



教授

吉川 信行

ヨシカワ ノブユキ



大学院工学研究院 知的構造の創生部門  
工学部 電子情報工学科 電子情報システムコース  
理工学部 数物・電子情報系学科 電子情報システム教育プログラム  
nyoshi@ynu.ac.jp  
http://www.yoshilab.dnj.ynu.ac.jp/

## 【研究概要】

新しい動作原理に基づく電子デバイスを用いて、次世代の高速・高密度な大規模集積回路(VLSI)システムを実現することを目指しています。

例えば超伝導現象を利用すれば、単一磁束量子(磁束の最小単位)を情報の1ビットに対応させた超高速デジタル回路を作ることができます。これらの単一磁束量子LSIは、数百GHzにおよぶクロック周波数での演算動作が可能であり、現在の半導体LSIの数十倍の速度で情報が処理できます。また、量子状態を利用した量子コンピュータは、超並列計算ができるため、従来不可能だった膨大な計算が行える可能性を秘めています。一方、半導体VLSIの動作温度をマイナス200度付近まで冷却すると、動作スピードが向上し、VLSIの演算スピードを飛躍的に高めることができます。

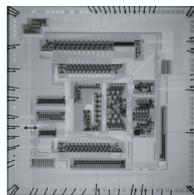
このようにデバイス自体の機能が新しくなると、これらの機能を生かすために、新しい回路アーキテクチャやシステムアーキテクチャの検討が必要になります。我々は、VLSIシステムを、デバイスの動作原理、アーキテクチャ、ならびに設計手法という多方面から眺め、研究を行っています。

## 【アドバンテージ】

現在の研究テーマは、超伝導集積回路を用いたマイクロプロセッサや浮動小数点演算器(FPA)などの設計と高速動作実証などを行っています。この研究を通してデジタル回路の100GHzを超える動作実証を行ってきました。また、これら的高速測定を通して、高周波回路の3次元設計、高速アナログ増幅器の設計、高速デジタル回路の設計などを手がけてきており、これらの分野において技術的なアドバンテージを持っています。最近では、断熱的手法を用いて半導体デジタル回路の消費電力を100分の1に下げる研究も行っており、超低消費電力回路への展開を目指しています。

## 【事例紹介】

超伝導単一磁束量子回路を用いた世界初のマイクロプロセッサや浮動小数点演算器の20GHz動作実証を行いました。また、本技術を用いてピコ秒時間間隔の計測が可能な微小時間測定回路や、超伝導量子ビットを高精度で操作するための高速マイクロ波チョッパを開発しました。現在開発中の断熱的手法を用いた半導体回路を用いれば超低消費電力の半導体集積回路の実現が可能となります。



開発した20GHz超伝導浮動小数点演算器のチップ写真

## ■ 相談に応じられるテーマ

半導体集積回路の設計技術、低消費電力技術  
高速回路や伝送線路の設計、シミュレーション方法  
高速回路の測定技術  
低温測定技術  
アナログ、デジタル回路の設計

## ■ 主な所属学会

応用物理学会  
電子情報通信学会  
電気学会  
低温工学・超伝導学会  
米国電気電子学会(IEEE)

## ■ 主な論文

『単一磁束量子回路を制御回路とする量子計算システム』「応用物理」2009  
『三次元電磁界シミュレータを用いた超伝導マイクロ波デバイスのシミュレーション方法』「電子情報通信学会超伝導エレクトロニクス研究会SCE2008-36」2009.1  
『単一磁束量子回路を用いた超高速マイクロプロセッサの開発とその展望』「電子情報通信学会論文誌C」2008.1  
『単一磁束量子回路を用いた低消費電力情報機器』「電子情報通信学会誌」2007.3  
『Superconducting Digital Electronics』「Proceedings of the IEEE」2004.10

## ■ 主な特許

「断熱型量子磁束パラメロン回路及び超伝導論理素子」特願2015-81036  
「超伝導集積回路装置」特願2014-181355