

文章编号: 1007-2780(2011)01-0028-06

非晶硅薄膜晶体管的热阻模型

刘 远^{1, 2}, 姚若河², 李 斌²

(1. 广东工业大学 材料与能源学院, 广东 广州 510006, E-mail: liuyuan@gdut.edu.cn;
2. 华南理工大学 电子与信息学院, 广东 广州 510640)

摘 要: 基于能量方程、热流方程和边界条件, 推导出了非晶硅薄膜晶体管的沟道热阻模型。采用该模型可准确预估器件有源层内的平均温度。在沟道热阻模型的基础上, 考虑器件间场氧化层和金属互联线的影响, 建立了非晶硅薄膜晶体管的二维热阻模型。采用该模型可描述器件有源层内温度的横向分布, 并快速预估沟道内的最高结温。最后, 将模型预测结果与器件模拟仿真结果进行了对比, 两者拟合良好。

关 键 词: 非晶硅薄膜晶体管; 热阻; 自热效应; 温度分布

中图分类号: TN321⁺.5 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3788/YJYXS20112601.0028

Thermal Impedance Model for Amorphous Silicon Thin Film Transistors

LIU Yuan^{1,2}, YAO Ruo-he², LI Bin²

(1. Faculty of Materials and Energy, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China, E-mail: liuyuan@gdut.edu.cn;

2. School of Electronic and Information Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: A channel thermal impedance model for amorphous silicon thin film transistor is derived from a system of coupled energy equation, heat flowing equation and boundary conditions. By the use of this model, the average temperature in the active region can be calculated. Then, by considering of the effects of field oxide and interconnects between devices, a two dimensional thermal model is developed. By the use of this model, the temperature distribution in the channel can be described and the maximum junction temperature can be calculated. The accuracy of the proposed model has been verified with the device simulation data.

Key words: amorphous silicon thin film transistor; thermal resistance; self-heating effect; temperature distribution

1 引 言

随着生产技术的发展, 电子器件尺寸越做越小, 封装密度越来越大, 单位面积内的功耗急剧上升, 器件与电路的可靠性也随之降低。据文献报道, 器件结温每升高 10℃, 其失效率将翻番^[1]。当互联线温度由 25℃ 上升至 32.8℃ 时, 失效平

均间隔时间将减少 50%; 而当其上升至 52.5℃ 时, 失效平均间隔时间将减少 90%^[2]。因而, 准确预估器件的结温是非常重要的。

反向叠栅结构的非晶硅薄膜晶体管(a-Si:H TFT)一般制作在玻璃衬底上^[3]。因为栅绝缘层与玻璃衬底的热导率都很低, 所以 a-Si:H TFT 的散热能力极差^[4-5], 这使得器件工作时结温上升

较快,自热效应明显,并引发相应的 Kink 效应^[4-6]。此外,沟道内产生的热能还将通过互联线对外散发,使得互联线温度上升,可靠性随之降低^[2, 7]。

本文基于能量守恒方程与热流方程,建立了 a-Si:H TFT 的沟道热阻模型,采用该模型,可描述沟道内的平均温度。随后,建立了二维热阻模型,采用该模型,可描述温度在有源层中的横向分布,并快速预测薄膜内的最高结温。

2 沟道热阻模型

图 1 显示了非晶硅薄膜晶体管的器件结构。封装后器件的顶端将被环氧树脂等材料包围,因而可假定沟道内产生的热量仅能通过玻璃衬底向下散热。器件工作时源漏区中产生的焦耳热为:

$$P_j = 2I^2 L_d \rho / W d_d \quad (1)$$

式(1)中, ρ 为源漏区的电阻率,与该区域的掺杂有关。因为源漏区掺杂比沟道掺杂高,电阻率亦较沟道区小,所以可忽略漏、源端和金属互联线上产生的焦耳热。如上所述,可假定沟道即为器件热源,焦耳热在沟道中均匀产生,沟道内各点温度相等。

衬底对器件热阻影响很大。据文献[8]报道,忽略硅衬底的影响将低估整个器件热阻值达 25%~30%。在 a-Si:H TFT 中,玻璃衬底的热阻率比硅衬底小很多,因而更须考虑玻璃衬底对器件热阻的影响。

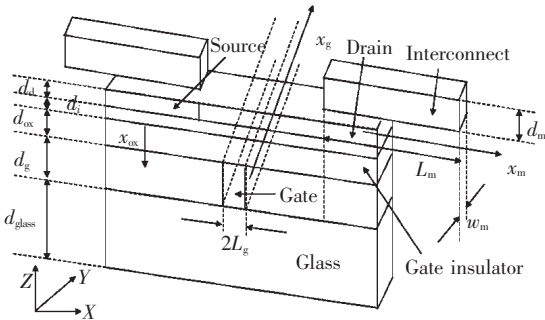


图 1 非晶硅薄膜晶体管的器件结构

Fig. 1 Structure of a-Si:H TFT

假定衬底底端温度为环境温度 T_0 ,衬底温度仅在 Z 方向变化。从沟道流出、穿过栅绝缘层和衬底的热流可近似为 $h(T-T_0)$ 。其中 T 为器件局部的温度值, h 为热传导系数。金属互联线、栅绝缘层和栅电极的热传导系数分别为:

$$h_m = \frac{k_d d_d + k_i d_i + k_{ox} d_{ox} + k_g d_g + k_{s,eff} d_{glass}}{(d_d + d_i + d_{ox} + d_g + d_{glass})^2} \quad (2)$$

$$h_{ox} = (k_g d_g + k_{s,eff} d_{glass}) / (d_g + d_{glass})^2 \quad (3)$$

$$h_g = k_{s,eff} / d_{glass} \quad (4)$$

式(2)~(4)中, k_d, k_i, k_{ox}, k_g 分别为源漏区、有源层、栅绝缘层和栅极的热阻率; $k_{s,eff}$ 为衬底有效热阻率。

$h_m d_m / k_m, h_d d_d / k_d$ 和 $h_g d_g / k_g$ 的值均小于 0.005,因而可忽略金属互联线、源漏区、栅电极以及沟道中温度在 Z 方向的变化。此外,互联线的温度在 Y 方向的变化以及栅电极的温度在 X 方向的变化也可被忽略。源、漏区和互联线可作为一维散热端处理,其加快了沟道内热能的散发。栅绝缘层以及衬底中温度在 X 方向的变化远小于有源层内温度在 X 方向的变化,可假定栅绝缘层以及衬底的温度仅在 Z 方向变化。

在一块横截面积为 A ,长度为 L ,热阻率为 k 的物体上,其热阻值 R_k 为:

$$R_k = L / Ak \quad (5)$$

采用式(5),可预估栅绝缘层、金属互联线和源漏区的热阻。但对于衬底而言,式(5)高估了其热阻值。据文献[5, 8]报道,衬底热阻值 $R_{th,sub}$ 为:

$$R_{th,sub} = \frac{1}{k_{glass} d_{glass} \pi} \ln \frac{17 d_{glass}}{\pi L_g} \quad (6)$$

为正确描述玻璃衬底对器件热阻的影响,本文引入有效热导率的概念,结合式(5)和式(6),玻璃衬底的有效热导率 $k_{s,eff}$ 为^[6]:

$$k_{s,eff} = \frac{k_{glass} d_{glass} \pi L}{A} \left(\ln \frac{16 d_{glass}}{\pi L_g} \right) \quad (7)$$

采用式(7),可将衬底热阻引入随后计算中。

基于以上分析,金属互联线、栅绝缘层和栅电极的热特征长度分别为:

$$\lambda_m = (k_m d_m / h_m)^{1/2} \quad (8)$$

$$\lambda_{ox} = (k_{ox} d_{ox} / h_{ox})^{1/2} \quad (9)$$

$$\lambda_g = (k_g d_g / h_g)^{1/2} \quad (10)$$

与 SOI 器件相似^[9],a-Si:H TFT 中金属互联线、栅氧化层和栅电极的一维能量方程分别为:

$$\partial^2 T_m / \partial x_m^2 - (T_m - T_0) / \lambda_m^2 = 0 \quad (11)$$

$$\partial^2 T_{ox} / \partial x_{ox}^2 - (T_{ox} - T_0) / \lambda_{ox}^2 = 0 \quad (12)$$

$$\partial^2 T_g / \partial x_g^2 - (T_g - T_0) / \lambda_g^2 = 0 \quad (13)$$

分析图 1 可知:器件各部分在边界处与相邻部分的温度相同,流入和流出边界的热能相同,因

此式(11)~(13)的边界条件分别为:

$$T_m(x_m = 0) = T_{ox}(x_{ox} = 0) = T_c \quad (14)$$

$$T_{ox}(x_{ox} = d_{ox}) = T_g(x_g = 0) \quad (15)$$

$$(\partial T_g / \partial x_g)_{x_g \rightarrow L_{mg}} = 0 \quad (16)$$

$$(\partial T_m / \partial x_m)_{x_m = L_m} = 0 \quad (17)$$

$$\left[\begin{array}{l} k_g L_g d_g (\partial T_g / \partial x_g)_{x_g = 0} \\ -k_{ox} W L_{ox} (\partial T_{ox} / \partial x_{ox})_{x_{ox} = d_{ox}} \end{array} \right] = 0 \quad (18)$$

$$\left[\begin{array}{l} -k_{ox} W L_{ox} (\partial T_{ox} / \partial x_{ox})_{x_{ox} = 0} \\ -k_m W d_m (\partial T_m / \partial x_m)_{x_m = 0} \end{array} \right] = P/2 \quad (19)$$

根据文献[9],式(11)~(13)的解为:

$$T_m - T_0 = Z_1 \cosh[(L_m - x_m) / \lambda_m] \quad (20)$$

$$T_{ox} - T_0 = \left[\begin{array}{l} Z_2 \exp(x_{ox} / \lambda_{ox}) \\ + Z_3 \exp(-x_{ox} / \lambda_{ox}) \end{array} \right] \quad (21)$$

$$T_g - T_0 = Z_4 \cosh[(L_{mg} - x_g) / \lambda_g] \quad (22)$$

代入式(14)~(19)所列出的边界条件,式(20)~(22)中所采用参数 $Z_1 \sim Z_4$ 的值可通过求解式(23)~(26)得到:

$$\left[\begin{array}{l} k_{ox} W L_{ox} / \lambda_{ox} \exp(d_{ox} / \lambda_{ox}) \cdot Z_2 \\ -k_{ox} W L_{ox} / \lambda_{ox} \exp(-d_{ox} / \lambda_{ox}) \cdot Z_3 \\ + k_g L_g d_g / \lambda_g \sinh(L_{mg} / \lambda_g) \cdot Z_4 \end{array} \right] = 0 \quad (23)$$

$$\left[\begin{array}{l} k_m W d_m / \lambda_m \sinh(L_m / \lambda_m) \cdot Z_1 \\ -k_{ox} W L_{ox} / \lambda_{ox} \cdot Z_2 \\ + k_{ox} W_{ox} / \lambda_{ox} \cdot Z_2 \end{array} \right] = P/2 \quad (24)$$

$$\cosh(L_m / \lambda_m) \cdot Z_1 - Z_2 - Z_3 = 0 \quad (25)$$

$$\left[\begin{array}{l} \exp(d_{ox} / \lambda_{ox}) \cdot Z_2 + \exp(-d_{ox} / \lambda_{ox}) \cdot Z_3 \\ -\cosh(L_{mg} / \lambda_g) \cdot Z_4 \end{array} \right] = 0 \quad (26)$$

由式(14)可知,沟道平均温度 T_c 为 $Z_2 + Z_3 + T_0$ 。a-Si:H TFT 的沟道热阻值 R_{th} 为:

$$R_{th} = (T_c - T_0) / P = (Z_2 + Z_3) / P \quad (27)$$

3 二维热阻模型

由文献[1,10-11]可知,焦耳热在沟道中并不均匀产生,漏端附近产生的热能远大于沟道其他部分产生的热能,器件模拟软件 Silvaco 的仿真结果也证实了这一点。如图 2 所示,靠近漏端沟道中所产生的热能约为靠近源端沟道中产生热能的 2 倍,沟道中产生的热能则随所处位置变化而变化。因此,漏端附近的结温将远高于器件中其他部位的结温。为了快速预测沟道的最高结温,可假定焦耳热全部在漏端附近的沟道中产生,其所占长度约为沟道长度的 1/10;在 SOI 器件中,文

献[1,10-11]亦做出相似假设。如图 3 所示,假定焦耳热在沟道的 4 区产生,并向沟道左方、右方和下方进行传导。

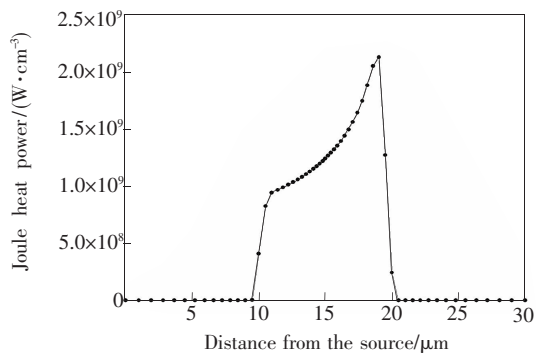


图 2 沟道中产生的焦耳热随位置的变化

Fig. 2 Joule heat power versus distance in the channel

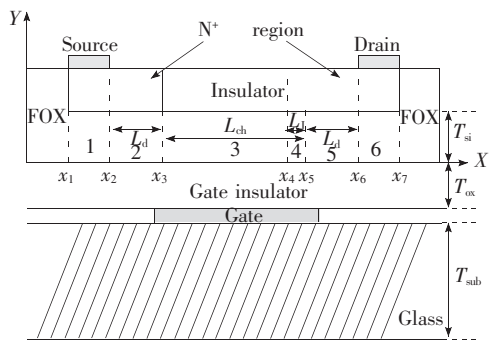


图 3 a-Si:H TFT 的横向截面图

Fig. 3 Cross section view of amorphous silicon thin film transistor

为方便计算,上文中假定互联线长度 L_m 远大于其热特征长度 λ_m 。事实上,互联线长度小于热特征长度,尾端温度也不为 0,其取决于周边器件温度和该条互联线的长度。此外,玻璃基板上集成了许多薄膜晶体管,相邻器件间的场氧化层内也存在温度梯度分布,当场氧化层长度较短时,其体内温度也将影响相邻器件沟道的结温^[11-14]。

假定源端、漏端以及栅端金属互联线尾端温度分别为: $T_{int,s}$, $T_{int,d}$ 和 $T_{int,g}$ 。由于 4 区长度较短,仍可假定 4 区内温度相同(T_J)。如图 3 所示,1 区和 6 区需考虑源漏端金属互联线尾端温度,而 3 区则需考虑栅极金属互联线尾端温度。

基于以上考虑,沟道内 1 区、3 区和 6 区的能量方程将分别改写为:

$$\left[\begin{array}{l} \partial^2 T_{r1} / \partial x_{r1}^2 - (T_{r1} - T_0) / \lambda_{si}^2 \\ - (T_{r1} - T_{int,s}) / \lambda_m^2 \end{array} \right] = 0 \quad (28)$$

$$\begin{cases} \partial^2 T_{r3}/\partial x_{r3}^2 - (T_{r3} - T_0)/\lambda_{si}^2 \\ - (T_{r3} - T_{\text{int,g}})/\lambda_m^2 \end{cases} = 0 \quad (29)$$

$$\begin{cases} \partial^2 T_{r6}/\partial x_{r6}^2 - (T_{r6} - T_0)/\lambda_{si}^2 \\ - (T_{r6} - T_{\text{int,d}})/\lambda_m^2 \end{cases} = 0 \quad (30)$$

在式(30)中,因为栅绝缘层的厚度较薄,且热导率比有源层和玻璃衬底高,所以可忽略温度在栅绝缘层上的降落。非晶硅层的热特征长度为:

$$\lambda_{si} = (k_{si} R_{th} W L t_{si})^{1/2} \quad (31)$$

式中, R_{th} 值可通过实际测量得到^[15],也可通过上节所述方法计算得到。

式(28)~(30)可改写为:

$$\partial^2 T_m/\partial x_m^2 - (T_m - T_{\text{eff},n})/\lambda_{\text{eff},n}^2 = 0 \quad (32)$$

式(32)中, $n=1, 3, 4, 6$ 。 $T_{\text{eff},n}$ 和 $\lambda_{\text{eff},n}$ 分别为:

$$T_{\text{eff},n} = (\lambda_m^2 T_0 + \lambda_{si}^2 T_{\text{int},n})/(\lambda_{si}^2 + \lambda_m^2) \quad (33)$$

$$\lambda_{\text{eff},n}^2 = \lambda_m^2 \lambda_{si}^2 / (\lambda_{si}^2 + \lambda_m^2) \quad (34)$$

如图 2 所示, 2 区和 5 区并不直接与金属互连线相邻,因此这两个区域的能量方程分别为:

$$\partial^2 T_{r2}/\partial x_{r2}^2 - (T_{r2} - T_0)/\lambda_{si}^2 = 0 \quad (35)$$

$$\partial^2 T_{r5}/\partial x_{r5}^2 - (T_{r5} - T_0)/\lambda_{si}^2 = 0 \quad (36)$$

器件左右两边场氧区内的温度分布为:

$$\partial^2 T_{\text{Fox}}/\partial x_{\text{Fox}}^2 - (T_{\text{Fox}} - T_0)/\lambda_{\text{ox}}^2 = 0 \quad (37)$$

求解式(28)~(37)可得各区的温度分布:

$$T_m(x_m) - T_{\text{eff},n} = Z_{2n-1} \exp\left(\frac{x - x_n}{\lambda_{\text{eff},n}}\right) + Z_{2n} \exp\left(\frac{x - x_n}{\lambda_{\text{eff},n}}\right) \quad (38)$$

式(38)中, $n=1, 2, 3$ 。

$$T_m(x_m) - T_{\text{eff},n} =$$

$$Z_{2n-3} \exp\left(\frac{x - x_n}{\lambda_{\text{eff},n}}\right) + Z_{2n-2} \exp\left(\frac{x - x_n}{\lambda_{\text{eff},n}}\right) \quad (39)$$

式(39)中, $n=5, 6$ 。

$$T_{\text{Fox},l} - T_0 = Z_{11} \exp[(x - x_1)/\lambda_{\text{ox}}] \quad (40)$$

$$T_{\text{Fox},r} - T_0 = Z_{12} \exp[-(x - x_7)/\lambda_{\text{ox}}] \quad (41)$$

对于各区温度分布的表达式而言,为了保证相邻区域之间边界处温度和能量的数值相连续,还必须满足以下边界条件:

$$k_{\text{si},n-1} (\partial T_{m-1}/\partial x) \big|_{x_n^-} - k_{\text{si},n} (\partial T_m/\partial x) \big|_{x_n^+} = 0 \quad (42)$$

式(42)中, $n=2, 6$ 。

$$k_{\text{Fox}} (\partial T_{\text{Fox}}/\partial x) \big|_{x_1^-} - k_{\text{si},1} (\partial T_{r1}/\partial x) \big|_{x_1^+} = 0 \quad (43)$$

$$k_{\text{Fox}} (\partial T_{\text{Fox}}/\partial x) \big|_{x_7^+} - k_{\text{si},1} (\partial T_{r7}/\partial x) \big|_{x_7^-} = 0 \quad (44)$$

$$T_{x_n^-} = T_{x_n^+} \quad (45)$$

式(45)中, $n=1, 2, 3, 6, 7$ 。

$$T_{x_4^-} = T_{x_5^+} \quad (46)$$

$$-k_{\text{si},2} (\partial T_{r2}/\partial x) \big|_{x_3^-} + k_{\text{si},3} (\partial T_{r3}/\partial x) \big|_{x_4^-} = 0 \quad (47)$$

$$-k_{\text{si},3} (\partial T_{r3}/\partial x) \big|_{x_4^-} + k_{\text{si},3} (\partial T_{r4}/\partial x) \big|_{x_5^-} = P \quad (48)$$

式(38)~(48)中所用参数 $Z_1 \sim Z_{12}$ 的值可通过以下方程联解得到:

$$Z_{11} = Z_1 + Z_2 \quad (49)$$

$$\left[\frac{k_{\text{fox}} (Z_{11}/\lambda_{\text{fox}})}{-k_{\text{si},1} (Z_1/\lambda_{\text{eff},1} - Z_2/\lambda_{\text{eff},1})} \right] = 0 \quad (50)$$

$$Z_1 \exp\left(\frac{x_2 - x_1}{\lambda_{\text{eff},1}}\right) + Z_2 \exp\left(-\frac{x_2 - x_1}{\lambda_{\text{eff},1}}\right) = Z_3 + Z_4 \quad (51)$$

$$k_{\text{si},1} \left[\frac{Z_1/\lambda_{\text{eff},1} \exp[(x_2 - x_1)/\lambda_{\text{eff},1}]}{-Z_2/\lambda_{\text{eff},1} \exp[-(x_2 - x_1)/\lambda_{\text{eff},1}]} \right] = k_{\text{si},2} \left[\frac{Z_3/\lambda_{\text{eff},2}}{-Z_4/\lambda_{\text{eff},2}} \right] \quad (52)$$

$$Z_3 \exp\left(\frac{x_3 - x_2}{\lambda_{\text{eff},2}}\right) + Z_4 \exp\left(-\frac{x_3 - x_2}{\lambda_{\text{eff},2}}\right) = Z_5 + Z_6 \quad (53)$$

$$\left[-k_{\text{si},2} \left[\frac{Z_3}{\lambda_{\text{eff},2}} \exp\left(\frac{x_3 - x_2}{\lambda_{\text{eff},2}}\right) - \frac{Z_4}{\lambda_{\text{eff},2}} \exp\left(-\frac{x_3 - x_2}{\lambda_{\text{eff},2}}\right) \right] + k_{\text{si},3} \left[\frac{Z_5}{\lambda_{\text{eff},3}} \exp\left(\frac{x_4 - x_3}{\lambda_{\text{eff},3}}\right) - \frac{Z_6}{\lambda_{\text{eff},3}} \exp\left(-\frac{x_4 - x_3}{\lambda_{\text{eff},3}}\right) \right] \right] = 0 \quad (54)$$

$$Z_5 \exp\left(\frac{x_4 - x_3}{\lambda_{\text{eff},3}}\right) + Z_6 \exp\left(-\frac{x_4 - x_3}{\lambda_{\text{eff},3}}\right) = Z_7 + Z_8 = T_j \quad (55)$$

$$k_{\text{si},3} \left[\frac{Z_6}{\lambda_{\text{eff},3}} \exp\left(\frac{x_4 - x_3}{\lambda_{\text{eff},3}}\right) - \frac{Z_5}{\lambda_{\text{eff},3}} \exp\left(-\frac{x_4 - x_3}{\lambda_{\text{eff},3}}\right) \right] + k_{\text{si},5} \left(\frac{Z_7}{\lambda_{\text{eff},5}} - \frac{Z_8}{\lambda_{\text{eff},5}} \right) = P \quad (56)$$

$$Z_7 \exp\left(\frac{x_6 - x_5}{\lambda_{\text{eff},5}}\right) + Z_8 \exp\left(-\frac{x_6 - x_5}{\lambda_{\text{eff},5}}\right) = Z_9 + Z_{10} \quad (57)$$

$$k_{\text{si},5} \left[\frac{Z_7}{\lambda_{\text{eff},5}} \exp\left(\frac{x_6 - x_5}{\lambda_{\text{eff},5}}\right) - \frac{Z_8}{\lambda_{\text{eff},5}} \exp\left(-\frac{x_6 - x_5}{\lambda_{\text{eff},5}}\right) \right] = k_{\text{si},6} \left(\frac{Z_9}{\lambda_{\text{eff},6}} - \frac{Z_{10}}{\lambda_{\text{eff},6}} \right) \quad (58)$$

$$Z_9 \exp\left(\frac{x_7 - x_6}{\lambda_{\text{eff},6}}\right) + Z_{10} \exp\left(-\frac{x_7 - x_6}{\lambda_{\text{eff},6}}\right) = Z_{12} \quad (59)$$

$$k_{\text{fox}}\left(\frac{Z_{12}}{\lambda_{\text{fox}}}\right)+k_{\text{si},6}\left[\frac{Z_9}{\lambda_{\text{eff},6}}\exp\left(\frac{x_7-x_6}{\lambda_{\text{eff},6}}\right)-\frac{Z_{10}}{\lambda_{\text{eff},6}}\exp\left(-\frac{x_7-x_6}{\lambda_{\text{eff},6}}\right)\right]=0$$

(60)

采用式(38)~(60),即可准确描述 a-Si:H TFT 的温度分布。在仿真过程中,由于沟道内产生的热能大部分通过漏端金属互联线向外散发,漏端金属互联线尾端温度通常比较高,而通过源端互联线向外散发的热能比较少,因此源端金属互联线尾端温度通常可假定为室温。由于栅极金属互联线较长,栅极金属互联线尾端温度也可假定为室温。

假设 a-Si:H TFT 中漏端互联线尾端温度为 350 K,其耗散功率 P 为 0.12 W,采用表 1 中所列参数,可仿真得到器件沟道内温度的横向分布,如图 4 所示。为了验证模型的正确性,图 4 中还

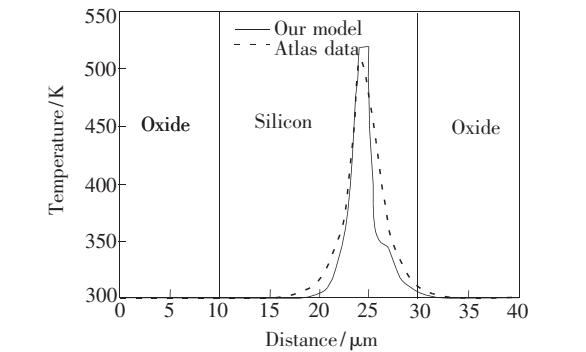


图 4 a-Si:H TFT 中温度的横向分布

Fig. 4 Transverse distribution of temperature in the channel of a-Si:H TFT

表 1 用于仿真的 a-Si:H TFT 模型参数值^[6]

Table 1 Values of model parameters for a-Si:H TFT used in the simulation

参数	数值	参数	数值
W	1 500 μm	L	10 μm
d_{ox}	440 nm	d_{m}	250 nm
d_{g}	50 nm	d_{d}	50 nm
d_{i}	50 nm	d_{glass}	0.7 nm
L_{m}	25 μm	L_{ov}	1 μm
K_{ox}	16.8 W/m	K_{glass}	0.81 W/m
K_{i}	1.8 W/m	K_{m}	138 W/m
K_{g}	138 W/m		

给出了器件模拟软件 Silvaco 的模拟结果。可以看出,模型预测结果与 Silvaco 仿真结果拟合良好。由图 4 可知,器件漏端的温度将比器件源端的温度高很多,大部分热量将从漏端互联线向外散发,漏端互联线的温度也远大于源端互联线的温度。因此,在实际应用当中,漏端互联线的失效率比源端互联线高^[1-2,7]。

4 结 论

基于一维能量方程和边界条件建立了 a-Si:H TFT 的沟道热阻模型,采用该模型可准确描述器件有源层的平均温度。随后,建立了 a-Si:H TFT 的二维热阻模型,采用该模型可准确快速地描述沟道内温度的横向分布。模型仿真结果与器件模拟仿真结果拟合良好。

参 考 文 献:

[1] Cheng M C, Yu F X, Lin J, *et al.* Steady state and dynamic thermal models for heat flow analysis of silicon on insulator MOSFETs [J]. *Microelectronics Reliability*, 2004, 44(3):381-396.

[2] Rzepka S, Banerjee K, Meusel E, *et al.* Characterization of self-heating in advanced VLSI interconnect lines based on thermal finite element simulation [J]. *IEEE Trans. Comp. Pack. Manuf. Technol.*, 1998, 21(3):406-411.

[3] 张彤,郭小军,赵毅,等. a-Si TFT OLED 有源驱动阵列参数的优化与布图设计 [J]. *液晶与显示*, 2003, 18(5): 332-337.

[4] Chen H L, Chen W J, Liu P Y, *et al.* Universal bias dependence of excess current induced by self-heating effect for a-Si:H TFTs [J]. *IEEE Trans. Electron Devices*, 2007, 54(5):1238-1243.

[5] Wang L, Fjeldly A, Iniguez B, *et al.* Self-heating and kink effects in a-Si H thin film transistors [J]. *IEEE Trans. Electron Devices*, 2000, 47(2):387-397.

[6] Liu Y, Yao R H, Li B. A physical model with the effects of self heating and variable resistance in above threshold region for hydrogenated amorphous silicon thin film transistor [J]. *Japanese Journal of Applied Physics*, 2008, 47(6):4436-4440.

[7] Wu W, Kang S H, Yuan J S, *et al.* Thermal effect on electro migration performance for Al/SiO₂, Cu/SiO₂ and Cu/low-K interconnect systems [J]. *Solid-State Electronics*, 2001, 45:59-62.

[8] Tenbroek B M, Bunyan R, Whiting G, *et al.* Measurement of buried oxide thermal conductivity for accurate electrothermal simulation of SOI devices [J]. *IEEE Transactions on Electron Devices*, 1999, 46(1):251-253.

[9] Goodson K E, Flik M I. Effect of microscale thermal conduction on the packing limit of silicon-on-insulator electronic devices [J]. *IEEE Transactions on Components Packaging and Manufacturing Technology*, 1992, 15(5):715-722.

[10] Cheng M C, Wettimuny R, Habitz P, *et al.* Thermal simulation for SOI devices using thermal-circuit models and device simulation [J]. *Solid-State Electronics*, 2003, 47(2):345-351.

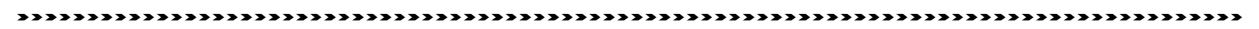
[11] Yu F X, Cheng M C, Habitz P, *et al.* Modeling of thermal behavior in SOI structures [J]. *IEEE Transactions on Electron Devices*, 2004, 51(1):83-91.

[12] Cheng M C, Yu F X, Habitz P, *et al.* Analytical heat flow modeling of silicon-on-insulator devices [J]. *Solid-State Electronics*, 2004, 48(3):415-426.

[13] Lin J, Shen M, Cheng M C, *et al.* Efficient thermal modeling of SOI MOSFETs for fast dynamic operation [J]. *IEEE Transactions on Electron Devices*, 2004, 51(10):1659-1666.

[14] Yu F X, Cheng M C. Electrothermal simulation of SOI CMOS analog integrated circuits [J]. *Solid-State Electronics*, 2007, 51(5):691-702.

[15] Su L T, Chung J E, Antoniadis D A, *et al.* Measurement and modeling of self-heating in SOI NMOSFETs [J]. *IEEE Transactions on Electron Devices*, 1994, 41(1):69-75.



欢迎订阅 2011 年《液晶与显示》

《液晶与显示》是中国最早创办的液晶学科专业期刊,也是中国液晶学科和显示技术领域中惟一的综合性专业学术期刊。它由中国科学院长春光学精密机械与物理研究所、中国物理学会液晶分会和中国光学光电子行业协会液晶分会主办,科学出版社出版。

《液晶与显示》以创新性、综合性、实用性为办刊特色,内容丰富,涵盖面广,信息量大,可读性强,既是启迪科技人员开拓创新思路的参考期刊,又是从事液晶和显示技术研究与开发的广大科技人员、大专院校师生及相关领域的科技工作者进行学术交流的论坛,也是图书、情报等部门必不可少的信息来源。

《液晶与显示》为双月刊,国内定价 40.00 元,全年 240.00 元,国内外公开发行。国内邮发代号:12—203,国内读者可在当地邮局订阅;也可通过“全国非邮发报刊联合发行部”订阅(地址:天津市大寺泉集北里别墅 17 号,邮编 300385),本刊的代号为:5074。国外读者可通过中国国际图书贸易总公司订阅(地址:北京 399 信箱,邮编:100044),国外发行代号:4868BM。同时,《液晶与显示》编辑部将竭诚为广大读者服务,随时办理订阅。

地 址:长春市东南湖大路 3888 号 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

《液晶与显示》编辑部

电 话:0431-86176059 0431-84613406

E-mail: yjxs@ciomp. ac. cn; yjyxs@126. com

邮 编:130033

传 真:0431-84695881

http://www. yjyxs. com