

文章编号: 1672-8785(2013)05-0035-04

## 3 in 铟化铋晶片研磨工艺研究

于增辉 赵 超 王志芳 程 鹏

(华北光电技术研究所, 北京 100015)

**摘 要:** 随着现代光电器件工艺的不断改进以及焦平面器件像元数的不断增加, 大尺寸晶片越来越受到工艺人员的重视, 晶片研磨过程中的表面平整度或总厚度偏差 (Total Thickness Variation, TTV) 数值有所增加。为了满足工艺人员对大尺寸晶片的要求, 降低了研磨工艺中晶片的 TTV 值。在对不同研磨条件下所得到的晶片的 TTV 进行研究后, 制定了合理的研磨工序。

**关键词:** 研磨; 表面平整度; TTV

**中图分类号:** TN213 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2013.05.06

## Research on Grinding Process of 3-inch InSb Wafer

YU Zeng-hui, ZHAO Chao, WANG Zhi-fang, CHENG Peng

(North China Research Institute of Electro-optics, Beijing 100015, China)

**Abstract:** With the improvement of the modern photoelectric device technology and the increase of the pixels in a focal plane array device, the total thickness variation (TTV) of wafers in a grinding process is improved because of more and more attention paid to large size wafers. To meet the requirements of large size wafers, their TTV values are reduced in the grinding process. After the TTV values of the wafers obtained under different grinding conditions are analyzed, a reasonable grinding procedure is established.

**Key words:** grind; surface roughness; TTV

### 0 引言

光电技术是推动社会信息化发展的高新技术。光电器件的发展, 离不开基础材料的支撑。要提高光电器件的成品率, 就必须生长出质量更好的基础材料。随着铟化铋晶片尺寸增大到 3 in, 对晶片的加工工艺也需要作相应的改进。若要降低晶片表面的损伤率, 晶片的表面平整度就要更好。这对晶片研磨技术提出了更高的要求。

为了去除切片加工工序中铟化铋切片表面因切割产生的深度约为 20 ~ 50  $\mu\text{m}$  的表面损伤

层, 并使晶片几何尺寸达到一定的精度, 在铟化铋晶片加工中常需要对晶片切片进行双面研磨加工。目前对直径小于 100 mm 的铟化铋晶片常用双面研磨技术对晶片进行双面研磨加工。

表面平整度是表征研磨质量的重要参数之一。表面平整度的好坏会直接影响到后续晶片抛光工艺的质量。在原有工艺中, 研磨晶片的直径一般为 35 ~ 45 mm。研磨后, 晶片的 TTV 值一般为 0.5  $\mu\text{m}$ 。若使用原有工艺对直径为 3 in 的铟化铋晶片进行研磨加工, 由于晶片面积增加, TTV 值有所增加, 表面质量下降, 不能满足后续抛光工艺对晶片的要求。为了提高晶片

**收稿日期:** 2013-04-27

**作者简介:** 于增辉 (1984-), 男, 吉林吉林人, 助理工程师, 主要从事铟化铋材料方面的研究。

E-mail: yuzenghui\_1984@163.com

的研磨质量,在研磨液配比不变的前提下,本文对研磨时所需要的各种条件进行研究,通过改变研磨压力和调整晶片研磨摆放顺序,降低了晶片的 TTV 值,满足了后续抛光工艺的要求。

## 1 InSb 晶片的研磨机理

研磨的过程主要是坚硬的磨料颗粒对晶片表面切削的过程。研磨剂中的表面活性物质和铋化镉晶片表面可能会起某些化学作用,但这对研磨工艺结果的影响可以忽略不计。

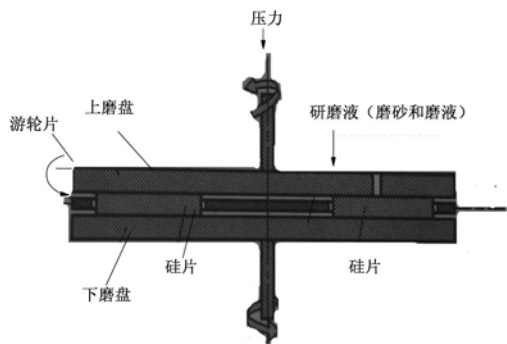


图 1 铋化镉晶片的研磨原理图

如图 1 所示,在双面磨削时,利用游轮片将晶片置于双面研磨机内的上下磨盘之间,并加入适宜的研磨液,使晶片随着磨盘作相对的“行星运动”,便可对晶片表面进行磨削加工。研磨液主要由纯水、研磨沙和表面活性剂组成。

表面平整度是指晶片的最大厚度和最小厚度的差值,单位为  $\mu\text{m}$ 。考虑到后续工序的要求,经过研磨的晶片的 TTV 值必须小于或等于  $1\mu\text{m}$ 。

## 2 用电容法测量晶片厚度

用电容位移传感器测定抛光片表面平整度的方法为:将晶片平放入一对同轴对置的电容量传感器(探头)之间;对探头施加一高频电压,使晶片与探头之间产生高频电场,晶片与上下探头之间各形成一个电容;通过测量探头电路的电流变化量,便测得该电容值  $C$ 。

图 2 为电容位移传感器测量方法的示意图。图中,  $T$  为晶片厚度,  $D$  为两探头间的距离,

$d_1$  为上探头到晶片上表面的位移;  $d_2$  为下探头到晶片下表面的位移。电容由下式计算得到:

$$C = KA/(d_1 + d_2) + C_0 \quad (1)$$

式中,  $C$  为在上下探头和晶片表面之间测得的总电容值  $F$ ,  $K$  为自由空间介电常数,单位为  $F/m$ ;  $A$  为探头的表面积,单位为  $m^2$ ;  $C_0$  为主要由探头结构的特征而产生的寄生电容,单位为  $F$ 。两探头之间的距离和下探头到晶片下表面的距离  $d_2$  在校准时被固定。由式 (1) 进行计算,可得到  $d_1$ ,从而可计算出硅片的表面平整度和其他几何尺寸。

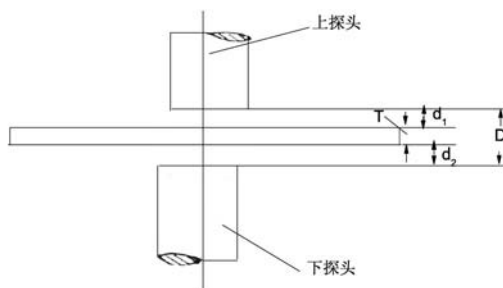


图 2 电容位移传感器测量方法的示意图

## 3 实验

实验时,使用双面精密研磨机对晶片进行研磨。将晶片放入研磨机的游轮片内,设定好时间等参数,启动机器。当晶片随着磨盘作相对的“行星运动”时,对晶片表面进行磨削加工,使晶片变薄。在研磨液配比相同的条件下,该研磨方式比其他研磨方式获得的表面质量与均匀性更好。研磨后,用测厚仪可测得晶片的厚度以及 TTV 值。

为了使结果具有可比性,选取的 14 片晶片的尺寸都为  $3\text{in}$ ,初始厚度均为  $1035 \pm 5\mu\text{m}$ 。分成两组进行实验, A 组片号为  $1 \sim 7$  号, B 组片号为  $8 \sim 14$  号。首先,在机器不增加压力的情况下对两组晶片各研磨两次,每次研磨时间为  $30\text{min}$ ;然后,减去一片  $527.8\text{g}$  的配重,在相当于对晶片增加  $527.8\text{g}$  压力的情况下,再对两组晶片各研磨两次,每次研磨时间也为  $30\text{min}$ 。

## 4 实验结果和分析

表 1 A 组不增加压力的第 1 次研磨 (时间 30 min)

| 片号                    | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 厚度 (mm)               | 1034.5 | 1034.2 | 1033.5 | 1033.2 | 1023.5 | 1033.1 | 1033.9 |
| TTV ( $\mu\text{m}$ ) | 1.71   | 1.89   | 1.98   | 1.81   | 1.64   | 2.03   | 1.83   |

表 2 A 组不增加压力的第 2 次研磨 (时间 30 min)

| 片号                    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 厚度 mm                 | 995.6 | 996.2 | 995.8 | 994.8 | 996.6 | 995.4 | 995.1 |
| TTV ( $\mu\text{m}$ ) | 1.48  | 1.88  | 2.72  | 1.48  | 1.47  | 1.87  | 1.69  |

表 3 A 组增加压力的第 1 次研磨 (时间 30 min)

| 片号                    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 厚度 (mm)               | 937.3 | 938.4 | 938.1 | 937.2 | 937.5 | 938.3 | 937.4 |
| TTV ( $\mu\text{m}$ ) | 0.89  | 0.68  | 0.74  | 0.73  | 0.82  | 0.84  | 0.95  |

表 4 A 组增加压力的第 2 次研磨 (时间 30 min)

| 片号                    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 厚度 (mm)               | 879.6 | 880.8 | 879.4 | 880.1 | 878.9 | 879.2 | 879.5 |
| TTV ( $\mu\text{m}$ ) | 0.78  | 0.64  | 0.79  | 0.83  | 0.81  | 0.68  | 0.79  |

表 5 B 组不增加压力的第 1 次研磨 (时间 30 min)

| 片号                    | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 厚度 mm                 | 1030.4 | 1030.1 | 1032.1 | 1031.8 | 1031.4 | 1030.9 | 1031.7 |
| TTV ( $\mu\text{m}$ ) | 1.89   | 1.96   | 1.79   | 1.76   | 1.65   | 1.81   | 1.78   |

表 6 B 组不增加压力的第 2 次研磨 (时间 30 min)

| 片号                    | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 厚度 mm                 | 991.2 | 990.8 | 992.1 | 991.8 | 991.5 | 992.3 | 991.7 |
| TTV ( $\mu\text{m}$ ) | 1.75  | 1.84  | 1.93  | 1.88  | 1.62  | 1.89  | 1.60  |

表 7 B 组增加压力的第 1 次研磨 (时间 30 min)

| 片号                    | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 厚度 mm                 | 930.2 | 929.8 | 929.1 | 930.1 | 929.6 | 929.7 | 929.2 |
| TTV ( $\mu\text{m}$ ) | 0.89  | 0.70  | 0.75  | 0.98  | 0.68  | 0.71  | 0.61  |

表 8 B 组增加压力的第 2 次研磨 (时间 30 min)

| 片号                    | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 厚度 mm                 | 867.0 | 866.2 | 866.5 | 870.3 | 870.1 | 866.9 | 866.4 |
| TTV ( $\mu\text{m}$ ) | 0.55  | 0.78  | 0.62  | 0.72  | 0.88  | 0.73  | 0.98  |



图 3 测厚仪测量的实验结果



图 4 3 in 铈化钢晶片

由表 1 可知, 在不减配重时, 晶片有微小形变, 导致研磨后晶片的 TTV 值较大。即使重复进行加工, TTV 数值也不会明显下降, 达不到工艺的标准要求。减掉 527.8 g 配重后, 压力适中, 晶片形变量变小, 研磨后晶片的 TTV 值也相应地减小到工艺标准要求的数值以内。我们还研究了继续减小配重条件下晶片研磨后的 TTV 值。结果表明, 如果继续减小配重, 虽然研磨速

率有所增加, 但是研磨后晶片的 TTV 值反而会增加, 使得晶片不符合要求。

## 5 结论

按照原有工艺对晶片进行研磨, 不能得到满足铈化钢工艺标准文件所要求的晶片, 同时会影响后续的晶片抛光, 导致抛光后的晶片的 TTV 值等参数不合格。通过对比实验, 发现研磨工艺过程中晶片的表面平整度可以通过调整加在晶片上的压力而改变。多次实验的数据表明, 随着研磨压力的增加, TTV 值先下降后增加, 变化范围在  $0.5 \sim 2.5 \mu\text{m}$  之间。为获得表面平整度较好的 3 in 研磨晶片, 需调整压力至合适的范围内。改进工艺以后, 研磨后的晶片质量大大提高, 能满足铈化钢工艺标准文件的要求, 而且晶片抛光工艺后的晶片合格率也相应有所提高。

## 参考文献

- [1] 田守信, 马仁勇, 郭宝金. 光学零件加工的技术[M]. 长春: 长春光学精密机械学院, 1983.
- [2] 吕茂钰. 光学零件制造[M]. 北京: 机械工业出版社, 1977.
- [3] 张厥宗. 硅单晶抛光片的加工技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [4] Michael Quirk, Julian Serda 著, 韩郑生译, 半导体制造技术 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
- [5] 王志芳. 晶片研磨速率及损伤层的研究 [J]. 红外与激光工程, 2006, 35(S5): 188-191.