



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109922897 A

(43)申请公布日 2019.06.21

(21)申请号 201780067964.X

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

(22)申请日 2017.11.01

代理人 林斯凯

(30)优先权数据

62/415,554 2016.11.01 US

15/497,624 2017.04.26 US

(51)Int.Cl.

B08B 7/02(2006.01)

G03B 29/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.04.30

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2017/059536 2017.11.01

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/085403 EN 2018.05.11

(71)申请人 德州仪器公司

地址 美国德克萨斯州

(72)发明人 大卫·帕特里克·马吉

斯蒂芬·约翰·费迪甘

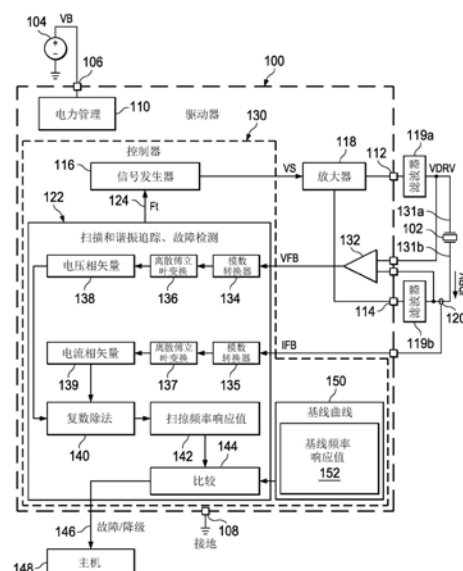
权利要求书6页 说明书9页 附图8页

## (54)发明名称

具有用于检测故障或降级的阻抗监测的超声透镜清洁系统

## (57)摘要

在所描述的用于检测透镜清洁系统中的故障或降级的驱动器系统(100)的实例中,所述驱动器(100)包含控制器(130),所述控制器用于控制透镜换能器驱动信号频率( $F_t$ )以使所述透镜在所关注频率范围内振动并且根据驱动器反馈信号(VFB, IFB)测量频率响应值(142),并且将所测得频率响应值(142)与用于健康系统的基线频率响应值(152)进行比较,并且根据所述所测得频率响应值(142)与所述基线频率响应值(152)之间的差异性选择性地确定所述透镜清洁系统中故障或降级的存在。



1. 一种用于透镜清洁系统的驱动器,其包括:

输出端,其经配置以向相关联的换能器提供在非零频率下的振荡驱动信号以使透镜振动;

反馈电路,其经配置以测量表示在所述换能器中流动的电流的电流反馈信号并生成表示所述换能器的电压的电压反馈信号;以及

控制器,其经配置以在第一模式下操作以:

控制所述驱动信号的频率以便使所述透镜在所关注频率范围内的多个频率下振动,

根据所述电流反馈信号和所述电压反馈信号确定个别地对应于所述所关注频率范围内的所述多个频率中的一个的多个所测得频率响应值,

将所述所测得频率响应值与基线频率响应值进行比较,所述基线频率响应值与针对健康透镜清洁系统的所述所关注频率范围内的所述多个频率中的对应多个频率相关联,并且

根据所述所测得频率响应值与所述基线频率响应值之间的差异性选择性地确定所述透镜清洁系统中故障或降级的存在。

2. 根据权利要求1所述的驱动器,其进一步包括:

信号发生器电路,其经配置以根据频率控制信号提供在所述非零频率下振荡的第一输出信号;

放大器,其用于放大所述第一输出信号以将振荡驱动信号递送给所述相关联的换能器;并且

其中所述控制器经配置以提供所述频率控制信号以控制所述驱动信号的频率。

3. 根据权利要求2所述的驱动器,

其中所述控制器包括用于向所述驱动信号提供所述频率控制信号作为表示期望输出频率的数字值的处理器以及用于存储所述基线频率响应值的存储器;

其中所述信号发生器是所述处理器的脉冲宽度调制输出端;并且

其中所述放大器是具有第一输出端和第二输出端的全H桥放大器电路,所述第一输出端和所述第二输出端个别地与第一换能器端子和第二换能器端子耦合以向所述换能器提供所述振荡驱动信号。

4. 根据权利要求1所述的驱动器,其中所述控制器经配置以在第二模式下操作以:

跨包含所述所关注频率范围的宽频率范围测量基线频率响应曲线,所述基线频率响应曲线包含针对所述健康透镜清洁系统测量的频率响应值;

将所述基线频率响应曲线存储在所述透镜清洁系统中;并且

识别包含所述基线频率响应曲线的极点或零点的一或多个所关注频率范围。

5. 根据权利要求4所述的驱动器,

其中所述控制器经配置以在所述第二模式下操作以针对多个不同换能器电压中的每一个:

跨所述换能器电压中的对应换能器电压的宽频率范围测量并存储多个基线频率响应曲线,并且

识别包含所述换能器电压中的所述对应换能器电压的所述基线频率响应曲线的极点或零点的一或多个所关注频率范围;并且

其中所述控制器经配置以在所述第一模式下操作以针对多个不同换能器电压中的每

一个：

控制所述驱动信号的频率以使所述透镜在所述换能器电压中的所述对应换能器电压的预定所关注频率范围内的多个频率下振动，

根据所述电流反馈信号和所述电压反馈信号确定个别地对应于所述预定所关注频率范围内的所述多个频率中的一个的多个所测得频率响应值，

将所述所测得频率响应值与所述基线频率响应曲线的基线频率响应值进行比较，所述基线频率响应值与所述换能器电压中的所述对应换能器电压的所述预定所关注频率范围内的所述多个频率中的对应多个频率相关联，并且

根据所述所测得频率响应值与所述换能器电压中的所述对应换能器电压的所述基线频率响应值之间的差异性选择性地确定所述透镜清洁系统中故障或降级的存在。

6. 根据权利要求4所述的驱动器，

其中所述控制器经配置以在所述第二模式下操作以识别包含所述基线频率响应曲线的极点或零点的多个所关注频率范围；并且

其中所述控制器经配置以在所述第一模式下操作以：

控制所述驱动信号的频率以便使所述透镜在所述多个所关注频率范围中的每一个内的多个频率下振动，

根据所述电流反馈信号和所述电压反馈信号确定个别地对应于所述多个所关注频率范围中的每一个内的所述多个频率中的一个的多个所测得频率响应值，

将所述所测得频率响应值与所述基线频率响应曲线的基线频率响应值进行比较，所述基线频率响应值与所述多个所关注频率范围中的所述每一个内的所述多个频率中的对应多个频率相关联，

根据所述所测得频率响应值与所述所关注频率范围中的特定频率范围内的所述基线频率响应值之间的差异性选择性地确定所述透镜清洁系统中故障或降级的存在，并且

根据所述所关注频率范围中的所述特定频率范围选择性地识别所确定故障或降级的类型，其中所述差异性指示所述故障或降级的存在。

7. 根据权利要求1所述的驱动器，其中所述控制器经配置以在所述第一模式下操作以针对多个不同换能器电压中的每一个：

控制所述驱动信号的频率以使所述透镜在所述换能器电压中的对应换能器电压的预定所关注频率范围内的多个频率下振动；

根据所述电流反馈信号和所述电压反馈信号确定个别地对应于所述预定所关注频率范围内的所述多个频率中的一个的多个所测得频率响应值；

将所述所测得频率响应值与所述基线频率响应曲线的基线频率响应值进行比较，所述基线频率响应值与所述换能器电压中的所述对应换能器电压的所述预定所关注频率范围内的所述多个频率中的对应多个频率相关联；并且

根据所述所测得频率响应值与所述换能器电压中的所述对应换能器电压的所述基线频率响应值之间的差异性选择性地确定所述透镜清洁系统中故障或降级的存在。

8. 根据权利要求7所述的驱动器，其中所述控制器经配置以在所述第一模式下操作以：

控制所述驱动信号的频率以便使所述透镜在多个所关注频率范围中的每一个内的多个频率下振动；

根据所述电流反馈信号和所述电压反馈信号确定个别地对应于所述多个所关注频率范围中的每一个内的所述多个频率中的一个的多个所测得频率响应值；

将所述所测得频率响应值与所述基线频率响应曲线的基线频率响应值进行比较，所述基线频率响应值与所述多个所关注频率范围中的所述每一个内的所述多个频率中的对应多个频率相关联；

根据所述所测得频率响应值与所述所关注频率范围中的特定频率范围内的所述基线频率响应值之间的差异性选择性地确定所述透镜清洁系统中故障或降级的存在；并且

根据所述所关注频率范围中的所述特定频率范围选择性地识别所确定故障或降级的类型，其中所述差异性指示所述故障或降级的存在。

9. 根据权利要求1所述的驱动器，其中所述控制器经配置以在所述第一模式下操作以：

控制所述驱动信号的频率以便使所述透镜在多个所关注频率范围中的每一个内的多个频率下振动；

根据所述电流反馈信号和所述电压反馈信号确定个别地对应于所述多个所关注频率范围中的每一个内的所述多个频率中的一个的多个所测得频率响应值；

将所述所测得频率响应值与所述基线频率响应曲线的基线频率响应值进行比较，所述基线频率响应值与所述多个所关注频率范围中的所述每一个内的所述多个频率中的对应多个频率相关联；

根据所述所测得频率响应值与所述所关注频率范围中的特定频率范围内的所述基线频率响应值之间的差异性选择性地确定所述透镜清洁系统中故障或降级的存在；并且

根据所述所关注频率范围中的所述特定频率范围选择性地识别所确定故障或降级的类型，其中所述差异性指示所述故障或降级的存在。

10. 根据权利要求1所述的驱动器，其中所述输出端、所述反馈电路和所述控制器被制造在单个集成电路中。

11. 根据权利要求1所述的驱动器，其中所述控制器包含输出端，所述输出端经配置以响应于故障或降级的存在的确定选择性地提供信号。

12. 一种用于清洁透镜的透镜清洁系统，其包括：

换能器，其机械地耦合到所述透镜；

驱动器，其经配置以向所述换能器提供在非零频率下的振荡驱动信号以使所述透镜振动；

反馈电路，其经配置以测量表示在所述换能器中流动的电流的电流反馈信号并生成表示所述换能器的电压的电压反馈信号；以及

控制器，其经配置以在第一模式下操作以：

控制所述驱动信号的频率以致使所述驱动器使所述透镜在所关注频率范围内的多个频率下振动，

根据所述电流反馈信号和所述电压反馈信号确定个别地对应于所述所关注频率范围内的所述多个频率中的一个的多个所测得频率响应值，

将所述所测得频率响应值与基线频率响应值进行比较，所述基线频率响应值与针对健康透镜清洁系统的所述所关注频率范围内的所述多个频率中的对应多个频率相关联，并且

根据所述所测得频率响应值与所述基线频率响应值之间的差异性选择性地确定所述

透镜清洁系统中故障或降级的存在。

13. 根据权利要求12所述的透镜清洁系统, 其中所述控制器经配置以在第二模式下操作以:

跨包含所述所关注频率范围的宽频率范围测量基线频率响应曲线, 所述基线频率响应曲线包含针对所述健康透镜清洁系统测量的频率响应值;

将所述基线频率响应曲线存储在所述透镜清洁系统中; 并且

识别包含所述基线频率响应曲线的极点或零点的一或多个所关注频率范围。

14. 根据权利要求13所述的透镜清洁系统,

其中所述控制器经配置以在所述第二模式下操作以针对多个不同换能器电压中的每一个:

跨所述换能器电压中的对应换能器电压的宽频率范围测量并存储多个基线频率响应曲线, 并且

识别包含所述换能器电压中的所述对应换能器电压的所述基线频率响应曲线的极点或零点的一或多个所关注频率范围; 并且

其中所述控制器经配置以在所述第一模式下操作以针对多个不同换能器电压中的每一个:

控制所述驱动信号的频率以致使所述驱动器使所述透镜在所述换能器电压中的所述对应换能器电压的预定所关注频率范围内的多个频率下振动,

根据所述电流反馈信号和所述电压反馈信号确定个别地对应于所述预定所关注频率范围内的所述多个频率中的一个的多个所测得频率响应值,

将所述所测得频率响应值与所述基线频率响应曲线的基线频率响应值进行比较, 所述基线频率响应值与所述换能器电压中的所述对应换能器电压的所述预定所关注频率范围内的所述多个频率中的对应多个频率相关联, 并且

根据所述所测得频率响应值与所述换能器电压中的所述对应换能器电压的所述基线频率响应值之间的差异性选择性地确定所述透镜清洁系统中故障或降级的存在。

15. 根据权利要求13所述的透镜清洁系统,

其中所述控制器经配置以在所述第二模式下操作以识别包含所述基线频率响应曲线的极点或零点的多个所关注频率范围; 并且

其中所述控制器经配置以在所述第一模式下操作以:

控制所述驱动信号的频率以致使所述驱动器使所述透镜在所述多个所关注频率范围中的每一个内的多个频率下振动,

根据所述电流反馈信号和所述电压反馈信号确定个别地对应于所述多个所关注频率范围中的每一个内的所述多个频率中的一个的多个所测得频率响应值,

将所述所测得频率响应值与所述基线频率响应曲线的基线频率响应值进行比较, 所述基线频率响应值与所述多个所关注频率范围中的所述每一个内的所述多个频率中的对应多个频率相关联,

根据所述所测得频率响应值与所述所关注频率范围中的特定频率范围内的所述基线频率响应值之间的差异性选择性地确定所述透镜清洁系统中故障或降级的存在, 并且

根据所述所关注频率范围中的所述特定频率范围选择性地识别所确定故障或降级的

类型,其中所述差异性指示所述故障或降级的存在。

16. 根据权利要求12所述的透镜清洁系统,其中所述控制器经配置以在所述第一模式下操作以针对多个不同换能器电压中的每一个:

控制所述驱动信号的频率以致使所述驱动器使所述透镜在所述换能器电压中的对应换能器电压的预定所关注频率范围内的多个频率下振动;

根据所述电流反馈信号和所述电压反馈信号确定个别地对应于所述预定所关注频率范围内的所述多个频率中的一个的多个所测得频率响应值;

将所述所测得频率响应值与所述基线频率响应曲线的基线频率响应值进行比较,所述基线频率响应值与所述换能器电压中的所述对应换能器电压的所述预定所关注频率范围内的所述多个频率中的对应多个频率相关联;并且

根据所述所测得频率响应值与所述换能器电压中的所述对应换能器电压的所述基线频率响应值之间的差异性选择性地确定所述透镜清洁系统中故障或降级的存在。

17. 根据权利要求12所述的透镜清洁系统,其中所述控制器经配置以在所述第一模式下操作以:

控制所述驱动信号的频率以致使所述驱动器使所述透镜在多个所关注频率范围中的每一个内的多个频率下振动;

根据所述电流反馈信号和所述电压反馈信号确定个别地对应于所述多个所关注频率范围中的每一个内的所述多个频率中的一个的多个所测得频率响应值;

将所述所测得频率响应值与所述基线频率响应曲线的基线频率响应值进行比较,所述基线频率响应值与所述多个所关注频率范围中的所述每一个内的所述多个频率中的对应多个频率相关联;

根据所述所测得频率响应值与所述所关注频率范围中的特定频率范围内的所述基线频率响应值之间的差异性选择性地确定所述透镜清洁系统中故障或降级的存在;并且

根据所述所关注频率范围中的所述特定频率范围选择性地识别所确定故障或降级的类型,其中所述差异性指示所述故障或降级的存在。

18. 根据权利要求12所述的透镜清洁系统,其中所述控制器包含输出端,所述输出端经配置以响应于故障或降级的存在的确定选择性地提供信号。

19. 一种用于检测透镜清洁系统中故障或降级的方法,所述方法包括:

控制驱动信号的频率以使透镜在所关注频率范围内的多个频率下振动,根据电流反馈信号和电压反馈信号确定个别地对应于所述所关注频率范围内的所述多个频率中的一个的多个所测得频率响应值,

将所述所测得频率响应值与基线频率响应值进行比较,所述基线频率响应值与针对健康透镜清洁系统的所述所关注频率范围内的所述多个频率中的对应多个频率相关联;以及

根据所述所测得频率响应值与所述基线频率响应值之间的差异性选择性地确定所述透镜清洁系统中故障或降级的存在。

20. 根据权利要求19所述的方法,其进一步包括:

控制所述驱动信号的频率以使所述透镜在多个所关注频率范围中的每一个内的多个频率下振动;

根据所述电流反馈信号和所述电压反馈信号确定个别地对应于所述多个所关注频率

范围中的每一个内的所述多个频率中的一个的多个所测得频率响应值；

将所述所测得频率响应值与所述基线频率响应曲线的基线频率响应值进行比较,所述基线频率响应值与所述多个所关注频率范围中的所述每一个内的所述多个频率中的对应多个频率相关联；

根据所述所测得频率响应值与所述所关注频率范围中的特定频率范围内的所述基线频率响应值之间的差异性选择性地确定所述透镜清洁系统中故障或降级的存在;以及

根据所述所关注频率范围中的所述特定频率范围选择性地识别所确定故障或降级的类型,其中所述差异性指示所述故障或降级的存在。

## 具有用于检测故障或降级的阻抗监测的超声透镜清洁系统

### 背景技术

[0001] 相机系统在汽车和其它应用如车辆相机、安全相机、工业自动化系统以及其它应用和终端使用系统中变得越来越普遍。清洁光学路径促进相机和照明系统的操作,所述光学路径可能受污垢、水或其它碎屑的阻碍,特别是在室外应用如车载相机系统、室外安全相机系统、工业设施中的相机系统等中。例如,相机或光源透镜可能经受环境天气条件、污垢和碎屑以及可能妨碍或干扰通过透镜光学传输的其它污染物。已经开发了用于车辆和安全相机的自动透镜清洁系统(LCS)以自清洁透镜或透镜盖。这些系统可能包含用于清洗透镜表面的空气或水喷射设备。其它透镜清洁系统使透镜电子振动以从透镜盖中排出污染物、水或其它不想要的材料,以便改善图像质量或光传输效率。在某些应用中,光学系统和透镜清洁设备可能经受机械应力、热应力和其它可能使清洁系统部件降级的不利环境条件。例如,透镜或透镜盖可能变得破裂,振动换能器可能失效,密封结构可能受损,透镜与换能器之间的粘合剂粘合可能失效,或者可能发生许多其它失效或降级类型。在基于车辆的系统或其它不能方便地接近相机或光源的应用中,期望维持透镜清洁系统的适当操作以确保通过透镜或透镜盖的持续光学传输。

### 发明内容

[0002] 所描述的实例包含透镜清洁系统、驱动器和用于检测透镜清洁系统中的故障或降级的方法,其包含控制器,所述控制器用于控制透镜换能器驱动信号频率以使所述透镜在所关注频率范围内振动并且根据驱动器反馈信号测量频率响应值,并且将所测得频率响应值与用于健康系统的基线频率响应值进行比较。所述控制器根据所述所测得频率响应值与所述基线频率响应值之间的差异性在多个频率下确定所述透镜清洁系统中故障或降级的存在。所述频率响应可以测量为阻抗响应、导纳响应或其它等效的频域。所述阻抗响应对于传达本说明书中的技术是有用的。

[0003] 在所描述的透镜清洁系统和透镜清洁系统驱动器的实例中,所述驱动器包含向换能器提供振荡驱动信号以使透镜振动的输出端以及接收换能器电压和电流反馈信号的反馈电路。所述驱动器进一步包含控制器,所述控制器控制所述驱动信号的频率以使所述透镜在所关注频率范围内的频率下振动并根据所述电流和电压反馈信号确定所测得频率响应值。所述控制器将所述所测得频率响应值与所关注频率范围内的用于健康透镜清洁系统的基线频率响应值进行比较,并根据所述所测得频率响应值与所述基线频率响应值之间的差异性选择性地确定透镜清洁系统故障或降级的存在。在某些实例中,所述驱动器基于对多个所关注范围的分析来提供故障或降级类型的指示。在某些实施方案中,所述控制器在第二模式下操作以跨包含所述所关注频率范围的宽频率范围测量和存储包含针对所述健康透镜清洁系统测量的频率响应值的基线阻抗响应曲线,并且所述控制器识别包含所述基线阻抗曲线的极点或零点的一或多个所关注频率范围。

[0004] 本文描述了用于检测透镜清洁系统故障或降级的方法,其包含:控制驱动信号频率以使透镜在所关注频率范围内的多个频率下振动;以及确定个别地对应于所述所关注频



率范围内的频率中的一个的所测得频率响应值。所述方法进一步包含：将所述所测得频率响应值与所述所关注频率范围内的用于健康透镜清洁系统的基线频率响应值进行比较；以及根据所述所测得频率响应值与所述基线频率响应值之间的差异性选择性地确定透镜清洁系统故障或降级。

## 附图说明

[0005] 图1是透镜清洁系统的示意图。

[0006] 图2是包含透镜清洁系统的相机透镜组合件的部分截面侧视图。

[0007] 图3是检测和识别透镜清洁系统降级或故障的实例过程或方法的流程图。

[0008] 图4是作为激发频率函数的实例阻抗幅度响应曲线的曲线图。

[0009] 图5是作为激发频率函数的实例阻抗相位角响应曲线的曲线图。

[0010] 图6是在用于健康透镜清洁系统的第一频率范围内的不同电压振幅下的实例阻抗幅度响应曲线的曲线图。

[0011] 图7是在用于具有降级或故障换能器的透镜清洁系统的第一频率范围内的不同电压振幅下的实例阻抗幅度响应曲线的曲线图。

[0012] 图8是在用于健康透镜清洁系统以及透镜或透镜盖与换能器之间的粘合降级或出现故障的透镜清洁系统的第二频率范围内的给定操作电压下的实例阻抗幅度响应曲线的曲线图。

## 具体实施方式

[0013] 在附图中，贯穿全文，相似的附图标记指代相似的元件，并且各种特征不一定按比例绘制。在本说明书中，术语“耦合 (couple)”或“耦合 (couples)”包含间接或直接的电连接或机械连接或其组合。例如，如果第一设备耦合到第二设备或与所述第二设备耦合，则那种连接可以通过直接电连接或通过经由一或多个中间设备和连接的间接电连接进行。

[0014] 图1示出了具有驱动器集成电路 (IC) 100 的超声透镜清洁系统，并且图2示出了包含超声透镜清洁系统的相机透镜组合件200。如图2所示，透镜组合件200包含圆柱形或“环形”换能器102，其被机械耦合以使透镜202振动。在一个实例中，换能器102胶合到透镜202上。尽管在相机透镜系统的背景下进行了说明，但是本说明书的各种技术可进一步用于具有或不具有相机的照明系统或其它光学系统中。所描述的设备和技术利用控制器和换能器促进透镜清洁系统中的自动故障或降级检测，所述控制器和所述换能器还可以用于自动透镜清洁操作。如本文所使用的，透镜可以是聚焦元件或实施光学成形或其它光学效果以辅助相机成像的其它透镜以及仅为额外的光学元件提供保护而不执行任何成像功能的透镜盖或光学窗口。所描述的实例提供了基于一或多个电反馈信号评估透镜和相关联机械结构的机械频率响应的设备和技术，其可以包含跨多个频率确定阻抗值或导纳值以确定或推断频率响应值以及将基线频率响应值与所测得频率响应值进行比较。

[0015] 在一个实例中，如图2所示，透镜202是具有弯曲外表面的“鱼眼”透镜。在其它实例中，可以使用扁平透镜或具有不同轮廓的透镜。在此实例中，透镜组合件使用圆柱形帽形紧固件201安装到大致圆柱形的壳体204上，并使用在透镜202的边缘与紧固件201之间延伸的O形环208密封，以防止水或碎屑进入壳体204的内部。在一个实例中，壳体204可以安装到机

动车辆上以用作后置倒车相机、前置相机或侧置相机的透镜盖。在其它实例中,组合件200可以安装到建筑物或灯杆上,如用于安全相机或照明应用。在其它实例中,组合件200可以用于如商业或住宅建筑物内的内部安全监控系统。在此实例中,一系列大致平坦的第二透镜210安置在隔离件206的内表面内。第二透镜210和鱼眼透镜202提供用于通过相机212成像的光学路径。换能器102包含引线或端子131a和131b,所述引线或端子延伸穿过壳体204的基座214中的开口216以与驱动器IC 100连接。在图2的实例中,透镜202安装到具有圆柱形内隔离件结构206的圆柱形壳体204中。在此实例中,换能器102是安置在内隔离件206与壳体204的外壁之间的圆柱形环形压电换能器。

[0016] 如图1中最佳示出的,驱动器IC 100包含电力输入引脚或焊盘106,其从电力供应或电源104如相对于具有参考电压(例如,GND)的参考节点108提供电池电压信号VB的电池接收输入电力。驱动器IC 100包含电力管理电路110,其接收电池电压信号VB并提供一或多个供电电压(未示出)以为驱动器100的内部电路系统供电。而且,IC 100包含具有用于个别地耦合到换能器102的引线131a和131b的端子112和114的输出端。在操作中,驱动器100输出端向换能器102提供在非零频率 $F_t$ 下的振荡驱动信号VDRV以使透镜202振动。如下文中所描述的,通过激发换能器102控制透镜202的振动有助于从透镜202的外表面清除或去除污染物或碎屑。而且,换能器102由驱动器100以第一模式和第二模式控制以评估透镜清洁系统的健康状况。在特定实例中,驱动器100可以在第一模式下检测透镜清洁系统中的一或多个故障或降级的存在。在第二模式下,驱动器100可以表征或校准健康系统以确定如下文所描述的一或多个基线曲线。

[0017] 如图1所示,驱动器IC 100包含具有信号发生器116的控制器或控制电路130。在一个实例中,控制器130是具有相关联的电子存储器的处理器。控制器130通过控制换能器102的振荡频率 $F_t$ 来实施各种清洁、故障或降级检测以及任选的校准或基线处理功能。在一个实例中,控制器130包含扫掠和谐振追踪、故障检测电路122,其具有向信号发生器电路116提供所期望频率 $F_t$ 的输出端124。在另一个可能的实施方案中,控制器130在如DSP或其它可编程数字电路等处理器中实施,所述处理器通过执行存储在相关联存储器中的指令实施扫掠和谐振追踪以及故障检测和校准功能以产生频率 $F_t$ 作为表示驱动信号VDRV的期望频率 $F_t$ 的数字值。在一个实例中,信号发生器116是实施控制器130的处理器器的脉冲宽度调制(PWM)输出端。信号发生器电路116提供在非零频率 $F_t$ 下振荡的输出信号VS。在某些实施方案中,控制器130包含一体电子存储器或者可操作地连接到外部电子存储器150,所述外部电子存储器存储由处理器实施的程序指令并存储基线频率响应值152,如下文所描述的基线阻抗值。所示实例采用表示系统的频率响应的阻抗值152。可以使用其它值,如导纳值或表示系统频率响应的其它值。

[0018] 驱动器IC 100进一步包含放大器118,其放大输出信号VS以生成振荡驱动信号VDRV。以这种方式,控制器130提供驱动信号VDRV的期望频率 $F_t$ ,并且由此控制换能器102的振荡频率以清洁透镜202和/或实施如本文所描述的校准和故障/降级检测功能。在一个实例中,放大器118是具有第一输出端和第二输出端的全H桥放大器电路,所述第一输出端和所述第二输出端个别地与换能器端子131a和131b耦合以将振荡驱动信号VDRV提供给换能器102。此外,在图1的实例中,L-C滤波器电路119连接在放大器输出端与换能器端子131a和131b之间。在一个可能的实施方案中,滤波器119包含连接在放大器118的第一输出端与第

一换能器端子131a之间的第一滤波器电路119a以及连接在放大器118的第二输出端与第二换能器端子131b之间的第二滤波器电路119b。可以使用各种不同的信号发生器电路116,包含生成方波信号VS的PWM处理器输出端或提供具有非零信号频率 $F_t$ 的正弦波形、三角波形、锯齿波形或其它波形的其它信号发生器电路系统。在一个实例中,放大器118的第一输出端将振荡驱动信号递送到换能器102,并且第二放大器输出端将振荡驱动信号递送到换能器102,所述换能器相对于第一输出端异相180度。

[0019] 在某些实例中,放大器118可以通过第一滤波器电路119a向第一输出端子112提供单端输出,并且从换能器102返回的电流流过第二滤波器电路119b以返回到放大器118的第二输出端。在所示的实例中,放大器118向滤波器119a、119b提供差分输出。在这种情况下,单独滤波器电路119a和119b各自包含串联电感器和连接在第二电感器端子与公共参考电压(例如,GND)之间的电容器以将放大的信号递送到换能器102。以这种方式,放大器118放大信号发生器输出信号VS并将振荡驱动信号VDRV递送到换能器102。滤波器电路119有利地允许使用来自PWM信号发生器116的方波输出来提供大致正弦的振荡信号VDRV以使换能器102和机械耦合的透镜202振动。

[0020] 驱动器IC 100还包含具有电流传感器或电流换能器120的反馈电路,所述电流传感器或电流换能器生成表示在换能器102中流动的电流IDRV的电流反馈信号IFB。反馈电路系统还包含差分放大器132,所述差分放大器具有连接到换能器输出端子112和114的输入端以及生成表示换能器电压的电压反馈信号VFB的放大器输出端。反馈信号IFB和VFB被提供给控制器130。在一个实例中,控制器130包含用于将电流和电压反馈信号IFB和VFB转换为数字值的模数(A/D)转换器134和135。在一个可能的实施方案中,控制器130、放大器118和反馈电路系统在单个集成电路100中制造。通常,驱动器100可以连同相机212(或光源)一起设置在单个印刷电路板(PCB)上以为用于照明系统的各种基于车辆的相机系统和/或安全相机系统提供紧凑解决方案。

[0021] 驱动器IC 100以正常模式操作以结合相关联的换能器102选择性地提供超声透镜清洁功能。图2中的透镜202的外表面可能暴露于在本文中被称作污染物的污垢、碎屑、水和其它光学障碍物,特别是在室外安装中。驱动器100提供振荡信号以致使换能器102使透镜202振动以促进或提升透镜202的清洁。在一个实例中,驱动器100提供超声驱动信号或电压波形VDRV以致动换能器102并导致换能器102使用超声波机械地振动透镜202以从透镜202的表面去除污垢和/或水。透镜202在处于或接近系统谐振频率的频率的超声波下的机械振荡或运动可以促进从透镜202中节能地去除水、污垢和/或碎屑。在一个实例中,驱动器IC 100在透镜清洁操作期间使用反馈信号IFB和/或VFB提供闭环系统。在一个实例中,驱动器IC 100在根据电流反馈信号IFB确定的电流或阻抗信号值中的局部最小值或最大值处或其附近调节操作。在一个实例中,驱动器IC 100在局部最小值处或其附近或在最小值与最大之间调节操作。在一个实例中,控制器使用来自A/D转换器134和/或135的转换值来实施闭环控制,以驱动换能器102进行透镜清洁操作。

[0022] 控制器130还以第一模式(例如,下文描述的图3中的检测(DETECT)模式)操作以检测透镜清洁系统中的降级或故障。如图1所示,模拟反馈信号VFB和IFB由A/D转换器134和135转换成数字值。在一个实例中,控制器130计算离散傅立叶变换(DFT)分量136和137,以便基于来自转换器134和135的时域数字电压反馈值和时域数字电流反馈值个别地提供电

压相矢量值138和电流相矢量值139。控制器130还实施复数除法 (DIVIDE) 功能140以计算扫掠频率响应值,如作为给定样品的电压相矢量值138与电流相矢量值139的比率的扫掠阻抗值142。在这方面,A/D转换器以足够高的采样频率工作以获得表示与被驱动换能器102相关联的反馈电压和电流的数字值流。通过控制器130的处理器执行程序指令实施的处理提供了频率响应值流(例如,阻抗值142)。

[0023] 在第一模式下的降级/故障检测操作中,控制器130控制驱动信号VDRV的频率 $F_t$ 以使透镜202在所关注频率范围内的多个频率下振动。在一个实施方案中,控制器130针对一或多个所关注预定频率范围执行频率扫掠。控制器130在频率扫掠期间数字化地转换反馈信号,获得频谱相矢量信息138和139,并且将这些值140分开以获得对应于所关注范围内的频率的扫掠频率响应值142。控制器130还实施将所测得频率响应值142与基线频率响应值152进行比较的比较功能144,所述基线频率响应值与用于健康透镜清洁系统的所关注给定频率范围内的频率中的对应多个频率相关联。控制器130使用所述比较来根据所测得频率响应值142与基线频率响应值152之间的差异性选择性地确定系统中故障的存在或透镜清洁系统中降级的存在。控制器130不需要执行连续扫掠,而是控制透镜换能器驱动信号频率 $F_t$ 以使透镜202在所关注预定频率范围中包含的一或多个频率下振动,并根据驱动器反馈信号VFB、IFB计算对应的频率响应值142。

[0024] 控制器130将所测得频率响应值142与用于健康系统的对应的基线频率响应值152进行比较。控制器130根据所测得频率响应值142与基线频率响应值152之间的差异性选择性地确定透镜清洁系统中故障或降级的存在。在某些实施方案中,控制器130将所测得值142与基线值152之间的差值与阈值进行比较以初步确定系统是否健康。如果确定了故障或降级(例如,差值超过第一阈值),则差值量可以用于使用第二阈值比较在可疑故障与可疑降级之间进行区分。在一个实例中,控制器130包含输出端146,其响应于故障或降级的存在的确定而选择性地向主机系统148提供故障/降级 (FAULT/DEGRADATION) 信号。此架构促进通过主机系统进行适当的补救动作。例如,在车载驾驶辅助应用中,使用用于车辆导航、制动控制、转向控制、驾驶员警告等的相机输出的自动化车辆控制系统可以由驱动器IC 100自动通知透镜清洁系统降级或故障。

[0025] 在一个实例中,控制器130可以以第二模式(例如,下文描述的图3中的基线 (BASELINE) 模式) 进一步操作。可以使用第二模式来通过将健康系统的频率响应表征为一或多个基线曲线而校准已知的健康系统。在一个实例中,控制器130测量一或多个基线频率响应曲线,如阻抗曲线(例如,图1中的存储器150中的曲线)。单独基线曲线包含跨包含一或多个所关注频率范围的宽频率范围针对健康透镜清洁系统测量的频率响应值152。控制器130将一个或多个基线阻抗曲线存储在透镜清洁系统的存储器150中,并识别一或多个所关注频率范围,所述一或多个所关注频率范围包含如下文结合图4和5所述的基线阻抗曲线的极点FP或零点FZ。

[0026] 在某些实例中,控制器130确定多个不同换能器电压中的每一个电压的一或多个基线曲线,并将这些多个基线频率响应曲线存储在透镜清洁器系统的存储器中。在这些实例中,控制器130针对多个不同换能器电压中的每一个电压以第一(检测)模式操作,从而驱动换能器102以便使透镜202在对应换能器电压的所关注预定范围内的频率下振动。在这种情况下,控制器130根据电流反馈信号IFB和电压反馈信号VFB确定个别地对应于所关注预

定频率范围内的频率中的一个的所测得频率响应值142。控制器130将所测得频率响应值与对应的换能器电压的所关注预定频率范围内的对应的基线频率响应值152进行比较。控制器130根据比较中识别到的差异性选择性地确定故障或降级的存在。在这方面,系统的正常清洁操作可以在某些换能器电压下进行以从透镜202中去除污染物,而系统的故障或降级检测操作可以在这些电压和/或在不同的(例如,更低的)电压下执行以检测系统中一或多个失效或故障的存在,同时潜在地降低功耗。这种架构在透镜清洁系统从电池电源104操作时是特别有利的,并且在减少换能器的热应力方面也是有利的。

[0027] 此外,在某些实施方案中,控制器130根据所关注特定频率范围选择性地识别具体的所确定的故障或降级类型,其中差异性指示存在故障或降级。以这种方式,驱动器100可以选择性地向主机系统148发出故障/降级信号以初步地指示透镜清洁系统存在降级或故障,并且还根据具体差异性任选地识别故障类型。这些实施方案有助于向主机系统148提供高级信息以基于阻抗响应或更一般地基于频率响应来指示具体故障或降级类型。这些可辨别的类型可以包含透镜破裂或断裂、换能器破裂或去极化、密封失效、胶合失效等。因此,所描述的实例促进识别透镜盖系统中何时发生失效并且识别失效类型,并且控制器130和/或主机系统148可以提供适当的纠正或补救动作。反过来,这种设计通过主动识别失效并允许更换故障或降级的系统部件来促进透镜清洁系统的改进的敏捷性和可用性,从而使系统在高可用性下可操作。

[0028] 参照图3到8,图3示出了检测和识别透镜清洁系统降级或故障的过程或方法300。在某些实例中,方法300可以由控制器或处理器如上文描述的透镜清洁系统驱动器控制器130实施。过程300包含在302和304处的初步校准或基线建立模式(图3中的“基线”模式),其用于在已知相关联的透镜清洁系统可操作或“健康”时建立存储在图1的控制器130的存储器中的基线曲线150和对应的基线频率响应值152。例如,健康系统没有任何已知的在包含换能器102的系统部件、包含换能器102与对应透镜202机械耦合的机械结构(图2)、壳体204中透镜202和/或换能器102的安装,密封结构208的结构完整性和定位等方面的故障或降级。在306到316处,系统以检测模式(图3中的“检测”模式)操作以选择性地检测并任选地识别透镜清洁系统降级和/或故障。

[0029] 基线模式下的操作开始于图3中的302,其中控制器130在不同电压和频率下测量用于健康系统的基线频率响应曲线,并且优选地将这些曲线存储在非易失性存储器如FLASH、EPROM等中。在一个实例中,这种设计包含控制换能器驱动信号频率 $F_t$ 以使透镜202在宽频率范围内的多个频率下振动,同时测量采样的电流值和电压值以确定(例如,计算)频率响应值152。如上文所述,这种方法可以实施为通过控制频率 $F_t$ (例如,在整个宽频率范围内向上或向下)或通过以任何合适的顺序在整个宽频率范围内的离散频率下选择性操作进行的连续频率扫掠。在一个实例中,在302处,测量或以其它方式建立多个换能器电压的基线频率响应曲线。在304处,控制器130然后分析所得到的频率响应曲线以识别一或多个所关注频率范围,所述一或多个所关注频率范围包含对应于每个换能器电压的给定故障类型的极点或零点。可以如基于经验测试、工厂制造测试或任何其它合适的分析或数据源预先建立给定的降级/故障类型与对应的换能器电压的一或多个所关注特定频率范围之间的对应关系。

[0030] 图4示出了曲线图400,其示出了作为宽范围403(如在一个实施方案中10kHz到

1000kHz) 上的换能器激发频率的函数的实例阻抗幅度响应曲线402。可以使用其它范围, 优选地根据通常在光学系统以及具体地透镜清洁系统中使用的结构部件的各种质量覆盖可用范围。图5提供了对应的曲线图500, 其示出了作为在相同的宽频率范围403上的换能器激发频率的函数的实例相位角响应曲线502。在此实例中, 阻抗曲线402包含与机械系统的极点相对应的许多局部最大值以及与系统零点相对应的许多局部最小值。相位曲线502的局部最大值处于阻抗曲线402的极点频率与零点频率之间的几何平均值处。曲线图400和500描绘了具有对应极点FP和零点FZ的若干不同频率范围, 其包含具有极点FP1和零点FZ1的所关注第一经识别频率范围404-1以及包含极点FP2和零点FZ2的所关注第二经识别频率范围404-2。

[0031] 透镜清洁系统的一或多个部件或方面的故障和/或降级可能引起阻抗曲线402和/或相位谱曲线502的频谱的变化。所描述的系统和方法提供自动分析所关注特定频率范围404以确定系统的一或多个故障或降级的存在。而且, 所描述的实例使用已经存在的用于清洁目的的系统部件。在某些实例中, 在302和304处, 控制器130还实施校准或“基线”操作以相对于已知或相信健康的系统来表征或校准系统。在一个实例中, 在304处, 控制器识别一或多个所关注频率范围, 所述一或多个所关注频率范围包含与相关联的故障类型或降级类型相对应的基线阻抗曲线的极点或零点。而且, 如上文所述, 这种表征可以在多个操作电压下完成以建立每个操作电压的基线曲线并识别每个基线曲线150的一或多个所关注频率范围。在图4和5的实例中, 系统控制器130将所关注第一范围404-1和所关注第二范围404-2识别为与不同的故障或降级类型相对应。在此实例中, 所关注第一频率范围404-1指示换能器102的去极化, 并且所关注第二频率范围404-2与图2的系统中的透镜或透镜盖202与换能器102之间的故障粘合相关联。在304处, 控制器130可以进一步确定所关注故障特定频率范围404。这种灵活性允许在多种故障类型之间进行单独的分析 and 故障识别, 并因此促进了可以由控制器130提供给主机系统148 (图1) 的高级诊断信息。在此实例中, 控制器130识别由透镜清洁系统部件构成的机械系统中的故障或降级与对应谐振的行为之间的关系。

[0032] 继续图3, 在306到310处, 控制器130以“检测”模式操作。在306处, 控制器130控制驱动信号VDRV的频率 $F_t$ 以使透镜202在所关注频率范围404内的多个频率下振动。在一个实例中, 控制器130通过所关注频率范围404扫掠频率 $F_t$ 。在其它实例中, 控制器130在所关注范围404内的多个不同频率 $F_t$ 下操作换能器102, 其中连续扫掠不是所有可能的实施方案的严格要求。在306处, 控制器130还根据电流反馈信号IFB和电压反馈信号VFB确定个别地对应于所关注频率范围404内的频率中的一个的所测得频率响应值142。如上所述, 在306处, 控制器130使用一或多种合适的技术 (例如, DFT运算、除法运算等) 来确定针对两个或两个以上工作电压中的每个电压的对应阻抗扫掠曲线。尽管所示方法300涉及在多个工作换能器电压下的基线相关性和故障/降级检测, 但是其它实施方案是可能的, 在所述其它实施方案中仅针对单个电压执行所述步骤。

[0033] 在图3中的308处, 控制器130将阻抗扫掠曲线或与一或多个所关注频率范围404相对应的曲线与对应基线曲线或存储器150中的曲线的对应基线频率响应值152进行比较。在310处, 控制器130确定是否所有扫掠曲线与对应基线曲线相似。在308和310处, 可以通过任何合适的比较技术建立相似性或差异性。可以由控制器130实施数学技术。例如, 可以评估相关函数以确定是否存在一定量的差异性, 在这种情况下, 控制器130在输出端146处提供

故障/降级信号以警告主机系统148已经检测到故障或降级。

[0034] 在另一个实例中,控制器130基于比较计算平方和差值,并且如果所述差值超过预定阈值,则选择地确定透镜清洁系统中存在故障或降级。在某些实例中,不同的阈值可以用于不同的曲线和比较,其中特定阈值用于每个所关注频率范围和每个工作换能器电压。在一个实例中,控制器130在测得的点处计算基线频率响应值与扫掠频率响应值之间的均方根(RMS)差,并将此值与对应的阈值进行比较。如果控制器130确定所有扫掠曲线都与对应基线曲线相似(在310处的是(YES)),则过程300返回到如上所述之306。

[0035] 检测模式处理可以在系统的正常操作实施方案中的任何适当时间实施。例如,可以根据主机系统148建立的时间表实例化或启动透镜清洁系统,如定期清洁。在一个实例中,在306到310处,控制器130实施故障/降级检测操作,这是实际清洁的前奏。如果所述系统被确定为可操作(例如,无识别或确定的故障或降级),则在肯定确定(在310处的是)之后,控制器130驱动换能器102根据任何合适的换能器驱动参数(例如,电压、频率、持续时间等)实施透镜清洁。接下来由主机系统148致动透镜清洁系统,重复所述过程。

[0036] 如果控制器130在所关注频率范围404中的一或多个内确定了差异性阈值量(在310处的否(N)),则过程300继续在312处进行,其中控制器130确定是否存在系统故障或降级。在某些实例中,在图3中的313处,控制器130发出系统故障或降级警告(例如,向主机系统148提供故障/降级信号)。此外,在某些实例中,控制器130估计多个所关注频率范围404(例如,图4和5中的范围404-1和404-2)。在这种情况下,在314处,控制器130通过根据所关注频率范围404中的特定频率范围选择性地识别故障或降级类型而在故障/降级源之间进行区分,其中差异性表明故障或降级的存在。然后,在316处,控制器130可根据具体差异性选择性地识别故障类型。而且,控制器130可以响应于系统故障或降级的检测而实施一或多个补救或安全动作。例如,控制器130可以阻止故障或降级部件的系统待修理或替换的进一步操作(例如,清洁)。可替代地,控制器130可以继续操作,特别是如果只检测到轻微降级的话。例如,透镜清洁系统可以是与一或多个车辆控制致动器结合使用的基于车辆的相机系统的一部分,并且在车辆停止或驱动器收到自动控制功能不可用的警告之前完全关闭相机系统可能是不必要的或不恰当的。在这种情况下,控制器130可以向主机系统148发出警告,尽管清洁操作仍在继续。在一个可能的实施方案中,在确定存在系统降级时,控制器130可以向主机系统148发出警告,并且接着继续操作透镜清洁系统直到确定所述系统包含故障,由此控制器130可以阻止所述系统的进一步的清洁操作。

[0037] 图6到8示出了实例曲线图,以进一步示出控制器130选择性地识别系统部件的故障和/或降级的操作。图6中的曲线图600示出在图4和5的所关注第一频率范围404-1内的不同操作频率下的针对健康透镜清洁系统的实例阻抗幅度响应曲线602、604、606和608。在此实例中,所关注范围404-1从约280kHz延伸到320kHz,包含针对不同换能器操作电压的在285kHz到298kHz附近的零点和在305kHz到315kHz附近的极点。例如,曲线602示出了在20V输入电压下健康清洁系统的阻抗幅度响应;曲线604示出了在40V输入电压下健康清洁系统的阻抗幅度响应;曲线606示出了在60V输入电压下健康清洁系统的阻抗幅度响应;并且曲线608示出了在80V输入电压下健康清洁系统的阻抗幅度响应。

[0038] 图7提供了曲线图700,其示出在换能器102已经受换能器去极化降级或故障之后对应于与图6相对应的系统中的20V、40V和80V换能器操作电压的实例阻抗幅度响应曲线



702、704和708。同样如图6所示,图7的曲线图700中的曲线702、704和708示出了在所关注第一频率范围404-1(例如,280kHz到320kHz)内的对应换能器电压下系统的阻抗幅度响应。关于所示出的20V换能器电压曲线702,极点和零点的位置由于故障或降级(例如,去极化)换能器102发生了变化。在此实例中,曲线702展示了相对于图6中的健康系统极点位置FP1移位变化量 $\Delta FP1$ (例如,约2kHz到3kHz)的局部最大值或极点FP1'。而且,图7中的20V曲线702展示了相对于健康系统零点位置FZ1移位变化量 $\Delta FZ1$ (例如,约5kHz)的相对弱的局部最小值或零点FZ1'。而且,图6和7中的对应20V曲线602和702在所关注频率范围404-1上具有明显不同的形状。图6和7中的40V曲线604和704以及相比的80V曲线608和708同样如此。如上所述,可以由控制器130对对应曲线对进行RMS或平方和型分析,以便提供指示扫掠频率响应曲线702、704、708相对于基线曲线602、604、608的相似性或差异性的值。图6和7示出还可以使用的基于频移的相似性对比技术,其中在扫掠曲线中识别出局部最小值或局部最大值,并且将其对应频率与对应局部最大值或最小值进行比较以确定频率变化值 $\Delta F$ 。可以基于值 $\Delta F$ 的幅度检测故障或降级。当在清洁过程期间驱动过多电流穿过所述装置时,这种故障或降级可能由换能器过热超过居里温度(Curie temperature)造成,这导致换能器压电材料去极化。这种情况可能由换能器在不同谐振频率下以固定电压水平激发引起,其中换能器电阻抗可以跨所关注谐振改变一个数量级。在此实例中,当电压水平增大到所需电平以激发换能器时,在290kHz附近的零点不再具有谐振效应(例如,40V曲线704和80V曲线708)。所描述的系统促进在换能器102的寿命期间周期性地或在任何适合的点监测换能器102的阻抗响应。如果响应指示谐振频率不再存在,则由控制器130确定换能器降级或故障,并且可以向主机系统148发出适合的报警信号或消息。

[0039] 图8提供了曲线图800,其示出了相对于上文所描述的所关注第二经识别频率范围404-2实施的另外的实例。在这种情况下,控制器130已经预先确定了这个所关注频率范围404-2和透镜202与透镜清洁系统的换能器102之间的粘合(例如,胶合)的故障或降级检测相关。曲线图800包含第一曲线802,其表示健康系统在所关注第二实例频率范围404-2(例如,20kHz到30kHz)内的给定操作电压下的阻抗幅度响应操作。在这种情况下,健康系统展示出极点FP2(例如,略大于29kHz)和在约28kHz下的健康系统零点FZ2。图8中的第二曲线804示出了在整个所关注范围404-2内针对透镜202与换能器102之间降级或故障粘合的后续阻抗幅度响应。在这种情况下,极点位置改变量 $\Delta FP2$ 到新位置FP2',并且零点位置移位量 $\Delta FZ2$ 到新位置FZ2'。在一个实例中,控制器130实施一或多个数值计算和数学技术以确定与曲线802、804的形状相关的差异性值或数量和/或根据频移或移位 $\Delta FP2$ 和/或 $\Delta FZ2$ 确定差异性值或数量。将差异性数量与初始基线表征和检测扫掠中使用的给定换能器电压的对应阈值进行比较,以便选择性地确定透镜清洁系统中的故障或降级的存在(或其缺乏)。

[0040] 在权利要求的范围内,在所描述的实施例中修改是可能的,并且其它实施例是可能的。



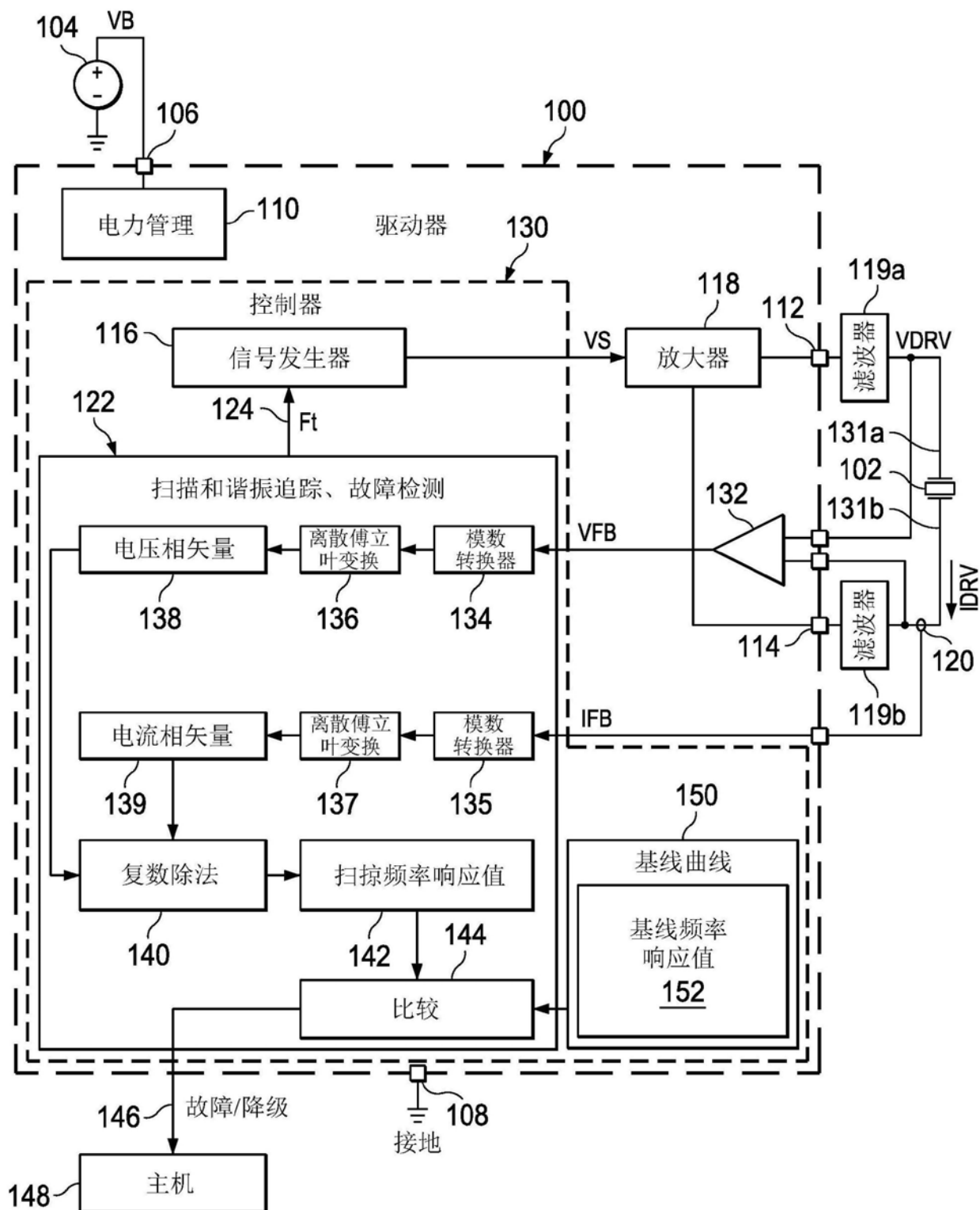


图1

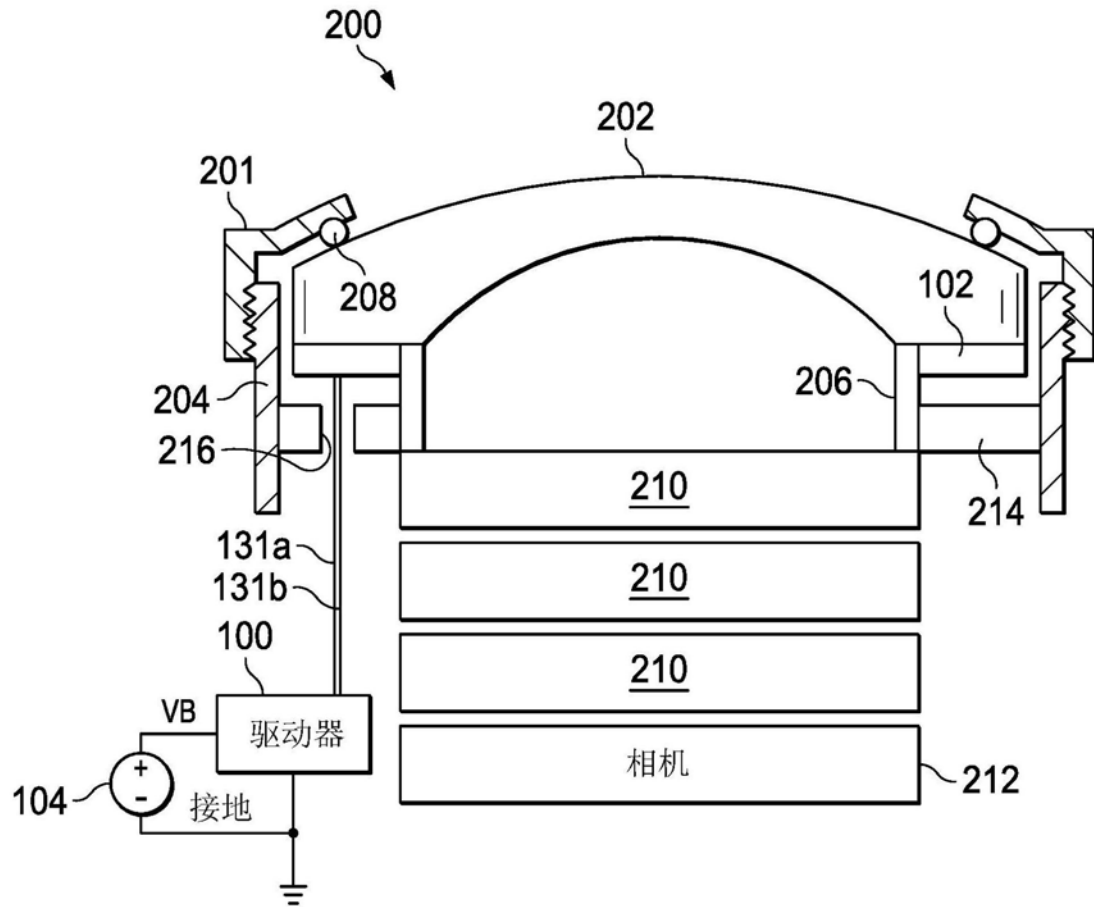


图2

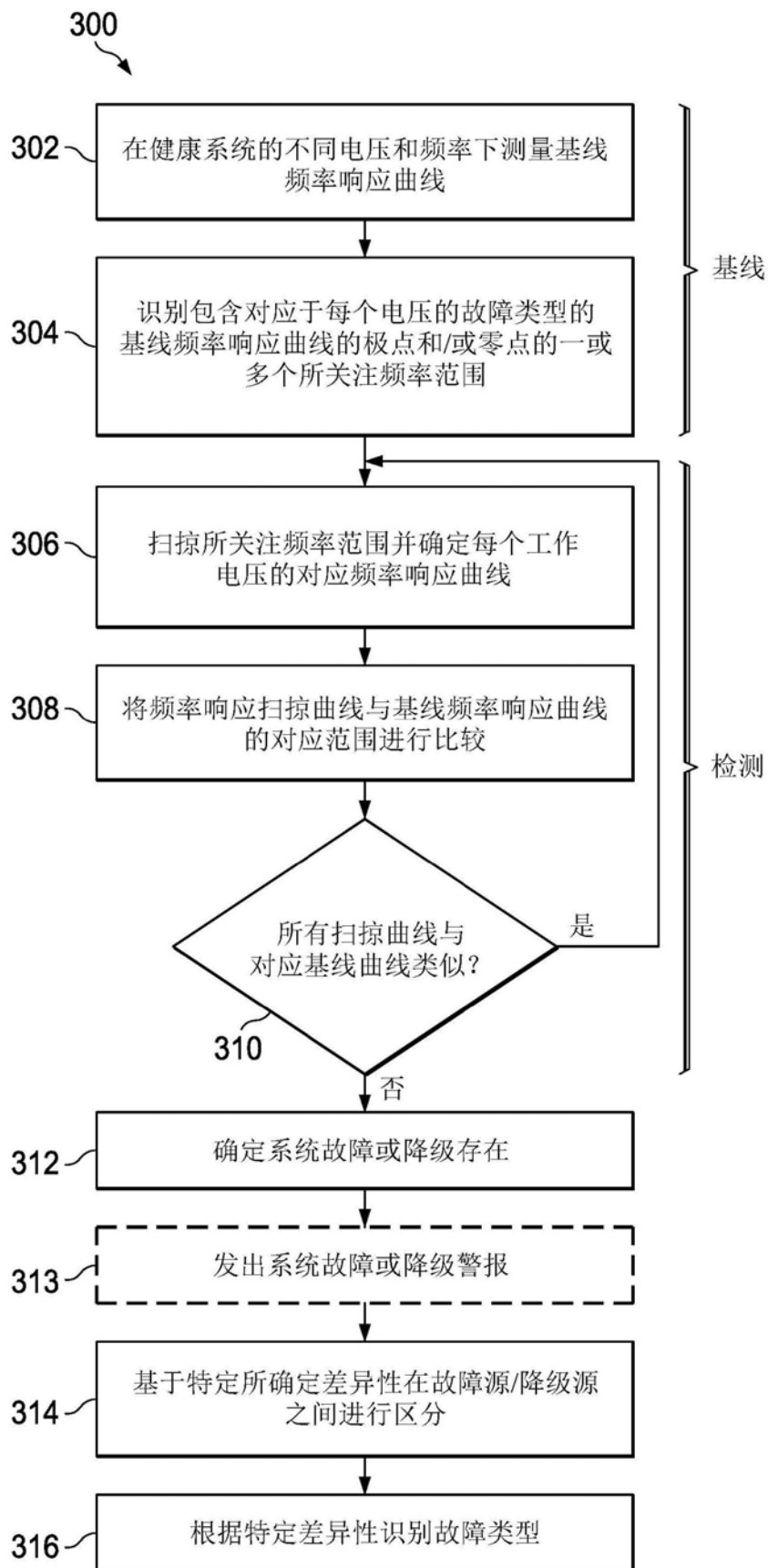


图3

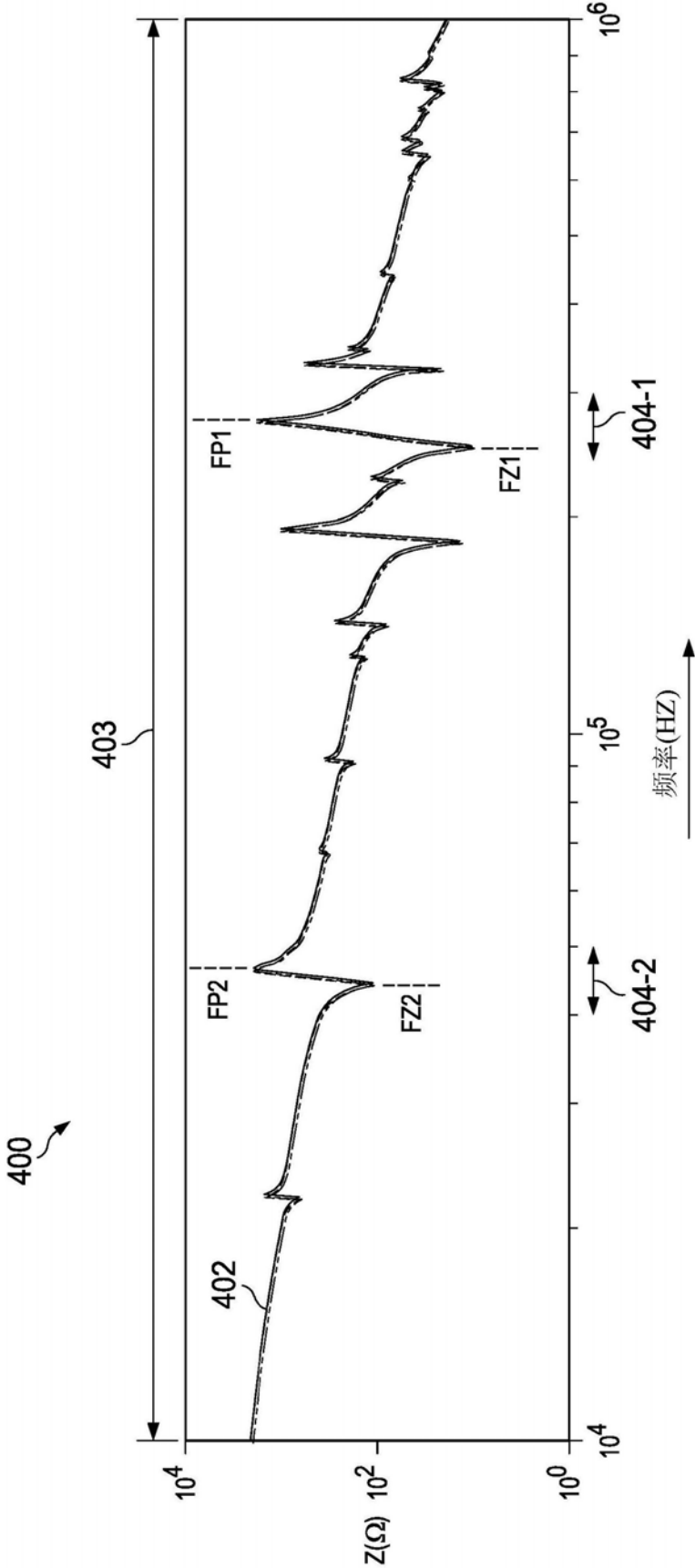


图4

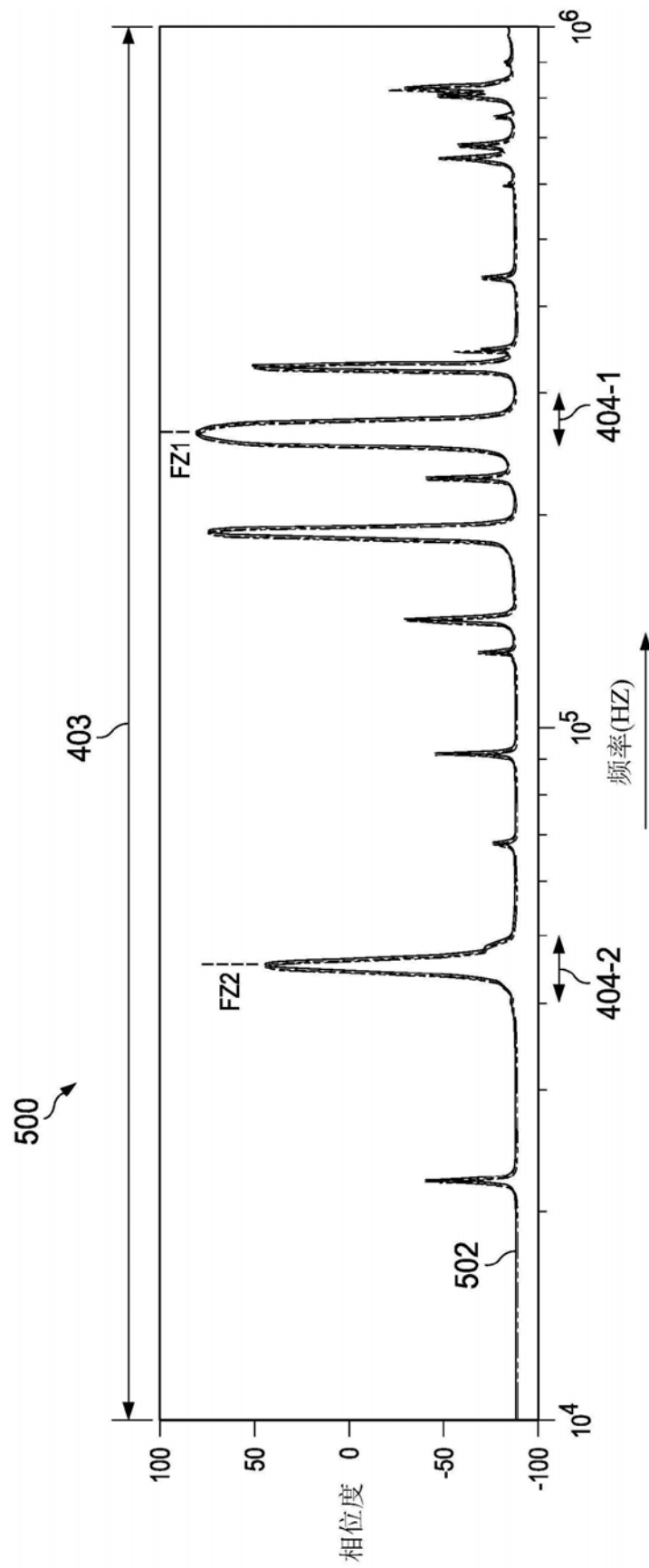


图5

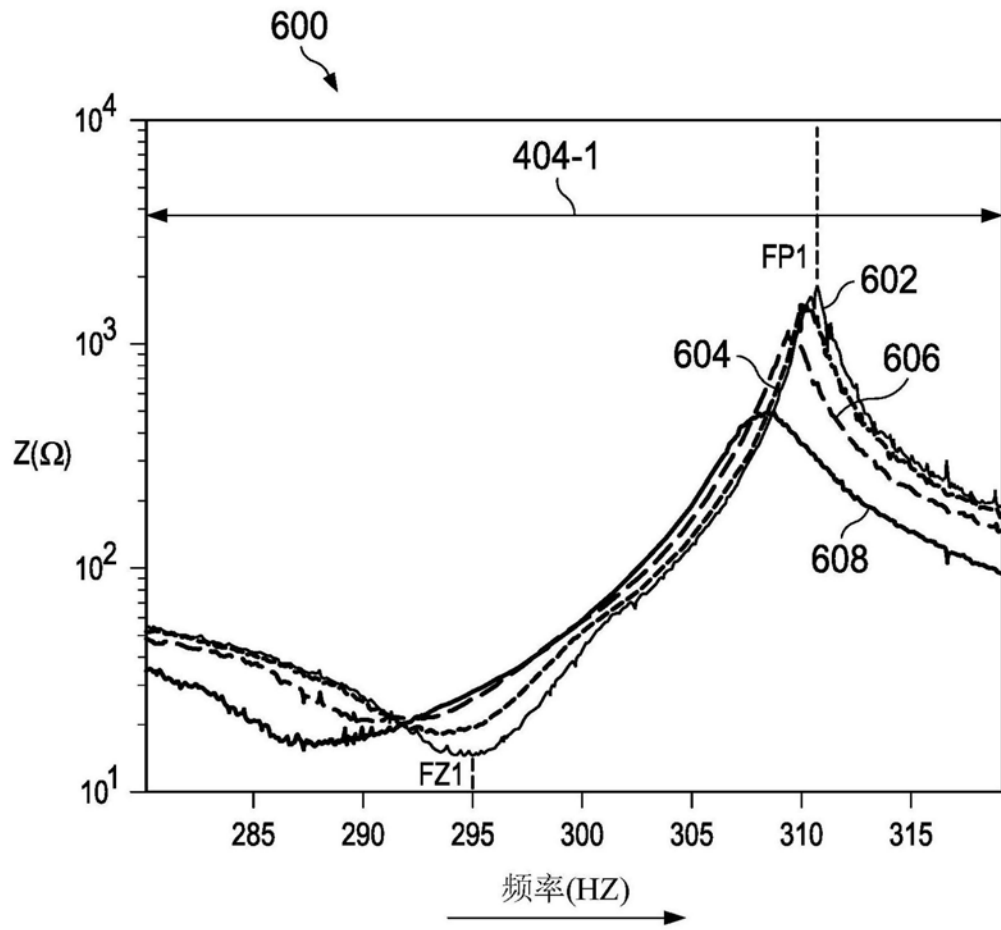


图6

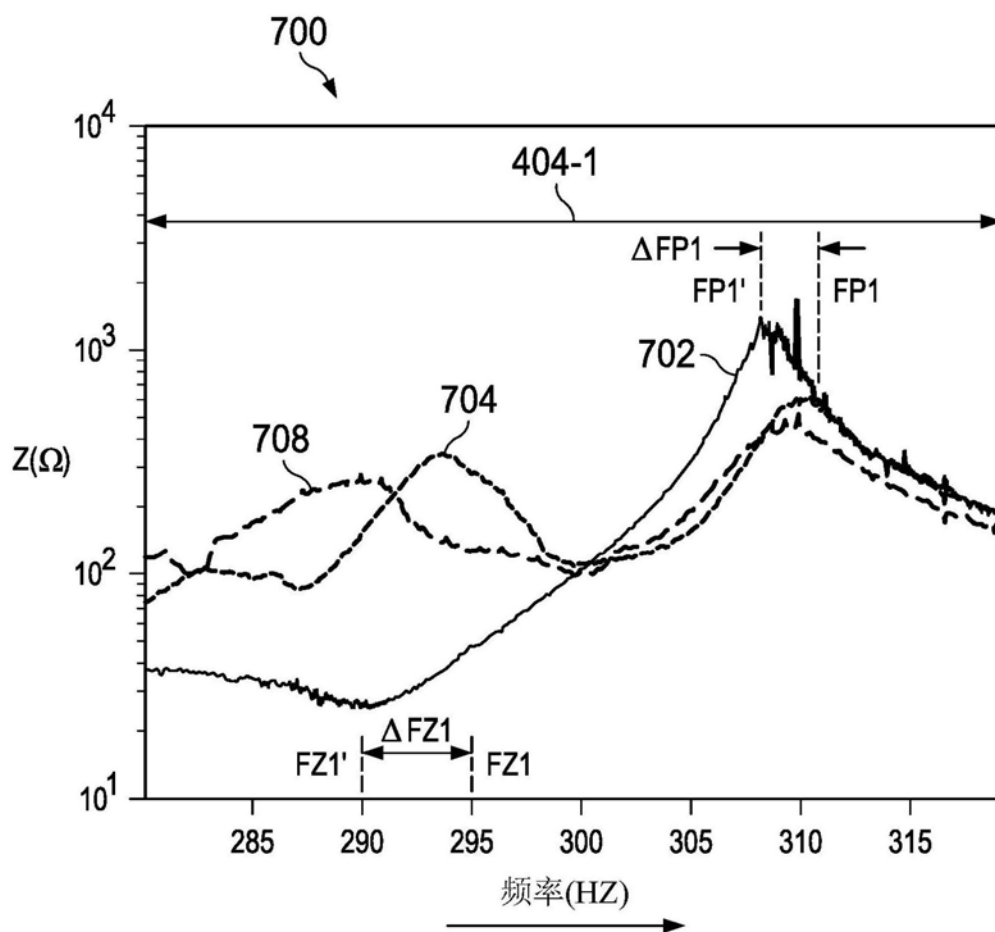


图7

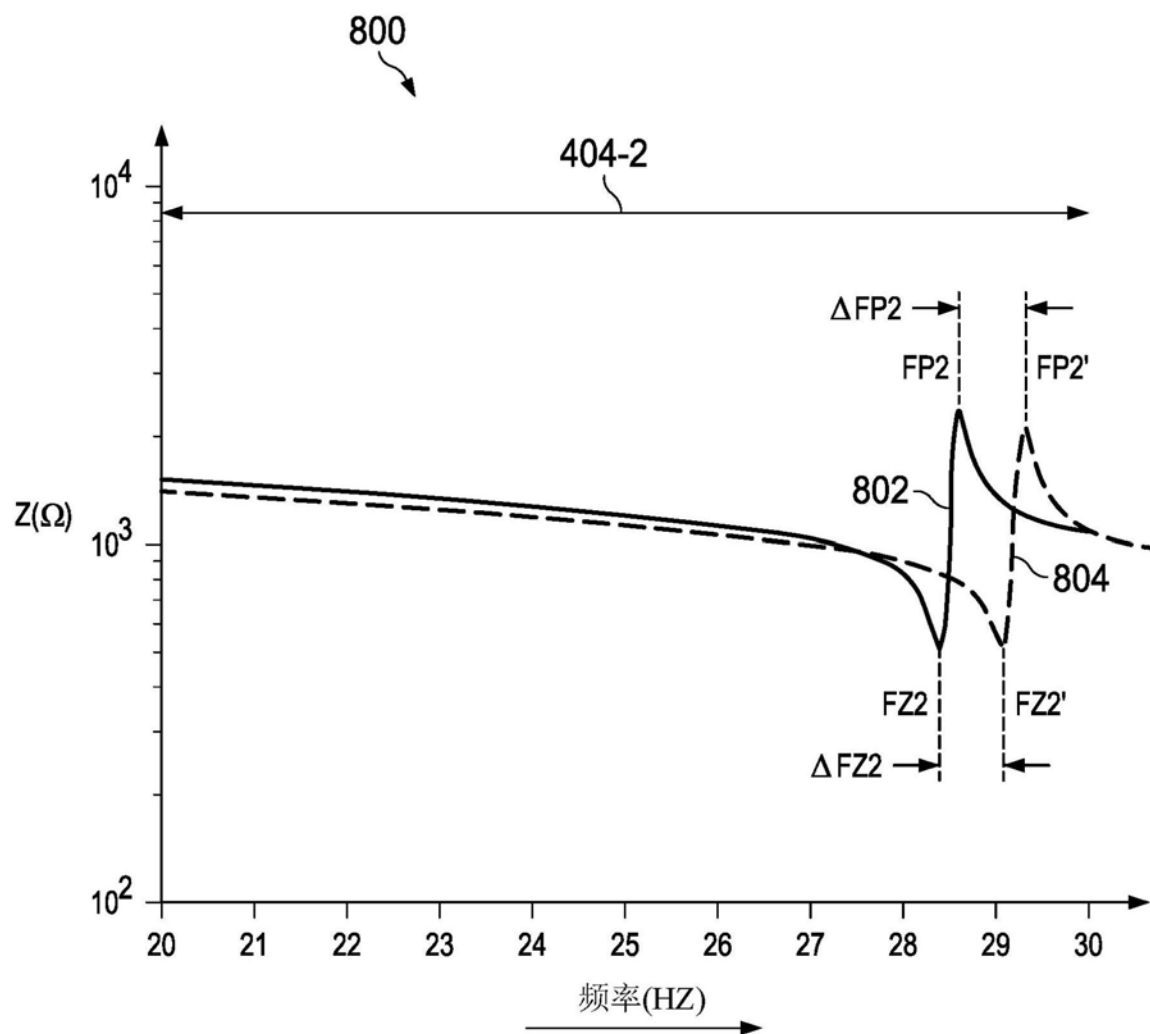


图8