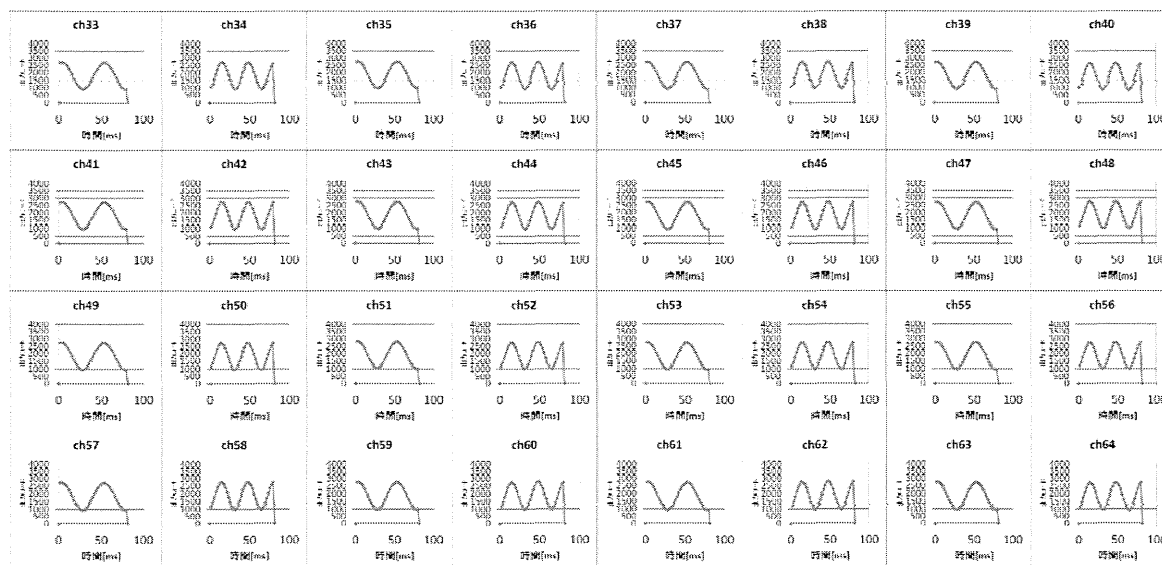


図26I-2-0 検出機能確認(初期特性)

利得設定=デフォルト(60dB) 基板=26I ch=33-64



25

1.2 検出回路利得

測定条件

電源電圧3.3V 測定温度25°C

基板番号	測定項目	初期特性 dB	100時間 dB	500時間 dB	1000時間 dB	2000時間 dB	4000時間 dB
26I	設定利得40dB	38.6	38.0	38.2	38.2		
	設定利得60dB	58.3	59.3	59.3	59.2		
	設定利得80dB	78.9	79.0	79.0	78.4		
26M	設定利得40dB	38.9	38.7	38.6	38.5		
	設定利得60dB	59.2	59.3	59.5	59.3		
	設定利得80dB	79.3	77.9	78.5	78.8		
26N	設定利得40dB	38.5	38.3	38.2	38.0		
	設定利得60dB	59.2	59.2	59.4	59.2		
	設定利得80dB	78.5	79.0	79.1	78.8		
26O	設定利得40dB	38.6	38.2	38.2	38.1		
	設定利得60dB	59.2	59.2	59.6	59.2		
	設定利得80dB	78.8	79.2	79.4	79.3		
26P	設定利得40dB	38.9	38.6	38.5	38.5		
	設定利得60dB	59.1	59.3	59.4	59.3		
	設定利得80dB	78.7	78.6	79.1	78.4		

1.3 低域カットオフ周波数

測定条件 電源電圧3.3V 測定温度25°C

基板 番号	測定項目 低域カットオフ周波数	初期特性	100時間	500時間	1000時間	2000時間	4000時間
		Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz
26I	設定0.1Hz	0.1	0.1	0.1	0.1		
	設定1Hz	0.9	1.1	1.4	1.0		
	設定10Hz	9.8	9.2	9.8	9.5		
26M	設定0.1Hz	0.1	0.1	0.1	0.1		
	設定1Hz	0.9	0.7	1.1	1.1		
	設定10Hz	10.0	6.7	8.4	8.4		
26N	設定0.1Hz	0.1	0.1	0.1	0.1		
	設定1Hz	1.0	1.1	1.6	1.5		
	設定10Hz	10.0	9.4	13.1	11.2		
26O	設定0.1Hz	0.1	0.1	0.1	0.1		
	設定1Hz	1.0	1.3	1.6	1.5		
	設定10Hz	9.0	9.9	10.0	11.5		
26P	設定0.1Hz	0.1	0.1	0.1	0.1		
	設定1Hz	0.9	0.9	1.0	0.9		
	設定10Hz	7.0	8.4	9.3	9.7		

1.4 高域カットオフ周波数

測定条件 電源電圧3.3V 測定温度25°C

基板 番号	測定項目 高域カットオフ周波数	初期特性	100時間	500時間	1000時間	2000時間	4000時間
		Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz
26I	設定240Hz	282	285	293	290		
	設定500Hz	600	586	578	638		
	設定1000Hz	1081	1101	1081	1088		
26M	設定240Hz	282	284	261	261		
	設定500Hz	600	577	531	531		
	設定1000Hz	1105	985	961	961		
26N	設定240Hz	282	288	277	272		
	設定500Hz	600	580	556	566		
	設定1000Hz	1105	1182	1027	1040		
26O	設定240Hz	282	289	298	298		
	設定500Hz	600	659	584	616		
	設定1000Hz	1105	1158	1102	1075		
26P	設定240Hz	282	281	282	298		
	設定500Hz	600	588	547	616		
	設定1000Hz	1105	1105	1012	1075		

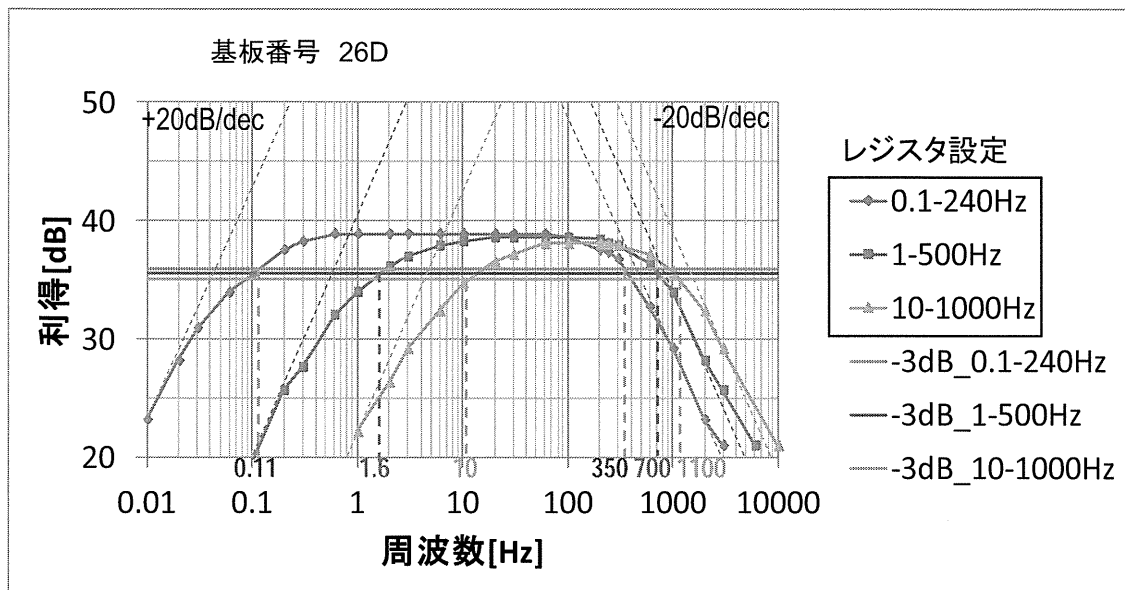
モニタLNA1 帯域測定例

測定条件

入力振幅=5mVpp

CH31=GND, CH32に信号入力

VG=1.000(調整後 D1,D2,D3,D4=1,0,1,0)



29

1.5 アンプの雑音

測定条件 電源電圧3.3V 測定温度25°C 帯域: 1-500Hz 利得: 40dB 利得: 40dB

基板番号	測定項目	初期特性 V	100時間 V	500時間 V	1000時間 V	2000時間 V	4000時間 V
26I	無入力時雑音	6.02E-06	5.77E-06	5.39E-06	4.83E-06		
26M	無入力時雑音	5.93E-06	5.12E-06	4.92E-06	4.83E-06		
26N	無入力時雑音	6.30E-06	6.29E-06	5.67E-06	5.07E-06		
26O	無入力時雑音	6.00E-06	5.30E-06	5.43E-06	5.20E-06		
26P	無入力時雑音	5.63E-06	5.16E-06	5.33E-06	4.98E-06		

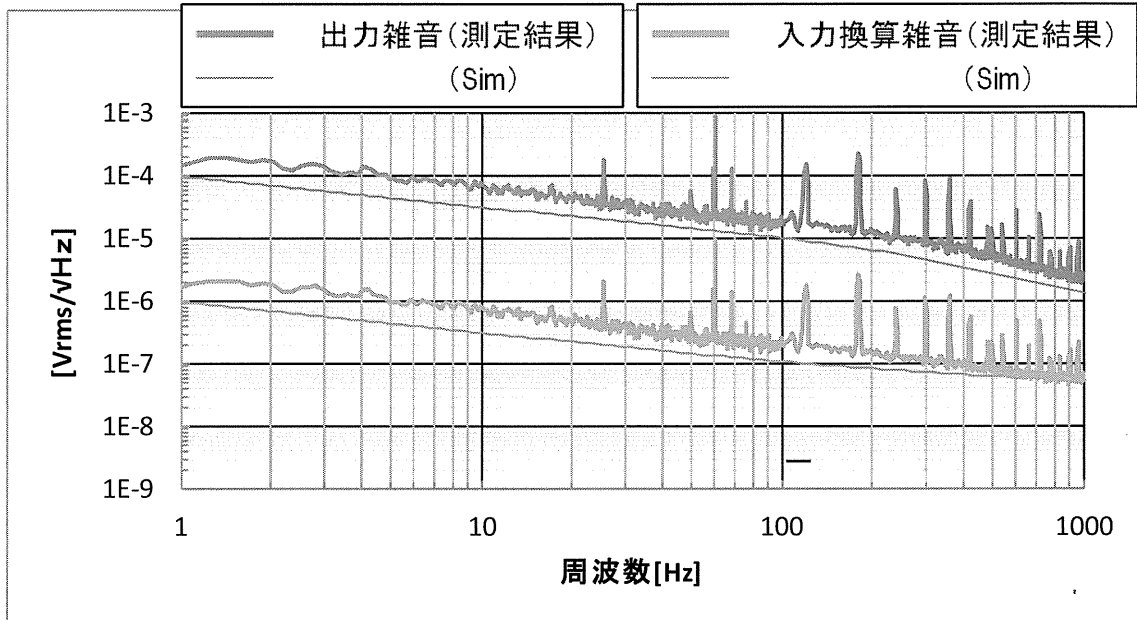
1.6 消費電流

測定条件 電源電圧3.3V 測定温度25°C 利得:60dB 帯域:1-240Hz

基板番号	測定項目	初期特性 mA	100時間 mA	500時間 mA	1000時間 mA	2000時間 mA	4000時間 mA
26I	アナログ電流	2.01	2.02	2.02	2.03		
	全電流A+D	3.25	3.23	3.27	3.29		
26M	アナログ電流	1.93	1.93	1.94	1.95		
	全電流A+D	3.13	3.12	3.13	3.16		
26N	アナログ電流	1.98	1.98	1.98	2.02		
	全電流A+D	3.19	3.20	3.20	3.23		
26O	アナログ電流	2.09	2.09	2.10	2.11		
	全電流A+D	3.33	3.34	3.33	3.38		
26P	アナログ電流	1.92	1.93	1.94	1.94		
	全電流A+D	3.09	3.10	3.12	3.13		

モニタLNA1出力雑音スペクトラム

利得設定=40dB 帯域設定=1-500Hz 基板番号:26D



帯域内(1-500Hz)入力換算雑音=4.6uVrms

2. 長期動作試験故障原因調査

長期動作試験故障原因調査

2012/07/21

(株)エイアールテック

小野将寛

故障の概要

○経緯： 7/6の夕方に雷による瞬時停電があり、復帰後に測定したところ基板が故障していることが分かった。

○瞬時停電復帰後の基板の状態：

	3.3V供給 (基板上のレギュレータにより チップ内に1.8Vを供給)	1.8V外部供給
26I	1-32CH : 1.8V, 33-64CH: 正常	全CH: 正常動作
26M	全CH: 0V	全CH: 0V
26N	全CH: 0V	全CH: 0V
26O	全CH: 1.8V	全CH: 正常動作
26P	全CH: 0V	全CH: 0V

○原因：

- ・ チップのデジタル回路が故障。
- ・ 瞬時停電復帰後に信号発生器からクロック端子に定格を超える高電圧が入力されたためと考えられる。

故障原因調査：電源(3.3V)電流測定

基板に3.3Vの電圧を印加して、電流を測定した。

- ・M,N,O基板は電流が10mAを超えているのでショートしている。
- ・I, Oはショートは無いが、正常値の半分程度の電流しか流れていない。
- ・全基板についてレギュレータから1.8Vを確認

	電流=mA		電圧=V		備考
	レギュレータ入力3.3V印加時			クロック入力	
	電流	アナログ電圧	デジタル電圧	電流	
26I	1.24	1.81	1.81	1.81	
26M	44	1.82	1.81	44.5	電流は増加しない。
26N	19	1.81	1.81	19	
26O	1.29	1.81	1.81	1.94	
26P	135	1.82	1.82	124	クロック入力すると電流が10mA減少
正常値 (5基板分の平均)	2.10	1.81	1.81	3.33	

故障原因調査：電源(1.8V)電流測定

○チップの故障を確認するため、
チップ内のアナログ・デジタル電圧に1.8Vを印加して、電流を測定した。

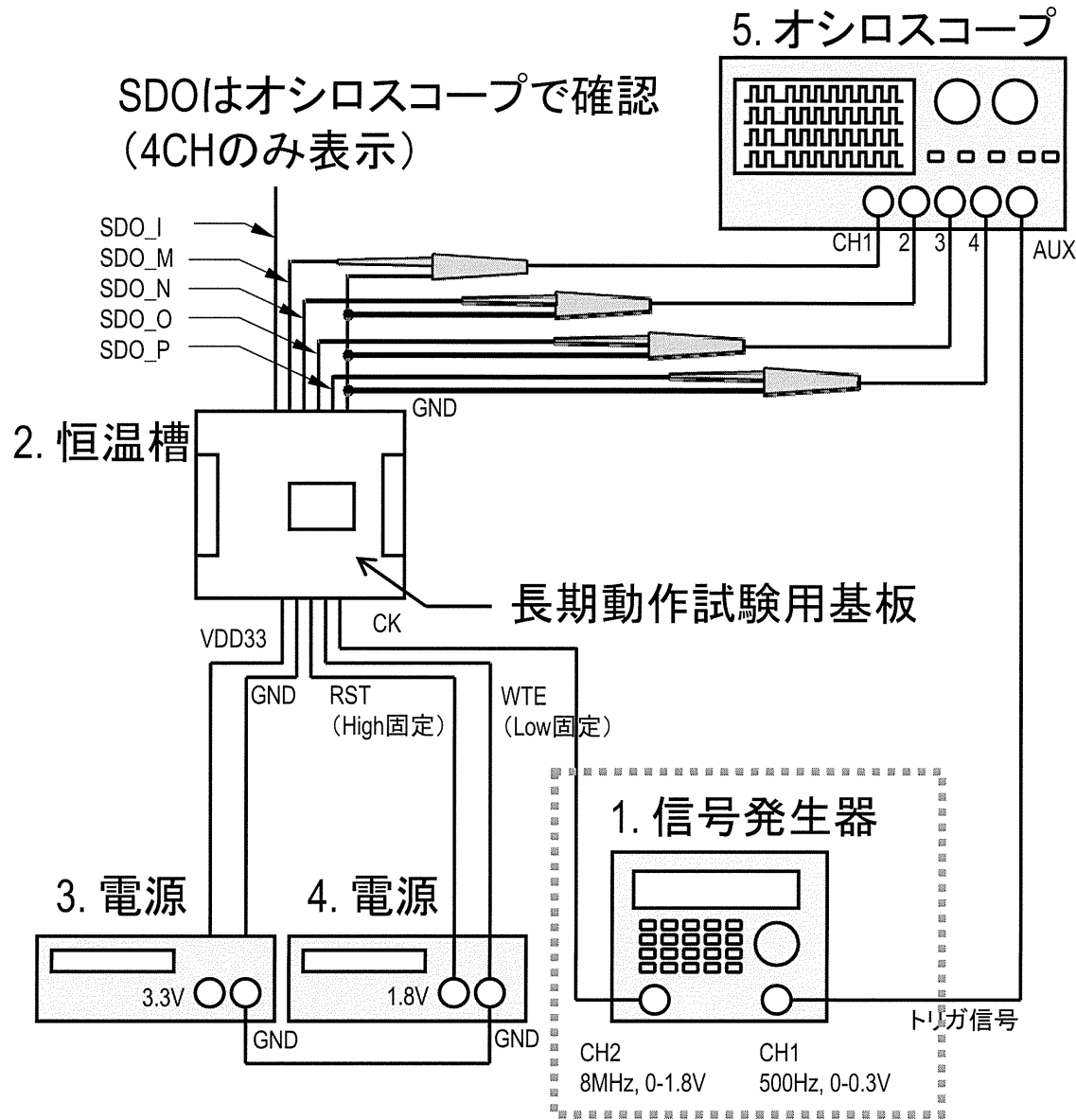
- ・ 全基板についてアナログ電流は正常→アナログ回路は故障していない。
- ・ M, N, Pはデジタル電流が制限値20mAを超えるためショートしていることを確認。
→ デジタル回路が故障している。
- ・ I, Oについてはチップは故障していない。

電流=mA 電圧=V

	アナログ1.8V印加時		デジタル1.8V印加時		考察	故障原因の可能性	チップ出力
	電流	電圧	電流	電圧			
26I	2.1	1.8	0.26	1.8			有
26M	2.0	1.8	20.00	0.1	デジタル電源-グランドがショート	瞬停前後のクロックによるゲート破壊	無
26N	2.1	1.8	20.00	0.1	デジタル電源-グランドがショート	瞬停前後のクロックによるゲート破壊	無
26O	2.2	1.8	0.22	1.8			有
26P	2.0	1.8	20.00	0.2	デジタル電源-グランドがショート	瞬停前後のクロックによるゲート破壊	無

注意：電流リミット20mAに設定

長期試験の測定系



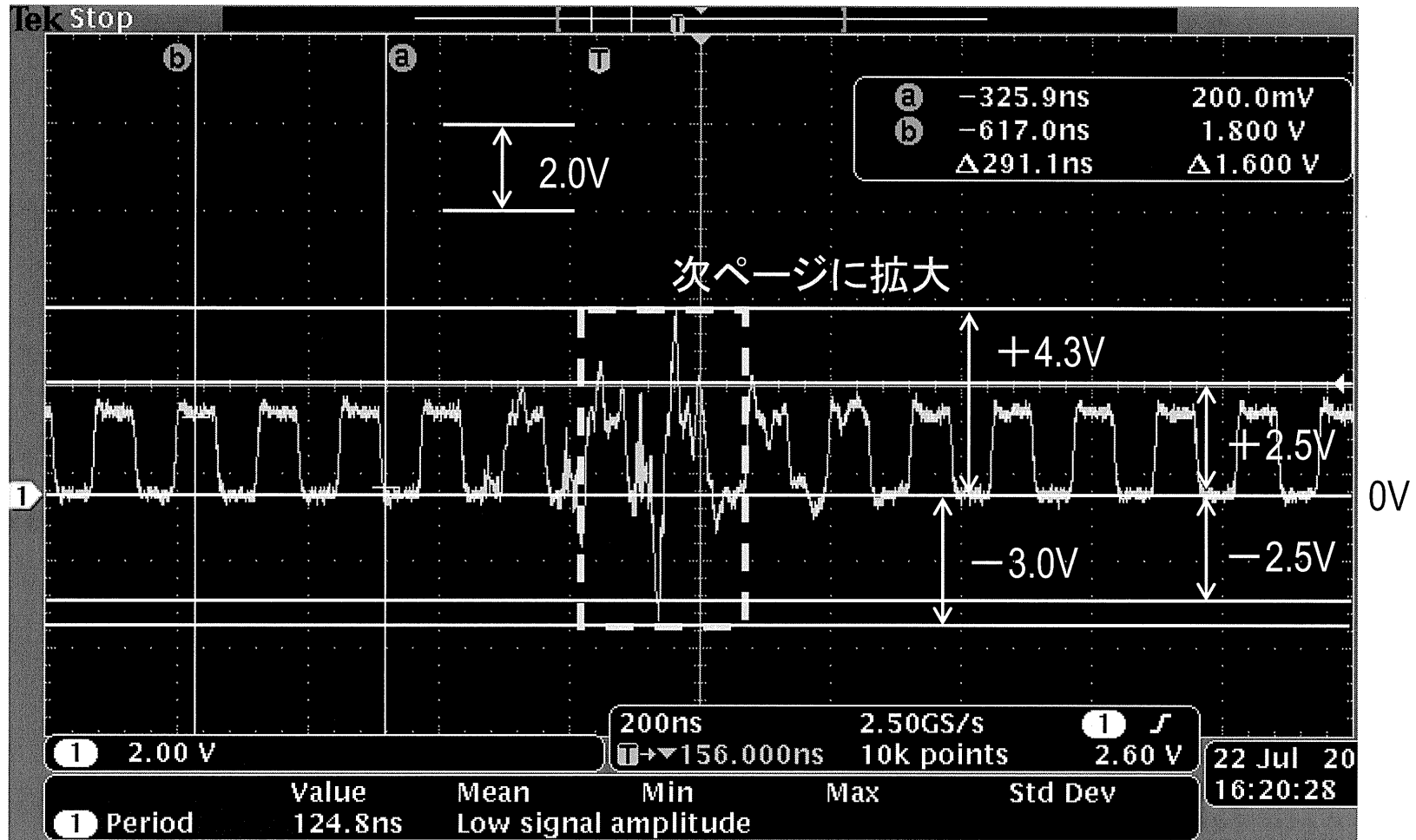
測定器の
設定詳細は
次ページ参照

信号発生器の電源ON／OFF時の出力電圧の測定実験

信号発生器
型名： WF1944
メーカー： NFブロック

電源コードを抜いた瞬間のクロックの再現波形 (瞬停直後に相当?)

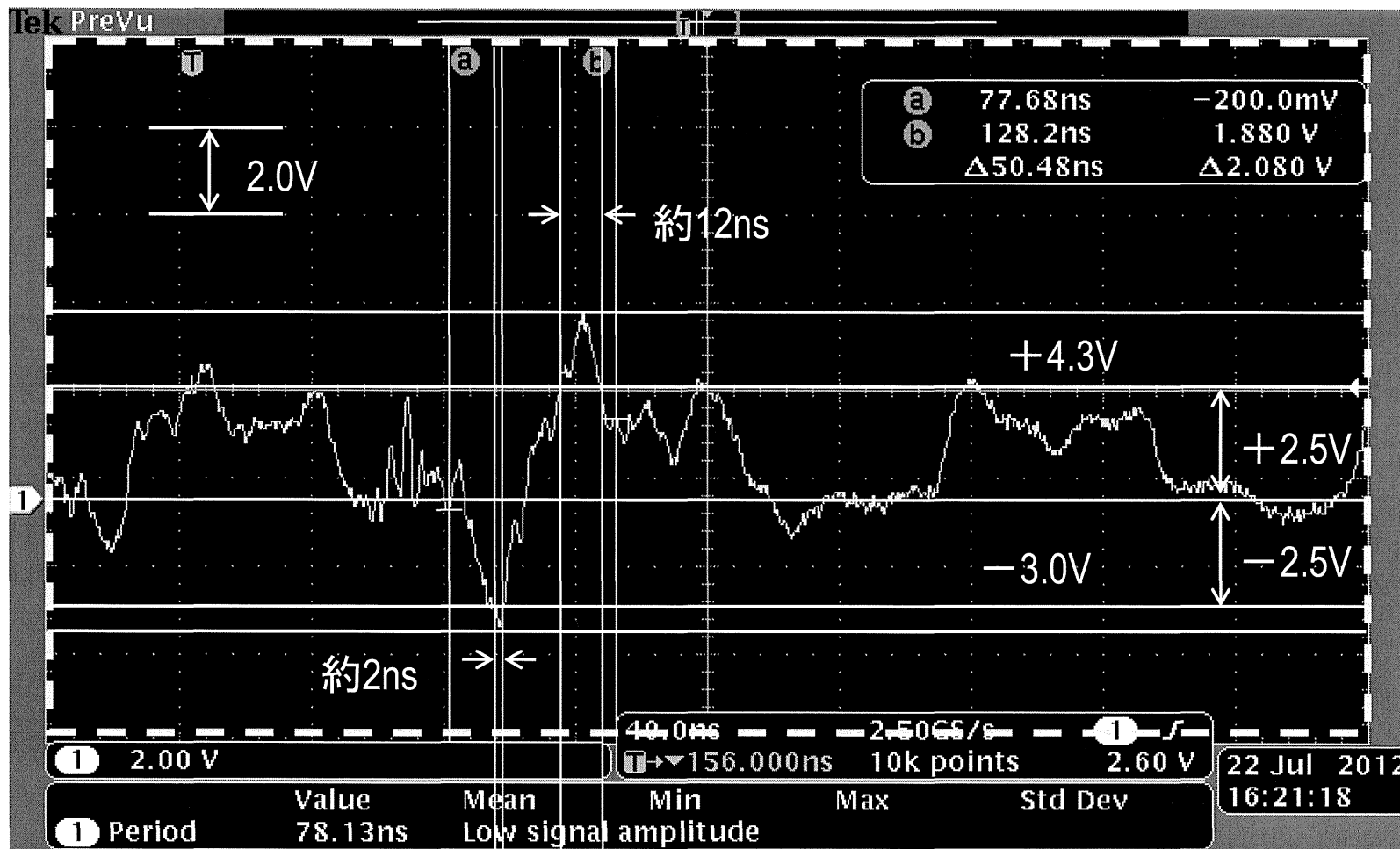
2012/9/25
A-R-Tec M.Ono



- 電源が切れた瞬間に+4.3V、-3.0Vのピークを確認。
→クロックと接続しているMOSのゲートが破壊された可能性あり。
→制御回路が故障し出力はLow(またはHigh) 固定となる。

電源コードを抜いた瞬間のクロックの再現波形 拡大 2012/9/25 A-R-Tec M.Ono

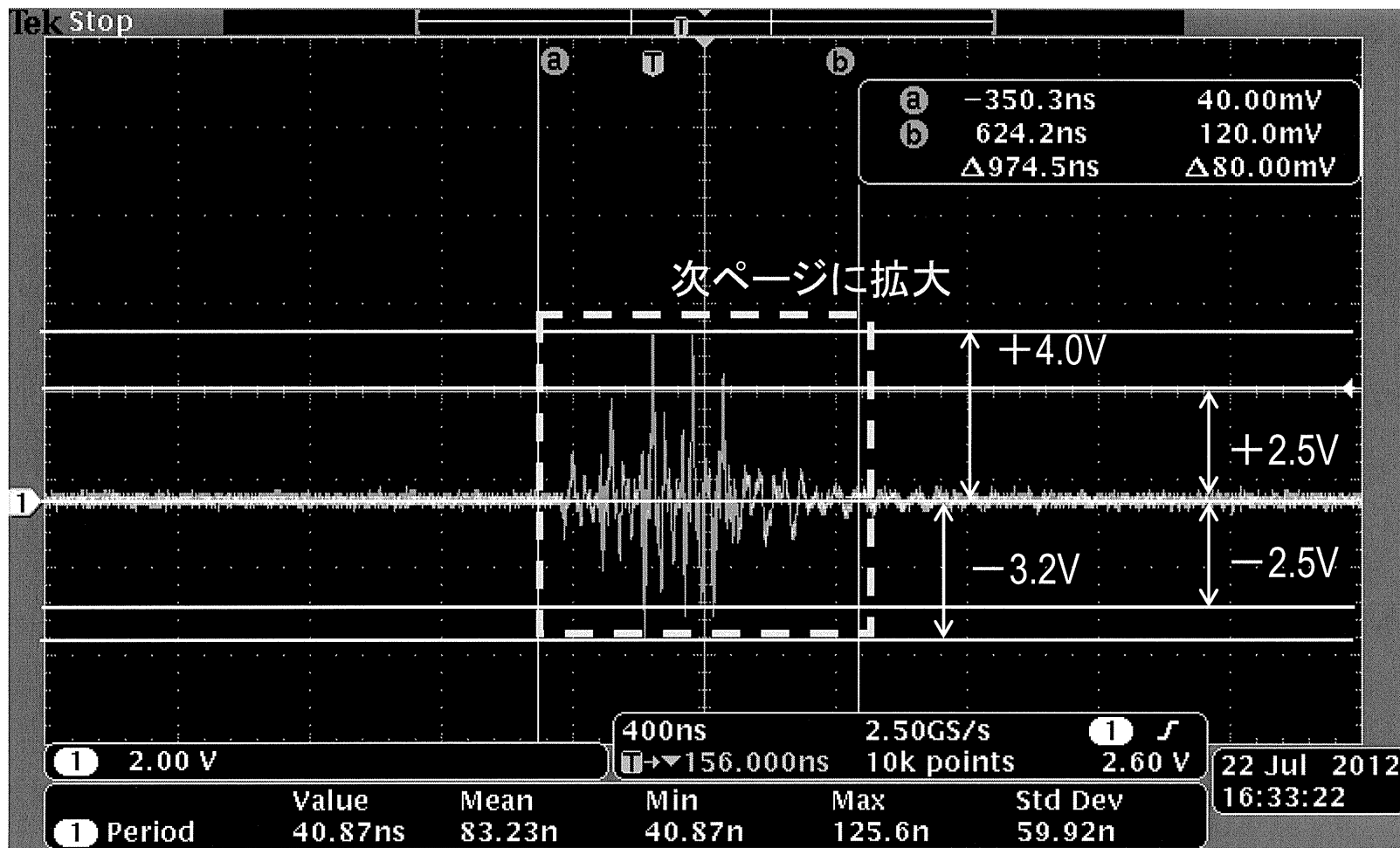
(瞬停直後に相当?)



ピークの期間は約12ns@+4.3V、約2ns@-3.0V

電源コードを差し直した瞬間のクロックの再現波形 (復帰直後に相当?)

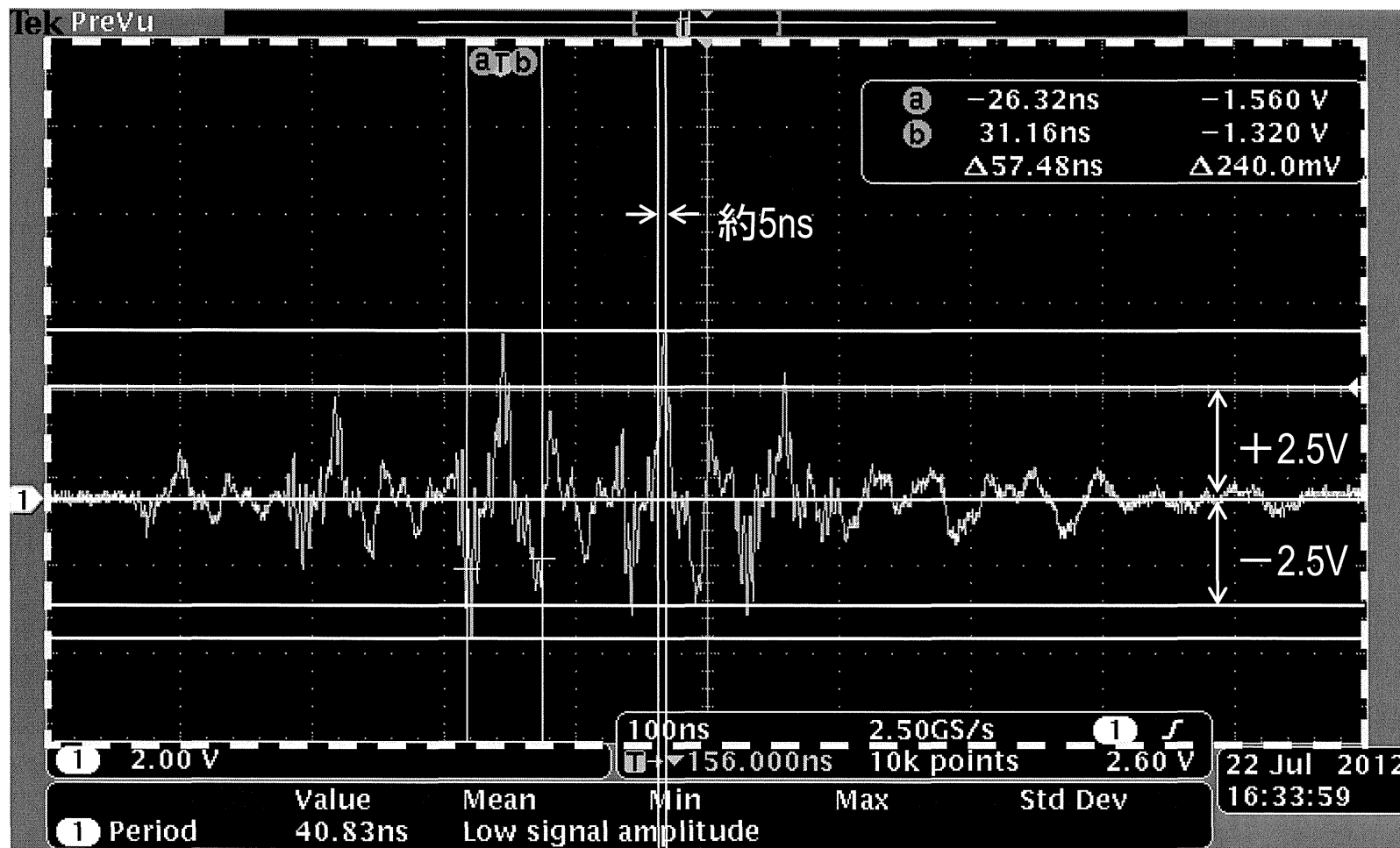
2012/9/25
A-R-Tec M.Ono



測定器の電源が復帰した瞬間に+4.0V、-3.2Vのピークを確認。
→クロックと接続しているMOSのゲートが破壊された可能性あり。
→制御回路が故障し出力はLow(またはHigh) 固定となる。

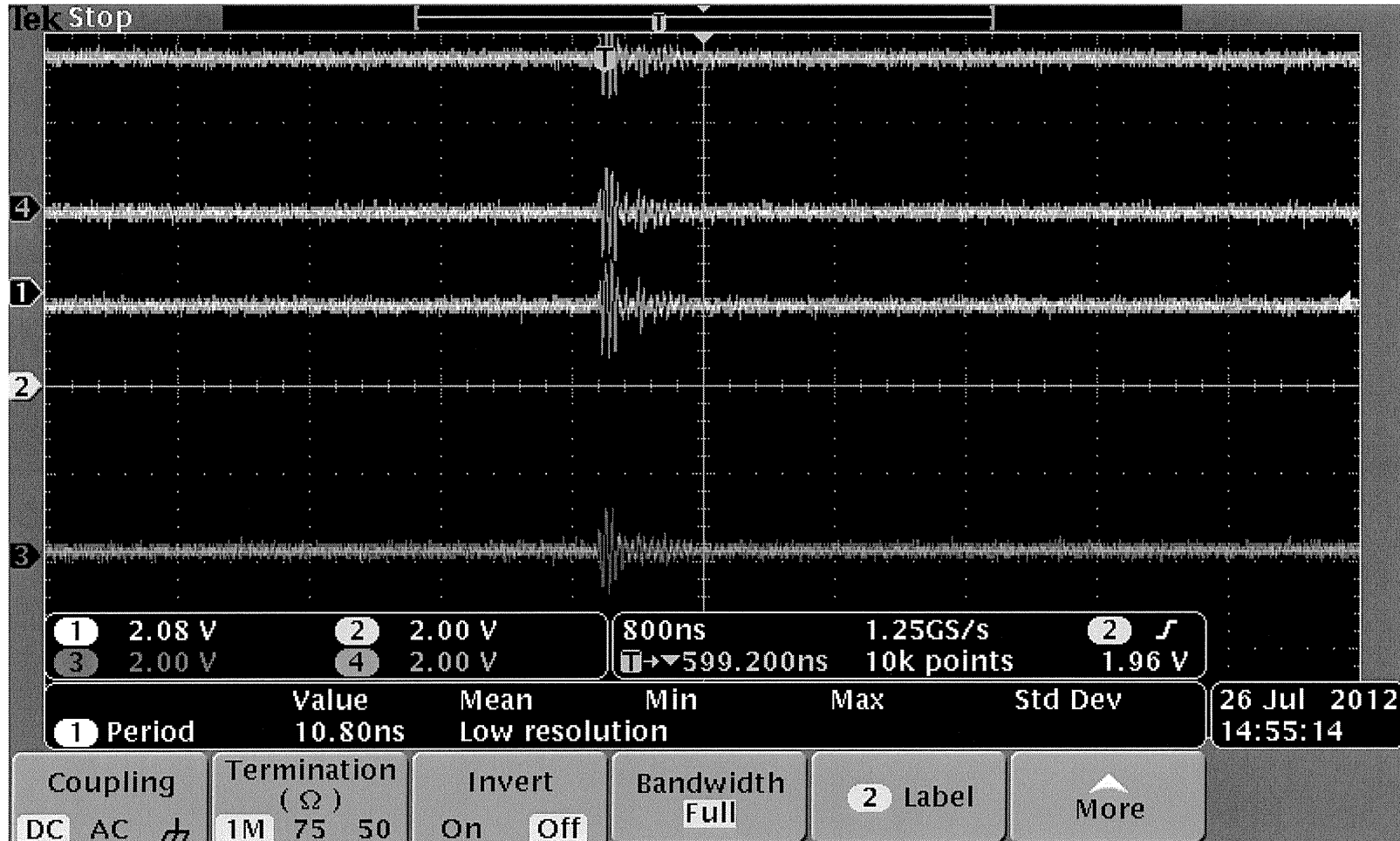
電源コードを差し直した瞬間のクロックの再現波形 (復帰直後に相当?)拡大

2012/9/25
A-R-Tec M.Ono



ピークの期間は約5ns

50 Ω 終端有り、WF電源投入(瞬停から復帰)時



3. LAN回路_低雑音化検討(1)

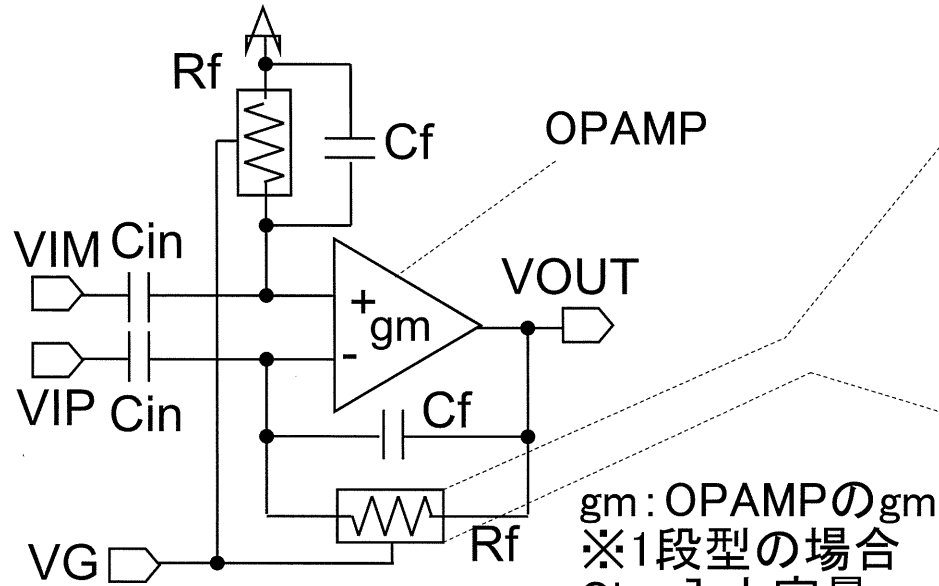
LNA回路_低雑音化検討(1)

2012年 09月25日
株式会社エイアールテック 村坂

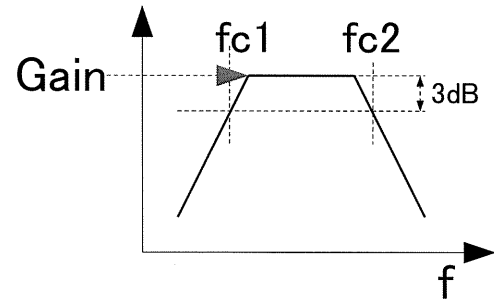
もくじ

○ 一般的な脳波検出用ローノイズアンプ (LNA)	p. 2
○ 現状のLNAの特性	p. 3 - 4
OPAMPのフリッカ雑音に起因する成分	p. 5 - 6
帰還抵抗R _f に起因する雑音成分	p. 7 - 8
○ 低雑音化の方針	p. 9
○ 低雑音化対策の効果確認	p. 10 - 15
対策試行時の回路面積	p. 16
低雑音化対策の効果まとめ	p. 17
○ 回路図	p. 18 - 22

一般的な脳波検出用ローノイズアンプ (LNA)



gm: OPAMPのgm
※1段型の場合
Cin: 入力容量
Cf: 帰還容量
Rf: 帰還抵抗



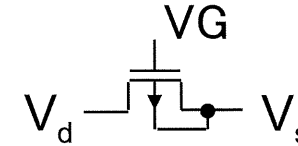
fc1: 低域カットオフ周波数 = $\frac{1}{2\pi C_f R_f}$

fc2: 高域カットオフ周波数 = $\frac{g_m}{\text{Gain} \times 2\pi C_p}$

※Cpは、OPAMP出力端子に接続される容量全て

帰還抵抗

1Hz以下の低域のカットオフ周波数
→数十TΩの抵抗が必要(Cf=50fF)



帰還抵抗MOS(弱反転領域動作)

- ▶数十TΩの高抵抗を実現可
- ▶ポリ抵抗の1/10¹²の面積
- ▶VGにより抵抗可変

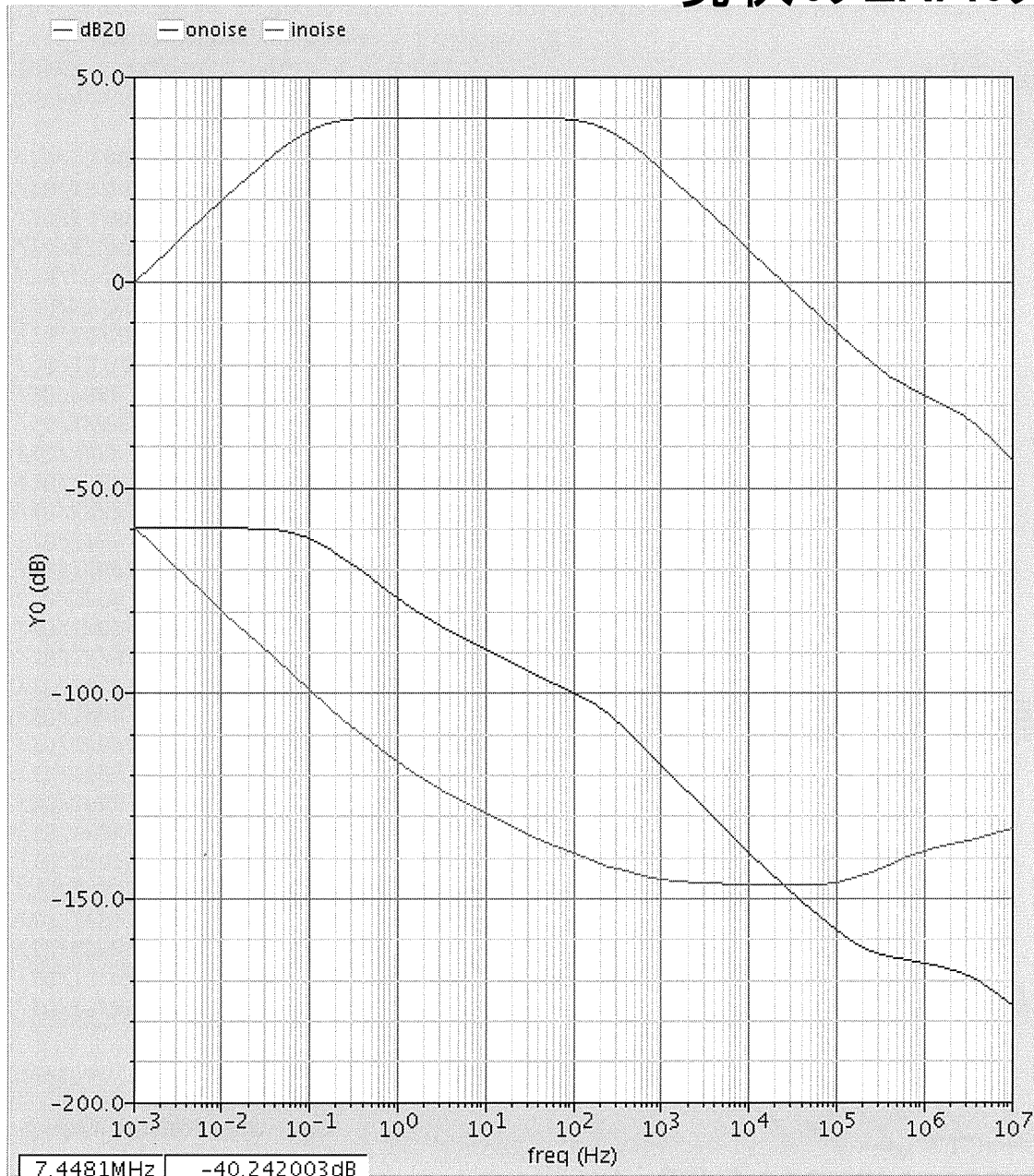
※抵抗値がVdsに依存
→脳波検出アンプの線形性が悪化する問題有

増幅回路の要件に対する対応:

1. 容量受け=高インピーダンス受けの容量帰還型アンプを用いる。
2. 利得
入力容量と帰還容量の比率変更で調整
3. 帯域
 - ▶(高域)OTA、OPAMPの帯域設定
 - ▶(低域)MOSFETによる可変抵抗
4. 10uV以下の雑音
 - ▶OPAMPの低雑音化

末石勝也, “多チャンネル脳波検出システムにおける低雑音アナログフロントエンドの研究”, 平成22年度 広島大学大学院 修士論文 から引用

現状のLNAの特性



Outputs

#	Name/Signal/Expr	Value	Plot	Save	March
4	inoise	wave	yes		
5	GAIN [dB]	40.08	利得		
6	BW_L [Hz]	101.2m	低域のカットオフ周波数		
7	BW_H [Hz]	248.3	高域のカットオフ周波数		
8	IRN [Vrms]	5.056u	入力換算雑音		

- ROHM 0.18um CMOS
- MOSFET=TYP 条件
- VDD=1.8V
- 温度=35°C

※ 入力換算雑音: IRN は
10mHz ~ 10kHz 帯域の出力雑音
積分値 [単位: Vrms] を利得で割った
もの