



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103169505 A

(43) 申请公布日 2013. 06. 26

(21) 申请号 201310087410. X

(22) 申请日 2013. 03. 19

(71) 申请人 何宗彦

地址 100021 北京市朝阳区霄云路 32 号

(72) 发明人 何宗彦

(74) 专利代理机构 北京中建联合知识产权代理
事务所 11004

代理人 朱丽岩 田世琰

(51) Int. Cl.

A61B 8/08 (2006. 01)

G01S 15/02 (2006. 01)

G01N 29/04 (2006. 01)

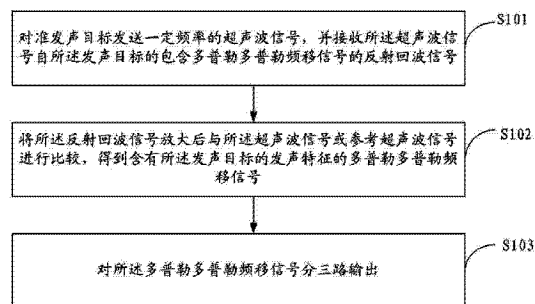
权利要求书3页 说明书16页 附图9页

(54) 发明名称

一种多普勒超声拾音分析处理方法及装置

(57) 摘要

本发明涉及一种多普勒超声拾音分析处理方法及装置,所述方法包括以下步骤:对准包含声带、随声带产生振动的人体组织或共鸣部位以及非生命发声体在内的发声目标发送一定频率的超声波信号,并接收所述超声波信号自发声目标返回的反射回波信号;将反射回波信号放大后与超声波信号或参考超声波信号比较,得到含有所述发声目标发声特征的多普勒频移信号;对多普勒频移信号分以音频信号、可视谱图输出进行相应的应用或灯光信号输出。本发明基于多普勒超声原理,通过向发声目标发送超声波信号,接受回波信号分析处理,提取出含有所述发声目标的发声特征的多普勒频移信号后,以音频或可视谱图输出或灯光信号输出,克服了普通麦克风和骨传感麦克风的缺点。



1. 一种多普勒超声拾音分析处理方法,其特征在于,包括以下步骤:

对准包含声带、随声带产生振动的人体组织或共鸣部位以及非生命发声体在内的发声目标发送一定频率的超声波信号,并接收所述超声波信号自所述发声目标返回的包含多普勒频移信号的反射回波信号;

将所述反射回波信号放大后与所述超声波信号或参考超声波信号进行比较,得到含有所述发声目标的发声特征的多普勒频移信号;

对所述多普勒频移信号分三路输出:

一路信号经音频放大处理后以音频信号输出;

一路信号经处理得到所述发声目标的发声振动的特征参数后转换成可反映所述发声目标的发声特性和发声品质指标的可视谱图输出进行相应的运用;

一路信号处理后作为反映所述发声目标的发声状况的灯光信号输出。

2. 根据权利要求1所述多普勒超声拾音分析处理方法,其特征在于,所述随声带产生振动的人体组织包括人体的骨骼和皮肤;所述共鸣部位是指人体内的腔体,包括额窦、筛窦、蝶窦、上颌窦、鼻窦、气管、食管、口腔、咽腔、喉腔、胃和胸腔;所述非生命发声体包括乐器的振动部件或共鸣腔体,运转中的设备、机器或工具以及因承受载荷而发声的人工或天然材料;

所述发声特性和发声品质指标包括:

可用于声带、咽腔和相关肌肉群病变诊断使用的声带振动频率异常、振动强度异常、时间异常、频谱分布异常、频谱离散度异常和频谱包络异常;

可用于辅助声乐教学和发声训练使用的歌唱者的音准、音色、音强、语音、共鸣位置准确度和共鸣强度;

可用于进行声纹确认使用的人的声带振动频率特征、振动强度特征、语音时值特征、频谱分布特征、频谱离散度特征、频谱包络特征、发特定语音时的共鸣峰值特征,共鸣位置特征、不同共鸣位置的共鸣强度、频谱分布特征;

可用于乐器演奏训练、乐器质量鉴定或乐器生产工艺改进时参考使用的乐器的音准,音质,共鸣位置准确度和共鸣强度;

可用于生产设备、机器或工具的缺陷探测、设计优化或降噪措施辅助使用的运转设备、机器或工具产生噪音的振幅-频率谱图中共振峰分布和不同部位振幅值差异。

3. 根据权利要求1所述多普勒超声拾音分析处理方法,其特征在于,所述超声波信号的频率不低于0.02MHz。

4. 根据权利要求1所述多普勒超声拾音分析处理方法,其特征在于,所述超声波信号的发送与所述反射回波信号的接受包括用不同的超声波换能器发射和接受的连续发射和接受模式以及用同一个超声波换能器轮换发射和接受的脉冲式发射和接收模式。

5. 根据权利要求1所述多普勒超声拾音分析处理方法,其特征在于,所述发声目标的发声振动的特征参数包括声音主频和谐振频率、共振峰值、频谱分布、各频率对应振幅、频谱离散度、频谱包络、振动位相、实时频率、实时振幅。

6. 根据权利要求1所述多普勒超声拾音分析处理方法,其特征在于,所述可视谱图包括频谱分布图、频移-时间谱图、振幅-时间谱图、振幅-频率谱图、功率谱图和频移-振幅-时间3D谱图。

7. 一种多普勒超声拾音分析处理装置,其特征在于,包括中央控制单元以及与所述中央控制单元连接的:

超声波拾音模块,用于在所述中央控制单元控制下对准发声目标发送一定频率的超声波信号,接收所述超声波信号自所述发声目标返回的包含多普勒频移信号的反射回波信号;

多普勒频移信号生成模块,用于在所述中央控制单元控制下,将所述反射回波信号放大后与所述超声波信号进行比较得到含有所述发声目标的发声特征的多普勒频移信号;

输出模块,用于对所述多普勒频移信号分三路输出:

一路信号经音频放大处理后以音频信号输出;

一路信号经处理得到所述发声目标的发声振动的特征参数后转换成可反映所述发声目标的发声特性和发声品质指标的可视谱图方式输出;

一路信号处理后作为反映所述发声目标的发声状况的灯光信号输出。

8. 根据权利要求7所述多普勒超声拾音分析处理装置,其特征在于,所述超声波拾音模块包括:

超声波振荡器,用于对准所述发声目标发送超声波信号;

压电陶瓷晶片,用于接收所述超声波信号的包含多普勒频移信号的所述反射回波信号。

9. 根据权利要求7所述多普勒超声拾音分析处理装置,其特征在于,所述多普勒频移信号生成模块包括:

选频放大器,用于将所述压电陶瓷晶片接收的包含多普勒频移信号的所述反射回波信号进行选频放大后输出;

调制器,用于将所述选频放大器放大处理后的信号与所述超声波振荡器发射的所述超声波信号进行对比,调制成稳定的高频射频振荡信号;以及

带通滤波器,用于去除所述高频射频振荡信号中的杂音与分解混合频率,提取出可用的多普勒频移信号。

10. 根据权利要求7所述多普勒超声拾音分析处理装置,其特征在于,所述输出模块包括有:

声音输出模块,用于将所述多普勒频移信号的一路信号经音频放大后通过声音输出设备播出;

可视谱图输出模块,用于对所述多普勒频移信号的一路信号进行分析处理得到所述发声目标的发声振动的特征参数后转换成可提供所述发声目标的发声特性和发声品质指标的可视谱图输出;

灯光监视模块,用于将所述多普勒频移信号的一路信号经LED驱动电路后输出至LED灯用于发声状况的灯光监视。

11. 根据权利要求10所述多普勒超声拾音分析处理装置,其特征在于,所述声音输出模块包括音频放大器以及与所述音频放大器连接的声音输出设备。

12. 根据权利要求11所述多普勒超声拾音分析处理装置,其特征在于,所述声音输出设备包括扬声器或耳机。

13. 根据权利要求10所述多普勒超声拾音分析处理装置,其特征在于,所述可视谱图

输出模块包括频谱分析处理器以及所述频谱分析处理器连接的显示单元。

14. 根据权利要求 13 所述多普勒超声拾音分析处理装置,其特征在于,所述频谱分析处理器采用由多个带通频率不同的带通滤波器联组成的带通滤波器阵列或傅里叶变换器。

15. 根据权利要求 10 所述多普勒超声拾音分析处理装置,其特征在于,所述灯光监视模块包括 LED 驱动电路以及与所述 LED 驱动电路连接的 LED 灯。

一种多普勒超声拾音分析处理方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及拾音技术领域,具体涉及一种多普勒超声拾音分析处理方法及装置。

[0002]

背景技术

[0003] 到目前为止,将发声物体产生的机械振动转换为电信号的方法大多通过麦克风来完成。早期的麦克风内置碳粉盒,发出的声音引起空气振动,空气的振动使碳粉产生同步振动,造成碳粉电阻变化,从而得到反应声音特征的电信号。现代动圈式麦克风的工作原理是:声音通过空气传播使震膜震动,震膜上的线圈绕组和环绕在动圈头的磁铁形成磁力线切割,从而产生与声音相应的微弱电流信号。另一种驻极体麦克风的工作原理则是:声音通过空气使震膜震动,导致上震膜和下金属铁片的距离产生变化,使其电容改变,形成与声音特征匹配的电流阻抗。

[0004] 常规麦克风有一些明显的不足之处。比如,由于声带或乐器发声总是通过空气的同步振动才能传到麦克风转变为电信号,周围环境的其它声音不可避免也会传送到麦克风后被放大,并通过扬声器或耳机将不需要的电信号转变为环境噪音放出。要想在嘈杂的环境让对方听清楚,就必须放开喉咙不顾隐私。此外,要想得到较好的拾音效果,发声需对准麦克风方向且不能超过一定距离。位置固定的麦克风必然限制演讲和歌唱者的活动范围和面部朝向,随身携带的或固定在头上的无线麦克风既不方便又影响外观。另一个经常发生的问题是:麦克风和扬声器之间很容易产生声音信号的正反馈,而出现烦人的啸叫声,类似的问题还表现为通讯中严重的重音现象(通话者能听到自己声音的重复)。

[0005] 为解决这些问题,国内外公开了很多专利。如美国专利 US7477751 采用压力传感器阵列接受声音信号来消除环境噪音。中国专利 201210151029.0 公开了所谓骨传感助讲器的技术和设备,通过骨传导拾音器与使用者的颈部皮肤保持接触,使用者声带振动引起的头颈部软组织的颤动,可通过皮肤传递到骨传导拾音器上,并转变成电信号。中国专利 201110050676.8 提出了一种移动电话耳麦装置,具有从使用者外耳道的空气中拾取其声带传导的语音信号功能,以克服现有耳麦装置在高噪声环境下拾音效果差的问题。中国专利 201010230464.3 公开一种基于传感器获取声音信号的方法及装置,其采用加速度传感器和/或陀螺仪感测物体的振动,获取运动感测数据,通过运算处理,得到声音信号,以屏蔽环境噪声。中国专利 200920245210.1 利用人体骨络对声振动的传导特性进行声音传导。使用时将其紧贴在面部,讲话者声带的振动引起其颅骨振动,紧贴面部的骨导送话器拾取了颅骨的振动信号,并将振动信号转换成电信号。来自日本的专利申请 200810001633.9 采用骨传导麦克风并合并到音乐台上的声音收集器中,检查来自骨传导麦克风的振动信号,以查看教师的声带是否振动;当答案为肯定时,将语音信号从近距通话式麦克风传送到传送器模块,使得声音收集器不允许传送器模块传送表示诸如音调的噪声的语音信号;由此,音乐演奏系统防止学生听到从耳机中再现的音调。中国专利 200520034936.2 公开了一种骨传导麦克风,在外壳内部安装有至少一个麦克风,麦克风的收音面与固定在外壳顶部的振动

面间形成密闭气室结构,振动面与外壳间为柔性连接,当手持机的听筒位于人耳部附近时,骨传导麦克风设置在能够接触到使用者面部的位置,骨传导麦克风与手持机壳体间为柔性连接,以在嘈杂环境中满足对话的需要。来自日本的专利申请 2003820167.4 公开了一种听诊器式传声器,它安装在人体皮肤表面以获取由交谈活动(口腔运动)但却没有使用规则声带振动来表达的不可听杂音的经人体传播的振动音。振动音可以用于蜂窝电话的通信。此外,通过将由人体传送的不可听杂音的振动音作为分析和参数化的目标,可以实现一种作为个人移动信息终端的新的输入方法的无声识别。

[0006] 上述专利公开的骨传导麦克风(拾音器)与常规麦克风的主要区别在于不需要或较少通过空气的中介直接将来自皮肤或骨骼的振动转换为电信号。声带的振动一方面会造成喉管,口腔,鼻腔,头腔和胸腔空气的共振传出口外,另一方面也会引起与声带连接的肌肉,骨骼,脂肪和皮肤组织的振动向外传播。前一种方式受到的阻力小,声带发出的声音因共鸣而增大。后一方式则完全不同。因非弹性体的人体组织,如肌肉,脂肪和结缔组织,对声音的传播有很大的阻尼作用,传到皮肤的振动会十分微弱,且声音特征也有明显改变。所以骨传感麦克风最好通过弹性较好,阻尼较小的骨骼来传导声音,麦克风就需要贴近骨头(如颧骨,额骨和颈椎骨),但离声带越远,传音效果越差,可选择的合适骨骼面有限,不方便也不美观。总之,骨传导麦克风局限性也很大。

发明内容

[0007] 本发明的目的是为了克服现有技术中的上述缺点而提供一种针对声带、随声带产生振动的人体组织或共鸣部位以及非生命发声体的多普勒超声拾音分析处理方法及装置。

[0008] 本发明是这样实现的,一种多普勒超声拾音分析处理方法,包括以下步骤:

对准包含声带、随声带产生振动的人体组织或共鸣部位以及非生命发声体在内的发声目标发送一定频率的超声波信号,并接收所述超声波信号自所述发声目标返回的包含多普勒频移信号的反射回波信号;

将所述反射回波信号放大后与所述超声波信号或参考超声波信号进行比较,得到含有所述发声目标的发声特征的多普勒频移信号;

对所述多普勒频移信号分三路输出:

一路信号经音频放大处理后以音频信号输出;

一路信号经处理得到所述发声目标的发声振动的特征参数后转换成可反映所述发声目标的发声特性和发声品质指标的可视谱图输出进行相应的运用;

一路信号处理后作为反映所述发声目标的发声状况的灯光信号输出。

[0009] 所述随声带产生振动的人体组织包括人体的骨骼和皮肤;所述共鸣部位是指人体内的腔体,包括额窦、筛窦、蝶窦、上颌窦、鼻窦、气管、食管、口腔、咽腔、喉腔、胃和胸腔;所述非生命发声体包括乐器的振动部件或共鸣腔体,运转中的设备、机器或工具以及因承受载荷而发声的人工或天然材料;

所述发声特性和发声品质指标包括:

可用于声带、咽腔和相关肌肉群病变诊断使用的声带振动频率异常、振动强度异常、时间异常、频谱分布异常、频谱离散度异常和频谱包络异常;

可用于辅助声乐教学和发声训练使用的歌唱者的音准、音色、音强、语音、共鸣位置准

确度和共鸣强度；

可用于进行声纹确认使用的人的声带振动频率特征、振动强度特征、语音时值特征、频谱分布特征、频谱离散度特征、频谱包络特征、发特定语音时的共鸣峰值特征，共鸣位置特征、不同共鸣位置的共鸣强度、频谱分布特征；

可用于乐器演奏训练、乐器质量鉴定或乐器生产工艺改进时参考使用的乐器的音准，音质，共鸣位置准确度和共鸣强度；

可用于生产设备、机器或工具的缺陷探测、设计优化或降噪措施辅助使用的运转设备、机器或工具产生噪音的振幅－频率谱图中共振峰分布和不同部位振幅值差异。

[0010] 所述超声波信号的频率不低于 0.02MHz。

[0011] 所述超声波信号的发送与所述反射回波信号的接受包括用不同的超声波换能器发射和接受的连续发射和接受模式以及用同一个超声波换能器轮换发射和接受的脉冲式发射和接收模式。

[0012] 所述发声目标的发声振动的特征参数包括声音主频和谐振频率、共振峰值、频谱分布、各频率对应振幅、频谱离散度、频谱包络、振动位相、实时频率、实时振幅。

[0013] 所述可视谱图包括频谱分布图、频移－时间谱图、振幅－时间谱图、振幅－频率谱图、功率谱图和频移－振幅－时间 3D 谱图。

[0014] 本发明的目的还在于提供一种多普勒超声拾音分析处理装置，包括中央控制单元以及与所述中央控制单元连接的：

超声波拾音模块，用于在所述中央控制单元控制下对准发声目标发送一定频率的超声波信号，接收所述超声波信号自所述发声目标返回的包含多普勒频移信号的反射回波信号；

多普勒频移信号生成模块，用于在所述中央控制单元控制下，将所述反射回波信号放大后与所述超声波信号进行比较得到含有所述发声目标的发声特征的多普勒频移信号；

输出模块，用于对所述多普勒频移信号分三路输出：

一路信号经音频放大处理后以音频信号输出；

一路信号经处理得到所述发声目标的发声振动的特征参数后转换成可反映所述发声目标的发声特性和发声品质指标的可视谱图方式输出；

一路信号处理后作为反映所述发声目标的发声状况的灯光信号输出。

[0015] 所述超声波拾音模块包括：

超声波振荡器，用于对准所述发声目标发送超声波信号；

压电陶瓷晶片，用于接收所述超声波信号的包含多普勒频移信号的所述反射回波信号。

[0016] 所述多普勒频移信号生成模块包括：

选频放大器，用于将所述压电陶瓷晶片接收的包含多普勒频移信号的所述反射回波信号进行选频放大后输出；

调制器，用于将所述选频放大器放大处理后的信号与所述超声波振荡器发射的所述超声波信号进行对比，调制成稳定的高频射频振荡信号；以及

带通滤波器，用于去除所述高频射频振荡信号中的杂音与分解混合频率，提取出可用的多普勒频移信号。

[0017] 所述输出模块包括有：

声音输出模块,用于将所述多普勒频移信号的一路信号经音频放大后通过声音输出设备播出；

可视谱图输出模块,用于对所述多普勒频移信号的一路信号进行分析处理得到所述发声目标的发声振动的特征参数后转换成可提供所述发声目标的发声特性和发声品质指标的可视谱图输出；

灯光监视模块,用于将所述多普勒频移信号的一路信号经 LED 驱动电路后输出至 LED 灯用于发声状况的灯光监视。

[0018] 所述声音输出模块包括音频放大器以及与所述音频放大器连接的声音输出设备。

[0019] 所述声音输出设备包括扬声器或耳机。

[0020] 所述可视谱图输出模块包括频谱分析处理器以及所述频谱分析处理器连接的显示单元。

[0021] 所述频谱分析处理器为采用由多个带通频率不同的带通滤波器联组成的带通滤波器阵列或傅里叶变换器。

[0022] 所述灯光监视模块包括 LED 驱动电路以及与所述 LED 驱动电路连接的 LED 灯。

[0023] 本发明基于多普勒超声原理,通过向发声目标,如声带和与声带产生共鸣的组织或部位发送超声波,由于发声目标的振动,接收到的回波与发射波不一致,经放大后与原来的发射波信号或参考信号进行混频、解调,提取出包含发声体振动的特征参数的多普勒信号,包括频率、振幅、位相和频谱分布等,该多普勒信号通过处理放大,可转换为音频信号后由扬声器播出,也可转换成可视图形输出在各方面得到运用,如声乐教学辅助,声带病变频谱分析,设备运转特性分析,承载材料缺陷探测和声纹确认,克服了普通麦克风和骨传感麦克风的缺点。

附图说明

[0024] 图 1 所示为本发明实施例提供的多普勒超声拾音分析处理方法的流程图；

图 2 所示为本发明实施例提供的一种多普勒超声拾音分析处理的结构框图；

图 3 所示为本发明实施例提供的带通滤波器的阵列示意图；

图 4A-4C 所示为本发明实施例提供的多普勒频谱分布示意图；

图 5 所示为本发明实施例提供的多普勒频移 - 时间谱图示意图；

图 6 所示为本发明实施例提供的某车床主轴箱体振幅 - 频率谱图；

图 7 所示为本发明实施例提供的承载材料内部缺陷发声的振幅 - 时间谱图示意图；

图 8 所示为压电陶瓷晶片可与皮肤紧密连接的超声拾音模块的结构示意图；

图 9 A-9B 所示为两种手执式超声拾音模块的结构示意图；

图 10 所示为本发明实施例提供的多普勒超声拾音分析处理方法的信号处理的软件流程图。

具体实施方式

[0025] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图,对本发明进行进一步详细说明。

[0026] 参见图 1 所示,该图示出了本发明实施例提供的一种多普勒超声拾音分析处理方法的流程,为了便于说明,仅示出了与本发明实施例有关的部分。

[0027] 参见图 1 所示,所述的多普勒超声拾音分析处理方法,包括以下步骤:

S101:对包含声带、随声带产生振动的人体组织或共鸣部位以及非生命发声体在内的准发声目标发送一定频率的超声波信号,并接收所述超声波信号自所述发声目标返回的包含多普勒频移信号的反射回波信号;

S102:将所述反射回波信号放大后与所述超声波信号或参考超声波信号进行比较,得到含有所述发声目标的发声特征的多普勒频移信号;

S103:对所述多普勒频移信号分三路输出:

其中,一路信号经音频放大处理后以音频信号输出;

一路信号经处理得到所述发声目标的发声振动的特征参数后转换成可反映所述发声目标的发声特性和发声品质指标的可视谱图输出进行相应的运用;

一路信号处理后作为反映所述发声目标的发声状况的灯光信号输出。

[0028] 本发明实施例中,所述超声波信号的频率不低于 0.02MHz。

[0029] 本发明实施例中,所述随声带产生振动的人体组织包括人体的骨骼和皮肤;所述共鸣部位是指人体内不可控和可控的腔体,前者包括额窦,筛窦,蝶窦,上颌窦,鼻窦,气管和食管;后者包括口腔,咽腔,喉腔,胃和胸腔;所述非生命发声体包括乐器的振动部件或共鸣腔体,运转中的设备、机器或工具以及因承受载荷而发声的人工或天然材料;

所述发声特性和发声品质指标包括:

可用于声带、咽腔和相关肌肉群病变诊断使用的声带振动频率异常、振动强度异常、时间异常、频谱分布异常、频谱离散度异常和频谱包络异常;

可用于辅助声乐教学和发声训练使用的歌唱者的音准、音色、音强、语音、共鸣位置准确度和共鸣强度;

可用于进行声纹确认使用的人的声带振动频率特征、振动强度特征、语音时值特征、频谱分布特征、频谱离散度特征、频谱包络特征、发特定语音时的共鸣峰值特征,共鸣位置特征、不同共鸣位置的共鸣强度、频谱分布特征;

可用于乐器演奏训练、乐器质量鉴定或乐器生产工艺改进时参考使用的乐器的音准,音质,共鸣位置准确度和共鸣强度;

可用于生产设备、机器或工具的缺陷探测、设计优化或降噪措施辅助使用的运转设备、机器或工具产生噪音的振幅-频率谱图中共振峰分布和不同部位振幅值差异。

[0030] 本发明实施例中,所述可视谱图包括频谱分布图、频移-时间谱图、振幅-时间谱图、振幅-频率谱图、功率谱图和频移-振幅-时间 3D 谱图。

[0031] 本发明实施例中,所述发声目标的发声振动的特征参数包括声音主频和谐振频率、共振峰值、频谱分布、各频率对应振幅、频谱离散度、频谱包络、振动位相、实时频率、实时振幅。

[0032] 本发明实施例所述方法在提取出可用的多普勒频移信号,一路信号经音频放大后可用扬声器监听或播放,一路信号经处理后可用于发声状况的灯光监视,一路信号经频谱分析处理后显示出频谱图,包括频移-时间图或其他可视图形,供工业,医学或音乐教学等方面的参考。

[0033] 本发明在运用于包括声带、咽腔和相关肌肉群病变诊断时的参考时,所述发声特性和发声品质指标包括声带振动频率异常、振动强度异常、时间异常、频谱分布异常、频谱离散度异常和频谱包络异常。

[0034] 本发明在运用包括辅助声乐教学和发声训练时,所述发声特性和发声品质指标包括歌唱者的音准,音色,音强,语音,共鸣位置准确度和共鸣强度。

[0035] 运用于通过拾音而作相关频谱分析进行声纹确认时,所述发声特性和发声品质指标包括声纹确认人的声带振动频率特征,振动强度特征,语音时值特征,频谱分布特征,频谱离散度特征,频谱包络特征,发特定语音时的共鸣峰值特征,共鸣位置特征,不同共鸣位置的共鸣强度,频谱分布特征。

[0036] 本发明运用于乐器演奏训练,乐器质量鉴定和乐器生产工艺改进时的参考时,所述发声特性和发声品质指标包括乐器的音准,音质,共鸣位置准确度和共鸣强度。

[0037] 本发明运用于包括生产设备,机器或工具的缺陷探测,设计优化和降噪措施的辅助运用时,所述发声特性包括运转设备,机器或工具产生噪音的振幅-频率谱图中共振峰分布和不同部位振幅值差异。

[0038] 本发明运用于包括承载材料缺陷探测和突发性破坏事件的预测、预警时。所述发声特性包括承载材料产生噪音的实时频率特性,实时振幅特性,超过一定水平的实时振幅数,频谱分布特性,振幅分布特性,振幅-频率谱图中共振峰分布特性和不同部位振幅值差异。

[0039] 本发明实施例还提供一种多普勒超声拾音分析处理装置,参见图 2 所示,所述多普勒超声拾音分析处理装置包括中央控制单元以及与所述中央控制单元连接的超声波拾音模块、多普勒频移信号生成模块以及输出模块:

超声波拾音模块,用于在所述中央控制单元控制下对准发声目标发送一定频率的超声波信号,接收所述超声波信号自所述发声目标返回的包含多普勒频移信号的反射回波信号;

多普勒频移信号生成模块,用于在所述中央控制单元控制下,将所述反射回波信号放大后与所述超声波信号进行比较得到含有所述发声目标的发声特征的多普勒频移信号;

输出模块,用于对所述多普勒频移信号分三路输出:一路信号经音频放大处理后以音频信号输出;一路信号经处理得到所述发声目标的发声振动的特征参数后转换成可反映所述发声目标的发声特性和发声品质指标的可视谱图方式输出;一路信号处理后作为反映所述发声目标的发声状况的灯光信号输出。

[0040] 参见图 2 所示,本发明实施例中,所述超声波拾音模块包括:

超声波振荡器,用于对准所述发声目标发送超声波信号;

压电陶瓷晶片,用于接收所述超声波信号的包含多普勒频移信号的所述反射回波信号。

[0041] 本发明实施例中,所述超声波振荡器至少为一个,所述压电陶瓷晶片至少为一个,所述超声波振荡器能够向人体的声带或身体产生共鸣的部位以及其它非生命发声体发射超声波,所述压电陶瓷晶片能接受这些超声发射目标物反射回来的超声波,通过多普勒频移信号生成模块将发射波信号(或参考超声波信号)与反射回波信号进行比较,得到含有超声发射目标物发声特征的多普勒频移信号,多普勒频移信号通过处理器处理和放大转换为

音频信号,通过有线或无线的传输方式送到扬声器或耳机播放,也可将多普勒频移信号做进一步频谱分析,供各种研究和分析的运用。

[0042] 参见图 2 所示,本发明实施例中,所述多普勒频移信号生成模块包括:

选频放大器,用于将所述压电陶瓷晶片接收的包含多普勒频移信号的所述反射回波信号进行选频放大后输出;

调制器,用于将所述选频放大器放大处理后的信号与所述超声波振荡器发射的所述超声波信号进行对比,调制成稳定的高频射频振荡信号;以及,

带通滤波器,用于去除所述高频射频振荡信号中的杂音与分解混合频率,提取出可用的多普勒频移信号。

[0043] 本发明实施例中,所述输出模块包括有:

声音输出模块,用于将所述多普勒频移信号的一路信号经音频放大后通过声音输出设备播出;

可视谱图输出模块,用于对所述多普勒频移信号的一路信号进行分析处理得到所述发声目标的发声振动的特征参数后转换成可提供所述发声目标的发声特性和发声品质指标的可视谱图输出;

灯光监视模块,用于将所述多普勒频移信号的一路信号经 LED 驱动电路后输出至 LED 灯用于发声状况的灯光监视。

[0044] 参见图 2 所示,本发明实施例中,所述声音输出模块包括音频放大器以及与所述音频放大器连接的声音输出设备。

[0045] 本发明实施例所述多普勒超声拾音分析处理装置用于音频输出时,可以是作为便携式个人语音放大器。

[0046] 本发明实施例中,所述声音输出设备包括扬声器或耳机。

[0047] 参见图 2 所示,本发明实施例中,所述可视谱图输出模块包括频谱分析处理器以及所述频谱分析处理器连接的显示单元。所述频谱分析处理器为由多个带通频率不同的带通滤波器联组成的带通滤波器阵列或傅里叶变换器。

[0048] 所述显示单元,有至少两种显示方式:

1)数码管方式:采用 4 位或 4 位以上高亮度 LED。分辨率保留小数点后一位。每位 LED 受一个 CD4511BCD 码驱动器驱动,单片机的 P1 口向各驱动器提供数据。2)液晶显示屏方式:采用能显示图形的液晶触摸屏,内含中英文文字和选用图形,通过编程方式让图形显示出来。

[0049] 参见图 2 所示,本发明实施例中,所述灯光监视模块包括 LED 驱动电路以及与所述 LED 驱动电路连接的 LED 灯。

[0050] 本发明实施例中,所述中央控制单元作为检测控制和数据处理的中央单元,其基本功能如下:

* 确定信号采集的正确步骤,判断采集时初始条件的正确与否。

[0051] * 对采样数据进行统计和计算。

[0052] * 将计算结果送至音频放大器放大。

[0053] * 将音频信号送到扬声器播放。

[0054] * 将计算结果送至频谱分析处理器。

[0055] * 将图形送至显示器显示。

[0056] * 存储检测结果或通过接口连接 RAM 数据存储器存储数据。

[0057] * 声光报警控制。

[0058] 进行声光报警时,可将蜂鸣器与所述中央控制单元(如单片机的 INT0 口)连接来组成。当条件合适时(比如拾音部位的皮肤温度不再变化),蜂鸣器发声,提示可以开始发射超声波。检测完成时,提示可以结束。当操作失误时,能自动报警。

[0059] 本发明实施例中,所述多普勒超声拾音分析处理装置的电源可以采用 6V 或 9V 可充电电池,所用的开关稳压电源电路可直接购买合适的产品安装。要求输出的直流电压稳定性好,功率足以满足所有模块及器件需求。

[0060] 所述多普勒超声拾音分析处理装置的其它零件,如按键,电源开关,插座,插头,接线等均无特殊要求,可买现成产品组装。

[0061] 本发明实施例所述多普勒超声拾音分析处理装置可与处理计算机连接,连接方式可采用有线连接或无线连接方式(如 wi-fi 或 blue tooth),将多普勒超声拾音分析处理装置处理后得到的数据信号传输到处理计算机,作进一步处理,归类,制图和存储。

[0062] 为了有效拾取来自发声目标的声音信号,本发明实施例中,所述超声波信号的发送与所述反射回波信号的接受形式,可以用不同的超声波换能器发射和接受的连续发射和接受模式,或者采用同一个超声波换能器轮换发射和接受的脉冲式发射和接收模式。

[0063] (1) 连续发射和接受模式

即由超声波拾音模块的一个超声波换能器(超声波振荡器)发射出所述频率的连续超声波信号,当声波遇到发声目标(如声带,产生共鸣的组织或部位)时产生反射,通过超声波拾音模块的另一超声波换能器将反射回波检测出来并转成电信号,再经高频放大后与原来的发射频率电信号进行混频、解调,取出多普勒频移信号;然后根据处理和显示方式的不同,可转换成放大的音频信号通过扬声器放出声音,或转换成可视图形以供参考运用。该模式下,对发声目标的振动速度有较强分辨能力,可准确捕捉发声体产生的高频声,而不受尼奎斯特频率的影响。但对发声距离选择性能差(较缺乏距离分辨力)。这是因为声束所经的途径各点信息重叠,会被超声波拾音模块同时接收,使得输出信号无法定位。

[0064] (2) 脉冲式发射和接收模式

以断续方式发射超声波,是由门控制电路来控制发射信号的产生和选通回声信号的接收与放大,借助截取回声信号的时间段来选择发声体的距离,确定其位置。由于发射和接收的信号为脉冲式,可由超声波拾音模块的一个超声波换能器来完成发射和接收双重任务,这对于简化拾音器的结构,避免收、发信号之间的不良耦合,提高拾音质量都有帮助。但该模式易受尼奎斯特频率的影响,即当发声体振动频率超过最大显示频率时,会出现频谱混叠现象,因此对于高频率的发声振动,需要采用较高的显示频率。

[0065] 本发明实施例中,采用上述两种超声波拾音提取方法并通过相应处理后,即可音频输出和频谱图形输出。每种输出都有特别的用途。

[0066] (1) 音频输出

以人声为例,声带的振动频率在 100-1000Hz 左右,所以嗓音的多普勒频移信号在人耳可听的范围。多普勒频移信号可由放大器放大后直接输入扬声器转变为音频信号播出;其音调的高低反映了声带振动频率的高低;其音量的大小反映了声带振幅的大小;其音色

反映了声带振动频率的频谱分布 ;因而播出的音频信号特征与人耳听到的原嗓音基本一致。由此可以设计出原理完全不同的麦克风和相应的人声扩音设备以及运用于固定电话和移动电话的拾音部件。

[0067] (2) 频谱输出 :频谱分析有多种方式可选择,常用方式有两种 :

1) 带通滤波方式 :即让含有复杂频率的多普勒频移信号通过由多个带通频率不同的带通滤波器并联组成的带通滤波阵列,如图 3 所示,含有复杂频率的多普勒频移信号通过 8 个按带通频率高低顺序排列的带通滤波器后,从带通滤波器输出狭窄频率范围的多普勒频移信号。将各个频率的信号及其幅值分拣出来,得到按频率高低顺序排列的输出信号。如果以横轴(X 轴)代表频率,纵轴(Y 轴)代表个频率成分的幅度,则可得到声音的多普勒频谱分布图(图 5)。通过频谱分布图可以获得如下信息 :

a) 频谱的离散度 :即某一瞬间振动频率分布范围的大小。因为许多发声体(如声带或琴弦)的振动,除了主频率(基频或最低频率)外还包括许多其它的振动 :如(1)谐振频率(泛音),(2)歌唱者发高音时,声带主体和边缘同时振动形成的真假声混合频率,(3)歌唱者发长音时,自然或人为的有规律起伏的颤音(vibrato),是在原音高频率上连续微小的升高或降低所导致,类似的还有乐器揉弦或揉键造成的效果。这种颤音在美声唱法中常见。原生态民族唱法中罕见。(4)咳嗽,嘶哑或发声体破裂导致的异常频率。

[0068] 如果歌唱者的共鸣技巧掌握得好,声音的谐振频率就越多,频率分布范围就越大,则频谱的离散度越大,反之,离散度越窄。乐器质量越好,泛音也越多,频谱离散度也越大。频谱离散度是发声体发声特质之一,与音色相关,是声纹识别的重要参数。

[0069] b) 共振峰值 :以频谱曲线的峰值代表特定的共振频率。

[0070] c) 频谱包络 :仍以人声为例,正常的声带发音显示出的频谱包络较光滑,频谱和基线之间常呈现空窗(图 4A);发颤音时,包络呈现有规律的起伏(图 4B)。不正常的或病态下的声带发音显示出的频谱包络十分毛糙,频谱和基线之间为充填状(图 4C)。

[0071] 2) 快速傅里叶变换方式 :任何一个持续一定时间的复杂信号都可以分解成许多不同频率和振幅的正弦波。将提取的多普勒频移信号通过模数转换器数字化后,送入傅里叶变换器,将这些数字信号通过计算成为信号的频谱,最后送入显示处理器以图形方式显示出来。图形的显示方式也有多种,除了上述的频谱分布图外,还有频移-时间谱图,频率-振幅谱图,振幅-时间谱图,功率谱图和三维谱图等。根据频移-时间谱图(见图 5),可以得到以下信息 :

a) 频移时相 :即发声体的振动周期或振动时间,以谱图的横坐标(X 轴)代表,单位为每秒或分。

[0072] b) 频移幅值 :以谱图的纵坐标(Y 轴)显示。它代表发声体振动的主频率(基频)或运动速度的绝对值,前者单位为 Hz,后者单位为 m/s。可以测定的参数包括最高,最低和平均主频率 ;或最大,最低和平均速度绝对值以及加速度绝对值。

[0073] 参见图 2 所示,使用时,所述超声波振荡器(超声波换能器)产生不低于 0.02MHz 的正弦波信号,以激励压电陶瓷晶片朝向发声目标发射超声波。当发射波遇到振动的发声目标时,就会产生含多普勒频移信号的超声波接受回波,压电陶瓷晶片(当采用脉冲模式时,压电陶瓷晶片同时是回波接受晶片,也是发射晶片,当采用连续模式时,压电陶瓷晶片包括发射晶片、回波接受晶片,由回波接受晶片接受回波信号)将接受回波信号,回波信号经选

频放大器放大后,在调制器中与发射信号相同频率的参考信号进行对比,再经过带通滤波器去除杂音和分解混合频率,提取出可用的多普勒频移信号:一路信号进入音频放大器放大后,用扬声器监听或播放,第二路信号经 LED 驱动电路后可用于发声状况的灯光监视,第三路信号将进入频谱分析处理器,在显示屏上显示出频谱图,频移-时间图或其他可视图形,供工业、医学或音乐教学参考。中央控制单元通过导线将控制命令传到上述的所有部件。

[0074] 本发明实施例中,所述超声波拾音模块(包含于超声拾音器中)与分析处理主机(包括所述中央控制单元、多普勒频移信号生成模块以及输出模块)可以通过有线或无线方式连接。

[0075] 有线连接时,所述分析处理主机可提供所述超声波拾音模块所需的指令和电源,接受的超声反射回波传送到分析处理主机均通过导线完成;无线连接时,可采用采用 wi-fi 或蓝牙等无线传输方式在分析处理主机与所述超声波拾音模块之间传输信号,但由于直流电无法传输,电源(电池)必须设置在超声拾音器上。

[0076] 使用时,所述超声拾音模块的超声波换能器发射和接受超声波的一面应放置在靠近发声目标物的部位,并紧贴目标物,或与目标物连接物,或紧贴目标物的共振腔的表面。为了使所述超声拾音模块的超声波换能器紧贴接近发声目标物,如人的声带部位的颈部皮肤,可以采用弹性松紧带、尼龙扣、子母扣和真空吸附装置的进行束紧。为使所述超声拾音模块的超声波换能器紧贴目标物,或与目标物连接物,或目标物的共振腔的表面,并增强发射和接受超声波的效率,在超声波换能器表面和目标物或与目标物连接物或目标物的共振腔的表面之间可涂抹耦合剂,以排出两表面之间的空气。

[0077] 本发明实施例中,包含所述超声波拾音模块的拾音器的外形可根据不同的用途而定:

a) 用于声带振动发声的放大

可设计为带装饰性的领带,围巾,围脖或项圈形状。如图 8 所示,所述压电陶瓷晶片 1 和连接线 2 最好隐藏在这些装饰性的物件 3 之中,再用可伸缩的导线 4 连接到电源和装置的控制部件 5,控制部件 5 可放入上衣口袋内衣或其他不显眼的部位。

[0078] 为保证压电陶瓷晶片与颈部皮肤的紧密接触和位置固定,可采用下面的方式达到目的:人为束紧,让晶片贴近皮肤;用弹性松紧带拉紧,使晶片贴紧皮肤;挤压凸起的弹性橡胶盘,排除其中的空气后,保持位于橡胶盘中心的晶片与皮肤之间因真空而压紧;根据不同的颈部尺寸,设计不同位置的子母扣,利用颈部肌肉和脂肪的弹性,将晶片压紧在皮肤上采用尼龙粘扣连接,根据颈部粗细调整晶片对皮肤的压力大小;采用粘性耦合剂,将晶片部位粘结在颈部皮肤上,还可以大幅提高拾音效率。

[0079] b) 用于声乐教学或病变诊断,探索身体的共鸣部位时

可以设计为手持式,见图 9A,接触皮肤的端面应平整光滑,压电陶瓷晶片 1 外面有一层膜或防护层 6,既能够传递超声波,又能够防止晶片不被汗液侵蚀,手柄 7 长度适中,通过导线 4 与分析处理主机 8 连接。

[0080] 也可通过无线方式,见图 9B,则手柄中需内置电池 10,并带天线 9。外形类似于普通手持式无线麦克风。

[0081] c) 用于乐器声音放大或设备振动监测

可设计成纽扣状,用耦合剂粘结在乐器共鸣板或运转设备上,通过无线方式与分析处理主机联系。

[0082] d) 用于便携式个人语音放大器

可参考图 9A 中的设计,与手持式扬声器(喇叭)通过可伸缩的导线连接。电源电池、多普勒频移信号生成模块和音频放大器均可与扬声器设置为一体。

[0083] 下面,对实现本发明所采用的器件进行说明。

[0084] 所述压电陶瓷晶片采用或订购普通医用多普勒超声器的压电陶瓷晶片,其发射的超声频率不低于 0.02MHz。当采用连续式超声发射-接收模式时,拾音器内还有另外一个压电陶瓷晶片,用来接收反射回波。北京东方金荣超声电器公司生产的 N10-40 系列晶片,具有 4MHz 的谐振频率,温度频差 0.01MHz, < 1.0 Ω 的谐振阻抗, 2+/-20%PF 电容,直径 <10mm,厚度 <1.5mm, 是可能的选择之一。

[0085] 频谱分析处理器可以采用市场上已有成熟的用于医学的多普勒超声信号处理器,比如 DSP2407A,可以直接选购。为了充分发挥 DSP 的高速处理能力,可选用存取速度与 DSP 相仿的外部存储器。采用 CYPRESS 公司 64K 字的 CY7C1021 分别作为外扩程序存储器和外扩数据存储器。外扩数据存储器可存储数秒采样数据(2000Hz 采样率)以供声音频率的运算操作。

[0086] DSP2407A 内嵌有 16 路 AD 采样通道,其采样率可通过对 DSP 的定时器进行编程控制。采样模块对超声多普勒频移信号进行实时排序采样。采用 DSP 的三个可编程控制的通用 I/O 管脚作为模数转换器 DAC0832 的数字高位输入控制,并将超声多普勒频移信号作为 DAC 的参考电压,用以实现对扬声器的 8 个音量级的控制,通过程序初始化可实现开机无噪声的功能。DSP 的外部中断管脚可以方便有效地响应拾音器贴近颈部得到的歌唱者发出的颤音(vibrato)信号;另设有串口跳线选择,方便算法调试。

[0087] 参见图 10 所示,超声多普勒拾音信号算法中对输入超声多普勒频移信号采用 DSP2407A 内嵌 AD 模块进行,采用定时中断采样,并将采样数据采用循环存储的方式存储在外扩 RAM 中;每次运算用指针从最新数据开始往前提取一定时间的数据进行了数字带通滤波和数字全波整流;通过对几种低通滤波算法进行比较,采用了单窗口平滑滤波法进行数字包络检波;对包络信号采用自相关算法计算出瞬时发声频率和颤音频率值;自相关算法可以有效的去除信号中的白噪声;最后对瞬时音频值进行判断和平均中位值滤波处理,通过 DSP 内嵌的串口 SCI 模块输出给显示屏显示。音量控制采用 SCI 接收中断的方式处理。颤音(vibrato)频率则是将最近的五次值(采样率为 2000Hz)平均后输出。该算法能实现了主频率的计算与颤音频率值的实时输出。降噪和包络检波算法的提高,可有效降低频谱计算中的误差。

[0088] 如不采用现存超声信号处理器中的 A/D 转换电路,也可采用但不限于 MAX1911 的 12 位集成电路作为 A/D 转换电路,电路内设置参考超声频率和时钟,此情形下 A/D 转换电路受中央控制单元(可采用单片机)控制,后者通过片选口和读写口启动 A/D 转换,转换完毕由单片机分两次读出转换数据的低 8 位和高 4 位。

[0089] 如不采用现存的超声信号处理器,也可采用但不限于 AT89S52 单片机作为操作控制和数据处理的中央控制处理单元。它是一种低功耗、高性能 CMOS 8 位微控制器,具有 8K 在系统可编程 Flash 存储器。使用 Atmel 公司高密度非易失性存储器技术制造,与工业

80C51 产品指令和引脚完全兼容。片上 Flash 允许程序存储器在系统可编程,亦适于常规编程器。在单芯片上,拥有灵巧的 8 位 CPU 和在系统可编程 Flash,使得 AT89S52 为众多嵌入式控制应用系统提供灵活有效的解决方案。AT89S52 具有以下标准功能:8k 字节 Flash,256 字节 RAM,32 位 I/O 口线,看门狗定时器,2 个数据指针,三个 16 位定时器/计数器,一个 6 向量 2 级中断结构,全双工串行口,片内晶振及时钟电路。另外,AT89S52 可降至 0Hz 静态逻辑操作,支持 2 种软件可选择节电模式。空闲模式下,CPU 停止工作,允许 RAM、定时器/计数器、串口、中断继续工作。掉电保护方式下,RAM 内容被保存,振荡器被冻结,单片机一切工作停止,直到下一个中断或硬件复位为止。

[0090] 本发明实施例所述多普勒超声拾音分析处理方法及装置,具有以下优点:

1) 由于只对振动的发声体发射超声波并得到多普勒频移信号,任何来自环境的噪音均不会通过空气传播被拾取,所以能用在最嘈杂的场合,如会场,街道,车站,工地,车间,飞机,灾害天气现场等。使用这种麦克风的人不必大声讲话,不用担心别人听不见。使用这种麦克风能够在乐团演奏时只放大某一件乐器的声音。能够在嘈杂的车间听出某一台机器的不规则振动。

[0091] 2) 因为特殊的拾音原理,即使让扬声器非常靠近拾音器,不会出现任何反馈性啸叫,也就消除了远程通讯中的重音现象。

[0092] 3) 通过合理的设计,体积小巧的拾音器可以随身佩戴,不影响美观,解放了拿话筒的双手,克服了麦克风对站位和朝向的任何约束。也可以设置在乐器的共鸣箱上,将其声音放大。

[0093] 4) 具有比骨传感麦克风灵敏得多的拾音能力。可用于探测人体各部位可变和不可变腔体的共鸣效果。也可用于探测乐器或各种运转设备和承载材料的振动特性。

[0094] 本发明实施例中,所述多普勒超声拾音分析处理装置的也有一些不足之处,需要通过适当的措施给予解决:

1) 直接对准声带发射超声得到的多普勒频移信号比声带发音经过人体中腔体共鸣后发出的声音,为本质噪音,有利于声纹识别。但有较少的谐振频率,即泛音较少,造成音色上的细微差别。

[0095] 2) 血流中红细胞反射的回波,呼吸造成的气管运动回波,喉头移动的回波等都会混入多普勒频移信号中,会在原噪音基础上产生少量杂音,需要仔细选择拾音部位并通过滤波等手段来消除。

[0096] 3) 拾音模块与发声体表面需要良好接触,在需要极高灵敏度的情况下(如设备检测,材料缺陷探测,刑侦工作,私密通讯,声乐教学),可加耦合剂减少接触损耗。

[0097] 本发明实施例所述多普勒超声拾音分析处理装置可运用于医学频谱分析。频谱分析能对声带或喉内外肌肉群病变的诊断提供有价值的参考。举例如下:

(1) 频率异常:指因生理或病理原因造成的发音频率超过正常范围的情况。

[0098] 1) 高频异常:常见于习惯性采用声带边缘部发假声的男性,或雄性激素分泌不足产生持久性高于正常男性音域的噪音。此外,喉内肌群部分瘫痪或过度紧张,导致声带振动不协调也会产生高频异常音。

[0099] 2) 低频异常:常见于生理性或用药造成雄性激素过高的女性,以及习惯性低沉说话的青少年。音调明显下降,还与声带有肿块,声带麻痹或增生性病变有关。

[0100] (2) 时相异常 :指因声带与控制肌肉疲劳或病变造成的振动持续时间不足。

[0101] (3) 强度异常 :指因声带与控制肌肉疲劳或病变造成的振动强度异常。

[0102] 1) 喉功能过强 :因声带肌肉收缩过度而不能发声。喉腔与口咽部肌肉收缩过度,使咽喉共鸣腔呈细颈状,造成发声挤压型障碍。

[0103] 2) 喉功能过弱 :喉内及喉外肌群张力减退,松弛乏力,使声带闭合不全,发声轻微。

[0104] 3) 功能性失音 :与神经官能性疾病相关。

[0105] 4) 其他原因 :肺源性或胸源性疾病造成的呼气过弱和耳源性发音过强。

[0106] (4) 音质异常 :指因声带或咽腔病变导致的频谱异常情况。

[0107] 1) 嘶哑音 :频谱峰值多而乱,常与声门闭合不全,声带小结,水肿,扁桃发炎,喉肿瘤,喉瘢痕等病变有关。

[0108] 2) 鼻音 :频谱异常,常因软腭麻痹,伤风感冒鼻塞引起。

[0109] (5) 包络异常 :指因声带与控制肌肉疲劳或病变造成频谱的包络曲线毛糙不光滑现象,常见于嘶哑音。

[0110] 本发明所述多普勒超声拾音分析处理装置可运用于声乐教学频谱分析。

[0111] 声乐教学的难度在于正确和错误的发音和共鸣无法进行实际的观察和对比,只能凭老师的经验,用想象和比喻去引导学生。如用模仿打呵欠来打开咽腔,用闻花来体验腹式呼吸,用声音集中到面颊上某一点来找头腔共鸣等等。因为很多时候只能意会不可言传,学生往往不得要领。本发明技术能够提供有益的帮助。举例如下:

(1) 音准 :通过频移-时间谱图能够发现学生歌唱中的音准问题,这些问题可能来自听觉不准或声带与肌肉病变造成声带控制不佳,导致声带振动频率与伴奏乐器频率或指定频率的不一致。

[0112] (2) 音质 :通过频谱图的离散度分析,可以将学生的音质量化,找到有效改进音色的发声方法。

[0113] (3) 语音 :通过咬字发音时的频谱图中泛音峰值或共振峰值的分析,将正确的语音量化,比如男声发“衣”和“乌”音时,主频(基频)都是 210Hz,但前者有三个共振峰,分别是 290Hz,2360Hz 和 3570Hz。而后者的三个共振峰则是 380Hz,440Hz 和 3660Hz。女声发这两个音时,分别是 320Hz,2890Hz,3780Hz 和 420Hz,650Hz,3120Hz。

[0114] (4) 共鸣 :结合多普勒超声麦克风的使用,可以测量歌唱者利用自身腔体产生共鸣的程度,使教师的比喻性教学变为直观的量化教学,使学生掌握增强共鸣,改善音色的技巧变得非常容易。比如采用本发明拾音器紧贴在眉弓下的额窦处,通过频移-振幅-时间三维谱图上额窦腔体壁的共振振幅大小,可知其头腔共鸣运用的程度。专业歌唱家唱高音时,额窦的共鸣十分重要。此外,蝶窦,上颌窦等鼻窦也是头腔共鸣的要点。中音区的口腔共鸣,低音区的胸腔共鸣也都可以用同样的方法量化。

[0115] 本发明实施例所述多普勒超声拾音分析处理装置可运用于声纹确认。

[0116] 声纹识别是生物识别技术的一种。其运用分为两类,即声纹辨认和声纹确认。前者可运用于缩小刑侦范围,后者常用于银行交易和保险金领取等场合。本发明技术主要用于声纹确认。所谓声纹 (Voiceprint) 是指人声通过麦克风拾音处理后显示的携带发声特征信息的声波频谱。人类语言的产生是语言中枢与发音器官之间一个复杂的生理物理过程。人在讲话时使用的发声器官,包括声带,舌、牙、喉头、肺、鼻腔,在尺寸和形态方面,每

个人的差异很大,所以任何两个人的声纹频谱都有差异。每个人的语音声学特征既有相对稳定性,又有变异性。这种变异可来自生理、病理、心理、模拟、伪装,也与环境干扰有关。尽管如此,由于每个人的发音器官,尤其是声带都不尽相同,在一般情况下,人们仍能区别不同人的声音或判断是否是同一人的声音。

[0117] 与其他生物识别技术相比,声纹识别有特殊的优势:(1) 蕴含声纹特征的语音获取方便、自然,声纹提取可在不知不觉中完成,因此使用者的接受程度也高;(2) 获取语音的识别成本低廉,使用简单,一个麦克风即可,在使用通讯设备时更无需额外的录音设备;(3) 适合远程身份确认,只需要一个麦克风或电话、手机就可以通过网路(通讯网络或互联网)实现远程登录;(4) 声纹辨认和确认的算法复杂度低;(5) 配合一些其他措施,如通过语音识别进行内容鉴别等,可以提高准确率等等。这些优势使得声纹识别的应用越来越受到系统开发者和用户青睐,声纹识别的世界市场占有率 15.8%,仅次于手指和手的生物特征识别,并有不断上升的趋势。

[0118] 但现有声纹确认方法也有些缺点,如同一个人的声音易受身体状况、年龄和情绪等的影响;麦克风质量对识别性能有影响;环境噪音对识别有干扰;多人混合说话的情形下,个人的声纹特征不易提取等等。

[0119] 本发明可在一定程度上解决这些问题,其主要步骤是:

1. 建立声纹确认人的频谱特征模型(声纹模型)

(1) 首先要求声纹确认人按统一标准发特定语音声,如发 yi (衣) 声 5 秒钟。

[0120] (2) 将超声波拾音器放置于颈部,接受声带发声的多普勒频移信号,放大处理后得到该人声带振动的特征参数,包括频率特征,振动强度特征,语音时值特征,频谱分布特征,频谱离散度特征,频谱包络特征,发特定语音时的共鸣峰值特征。

[0121] (3) 将超声波拾音器放置于能与声带产生共鸣的部位,接受这些部位发声的多普勒频移信号,放大处理后得到声纹确认人共振部位的特征参数,除了上述声带发声特征外,还包括共鸣位置特征,不同共鸣位置的共鸣强度和频谱分布特征。

[0122] (4) 根据上述声带和共鸣部位发声的特征参数建立个人的声纹模型,并存入该人的声纹数据库。

[0123] 2. 声纹确认

(1) 对于需要本人当面进行声纹确认的情况,如银行取款,嫌疑人确认或遗产继承人公正,用超声拾音器测试本人声带和共鸣部位发声的特征参数,并与数据库中的声纹模型进行对比,得到确认或否定。

[0124] (2) 对于远程声纹确认的情况,如通话人确认或网络交易用户身份确认,需要确认人准备超声拾音器自我检测声带和制定共鸣部位发声的特征参数,并通过与拾音器连接的处理设备以远程通讯方式发送到声纹确认中心与中心的声纹模型进行对比。获得确认后即可开展网上交易等业务。

[0125] 将本发明运用于声纹确认有以下优点:

(1) 接受的是个人声带的本质发声,没有或较少经过各种器官的修饰,个人特征明显,容易区别。

[0126] (2) 除了声带发声特征外,还可拾取多个共鸣部位的发声特征,因而声纹模型能够被精确地建立,即使是身体状况和年龄发生变化,因建模参数多,也能被有效排除,达到较

好的识别效果。

[0127] (3) 与普通麦克风不同,超声波拾音器的灵敏度高,拾音质量容易控制。

[0128] (4) 声纹建模和声纹确认时,完全不受环境噪音影响。

[0129] (5) 能够多人同时进行声纹建模和声纹确认,不会相互干扰。

[0130] 本发明实施例所述多普勒超声拾音分析处理装置可用于乐器拾音和频谱分析。

[0131] 将多普勒超声拾音器紧贴在乐器的共鸣腔体表面,将得到的多普勒频移信号转换为音频信号放大后播出,能够完全屏蔽环境噪音,包括乐团中其它乐器的声音。也可对多普勒频移信号进行频谱分析,在不同方面得到运用,如:

(1) 音准调节:将过去靠耳朵校准变为通过视觉调节,更加直观准确。

[0132] (2) 音色改进:通过谐振频率的宽度,频谱离散度,揉弦音分布均匀性,揉弦幅度等指标将乐器演奏的质量进行量化,分析和对比,以提高演奏技巧,改进音色。

[0133] (3) 乐器质量:采用同样的演奏方法,比较同批乐器的质量和音色,以便挑选和改进乐器制作工艺。

[0134] 本发明实施例所述多普勒超声拾音分析处理装置可用于运转设备,机器或工具的拾音和频谱分析。

[0135] 设备,机器或工具在运转过程中如果某些部件发生故障或出现缺陷,就会产生剧烈震动并发出强烈噪音。采用本发明技术,通过对噪音的频谱分析,可以对噪音源的寻找和分析提供帮助。举例如下:

变速箱是机床,车辆和大型机械常用部件。将变速箱箱体当做共振箱,用超声波拾音器紧贴在箱体表面,可以得到不同转速下箱体共鸣振动的频率-振幅谱图。图6是将拾音器贴在某一车床主轴箱后壁上得到的每分钟900转时的频率-振幅谱图。图中横轴是频率 f ,单位是Hz,纵轴是振幅 $P(f)$,单位是分贝(dB)。在900/min转速下,有4对齿轮的啮合频率(即每秒钟相互啮合的次数)为499,正好对应谱图上振幅最大的频率500。有一对齿轮的啮合频率为1722,对应谱图上1718峰值频率。另一对齿轮啮合频率为1238,对应谱图上1234峰值频率。还有另一对齿轮啮合频率为343.5,对应谱图上343峰值频率。所以噪音原因就是相同啮合频率的啮合齿轮数太多。为减低噪音,需要重新设计变速比和齿轮配对。此外,还发现拾音器在箱体后壁上不同部位得到的音量(振幅)不一致。在两支承肋板的中间部位音量最大,为了减震,设计时可考虑增加肋板密度或增加箱体厚度。

[0136] 本发明实施例所述多普勒超声拾音分析处理装置可用于承载材料的拾音和频谱分析。

[0137] 大多数人造材料,如金属,陶瓷,高分子和复合材料,以及天然状态下的固态致密材料,如岩石或煤层,其内部缺陷在外力或残余应力的作用下,会产生振动和发声,同时伴随缺陷的扩展。将拾音器紧贴在这些材料的表面,并在它与发射超声的陶瓷晶片之间涂抹耦合剂,能够检测出内部缺陷振动造成的微弱多普勒频移信号,经放大处理后进行频谱分析,可以得到频谱分布,振幅分布等信息。以振幅-时间谱图(见图7所示)为例,图中横轴为时间,纵轴为振幅。对于超出预定门限值 P_0 和 $-P_0$ 的振幅数量进行统计(图中有4次振幅超过门限值 P_0 ,1次振幅超过门限值 $-P_0$),超过门限值的振幅数量越多,材料内部缺陷发展越快,当计数达到一定值时,预示材料即将发生突发性破坏,需要及时更换或密切注意发展动向,提前预警。

[0138] 综上,本发明具有以下特点:

(1) 来自环境的噪音能被完全屏蔽。

[0139] (2) 不会出现任何反馈性啸叫,能有效消除通讯中的重音现象。

[0140] (3) 拾音器可以随身佩戴,不必手执话筒,克服了站位和朝向的任何约束。

[0141] (4) 具有比骨传感麦克风灵敏得多的拾音能力。可用于探测人体各部位可变和不可变腔体的共鸣效果。也可用于探测乐器或各种运转设备,承载材料的振动特性。

[0142] (5) 可对发声体的发声进行频谱分析,以可视的频谱图,频移-时间图等形式显示出来。

[0143] (6) 通过频谱分析,可对声带和咽喉病变的诊断提供有益的参考。

[0144] (7) 频谱分析能用于直观的声乐教学,使学生掌握正确发声技巧变得容易。

[0145] (8) 本发明实施例所述多普勒超声拾音分析处理装置可进行实时的数据采集,高度自动化的操作和信息处理,同时具有先进的人机界面设置,既能用于音响放大和合成,也能用于工业设备,机器振动特性和承载材料缺陷的分析以及声纹确认等方面。

本发明基于多普勒超声原理,通过向发声目标,如声带和与声带产生共鸣的组织或部位发送超声波,由于发声目标的振动,接收到的回波与发射波不一致,经放大后与原来的发射信号进行混频、解调,可提取出包含发声目标的振动的特征信息的多普勒信号,包含频率,振幅,位相和频谱分布等,多普勒信号通过处理放大,可转换为音频信号后由扬声器或耳机播出,也可转换成可视谱图输出在各方面得到运用,如声乐教学辅助,声带病变频谱分析,设备运转特性分析,承载材料缺陷探测和声纹确认,克服了普通麦克风和骨传感麦克风的缺点。

[0146] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

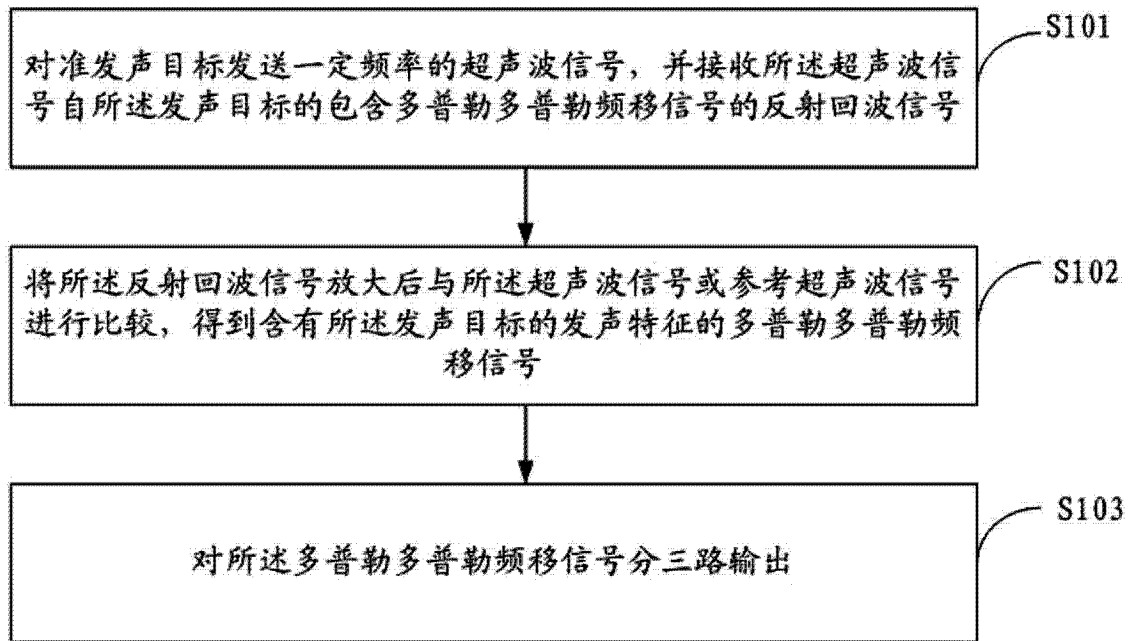


图 1

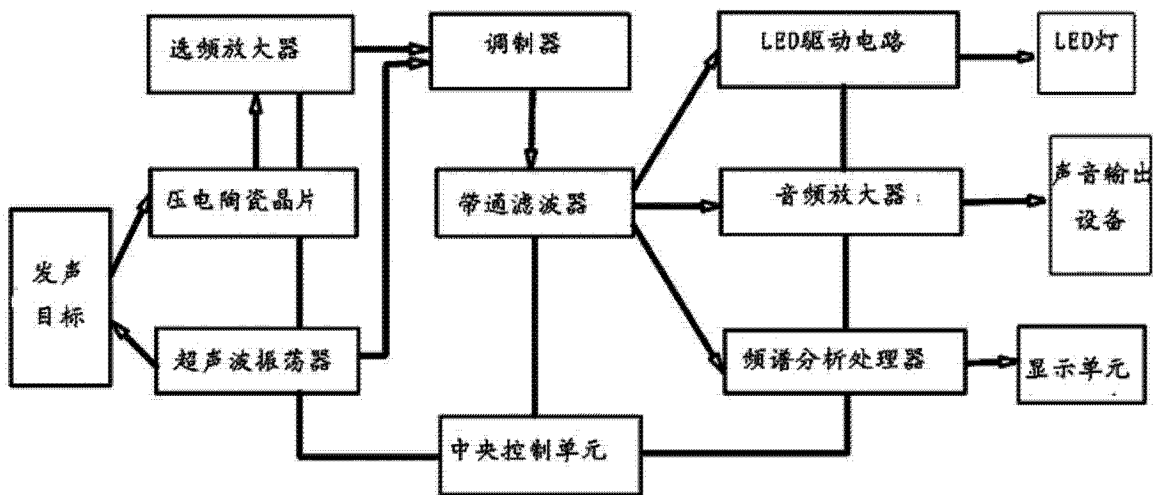


图 2

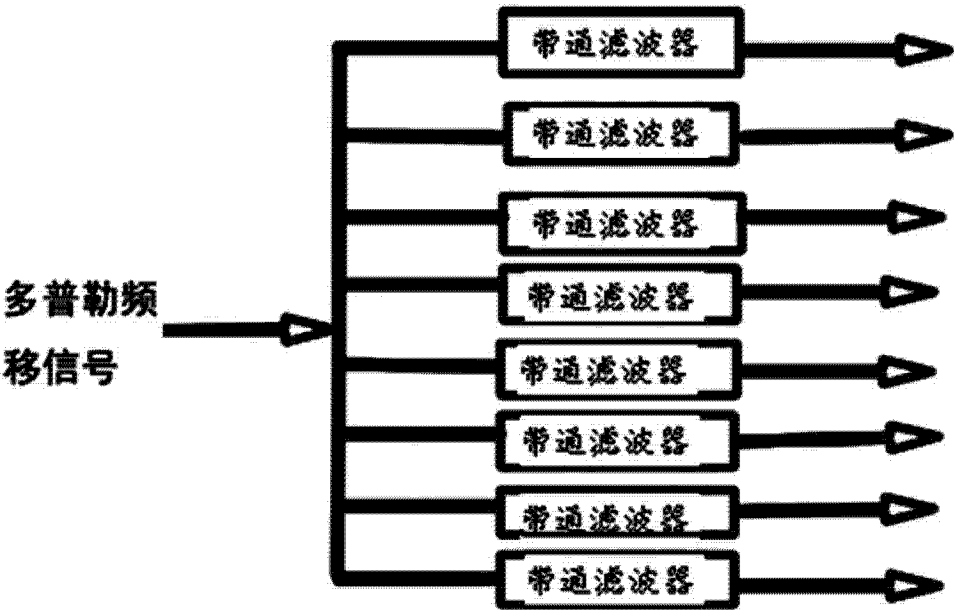


图 3

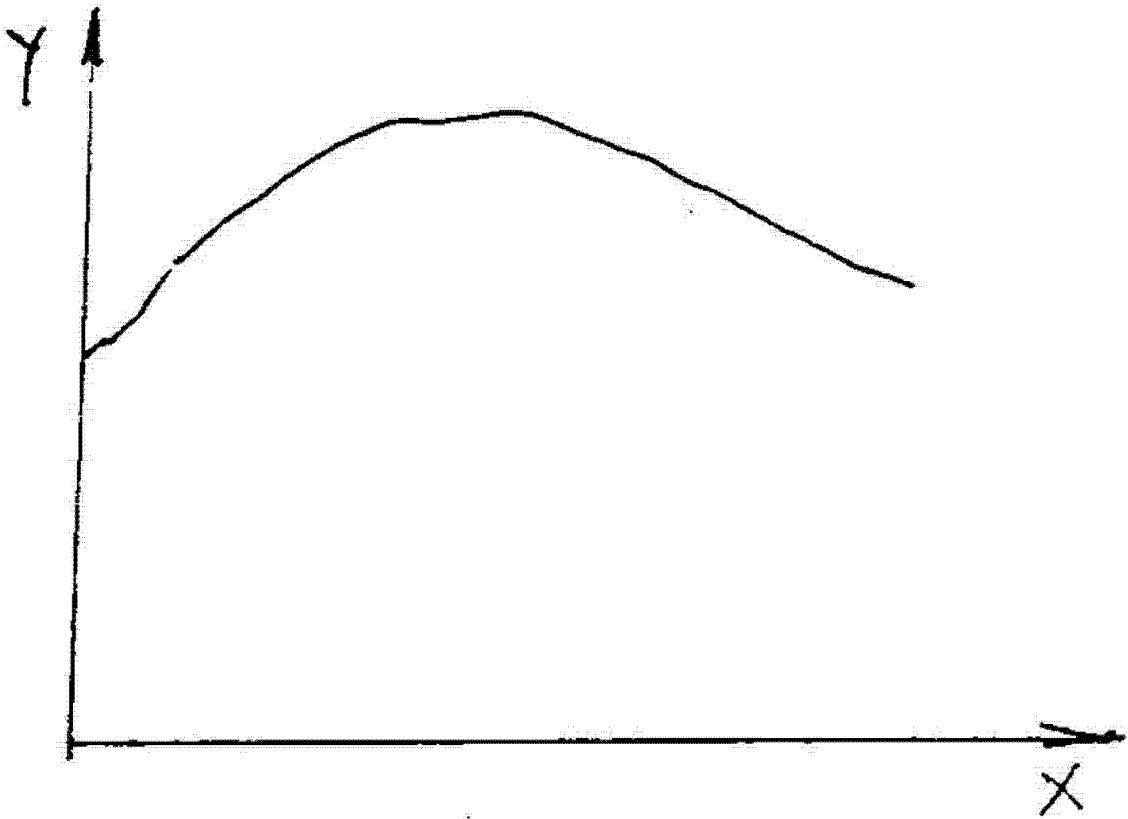


图 4A

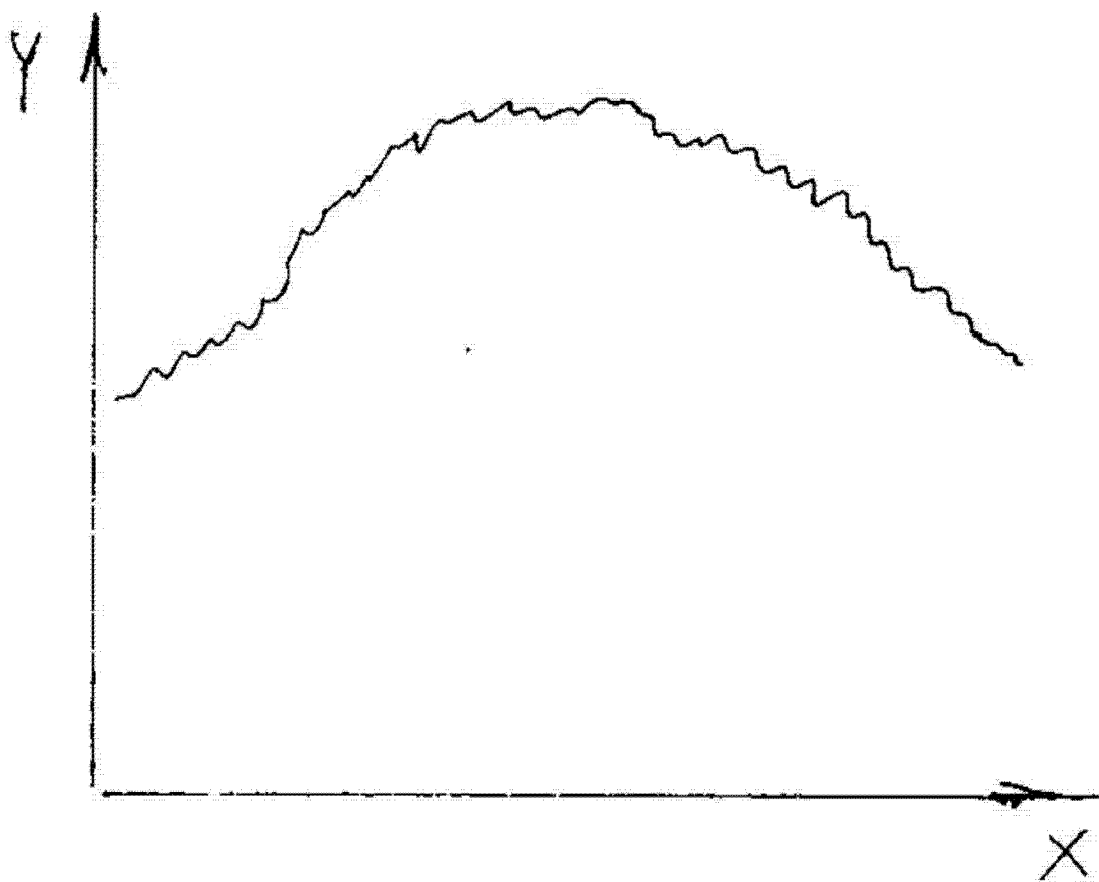


图 4B



图 4C

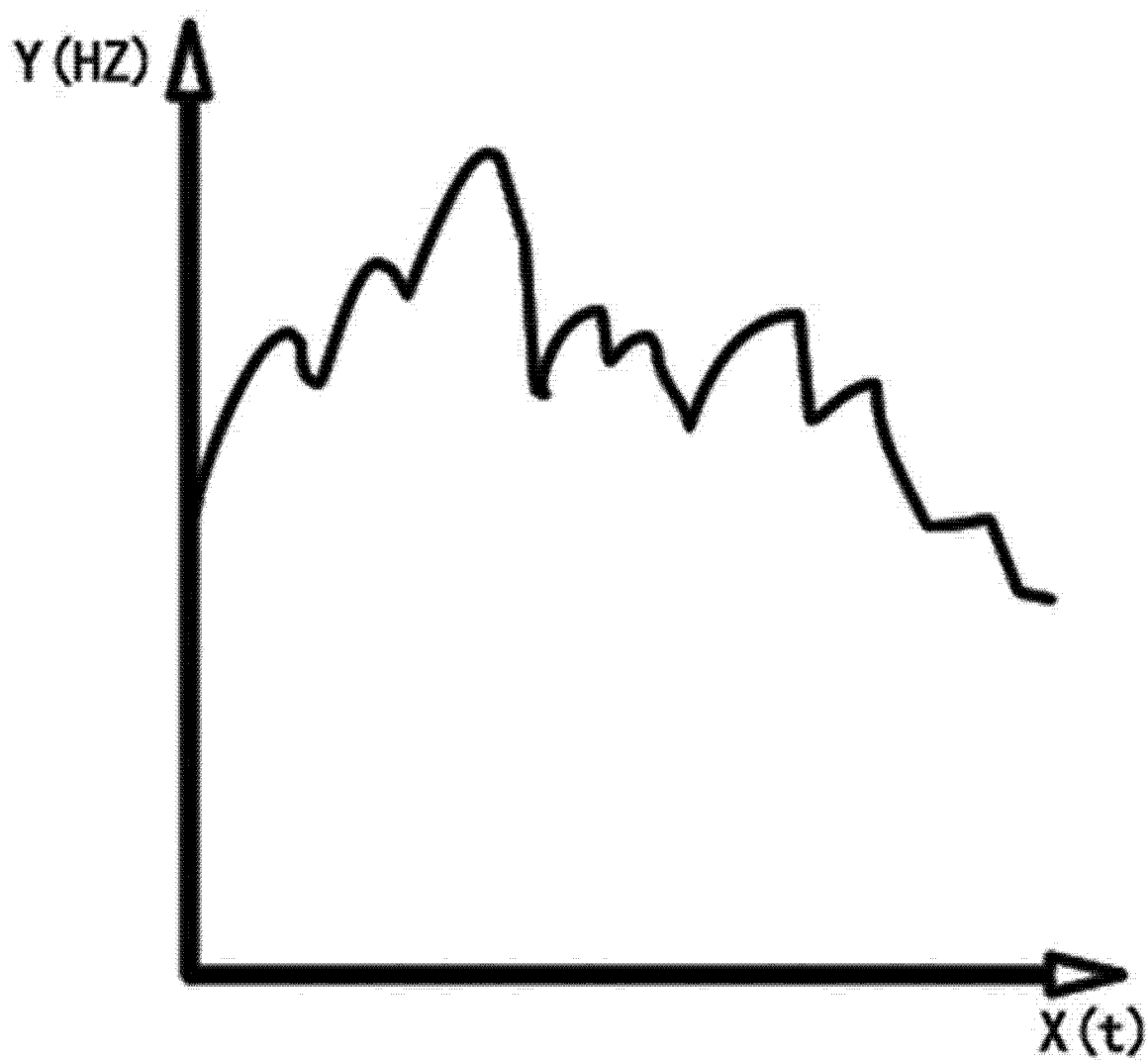


图 5

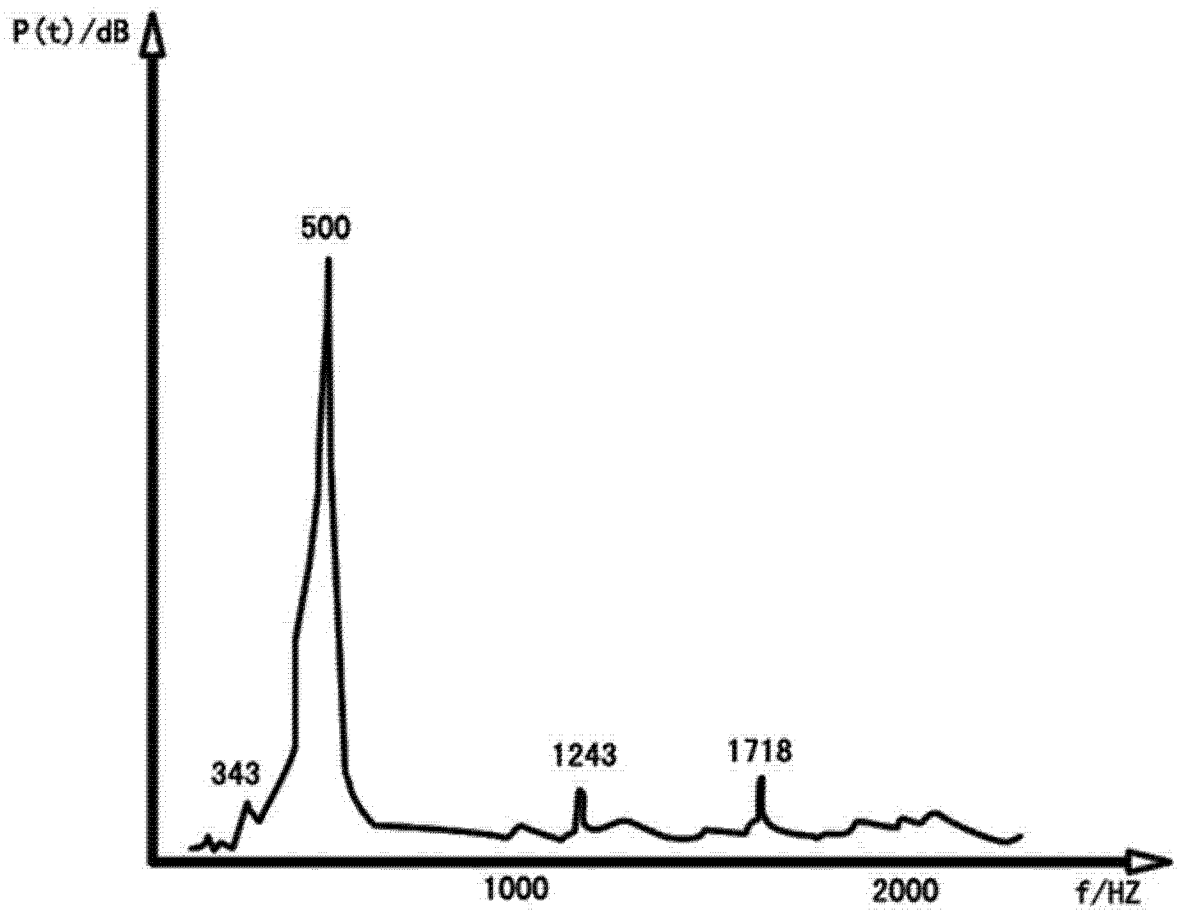


图 6

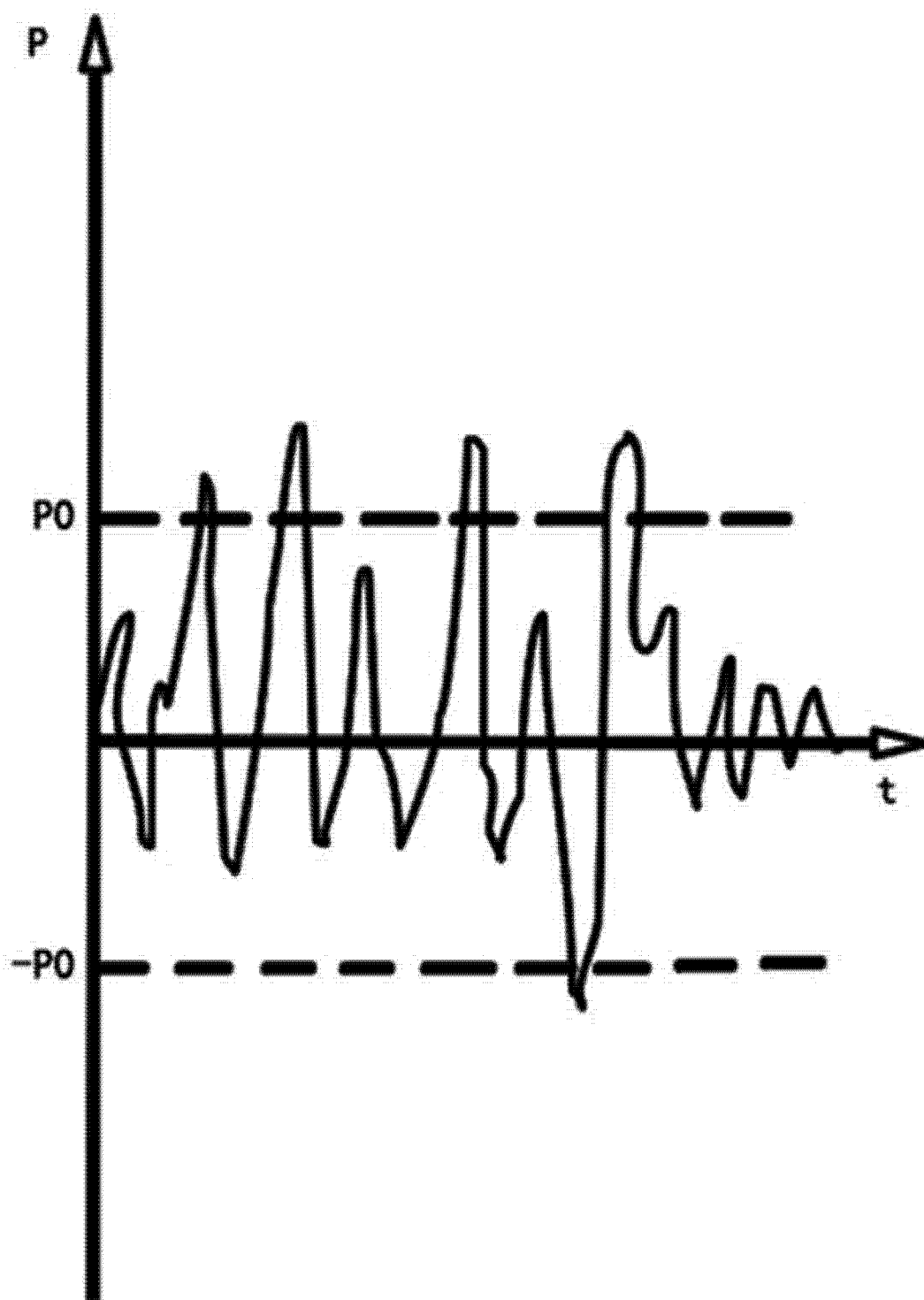


图 7

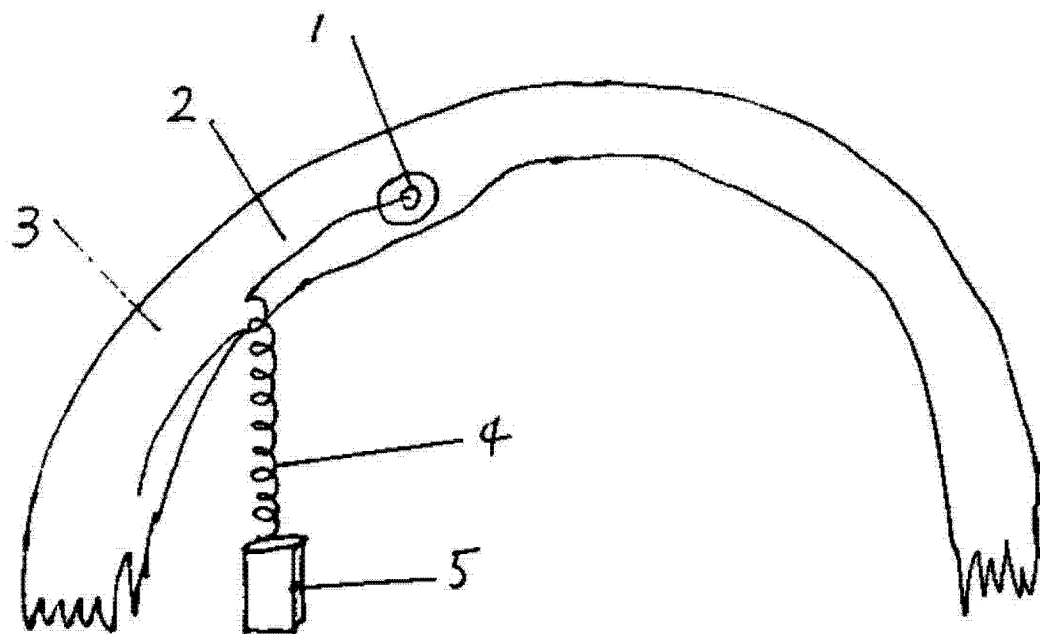


图 8

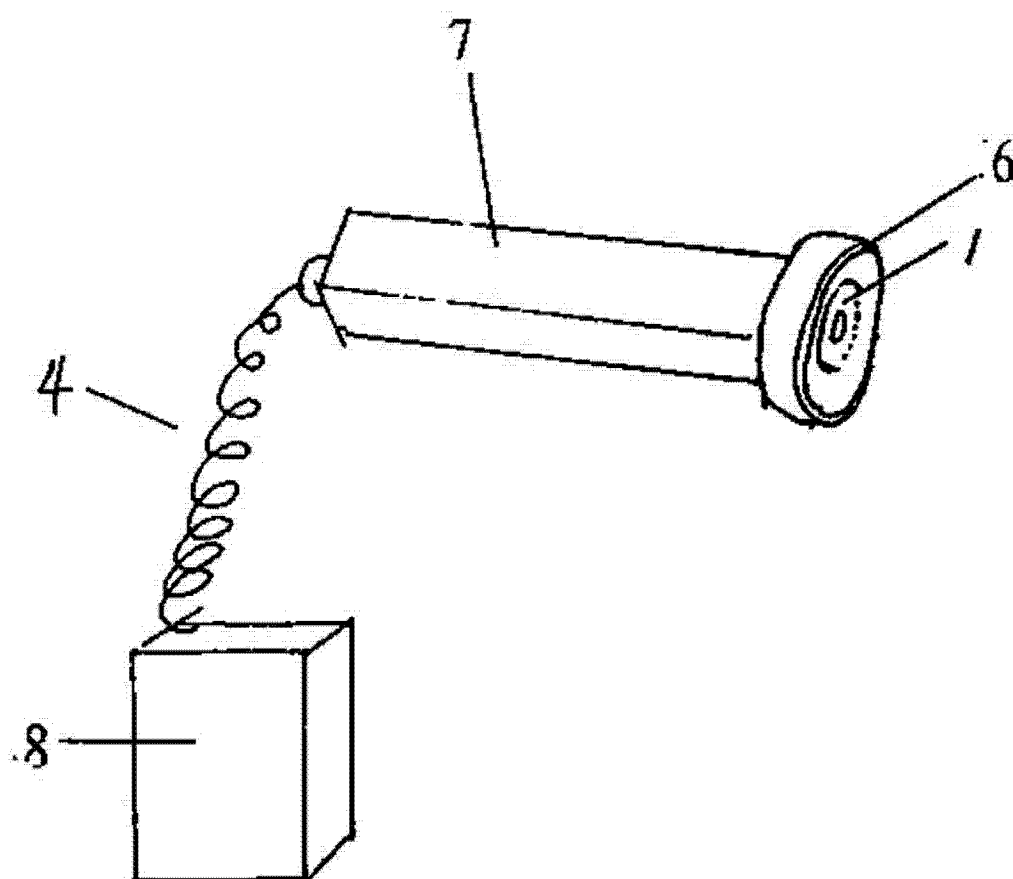


图 9A

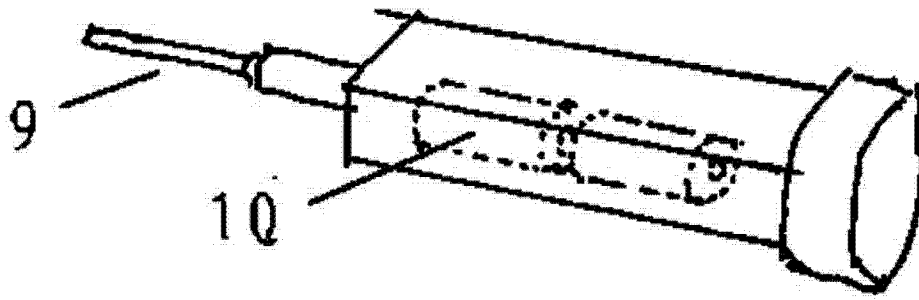


图 9B

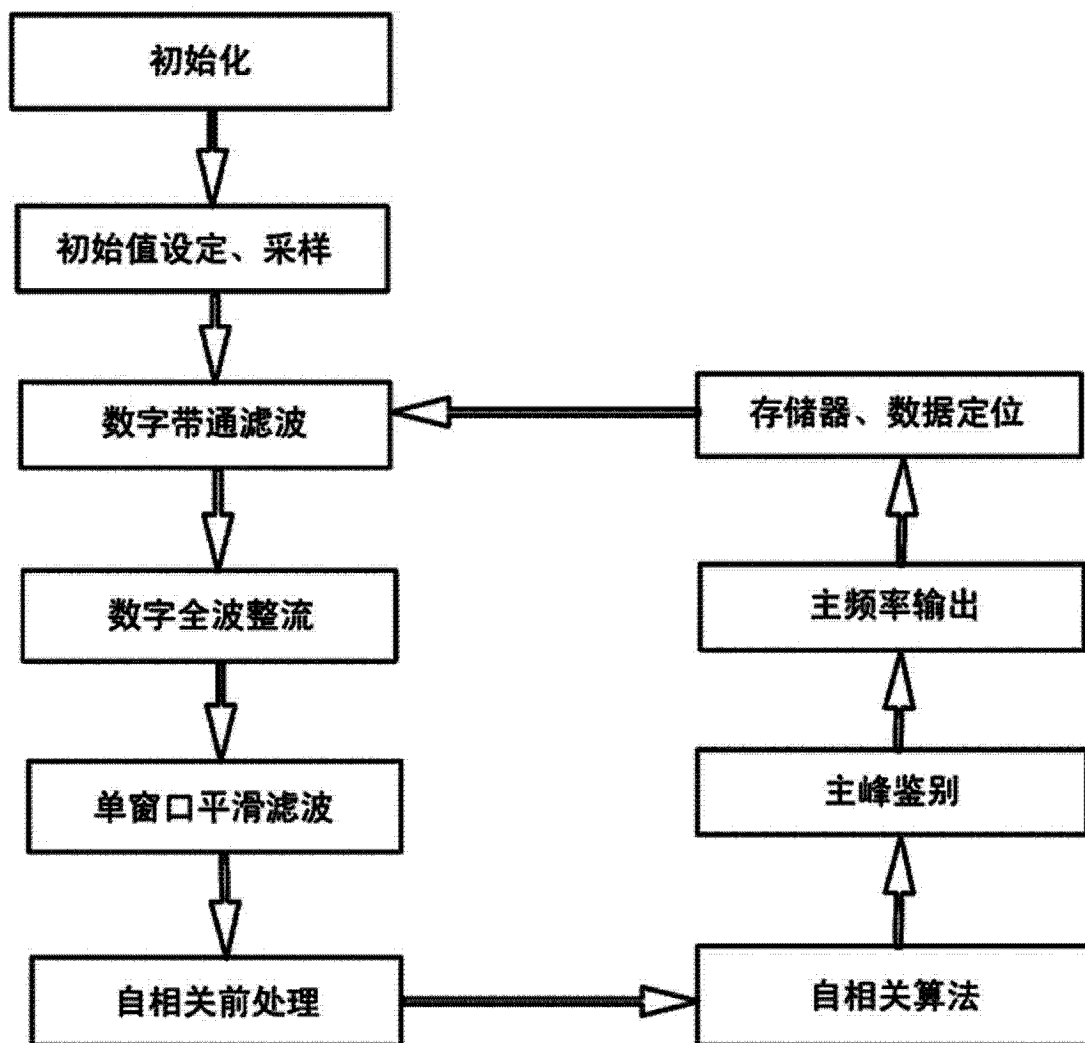


图 10

专利名称(译)	一种多普勒超声拾音分析处理方法及装置		
公开(公告)号	CN103169505A	公开(公告)日	2013-06-26
申请号	CN201310087410.X	申请日	2013-03-19
[标]申请(专利权)人(译)	何宗彦		
申请(专利权)人(译)	何宗彦		
当前申请(专利权)人(译)	北京银河之舟科技有限公司		
[标]发明人	何宗彦		
发明人	何宗彦		
IPC分类号	A61B8/08 G01S15/02 G01N29/04		
CPC分类号	A61B8/488 A61B8/08 A61B8/5207 G01N29/04 G01N2291/017 G01N2291/02475 G01N2291/02483 G01S7/56 G01S15/50 G10L17/20		
其他公开文献	CN103169505B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种多普勒超声拾音分析处理方法及装置，所述方法包括以下步骤：对准包含声带、随声带产生振动的人体组织或共鸣部位以及非生命发声体在内的发声目标发送一定频率的超声波信号，并接收所述超声波信号自发声目标返回的反射回波信号；将反射回波信号放大后与超声波信号或参考超声波信号比较，得到含有所述发声目标发声特征的多普勒频移信号；对多普勒频移信号分以音频信号、可视谱图输出进行相应的应用或灯光信号输出。本发明基于多普勒超声原理，通过向发声目标发送超声波信号，接受回波信号分析处理，提取出含有所述发声目标的发声特征的多普勒频移信号后，以音频或可视谱图输出或灯光信号输出，克服了普通麦克风和骨传感麦克风的缺点。

