

■9 群 (電子材料・デバイス) - 6 編 (受動・機能デバイス)

---

## 7 章 光モジュール

### 【本章の構成】

本章では以下について解説する.

- 7-1 光トランシーバ
- 7-2 光アクティブケーブル
- 7-3 コヒーレント光受信モジュール

■9 群-6 編-7 章

---

7-1 光トランシーバ

## ■9 群-6 編-7 章

### 7-2 光アクティブケーブル

(執筆著：石神良明) [2012年1月 受領]

#### 7-2-1 概要

近年、インターネットの急速な普及と計算機能力向上の要求から、データセンタ内で処理する情報量が飛躍的に増加している。情報処理量を向上するには CPU（中央演算処理ユニット）やストレージなどの構成機器の能力向上はもちろん、それら機器間を結ぶインターコネクションの高速化も重要となる。これまでのデータセンタでは同軸ケーブルを用いた安価な電気インターコネクションが使用されてきたが、近年では更なる処理能力の向上から 10 Gbit/s を超えるインターコネクションの需要が高まり、電気インターコネクションの伝送能力限界が見えはじめる、光インターコネクションへの期待が高まってきている。

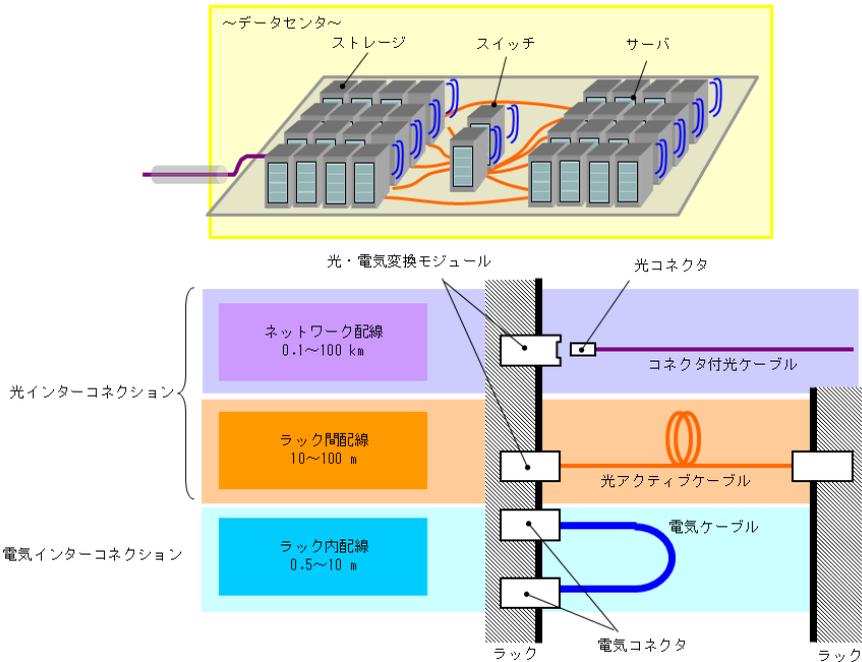


図 2・1 データセンタ内のインターコネクションの種類

図 2・1 にデータセンタ内のインターコネクションの種類を示す。従来の光インターコネクションは光コネクタの着脱部を持つ光-電気変換モジュールとコネクタ付光ケーブルを接続した形態で、各社の光-電気変換モジュールに対して接続互換性が必要なことから、光送信波形と光受信特性を厳密に規定する必要があり、電気インターコネクションに比べて高価であった。光アクティブケーブルは光コネクタ部をなくし、光-電気変換部と光ファイバケーブルを一体

化することによりユーザは電気インターコネクションと同様に光を意識せずに使用することができる。また、製造側は光特性の厳密な規定が不要なことから低コスト化が可能となり、近年、急速に普及している。

### 7-2-2 光アクティブケーブルの種類

データセンタ内の光インターコネクションとして複数の規格やチャンネル数が仕様化されている。表 2・1 に光インターコネクションの代表的な仕様の一覧を示す。InfiniBand は 2011 年 6 月時点で高性能な技術計算用スーパーコンピュータのインターコネクションとして最も多く使用されている規格で、計算能力上位 100 システムのうち 61% を占める。チャンネル数は 4 ch 及び 12 ch が一般的である。

表 2・1 光インターコネクションの代表的な仕様

通信規格	InfiniBand QDR		10GBASE SR (イーサネット®) <sup>5)</sup>
コネクタ	QSFP	CXP	QSFP
チャンネル数	4	12	4
信号速度/ch	10 Gbit/s		10.3125 Gbit/s
データ符号化処理	8 B/10 B		64 B/66 B



QSFP

Tyco Electronics Corporation Web サイトより



CXP

日立電線

ETHERNET/イーサネットは、富士ゼロックス株式会社の登録商標です。

### 7-2-3 光アクティブケーブルの構成

CXP 型光アクティブケーブルの構成を図 2・2 に示す。両端に CXP に準拠したコネクタ部があり、送信用の基板と受信用の基板の 2 段構成で、それぞれの基板に光電変換部を搭載し、24 本の光ファイバで 10 Gbit/s の 12 ch 双方向伝送を行う。電気インタフェースは 84 ピンの 2 段カードエッジコネクタで、活線挿抜可能なプラグプル構造により従来の電気インターコネクションと同様に扱うことができる。

光アクティブケーブルのブロック図を図 2・3 に示す。送信側 OSA (Optical Sub Assembly) は 850 nm の VCSEL (垂直共振器面発光レーザー) を 1 チップ上に 12 ch 並べた VCSEL アレイと、VCSEL からの光を光ファイバに結合させるための 12 ch レンズアレイ、駆動用ドライバアレイで構成される。同様に受信側 OSA は 850 nm 帯 PD (フォトダイオード) と、12 ch レンズアレイ、増幅用のプリアンプアレイで構成される。

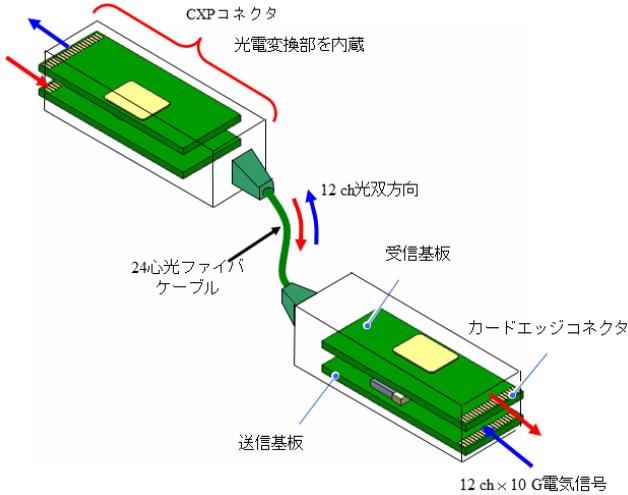


図 2・2 150 Gbit/s 光アクティブケーブルの構成

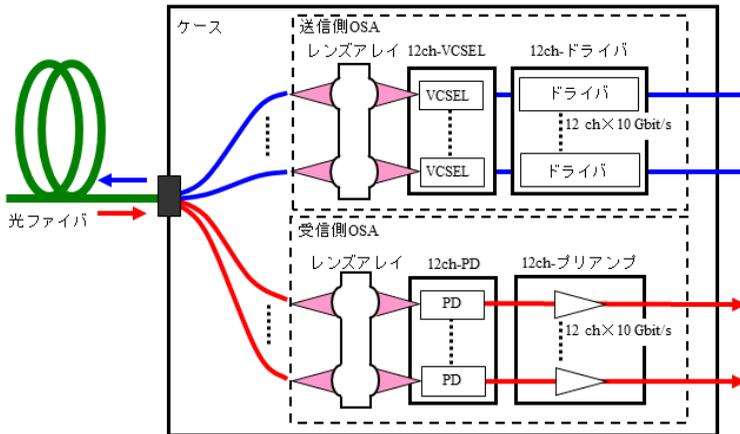


図 2・3 CXP 光アクティブケーブルのブロック図

光アクティブケーブルの OSA の構成を図 2・4 に示す。光アクティブケーブルは光ファイバと電気信号の方向が並行で、かつ光素子に面発光型レーザー (VCSEL) や面受光型 PD を使用するため、光路もしくは電気信号ラインのいずれかをモジュール内部で直角に方向転換する必要がある。ここでは 2 種の構成について述べる。

図(a)の直角光路型の受信側 OSA の場合、光ファイバから発した光は第一レンズで平行光線となり、 $45^\circ$  傾斜面で全反射して第二レンズで集光され光素子に入射する。送信側 OSA も受信側 OSA と同様の構成で、光の進行方向が逆となる。図(b)の直角電気信号ライン型では光路

は直線であるが、フレキシブル回路基板を使って電気信号ラインを直角に方向転換している。いずれの構成も 12 本の光ファイバの末端には MT コネクタがあり、レンズと MT コネクタと嵌合するピンを樹脂で一体成型し、安定した光学特性と低コスト化が実現できる。

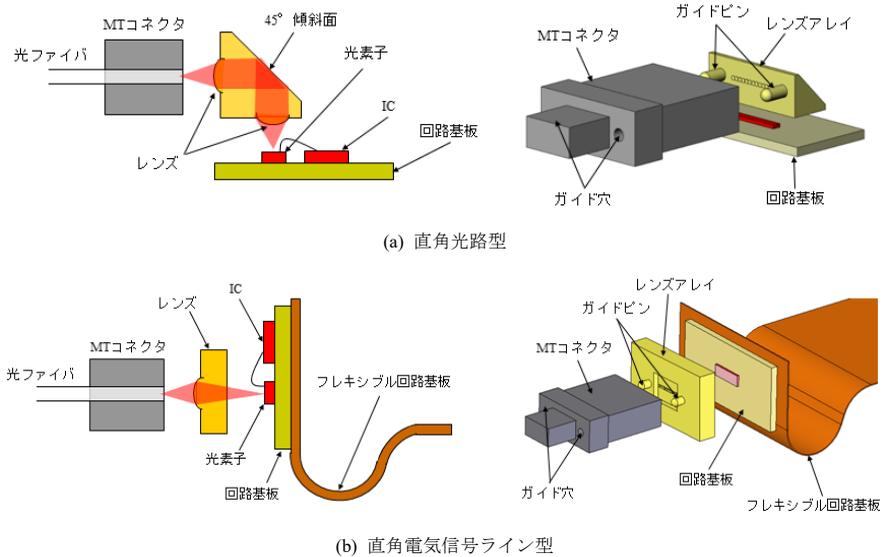


図 2・4 光アクティブケーブルの OSA の構成

### 7-2-4 光アクティブケーブルの特性

光アクティブケーブルでは光波形の特性を意識する必要がないため、最も重要な特性は電気信号のジッタである。図 2・5 にジッタ測定系と図 2・6 に日立電線製 CXP 光アクティブケーブルの伝送速度 12.5 Gbit/s での出力トータルジッタを示す。測定器が持つジッタ 0.13 UIpp と評価ボードで発生するジッタ 0.09~0.16 UIpp を含めても、出力トータルジッタが 0.47 UIpp 以下と十分小さい。また、70°C での劣化は 0.05 UIpp 以内と十分小さく抑えられている。

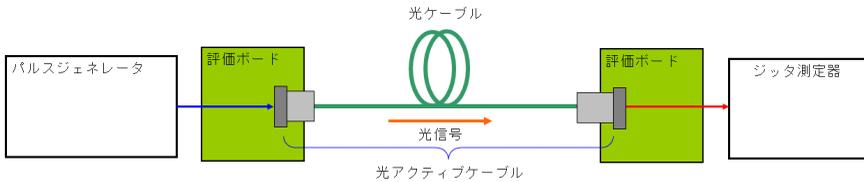


図 2・5 ジッタの測定系

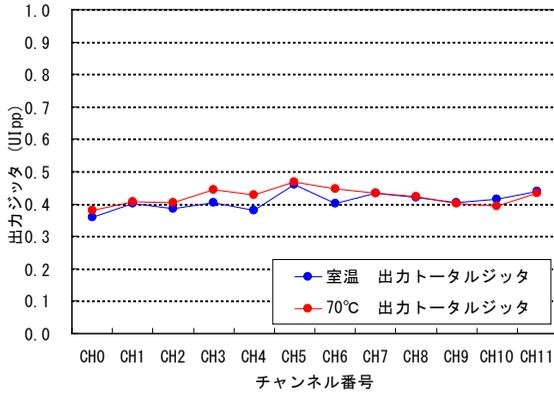


図 2・6 トータルジッタ

■9 群-6 編-7 章

---

7-3 コヒーレント光受信モジュール