



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111010651 A

(43)申请公布日 2020.04.14

(21)申请号 201910949295.X

(22)申请日 2019.10.08

(30)优先权数据

1859277 2018.10.08 FR

(71)申请人 帝瓦雷公司

地址 法国巴黎

(72)发明人 黄顾翠玉

(74)专利代理机构 北京鸿德海业知识产权代理

事务所(普通合伙) 11412

代理人 王再芊

(51)Int.Cl.

H04R 3/00(2006.01)

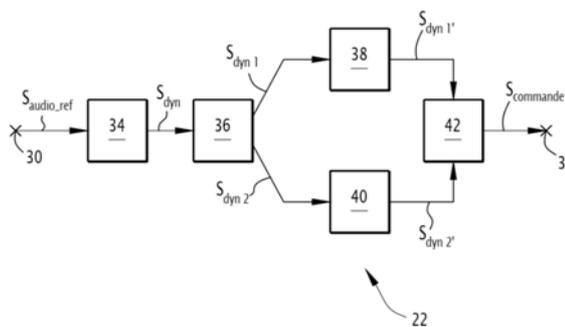
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54)发明名称

扬声器控制装置和相关联的声音放送设备

(57)摘要

本发明涉及一种扬声器控制装置和相关联的声音放送设备。用于控制音箱中的扬声器的装置(22)包括：-用于复制期望的动态信号(S_{dyn})以获得两个相同的期望的动态信号(S_{dyn1} 、 S_{dyn2})的单元(36)，-第一处理单元(38)，其被配置成处理第一期望的动态信号(S_{dyn1})以获得第一经处理的信号(S_{dyn1}')，所述第一经处理的信号(S_{dyn1}')的频率小于或等于预定频率，-第二处理单元(40)，其被配置成处理第二期望的动态信号(S_{dyn2})以获得第二经处理的信号(S_{dyn2}')，所述第二经处理的信号(S_{dyn2}')的频率严格大于预定频率，以及-用于组合第一和第二经处理的信号(S_{dyn1}' 、 S_{dyn2}')以获得扬声器控制信号($S_{commande}$)的单元(42)。



CN 111010651 A

1. 用于控制音箱中的扬声器 (14) 的装置 (22), 所述扬声器 (14) 包括振膜, 所述音箱具有结构, 所述装置 (22) 包括:

- 用于待再现的音频信号 ($S_{\text{audio_ref}}$) 的输入 (30),
- 用于提供扬声器 (14) 控制信号 (S_{commande}) 的输出 (32),
- 用于根据所述待再现的音频信号 ($S_{\text{audio_ref}}$) 和所述音箱结构来确定期望的动态信号 (S_{dyn}) 的单元 (34), 所述期望的动态信号 (S_{dyn}) 代表所述扬声器 (14) 振膜的期望的动态量值 (A_{ref}),
- 用于复制所述期望的动态信号 (S_{dyn}) 以获得两个相同的期望的动态信号 (S_{dyn1} 、 S_{dyn2}) 的单元 (36),
- 第一处理单元 (38), 其被配置成处理第一期望的动态信号 (S_{dyn1}) 以获得第一经处理的信号 ($S_{\text{dyn1}'}$), 所述第一经处理的信号 ($S_{\text{dyn1}'}$) 的频率小于或等于预定频率,
- 第二处理单元 (40), 其被配置成处理第二期望的动态信号 (S_{dyn2}) 以获得第二经处理的信号 ($S_{\text{dyn2}'}$), 所述第二经处理的信号 ($S_{\text{dyn2}'}$) 的频率严格大于所述预定频率, 以及
- 用于组合第一和第二经处理的信号 ($S_{\text{dyn1}'}$ 、 $S_{\text{dyn2}'}$) 以获得所述扬声器 (14) 控制信号 (S_{commande}) 的单元 (42)。

2. 根据权利要求1所述的装置 (22), 其中, 第一处理单元 (38) 包括频移限制器 (50), 其被配置成:

- 根据第一期望的动态信号 (S_{dyn1}) 来确定代表所述扬声器 (14) 振膜的频移的频移信号 (S_{exc}),
 - 确定所述频移信号 (S_{exc}) 的最大频移, 以及
 - 当所确定的最大频移严格大于可接受的最大频移时, 将第一衰减增益应用于所述频移信号 (S_{exc}) 以获得经衰减的频移信号 ($S_{\text{exc_att}}$),
- 第一经处理的信号 ($S_{\text{dyn1}'}$) 是根据所述经衰减的频移信号 ($S_{\text{exc_att}}$) 获得的。

3. 根据权利要求2所述的装置 (22), 其中, 所述扬声器 (14) 包括至少一个线圈, 第一处理单元 (38) 包括:

- 用于对严格大于所述预定频率的所述经衰减的频移信号 ($S_{\text{exc_att}}$) 的频率进行滤波以获得经滤波的频移信号 ($S_{\text{exc_filt}}$) 的模块 (54),
 - 用于根据所述经滤波的频移信号 ($S_{\text{exc_filt}}$) 和所述扬声器 (14) 的机电建模来确定第一强度信号 (S_{intl}) 的模块 (56), 所述第一强度信号 (S_{intl}) 代表旨在在所述扬声器 (14) 线圈中流动的电流的强度, 以及
 - 限流器 (58), 其被配置成将严格大于预定强度值的第一强度信号 (S_{intl}) 的所有的值设定为所述预定强度值, 从而获得第一衰减强度信号 ($S_{\text{intl_att}}$),
- 第一经处理的信号 ($S_{\text{dyn1}'}$) 是根据第一衰减强度信号 ($S_{\text{intl_att}}$) 获得的。

4. 根据权利要求3所述的装置 (22), 其中, 第一处理单元 (38) 包括:

- 用于根据由所述滤波模块 (54) 基于所述经滤波的频移信号 ($S_{\text{exc_att}}$)、所述扬声器 (14) 的机电建模和第一衰减强度信号 ($S_{\text{intl_att}}$) 获得的动态量值 (G_{ref}) 来确定代表所述扬声器 (14) 两端的电压的第一电压信号 (S_{tens1}) 的模块 (60), 以及
- 限压器 (62), 其被配置成将严格大于预定电压值的第一电压信号 (S_{tens1}) 的所有的值设定为所述预定电压值, 从而获得第一衰减电压信号 ($S_{\text{tens1_att}}$),

第一经处理的信号 (S_{dyn1}') 是根据第一衰减电压信号 (S_{tens1_att}) 获得的。

5. 根据权利要求4所述的装置 (22), 其中, 第一处理单元 (38) 包括附加滤波模块 (64), 其被配置成对严格大于所述预定频率的第一衰减电压信号 (S_{tens1_att}) 的频率进行滤波, 第一经处理的信号 (S_{dyn1}') 是根据由所述附加滤波模块 (64) 滤波的第一衰减电压信号 (S_{tens1_att}) 获得的。

6. 根据权利要求1至5中的任一项所述的装置 (22), 其中, 第二处理单元 (40) 包括:

- 用于对小于或等于所述预定频率的第二期望的动态信号 (S_{dyn2}) 的频率进行滤波以获得第二经滤波的信号 (S_{dyn2_filt}) 的模块 (70),

- 用于根据第二经滤波的信号 (S_{dyn2_filt}) 和所述扬声器 (14) 的机电建模来确定代表所述扬声器 (14) 两端的电压的第二电压信号 (S_{tens2}) 的模块 (74),

第二经处理的信号 (S_{dyn2}') 是根据第二电压信号 (S_{tens2}) 获得的。

7. 根据权利要求6所述的装置 (22), 其中, 第二处理单元 (40) 包括限压器 (76), 其被配置成:

- 确定第二电压信号 (S_{tens2}) 的最大电压,

- 当所确定的最大电压严格大于可接受的最大电压时, 将第二衰减增益应用于第二电压信号 (S_{tens2}) 以获得第二衰减电压信号 (S_{tens2_att}),

第二经处理的信号 (S_{dyn2}') 是根据第二衰减电压信号 (S_{tens2_att}) 获得的。

8. 根据权利要求7所述的装置 (22), 其中, 第二处理单元 (40) 包括附加滤波模块 (80), 其被配置成对小于或等于所述预定频率的第二衰减电压信号 (S_{tens2_att}) 的频率进行滤波, 第二经处理的信号 (S_{dyn2}') 是根据由所述附加滤波模块 (80) 滤波的第二衰减电压信号 (S_{tens2_att}) 获得的。

9. 根据权利要求1至8中的任一项所述的装置 (22), 其中, 所述预定频率被包括在以所述扬声器 (14) 的共振频率为中心并且延伸至多200Hz的频率区间内。

10. 声音放送设备, 其包括: 音箱中的扬声器 (14) 和根据权利要求1至9中的任一项所述的扬声器 (14) 控制装置 (22)。

扬声器控制装置和相关联的声音放送设备

【技术领域】

[0001] 本发明涉及一种用于控制音箱中的扬声器的装置。本发明还涉及一种包括这种控制装置的声音放送设备。

【背景技术】

[0002] 扬声器是将电信号转换为声信号的电磁装置。

[0003] 扬声器会引入非线性失真,这可能会严重影响所获得的声信号。失真来自于各种因素,尤其是扬声器的磁路和扬声器的某些机械元件的非线性。

[0004] 另外,在扬声器中流动的电流可使扬声器导线的温度达到可能使其损坏的值。此外,即使不导致导线损坏,导线温度的升高也会导致其欧姆电阻的增大。这导致了一种称为“热压缩”的现象,该现象在于扬声器的效率随着电阻的增大而降低。

[0005] 最后,由于不当馈电而导致的扬声器振膜的过度移位可能会损坏扬声器的振膜。

[0006] 已经提出了用于控制扬声器以通过适当的控制来消除扬声器的表现失真的解决方案。

[0007] 然而,此类解决方案仍然有待改进。

[0008] 因此,存在对用于控制音箱中的扬声器的装置的需要,其使得能够降低由扬声器放送的信号中的失真,同时改进了对扬声器的振膜的保护。

【发明内容】

[0009] 为此,本发明的主题是一种用于控制音箱中的扬声器的装置,所述扬声器包括振膜,所述音箱具有结构,所述装置包括:

[0010] -用于待再现的音频信号的输入,

[0011] -用于提供扬声器控制信号的输出,

[0012] -用于根据所述待再现的音频信号和所述音箱结构来确定期望的动态信号的单元,所述期望的动态信号代表所述扬声器振膜的期望的动态量值,

[0013] -用于复制所述期望的动态信号以获得两个相同的期望的动态信号的单元,

[0014] -第一处理单元,其被配置成处理第一期望的动态信号以获得第一经处理的信号,所述第一经处理的信号的频率小于或等于预定频率,

[0015] -第二处理单元,其被配置成处理第二期望的动态信号以获得第二经处理的信号,所述第二经处理的信号的频率严格大于所述预定频率,以及

[0016] -用于组合第一和第二经处理的信号以获得所述扬声器控制信号的单元。

[0017] 根据特定实施例,所述控制装置包括以下特征中的一个或多个,所述特征是单独地或根据所有可能的技术组合而采用的:

[0018] -第一处理单元包括频移限制器,其被配置成:

[0019] -根据第一期望的动态信号来确定代表所述扬声器振膜的频移的频移信号,

[0020] -确定所述频移信号的最大频移,以及

- [0021] -当所确定的最大频移严格大于可接受的最大频移时,将第一衰减增益应用于所述频移信号以获得经衰减的频移信号,
- [0022] 第一经处理的信号是根据所述经衰减的频移信号获得的。
- [0023] -所述扬声器包括至少一个线圈,第一处理单元包括:
- [0024] -用于对严格大于所述预定频率的所述经衰减的频移信号的频率进行滤波以获得经滤波的频移信号的模块,
- [0025] -用于根据所述经滤波的频移信号和所述扬声器的机电建模(modélisation)来确定第一强度信号的模块,所述第一强度信号代表旨在在所述扬声器线圈中流动的电流的强度,以及
- [0026] -限流器,其被配置成将严格大于预定强度值的第一强度信号的所有的值设定为所述预定强度值,从而获得第一衰减强度信号,
- [0027] 第一经处理的信号是根据第一衰减强度信号获得的。
- [0028] -第一处理单元包括:
- [0029] -用于根据所述经滤波的频移信号、所述扬声器的机电建模和第一衰减强度信号来确定代表所述扬声器两端的电压的第一电压信号的模块,以及
- [0030] -限压器,其被配置成将严格大于预定电压值的第一电压信号的所有的值设定为所述预定电压值,从而获得第一衰减电压信号,第一经处理的信号是根据第一衰减电压信号获得的。
- [0031] -第一处理单元包括附加滤波模块,其被配置成对严格大于所述预定频率的第一衰减电压信号的频率进行滤波,第一经处理的信号是根据由所述附加滤波模块滤波的第一衰减电压信号获得的。
- [0032] -第二处理单元包括:
- [0033] -用于对小于或等于所述预定频率的第二期望的动态信号的频率进行滤波以获得第二经滤波的信号的模块,
- [0034] -用于根据第二经滤波的信号和所述扬声器的机电建模来确定代表所述扬声器两端的电压的第二电压信号的模块,第二经处理的信号是根据第二电压信号获得的。
- [0035] -第二处理单元包括限压器,其被配置成:
- [0036] -确定第二电压信号的最大电压,
- [0037] -当所确定的最大电压严格大于可接受的最大电压时,将第二衰减增益应用于第二电压信号以获得第二衰减电压信号,
- [0038] 第二经处理的信号是根据第二衰减电压信号获得的。
- [0039] -第二处理单元包括附加滤波模块,其被配置成对小于或等于所述预定频率的第二衰减电压信号的频率进行滤波,第二经处理的信号是根据由所述附加滤波模块滤波的第二衰减电压信号获得的。
- [0040] -所述预定频率被包括在以所述扬声器的共振频率为中心并且延伸至多200Hz的频率区间内。
- [0041] 本发明还涉及一种声音放送设备,其包括音箱中的扬声器和如前所述的扬声器控制装置。

【附图说明】

[0042] 通过阅读下面的描述将更好地理解本发明,所述描述是仅作为示例给出的并且参考附图,附图:

[0043] -图1是声音放送设备的示意性视图,其包括音箱中的扬声器和扬声器控制装置,

[0044] -图2是图1的控制装置的示意性视图,

[0045] -图3是图2的控制装置的第一处理单元的示意性视图,并且

[0046] -图4是图2的控制装置的第二处理单元的示意性视图。

【具体实施方式】

[0047] 通过图1示出了声音放送设备10。

[0048] 如本身已知的,设备10包括用于产生音频信号 S_{audio} 的源12,如通过电压放大器16连接到音箱中的扬声器14的数字盘读取器。在音频源12与放大器16之间依次串联地布置有:与音箱的期望表现模型相对应的期望模型20和控制装置22。期望模型20是线性模型或非线性模型。

[0049] 根据特定实施例,在扬声器14与控制装置22之间预备有用于测量物理量值的回路23,所述物理量值诸如扬声器14的磁路的温度或扬声器14的线圈中的流动强度。

[0050] 期望模型20独立于该设备中使用的扬声器14和扬声器14的建模。

[0051] 期望模型20例如是希望的信号幅度(记为 $S_{\text{audio_ref}}$)与来自源12的输入信号的幅度 S_{audio} 之比的函数,表示为频率的函数。

[0052] 有利地,对于小于频率 f_{min} 的频率,这样的比是当频率趋于0时朝0收敛的函数。这使得能够限制过低频率的再现,从而避免扬声器14的振膜的移位超出制造商推荐的范围。

[0053] 对于高于频率 f_{max} 的较高频率来说是同样的情况,当信号的频率趋于无穷大时该比趋于0。

[0054] 根据另一实施例,未指定期望的模型,并且期望的模型被认为是统一的。

[0055] 通过图2示出其详细结构示例的控制装置22被布置在放大器16的输入处。

[0056] 控制装置22在输入处能够接收待再现的音频信号 $S_{\text{audio_ref}}$,如在期望模型20的输出处所定义的,并且在输出处能够提供用于控制扬声器14的控制信号 S_{commande} ,其也称为激励信号。在优选实施例中,扬声器14是电压驱动的,并且控制信号 S_{commande} 是电压。

[0057] 如将在以下描述中描述的,控制信号 S_{commande} 被适配成考虑扬声器14的非线性并限制扬声器14的振膜的过度移位。一般而言,控制装置22使用扬声器14的Thiele-Small模型来获得目标(例如,平坦的)频率响应。

[0058] 在图2所示的实例中,控制装置22包括用于待再现的信号 $S_{\text{audio_ref}}$ 的输入30和用于提供扬声器14的控制信号 S_{commande} 的输出32。控制装置22还包括用于确定期望的动态信号 S_{dyn} 的单元34、用于复制期望的动态信号 S_{dyn} 的单元36、第一处理单元38、第二处理单元40和组合单元42。

[0059] 确定单元34被配置成在每一时刻根据待再现的音频信号 $S_{\text{audio_ref}}$ 和音箱结构来确定期望的动态信号 S_{dyn} ,所述期望的动态信号 S_{dyn} 代表扬声器14的振膜的期望的动态量值 A_{ref} 。音箱的结构是根据所考虑的音箱的类型特征(尺寸、机电参数)而定义的。例如,第一音箱类型是封闭音箱(闭合的音箱)。第二音箱类型是具有通风孔的音箱。第三音箱类型是包

括具有共振器功能的第二无源扬声器的音箱。

[0060] 为此,确定单元34能够取决于在控制装置22的输出处的放大器16的峰值电压和由用户操控的可在0与1之间变化的衰减来应用单元转换增益。这确保了将待再现的音频信号 $S_{\text{audio_ref}}$ 转为信号 γ_0 , 待再现的物理量值的镜像。信号 γ_0 是例如空气相对于扬声器14的加速度或要被扬声器14移位的空气的速度。

[0061] 确定单元34能够在每一时刻根据针对被包括扬声器14的音箱所移动的空气的移位的对应量值(此处为信号 γ_0) 来确定代表期望的动态量值 A_{ref} 的期望的动态信号 S_{dyn} 。

[0062] 这样,当 γ_0 是针对扬声器14的振膜的带再现的加速度时,参考量值 A_{ref} 是使得扬声器14的操作向空气施加加速度 γ_0 的针对扬声器14的振膜的带再现的加速度。

[0063] 例如,在将扬声器14安装在封闭箱体中的封闭音箱的情况下,针对振膜的期望的参考加速度 A_{ref} 等于针对空气的期望加速度 γ_0 。

[0064] 在扬声器安装于具有通风孔的音箱中的情况下,例如通过以下关系式获得针对振膜的期望的参考加速度 A_{ref} :

$$[0065] \quad A_{\text{ref}} = \gamma_0 = \gamma_0 + \frac{K_{m2}}{R_{m2}} v_0 + \frac{K_{m2}}{M_{m2}} x_0$$

[0066] 其中:

[0067] R_{m2} : 音箱的声泄漏系数;

[0068] M_{m2} : 等价于通风孔中的空气质量的电感;

[0069] K_{m2} : 音箱中的空气的劲度;

[0070] x_a : 被振膜和通风孔移位的总空气位置;

[0071] $v_0 = \frac{dx_0}{dt}$: 被振膜和通风孔移位的总空气速度;

[0072] $\gamma_0 = \frac{dv_0}{dt}$: 被移位的总空气加速度。

[0073] 在这种情况下,由音箱的结构动态量值 x_0 、 v_0 校正了针对振膜的期望的参考加速度 A_{ref} , 这些结构动态量值不同于与扬声器振膜相关的动态量值。

[0074] 在音箱包括由振膜形成的无源辐射器的情况下,例如由下式给出振膜的参考加速度 A_{ref} :

$$[0075] \quad A_{\text{ref}} = \gamma_0 + \frac{K_{m2}}{R_{m2}} v_0 + \frac{K_{m2}}{M_{m2}} x_{0R}$$

[0076] 其中:

[0077] $-x_{0R}$ 是通过由高通滤波器进行的滤波给出的:

$$[0078] \quad x_{0R} = \frac{s^2}{s^2 + \frac{R_{m3}}{M_{m2}} s + \frac{K_{m3}}{M_{m2}}} x_0$$

[0079] $-K_{m3}$: 无源辐射器的振膜的机械劲度常数;

[0080] $-R_{m3}$: 无源辐射器的振膜的机械损耗阻力。

[0081] 可选地,确定单元34能够对严格小于频率 f_{min} 的期望动态信号 S_{dyn} 的频率进行滤波,以便限制过低的频率的再现。滤波例如用一个或多个连续的高通滤波器来进行。

[0082] 复制单元36被配置成在每一时刻复制期望的动态信号 S_{dyn} 以获得两个相同的期望的动态信号 S_{dyn1} 和 S_{dyn2} 。

[0083] 第一处理单元38被配置成在每一时刻处理第一期望的动态信号 S_{dyn1} 以获得第一经处理的信号 S_{dyn1}' ，所述第一经处理的信号 S_{dyn1}' 的频率小于或等于预定频率。

[0084] 预定频率例如被包括在以扬声器14的共振频率为中心并且延伸至多200Hz的频率区间内。扬声器14的共振频率被定义为扬声器14的振膜的共振频率。

[0085] 例如，预定频率小于或等于200Hz。

[0086] 在图3所示的示例中，第一处理单元38包括依次串联地布置的频移限制器50、滤波模块54、第一确定模块56、限流器58、第二确定模块60、限压器62以及可选地附加滤波单元64。频移限制器50形成第一处理单元38的输入并且被配置成接收第一期望的动态信号 S_{dyn1} 。

[0087] 频移限制器50被配置成在每一时刻根据第一期望的动态信号 S_{dyn1} 来确定代表扬声器14的振膜的频移的频移信号 S_{exc} 。扬声器14的振膜的频移被定义为振膜在时刻 t 相对于其标称平衡位置的距离。通常，当振膜经历的频移超出振膜的最大可接受频移时，扬声器14处于非线性工作状态，这可能会损坏扬声器14。可接受的最大频移例如小于或等于10mm。

[0088] 频移限制器50被配置成确定频移信号 S_{exc} 的最大频移。

[0089] 当所确定的最大频移严格大于可接受的最大频移时，频移限制器50被配置成将第一衰减增益应用于频移信号 S_{exc} 以获得经衰减的频移信号 S_{exc_att} 。

[0090] 滤波模块54被配置成对严格大于预定频率的经衰减的频移信号 S_{exc_att} 的频率进行滤波以获得经滤波的频移信号 S_{exc_filt} 。

[0091] 有利地，滤波模块54使得能够仅保留特别低（特别低沉）的频率，通常低于200Hz，或甚至低于100Hz。

[0092] 滤波模块54还被配置成基于经衰减的频移信号 S_{exc_att} 来确定中间动态量值。标为 G_{ref} 的这些中间动态量值例如是扬声器14的振膜的频移、与速度相对应的频移的导数和与加速度相对应的频移的二阶导数。

[0093] 第一确定模块56被配置成根据经滤波的频移信号 S_{exc_filt} 和扬声器14的机电建模来确定第一强度信号 S_{int1} ，所述第一强度信号 S_{int1} 代表旨在在扬声器14的线圈中流动的电流的强度。更确切地说，电流的强度还根据中间动态量值 G_{ref} 来确定。

[0094] 扬声器14的机电建模是例如表格和一组多项式，其存储在控制装置22的存储器中。机电建模使得能够基于经滤波的频移信号 S_{exc_filt} 以及更确切地说中间动态量值 G_{ref} 来定义机电参数 $P_{méca}$ 和电学参数 $P_{élec}$ ，使用机电参数 $P_{méca}$ 和电学参数 $P_{élec}$ 来计算第一强度信号 S_{int1} 。

[0095] 机电参数 $P_{méca}$ 和电学参数 $P_{élec}$ 是例如借助于申请FR 3 018 025A中在封闭音箱和具有通风孔的音箱的情况中描述的模型获得的。

[0096] 机电参数 $P_{méca}$ 包括例如由扬声器14的磁路产生的由线圈捕获的磁通量 BI 、扬声器14的劲度（记为 K_{mt} ）、扬声器14的粘性机械摩擦（记为 R_{mt} ）以及整个扬声器14的活动质量（记为 M_{mt} ）。

[0097] 例如，扬声器14的机械部分的建模包括在单个闭环电路中的电压发生器 $B1(x, i)$ ， i ，其对应于由在扬声器14的线圈中流动的电流 i 产生的驱动力。磁通量 $B1(x, i)$ 取决于振

膜的位置 x 以及在线圈中流动的强度 i 。

[0098] 该建模考虑了粘性机械摩擦 R_{mt} ,其对应于与线圈串联的电阻,对应于整体的活动质量 M_{mt} ,劲度对应于具有等于 $1/K_{mt}(x)$ 的电容 $C_{mt}(x)$ 的电容器。这样,劲度取决于振膜的位置 x 。

[0099] 最后,建模电路包括发生器,该发电机代表由磁路的磁阻产生的力,记为 $F_r(x, i)$

并且等于 $\frac{1}{2}i^2 \frac{dL_e(x)}{dx}$,其中 L_e 是线圈的电感并且取决于振膜的位置 x 。变量 v 代表振膜的速度。

[0100] 电学参数 P_{elec} 包括扬声器14的线圈的电感 L_e 、线圈的对电感 L_2 和铁损等效值 R_2 。

[0101] 例如,封闭音箱的扬声器14的电学部分的建模由闭环电路形成。它包括电动势生成器 u_e ,其与代表扬声器14的线圈的电阻 R_e 的电阻串联连接。该电阻与代表扬声器14的线圈的电感的电感 $L_e(x, i)$ 串联连接。该电感取决于在线圈中流动的强度 i 和振膜的位置 x 。

[0102] 为了顾及由于涡电流效应而引起的磁损耗和电感变化,并联电路 RL 串联安装在线圈的输出端。具有取决于振膜的位置 x 和在线圈中流动的强度 i 的值 $R_2(x, i)$ 的电阻代表铁损等效值。类似地,具有也取决于振膜的位置 x 和在电路中流动的强度 i 的电感 $L_2(x, i)$ 的线圈代表扬声器14的对电感。

[0103] 在建模中还串联安装了电压发生器,该电压发生器在由磁体产生的磁场中产生代表动圈线圈的反电动势的电压 $Bl(x, i) \cdot v$,并且还串联安装了第二发生器,其产生代表电感随位置动态变化的影响的电压 $g(x, i) \cdot v$,其中 $g(x, i) = i \frac{dL_e(x, i)}{dx}$ 。

[0104] 一般而言要注意到,在此建模中,线圈所捕获的通量 B_1 、劲度 K_{mt} 和线圈的电感 L_e 取决于振膜的位置 x ,电感 L_e 和通量 B_1 还取决于线圈中流动的电流 i 。

[0105] 优选地,除了取决于振膜的移位 x 之外,线圈的电感 L_e 、电感 L_2 和项 g 还取决于强度 i 。

[0106] 基于扬声器14的机械部分和电学部分的建模,定义了以下方程:

$$[0107] \quad u_e = R_e i + L_e(x, i) \frac{di}{dt} + R_2(i - i_2) + Bl(x, i)v + i \underbrace{\frac{dL_e(x, i)}{dx}}_{g(x, i)} v$$

$$[0108] \quad L_2 \frac{di_2}{dt} = R_2 (i - i_2)$$

$$[0109] \quad Bl(x, i)i = R_{mt} v + M_{mt} \frac{dv}{dt} + K_{mt}(x)x + \frac{1}{2}i^2 \frac{dL_e(x, i)}{dx}$$

[0110] 例如,第一强度信号 S_{int1} 的强度 i_{ref} 和该强度的导数 di_{ref}/dt 满足以下两个方程:

$$[0111] \quad G_1(x_{ref}, i_{ref}) i_{ref} = R_{mt} v_{ref} + M_{mt} a_{ref} + K_{mt}(x_{ref}) x_{ref}$$

$$[0112] \quad \frac{d}{dt} (G_1(x_{ref}, i_{ref}) i_{ref}) = R_{mt} a_{ref} + M_{mt} \frac{da_{ref}}{dt} + K_{mt}(x_{ref}) v_{ref}$$

$$[0113] \quad \text{其中 } G_1(x_{ref}, i_{ref}) = Bl(x_{ref}, i_{ref}) - \frac{1}{2} i_{ref} \frac{dL_e(x_{ref}, i_{ref})}{dx} \quad \circ$$

[0114] 作为变型,借助于在申请FR 3 018 025 A中描述的实施例之一来获得第一强度信号S_{int1}的强度*i*_{ref}。

[0115] 限流器58被配置成将严格大于预定强度值的第一强度信号S_{int1}的所有的值设定为预定强度值,从而获得第一衰减强度信号S_{int1_att}。这使得能够避免超出放大器16可接受的电流极限。例如,预定强度值小于或等于15安培(A)。

[0116] 第二确定模块60被配置成根据经滤波的频移信号S_{exc_filt}、扬声器14的机电建模和第一衰减强度信号S_{int1_att}来确定代表扬声器14两端的电压的第一电压信号S_{tens1}。

[0117] 在实施例中,第二确定模块60能够根据中间动态量值*G*_{ref}、参考电流强度*i*_{ref}及其导数*d**i*_{ref}/*dt*、并且按照所设想的实施例根据在扬声器14的磁路上测量出的温度(记为*T*_{mesurée})或穿过线圈测量出的强度(记为*I*_{mesurée})来估计扬声器14的电阻*R*_e。在申请FR 3 018 025 A中描述了估计电阻*R*_e的示例。

[0118] 在同一实施例中,第二确定模块60能够根据中间动态量值*G*_{ref}、参考电流*i*_{ref}及其导数*d**i*_{ref}/*dt*、电学参数*P*_{elec}和电阻*R*_e来计算扬声器14两端的电压。为此,第二确定模块60实施以下两个方程:

$$[0119] \quad u_2 + \frac{L_2(x_{ref}, i_{ref})}{R_2(x_{ref}, i_{ref})} \frac{du_2}{dt} = L_2(x_{ref}, i_{ref}) \frac{di_{ref}}{dt}$$

$$[0120] \quad u_{ref} = R_e i_{ref} + L_e(x_{ref}, i_{ref}) \frac{di_{ref}}{dt} + u_2 + Bl(x_{ref}, i_{ref}) v_{ref} + \underbrace{i_{ref} \frac{dL_e(x_{ref}, i_{ref})}{dt}}_{g(x_{ref}, i_{ref})} v_{ref} \quad \circ$$

[0121] 作为变型,借助于申请FR3 018 025 A中描述的实施例之一来获得第一电压信号S_{tens1}的电压。

[0122] 限压器62被配置成将严格大于预定电压值的第一电压信号S_{tens1}的所有的值设定为预定电压值,从而获得第一衰减电压信号S_{tens1_att}。

[0123] 预定电压值例如大于或等于30伏特(V)。

[0124] 附加滤波模块64被配置成对严格大于预定频率的第一衰减电压信号S_{tens1_att}的频率进行滤波。这使得能够消除由限流器58和限压器62带来的可能存在的噪声。

[0125] 可选地,附加滤波模块64还被配置成对小于或等于称为低频的频率的所有频率进行滤波,所述低频例如等于前文定义的频率*f*_{min}。这再次使得能够消除在通过第一处理单元38的各种限制器和模块期间对信号执行的各种处理所引起的可能存在的噪声。

[0126] 附加滤波模块64的输出是第一经处理的信号S_{dyn1'}。

[0127] 作为变型,当第一处理单元38不包括附加滤波模块64时,第一经处理的信号S_{dyn1'}是第一衰减电压信号S_{tens1_att}。

[0128] 通过图4示出了第二处理单元40的示例。

[0129] 第二处理单元40被配置成在每一时刻处理第二期望的动态信号S_{dyn2}以获得第二经处理的信号S_{dyn2'},所述第二经处理的信号S_{dyn2'}的频率严格大于预定频率。

[0130] 第二处理单元40包括滤波模块70、第一确定模块72、第二确定模块74、限压器76以及可选地附加滤波单元80。

[0131] 滤波模块70被配置成对小于或等于预定频率的第二期望的动态信号 S_{dyn2} 的频率进行滤波以获得第二经滤波的信号 S_{dyn2_filt} 。

[0132] 有利地,滤波模块70使得能够仅保留中等低沉的频率,通常高于100Hz,或甚至高于200Hz。

[0133] 滤波模块70还被配置成根据第二期望的动态信号 S_{dyn2} 来确定中间动态量值。标为 G_{ref} 的这些中间动态量值例如是扬声器14的振膜的频移、与速度相对应的频移的导数和与加速度相对应的频移的二阶导数。

[0134] 第一确定模块72被配置成根据第二滤波信号 S_{dyn2_filt} 和扬声器14的机电建模来确定第二强度信号 S_{int2} ,所述第二强度信号 S_{int2} 代表旨在在扬声器14的线圈中流动的电流的强度。扬声器14的机电建模例如与用于第一处理单元38的机电建模相同。

[0135] 例如,第二处理单元40的第一确定模块72的功能与第一处理单元38的第一确定模块56的功能相同。

[0136] 第二确定模块74被配置成根据第二滤波信号 S_{dyn2_filt} 、第二强度信号 S_{int2} 和扬声器14的机电建模来确定第二强度信号 S_{tens2} ,所述第二强度信号 S_{tens2} 代表扬声器14的电压。

[0137] 例如,第二处理单元40的第二确定模块74的功能与第一处理单元38的第二确定模块60的功能相同。

[0138] 限压器76被配置成确定第二电压信号 S_{tens2} 的最大电压。

[0139] 当所确定的最大电压严格大于可接受的最大电压时,限压器76被配置成将第二衰减增益应用于第二电压信号 S_{tens2} 以获得第二衰减电压信号 S_{tens2_att} 。最大可接受电压例如等于第一处理单元38的限压器62的预定电压值。第二衰减增益有利地不同于第一衰减增益。

[0140] 作为变型或作为补充方案,限压器76被配置成将大于预定电压值的第二电压信号 S_{tens2} 的所有值设定为预定电压值,从而获得第二衰减电压信号 S_{tens2_att} 。

[0141] 附加滤波模块80被配置成对小于或等于预定频率的衰减电压信号的频率进行滤波。这使得能够消除由第二处理单元40的限压器76和各模块带来的可能存在的噪声。

[0142] 附加滤波模块80的输出是第二经处理的信号 S_{dyn2}' 。作为变型,当第二处理单元40不包括附加滤波模块80时,第二经处理的信号 S_{dyn2}' 是第二衰减电压信号 S_{tens2_att} 。

[0143] 组合单元42被配置成在每一时刻执行第一和第二经处理的信号 S_{dyn2}' 的线性组合,以获得扬声器14的控制信号 $S_{commande}$ 。

[0144] 有利地,线性组合的系数全部等于1,使得组合单元42执行第一和第二经处理的信号 S_{dyn2}' 的加和以获得扬声器14的控制信号 $S_{commande}$ 。

[0145] 现在将描述控制装置22的操作的示例。

[0146] 最初,控制装置22在输入处接收待再现的音频信号 S_{audio_ref} 。

[0147] 控制装置22的确定单元34在每一时刻根据待再现的音频信号 S_{audio_ref} 和音箱结构来确定期望的动态信号 S_{dyn} ,所述期望的动态信号 S_{dyn} 代表扬声器14的振膜的期望的动态量值 A_{ref} 。

[0148] 可选地,确定单元34对严格小于频率 f_{min} 的期望动态信号 S_{dyn} 的频率进行滤波,以

便限制过低的频率的再现。

[0149] 复制单元36复制期望的动态信号 S_{dyn} 以获得两个相同的期望的动态信号 S_{dyn1} 和 S_{dyn2} 。

[0150] 第一处理单元38处理第一期望的动态信号 S_{dyn1} 以获得第一经处理的信号 S_{dyn1}' ，所述第一经处理的信号 S_{dyn1}' 的频率小于或等于预定频率。

[0151] 为此，频移限制器50在每一时刻根据第一期望的动态信号 S_{dyn1} 来确定代表扬声器14的振膜的频移的频移信号 S_{exc} 。然后，频移限制器50确定频移信号的最大频移。当所确定的最大频移严格大于可接受的最大频移时，频移限制器50将第一衰减增益应用于频移信号 S_{exc} 以获得经衰减的频移信号 S_{exc_att} 。

[0152] 接下来，滤波模块54对严格大于预定频率的经衰减的频移信号 S_{exc_att} 的频率进行滤波以获得经滤波的频移信号 S_{exc_filt} 。

[0153] 然后，第一确定模块56根据经滤波的频移信号 S_{exc_filt} 和扬声器14的机电建模来确定第一强度信号 S_{int1} ，所述第一强度信号 S_{int1} 代表旨在在扬声器14的线圈中流动的电流的强度。

[0154] 接下来，限流器58将严格大于预定强度值的第一强度信号 S_{int1} 的所有值设定为预定强度值，以便获得第一衰减强度信号 S_{int1_att} 。

[0155] 接下来，第二确定模块60根据经滤波的频移信号 S_{exc_filt} 、扬声器14的机电建模和第一衰减强度信号 S_{int1_att} 来确定代表扬声器14两端的电压的第一电压信号 S_{tens1} 。

[0156] 接下来，限压器62将严格大于预定电压值的第一电压信号 S_{tens1} 的所有值设定为预定电压值，以便获得第一衰减电压信号 S_{tens1_att} 。可选地，附加滤波模块64对严格大于预定频率的第一衰减电压信号 S_{tens1_att} 的频率进行滤波。

[0157] 可选地，附加滤波模块64对小于或等于称为低频的频率的所有频率进行滤波。附加滤波模块64的输出是第一经处理的信号 S_{dyn1}' 。

[0158] 与第一处理单元38并行地，第二处理单元40在每一时刻处理第二期望的动态信号 S_{dyn2} 以获得第二经处理的信号 S_{dyn2}' ，所述第二经处理的信号 S_{dyn2}' 的频率严格大于预定频率。

[0159] 为此，滤波模块70对小于或等于预定频率的第二期望的动态信号 S_{dyn2} 的频率进行滤波以获得第二经滤波的信号 S_{dyn2_filt} 。

[0160] 接下来，第一确定模块72根据第二滤波信号 S_{dyn2_filt} 和扬声器14的机电建模来确定第二强度信号 S_{int2} ，所述第二强度信号 S_{int2} 代表旨在在扬声器14的线圈中流动的电流的强度。

[0161] 接下来，第二确定模块74根据第二滤波信号 S_{dyn2_filt} 、第二强度信号 S_{int2} 和扬声器14的机电建模来确定第二强度信号 S_{tens2} ，所述第二强度信号 S_{tens2} 代表扬声器14的电压。

[0162] 然后，限压器76确定第二电压信号 S_{tens2} 的最大电压。当所确定的最大电压严格大于可接受的最大电压时，限压器76将第二衰减增益应用于第二电压信号 S_{tens2} 以获得第二衰减电压信号 S_{tens2_att} 。

[0163] 附加滤波模块80对小于或等于预定频率的衰减电压信号的频率进行滤波以获得第二经处理的信号 S_{dyn2}' 。

[0164] 最后，组合单元42执行第一和第二经处理的信号 S_{dyn1}' 和 S_{dyn2}' 的线性组合，以获得

扬声器14的控制信号 S_{commande} 。

[0165] 这样,控制装置22使得能够在与输入信号不相交的两个频带上执行不同的处理。这对于扬声器的低(低音频率)处理特别有益。实际上,特别低的频率(例如低于150Hz)的限制因素之一是扬声器14的振膜的频移以及发送到扬声器14的电压。而且,控制装置22使得能够对信号的特别低的频率应用特定的处理,以便一方面将振膜的频移限制在预定值以上,并且另一方面限制发送到扬声器14的电压。与之相反,对于中等低的频率(例如,高于150Hz的低音),频移限制是可选的。另一方面,限制因素是应用于扬声器14的电压,因此增加了针对此类中等频率的特定处理。

[0166] 这样,控制装置22使得能够在顾及系统的各种约束(频移、电压)的情况下、尤其是针对具有可听频带(通常大于200Hz)的低音扬声器来优化低频的放送。

[0167] 因此,控制装置22使得能够降低由扬声器14放送的信号中的失真,同时改进了对扬声器14的振膜的保护。这使得能够改进扬声器14的信号放送。

[0168] 本领域技术人员将理解的是,所描述的控制装置22不限于图2至图4的示例,也不限于本描述的具体示例。变型包括例如在组合兼容时组合上述一个或多个示例或变型。

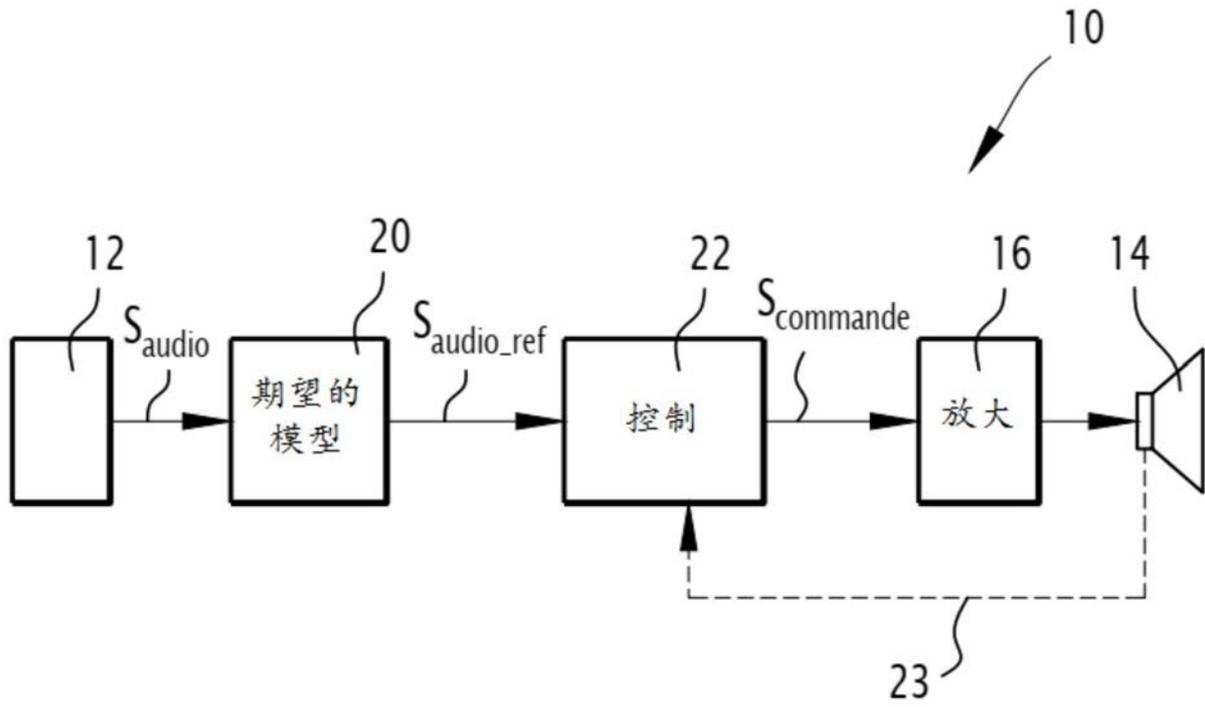


图1

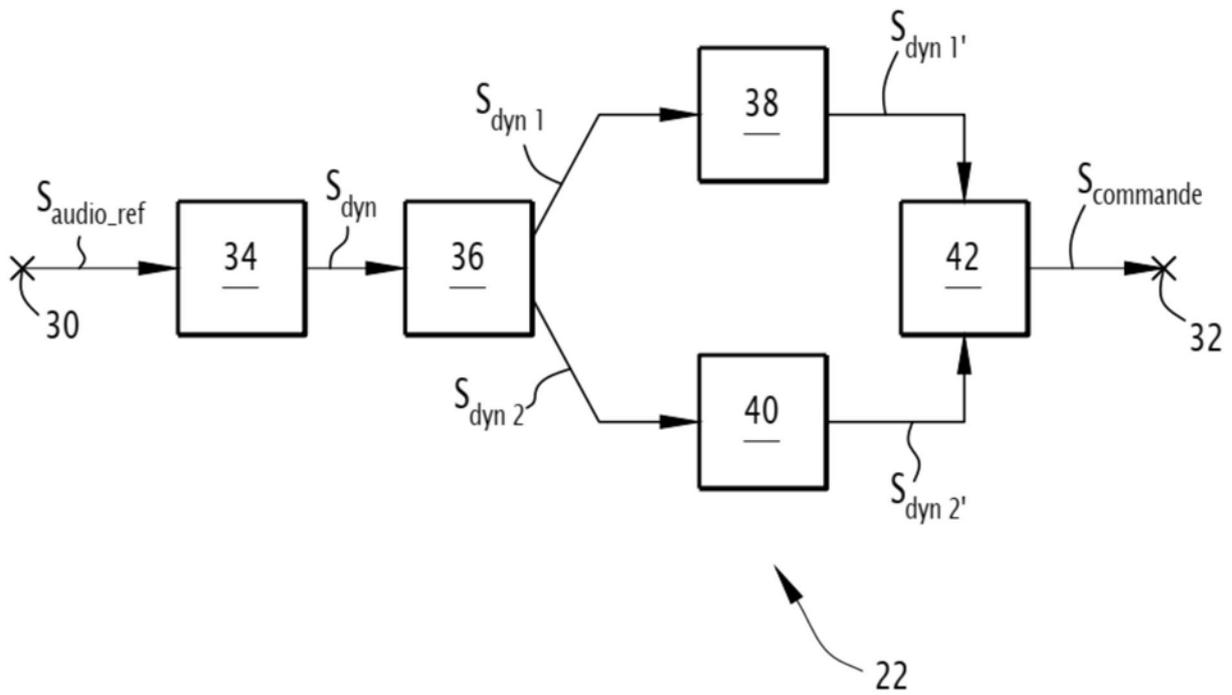


图2

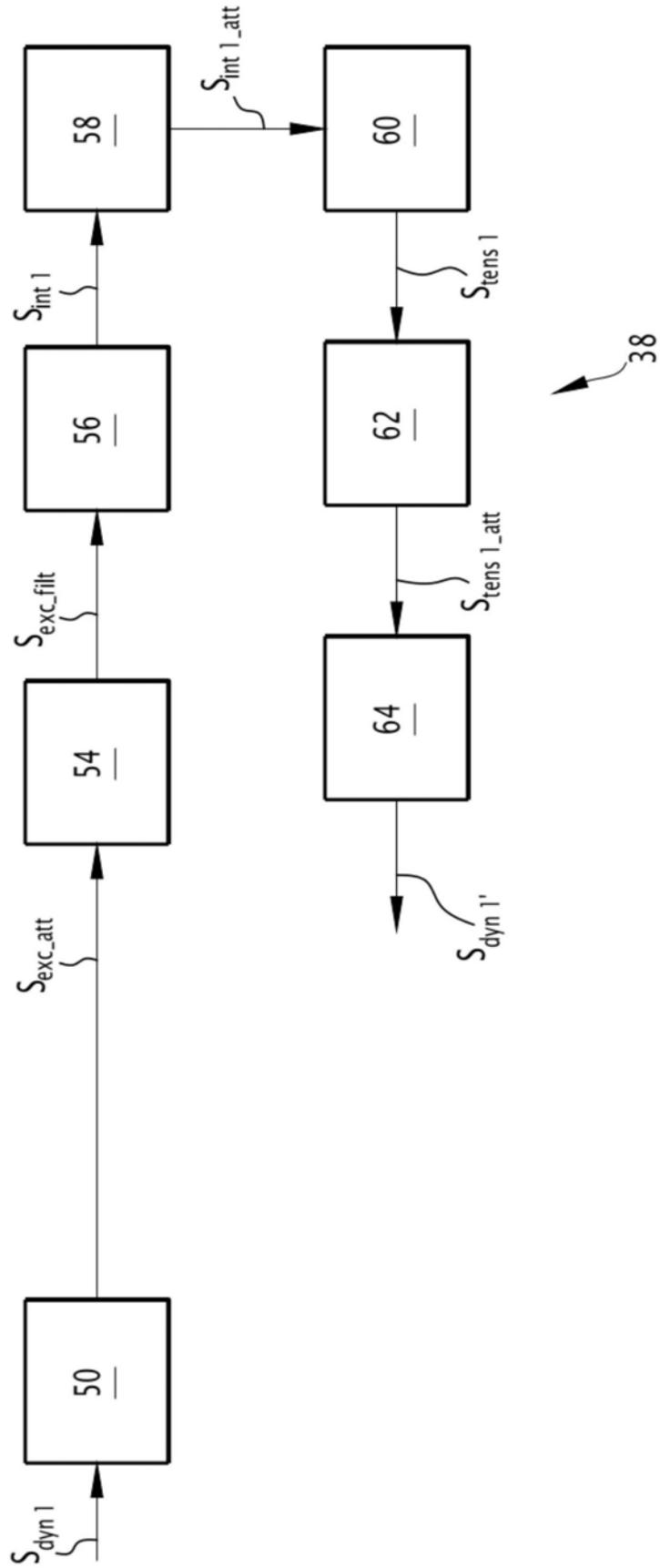


图3

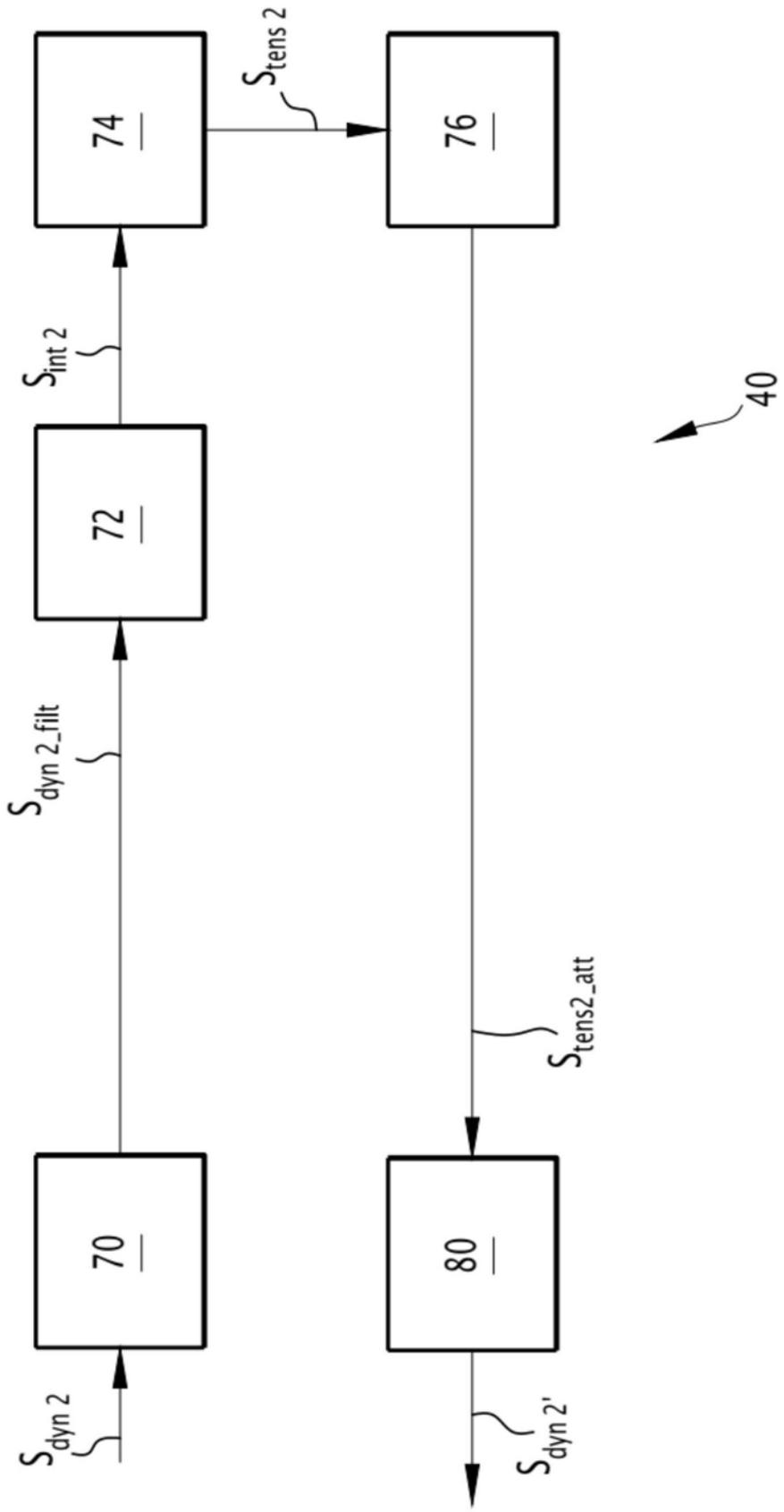


图4