

铜-钼源漏电极对非晶氧化铟镓锌薄膜晶体管性能的改善

宁洪龙 胡诗彝 朱峰 姚日晖 徐苗 邹建华 陶洪 徐瑞霞 徐华 王磊 兰林锋 彭俊彪

Improved performance of the amorphous indium-gallium-zinc oxide thin film transistor with Cu-Mo source/drain electrode

Ning Hong-Long Hu Shi-Ben Zhu Feng Yao Ri-Hui Xu Miao Zou Jian-Hua Tao Hong Xu Rui-Xia Xu Hua Wang Lei Lan Lin-Feng Peng Jun-Biao

引用信息 Citation: [Acta Physica Sinica](#), 64, 126103 (2015) DOI: 10.7498/aps.64.126103

在线阅读 View online: <http://dx.doi.org/10.7498/aps.64.126103>

当期内容 View table of contents: <http://wulixb.iphy.ac.cn/CN/Y2015/V64/I12>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

不同退火方式对 Ni/SiC 接触界面性质的影响

[Effect of different annealing treatment methods on the Ni/SiC contact interface properties](#)

物理学报.2015, 64(6): 067303 <http://dx.doi.org/10.7498/aps.64.067303>

金属与半导体 Ge 欧姆接触制备、性质及其机理分析

[Properties and mechanism analysis of metal/Ge ohmic contact](#)

物理学报.2013, 62(16): 167304 <http://dx.doi.org/10.7498/aps.62.167304>

微晶硅锗太阳能电池本征层纵向结构的优化

[Optimization of the longitudinal structure of intrinsic layer in microcrystalline silicon germanium solar cell](#)

物理学报.2013, 62(3): 036102 <http://dx.doi.org/10.7498/aps.62.036102>

1 at% Ag 替代 $Zr_{57}Cu_{20}Al_{10}Ni_8Ti_5$ 金属玻璃中各组元对玻璃形成能力及热稳定性的作用分析

[On glass forming ability and thermal stability of \$Zr_{57}Cu_{20}Al_{10}Ni_8Ti_5\$ bulk metallic glass by substituting each component with 1 at% Ag](#)

物理学报.2013, 62(1): 016101 <http://dx.doi.org/10.7498/aps.62.016101>

专题: 液晶光学及应用

铜-钼源漏电极对非晶氧化铟镓锌薄膜 晶体管性能的改善*

宁洪龙¹⁾³⁾ 胡诗犇¹⁾ 朱峰¹⁾ 姚日晖^{1)†} 徐苗¹⁾ 邹建华¹⁾ 陶洪¹⁾
徐瑞霞²⁾ 徐华¹⁾ 王磊¹⁾ 兰林锋¹⁾ 彭俊彪¹⁾

1)(华南理工大学材料科学与工程学院, 高分子光电材料与器件研究所, 发光材料与器件国家重点实验室, 广州 510640)

2)(新视界光电技术有限公司, 广州 510530)

3)(中国科学院红外物理国家重点实验室, 上海 200083)

(2014年12月24日收到; 2015年4月18日收到修改稿)

在铜(Cu)和非晶氧化铟镓锌(a-IGZO)之间插入30 nm厚的钼(Mo)接触层, 制备了具有Cu-Mo源漏电极的a-IGZO薄膜晶体管(TFT). Mo接触层不仅能够抑制Cu与a-IGZO有源层之间的扩散, 而且提高了Cu电极与玻璃基底以及栅极绝缘层的结合强度. 制备的Cu-Mo结构TFT与纯Cu结构TFT相比, 具有较高的迁移率($\sim 9.26 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)、更短的电传输长度($\sim 0.2 \mu\text{m}$)、更低的接触电阻($\sim 1072 \Omega$)和有效接触电阻率($\sim 1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}^2$), 能够满足TFT阵列高导互联的要求.

关键词: 高导互联, 非晶氧化铟镓锌, 薄膜晶体管, 铜-钼源漏电极

PACS: 61.43.Dq, 73.40.Cg, 85.30.Tv

DOI: 10.7498/aps.64.126103

1 引言

近年来, 新型显示面板朝着大尺寸、高分辨率、高刷新率方向发展^[1], 对薄膜晶体管(thin film transistor, TFT)的性能提出了更高的要求: 高迁移率和低阻抗延迟^[2,3]. 非晶氧化铟镓锌(amorphous indium-gallium-zinc oxide, a-IGZO)因其高迁移率、均匀性好、低温制备的特点, 在显示领域得到了广泛的应用^[4,5]. 高导布线是获得器件低阻抗延迟的最直接方法^[6,7], 由于在TFT制程中, 布线与源漏电极使用同种材料, 同时制作, 因此使用电阻率较低的铜($1.68 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$)来取代传统的铝($2.7 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$)作为电极材料成为目前的研究热点^[8,9].

以往的研究表明, 铜容易向氧化物中扩散, 导致接触电阻和寄生电容增大, 阈值电压漂移, 稳定性下降, 器件性能劣化^[10-13]; 另一方面, Cu与玻璃和栅极绝缘层(如 SiO_2)等材料的结合强度较差, 不适合直接作为布线材料^[14-16]. 为了解决这一问题, 通常使用Ti, Mn薄膜作为接触层(interlayer), 改善与基底的结合强度, 以及阻止Cu的扩散, 但是Ti, Mn容易和a-IGZO发生界面反应, 生成 TiO_x , MnO_x 界面层, 从而增加接触电阻^[3,7]. 而钼(Mo)电极与氧化物半导体有着良好的接触性能^[17,18], 因此本文使用Mo作为接触层来提高铜布线器件性能, 制备了Cu-Mo源漏电极的高导布线氧化物TFT器件, 对其接触界面的性质进行了研究. 通过X射线光电子能谱(X-ray photoelectrical spectrum, XPS)和透射电子显微镜(transmission elec-

* 广东省引进创新科研团队计划(批准号: 201101C0105067115)、中国科学院红外物理国家重点实验室开放课题(批准号: M201406)、国家自然科学基金(批准号: 61036007, 51173049, 61306099, 61401156, 61204089)、中央高校基本科研业务费专项资金(批准号: 2014ZZ0028)和广州市科技计划(批准号: 2013Y2-00114)资助的课题.

† 通信作者. E-mail: yaorihui@scut.edu.cn

tron microscope, TEM) 的分析, 发现 Mo 能有效抑制 Cu 和氧化物半导体之间的扩散. 此外, 本文还使用传输线法 (transmission line method, TLM)^[19] 研究了 Cu-Mo 电极的接触电阻, 结果表明 Cu-Mo 电极与纯 Cu 电极相比具有更低的接触电阻. 最后使用胶带法^[20] 对 Cu 和 Cu-Mo 电极与不同基底结合进行了分析, 发现 Cu-Mo 电极与玻璃基底和 SiO₂ 具有良好的附着力.

2 实验方法

本文以 Cu 和 Cu-Mo 为源漏电极制备了具有底栅结构的 a-IGZO TFT 器件, 如图 1 所示. 首先在玻璃基底上直流溅射沉积并湿法刻蚀 300 nm 的铝合金薄膜作为底栅极; 然后采用阳极氧化形成一层 200 nm 厚的氧化铝栅极绝缘层^[21]; 在室温下通过射频磁控溅射 50 nm 厚的 a-IGZO 薄膜作为沟道层并湿法刻蚀图形化; 在 300 °C 空气气氛中退火 30 min 后, 用剥离 (lift-off) 工艺制备 Cu 和 Cu-Mo 源漏电极, 其中 Cu, Mo 薄膜的厚度分别为 200, 30 nm; 最后, 使用等离子体增强化学气相沉积 (plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD) 300 nm SiO₂ 对器件进行了钝化处理, 并在 350 °C N₂ 气氛保护下对器件进行 1 h 的退火. 在室温黑暗条件下, 使用半导体参数分析仪 (Agilent B1500A) 测试器件电学特性. 采用 XPS 和 TEM 对 Cu-Mo/a-IGZO 以及 Cu/a-IGZO 界面进行分析, 利用胶带法评估了 Cu 和 Cu-Mo 薄膜与玻璃基底和 SiO₂ 的结合强度.

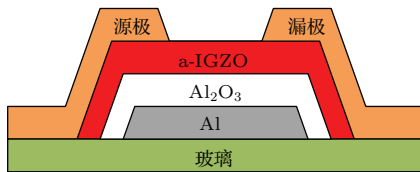


图 1 测试用 TFT 结构示意图

Fig. 1. Schematic of the test TFT structure.

3 结果与分析

分别测量了采用纯 Cu 和 Cu-Mo 源漏电极两种器件的转移特性曲线, 结果如图 2 所示, 其沟道宽长比 $W/L = 100/10$, 测试的源漏电压 $V_{DS} = 5.1$ V, 栅极电压 V_{GS} 从 -10 V 到 +10 V.

器件电学性能如表 1 所列, 可以看到与 Cu-Mo 电极器件相比, 纯 Cu 电极器件开启电压 V_{on} 正漂, 饱和迁移率 μ_{sat} 较低. 纯 Cu 电极与有源层直接接触, 在溅射时部分扩散进入有源层, 由于 Cu 在 a-IGZO 中作为 p 型受主, 吸收可自由移动的电子, 引起有源层中氧空位减少^[22], 导致器件需要更高电压才能开启, 同时在接触区域形成了一定势垒, 抑制载流子的传输, 降低迁移率. Cu-Mo 电极器件由于 Mo 接触层的阻挡作用, 有效保护了有源层区域的载流子浓度. 经过钝化和退火处理后, 由 PECVD 工艺沉积 SiO₂ 的过程中引入了较多的松散氧杂质, 作为受主型陷阱引起两种器件的亚阈值摆幅 SS 均增大, 导致器件性能下降. 但是与 Cu-Mo 电极器件相比, 纯 Cu 源漏电极的开启电压 V_{on} 正向漂移明显, 同时迁移率显著下降, 这是由于退火加剧了 Cu 向 a-IGZO 中的扩散. 此外, 无钝化层器件的亚阈值摆幅 SS 很低 (~ 0.11 V/decade), 说明源漏极与氧化物半导体界面、半导体与绝缘层界面的缺陷密度很低, 薄膜沉积质量很好.

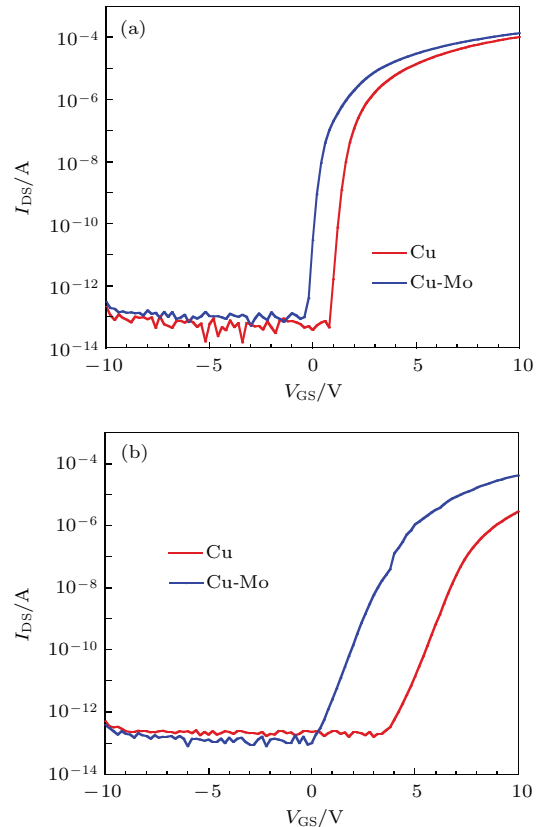


图 2 纯 Cu 和 Cu-Mo 源漏电极的转移特性曲线 ($V_{DS} = 5.1$ V) (a) 无钝化层; (b) 有 SiO₂ 钝化层

Fig. 2. Transfer characteristics of pure Cu and Cu-Mo S/D electrode ($V_{DS} = 5.1$ V): (a) without passivation layer; (b) with SiO₂ passivation layer.

表1 不同源漏电极 a-IGZO TFT 的电学性能参数
Table 1. Electrical performance of different S/D electrode a-IGZO TFT.

源漏电极	钝化退火	饱和迁移率 $\mu_{\text{sat}}/\text{cm}^2\cdot\text{V}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$	开启电压 V_{on}/V	亚阈值摆幅 $SS/\text{V}\cdot\text{decade}^{-1}$
Cu	否	8.43	0.8	0.12
Cu-Mo	否	9.26	-0.6	0.11
Cu	是	1.84	3.4	0.58
Cu-Mo	是	6.38	-0.2	0.57

我们进一步分析了纯 Cu 电极和 Cu-Mo 电极 TFT 器件的接触性能, 使用不同沟道宽长比的样品 (沟道宽为 100 μm , 长为 5—50 μm), 采用 TLM 计算了不同源漏电极的接触电阻, 具体计算公式为

$$R_T = V_{\text{DS}}/I_{\text{DS}} = r_{\text{ch}}L + R_{\text{DS}} \\ = r_{\text{ch}}(L_{\text{eff}} - 2L_T) + R_{\text{DS}}, \quad (1)$$

$$L_T = \frac{R_{\text{DS}}}{2r_{\text{ch}}}, \quad (2)$$

$$R_{\text{c-eff}} = (R_{\text{DS}}L_TW)/2, \quad (3)$$

其中, R_T 为器件总电阻; R_{DS} 为源漏极接触电阻之和; r_{ch} 为 a-IGZO 单位长度沟道电阻; L_T 为电流传

输长度 (current transfer length), 即电流从半导体中向电极中传输的长度, L_{eff} 为有效沟道长度, 如图 3 所示; $R_{\text{c-eff}}$ 为能够表征整个有效接触区域性能的有效接触电阻率.

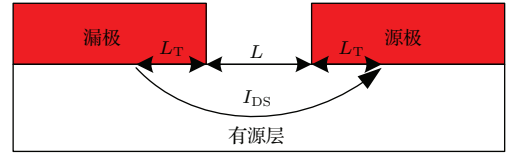


图3 源漏电极与有源层的接触区域和电流传输长度 L_T 示意图

Fig. 3. Schematic of contact area of S/D electrode and active layer, and current transfer length L_T .

图 4 为测得的 Cu 和 Cu-Mo 源漏电极结构 TFT 器件的接触电阻、单位长度沟道电阻、有效接触电阻率和电流传输长度对比. 从图 4 可以看出, 在 $V_{\text{GS}} = 10 \text{ V}$ 处, Cu-Mo 结构与纯 Cu 结构相比, R_{DS} 从 4892 Ω 下降到 1072 Ω , L_T 从 0.87 μm 下降到 0.20 μm , $R_{\text{c-eff}}$ 从 $2.14 \times 10^{-3} \Omega\cdot\text{cm}^2$ 下降到 $1.09 \times 10^{-4} \Omega\cdot\text{cm}^2$, 而 r_{ch} 从 2794 $\Omega/\mu\text{m}$ 下降到 2632 $\Omega/\mu\text{m}$. 这和前述 Cu-Mo 电极器件具有更高迁移率对应.

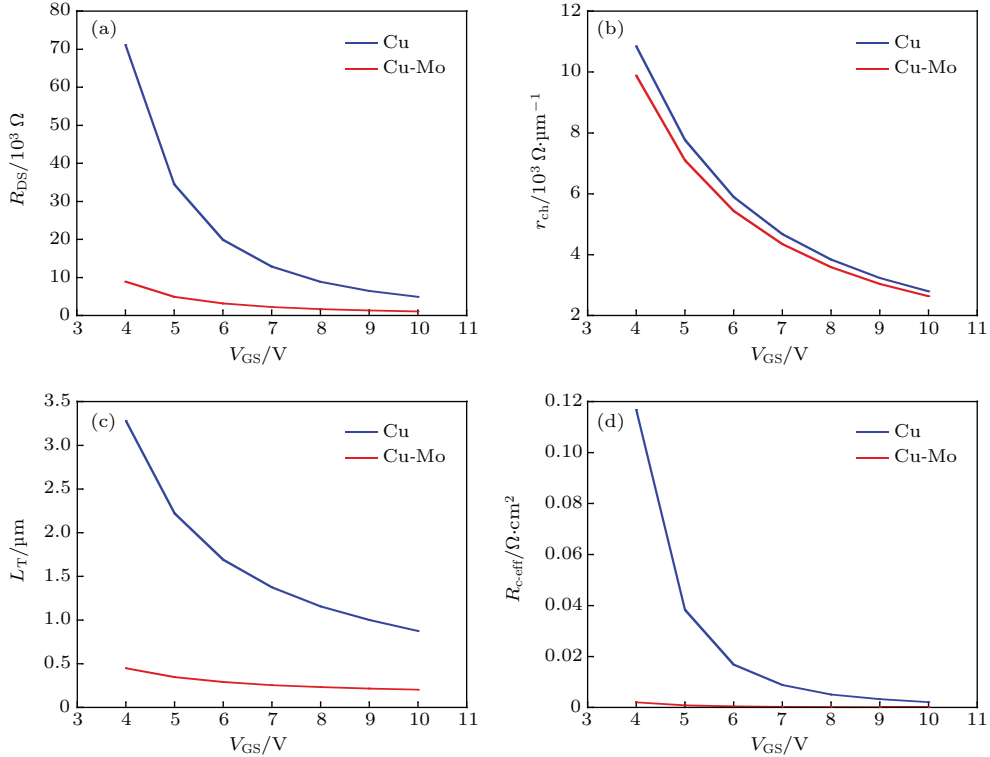


图 4 不同源漏电极器件的接触性能 (a) 源漏电极接触电阻 R_{DS} ; (b) 单位长度沟道电阻 r_{ch} ; (c) 电流传输长度 L_T ; (d) 有效接触电阻率 $R_{\text{c-eff}}$

Fig. 4. Contact performance of different S/D electrode: (a) contact resistance of S/D electrode R_{DS} ; (b) channel resistance per unit channel length r_{ch} ; (c) current transfer length L_T ; (d) effective contact resistivity $R_{\text{c-eff}}$.

为进一步分析不同源漏电极与 a-IGZO 有源层的接触界面, 我们使用 XPS 和 TEM 对 Cu/a-IGZO 和 Cu/Mo/a-IGZO 的界面进行了表征. 图 5(a) 和图 5(b) 分别为 Cu 和 Cu-Mo 电极与 a-IGZO 界面处的 TEM 照片, 可见 Cu 和 Mo 均为多晶结构, 各膜层结构紧密, 与 a-IGZO 界面结合良好, 没有形成明显的氧化物界面层结构. 这有利于减少界面缺陷, 提高稳定性, 与之前 SS 较小的测试结果是一致的. 另外, 可以看到 Cu-Mo 的结晶性较纯 Cu 有所提高, 有利于减少晶界散射, 提高导电性能.

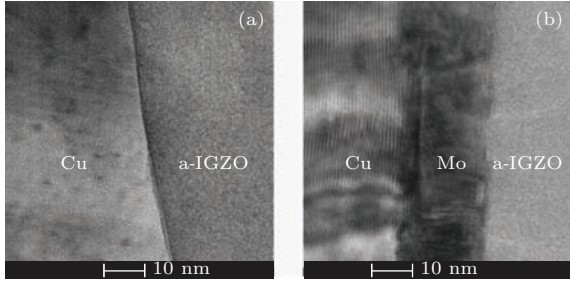


图 5 (a) 纯 Cu 和 (b) Cu-Mo 源漏电极/a-IGZO 界面 TEM 照片

Fig. 5. Cross-sectional, HR-TEM images of interfacial micro-structures between a-IGZO and the metal electrode: (a) pure Cu; (b) Cu-Mo.

图 6 是 XPS 分析不同样品热处理前后的元素深度分布. 热处理条件为 300 °C/N₂ 保护/30 min. 从图 6 可以看到, 在 a-IGZO 薄膜内部, Cu-Mo 样品

中的 Cu 含量退火前后分别为 1.3% 和 1.6%, 比纯 Cu 样品的 6.3% 和 15.18% 要低, 说明 Mo 接触层不仅能够抑制 Cu/a-IGZO 在室温下的界面扩散, 而且可以在高温下起作用, 这对需要热处理提高性能的金属氧化物半导体器件尤为重要. 图 7 为样品的 a-IGZO 与源漏电极界面处的 O 1s XPS 图, 对其高斯拟合分析, 氧空位的具体数据见表 2. 其中 M-O 代表金属氧化物的拟合曲线, V_o 代表氧空位的拟合曲线. 从图 7 和表 2 可以发现, Cu-Mo 样品退火前后的氧空位浓度分别为 32.7%, 32.0%, 比纯 Cu 样品界面的氧空位含量 (28.9%, 26.3%) 高, 这表明 Cu 向 a-IGZO 中的扩散减少了氧空位浓度. 氧空位是 a-IGZO 的载流子的主要来源^[23], 氧空位的减少会导致载流子的减少, 器件需要更高的 V_{GS} 才能开启, 会增加器件功耗. 因此, 纯 Cu 电极的开启电压较大.

在实际生产的 TFT 阵列中, 由于源漏电极和布线会与绝缘层或玻璃大面积接触, 因此需要保证源漏电极与绝缘层和玻璃基底有较高的结合强度, 才能保证后续钝化层的沉积质量. 因此我们使用胶带法对纯 Cu 和 Cu-Mo 电极与不同基底的结合强度进行了对比. 如图 8 所示, 纯 Cu 电极的脱落率较高、结合强度低, 而引入 Mo 接触层后, 其脱落率大幅降低, 这表明 Mo 接触层的引入能够有效提高 Cu 与玻璃和 SiO₂ 衬底的结合强度.

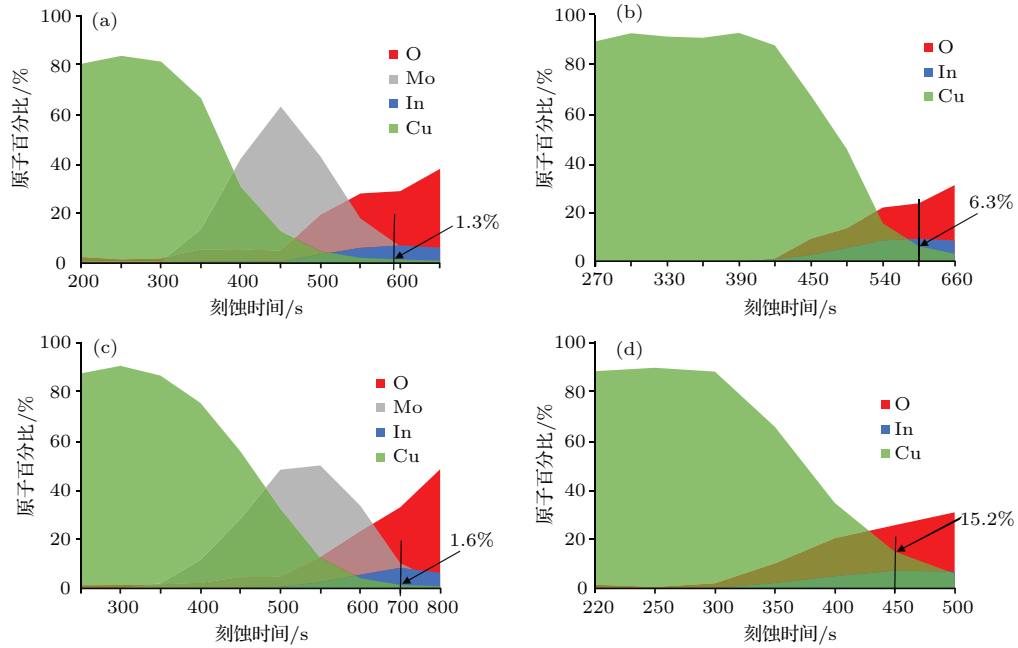


图 6 不同样品的 XPS 中 O, In, Cu, Mo 元素成分深度分析 (a) Cu/Mo/a-IGZO; (b) 纯 Cu/a-IGZO; (c) Cu/Mo/a-IGZO 退火; (d) 纯 Cu/a-IGZO 退火

Fig. 6. XPS depth profiles of O, In, Cu, Mo elements in different samples: (a) Cu/Mo/a-IGZO; (b) pure Cu/a-IGZO; (c) Cu/Mo/a-IGZO annealed; (d) pure Cu/a-IGZO annealed.

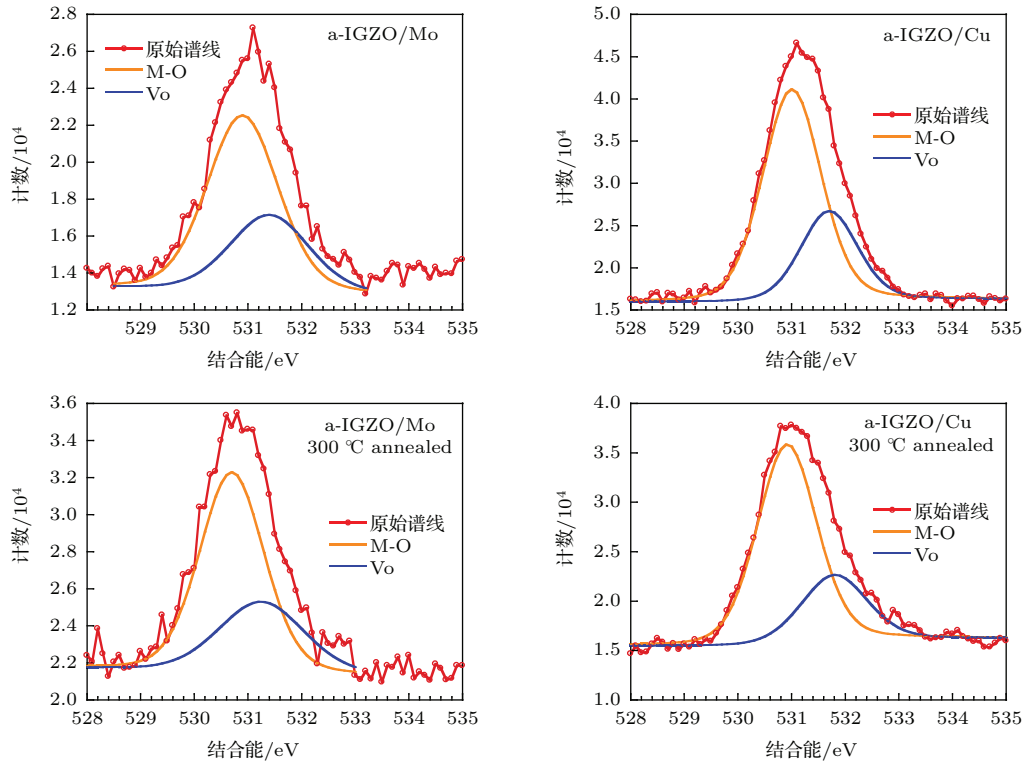


图7 a-IGZO 与不同金属电极界面处 O 1s 的 XPS 图

Fig. 7. The XPS of O 1s in the interface of a-IGZO and metal electrode.

表2 不同样品界面氧空位浓度

Table 2. Oxygen vacancies concentration.

样品编号	成分及厚度/nm	退火	界面氧空位浓度/%
1	Cu(50)/Mo(30)/a-IGZO(50)	否	32.7
2	Cu(50)/a-IGZO(50)	否	28.9
3	Cu(50)/Mo(20)/a-IGZO(50)	是	32
4	Cu(50)/a-IGZO(50)	是	26.3

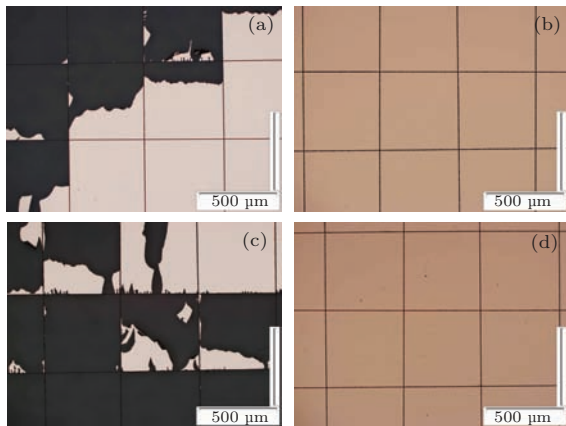


图8 Cu 和 Cu-Mo 的脱落率光学照片 (a) 玻璃/Cu; (b) 玻璃/Mo/Cu; (c) 玻璃/SiO₂/Cu; (d) 玻璃/SiO₂/Mo/Cu

Fig. 8. Photos of Cu and Cu-Mo after tape test: (a) glass/Cu; (b) glass/Mo/Cu; (c) glass/SiO₂/Cu; (d) glass/SiO₂/Mo/Cu.

4 结 论

本文制备了 Cu 和 Cu-Mo 源漏电极结构的高导布线氧化物半导体薄膜晶体管, 对不同电极结构的器件性能进行了研究. 结果表明, 采用 Cu-Mo 电极结构的氧化物薄膜晶体管具有较高的迁移率 ($\sim 9.26 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)、更低的接触电阻 ($\sim 1072 \Omega$) 和更好的热稳定性. 通过 TEM 和 XPS 的进一步分析发现, 这是因为 Mo 接触层能够阻止 Cu/a-IGZO 的界面扩散, 从而防止了由 Cu 扩散导致的 a-IGZO 和源漏电极界面的氧空位减少, 保证了有源层的载流子浓度. 此外, Mo 接触层的引入还能够有效增加 Cu 与玻璃和 SiO₂ 的结合强度, 从而提高高导互联结构阵列的可靠性, 在显示领域中有着很好的应用前景.

参考文献

- [1] Liao Y, Shao X, Du Y, Song Y, Hu W, Zhang Z, Chen Y, Wang Y, Ma Q, Yoon D, Wang D, Yuan J, Wu H, Guo Z, Hao Z, Zhang J, Lü J 2014 *J. Inf. Display* **15** 77
- [2] Arai T, Sasaoka T 2011 *SID Symposium Digest of Technical Papers* **42** 710

- [3] Yun P S, Koike J 2011 *J. Electrochem. Soc.* **158** H1034
- [4] Li S S, Liang C X, Wang X X, Li Y H, Song S M, Xin Y Q, Yang T L 2013 *Acta Phys. Sin.* **62** 077302 (in Chinese) [李帅帅, 梁朝旭, 王雪霞, 李延辉, 宋淑梅, 辛艳青, 杨田林 2013 物理学报 **62** 077302]
- [5] Li X F, Xin E L, Shi J F, Chen L L, Li C Y, Zhang J H 2013 *Acta Phys. Sin.* **62** 108503 (in Chinese) [李喜峰, 信恩龙, 石继锋, 陈龙龙, 李春亚, 张建华 2013 物理学报 **62** 108503]
- [6] Yu Z, Ren R, Xue J, Yao Q, Li Z, Hui G, Xue W 2015 *Appl. Surf. Sci.* **328** 374
- [7] Lee Y W, Kim S, Lee S, Lee W, Yoon K, Park J, Kwon J, Han M 2012 *Electrochem. Solid-State Lett.* **15** H126
- [8] Gong N, Park C, Lee J, Jeong I, Han H, Hwang J, Park J, Park K, Jeong H, Ha Y, Hwang Y 2012 *SID Symposium Digest of Technical Papers* **43** 784
- [9] Zhao M, Xu M, Ning H, Xu R, Zou J, Tao H, Wang L, Peng J 2015 *IEEE Electron Device Lett.* **36** 342
- [10] Tai Y, Chiu H, Chou L 2012 *J. Electrochem. Soc.* **159** J200
- [11] Yim J R, Jung S Y, Yeon H W, Kwon J Y, Lee Y J, Lee J H, Joo Y C 2012 *Jpn. J. Appl. Phys.* **51** 011401
- [12] Wu C W, Yoo S Y, Ning C, Yang W, Shang G L, Wang K, Liu C H, Liu X, Yuan G C, Chen J, Xu Y, Lee W, Yu J W, Lee D H 2013 *SID Symposium Digest of Technical Papers* **44** 97
- [13] Liu X, Wang L L, Ning C, Hu H, Yang W, Wang K, Yoo S Y, Zhang S 2014 *IEEE Trans. Electron Dev.* **61** 4299
- [14] Nagao K, Neaton J B, Ashcroft N W 2003 *Phys. Rev. B* **68** 125403
- [15] Hino A, Okuno H, Kugimiya T 2013 *J. Appl. Phys.* **113** 174902
- [16] Kriese M D, Moody N R, Gerberich W W 1998 *Acta Mater.* **46** 6623
- [17] Xu H, Lan L F, Li M, Luo D X, Xiao P, Lin Z G, Ning H L, Peng J B 2014 *Acta Phys. Sin.* **63** 038501 (in Chinese) [徐华, 兰林锋, 李民, 罗东向, 肖鹏, 林振国, 宁洪龙, 彭俊彪 2014 物理学报 **63** 038501]
- [18] Hu W, Peterson R L 2014 *Appl. Phys. Lett.* **104** 192105
- [19] Chiang C S, Martin S, Kanicki J, Ugai Y, Yukawa T, Takeuchi S 1998 *Jpn. J. Appl. Phys.* **37** 5914
- [20] Miki A, Kugimiya T, Terao Y 2013 *US Patent* 13 810949
- [21] Lan L, Peng J 2011 *IEEE Trans. Electron Dev.* **58** 1452
- [22] Kim S I, Park J, Kim C J, Park J C, Song I, Park Y S 2009 *J. Electrochem. Soc.* **156** H184
- [23] Jianke Y, Ningsheng X, Shaozhi D, Jun C, Juncong S, Shieh H D, Po-Tsun L, Yi-Pai H 2011 *IEEE Trans. Electron Dev.* **58** 1121

SPECIAL ISSUE — Liquid crystal photonics and applications

Improved performance of the amorphous indium-gallium-zinc oxide thin film transistor with Cu-Mo source/drain electrode*

Ning Hong-Long¹⁾³⁾ Hu Shi-Ben¹⁾ Zhu Feng¹⁾ Yao Ri-Hui^{1)†} Xu Miao¹⁾ Zou Jian-Hua¹⁾
Tao Hong¹⁾ Xu Rui-Xia²⁾ Xu Hua¹⁾ Wang Lei¹⁾ Lan Lin-Feng¹⁾ Peng Jun-Biao¹⁾

1) (*Institute of Polymer Optoelectronic Materials and Devices, State Key Laboratory of Luminescent Materials and Devices, Department of Materials Science and Engineering School, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China*)

2) (*New Vision Opto-Electronic Technology Co., Ltd, Guangzhou 510530, China*)

3) (*National Laboratory for Infrared Physics, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200083, China*)

(Received 24 December 2014; revised manuscript received 18 April 2015)

Abstract

Copper is an alternative material for aluminum electrode to meet the stringent requirement for high mobility and low resistance-capacitance (RC) delay of amorphous indium-gallium-zinc oxide (a-IGZO) thin film transistor (TFT) for next generation of display technology due to its intrinsic high conductivity. However, low bonding strength between copper layer and insulator/glass and easy diffusion into active layer restrict its application in the field of TFT. In this work, a 30 nm thin film of molybdenum is introduced into copper electrode to form a copper-molybdenum source/drain electrode of a-IGZO TFT, which not only inhibits the diffusion of copper, but also enhances the interfacial adhesion between electrode and substrate. The obtained Cu-Mo TFT possesses a high mobility of $\sim 9.26 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ and a low subthreshold swing of 0.11 V/Decade. Moreover, it has shorter current transfer length ($\sim 0.2 \mu\text{m}$), lower contact resistance ($\sim 1072 \Omega$), and effective contact resistance ($\sim 1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}^2$) than the pure copper electrode. Cu-Mo electrode with low contact resistance and high adhesion to substrates paves the way to the application of copper in high conductivity interconnection of a-IGZO TFT.

Keywords: high conductivity interconnection, amorphous indium-gallium-zinc oxide, thin film transistor, Cu-Mo source/drain electrode

PACS: 61.43.Dq, 73.40.Cg, 85.30.Tv

DOI: 10.7498/aps.64.126103

* Project supported by the Guangdong Innovative Research Team Program, China (Grant No. 201101C0105067115), the National Laboratory for Infrared Physics Open Project, Chinese Academy of Sciences (Grant No. M201406), the National Natural Science Foundation of China (Grant Nos. 61036007, 51173049, 61306099, 61401156, 61204089), the Fundamental Research Funds for the Central Universities, China (Grant No. 2014ZZ0028), and the Guangzhou Science and Technology Plan, China (Grant No. 2013Y2-00114).

† Corresponding author. E-mail: yaorihui@scut.edu.cn