

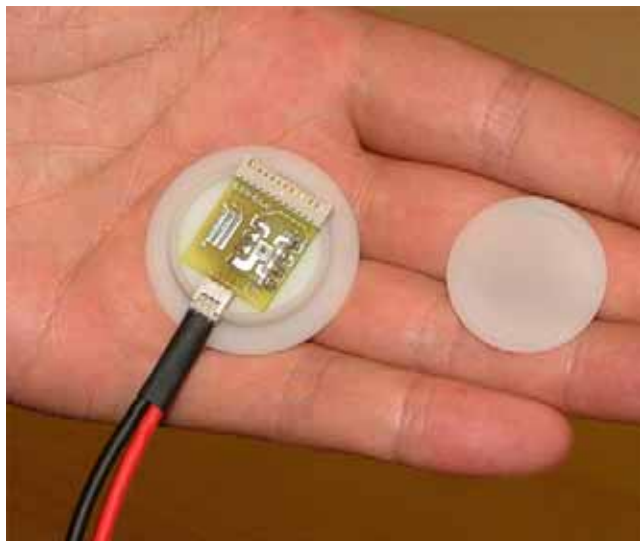
電荷再配分技術を用いた生体観測の ための低消費電力データ変換機

田中 洪太, 倉持 泰秀, 倉科 隆,
岡田 健一, 松澤 昭

東京工業大学大学院理工学研究科

- 研究背景 (3 slides)
- 提案回路 (10 slides)
 - 容量インターフェース回路
 - 問題点
 - 新規性
 - 動作原理
 - 性能
- まとめ
- References

近年のワイヤレスヘルスケアシステム需要



例1) 体に貼り

- 血圧
- 心拍数
- 他、生体データ

を無線伝送するシステム[1]



例2) カプセル内視鏡

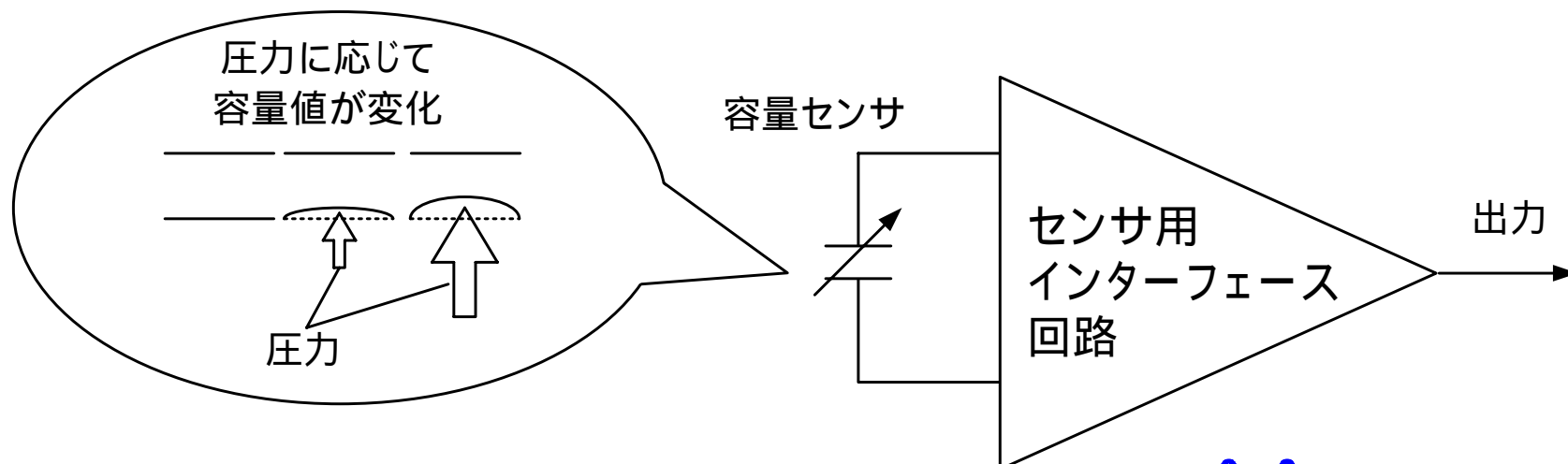
飲み込むことで
胃、腸の画像を無線送信する
システム[2]

ワイヤレスヘルスケアシステムの中では

- ・低消費電力
- ・高信頼性
- ・小型

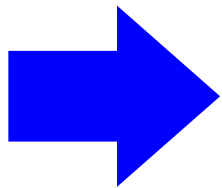
な圧力計測システムが求められる

容量型圧力センサのインターフェース回路



従来例

- 容量/周波数変換 + fm変調 [3] <4mW
データの再送不可: 低信頼
- 容量/電圧変換器 + ADC [4]
回路面積、消費電力の増大
- デルタシグマ型容量/デジタル変換器[5,6] 4.25mW
オペアンプ使用: 消費電力大



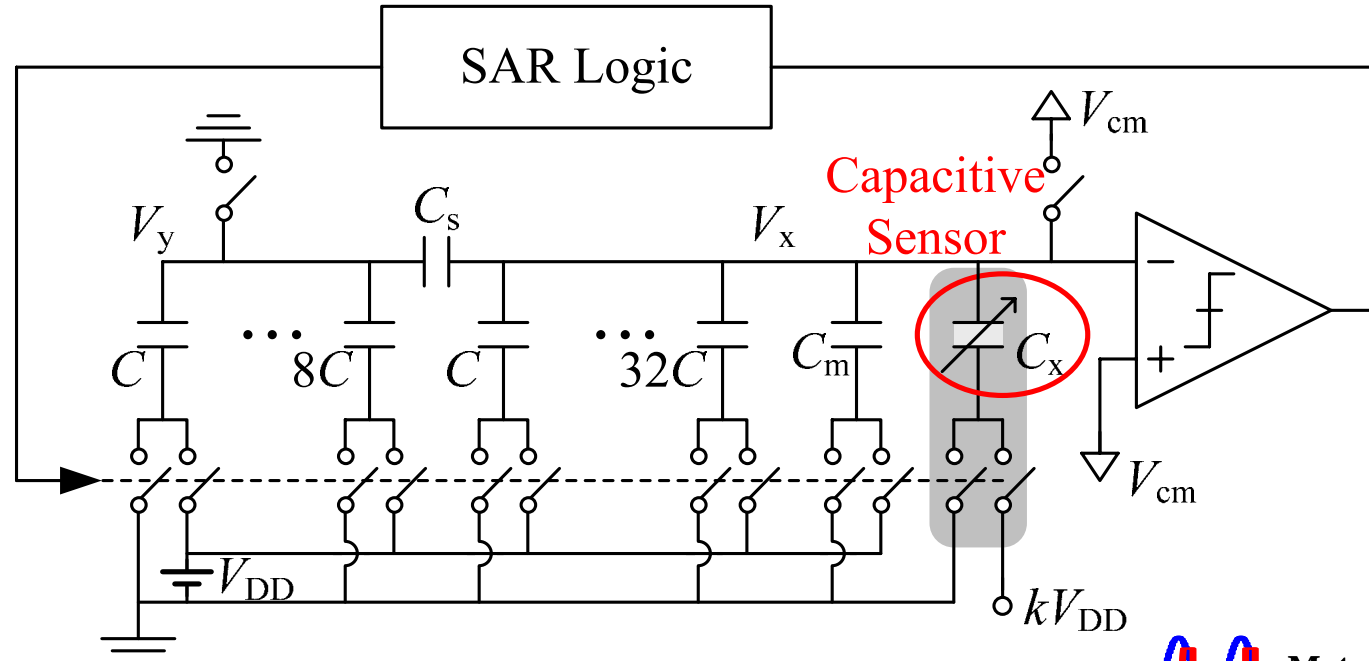
本研究では
1mW以下を目指した
SAR型容量/デジタル変換器を提案

SAR (Successive Approximation Register) タイプのADCに容量センサを組み込む

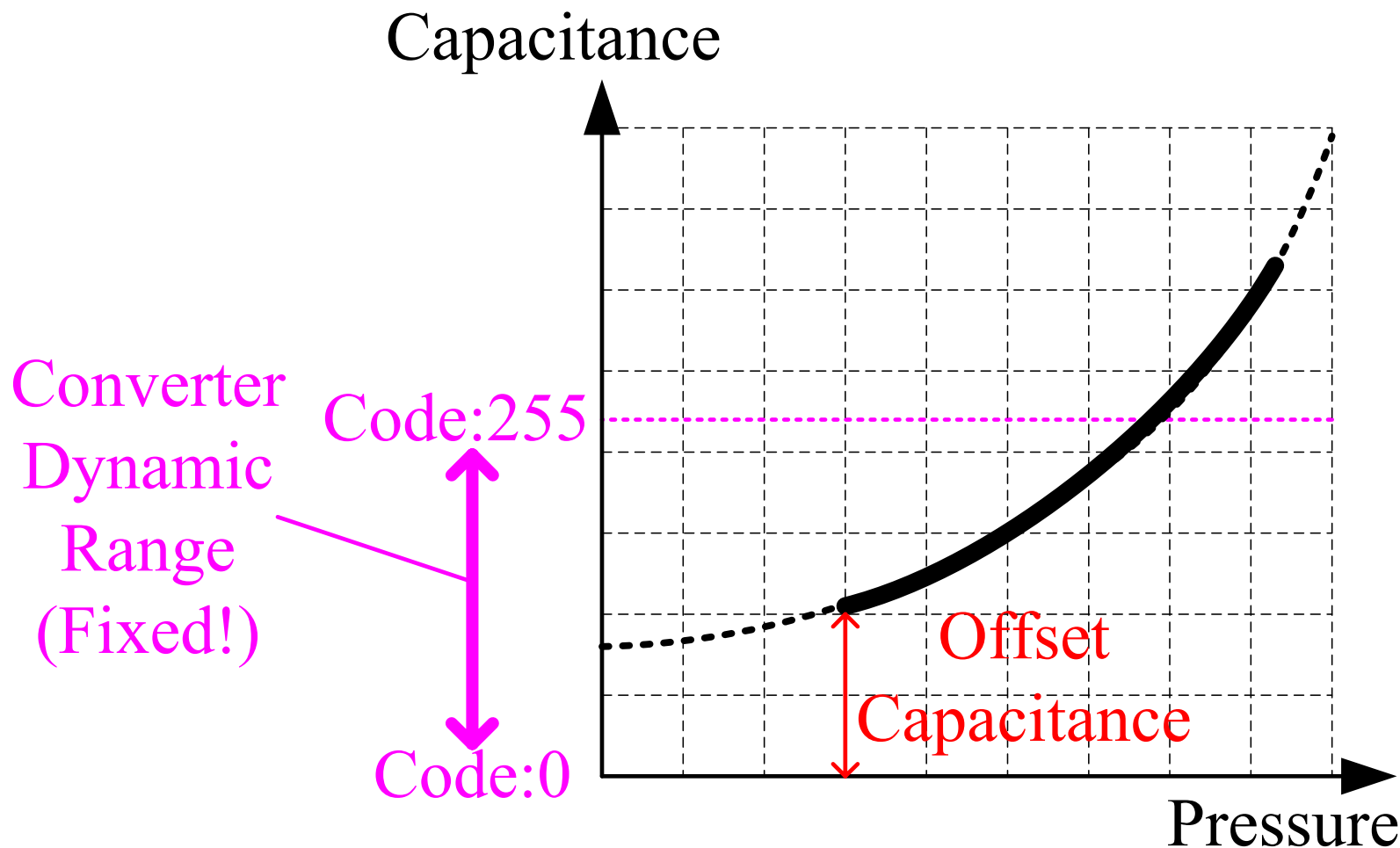
⇒低消費電力(オペアンプ無し)

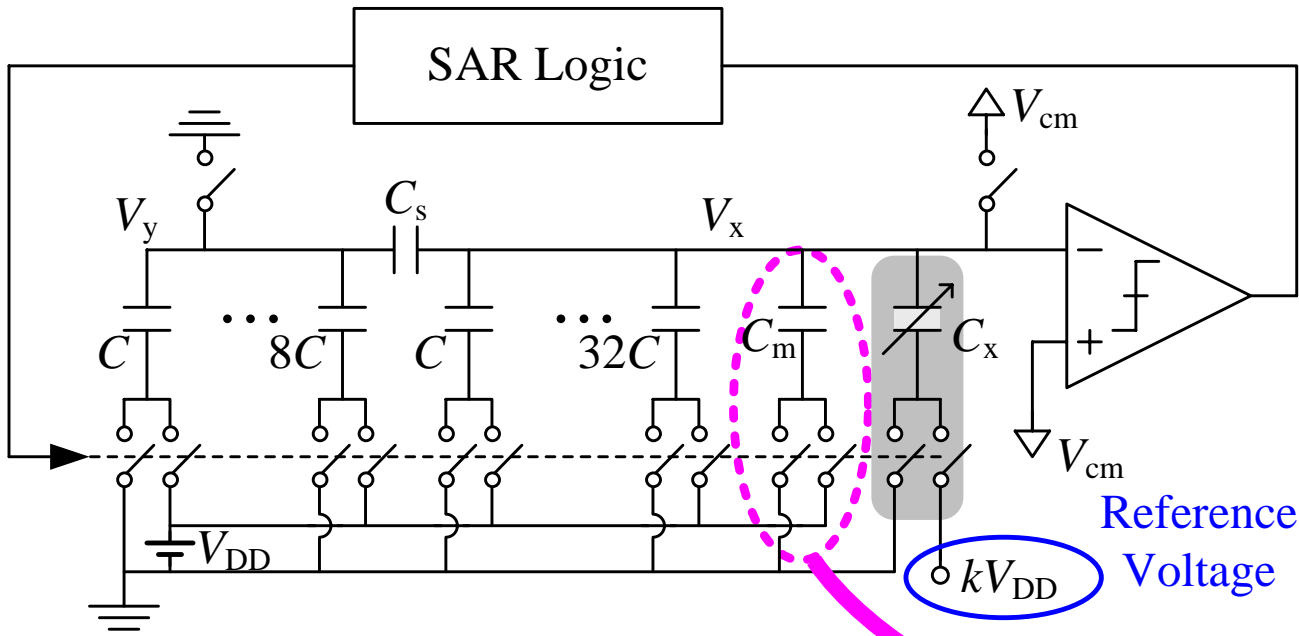
⇒小面積

⇒電源電圧変動への耐性



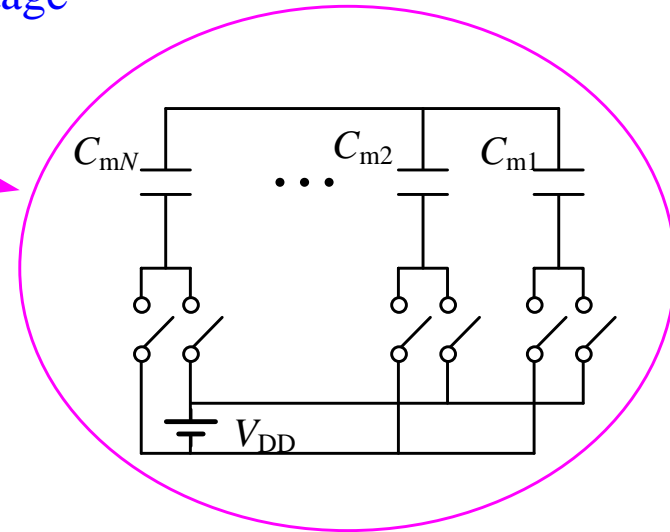
容量特性により、フルレンジの変換が困難



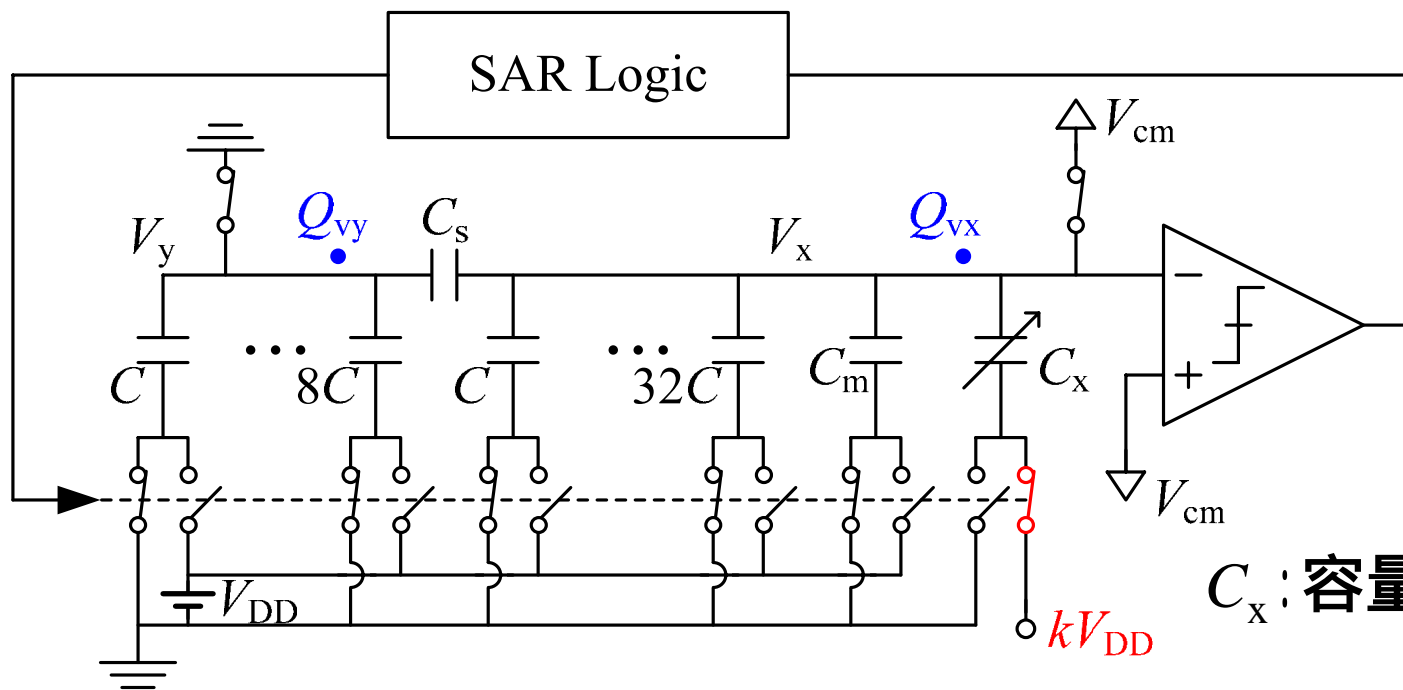


1. 容量値のオフセットキャンセル
2. 電源電圧コントロール

容量変動範囲をフルレンジで変換



1.電荷を各ノードにチャージ



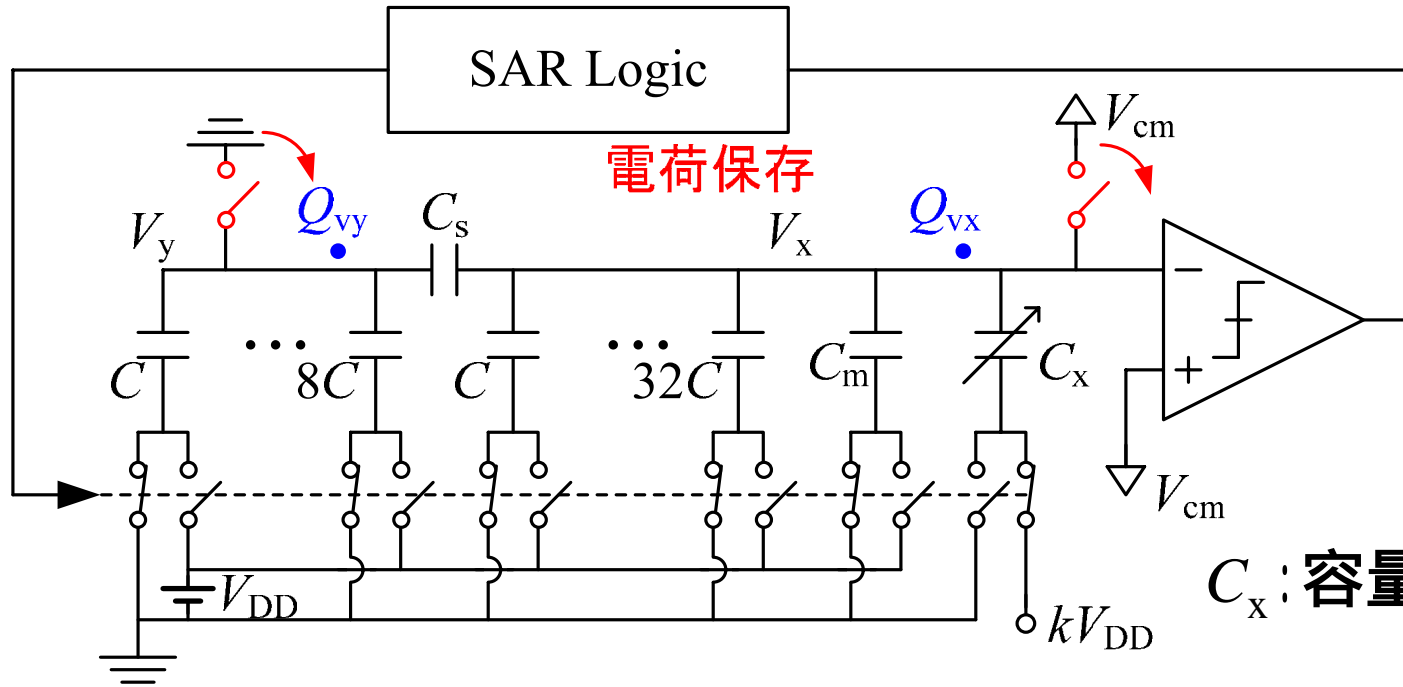
C_x : 容量センサ

$$Q_{vx} = C_x (V_{cm} - kV_{DD}) + (C_{all_vx} + C_s)V_{cm}$$

$$Q_{vy} = -C_s V_{cm}$$

$$C_{all_vx} = \sum_i^{nodeVx} C_i = C_m + 32C + 16C + \dots + C$$

2. 各ノードで電荷を保存

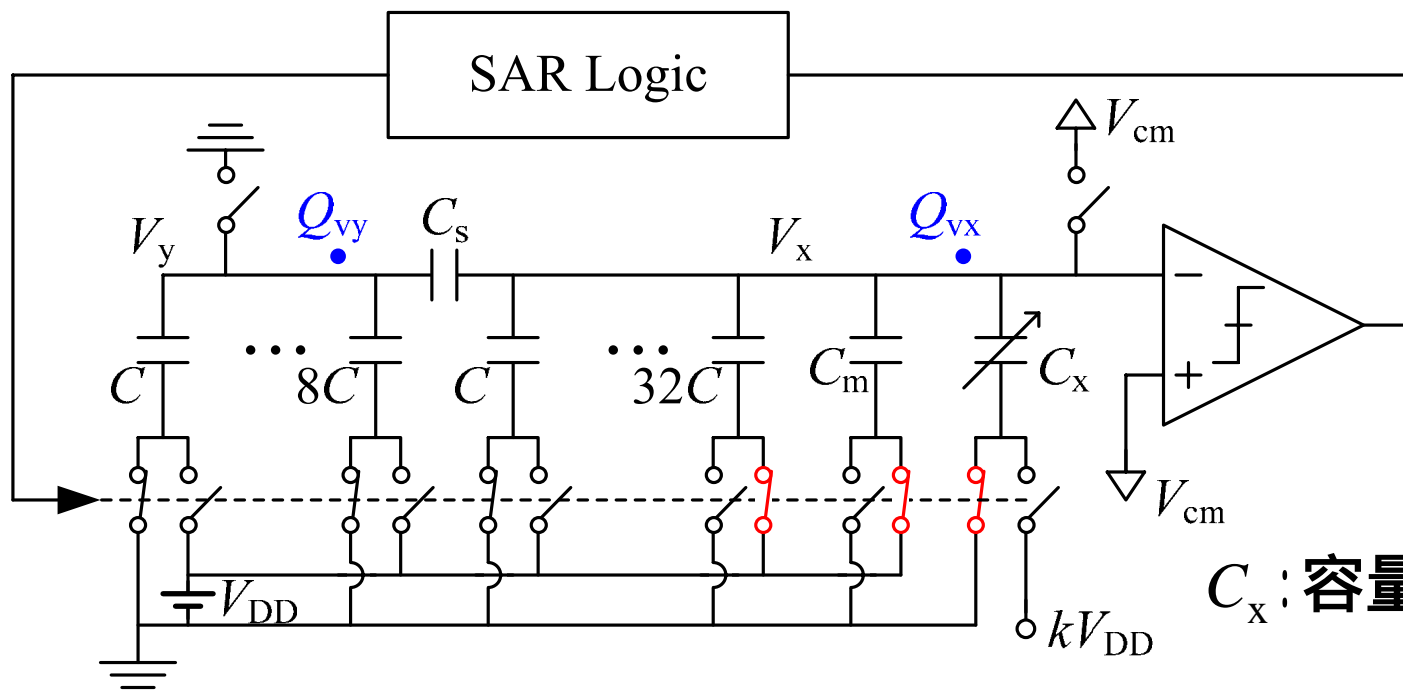


$$Q_{vx} = C_x (V_{cm} - kV_{DD}) + (C_{all_vx} + C_s)V_{cm}$$

$$Q_{vy} = -C_s V_{cm}$$

$$C_{all_vx} = \sum_i^{nodeVx} C_i = C_m + 32C + 16C + \dots + C$$

3.MSB変換



C_x : 容量センサ

$$V_x - V_{cm} = (C_m + C_{MSB} - kC_x)mV_{DD}$$

, where
$$m = \frac{1}{C_x + C_{all_vx} + \frac{C_s C_{all_vy}}{C_{all_vy} + C_s}}$$

$$V_x - V_{cm} = (\underline{C_m} + C_{MSB} - \underline{kC_x})m\underline{V_{DD}}$$

C_m : オフセットキャンセルキャパシタ

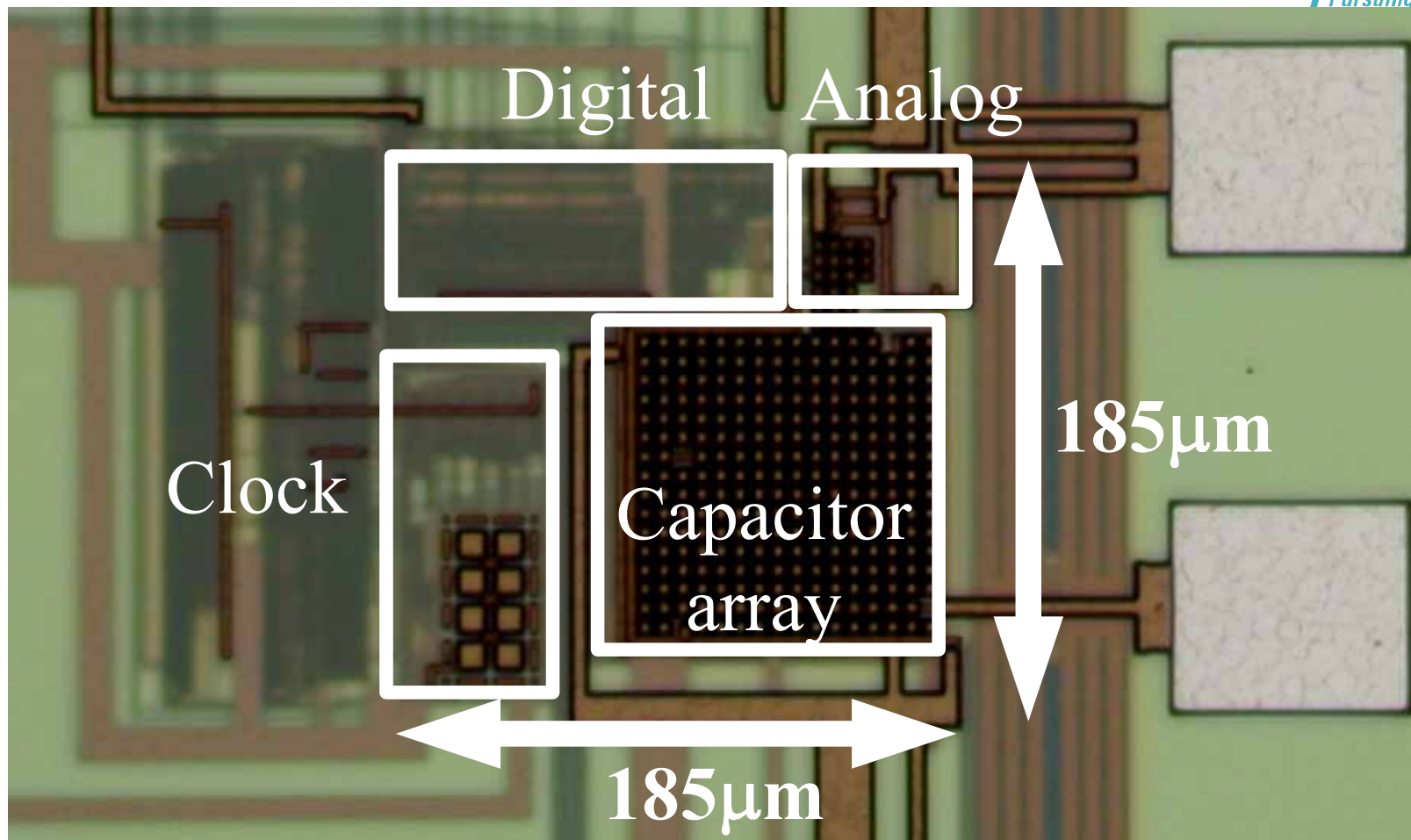
k : スケーリングファクター

V_{DD} : 電源電圧

1. オフセットキャンセル

2. センサ容量のスケーリング

3. V_{DD} 変動への非依存性



A-SSCC 2007にて発表予定(Paper Accepted)

従来よりも小面積、低消費電力を実現

従来例

デルタシグマ型
4.2mW [6]

デルタシグマ型
30mW
20aF, 20bits
4mm² [7]

Resolution	8 Bit
Supply Voltage	1.4 V
Sampling Rate	262 kHz
SNR	43.22 dB
ENOB	6.83 Bit
Current Consumption	169 μ A
	360 μ A (when using internal clock)
Minimum DNL	-0.97 LSB
Maximum DNL	0.79 LSB
Minimum INL	-1.27 LSB
Maximum INL	0.99 LSB
Area	0.026 mm ²
	0.034 mm ² (when including clock)

236.6 μ W

28%の電圧変動に対しても同様のSNR

Supply Voltage	1.0 V	1.4 V	1.8 V
SNR	43.41dB	43.22 dB	43.22 dB
ENOB	6.88 Bit	6.83 Bit	6.84 Bit

* バイアス電圧は電源電圧の変動に比例して変化させた

ワイヤレスヘルスケア用

容量型圧力センサのインターフェース回路を提案

特性

- 低消費電力: $236 \mu W$
- 小面積: 0.026mm^2
- 信頼性: 28%の電圧変動耐性
- 容量特性への適応

[1] [Online] News about San Diego-based Triage Wireless

Available:http://news.com.com/The+next+thing+on+the+Net+Your+cardio+system/2100-11395_3-5865625.html

[2] [Online]. Available:<http://www.rfnorika.com/>

[3] S. Chatzandroulis, D Tsoukalas, and P. A. Neukomm, “A miniature pressure system with a capacitive sensor and a passive telemetry link for use in implantable applications,” *Journal of Microelectromechanical Systems*, Vol. 9, No. 1, pp. 18-23, March 2000.

[4] J. C. Lotters, W. Olthuis, P. H. Veltink, and P. Bergveld, “A sensitive differential capacitance to voltage converter for sensor applications,” *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, Vol. 48, No.1, pp. 89-96, February 1999.

[5] M. Yamada, and K. Watanabe, “A capacitive pressure sensor interface using oversampling - demodulation techniques,” *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, Vol.46, No.1, pp. 3-7, February 1997.

[6] Analog Devices “AD7745”

Available:http://www.analog.com/jp/prod/0,,760_1077_AD7745,00.html

[7] Bo Wang, Tetsuya Kajita, Tao Sun, Temes G.

“High-accuracy circuits for on-chip capacitive ratio testing and sensor readout Instrumentation and Measurement”, *IEEE Transactions on*, Vol.47, Iss.1, Feb 1998 pp. 16-20

END