

厂内部非常干净,俗称“超净间”——不用说一点灰,连一根头发都不应掉在地上。超净间里的空气被一刻不停地过滤循环,每几秒钟就全部过滤一遍。事实上,虽然制造芯片的仪器非常昂贵,但是维持厂房里干净程度的设备成本也不能忽视。除洁净度以外,温度、湿度、静电、震动、磁场等也要被合理控制。

为什么制造厂需要这么干净?因为最先进的晶粒上一个晶体管开关只有 $3\sim 5\text{nm}$ 宽,而一根头发的宽度就有十万纳米,显然一根长头发掉在正在制造的晶圆上会把大部分晶粒都损坏掉,同时,即使是一粒最小的灰尘,也会影响加工的效果。如果一个晶粒或一张晶圆受到污染,那么只能报废处理,没有修复的可能。

芯片制造厂的建造成本是很高的,最便宜的类型(成熟工艺,二手设备,8英寸线)需数亿美元,而最昂贵的类型(先进工艺,12英寸线)耗费可达百亿美元。其运营成本也极其高昂,台积电在用电和用水方面都是中国台湾地区首屈一指的大户。然而光有钱还不行,建造制造厂还需要花时间培养和磨合出一支协作良好、技艺精湛的技术团队,这可能要花一二十年来积累,也是花钱和挖墙脚也培养不起来的。建造芯片厂之前,一定先要有全盘完善的计划,能够迅速制造和销售大量的芯片才可能盈利,台积电近年的新厂,需要先和客户签好供应合同才开始投资建造。每家代工厂一般每个月都要出产数万至数十万片加工好的晶圆才有盈利的规模效应。而德州仪器近来在犹他州和德州都有新的12英寸厂将要完工,因此放出低价的消息,希望先抢到更多市场来保证新厂开工即有大量业务。

2.1.2 选择晶圆代工厂的考虑事项

芯片的生产总是从晶圆加工开始,因此对于芯片设计公司而言,选择代工厂并管理和维护与 Its 的关系必定是成功的关键因素。芯片设计公司选择代工厂是比较复杂的过程,虽然不少代工厂在工艺、质量方面的数据非常优秀,拥有大量知名客户,但并不代表他们能够平均地照顾每个中小客户。对于名气实力还不够大的设计公司来说,只能靠自己来确保代工厂能够支持自己的流片设计和量产排期,而不可能指望自己有苹果或者高通在代工厂得到的优先级和技术支持。作者曾经联系过海内外十几家代工厂,从中选择过几家来生产不同产品,因而本节探讨一些在选择代工厂时需要考虑的一些方面,以及开始联系时需要准备的一些基本情况。

1. 代工厂还是 IDM?

在代工厂以外,IDM 也可能会提供代工平台,或在产能利用率不高时释放一些多余产能给其他公司使用。三星大约是最著名的 IDM 和代工业务各擅胜

5.1.1 芯片失效的原因

一般芯片失效的原因可归结于晶粒自身和封装两大类。其具体成因是半导体物理和材料方面经久不息的研究话题,这里只描述一些常见原因和现象。

1. 晶粒本身问题

1) 对电压、温度等耐受不足而导致的电击穿或热击穿

此类问题的产生往往由于电子产品在实际应用中超过了芯片本身标定的范围。这可能是由于电子设计师的芯片选型失误,或者应用中出现了设计时没有预想到的情况,晶粒本身的制造工艺只能保持其达到规格书的性能范围,如果使用中超出其能力所限,则这样的损坏并非失效,而不能责怪芯片生产方。在实际工作中遇到客户抱怨芯片失效时,多数是这样使用不当的情形,但是也有极少部分的质量问题确实是因为芯片本身设计/制造而导致的短期或长期失效,需要芯片公司的高度重视。比如,对可能在低温时运行的电动汽车,就需要严格测试并预判功率器件在低温时的长期耐压变化情况,往往可以要求客户提供足够的设计余量来避免系统故障的发生。

2) 产品本身的性质

芯片工艺本身、晶粒尺寸大小、时钟频率等,对芯片的可靠性有直观的影响。越先进的工艺制程,芯片的栅长越窄,器件电压越低,电子更容易因为辐射而发生跃迁,因此更容易发生逻辑错误。而芯片尺寸越大,统计意义上也更容易发生逻辑错误。因此,在高辐射场合,判断产品能否使用的先决条件是可靠性,然后再谈到性能要求。最先进的太空望远镜,其使用的处理器性能不过是20世纪的标准,然而却具备极高的抗辐射能力。如果性能太过先进,一是并无必要,二是在辐射条件下更易出现问题。

3) 静电击穿(ESD)和闩锁效应(Latch up)

静电击穿和闩锁效应在做可靠性测试时是必做的项目,两者出现严重问题时都可能造成芯片完全失效而不可恢复。当设计师使用不熟悉的工艺来设计芯片时,不太容易一次性就能通过这两个项目,往往需要芯片改版才能改善。

4) 制造工艺本身的问题

未臻完善的工艺可能造成长期使用中的质量问题。比如多年前本人遇到这样的情况:在某芯片表面做钝化工艺时(表面覆盖保护介质膜,以防止表面污染),本来用氮化硅的钝化层,在遇到芯片失效后,发现该钝化层在使用中发生了不明原因的破碎现象,导致粒子污染而造成芯片失效,最后在改用聚酰亚胺(Polyimide)材料后,不再遇到此问题。

后订单,并且得到保证——在一年之内获得所订购产品。

芯片公司与供应商打交道最多的时刻是生产的预测和管理,这部分内容在 6.2.2 节详细介绍。

2. 如何引起供应商兴趣

以上谈到的供应商引入流程可能更适用于大公司,供应商对大公司总是更有兴趣一点。如果我们的芯片公司规模实在很小,许多供应商还根本看不上眼,那么比起选择供应商,引起供应商的兴趣显然更加重要。

话说回来,甚至大公司也经常需要引起供应商的兴趣。比如某国内上市公司销售额已经超过数亿,其 CEO 曾经告诉我,因为受限于晶圆厂产能,其只能满足几家头部大客户的数量要求。因为晶圆厂在短缺时每月能拿到的裸晶圆有限,因此比起做层数少、价格低的成熟工艺,晶圆厂更愿做层数多、价格高的先进工艺,所以不愿多给这位 CEO 额外的产能。

如何引起供应商的兴趣,笔者有以下的一些想法。

(1) 如何表现自己的公司。

在初次接触时,领导者应该展示公司的管理层、产品、目标市场、深度合作的客户、融资情况、未来计划等。如果能遇到对相同市场感兴趣的供应商,则合作机会较大。比如,笔者曾经提到有望应用于英伟达的项目,那么可想而知,晶圆厂会非常感兴趣。

(2) 了解供应商的需求。

应当通过接触,了解供应商可能的兴趣点和其薄弱环节。比如,作者曾经接触某晶圆代工厂,发现其某种工艺刚研发完毕,亟须寻找客户,而公司整体产能利用率也不足,因此我与运营团队一起拿到了很好的报价,价格低到我们愿意继续花时间来了解对方为什么产能利用不足,以及是否有技术和工艺的缺陷。

(3) 如何表现专业形象。

① 应当决定什么层级的人来会谈: CEO 对 CEO、质量对质量、采购对商务、运营对运营等,了解谁是做决定的人。对于采购合同、生产计划、物流、商务谈判、技术支持等方面,都需要指定具体人员。

② 及时通知供应商我方目标客户的验证结果和预期。

③ 给供应商按月的生产预估。

④ 定期召开供应商 QBR,包括高层会谈、质量回顾、未来技术蓝图等。

(4) 谈判问题。

下面是某些可使用的技巧。

① 产品还在研发,但已知很有市场前景时,不必急于确定晶圆价格和交期,

(2) 客户也不是马上有现金可以支付(例如,客户想采购手机芯片,但是往往要手机造好卖掉才能回笼资金,这个付款的周期称为账期)。

(3) 芯片公司不能负担所有区域的所有客户都有全职人员在照管相关生意的成本。

(4) 很多初创芯片公司没有深厚的客户关系,甚至一些大型公司也不能在全球都了解相关市场。

(5) 芯片公司对仓储和物流管理不可能非常专业,如果很多小客户要 1 颗或 10 颗样片,总共项目需求也不过 1000 颗,那么物流成本甚至会令公司得不偿失。但是又不愿公开说完全不理小客户,毕竟小客户的工程师有朝一日也可能去大客户的公司上班。

(6) 客户无论规模大小,从买 10 颗的大学生客户到买 1000 万颗的大客户,可能都希望芯片公司提供技术服务和其他支持(难道能叫学生们都走开吗?要知道学生也是大客户未来的中坚力量,我们可不想得罪学生)。

因为这些问题,芯片销售的中间渠道就成为大多数芯片公司与客户之间不可缺失的桥梁。

假如在芯片设计与终端 OEM 客户(如苹果、华为等)之间直接画一条箭头,我们当然会有直接的双向接触,但是要从陌生到熟悉,从推广到完成销售流程,经常需要通过下面这样的渠道完成。

1. 直接销售

芯片公司当然可以直接销售给 OEM 或 ODM 客户,这样省去了中间商的返点,更容易对商业信息保密,方便直接交流。其不利之处是对公司规模和资金流有一定要求,公司有时只能接到客户的 FCST 而直接进入生产,没有代理商在其中做账期方面的缓冲和平衡风险。而且芯片公司很少有足够的人手来直接销售给大量的中小型客户。

如果与重要大客户接触,对方会指定其所用的 OEM/ODM 公司直接下单,可能不需要代理商。

有时某客户前期由代理商跟进,而后期芯片公司觉得代理商带来的附加值有限,可能在合同期满后将该客户改为直接客户。有时强势的芯片公司可能直接赶走某代理商,将其客户全部发展为直接客户,或交由其他代理商负责。

2. 授权分销商

我们通常说的代理商是原厂的授权分销商(Authorized Distributor),允许其在指定的范围内(包括区域或者应用)代理和推销原厂的芯片,双方会签署正式的分销协议。授权分销商一般体量较大,国际上著名的分销商有安富利、艾睿、大联大、富昌电子、儒卓力、TTI、Newark、文晔、新晔等。授权分销商有一些

(5) 如果是上市公司,需要提供投资者信息专栏。

(6) 公司的商业行为准则,包括公司文化、公平竞争、员工利益、智慧财产等细节。

(7) 求贤纳士的部分,包括正在招聘的职位链接、工作地点、员工福利(如各类带薪假期、各类保险福利、发表专利和论文奖励、培训和学费报销),招聘流程,等等。

7.13 走向海外市场

如本书前文曾经提到的,很多国产芯片公司已经纷纷到海外设点。原因是需要在海外建销售和客户服务中心,开拓国内缺乏的某些市场,某些国外地区的人力成本可能已低于国内,更易寻找合作和收购兼并的机会,等等。

而对于开拓海外市场,很多公司甚至还没有物理的根据地就已经能发挥影响力。其主要因为中国的电子企业能力的增长,即使在许多场合下作为 OEM,也能够影响欧美厂商在芯片使用上的决定。很有可能欧美客户做出了初版设计,但是中国工厂却发现性价比更好的方案而改动设计。比如,最近作者偶然了解到,在欧洲有家规模尚小的初创企业选择了珠海某公司的处理器芯片,作者非常好奇,感觉这么小的欧洲公司应该没有接触国产芯片的经验和渠道,结果发现是出于国内某 OEM 的努力。这样的案例多了以后,当然对中国产品的国际形象极有益处。

今天有许多国产的芯片设计厂商已经完全具备了在国际市场上竞争的能力,仅就作者有限的了解,像矽力杰、中芯、华虹、豪威科技、安世半导体、英诺赛科、希荻微、思瑞浦、汇顶科技、芯原、高云等数十家芯片企业,在硅谷等美国多地,已经通过收购当地团队、自行招募等途径设置了从销售到研发规模不等的据点。而台企如台积电、联发科更是在硅谷有大规模的团队。因为近年国内芯片工业投资兴旺而人才奇缺,平均的工资待遇已经超过欧美不少地区,但人才的经验却相对较缺乏,出海又能避开非常内卷的国内市场,因此在海外建立分公司以争取当地市场,吸引海外人才,寻求并购机会就成为必然的趋势。选择具体地点的依据:有时考虑特定的人才市场(比如安世半导体的美国分部放在达拉斯,直接和德州仪器抢人),有时考虑与某些著名的工科学学校接壤(比如波士顿、硅谷和北卡三角区),有时考虑当地是否有足够庞大的海外市场,有时考虑收购海外公司的部分业务,然后在当地扩张(比如株洲时代电气在英国伦敦设置了创新中心)。

海外的芯片市场可以简略地概括如下。