

ISFETを用いたワイヤレスpHセンシング用低電力FM送信ICの検討

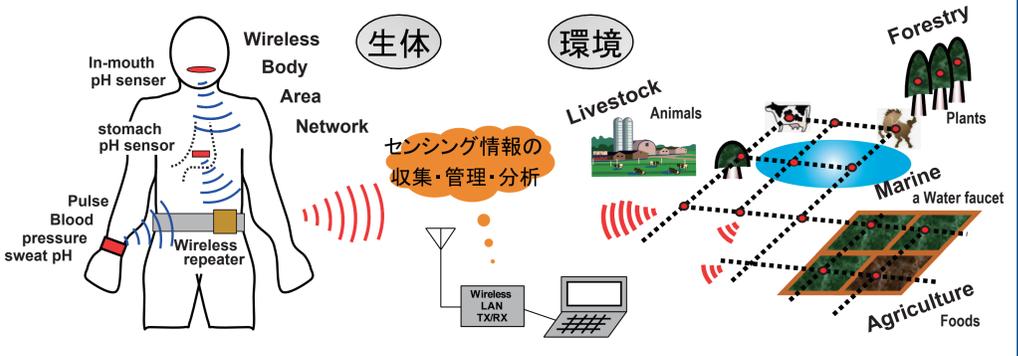
Investigation of Low-power wireless pH sensing FM transmitter IC with Ion Sensitive Field Effect Transistor



藤原 琢¹, 石原 昇¹, 天川 修平¹, 山内 悠²,
田邊 裕貴², 野村 聡², 小西 敏文³, 町田 克之³, 益 一哉¹
東工大ソリューション研究機構¹, 堀場製作所², NTT-AT³

背景/目的

ワイヤレスpHセンサの需要は？



ワイヤレスpHセンサ = 環境や生体pH情報を監視する有用な技術
 生体モニタリング用pHセンサ
 低侵襲かつ長時間なモニタリング → Keyword! 低電力 小型化

ワイヤレスpHセンサの高性能化の追求

従来=0.8cc
 個別部品によるpHセンサイメージ
 課題抽出、IC仕様の明確化

1st
 従来ワイヤレスpHセンサ

2nd
 ISFET+RFIC

3rd
 ISFET 比較電極
 開発するpHセンサチップイメージ

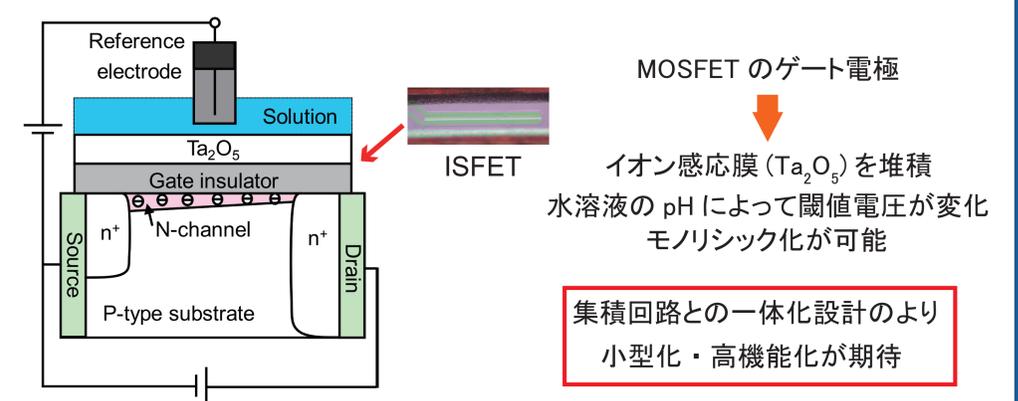
基本スペック
 ・体積: 0.8cc
 ・消費電流: 2.3mA
 ・周波数レンジ: 12~14MHz
 ・連続駆動時間: 10時間

より低侵襲・長時間なモニタリング...
 ワイヤレスpHセンサの集積回路化 → 小型化・低電源電圧 高機能化

目的 小型 & 長時間駆動に向けた 低電力小型ワイヤレスpHセンサICの開発

Ion-Sensitive FET (ISFET)

ISFETの基本特性



ISFETのシミュレータ用モデル

pH変化による起電力変化を表す式

MOSFETのドレイン電流式

$$\frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} \{V_{gs} - (V_{th} + \Delta V_{ph})\}^2$$

モデルパラメータを抽出

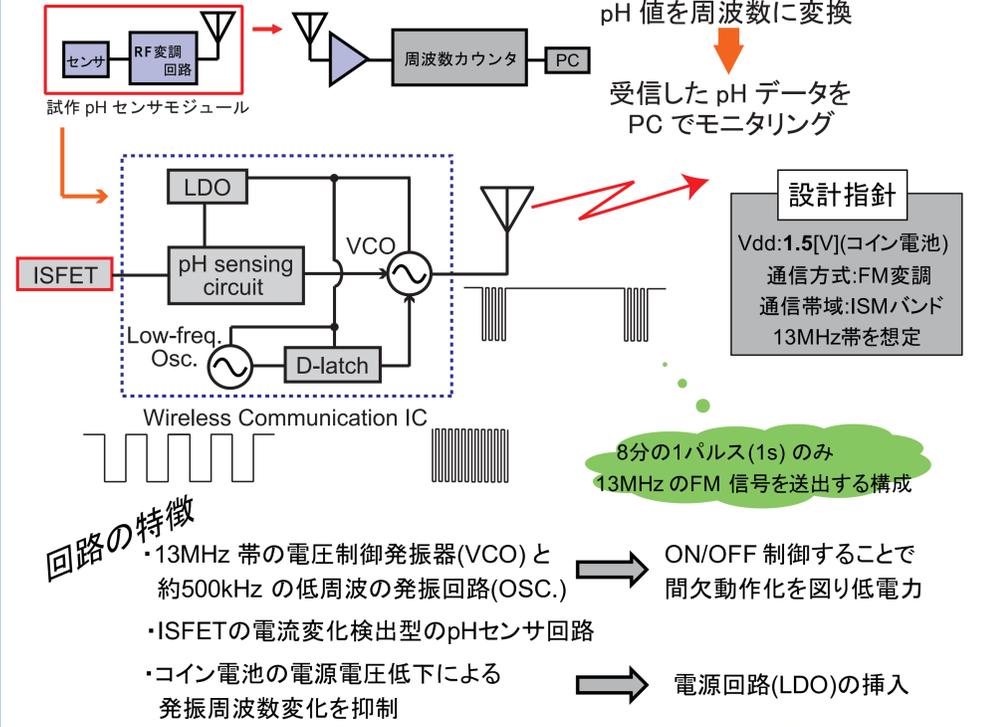
ネルンストの式

$$\Delta V_{ph} = \frac{RT}{F} \ln\left(\frac{a_{i1}}{a_{i2}}\right) \approx 60mV / \Delta pH$$

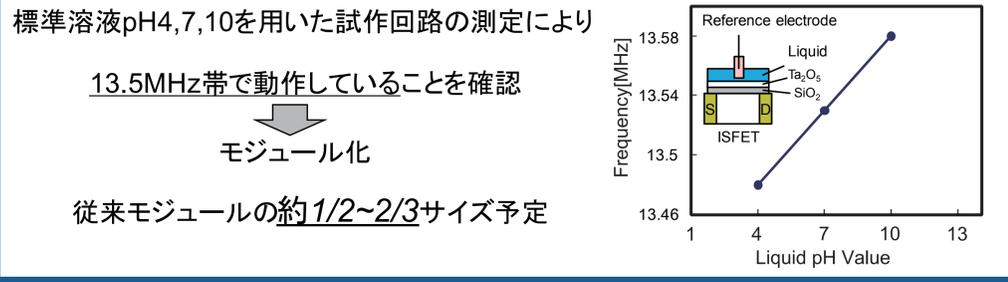
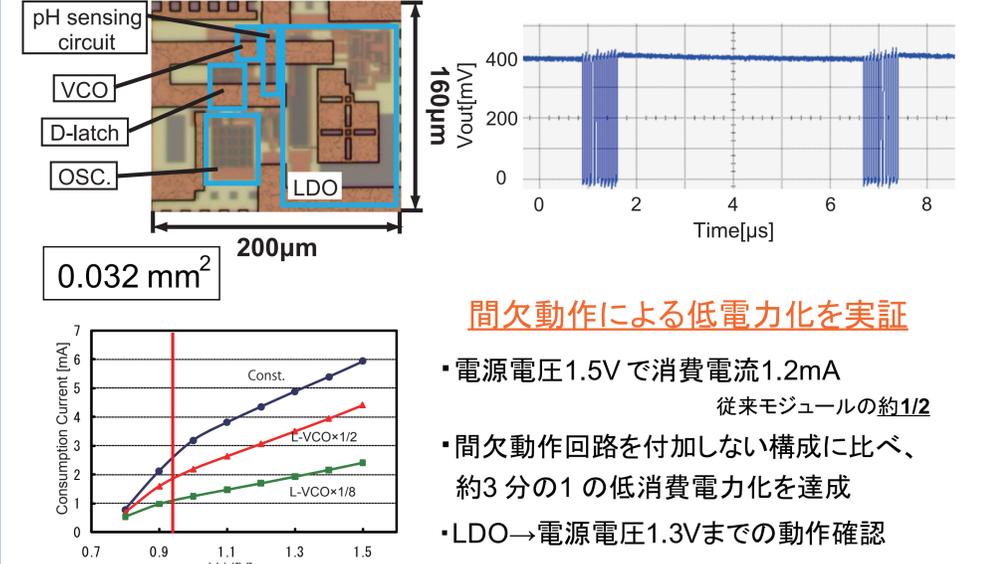
pH1 ~ pH14 の変化で
 $\Delta V_{ph} = -360 \sim 420mV$

低電力FM送信ICの設計

間欠動作による低電力FM送信IC



TSMC180nm processによる試作評価結果



まとめ

- 本研究の目的
- 生体モニタリング用低電力小型ワイヤレスpHセンサICの開発
- CMOS180nm processによる試作評価
 - 消費電流 ≒ 1.2 mA @ Vdd=1.5V
 - 間欠動作により常時発振の約1/3の低電力化を実現
 - pHのセンシング動作を確認 [13.48~13.58 MHz (pH4~10)]
 - 今後の検討課題
 - 更なる低電力化のためのpHデータ送信回路の改善設計
 - 13MHz帯低電力VCOの改善
 - 間欠動作周期の改善
 - 使用周波数帯の検討