

# 材料的介电常数测试方法

## 高速5G需要低介电损耗的材料

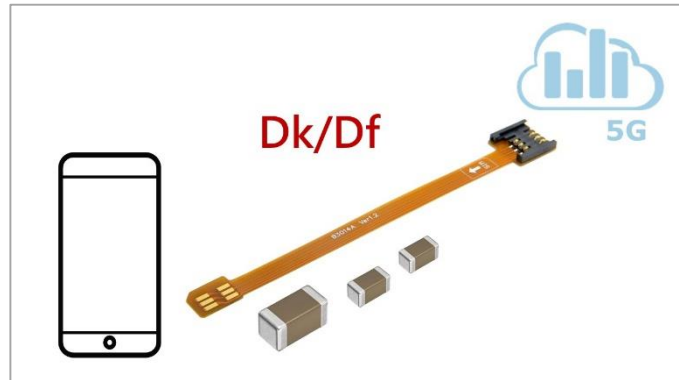
高速5G通信时代来临，具备低延迟、高速传输的通讯环境下，结合AI人工智能发展更多高速串流的应用，像是智慧零售卖场、智慧制造工厂、汽车自动驾驶，这样的高速信号传输非常倚赖高效能的天线进行收发，并且透过低介电损耗特性传达介质。

## 线路板、电子元器件跟上5G要求

### 各大厂开始开发低介电损耗之材料

5G要求下除了建制完善的基地台，设置网域与硬体设施等基础建设之外，回归信号传输最根本的基底是如何提升终端通信产品自身内部的信号传输效能，在大量的数据传输环境下，传递速率要求越来越快，而透过介质进行信号的传递，此时传输排线就是担当重要的介质角色，因此成为5G通信下保持数据传输效能的重要组件。

传输排线一般为具备可弯折的柔性线路板FPC排线以及扁平式软排线FFC制成，影响传输信号的重要关键就在铜箔基板结构内的绝缘承接材与绝缘纯胶，两者的介电损耗都会被要求越低越好，以4G通信大部份都采用Dk落在3.5-5.0，Df大于0.01的高分子树脂材料，这种介电损耗与吸湿率非常高，无法满足5G高速通信的材料要求，因此许多材料大厂逐渐往低介电损耗的产品发展。



- 4G时代的手机每支平均用量700颗MLCC，5G预估提升到每支1000颗的用量
- 积层陶瓷电容MLCC其种类1的陶瓷是以二氧化钛 ( $\text{TiO}_2$ ) 为基材的非强介电性陶瓷，大部份添加物钛酸锶 ( $\text{SrTiO}_3$ ) 以及钛酸钙 ( $\text{CaTiO}_3$ )，因此DC偏压下静电容量比较不会发生变化，同时静电容量也不会因老化而发生变化

### 什么是介电常数

介电常数又称之介质常数或是电容率，是一种表示绝缘能力特性的一个系数，以字母 $\epsilon$ 表示，单位为法/米。介电常数可以说是在电的位移和电场强度之间存在的比例常量，这个常量在一个真空中 $8.85 \times 10^{-12}$ 次方法拉第/米 (F/m)。

在实际的工程应用中，介电常数时常以『相对介电常数』的方式来表达，而不是绝对值。

### 相对介电常数 $\epsilon_r$ 的计算公式

$$\epsilon_r = C_x / C_0$$

#### 测量相对介电常数的技术原理：

利用静电场方式进行测量

1 在其两块极板之间为真空的时候测试电容器的电容 $C_0$

2 再利用同样的电容及板间距离，但在极板间加入电介质以后，测得电容 $C_x$ 值

3 套用计算公式得到相对介电常数

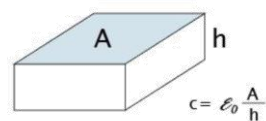
$$\epsilon_r = C_x / C_0$$

在标准大气下  
不含二氧化碳的干燥空气之相对电容率为 $\epsilon_r = 1.00053$

因此在此之下  
用此方式得到空气中的电容 $C_a$ 来替代 $C_0$ ，进行测量相对介电常数 $\epsilon_r$ 也有足够的准确度

## 介电常数

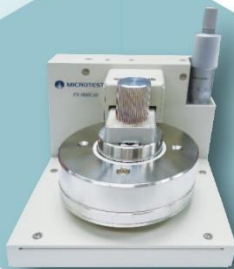
以字母 $\epsilon$ 表示



### 物质的相对电容率

真空	1 (定义值) <sup>2</sup>
空气	1.00054
铁氟龙	2
聚乙烯	2.2-2.4
聚苯乙烯	2.4-2.6
二硫化碳	2.6 (68 ° F)
纸	2.0
二氧化矽	4.5
派热克斯玻璃	4.3-5.0
橡膠	3.0
鑽石	5.5-10
石墨	12-15
鹽	3-15
矽	11 - 12
氨氣	25 (-74 ° F)、18.9 (40 ° F)
甲醇	32.6 (77 ° F)
糠醛	42.0 (68 ° F)
丙三醇	47.2 (32 ° F)
水	88 (32 ° F)、55.3 (212 ° F)
甲醯胺	84.0 (68 ° F)
硫酸	84.0 (68 ° F)
过氧化氢	84.2 (32 ° F)
氟化氢	2.3 (70 ° F)
二氧化钛	110.00
共轭聚合物	6-100000 <sup>3</sup>
$\mu\text{m-nm}$ 異質結	1000-100,000 <sup>4</sup> (10-10 at 100 Hz)

# 电化学/高分子材料 测量介电常数最有效率



## MICROTEST 6632 材料特性分析的最佳神器

### MICROTEST 6632/6630

#### 内置介电常数测试与扫图功能

MICROTEST LCR Meter 6630与阻抗分析仪 6632内置介电常数测试功能，省去人工试算的程序，直接在机上选择 $\epsilon_r$ 参数进行测量与扫图分析。

6632与6630搭载专用的介电常数测试治具，因应各种不同尺寸及软硬材质或薄膜镀层的材料，提供对应尺寸的电极头更换使用，治具连接至仪器6632/6630的BNC接口，以减少接线造成的干扰误差，在治具有设计精确的千分表，可直接测量材料的厚度。

### MICROTEST 6632介电神器

#### 让PCB Layout更有效率

一般线路板会采用不同材质，如多层板应用组合或是上下镀层薄膜，这些材质的高分子材料它的介电特性都不同，当应用在不同频率时，介电常数都不同，往往造成PCB Layout人员在布局线路图时，因不知道其材质的介电常数导致规划不良的Layout设计，利用MICROTEST 6632/6630神器就能快速掌握板材的介电特性。



### MICROTEST 6632/6630 快速测量材料的介电常数



#### 搭载FX-0000C7介电常数专用治具




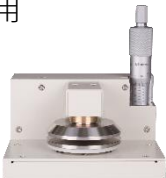

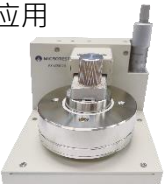
#### 精准校正




#### 输入电极板直径与材料厚度



## MICROTEST 6632/6630 选型您要的方案

仪器选型	测试频率	治具选型
<p>阻抗分析仪 6632</p> 	<p><b>10Hz-1MHz</b></p> <p><b>10Hz-3MHz</b></p> <p><b>10Hz-5MHz</b></p>	<p>FX-0000C7 固态/薄膜材料应用</p> 
<p>LCR测试仪 6630</p> 	<p><b>10Hz-10MHz</b></p> <p><b>10Hz-20MHz</b></p> <p><b>10Hz-30MHz</b></p> <p><b>10Hz-50MHz</b></p>	<p>FX-0000C7 电化学/液态材料应用</p> 

## MICROTEST 6632/6630 介电常数实测案例

<p>PC (Polycarbonate) Dielectric Constant <math>\epsilon_r</math> @1MHz: 2.9 (typical)</p> 	<p>Fused Silica Quartz SiO<sub>2</sub> Glass Dielectric Constant <math>\epsilon_r</math> @1MHz: 3.82 (typical)</p> 	<p>ITO (Indium Tin Oxides) Glass</p> 
<p>Aluminum Oxide, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Ceramic Substrate Dielectric Constant <math>\epsilon_r</math> @1MHz: 9 (typical, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 96%)</p> 	<p>Aluminum Oxide, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Ceramic Substrate</p> 	<p>液态介电</p> 