



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106618570 B

(45)授权公告日 2019.08.20

(21)申请号 201710047116.4

(22)申请日 2017.01.22

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106618570 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(73)专利权人 深圳先进技术研究院  
地址 518055 广东省深圳市南山区西丽大  
学城学苑大道1068号

(72)发明人 刘宇航 聂泽东 顾陈磊 李景振

(74)专利代理机构 深圳中一联合知识产权代理  
有限公司 44414

代理人 李艳丽

(51)Int.Cl.

A61B 5/053(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 105184254 A,2015.12.23,  
WO 2016/0181318 A1,2016.11.17,  
CN 106250857 A,2016.12.21,  
WO 2011/0119284 A1,2011.09.29,  
KR 100938403 B1,2010.01.21,  
CN 1201541 A,1998.12.09,

审查员 戚永娟

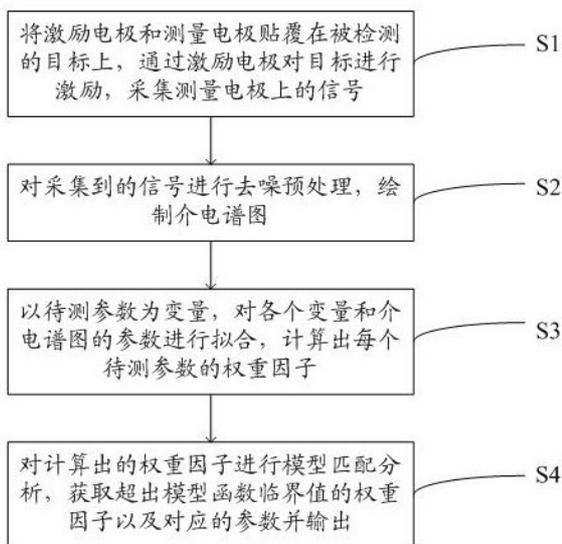
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法  
及系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法及系统,其中方法包括:将激励电极和测量电极贴覆在被检测的目标上,通过激励电极对目标进行激励,采集测量电极上的信号;对采集到的信号进行去噪预处理,绘制介电谱图;以待测参数为变量,对各个变量和介电谱图的参数进行拟合,计算出每个待测参数的权重因子;对计算出的权重因子进行模型匹配分析,获取超出模型函数临界值的权重因子以及对应的参数并输出。本发明通过检测目标介电特性实现对皮肤生化指标的检测,能够对多种不同的皮肤生化指标进行实时检测,且过程中无需使用多个传感器,大大缩小了产品的尺寸,有利于产品的进一步集成化和应用领域的拓展。



1. 一种基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法,其特征在于,包括:

A、将激励电极和测量电极贴覆在被检测的目标上,通过激励电极对目标进行激励,采集测量电极上的信号;

B、对采集到的信号进行去噪预处理,绘制介电谱图;

C、以待测参数为变量,对各个变量和介电谱图的参数进行拟合,计算出每个待测参数的权重因子;

D、对计算出的权重因子进行模型匹配分析,获取超出模型函数临界值的权重因子以及对应的待测参数并输出。

2. 根据权利要求1所述的基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法,其特征在于,所述步骤A之前还包括:

S、预先采集多次初始信号,并对初始信号进行标定,再将标定后的初始信号映射至高维空间,得到模型函数。

3. 根据权利要求1所述的基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法,其特征在于,所述步骤B中的去噪预处理具体包括:

B1、通过对采集到的信号先进行差分放大,再进行低通滤波处理;

B2、然后进行线性放大,再进行二次滤波处理。

4. 根据权利要求1所述的基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法,其特征在于,所述步骤B还包括:

通过三轴运动传感器获取运动数据,并根据运动数据对去噪预处理后的信号进行融合修正,消除运动伪差。

5. 根据权利要求1所述的基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法,其特征在于,所述步骤C具体包括:

C1、以待测参数为变量,利用解析式逼近计算得到的离散的介电数值,所述解析式如下: $f(x, c) = c_1X_1 + c_2X_2 + c_3X_3 + \dots + c_nX_n$ ,其中, $X_1, X_2 \dots X_n$ 代表待测参数, $c_1, c_2 \dots c_n$ 代表对应待测参数的权重因子;

C2、分别对各个变量和介电谱图的参数进行拟合,计算出各个变量的线性拟合斜率;

C3、对各线性拟合斜率进行归一化处理,得到各个变量的权重因子。

6. 一种基于生物介电谱的皮肤生化指标检测系统,其特征在于,包括:

信号采集模块,用于将激励电极和测量电极贴覆在被检测的目标上,通过激励电极对目标进行激励,采集测量电极上的信号;

去噪预处理模块,用于对采集到的信号进行去噪预处理,绘制介电谱图;

拟合计算模块,用于以待测参数为变量,对各个变量和介电谱图的参数进行拟合,计算出每个待测参数的权重因子;

匹配分析模块,用于对计算出的权重因子进行模型匹配分析,获取超出模型函数临界值的权重因子以及对应的待测参数并输出。

7. 根据权利要求6所述的基于生物介电谱的皮肤生化指标检测系统,其特征在于,所述系统还包括:

模型建立模块,用于预先采集多次初始信号,并对初始信号进行标定,再将标定后的初始信号映射至高维空间,得到模型函数。

8. 根据权利要求6所述的基于生物介电谱的皮肤生化指标检测系统,其特征在于,所述的去噪预处理模块具体包括:

差分放大单元,用于通过对采集到的信号先进行差分放大,再进行低通滤波处理;

线性放大单元,用于进行线性放大,再进行二次滤波处理。

9. 根据权利要求6所述的基于生物介电谱的皮肤生化指标检测系统,其特征在于,所述去噪预处理模块还包括:

修正融合单元,用于通过三轴运动传感器获取运动数据,并根据运动数据对去噪预处理后的信号进行融合修正,消除运动伪差。

10. 根据权利要求6所述的基于生物介电谱的皮肤生化指标检测系统,其特征在于,所述拟合计算模块具体包括:

计算单元,用于以待测参数为变量,利用解析式逼近计算得到的离散的介电数值,所述解析式如下: $f(x, c) = c_1X_1 + c_2X_2 + c_3X_3 + \dots + c_nX_n$ ,其中, $X_1, X_2 \dots X_n$ 代表待测参数, $c_1, c_2 \dots c_n$ 代表对应待测参数的权重因子;

拟合单元,用于分别对各个变量和介电谱图的参数进行拟合,计算出各个变量的线性拟合斜率;

归一化单元,用于对各线性拟合斜率进行归一化处理,得到各个变量的权重因子。

## 一种基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及检测领域,尤其涉及一种基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法及系统。

### 背景技术

[0002] 皮肤是人体的重要保护屏障,在日常生活中,由于机体内部的新陈代谢和外部环境的共同作用,皮肤的各项生理生化指标都在发生变化。研究证明,皮肤内多种重要元素的含量会维持在相对稳定的状态,若出现异常指标,细胞的一系列正常生理活动会受到影响,导致人体出现代谢紊乱。除此之外,若皮肤收到外部环境物理和生化伤害,导致皮肤损伤,也会引起人体多种疾病。因此,需要对皮肤生化指标进行穿戴式动态监测。

[0003] 虽然智能穿戴设备成为了人们生活中的必需品,其功能也变得越来越丰富,但现有技术中,穿戴式健康监护只能实现少数参数检测。如,专利CN201510996820.5公开了一种穿戴式皮肤生化指标检测,主要实现对乳酸、尿素、酸碱度及电解质的检测;且主要通过检测汗液中的离子含量的方法进行,不能对皮肤状态实现准确的分析。此外,上述方法还需要多个化学传感器集成,不利于检测设备的小型化。

[0004] 因此,现有技术还有待于改进和发展。

### 发明内容

[0005] 鉴于上述现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法及系统,旨在解决现有技术中皮肤生化指标检测的指标种类少,不能对皮肤状态实现准确的分析,不利于检测设备的小型化问题。

[0006] 本发明的技术方案如下:

[0007] 一种基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法,包括:

[0008] A、将激励电极和测量电极贴覆在被检测的目标上,通过激励电极对目标进行激励,采集测量电极上的信号;

[0009] B、对采集到的信号进行去噪预处理,绘制介电谱图;

[0010] C、以待测参数为变量,对各个变量和介电谱图的参数进行拟合,计算出每个待测参数的权重因子;

[0011] D、对计算出的权重因子进行模型匹配分析,获取超出模型函数临界值的权重因子以及对应的参数并输出。

[0012] 所述的基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法中,所述步骤A之前还包括:

[0013] S、预先采集多次初始信号,并对初始信号进行标定,再将标定后的初始信号映射至高维空间,得到模型函数。

[0014] 所述的基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法中,所述步骤B中的去噪预处理具体包括:

[0015] B1、通过对采集的信号先进行差分放大,再进行低通滤波处理;

- [0016] B2、然后进行线性放大,再进行二次滤波处理。
- [0017] 所述的基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法中,所述步骤B还包括:
- [0018] 通过三轴运动传感器获取运动数据,并根据运动数据对去噪预处理后的信号进行融合修正,消除运动伪差。
- [0019] 所述的基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法中,所述步骤C具体包括:
- [0020] C1、以待测参数为变量,利用解析式逼近计算得到的离散的介电数值,所述解析式如下: $f(x, c) = c_1X_1 + c_2X_2 + c_3X_3 + \dots + c_nX_n$ ,其中, $X_1, X_2 \dots X_n$ 代表待测参数, $c_1, c_2 \dots c_n$ 代表对应待测参数的权重因子;
- [0021] C2、分别对各个变量和介电谱图的参数进行拟合,计算出各个变量的线性拟合斜率;
- [0022] C3、对各线性拟合斜率进行归一化处理,得到各个变量的权重因子。
- [0023] 一种基于生物介电谱的皮肤生化指标检测系统,包括:
- [0024] 信号采集模块,用于将激励电极和测量电极贴覆在被检测的目标上,通过激励电极对目标进行激励,采集测量电极上的信号;
- [0025] 去噪预处理模块,用于对采集到的信号进行去噪预处理,绘制介电谱图;
- [0026] 拟合计算模块,用于以待测参数为变量,对各个变量和介电谱图的参数进行拟合,计算出每个待测参数的权重因子;
- [0027] 匹配分析模块,用于对计算出的权重因子进行模型匹配分析,获取超出模型函数临界值的权重因子以及对应的参数并输出。
- [0028] 所述的基于生物介电谱的皮肤生化指标检测系统中,所述系统还包括:
- [0029] 模型建立模块,用于预先采集多次初始信号,并对初始信号进行标定,再将标定后的初始信号映射至高维空间,得到模型函数。
- [0030] 所述的基于生物介电谱的皮肤生化指标检测系统中,所述的去噪预处理模块具体包括:
- [0031] 差分放大单元,用于通过对采集的信号先进行差分放大,再进行低通滤波处理;
- [0032] 线性放大单元,用于进行线性放大,再进行二次滤波处理。
- [0033] 所述的基于生物介电谱的皮肤生化指标检测系统中,所述去噪预处理模块还包括:
- [0034] 修正融合单元,用于通过三轴运动传感器获取运动数据,并根据运动数据对去噪预处理后的信号进行融合修正,消除运动伪差。
- [0035] 所述的基于生物介电谱的皮肤生化指标检测系统中,所述拟合计算模块具体包括:
- [0036] 计算单元,用于以待测参数为变量,利用解析式逼近计算得到的离散的介电数值,所述解析式如下: $f(x, c) = c_1X_1 + c_2X_2 + c_3X_3 + \dots + c_nX_n$ ,其中, $X_1, X_2 \dots X_n$ 代表待测参数, $c_1, c_2 \dots c_n$ 代表对应待测参数的权重因子;
- [0037] 拟合单元,用于分别对各个变量和介电谱图的参数进行拟合,计算出各个变量的线性拟合斜率;
- [0038] 归一化单元,用于对各线性拟合斜率进行归一化处理,得到各个变量的权重因子。
- [0039] 有益效果:本发明通过检测目标介电特性实现对皮肤生化指标的检测,能够对多

种不同的皮肤生化指标进行实时检测,不需使用多个传感器,大大缩小了产品的尺寸,有利于产品的进一步集成化和应用领域的拓展。

### 附图说明

[0040] 图1为本发明一种基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法较佳实施例的流程图。

[0041] 图2为本发明一种基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法的原理图。

[0042] 图3为图1中步骤S2较佳实施例的流程图。

[0043] 图4为图1中步骤S3较佳实施例的流程图。

[0044] 图5为本发明一种基于生物介电谱的皮肤生化指标检测系统较佳实施例的结构框图。

[0045] 图6为图5中去噪预处理模块较佳实施例的结构框图。

[0046] 图7为图5中拟合计算模块较佳实施例的结构框图。

### 具体实施方式

[0047] 本发明提供一种基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法及系统,为使本发明的目的、技术方案及效果更加清楚、明确,以下对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0048] 本发明一种基于生物介电谱的皮肤生化指标检测方法较佳实施例,如图1所示,包括步骤:

[0049] S1、将激励电极和测量电极贴覆在被检测的目标上,通过激励电极对目标进行激励,采集测量电极上的信号;

[0050] S2、对采集到的信号进行去噪预处理,绘制介电谱图;

[0051] S3、以待测参数为变量,对各个变量和介电谱图的参数进行拟合,计算出每个待测参数的权重因子;

[0052] S4、对计算出的权重因子进行模型匹配分析,获取超出模型函数临界值的权重因子以及对应的参数并输出。

[0053] 本发明是通过介电特性实现对皮肤生化指标的检测,首先,将激励电极和测量电极紧贴目标,然后通过激励电极对目标进行激励,再采集测量电极上的信号;其次,对采集到的信号进行去噪预处理,之后绘制介电谱图;然后对各个变量和参数进行拟合;最后,对计算出的权重因子进行模型匹配分析,获取超出模型函数临界值的权重因子以及对应的参数。本发明可检测的皮肤生化指标多,且无需使用多个传感器,有利于满足穿戴式设备的低功耗、小体积要求。

[0054] 其中,在步骤S1中,采用的激励电极和测量电极均为矩形金属电极(比如矩形铜电极),且各电极的中心处凸起设置,这样各电极与皮肤接触的部位稍微高于边缘,以便电极与皮肤接触良好,也便于后续获得清晰稳定的信号。另外,本发明可设置两对电极,每对电极包括一个测量电极和一个激励电极,每对电极中的测量电极紧邻对应的激励电极。两个测量电极之间的距离可固定在20mm。如图2所示,两个激励电极中,一个为发射电极,另一个为参考地。在检测过程中,通过发射电极向目标发送频率为50kHz,幅度为1mA的恒流信号,

并对两个测量电极之间的信号进行检测和采集。

[0055] 步骤S2的较佳实施例的流程图如图3所示,具体包括:

[0056] S21、通过对采集的信号先进行差分放大,再进行低通滤波处理;

[0057] S22、然后进行线性放大,再进行二次滤波处理。

[0058] 由于获取的信号通常会受外界环境等因素的影响,将其直接进行检测、判断会带来很大的误差,因此预先对采集到的信号进行去除噪声操作有利于提高检测结果的准确性和可信度。该实施例中,信号的去噪预处理具体包括,如图2所示,将两测量电极分别接入差分运放的同相端和反相端,获取两测量电极之间的电压差,进而获得上述两个测量电极之间的电压信号(即步骤S21中提到的信号,即电压差);使用仪表放大器对信号进行差分采集并进行5倍放大,之后,将该信号通过二级有源低通滤波器,滤波器截止频率为100kHz,以滤除高频杂波;随后对上述信号进行100-1000倍的线性放大,放大后信号再通过低通滤波器(如二级有源低通滤波器)进行二次滤波。然后由模拟数字转换器对去噪预处理后的信号进行采样,并将其保存于存储器中。

[0059] 上述步骤S2还包括:通过三轴运动传感器获取目标的运动数据,并根据运动数据对去噪预处理后的信号进行融合修正,消除运动伪差。这是因为,检测到的数据是与静息状态下获得的标定值进行比较,与目标运动状态下输出的信号直接进行对比显然无法反映皮肤生化指标的真实情况,因此,需要通过附加的三轴运动传感器获取加速度和角速度数据,并将运动状态下的信号与静息状态的信号进行对比,以在后续测量中消除运动伪差,保证检测结果的准确。

[0060] 在所述步骤S2中,绘制介电谱图是通过扫频描点方式获得,激励电极的电流信号已知,仅改变频率,在测量电极处可获得响应的电压反馈,利用(1)

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \epsilon' - j\epsilon''; (2) \text{ 导纳 } Y = \frac{1}{Z} = j\omega\epsilon_0 \frac{A}{d} (\epsilon' - j\epsilon'')$$

两式,导纳由响应电压和激励电流测出,反推介电常数后描点作图。

[0061] 步骤S3的较佳实施例的流程图如图4所示,具体包括:

[0062] S31、以待测参数为变量,利用解析式逼近计算得到的离散的介电数值,所述解析式为: $f(x, c) = c_1X_1 + c_2X_2 + c_3X_3 + \dots + c_nX_n$ ,其中, $X_1, X_2 \dots X_n$ 代表待测参数, $c_1, c_2 \dots c_n$ 代表对应待测参数的权重因子;

[0063] S32、分别对各个变量和介电谱图的参数进行拟合,计算出各个变量的线性拟合斜率;

[0064] S33、对各线性拟合斜率进行归一化处理,得到各个变量的权重因子。

[0065] 在该实施例中,首先以待测参数为变量,利用解析式逼近计算得到的离散的介电数值,所述解析式为: $f(x, c) = c_1X_1 + c_2X_2 + c_3X_3 + \dots + c_nX_n$ ,其中, $X_1, X_2 \dots X_n$ 代表待测参数, $c_1, c_2 \dots c_n$ 代表对应待测参数的权重因子;所述待测参数 $X_1, X_2 \dots X_n$ 可以分别代表物理损伤程度、皮肤酸碱度、温度等皮肤生化指标,利用 $f(x, c) = c_1X_1 + c_2X_2 + c_3X_3 + \dots + c_nX_n$ 的解析表达式逼近计算得出的离散的介电数值。这是因为待测参数 $X_n$ 的值无法直接解出,因此需要借助测量介电数值 $f(x, c)$ (即电阻抗值)来反推每个待测参数与标定值的差值之和是否超过所设置的阈值,超过则进行警报。因此,在实施过程中,通过控制变量法获得各介电数值(即电阻抗值)和各个待测参数 $X_n$ 之间的关系,以及每个待测参数的权重因子 $c_n$ 。之后,分别对各个变量

和介电谱图的参数进行拟合,计算出各个变量的线性拟合斜率;该拟合过程为二维线性拟合,即将介电图谱参数分别和各待测参数( $X_n$ )在二维坐标系中描点直线作图,使各点均匀分散在直线两侧,计算出线性拟合的斜率为 $k$ 。最后,对各线性拟合斜率进行归一化处理,得到各个变量的权重因子,即在测量完所有待测参数的线性拟合斜率 $k$ 后,进行归一化处理,将各个 $k$ 转换为系数 $c_k$ ,即规定 $1 = \sum_{k=1}^n c_k$ ,每个变量前的系数 $c_k$ (也即上述转换后的线性拟合斜率 $k$ )即为相应的权重因子。

[0066] 在上述步骤S1之前,还包括预先多次采集初始信号,并对初始信号进行标定,再将标定后的初始信号映射至高维空间,得到模型函数。在此过程中,为消除个体差异性,多次重复采集初始电压数据(即前述的电压信号),并对每个用户进行初始电压数据标定,确定介电数值的正常范围。对明显超出测量范围的介电数值进行计算,将上述待测参数作为自变量,将标定完成后的初始电压数据作为因变量以描点的方式映射至高维空间,对数据进行模型的建立,具体内容如下:模型的种类很多,以朴素的贝叶斯模型为例对上述过程进行

$$\text{解释, } p(y = 1|x) = \frac{p(x|y = 1)p(y = 1)}{p(x)} = \frac{(\prod_{i=1}^n p(x_i|y = 1))p(y = 1)}{(\prod_{i=1}^n p(x_i|y = 1))p(y = 1) + (\prod_{i=1}^n p(x_i|y = 0))p(y = 0)}。$$

[0067] 第一个等号为条件概率基本公式 $P(A|B) = P(AB) / P(B)$ 而得,该模型中的 $x_i$ 即代表待测参数 $X_n$ ,且待测参数 $X_n$ 之间相互独立,因此在待测参数的数量增加的情况下, $P(X_1|y=1)$   
 $P(X_2|y=1) = P(X_1, X_2|y=1)$ 即为 $X_1$ 和 $X_2$ 两种情况的累加,同理可以扩展到 $X_n$ 的 $n$ 维。在此二维公式中,对于 $y = 0$ 和 $y = 1$ 的情况,分母相等,而分子仅取皮肤状态,即只要 $p(y = 0|x)$ 小于 $p(y = 1|x)$ 就表示皮肤出现异常状态。而由于正向无法直接检测皮肤是否出现异常,需要依靠测量上述权重因子来间接反应皮肤生化指标。

[0068] 在具体实施过程中,若当前检测出的权重因子与标定的权重值相差超过50%时(即二者差值与标定的权重值之比),表示当前检测出的权重因子超出模型函数临界值,所以可采取亮红灯和震动报警提醒。

[0069] 基于上述方法,本发明还提供了基于生物介电谱的皮肤生化指标检测系统较佳的实施例,如图5所示,包括:

[0070] 信号采集模块100,用于将激励电极和测量电极贴覆在被检测的目标上,通过激励电极对目标进行激励,采集测量电极上的信号;

[0071] 去噪预处理模块200,用于对采集到的信号进行去噪预处理,绘制介电谱图;

[0072] 拟合计算模块300,用于以待测参数为变量,对各个变量和介电谱图的参数进行拟合,计算出每个待测参数的权重因子;

[0073] 匹配分析模块400,用于对计算出的权重因子进行模型匹配分析,获取超出模型函数临界值的权重因子以及对应的参数并输出。

[0074] 进一步的,如图6所示,去噪预处理模块200具体包括:

[0075] 差分放大单元210,用于通过对采集的信号先进行差分放大,再进行低通滤波处理;

[0076] 线性放大单元220,用于进行线性放大,再进行二次滤波处理。

[0077] 所述去噪预处理模块200还包括:

[0078] 修正融合单元,用于通过三轴运动传感器获取运动数据,并根据运动数据对去噪

预处理后的信号进行融合修正,消除运动伪差。

[0079] 更进一步的,如图7示,拟合计算模块300具体包括:

[0080] 计算单元310,用于以待测参数为变量,利用解析式逼近计算得到的离散介电数值,所述解析式如下: $f(x, c) = c_1X_1 + c_2X_2 + c_3X_3 + \dots + c_nX_n$ ,其中, $X_1$ 、 $X_2$ ... $X_n$ 代表待测参数, $c_1$ 、 $c_2$ ... $c_n$ 代表对应待测参数的权重因子;

[0081] 拟合单元320,用于分别对各个变量和介电谱图的参数进行拟合,计算出各个变量的线性拟合斜率;

[0082] 归一化单元330,用于对各线性拟合斜率进行归一化处理,得到各个变量的权重因子。

[0083] 较佳的,所述拟合单元320分别对各个变量和介电谱图的参数进行拟合,计算出各个变量的线性拟合斜率,并通过归一化单元330将各线性拟合斜率进行归一化处理,得到各个变量的权重因子,进而通过权重因子的分析找到与其对应的待测参数即具体生化指标。关于上述模块单元的技术细节已在前面的方法中进行了详述,故不再赘述。

[0084] 综上所述,本发明通过检测人体介电特性实现对皮肤生化指标的检测,避免了采用检测汗液中的离子含量的方法检测指标种类有限,需要多个传感器不利于产品小型化的缺陷,不仅能够对多种不同的皮肤生化指标进行实时检测,而且检测过程中不需使用多个传感器,大大缩小了产品的尺寸,有利于产品的进一步集成化和应用领域的拓展。

[0085] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

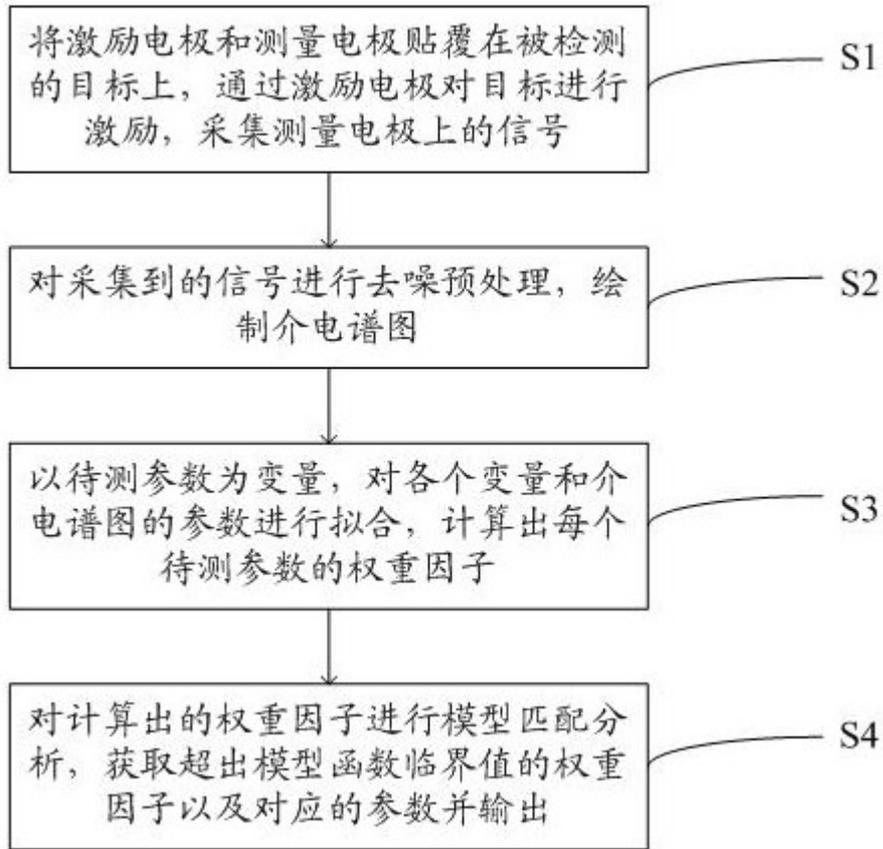


图1

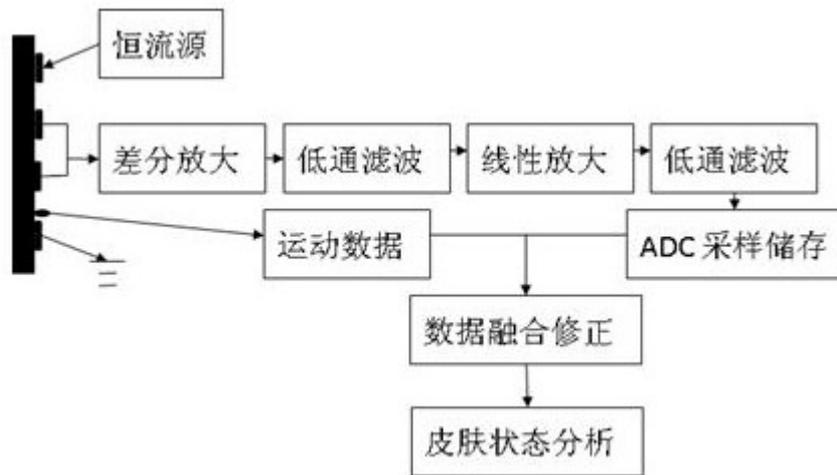


图2

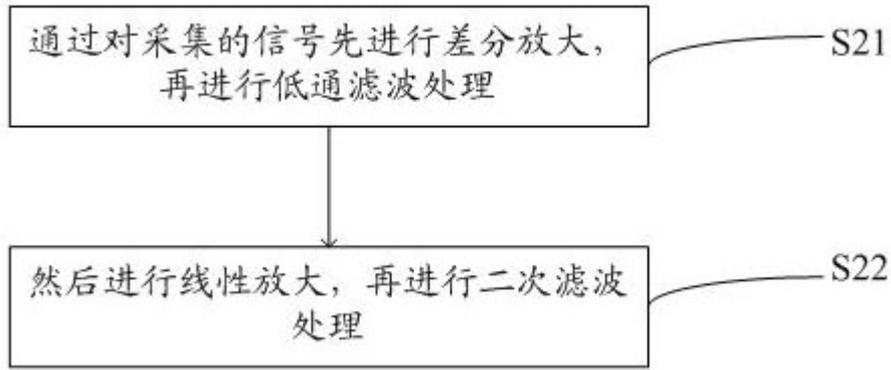


图3

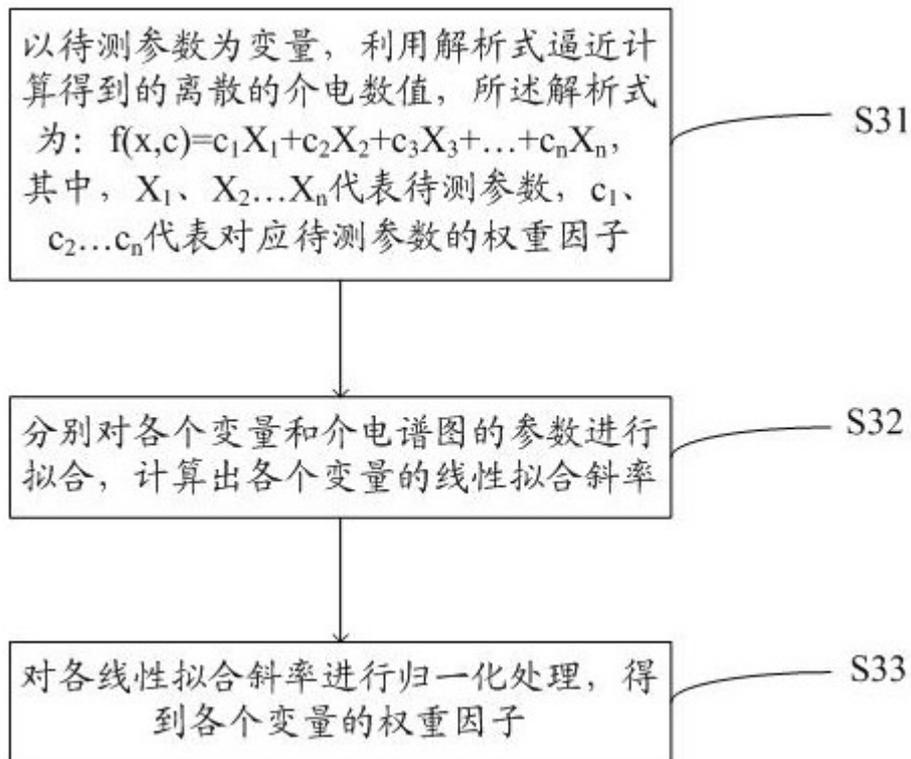


图4

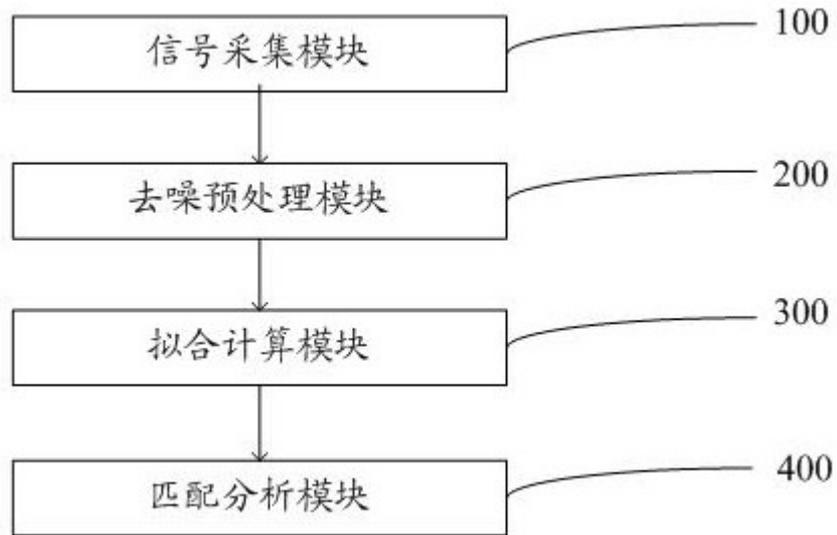


图5

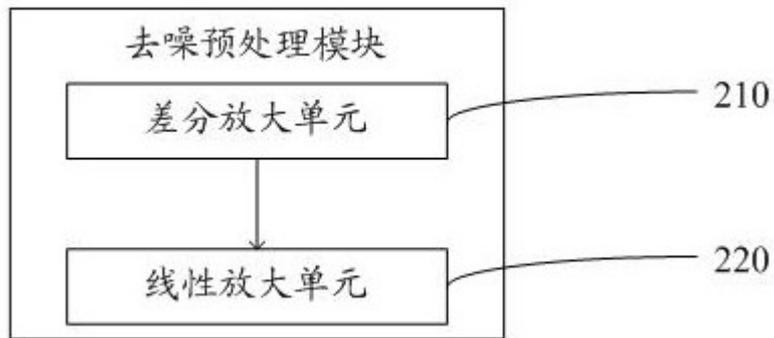


图6

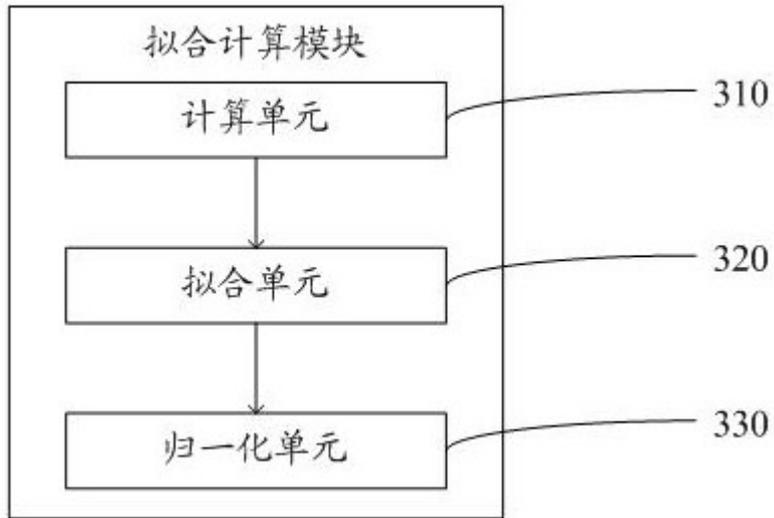


图7