

高速信号の評価法に関する研究

機械・電気システム工学専攻 A11120 原田 蒼太, 佐藤 憲史

1. 緒言

近年、10 Gbps Ethernet や 5 Gbps の転送速度の USB3.0 など通信の高速化が進展している。このような高速信号の評価技術が重要になっている。しかし、高速信号を測定し評価するには高額な測定装置と高速信号に関する高度な技術が必要になる。

本研究では、簡易的な評価法を開発し、高速信号測定に関する工学実験を導入することを検討する。

2. 実験

プローブを含めた測定装置の周波数帯域を検証した。立ち上がり時間が短いステップ状パルスが発生する信号源を用いて、ステップ応答から帯域を評価する。ストリップラインと SMA コネクタから成る測定用の治具を作成した。この治具の信号伝送特性を測定して、信号波形にほとんど影響を与えないこと確認する。周波数帯域 500 MHz のパッシブプローブと周波数帯域 2.5 GHz の差動アクティブプローブを用いた。これらのプローブを用いて高速なパルスの立ち上がり時間の測定を行う。

デモボードを用いて、USB2.0 の信号を測定した。クロックパルスによって信号波形を同期して重ね描きを行い、アイパターンを作成する。それぞれのプローブで観測したアイパターンを比較して、測定装置の周波数帯域による影響を比較する。

4. 結果

測定用の治具の反射特性(S_{11}) は 2.5 GHz で -20dB 以下であり、通過特性(S_{21}) はほぼ 0 dB である。この治具による影響は少ないことを確認した。

パッシブプローブと差動アクティブプローブの立ち上がり波形を図 1 に示す。

周波数帯域がガウス分布に近似している場合、周波数帯域 f_{3dB} と立ち上がり時間 τ には以下の関係がある。

$$f_{3dB} \times \tau = 0.35$$

オシロスコープで測定する実測立ち上がり時間 τ は信号立ち上がり時間 τ_{signal} と測定装置の立ち上がり時間 τ_{system} によって求められ、以下の関係がある。

$$\tau = (\tau_{\text{signal}}^2 + \tau_{\text{system}}^2)^{0.5}$$

信号発生器で作るステップ関数の信号立ち上がり時間は 35ps であった。これらの関係式より測定装置の立ち上がり時間の理論値と測定値を比較する。

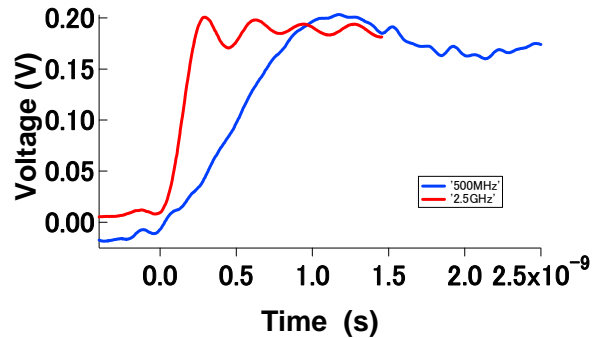


図 1. パッシブプローブと差動アクティブプローブの立ち上がり波形

表 1. 測定装置の立ち上がり時間の測定結果と理論値

周波数帯域	500 MHz	2.5 GHz
測定値	690 ps	166 ps
理論値	700 ps	140 ps

測定値と理論値はほぼ等しく、所定の帯域を有することを確認した。

それぞれのプローブで USB2.0 (High-speed) 信号を観測した。図 2 にアイパターンを示す。

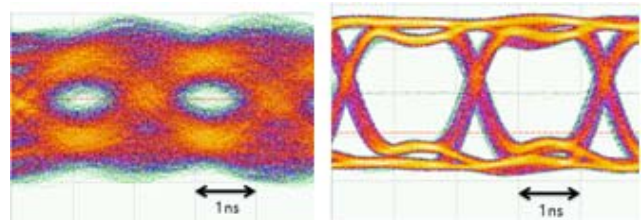


図 2. パッシブプローブ (左) と差動アクティブプローブ (右) で観測したアイパターン

ビットレートは 480 Mbps であり、USB2.0 の信号であることを確認した。500 MHz パッシブプローブで観測したアイパターンは帯域が足りないため、波形が歪んでアイ開口が劣化した。

5. 結言

プローブの帯域は所定の値を有することを確認した。USB2.0 の 480Mbps の高速信号を測定した。今後は信号評価技術を学び、さまざまな信号の評価を行う。