



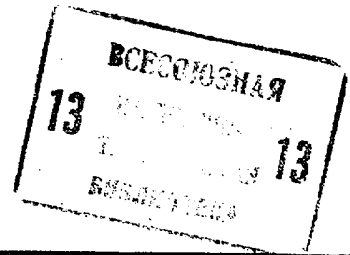
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1206067** **A**

(51)4 В 24 В 37/04//В 24 D 7/00

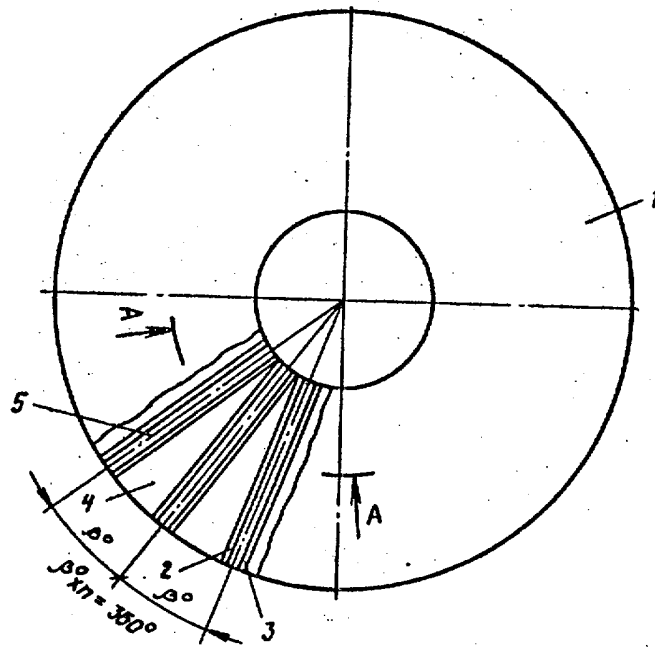
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3712554/25-08
- (22) 14.02.84
- (46) 23.01.86. Бюл. № 3
- (71) Научно-исследовательский институт "Сапфир" и МВТУ им. Н.Э.Баумана
- (72) В.П. Жалнин, Ю.И. Нестеров, К.Ф. Скворцов, Л.С. Гарба и Л.Н. Михайлов
- (53) 621.922.079(088.8)
- (56) J.Watanabe and J.Suzuki High Precision Polishing of Semiconductor Material Using Hydrodynamic Principle, Annals of the CIRP, vol 30/1/, 1981, с. 91-95.

(54)(57) 1. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ, выполненный в виде диска с радиально расположенными плоскими участками на его торцевой поверхности и с прямыми скосами, выполненными под острым углом к поверхности диска с одной стороны: плоских участков, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности и качества обработки, с противоположной стороны плоских участков дополнительно выполнены обратные скосы под острым углом к торцевой поверхности.



Фиг.1

(19) **SU** (11) **1206067** **A**

2. Инструмент по п. 1, отличающийся тем, что прямые и обратные скосы имеют постоянную ширину в направлении от центра диска к его периферии, а между ними выполнены радиальные канавки.

3. Инструмент по п. 1, отличающийся тем, что прямые и обратные скосы имеют переменную ширину.

4. Инструмент по пп. 1-3, отличающийся тем, что отношение углов наклона прямых и обратных скосов лежит в пределах 0,025-40.

5. Инструмент по п. 1, отличающийся тем, что ширина прямого и обратного скосов и плоского участка находятся в зависимости

$$0,1 \leq \frac{b_1 \cos \alpha_1 + b_2 \cos \alpha_2}{B} < 1,$$

где b_1 - ширина прямого скоса;
 b_2 - ширина обратного скоса;
 B - ширина сектора, включающая ширину скосов и плоского участка;
 α_1 - угол наклона прямого скоса;
 α_2 - угол наклона обратного скоса.

6. Инструмент по п. 1, отличающийся тем, что отношение ширины прямого и обратного скосов находится в пределах 0,03-80.

7. Инструмент по пп. 1-6, отличающийся тем, что скосы выполнены криволинейными.

1

Изобретение относится к финишной прецизионной обработке плоских деталей, например, из полупроводниковых монокристаллов и может найти широкое применение при обработке полупроводниковых пластин большого диаметра для интегральных микросхем.

Целью изобретения является повышение производительности и качества обработки путем увеличения скорости течения абразивной суспензии в зазоре между инструментом и обрабатываемой деталью.

На фиг. 1 показан инструмент со скосами постоянной ширины, вид сверху; на фиг. 2 - инструмент со скосами переменной ширины, вид сверху; на фиг. 3 - разрез А-А на фиг. 1, с плоскими скосами; на фиг. 4 - то же, с криволинейными скосами; на фиг. 5 - перепад давлений в клинях, образуемых прямым и обратным скосами.

Инструмент представляет собой диск 1, на торцовой поверхности которого выполнены прямые 2 и обратные 3 скосы образующие V-образные желобки 4, а между скосами - плоские участки 5. На дне желоба могут быть выполнены радиальные канавки 6, например полукруглые.

Как видно из фиг. 5, в области I возникает давление выше, чем в окру-

2

жающей среде, а в области II давление меньше, чем в окружающей среде. За счет разрежения, получаемого в области II, суммарный перепад давления значительно выше, чем в прототипе, а следовательно, возрастает скорость движения абразивной суспензии в зазоре и соответственно производительность обработки.

10 В случае, когда угловая скорость вращения детали больше угловой скорости вращения инструмента, ширина прямых и обратных скосов должна увеличиваться в направлении от центра инструмента к его периферии, чтобы не изменилось гидродинамическое давление в жидкостном клине и съем материала был равномерным.

20 В случае, когда угловые скорости вращения детали и инструмента одинаковы, прямые и обратные скосы следует изготавливать постоянной ширины. А в случае, когда угловая скорость вращения детали меньше угловой скорости вращения инструмента, ширина прямых и обратных скосов должна уменьшаться в направлении периферии инструмента. Благодаря этому компенсируется изменение давления в жидкостном клине за счет возрастания относительной скорости в направлении периферии.

Между прямыми и обратными скосами инструмента выполнены радиальные канавки глубиной 2-3 мм, например полукруглой формы. Они предназначены для улучшения подвода абразивной суспензии к прямым и обратным скосам и отвода суспензии от них. Так как канавки выполнены в радиальном направлении, то циркуляция суспензии осуществляется очень активно под воздействием центробежной силы, что положительно сказывается на скорости съема материала и качестве обрабатываемой поверхности.

Отношение углов прямого и обратного скоса лежит в пределах 0,025-40. Минимальный целесообразный тангенс угла наклона скоса может быть 0,007, а максимальный угол наклона скоса может быть 15°. Угол наклона прямого скоса может быть меньше или больше угла наклона обратного скоса. Это зависит от конкретного выбора профиля инструмента. А отношение этих углов лежит в указанных пределах. Плоский участок в инструменте служит для восприятия давления детали на инструмент, когда относительное движение детали и инструмента равно нулю, так как в этом случае гидродинамическое давление равно нулю и деталь ложится на инструмент. Это соответствует режимам пуска и остановки. Ширина плоского участка и скосов находятся в следующей зависимости:

$$0,1 \leq \frac{b_1 \cos \alpha_1 + b_2 \cos \alpha_2}{B} \leq 1,$$

где b_1 - ширина прямого скоса;
 b_2 - ширина обратного скоса;
 B - ширина сектора, включающая ширину скосов и плоского участка;
 α_1 - угол наклона прямого скоса;
 α_2 - угол наклона обратного скоса.

Отношение ширины прямого скоса и ширины обратного скоса лежит в пределах 0,03-80.

При уменьшении данного отношения менее 0,03 происходит существенное уменьшение несущей способности инструмента, в результате чего обрабатываемая деталь может соприкоснуться с боковой поверхностью инструмента. Это приводит к ухудшению качества обрабатываемой поверхности или повреждению

детали, а также преждевременному износу инструмента.

При увеличении данного отношения больше 80, значительно возрастает несущая способность инструмента, что приводит к увеличению зазора между обрабатываемой поверхностью детали и плоским участком инструмента. В результате этого существенно ухудшается плоскостность обрабатываемой детали.

Как видно из фиг. 5, переход от плоского прямого и обратного скоса к горизонтальному плоскому участку является резким. При скоростях относительного движения инструмента и детали до 150 м/мин и углах наклона скосов до 10° такой резкий переход не оказывает существенного влияния на течение жидкой суспензии в зазоре, что подтверждается экспериментальной проверкой. Однако при более высоких скоростях и больших углах наклона скосов, на упомянутых резких переходах возникают завихрения, приводящие к снижению производительности процесса обработки и ухудшению качества поверхности обрабатываемой детали. Поэтому при высоких скоростях относительного движения детали и инструмента прямые и обратные скосы следует выполнять криволинейными, например по логарифмической образующей с плавным переходом в плоский горизонтальный участок.

Инструмент работает следующим образом.

До начала обработки включают автономный привод инструмента. Инструмент при этом должен находиться в объеме суспензии. К вращающемуся в объеме суспензии инструменту плавно подводят обрабатываемую деталь, которая может совершать сложное плоскопараллельное движение. При подводе плоской детали к инструменту между прямыми и обратными скосами и плоскостью детали образуется жидкостное клинья. За счет перепада давления в этих клиньях в зазоре между деталью и плоским горизонтальным участком инструмента интенсивно течет поток суспензии, содержащий абразивные частички. При столкновении их с поверхностью детали осуществляется удаление необходимого припуска.

Инструмент был испытан при обработке кремневых пластин марки КДВ 7, 5, ориентация [11] диаметром 76 мм.

Обработка осуществлялась в объеме суспензии следующего состава, вес. %: двуокись кремния Аэросил А-175 - 2; едкое кали - 0,25; глицерин - 12; перекись водорода - 2,5; деионизованная вода - остальное. Скорость относительного движения 2 м/с. Зазор составил $3 \cdot 10^{-6}$ м. Обработка проводилась тремя инструментами.

Параметры первого инструмента: $\alpha_1 = 0,5^\circ$; $\alpha_2 = 20^\circ$; $b_1 = 3 \cdot 10^{-3}$ м; $b_2 = 1 \cdot 10^{-3}$ м.

Параметры второго инструмента: $\alpha_1 = 15^\circ$; $\alpha_2 = 0,375^\circ$; $b_1 = 1 \cdot 10^{-2}$ м; $b_2 = 4 \cdot 10^{-3}$ м.

Параметры третьего инструмента: $\alpha_1 = 15^\circ$; $\alpha_2 = 0$; $b_1 = 1 \cdot 10^{-2}$ м;

$b = 0$ (инструмент для сравнения).

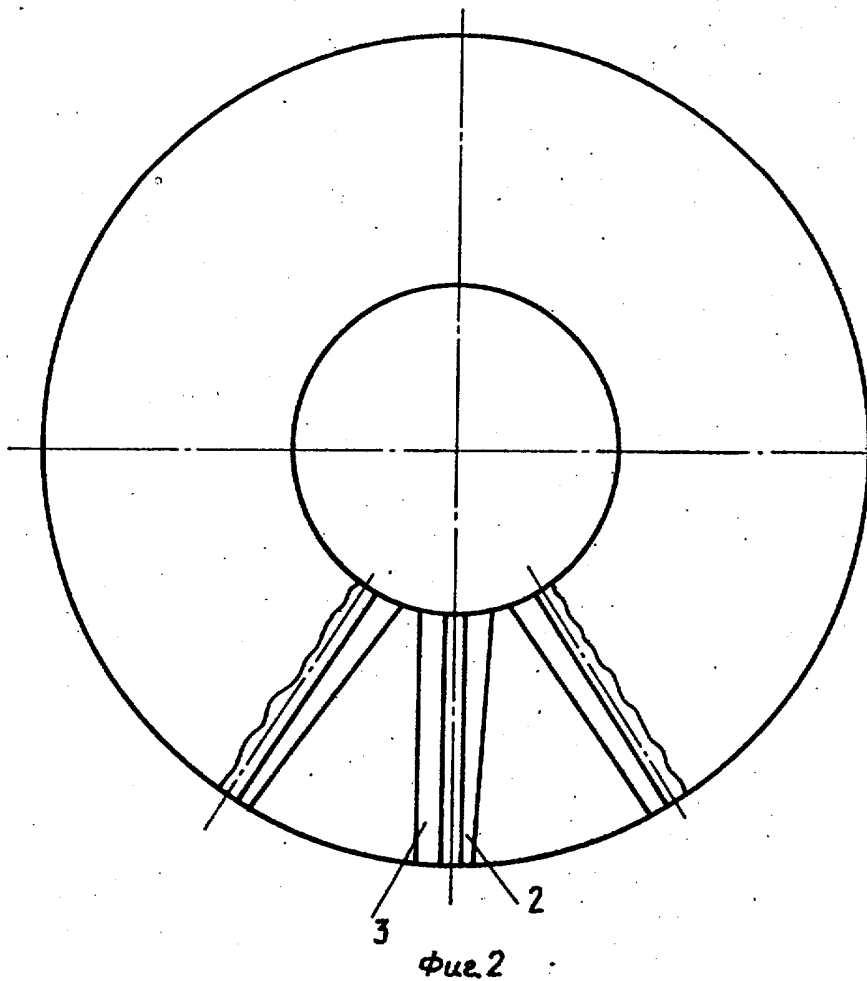
Для первого инструмента $\alpha_1 / \alpha_2 = 0,025$; $V = 39,4 \cdot 10^{-3}$ м, $(b_1 \cos \alpha_1 + b_2 \cos \alpha_2) / V = 0,1$. Скорость съема составила $3 \cdot 10^{-9}$ м/с.

Для второго инструмента $\alpha_1 / \alpha_2 = 40$; $V = 13,8 \cdot 10^{-3}$ м, $(b_1 \cos \alpha_1 + b_2 \cos \alpha_2) / V = 0,99$.

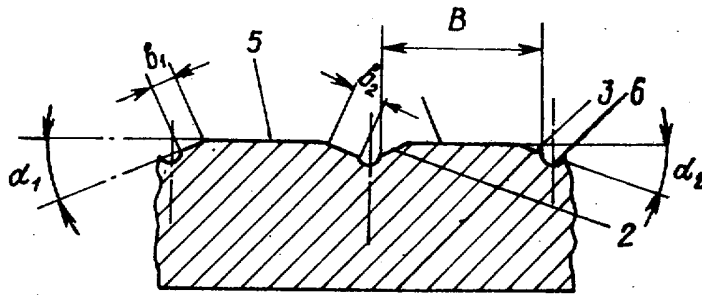
Скорость съема составила $2,2 \cdot 10^{-9}$ м/с.

Для инструмента № 3 скорость съема составила $1,7 \cdot 10^{-9}$ м/с.

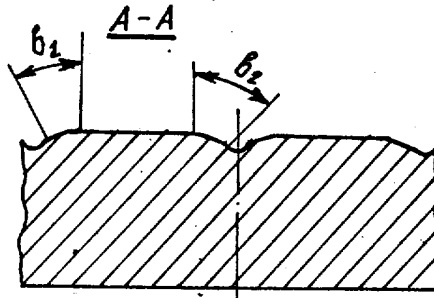
Причем при обработке первым и вторым инструментами на поверхности пластин наблюдалось меньшее количество следов воздействия абразивных зерен двуокиси кремния.



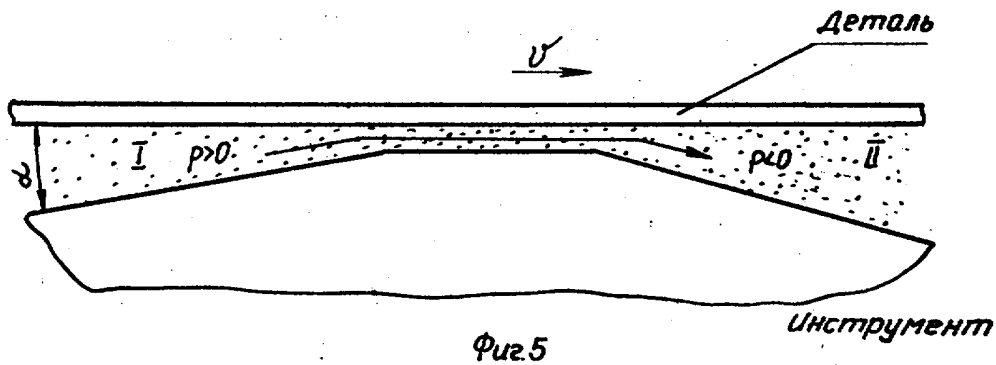
A-A



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

Составитель В. Воробьев
 Редактор А. Ворович Техред Э. Палий Корректор И. Муска

Заказ 8615/14 Тираж 139 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4