

# 研究開発内容説明図

「レンズレス高指向性・高感度・非冷却・近赤外線通信用センサーデバイスに関する研究開発」の概要

研究代表者 : 有馬 裕 (九州工業大学)

参画研究機関名 : 九州工業大学大学

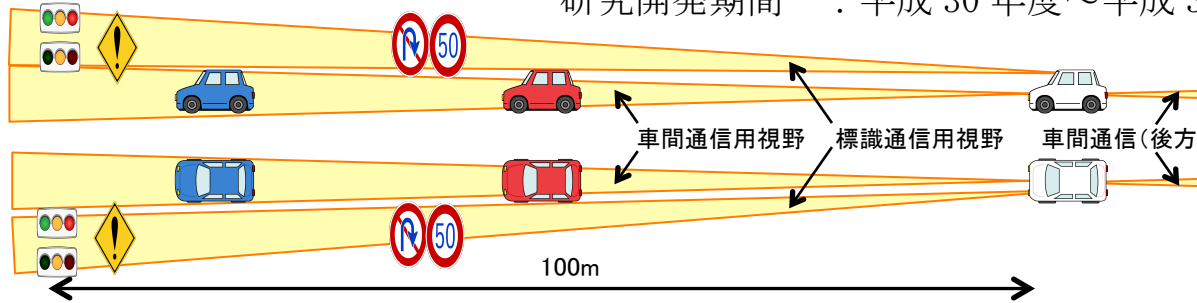
研究開発期間 : 平成 30 年度～平成 32 年度

### 近赤外線(波長 $\sim 1\mu\text{m}$ )センサーが必要な理由:

- ・車のマフラー等( $<300^\circ\text{C}$ )高温発熱体が視野内にあっても、100m離れたLED(10W/sr)の信号が検知できる。
- ・監視カメラや赤外線通信で利用の700~950nmや水に吸収されやすい1400nmや1900nmは避ける。

### シリコンスルーホール(TH)の特性:

- ・トレンチPD形成技術によりデューティ比20程度のTHで画角(視野角)  $2.86^\circ$  の高い指向性を実現可能。
- ・開口幅やウエハ厚を変えることで画角(指向性)を容易に設計できる。
- ・THを並列に多数並べることで受光面積を容易に増やすことができる。
- ・THチップとセンサーチップは密着可能で、アライメント精度も必要ない。

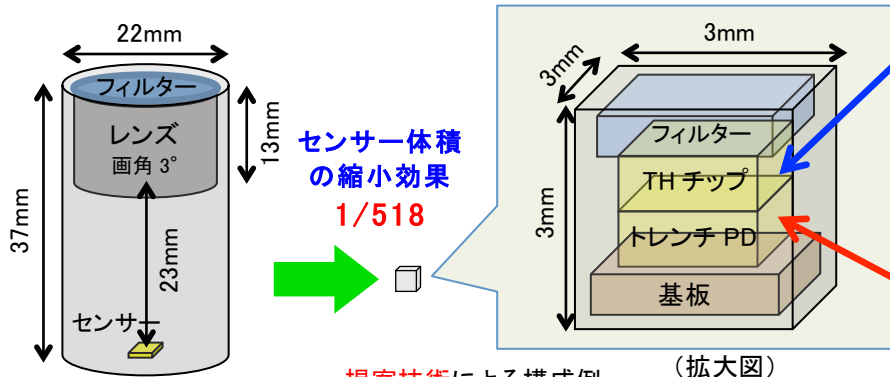


### 高速移動体にも応用できるIoTセンサーの要件:

- ・数100m離れた対象物を容易に識別するためには指向性  $3^\circ (\pm 1.5^\circ)$  程度が必要。
- ・約10ms(時速100Kmで約28cm移動)の時間に数100bit程度のデータ通信が可能。
- ・環境温度の変化に耐性があり、消費電力と装置サイズの制限で非冷却が望ましい。
- ・廉価で  $100\text{mm}^3$  以下の体積。

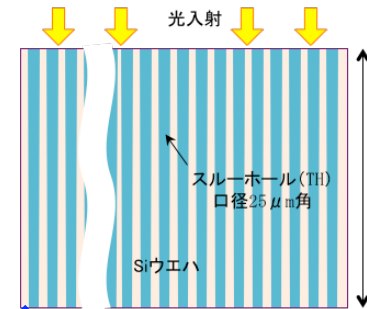
### 近赤外線(波長 $1\mu\text{m}$ )センサー従来技術の問題点:

- ・通常のSiセンサーは、空乏層厚が $\sim 3\mu\text{m}$ 程度であり、光吸収率が1.9%程度と低感度。
- ・Siの空乏層厚を  $500\mu\text{m}$ (光吸収率:  $\sim 95.7\%$ )にするためには3,000V程度のバイアス電圧が必要。
- ・InGaAsセンサーは、波長  $1\mu\text{m}$  赤外線を十分なSNで検知するために冷却が必要。

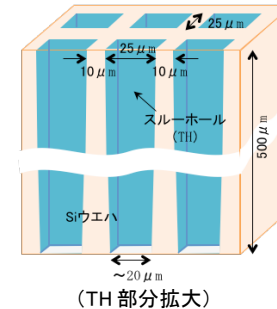


従来技術による構成例  
[体積:  $\sim 14,000\text{mm}^3$ ]

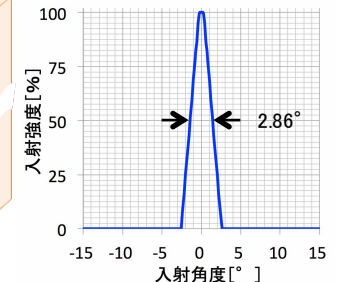
提案技術による構成例  
[体積:  $\sim 27\text{mm}^3$ ]



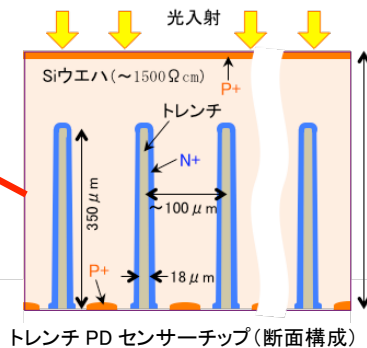
面角(視野角) =  $2.86^\circ$   
スルーホール(TH)チップ(断面構成)



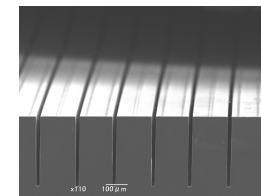
(TH部分拡大)



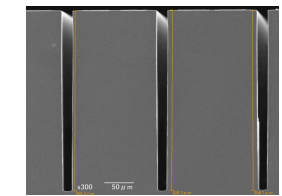
スルーホールチップの指向特性



トレンチPDセンサーチップ(断面構成)



トレンチPD (SEM写真)



(拡大)

### トレンチPDの特性:

- ・低電圧でウエハ全域(厚さ  $500\mu\text{m}$ )を完全空乏層化出来る。
- ・先に開発試作したX線センサーの変換効率評価により、優れた光電荷の収集能力を確認済み。
- ・暗電流は  $10\text{nA}/\text{mm}$  程度と十分に少ないことを確認。
- ・トレンチの間隔を設計することで、バイアス電圧と収集時間を容易に調整可能。