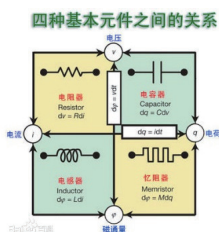


泰克忆阻器单元研发测试方案

关键词: 忆阻器, RRAM, 神经网络, 类脑计算

概述:

神经网络是当代尖端科研领域之一,神经网络的核心是新一代高速存储单元组成的阵列。忆阻器英文名为memristor,用符号M表示,与电阻R,电容C,电感L构成四种基本无源电路器件,它是连接磁通量与电荷之间关系的纽带,其同时具备电阻和存储的性能,是一种新一代超高速存储单元,通常称为阻变存储器(RRAM)。



忆阻器研发面临的挑战

在研发方面,尽管目前已经有多种忆阻器面市,但实现机理仍不清楚,可靠性普遍不足,涨落大,必须有先进的测试系统保驾护航。

在测试方面,RRAM的表征需要向极端化发展,原子级的原位表征,ps级脉冲擦写及信号捕捉,大规模阵列的自动测试,这些都对测试系统的指标提出极高的要求。

忆阻器测试流程:

作为存储器,忆阻器同样有“置0”和“置1”及读操作,只不过“置0”被称为“RESET”,即从低阻态(LRS)重置为高阻态(HRS),反之被称为SET,即“置1”操作。但忆阻器在进行读写操作之前,需要做一次“Forming”,这个激发操作之后,忆阻器件才具有正常的忆阻特性。在各个操作阶段,都需要对RRAM特性进行表征,测试流程如下:

- Forming 前后特性验证
 - 验证Forming前后的电阻。通常没有特殊的测试步骤,一般与忆阻器单元IV特性测试结合在一起
- 忆阻器单元I-V特性测试(通常与Forming结合)
 - 测试SET/RESET, HRS/LRS I-V特性,忆阻器单元的基本测试
- 高速脉冲测试
 - 用更窄脉宽的读/写脉冲序列进行读写测试,忆阻器单元的速度极限能力测试
- 数据保留测试(Data retention)
 - 数据保存后,在不同的环境下持续读出,测试忆阻器单元保存数据的持久力
- 循环次数测试 (Endurance)
 - 高频率写,持续读,验证忆阻器单元的耐受力

在忆阻器初级研发阶段,Forming及I-V特性测试为基本测试,高速脉冲测试验证RRAM的极限功能。在忆阻器深入研发阶段,必须引入数据保留测试和循环次数,此时的测试系统不仅需要必需的仪器硬件,更需要结合忆阻器的读写序列需要,进行软件定制化的开发。

方案优势:

- 同时提供高性能I-V测试及高速脉冲测试方案
- 多种不同的配置方案,满足忆阻器不同的研发阶段的客户需求
- 泰克中国具有本地研发团队,满足客户定制化的系统集成测试需求
- 多家领先的忆阻器研发单位采用泰克测试方案

I-V特性测试方案:

通用配置



- 4200A-SCS+4200-SMU+4225-PMU
 - 100 fA 分辨率10 aA 加前置放大器
 - 10 mHz-10 Hz 极低频电容测试
 - 100 μ F 负载电容
 - 200 MS/s, 5 ns 采样率40 V (80 V_{p-p}) 800mA
 - 任意波形编辑产生多电平脉冲, 10 ns编程分辨率
- 手动探针台
- 软件: Clarius

低成本配置



- 26xx SMU,需有脉冲功能
- 简易探针
- Kick star或客户自行编程

高速脉冲测试方案:



解决方案	~50ns 脉宽 高性价比	<1ns 脉宽 高速 (需配放大器)	3ns 脉宽 低成本
硬件	4200A-SCS, 4200-SMU, 4225-PMU	AWG5200/70K MSO/DPO70000	AFG31000 4 系示波器 5 系示波器 6 系示波器
软件	Clarius	Customized SW	Customized SW
脉宽 Typ.	70ns @ 10V, 200mA range	<1ns	80ns (AFG3102X) 20ns (AFG3125X)
最小脉宽	20ns	200ps (AWG5200), 20ps (AWG70K)	16ns (AFG3102X) 6ns (AFG3125X)
脉冲输出幅度	10V	0.75V _{p-p} (AWG5200) 0.5V _{p-p} (AWG70K)	4V _{p-p} 50 Ohm 8V _{p-p} 高阻
读取速度	200MSa/s	100GSa/s	依示波器型号
TIA	N/A	Opt. from FEMTO	N/A

Data Retention及Endurance测试方案

Data Retention及Endurance测试是忆阻器深入研发阶段的测试项目,因此必须选上述4200配置做基础IV特性测试,AWG配置做高速脉冲测试。在此基础上,泰克研发团队根据客户提供的读写脉冲序列进行软件的二次开发,完成全部测试。