

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

## 磁随机存储芯片可靠性试验方法

### 第 1 部分：可靠性鉴定及质量一致性试验

Test methods for reliability of magnetic random access memory

Part 1: Test for qualification of reliability and consistence of quality

(本草案完成时间：2023/1/9)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

发布

## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 检验规则.....	1
4.1 一般要求.....	1
4.2 质量评定类别.....	1
4.3 抽样要求.....	1
4.4 检验批构成.....	1
4.5 鉴定检验.....	1
4.6 质量一致性检验.....	1
4.7 筛选.....	3
表 1 B 组：逐批检验.....	1
表 2 C 组：周期检验.....	2
表 3 D 组：周期检验.....	3

## 前 言

《磁随机存储芯片可靠性试验方法》由以下部分组成：

- 第1部分：可靠性鉴定及质量一致性试验；
- 第2部分：重复写入次数试验；
- 第3部分：高温数据保存试验；
- 第4部分：静磁场数据保存试验；
- 第5部分：静磁场数据写入试验；
- 第6部分：读干扰率试验。

本部分为第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江省半导体行业协会提出并归口。

本文件主要起草单位：浙江驰拓科技有限公司。

本文件参与起草单位：杭州旗捷科技有限公司、杭州华澜微电子股份有限公司、浙江中控研究院有限公司、上海矽朋微电子有限公司。

本文件主要起草人：鲁鹏棋、杨晓蕾、方伟、何世坤、应建房、成晓雄、谢灿华、谢进、丁志扬。

本文件由浙江省半导体行业协会负责解释。

# 磁随机存储芯片可靠性试验方法

## 第1部分：可靠性鉴定及质量一致性试验

### 1 范围

本文件描述了磁随机存储芯片可靠性的鉴定和质量一致性试验规范。  
本文件适用于磁随机存储芯片可靠性的评价、考核。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 12750-2006 半导体器件 集成电路 第11部分：半导体集成电路分规范（不包括混合电路）

GB/T 4937 半导体器件 机械与气候试验方法

### 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

### 4 检验规则

#### 4.1 一般要求

产品须经检验合格方能出厂，并附有证明产品质量合格的文件或标记。

#### 4.2 质量评定类别

磁随机存储芯片的质量评定类别参考GB/T 12750-2006第7节要求，对各类别的最低要求如下：

——I类：该类符合A组、B组逐批检验要求及C组周期检验要求。

——II类：该类符合A组、B组逐批检验要求及C、D组周期检验要求。

——III类：该类进行100%筛选，并符合A组、B组逐批检验要求及C、D组周期检验要求。

#### 4.3 抽样要求

抽样按照GB/T 12750-2006第9节表8、表9要求进行。

#### 4.4 检验批构成

一个检验批应该由相同类型、在基本相同的条件下，采用相同原材料和工艺生产、并在同一时间内提交检验的产品组成。

#### 4.5 鉴定检验

鉴定检验由本标准4.6节规定的A、B、C和当有规定时的D组构成。

#### 4.6 质量一致性检验

质量检验由本标准规定的A、B、C和当有规定时的D组构成。

除另有规定外，试验在25摄氏度下进行。

A组检验按照GB/T 12750-2006第7节表3要求进行。

表1 B组：逐批检验

分组	检验或试验	引用标准	条件
B1	尺寸		
B2c	电额定值验证		
B4	可焊性	GB/T 4937.21-2018	按规定
B5	a)仅适用于空封器件) 密封 b)非空封器件和环氧封接的空封器件 温度循环 随后: 外部目检 无偏置强加速稳态湿热 电测试	GB/T 4937.8  GB/T 4937.11-2018  GB/T 4937.3-2012 GB/T 4937.4-2012	按规定  贮存温度范围, 10 次循环  130°C, 85%RH, 96h 或 110°C, 85%RH, 264h; 同 A2、A3 试验条件
B8	高温工作寿命	GB/T 4937.23-2020	125°C与最高工作温度中较大者, 168h, 最大偏置电压
B9	键合强度 (仅适用于空封器件)	GB/T 4937.22	按规定

表 2 C组: 周期检验

分组	检验或试验	引用标准	详细条件
C1	尺寸		
C2a	常温电特性		
C2b	最高工作温度和最低工作温度电特性		
C2c	静电放电敏感度试验 HBM CDM	GB/T 4937.26 GB/T 4937.28	按规定 按规定
C3	引线牢固性	GB/T 4937.14-2018	按规定
C4	耐焊接热	GB/T 4937.15-2018	按规定
C5	a) 空封器件 温度循环 随后: 电测试 密封 b)非空封器件和环氧封接的空封器件 温度循环 随后:	GB/T 4937.11-2018  GB/T 4937.8  GB/T 4937.11-2018	-55°C-125°C, 700 次循环 A2 和 A3 按规定  -55°C-125°C, 700 次循环

	外部目检 无偏置强加速稳态湿热  电测试	GB/T 4937.3-2012 GB/T 4937.4-2012	130°C, 85%RH, 96h 或 110°C, 85%RH, 264h;  同 A2、A3 试验条件
C5a	盐雾	GB/T 4937.13-2018	按规定
C6	稳态加速度（对空封器件）	GB/T 4937.36	
C7	a) 空封器件 稳态温热 b)非空封器件和环氧封接的空封器件 稳态温热 随后： 电测试	GB/T 4937.24  GB/T 4937.24	严酷度：I 类 21d, II 类和 III 类 56d 严酷度：I 类 500h, II 类和 III 类 1000h 同 A2、A3 试验条件
C8	高温工作寿命	GB/T 4937.23	125°C 与最高工作温度中较大者，1000h，最大偏置电压
C9	高温贮存	GB/T 4937.6	
C10	标志耐久性	GB/T 4937.9	
C11	内部水汽含量（对空封器件）		
C12	重复写入次数	本文件第 2 部分	按规定
C13	高温数据保存	本文件第 3 部分	按规定
C14	门锁试验	GB/T 4937.29	
C15	静磁场数据保存	本文件第 4 部分	按规定
C16	静磁场数据写入	本文件第 5 部分	按规定
C17	读干扰率	本文件第 6 部分	按规定
C1-C10 分组试验半年进行一次。 C12-C17 试验在鉴定及设计或工艺更改时进行。			

表 3 D 组：周期检验

分组	检验或试验	引用标准	详细条件
D8a	寿命（I 类不适用）	GB/T 4937.23	时间：4000h，条件按详细规范的规定
D 组试验在鉴定及设计或工艺更改时进行。			

#### 4.7 筛选

当有规定时，按 GB/T 12750-2006 中第 8 节表 7 的规定对生产批中所有产品进行筛选。

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

# 磁随机存储芯片可靠性试验方法

## 第 2 部分：重复写入次数试验

Test methods for reliability of magnetic random access memory  
Part 2: Test for number of write cycles

(本草案完成时间：2023/1/9)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

发布

## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般要求.....	2
4.1 实验要求.....	2
4.2 试验设备.....	2
5 重复写入次数试验.....	2
5.1 试验条件.....	2
5.1.1 试验样本数量.....	2
5.1.2 试验温度.....	2
5.1.3 试验电压与试验写入次数.....	2
5.1.5 试验容量.....	2
5.1.6 试验数据图形.....	2
5.2 试验步骤.....	3
5.3 失效判据.....	3

## 前 言

《磁随机存储芯片可靠性试验方法》由以下部分组成：

- 第1部分：可靠性鉴定及质量一致性试验；
- 第2部分：重复写入次数试验；
- 第3部分：高温数据保存试验；
- 第4部分：静磁场数据保存试验；
- 第5部分：静磁场数据写入试验；
- 第6部分：读干扰率试验。

本部分为第2部分。

本部分按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江省半导体行业协会提出并归口。

本文件主要起草单位：浙江驰拓科技有限公司。

本文件参与起草单位：杭州旗捷科技有限公司、杭州华澜微电子股份有限公司、浙江中控研究院有限公司、上海矽朋微电子有限公司。

本文件主要起草人：鲁鹏棋、杨晓蕾、方伟、何世坤、应建房、成晓雄、谢灿华、谢进、丁志扬。

本文件由浙江省半导体行业协会负责解释。

# 磁随机存储芯片可靠性试验方法

## 第 2 部分：重复写入次数试验

### 1 范围

本文件描述了磁随机存储芯片重复写入次数试验的术语、试验设备、试验条件、试验原理、试验步骤等。

本文件适用于磁随机存储芯片重复写入次数的评价、考核。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**磁随机存储芯片 magnetic random-access memory MRAM**

一种非易失存储芯片，利用磁隧道结存储信息。

#### 3.2

**磁隧道结 magnetic tunnel junction MTJ**

MRAM 的信息存储单元，为多层膜结构，主要部分是两层铁磁金属层与一层绝缘介质层形成的三明治结构。

#### 3.3

**参考层 reference layer**

两层铁磁金属层中磁化方向在写入时保持不变的第一铁磁层。

#### 3.4

**自由层 free layer**

两层铁磁金属层中磁化方向在写入时可产生变化的第二铁磁层，其磁化方向由写入电压极性（或电流方向）决定改变，与参考层平行或者反平行。

#### 3.5

**“P” 态**

MTJ 自由层与参考层平行的状态，为低阻态，代表数据“0”。

#### 3.6

**“AP” 态**

MTJ 自由层与参考层反平行时的状态，为高阻态，代表数据“1”。

#### 3.7

**介质层的时间相关击穿 time-dependent dielectric breakdown TDDB**

在器件介质层上施加较低电压（低于本征击穿电压），长时间后介质层被击穿的现象。击穿概率随时间增加而上升。

#### 3.8

**磁随机存储芯片重复写入次数**

MRAM 进行写入时，MTJ 绝缘介质层两侧产生电压差。在 TDDB 效应作用下，绝缘介质层将被逐渐击穿，导致 MTJ 失效。MTJ 失效率上升至规定比例时，MRAM 失去功能。在失去功能前 MRAM 可

承受的写入次数称为重复写入次数。

## 4 一般要求

### 4.1 实验要求

除另有规定外，试验中的电压或电流值应在规定值±1%以内。

除另有规定外，试验中的温度值应在规定值±1%或2°C以内。

正常工作环境下，MRAM的写入和读取不应存在软错误。

### 4.2 试验设备

重复写入次数宜采用自动测试设备或板级测试系统进行试验。

试验设备应调试完备，确保测量结果真实可信。

夹具应可放入温度试验箱中，并提供可靠的电连接。

## 5 重复写入次数试验

### 5.1 试验条件

#### 5.1.1 试验样本数量

试验样本数量由承制方依据本文件第1部分4.3节确定。

#### 5.1.2 试验温度

除另有规定外，试验温度为25摄氏度。

#### 5.1.3 试验电压与试验写入次数

试验电压与试验写入次数选取原则如下：试验次数、试验电压与加速因子的关系如式（1）所示。

$$F = \frac{C_{OP}}{C_T} = \left( \frac{V_{OP\_MTJ}}{V_{T\_MTJ}} \right)^N \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$F$ —电压加速因子；

$C_{OP}$ —待考核重复写入次数；

$C_T$ —试验写入次数；

$V_{OP\_MTJ}$ —芯片工作电压对应MTJ电压；

$V_{T\_MTJ}$ —试验电压对应MTJ电压；

$N$ —电压加速系数。

$V_1$ 与 $V_2$ 均为写“0”时的MTJ电压，不易直接测量。承制方可通过以下途径确定试验条件：

1. 制造方提供 $V_{OP\_MTJ}$ 、改变 $V_{T\_MTJ}$ 的方法、电压加速系数 $N$ 。承制方选取目标试验写入次数，而后根据制造方数据和式（1），确定试验电压。

2. 制造方提供试验电压、该试验电压下加速因子 $F$ 。承制方可直接根据式（1）前半部分 $F = \frac{C_{OP}}{C_T}$ ，计算试验写入次数。

#### 5.1.4 错误管理方法

除另有规定外，试验不应使用任何错误管理方法，如纠错码等。

#### 5.1.5 试验容量

除另有规定外，试验应使用芯片全部容量。

#### 5.1.6 试验数据图形

除另有规定外，试验中连续两次写入的图形数据应完全相反。例如若本次写入图形数据为全“0”，则下次写入图形数据需为全“1”，第三次则为全“0”。

## 5.2 试验步骤

重复写入次数主要试验步骤如下所示：

1. 将MRAM写到“1”态，然后读取“1”态，记录试验前失效比特数F0。
2. 在试验电压下写入数据图形，直至达到试验写入次数。
3. 将MRAM写到“1”态，然后读取“1”态，记录试验后失效比特数F1。
4. F1-F0即是试验过程中失效的比特数。

## 5.3 失效判据

试验前应规定芯片失效标准，当单芯片失效比特/失效率超过失效标准时，判定该芯片失效。若失效芯片总数超过可靠性等级要求规定失效数时，判定重复写入次数试验考核失败。

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

# 磁随机存储芯片可靠性试验方法

## 第 3 部分：高温数据保存试验

Test methods for reliability of magnetic random access memory  
Part 3: Test for data retention in high temperature

(本草案完成时间：2023/1/9)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

发布

## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般要求.....	1
4.1 试验要求.....	1
4.2 试验设备.....	2
5 高温数据保存试验方法.....	2
5.1 试验条件.....	2
5.1.1 试验样本数.....	2
5.1.2 试验温度与试验时间.....	2
5.1.3 试验容量.....	2
5.1.4 试验数据图形.....	2
5.2 试验流程.....	2
5.3 失效判据.....	3

## 前 言

《磁随机存储芯片可靠性试验方法》由以下部分组成：

- 第1部分：可靠性鉴定及质量一致性试验；
- 第2部分：重复写入次数试验；
- 第3部分：高温数据保存试验；
- 第4部分：静磁场数据保存试验；
- 第5部分：静磁场数据写入试验；
- 第6部分：读干扰率试验。

本部分为第3部分。

本部分按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江省半导体行业协会提出并归口。

本文件主要起草单位：浙江驰拓科技有限公司。

本文件参与起草单位：杭州旗捷科技有限公司、杭州华澜微电子股份有限公司、浙江中控研究院有限公司、上海矽朋微电子有限公司。

本文件主要起草人：鲁鹏棋、杨晓蕾、方伟、何世坤、应建房、成晓雄、谢灿华、谢进、丁志扬。

本文件由浙江省半导体行业协会负责解释。

# 磁随机存储芯片可靠性试验方法

## 第3部分：高温数据保存试验

### 1 范围

本文件描述了磁随机存储芯片高温数据保存试验的术语、试验设备、试验条件、试验原理、试验步骤等。

本文件适用于磁随机存储芯片高温数据保存的评价、考核。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 35003-2018 非易失性存储器耐久和数据保持试验方法（快闪存储器）

### 3 术语和定义

GB/T 35003-2018界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**磁随机存储芯片** magnetic random-access memory MRAM

一种非易失存储芯片，利用磁隧道结存储信息。

#### 3.2

**磁隧道结** magnetic tunnel junction MTJ

MRAM的信息存储单元，为多层膜结构，主要部分是两层铁磁金属层与一层绝缘介质层形成的三明治结构。

#### 3.3

**参考层** reference layer

两层铁磁金属层中磁化方向在写入时保持不变的第一铁磁层。

#### 3.4

**自由层** free layer

两层铁磁金属层中磁化方向在写入时可产生变化的第二铁磁层，其磁化方向由写入电压极性（或电流方向）决定改变，与参考层平行或者反平行。

#### 3.5

**“P”态**

MTJ自由层与参考层平行的状态，为低阻态，代表数据“0”。

#### 3.6

**“AP”态**

MTJ自由层与参考层反平行时的状态，为高阻态，代表数据“1”。

### 4 一般要求

#### 4.1 试验要求

除另有规定外，试验中的电压或电流值应在规定值±1%以内。

除另有规定外，试验中的温度值应在规定值±1%或2°C以内。

正常工作环境下，MRAM的写入和读取不应存在软错误。

## 4.2 试验设备

高温数据保存宜采用自动测试设备或板级测试系统进行试验。

试验设备应调试完备，确保测量结果真实可信。

夹具应可放入温度试验箱中，并提供可靠的电连接。

## 5 高温数据保存试验方法

### 5.1 试验条件

#### 5.1.1 试验样本数

试验样本数量由承制方依据本文件第1部分4.3节确定。

#### 5.1.2 试验温度与试验时间

试验温度和时间选取原则如下：试验时间不做限制，但不应短于1小时。确定试验时间后根据式(1)、式(2)计算试验温度。

$$F = \frac{t_{OP}}{t_T} = \exp \left[ \frac{1}{k} \left( \frac{Ea(T_{OP})}{T_{OP}} - \frac{Ea(T_{test})}{T_{test}} \right) \right] \dots\dots\dots (1)$$

式中：

F-温度加速因子；

Ea-激活能；

k-玻尔兹曼常数；

$t_{OP}$ -需考核芯片数据保存时间；

$t_T$ -芯片试验时间；

$T_{OP}$ -需考核芯片使用温度；

$T_{test}$ -芯片试验温度。

不同于 flash 等器件，激活能 Ea 为温度函数，可采用式(2)计算：

$$Ea(T) = AT^2 + BT \dots\dots\dots (2)$$

式中：

参数 A 与工艺、材料相关，由工艺厂家提供。当工艺厂家无法提供时，承制方可通过摸底试验选取适当的参数。摸底测试方法详参本文件第六章。参数 B 不影响加速因子计算。

承制方亦可要求制造方直接提供试验温度、试验时间、温度加速因子等条件。

#### 5.1.3 试验容量

除另有规定外，试验应使用芯片全部容量。

#### 5.1.4 试验数据图形

除另有规定外，应对“1”翻转“0”的高温数据保存及“0”翻转“1”的高温数据保存进行试验。试验前写入数据图形一般采用全“0”和全“1”。

### 5.2 试验流程

数据保存能力试验前，需首先对芯片进行写入，承制方应确定写入所用的数据图形。写入后应对芯片进行数据图形验证。

T/!! FORMTEXT ¶ XXX<sup>±</sup> !! FORMTEXT ¶ XXXX<sup>±</sup> —!! FORMTEXT ¶ XXXX<sup>±</sup>

完成数据保存能力试验后，应对芯片进行数据图形验证，并记录错误率。也可于试验期间选取若干中间点进行数据图形验证，但不应重写数据。

### 5.3 失效判据

1. 试验中开启数据纠错功能的，当单芯片出现读取错误时，判定该芯片失效。若失效芯片总数超过可靠性等级要求规定失效数时，判定高温数据保存试验考核失败。

2. 试验中未开启数据纠错功能的，试验前应规定芯片失效标准，当单芯片失效比特数/失效率超过失效标准时，判定该芯片失效。若失效芯片总数超过可靠性等级要求规定失效数时，判定高温数据保存试验考核失败。

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

# 磁随机存储芯片可靠性试验方法 第 4 部分：静磁场数据保存试验

Test methods for reliability of magnetic random access memory  
Part 4: Test for data retention in magnetic field

(本草案完成时间：2023/1/9)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

发布

## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般要求.....	1
4.1 试验要求.....	1
4.2 试验设备.....	2
5 静磁场数据保存试验方法.....	2
5.1 试验条件.....	2
5.1.1 试验样本数.....	2
5.1.2 试验温度.....	2
5.1.3 试验磁场强度与试验时间.....	2
5.1.4 试验容量.....	2
5.1.5 试验数据图形.....	2
5.1.6 试验磁场方向.....	2
5.2 试验流程.....	2
5.3 失效判据.....	3

## 前 言

《磁随机存储芯片可靠性试验方法》由以下部分组成：

- 第1部分：可靠性鉴定及质量一致性试验；
- 第2部分：重复写入次数试验；
- 第3部分：高温数据保存试验；
- 第4部分：静磁场数据保存试验；
- 第5部分：静磁场数据写入试验；
- 第6部分：读干扰率试验。

本部分为第4部分。

本部分按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江省半导体行业协会提出并归口。

本文件主要起草单位：浙江驰拓科技有限公司。

本文件参与起草单位：杭州旗捷科技有限公司、杭州华澜微电子股份有限公司、浙江中控研究院有限公司、上海矽朋微电子有限公司。

本文件主要起草人：鲁鹏棋、杨晓蕾、方伟、何世坤、应建房、成晓雄、谢灿华、谢进、丁志扬。

本文件由浙江省半导体行业协会负责解释。

# 磁随机存储芯片可靠性试验方法

## 第4部分：静磁场数据保存试验

### 1 范围

本文件描述了静磁场数据保存试验的术语、试验设备、试验条件、试验原理、试验步骤等。  
本文件适用于静磁场数据保存的评价、考核。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 35003-2018 非易失性存储器耐久和数据保持试验方法（快闪存储器）

### 3 术语和定义

GB/T 35003-2018界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**磁随机存储芯片 magnetic random-access memory MRAM**

一种非易失存储芯片，利用磁隧道结存储信息。

#### 3.2

**磁隧道结 magnetic tunnel junction MTJ**

MRAM的信息存储单元，为多层膜结构，主要部分是两层铁磁金属层与一层绝缘介质层形成的三明治结构。

#### 3.3

**参考层 reference layer**

两层铁磁金属层中磁化方向在写入时保持不变的第一铁磁层。

#### 3.4

**自由层 free layer**

两层铁磁金属层中磁化方向在写入时可产生变化的第二铁磁层，其磁化方向由写入电压极性（或电流方向）决定改变，与参考层平行或者反平行。

#### 3.5

**“P”态**

MTJ自由层与参考层平行的状态，为低阻态，代表数据“0”。

#### 3.6

**“AP”态**

MTJ自由层与参考层反平行时的状态，为高阻态，代表数据“1”。

### 4 一般要求

#### 4.1 试验要求

除另有规定外，试验中的电压或电流值应在规定值±1%以内。

除另有规定外，试验中的磁场强度值应在规定值±1%或20 Oe以内。

正常工作环境下，MRAM的写入和读取不应存在软错误。

## 4.2 试验设备

静磁场数据保存宜采用自动测设备或板级测试系统进行试验。  
 试验设备应调试完备，确保测量结果真实可信。  
 夹具应可放入磁场产生设备中，并提供可靠的电连接。

## 5 静磁场数据保存试验方法

### 5.1 试验条件

#### 5.1.1 试验样本数

试验样本数量由承制方依据本文件第1部分4.3节确定。

#### 5.1.2 试验温度

除另有规定外，试验温度为25摄氏度。

#### 5.1.3 试验磁场强度与试验时间

试验磁场强度和试验时间选取原则如下：试验时间不做限制，但一般不应短于1分钟，否则磁场上升与下降过程可能对测试结果产生较大影响。确定试验时间后根据式（1）计算试验磁场强度。

$$F = \frac{t_{OP}}{t_T} = \exp \left[ \Delta(0) \times \left[ \left( 1 - \frac{H_{OP}}{H_K} \right)^2 - \left( 1 - \frac{H_T}{H_K} \right)^2 \right] \right] \dots \dots \dots (1)$$

式中：

F-磁场加速因子；

$\Delta(0)$ -零磁场下稳定系数；

$H_K$ -薄膜各向异性磁场强度；

$t_{OP}$ -需考核芯片数据保存时间；

$t_T$ -芯片测试时间；

$H_{OP}$ -需考核磁场强度；

$H_T$ -芯片试验磁场强度。

参数 $\Delta(0)$ 、 $H_K$ 与工艺、材料相关，由制造厂家提供。承制方亦可要求制造方直接提供试验磁场强度、试验时间、磁场加速因子等条件。

#### 5.1.4 试验容量

除另有规定外，试验应使用芯片全部容量。

#### 5.1.5 试验数据图形

除另有规定外，应对“1”翻转“0”的静磁场数据保存及“0”翻转“1”的静磁场数据保存进行试验。试验前写入数据图形一般采用全“0”和全“1”。

#### 5.1.6 试验磁场方向

除另有规定外，试验磁场方向应与芯片表面垂直。

对“1”翻转“0”的静磁场数据保存进行试验时，试验磁场方向应与“0”态自由层方向相同。

对“0”翻转“1”的静磁场数据保存进行试验时，试验磁场方向应与“1”态自由层方向相同。

## 5.2 试验流程

T/!! FORMTEXT ¶ XXX<sup>±</sup> !! FORMTEXT ¶ XXXX<sup>±</sup> —!! FORMTEXT ¶ XXXX<sup>±</sup>

数据保存能力试验前，需首先对芯片进行写入，承制方应确定写入所用的数据图形。写入后应对芯片进行数据图形验证。

完成数据保存能力试验后，应对芯片进行数据图形验证，并记录错误率。也可于试验期间选取若干中间点进行数据图形验证，但不应重写数据。

### 5.3 失效判据

1. 试验中开启数据纠错功能的，当单芯片出现读取错误时，判定该芯片失效。若失效芯片总数超过可靠性等级要求规定失效数时，判定磁场数据保存试验考核失败。

2. 试验中未开启数据纠错功能的，试验前应规定芯片失效标准，当单芯片失效比特数/失效率超过失效标准时，判定该芯片失效。若失效芯片总数超过可靠性等级要求规定失效数时，判定磁场数据保存试验考核失败。

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

# 磁随机存储芯片可靠性试验方法 第 5 部分：静磁场数据写入试验

Test methods for reliability of magnetic random access memory  
Part 5: Test for writing data in magnetic field

(本草案完成时间：2023/1/9)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

发布

## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般要求.....	1
4.1 试验要求.....	1
4.2 试验设备.....	2
5 程序.....	2
5.1 试验条件.....	2
5.1.1 试验样本数.....	2
5.1.2 试验温度.....	2
5.1.3 试验磁场强度与方向.....	2
5.1.4 试验写入次数.....	2
5.1.5 试验容量.....	2
5.1.6 试验数据图形.....	2
5.2 试验流程.....	2
5.3 失效判据.....	2

## 前 言

《磁随机存储芯片可靠性试验方法》由以下部分组成：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：介质层的时间相关击穿（TDDB）寿命试验；
- 第3部分：高温数据保存试验；
- 第4部分：磁场数据保存试验；
- 第5部分：磁场写入试验；
- 第6部分：读干扰率试验。

本部分为第5部分。

本部分按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江省半导体行业协会提出并归口。

本文件主要起草单位：浙江驰拓科技有限公司。

本文件参与起草单位：杭州旗捷科技有限公司、杭州华澜微电子股份有限公司、浙江中控研究院有限公司、上海矽朋微电子有限公司。

本文件主要起草人：鲁鹏棋、杨晓蕾、方伟、何世坤、应建房、成晓雄、谢灿华、谢进、丁志扬。

本文件由浙江省半导体行业协会负责解释。

# 磁随机存储芯片可靠性试验方法

## 第5部分：静磁场数据写入试验

### 1 范围

本文件描述了静磁场数据写入试验的术语、试验设备、试验条件、试验步骤等。  
本文件适用于磁随机存储芯片静磁场数据写入的评价、考核。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**磁随机存储芯片 magnetic random-access memory MRAM**

一种非易失存储芯片，利用磁隧道结存储信息。

#### 3.2

**磁隧道结 magnetic tunnel junction MTJ**

MRAM 的信息存储单元，为多层膜结构，主要部分是两层铁磁金属层与一层绝缘介质层形成的三明治结构。

#### 3.3

**参考层 reference layer**

两层铁磁金属层中磁化方向在写入时保持不变的第一铁磁层。

#### 3.4

**自由层 free layer**

两层铁磁金属层中磁化方向在写入时可产生变化的第二铁磁层，其磁化方向由写入电压极性（或电流方向）决定改变，与参考层平行或者反平行。

#### 3.5

**“P”态**

MTJ 自由层与参考层平行的状态，为低阻态，代表数据“0”。

#### 3.6

**“AP”态**

MTJ 自由层与参考层反平行时的状态，为高阻态，代表数据“1”。

#### 3.7

**写入错误率 write error rate WER**

MRAM 进行写入时受到外界干扰，导致写入出错的比特数占总写入比特的比例。

### 4 一般要求

#### 4.1 试验要求

除另有规定外，试验中的电压或电流值应在规定值±1%以内。

除另有规定外，试验中的磁场强度值应在规定值±1%或20 Oe以内。  
正常工作环境下，MRAM的写入和读取不应存在软错误。

## 4.2 试验设备

静磁场数据写入试验宜采用自动测试设备或板级测试系统进行试验。  
试验设备应调试完备，确保测量结果真实可信。  
夹具应可放入磁场产生设备中，并提供可靠的电连接。

## 5 程序

### 5.1 试验条件

#### 5.1.1 试验样本数

试验样本数量由承制方依据本文件第1部分4.3节确定。

#### 5.1.2 试验温度

除另有规定外，试验温度为25摄氏度。

#### 5.1.3 试验磁场强度与方向

试验磁场强度由承制方依据样品可靠性指标自行确定。  
除另有规定外，试验磁场方向应与芯片表面平行。

#### 5.1.4 试验写入次数

试验写入次数由承制方根据样品可靠性指标自行确定。  
除另有规定外，试验容量全部写入1次记为1次写入。

#### 5.1.5 试验容量

除另有规定外，试验应使用芯片全部容量。

#### 5.1.6 试验数据图形

试验写入数据图形由承制方自行确定。可随机产生数据图形写入，或编制一组数据图形进行周期写入。

### 5.2 试验流程

施加磁场并对每颗芯片连续写入，直至规定试验写入次数，每次写入数据图形后均进行验证。  
试验中开启数据纠错功能的，试验完成后统计出现读取错误的芯片数目。  
试验中未开启数据纠错功能的，试验完成后统计每颗芯片的累计失效比特数。

### 5.3 失效判据

1. 试验中开启数据纠错功能的，当单芯片出现读取错误时，判定该芯片失效。若失效芯片总数超过可靠性等级要求规定失效数时，判定磁场写入试验考核失败。
2. 试验中未开启数据纠错功能的，试验前应规定芯片失效标准，当单芯片失效比特数/失效率超过失效标准时，判定该芯片失效。若失效芯片总数超过可靠性等级要求规定失效数时，判定磁场写入试验考核失败。

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

# 磁随机存储芯片可靠性试验方法

## 第 6 部分：读干扰率试验

Test methods for reliability of magnetic random access memory  
Part 6: Test for read disturb rate

(本草案完成时间：2023/1/9)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

发布

## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般要求.....	1
4.1 试验要求.....	1
4.2 试验设备.....	2
5 程序.....	2
5.1 试验条件.....	2
5.1.1 试验样本数.....	2
5.1.2 试验温度.....	2
5.1.3 试验磁场强度与方向.....	2
5.1.4 试验读取次数.....	2
5.1.5 试验容量.....	2
5.1.6 试验数据图形.....	2
5.2 试验步骤.....	2
5.3 失效判据.....	2

## 前 言

《磁随机存储芯片可靠性试验方法》由以下部分组成：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：介质层的时间相关击穿（TDDB）寿命试验；
- 第3部分：高温数据保存试验；
- 第4部分：磁场数据保存试验；
- 第5部分：磁场写入试验；
- 第6部分：读干扰率试验。

本部分为第6部分。

本部分按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江省半导体行业协会提出并归口。

本文件主要起草单位：浙江驰拓科技有限公司。

本文件参与起草单位：杭州旗捷科技有限公司、杭州华澜微电子股份有限公司、浙江中控研究院有限公司、上海矽朋微电子有限公司。

本文件主要起草人：鲁鹏棋、杨晓蕾、方伟、何世坤、应建房、成晓雄、谢灿华、谢进、丁志扬。

本文件由浙江省半导体行业协会负责解释。本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

## 读干扰率试验

### 1 范围

本文件描述了磁随机存储芯片读干扰率试验的术语、试验设备、试验条件、试验流程等。  
本文件适用于磁随机存储芯片读干扰率的评价、考核。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**磁随机存储芯片** magnetic random-access memory MRAM

一种非易失存储芯片，利用磁隧道结存储信息。

#### 3.2

**磁隧道结** magnetic tunnel junction MTJ

MRAM 的信息存储单元，为多层膜结构，主要部分是两层铁磁金属层与一层绝缘介质层形成的三明治结构。

#### 3.3

**参考层** reference layer

两层铁磁金属层中磁化方向在写入时保持不变的第一铁磁层。

#### 3.4

**自由层** free layer

两层铁磁金属层中磁化方向在写入时可产生变化的第二铁磁层，其磁化方向由写入电压极性（或电流方向）决定改变，与参考层平行或者反平行。

#### 3.5

**“P”态**

MTJ 自由层与参考层平行的状态，为低阻态，代表数据“0”。

#### 3.6

**“AP”态**

MTJ 自由层与参考层反平行时的状态，为高阻态，代表数据“1”。

#### 3.7

**读干扰率** read disturb rate RDR

MRAM 进行读取操作时，将被读取数据写反的概率。

### 4 一般要求

#### 4.1 试验要求

除另有规定外，试验中的电压或电流值应在规定值±1%以内。

除另有规定外，试验中的温度值应在规定值±1%或2°C以内。

除另有规定外，试验中的磁场强度值应在规定值±1%或200e以内。

正常工作环境下，MRAM的写入和读取不应存在软错误。

## 4.2 试验设备

读干扰率试验宜采用自动测试设备或板级测试系统进行试验。

试验设备应调试完备，确保测量结果真实可信。

夹具应可放入温度试验箱中，并提供可靠的电连接。

夹具应可放入磁场产生设备中，并提供可靠的电连接。

## 5 程序

### 5.1 试验条件

#### 5.1.1 试验样本数

试验样本数量由承制方依据本文件第1部分4.3节确定。

#### 5.1.2 试验温度

除另有规定外，试验温度为25摄氏度。

#### 5.1.3 试验磁场强度与方向

除另有规定外，试验中不施加外部磁场。

若存在外部磁场需求，试验磁场强度由承制方根据样品可靠性指标自行确定，试验磁场方向应与芯片表面垂直，并与“0”态自由层方向相同。

#### 5.1.4 试验读取次数

试验读取次数由承制方根据样品可靠性指标自行确定。

除另有规定外，试验容量全部读取1次记为1次读取。

#### 5.1.5 试验容量

除另有规定外，试验应使用芯片全部容量。

#### 5.1.6 试验数据图形

试验写入数据图形由承制方自行确定，可随机产生数据图形进行写入。

### 5.2 试验步骤

试验主要步骤为：

1. 试验前，将样品写入数据图形并验证，记录初始错误比特数 F0。
2. 连续读取数据图形，直至达到试验所需读取次数。
3. 试验后，读取数据图形。试验中开启数据纠错功能的，统计出现读取错误的样品数目。试验中未开启数据纠错功能的，记录每个样品的错误比特数 F1，F1-F0 即为读干扰导致的失效比特数目。

### 5.3 失效判据

1. 试验中开启数据纠错功能的，当单芯片出现读取错误时，判定该芯片失效。若失效芯片总数超过可靠性等级要求规定失效数时，判定磁场写入试验考核失败。

2. 试验中未开启数据纠错功能的，试验前应规定芯片失效标准，当单芯片失效比特数/失效率超过失效标准时，判定该芯片失效。若失效芯片总数超过可靠性等级要求规定失效数时，判定磁场写入试验考核失败。