



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110135106 B

(45) 授权公告日 2022. 12. 30

(21) 申请号 201910452569.4

G06F 30/20 (2020.01)

(22) 申请日 2019.05.28

G06F 111/04 (2020.01)

G06F 119/06 (2020.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110135106 A

(56) 对比文件

CN 107178401 A, 2017.09.19

JP H07310590 A, 1995.11.28

(43) 申请公布日 2019.08.16

(73) 专利权人 奇瑞汽车股份有限公司

地址 241006 安徽省芜湖市经济技术开发区
区长春路8号

宋兆哲 等. 发动机油底壳的辐射噪声分析及结构优化. 《噪声与振动控制》. 2014, 第34卷 (第01期), 第123-127页.

(72) 发明人 张春丽 邢志杰 周君 徐亚飞
张德定

审查员 李召卿

(74) 专利代理机构 北京三高永信知识产权代理
有限责任公司 11138

专利代理师 唐述灿

(51) Int. Cl.

G06F 30/17 (2020.01)

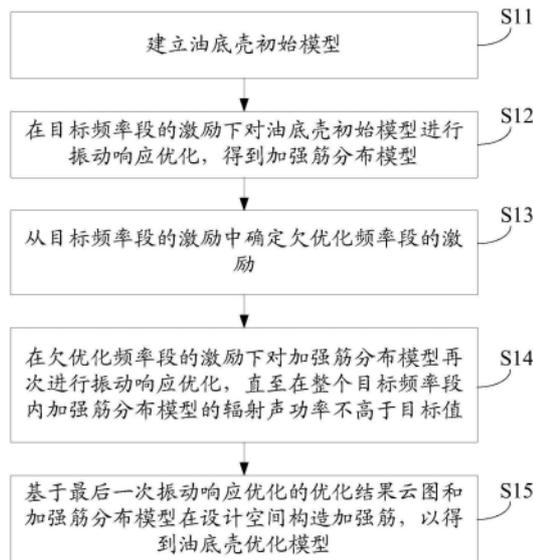
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

油底壳的设计方法和设计装置、计算机可读
存储介质

(57) 摘要

本发明公开了一种油底壳的设计方法和设计装置、计算机可读存储介质,属于汽车制造技术领域。该方法包括建立油底壳初始模型;在目标频率段的激励下对油底壳初始模型进行振动响应优化,得到加强筋分布模型;从目标频率段的激励中确定欠优化频率段的激励,欠优化频率段为在目标频率段的激励中,使加强筋分布模型的辐射声功率高于目标值的激励的频率段;在欠优化频率段的激励下对加强筋分布模型再次进行振动响应优化,直至在整个目标频率段内加强筋分布模型的辐射声功率不高于目标值;基于最后一次振动响应优化的优化结果云图在设计空间构造加强筋,得到油底壳优化模型,设计过程不需要制作样件并反复试验,提升了油底壳设计的效率,降低了设计成本。



1. 一种油底壳的设计方法,其特征在于,包括:

建立油底壳初始模型,所述油底壳初始模型包括壳体部分和初始加强筋部分,所述初始加强筋部分填充在设计空间内,所述设计空间为所述油底壳初始模型所在坐标系内允许布置加强筋的空间;

在目标频率段的激励下对所述油底壳初始模型进行振动响应优化,得到加强筋分布模型,所述振动响应优化以所述壳体部分的表面为等效辐射声功率输出面,以构成所述加强筋的材料的体积在所述设计空间内所占的体积比为约束条件,以等效辐射声功率最小为优化目标;

从所述目标频率段的激励中确定欠优化频率段的激励,所述欠优化频率段为在所述目标频率段的激励中,使所述加强筋分布模型的辐射声功率高于目标值的激励的频率段;

在所述欠优化频率段的激励下对所述加强筋分布模型再次进行所述振动响应优化,直至在整个所述目标频率段内所述加强筋分布模型的辐射声功率不高于所述目标值;

基于最后一次所述振动响应优化的优化结果云图和所述加强筋分布模型在所述设计空间构造所述加强筋,以得到油底壳优化模型。

2. 根据权利要求1所述的设计方法,其特征在于,所述方法还包括:

在目标频率段的激励下对所述油底壳初始模型进行振动响应优化之前,建立发动机整机模型以进行发动机整机振动分析,生成油底壳螺栓处在所述目标频率段的振动参数,以所述振动参数作为所述目标频率段的激励,所述振动参数包括振幅、速度、加速度中的任意一种。

3. 根据权利要求1所述的设计方法,其特征在于,所述基于最后一次所述振动响应优化的优化结果云图和所述加强筋分布模型在所述设计空间构造所述加强筋,包括:

在所述加强筋分布模型的基础上,去除所述设计空间中在所述优化结果云图上显示材料密度低于密度阈值的区域的材料,保留所述设计空间中在所述优化结果云图上显示材料密度不低于所述密度阈值的区域的材料。

4. 根据权利要求3所述的设计方法,其特征在于,所述方法还包括:

对所述油底壳优化模型进行油底壳辐射噪声计算,获取所述油底壳优化模型的辐射声功率曲线;

根据所述辐射声功率曲线判断所述油底壳优化模型是否满足设计要求;

若所述油底壳优化模型不满足设计要求,调整所述密度阈值,在所述加强筋分布模型的基础上,去除所述设计空间中在所述优化结果云图上显示材料密度低于调整后的所述密度阈值的区域的材料,保留所述设计空间中在所述优化结果云图上显示材料密度不低于调整后的所述密度阈值的区域的材料,直至调整后的所述油底壳优化模型满足设计要求。

5. 一种油底壳的设计装置,其特征在于,包括:

模型建立模块,用于建立油底壳初始模型,所述油底壳初始模型包括壳体部分和初始加强筋部分,所述初始加强筋部分填充在设计空间内,所述设计空间为所述油底壳初始模型所在坐标系内允许布置加强筋的空间;

处理模块,用于在目标频率段的激励下对所述油底壳初始模型进行振动响应优化,得到加强筋分布模型,所述振动响应优化以所述壳体部分的表面为等效辐射声功率输出面,以构成所述加强筋的材料的体积在所述设计空间内所占的体积比为约束条件,以等效辐射

声功率最小为优化目标;从所述目标频率段的激励中确定欠优化频率段的激励,所述欠优化频率段为在所述目标频率段的激励中,使所述加强筋分布模型的辐射声功率高于目标值的激励的频率段,在所述欠优化频率段的激励下对所述加强筋分布模型再次进行所述振动响应优化,直至在整个所述目标频率段内所述加强筋分布模型的辐射声功率不高于所述目标值;

模型生成模块,用于基于最后一次所述振动响应优化的优化结果云图和所述加强筋分布模型在所述设计空间构造所述加强筋,以得到油底壳优化模型。

6. 根据权利要求5所述的设计装置,其特征在于,所述设计装置还包括激励生成模块,用于建立发动机整机模型以进行发动机整机振动分析,生成油底壳螺栓处在所述目标频率段的振动参数,以所述振动参数作为所述目标频率段的激励,所述振动参数包括振幅、速度、加速度中的任意一种。

7. 根据权利要求5所述的设计装置,其特征在于,所述模型生成模块用于采用以下方式基于最后一次所述振动响应优化的优化结果云图和所述加强筋分布模型在所述设计空间构造所述加强筋:

在所述加强筋分布模型的基础上,去除所述设计空间中在所述优化结果云图上显示材料密度低于密度阈值的区域的材料,保留所述设计空间中在所述优化结果云图上显示材料密度不低于所述密度阈值的区域的材料。

8. 根据权利要求7所述的设计装置,其特征在于,所述设计装置还包括:

检测模块,用于对所述油底壳优化模型进行油底壳辐射噪声计算,获取所述油底壳优化模型的辐射声功率曲线,根据所述辐射声功率曲线判断所述油底壳优化模型是否满足设计要求;

所述模型生成模块还用于若所述油底壳优化模型不满足设计要求,调整所述密度阈值,在所述加强筋分布模型的基础上,去除所述设计空间中在所述优化结果云图上显示材料密度低于调整后的所述密度阈值的区域的材料,保留所述设计空间中在所述优化结果云图上显示材料密度不低于调整后的所述密度阈值的区域的材料,直至调整后的所述油底壳优化模型满足设计要求。

9. 一种油底壳的设计装置,其特征在于,包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器被配置为执行所述计算机程序时实现如权利要求1~4任一项所述的油底壳的设计方法。

10. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述存储介质中存储有至少一条指令,所述指令由处理器加载并执行以实现如权利要求1~4任一项所述的油底壳的设计方法。

油底壳的设计方法和设计装置、计算机可读存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车制造技术领域,特别涉及一种油底壳的设计方法和设计装置、计算机可读存储介质。

背景技术

[0002] 发动机是汽车主要的噪声源,而油底壳等薄壁类零件受到激励产生的辐射噪声约占整机噪声的25%。因此,降低油底壳的噪声对于整机降噪具有重要意义。

[0003] 目前在设计油底壳时,通常是制作出样件,然后在发动机台架上进行试验,测试油底壳的声学性能。如果测试结果显示油底壳的声学性能不能满足设计要求,就需要改变油底壳的加强筋的结构,并再次制作样件,然后进行试验,反复多次后才可能得到满足设计要求的油底壳,需要耗费较长的时间和较高的成本。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供了一种油底壳的设计方法和设计装置、计算机可读存储介质,能够提升油底壳设计的效率,降低成本。所述技术方案如下:

[0005] 第一方面,本发明实施例提供了一种油底壳的设计方法,包括:

[0006] 建立油底壳初始模型,所述油底壳初始模型包括壳体部分和初始加强筋部分,所述初始加强筋部分填充在设计空间内,所述设计空间为所述油底壳初始模型所在坐标系内允许布置加强筋的空间;

[0007] 在目标频率段的激励下对所述油底壳初始模型进行振动响应优化,得到加强筋分布模型,所述振动响应优化以所述壳体部分的表面为等效辐射声功率输出面,以构成所述加强筋的材料在所述设计空间内所占的体积比为约束条件,以等效辐射声功率最小为优化目标;

[0008] 从所述目标频率段的激励中确定欠优化频率段的激励,所述欠优化频率段为在所述目标频率段的激励中,使所述加强筋分布模型的辐射声功率高于目标值的激励的频率段;

[0009] 在所述欠优化频率段的激励下对所述加强筋分布模型再次进行所述振动响应优化,直至在整个所述目标频率段内所述加强筋分布模型的辐射声功率不高于所述目标值;

[0010] 基于最后一次所述振动响应优化的优化结果云图和所述加强筋分布模型在所述设计空间构造所述加强筋,以得到油底壳优化模型。

[0011] 可选地,所述方法还包括:

[0012] 在目标频率段的激励下对所述油底壳初始模型进行振动响应优化之前,建立发动机整机模型以进行发动机整机振动分析,生成油底壳螺栓处在所述目标频率段的振动参数,以所述振动参数作为所述目标频率段的激励,所述振动参数包括振幅、速度、加速度中的任意一种。

[0013] 可选地,所述基于最后一次所述振动响应优化的优化结果云图和所述加强筋分布

模型在所述设计空间构造所述加强筋,包括:

[0014] 在所述加强筋分布模型的基础上,去除所述设计空间中在所述优化结果云图上显示材料密度低于密度阈值的区域的材料,保留所述设计空间中在所述优化结果云图上显示材料密度不低于密度阈值的区域的材料。

[0015] 可选地,所述方法还包括:

[0016] 对所述油底壳优化模型进行油底壳辐射噪声计算,获取所述油底壳优化模型的辐射声功率曲线;

[0017] 根据所述辐射声功率曲线判断所述油底壳优化模型是否满足设计要求;

[0018] 若所述油底壳优化模型不满足设计要求,调整所述密度阈值,在所述加强筋分布模型的基础上,去除所述设计空间中在所述优化结果云图上显示材料密度低于调整后的所述密度阈值的区域的材料,保留所述设计空间中在所述优化结果云图上显示材料密度不低于调整后的所述密度阈值的区域的材料,直至调整后的所述油底壳优化模型满足设计要求。

[0019] 第二方面,本发明实施例还提供了一种油底壳的设计装置,包括:

[0020] 模型建立模块,用于建立油底壳初始模型,所述油底壳初始模型包括壳体部分和初始加强筋部分,所述初始加强筋部分填充在设计空间内,所述设计空间为所述油底壳初始模型所在坐标系内允许布置加强筋的空间;

[0021] 处理模块,用于在目标频率段的激励下对所述油底壳初始模型进行振动响应优化,得到加强筋分布模型,所述振动响应优化以所述壳体部分的表面为等效辐射声功率输出面,以构成所述加强筋的材料的体积在所述设计空间内所占的体积比为约束条件,以等效辐射声功率最小为优化目标;从所述目标频率段的激励中确定欠优化频率段的激励,所述欠优化频率段为在所述目标频率段的激励中,使所述加强筋分布模型的辐射声功率高于目标值的激励的频率段,在所述欠优化频率段的激励下对所述加强筋分布模型再次进行所述振动响应优化,直至在整个所述目标频率段内所述加强筋分布模型的辐射声功率不高于所述目标值;

[0022] 模型生成模块,用于基于最后一次所述振动响应优化的优化结果云图和所述加强筋分布模型在所述设计空间构造所述加强筋,以得到油底壳优化模型。

[0023] 可选地,所述设计装置还包括激励生成模块,用于建立发动机整机模型以进行发动机整机振动分析,生成油底壳螺栓处在所述目标频率段的振动参数,以所述振动参数作为所述目标频率段的激励,所述振动参数包括振幅、速度、加速度中的任意一种。

[0024] 可选地,所述模型生成模块用于采用以下方式基于最后一次所述振动响应优化的优化结果云图和所述加强筋分布模型在所述设计空间构造所述加强筋:

[0025] 在所述加强筋分布模型的基础上,去除所述设计空间中在所述优化结果云图上显示材料密度低于密度阈值的区域的材料,保留所述设计空间中在所述优化结果云图上显示材料密度不低于密度阈值的区域的材料。

[0026] 可选地,所述设计装置还包括检测模块,用于对所述油底壳优化模型进行油底壳辐射噪声计算,获取所述油底壳优化模型的辐射声功率曲线,根据所述辐射声功率曲线判断所述油底壳优化模型是否满足设计要求;

[0027] 所述模型生成模块还用于若所述油底壳优化模型不满足设计要求,调整所述密度

阈值,在所述加强筋分布模型的基础上,去除所述设计空间中在所述优化结果云图上显示材料密度低于调整后的所述密度阈值的区域的材料,保留所述设计空间中在所述优化结果云图上显示材料密度不低于调整后的所述密度阈值的区域的材料,直至调整后的所述油底壳优化模型满足设计要求。

[0028] 第三方面,本发明实施例还提供了一种油底壳的设计装置,包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器被配置为执行所述计算机程序时实现如第一方面所述的油底壳的设计方法。

[0029] 第四方面,本发明实施例还提供了一种计算机可读存储介质,所述存储介质中存储有至少一条指令,所述指令由处理器加载并执行以实现如第一方面所述的油底壳的设计方法。

[0030] 本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果至少包括:通过建立油底壳初始模型,可以确定出油底壳的壳体部分的形状,以及加强筋分布的空间。通过在目标频率段的激励下对油底壳初始模型进行振动响应优化,就可以得到该目标频率区间的加强筋分布模型,加强筋分布模型在该目标频率区间的等效辐射声功率最小。通过从目标频率段的激励中确定欠优化频率段的激励,并在欠优化频率段的激励下对加强筋分布模型再次进行振动响应优化,直至在整个目标频率段内加强筋分布模型的辐射声功率不高于目标值,这样就可以将加强筋分布模型在目标频率段中的每个频率下的辐射声功率都控制在目标值以内,就可以基于最后一次振动响应优化的优化结果云图在设计空间构造加强筋,以得到油底壳优化模型,在设计过程中不需要制作样件并反复试验,提升了油底壳设计的效率,降低了设计成本。

附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0032] 图1是本发明实施例提供的一种油底壳的设计方法流程图;

[0033] 图2是本发明实施例提供的一种油底壳的设计方法流程图;

[0034] 图3是本发明实施例提供的一种油底壳初始模型的示意图;

[0035] 图4是本发明实施例提供的一种目标频率段的激励曲线;

[0036] 图5是图4的局部放大图;

[0037] 图6是本发明实施例提供的一种油底壳的设计装置的结构框图;

[0038] 图7是本发明实施例提供的一种油底壳的设计装置的结构示意图。

具体实施方式

[0039] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0040] 图1是本发明实施例提供的一种油底壳的设计方法流程图。如图1所示,该设计方法包括:

[0041] S11:建立油底壳初始模型。

[0042] 油底壳初始模型包括壳体部分和初始加强筋部分,初始加强筋部分填充在设计空间内,设计空间为油底壳初始模型所在坐标系内允许布置加强筋的空间。

[0043] S12:在目标频率段的激励下对油底壳初始模型进行振动响应优化,得到加强筋分布模型。

[0044] 振动响应优化以壳体部分的表面为等效辐射声功率(equivalent radiant power,ERP)输出面,以构成加强筋的材料在体积在设计空间内所占的体积比为约束条件,以等效辐射声功率最小为优化目标。

[0045] S13:从目标频率段的激励中确定欠优化频率段的激励。

[0046] 欠优化频率段为在目标频率段的激励中,使加强筋分布模型的辐射声功率高于目标值的激励的频率段。

[0047] S14:在欠优化频率段的激励下对加强筋分布模型再次进行振动响应优化,直至在整个目标频率段内加强筋分布模型的辐射声功率不高于目标值。

[0048] S15:基于最后一次振动响应优化的优化结果云图和加强筋分布模型在设计空间构造加强筋,以得到油底壳优化模型。

[0049] 通过建立油底壳初始模型,可以确定出油底壳的壳体部分的形状,以及加强筋分布的空间。通过在目标频率段的激励下对油底壳初始模型进行振动响应优化,就可以得到该目标频率区间的加强筋分布模型,加强筋分布模型在该目标频率区间的等效辐射声功率最小。通过从目标频率段的激励中确定欠优化频率段的激励,并在欠优化频率段的激励下对加强筋分布模型再次进行振动响应优化,直至在整个目标频率段内加强筋分布模型的辐射声功率不高于目标值,这样可以将加强筋分布模型在目标频率段中的每个频率下的辐射声功率都控制在目标值以内,就可以基于最后一次振动响应优化的优化结果云图在设计空间构造加强筋,以得到油底壳优化模型,在设计过程中不需要制作样件并反复试验,提升了油底壳设计的效率,降低了设计成本。

[0050] 图2是本发明实施例提供的一种油底壳的设计方法流程图。如图2所示,该设计方法包括:

[0051] S21:建立油底壳初始模型。

[0052] 图3是本发明实施例提供的一种油底壳初始模型的示意图。如图3所示,油底壳初始模型包括壳体部分10和初始加强筋部分11,初始加强筋部分11填充在设计空间10a内,设计空间10a为油底壳初始模型所在坐标系内允许布置加强筋的空间。

[0053] 油底壳初始模型可以是有限元模型,网格尺寸可以为2~3mm。网格尺寸越小,则设计的精度越高,但网格尺寸越小,设计的效率也会越低,网格尺寸在2~3mm时,可以有较好的精度,而且也具有一定的效率。

[0054] 加强筋通常分布在壳体部分10的内、外表面上,油底壳初始模型的壳体部分10即是油底壳的除去加强筋后的结构的模型。

[0055] 由于油底壳在使用时,需要容纳其他结构,因此加强筋的分布受到了限制,在设计油底壳的加强筋之前,可以根据油底壳在使用时的装配情况确定出允许布置加强筋的空间,即设计空间10a。对于不同发动机的油底壳,设计空间10a的大小、位置和形状可能不同。初始加强筋部分11充满设计空间10a,初始加强筋部分11相当于油底壳初始模型中所允许

设计的材料体积最大的加强筋,例如设计空间呈长方体型,设计空间10a的体积为 m ,则初始加强筋部分11的形状也为长方体型,体积也为 m 。在设计过程中,设计空间10a通常可以呈棱台状,棱台的较小的底面与壳体部分10的表面接触,即棱台处于倒置的状态。这是由于油底壳通常采用模具制造,为方便脱模,需要设置拔模角度。

[0056] S22:建立发动机整机模型以进行发动机整机振动分析,生成油底壳螺栓处在目标频率段的振动参数,以振动参数作为目标频率段的激励。

[0057] 其中,振动参数包括振幅、速度、加速度中的任意一种。

[0058] 发动机整机模型包括发动机模型和油底壳模型,这里的油底壳模型可以是根据现有油底壳建立的模型。油底壳与发动机之间通过螺栓连接,发动机的振动主要通过螺栓传递到油底壳上,因此在进行发动机整机振动分析时,可以生成油底壳螺栓处在目标频率段的振动参数,以该振动参数作为目标频率段的激励。在进行发动机整机振动分析时,可以根据气缸压力曲线对发动机模型加载,然后通过仿真软件生成振动参数。气缸压力曲线是反应发动机正常工作时发动机的气缸中的压力变化的曲线,可以根据实验的方式测量得到。

[0059] 图4是本发明实施例提供的一种目标频率段的激励曲线,该曲线的横坐标为频率 f ,纵坐标为速度 V 。在其他实施例中,如果振动参数为振幅 s ,则所得到的激励曲线的纵坐标为振幅 s ,如果振动参数为加速度 a ,则所得到的激励曲线的纵坐标为加速度 a 。如图4所示,该目标频率段可以为 $0\sim 4000\text{Hz}$ 。对于不同的发动机,在设计油底壳时,目标频率段也可能不同,例如目标频率段也可以是 $0\sim 3000\text{Hz}$, $0\sim 5000\text{Hz}$ 等。图5是图4的局部放大图,如图5所示,目标频率段的激励曲线有三条,三条曲线分别是沿空间坐标方向的X方向、Y方向和Z方向的振动。

[0060] 步骤S22为可选步骤,在设计过程中,也可以从数据库中直接获取目标频率段的振动参数作为目标频率段的激励。例如可以从以往进行相关实验时存储的实验数据中获取振动参数。

[0061] S23:在目标频率段的激励下对油底壳初始模型进行振动响应优化,得到加强筋分布模型。

[0062] 振动响应优化可以得到加强筋分布模型以及相应的优化结果云图。振动响应优化以壳体部分的表面为等效辐射声功率输出面,以构成加强筋的材料的设计空间内所占的体积比为约束条件,以等效辐射声功率最小为优化目标。油底壳在工作过程中产生的噪声由壳体部分的整个表面向外辐射,因此壳体部分的整个表面均作为等效辐射声功率输出面。

[0063] 可选地,加强筋的材料在设计空间内所占的体积比可以为 $18\%\sim 22\%$,对于不同的发动机的油底壳,该体积比也可能不同,体积比可以结合相关的设计经验或是已有的同型号发动机的油底壳进行设置。

[0064] 目标频率段的激励可以作用在油底壳初始模型上用于连接发动机的螺栓孔处,从而模拟出油底壳在真实的工作状态下的振动。

[0065] 通过振动响应优化,对应目标频率段可以得到加强筋分布模型。加强筋分布模型包括壳体部分和优化加强筋部分,加强筋分布模型的壳体部分与油底壳初始模型的壳体部分相同,优化加强筋部分是在初始加强筋部分的基础上优化后得到的。加强筋分布模型的优化加强筋部分可以显示出以加强筋的材料在设计空间内所占的体积比满足约束条件的

情况下,在该目标频率段内,等效辐射声功率最小的加强筋结构。等效辐射声功率可以衡量噪声的强度,等效辐射声功率越小,表示参照该模型制作的油底壳在正常工作时产生的噪声强度越小。等效辐射声功率可以根据现有的公式进行计算。

[0066] S24:从目标频率段的激励中确定欠优化频率段的激励。

[0067] 其中,欠优化频率段为在目标频率段的激励中,使加强筋分布模型的辐射声功率高于目标值的激励的频率段。

[0068] 欠优化频率段的激励是目标频率段的激励的一部分,可以在步骤S22里得到的目标频率段的激励的基础上得到。例如,目标频率段为0~4000Hz,加强筋分布模型在500~550Hz的区间中辐射声功率高于目标值,则欠优化频率段为500~550Hz,可以从目标频率段的激励中抽取500~550Hz的部分作为欠优化频率段的激励。

[0069] 在步骤S23中,在进行优化时,可以得到加强筋分布模型的辐射声功率曲线,从该辐射声功率曲线上就可以直观地确定出欠优化频率段。

[0070] 可选地,可以以辐射声功率曲线中最大的若干个峰值的中间值或平均值的k倍作为目标值, $1.2 \leq k \leq 2$,或者以辐射声功率曲线中的一个峰值的k倍作为目标值,例如第三大的峰值的k倍。此外,目标值也可以人为设定。

[0071] S25:在欠优化频率段的激励下对加强筋分布模型再次进行振动响应优化,直至在整个目标频率段内加强筋分布模型的辐射声功率不高于目标值。

[0072] 在步骤S23中得到的加强筋分布模型虽然在目标频率段的等效辐射声功率达到了最小,但是可能在局部的频率段中存在辐射声功率过高的情况,步骤S25则可以在局部的频率段中进一步优化。

[0073] 在欠优化频率段的激励下对加强筋分布模型再次进行振动响应优化时,仍以壳体部分的表面为等效辐射声功率输出面,加强筋的材料在设计空间内所占的体积比为约束条件,等效辐射声功率最小为优化目标。

[0074] S26:基于最后一次振动响应优化的优化结果云图和加强筋分布模型在设计空间构造加强筋,以得到油底壳优化模型。

[0075] 具体可以在加强筋分布模型的基础上,去除设计空间中在优化结果云图上显示材料密度低于密度阈值的区域的材料,保留设计空间中在优化结果云图上显示材料密度不低于密度阈值的区域的材料。

[0076] 由优化结果云图可以反应出设计空间内不同位置的材料的重要程度,材料密度的数值越大,表示该位置材料重要程度越高。材料密度的取值范围为0~1。

[0077] 对于设计空间中材料密度较高的区域的材料给予保留,对于设计空间中材料密度较低的区域的材料给予删除,就可以得到在整个目标频率段等效辐射声功率较小的油底壳优化模型。示例性地,密度阈值可以为0.1~0.2。

[0078] 此外还可以对根据优化结果云图得到的油底壳优化模型再进行其他优化设计,例如对加强筋的尺寸进行优化,在保证油底壳有足够强度的情况下实现减重。

[0079] S27:对油底壳优化模型进行油底壳辐射噪声计算,获取油底壳优化模型的辐射声功率曲线。

[0080] 根据油底壳优化模型的辐射声功率曲线可以对得到的油底壳优化模型进行评价,确保油底壳优化模型能够满足设计的要求。所获取的辐射声功率曲线是油底壳优化模型在

步骤S22中得到的目标频率段的激励下的辐射声功率曲线。

[0081] S28:根据辐射声功率曲线判断油底壳优化模型是否满足设计要求。

[0082] 根据步骤S27中的油底壳优化模型的辐射声功率曲线,可以看出油底壳优化模型在整个目标频率段中各个频率下的辐射声功率,如果在整个目标频率段中各个频率下的辐射声功率均满足设计要求,例如不超过允许的上限值,则可以认为该油底壳优化模型满足设计要求。反之则不满足设计要求。

[0083] 若油底壳优化模型不满足设计要求,可以调整密度阈值,在加强筋分布模型的基础上,去除设计空间中在优化结果云图上显示材料密度低于调整后的密度阈值的区域的材料,保留设计空间中在优化结果云图上显示材料密度不低于调整后的密度阈值的区域的材料,直至调整后的油底壳优化模型满足设计要求。

[0084] 在步骤S26中密度阈值的取值不当,可能会造成油底壳优化模型不满足设计要求,因此可以重新调整密度阈值,然后再基于优化结果云图在设计空间构造加强筋,得到调整后的油底壳优化模型。在得到调整后的油底壳优化模型之后,可以返回步骤S27,以确保油底壳优化模型满足设计要求。

[0085] 图6是本发明实施例提供的一种油底壳的设计装置的结构框图,该装置用于图1或2所示的油底壳的设计方法。如图6所示,该设计装置包括模型建立模块21、处理模块22和模型生成模块23。

[0086] 其中,模型建立模块21用于建立油底壳初始模型,油底壳初始模型包括壳体部分和初始加强筋部分,初始加强筋部分填充在设计空间内,设计空间为油底壳初始模型所在坐标系内允许布置加强筋的空间。模型建立模块21可以根据前述的步骤S11或S21建立油底壳初始模型。

[0087] 处理模块22用于在目标频率段的激励下对油底壳初始模型进行振动响应优化,得到加强筋分布模型,振动响应优化以壳体部分的表面为等效辐射声功率输出面,以构成加强筋的材料的设计空间内所占的体积比为约束条件,以等效辐射声功率最小为优化目标;从目标频率段的激励中确定欠优化频率段的激励,欠优化频率段为在目标频率段的激励中,使加强筋分布模型的辐射声功率高于目标值的激励的频率段,在欠优化频率段的激励下对加强筋分布模型再次进行振动响应优化,直至在整个目标频率段内加强筋分布模型的辐射声功率不高于目标值。处理模块22可以根据前述的步骤S12~S14或S23~S25工作。

[0088] 模型生成模块23用于基于最后一次振动响应优化的优化结果云图和加强筋分布模型在设计空间构造加强筋,以得到油底壳优化模型。模型生成模块23可以根据前述的步骤S15或S26得到油底壳优化模型。

[0089] 通过振动响应优化,对应目标频率段可以得到加强筋分布模型。加强筋分布模型包括壳体部分和优化加强筋部分,加强筋分布模型的壳体部分与油底壳初始模型的壳体部分相同,优化加强筋部分是在初始加强筋部分的基础上优化后得到的。加强筋分布模型的优化加强筋部分可以显示出以加强筋的材料在设计空间内所占的体积比满足约束条件的情况下,在该目标频率段内,等效辐射声功率最小的加强筋结构。

[0090] 如图6所示,该设计装置还可以包括激励生成模块24,激励生成模块24用于建立发动机整机模型以进行发动机整机振动分析,生成油底壳螺栓处在目标频率段的振动参数,

以振动参数作为目标频率段的激励,振动参数包括振幅、速度、加速度中的任意一种。激励生成模块24可以根据前述的步骤S22工作。

[0091] 可选地,模型生成模块23还可以用于采用以下方式基于最后一次振动响应优化的优化结果云图和加强筋分布模型在设计空间构造加强筋:

[0092] 在加强筋分布模型的基础上,去除设计空间中在优化结果云图上显示材料密度低于密度阈值的区域的材料,保留设计空间中在优化结果云图上显示材料密度不低于密度阈值的区域的材料。模型生成模块23可以根据前述的步骤S26在设计空间构造加强筋。

[0093] 如图6所示,该设计装置还可以包括检测模块25,检测模块25用于对油底壳优化模型进行油底壳辐射噪声计算,获取油底壳优化模型的辐射声功率曲线,根据辐射声功率曲线判断油底壳优化模型是否满足设计要。检测模块25可以根据前述的步骤S27和S28工作。

[0094] 模型生成模块23还可以用于若油底壳优化模型不满足设计要求,调整密度阈值,在加强筋分布模型的基础上,去除设计空间中在优化结果云图上显示材料密度低于调整后的密度阈值的区域的材料,保留设计空间中在优化结果云图上显示材料密度不低于调整后的密度阈值的区域的材料,直至调整后的油底壳优化模型满足设计要求。

[0095] 图7是本发明实施例提供的一种油底壳的设计装置的结构示意图。该装置可以为计算机等设备。具体来讲:

[0096] 计算机1700包括中央处理单元(CPU)1701、包括随机存取存储器(RAM)1702和只读存储器(ROM)1703的系统存储器1704,以及连接系统存储器1704和中央处理单元1701的系统总线1705。计算机1700还包括帮助计算机内的各个器件之间传输信息的基本输入/输出系统(I/O系统)1706。

[0097] 基本输入/输出系统1706包括有用于显示信息的显示器1708和用于用户输入信息的诸如鼠标、键盘之类的输入设备1709。其中显示器1708和输入设备1709都通过连接到系统总线1705的输入输出控制器1710连接到中央处理单元1701。基本输入/输出系统1706还可以包括输入输出控制器1710以用于接收和处理来自键盘、鼠标、或电子触控笔等多个其他设备的输入。类似地,输入输出控制器1710还提供输出到显示屏、打印机或其他类型的输出设备。

[0098] 不失一般性,计算机可读介质可以包括计算机存储介质和通信介质。计算机存储介质包括以用于存储诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据等信息的任何方法或技术实现的易失性和非易失性、可移动和不可移动介质。计算机存储介质包括RAM、ROM、EPROM、EEPROM、闪存或其他固态存储其技术,CD-ROM、DVD或其他光学存储、磁带盒、磁带、磁盘存储或其他磁性存储设备。当然,本领域技术人员可知计算机存储介质不局限于上述几种。

[0099] 根据本发明的各种实施例,计算机1700还可以通过诸如因特网等网络连接到网络上的远程计算机运行。也即计算机1700可以通过连接在系统总线1705上的网络接口单元1711连接到网络1712,或者说,也可以使用网络接口单元1711来连接到其他类型的网络或远程计算机系统(未示出)。

[0100] 上述存储器还包括一个或者一个以上的程序,一个或者一个以上程序存储于存储器中,被配置由CPU执行。当CPU执行存储器中的程序时,可以实现图1所示的方法。

[0101] 在示例性实施例中,还提供了一种包括指令的计算机可读存储介质,例如包括指

令的存储器,上述指令可由计算机1700的中央处理单元1701加载并执行以完成图1或2所示的方法。例如,计算机可读存储介质可以是ROM、随机存取存储器(RAM)、CD-ROM、磁带、软盘和光数据存储设备等。

[0102] 需要说明的是:上述实施例提供的油底壳的设计装置在设计油底壳时,仅以上述各功能模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成,即将设备的内部结构划分成不同的功能模块,以完成以上描述的全部或部分功能。另外,上述实施例提供的油底壳的设计装置与油底壳的设计方法实施例属于同一构思,其具体实现过程详见方法实施例,这里不再赘述。

[0103] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成,也可以通过程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

[0104] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

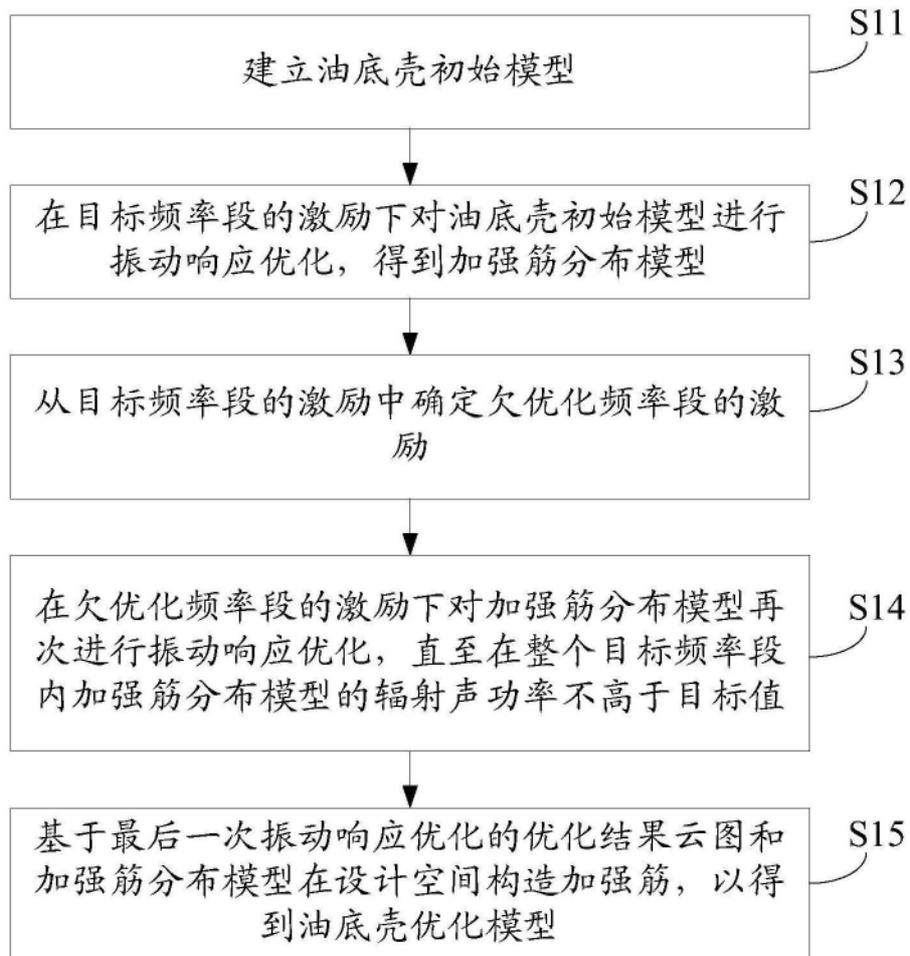


图1

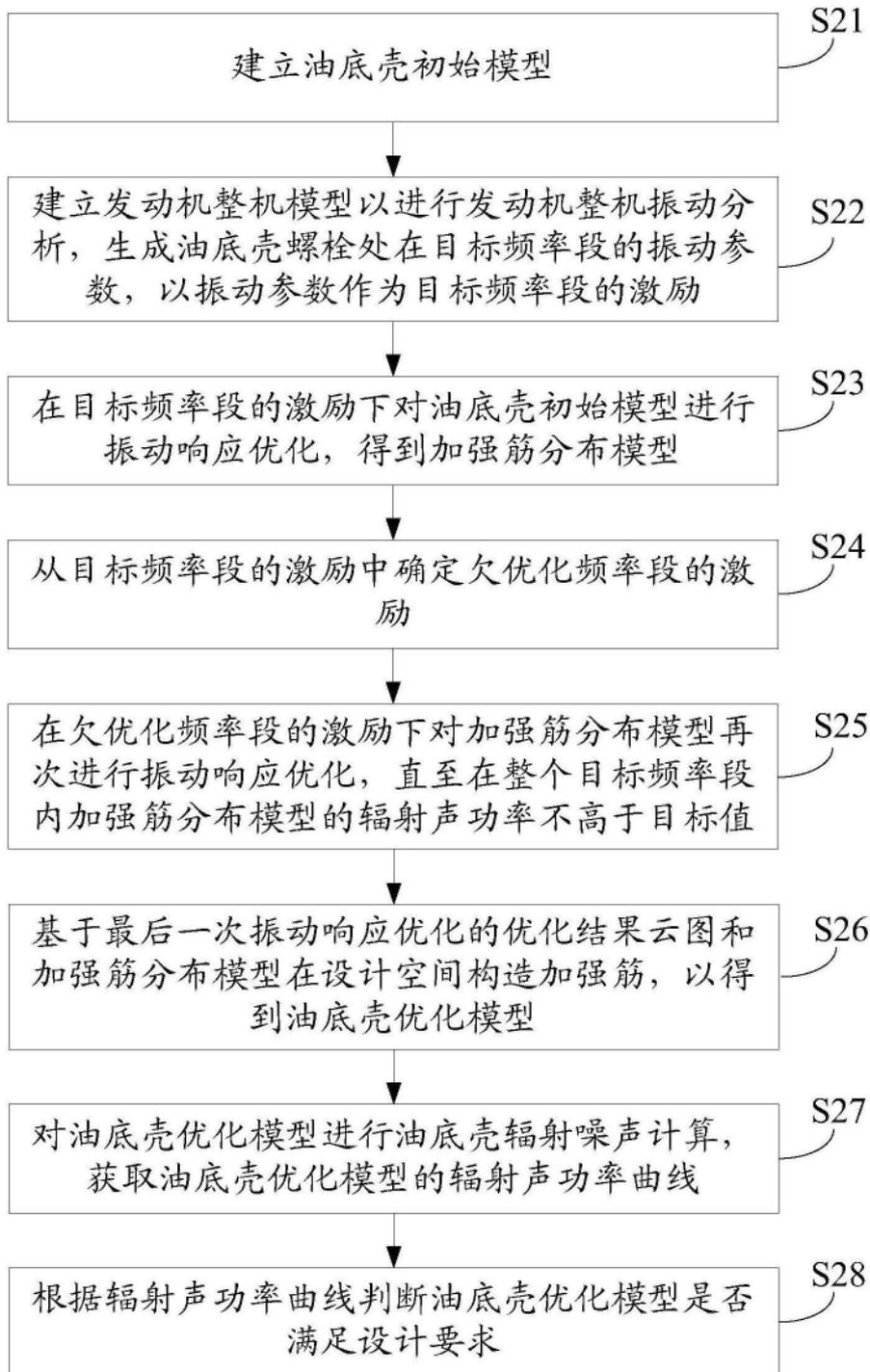


图2

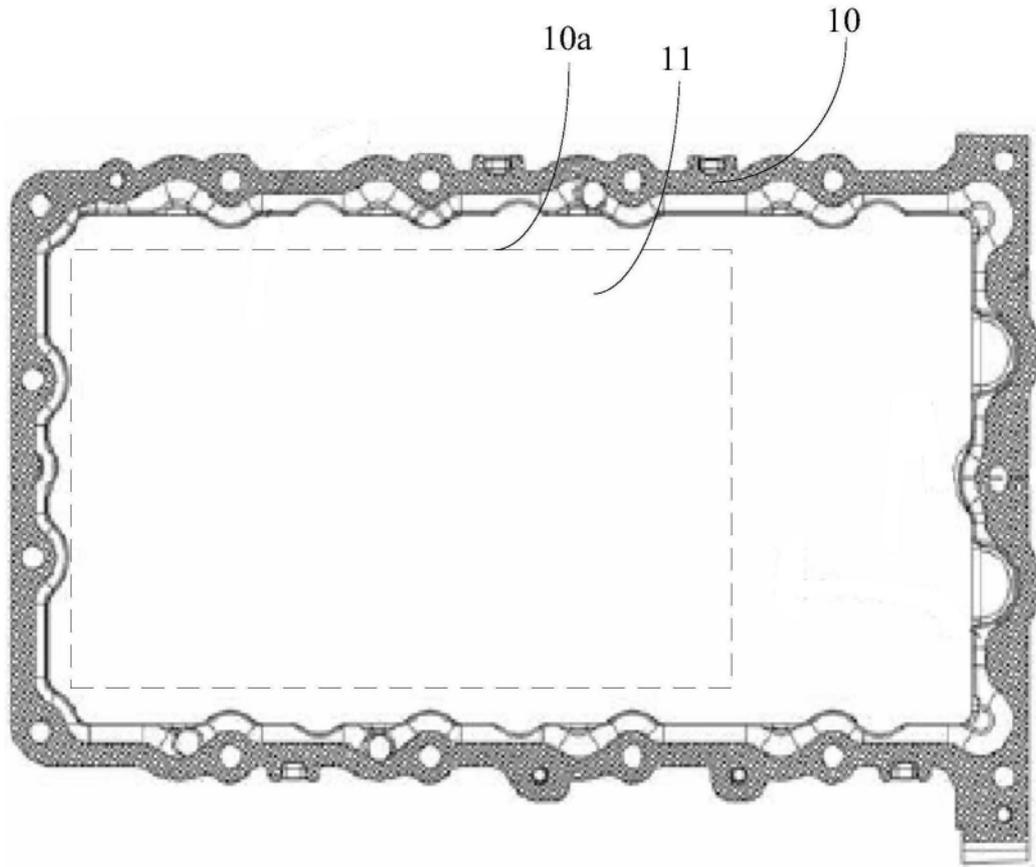


图3

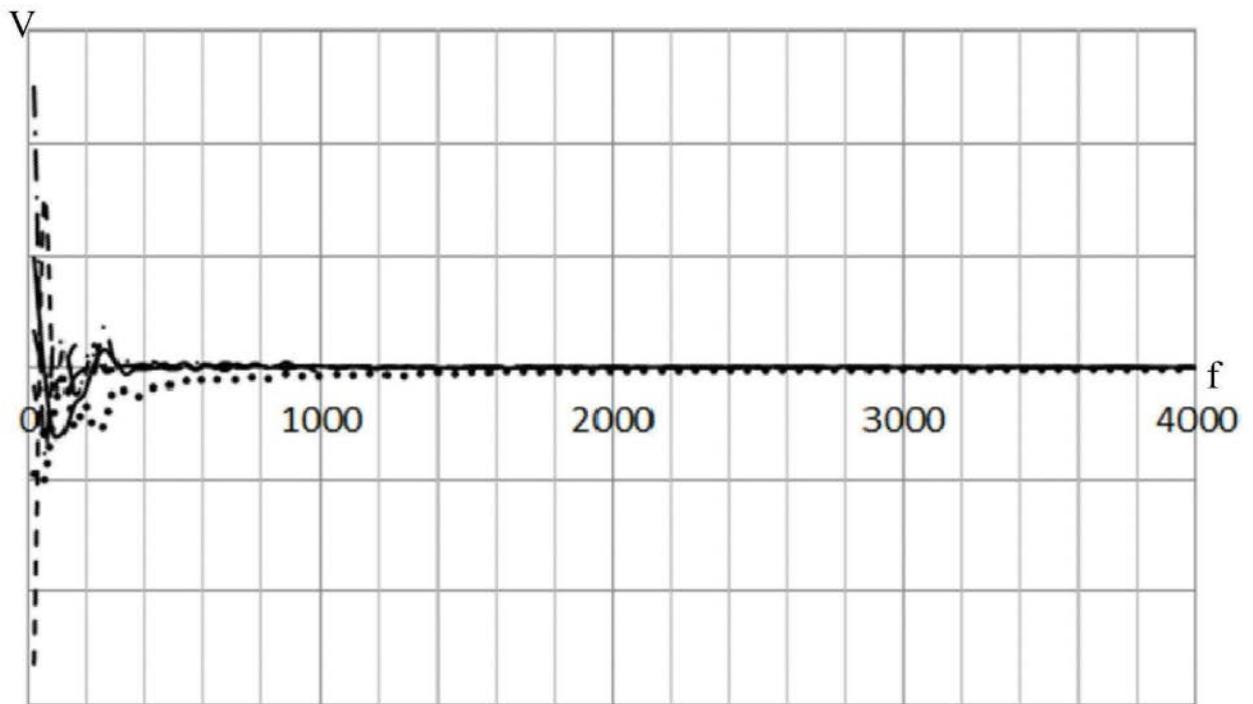


图4

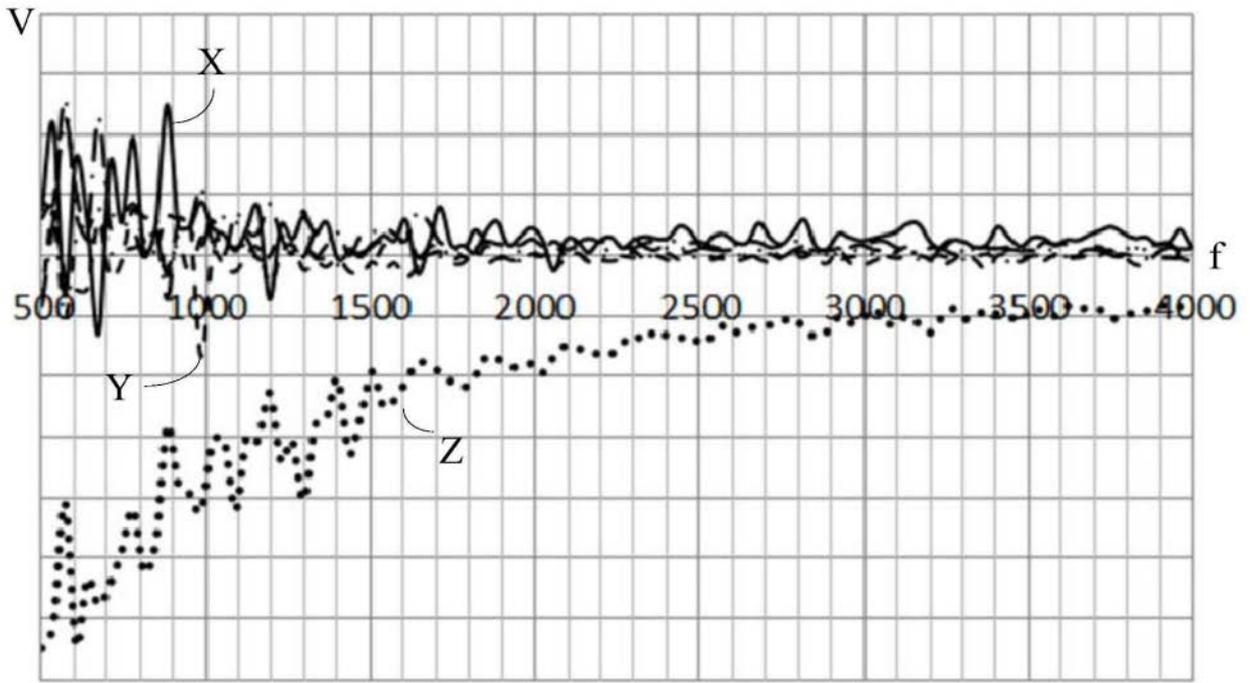


图5

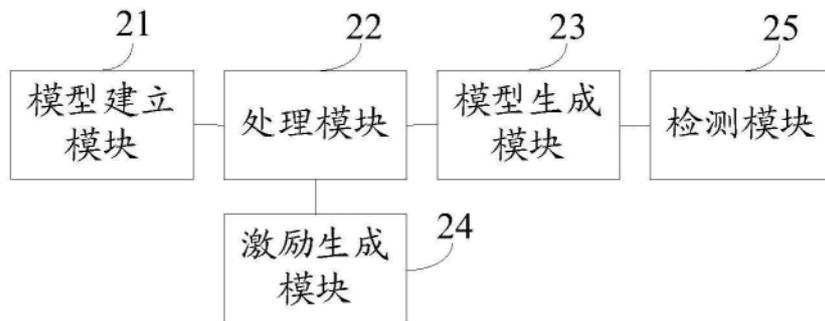


图6

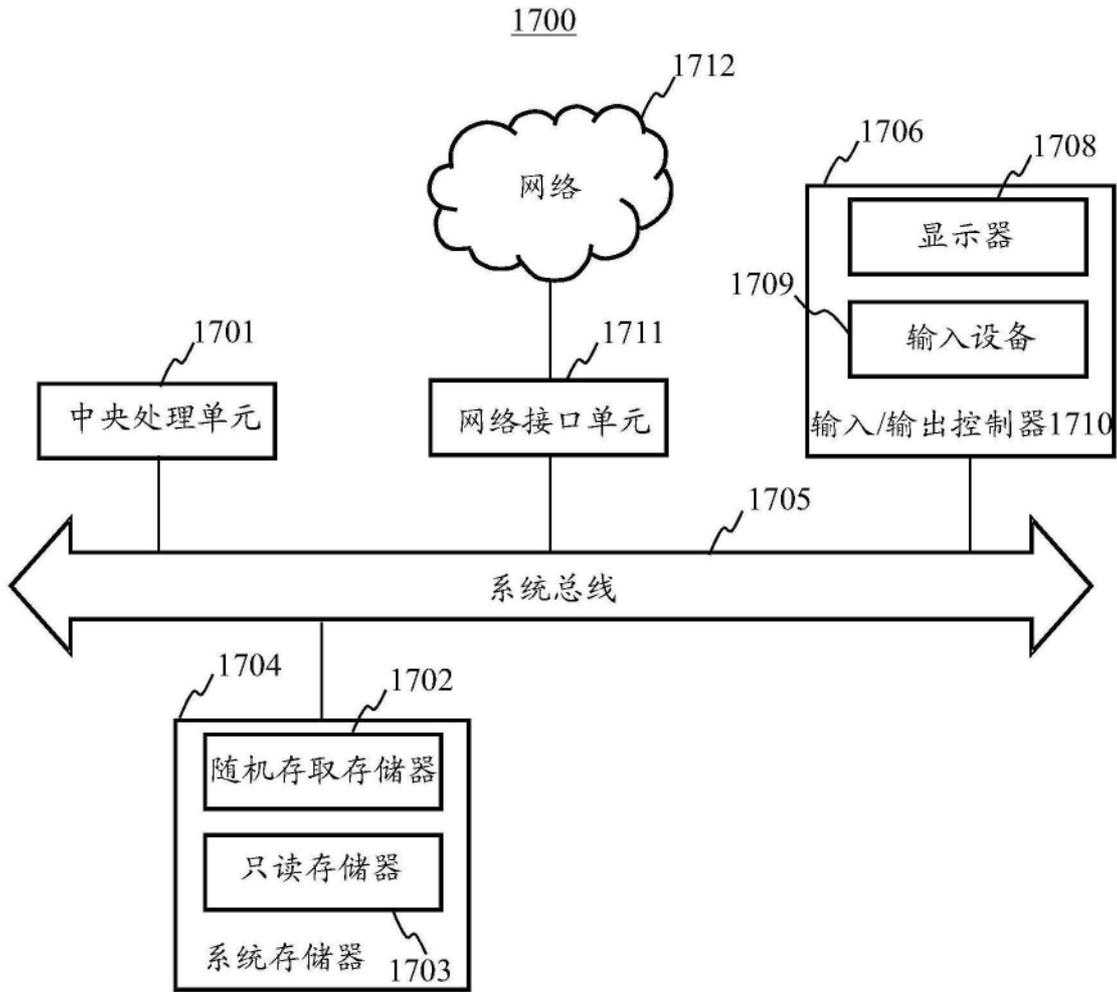


图7