

《瓦森纳协定》调整下中国半导体产业发展的思考

张倩

(北京市电子科技情报研究所,北京 100009)

摘要: 半导体产业是高资本、高投入、高风险且进入门槛高的产业,从产业现状分析,中国半导体产业除封测外,设备及材料、设计、制造等环节仍处于低端水平,高端产品严重依赖进口。提高中国半导体国产化率水平面临技术难度高、资金投入巨大且国内缺乏芯片设备、设计与制造领域的高新人才等问题。《瓦森纳协定》于2019年12月被重新修订,随之增加了对计算机光刻软件和大硅片切磨抛技术的出口管制,面对如此变化我国半导体产业势必受到影响。从中国半导体产业发展现状入手,分析目前产业发展态势及问题,并研究《瓦森纳协定》重新修订后对我国半导体产业的影响,最后提出相应的解决措施和建议。

关键词: 瓦森纳协定;技术管控;半导体产业

中图分类号: TN40

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.200482

中文引用格式: 张倩. 《瓦森纳协定》调整下中国半导体产业发展的思考[J]. 电子技术应用, 2020, 46(10): 34-38.

英文引用格式: Zhang Qian. Thoughts on the development of integrated circuit industry in China under the adjustment of Wassenaar agreement[J]. Application of Electronic Technique, 2020, 46(10): 34-38.

Thoughts on the development of integrated circuit industry in China under the adjustment of Wassenaar agreement

Zhang Qian

(Beijing Institute of Electronic Science and Technology Information, Beijing 100009, China)

Abstract: Semiconductor industry is a high capital, high input, high risk and high entry threshold industry. From the analysis of the industry status, except for the closed test, the equipment and materials, design, manufacturing and other aspects of semiconductor industry are still at a low level, high-end products are heavily dependent on imports. To raise the localization rate of China's semiconductor industry is faced with many problems, such as high technical difficulty, large capital investment, lack of high-tech talents in chip equipment, design and manufacture, etc. The "Wassenaar agreement" was revised in December 2019 to include export controls on computer lithography software and the cutting and polishing of large silicon wafers, a change that is bound to affect the country's semiconductor industry. This paper starts with the development situation of the semiconductor industry in China, analyzes the current industrial development situation and problems, studies the influence of the revised Wassenaar agreement on the semiconductor industry in China, and finally puts forward some corresponding solving measures and suggestions.

Key words: Wassenaar agreement; technology control; semiconductor industry

0 引言

半导体产业是电子信息产业的命脉,作为高尖端和高附加价值产业对整个国家经济和国家安全都具有举足轻重的意义,目前我国更是将半导体产业关键技术研发提升到国家战略高度。提高中国半导体产品国产化面临技术难度超过、资金投入巨大且国内缺乏芯片设备、设计与制造领域的高新人才等问题。半导体高端产品长期依赖进口的情况始终没有缓解,近五年来中国集成电路进口数量不断增加,2019年集成电路进口金额达到3 055.5亿美元。

《瓦森纳协定》的主要内容包含两份管控清单。一份是军民两用商品和技术清单,另一份是军用清单^[1-2],对

于两份管控清单,所有成员国必须签署。成员国在重要技术的出口决策上受美国控制,根本目的在于通过成员国间的信息通报制度^[3-4],阻止全球先进技术落入成员国以外的如中国、朝鲜、伊朗等发展中国家。

2019年12月,《瓦森纳协定》被重新修订,管控范围进一步扩大,其中涉及半导体领域,即与半导体光刻工艺研发相关的计算机光刻软件、大硅片技术。随着《瓦森纳协议》的调整,美国和日本等42个国家决定更改出口的管制范围,根据瓦森纳协定,成员国对我国半导体出口一般按照N-2原则审批,即比最先进的技术晚两代,同时审理过程中再适当拖延一段时间,那么我国势必将比全球最先进技术落后三代甚至更长。由此可见,我国

综述与评论

Review and Comment

半导体产业将受到直接影响。

本文从2019年中国半导体产业发展状况入手研究,数据分析出中国集成电路进出口贸易逆差依旧巨大,高端产品依赖进口的局面始终没有扭转。第二节主要分析新版《瓦森纳协定》对于中国半导体产业造成的主要影响,最后给出相应的建议和措施。

1 2019年中国半导体产业发展

2019年,全球半导体产业销售收入为4 121亿美元,比上年衰退12.1%。这是2012年经历小幅衰退后,时隔7年再次出现的衰退,也是2001年后最大的一次衰退,如图1所示。从全球半导体市场分布来看,中国依旧是全球最大的半导体生产和消费市场,占全球半导体市场达到35.1%,如图2所示。随着人工智能、5G等战略新兴产

业的快速发展,中国的半导体产品消费量也将继续加大,中国将成为全球最为重要、最具发展前景的市场区域。

2019年,在中美贸易冲突的大背景下,中国集成电路产业继续维持两位数成长,全年销售达到7 591亿元,比上年的6 532亿元增长了16.2%。从全球范围看,中国集成电路产业的增长仍然是最高的,如图3所示。

三业方面,设计业增长率最高为16.31%;封测业增速紧随其后为16.26%;芯片制造业的增速从前几年的三业最高降到最低为16.07%。在过去几年中,首次三业的销售均超过2 000亿元但增速均低于20%,如图4所示。以制造业为例,2019年中国芯片制造业继续增长,全年销售达到2 110.4亿元,第一次超过2 000亿元,但增速下降到16.1%,比上年低了9.5个百分点。需要指

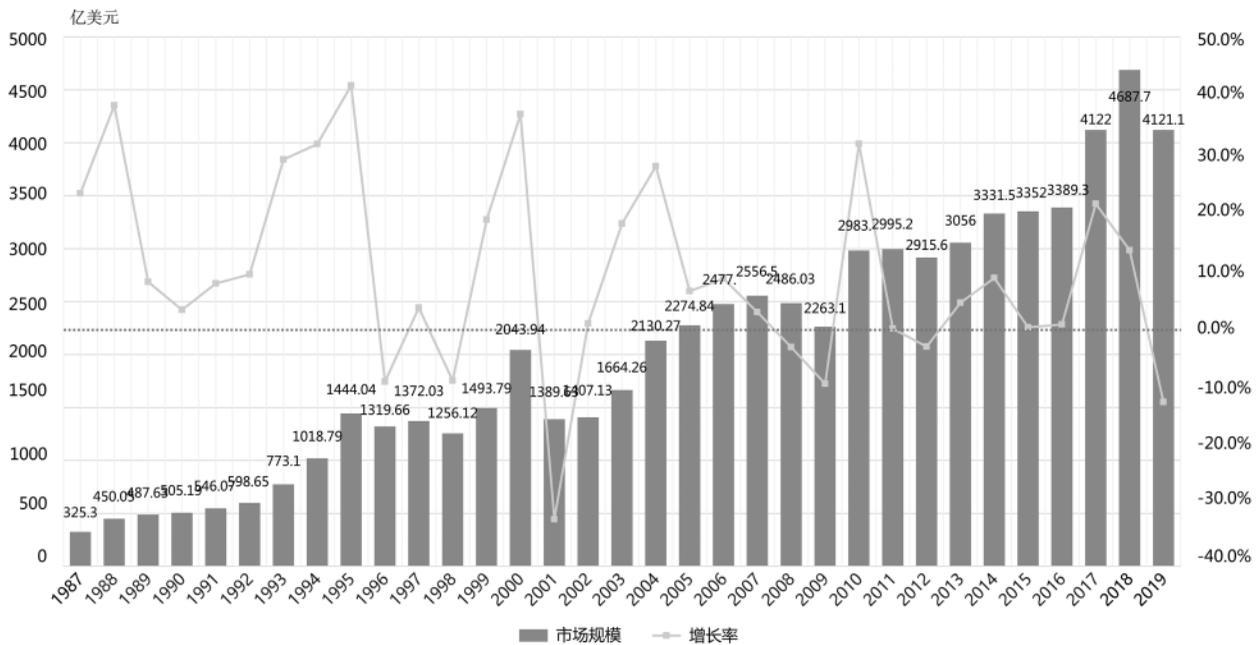


图1 全球半导体市场规模发展趋势

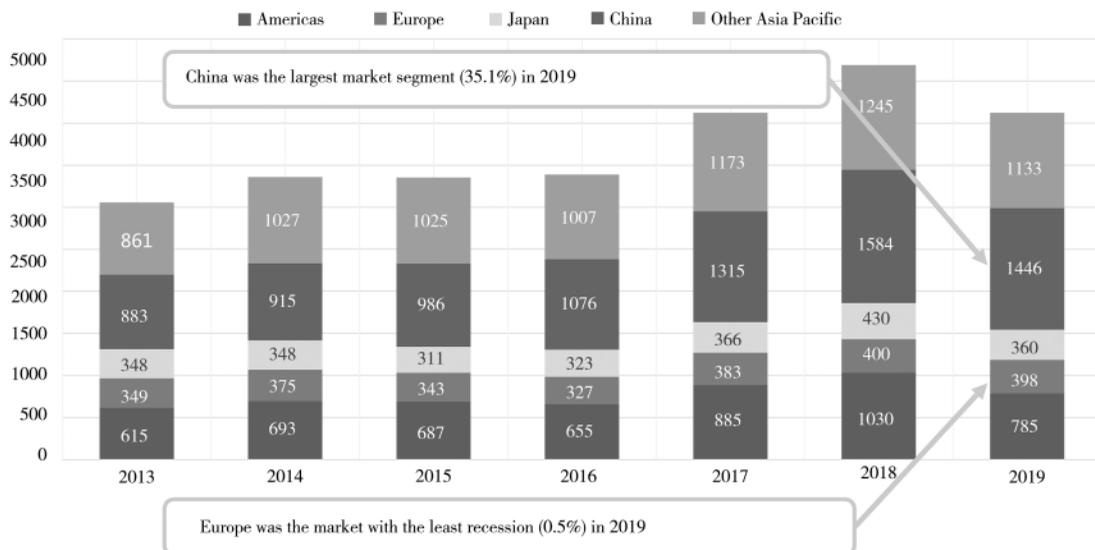


图2 全球半导体市场分布情况

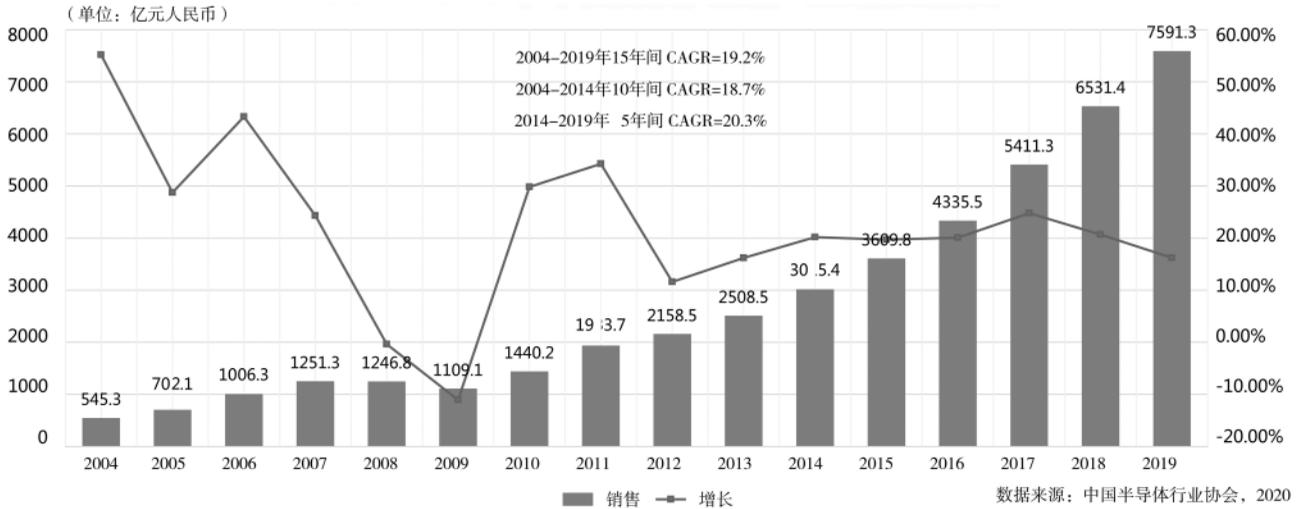


图3 2004-2019年中国集成电路产业增长情况

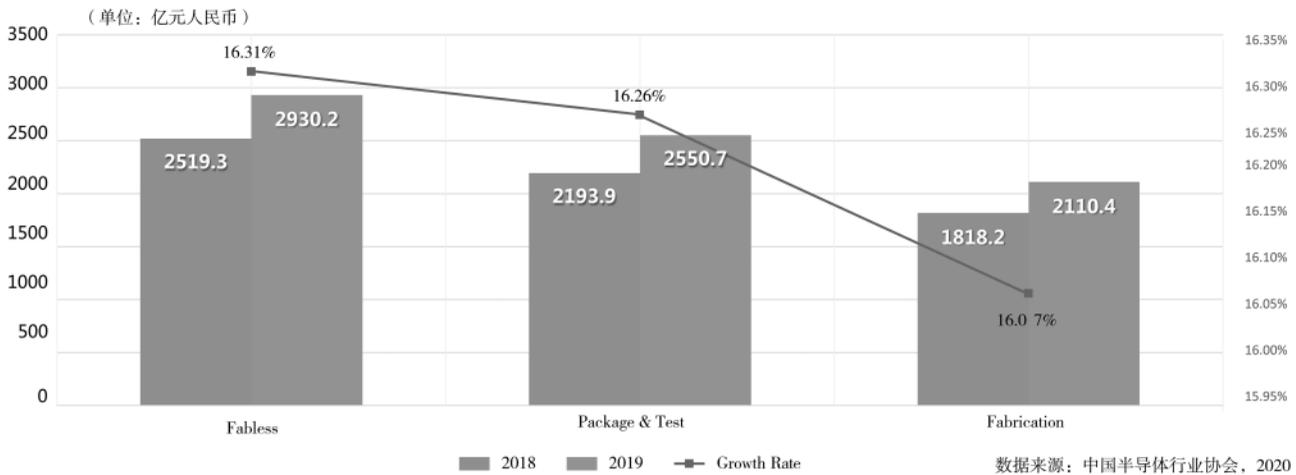


图4 2019年中国集成电路产业链各环节规模与增速

出的是，由于这一统计值中包含了在华外商独资企业的经营数据，因此制造业的快速增长也包含有这些企业的贡献^[5]。

虽然中国半导体产业已经取得了快速发展，但从海关集成电路进出口数据来看，中国高端芯片产品对外依存度仍然很高，所需高端芯片尚未摆脱进口依赖。2019年进口集成电路443亿块，价值3041亿美元，比上年下降2.6%，连续2年进口集成电路超过3000亿美元；出口集成电路2185亿块，价值1015亿美元，贸易逆差为2026亿美元。进口集成电路单价为：0.68美元/块，下降9.3%；出口集成电路单价为：0.46美元/块，上升17.9%。2019年中国进口集成电路占全球销售的73.8%，比2018年提升了7.1个百分点，如图5所示。

2 新版《瓦森纳协定》对中国半导体产业的影响

《瓦森纳协定》是2018年中美贸易摩擦以来技术限制的进一步升级，以华为公司为例，2018年1月起，美国四大运营商相继终止与华为合作，最大电子产品零售商百思买也不再从华为采购手机。2019年5月15日，美

国商务部以损害国家安全为由将华为列入实体名单，6月29日，美国总统特朗普允许美国公司向华为提供零部件，并在8月19日将这个“临时许可”延长至11月19日。此期间美国公司出货订单需经商务部批准。同时，在此期间中国相关产品的进口也出现下降再回升的现象，如图6所示。

新版《瓦森纳协定》主要增加计算光刻软件和大硅片技术的出口管制。计算光刻软件全球市场主要由荷兰阿斯麦、美国KLA-Tencor、德国Mentor垄断；12英寸硅片的切割、研磨、抛光等方面的加工技术主要被日本信越、日本SUMCO、中国台湾环球晶圆等垄断，当前我国12英寸大硅片仍依赖于进口，据统计我国大硅片加工设备如研磨设备95%以上来自日本，减薄设备100%从日本进口，抛光设备也严重依赖日本厂商。

从短期来看，技术限制背景下，中国相关产业的进口或受到直接影响。设备方面，芯片制造必不可少的EUV光刻机由荷兰企业阿斯麦制造，受《瓦森纳协定》修订的影响，阿斯麦已延缓对我国晶圆制造企业中芯国际的设

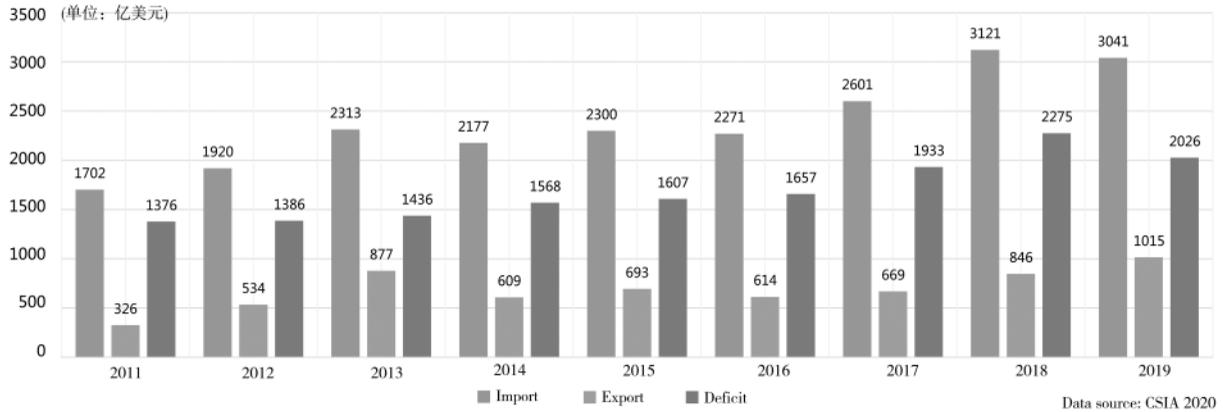


图5 2011-2019 中国芯片进出口价值及贸易逆差

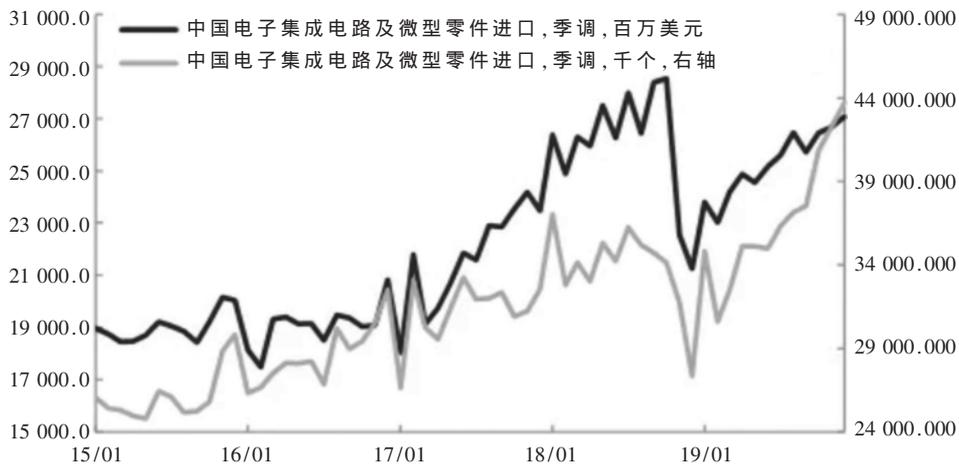


图6 中国电子集成电路进口变化情况

备交付。中国本土的光刻机研发制造商上海微电子,在国内市场占有率达80%以上,且已经销往国外,目前上海微电子只能生产90 nm工艺光刻机产品,与世界先进光刻机相比,仍处于低端光刻机序列。

芯片设计领域,虽然国内有华为海思等技术领先企业,但却只能依靠晶圆代工工厂生产,对于需求巨大的5 nm和7 nm制造工艺芯片产品,大部分由中国台湾的台积电生产。但是面对巨大的压力,台积电也未必能够坚持太久。

制造业方面,经过近几年国家大基金等强有力的支持,国内芯片制造领域已经取得突飞猛进的发展,但国内龙头企业中芯国际依旧落后台积电两代制程,目前只能批量生产14 nm晶圆产品。

长远来看,一方面,鉴于其成员国日本在半导体材料领域垄断地位明显,如果日本进一步加强半导体领域相关产品对中国的出口管制,那么无疑将会带来不小的影响^[6]。如果荷兰限制光刻机产品对华出口,我国本土设备制造企业短期内又无法满足高端工艺需求,我国半导体产业又将面临“卡脖子”问题。另一方面,中国发展本土半导体产业想借助对外并购、投资等渠道获取技术

的难度加大,所以加快培养和引进产业尖端人才、加大高端产品的研发投入势在必行^[7]。

3 针对新版《瓦森纳协定》的建议和措施

新版《瓦森纳协定》对于我国芯片设计厂商和12英寸晶圆制造商存在较大威胁,需要提前筹划应对策略。以美国为首的《瓦森纳协定》势必会进一步控制中国技术获得途径,压缩中国集成电路发展空间。据调查,目前针对该协定的影响还未传递到企业本身,但国内已有制造企业在做扩产筹划。

第一,对于新版《瓦森纳协定》,建议政府相关部门应组织专门力量进行系统研究,要向企业深入调研其带来的直接影响,持续跟踪具体执行程度和影响,提出针对性的应对措施,提前做好重点产业布局。

第二,针对国内领军芯片设计公司,芯片代工业务可考虑“中芯国际+长电科技”等国内封测企业的组合,团结国内一切可团结的力量,形成合作机制。国内12英寸晶圆制造商应重点关注新版《瓦森纳协定》的执行动向,并提前做出应对方案。

第三,建议加快推动国内半导体设备、材料和零部件企业的关键核心技术攻关,争取快速上线。加快推动

综述与评论 Review and Comment

半导体产业人才培养和引进政策,实现我国半导体产业在薄弱领域的国产替代化。

参考文献

[1] 诸玲珍.以产品为中心重塑中国集成电路产业[N].中国电子报,2019(9).

[2] 王丽丽.“对华禁令”下的创新方向[J].装备制造,2009(7):87-89.

[3] 杨川.2020 我国以科技进步驱动经济转型的关键之年[J].军民两用技术与产品,2020(4):8-15.

[4] 许晔,孟弘.《瓦森纳协议》对我国高技术的出口限制[J].科技管理研究,2012(24):25-28.

(上接第 28 页)

[4] 中国移动携手北京协和医院成功完成全球首例 5G 远程眼底激光手术治疗[EB/OL].(2019-07-07)[2020-05-14].<http://finance.sina.com.cn/stock/re/news/us/2019-07-07/doc-ihytercm1962278.shtml>.

[5] 方金武,刘硕鹏,王道洋.5G 引领医疗智慧化转型[J].上海信息化,2020(3):26-28.

[6] 原静民,任徽,孙妍,等.2019 新型冠状病毒传播途径分

(上接第 33 页)

The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition(CVPR), Salt Lake City, Utah, USA, 2018: 859-868.

[22] Tremblay Jonathan, Prakash Aayush, Acuna David, et al. Training deep networks with synthetic data: bridging the reality gap by domain randomization[C].CVPR 2018 Workshop on Autonomous Driving, 2018: 1082-1090.

[23] Cody Coleman, DANIEL K, DEEPAK N, et al. Analysis of DAWNbench, a time-to-accuracy machine learning performance benchmark[J].ACM SIGOPS Operating Systems Review, 2019, 53(1): 14-25.

[24] BROCK A, DONAHUE J, SIMONYAN K. Large scale gan training for high fidelity natural image synthesis[J].arXiv preprint arXiv: 1809.11096, 2018.

[25] Wang Tingchun, Liu Mingyu, Liu Guilin, et al. Few-shot video-to-video synthesis[C].Neural Information Processing Systems(NeurIPS), 2019.

[26] YUILLE A L, Liu Chenxi. Deep nets: what have they ever done for vision?[J].ArXiv preprint arXiv: 1805.04025, 2018.

[27] 张钲.人工智能进入后深度学习时代[J].智能科学与技术学报,2019,1(1):4-6.

[28] Ahn Sungjin, Choi Heeyoul, Pärnamäa Tanel, et al. A neural knowledge language model[J].arXiv preprint arXiv: 1608.00318, 2016.

[5] 李常林,杨国梁,牟云清,等.我国集成电路行业发展以及商业银行策略研究[J].国际金融,2019(6):22-30.

[6] 石其宝.日本政府对华出口管制政策的历史考察[J].历史教学,2010(595):37-40.

[7] 康劲,吴汉明,汪涵.后摩尔时代集成电路制造发展趋势以及我国集成电路产业现状[J].微纳电子与智能制造,2019,1(1):57-64.

(收稿日期:2020-06-11)

作者简介:

张倩(1984-),女,硕士,副研究员,主要研究方向:半导体产业发展。

析与思考[J].西安交通大学学报(医学版),2020,41(4):497-501.

(收稿日期:2020-05-14)

作者简介:

刘金鑫(1972-),女,博士,高级工程师,主要研究方向:智慧医院、远程医疗、区域医卫等医疗信息化。

李娜(1981-),女,博士,主要研究方向:5G 智慧医疗。

孙小康(1991-),男,硕士,主要研究方向:5G 智慧医疗。

[29] 曾毅,刘成林,谭铁牛.类脑智能研究的回顾与展望[J].计算机学报,2016,39(1):212-222.

[30] YAN L C, YOSHUA B, GEOFFREY H. Deep learning[J]. Nature, 2015, 521(7553): 436-444.

[31] Tummala R R. 3D system package architecture as alternative to 3D stacking of ICs with TSV at system level[C]. 2017 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM), 2017: 341-343.

[32] MANIPATRUNI S, NIKONOV D E, LIN C C, et al. Scalable energy-efficient magnetoelectric spin-orbit logic[J]. Nature, 2019, 565(7737): 35-42.

[33] XIONG Y. A unified programming model for heterogeneous computing with CPU and accelerator technologies[C]. 2019 12th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics (CISP-BMEI), 2019: 1-4.

[34] Intel Corporation, Intel's Pohoiki Beach, a 64-chip neuromorphic system, delivers breakthrough results in research tests [EB/OL]. [2019-07-15]. <https://newsroom.intel.com/news/intels-pohoiki-beach-64-chip-neuromorphic-system-delivers-breakthrough-results-research-tests/?wapkw=%20Pohoiki%20Beach#gs.lceher>.

(收稿日期:2020-04-29)

作者简介:

李美桃(1984-),女,硕士,工程师,主要研究方向:人工智能基础理论、智能语音、计算机视觉、人工智能技术测评等。

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所