

Shen Da, founder of Wushi Microelectronics (Suzhou) Co., Ltd. – January 18, 2024

吾拾微电子（苏州）有限公司创始人沈达

2024-01-19 14:29:03 来源: [半导体圈](#) 广东

## 被访嘉宾简介

本期被访嘉宾来自求是缘半导体联盟会员单位吾拾微电子（苏州）有限公司创始人沈达。沈达2002年毕业于南京大学化学系，在过去的20多年里，先后从事于高分子材料研发、光伏银浆、键合工艺的研发、市场拓展及管理工作；于2020年在苏州创立吾拾微电子（苏州）有限公司（简称：“吾拾”），围绕键合工艺开发设备解决方案。沈达在过去的20多年历任研发、市场拓展和创业的角色，产业经历丰富。欢迎您与我们一起听沈达分享对键合产业的见解和吾拾的创业故事。

**求是缘：**您能否为我们科普一下键合（解键合）工艺的技术原理、以及它在芯片制造过程中存在的位置？

**沈达：**在半导体制造工艺中，键合分为“传统键合工艺”和“晶圆键合工艺”两大类。“传统键合工艺”是指将晶圆芯片固定于基板上，进一步还可细分为传统方法和先进方法两种类型。传统方法采用“芯片键合(Die Bonding)”或“芯片贴装”(Die Attach)，以及“引线键合(Wire Bonding)”，而先进方法则是“倒装芯片键合”(Flip Chip Bonding)技术，将芯片键合与引线键合相结合，并通过在芯片焊盘上形成凸块(Bump)的方式将芯片和基板连接起来。

晶圆键合工艺是一种晶圆级封装技术，通过一定的化学和物理作用将两个同质或异质的晶圆紧密地结合起来，晶圆接合后，界面结合成一体，使接合界面达到特定的键合强度。晶圆键合能确保机械稳定和气密的

密封特性，也能够按照需求，通过特定方式形成绝缘或导通的连接，而常被应用于制造MEMS(微机电系统)、化合物半导体和硅基功率器件等。

键合工艺根据所采用的技术可进一步分为：“临时键合”和“永久键合”。其中临时键合根据解键合的方式不同，比较常用有热滑移、激光和机械三种。而永久键合相对复杂，首先可分为“有介质键合”和“无介质键合”。其中有介质键合从工艺实现方式上跟临时键合比较类似，通常都属于热压键合，包括胶键合、玻璃体熔融键合、金属熔融键合、扩散键合等。无介质键合则有，如阳极键合、直接键合、混合键合等。其中又属“混合键合”工艺难度相对最高，工艺需要上包括兆声清洗、等离子激活、高精度对位、贴合和退火等步骤。

**求是缘：晶圆键合工艺的技术原理，晶圆键合工艺中的难点体现在哪些方面？**

**沈达：**不同的键合方式难点不完全一样，但也有一些共同点，以临时键合为例，晶圆键合看起来貌似很简单——将2个晶圆贴合在一起。但是其中涉及到诸多材料本身的处理，还需要照顾到后续工序的要求。因此晶圆键合工艺在不同阶段有不同的难点。

首先最基本的难点是解决键合步骤本身的工艺问题，例如“怎么样控制真空度”，“怎么样的压力控制方式”，“如何减小键合过程中两个晶圆的位移”等。只有把以上这些做好，才能把TTV做好，然后才能避免有气泡、溢胶等问题。

随着客户的工艺要求越来越高，在原来的晶圆键合动作中又加入了很多限制条件，作为设备厂商，我们需要在满足多种复杂的限制条件下还要把键合的工艺做好。例如近两年GaAs领域来自于Bumping的厚膜键合工艺；SiC需要的同尺寸键合工艺；以及越来越多用于应对高温蒸镀的耐高温的键合工艺。这些需要设备厂商对工艺有充分的理解，跟客户的需求同步，甚至提前于客户提出备选解决方案。吾拾微这两年是这样的工作方式，准备好相应的专利技术供客户选择。

第三个难点是效率。化合物半导体客户，如SiC功率器件的客户大多数处于通线或者车规认证阶段，对设备的生产效率目前要求不高，因此产能并不是设备选择时特别关注的，但为了满足下游客户的SiC功率器件的

庞大需求，完成车规认证，扩产的用户越来越多，产能将成为用户越来越关注的方向。作为设备厂商，我们必须在自动化和生产能力上继续打磨，以确保我们的键合设备能满足客户在产能和效率上的要求。

**求是缘：晶圆键合技术已成为半导体制造工艺中不可或缺的工艺环节之一，您认为键合技术是如何影响前道晶圆堆叠工艺以及先进封装应用的实现？**

**沈达：**化合物器件和硅基器件散热解决的途径之一是基于键合工艺来实现超低的减薄，从而实现散热性能的提升。先进封装，2.5D和3D堆叠的工艺实现层间电路导通之前也必须通过键合&解键合才能达到合适的厚度。因此，临时键合技术目前正在变得不可或缺。

从技术层面来看，国内光刻受限制助推了键合技术应用的加速。但随着线宽越来越窄和量子效应等原因，国内即便没有光刻设备的掣肘，为了实现极致微观芯片生产制造工艺的顺利实现和解决散热等问题，也会倒逼键合和解键合技术的发展，基于晶圆级键合工艺的需求会越来越多。这也是我们看到为何前道台积电、三星等Fab的先进封装业务的收入比例在逐步提升。

而对于面向前道Fab的晶圆级键合设备厂商而言，几乎处于相近的起跑阶段，都在围绕前道晶圆级键合工艺中的问题和痛点进行攻关中。因此怎么做好基础技术的积累，新技术的开发，让用户在工艺路线设计的时候有更多的选择，会对客户甚至整个行业有更积极的贡献。举例来说，键合工艺需要根据不同的材料的特性（如膨胀系数等）来寻找匹配的载片材料。比如常用的碳化硅、磷化铟、氮化镓等材料，我们会为客户提供成熟的材料数据便于客户生产工艺中参考使用。但诸如新材料如铈酸锂因为其晶体结构的特殊性，表征困难，很难找到具体的参考标准，业界暂时还找不到准确的膨胀系数数据，因此我们只能通过大量的实验来帮助客户寻找特殊的工艺方式克服这方面的问题，避免因热失配的问题而让客户放弃键合工艺。

**求是缘：全球及国内的键合设备、键合胶的市场规模、竞争格局如何？未来会如何演变？**

**沈达：**我们先分别来简单介绍一下键合设备市场规模：从全球的半导体、泛半导体技术工艺要求（线宽工艺要求）和产业需求（化合物）来看，对键合工序的需求水涨船高，键合产业在未来几年内会处于蓬勃发展的阶段。

根据Yole对晶圆键合市场的预测，预计从2020年至2026年，永久键合年均市场增长率为13%，从2020年的2.59亿美元，增长至2026年的5.35亿美元；临时键合年均市场增长率也将在7%左右，预计从2020年的1.06亿美元，增长至2026年的1.6亿美元。

而以我们从业人的亲身经历来看，似乎实际增长比预估还要快很多。例如：2022年EVG+ SUSS+ Tazmo三家友商在国内销售超过10亿人民币，占据约60%的市场份额。另一方面，键合下游应用领域一直在延伸拓展中，从传统的硅基集成电路封装，到显示面板、3D先进封装、CoWoS、化合物半导体、MEMS等，从传统的后道封装工序逐步覆盖至前道工序。

原来传统的芯片生产流程，Fab完成前道工序之后，Wafer移转到封测厂来进行封装测试，键合工序往往是后道环节的第一步。如今因为先进封装技术、化合物半导体（如SiC功率器件）和MEMS器件催生出大量的晶圆键合的工艺需求，原本多出现在后道封测阶段的键合工艺也逐步前移到Fab前道制造工序。

随着分工的变化，市场格局也随之变化。我们再来看键合设备的国内市场格局，目前国际上两大友商巨头是EVG、SUSS，国内也有不少键合设备友商基于不同的技术方向来推出细分的产品和解决方案。假以时日，国内键合设备友商会逐渐缩短跟国外友商的差距，未来国内还会进入兼并整合阶段。

在键合设备领域，吾拾作为初创团队，也是“跟跑方”。我们一方面紧跟着“领跑方”前辈EVG、SUSS的步伐；另一方面，我们更要围绕客户的工艺诉求来推出满足工艺、效率和成本诉求的键合设备。

**求是缘：沈达总早在2013年开始研究键合技术，到2014-2015年完成首台半自动设备交付，2020年才正式注册吾拾微电子……,您能为我们详细介绍一下吾拾团队的创业过程和重要的里程碑成绩？**

**沈达：**我是机缘巧合加入键合行业的。进入这个领域之前在半导体测试领域，而CP测试前一步就是键合/解键合。当时的临时键合/解键合实在太小众了，国内完全没有人研究，而EVG和SUSS提供的方案也不是专门针对临时键合/解键合的。所以当时有客户提出改造键合设备的要求时，我们就自告奋勇接下了这个挑战。从最初的设备改造升级开始，我们2013年尝试进入这个领域。

进入新的方向，我们遵循“先易后难”的逻辑，从临时键合开始。我们购买了简单的化学品和设备搭建实验环境，接下来就一直泡在实验室或深入客户工艺线，进行不断的试错、调试和优化。最初有的实验条件真的就是一块热板、几个砝码而已。持续近1年的时间，我们的解键合方案终于达到能用、能交付的阶段。

键合则是一路坎坷，因为当时实验环境太差，走了很多弯路。长期泡在实验室里面反复研究，找到很多不同问题的解决方法，记得有一次跟同事做实验到凌晨3点多，我们相互勉励：“国外前辈这时候一定去度假、看球或者唱歌去了，我们继续做实验，坚持下去才有机会赶上前辈”。

2020年我以键合/解键合设备为创业方向进行筹备，同年我在苏州正式创办了吾拾微电子。

创业伊始，我们先从半自动设备入手，紧密联系客户，加深对工艺的理解，夯实技术基础，并在短期内实现设备交付，打造自身的造血能力才能应对更高级别的研发支出。

2021年，我们开始发力开发全自动设备，经过前期的积累，我们半年内就可以完成设备的设计、组装、调试和交付，并确保客户在生产过程中的顺畅，如没有“溢胶”、“背电极划伤”等原来比较依靠手动解决的问题。

2023年，我们开始聚焦永久键合技术之一——低温放电键合设备的开发。2023年底，低温放电键合技术开发顺利完成。过程中，我们得到供应链的支持，给设备开发和交付提供了有力的保障。目前设备样机已顺利完成，很快将交付中科院DEMO。

**求是缘：与海内外友商相比，吾拾团队主攻的技术方向和特色优势体现在哪些方面？**

**沈达：**首先，我和团队无论产业环境冷暖变化，始终保持务实的理念和工作态度。“吾拾”音同于“务实”，这也是我为创业公司取名“吾拾”的初心。纵观我们国内的半导体产业链发展现状，链上要补充的东西太多。我们不能因为一时眼红某个产业热度而去创业，而是应该找到真正适合自己的领域和角色。针对产业真正需要的技术领域中，别人还没看到的或者看不上的，“吾当拾而为之”，贡献我们的一份力量。相反的，但凡有人在做的，只要做得不太差，我们就不会涉足。所以我们在2020年选择晶圆级临时键合/解键合作为创业方向，是因为看到在这个赛道未来前景可观，但国内从事该领域的友商却很少；

其次，我们是坚持对的产品（设备设计）服务对的客户（工艺和成本诉求）。开发工艺设备，我们不能仅停留在做自动化的层面，亦不能停留在买一些部件回来组装的层面，我们要更能深入地了解客户的工艺需求和材料特点做深度定制开发。

以化合物半导体设备为例。我们在早期调研时发现，当时化合物方向没有专门的键合设备方案，国外友商是用8-12吋的设备腔体来服务小尺寸的化合物市场。

我们当时就决定先以化合物方向为我们的目标客户群，围绕化合物材料的特性、工艺特点、产能效率等维度指标差异，提供定制化的4-6吋设备方案。

总结下来，作为键合设备领域的国产创业团队，我们的特色优势在于以市场为导向，去“人少”的地方去补短板。精密围绕客户方向来进行产品的深度定制开发。

求是缘：吾拾已发布的产品包括哪些？吾拾的产品解决方案和市场拓展布局是围绕怎样的思路进行？

(图为吾拾现有设备产品概览)

**沈达**：1.半自动设备：例如半自动临时键合机、半自动解键合机、半自动涂胶键合一体机。

2.全自动设备：例如全自动涂胶键合一体机、全自动解键合清洗一体机。

基于键合设备沿用的技术方向不同，我们的方案又可分为：热解、激光和低温放电方案。

1.基于热解技术，我们布局了临时键合和解键合设备的全自动和半自动方案，覆盖砷化镓、碳化硅、磷化铟等包含Bumping厚膜，同尺寸键合等应用场景。

2.基于激光技术，我们开发并交付了6吋半自动激光解键合机8-12吋全自动键合机及激光解键合机。作为键合设备厂商，我们紧跟产业趋势，抓住未来8-12吋键合工艺需求会转到以激光方案为主的趋势，在2021年就已躬身入局基于激光解键合技术方向的键合技术方案研究，在2023年底顺利完成首批激光键合样机交付客户验证。

除了完成设备机台的开发交付，我们还围绕国产供应链进行同步布局、选择国产激光器进行验证，虽然导入国产零部件会客观上拖慢我们整机开发和交付的节奏，但我们认为这是复杂的产业环境下国产设备的必经之路。

3.基于低温放电技术，我们推出半自动低温放电键合样机交付给客户DEMO验证。

开发所有设备都分为“两步走”的策略：首先是突破工艺，解决键合工艺过程中的技术问题，完成“0→1”的突破，实现半自动机台交付。接下来，我们提升设备产能效率，全自动化，进一步发力实现“1→N”。

我们产品布局的思路还是延续“务实”的理念。我们希望找真正有市场需求、且少有人关注的方向去切入。如果某个赛道已经有诸多国产友商在做，且做的很好，我们没有必要挤过去。国内半导体行业薄弱之处还不少，能做的设备还很多。作为产业人，我们应该是Less confliction, more collaboration.

求是缘：沈总您是连续创业人，并且也在不同的公司担任过不同的角色、管理过不同的团队，您如何看待在企业发展的不同阶段，“创业者”与“管理者”之间的差异？您如何解“管理者”与“资本”一样也是企业重要的“生产要素”之一，“企业的灵魂是管理者”这句话的真正内涵？

沈达：创办吾拾3年多，作为创业人，从时间阅历角度来看，我的感受还不够丰富，只能尝试地去解读创业者和管理者之间的差异。

企业也如人一样有不同的生命周期，随着企业的成长，企业经历婴儿期、青年期、壮年期、衰老期等。而因企业所处的发展阶段不同，创业者的角色和重心也会有所变化。

创业初期，企业因为条件有限、资源限制，常常身兼职多职：技术研发、市场开拓、人才招聘、企业运营等。创业者承担的角色更多，经历的事情也更多。

待企业成长到青年期及后续阶段，公司会呈现出规模化和专业化分工，不同的岗位会需要不同职能的专业经理人。但也是因为专业分工，可能管理者负责的面会变窄。

（图为2021年吾拾创业团队部分成员合影）

我是学化学专业出身，我以化学反应来类比公司运转。根据化学知识，我们知道有些东西放在一起能反应，有些东西放在一起不能反应。管理者需要找对材料（团队），让材料发生对的反应；找错了可能不发生反应或者生产错的产物。有时反应还需要催化剂，催化剂虽然反应前后本身没有变化，但是能改变化学反应的速度，那就要求管理者还要能够找对合适的“催化剂”或者自身成为“催化剂”。对于化学反应来说，所有参与的化学反应的材料都是生产要素，不可或缺。

其次，创业过程中，早期阶段创业者也是参与反应的组分；但随着企业的成长和分工，也许要把自己调整成催化剂，遇到合适的人就放权。如同我们吾拾选择产品一样，但凡有人能做好的工作就交给别人去做，因为创业者永远能发现新的工作要做，创业者应该花时间去别人做不了或者做不好的工作，至少我们的发展阶段来看是这样子的。

最后，在创业或者管理公司的过程中，很多事情在表面上是一回事，拨开来之后看又是一回事。创业者需要拨开表面迷雾、往更深度挖，越是看清楚下层的東西，越是能做出清晰的决策。表层的直接逻辑可能千

差万别，拨开以后的下层逻辑统统相似，思考问题越能接近底层逻辑越能缩小与企业家之间的差距。因此，创业者应该更努力往下层和底层思考。

**求是缘：**吾拾是新加入的求是缘半导体联盟的创业会员单位，您如何看待联盟与会员单位之间的关系？您认为联盟应该在哪些方面继续优化，以更好地服务产业会员？

**沈达：**作为创业会员单位，我们希望能更多走访前辈和兄弟企业，多向产业内的创业人和企业家学习，请教宝贵经验，回避创业小伙伴踩过的坑，甚至碰撞出来合作的火花。

作为设备企业，我们也希望能联合产业链上下游生态，针对通用性的困难进行深度分工合作开发，提升产业内的资源配置效率。

## 采访者后记

正如被访嘉宾所言，早期阶段管理者（创业者）是参与化学反应的组分。但随着企业的成长和分工，也许要把自己调整成催化剂。

管理者（管理资源）是重要的生产要素之一，是企业的灵魂，也是构建产业的重要基础之一。管理者就如船长，企业初创时期，他们需要不断打破规则、穿越迷雾和暗礁去探索合适的航向。待找到合适的航向后，船长又要不断地建立壁垒、秩序和规则体系，来确保航船的稳健，并始终在正确的航向上行驶。

（采访者团队合影）

采访人：刘红

编辑：马丹凤

审阅：常亮、徐若松



感谢会员单位志愿者：王玥、常乐等参与采访。

感谢吾拾微电子（苏州）有限公司团队对本次采访给予的支持和协助。

综合报道

中国半导体封测大会www.fengce.com.cn中国封装年会www.fengce.com.cn 2024中国半导体封装测试技术与市场年会www.fengce.com.cn

推荐关注：车榜、芯榜

<https://www.163.com/dy/article/IOQQTJV40511CRN2.html>