



江丰电子： 用“宁波智造”

“世界标靶”红心

射中



工人们正在加工半导体材料。 记者 崔引 摄

一个从日本归国的工学博士，一项打破国际垄断的关键技术，一块价值几万美元的“金属饼”，一件出厂便能影响到1000万辆汽车、1000万台手机的产品，一个关乎国家安全的战略产业，一段扎根甬城12年的创业传奇……

以上这些都是可查资料中，关于宁波企业江丰电子的关键描述。而这位博士便是江丰电子董事长、国家“千人计划”专家姚力军，他总笑称“自己是个做饼的人”，他做的饼名叫“超大规模集成电路制造用溅射靶材”。

1 一家改变历史的宁波企业

江丰电子位于宁波余姚市，坐落在姚江之畔，而董事长姚力军恰恰姓姚，这不得不说是缘分。

最近两年，他常常要接待从世界各地前来学习取经的年轻人。因为，市场上所销售的手机、平板电脑等电子产品都会用到他们的产品——“超大规模集成电路制造用溅射靶材”，它不仅是所有电子产品的基础，更关乎国家安全。

在江丰电子的展示厅里，记者见到了高纯度溅射靶材，从外观上看，像是一块直径20~60厘米的“大饼”，而其原料则是铝、铜、钛等金属材料。

“这就是一块超高纯度的靶材。”江丰电子技术中心总监袁海军指着一块“金属饼”说，“它由两部分组成，上面这个灰色的就是高纯钛晶体，其下部的托盘是一块超强的铝合金。在芯片的生产过程中，不同的靶材在一起交互作用，金属原子被一层一层溅射到芯片上，再利用特殊的工艺，把它们切割成纳米级的金属导线。芯片的信息传输就全靠这些金属导线，因此没有金属靶材，就没有芯片。”

目前，世界上只有少数几家企业能够生产高纯度溅射靶材，而江丰电子是其中唯一一家中国企业。姚力军归国之前，这项技术一直被日本、美国

的公司所垄断。直到2005年底，江丰电子成功制造出第一块国产靶材，改变了世界靶材制造业的格局，就此结束了我国在高纯度溅射靶材领域完全依赖进口的历史。

如今，江丰电子的产品已经打入了世界主流市场。目前，产品的销售已经覆盖了包括北美、欧洲、日本、韩国、新加坡等国家和地区的客户，如：IBM、东芝、台积电、NEC、日立、UMC、Hynix、SMIC、英飞凌等。全球有超过百家芯片厂正在使用江丰电子的靶材。截至目前，公司拥有授权专利210项，其中发明专利162项。产品荣获“十一五”国家科技重大专项突出贡献奖、“十一五”国家科技计划执行突出贡献奖、国家战略性新兴产业、“中国半导体创新产品和技术奖”等一些列重磅荣誉。

尽管如此，江丰电子在高纯度溅射靶材行业中的国际市场占有率目前仅为0.44%；国内市场占有率为1.87%，国内半导体领域的市场占有率为6.98%。公司的主营业务收入2014~2016年年均复合增长率达34.01%。靶材英文叫作Target，意为目标。江丰的目标是，早日成为世界前三强的靶材制造商。

2 一块人类所能得到的最纯金属

为何全中国只有江丰电子能生产这种产品？它的制造难度究竟在哪里？

答案是纯度！在用于切割芯片的晶圆上，有许多闪光的东西。这些闪光物在高倍放大镜下就会“现出原形”——密密麻麻的金属导线。一块指甲大小的晶圆上能切出来上千个芯片，每一个芯片当中有上万米长的金属导线，导线的直径比头发的千分之一还要细，其对金属靶材的纯度要求之高可想而知。

普通的金属纯度通常只能达到99.8%，而溅射靶材的纯度通常高达99.999%以上。“这是人类所能得到的最纯的金属。”姚力军说，“正因为太纯了，金属变得非常软。在某些条件下，甚至用纸就能把它切开。”

因此，生产靶材的一个重要步骤就是“压延”。当记者走进江丰电子的压延车间时，两名工作人员正分列于一台压力为1200吨的大型压延机两侧，将一块靶材原料由两侧反复推入设备。压延以一毫米为单位，每压一次都要重新设定压力与炉火温度。

一小时后，一块直径300毫米、厚度有90毫米的金属饼原料变成了直径555毫米、厚度30.5毫米的原料。

这并不是简单把厚饼变成薄饼的过程，而是通过反复多次特定方向的形变来对金属内部的微观组织结构进行控制，决定着靶材工艺的可靠性和稳定性。每次压延的压力值与温度是姚力军团队经过上千次试验计算得出的。

而在将金属靶材焊接到金属底座托盘时，会用到江丰电子最贵的单体设备——热等静压机，该设备造价高达几千万元。

在热等静压机里，钽、钛、铜等不同金属将经受几百摄氏度高温和1000个大气压以上的压力“洗礼”，从而现实大面积焊接，整个过程耗时近24个小时。

“这是目前世界上最顶级的金属焊接技术，它利用高温高压，使金属接触面上的原子进行‘无缝连接’，不需要任何焊料。以前这种高端焊接需要送到日本公司去代工，每加工一炉加工费需四五万元。”袁海军介绍，他们花了四年时间和国内设备厂家一同设计开发出了这个高端装备。仅这道工序，每年可以节省几百万元以上，同时加工周期也从一个月缩短到三天。在江丰，从溅射靶材的整体制造工艺到类似热等静压机等关键设备都是自主研发设计的。

姚力军总是笑称“自己是个做饼的人”，但他做的饼每块价值数万元美元。所以，他对靶材的要求是——追求极致的完美。

“事物的质变，往往源于毫厘的差别和缺失，一丝一毫牵动全盘，认真与否关乎成败。”姚力军说，“芯片导线是纳米级，导线和导线之间的距离也非常细小。一颗我们肉眼看不到的灰尘如果落到芯片当中，就如同一座大山落到高铁轨道上，使十几条导线连成一块，从而让整个芯片报废。”

同时，一个靶材，能够溅射出8000到10000个晶圆，而每个晶圆又能切出超过1000个芯片。因此，任何一块靶材有瑕疵，就可能最终影响到1000万辆汽车，或者1000万台手机。

因此，任何一块不合格的靶材都将会给企业造成毁灭性的打击。“这就是为什么全球仅有少数几家公司能够生产溅射靶材的原因。”姚力军说。

3 一段扎根甬城12年的创业传奇

今天，江丰电子已经成为宁波市最具代表性的高新技术企业，并于今年6月15日登陆深交所。

但当时间的指针拨回到12年前，姚力军与他的团队却经历了鲜为人知的困苦历程。以至于余姚市经信局局长黄红珍谈起江丰只说了一句话：“姚力军他们，不容易！”

2005年夏天，身怀哈工大与日本广岛大学双工学博士学位的姚力军毅然地辞去了霍尼韦尔公司电子材料事业部大中华区总裁的职务，带着20个集装箱和1个散货船的设备回到中国，与2名海归博士和6名日籍员工一同在余姚市创立了宁波江丰电子材料股份有限公司。

怀着“产业报国”理想的姚力军，从一开始就把公司的创业理念确立为：填补国内空白，把完全依赖进口、中国从未生产过的集成电路用溅射靶材制造出来，并实现产业化，让靶材“溅射”出“中国制造”的光芒。

“刚回国时，我们遇到了很多困难，原来的积蓄都买了设备，缺乏资金还没有厂房。”姚力军说，“多亏了余姚市政府和相关部门的帮助，解决了厂房问题，也筹集到了数百万元资金。”

2005年底，姚力军怀揣着第一块国产靶材去往全球各大企业登门拜访，希望能够给予他们的产品一次试用机会。

“由于靶材是芯片制造的关键材料，任何一个芯片制造公司都不愿冒险尝试。以至于许多国际大公司一听说产品是中国制造的，连试用的机会都不给。”姚力军说。

屋漏偏逢连夜雨，2008年，受美国次贷危机影响，江丰电子月销售额急降到8万元。那年冬天，公司连工资都发不出，而姚力军更是债台高筑，其个人名义借下的欠款高达上千万元。

“即便在困难到工资都发不出去的时候，我和我的团队也没有放弃和撤退的念头。”于是在那年春节后，姚力军一个人开着车，继续硬着头皮四处借钱。

“但不管面对什么样的困境和挫折，公司的研发一刻也没停，团队的核心成员一个也没离开。所以，我常说江丰电子所取得的每一点成绩，都离不开大家齐心协力的这份坚持。”姚力军说。

沉舟侧畔千帆过，病树前头万木春。金融危机过后，江丰电子慢慢走出低谷，产品开始大量出口美国、日本、欧洲、韩国和中国台湾地区，400万元、2000万元、4000万元……公司销售额以成倍速度增长，一步步接近盈亏平衡点。

2011年3月，江丰迎来了一次重大转机——由于日本关东地区发生大地震，日本主要的半导体工厂、靶材工厂停产。急需靶材的国际公司纷纷找上门来要求增加订单，江丰电子日夜加班，仍供不应求。

雄关漫道真如铁，而今迈步从头越。国际公司从最初的怀疑，到同意试用，再到最后主动上门求订单，姚力军和他的团队像突破了马拉松长跑中的极限一样，跃上了飞速发展的轨道，圆了他产业报国的“中国梦”。

因在科技创新中取得了突出的成绩，姚力军连续获得“2009十大风云浙商”“宁波市优秀留学回国人员”“2009年全国百名华人华侨杰出创新创业奖”等荣誉，并作为高层次海外回国创业人才，入选中组部“千人计划”。国家“千人计划”海外高层次人才引进工作小组对姚力军的评价是：“为超大规模集成电路制造用溅射靶材的国产化作出了特殊贡献。”

记者 王婧 乐骁立