北海道大学
大学院情報科学研究科

No.43 AUTUMN 2015

IST NEWS

第43号（平成27年 秋）

文部科学大臣・文部科学大臣表彰若手科学者賞 受賞研究「半導体ナノワイヤの集積技術と電子素子応用に関する研究」の紹介

情報エレクトロニクス専攻　助教　冨岡　克広

この度、「半導体ナノワイヤの集積技術と電子素子応用に関する研究」により、平成27年度科学技術分野の文部科学大臣表彰・若手科学者賞を受賞する機会を賜りました。今回、このような形で、名誉ある賞を賜ったことを心より嬉しく思うとともに、学生の頃より指導をいただいている集積電子デバイス研究室・福井孝志特任教授、集積ナノシステム研究室・本久順一教授をはじめ、本学科・量子集積エレクトロニクス研究センターの先生方、学生の皆様、スタッフの皆様にこの場を借りまして、厚く御礼を申し上げます。

若手科学者賞は、萌芽的な研究、独創的視野に立った研究等、高度な研究開発能力を示す顕著な研究業績をあげた40歳未満の若手研究者を対象としています。ここでは、受賞した研究内容について紹介します。

皆さんの持っているスマートフォンなどの情報端末やパソコンに代表されるような電子機器・デジタル家電は日進月歩で進化しています。その進化を支えるのは、半導体集積回路（LSI）の高性能化です。現在の集積回路（LSI）は、構成要素の電界効果トランジスタ（FET）を小さくし、集積度を高めることで、高性能化、低消費電力化、低コスト化を実現してきました。しかしながら、近年、低消費電力化が頭打ちになり、LSIの消費電力が大幅に急増しています。低消費電力化の妨げになっているのはリーク電流の増大による待機電力の増加と、個々のFETのサブスレッショルド係数に理論的な限界（最小値60mV/桁）があるためです。この理論的な限界は、キャリアの熱拡散的振る舞いで決まり、MOSFETではこの値を下回ることができません。

本研究は低消費電力スイッチ素子の開発と高性能化を目指し、まずシリコン上のIII-V族化合物半導体ナノワイヤの結晶成長に着目し、選択成長法で立体ナノ構造を均一に異種集積する技術を確立しました。これは、図2（a）のように、リソグラフィ技術によるトップダウンと結晶成長技術のボトムアップを融合した技術です。この手法は、位置・サイズの制御をマスクの開口サイズで決定し、任意の位置・サイズに結晶を作製し、ナノワイヤの作製に触媒金属を利用しない手法です。この作製手法において、極性をもたないシリコン結晶表面に極性表面を形成する技術がブレークスルーとなりました。シリコンの最表面の原子配列を精緻に特定の原子で並び替えることで、図2（b）の様に、Si基板上に高均一の垂直自立したIII-Vナノワイヤを集積することができます。

次に、これらのIII-V族化合物半導体ナノワイヤを用いて縦型トランジスタ構造を作製するため3次元デバイス立体加工技術を確立しました。シリコン上のIII-V族化合物半導体ナノワイヤ縦型トランジスタ研究では、シリコン基板上に図2（b）のようなコア・マルチシェルナノワイヤを集積しました。この構造は、皆さんのスマートフォンなどに搭載されている無線用の高移動度トランジスタ（HEMT）と同様の構造を、シリコン上のナノワイヤの側面に世界で初めて集積した構造です。

半導体ナノワイヤ異種集積技術で生じるIII-V/Si接合界面に新しい物性を見出し、低電圧駆動する新型トンネルFETを提案し実証しました。また、集積技術の延長として、新しい界面・素子を開拓する目的もあります。具体的には、シリコン基板上のInAsナノワイヤのSi/InAs固相界面を利用し、このヘテロ接合界面に生じるトンネル輸送過程をゲート電圧で変調する素子構造を提案し、従来のMOSFETの物理限界を突破（最小SS＝12mV/桁、平均SS＝21mV/桁）できることを実証しました。仮に、この性能を持つトンネルFETでSi-CMOSやLSIを構成できると、LSIチップの消費電力を90％以上削減でき

図1　表彰式会場の様子

ることから、あらゆるデジタル家電の待機電力やモバイル機器の電池の消費を大幅に削減し、幅広く貢献することができます。将来的には、照明下で発電した微小な電力で駆動するような、セルフパワー型のLSI、スマートフォンや、無線信号型のヘルスケアデバイスなど実現し、人間の生活様式を大きく変えることができるかもしれません。

本研究成果が得られた背景には、本学の高性能機器・装置を駆使できる環境があったことの他にも、研究や勉学に没頭する学生の姿に勇気付けられ発奮できたのも大きな要因です。今後も、今回の受賞を励みとして、将来の科学技術、情報通信技術のために少しでも貢献できるように一歩一歩研究活動を続けて参りたいと思います。

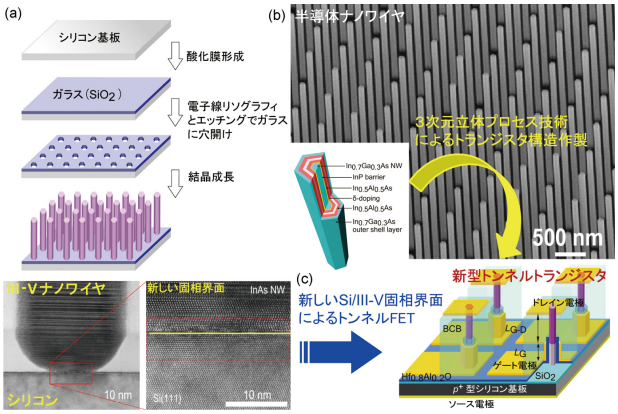

図2　(a) MOVPE選択成長によるIII-Vナノワイヤの成長、(b) Si上のGaAsナノワイヤアレイとHEMT構造模式図、(c) ナノワイヤ縦型トランジスタ模式図

平成27年度北海道大学ホームカミングデー

・全学事業

平成27年9月26日（土）、北海道大学ホームカミングデー2015が開催されました。全学行事がクラーク会館にて行われ、交響楽団による演奏のあと、北海道大学山口佳三総長、北海道大学連合同窓会石山喬会長の挨拶や北海道大学大学院理学研究院圦本尚義教授による記念講演会が行われ、最後に北海道大学オーケストラサークル「アウロラ」による歓迎のステージおよび恵迪寮同窓会による「都ぞ弥生」の斉唱が行われました。

・北楡会母校交流会

平成27年9月25日（金）、情報科学研究科と情報科学研究科に関連する学科の同窓会である北楡会が母校交流会を行いました。本年は、開会挨拶からポスター展示までを「北海道大学工学系イノベーションフォーラム2015」との共催行事として行いました。

講演会では二つの講演が行われ、始めに北海道ガス株式会社栗田哲也部長から『エネルギーの高度利用技術とスマートエネルギーネットワーク社会～期待が高まる工学および情報科学の役割～』についての講演があり、続いて本研究科の村山明宏教授から、『電子と光の情報を結ぶ：量子ドットが拓く未来の光電情報変換』についての講演がありました。

引き続き、ポスター発表と研究室見学が行われ、最近の研究成果についての説明がありました。

最後に、工学部食堂に場所を移し、立食パーティ形式で懇親会を行いました。ポスター発表について北楡会会員による投票が行われ、メディアネットワーク専攻メディアダイナミクス研究室が最優秀ポスター賞に、情報理工学専攻自律計工学研究室とシステム情報科学専攻電気エネルギー変換研究室が優秀ポスター賞に選ばれ、懇親会の場で表彰されました。

北楡会、および北楡会母校交流会の詳細は、北楡会ホームページをご覧ください。
http://www.ist.hokudai.ac.jp/hokuyu-kai/

・北工会サークル展示

平成27年9月25日（金）～9月26日（土）工学部正面玄関ホールにて北工会サークルによる書道、写真、生花を展示し、同窓生の方々をお迎えしました。

（教育企画室長　末岡　和久）

平成28年度大学院入学試験

平成28年度北海道大学大学院情報科学研究科博士後期課程及び修士課程の入学試験が、8月20日（木）、21日（金）の両日実施されました。入試結果は9月1日（火）に発表され、下表の185名（博士後期課程15名、修士課程170名）が合格しました。

また、同時に行われた平成27年10月入学の外国人留学生及び社会人を対象とする入試では、修士課程３名（情報理工学専攻、メディアネットワーク専攻）、博士後期課程５名（情報理工学専攻、情報エレクト

ロニクス専攻、メディアネットワーク専攻）、社会人入学５名（情報理工学専攻、メディアネットワーク専攻、システム情報科学専攻）が合格しました。

なお、今後専攻別に二次募集を行うかどうかが決定されます。二次募集を行う場合の日程は次の通りです（詳細は募集要項でお確かめ願います）。

平成27年11月上旬　募集要項配布開始
平成27年12月中旬　出願資格予備審査申請期間
平成28年１月下旬　願書受理
平成28年２月18日（木）～19日（金）　入学試験
平成28年３月１日（火）　合格発表日

平成28年度専攻別合格者数

専攻	定員	合格者数
情報理工学	48	39[1]
	12	7[2]
情報エレクトロニクス	39	45[1]
	8	1
生命人間情報科学	33	24
	6	2
メディアネットワーク	30	31
	8	2
システム情報科学	27	31
	8	3
計	177	170[2]
	42	15[2]

・上段：修士課程、下段：博士後期課程
・[　]：留学生（内数）

退色写真復元技術 デジタイズ・ワークフローについて

1900年代前期に実用化されて以来、カラー銀塩写真は歴史的に貴重な史料を次世代に引き継ぐ重要な役割を果たしてきました。一方、近年では撮影から半世紀以上も経過したフィルムも多数存在し、経年劣化による褪色が大きな問題となっています。カラーフィルムの褪色は、個々のフィルムの保存環境や期間等の条件に大きく依存するため、所与の褪色カラーフィルムから取得した画像を自動的かつ統一的な方法論で復元することはそれほど容易なことではなく、また、そもそも復元自体が可能かどうかも完全には解明されていませんでした。昨年末に、この問題の解決を目指す札幌の民間企業である株式会社アイワードから、共同研究の打診を頂いたことを発端に、褪色カラー写真の復元法の開発に取り組み始め、実際に復元を行なうソフトウエアを開発するに至っています。

褪色カラーフィルム上に撮影された被写体の中には、例えば空や草、人間の皮膚のように普遍的な色を想定できるものが存在することが多く、まずは、そのような被写体の色を想定した色に復元することを考えます。一方で、このような復元を行なうモデルは無限に存在するため、その中から、復元性能が高く極力単純なものを特定する必要があります。今回の共同研究では、幸運にも、褪色フィルムそのものと、そのフィルムが完全に褪色する前に印刷された画像を数組入手することができました。これらの画像を解析することで、褪色画像の三原色ベクトルから復元画像の三原色ベクトルを生成するモデルとして、アフィン変換を用いることで相応の復元が可能であることが解明できました。この方法では、原理的には４点の想定色情報があれば画像全体の復元が可能です。

（情報理工学専攻　准教授　田中　章）

開発したソフトウエアによる復元の様子

着るだけで腰の負担が見える センサ内蔵ウェアの開発に成功

田中孝之准教授らは株式会社ニコンとの共同研究において、着るだけで腰の負担が見えるセンサ内蔵ウェアの開発に成功しました。

様々な職場で作業員の負担や疲労の軽減、特に腰痛予防が求められており、同研究グループは各種作業の軽労化®に対する取り組みを行っています。いつ、どのような作業で、どの程度の負担がかかるのかを察知できれば、腰痛の要因となる危険姿勢を避けることができ、また作業・労務管理、業務改善をする上で有益な情報を得ることができます.

センサ内蔵ウェアは腰ベルトやコルセットのように取り付けられます（写真1）。ウェアには加速度センサと曲げセンサが内蔵されており、ウェアを着ると、それらが腰に密着し、内蔵マイコンで各種計算、制御、データ保存ができます。内蔵バッテリで駆動でき、バッテリ込みで273gと軽量であり、かつ柔軟素材でできているため、違和感なく装着できます。

センサ情報から、腰の負担（椎間板圧迫力）を計算するために必要な腰仙椎アライメント（脊椎の腰部の位置・姿勢）をリアルタイムに推定できます。推定した腰仙椎アライメント情報から、筋骨格力学モデルを用いて、腰の負担をリアルタイムに計算でき、腰の負担を計算、記録することによって、作業者に危険姿勢を取っていることを警告したり、作業者の負担を管理することができます。性別、年齢、体格の異なる60名の腰部レントゲン画像をデータベースにして、個人差の影響を受けずに、正確なア

ライメント推定と腰負担計算を実現しました。

介護施設において実証試験を行い、介護士の腰負担をリアルタイムに長時間計測し、記録することに成功しました（図1）。作業中の腰負荷データを蓄積し、ビッグデータ解析することで、腰負荷の軽減、人員配置の最適化など、業務改善に繋がるソリューションを提供すべく、開発を進めていく予定です。

（システム情報科学専攻　准教授　田中　孝之）

写真１　センサ内蔵ウェア

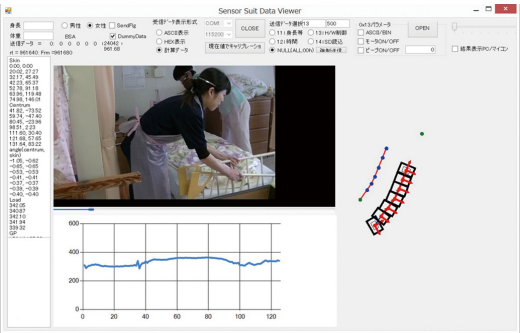

図１　介護施設でのセンサ内蔵ウェア実証試験

【人事異動】

［教授］

（採用）平成27年9月1日	
雲林院　　宏	生命人間情報科学専攻 （協）先端生命機能工学講座（新規採用）
（昇任）平成27年10月1日	
大　鐘　武　雄	メディアネットワーク専攻 情報通信システム学講座（同講座准教授より）
（昇任）平成27年10月1日	
南　　弘　征	情報理工学専攻 （協）大規模情報システム学講座（同講座准教授より）

［助教］

（辞職）平成27年8月31日	
吉　田　力　矢	生命人間情報科学専攻 （協）先端生命機能工学講座
（辞職）平成27年9月30日	
椿　野　大　輔	システム情報科学専攻 システム創成学講座（名古屋大学へ）
日　比　輝　正	生命人間情報科学専攻 （協）先端生命機能工学講座
（採用）平成27年10月1日	
小　川　和　久	情報エレクトロニクス専攻 先端エレクトロニクス講座（新規採用）

［特任講師］

（採用）平成27年7月8日～（任期満了退職）9月7日	
Fang Gengfa	メディアネットワーク専攻 情報通信システム学講座

【受賞等】

［教員］

平成27年5月29日	長谷山　美紀
メディアネットワーク専攻　情報メディア学講座メディアダイナミクス研究室　教授	
一般社団法人映像情報メディア学会 丹羽高柳賞「発想支援型マルチメディア情報検索技術の実現」	
平成27年6月12日	吉岡　真治
情報理工学専攻　知識ソフトウェア科学講座知識ベース研究室　准教授	
一般社団法人人工知能学会 研究会優秀賞「複数国の新聞からの多観点比較による分析～ GDELTデータを用いた分析～」	

［学生］

平成27年3月10日	西牧　可織
情報エレクトロニクス専攻　先端エレクトロニクス講座光エレクトロニクス研究室　D3	
一般社団法人電子情報通信学会回路とシステム研究専門委員会 回路とシステム研究会学生優秀賞「Dynamic wavefront compensation of signal beam in optical satellite communication system using phase conjugation technique（光衛星通信システムにおける位相共役技術を用いた信号光の動的波面補償）」	

※職名・学年・所属は受賞時

新教員紹介

１．最終学歴および学位、２．前職、３．専門分野

雲林院　宏　教授

生命人間情報科学専攻　（協）先端生命機能工学講座

1. 平成14年東北大学大学院博士後期課程修了、博士（理学）
2. 東北大学博士研究員
3. 単一分子分光、物性物理

小川　和久　助教

情報エレクトロニクス専攻　先端エレクトロニクス講座

1. 平成27年京都大学大学院博士後期課程修了、博士（工学）
2. 京都大学博士後期課程学生
3. 量子情報科学、量子光学

IST NEWS No.43　平成27年10月30日発行

発行：北海道大学大学院情報科学研究科 広報・情報室

（編集担当：吉岡 真治・竹本 真紹・久保 吉史・大塚 尚広）

情報科学研究科ホームページ
http://www.ist.hokudai.ac.jp/