

失敗しないプロービング・テクニック

知れば 即プロフェッショナル



Oct. 30, 2009

www.tektronix.co.jp

Tektronix®
Tektronix®

目次

●壊さないために

20kVのプローブに何ボルト印加できる？

グランドと先端、どちらを先に接続？

フローティング測定って、オシロスコープを浮かせばOK？

差動プローブは何ボルトで壊れる？

差動プローブの対地電圧の規定は何のため？

●正確に測定するために

受動プローブのプローブ補正しなければ何MHzまでOK？

受動プローブのグランド・リードは何MHzまで使える？

プローブの先端を延ばすと何が起きる？

高電圧差動プローブの入力リード線はネジるもの？

高電圧差動プローブのCMRRが影響する実例は？

20kVのプローブに何ボルト印加できる？ その1

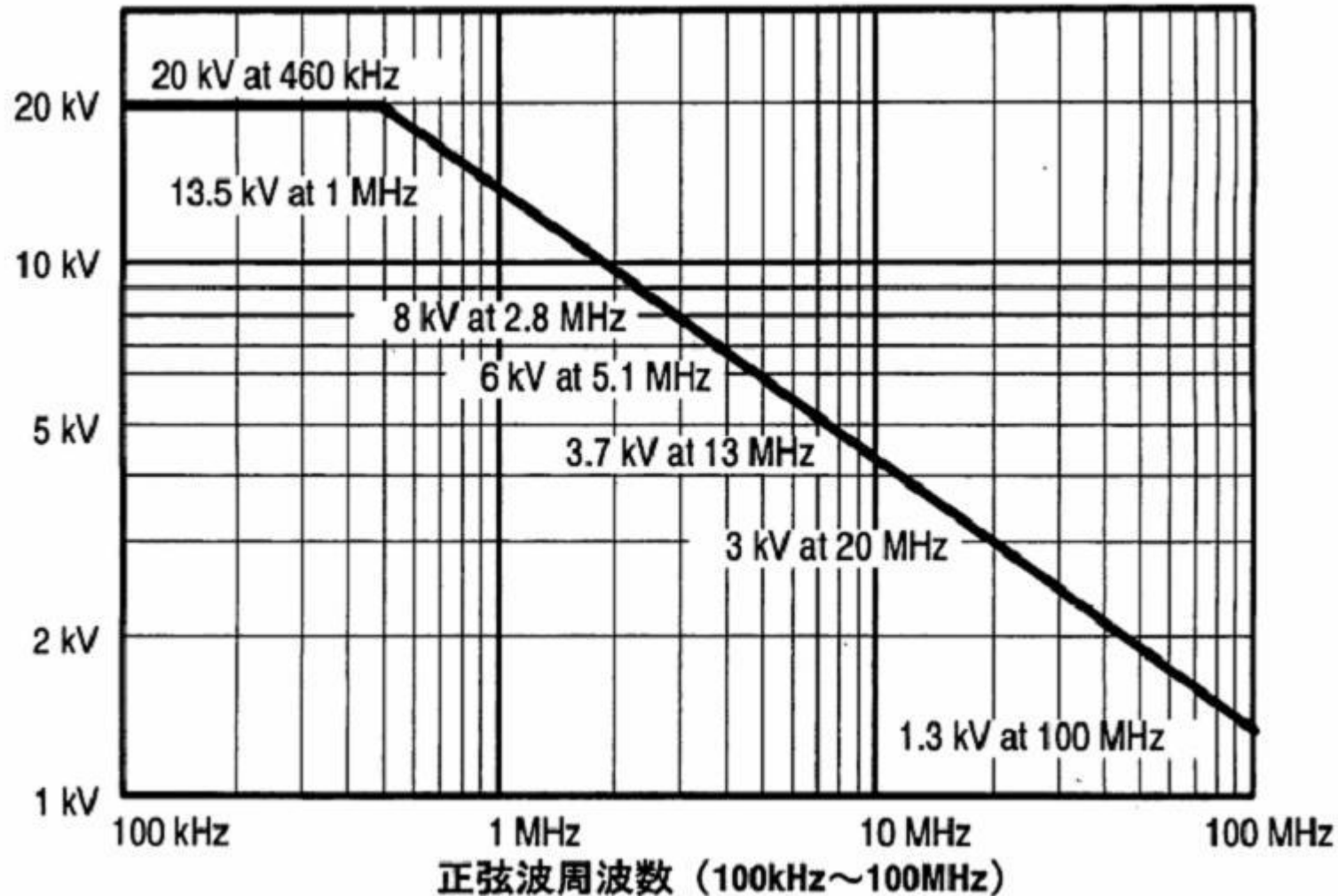
- 最大入力電圧20kVのプローブ



写真21 高電圧プローブの例(Tektronix P6015A型)

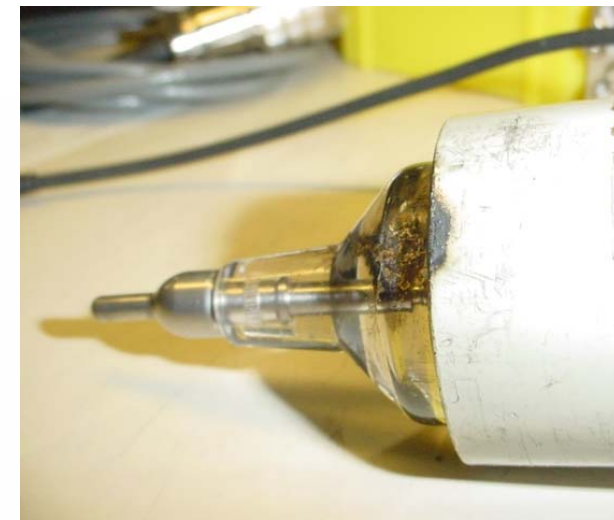
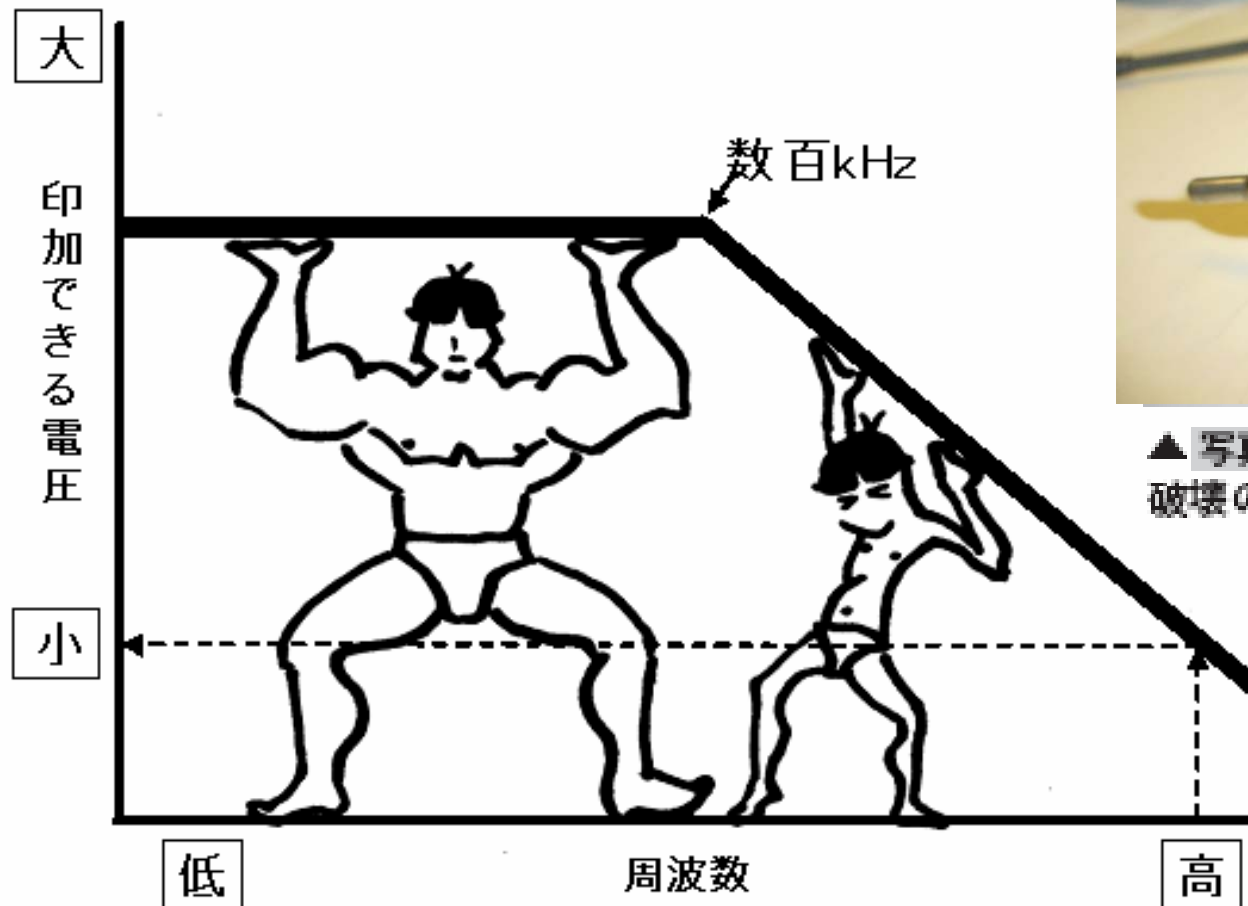
20kVのプローブに何ボルト印加できる？ その2

- 最大入力電圧とは



20kVのプローブに何ボルト印加できる？ その3

- 高い周波数では20kVは印加できない

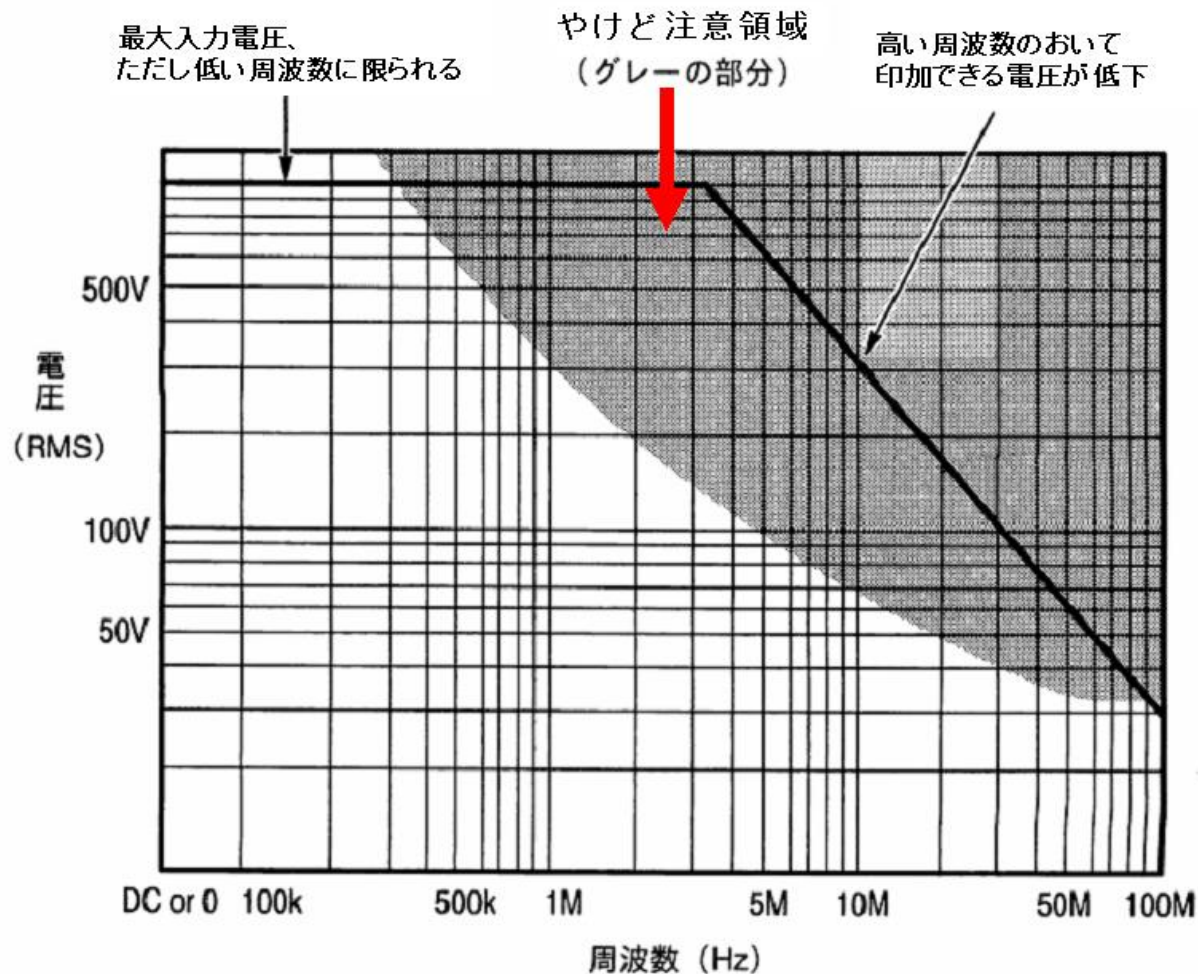


▲ 写真2 高い電圧による絶縁破壊の例

図1 高い周波数になればなるほどプローブに印加できる電圧は低下する

20kVのプローブに何ボルト印加できる？ その4

- 高い周波数においては、火傷も注意



20kVのプロブに何ボルト印加できる？ その5

- プロブだけじゃない、オシロスコープ入力も同じ

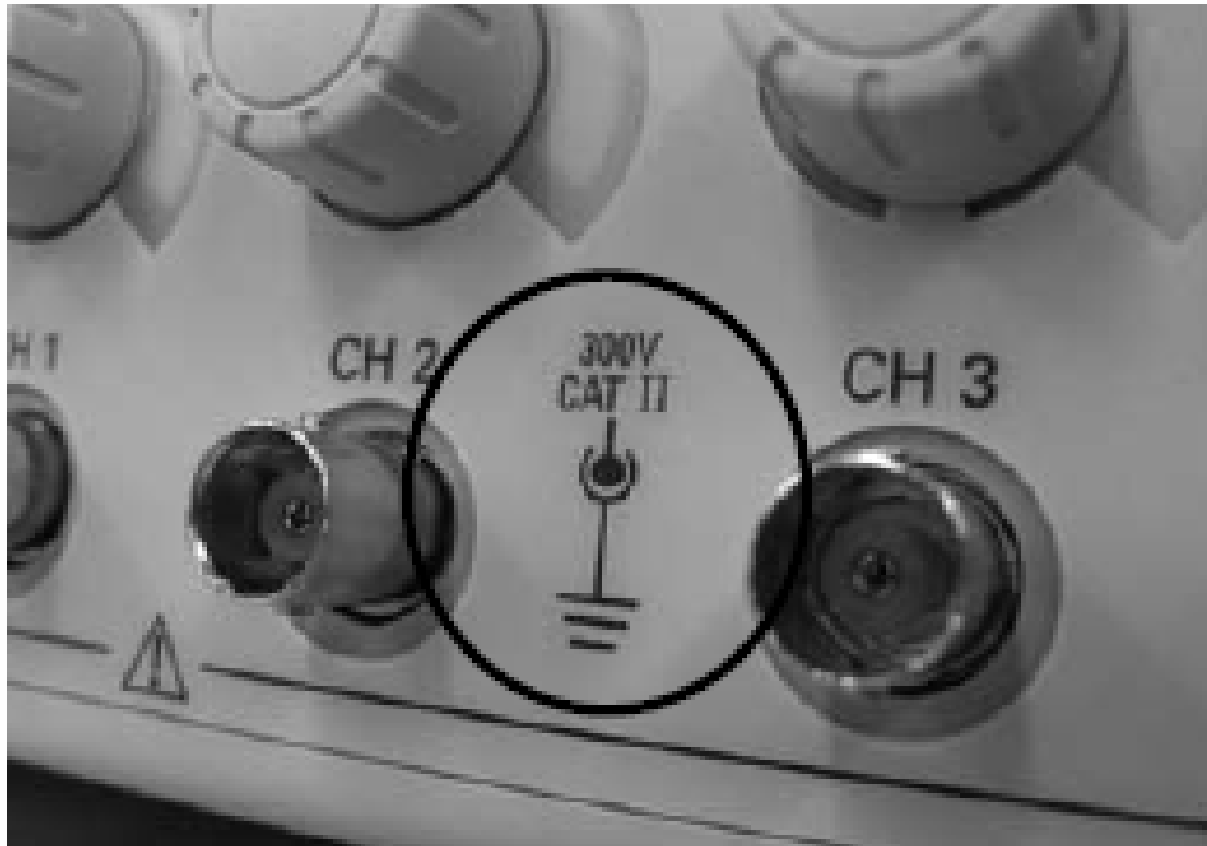
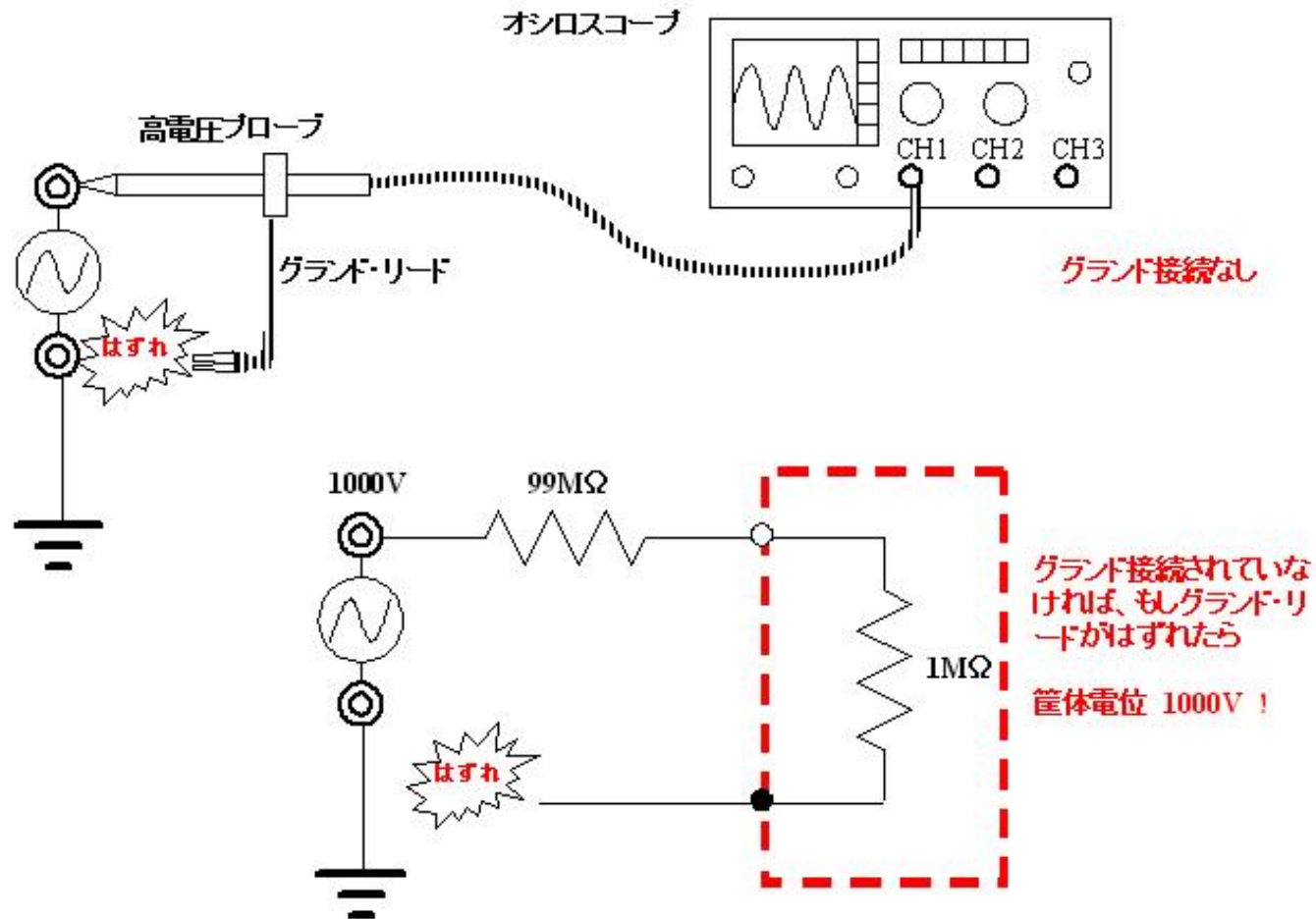


写真 6-1 多くのオシロスコープには、入力 BNC 端子の近くに最大入力電圧が表示されている：このオシロスコープの場合、最大入力電圧は 300Vrms

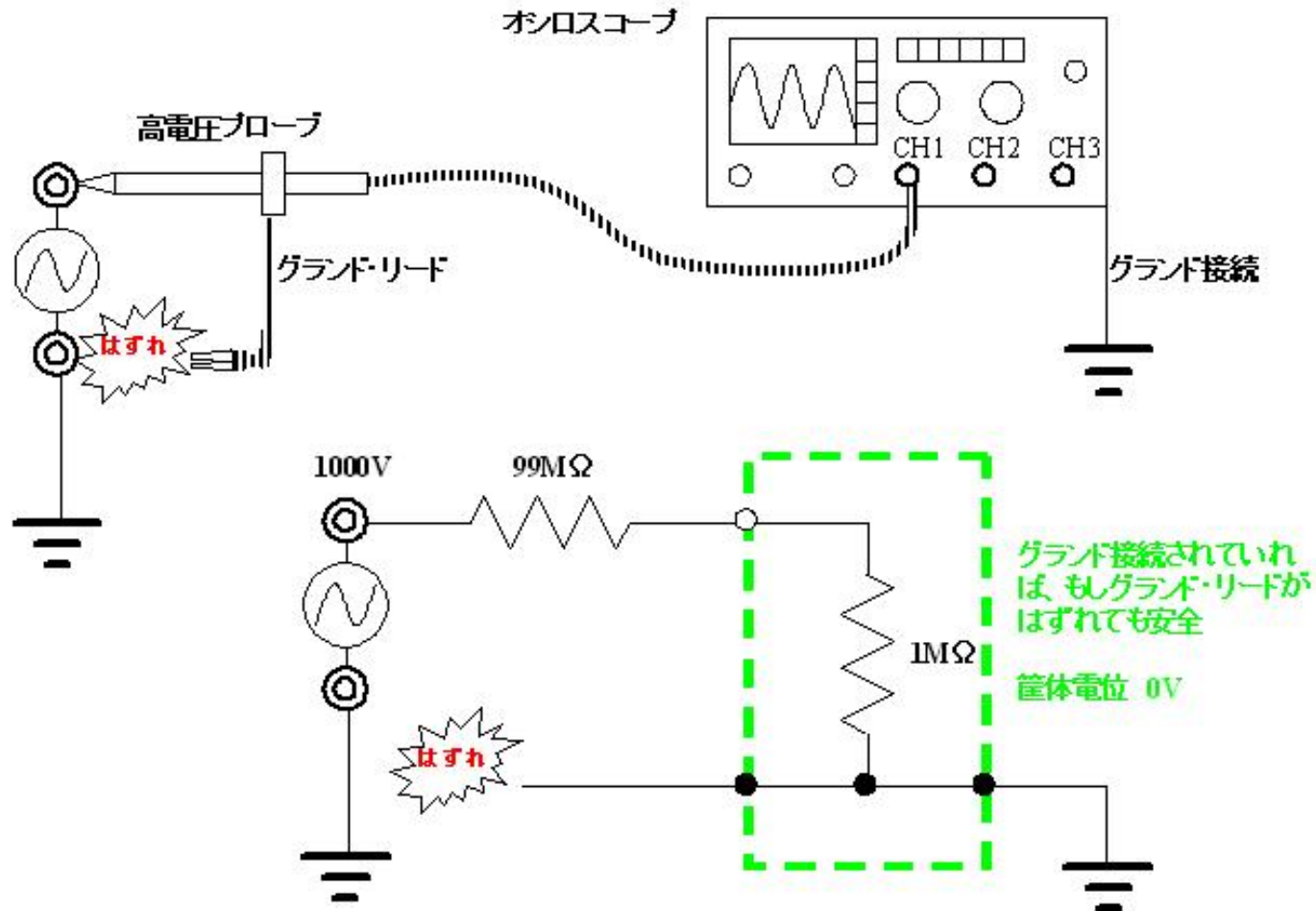
グランドと先端、どちらを先に接続？ その1

- グランドが先になら良いが、先端が先では筐体に高電圧が発生



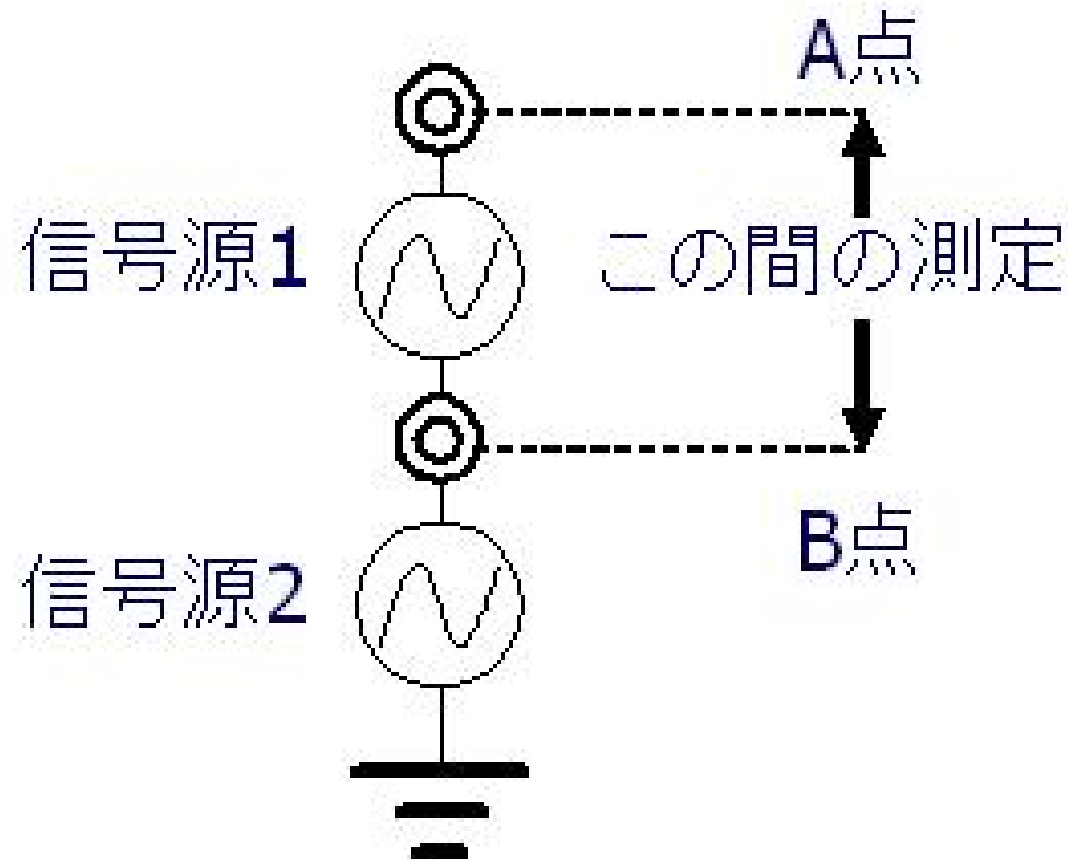
グランドと先端、どちらを先に接続？ その2

- グランドが外れても、筐体がグランドに接続されていれば、安全



フローティング測定ってオシロスコープを浮かせればOK? その1

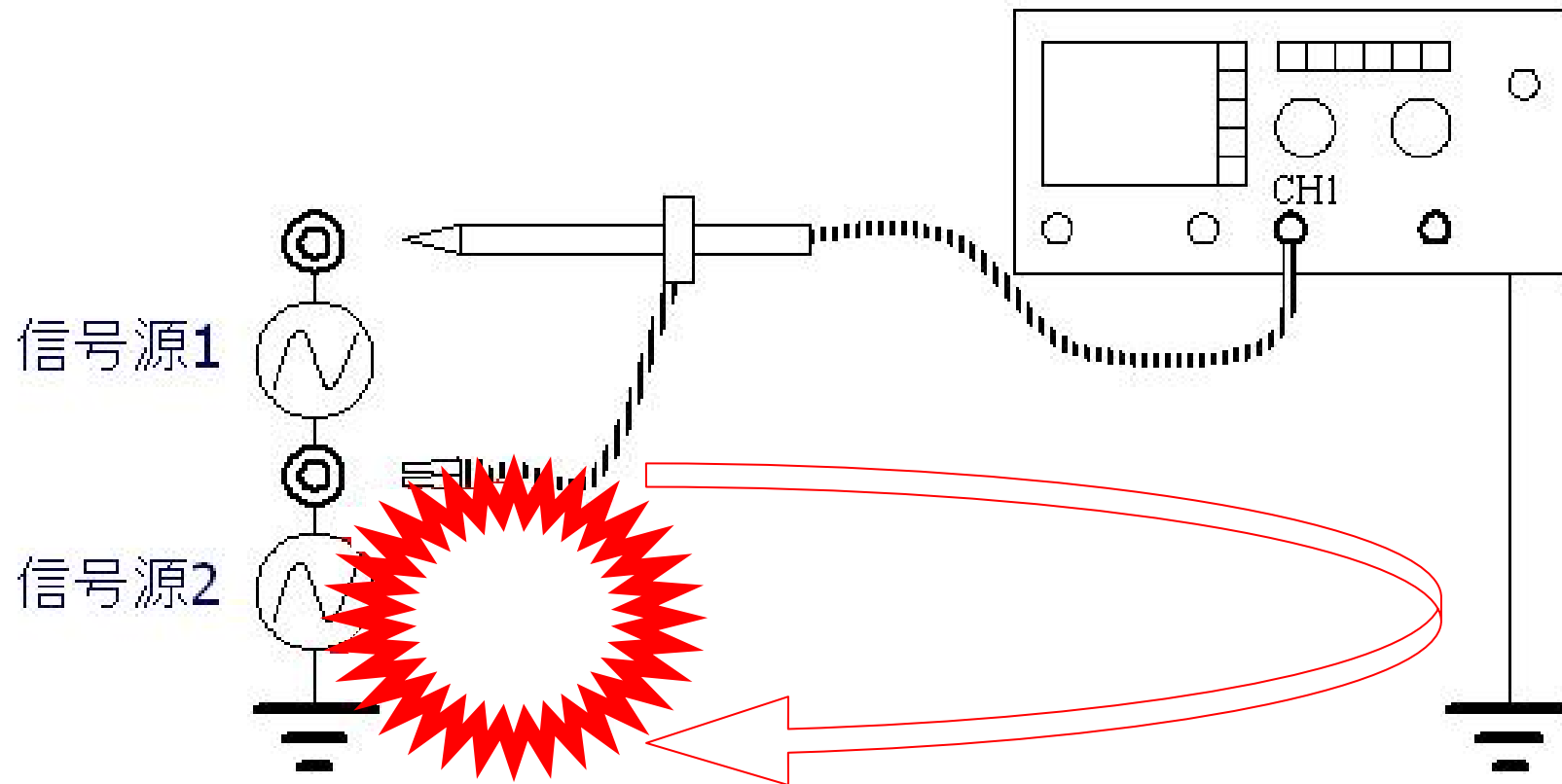
- フローティング測定とは



フローティング測定ってオシロスコープを浮かせればOK? その2

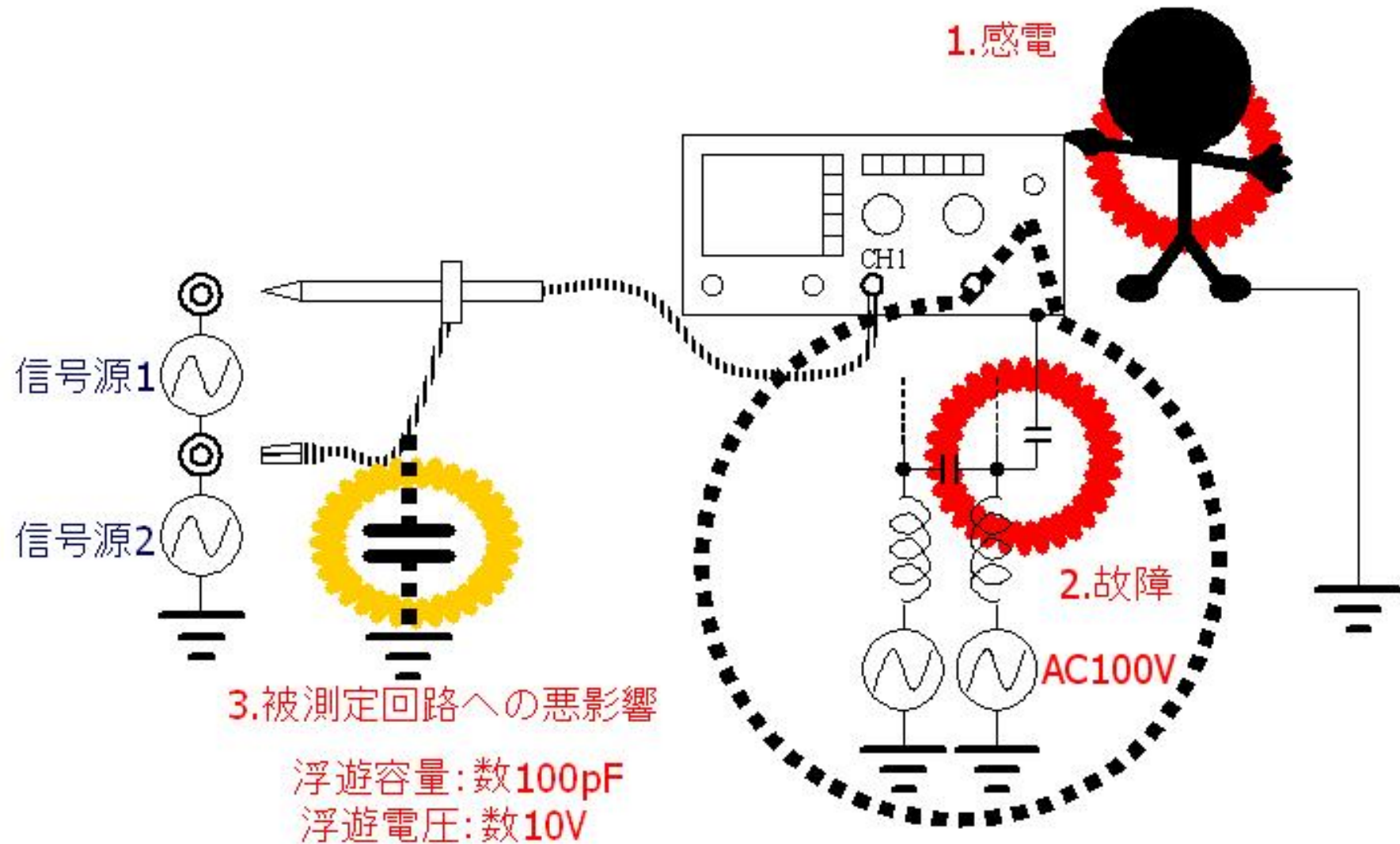
- プローブのワニ口は接続できない

GND付きのオシロスコープでは



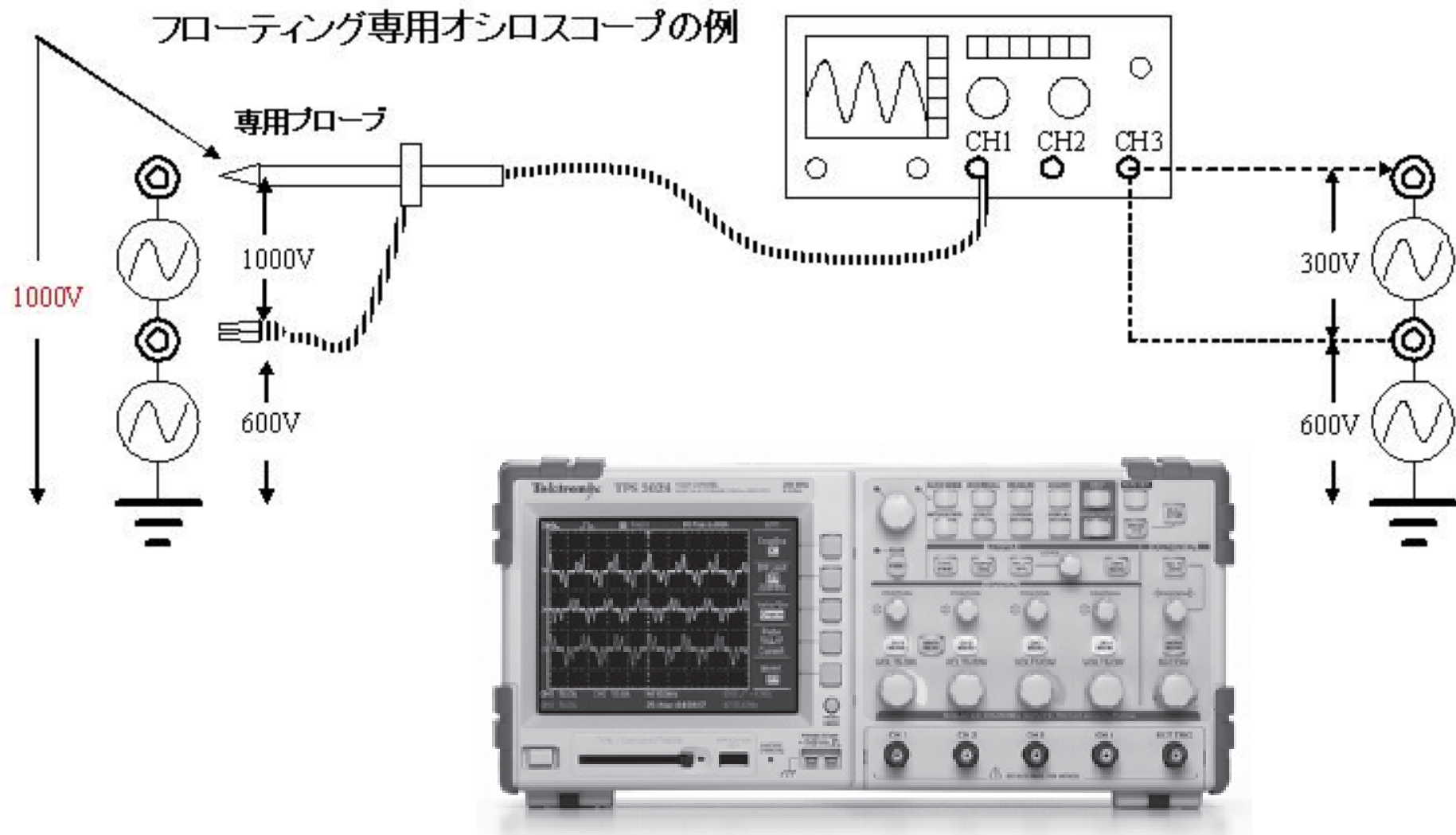
フローティング測定ってオシロスコープを浮かせればOK? その3

- じゃあ、グラウンドを外し、オシロスコープを浮かせば・・・3つの危険



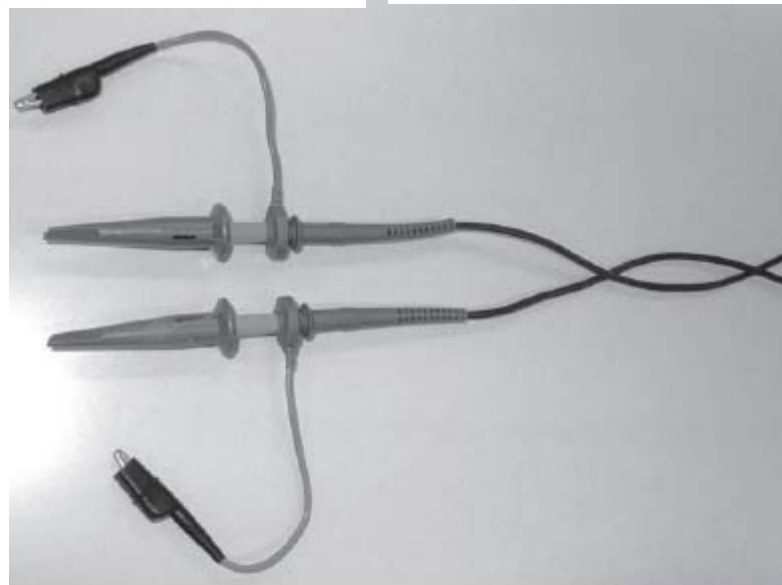
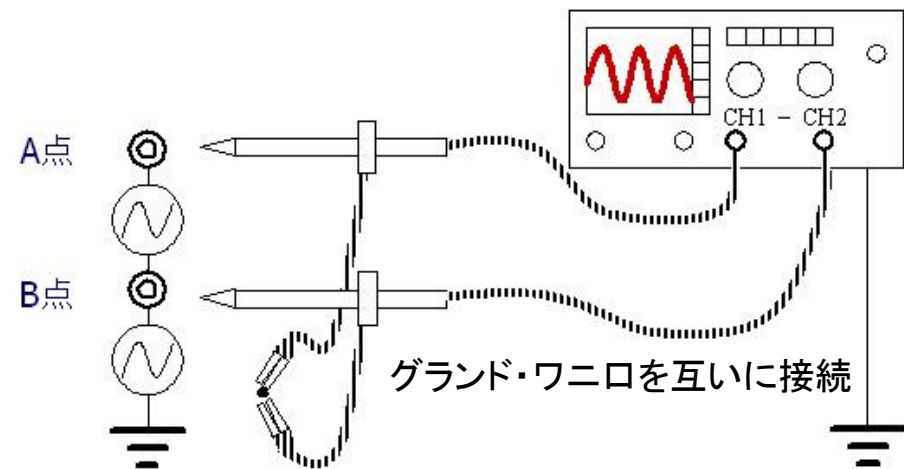
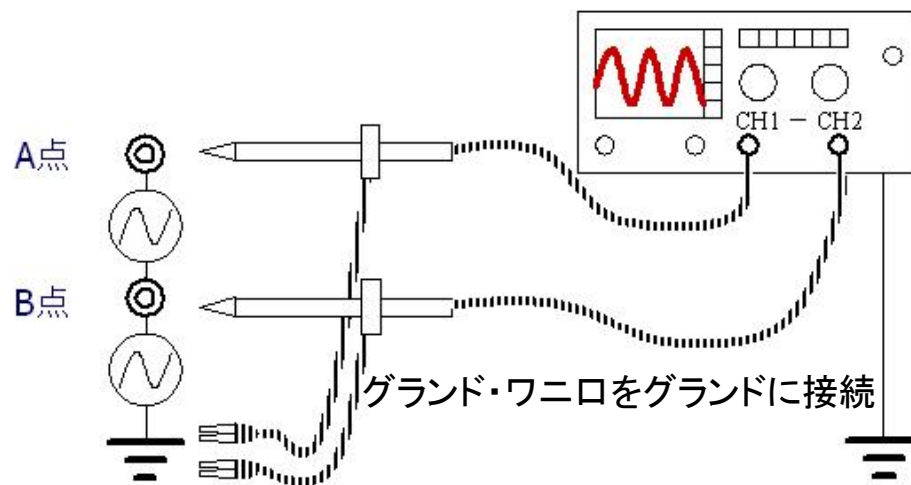
フローティング測定ってオシロスコープを浮かせればOK? その4

- 専用オシロスコープなら、簡単・安全



フローティング測定ってオシロスコープを浮かせればOK? その5

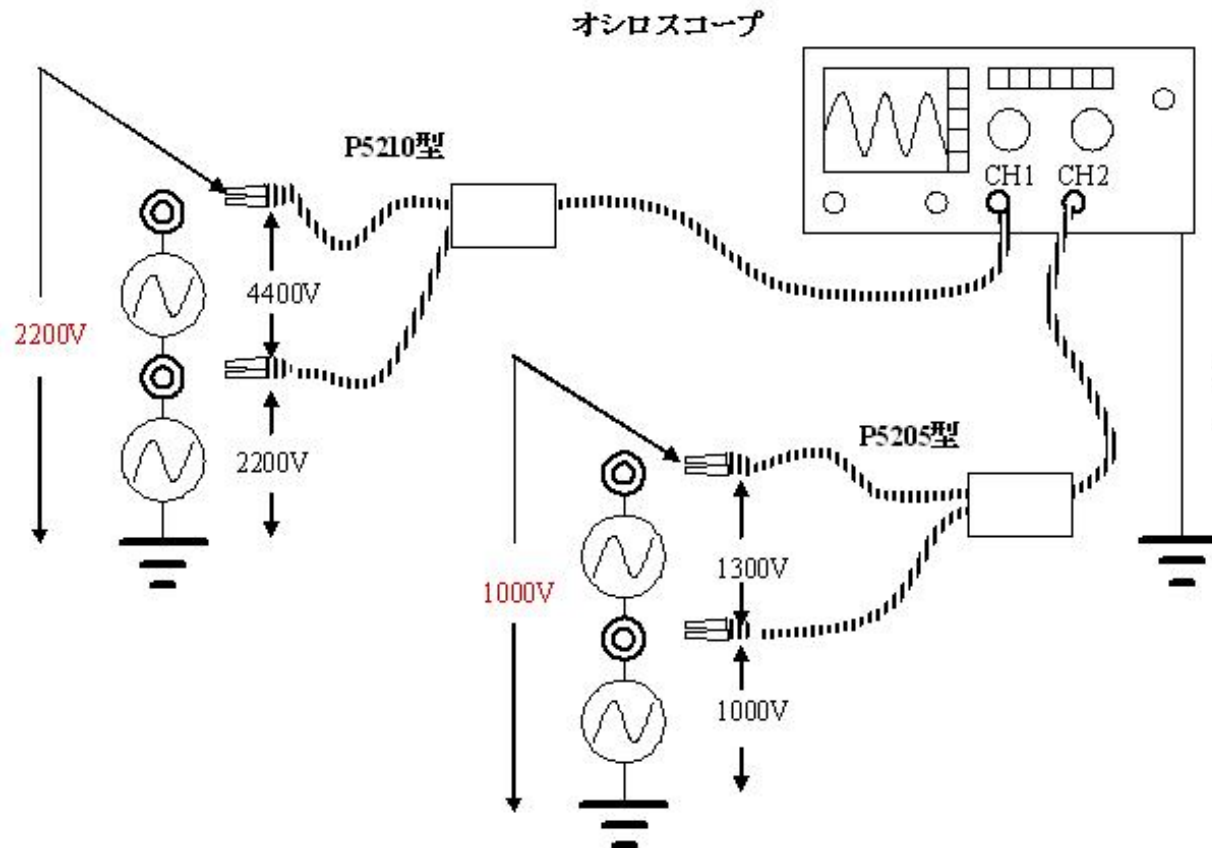
- プローブが2本あれば



▲写真5 2本のプローブどうしを軽くねじっておくとグラウンドシールド線に飛び込むノイズをキャンセルできるのでノイズが軽減する

フローティング測定ってオシロスコープを浮かせればOK? その6

- 専用プローブはもっと簡単



▲写真2(b) 大型の高電圧差動プローブの例
—Tektronix 製 P5210 型

差動プローブは何ボルトで壊れる？ その1

- 差動信号とは

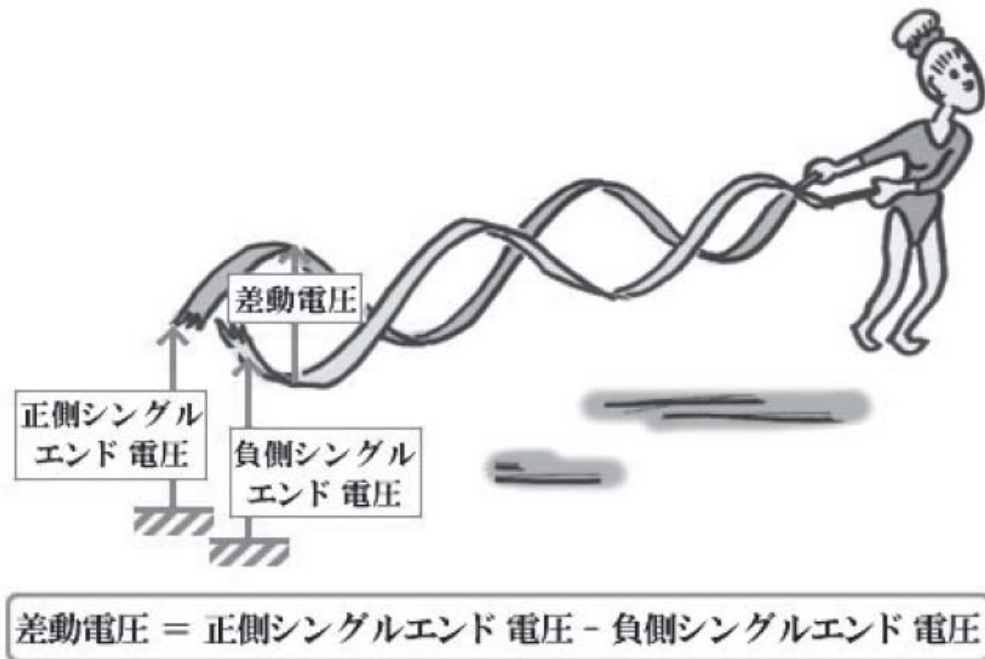
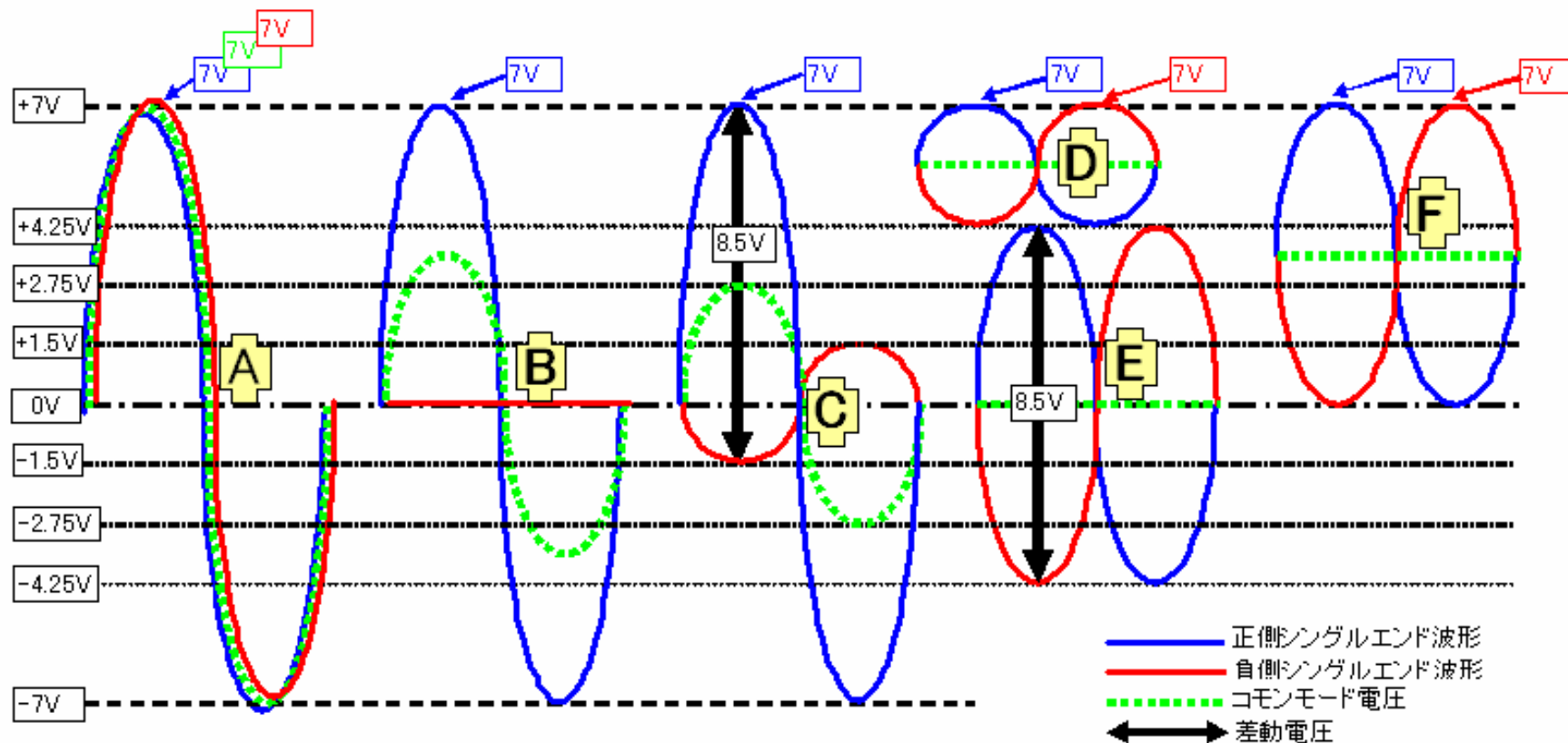


図1 差動信号（電圧）
グラウンド基準の2つの信号（電圧）から成る信号

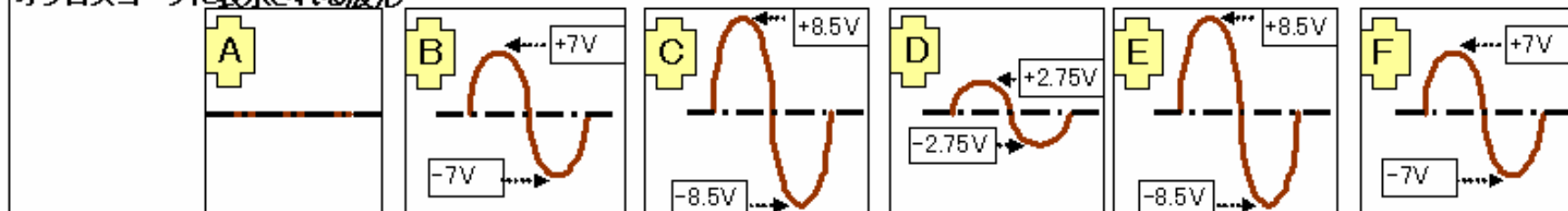


差動プローブは何ボルトで壊れる？ その2

差動動作電圧 $\pm 8.5\text{V}$ 、対地動作電圧(コモンモード入力電圧レンジとも呼ばれた) $\pm 7\text{V}$ の差動プローブに印加できる差動波形の例



オシロスコープに表示される波形



差動プローブは何ボルトで壊れる？ その3

- 差動電圧を過大に入力すると

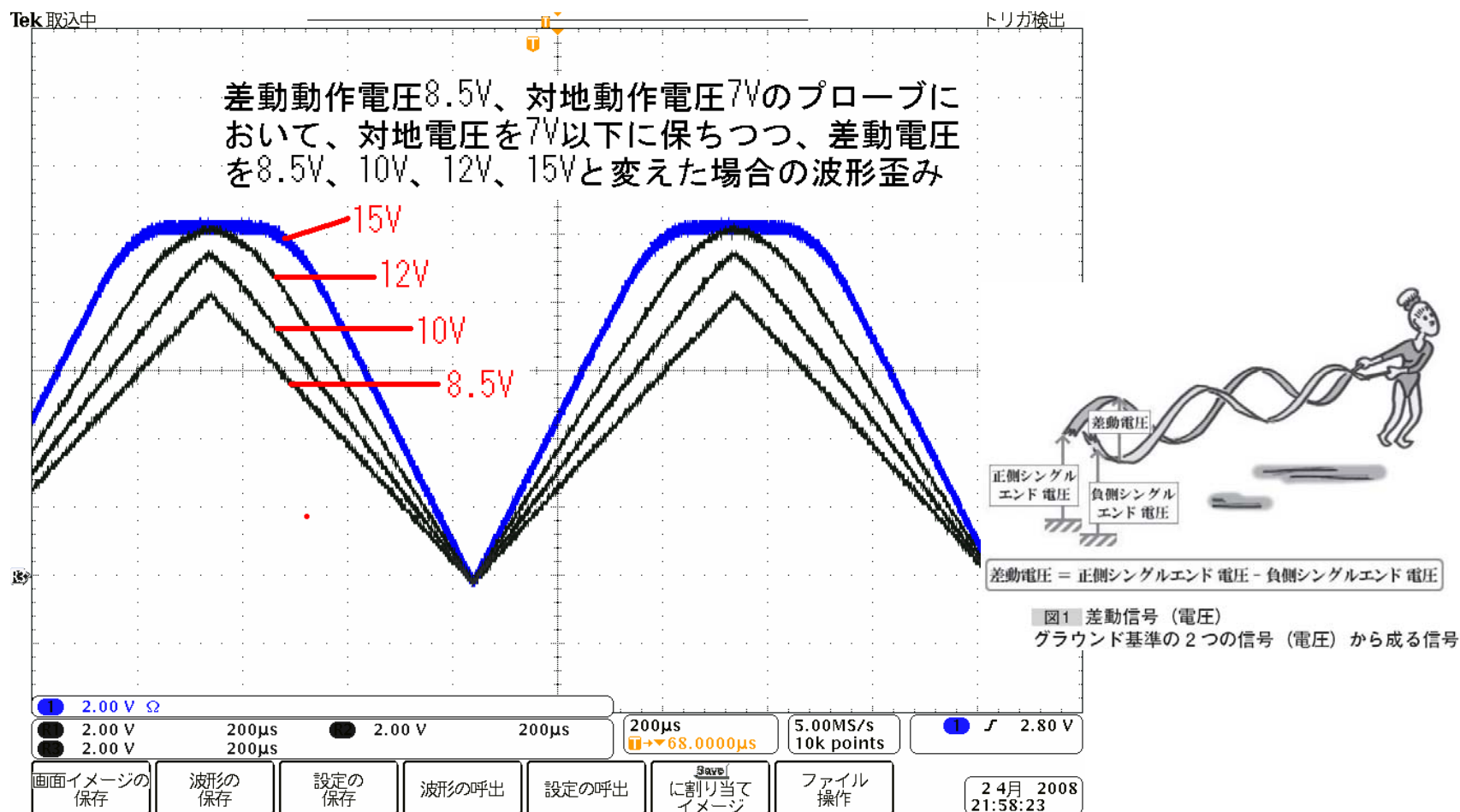


図8 差動動作電圧を超えると波形が歪み、やがて壊れる

差動プローブの対地電圧の規定って何のため？ その1

- 対地電圧(シングル・エンド電圧)を過大に入力すると

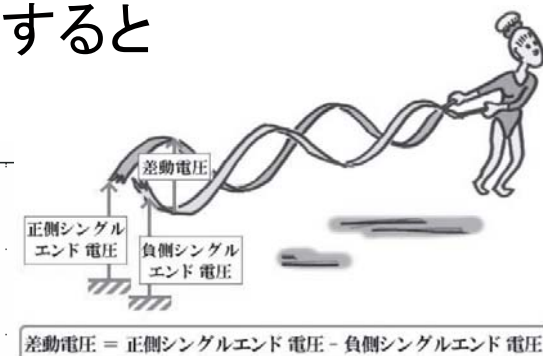
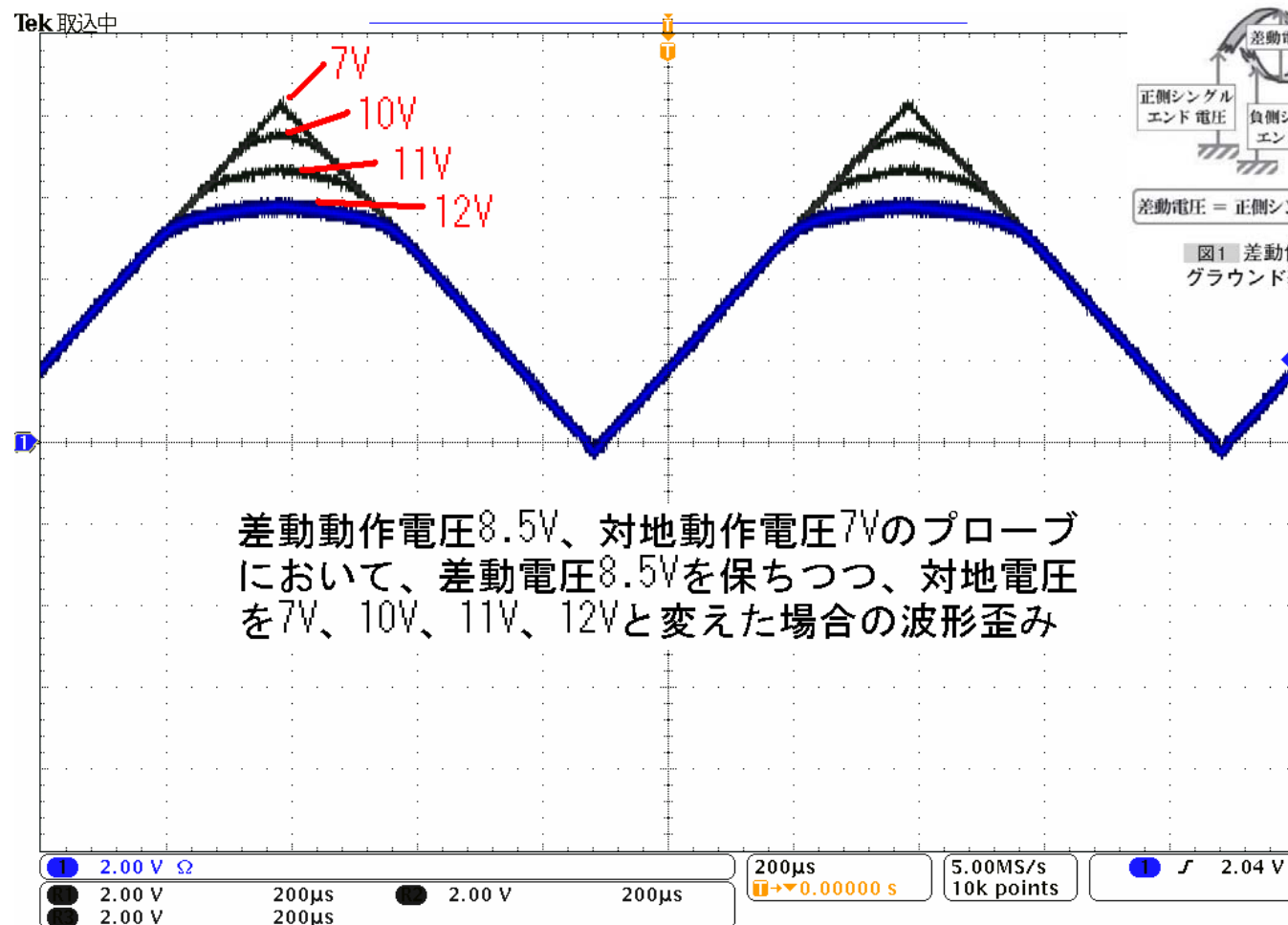
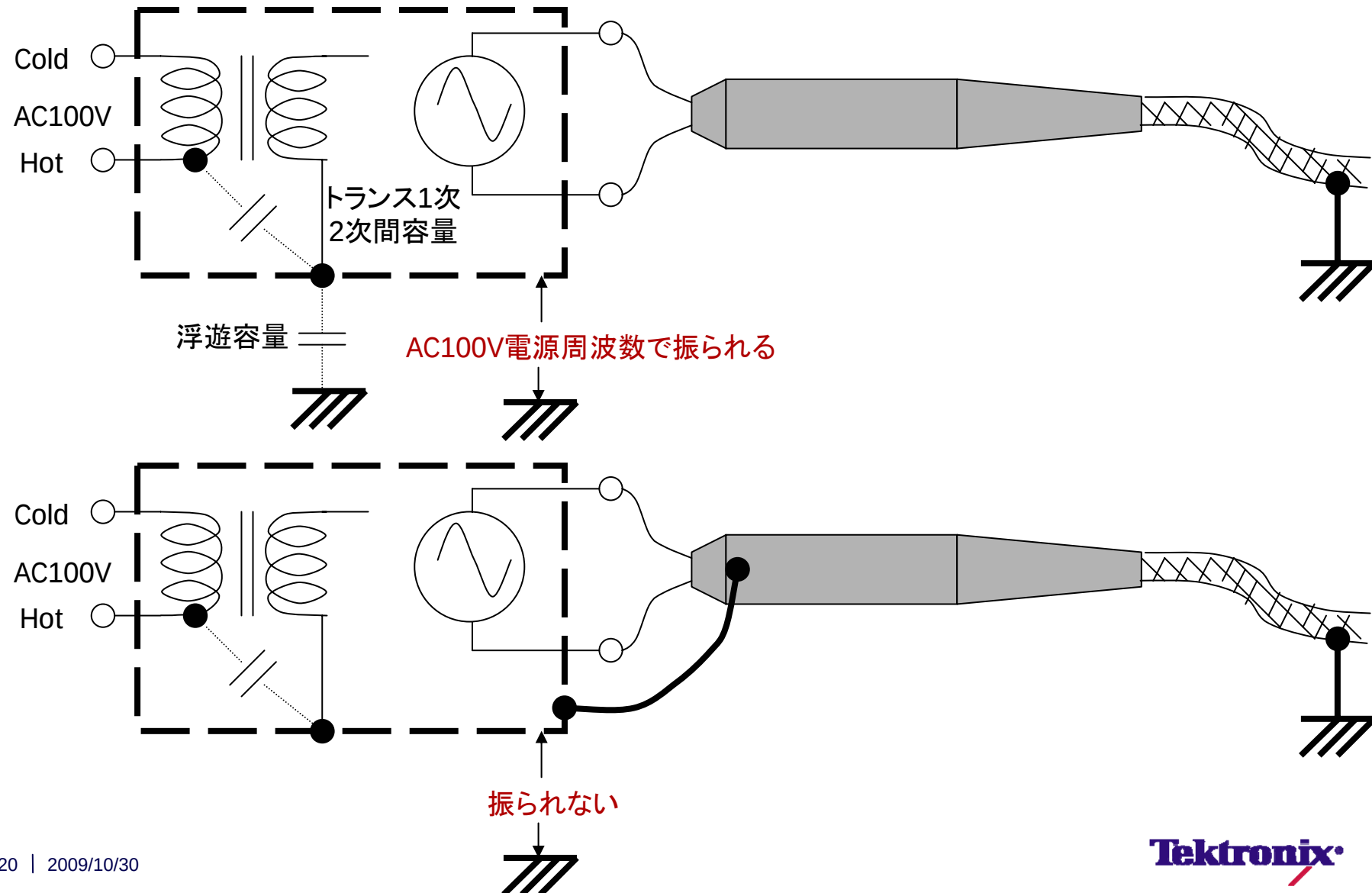


図1 差動信号(電圧)
グラウンド基準の2つの信号(電圧)から成る信号

差動プローブの対地電圧の規定って何のため？ その2

- ACアダプタで浮いているボードを測定すると



差動プローブの対地電圧の規定って何のため？ その3

- 波形が歪むことがある



振られない

AC100V電源周波数で振られる

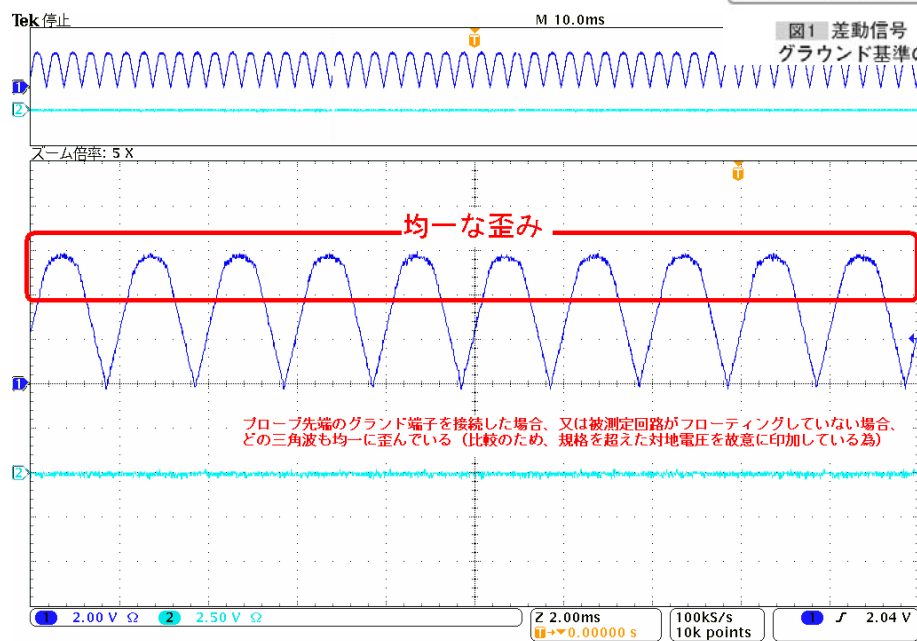


図6 波形品質が均一な波形の例

プローブの先端のグラウンド端子を接続した場合、または被測定回路がフローティングしていない場合、どの三角波も均一に歪んでいる (比較のため、規格をわずかに超えた対地電圧を故意に印加している)

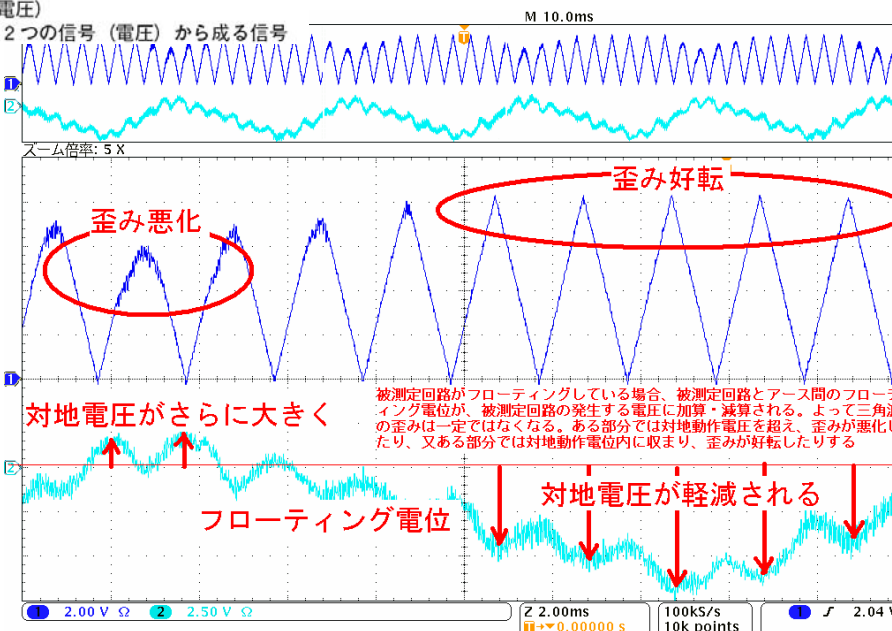


図7 電源周波数に同期したフローティング電位により悪化と軽減を繰り返す例
被測定回路がフローティングしている場合、被測定回路とアース間のフローティング電位が、被測定回路自体が発生する電圧に加算・減算される。したがって、三角波の歪みは一定ではなくなる。ある部分では対地動作電圧を大きく超え、歪みが悪化したり、またある部分では対地動作電位内に収まり、歪みが好転したりする

目次

●壊さないために

20kVのプローブに何ボルト印加できる？

グランドと先端、どちらを先に接続？

フローティング測定って、オシロスコープを浮かせばOK？

差動プローブは何ボルトで壊れる？

差動プローブの対地電圧の規定は何のため？

●正確に測定するために

受動プローブのプローブ補正しなければ何MHzまでOK？

受動プローブのグランド・リードは何MHzまで使える？

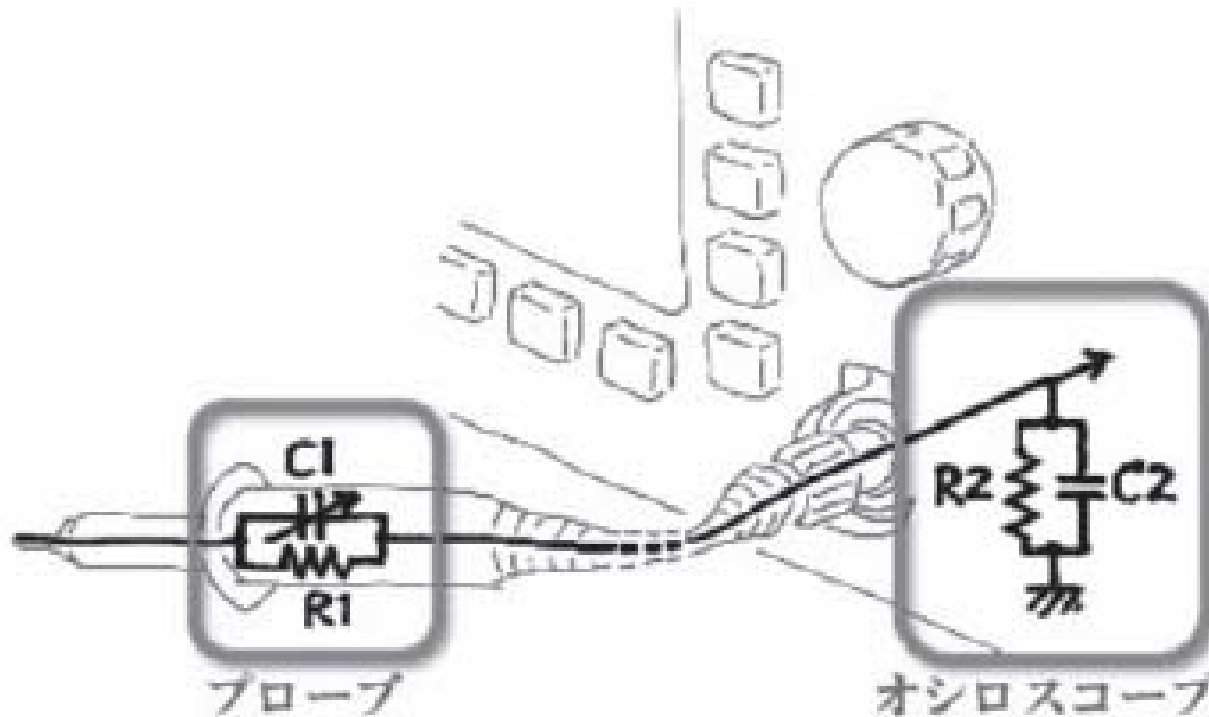
プローブの先端を延ばすと何が起きる？

高電圧差動プローブの入力リード線はネジるもの？

高電圧差動プローブのCMRRが影響する実例は？

受動プローブのプローブ補正しなくても何MHzまでOK? その1

- 標準添付の受動プローブとは



▲写真2 プローブ補正の例

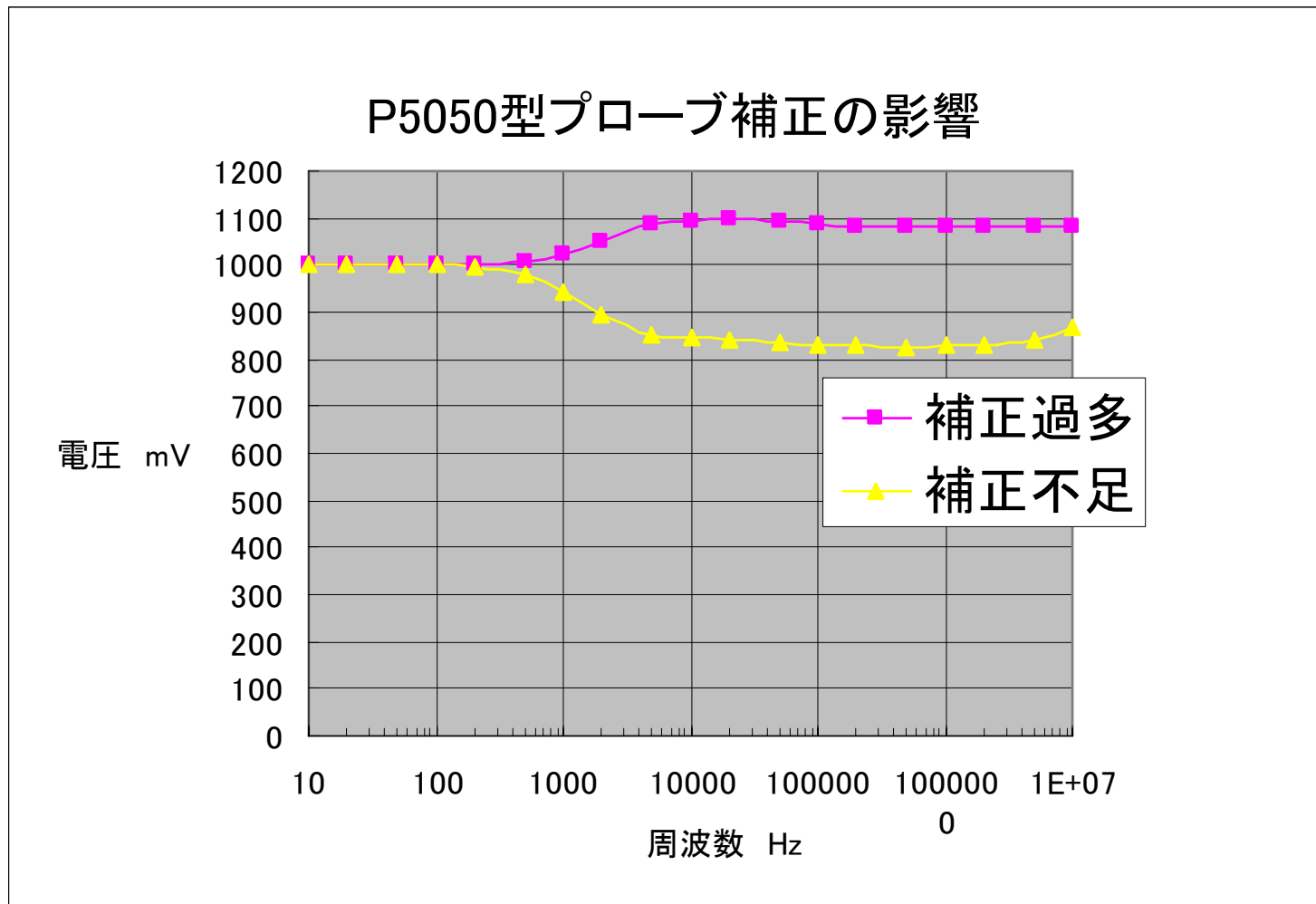
図5 受動プローブとオシロスコープの等価回路

$$R1 \cdot C1 = R2 \cdot C2$$

▲ 式1 平坦な周波数特性を得る条件

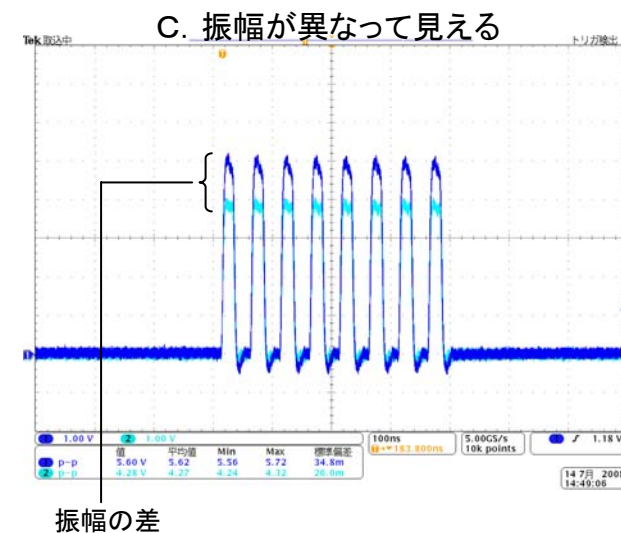
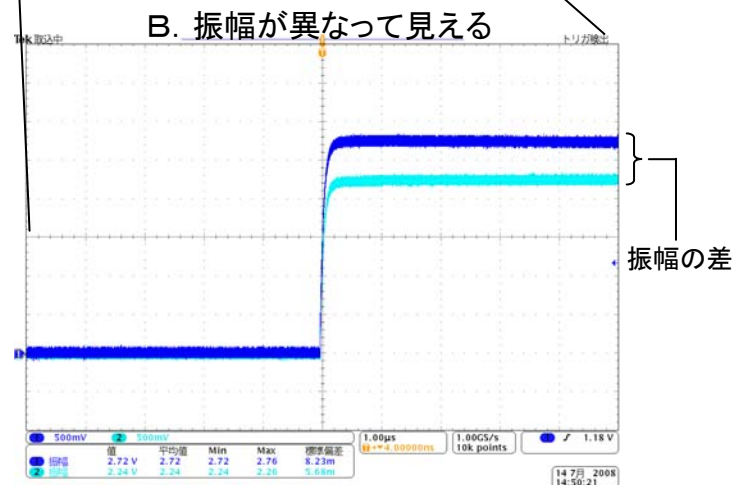
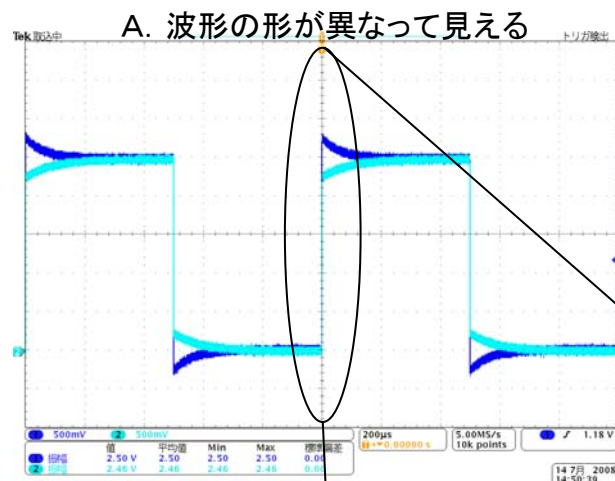
受動プローブのプローブ補正しなくても何MHzまでOK? その2

- 受動プローブの補正がずれた場合の周波数特性



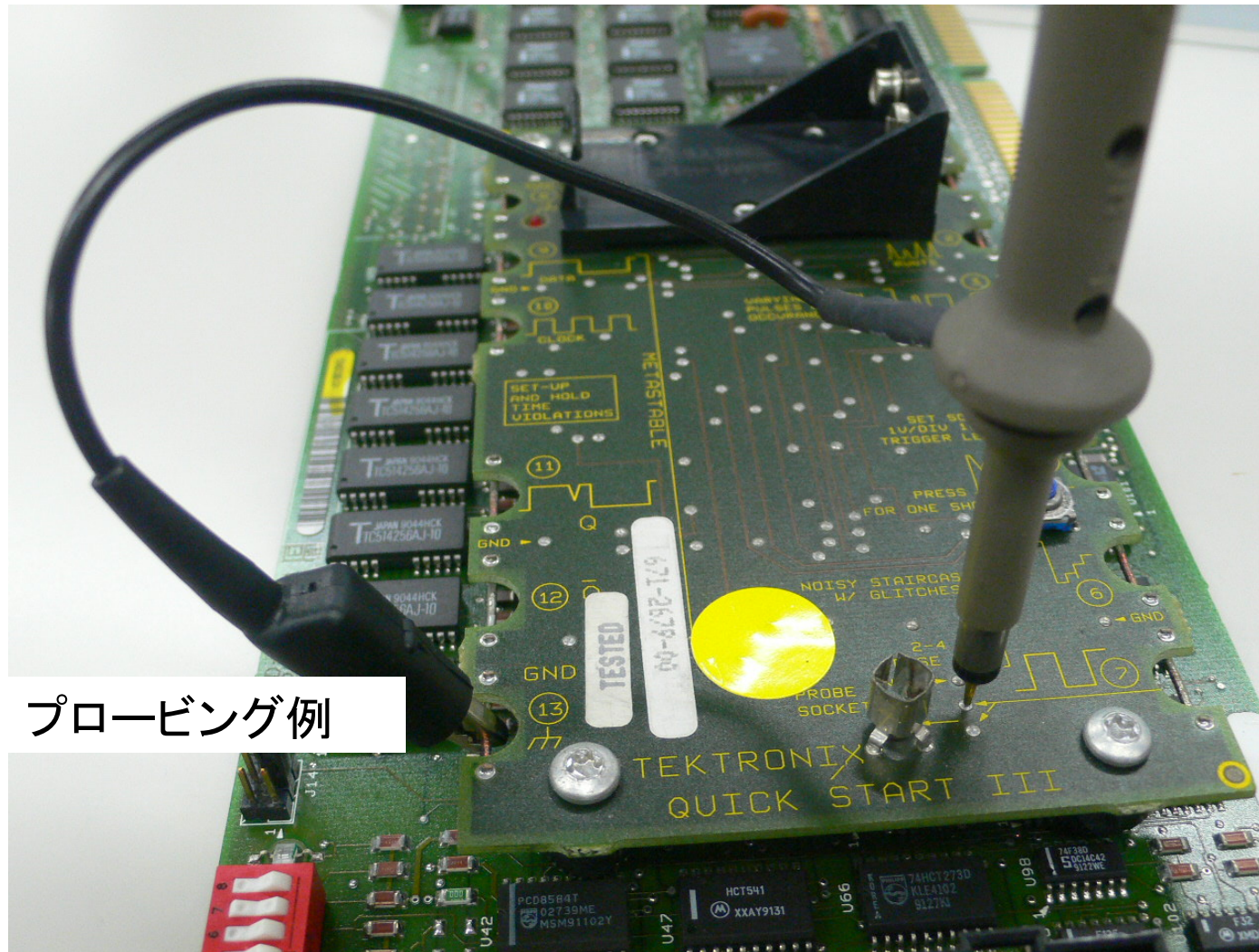
受動プローブのプローブ補正しなくても何MHzまでOK? その3

■ 補正しないプローブによる波形測定の誤差



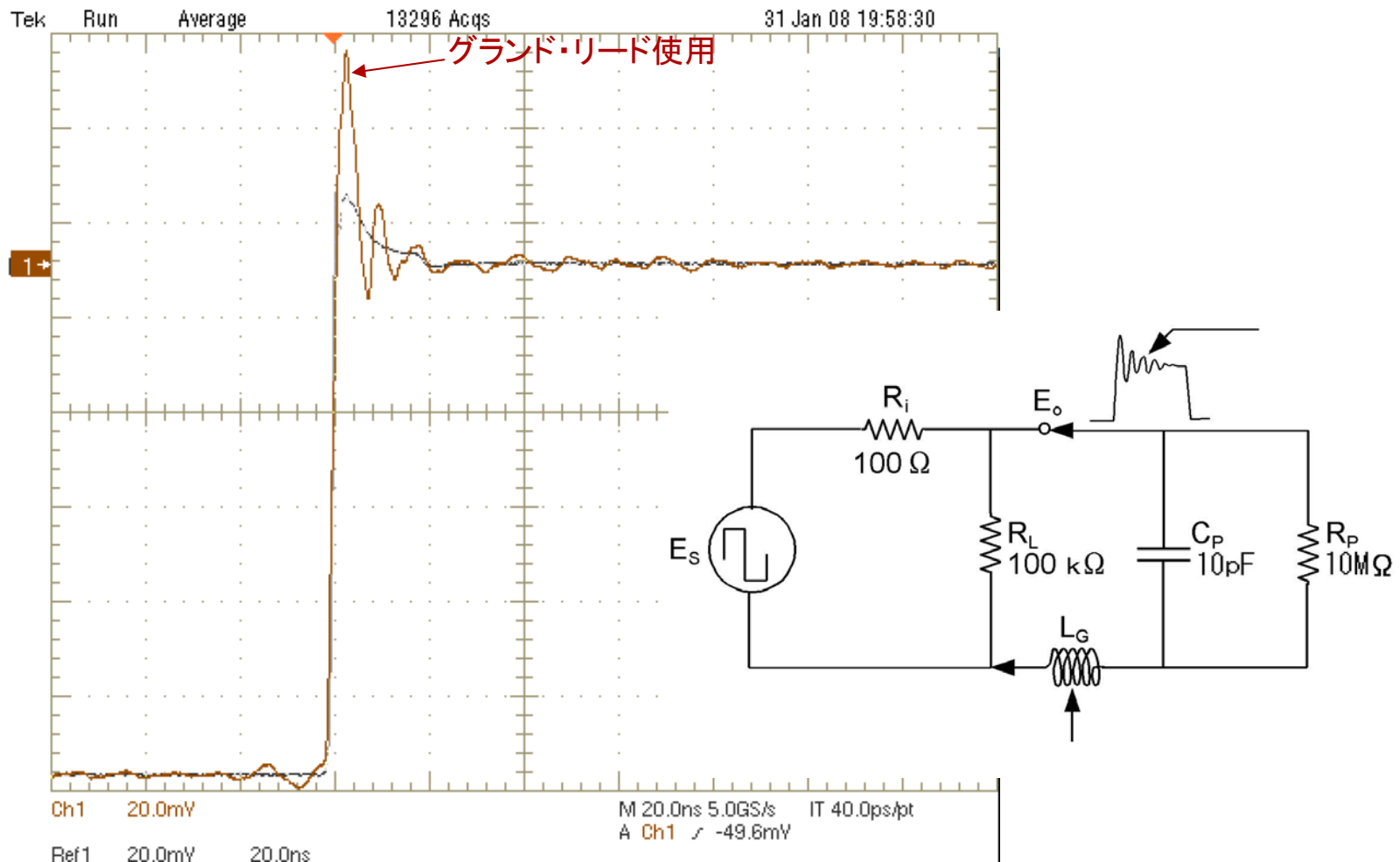
受動プローブのグランド・リードは何MHzまで使える？ その1

- グランド・リードは便利だが・・・特性は



受動プローブのグランド・リードは何MHzまで使える？ その2

- グランド・リードを使用すると、リングングが発生



受動プローブのグランド・リードは何MHzまで使える？ その3

- グランド・リードは波形振幅の誤差を生む

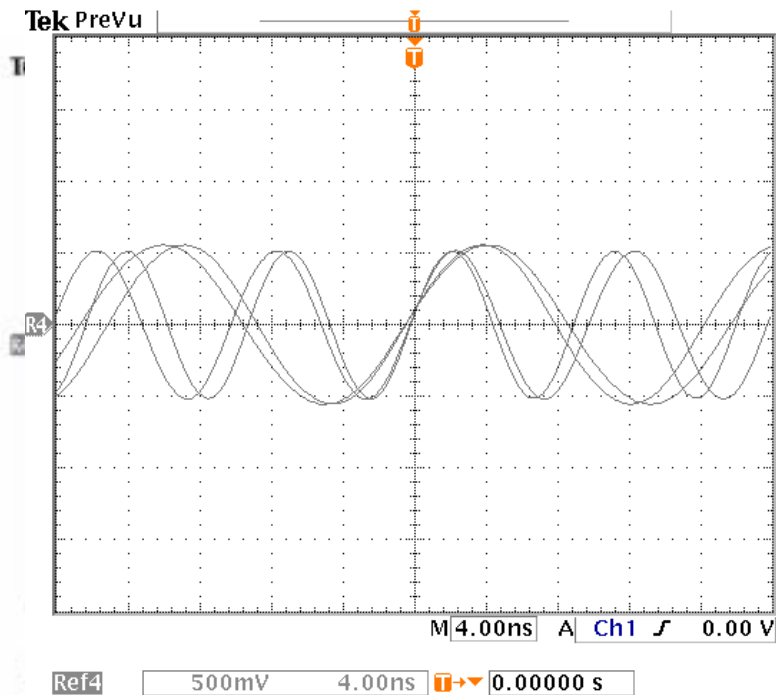


図2 理想的なプロービングの例

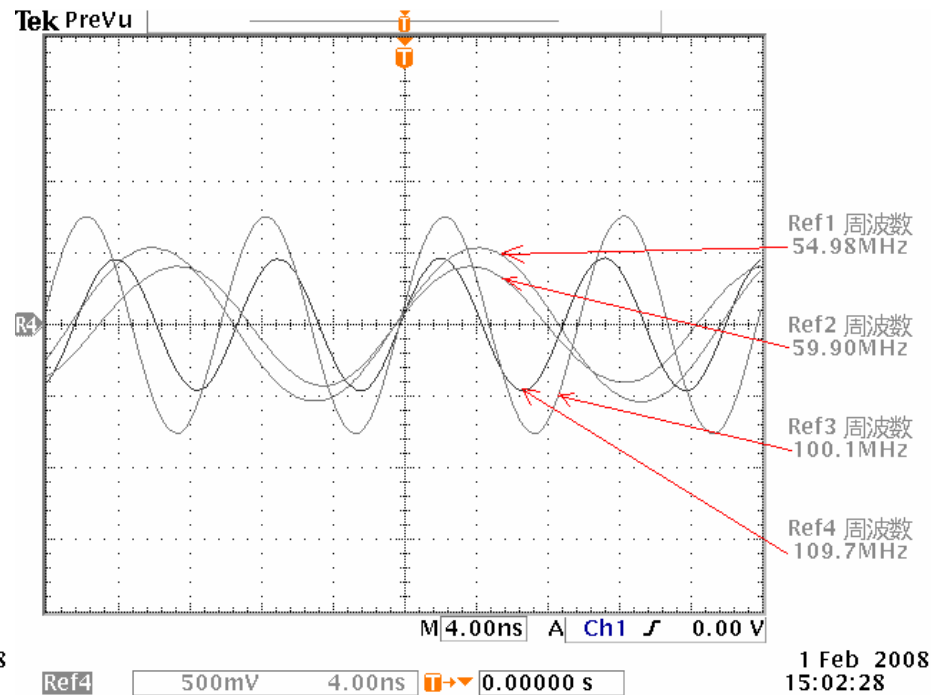
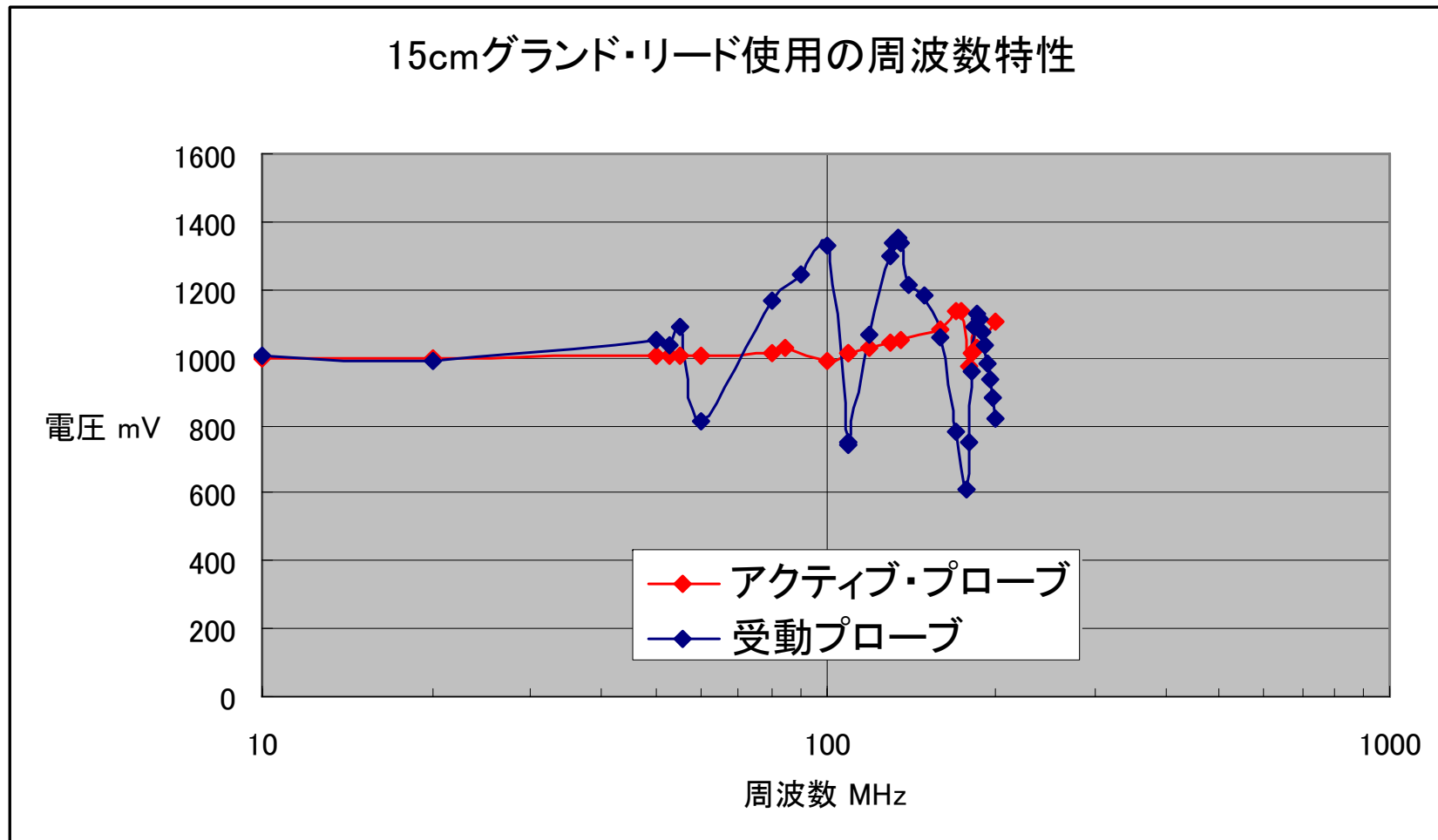


図1 グラウンドリードを使ったプロービングの失敗例

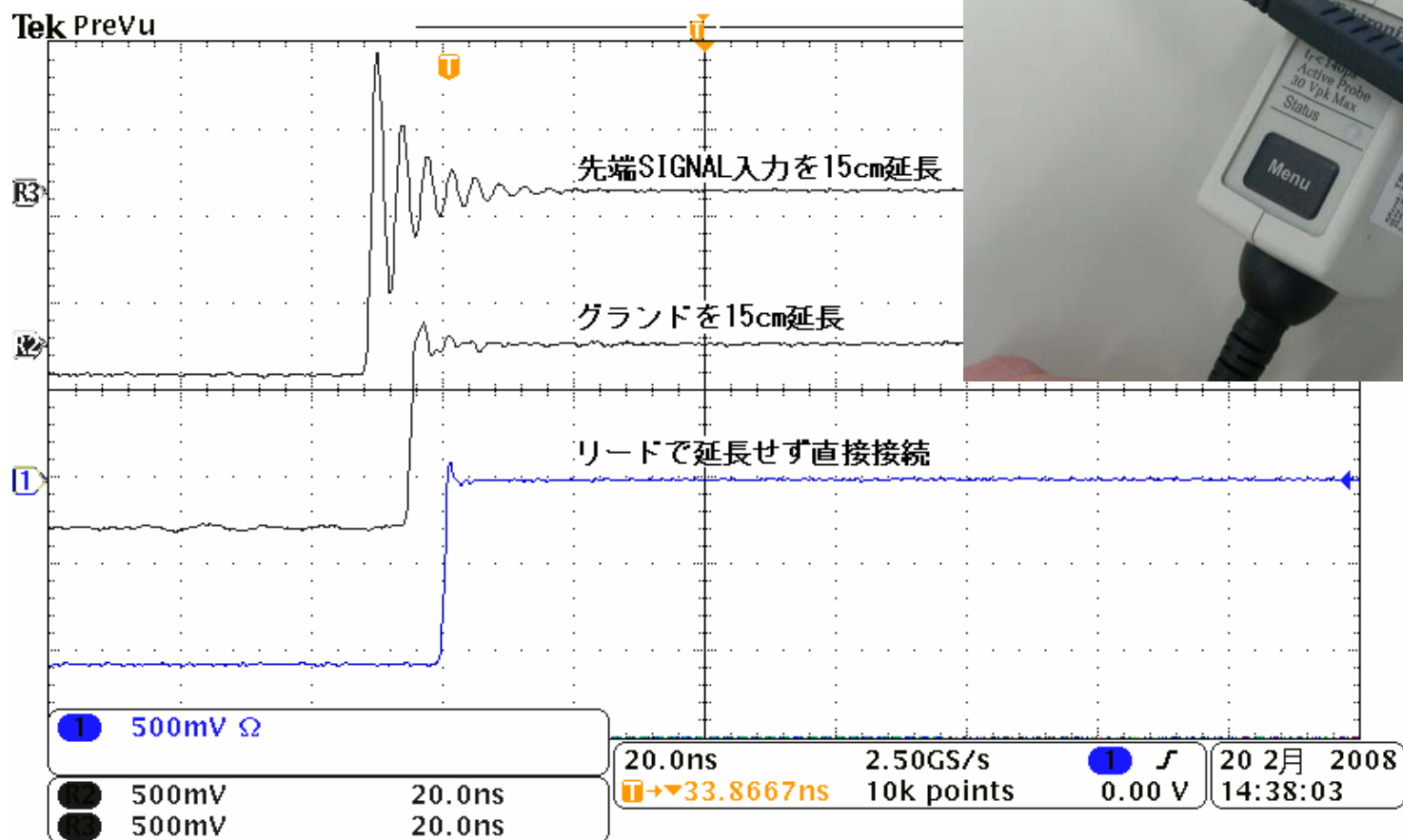
受動プローブのグランド・リードは何MHzまで使える？ その4

- グランド・リード使用では50MHz まで、そこでアクティブ・プローブ登場



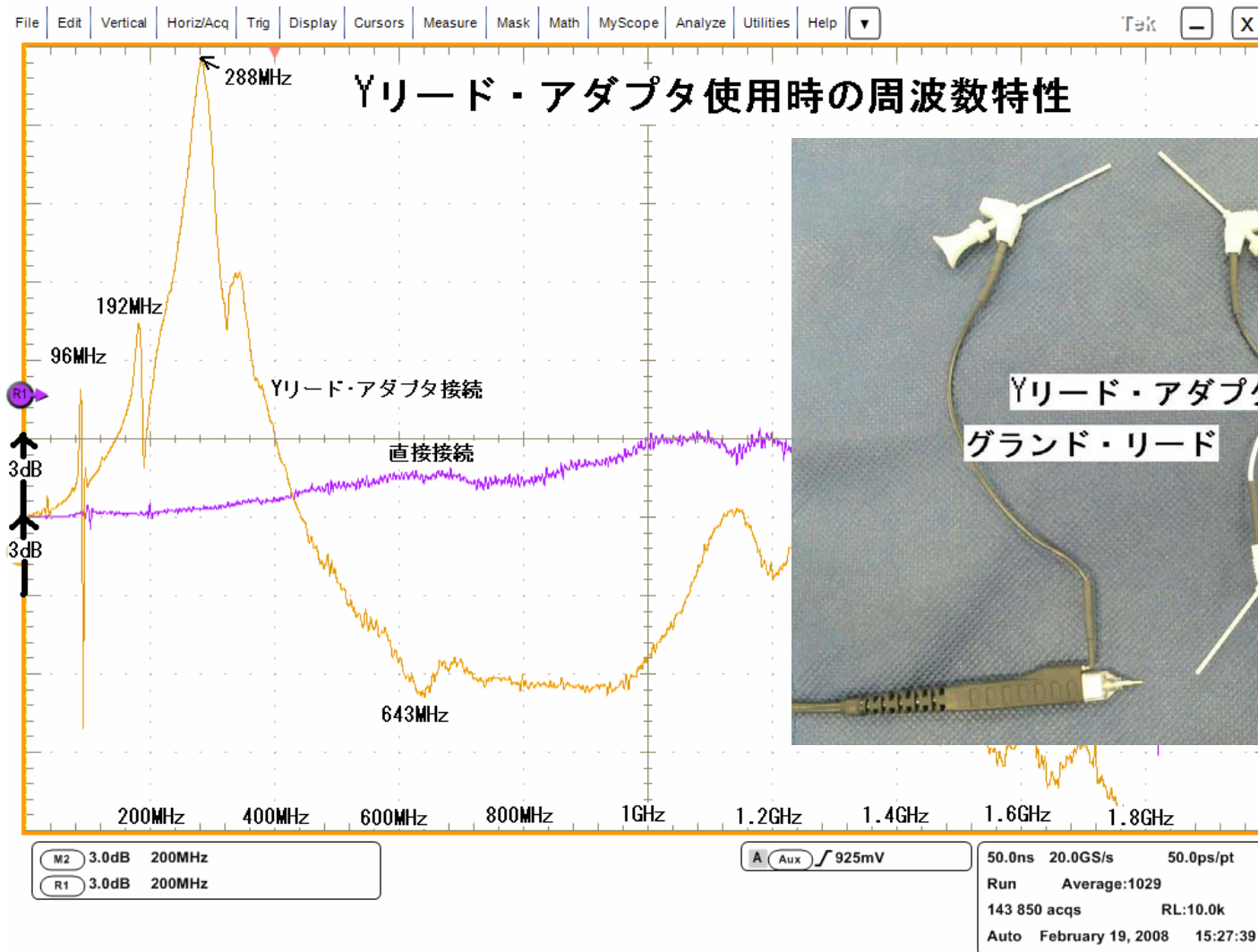
プローブの先端を延ばすと何が起こる？ その1

■ アクティブ・プローブの場合



プローブの先端を延ばすと何が起こる？ その2

- Yリード・アダプタは要注意



プローブの先端を延ばすと何が起こる？ その3

■ 差動プローブの場合

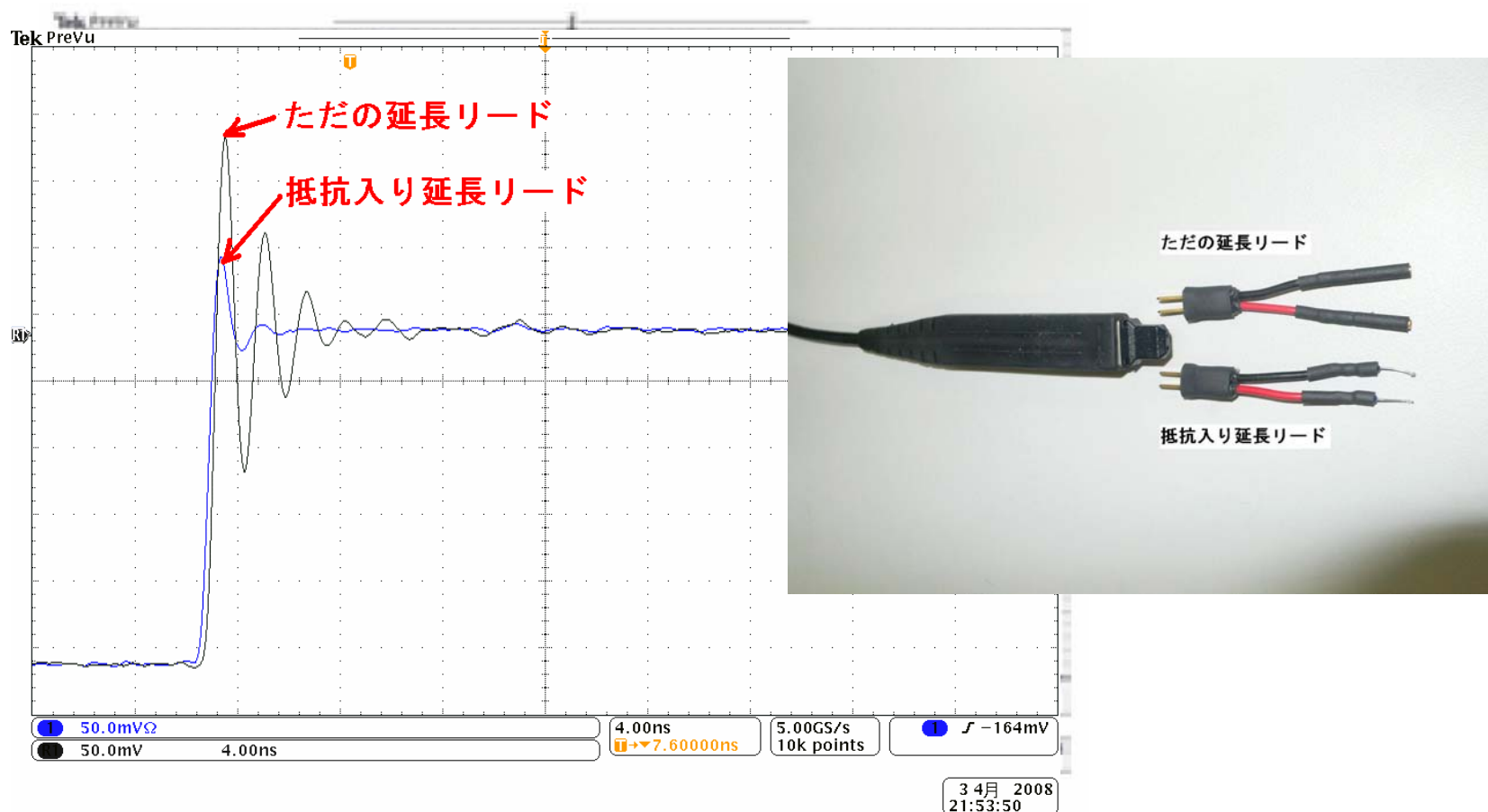


図9 抵抗入り延長リードを使用すると改善する

プローブの先端を延ばすと何が起こる？ その4

- 先端が延長された方式のプローブが最も高性能

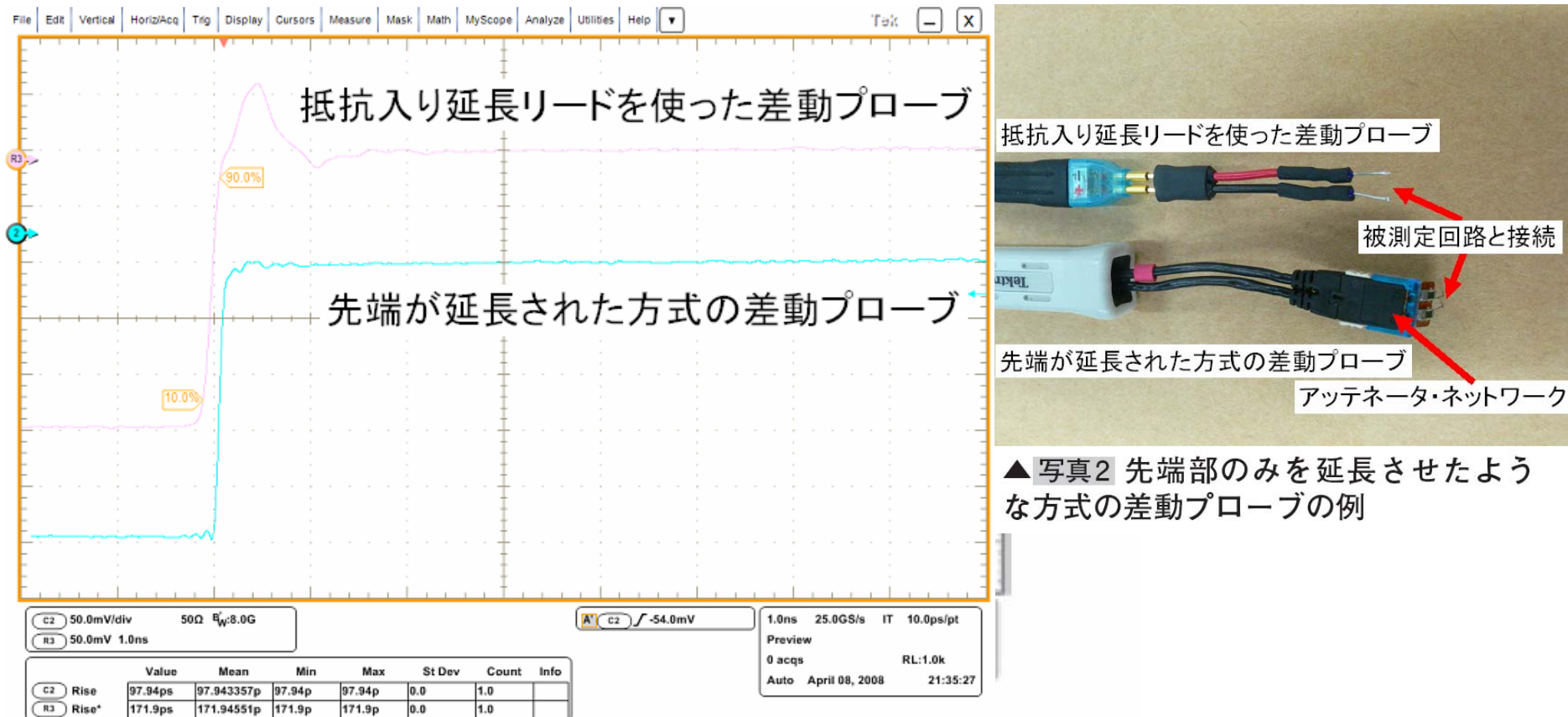
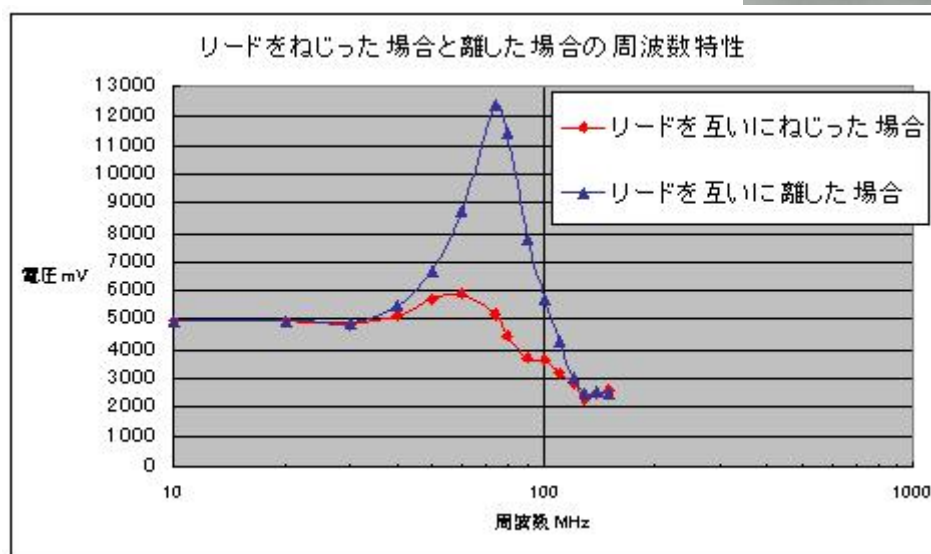
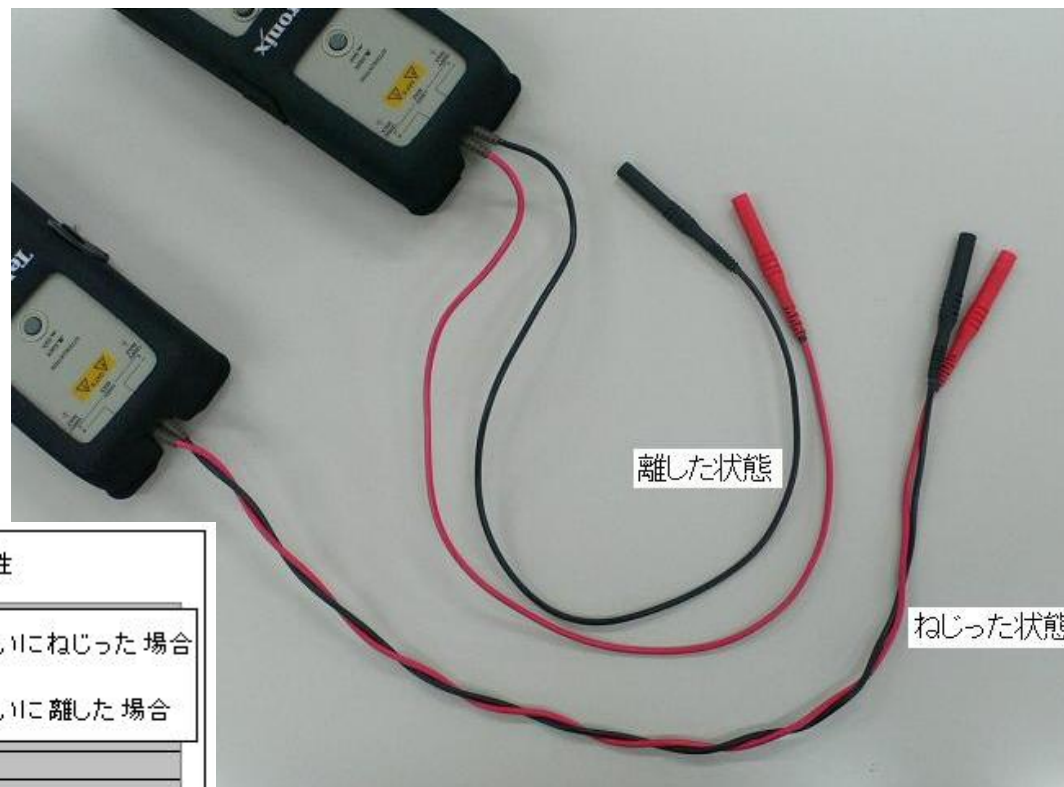


図10 抵抗入り延長リードを使った差動プローブと先端が延長された方式の差動プローブとの比較

高電圧差動プローブの入力リード線はネジるもの？ その1

- ネジった状態で、スペックを規定



高電圧差動プローブの入力リード線はネジるもの？ その2

■ 広げた場合の波形振幅誤差とリンギング

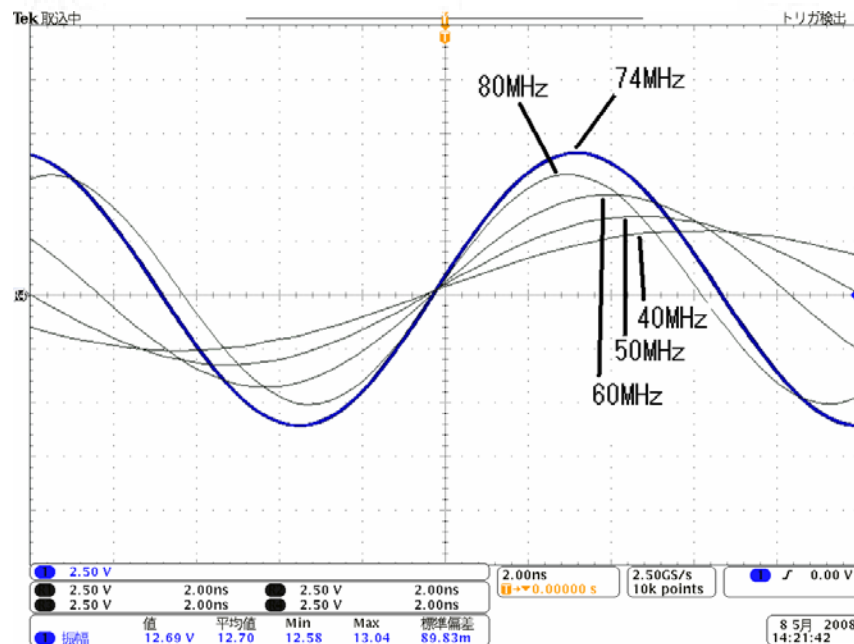


図4 40MHz、50MHz、60MHz、74MHz、80MHz のサイン波を観測したようす

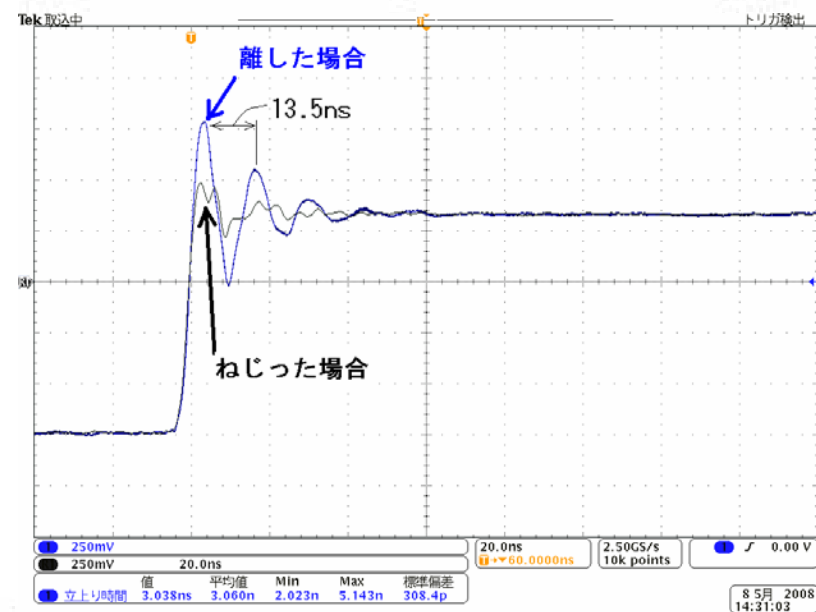
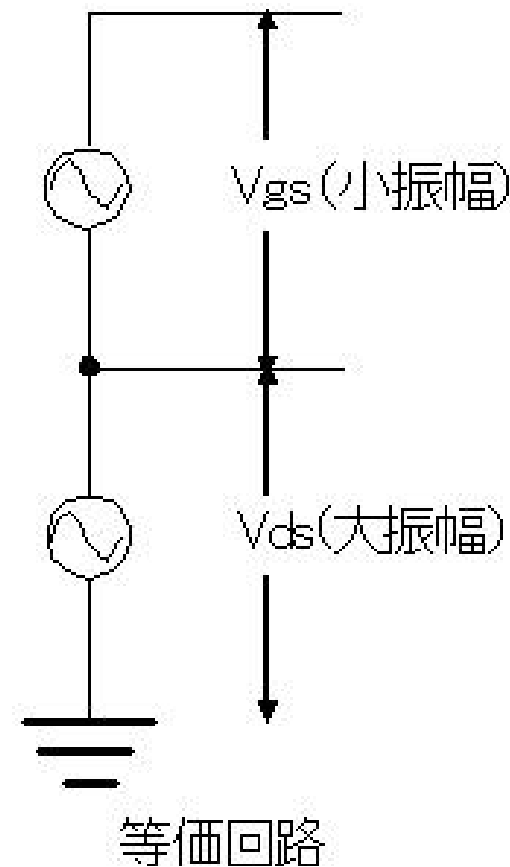
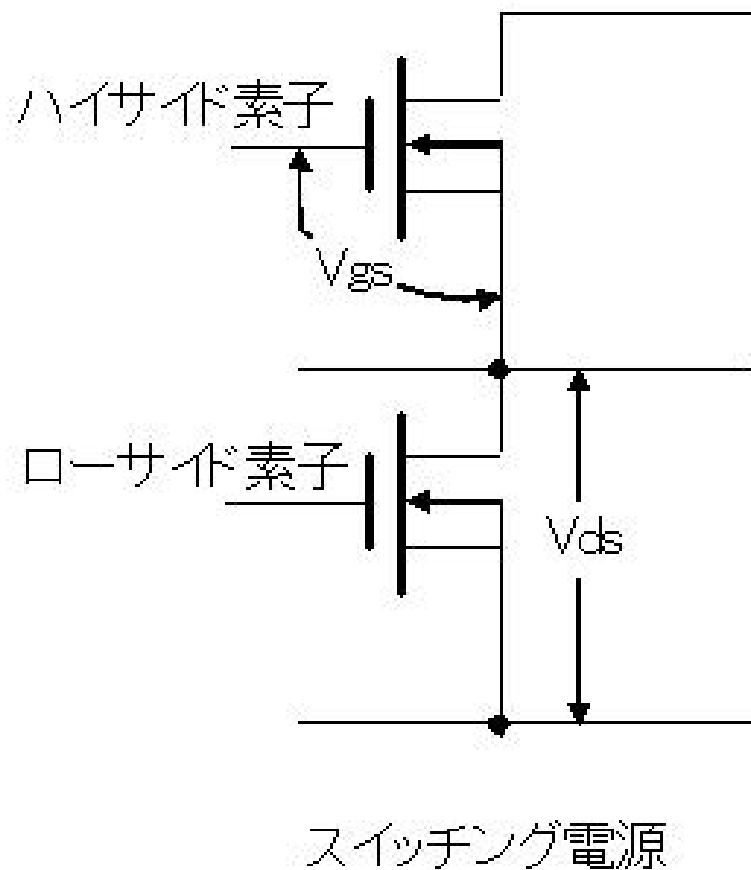


図5 プローブ通過後の応答特性
リンギングのピーク間の周期（13.5ns）から共振周波数（1/13.5ns: 約 74MHz）が計算できる

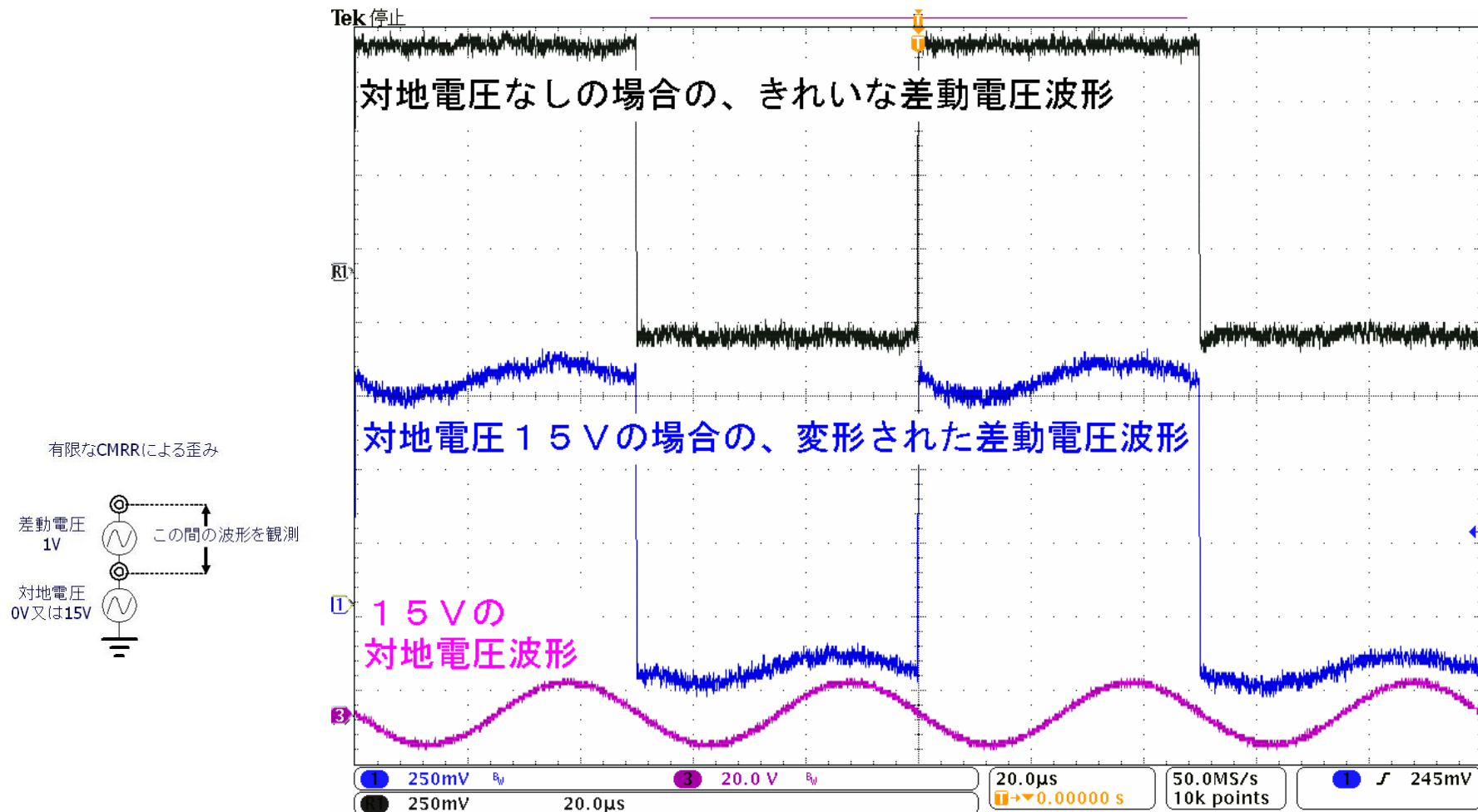
高電圧差動プローブのCMRRが影響する実例は？ その1

- スイッチング電源のハイサイド測定において



高電圧差動プローブのCMRRが影響する実例は？ その2

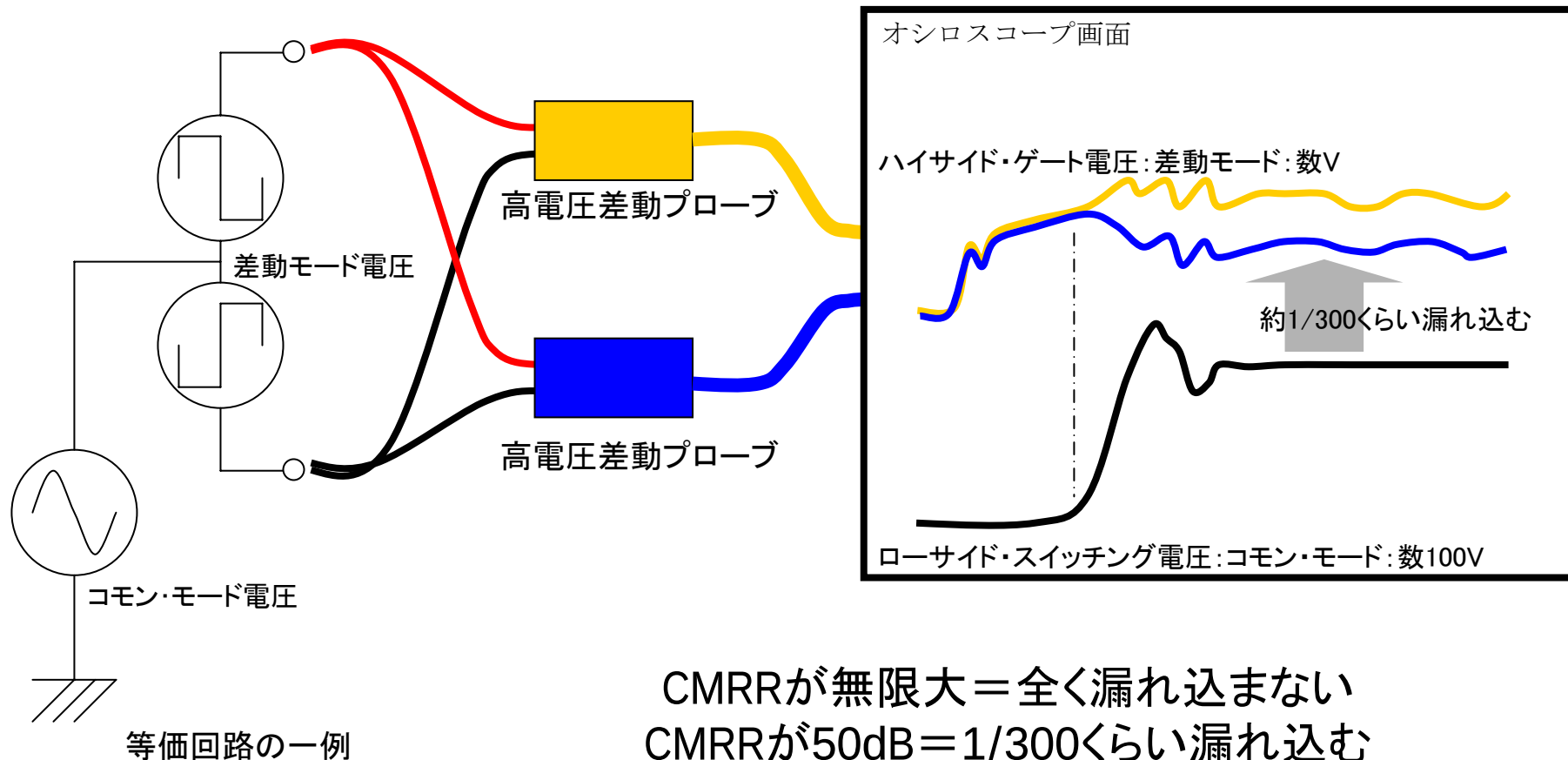
- ローサイドの振幅が漏れ込む



8 5月 2008
19:46:51

高電圧差動プローブのCMRRが影響する実例は？ その3

- 原因は有限なCMRR と漏れ込みのバラつき



まとめ

●壊さないために

20kVのプロブに何ボルト印加できる？

グランドと先端、どちらを先に接続？

フローティング測定って、オシロスコープを浮かせばOK？

差動プロブは何ボルトで壊れる？

差動プロブの対地電圧の規定は何のため？

高い周波数では小さい

最初のGND、最後にGND

感電、故障、波形への影響

パッチと放電音のしない電圧

波形歪み、壊れる

●正確に測定するために

受動プロブのプロブ補正しなければ何MHzまでOK？

受動プロブのグランド・リードは何MHzまで使える？

プロブの先端を延ばすと何が起きる？

高電圧差動プロブの入力リード線はネジるもの？

高電圧差動プロブのCMRRが影響する実例は？

たった1kHz(例)

50MHz(例)

抵抗入りアダプタでダンプ

ネジらなければ30MHz(例)

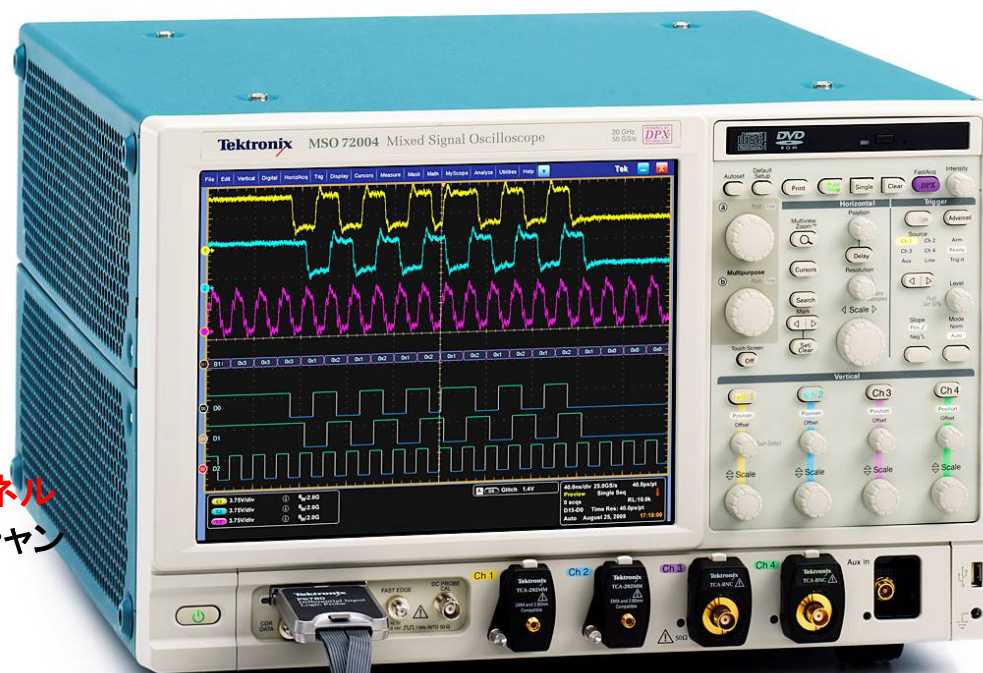
ハイサイドV_{gs}の歪み

最高峰のMSO

NEW

MSO70000シリーズ・ミックスド・シグナル・オシロスコープ

世界最高のアナログ/デジタル性能でシステム謙称、デバッグを強力に支援



■16 デジタル・チャンネル
最高速のアナログ・チャンネルに統合

■イベント・トリガ

発見の難しい現象を
検出

■新ロジック・プローブ
低負荷効果で高い信号
再現性

■80 ps デジタル・タイミン
グ分解能

■20 ps アナログ・タイミン
グ分解能

■ロング・メモリ
アナログ・デジタル(250M)

iCapture™ 任意デジ
タル信号のアナログ観
測可能

バス・デコード 平行、
I2C, SPI シリアルバス



ありがとうございました