

一种超声移液焦点复合定位方法

技术领域

本发明涉及一种超声移液焦点复合定位方法，属于超声移液技术领域。

5 背景技术

随着生物医学科技的发展，实验样品的稀缺、昂贵和实验次数的庞大以及人工成本的提高成为一个突出矛盾，自动微量取样已经成为许多生物化学实验室的必备设备。其中超声微量取样技术以其高精度、全自动等特点是微量取样的一个重要手段。

在超声取样过程中，超声焦距换能器的焦点必须在孔板的液面处才能正常取样，
10 但是由于焦距换能器在焦点以外区域的能量较弱，单脉冲很难获得回波，只能增加波列数，而这样的回波为一个缓慢变化的波包，波包峰值位置范围较宽，很难精确确定距离。当然，也可以利用聚焦换能器在焦点处能量集中的特点，以回波强度确定焦点位置，但是由于换能器加工以及聚焦的特点，在焦点处形成的是一个有一定长度的焦柱，这一点使回波强度在焦点附近变得不敏感，影响精度。此外，还可以利用高强度
15 超声使液面产生波动，通过波动幅度确定焦点是否在液面处，但是该方法只能在焦点已经在液位附近时才有效，无法单独使用。

发明内容

针对上述问题，本发明的目的是提供了一种超声移液焦点复合定位方法，本发明不需要提前预知液体介质中的声速，减少操作流程，且换能器位于孔板的下方可以同时实现激发待测液和定位孔板，结构简化，降低成本。
20

为实现上述目的，本发明提出了以下技术方案：一种超声移液焦点复合定位方法，包括：将待测液体放置在孔板上方的孔洞内，将聚焦换能器放置在所述孔板的下方，根据所述聚焦换能器的焦距，预估所述聚焦换能器的位置，并将所述聚焦换能器移动至所述位置；所述聚焦换能器发射弱强度声波，通过回波的情况确定所述聚焦换能器
25 需要移动的方向；根据所述需要移动的方向移动所述聚焦换能器，继续对回波进行检测，若所述回波增强则继续向该方向移动，若所述回波减弱则反方向移动，往复移动若干次后，继续增大所述弱强度声波的强度直到液面波动，回波发生震荡为止；向任一方向移动所述聚焦换能器，对回波震荡进行检测，若所述回波震荡增强则继续向该方向移动，若所述回波震荡减弱则反方向移动，往复移动若干次后，使超声移液焦点
30 接近液面，并使所述聚焦换能器处于超声移液的最佳位置。

进一步，所述聚焦换能器发射弱强度声波若没有接收到回波，则增大所述弱强度

声波的强度，直到接收到回波为止。

进一步，所述通过回波的情况确定所述聚焦换能器需要移动的方向的方法为：通过回波情况估算换能器与液面的距离，并将所述距离与预设的聚焦换能器焦距进行比较，从而确定所述聚焦换能器的移动方向。

5 进一步，所述往复移动的次数为两次。

进一步，所述聚焦换能器以预设步长进行移动，所述聚焦换能器第一次移动的步长和第二次移动的步长不同。

进一步，所述弱强度声波包括若干波列，估算换能器与液面距离时，所述波列的数目为 50-2000 列波。

10 进一步，根据聚焦换能器的焦距或测量得到聚焦换能器到液面的距离，以及聚焦换能器到孔板底部的距离，根据所述焦换能器到液面的距离和聚焦换能器到孔板底部的距离对液面高度进行计算。

进一步，所述液面高度的计算公式为：

液面高度=聚焦换能器的焦距或聚焦换能器到液面的距离—换能器到孔板底部的
15 距离。

本发明由于采取以上技术方案，其具有以下优点：本发明不需要提前预知液体介质中的声速，减少操作流程，且换能器位于孔板的下方可以同时实现激发待测液和定位孔板，结构简化，降低成本。

附图说明

20 图 1 是本发明一实施例中超声移液焦点复合定位方法的流程图；

图 2 是本发明一实施例中超声测距定位方法示意图；

图 3 是本发明一实施例中超声移液焦点通过强度定位方法示意图，图 3(a)中焦点位于液面下方，图 3(b)焦点接近液面附近，图 3(c)焦点位于液面上方；

图 4 是本发明一实施例中超声移液焦点通过液面波动定位方法示意图。

25 **具体实施方式**

为了使本领域技术人员更好的理解本发明的技术方案，通过具体实施例对本发明进行详细的描绘。然而应当理解，具体实施方式的提供仅为了更好地理解本发明，它们不应该理解成对本发明的限制。在本发明的描述中，需要理解的是，所用到的术语仅仅是用于描述的目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

30 为了解决现有技术中只能在焦点已经在液位附近时才有效，无法单独使用的问题，本发明提出了一种超声移液焦点复合定位方法，其通预估聚焦换能器的位置，通过回

波的情况确定所述聚焦换能器需要移动的方向；根据需要移动的方向移动聚焦换能器，继续对回波进行检测；向任一方向移动所述聚焦换能器，对回波震荡进行检测，若回波震荡增强则继续向该方向移动，若所述回波震荡减弱则反方向移动，往复移动若干次后，使超声移液焦点接近液面，并使聚焦换能器处于超声移液的最佳位置。本发明不需要提前预知液体介质中的声速，减少操作流程，且换能器位于孔板的下方可以同时实现激发待测液和定位孔板，结构简化，降低成本。下面结合附图，通过实施例对本发明方案进行详细说明。

实施例

本实施例中公开了一种超声移液焦点复合定位方法，如图 1 所示，包括：

10 S1 将待测液体放置在孔板上方的空洞内，将聚焦换能器放置在孔板的下方。

S2 根据聚焦换能器的焦距，预估并移动聚焦换能器到预估值位置，聚焦换能器发射弱强度声波，通过回波的情况确定聚焦换能器需要移动的方向，聚焦换能器发射弱强度声波若没有接收到回波，则增大弱强度声波的强度，直到接收到回波为止，通过回波的情况确定聚焦换能器需要移动的方向。本实施例中施加在聚焦换能器的电压为 15 0.5-2V 时发射出的声波为弱强度声波。

通过回波的情况确定聚焦换能器需要移动的方向的方法为：通过回波情况估算换能器与液面的距离，并与预设的聚焦换能器焦距进行比较，从而确定聚焦换能器的移动方向。

如图 2 所示，超声测距是利用换能器发出一列声波，声波发出后经过反射面的反射，传播回到换能器，换能器接受到这列声波的回波。通过测量从发出这列波到接收到这列波的时间，再乘以声波在介质中的声速，就可以计算得到换能器与反射面之间的距离，这个方法要求换能器必须在反射面的相对面，对换能器的位置有限定，且形成反射面的液体的组成、浓度等对反射波也会产生一定干扰。

为了解决换能器位置上的限定以及反射液面对反射波的影响等问题，可以实时测量换能器与液面的距离的变化，实现装载了液体的孔板的精准定位，以便后续的操作。当液面高度为定值时，测得是孔板底部与换能器的距离，将常规换能器换成聚焦换能器，换能器位于反射面的同侧，这样在换能器的前端会形成一个聚焦点。超声波通过反射面的液体的底部达到反射面后，形成回波，当聚焦点与反射面重合时，回波能量最强。通过测量回波的强度，从而推测出反射面与焦点的相对位置关系，判断反射面是高于焦点，还是低于焦点，或者与焦点重合的各种情况。由于焦距是已知的，当液面与焦点重合时，且由于液面的高度固定不变，所以说明此时，孔板已达到指定位置。

S3 根据需要移动的方向移动聚焦换能器，继续对回波进行检测，聚焦换能器以预设步长进行移动，移动的步长为 x ，聚焦换能器以预设步长进行移动，移动定位精度小于 0.05mm 。若回波增强则继续向该方向移动，若回波减弱则反方向移动，往复移动若干次，使得聚焦换能器焦点更加接近液面位置，继续增大弱强度声波的强度直到液面波动，回波发生震荡为止；本实施例中往复移动的次数为两次，但不以此为限。

如图 3 所示，聚焦换能器也可以采用上述方法测量距离，但是聚焦换能器还有一个特性就是声波在焦点处聚集，能量高度集中，反射面在焦点和不在焦点，其回波的强度差异很大。通过这一特性可以很灵敏很准确的测得焦点的位置，该方法和介质性质及声速无关。因为焦距已知，所以当反射面正好在焦点处时，可以测距，但当反射面不再焦点时，该方法不能测距。

S4 如图 4 所示，向任一方向移动聚焦换能器，聚焦换能器以预设步长进行移动，移动的步长为 y ，聚焦换能器以预设步长进行移动，移动定位精度小于 0.05mm 。对回波震荡进行检测，若回波震荡增强则继续向该方向移动，若回波震荡减弱则反方向移动，往复移动若干次，使得超声移液焦点位置与液面更为接近，并使换能器处于超声移液最佳位置。本实施例中往复移动的次数为两次，但不以此为限。聚焦换能器第一阶段根据回波强度移动的步长和第二阶段根据液面波动强度移动的步长可以相同，也可以不同。但本实施例中优选聚焦换能器第一阶段根据回波强度移动的步长和第二阶段根据液面波动强度移动的步长不相同。

按上述步骤调整好换能器位置后，根据确定的超声换能器焦距或测量计算得到的换能器到液面的距离，以及测量计算得到的换能器到孔板底部的距离，可以实现对液面高度进行测量；液面高度的计算公式为：

液面高度=换能器到液面的距离（换能器焦距）—换能器到孔板底部的距离。

估算换能器与液面距离时发射波无需是单脉冲或单列波或数目有限的几列波，为了增大声波能量，可以是数目较多的波列，其波列的取值范围为 50-2000 列波。

本实施例中主要用于判断焦点是否在液面处，当确知焦点在液面处后，可以根据确定的超声移液焦点位置能够计算超声移液焦点到液面的距离，从而对液面高度进行测量。

最后应当说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制，尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明，所属领域的普通技术人员应当理解：依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换，而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换，其均应涵盖在本发明的权利要求保护范围之内。上述内

容仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

权利要求

1、一种超声移液焦点复合定位方法，其特征在于，包括：

5 将待测液体放置在孔板上方的孔洞内，将聚焦换能器放置在所述孔板的下方，根据所述聚焦换能器的焦距，预估所述聚焦换能器的位置，并将所述聚焦换能器移动至所述位置；

所述聚焦换能器发射弱强度声波，通过回波的情况确定所述聚焦换能器需要移动的方向；

10 根据所述需要移动的方向移动所述聚焦换能器，继续对回波进行检测，若所述回波增强则继续向该方向移动，若所述回波减弱则反方向移动，往复移动若干次后，继续增大所述弱强度声波的强度直到液面波动，回波发生震荡为止；

向任一方向移动所述聚焦换能器，对回波震荡进行检测，若所述回波震荡增强则继续向该方向移动，若所述回波震荡减弱则反方向移动，往复移动若干次后，使超声移液焦点接近液面，并使所述聚焦换能器处于超声移液的最佳位置。

15 2、如权利要求 1 所述的超声移液焦点复合定位方法，其特征在于，所述聚焦换能器发射弱强度声波若没有接收到回波，则增大所述弱强度声波的强度，直到接收到回波为止。

20 3、如权利要求 1 所述的超声移液焦点复合定位方法，其特征在于，所述通过回波的情况确定所述聚焦换能器需要移动的方向的方法为：通过回波情况估算换能器与液面的距离，并将所述距离与预设的聚焦换能器焦距进行比较，从而确定所述聚焦换能器的移动方向。

4、如权利要求 3 所述的超声移液焦点复合定位方法，其特征在于，所述往复移动的次数为两次。

5、如权利要求 4 所述的超声移液焦点复合定位方法，其特征在于，所述聚焦换能器以预设步长进行移动，所述聚焦换能器第一次移动的步长和第二次移动的步长不同。

25 6、如权利要求 3-5 任一项所述的超声移液焦点复合定位方法，其特征在于，所述弱强度声波包括若干波列，估算换能器与液面距离时，所述波列的数目为 50-2000 列波。

30 7、如权利要求 1-5 任一项所述的超声移液焦点复合定位方法，其特征在于，根据聚焦换能器的焦距或测量得到聚焦换能器到液面的距离，以及聚焦换能器到孔板底部的距离，根据所述焦换能器到液面的距离和聚焦换能器到孔板底部的距离对液面高度进行计算。

8、如权利要求 7 所述的超声移液焦点复合定位方法，其特征在于，所述液面高度的计算公式为：

液面高度=聚焦换能器的焦距或聚焦换能器到液面的距离—换能器到孔板底部的距离。