

滤波器技术(4)

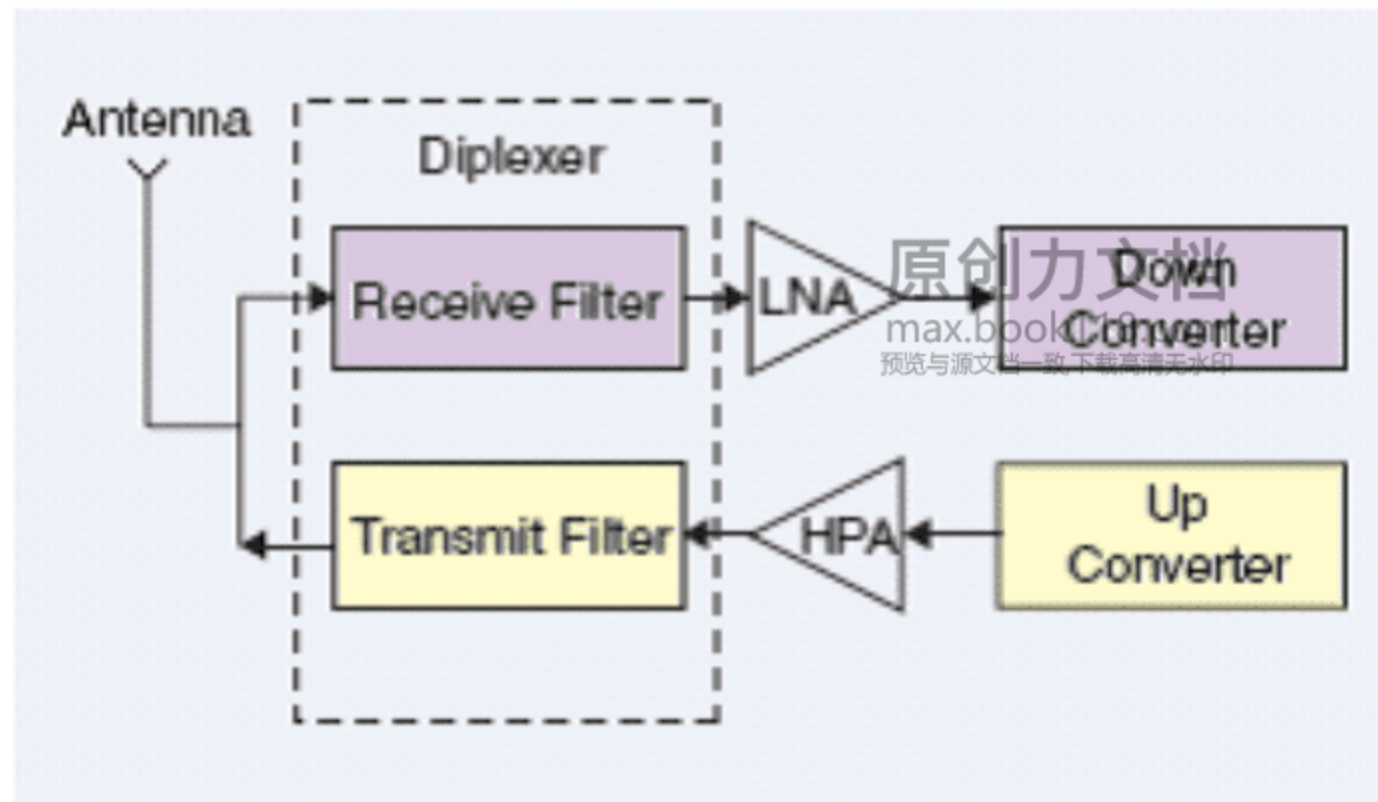
Filter Technology(4)

TE01 δ 模介质滤波器

TE01 δ Mode DR Filter

1.发展背景 Background

由于无线电通信技术的发展，低成本、更有效、高品质的无线通信收发系统需要高性能的滤波器。介质谐振腔体滤波器由于其体积小，损耗小，选择性高而逐渐广泛应用到各类通信基站中，在即将到来的3G通信领域拥有广阔的市场前景。它的研究与开发，是今后滤波器发展的重点之一。



2.介质谐振腔 DR resonant cavity

2.1 介质谐振器的物理组成

介质谐振器由高介电常数、低损耗和低频率温度系数的微波介质粉末材料（如：钛酸钡，锆酸盐，钛酸锆锡等）经混合高温烧结而成，这些介质材料通常都具有优良的电磁特性。

为了减小介质谐振器放入腔体后的损耗，提高介质谐振器的Q值，通常选择支撑柱来支撑介质谐振器。支撑柱通常选用低损耗，介电常数相对于谐振器来说很低的介质材料，通常我们使用的是Al₂O₃ 。

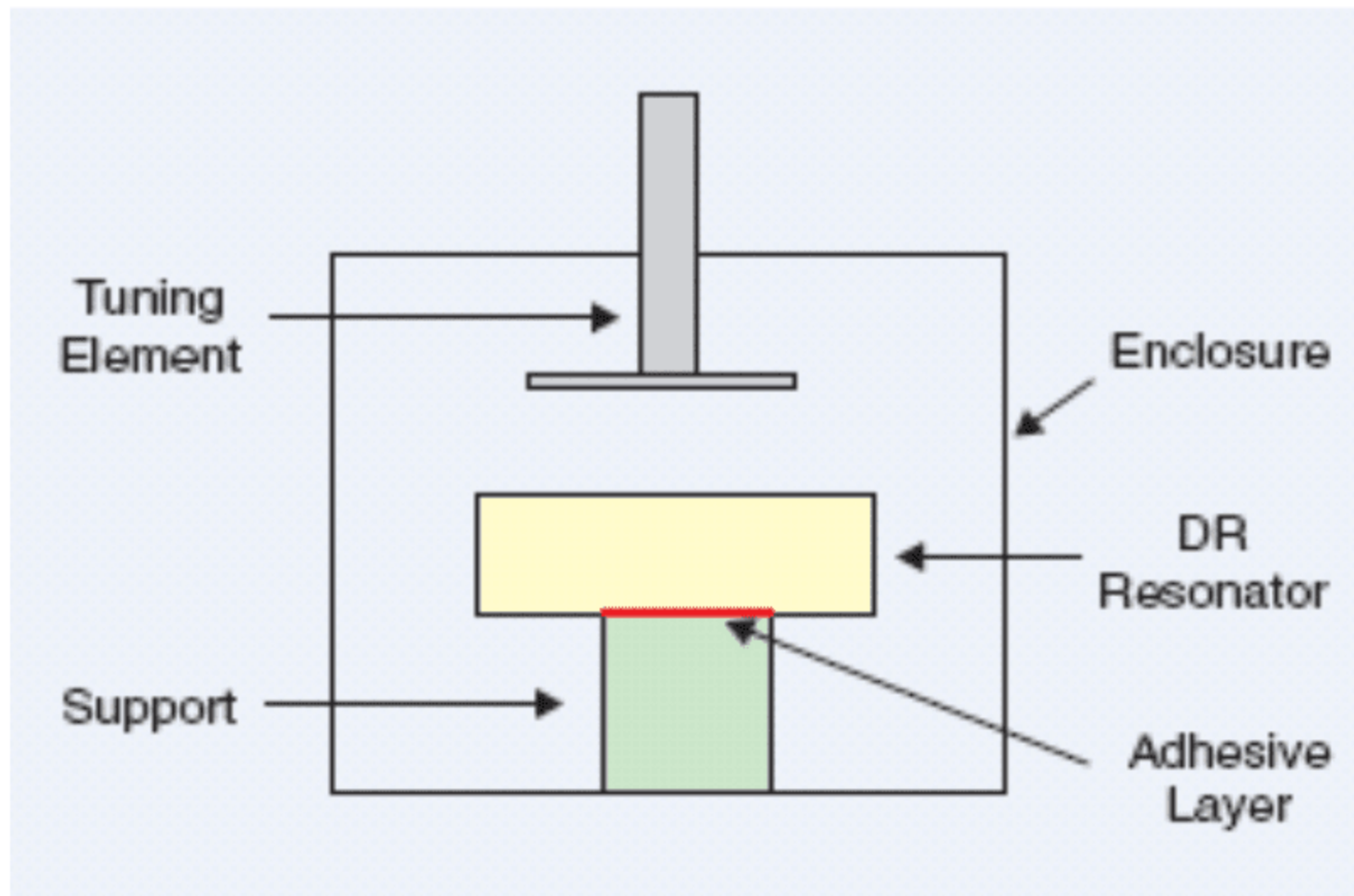
2.2 介质谐振腔的结构

Tuning Element: metal or dielectric

Support: Alumina

Enclosure: Aluminum cavity

Adhesive: Proprietary



2.3 介质谐振器的形状及电磁场型

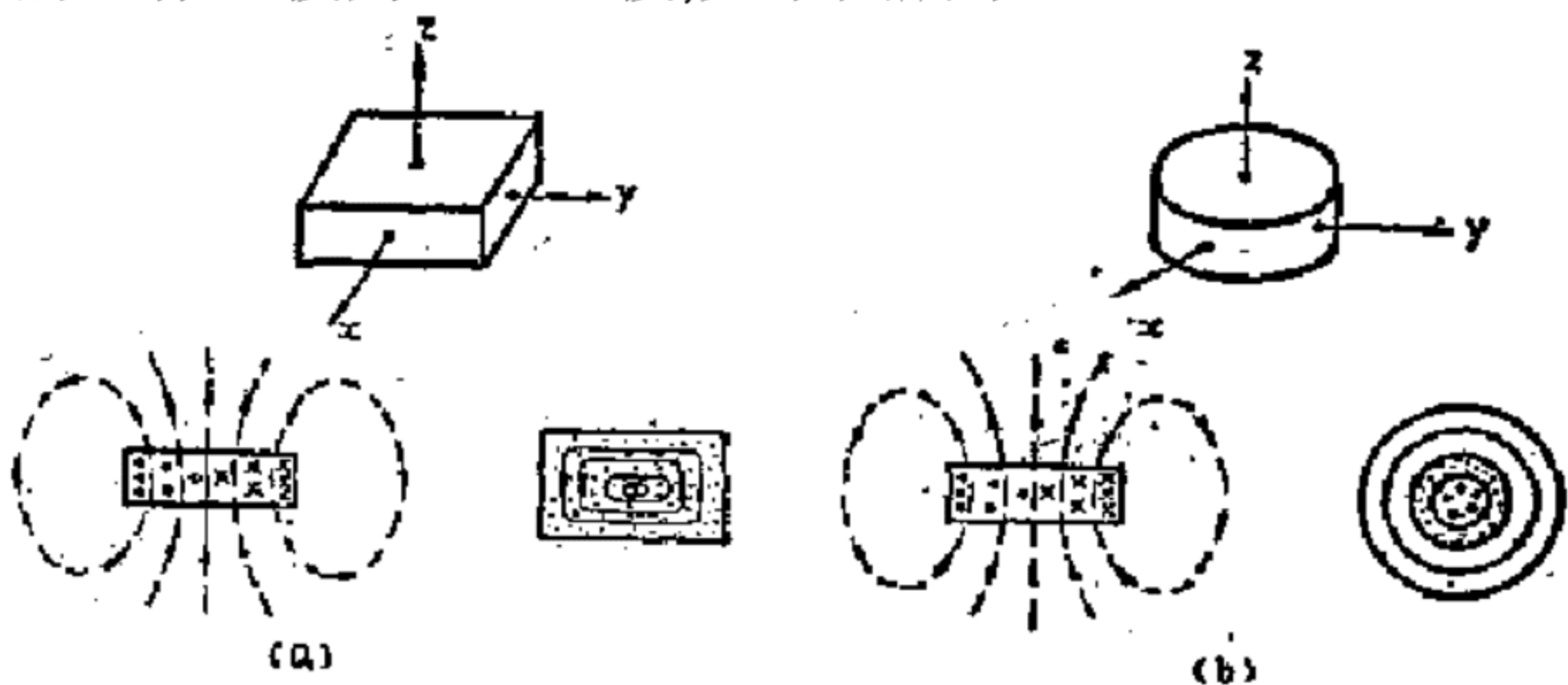
原创力文档

max.book118.com

预览与源文档一致, 下载高清无水印

Shape & Electromagnetic Field Distribution

最常用的介质谐振器形状有矩形, 圆柱形和圆环形. 其中矩形介质谐振器的工作主模为 $TE_{11\delta}$; 圆柱形介质谐振器的工作主模为 $TE_{01\delta}$ 模, 如下图所示:



内部的电磁场结构 Inner electromagnetic field

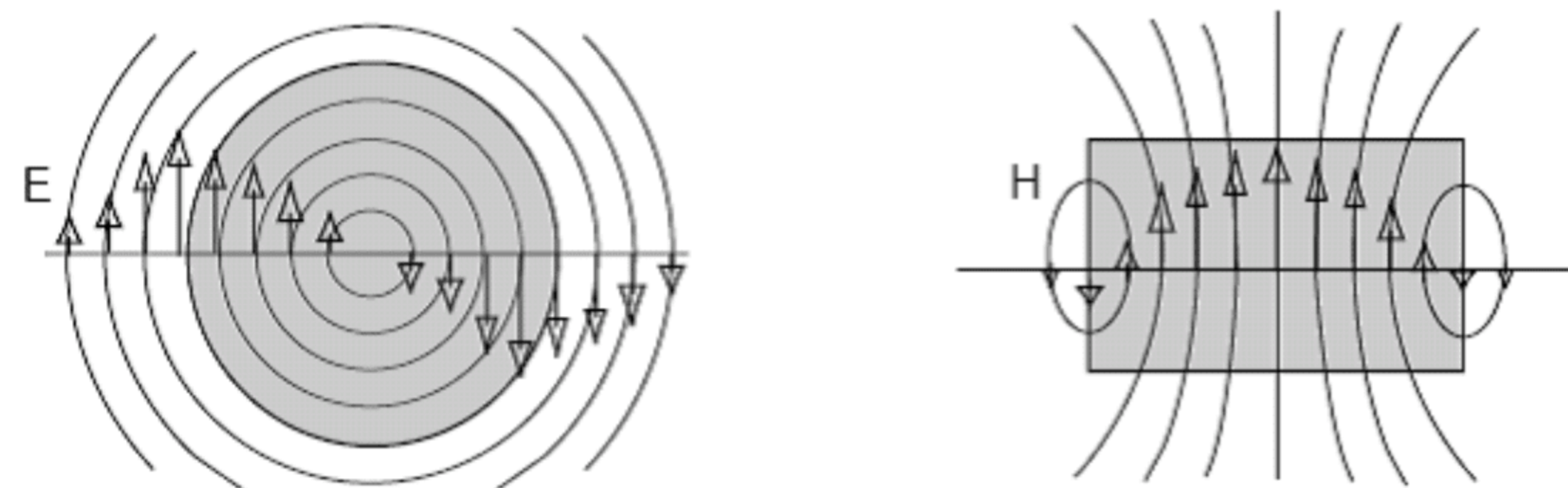


fig. 1 - TE_{01δ}

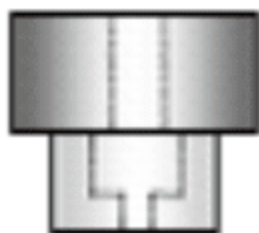
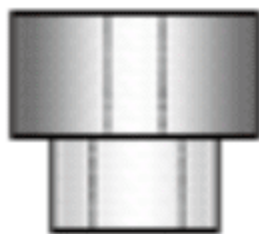
TE_{01δ}模介质谐振器实物照片

典型尺寸:

腔体直径/介质外径>1.5倍(太小影响Q值)

外径/高度=2.5(提高Q值,避开TM模)

内/外径比最大可到0.35(在频域上使基模与高次模分开,方便安装)



2.4 介质谐振器的工作原理 Principium

电壁 Electric Wall

电场的切向方向为零,磁场的法向方向为零.它能使电磁波产生完全反射,没有透射波穿过电壁.

经典的电壁为理想导体壁(电阻率为零).

通过导体壁围成的一个金属空腔,一旦有适当频率的电磁波入射,波将在壁上全反射,并在腔内形成电磁驻波,发生电磁谐振.

非理想导体壁形成的金属空腔 → 金属空腔滤波器

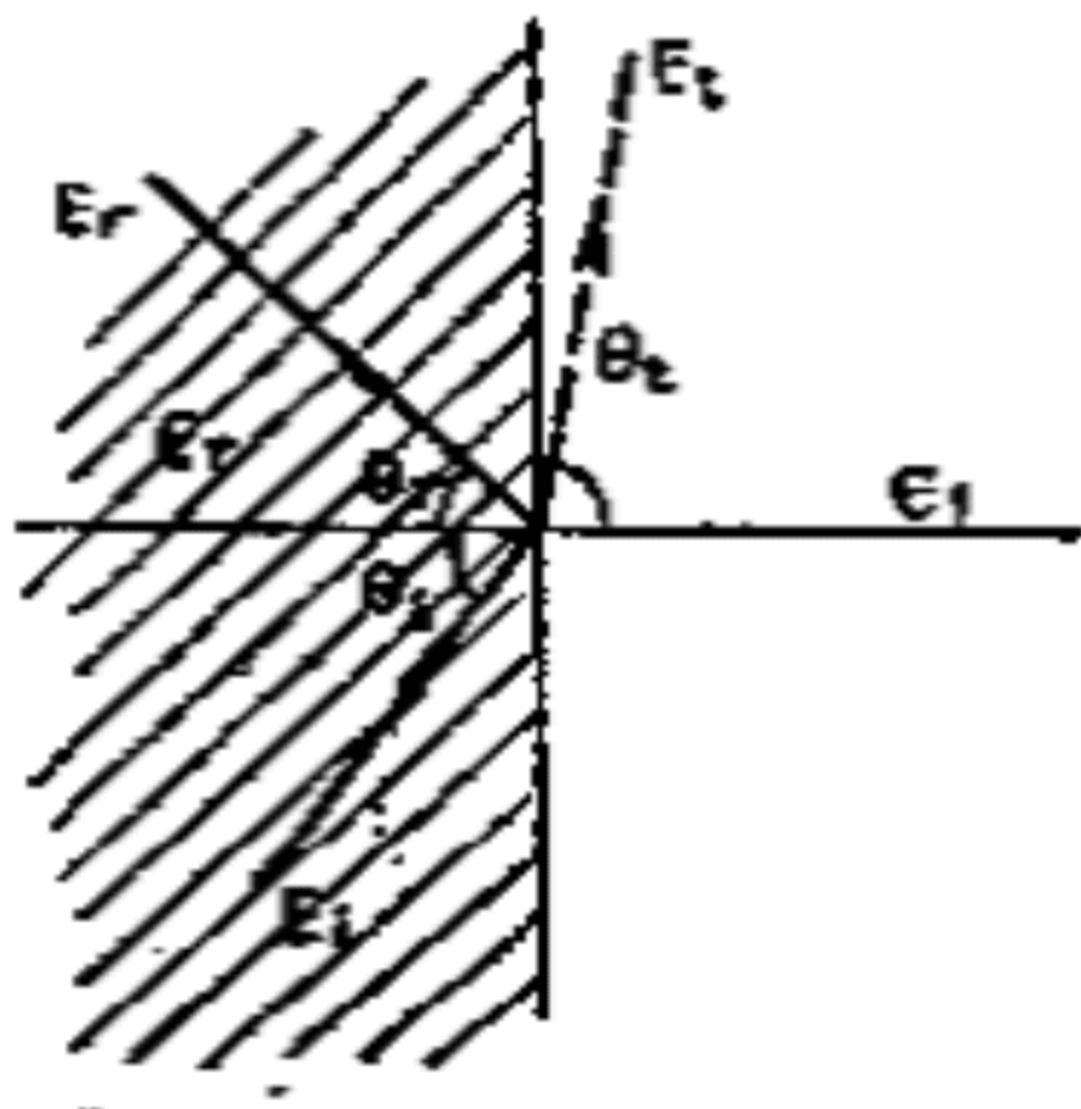
磁壁 Magnetic Wall

电场的法向方向为零,磁场的切向方向为零.它也能使电磁波产生完全反射,没有透射波穿过磁壁.

经典的近似磁壁为高介电常数的介质面.

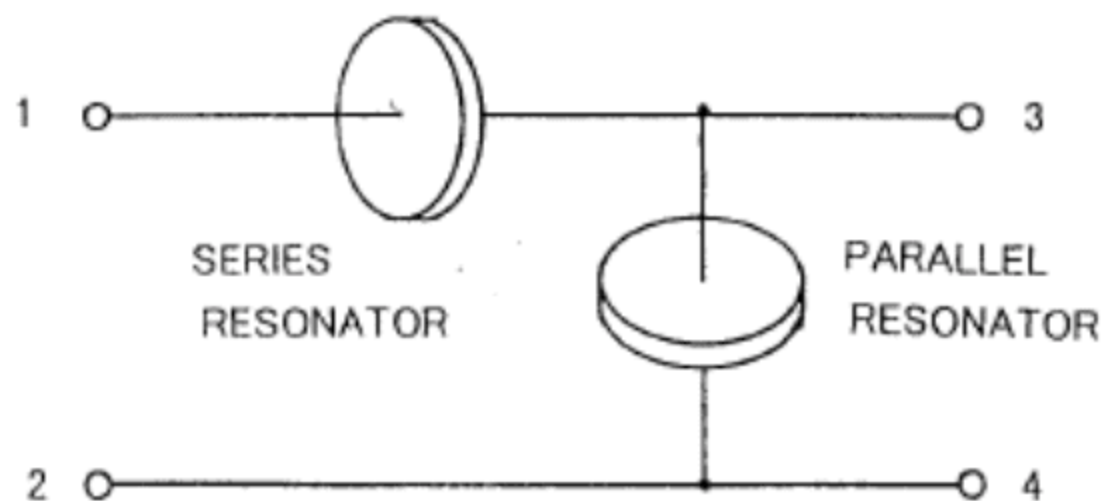
既然电壁所构成的空腔可以作为微波谐振器,显然,由高K材料做成的介质谐振器也可以作微波谐振器,所不同是对于介质谐振器而言,电磁能量大部分被禁固在介质谐振器内部,导致提高Q值的同时却给介质滤波器的调试带来困难

介质表面反射电磁波示意图

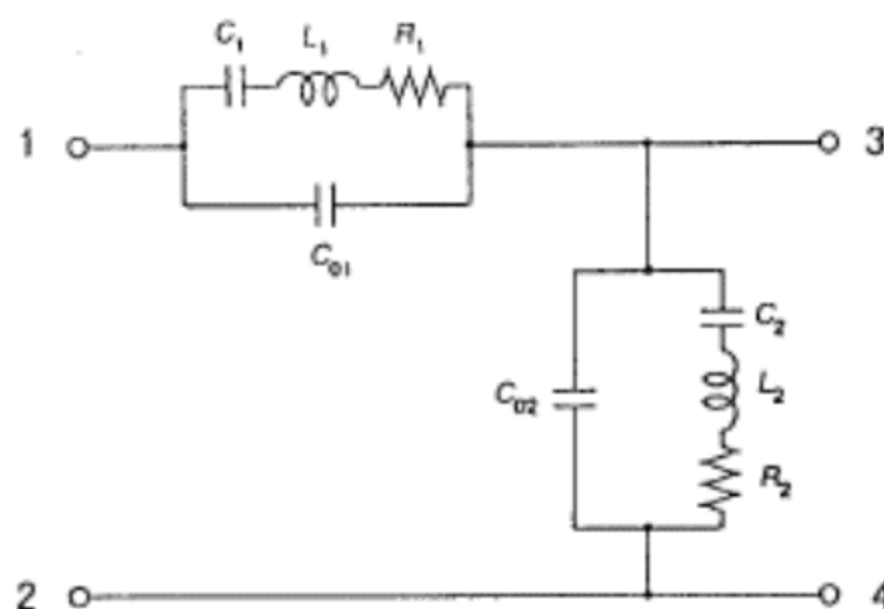


$$\sqrt{\epsilon_2} \sin \theta_i = \sin \theta_t$$

2.5 介质谐振器等效电路 Equivalent Circuit

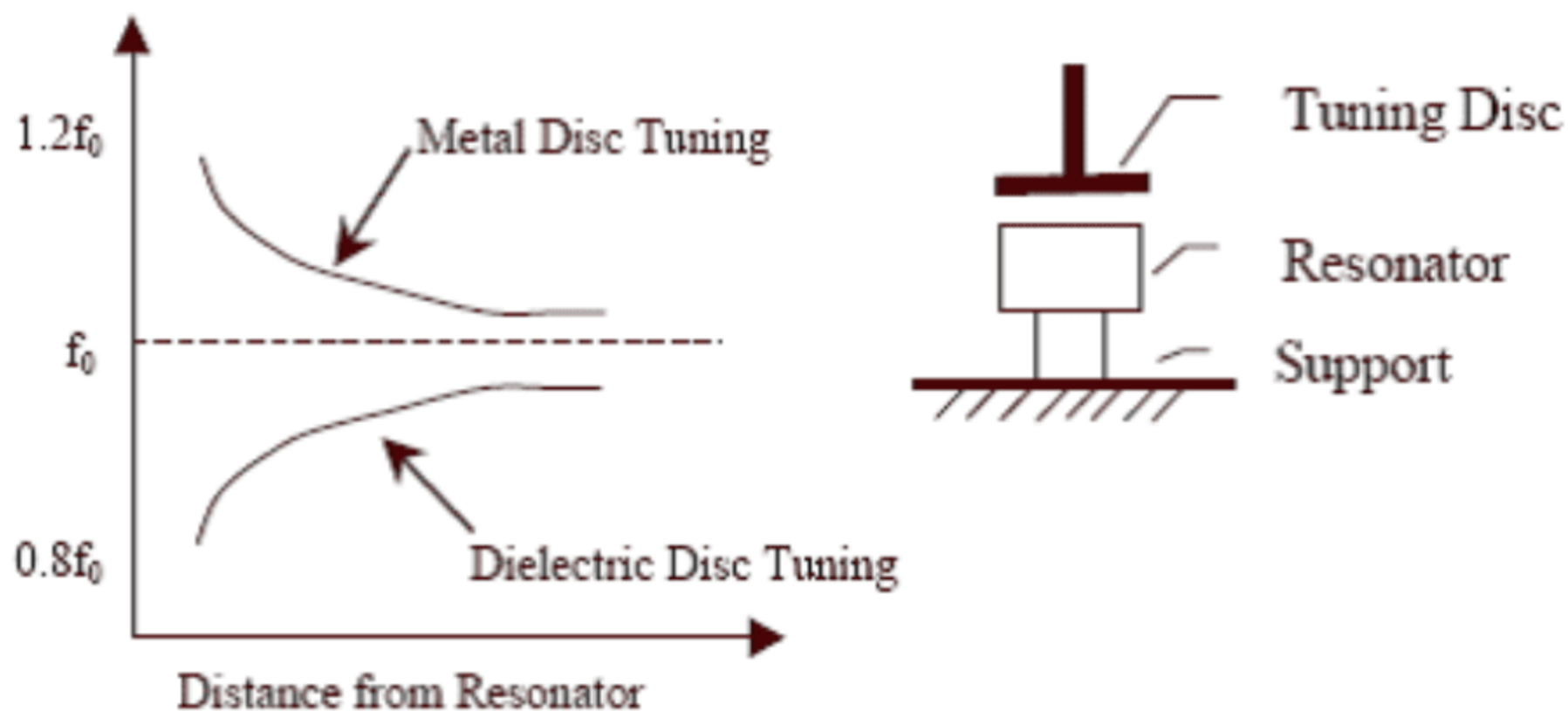


(a)



2.6 调节器 Tuning element

如前所述,介质谐振腔的调节器可以为金属,也可以为介质.通过调节调节器与介质谐振器的间距,可以影响介质谐振器外部的电磁场结构进而调整频率,最终实现特定的滤波器传输特性.



2.7 介质谐振器的性能指标 Electrical Characteristics

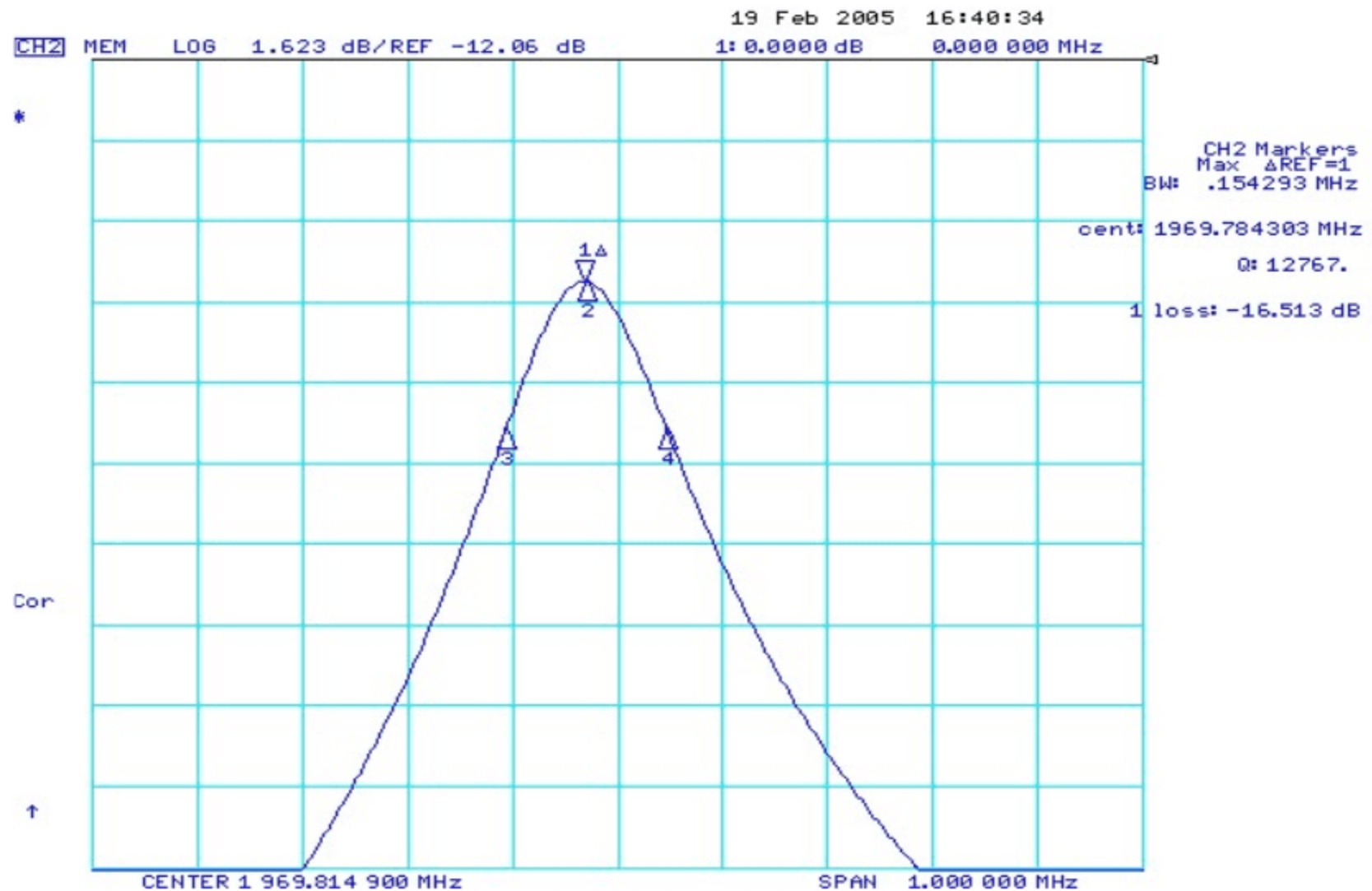
Q值 Q value

介质谐振器的Q值分为有载Q值(Loaded Q)和无载Q值(Unloaded Q).

无载Q值是介质谐振器的一个恒定指标，它不随谐振器与外界电路的耦合强弱而改变；有载Q值也是恒量介质谐振器性能的一个指标，通常我们在实际的测量过程中得到的就是它的有载Q值，如下图所示。这两个Q值实际上是衡量同一个性能的不同表达方式，它们之间可以互相转换，转换公式如下：

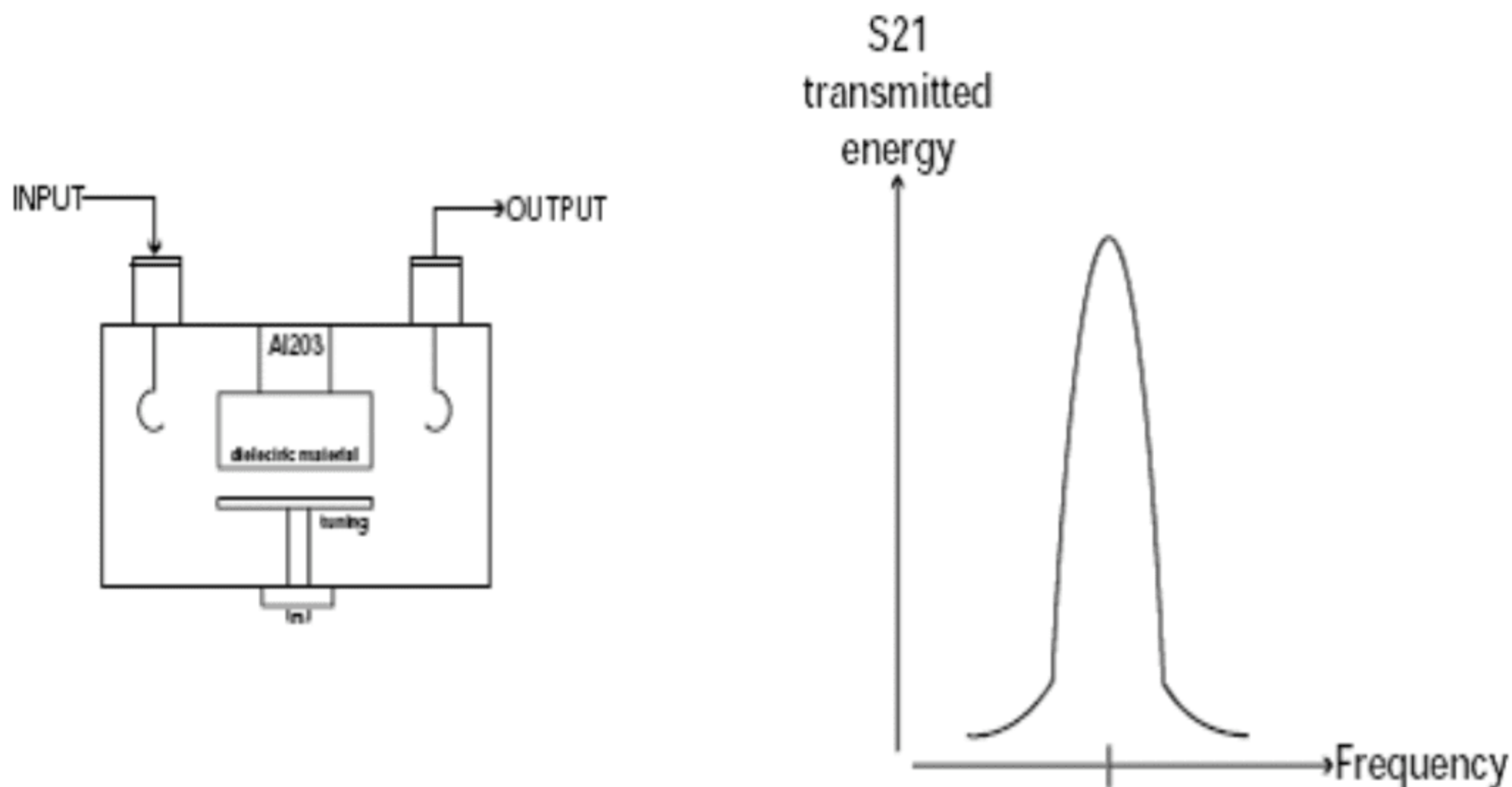
$$Qu = (f_o/BW) / (1 - 10^{(-IL/20)})$$

原创力文档
max.book118.com
其中 $f_o/BW = \text{Loaded } Q$



Loaded Q值测量方法1

悬空的耦合环,垂直于电场



Loaded Q值测量方法2

接地的耦合环,垂直于磁场

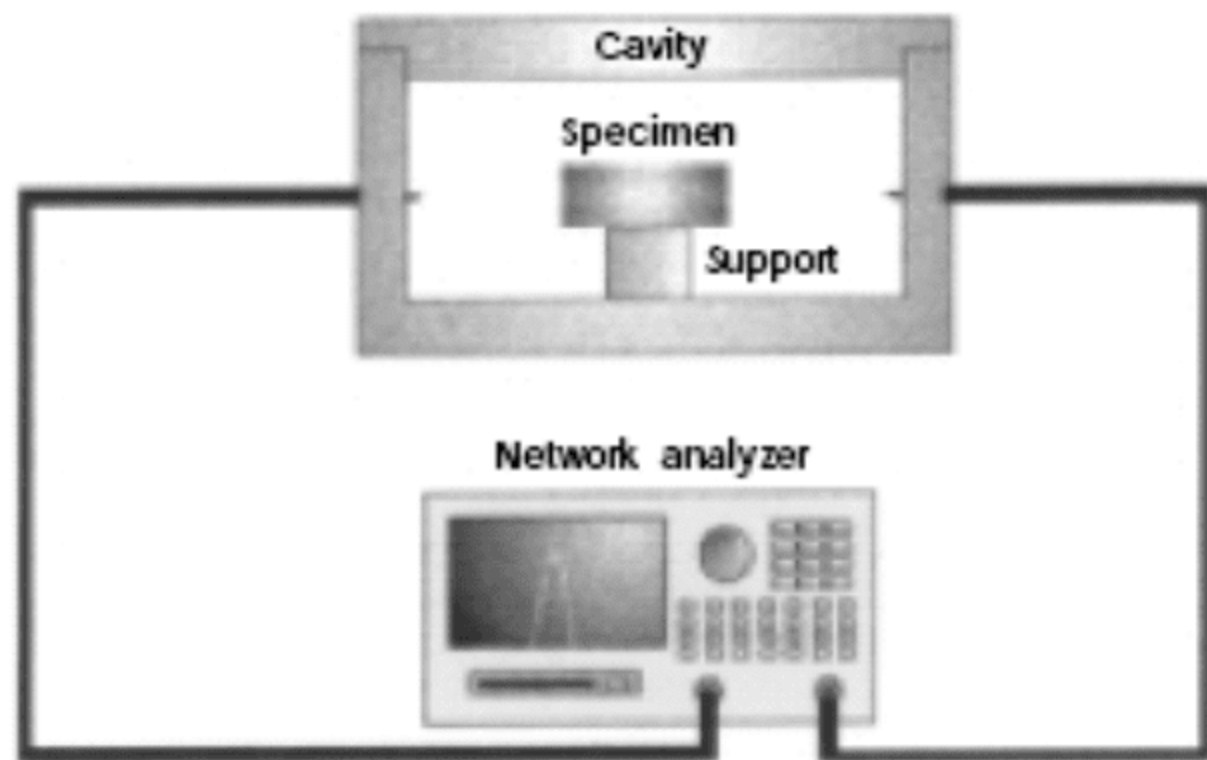


Figure 2. DR cavity Setup for Q-Factor & Temp. Coeff. Measurement