

RADECS 2011

会議報告

2011年9月19~23日開催

日本原子力研究開発機構

小野田忍

宇宙航空研究開発機構

小林大輔

RADECS 2011 概要

The conference on radiation effects on components and systems
1989~隔年開催（ただし、Workshopも1996~隔年開催）

2011年9月19~23日
スペイン、セビリヤ

21ヶ国から総勢約500名が出席。参加者の内訳は、米国及びフランスからそれぞれ約40人、開催国のスペインから約30人で、日本からは10名程度であった。会議は、オーラルセッション、ポスターセッション、データワークショップから構成され、約170件の発表が行われた。それぞれ、48件、94件、31件の発表件数（229件の投稿・78%の採択率）であった。

オーラル・ポスター

→ プロシーディングス（2012年3月）、IEEE TNS（2012年5月）

Short course

- Part I. From Space Environment to Specifications
- Part II. ECSS Radiation Hardness Assurance
- Part III. The Rule of Total Ionizing Dose Evaluations. Qualifying Electronics for Space Mission
- Part IV. Single Event Effects (SEE) Test Planning
- Part V. Rules to Initiate a Total Non-Ionizing Dose Evaluation Plan
- Part VI. Space qualification of a radiation hardened / tolerant parts. A view from a manufacturer
- Part VII. Procurement of Radiation Tolerant Parts
- Part VIII. Radiation Analysis to be performed at Equipment Level
- Part IX. Radiation Analysis to be performed at Prime Level

Radiation on Electronic Devices

- C-1
 - プロトンの後方散乱の影響（SRAMのソフトエラー）を議論。高エネルギーは二次粒子が支配的。低エネルギーだと後方散乱が見えてくる。
- C-5
 - NAND Flashメモリは、SE断面積とトータルドーズを考えないとならない。メーカーによっては（特にSamsung）、イオン入射角度が変わると断面積が大きく変わる。

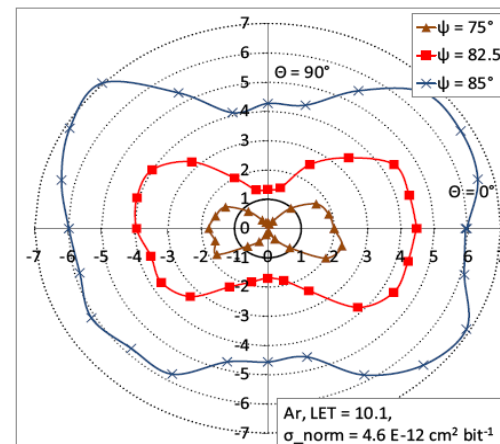
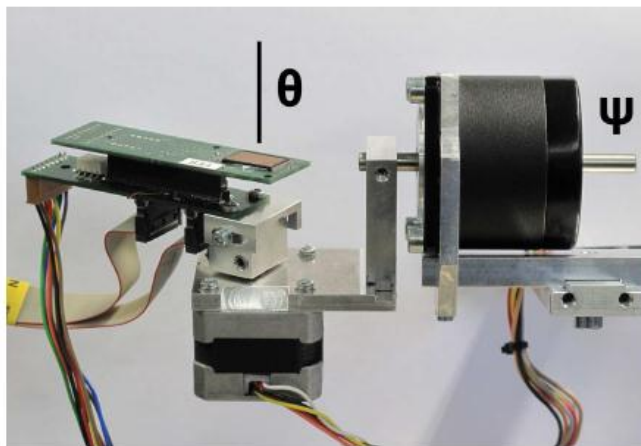


Fig. 1. 8-Gbit Samsung NAND-Flash, angular SEU dependence, $\Psi = 75^\circ, 82.5^\circ, 85^\circ$ [7]

Radiation Effects on Photonic Devices

- D-3 , D-4, D-5
 - CMOSイメージセンサ (CIS) の照射効果。今までは3Tr.CISの照射効果を中心に研究がおこなわれていた。4Tr.CISは低ノイズ（つまりダイナミックレンジを大きくとれる）のため、これから照射効果を調べていく必要がある。Transfer gateのTIDでリーク電流が増えていき、壊れる。また、DDDも問題になる。

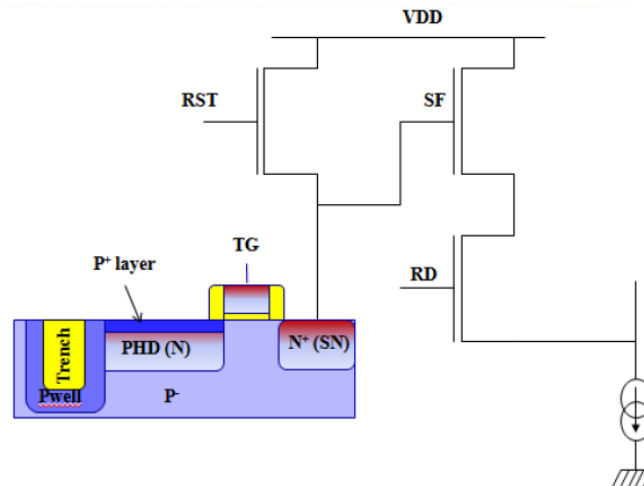


Fig. 1. Schematic representation of 4T CMOS pixel


Simulation Prediction and Modeling of SEE

- E-5, PE-3, PE-4.
 - SERの推定のために感応領域 (SV) をどうやって求めるか。理論的に求めるのが困難。実験結果 (クロスセクションカーブ) にフィットするように合わせるのがトレンド。
- E-3
 - イオントラックをどこまでモデリングするか。0.5 μm までは古典的 ($f(z)$) で良く、0.5 μm > r >32nmでは平均の電離能+ガウス関数モデルで良く、32nm以下ではデルタ線を考慮 (GEANT) しないとイケない。32nmの根拠に乏しい。
- E-5
 - Analytical: SIMPA (OMERE tool) , Profit, Barak(96&06)
 - Monte carlo: SEMM2 (IBM) 、CORIMS (日立) 、TIARA (ST)、MRED/RADSAFE (Vanderbilt) 、SMC DASIE (EADS)
 - 上記と彼らのシミュレーション (重イオン断面積からプロトン断面積をだす。Sensitive volumeには重イオンのデータを使う。核反応はモンテカルロでだす。) とを比較。

Laser

Facility	Wavelength (nm)	Energy (eV)	Pulse Width	Penetration Depth	Refractive Index	Reflectivity	Absorption (cm^{-1})
EADS	1060	1.17	600 ps	676 μm	3.4	0.3	14.8
IMS	1060	1.17	30 ps	676 μm	3.4	0.3	14.8
JPL	789	1.55	2 ps	10.3 μm	3.6	0.32	972
NRL	590	2.11	1 ps	1.7 μm	3.9	0.35	5,824

○ F-1

- ラウンドロビン試験の紹介 
- 発生するキャリアの濃度の違いと、それによるデバイス内部の電界分布の変化を考える必要あり。

○ PF-1, PF-2

- レーザー \leftrightarrow LETにどうやって換算するかが興味の対象。
- どちらも理論的に吸収係数は反射率を検討して推定。それぞれ違うアプローチに見える。妥当性、汎用性に疑問。

○ F-2

- TPAで感応領域(SV)を評価する（特にZ方向）の問題を提起。表面の反射やZ分解能に注意が必要。
- SEB：ソース下は感受性低い。ゲート下が感受性高い。

Testing Facilities and Dosimetry

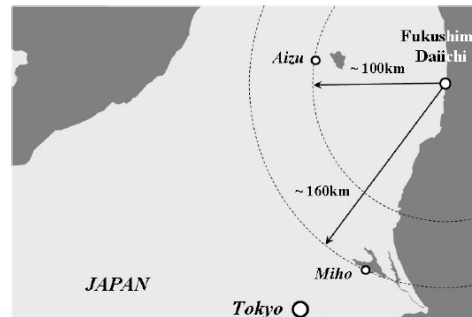
- 照射照射装置の内訳は、X線、ガンマ線、電子線、陽子線、中性子線、重イオン線、レーザーとなっていた。データワークショップやドジメトリー・施設のセッションで、中国・ロシアからも発表多数という印象。
- 福島第一原発事故で飛散した放射性同位元素がSi基板に与える影響

Determining the impact of alpha-particle-emitting contamination from the Fukushima Daiichi disaster on Japanese manufacturing sites

Robert C. Baumann¹, *Fellow, IEEE*

Abstract— We briefly review nuclear reactor operation from the point of view of the major radioactive contaminants formed and consider how these were released and dispersed into the air, water, and soil around Fukushima. The risk of contamination from alpha-particle-emitting uranium and plutonium isotopes at semiconductor manufacturing sites in Japan is considered from theoretical aspects. We report the results of low background alpha-particle-emission measurements from wafers that were exposed to the air during and several weeks after the disaster, conclusively demonstrating that no detectable levels of alpha-emitting impurities from the Fukushima Daiichi disaster were found at either of the two manufacturing facilities.

Index Terms—Soft errors, alpha-particles, contamination, nuclear reactor, radiation, reliability.



COMPENDIUM OF INTERNATIONAL IRRADIATION TEST FACILITIES

照射施設の百科事典ができた。照射装置・施設を紹介するための専用ブースが設けられ、各国からおよそ30の照射施設の紹介が行われた。



<p>PROTON facility - 1 <i>Source name:</i> TIARA (Tokai Test Accelerator for Advanced Radiation Application) <i>Beam type:</i> AVF Cyclotron (E110), 3 MV Tandem accelerator, 3 MV Single-Endeel accelerator, and 400 kV Van implanters <i>AVF Cyclotron:</i> 30 MeV to 300 MeV, 3 MV Tandem Accelerator: 0.8 MeV to 6 MeV, 3 MV Single-Endeel: 0.4 to 2 MeV, and 400 kV Van implanters: 20 to 300 keV <i>Particle or ion type:</i> Protons, alpha particles, deuterons, tritons, and heavy ions <i>Current:</i> 2.5 μA to 1.2 μA, 3 MV Tandem: 0.2 NA, 400 kV Van implanters: 7 μA <i>User time control:</i> Automatic control system for spot size, depending on acceleration and beam lines (spot beam with 1 cm² under normal conditions, up to 10 cm² microbeam available on 3 MV single-ended), scanning beam with the adjusting up to 10x10-cm square, high uniformity beam with 70 mm diameter. Magnets are also available. <i>Device producing space:</i> Setting on the high-vacuum ultra-cold special Ready-Cup (PC), Solid State Detector (SSD), etc. <i>Special user facilities:</i> http://www.nsls.jp/eng/index_e.html Comments: see program with charge.</p> <p>ELECTRON facility - 1 <i>Source name:</i> Electron Beam Irradiation Facility <i>Current:</i> Chikuma electron type <i>Beam type:</i> 0.5 MeV to 2.0 MeV <i>Particle or ion type:</i> Electrons <i>Current:</i> 0.1 mA to 30 mA <i>Uniformity:</i> better than 5% <i>Special user facilities:</i> A total absorption spectrometer, flux-area counter, dosimetry system, Caltech, University of Tokyo Comments: based on users' order under normal conditions. Also making a vacuum chamber is possible. <i>Device producing space:</i> Setting on the high-vacuum ultra-cold special Ready-Cup (PC), Solid State Detector (SSD), etc. Comments: see program with charge.</p>	<p>Gamma facility - 1 <i>Source name:</i> Gamma-ray irradiation facilities (No. 1, No. 2, Ford irradiation facilities) <i>Co-60 source:</i> Co-60 source <i>Current:</i> up to 2.0 Mrad/h <i>Particle or ion type:</i> 0.1 Gy/h to 104 Gy/h <i>Special user facilities:</i> Installation in air under normal conditions (irradiation room size 1.6 m x 4 m square). Also using special chambers is possible. Range, cylindrical, cone! <i>Device producing space:</i> Flexible plane installation chamber, distance-EPR detector system (fast setup) Comments: special user facilities available. Also using special irradiation spaces is possible. Comments: see program with charge.</p> <p>HEAVY IONS facility - 1 <i>Source name:</i> TIARA (Tokai Test Accelerator for Advanced Radiation Application) <i>Beam type:</i> AVF cyclotron (E110), 3 MV Tandem accelerator, 3 MV Single-Endeel accelerator, and 400 kV Van implanters <i>Current:</i> 0.1 to 10 nA, 300 MeV E110 to 300 MeV, 0.4 to 2 MeV Tandem, 0.8 to 6 MeV Single-Endeel, 20 to 300 keV Van <i>Particle or ion type:</i> Protons, alpha particles, deuterons, tritons, and heavy ions <i>Current:</i> 2.5 μA to 1.2 μA, 3 MV Tandem: 0.2 NA, 400 kV Van implanters: 7 μA <i>User time control:</i> Automatic control system for spot size, depending on acceleration and beam lines (spot beam with 1 cm² under normal conditions, up to 10 cm² microbeam available on 3 MV single-ended), scanning beam with the adjusting up to 10x10-cm square, high uniformity beam with 70 mm diameter. Magnets are also available. <i>Device producing space:</i> Setting on the high-vacuum ultra-cold special Ready-Cup (PC), Solid State Detector (SSD), etc. <i>Special user facilities:</i> http://www.nsls.jp/eng/index_e.html Comments: see program with charge.</p>
--	--


 Japan Atomic Energy Agency
 ADVANCED RADIATION RESEARCH INSTITUTE



http://www.taka.jaea.go.jp/index_e.html
 1233 Watsuki, Takasaki, Gunma
 370-1292 JAPAN
 Contact: Kojima Takuji e-mail: kojima.takuji@jaea.go.jp
 Phones +81-27-346-9215 +81-27-346-9600


 PROTON


 ELECTRON


 Gamma

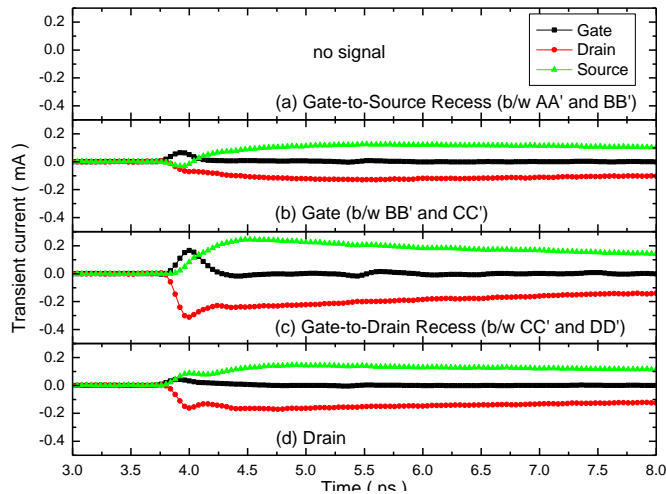
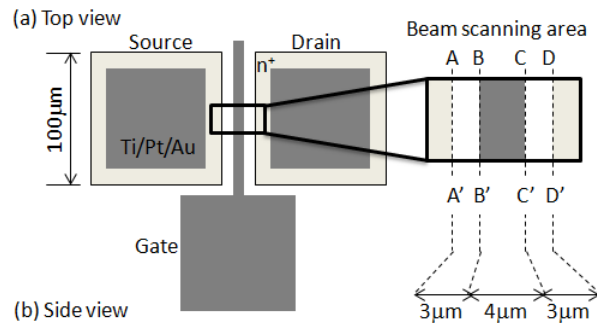

 HEAVY IONS



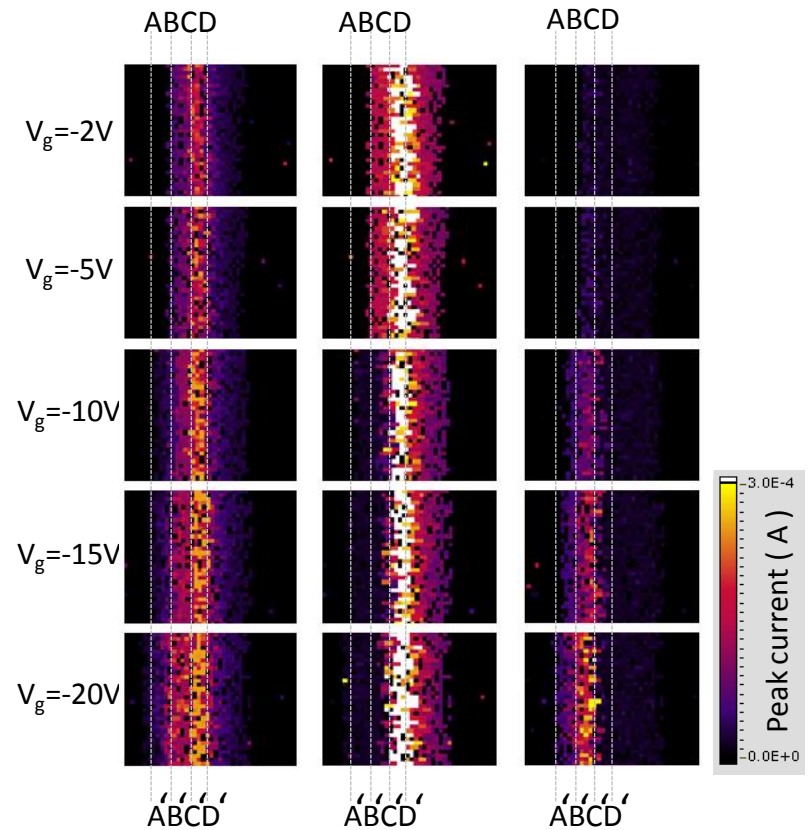

Exhibitors Brochure

セッションの後（主に、コーヒースタンド、ランチ）に22社からのショートプレゼンが企画された

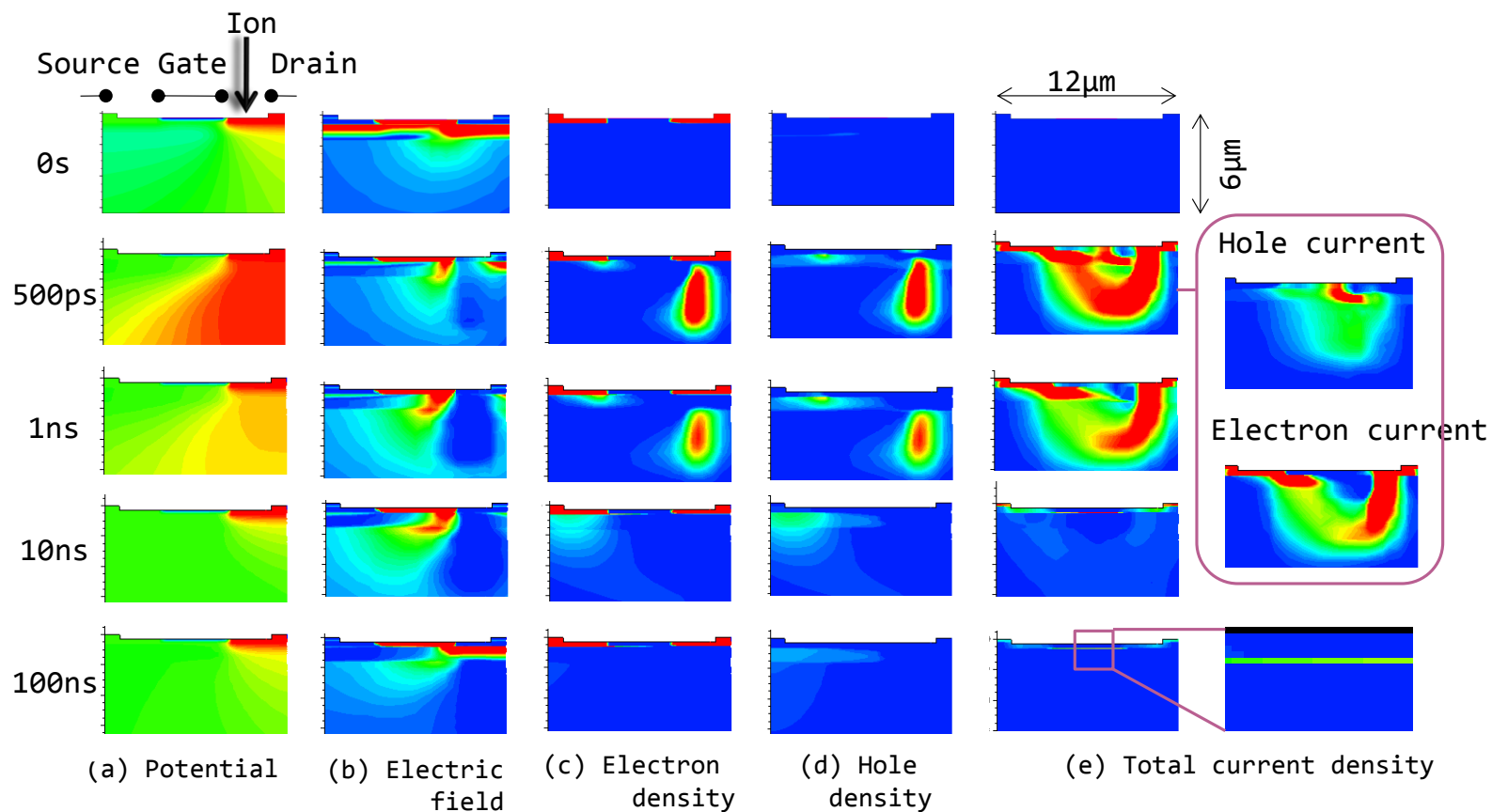
Spatial, LET and Range Dependence of Enhanced Charge Collection by Single Ion Strike in 4H-SiC MESFETs



(a) gate signal (b) drain signal (c) source signal



TCAD simulation



宣伝

The 10th International Workshop on Radiation Effects on Semiconductor Devices for Space Applications

SPIE Defense Security+Sensing, 62 conferences one location

➡ http://spie.org/defense-security-sensing.xml?WT.mc_id=RDSS13GB

Micro- and Nanotechnology Sensors, Systems, and Applications Conference

➡ <http://spie.org/ds109>



【トピックス】
Interaction of semiconductors and high-energy particles