

# 昨年度と今年度の北九州プロセスの比較

(有)たかもり 高橋 誓

金沢大学、今村氏の測定結果を元に TEG の性能比較を行った。

## 1 2015 年度

2015 年度の TEG の特性を以下の図 1.1 図 1.2 に示す。

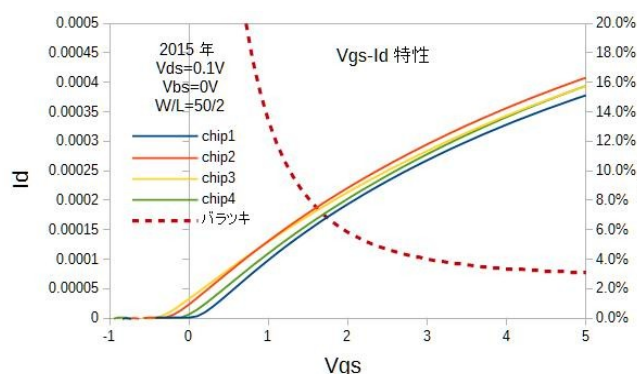


図 1.1 Vgs-Id 特性

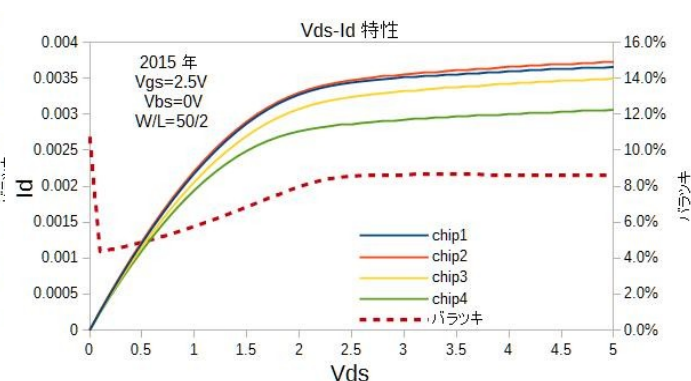


図 1.2 Vds-Id 特性

これを見ると、両特性ともバラツキが大きいことがわかる。この原因は、 $V_{th}$  のばらつきにある

Chip1	Chip2	Chip3	Chip4
0.41V	0.11V	0.01V	0.31V

$V_{gs}$  の代わりに  $V_{gst}(=V_{gs}-V_{th})$  で規格化してみると、両特性は次の様になる。

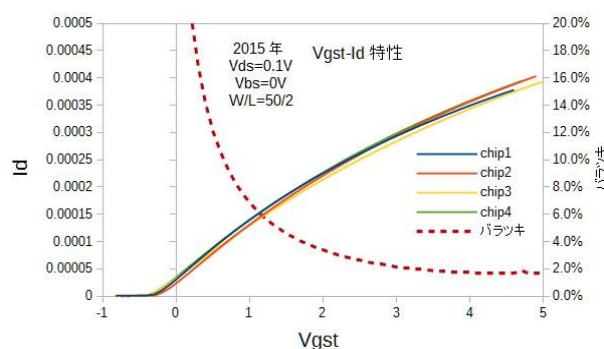


図 1.3 Vgst-Id 特性

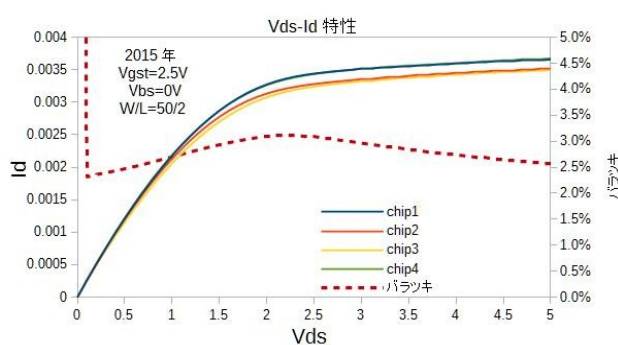


図 1.4 Vds-Id 特性 ( $V_{gst}=2.5V$ )

これらのバラツキは、 $V_{gs}$  のステップの影響もあるため、さらに少ないと予想される。

なおバラツキは 標準偏差／平均値で定義している。

## 2 2016 年度

2016 年度のデータを以下に示す。

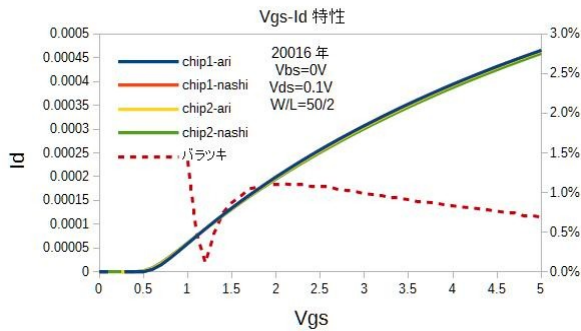


図 2.1 Vgs-Id 特性

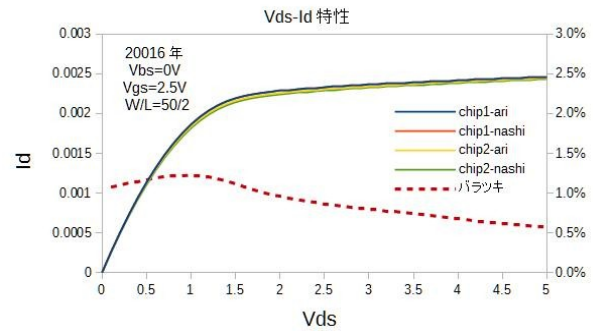


図 2.2 Vds-Id 特性

これら4 chip の  $V_{th}$  はそれぞれ次の通りであった。

Chip1-ari	Chip1-nashi	Chip2-ari	Chip2-nashi
0.57V	0.57V	0.55V	0.53V

今回の試作の方が明らかに  $V_{th}$  のバラツキが少ない。ソース／ドレイン領域の  $V_{th}$  調整のイオンインプラの影響については、TEG の距離が 2mm 程度あるのでウェハ面内バラツキに隠れているのかも知れない。逆にそのことからイオンインプラの影響はかなり少ないと思われる。

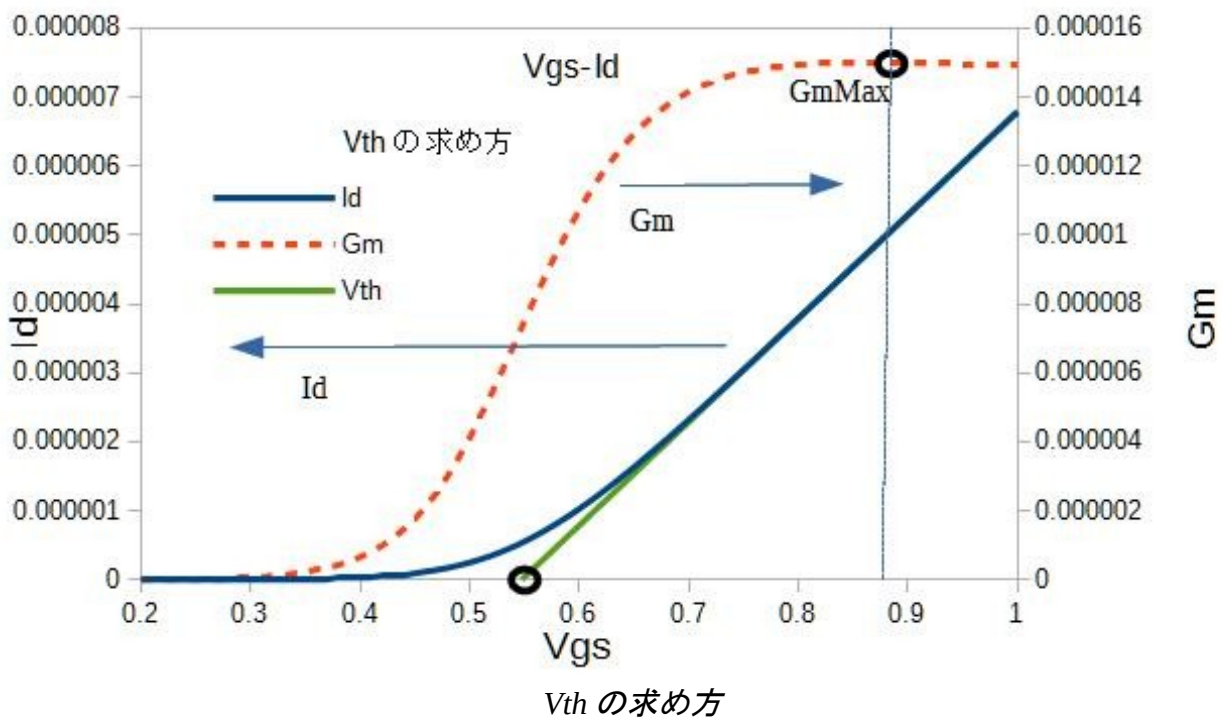
### \* ) $V_{th}$ の算出方法

今回の比較では次のような計算で  $V_{th}$  を求めた。

1.  $V_{gs}$ - $G_m$  特性を求める
2.  $G_{mMax}$  の点を求める
3.  $V_{gs}$ - $I_d$  特性に  $G_{mMax}$  に接する直線を求める。
4. 3 で求めた直線と  $G_m=0$  の交点の  $V_{gs}$  を  $V_{gs0}$  とする。

$$5. \quad V_{th} = V_{gs0} - \frac{A_{blk} V_{ds}}{2} = V_{gs0} - \frac{V_{ds}}{2}$$

これは、色々ある  $V_{th}$  の計算方法の中で、測定条件にあまりよらないということで推奨されている方法みたいである。



強反転領域 ( $V_{gs} > V_{th}$ )では ドレイン電流は以下の式に従う。

$$I_{ds} = \mu_{eff} C_{ox} \frac{W}{L} \frac{1}{1 + \frac{V_{ds}/L}{E_{sat}}} (V_{gs} - V_{th} - A_{bulk} V_{ds}/2) V_{ds}$$

$$\simeq \mu_{eff} C_{ox} \frac{W}{L} (V_{gs} - V_{th} - V_{ds}/2) V_{ds}$$

ここで  $A_{blk}$  はパラメータで  $L$  が小さいときはほとんど 1 である。

また、 $V_{ds}$  が十分小さい場合は速度飽和の効果を無視することが出来る。

$V_{gs}$ - $I_d$  曲線から  $G_m$  を求め、その最大値の  $V_{gs}, I_d$  を  $V_{gsm}, I_{dm}$  とすると

$$V_{gs0} = V_{gsm} - \frac{I_{dm}}{G_{mMAX}}$$

$I_{ds}=0$  より

$$V_{gs0} - V_{th} - V_{ds}/2 = 0$$

$$V_{th} = V_{gs0} - V_{ds}/2$$

で求められる。

バークレー校のマニュアルでは  $V_{ds}$  の推奨値として 0.05V を挙げている。