

一种高 Q 多模介质谐振结构和介质滤波器

技术领域

5 本发明实施例涉及通信技术领域，尤其涉及一种高 Q 多模介质谐振结构和滤波器。

背景技术

10 介质谐振器最早可追溯到上个世纪三十年代末，但是由于当时的工艺和
技术水平较低，未能研制出在微波频段下损耗足够小的高介电常数材料，因而介质谐振器未能得到推广和应用。直到六十年代，由于材料科学和技术的进展，研制出低损耗、高介电常数的微波介质材料已成为可能。同时由于空间技术的发展，对电子设备的高可靠性和小型化的要求日益迫切。因此，对介质谐振器的研究又重新活跃了起来。在七十年代，美国和日本等国先后研
15 制成功了几种满足性能要求的陶瓷介质系列材料。从此，介质谐振器才真正
作为一种新的微波元件运用到微波电路中。如今，介质谐振器凭借其高 Q，
小体积和优异温度稳定性的优势，已广泛应用于各种射频应用中，如滤波器和天线等。

20 目前移动通信行业运营商对通信网络的投资在 2015 年 4G 建设高峰后，呈
现出逐步下降的趋势，而终端用户的需求在朝着更好的覆盖，更多的数据流量，更大的通信带宽方向上逐年快速上升，整个通信行业在呼唤成本更低的解决方案。同时 5G 技术的商用化对滤波器的体积、重量和成本也提出了更高的要求，滤波器作为通信天馈系统的重要组成部分，是绕不开的关键器件。
如何在成本更低的情况下，实现更佳的性能，更低的重量，更小体积，是滤
25 波器供应商面对市场挑战所需要解决的问题。

随着第四代移动通讯向第五代移动通讯的快速发展，对通讯设备的小型化和高性能化的要求越来越高。传统滤波器由于其金属腔体积较大且性能一般，故逐渐被单模介质滤波器取代，单模介质滤波器主要包括 TE01 模介质滤波器

5 和 TM 模介质滤波器，TE01 模介质滤波器和 TM 模介质滤波器一般多采用单模介质谐振的方式，该谐振方式虽然能够提升一定 Q 值，但其存在制作成本高、体积大的缺点。

为了解决单模介质滤波器成本高、体积大的技术问题，三模介质滤波器应运而生。相关技术中，三模介质滤波器一般分为 TE 三模滤波器和 TM 三模滤波器。TE 三模滤波器具有耦合方式复杂、体积大、Q 值高的特点；TM 三模滤波器具有耦合方式简单、体积小、Q 值低的特点。对于相同频段的 TE 三模滤波器和 TM 三模滤波器而言，TM 三模滤波器的重量、成本和体积比 TE 三模滤波器的小得多。故相关技术中一般将 TE 三模滤波器用于设计窄带滤波器，其余类型的滤波器一般采用 TM 三模滤波器。由于 TM 三模滤波器的介质谐振块上会焙银，焙银后在银层和介质谐振块的表面之间形成了玻璃态的物质，导致实际导电率大大下降，从而实际 Q 值较低，进一步限制了 TM 三模滤波器的使用范围。故如何获得一种小体积、高 Q 值的 TM 三模滤波器是滤波器研发的新方向。

10

15

高 Q 多模技术将滤波器应用于基站系统中，可在减小 RRU（射频拉远单元）体积 40%的同时，同时降低 RRU 的 10%功耗，更加绿色环保。当多模技术滤波器性能指标与传统滤波器一样时，体积会大幅减小 50%以上。

20

发明内容

为了解决上述问题，本发明实施例提供一种高 Q 多模介质谐振结构和介质滤波器，其能够解决滤波器小体积、低插损、高抑制的方案，且能形成多模，Q 值大于传统介质多模技术。

25

本发明公开了一种高 Q 多模介质谐振结构，包括空腔、介质支撑架、介质谐振器和盖板；所述空腔为密封的空间构成，其中空腔的一个面为盖板面；所述介质谐振器由介质构成；所述介质谐振器安装在空腔中，不与空腔内壁接触；所述介质支撑架安装在介质谐振器和空腔的内壁之间的任意位置并且

5 匹配介质谐振器和空腔任意形状并连接固定，其中介质谐振器包括有一体介质谐振器或者通过分切成多个小介质谐振块并由连接块固定组成的分体介质谐振器，其中，所述空腔内设置一个单一轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器及其固定的介质支撑架与空腔形成一个多模介质谐振结构；或所述空腔内设置二个垂直交叉的圆柱体或多边体单一轴向介质谐振器及其固定的介质支

10 撑架与空腔形成一个多模介质谐振结构，其中 X 轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器的 X 轴向尺寸大于等于 Y 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器垂直方向且与 X 轴向平行的尺寸；其中 Y 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 Y 轴尺寸大于等于 X 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器的垂直方向且与 Y 轴向平行的尺寸；或所述空腔内设置三个相互垂直交叉的圆柱体或多边体单一轴向介

15 质谐振器及其固定的介质支撑架与空腔形成一个多模介质谐振结构，其中 X 轴向的圆柱体或多边体介质谐振器的 X 轴向尺寸大于等于 Y 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器和 Z 轴向圆柱体或多边体介质谐振器的垂直方向且与 X 轴向平行的尺寸；其中 Y 轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器的 Y 轴向尺寸大于等于 X 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器和 Z 轴向圆柱体或多边体介质谐

20 振器的垂直方向且与 Y 轴向平行的尺寸；其中 Z 轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器的 Z 轴向尺寸大于等于 X 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器和 Y 轴向圆柱体或多边体介质谐振器的垂直方向且与 Z 轴向平行的尺寸，所述介质谐振结构为单一轴向介质谐振器、垂直交叉单一轴向介质谐振器或者三个相互垂直交叉的单一轴向介质谐振器时，在介质谐振器水平及垂直方向上切边、

25 开槽、切角，使其空腔内壁尺寸与三个轴向对应的介质谐振器尺寸变化或者水平、垂直方向的尺寸变化，改变基模及多个高次模频率及对应的多模数量

及 Q 值, 所述介质谐振结构为垂直交叉单一轴向介质谐振器或者三个相互垂直交叉的单一轴向介质谐振器时, 其中任意一个轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器小于另外一个或者二个轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器垂直方向且与轴向平行的尺寸时, 与其对应的基模及多个高次模的频率及对应的多模数量及 Q 值都会发生相应变化, 在保持基模频率不变时, 不同介电常数的介质谐振器与空腔、介质支撑架组成的高 Q 多模介质谐振结构, 基模及多个高次模频率对应的多模及 Q 值大小会发生变化, 不同介电常数的介质谐振器 Q 值变化不同, 同时高次模的频率也会发生变化, 所述空腔内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间, 其中 Q 值的大小变化随空腔内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 的变化关系为, Q 值大小与尺寸比值大小变化成正比或者 Q 值大小与尺寸比值大小变化成正比和 Q 值在一定的比值附近有较大变化, 不同频率对应的多模 Q 值在一定的比值附近的变化不同。

在本发明的一种优选实施方案中, 其中所述空腔内设置一个单一轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器及其固定的介质支撑架与空腔形成一个多模介质谐振结构, 介质谐振器端面中心与空腔对应内壁面中心位置接近或重合, 其介质谐振器水平及垂直方向尺寸切边、开槽、切角, 其空腔内壁尺寸与三个轴向对应的介质谐振器尺寸变化或者水平、垂直方向的尺寸变化, 会改变基模及多个高次模频率及对应的多模数量及 Q 值, 空腔内壁 X、Y、Z 轴尺寸变化时, 在保持至少一个所需频率不变时所述空腔内壁对应的介质谐振器 X、Y、Z 轴尺寸也会相应变化, 所述空腔内设置二个垂直交叉单一轴向圆柱体或多边体介质谐振器及其固定的介质支撑架与空腔形成一个多模介质谐振结构, 介质谐振器端面中心与空腔对应内壁面中心位置接近或重合, 其中 X 轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器 X 轴向尺寸大于等于 Y 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器垂直方向且与 X 轴向平行的尺寸; 其中 Y 轴的圆柱体或多边

体的介质谐振器的 Y 轴尺寸大于等于 X 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器的垂直方向且与 Y 轴向平行的尺寸；其介质谐振器水平及垂直方向上切边、开槽、切角，其空腔内壁尺寸与三个轴向对应的介质谐振器尺寸变化或者水平、垂直方向的尺寸变化，改变基模及多个高次模频率及对应的多模数量及 Q 值，

5 空腔内壁 X、Y、Z 轴尺寸变化时，在保持一个所需频率不变时所述空腔内壁对应的介质谐振器 X、Y、Z 轴尺寸也会相应变化，所述空腔内设置三个相互垂直交叉单一轴向的圆柱体或多边体介质谐振器及其固定的介质支撑架与空腔形成一个多模介质谐振结构，介质谐振器端面中心与空腔对应内壁面中心位置接近或重合，其中 X 轴向的圆柱体或多边体介质谐振器的 X 轴向尺寸大于

10 于等于 Y 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器和 Z 轴向圆柱体或多边体介质谐振器的垂直方向且与 X 轴向平行的尺寸；其中 Y 轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器的 Y 轴向尺寸大于等于 X 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器和 Z 轴向圆柱体或多边体介质谐振器的垂直方向且与 Y 轴向平行的尺寸；其中 Z 轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器的 Z 轴向尺寸大于 X 轴的圆柱体或多边体的

15 介质谐振器和 Y 轴向圆柱体或多边体介质谐振器的垂直方向且与 Z 轴向平行的尺寸；其介质谐振器水平及垂直方向上切边、开槽、切角，其空腔内壁尺寸与三个轴向对应的介质谐振器尺寸变化或者水平、垂直方向的尺寸变化，会改变基模及多个高次模频率及对应的多模数量及 Q 值，空腔内壁 X、Y、Z 轴尺寸变化时，在保持一个所需频率不变时所述空腔内壁对应的介质谐振器

20 X、Y、Z 轴尺寸也会相应变化，所述空腔内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间。

在本发明的一种优选实施方案中，其中单一轴向介质谐振结构或垂直交叉单一轴向介质谐振结构或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振结构，可以沿任意轴向、平面、斜面、对角进行通切槽或盲切槽，可以切成不同数量的小介质谐振块，通过介质或金属连接块把小介质谐振块固定组成介质谐振器，

25 也可以盲切使其各小介质相邻谐振块之间一体连接介质谐振器，通切槽及盲

切槽，槽宽越大，其对频率、Q 值、模数影响越大，槽宽越小对其频率及 Q 值、模数影响越小，连接块为金属时，组成的分体介质谐振器 Q 值会大幅下降，所述空腔内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间时，基模及高次模频率所对应的模数为 1-N, 基模及高次模不同频率对应的多模 Q 值会发生变化，不同介电常数的介质谐振器会影响其频率、Q 值、模数的变化，其中一个轴向介质谐振器与另外一个或者二个轴向介质谐振器或者三个轴向介质谐振器尺寸对应的腔体尺寸发生变化时，其对应的基模及多模数量、频率、Q 值也会发生相应变化。

在本发明的一种优选实施方案中，其中单一轴向介质谐振结构或垂直交叉单一轴向介质谐振结构或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振结构，在空腔内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间时，基模及多个高次模频率对应的多模及 Q 值大小会发生变化，不同介电常数的介质谐振器 Q 值变化不同，其中 Q 值的大小变化随空腔内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 的变化关系为，Q 值大小与尺寸比值大小变化成正比或者 Q 值大小与尺寸比值大小变化成正比和 Q 值在某几个具体比值附近有较大变化，不同频率对应的多模 Q 值在某几个具体比值附近的变化不同，其中一个轴向介质谐振器与另外一个或者二个轴向介质谐振器或者三个轴向介质谐振器尺寸对应的腔体尺寸发生变化时，其对应的基模 Q 值也会发生相应变化。

在本发明的一种优选实施方案中，其中单一轴向介质谐振结构或垂直交叉单一轴向介质谐振结构或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振结构，在空腔内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间时，其基模频率保持不变时，高次模频率与基模频率、及多个高次模频率之间的间隔会发生多次变化，不同介电常数的介质谐振器的频率间隔变化不同，其中一个轴向介质谐振器与另外一个或者二个轴向介

质谐振器或者三个轴向介质谐振器尺寸对应的腔体尺寸发生变化时，其对应的基模及多模频率间隔也会发生相应变化。

在本发明的一种优选实施方案中，其中单一轴向介质谐振结构或垂直交叉单一轴向介质谐振结构或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振结构，在空腔内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间时，在保持空腔尺寸及基模频率不变时，单一轴向介质谐振器三个轴向尺寸的水平垂直方向尺寸任意组合变化时，单一轴向介质谐振结构基模可以形成 1-3 个同频或频率接近的多模，多个不同频率的高次模形成多个同频率下的 1-N 个多模；垂直交叉双轴介质谐振结构和三轴交叉介质谐振结构基模可以形成 1-6 个同频或频率接近的多模，多个不同频率的高次模形成多个同频率下的 1-N 个多模，其中一个轴向介质谐振器与另外一个或者二个轴向介质谐振器或者三个轴向介质谐振器尺寸对应的腔体尺寸比值发生变化时，其对应的基模及多模数量也会发生相应变化。

在本发明的一种优选实施方案中，其中所述介质谐振器或/和空腔的棱边或尖角设置切边形成相邻耦合，空腔及介质谐振器切成三角体或者四边体，或者在空腔或者介质谐振器的棱边进行局部或者整边切除，空腔和介质谐振器同时切边或者单独切边，切边形成相邻耦合后频率及 Q 值会发生相应变化，相邻耦合也会影响其交叉耦合。

在本发明的一种优选实施方案中，其中单一轴向介质谐振器或垂直交叉单一轴向介质谐振器或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振器所对应空腔三面相交处的尖角位置进行切角或和空腔进行切角且封闭形成交叉耦合，且对应的频率及 Q 值也会相应发生变化，同时也会影响相邻耦合。

在本发明的一种优选实施方案中，其中该介质谐振器场强集中的位置至少设置有一个调谐装置。

在本发明的一种优选实施方案中，其中单一轴向介质谐振结构或垂直交叉单一轴向介质谐振结构或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振结构所对应

的空腔形状包括但不限于长方体、正方体、多边体，空腔内壁表面或内部区域局部可以设置内凹或凸起或切角或槽。

在本发明的一种优选实施方案中，其中空腔材料为金属或者非金属、金属及非金属表面电镀铜或者电镀银。

5 在本发明的一种优选实施方案中，其中单一轴向介质谐振器或垂直交叉单一轴向介质谐振器或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振器的横截面形状包括但不限于圆柱体、椭圆体、多边体。

在本发明的一种优选实施方案中，其中所述介质谐振器表面或内部区域局部可以设置内凹或凸起或切角或槽或棱边。

10 在本发明的一种优选实施方案中，其中单一轴向介质谐振器或垂直交叉单一轴向介质谐振器或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振器为实体或空心。

在本发明的一种优选实施方案中，其中介质谐振器材料为陶瓷、复合介质材料、介电常数大于 1 的介质材料。

15 在本发明的一种优选实施方案中，其中介质支撑架位于介质谐振器的端面、棱边、尖角或腔体的尖角处，置于介质谐振器与腔体之间，所述介质谐振器由介质支撑架支撑于该腔体内，介质支撑架安装于介质谐振器不同位置时，其对应的基模及多模数量、频率、Q 值也会发生相应变化，连接块可以连接任意二个或二个以上相邻小介质谐振块，连接块位于小介质谐振块任意
20 位置，固定不同数量的小介质谐振块，组成介质谐振器，连接块位于介质谐振器不同位置时，其对应的基模及多模数量、频率、Q 值也会发生相应变化，在空腔内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间时，基模及高次模的 Q 值大小发生多次变化，其中一个轴向介质谐振器与另外一个或者二个轴向介质谐振器或者三个轴向介
25 质谐振器尺寸对应的腔体尺寸发生变化时，其对应的基模及多个高次模频率及对应的多模数量及 Q 值也会发生相应变化。

在本发明的一种优选实施方案中，其中介质支撑架和所述介质谐振器或空腔组合形成一体式结构或分体式结构。

在本发明的一种优选实施方案中，其中单一轴向介质谐振器或垂直交叉单一轴向介质谐振器或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振器的介质支撑架
5 由介质材料制成，介质支撑架的材料为空气、塑料或陶瓷、复合介质材料，连接块可以为介质或金属材料。

在本发明的一种优选实施方案中，其中所述介质支撑架采用压接、粘接、拼接、焊接、对扣或螺钉连接的方式与介质谐振器及空腔连接，介质支撑架连接在单一轴向介质谐振器或垂直交叉单一轴向介质谐振器或三个相互垂直
10 交叉单一轴向介质谐振器的其中一个端面或者多个端面，所述介质或金属连接块采用压接、粘接、拼接、焊接、对扣或螺钉连接的方式对切割后的小介质谐振块进行固定，连接块连接多个任意形状小介质谐振块形成介质谐振器。

在本发明的一种优选实施方案中，其中介质支撑架安装在介质谐振器和空腔的内壁对应的任意位置并且匹配介质谐振器和空腔任意形状并连接固
15 定，介质支撑架包括两面平行的实体或中间贯通的结构，且介质谐振器同一端面或不同端面、棱边、尖角的介质支撑架数量为一个或者为多个不同组合，不同数量的介质支撑架其对应的频率、模数及 Q 值也会不同，在空腔内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间时，基模及高次模的 Q 值大小会发生多次变化，连接块为任意
20 形状并且匹配安装在二个或多个相邻小介质谐振块之间，使其多个小介质谐振块连接固定形成分体介质谐振器，连接块包括实体或中间贯通的结构，且连接谐振块同一端面或不同端面、棱边、尖角的连接块数量为一个或者为多个不同组合，不同数量的连接块对应的频率、模数及 Q 值也会不同，在空腔内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸
25 之比为 1.01-4.5 之间时，基模及高次模的 Q 值大小会发生多次变化，其中一个轴向介质谐振器与另外一个或者二个轴向介质谐振器或者三个轴向介质谐

振器尺寸对应的腔体尺寸比值发生变化时，其对应的基模及多个高次模频率及对应的多模数量及 Q 值也会发生相应变化。

在本发明的一种优选实施方案中，其中单一轴向介质谐振器或垂直交叉单一轴向介质谐振器或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振器的介质支撑架
5 及空腔的内壁之间设置有助于消除应力的弹性簧片或弹性介质材料。

在本发明的一种优选实施方案中，其中介质谐振器的介质支撑架与空腔的内壁接触形成导热。

本发明实施例还公开了一种高 Q 多模介质谐振结构的介质滤波器，其中，单一轴向介质高 Q 多模介质谐振结构、垂直交叉双轴高 Q 多模介质谐振
10 结构或者垂直三轴高 Q 多模介质谐振结构，可以组成 1-N 个不同频率的单通带滤波器，不同频率的单通带滤波器组成多通带滤波器、双工器或多工器的任意组合，所对应的高 Q 多模介质谐振结构还可以与金属或介质的单模谐振空腔、双模谐振空腔和三模谐振空腔进行不同形式的任意排列组合，形成所需要的不同尺寸的多个单通带或多通带滤波器或双工器或多工器或任意组
15 合。

在本发明的一种优选实施方案中，其中单一轴向介质高 Q 多模介质谐振结构、垂直交叉双轴高 Q 多模介质谐振结构或者垂直三轴高 Q 多模介质谐振结构所对应的空腔与金属谐振器单模或多模空腔、介质谐振器单模或多模空腔可以进行任意相邻耦合或交叉耦合的组合。

20 本发明实施例的有益效果是：本发明实施例能够解决滤波器小体积、低插损、高抑制的方案，且能形成多模，Q 值大于传统介质多模技术。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或相关技术中的技术方案，下面将对实施例或相关技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍，显而易见地，
25 下面描述中的附图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。

图 1 为本发明单一轴向介质谐振结构示意图；

图 2 为本发明二个单一轴向谐振结构互为垂直交叉双轴谐振结构示意图；

5 图 3 为本发明三个单一轴向谐振结构互为垂直交叉的三轴谐振结构示意图；

图 4 为本发明介质支撑架设置在介质谐振器的端面的结构示意图

图 5 为本发明介质支撑架设置在空腔棱边的结构示意图；

图 6 为本发明介质支撑架设置在空腔尖角的结构示意图；

10 图 7 为本发明介质谐振器的端面挖槽的结构示意图；

图 8 为本发明另一种三个单一轴向谐振结构互为垂直交叉的三轴谐振结构示意图。

图中：1-空腔；2-介质支撑架；3-圆柱体或多边体的介质谐振器；4-开槽。

15

具体实施方式

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。基于
20 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。

在本发明的描述中，需要理解的是，术语“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图
25 所示的方位或位置关系，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。

此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，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”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
5 本发明的描述中，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。

本发明实施例公开了一种高 Q 多模介质谐振结构，包括空腔 1、介质支撑架 2、介质谐振器 3 和盖板；空腔 1 为密封的空间构成，其中空腔 1 的一个面为盖板面；所述介质谐振器 3 由介质构成；介质谐振器 3 安装在空腔 1
10 中，不与空腔 1 内壁接触；介质支撑架 2 安装在介质谐振器 3 和空腔 1 的内壁之间的任意位置并且匹配介质谐振器 3 和空腔 1 任意形状并连接固定。其中介质谐振器 3 包括有一体介质谐振器 3 或者通过分切成多个小介质谐振块并由连接块固定组成的分体介质谐振器 3。其中，所述空腔 1 内设置一个单一轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 及其固定的介质支撑架 2 与空腔 1
15 形成一个多模介质谐振结构；或所述空腔 1 内设置二个垂直交叉的圆柱体或多边体单一轴向介质谐振器 3 及其固定的介质支撑架 2 与空腔 1 形成一个多模介质谐振结构，其中 X 轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的 X 轴向尺寸大于等于 Y 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 垂直方向且与 X 轴向平行的尺寸；其中 Y 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 Y 轴尺寸大于等于 X 轴的
20 圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的垂直方向且与 Y 轴向平行的尺寸；或所述空腔 1 内设置三个相互垂直交叉的圆柱体或多边体单一轴向介质谐振器 3 及其固定的介质支撑架 2 与空腔 1 形成一个多模介质谐振结构，其中 X 轴向的圆柱体或多边体介质谐振器 3 的 X 轴向尺寸大于等于 Y 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 和 Z 轴向圆柱体或多边体介质谐振器 3 的垂直方向且与 X 轴
25 向平行的尺寸；其中 Y 轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的 Y 轴向尺寸

大于等于 X 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 和 Z 轴向圆柱体或多边体介质谐振器 3 的垂直方向且与 Y 轴向平行的尺寸；其中 Z 轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的 Z 轴向尺寸大于等于 X 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 和 Y 轴向圆柱体或多边体介质谐振器 3 的垂直方向且与 Z 轴向平行的尺寸，所述介质谐振结构为单一轴向介质谐振器 3、垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 或者三个相互垂直交叉的单一轴向介质谐振器 3 时，在介质谐振器 3 水平及垂直方向上切边、开槽、切角，使其空腔 1 内壁尺寸与三个轴向对应的介质谐振器 3 尺寸变化或者水平、垂直方向的尺寸变化，改变基模及多个高次模频率及对应的多模数量及 Q 值，所述介质谐振结构为垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 或者三个相互垂直交叉的单一轴向介质谐振器 3 时，其中任意一个轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 小于另外一个或者二个轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 垂直方向且与轴向平行的尺寸时，与其对应的基模及多个高次模的频率及对应的多模数量及 Q 值都会发生相应变化，在保持基模频率不变时，不同介电常数的介质谐振器 3 与空腔 1、介质支撑架 2 组成的高 Q 多模介质谐振结构，基模及多个高次模频率对应的多模及 Q 值大小会发生变化，不同介电常数的介质谐振器 3 Q 值变化不同，同时高次模的频率也会发生变化，所述空腔 1 内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器 3 的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间，其中 Q 值的大小变化随空腔 1 内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器 3 的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 的变化关系为，Q 值大小与尺寸比值大小变化成正比或者 Q 值大小与尺寸比值大小变化成正比和 Q 值在一定的比值附近有较大变化，不同频率对应的多模 Q 值在一定的比值附近的变化不同。

其中，空腔 1 内设置一个单一轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 及其固定的介质支撑架 2 与空腔 1 形成一个多模介质谐振结构，介质谐振器 3 端面中心与空腔 1 对应内壁面中心位置接近或重合，其介质谐振器 3 水平及垂直方向尺寸切边、开槽、切角，其空腔 1 内壁尺寸与三个轴向对应的介质

谐振器 3 尺寸变化或者水平、垂直方向的尺寸变化，会改变基模及多个高次模频率及对应的多模数量及 Q 值，空腔 1 内壁 X、Y、Z 轴尺寸变化时，在保持至少一个所需频率不变时所述空腔 1 内壁对应的介质谐振器 3X、Y、Z 轴尺寸也会相应变化，所述空腔 1 内设置二个重直交叉单一轴向圆柱体或多边体介质谐振器 3 及其固定的介质支撑架 2 与空腔 1 形成一个多模介质谐振结构，介质谐振器 3 端面中心与空腔 1 对应内壁面中心位置接近或重合，其中 X 轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器 3X 轴向尺寸大于等于 Y 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 垂直方向且与 X 轴向平行的尺寸；其中 Y 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的 Y 轴尺寸大于等于 X 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的垂直方向且与 Y 轴向平行的尺寸；其介质谐振器 3 水平及垂直方向上切边、开槽、切角，其空腔 1 内壁尺寸与三个轴向对应的介质谐振器 3 尺寸变化或者水平、垂直方向的尺寸变化，改变基模及多个高次模频率及对应的多模数量及 Q 值，空腔 1 内壁 X、Y、Z 轴尺寸变化时，在保持一个所需频率不变时所述空腔 1 内壁对应的介质谐振器 3X、Y、Z 轴尺寸也会相应变化，所述空腔 1 内设置三个相互重直交叉单一轴向的圆柱体或多边体介质谐振器 3 及其固定的介质支撑架 2 与空腔 1 形成一个多模介质谐振结构，介质谐振器 3 端面中心与空腔 1 对应内壁面中心位置接近或重合，其中 X 轴向的圆柱体或多边体介质谐振器 3 的 X 轴向尺寸大于等于 Y 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 和 Z 轴向圆柱体或多边体介质谐振器 3 的垂直方向且与 X 轴向平行的尺寸；其中 Y 轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的 Y 轴向尺寸大于等于 X 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 和 Z 轴向圆柱体或多边体介质谐振器 3 的垂直方向且与 Y 轴向平行的尺寸；其中 Z 轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的 Z 轴向尺寸大于 X 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 和 Y 轴向圆柱体或多边体介质谐振器 3 的垂直方向且与 Z 轴向平行的尺寸；其介质谐振器 3 水平及垂直方向上切边、开槽、切角，其空腔 1 内壁尺寸与三个轴向对应的介质谐振器 3 尺寸变化或者水平、垂直方向的尺寸变化，会

改变基模及多个高次模频率及对应的多模数量及 Q 值，空腔 1 内壁 X、Y、Z 轴尺寸变化时，在保持一个所需频率不变时所述空腔 1 内壁对应的介质谐振器 3X、Y、Z 轴尺寸也会相应变化，所述空腔 1 内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器 3 的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间。

5 其中，单一轴向介质谐振结构或垂直交叉单一轴向介质谐振结构或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振结构，可以沿任意轴向、平面、斜面、对角进行通切槽或盲切槽，可以切成不同数量的小介质谐振块，通过介质或金属连接块把小介质谐振块固定组成介质谐振器 3，也可以盲切使其各小介质相邻谐振块之间一体连接介质谐振器 3，通切槽及盲切槽，槽宽越大，其对频率、Q 值、模数影响越大，槽宽越小对其频率及 Q 值、模数影响越小，连接
10 块为金属时，组成的分体介质谐振器 3Q 值会大幅下降，所述空腔 1 内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器 3 的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间时，基模及高次模频率所对应的模数为 1-N，基模及高次模不同频率对应的多模 Q 值会发生变化，不同介电常数的介质谐振器 3 会影响其
15 频率、Q 值、模数的变化，其中一个轴向介质谐振器 3 与另外一个或者二个轴向介质谐振器 3 或者三个轴向介质谐振器 3 尺寸对应的腔体尺寸发生变化时，其对应的基模及多模数量、频率、Q 值也会发生相应变化。

其中，单一轴向介质谐振结构或垂直交叉单一轴向介质谐振结构或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振结构，在空腔 1 内壁尺寸与其三个轴向对应的
20 的介质谐振器 3 的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间时，基模及多个高次模频率对应的多模及 Q 值大小会发生变化，不同介电常数的介质谐振器 3Q 值变化不同，其中 Q 值的大小变化随空腔 1 内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器 3 的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 的变化关系为，Q 值大小与尺寸比值大小变化成正比或者 Q 值大小与尺寸比
25 值大小变化成正比和 Q 值在某几个具体比值附近有较大变化，不同频率对应

的多模 Q 值在某几个具体比值附近的变化不同，其中一个轴向介质谐振器 3 与另外一个或者二个轴向介质谐振器 3 或者三个轴向介质谐振器 3 尺寸对应的腔体尺寸发生变化时，其对应的基模 Q 值也会发生相应变化。

其中，单一轴向介质谐振结构或垂直交叉单一轴向介质谐振结构或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振结构，在空腔 1 内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器 3 的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间时，其基模频率保持不变时，高次模频率与基模频率、及多个高次模频率之间的间隔会发生多次变化，不同介电常数的介质谐振器 3 的频率间隔变化不同，其中一个轴向介质谐振器 3 与另外一个或者二个轴向介质谐振器 3 或者三个轴向介质谐振器 3 尺寸对应的腔体尺寸发生变化时，其对应的基模及多模频率间隔也会发生相应变化。

其中，单一轴向介质谐振结构或垂直交叉单一轴向介质谐振结构或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振结构，在空腔 1 内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器 3 的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间时，在保持空腔 1 尺寸及基模频率不变时，单一轴向介质谐振器 3 三个轴向尺寸的水平垂直方向尺寸任意组合变化时，单一轴向介质谐振结构基模可以形成 1-3 个同频或频率接近的多模，多个不同频率的高次模形成多个同频率下的 1-N 个多模；垂直交叉双轴介质谐振结构和三轴交叉介质谐振结构基模可以形成 1-6 个同频或频率接近的多模，多个不同频率的高次模形成多个同频率下的 1-N 个多模，其中一个轴向介质谐振器 3 与另外一个或者二个轴向介质谐振器 3 或者三个轴向介质谐振器 3 尺寸对应的腔体尺寸比值发生变化时，其对应的基模及多模数量也会发生相应变化。

其中，介质谐振器 3 或/和空腔 1 的棱边或尖角设置切边形成相邻耦合，空腔 1 及介质谐振器 3 切成三角体或者四边体，或者在空腔 1 或者介质谐振器 3 的棱边进行局部或者整边切除，空腔 1 和介质谐振器 3 同时切边或者单

独切边，切边形成相邻耦合后频率及 Q 值会发生相应变化，相邻耦合也会影响其交叉耦合。

其中，单一轴向介质谐振器 3 或垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 所对应空腔 1 三面相交处的尖角位置进行切角或和空腔 1 进行切角且封闭形成交叉耦合，且对应的频率及 Q 值也会相应发生变化，同时也会影响相邻耦合。

也就是说，介质谐振器或/和空腔 1 的棱边或尖角设置切边形成相邻耦合，空腔 1 切边后需保持密封，空腔 1 及介质谐振器可以切成三角体或者四边体，可以在空腔 1 或者介质谐振器的棱边进行局部或者整边切除，空腔 1 和介质谐振器可以同时切边也可以单独切边，但结构上不能干涉，切边后频率及 Q 值会发生相应变化。

单一轴向高 Q 多模介质谐振结构、垂直交叉双轴高 Q 多模介质谐振结构或者三轴交叉高 Q 多模介质谐振结构中，相邻基模之间的耦合数量和位置由介质谐振器轴向相邻的棱边和对角棱边或者平行的棱边通过切角来实现耦合，还可以通过在介质及空腔 1 同时切角来实现相邻耦合，耦合系数强弱由单棱边或者双棱边确定，相邻耦合调节装置可以安装在棱边切角对应的空腔 1 上，在尺寸完全保证的前提下，也可以不需要安装耦合调节装置，单独对基模之间的耦合调节时，对相邻高次模之间的耦合影响较小；单独对相邻高次模之间的耦合调节时，对基模之间的耦合影响较小。相邻基模耦合之间的耦合量的大小可以通过在介质谐振器的棱边或者空腔 1 棱边上进行切边，可以在棱边上进行整体切边也可以进行局边切边，还可以在介质谐振器或者空腔 1 相邻二个面正 45 度角切边也可以在不同角度进行切边，在切边处安装调节装置进行垂直耦合调节。

单一轴向高 Q 多模介质谐振结构、垂直交叉双轴高 Q 多模介质谐振结构或者三轴交叉高 Q 多模介质谐振结构进行相邻耦合时，通过其轴向磁场方向

平行相叉，调整相邻耦合之间的窗口尺寸及形状可以改变其耦合强弱。

单边棱边切角也会对交叉耦合的零点造成影响，可以减小单一棱边耦合强弱，增加对角棱边的相邻耦合，减少零点的影响。

高 Q 多模介质谐振结构的会形成基模及相邻高次模的相邻耦合、交叉耦合及输入输出耦合。相邻耦合通过高 Q 多模介质谐振结构中的介质谐振器和空腔 1 的棱边进行切边，切边大小与介质支撑架 2 的位置、面积都会影响相邻耦合的强弱，交叉耦合通过高 Q 多模介质谐振结构中的介质谐振器和空腔 1 的尖角或者棱边进行切边，切边大小与介质支撑架 2 的位置、面积都会影响交叉耦合强弱；输入输出耦合在高 Q 多模介质谐振结构中通过耦合线或者耦合片与空腔 1 内壁连接，把高 Q 多模介质谐振结构中的耦合信号引入到输入输出连接器进行连接，耦合强弱可以通过改变耦合线或者耦片的尺寸进行调整。单独对基模之间的耦合调节时，对相邻高次模之间的耦合影响较小；单独对相邻高次模之间的耦合调节时，对基模之间的耦合影响较小。

单一轴向高 Q 多模介质谐振结构、垂直交叉双轴高 Q 多模介质谐振结构或者三轴交叉高 Q 多模介质谐振结构中，交叉耦合的数量与相邻基模之间的耦合数量，当基模为三个简并多模时，可以通过在介质谐振器三面相交处的尖角进行切角来形成一个容性或者感性的交叉耦合，可以根据需要在介质谐振器使用一个单一切角也可以在二个对角进行切角形成交叉耦合，还可以在空腔 1 三面相交处的尖角位置进行切角或者介质谐振器及空腔 1 同时进行切角来设置交叉耦合。

单一轴向高 Q 多模介质谐振结构、垂直交叉双轴高 Q 多模介质谐振结构或者三轴交叉高 Q 多模介质谐振结构与空腔 1 单模进行组合时，也可以通过相邻空腔 1 耦合形成一个寄生的耦合零点，通过调整相邻耦合之间的窗口尺寸大小，还改变零点位置。

单一轴向高 Q 多模介质谐振结构、垂直交叉双轴高 Q 多模介质谐振结构

或者三轴交叉高 Q 多模介质谐振结构与其相邻的单一、垂直交叉的双轴及三轴交叉谐振结构进行组合时，最多可以形成容性或者感性的多个交叉耦合零点，与基模及相邻高次模形成的 L+N 模谐振相关。

其中，该介质谐振器 3 场强集中的位置至少设置有一个调谐装置。调谐装置安装于空腔 1 任意面。在上述各实施例的基础上，作为另一种优选的实施方式，高 Q 多模介质谐振结构的谐振频率可以通过在一个模式场强集中的地方进行调谐，单一轴向高 Q 多模介质谐振结构、垂直交叉双轴高 Q 多模介质谐振结构及三轴垂直高 Q 多模介质谐振结构，可以在场强集中的位置或附近增加频率调谐装置，在同频或者不同频 L+N 模时，有 L 个基模频率调谐装置或 L+N 个模调谐装置，同一个轴向面可以有多个调谐装置来进行调谐。单独对基模谐振频率调谐时，对相邻高次模的频率影响较小；单独对相邻高次模谐振频率调谐时，对基模频率也影响较小。

特殊垂直交叉双轴结构，基模为三模，高次模为三模情况的电磁场，任何单独添加各个面的螺杆，都只能单独影响基模频率，无法影响高次模频率。

其中，单一轴向介质谐振结构或垂直交叉单一轴向介质谐振结构或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振结构所对应的空腔 1 形状包括但不限于长方体、正方体、多边形，空腔 1 内壁表面或内部区域局部可以设置内凹或凸起或切角或槽。

其中，空腔 1 材料为金属或者非金属、金属及非金属表面电镀铜或者电镀银。

其中，单一轴向介质谐振器 3 或垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 的横截面形状包括但不限于圆柱体、椭圆体、多边形。高 Q 多模介质谐振结构中的介质谐振器形状包括但不限于圆柱体、椭圆体、多边形，介质谐振器设置于空腔 1 的中心位置靠近及重合，

与介质支撑架 2 固定连接。

在单一轴向高 Q 多模介质谐振结构、垂直交叉的双轴的高 Q 多模介质谐振结构、三轴交叉高 Q 多模介质谐振结构中的介质谐振器形状为圆柱体时，空腔 1 内壁尺寸与圆柱体介质谐振器某一截面直径尺寸比值为 K，空腔 1 内壁尺寸与介质谐振器中某一截面垂直的一个轴向尺寸比值为 M；当介质谐振器形状为椭圆形时，空腔 1 内壁尺寸与椭圆体介质谐振器等效直径尺寸比值为 K，当介质谐振器形状为多边形时，空腔 1 内壁尺寸与多边形对应的二个等效直线距离最远处角之间的尺寸比值为 K，多边形特定形状为立方体时，空腔 1 内壁尺寸与多立方体边长尺寸比值为 K，空腔 1 内壁尺寸与介质谐振器某一截面垂直的轴向尺寸比值为 M。

当高 Q 多模单一轴向谐振结构中的介质谐振器为圆柱体或椭圆体时，空腔 1 及介质谐振器在不同 K 值及 M 值的组合下，基模与相邻的相邻高次模形成不同频的 L+N 个模谐振；当基模与相邻高次模频率接近时组成同频的 L 个模谐振；当高 Q 多模单一轴向谐振结构中的介质谐振器为多边形时，边数越少时，基模及相邻高次模可以形成 L 个简并模及 N 个相邻高次模；当多边形边数越多，其基模及相邻高次模的谐振模式变化规律与圆柱体及椭圆体的谐振模式变化规律相近；

当高 Q 多模垂直交叉双轴谐振结构中的介质谐振器为圆柱体或椭圆体时，空腔 1 及垂直交叉双轴谐振器在不同 K 值及 M 值的组合下，基模及相邻相邻高次模形成不同频的 L+N 个模谐振，基模与相邻高次模的频率在 K 值及 M 值为一定组合下重合，并形成同频的 L 个模谐振；当垂直交叉双轴谐振器为多边形时，空腔 1 及垂直交叉双轴谐振器在不同 K 值及 M 值的组合下基模及相邻高次模为 L+N 个模谐振；高 Q 多模垂直交叉双轴谐振结构中的介质谐振器为多边形时，且边数越多时，高 Q 多模介质谐振结构中介质谐振器接近为圆柱体时，同频及不同频基模及相邻高次模与圆柱或椭圆体的模数变化规

律相近。高 Q 多模介质谐振结构中介质谐振器边数越少时，介质谐振器接近为立方体，基模及相邻高次模可以形成不同频的 L 个简并模及 N 个相邻高次模或者同频的 L 个基模。

当高 Q 多模三轴交叉谐振结构中的介质谐振器为圆柱体或椭圆体时，在不同 K 值及 M 值的组合下，基模及相邻高次模形成不同频的 L+N 个模谐振，基模与相邻高次模的频率在 K 值及 M 值为一定组合下重合，并形成同频的 L 个模谐振，且相邻的高次模为不同频率的 N 个模谐振；高 Q 多模三轴交叉谐振结构中的介质谐振器为多边形时，且边数越多时，高 Q 多模介质谐振结构中介质谐振器接近为圆柱体或椭圆体时，同频及不同频基模及相邻高次模与圆柱或椭圆体的模数变化规律相近。高 Q 多模介质谐振结构中介质谐振器边数越少时，介质谐振器接近为立方体，基模及相邻高次模可以形成不同频的 L 个简并模及 N 个相邻高次模或者同频的 L 个基模。

在空腔 1 体积不变时，高 Q 多模介质谐振结构中的介质谐振器同一轴向的任意一个或者二个尺寸加大时，频率随之降低；同一轴向尺寸减小时，频率随之升高；介质支撑架 2 在介质谐振器固定的面积越大，频率降低越多，接触的面越小，频率降低越少，介质支撑架 2 安装在介质谐振器截面与空腔 1 内壁时，频率降幅影响最大，介质支撑架 2 安装在介质谐振器的任意二个相邻面的棱边时，频率影响适中；介质支撑架 2 安装在空腔 1 内壁相邻面形成的尖角与对应介质谐振器相邻面形成的尖角位置连接固定时，对频率影响最小。

当基模与相邻高次模频率相隔较近时，在保持基模频率不变时，可以通过改变介质支撑架 2 的位置、尺寸、形状、介电常数、数量的组合来调整基模与相邻高次模的频率间隔，但会影响一定的 Q 值及耦合。

其中，所述介质谐振器 3 表面或内部区域局部可以设置内凹或凸起或切角或槽或棱边。

其中，单一轴向介质谐振器 3 或垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 为实体或空心。

其中，介质谐振器 3 材料为陶瓷、复合介质材料、介电常数大于 1 的介质材料。

- 5 其中，介质支撑架 2 位于介质谐振器 3 的端面、棱边、尖角或腔体的尖角处，置于介质谐振器 3 与腔体之间，所述介质谐振器 3 由介质支撑架 2 支撑于该腔体内，介质支撑架 2 安装于介质谐振器 3 不同位置时，其对应的基模及多模数量、频率、Q 值也会发生相应变化，连接块可以连接任意二个或二个以上相邻小介质谐振块，连接块位于小介质谐振块任意位置，固定不同
- 10 数量的小介质谐振块，组成介质谐振器 3，连接块位于介质谐振器 3 不同位置时，其对应的基模及多模数量、频率、Q 值也会发生相应变化，在空腔 1 内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器 3 的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间时，基模及高次模的 Q 值大小发生多次变化，其中一个轴向介质谐振器 3 与另外一个或者二个轴向介质谐振器 3 或者三个轴向介
- 15 质谐振器 3 尺寸对应的腔体尺寸发生变化时，其对应的基模及多个高次模频率及对应的多模数量及 Q 值也会发生相应变化。

其中，介质支撑架 2 和所述介质谐振器 3 或空腔 1 组合形成一体式结构或分体式结构。

- 20 其中，单一轴向介质谐振器 3 或垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 的介质支撑架 2 由介质材料制成，介质支撑架 2 的材料为空气、塑料或陶瓷、复合介质材料，连接块可以为介质或金属材料。

- 25 其中，所述介质支撑架 2 采用压接、粘接、拼接、焊接、对扣或螺钉连接的方式与介质谐振器 3 及空腔 1 连接，介质支撑架 2 连接在单一轴向介质谐振器 3 或垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 或三个相互垂直交叉单一轴向介

质谐振器 3 的其中一个端面或者多个端面, 所述介质或金属连接块采用压接、粘接、拼接、焊接、对扣或螺钉连接的方式对切割后的小介质谐振块进行固定, 连接块连接多个任意形状小介质谐振块形成介质谐振器 3。

其中, 介质支撑架 2 安装在介质谐振器 3 和空腔 1 的内壁对应的任意位置并且匹配介质谐振器 3 和空腔 1 任意形状并连接固定, 介质支撑架 2 包括两面平行的实体或中间贯通的结构, 且介质谐振器 3 同一端面或不同端面、棱边、尖角的介质支撑架 2 数量为一个或者为多个不同组合, 不同数量的介质支撑架 2 其对应的频率、模数及 Q 值也会不同, 在空腔 1 内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器 3 的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间时, 基模及高次模的 Q 值大小会发生多次变化, 连接块为任意形状并且匹配安装在二个或多个相邻小介质谐振块之间, 使其多个小介质谐振块连接固定形成分体介质谐振器 3, 连接块包括实体或中间贯通的结构, 且连接谐振块同一端面或不同端面、棱边、尖角的连接块数量为一个或者为多个不同组合, 不同数量的连接块对应的频率、模数及 Q 值也会不同, 在空腔 1 内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器 3 的尺寸之比或水平、垂直方向尺寸之比为 1.01-4.5 之间时, 基模及高次模的 Q 值大小会发生多次变化, 其中一个轴向介质谐振器 3 与另外一个或者二个轴向介质谐振器 3 或者三个轴向介质谐振器 3 尺寸对应的腔体尺寸比值发生变化时, 其对应的基模及多个高次模频率及对应的多模数量及 Q 值也会发生相应变化。

其中, 单一轴向介质谐振器 3 或垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 的介质支撑架 2 及空腔 1 的内壁之间设置有助于消除应力的弹性簧片或弹性介质材料。

其中, 介质谐振器 3 的介质支撑架 2 与空腔 1 的内壁接触形成导热。

本发明还公开了一种高 Q 多模介质谐振结构的介质滤波器, 其中, 单一轴向介质高 Q 多模介质谐振结构、垂直交叉双轴高 Q 多模介质谐振结构或者

垂直三轴高 Q 多模介质谐振结构，可以组成 1-N 个不同频率的单通带滤波器，不同频率的单通带滤波器组成多通带滤波器、双工器或多工器的任意组合，所对应的高 Q 多模介质谐振结构还可以与金属或介质的单模谐振空腔 1、双模谐振空腔 1 和三模谐振空腔 1 进行不同形式的任意排列组合，形成所需要的不同尺寸的多个单通带或多通带滤波器或双工器或多工器或任意组合。

其中，单一轴向介质高 Q 多模介质谐振结构、垂直交叉双轴高 Q 多模介质谐振结构或者垂直三轴高 Q 多模介质谐振结构所对应的空腔 1 与金属谐振器单模或多模空腔 1、介质谐振器 3 单模或多模空腔 1 可以进行任意相邻耦合或交叉耦合的组合。

以下将结合附图 1 至图 8 和实验数据进行详细说明。

如图 1 至图 3 所示，为根据本发明实施例提供的一种高 Q 多模介质谐振结构，包括空腔 1、介质支撑架 2、介质谐振器和盖板；空腔 1 为密封的空间构成，其中空腔 1 的一个面为盖板面；介质谐振器由介质构成；介质谐振器安装在空腔中，不与空腔内壁接触；介质支撑架 2 安装在介质谐振器和空腔的内壁对应的任意位置并且匹配介质谐振器和空腔 1 任意形状并连接固定，

空腔 1 内设置一个圆柱体或多边体的介质谐振器 3 及其固定的介质支撑架 2 与空腔形成一个多模介质谐振结构，如附图 1 所示。介质多模谐振结构在一定的尺寸数值范围内能够实现基模的单模、双模和三模，即在介质谐振器 3 水平及垂直方向上切边、开槽、切角，使其空腔 1 内壁尺寸与三个轴向对应的介质谐振器 3 尺寸变化或者水平、垂直方向的尺寸变化，改变基模及多个高次模频率及对应的多模数量及 Q 值，如例 1/2/3：

例 1：空腔 1 为正方体，边长 30mm，介质谐振器 3 为单一轴向圆柱体，介电常数 43， $Q \cdot F$ 为 43000，直径为 27.1mm，高 26mm，介质支撑架 2 为环体，介电常数 9.8， $Q \cdot F$ 为 100000，外径 27.1mm，内径 26.5mm，高

2mm, 介质谐振器 3 由 2 个介质支撑架正对支撑, 设置于空腔 1 内, 通过本征模计算得出该尺寸组合能够实现单一轴向介质谐振器的基模为单模特性, 仿真结果如下:

Eigenmode	Frequency(MHz)	Q
Mode1	1881.4	12548.9
Mode2	1887.2	8307.2
Mode3	1897.1	8357.4

其中, Mode1 为基模, Mode2 和 Mode3 为高次模。

- 5 例 2: 在例 1 的结构上改变相应的结构尺寸如下: 空腔 1 为正方体, 边长 32mm, 介质谐振器 3 为单一轴向圆柱体, 介电常数 43, $Q \cdot F$ 为 43000, 直径为 24.4mm, 高 28mm, 介质支撑架 2 为圆环体, 介电常数 9.8, $Q \cdot F$ 为 100000, 外径 24.4mm, 内径 23.8mm, 高 2mm, 介质谐振器 3 由 2 个介质支撑架正对支撑, 设置于空腔 1 内, 通过本征模计算得出该尺寸组合能够实现
- 10 单一轴向介质谐振器的基模为双模特性, 仿真结果如下:

Eigenmode	Frequency(MHz)	Q
Mode1	1883.4	10462.1
Mode2	1883.1	10461.9
Mode3	1905.3	10904.8

其中, Mode1 和 Mode2 为基模, Mode3 为高次模。

例 3: 在例 1 和例 2 的结构上改变相应的结构尺寸如下: 空腔 1 为正方体, 边长 35mm, 介质谐振器 3 为单一轴向圆柱体, 介电常数 43, $Q \cdot F$ 为 43000, 直径为 24mm, 高 24mm, 介质支撑架 2 为圆环体, 介电常数 9.8,

$Q \cdot F$ 为 100000，外径 24mm，内径 23.4mm，高 5.5mm，介质谐振器 3 由 1 个介质支撑架正对支撑，设置于空腔 1 内，通过本征模计算得出该尺寸组合能够实现单一轴向介质谐振器的基模为三模特性，仿真结果如下：

Eigenmode	Frequency(MHz)	Q
Mode1	1882.4	13966.1
Mode2	1884.1	13906.8
Mode3	1884.2	13905.9
Mode4	2240.1	22612.1

其中，Mode1、Mode2 和 Mode3 为基模， Mode4 为高次模。

- 5 空腔 1 内设置二个垂直交叉的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 及其固定的介质支撑架 2 与空腔 1 形成一个多模介质谐振结构，其中 X 轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的 X 轴向尺寸大于 Y 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 垂直方向且与 X 轴向平行的尺寸；其中 Y 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的 Y 轴尺寸大于 X 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的垂直方向
- 10 且与 Y 轴向平行的尺寸，如附图 2 所示。所述介质多模谐振结构能够实现基模的单模、双模和三模，即在介质谐振器 3 水平及垂直方向上切边、开槽、切角，使其空腔 1 内壁尺寸与三个轴向对应的介质谐振器 3 尺寸变化或者水平、垂直方向的尺寸变化，改变基模及多个高次模频率及对应的多模数量及 Q 值，如例 4/5/6；

- 15 例 4：空腔 1 为正方体，边长 35mm，介质谐振器 3 为重直交叉单一轴向介质谐振器，介电常数 43， $Q \cdot F$ 为 43000，直径为 17.5mm，高 31mm，介质支撑架 2 为圆环体，介电常数 9.8， $Q \cdot F$ 为 100000，外径 17.5mm，内径 17.1mm，高 2mm，介质谐振器 3 由 1 个介质支撑架支撑，设置于空腔 1 内，

通过本征模计算得出该尺寸组合能够实现重直交叉单一轴向介质谐振器的基模为单模特性，仿真结果如下：

Eigenmode	Frequency(MHz)	Q
Mode1	1878.5	12506.6
Mode2	1973.3	14570.8
Mode3	2005.7	15571.4

其中，Mode1 为基模，Mode2 和 Mode3 为高次模。

- 5 例 5：在例 4 的结构上改变相应的结构尺寸如下：空腔 1 为正方体，边长 45mm，介质谐振器 3 为重直交叉单一轴向介质谐振器，介电常数 43， $Q \cdot F$ 为 43000，直径为 13.7mm，高 41mm，介质支撑架 2 为圆环体，介电常数 9.8， $Q \cdot F$ 为 100000，外径 13.7mm，内径 13.6mm，高 2mm，介质谐振器 3 由 4 个介质支撑架支撑，设置于空腔 1 内，通过本征模计算得出该尺寸组合
- 10 能够实现单一轴向基模为双模特性，仿真结果如下：

Eigenmode	Frequency(MHz)	Q
Mode1	1880.1	15085.1
Mode2	1882.1	15113.1
Mode3	2122.5	20111.7

其中，Mode1 和 Mode2 为基模，Mode3 为高次模。

例 6：在例 4 和例 5 的结构上改变相应的结构尺寸如下：空腔 1 为正方体，边长 35mm，介质谐振器 3 为重直交叉单一轴向介质谐振器，介电常数 43， $Q \cdot F$ 为 43000，直径为 22.7mm，高 22.7mm，介质支撑架 2 为圆环体，

介电常数 9.8, $Q \cdot F$ 为 100000, 外径 11.3mm, 内径 11.1mm, 高 6.15mm, 介质谐振器 3 由 4 个介质支撑架支撑, 设置于空腔 1 内, 通过本征模计算得出该尺寸组合能够实现单一轴向基模为三模特性, 仿真结果如下:

Eigenmode	Frequency(MHz)	Q
Mode1	1883.5	13981.2
Mode2	1892.2	14135.3
Mode3	1892.2	14135.6
Mode4	2283.7	23107.2

其中, Mode1、Mode2 和 Mode3 为基模, Mode4 为高次模。

5 空腔 1 内设置三个相互垂直交叉的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 及其固定的介质支撑架 2 与空腔 1 形成一个多模介质谐振结构, 其中 X 轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的 X 轴向尺寸大于 Y 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 和 Z 轴向圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的垂直方向且与 X 轴向平行的尺寸; 其中 Y 轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的 Y 轴向尺寸大于 X 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 和 Z 轴向圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的垂直方向且与 Y 轴向平行的尺寸; 其中 Z 轴向的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的 Z 轴向尺寸大于 X 轴的圆柱体或多边体的介质谐振器 3 和 Y 轴向圆柱体或多边体的介质谐振器 3 的垂直方向且与 Z 轴向平行的尺寸, 如附图 3 和图 8 所示。所述介质多模谐振结构能够实现基模的单模、双模和三模, 即在介质谐振器 3 水平及垂直方向上切边、开槽、切角, 使其空腔 1 内壁尺寸与三个轴向对应的介质谐振器 3 尺寸变化或者水平、垂直方向的尺寸变化, 改变基模的数量及 Q 值, 如例 7/8/9;

例 7: 空腔 1 为正方体, 边长 32mm, 介质谐振器 3 为三个相互垂直交叉

- 单一轴向介质谐振器，介电常数 43， $Q \cdot F$ 为 43000，直径为 13.7mm，高 28mm，介质支撑架 2 为圆柱体，介电常数 9.8， $Q \cdot F$ 为 100000，外径 13.7mm，高 2mm，介质谐振器 3 由 1 个介质支撑架支撑，设置于空腔 1 内，通过本征模计算得出该尺寸组合能够实现重直交叉单一轴向介质谐振器的基模为单模特性，仿真结果如下：

Eigenmode	Frequency(MHz)	Q
Mode1	1877.7	8750.2
Mode2	2204.1	14078.5
Mode3	2204.1	14079.2

其中，Mode1 为基模，Mode2 和 Mode3 为高次模。

- 例 8：在例 7 的结构上改变相应的结构尺寸如下：空腔 1 为正方体，边长 30mm，介质谐振器 3 为三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振器，介电常数 43， $Q \cdot F$ 为 43000，直径为 13.5mm，高 26mm，介质支撑架 2 为圆环体，介电常数 9.8， $Q \cdot F$ 为 100000，外径 13.5mm，内径为 9.5mm，高 2mm，介质谐振器 3 由 4 个介质支撑架支撑，设置于空腔 1 内，通过本征模计算得出该尺寸组合能够实现重直交叉单一轴向介质谐振器的基模为双模特性，仿真结果如下：

Eigenmode	Frequency(MHz)	Q
Mode1	1884.9	8153.1
Mode2	1885.1	8157.1
Mode3	2271.8	13185.7

其中，Mode1 和 Mode2 为基模，Mode3 为高次模。

例 9：在例 7 和例 8 的结构上改变相应的结构尺寸如下：空腔 1 为正方体，边长 34mm，介质谐振器 3 为三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振器，介电常数 43， $Q \cdot F$ 为 43000，直径为 13.7mm，高 30mm，介质支撑架 2 为圆环体，介电常数 9.8， $Q \cdot F$ 为 100000，外径 13.7mm，内径为 11.7mm，高 2mm，介质谐振器 3 由 6 个介质支撑架支撑，设置于空腔 1 内，通过本征模计算得出该尺寸组合能够实现重直交叉单一轴向介质谐振器的基模为三模特性，仿真结果如下：

Eigenmode	Frequency(MHz)	Q
Mode1	1882.1	10238.9
Mode2	1882.4	10241.8
Mode3	1882.4	10242.6
Mode4	2167.5	15123.8

其中，Mode1、Mode2 和 Mode3 为基模， Mode4 为高次模。

由上述实验数据可知，介质谐振结构为单一轴向谐振器（即圆柱体或多边体的介质谐振器 3）、重直交叉单一轴向谐振器或者三个相互垂直交叉的单一轴向谐振器时，其介质谐振器水平及垂直方向上切边、开槽、切角时，其空腔内壁尺寸与轴向垂直介质谐振器直径尺寸比值变化会改变其对应的基模及高次模频率及 Q 值。当然，实际引用中，最佳选择为：空腔内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器相对应尺寸之比为 1.01-4.5。在保持空腔 1 尺寸及基模频率不变时，其中一个轴向介质谐振器尺寸和轴向垂直方向尺寸任意组合变化时，单一轴向介质谐振结构基模可以形成 1-3 个同频多模，垂直交叉双轴介质谐振结构和三轴交叉介质谐振结构基模可以形成 1-6 个同频多模，如果其中一个轴向介质谐振器与另外一个或者二个轴向介质谐振器或者三个轴向介质谐振器尺寸对应的腔体尺寸比值发生变化时，其对应的基模数

量也会发生相应变化。

单一轴向介质谐振结构或垂直交叉双轴介质谐振结构或三轴交叉介质谐振结构的 K_1 的取值范围 $1.01 < K_1 < 4.5$, K_2 的取值范围 $1.01 < K_2 < 4.5$, $K_1 \leq K_2$; 当高 Q 多模介质谐振结构为单一轴向、垂直交叉双轴及三轴交叉高 Q 多模介质谐振结构时, K 值和 M 值变化时, 定义频率接近的基模数量为 L , 频率接近的相邻高次模数量为 N , 不同频率的基模及相邻高次模组合成 $L+N$ 个模谐振组合, 其中 $1 \leq L \leq 6$, L 的数量与空腔 1、介质支撑架 2、介质谐振器的尺寸组合有关, 高次模频率高于基模, 且高次模数量与高次模频率的不同间隔组合相关。

10 高 Q 多模介质谐振结构, 在基模频率保持不变时, 单一轴向高 Q 多模介质谐振结构同频率及不同频率的基模及相邻高次模 $L+N$ 或者 L 模的谐振数量小于垂直交叉双轴高 Q 多模介质谐振结构, 垂直交叉双轴谐振结构同频率及不同频率的基模及相邻高次模 $L+N$ 或者 L 模的数量小于三轴交叉高 Q 多模介质谐振结构。

15 请参照图 4 至图 7 所示。介质支撑架 2 位于介质谐振器 3 的端面、棱边、尖角或腔体的尖角处, 置于介质谐振器 3 与腔体之间, 所述介质谐振器 3 由介质支撑架 2 支撑于该腔体内, 介质支撑架 2 安装于介质谐振器 3 不同位置时, 其对应的基模及多模数量、频率、 Q 值也会发生相应变化。介质支撑架 2 包括两面平行的实体或中间贯通的结构, 且介质谐振器 3 同一端面或不同
20 端面、棱边、尖角的介质支撑架 2 数量为一个或者为多个不同组合, 不同数量的介质支撑架 2 其对应的频率、模数及 Q 值也会不同。

介质支撑架 2 和介质谐振器 3 或空腔 1 组合形成一体式结构或分体式结构。介质支撑架 2 采用压接、粘接、拼接、焊接、对扣或螺钉连接的方式与介质谐振器 3 及空腔 1 连接, 介质支撑架 2 连接在单一轴向介质谐振器 3 或
25 垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振器 3

的其中一个端面或者多个端面，所述介质或金属连接块采用压接、粘接、拼接、焊接、对扣或螺钉连接的方式对切割后的小介质谐振块进行固定，连接块连接多个任意形状小介质谐振块形成介质谐振器 3。

其中，单一轴向介质谐振器 3 或垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 的介质支撑架 2 由介质材料制成，介质支撑架 2 的材料为空气、塑料或陶瓷、复合介质材料，连接块可以为介质或金属材料。

其中，单一轴向介质谐振器 3 或垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 或三个相互垂直交叉单一轴向介质谐振器 3 的介质支撑架 2 及空腔 1 的内壁之间设置有用消除应力的弹性簧片或弹性介质材料。

其中，介质谐振器 3 的介质支撑架 2 与空腔 1 的内壁接触形成导热。单一轴向介质高 Q 多模介质谐振结构、垂直交叉双轴高 Q 多模介质谐振结构或者三轴交叉高 Q 多模介质谐振结构时：射频信号经过如 X 轴、Y 轴谐振之间的耦合形成射频通路或 X 轴、Y 轴、Z 轴谐振模之间的 X 与 Y 耦合、Y 与 Z 耦合形成射频通路后会产生损耗和热量，X、Y 或 Z 轴任意两个或三个方向的简并模在工作时产生的热量通过介质支撑架 2 与空腔 1 的 X、Y 或 Z 轴方向两边的内壁充分接触形成导热，减少产品发热量。

热量会产生热胀冷缩导致通带偏移，通过调整介质谐振器及介质支撑架 2 的材料配比来降低高低温带来的通带偏移，或者通过改变介质谐振器及空腔 1 的尺寸配合来降低高低温带来的通带偏移。

本发明实施例还提供了一种包含有高 Q 多模介质谐振结构的介质滤波器，包括如上述各实施例中的高 Q 多模介质谐振结构，具体的，可为单一轴向介质高 Q 多模介质谐振结构、垂直交叉双轴高 Q 多模介质谐振结构或者三轴交叉高 Q 多模介质谐振结构；单一轴向介质高 Q 多模介质谐振结构、垂直交叉双轴高 Q 多模介质谐振结构或者三轴交叉高 Q 多模介质谐振结构所对应

的空腔与单模谐振空腔、双模谐振空腔和三模谐振空腔进行不同形式的任意排列组合，形成所需要的不同尺寸的单通带或者多通带滤波器、双工器及多工器。

5 单一轴向介质高 Q 多模介质谐振结构时，单一轴向谐振器所对应的空腔任意与单模谐振空腔组成单通带多模滤波器、双工器及多工器。

垂直交叉双轴高 Q 多模介质谐振结构的基模为双模时，相邻高次模为单模及多模时，垂直交叉双轴谐振器所对应的空腔任意与单模谐振空腔组成不同频段的双通带滤波器、双工器及多工器。

10 三轴交叉高 Q 多模介质谐振结构的基模为三模时，所对应的空腔任意与单模谐振空腔组成三模滤波器或双工器及多工器，相邻高次模及更相邻高次模为多模时，三轴交叉谐振器所对应的空腔任意与空腔组成不同频段的多模多通带滤波器、双工器及多工器。

15 在 X、Y、Z 轴方向形成的双模及多模谐振结构与单模谐振空腔、双模谐振空腔和三模谐振空腔进行不同形式的任意排列组合，形成需要的不同尺寸的滤波器，组合成的滤波器所对应的介质谐振腔根据需求选取不同的 K 值和 M 值来变化基模与相邻高次模的频率间距，或者通过与空腔 1 的组合拉大或减小相邻高次模与其基模的频率间距。

滤波器的功能特性包含但不限于带通，带阻，高通，低通以及他们相互之间形成的双工器、合路器、多工器。

20 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，其中作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下，即可以理解并实施。

25

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案

5 的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

工业实用性

本发明实施例公开了一种高 Q 多模介质谐振结构和介质滤波器，其包括空腔、介质支撑架、介质谐振器和盖板，空腔为密封的空间构成，其中空腔的一个面为盖板面；介质谐振器由介质构成；介质支撑架安装在介质谐振器

10 和空腔的内壁之间的任意位置并且匹配介质谐振器和空腔任意形状并连接固定，空腔内壁尺寸与其三个轴向对应的介质谐振器相对应尺寸纸币为 1.01-4.5 之间。本发明实施例能够解决滤波器小体积、低插损、高抑制的方案，且能形成多模，Q 值大于传统介质多模技术。