

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01N 21/65 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610016705.8

[43] 公开日 2007年9月26日

[11] 公开号 CN 101042348A

[22] 申请日 2006.3.24

[21] 申请号 200610016705.8

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130031 吉林省长春市东南湖大路16号

[72] 发明人 钟兴 邵永红 叶子青 钱龙生

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
代理人 刘树清

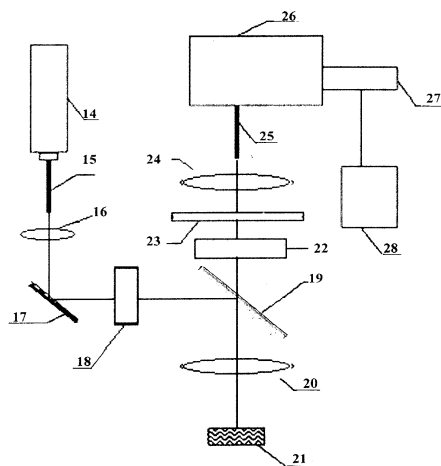
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

[54] 发明名称

一种无损检测人体类胡萝卜素浓度的装置

[57] 摘要

一种无损检测人体类胡萝卜素浓度的装置，属于光谱分析技术领域涉及的一种检测装置。要解决的技术问题是：提供一种无损检测人体类胡萝卜素浓度的装置。技术方案是：包括脉冲激光光源、起偏器、分光器件、检偏器、光谱分光装置、探测器、计算机等。光源光轴上依次置有光纤、扩束透镜、反射镜，反射镜的反射面与光轴成 45° 角放置；在其反射光的光路上，置有起偏器和分光器件，后者的分光工作面与反射镜的反射光束成 45° 角；分光器件反射光束光轴上依次放置收集透镜、被检样品放置处，在被检样品散射光透过分光器件的光轴上，依次放置检偏器、滤光片、耦合透镜、光纤；光谱分光后探测器的输出端用数据线与计算机的输入接口连接。



1. 一种无损检测人体类胡萝卜素浓度的装置, 包括激光光源、输出光纤、扩束透镜、反射镜、被检样品放置处、收集透镜、消 Rayleigh 滤光片、耦合透镜、传导光纤、光谱分光装置、CCD 探测器、计算机, 其特征在于还包括起偏器(18)、分光器件(19)、检偏器(22); 在脉冲激光光源(14)的激光束传播方向的光轴上依次置有输出光纤(15)、扩束透镜(16)、反射镜(17), 输出光纤(15)的输入端与脉冲激光光源(14)对接, 输出光纤(15)的输出端置于扩束透镜(16)的焦面上、反射镜(17)的反射面与光轴成 45° 角放置; 在反射镜(17)反射光的光路上, 置有起偏器(18)和分光器件(19), 分光器件(19)的分光工作面与反射镜(17)的反射光束成 45° 角放置; 在分光器件(19)的反射光束的光轴上依次放置收集透镜(20)、被检样品放置处(21), 在被检样品放置处(21)上放置的被检样品置于收集透镜(20)的焦面上, 在被检样品散射光透过分光器件(19)的光轴上, 依次放置检偏器(22)、消 Rayleigh 滤光片(23)、耦合透镜(24)、传导光纤(25); 传导光纤(25)的输入端置于耦合透镜(24)的焦面上、传导光纤(25)的输出端与光谱分光装置(26)对接, CCD 探测器(27)的接收面位于光谱分光装置(26)的光路出口处, CCD 探测器(27)的输出端用数据线与计算机(28)的输入接口连接。

一种无损检测人体类胡萝卜素浓度的装置

技术领域

本发明属于光谱分析技术领域所涉及的一种无损检测人体类胡萝卜素浓度的装置。

背景技术

人体中的类胡萝卜素在人体抗氧化防御体系中起着重要作用，保护细胞和皮肤组织免受自由基侵害。类胡萝卜素是亲脂物质，在血液中由低密度脂蛋白做载体进行传递，可以到达所有能够接受脂蛋白的器官，包括皮肤。血液中的类胡萝卜素的增加，会反映成为身体所有器官中类胡萝卜素含量均增加。因此我们把探测皮肤中类胡萝卜素的含量作为评价人体抗氧化能力及健康水平的手段。

在以往，如果要检测人体中类胡萝卜素的含量，必须抽取血样，再用高压液相色谱的方法对血样进行分析，获得结果周期较长，而且属于有损伤检测，给检测对象带来痛苦的同时存在一定风险。

根据共振 Raman 原理，当接近类胡萝卜素光学吸收频率的激发光照射类胡萝卜素分子时，会发生强度远大于普通 Raman 散射的共振 Raman 散射。其散射光的频移带有被测物质信息即所谓“光谱指纹”。Raman 散射光强度与类胡萝卜素分子浓度成正比。利用共振 Raman 光谱分析方法对人体皮肤中的类胡萝卜素含量进行无损伤检测，不仅方便易行，而且快速、精确。

与本发明最为接近的已有技术，是美国犹他大学的 Gellerman 教授的科研小组设计的用于检测人体中类胡萝卜素浓度的实验装置。如图 1 所示：包括 Ar 离子激光器 1、输出光纤 2、扩束透镜 3、激发光波长窄带滤光片 4、反射镜 5、被检样品放置处 6、收集透镜 7、消 Rayleigh 滤光片 8、耦合透镜 9、传导光纤 10、光谱分光装置 11、CCD 探测器 12、计算机 13。

Ar 离子激光器 1 发射的连续激光束，经输出光纤 2 到达扩束透镜 3，

扩束后射向激发光波长窄带滤光片 4, 经过激发光波长窄带滤光片 4 滤过的激发光的频率, 符合人体中类胡萝卜素分子光学吸收频率, 这种激发光经反射镜 5 发射, 照射到置于被检样品放置处 6 上的人体皮肤。人体皮肤中的类胡萝卜素分子在激发光作用下, 产生共振 Raman 散射, 共振 Raman 散射光的强度与皮肤中的类胡萝卜素分子浓度成正比。被测皮肤的散射光经收集透镜 7 收集后射向消 Rayleigh 滤光片 8, 经消 Rayleigh 滤光片 8 消除 Rayleigh 散射后进入耦合透镜 9, 耦合透镜 9 将消除 Rayleigh 散射后的 Raman 散射光信号耦合入传导光纤 10 中, 传入到光谱分光装置 11, 经光谱分光后的皮肤 Raman 散射光信号被 CCD 探测器 12 接收并转换为电信号传送到计算机 13。经计算机 13 处理后, 便检测到皮肤中类胡萝卜素的浓度。

该装置存在的主要问题是: Ar 离子激光器 1 发射的是连续激光, 易造成被测皮肤的热损伤, 此外, 其设计光路在信号采集过程中无法有效避免环境杂散光的干扰。

发明内容

为了克服已有技术存在的缺陷, 本发明的目的在于使用无损检测手段, 检测人体中类胡萝卜素浓度, 将非侵入的光谱分析方法与人体健康评估结合起来。特设计一种检测人体中类胡萝卜素浓度的装置。

本发明要解决的技术问题是: 提供一种无损检测人体类胡萝卜素浓度的装置。解决技术问题的技术方案如图 2 所示: 包括脉冲激光光源 14、输出光纤 15、扩束透镜 16、反射镜 17、起偏器 18、分光器件 19、收集透镜 20、被检样品放置处 21、检偏器 22、消 Rayleigh 滤光片 23、耦合透镜 24、传导光纤 25、光谱分光装置 26、CCD 探测器 27、计算机 28。

在脉冲激光光源 14 的激光束传播方向的光轴上依次置有输出光纤 15、扩束透镜 16、反射镜 17, 输出光纤 15 的输入端与脉冲激光光源 14 对接, 输出光纤 15 的输出端置于扩束透镜 16 的焦面上, 反射镜 17 的反射面与光轴成 45° 角放置; 在反射镜 17 反射光的光路上, 置有起偏器 18 和分光器件 19, 分光器件 19 的分光工作面与反射镜 17 的反射光束成 45° 角放置;

被检样品放置处 21、检偏器 22、消 Rayleigh 滤光片 23、耦合透镜 24、传导光纤 25、光谱分光装置 26、CCD 探测器 27、计算机 28。

脉冲激光光源 14 波长与类胡萝卜素吸收峰交迭，在 450nm~520nm 之间。可以是波长为 488nm、473nm 的 LD 泵浦固体激光器等，功率在 50mw 左右，功率稳定度优于 5%。

输出光纤 15 的选用要注意在脉冲激光光源 14 的波长上有较小损耗，以及较小色散，与脉冲激光光源 14 输出相配合。

扩束透镜 16 焦距 8mm，通光孔径 8mm；收集透镜 20 焦距 39mm，通光孔径 22mm；耦合透镜 24 焦距 20mm，通光孔径 22mm。以上三个镜片材料选用 K9 光学玻璃，收集透镜 20 聚焦在置于被检样品放置处 21 上的被检样品上的光斑直径 2-3mm。

反射镜 17 是一个平面反射镜，基底材料选用 K9 光学玻璃，反射面抛光后镀铝。

起偏器 18 与检偏器 22 是一对联用的偏振器件，如两片同样的线偏振滤光片。

分光器件 19 在 45° 斜入射时可反射脉冲激光光源 14 波长的光，透射波长为 510nm 的光，如使用 473nm 光源时可配合使用一种具有 473nm 高反，500nm 以上高透特性的滤光片。

消 Rayleigh 滤光片 23 在 510nm 处透射极佳，其透射光谱曲线 510nm 透射峰半波宽度 < 8nm，500nm 以下透射为零。

光谱分光装置 26 可以是 Raman 分光计、单色仪或其他的光栅、棱镜、声光调制器件等。

CCD 探测器 27 也可以是光电倍增管或光敏二极管等，要求具有超高灵敏度，低噪声。如 SONY ILX511 比较理想。

计算机 28 可以是嵌入式操作系统、DSP、单片机等，可对所获取的信号进行软件滤波、拟合及比较等分析处理，并最终得到基于 Raman 散射光信号的类胡萝卜素浓度参数。

在分光器件 19 的反射光束的光轴上依次放置收集透镜 20、被检样品放置处 21，在被检样品放置处 21 上放置的被检样品置于收集透镜 20 的焦面上，在被检样品散射光透过分光器件 19 的光轴上，依次放置检偏器 22、消 Rayleigh 滤光片 23、耦合透镜 24、传导光纤 25；耦合透镜 24 将收集到的透过分光器件 19、检偏器 22、消 Rayleigh 滤光片 23 的被检样品的共振 Raman 散射光耦合到传导光纤 25 中，传导光纤 25 的输入端置于耦合透镜 24 的焦面上，传导光纤 25 的输出端与光谱分光装置 26 对接，CCD 探测器 27 的接收面位于光谱分光装置 26 的光路出口处，CCD 探测器 27 的输出端用数据线与计算机 28 的输入接口连接。

工作原理说明：脉冲激光器出射的激光由输出光纤输出并准直括束，准直括束后的激光由反射镜反射，经偏振器起偏后射向分光器件，进入共焦光路，经分光器件反射后由收集透镜聚焦在被检样品放置处的被检样品上，被检样品中的类胡萝卜素分子，被激发光照射后，产生共振 Raman 散射光，收集透镜收集到背向散射光，透射过分光器件，经检偏器检偏后由消 Rayleigh 滤光片滤除 Rayleigh 散射，再通过耦合透镜耦合到传导光纤，进入光谱分光装置将光信号进一步处理后，被 CCD 探测器接收并将光谱信号转变为电信号送入计算机处理，最终给出人体中类胡萝卜素浓度含量。

本发明的积极效果：对人体无损伤、检测周期短、成本低，检测精度高。

附图说明

图 1 是已有技术的结构示意图；

图 2 是本发明的结构示意图；

摘要附图亦选择图 2

具体实施方式

本发明按图 2 所示的结构实施，图 2 中包括脉冲激光光源 14、输出光纤 15、扩束透镜 16、反射镜 17、起偏器 18、分光器件 19、收集透镜 20、

被检样品放置处 21、检偏器 22、消 Rayleigh 滤光片 23、耦合透镜 24、传导光纤 25、光谱分光装置 26、CCD 探测器 27、计算机 28。

脉冲激光光源 14 波长与类胡萝卜素吸收峰交迭，在 450nm~520nm 之间。可以是波长为 488nm、473nm 的 LD 泵浦固体激光器等，功率在 50mw 左右，功率稳定度优于 5%。

输出光纤 15 的选用要注意在脉冲激光光源 14 的波长上有较小损耗，以及较小色散，与脉冲激光光源 14 输出相配合。

扩束透镜 16 焦距 8mm，通光孔径 8mm；收集透镜 20 焦距 39mm，通光孔径 22mm；耦合透镜 24 焦距 20mm，通光孔径 22mm。以上三个镜片材料选用 K9 光学玻璃，收集透镜 20 聚焦在置于被检样品放置处 21 上的被检样品上的光斑直径 2-3mm。

反射镜 17 是一个平面反射镜，基底材料选用 K9 光学玻璃，反射面抛光后镀铝。

起偏器 18 与检偏器 22 是一对联用的偏振器件，如两片同样的线偏振滤光片。

分光器件 19 在 45° 斜入射时可反射脉冲激光光源 14 波长的光，透射波长为 510nm 的光，如使用 473nm 光源时可配合使用一种具有 473nm 高反，500nm 以上高透特性的滤光片。

消 Rayleigh 滤光片 23 在 510nm 处透射极佳，其透射光谱曲线 510nm 透射峰半波宽度 < 8nm，500nm 以下透射为零。

光谱分光装置 26 可以是 Raman 分光计、单色仪或其他的光栅、棱镜、声光调制器件等。

CCD 探测器 27 也可以是光电倍增管或光敏二极管等，要求具有超高灵敏度，低噪声。如 SONY ILX511 比较理想。

计算机 28 可以是嵌入式操作系统、DSP、单片机等，可对所获取的信号进行软件滤波、拟合及比较等分析处理，并最终得到基于 Raman 散射光信号的类胡萝卜素浓度参数。

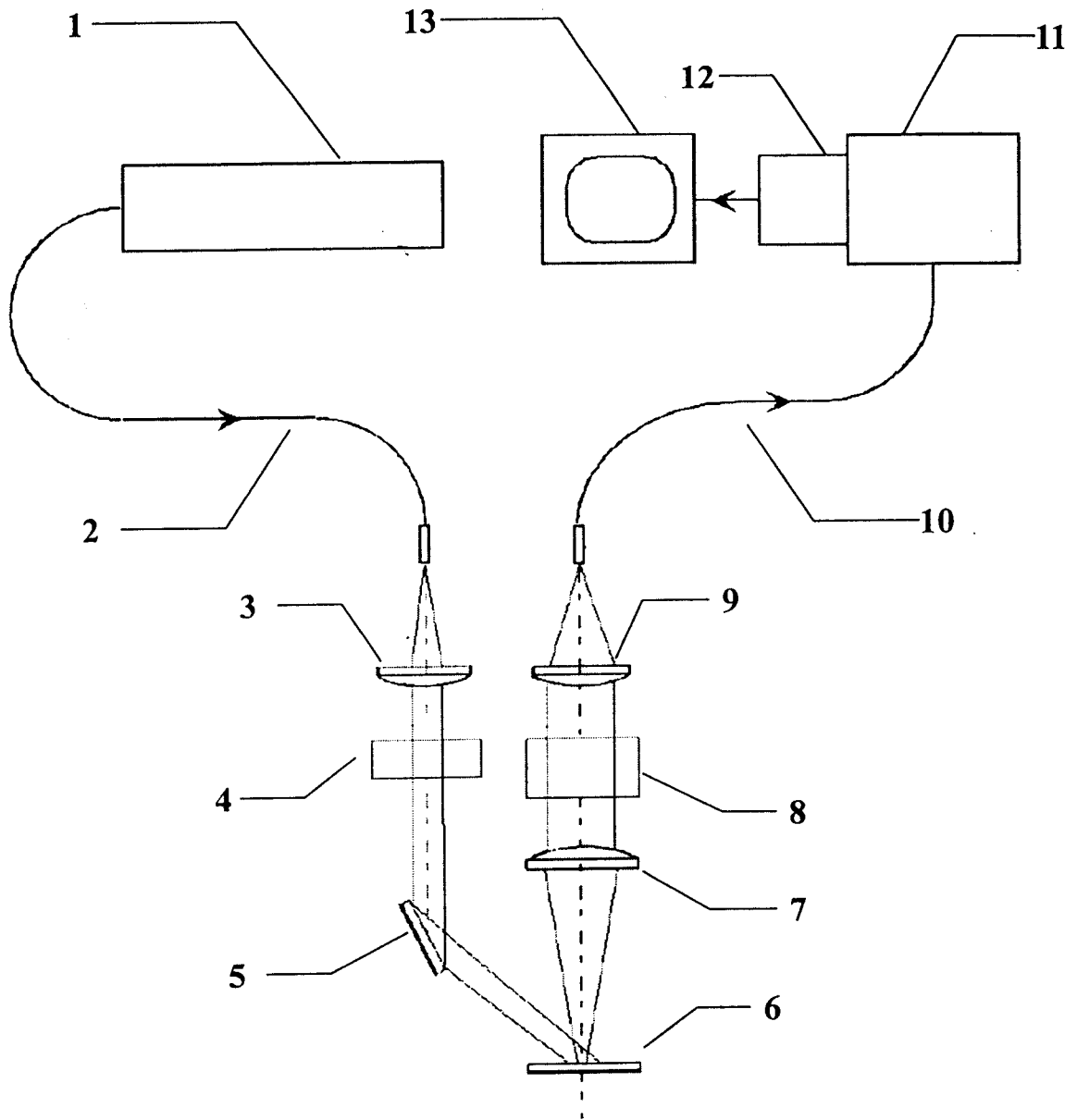


图 1

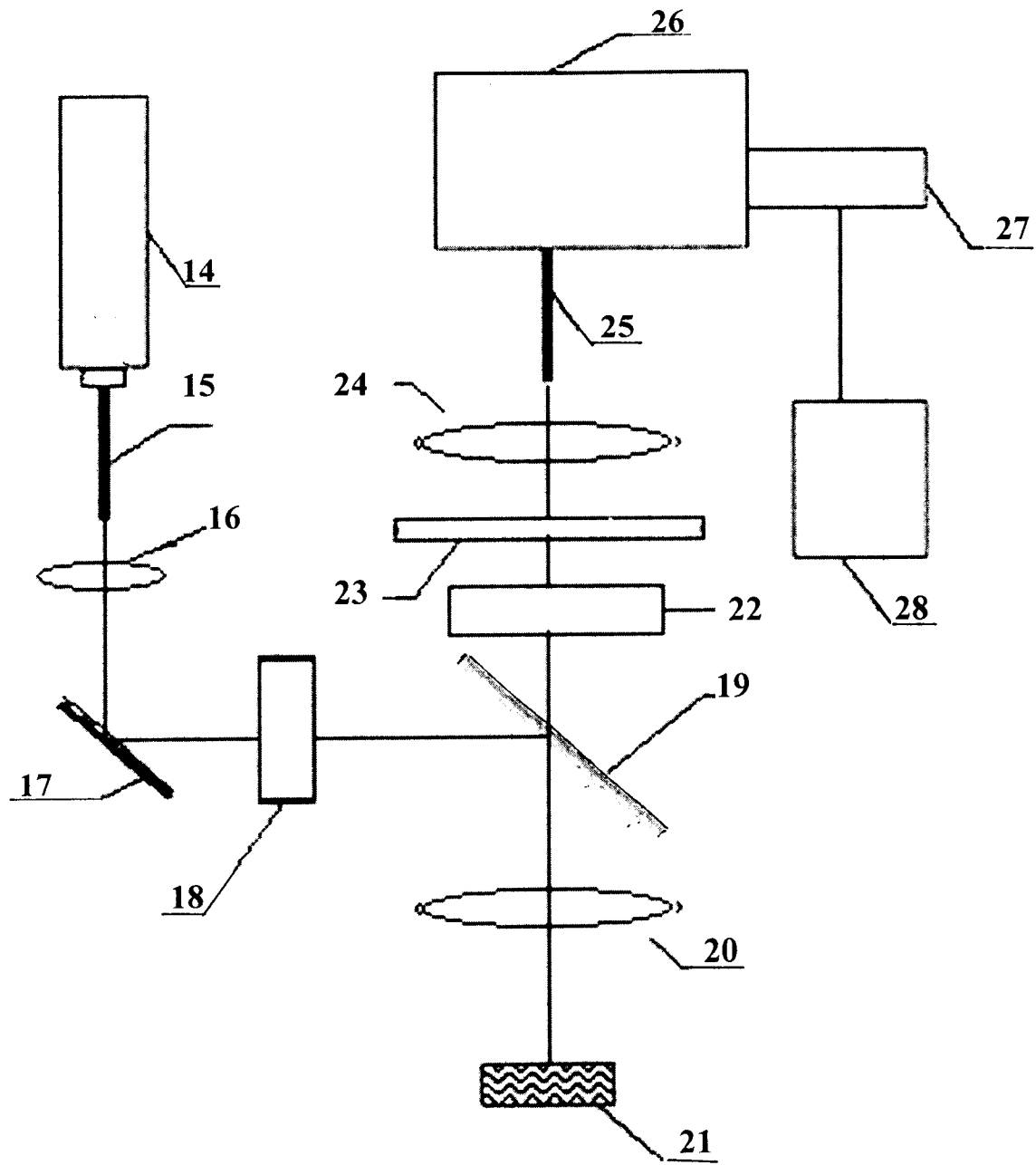


图 2