

機能集積システム工学研究室

先端物質科学研究科
半導体集積科学専攻

Semiconductor Electronics and Integration Science

教職員

教授	岩田 穆
准教授	佐々木守
特任准教授	亀田成司
助教	吉田 毅
技官	下岡丈治
研究員(ホスト)	2名
共同研究員	4名
秘書	1名

学生

博士課程後期	5名
博士課程前期	11名
4年生	

機能集積システム工学研究室の研究

1. 半導体・バイオ融合によるイノベーション

融合の視点

半導体：ナノ＝微細化， テラ＝大容量記憶・情報処理，
低コスト， 高信頼

バイオ：多種多様な有機微分子・小生命体， 化学反応

飲むバイオセンサーを目指す

体内のウイルス,ガン細胞マーカー,病原菌,有害物質を高感度検出
ユビキタス＝何処でも,誰でも,すぐに診断・検査できる.

2. アナログ-RF回路とアナデジ混載システムオンチップ (SoC)

アナログ回路、

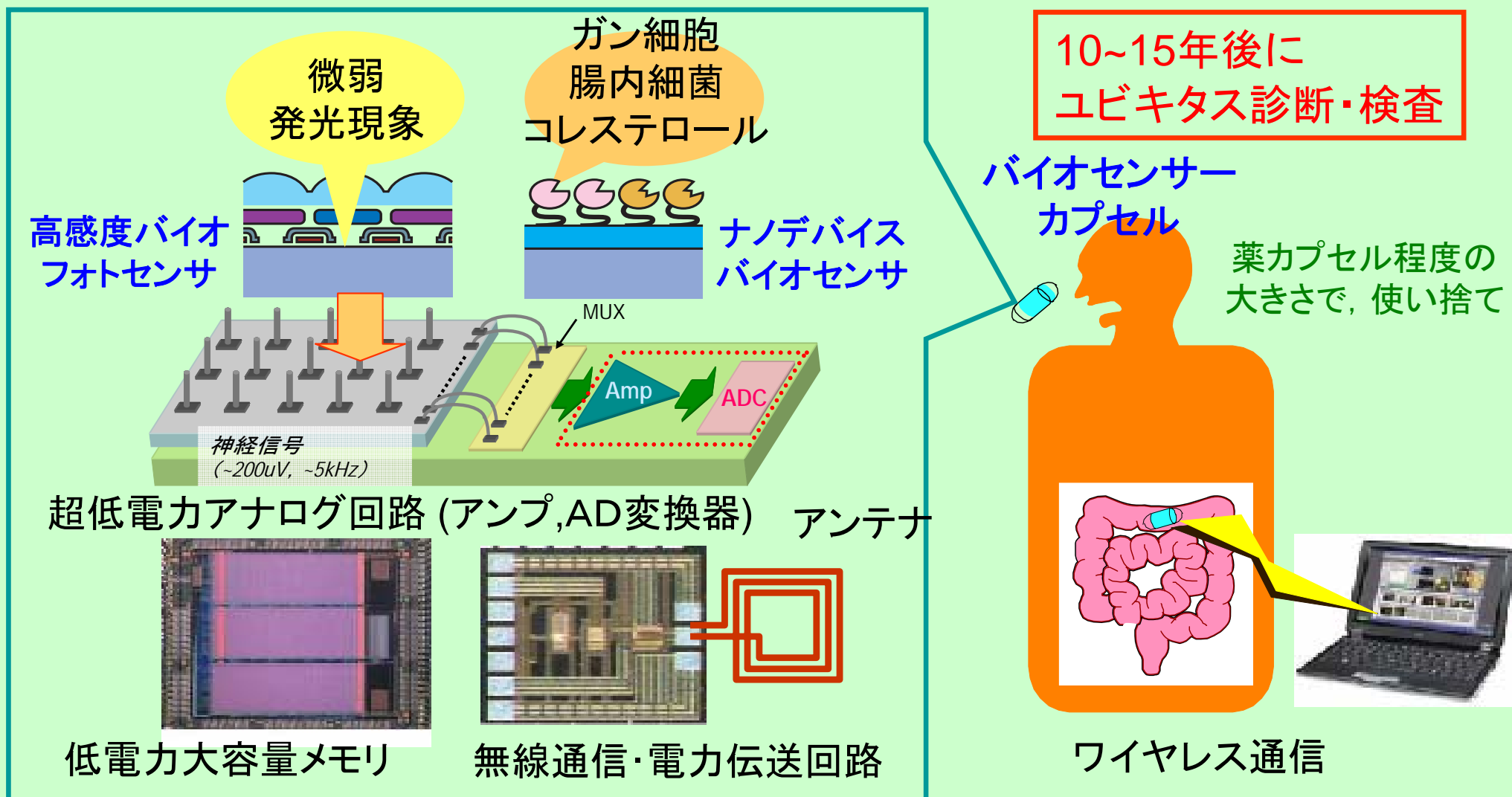
超低電圧 (0.5V), 超高周波 (>10GHz), 低雑音 (<1 μ V)

アナデジ混載技術

応用：無線通信， 画像処理， ロボット， ネットワーク

半導体・バイオ融合技術の目指すイノベーション

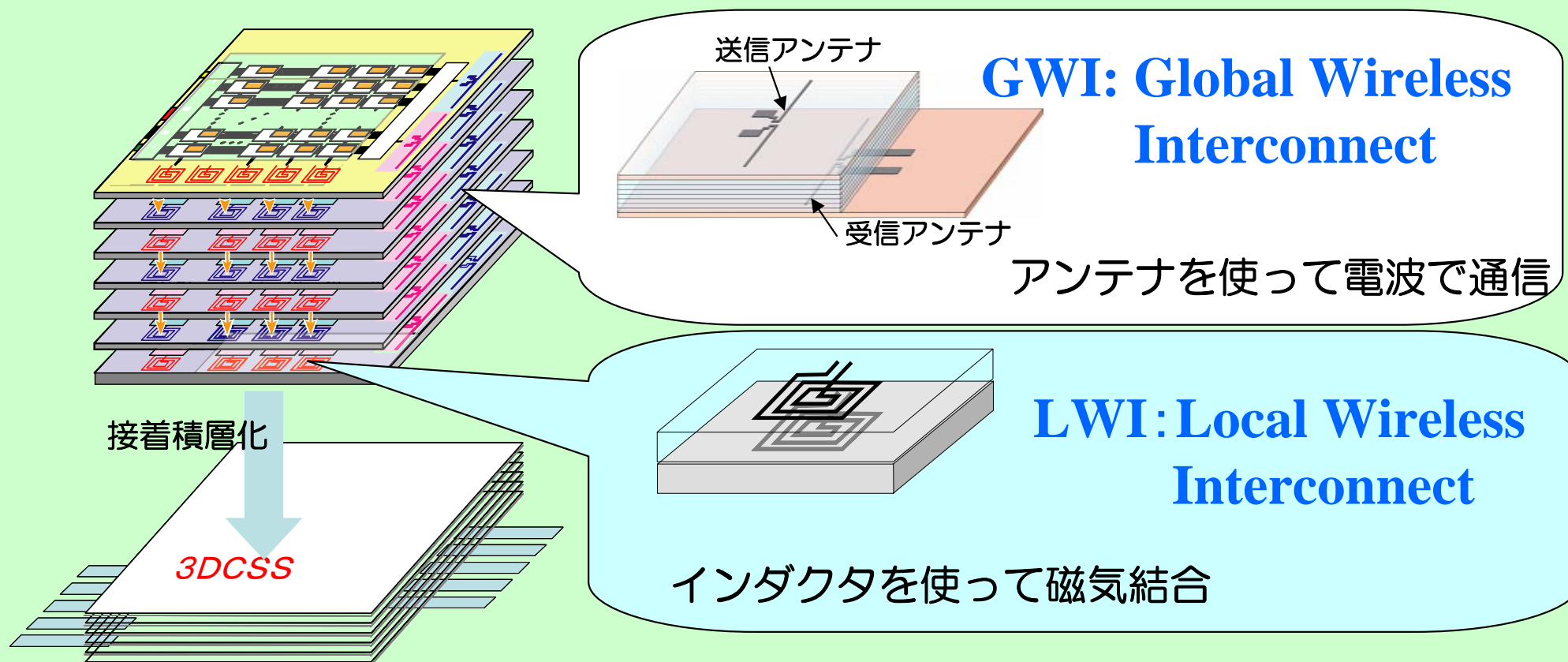
高感度バイオセンサーと大容量メモリ、無線インターフェースを融合することで、「飲むバイオセンサー」を実現し、ガンの早期診断、腸内細菌・コレステロール診断をいつでも何処でも可能にする。



無線インタコネクト三次元集積技術

21世紀COE テラビット情報ナノエレクトロニクス(2002~2006)

3DCSS(三次元カスタムスタックシステム)



チップ間無線インタコネクト

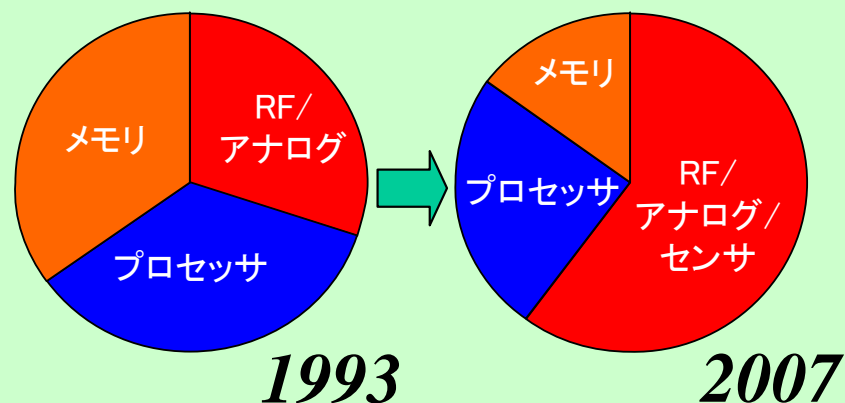
アンテナ/デバイス/RFアナログの *Co-Design* (領域融合)

RF回路・アナログ回路技術の重要性

集積回路の研究・開発は **RF・アナログ** が主流に

LSIのオリンピックと呼ばれる
国際固体回路会議（ISSCC）での
発表件数割合の最近の動向

情報システムの鍵となる、RF回路、
アナログ回路、センサ(バイオ、光など)が
70%を占め、研究者とビジネスチャンスが
集中している。



“ネットワーク社会を支えるのは **RF・アナログ** 技術”

2008年度卒研テーマ（1） 半導体・バイオ融合

(1) 極低電力・多入力バイオセンサのアナログフロントエンド
の設計・評価

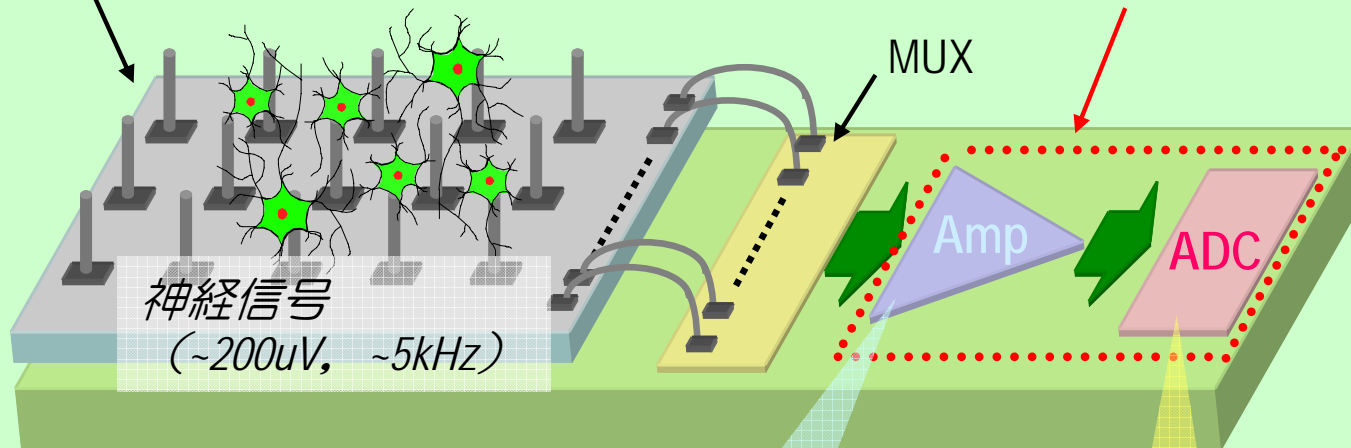
目的：バイオセンサを構成する微小信号を処理する多重化回路、
低雑音増幅器、AD変換器の超低電力化の研究

手法：アナログ要素回路の低雑音技術・低電力技術の検討、回
路設計・試作・評価。

バイオセンサのアナログインターフェース

プローブアレイ

変調領域信号処理・アナデジ融合回路技術



神経信号
(~200uV, ~5kHz)

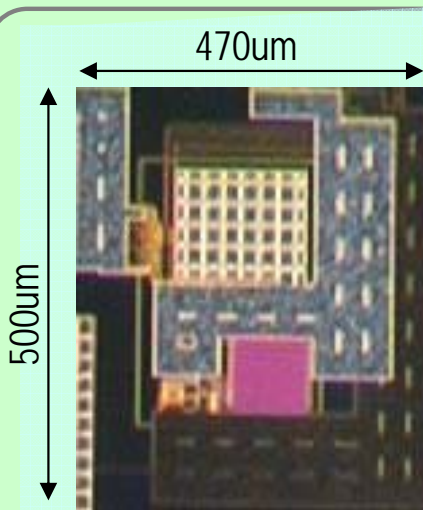
MUX

Amp

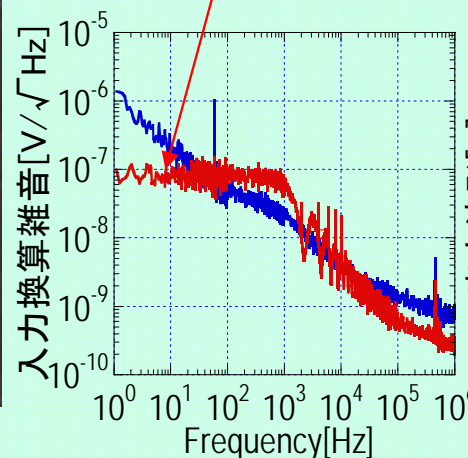
ADC

アナログ信号処理チップ(信号増幅, アナログ演算)

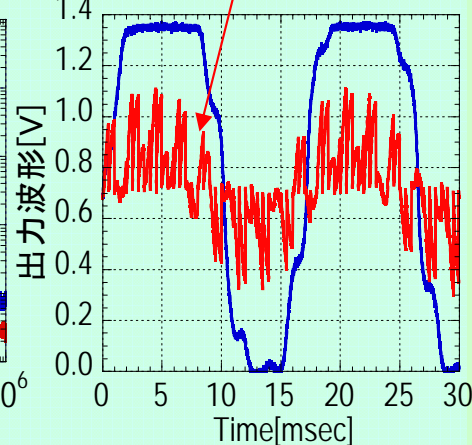
19年度開発実績



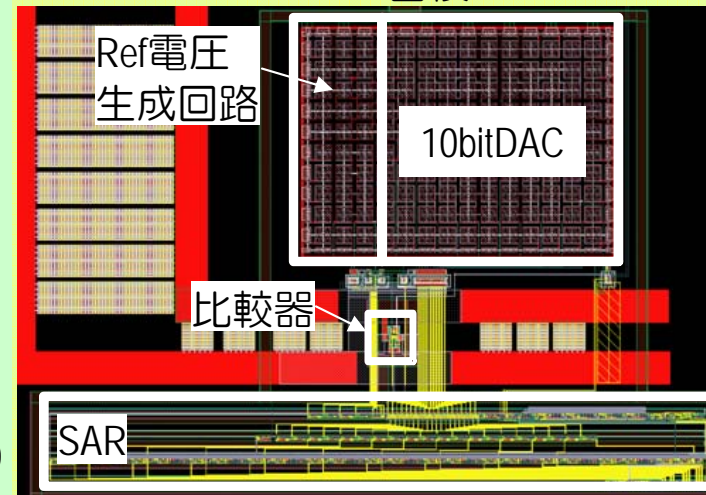
Auto-zero技術の適用



変調処理により
60Hzの信号成分抑圧



面積: 700 x 450 μm^2



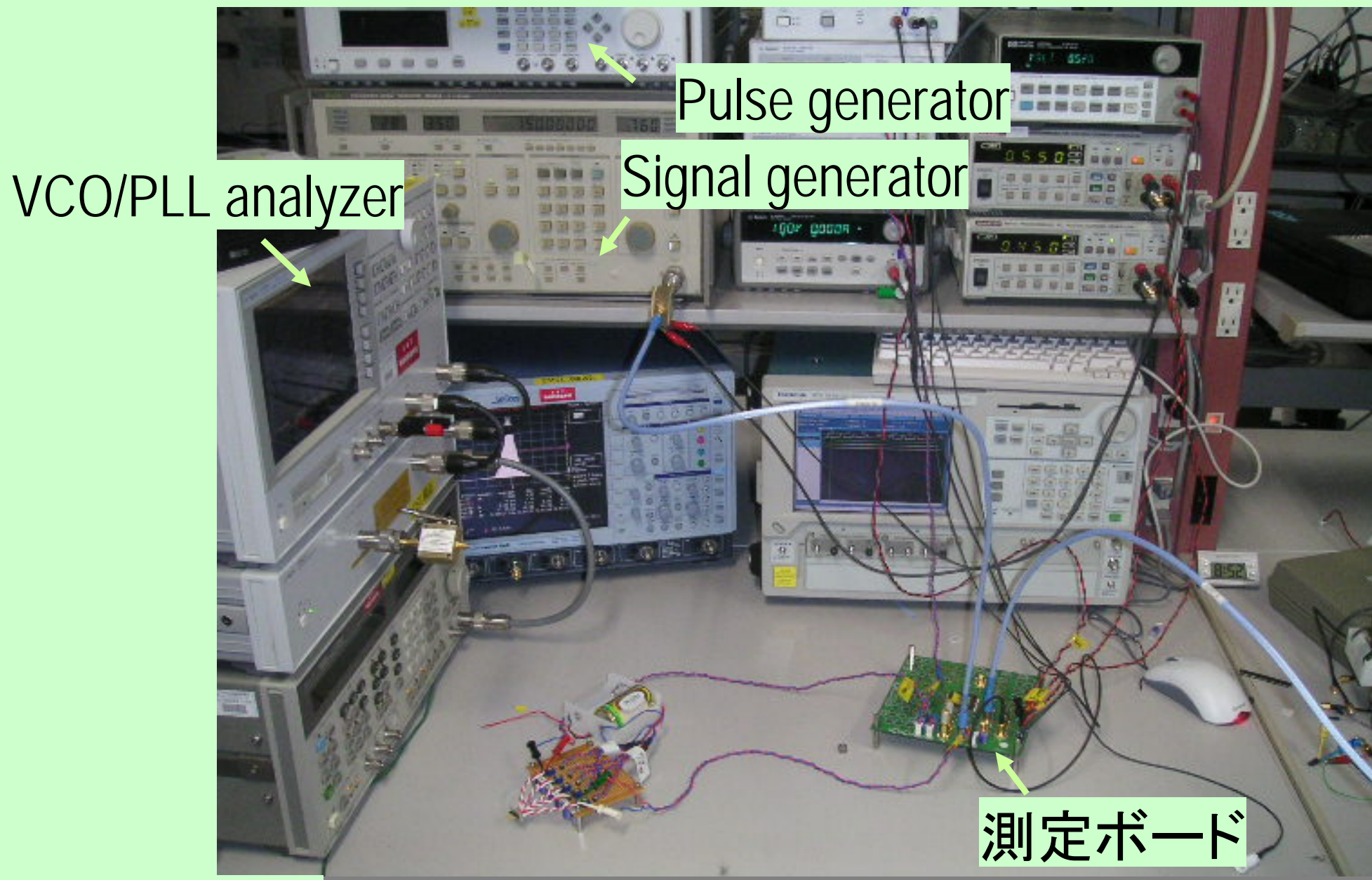
CMOS 0.18 μm プロセス

電源電圧: 1.4V, 雑音抑圧率: 1/10, 入力換算雑音: 2.7 μV (~100kHz)

CMOS 0.18 μm プロセス

電源電圧: 0.8V, 消費電力: 1.2 μW

RFアナログ回路の測定・評価の様子



試作チップ

2008年度卒研テーマ (2) RF回路・アナログ

(2) 極低電圧動作アナデジ融合回路の高精度化技術の研究

目的：変調ドメイン信号処理に適した素子雑音および非線形性をデジタル補正する方式の研究

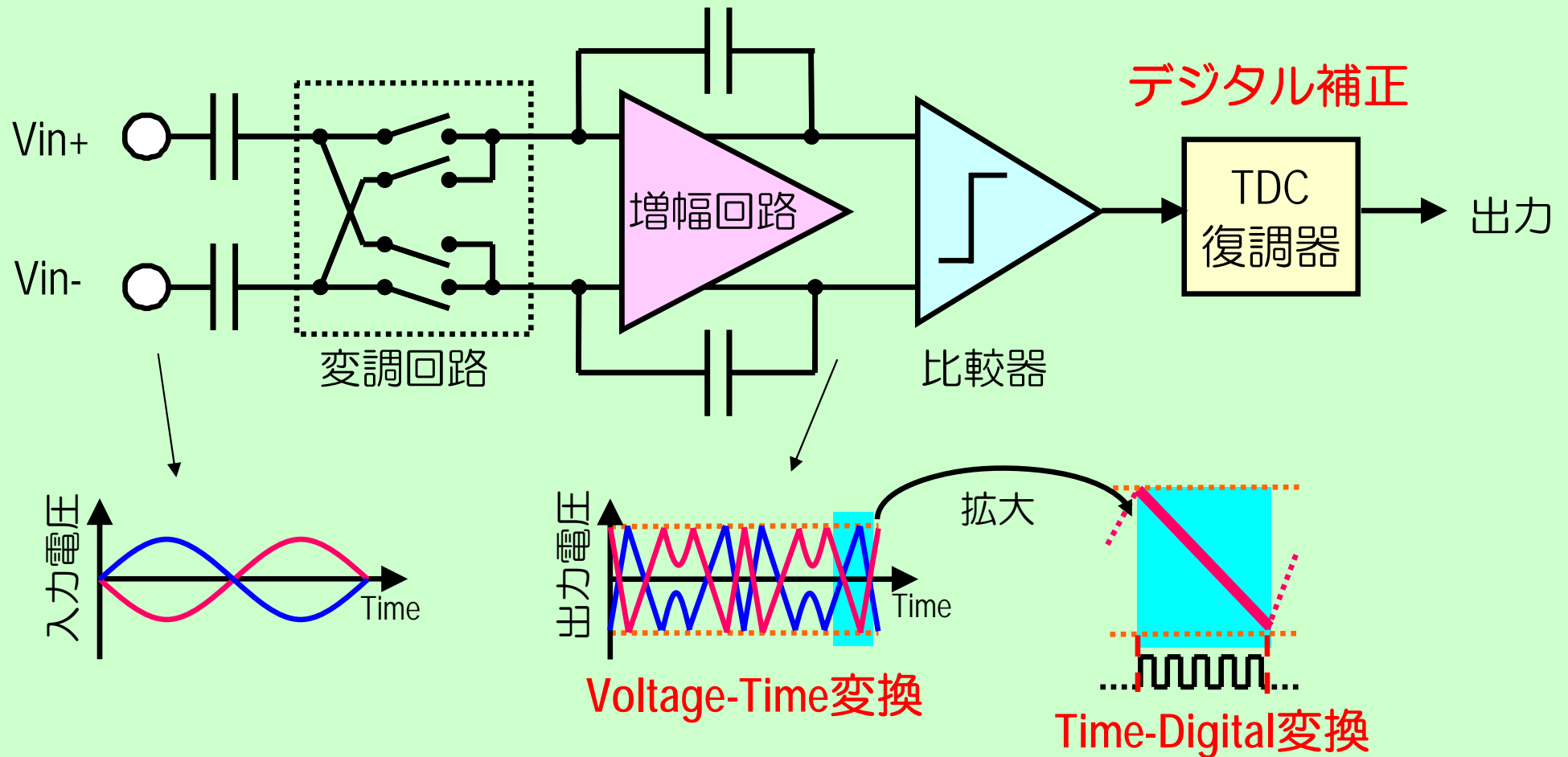
手法：機能シミュレータを用いた補正方式の検討，回路構成の検討・回路設計・試作・評価。

(3) 極低電圧動作アナデジ融合回路における時間-デジタル(TD)変換回路の研究

目的：変調ドメイン信号処理技術に適したTD変換方式の検討と回路構成の評価

手法：機能シミュレーションおよび回路シミュレーションによるTD変換器の設計・試作・評価。

極低電圧動作アナデジ融合回路



変調ドメイン信号処理技術

(例)変調回路+比較器構成

→低電圧動作, 信号振幅圧縮, 回路の高精度化

2008年度卒研テーマ（3） 半導体・バイオ融合

(4) バイオセンサのメモリ記憶情報を回収する無線回路の研究

目的：体内あるいは液体中のバイオセンサから記録情報を回収するための電力供給機能を有する無線通信回路の研究

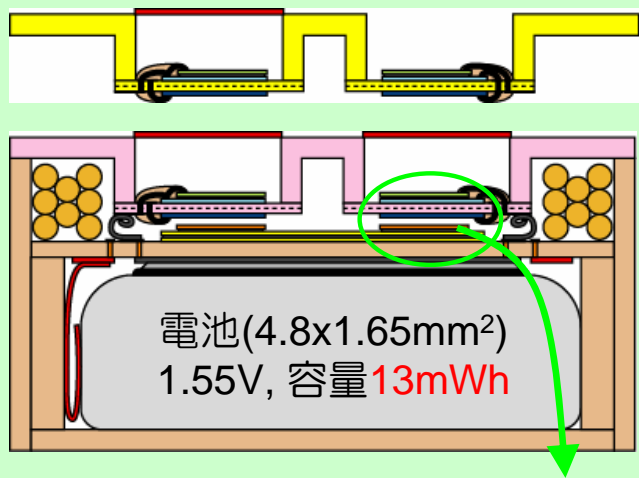
手法：無線通信回路の検討、使用環境を想定した原理実験の実施、無線通信回路の設計・評価

(5) 高密度フォトセンサによる細菌検出手法の研究

目的：腸内細菌の判別及び計数を行うためのフォトセンサの画素サイズ縮小を研究し、細菌検出可能性を調べる

手法：フォトセンサの画素サイズの縮小手法の検討、微細CMOSプロセスを利用したフォトセンサの設計・評価

バイオセンサと無線回路の試作システム

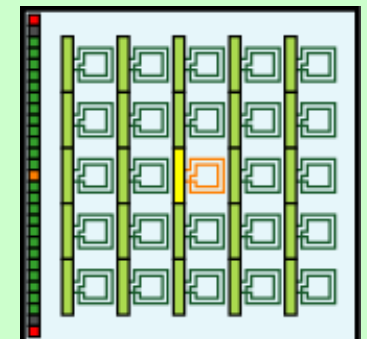
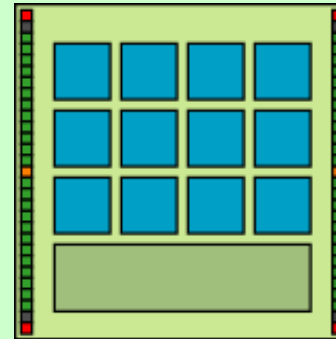


バイオセンサモジュール
：組み換え可能

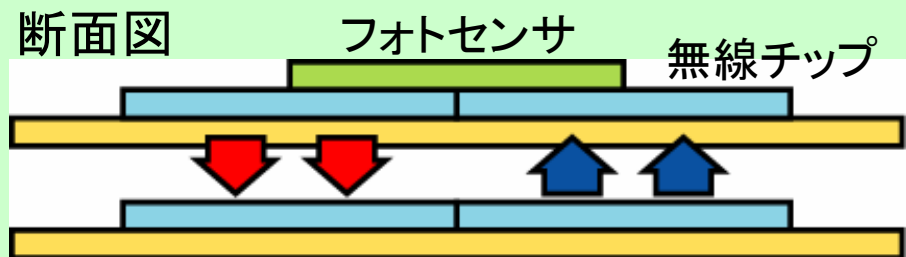
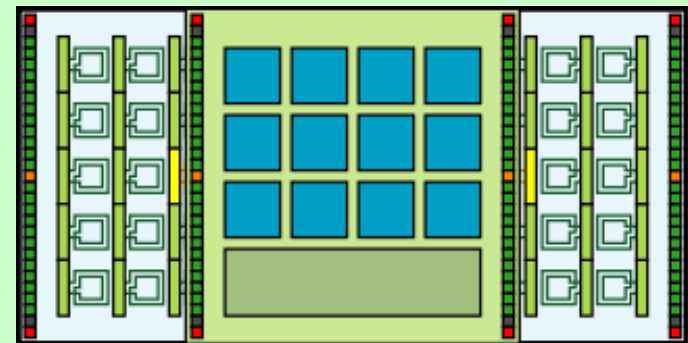
メモリモジュール
：高密度メモリ、
及び駆動系内臓汎用的な構成

高感度バイオフィトセンサと
無線インタコネクトを組み合わせ実装・実験

高感度フォトセンサ
同期型無線
インタコネクトチップ



上面図



三次元集積によるシステムの高密度・高機能化

バイオセンサモジュール

バイオセンサ
処理チップ
送受信チップ

体液

有線

無線
体液流入を防ぐ

メモリモジュール

制御チップ

メモリ

貫通ビア/無線

無線(数100um)

有線

2008年度卒研テーマ（4） 半導体・バイオ融合

(6) 生体視覚系を模倣した超並列回路構造を持つシリコン網膜の画像処理システムへの応用

目的：画像前処理を高速に実行するシリコン網膜を用いた画像処理システムの研究

手法：シリコン網膜とイメージセンサを組み合わせた画像処理システムの開発・評価、新規シリコン網膜の設計

2008年度卒研テーマ (5) RF回路・アナログ

(7) 携帯通信用広帯域AD変換回路の低電力化の研究

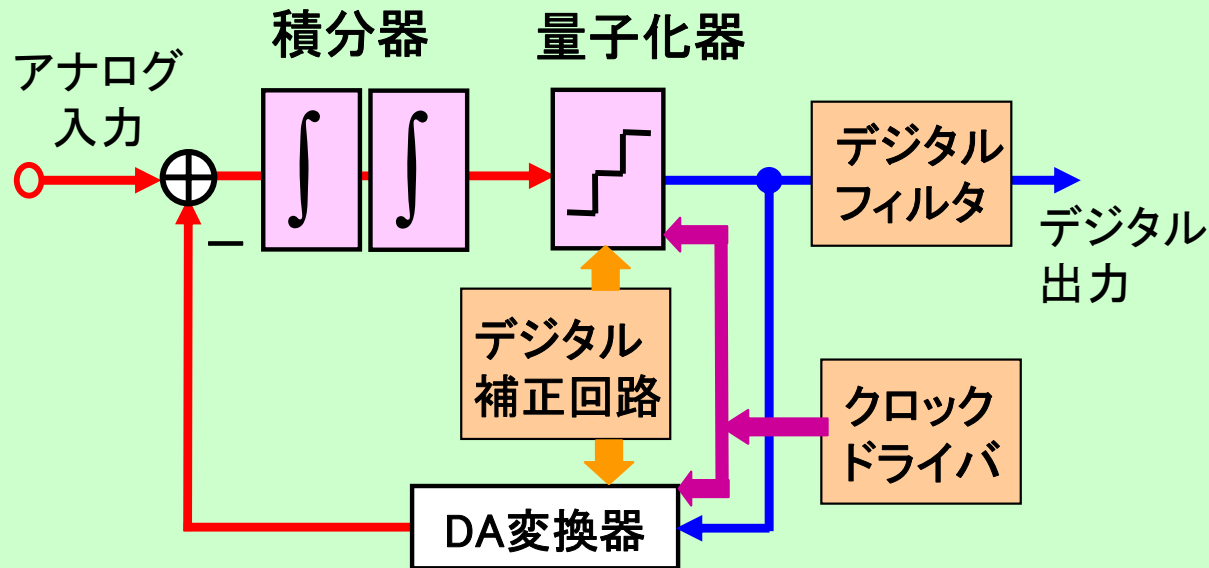
目的： CMOSによる信号帯域20MHzの $\Delta\Sigma$ AD変換器の制御回路、精度補正回路の低電力化を図る

手法： 回路シミュレーションで、デジタル精度補正回路と高精度なクロック生成回路の設計・評価を行う

(8) 高周波アナデジ混載集積回路の電源・基板雑音の解析および抑圧法の研究

目的： アナログ回路とデジタル回路を混載した低電圧動作CMOS集積回路の電源・基板雑音のシミュレーション法および雑音抑圧法を研究する。手法： チップと実装系の設計例についてモデル化および回路シミュレーションを行い、電源・基板雑音を解析し、チップ実装法によって雑音抑圧する効果を明確にする

デルタシグマAD変換回路の低電力化

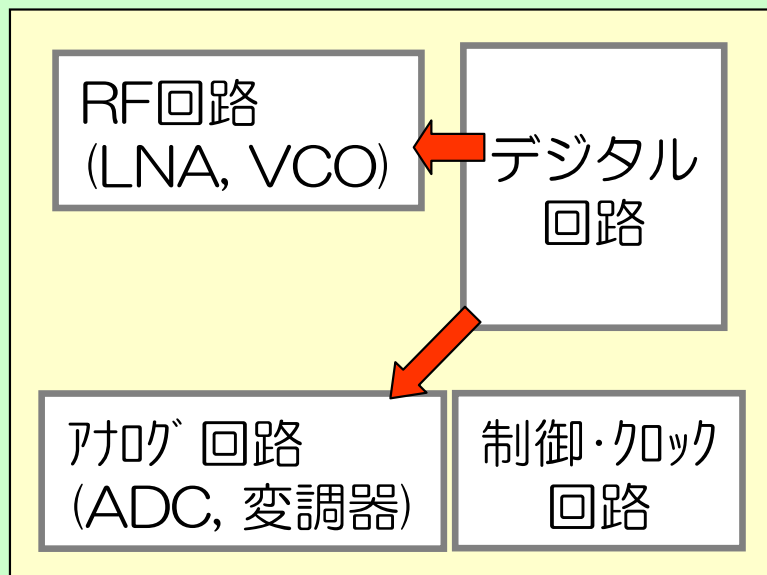


- ・クロック周波数が増加 (500MHz)
- ・補正用デジタル回路が増加

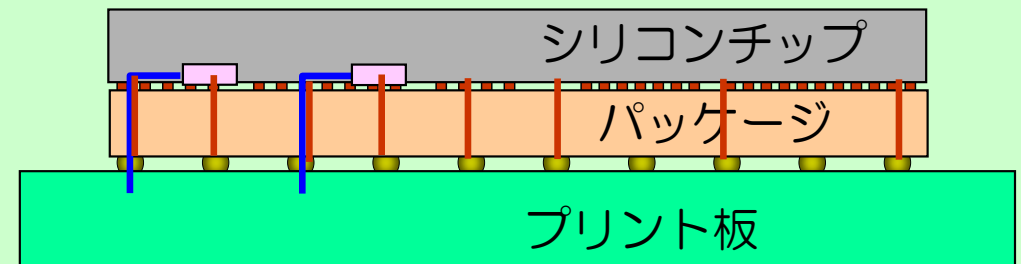
デジタル回路を低電力化
90nmCMOS, 1.2V電源, 4mW

高周波アナデジ混載LSIの電源・基板雑音の解析および抑圧法

デジタル回路の動作で発生する雑音
がRF回路やアナログ回路に伝搬する



雑音を抑圧するチップ実装方法



アナログ回路の電源線の
インピーダンスを下げる

RF領域までの実装を含めた解析モデル作成

(株) エイアールテック

A-R-Tec Analog and RF Technologies

URL: <http://www.a-r-tec.jp>, Tel: 0824-22-1557

- ・広島大学の研究成果による大学発ベンチャー
(広島大学岩田教授が代表取締役を兼業)

・主な業務と成果

アナログ/RF混載LSIの設計・開発

AD変換器, フィルタ, イメージセンサ, 画像認識チップ

基板雑音解析・評価技術の研究・開発

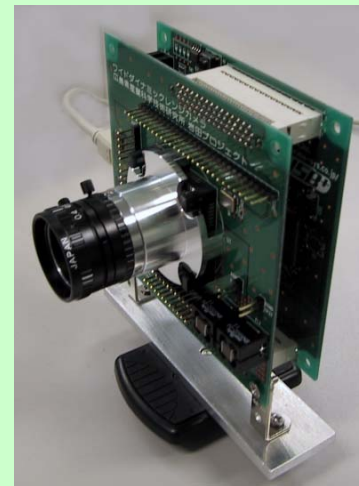
テストチップ設計, 測定評価, シミュレーションモデル作成

アナログ設計技術者育成

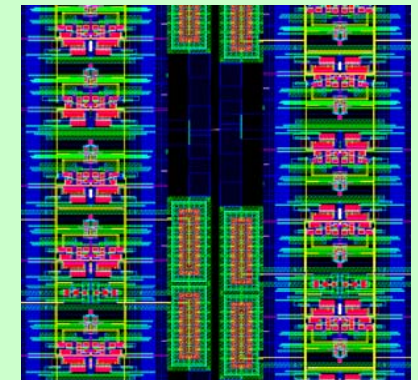
個別指導OJT(広大, 東工大, 九州工大), 実績 10名

- ・2001年4月設立, 本社: 東広島市
社員: 4名 (広島大卒, 神戸大卒)
非常勤社員: 大学院学生 5~10名名,
売上額は2006年度 約1億円, 2007年度 約1億円

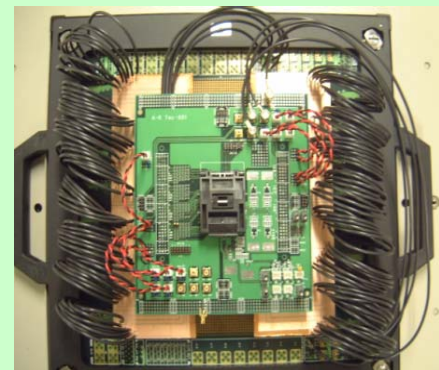
- ・大手半導体メーカーから設計・開発の共同研究・業務委託.
- ・アナログ設計技術者の育成 (OJT)



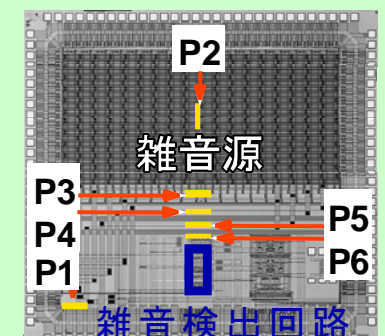
高ダイナミックイメージセンサ
と搭載したカメラ(製品化予定)



携帯電話用フィルタ
(自動特性調整回路付)



LSI基板雑音評価用ボード



LSI基板雑音評価用チップ

機能集積システム工学研究室

ホームページ <http://www.dsl.hiroshima-u.ac.jp/>

研究室見学時間 3月11日 午後1時～5時
先端物質科学研究科 新棟 5階ラウンジ

電気電子工学課程，情報工学課程の学生も歓迎です