

RX100 系列 RX113 群

互电容测量时触摸电极的特性

R01AN3192CC0100
Rev. 1.00
2017.01.31

要点

本应用说明介绍了 RX 系列新型触摸 IP 的 MCU 在互电容测量时触摸电极的特性验证和验证结果。

对象 MCU

RX113

目录

1. 概述	3
2. 测量条件	3
3. 电极形状和极间电容	4
3.1 电极基板	4
3.2 实际测量结果	5
3.2.1 无触摸时的极间电容	6
3.2.2 触摸时的极间电容	7
3.2.3 触摸时的极间电容变化量	8
3.2.4 触摸时的极间电容变化率	9
3.3 电极形状和极间电容的总结	10
4. 极间距离和极间电容	11
4.1 电极基板	11
4.2 实际测量结果	12
4.2.1 无触摸时的极间电容	12
4.2.2 触摸时的极间电容	13
4.2.3 触摸时的极间电容变化量	14
4.3 极间距离和极间电容的总结	16
5. 影响触摸灵敏度的因素	17
5.1 电极形状和极间电容的相关性	17
5.2 极间距离和极间电容的相关性	17
5.3 面板厚度和极间电容的变化量的相关性	17
6. 触摸电极的开发要点	18
7. 补充	19
7.1 薄面板的不利影响	19
7.2 面板厚度和触摸时的电容变化量	20
公司主页和咨询窗口	22

1. 概述

触摸电极的形状设计，对于互电容测量的灵敏度至关重要。因此，本应用说明介绍了触摸电极的基本构成，和影响触摸电极灵敏度的几个要素的相互关系：

- 电极形状（发送电极和接收电极）
- 发送电极和接收电极之间的距离（文中称为极间距离）
- 极间电容
- 面板厚度（文中使用的亚克力板厚度为：2mm、5mm 和 7mm）

2. 测量条件

本应用说明中，使用表 2.1 所示的条件，验证互电容方式触摸电极的特性。

表2.1 测量条件

MCU 的条件	
MCU	RX113 R5F51138ADFP
工作电压	3.3V
工作时钟	HOCO: 32MHz
CTSU 测量周期	20ms
CTSU 测量模式	互电容全扫描模式（CTSUMD）
CTSU 工作模式	正常操作模式（CTSUAUTUNE0）
CTSU 供电能力调节	高输出（CTSUAUTUNE1）
CTSU 基础脉冲调节	推荐值：3（CTSUPRRATIO）
CTSU 基础脉冲	推荐值：62 个脉冲（CTSUPRMODE）
CTSU 高频噪声减少功能	开启（CTSUSOFF）
CTSU 感应器等待时间	固定值：“00010000b”（CTSUSST）
CTSU 扩散时钟模式	固定值：“00b”（CTSUSMOD）
CTSU 扩散时钟控制	固定值：“11b”（CTSUSCNT）
CTSU 频谱扩散分频	“0001b”（CTSUSSDIV）
CTSU 测量频率	8 次（CTSUSNUM）
CTSU 参考 ICO 电流调节	输入电流 31（CTSURICOA）
CTSU 基础时钟	2MHz = 32MHz/16（CTSUSDPA）
CTSU ICO 增益	增益 66%（CTSUICOG）
电极的条件	
电极尺寸	10mm × 10mm
发送电极宽度	0.4mm
接收电极宽度	0.4mm

3. 电极形状和极间电容

本节通过对电极尺寸、极间距离相同（电极尺寸 = 10mm×10mm，极间距离 = 2mm），但电极形状相异的 2 种触摸基板的验证，说明发送/接收电极形状和极间电容的关系。

3.1 电极基板

图 3.1 和图 3.2 表示两种触摸电极基板。

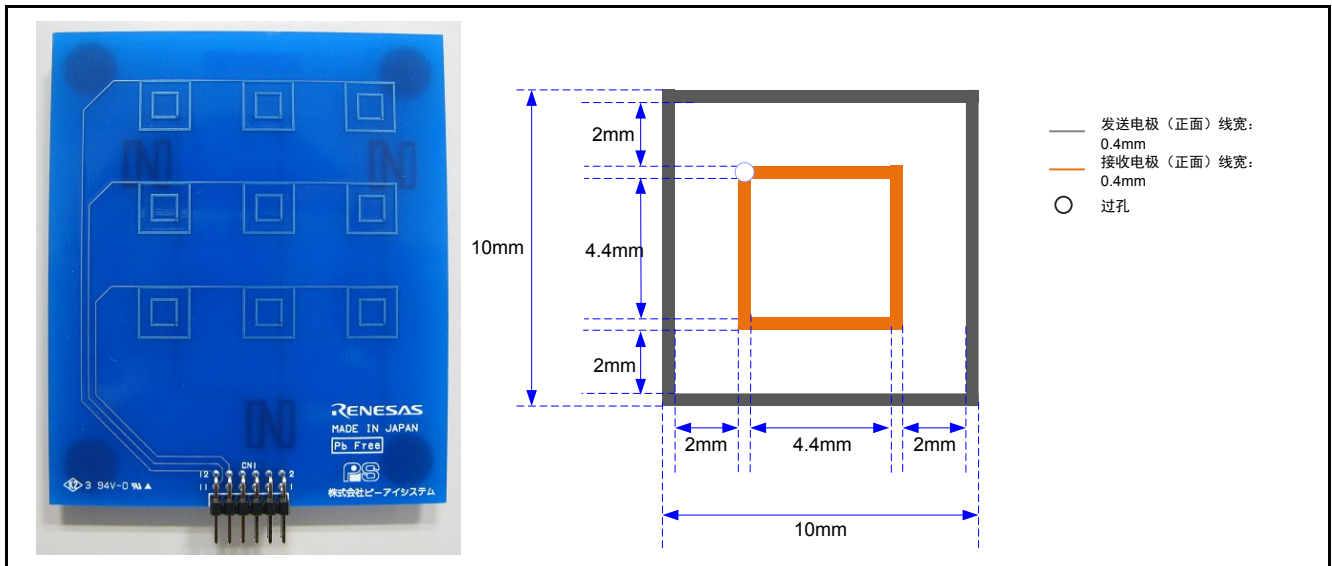


图3.1 方形电极

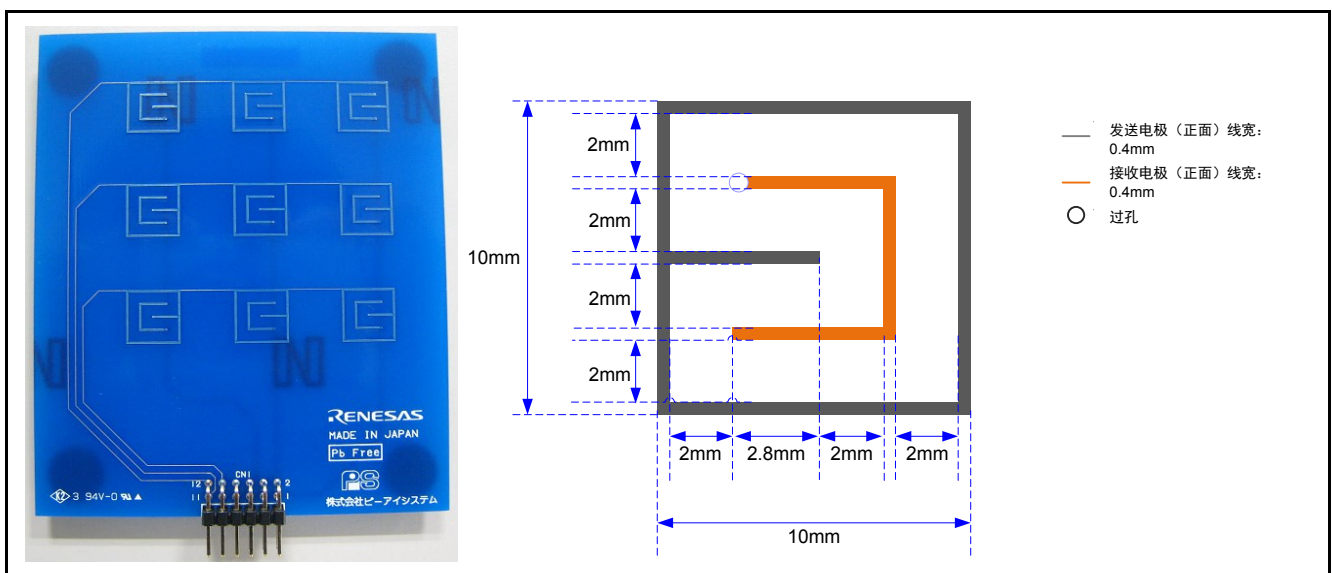


图3.2 C形电极

3.2 实际测量结果

实际测量结果列出了面板厚度为 2mm、5mm 和 7mm 时的极间电容值。

以下为不同形状电极的发送电极和接收电极相向布线长度：

- 方形电极相向布线长度为 20.8mm
- C 形电极相向布线长度为 22.4mm

极间电容值等于 CTSU 的第二次的测量值减去第一次的测量值。（更多详细资料，请参考应用笔记 R30AN0218C）。

被测按键如图 3.3 所示。

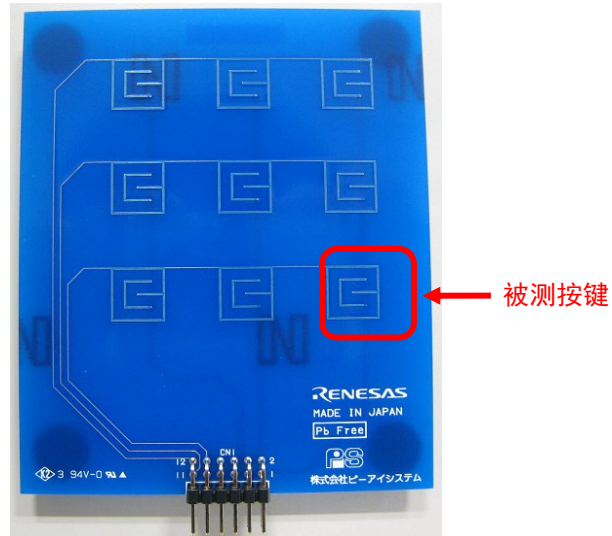


图3.3 被测按键

3.2.1 无触摸时的极间电容

无触摸时的极间电容值，如表 3.1 所示。

表3.1 无触摸时的极间电容值

面板厚度	方形电极	C 形电极
2mm	7329	7871
5mm	7431	7906
7mm	7436	7886

C 形电极的发送电极和接收电极的相向布线长度较长，因此其极间电容值也较大。这是由于相向布线长度越长，电极间耦合越强的缘故。

面板厚度不会导致极间电容值的明显变化，但触摸电极上所覆物质的相对介电常数会导致极间电容值的明显变化。

无触摸时的极间电容值，如图 3.4所示。

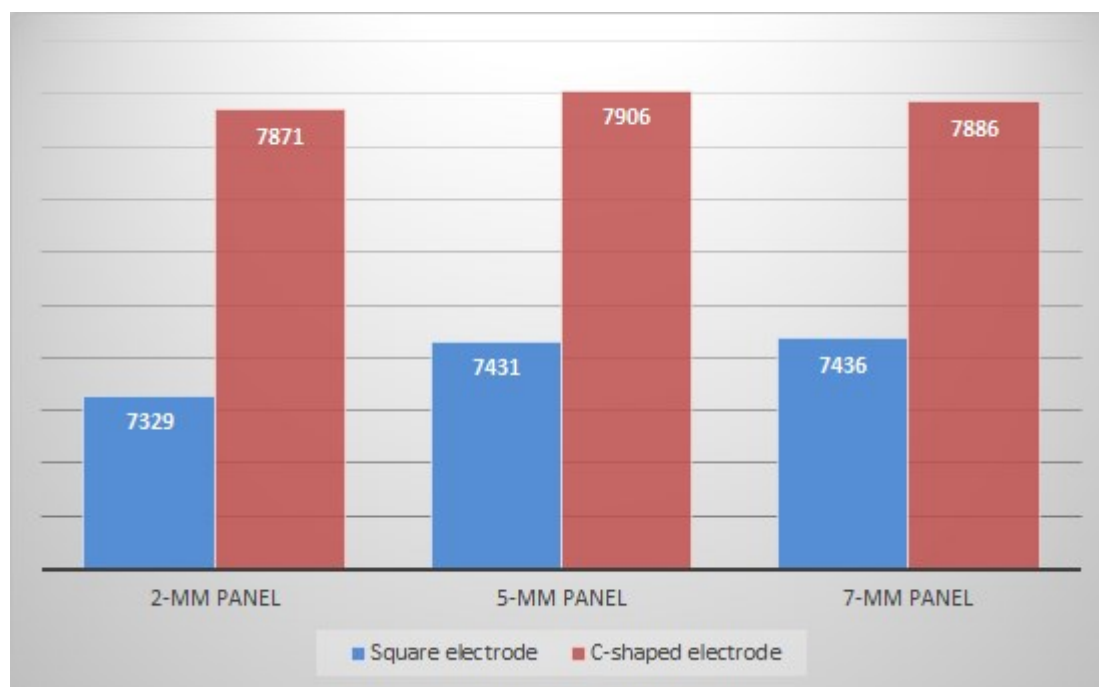


图3.4 无触摸时的极间电容值

3.2.2 触摸时的极间电容

触摸时的极间电容值，如表 3.2 所示。

表3.2 触摸时的极间电容值

面板厚度	方形电极	C 形电极
2mm	5148	5595
5mm	6324	6717
7mm	6639	7054

和无触摸时相同，由于 C 形电极的发送电极和接收电极的相向布线长度较长，触摸时 C 形电极的极间电容值较大。此外，触摸时极间电容的减少量随着面板厚度的增加而下降。

触摸时的极间电容值，如图 3.5 所示。

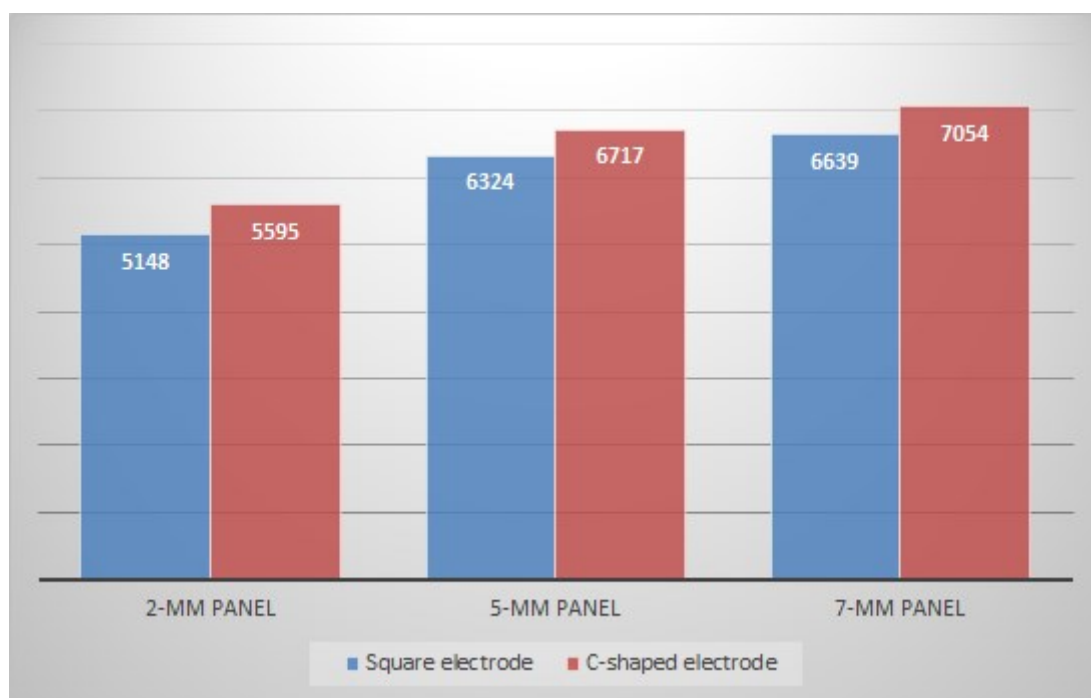


图3.5 触摸时的极间电容值

3.2.3 触摸时的极间电容变化量

触摸时的极间电容变化量，如表 3.3 所示。

表3.3 触摸时的极间电容变化量

面板厚度	方形电极	C 形电极
2mm	2181 (7329 – 5148)	2276 (7871 – 5595)
5mm	1107 (7431 – 6324)	1189 (7906 – 6717)
7mm	797 (7436 – 6639)	832 (7886 – 7054)

触摸面积相同时（电极尺寸 10mm×10mm），由于 C 形电极的发送电极和接收电极的极间电容较大，C 形电极触摸时的极间电容变化量也较大。

触摸时的极间电容变化量，如图 3.6 所示。

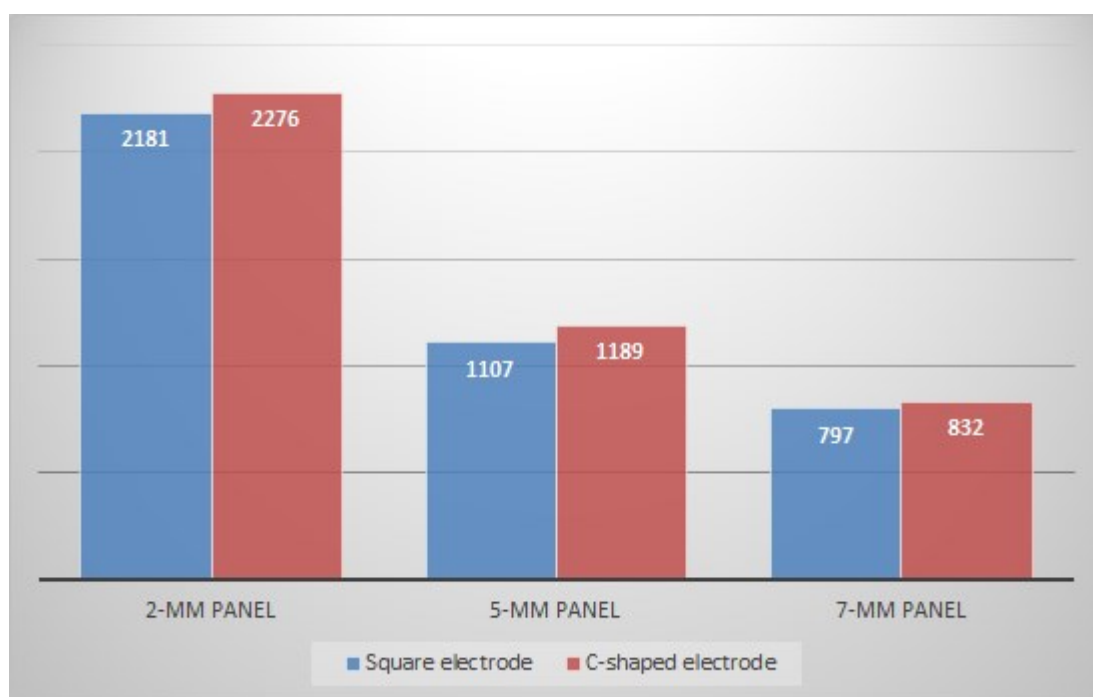


图3.6 触摸时的极间电容变化量

3.2.4 触摸时的极间电容变化率

触摸面积相同时（电极尺寸 10mm×10mm），C 形电极触摸时的极间电容变化量较大，而触摸时极间电容变化率（减小率）无明显变化。触摸时的极间电容变化率，如表 3.4 所示。

表3.4 触摸时的极间电容变化率

面板厚度	方形电极	C 形电极
2mm	29.8%	28.9%
5mm	14.9%	15.0%
7mm	10.7%	10.6%

3.3 电极形状和极间电容的总结

下面总结了电极形状和极间电容之间的关系。

1. 发送电极和接收电极的相向布线长度越大，耦合越强，因此极间电容也越大。极间电容的产生，如图 3.7 所示。
 - C 形电极：极间电容较大（相向布线长度 = 22.4mm）
 - 方形电极：极间电容较小（相向布线长度 = 20.8mm）

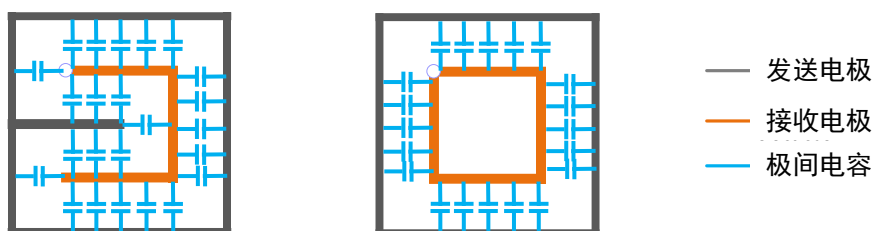


图3.7 极间电容的产生

2. 触摸导致的极间电容变化量，和面板厚度无关。发送电极和接收电极间的相向布线长度越大，电容变化量越大（较长相向布线产生较大极间电容的缘故）。
3. 面板越厚，触摸时极间电容变化量越少。
手指接近对极间电容的影响，如图 3.8 所示。面板越厚，影响越少。

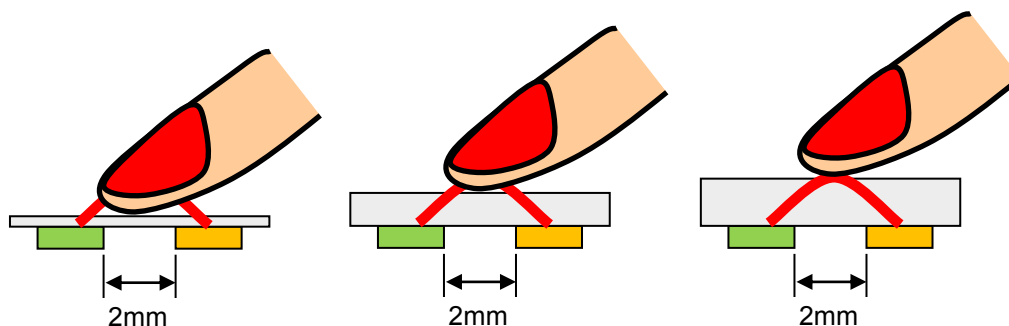


图3.8 手指接近对极间电容的影响

- * 使用薄面板会导致不利影响。更多详细信息，请参阅“7.1 薄面板的不利影响”。
4. 触摸导致的极间电容变化率，和电极形状无关。（将极间距离固定为 2mm，方形电极和 C 形电极产生相同的电容变化率）。

4. 极间距离和极间电容

通过电极形状相同，电极间距不同的两个触摸电极基板来验证极间距离和极间电容之间的关系。

4.1 电极基板

图 4.1 和图 4.2 表示两种触摸电极的基板。

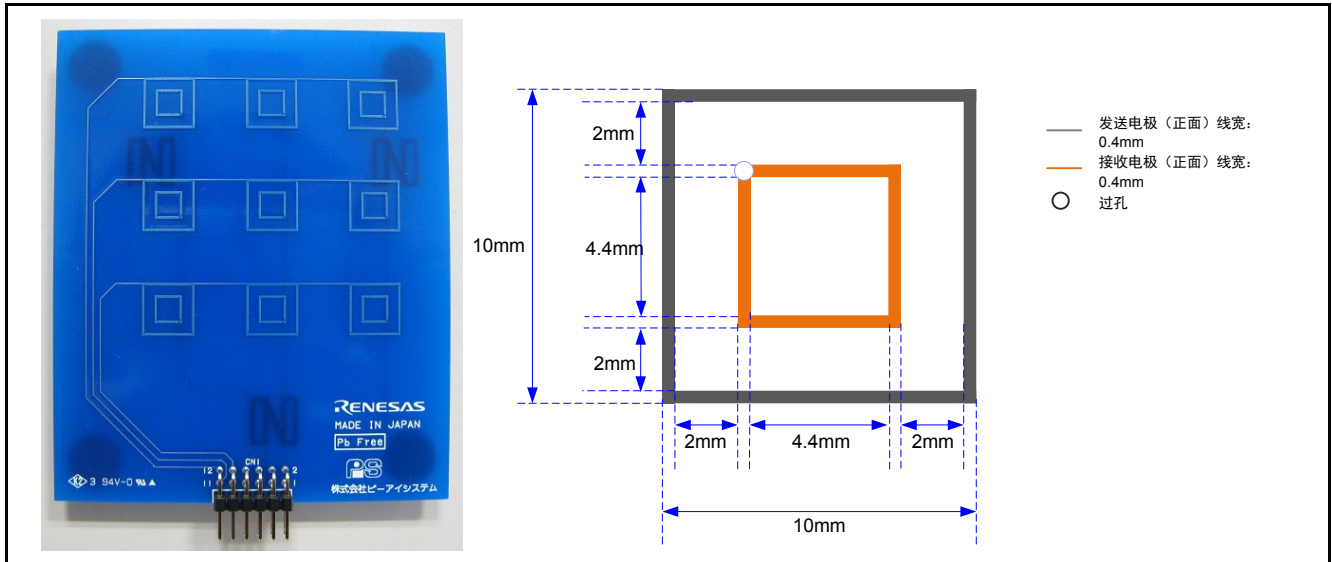


图4.1 极间距离为 2mm

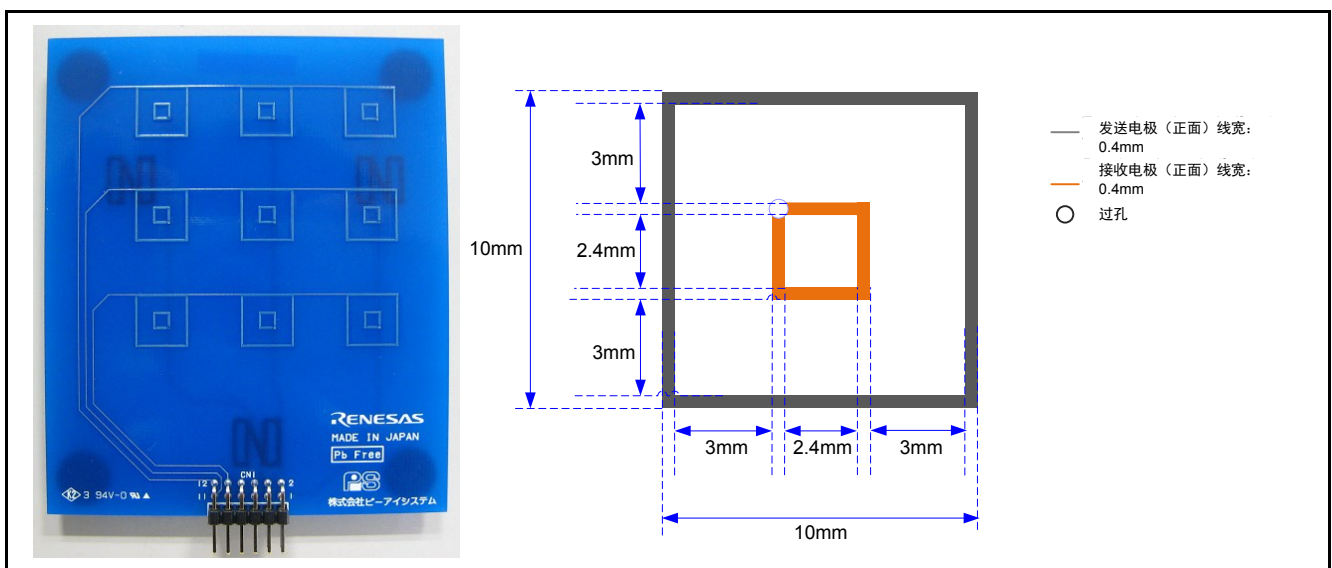


图4.2 极间距离为 3mm

4.2 实际测量结果

实际测量结果列出了面板厚度为 2mm、5mm 和 7mm 时的极间电容值。

以下为发送电极和接收电极相向布线长度：

- 极间距离为 2mm 时，相向布线长度为 20.8mm。
- 极间距离为 3mm 时，相向布线长度为 11.2mm。

4.2.1 无触摸时的极间电容

无触摸时的极间电容值，如表 4.1 所示。

表 4.1 无触摸时的极间电容值

面板厚度	极间距离为 2mm	极间距离为 3mm
2mm	7329	5583
5mm	7431	5631
7mm	7436	5603

极间距离为 2mm 时的相向布线较长，其极间电容值也较高。

无触摸时的极间电容值，如图 4.3 所示。

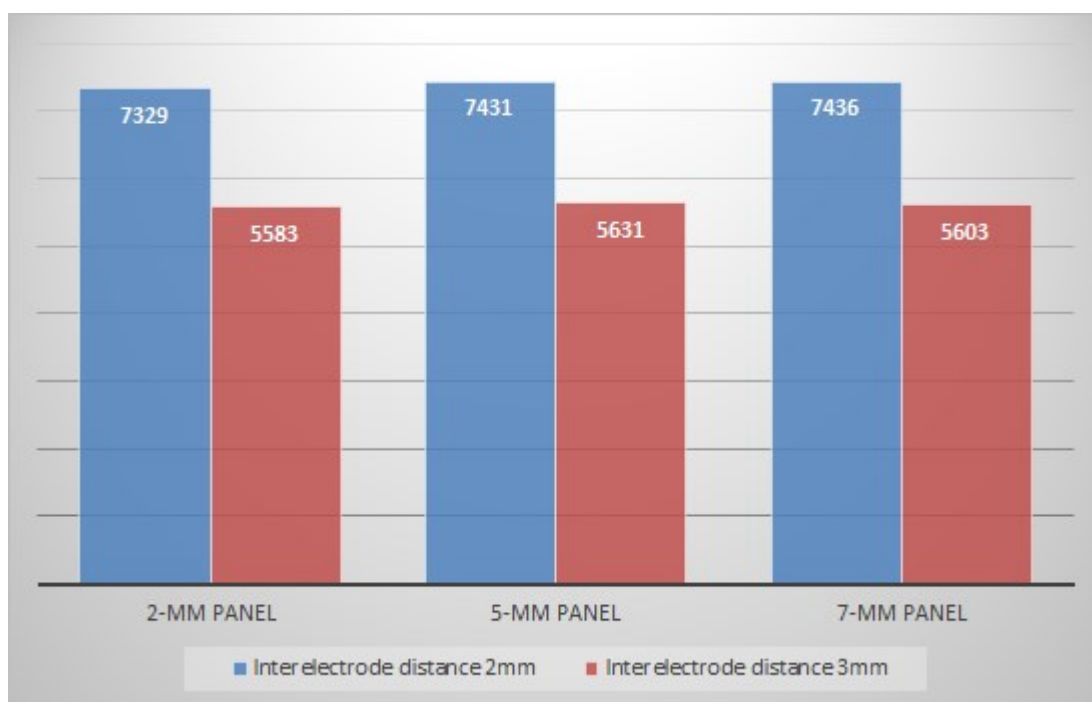


图4.3 无触摸时的极间电容值

4.2.2 触摸时的极间电容

触摸时的极间电容值，如表 4.2 所示。

表 4.2 触摸时的极间电容值

面板厚度	极间距离为 2mm	极间距离为 3mm
2mm	5148	3655
5mm	6324	4552
7mm	6639	4823

与无触摸时相同，极间距离为 2mm 时的相向布线较长，其极间电容值也较高。

触摸时的极间电容值，如图 4.4 所示。

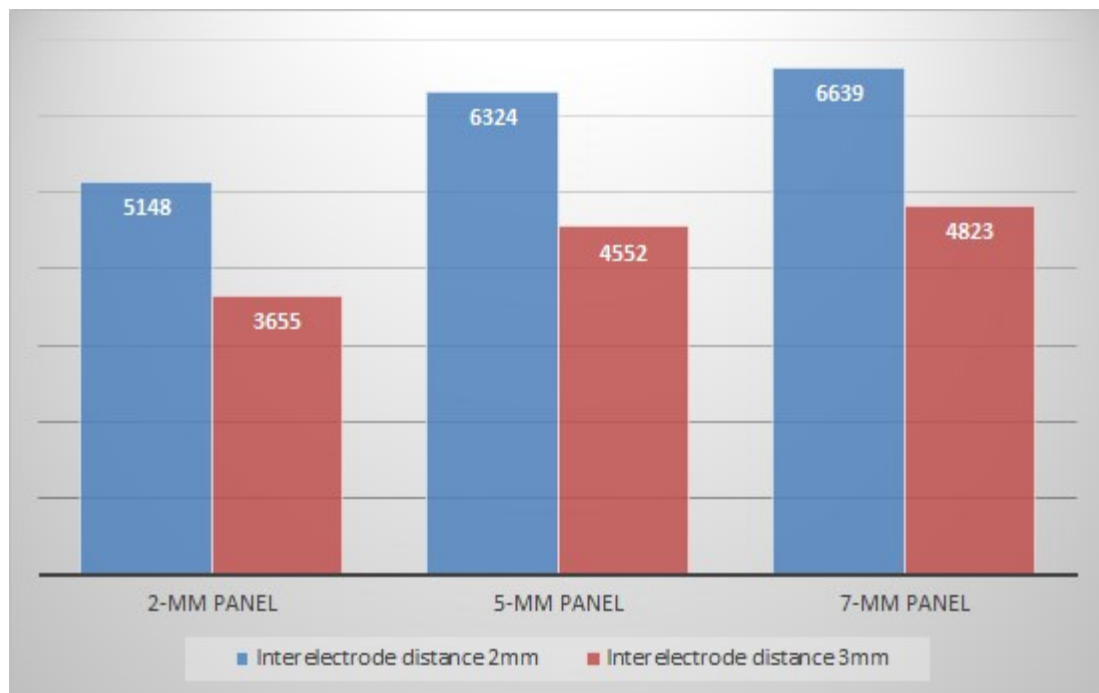


图4.4 触摸时的极间电容值

4.2.3 触摸时的极间电容变化量

触摸时的极间电容变化量，如表 4.3 所示。

表4.3 触摸时的极间电容变化量

面板厚度	极间距离为 2mm	极间距离为 3mm
2mm	2181	1928
5mm	1107	1079
7mm	797	780

触摸面积相同时（电极尺寸 10mm×10mm），由于极间距离为 2mm 时发送电极和接收电极的极间电容值较大，触摸前后的极间电容变化量也较大。

触摸时的极间电容变化量，如图 4.5 所示。

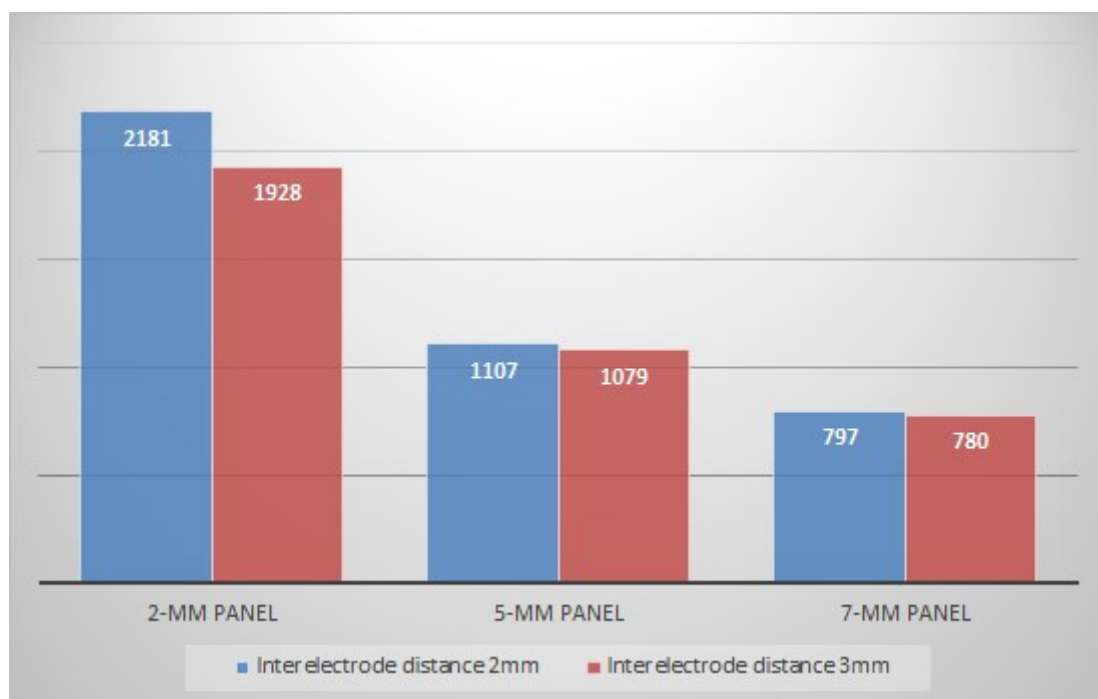


图4.5 触摸时的极间电容变化量

触摸面积相同时（电极尺寸 10mm×10mm），极间距离为 2mm 的触摸电极在触摸时的极间电容变化量较大，而极间距离为 3mm 的触摸电极在触摸时的极间电容变化率（减小率）较大。触摸时的极间电容变化率，如表 4.4 所示。

面板的厚度一定，极间距离为 2mm 的电极触摸时的电容变化量较大，而极间距离为 3mm 的电极触摸时电容值变化率较大。“7.2 面板厚度和触摸时的电容变化量”中的仿真数据（基于参考数据）对此进行了说明。

表4.4 触摸时的极间电容变化率

面板厚度	极间距离为 2mm	极间距离为 3mm
2mm	29.8%	34.5%
5mm	14.9%	19.2%
7mm	10.7%	13.9%

4.3 极间距离和极间电容的总结

电极尺寸（10mm×10mm）、电极形状（方形）和测量条件相同时，极间距离和极间电容之间的关系如下：

1. 相向布线长度越大，耦合越强，极间电容也越大。极间电容的产生，如图 4.6 所示。
 - 极间距离为 2mm：极间电容较大（相向布线长度 = 20.8mm）
 - 极间距离为 3mm：极间电容较小（相向布线长度 = 11.2mm）

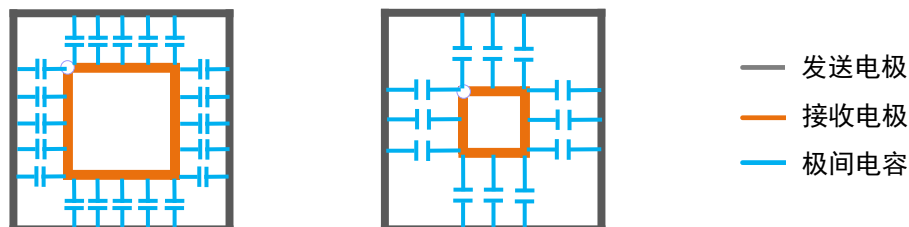


图4.6 极间电容的产生

2. 面板越厚，触摸时极间电容变化量越小。（参考“3.3 电极形状和极间电容的总结”）。

* 使用薄面板会产生不利影响。更多详细信息，请参阅“7.1 薄面板的不利影响”。

3. 极间距离越大，触摸时极间电容变化率越大。

极间距离分别为 2mm 和 3mm 时极间电容量的示意，如图 4.7 所示。

极间距离较小时，电容发生变化的可能性较低；当极间距离较大时，电容发生变化的可能性较高。

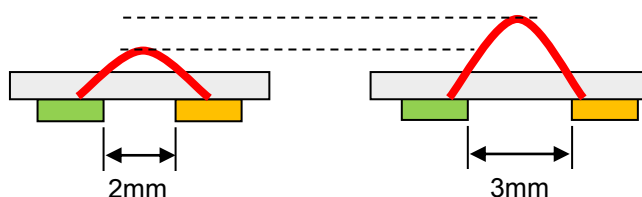


图4.7 极间电容量的大小

因触摸导致的极间电容的变化率，如图 4.8 所示。极间距离为 3mm 时，触摸对极间电容的影响较大，因此触摸时极间电容的变化率较大。

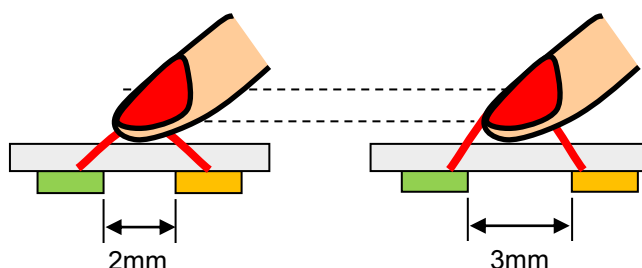


图4.8 极间电容变化率的大小

5. 影响触摸灵敏度的因素

本节讨论电极形状、极间距离和极间电容（互电容电极）之间的关系。

5.1 电极形状和极间电容的相关性

电极形状（发射电极和接收电极的相向布线长度）和极间电容之间的关系，如图 5.1 所示。

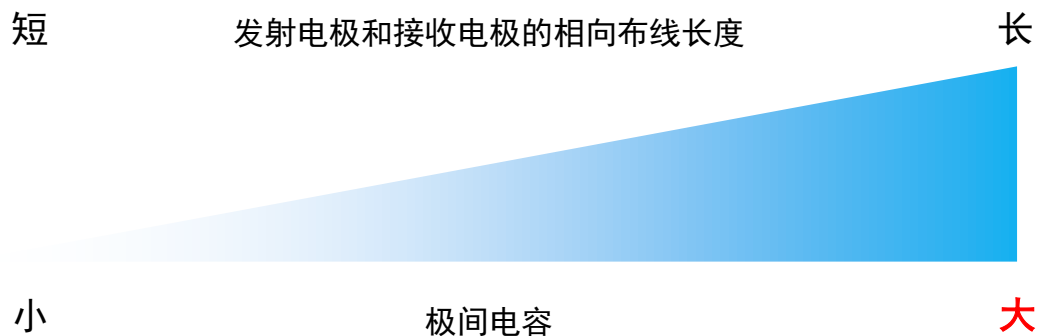


图5.1 电极形状和极间电容之间的关系

5.2 极间距离和极间电容的相关性

极间距离和极间电容之间的关系，如图 5.2 所示。

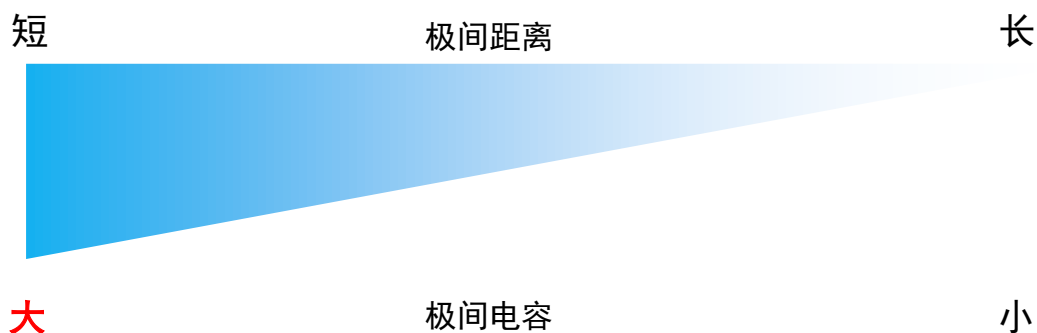


图5.2 极间距离和极间电容之间的关系

5.3 面板厚度和极间电容的变化量的相关性

面板厚度和极间电容的变化量之间的关系，如图 5.3 所示。



图5.3 面板厚度和极间电容之间的关系

6. 触摸电极的开发要点

根据本文中前述的验证结果，设计触摸电极时应遵循以下要点，以保证较好的触摸灵敏度。

■ 使用薄面板时

- 设计电极形状时，应保证发射电极和接收电极间较长的相向布线长度。
- 设计较短的极间距离。

■ 使用厚面板时

- 设计电极形状时，应保证较长的发射电极和接收电极的相向布线长度。
- 设计较长的极间距离。

7. 补充

7.1 薄面板的不利影响

使用互电容测量方式时，不可直接触摸电极。因此，电极和触摸对象（手指等）之间必须放置面板。直接触摸电极时的测量数据，如表 7.1 所示。

表7.1 测量数据

方形电极的极间距离为 2mm	无面板（直接触摸）	面板厚度为 2mm
无触摸时的极间电容值	5636	7329
触摸时的极间电容值	31794	5148
触摸时的变化	-26158	2181

无触摸发生时，和覆盖面板的电极相比，无面板电极的极间电容较小，这是由于触摸面板本身也产生极间电容的缘故。

当手指直接触摸电极时，感应器测得手指的电容远远大于极间电容，手指的电容值被作为测量结果，因此造成有触摸时的极间电容值大于无触摸时的极间电容值。

换句话说，本来通过触摸可以减少极间电容，但直接触摸时由于手指电容的介入，因此，测量结果显示电容增加。

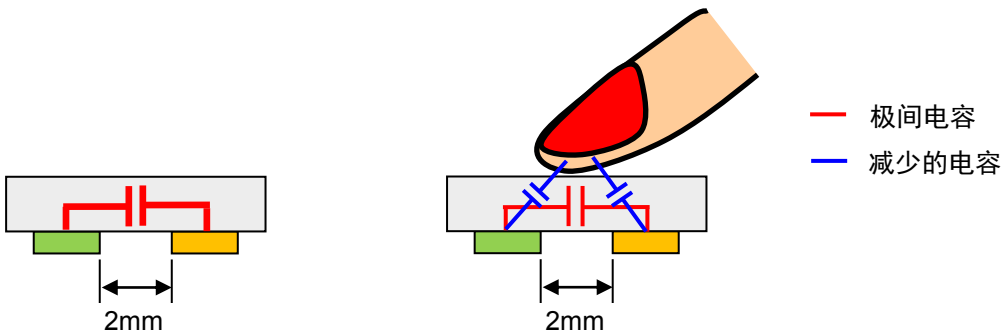


图7.1 有面板时的触摸

通过面板触摸电极时，极间电容的一部分（蓝色所示）通过手指接地，因此造成红色所示的极间电容减少。

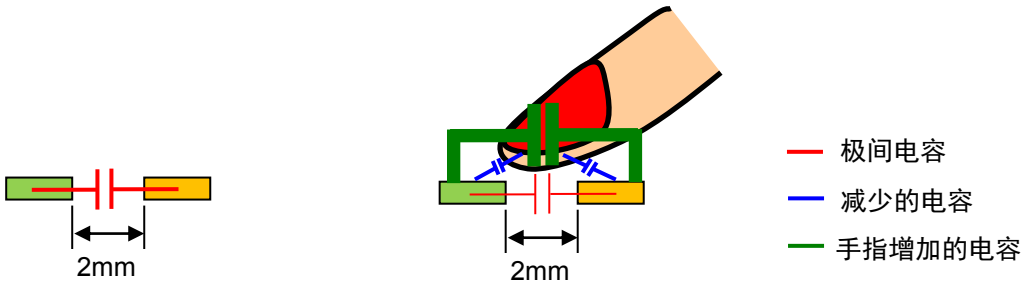


图7.2 无面板时的触摸

直接触摸电极时，蓝色电容表示因为手指触摸而造成的极间电容减少。但是，由于手指的直接触摸，增加了绿色表示的手指电容，因此极间电容值增加。

7.2 面板厚度和触摸时的电容变化量

为了说明面板厚度和触摸时的电容变化量之间的关系，在如图 7.3 和图 7.4 所示的简化电极上进行模拟。验证结果如图 7.5 所示。

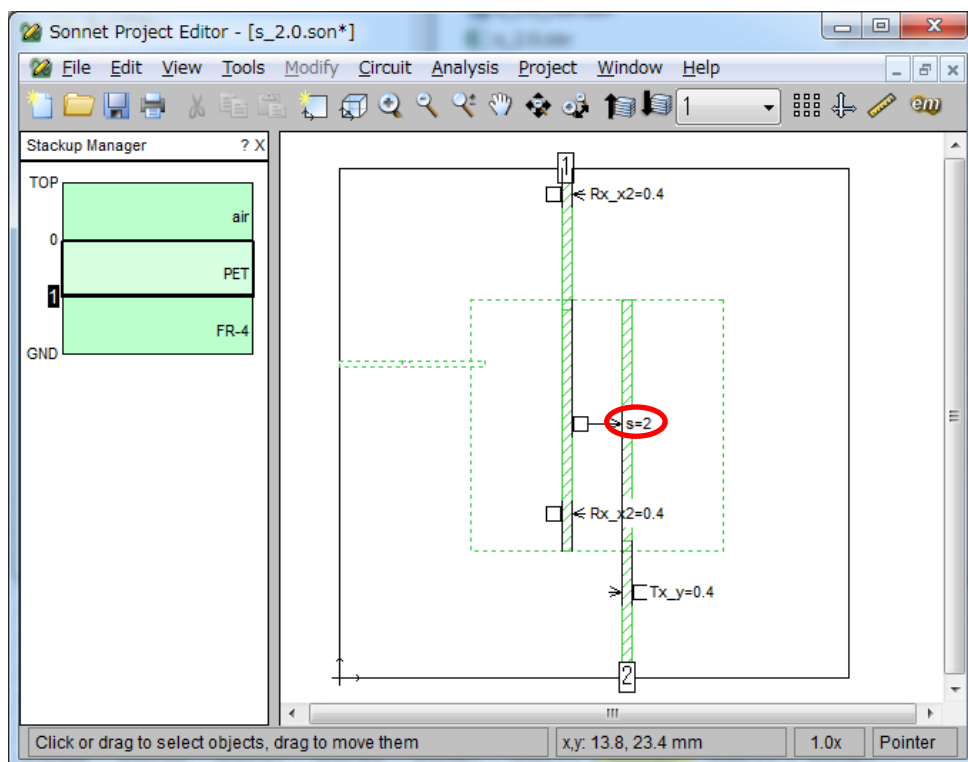


图7.3 极间距离为 2mm

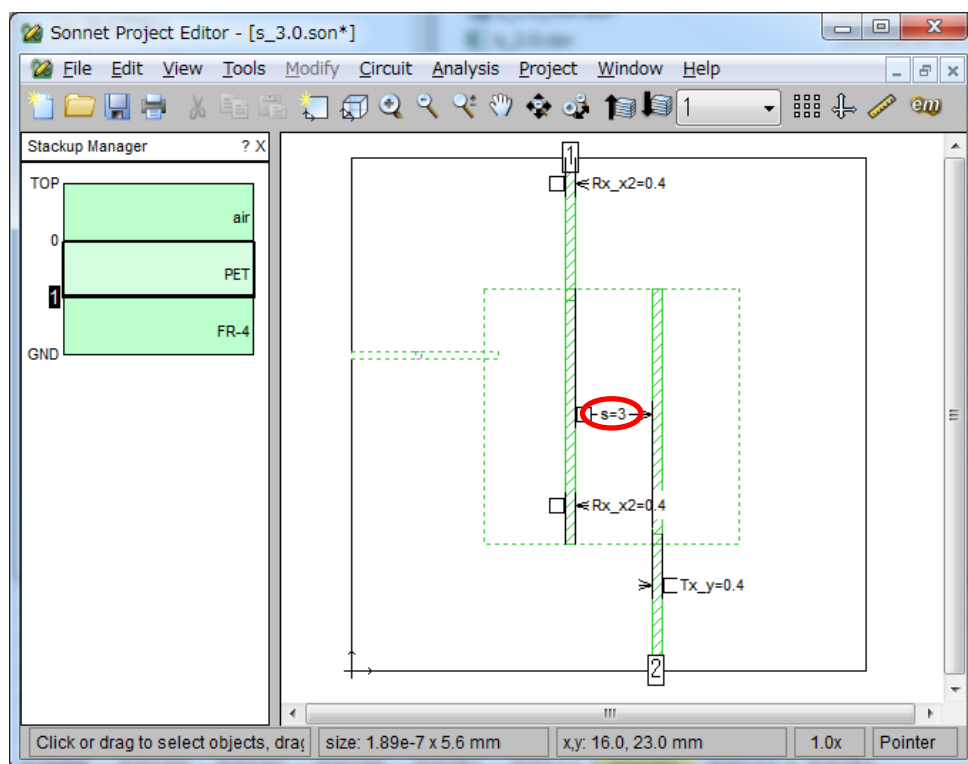


图7.4 极间距离为 3mm

Y 轴：极间电容（pF）

X 轴：面板厚度（mm）（相对介电常数：相当于 3~4mm 的亚克力板）

如图 7.5 所示，当面板厚度为 2mm~3.5mm 时，2mm 极间距电极在触摸时的电容变化量较大；当面板厚度超过 3.5mm，3mm 极间距电极在触摸时的电容变化量较大。

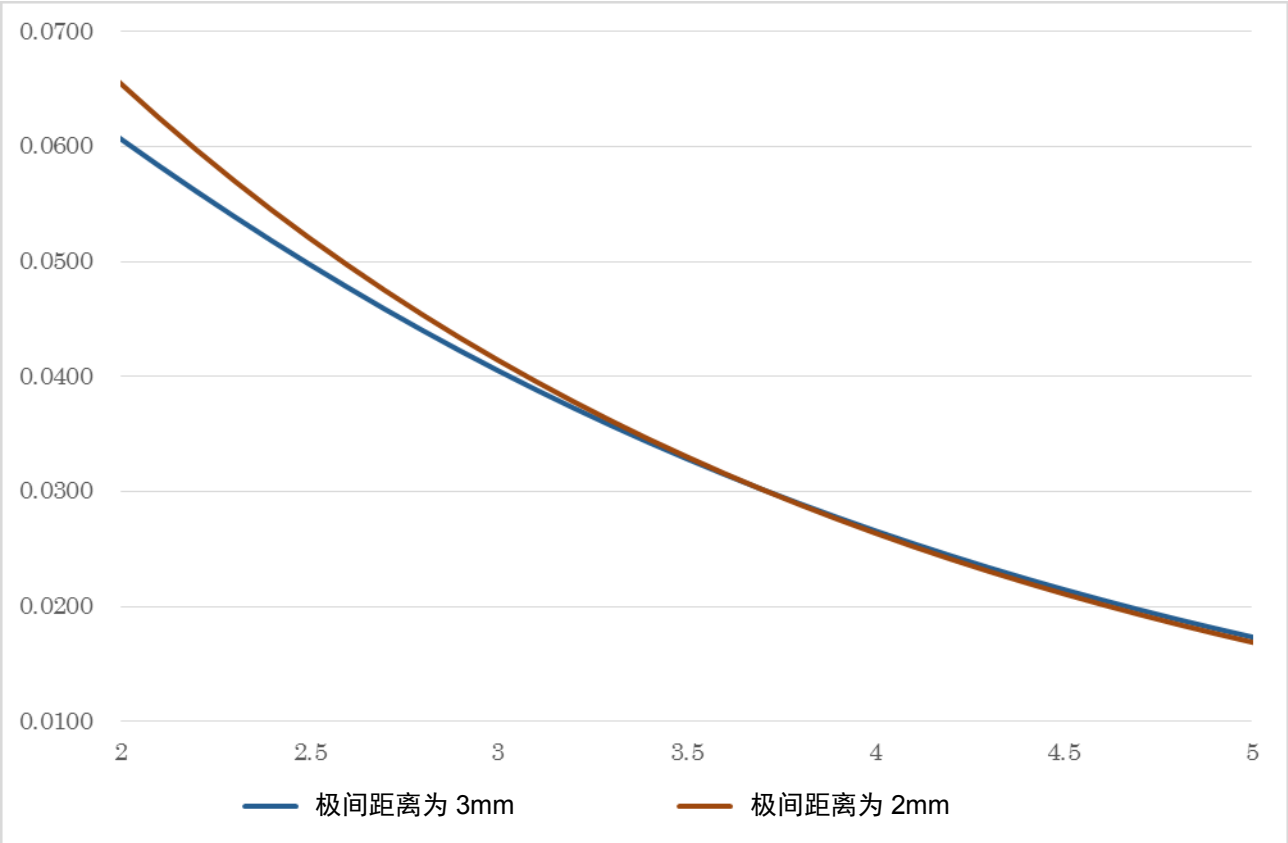


图7.5 面板厚度和极间电容之间的关系

公司主页和咨询窗口

瑞萨电子主页

- <http://www.renesas.com/zh-cn>

咨询

- <http://www.renesas.com/zh-cn/support/contact.html>

修订记录

Rev.	发行日	修订内容	
		页	要点
1.00	2017.01.31	—	初版发行

所有商标及注册商标均归其各自拥有者所有。

产品使用时的注意事项

本文对适用于单片机所有产品的“使用时的注意事项”进行说明。有关个别的使用时的注意事项请参照正文。此外，如果在记载上有与本手册的正文有差异之处，请以正文为准。

1. 未使用的引脚的处理

【注意】将未使用的引脚按照正文的“未使用引脚的处理”进行处理。

CMOS产品的输入引脚的阻抗一般为高阻抗。如果在开路的状态下运行未使用的引脚，由于感应现象，外加LSI周围的噪声，在LSI内部产生穿透电流，有可能被误认为是输入信号而引起误动作。未使用的引脚，请按照正文的“未使用引脚的处理”中的指示进行处理。

2. 通电时的处理

【注意】通电时产品处于不定状态。

通电时，LSI内部电路处于不确定状态，寄存器的设定和各引脚的状态不定。通过外部复位引脚对产品进行复位时，从通电到复位有效之前的期间，不能保证引脚的状态。

同样，使用内部上电复位功能对产品进行复位时，从通电到达到复位产生的一定电压的期间，不能保证引脚的状态。

3. 禁止存取保留地址（保留区）

【注意】禁止存取保留地址（保留区）

在地址区域中，有被分配将来用作功能扩展的保留地址（保留区）。因为无法保证存取这些地址时的运行，所以不能对保留地址（保留区）进行存取。

4. 关于时钟

【注意】复位时，请在时钟稳定后解除复位。

在程序运行中切换时钟时，请在要切换成的时钟稳定之后进行。复位时，在通过使用外部振荡器（或者外部振荡电路）的时钟开始运行的系统中，必须在时钟充分稳定后解除复位。另外，在程序运行中，切换成使用外部振荡器（或者外部振荡电路）的时钟时，在要切换成的时钟充分稳定后再进行切换。

5. 关于产品间的差异

【注意】在变更不同型号的产品时，请对每一个产品型号进行系统评价测试。

即使是同一个群的单片机，如果产品型号不同，由于内部ROM、版本模式等不同，在电特性范围内有时特性值、动作容限、噪声耐量、噪声辐射量等不同。因此，在变更不同型号的产品时，请对每一个型号的产品进行系统评价测试。

Notice

1. Descriptions of circuits, software and other related information in this document are provided only to illustrate the operation of semiconductor products and application examples. You are fully responsible for the incorporation of these circuits, software, and information in the design of your equipment. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties arising from the use of these circuits, software, or information.
 2. Renesas Electronics has used reasonable care in preparing the information included in this document, but Renesas Electronics does not warrant that such information is error free. Renesas Electronics assumes no liability whatsoever for any damages incurred by you resulting from errors in or omissions from the information included herein.
 3. Renesas Electronics does not assume any liability for infringement of patents, copyrights, or other intellectual property rights of third parties by or arising from the use of Renesas Electronics products or technical information described in this document. No license, express, implied or otherwise, is granted hereby under any patents, copyrights or other intellectual property rights of Renesas Electronics or others.
 4. You should not alter, modify, copy, or otherwise misappropriate any Renesas Electronics product, whether in whole or in part. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties arising from such alteration, modification, copy or otherwise misappropriation of Renesas Electronics product.
 5. Renesas Electronics products are classified according to the following two quality grades: "Standard" and "High Quality". The recommended applications for each Renesas Electronics product depends on the product's quality grade, as indicated below.
"Standard": Computers; office equipment; communications equipment; test and measurement equipment; audio and visual equipment; home electronic appliances; machine tools; personal electronic equipment; and industrial robots etc.
"High Quality": Transportation equipment (automobiles, trains, ships, etc.); traffic control systems; anti-disaster systems; anti-crime systems; and safety equipment etc.
Renesas Electronics products are neither intended nor authorized for use in products or systems that may pose a direct threat to human life or bodily injury (artificial life support devices or systems, surgical implantations etc.), or may cause serious property damages (nuclear reactor control systems, military equipment etc.). You must check the quality grade of each Renesas Electronics product before using it in a particular application. You may not use any Renesas Electronics product for any application for which it is not intended. Renesas Electronics shall not be in any way liable for any damages or losses incurred by you or third parties arising from the use of any Renesas Electronics product for which the product is not intended by Renesas Electronics.
 6. You should use the Renesas Electronics products described in this document within the range specified by Renesas Electronics, especially with respect to the maximum rating, operating supply voltage range, movement power voltage range, heat radiation characteristics, installation and other product characteristics. Renesas Electronics shall have no liability for malfunctions or damages arising out of the use of Renesas Electronics products beyond such specified ranges.
 7. Although Renesas Electronics endeavors to improve the quality and reliability of its products, semiconductor products have specific characteristics such as the occurrence of failure at a certain rate and malfunctions under certain use conditions. Further, Renesas Electronics products are not subject to radiation resistance design. Please be sure to implement safety measures to guard them against the possibility of physical injury, and injury or damage caused by fire in the event of a failure of a Renesas Electronics product, such as safety design for hardware and software including but not limited to redundancy, fire control and malfunction prevention, appropriate treatment for aging degradation or any other appropriate measures. Because the evaluation of microcomputer software alone is very difficult, please evaluate the safety of the final products or systems manufactured by you.
 8. Please contact a Renesas Electronics sales office for details as to environmental matters such as the environmental compatibility of each Renesas Electronics product. Please use Renesas Electronics products in compliance with all applicable laws and regulations that regulate the inclusion or use of controlled substances, including without limitation, the EU RoHS Directive. Renesas Electronics assumes no liability for damages or losses occurring as a result of your noncompliance with applicable laws and regulations.
 9. Renesas Electronics products and technology may not be used for or incorporated into any products or systems whose manufacture, use, or sale is prohibited under any applicable domestic or foreign laws or regulations. You should not use Renesas Electronics products or technology described in this document for any purpose relating to military applications or use by the military, including but not limited to the development of weapons of mass destruction. When exporting the Renesas Electronics products or technology described in this document, you should comply with the applicable export control laws and regulations and follow the procedures required by such laws and regulations.
 10. It is the responsibility of the buyer or distributor of Renesas Electronics products, who distributes, disposes of, or otherwise places the product with a third party, to notify such third party in advance of the contents and conditions set forth in this document. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties as a result of unauthorized use of Renesas Electronics products.
 11. This document may not be reproduced or duplicated in any form, in whole or in part, without prior written consent of Renesas Electronics.
 12. Please contact a Renesas Electronics sales office if you have any questions regarding the information contained in this document or Renesas Electronics products, or if you have any other inquiries.
- (Note 1) "Renesas Electronics" as used in this document means Renesas Electronics Corporation and also includes its majority-owned subsidiaries.
(Note 2) "Renesas Electronics product(s)" means any product developed or manufactured by or for Renesas Electronics.

以下"注意事项"为从英语原稿翻译的中文译文，仅作参考译文，英文版的"Notice"具有正式效力。

注意事项

1. 本文件中所记载的关于电路、软件和其他相关信息仅用于说明半导体产品的操作和应用实例。用户如在设备设计中应用本文件中的电路、软件 and 相关信息，请自行负责。对于用户或第三方因使用上述电路、软件或信息而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
 2. 在准备本文件所记载的信息的过程中，瑞萨电子已尽量做到合理注意，但是，瑞萨电子并不保证这些信息都是准确无误的。用户因本文件中所记载的信息的错误或遗漏而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
 3. 对于因使用本文件中的瑞萨电子产品或技术信息而造成的侵权行为或因此而侵犯第三方的专利、版权或其他知识产权的行为，瑞萨电子不承担任何责任。本文件所记载的内容不应视为对瑞萨电子或其他人所有的专利、版权或其他知识产权作出任何明示、默示或其它方式的许可及授权。
 4. 用户不得更改、修改、复制或其他方式部分或全部地非法使用瑞萨电子的任何产品。对于用户或第三方因上述更改、修改、复制或其他方式非法使用瑞萨电子产品的行为而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
 5. 瑞萨电子产品根据其质量等级分为两个等级：“标准等级”和“高质量等级”。每种瑞萨电子产品推荐用途均取决于产品的质量等级，如下所示：
标准等级：计算机、办公设备、通讯设备、测试和测量设备、视听设备、家用电器、机械工具、个人电子设备以及工业机器人等。
高质量等级：运输设备（汽车、火车、轮船等）、交通控制系统、防火系统、预防犯罪系统以及安全设备等。
瑞萨电子产品无意用于且未被授权用于可能对人类生命造成直接威胁的产品或系统及可能造成人身伤害的产品或系统（人工生命维持装置或系统、植埋于体内的装置等）中，或者可能造成重大财产损失的产品或系统（核反应堆控制系统、军用设备等）中。在将每种瑞萨电子产品用于某种特定应用之前，用户应首先确认其质量等级。不得将瑞萨电子产品用于超出其设计用途之外的任何应用。对于用户或第三方因将瑞萨电子产品用于其设计用途之外而遭受的任何损害或损失，瑞萨电子不承担任何责任。
 6. 使用本文件中记载的瑞萨电子产品时，应在瑞萨电子指定的范围内，特别是在最大额定值、电源工作电压范围、移动电源电压范围、热辐射特性、安装条件以及其他产品特性的范围内使用。对于在上述指定范围之外使用瑞萨电子产品而产生的故障或损失，瑞萨电子不承担任何责任。
 7. 虽然瑞萨电子产品一直致力于提高瑞萨电子产品的质量和可靠性，但是，半导体产品有其自身的特性，如一定的故障发生率以及在某些使用条件下会发生故障等。此外，瑞萨电子产品均未进行防辐射设计。所以请采取安全保护措施，以避免当瑞萨电子产品在发生故障而造成火灾时导致人身事故、伤害或损害的事故。例如进行软硬件安全设计（包括但不限于冗余设计、防火控制以及故障预防等）、适当的老化处理或其他适当的措施等。由于难于对微机软件单独进行评估，所以请用户自行对最终产品或系统进行安全评估。
 8. 关于环境保护方面的详细内容，例如每种瑞萨电子产品的环境兼容性等，请与瑞萨电子的营业部门联系。使用瑞萨电子产品时，请遵守对管制物质的使用或含量进行管理的所有相关法律法规（包括但不限于《欧盟RoHS指令》）。对于因用户未遵守相关法律法规而导致的损害或损失，瑞萨电子不承担任何责任。
 9. 不可将瑞萨电子产品和技术用于或者嵌入日本国内或海外相应的法律法规所禁止生产、使用及销售的任何产品或系统中。也不可将本文件中记载的瑞萨电子产品或技术用于与军事应用或者军事用途有关的目的（如大规模杀伤性武器的开发等）。在将本文件中记载的瑞萨电子产品或技术进行出口时，应当遵守相应的出口管制法律法规，并按照上述法律法规所规定的程序进行。
 10. 向第三方分销或处分产品或者以其他方式将产品置于第三方控制之下的瑞萨电子产品买方或分销商，有责任事先向上述第三方通知本文件规定的内容和条件；对于用户或第三方因非法使用瑞萨电子产品而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
 11. 在事先未得到瑞萨电子书面认可的情况下，不得以任何形式部分或全部转载或复制本文件。
 12. 如果对本文件所记载的信息或瑞萨电子产品有任何疑问，或者用户有任何其他疑问，请向瑞萨电子的营业部门咨询。
- (注1) 瑞萨电子：在本文件中指瑞萨电子株式会社及其控股子公司。
(注2) 瑞萨电子产品：指瑞萨电子开发或生产的任何产品。



SALES OFFICES

Renesas Electronics Corporation

<http://www.renesas.com>

Refer to "<http://www.renesas.com>" for the latest and detailed information.

Renesas Electronics America Inc.
2801 Scott Boulevard Santa Clara, CA 95050-2549, U.S.A.
Tel: +1-408-588-6000, Fax: +1-408-588-6130

Renesas Electronics Canada Limited
9251 Yonge Street, Suite 8309 Richmond Hill, Ontario Canada L4C 9T3
Tel: +1-905-237-2004

Renesas Electronics Europe Limited
Dukes Meadow, Millboard Road, Bourne End, Buckinghamshire, SL8 5FH, UK
Tel: +44-1628-585-100, Fax: +44-1628-585-900

Renesas Electronics Europe GmbH
Arcadialstrasse 10, 40472 Düsseldorf, Germany
Tel: +49-211-6503-0, Fax: +49-211-6503-1327

Renesas Electronics (China) Co., Ltd.
Room 1709, Quantum Plaza, No.27 ZhichunLu Haidian District, Beijing 100191, P.R.China
Tel: +86-10-8235-1155, Fax: +86-10-8235-7679

Renesas Electronics (Shanghai) Co., Ltd.
Unit 301, Tower A, Central Towers, 555 Langao Road, Putuo District, Shanghai, P. R. China 200333
Tel: +86-21-2226-0888, Fax: +86-21-2226-0999

Renesas Electronics Hong Kong Limited
Unit 1601-1611, 16/F., Tower 2, Grand Century Place, 193 Prince Edward Road West, Mongkok, Kowloon, Hong Kong
Tel: +852-2265-6688, Fax: +852-2886-9022

Renesas Electronics Taiwan Co., Ltd.
13F, No. 363, Fu Shing North Road, Taipei 10543, Taiwan
Tel: +886-2-8175-9600, Fax: +886-2-8175-9670

Renesas Electronics Singapore Pte. Ltd.
80 Bendemeer Road, Unit #06-02 Hyflux Innovation Centre, Singapore 339949
Tel: +65-6213-0200, Fax: +65-6213-0300

Renesas Electronics Malaysia Sdn.Bhd.
Unit 1207, Block B, Menara Amcorp, Amcorp Trade Centre, No. 18, Jin Persiaran Barat, 46050 Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia
Tel: +60-3-7955-9390, Fax: +60-3-7955-9510

Renesas Electronics India Pvt. Ltd.
No.777C, 100 Feet Road, HAL, Slage, Indiranagar, Bangalore, India
Tel: +91-80-67208700, Fax: +91-80-67208777

Renesas Electronics Korea Co., Ltd.
12F., 234 Teheran-ro, Gangnam-Gu, Seoul, 135-080, Korea
Tel: +82-2-558-3737, Fax: +82-2-558-5141