



SimSurfing  
多层陶瓷电容器  
特性表示工具  
各种特性数据的测量条件说明

2022年9月  
株式会社村田制作所

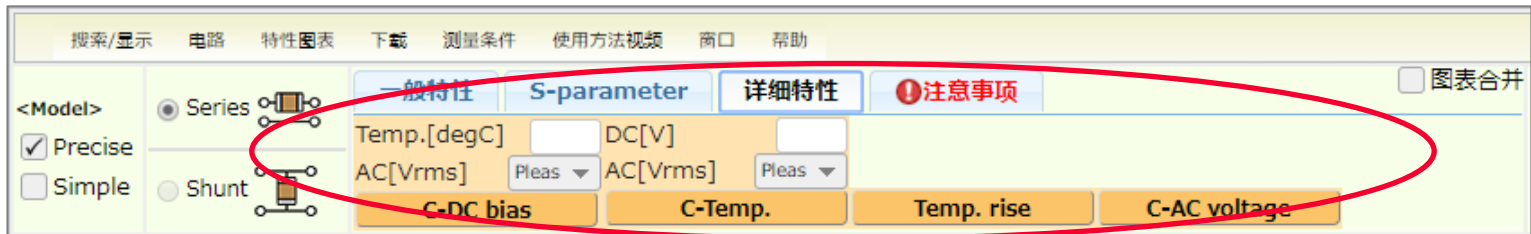
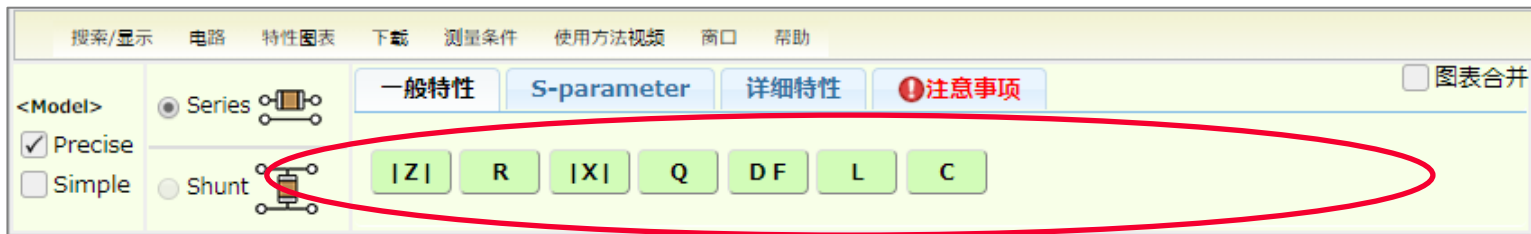


---

	页
<u>1.本手册概述</u>	3
<u>2. S-parameter</u>	4
<u>3.DC偏压特性</u>	7
<u>4.温度特性</u>	9
<u>5.纹波发热特性</u>	11
<u>6.AC电压特性</u>	13

# 1. 本手册概述

SimSurfing提供芯片积层陶瓷电容器的DC偏压特性、温度特性、纹波发热特性、AC电压特性和S-parameter数据和基本的特性一起。在此，对测量所提供的数据进行说明。



## 2.S-parameter (1/3)

S-parameter library提供能够用于电路设计时的仿真的芯片积层陶瓷电容器的S-parameter数据。在此，对S-parameter数据的测量步骤、所使用的试验线路板、测量装置、测量条件进行说明。

### 1.测量步骤

以下介绍本测量的步骤。此外，主要以图1所示的方法使用网络分析器和测量夹具在2个端口上测量S-parameter。

#### (1)校正

使用SOLT（部分SOL）校正和TRL校正2种方法进行校正。  
SOLT校正使用本公司生产的Short, Open, Load, Thru线路板校正。  
与此相反，TRL校正使用本公司生产的Thru, Reflect, Line, Match线路板校正。  
此外，校正基准面是焊盘图案的端面。

#### (2)测量

将样品焊接在线路板上，然后固定在与网络分析器/阻抗分析器相连接的测量夹具上进行测量。

#### (3)抽取样品单品的S-parameter数据

所测量的S-parameter数据虽然已经根据校正和电气长修正除去了试验线路板和测量夹具的特性，但还包含通孔和焊盘图案的特性。因此，从测量结果中除去了通孔和焊盘图案的特性，抽取样品单品的S-parameter数据。

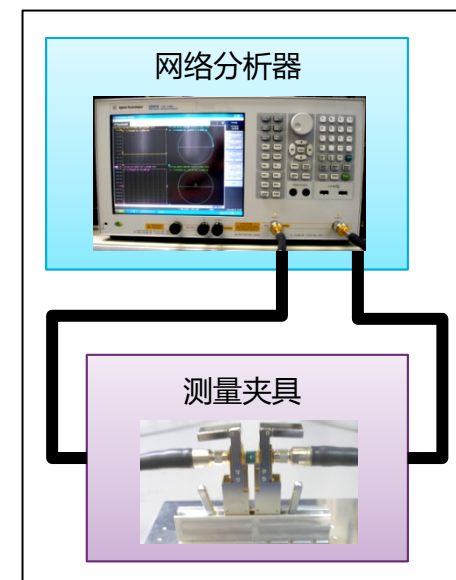


图1 S-parameter测量

## 2.S-parameter (2/3)

### 2.试验线路板

本测量所使用的试验线路板如下所示。  
图2显示了焊盘图案。

项目	最大为8.5GHz时	最大为20GHz时	最大为30GHz时
线路板材质	玻璃环氧树脂	玻璃氟树脂	玻璃氟树脂
层厚度	100um	160um	80um
线路板构造	微带	共面	共面
特性阻抗	17Ω	50Ω	40Ω
图案材质	铜箔+镀金	铜箔+镀金	铜箔+镀金

LW	Dimension		Land Pattern[mm]		
	JIS[mm]	EIA[inch]	a	b	C
0201M	008004		0.11	0.12	0.145
0402M	01005		0.2	0.18	0.23
0603M	0201		0.3	0.35	0.40
1005M	0402		0.5	0.45	0.60
1608M	0603		0.8	0.7	0.8
2012M	0805		1.2	0.7	1.1
2828M	1111		2.1	0.9	2.6
3216M	1206		2.4	0.9	1.4
3225M	1210		2.4	0.9	2.3
4532M	1812		3.5	1.4	3.0
4520M	1808		3.5	1.4	1.8
5750M	2220		4.6	1.6	4.8
0510M	0204		0.2	0.3	1.0
0816M	0306		0.3	0.4	1.6
1220M	0508		0.6	0.5	1.8
1632M	0612		0.8	0.7	2.8
2040M	0816		0.9	0.8	4.0

图2 焊盘图案尺寸

### 3.测量装置

本测量所使用的测量装置如下所示。

<温度补偿用电容器> (1000pF以上的与高诱电型电容器的条件相同)

- (1)阻抗分析器 : E4991A/B (Keysight Technologies)
- (2)网络分析器 : E5071C/N5225A (Keysight Technologies)
- (3)测量夹具 : PC-SMA/PC-V (YOKOWO)

<高诱电型电容器>

- (1)阻抗分析器 : E4990A/4294A (Keysight Technologies)
- (2)网络分析器 : E5061B/E5071C (Keysight Technologies)
- (3)测量夹具 : PC-SMA (YOKOWO)

## 2.S-parameter (3/3)

### 4.测量条件

本测量将测量频率范围分为低频率领域和高频率领域两种，分别采用适合各自领域的测量条件。  
表1、表2分别表示温度补偿用电容器及高诱电型电容器的测量条件。

频率领域	低频率	高频率1	高频率2	高频率2
网络分析器 阻抗分析器	E4991A/B Keysight Technologies	E5071C Keysight Technologies	N5225A Keysight Technologies	N5225A Keysight Technologies
测量频率范围	100MHz~3GHz	100MHz~8.5GHz	500MHz~20GHz	100MHz~30GHz
校正套件	SOL校正 (+低损耗电容)	TRL校正		SOLT校正 + de-embedding
连接模式	1 端口	2端口分流模式		

表1 温度补偿用电容器测量条件

频率领域	低频率1	低频率2	高频率
网络分析器 阻抗分析器	E4990A/4294A Keysight Technologies	E5061B Keysight Technologies	E5071C Keysight Technologies
测量频率范围	100Hz~100kHz	100Hz~100kHz	100kHz~6GHz
校正套件	SOL校正	SOLT校正	TRL校正
连接模式	1 端口	2端口分流模式	

表2 高诱电型电容器测量条件

### 3.DC偏压特性 (1/2)

在芯片积层陶瓷电容器上外加DC偏压时，静电容量会发生变化。芯片积层陶瓷电容器分为温度补偿用和高电容率类的两种。温度补偿用（C0G特性等）几乎不会由于DC偏压而发生变化。

与此相反，高电容率类（X5R特性等）会根据DC偏压而发生变化。

图3显示了C0G特性、X5R特性的DC偏压特性的代表示例。

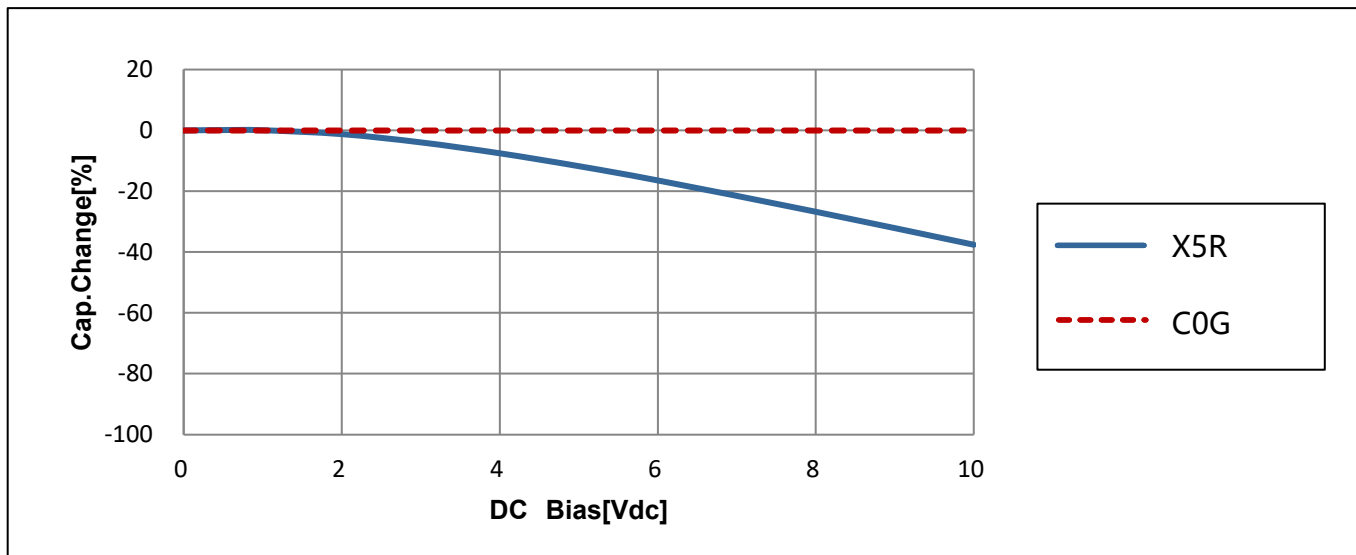


图3 温度特性

SimSurfing提供任意DC偏压时的静电容量值和静电容量变化率。

但是，由于温度补偿用芯片积层陶瓷电容器不受DC偏压的影响，因此没有包含在SimSurfing中。

# 3.DC偏压特性 (2/2)

## 1.测量装置

本测量所使用的代表性测量装置如下所示。



图4 测量仪器：LCR仪表E4980A  
(Keysight Technologies)

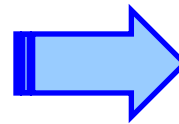


图5 测量夹具：测试夹具16034E/G  
(Keysight Technologies)

## 2.测量条件 (C: 额定静电容量)

- (1)测量频率 :  $C \leq 10\mu\text{F}$  1kHz,  $C > 10\mu\text{F}$  120Hz
- (2)测量电压\* :  $C \leq 10\mu\text{F}$  (6.3V以下) &  $C > 10\mu\text{F}$  0.5Vrms  
 $C \leq 10\mu\text{F}$  (10V以上) 1Vrms
- (3)DC偏压 : 0 ~ 额定电压Vdc
- (4)外加DC偏压时间 : 60秒
- (5)测量温度 :  $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$

\*对于一部分项目，测量电压可能会有所不同。

## 4.温度特性 (1/2)

由于芯片积层陶瓷电容器的静电容量等特性随着温度而发生变化，因此根据JIS规格等对温度特性进行了规定。芯片积层陶瓷电容器分为温度补偿用和高电容率类这两种。温度补偿用（C0G, NP0特性等）随温度几乎呈现直线变化。

与此相反，高电容率类（X5R, X7R特性等）随温度呈现一定程度的静电容量变化。

图6显示了C0G特性、X5R特性的温度特性的代表示例。

此外，表3还显示了各自的温度特性的使用温度范围和容许范围（静电容量变化率或温度系数）。

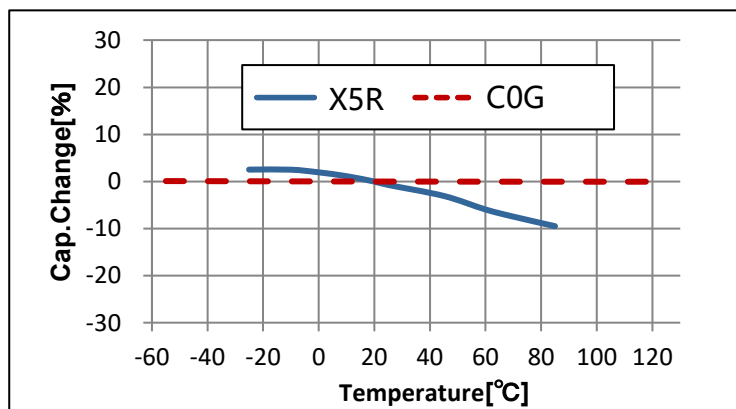


图6 温度特性

记号	使用温度范围	静电容量变化率 或温度系数
C0G	-55~125°C	0±30ppm/°C
X5R	-25~85°C	±15%

表3 温度特性 (JIS规格)

SimSurfing提供任意温度条件下的静电容量值和静电容量变化率。

此外，还提供外加额定电压的50%的DC偏压时的温度特性。

但是，由于温度补偿用芯片积层陶瓷电容器受温度和DC偏压的影响较小，因此没有包含在SimSurfing中。

## 4.温度特性 (2/2)

---

### 1.测量装置

本测量所使用的代表性测量装置如下所示。

- (1)LCR仪表 : E4980A/4284A (Keysight Technologies)
- (2)试验槽 : 恒温槽

### 2.测量条件 (C: 额定静电容量)

温度特性的测量条件基于公共规格JISC 5101-1-1998。

- (1)测量频率 :  $C \leq 10\mu\text{F}$  1kHz,  $C > 10\mu\text{F}$  120Hz
- (2)测量电压\* :  $C \leq 10\mu\text{F}$  (6.3V以下) 并且  $C > 10\mu\text{F}$  0.5Vrms  
 $C \leq 10\mu\text{F}$  (10V以上) 1Vrms
- (3)DC偏压 : 1/2额定电压Vdc
- (4)外加DC偏压时间 : 60秒

\*对于一部分项目, 测量电压可能会有所不同。

## 5.纹波发热特性 (1/2)

在芯片积层陶瓷电容器上有纹波电流（高频率电流）流过时，由于内在固有的阻抗成分，会产生电力消耗并自身发热。

图7显示了高电容率类陶瓷电容器的纹波发热特性的代表示例。

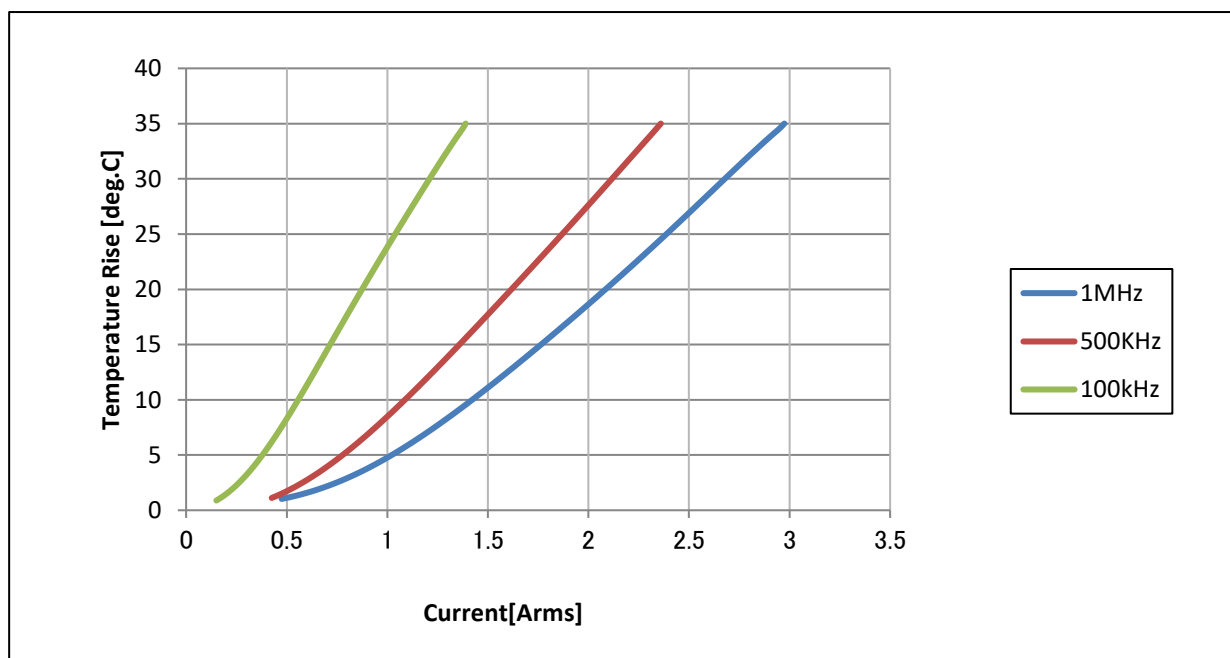


图7 纹波发热特性

SimSurfing提供在额定静电容量1uF以上的高电容率类芯片积层陶瓷电容器（GRM系列）上重叠直流电压时的纹波发热特性。

## 5.纹波发热特性 (2/2)

### 1.测量装置

本测量所使用的测量装置以及概要电路图如图8(a)所示。  
将测量样品焊接在环氧玻璃线路板上，在亚克力（丙烯）盒内进行测量。  
此外，安装在亚克力（丙烯）盒上方的红外线温度计测量芯片表面的温度。  
图8(b)显示亚克力（丙烯）盒内的模式图。

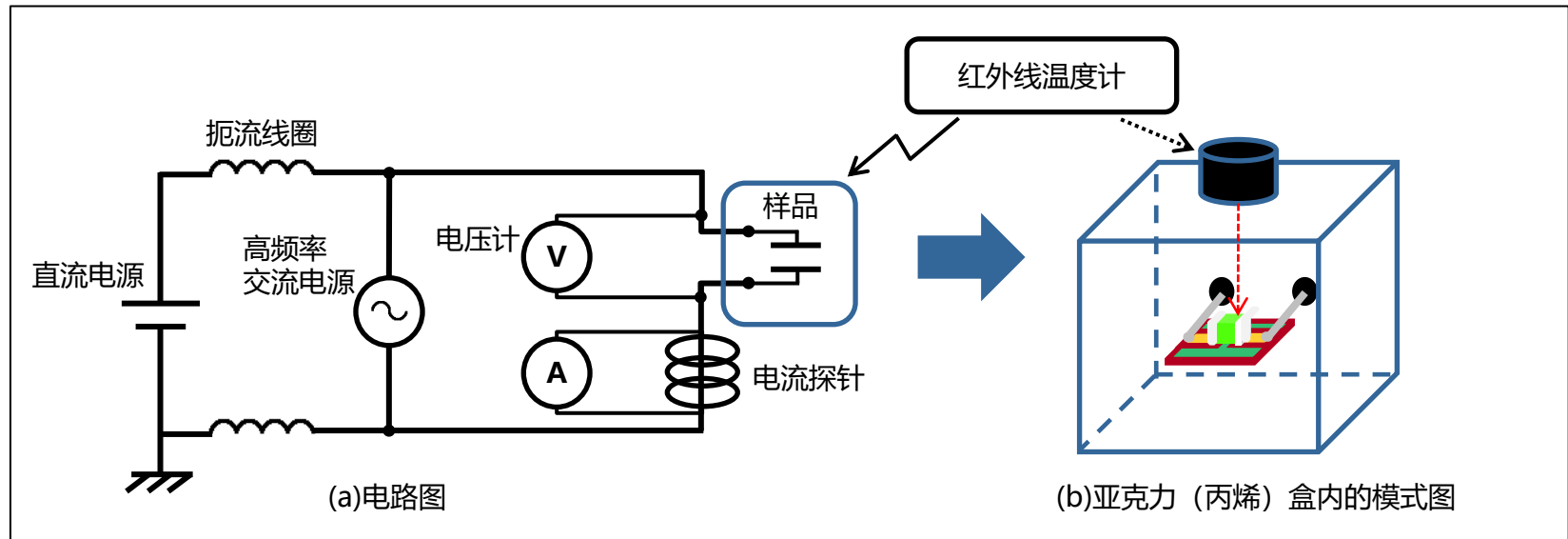


图8 纹波发热测量

### 2.测量条件

- (1)纹波频率 : 在 20kHz 到 1MHz 范围内, 最多 3 个条件 (正弦波)
- (2)测量基准温度 : 25°C±3°C
- (3)DC偏压 : 1/2额定电压Vdc

## 6.AC电压特性 (1/2)

在芯片积层陶瓷电容器上外加AC电压时，静电容量会发生变化。芯片积层陶瓷电容器分为温度补偿用和高电容率类这两种。温度补偿用（C0G, NP0特性等）几乎不会由于AC电压发生变化。

与此相反，高电容率类（X5R特性）会根据AC电压发生变化。

图9显示了C0G特性、X5R特性的AC电压特性的代表示例。

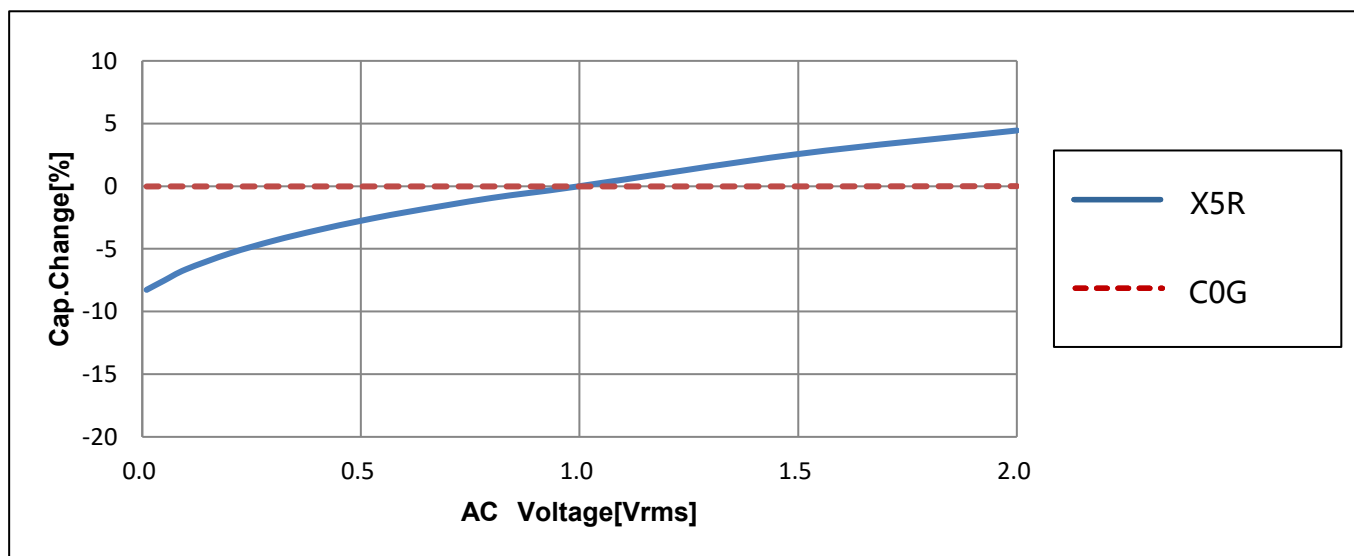


图9 AC电压特性

SimSurfing提供任意AC电压下的静电容量值和静电容量变化率。

但是，由于温度补偿用芯片积层陶瓷电容器不受AC电压的影响，因此没有包含在SimSurfing中。

# 6.AC电压特性 (2/2)

## 1.测量装置

本测量所使用的代表性测量装置如下所示。



图10 测量仪器: LCR仪表E4980A  
(Keysight Technologies)



图11 测量夹具: 测试夹具16034E/G  
(Keysight Technologies)

## 2.测量条件 (C: 额定静电容量)

- (1)测量频率 :  $C \leq 10\mu\text{F}$  1kHz,  $C > 10\mu\text{F}$  120Hz
- (2)AC电压 : 0.01 ~ 2.0Vrms
- (3)外加AC电压时间 : 30秒
- (4)测量温度 :  $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$