

プリアンプボードの製作（テストデューワー用）

本原顕太郎

1998 年 10 月 12 日

1 実装部品の回路定数

実装した部品の表を以下に示す。まずは抵抗：

部品番号	回路定数 (Ω)	種類
R1	1.300k	金属皮膜抵抗
R2	1.303k	金属皮膜抵抗
R3	1.300k	金属皮膜抵抗
R4	1.303k	金属皮膜抵抗
R5	10	金属皮膜抵抗
R6	10	金属皮膜抵抗
R7	10	金属皮膜抵抗
R8	10	金属皮膜抵抗
R9	0.819k	金属皮膜抵抗
R10	10.01k	金属皮膜抵抗
R11	239.3k	金属皮膜抵抗
R12	1.001k	金属皮膜抵抗
R13	158.3	金属皮膜抵抗
R14	10	金属皮膜抵抗
R15	10	金属皮膜抵抗
R16	0.560k	金属皮膜抵抗
R17	1.300k	金属皮膜抵抗
R18	10.02k	金属皮膜抵抗
R19	10	金属皮膜抵抗
R20	10	金属皮膜抵抗
R21	1.003k	金属皮膜抵抗
R22	10	金属皮膜抵抗
R23	10	金属皮膜抵抗
R24	240.2	金属皮膜抵抗
R25	0.563k	金属皮膜抵抗
R26	0.818k	金属皮膜抵抗
R27	160.7	金属皮膜抵抗
R28	10.02k	金属皮膜抵抗
R29	1.004k	金属皮膜抵抗
R30	10	金属皮膜抵抗
R31	10	金属皮膜抵抗
R32	0	金属皮膜抵抗

部品番号	回路定数 (Ω)	種類
R33	10	金属皮膜抵抗
R34	10	金属皮膜抵抗
R35	240.6	金属皮膜抵抗
R36	10.2	金属皮膜抵抗
R37	0.561k	金属皮膜抵抗
R38	160.8	金属皮膜抵抗
R39	240.0	金属皮膜抵抗
R40	3.009k	金属皮膜抵抗
R41	10	金属皮膜抵抗
R42	0.0	金属皮膜抵抗
R43	1.002k	金属皮膜抵抗
R44	159.9	金属皮膜抵抗
R45	0.562k	金属皮膜抵抗
R46	1k	可変抵抗
R47	10.2	金属皮膜抵抗
R48	10.4	金属皮膜抵抗
R49	10.2	金属皮膜抵抗
R50	5k	可変抵抗
R51	5k	可変抵抗
R52	1.001k	金属皮膜抵抗
R53	1.001k	金属皮膜抵抗
R54	10.3	金属皮膜抵抗
R55	10.2	金属皮膜抵抗
R56	10.3	金属皮膜抵抗
R57	10.4	金属皮膜抵抗
R58	5k	可変抵抗
R59	5k	可変抵抗
R60	1.000k	金属皮膜抵抗
R61	1.002k	金属皮膜抵抗
R62	10.2	金属皮膜抵抗
R63	10.2	金属皮膜抵抗

部品番号	回路定数 (Ω)	種類
RA1	10.4	金属皮膜抵抗
RA2	10.2	金属皮膜抵抗
RA3	3.004k	金属皮膜抵抗
RA4	5.08k	金属皮膜抵抗
RA5	10.4	金属皮膜抵抗
RA6	0.509k	金属皮膜抵抗
RA7	0	
RA8	0.510k	金属皮膜抵抗
RA9	10.2	金属皮膜抵抗
RA10	3.000k	金属皮膜抵抗
RA11	10.2	金属皮膜抵抗
RA12	5.08k	金属皮膜抵抗
RA13	10.3	金属皮膜抵抗
RA14	10.4	金属皮膜抵抗
RB1	10.3	金属皮膜抵抗
RB2	10.2	金属皮膜抵抗
RB3	3.015k	金属皮膜抵抗
RB4	5.11k	金属皮膜抵抗
RB5	10.4	金属皮膜抵抗
RB6	0.510k	金属皮膜抵抗
RB7	0	
RB8	0.512k	金属皮膜抵抗
RB9	10.3	金属皮膜抵抗
RB10	3.009k	金属皮膜抵抗
RB11	10.2	金属皮膜抵抗
RB12	5.13k	金属皮膜抵抗
RB13	10.4	金属皮膜抵抗
RB14	30.3	金属皮膜抵抗

部品番号	回路定数 (Ω)	種類
RC1	10.3	金属皮膜抵抗
RC2	10.3	金属皮膜抵抗
RC3	2.995k	金属皮膜抵抗
RC4	5.12k	金属皮膜抵抗
RC5	10.2	金属皮膜抵抗
RC6	0.513k	金属皮膜抵抗
RC7	0	
RC8	0.511k	金属皮膜抵抗
RC9	10.2	金属皮膜抵抗
RC10	3.000k	金属皮膜抵抗
RC11	10.3	金属皮膜抵抗
RC12	5.12k	金属皮膜抵抗
RC13	10.4	金属皮膜抵抗
RC14	30.5	
RD1	10.4	金属皮膜抵抗
RD2	10.3	金属皮膜抵抗
RD3	3.002k	金属皮膜抵抗
RD4	5.11k	金属皮膜抵抗
RD5	10.4	金属皮膜抵抗
RD6	0.512k	金属皮膜抵抗
RD7	0	
RD8	0.514k	金属皮膜抵抗
RD9	10.3	金属皮膜抵抗
RD10	3.010k	金属皮膜抵抗
RD11	10.1	金属皮膜抵抗
RD12	5.12k	金属皮膜抵抗
RD13	10.2	金属皮膜抵抗
RD14	30.5	

次にコンデンサ：

部品番号	回路定数 (F)	種類 (耐圧)
C1	0.1μ	積層セラミック
C2	100μ	電解 (50V)
C3	100μ	電解 (50V)
C4	0.1μ	積層セラミック
C5	100μ	電解 (50V)
C6	0.1μ	積層セラミック
C7	0.1μ	積層セラミック
C8	6.8μ	タンタル (35V)
C9	0.1μ	積層セラミック
C10	100μ	電解 (50V)
C11	100μ	電解 (50V)
C12	0.1μ	積層セラミック
C13	100μ	電解 (50V)
C14	0.1μ	積層セラミック
C15	0.1μ	積層セラミック

部品番号	回路定数 (F)	種類 (耐圧)
C16	0.1μ	積層セラミック
C17	100μ	電解 (50V)
C18	100μ	電解 (50V)
C19	0.1μ	積層セラミック
C20	6.8μ	タンタル (35V)
C21	-	
C22	0.1μ	積層セラミック
C23	100μ	電解 (50V)
C24	0.1μ	積層セラミック
C25	6.8μ	タンタル (35V)
C26	0.1μ	積層セラミック
C27	6.8μ	タンタル (35V)
C28	100μ	電解 (50V)
C29	0.1μ	タンタル (35V)
C30	0.1μ	積層セラミック

部品番号	回路定数 (Ω)	種類 (耐圧)
C31	-	
C32	6.8μ	タンタル (35V)
C33	0.1μ	積層セラミック
C34	6.8μ	タンタル (35V)
C35	6.8μ	タンタル
C36	6.8μ	タンタル
C37	0.1μ	積層セラミック
C38	0.1μ	積層セラミック
C39	-	
C40	0.1μ	積層セラミック
C41	100μ	タンタル (10V)
C42	-	
C43	0.1μ	積層セラミック
C44	100μ	タンタル (10V)
C45	6.8μ	タンタル
C46	6.8μ	タンタル

部品番号	回路定数 (F)	種類 (耐圧)
CA1	0.1μ	積層セラミック
CA2	6.8μ	タンタル
CA3	0.1μ	積層セラミック
CA4	6.8μ	タンタル
CA5	0.1μ	積層セラミック
CA6	6.8μ	タンタル
CA7	0.1μ	積層セラミック
CA8	6.8μ	タンタル
CA9	6.8μ	タンタル
CA10	22p	セラミック
CA11	0.1μ	積層セラミック
CA12	0.1μ	積層セラミック
CA13	6.8μ	タンタル
CA14	10p	セラミック
CB1	0.1μ	積層セラミック
CB2	6.8μ	タンタル
CB3	0.1μ	積層セラミック
CB4	6.8μ	タンタル
CB5	0.1μ	積層セラミック
CB6	6.8μ	タンタル
CB7	0.1μ	積層セラミック
CB8	6.8μ	タンタル
CB9	6.8μ	タンタル
CB10	22p	セラミック
CB11	0.1μ	積層セラミック
CB12	0.1μ	積層セラミック
CB13	6.8μ	タンタル
CB14	10p	セラミック

部品番号	回路定数 (Ω)	種類 (耐圧)
C47	0.1μ	積層セラミック
C48	0.1μ	積層セラミック
C49	6.8μ	タンタル
C50	6.8μ	タンタル
C51	0.1μ	積層セラミック
C52	0.1μ	積層セラミック
C53	-	
C54	0.1μ	積層セラミック
C55	100μ	タンタル (10V)
C56	-	
C57	0.1μ	積層セラミック
C58	100μ	タンタル (10V)
C59	6.8μ	タンタル
C60	6.8μ	タンタル
C61	0.1μ	積層セラミック
C62	0.1μ	積層セラミック

部品番号	回路定数 (F)	種類 (耐圧)
CC1	0.1μ	積層セラミック
CC2	6.8μ	タンタル
CC3	0.1μ	積層セラミック
CC4	6.8μ	タンタル
CC5	0.1μ	積層セラミック
CC6	6.8μ	タンタル
CC7	0.1μ	積層セラミック
CC8	6.8μ	タンタル
CC9	6.8μ	タンタル
CC10	22p	セラミック
CC11	0.1μ	積層セラミック
CC12	0.1μ	積層セラミック
CC13	6.8μ	タンタル
CC14	10p	セラミック
CD1	0.1μ	積層セラミック
CD2	6.8μ	タンタル
CD3	0.1μ	積層セラミック
CD4	6.8μ	タンタル
CD5	0.1μ	積層セラミック
CD6	6.8μ	タンタル
CD7	0.1μ	積層セラミック
CD8	6.8μ	タンタル
CD9	6.8μ	タンタル
CD10	22p	セラミック
CD11	0.1μ	積層セラミック
CD12	0.1μ	積層セラミック
CD13	6.8μ	タンタル
CD14	10p	セラミック

2 定電圧部

定電圧部の出力電圧は以下の通り。

名称	電圧 (V)
+15V	15.07
-15V	-14.97
VFET	15.00
HIGH	4.91
CELLWELL	4.95
BIASPOWER	4.93

3 アンプのゲインの周波数特性

このアンプを作るに当たって、ゲインの周波数特性をチェックした。回路は図2のようになるので、

$$\begin{aligned}
 i &= \frac{V_{in}}{R6} \\
 \frac{V_{in}}{R6} &= \frac{dQ}{dt} - \frac{V_{out}}{R8} \\
 V_{out} &= \frac{dQ}{dt} R9 + \frac{Q}{C}
 \end{aligned}$$

これに

$$V_{in} = \tilde{V}_{in} e^{i\omega t}, \quad V_{out} = \tilde{V}_{out} e^{i\omega t}$$

を代入して解くと、

$$\frac{\tilde{V}_{out}}{\tilde{V}_{in}} = \frac{R8}{R6} \frac{i\omega C R9 + 1}{i\omega C (R8 - R9) + 1}$$

よって、ゲイン G は

$$\begin{aligned}
 G &= \frac{\tilde{V}_{out}}{\tilde{V}_{in}} \\
 &= \frac{R8}{R6} \sqrt{\frac{\omega^2 C^2 R9^2 + 1}{\omega^2 C^2 (R8 - R9)^2 + 1}}
 \end{aligned}$$

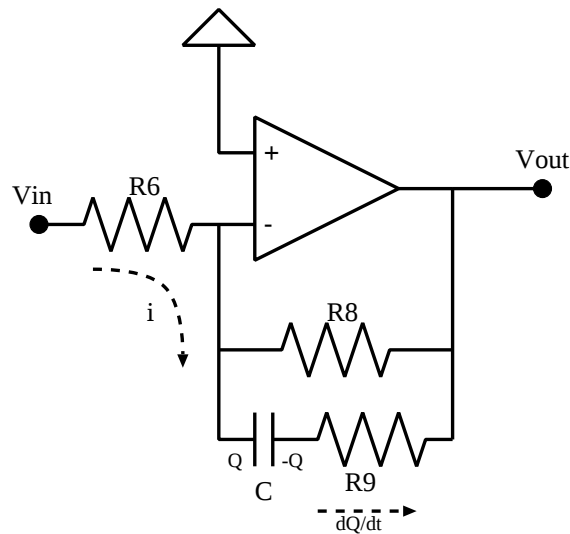


図 1: プリアンプ回路。

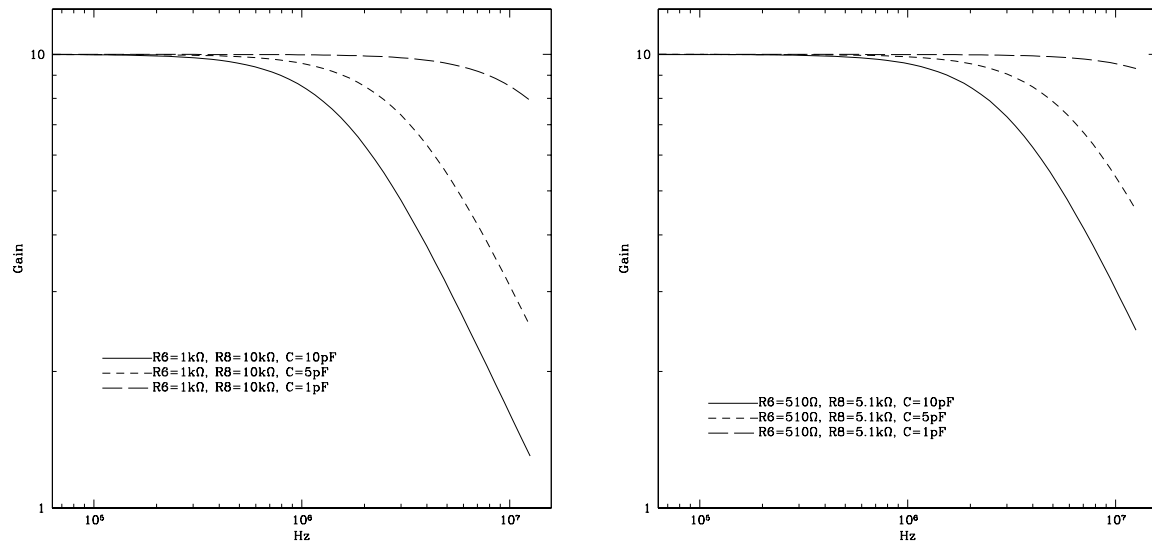


図 2: プリアンプのゲイン。左が $R8 = 10k\Omega$, $R6 = 1k\Omega$ のとき、右が $R8 = 5.1k\Omega$, $R6 = 510\Omega$ のとき。それぞれ、 $C = 1p, 5p, 10pF$ のグラフを描いてある。

さまざまな回路定数でこれがどのように振舞うかを示したのが以下の図である。初代のボードは $R8 = 10k\Omega$, $R6 = 1k\Omega$, $C = 5pF$ で、今回のボードは $R8 = 5.1k\Omega$, $R6 = 510\Omega$, $C = 10pF$ なので、周波数特性はほぼ同じであることがわかる。