



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105496460 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201610045518. 6

(22) 申请日 2016. 01. 22

(71) 申请人 飞依诺科技(苏州)有限公司

地址 215123 江苏省苏州市工业园区星湖街  
218 号生物纳米园 C8 楼 501 单元

(72) 发明人 吴方刚 陈惠人

(74) 专利代理机构 苏州威世朋知识产权代理事  
务所(普通合伙) 32235

代理人 杨林洁

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

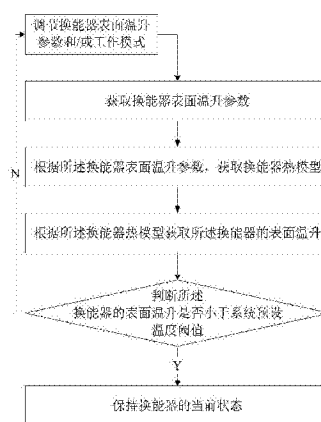
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

## (54) 发明名称

超声换能器控制方法及控制系统

## (57) 摘要

本发明提供一种超声换能器控制方法及控制系统,所述方法包括:获取换能器表面温升参数,所述换能器表面温升参数包括:导热系数、发射波形系数、扫查系数、电源发射电压、发射脉冲重复频率;根据所述换能器表面温升参数,获取换能器热模型;所述换能器热模型以  $\Delta T = \kappa * \Phi(\text{Waveform}) * \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number}) * V_{\text{rms}}^2 * \text{PRF}$  表示;其中,  $\Delta T$  表示换能器表面温升,  $\kappa$  表示导热系数,  $\Phi(\text{Waveform})$  表示发射波形系数,  $\zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number})$  表示扫查系数,  $V_{\text{rms}}$  表示电源发射的均方根电压, PRF 表示发射脉冲重复频率。本发明的超声换能器控制方法及控制系统,根据超声换能器的当前状态自动监测其表面温升,同时,能够根据监测结果较精确的控制所述换能器的表面温升,进一步的,改善超声图像的质量。



1. 一种超声换能器控制方法,其特征在于,所述方法包括:

获取换能器表面温升参数,所述换能器表面温升参数包括:导热系数、发射波形系数、扫查系数、电源发射电压、发射脉冲重复频率;

根据所述换能器表面温升参数,获取换能器热模型;

所述换能器热模型以

$\Delta T = \kappa * \varphi(\text{Waveform}) * \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number}) * V_{\text{rms}}^2 * \text{PRF}$  表示;

其中,  $\Delta T$  表示换能器表面温升,  $\kappa$  表示导热系数,  $\varphi(\text{Waveform})$  表示发射波形系数,  $\zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number})$  表示扫查系数,  $V_{\text{rms}}$  表示电源发射的均方根电压, PRF 表示发射脉冲重复频率。

2. 根据权利要求1所述的超声换能器表面温度的监测方法,其特征在于,所述换能器的导热系数的获取方法包括:

根据所述换能器的材料的热特性确定所述导热系数。

3. 根据权利要求1所述的超声换能器表面温度的监测方法,其特征在于,所述换能器的波形系数的获取方法包括:

获取当前的发射波形,并获取所述发射波形的阻抗;

所述换能器的波形系数等于所述发射波形的阻抗。

4. 根据权利要求1所述的超声换能器表面温度的监测方法,其特征在于,所述换能器的波形系数的获取方法包括:

若当前的发射波形为方波,则获取所述方波的发射频率和脉冲周期;

根据所述发射频率和脉冲周期确定所述换能器的波形系数。

5. 根据权利要求1所述的超声换能器表面温度的监测方法,其特征在于,所述换能器的波形系数的获取方法包括:

若当前的发射波形为脉冲调制波,则,

对所述脉冲调制波进行解调生成解调信号;

获取所述解调信号的特性参数,所述解调信号的特性参数包括:幅度、宽度、相位;

根据所述特性参数绘制发射波形的频谱图,所述频谱图的相对横坐标为所述发射波形的发射频率,所述频谱图的相对纵坐标为所述换能器的波形系数;

通过查找所述频谱图确定所述换能器的波形系数。

6. 根据权利要求1所述的超声换能器表面温度的监测方法,其特征在于,所述换能器的扫查系数的获取方法包括:

根据所述换能器的图像角度或 F-number, 确定所述换能器的扫查系数。

7. 根据权利要求1所述的超声换能器表面温度的监测方法,其特征在于,所述方法还包括:

根据所述换能器热模型获取所述换能器的表面温升;

判断所述换能器的表面温升是否小于系统预设温度阈值,

若是,保持换能器的当前状态;

若否,调节换能器表面温升参数和/或工作模式后,返回步骤S1,直至所述换能器的表面温升小于系统预设温度阈值。

8. 根据权利要求7所述的超声换能器表面温度的监测方法,其特征在于,

所述系统参数包括:频率、焦点位置、焦点个数、深度、图像角度、线密度、取样框的大小和位置、采样包、PRF、灵敏度、取样门的位置和大小、偏转角度、频率复合、空间复合、声功率档位中的至少一个。

9. 根据权利要求7所述的超声换能器表面温度的监测方法,其特征在于,

所述换能器的工作模式包括:B、HAR(谐波)、CF(彩色)、PWD(脉冲多普勒)、PDI、TVI、TD、M、CM、CWD、3D、4D、CBI(造影)、EI(弹性成像)中的至少一种。

10. 一种超声换能器控制系统,其特征在于,所述系统包括:

数据采集模块,用于获取换能器表面温升参数,所述换能器表面温升参数包括:导热系数、发射波形系数、扫查系数、电源发射电压、发射脉冲重复频率;

数据处理模块,用于根据所述换能器表面温升参数,获取换能器热模型;

所述换能器热模型以

$\Delta T = \kappa * \varphi(\text{Waveform}) * \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number}) * V_{rms}^2 * \text{PRF}$ 表示;

其中, $\Delta T$ 表示换能器表面温升, $\kappa$ 表示导热系数, $\varphi(\text{Waveform})$ 表示发射波形系数, $\zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number})$ 表示扫查系数, $V_{rms}$ 表示电源发射的均方根电压,PRF表示发射脉冲重复频率。

## 超声换能器控制方法及控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于超声成像技术领域,尤其涉及一种超声换能器控制方法及控制系统。

### 背景技术

[0002] 超声设备因为其无创性、实时性、操作方便、价格便宜等诸多优势,使其成为临床上应用最为广泛的诊断工具之一。

[0003] 超声换能器是超声设备的关键部件,其是一种能量转换器,用于在超声频率范围内将交变的电信号转换成声信号或者将外界声场中的声信号转换为电信号;换能器处于发射状态时,其将电能转换为机械能,再将机械能转换为声能;在实际应用中,其将电信号转化成声波在待测组织中传播;所述换能器处于接受状态时,其将声能转换为机械能,再将机械能转换为电能;在实际应用中,其将待测组织反射回来的声波转化成电信号,之后,由超声设备对回波信号进行处理最后形成超声图像。

[0004] 然而超声换能器处于发射状态时,电能并没有全部转换成声能,而是将其中的一部分电能转换为热能;该热能是在换能器的压电阵元电声转换过程中产生,而在实际应用中,该热能的表现形式为换能器表面温升变化。

[0005] 安全标准中对超声换能器表面的温升有严格的要求和规定,参照国家标准GB 9706.9和国际标准IEC 60601,该国家标准具体描述了对换能器工作温度的限制。

[0006] 为了满足上述要求,现有技术中,通常的做法是,人工采用温度计等外接设备对所述换能器的表面温升进行测量,该中测量方式浪费人力成本,同时,测量结果并不是十分精准。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种超声换能器控制方法及控制系统。

[0008] 为了实现上述发明目的之一,本发明一实施方式的超声换能器控制方法,所述方法包括:获取换能器表面温升参数,所述换能器表面温升参数包括:导热系数、发射波形系数、扫查系数、电源发射电压、发射脉冲重复频率;

[0009] 根据所述换能器表面温升参数,获取换能器热模型;

[0010] 所述换能器热模型以

[0011]  $\Delta T = \kappa * \varphi(\text{Waveform}) * \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number}) * V_{\text{rms}}^2 * \text{PRF}$   
表示;

[0012] 其中, $\Delta T$ 表示换能器表面温升, $\kappa$ 表示导热系数, $\varphi(\text{Waveform})$ 表示发射波形系数, $\zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number})$ 表示扫查系数, $V_{\text{rms}}$ 表示电源发射的均方根电压,PRF表示发射脉冲重复频率。

[0013] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述换能器的导热系数的获取方法包括:

[0014] 根据所述换能器的材料的热特性确定所述导热系数。

- [0015] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述换能器的波形系数的获取方法包括:
- [0016] 获取当前的发射波形,并获取所述发射波形的阻抗;
- [0017] 所述换能器的波形系数等于所述发射波形的阻抗。
- [0018] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述换能器的波形系数的获取方法包括:
- [0019] 若当前的发射波形为方波,则获取所述方波的发射频率和脉冲周期;
- [0020] 根据所述发射频率和脉冲周期确定所述换能器的波形系数。
- [0021] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述换能器的波形系数的获取方法包括:
- [0022] 若当前的发射波形为脉冲调制波,则,
- [0023] 对所述脉冲调制波进行解调生成解调信号;
- [0024] 获取所述解调信号的特性参数,所述解调信号的特性参数包括:幅度、宽度、相位;
- [0025] 根据所述特性参数绘制发射波形的频谱图,所述频谱图的相对横坐标为所述发射波形的发射频率,所述频谱图的相对纵坐标为所述换能器的波形系数;
- [0026] 通过查找所述频谱图确定所述换能器的波形系数。
- [0027] 为了实现上述发明目的之一,本发明一实施方式的超声换能器控制系统,所述系统包括:根据所述换能器的图像角度或F-number,确定所述换能器的扫查系数。
- [0028] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述方法还包括:
- [0029] 根据所述换能器热模型获取所述换能器的表面温升;
- [0030] 判断所述换能器的表面温升是否小于系统预设温度阈值,
- [0031] 若是,保持换能器的当前状态;
- [0032] 若否,调节换能器表面温升参数和/或工作模式后,返回步骤S1,直至所述换能器的表面温升小于系统预设温度阈值。
- [0033] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述系统参数包括:频率、焦点位置、焦点个数、深度、图像角度、线密度、取样框的大小和位置、采样包、PRF、灵敏度、取样门的位置和大小、偏转角度、频率复合、空间复合、声功率档位中的至少一个。
- [0034] 作为本发明一实施方式的进一步改进,所述换能器的工作模式包括:B、HAR(谐波)、CF(彩色)、PWD(脉冲多普勒)、PDI、TVI、TD、M、CM、CWD、3D、4D、CBI(造影)、EI(弹性成像)中的至少一种。
- [0035] 为了实现上述发明目的之一,本发明一实施方式提供一种超声换能器控制系统,所述系统包括:
- [0036] 数据采集模块,用于获取换能器表面温升参数,所述换能器表面温升参数包括:导热系数、发射波形系数、扫查系数、电源发射电压、发射脉冲重复频率;
- [0037] 数据处理模块,用于根据所述换能器表面温升参数,获取换能器热模型;
- [0038] 所述换能器热模型以
- [0039]  $\Delta T = \kappa * \varphi(\text{Waveform}) * \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number}) * V_{\text{rms}}^2 * \text{PRF}$  表示;
- [0040] 其中, $\Delta T$ 表示换能器表面温升, $\kappa$ 表示导热系数, $\varphi(\text{Waveform})$ 表示发射波形系数, $\zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number})$ 表示扫查系数, $V_{\text{rms}}$ 表示电源发射的均方根电压,PRF表示发射脉冲重复频率。
- [0041] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:本发明的超声换能器控制方法及控制系

统,根据超声换能器的当前状态自动监测其表面温升,同时,能够根据监测结果较精确的控制所述换能器的表面温升,进一步的,改善超声图像的质量。

#### 附图说明

- [0042] 图1是本发明一实施方式提供的超声换能器控制方法流程示意图;
- [0043] 图2A是本发明一具体示例中换能器的表面温升与发射频率的对照关系图;
- [0044] 图2B是本发明一具体示例中换能器的表面温升与脉冲周期的对照关系图;
- [0045] 图2C是本发明一具体示例中脉冲调制波的频谱图;
- [0046] 图2D是本发明一具体示例中扫查过程中的图像角度图;
- [0047] 图2E是本发明一具体示例中换能器表面温升与图像角度图的对照关系图;
- [0048] 图2F是本发明一具体示例中扫查过程中的超声F-number图;
- [0049] 图2G是本发明一具体示例中换能器表面温升与F-number的对照关系图;
- [0050] 图2H是本发明一具体示例中换能器表面温升与时间的关系对照图;
- [0051] 图3是本发明一实施方式提供的超声换能器控制系统的模块示意图。

#### 具体实施方式

[0052] 以下将结合附图所示的实施方式对本发明进行详细描述。但实施方式并不限制本发明,本领域的普通技术人员根据这些实施方式所做出的结构、方法、或功能上的变换均包含在本发明的保护范围内。

[0053] 换能器工作过程中,超声换能器阵元发射出的电信号转换为声信号,在此过程中,产生相应的热能,该热能进一步的经由匹配层和透镜,最终扩散到换能器表面。

[0054] 如图1所示,图1为本发明一实施方式提供的超声换能器控制方法,所述方法包括:

[0055] 根据换能器热模型获取所述换能器的表面温升。

[0056] 本发明一优选实施方式中,所述步骤S1具体包括:

[0057] 获取换能器表面温升参数,所述换能器表面温升参数包括:导热系数、发射波形系数、扫查系数、电源发射电压、发射脉冲重复频率;

[0058] 根据所述换能器表面温升参数,获取换能器热模型;

[0059] 所述换能器热模型以

[0060]  $\Delta T = \kappa * \varphi(\text{Waveform}) * \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number}) * V_{\text{rms}}^2 * \text{PRF}$  表示;

[0061] 其中,  $\Delta T$  表示换能器表面温升,  $\kappa$  表示导热系数,  $\varphi(\text{Waveform})$  表示发射波形系数,  $\zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number})$  表示扫查系数,  $V_{\text{rms}}$  表示电源发射的均方根电压, PRF 表示发射脉冲重复频率。

[0062] 进一步的,所述换能器的导热系数的获取方法包括:根据所述换能器的材料的热特性确定所述导热系数。

[0063] 可以理解的是,所述换能器的导热系数为一个固定值,其值大小由换能器的材料决定。

[0064] 进一步的,所述换能器的波形系数的获取方法包括以下几种实施方式。

[0065] 一种实施方式中,所述换能器的波形系数的获取方法具体包括:

[0066] 获取当前的发射波形,并获取所述发射波形的阻抗;

[0067] 所述换能器的波形系数等于所述发射波形的阻抗。

[0068] 通过公式表示如下:

[0069]  $\phi(\text{Waveform}) = Z(\text{Waveform})$

[0070] 其中,所述  $Z(\text{Waveform})$  表示发射波形对应的阻抗。

[0071] 可以理解的是,可通过多种方式获取所述发射波形的阻抗,例如:通过外接的设备测量,在此不做详细赘述。

[0072] 一种实施方式中,所述换能器的波形系数的获取方法具体包括:

[0073] 若当前的发射波形为方波,则获取所述方波的发射频率和脉冲周期;

[0074] 根据所述发射频率和脉冲周期确定所述换能器的波形系数。

[0075] 所述波形系数与所述发射频率和所述脉冲周期之间的公式表示如下:

[0076]  $\phi(\text{Waveform}) = \phi(\text{frequency}, \text{cycle}) = e^{\frac{-(\text{frequency}-f_c)^2}{2\sigma^2}} * (m * \text{cycle})$

[0077] 其中,m表示换能器与脉冲周期的斜率,cycle表示脉冲周期,frequency表示发射频率, $f_c$ 表示换能器的中心频率, $\sigma$ 表示换能器频域带宽。

[0078] 结合图2A所示,图2A为当脉冲周期一定时,换能器的表面温升与发射频率的对照关系图;

[0079] 根据图2A所示,换能器表面温升与发射频率为高斯函数关系,所述换能器的表面温升在换能器中心频率( $f_c$ )处最大,沿着中心频率向两边逐渐减小。

[0080] 结合图2B所示,图2B为当发射频率一定时,换能器的表面温升与脉冲周期的对照关系图;

[0081] 根据图2B所示,换能器表面温升与脉冲周期为线性关系,随着脉冲周期的增加,换能器表面温升逐渐增加。

[0082] 一种实施方式中,所述换能器的波形系数的获取方法具体包括:

[0083] 若当前的发射波形为脉冲调制波,则,

[0084] 对所述脉冲调制波进行解调生成解调信号;

[0085] 获取所述解调信号的特性参数,所述解调信号的特性参数包括:幅度、宽度、相位等参数;

[0086] 根据所述特性参数绘制发射波形的频谱图,所述频谱图的相对横坐标为所述发射波形的发射频率,所述频谱图的相对纵坐标为所述换能器的波形系数;

[0087] 通过查找所述频谱图确定所述换能器的波形系数。其中,所述脉冲调制波包括:脉冲幅度调制波、脉冲相位调制波、脉冲宽度调制波、脉冲位置调制波、脉冲编码调制波中的一种。

[0088] 结合图2C所示,图2C为脉冲调制波的频谱图,在所述脉冲调制波的频率一定的情况下,通过查找频谱图,即可以确定其对应的波形系数。

[0089] 进一步的,所述换能器的扫查系数的获取方法包括以下几种实施方式。

[0090] 一种实施方式中,所述换能器的扫查系数的获取方法具体包括:

[0091] 根据所述换能器的图像角度,确定所述换能器的扫查系数。

[0092] 所述扫查系数与所述图像角度之间通过指数表示如下:

$$[0093] \quad \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number}) = e^{\frac{\text{ImageAngle}}{\beta}}$$

[0094] 所述扫查系数与所述图像角度之间通过对数公式表示如下：

$$[0095] \quad \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number}) = \log\left(\frac{\beta}{\text{ImageAngle}}\right)$$

[0096] 其中,  $\beta$  表示图像角度的温升因子。

[0097] 结合图2D、图2E所示,图2D为扫查过程中的图像角度图;图2E为换能器表面温升与图像角度图的对照关系图;

[0098] 根据图2E所示,换能器表面温升与图像角度呈指数或是对数函数关系;图像角度越大,换能器表面的温升越低。

[0099] 一种实施方式中,所述换能器的扫查系数的获取方法具体包括:

[0100] 根据所述换能器的F-number,确定所述换能器的扫查系数。

[0101] 所述F-number是图像的焦距与换能器发射孔径的比值。

[0102] 所述扫查系数与所述换能器的F-number之间通过指数公式表示如下:

$$[0103] \quad \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number}) = \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F\#}) = e^{-\frac{\text{F\#}}{\tau}}$$

[0104] 所述扫查系数与所述换能器的F-number之间通过对数公式表示如下:

$$[0105] \quad \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number}) = \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F\#}) = \log \frac{\tau}{\text{F\#}}$$

[0106] 其中,  $\tau$  表示F-number的温升因子。

[0107] 结合图2F、图2G所示,图2D为扫查过程中的超声F-number图;图2E为换能器表面温升与F-number的对照关系图;

[0108] 根据图2E所示,换能器表面温升与超声F-number图呈指数或是对数函数关系;图像角度越大,换能器表面的温升越低。

[0109] 在本发明的实际应用过程中,上述获取的换能器表面温升  $\Delta T$ ,通常为换能器运行一段时间换能器表面温升,例如:超声成像技术领域,将换能器工作一段时间后的表面温升定义为换能器的表面温升  $\Delta T$ ,该一段时间例如:30min。

[0110] 相应的,在本发明一实施方式中,所述换能器在各个时间段的表面温升与所述换能器表面温升  $\Delta T$  具有如下关系:

$$[0111] \quad T(t) = \Delta T * (1 - e^{-at})$$

[0112]  $a$  表示时间常数,  $\Delta T$  表示稳态条件下的换能器表面温升,即本发明所提及的换能器热模型,  $T(t)$  表示换能器在各个时间段的表面温升。

[0113] 结合图2H所示,图2H为换能器表面温升与时间的关系对照图。

[0114] 换能器表面温升随时间是逐渐增加,在此不做详细赘述。进一步的,所述超声换能器控制方法还包括:

[0115] 判断所述换能器的表面温升是否小于系统预设温度阈值,

[0116] 若是,保持换能器的当前状态;

[0117] 若否,调节换能器表面温升参数和/或工作模式后,返回步骤S1,直至所述换能器的表面温升是否小于系统预设温度阈值;

[0118] 所述系统预设温度阈值可以根据需要任意指定,例如:按照国家标准GB 9706.9和国际标准IEC 60601,当换能器用于体外时,将系统预设温度阈值设置为小于等于10℃的任一个数值,当换能器用于腔内时,将系统预设温度阈值设置为小于6℃的任意一个数值。

[0119] 本发明一具体实施方式中,所述系统参数包括:频率、焦点位置、焦点个数、深度、图像角度、线密度、取样框的大小、取样框的位置、采样包、PRF、灵敏度、取样门的位置、取样门的大小、偏转角度、频率复合、空间复合、声功率档位中的至少一个。

[0120] 其中,上述系统参数中,影响发射脉冲重复频率的系统参数包括:焦点个数、深度、线密度、取样框的大小、采样包、PRF;

[0121] 影响所述发射波形系数的系统参数包括:频率、灵敏度、取样门的位置、取样门的大小、频率复合、声功率档位;

[0122] 影响所述扫查系数的系统参数包括:焦点位置、焦点个数、深度、图像角度、取样框的大小、取样框的位置、取样门的位置、取样门的大小、偏转角度、空间复合;

[0123] 所述工作模式包括:B、HAR(谐波)、CF(彩色)、PWD(脉冲多普勒)、PDI、TVI、TD、M、CM、CWD、3D、4D、CBI(造影)、EI(弹性成像)中的至少一种。

[0124] 进一步的,所述超声换能器控制方法还包括:

[0125] 保存和/或输出所述换能器的当前状态下的系统参数、换能器表面温升参数、以及换能器的当前工作模式,在此不做详细赘述。

[0126] 结合图3所示,本发明一实施方式中提供的超声换能器控制系统,所述系统包括:数据采集模块100、数据处理模块200、存储输出模块300。

[0127] 数据采集模块100用于根据换能器热模型获取所述换能器的表面温升。

[0128] 本发明一优选实施方式中,数据采集模块100具体用于:获取换能器表面温升参数,所述换能器表面温升参数包括:导热系数、发射波形系数、扫查系数、电源发射电压、发射脉冲重复频率;

[0129] 数据处理模块200用于根据所述换能器表面温升参数,获取换能器热模型;

[0130] 所述换能器热模型以

[0131]  $\Delta T = \kappa * \varphi(\text{Waveform}) * \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number}) * V_{\text{rms}}^2 * \text{PRF}$ 表示;

[0132] 其中, $\Delta T$ 表示换能器表面温升, $\kappa$ 表示导热系数, $\varphi(\text{Waveform})$ 表示发射波形系数, $\zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number})$ 表示扫查系数, $V_{\text{rms}}$ 表示电源发射的均方根电压,PRF表示发射脉冲重复频率。

[0133] 进一步的,数据处理模块200用于获取所述换能器的导热系数;

[0134] 本发明一具体实施方式中,数据处理模块200具体用于根据所述换能器的材料的热特性确定所述导热系数。

[0135] 可以理解的是,所述换能器的导热系数为一个固定值,其值大小由换能器的材料决定。

[0136] 进一步的,数据处理模块200用于获取所述换能器的波形系数,包括以下几种实施方式。

[0137] 一种实施方式中,数据处理模块200具体用于:获取当前的发射波形,并获取所述

发射波形的阻抗；

[0138] 所述换能器的波形系数等于所述发射波形的阻抗。

[0139] 通过公式表示如下：

[0140]  $\phi(\text{Waveform}) = Z(\text{Waveform})$

[0141] 其中，所述  $Z(\text{Waveform})$  表示发射波形对应的阻抗。

[0142] 可以理解的是，可通过多种方式获取所述发射波形的阻抗，例如：通过外接的设备测量，在此不做详细赘述。

[0143] 一种实施方式中，数据处理模块200具体用于：若当前的发射波形为方波，则获取所述方波的发射频率和脉冲周期；

[0144] 根据所述发射频率和脉冲周期确定所述换能器的波形系数。

[0145] 所述波形系数与所述发射频率和所述脉冲周期之间的公式表示如下：

[0146]  $\phi(\text{Waveform}) = \phi(\text{frequency}, \text{cycle}) = e^{\frac{-(\text{frequency}-f_c)^2}{2\sigma^2}} * (m * \text{cycle})$

[0147] 其中， $m$ 表示换能器与脉冲周期的斜率， $\text{cycle}$ 表示脉冲周期， $\text{frequency}$ 表示发射频率， $f_c$ 表示换能器的中心频率， $\sigma$ 表示换能器频域带宽。

[0148] 结合图2A所示，图2A为当脉冲周期一定时，换能器的表面温升与发射频率的对照关系图；

[0149] 根据图2A所示，换能器表面温升与发射频率为高斯函数关系，所述换能器的表面温升在换能器中心频率( $f_c$ )处最大，沿着中心频率向两边逐渐减小。

[0150] 结合图2B所示，图2B为当发射频率一定时，换能器的表面温升与脉冲周期的对照关系图；

[0151] 根据图2B所示，换能器表面温升与脉冲周期为线性关系，随着脉冲周期的增加，换能器表面温升逐渐增加。

[0152] 一种实施方式中，数据处理模块200具体用于：若当前的发射波形为脉冲调制波，则，

[0153] 对所述脉冲调制波进行解调生成解调信号；

[0154] 获取所述解调信号的特性参数，所述解调信号的特性参数包括：幅度、宽度、相位等参数；

[0155] 根据所述特性参数绘制发射波形的频谱图，所述频谱图的相对横坐标为所述发射波形的发射频率，所述频谱图的相对纵坐标为所述换能器的波形系数；

[0156] 通过查找所述频谱图确定所述换能器的波形系数。其中，所述脉冲调制波包括：脉冲幅度调制波、脉冲相位调制波、脉冲宽度调制波、脉冲位置调制波、脉冲编码调制波中的一种。

[0157] 结合图2C所示，图2C为脉冲调制波的频谱图，在所述脉冲调制波的频率一定的情况下，通过查找频谱图，即可以确定其对应的波形系数。

[0158] 进一步的，数据处理模块200用于获取所述换能器的扫查系数。

[0159] 一种实施方式中，数据处理模块200具体用于：根据所述换能器的图像角度，确定所述换能器的扫查系数。

[0160] 所述扫查系数与所述图像角度之间通过指数表示如下：

$$[0161] \quad \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number}) = e^{-\frac{\text{ImageAngle}}{\beta}}$$

[0162] 所述扫查系数与所述图像角度之间通过对数公式表示如下：

$$[0163] \quad \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number}) = \log\left(\frac{\beta}{\text{ImageAngle}}\right)$$

[0164] 其中,  $\beta$  表示图像角度的温升因子。

[0165] 结合图2D、图2E所示,图2D为扫查过程中的图像角度图;图2E为换能器表面温升与图像角度图的对照关系图;

[0166] 根据图2E所示,换能器表面温升与图像角度呈指数或是对数函数关系;图像角度越大,换能器表面的温升越低。

[0167] 一种实施方式中,数据处理模块200具体用于:根据所述换能器的F-number,确定所述换能器的扫查系数。

[0168] 所述F-number是图像的焦距与换能器发射孔径的比值。

[0169] 所述扫查系数与所述换能器的F-number之间通过指数公式表示如下：

$$[0170] \quad \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number}) = \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F\#}) = e^{-\frac{\text{F\#}}{\tau}}$$

[0171] 所述扫查系数与所述换能器的F-number之间通过对数公式表示如下：

$$[0172] \quad \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F-number}) = \zeta(\text{ImageAngle}, \text{F\#}) = \log\frac{\tau}{\text{F\#}}$$

[0173] 其中,  $\tau$  表示F-number的温升因子。

[0174] 结合图2F、图2G所示,图2D为扫查过程中的超声F-number图;图2E为换能器表面温升与F-number的对照关系图;

[0175] 根据图2E所示,换能器表面温升与超声F-number图呈指数或是对数函数关系;图像角度越大,换能器表面的温升越低。

[0176] 在本发明的实际应用过程中,上述获取的换能器表面温升  $\Delta T$ ,通常为换能器运行一段时间换能器表面温升,例如:超声成像技术领域,将换能器工作一段时间后的表面温升定义为换能器的表面温升  $\Delta T$ ,该一段时间例如:30min。

[0177] 相应的,在本发明一实施方式中,所述换能器在各个时间段的表面温升与所述换能器表面温升  $\Delta T$  具有如下关系:

$$[0178] \quad T(t) = \Delta T * (1 - e^{-\frac{t}{a}})$$

[0179]  $a$  表示时间常数,  $\Delta T$  表示稳态条件下的换能器表面温升,即本发明所提及的换能器热模型,  $T(t)$  表示换能器在各个时间段的表面温升。

[0180] 结合图2H所示,图2H为换能器表面温升与时间的关系对照图。

[0181] 换能器表面温升随时间是逐渐增加,在此不做详细赘述。

[0182] 进一步的,数据处理模块200还用于:判断所述换能器的表面温升是否小于系统预设温度阈值,

[0183] 若是,保持换能器的当前状态;

[0184] 若否,调节换能器表面温升参数和/或工作模式后,返回步骤S1,直至所述换能器的表面温升是否小于系统预设温度阈值;

[0185] 所述系统预设温度阈值可以根据需要任意指定,例如:按照国家标准GB 9706.9和国际标准IEC 60601,当换能器用于体外时,将系统预设温度阈值设置为小于等于10℃的任一个数值,当换能器用于腔内时,将系统预设温度阈值设置为小于6℃的任意一个数值。

[0186] 本发明一具体实施方式中,所述系统参数包括:频率、焦点位置、焦点个数、深度、图像角度、线密度、取样框的大小、取样框的位置、采样包、PRF、灵敏度、取样门的位置、取样门的大小、偏转角度、频率复合、空间复合、声功率档位中的至少一个。

[0187] 其中,上述系统参数中,影响发射脉冲重复频率的系统参数包括:焦点个数、深度、线密度、取样框的大小、采样包、PRF;

[0188] 影响所述发射波形系数的系统参数包括:频率、灵敏度、取样门的位置、取样门的大小、频率复合、声功率档位;

[0189] 影响所述扫查系数的系统参数包括:焦点位置、焦点个数、深度、图像角度、取样框的大小、取样框的位置、取样门的位置、取样门的大小、偏转角度、空间复合;

[0190] 所述工作模式包括:B、HAR(谐波)、CF(彩色)、PWD(脉冲多普勒)、PDI、TVI、TD、M、CM、CWD、3D、4D、CBI(造影)、EI(弹性成像)中的至少一种。

[0191] 进一步的,存储输出模块300用于保存和/或输出所述换能器的当前状态下的系统参数、换能器表面温升参数、以及换能器的当前工作模式,在此不做详细赘述。

[0192] 综上所述本发明的超声换能器控制方法及控制系统,根据超声换能器的当前状态自动监测其表面温升,同时,能够根据监测结果较精确的控制所述换能器的表面温升,进一步的,改善超声图像的质量。

[0193] 为了描述的方便,描述以上装置时以功能分为各种模块分别描述。当然,在实施本申请时可以把各模块的功能在同一个或多个软件和/或硬件中实现。

[0194] 通过以上的实施方式的描述可知,本领域的技术人员可以清楚地了解到本申请可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可以保存在保存介质中,如ROM/RAM、磁碟、光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,信息推送服务器,或者网络设备等)执行本申请各个实施方式或者实施方式的某些部分所述的方法。

[0195] 以上所描述的装置实施方式仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的,作为模块显示的部件可以是或者也可以不是物理模块,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络模块上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施方式方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0196] 本申请可用于众多通用或专用的计算系统环境或配置中。例如:个人计算机、信息推送服务器计算机、手持设备或便携式设备、平板型设备、多处理模块系统、基于微处理模块的系统、置顶盒、可编程的消费电子设备、网络PC、小型计算机、大型计算机、包括以上任何系统或设备的分布式计算环境等等。

[0197] 本申请可以在由计算机执行的计算机可执行指令的一般上下文中描述,例如程序模块。一般地,程序模块包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等等。也可以在分布式计算环境中实践本申请,在这些分布式计算环境中,由

通过通信网络而被连接的远程处理设备来执行任务。在分布式计算环境中,程序模块可以位于包括保存设备在内的本地和远程计算机保存介质中。

[0198] 应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施方式中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

[0199] 上文所列出的一系列详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施方式的具体说明,它们并非用以限制本发明的保护范围,凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施方式或变更均应包含在本发明的保护范围之内。

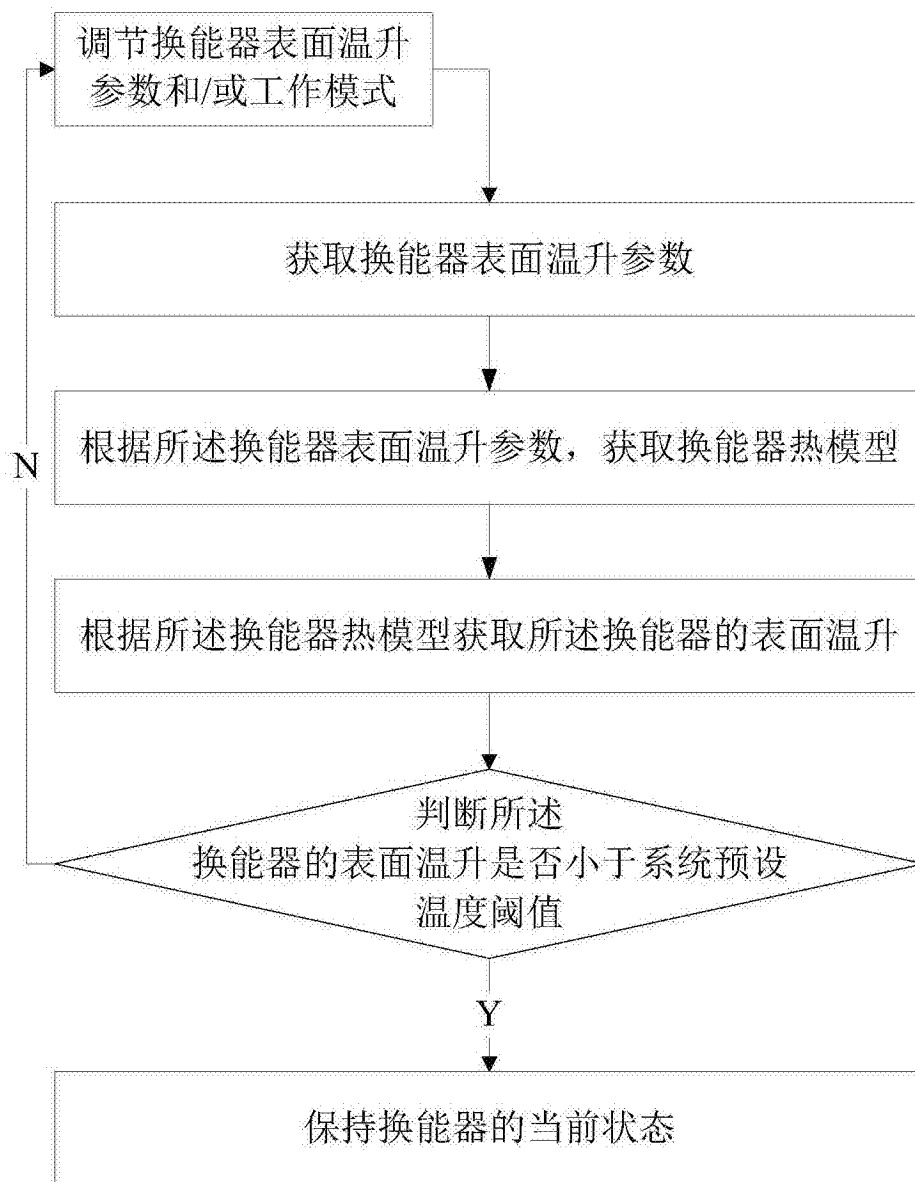


图1

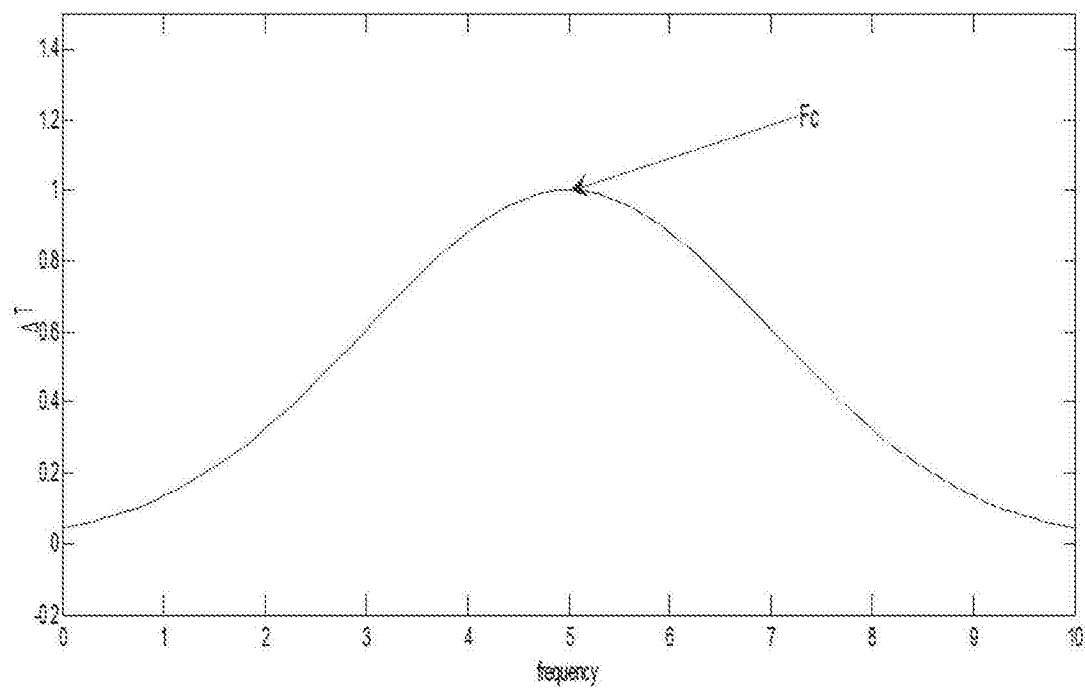


图2A

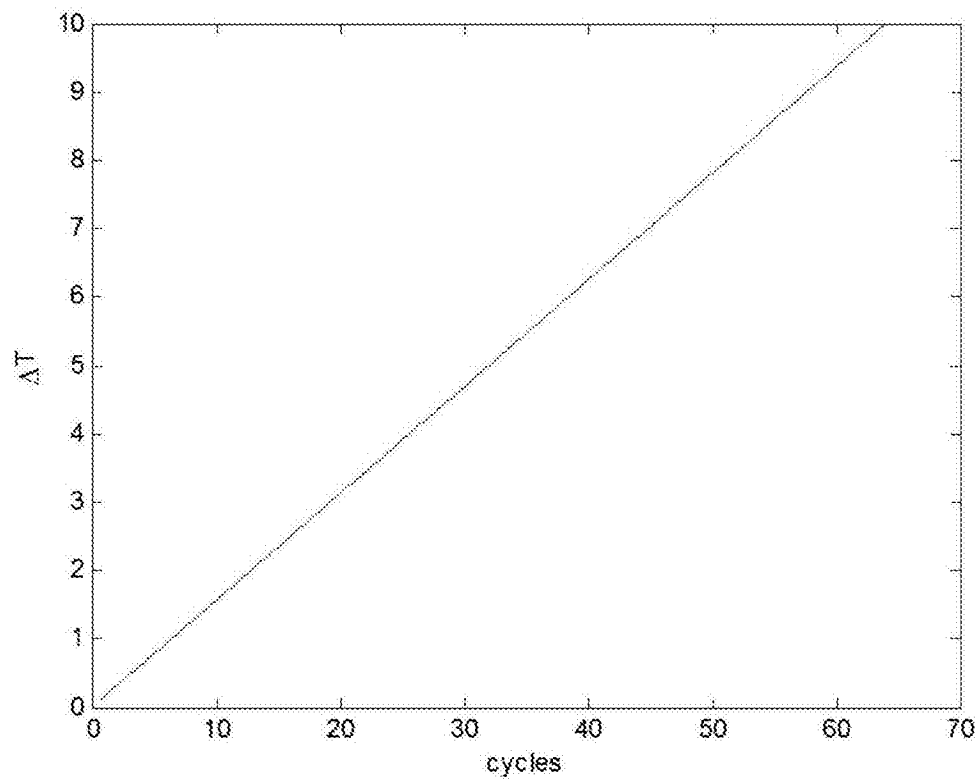


图2B

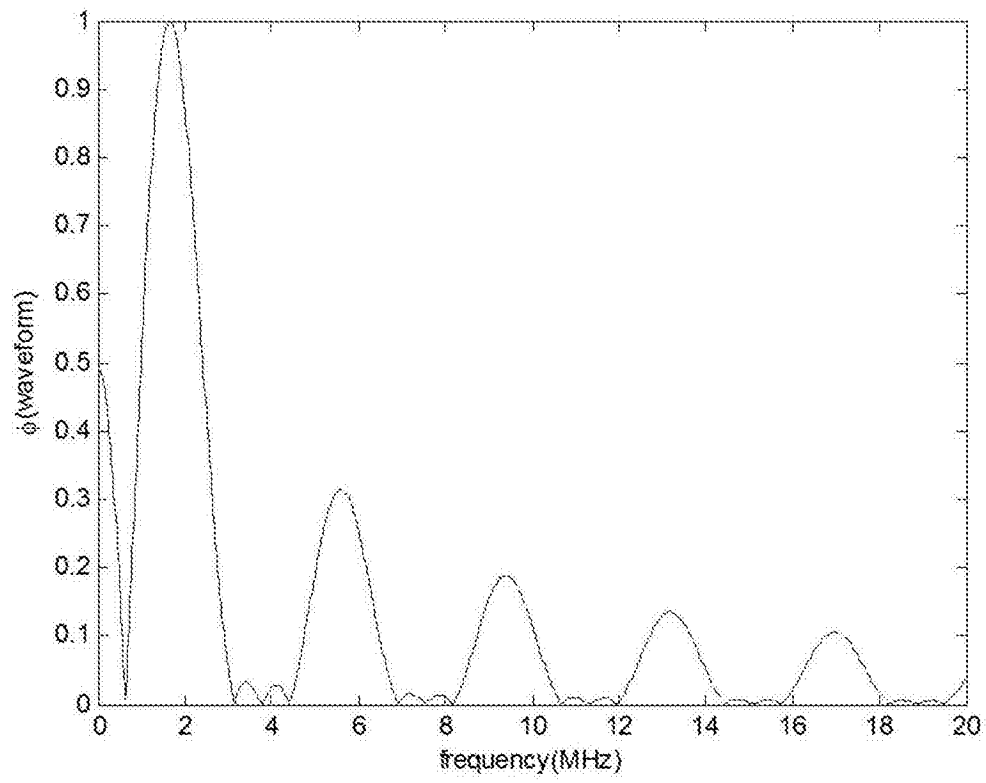


图2C

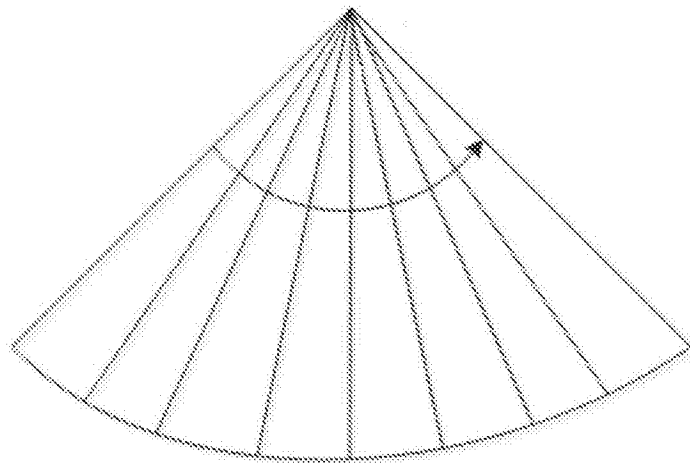


图2D

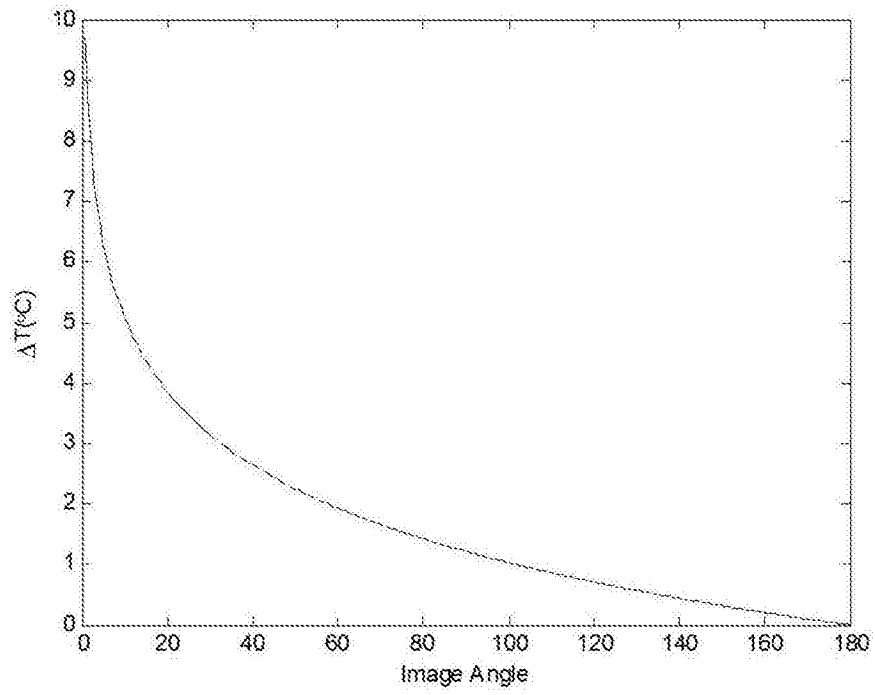


图2E

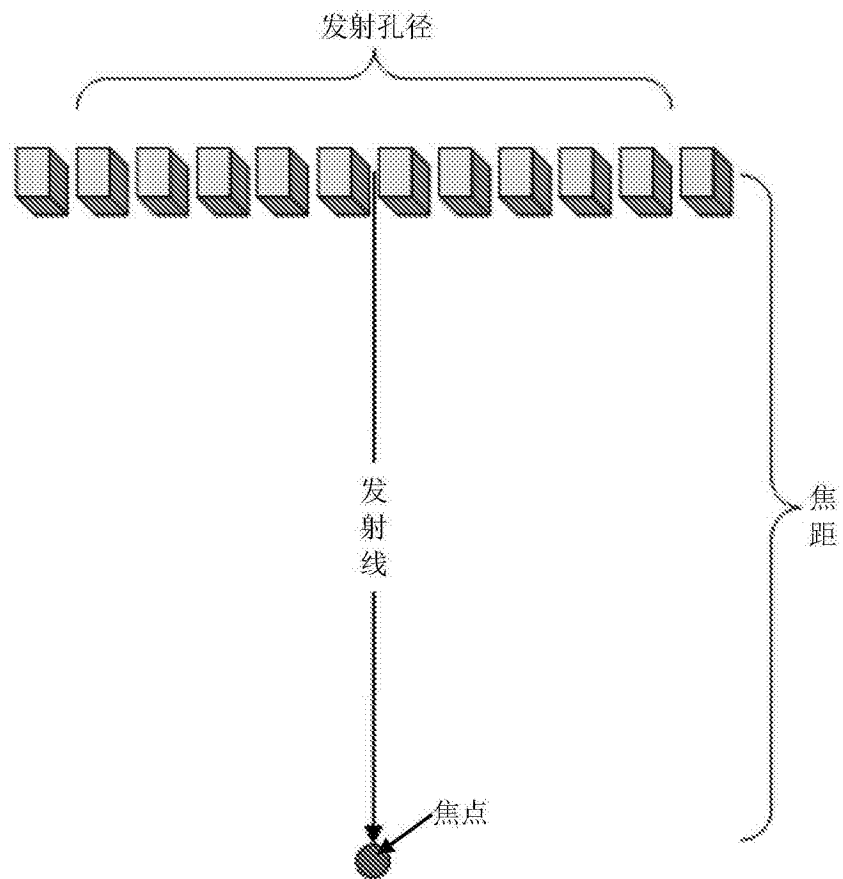


图2F

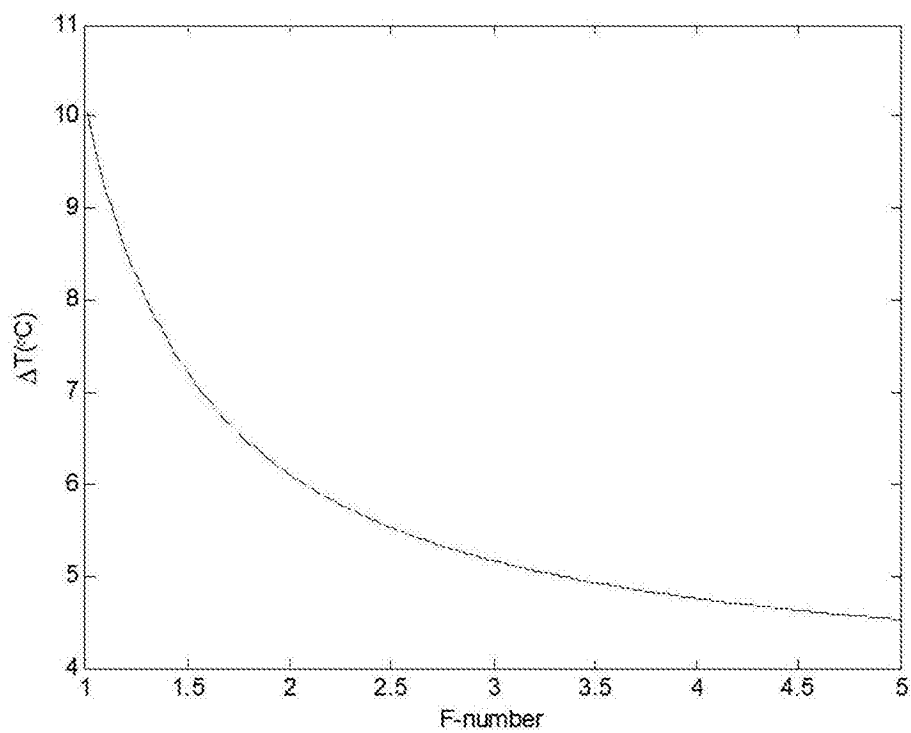


图2G

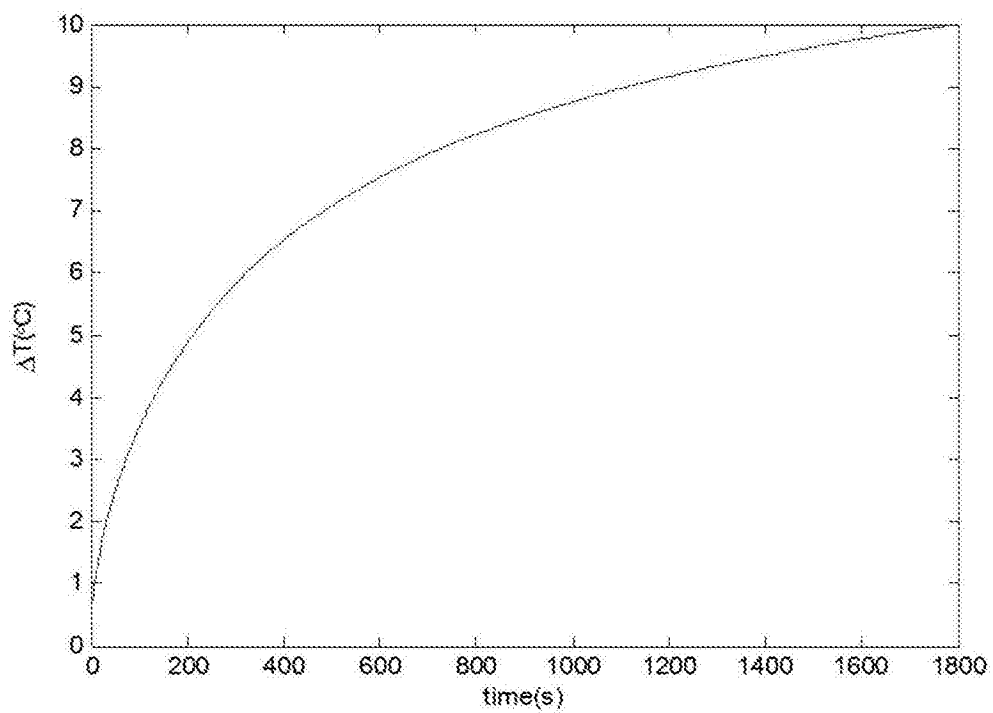


图2H

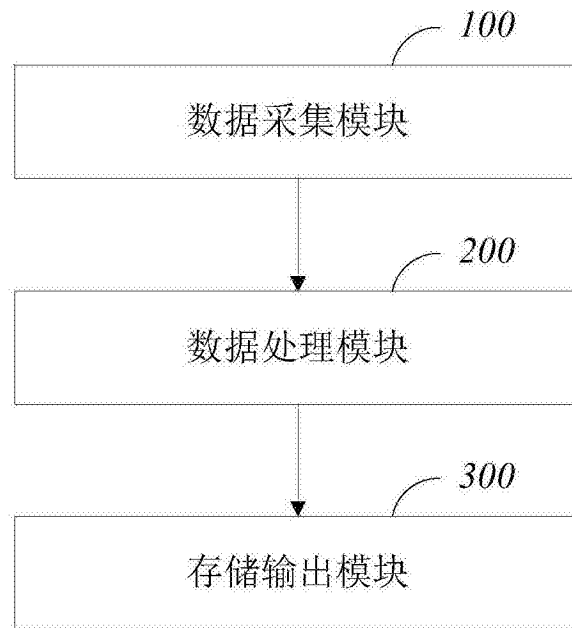


图3

|                |                                                |         |            |
|----------------|------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 超声换能器控制方法及控制系统                                 |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN105496460A</a>                   | 公开(公告)日 | 2016-04-20 |
| 申请号            | CN201610045518.6                               | 申请日     | 2016-01-22 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 飞依诺科技(苏州)有限公司                                  |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 飞依诺科技(苏州)有限公司                                  |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 飞依诺科技(苏州)有限公司                                  |         |            |
| [标]发明人         | 吴方刚<br>陈惠人                                     |         |            |
| 发明人            | 吴方刚<br>陈惠人                                     |         |            |
| IPC分类号         | A61B8/00                                       |         |            |
| CPC分类号         | A61B8/00 A61B8/4483 A61B8/54 A61B2560/0266     |         |            |
| 代理人(译)         | 杨林洁                                            |         |            |
| 其他公开文献         | CN105496460B                                   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a> |         |            |

### 摘要(译)

本发明提供一种超声换能器控制方法及控制系统，所述方法包括：获取换能器表面温升参数，所述换能器表面温升参数包括：导热系数、发射波形系数、扫查系数、电源发射电压、发射脉冲重复频率；根据所述换能器表面温升参数，获取换能器热模型；所述换能器热模型以表示；其中， $\Delta T$ 表示换能器表面温升， $\kappa$ 表示导热系数，(Waveform)表示发射波形系数， $\zeta$ (ImageAngle, F-number)表示扫查系数， $V_{rms}$ 表示电源发射的均方根电压，PRF表示发射脉冲重复频率。本发明的超声换能器控制方法及控制系统，根据超声换能器的当前状态自动监测其表面温升，同时，能够根据监测结果较精确的控制所述换能器的表面温升，进一步的，改善超声图像的质量。

