

DOI: 10.19816/j.cnki.10-1594/tn.2022.01.002

12英寸CMOS成套工艺公共研发平台建成,助力 高校研究所成果实现产业化

——访中国工程院院士,浙江大学微电子学院(微纳电子学院)吴汉明

张莹^{1,2}

(1.北京市科学技术研究院信息与人工智能技术研究所 北京 100089;2.《微纳电子与智能制造》编辑部 北京 100089)

编者按:集成电路技术发展史上许多颠覆性突破都是通过产教融合推动得到产业化成果,浙江大学建设完成12英寸CMOS成套工艺公共研发平台,将从人才培养、协同创新等方面助力高校研究所成果实现产业化。《微纳电子与智能制造》有幸再次采访到吴汉明院士为读者阐述集成电路芯片制造工艺技术挑战、我国集成电路产业链的发展瓶颈以及集成电路“后摩尔时代”机会。在访谈中吴汉明院士表明了重视成熟工艺制程,提高芯片产能和国产芯片占比的观点;提出重视产业链的本土化,让制造产能实现增长,树立以产业技术为导向的创新文化等建议。

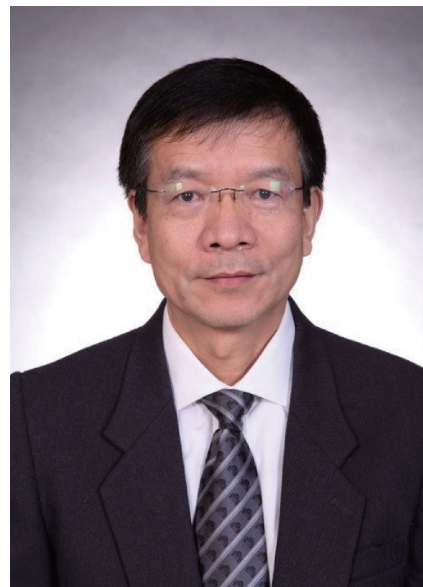
关键词:集成电路;半导体;芯片;产业

中图分类号:TM40 **文献标识码:**A **国家标准学科分类代码:**510

吴汉明,中国工程院院士,浙江大学微电子学院(微纳电子学院)院长,集成电路制造技术专家,长期从事集成电路芯片产业研发并为国家做出突出贡献,主持、参加了包括国家重大专项在内的0.13 μm 至14 nm七代芯片大生产工艺技术研发,攻克了包括刻蚀等一系列关键工艺难点,与世界先进水平差距缩小至3~5年。用理论模型支持我国首台大生产等离子体刻蚀机研发。创建了设计IP核技术公共平台,支持芯片制造产业链协同发展。建立的非平衡低温等离子体混合模型/整体模型曾作为教案被世界著名大学教科书采用。担任973项目首席科学家负责“量子点存储器和磁存储器技术研发”。发表著作论文116部/篇,授权发明专利67项。作为主要负责人,4次获省部级一等奖,3次获国家科技进步二等奖,2014年获“十佳全国优秀科技工作者”称号。

《微纳电子与智能制造》:浙江大学今年已建设完成我国唯一的12英寸CMOS成套工艺公共研发平台,该平台的定位和意义是什么?

吴汉明:集成电路技术发展史上许多重要颠覆性突破都是通过产教融合推动得到产业化成果,包括FinFET、高介电常数和金属栅、应变硅、源漏提升



(Raised S/D)等。我国通过高校研究所成果实现的产业化成果很少,其重要原因之一是我们缺一条CMOS成套工艺的Pilot-line公共平台,缺少中试平台通道制造技术成果产业化就无从谈起。浙江大学建设12英寸CMOS成套工艺公共研发平台有多方面目的:一是人才培养,从各个方面支撑新工科学院建设,让国内师生有机会从设计到制造一体化的训

练,真正全方位地了解集成电路,有更多的产教融合的实验场景;二是协同创新,打造芯片设计制造一体化平台,从设计到试验再到制造,缩短研发周期;三是针对后摩尔时代碎片化的市场需求,以小批量、多样化在平台上进行创新;四是支持我国产业链建设,完善创新生态,为我国产业链上下游,尤其半导体新材料和制造装备技术提供必不可少的成套工艺验证;五是突破产业链发展瓶颈,探索新材料、新装备、新零部件、新运营模式。

《微纳电子与智能制造》:我国集成电路产业链的发展瓶颈在哪里?

吴汉明:整体基础弱,挑战是多方面的。集成电路主要有三大部分:设计、制造和封装测试。其中制造是个“纲”,“纲举目张”牵引整体产业发展。集成电路制造的产业链特别长、特别宽,涉及半导体材料、制造装备、芯片制造工艺等。我国集成电路产业最落后的板块就是制造,在于产业链和生态链布局有待完善。目前制造中的短板之一是制造装备。其中光刻机是短板中的短板,尤其是先进光刻机极紫外(extreme ultra-violet, EUV)光刻机是制造5 nm及以下芯片制造不可或缺的设备。目前我国EUV光刻机的缺失,极大地制约了产业发展。检测设备领域我国企业也很少涉足。在半导体材料方面,我国高端光刻胶、掩膜版、大硅片等产品几乎都要依赖进口。在芯片制造领域,我国厂商与国际先进水平相比,成套工艺水平仍有很大差距。

《微纳电子与智能制造》:集成电路芯片制造工艺技术有哪些挑战?

吴汉明:有三大挑战:一是基础挑战——图形转移的光刻和刻蚀。当下主流先进工艺都是用波长193 nm光源的光刻机,当波长远大于物理尺寸时,这种图形转换就非常挑战,这是图形转换技术的挑战。二是核心挑战——新材料新工艺。当图形技术解决以后,就面临新材料和新工艺的挑战。本世纪以来有64种新材料陆续进入芯片制造,支撑摩尔定律向前发展,芯片的性能提升主要依赖新材料和新工艺。集成电路芯片制造中,主旋律就是新材料、新工艺。三是终极挑战——提升良率。芯片制造工艺流程中会积累大量统计误差,随机的误差不可避免地存在于每一步工艺中。不管先进工艺做得多好,良率上不来,这个工艺就不能算成功,只有量产且具有一定良率的工艺才能被称为成熟的成套工艺。良率提升是所有芯片制造企业永恒的挑战,因为良率技术目标没有终点。

《微纳电子与智能制造》:集成电路“后摩尔时代”有哪些机会?

吴汉明:围绕如何发展“后摩尔时代”的集成电路产业,全球都在积极寻找新技术、新方法和新路径。后摩尔时代,芯片性能提升速度逐步放缓,对于一直处于追赶状态的我国而言是一个难得的机会。对于追赶者而言,不一定一味地追求先进工艺,更应该关注系统的性能。在后摩尔时代,特征尺寸不再是唯一的指标,未来有五方面的市场机遇:一是宽广的技术创新空间;二是设备价格低,技术发展条件不苛刻;三是市场空间极大,投入收回的难度低;四是有利于创新型中小企业的成长,在科创板支持下容易在市场中生存下来;五是产品研发容易启动,对于研发团队的技术水平和科研经费方面的要求不高。这些机遇如果把握得好,就有缩小与世界主体产业技术水平的差距。

《微纳电子与智能制造》:如何在先进制程技术和特色工艺技术之间取舍?

吴汉明:随着集成电路晶体管密度越来越接近物理极限,单纯依靠提高先进制程来提升集成电路性能变得越来越困难。因此在高度重视先进制程技术的同时,也要重视成熟制程所带来的创新和市场空间。据统计,在去年集成电路的产品中,10 nm制程以下的先进产能占17%,83%的市场都被相对成熟的制程占据。许多芯片需求都集中在成熟制程,比如物联网、汽车芯片、物联网设备等等。芯片制造由用先进工艺外加特色工艺、先进封装和系统结构组成。特色工艺支持系统先进性,先进封装技术大有可为。目前国内已有公司通过“成熟工艺+异构集成”的方式,利用40 nm的成熟工艺+异构集成,性能可与16 nm相媲美。当前国内芯片制造商无法获得EUV光刻机的背景下,我国应该重视成熟工艺制程,提高芯片产能和国产芯片占比,而不是一味地追求缩小特征尺寸的先进技术,实现28 nm及以上成熟工艺的自主可控比攻坚完全依赖进口装备和材料的7 nm更有意义。

《微纳电子与智能制造》:对技术创新文化,您有何建议?

吴汉明:集成电路的发展尤其要重视产业技术为导向的科技文化。产业技术不是科研机构转化后的应用开发,而是引导科研的原始牵引。研究是手段,产业是目的。通常实验室做到的是点突破,但是产业需要的是面突破,是全方位突破,性能做好只是一个步骤,还要考虑良率、成本等综合因素。实验室

技术是单点突破,一俊遮百丑,而产业技术不能有明显短板。商业成功才是检验技术创新的唯一标准,一个技术的成功与否要看商业化,如果做一个技术不能商业化,那么价值不会太高。

《微纳电子与智能制造》:针对我国产业发展,您有何建议?

吴汉明:首先,要重视产业链的本土化,要让制造产能实现增长,至少增长率要高于全球;其次,要树立以产业技术为导向的工程师文化,不要过于追求所谓科学问题和原始创新,技术成果全靠市场鉴

定;再次,要加速公共技术研发平台建设,发挥“集中力量办大事”的优势。最后,要走出去、请进来,推动国际企业本土化、本土企业国际化。以目前全球最高端的 EUV 光刻机为例,它涉及到十多万种零部件,需要 5 000 多家供应商支撑,其中 32%在荷兰和英国,27%在美国,14%在德国,27%在日本,这其实体现了全球化技术协作的结晶。因此我们必须要有清醒的头脑,在坚持自立自强的技术路线的同时,要保持开放心态,积极设法与拥有全球化理念和先进技术的公司开展合作。