



半導体集積回路の医療・環境応用

感染症の早期発見、予防医療による健康な生活と医療費削減、環境モニターのデバイス基盤技術

特徴

- 4,096個のセンサ（電位・電流・インピーダンス・ホト）を 7mm 角の1チップに集積
- 酸化還元電位計測により従来より100倍の安定検出
- mL のサンプルを pL の区画に分割して同時並列計測
- 病原性微生物（ウイルス、細菌、原虫など）をフィールドで10分以内に検出するハンドヘルド・スタンドアローン装置

応用例

50μm

50μm

Post CMOS process

standard CMOS process

Si substrate p n-well

target (to be identified)

probe (enzyme, antibody, primer, ...)

self-assembled monolayer

polyimide

metal

insulator

electrolyte

SU-8

PDMS

50μm

50μm

血糖値センサ

0 → 25 → 50 → 100 → 200(mg/dl)

Galactose

Maltose

Glucose

detected voltage [mV]

time [sec]

living E.coli

0.14 average number of E.coli between electrodes

1.4

14

ϵ^* [nF]

f [Hz]

試薬無しで生きた大腸菌のみを数個単位で検出

medical database

hospital network

network

Home Healthcare

Tailor-made Medicine

Portable Diagnostic Inspection System

traceability

network

Food Security

Evidence-based Care

customer database

network

Drug discovery

Block of Infectious Disease at immigration

infection route

police station

network

小型可搬型バイオ検査装置

BCT-II 研究開発用

スムーズな移行

BCT-III 一般ユーザー用

← 7mm →

potentiometric
amperometric
impedimetric
photometric

64 × 64 sensors on a chip

IoT
AI
Big data

internet

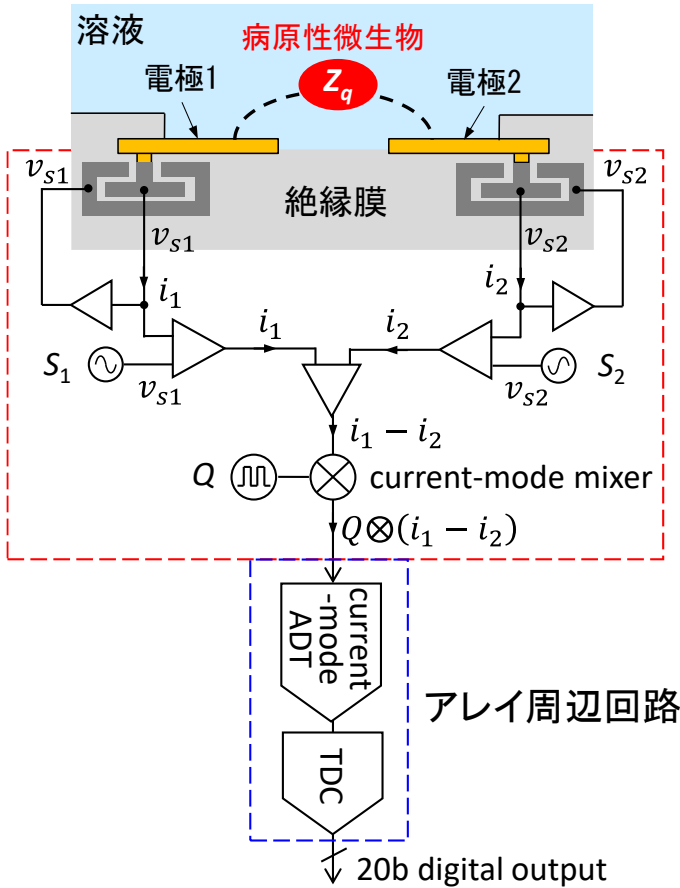
	BCT-II	BCT-III
Sensor type	redox potential, impedance, optical image	
Power	DC 5V (USB port)	internal battery
Data storage	USB storage (USB port)	internal & WiFi connection
Dimensions (mm)	W130 x D100 x H55	W71 x D135 x H23
Weight (g)	650	243

オンチップ・インピーダンス・センサ

pL 溶液中の微量インピーダンスを計測

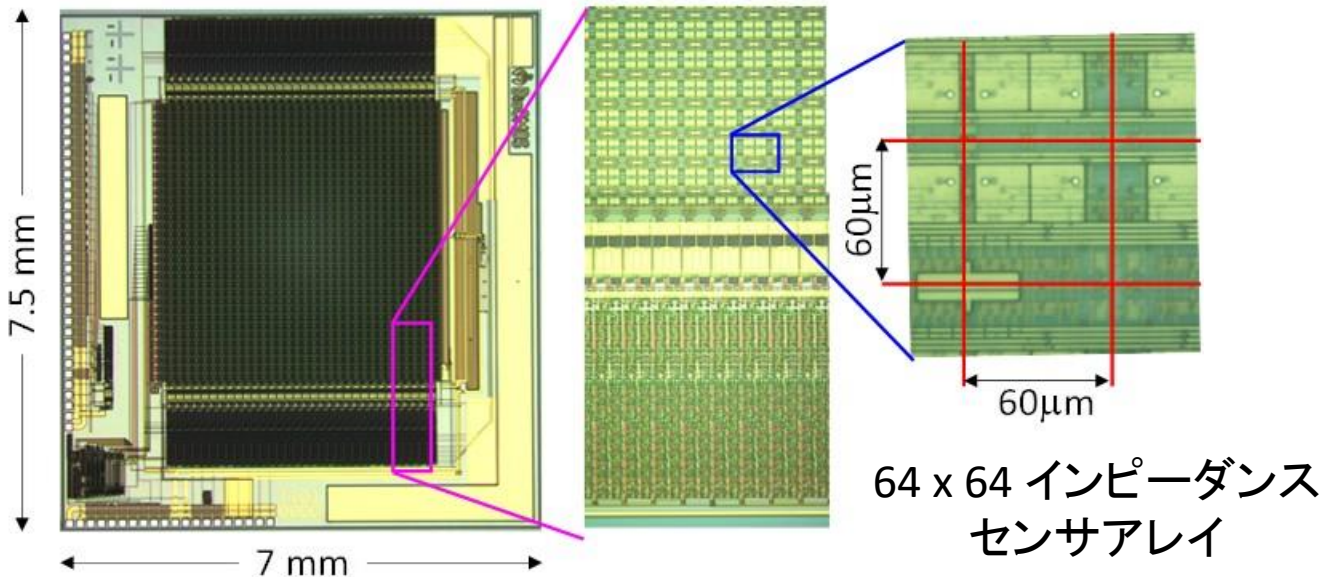
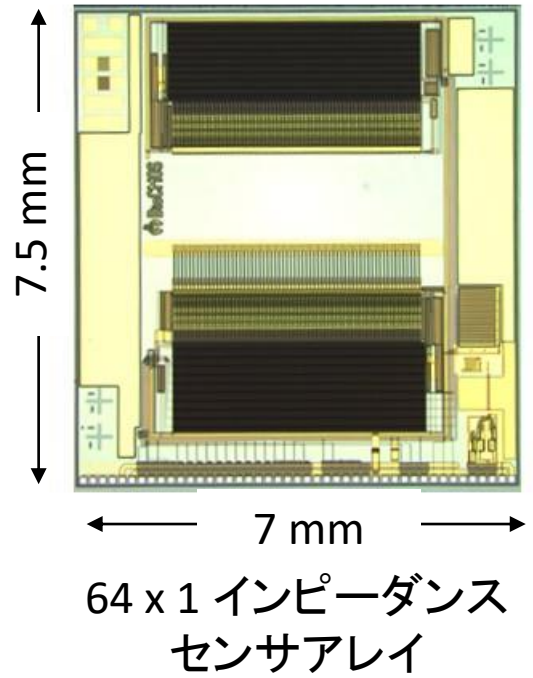
■ ナノレベルの空間分解能による
病原性微生物(ウイルス、細菌、原虫など)の1分子検出

病原性微生物特有の誘電分散を検出

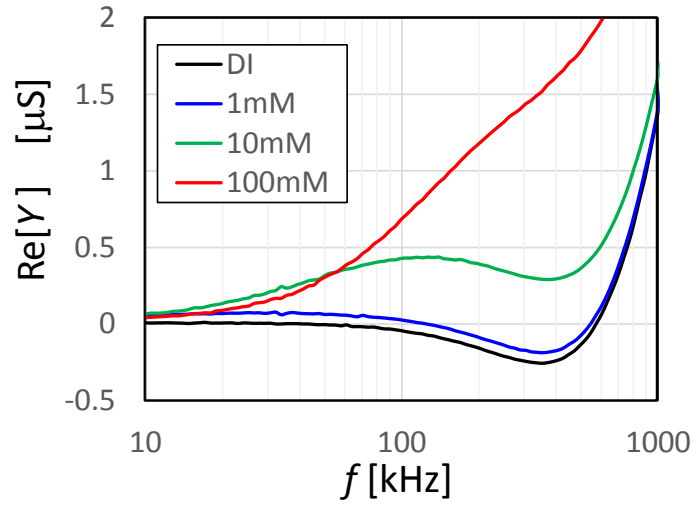
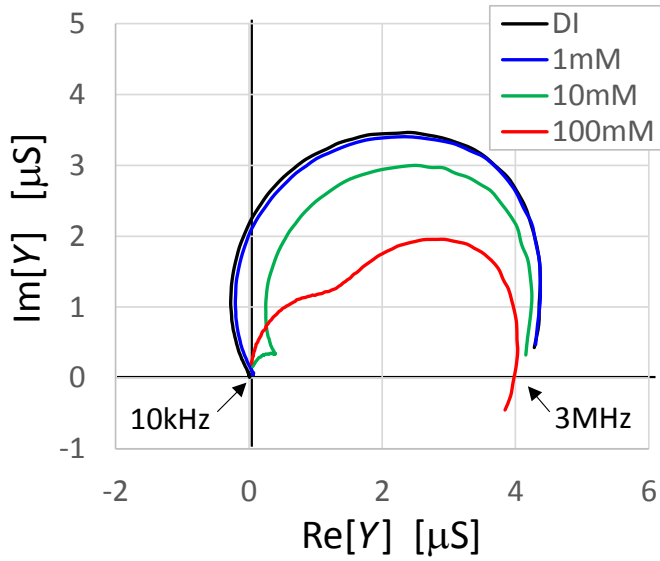


$$f = 1 \text{ Hz} - 3 \text{ MHz}$$

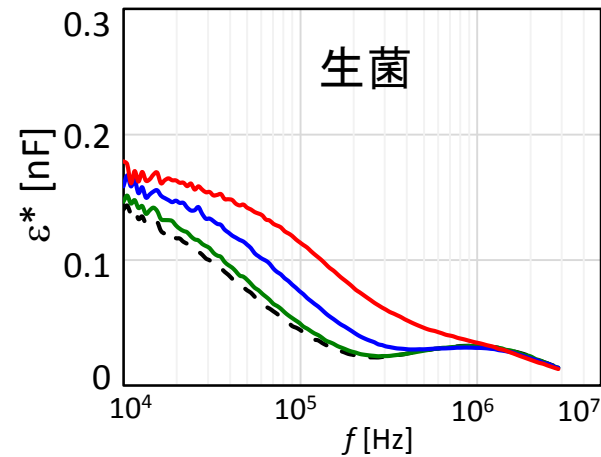
$$Z = 1 \text{ M}\Omega - 10 \text{ G}\Omega$$



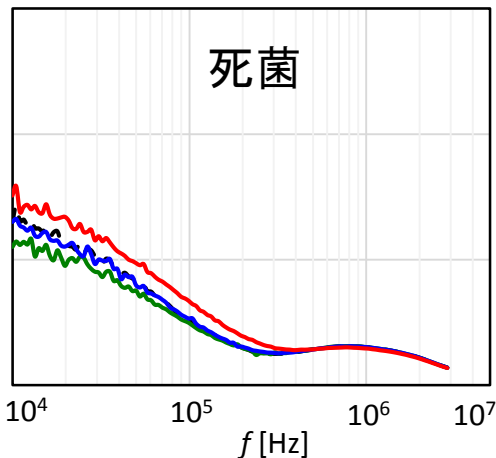
イオン水による検証



大腸菌の検出



- ・ 大腸菌の数密度に依存した β -分散に由来するインピーダンス変化を計測
- ・ 生菌で見られる β -分散が死菌では見られない

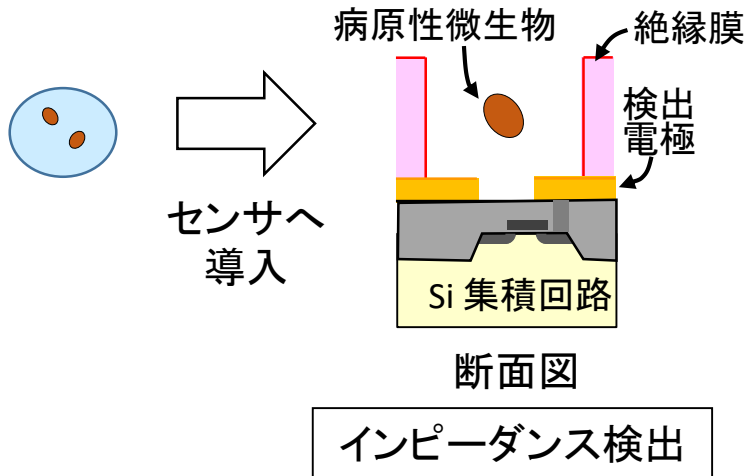


プロット	溶液	電極間上容積の平均菌数
— (red)	7.6×10^6 CFU/mL	14
— (blue)	7.6×10^5 CFU/mL	1.4
— (green)	7.6×10^4 CFU/mL	0.14
- - - -	0 CFU/mL	0

平行平板換算誘電率 $\epsilon^* = |Y|/f$

大腸菌検出のプロセスと仕様

生菌の検出



項目	目標
試薬	不要
大腸菌検出範囲	1 - 10 ⁷ CFU/mL
検出時間	採取から10分

選択的な生菌の検出

