

Анализ рельефа кремниевых пластин методами геоморфометрии

Дедкова Анна Александровна^{1*}

dedkova@ckp-miet.ru

*Флоринский Игорь Васильевич*²

iflor@mail.ru

¹Москва, Национальный исследовательский университет «МИЭТ»

²Пушино, ИМПБ РАН, филиал ИПМ им. М. В. Келдыша РАН

Анализ рельефа поверхности кремниевых пластин и мембран на пластинах является важным этапом производства микроэлектромеханических систем [1]. В частности, такой анализ позволяет измерять деформацию (изгиб) этих объектов и рассчитывать величину их механических напряжений. При этом используются цифровые модели рельефа (ЦМР) пластин и мембран с субмиллиметровым разрешением и перепадом высот микрометрового диапазона, которые получают способом оптической профилометрии.

При анализе рельефа пластин и мембран обычно ограничиваются определением прогиба. Иногда применяется аппарат классической дифференциальной геометрии: анализируются модели Гауссовой и главных кривизн, которые рассчитываются по ЦМР этих объектов. Нами применены методы геоморфометрии, в основе которой лежит теория топографической поверхности, существенно развивающая классические положения.

Анализировался рельеф пластин с диаметрами 100 и 150 мм и перепадами высот от 5 до 45 мкм. По их ЦМР были рассчитаны модели 22-х морфометрических величин, в частности, серии кривизн: горизонтальной, вертикальной, разностной, двух избыточных, минимальной, максимальной, средней, Гауссовой, и др. Полученные морфометрические модели значительно информативнее, чем исходная ЦМР: они позволяют выявить структуру, конфигурацию и величину неровностей поверхности пластины. Анализ этих сведений дает возможность провести соответствие между ними и проведенными операциями технологического маршрута для их дальнейшей корректировки.

Исследование выполнено с использованием оборудования ЦКП «МСТ и ЭКБ» МИЭТ.

- [1] Дедкова А. А., Дюжнев Н. А., Гусев Е. Э., Штерн М. Ю. Оперативная неразрушающая методика анализа прогиба мембран, расположенных на пластине // Дефектоскопия, 2020. № 5. С. 52–59.

Analysis of topography of silicon wafers by geomorphometric methods

*Anna Dedkova*¹★

dedkova@ckp-miet.ru

*Igor Florinsky*²

iflor@mail.ru

¹Moscow, National Research University of Electronic Technology

²Pushchino, IMPB KIAM RAS

Analysis of topography of silicon wafers and membranes on silicon wafers is an important stage of manufacturing of microelectromechanical systems [1]. In particular, such an analysis allows one to measure deformation (bending) of these objects and to estimate a magnitude of their mechanical stresses. In such works, one can use digital elevation models (DEMs) of wafers and membranes with a submillimeter resolution and a micrometer-range elevation difference, which are produced by optical profilometry.

Analyzing wafer/membrane topography, researchers usually limit themselves to determining deflection. The apparatus of the classic differential geometry is sometimes used analyzing models of the Gaussian and principal curvatures derived from wafer/membrane DEMs. We applied methods of geomorphometry, which is based on a theory of topographic surface essentially developing the classical concepts.

We analyzed topography of wafers with diameters of 100 mm and 150 mm and elevations ranging from 5 μm to 45 μm . We derived models of 22 morphometric variables from wafer DEMs, in particular, a series of curvatures: horizontal, vertical, difference, two excessive, minimal, maximal, mean, Gaussian, etc. The derived morphometric models are much more informative than the original DEM: they allowed us to reveal a structure, configuration, and value of irregularities of the wafer surface. Analysis of these data makes it possible to find a correspondence between them and the operations performed on the technological route for their further correction.

The study was performed with equipment of the R&D Center “MEMSE” (MIET).

- [1] *Dedkova A. A., Dyuzhev N. A., Gusev E. E., Shtern M. Yu.* Fast nondestructive technique for analyzing deflection of membranes located on the substrate // Russian Journal of Nondestructive Testing, 2020. Vol. 56. No. 5. Pp. 452–459.



Российская академия наук
Вычислительный центр РАН ФИЦ ИУ РАН
Центр хранения и анализа больших данных МГУ
Центр компетенций НТИ по направлению
«Искусственный интеллект» МФТИ

Интеллектуализация обработки информации

13-я Международная конференция

Москва, 2020

УДК 004.85+004.89+004.93+519.2+519.25+519.7

ББК 22.1:32.973.26-018.2

И 73

Интеллектуализация обработки информации: Тезисы докладов 13-й Международной конференции, г. Москва 2020 г. — М.: Российская академия наук, 2020. — 472 с.

ISBN 978-5-907366-16-9

В сборнике представлены тезисы докладов 13-й Международной конференции «Интеллектуализация обработки информации», проводимой Российской академией наук, Вычислительным центром Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, Центром компетенций НТИ по направлению «Искусственный интеллект» на базе Московского физико-технического института, Центром хранения и анализа больших данных на базе Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

Конференция проводится регулярно, начиная с 1989 г., и является представительным научным форумом в области интеллектуального анализа данных, машинного обучения, распознавания образов, анализа изображений, обработки сигналов, дискретного анализа.

Сайт конференции <http://mmro.ru>.

ISBN 978-5-907366-16-9

© Авторы докладов, 2020

© ФИЦ ИУ РАН, 2020

UDK 004.85+004.89+004.93+519.2+519.25+519.7
BBK 22.1:32.973.26-018.2

Intelligent Data Processing: Theory and Applications: Book of abstract of the 13th International Conference, Moscow, 2020. — Moscow: Russian Academy of Sciences, 2020. — 472 p.

ISBN 978-5-907366-16-9

The volume contains the abstracts of the 13th International Conference “Intelligent Data Processing: Theory and Applications”. The conference is organized by the Russian Academy of Sciences, Federal Research Center “Computer Science and Control” of RAS, Center of big data storage and analysis at the Moscow State University, and the Competence Center of the National Technological Initiative “Artificial intelligence” at the Moscow Institute of Physics and Technology.

The conference has being held biennially since 1989. It is one of the most recognizable scientific forums on data mining, machine learning, pattern recognition, image analysis, signal processing, and discrete analysis.

The conference website <http://mmro.ru/en/>.

ISBN 978-5-907366-16-9

© Authors of the abstracts, 2020
© FRC CSC RAS, 2020

Краткое оглавление

Интеллектуальный анализ данных	10
Машинное обучение	16
Аналитика больших данных	59
Нейронные сети и глубокое обучение	80
Методы оптимизации для интеллектуального анализа данных	121
Вычислительная сложность и приближенные методы	145
Обработка и анализ изображений и сигналов, компьютерное зрение	162
Информационный поиск и анализ текстов	208
Индустриальные приложения науки о данных	244
Анализ биомедицинских данных, биоинформатика	281
Методы математического моделирования в интеллектуальном анализе данных	322
Интеллектуальный анализ геопространственных данных	324
Интеллектуальная оптимизация и эффективный менеджмент	341
Интеллектуальный анализ данных в задачах информационной безопасности	429

Brief contents

Data mining	10
Machine learning	16
Big data analytics	59
Neural networks and deep learning	80
Data mining optimization techniques	121
Algorithmic complexity and approximate methods	145
Image and signal processing, computer vision	162
Information retrieval and text analysis	208
Industrial data science applications	244
Analysis of biomedical data, bioinformatics	281
Methods of mathematical modeling in data mining	322
Geospatial data mining	324
Intelligent optimization and effective management	341
Data mining in information security	429

Научное издание

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ
ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Тезисы докладов
13-й Международной конференции

Подписано в печать 17.12.2020
Формат 60×84 1/8
Усл.-печ. л. 20,1. Уч.-изд. л. 21,17
Тираж 50 экз

Издатель — Российская Академия Наук

Печать — УНИД РАН

Отпечатано в экспериментальной цифровой типографии РАН

Издается по распоряжению президиума РАН
и распространяется бесплатно