

Автоматизированная система выбора оптимального технологического процесса резки слитков полупроводниковых и диэлектрических материалов на пластины

А.В. Алексахин¹, Д.Н. Гулидов²

¹ООО «Объединенные Беспроводные Технологии, г. Москва, Россия

²Национальный исследовательский университет «МИЭТ», г. Москва, Россия

gulidovy@rambler.ru

Абразивная резка применяется при изготовлении полупроводниковых и диэлектрических подложек в твердотельной электронике. При технологической подготовке изготовления подложек возникает проблема выбора наиболее экономически обоснованного метода резки. По мере увеличения диаметра разрезаемого слитка проблема возрастает.

Разработана автоматизированная система выбора оптимального технологического процесса алмазно-абразивной резки полупроводниковых и диэлектрических слитков на пластины. Описан алгоритм выбора оптимального техпроцесса резки слитков полупроводниковых и диэлектрических материалов на пластины. В соответствии с разработанным алгоритмом созданы базы данных и программное обеспечение.

Программа позволяет выбрать способ резки, тип инструмента и марку абразива для материала с конкретными физико-механическими параметрами.

Ключевые слова: абразивная резка; подложка; автоматизированная система; алгоритм; программное обеспечение.

Для цитирования: Алексахин А.В., Гулидов Д.Н. Автоматизированная система выбора оптимального технологического процесса резки слитков полупроводниковых и диэлектрических материалов на пластины // Изв. вузов. Электроника. – 2018. – Т. 23. – № 1. – С. 103–106. DOI: 10.24151/1561-5405-2018-23-1-103-106

Automated System for Selecting Optimal Process Technology for Cutting Ingots of Semiconductor and Dielectric Materials onto Plates

A.V. Aleksakhin¹, D.N. Gulidov²

¹United Wireless Technologies Ltd, Moscow, Russia

²National Research University of Electronic Technology, Moscow, Russia

gulidovy@rambler.ru

Abrasive cutting is used in the manufacture of the semiconductor and dielectric substrates in solid state electronics. In the technological preparation for manufacturing the substrates the problem of selecting the most economically stipulated cutting method arises. When increasing the diameter of the ingot being cut the urgency of the given problem grows.

The purpose of the work is the development of the automated system for selecting the optimal technological process of diamond-abrasive cutting of the semiconductor and

dielectric ingots onto plates. An algorithm for choosing the optimal process technology for cutting ingots of semiconductor and dielectric materials onto plates has been described. In accordance with the developed algorithm the databases and the software have been created.

The program allows choosing the cutting method, the tool type and the abrasive grade for a material with specific physical and mechanical parameters.

Keywords: abrasive cutting; substrate; Automated system; algorithm; software.

For citation: Aleksakhin A.V., Gulidov D.N. Automated system for selecting optimal process technology for cutting ingots of semiconductor and dielectric materials onto plates // Proc. of Universities. Electronics. – 2018. – Vol. 23. – № 1. – P. 103–106. DOI: 10.24151/1561-5405-2018-23-1-103-106

В процессе технологической подготовки изготовления подложек возникает проблема выбора наиболее экономически обоснованного метода резки [1]. Проблема осложняется по мере увеличения диаметра разрезаемого слитка [2]. Выбор технологического процесса резки подразумевает анализ многих параметров и источников информации, за исключением критерия, который может явиться причиной неоправданных технологических потерь дорогостоящих материалов, повышения трудоемкости изготовления продукции, снижения выхода годных изделий.

Цель настоящей работы – разработка автоматизированной системы выбора оптимального технологического процесса алмазно-абразивной резки полупроводниковых и диэлектрических слитков на пластины.

На основе анализа особенностей и ограничений, присущих различным методам алмазно-абразивной резки слитков на пластины, разработан алгоритм выбора оптимального процесса резки [3], блок-схема которого приведена на рисунке. Выбор технологического процесса осуществляется исходя из заданных параметров и технических требований, предъявляемых к отрезаемым пластинам. Порядок действий следующий:

- *выбор кристаллографической плоскости резания.* Этот критерий относится к анизотропным полупроводниковым и диэлектрическим монокристаллам. Обычно плоскость реза задается, и она перпендикулярна оси роста такого монокристалла;

- *выбор кристаллографического направления резания.* Данный критерий также относится к анизотропным полупроводниковым и диэлектрическим монокристаллам. Он, как правило, не задается, хотя многочисленные литературные источники указывают на то, что анизотропия механических свойств монокристаллических полупроводниковых и диэлектрических материалов заметно влияет на производительность и качество обработки. Направление резания выбирается из сформированной базы данных;

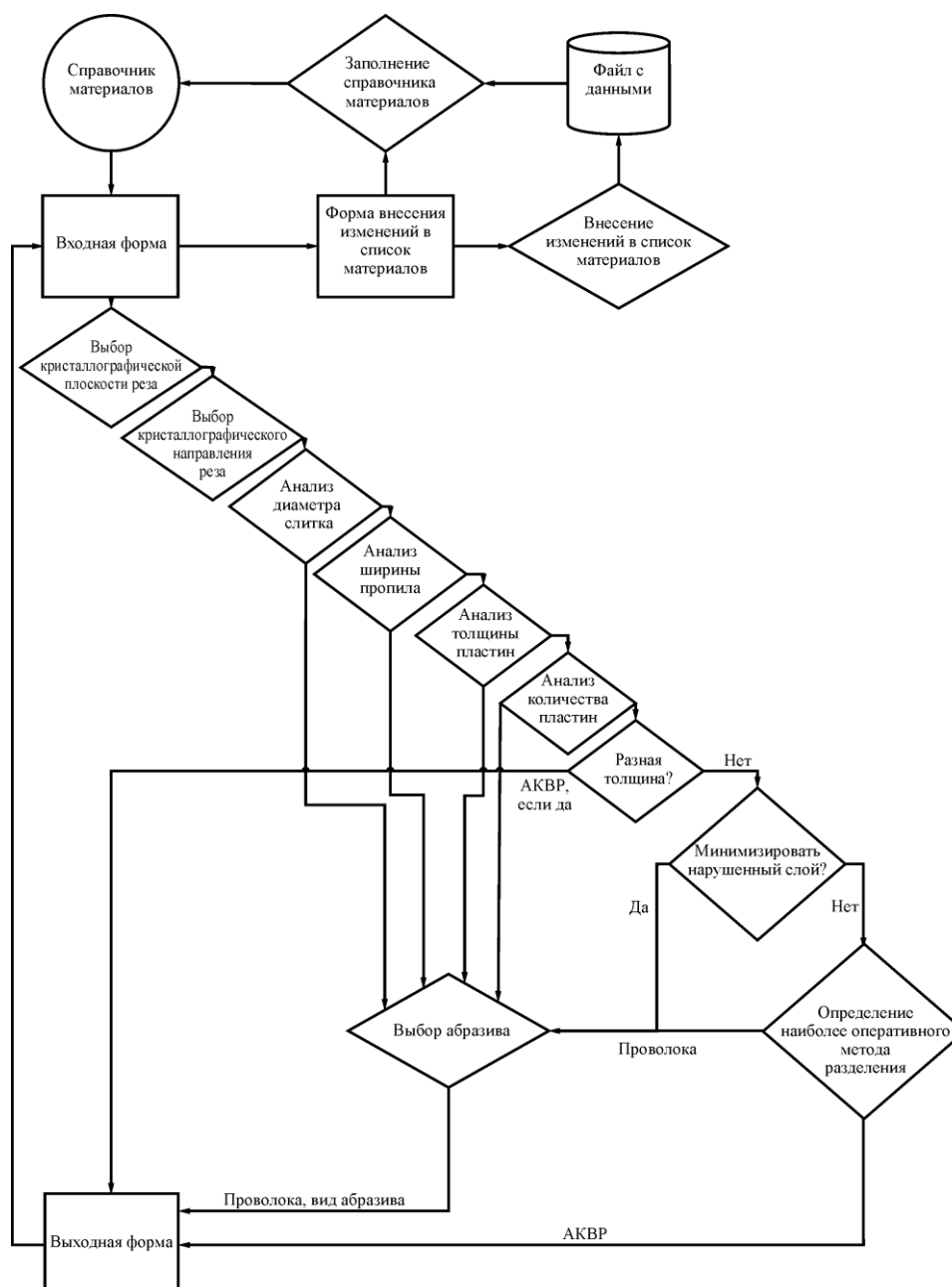
- *оценка поперечного размера разрезаемой заготовки.* Оценивается наибольший поперечный размер разрезаемой заготовки и сравнивается с максимальным размером, который может быть получен с помощью алмазных кругов с внутренней режущей кромкой (АКВР);

- *оценка предельной ширины пропила.* Сравнивается максимально допустимая ширина пропила с минимальной шириной, которая может быть обеспечена при резке АКВР;

- *оценка отношения толщины отрезаемой пластины к ее диаметру.* Учитываются описанные в технической литературе и сформированные в базе данных ограничения по толщине пластин в зависимости от их диаметра для материалов, которые могут быть отрезаны АКВР согласно техническим требованиям, предъявляемым к пластинам;

- *оценка величины партии пластин.* Оценивается экономическая целесообразность использования оборудования проволоочной резки с учетом изготовления дорогостоящей технологической оснастки;

- *изготовление пластин разной толщины в партии.* Если требуется отрезать относительно небольшое количество пластин разной толщины, обработку целесообразно осуществлять АКВР при условии, что требования, предъявляемые к максимальному поперечному размеру заготовки, максимально допустимой ширине пропила и минимальной толщине отрезаемой пластины, удовлетворяются;



Блок-схема алгоритма выбора техпроцесса резки слитка
Block diagram of the algorithm for selecting the process technology for cutting ingots

- минимизация толщины структурно-дефектных слоев на сторонах отрезанных пластин. При необходимости следует учитывать, что в процессе проволочной резки образуется нарушенный слой, значительно меньший, чем при резке АКВР;

- обеспечение оперативности разделения заготовки. Сравнивается продолжительность отрезания одной пластины АКВР и проволокой.

В соответствии с разработанным алгоритмом созданы необходимые базы данных [4] и разработано программное обеспечение на языке C# с использованием среды разработки MS Visual Studio 2010 [5].

Таким образом, предложенная автоматизированная система позволяет существенно сократить сроки и затраты на технологическую подготовку операции резки слитков полупроводниковых и диэлектрических материалов на пластины. Система внедрена в ООО «Механика»

(г. Москва) и ООО «НПЦ «Контур» (г. Чебоксары), которые поставляют ее потребителям алмазно-абразивного инструмента с целью рационального использования и обеспечения оперативной технологической подготовки процессов изготовления подложек для твердотельной электроники.

Литература

1. *Алексахин А.В., Гулидов Д.Н.* Разработка автоматизированной системы выбора оптимального технологического процесса резки слитков полупроводниковых и диэлектрических материалов // Электронная техника. Сер. 1. СВЧ-техника. – 2016. – № 1. – С. 112–117.
2. *Yamagishi H., Kuramoto M., Shirajishi Y., Machida N.* Large diameter silicon technology and epitaxy // *Microelectronic Engineering*. – 1999. – Vol. 45. – P. 101–110.
3. *Алексахин А.В., Лапшинов Б.А.* Разработка алгоритма выбора оптимального технологического процесса резки слитков полупроводниковых и диэлектрических материалов // Инновационные информационные технологии: Материалы междунар. науч.-практ. конф. (г. Прага, 2013). – М., 2013. – Т.3. – С. 12–17.
4. *Алексахин А.В.* Формирование информационных баз данных при выборе оптимального технологического процесса резки слитков полупроводниковых и диэлектрических материалов / Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: Материалы междунар. науч.-практ. конф. (г. Сочи, 2013). – М., 2013. – С. 363–365.
5. *Алексахин А.В.* Программа выбора оптимального технологического процесса алмазно-абразивной резки твердых хрупких материалов // Патент России № 2016616240. 2016. Бюл. № 7.

Поступило 10.07.2017 г.; принято к публикации 09.11.2017 г.

Алексахин Артем Владиславович – технический директор ООО «Объединенные Беспроводные Технологии» (Россия, 125315, г. Москва, ул. Усиевича, 24), unignore@mail.ru

Гулидов Дмитрий Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры системной среды качества Национального исследовательского университета «МИЭТ» (Россия, 124498, г. Москва, г. Зеленоград, пл. Шокина, д. 1), gulidovy@rambler.ru

References

1. Aleksahin A.V., Gulidov D.N. Razrabotka avtomatizirovannoj sistemy vybora optimal'nogo tekhnologicheskogo processa rezki slitkov poluprovodnikovyh i dielektricheskikh materialov [The development of automated system for choosing the optimal technological process for cutting ingots of semiconductor and dielectric materials]. *Elektronnaya tekhnika. Ser. 1. SVCH-tekhnika – Electronic Engineering. Series 1. Microwave Engineering*, 2016, no. 1, pp. 112–117. (In Russian).
2. Yamagashi H., Kuramoto M., Shirajishi I., Mahida N. Large diameter silicon technology and epitaxy. *Microelectronic Engineering*, 1999, vol. 45, pp. 101–111.
3. Aleksahin A.V., Lapshinov B.A. Razrabotka algoritma vybora optimal'nogo tekhnologicheskogo processa rezki slitkov poluprovodnikovyh i dielektricheskikh materialov [Development of the selection algorithm of optimal technical process of cutting bars of semiconductor and dielectric materials]. *Innovacionnye informacionnye tekhnologiiya: Materialy mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. g. Praga* [Innovative Information Technologies: Materials of the International scientific-practical conference. Praha], 2013, MIEM NIU VSHE Publ., vol. 3, pp. 12–17. (In Russian).
4. Aleksahin A.V. Formirovanie informacionnyh baz dannyh pri vybere optimal'nogo tekhnologicheskogo processa rezki slitkov poluprovodnikovyh i dielektricheskikh materialov [The formation of information databases in selecting the optimum cutting process of ingots semiconductor and dielectric materials]. *Innovacii na osnove informacionnyh i kommunikacionnyh tekhnologij: Materialy mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. g. Sochi* [Innovations based on information and communication technologies Materials of the International scientific-practical conference. Sochi], 2013, MIEM NRU HSE, pp. 363–365. (In Russian).
5. Aleksahin A.V. *Programma vybora optimal'nogo tekhnologicheskogo processaalmazno-abrazivnoj rezki tverdyh hrupkih materialov* [Program for selecting the optimal process for diamond-abrasive cutting of hard brittle materials]. Patent RF, no. 2016616240, 2016. (In Russian).

Submitted 10.07.2017; accepted 09.11.2017.

Alexakhin Artem V. – technical director, United Wireless Technologies (Russia, 125315, Moscow, Usievich str., 24), unignore@mail.ru

Gulidov Dmitry N. – Dr. Sci. (Eng.), Prof. of the Systemic Scoup Quality Department, National Research University of Electronic Technology (Russia, 124498, Moscow, Zelenograd, Shokin sq., 1), gulidovy@rambler.ru