

# 差動信号バランサー／コモンモードノイズアブソーバー CDLD タイプ-R サフィックス 多重反射リムーバー CDLD タイプ-E サフィックス

## 1. 特長

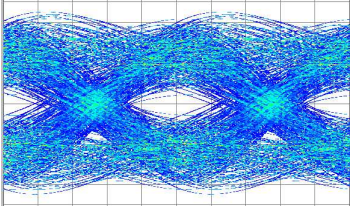
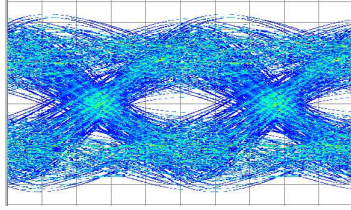
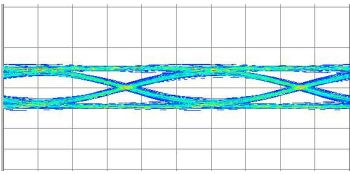
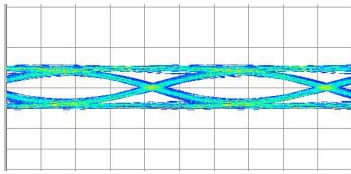
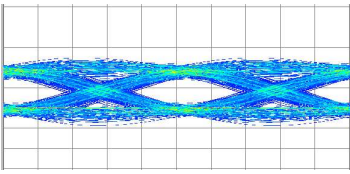
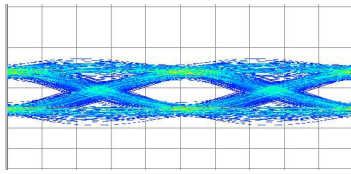
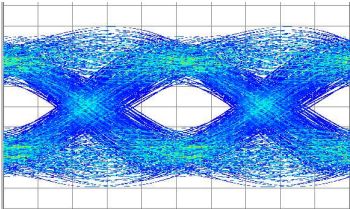
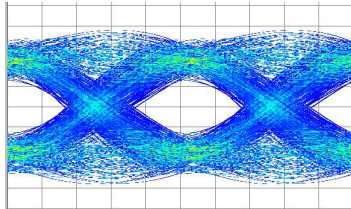
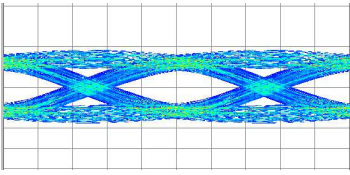
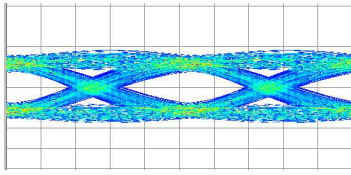
- ・遅延線を応用した新原理の**非磁性体**コモンモードフィルタ，**4G～28Gbps**の高速伝送に対応
- ・受動CTLE（連続時間リニアライザ）内蔵型により**多重反射を除去**して閉じたアイパターンを回復（技術資料1参照）
- ・コモンモードノイズを吸収除去して**放射性ノイズを未然に防止**（技術資料2参照）
- ・差動信号の相間スキューや立上り／立下りの不均一を自動調整して**差動バランスを改善**（技術資料3参照）

### [アプリケーション例]

- ・半導体テスト装置（Gbpsオーダー）などでコモンモードノイズの反射が問題となる場合（技術資料4参照）
- ・光伝送装置の電気－光変換ボードや高速ネットワーク機器などの EMI 対策、アイパターン改善

本製品は、LTCCを用いた2012サイズ積層セラミックチップ型でRoHS対応品です。各品番のSPICEモデル、Sパラメータ（Touchstone format）が提供可能です。

## 2. 10Gbps の多重反射除去例(技術資料 1 参照)

対策部品	負荷条件	差動間のストレージ容量が バランスしている場合	差動間のストレージ容量が アンバランスな場合
スルー (レシーバ IC 内の CTLE 併用)			
CDLD06E			
市販の 10Gbps 対応 パッシブ CTLE			
市販の 10Gbps 対応コモン モードチョークコイル (レシーバ IC 内の CTLE 併用)			
6dB アッテネータ (レシーバ IC 内の CTLE 併用)			

[横軸: 20ps/div、縦軸: 100mV/div]



### 3. 仕様(暫定)

入出力特性インピーダンス	: 差動 100 Ω ±10% (シングルエンドでの使用は不可)
相間スキュー自動調整時間	: 1/4Pw (Pw は 1 ユニットインターバルのパルス幅で 200ps 以下の条件)
波形歪	: オーバーシュート/プリシュート ±20%未満
絶縁抵抗	: DC50V、100MΩ以上
耐圧	: DC50V、1 分間
定格電流	: 100mA
定格電圧	: 5V
使用温度範囲	: -40°C~+85°C
保存温度範囲	: -40°C~+120°C

#### ■多重反射リムーバー

品番	対応伝送速度 (1)*	挿入損失 (2)*	DC 挿入損失 (2)*	立上り時間 (20%-80%)	遅延時間
CDLD03E (3)*	25G~28Gbps	2dB Typ. (at 13GHz)	5.5dB Typ.	25ps Typ.	30ps Typ.
CDLD04E (4)*	16Gbps	2.5dB Typ. (at 8GHz)	6dB Typ.	30ps Typ.	40ps Typ.
CDLD06E (3)*	10G~12.5Gbps	3dB Typ. (at 6GHz)	6dB Typ.	35ps Typ.	60ps Typ.

#### ■差動信号 balun / コモンモードノイズアブソーバー

品番	対応伝送速度 (1)*	-3dB 通過帯域 (2)*	立上り時間 (20%-80%)	遅延時間	直流抵抗値
CDLD07R (3)*	16G~28Gbps	DC~20GHz Typ.	25ps Typ.	70ps Typ.	1.0 Ω Max.
CDLD10R	8G~16Gbps	DC~15GHz Typ.	30ps Typ.	100ps Typ.	1.5 Ω Max.
CDLD15R	5G~12.5Gbps	DC~12GHz Typ.	35ps Typ.	150ps Typ.	1.5 Ω Max.
CDLD30R	4G~8Gbps	DC~7.5GHz Typ.	45ps Typ.	300ps Typ.	2.5 Ω Max.

(1)\* 推奨ランドパターンを使用した場合。

1 ユニットインターバルの通過波形が正弦波状になる場合を含む。(技術資料 7 参照)。

(2)\* 推奨ランドパターンを使用した場合。

(3)\* サンプル提供中。

(4)\* 開発中。

#### [ジャンパー部品のご案内]

プリント基板に本製品のパッドを設けた後に本製品の搭載が不要となる場合を想定し、パッド間ジャンパー部品 CDLD00R を用意しております。

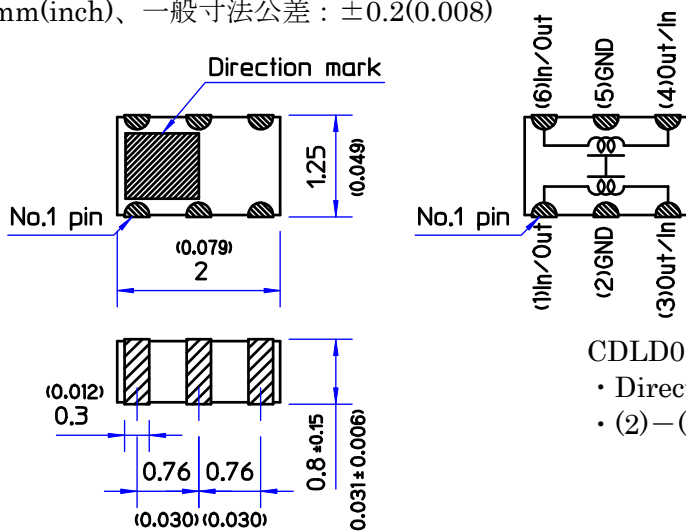
CDLD00R は入出力端子間を最短時間接続した構造で、コモンモードノイズ除去および差動信号バランス改善の機能はありません。

品番	-3dB 通過帯域 (5)*	立上り時間(20%-80%)	遅延時間	直流抵抗値
CDLD00R	DC~20GHz Min.	25ps Typ.	10ps Typ.	1.0 Ω Max.

(5)\* 推奨ランドパターンを使用した場合。

### 4. 外形寸法とピン配列(暫定)

単位: mm(inch)、一般寸法公差: ±0.2(0.008)



#### CDLD00R について

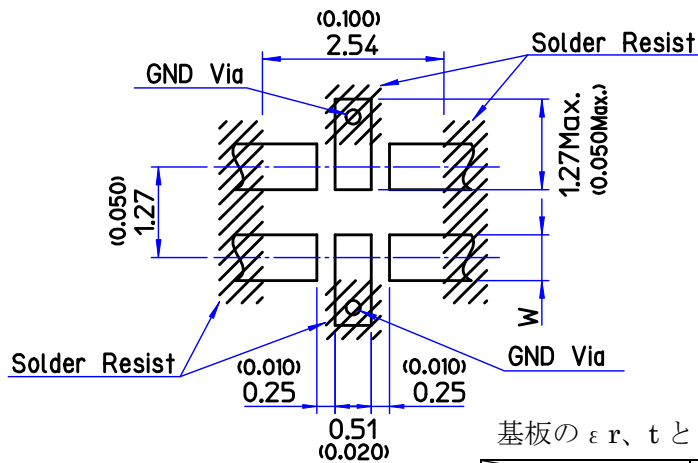
- ・ Direction mark はありません。
- ・ (2)-(5)ピン間の GND は接続されていません。



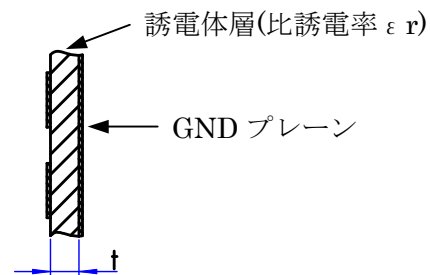
### 5. 推奨ランドパターン

単位：mm(inch)、一般寸法公差：±0.1(0.004)

#### 5-1 専用ランドパターン



層構成例

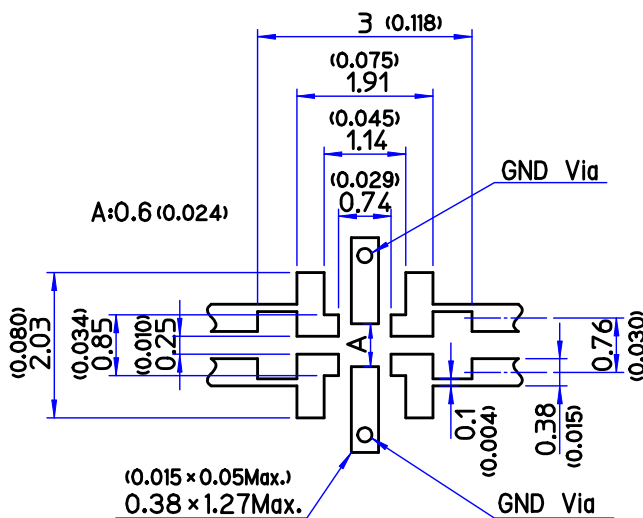


基板の εr、t と W の関係

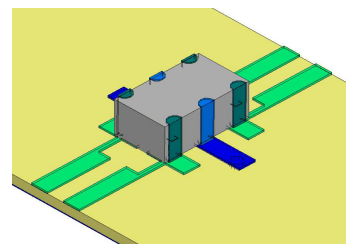
εr \ t	0.3(0.012)	0.4(0.016)	0.5(0.020)
3.5	W=0.56(0.022)	W=0.70(0.028)	W=0.78(0.031)
4.1	W=0.50(0.020)	W=0.64(0.025)	W=0.70(0.028)

#### 5-2 市販のコモンモードチョークコイル (1210 サイズ) と共用可能なランドパターン例

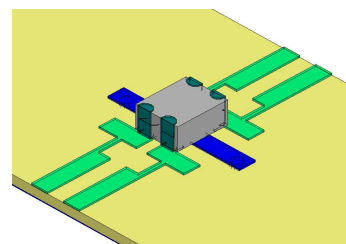
10Gbps 以下の差動バランス改善・コモンモードノイズ除去であれば安価なコモンモードチョークコイルでも対応可能です。しかしながら、基板作製後に想定していない多重反射が問題となるような場合を考慮して、本製品を実装できるランドパターンをあらかじめ設けておくことを推奨します。以下に、市販の 1210 サイズのコモンモードチョークコイルと本製品を共用できるランドパターン例を示します。



本製品実装時



1210 サイズ製品実装時



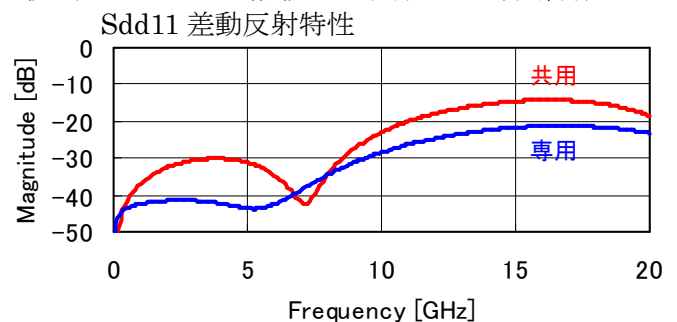
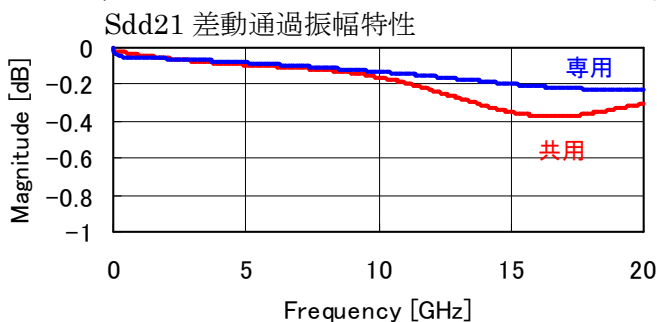
上記寸法値の基板条件

- ・ 厚み：0.2mm
- ・ 比誘電率：3.1

その他の基板条件についてはお問合せ下さい。

0806 サイズ用には変換基板を提供予定です。

#### 5-3 専用ランドパターンと共用ランドパターンの特性比較 (CDLD00R を搭載した場合の電磁界解析)

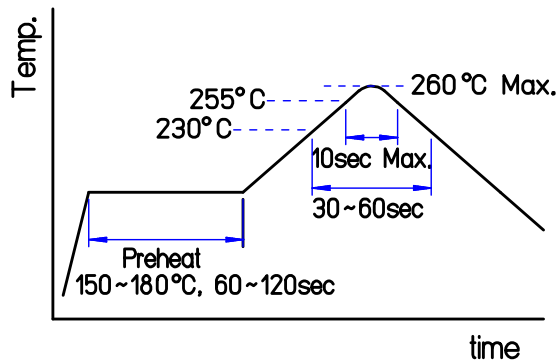


## 6. 推奨リフローはんだ条件

### J-STD-020C Pb-Free 準拠

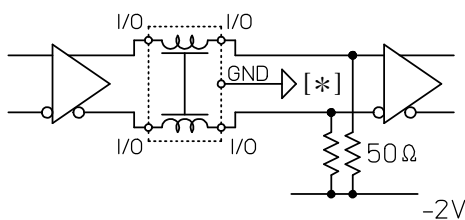
保管条件は MSL1 で、本製品の吸湿管理は不要です。よってリフロー前のベーキングも不要です。

許容回数：2 回

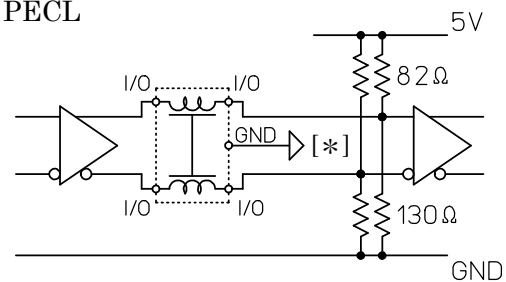


## 7. 適用例

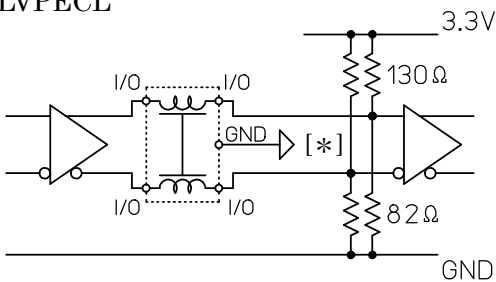
### ECL (-2V 終端ライン使用)



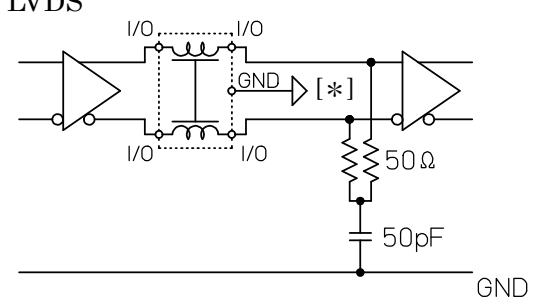
### PECL



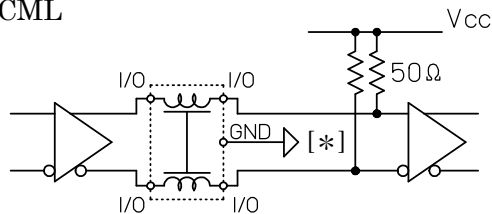
### LVPECL



### LVDS



### CML



[\*] 電源 GND・Vcc ライン等の信号 GND 電位。

本製品の GND 端子は接続してご使用ください。(使用上の注意参照)

## 8. RoHS 対応状況

RoHS 対応品です。

## 9. 使用上の注意

GND 端子は必ず接続してご使用ください。未接続のままご使用になりますと正常に動作しません。

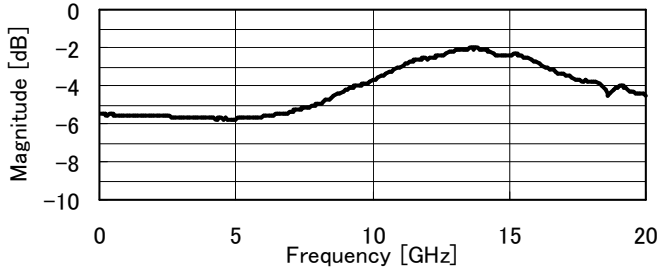
また、1 ライン単独では正常な波形を出力することができませんので、ご使用になれません。

10. 特性例

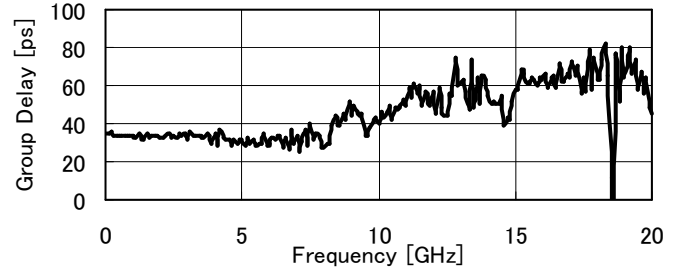
周波数特性

CDLD03E (実測)

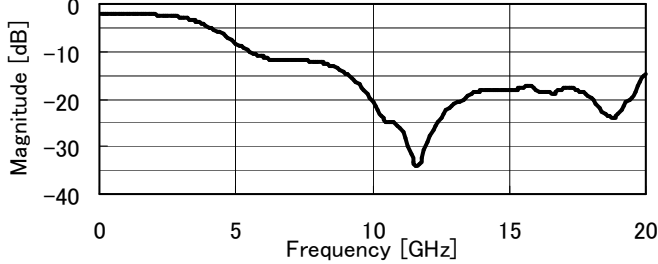
Sdd21 差動通過振幅特性



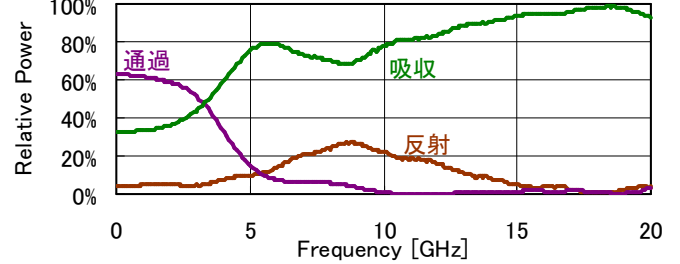
差動群遅延特性



Scc21 コモンモード通過振幅特性

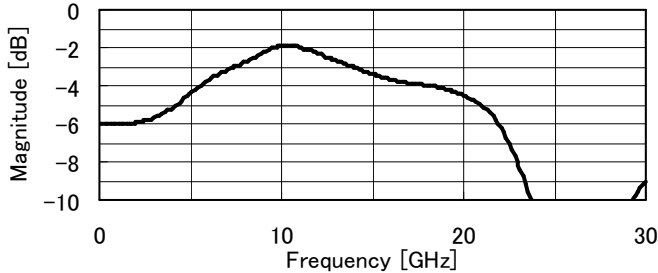


コモンモード電力比

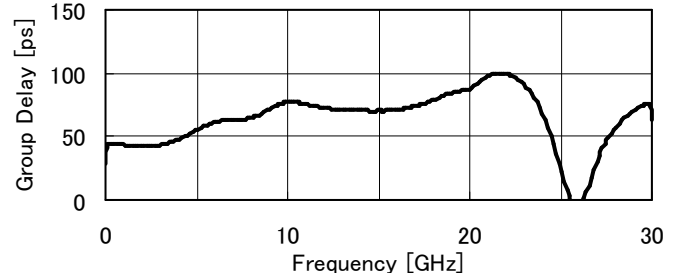


CDLD04E (電磁界解析)

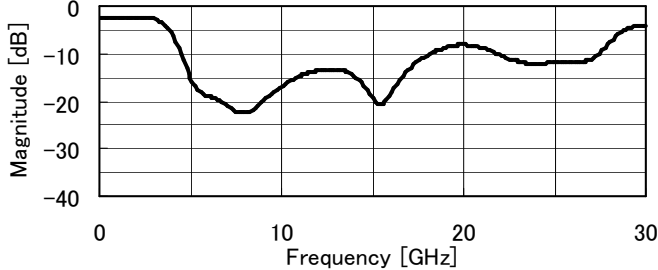
Sdd21 差動通過振幅特性



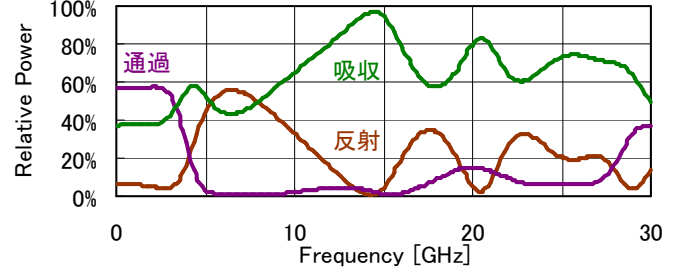
差動群遅延特性



Scc21 コモンモード通過振幅特性

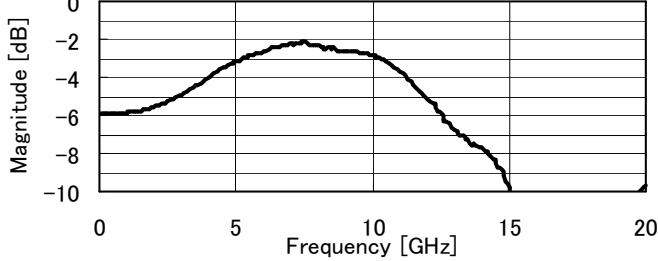


コモンモード電力比

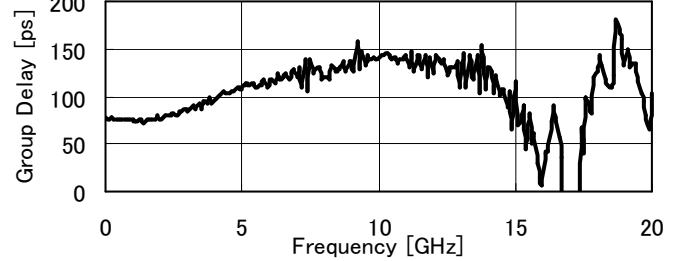


CDLD06E (実測)

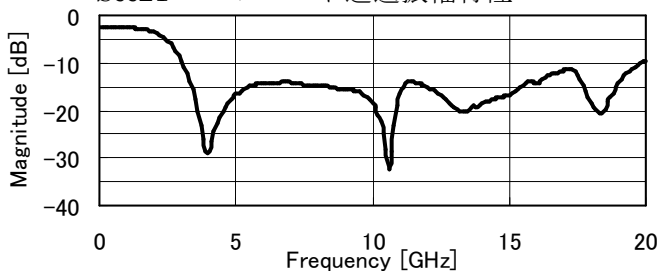
Sdd21 差動通過振幅特性



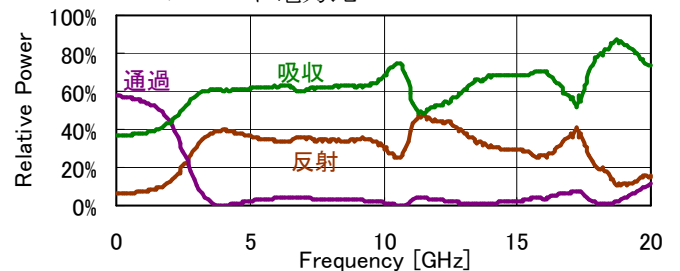
差動群遅延特性



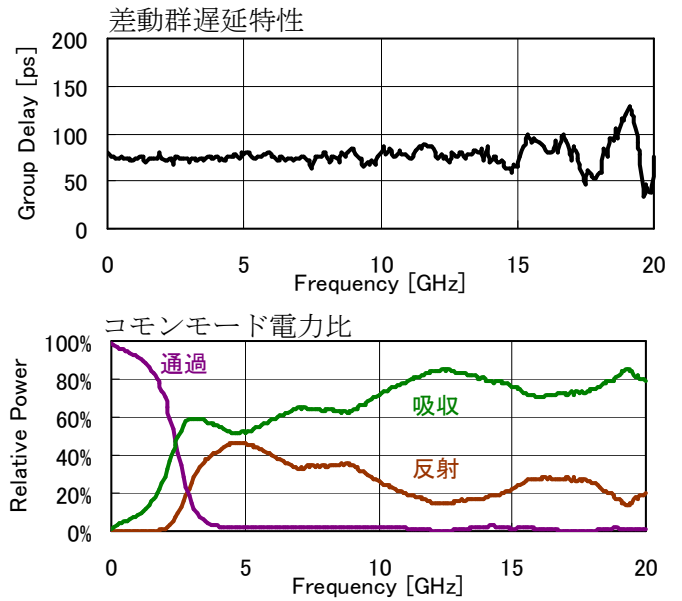
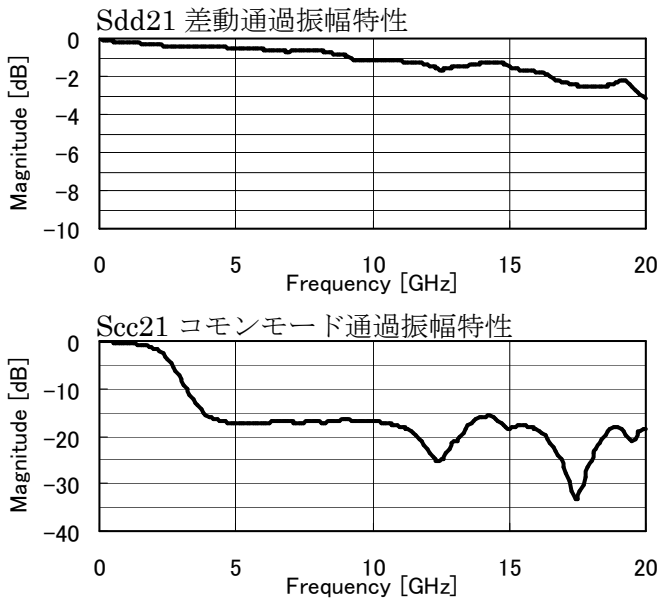
Scc21 コモンモード通過振幅特性



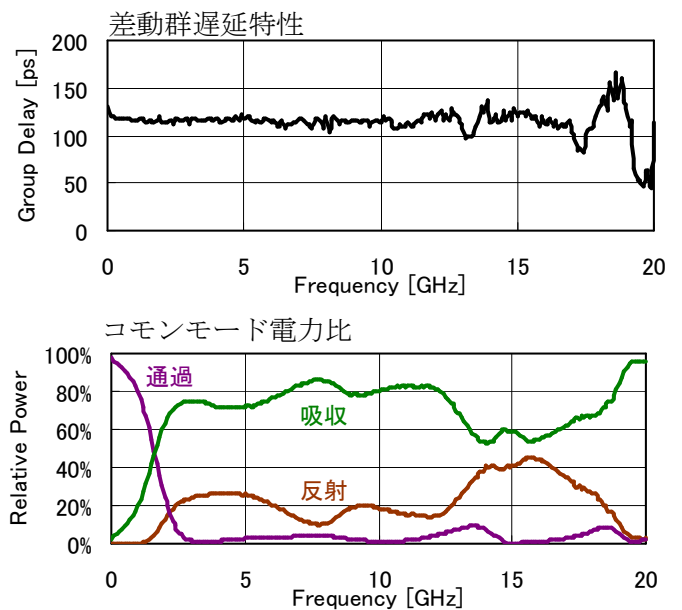
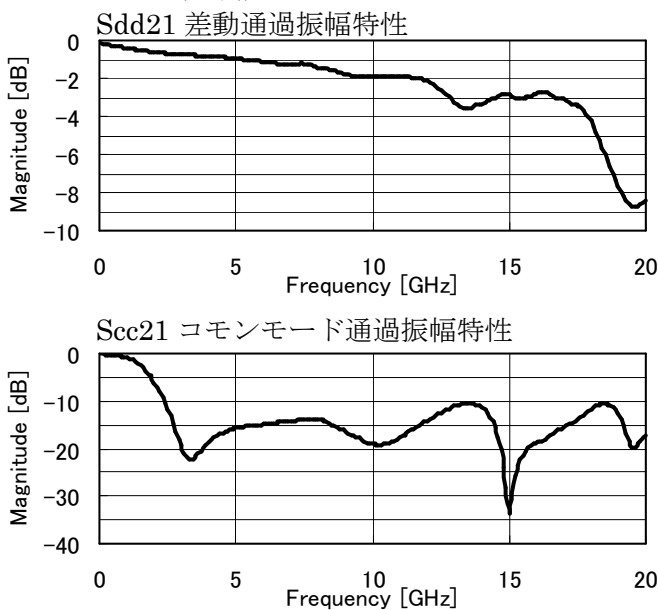
コモンモード電力比



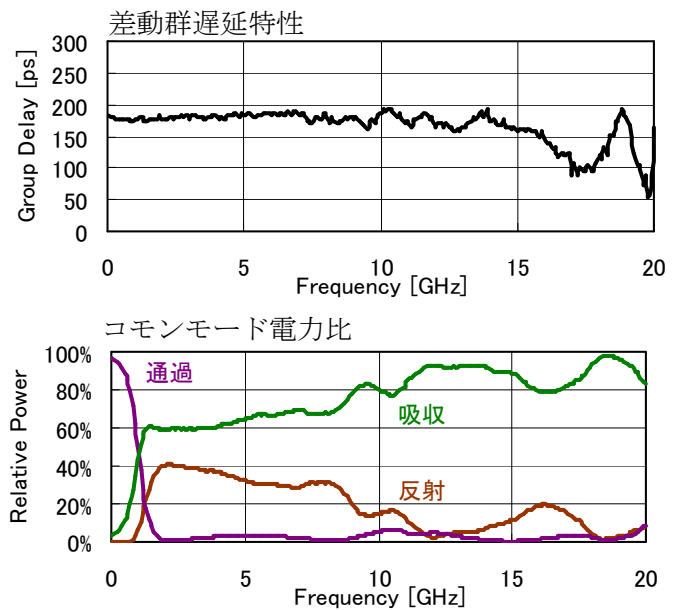
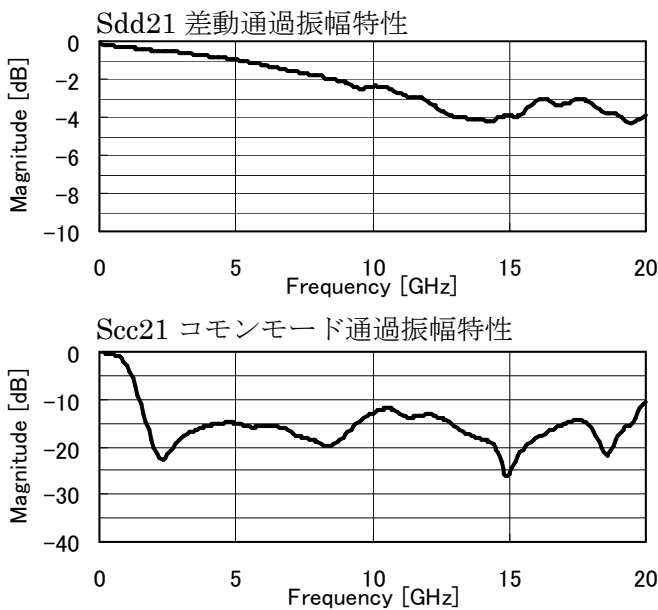
CDLD07R (実測)



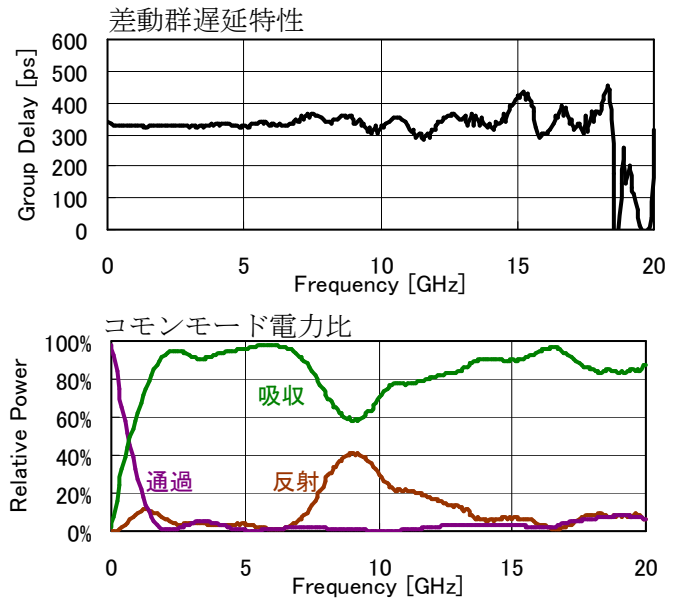
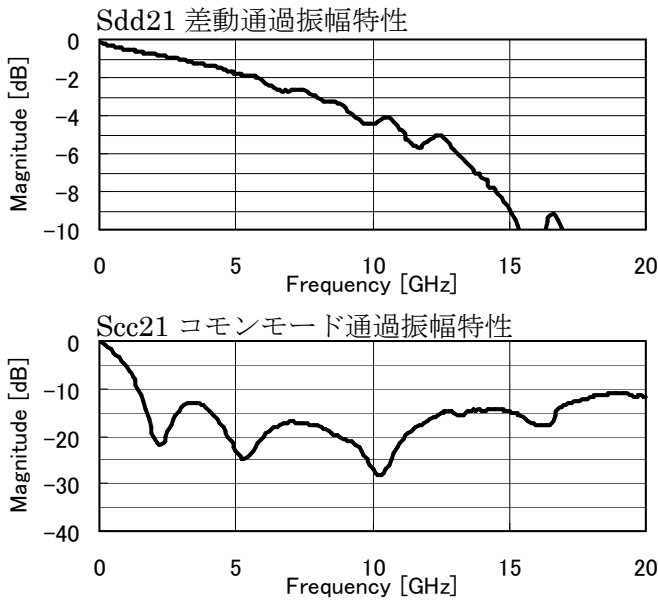
CDLD10R (実測)



CDLD15R (実測)



CDLD30R (実測)



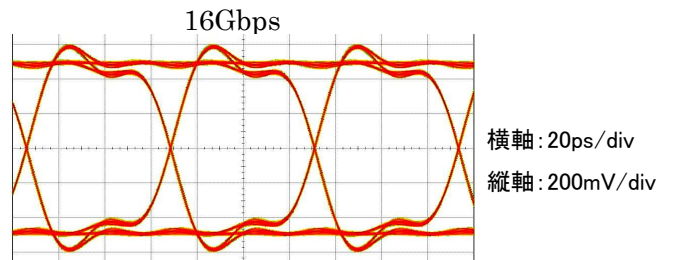
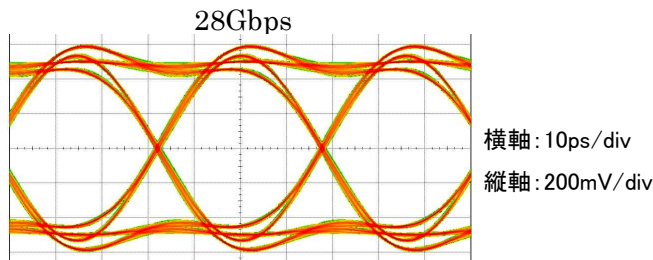
パルス応答

実測 S パラメータを用いたトランジェント解析

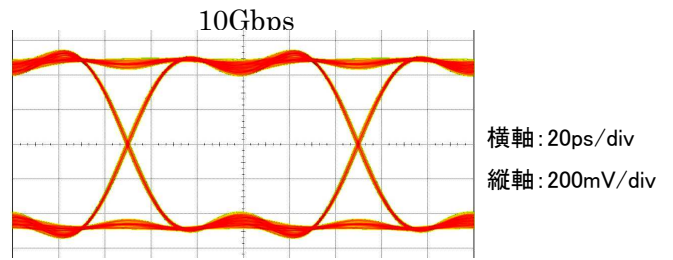
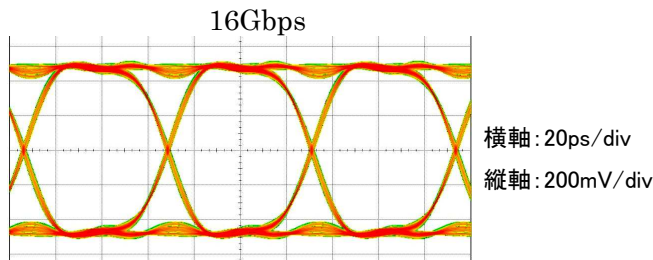
(28Gbps/16Gbps は、実測データが 20GHz までで帯域不足のため、電磁界解析の S パラメータを使用)

入力擬似ランダム信号の相間スキュー : 0ps

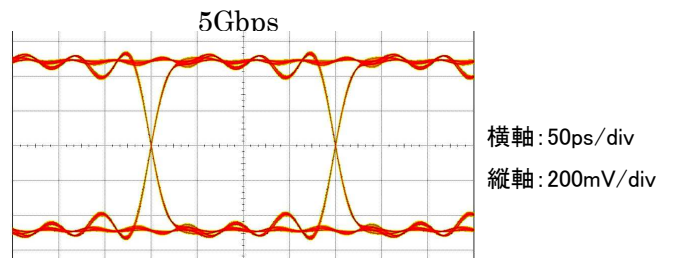
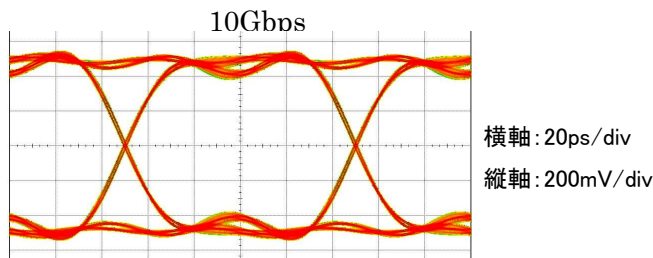
CDLD07R



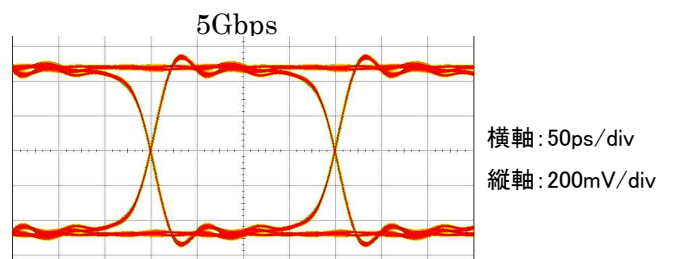
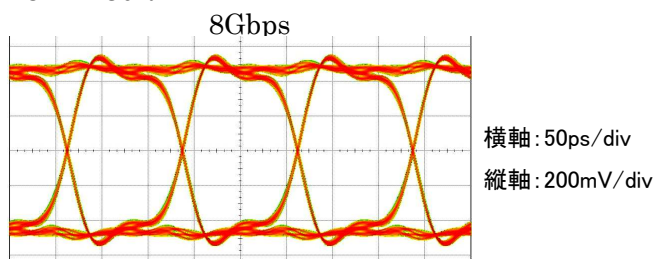
CDLD10R



CDLD15R



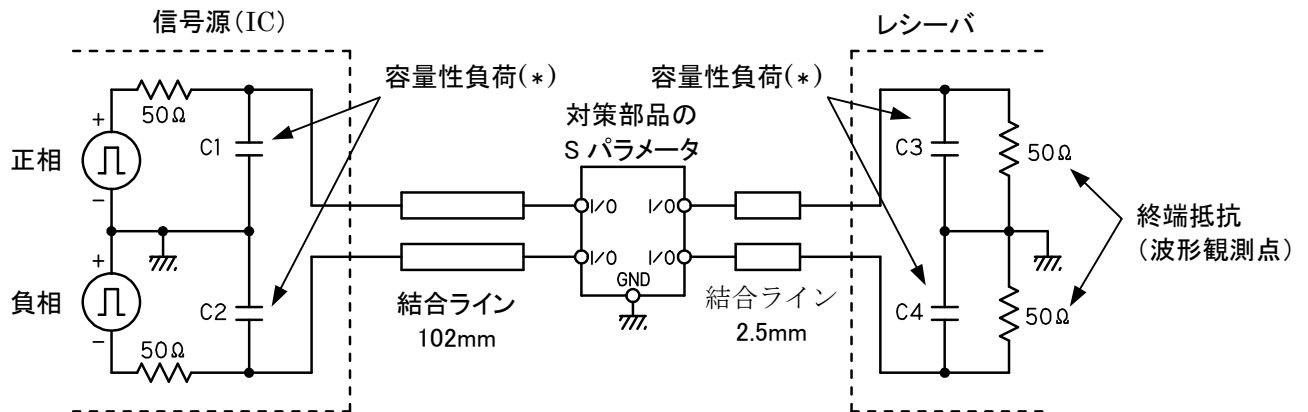
CDLD30R



## 技術資料 1、アイパターン改善／多重反射除去例

10Gbps を超える伝送速度においては、IC の ESD 保護ダイオードやパッドなどの容量性負荷によって多重反射が発生し、アイパターンを劣化させる場合があります。また、意図しない容量性負荷のアンバランスが発生する場合も考えられます。そのような各種の容量性負荷が接続された場合の差動アイパターンを下図の回路を用いて示します。

CDLD タイプは容量性負荷の条件にかかわらず、多重反射を除去して安定したアイパターンの改善が可能です。



(\*) ESD 保護ダイオード容量などを考慮したもの

## 10Gbps 疑似ランダム信号

対策部品	負荷条件	容量性負荷, バランス C1/C2/C3/C4 : 1.5pF	容量性負荷, アンバランス C1/C4 : 2pF, C2/C3 : 1pF
スルー (レシーバ IC 内の CTLE 併用)			
CDLD06E (1)*			
市販の 10Gbps 対応 パッシブ CTLE (1)*			
市販の 10Gbps 対応コモン モードチョークコイル(1)* (レシーバ IC 内の CTLE 併用)			
6dB アッテネータ(2)* (レシーバ IC 内の CTLE 併用)			

[横軸: 20ps/div、縦軸: 100mV/div]

(1)\* 実測 S パラメータ。

(2)\* 電磁界解析の S パラメータ。

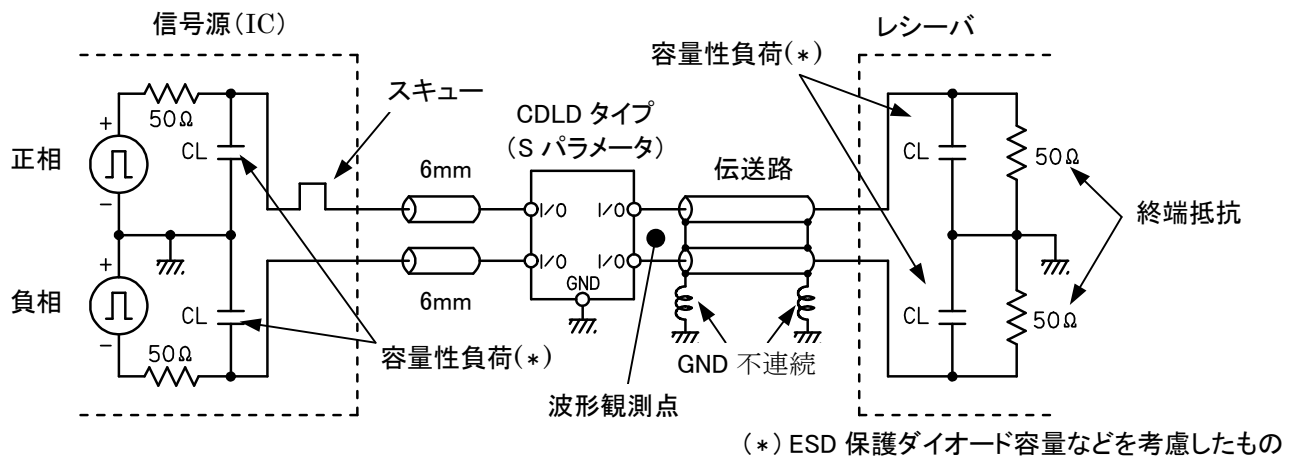




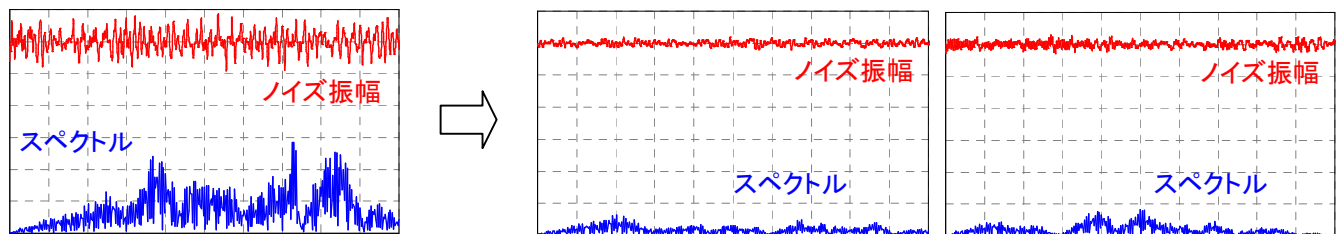
技術資料 2、コモンモードノイズ除去例

10Gbps を超える伝送速度においては、わずかなスキューでコモンモードノイズが発生します。そのような場合のコモンモードノイズ波形を下図の回路を用いて示します。

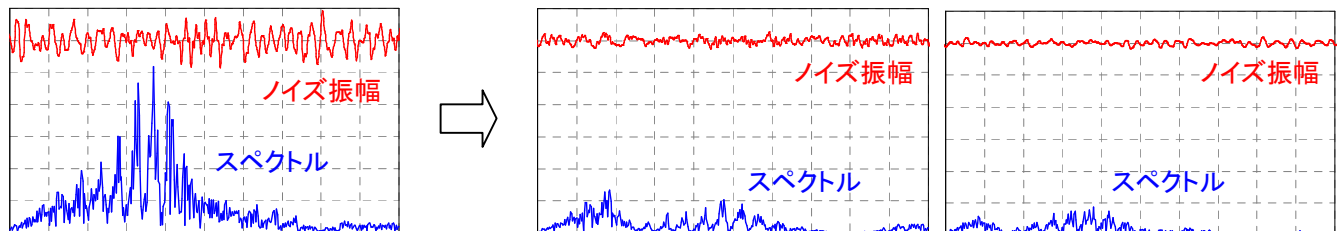
CDLD タイプを IC の直後に挿入することで、GHz 帯のコモンモードノイズを除去し、放射ノイズを未然に防ぐことが可能です。



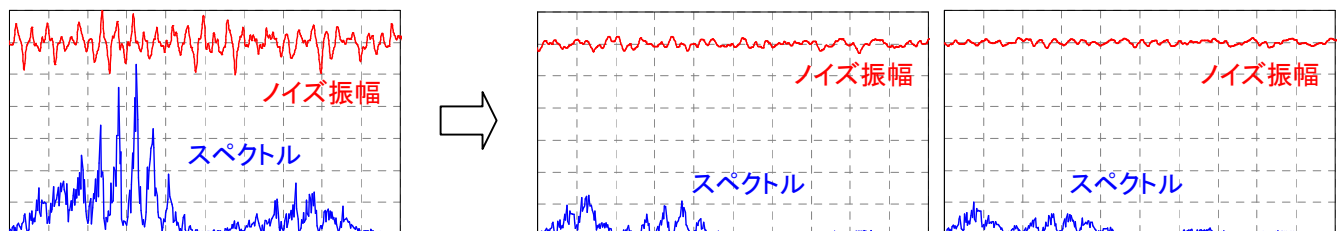
(A) 28Gbps 擬似ランダム信号、スキュー：10ps、CL：0.5pF、伝送路：30mm  
スルー CDLD03E (1)\* CDLD07R (1)\*



(B) 16Gbps 擬似ランダム信号、スキュー：20ps、CL：1.0pF、伝送路：100mm  
スルー CDLD04E (2)\* CDLD10R (1)\*



(C) 10Gbps 擬似ランダム信号、スキュー：25ps、CL：1.5pF、伝送路：100mm  
スルー CDLD06E (1)\* CDLD10R (1)\*



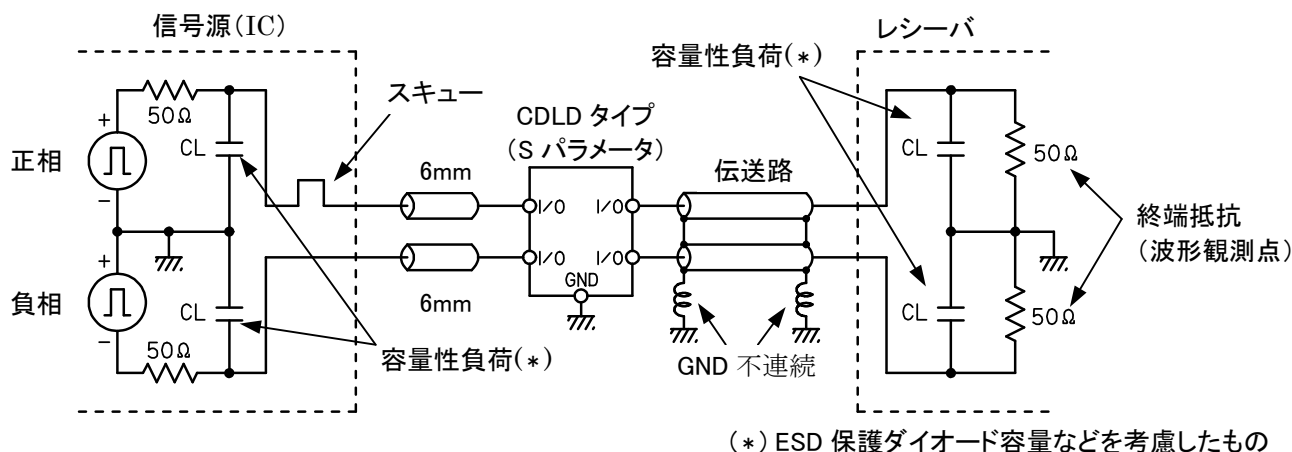
全グラフ ノイズ振幅[横軸：500ps/div、縦軸：500mV/div]、スペクトル[横軸：2GHz/div、縦軸：10mV/div]

(1)\* 実測 S パラメータ。  
(2)\* 電磁界解析の S パラメータ。

## 技術資料 3、差動信号バランス改善例

スキューやコネクタでの GND 不連続によって、レシーバでの波形は劣化します。そのような場合の差動信号の正相/負相波形を下図の回路を用いて示します。

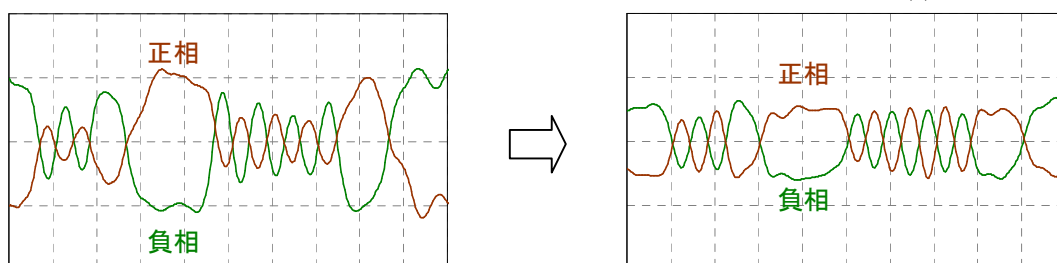
受動 CTLE 内蔵品の CDLD タイプを使用することで、スキューの解消、相間のバランスを改善するとともに、振幅差も解消することが可能です。



(A) 25Gbps 擬似ランダム信号、スキュー：10ps、CL：0.5pF、伝送路：30mm

スルー

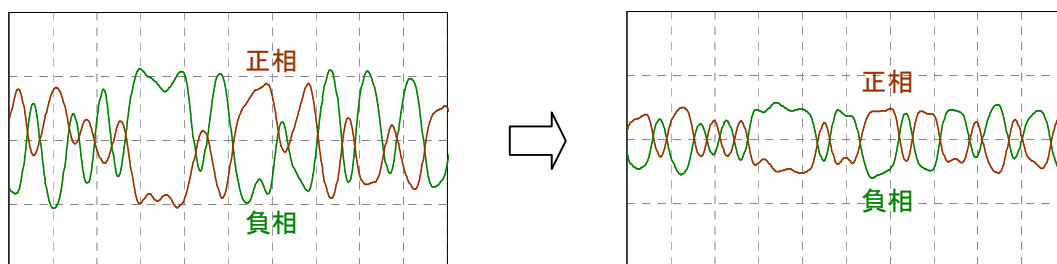
CDLD03E (1)\*



(B) 16Gbps 擬似ランダム信号、スキュー：15ps、CL：1.0pF、伝送路：100mm

スルー

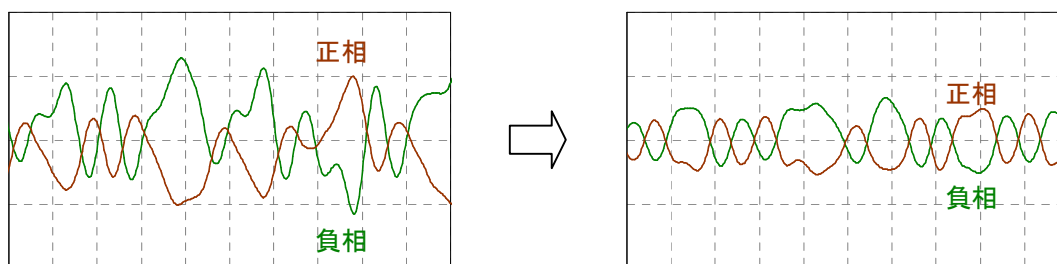
CDLD04E (2)\*



(C) 10Gbps 擬似ランダム信号、スキュー：25ps、CL：1.5pF、伝送路：100mm

スルー

CDLD06E (1)\*



(1)\* 実測 S パラメータ。

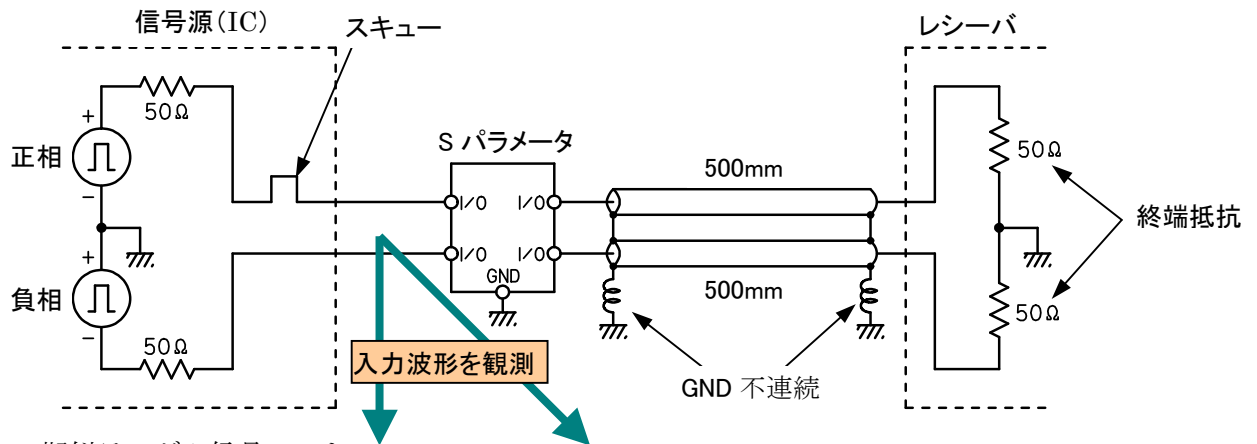
(2)\* 電磁界解析の S パラメータ。



## 技術資料 4、入力側へ反射するコモンモードノイズの比較例

10Gbps 以下の伝送速度であれば、コモンモード・チョークコイルが市販されておりますが、コモンモード・チョークコイルは、遮断したコモンモードノイズの反射量が大きく、入力波形にスパイク状の反射コモンモードノイズが重畳されてしまいます。コンパレータで入出力波形を比較する場合等では、これらのノイズ重畳は大きな障害となり得ます。そのような場合の入力側の正相/負相波形を下図の回路を用いて示します。

CDLD タイプは、GHz 帯のコモンモードノイズを吸収除去する能力が高く、入力波形への反射コモンモードノイズの重畳を防ぎます。

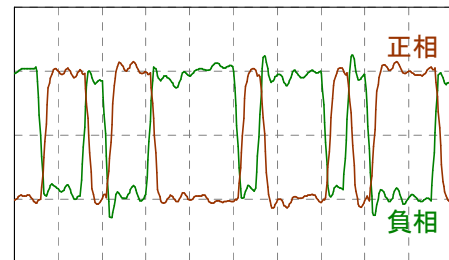


(A) 10Gbps 擬似ランダム信号、スキュー：20ps  
コモンモードチョークコイル (1)\*

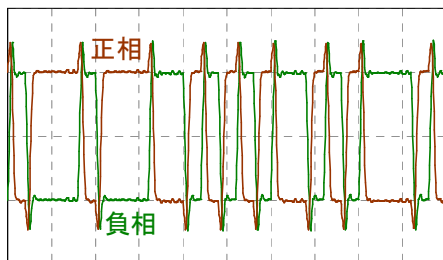


[横軸: 200ps/div、縦軸: 500mV/div]

CDLD10R (2)\*

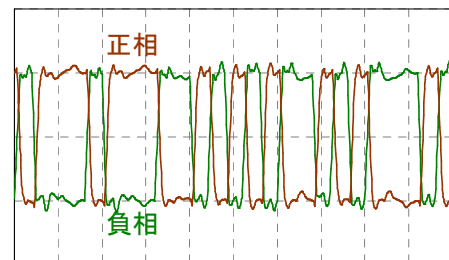


(B) 5Gbps 擬似ランダム信号、スキュー：30ps  
コモンモードチョークコイル (1)\*

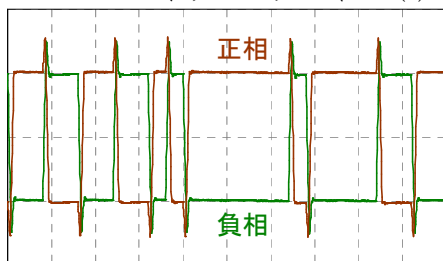


[横軸: 500ps/div、縦軸: 500mV/div]

CDLD30R (2)\*

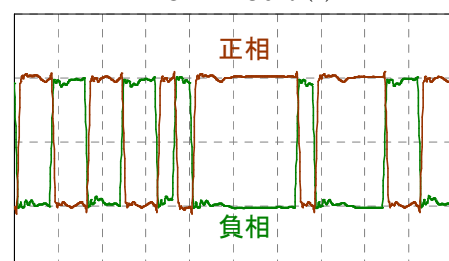


(C) 2.5Gbps 擬似ランダム信号 (3)\*、スキュー：50ps  
コモンモードチョークコイル (1)\*



[横軸: 1ns/div、縦軸: 500mV/div]

CDLD30R (2)\*



(1)\* 回路シミュレータ上で作成した等価回路です。

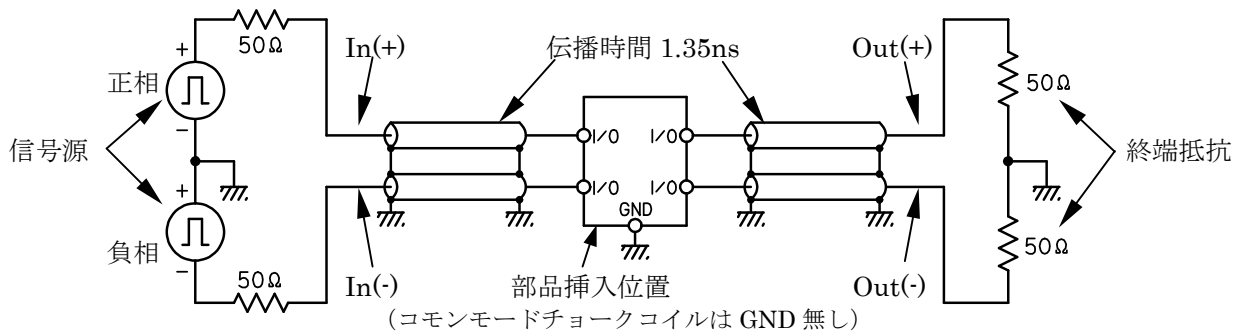
(2)\* 実測 S パラメータ。

(3)\* CDLD30R の対応伝送速度は 4G~8Gbps ですが、反射コモンモードノイズ防止の目的にご使用の場合、ノイズの周波数成分によってはより低い伝送速度でも効果を発揮します。



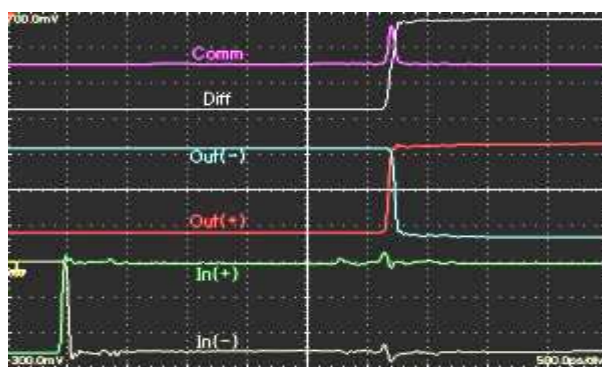
## 技術資料 5、ステップ応答でのスキュー改善例

TDR サンプリングオシロスコープを用いて、下図の等価回路で示すような測定系を構成し測定した、正相／負相 (In(+)/In(-)/Out(+)/Out(-))、出力コモンモードノイズ (Comm) および出力差動信号 (Diff) のステップ応答波形を示します。遅延時間を持つ CDLD タイプは、ノイズ発生位置から出力波形を遅延することにより、立上り／立下り部のエッジの段差を回避します。



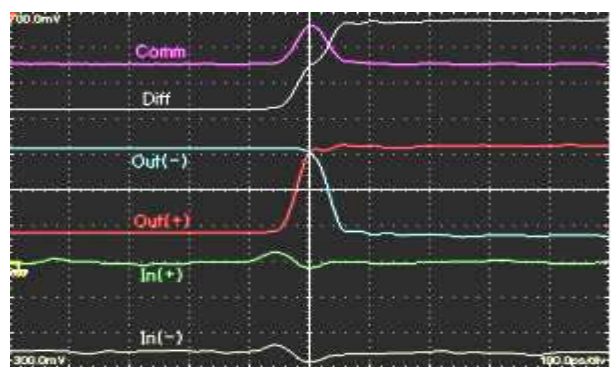
信号源の相間スキュー：60ps

(A) CDLD00R (ジャンパー)



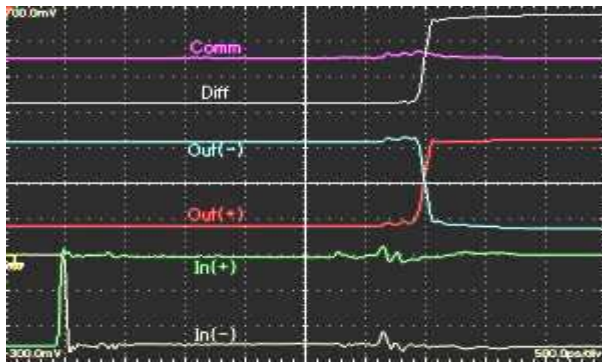
[横軸: 500ps/Div]

(エッジ部拡大)



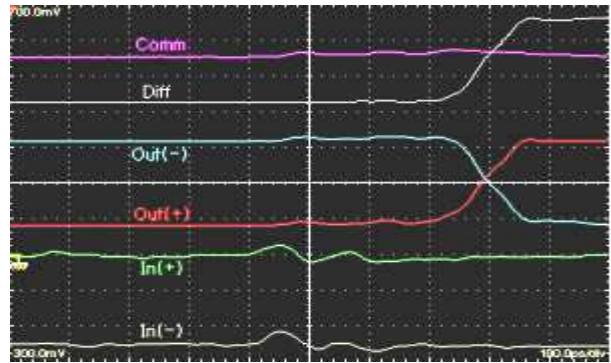
[横軸: 100ps/Div]

(B) CDLD30R



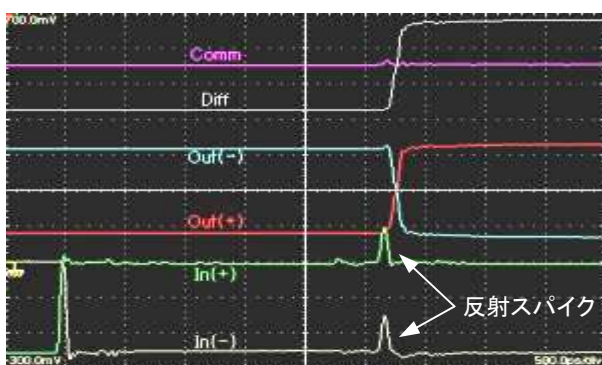
[横軸: 500ps/Div]

(エッジ部拡大)



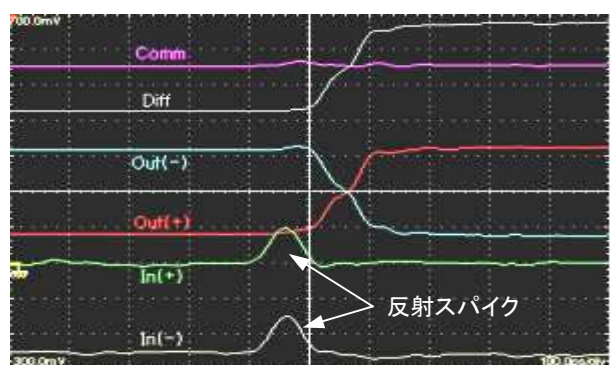
[横軸: 100ps/Div]

(C) 市販のコモンモードチョークコイル



[横軸: 500ps/Div]

(エッジ部拡大)



[横軸: 100ps/Div]

全グラフ In/Out/Comm[縦軸: 100mV/Div]、Diff[縦軸: 200mV/Div]



技術資料 6、コモンモードインピーダンスの周波数特性

CDLD タイプと理想のコモンモードチョークコイル (以下、理想 CMC) について、コモンモードインピーダンスの周波数特性を回路シミュレータによって算出し、その違いを検証します。

理想 CMC は-3dB 通過帯域をできる限り広帯域化したもので、その等価回路と主要特性を図 1 に示します。

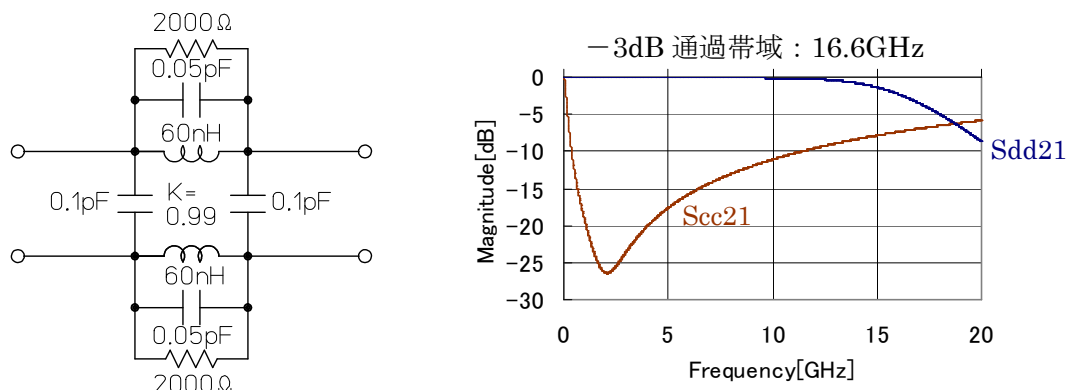


図 1 理想 CMC の等価回路と主要特性

次に、コモンモードインピーダンスの算出方法を以下に示します。

一般的なコモンモードチョークコイルは、コモンモードノイズに対して図 2 のようなコモンモードインピーダンス ( $Z_{com}$ ) が発生し、その値は同図の回路から算出することができます。一方、CDLD タイプはコモンモードノイズを信号線-GND 間の回路で吸収除去する構造であるため、コモンモードインピーダンス ( $Z_{com}$ ) に相当するものは図 3 で示す位置に配置され、その値は同図の回路から算出することができます。

図 2、図 3 の算出回路から求めた理想 CMC と CDLD30R のコモンモードインピーダンスの周波数特性を図 4 に示します。ここで、理想 CMC は回路シミュレーションによる S パラメータ、CDLD30R は 4 ポートネットワークアナライザで測定した S パラメータを使用します。

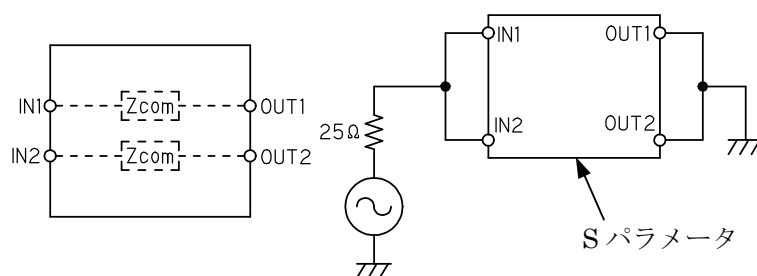


図 2 一般的なコモンモード・チョークコイルの  $Z_{com}$  の発生図と算出回路

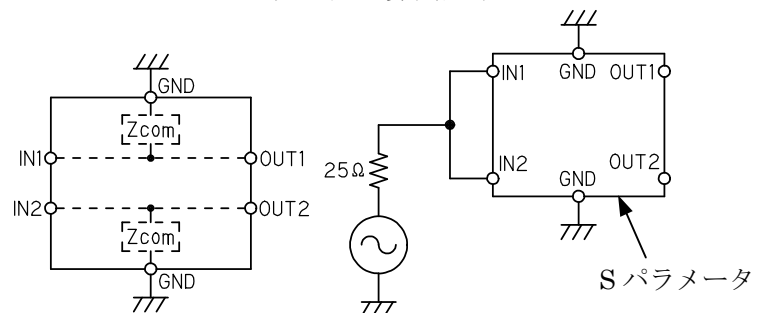


図 3 CDLD タイプの  $Z_{com}$  の発生図と算出回路

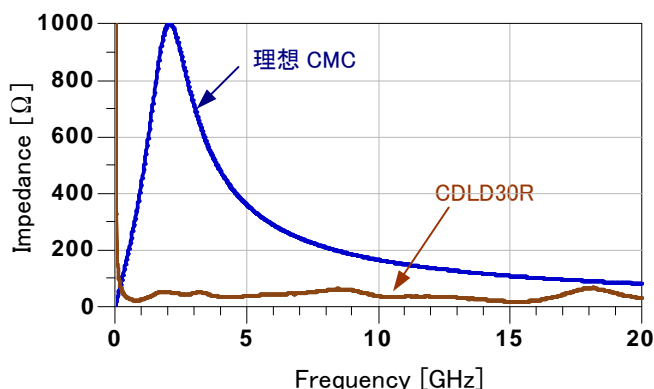


図 4 コモンモードインピーダンスの周波数特性

図 4 より、理想 CMC はコモンモードノイズに対して信号線に高いインピーダンスを発生させて遮断するため、2GHz 付近では効果的に見えます。しかしながら、周波数特性の傾斜が大きく、2GHz から離れるに従いコモンモードインピーダンスは小さくなり、遮断する機能が低下します。

一方、CDLD30R はコモンモードインピーダンスに相当する信号-GND 間の回路が一定の小さい値に設定されており、概ね平坦な周波数特性になっています。従いまして、周波数への依存度が低く広帯域にコモンモードノイズを吸収除去できるという利点があります。

## 技術資料 7、CDLD タイプの対応伝送速度

図 1 は、30ps のスキューがある差動伝送線路の周波数特性(Sdd21)です。30ps のスキューは、16.7GHz の信号を丁度 180 度位相シフトさせますので、この周波数で差動信号は完全な同相信号に変化し、差動信号成分は消失します。そのため差動信号通過特性は 16.7GHz で減衰極を形成し、-3dB 通過帯域が DC~8.3GHz 程度になります。

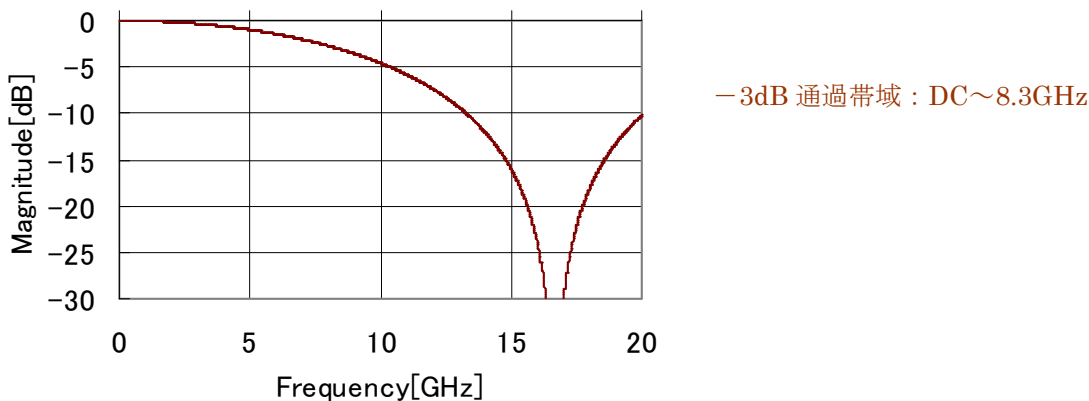


図 1 スキュー30ps の差動伝送線路の差動信号周波数特性(Sdd21)

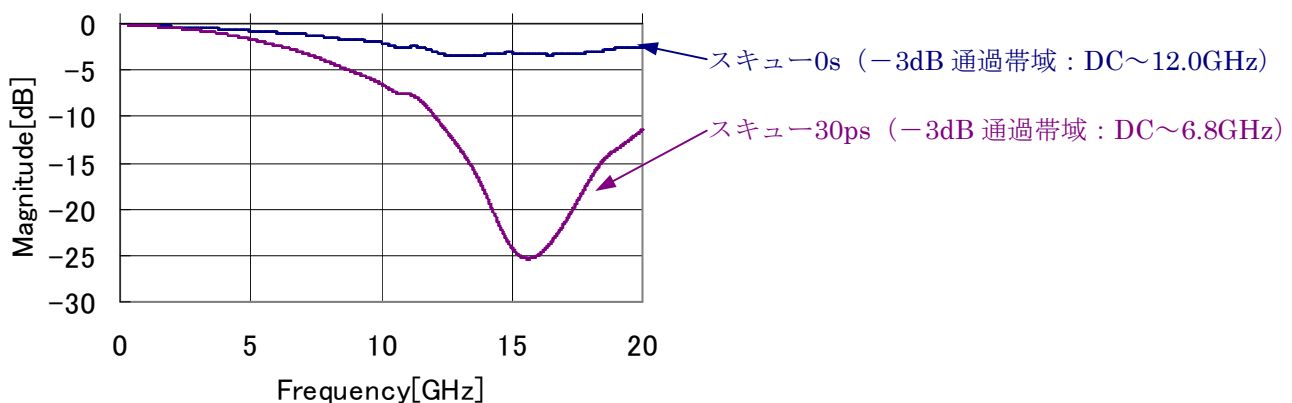


図 2 スキュー0s および 30ps の差動伝送線路に CDLD15R を挿入した場合の差動信号周波数特性(Sdd21)

次に、スキュー0s および 30ps の差動伝送線路に CDLD15R を挿入した場合の周波数特性(Sdd21)を図 2 に示します。

図 2 に示されるとおり、スキュー0s の場合の-3dB 通過帯域に比べ、スキュー30ps のときの-3dB 通過帯域は大幅に劣化してしまいます。しかし、この原因は図 1 で明らかなように、CDLD15R の特性に影響されるものではなく、スキューが生じている伝送線路によるものです。すなわち、本製品でスキュー解消した場合の出力波形品位は、本製品の-3dB 通過帯域によらず、発生しているスキューの大きさに決まってしまう可能性が高くなります。そのため、伝送速度によっては 1 ユニットインターバル波形において、高次高調波が欠落した正弦波形状になることが想定できます。特に 10Gbps 以上の伝送速度では、その傾向は顕著になります。

そこで、本製品の対応伝送速度につきましては、各品番の-3dB 通過帯域から単純に計算するのではなく、スキュー発生時には図 1 の特性に従って、1 ユニットインターバルの通過波形が正弦波形状になる事を前提に、出力の波形品位が維持できる対応伝送速度の最大値を検討した結果、仕様に記載した伝送速度までは充分対応可能と判断いたしました。

尚、当社の差動スキュー補正用ディレイライン CSKF タイプを用いますと、スキューを解消するだけでなく、差動信号通過特性もスキュー発生前の状態に修復可能です。CSKF タイプで概略のスキュー解消を行い、残留スキューを CDLD タイプ等で解消すれば、より高品位な状態で差動信号をバランスさせる事が可能です。

