

偽 fan-out ボードの作製と駆動試験

本原 顕太郎

1996 年 10 月 24 日

概要

実際に用いるのと同じ仕様で fan-out ボードを組み、常温で駆動させてみた。結果は、予想と異なり、線形増幅を行なえなかった。原因は現在のところ不明であるが、 $V_{GS} - I_{DS}$ 関係がカタログとかなり異なっていることがわかった。

1 回路構成・実験方法

回路は実際の fan-out ボード上にあるものと全く同じ（回路定数は一部異なる）をもちいた。（下図）

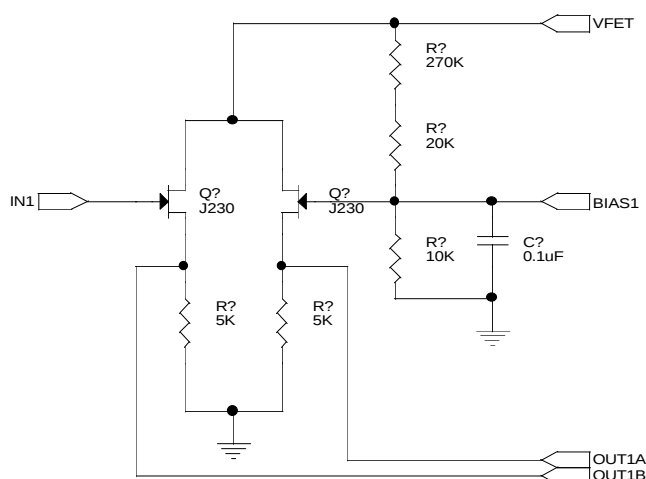


図 1: 偽 fan-out ボードの 1 チャンネル分の回路図。回路定数は基本的には記入されている通り。ただし、FET のソース抵抗は $5.0k\Omega$ ではなく $5.1k\Omega$ である。

この回路の入力口に、乾電池を抵抗分割して定電圧をかけ、出力を測定した。電圧は Tektronix の WaveMeter STA55G で測定した。

この実験は ADC の変換を見るための実験の一貫として行なわれ、この fan-out ボードの出力はプリアンプに入力されて AD 変換されている。こちらの結果については別のレポートで触れる。

2 入出力の関係の予想

FET の I_{DS} と V_{GS} の間には

$$I_{DS} = a(V_{GS} + VP)^2 \quad (1)$$

の関係がある。よって、今回の回路については

$$V_S = R \cdot I_{DS} \quad (2)$$

であるから、これらを併せて $V_{GS} = V_G - V_S$ を用い、 V_S についての二次方程式を解くと、

$$V_S = \frac{1}{2Ra} \left(1 + 2Ra(V_G + V_P) + \sqrt{1 + 4Ra(V_G + V_P)} \right) \quad (3)$$

この形であるが、実際の値（77K での測定値） $a \sim 1.2 \times 10^{-3}$, $V_P \sim 1.5$, $R = 5.1 \times 10^3$ を代入すると、今回のレンジではほぼ直線になる。（下図）

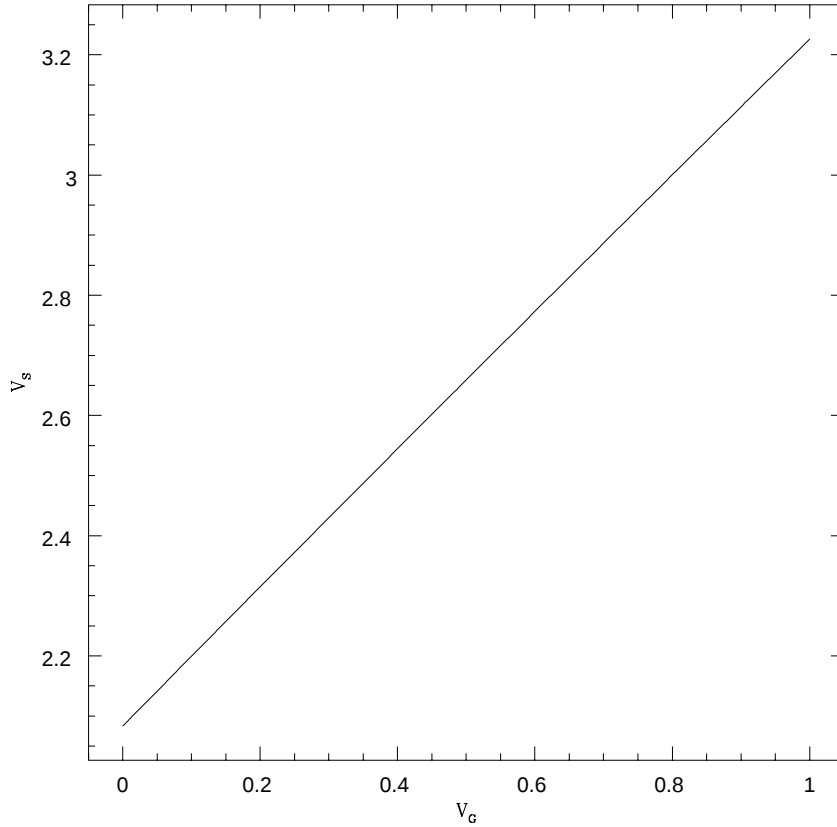


図 2: $V_G - V_S$ 関係。ほぼ完璧な直線になることがわかる。

3 実験結果

実験は、各チャンネル毎に V_G を色々変え、 V_S を測定した。結果は以下の通りである。

$V_G(V)$	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4
0.500	1.801	1.849	1.639	1.795
0.752	1.909	1.958	1.746	1.904
0.3056	1.723	1.770	1.563	1.716
0.000	1.619	1.664	1.43	1.612
1.003	2.029	2.079	1.864	2.023
0.1376	1.663	1.709	1.505	1.657
1.373	2.212	2.264	2.047	2.208
1.201	2.125	2.177	1.960	2.121

この結果をグラフにしたのが下図。

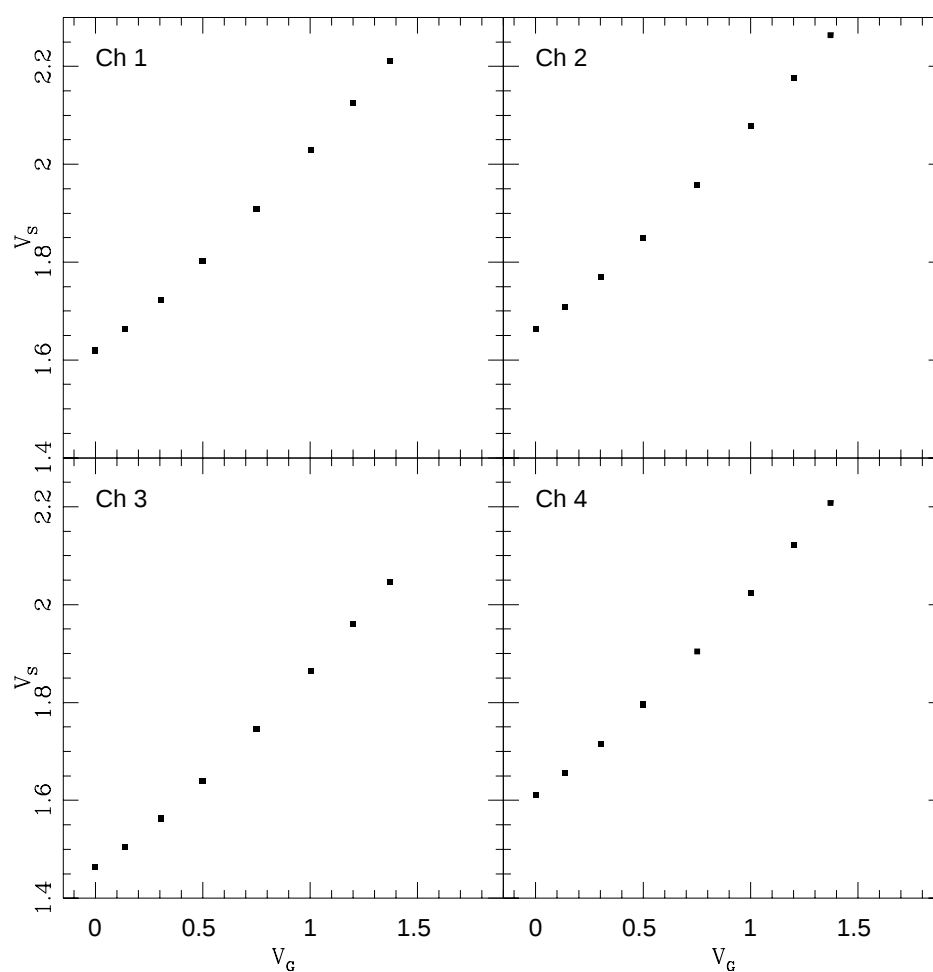


図 3: 実験結果の $V_G - V_S$ 関係。直線ではなく、下に凸になってしまっているのがわかる。これでは線形増幅ができない。

一見して、先の予想とは違い下に凸の形になってしまっているのがわかる。これでは線形の増幅ができないのは明白。このままでは原因がわからないのでこれを $V_{GD} - I_{DS}$ の関係に直したのが図 4である。

パッと見はわからなのであるが、この曲線を二次関数で fit するとその形が式 (1) のようにならず、頂点が V_{GD} 軸上に来ていないのがわかる。何故こうなったのか、あるいは測定ミスなのかは今のところはっきりしていない。

うーん困った。

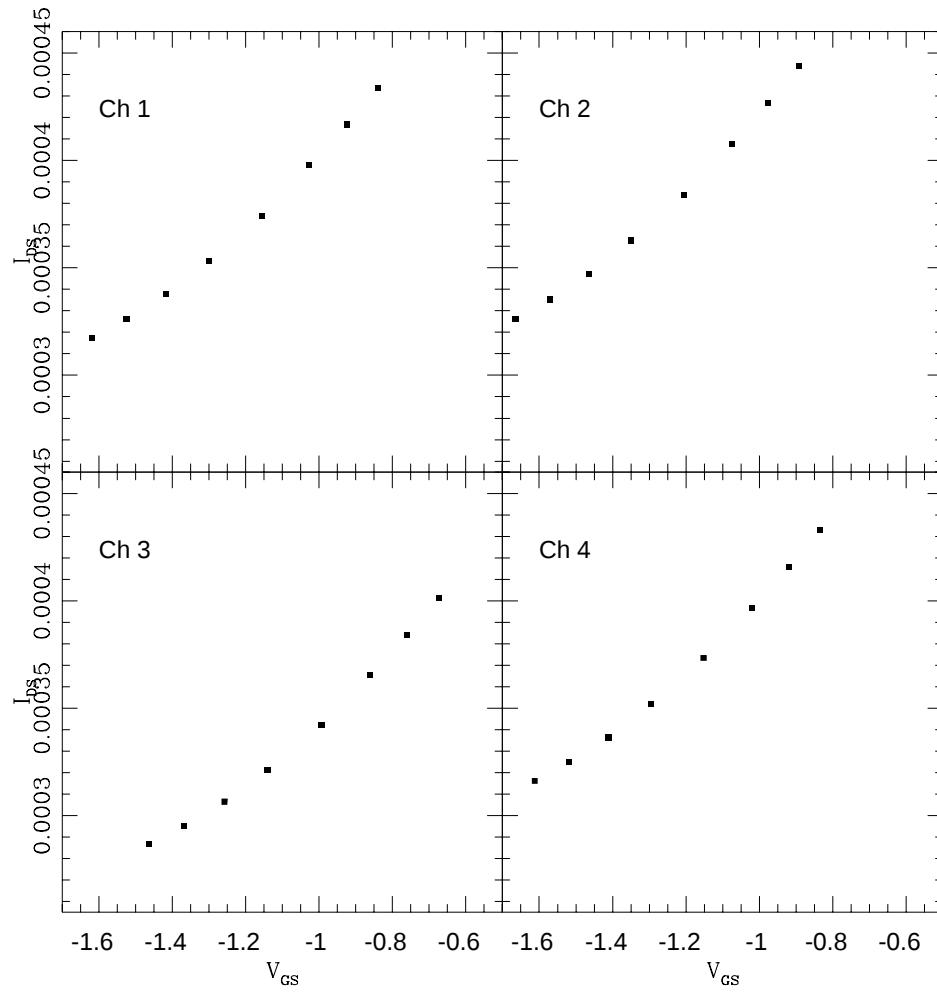


図 4: $V_{GD} - I_{DS}$ 関係。本来ならば V_{GD} 軸に頂点が接した二次関数にならなければいけないはずなのだが、そうになっていない。