



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108763830 B

(45) 授权公告日 2022.08.09

(21) 申请号 201810657953.3

(22) 申请日 2018.06.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108763830 A

(43) 申请公布日 2018.11.06

(73) 专利权人 上海华力集成电路制造有限公司
地址 201203 上海市浦东新区康桥东路298号1幢1060室

(72) 发明人 张瑜 商干兵

(74) 专利代理机构 上海浦一知识产权代理有限公司 31211

专利代理师 郭四华

(51) Int. Cl.

G06F 30/39 (2020.01)

(56) 对比文件

CN 106777545 A, 2017.05.31

KR 20110070078 A, 2011.06.24

US 2013249016 A1, 2013.09.26

CN 108021777 A, 2018.05.11

Toshiki Kanamoto 等. Impact of Well Edge Proximity Effect on Timing.《European Solid State Circuits Conference》.2007,

审查员 肖亦然

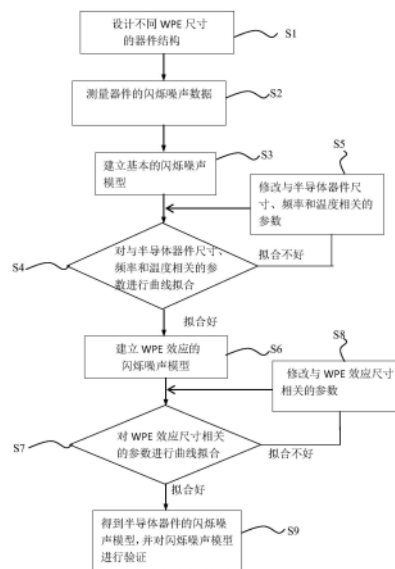
权利要求书3页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

半导体器件的闪烁噪声模型及其提取方法

(57) 摘要

本发明涉及一种半导体器件的闪烁噪声模型,涉及半导体集成电路,所述半导体器件包括一沟道区和一有源区,所述沟道区的长度为L,所述有源区的宽度为W,且所述半导体器件位于一阱内,所述阱包括一X轴方向和一Y轴方向,其中X轴方向为所述阱的横向方向,Y轴方向为所述阱的纵向方向,所述阱在X轴方向上的两边距离所述沟道区的距离分别为X1和X2,所述阱在Y轴方向上的两边距离所述沟道区的距离分别为Y1和Y2,其特征在于,所述闪烁噪声模型为: $S_{id}=f'(W,L,f,T,X1,Y1,X2,T2)=f(W,L,f,T)*f(X1,Y1,X2,Y2)$ 其中:f为半导体器件的频率,T为半导体器件的温度,f(E,L,f,T)为基本的闪烁噪声模型,使半导体器件的闪烁噪声模型更加精确的反应半导体器件的闪烁噪声,适用性更好。



1. 一种半导体器件的闪烁噪声模型提取方法,所述闪烁噪声模型用于表征所述半导体器件的闪烁噪声,所述半导体器件包括一沟道区和一有源区,所述沟道区的长度为L,所述有源区的宽度为W,且所述半导体器件位于一阱内,所述阱包括一X轴方向和一Y轴方向,其中X轴方向为所述阱的横向方向,Y轴方向为所述阱的纵向方向,所述阱在X轴方向上的两边距离所述沟道区的距离分别为X1和X2,所述阱在Y轴方向上的两边距离所述沟道区的距离分别为Y1和Y2,其特征在于,包括:

S1:设计不同WPE尺寸的器件结构;

S2:测量器件的闪烁噪声数据;

S3:建立基本的闪烁噪声模型;

S4:对与半导体器件尺寸、频率和温度相关的参数进行曲线拟合,若拟合不好,则进入S5,若拟合好,则进入S6;

S5:修改与半导体器件尺寸、频率和温度相关的参数,并进入S4;

S6:建立WPE效应的闪烁噪声模型,所述WPE效应指的是阱边近接效应;

S7:对WPE效应尺寸相关的参数进行曲线拟合,若拟合不好,则进入S8,若拟合好,则进入S9;

S8:修改与WPE效应尺寸相关的参数,并进入S7,以及

S9:根据S7得到半导体器件的闪烁噪声模型,并对闪烁噪声模型进行验证;

其中,所述步骤S6还包括S61和S62,其中S61为:固定X1和X2,设计所述阱使所述阱在Y轴方向上的两边距离所述沟道区的距离Y1和Y2不同,在不同的Y1和Y2下测量器件的闪烁噪声,以确定WPE效应的闪烁噪声模型中与Y1和Y2相关的参数;S62为:固定Y1和Y2,设计所述阱使所述阱在X轴方向上的两边距离所述沟道区的距离X1和X2不同,在不同的X1和X2下测量器件的闪烁噪声,以确定WPE效应的闪烁噪声模型中与X1和X2相关的参数,得到半导体器件的闪烁噪声模型为:

$Sid = f'(W, L, f, T, X1, Y1, X2, Y2) = f(W, L, f, T) * f(X1, Y1, X2, Y2)$, 其中,

$$f(X1, Y1, X2, Y2) = \frac{\gamma_1}{pwr(X1, \alpha) * pwr((X2, \beta))} * \left[A1 + \frac{B1}{pwr(L, b1)} + \frac{C1}{pwr(W, c1)} + \frac{D1}{pwr(WL, d1)} \right] \\ + \frac{\gamma_2}{pwr(Y1, \alpha_2) * pwr((Y2, \beta_2))} * \left[A2 + \frac{B2}{pwr(L, b2)} + \frac{C2}{pwr(W, c2)} + \frac{D2}{pwr(WL, d2)} \right]$$

其中, $\gamma_1, \gamma_2, \alpha, \alpha_2, \beta, \beta_2, A1, A2, B1, B2, b1, b2, C1, C2, c1, c2, D1, D2, d1$ 和 $d2$ 为与X1、X2、Y1和Y2相关的参数, pwr 为求幂函数运算, $f(W, L, f, T)$ 为基本的闪烁噪声模型, f 为半导体器件的频率, T 为半导体器件的温度;

或者,

所述步骤S6还包括S61,其中S61为:固定X1和X2,设计所述阱使所述阱在Y轴方向上的两边距离所述沟道区的距离Y1和Y2不同,在不同的Y1和Y2下测量器件的闪烁噪声,以确定WPE效应的闪烁噪声模型中与Y1和Y2相关的参数,得到半导体器件的闪烁噪声模型为: $Sid = f'(W, L, f, T, L1, L2) = f(W, L, f, T) * f(L1, L2)$,

其中, $L1$ 为 $Y1, L2$ 为 $Y2$,

$$f(L1, L2) = \frac{\gamma 2}{pwr(Y1, a2) * pwr((Y2, \beta 2)} * \left[A2 + \frac{B2}{pwr(L, b2)} + \frac{C2}{pwr(W, c2)} + \frac{D2}{pwr(WL, d2)} \right]$$

其中, $\gamma 2, a2, \beta 2, A2, B2, b2, C2, c2, D2, d2$ 为与Y1和Y2相关的参数, pwr 为求幂函数运算, $f(W, L, f, T)$ 为基本的闪烁噪声模型;

或者,

所述步骤S6还包括S62, S62为: 固定Y1和Y2, 设计所述阱使所述阱在X轴方向上的两边距离所述沟道区的距离X1和X2不同, 在不同的X1和X2下测量器件的闪烁噪声, 以确定WPE效应的闪烁噪声模型中与X1和X2相关的参数, 得到半导体器件的闪烁噪声模型为: $Sid = f'(W, L, f, T, L1, L2) = f(W, L, f, T) * f(L1, L2)$,

其中, L1为X1, L2为X2,

$$f(L1, L2) = \frac{\gamma 1}{pwr(X1, \alpha) * pwr((X2, \beta)} * \left[A1 + \frac{B1}{pwr(L, b1)} + \frac{C1}{pwr(W, c1)} + \frac{D1}{pwr(WL, d1)} \right]$$

其中, $\gamma 1, \alpha, \beta, A1, B1, b1, C1, c1, D1, d1$ 为与X1和X2相关的参数, pwr 为求幂函数运算, $f(W, L, f, T)$ 为基本的闪烁噪声模型。

2. 根据权利要求1所述的半导体器件的闪烁噪声模型提取方法, 其特征在于, 步骤S1更具体的为设计一半导体器件, 使所述半导体器件的沟道区与所述阱之间的距离X1, Y1, X2和Y2不同; 步骤S2更具体的为在不同的半导体器件温度T下测量半导体器件的闪烁噪声; 步骤S3更具体的为基于步骤S2中在不同的器件温度T下测量的闪烁噪声, 建立基本的闪烁噪声模型 $Sid = f(W, L, f, T)$ 。

3. 根据权利要求1所述的半导体器件的闪烁噪声模型提取方法, 其特征在于, 步骤S4中若测量的闪烁噪声数据与根据基本的闪烁噪声模型得到的噪声数据相差大于或等于10%, 则认为拟合不好; 若测量的闪烁噪声数据与根据基本的闪烁噪声模型得到的噪声数据相差小于10%, 则认为拟合好。

4. 根据权利要求1所述的半导体器件的闪烁噪声模型提取方法, 其特征在于, 步骤S5中修改与半导体器件尺寸、频率和温度相关的参数, 包括若步骤S4拟合不好, 根据测量的闪烁噪声数据与根据基本的闪烁噪声模型得到的噪声数据的偏差量修改与器件尺寸、频率和温度相关的参数。

5. 根据权利要求1所述的半导体器件的闪烁噪声模型提取方法, 其特征在于, 步骤S7中若测量的闪烁噪声数据与根据WPE效应的闪烁噪声模型得到的噪声数据相差大于或等于10%, 则认为拟合不好; 若测量的闪烁噪声数据与根据WPE效应的闪烁噪声模型得到的噪声数据相差小于10%, 则认为拟合好。

6. 根据权利要求1所述的半导体器件的闪烁噪声模型提取方法, 其特征在于, 步骤S7更具体的为对X1、X2、Y1和Y2相关的参数进行曲线拟合。

7. 根据权利要求6所述的半导体器件的闪烁噪声模型提取方法, 其特征在于, 步骤S8中修改与WPE效应尺寸相关的参数, 包括若步骤S7拟合不好, 则根据测量的闪烁噪声数据与根据WPE效应的闪烁噪声模型得到的噪声数据的偏差量修改与WPE效应尺寸X1, Y1, X2和Y2相关的参数。

8. 根据权利要求1所述的半导体器件的闪烁噪声模型提取方法, 其特征在于, 步骤S7更

具体的为对X1和X2相关的参数进行曲线拟合。

9. 根据权利要求8所述的半导体器件的闪烁噪声模型提取方法,其特征在于,步骤S8中修改与WPE效应尺寸相关的参数,包括若步骤S7拟合不好,则根据测量的闪烁噪声数据与根据WPE效应的闪烁噪声模型得到的噪声数据的偏差量修改与WPE效应尺寸X1和X2相关的参数。

10. 根据权利要求1所述的半导体器件的闪烁噪声模型提取方法,其特征在于,步骤S7更具体的为对Y1和Y2相关的参数进行曲线拟合。

11. 根据权利要求10所述的半导体器件的闪烁噪声模型提取方法,其特征在于,步骤S8中修改与WPE效应尺寸相关的参数,包括若步骤S7拟合不好,则根据测量的闪烁噪声数据与根据WPE效应的闪烁噪声模型得到的噪声数据的偏差量修改与WPE效应尺寸Y1和Y2相关的参数。

半导体器件的闪烁噪声模型及其提取方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体集成电路,尤其涉及一种半导体器件的闪烁噪声模型。

背景技术

[0002] 在半导体集成电路中,随着目前超大规模集成电路中模拟和射频电路的大量使用,影响电路模拟和射频性能的各种半导体器件的噪声特性及其建模仿真愈来愈引起人们的重视,能够准确全面地表征集成电路的最小单元器件的噪声特性已经成为业界专业人士努力追求的目标。在先进集成电路里,器件的噪声特性特别是闪烁噪声及其建模受到越来越多的重视,尤其是高性能的模拟电路中更为重要。然而,目前的器件的闪烁噪声模型没有考虑器件周围的环境对噪声模型的影响。

[0003] 因此在半导体集成电路中,需要一种更加精确的半导体器件的闪烁噪声模型。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种半导体器件的闪烁噪声模型,使半导体器件的闪烁噪声模型更加精确的反应半导体器件的闪烁噪声,适用性更好。

[0005] 本发明提供的半导体器件的闪烁噪声模型,用于表征所述半导体器件的闪烁噪声,所述半导体器件包括一沟道区和一有源区,所述沟道区的长度为L,所述有源区的宽度为W,且所述半导体器件位于一阱内,所述阱包括一X轴方向和一Y轴方向,其中X轴方向为所述阱的横向方向,Y轴方向为所述阱的纵向方向,所述阱在X轴方向上的两边距离所述沟道区的距离分别为X1和X2,所述阱在Y轴方向上的两边距离所述沟道区的距离分别为Y1和Y2,其特征在于,所述闪烁噪声模型为:

[0006] $Sid=f'(W,L,f,T,X1,Y1,X2,Y2)=f(W,L,f,T)*f(X1,Y1,X2,Y2)$

[0007] 其中:f为半导体器件的频率,T为半导体器件的温度,f(W,L,f,T)为基本的闪烁噪声模型。

[0008] 更进一步的,

$$f(X1, Y1, X2, Y2) = \frac{\gamma_1}{pwr(X1, \alpha) * pwr((X2, \beta))} * \left[A1 + \frac{B1}{pwr(L, b1)} + \frac{C1}{pwr(W, c1)} + \frac{D1}{pwr(WL, d1)} \right] \\ + \frac{\gamma_2}{pwr(Y1, \alpha_2) * pwr((Y2, \beta_2))} * \left[A2 + \frac{B2}{pwr(L, b2)} + \frac{C2}{pwr(W, c2)} + \frac{D2}{pwr(WL, d2)} \right]$$

[0010] 其中, $\gamma_1, \gamma_2, \alpha, \alpha_2, \beta, \beta_2, A1, A2, B1, B2, b1, b2, C1, C2, c1, c2, D1, D2, d1$ 和 $d2$ 为与X1、X2、Y1和Y2相关的参数。

[0011] 本发明还提供半导体器件的闪烁噪声模型提取方法,所述闪烁噪声模型用于表征所述半导体器件的闪烁噪声,所述半导体器件包括一沟道区和一有源区,所述沟道区的长度为L,所述有源区的宽度为W,且所述半导体器件位于一阱内,所述阱包括一X轴方向和一Y轴方向,其中X轴方向为所述阱的横向方向,Y轴方向为所述阱的纵向方向,所述阱在X轴方向上的两边距离所述沟道区的距离分别为X1和X2,所述阱在Y轴方向上的两边距离所述沟道区的距离分别为Y1和Y2,其特征在于,包括:S1:设计不同WPE尺寸的器件结构;S2:测量器

件的闪烁噪声数据;S3:建立基本的闪烁噪声模型;S4:对与半导体器件尺寸、频率和温度相关的参数进行曲线拟合,若拟合不好,则进入S5,若拟合好,则进入S6;S5:修改与半导体器件尺寸、频率和温度相关的参数,并进入S4;S6:建立WPE效应的闪烁噪声模型;S7:对WPE效应尺寸相关的参数进行曲线拟合,若拟合不好,则进入S8,若拟合好,则进入S9;S8:修改与WPE效应尺寸相关的参数,并进入S7,以及S9:根据S7得到半导体器件的闪烁噪声模型,并对闪烁噪声模型进行验证。

[0012] 更进一步的,所述步骤S6还包括S61和S62,其中S61为:固定X1和X2,设计所述阱使所述阱在Y轴方向上的两边距离所述沟道区的距离Y1和Y2不同,在不同的Y1和Y2下测量器件的闪烁噪声,以确定WPE效应的闪烁噪声模型中与Y1和Y2相关的参数;S62为:固定Y1和Y2,设计所述阱使所述阱在X轴方向上的两边距离所述沟道区的距离距离X1和X2不同,在不同的X1和X2下测量器件的闪烁噪声,以确定WPE效应的闪烁噪声模型中与X1和X2相关的参数,得到半导体器件的闪烁噪声模型为:

[0013] $Sid=f'(W,L,f,T,X1,Y1,X2,Y2)=f(W,L,f,T)*f(X1,Y1,X2,Y2)$, 其中,

$$[0014] \quad f(X1, Y1, X2, Y2) = \frac{\gamma1}{pwr(X1,\alpha) * pwr((X2,\beta))} * \left[A1 + \frac{B1}{pwr(L,b1)} + \frac{C1}{pwr(W,c1)} + \frac{D1}{pwr(WL,d1)} \right] \\ + \frac{\gamma2}{pwr(Y1,\alpha2) * pwr((Y2,\beta2))} * \left[A2 + \frac{B2}{pwr(L,b2)} + \frac{C2}{pwr(W,c2)} + \frac{D2}{pwr(WL,d2)} \right]$$

[0015] 其中, $\gamma1, \gamma2, \alpha, \alpha2, \beta, \beta2, A1, A2, B1, B2, b1, b2, C1, C2, c1, c2, D1, D2, d1$ 和 $d2$ 为与X1、X2、Y1和Y2相关的参数, $f(W,L,f,T)$ 为基本的闪烁噪声模型, f 为半导体器件的频率, T 为半导体器件的温度。

[0016] 更进一步的,所述步骤S6还包括S61,其中S61为:固定X1和X2,设计所述阱使所述阱在Y轴方向上的两边距离所述沟道区的距离Y1和Y2不同,在不同的Y1和Y2下测量器件的闪烁噪声,以确定WPE效应的闪烁噪声模型中与Y1和Y2相关的参数,得到半导体器件的闪烁噪声模型为: $Sid=f'(W,L,f,T,L1,L2)=f(W,L,f,T)*f(L1,L2)$,

[0017] 其中, $L1$ 为 $Y1, L2$ 为 $Y2$,

$$[0018] \quad f(L1, L2) = \frac{\gamma2}{pwr(Y1,\alpha2) * pwr((Y2,\beta2))} * \left[A2 + \frac{B2}{pwr(L,b2)} + \frac{C2}{pwr(W,c2)} + \frac{D2}{pwr(WL,d2)} \right]$$

[0019] 其中, $\gamma2, \alpha2, \beta2, A2, B2, b2, C2, c2, D2, d2$ 为与Y1和Y2相关的参数, $f(W,L,f,T)$ 为基本的闪烁噪声模型。

[0020] 更进一步的,其特征在于,所述步骤S6还包括S62,S62为:固定Y1和Y2,设计所述阱使所述阱在X轴方向上的两边距离所述沟道区的距离距离X1和X2不同,在不同的X1和X2下测量器件的闪烁噪声,以确定WPE效应的闪烁噪声模型中与X1和X2相关的参数,得到半导体器件的闪烁噪声模型为:

[0021] $5id=f'(W,L,f,T,L1,L2)=f(W,L,f,T)*f(L1,L2)$,

[0022] 其中, $L1$ 为 $X1, L2$ 为 $X2$,

$$[0023] \quad f(L1, L2) = \frac{\gamma1}{pwr(X1,\alpha) * pwr((X2,\beta))} * \left[A1 + \frac{B1}{pwr(L,b1)} + \frac{C1}{pwr(W,c1)} + \frac{D1}{pwr(WL,d1)} \right]$$

[0024] 其中, $\gamma1, \alpha, \beta, A1, B1, b1, C1, c1, D1, d1$ 为与X1和X2相关的参数, $f(W,L,f,T)$ 为基本的闪烁噪声模型。

[0025] 更进一步的,步骤S1更具体的为设计一半导体器件,使所述半导体器件的沟道区

与所述阱之间的距离 $X1, Y1, X2$ 和 $Y2$ 不同;步骤S2更具体的为在不同的半导体器件温度 T 下测量半导体器件的闪烁噪声;步骤S3更具体的为基于步骤S2中在不同的器件温度 T 下测量的闪烁噪声,建立基本的闪烁噪声模型 $Sid=f(W,L,f,T)$ 。

[0026] 更进一步的,步骤S4中若测量的闪烁噪声数据与根据基本的闪烁噪声模型得到的噪声数据相差大于或等于10%,则认为拟合不好;若测量的闪烁噪声数据与根据基本的闪烁噪声模型得到的噪声数据相差小于10%,则认为拟合好。

[0027] 更进一步的,步骤S5中修改与半导体器件尺寸、频率和温度相关的参数,包括若步骤S4拟合不好,根据测量的闪烁噪声数据与根据基本的闪烁噪声模型得到的噪声数据的偏差量修改与器件尺寸、频率和温度相关的参数。

[0028] 更进一步的,步骤S7中若测量的闪烁噪声数据与根据WPE效应的闪烁噪声模型得到的噪声数据相差大于或等于10%,则认为拟合不好;若测量的闪烁噪声数据与根据WPE效应的闪烁噪声模型得到的噪声数据相差小于10%,则认为拟合好。

[0029] 更进一步的,步骤S7更具体的为对 $X1, X2, Y1$ 和 $Y2$ 相关的参数进行曲线拟合。

[0030] 更进一步的,步骤S8中修改与WPE效应尺寸相关的参数,包括若步骤S7拟合不好,则根据测量的闪烁噪声数据与根据WPE效应的闪烁噪声模型得到的噪声数据的偏差量修改与WPE效应尺寸 $X1, Y1, X2$ 和 $Y2$ 相关的参数。

[0031] 更进一步的,步骤S7更具体的为对 $X1$ 和 $X2$ 相关的参数进行曲线拟合。

[0032] 更进一步的,步骤S8中修改与WPE效应尺寸相关的参数,包括若步骤S7拟合不好,则根据测量的闪烁噪声数据与根据WPE效应的闪烁噪声模型得到的噪声数据的偏差量修改与WPE效应尺寸 $X1$ 和 $X2$ 相关的参数。

[0033] 更进一步的,步骤S7更具体的为对 $Y1$ 和 $Y2$ 相关的参数进行曲线拟合。

[0034] 更进一步的,步骤S8中修改与WPE效应尺寸相关的参数,包括若步骤S7拟合不好,则根据测量的闪烁噪声数据与根据WPE效应的闪烁噪声模型得到的噪声数据的偏差量修改与WPE效应尺寸 $Y1$ 和 $Y2$ 相关的参数。

[0035] 本发明提供的半导体器件的闪烁噪声模型,通过在半导体器件的闪烁噪声模型中拟合了WPE效应对闪烁噪声模型的影响,使半导体器件的闪烁噪声模型更加精确的反应半导体器件的闪烁噪声,适用性更好,给设计者在电路设计时考虑WPE效应对半导体器件的噪声影响提供了很大的帮助。

附图说明

[0036] 图1为一半导体器件的示意图。

[0037] 图2为本发明一实施例的半导体器件的闪烁噪声模型提取方法的流程图。

具体实施方式

[0038] 下面将结合附图,对本发明中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在不做出创造性劳动的前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0039] 本发明一实施例中,提供一种半导体器件的闪烁噪声模型,该闪烁噪声模型能更

精确的反应半导体器件的闪烁噪声,且适用性更好。目前在半导体器件的制造工艺中,为了提高器件载流子的迁移率而引入大量的应力增强技术,这些都导致器件周围的环境对器件自身的电学特性影响越来越大,进而对器件的噪声也有很大的影响。其中WPE(Well Edge-Proximity Effect)效应,即阱边近接效应,是植入的离子在光阻材料上发生了散射,散射离子进入到沟道区,影响到边缘区域的掺杂浓度,进而对器件的阈值电压、迁移率都有影响,导致噪声模型也会有变化,而现有的器件噪声模型里面没有考虑WPE效应。

[0040] 请参阅图1,图1为一半导体器件的示意图。具体的,如图1所示,半导体器件100位于阱200内,半导体器件100包括沟道区110和有源区120,有源区120的宽度为W,为器件100的宽度,沟道区110的长度为L。阱200包括一X轴方向和一Y轴方向,其中X轴方向为阱200的横向方向,Y轴方向为阱200的纵向方向,阱200在X轴方向上的两边距离沟道区110的距离分别为X1和X2,阱200在Y轴方向上的两边距离沟道区110的距离分别为Y1和Y2。现有的器件的闪烁噪声模型仅考虑了器件100本身的参数,可参阅公式1:

[0041] $Sid=f(W,L,f,T)$ 公式1

[0042] 其中,W为器件的宽度,L为沟道区的长度,f为器件的频率,T为器件的温度。

[0043] 然而,实际的半导体产品,距离X1、X2、Y1和Y2均会影响器件100的闪烁噪声模型,本发明提供的半导体器件的闪烁噪声模型拟合了距离X1、X2、Y1和Y2对器件100的闪烁噪声模型的影响,得到的半导体器件的闪烁噪声模型为公式2:

[0044] $Sid=f'(W,L,f,T,X1,Y1,X2,Y2)$ 公式2

[0045] 更进一步的, $Sid=f(W,L,f,T)*f(X1,Y1,X2,Y2)$ 。

[0046] 其中f(X1,Y1,X2,Y2)的表达式为公式3:

$$f(X1, Y1, X2, Y2) = \frac{\gamma_1}{pwr(X1, \alpha) * pwr((X2, \beta))} * \left[A1 + \frac{B1}{pwr(L, b1)} + \frac{C1}{pwr(W, c1)} + \frac{D1}{pwr(WL, d1)} \right] + \frac{\gamma_2}{pwr(Y1, \alpha_2) * pwr((Y2, \beta_2))} * \left[A2 + \frac{B2}{pwr(L, b2)} + \frac{C2}{pwr(W, c2)} + \frac{D2}{pwr(WL, d2)} \right]$$

[0047] 公式3

[0048] 其中, $\gamma_1, \gamma_2, \alpha, \alpha_2, \beta, \beta_2, A1, A2, B1, B2, b1, b2, C1, C2, c1, c2, D1, D2, d1$ 和 $d2$ 为与X1、X2、Y1和Y2相关的参数,pwr为求幂函数运算。

[0049] 如此得到的半导体器件的闪烁噪声模型(如公式2),在现有的器件闪烁噪声模型(如公式1)的基础上,考虑了阱200离半导体器件100距离的变化(也就是WPE效应)对半导体器件噪声模型的影响。从而在原有噪声模型中引入与WPE尺寸(X1,Y1,X2,Y2)相关的函数(如公式3)。本发明的噪声模型增加了半导体器件在不同的阱环境下的噪声特性,这就给设计者在电路设计时考虑WPE效应对半导体器件的噪声影响提供很大的帮助,使本发明的闪烁噪声模型更精确的反应半导体器件的闪烁噪声,且适用性更好。

[0050] 在本发明一实施例中,还提供一种半导体器件的闪烁噪声模型提取方法,具体的可参阅图2,图2为本发明一实施例的半导体器件的闪烁噪声模型提取方法的流程图,如图2所示,该方法包括:

[0051] S1:设计不同WPE尺寸的器件结构。具体的,在本发明一实施例中,设计一半导体器件100,并使半导体器件100的沟道区110与阱200之间的距离X1,Y1,X2和Y2不同。

[0052] S2:测量器件的闪烁噪声数据。具体的,在本发明一实施例中,在不同的半导体器件温度T下测量半导体器件的闪烁噪声。

[0054] S3:建立基本的闪烁噪声模型(即公式1)。具体的,在本发明一实施例中,基于步骤S2中在不同的器件温度T下测量的闪烁噪声,建立基本的闪烁噪声模型 $Sid=f(W,L,f,T)$ (即公式1)。

[0055] S4:对与半导体器件尺寸、频率和温度相关的参数进行曲线拟合,若拟合不好,则进入S5,若拟合好,则进入S6。具体的,在本发明一实施例中,若测量的闪烁噪声数据与根据基本的闪烁噪声模型得到的噪声数据相差大于或等于10%,则认为拟合不好;若测量的闪烁噪声数据与根据基本的闪烁噪声模型得到的噪声数据相差小于10%,则认为拟合好。在本发明一实施例中,上述根据基本的闪烁噪声模型得到的噪声数据为通过仿真根据基本的闪烁噪声模型得到的噪声数据。

[0056] S5:修改与半导体器件尺寸、频率和温度相关的参数,并进入S4。即若拟合不好,则根据测量的闪烁噪声数据与根据基本的闪烁噪声模型得到的噪声数据的偏差量修改与器件尺寸、频率和温度相关的参数。

[0057] S6:建立WPE效应的闪烁噪声模型(如公式3)。具体的,在本发明一实施例中,在不同的X1,Y1,X2和Y2下测量器件的闪烁噪声,以建立WPE效应的闪烁噪声模型(如公式3)。在本发明一实施例中,还包括S61和S62,其中S61为:固定X1和X2,设计阱200使阱200在Y轴方向上的两边距离沟道区110的距离Y1和Y2不同,在不同的Y1和Y2下测量器件的闪烁噪声,以确定WPE效应的闪烁噪声模型中与Y1和Y2相关的参数。S62为:固定Y1和Y2,设计阱200使阱200在X轴方向上的两边距离沟道区110的距离距离X1和X2不同,在不同的X1和X2下测量器件的闪烁噪声,以确定WPE效应的闪烁噪声模型中与X1和X2相关的参数。如此经S61和S62,WPE效应的闪烁噪声模型中与X1、X2、Y1和Y2相关的参数均确定,即可建立WPE效应的闪烁噪声模型(即公式3)。

[0058] S7:对WPE效应尺寸相关的参数进行曲线拟合,若拟合不好,则进入S8,若拟合好,则进入S9。更具体的为对X1,Y1,X2和Y2相关的参数进行曲线拟合。具体的,在本发明一实施例中,测量的闪烁噪声数据与根据WPE效应的闪烁噪声模型得到的噪声数据相差大于或等于10%,则认为拟合不好;若测量的闪烁噪声数据与根据WPE效应的闪烁噪声模型得到的噪声数据相差小于10%,则认为拟合好。在本发明一实施例中,上述根据WPE效应的闪烁噪声模型得到的噪声数据为通过仿真根据WPE效应的闪烁噪声模型得到的噪声数据。

[0059] S8:修改与WPE效应尺寸相关的参数,并进入S7。更具体的,若拟合不好,则根据测量的闪烁噪声数据与根据WPE效应的闪烁噪声模型得到的噪声数据的偏差量修改与WPE效应尺寸X1,Y1,X2和Y2相关的参数。

[0060] S9:根据S7得到半导体器件的闪烁噪声模型(如公式2),并对闪烁噪声模型进行验证。

[0061] 上述的半导体器件的闪烁噪声模型: $Sid=f'(W,L,f,T,X1,Y1,X2,Y2)$ 拟合了距离X1、X2、Y1和Y2对半导体器件100的闪烁噪声模型的影响。在本发明一实施例中,也可只拟合距离X1和X2对半导体器件100的闪烁噪声模型的影响,或,Y1和Y2对半导体器件100的闪烁噪声模型的影响。则本发明一实施例的半导体器件的闪烁噪声模型可表示为公式4:

[0062] $Sid=f'(W,L,f,T,L1,L2)$ 公式4

[0063] 其中,L1和L2可分别为X1和X2,则半导体器件的闪烁噪声模型拟合距离X1和X2对半导体器件100的闪烁噪声模型的影响;L1和L2可分别为Y1和Y2,则半导体器件的闪烁噪声

模型拟合距离Y1和Y2对半导体器件100的闪烁噪声模型的影响。

[0064] 更进一步的, $Sid=f'(W,L,f,T,L1,L2)=f(W,L,f,T)*f(L1,L2)$ 。

[0065] 当L1和L2可分别为X1和X2时,其中f(L1,L2)的表达式为公式5:

$$[0066] \quad f(L1, L2) = \frac{\gamma 1}{pwr(X1, \alpha) * pwr((X2, \beta))} * \left[A1 + \frac{B1}{pwr(L, b1)} + \frac{C1}{pwr(W, c1)} + \frac{D1}{pwr(WL, d1)} \right]$$

公式5

[0067] 其中, $\gamma 1, \alpha, \beta, A1, B1, b1, C1, c1, D1, d1$ 为与X1和X2相关的参数。

[0068] 当L1和L2可分别为Y1和Y2时,其中f(L1,L2)的表达式为公式6:

$$[0069] \quad f(L1, L2) = \frac{\gamma 2}{pwr(Y1, \alpha 2) * pwr((Y2, \beta 2))} * \left[A2 + \frac{B2}{pwr(L, b2)} + \frac{C2}{pwr(W, c2)} + \frac{D2}{pwr(WL, d2)} \right]$$

公式6

[0070] 其中, $\gamma 2, \alpha 2, \beta 2, A2, B2, b2, C2, c2, D2, d2$ 为与Y1和Y2相关的参数。

[0071] 如此得到的半导体器件的闪烁噪声模型拟合了阱200在一个轴方向上的两边距离沟道区110的距离对半导体器件闪烁噪声模型的影响,使半导体器件的闪烁噪声模型更加精确,适用性更好。

[0072] 当然对应的半导体器件的闪烁噪声模型提取方法中,S6:建立WPE效应的闪烁噪声模型。更具体的,包括S61或S62。S7,更具体的为对X1和X2,或,Y1和Y2相关的参数进行曲线拟合。S8,更具体的为根据偏差量对X1和X2,或,Y1和Y2相关的参数进行修改。

[0073] 综上所述,通过在半导体器件的闪烁噪声模型中拟合了WPE效应对闪烁噪声模型的影响,使半导体器件的闪烁噪声模型更加精确的反应半导体器件的闪烁噪声,适用性更好,给设计者在电路设计时考虑WPE效应对半导体器件的噪声影响提供了很大的帮助。

[0074] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

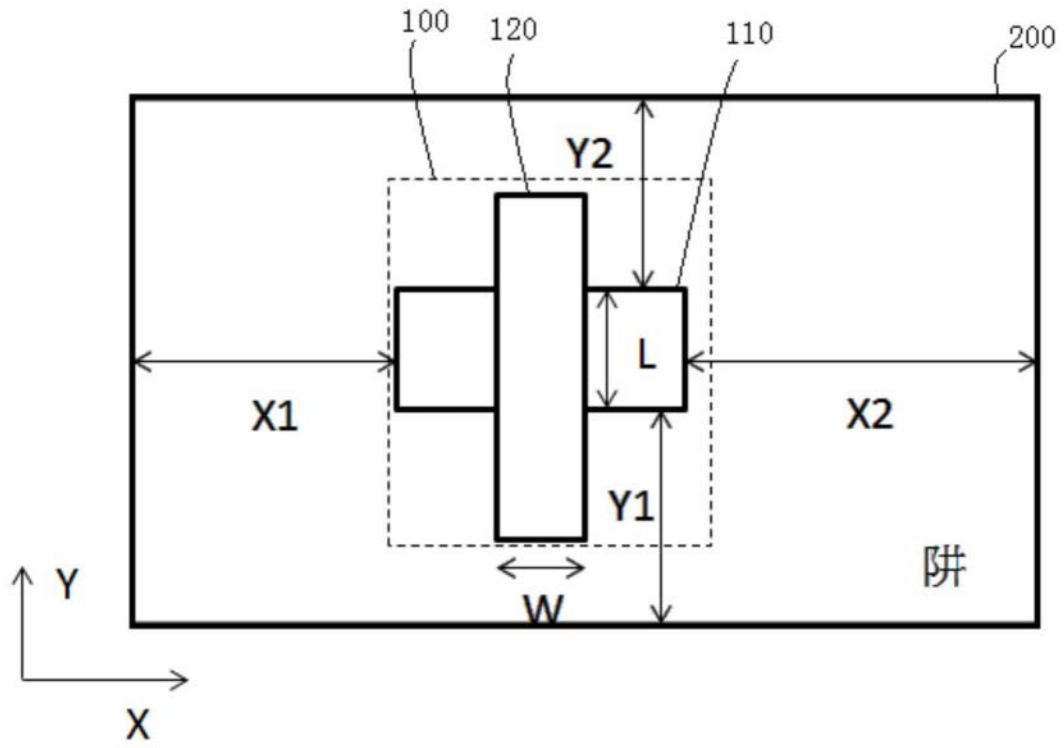


图1

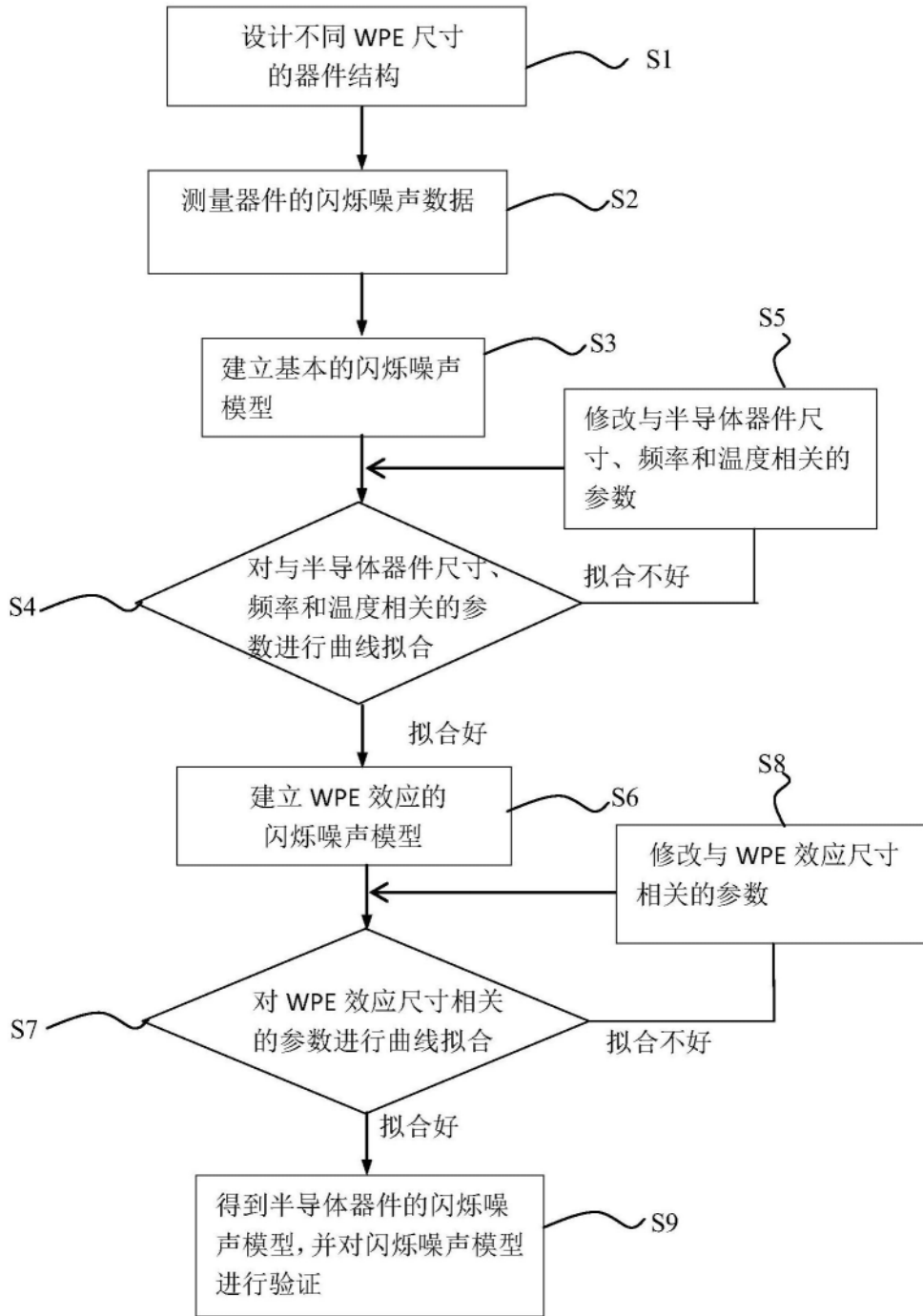


图2