



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112290902 A

(43) 申请公布日 2021. 01. 29

(21) 申请号 202011298419.1

(22) 申请日 2020.11.19

(71) 申请人 江苏海湾电气科技有限公司

地址 225300 江苏省泰州市姜堰区三水街
道天目西路北侧

(72) 发明人 施永忠 谭航 谢兴龙

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务
所(特殊普通合伙) 11463

代理人 荣颖佳

(51) Int.Cl.

H03H 7/01 (2006.01)

H03H 7/38 (2006.01)

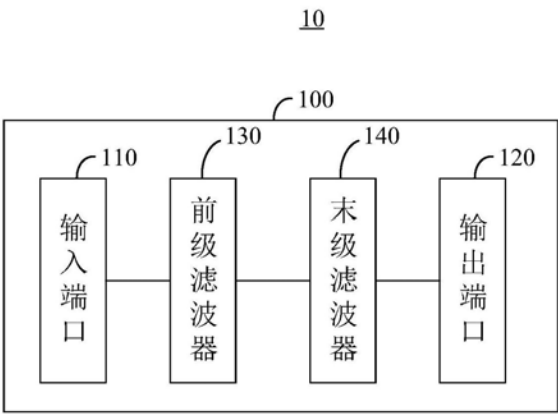
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

低通滤波器和电子设备

(57) 摘要

本发明的实施例提供了一种低通滤波器和电子设备,涉及电子电路技术领域。该低通滤波器包括输入端口、输出端口以及至少两个滤波器,相互级联的所述至少两个滤波器电连接于所述输入端口和所述输出端口之间;所述至少两个滤波器包括至少一个前级滤波器和一个末级滤波器,所述前级滤波器与所述输入端口电连接,所述末级滤波器与所述输出端口电连接,末级滤波器的元器件参数的乘积等于预设值;其中,预设值为转折频率的倒数;前级滤波器的元器件参数的乘积小于预设值。其能够在不用运算放大器的情况下,达到运用运算放大器才能达到的效果。



1. 一种低通滤波器,其特征在于,包括输入端口、输出端口以及至少两个滤波器,相互级联的所述至少两个滤波器电连接于所述输入端口和所述输出端口之间;所述至少两个滤波器包括至少一个前级滤波器和一个末级滤波器,所述前级滤波器与所述输入端口电连接,所述末级滤波器与所述输出端口电连接;

所述末级滤波器的元器件参数的乘积等于预设值;其中,所述预设值为转折频率的倒数;

所述前级滤波器的元器件参数的乘积小于所述预设值。

2. 如权利要求1所述的低通滤波器,其特征在于,每个所述滤波器均包括电阻、电容、输入端、输出端以及地线端,所述电阻与所述电容电连接,所述电阻置于所述输入端与所述输出端之间,所述电容置于所述输出端与所述地线端之间,任意一个所述滤波器的输入端与上一级滤波器的输出端或所述输入端口电连接,输出端与下一级滤波器的输入端或所述输出端口电连接。

3. 如权利要求2所述的低通滤波器,其特征在于,所述末级滤波器的电阻与所述末级滤波器的电容的乘积等于所述预设值。

4. 如权利要求2所述的低通滤波器,其特征在于,所述前级滤波器的电阻与所述前级滤波器的电容的乘积小于所述预设值。

5. 如权利要求4所述的低通滤波器,其特征在于,所述前级滤波器的电容的值依据减小系数和初始电容值确定;

其中,所述减小系数由所述前级滤波器的电阻阻值与下一级滤波器的电阻阻值确定,所述初始电容值由所述前级滤波器的电阻阻值与所述预设值确定。

6. 如权利要求5所述的低通滤波器,其特征在于,所述减小系数根据公式 $k=1-R_n/R_{n+1}$ 计算得到, $n \geq 1$;

其中, k 为所述减小系数, R_n 为所述前级滤波器的电阻阻值, R_{n+1} 为所述下一级滤波器的电阻阻值。

7. 如权利要求6所述的低通滤波器,其特征在于,所述下一级滤波器的电阻阻值与所述前级滤波器的电阻阻值的比为大于2的正数。

8. 一种电子设备,其特征在于,包括低通滤波器,所述低通滤波器包括输入端口、输出端口以及至少两个滤波器,相互级联的所述至少两个滤波器电连接于所述输入端口和所述输出端口之间;所述至少两个滤波器包括至少一个前级滤波器和一个末级滤波器,所述前级滤波器与所述输入端口电连接,所述末级滤波器与所述输出端口电连接所述末级滤波器的元器件参数的乘积等于预设值;其中,所述预设值为转折频率的倒数;

所述前级滤波器的元器件参数的乘积小于所述预设值。

9. 如权利要求8所述的电子设备,其特征在于,每个所述滤波器均包括电阻、电容、输入端、输出端以及地线端,所述电阻与所述电容电连接,所述电阻置于所述输入端与所述输出端之间,所述电容置于所述输出端与所述地线端之间,任意一个所述滤波器的输入端与上一级滤波器的输出端或所述输入端口电连接,输出端与下一级滤波器的输入端或所述输出端口电连接。

10. 如权利要求9所述的电子设备,其特征在于,所述前级滤波器的电容的值依据减小系数和初始电容值确定;

其中,所述减小系数由所述前级滤波器的电阻阻值与下一级滤波器的电阻阻值确定,所述初始电容值由所述前级滤波器的电阻阻值与所述预设值确定。

低通滤波器和电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及电子电路技术领域,具体而言,涉及一种低通滤波器和电子设备。

背景技术

[0002] 在电子电路中,低通滤波器若需要更陡峭的衰减,则需要级联多个低通滤波器。若多个低通滤波器直接相连,滤波特性效果不佳。故现有的解决方案为,在两级滤波器之间插入一级运算放大器作阻抗变换。但是在某些频率较高的场合,运算放大器的价格较高,且引入了噪声,占用了线路板的面积。

发明内容

[0003] 本发明的目的包括,例如,提供了一种低通滤波器和电子设备,其能够在不用运算放大器的情况下,达到运用运算放大器才能达到的效果。

[0004] 本发明的实施例可以这样实现:

[0005] 第一方面,本发明提供一种低通滤波器,包括输入端口、输出端口以及至少两个滤波器,相互级联的所述至少两个滤波器电连接于所述输入端口和所述输出端口之间;所述至少两个滤波器包括至少一个前级滤波器和一个末级滤波器,所述前级滤波器与所述输入端口电连接,所述末级滤波器与所述输出端口电连接;

[0006] 所述末级滤波器的元器件参数的乘积等于预设值;其中,所述预设值为转折频率的倒数;

[0007] 所述前级滤波器的元器件参数的乘积小于所述预设值。

[0008] 可选地,每个所述滤波器均包括电阻、电容、输入端、输出端以及地线端,所述电阻与所述电容电连接,所述电阻置于所述输入端与所述输出端之间,所述电容置于所述输出端与所述地线端之间,任意一个所述滤波器的输入端与上一级滤波器的输出端或所述输入端口电连接,输出端与下一级滤波器的输入端或所述输出端口电连接。

[0009] 可选地,所述末级滤波器的电阻与所述末级滤波器的电容的乘积等于所述预设值。

[0010] 可选地,所述前级滤波器的电阻与所述前级滤波器的电容的乘积小于所述预设值。

[0011] 可选地,所述前级滤波器的电容的值依据减小系数和初始电容值确定;

[0012] 其中,所述减小系数由所述前级滤波器的电阻阻值与下一级滤波器的电阻阻值确定,所述初始电容值由所述前级滤波器的电阻阻值与所述预设值确定。

[0013] 可选地,所述减小系数根据公式 $k=1-R_n/R_{n+1}$ 计算得到, $n \geq 1$;

[0014] 其中, k 为所述减小系数, R_n 为所述前级滤波器的电阻阻值, R_{n+1} 为所述下一级滤波器的电阻阻值。

[0015] 另一方面,本申请实施例还提供了一种电子设备,包括低通滤波器,所述低通滤波器包括输入端口、输出端口以及至少两个滤波器,相互级联的所述至少两个滤波器电连接

于所述输入端口和所述输出端口之间;所述至少两个滤波器包括至少一个前级滤波器和一个末级滤波器,所述前级滤波器与所述输入端口电连接,所述末级滤波器与所述输出端口电连接所述末级滤波器的元器件参数的乘积等于预设值;其中,所述预设值为转折频率的倒数;

[0016] 所述前级滤波器的元器件参数的乘积小于所述预设值。

[0017] 可选地,每个所述滤波器均包括电阻、电容、输入端、输出端以及地线端,所述电阻与所述电容电连接,所述电阻置于所述输入端与所述输出端之间,所述电容置于所述输出端与所述地线端之间,任意一个所述滤波器的输入端与上一级滤波器的输出端或所述输入端口电连接,输出端与下一级滤波器的输入端或所述输出端口电连接。

[0018] 可选地,所述前级滤波器的电容的值依据减小系数和初始电容值确定;

[0019] 其中,所述减小系数由所述前级滤波器的电阻阻值与下一级滤波器的电阻阻值确定,所述初始电容值由所述前级滤波器的电阻阻值与所述预设值确定。

[0020] 本发明实施例提供的低通滤波器和电子设备的有益效果包括:该低通滤波器包括输入端口、输出端口以及至少两个滤波器,相互级联的所述至少两个滤波器电连接于所述输入端口和所述输出端口之间;所述至少两个滤波器包括至少一个前级滤波器和一个末级滤波器,所述前级滤波器与所述输入端口电连接,所述末级滤波器与所述输出端口电连接,末级滤波器的元器件参数的乘积等于预设值;其中,预设值为转折频率的倒数;前级滤波器的元器件参数的乘积小于预设值。由于后级对前级的负载影响,通过更改前级滤波器和末级滤波器的元器件参数,能够使得低通滤波器达到与使用运算放大器同样的效果。具有节省成本、电路简单、节省线路板面积等优点。

附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,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相关的附图。

[0022] 图1为本发明实施例提供的一种电子设备的结构示意图;

[0023] 图2为本发明实施例提供的另一种电子设备的结构示意图;

[0024] 图3为本发明实施例提供的滤波器的电路示意图;

[0025] 图4为本发明实施例提供的一种低通滤波器的电路示意图;

[0026] 图5为本发明实施例提供的另一种低通滤波器的电路示意图;

[0027] 图6为现有技术提供的一种低通滤波器的仿真结果示意图;

[0028] 图7为现有技术提供的另一种低通滤波器的仿真结果示意图;

[0029] 图8为现有技术提供的另一种低通滤波器的电路示意图;

[0030] 图9为现有技术提供的又一种低通滤波器的仿真结果示意图;

[0031] 图10为现有技术提供的又一种低通滤波器的仿真结果示意图;

[0032] 图11为现有技术提供的又一种低通滤波器的电路示意图;

[0033] 图12为现有技术提供的又一种低通滤波器的仿真结果示意图;

[0034] 图13为本发明实施例提供的一种低通滤波器的仿真结果示意图;

[0035] 图14为本发明实施例提供的另一种低通滤波器的仿真结果示意图。

[0036] 图标:10-电子设备;100-低通滤波器;110-输入端口;120-输出端口;130-前级滤波器;140-末级滤波器。

具体实施方式

[0037] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0038] 因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0039] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0040] 在本发明的描述中,需要说明的是,若出现术语“上”、“下”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0041] 此外,若出现术语“第一”、“第二”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0042] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明的实施例中的特征可以相互结合。

[0043] 请参考图1与图2,本实施例提供了一种电子设备10的可实施的结构示意图,该电子设备10包括低通滤波器100,低通滤波器100包括输入端口110、输出端口120以及至少两个滤波器,相互级联的至少两个滤波器电连接于输入端口110和输出端口120之间;至少两个滤波器包括至少一个前级滤波器130和一个末级滤波器140,前级滤波器130与输入端口110电连接,末级滤波器140与输出端口120电连接,至少一个前级滤波器130不与输出端口120电连接。

[0044] 在本实施例中,末级滤波器140的元器件参数的乘积等于预设值;其中,预设值为转折频率的倒数;前级滤波器130的元器件参数的乘积小于预设值。

[0045] 可以理解,至少两个滤波器可以为两个,也可以为三个,还可以为32个甚至更多。即如图1所示,前级滤波器130可以为一个;或者,如图2所示,前级滤波器130也可以为两个,当然地,前级滤波器130还可以为31个甚至更多。

[0046] 可选地,请参阅图3,每个滤波器均包括电阻R、电容C、输入端、输出端以及地线端,电阻与电容电连接,电阻置于输入端与输出端之间,电容置于输出端与地线端之间,进而使得每个滤波器均通过内部电路组成RC滤波器。并且,任意一个滤波器的输入端与上一级滤波器的输出端或输入端口110电连接,且任意一个滤波器的输出端与下一级滤波器的输入端或输出端口120电连接,同时,相邻两个滤波器的地线电连接。

[0047] 例如,请参阅图4,以前级滤波器130的数量为三个进行说明,第一个前级滤波器

130的电阻R1的一端与输入端口110电连接、另一端分别与电容C1及第二个前级滤波器130的电阻R2的一端电连接；第二个前级滤波器130的电阻R2的另一端分别与电容C2及第三个前级滤波器130的电阻R3的一端电连接，第三个前级滤波器130的电阻R3的另一端分别与电容C3及末级滤波器140的电阻R_x的一端电连接，电阻R_x的另一端分别与电容C_x及输出端口120电连接。同时，各个滤波器的地线端均电连接。

[0048] 可以理解地，当前级滤波器130的数量为更多或者更少时，低通滤波器100的连接关系类似，在此不做赘述。

[0049] 在本实施例中，末级滤波器140的电阻R_x的阻值与末级滤波器140的电容C_x的容值的乘积等于预设值。前级滤波器130的电阻值与电容值的乘积小于预设值。

[0050] 可以理解，前级滤波器130的电容的值依据减小系数和初始电容值确定；其中，减小系数由前级滤波器130的电阻阻值与下一级滤波器的电阻阻值确定，初始电容值由前级滤波器130的电阻阻值与预设值确定。

[0051] 在本实施例中，减小系数根据公式 $k=1-R_n/R_{n+1}$ 计算得到， $n \geq 1$ ；其中，k为减小系数，R_n为任一前级滤波器130的电阻阻值，R_{n+1}为与下一级滤波器的电阻阻值。需要说明的是，当前级滤波器130的数量仅为1个时，则前级滤波器130的下一级滤波器为末级滤波器140，在此基础上， $R_{n+1}=R_x$ 。

[0052] 在本实施例中，下一级滤波器的电阻阻值与前级滤波器130的电阻阻值的比为大于2的正数。可以保持后级滤波器的电阻值较前一级滤波器大，满足递增关系。同时，能够保证后级滤波器的电容值较前一级滤波器的电容值小，满足递减关系。换言之，在本申请中，低通滤波器100中的电阻与电容满足关系 $R_1 > R_2 > \dots > R_x$ ， $C_1 < C_2 < \dots < C_x$ 。

[0053] 可以理解，至少两个滤波器，每相邻的两个滤波器之间的电阻的比值可以相同，也可以不同。例如，若前级滤波器130的数量为三个，则第二个前级滤波器130的电阻R2的阻值可以为第一个前级滤波器130的电阻R1的阻值的5倍，末级滤波器140的电阻R_x的值可以为第二前级滤波器130的电阻R2的阻值的10倍，当然地，末级滤波器140的电阻R_x的值可以为第二前级滤波器130的电阻R2的阻值的5倍。

[0054] 在本实施例中，转折频率根据公式 $\omega = 1/RC$ ，其中， ω 为转折频率，R为末级滤波器140的电阻R_x的阻值，C_x为末级滤波器140的电容C_x的容值。

[0055] 现根据实际参数配置后的仿真结果进行分析说明。若末级滤波器140的电阻R_x的阻值设置为1K Ω ，末级滤波器140的电容C_x的容值设置为1 μ F。如图5所示，那么当至少两个滤波器为一个时，即至少两个滤波器只包括末级滤波器140时，末级滤波器140的电阻R3的一端与输入端口110电连接、另一端与末级滤波器140的电容C3和输出端口120均电连接。

[0056] 末级滤波器140的仿真输出的频率特性如图6所示，在；频率为159Hz时，对应的衰减值为-3dB。末级滤波器140的频率可以根据公式 $f = \omega / 2\pi = 159\text{Hz}$ 计算得到。

[0057] 当需要更快的衰减特性时，需要两级或更多的级联。若两级直接相连，即至少两个滤波器包括一个前级滤波器130和末级滤波器140，前级滤波器130和末级滤波器140串联在输入端口110和输出端口120之间。由于末级滤波器140对前级滤波器130的负载存在影响，若前级滤波器130的电阻R1和电容C1的值与末级滤波器140的电阻R_x和电容C_x的值设置为一样。如图7所示，在频率为159Hz处，对应的衰减值为-9.5dB。可见直接级联，衰减特性与期望值-6dB是不同的。

[0058] 如图8所示,若在前级滤波器130和末级滤波器140之间插入一级第一运算放大器U1,前级滤波器130的电阻R1的一端与输入端口110电连接、另一端与前级滤波器130的电容C1和第一运算放大器U1的同相输入端口110均电连接,第一运算放大器U1的反相输入端口110和输出端口120均与末级滤波器140的电阻R_x的一端电连接,末级滤波器140的电阻R₃的另一端与末级滤波器140的电容C_x和输出端口120均电连接。

[0059] 如图9所示,在频率为159Hz处,对应的衰减值为-6dB。按照滤波器的级联预期,在前级滤波器130和末级滤波器140级联运用时,对应的传递函数为两个传递函数的乘积,相应的分贝数则是直接相加,因此在159Hz处,对应的衰减值应为-6dB。

[0060] 若三级直接相连,即至少两个滤波器包括两个前级滤波器130和一个末级滤波器140,前级滤波器130、末级滤波器140依次串联在输入端口110和输出端口120之间。如图10所示,在频率为159Hz处,对应的衰减值为-16dB。

[0061] 如图11所示,若在第一个前级滤波器130和第二个前级滤波器130之间插入第一运算放大器U1,以及在第二个前级滤波器130和末级滤波器140之间插入第二运算放大器U2,前级滤波器130的电阻R1的一端与输入端口110电连接、另一端与电容C1和第一运算放大器U1的同相输入端口110均电连接,第一运算放大器U1的反相输入端和输出端均与第二个前级滤波器130的电阻R2的一端电连接,第二个前级滤波器130的电阻R2的另一端与电容C2和第二运算放大器U2的同相输入端口110均电连接,第二运算放大器U2的反相输入端和输出端均与末级滤波器140的电阻R_x的一端电连接,末级滤波器140的电阻R_x的另一端与末级滤波器140的电容C_x和输出端口120均电连接。

[0062] 如图12所示,在频率为159Hz处,对应的衰减值为-9dB。可以得出结论,多级相同的滤波器级联,若没有在中间插入运算放大器,则滤波特性将发生改变。在本申请实施例中,可以更改滤波器的电阻和电容的参数,使之达到和使用运算放大器同样的效果。

[0063] 即如前所述,若两级直接相连,即至少两个滤波器包括前级滤波器130和末级滤波器140,前级滤波器130和末级滤波器140串联在输入端口110和输出端口120之间。若前级滤波器130的电阻R1的值设置为A,末级滤波器140的电阻R_x的值设置为N*A,前级滤波器130的电容C1的值设置为 $(1-1/N)*C$,末级滤波器140的电容C_x的值设置为C/N。其中,N为末级滤波器140的电阻R_x与前级滤波器130的电阻R1的比值, $(1-1/N)$ 为减小系数,C为初始电容值。若A为1K Ω ,C为1 μ F,N为10。那么前级滤波器130的电阻R1的值为1K Ω ,末级滤波器140的电阻R₃的值为10K Ω ,前级滤波器130的电容C1的值为0.9 μ F,末级滤波器140的电容C₃的值为0.1 μ F。如图13所示,为根据前述值设置前级滤波器130和末级滤波器140的电阻和电容值,得到仿真结果为:在频率为159Hz处,对应的衰减值为-6dB。可见于两级滤波器通过运算放大器级联的效果相同。

[0064] 若三级直接相连,即至少两个滤波器包括两个前级滤波器130和一个末级滤波器140,两个前级滤波器130和末级滤波器140依次串联在输入端口110和输出端口120之间。若第一个前级滤波器130的电阻R1的值设置为A,第二个前级滤波器130的电阻R2的值设置为N*A,末级滤波器140的电阻R_x的值设置为N*N*A,第一个前级滤波器130的电容C1的值设置为 $(1-1/N)*C$,第二个前级滤波器130的电容C2的值设置为 $(1-1/N)*C/N$,末级滤波器140的电容C_x的值设置为C/(N*N)。其中,N为末级滤波器140的电阻R_x与第二个前级滤波器130的电阻R2的比值以及第二个前级滤波器130的电阻R2与初级滤波器的电阻R1的比值, $(1-1/N)$

为减小系数, C 为第一个前级滤波器130电容 C_1 的初始电容值, C/N 为第二个前级滤波器130电容 C_2 的初始电容值。其中, 第一个前级滤波器130的电阻 R_1 的值与电容 C_1 的初始电容值的乘积等于预设值, 第二个前级滤波器130的电阻 R_2 的值与电容 C_2 的初始电容值的乘积等于预设值。

[0065] 若 A 为 $1K\Omega$, C 为 $1\mu F$, N 为 10。那么第一个前级滤波器130的电阻 R_1 的值为 $1K\Omega$, 第二个前级滤波器130的电阻 R_2 的值为 $10K\Omega$, 末级滤波器140的电阻 R_x 的值为 $100K\Omega$, 第一个前级滤波器130的电容 C_1 的值为 $0.9\mu F$, 第二个前级滤波器130的电容 C_2 的值为 $0.09\mu F$, 末级滤波器140的电容 C_x 的值为 $0.01\mu F$ 。如图14所示, 为根据前述值设置初级滤波器中间级滤波器和末级滤波器140的电阻和电容值, 得到仿真结果为: 在频率为 $159Hz$ 处, 对应的衰减值为 $-9dB$ 。可见于三级滤波器通过运算放大器级联的效果相同。

[0066] 可见, 通过对低通滤波器100的参数优化设计, 避免了级联滤波器时前后级的相互影响, 从而省略了运算放大器, 节省了成本, 避免了使用运算放大器引入附加噪声, 节省了线路板面积, 节约了能耗。

[0067] 综上所述, 本发明实施例提供的低通滤波器和电子设备的有益效果包括: 该低通滤波器包括输入端口、输出端口以及至少两个滤波器, 相互级联的所述至少两个滤波器电连接于所述输入端口和所述输出端口之间; 所述至少两个滤波器包括至少一个前级滤波器和一个末级滤波器, 所述前级滤波器与所述输入端口电连接, 所述末级滤波器与所述输出端口电连接, 末级滤波器的元器件参数的乘积等于预设值; 其中, 预设值为转折频率的倒数; 前级滤波器的元器件参数的乘积小于预设值。由于后级对前级的负载影响, 通过更改前级滤波器和末级滤波器的元器件参数, 能够使得低通滤波器达到与使用运算放大器同样的效果。具有节省成本、电路简单、节省线路板面积等优点。

[0068] 以上所述, 仅为本发明的具体实施方式, 但本发明的保护范围并不局限于此, 任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内, 可轻易想到的变化或替换, 都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此, 本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

10

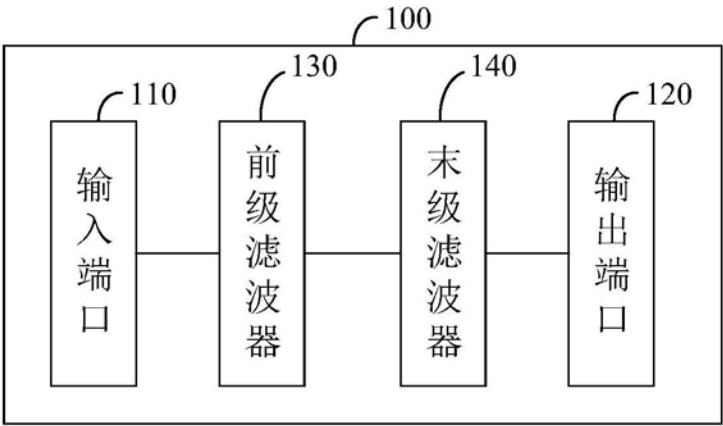


图1

10

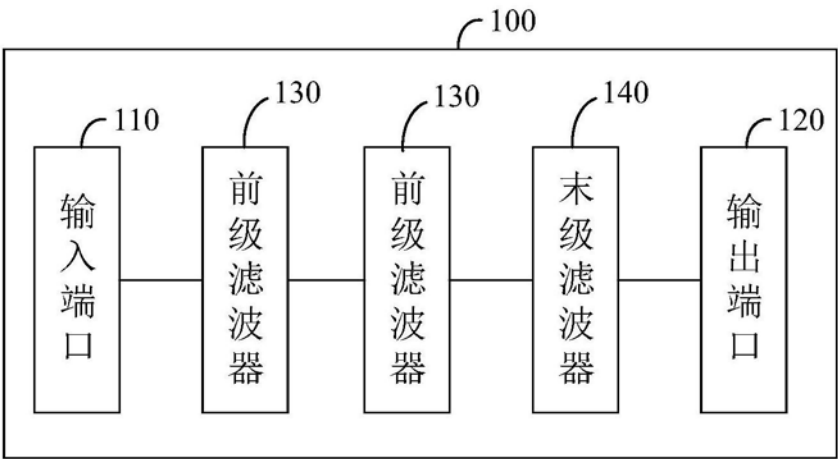


图2

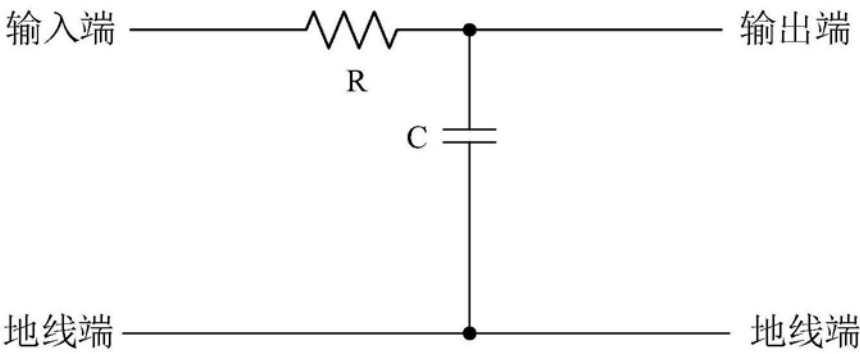


图3

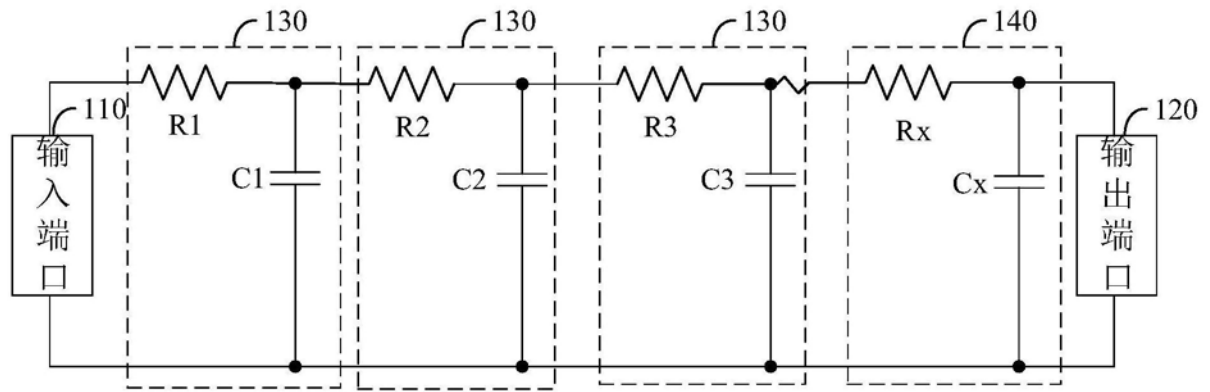


图4

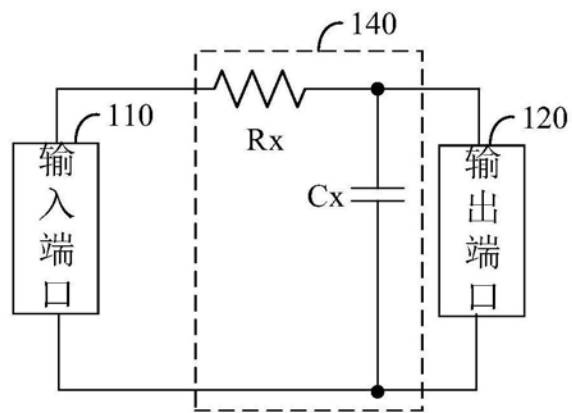


图5

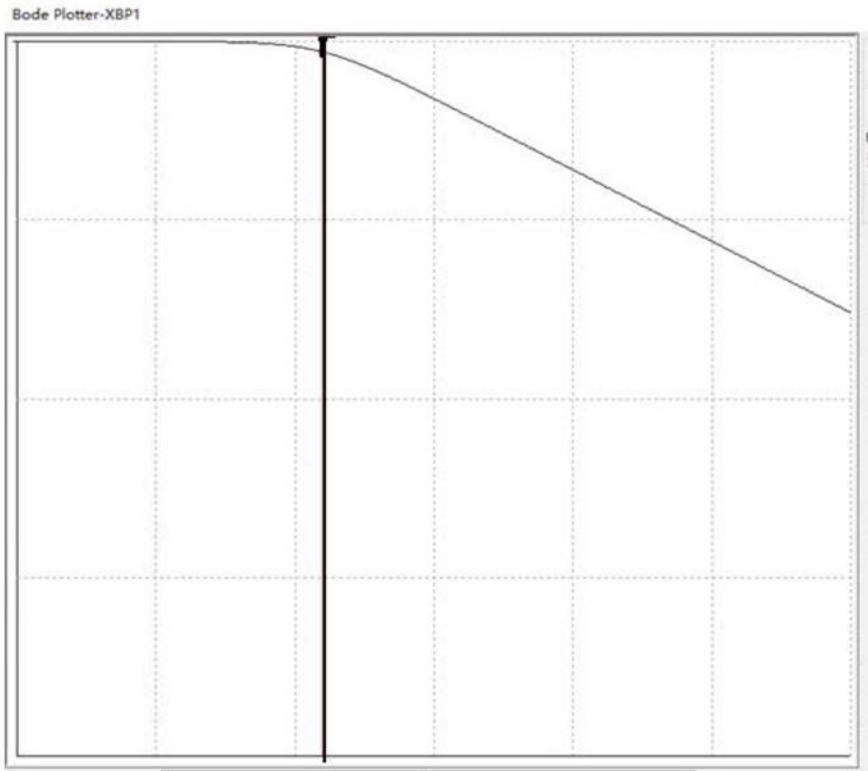


图6

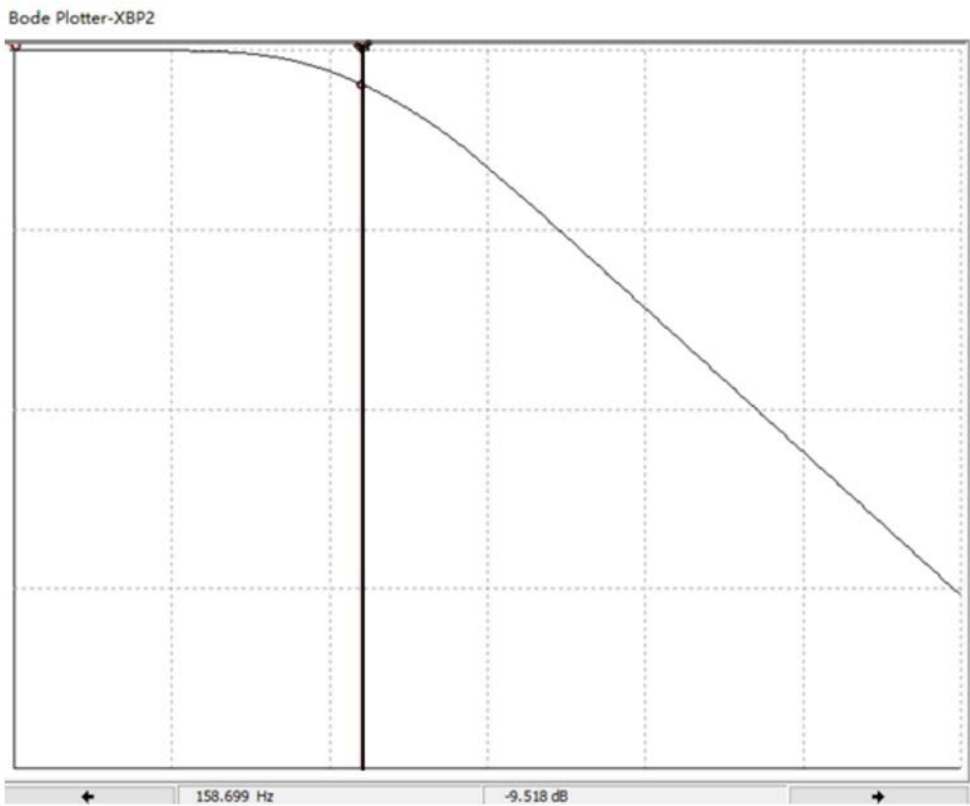


图7

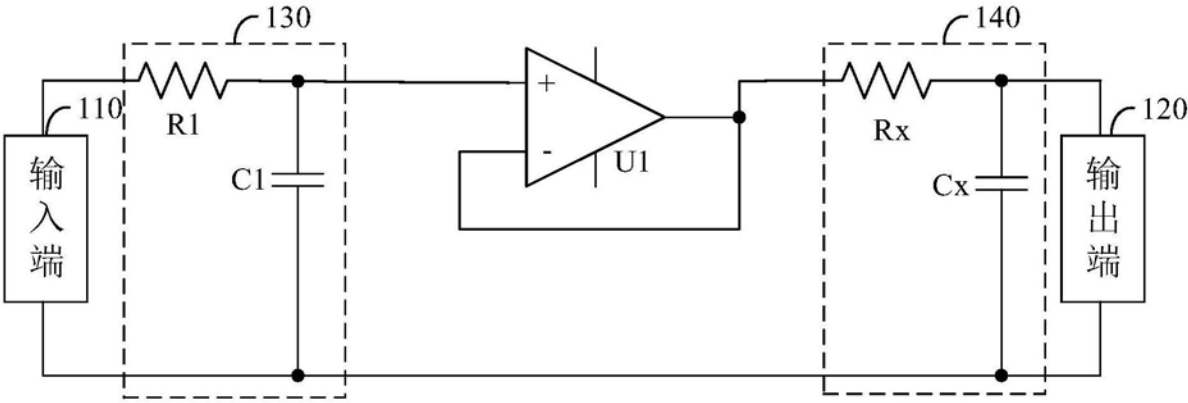


图8

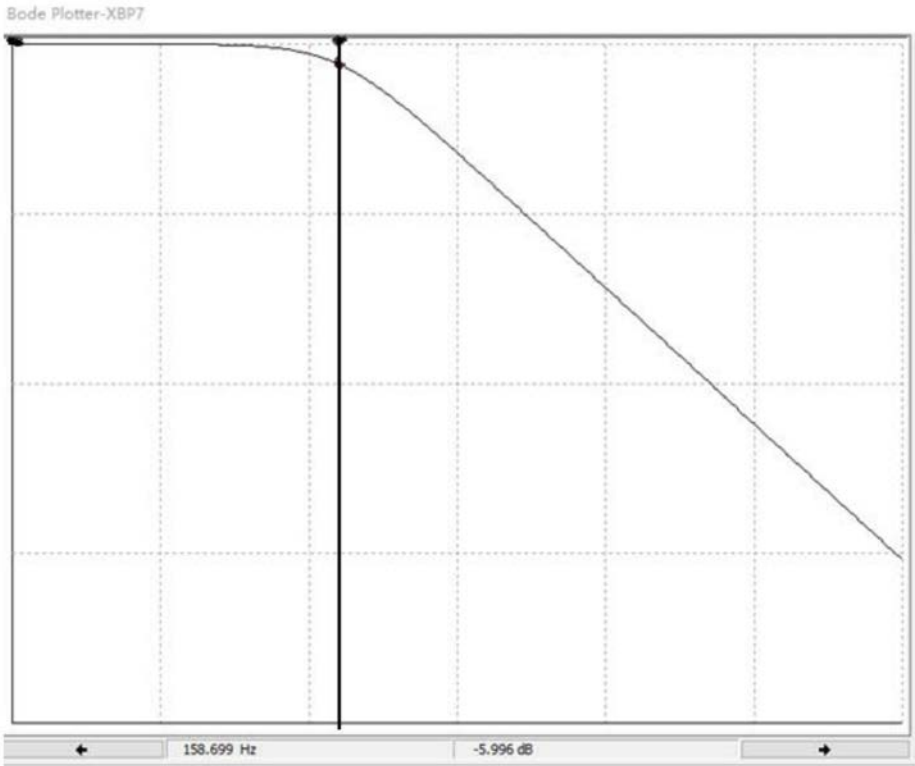


图9

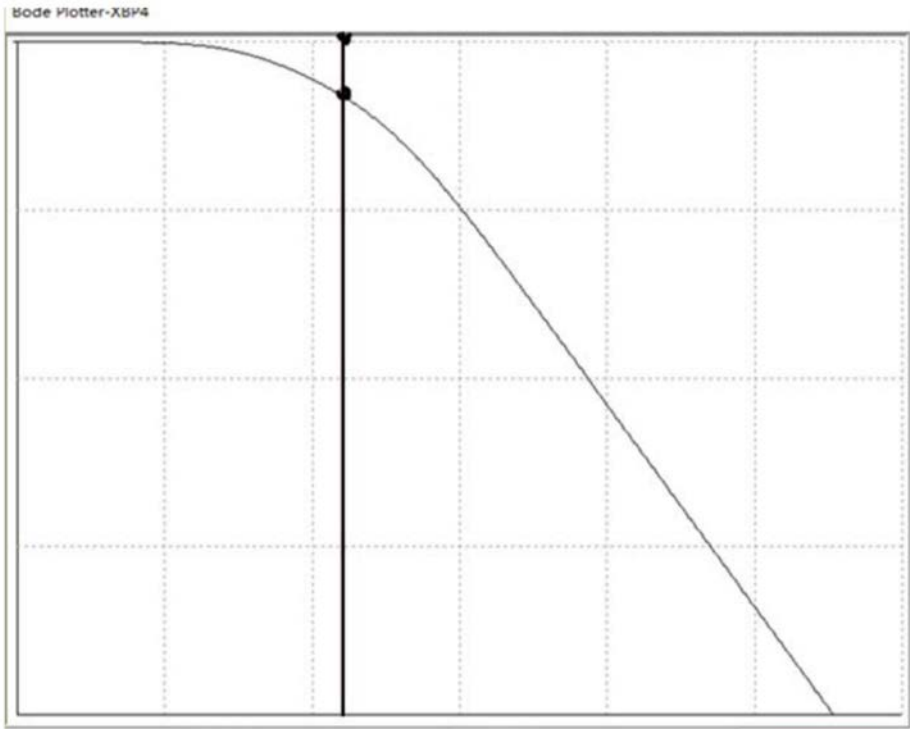


图10

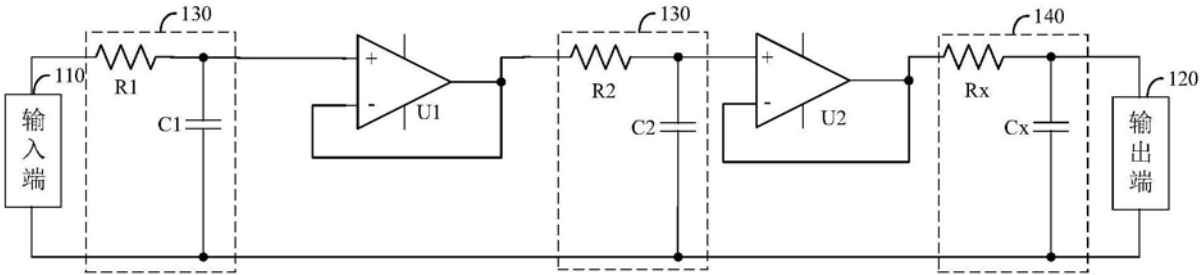


图11

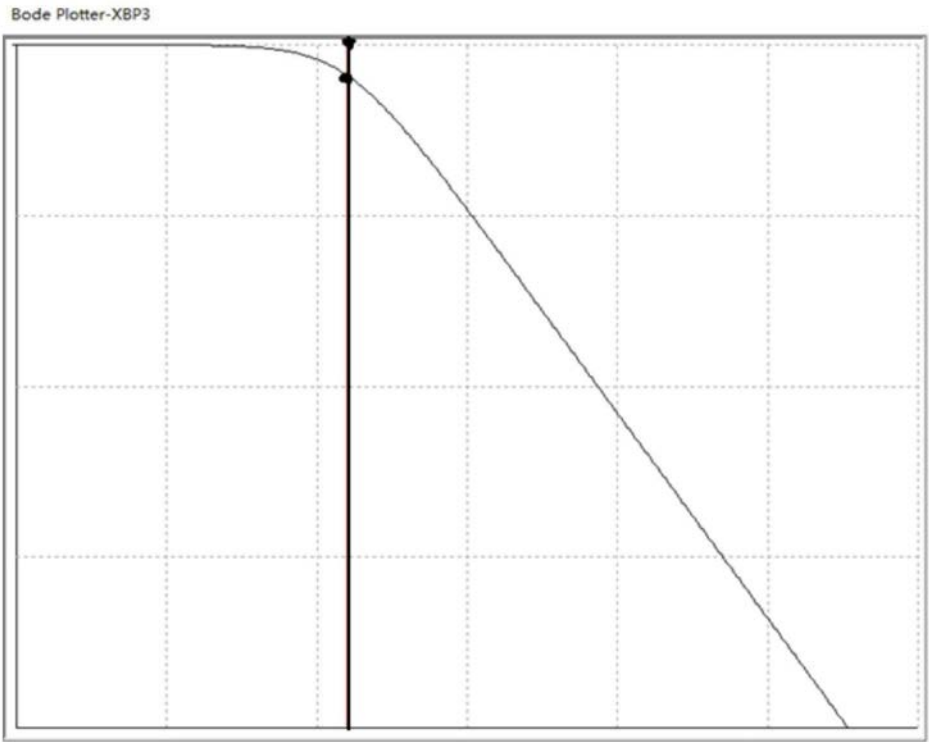


图12

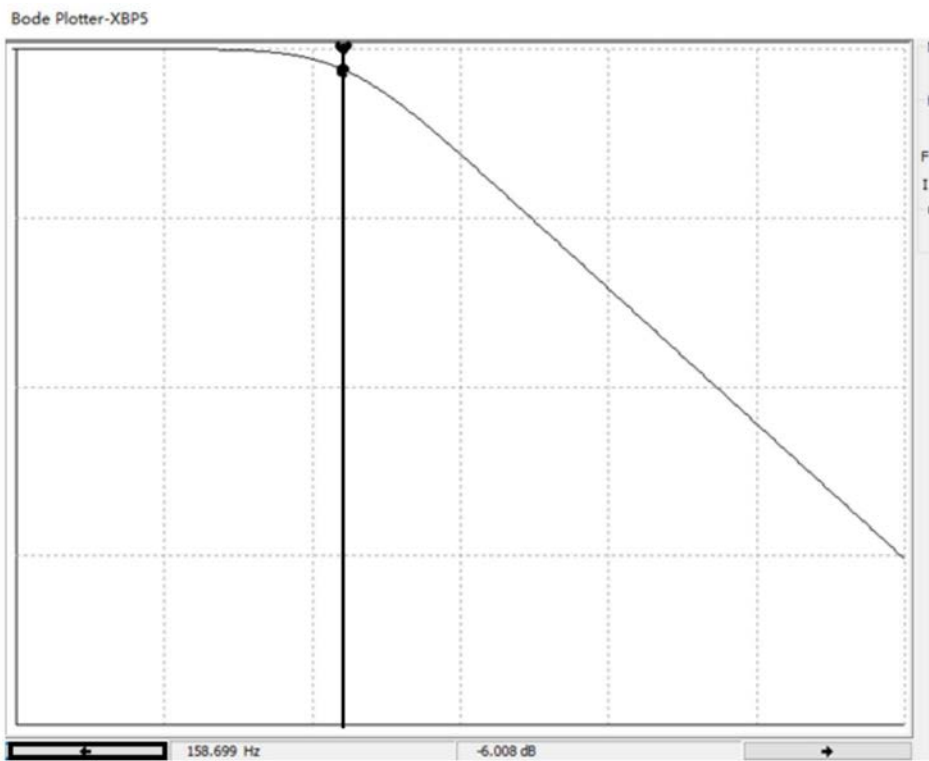


图13

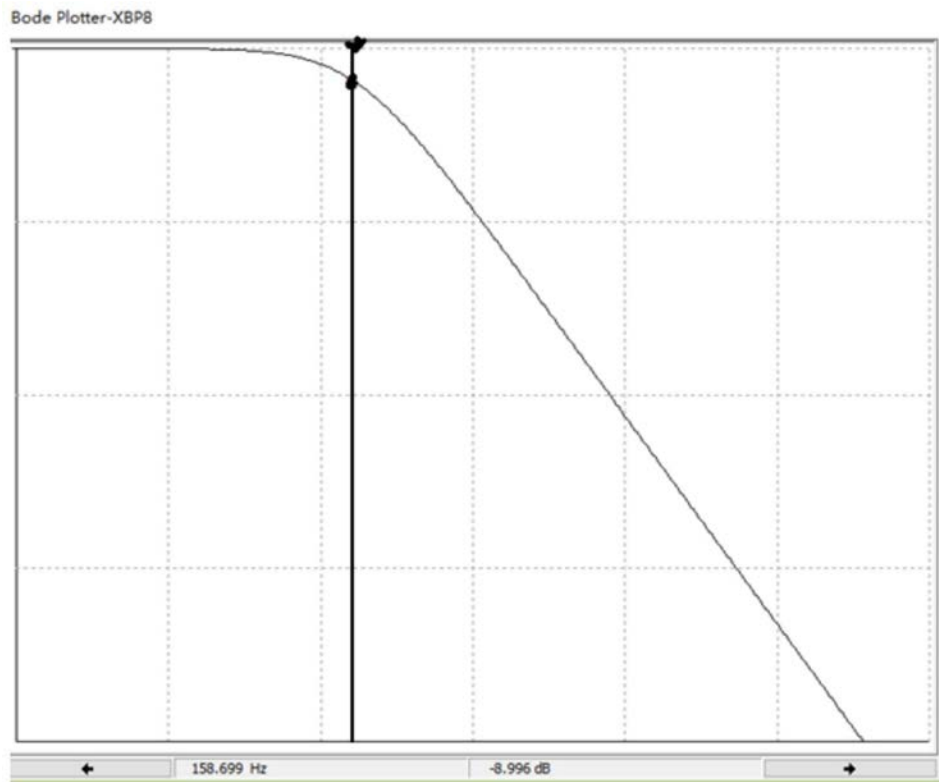


图14