

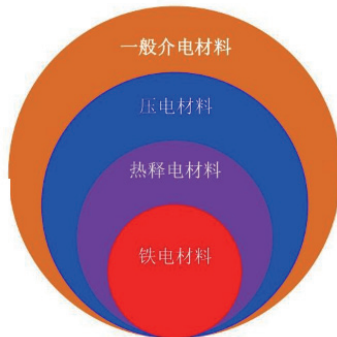
# 铁电材料及铁电电子器件电学表征

## 概述

铁电材料是指在一定温度范围内具有自发极化，且极化方向能被外加电场改变的材料。软模理论是基于晶体的晶格振动的理论，按照软模理论，铁电有序是经过晶胞中心的光学横模或者赝自旋波被冻结的结果，这样就形成了晶体中全部偶极子沿同一方向排布，即均匀极化。但是在顺电相中，存在若干个方向与自发极化方向等效的取向，所以自发极化沿这些方向的概率是相等的，这样就形成了电畴。

铁电材料的研究经历了罗息盐时期 - 发现铁电性、KDP 时期 - 建立热力学理论、钙钛矿时期 - 建立软模理论以及铁电薄膜及器件四个时期。目前，铁电材料主要包括：铁酸钛 (PZT)、铌酸锂 (LiNbO3)、铅镁钽酸锆 (PMN-PT) 以及氧化铽钡 (BSO) 几类。

铁电材料是一类同时具有多种功能的材料，具有良好的电学性质，除了具备其核心性质 - 铁电性之外，还具备压电性、介电性、热释电性以及光学效应等众多性能，在电子器件、传感器、存储器、声波器、陶瓷电容等领域得到广泛应用。



铁电电阻器件主要包括包括场效应晶体管、电容、RAM( 随机存储器 ) 和非易失性存储器以及电子突触器件等，特别是存储和电子突触领域，近年来发展迅速，具有广阔的前景。

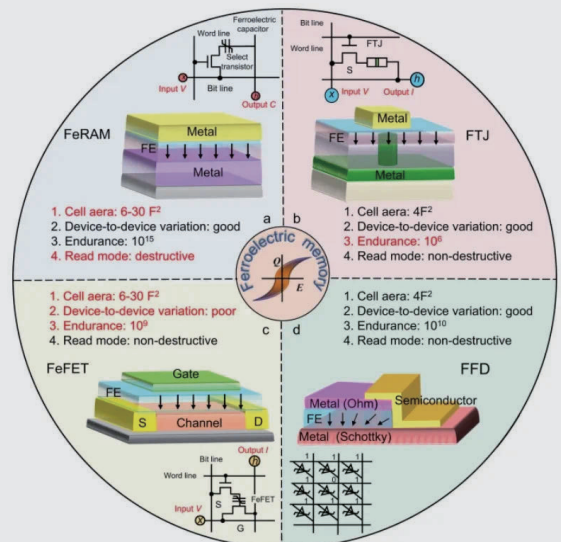
## 铁电材料及铁电电子器件电性能表征

铁电材料及铁电电子器件电性能表征，可以从材料基本电特性、存储特性以及突触可塑性三个方面进行表征。

铁电材料基本特性是通过铁电材料 I-V 及 C-V 分析得出，电滞回线、PUND 为铁电材料测试中最基本的测试，R-T 曲线对畴动力学分析至关重要。尽管近年来，金属型铁电材料的研究方兴未艾，但通常情况下，铁电材料为绝缘体，其电阻值高达 G 欧姆以上。对铁电薄膜材料，由于其无法耐受很高的电压，测试电阻时，必须要精确测试 pA 级电流。

存储是铁电材料及电阻器件的一大应用，铁电材料及器件存储特性主要通过耐久性和保持性进行表征。

铁电材料应用于神经拟态类脑计算已经成为发展趋势，铁电神经突触器件的研究近年非常火热，而突触的可塑性是突触器件必不可少的测试项目。铁电突触器件的突触可塑性，是通过畴动力学的测试来实现诸如，STP、LTP、STDP 等测试。



受界面态、器件结构、接触电阻、材料缺陷、量子效应等多种因素的影响，因此 1/f 噪声测试至关重要。

## 铁电材料及器件电性能表征测试方案：

- 4200A-SCS 主机及 Clarius 软件
- 两个 SMU + 两个 4200-PA 前置放大器
- 一个 PMU + 两个 RPM
- CVU 电容单元



## 方案优势：

- 10fA 小电流测试能力
- Clarius 软件自带 铁电 Project，操作方便
- 不同模块组合测试 1/f 噪声，优化速度与精度
- 半导体材料与器件测试领域普遍采用

