



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116802484 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 22

(21) 申请号 202180086603.6

(22) 申请日 2021.12.08

(30) 优先权数据

102020134372.8 2020.12.21 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.06.21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2021/084803 2021.12.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/135936 DE 2022.06.30

(71) 申请人 特夫斯电子有限两合公司

地址 德国汉堡

(72) 发明人 U·施莱姆 H·里希特

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

专利代理师 宓霞

(51) Int.Cl.

G01N 22/00 (2006.01)

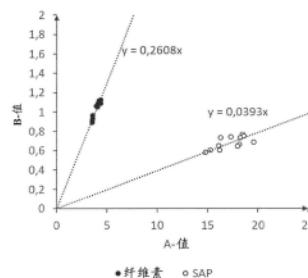
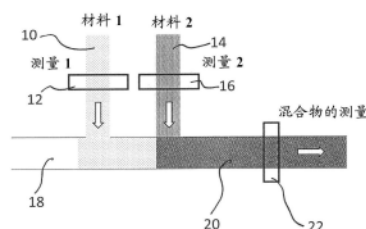
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

用于测量物质混合物中的物质质量的方法

(57) 摘要

本发明涉及使用微波谐振器测量具有两种物质 (M_1, M_2) 的物质混合物中的物质质量 (m_1, m_2) 的方法: ○确定所述两种物质中的第一种 (M_1) 的第一水分值 (φ_1), 和确定所述两种物质中的第二种 (M_2) 的第二水分值 (φ_2), ○测量所述物质混合物的两个测量值 (A, B), ○由所述物质混合物的两个测量值 (A, B) 计算两个水分矢量 (I) 的两个标量因子 (θ_1, θ_2), 其中所述水分矢量 (I) 在所述测量值 (A, B) 的平面内使用所述第一和第二水分值 (φ_1, φ_2) 各自指示对于所述物质为相等水分的直线的方向, ○由所述标量因子 (θ_1, θ_2) 确定所述物质质量 (m_1, m_2)。



1. 使用微波谐振器测量具有两种物质 (M_1, M_2) 的物质混合物中的物质质量 (m_1, m_2) 的方法:
 - 确定所述两种物质中的第一种 (M_1) 的第一水分值 (φ_1) , 和确定所述两种物质中的第二种 (M_2) 的第二水分值 (φ_2) ,
 - 测量所述物质混合物的两个测量值 (A, B) ,
 - 由所述物质混合物的两个测量值 (A, B) 计算两个水分矢量 ($\vec{e}_1, \vec{e}_2$) 的两个标量因子 (θ_1, θ_2) , 其中所述水分矢量 ($\vec{e}_1, \vec{e}_2$) 在所述测量值 (A, B) 的平面内使用所述第一和第二水分值 (φ_1, φ_2) 各自指示对于所述物质而言相等水分的直线的方向,
 - 由所述标量因子 (θ_1, θ_2) 确定所述物质质量 (m_1, m_2) 。
2. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述物质质量 (m_1, m_2) 的确定取决于所述物质混合物的标量因子 (θ_1, θ_2) 和温度 (T) 进行。
3. 根据权利要求1或2所述的方法, 其特征在于, 由所述物质混合物的多次测量确定所述物质质量 (m_1, m_2) 与所述标量因子 (θ_1, θ_2) 的相关性。
4. 根据权利要求3所述的方法, 其特征在于, 所述物质质量 (m_1, m_2) 与所述标量因子 (θ_1, θ_2) 之间的相关性在于, 所述第一种物质的物质质量取决于所述第一种物质 (M_1) 的水分值的标量因子 (θ_1) , 和所述第二种物质的物质质量取决于所述第二种物质 (M_2) 的水分值的标量因子 (θ_2) 。
5. 根据权利要求1至4中的一项所述的方法, 其特征在于, 所述标量因子 (θ_1, θ_2) 是由相应物质的多次单个测量确定的。
6. 根据权利要求1至5中的一项所述的方法, 其特征在于, 所述两种物质 (M_1, M_2) 的水分值 (φ_1, φ_2) 预先在校准步骤中确定。
7. 根据权利要求1至6中的一项所述的方法, 其特征在于, 提供至少一个额外的测量系统, 该测量系统在将一种物质与另一种物质混合前测量这种物质。
8. 根据权利要求7所述的方法, 其特征在于, 提供两个额外的测量系统 (12, 16) , 它们各自测量一种物质的水分值。
9. 根据权利要求7或8所述的方法, 其特征在于, 将所述额外的测量系统的一个或多个水分值重新缩放, 其中对参数进行校准以进行所述重新缩放。

用于测量物质混合物中的物质质量的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种使用微波谐振器测量具有两种物质的物质混合物中的物质质量的方法。

[0002] 本发明提供了可以借助微波共振法测量物质混合物中的两种非色散性或弱色散性物质的物质质量的可能性。

背景技术

[0003] 在两种潮湿物质的混合物中,当使用双参数方法时,物质质量的测量基本上是欠定的。因此,水分不能独立于所述混合物中波动的物质含量来确定。因此,当使用微波谐振器测量物质混合物时,所述物质级分中的一种必须保持恒定,例如样品容器或第二种物质的基底。然后通常可以从测量值中消除所述恒定的物质级分的影响,例如使用抵消(Offset)。

发明内容

[0004] 本发明旨在解决的测量问题是,在物质混合物中存在两种物质的比例波动较强,但同时水分仅相对微弱地波动或根本不波动,或者预先测量了单个物质的水分。一个简单的合理性考虑表明,基于微波谐振器的两个测量值,确定物质混合物中的两种物质质量的测量任务不是欠定的。

[0005] 本发明的目的是提供使用微波谐振器测量具有两种物质的物质混合物中的物质质量的方法。

[0006] 根据本发明,所述目的通过具有权利要求1的特征的方法得以实现。从属权利要求的主题形成了有利的实施方案。

[0007] 根据本发明的方法提供了物质混合物的两种物质质量。所述物质不一定必须是化学纯的物质,而是确定在物质混合物中的多种物质和它们的物质质量。由于根据本发明的方法不受限于纯物质,因此也可以在具有多于两种物质的物质混合物中将两个物质组的物质质量彼此区分开。

[0008] 根据本发明的方法最初从确定所述两种物质中的第一种物质的第一水分值和所述两种物质中的第二种物质的第二水分值出发。物质的水分值是微波测量技术中的常用的量,其例如由微波谐振器的两个测量量的商确定。在随后的步骤中,使用微波谐振器确定所述物质混合物的两个测量值。在此,优选确定共振频率的位移和共振曲线的变宽。

[0009] 使用所述第一和所述第二水分值,由所述物质混合物的两个测量值计算两个水分矢量的两个标量因子。所述水分矢量在此是在测量值的平面内使用所述第一和所述第二水分值各自指示物质的相等水分的直线的方向的矢量。因此,所述水分矢量各自表示对于一种物质而言其中所述水分值是恒定的在所述测量值的平面内的方向。

[0010] 在另一个步骤中,由所述两个标量因子确定所述物质质量。最后一步表明,测量问题不是欠定的。采用根据本发明的测量方法可以实现的精度主要依赖于所述两种物质级分的水分波动的微弱程度如何或者对所述两种物质级分的水分的已知程度如何。本发明的发明

人的分析计算已经表明,所述两种物质的差别很大的水分值也会对测量精度产生积极影响。由于使用微波谐振器测量所述物质混合物,因此在确定所述物质质量方面实现的精度是令人惊奇的。

[0011] 在一个优选的实施方案中,所述物质质量的确定取决于所述物质混合物的标量因子和温度进行。实验已经表明,除了所述标量因子外,所述物质混合物的温度也是决定量,其在实际应用中是很容易获得的,并有助于提高测量精度。

[0012] 为了确定在所述物质质量和所述标量因子之间的相关性,使用多次测量,然后对其进行相应的评估。

[0013] 在根据本发明的方法的一个优选实施方案中,已经表明,关于在所述物质质量和标量因子之间的相关性,可以假定所述第一种物质的物质质量取决于所述第一种物质的水分值的标量因子,和第二种物质的物质质量取决于所述第二种物质的水分值的标量因子。在所述物质混合物中的两种物质的这种独立性使得确定所述标量因子是更容易的。关于所述两种物质的水分值,可以事先进行校准步骤,特别是当所述两种物质的水分是恒定的或波动不大时。采用这种校准步骤,于是可以尽可能精确地确定在所述物质混合物中的两种物质的水分值。

[0014] 作为所述水分值的校准步骤的替代方案或补充方案,还可以提供至少一个额外的测量系统,该测量系统测量一种物质的水分值,然后再将其与另一种物质混合。以此方式,于是所述水分值中的一个是在所述测量方法中精确存在的。在一个优选的实施方案中,可以提供两个额外的测量系统,所述测量系统各自测量一种物质的一个水分值。在这个实施方案中,根据本发明的方法于是也可用于以下物质混合物,在该物质混合物中形成所述物质混合物的物质的水分值波动很大。在精确检测单个物质的水分值的情况下,由所述物质混合物的测量导致的测量值的波动可明确归因于物质质量的变化。关于这一点已经证明有利的是考虑以下情况:通过考虑重新缩放另外的一个或多个测量系统的水分值来使用两个或更多个测量系统。缩放因子可以在校准步骤中预先确定。

[0015] 下面基于实施例对本发明的优选设计进行更详细解释。

附图说明

[0016] 在附图中:

[0017] 图1a,b显示了在A-B平面内的测量值和相关的水分矢量的描绘,

[0018] 图2显示了一种用于预先测量水分值的测量装置,

[0019] 图3显示了具有纤维素无纺布(Zellulosevlies)和具有SAP层的12个样品的平均值的A-B图,

[0020] 图4显示了所述A,B值的示例性分布图,

[0021] 图5显示了分成 θ 值的A,B值的分布图,

[0022] 图6显示了面密度的校准,

[0023] 图7以面密度显示了SAP和纤维素的纵向分布图,和

[0024] 图8以A和 Φ 值显示了所述分布图的一种可另选的描绘方式。

[0025] 为了更好地理解本发明,简要看一下物理基础是有帮助的。当在水分测量技术领域中使用微波谐振器时,产生两个测量量A和B。所述测量量A在此表示共振频率的变化,其

形式为共振频率的位移。第二个测量量B描述了共振曲线宽度的变化。所述测量量A的物理基础是由要测量的物质的介电性能导致的波长缩短。导致所述测量量B的第二个效应描述的是在要测量的样品中的微波的吸收。

[0026] 要测量的介电材料的极化P在电场E中根据其磁化率 χ_e 和真空介电常数 ϵ_0 得到。

$$[0027] \quad \vec{P} = \chi_e \cdot \epsilon_0 \cdot \vec{E}$$

[0028] 电磁化率是一个复数,其实部用 χ_e' 表示,和其虚部用 χ_e'' 表示。

$$[0029] \quad \chi_e = \chi_e' - i \cdot \chi_e''$$

[0030] 为了与所述微波谐振器的测量量A和B相关联,所述磁化率表明所述测量量A与 χ_e' 成正比,和所述测量量B与 χ_e'' 成正比。

$$[0031] \quad A \propto \chi_e' = \epsilon' - 1$$

[0032] 和

$$[0033] \quad B \propto \chi_e'' = \epsilon'',$$

[0034] 其中 ϵ' 表示相对介电常数的实部,和 ϵ'' 表示其虚部。

[0035] 对于几种材料 M_1 到 M_N 的材料混合物,电磁化率作为材料的电磁化率之和得到:

$$[0036] \quad \chi_{e, \text{混合物}} = \chi_{e, M_1} + \chi_{e, M_2} + \dots + \chi_{e, M_N}$$

[0037] 所述物质混合物的电磁化率的这种行为导致微波测量值是相互加和的。这意味着,混合物的A值是在所述混合物中的各个物质的A值之和。同样,所述B值是在所述混合物中的物质的各个B值之和。

$$[0038] \quad A_{\text{混合物}} = A_{M_1} + A_{M_2} + \dots + A_{M_N}$$

[0039] 和

$$[0040] \quad B_{\text{混合物}} = B_{M_1} + B_{M_2} + \dots + B_{M_N}$$

[0041] 下文将考虑由两种物质组成的物质混合物。原则上,也可以分析具有多于两种的物质的物质混合物,和然后将可以将一些物质组合在一起并将它们一起视为一种物质。

[0042] 图1显示了由测量值A,B构成的平面。对于物质 M_1 和 M_2 绘制了相同水分的线。相同水分的直线的斜率由水分值 Φ_1 、 Φ_2 表示。将上述方程式中表示所述混合物的A和B值的值相加,如图1b中图解显示的那样,导致所述两个量的矢量相加。这意味着所述混合物的测量值A和B可被确定为物质 M_1 和 M_2 的水分值的矢量加和。为了更好地分析在所述物质混合物中的这种叠加,有利的是引入水分矢量,矢量 e_1 ,矢量 e_2 。因此,在具有恒定水分的线上的每个点都可以由标量因子 θ 乘以水分单位矢量来描绘。

$$[0043] \quad \begin{pmatrix} A_i \\ B_i \end{pmatrix} = \theta_i \cdot e_i$$

[0044] 上述方程式中的指数i在此代表物质1和2。

[0045] 当然,上述相关性并不适用于水或其它高度色散的材料,例如甘油。对于这样的高度色散的物质,恒定水分的值并不在一条直线上。

[0046] 如果我们回顾以下事实,即对于所述混合物,所述A值是所述物质的A值的总和,和所述B值是所述物质的B值的总和,则这种相关性可以矢量表达法表示如下:

$$[0047] \quad \begin{pmatrix} A \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{M_1} \\ B_{M_1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} A_{M_2} \\ B_{M_2} \end{pmatrix} = \theta_1 \cdot e_1 + \theta_2 \cdot e_2$$

[0048] 如果不将所述水分矢量归一化,则它们各自都具有坐标表示。

$$[0049] \quad e_i = \begin{pmatrix} 1 \\ \tan(\varphi_i) \end{pmatrix}$$

[0050] 由此出发,现在可以紧凑地写出所述物质混合物的测量值A,B:

$$[0051] \quad \begin{pmatrix} A \\ B \end{pmatrix} = \theta_1 \cdot e_1 + \theta_2 \cdot e_2 = (e_1 \quad e_2) \cdot \begin{pmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ \tan(\varphi_1) & \tan(\varphi_2) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \end{pmatrix}$$

[0052] 在 Φ_1 不等于 Φ_2 的条件下,本方程式体系可以被颠倒。在其颠倒的形式中,得到以下相关性:

$$[0053] \quad \begin{pmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \end{pmatrix} = \frac{1}{\tan(\varphi_2) - \tan(\varphi_1)} \cdot \begin{pmatrix} \tan(\varphi_2) & -1 \\ -\tan(\varphi_1) & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} A \\ B \end{pmatrix}$$

[0054] 上述方程式形成了根据本发明的测量方法的中心方面。

[0055] 由在所述混合物中测量的A,B值,可以使用水分值 Φ_1 , Φ_2 计算标量因子 θ_1, θ_2 。上式还清楚地表明,所述水分值 Φ_1 , Φ_2 被假定为在此过程中要么是恒定的,要么是略微波动的。在这种情况下,可以事先确定所述 Φ_1 和 Φ_2 值,并将它们用于评估。

[0056] 另一方面,如果在测量应用中所述物质的水分值波动很大,则可以连续测量它们。在所述混合物的所述标量因子和测量值之间的上述相关性的优点是,该表达式,作为解析表达式,使得可以直接使用所测量的水分值 Φ_1 和 Φ_2 ,并因此进行评估。所确定的标量因子现在使得可以可靠地确定所述物质量 m_1, m_2 。如果我们首先忽略温度依赖性,则在此可以选择线性方案:

$$[0057] \quad m_i = \alpha_i \cdot \theta_i + \beta_i$$

[0058] 在这种情况下,参数 α, β 表示在所述标量因子和所述物质量之间的相关性。原则上,可以根据所述温度选择所述参数 α, β 。已经发现,所述温度依赖性也可以直接以线性方式考虑。这导致以下相关性:

$$[0059] \quad m_i = \alpha_i \cdot \theta_i + \beta_{1,i} \cdot T + \beta_{2,i}.$$

[0060] 评估物质混合物的测量值,例如尿布芯中的纤维素含量和超吸水剂含量的测量。纱线与人造和天然纤维的混合比例的确定,以及香烟过滤嘴中活性炭和其它颗粒的确定已经表明,使用标量因子确定所述物质量是一种高度精确的方法。从定性方面,当考虑到所述水分值 Φ 与密度无关时,这可以得到可信的解释。这种与密度无关的值包括在水分矢量 e 中,使得与密度相关的对所述测量量A,B的影响更多地在所述标量因子中表达。因此,由所述混合物的测量的A,B值确定所述标量因子是一个可靠的分量,其使得可以确定物质的量。尽管有这种定性考虑,但在确定过程中实现的精度仍是令人惊奇的。

[0061] 在其中无法事先精确确定所述物质的水分值 Φ_1 , Φ_2 或者它们由于测量情况而出现波动的测量情况下,可以使用图2中所示的测量装置。图2中的测量装置示出了材料 M_1 的材料流10的示意图。材料流 M_1 的水分是用示意性描绘的测量设备12测量的。同样,用测量设备16测量材料 M_2 的材料流14的水分值 Φ_2 。将两种材料 M_1, M_2 进料到进料器18中,在这里,它们在第二材料的进料14的下游成为混合物20。在测量装置22中测量混合物20。然后,以这种方式确定的A和B值可以被换算成标量因子 θ_1 和 θ_2 。基于始终更新的水分值 Φ_1 , Φ_2 ,可以直接换算所述标量因子。

[0062] 如果用单独的测量设备12,16确定水分角,则已经证明有利的是,在加工之前仍换算相应的水分值。

$$[0063] \quad \tan(\varphi_1) = a_1 \cdot \tan(\varphi'_1) + b_1$$

[0064] 和

$$[0065] \quad \tan(\varphi_2) = a_2 \cdot \tan(\varphi'_2) + b_2$$

[0066] 在此,以虚线表示的水分角是所述单个设备12,16在混合之前的水分角。参数 a_i, b_i 以本身已知的方式进行校准。

[0067] 下面将在采用12个纤维素无纺布样品的具体实施例中和对于12个SAP层(具有超吸水剂粉末的层)的样品重复进行上述分析。在所述A,B平面中,输入测量的平均值,其中所述A值和B值如上所述那样描述共振频率的位移和宽度的变化。在图3中绘制的回归直线表明SAP的 $\tan(\varphi_1)$ 值等于0.388,而纤维素的 $\tan(\varphi_2)$ 的值为0.2636。

[0068] 图4显示了尿布芯沿着其轮廓的A值和B值,其中在所述尿布芯中,所述纤维素无纺布中散布有SAP。使用所述回归直线的斜率,每种情况下所测量的A值、B值可被换算为标量因子 θ_1 和 θ_2 。

[0069] 图5显示了相同的轮廓,但这次绘制的是标量因子 θ_1, θ_2 的分布图。与所述A值、B值相比,可以看出,所述纤维素与SAP的 θ 值差异更明显,尤其是在10到22的区段中。

[0070] 图6显示了表面测量的校准,其中在这种情况下进行了与温度无关的校准。在所述校准中,所获得的 θ 值被以线性方案分配给以毫克/cm²为单位的面密度。对于方程式

$$[0071] \quad m_i = \alpha_i \cdot \theta_i + \beta_i,$$

[0072] 得出以下参数值:

$$[0073] \quad \alpha_{\text{SAP}} = 3.9 \cdot \text{mg/qcm}; \beta_{\text{SAP}} = 1 \cdot \text{mg/qcm}$$

$$[0074] \quad \alpha_{\text{纤维素}} = 3.1 \cdot \text{mg/qcm}; \beta_{\text{纤维素}} = 0 \cdot \text{mg/qcm}.$$

[0075] 使用以此方式确定的值,测量的A,B值可以通过换算成所述 θ 值而直接换算成面密度。对于所绘制的轮廓,得到图7中所示的SAP和纤维素的面密度的轨迹。可以清楚地看到,SAP的面密度在所述轮廓上基本上均匀地延伸,而纤维素在10至22的范围内具有显著更低的面密度。

[0076] 为了比较,参考在图4中的A和B值的分布图,或者参考图8中的经典微波水分值 Φ 。可以不难看出,所述水分值 Φ 不是彼此独立测量所述两种物质含量的合适量度。特别地,在一个区段中特征性的较低纤维素含量不能由图4和图8中的过滤器分布图看出。

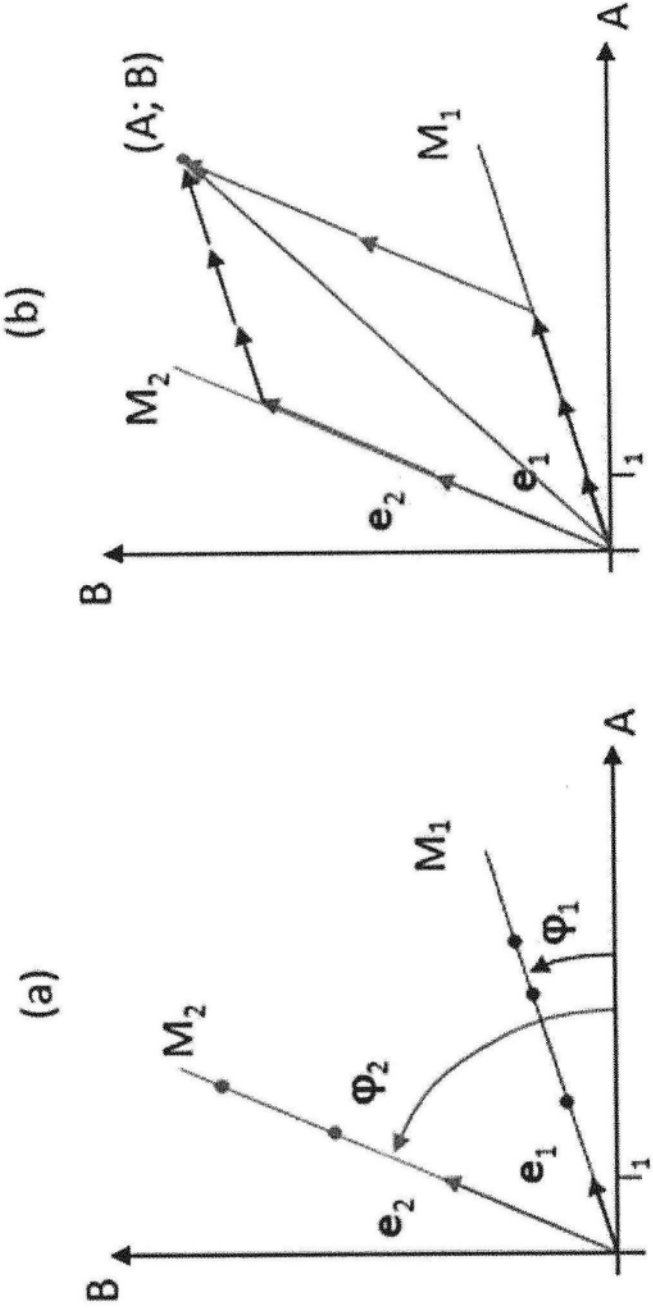


图1

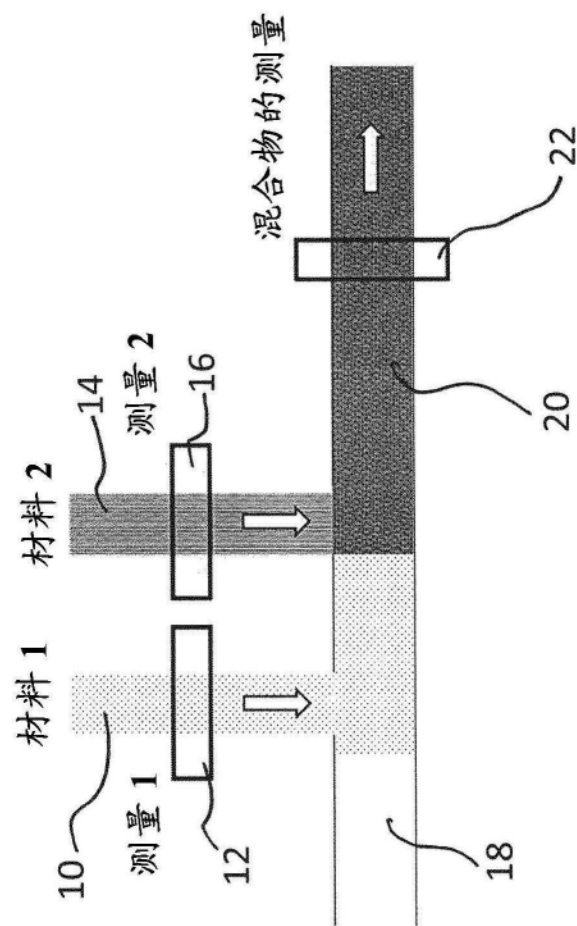


图2

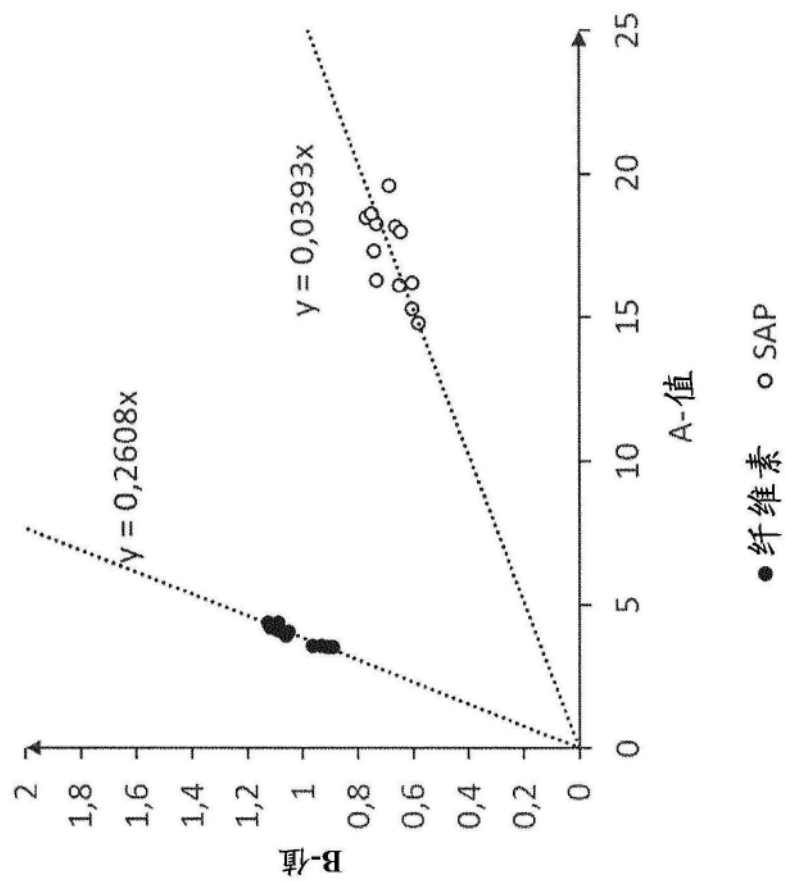


图3

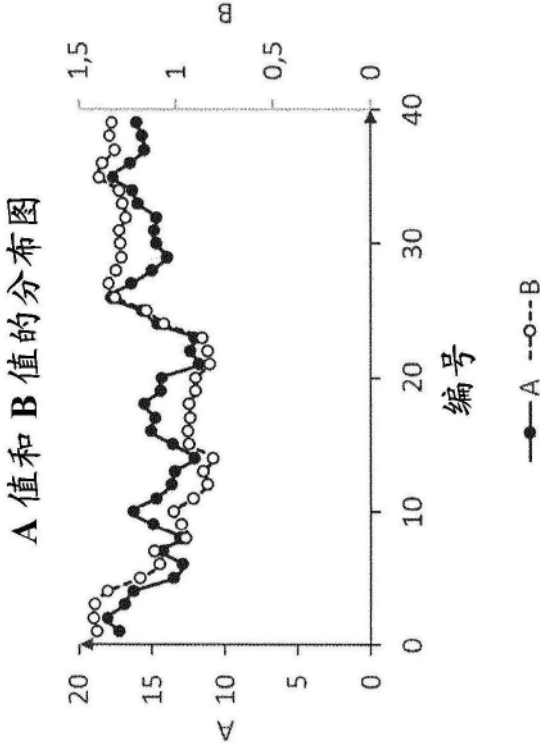


图4

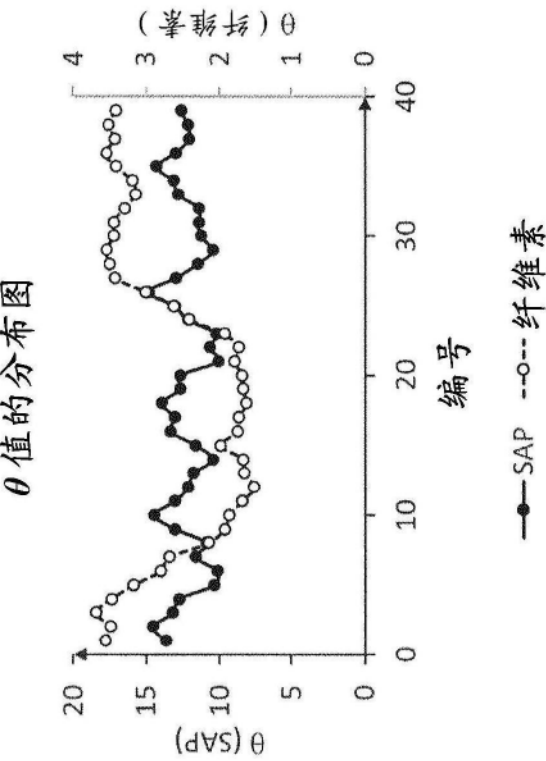


图5

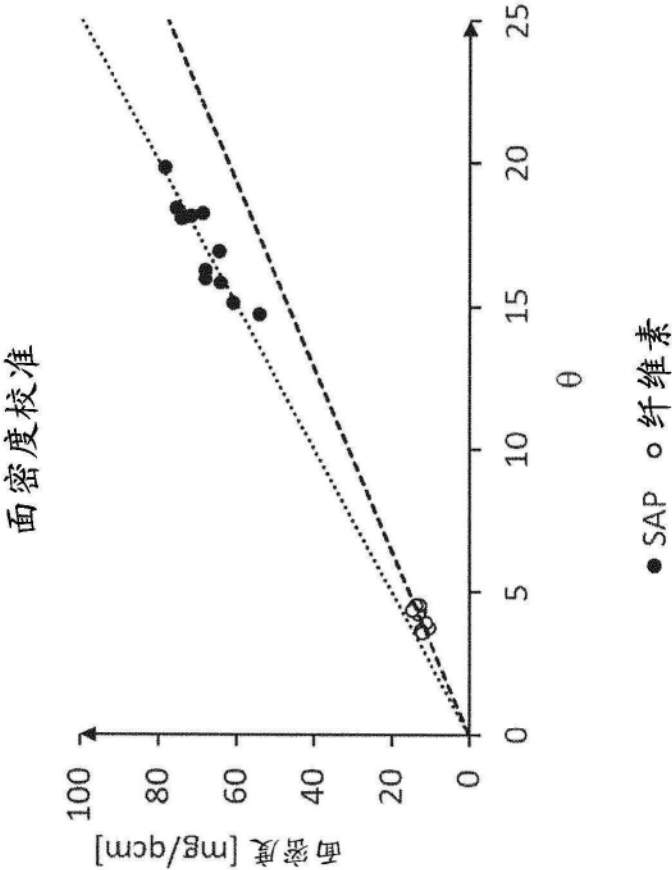


图6

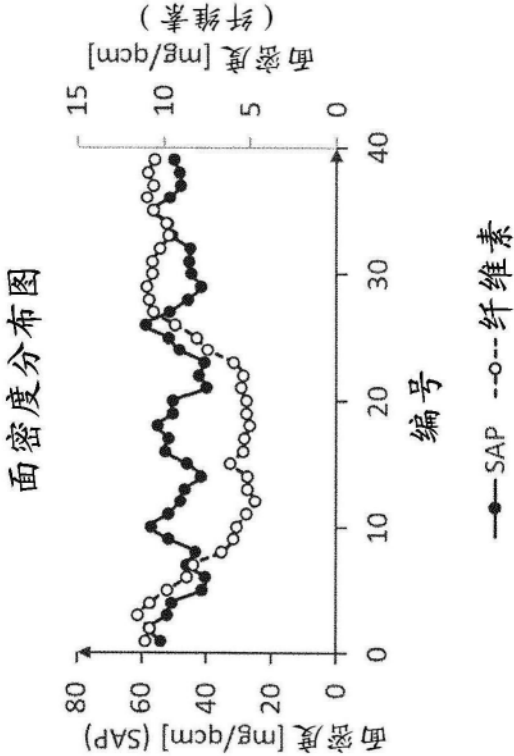


图7

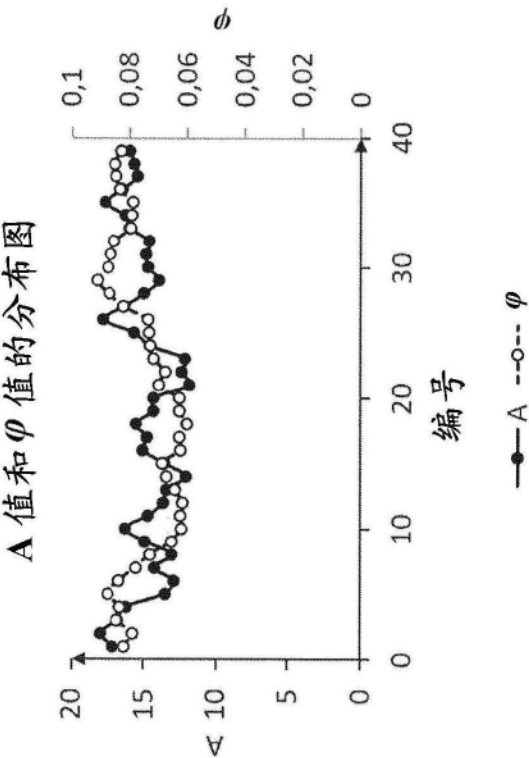


图8