

極微デバイス部門 電子デバイス研究分野 (伊藤浩之研究室)

Email: ito@pi.titech.ac.jp

http://masu-www.pi.titech.ac.jp/

(研究分野)

サイバースペースの末端で実世界の環境情報を収集し実世界に働きかけるセンサ・アクチュエータ端末技術や、実世界の様々なモノとサイバースペース間をネットワークで繋ぐための通信回路技術を中心に、集積回路技術を基軸として研究開発を進めていきます。※益一哉教授など学内外の先生方・研究者と密に連携しながら研究・教育を進めています。

(研究テーマ)

1) サイバースペース末端ハードウェア技術・センサネットワークシステム

まずは実世界から環境情報を取得するためのバッテリーレスなセンサ端末ハードウェアと、それを活用したセンサネットワークシステムを中心に研究を進めます。端末ハードウェアの低コスト化・小型化・低消費電力化とセンサネットワーク全体のセンシング性能向上の両立を目指し、集積回路技術を発展させるだけではなく、確率共鳴や群知能といった技術をセンサネットワークハードウェア・システムに展開して「量が質を生むハードウェア技術」を研究していきます。

具体的なアプリケーションとして、(1)本研究室の超低電力トランシーバチップを活用した屋内モノ検索システム、(2)口腔内pHセンシングシステム、(3)集積化CMOS-MEMS技術による加速度センシングシステム、(4)細菌センシングシステムの研究開発を進めます。これらから得られた知見をもとに、複数の環境情報のセンシングや、CPS・Swarm Electronicsへ展開していきます。

2) 次世代通信回路技術

無線通信回路の消費電力・電力効率といった性能を桁で改善するための技術を中心に研究開発を進めています。

超低電力RF回路技術：将来的に様々なモノに埋め込まれるセンサ端末は、バッテリーレスで環境から電力を生成(環境発電)することが強く求められます。この時、センサ端末内の無線トランシーバは、極めて低い電力・高い電力効率で通信する必要があります。本研究室では、数十マイクロワット程度の消費電力で動作するRFトランシーバフロントエンド回路や無線通信モジュールを開発しています。

MEMS技術を活用した新奇回路技術：発振器といったトランシーバ要素回路の性能は受動素子特性の影響を強く受けません。Film Bulk Acoustic Resonator (FBAR) といったRF-MEMS素子はCMOS技術により作成した受動素子よりも桁違いに高いQ値を有しており、このような素子を用いることで極めて低い位相雑音特性を有する発振器などが実現できます。現在、MEMS素子技術を活用した超低電力発振器や、共振器ミキサの研究開発を進めています。

高速信号伝送技術：オンチップ高速信号伝送技術や、低電力DEMUX/MUX回路技術、スーパーコンピュータ用40Gbpsボード配線技術、電磁放射を考慮した有線通信技術、110GHzまでの配線特性評価技術を研究しています。

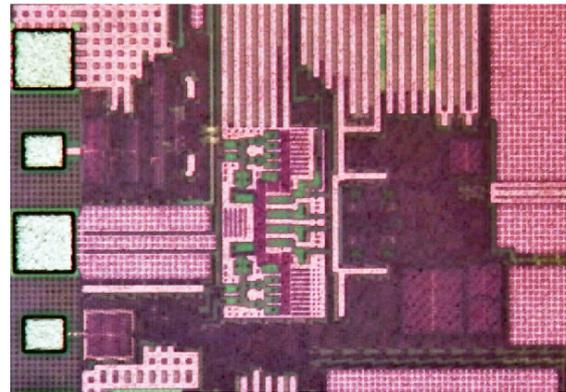


図1 インダクタレスRF CMOSトランシーバ

Fig.1 Inductor-less RF CMOS Transceiver

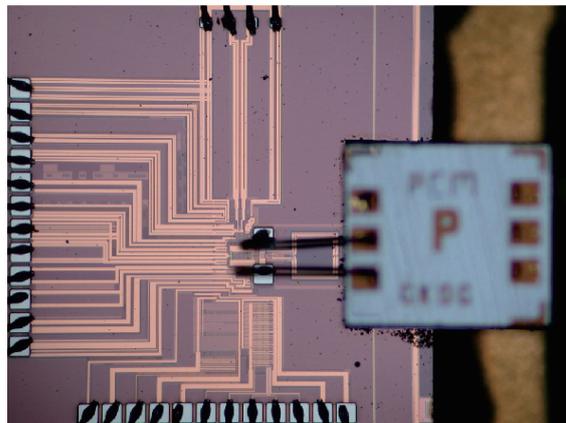


図2 デジタル制御FBAR発振器

Fig.2 Digitally-Controlled FBAR Oscillator

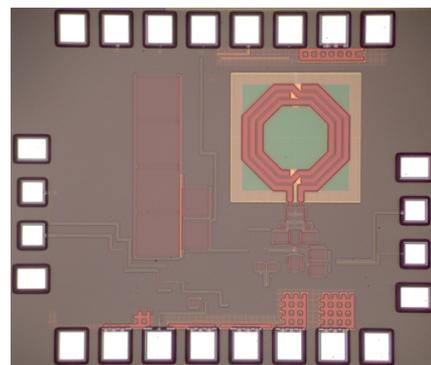


図3 超低電力PLL

Fig.3 Ultra Low-Power PLL

Advanced Microdevices Division

Electron Devices Section

(Hiroyuki Ito Group)

(Research Field)

Hardware technology for sensor/actuator devices related to cyber-physical system and wireless sensor network. RF circuit technology to connect objects in the real world and the cyber space through wireless network.

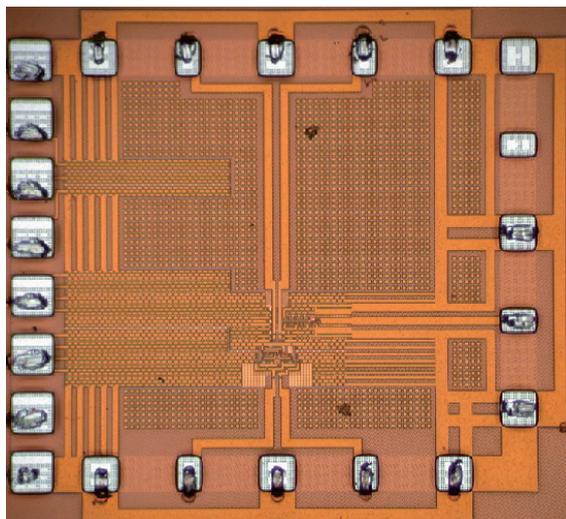


図4 20Gbps低電力DEMUX

Fig.4 20Gbps Low-Power DEMUX

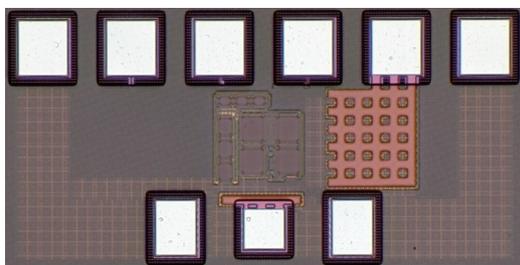


図5 小面積LDO

Fig.5 Area Efficient LDO

(Current Topics)

1) Hardware technology for cyber-physical system and sensor network system

Our research aims for achieving low-cost wireless sensor network consisted of battery-less sensor devices with ultra-low power CMOS circuits, sensors and energy harvesting technology. Our group has developed RF CMOS circuit technology to improve power consumption and form factor, and has been researching the new sensor network hardware technology based on stochastic resonance and swarm intelligence.

Specific target-applications are currently as follows: (1) a lost article finder using our ultra-low power RF transceiver technology, (2) an oral pH-sensing system, (3) an accelerometer based on integrated CMOS-MEMS technology, and (4) a bacteria sensing system.

2) Advanced communication circuit technology

2.1) Ultra-low power RF Circuit technology

In the future, the huge number of sensor devices will be implemented into every object in the real world, which requires the device to be extremely low cost. The energy harvesting technology can reduce battery and hardware-maintenance cost, however it can only supply very low power to the load circuits. Our group has been developing RF transceivers and wireless communication modules that can operate tens of microwatt.

2.2) Nobel circuit technology exploiting MEMS technology

Performances of components in wireless transceivers, e.g. oscillators, are deeply affected by characteristics of passive components. The RF-MEMS components such as a film bulk acoustic resonator have much higher Q-factor than on-chip LC resonators and enable to achieve the oscillator with ultra-low phase noise performance and so on. We have been developing an ultra-low power oscillator and a resonance mixer.

2.3) High-speed signal transmission technology

Our group has researched on-chip high speed signal transmission technology, low power DEMUX/MUX circuits, 40Gbps on-board wiring technology for super computer application, wire-line communication technology with low electromagnetic radiation, and measurement techniques up to 110GHz.