

# 清华团队首次实现具有亚1纳米栅长晶体管

**本报讯(记者 邱乾谋)**清华大学集成电路学院任天令教授团队近日在小尺寸晶体管研究方面取得重要进展,首次实现了具有亚1纳米栅极长度的晶体管并具有良好的电学性能。

英特尔公司创始人之一戈登·摩尔在1965年提出:“集成电路芯片上可容纳的晶体管数目,每隔18至24个月便会增加一倍,微处理器的性能提高一倍,或价格下降一半。”这在集成电路领域被称为“摩尔定律”。

过去几十年,晶体管的栅极尺寸在摩尔定律的推动下不断微缩。然而近年来,随着晶体管的物理尺寸进入纳米尺度,造成电子迁移率降低、漏电流增大、静态功耗增大等短沟道效应越来越严重。这使得新结构和新材料的开发迫在眉睫。根据相关报道,目前主

流工业界晶体管的栅极尺寸在12纳米以上。如何促进晶体管关键尺寸的进一步微缩,引起了业界研究人员的广泛关注。

学术界在极短栅长晶体管方面做出了探索。2012年,日本产业技术综合研究所报道了基于绝缘衬底上硅实现V形的平面无结型硅基晶体管,等效的物理栅长仅为3纳米。2016年,美国劳伦斯伯克利国家实验室和斯坦福大学在《科学》期刊报道了基于金属性碳纳米管材料,实现了物理栅长为1纳米的平面硫化钼晶体管的研制。

为进一步突破1纳米以下栅长晶体管的瓶颈,任天令研究团队巧妙利用石墨烯薄膜超薄的单原子层厚度和优异的导电性能作为栅极,通过石墨烯侧向电场来控制垂直的MoS<sub>2</sub>沟道的开关,从而实现等效的物

理栅长为0.34纳米。通过在石墨烯表面沉积金属铝并自然氧化的方式,完成了对石墨烯垂直方向电场的屏蔽。再使用原子层沉积的二氧化铪作为栅极介质,化学气相沉积的单层二维硫化钼薄膜作为沟道。

这项工作推动了“摩尔定律”进一步发展到亚1纳米级别,同时为二维薄膜在未来集成电路中的应用提供了参考依据。

据悉,任天令教授团队长期致力于二维材料器件技术研究,从材料、器件结构、工艺、系统集成等多层次实现创新突破,先后在《自然》(Nature)、《自然·电子》(Nature Electronics)、《自然·通讯》(Nature Communications)等知名期刊以及国际电子器件会议(IEDM)等领域内顶级国际学术会议上发表多篇论文。

(上接第1版)

普通高中升学资格依据《北京教育考试院关于做好2022年初三年级学生初中学业水平考试报名工作的通知》(京考中招〔2021〕11号)确定,学籍信息依据北京市中小学学籍管理云平台(CMIS)确定。

各试点学校报名时间统一为4月16日。报名学生届时需携带《2022年东城区(西城区)普通高中登记入学报名表》《北京市初中学生综合素质评价报告册》到试点学

校报名,每名学生仅可报名1所试点学校。《2022年东城区(西城区)普通高中登记入学报名表》《北京市初中学生综合素质评价报告册》都由报名学生所在学校出具,要签署审核意见并加盖公章。同时报名两所试点学校登记入学的,将被取消报名资格。

试点学校依据《北京市初中学生综合素质评价报告册》进行录取。符合条件的报名学生人数小于或等于试点学校登记入学计划时,全

部予以录取;符合条件的报名人数大于试点学校登记入学计划时,严格按照登记入学计划人数录取。

学校确定录取名单后按程序报北京教育考试院备案。4月22日,报名学生可通过北京教育考试院网站查询录取结果。已被普通高中登记入学录取的学生继续参加初中学业水平考试,成绩记为“合格/不合格”,不再参加中招志愿填报和其他招生录取。报名材料如存在弄虚作假行为,录取结果无效。

2022年东城区普通高中登记入学招生一览表

学校代码	学校名称(地址及电话)	专业代码、专业名称、学制	报名时间
Z201002	北京市第二十一中学 地址:东城区交道口北三条57号 电话:64053672 邮编:100007	01普通班 学制三年	4月16日 8:00-12:00
Z201007	北京市第五十中学分校 地址:东城区安乐林路14号 电话:67222143 邮编:100075	01普通班 学制三年	4月16日 8:00-12:00

2022年西城区普通高中登记入学招生一览表

学校代码	学校名称(地址及电话)	专业代码、专业名称、学制	报名时间
Z202008	北京市第五十六中学 地址:西城区文兴街3号 电话:68313995-108 邮编:100044	01普通班 学制三年	4月16日 8:00-12:00
Z202026	北京市宣武外国语实验学校 地址:西城区广外莲花河胡同4号 电话:63541483-6213 邮编:100055	01普通班 学制三年	4月16日 8:00-12:00
Z202031	北京市西城职业学校 地址:西城区百万庄大街19号 电话:68315660 邮编:100037	01普通班 学制三年	4月16日 8:00-12:00



# 争分夺秒

