

浙江大学微电子与光电子研究所张睿博士在日本期间的研究工作 “**R. Zhang**, P-C. Huang, J-C. Lin, N. Taoka, M. Takenaka, and S. Takagi. High Mobility Ge p- and n-MOSFETs With 0.7-nm EOT Using $\text{HfO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GeO}_x/\text{Ge}$ Gate Stacks Fabricated by Plasma Postoxidation. *IEEE Trans. Electron Device.*, Vol. 60, no. 3, pp. 927-934 (2013).” 获得 2013 年 IEEE 电子器件分会 Pual Rappaport 奖。

Pual Rappaport 奖是由 IEEE 电子器件分会颁发的两大年度最佳成果奖项之一，在世界范围内每年选出 1 人，表彰其在电子器件领域所做出的转折性贡献，是电子器件领域的最高奖项之一。

在该项研究中，张睿博士首次开创了利用等离子体后氧化法实现高质量超薄锗基栅极和锗沟道场效应晶体管的方法。由于很高的理论电子和空穴迁移率，锗晶体管被视为在未来 CMOS 技术中替代硅晶体管最有希望的候选者。但是如何获得同时具有优异电学性能和超薄厚度的锗基栅极，一直是制约锗晶体管产业化的瓶颈。张睿利用氧等离子体穿透高介电常数 $\text{HfO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 栅氧层生成极薄氧化锗进行界面钝化的方法，在保持超薄厚度的情况下，获得了具有优异电学性能的 $\text{HfO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GeO}_x$ 锗基栅极（图 1）。

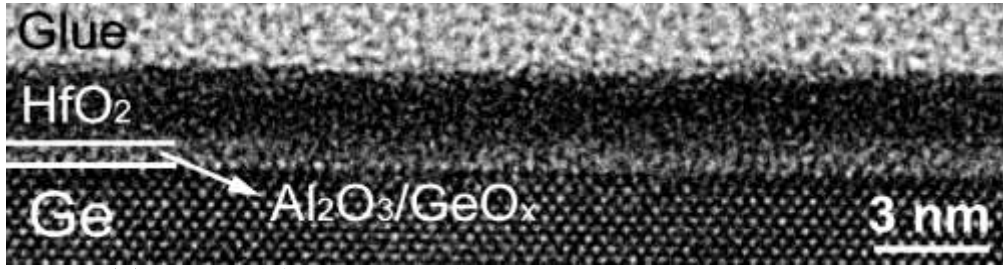


图 1: 利用等离子体后氧化法制备的 $\text{HfO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GeO}_x/\text{Ge}$ 栅极。

利用这一超薄锗基栅极，在最薄的栅氧等效氧化层厚度（EOT）下，实现了具有最高的电子和空穴迁移率的高性能锗基 p 型和 n 型沟道场效应晶体管（图 2），打破了锗晶体管的世界纪录，并且在世界上第一次实现了超薄栅极情况下同时超越硅晶体管电子和空穴迁移率的锗晶体管（图 3）。

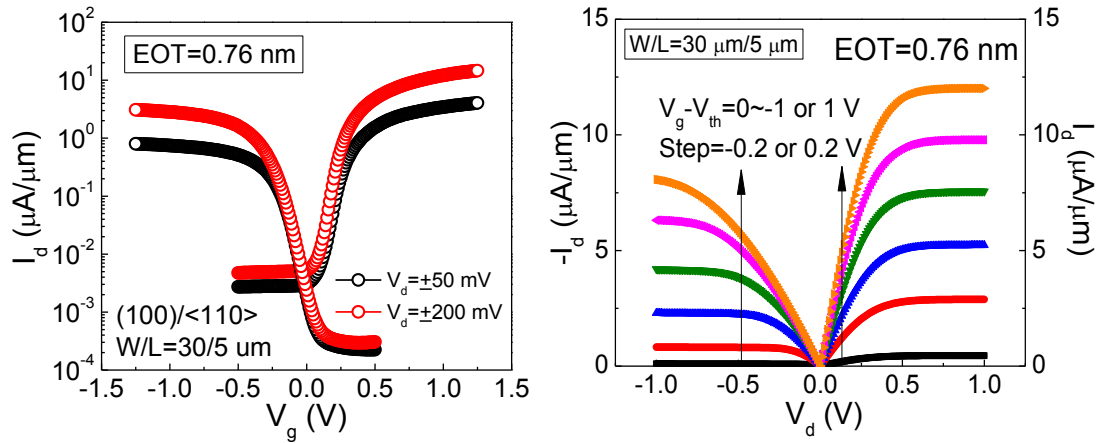


图 2: $\text{HfO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GeO}_x/\text{Ge}$ 栅极的 CMOS 器件的转移和输出电学特性。

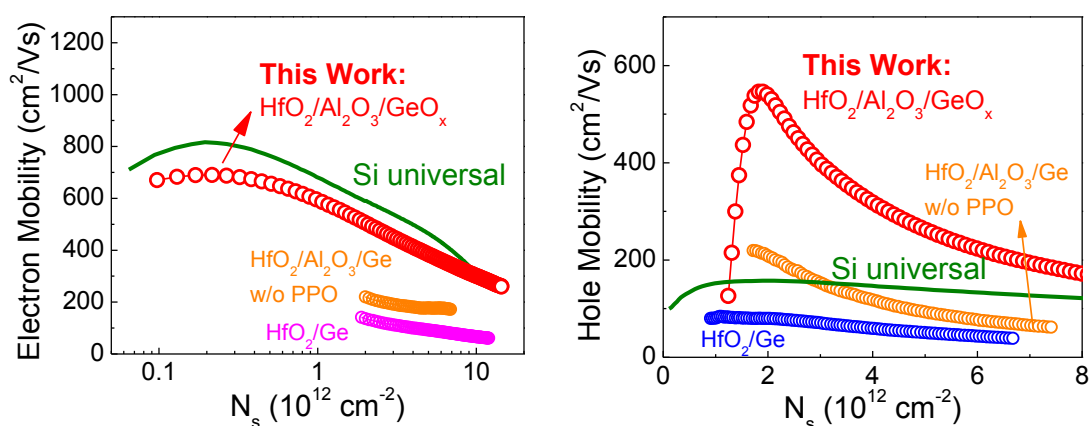


图 3: HfO₂/Al₂O₃/GeO_x/Ge CMOS 器件的电子和空穴迁移率。

该研究提出了基于极薄氧化锆进行锆沟道界面钝化的方法，并首次展示了锆晶体管在未来 CMOS 技术中替代硅晶体管的可能性，引起了世界各国研究机构和研究人员的广泛关注。此后，基于利用极薄氧化锆钝化界面方法，世界范围内的科研机构 and 半导体厂商发布了大量高性能锆晶体管的报道，展示了锆晶体管产业化的希望，证实了此成果对学术界和产业界产生的深刻影响。因此，这一成果被授予 2013 年度 IEEE 电子器件分会 Pual Rappaport 奖。