



“τ定律”改写全球半导体规则

华为基于τ定律已成功设计和量产381款芯片

如果晶体管不能像过去继续变小,计算还能怎么继续变快?“τ定律”给出的答案是,不能只看空间,也要看时间。从晶体管、电路、芯片到数据中心,看每一层能不能减少等待、传输、同步和计算的时间。

通俗地说,就好像把一座“平面城市”改成“立体城市”,区域之间安装了几百万台电梯,这样直达的距离就大大缩短,从而节约了时间,提高了性能。逻辑折叠的关键点,不是简单的“叠起来”,而是重构了信息路径。简单来说,就是让整个系统更快完成任务。

《经济参考报》5月26日刊发记者吴蔚、董雪采写的文章《华为推出“τ定律”改写全球半导体规则》。文章称,5月25日,华为正式发表“τ定律”,为半导体与电子系统演进提供全新指导原则。预计到2031年,基于该定律的高端芯片晶体管密度有望达到1.4纳米制程的同等水平。受此消息影响,A股市场芯片产业链午后持续走高,东芯股份、华虹公司、甬矽电子收获“20CM涨停”,中芯国际、盛美上海、拓荆科技、东微半导等10余股涨超10%。

慈叮智能联合创始人、CTO陈秋武告诉记者,在现代信息技术飞速发展的半个多世纪中,半导体产业的繁荣与演进始终围绕着一个被奉为圭臬的底层逻辑——摩尔定律:通过不断缩小晶体管的物理尺寸,集成电路在单位面积内能够容纳更多的计算单元,从而实现芯片性能指数级攀升与单位计算成本持续下降。然而,随着硅基工艺节点向亚纳米时代挺进,这一基于“几何收缩”的单向演进路径正面临严峻的物理极限和经济效益双重挑战。

在此行业背景下,华为在电气电子工程师学会于上海举办的国际电路与系统研讨会上,由公

司董事、半导体业务部总裁何庭波发表题为《半导体新路径探索与实践》的主旨演讲,正式推出τ定律。该定律提出,以“时间(τ)缩放”改写传统“几何收缩”作为半导体产业全新演进核心逻辑,通过逻辑折叠等创新技术,持续压缩信号传播时延,不断提升晶体管密度,从而实现半导体与电子系统的持续演进。

多位受访的行业人士表示,相较于摩尔定律聚焦芯片单一维度的尺寸迭代,τ定律构建起贯穿器件、电路、芯片到系统层面的多层次协同优化体系。这将强化体系化的能力,而不单是芯片的能力。

“该体系以系统性降低时间常数τ为目标,旨在驱动各层级性能、能效、晶体管密度的持续提升。”何庭波详解:在器件层面,通过优化晶体管和互连电阻及寄生电容,从物理层面最大限度压缩器件级时间常数τ;在电路层面,通过逻辑折叠技术突破传统平面布局的物理边界,显著缩短关键路径的走线长度并有效降低信号传播的电阻和电容负载,实现晶体管密度和电路性能大幅提升;在芯片层面,通过“软件、架构、芯片”的全栈软硬协同设计,基于实际工作负载实现指令

流和数据流的细粒度控制,提高系统级并行度和效率,大幅降低端到端执行时间;在系统层面,定义灵衢总线,重构计算系统互联协议,实现超节点的统一内存编址和原生内存语义,大幅降低系统通信时延。

全球计算联盟秘书处CTO苗福友对τ定律的创新价值予以高度认可。他表示,当前模块间通信时延已成为制约高端计算效率的核心因素,传统以半导体硬件资源数量衡量计算性能的标准,早已不能反映产业实际状况。而τ定律突破传统体系局限,综合架构创新、Chiplet、先进堆叠等多项前沿技术,从通信时延这一维度重构计算性能评价标准,为行业发展提供了全新思路与重要突破方向。

事实上,τ定律并非纯理论构想,而是经过长期落地验证的成熟技术体系。何庭波在演讲中披露,过去六年,华为基于τ定律已成功设计和量产381款芯片,广泛覆盖千行百业数字化转型需求。其中,计划于2026年秋季推出的麒麟芯片,率先采用逻辑折叠技术,性能大幅提升。预计到2031年,基于τ定律的高端芯片晶体管密度将达到1.4纳米制程的同等水平。

针对该定律对国内半导体产业链的影响,业内人士分析认为,τ定律将全方位提振国内芯片产业信心,利好全产业链发展。短期来看,将直接带动国内半导体材料、制造、封测等上下游企业发展;长期来看,为国内芯片设计企业规避先进制程受限风险、突破技术瓶颈,提供了全新的可行路径。同时业内也直言,这条全新演进路径仍面临诸多挑战,该技术体系依托华为为长期高强度研发投入与技术积累成型,行业内多数企业难以快速复刻,半导体产业的全新升级之路依旧任重道远。

对于产业未来发展,何庭波强调开放合作的核心价值:“未来一定属于开放合作。在半导体演进的路径上,没有一家企业可以独自解答所有答案。在τ定律的路径下,我们期待与全球科学家、工程师和产业伙伴紧密合作,共同推动半导体与电子产业持续发展。”

苗福友也指出,目前τ定律仍处于行业探索初期,尚未形成通用的衡量指标,后续需要汇聚全行业力量共同研讨、迭代完善,最终打造成为业界通用的半导体技术评价与演进标准。

新华社北京5月26日电

“数万人历经七年辛苦,铸成‘莫邪干将’剑”

——专访华为公司董事、半导体业务部总裁何庭波

在25日召开的2026国际电路与系统研讨会上,华为公司董事、半导体业务部总裁何庭波发布“τ定律”。这是中国企业在全球半导体领域首次提出引领产业发展的新原则。

基于该定律,华为过去六年已成功设计并量产了381款芯片,预计到2031年,华为高端芯片晶体管密度将达到1.4纳米制程的同等水平。

这是一个具有里程碑意义的时刻。新华社记者就此采访了何庭波。

“回到原点,寻找另外一条路”

摩尔定律提出半个多世纪以来,引领着半导体行业演进,通过持续缩小晶体管的尺寸,以达成更高的集成度、更好的性能和更低的成本。近年来,随着晶体管的尺

寸慢慢逼近物理极限,设计与制造成本飙升,摩尔定律演进逐渐难以为继,这成为行业面临的共同难题。

何庭波表示:“除了物理极限,华为受到制裁,比同行更早遇到这堵‘墙’。压力下我忽然意识到,摩尔定律演进的本质并不是缩小晶体管的尺寸,而在于晶体管尺寸缩小带来的收益,更快的开关速度和更短的信号传输距离,集成更多的逻辑功能,以及更好的单位逻辑成本。于是回到原点,寻找另外一条路,改善性能并降低成本。”

过去几十年,芯片行业有一套非常好懂的演进语言,那就是依靠制程工艺进行“几何收缩”来判断芯片性能。7纳米、5纳米、3纳米、2纳米……数字越来越小,很快就逼近物理极限,而且也变成过于单一的判断标准。

“华为这篇论文提出的问题是:如果晶体管不能像过去继续变小,计算还能怎么继续变快?‘τ定律’给出的答案是,不能只看空间,也要看时间。从晶体管、电路、芯片到数据中心,看每一层能不能减少等待、传输、同步和计算的时间。”她进一步解释。

通俗地说,就好像把一座“平面城市”改成“立体城市”,区域之间安装了几百万台电梯,这样直达的距离就大大缩短,从而节约了时间,提高了性能。逻辑折叠的关键点,不是简单的“叠起来”,而是重构了信息路径。“简单来说,就是让整个系统更快完成任务。”何庭波说。

“没有退路就是胜利之路”

2019年5月,美国制裁华为,何庭波发布一封内部公开信,宣布芯片“备胎”转正,引发了外界广泛关注。“回顾过去六年,这一路走来困难重重,这种苦只有亲历者才知道,没有退路就是胜利之路。”何庭波说。

“有一阵子很沮丧,觉得没招了。但和很多伙伴聊天,聊到历史上李冰父子修建都江堰的故事,给了我很大的鼓舞。”她说,李冰父子在没有电、缺少机械的情况下,建

造出这样一个伟大的工程,为当地解决水患问题,带来了繁荣。

“工程师其实就是面对约束条件,克服困难,把一些不确定性的东西慢慢变得确定。”她补充说。

“公司很支持,成立了‘莫邪’工作小组,说是小组,但实际上这个小组有七个人。”何庭波告诉记者,大家历经七年辛苦,竭尽全力去奋斗,为战略突围作出贡献。

这是一个关于基础研发领域勇于奉献和自我牺牲的比喻。“莫邪”工作小组的命名来自中国古代的一个铸剑传说,最后是通过铸剑人大无畏的牺牲,才铸成“莫邪干将”。

“没有一个公司能完成所有答案”

在“τ定律”指导下,过去六年华为研发了381款芯片,覆盖通信、手机、通用计算和AI计算等领域。今年秋天,华为要发布新的麒麟芯片,这是第一个完整采用逻辑折叠技术的芯片。

“不能说它相当于2纳米,因为它不是用几何尺度来衡量的。但是从性能、集成度、晶体管密度等方面看,相比过去的提升是‘跳跃性’的。”何庭波说,“未来5年到10年,我们有信心在‘τ定律’下稳步前进。这条路径的‘加速度’跟另外一条路径相比,会越来越快。”

后摩尔时代的竞争,不会只看谁的晶体管更小,还会看谁的信息系统更高效。

“τ定律”是华为基础理论研究的一个突破,这不仅对芯片本身很重要,对整个半导体行业同样很重要。她表示,“未来5年到10年,半导体行业将遇到瓶颈,一定会认真思考‘τ定律’这条路径。”

摩尔定律从提出到被行业接受,用了10年的时间。“我们走到这一步,要感谢很多合作伙伴的共同探索。未来十年,没有一个公司能完成所有答案,欢迎学术界、产业界志同道合的伙伴加入,面对电子行业的共同难题,协力探索前行之路。”何庭波说。

新华社上海5月26日电

近日,华为发布“τ定律”的消息引发业界关注。这一思路尝试跳出摩尔定律的固定框架,不再单纯追求晶体管尺寸的持续缩小,而是从系统层面优化信号传输与运行效率,为面临发展瓶颈的半导体行业提供一条可选的新路径。

长期以来,半导体行业沿着摩尔定律演进发展:提升性能几乎等同于缩小晶体管尺寸,全产业链的资源都向“更小制程”集中。然而今天这条路径正遭遇双重挑战:一方面,人工智能等新技术的应用带来算力需求的指数级增长,传统工艺微缩带来的性能增益已难以匹配需求增速;另一方面,当制程推进到3nm(纳米)以下,物理极限日益逼近,继续压缩尺寸不仅会让研发、制造成本大幅飙升,技术攻坚的难度也呈几何级增长。如何突破瓶颈,是行业面临的共同课题。

“τ定律”没有沿着原有路线继续行进,而是转变思路:聚焦整体运行效率,通过优化信号传输、重构运行架构来挖掘算力潜力。目前,这套新思路在华为多款芯片产品的研发应用中得到初步印证。这也启示我们,跳出惯性的创新,是可以走出新路的。

需要厘清的是,“τ定律”并不是对摩尔定律等经典规律的否定。摩尔定律在过去数十年里,精准指引了全球半导体产业的迭代升级。只是任何技术规律都有其适配的场景与发展边界。谈及二者,也并非要分出高下,而是从中窥见产业发展的一个规律:当行业长期固守单一路径,再成熟的模式也会形成依赖;打破惯性,跳出原有思路,或许能突破困局,打开新的发展空间。

纵观全球产业迭代史,“换道”是产业升级的常态。诺基亚曾将功能机的硬件打磨至行业极致,却因固守传统模式,错失手机智能化、触屏化的时代风口;一些老牌车企精研内燃机技术数十年,却因未能及时跟上产业变革节奏,被率先探路电动化、智能化的新能源车企弯道超越。放眼更多领域,传统流水线生产被柔性制造革新、机房部署逐步向云计算转型……不少颠覆性的产业升级,都始于对传统路径的反思,成于对全新赛道的开拓。

当前,全球经济格局深刻调整。不少行业都面临和半导体产业相似的困境:传统老路增量见顶,越走越窄,全新赛道尚在探索培育,行业发展来到转型升级的关口。越是这样的时刻,越需要立足行业发展的底层逻辑,把握发展趋势,主动求变谋新。

与此同时,量子计算、生物制造、6G等前沿技术加速走出实验室、落地产业化,全球科技创新迈入多路径并行、多赛道突围的阶段。在新技术、新业态不断涌现的当下,我们既要敬畏行业规律,也要敢于打破思维定式。唯有以开放心态拥抱变化、以灵活姿态适配迭代,才能抢占发展先机 and 竞争主动。

打破惯性绝非易事,创新求变也不等于盲目试错。“τ定律”的提出,是我国企业扎根半导体领域多年,探究技术规律、求解行业未来的主动作为。这也印证了科技创新的一个朴素道理:真正的颠覆性突破,从来都是脚踏实地积累与仰望星空探索的双向奔赴,既需要敢于开拓新赛道的勇气,更需要长期笃行、久久为功的沉淀。

当前,我国新旧动能转换加快,产业升级更加需要原创突破。面对全球科技竞争的新格局,既要持续深耕传统优势赛道,夯实产业根基,更要培育底层创新能力,敢于在核心领域提出新命题、定义新路径,并以开放的胸怀与全球伙伴共同开辟发展新天地。

一个个细分领域的突破,终将拼接成创新中国的完整图景。当越来越多企业、产业敢于打破惯性、换道争先,中国经济高质量发展之路必将越走越宽、行稳致远。

新华社北京5月26日电

跳出惯性思维,从「τ定律」浅谈创新之道



何庭波