

ミリ波帯電力増幅器に向けた 伝送線路構造の最適化

津久井 裕基, 浅田 大樹, 韓 燦教,
岡田 健一, 松澤 昭

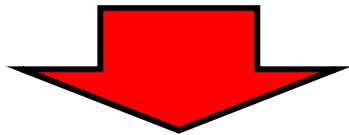
東京工業大学大学院理工学研究科
電子物理工学専攻

- 研究背景
- 伝送線路
 - 構造
 - 特性
- 1段電力増幅器
 - 回路図
 - チップ写真
 - 測定結果(電力利得)
- まとめ

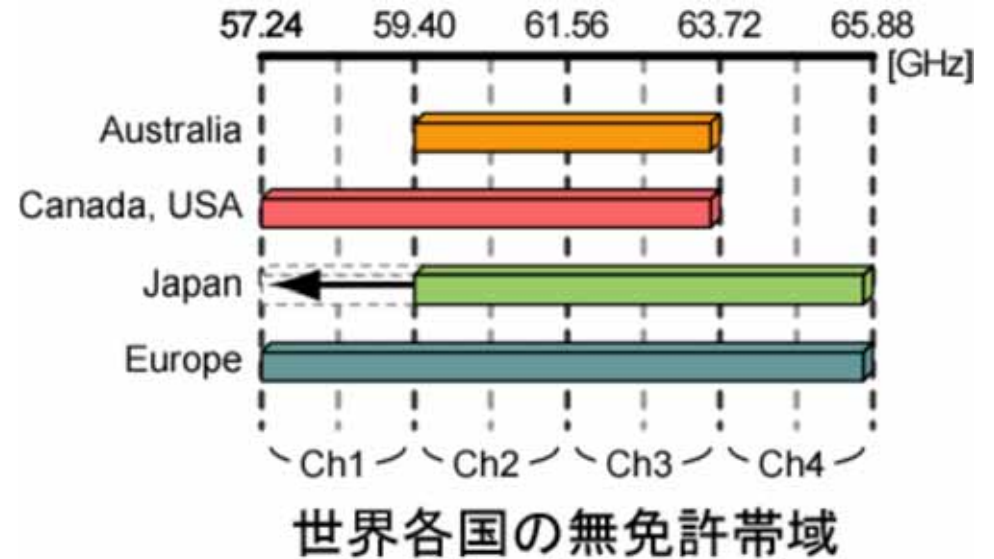
研究背景

ミリ波帯の特徴

- ☹️ 伝搬中の減衰が大きい
- 😊 広帯域が無免許で使用可能

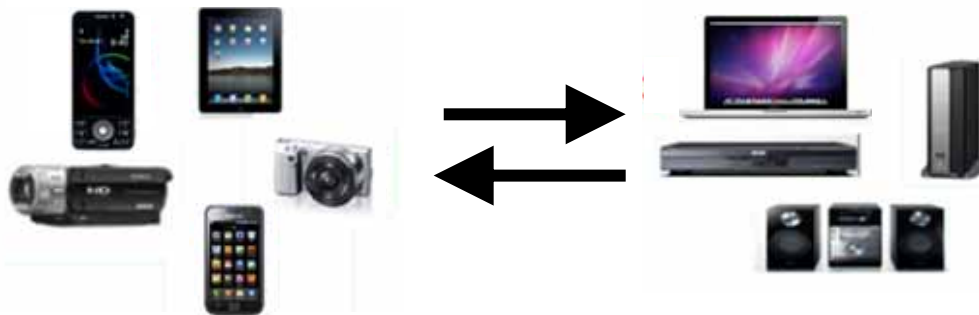


近距離高速無線通信に適している



総務省 電波利用HP <http://www.tele.soumu.go.jp/index.htm>

Application

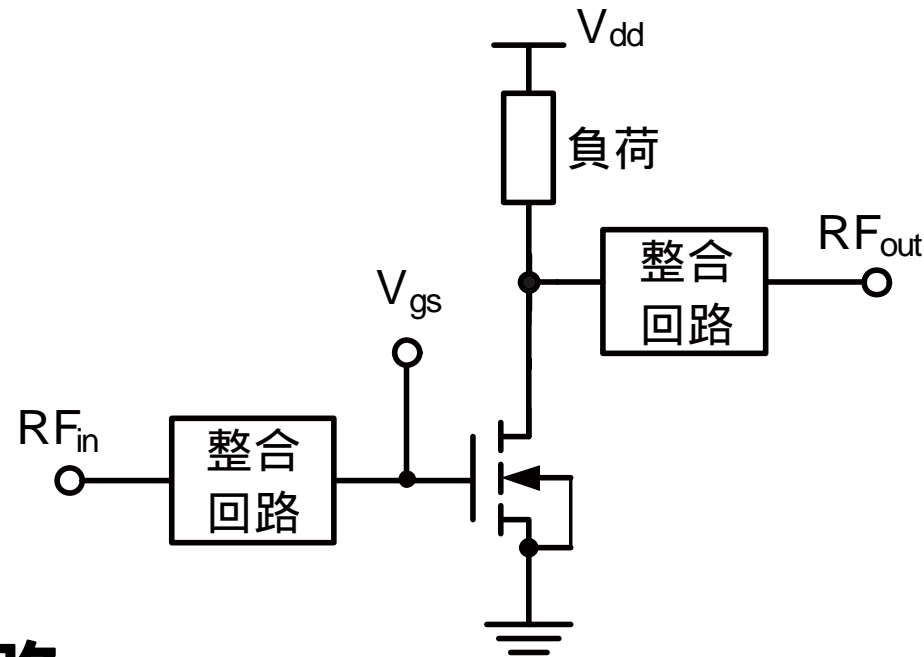


High-speed file/data transfer

3.5Gbps(QPSK)

7Gbps(16QAM)

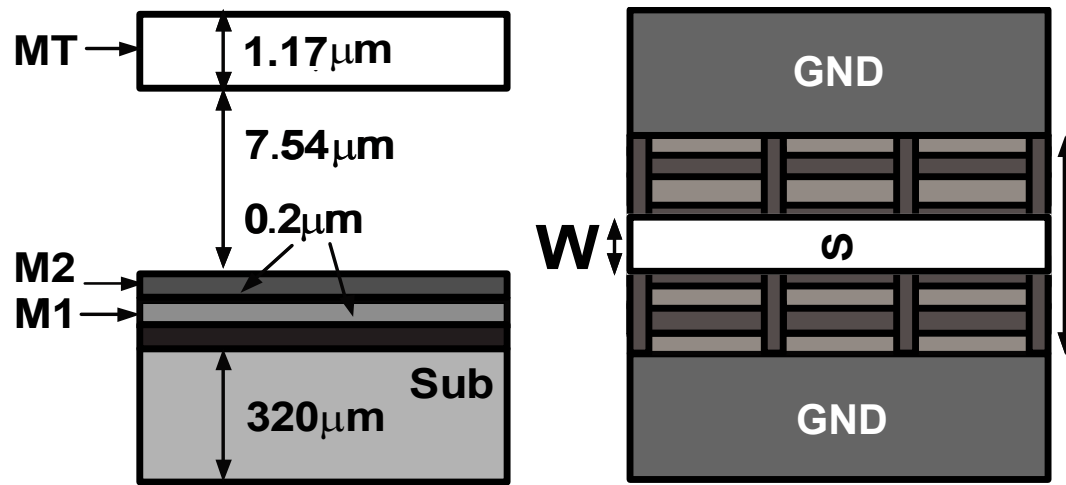
(IEEE802.15.3c)



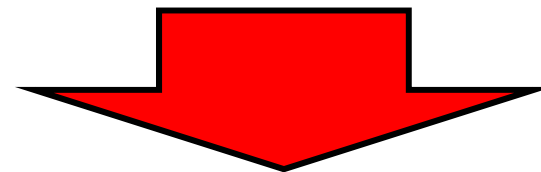
整合回路

- 受動素子
 - ☹️ばらつきが大きい
 - ☹️モデリングが難しい
- 伝送線路
 - 😊スケラブル

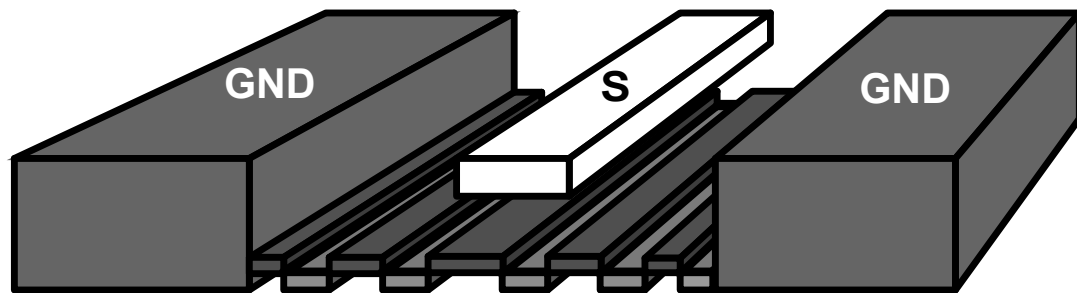
伝送線路構造



W : 信号線の幅
G : グランド間の距離



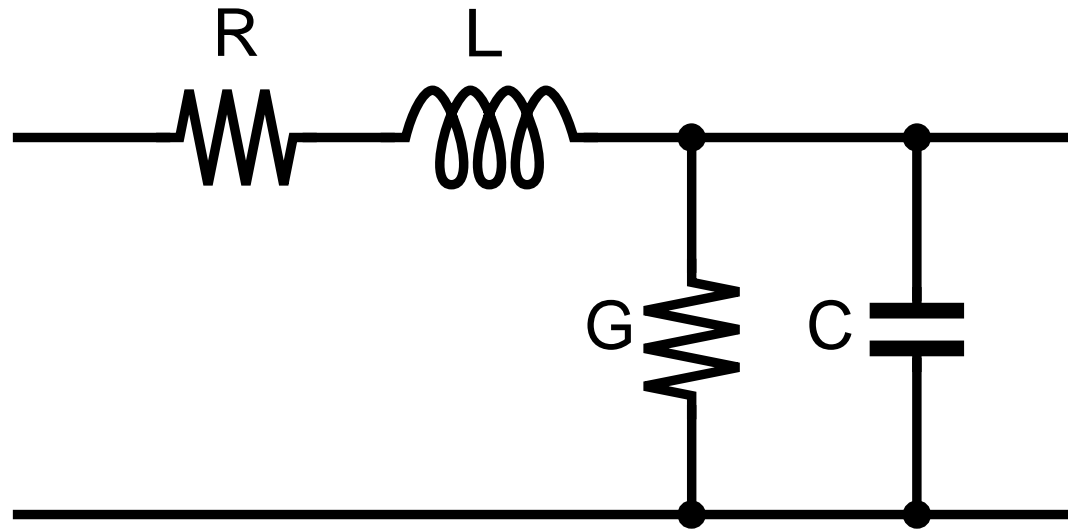
**W, Gの値により
伝送線路の最適化**



高周波での伝送線路

5

TOKYO TECH
Pursuing Excellence



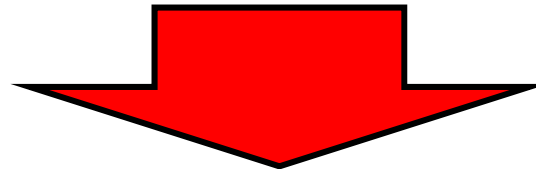
等価回路

$$\alpha \approx \frac{R}{2Z} = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$\beta \approx \omega \sqrt{LC}$$

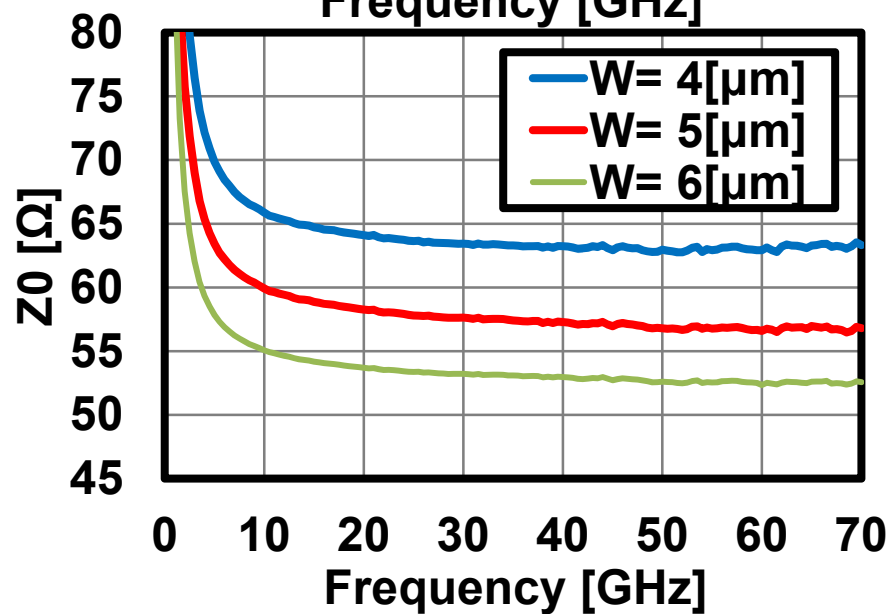
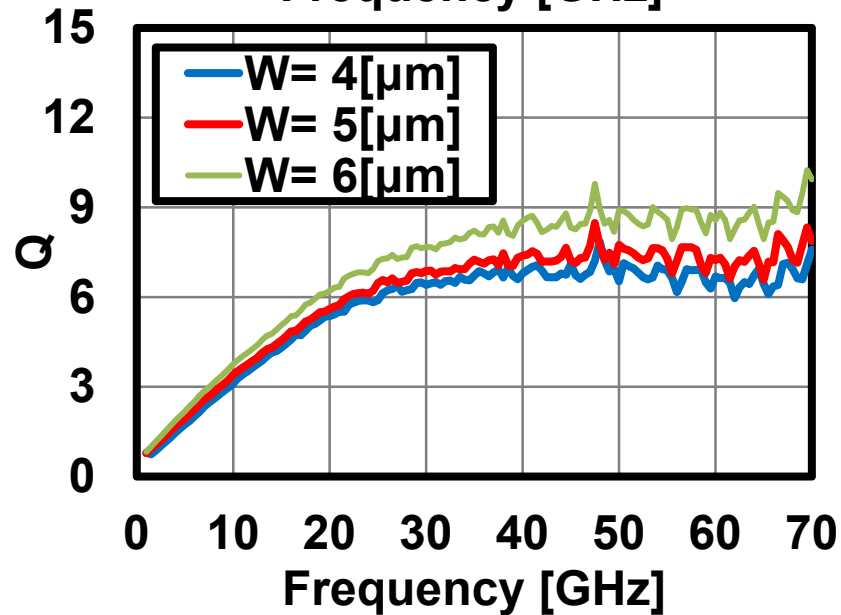
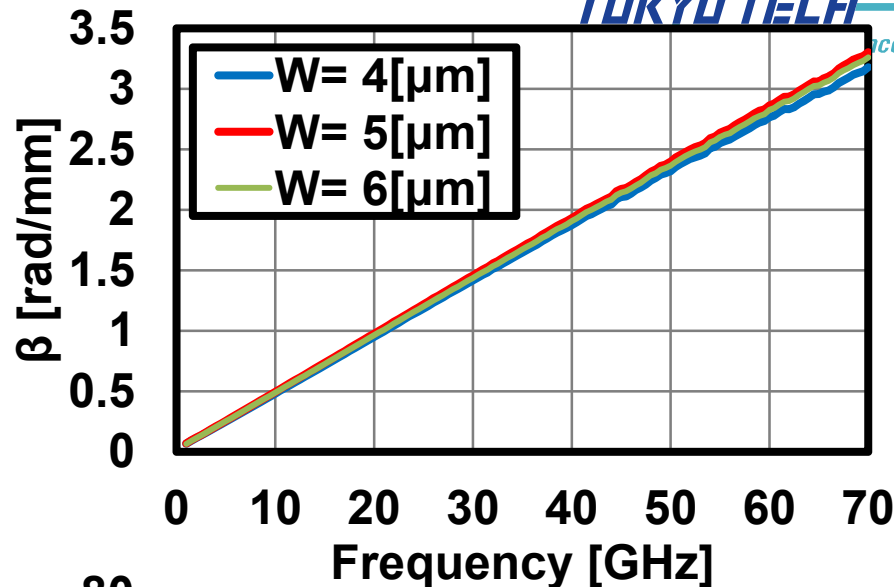
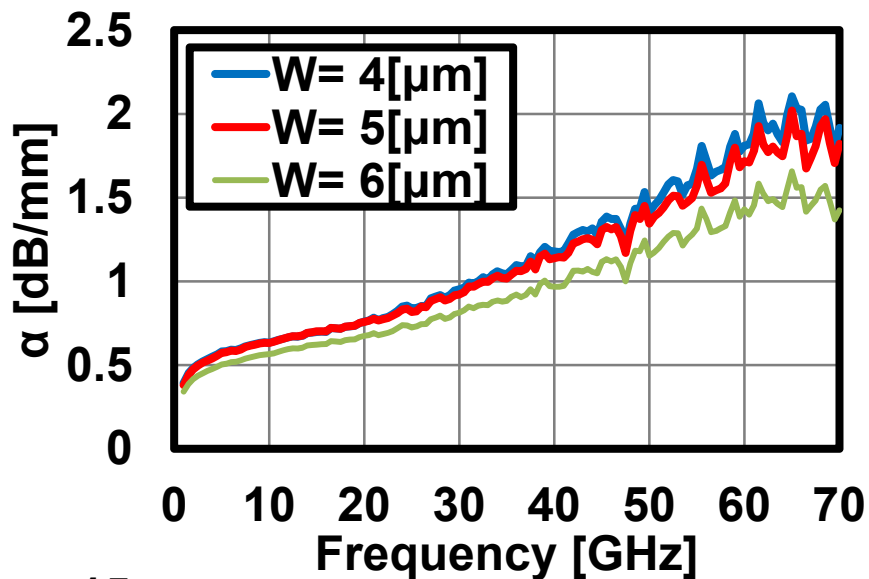
$$Q = \frac{\beta}{2\alpha} \approx \frac{\omega L}{R}$$

抵抗R、インダクタンスL大



減衰定数 α 、位相定数 β 大

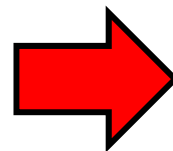
伝送線路特性



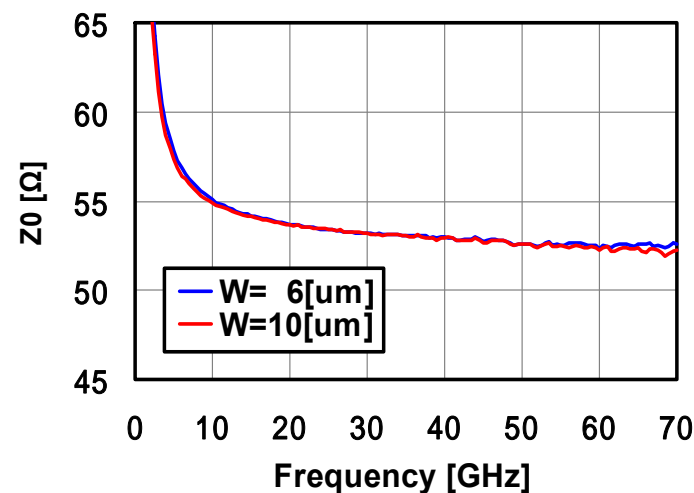
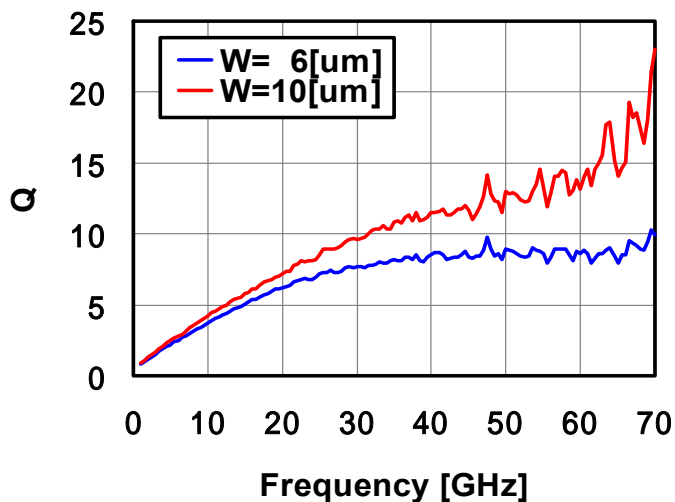
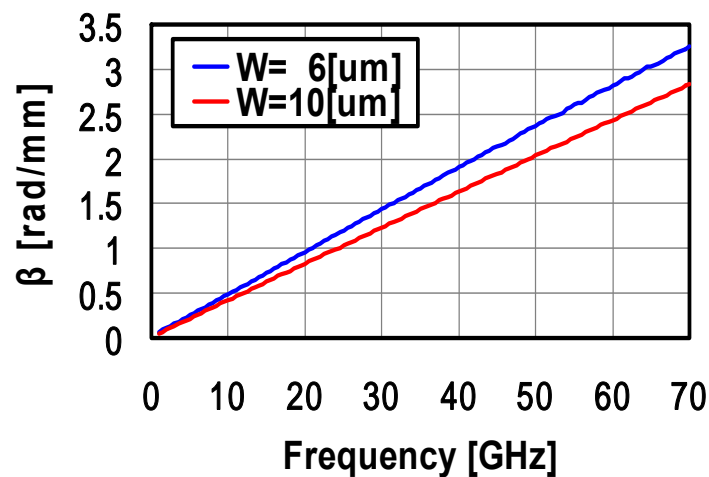
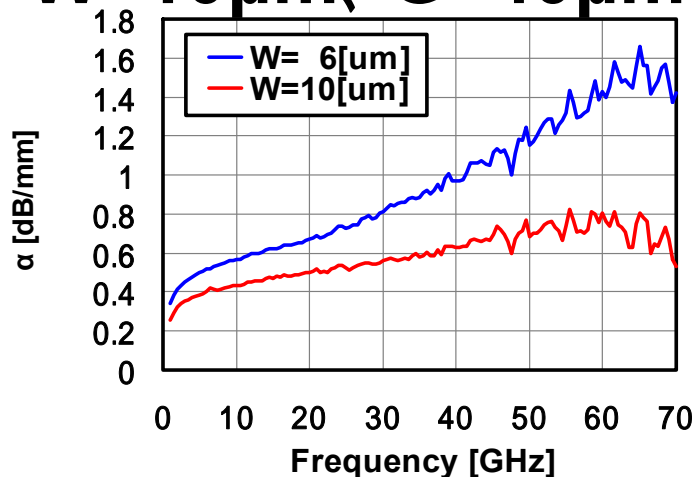
G=20 μm に固定し、Wを変化

伝送線路特性

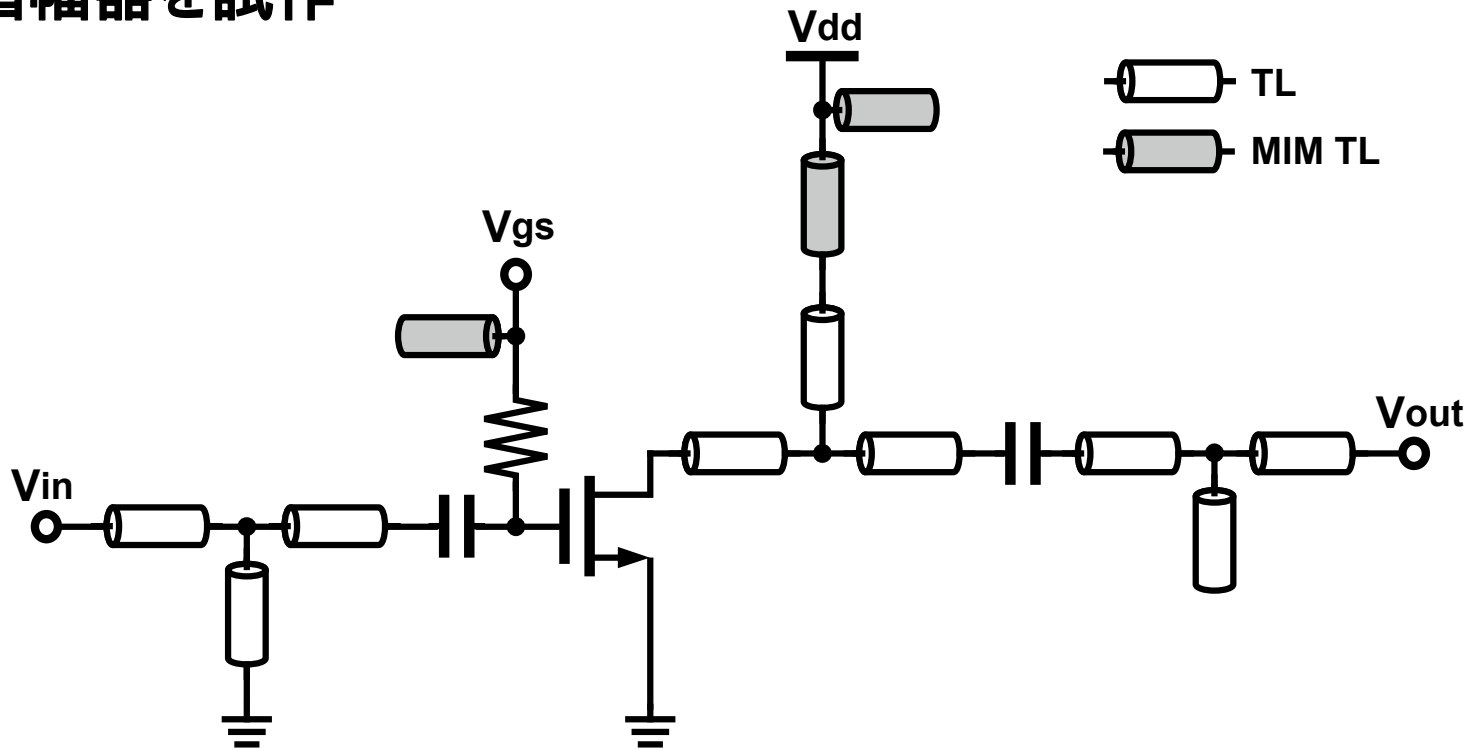
- $W=6\mu\text{m}$, $G=20\mu\text{m}$
- $W=10\mu\text{m}$, $G=40\mu\text{m}$



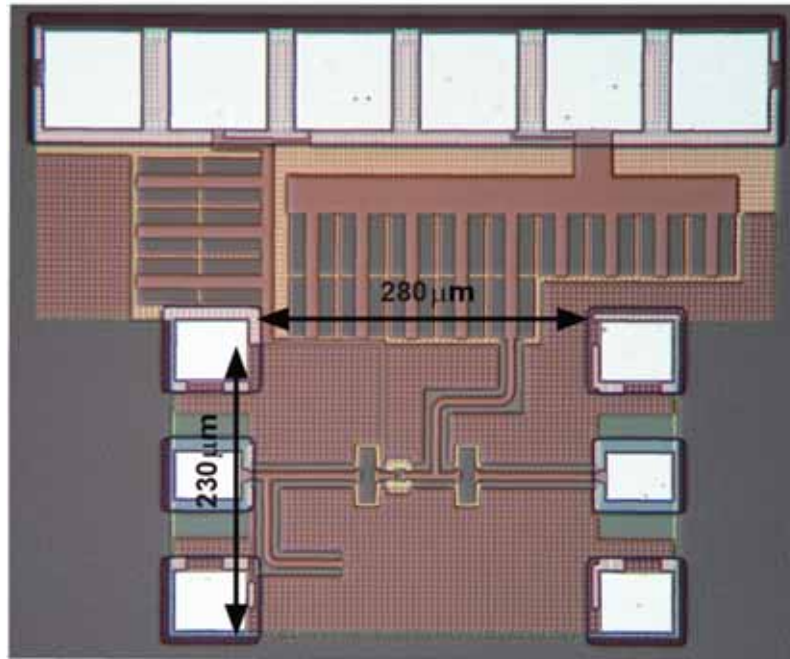
比較



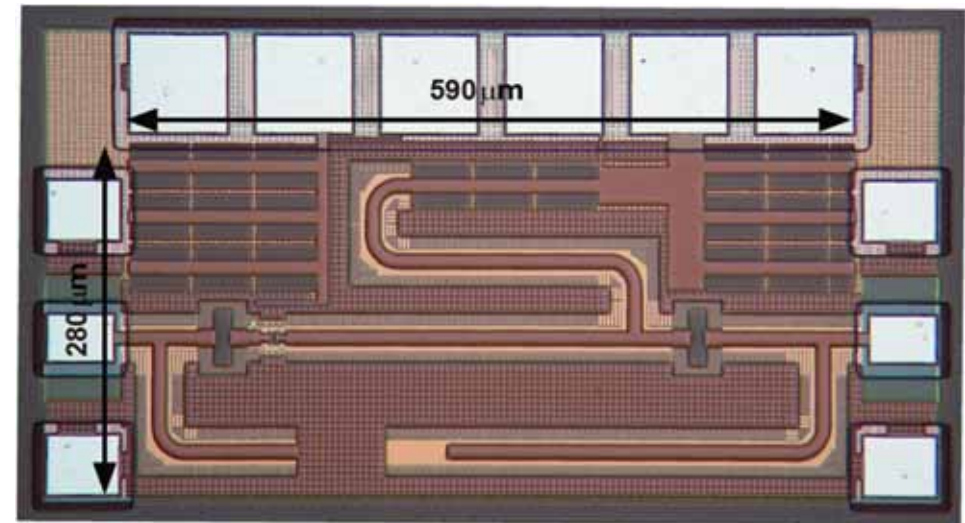
- 線幅6 μm と10 μm の伝送線路を整合回路に用いて1段電力増幅器を試作



- 65nm CMOS プロセス
- トランジスタサイズ : $2 \times 20\mu\text{m}$

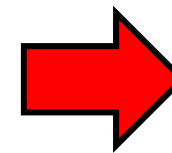


(a) $W = 6\mu\text{m}$



(b) $W = 10\mu\text{m}$

- $W = 6\mu\text{m}$: $230\mu\text{m} \times 280\mu\text{m}$
- $W = 10\mu\text{m}$: $280\mu\text{m} \times 590\mu\text{m}$

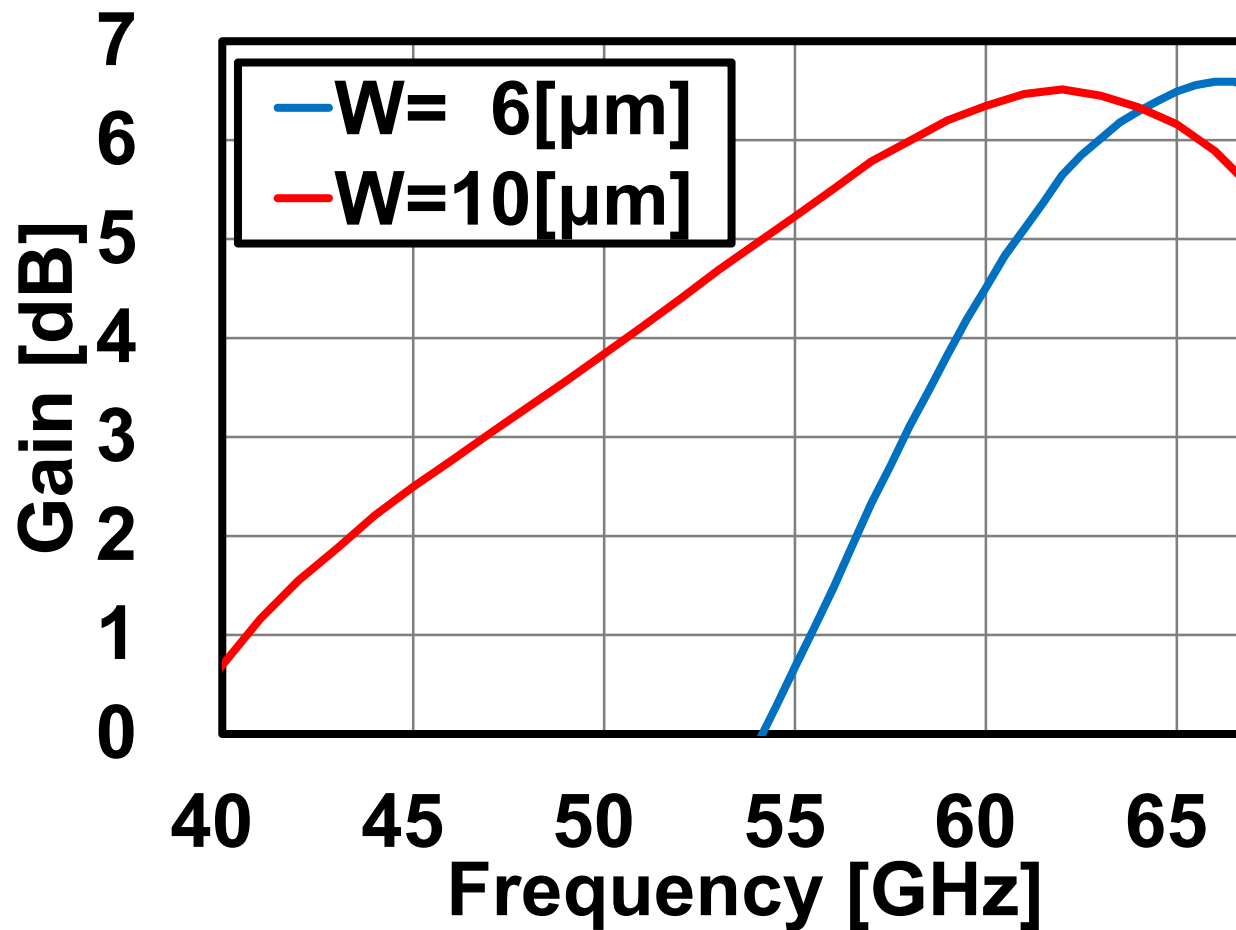


回路面積を
60%削減

測定結果

10

TOKYO TECH
Pursuing Excellence



- $W=6\mu\text{m}$: 6.6dB
- $W=10\mu\text{m}$: 6.5dB

Y. Tsukui , Tokyo tech.

- 伝送線路の構造を変えることによる特性の変化を検証した。
- 1段電力増幅器に $W=6\mu\text{m}$ の伝送線路を用いることで、回路面積を60%削減し、電力利得6.6dBを達成した。