

简介:磁声电成像(MAET)是一种新颖的医学成像方法, 由于在成像过程中使用了超声激励和电阻抗电极检测, 所以其图像具有超声成像的高分辨率和电阻抗成像的高对比度。本研究使用的接口有压力声学时域显式和电流接口, 仿真中使用2 MHz, 2个cycle的正弦脉冲驱动聚焦超声探头, 求解压力声学时域显式方程, 获得组织振动速度。然后在电流接口中设置外部电流密度, 把速度洛伦兹项耦合进外部电流密度, 使用接地和浮电势检测电极上采集的磁声电电压。本研究使用单阵元聚焦超声探头, 为了获得组织各个位置电导率信息, 单阵元探头需要做横向机械扫描, 一共扫描5个角度, 每个角度移动29个位置, 在每个角度下分别获得相应的B扫图像; 对于图像重建, 在MATLAB中, 将每个角度的磁声电电压曲线进行叠加处理, 最后可以重建完整的肿瘤磁声电参数图像。

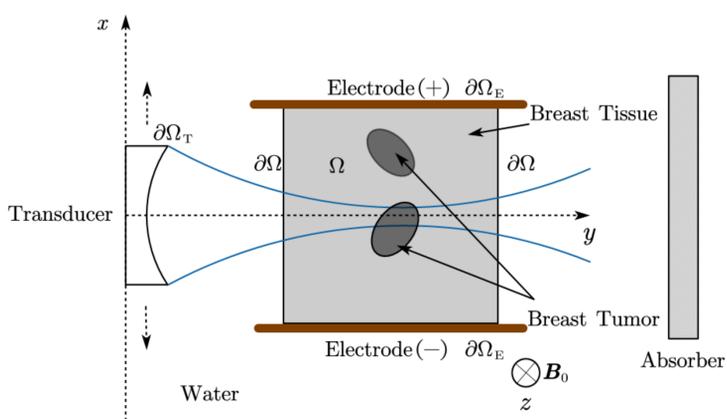


图1.磁声电成像原理示意图

计算方法:

洛伦兹电流密度 $J_L = \sigma v \times B_0$

欧姆电流密度 $J_O = -\sigma \nabla u$

散度定理 $\nabla \cdot (J_L + J_O) = 0$

泊松方程 $\nabla \cdot \sigma \nabla u = \nabla \cdot (\sigma v \times B_0)$

边界条件:

无电极 $J \cdot n = 0$

有电极 $\int_{\partial \Omega_E} -n \cdot J dS = 0$

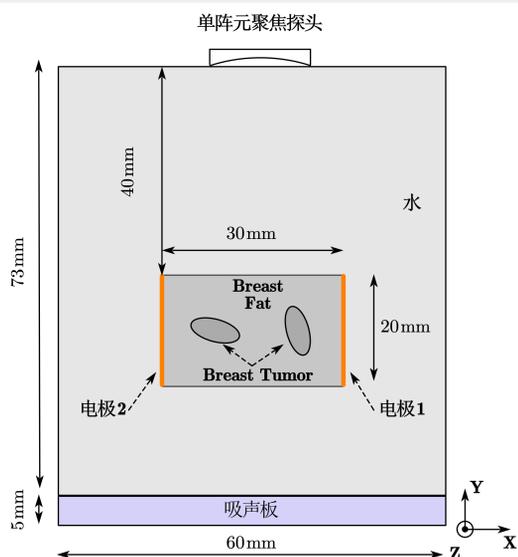


图2.计算模型

结果: 图3表述了聚焦超声探头的声场分布; 图4表示使用2 MHz、2个cycle的电压驱动超声。图5表示角度为0°时的B扫电导率参数图像; 图6表示超声探头在不同位置激励组织时, 产生的磁声电波形; 图7表示不同角度的B扫电导率参数叠加图像。

介质	声速 (m/s)	密度 (kg/m³)	2 MHz的电导率
乳腺组织	1454	917	0.0267
乳腺肿瘤组织	1710	1215	0.0771

表1.材料参数

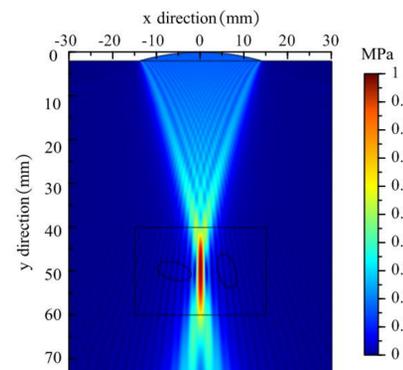


图3.聚焦超声声场分布

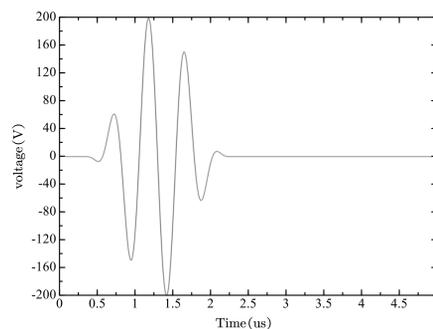


图4.探头激励波形

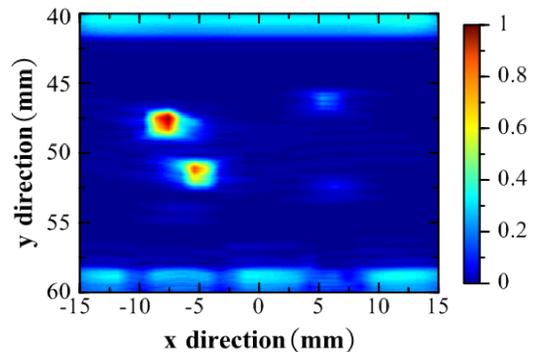


图5.0° B扫电导率参数图

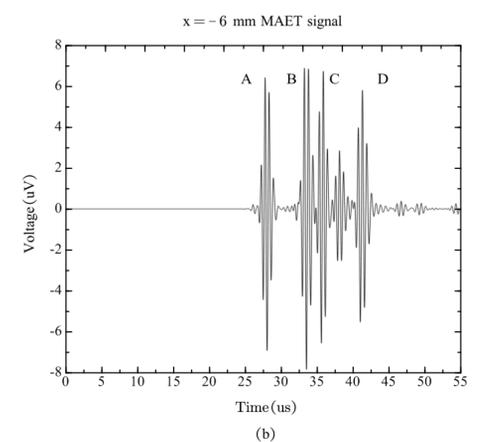
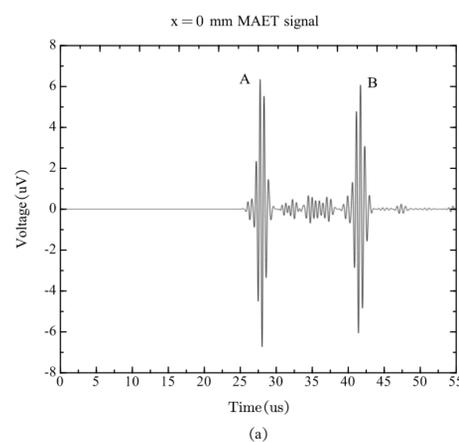


图6.探头位于不同位置的磁声电信号

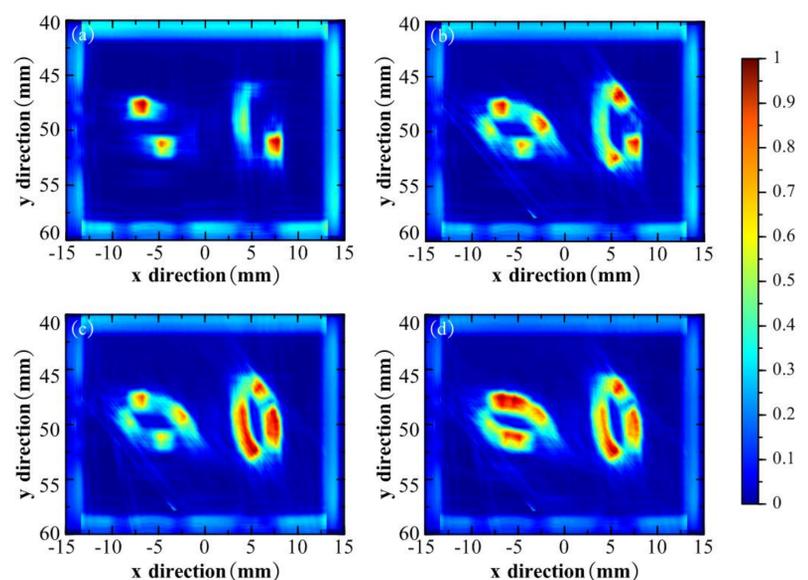


图7.15°、45°、75°和90°叠加后的电导率参数图

结论: 仿真结果表明, 使用聚焦探头可以区分不同位置电导率的信息。如果肿瘤形状不规则, 使用传统的单角度扫描无法获得完整电导率信息, 因此, 本研究使用多角度扫描, 5个角度的图像叠加后, 可以获得较完整的电导率参数图像。下一步可以将成像方法用于实验, 为癌症的早期诊断提供有效方法。

参考文献:

- 1.刘国强, 磁声成像技术下册, P9 (2016)
2. Gozü, Mehmet Soner, et al. Numerical implementation of magneto-acousto-electric tomography (MAET) using a linear phased array transducer[J]. Physics in Medicine and Biology, 2017.