

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710120651.4

[51] Int. Cl.

G01H 3/10 (2006.01)

B06B 1/00 (2006.01)

A61B 8/00 (2006.01)

A61N 7/00 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 2 月 6 日

[11] 公开号 CN 101118175A

[22] 申请日 2007.8.23

[21] 申请号 200710120651.4

[71] 申请人 中国计量科学研究院

地址 100013 北京市朝阳区北三环东路 18 号

[72] 发明人 杨 平 边文萍 朱 岩

[74] 专利代理机构 北京思创毕升专利事务所

代理人 刘明华

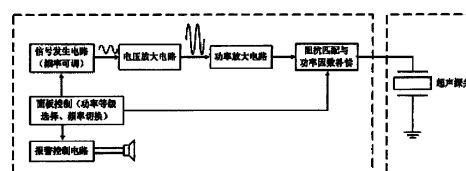
权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 4 页

## [54] 发明名称

一种用于量值传递的标准超声源系统及其应用方法

## [57] 摘要

本发明属于一种标准超声源的设计，属于声学计量领域，尤其涉及一种用于量值传递的标准超声源系统及其应用方法，所述系统包括超声探头和信号控制模块。所述信号控制模块包括信号源产生及信号调理部件，信号控制选择部件，信号报警部件。本发明针对目前声学计量领域中使用的超声源设备组成复杂、可靠性差、成本高、频率单一、使用繁琐、长期稳定性差等缺点，设计的标准超声源系统和方法可以稳定地输出多种频率、多种功率等级的超声波，控制方便快捷，可靠性高。同时利用铌酸锂晶片制作的超声波探头时间稳定性和热稳定性好，非常适合于量值传递应用。



1. 一种用于量值传递的标准超声源系统，所述系统包括超声探头和信号控制模块；其特征在于所述信号控制模块包括：信号源产生和信号调理部件、信号控制选择部件和信号报警部件；

所述信号源产生及信号调理部件用于产生正弦波信号，并进行信号放大及信号匹配；

所述信号控制选择部件用于对信号进行输出功率控制、频率调节和微调控制、阻抗匹配控制和声光报警控制；

所述信号报警部件用于当信号频率等参数跟探头不匹配时，进行报警；

所述信号源产生及信号调理部件在所述信号控制选择部件的控制和切换下产生信号并对信号进行调理，并将调理后的信号传输给超声探头，。

2. 根据权利要求1所述的一种用于量值传递的标准超声源系统，其特征在于：所述超声探头采用基于铌酸锂单晶片制作的空气背衬的超声探头。

3. 根据权利要求1所述的一种用于量值传递的标准超声源系统，其特征在于：

所述的信号源产生及信号调理部件包括频率可跳可调的信号发生电路、电压放大电路、甲乙类互补对称功率放大电路和阻抗匹配和功率因数补偿电路；

所述频率可跳可调的信号发生电路用于产生正弦波信号，且所述电路能够跳频，且在每个频率点和每个功率等级点下单独地调节输出信号的频率；

所述电压放大电路用于放大经过所述频率可跳可调的信号发生电路产生的正弦波信号，将电压信号不失真地放大到足够高的幅度，以推动后续的功率放

大电路;

所述甲乙类互补对称功率放大电路用于将经过所述电压放大电路的信号进行功率放大,以驱动后续的超声探头,所述电路采用了甲乙类互补对称放大电路;

所述阻抗匹配和功率因数补偿电路用于在所述甲乙类互补对称功率放大电路和超声探头之间实现阻抗匹配,以提高超声输出功率。

4. 根据权利要求1所述的一种用于量值传递的标准超声源系统,其特征在于:

所述信号控制选择部件包括一组继电器,用于控制所述的信号报警部件进行报警、控制所述的频率可跳可调的信号发生电路进行频率调节和微调、调节输出功率控制电路来控制输出功率、和控制阻抗匹配和功率因数补偿电路进行阻抗匹配;

所述的信号报警部件为声光报警装置。

5. 根据权利要求1-4之一所述的一种用于量值传递的标准超声源系统,其特征在于: 超声源输出超声波的功率范围是2 mW~1 W。

6. 根据权利要求1-5之一所述的一种用于量值传递的标准超声源系统的应用方法,其特征在于

所述方法中包括标准超声源信号控制过程和超声源信号输出过程;

所述标准超声源信号控制过程包括: 信号源产生及信号调理,信号控制选择,信号报警;

所述信号源产生及信号调理用于产生正弦波信号，且进行信号放大及信号匹配；

所述信号控制选择用于对信号进行输出功率控制、频率调节和微调控制、阻抗匹配控制和声光报警控制；

信号报警用于当信号频率等参数跟探头不匹配时，进行报警。

7. 根据权利要求6所述的一种用于量值传递的标准超声源系统的应用方法，其特征在于

在所述超声源信号输出过程中采用基于铌酸锂单晶片制作的空气背衬的超声探头进行超声源信号输出。

8. 根据权利要求6所述的一种用于量值传递的标准超声源系统的应用方法，其特征在于

所述方法包括：

A，信号控制选择步骤：

步骤中，所述信号控制选择部件对信号进行输出功率控制、频率调节和微调控制、阻抗匹配控制和声光报警控制；即将信号控制选择信号分别输入所述频率可跳可调的信号发生电路、所述阻抗匹配和功率因数补偿电路和所述信号报警部件；

B，信号源产生步骤：

所述频率可跳可调的信号发生电路根据所述信号控制选择部件发出的指令，产生频率可跳可调的正弦波信号，并将产生的信号输入至所述电压放大电

路;

C, 信号电压放大步骤:

所述电压放大电路根据输入的正弦波信号, 将电压信号放大到足够高的幅度, 以推动后续的功率放大电路;

D, 信号功率放大步骤:

所述甲乙类互补对称功率放大电路将经过信号电压放大步骤后的信号进行功率放大, 以驱动后续的超声探头, 所述电路采用了甲乙类互补对称放大电路;

E, 信号匹配步骤:

所述阻抗匹配和功率因数补偿电路根据步骤 D 输入的信号和所述信号控制选择部件输入的控制信号, 在所述甲乙类互补对称功率放大电路和超声探头之间实现最佳阻抗匹配, 以提高超声输出功率;

F, 信号报警步骤:

当产生信号的频率不匹配时, 所述信号控制选择部件输出报警信号给信号报警部件, 进行声光报警;

G, 信号输出步骤:

所述阻抗匹配和功率因数补偿电路将超声波信号输入给所述超声探头, 进行超声源信号输出过程。

## 一种用于量值传递的标准超声源系统及其应用方法

### 技术领域

本发明属于一种标准超声源的设计，属于声学计量领域，尤其涉及一种用于量值传递的标准超声源系统及其应用方法，解决了输出稳定的多频率点、多功率等级的超声源的问题。

### 背景技术

超声功率的计量是声学计量领域中的一个重要方向。超声功率计量对于规范超声诊断类、治疗类仪器的功率量值，对于保障超声在医学领域中的安全应用具有重要的意义。标准超声源是超声功率计量中至关重要的设备，性能优越的超声源应能发射出频率、功率稳定的超声波；而且能够针对超声功率计的需要，调节发射超声波的频率和功率等级。

现有技术中，计量领域使用的标准超声源设备主要由信号发生器、功率放大器、阻抗匹配器和超声波探头多台独立设备或部件组合而成，不仅设备复杂、成本高、操作不便、整体可靠性差。而且现有技术中由于采用频率单一的石英或者 PZT 探头，若需输出多种频率的超声波，需要配置多个超声波探头，在整体系统中更增加了设备的复杂性，长期稳定性更得不到保证。针对上述问题，本发明设计了一种专用的标准超声源，将信号发生电路、电压放大电路、功率放大电路以及控制、匹配等电路集成在一起，并利用铌酸锂晶片设计加工了超声波探头，根据铌酸锂晶片的特点，设计了多频率点、多功率等级控制电路，

克服了上述的缺点。

## 发明内容

本发明的目的是为了解决现有技术中设备复杂、成本高、操作不便、整体可靠性差的技术问题和多频率输出配置多个探头的设备系统复杂的技术问题。研发了一种用于量值传递的标准超声源系统及其应用方法，解决了输出稳定的多频率点、多功率等级的超声源的问题。

本发明之一，一种用于量值传递的标准超声源系统是这样实现的，

所述系统包括超声探头和信号控制模块。所述信号控制模块包括：信号源产生及信号调理部件，信号控制选择部件，信号报警部件。

所述信号源产生及信号调理部件用于产生正弦波信号，且进行信号放大及信号匹配。

所述信号控制选择部件用于对信号进行输出功率控制、频率调节和微调控制、阻抗匹配控制和声光报警控制。信号报警部件用于当信号频率等参数跟探头不匹配时，进行报警。

在具体的实施中，所述信号源产生及信号调理部件在所述信号控制选择部件的控制和切换下产生超声源信号并对所述信号进行调理，并将调理后的信号传输给超声探头，发射各频率超声波；而对信号频率和功率不匹配的信号进行报警。

在具体的实施中，为了保证信号的热稳定性，且在高温、强辐射条件下，具有良好的电声转换稳定性，且机械性能和电气参数等均需要保持不变，所述超声探头采用基于铌酸锂单晶片制作的空气背衬的超声探头。

在具体的实施中，所述的信号源产生及信号调理部件包括频率可跳可调的信号发生电路、电压放大电路、甲乙类互补对称功率放大电路和阻抗匹配和功率因数补偿电路。

所述频率可跳可调的信号发生电路用于产生频率稳定、幅值稳定的正弦波信号，且所述电路能够跳频，且在每个频率点和每个功率等级点下单独地调节输出信号的频率。该部分电路能够产生频率稳定、幅值稳定的正弦波信号。由于铌酸锂晶片具有精确的基频点和谐振点，为了能够输出多种频率的超声波，必须能够调节正弦波信号的频率，为此在传统信号发生电路的基础上设计了频率可跳可调的信号发生电路。信号发生电路可以通过跳频工作在基频、三次谐波、五次谐波或七次谐波点，而且在每个频率点下都可以微调信号频率。从而保证了系统能够输出多种频率的超声波。

所述电压放大电路用于放大信号发生电路产生的正弦波信号，将电压信号放大到足够高的幅度，以推动后续的功率放大电路。该部分电路能够不失真地放大信号源电路产生的正弦波信号。电压放大电路是传统的共射极放大电路。

所述甲乙类互补对称功率放大电路用于将经过电压放大的信号进行功率放大，以驱动后续的超声探头。该部分电路考虑到乙类互补对称功率放大电路具有交越失真现象，该部分电路采用了甲乙类互补对称放大电路。为了消除交越失真，采用了二极管偏置的方法。

所述阻抗匹配和功率因数补偿电路用于在所述甲乙类互补对称功率放大电路和超声探头之间实现阻抗匹配，以提高超声输出功率。由于功率放大电路的输出阻抗与超声探头的输入阻抗并不相同，为了提高超声输出功率，尽可能实现最佳输出阻抗匹配，必须在功率放大电路和超声探头之间实现阻抗匹配。该



设备采用了变压器的匹配方式，并设计了多个不同的抽头，以满足在基波、三次谐波、五次谐波点等处工作时也可以实现匹配的要求。

在具体的实施中，由于该系统对频率的稳定性要求很高，当系统输出不同的功率等级时，会对前端信号源的幅值和频率、电压放大电路的静态工作点略有影响。为了消除每个功率等级之间的影响，需要一个信号控制选择部件，以控制每个功率等级下参数。所述信号控制选择部件包括一组继电器，用于控制所述的信号报警部件进行报警、控制所述的频率可跳可调的信号发生电路进行频率调节和微调、调节所述的甲乙类互补对称功率放大电路控制输出功率、和控制阻抗匹配和功率因数补偿电路进行阻抗匹配。由于控制部件主要是通过诸多的继电器来实现，使得操作过程简单可靠、输出的声波功率稳定可靠。所述的信号报警部件为声光报警装置。

在具体的实施中，超声源输出的功率范围是 2 mW~1 W。输出超声波的频率点丰富。（如果采用基频点为 1MHz 的探头，输出超声波的频率可以是 1MHz, 3MHz, 5MHz, 7MHz, 依此类推。）

而作为本发明之二，一种用于量值传递的标准超声源系统的应用方法是这样实现的，

所述方法中包括标准超声源信号控制过程和超声源信号输出过程；  
所述标准超声源信号控制过程包括：信号源产生及信号调理，信号控制选择，信号报警步骤；所述信号源产生及信号调理用于产生正弦波信号，且进行信号放大及信号匹配；所述信号控制选择用于对信号进行输出功率控制、频率调节

和微调控制、阻抗匹配控制和声光报警控制；信号报警用于当信号频率等参数跟探头不匹配时，进行报警。

在具体的实施中，为了保证信号的热稳定性，且在高温、强辐射条件下，具有良好的电声转换稳定性，且机械性能参数和电气参数等均需要保持不变，所述超声探头采用基于铌酸锂单晶片制作的空气背衬的超声探头。

在具体所述方法中包括：

A，信号控制选择步骤：

步骤中，所述信号控制选择部件对信号进行输出功率控制、频率调节和微调控制、阻抗匹配控制和声光报警控制；即将信号控制选择信号分别输入所述频率可跳可调的信号发生电路、所述阻抗匹配和功率因数补偿电路和所述信号报警部件；

B，信号源产生步骤：

所述频率可跳可调的信号发生电路根据所述信号控制选择部件发出的指令，产生频率可跳可调的信号，并将产生的信号输入至所述电压放大电路；

C，信号电压放大步骤：

所述电压放大电路根据输入的信号产生正弦波信号，将电压信号放大到足够高的幅度，以推动后续的功率放大电路；

D，信号功率放大步骤：

所述甲乙类互补对称功率放大电路将经过电压放大步骤后的信号进行功率放大，以驱动后续的超声探头，所述电路采用了甲乙类互补对称放大电路；

E，信号匹配步骤：

所述阻抗匹配和功率因数补偿电路根据步骤 D 输入的信号和所述信号控制选择部件输入的控制信号，在所述甲乙类互补对称功率放大电路和超声探头之间实现最佳阻抗匹配，以提高超声输出功率；

F，信号报警步骤：

当信号频率等参数跟探头不匹配时，如同时选中了两个功率等级，造成输出信号频率偏离基频点或谐振点，所述信号控制选择部件输出报警信号给信号报警部件，进行声光报警；

G，信号输出步骤：

所述阻抗匹配和功率因数补偿电路将信号输入给所述超声探头，进行超声源信号输出过程。

本发明针对目前声学计量领域中使用的超声源设备组成复杂、可靠性差、成本高、频率单一、使用繁琐、长期稳定性差等缺点，设计的标准超声源系统和方法可以稳定地输出多种频率、多种功率等级的超声波，控制方便快捷，可靠性高。同时利用铌酸锂晶片制作的超声波探头时间稳定性和热稳定性好，非常适合于量值传递应用。使用时，首先选定某个频率点（基频或者某个谐振点），然后再操作功率控制。

上述技术方案只是本发明的一种实施方式，对于本领域内的技术人员而言，在本发明公开了应用方法和原理的基础上，很容易做出各种类型的改进或变形，而不仅限于本发明上述具体实施方式所描述的方法，因此前面描述的方式只是优选地，而并不具有限制性的意义。

## 附图说明

图 1 是本发明系统的原理示意图。

图 2 是本发明所述频率可跳可调的信号发生电路示意图；

图 3 是本发明中采用的所述甲乙类互补对称功率放大电路示意图；

图 4 是本发明中所述信号控制选择部件的控制电路图；

图 5 是本发明中，所述信号控制选择部件的各控制部件的示意图；其中图 5a 是报警控制电路原理示意图，图 5b 是输出功率调节原理示意图，图 5c 是频率微调原理示意图，图 5d 是阻抗匹配控制示意图。

下面将结合具体实施方式对本发明上述各幅附图作进一步详细的说明。

## 附图说明

图 1 是本发明系统的原理示意图。

所述系统包括超声探头和信号控制模块。所述信号控制模块包括：信号源产生及信号调理部件，信号控制选择部件，信号报警部件。

所述信号源产生及信号调理部件用于产生正弦波信号，且进行信号放大及信号匹配。所述信号控制选择部件用于对信号进行输出功率控制、频率调节和微调控制、阻抗匹配控制和声光报警控制。信号报警部件用于当信号频率等参数跟探头不匹配时，进行报警。在具体的实施中，所述信号源产生及信号调理部件在所述信号控制选择部件的控制和切换下产生超声源信号并对所述信号进行调理，并将调理后的信号传输给超声探头，发射各频率超声波；当信号频率和超声探头不匹配时进行报警。

在具体的实施中，为了保证信号的热稳定性，且在高温、强辐射条件下，

具有良好的电声转换稳定性，且机械性能参数和电气参数等均需要保持不变，所述超声探头采用基于铌酸锂单晶片制作的空气背衬的超声探头。

在具体的图 1 中，所述的信号源产生及信号调理部件包括频率可跳可调的信号发生电路、电压放大电路、甲乙类互补对称功率放大电路和阻抗匹配和功率因数补偿电路。

所述频率可跳可调的信号发生电路用于产生频率稳定、幅值稳定的正弦波信号，且所述电路能够跳频，且在每个频率点和每个功率等级点下单独地调节输出信号的频率。该部分电路能够产生频率稳定、幅值稳定的正弦波信号。由于铌酸锂晶片具有精确的基频点和谐振点，为了能够输出多种频率的超声波，必须能够调节正弦波信号的频率，为此在传统信号发生电路的基础上设计了频率可跳可调的信号发生电路。信号发生电路可以通过跳频工作在基频、三次谐波、五次谐波或七次谐波点，而且在每个频率点下都可以微调信号频率。从而保证了系统能够输出多种频率的超声波。

所述电压放大电路用于放大信号发生电路产生的正弦波信号，将电压信号放大到足够高的幅度，以推动后续的功率放大电路。该部分电路能够不失真地放大信号源电路产生的正弦波信号。电压放大电路是传统的共射极放大电路。

所述甲乙类互补对称功率放大电路用于将经过电压放大的信号进行功率放大，以驱动后续的超声探头。该部分电路考虑到乙类互补对称功率放大电路具有交越失真现象，该部分电路采用了甲乙类互补对称放大电路。为了消除交越失真，采用了二极管偏置的方法。

所述阻抗匹配和功率因数补偿电路用于在所述甲乙类互补对称功率放大电路和超声探头之间实现阻抗匹配，以提高超声输出功率。由于功率放大电路的

输出阻抗与超声探头的输入阻抗并不相同，为了提高超声输出功率，尽可能实现最佳输出阻抗匹配，必须在功率放大电路和超声探头之间实现阻抗匹配。该设备采用了变压器的匹配方式，并设计了多个不同的抽头，以满足在基波、三次、五次和七次谐波点处工作时也可以实现匹配的要求。

在具体的实施中，由于该系统对频率的稳定性要求很高，当系统输出不同的功率等级时，会对前端信号源的幅值和频率、电压放大电路的静态工作点略有影响。为了消除每个功率等级之间的影响，需要一个信号控制选择部件，以控制每个功率等级下参数。所述信号控制选择部件包括一组继电器，用于控制所述的信号报警部件进行报警、控制所述的频率可跳可调的信号发生电路进行频率调节和微调、控制输出功率、和控制阻抗匹配和功率因数补偿电路进行阻抗匹配。由于控制部件主要是通过诸多的继电器来实现，使得操作过程简单可靠、输出的声波功率稳定可靠。所述的信号报警部件为声光报警装置。

在具体的实施中，超声源输出的功率范围是 2 mW~1 W。

图 2 是本发明所述频率可跳可调的信号发生电路示意图；

图 2 是所述频率可跳可调的信号发生电路，跳频是通过一个多选一开关，分别导通与信号发生芯片连接的电容，实现频率点的选择。调频则是通过与信号发生芯片连接的电位器来调节，通过调节电位器可以微调信号的频率。所述频率可跳可调的信号发生电路用于产生频率稳定、幅值稳定的正弦波信号，且所述电路能够跳频，且在每个频率点和每个功率等级点下单独地调节输出信号的频率。该部分电路能够产生频率稳定、幅值稳定的正弦波信号。由于铌酸锂超

声探头要求其工作在基频点或某个谐振点，以发射多种频率的超声波，所以该部分电路必须能够跳频，且在每个频率点和每个功率等级点下都能够单独地调节输出信号的频率。信号发生电路可以通过跳频工作在基频、三次谐波、五次谐波或七次谐波点，而且在每个频率点下都可以微调信号频率。从而保证了系统能够输出多种频率的超声波。接通 C1,C2,C3,C4 分别是基频、三次、五次和七次谐波跳频。

图 3 是本发明中采用的所述甲乙类互补对称功率放大电路示意图；

所述甲乙类互补对称功率放大电路用于将经过电压放大的信号进行功率放大，以驱动后续的超声探头。该部分电路考虑到乙类互补对称功率放大电路具有交越失真现象，该部分电路采用了甲乙类互补对称放大电路。为了消除交越失真，采用了二极管偏置的方法。

图 4 是本发明中所述信号控制选择部件的控制电路图；图 5 是本发明中，所述信号控制选择部件的各控制部件的示意图；其中图 5a 是报警控制电路原理示意图，图 5b 是输出功率调节原理示意图，图 5c 是频率微调原理示意图，图 5d 是阻抗匹配控制示意图。

所述信号控制选择部件在选定频率的情况下，主要实现声光报警控制（图 5a 所示）、输出功率控制（图 5b 所示）、频率微调控制（图 5c 所示）和阻抗匹配控制（图 5d 所示）等。控制主要是通过诸多的继电器来实现，使得操作过程简单可靠、输出的声波功率稳定可靠。

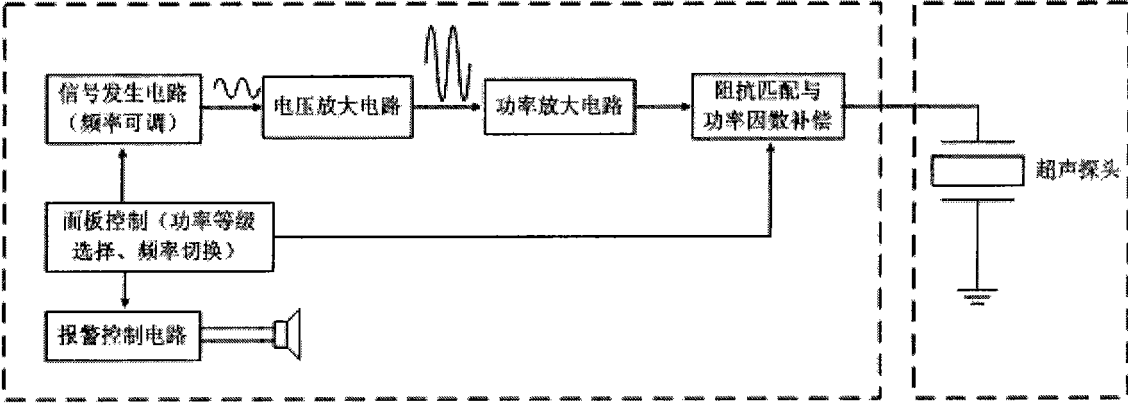


图1

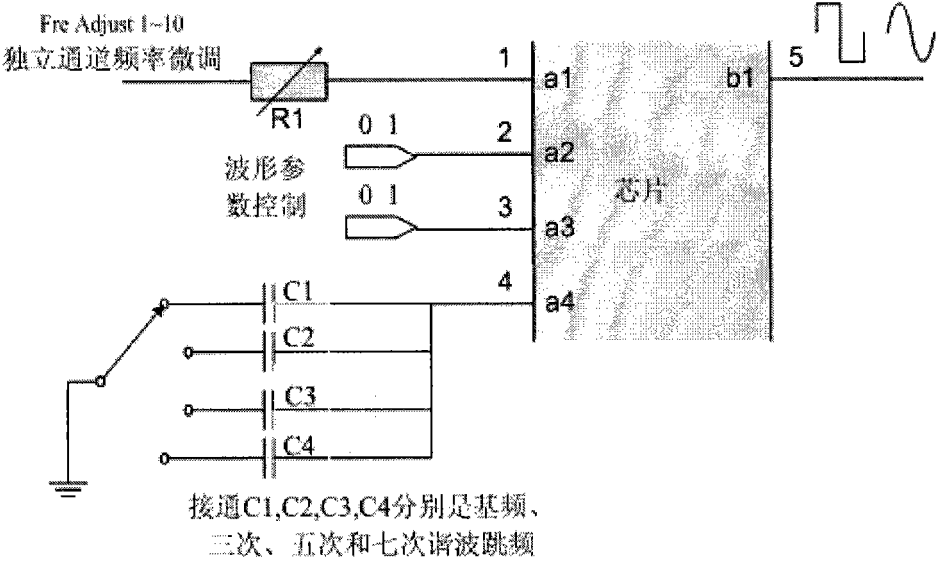


图2



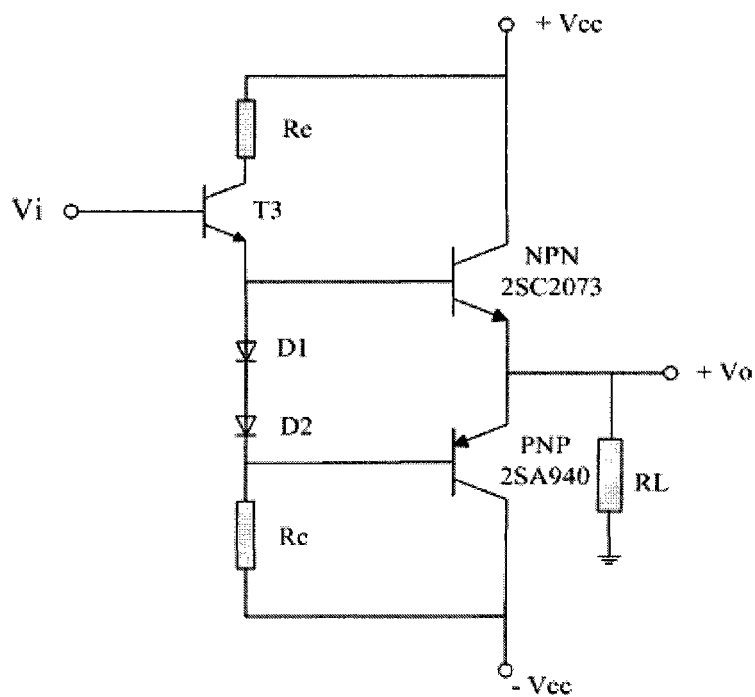


图3

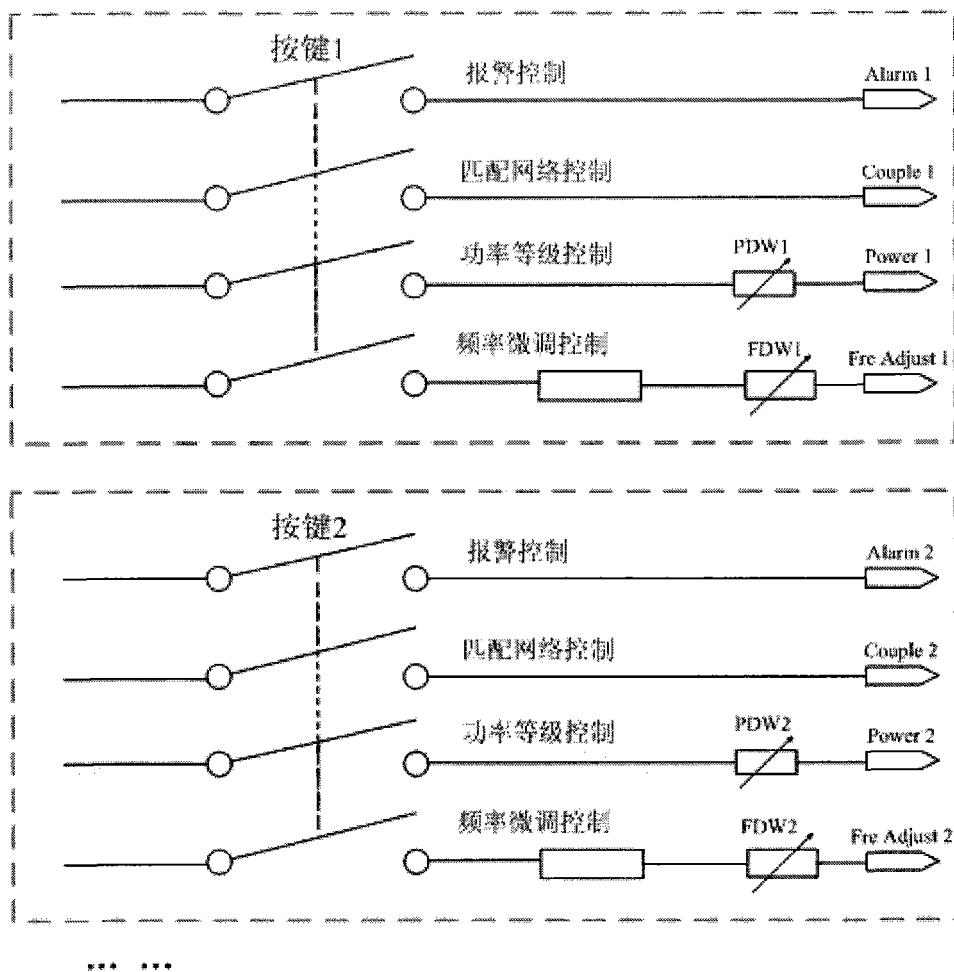


图4

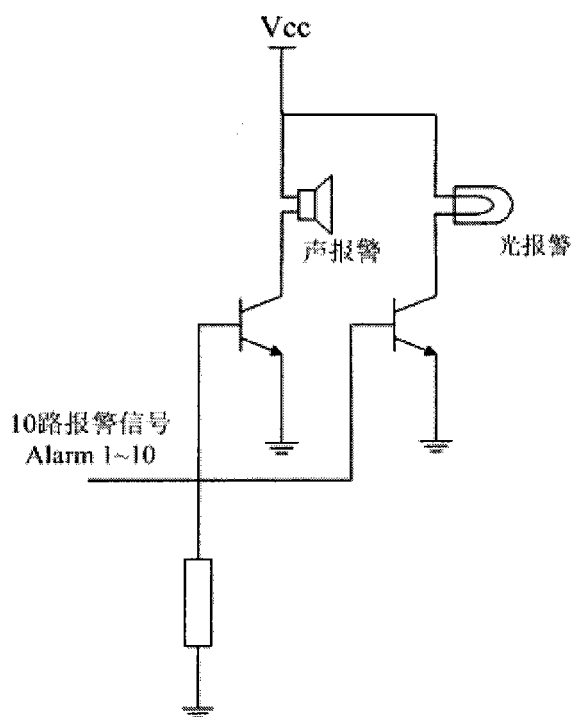


图 5a

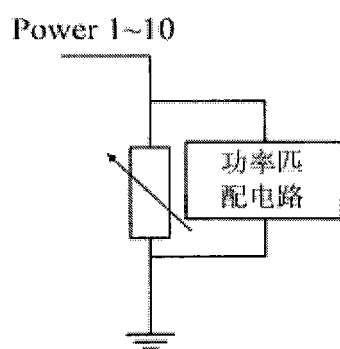


图5b

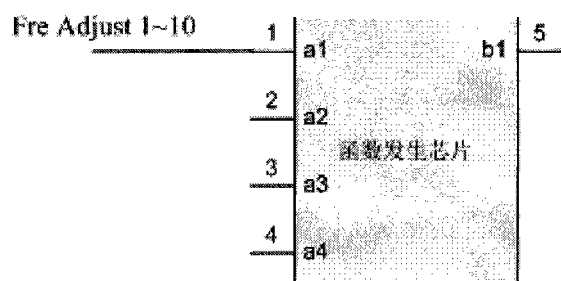


图 5 c

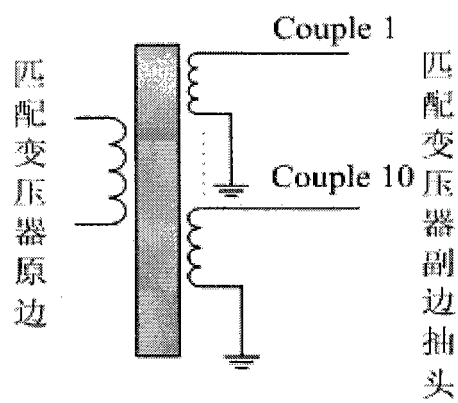


图5d

|                |                                                |         |            |
|----------------|------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 一种用于量值传递的标准超声源系统及其应用方法                         |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN101118175A</a>                   | 公开(公告)日 | 2008-02-06 |
| 申请号            | CN200710120651.4                               | 申请日     | 2007-08-23 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 中国计量科学研究院                                      |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 中国计量科学研究院                                      |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 中国计量科学研究院                                      |         |            |
| [标]发明人         | 杨平<br>边文萍<br>朱岩                                |         |            |
| 发明人            | 杨平<br>边文萍<br>朱岩                                |         |            |
| IPC分类号         | G01H3/10 B06B1/00 A61B8/00 A61N7/00            |         |            |
| 代理人(译)         | 刘明华                                            |         |            |
| 其他公开文献         | CN100535617C                                   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a> |         |            |

#### 摘要(译)

本发明属于一种标准超声源的设计，属于声学计量领域，尤其涉及一种用于量值传递的标准超声源系统及其应用方法，所述系统包括超声探头和信号控制模块。所述信号控制模块包括信号源产生及信号调理部件，信号控制选择部件，信号报警部件。本发明针对目前声学计量领域中使用的超声源设备组成复杂、可靠性差、成本高、频率单一、使用繁琐、长期稳定性差等缺点，设计的标准超声源系统和方法可以稳定地输出多种频率、多种功率等级的超声波，控制方便快捷，可靠性高。同时利用铌酸锂晶片制作的超声波探头时间稳定性和热稳定性好，非常适合于量值传递应用。

