

VCSELトランシーバ最新市場予測

By Stephen Montgomery, ElectroniCast

面発光レーザ (VCSEL) ダイオードは1999年から商用で使われるようになった、研究開発が始まってから20年以上後のことだ。

VCSELレーザコンセプトは、1979-80年、東京工業大学の伊賀健一博士とその学生による初期の歪格子研究から生まれたものだ。これは多くの大研究所での幅広い研究をベースにしており、主な研究機関としてはAT&T ベル研究所、サンディア研究所があり、当時サンディア研究所はWestern Electric の管理下にあり、Western ElectricはAT&Tの製造部門だった。したがって、サンディアLabsとベル研は自然な協力関係にあった。サンタバーバラのカリフォルニア大学(UCSBS)もVCSEL研究に大きな貢献をしている。

この基礎研究と応用研究から起業家的な研究者が排出し、開発、マーケティング、製造を目的とする企業が形成された。しかし、1980年代から1990年代初期には、まだVCSELベースの機能を商用生産するほどの需要はなかった。このため、組織の構築、解体、再構築など、のんびりした期間が続いた。

1980年代、米国の武器システム計画者は、将来的には当時の何桁も大きなデータ伝送が必要になると予測していた。しかも、物理的には非常に狭いスペースで、厳しい環境での動作に耐えるラギッド性が必要だと考えられていた。単一の端面発光ダイオードでは要求に応えられないように思われた。

データを多くの並列高速チャンネルで伝送することが1つの候補になるように思われたが、製造、コスト、その他の要素から、端面発光ダイオードは選択肢としては魅力がないものだった。

アレイVCSELの方がより魅力的と思われたが、商用生産されればの話だ。したがって、過去10年に渡り、米国政府(主にDARPA)は、約2億ドルを投じて、産業界、大学、その他の研究機関がVCSELを商用利用できるように研究する契約を結んだ。業界の研究機関はこの資金と契約によく適合していた。北米、ヨーロッパ、日本にも、その他に多くの大小の独立したVCSELプロジェクトができ、この技術の進歩に貢献した。

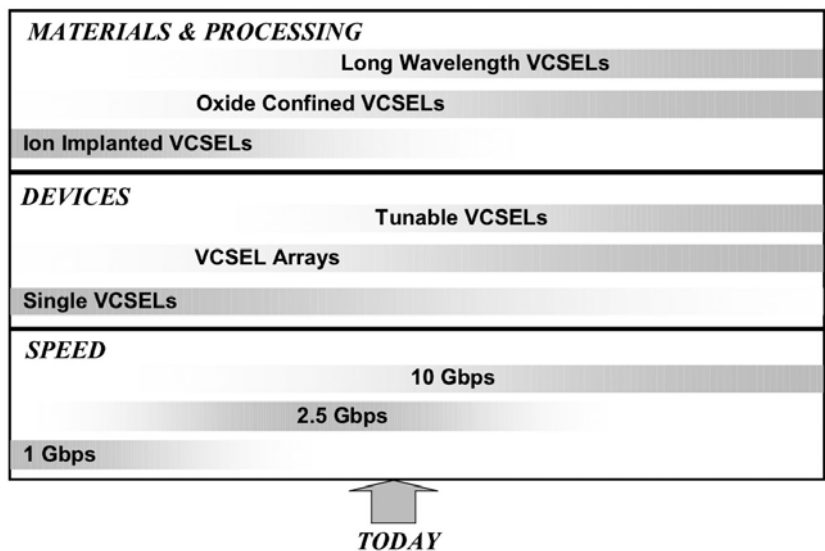
短距離データ伝送に必要なデータレートは劇的に向上した、特に1996年以降、ローコスト、ローパワー、中/高データレートのレーザに対する商用需要が強まった。

VCSELの非通信アプリケーション(レーザプリンタ、レーザセンシング、ストレージ)も最近立ち上がってきている。VCSELベンダは、急速に生産能力を拡大している。ハネウエルだけで一週間に数十万個のVCSELを出荷している。こうした拡張をサポートする強力な投資も現れた。このように豊富な投資資金は、VCSEL技術を拡張する新たな研究開発をサポートすることにもなる。現状のVCSELダイオード開発(通信用途)には、新材料、プロセス、構造、新しいデバイス設計、もちろん高速性なども含まれる。

通信向けVCSELの開発

ElectroniCastの新しい市場調査によると、世界のVCSELベーストランシーバ市場の消費は、2007年で3億7600万ドルに達した。予測では、平均価格は継

図1 通信VCSELの開発



続的に下落するものの数量の強力な伸びに一部相殺されて、2012年にはこれが12億2000万ドルに増加する。

- ・国際的にデータ通信標準策定が進んだ。ファーストEthernet、ギガビットEthernet、10Gbps Ethernetの強力な成長。ファイバチャネル/SANの継続的な力強い成長。
- ・テレコムの普及。10Gbps VSRSON-ETのローコストソリューション。
- ・ビジネスチャンス。InfiniBandスイッチファブリックにシリアル、アレイリンク。
- ・イントラシステムアレイVCSELインタコネクットの導入。

VCSELトランシーバの力強い成長が10GbE、1-2Gbps FCで進んでいる。2007年の1億9500万ドルをベースとすると、2012年にはこの2つのアプリケーションは3倍に成長する。VCSELトランシーバ製造のこのような伸びは10Gbps VCSEL、多波長CWDM VCSELトランシーバ、長波長シングルモードVCSELの開発を刺激し、こうした標準ベースのアプリケーションに新たなビジネス機会を拓きつつある。2007年、VCSELトランシーバベースのVSR SONETモジュールの消費額は、2870万ドルとなり、2012年には8520万ドルに達すると予測されている。一方、2007-2012年の10GbEの成長がEthernetのカテゴリーをさらに高め、2012年には4億540万ドルに成長すると見られている。FCは、この予測期間を通じて力強い堅実な成長を続け、2008年の1億700万ドルから、2012年には3億2000万ドルに達する。

しかし、短期的に光通信VCSELトランシーバの成長を牽引するのはイント

表1 アプリケーション毎のVCSELトランシーバ世界消費額予測

Configuration	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Average Annual Growth Rate, % 2007-2012
	\$Million	\$Million	\$Million	\$Million	\$Million	\$Million	
Single Fiber	243	303	379	474	595	749	25.2
Multi-Fiber	133	161	197	242	299	373	23.0
Total World Consumption	376	464	576	716	894	1122	24.5

NOTE: Totals may not be exact, due to rounding.

VCSEL Transceiver

ラシステムリンクとなる。VCSELベースの光インタコネクションは、この分野では2007-2012年の間に年平均27.8%で成長し、2012年には3億2000万ドルに達する。軍/航空関連のVCSELトランシーバ導入は、2007年の5500万ドルから大きく伸びると見られており、好調な消費が続いて2012年には1億1500万ドルに達する。

VCSEL技術では、光は端面発光のFPやDFB-LDのように端面からではなくウエフア表面から垂直に出る。デバイスは、極めて少ない電流で850nm以上の光出力が出せる。また、線幅が細く、円形ビームとなっており、これがファイバとの結合を容易にしている。また、VCSELは他のレーザ技術に比べて製造コストが安く、テストが容易で、効率の良い動作をする。

市場シェアが拡大する アレイVCSELトランシーバ

1999年、アレイベースのVCSELトランシーバの消費額はわずか3%であった。しかし、アレイVCSELアプリケーションは、2007年には大きくシェアを押し上げてVCSELトランシーバの35%を占めるまでになり、消費額は1億3300万ドルに達した。シングルファイバ対

マルチファイバの市場シェアは、今後とも安定的に推移すると考えられる。というのは、新たな(地域/地理的エリア)が現れ、シングルファイバ(デュプレクス)トランシーバタイプが強力な成長が見込まれるからである。

(VCSELトランシーバ市場は、シングルファイバとマルチファイバリンクに分けられる。「シングルファイバ」とは、一本のファイバで双方向通信をするものを指す。よって、フルデュプレクスリンクは、デュプレクストランシーバをベースとしたものである。この予測では、「マルチファイバ」は4~12本のファイバが各方向の伝送に使用されていることを指している。)

長波長VCSELベーストランシーバ：高まらない重要度

2007年、ピコライト(Picolight Inc)がJDSUに買収された。当初、ピコライトは単独で1310nm VCSELを製造してコンポーネントメーカー、OEMに販売する計画だったが、テレコムリセッション後、標準的なトランシーバ発光でレーザアレイをメトロアクセス市場向けに出すことを決定した。

ピコライトは(2005年12月)、初めて

1310nm VCSEL トランシーバを4Gbps トリプルレート (1/2/4Gbps) SFP構成で出荷すると発表した。狙いは、急速に成長するデータセンタ市場セグメントのニーズに応えることだ。

同社によると、新しいトランシーバは、伝送距離を伸ばし、低消費電力であることから、短・中距離の幅広いアプリケーションを満足するものである。10kmのSAN用4Gbps FCを含んでいる。

1310nm VCSEL トランシーバは、短・中距離SMFアプリケーションで優勢となる可能性があり、広帯域、高密度システムでは既存の端面発光レーザトランシーバに取って代わることも考えられる。

1310nm VCSEL 技術の低消費電力という利点により、VCSELは熱問題が深刻な問題になっている4G FCスイッチの解となり得る可能性がある。VCSELベースの1310nm トランシーバは、ピコライトの850nm トランシーバアーキテクチャを利用しているが、伝送距離はSMFを利用して大幅に伸びている。ピコライトによると、1310nm VCSEL トランシーバは、8Gbpsおよびそれ以上のビットレートを含む代替ソリューションから大幅に熱やEMIを減らしている。4km、10km、40kmまで伝送できるマルチ仕様対応の単一のトランシーバアーキテクチャで、1310nm VCSEL トランシーバの特長は、アンカールド1310nm 参加狭窄、高速VCSEL、LCコネクタ、動作温度拡張、電圧レンジオプション、送信・受信信号で内部AC結合、EMIシールド全金属ハウジング。

1300nm、1550nmで動作する長波長VCSELは、現在、実験室レベルで複数のアプローチが行われている。2008年には、製造段階に近いデバイスでより多くのデモンストレーションが見られ

表2 シングルファイバvs.マルチファイバ構成によるVCSEL トランシーバの世界消費額

Configuration	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Average Annual Growth Rate, % 2007-2012
	\$Million	\$Million	\$Million	\$Million	\$Million	\$Million	
Single Fiber	243	303	379	474	595	749	25.2
Multi-Fiber	133	161	197	242	299	373	23.0
Total World Consumption	376	464	576	716	894	1122	24.5

NOTE: Totals may not be exact, due to rounding. VCSEL Transceiver

るものと考えられる。早期製造導入は2012年まで先送りされることになるだろう。この頃までに新しいVCSELの信頼性が実証され、新しいトランシーバデザインが、これらのコンポーネントの利点を活かす形で製造段階に入るものと考えられる。

トランシーバアプリケーションへの長波長VCSEL採用は1310nmとなる。1550nm VCSELの現状の方向性は長距離、DWDMアプリケーション、主に分離したアプリケーションとなる。

1310nmで動作するVCSEL トランシーバが、新たなアプリケーション分野を拓くことはない。そのようなアプリケーションはすべてシングルモードであるが、既存の安価なFP端面発光レーザ、アンカールドDFB端面発光レーザと競合する。ターゲット市場は、すでにシングルモードトランシーバが導入されている、GbEやFC市場となる。VCSELは、結合やアライメントの容易さで、トランシーバのシングル光サブアセンブリに新たなローコストアプローチを持ち込むことになる。

新しいデザインは、面発光であることで、量産マルチモードVCSEL トランシーバで得た経験をベースにすることができる。しかし、シングルモード1310nm VCSELは、端面発光シングルモードト

ランシーバを簡単に置き換えることはないだろう。端面発光でも開発は続く。ルーセントやその他の低コスト、量産光サブアセンブリによる大きな進歩と結びついた端面発光レーザは、VCSELレーザによって古びることはない。ElectroniCastの見方では、予測期間では、シングルモードデュプレクストランシーバではバランスが確立される。

VCSEL トランシーバの最初の成功は、1Gbps EthernetとFCだった。1999年、トランシーバ消費額のわずか1.4%が2.5Gbps、それ以上のレートだった。10GbEが現在導入が進んでいる。2012年までには、2.125Gbpsまでの速度が世界の市場シェアの60%以上となり、優位を占める。2.5~5Gbpsの速度は、2012年には25%超となる。

CWDMのような他のアプローチは、予測期間内では、10Gbpsラインレートを避けるためにアレイVCSEL トランシーバとなりうる。ラインレートは、複数のファイバもしくは複数の波長が用いられるなら、必ずしもアグリゲートしたデータレートではない。例えば、10Gbps CWDM トランシーバは、各3.125Gbpsで4波長使い、2.5~5Gbpsのラインレートのカテゴリーにカウントされる。