的光强值，因此，可实现最大程度地接收同质散射光，进而提高了同质散射光的接收效率。由于同质散射光的接收效率的提高，因此，也提高了检测精度。上述针对每个预设波长，基于 M 个环状感光面检测，以获得从被测部位的表面所出射的光强值，每个环状感光面与光强值一一对应，其中， $M \geq 1$ ，可理解为：针对每个预设波长，基于 T 个感光面构成的环状感光区域，以获得从被测部位的表面所出射的光强值，每个环状感光区域对应一个光强值， $T \geq 1$ 。

需要说明的是，环状感光面的个数以及环状感光面的尺寸可根据实际情况进行设定，在此不作具体限定。这里所述的根据实际情况进行设定可理解为根据波长特性、光学参数和皮肤结构参数进行设定。这是由于上述将影响入射光在组织中的传输路径。

25 还需要说明的是，如果 $M=1$ ，即通过一个环状感光面的检测，来获得从被测部位的表面所出射的光强值，则在上述情况下，将无法采用差分运算处理光强值，以确定待测组织成分的浓度。但由于环状检测本身已经极大提高了光的接收效率，进而提高了信号的信噪比，因此，即使不采用差分运算，由于信噪比的提高，也提高了检测精度。如果 $M \geq 2$ ，

即通过至少两个环状感光面的检测，以获得从被测部位的表面所出射的光强值，则在上述情况下则在获得各光强值后，可采用差分运算，确定待测组织成分的浓度。相比于 $M=1$ ，由于差分运算可消除共模干扰信息，因此，可进一步提高检测精度。当然如果 $M \geq 2$ ，则也可不采用差分运算。

可选的，在上述技术方案的基础上，每个环状感光面的内径可大于等于 0.5mm 且小于等于 6mm ，每个环状感光面的环宽可大于等于 0.05mm 且小于等于 0.3mm 。

在本发明的实施例中，内径指的是直径。 M 个环状感光面可同几何中心设置，不同环状感光面的内径距中心的距离不同。不同环状感光面的环宽可相同，也可不同，可根据实际情况进行设定，在此不作限定。每个环状感光面的内径和环宽所属的范围，可由针对不同预设波长和不同被测个体进行的实验所得的实验结果确定。沿径向方向，由内至外的 M 个环状感光面的内径可分别称为第一内径、第二内径、……、第 $M-1$ 内径和第 M 内径。预设波长的范围可大于等于 900nm 且小于等于 2400nm 。

可选的，如果 $M=1$ ，则如果第一内径为 0.5mm ，环状感光面的环宽为 0.05mm ，预设波长为 900nm ，则在该种情况下，通过该环状感光面检测，获得的从被测部位的表面所出射的光强值为 0.136V 。如果第一内径为 3mm ，环状感光面的环宽为 0.05mm ，预设波长为 900nm ，则在该种情况下，通过该环状感光面检测，获得的从被测部位的表面所出射的光强值为 0.654V 。如果第一内径为 1.5mm ，环状感光面的环宽为 0.05mm ，预设波长为 900nm ，则在该种情况下，通过该环状感光面检测，获得的从被测部位的表面所出射的光强值为 0.401V 。如果第一内径为 0.5mm ，环状感光面的环宽为 0.3mm ，预设波长为 900nm ，则在该种情况下，通过该环状感光面检测，获得的从被测部位的表面所出射的光强值为 1.168V 。如果第一内径为 0.5mm ，环状感光面的环宽为 0.2mm ，预设波长为 900nm ，则在该种情况下，通过该环状感光面检测，获得的从被测部位的表面所出射的光强值为 0.702V 。如果第一内径为 3mm ，环状感

光面的环宽为 0.05mm，预设波长为 2400nm，则在该种情况下，通过该环状感光面检测，获得的从被测部位的表面所出射的光强值为 2.678V。如果第一内径为 3mm，环状感光面的环宽为 0.05mm，预设波长为 1400nm，则在该种情况下，通过该环状感光面检测，获得的从被测部位的表面所出射的光强值为 0.571V。

可选的，如果 $M=4$ ，第一内径可大于等于 1.2mm 且小于 3mm，第二内径可大于等于 3mm 且小于 3.8mm，第三内径可大于等于 3.8mm 且小于 4.4mm，第四内径可大于等于 4.4mm 且小于等于 6mm，则如果第一内径为 1.2mm，第二内径为 3mm，第三内径为 3.8mm，第四内径为 4.4mm，预设波长为 900nm，每个环状感光面的环宽为 0.05mm，则在该种情况下，通过该环状感光面检测，获得的从被测部位的表面所出射的光强值分别为 0.316V、0.632V、0.611V 和 0.508V。

如果第一内径为 2mm，第二内径为 3mm，第三内径为 3.8mm，第四内径为 4.4mm，预设波长为 900nm，每个环状感光面的环宽为 0.05mm，则在该种情况下，通过该环状感光面检测，获得的从被测部位的表面所出射的光强值分别为 0.496V、0.632V、0.611V 和 0.508V。

如果第一内径为 2mm，第二内径为 3.6mm，第三内径为 3.8mm，第四内径为 4.4mm，预设波长为 900nm，每个环状感光面的环宽为 0.05mm，则在该种情况下，通过该环状感光面检测，获得的从被测部位的表面所出射的光强值分别为 0.496V、0.639V、0.611V 和 0.508V。

如果第一内径为 2mm，第二内径为 3.6mm，第三内径为 4mm，第四内径为 4.4mm，预设波长为 900nm，每个环状感光面的环宽为 0.05mm，则在该种情况下，通过该环状感光面检测，获得的从被测部位的表面所出射的光强值分别为 0.496V、0.639V、0.596V 和 0.508V。

如果第一内径为 2mm，第二内径为 3.6mm，第三内径为 3.8mm，第四内径为 6mm，预设波长为 900nm，每个环状感光面的环宽为 0.05mm，则在该种情况下，通过该环状感光面检测，获得的从被测部位的表面所出射的光强值分别为 0.496V、0.639V、0.611V 和 0.265V。

如果第一内径为 2mm，第二内径为 3.6mm，第三内径为 3.8mm，第

四内径为 5mm, 预设波长为 900nm, 每个环状感光面的环宽为 0.05mm, 则在该种情况下, 通过该环状感光面检测, 获得的从被测部位的表面所出射的光强值分别为 0.496V、0.639V、0.611V 和 0.312V。

如果第一内径为 2mm, 第二内径为 3.6mm, 第三内径为 3.8mm, 第四内径为 4.4mm, 预设波长为 2400nm, 每个环状感光面的环宽为 0.05mm, 则在该种情况下, 通过该环状感光面检测, 获得的从被测部位的表面所出射的光强值分别为 2.085V、2.006V、2.331 和 V1.518V。

如果第一内径为 2mm, 第二内径为 3.6mm, 第三内径为 3.8mm, 第四内径为 4.4mm, 预设波长为 1400nm, 每个环状感光面的环宽为 0.05mm, 则在该种情况下, 通过该环状感光面检测, 获得的从被测部位的表面所出射的光强值为 0.449V、0.574V、0.561V 和 0.467V。

如果第一内径为 2mm, 第二内径为 3.6mm, 第三内径为 3.8mm, 第四内径为 4.4mm, 预设波长为 1400nm, 每个环状感光面的环宽为 0.3mm, 则在该种情况下, 通过该环状感光面检测, 获得的从被测部位的表面所出射的光强值分别为 2.941V、3.335V、3.189V 和 2.415V。

如果第一内径为 2mm, 第二内径为 3.6mm, 第三内径为 3.8mm, 第四内径为 4.4mm, 预设波长为 900nm, 每个环状感光面的环宽为 0.2mm, 则在该种情况下, 通过该环状感光面检测, 获得的从被测部位的表面所出射的光强值分别为 2.012V、2.325V、2.301V 和 0.168V。

需要说明的是, 本领域技术人员可延续上述同样的思路, 设置其它个数的环状感光面, 以及, 设置每个环状感光面的尺寸。在此不再具体赘述。并且, 可根据实际情况选择所使用的环状感光面, 即虽然设置了 M 个环状感光面, 但实际可能仅采用其中 H 个环状感光面获得的光强值参与确定待测组织成分的浓度, $0 < H \leq M$ 。

可选的, 在上述技术方案的基础上, $M=4$ 。沿径向方向由内至外的 M 个环状感光面的内径分别为第一内径、第二内径、第三内径和第四内径。第一内径可大于等于 1.2mm 且小于 3mm, 第二内径可大于等于 3mm 且小于 3.8mm, 第三内径可大于等于 3.8mm 且小于 4.4mm, 第四内径可大于等于 4.4mm 且小于等于 6mm。或者, $M=5$ 。沿径向方向由内至外

的 M 个环状感光面的内径分别为第一内径、第二内径、第三内径、第四内径和第五内径。第一内径可大于等于 1.2mm 且小于 2mm，第二内径可大于等于 2mm 且小于 2.8mm，第三内径可大于等于 2.8mm 且小于 3.6mm，第四内径可大于等于 3.6mm 且小于 4.2mm，第五内径可大于等于 4.2mm 且小于等于 6mm。

在本发明的实施例中，预设波长范围可为大于等于 900nm 且小于等于 2400nm。每个环状感光面的环宽可大于等于 0.05mm 且小于等于 0.3mm。

可选的，在上述技术方案的基础上，每个环状感光面的环宽可为 0.1mm 或 0.2mm。

在本发明的实施例中，不同环状感光面的环宽可相同，也可不同，可根据实际情况进行设定，在此不作具体限定。示例性的，如 M=3，内径为第一内径的环状感光面的环宽为 0.1mm，内径为第二内径的环状感光面的环宽为 0.2mm。内径为第三内径的环状感光面的环宽为 0.1mm。

可选的，在上述技术方案的基础上，每个预设波长的范围可为大于等于 900nm 且小于等于 2400nm。

在本发明的实施例中，预设波长的范围可基本实现覆盖近红外波段。预设波长具体选择哪个波长，可根据待测组织成分的光谱特征、干扰成分的光谱特征及被测个体确定。

可选的，在上述技术方案的基础上，步骤 130 可包括：从各预设波长下的各光强值中，确定一个光强值作为各预设波长下的光强目标值。根据各预设波长下的光强目标值，确定待测组织成分的浓度。

在本发明的实施例中，可从各预设波长下的各光强值中，确定一个光强值作为各预设波长下的光强目标值。即每个预设波长对应同一个光强目标值。根据各预设波长下的该光强目标值，确定待测组织成分的浓度，即将各预设波长下的该光强目标值输入至预先训练生成的组织成分浓度预测模型，得到预测结果，该预测结果即是待测组织成分的浓度。

上述由于检测方式本身已经极大提高了光的接收效率，进而提高了信号的信噪比，因此，即使直接根据各预设波长下的一个光强目标值，

确定待测组织成分的浓度，由于信噪比的提高，也提高了检测精度。

可选的，在上述技术方案的基础上，步骤 130 可包括：从各预设波长下的各光强值中，确定光强测量值和光强参考值。根据各预设波长下的光强测量值和光强参考值，确定待测组织成分的浓度。

- 5 在本发明的实施例中，由于不同预设距离下的光强值所携带的有效信息不同，但共模干扰信息基本相同，因此，可根据两个不同预设距离下的光强值，采用差分运算，确定待测组织成分的浓度。通过差分运算可实现消除共模干扰信息，提高检测精度。由于光强值与预设距离一一对应，因此，可从各预设波长下的各光强值中，任意选择两个光强值，
10 分别作为光强测量值和光强参考值。每个预设波长下的光强测量值和光强参考值一致。

- 在获得光强测量值和光强参考值后，可将光强测量值和光强参考值进行差分运算，得到差分光强值，该差分光强值即为每个预设波长下的差分光强值。根据各预设波长下的差分光强值，确定待测组织成分的浓
15 度。具体计算过程可参见公开号为 CN1699973A 的专利文件，在此不再具体赘述。

- 可选的，在上述技术方案的基础上，从各预设波长下的各光强值中，确定光强测量值和光强参考值，包括：针对每个预设波长，根据预设条件，从与预设波长对应的各光强值中确定光强测量值和光强参考值，预
20 设条件包括波长特性、光学参数和皮肤结构参数中的至少一种。

 在本发明的实施例中，预设条件可用于作为选择光强测量值和光强参考值的依据。预设条件可包括波长特性、光学参数和皮肤结构参数中的至少一种。其中，光学参数可包括吸收系数、散射系数、折射率和各向异性因子等。皮肤结构参数可指皮肤组织厚度。

- 25 可选的，在上述技术方案的基础上，针对每个预设波长，根据预设条件，从与预设波长对应的各光强值中确定光强测量值和光强参考值，预设条件包括波长特性、光学参数和皮肤结构参数中的至少一种，可包括：针对每个预设波长，根据光强变化量，从与预设波长对应的各光强值中确定光强测量值和光强参考值，光强测量值为光强变化量的绝对值

大于等于第一变化量阈值的光强值，光强参考值为光强变化量的绝对值
小于等于第二变化量阈值的光强值，光强变化量为光强值与对应的光强
预设值之间的变化量，第一变化量阈值大于第二变化量阈值，光强预设
值为待测组织成分的浓度为预设浓度时，从被测部位的表面所出射的光
5 强值。

在本发明的实施例中，在上述通过提高光的接收效率，以提高检测
精度的基础上，为了进一步提高检测精度，可基于浮动基准理论，针对
预设波长，从该预设波长下的各光强值中确定参考光强值和各测量光强
值，根据各预设波长下的光强测量值和光强参考值，确定待测组织成分
10 的浓度。基于浮动基准理论，针对预设波长，从该预设波长下的各光强
值中确定参考光强值和各测量光强值，可作如下理解：光强变化量可理
解为光强值与对应的光强预设值之间的变化量。光强预设值可理解为待
测组织成分的浓度为预设浓度，获取到的从被测部位的表面所出射的光
强值。光强测量值可为光强变化量的绝对值大于等于第一变化量阈值的
15 光强值，光强参考值可为光强变化量的绝对值小于等于第二变化量阈
值的光强值。其中，第一变化量阈值和第二变化量阈值的具体数值，可根
据实际情况进行设定，在此不作具体限定。

上述可进一步提高检测精度的原因在于：由于光强参考值反映了检
测过程中除待测组织成分以外的其它干扰的响应。光强测量值反映了待
20 测组织成分的响应，以及，除待测组织成分外的其它干扰的响应，可将
检测过程中反映除待测组织成分以外的其它干扰的响应成为干扰信息，
将检测过程中待测组织成分的响应成为有效信息，因此，光强参考值包
括干扰信息，光强测量值包括干扰信息和有效信息，可根据光强参考值
和光强测量值，将两者中共模干扰信息消除，以提高检测精度。

25 可选的，在上述技术方案的基础上，根据各预设波长下的光强测量
值和光强参考值，确定待测组织成分的浓度，可包括：针对每个预设波
长，将与预设波长对应的光强测量值和光强参考值进行差分运算，得到
差分光强值。根据各预设波长下的差分光强值，确定待测组织成分的浓
度。

在本发明的实施例中，针对每个预设波长，可将该预设波长下的光强参考值和每个光强测量值进行差分运算，得到差分光强值。基于此，可获得各预设波长下的差分光强值。可将各预设波长下的各差分光强值作为输入变量输入至预先训练生成的组织成分浓度预测模型中，得到预测结果，该预测结果即为待测组织成分的浓度。具体计算过程可参见公开号为 CN1699973A 的专利文件，在此不再具体赘述。上述通过差分运算，消除了光强参考值和光强测量值中共模干扰信息，进而提高了检测精度。

可选的，在上述技术方案的基础上，步骤 120 之前，还可包括：屏蔽干扰光。

在本发明的实施例中，入射光传输至被测部位后，部分入射光将在被测部位的表面直接反射形成表面反射光，部分入射光形成上文所述的漫散射光。其中，由于表面反射光没有与组织发生作用，将不携带有效信息，因此，可将表面反射光作为干扰光。此外，还存在衍射光，同样，由于衍射光没有与组织发生作用，将不携带有效信息，因此，可将衍射光作为干扰光。即干扰光可包括衍射光，以及，入射光通过被测部位的表面所产生的表面反射光。而由于漫散射光与皮肤组织发生了作用，携带有效信息，因此，可将漫散射光作为有效光。

基于上述，为了进一步提高检测精度，在步骤 120 之前，可采用屏蔽干扰光的方式，使得获得从被测部位的表面所出射的光强值为与漫散射光对应的光强值，而消除了与表面反射光对应的光强值和与衍射光对应的光强值。

上述通过在获得从被测部位的表面所出射的光强值之前，屏蔽干扰光，从而消除了光强值中与干扰光对应的光强值，保留了光强值中与漫散射光对应的光强值。由于漫散射光携带有效信息，干扰光不携带有效信息，因此，进一步提高了检测精度。

图 6 为本发明实施例提供的另一种组织成分无创检测方法的流程图。如图 6 所示，该方法具体包括如下步骤：

步骤 210、将各预设波长下的入射光分别发射至被测部位。

步骤 220、屏蔽干扰光。

步骤 230、针对每个预设波长，在每个预设距离下，基于各感光面所组成的感光区域，以获得从被测部位的表面所出射的光强值，感光区域与光强值一一对应。

5 步骤 240、从各预设波长下的各光强值中，确定一个光强值作为各预设波长下的光强目标值。

步骤 250、根据各预设波长下的光强目标值，确定待测组织成分的浓度。

10 本实施的技术方案，通过在每个预设距离下，基于各感光面所组成的感光区域以获得从被测部位的表面所出射的光强值，进而提高了接收同质散射光的效率，从而提高了对待测组织成分的检测精度。在此基础上，可根据由不同环状感光区域获得的光强值进行差分运算，消除了共模干扰信息，提高了对待测组织成分的检测精度。

图 7 为本发明实施例提供的再一种组织成分无创检测方法的流程图。

15 如图 7 所示，该方法具体包括如下步骤：

步骤 310、将各预设波长下的入射光分别发射至被测部位。

步骤 320、屏蔽干扰光。

20 步骤 330、针对每个预设波长，在每个预设距离下，基于各感光面所组成的感光区域，以获得从被测部位的表面所出射的光强值，感光区域与光强值一一对应，预设距离的个数为至少一个。

步骤 340、从各预设波长下的各光强值中，确定光强测量值和光强参考值。

步骤 350、将与预设波长对应的光强测量值和光强参考值进行差分运算，得到差分光强值。

25 步骤 360、根据各预设波长下的差分光强值，确定待测组织成分的浓度。

本实施的技术方案，通过在每个预设距离下，基于各感光面所组成的感光区域以获得从被测部位的表面所出射的光强值，进而提高了接收同质散射光的效率，从而提高了对待测组织成分的检测精度。在此基础

上, 可根据由不同环状感光区域获得的光强值进行差分运算, 消除了共模干扰信息, 提高了对待测组织成分的检测精度。

图 8 为本发明实施例提供的又一种组织成分无创检测方法的流程图。如图 8 所示, 该方法具体包括如下步骤:

- 5 步骤 410、将各预设波长下的入射光分别发射至被测部位。
 步骤 420、屏蔽干扰光。
 步骤 430、针对每个预设波长, 基于 M 个环状感光面, 以获得从被测部位的表面所出射的光强值, 每个环状感光面与光强值一一对应, 其中, $M \geq 1$ 。
- 10 步骤 440、从各预设波长下的各光强值中, 确定一个光强值作为各预设波长下的光强目标值。
 步骤 450、根据各预设波长下的光强目标值, 确定待测组织成分的浓度。

- 本实施例的技术方案, 通过在每个预设距离下, 基于 M 个环状感光面以获得从被测部位的表面所出射的光强值, 进而提高了接收同质散射光的效率, 从而提高了对待测组织成分的检测精度。在此基础上, 可根据由不同环状感光区域获得的光强值进行差分运算, 消除了共模干扰信息, 提高了对待测组织成分的检测精度。
- 15 图 9 为本发明实施例提供的又一种组织成分无创检测方法的流程图。如图 9 所示, 该方法具体包括如下步骤:

- 20 步骤 510、将各预设波长下的入射光分别发射至被测部位。
 步骤 520、屏蔽干扰光。
 步骤 530、针对每个预设波长, 基于 M 个环状感光面, 以获得从被测部位的表面所出射的光强值, 每个环状感光面与光强值一一对应, 其中, $M \geq 1$ 。
- 25 步骤 540、从各预设波长下的各光强值中, 确定光强测量值和光强参考值。
 步骤 550、将与预设波长对应的光强测量值和光强参考值进行差分运算, 得到差分光强值。

步骤 560、根据各预设波长下的差分光强值，确定待测组织成分的浓度。

本实施的技术方案，基于 M 个环状感光面以获得从被测部位的表面所出射的光强值，进而提高了接收同质散射光的效率，从而提高了对待测组织成分的检测精度。在此基础上，可根据由不同环状感光区域获得的光强值进行差分运算，消除了共模干扰信息，提高了对待测组织成分的检测精度。

需要说明的是，上述步骤 220、步骤 320、步骤 420 和步骤 520 只需在对应的步骤 230、步骤 330、步骤 430 和步骤 530 之前执行即可。

10 本发明实施例提供的组织成分无创检测方法可由组织成分无创检测装置来执行，组织成分无创检测装置可以采用软件和/或硬件的方式实现，组织成分无创检测装置可以配置于可穿戴设备中，如智能手表。

图 10 为本发明实施例提供的一种组织成分无创检测装置的结构示意图，本实施例可适用于提高待测组织成分浓度的检测精度的情况。如图 10 所示，该组织成分无创检测装置 1 可包括光源模块 10、检测模块 11 和处理模块 12。检测模块 11 可与处理模块 12 通信连接。下面结合附图对其结构和工作原理进行说明。

光源模块 10 可用于将各预设波长下的入射光分别发射至被测部位。

20 检测模块 11 可用于针对每个预设波长，基于各感光面以获得从被测部位的表面所出射的光强值，并将各光强值发送至处理模块 12，每个感光面距入射光的中心以对应的预设距离。

处理模块 12 可用于根据各预设波长下的各光强值，确定待测组织成分的浓度。

在本发明的实施例中，光源模块 10 可将入射光发射至被测部位。其中，光源模块 10 存在如下两种形式：其一、光源模块 10 可为能够直接发出入射光的模块；其二、光源模块 10 可为传输入射光的介质，如光纤，通过光纤将外设光源发出的入射光发射至被测部位。

针对每个预设波长，在各感光面处，检测模块 11 可获得从被测部位的表面所出射的光强值，并将各光强值发送至处理模块 12。检测模块

11 可包括至少一个感光面 111。为了提高同质散射光的接收效率，可通过如下方式实现：针对每个预设距离，可设置至少一个感光面 111，且，同一预设距离下的不同感光面 111 的阳极电极连接。检测模块 11 可用于在每个预设距离下，通过各感光面所组成的感光区域检测以获得从被测部位的表面所出射的光强值，感光区域与光强值一一对应，预设距离的个数为至少一个。感光面 111 可为环状感光面 1110。

此外，由于检测模块 11 可以直接获得从被测部位出射的光强值，因此，降低了光损耗，进而提高了检测效率。

处理模块 12 可根据各预设波长下的各光强值，确定待测组织成分的浓度。针对根据各预设波长下的各光强值，确定待测组织成分的浓度可参见上文针对组织成分无创检测方法相应部分的说明，在此不再具体赘述。

本实施例的技术方案，由于可实现大范围的光强值接收，因此，提高了光的接收效率，进而提高了对待测组织成分的检测精度。由于检测模块可以直接对从被测部位出射的光强值进行处理，因此，降低了光损耗，进而提高了检测效率。由于检测装置的体积的大幅度减小，使得检测装置容易佩戴与固定在被测部位上，可保证检测条件的稳定性，相应的，提高了检测条件的稳定性，此外，也实现了便携检测。在此基础上，由于不同光强值可进行差分运算，能够消除共模干扰信息，因此，也提高了对待测组织成分的检测精度。

可选的，如图 11 所示，在上述技术方案的基础上，检测模块 11 可包括至少一个感光面 1110。同一预设距离下的不同感光面 1110 的阳极电极连接。

针对每个预设距离，设置至少一个感光面 111。

检测模块 11 可用于在每个预设距离下，基于各感光面 111 所组成的感光区域，以获得从被测部位的表面所出射的光强值，感光区域与光强值一一对应。

在本发明的实施例中，为了提高同质光的接收效率，可针对每个预设距离，设置至少一个感光面 111。该预设距离下的不同感光面 111 的

阳极电极连接。针对感光面的说明可参见上文针对感光面的说明，在此不再具体赘述。

上述通过同一预设距离设置至少一个感光面 111，该预设距离下的各感光面 111 对应一个源-探距离，因此，提高了接收同质散射光的效率。

5 可选的，如图 11 所示，在上述技术方案的基础上，每个感光面 111 为环状感光面 1110。不同环状感光面 1110 同几何中心设置，环状感光面 1110 的个数可为 M 个，其中， $M \geq 1$ 。

在本发明的实施例中，每个感光面 111 可为环状感光面 1110。每个环状感光面 1110 对应一个源-探距离。上述通过将检测模块 11 的感光面
10 111 设置成设计成具有不同内径的环状结构，每个环状感光面对应一个源-探距离，最大程度地实现了对同质散射光的接收，因此，提高了接收同质散射光的效率。

可选的，在上述技术方案的基础上，每个环状感光面 1110 的内径可大于等于 0.5mm 且小于等于 6mm，每个环状感光面 1110 的环宽可大于
15 等于 0.05mm 且小于等于 0.3mm。

可选的，在上述技术方案的基础上，当 $M=4$ 时，沿径向方向由内至外的 M 个环状感光面 1110 的内径分别为第一内径、第二内径、第三内径和第四内径。第一内径可大于等于 1.2mm 且小于 3mm，第二内径可大于等于 3mm 且小于 3.8mm，第三内径可大于等于 3.8mm 且小于 4.4mm，
20 第四内径可大于等于 4.4mm 且小于等于 6mm。或者，当 $M=5$ 时，沿径向方向由内至外的 M 个环状感光面 1110 的内径分别为第一内径、第二内径、第三内径、第四内径和第五内径。第一内径可大于等于 1.2mm 且小于 2mm，第二内径可大于等于 2mm 且小于 2.8mm，第三内径可大于等于 2.8mm 且小于 3.6mm，第四内径可大于等于 3.6mm 且小于 4.2mm，
25 第五内径可大于等于 4.2mm 且小于等于 6mm。

可选的，在上述技术方案的基础上，每个环状感光面 1110 的环宽可为 0.1mm 或 0.2mm。

可选的，在上述技术方案的基础上，每个预设波长的范围可为大于等于 900nm 且小于等于 2400nm。

在本发明的实施例中,每个环状感光面 1110 即可对应一个环状感光面,上述环状感光面 1110 的尺寸以及环状感光面 1110 的个数,可参见上文针对环状感光面的说明,在此不再具体赘述。此外,针对入射光的波长范围的说明也可参上文对应部分的说明,在此也不再具体赘述。

5 可选的,如图 12 所示,在上述技术方案的基础上,组织成分无创检测装置 1 还可包括第一套筒 13。第一套筒 13 可设置于检测模块 11 的上表面,第一套筒 13 的内径可大于检测模块 11 上开孔的直径。

 第一套筒 13 用于阻止被测部位的表面产生的表面反射光进入检测模块 11,以及,阻止各入射光通过检测模块 11 的开孔产生的衍射光进入检测模块 11。

 在本发明的实施例中,如图 13 所示,部分入射光将直接在被测部位的表面反射形成表面反射光。由于表面反射光不携带有效信息,因此,如果检测模块 11 获得的光强值中存在与表面反射光对应的光强值,则会降低检测精度。此外,由于入射光通过检测模块 11 的开孔会产生衍射光,而衍射光也不携带有效信息,因此,如果检测模块 11 获得的光强值中存在与表面反射光对应的光强值,则也会降低检测精度。为了避免表面反射光进入检测模块 11,可在检测模块 11 的上表面上设置第一套筒 13。第一套筒 13 的内径可大于检测模块 11 上开孔的直径。表面反射光和衍射光均会被第一套筒 13 阻止而不会被检测模块 11 接收到。

20 可选的,如图 14 所示,在上述技术方案的基础上,检测模块 11 还可设置有连接一体的第二套筒 112。第二套筒 112 可设置于检测模块 11 的上表面,第二套筒 112 的内径可大于检测模块 11 上开孔的直径。

 第二套筒 112 可用于阻止被测部位的表面产生的表面反射光进入检测模块 11,以及,阻止各入射光通过检测模块 11 的开孔产生的衍射光进入检测模块 11。

25 在本发明的实施例中,为了避免表面反射光和衍射光进入检测模块 11,除了可采用在检测模块 11 的上表面设置第一套筒 13 的方式外,还可在制备检测模块 11 时,直接在检测模块 11 的上表面设置第二套筒 112,即第二套筒 112 是检测模块 11 组成部分。其中,第二套筒 112 的内径可

大于检测模块 11 上开孔的直径。

可选的，如图 15 所示，在上述技术方案的基础上，组织成分无创检测装置 1 还可包括第三套筒 14。第三套筒 14 的上表面可通过检测模块 11 的开孔，并超出检测模块 11 的上表面。

5 第三套筒 14 可用于阻止被测部位的表面产生的表面反射光进入检测模块 11，以及，阻止各入射光通过检测模块 11 的开孔产生的衍射光进入检测模块 11。

在本发明的实施例中，为了避免表面反射光和衍射光进入检测模块 11，除了可采用上述两种方式外，还可设置第三套筒 14，第三套筒 14
10 的上表面可通过检测模块 11 的开孔，并超出检测模块 11 的上表面。第三套筒 14 的外径可小于检测模块 11 上开孔的直径。

上述针对第一套筒 13 和第二套筒 112 来说，检测模块 11 上的开孔是否打通可根据实际情况进行设定，在此不作具体限定。检测模块 11 上的开孔无论是否打通，光都能够通过。此外，第二套筒 112 会增加检测模块 11 的制作难度。相比于第一套筒 13，第三套筒 14 实现形式更加
15 简单。上述可根据实际情况选择采用哪种形式的套筒来阻止表面反射光和衍射光进入检测模块 11，在此不作具体限定。

可选的，如图 16 所示，在上述技术方案的基础上，组织成分无创检测装置 1 还可包括外壳 15。光源模块 10、检测模块 11 和处理模块 12
20 可设置于外壳 15 的内部，检测模块 11 的上表面可低于外壳 15 的上表面。

在本发明的实施例中，为了实现采用组织成分无创检测装置 1 进行组织成分的检测，为非接触检测，即使得检测模块 11 的上表面与被测部位的表面不接触，可设置检测模块 11 的上表面低于外壳 15 的上表面。

25 需要说明的是，上述第一套筒 13、第二套筒 112 和第三套筒 14 的上表面可超出外壳 15 的上表面。

可选的，如图 16 所示，在上述技术方案的基础上，组织成分无创检测装置 1 还可包括保护部件 16。保护部件 16 可设置于外壳 15 的上表面的开孔处，并且保护部件 16 的上表面可低于外壳 15 的上表面，保护

部件 16 上可开设孔，并可与外壳 15 同几何中心设置。保护部件 16 的透光率可大于等于透光率阈值。

保护部件 16 可用于保护检测模块 11，以及，当组织成分无创检测装置 1 佩戴至被测部位时，确保被测部位的皮肤状态保持自然状态，实现非接触检测。

在本发明的实施例中，为了保护检测模块 11 免受灰尘附着和人为触碰，可在外壳 15 的开孔处设置保护部件 16。其中，保护部件 16 上同样可开设孔，并且，保护部件 16 可与外壳 15 同几何中心设置，保护部件 16 的上表面可低于外壳 15 的上表面。同时，由于检测模块 11 不与被测部位直接接触，因此，可确保被测部位的皮肤状态保持自然状态，实现非接触检测。此外，通过非接触检测，也可减少达到热平衡状态所消耗的时间。

保护部件 16 的材料可为透射率大于等于透光率阈值的材料。透光率阈值可为 0.6。可选的，保护部件 16 可为石英玻璃片。如果入射光为近红外光，则石英玻璃排进的材料可为 JGS1S。上述外壳 15 的中心可开设 T 边形的孔，如正六边形，可用于放置石英玻璃片。石英玻璃片可中心开孔，且，石英玻璃片上开孔的直径略大于第一套筒 13 和第二套筒 1117 的外径。此外，外壳 15 的四周可开设槽，以实现散热。

可选的，如图 17 所示，在上述技术方案的基础上，组织成分无创检测装置 1 还可包括接触部件 17。接触部件 17 可设置于外壳 15 的上表面，接触部件 17 的材料的导热系数可在空气导热系数范围内。

接触部件 17 可用于当组织成分无创检测装置 1 佩戴至被测部位时，确保被测部位的皮肤状态保持自然状态，实现非接触检测，以及，通过隔热材料的导热系数在空气导热系数范围内，以减少组织成分无创检测装置 1 佩戴至被测部位时与被测部位之间热传导达到热平衡状态所消耗的时间。

在本发明的实施例中，为了确保佩戴组织成分无创检测装置 1 后，被测部位能尽可能快地达到热平衡状态，以减少被测部位与组织成分无创检测装置 1 之间热传导达到热平衡状态所消耗的时间，可在外壳 15

的上表面设置接触部件 17，并且接触部件 17 的材料的导热系数需要在空气导热系数范围内。空气导热系数范围内可为大于 0.01W/mK 且小于等于 0.4W/mK 。示例性的，如不使用接触部件 17，则达到热平衡状态所消耗的时间约为 1 小时。接触部件 17 的材料的导热系数为 0.14W/mK ，
5 则达到热平衡状态所消耗的时间为 0.25 小时。如接触部件 17 的材料的导热系数为 0.4W/mK ，则达到热平衡状态所消耗的时间约为 0.3 小时。由此可见，相比于不使用接触部件 17，使用接触部件 17，并使得接触部件 17 的材料的导热系数在空气导热系数范围内，可实现减少达到热平衡状态所消耗的时间。同时，由于检测模块 11 不与被测部位直接接触，
10 因此，可确保被测部位的皮肤状态保持自然状态，实现非接触检测。此外，通过非接触检测，也可减少达到热平衡状态所消耗的时间。

需要说明的是，在保证材料的导热系数在空气导热系数范围内，接触部件 17 的材料可包括硅胶和聚氯乙烯等。接触部件 17 可为接口垫。接口垫的形状可包括环形和方形边框等。接口垫的形状和尺寸可根据实际情况进行设定，在此不作具体限定。
15

可选的，在上述技术方案的基础上，外壳 15 的上表面可镀有隔热材料，隔热材料的导热系数可在空气导热系数范围内。

隔热材料可用于当组织成分无创检测装置 1 佩戴至被测部位时，确保被测部位的皮肤状态保持自然状态，实现非接触检测，以及，通过隔热材料的导热系数在空气导热系数范围内，以减少组织成分无创检测装置 1 佩戴至被测部位时与被测部位之间热传导达到热平衡状态所消耗的时间。
20

在本发明的实施例中，为了起到与接触部件 17 同样的作用，可直接在外壳 15 的上表面镀隔热材料，隔热材料的导热系数可在空气导热系数范围内。空气导热系数范围内可为大于 0.01W/mK 且小于等于 0.4W/mK 。隔热材料可为硅胶和聚氯乙烯等。
25

可选的，在上述技术方案的基础上，光源模块 10 可包括光源发射单元或入射光纤。

在本发明的实施例中，光源模块 10 可包括光源发射单元或入射光

纤。如果光源模块 10 可包括光源发射单元，则入射光可由该光源发射单元直接发射至被测部位。如果光源模块 10 可包括入射光纤，则入射光可通过入射光纤发射至被测部位。其中，入射光由外设光源产生。

上述如果光源模块 10 包括光源发射单元，则相比于光源模块 10 包括入射光纤而言，会使得组织成分无创检测装置 1 的体积变大，但由于内部包括光源发射单元，无需通过入射光纤来传输入射光，光纤传输会产生光损耗，因此，光损耗更小，并且可避免引入光纤所带来的干扰。相反的，如果光源模块 10 包括入射光纤，则相比于光源模块 10 包括光源发射单元而言，会使得组织成分无创检测装置 1 的体积减小，但由于入射光通过入射光纤传输，光纤传输会产生光损耗，因此，光损耗更大，并且光纤容易受到外界环境影响从而产生干扰。光源模块 10 包括光源发射单元，还是包括入射光纤，可根据实际情况进行设定，在此不作限定。

需要说明的是，本发明实施例所述的上表面均指接近被测部位的表面，下表面均指远离被测部位的表面。

图 18 为本发明实施例提供的一种可穿戴设备的结构示意图，本实施例可适用于提高待测组织成分浓度的检测精度的情况。如图 18 所示，该可穿戴设备 2 可包括本体 20 和本发明实施例所述的组织成分无创检测装置 1。组织成分无创检测装置 1 可设置于本体上 20 上，组织成分无创检测装置 1 可包括光源模块 10、检测模块 11 和处理模块 12。检测模块 11 和处理模块 12 可通信连接。下面结合附图对其结构和工作原理进行说明。

可穿戴设备 2 佩戴于被测部位。

光源模块 10 可用于将各预设波长下的入射光分别发射至被测部位。

检测模块 11 可用于针对每个预设波长，基于各感光面以获得从被测部位的表面所出射的光强值，并将各光强值发送至处理模块 12，每个感光面距入射光的中心以对应的预设距离，预设距离的个数为至少一个。

处理模块 12 可用于根据各预设波长下的各光强值，确定待测组织成分的浓度。

在本发明的实施例中，组织成分无创检测装置 1 可设置在本体 20 上，当需要采用组织成分无创检测装置 1 进行组织成分检测时，可将可穿戴设备 2 佩带于被测部位。并且，由于采用组织成分无创检测装置 1 进行检测，易受到检测条件的影响，进而影响检测精度，因此，为了保证检测条件的稳定，以进一步提高检测精度，可将该组织成分无创检测装置 1 进行固定，以使被测部位与组织成分无创检测装置 1 之间的位置关系为预设关系。上述可通过将组织成分无创检测装置 1 设置在本体 20 上实现位置的固定，可实现保证检测条件的稳定性，进而可提高检测精度。此外，组织成分无创检测装置 1 的结构和工作原理参见上文针对无创检测装置 1 的说明，在此不再具体赘述。

需要说明的是，可穿戴设备 2 还可包括显示模块，显示模块可与处理模块 12 通信连接，处理模块 12 可将待测组织成分的浓度发送至显示模块，显示模块可显示待测组织成分的浓度，以使被测个体可通过显示模块获知待测组织成分的浓度。此外，可穿戴设备 2 还可包括语音模块，语音模块可与处理模块 12 通信连接，处理模块 12 可将待测组织成分的浓度发送至语音模块，语音模块可根据待测组织成分的浓度，生成语音指令，并播放该语音指令，以使被测个体可获知待测组织成分的浓度。

本实施的技术方案，由于可实现大范围的光强值接收，因此，提高了光的接收效率，进而提高了对待测组织成分的检测精度。由于检测模块可以直接对从被测部位出射的光强值进行处理，因此，降低了光损耗，进而提高了检测效率。由于检测装置的体积的大幅度减小，使得检测装置可设置在可穿戴设备上，进而容易佩戴与固定在被测部位上，可保证检测条件的稳定性，相应的，提高了检测条件的稳定性，此外，也实现了便携检测。在此基础上，由于不同光强值可进行差分运算，能够消除共模干扰信息，因此，也提高了对待测组织成分的检测精度。

图 19 为本发明实施例提供的一种组织成分无创检测系统的结构示意图，本实施例可适用于提高待测组织成分浓度的检测精度的情况。如图 19 所示，该组织成分无创检测系统可包括本发明实施例所述的可穿戴设备 2 和终端 3。可穿戴设备 2 可包括本体 20 和组织成分无创检测装

置 1，组织成分无创检测装置 1 可设置于本体上 20 上。组织成分无创检测装置 1 可包括光源模块 10、检测模块 11 和处理模块 12。处理模块 12 可分别与检测模块 11 和终端 3 通信连接。下面结合附图对其结构和工作原理进行说明。

5 可穿戴设备 2 可佩戴于被测部位。

光源模块 10 可用于将各预设波长下的入射光分别发射至被测部位。

检测模块 11 可用于针对每个预设波长，基于各感光面以获得从被测部位的表面所出射的光强值，并将各光强值发送至处理模块 12，每个感光面距入射光的中心以对应的预设距离，预设距离的个数可为至少一个。

处理模块 12 可用于对各预设波长下的各光强值进行处理，得到处理后的各预设波长下的各光强值，并将处理后的各预设波长下的各光强值发送至终端 3。

15 终端 3 可用于根据处理后的各预设波长下的各光强值，确定待测组织成分的浓度。

在本发明的实施例中，与上文不同的是，为了降低组织成分无创检测装置 1 的成本，可采用可穿戴设备 2 与终端 3 配合的方式实现确定待测组织成分的浓度。即处理模块 12 对各光强值进行处理，得到处理后的各光强值，并将处理后的各光强值发送至终端 3，终端 3 可根据处理后的各光强值，确定待测组织成分的浓度。其中，处理模块 12 对各光强值的处理操作可包括电流电压转换及放大和模数转换等。终端 3 可采用与本发明实施例所述的组织成分无创检测方法相同的方法，根据处理后的各光强值，确定待测组织成分的浓度，在此不再具体赘述。此外，可穿戴设备 2 的结构和工作原理参见上文针对可穿戴设备 2 的说明，在此不再具体赘述。

25 需要说明的是，终端 3 还可显示待测组成成分的浓度，以使被测个体可获知待测组织成分的浓度。终端 3 还可生成语音指令，语音指令包括待测组织成分的浓度，并播放该语音指令，以使被测个体可获知待测组织成分的浓度。

还需要说明的是，除了采用终端 3 与可穿戴设备 2 配合的方式实现确定待测组织成分的浓度外，还可采用云服务器与可穿戴设备 2 配合的方式实现确定待测组织成分的浓度。

5 本实施例的技术方案，由于可实现大范围的光强值接收，因此，提高了光的接收效率，进而提高了对待测组织成分的检测精度。由于检测模块可以直接对从被测部位出射的光强值进行处理，因此，降低了光损耗，进而提高了检测效率。由于检测装置的体积的大幅度减小，使得检测装置可设置在可穿戴设备上，进而容易佩戴与固定在被测部位上，可保证检测条件的稳定性，相应的，提高了检测条件的稳定性，此外，也
10 实现了便携检测。在此基础上，由于不同光强值可进行差分运算，能够消除共模干扰信息，因此，也提高了对待测组织成分的检测精度。

以上所述的具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施例
15 而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

20

25

权利要求

1、一种组织成分无创检测方法，其特征在于，包括：

发射步骤，将各预设波长下的入射光分别发射至被测部位；

5 获取步骤，针对每个所述预设波长，基于各感光面以获得从所述被测部位的表面所出射的光强值，每个所述感光面距所述入射光中心以对应的预设距离；

确定步骤，根据各所述预设波长下的各所述光强值，确定待测组织成分的浓度。

10 2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述获取步骤，包括：

针对每个所述预设波长，在每个预设距离下，基于各感光面所组成的感光区域，以获得从所述被测部位的表面所出射的光强值，所述感光区域与所述光强值一一对应。

15 3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述获取步骤，还包括：

针对每个所述预设波长，基于 M 个环状感光面，以获得从所述被测部位的表面所出射的光强值，每个所述环状感光面与所述光强值一一对应，其中， $M \geq 1$ 。

20 4、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，每个所述环状感光面的内径大于等于 0.5mm 且小于等于 6mm，每个所述环状感光面的环宽大于等于 0.05mm 且小于等于 0.3mm。

25 5、根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，当 $M=4$ 时，沿径向方向由内至外的 M 个所述环状感光面的内径分别为第一内径、第二内径、第三内径和第四内径；所述第一内径大于等于 1.2mm 且小于 3mm，所述第二内径大于等于 3mm 且小于 3.8mm，所述第三内径大于等于 3.8mm 且小于 4.4mm，所述第四内径大于等于 4.4mm 且小于等于 6mm；或者，

当 $M=5$ 时，沿径向方向由内至外的 M 个所述环状感光面的内径分别为第一内径、第二内径、第三内径、第四内径和第五内径；所述第一内径大于等于 1.2mm 且小于 2mm，所述第二内径大于等于 2mm 且小于

2.8mm, 所述第三内径大于等于 2.8mm 且小于 3.6mm, 所述第四内径大于等于 3.6mm 且小于 4.2mm, 所述第五内径大于等于 4.2mm 且小于等于 6mm。

5 6、根据权利要求 5 所述的方法, 其特征在于, 每个所述环状感光面的环宽为 0.1mm 或 0.2mm。

7、根据权利要求 1-6 任一所述的方法, 其特征在于, 每个所述预设波长的范围为大于等于 900nm 且小于等于 2400nm。

8、根据权利要求 2-7 任一所述的方法, 其特征在于, 所述确定步骤, 包括:

10 从各所述预设波长下的各所述光强值中, 确定一个光强值作为各所述预设波长下的光强目标值;

根据各所述预设波长下的所述光强目标值, 确定待测组织成分的浓度。

15 9、根据权利要求 2-7 任一所述的方法, 其特征在于, 所述确定步骤, 包括:

从各所述预设波长下的各所述光强值中, 确定光强测量值和光强参考值;

根据各所述预设波长下的所述光强测量值和所述光强参考值, 确定待测组织成分的浓度。

20 10、根据权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 所述从各所述预设波长下的各所述光强值中, 确定光强测量值和光强参考值, 包括:

针对每个所述预设波长, 根据预设条件, 从与所述预设波长对应的各所述光强值中确定光强测量值和光强参考值, 所述预设条件包括波长特性、光学参数和皮肤结构参数中的至少一种。

25 11、根据权利要求 10 所述的方法, 其特征在于, 所述针对每个所述预设波长, 根据预设条件, 从与所述预设波长对应的各所述光强值中确定光强测量值和光强参考值, 所述预设条件包括波长特性、光学参数和皮肤结构参数中的至少一种, 包括:

针对每个所述预设波长, 根据光强变化量, 从与所述预设波长对应

的各所述光强值中确定光强测量值和光强参考值，所述光强测量值为光强变化量的绝对值大于等于第一变化量阈值的光强值，所述光强参考值为光强变化量的绝对值小于等于第二变化量阈值的光强值，所述光强变化量为所述光强值与对应的光强预设值之间的变化量，所述第一变化量
5 阈值大于所述第二变化量阈值，所述光强预设值为待测组织成分的浓度为预设浓度时，从被测部位的表面所出射的光强值。

12、根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述根据各所述预设波长下的所述光强测量值和所述光强参考值，确定待测组织成分的浓度，包括：

10 针对每个所述预设波长，将与所述预设波长对应的所述光强测量值和所述光强参考值进行差分运算，得到差分光强值；

根据各所述预设波长下的所述差分光强值，确定待测组织成分的浓度。

13、根据权利要求 1-7 任一所述的方法，其特征在于，所述获取步骤
15 之前，还包括：

屏蔽干扰光。

14、一种组织成分无创检测装置，其特征在于，包括：光源模块、检测模块和处理模块；所述检测模块与所述处理模块通信连接；

所述光源模块用于将各预设波长下的入射光分别发射至被测部位；

20 所述检测模块用于针对每个所述预设波长，基于各感光面以获得从所述被测部位的表面所出射的光强值，并将各所述光强值发送至所述处理模块，每个所述感光面距所述入射光的中心以对应的预设距离，所述预设距离的个数为至少一个；

25 所述处理模块用于根据各所述预设波长下的各所述光强值，确定待测组织成分的浓度。

15、根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于，所述检测模块包括至少一个感光面；同一预设距离下的不同所述感光面的阳极电极连接；针对每个预设距离，设置至少一个所述感光面；

所述检测模块用于在每个预设距离下，基于各感光面所组成的感光

区域，以获得从所述被测部位的表面所出射的光强值，所述感光区域与所述光强值一一对应。

16、根据权利要求 15 所述的装置，其特征在于，每个所述感光面为环状感光面；不同所述环状感光面同几何中心设置，所述环状感光面的个数为 M 个，其中， $M \geq 1$ 。

17、根据权利要求 16 所述的装置，其特征在于，每个所述环状感光面的内径大于等于 0.5mm 且小于等于 6mm，每个所述环状感光面的环宽大于等于 0.05mm 且小于等于 0.3mm。

18、根据权利要求 17 所述的装置，其特征在于，当 $M=4$ 时，沿径向方向由内至外的 M 个所述环状感光面的内径分别为第一内径、第二内径、第三内径和第四内径；所述第一内径大于等于 1.2mm 且小于 3mm，所述第二内径大于等于 3mm 且小于 3.8mm，所述第三内径大于等于 3.8mm 且小于 4.4mm，所述第四内径大于等于 4.4mm 且小于等于 6mm；或者，

15 当 $M=5$ 时，沿径向方向由内至外的 M 个所述环状感光面的内径分别为第一内径、第二内径、第三内径、第四内径和第五内径；所述第一内径大于等于 1.2mm 且小于 2mm，所述第二内径大于等于 2mm 且小于 2.8mm，所述第三内径大于等于 2.8mm 且小于 3.6mm，所述第四内径大于等于 3.6mm 且小于 4.2mm，所述第五内径大于等于 4.2mm 且小于等于 6mm。

19、根据权利要求 18 所述的装置，其特征在于，每个所述环状感光面的环宽为 0.1mm 或 0.2mm。

20、根据权利要求 14 或 15 所述的装置，其特征在于，每个所述预设波长的范围为大于等于 900nm 且小于等于 2400nm。

21、根据权利要求 14 或 15 所述的装置，其特征在于，还包括第一套筒；所述第一套筒设置于所述检测模块的上表面，所述第一套筒的内径大于所述检测模块上开孔的直径；

所述第一套筒用于阻止各所述入射光通过所述被测部位的表面产生的表面反射光进入所述检测模块，以及，阻止各所述入射光通过所述

检测模块的开孔产生的衍射光进入所述检测模块。

22、根据权利要求 14 或 15 所述的装置，其特征在于，所述检测模块还设置有连接一体的第二套筒；所述第二套筒设置于所述检测模块的上表面，所述第二套筒的内径大于所述检测模块上开孔的直径；

5 所述第二套筒用于阻止各所述入射光通过所述被测部位的表面产生的表面反射光进入所述检测模块，以及，阻止各所述入射光通过所述检测模块的开孔产生的衍射光进入所述检测模块。

23、根据权利要求 14 或 15 所述的装置，其特征在于，还包括第三套筒；所述第三套筒的上表面通过所述检测模块的开孔，并超出所述检测模块的上表面；

10 所述第三套筒用于阻止各所述入射光通过所述被测部位的表面产生的表面反射光进入所述检测模块，以及，阻止各所述入射光通过所述检测模块的开孔产生的衍射光进入所述检测模块。

24、根据权利要求 14 或 15 所述的装置，其特征在于，还包括外壳；

15 所述光源模块、所述检测模块和所述处理模块设置于所述外壳的内部，所述检测模块的上表面低于所述外壳的上表面。

25、根据权利要求 24 所述的装置，其特征在于，还包括保护部件；所述保护部件设置于所述外壳的上表面的开孔处，并且所述保护部件的上表面低于所述外壳的上表面，所述保护部件上开设孔，并与所述外壳同几何中心设置；所述保护部件的透光率大于等于透光率阈值；

20 所述保护部件用于保护所述检测模块，以及，当所述组织成分无创检测装置佩戴至被测部位时，确保所述被测部位的皮肤状态保持自然状态，实现非接触检测。

26、根据权利要求 24 所述的装置，其特征在于，还包括接触部件；

25 所述接触部件设置于所述外壳的上表面，所述接触部件的材料的导热系数在空气导热系数范围内；

所述接触部件用于当所述组织成分无创检测装置佩戴至被测部位时，确保所述被测部位的皮肤状态保持自然状态，实现非接触检测，以及，通过所述接触部件的材料的导热系数在空气导热系数范围内，以减

少当所述组织成分无创检测装置佩戴至被测部位时与所述被测部位之间热传导达到热平衡状态所消耗的时间。

27、根据权利要求 26 所述的装置，其特征在于，所述外壳的上表面镀有隔热材料，所述隔热材料的导热系数在空气导热系数范围内；

5 所述隔热材料用于当所述组织成分无创检测装置佩戴至被测部位时，确保所述被测部位的皮肤状态保持自然状态，实现非接触检测，以及，通过所述隔热材料的导热系数在空气导热系数范围内，以减少当所述组织成分无创检测装置佩戴至被测部位时与所述被测部位之间热传导达到热平衡状态所消耗的时间。

10 28、根据权利要求 14 或 15 所述的装置，其特征在于，所述光源模块包括光源发射单元或入射光纤。

29、一种可穿戴设备，其特征在于，包括：本体和如权利要求 1-28 任一所述的组织成分无创检测装置；所述组织成分无创检测装置设置于所述本体上；

15 所述可穿戴设备佩戴于被测部位。

30、一种组织成分无创检测系统，其特征在于，包括：如权利要求 29 所述的可穿戴设备和终端；所述处理模块分别与所述检测模块和所述终端通信连接；

所述可穿戴设备佩戴于被测部位；

20 所述检测模块用于针对每个所述预设波长，基于各感光面以获得从所述被测部位的表面所出射的光强值，并将各所述光强值发送至所述处理模块，每个所述感光面距所述入射光的中心以对应的预设距离；

所述处理模块用于对各所述预设波长下的各所述光强值进行处理，得到处理后的各所述预设波长下的各所述光强值，并将处理后的各所述

25 预设波长下的各所述光强值发送至所述终端；

所述终端用于根据处理后的各所述预设波长下的各所述光强值，确定待测组织成分的浓度。