

1 目的

電流電圧特性を測定することで、市販のダイオードの整流性と MOSFET の静特性を確認する。

2 理論

3 方法

3.1 ダイオードの整流性の確認

デジタルマルチメータ 2 個、可変抵抗、乾電池、市販のダイオードを用いて、教科書 125 ページ図 6 のような回路を作成し、可変抵抗の値を変えることにより、ダイオードにかかる電圧を変化させて、電流に対する電圧を測定する。

3.2 MOSFET の静特性

デジタルマルチメータ 3 個、可変抵抗、9V 乾電池 2 個、MOSFET を用いて、図??のような回路を作成し、同様に測定する。

3.3 ダイオードの電流電圧特性

3.1 の電流計を微小電流計に変えて、同様に測定する。

4 結果

4.1 ダイオードの整流性の確認

測定結果を表 1 と図 1 に示す。

4.2 MOSFET の静特性

測定結果を表 2、3、4、5、6、7 と図 2 に示す。

4.3 ダイオードの電流電圧特性

測定結果を表 8 と図 3 に示す。

5 問題

5.1 課題 1

測定データから、飽和電流密度 I_0 、ダイオード因子 n 、分岐抵抗 R_{sh} 、直列抵抗 R_s を求めよ。

解：

$$\begin{aligned} I_0 &= 1.00 \times 10^{-9} \\ R_{sh} &= \frac{0.50 - 0.45}{(19.53 - 18.10) \times 10^{-9}} \\ &\approx 3.497 \times 10^7 [\Omega] \\ R_s &= \frac{(580 - 550) \times 10^{-3}}{(1396.2 - 754.8) \times 10^{-6}} \\ &\approx 346.773 [\Omega] \\ n &= \frac{e \log_{10} e}{\kappa T} \cdot \frac{d(\log_{10} I)}{dV} \\ &\approx \frac{1.6 \times 10^{-19} \log_{10} e}{1.38 \times 10^{-23} \cdot 300} \cdot \frac{(580 - 480) \times 10^{-3}}{\log_{10}(1396.2 \times 10^{-6}) - \log_{10}(169.24 \times 10^{-6})} \\ &\approx 1.831 \end{aligned}$$

5.2 問題 1

R_{sh} や R_s が実用上ダイオード特性に与える影響を考察せよ。

解：

5.3 問題 2

電極はオーム性を示し、かつ電極と Si との間の抵抗が 0 となることが理想である。しかし、現実には、電極と Si の間には抵抗 (接触抵抗) が生じ、これが直列抵抗として働く。現実の半導体デバイスの開発でも、接触抵抗はしばしば重大な問題になっている。資料の構造上どのような工夫をし、どのような測定をすれば、オーム性の確認と接触の実測ができるか考察せよ。

解：

5.4 問題 3

ダイオード因子 (n 値) が何によって決定されているか調べよ。

解：

p-n 接合部分がどれほど理想に近い形になっているか。

表 1: ダイオードの電流電圧特性

電流 [mA]	電圧 [V]
0	-0.6
0	-0.5
0	-0.4
0	-0.3
0	-0.2
0	-0.1
0	0
0	0.1
2	0.2
2.1	0.3
7.8	0.35
10	0.36
13	0.37
17	0.38
22	0.39
27.7	0.4
37	0.41
47	0.42
60	0.43
76	0.44
91.6	0.45
121	0.46
152	0.47
188	0.48
233	0.49
274	0.5
444	0.52
661	0.54
774	0.55

表 2: MOSFET の静特性

ドレイン電流 [mA]	ドレイン電圧 [V]	ゲート電圧 [mV]
0.008	8.42	-3000
0.008	8.4	-2000
0.005	8.4	-1300
0.02	8.4	-1200
0.12	8.38	-1100
0.32	8.36	-1000
0.67	8.34	-900
1.13	8.32	-800
1.70	8.29	-700
2.34	8.26	-600
3.06	8.22	-500
3.84	8.20	-400
4.67	8.16	-300
5.52	8.12	-200
6.45	8.03	-100
10.3	8.38	11.5
8.3	8.30	100.1
9.3	8.28	200
10.2	8.25	300
11.2	8.22	400
12.1	8.19	500
13.0	8.15	600
13.9	8.12	700
14.7	8.09	800
15.0	8.21	830
15.4	8.06	900
16.1	8.03	1000
16.8	7.93	1100
17.2	7.87	1200
17.8	7.96	1300
18.6	7.92	1500
20.0	8.04	1894
20.2	7.86	2000
21.2	7.82	2500
21.7	7.79	2800
22.4	7.93	3260

表 3: ゲート電圧 0.7V に対するドレイン電流電圧特性

ドレイン電流 [mA]	ドレイン電圧 [V]
0	0
4.7	0.5
8.3	1.0
10.9	1.5
12.4	2.0
13.2	2.5
13.6	3.0
13.7	3.5
13.8	4.0
13.8	4.5
13.9	5.0
13.9	5.5
13.9	6.0
13.9	7.86

表 4: ゲート電圧 1.4V に対するドレイン電流電圧特性

ドレイン電流 [mA]	ドレイン電圧 [V]
0	0
5.4	0.5
9.7	1.0
13.0	1.5
15.3	2.0
16.7	2.5
17.4	3.0
17.7	3.5
17.9	4.0
18.0	4.5
18.1	5.0
18.1	5.5
18.2	6.0
18.2	6.5
18.2	7.0
18.2	7.5

表 5: ゲート電圧 0V に対するドレイン電流電圧特性

ドレイン電流 [mA]	ドレイン電圧 [V]
3.5	0.5
5.4	1.0
6.3	1.5
6.8	2.0
7.0	2.5
7.2	3.0
7.3	3.5
7.3	4.0
7.3	4.5
7.4	7.0
7.4	7.5

表 6: ゲート電圧-1.0V に対するドレイン電流電圧特性

ドレイン電流 [mA]	ドレイン電圧 [V]
0.1	0.5
0.1	1.0
0.1	1.5
0.2	2.0
0.2	2.5
0.3	3.0
0.3	3.5
0.3	4.0
0.3	4.5
0.3	5.0
0.3	5.5
0.3	6.0
0.3	8.4

表 7: ゲート電圧-0.8V に対するドレイン電流電圧特性

ドレイン電流 [mA]	ドレイン電圧 [V]
0.5	0.5
0.6	1.0
0.7	1.5
0.89	2.0
0.99	2.5
1.07	3.0
1.09	3.5
1.10	4.0
1.11	4.5
1.11	5.0
1.11	5.5
1.12	6.0
1.12	7.5

表 8: 微小電流計を用いたダイオードの電流電圧特性

電圧 [mV]	電流 [A]
-500	-19.53n
-480	-19.65n
-450	-18.10n
-430	-18.02n
-400	-15.95n
-380	-16.36n
-350	-13.34n
-330	-13.11n
-300	-11.84n
-280	-10.88n
-250	-10.61n
-230	-8.88n
-200	-8.23n
-180	-1.48n
-130	-1.07n
-100	-1.04n
-80	-0.98n
-50	-0.89n
-30	-0.88n
100.3	18.28n
130.2	26.36n
150.3	36.75n
180.2	57.21n
199.6	363.9n
230	672.5n
250	956.5n
280	1502.5n
300	2.006 μ
330	4.403 μ
350	7.369 μ
380	15.974 μ
400	26.12 μ
430	53.77 μ
450	86.18 μ
480	169.24 μ
500	261.6 μ
529	490.7 μ
550	754.8 μ
580	1396.2 μ
600	2.093m