

一种声学滤波器及电子设备

技术领域

5 本申请涉及半导体技术领域，尤其涉及一种声学滤波器及电子设备。

背景技术

声学滤波器是射频信号处理的重要部件，广泛应用于手机等终端设备的射频集成电路（radio frequency integrated circuit, RFIC）中，声学滤波器的作用是通过特定频率的信号，让其他频率的信号受阻。

10 但是随着更多个频段的集成应用，声波滤波器的滤波性能面临更大挑战。

发明内容

本申请的实施例提供一种声学滤波器及电子设备，可以改善声学滤波器的滤波性能。

为达到上述目的，本申请采用如下技术方案：

15 第一方面，提供一种声学滤波器，该声学滤波器包括第一谐振器、第二谐振器以及第一声波抑制结构，第一谐振器和第二谐振器沿第一方向排列；第一声波抑制结构设置在第一谐振器和第二谐振器之间，第一声波抑制结构产生的至少一个禁带频段用于减小第一谐振器和第二谐振器之间泄漏的沿第一方向传播的声波。

20 由于本申请提供的声学滤波器包括设置在第一谐振器和第二谐振器之间的第一声波抑制结构，且第一声波抑制结构产生的至少一个禁带频段用于减小第一谐振器和第二谐振器之间泄漏的沿第一方向传播的声波，也就是说第一声波抑制结构产生的至少一个禁带频段可以使第一谐振器和第二谐振器泄漏的声学滤波器的特定频段的声波衰减，这样便可以抑制第一谐振器泄漏的声学滤波器的特定频段的声波进入第二谐振器，或者，抑制第二谐振器泄漏的声学滤波器的特定频段的声波进入第一谐振器，从而可以
25 以提高声学滤波器的滤波性能。

在一种可能的实施方式中，第一声波抑制结构包括至少一个声波抑制单元组，至少一个声波抑制单元组中的每个第一声波抑制单元组包括多个声波抑制单元，第一声波抑制单元组中的多个声波抑制单元沿第一方向周期性排布，即第一声波抑制单元组中的多个声波抑制单元沿第一方向按照同一间距依次排布。

30 在声波抑制单元组包括多个声波抑制单元，且声波抑制单元组中的多个声波抑制单元沿第一方向按照同一间距依次排布，即声波抑制单元组中的多个声波抑制单元沿第一方向周期排列的情况下，可以通过调整声波抑制单元组中的多个声波抑制单元沿第一方向排列的间距，来快速、灵活地调整声波抑制单元组产生的禁带频段，以使第一声波抑制结构产生的至少一个禁带频段能够减小第一谐振器和第二谐振器之间泄漏
35 的沿第一方向传播的声波。

在一种可能的实施方式中，至少一个声波抑制单元组包括多个声波抑制单元组；不同的声波抑制单元组中相邻两个声波抑制单元之间的间距不相同。由于不同的声波抑制单元组中相邻两个声波抑制单元之间的间距不相同，因而在声波抑制单元的材料

一定的情况下，不同的声波抑制单元组对应产生不同的禁带频段，从而可以使第一声波抑制结构产生多个禁带频段。

5 在一种可能的实施方式中，第一声波抑制结构沿第二方向的长度大于第一谐振器沿第二方向的长度；和/或，第一声波抑制结构沿第二方向的长度大于第二谐振器沿第二方向的长度；其中，第一方向和第二方向垂直。第一声波抑制结构沿第二方向的长度大于第一谐振器沿第二方向的长度，这样可以确保第一声波抑制结构对从第一谐振器泄漏的，且沿第一方向传播的声波尽可能都能进行抑制，且确保第一声波抑制结构能够对从第一谐振器斜向泄漏的声波进行衰减。第一声波抑制结构沿第二方向的长度大于第二谐振器沿第二方向的长度，这样可以确保第一声波抑制结构对从第二谐振器泄漏的，且沿第一方向传播的声波尽可能都能进行抑制，且确保第一声波抑制结构能够对从第二谐振器斜向泄漏的声波进行衰减。

10 在一种可能的实施方式中，第一声波抑制结构沿第一方向的投影覆盖第一谐振器沿第一方向的投影；和/或，第一声波抑制结构沿第一方向的投影覆盖第二谐振器沿第一方向的投影。第一声波抑制结构沿第一方向的投影覆盖第一谐振器沿第一方向的投影，这样进一步确保了第一声波抑制结构能够对从第一谐振器泄漏的，且沿第一方向传播的声波进行抑制，且确保了第一声波抑制结构沿第一方向的投影位于第一谐振器沿第一方向的投影以外的部分能够对从第一谐振器斜向泄漏的声波进行衰减。第一声波抑制结构沿第一方向的投影覆盖第二谐振器沿第一方向的投影，这样进一步确保了第一声波抑制结构能够对从第二谐振器泄漏的，且沿第一方向传播的声波进行抑制，且确保了第一声波抑制结构沿第一方向的投影位于第二谐振器沿第一方向的投影以外的部分能够对从第二谐振器斜向泄漏的声波进行衰减。

25 在一种可能的实施方式中，声学滤波器还包括第三谐振器，第二谐振器和第三谐振器沿第二方向排列，第一方向和第二方向垂直；第一声波抑制结构中的多个声波抑制单元包括多个第一声波抑制单元和多个第二声波抑制单元；第一声波抑制单元靠近第一谐振器，第二声波抑制单元靠近第二谐振器；第一声波抑制单元和第二声波抑制单元均用于减小从第一谐振器泄漏的声波进入第二谐振器，或者，从第二谐振器泄漏的声波进入第一谐振器；第一声波抑制单元还用于减小从第一谐振器泄漏的声波进入第三谐振器，或者，从第三谐振器泄漏的声波进入第一谐振器。在声学滤波器包括第三谐振器，且第二谐振器和第三谐振器沿第二方向排列的情况下，第一谐振器可能存在斜向泄露的声波，而斜向泄漏的声波可能会影响第三谐振器；或者第三谐振器可能存在斜向泄漏的声波，而斜向泄漏的声波可能会影响第一谐振器，但是由于本申请实施例中第一声波抑制结构中的第一声波抑制单元既可以减小从第一谐振器泄漏的声波进入第二谐振器，或者，减小从第二谐振器泄漏的声波进入第一谐振器，又可以减小从第一谐振器泄漏的声波进入第三谐振器，或者，从第三谐振器泄漏的声波进入第一谐振器，从而可以提高声学滤波器的滤波性能。

35 在一种可能的实施方式中，第一声波抑制单元包括第一部分和第二部分，第二部分相对于第一部分靠近第三谐振器，第二部分的第一端与第一部分的第一端连接，且第一部分和第二部分不平行。第一部分可以减小从第一谐振器泄漏的声波进入第二谐振器，或者，减小从第二谐振器泄漏的声波进入第一谐振器；第二部分或者第一部分

和第二部分的相交位置可以减小从第一谐振器斜向泄漏的声波进入第三谐振器,或者,从第三谐振器斜向泄漏的声波进入第一谐振器。

5 在一种可能的实施方式中,第一部分和第二部分的夹角范围为 $90^{\circ} \sim 165^{\circ}$, 且第一部分和第二部分的夹角开口朝向第一谐振器。当第一部分和第二部分的夹角的范围为 $90^{\circ} \sim 165^{\circ}$ 时,第一声波抑制单元可以更有效地减小从第一谐振器泄漏的声波进入第二谐振器,或者,减小从第二谐振器泄漏的声波进入第一谐振器,以及减小从第一谐振器斜向泄漏的声波进入第三谐振器,或者,减小从第三谐振器斜向泄漏的声波进入第一谐振器。

10 在一种可能的实施方式中,在同一声波抑制单元组中,相邻第一部分之间的间距与相邻第二部分之间的间距相等。由于在同一声波抑制单元组中,相邻第一部分之间的间距与相邻第二部分之间的间距相等,因而在同一声波抑制单元组中,多个第一部分产生的禁带频段和多个第二部分产生的禁带频段相同,这样一来,从第一谐振器泄漏的同一频段的声波,沿第一方向泄漏时,既可以被多个第一部分抑制,沿斜向泄漏时又可以被多个第二部分抑制,从而保证了禁带效应在各个方向基本一致,进而提高了第一声波抑制单元的抑制效果。

15 在一种可能的实施方式中,沿第一方向,第一部分的第一端与第一谐振器平齐,或者,第一部分的第一端沿第一方向的投影位于第一谐振器外。在第一声波抑制单元中,第一部分主要用于抑制从第一谐振器泄漏的沿第一方向传播的声波,第二部分主要用于抑制从第一谐振器泄漏的沿斜向传播的声波,因而当沿第一方向,第一部分的第一端与第一谐振器平齐,或者,第一部分的第一端沿第一方向的投影位于第一谐振器外时,这样可以确保从第一谐振器泄漏的沿第一方向传播的声波都能够被第一部分抑制。

20 在一种可能的实施方式中,第一声波抑制单元还包括第一连接部,第一连接部设置在第一部分和第二部分之间,第一连接部的一端与第一部分的第一端连接,另一端与第二部分的第一端连接。设置第一连接部一方面可以避免第一部分和第二部分直接连接造成的尖角带来的问题,影响声学滤波器的滤波性能;另一方面可以降低制作第一声波抑制单元的工艺难度。

25 在一种可能的实施方式中,声学滤波器还包括第二声波抑制结构,第二声波抑制结构设置于第二谐振器和第三谐振器之间,第二声波抑制结构产生的至少一个禁带频段用于减小第二谐振器和第三谐振器之间泄漏的沿第二方向传播的声波。在设计第二声波抑制结构时,可以利用第二声波抑制结构产生的至少一个禁带频段覆盖声学滤波器的特定频段,来达到第二声波抑制结构产生的至少一个禁带频段减小第二谐振器和第三谐振器之间泄漏的沿第二方向传播的声波,即减小第二谐振器和第三谐振器之间泄漏的沿第二方向传播的声波造成的杂散的目的,从而减小或避免第二谐振器泄漏的沿第二方向传播的声波进入第三谐振器;或者,减小或避免第三谐振器泄漏的沿第二方向传播的声波进入第二谐振器,进而提高声学滤波器的滤波性能。

30 在一种可能的实施方式中,声学滤波器还包括第四谐振器,第一谐振器和第四谐振器沿第二方向排布;第二声波抑制单元还用于减小从第二谐振器泄漏的声波进入第四谐振器,或者,从第四谐振器泄漏的声波进入第二谐振器。在声学滤波器还包括第

四谐振器，第一谐振器和第四谐振器沿第二方向排布的情况下，第二谐振器可能存在斜向泄漏的声波，而斜向泄漏的声波可能会影响第四谐振器；或者第四谐振器可能存在斜向泄漏的声波，而斜向泄漏的声波可能会影响第二谐振器，但是由于本申请实施例中第二声波抑制单元既可以减小从第一谐振器泄漏的声波进入第二谐振器，或者，
5 用于减小从第二谐振器泄漏的声波进入第一谐振器，又可以减小从第二谐振器泄漏的声波进入第四谐振器，或者，从第四谐振器泄漏的声波进入第二谐振器，从而可以提高声学滤波器的滤波性能。

在一种可能的实施方式中，第二声波抑制单元包括第三部分和第四部分，第四部分相对于第三部分靠近第四谐振器；第四部分的第一端与第三部分的第一端连接，且
10 第三部分和第四部分不平行。第三部分可以减小从第一谐振器泄漏的声波进入第二谐振器，或者，减小从第二谐振器泄漏的声波进入第一谐振器；第四部分或者第三部分和第四部分的相交位置可以减小从第二谐振器泄漏的声波进入第四谐振器，或者，从第四谐振器泄漏的声波进入第二谐振器。

在一种可能的实施方式中，第三部分和第四部分的夹角的范围为 $90^{\circ} \sim 165^{\circ}$ ，且
15 第三部分和第四部分的夹角的开口朝向第二谐振器。当第三部分和第四部分的夹角的范围为 $90^{\circ} \sim 165^{\circ}$ 时，第二声波抑制单元可以更有效地减小从第一谐振器泄漏的声波进入第二谐振器，或者，减小从第二谐振器泄漏的声波进入第一谐振器；以及减小从第二谐振器泄漏的声波进入第四谐振器，或者，从第四谐振器泄漏的声波进入第二谐振器。

在一种可能的实施方式中，在同一声波抑制单元组中，相邻第三部分之间的间距与相邻第四部分之间的间距相等。由于在同一声波抑制单元组中，相邻第三部分之间的间距与相邻第四部分之间的间距相等，因而在同一所述声波抑制单元组中，多个第三部分产生的禁带频段与多个第四部分产生的禁带频段相同，这样一来，从第二谐振器泄漏的同一频段的声波，沿第一方向泄漏时，既可以被多个第三部分抑制，沿斜向
20 泄漏时又可以被多个第四部分抑制，从而保证了禁带效应在各个方向基本一致，进而提高了第二声波抑制单元的抑制效果。

在一种可能的实施方式中，沿第一方向，第三部分的第一端与第二谐振器平齐，或者，第三部分的第一端沿第一方向的投影位于第二谐振器外。在第二声波抑制单元中，第三部分主要用于抑制从第二谐振器泄漏的沿第一方向传播的声波，第四部分主
30 要用于抑制从第二谐振器泄漏的沿斜向传播的声波，因而当沿第一方向，第三部分的第一端与第二谐振器平齐，或者，第三部分的第一端沿第一方向的投影位于第二谐振器外时，这样可以确保从第二谐振器泄漏的沿第一方向传播的声波都能够被第三部分抑制。

在一种可能的实施方式中，第二声波抑制单元还包括第二连接部，第二连接部设置在第三部分和第四部分之间，第二连接部的一端与第三部分的第一端连接，第二连接部的另一端与第四部分的第一端连接在一起。设置第二连接部一方面可以避免第三部分和第四部分直接连接造成的尖角带来的问题，影响声学滤波器的滤波性能；另一方面可以降低制作第二声波抑制单元的工艺难度。

在一种可能的实施方式中，多个第一声波抑制单元和多个第二声波抑制单元关于

沿第二方向延伸的对称轴对称设置。可以确保第一声波抑制结构对第一谐振器泄漏的声波的抑制效果，与第一声波抑制结构对第二谐振器泄漏的声波的抑制效果相同，进而可以提高声学滤波器的滤波性能的均一性。

在一种可能的实施方式中，声学滤波器还包括第三声波抑制结构，第三声波抑制结构设置于第三谐振器和第四谐振器之间，第三声波抑制结构产生的至少一个禁带频段用于减小第三谐振器和第四谐振器之间泄漏的沿第一方向传播的声波。由于声学滤波器还包括设置在第三谐振器和第四谐振器之间的第三声波抑制结构，且第三声波抑制结构产生的至少一个禁带频段用于减小第三谐振器和第四谐振器之间泄漏的沿第一方向传播的声波，也就是说第三声波抑制结构产生的至少一个禁带频段可以使第三谐振器和第四谐振器泄漏的声学滤波器的特定频段的声波衰减，这样便可以抑制第三谐振器泄漏的声学滤波器的特定频段的声波进入第四谐振器，或者，第四谐振器泄漏的声学滤波器的特定频段的声波进入第三谐振器，从而确保了声学滤波器的滤波性能。

在一种可能的实施方式中，声学滤波器还包括第四声波抑制结构，第四声波抑制结构设置于第一谐振器和第四谐振器之间，第四声波抑制结构产生的至少一个禁带频段用于减小第一谐振器和第四谐振器之间泄漏的沿第二方向传播的声波。在设计第四声波抑制结构时，可以利用第四声波抑制结构产生的至少一个禁带频段覆盖声学滤波器的特定频段，来达到第四声波抑制结构产生的至少一个禁带频段减小第一谐振器和第四谐振器之间泄漏的沿第二方向传播的声波的目的，从而减小或避免第一谐振器泄漏的沿第二方向传播的声波进入第四谐振器；或者，减小或避免第四谐振器泄漏的沿第二方向传播的声波进入第一谐振器，进而提高声学滤波器的滤波性能。

在一种可能的实施方式中，第一谐振器为声表面波谐振器，和/或，第二谐振器为声表面波谐振器；声表面波谐振器包括叉指换能器，叉指换能器包括相对设置的第一汇流条和第二汇流条、沿第一方向依次排布，且与第一汇流条接触的多个第一电极指、以及沿第一方向依次排布，且与第二汇流条接触的多个第二电极指；其中，第一电极指和第二电极指沿第一方向依次交替排布。

在一种可能的实施方式中，第一谐振器为体声波谐振器，和/或第二谐振器为体声波谐振器。

第二方面，提供一种声学滤波器，该声学滤波器包括第一谐振器、第二谐振器和第一声波抑制结构；第一谐振器和第二谐振器沿第一方向排列，第一谐振器内部可以产生沿第一方向传播的声波，和/或，第二谐振器内部可以产生沿第一方向传播的声波；第一声波抑制结构设置在第一谐振器和第二谐振器之间，第一声波抑制结构包括至少一个声波抑制单元组，至少一个声波抑制单元组中的每个第一声波抑制单元组包括多个声波抑制单元，第一声波抑制单元组中的多个声波抑制单元沿第一方向周期性排布。由于声学滤波器的第一谐振器和第二谐振器之间设置有第一声波抑制结构，而第一声波抑制结构包括至少一个声波抑制单元组，每个第一声波抑制单元组包括多个声波抑制单元，且多个声波抑制单元沿第一方向周期性排布，因而通过调整声波抑制单元组中的多个声波抑制单元沿第一方向排列的间距，可以快速、灵活地调整声波抑制单元组产生的禁带频段，以使沿第一方向周期性排布的多个声波抑制单元产生的禁带频段可以减小第一谐振器和第二谐振器之间泄漏的沿第一方向传播的声波，从而可以提高

声学滤波器的滤波性能。

- 第三方面，提供一种电子设备，该电子设备包括声学滤波器、处理器和印刷电路板，声学滤波器和处理器均设置在印刷电路板上；声学滤波器为上述第一方面提供的声学滤波器。该电子设备具有与上述第一方面提供的声学滤波器相同的技术效果，可以参考上述第一方面的相关描述，此处不再赘述。

附图说明

- 图 1 为本申请的实施例提供的一种电子设备的结构示意图；
图 2 为一种声学滤波器的结构示意图；
图 3a 为本申请的实施例提供的一种声学滤波器的结构示意图；
10 图 3b 为本申请的另一实施例提供的一种声学滤波器的结构示意图；
图 4a 为相关技术提供的一种声学滤波器的结构示意图；
图 4b 为另一相关技术提供的一种声学滤波器的结构示意图；
图 5 为频率与传输函数 S31 的关系曲线图；
图 6a 为本申请的又一实施例提供的一种声学滤波器的结构示意图；
15 图 6b 为本申请的又一实施例提供的一种声学滤波器的结构示意图；
图 6c 为本申请的又一实施例提供的一种声学滤波器的结构示意图；
图 7 为本申请的又一实施例提供的一种声学滤波器的结构示意图；
图 8 为本申请的又一实施例提供的一种声学滤波器的结构示意图；
图 9 为本申请的又一实施例提供的一种声学滤波器的结构示意图；
20 图 10 为本申请的实施例提供的一种第一声学抑制结构的结构示意图；
图 11 为本申请的另一实施例提供的一种第一声学抑制结构的结构示意图；
图 12 为本申请的又一实施例提供的一种声学滤波器的结构示意图；
图 13a 为本申请的又一实施例提供的一种第一声学抑制结构的结构示意图；
图 13b 为本申请的又一实施例提供的一种第一声学抑制结构的结构示意图；
25 图 14 为本申请的又一实施例提供的一种声学滤波器的结构示意图；
图 15 为本申请的又一实施例提供的一种声学滤波器的结构示意图；
图 16 为本申请的又一实施例提供的一种声学滤波器的结构示意图。

- 附图标记：1-电子设备；10-声学滤波器；11-盖板；12-显示屏；13-中框；14-后壳；
101-第一谐振器；102-第二谐振器；103-第一声波抑制结构；103a-声波抑制单元组；
30 104-不规则图形；105-第三谐振器；106-第二声波抑制结构；107-第四谐振器；108-第三声波抑制结构；109-第四声波抑制结构；131-承载板；132-边框；1011-叉指换能器；
1012-反射栅；1011a-第一汇流条；1011b-第二汇流条；1011c-第一电极指；1011d-第二电极指；1012a-栅条；1012b-第三汇流条；1031-声波抑制单元；1031a-第一声波抑制单元；1031b-第二声波抑制单元；10311a-第一部分；10312a-第二部分；10313a-第一
35 连接部；10311b-第三部分；10312b-第四部分；10313b-第二连接部。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。

以下，术语“第一”、“第二”等仅用于描述方便，而不能理解为指示或暗示相对重

要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”等的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本申请的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上。

在本申请实施例中，“示例性的”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说明。

- 5 本申请实施例中被描述为“示例性的”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其它实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言，使用“示例性的”或“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。

- 10 在本申请实施例中，“和/或”，描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 的情况，其中 A，B 可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

- 15 本申请的实施例提供一种电子设备，该电子设备例如可以为手机(mobile phone)、平板电脑(pad)、个人数字助理(personal digital assistant, PDA)、电视、智能穿戴产品(例如，智能手表、智能手环)、虚拟现实(virtual reality, VR)终端设备、增强现实(augmented reality, AR)终端设备、充电家用小型电器(例如豆浆机、扫地机器人)、无人机、雷达、航空航天设备和车载设备等不同类型的用户设备或者终端设备，本申请实施例对电子设备的具体形式不作特殊限制。

- 20 以下为了方便说明，以电子设备为手机为例进行举例说明。如图 1 所示，电子设备 1 主要包括盖板 11、显示屏 12、中框 13 以及后壳 14。后壳 14 和显示屏 12 分别位于中框 13 的两侧，且中框 13 和显示屏 12 设置于后壳 14 内，盖板 11 设置在显示屏 12 远离中框 13 的一侧，显示屏 12 的显示面朝向盖板 11。

- 25 上述显示屏 12 可以是液晶显示屏(liquid crystal display, LCD)，在此情况下，液晶显示屏包括液晶显示面板和背光模组，液晶显示面板设置在盖板 11 和背光模组之间，背光模组用于为液晶显示面板提供光源。上述显示屏 12 也可以为有机发光二极管(organic light emitting diode, OLED)显示屏。由于 OLED 显示屏为自发光显示屏，因而无需设置背光模组。

上述中框 13 包括承载板 131 以及绕承载板 131 一周的边框 132。电子设备 1 中的印刷电路板(printed circuit boards, PCB)、电池、摄像头等电子元器件可以设置在承载板 131 上。

- 30 上述电子设备 1 还可以包括设置于 PCB 上的系统级芯片(system on chip, SOC)、射频芯片等，PCB 用于承载系统级芯片、射频芯片等，且与系统级芯片、射频芯片等电连接。其中，射频芯片可以包括声学滤波器、处理器等部分。处理器用于对各种信号进行处理，声学滤波器是射频信号处理的重要部分，用于通过特定频率的信号，让其他频率的信号受阻。

- 35 随着更多个频段的集成应用，声学滤波器的滤波性能面临更大的挑战，研究发现，影响滤波器性能的是杂散。声学滤波器的结构主要由多个谐振器构成，面对芯片日益小型化的趋势，声学滤波器内部布局需要充分利用版图空间，不可避免的会出现，如图 2 所示，在同一水平面设置两个或多个谐振器的布局方式。然而，当谐振器内部声波的传播方向为水平传播时，通常会出现一个谐振器内部传播的声波泄露进入另一个谐振器内部的问题，例如如图 2 所示，谐振器 A 内部传播的声波会泄露进入谐振器 B

内部,这样由谐振器 A 泄漏进入谐振器 B 内部的声波与谐振器 B 内部本身产生的声波之间的杂散会导致整个声学滤波器的滤波性能就会受到影响,因此需要设法抑制这类泄漏的声波能量。而经过进一步发现,在声学滤波器中,如果抑制了谐振器 A 和谐振器 B 之间泄漏的声波,则能降低杂散,从而可以提升声学滤波器的滤波性能。

5 基于此,本申请的实施例提供一种声学滤波器,该声学滤波器可以应用于上述的电子设备 1 中,本申请实施例提供的声学滤波器例如可以为低通声学滤波器、高通声学滤波器、带通声学滤波器、带阻声学滤波器或有源声学滤波器等。

如图 3a 所示,本申请实施例提供的声学滤波器 10 包括:第一谐振器 101 和第二谐振器 102;第一谐振器 101 和第二谐振器 102 沿第一方向 X 排列,第一谐振器 101
10 内部可以产生沿第一方向 X 传播的声波,和/或,第二谐振器 102 内部可以产生沿第一方向 X 传播的声波。

此处,第一谐振器 101、第二谐振器 102 例如可以为声表面波(surface acoustic wave, SAW)谐振器或者体声波谐振器(bulk acoustic wave, BAW)。此外,第一谐振器 101 的类型和第二谐振器 102 的类型可以相同,例如均为声表面波谐振器,或者,均为体
15 声波谐振器;当然第一谐振器 101 的类型和第二谐振器 102 的类型也可以不相同,例如第一谐振器 101 和第二谐振器 102 中一个为声表面波谐振器,另一个为体声波谐振器。

为了便于说明,说明书附图以第一谐振器 101 和第二谐振器 102 均为声表面波谐振器为例进行示意。在第一谐振器 101 和第二谐振器 102 均为声表面波谐振器的情况下,如图 3a 所示,声表面波谐振器包括设置在压电基片或压电薄膜上的叉指换能器
20 (interdigital transducer, IDT) 1011 以及设置在叉指换能器 1011 沿第一方向 X 两侧的反栅 1012。叉指换能器 1011 包括沿第二方向相对设置的第一汇流条 1011a 和第二汇流条 1011b,其中,第一方向和第二方向垂直,第一汇流条 1011a 和第二汇流条 1011b 均沿第一方向 X 延伸,叉指换能器 1011 还包括多个第一电极指 1011c 和多个第二电
25 极指 1011d,多个第一电极指 1011c 沿第一方向 X 依次排布,且与第一汇流条 1011a 电连接,多个第二电极指 1011d 沿第一方向 X 依次排布,且与第二汇流条 1011b 电连接,第一电极指 1011c 和第二电极指 1011d 沿第一方向 X 交替设置。反栅 1012 可以包括沿第一方向 X 依次排布的多个栅条 1012a,多个栅条 1012a 可以通过一个或两个沿第一方向 X 延伸的第三汇流条 1012b 电连接在一起。

30 上述声表面波谐振器的工作原理是:在叉指换能器 1011 上加载交变的电场,利用压电效应即可在压电基片或沿压电薄膜上激励产生各类声表面波。不同类型的声波具有不同的频率以及机电耦合系数(electromechanical coupling coefficient) k^2 。激励产生的声波类型由交变频率以及压电材料的晶向转角共同决定。叉指换能器 1011 具有制备过程简单、声电转换效率高、工作频率设置灵活等优点。

35 上述“第一谐振器 101 内部可以产生沿第一方向 X 传播的声波,和/或,第二谐振器 102 内部可以产生沿第一方向 X 传播的声波”指的是可以是第一谐振器 101 内部产生沿第一方向 X 传播的声波,第二谐振器 102 内部不能产生沿第一方向 X 传播的声波;也可以是第二谐振器 102 内部产生沿第一方向 X 传播的声波,第一谐振器 101 内部不能产生沿第一方向 X 传播的声波;当然还可以是第一谐振器 101 内部和第二谐振器 102

内部都产生沿第一方向 X 传播的声波。可以理解的是，第一谐振器 101 内部和第二谐振器 102 内部包括但不限于产生沿第一方向 X 传播的声波，还可以产生沿其它方向传播的声波。例如，在第一谐振器 101 和第二谐振器 102 为体声波谐振器的情况下，第一谐振器 101 内部和第二谐振器 102 内部还可以产生体声波。

5 请继续参考图 3a，本申请实施例提供的声学滤波器 10 还包括第一声波抑制结构 103，第一声波抑制结构 103 设置在第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间，第一声波抑制结构 103 产生的至少一个禁带频段用于减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波，即减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波造成的杂散。

10 应当理解到，在本申请实施例中，第一声波抑制结构 103 产生的至少一个禁带频段能够减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波的原因在于，第一声波抑制结构 103 产生的至少一个禁带频段覆盖声学滤波器 10 的特定频段，而声学滤波器 10 的特定频段与声学滤波器 10 指定的关键性能有关，关键性能例如可以包括带外抑制。声学滤波器 10 指定的关键性能可以与声学滤波器 10 的一个
15 特定频段，或者多个特定频段有关。对于任一声学滤波器 10，基于声学滤波器 10 的使用场景、功能等不同，声学滤波器 10 的关键性能可能不同，因此声学滤波器 10 的特定频段应根据需要进行选定。例如，声学滤波器 10 的特定频段可以为 710MHz~750MHz；又例如，声学滤波器 10 的特定频段可以为 820MHz~840MHz。在设计声学滤波器 10 时，根据声学滤波器 10 的特定频段设置第一声波抑制结构 103 产生
20 的禁带频段。

可以理解的是，第一声波抑制结构 103 可以产生的一个禁带频段用于减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波；第一声波抑制结构 103 也可以产生多个禁带频段用于减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波。另外，声学滤波器 10 的特定频段可以有一个，也可以有
25 多个。第一声波抑制结构 103 可以产生一个禁带频段覆盖声学滤波器 10 的一个或多个特定频段；第一声波抑制结构 103 也可以产生多个禁带频段覆盖声学滤波器 10 的一个或多个特定频段。

需要说明的是，由于第一声波抑制结构 103 产生的禁带频段与第一声波抑制结构 103 的材料、结构等因素有关，因而在设计第一声波抑制结构 103 时，可以通过调整
30 第一声波抑制结构 103 的材料、结构等调整第一声波抑制结构 103 产生的禁带频段，也可以通过调整第一声波抑制结构 103 的材料、结构等调整第一声波抑制结构 103 产生一个或多个禁带频段。

应当理解到，第一声波抑制结构 103 的材料为导电材料。此外，第一声波抑制结构 103 的材料与第一谐振器 101 中电极的材料以及第二谐振器 102 中电极的材料可以
35 相同，也可以不相同。

本申请实施例，考虑到由于第一谐振器 101 和第二谐振器 102 沿第一方向 X 排列，且第一谐振器 101 内部可以产生沿第一方向 X 传播的声波，和/或，第二谐振器 102 内部可以产生沿第一方向 X 传播的声波，因而有可能出现第一谐振器 101 内部沿第一方向 X 传播的声波泄露进入第二谐振器 102 的情况，或者，第二谐振器 102 内部沿

第一方向 X 传播的声波泄露进入第一谐振器 101 的情况，这样声学滤波器 10 的滤波性能就会受到影响。尤其是随着芯片日益小型化的趋势，滤波器内部布局需要充分利用版图空间，因而第一谐振器 101 和第二谐振器 102 沿第一方向 X 的距离会进一步减小，这样不可避免地会出现第一谐振器 101 内部沿第一方向 X 传播的声波泄露进入第二谐振器 102 的情况，或者，第二谐振器 102 内部沿第一方向 X 传播的声波泄露进入第一谐振器 101 的情况。虽然，对于声表面波谐振器，叉指换能器 1011 两侧的反射栅 1012 可以将声波约束在叉指换能器 1011 内，但是该约束效果与反射栅 1012 对数、反射栅 1012 周期等多方面因素相关，还是可能会出现第一谐振器 101 内部沿第一方向 X 传播的声波或第二谐振器 102 内部沿第一方向 X 传播的声波泄露的问题。

10 基于上述，本申请实施例为了防止第一谐振器 101 内部沿第一方向 X 传播的声波泄露进入第二谐振器 102，或者，第二谐振器 102 内部沿第一方向 X 传播的声波泄露进入第一谐振器 101 的情况，因而本申请实施例提供的声学滤波器 10 还包括设置在第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间的第一声波抑制结构 103，且第一声波抑制结构 103 产生的至少一个禁带频段用于减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄露的沿第一方向 X 传播的声波，即减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄露的沿第一方向 X 传播的声波造成的杂散，也就是说第一声波抑制结构 103 产生的至少一个禁带频段可以使第一谐振器 101 和第二谐振器 102 泄露的声学滤波器 10 的特定频段的声波衰减，这样便可以抑制第一谐振器 101 泄露的声学滤波器 10 的特定频段的声波进入第二谐振器 102，或者，抑制第二谐振器 102 泄露的声学滤波器 10 的特定频段的声波进入第一谐振器 101，从而可以提高声学滤波器 10 的滤波性能。

20 为了防止第一谐振器 101 内部沿第一方向 X 传播的声波泄露进入第二谐振器 102，或者，第二谐振器 102 内部沿第一方向 X 传播的声波泄露进入第一谐振器 101 的情况，因而相关技术提供了一种声学滤波器，如图 4a 所示，声学滤波器 10 除了包括第一谐振器 101 和第二谐振器 102 外，还包括设置在第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间的不规则图形 104，不规则图形 104 的截面形状包括波浪形、菱形、方形、圆形等。通过不规则图形 104 对声波信号的漫反射，实现抑制第一谐振器 101 内部传播的声波泄露进入第二谐振器 102，或者，第二谐振器 102 内部传播的声波泄露进入第一谐振器 101 的目的。然而，利用不规则图形 104 的漫反射实现对泄漏信号的抑制的效果比较差，泄漏的信号还是会影响声学滤波器 10 的滤波性能。相对于该相关技术，由于本申请实施例，通过设置在第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间的第一声波抑制结构 103，产生的至少一个禁带频段减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄露的沿第一方向 X 传播的声波，即减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄露的沿第一方向 X 传播的声波造成的杂散，以使第一谐振器 101 和第二谐振器 102 泄露的声学滤波器 10 的特定频段的声波衰减，从而可以抑制第一谐振器 101 泄露的声学滤波器 10 的特定频段的声波进入第二谐振器 102，或者，第二谐振器 102 泄露的声学滤波器 10 的特定频段的声波进入第一谐振器 101，进而可以改善或避免第一谐振器 101 泄露的声波或者第二谐振器 102 泄露的声波影响声学滤波器 10 的滤波性能的问题。

另一相关技术提供一种声学滤波器，该声学滤波器中的第一谐振器 101 和第二谐振器 102 为声表面波谐振器，声表面波谐振器中利用反射栅 1012 约束信号的原理是禁

带效应，在禁带频率范围内可认为反射栅 1012 对声波信号进行全反射。基于此，如图 4b 所示，该相关技术将反射栅 1012 分为三个部分 1012c、1012d 和 1012e，每一部分具有不同的周期，即这三个部分相邻栅条 1012a 之间的间距不相同，这样这三个部分可以分别产生一个禁带频段，因此反射栅 1012 可以产生三个禁带频段，相对于现有技术中反射栅 1012 之间的间距相同，反射栅 1012 只能产生一个禁带频段而言，该相关技术可以扩展反射栅 1012 的全反射的频率范围。然而，该相关技术的缺点在于频率抑制范围有限，有可能声学滤波器 10 的特定频段的声波会泄漏，而声学滤波器 10 的特定频段与声学滤波器 10 指定的关键性能有关，因而还是会影响声学滤波器 10 的滤波性能。此外，反射栅 1012 的形状设计不能随意调整。而本申请实施例，第一声波抑制结构 103 产生的至少一个禁带频段用于减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波，以减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波造成的杂散，因而可以任意调整第一声波抑制结构 103 的形状、结构、材料等参数以调整第一声波抑制结构 103 产生的禁带频段，利用第一声波抑制结构 103 产生的至少一个禁带频段覆盖声学滤波器 10 的特定频段，以使第一谐振器 101 和第二谐振器 102 泄漏的声学滤波器 10 的特定频段的声波衰减，从而可以抑制第一谐振器 101 泄漏的声学滤波器 10 的特定频段的声波进入第二谐振器 102，或者，第二谐振器 102 泄漏的声学滤波器 10 的特定频段的声波进入第一谐振器 101，进而可以改善或避免第一谐振器 101 泄漏的声波或者第二谐振器 102 泄漏的声波影响声学滤波器 10 的滤波性能的问题。

通过模拟仿真得到图 5，参考图 5，图 5 中曲线 a 示意出了图 3a 所示的本申请实施例提供的声学滤波器 10（即第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间设置有第一声波抑制结构 103）的频率与传输函数 S31 的关系曲线；图 5 中曲线 b 示意出了图 4a 所示的相关技术提供的声学滤波器 10（即第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间设置有不规则图形 104）的频率与传输函数 S31 的关系曲线；图 5 中曲线 c 示意出了声学滤波器 10 中第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间不设置任何声学抑制结构的频率与传输函数 S31 的关系曲线；图 5 中曲线 d 示意出了本申请实施例中第一声波抑制结构 103 的频率与传输函数 S31 的关系曲线，且曲线 d 标示出了第一声波抑制结构 103 产生的一个禁带频段，第一声波抑制结构 103 产生的禁带频段为 705MHz~758MHz；图 5 中曲线 e 示意出了图 4a 所示的相关技术中不规则图形 104 的频率与传输函数 S31 的关系曲线，且曲线 e 标示出了不规则图形 104 产生的禁带频段，不规则图形 104 产生的禁带频段为 670MHz~718MHz；图 5 中曲线 f 示意出了声表面波谐振器中反射栅的频率与传输函数 S31 的关系曲线，且曲线 f 标示出了反射栅产生的禁带频段，反射栅产生的禁带频段为 780MHz~840MHz。需要说明的是，在模拟仿真过程中，图 4a 中不规则图形 104 的周期为图 3a 中第一声波抑制结构 103 的周期的 1.06 倍，实际制作时，不规则图形 104 的周期远大于图 3a 中第一声波抑制结构 103 的周期。另外，图 5 中左侧的纵坐标为曲线 a、曲线 b 和曲线 c 的纵坐标，右侧的纵坐标为曲线 d、曲线 e 和曲线 f 的纵坐标。

从图 5 中曲线 a、曲线 b 和曲线 c 可以看出，声学滤波器 10 的通带频段为 760MHz~815MHz，图 5 以声学滤波器 10 的通带左侧为声学滤波器 10 的关键性能位置，即声学

滤波器 10 的特定频段为 718MHz~750MHz 为例。通过对比曲线 a、曲线 b 和曲线 c 可以看出,在 718MHz~750MHz 频段,曲线 a 本申请实施例提供的声学滤波器 10 的传输函数 S31 小于-50dB,而曲线 b 第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间设置有不规则图形 104、以及曲线 c 第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间不设置任何声学抑制结构的频率与传输函数 S31 的关系曲线,在 718MHz~750MHz 频段,声学滤波器 10 的传输函数 S31 存在大于-50dB 的情况,这说明本申请实施例提供的声学滤波器 10 中第一声波抑制结构 103 产生的禁带频段可以减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波,即减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波造成的杂散。这是由于从曲线 d 可以看出,本申请实施例提供的声学滤波器 10 中第一声波抑制结构 103 产生的禁带频段为 705MHz~758MHz,第一声波抑制结构 103 产生的禁带频段覆盖声学滤波器 10 的特定频段,因而本申请实施例中的第一声波抑制结构 103 能够有效减少因第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波,即减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波造成的杂散,从而可以使带外抑制达到 50dB。而从曲线 e 可以看出,不规则图形 104 产生的禁带频段为 670MHz~718MHz,不规则图形 104 产生的禁带频段没有覆盖声学滤波器 10 的特定频段,因而利用不规则图形 104 的漫反射减少因第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波造成的杂散的效果较差。从曲线 f 可以看出,对于声表面谐振器,反射栅产生的禁带频段为 780MHz~840MHz,这样反射栅只能抑制频段为 780MHz~840MHz 声波,当声学滤波器 10 的特定频段不在 780MHz~840MHz 范围时,例如,如图 5 所示,声学滤波器 10 的特定频段为 718MHz~750MHz 时,从第一谐振器 101 和第二谐振器 102 泄漏的声波还是会造成杂散。而本申请实施例,由于第一声波抑制结构 103 产生的至少一个禁带频段用于减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波,即减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波造成的杂散,因而在设计第一声波抑制结构 103 时,可以使第一声波抑制结构 103 产生的至少一个禁带频段覆盖声学滤波器 10 的特定频段,从而可以达到第一声波抑制结构 103 产生的至少一个禁带频段减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波,即减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波造成的杂散的目的。

需要说明的是,本申请对于第一声波抑制结构 103 的具体结构不进行限定,以第一声波抑制结构 103 产生的至少一个禁带频段能够减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波为准。

在一些示例中,如图 3a 所示,上述第一声波抑制结构 103 包括至少一个声波抑制单元组 103a,至少一个声波抑制单元组 103a 中的每个第一声波抑制单元组 103a 包括多个声波抑制单元 1031,声波抑制单元组 103a 中的多个声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 按照同一间距 h 依次排布,即声波抑制单元组 103a 中的多个声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 周期性排布。

此处,第一声波抑制结构 103 可以如图 3a 所示,包括一个声波抑制单元组 103a;第一声波抑制结构 103 也可以如图 3b 所示,包括多个声波抑制单元组 103a,图 3b 以

第一声波抑制结构 103 包括两个声波抑制单元组 103a 为例进行示意。下文中为了便于说明，以第一声波抑制结构 103 包括一个声波抑制单元组 103a 为例。

在第一声波抑制结构 103 包括多个声波抑制单元组 103a，即上述至少一个声波抑制单元组包括多个声波抑制单元组 103a 的情况下，不同的声波抑制单元组 103a 中相邻两个声波抑制单元 1031 之间的间距 h 不相同。

可以理解的是，对于每个声波抑制单元组 103a，可以通过调整声波抑制单元组 103a 中声波抑制单元 1031 的材料、以及声波抑制单元组 103a 中多个声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 排列的间距 h 等，来调整声波抑制单元组 103a 产生的禁带频段。在声波抑制单元组 103a 中，相邻两个声波抑制单元 1031 之间的间距 h 会影响该声波抑制单元组 103a 产生的禁带频段。由于不同的声波抑制单元组 103a 中相邻两个声波抑制单元 1031 之间的间距 h 不相同，因而在声波抑制单元 1031 的材料一定的情况下，不同的声波抑制单元组 103a 对应产生不同的禁带频段，从而可以使第一声波抑制结构 103 产生多个禁带频段。若第一声波抑制结构 103 包括一个声波抑制单元组 103a，则第一声波抑制结构 103 对应产生一个禁带频段；若第一声波抑制结构 103 包括多个声波抑制单元组 103a，则第一声波抑制结构 103 对应产生多个禁带频段。

此处，声波抑制单元组 103 中多个声波抑制单元 1031 的数量可以根据需要进行设置，可以理解的是，设置的声波抑制单元 1031 数量应该保证泄漏的声波能够有足够的衰减。

此外，声波抑制单元 1031 的截面形状例如可以为如图 3a 所示的菱形；又例如声波抑制单元 1031 的截面形状可以为如图 6a 所示的椭圆形；又例如声波抑制单元 1031 的截面形状可以为如图 6b 所示的方形；又例如声波抑制单元 1031 的截面形状可以为如图 6c 所示的环形，例如圆环形或方环形等，且多个声波抑制单元 1031 可以依次套在一起。

需要说明的是，声学滤波器 10 通常制作于衬底上，声波抑制单元 1031 的截面形状指的是声波抑制单元 1031 平行于衬底的截面的形状。

应当理解到，声波抑制单元 1031 的截面形状包括但不限于菱形、方形、椭圆形、圆环形，还可以是其它规则或者不规则的形状。另外，多个声波抑制单元 1031 的形状可以相同，也可以不相同。

在声波抑制单元组 103a 包括多个声波抑制单元 1031，且声波抑制单元组 103a 中的多个声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 按照同一间距 h 依次排布，即声波抑制单元组 103a 中的多个声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 周期排列的情况下，可以通过调整声波抑制单元组 103a 中多个声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 排列的间距 h ，来快速、灵活地调整声波抑制单元组 103a 产生的禁带频段，以使第一声波抑制结构 103 产生的至少一个禁带频段能够减小第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波。

在另一些示例中，上述声波抑制单元组 103a 包括多个声波抑制单元 1031，声波抑制单元组 103a 中的多个声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 可以按照不完全相同的间距 h 依次排布，即声波抑制单元组 103a 中的多个声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 不是周期排列的。

在此基础上,为了确保第一声波抑制结构 103 对从第一谐振器 101 泄漏的,且沿第一方向 X 传播的声波尽可能都能进行抑制,且确保第一声波抑制结构 103 能够对从第一谐振器 101 斜向泄漏的声波进行衰减,因此如图 3a 所示,第一声波抑制结构 103 沿第二方向 Y 的长度 L1 大于第一谐振器 101 沿第二方向 Y 的长度 L2;其中,第一方向 X 和第二方向 Y 垂直。在第一声波抑制结构 103 中的声波抑制单元组 103a 包括多个声波抑制单元 1031 的情况下,声波抑制单元 1031 沿第二方向 Y 的长度 L1 大于第一谐振器 101 沿第二方向 Y 的长度 L2。同样的,为了确保第一声波抑制结构 103 对从第二谐振器 102 泄漏的,且沿第一方向 X 传播的声波尽可能都能进行抑制,且确保第一声波抑制结构 103 能够对从第二谐振器 102 斜向泄漏的声波进行衰减,因此如图 3a 所示,第一声波抑制结构 103 沿第二方向 Y 的长度 L1 大于第二谐振器 102 沿第二方向 Y 的长度 L3。在第一声波抑制结构 103 中的声波抑制单元组 103a 包括多个声波抑制单元 1031 的情况下,声波抑制单元 1031 沿第二方向 Y 的长度 L1 大于第二谐振器 102 沿第二方向 Y 的长度 L3。

在第一声波抑制结构 103 沿第二方向 Y 的长度 L1 大于第一谐振器 101 沿第二方向 Y 的长度 L2 的基础上,在设计第一声波抑制结构 103 时,在一些示例中,第一声波抑制结构 103 沿第一方向 X 的投影覆盖第一谐振器 101 沿第一方向 X 的投影,即第一声波抑制结构 103 沿第二方向 Y 的两个边界位于第一谐振器 101 沿第二方向 Y 的边界以外。在第一声波抑制结构 103 中的声波抑制单元组 103a 包括多个声波抑制单元 1031 的情况下,声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 的投影覆盖第一谐振器 101 沿第一方向 X 的投影,即声波抑制单元 1031 沿第二方向 Y 的两个边界位于第一谐振器 101 沿第二方向 Y 的边界以外。这样进一步确保了第一声波抑制结构 103 能够对从第一谐振器 101 泄漏的,且沿第一方向 X 传播的声波进行抑制,且确保了第一声波抑制结构 103 沿第一方向 X 的投影位于第一谐振器 101 沿第一方向 X 的投影以外的部分能够对从第一谐振器 101 斜向泄漏的声波进行衰减。在另一些示例中,第一声波抑制结构 103 沿第一方向 X 的投影覆盖第一谐振器 101 沿第一方向 X 的投影的部分。在第一声波抑制结构 103 中的声波抑制单元组 103a 包括多个声波抑制单元 1031 的情况下,声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 的投影覆盖第一谐振器 101 沿第一方向 X 的投影的部分。

同样的,在第一声波抑制结构 103 沿第二方向 Y 的长度 L1 大于第二谐振器 102 沿第二方向 Y 的长度 L3 的基础上,在设计第一声波抑制结构 103 时,在一些示例中,第一声波抑制结构 103 沿第一方向 X 的投影覆盖第二谐振器 102 沿第一方向 X 的投影,即第一声波抑制结构 103 沿第二方向 Y 的两个边界位于第二谐振器 102 沿第二方向 Y 的边界以外。在第一声波抑制结构 103 中的声波抑制单元组 103a 包括多个声波抑制单元 1031 的情况下,声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 的投影覆盖第二谐振器 102 沿第一方向 X 的投影,即声波抑制单元 1031 沿第二方向 Y 的两个边界位于第二谐振器 102 沿第二方向 Y 的边界以外。这样进一步确保了第一声波抑制结构 103 能够对从第二谐振器 102 泄漏的,且沿第一方向 X 传播的声波进行抑制,且确保了第一声波抑制结构 103 沿第一方向 X 的投影位于第二谐振器 102 沿第一方向 X 的投影以外的部分能够对从第二谐振器 102 斜向泄漏的声波进行衰减。在另一些示例中,第一声波抑制结构 103 沿第一方向 X 的投影覆盖第二谐振器 102 沿第一方向 X 的投影的部分。在第一声波抑

制结构 103 中的声波抑制单元组 103a 包括多个声波抑制单元 1031 的情况下，声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 的投影覆盖第二谐振器 102 沿第一方向 X 的投影的部分。

可以理解的是，声学滤波器 10 除了包括第一谐振器 101 和第二谐振器 102 外，如图 7 所示，声学滤波器 10 还可以包括第三谐振器 105，第三谐振器 105 的结构和类型可以参考上述第一谐振器 101，此处不再赘述；第二谐振器 102 和第三谐振器 105 沿第二方向 Y 排列；其中，第一方向 X 和第二方向 Y 垂直。在此情况下，在一些示例中，如图 7 所示，上述第一声波抑制结构 103 中的多个声波抑制单元 1031 包括多个第一声波抑制单元 1031a 和多个第二声波抑制单元 1031b；第一声波抑制单元 1031a 靠近第一谐振器 101，第二声波抑制单元 1031b 靠近第二谐振器 102。其中，第一声波抑制单元 1031a 用于减小从第一谐振器 101 泄漏的声波进入第二谐振器 102，或者，用于减小从第二谐振器 102 泄漏的声波进入第一谐振器 101；第一声波抑制单元 1031a 还用于减小从第一谐振器 101 泄漏的声波进入第三谐振器 103，或者，从第三谐振器 103 泄漏的声波进入第一谐振器 101；第二声波抑制单元 1031b 用于减小从第一谐振器 101 泄漏的声波进入第二谐振器 102，或者，用于减小从第二谐振器 102 泄漏的声波进入第一谐振器 101。

上述“第一声波抑制结构 103 中的多个声波抑制单元 1031”指的是所有的声波抑制单元组 103a 中的多个声波抑制单元 1031。

需要说明的是，多个第一声波抑制单元 1031a 可以属于一个声波抑制单元组 103a，也可以属于多个声波抑制单元组 103a。同样的，多个第二声波抑制单元 1031b 可以属于一个声波抑制单元组 103a，也可以属于多个声波抑制单元组 103a。

参考图 7，在声学滤波器 10 包括第三谐振器 105，且第二谐振器 102 和第三谐振器 105 沿第二方向 Y 排列的情况下，第一谐振器 101 可能存在斜向泄露的声波，而斜向泄露的声波可能会影响第三谐振器 105；或者第三谐振器 105 可能存在斜向泄露的声波，而斜向泄露的声波可能会影响第一谐振器 101，但是由于本申请实施例中第一声波抑制结构 103 中的第一声波抑制单元 1031a 既可以减小从第一谐振器 101 泄漏的声波进入第二谐振器 102，或者，减小从第二谐振器 102 泄漏的声波进入第一谐振器 101，又可以减小从第一谐振器 101 泄漏的声波进入第三谐振器 103，或者，从第三谐振器 103 泄漏的声波进入第一谐振器 101，从而可以提高声学滤波器 10 的滤波性能。

本申请实施例对于第一声波抑制单元 1031a 的结构不进行限定，以第一声波抑制单元 1031a 既可以减小从第一谐振器 101 泄漏的声波进入第二谐振器 102，或者，减小从第二谐振器 102 泄漏的声波进入第一谐振器 101，又可以减小从第一谐振器 101 泄漏的声波进入第三谐振器 103，或者，减小从第三谐振器 103 泄漏的声波进入第一谐振器 101 为准。在一些示例中，如图 7 所示，第一声波抑制单元 1031a 包括第一部分 10311a 和第二部分 10312a，第二部分 10312a 相对于第一部分 10311a 靠近第三谐振器 105，第二部分 10312a 的第一端与第一部分 10311a 的第一端连接，且第一部分 10311a 和第二部分 10312a 不平行。

上述第一部分 10311a 位于第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间，第一部分 10311a 可以沿第二方向 Y 延伸，第二方向 Y 与第一方向 X 垂直。

可以理解的是，第一部分 10311a 和第二部分 10312a 可以为一体化结构，即可以

通过一体化工艺同时制作第一部分 10311a 和第二部分 10312a; 第一部分 10311a 和第二部分 10312a 也可以为独立的两个结构, 即可以通过两次工艺分别形成第一部分 10311a 和第二部分 10312a。

此外, 第一部分 10311a 的材料和第二部分 10312a 的材料可以相同, 也可以不相同。

在此基础上, 在声学滤波器 10 包括第三谐振器 105, 且第一声波抑制单元 1031a 包括第一部分 10311a 和第二部分 10312a 的情况下, 对于第二声波抑制单元 1031b, 例如可以是如图 7 所示, 第二声波抑制单元 1031b 只包括沿第二方向 Y 延伸的部分, 又例如可以是如图 8 所示, 第二声波抑制单元 1031b 包括第三部分 10311b 和第四部分 10312b, 第四部分 10312b 相对于第三部分 10311b 靠近第三谐振器 105; 第四部分 10312b 的第一端与第三部分 10311b 的第一端连接, 第三部分 10311b 和第四部分 10312b 不平行。

当第一声波抑制单元 1031a 包括第一部分 10311a 和第二部分 10312a 时, 第一部分 10311a 可以减小从第一谐振器 101 泄漏的声波进入第二谐振器 102, 或者, 减小从第二谐振器 102 泄漏的声波进入第一谐振器 101; 第二部分 10312a 或者第一部分 10311a 和第二部分 10312a 的相交位置可以减小从第一谐振器 101 斜向泄漏的声波进入第三谐振器 103, 或者, 从第三谐振器 103 斜向泄漏的声波进入第一谐振器 101。

此处, 上述第一部分 10311a 和第二部分 10312a 的夹角 α 的范围例如可以为 $90^\circ \sim 165^\circ$, 且第一部分 10311a 和第二部分 10312a 的夹角 α 的开口朝向第一谐振器 101。

示例的, 第一部分 10311a 和第二部分 10312a 的夹角 α 可以为 90° 、 100° 、 105° 、 130° 、 145° 或 165° 等。

在第一部分 10311a 和第二部分 10312a 的夹角 α 的范围为 $90^\circ \sim 165^\circ$ 的情况下, 图 8 示意出了第一部分 10311a 和第二部分 10312a 的夹角 α 大于 90° , 图 9 示意出了第一部分 10311a 和第二部分 10312a 的夹角 α 为 90° 。

当第一部分 10311a 和第二部分 10312a 的夹角 α 的范围为 $90^\circ \sim 165^\circ$ 时, 第一声波抑制单元 1031a 可以更有效地减小从第一谐振器 101 泄漏的声波进入第二谐振器 102, 或者, 减小从第二谐振器 102 泄漏的声波进入第一谐振器 101, 以及减小从第一谐振器 101 斜向泄漏的声波进入第三谐振器 103, 或者, 减小从第三谐振器 103 斜向泄漏的声波进入第一谐振器 101。

为了提高第二部分 10312a 对从第一谐振器 101 斜向泄露的声波的抑制效果, 因而在一些示例中, 第二部分 10312a 与从第一谐振器 101 斜向泄露的声波的传播方向垂直。

可以理解的是, 由于第一谐振器 101 内部可以产生沿第一方向 X 传播的声波, 因而第一谐振器 101 除了会泄漏沿第一方向 X 传播的声波外, 还可能会泄漏沿斜向 W 传播的声波, 而在第一声波抑制结构 103 中的声波抑制单元组 103a 包括多个声波抑制单元 1031 的情况下, 以声波抑制单元 1031 的截面形状为矩形为例, 参考图 10, 相邻两个声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 的间距 h 与相邻两个声波抑制单元 1031 沿斜向 W 的间距 p 不同, p 大于 h, 而相邻声波抑制单元 1031 之间的间距 (例如 h 和 p) 会影响第一声波抑制结构 103 产生的禁带频段, 因此多个声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 禁带效应对应的禁带频段, 与, 多个声波抑制单元 1031 沿斜向 W 禁带效应对应的禁

带频段会不同。而从第一谐振器 10 泄漏的声波无论是沿第一方向 X 传播，还是沿斜向传播，泄漏的声波的频段是一样的，这样一来，在设计第一声波抑制结构 103 时，虽然对于泄漏的沿第一方向 X 传播的声波，第一声波抑制结构 103 沿第一方向 X 产生的禁带频段可以有效减小第一谐振器 101 泄漏的沿第一方向 X 传播的声波的目的，但是

5 是由于多个声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 产生的禁带频段，与，多个声波抑制单元 1031 沿斜向 W 产生的禁带频段不同，因而对于泄漏的沿斜向 W 传播的声波，会存在第一声波抑制结构 103 沿斜向 W 产生的禁带频段不能有效减小第一谐振器 101 泄漏的沿斜向 W 传播的声波的目的，这样会影响第一声波抑制结构 103 沿斜向 W 的抑制效果。

10 基于此，考虑到从第一谐振器 10 泄漏的声波无论是沿第一方向 X 传播，还是沿斜向传播，泄漏的声波的频段是一样的，因而在第一声波抑制单元 1031a 包括第一部分 10311a 和第二部分 10312a 的情况下，由于相邻第一部分 10311a 之间的间距 h1 影响多个第一部分 10311a 产生的禁带频段，相邻第二部分 10312a 之间的间距 p1 影响多个第二部分 10312a 产生的禁带频段，为了确保第一部分 10311a 可以对从第一谐振器

15 10 泄漏的，沿第一方向 X 传播的声波进行抑制，且确保第二部分 10312a 可以对从第一谐振器 10 泄漏的，沿斜向传播的声波进行抑制，因此在一些示例中，如图 11 所示，在同一声波抑制单元组 103a 中，相邻第一部分 10311a 之间的间距 h1 与相邻第二部分 10312a 之间的间距 p1 相等。

由于在同一声波抑制单元组 103a 中，相邻第一部分 10311a 之间的间距 h1 与相邻

20 第二部分 10312a 之间的间距 p1 相等，因而在同一声波抑制单元组 103a 中，多个第一部分 10311a 产生的禁带频段和多个第二部分 10312a 产生的禁带频段相同，这样一来，从第一谐振器 101 泄漏的同一频段的声波，沿第一方向 X 泄漏时，既可以被多个第一部分 10311a 抑制，沿斜向泄漏时又可以被多个第二部分 10312a 抑制，从而保证了禁带效应在各个方向基本一致，进而提高了第一声波抑制单元 1031a 的抑制效果。

25 在另一些示例中，在同一声波抑制单元组 103a 中，相邻第一部分 10311a 之间的间距 h1 与相邻第二部分 10312a 之间的间距 p1 不相等。

在本申请实施例，对于第一声波抑制单元 1031a，在第一声波抑制单元 1031a 包括第一部分 10311a 和第二部分 10312a 的情况下，在一些示例中，如图 8 所示，第一部分 10311a 的第一端 M(即第一部分 10311a 中与第二部分 10312a 的第一端连接的

30 端)沿第一方向 X 的投影位于第一谐振器 101 内。在另一些示例中，如图 12 所示，沿第一方向 X，第一部分 10311a 的第一端 M 与第一谐振器 101 平齐，或者，第一部分 10311a 的第一端 M 沿第一方向 X 的投影位于第一谐振器 101 外。

可以理解的是，在第一声波抑制单元 1031a 中，第一部分 10311a 主要用于抑制从第一谐振器 101 泄漏的沿第一方向 X 传播的声波，第二部分 10312a 主要用于抑制从

35 第一谐振器 101 泄漏的沿斜向 W 传播的声波，因而当沿第一方向 X，第一部分 10311a 的第一端 M 与第一谐振器 101 平齐，或者，第一部分 10311a 的第一端 M 沿第一方向 X 的投影位于第一谐振器 101 外时，这样可以确保从第一谐振器 101 泄漏的沿第一方向 X 传播的声波都能够被第一部分 10311a 抑制。

在此基础上，对于第一声波抑制单元 1031a，在第一声波抑制单元 1031a 包括第

一部分 10311a 和第二部分 10312a 的情况下，在一些示例中，如图 13a 所示，第二部分 10312a 和第一部分 10311a 直接连接在一起。

在另一些示例中，如图 13b 所示，第二部分 10312a 和第一部分 10311a 通过其它结构件连接在一起，例如，第一声波抑制单元 1031a 还包括第一连接部 10313a，第一连接部 10313a 设置在第一部分 10311a 和第二部分 10312a 之间，第一连接部 10313a 的一端与第一部分 10311a 的第一端连接，第一连接部 10313a 的另一端与第二部分 10312a 的第一端连接。

在本申请实施例中，第一部分 10311a 和第一连接部 10313a 之间的夹角，与，第二部分 10312a 和第一连接部 10313a 之间的夹角是不相同的。

此处，第一连接部 10313a 可以与第一部分 10311a 和第二部分 10312a 为一体化结构，即可以通过一体化工艺同时制作第一部分 10311a、第二部分 10312a 和第一连接部 10313a；第一连接部 10313a、第一部分 10311a 和第二部分 10312a 也可以为独立的三个结构，即可以通过多次工艺分别形成第一连接部 10313a、第一部分 10311a 和第二部分 10312a。

此外，第一连接部 10313a 的材料、第一部分 10311a 的材料和第二部分 10312a 的材料可以相同，也可以不相同。

应当理解到，第二部分 10312a 和第一部分 10311a 之间包括但不限于通过一个第一连接部 10313a 连接在一起，例如，第二部分 10312a 和第一部分 10311a 之间还可以通过依次连接在一起的多个第一连接部 10313a 相连，这多个第一连接部 10313a 与第一部分 10311a 的夹角可以不同。

在第一声波抑制单元 1031a 还包括第一连接部 10313a，第一连接部 10313a 设置在第一部分 10311a 和第二部分 10312a 之间，第一部分 10311a 和第二部分 10312a 通过第一连接部 10313a 连接在一起的情况下，一方面可以避免第一部分 10311a 和第二部分 10312a 直接连接造成的尖角带来的问题，影响声学滤波器 10 的滤波性能；另一方面可以降低制作第一声波抑制单元 1031a 的工艺难度。

在声学滤波器 10 还包括第三谐振器 105，第二谐振器 102 和第三谐振器 105 沿第二方向 Y 排列，且第二谐振器 102 内部可以产生沿第二方向 Y 传播的声波，和/或，第三谐振器 105 内部可以产生沿第二方向 Y 传播的声波的情况下，为了减小或避免从第二谐振器 102 泄漏的沿第二方向 Y 传播的声波进入第三谐振器 105，或者，减小或避免从第三谐振器 105 泄漏的沿第二方向 Y 传播的声波进入第二谐振器 102，基于此，在一些示例中，如图 14 所示，上述声学滤波器 10 还可以包括第二声波抑制结构 106，第二声波抑制结构 106 设置于第二谐振器 102 和第三谐振器 105 之间，第二声波抑制结构 106 产生的至少一个禁带频段用于减小第二谐振器 102 和第三谐振器 105 之间泄漏的沿第二方向 Y 传播的声波。

可以理解的是，在设计第二声波抑制结构 106 时，可以利用第二声波抑制结构 106 产生的至少一个禁带频段覆盖声学滤波器 10 的特定频段，来达到利用第二声波抑制结构 106 产生的至少一个禁带频段减小第二谐振器 102 和第三谐振器 105 之间泄漏的沿第二方向 Y 传播的声波，即减小第二谐振器 102 和第三谐振器 105 之间泄漏的沿第二方向 Y 传播的声波造成的杂散的目的，从而减小或避免第二谐振器 102 泄漏的沿第二

方向 Y 传播的声波进入第三谐振器 105; 或者, 减小或避免第三谐振器 105 泄漏的沿第二方向 Y 传播的声波进入第二谐振器 102, 进而提高声学滤波器 10 的滤波性能。

本申请实施例对于第二声波抑制结构 106 的具体结构不进行限定, 以第二声波抑制结构 106 产生的至少一个禁带频段能够减小第二谐振器 102 和第三谐振器 105 之间泄漏的第二方向 Y 传播的声波为准。

此处, 第二声波抑制结构 106 的结构可以参考上述第一声波抑制结构 103 的结构, 例如, 第二声波抑制结构 106 可以至少一个声波抑制单元组, 每个声波抑制单元组包括多个声波抑制单元 1031, 声波抑制单元组中的多个声波抑制单元 1031 沿第二方向 Y 按照同一间距依次排布, 即声波抑制单元组中的多个声波抑制单元 1031 沿第二方向 Y 周期性排布。

可以理解的是, 第一声波抑制结构 103 的声波抑制单元组中的多个声波抑制单元 1031 的周期, 与第二声波抑制结构 106 的声波抑制单元组中的多个声波抑制单元 1031 的周期可以相同, 也可以不相同。

在第二声波抑制结构 106 的声波抑制单元组包括多个声波抑制单元 1031 的情况下, 第二声波抑制结构 106 的声波抑制单元组中的声波抑制单元 1031 的结构的设计、形状、材料等可以参考上述第一声波抑制结构 103 的声波抑制单元组中的声波抑制单元 1031, 此处不在赘述。

此外, 第一声波抑制结构 103 和第二声波抑制结构 106 可以连接在一起, 也可以相互不连接。在第一声波抑制结构 103 包括多个声波抑制单元 1031, 第二声波抑制结构 106 包括多个声波抑制单元 1031 的情况下, 第一声波抑制结构 103 中的多个声波抑制单元 1031 和第二声波抑制结构 106 中的多个声波抑制单元 1031 可以一一对应连接在一起, 也可以不连接。

基于上述, 在一些示例中, 如图 15 所示, 上述声学滤波器 10 还包括第四谐振器 107, 第一谐振器 101 和第四谐振器 107 沿第二方向 Y 排布; 第二声波抑制单元 1031b 除了用于减小从第一谐振器 101 泄漏的声波进入第二谐振器 102, 或者, 用于减小从第二谐振器 102 泄漏的声波进入第一谐振器 101 外, 第二声波抑制单元 1031b 还可以用于减小从第二谐振器 102 泄漏的声波进入第四谐振器 107, 或者, 从第四谐振器 107 泄漏的声波进入第二谐振器 102。

此处, 第四谐振器 107 的结构可以参考上述第一谐振器 101 和第二谐振器 102 的结构, 此处不再赘述。

参考图 15, 在声学滤波器 10 还包括第四谐振器 107, 第一谐振器 101 和第四谐振器 107 沿第二方向 Y 排布的情况下, 第二谐振器 102 可能存在斜向泄漏的声波, 而斜向泄漏的声波可能会影响第四谐振器 107; 或者第四谐振器 107 可能存在斜向泄漏的声波, 而斜向泄漏的声波可能会影响第二谐振器 102, 但是由于本申请实施例中第二声波抑制单元 1031b 既可以减小从第一谐振器 101 泄漏的声波进入第二谐振器 102, 或者, 用于减小从第二谐振器 102 泄漏的声波进入第一谐振器 101, 又可以减小从第二谐振器 102 泄漏的声波进入第四谐振器 107, 或者, 从第四谐振器 107 泄漏的声波进入第二谐振器 102, 从而可以提高声学滤波器 10 的滤波性能。

本申请实施例对于第二声波抑制单元 1031b 的结构不进行限定, 以第二声波抑制

单元 1031b 既可以减小从第一谐振器 101 泄漏的声波进入第二谐振器 102, 或者, 用于减小从第二谐振器 102 泄漏的声波进入第一谐振器 101, 又可以减小从第二谐振器 102 泄漏的声波进入第四谐振器 107, 或者, 从第四谐振器 107 泄漏的声波进入第二谐振器 102 为准。在一些示例中, 如图 15 所示, 第二声波抑制单元 1031b 包括第三部分 10311b 和第四部分 10312b, 第四部分 10312b 相对于第三部分 10311b 靠近第四谐振器 107; 第四部分 10312b 的第一端与第三部分 10311b 的第一端连接, 且第三部分 10311b 和第四部分 10312b 不平行。

上述第三部分 10311b 位于第一谐振器 101 和第二谐振器 102 之间, 第三部分 10311b 可以沿第二方向 Y 延伸, 第二方向 Y 与第一方向 X 垂直。

需要说明的是, 第二声波抑制单元 1031b 中第三部分 10311b 和第四部分 10312b 的设计可以参考上述第一声波抑制单元 1031a 中第一部分 10311a 和第二部分 10312a 的设计。

当第二声波抑制单元 1031b 包括第三部分 10311b 和第四部分 10312b 时, 第三部分 10311b 可以减小从第一谐振器 101 泄漏的声波进入第二谐振器 102, 或者, 减小从第二谐振器 102 泄漏的声波进入第一谐振器 101; 第四部分 10312b 或者第三部分 10311b 和第四部分 10312b 的相交位置可以减小从第二谐振器 102 泄漏的声波进入第四谐振器 107, 或者, 从第四谐振器 107 泄漏的声波进入第二谐振器 102。

此处, 上述第三部分 10311b 和第四部分 10312b 可以为一体化结构; 第三部分 10311b 和第四部分 10312b 也可以为独立的两个结构。

另外, 第三部分 10311b 的材料和第四部分 10312b 的材料可以相同, 也可以不相同。

此外, 上述第三部分 10311b 和第四部分 10312b 的夹角 β 的范围例如可以为 $90^\circ \sim 165^\circ$, 且第三部分 10311b 和第四部分 10312b 的夹角 β 的开口朝向第二谐振器 102。

示例的, 第三部分 10311b 和第四部分 10312b 的夹角 β 可以为 90° 、 100° 、 105° 、 130° 、 145° 或 165° 等。

当第三部分 10311b 和第四部分 10312b 的夹角 β 的范围为 $90^\circ \sim 165^\circ$ 时, 第二声波抑制单元 1031b 可以更有效地减小从第一谐振器 101 泄漏的声波进入第二谐振器 102, 或者, 减小从第二谐振器 102 泄漏的声波进入第一谐振器 101; 以及减小从第二谐振器 102 泄漏的声波进入第四谐振器 107, 或者, 从第四谐振器 107 泄漏的声波进入第二谐振器 102。

需要说明的是, 第二部分 10312a 和第一部分 10311a 的夹角 α , 与, 第四部分 10312b 和第三部分 10311b 的夹角 β 可以相同, 也可以不相同。

为了提高第四部分 10312b 对从第二谐振器 102 斜向泄漏的声波的抑制效果, 因而在一些示例中, 第四部分 10312b 与从第二谐振器 102 斜向泄漏的声波的传播方向垂直。

在一些示例中, 如图 11 所示, 在同一声波抑制单元组 103a 中, 相邻第三部分 10311b 之间的间距 h_2 与相邻第四部分 10312b 之间的间距 p_2 相等。

由于在同一声波抑制单元组 103a 中, 相邻第三部分 10311b 之间的间距 h_2 与相邻第四部分 10312b 之间的间距 p_2 相等, 因而在同一声波抑制单元组 103a 中, 多个第三部分 10311b 产生的禁带频段与多个第四部分 10312b 产生的禁带频段相同, 这样一来,

从第二谐振器 102 泄漏的同一频段的声波，沿第一方向 X 泄漏时，既可以被多个第三部分 10311b 抑制，沿斜向泄漏时又可以被多个第四部分 10312b 抑制，从而保证了禁带效应在各个方向基本一致，进而提高了第二声波抑制单元 1031b 的抑制效果。

在另一些示例中，在同一声波抑制单元组 103a 中，相邻第三部分 10311b 之间的
5 间距 h_2 与相邻第四部分 10312b 之间的间距 p_2 不相等。

在本申请实施例中，对于第二声波抑制单元 1031b，在第二声波抑制单元 1031b 包括第三部分 10311b 和第四部分 10312b 的情况下，在一些示例中，如图 8 所示，第三部分 10311b 的第一端 N（即第三部分 10311b 中与第四部分 10312b 的第一端连接的端）沿第一方向 X 的投影位于第二谐振器 102 内。在另一些示例中，如图 15 所示，
10 沿第一方向 X，第三部分 10311b 的第一端 N 与第二谐振器 102 平齐，或者，第三部分 10311b 的第一端 N 沿第一方向 X 的投影位于第二谐振器 102 外。

可以理解的是，在第二声波抑制单元 1031b 中，第三部分 10311b 主要用于抑制从第二谐振器 102 泄漏的沿第一方向 X 传播的声波，第四部分 10312b 主要用于抑制从第二谐振器 102 泄漏的沿斜向 W 传播的声波，因而当沿第一方向 X，第三部分 10311b
15 的第一端 N 与第二谐振器 102 平齐，或者，第三部分 10311b 的第一端 N 沿第一方向 X 的投影位于第二谐振器 102 外时，这样可以确保从第二谐振器 102 泄漏的沿第一方向 X 传播的声波都能够被第三部分 10311b 抑制。

在此基础上，对于第二声波抑制单元 1031b，在第二声波抑制单元 1031b 包括第三部分 10311b 和第四部分 10312b 的情况下，在一些示例中，如图 13a 所示，第三部分 10311b 和第四部分 10312b 直接连接在一起。
20

在另一些示例中，如图 13b 所示，第三部分 10311b 和第四部分 10312b 通过其它结构件连接在一起，例如，第二声波抑制单元 1031b 还包括第二连接部 10313b，第二连接部 10313b 设置在第三部分 10311b 和第四部分 10312b 之间，第二连接部 10313b 的一端与第三部分 10311b 的第一端连接，第二连接部 10313b 的另一端与第四部分
25 10312b 的第一端连接在一起。

在本申请实施例中，第三部分 10311b 和第二连接部 10313b 之间的夹角，与第四部分 10312b 和第二连接部 10313b 之间的夹角是不相同的。

此外，第二连接部 10313b 可以参考上述第一连接部 10313a，此处不再赘述。

应当理解到，第三部分 10311b 和第四部分 10312b 之间包括但不限于通过一个第二连接部 10313b 连接在一起，例如，第三部分 10311b 和第四部分 10312b 之间还可以通过依次连接在一起的多个第二连接部 10313b 相连，这多个第二连接部 10313b 与第三部分 10311b 的夹角可以不同。
30

在第二声波抑制单元 1031b 还包括第二连接部 10313b，第二连接部 10313b 设置在第三部分 10311b 和第四部分 10312b 之间，第三部分 10311b 和第四部分 10312b 通过第二连接部 10313b 连接在一起的情况下，一方面可以避免第三部分 10311b 和第四部分 10312b 直接连接造成的尖角带来的问题，影响声学滤波器 10 的滤波性能；另一方面可以降低制作第二声波抑制单元 1031b 的工艺难度。
35

在一些示例中，第一声波抑制结构 103 中多个第一声波抑制单元 1031a 和多个第二声波抑制单元 1031b 关于沿第二方向 Y 延伸的对称轴对称设置。

在第一声波抑制结构 103 中多个第一声波抑制单元 1031a 和多个第二声波抑制单元 1031b 关于沿第二方向 Y 延伸的对称轴对称设置的情况下，可以确保第一声波抑制结构 103 对第一谐振器 101 泄漏的声波的抑制效果，与第一声波抑制结构 103 对第二谐振器 102 泄漏的声波的抑制效果相同，进而可以提高声学滤波器 10 的滤波性能的均一性。

在声学滤波器 10 包括第三谐振器 105 和第四谐振器 107，且第三谐振器 105 内部可以产生沿第一方向 X 传播的声波，和/或，第四谐振器 107 内部可以产生沿第一方向 X 传播的声波的情况下，在一些示例中，如图 15 所示，上述声学滤波器 10 还包括第三声波抑制结构 108，第三声波抑制结构 108 设置于第三谐振器 105 和第四谐振器 107 之间，第三声波抑制结构 108 产生的至少一个禁带频段用于减小第三谐振器 105 和第四谐振器 107 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波，即减小第三谐振器 105 和第四谐振器 107 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波造成的杂散。

本申请实施例为了防止第三谐振器 105 泄漏的声波进入第四谐振器 107，或者，第四谐振器 107 泄露的声波进入第三谐振器 105 的情况，因而本申请实施例提供的声学滤波器 10 还包括设置在第三谐振器 105 和第四谐振器 107 之间的第三声波抑制结构 108，且第三声波抑制结构 108 产生的至少一个禁带频段用于减小第三谐振器 105 和第四谐振器 107 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波，即减小第三谐振器 105 和第四谐振器 107 之间泄漏的沿第一方向 X 传播的声波造成的杂散，也就是说第三声波抑制结构 108 产生的至少一个禁带频段可以使第三谐振器 105 和第四谐振器 107 泄漏的声学滤波器 10 的特定频段的声波衰减，这样便可以抑制第三谐振器 105 泄漏的声学滤波器 10 的特定频段的声波进入第四谐振器 107，或者，第四谐振器 107 泄漏的声学滤波器 10 的特定频段的声波进入第三谐振器 105，从而确保了声学滤波器 10 的滤波性能。

需要说明的是，第三声波抑制结构 108 的结构可以参考上述第一声波抑制结构 10 的结构，此处不再赘述。例如第三声波抑制结构 108 可以包括多个声波抑制单元 1031，多个声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 按照同一间距依次排列，即多个声波抑制单元 1031 沿第一方向 X 周期排列。

与第一声波抑制结构 10 类似，第三声波抑制结构 108 中的多个声波抑制单元 1031 也可以包括多个第一声波抑制单元 1031a 和多个第二声波抑制单元 1031b，第一声波抑制单元 1031a 靠近第三谐振器 105，第二声波抑制单元 1031b 靠近第四谐振器 107。第一声波抑制单元 1031a 和第二声波抑制单元 1031b 的结构可以参考上述，此处不再赘述。需要说明的是，在第三声波抑制结构 108 中的第一声波抑制单元 1031a 包括第一部分 10311a 和第二部分 10312a 的情况下，第一部分 10311a 相对于第二部分 10312a 靠近第三谐振器 105。在第三声波抑制结构 108 中的第二声波抑制单元 1031b 包括第三部分 10311b 和第四部分 10312b 的情况下，第三部分 10311b 相对于第四部分 10312b 靠近第四谐振器 107。

在声学滤波器 10 还包括第四谐振器 107，第一谐振器 101 和第四谐振器 107 沿第二方向 Y 排布，且第一谐振器 101 内部可以产生沿第二方向 Y 传播的声波，和/或，第四谐振器 107 内部可以产生沿第二方向 Y 传播的声波的情况下，为了减小或避免从第一谐振器 101 泄漏的沿第二方向 Y 传播的声波进入第四谐振器 107，或者，减小或

避免从第四谐振器 107 泄漏的沿第二方向 Y 传播的声波进入第一谐振器 101, 基于此, 在一些示例中, 如图 16 所示, 上述声学滤波器 10 还包括第四声波抑制结构 109, 第四声波抑制结构 109 设置于第一谐振器 101 和第四谐振器 107 之间, 第四声波抑制结构 109 产生的至少一个禁带频段用于减小第一谐振器 101 和第四谐振器 107 之间泄漏的沿第二方向 Y 传播的声波, 即减小第一谐振器 101 和第四谐振器 107 之间泄漏的沿第二方向 Y 传播的声波造成的杂散。

可以理解的是, 在设计第四声波抑制结构 109 时, 可以利用第四声波抑制结构 109 产生的至少一个禁带频段覆盖声学滤波器 10 的特定频段, 来达到第四声波抑制结构 109 产生的至少一个禁带频段减小第一谐振器 101 和第四谐振器 107 之间泄漏的沿第二方向 Y 传播的声波的目的, 从而减小或避免第一谐振器 101 泄漏的沿第二方向 Y 传播的声波进入第四谐振器 107; 或者, 减小或避免第四谐振器 107 泄漏的沿第二方向 Y 传播的声波进入第一谐振器 101, 进而提高声学滤波器 10 的滤波性能。

本申请实施例对于第四声波抑制结构 109 的具体结构不进行限定, 以第四声波抑制结构 109 产生的至少一个禁带频段能够减小第一谐振器 101 和第四谐振器 107 之间泄漏的沿第二方向 Y 传播的声波为准。

此处, 第四声波抑制结构 109 的结构可以参考上述第二声波抑制结构 106 的结构, 此处不再赘述。

此处, 第四声波抑制结构 109 与第一声波抑制结构 103 可以连接在一起, 也可以相互不连接。在第一声波抑制结构 103 包括多个声波抑制单元 1031, 第四声波抑制结构 109 包括多个声波抑制单元 1031 的情况下, 第一声波抑制结构 103 中的多个声波抑制单元 1031 和第四声波抑制结构 109 中的多个声波抑制单元 1031 可以一一对应连接在一起, 也可以不连接。同样的, 第四声波抑制结构 109 与第三声波抑制结构 108 可以连接在一起, 也可以相互不连接。在第三声波抑制结构 108 包括多个声波抑制单元 1031, 第四声波抑制结构 109 包括多个声波抑制单元 1031 的情况下, 第三声波抑制结构 108 中的多个声波抑制单元 1031 和第四声波抑制结构 109 中的多个声波抑制单元 1031 可以一一对应连接在一起, 也可以不连接。

基于上述, 可以理解的是, 当上述声学滤波器 10 还包括第五谐振器, 第五谐振器设置在第一谐振器 101 和第四谐振器 107 之间时, 第一声学抑制结构 103 的结构设计与声学滤波器 10 包括第四谐振器 107 时的结构设计类似, 可以参考上述声学滤波器 10 包括第四谐振器 107 时, 第一声学抑制结构 103 的结构设计, 此处不再赘述。同样的, 当上述声学滤波器 10 还包括第六谐振器, 第六谐振器设置在第二谐振器 102 和第三谐振器 105 之间时, 第一声学抑制结构 103 的结构设计与声学滤波器 10 包括第三谐振器 105 时的结构设计类似, 可以参考上述声学滤波器 10 包括第三谐振器 105 时, 第一声学抑制结构 103 的结构设计, 此处不再赘述。

以上所述, 仅为本申请的具体实施方式, 但本申请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申请揭露的技术范围内, 可轻易想到变化或替换, 都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此, 本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1. 一种声学滤波器，其特征在于，包括：
第一谐振器；
第二谐振器，所述第一谐振器和所述第二谐振器沿第一方向排列；
5 第一声波抑制结构，设置在所述第一谐振器和所述第二谐振器之间，所述第一声波抑制结构产生的至少一个禁带频段用于减小所述第一谐振器和所述第二谐振器之间泄漏的沿所述第一方向传播的声波。
2. 根据权利要求1所述的声学滤波器，其特征在于，所述第一声波抑制结构包括至少一个声波抑制单元组，所述至少一个声波抑制单元组中的每个所述第一声波抑制
10 单元组包括多个声波抑制单元，所述第一声波抑制单元组中的所述多个声波抑制单元沿所述第一方向周期性排布。
3. 根据权利要求2所述的声学滤波器，其特征在于，所述至少一个声波抑制单元组包括多个声波抑制单元组；
不同的所述声波抑制单元组中相邻两个声波抑制单元之间的间距不相同。
- 15 4. 根据权利要求1-3任一项所述的声学滤波器，其特征在于，所述第一声波抑制结构沿第二方向的长度大于所述第一谐振器沿所述第二方向的长度；
和/或，所述第一声波抑制结构沿所述第二方向的长度大于所述第二谐振器沿所述第二方向的长度；
其中，所述第一方向和所述第二方向垂直。
- 20 5. 根据权利要求4所述的声学滤波器，其特征在于，所述第一声波抑制结构沿所述第一方向的投影覆盖所述第一谐振器沿所述第一方向的投影；
和/或，所述第一声波抑制结构沿所述第一方向的投影覆盖所述第二谐振器沿所述第一方向的投影。
6. 根据权利要求2或3所述的声学滤波器，其特征在于，所述声学滤波器还包括
25 第三谐振器，所述第二谐振器和所述第三谐振器沿第二方向排列，所述第一方向和所述第二方向垂直；
所述第一声波抑制结构中的多个声波抑制单元包括多个第一声波抑制单元和多个第二声波抑制单元；所述第一声波抑制单元靠近所述第一谐振器，所述第二声波抑制单元靠近所述第二谐振器；
- 30 所述第一声波抑制单元和所述第二声波抑制单元均用于减小从所述第一谐振器泄漏的声波进入所述第二谐振器，或者，从所述第二谐振器泄漏的声波进入所述第一谐振器；
所述第一声波抑制单元还用于减小从所述第一谐振器泄漏的声波进入所述第三谐振器，或者，从所述第三谐振器泄漏的声波进入所述第一谐振器。
- 35 7. 根据权利要求6所述的声学滤波器，其特征在于，所述第一声波抑制单元包括第一部分和第二部分，所述第二部分相对于所述第一部分靠近所述第三谐振器，所述第二部分的第一端与所述第一部分的第一端连接，且所述第一部分和所述第二部分不平行。
8. 根据权利要求7所述的声学滤波器，其特征在于，所述第一部分和所述第二部

分的夹角范围为 $90^{\circ} \sim 165^{\circ}$ ，且所述第一部分和所述第二部分的夹角开口朝向所述第一谐振器。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的声学滤波器，其特征在于，在同一所述声波抑制单元组中，相邻所述第一部分之间的间距与相邻第二部分之间的间距相等。

5 10. 根据权利要求 7-9 任一项所述的声学滤波器，其特征在于，沿所述第一方向，所述第一部分的第一端与所述第一谐振器平齐，或者，所述第一部分的第一端沿所述第一方向的投影位于所述第一谐振器外。

11. 根据权利要求 7-10 任一项所述的声学滤波器，其特征在于，所述第一声波抑制单元还包括第一连接部，所述第一连接部设置在所述第一部分和所述第二部分之间，
10 所述第一连接部的一端与所述第一部分的第一端连接，另一端与所述第二部分的第一端连接。

12. 根据权利要求 6-11 任一项所述的声学滤波器，其特征在于，所述声学滤波器还包括第二声波抑制结构，所述第二声波抑制结构设置于所述第二谐振器和所述第三谐振器之间，所述第二声波抑制结构产生的至少一个禁带频段用于减小所述第二谐振器和所述第三谐振器之间泄漏的沿所述第二方向传播的声波。
15

13. 根据权利要求 6-12 任一项所述的声学滤波器，其特征在于，所述声学滤波器还包括第四谐振器，所述第一谐振器和所述第四谐振器沿第二方向排布；

所述第二声波抑制单元还用于减小从所述第二谐振器泄漏的声波进入所述第四谐振器，或者，从所述第四谐振器泄漏的声波进入所述第二谐振器。

20 14. 根据权利要求 13 所述的声学滤波器，其特征在于，所述第二声波抑制单元包括第三部分和第四部分，所述第四部分相对于所述第三部分靠近所述第四谐振器；所述第四部分的第一端与所述第三部分的第一端连接，且所述第三部分和所述第四部分不平行。

25 15. 根据权利要求 6-14 任一项所述的声学滤波器，其特征在于，所述多个第一声波抑制单元和所述多个第二声波抑制单元关于沿所述第二方向延伸的对称轴对称设置。

16. 根据权利要求 13 或 14 所述的声学滤波器，其特征在于，所述声学滤波器还包括第三声波抑制结构，所述第三声波抑制结构设置于所述第三谐振器和所述第四谐振器之间，所述第三声波抑制结构产生的至少一个禁带频段用于减小所述第三谐振器和所述第四谐振器之间泄漏的沿所述第一方向传播的声波。

30 17. 根据权利要求 13 或 14 所述的声学滤波器，其特征在于，所述声学滤波器还包括第四声波抑制结构，所述第四声波抑制结构设置于所述第一谐振器和所述第四谐振器之间，所述第四声波抑制结构产生的至少一个禁带频段用于减小所述第一谐振器和所述第四谐振器之间泄漏的沿所述第二方向传播的声波。

35 18. 根据权利要求 1-17 任一项所述的声学滤波器，其特征在于，所述第一谐振器为声表面波谐振器，和/或所述第二谐振器为声表面波谐振器；

所述声表面波谐振器包括叉指换能器，所述叉指换能器包括相对设置的第一汇流条和第二汇流条、沿所述第一方向依次排布，且与所述第一汇流条接触的多个第一电极指、以及沿所述第一方向依次排布，且与所述第二汇流条接触的多个第二电极指；其中，所述第一电极指和所述第二电极指沿所述第一方向依次交替排布。

19. 根据权利要求 1-17 任一项所述的声学滤波器，其特征在于，所述第一谐振器为体声波谐振器，和/或所述第二谐振器为体声波谐振器。

20. 一种电子设备，其特征在于，包括声学滤波器、处理器和印刷电路板，所述声学滤波器和所述处理器均设置在所述印刷电路板上；

5 其中，所述声学滤波器为如权利要求 1-19 任一项所述的声学滤波器。