

# 国产光刻机“套刻≤8nm”意味着什么

N 中国经营报  
每日经济新闻

9月9日,工信部旗下微信公众号“工信微报”推送了工信部于9月2日签发的关于印发《首台(套)重大技术装备推广应用指导目录(2024年版)》的通知文件,通知文件中的“电子专用装备”的第一项即“集成电路生产装备”,明确提到氟化氪(KrF)光刻机和氟化氩(ArF)光刻机的技术指标,尤其是氟化氪光刻机,文件标明其套刻精度≤8nm。

记者注意到,该文件一经发布后,关于国产光刻机取得大突破的言论“喜大普奔”,还有人把“套刻≤8nm”误认为8nm光刻机。事实上,套刻精度指的是每一层光刻层之间的对准精度,而≤8nm的套刻精度并不一定代表能制造8nm工艺的芯片。

“光刻机套刻小于8纳米,逻辑上对应的区间,也能上到成熟区间,甚至更高一些。但别指望它覆盖手机用的处理器工艺,主要还是面向成熟区间。”半导体行业资深观察人士王如晨对记者表示,工信部文件表格里不止氟化氪光刻机,还有配套设备,是个小生态,“看工艺节点,都侧重成熟区间,尤其28纳米”。

## 制造更小线宽芯片的办法

需要指出的是,早在6月20日,工信部就发布了《首台(套)重大技术装备推广应用指导目录(2024年版)》公示,“集成电路生产设备”一栏当中就有一款氟化氪光刻机和一款氟化氪光刻机。

随后在9月,工信部再次发布通知文件,这是对外正式公布。依照不同光源,光刻机可分为UV(紫外)、DUV(深紫外)以及EUV(极紫外)三大类型。而通知文件中的氟化氪光刻机和氟化氪光刻机,两者均属于第四代DUV光刻机。

目前来说,光刻机共经历了五代发展,随着波长从最早的436nm到最新的13.5nm,芯片制程也逐渐达到接近极限的3nm。

光刻机性能如何,有两个

关键所在:一是光刻机波长,二是物镜系统的数值孔径(NA)。根据知名公式——瑞利判据,即 $CD=k_1\lambda/NA$ 。CD代表线宽,即芯片可实现的最小特征尺寸; $\lambda$ 代表光刻机使用光源的波长,NA指的是光刻机物镜的数值孔径,也就是镜头收集光的角度范围; $k_1$ 是一个系数,取决于芯片制造工艺有关的众多因素。

根据这个公式,如果要制造更小线宽的芯片,即CD值越小,可使用波长更短的光源、更大数值孔径的物镜和降低 $k_1$ 值这些办法。

比如荷兰半导体设备制造商阿斯麦(ASML)的EUV光刻机,光源波长只有13.5nm,同时ASML也在不断提高光刻机的孔

径,以用于7nm甚至更高工艺制程芯片的制造。

而在光刻机物镜和晶圆之间加入超纯水,把水作为介质,不仅变相地把光源波长等效缩短,也变相地提升了NA数值。而这种加入了超纯水的光刻机被称为浸没式光刻机,由此DUV光刻机也能达到光学分辨率的天花板。

然而,浸没式光刻机理论上容易,但工程实现相当麻烦。有着“浸润式光刻机之父”之称的林本坚,在台积电任职期间,单单一个浸液系统,该团队就耗时2年,修改了7~8回才实现突破。业内人士称,浸没式光刻机的研发难度之高,相当于在月球上用枪打到地球上的一个目标。

## 分辨率≤65nm、套刻≤8nm是什么水平?

作为光刻机的一个重要技术指标,套刻精度通常指的是“多重曝光能达到的最高精度”,它决定了每次曝光之间物理位移的最小误差,直接影响着多层曝光工艺的质量和效率。随着工艺节点不断缩放至14nm、10nm、7nm,多重曝光成为必要手段。

那么,通知文件中的ArF光刻机(光源波长193nm,分辨率≤65nm,套刻≤8nm)极限能

做到多少纳米制程?处于什么水平?极限制程能达到多少纳米?

综合来看,这种规格的国产ArF光刻机性能与ASML于2015年二季度出货的ArF光刻机TWINSCAN XT:1460K(分辨率为≤65nm,套刻精度≤5nm)较为接近。而按套刻精度与量产工艺1:3的关系,这个光刻机理论上可量产28nm工艺的芯片。

不过,业内人士认为,考虑到套刻精度误差更大等原因,该国产ArF光刻机可能还到不了“28nm光刻机”的分辨率要求。总体来说,这次曝光的国产DUV光刻机,应该是之前90nm分辨率的国产光刻机的改良版,能用于55nm~65nm的成熟制程芯片制造需求。

“工信部表格里不止氟化氪光刻机,还有配套设备,是个小生态。看工艺节点,都侧重成熟区间,尤其28纳米。”王如晨表示,如果规模化推广,FAB(晶圆厂)成功量产,中国除了手机等场景外,有更大或者说真正意义上的自主性,“绝大部分民用、工业、国防的场景足够了”。

## 国产光刻机向前迈了一小步

光刻机作为半导体制造的核心设备,其技术水平直接决定了芯片的性能和品质。长期以来,我国在光刻机领域一直受制于人,高端设备主要依赖进口。

相比之前90nm分辨率的国产光刻机,新的65nm分辨率已经有了一定的进步。当然,我们依然要清醒认识到国产光刻机与国外先进水平之间的差距。

需要指出的是,通知文件所披露的这款ArF光刻机依然是干式DUV光刻机,而非更先进的浸没式DUV光刻机(也被称为ArFi光刻机)。

对于国产光刻机厂商来说,从干式DUV转向浸没式DUV这一过程还有很多难题需要解决,不仅仅是技术方面。ASML尽管在2006年就推出了首台量产的浸没式DUV光刻机XT:1700i,但却是在2010年前后才依靠浸没式DUV光刻机打败了当时的光刻机两大巨头佳能尼康,确立了霸主地位。

ASML财报显示,2023年中国成为该公司的第二大市场。2024年第一季度和第二季度,ASML中国地区销售额占比都是49%,第二季度以销售额论,ArFi占比50%,超过EUV的31%。

其实,ASML最先进的EUV光刻机早已被完全禁止出口中国;去年10月,美国又更新了先进芯片制造技术出口管制,将限制出口中国的光刻机范围扩大,即扩大至采用多重曝光能够实现先进制程能力的光刻机。

9月6日,荷兰政府宣布,扩大光刻机出口管制范围至浸没式深紫外光刻设备,与美国的管制“对齐”,ASML如果要向中国出口TWINSCAN NXT:1970i和1980i型号浸润式DUV光刻系统,需要先向荷兰政府申请出口许可证。

业内人士认为,ASML进一步收紧先进DUV的出口,是驱动国产最新光刻机信息公布的因素之一。对此,王如晨表示:“赶在美国胁迫荷兰政府加了一个出口许可关而ASML配合发声后,本次算是做了一次侧面的回击。”

中国中信金融资产

管理股份有限公司福建省分公司

资产处置公告

中国中信金融资产股份有限公司福建省分公司(以下简称“我司”)持有泉州市智宇汇联贸易有限公司(以下简称“智宇汇联”)、永春辉杨科技有限公司(以下简称“辉杨科技”)两家公司股权,现我司拟对两家公司的100%股权以及名下资产分别进行处置,处置方式包括但不限于公开竞价、公开拍卖、交易所挂牌转让等,现予以公告。

**标的资产1:**泉州市智宇汇联贸易有限公司的100%股权以及名下位于福建省南安市柳城街道办事处露江村的工业用地使用权总面积74842㎡,建筑总面积31825.81㎡,部分机器设备。

**标的资产2:**永春辉杨科技有限公司的100%股权以及名下位于福建省永春县桃城镇桥头社区居委会探花山榜德工业区的房产,建筑总面积合计54515.69㎡,工业用地使用权总面积为60233.73㎡。

**备注:**上述标的资产均通过司法拍卖取得,目前仍未办妥产权证,办理产权证过程中可能导致实际面积与上述公告面积有偏差,以最终实际办理的产权证为准。

**交易条件:**要求买受人信誉好,有付款能力,能承担购买标的资产所带来的风险,交易资金来源合法。

**对交易对象的要求:**具有完全民事行为能力、支付能力的法人、组织

海峡都市报

分类广告

0591-87811583

声明公告

福建省粮食会计学会遗失中国工商银行福州鼓楼支行开户许可证,账号:140203209018967677,许可证核准号:J3910002564302,声明作废。

福建省烟花爆竹行业协会遗失《社会团体法人登记证书》正、副本。法定代表人:刘建平。统一社会信用代码:51350000MJY2525836。现声明作废。

福建信达拍卖有限公司拍卖公告

案查,我定于2024年9月30日9:00时在中拍平台(https://paiimai.cai123.org.cn)通过网络竞价方式公开拍卖:1.罗源县凤山镇前新村9号楼001店面三年租债权,参考价:2000元/月。2.闽AS8576涌流牌大型非载货专项作业车,参考价:18.63万元。3.福州市台江区安南路18号八一二旧城改造二期工程E1#楼一层09店面,建筑面积约为33.07㎡,起价价331万元。看样时间、地点:9月26日、27日于标的所在地,报名截止时止;即日起至9月29日17时止;联系电话:13705907932(标的1)、13860634070(标的2、3);公司联系地址:福州市晋安区国货东路397号翔达大厦八层

2024年9月23日

MHX2024056/晨至信第2024156期拍卖公告

受委托,定于2024年10月11日10时在闽侯县公共资源交易服务中心通过网络竞价和现场拍卖相结合的方式公开拍卖闽侯县南通镇中海凤凰熙岸商业店面10年租赁使用权;总面积约为5432.14平方米。参考价:2316046.8元/首年租金(不含税价);含免租期9个月(即第1年的前9个月免租)。

第1年至第3年租金按拍卖成交价计算;第4年起,每年租金在前一年基础上递增5%。拍卖保证金500万元。

有意竞买者,请于2024年10月10日16时前(以到账时间为准)将竞买保证金缴纳至福州市公共资源交易系统报名时自动生成的虚拟账户,并于2024年10月9日29日16:30时前将竞买保证金三项手续后方具备竞买资格。其他具体事项详见本次拍卖的(竞价文件)。

**展示时间:**即日起至2024年10月10日16时(工作日时间)

**展示地点:**标的物所在地

**公司地址:**福州市鼓楼区福马路45号闽古屋4号楼三层

**联系电话:**0591-87848560

闽侯县公共资源交易服务中心 福建省晨至信拍卖行有限公司 2024年9月23日

竞拍公告

兹定于2024年9月30日9:30时在2024年9月30日10:00时止(延时的除外)在永泰县农村产权流转服务中心平台(https://www.ytncnccqjzfwz.com/)举行拍卖会,拍卖标的:永泰县樟城镇上马路泰安大厦一层A#店面(现门牌号:上马路38-2)房地产三年期租赁权。(标的具体情况详见永泰县农村产权流转服务中心平台)。意向竞买者请于2024年9月29日16:30时前将竞买保证金汇入指定账户(以到账时间为准)并于17时前与本公司办理竞买登记手续。★展示时间、地点:公告之日起至9月29日,标的物现场★联系电话:地址:1332861279、18965096202,福州市永泰县县行政服务中心二楼★网址:https://www.jhspmh.com/★公司微信号:jhspmh1995

福建省海峡拍卖有限公司永泰分公司 2024年9月23日

竞拍公告

兹定于2024年9月30日(星期一)上午10时30分在中拍平台(https://paiimai.cai123.org.cn/)举行房地产租赁权拍卖会。拍卖标的:福建省福州市鼓楼区水部街道六一中路157号海祥苑(鼓楼世家)1层10集中式商场08号店面(建筑面积约47㎡)及09号店面(建筑面积约151㎡)五年期租赁权,分项拍卖。标的信息详见本公司网站。有意竞买者,请于2024年9月29日16:30时前将竞买保证金存入本公司指定账户(以到账时间为准),并携带有效证件和银行回款到我司办理竞买登记手续。★展示时间、地点:2024年9月25日-26日,标的物现场★联系电话:17359121510白女士★联系地址:厦门市思明区湖北路报业大厦18层★网址:https://www.xmtp.com/

厦门特拍拍卖有限公司 2024年9月23日

公告声明

●登报电话: 0591-87811583

海峡都市报

分类广告

0591-87811583

拍卖公告

受委托,我定于2024年9月30日上午10时10时在中拍平台(https://paiimai.cai123.org.cn)采用网上电子竞价方式公开拍卖:冷藏集装箱8个(整体拍卖),竞买保证金2万元整。以上标的按现状拍卖,我司和委托方对标的规格、品质及瑕疵等不承担担保责任,有意者请于2024年9月29日17时前将竞买保证金汇入我司指定账户(以到账时间为准)并携带相关凭证和身份证明材料到指定地点办理竞买手续。★看样时间:2024年9月26、27日(提前联系,预约集中看样)。★看样地点:霞浦县经济开发区业北路1号(福建泰信投资有限公司内)报名地点:福州市鼓楼区五四路158号环球广场2108室。★联系电话:0591-87511513、18906762630。福建方圆拍卖有限公司 2024年9月23日

竞租公告

受委托,本公司定于2024年10月17日上午10时在福州市鼓楼区八一七北路70号盛裕大楼7层拍卖厅举行租赁权拍卖会,通过公开竞价确定承租人。竞租标的为:

**标的1:**福州市鼓楼区东浦路湖前大井138号办公楼三层2#场所(面积:470.7㎡)五年租债权。参考价:16475元/月。★林路371号(现门牌号北环路76-4号)3#楼一层05#店面(面积:53.41㎡)三年期租债权。参考价:5341元/月。

**标的2:**福州市晋安区华林路371号(现门牌号北环路76-4号)3#楼一层05#店面(面积:53.41㎡)三年期租债权。参考价:5341元/月。

**标的3:**福州市台江区交通路35号(现门牌29-8号)沿街8号店面(面积:15.25㎡)三年租债权。参考价:8213元/月。

**标的4:**福州市鼓楼区华林路84号海都大厦附属楼二楼部分房地产(面积:450㎡)五年租债权,参考价:33324元/月。

有意竞租者应于2024年10月16日17时前自行将保证金存入指定账户(以银行到账时间为准),并持有效证件和存款回执办理竞买登记手续。

★看样时间:2024年10月10日、11日★联系地址:福州市鼓楼区杨桥东路8号利嘉大广场(东方百货西塔楼)11座1906单元★联系电话:0591-87879996、87819753★网址:www.xmtpm.com

福建省宽托拍卖有限公司 2024年9月23日

公告声明

●登报电话: 0591-87811583

海峡都市报

分类广告

0591-87811583

拍卖公告

受委托,我定于2024年9月30日上午10时10时在中拍平台(https://paiimai.cai123.org.cn)举行拍卖会。拍卖标的:一批废旧电子设备(以实物现状为准)。

有意竞买者请于2024年9月29日下午5时前自行将保证金存入我司账户(以银行到账时间为准)并携带有效证件和银行回款到我司办理竞买登记手续。

★展示时间:2024年9月26-27日

★展示地点:标的所在地

★联系电话:0591-87871130、18659197793

福建省思进拍卖有限公司 2024年9月23日

拍卖公告

受委托,我定于2024年9月30日上午11时在中拍平台(https://paiimai.cai123.org.cn)举行拍卖会。拍卖标的:一批废旧物资(以实物现状为准)。

有意竞买者请于2024年9月29日下午5时前自行将保证金存入我司账户(以银行到账时间为准)并携带有效证件和银行回款到我司办理竞买登记手续。

★展示时间:2024年9月26-27日

★展示地点:标的所在地

★联系电话:0591-87871130、18659197793

福建省思进拍卖有限公司 2024年9月23日

公告声明

●登报电话: 0591-87811583

| 中国体育彩票7星彩第24110期开奖公告  |          |            |             | 中国体育彩票福建31选7附加第24256期开奖公告      |      |         |         | 中国体育彩票福建31选7第24256期开奖公告        |      |         |         | 中国体育彩票福建22选5第24256期开奖公告 |      |         |         | 中国体育彩票排列3(福建省)第24256期开奖公告 |      |          |            |
|-----------------------|----------|------------|-------------|--------------------------------|------|---------|---------|--------------------------------|------|---------|---------|-------------------------|------|---------|---------|---------------------------|------|----------|------------|
| 开奖日期:2024年9月22日       |          |            |             | 开奖日期:2024年9月22日                |      |         |         | 开奖日期:2024年9月22日                |      |         |         | 开奖日期:2024年9月22日         |      |         |         | 开奖日期:2024年9月22日           |      |          |            |
| 本期开奖号码:5 4 1 5 4 1+ 5 |          |            |             | 本期开奖号码:16+28+20+01+08+22+29 12 |      |         |         | 本期开奖号码:16+28+20+01+08+22+29 12 |      |         |         | 本期开奖号码:07 09 15 19 20   |      |         |         | 本期开奖号码:5 4 9 1 3          |      |          |            |
| 奖级                    | 中奖注数     | 单注奖金       | 应派奖金合计      | 奖级                             | 中奖注数 | 单注奖金    | 应派奖金合计  | 奖级                             | 中奖注数 | 单注奖金    | 应派奖金合计  | 奖级                      | 中奖注数 | 单注奖金    | 应派奖金合计  | 奖级                        | 中奖注数 | 单注奖金     | 应派奖金合计     |
| 一等奖                   | 1注       | 5,000,000元 | 5,000,000元  | 一等奖                            | 1注   | 11,573元 | 11,573元 | 一等奖                            | 0注   | 0元      | 0元      | 一等奖                     | 1注   | 25,778元 | 25,778元 | 一等奖                       | 91注  | 100,000元 | 9,000,000元 |
| 二等奖                   | 9注       | 37,117元    | 334,053元    | 二等奖                            | 9注   | 1,605元  | 14,445元 | 二等奖                            | 1注   | 13,992元 | 13,992元 | 二等奖                     | 1注   | 172元    | 172元    | 二等奖                       | 91注  | 10,000元  | 9,000,000元 |
| 三等奖                   | 30注      | 3,000元     | 90,000元     | 三等奖                            | 30注  | 271元    | 8,130元  | 三等奖                            | 23注  | 1,200元  | 27,600元 | 三等奖                     | 1注   | 50元     | 50元     | 三等奖                       | 91注  | 1,000元   | 90,000元    |
| 四等奖                   | 1,062注   | 500元       | 531,000元    | 四等奖                            | 30注  | 117元    | 3,510元  | 四等奖                            | 49注  | 200元    | 9,800元  | 四等奖                     | 1注   | 6元      | 6元      | 四等奖                       | 91注  | 100元     | 9,000,000元 |
| 五等奖                   | 17,335注  | 30元        | 520,050元    | 五等奖                            | 30注  | 60元     | 1,800元  | 五等奖                            | 23注  | 1,200元  | 27,600元 | 五等奖                     | 1注   | 6元      | 6元      | 五等奖                       | 91注  | 100元     | 9,000,000元 |
| 六等奖                   | 726,524注 | 5元         | 3,632,620元  | 六等奖                            | 30注  | 10元     | 3,000元  | 六等奖                            | 23注  | 1,200元  | 27,600元 | 六等奖                     | 1注   | 6元      | 6元      | 六等奖                       | 91注  | 100元     | 9,000,000元 |
| 合计                    | 744,961注 | —          | 10,107,723元 | 合计                             | 30注  | 60元     | 1,800元  | 合计                             | 23注  | 1,200元  | 27,600元 | 合计                      | 1注   | 6元      | 6元      | 合计                        | 91注  | 100元     | 9,000,000元 |