



Masaaki NIWA Ph.D.

実用化開発を含むロジック用先端 CMOS のゲートスタックなどフロントエンドプロセスと MRAM 用磁気トンネル接合素子(MTJ)の極薄絶縁膜の原子レベルの界面制御、物理解析や信頼性物理などデバイスの材料物性関連の研究開発に従事してきました。

これまで培った電子デバイス用極薄誘電体膜に関する技術を通して、未知なる次世代 3D 積層技術の開拓に挑戦中です。

I have been mainly engaged in the Research and Practical development of Front-End-Process and Materials focused on gate stack of Advanced logic CMOS and Magnetic tunnel junction (MTJ) for MRAM including Atomic-scale interface control, Physical analysis and Reliability physics of Ultra-thin Dielectric films.

Currently, I am taking the challenge of unknown next-generation 3D-Stack technology through these potential technologies cultivated so far.

■ 1980年～ 松下電器産業（株）（現パナソニック）

撮像素子用光電変換膜（カルコゲナイド系非晶質半導体、多結晶酸化物）の不純物準位測定や膜形成などの薄膜開発を経て、主として先端 CMOS トランジスタ開発に従事し、65-32nm CMOS ゲートスタックプロセス、界面制御、物理解析、信頼性物理など一貫してフロントエンドプロセスの研究開発を担当。

▶ 2000年初頭まで：先端 CMOS 用極薄ゲート酸化膜の基礎研究

- ・1990-98年：チャネル移動度向上と高耐圧化を目指した $\text{SiO}_2/\text{Si}(001)$ 界面の原子平滑化の物理解析(スタンフォード大学との共同研究) および界面形態に基づく界面移動度、絶縁特性解析
- ・1992-95年：超高真空走査型トンネル顕微鏡(UHV-STM)装置を開発、これを用いて $\text{Si}(001)$ 表面での原子レベルの酸化素過程の観察など初期酸化機構の研究(東京大学物性研究所との共同研究)
その間、金沢大学共同研究センター客員教授として超 LSI プロセス講義を担当。
- ・1999-04年：STARC*客員研究員 “絶縁膜/シリコン界面の放射光超高分解能解析と信頼性評価” 研究代表：尾嶋正治（東京大学）
STARC*：(株)半導体理工学研究センター
- ・2000-02年：極薄化限界となるゲート SiO_2 の代替材料として高誘電率絶縁膜 (ZrO_2 , HfO_2) の MOS 動作、信頼性検証実験(テキサス大学(UTA)との共同研究)

▶ 2002年以降：高誘電率ゲート絶縁膜搭載ロジック CMOS 実用化開発 (主幹技師・参事)

- ・2002-07年：先端 CMOS 開発に関し imec(ベルギー) との共同研究を提案し、High-k / Metal gate 搭載 32nm-CMOS 開発責任者として imec に駐在。
その間、ルーヴエンカトリック大学(KU Leuven)物理工学部門客員教授として Nano-electronics 講義、博士論文審査員を担当。
- ※ imec と開発した High-k / Metal gate を搭載した 32nm-CMOS は、2010年にブルーレイディスクプレーヤー用超低消費電力システム LSI の世界初量産として結実。

■ 2011年～ 大学に勤務（筑波大学、東北大学）

- ▶ 2011-13年：筑波大学 大学院数理物質科学研究科 教授
【電子・物理工学専攻】

- ・パワーMOSFET 研究とナノエレクトロニクス関連講義、および人材育成 TIA* - nano プロジェクト推進(TIA 推進部門統括責任者として)に従事。

TIA* :つくばイノベーションアリーナ

▶ 2013-20 年 : **東北大学 国際集積エレクトロニクス研究開発センター(CIES)**
教授【研究開発部門】

- ・STT* - MRAM 用磁気トンネル接合素子(MTJ)の材料、界面物性の研究と MTJ 特性との関連性究明に従事。特に、硬 X 線光電子分光 (HAXPES*) @SPring-8*による極薄 MgO/CoFeB 界面構造や B の挙動解析や共同開発した STEM-Tomography (STEM*を用いた電子線トモグラフィー) による微細 MTJ の構造解析に注力。

STT*: Spin Transfer Torque

HAXPES*: Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy

Spring-8*: Super Photon ring-8 GeV (Synchrotron radiation facility)

STEM*: Scanning TEM

他に、日本学術振興会(JSPS)の先端研究拠点事業 (Core-to-core Program : 東北大学-ケンブリッジ大学-パリ南大学間の研究拠点交流) の実行担当。

◆ **活動成果**

- ・上記活動成果は、共著を含む 216 件の論文、国際学会、著書で報告。
(末尾に近年の主要発表論文の一部を掲載)
- ・共同出願を含む成立特許 91 件 (国内 + 海外)

■ **2020 年から現職 (東京大学)**

▶ 2020 年- : **東京大学 大学院工学系研究科附属 システムデザイン研究センター (d.lab) 上席研究員【先端デバイス研究部門】**

- ・NEDO*ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業/先端半導体製造技術関連プロジェクトの推進統括を担当。

NEDO* :新エネルギー・産業技術総合開発機構

その他 ;

◆ **各種学・協会、論文誌の委員活動**

- ・VLSI Technology Symp. 大会委員長

- IEDM Executive Com. (Asian Arrangement 委員長), Sub-com. 委員
- IRPS Device Dielectric Com. 委員長
- IEEE Technical Field Award (Cledo Brunetti 賞) Com. 委員長
- IEEE EDS Japan Chapter 委員長
- IEEE フェロー評価(委) 副委員長
- IEEE 半導体界面スペシャリスト会議(SISC) 委員
- VLSI Symp. Executive Com. 委員
- 国際半導体技術ロードマップ委員会 (ITRS*) フロントエンド分科会 (FEP*)
日本代表委員

ITRS*: International Technology Roadmap for Semiconductors

FEP*: Front-End-Process

- 半導体技術ロードマップ専門委員会(STRJ*) / 電子情報技術産業協会(JEITA*)
フロントエンド分科会サブリーダー (国際対応担当)

STRJ* : Semiconductor Technology Roadmap Committee of Japan

JEITA* : Japan Electronics and Information Technology Industries Association

- MRS シンポジウムオーガナイザー (High-k 絶縁膜)
- Appl. Phys. Lett.論文審査委員
- KU Leuven 上級研究教授(委) 外部評価委員
- フランダーズ州政府科学研究基金評価(委) 外部審査委員
- 金沢大学理工学域 外部評価委員
- 筑波大学プレ戦略イニシアティブ分野別評価委員
- 京都賞 委員
- NEF(Next Einstein Forum:アフリカ数理科学研究所(AIMS))-Science Prog. Com.
委員
- NEDO-先端半導体有識者(委) 委員長

その他、応用物理学会、電子情報通信学会、日本学術振興会や各種国際学会など委員を歴任。

◆ フェロー

- IEEE Fellow (2013 年)
"CMOS technology using high dielectric constant materials and metal gate"
- 応用物理学会フェロー (2014 年)
「先端 CMOS 用ゲートスタックの材料学的研究とその実用化展開」

◆ 学位

- 大阪大学博士（応用物理学）
- 金沢大学修士（電気工学）

【近年の主たる発表論文】

- 1) "Structural Analysis of CoFeB/MgO-based Perpendicular MTJs with Junction Size of 20 nm by STEM Tomography"
M. Niwa, K. Kimura, T. Naijo, A. Oshurahunov, S. Nagamachi, H. Inoue, H. Honjo, S. Ikeda, and T. Endoh,
IEEE Trans. on Magnetics, **57**, 2 (2021).
- 2) "Ion Conductive Character of Low-yttria-content Yttria-stabilized Zirconia at Low Temperature"
T. Nishimura, T. Kojima, K. Nagashio, and M. Niwa
Jpn. J. Appl. Phys., **60**, SBBF03 (2021).
- 3) "Effect of Metallic Mg Insertion in MgO on Magnetic Properties observed by Synchrotron X-ray Diffraction Measurements"
M. Niwa, H. Honjo, R. Kumara, H. Inoue, S. Ikeda, H. Tajiri, and T. Endoh
J. of Vacuum Science & Technology B, **38**, 033801 (2020).
- 4) "Effect of Capping Layer Material on Thermal Tolerance of Magnetic Tunnel Junctions with MgO/CoFeB-based Free Layer/MgO/capping Layers"
H. Honjo, T. V. A. Nguyen, M. Yasuhira, M. Niwa, S. Ikeda, H. Sato, and T. Endoh
AIP advances, **9**, 125330 (2019).
- 5) "Change in Chemical Bonding State by Thermal Treatment in MgO-based Magnetic Tunnel Junction observed by Angle-resolved Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy"
M. Niwa, A. Yasui, E. Ikenaga, H. Honjo, S. Ikeda, T. Nakamura, and T. Endoh
J. Appl. Phys., **125**, 203903 (2019)
- 6) "STEM Tomography Study on Structural Features induced by MTJ Processing"
M. Niwa, K. Kimura, T. Watanabe, T. Naijo, H. Honjo, S. Ikeda, and T. Endoh
Appl. Physics A, **124**, 72 (2018).
- 7) "Origin of Variation of Shift Field via Annealing at 400°C in a Perpendicular-

anisotropy Magnetic Tunnel Junction with [Co/Pt]-multilayers based Synthetic Ferrimagnetic Reference Layer”

H. Honjo, S. Ikeda, H. Sato, T. Watanebe, S. Miura, T. Nasuno, Y. Noguchi, M. Yasuhira, T. Tanigawa, H. Koike, M. Muraguchi, M. Niwa, K. Ito, H. Ohno, and T. Endoh

AIP advances, **7**, 055913 (2017).

8) "Impact of Tungsten Sputtering Condition on Magnetic and Transport Properties of Double-MgO Magnetic Tunneling Junction"

H. Honjo, S. Ikeda, H. Sato, K. Nishioka, T. Watanabe, S. Miura, T. Nasuno, Y. Noguchi, M. Yasuhira, T. Tanigawa, H. Koike, H. Inoue, M. Muraguchi, M. Niwa, H. Ohno, and T. Endoh

IEEE Trans. Magnetics, **53**, 11, 2501604 (2017).

9) "Failure Analysis of a SiC MOS Capacitor with a Poly-Si Gate Electrode"

S. Sato, K. Yamabe, T. Endoh, and M. Niwa

Materials Science Forum, **858**, 485 (2016).

10) "Formation Mechanism of Concave by Dielectric Breakdown on Silicon Carbide Metal-oxide-semiconductor"

Sato, K. Yamabe, T. Endoh, and M. Niwa

Microelectronics Reliability, **58**, 185 (2016).

11) "Improvement of Thermal Tolerance of CoFeB-MgO Perpendicular-Anisotropy Magnetic Tunnel Junctions by Controlling by Boron Composition"

H. Honjo, S. Ikeda, H. Sato, S. Sato, T. Watanabe, S. Miura, T. Nasuno, Y. Noguchi, M. Yasuhira, T. Tanigawa, H. Koike, M. Muraguchi, M. Niwa, K. Ito, H. Ohno, and T. Endoh

IEEE. Trans. Magnetics, **52**, 7, 3401104 (2016).

12) "Driving Force in Diffusion and Redistribution of Reducing Agents during Redox Reaction on the Surface of CoFeB Film"

S. Sato, H. Honjo, S. Ikeda, H. Ohno, T. Endoh, and M. Niwa

IEEE Trans. on Magnetics, **51**, 3400804 (2015).

13) "Evidence of a Reduction Reaction of Oxidized Iron/cobalt by Boron Atoms Diffused toward Naturally Oxidized Surface of CoFeB Layer during Annealing"

S. Sato, H. Honjo, S. Ikeda, H. Ohno, T. Endoh, and M. Niwa

Appl. Phys. Lett. **106**, 142407 (2015).

14) "Multiple Breakdown Model of Carpet-bombing-like Concaves formed during Dielectric Breakdown of Silicon Carbide Metal-oxide-semiconductor Capacitors"

S. Sato, Y. Hiroi, K. Yamabe, M. Kitabatake, T. Endoh, and M. Niwa

Jpn. J. Appl. Phys., **53**, 08LA01 (2014).

- 15) "Generalized Mechanism of the Resistance Switching in Binary-oxide-based Resistive Random-access memories"
K. Kamiya, M. Y. Yang, T. Nagata, S.-G. Park, B. M.-Köpe, T. Chikyow, K. Yamada, M. Niwa, Y. Nishi, and K. Shiraishi
Phys. Rev. B **87**, 155201 (2013).