

УДК 621.3049.774+616-072

ПРИБОРЫ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ, ТЕСТИРОВАНИЕ, ИЗМЕРЕНИЯ. БИМЕДИЦИНСКИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

В.В. БАРАНОВ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь*

Поступила в редакцию 14 января 2014

Кратко изложены основные результаты исследований и разработок в области создания твердотельных структур полупроводниковой электроники, их тестирования и измерений геометрических и оптических параметров элементов структур. Приведены принципиальные аспекты разработок в области биомедицинской технологии, связанных с диагностикой хронических заболеваний человека, которые основаны на использовании биорезонансных эффектов в диапазоне частот 40–75 ГГц.

Ключевые слова: твердотельные структуры полупроводниковых приборов, методы контроля, диагностика структур, биорезонансные эффекты, методы диагностики и терапии.

Введение

В последнее десятилетие электронные системы стабилизации и распределения энергии, особенно предназначенные для портативных устройств, развивались настолько стремительно, что некоторые специалисты классифицировали ситуацию как «вторую электронную революцию». Основным фактором, способствующим этому, является существенный прогресс в области разработки и производства твердотельных приборов силовой электроники [1].

Актуальность исследований в данном направлении обусловлена тем, что для мощных полупроводниковых приборов характерным является существенное упрощение активной твердотельной структуры, в частности, использование структуры без p - n -перехода – диодов Шоттки, что позволяет снизить потери мощности на кристалле при протекании прямого тока. Одновременно с этим становятся более жесткими требования к качеству контактов Шоттки на монокристаллическом кремнии. При формировании же необходимых для таких приборов охранных колец возрастает роль краевых эффектов вследствие повышенной дефектности по периферии контактных окон из-за концентрации механических напряжений, величина которых на локальных участках может достигать значений, соизмеримых с пределом долговременной прочности используемых материалов. Кроме того, возрастание плотностей тока влияет на надежность контактных структур и физические механизмы отказов. Аналогичные технические задачи стоят и для мощных транзисторов типа MOSFET различных конструктивных модификаций – (TrenchFET, StripFET и др.).

Поэтому актуальными становятся вопросы тестирования и контроля в технологических процессах формирования твердотельных структур, содержащих интегрированные пленочные системы на основе переходных металлов, их силицидов и оксидов [2–6].

Другое находящееся в сфере научных интересов автора направление – биомедицинские технологии, а именно диагностика хронических заболеваний, основанная на использовании биорезонансных эффектов. Результаты более ранних исследований автора изложены в [7–16].

В исследованиях по различным аспектам указанных направлений в обозначенный период принимали участие доктора наук: Ильин В.Н., Емельянов В.А., Прибыльский А.В., Ануфриев Л.П., Белоус А.И., Достанко А.П. (академик НАНБ), Комаров Ф.Ф. (чл-корр. НАНБ),

Рябцев Г.И., Турцевич А.С., кандидаты наук: Дереченник С.С., Касинский Н.К., Петлицкая Т.В., Соловьев Я.А., Рубцевич И.И., Сечко Г.В., Чигирь Г.Г., Ковальчук Н.С., Дик Н.К., Цырельчук И.Н., Парашук В.В., Гусинский А.В., Петрович В.А. и др., а также известные специалисты в области электроники, работающие в секторе реальной экономики Беларуси, такие как: Солодуха В.А., Глухманчук В.В., Кречко М.М., Сарычев О.Э., Сякерский В.С. и др. и в сфере медицинской диагностики – Клименко П.Д., Клименко Д.П. Их вклад отражен в списке публикаций. Исследования проводились в рамках ГПНИ «Материалы в технике», ГПНИ «Электроника и фотоника», при поддержке БРФФИ и на инициативной основе.

Особенности приборов силовой твердотельной электроники

К таким приборам, способным конкурировать на мировом рынке с зарубежными аналогами, прежде всего, относятся диоды Шоттки и мощные ДМОП транзисторы (MOSFET).

Для диодов Шоттки проведены комплексные исследования при использовании твердотельных структур с различными материалами барьерного слоя – Mo, Mo-R, V, Pt, Pd и др. [17–24]. Как альтернатива Pt-барьеру предложен новый материал барьерного слоя – высокочистый рений. Изготовленные на ОАО «Интеграл» экспериментальные партии приборов с многослойной пленочной структурой Re-V-Ti-Ni-Ag показали эффективность такого выбора для термостабильных диодов Шоттки с максимальной высотой барьера.

Типичные графики зависимости $I_{пр} = f(U_{пр})$ экспериментальных образцов диодов Шоттки с Re барьером при различных температурах представлены на рис. 1.

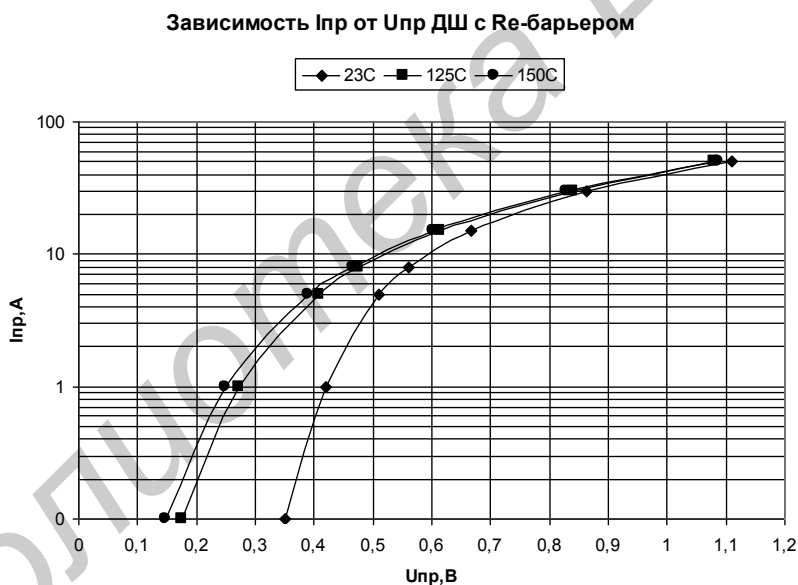


Рис. 1. Графики зависимости $I_{пр} = f(U_{пр})$ экспериментальных образцов диодов Шоттки с Re барьером при температурах 23 °С, 125 °С, 150 °С

По уровням обратных токов экспериментальные образцы диодов Шоттки с Re барьером превосходят диоды Шоттки MBRB2545CT фирмы International Rectifier с Pt барьером. Показано, что структуры Re-V-Ti-Ni-Ag / Si диодов Шоттки сохраняют работоспособность при температуре 150 °С и выдерживают разряд статического электричества до 14 кВ [25].

Для диодов Шоттки принципиальное значение имеют остаточные механические напряжения в пленке барьерного слоя и его удельное сопротивление. На рис. 2 приведены соответствующие зависимости от условий нанесения пленки Mo, которые использованы при отладке технологического процесса при освоении серийного производства [17].

Проведены исследования по радиационно-чувствительным структурам КМОП БИС (по дозовым эффектам). Установлено [18], что наибольшая чувствительность к ионизирующему излучению (ИИ) проявляется для активных МОП-транзисторов (в особенности, *n*-канальных) и паразитных МОП-транзисторов, связанных с изолирующим

оксидом. Дисперсия статических параметров интегральных микросхем зависит от разброса геометрических размеров активных элементов и стабильности технологического процесса. Повышение стойкости микроконтроллеров может быть обеспечено конструктивно-технологическими методами. В частности, промежуточная в технологическом маршруте структура МОП-транзистора в составе микроконтроллера может иметь вид, приведенный на рис. 3. Как видно, топологический рисунок затвора из поликристаллического кремния адаптирован к охранному кольцу.

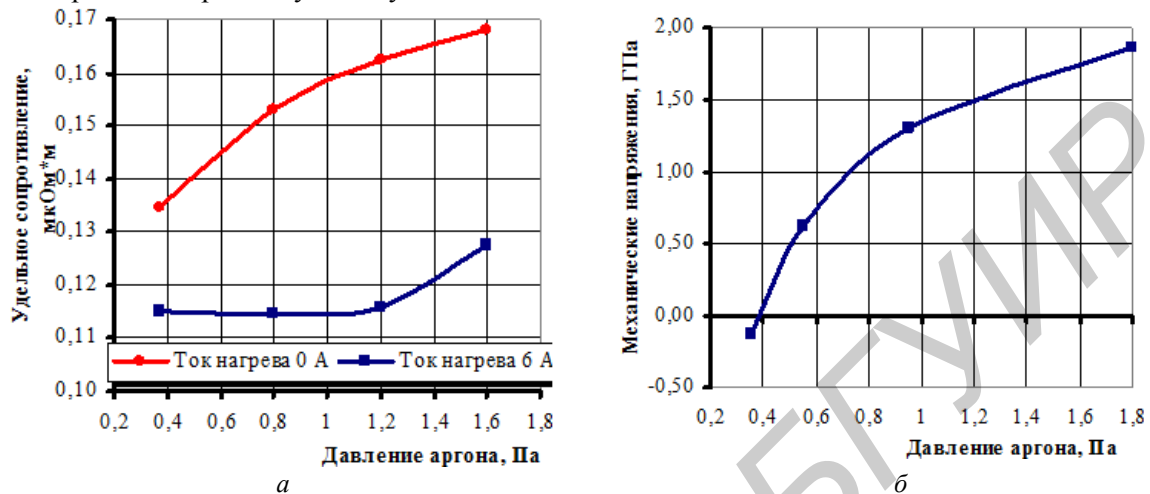


Рис. 2. Зависимости от давления аргона: *a* – удельного сопротивления пленок молибдена при различных токах нагрева ($W = 0,5$ кВт, $V_k = 110$ мм/мин); *б* – механических напряжений

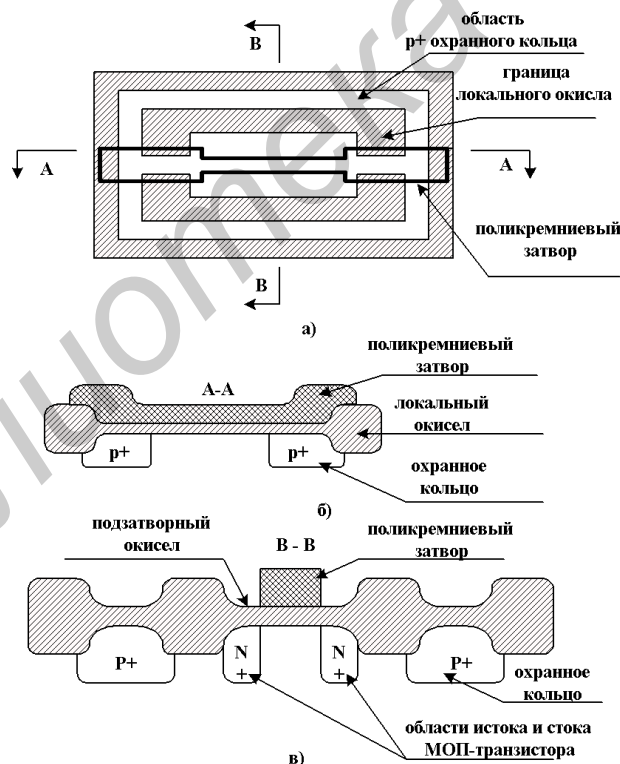


Рис. 3. Эскиз топологии (*a*) и сечения вдоль (*б*) и поперек (*в*) затвора МОП транзистора с повышенной устойчивостью к воздействию ИИ

Показано, что нормативные уровни разброса параметров активных элементов структуры КМОП БИС, а также целенаправленная модернизация интегральных микросхем позволяет обеспечить их высокую устойчивость к ионизирующему γ -излучению [19].

Для канавочных MOSFET (Trench-FET) построена емкостная модель, позволяющая определить минимальное значение ширины канавки и проведены экспериментальные

исследования твердотельных структур канавочных MOSFET с дополнительным пассивирующим покрытием на основе пентаоксида тантала, формируемого сквозным термическим окислением пленки высокочистого тантала на соответствующих областях структур (охранные области по периферии кристалла). Результаты опытных партий приборов с таким дополнительным покрытием подтверждают эффективность предложенного подхода. Действительно, поскольку пленки Ta₂O₅ обладает отрицательным встроенным зарядом, то при некотором оптимальном соотношении толщины слоев SiO₂ и Ta₂O₅ формируются зарядово-нейтральные покрытия, удовлетворяющие в кристалле прибора повышенным требованиям по устойчивости к разрядам статического электричества. Выработаны практические рекомендации, в части – технологии формирования пленок Ta₂O₅ с повышенной величиной отрицательного встроенного заряда [11]. При этом близкие результаты могут быть получены на многослойных структурах с использованием нестехиометрического Si₃N₄, в которых величина остаточных механических напряжений не превышает 400 МПа [26].

Оптико-электронная система определения геометрических и оптических параметров элементов твердотельных структур

В оптическом, электронном и точном приборостроении постоянно обновляется выпуск изделий с применением специфических технических объектов, для которых либо отсутствуют стандартные методы и средства контроля, либо эти средства имеют недостаточную точность и производительность, что затрудняет автоматизацию измерений и само выполнение.

К таким объектам, в частности, относятся фотопанели, представляющие собой сборки ПЗС матриц, установленные на подложке определенным образом друг относительно друга и реперных точек. Контролируемыми параметрами здесь являются: положение ПЗС матриц на подложке – координаты X Y и высота их установки – координата Z . Дополнительные трудности в измерительный процесс вносят конструктивные особенности фотопанели, имеющей как диффузные, так и зеркальные поверхности, а также защитное стекло, устанавливаемое для герметизации сборки.

Разработан высокочувствительный метод измерения и сформулирован принцип построения трехкоординатной системы зондового типа для контроля профилей поверхностей деталей, включающие автоматическое сканирование поверхности объекта полосой когерентного или некогерентного света, получение изображения контура объекта, расчет расстояния до объекта (координата Z) для каждой из множества точек вдоль проекции световой линии на объекте (координата X), приведение зондирующего пучка на фотодиодной матрице к равномерному и его обнаружение посредством градиентного фильтра, определение координаты полосы с субпиксельной точностью (до 0,05 % от диапазона) методом центра тяжести, преобразование координат полосы на матрице к координатам ZX в пространстве посредством таблицы, сформированной по разработанному методу калибровки с применением точечного шаблона. Внешний вид системы показан на рис. 4.

Разработанный метод измерения реализован в трехкоординатной системе измерения высоты и линейных размеров микросборок ПЗС, которая обеспечивает: двухкоординатные перемещения оптико-электронного 2D-сканера посредством системы порталного типа; контроль и измерение величины перемещений и позиционирования 2D сканера по координатам X Y посредством растровых датчиков перемещения; формирование зондирующей поверхность лазерного пучка в виде световой линии, падающей под углом 35° к оси Z , и повернутой под углом 45° к координатам X Y ; измерение линейных размеров по третьей координате Z путем получения и обработки изображения световой линии, деформированной профильными элементами поверхности [15].

Программное обеспечение управляет процессом сканирования, осуществляет интерпретацию и преобразует набор данных к пространственным координатам. Управление и обработку видео-потока матрицы осуществляет двудерный сигнальный процессор фирмы Analog Devices ADSP-BF561. Параметры матрицы и процессора позволяют рассчитать от 100 до 3000 (в режиме ROI) профилей, что ограничено в основном скоростью матрицы. Интуитивно понятный интерфейс пользователя позволяет быстро провести сканирование и обработку полученных данных [27].



Рис. 4. Система измерения высоты и линейных размеров микросборок ПЗС «Трианмикро»

Use of bioresonance effects for medical diagnostics and therapy

Novel possibilities of medical diagnostics and therapy on the basis of bio-resonance effects have been proposed. These effects take place in the frequency range of 30–100 GHz. Within this range there is a so called human individual characteristic frequency (ICF). The methodic of its determination has been described. The diagnostics of possible diseases is based on the correlation tie between human ICF and a large numbers of medical observations. Effect of therapy is achieved during its correction with use of the electromagnetic irradiation of low intensity (less than $10 \text{ mW}\cdot\text{cm}^{-2}$).

First investigations of influence of the electromagnetic irradiation of low intensity (less than $10 \text{ mW}\cdot\text{cm}^{-2}$) within a frequency range of 30–300 GHz on microorganisms and experimental animal organisms were fulfilled in 1966–1969. They showed that some biological effects depended on the frequency of microwave irradiation and the existence of certain frequencies stipulated the biological resonances.

By the present period of time some industrial samples of microwave generators have been manufactured (Yav-1, Electronics KVCh and others), a few methods of microwave therapy have been developed and implemented into practice.

However, these generators and methods do not provide an individual coercion as they use the irradiation at only one frequency (within three possible frequencies). In particularly the apparatuses of «Milta» series operate at frequencies of 60,12 GHz (4,9 mm), 53,53 GHz (5,6 mm), 42,19 GHz (7,1 mm) [<http://milta-f.ru/ehf/articles/>].

Peter D. Klimenko has observed more than 30000 patients during his physician practice in Grodno, Belarus. He noticed the existence of people groups predisposed to some types of diseases.

Next, he used an electro puncture diagnostics under the method of Foll and vegetative resonance tests (VRT) with combination of microwave irradiation of low intensity that generated with a special apparatus.

It is determined that while the irradiation frequency is changing the resonance response arrives from electro puncture points at a certain frequency only. This frequency is peculiar for the certain patient. Several groups of patients have been experimentally determined and they had equal characteristic frequencies. So a conjecture about the existence of ICF has been expressed because it is stipulated with a wave of a connecting tissue.

For instance the correlation connections between certain ICF values and some diseases (tuberculosis, ulcerous disease, blood diseases, mental diseases and others) have been ascertained.

Next, the corresponding groups of patients have the immunity to some diseases including serious diseases as they have never been ill with that diagnosis.

So it is possible to decide an opposite task – prediction of possible diseases of a patient on the basis of the obtained ICF. Based on such kind of diagnostics the certain recommendations might be proposed for the patients witch are aimed to lowering risks of corresponding diseases appearance.

Besides if ICF is shifting during a certain life period because of the environment influences it is possible to correct it by action to the human organism or to its liable to the certain disease organs with a microwave irradiation of the corresponding frequency.

On the basis of the large numbers of experimental data the medical diagnostic express-methodic has been developed, some pilot samples of diagnostic apparatuses have been manufactured and methods of therapy have been proposed which are based on use of microwave irradiation at a certain frequency corresponding to the human ICF.

The algorithm of the express-diagnostic of patients is aimed to determination of human ICF and is based on the following. A metallic electrode contacts with an electro puncture point of the patient and both the direct electric current and low signal from a microwave generator or from its analog are acting to the point as well. The effect of biological resonance appears if the signal frequency coincides with the human ICF. At the same time the direct current increases sharply and this moment might be fixed with a corresponding instrument or might be observed with use of oscilloscope or with a computer supplied with the available software.

There are a few possibilities to create the diagnostic apparatuses. Their realization depends on the common demands concerning operation conveniences, available instruments, experience of medical personal etc.

The simplest apparatuses might be manufactured as sensors that consist of a cell with a couple of electrodes. It is filled for instance with the distilled water contacted with the patient. A layer of water acts as a dielectric of a capacitor structure and long electrodes have a certain value of induction. So an oscillating circuit is realized which has a rather low durability and therefore has a wide frequency range that covers the interval of human ICF i.e. 35–75 GHz. Following to the express-diagnostic algorithm the effect of biological resonance may appear at the certain frequency during action of direct current and microwave signal coming from a microwave generator with the adjusting frequency. The resonance is fixed with the available instruments.

The improved apparatuses have a special resonator or a system of resonators with low durability that are contacting with a patient. Also there are circuits of direct current and microwave generator analog with the adjusting frequency. While the frequencies coincide with each other the instruments readings might be accompanied with sound or light signals.

Correction of the human ICF is advisable to carry out for rather long period of time. Therefore a prolonged contact of patient with source of electromagnetic irradiation seems to be better than just direct action of the electromagnetic irradiation on low intensity.

Professor Valentine Baranov and Peter Klimenko have carried out some physical experiments and showed that distilled water exposed to the electromagnetic irradiation at a fixed frequency changes its physical properties like dielectric losses, a calculated value of a valence angle of the molecule and others [14, 15].

These properties of distilled water have been investigated with infra red spectroscopy, combined scattering, nuclear magnetic resonance and a novel methodic of measuring the dielectric losses depended on the microwave irradiation frequency. The following instruments have been used: infra red spectrographs Cary Varian, and NEXUS FT-IR, USA, the instrument of SpectroPro 500i, Action, USA, complete set of apparatuses of Tesla, Czech Republic, for investigation with the nuclear magnetic resonance method, Q-meter of TESLA Q METER BM 560 and some others.

The distilled water samples were irradiated with microwaves of low intensity for 3 minutes. Beforehand the distilled water samples had been destructured. Influence of microwave irradiation on the structural dependent properties of the water samples we have investigated with the following methods:

- spectroscopy of nuclear magnetic resonance according that a values of longitudinal period of protons excitation decrease have been determined;
- combined scattering;
- method based on measuring the dielectric losses.

Experimental investigations aimed to determination of valence angle in the water sample molecules we have carried out using pulse spectrometer of nuclear magnetic resonance BC-597 adjusted to operation under the mode of Fourier-transformation. This equipment assumes pulse control of the circuits that transform a signal using a pulse generator working with a computer.

We have used signals of nuclear magnetic resonance of atomic nucleuses of deuterium that are in the solution of the investigated matter for internal nuclear stabilization.

Concentration of D₂O in the investigated samples is assumed as 10–20 %.

To determine a change of H₂O molecules parameters and as a result a maintenance of «active» molecular oxygen in the water samples we have calculated a change of the potential energy of molecules oscillations. Also we took into account both a change of length of the valence bonding and the valence angle. Change of molecule oscillation potential energy is stipulated by the change of medium bend of hydrogen bonding. Data on distilled water (DW) samples are listed in the Table. The infra red spectra corresponded to these samples are shown in Fig. 5.

Data on distilled water samples investigated with infra red spectroscopy

Characteristic of the Sample	Designation at the Spectrum	Spectrum Data
Initial sample of distilled water (DW)	initial	max 3 (the third according to intensity in the range of 3000-3750 cm ⁻¹)
DW after acting with microwave irradiation at 70,4 GHz for 3 minutes	70,4	max 1
DW after acting with microwave irradiation at 54,4 GHz for 3 minutes	54,4	max 5
DW after contacting with a patient with ICF 70,4 GHz for 5 minutes	human ICF 70.4	max 2
DW after contacting with a patient with ICF 54,4 GHz for 5 minutes	human ICF 54.4	max 4

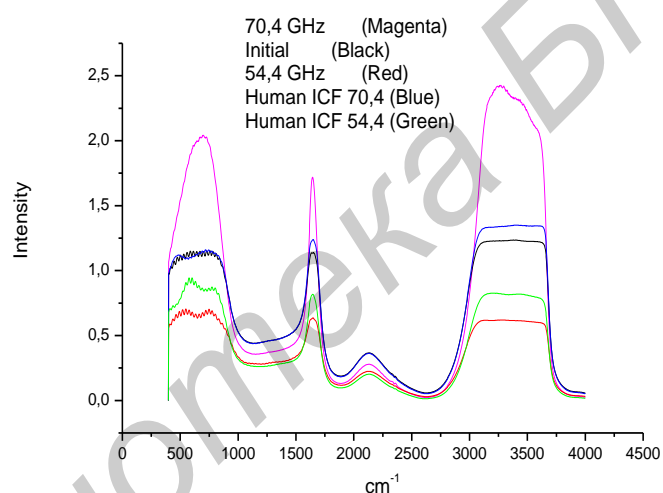


Fig. 5. Infra red spectra of the samples

According to the obtained data one may see that after action of microwave irradiation of different frequencies to the water samples a change of absorption index occurs in whole characteristic frequency ranges. That might be connected with distilled water structural sensitive properties changing comparatively to the initial water samples (before the microwave irradiation action).

Investigation results obtained by the method of nuclear magnetic resonance prove this conclusion as the change of the valence bonding length, the valence angle and the «active» molecular oxygen concentration in the water sample have been noticed.

Thus, one can see that distilled water having been acted by the microwave irradiation at the frequency corresponded to the human ICF may be served as a carrier of the “treating information” for the patient. If the other external coercions are excluded such kind of treating water preserves its acquired properties for a rather long period of time – up to 30 days.

Regular internal use of small doses of such kind of water by large group of the patients resulted in the positive treatment effect.

So on the basis of investigation results of biological resonance effects in the human organism and long physician experience of diagnostics and treatment of more than 30000 patients the statistical substantiated data have been obtained and these data indicate on:

– existence and invariability for a period of time up to 15 years the human individual characteristic frequency (ICF) and some spectrum of it in the human population;

- presence of accurate intercommunication between ICF and predispose of the patients to the certain diseases,
- possibility of recommendations for prophylaxis of the predicted diseases, nourishment, undesirable preparations during medical treatment and so on;
- efficiency of the individual reflexological therapy using the structured accordance to ICF distilled water and other preparations that are carriers of the therapeutic action and are prescribed to the patients for internal use.

On the basis of using microwave generators with the adjusted frequency a novel methodic of individual medical diagnostic and prediction of certain diseases appearance has been developed, experimental samples of diagnostic apparatuses have been manufactured and the effective methods of therapeutic treatment have been proposed. The results have been described in the proceedings of some Conferences, for instance within Microwave Week held in Rome in 2009.

За прошедшую декаду автор принял участие в международных конференциях и форумах, проводимых под эгидой IEEE, связанных с деятельностью как Обществ (CPMT Society), так и Секции (IEEE Belarus Section), на которых предполагалась соответствующая отчетность и, по мере возможности, проводились рекламные мероприятия в отношении БГУИР и командированных организаций. При этом происходили встречи с руководством IEEE и известными специалистами в области электронной техники. На рис. 6 показан один из таких моментов.

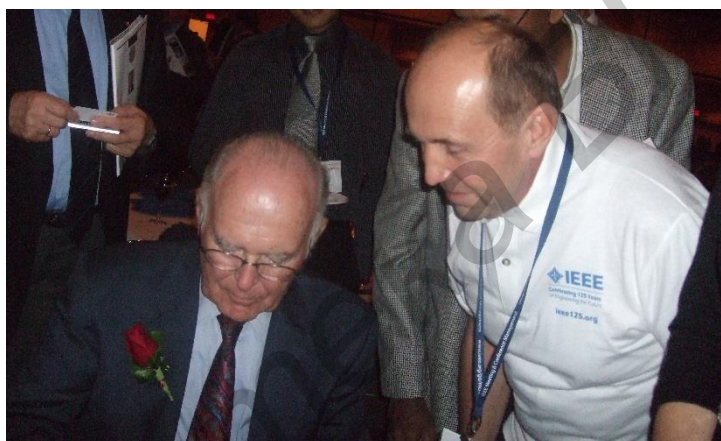


Рис. 6. В.В. Баранов получает автограф у г-на Гордона Мура, основателя компании Intel, вскоре после вручения ему на конгрессе IEEE (2008 г.) в Квебеке, Канада, почетной медали за выдающийся вклад в развитие микроэлектроники

SOLID-STATE DEVICES, TESTING, MEASUREMENTS. BIOMEDICAL DIAGNOSTICS TECHNOLOGIES

V.V. BARANOV

Abstract

The basic research results in the field of devices solid-state structures developing, their testing, and measurements of geometrical and optical parameters of its elements are briefly described. Novel possibilities of medical diagnostics and therapy on the basis of bio-resonance effects have been described. These effects take place in the frequency range of 40-75 GHz. Within this range there is a so called human individual characteristic frequency (ICF). The methodic of its determination has been described. The diagnostics of possible diseases is based on the correlation tie between human ICF and a large numbers of medical observations. Effect of therapy is achieved during its correction with use of the electromagnetic irradiation of low intensity (less than $10 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$).

Список литературы

1. Емельянов В.А. Технология микромонтажа интегральных схем / Под ред. В.В. Баранова. Минск, 2002.
2. Баранов В.В., Ануфриев Л.П., Глухманчук В.В. и др. // Материалы, технологии, инструменты. 2002. № 2. С. 9–13.
3. Достанко А.П., Баранов В.В., Цуканов Л.Н. и др. // Электронная промышленность. 1975. № 2 (38). С. 45–46.
4. Достанко А.П., Баранов В.В., Чистяков Ю.Д. // Обзоры по электронной технике. Сер. Материалы 1976. Вып. 14 (433).
5. Достанко А.П., Баранов В.В., Шаталов и др. // Изв. вузов СССР. Сер. Радиоэлектроника. 1980. Т. XXIII. № 12. С. 48–52.
6. Мьюрарка Ш.П. Силициды для СБИС / Пер. с англ. В.В. Баранова. М., 1986.
7. Достанко А.П., Баранов В.В. // Докл. АН БССР. 1987. Т. 31. № 1. С. 39–42.
8. Достанко А.П., Баранов В.В., Лесникова В.П. и др. // Поверхность. Физика, химия, механика. 1989. № 2. С. 84–90.
9. Достанко А.П., Баранов В.В., Шаталов В.В. Пленочные токопроводящие системы СБИС. Минск, 1989.
10. Баранов В.В., Дереченник С.С. Применение селективного химического осаждения металлов из газовой фазы в технологии интегральных схем. Минск, 1990.
11. Баранов В.В., Лесникова В.П., Турцевич А.С., Кравцов С.В. / Поверхность. Физ.-хим. механика. 1990. № 7. С. 92–98.
12. Достанко А.П., Баранов В.В., Сакович Е.Л. и др. // Докл. АН БССР. 1991. Т. 35, № 11. С. 986–990.
13. Баранов В.В., Сакович Е.Л., Лесникова В.П. и др. // Поверхность. Физика, химия, механика. 1994. № 3. С. 44–53
14. Емельянов В.А., Баранов В.В., Буйко Л.Д. и др. Аппаратные средства контроля параметров твердотельных структур в производстве СБИС. Минск, 1997.
15. Емельянов В.А., Баранов В.В., Буйко Л.Д. и др. Методы контроля параметров твердотельных структур СБИС. Минск, 1998.
16. Баранов В.В., Достанко А.П., Соловьев Я.А. // Докл. НАНБ 2002. Т. 46. № 4. С. 119–122.
17. Баранов В.В., Прибыльский А.В. // Докл. БГУИР. 2003. № 1. С. 105–109.
18. Конструктивно-схемотехнические методы проектирования, тестирования и контроля интегральных схем / Под ред. В.В. Баранова. Минск, 2003.
19. Баранов В.В., Ануфриев Л.П., Турцевич А.С. и др. // Электронная обработка материалов. 2004. № 3. С. 70–74.
20. Баранов В.В. // Докл. БГУИР. 2004. № 3 (7). С. 45–56.
21. Баранов В.В., Ануфриев Л.П., Соловьев Я.А. и др. // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2005. № 4. С. 55–56.
22. Баранов В.В. // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2005. № 5. С. 42–46.
23. Ануфриев Л.П., Баранов В.В., Глухманчук В.В., Соловьев Я.А., Тарасиков М.В. Диод Шоттки / Патент РБ № 7213.
24. Ануфриев Л.П., Баранов В.В., Глухманчук В.В., Турцевич А.С., Соловьев Я.А., Тарасиков М.В. Диод Шоттки / Патент РБ № 8380.
25. Турцевич А.С., Ануфриев Л.П., Баранов В.В., Соловьев Я.А., Портнов Л.Я. Способ нанесения пленки молибдена на полупроводниковые подложки / Патент РБ № 9957.
26. Баранов В.В., Соловьев Я.А., Кошкараров Г.В. // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2007. № 5. С. 55–58.
27. Баранов В.В., Бречко Т., Найбук М.Н. и др. // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2008. № 3. С. 15–16.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ



Баранов Валентин Владимирович (1949 г.р.), д.т.н., профессор. В 1971 г. окончил с отличием МРТИ. В 1976 г. защитил кандидатскую диссертацию в Московском институте электронной техники, в 1991 г. – докторскую диссертацию там же. Профессор кафедры ПИКС БГУИР. Являлся председателем Совета молодых ученых, Совета НТО им. А.С. Попова, ученым секретарем и заместителем председателя Совета по защите диссертаций при БГУИР. С 1997 г. состоит членом IEEE. Председатель белорусской секции IEEE. Под руководством Баранова В.В. защищено 4 кандидатских и 1 докторская диссертации. Автор более 300 научных работ.