

**GigaDevice Semiconductor Inc.**

**IEC61967-2 芯片级 RE 测试**

**应用笔记**

**AN125**

1.0 版本

(2023 年 7 月)

## 目录

目录.....	2
图索引.....	3
表索引.....	4
1. 前言.....	5
2. IEC61967-2 芯片级 RE 测试概述.....	6
3. 芯片级 RE 测试设备.....	7
4. 测试 PCB.....	8
5. 测试条件.....	10
6. 测试步骤.....	11
7. 版本历史.....	12

## 图索引

图 3-1. TEM 小室测试设备及环境 .....	7
图 4-1. MCU 试验 PCB .....	8
图 4-2. MCU 测试 PCB 设计 .....	9

## 表索引

表 7-1. 版本历史.....	12
------------------	----

## 1. 前言

MCU 产生电磁骚扰的耦合方式主要有：传导发射、磁场近场辐射、电场近场辐射以及直接辐射。IEC61967-2 标准（SAE J1752-3）推荐了 TEM（横电磁波）小室用于 MCU（集成电路）150 kHz ~ 1 GHz 辐射发射（RE）测试的过程与方法。随着 MCU 系统向小型化、高密度、高速化方向的快速发展，集成电路的工作频率不断提高，RE 测试已成为目前 MCU 产品的普遍测试需求。TEM 小室法是适用于 MCU 辐射发射测试的一种方式，可以更好的了解 MCU 的 EMI 性能。

## 2. IEC61967-2 芯片级 RE 测试概述

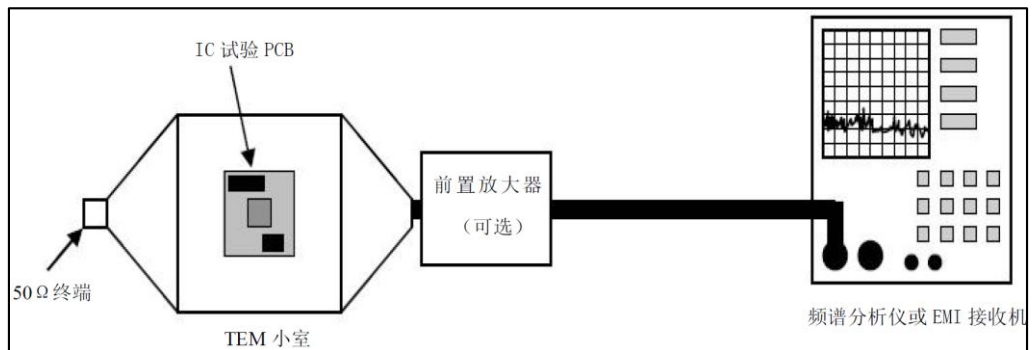
IEC61967-2 概述了集成电路 (IC) 电磁辐射的方法。受试 MCU 需安装在一块 MCU 试验印制电路板 (PCB) 上, 该 PCB 固定在横电磁波 (TEM) 小室或者 GHz 横电磁波 (GTEM) 小室顶部或底部切割出的一个匹配端口 (称为壳体端口) 上。该 PCB 不跟往常一样位于小室内, 而是作为小室壁面的一部分。被测的辐射电压可能会受到很多因素的影响, 主要因素是隔板和 MCU 试验 PCB (小室壳体) 之间的距离。芯片级 RE 测试使用 1GHz TEM 小室。试验中可以通过调整 PCB 的位置, 从而改变 MCU 相对于小室的几何位置和方向。TEM 小室的一个 50Ω 端口端接 50Ω 负载。TEM 小室的另一个 50Ω 端口, 连接到频谱分析仪或接收机的输入端, 用以测量 MCU 产生并传递在小室芯板上的辐射。

### 3. 芯片级 RE 测试设备

MCU 辐射发射测试系统及装置如[图 3-1. TEM 小室测试设备及环境](#)所示，设备主要有以下几种：

1. 屏蔽设备根据测试周围的电磁环境，采用双屏蔽或半刚性的同轴电缆进行屏蔽。必要时，可在屏蔽室内测试；
2. 频谱分析仪或 EMI 接收机 IEC61967 标准对频谱仪和接收机的性能要求做出了规定，包括其频率覆盖范围、峰值检波、分辨率带宽等；
3. 前置放大器采用 50 欧姆的同轴适配器将低噪声的前置放大器直接连在 TEM 小室的端口处，而不需要电缆连接；
4. TEM 小室尺寸大小满足标准中的要求即可，工作频率不高于其截止频率。在测试频率范围内的电压驻波比(VSWR)不大于 1.5；
5. 50 欧姆的终端匹配负载电压驻波比小于 1.1；
6. 系统放大或衰减装置。

图 3-1. TEM 小室测试设备及环境



## 4. 测试 PCB

MCU测试PCB应该按照IEC61967-1以及IEC61967-2的标准要求来设计。MCU测试PCB的基本要求如下图。所示为一个具有四层金属层、100cm<sup>2</sup>的PCB，第一层是接地层，第二层是电源层，[图4-2. MCU测试PCB设计](#)，具体可参考《IEC 61967-2: 2005》。理论上，任何尺寸或者形状的PCB，只要与TEM小室的壳体端口相匹配，都是可以使用的。但是，在设计PCB时，尽量将其设计标准化为100cm<sup>2</sup>的PCB，这样可以很好的和100cm<sup>2</sup>的壳体端口匹配。根据使用信号和电源路径的要求，PCB也可包含附加的内层。试验报告中应描述PCB的配置，包括PCB照片或工艺图、原理图以及元器件列表，[图4-1. MCU试验PCB](#)。PCB的受试器件（DUT）侧，也就是MCU的一层应该朝向TEM小室内部的一侧，这样当其与TEM小室或壳体端口密合后，会形成一个接地平面层。在这个表面上不能有其他的PCB走线，因为这些走线可能会成为额外的辐射体。接地层的外围开窗接地层应使用化学沉金工艺，以便增强与试验小室壳体端口的边缘相接触的能力。PCB走线以及其他必要的元器件（例如晶振）应位于或连接在PCB的TOP层，也就是TEM小室外的一侧。根据制造商的推荐选择MCU的电源退耦电容，并以最短引线长度安装。所有布线宜尽可能短且满足PCB设计的规范。未在分类中列出的引脚应按其功能进行配置并在报告中加以说明。

图 4-1. MCU 试验 PCB

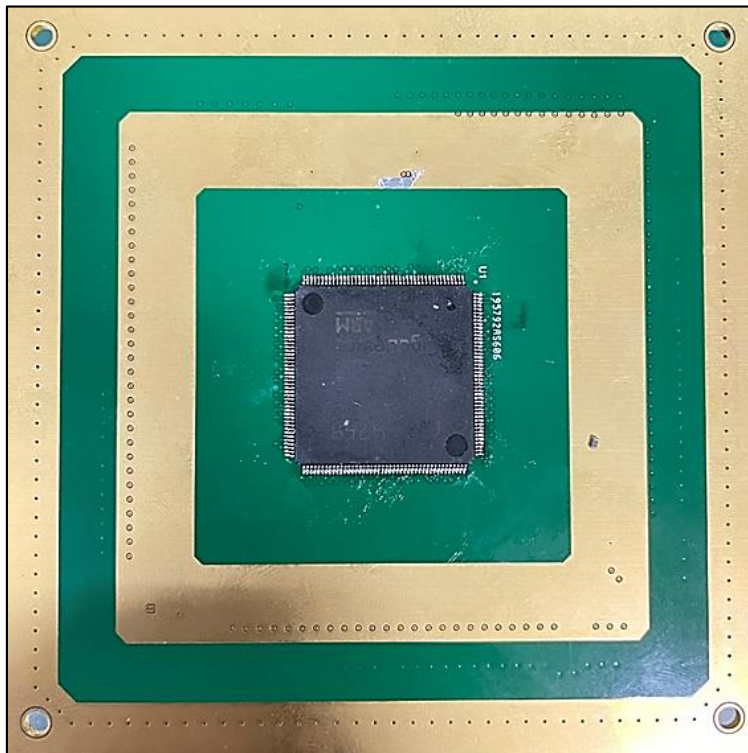
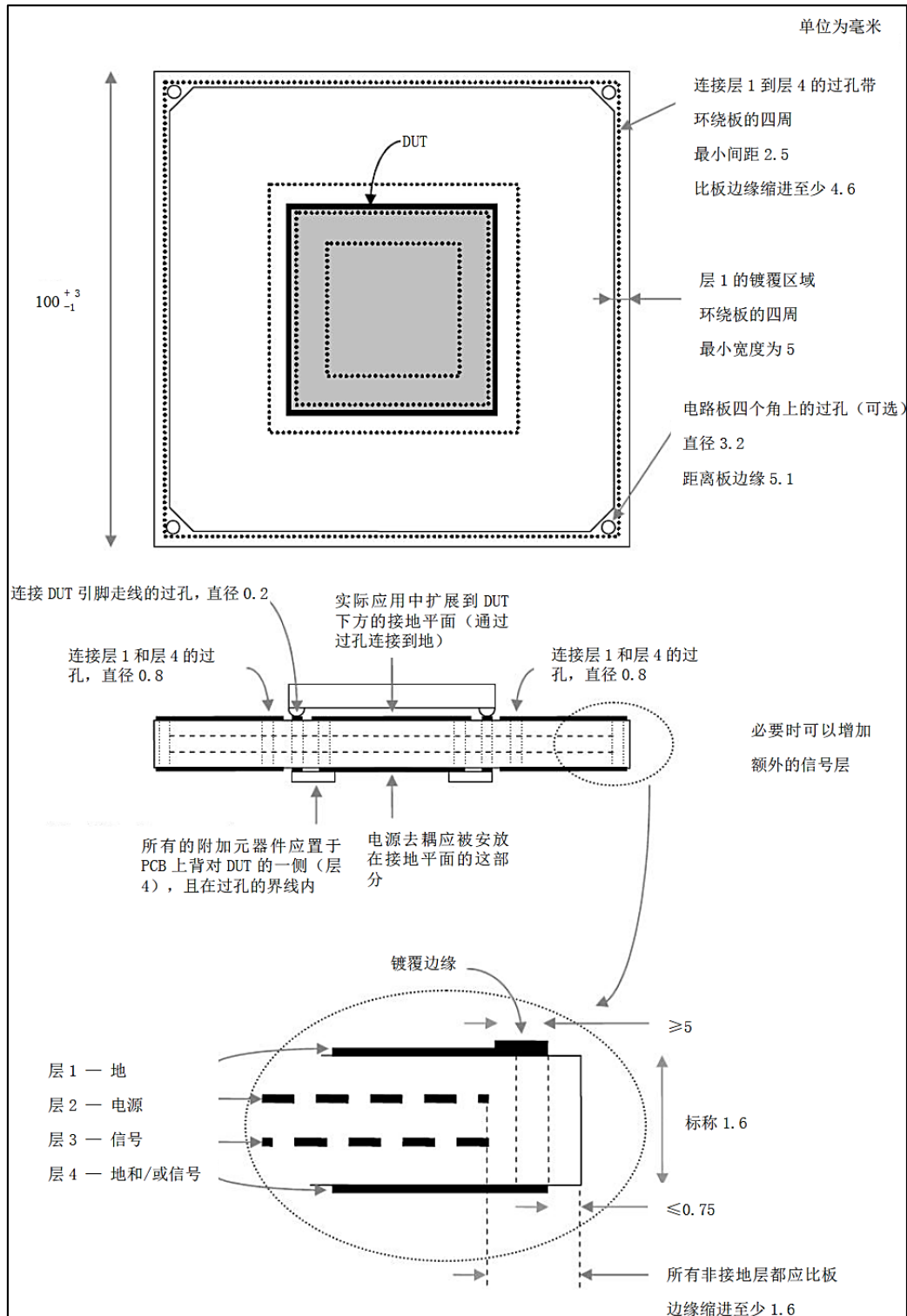




图 4-2. MCU 测试 PCB 设计



## 5. 测试条件

本应用开发指南主要介绍采用 TEM 小室法测试 MCU 集成电路的辐射发射。根据标准 IEC61967-2，测试条件不仅应满足 IEC61967-1 标准，还应满足以下两点：

1. 被测 MCU 集成电路的供应电压应与 MCU 芯片制造商所要求的一致。若不一致，应在检测报告中说明；
2. 被测 MCU 集成电路的频率受 TEM 小室的限制。标准规定 MCU 的测试频率需求在 150 kHz ~ 1 GHz 之间，不过最高可以测到 3GHz。

## 6. 测试步骤

测试步骤主要包括三点：检查测试环境、检查 MCU 运作、MCU 辐射发射测试。如果测试操作人员增加了其他测试步骤，应在测试报告中说明。

1. 检查测试环境，为了评估测试系统所处的电磁环境，可对环境中的电磁干扰信号进行测试。具体方法如下：被测 MCU 断电，其他测试设备正常供电，获取测试环境中辐射发射量；
2. 检查 MCU 运行，对测试板供电，检查各个部分能否正常工作；
3. MCU RE 测试，对测试板供电，采用 TEM 小室测试 MCU 辐射发射；
4. 测试报告应按照标准 IEC61967-1 的规定编写。此外，还应包括测试条件的说明和 MCU 辐射量的参考标准。IEC61967-2 标准推荐了可接受的 MCU 辐射发射量。推荐值应同时满足 MCU 集成芯片的制造商与用户的要求。

## 7. 版本历史

表 7-1. 版本历史

版本号.	说明	日期
1.0	首次发布	2023 年 07 月 01 日

## Important Notice

This document is the property of GigaDevice Semiconductor Inc. and its subsidiaries (the "Company"). This document, including any product of the Company described in this document (the "Product"), is owned by the Company under the intellectual property laws and treaties of the People's Republic of China and other jurisdictions worldwide. The Company reserves all rights under such laws and treaties and does not grant any license under its patents, copyrights, trademarks, or other intellectual property rights. The names and brands of third party referred thereto (if any) are the property of their respective owner and referred to for identification purposes only.

The Company makes no warranty of any kind, express or implied, with regard to this document or any Product, including, but not limited to, the implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose. The Company does not assume any liability arising out of the application or use of any Product described in this document. Any information provided in this document is provided only for reference purposes. It is the responsibility of the user of this document to properly design, program, and test the functionality and safety of any application made of this information and any resulting product. Except for customized products which has been expressly identified in the applicable agreement, the Products are designed, developed, and/or manufactured for ordinary business, industrial, personal, and/or household applications only. The Products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems designed or intended for the operation of weapons, weapons systems, nuclear installations, atomic energy control instruments, combustion control instruments, airplane or spaceship instruments, transportation instruments, traffic signal instruments, life-support devices or systems, other medical devices or systems (including resuscitation equipment and surgical implants), pollution control or hazardous substances management, or other uses where the failure of the device or Product could cause personal injury, death, property or environmental damage ("Unintended Uses"). Customers shall take any and all actions to ensure using and selling the Products in accordance with the applicable laws and regulations. The Company is not liable, in whole or in part, and customers shall and hereby do release the Company as well as its suppliers and/or distributors from any claim, damage, or other liability arising from or related to all Unintended Uses of the Products. Customers shall indemnify and hold the Company as well as its suppliers and/or distributors harmless from and against all claims, costs, damages, and other liabilities, including claims for personal injury or death, arising from or related to any Unintended Uses of the Products.

Information in this document is provided solely in connection with the Products. The Company reserves the right to make changes, corrections, modifications or improvements to this document and Products and services described herein at any time, without notice.