



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101303390 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 06

(21) 申请号 200810039407. X

US 6198301 B1, 2001. 03. 06,

(22) 申请日 2008. 06. 23

CN 101089642 A, 2007. 12. 19,

(73) 专利权人 上海集成电路研发中心有限公司

审查员 马丽

地址 201203 上海市张江高科技园区碧波路
177 号华虹科技园 4 楼 B 区

(72) 发明人 万星拱

(74) 专利代理机构 上海思微知识产权代理事务
所（普通合伙）31237

代理人 屈衡

(51) Int. Cl.

G01R 31/28 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1588104 A, 2005. 03. 02,

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

US 6963215 B1, 2005. 11. 08,

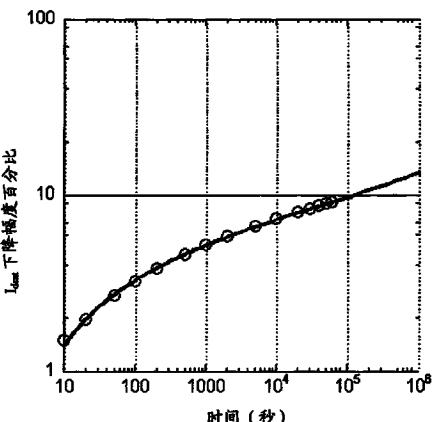
US 6269315 B1, 2001. 07. 31,

(54) 发明名称

一种判断 MOS 器件性能退化的方法

(57) 摘要

本发明提供一种判断 MOS 器件性能退化的方法，它包括以下步骤：1. 测试 MOS 器件不同电压加载时间电学参数的衰退幅度值；2. 采用描述硅和氧化硅之间界面态随时间变化的幂指数函数与描述注入电荷在氧化硅中随时间变化的对数函数以及常数项之和作为判断式拟合电学参数衰退幅度值的变化规律；3. 得出步骤 2 中幂指数函数的系数以及指数具体数值和描述注入电荷在氧化硅中变化函数的系数的具体值以及常数项的具体值；4. 依据具体判断式来判断测试的 MOS 器件电学参数随时间变化的衰退量。其中，描述注入电荷在氧化硅中变化的函数为时间对数函数。本发明方法可有效提高对 MOS 器件性能电学参数衰退幅度变化的判断结果准确性和稳定性。



1. 一种判断 MOS 器件性能退化的方法, 所述 MOS 器件基于硅和二氧化硅材料制作, 其特征在于, 它包括以下步骤:

步骤 1: 基于 JEDEC 标准, 测试 MOS 器件不同电压加载时间下 MOS 器件的饱和区漏电流、线性区漏电流和最大跨导的衰退幅度值;

步骤 2: 采用描述硅和二氧化硅之间界面态随时间变化的幂指数函数与描述注入电荷在二氧化硅中随时间变化的函数采用时间的自然对数函数以及常数项之和作为判断式拟合步骤 1 测得 MOS 器件的饱和区漏电流、线性区漏电流和最大跨导的衰退幅度值随时间变化规律;

步骤 3: 确定步骤 2 中所述判断式中幂指数函数的系数以及指数具体数值和描述注入电荷在二氧化硅中变化函数的系统的具体值以及常数项的具体值;

步骤 4: 依据步骤 3 得出的测试 MOS 器件的饱和区漏电流、线性区漏电流和最大跨导衰减幅度随时间变化的具体判断式来判断 MOS 器件性能的电学参数随时间变化的衰退量。

一种判断 MOS 器件性能退化的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及 MOS 器件测试领域,尤其涉及一种判断 MOS 器件性能退化的方法。

背景技术

[0002] 随着集成电路的发展,MOS 器件的特征尺寸也不断在减小,现已缩小到亚微米和深亚微米,且向超深亚微米发展。但在 MOS 器件尺寸等比例缩小的同时,MOS 器件工作电压并未随之等比例减小,使得 MOS 器件中 MOS 管沟道热载流子 (hot-carrier injection :HCI) 的形成几率大大增加,并在硅和二氧化硅界面产生界面态,或被栅极氧化层中的电荷陷阱俘获,导致 MOS 器件,如阈值电压 (V_{th})、最大跨导 (G_{max}) 和线性区漏电流 (I_{dlin}) 及饱和区漏电流 (I_{dsat}) 的退化增加。HCI 造成的损伤是 MOS 器件可靠性失效的重要影响因素,也是引起 MOS 器件性能的各电学参数退化的重要原因。准确判断 MOS 器件性能随时间劣化的过程至关重要,它影响到集成电路的可靠性和工作寿命。目前判断 MOS 器件性能退化的方法主要是先根据 JEDEC 标准,在相同加载电压下记录不同电压加载时间下所测试的 MOS 器件性能电学参数的退化幅度,然后采用加州大学伯克利分校的胡正明教授的 Hu 模型硅 / 二氧化硅界面态随时间变化的幂指数函数拟合,得到计算 MOS 器件电学参数衰退幅度随时间变化的具体计算式,这样就可根据具体计算式对所测试的 MOS 器件性能退化作判断。

[0003] 然而在具体的测试中,随着电压加速器件劣化的时间延长,器件性能的退化幅度会趋向饱和趋势,这样单纯采用硅 / 二氧化硅界面态随时间变化的幂指数函数拟合 MOS 器件性能随时间的退化规律存在拟合精度不高。虽然可通过采样加速测试后期长时间的数据点进行拟合来提高精度,但是不同的工作人员会选用不同的测试数据点这样使得最终得到的具体计算式不同,从而增加了最后判断结果的不确定性。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种判断 MOS 器件性能退化的方法,以解决传统判断 MOS 器件性能退化方法中存在拟合精度不高的问题以及为提高拟合精度而导致的判断结果不确定性问题。

[0005] 为达到上述目的,本发明的一种判断 MOS 器件性能退化的方法,该 MOS 器件基于硅和二氧化硅材料制作,它包括以下步骤:步骤 1:基于 JEDEC 标准,测试 MOS 器件不同电压加载时间下 MOS 器件性能电学参数的衰退幅度值;步骤 2:采用描述硅和氧化硅之间界面态随时间变化的幂指数函数与描述注入电荷在氧化硅中随时间变化的对数函数以及常数项之和作为判断式拟合步骤 1 测得 MOS 器件性能电学参数的衰退幅度值随时间变化规律;步骤 3:确定所述判断式中幂指数函数的系数以及指数具体数值和描述注入电荷在氧化硅中变化函数的系数的具体值以及常数项的具体值;步骤 4:依据步骤 3 得出测试的 MOS 器件性能电学参数衰退幅度随时间变化的具体判断式来判断 MOS 器件性能的电学参数随时间变化的衰退量。具体地,步骤 2 中描述注入电荷在氧化硅中随时间变化的函数采用时间的自然对数函数描述。MOS 器件性能电学参数包括 MOS 器件的饱和电流、线性漏电流和最大跨导。

[0006] 与现有判断 MOS 器件性能退化的方法相比,本发明的判断 MOS 器件性能退化的方法,通过采用描述硅和氧化硅之间界面态随时间变化的幂指数函数与描述注入电荷在氧化硅中随时间变化的函数以及常数项之和拟合步骤 1 测得 MOS 器件性能电学参数的衰退幅度值随时间变化规律,使得电学参数衰退幅度随时间变化的判断式相对传统判断方法中的判断式更准确描述电学参数的衰退幅度值随时间变化规律,从而提高了判断结果的精度及其准确性。

附图说明

[0007] 以下结合附图和具体实施例对本发明的判断 MOS 器件性能退化的方法作进一步详细具体地描述。

- [0008] 图 1 是传统判断 MOS 器件饱和漏电流随时间退化方法示意图。
- [0009] 图 2 是本发明判断 MOS 器件饱和漏电流随时间退化方法示意图。
- [0010] 图 3 是传统判断 MOS 器件线性漏电流随时间退化方法示意图。
- [0011] 图 4 是本发明判断 MOS 器件线性漏电流随时间退化方法示意图。
- [0012] 图 5 是传统判断 MOS 器件最大跨导随时间退化方法示意图。
- [0013] 图 6 是本发明判断 MOS 器件最大跨导随时间退化方法示意图。

具体实施方式

[0014] 本发明的判断 MOS 器件性能退化的方法,首先进行步骤 1 :基于 JEDEC 标准,测试 MOS 器件不同电压加载时间下 MOS 器件性能电学参数的衰退幅度值。基于热载流子注入测试方法,漏端加载电压为 $V_{dd} \times (1+10\%)$,栅加载的电压为衬底电流最大情况下的栅电压,源和衬底均接地。测试时间间隔为 10s、20s、50s、100s、200s、500s、1000s、2000s、5000s,按照如上所述时间间隔测试 MOS 器件性能电学参数,这样就可测得每次测量到的 MOS 器件电学参数值相对初始测得的电学参数值所下降的幅度。本实施例中测试的 MOS 器件的电学参数为漏端饱和电流 I_{dsat} 。步骤 2 :采用描述硅和氧化硅之间界面态随时间变化的幂指数函数与描述注入电荷在氧化硅中随时间变化的函数以及常数项之和拟合步骤 1 测得 MOS 器件性能电学参数的衰退幅度值随时间变化规律。具体地,步骤 2 中描述注入电荷在氧化硅中随时间变化的函数采用时间的自然对数函数描述。这样步骤 2 中拟合 MOS 器件性能电学参数的衰退幅度值随时间变化规律的判断式为以下公式 :

$$[0015] \frac{P - P_t}{P} \times 100\% = A \cdot t^n + B \ln t + C \quad (1)$$

[0016] 其中, P_t 为 t 时刻测得的 MOS 器件电学参数值, P 为初始测得的 MOS 器件电学参数值, P 代表的电学参数包括 MOS 器件的饱和区漏电流 I_{dsat} 、线性区漏电流 I_{dlin} 和最大跨导 G_{max} 。 A 为幂指数函数的系数, n 为幂指数函数的指数, B 为自然对数函数的系数, C 为常数项。步骤 3 :根据步骤 1 测得的电学参数衰退幅度数据,利用判断式 (1) 进行拟合,确定幂指数函数的系数 A 以及指数具体数值 n 和描述注入电荷在氧化硅中变化函数的系数的具体值 B 以及常数项 C 的具体值;步骤 4 :依据步骤 3 得出测试的 MOS 器件性能电学参数衰退幅度随时间变化的具体判断式 (1) 的具体表达式来判断 MOS 器件性能的电学参数随时间变化的衰退量。这样就可估算出一定时间下, MOS 器件电学参数的衰退量。

[0017] 以 MOS 器件电学参数饱和区漏电流 I_{dsat} 为例,采用传统判断 MOS 器件性能退化方法,拟和 MOS 器件饱和区 I_{dsat} 退化规律的判断式的曲线请参阅图 1 中曲线。同样以 MOS 器件电学参数饱和区漏电流 I_{dsat} 为例,本发明的判断 MOS 器件退化方法,拟合 MOS 器件饱和区漏电流 I_{dsat} 退化规律的判断式的曲线请参阅图 2 中曲线。图 1 和图 2 中圆圈所示为测试出 MOS 器件电学参数饱和区漏电流 I_{dsat} 衰退幅度数据,采用常用的数值计算方法或数值计算软件确定传统判断方法中判断式曲线的具体表达式的系数、指数和本发明判断方法用于判断 MOS 器件电学参数饱和区漏电流衰退幅度的判断式曲线的具体表达式中各项系数、指数及常数。传统判断方法拟合出图 1 中的曲线具体表达式为:

$$[0018] \frac{I_{dsat} - I_t}{I_{dsat}} = 1.246 * t^{0.1904} \quad (2)$$

[0019] 而采用本发明判断 MOS 器件性能退化方法拟合出图 2 中曲线的具体表达式为:

$$[0020] \frac{I_{dsat} - I_t}{I_{dsat}} \times 100\% = 0.002797 * t^{0.5} + 0.8182 * \ln t - 0.4801 \quad (3)$$

[0021] 对比图 1 和图 2,可看出采用具体表达式(3)对测试数据的拟合度明显高于具体表达式(2),更好的拟合了 MOS 器件性能随热载流子注入性能退化趋势。采用判断式(1)对测试 MOS 器件的电学参数衰退幅度进行拟合精确度和准确度明显高于传统判断式进行拟合的结果。同理,对其它 MOS 器件电学参数的判断,例如线性漏电流和最大跨导退化的判断,可采用相同的判断 MOS 器件性能退化方法进行判断。判断式(1)中 P 替换成测试的 MOS 器件电学参数具体值, P_t 替换成所测试的 MOS 器件 t 时刻测试的电学参数具体值即可。

[0022] 对比图 3 和图 4,图 3 和图 4 圆圈代表测试出的 MOS 器件电学参数线性漏电流 I_{dlin} 数据,图 3 是依据传统判断方法对测试出的线性漏电流 I_{dlin} 衰退幅度数据进行拟合,图 4 是采用本发明的判断 MOS 器件性能退化方法依据线性漏电流 I_{dlin} 数据采用判断式(1)进行拟合。对比图 3 和图 4 可明显看出本发明的判断方法相对传统的判断方法在判断线性漏电流 I_{dlin} 衰退幅度变化的趋势更为准确。对比图 4 和图 5,图 4 和图 5 中圆圈代表测试出的电学参数最大跨导 G_m 衰退幅度数据,图 4 和图 5 分别是采用传统判断方法和本发明的判断方法进行判断所测试的 MOS 器件电学参数最大跨导 G_m 衰退幅度变化趋势,从对比图 4 和图 5 判断式曲线拟合最大跨导 G_{mmax} 衰退幅度数据结果可看出,本发明的判断方法判断最大跨导 G_{mmax} 衰退幅度变化趋势更为准确。图 3 和图 4 中判断式曲线的各项系数及常数项的具体值可通过常用的数值计算方法得出或数值计算软件完成,因此不在这具体列举各项系数、指数及常数项具体值,同理图 5 和图 6 判断式的各项系数、指数及常数项具体值也可采用常用的数值计算方法确定或数值计算软件完成,因此不在这具体列举各项系数、指数及常数项具体值。

[0023] 由图 1 和 2 的对比结果,图 3 和图 4 的对比结果和图 5 和图 6 的对比结果可明显看出本发明的判断 MOS 器件性能退化方法在判断 MOS 器件电学参数,例如饱和区漏电流,线性漏电流或最大跨导时,能更准确地判断电学参数的衰退幅度变化趋势,提高判断结果的准确性和稳定性。因此,在利用判断式(1)的具体表达式对测试的 MOS 器件的电学参数随时间变化的规律作判断时会有更高的准确性和精确性,可有效解决传统判断 MOS 器件性能退化方法中存在拟合精度不高的问题以及为提高拟合精度而导致的判断结果不确定性问题。

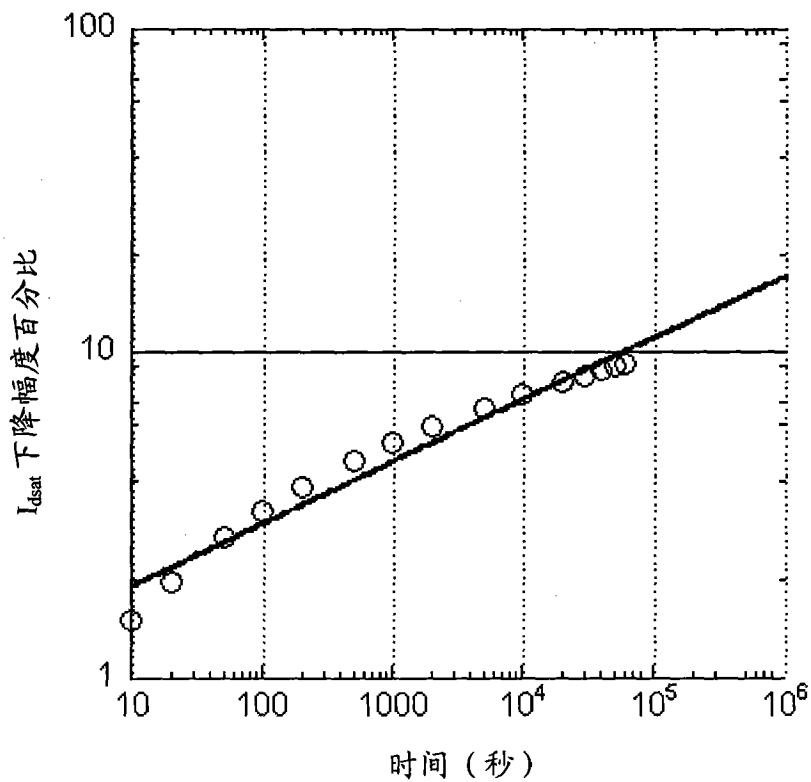


图 1

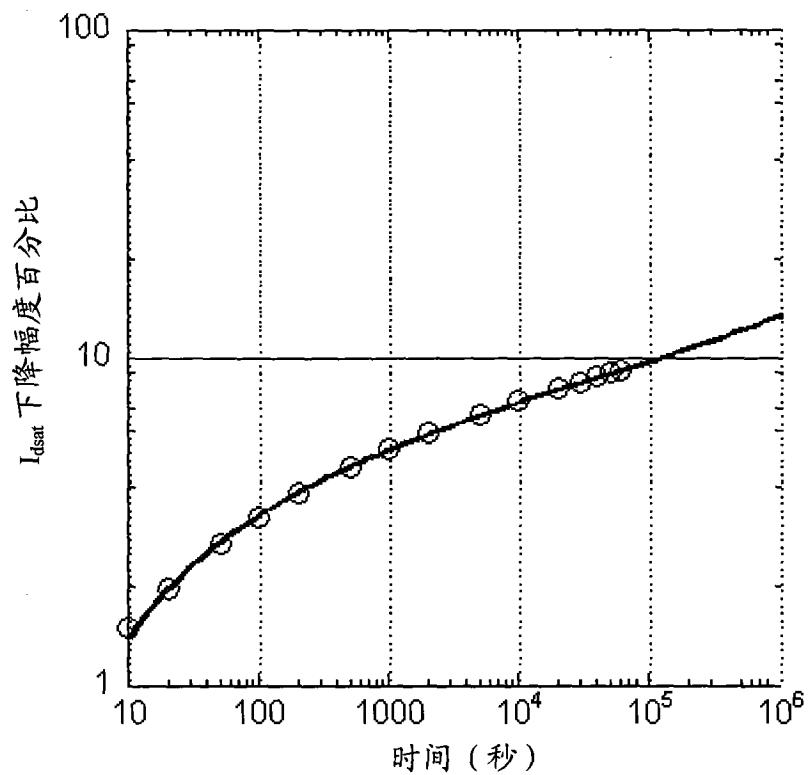


图 2

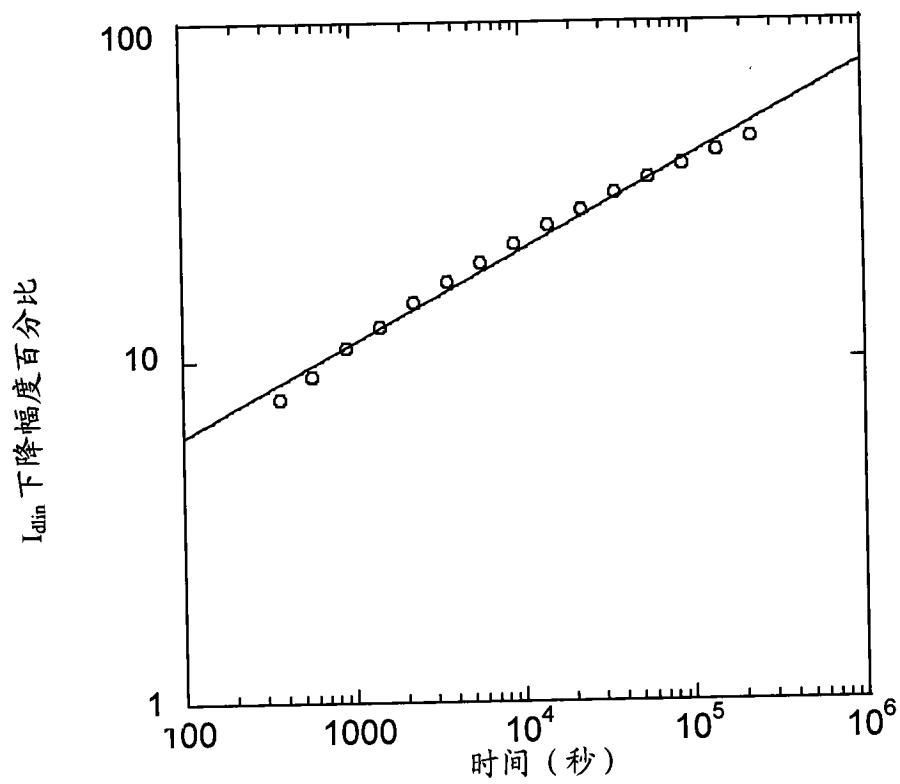


图 3

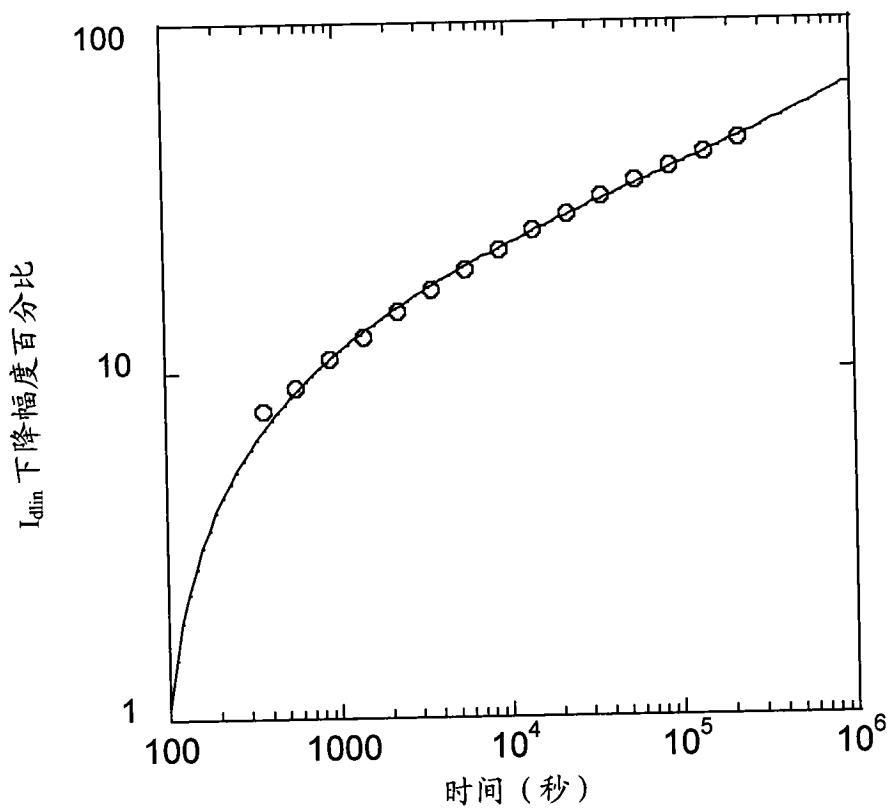


图 4

