

Featuring

世界初^{※1}のレンズレス光配線モジュールの量産を実現させた半導体技術

世界初のレンズレス光配線モジュールの量産化

半導体技術から生まれた光実装技術

レーザを含めた協調設計技術

4K2K 時代を支える光配線モジュール

※1: 2011年11月時点、ソニー調べ

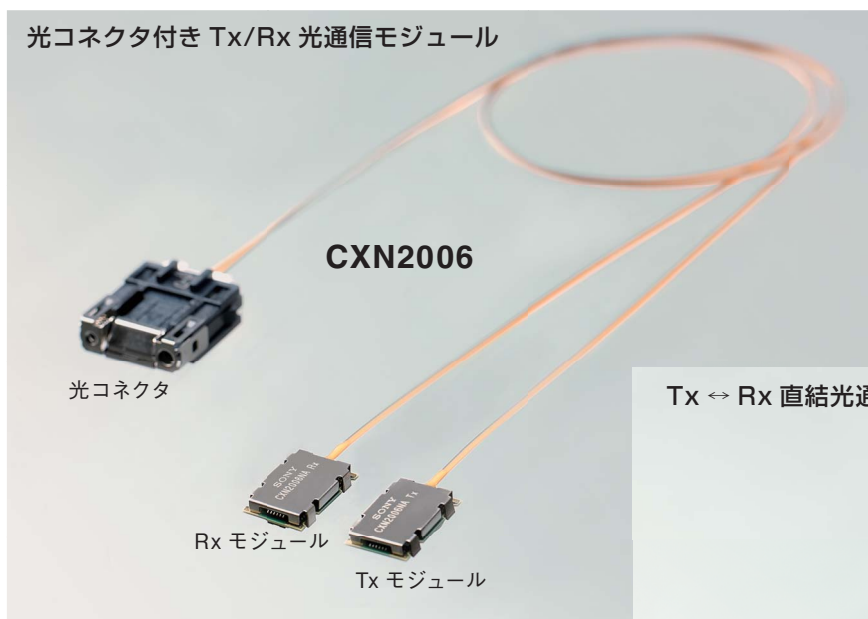
映像技術は、High Definition 映像から4K2K 映像へと解像度を高め、画質をさらに向上させる方向に進化しています。従来、近距離伝送（～数十センチメートル程度）は、電気伝送技術が使われることが一般的であり、それに代わる技術があまり求められていませんでした。しかし、解像度が上がるにつれ、扱う映像データの容量が増加しています。そこでソニーでは、大容量伝送を可能とする光配線を導入すべく、自社が持つ半導体技術と光通信技術を融合し、レンズを使わない光配線モジュールの開発に着手しました。レンズを使わないことで、部品点数を削減し、構造を簡素化することができ、生産性の向上と安価な製

造工程の構築が可能となります。これにより、従来の光通信モジュールに比べ、低価格な光通信モジュール CXN2006、CXN2007、CXN2300 を量産化することができました。

今回の製品は、ソニーの業界最高画質 CineAlta カメラ^{※2}「F65」および SRMASTER ポータブルレコーダ「SR-R4」に搭載されています。VCSEL（面発光レーザ）を使ったレンズレス光配線モジュールとして世界初の量産技術を確立しました。

今号では、この光配線モジュールを支えている光実装技術と高周波技術について、ご紹介します。

※2: CineAlta はソニー株式会社の商標です。



レンズレス光結合を実現した 半導体実装技術

従来の光通信モジュールは、レーザ（発光デバイス）またはフォトダイオード（受光デバイス）などの光デバイスと光ファイバとの光学結合部分に、集光レンズや反射ミラーなどの光学部品を使うのが一般的でした。しかし、光学部品を使った光学設計は、部品点数や実装組立工程を増大させ、光通信モジュールを高価なも

のにしていました。長距離光通信モジュール技術を近距離で一般的に使われている電気伝送技術に置き換えるためには、生産性を向上させ、安価なプロセスを構築しなければなりません。この課題の一つに光デバイスと光ファイバの光軸合わせがあります。例えば、送信側の光結合部分では、レーザの出射光（数マイクロメートルの出射部から数十度の広がり角を持つ）を50 μm 程度の光通路となる光ファイバのコアに低損失で結合させなければ

なりません。一般的な集光レンズなどを使った光結合でも、位置合わせの許容範囲は、わずか10 μm 以下程度です。今回ソニーは、このような厳しい実装条件を持つ光結合技術に半導体実装技術を適用する新規の光実装技術を開発しました。これは、シリコンインターポーザを介して、光デバイスと光ファイバを直接的に結合する技術です。従来、光学設計で一般的に使われていた光学部品を一切使わない光実装プロセス技術の開発に成功しました。それと同時に小型薄型化かつ簡素な構造も実現しました。この技術を使い、40Gbps（10Gbps \times 4ch）の光配線モジュールの商品化に成功しました。（レンズレス光学実装の基礎研究レベルの成果は、先端フォトニクス株式会社との共同開発によるものです。）

図-1 解像度とデータ容量の関係

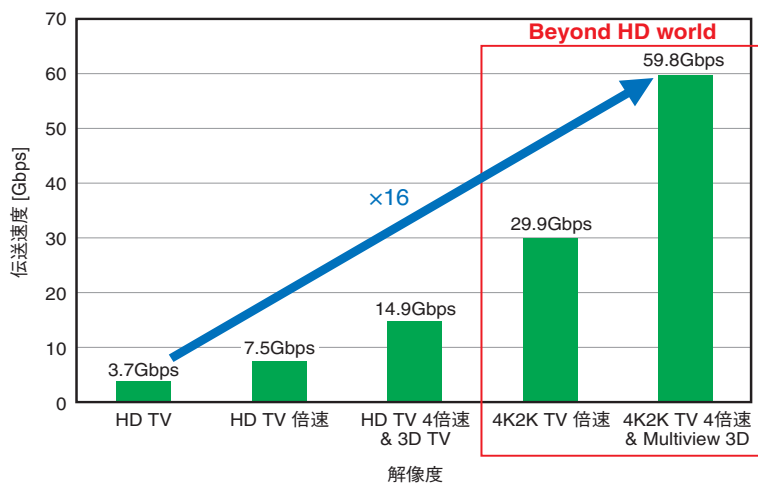
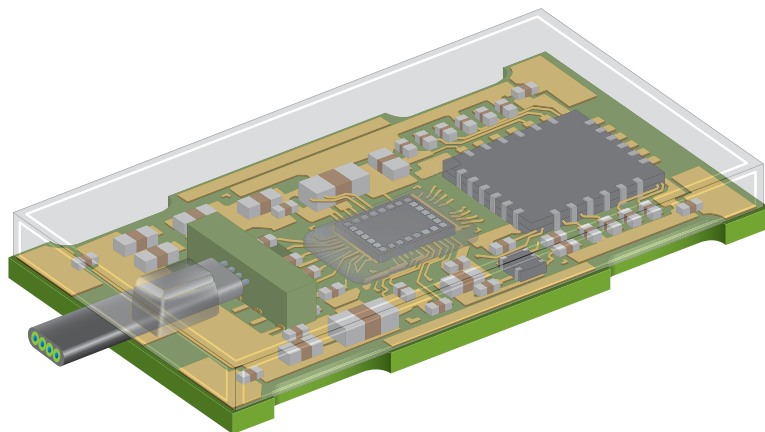


図-2 モジュール外観 3D 図



光実装技術

レンズや集光レンズを使わず、発光・受光デバイスと光ファイバとを直接的に光結合させるために、シリコンインターポーザ基板を採用しました。表裏の両面にCu配線が形成されたシリコンインターポーザには、半導体の3次元実装技術に用いられているTSV(Through-Silicon-Via)の高精度な貫通孔形成技術を利用した光ファイバガイド孔を形成し、そのガイド孔に光ファイバを挿入して光ファイバを固定しています。一方、発光デバイスであるVCSELまたは受光デバイスであるPD(フォトディテクタ)それぞれの発光部または受光部がシリコンインターポーザの光ファイバガイド孔に対してマイクロオーダーの位置合わせをする必要があります。このため、デバイスをフリップチップ実装し、シリコンインターポーザに搭載することにより、光ファイバと発光デバイス、または受光デバイス

との直接的な光結合を実現しています。今回のモジュールは、10Gbpsの伝送量を有するチャンネルを4chで構成した40Gbps伝送量のモジュールであり、光ファイバ芯線4本を有する4芯光ファイバケーブルを使用し、その4芯を一度に実装します。一方で、シリコンインターポーザを90度回転させて基板の両面の電極とモジュール基板の電極とをはんだ接合することにより、シリコンインターポーザとモジュール基板を電氣的に接続し、モジュール基板に実装しています。この構成により、光ファイバと光デバイスとの光結合をレンズやミラーなどの光学部品を経由しない直接的な光結合を実現したコンパクトでシンプルな光電変換部を実現しました。モジュールサイズは10mm×16mmの小型化を実現しました。

高周波技術

光学部品を使わない光結合技術を実現させるためには、特性面での課題も大きなものでした。従来、光デバイスとそれを駆動するためのフロントエンドIC(以降、F/E)は、直接、ワイヤーボンド実装(Wire bonding、以降WB実装)で実装されることが多いのですが、今回開発したモジュール構造は、ガラスエポキシ基板とシリコンインターポーザを通過して、光デバイスとF/Eが接続されます。この伝送線路上には、寄生容量、寄生インダクタンス、そして、寄生抵抗が含まれており、WB実装に比べてこれらの値は非常に大きくなり、高周波特性を劣化させる要因となります。また、光デバイス、特にレーザの個体および温度による電流-電圧特性のばらつきや変動もシリコン系のデバイスに比べて非常に大きくなります。このため、一般的なシリコン系パッケージの高周波設計に使われているシミュレー

図-3 光結合部の断面図

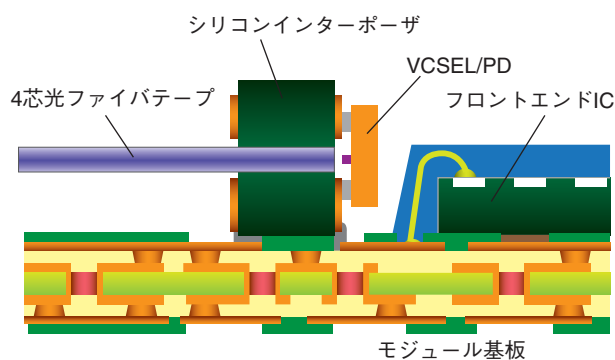
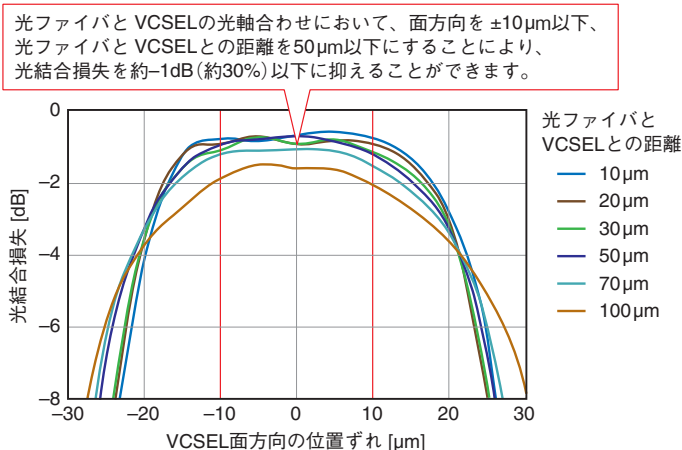


図-4 光結合トレランスデータ



シミュレーションモデルによる協調設計の手法が必要でした。ソニーでは、協調設計に必要な伝送線路と終端となる光デバイスおよびF/Eのシミュレーションモデルを開発し、光デバイスからF/Eのすべてを総合的にシミュレーションすることによって、WB実装時と遜色のない高速伝送信号の品質を実現させることができました。

図-5 シミュレーション

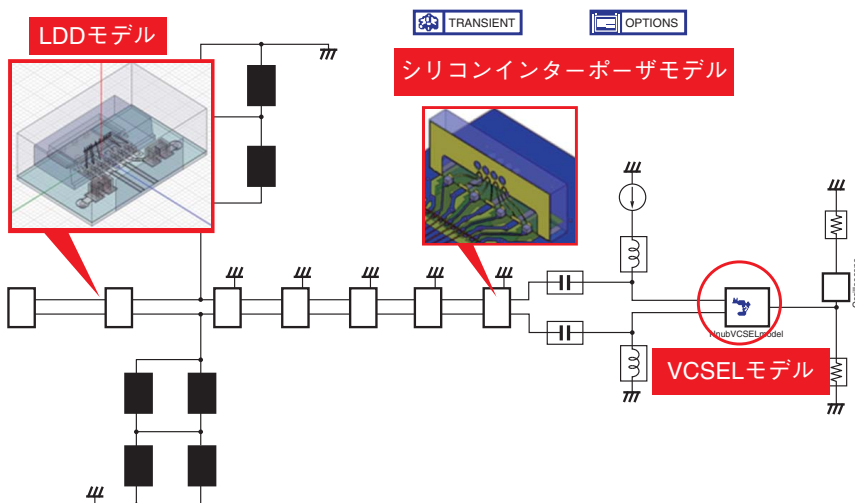
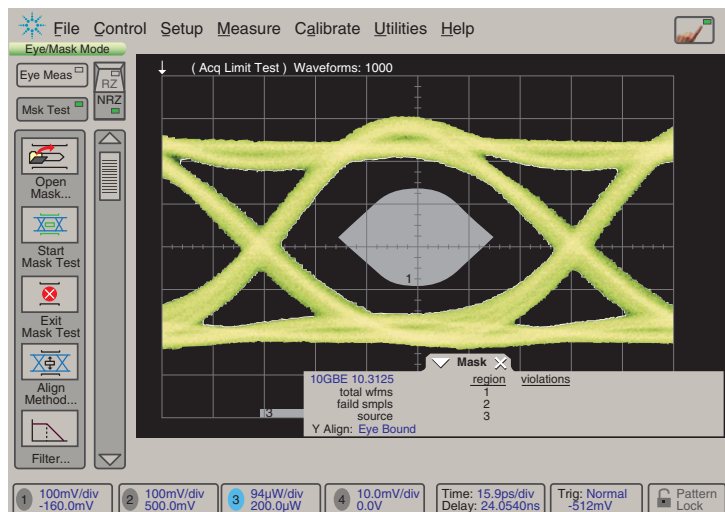


図-6 10.3125Gbps アイパターン



今後の展開

ソニーは、2012年1月に発売を開始したCineAltaカメラ「F65」およびSRMASTERポータブルレコーダ「SR-R4」に向けて、これまで述べてきた要素技術により開発したレンズレス光配線モジュールを量産レベルで供給し始めました。世界で初めて、短波長（850nm）VCSELと光ファイバとの接続をレンズレスで結合できる光実装技術の量産化に成功しました。

今後、ソニーは、半導体技術から生まれた光実装技術をさらに向上させ、お客様のご要望に合った、より安価な光配線モジュールを提供していきます。



開発メンバー
(左から) 小川 剛、山田 和義