

戦略的国際科学技術協力推進事業（日本－ドイツ研究交流）

1. 研究課題名：

「次世代情報通信システムのためのナノワイヤ/CMOS 異種技術集積化の研究」

2. 研究期間：平成 20 年 10 月～平成 24 年 3 月

3. 支援額： 総額 18,359,000 円

4. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め 6 名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	和保孝夫	上智大学理工学部	教授
研究者	前澤宏一	富山大学工学部	教授
研究者	下村和彦	上智大学理工学部	教授
研究者	森 雅之	富山大学工学部	准教授
研究者	乙幡 温	上智大学大学院	学生
研究者	高島英輔	上智大学大学院	学生
参加研究者 のべ 20 名			

相手国側（研究代表者を含め 6 名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	W. Prost	Univ. Duisburg-Essen	Scientist
研究者	F.-J. Tegude	Univ. Duisburg-Essen	教授
研究者	K. Blekker	Univ. Duisburg-Essen	Scientist
研究者	I. Regolin	Univ. Duisburg-Essen	Scientist
研究者	C. Gutsche	Univ. Duisburg-Essen	Scientist
研究者	O. Benner	Univ. Duisburg-Essen	Scientist
参加研究者 のべ 10 名			

5. 研究・交流の目的

情報通信では光や電磁波などの自然界のアナログ信号を利用する。一方で情報処理はデジタル領域で行うため、両者をつなぐアナログ/デジタル (A/D) インターフェイスが必須である。現在以上に大容量/広帯域化を目指す次世代情報通信システムでは、その役割が一層重要になるものと考えられる。日独研究グループが有する材料/デバイス/回路技術を結集して、画期的な高性能 A/D インターフェイスの実現に向け、化合物半導体ナノワイヤ/CMOS 集積化の技術基盤を構築することが本研究・交流の目的である。具体的には、InAs ナノワイヤを成長基板から別の回路基板に転送するための新手法を開拓し、InAs ナノワイヤ MISFET と従来型素子を同一基板上で一体化したサンプルホールド (S/H) 回路を実現することで、ナノワイヤ/CMOS 異種技術集積化の可能性を実証することを研究・交流の目的とした。

6. 研究・交流の成果

6-1 研究の成果

ナノワイヤを成長基板から回路基板に転送するときの位置/方位制御が異種技術集積化の鍵を握る。今回、電界アシスト自己整合プロセス (FASA) を新たに開発し、所定の場所に決められた方位で InAs ナノワイヤを堆積させることに成功した。これを回路試作に適用し、InP 基板上に InAs ナノワイヤ MISFET と HFET (ヘテロ接合 FET) を集積化した S/H 回路を作製し、100 MHz 動作に成功した。また、新たに信号フィードスルーチャンネル経路を付加した S/H 回路を提案し、従来型 (Conventional) と比較して分解能を改善できる可能性があることを回路シミュレーションで確認した。さらに、フラッシュ A/D 変換器を搭載した

CMOS チップ上に FASA 法を用いて InAs ナノワイヤを堆積させることに成功し、本格的な異種技術融合への展開の見通しを得た。

6-2 人的交流の成果

大学院生の日本からの派遣、ドイツからの受け入れを実施した。日本から派遣した学生は、約2ヶ月間、ドイツ側研究者とナノワイヤ MISFET の高周波特性評価実験を共同で進めた。ドイツから受け入れた学生は約2週間滞在し、Si 基板上への FASA ナノワイヤ堆積実験を日本側研究グループの学生と共同で行った。また、本期間中に7回のワークショップを行った。日本で開催したときには学生にも発表の機会を与えたこと、また、共同実験に多くの学生を参加させたことで、国際的に通用する人材育成に努めた。また、本期間中、双方から研究者が研究滞在、短期訪問を行い、技術的議論を深めた。ドイツ側リーダーである Prost 氏は、今年度から始まった科学研究費助成事業に海外共同研究者として参画することが決まっており、今回の研究交流の持続的発展が期待できる。

7. 主な論文発表・特許等（5件以内）

相手国側との共著論文については、その旨を備考欄にご記載ください。

論文 or 特許	・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、 出願番号、出願人、発明者等	備考
論文	Kai Blekker, René Richter, Ryosuke Oda, Satoshi Taniyama, Oliver Benner, Gregor Keller, B. Münstermann, Andrey Lysov, Ingo Regolin, Takao Waho, Werner Prost, "InAs Nanowire Circuits Fabricated by Field-Assisted Self-Assembly on a Host Substrate," IEICE Trans. Electronics, vol. E95-C, no. 4, 2012 (accepted for publication).	共著論文
論文	K. Maezawa, T. Sakamoto, K. Kasahara, M. Mori, "Possibility of Terahertz Amplification by Active Transmission Lines Loaded with Resonant Tunneling Diode Pairs," Jpn. J. Appl. Phys., vol. 48, p. 124503, 2009.	
論文	Ryoto Yaguchi, Fumiyuki Adachi, Takao Waho, "A Dynamic Source-Follower Integrator and Its Application to $\Delta\Sigma$ Modulators," IEICE Trans. on Electronics, vol. E94-C, no. 5, pp. 802 - 806, 2011.	
論文	A. Kadoda, T. Iwasugi, K. Nakatani, K. Nakayama, M. Mori, K. Maezawa, E. Miyazaki, T. Mizutani, "Characterization of $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{InSb}/\text{Si}$ MOS Diode Having Various InSb Thicknesses Grown on Si(111) Substrates," Semicond. Science and Tech., vol. 27, p. 045007, 2012.	
論文	Tomohiko Ebata, Uichiro Omae, Kazuya Machida, Keita Hoshi, Takao Waho, "Enhancement of Comparator Operation Speed by Using Negative-Differential-Resistance Devices," Proc. IEEE Int. Symp. Circuits and Systems, pp. 3020 - 3023, 2010.	