

卒業研究報告

題目

VCSEL-array を用いた光無線用送信機の試作

指導教員

野中弘二助教授

報告者

石川美津朗

平成 14 年 2 月 5 日

高知工科大学 電子・光システム工学科

目次

第一章	序論	
1-1	はじめに	..... 3
第二章	背景	
2-1	既存のシステム	..... 5
2-2	目標	..... 7
第三章	研究	
3-1-1	なぜ赤外線通信か なぜ VCSEL か	..... 8
3-1-2	VCSEL、VCSEL-array とは	..... 8
3-2	実現手法と今回の分担	..... 9
3-3	実験の目的と構成	..... 10
3-4-1	単一 VCSEL による回路の作成	..... 10
3-4-2	実験の工夫点	..... 15
3-4-3	測定結果	..... 16
3-5-1	VCSEL-array を用いた回路の作成	..... 19
3-5-2	実験の改良点	..... 21
3-5-3	プリントパターンの作成	..... 22
3-5-4	VCSEL-array 駆動受信	..... 24
3-5-5	考察	..... 30
第四章	結論	
4-1	VCSEL と Array の効果	..... 31
4-2	課題	..... 31
第五章	展望	..... 32
第六章	まとめ	..... 33

参考文献

謝辞

第一章 序論

1-1 はじめに

現代は、情報化社会である。そして IT 革命の名のもとで歴史的な転換点にあるといえる。コンピュータとネットワークが急速に進化し、ワークステーションが急速に普及してきた。その結果、オフィスや研究所などでは一人 1 台のワークステーションやパソコンが与えられ、ネットワークもデジタル化が進んでいるといえる。

企業や家庭を問わず情報がさまざまなメディアを通して発信され、情報が人、物、金と並んで意思決定の重要な資源となっている。特に企業では経営戦略上の情報は企業競争を勝ち抜くためには質とともに即時性が必要となり通信ネットワークを使用したリアルタイムでの情報交換が必要となっている。このようなオフィスでの活動は、高速広帯域のネットワークを利用することで環境・効率ともに向上することになる。しかし、情報を扱うのは人間であるため高速化だけではいけない。従って通信の基盤は Backbone Network の高速広帯域化と「いつでも、どこでも、誰とでも (Anytime、Anywhere、Anyone)」という User Friendly さを兼ね備えた移動体通信 (パーソナル通信) 環境が必要不可欠なものになっているのである。

有線でオフィスなどのフロアにネットワークを構築しようとする時間や改装のための費用などかかれば必ずしも効率的とはいえない。賃貸のオフィス内におけるネットワークでは移転のたびにその環境を合わせたネットワーク構築作業を繰り返さなくてはならない。単純にケーブルの無線化だけでもそのような制約から解放し、より快適に速やかにネットワークを構築できるのである。また端末の移動が可能のため同じフロアのどこにいても自分の端末で自分の環境を利用することができる。しかしデータ通信の End to End をすべて無線に依存することは効率的でも現実的でもない。「Last 20meter connectivity」(最後 20m の接続性)と言われるように、無線は有線と統合的に利用され有線の高品質・大容量化に依存する。この有線バックボーンの高容量化に伴い、無線アクセス系においても高品質・大容量のデータ転送が要求されこれからのネットワーク環境にはこの組み合わせが欠かせないものになっている。このような効率的なネットワーク環境を実現するには改善すべき技術的問題も多く残されているといえる。

そこで私は無線でも高速大容量に通信できる光無線アクセスシステムに注目し、現行の赤外線通信に使用されている LED よりも応答速度の速い赤外線 LD（特に面発光 LD:VCSEL）に着目しそれを使用した無線の送信機的设计、作成に挑戦してみた。

本論文では光デバイスである VCSEL と電子デバイスであるレーザーダイオードドライバを複数接続して駆動する実験の、実際において発生した課題とその解決手法についての報告を中心とする。

第二章 背景

2-1 現存のシステム

無線 LAN で使用する伝送媒体を無線媒体と呼ぶ。その無線媒体を使用して十分な伝送速度を確保し、しかも、無線 LAN の典型的な使用環境である屋内でも安定した通信を実現できなくてはならない。

無線媒体の周波数帯としては、準マイクロ波電波（1GHz～3GHz）、準ミリ波帯電波（10GHz～30GHz）、ミリ波帯電波（60GHz 帯付近）、赤外線などが有望であると考えられている。実際には周波数帯と適用される伝送技術との組み合わせで検討する必要がある。電波については、その使用方法（周波数帯、変調方式、出力など）が電波法によって規制されている。

表 1 日本で使用可能な帯域

	2.4Gbps 帯	19GHz 帯	赤外線	
			固定巨大ビーム方式	拡散方式
速度	11Mbps	50Mbps	～100Mbps	～1Mbps
コスト	中	非常に高	中	安
移動体への適正	○	○	×	△
通信範囲	広い	中	見通し 遠距離可	狭い
ライセンス	不要	要	不要	不要
備考	周波数割り当て上 高速は困難	伝搬使用では 高速は困難	ビル間通信固定	高速不可

光空間伝搬を用いた通信はビル間の通信、室内のデータ、電話、路車間通信などに実用化されている。またテレビなどのリモコンもその一種で民生機器にも広く利用されている。

光無線 LAN としての利用法を考えてみる。まず、光無線の特徴をまとめると、次のようになる。

・メリット

- 1、電波のような周波数法規制がないため通信方式、変調方式、伝送速度などを自由に設定できるので最適なシステム構成ができる。(光パワー密度自主規制はIEC基準あり)
- 2、工場や病院など電波制限のある場所でも無線通信を行うことができる。
- 3、電波に比べ光は指向性が強く、秘匿性が高く盗聴されにくい。
- 4、電波のようにマルチフェージング(壁面の反射、ドップラー効果などによる波との干渉現象)が生じにくいいため、フェージング対策を用いなくても安定な受信ができる。

・デメリット

指向性が高いために

- 1、直進性があり遮へい物の影響を受けるため、設置位置に制限が生じる。
- 2、送信側と受信側で装置の光軸を合わせるのが難しい。

では実際に市販されている最新(2001年11月発売)光無線システムの例を挙げてみる。

表2 光無線システム例

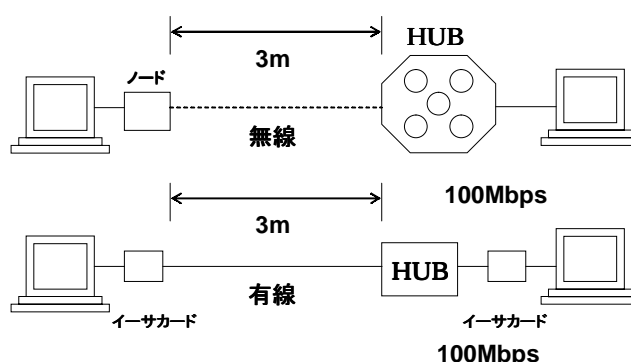
日本ビクター(株) 光無線HUB 型名 OA-C31	
データ転送速度	最大 100Mbps
ポート	100BASE-TX(半二重) 1ポート
接続ポート	カテゴリ5以上のUTP 最長 100m
通信範囲	角度垂直下より±70° 距離 1m~2.7m(垂直下) 1m~5m(垂直下より±70°)
動作温度	0°C~40°C
動作湿度	20%~85%(結露なきこと)
電源電圧	AC100V
消費電力	24W
寸法	直径 180mm × 高さ 240mm
質量	2.9kg(本体)

先ず最新の光無線システムの実行伝送能力を確かめるため、この光無線HUBを用いた場合と有線の場合の200MBのファイルのコピー実験を行った。

Windows2000 同士のネットワークの間に光無線 HUB を入れ、無線区間 3m ともう一方は 100Base-T の有線でファイルのコピー実験を行った。

図 1 の無線の場合、5MB/s=40Mbps、有線の場合、6.6MB/s=52.8Mbps でファイルを受信した。またリンク切断時からの復旧は 9 秒であった。(公表値 5 秒)

Windows2000 同士の送受信には遅すぎる。(最大 11MB/s)原因は送信側の HDD が低速なためと思われる。しかし、有線と無線のスループットの差は明確に現れている。(電波無線 IEEE802.11b では 300kB/s)



CPU	モバイル インテルCeleron 600MHz
メモリ	128MB(64MB増設)
HDD	10GB
OS	Windows2000

図 1 ファイル受信実験イメージ

2-2 目標

光無線の目標は、有線並みの速度を持ち端末が移動しても短時間で認知し、また高速光ファイバ通信 (THz 領域) を一般化し、長距離通信からユーザへの Data 移動における情報の欠落・遅配を最小限に抑え、高品質・大容量通信を可能にすることである。

第 3 章 研究内容

3-1-1 なぜ赤外線通信か なぜ VCSEL か

赤外線通信は、不可視赤外線が使用されていることから視覚的な、また健康上の危険が可視光に比べて少なく、無線波を放射せず、また電子/電気機器からの高レベルの電磁放射に全く影響されない。また LED に比べ、LD は光ビーム角が一定で出力が高く伝送速度が高速なため VCSEL に注目した。

3-1-2 VCSEL、VCSEL-array とは

・ VCSEL とは

発振波長 850 ± 10 ナノメートル、光出力最大定格 4mW、
変調速度 2.5Gbps 以上の特性を持つ、面発光半導体レーザー。

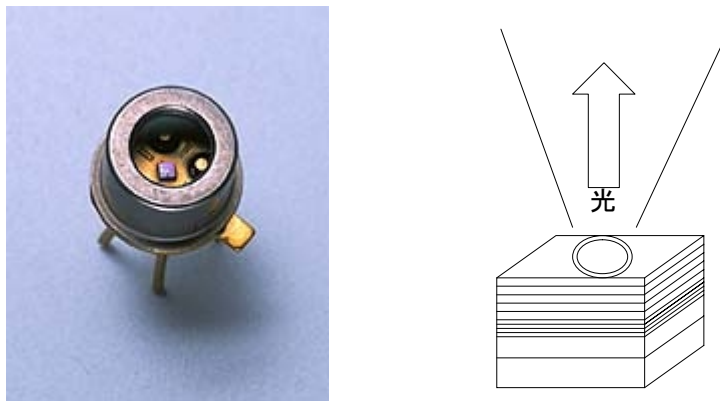


図 2 VCSEL とその構造

・ VCSEL-array とは

Array-[名詞] 整列、配列

均質な VCSEL (面発光レーザー)を同一ウェハ上に並べたもの。

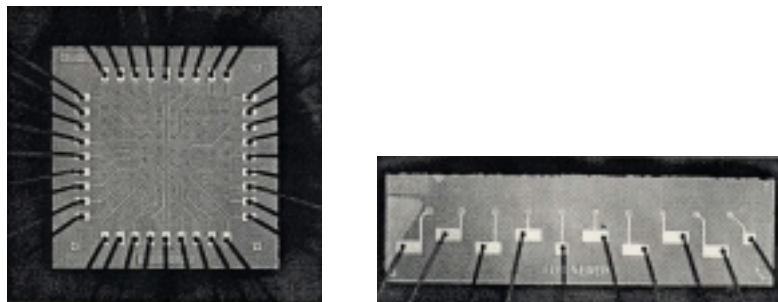


図 3 VCSEL-array

3-2 実現手法と今回の分担

移動する端末を補足、追跡するシステム（Tracking 機能）を作成することによって機器の追加、再配置が容易に行うことができ、小型携帯端末のネットワーク組み込みも実現できるなどシステムの柔軟性・拡張性に優れている。しかし、単一のLDでは照射範囲が狭い。（通信可能範囲が小さい）そこで本研究では光無線送信機に注目しVCSEL-array を用いた送信機を試作することである。VCSEL-array を用いると単一VCSEL に比べ広い範囲までビームを許容できるのではないかと。また同距離での光パワーが増加することにより信号の雑音比が少なくなり、より高品質の無線通信が可能になるのではないかと注目のところ注目した。（図4参照）

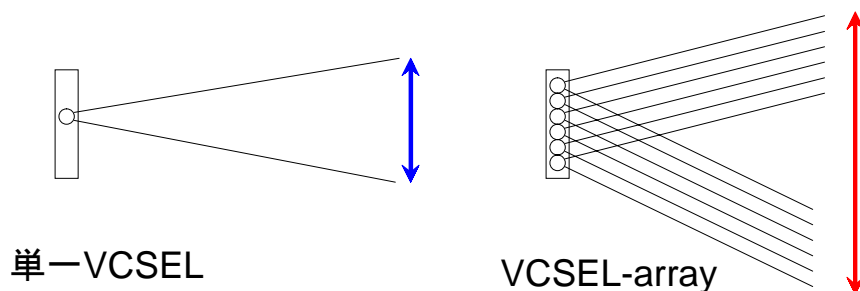


図4 単一 VCSEL と VCSEL-array の照射状態の比較

単一 VCSEL と VCSEL-array の照射状態を比較すると VCSEL-array の方がカバーエリアが広がっている。また発光点によりビーム角方向を容易に変更できるとも考える。

3-3 実験の目的と構成

VCSEL-array チップを用いて送信機を作成することを本研究の目的とする。

本研究では回路作成においてMAXIM社のレーザーダイオードドライバ(以下LDドライバ)を利用する。このドライバは電源+5Vの単一電源で動作、最大155Mbpsで通信が可能である。

まず単一VCSELでレーザー送信機を作成しLDドライバの駆動条件を把握し、その後VCSEL-arrayの駆動に適用する回路を作成する。

3-4-1 単一VCSELによる回路の作成

単一VCSELによる回路を製作するにあたってLDドライバのマニュアルの外部回路の例を参考に回路を作ることにした。

表3 単一VCSEL実験における使用器具

機器	メーカー型番	用途
LD	MITEL VCSEL Laser Diode 1A444	送信部
BIAS 電源	KENWOOD PR18-1.2A	LD にバイアス電流を供給及び LD ドライバに電力を供給
Pulse Pattern Generator	HEWLETT PACKARD 81104A 80MHz	信号を入力する
APD モジュール	HAMATSU C5331-03	LDの光を受ける
Oscilloscope	Agilent infinity DCA 86110A	APDの受信した光出力を測定する
DC 電源	Agilent E3610A	APDを駆動する
Digital Multimeter	DL-711	電圧値、抵抗値を測定する
Optical Power Meter	ADVANTEST TQ8210	LDからの光パワーを測定する

この回路作成で使用した VCSEL はビルトイン電圧 1.6 V、限界電圧 2.2 V という特性を持っている。そこでバイアス値を 1.9 V に設定することにした。(図 5 参照) 初めにブレッドボードで作成した。ブレッドボードでは空中配線になるため高周波の伝送は不可能なので LD にかかる電圧と抵抗の関係について調べることにした。

理論上では 5 V で VCSEL のバイアス値である 1.9 V がかかるように設計した。しかし、実際の回路では 2.57 V でバイアスが掛かってしまった。

起動電源はバイアスを決める抵抗値と変調電流を決める抵抗値を変化させることで変化した。仕様書にある設定例に従い、消光比を小さくすると求められる抵抗値は小さくなる。それによって起動電源の電圧は変化し、電源電圧 5 V で設定バイアス値である 1.9 V にすることができた。

回路が完成したら信号伝送実験を行った。(図 9、10 参照)

変調電流の設定 (図 6 参照)

平均発光強度 (P_{ave})

マーク時の光出力 (P_1)

スペース時の光出力 (P_0)

消光費 (E_r)

微分効率 ()

変調電流の算出

$$\text{変調電流 (} I_{\text{mod}} \text{)} = \frac{P_1 - P_0}{\eta} \quad P_1 = \frac{2P_{ave} \cdot E_r}{E_r + 1} \quad P_0 = \frac{P_{ave}}{E_r + 1}$$

バイアス電流はレーザー特性から読み取ることができる。

LD ドライバ特性から各抵抗を求める。(図 7 参照)

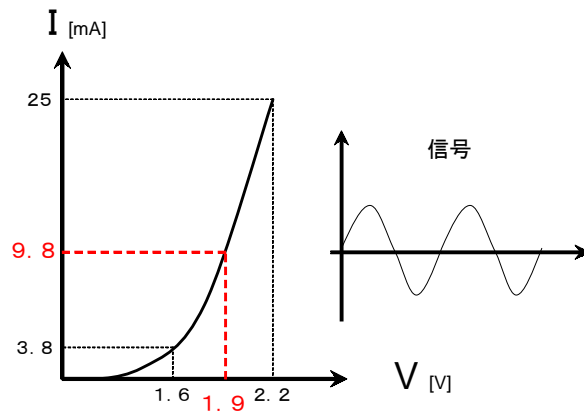


図5 VCSEL 特性とバイアス

バイアスを 1.9 V に設定して変調を行うと、信号のマーク時にもレーザー発振領域にあり歪み損失が少なくなると考えた。

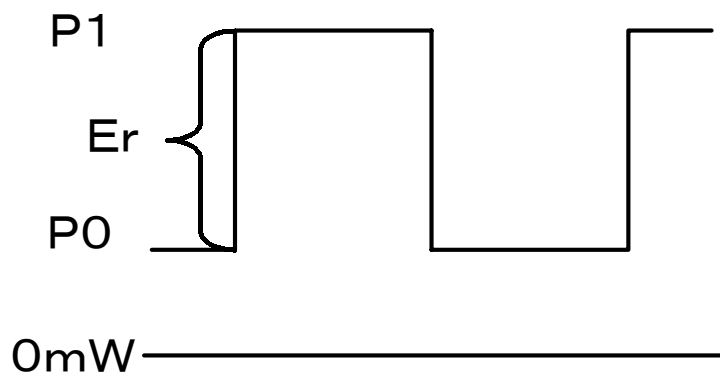


図6 光パルス波形

信号のピーク時を P1、マーク時を P2、その信号振幅を Er とした。

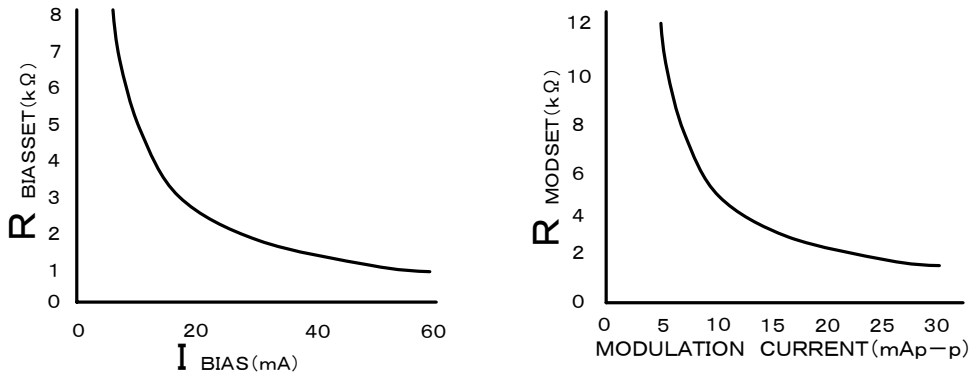
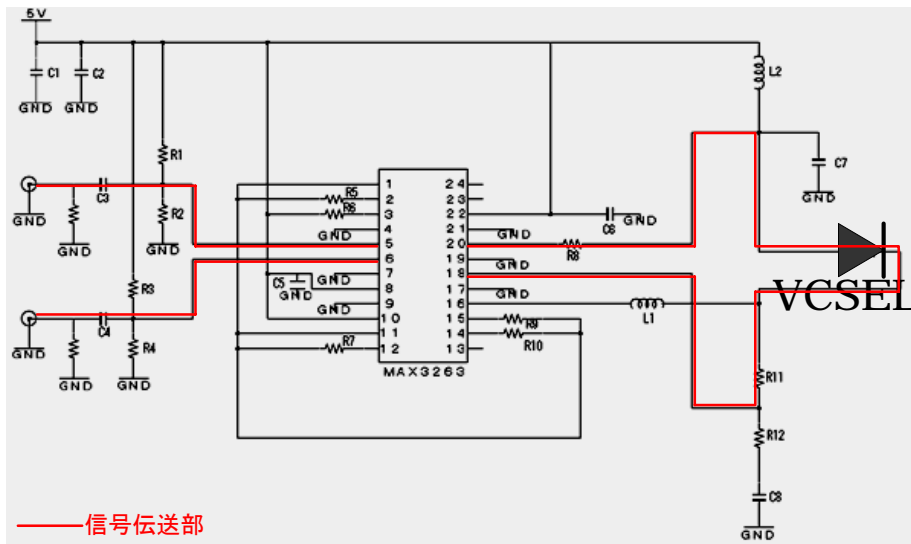


図7 LDドライバ バイアス、変調特性



C1	1 μ F	R2	3.6k Ω
C2	0.1 μ F	R3	1.3k Ω
C3	0.01 μ F	R4	3.6k Ω
C4	0.01 μ F	R5	100k Ω
C5	0.01 μ F	R6	2.7k Ω
C6	0.01 μ F	R7	4.8k Ω
C7	0.01 μ F	R8	1.8 Ω
C8	0.01 μ F	R9	15k Ω
L1	10 μ H	R10	8.3k Ω
L2	10 μ H	R11	18 Ω
R1	1.3k Ω	R12	24 Ω

図8 単一 VCSEL 回路

上図の回路の R9 が変調電流を R10 がバイアス電流をそれぞれ決める抵抗である。

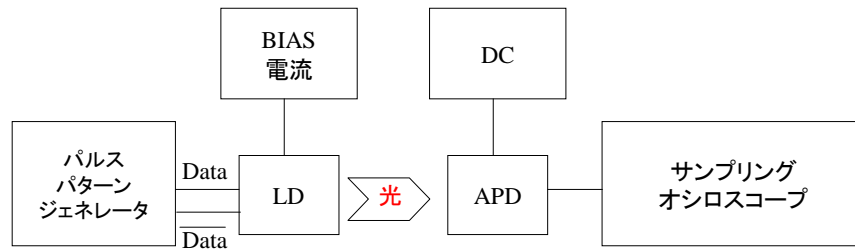


図9 実験系イメージ

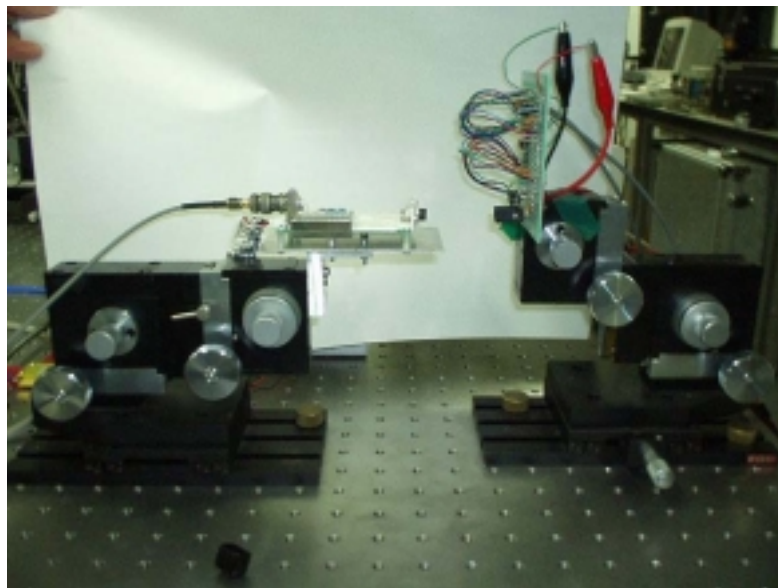


図10 実験系

実験はバイアス電流を流した送信機にパルスパターンジェネレータで信号を入力し、APDで信号を受信し、サンプリングオシロスコープで信号を計測する。

3-4-2 実験の工夫点

- 本実験では高速無線通信のため高周波を扱う。高周波は回路上で空中配線をすると劣化し、場合によっては信号の減衰反射により正しい信号が通らない。そこで信号が通る部分の空中配線は避け、できる限り短くし劣化しても最小限に抑えられるようにした。(図 11 参照)
- 作成した回路には $Data$ とそれを反転する \overline{Data} を入力する必要があった。しかし、工科大の PPG 装置では不可能なため、高周波の遅延を利用して意図的に反転信号を作り出した。(図 12 参照)

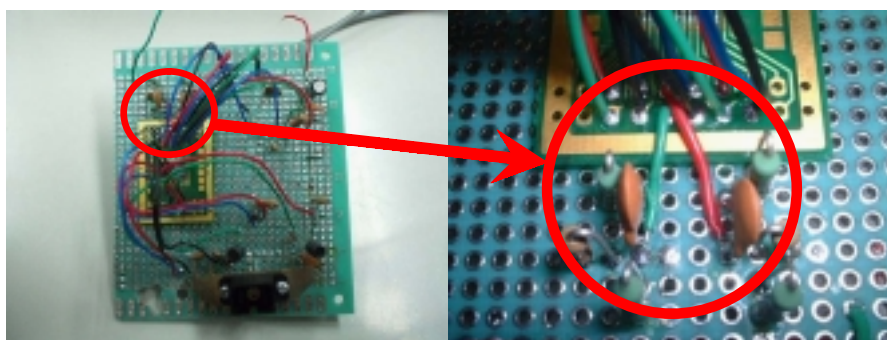


図 11 単一 VCSEL 基盤と信号線

上図の左が基盤全体の写真、右が信号伝送部の写真である。

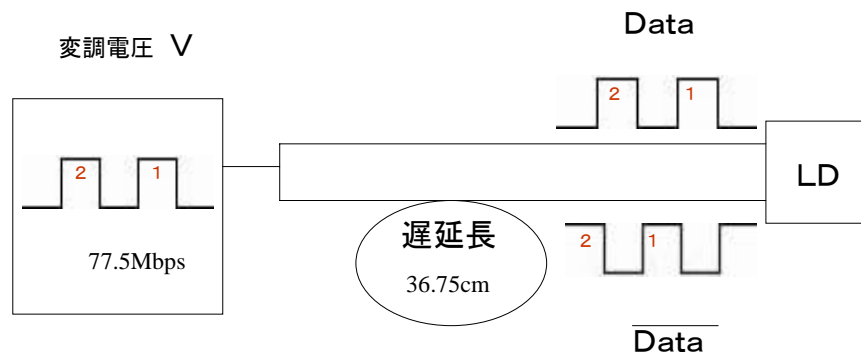


図 12 高周波の遅延

入力信号を反転させるため、パルスパターンジェネレータから出た信号を、一方はそのまま、もう一方はケーブルを長くして遅延を起こして入力した。

3-4-3 測定結果

実験は以下のような実験系で行った。LD ドライバの公表値では最大 155 Mbps で通信可能であるが、本研究室のパルスパターンジェネレータでは最大 80 MHz であるので、最大ビットレートの 1/2 である 77.5 MHz で実験を行った。

電圧を 3.5 V (+1.75 V、-1.75 V) の図 13 のような電気信号を入力すると、図 14 のような光信号が得られた。出力信号が非対称なのはケーブルの長さの関係で入力信号が正しく逆位相になってないためである。

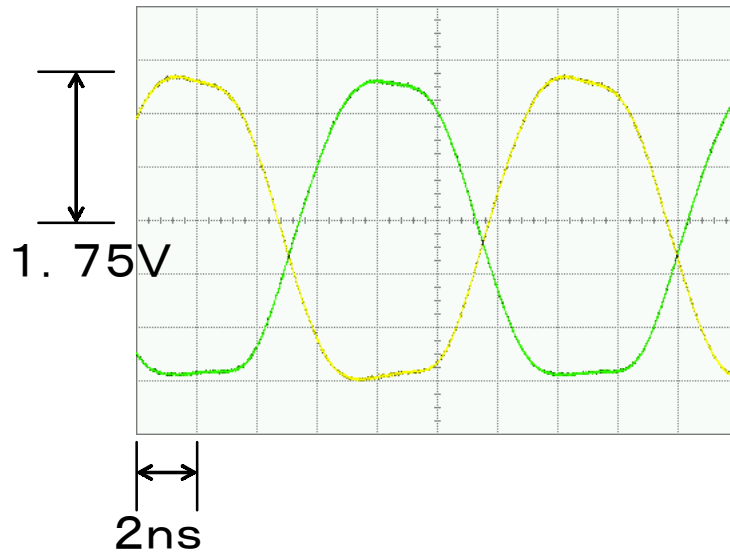


図 13 入力電気信号

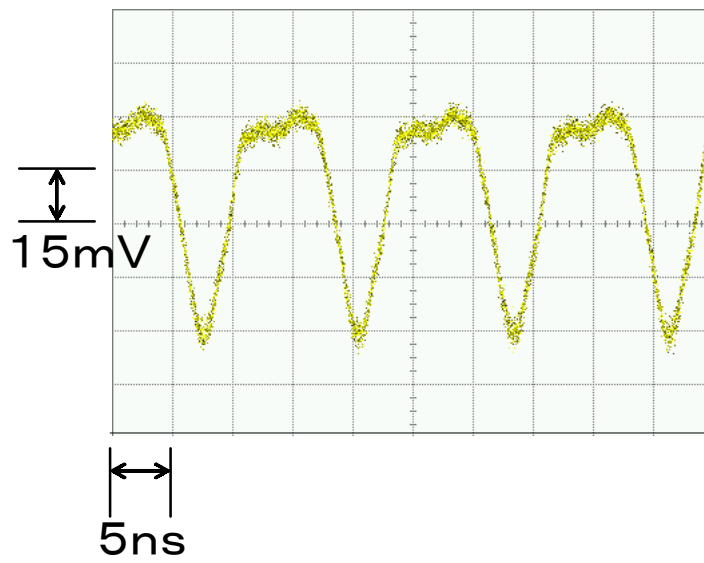


図 14 単一 VCSEL 出力光の APD 受信信号

出力信号にばらつきがあるのは、APD が 100MHz しか対応していないためである。次に図 15 のような 2^8-1 NRZ PRBS ランダム変調信号で駆動した。すると図 16 のような大きく歪んだ信号が出力された。

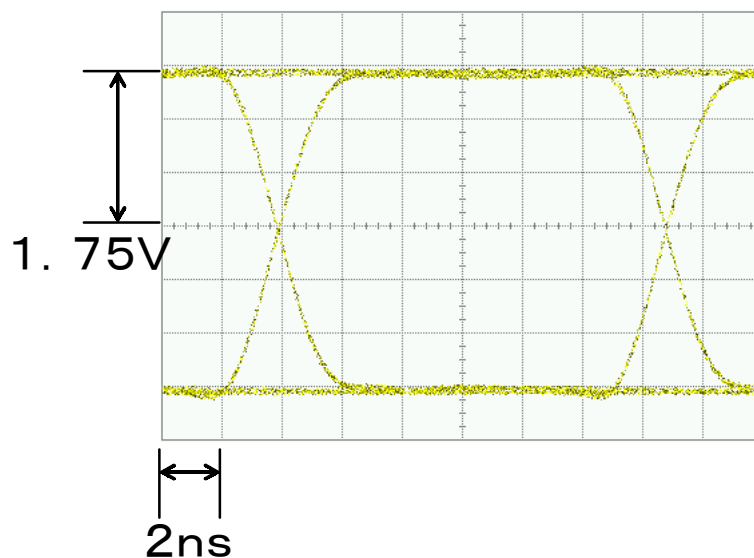


図 15 ランダムパターン入力電気信号

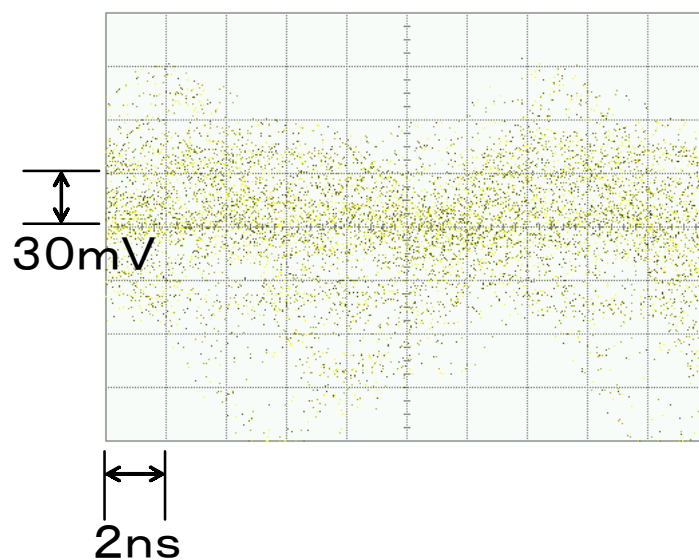


図 16 単一 VCSEL のランダムパターン出力光の APD 受信信号

私はジャンパー配線などによる信号の劣化だと考えている。

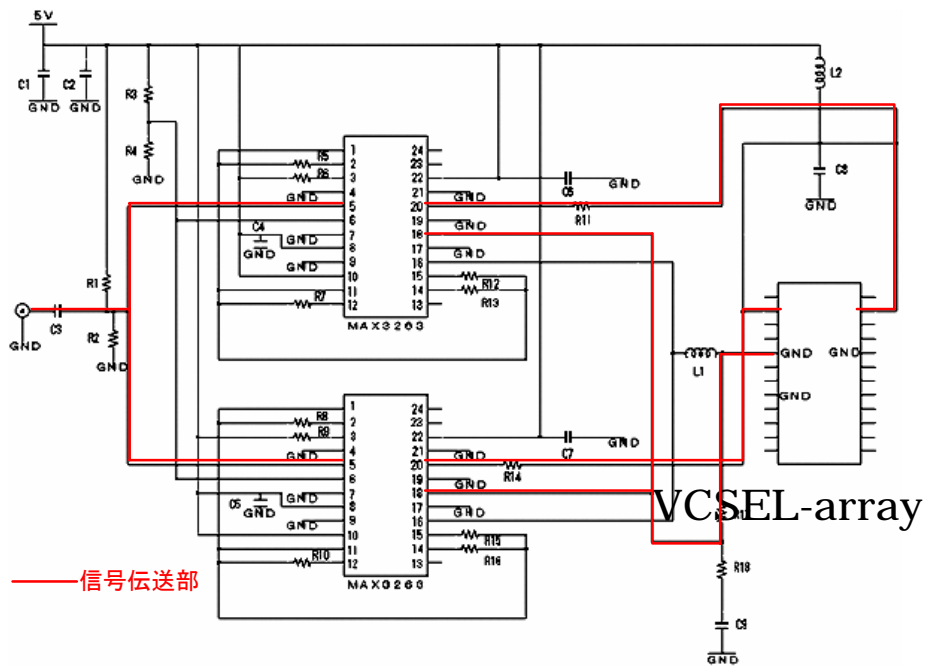
3-5-1 VCSEL-array を用いた回路の作成

単一 VCSEL での回路作成を参考にして VCSEL-array を用いた回路を作成した。この回路作成では VCSEL-array の VCSEL を 2 個使用し、VCSEL1 個につき LD ドライバを 1 つ使用することにした。

表 4 VCSEL-array 実験における使用器具

機器	メーカー型番	用途
LD	Fuji Xerox VCSEL array 1844B25L	光送信部
BIAS 電源	KENWOOD PR18-1.2A	LD にバイアス電流を供給及び LD ドライバに電力を供給
Pulse Pattern Generator	HEWLETT PACKAED 81104A 80MHz	信号を入力する
APD モジュール	HAMATSU C5331-03	LD の光を受ける
Oscilloscope	Agilent infiniium DCA 86110A	APD の受信した光出力を測定する
DC 電源	Agilent E3610A	APD を駆動する
Digital Mutimeter	DL-711	電圧値、抵抗値を測定する
Optical Power Meter	ADVANTEST TQ8210	LD からの平均光パワーを測定する

この回路作成で使用する VCSEL-array は発振しきい値 1.8 V、破壊電圧 2.23 V という特性を持っているので、バイアス値を 2.0 V に設定した。(図 18 参照) 今回も前回同様ブレッドボードで電圧と抵抗の関係を調べることにした。今回の設計では LD ドライバを 2 個並列に使用するため、1 個の場合に比べ変調電流を多く流さなくてはならない。それをふまえて同様にバイアスを決める抵抗値と変調電流を決める抵抗値を変化させ、5 V でバイアス値である 2.0 V にすることができた。



C1	1 μ F	L2	10 μ H	R10	4.8k Ω
C2	0.1 μ F	R1	68 Ω	R11	20 Ω
C3	0.03 μ F	R2	180 Ω	R12	15k Ω
C4	0.01 μ F	R3	680 Ω	R13	3M Ω
C5	0.01 μ F	R4	1.8k Ω	R14	20 Ω
C6	0.01 μ F	R5	100k Ω	R15	15k Ω
C7	0.01 μ F	R6	2.7k Ω	R16	3M Ω
C8	0.01 μ F	R7	4.8k Ω	R17	18 Ω
C9	0.01 μ F	R8	100k Ω	R18	24 Ω
L1	10 μ H	R9	2.7k Ω		

図 17 VCSEL-array 回路

上図の R12、R15 が変調電流、R13、R16 がバイアス電流をそれぞれ決める抵抗値である。

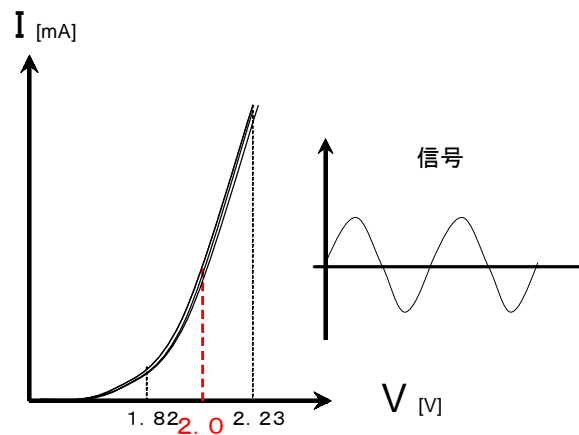


図 18 VCSEL-array 特性とバイアス

VCSEL-array は VCSEL チップが 1 ウェハ状に高密度に並列に配列されているため、アレー内の VCSEL 間の特性の差は非常に小さい。そのため図 18 に示すように変調電圧信号とも共通の設定で駆動することができる。

3-5-2 実験の改良点

- ・ 単一 VCSEL で試した回路配線では入力信号が 2 入力必要だったが、工科大で使用している PPG 装置では不可能だったため入力信号を 1 入力にした。(図 19 参照)

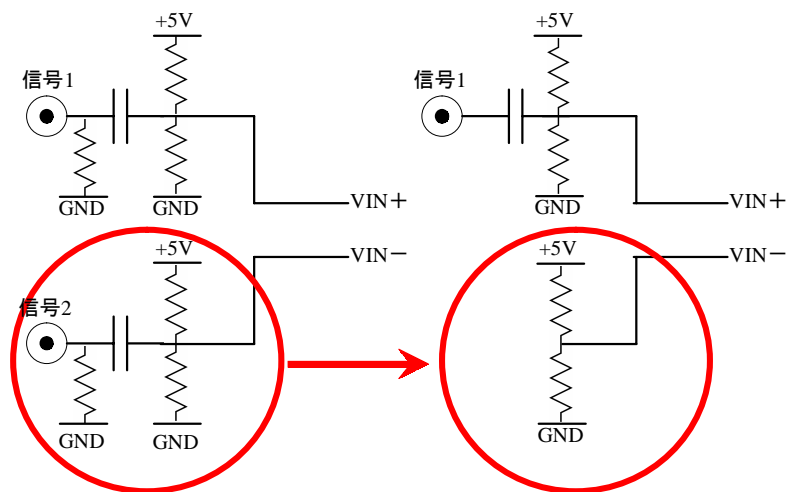


図 19 単一 VCSEL 回路と VCSEL-array 回路の信号入力部の改良点

- ・ 単一 VCSEL の回路に比べ回路が複雑になり高周波の空中配線などによる信号の劣化を抑えるため信号線路長、配置を考慮し、プリントパターンを再度作成し信号伝送部には途中で必要とする R (抵抗)、C (コンデンサ) は高周波経路の特性を劣化させないため、チップ抵抗、チップコンデンサを使用した。高周波信号伝送部以外はジャンパー配線もやむなしとした。

3-5-3 プリントパターンの作成

プリントパターンの作成方法を述べる。(図 20、21 参照)

- 1、 PCBE というフリーのプリントパターン作成ソフトを用いてマスクを作成する。
- 2、 ポジ感光基盤にマスクをあて紫外線で露光する。(図内 A)
- 3、 現像液につけ、露光された部分のレジストを溶かす。(B)
- 4、 エッチング液につけ、レジストが溶けた部分の銅を溶かす。(C)
- 5、 再度露光する。(D)
- 6、 再度現像液につけパターン部のレジストを溶かす。(E)

以上の工程により基盤を縮小化し、高周波伝送部の空中配線のない回路パターンの配線基盤を作成した。

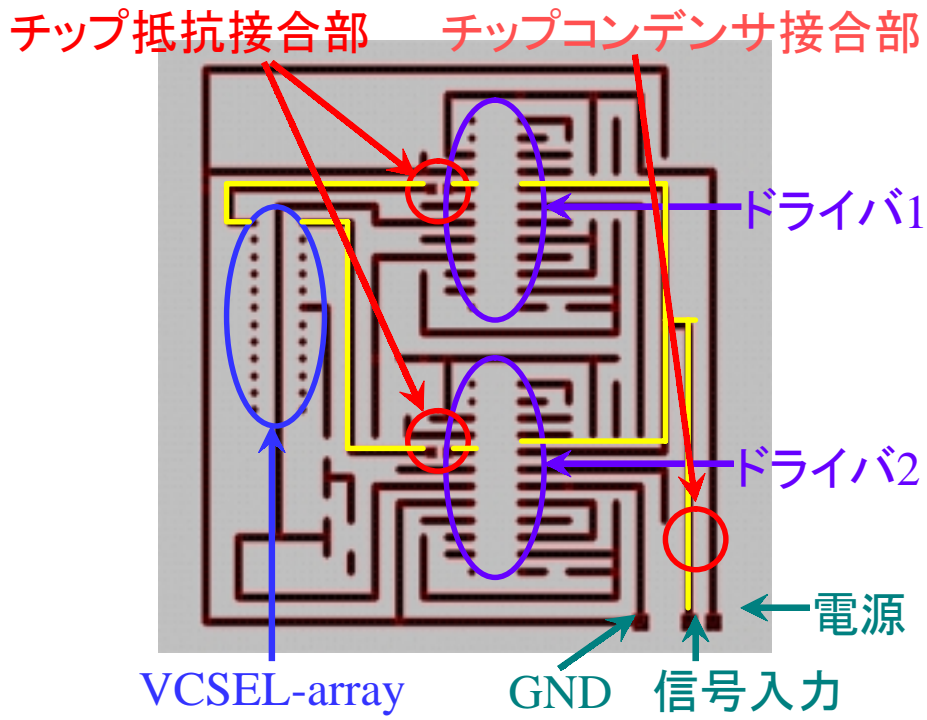


図 20 プリントパターン

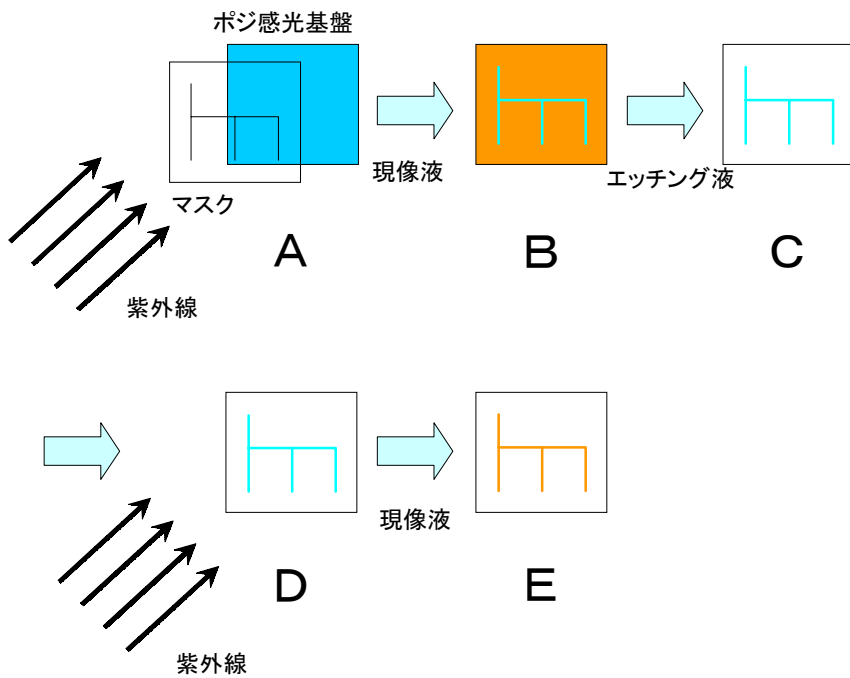


図 21 プリントパターンの作り方イメージ

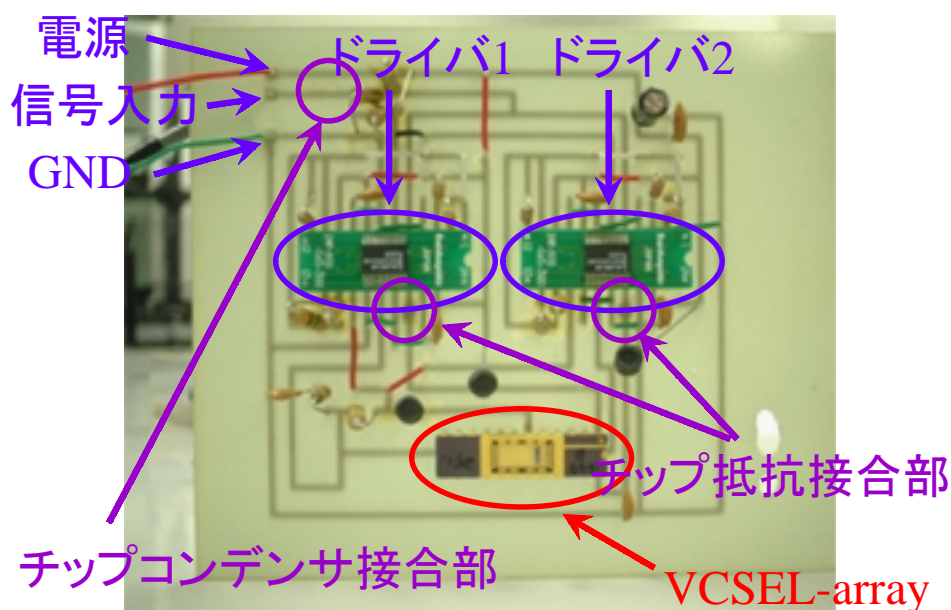


図 22 VCSEL-array 回路

プリントパターンを作成し、実際に素子をはんだでつけたものが上図である。LD ドライバを 2 個並列し信号遅延を考慮して信号入力部から個々の LD ドライバまでと、個々のドライバから VCSEL までの距離を同じになるように配置した。

3-5-4 VCSEL-array 駆動信号受信

単一 VCSEL の回路の場合と同じ実験系を用いて同条件の周波数 77.5 MHz 、変調電圧 $+1.75 \text{ V}$ 、 -1.75 V の図 23 のような 1、0 の矩形波を入力すると、図 24 のような光信号が得られた。

単一 VCSEL の光出力信号に比べ、VCSEL-array の光出力信号は約 4 倍(単一 VCSEL 約 30 mV に対し VCSEL-array 約 120 mV) の高い光信号が得られた。

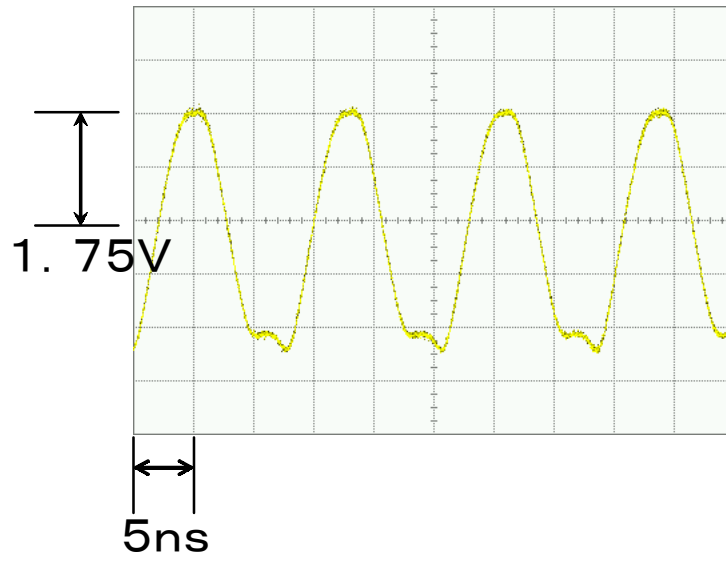


図 23 入力電気信号

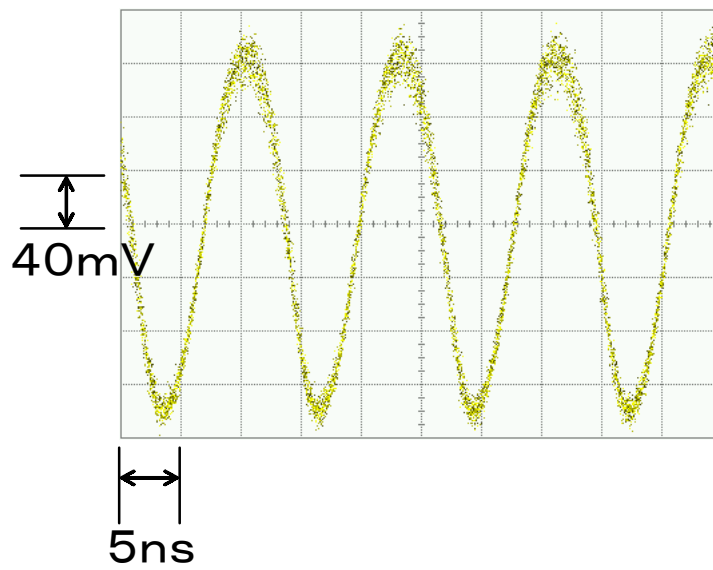


図 24 VCSEL-array 出力光の APD 受信信号

次に実際の Data 通信に見立てて図 25 のようなランダム変調信号を入力してみると単一 VCSEL の場合と同様に入力信号とは異なった図 26 のような光信号が得られた。

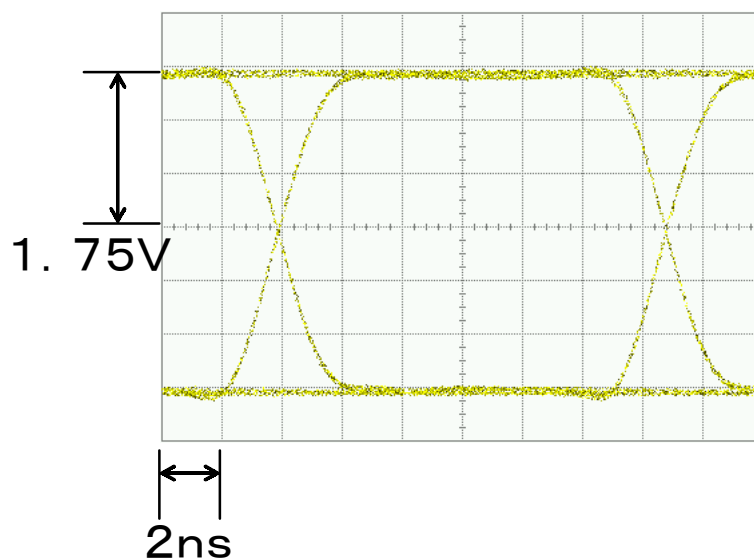


図 25 ランダムパターン入力電気信号

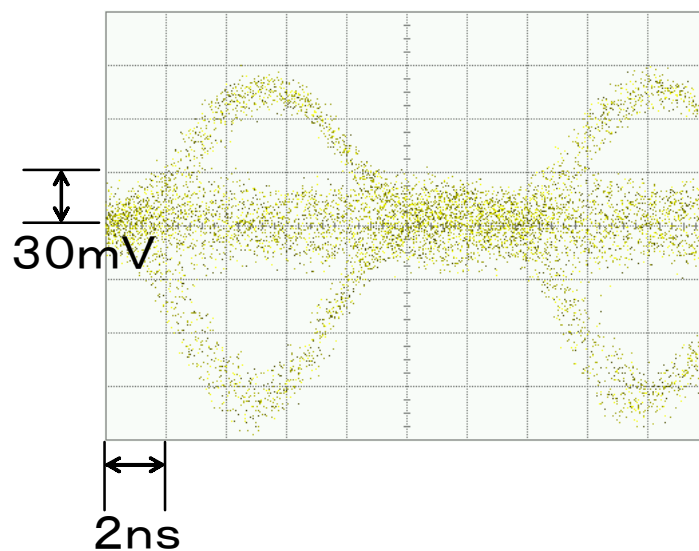


図 26 VCSEL-array のランダムパターン出力光の APD 受信信号

出力信号は入力信号の立ち上がり立ち下りの時間において波形が現れ、その他の部分では 0 付近で雑音のように出力された。

そこでアレー回路のまま、個々の 1 チャンネルの光出力のみを受信し、出力信号とチャンネル増加が関係するのかを確かめた。CH1 と CH2 の出力はそれぞれ図 27 のようになった。

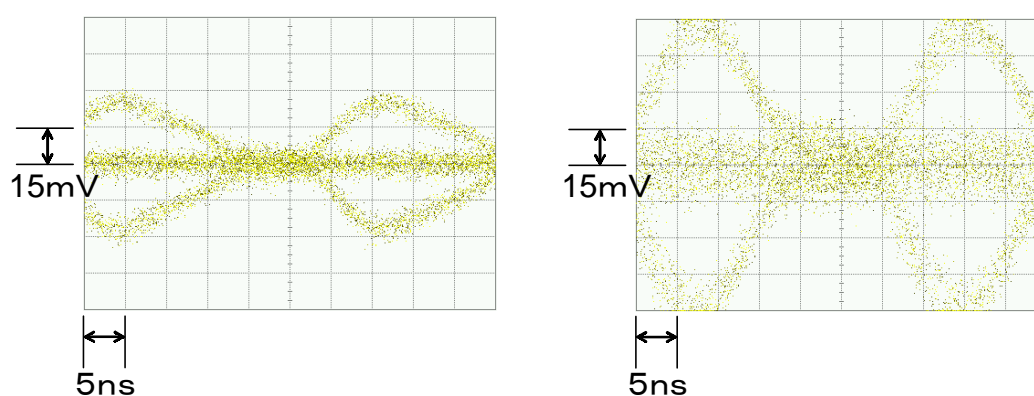


図 27 VCSEL-array の一方のみの出力光 APD 受信信号

個々の VCSEL を別々に光らせても出力光信号には変化はなかった。よって NRZ ランダム波形の歪みが干渉とは断言できない。1Ch の際に述べたように原因としては他に信号が伝送していくときの劣化が考えられるが、信号速度と配線の不備を考えると素子-信号線-駆動パターンジェネレータ間の信号反射の可能性が高い。

次に VCSEL-array の角度依存と出力光信号の関係について調べた。

はじめに水平角で実験を行うことにした。APD モジュール (HAMAMATSU C5331-03) を回転台に取り付け、光出力最大のところを 0° とし、そこから左右に APD を傾けていくと図 28 のようなグラフが得られた。(グラフは右の角度を正とし、光出力は 0° の時点での値を正とした) 左右とも 6° 付近で光出力は干渉により 0 になり、 9° にかけて逆位相になり、 11° 付近で再び 0 になった。

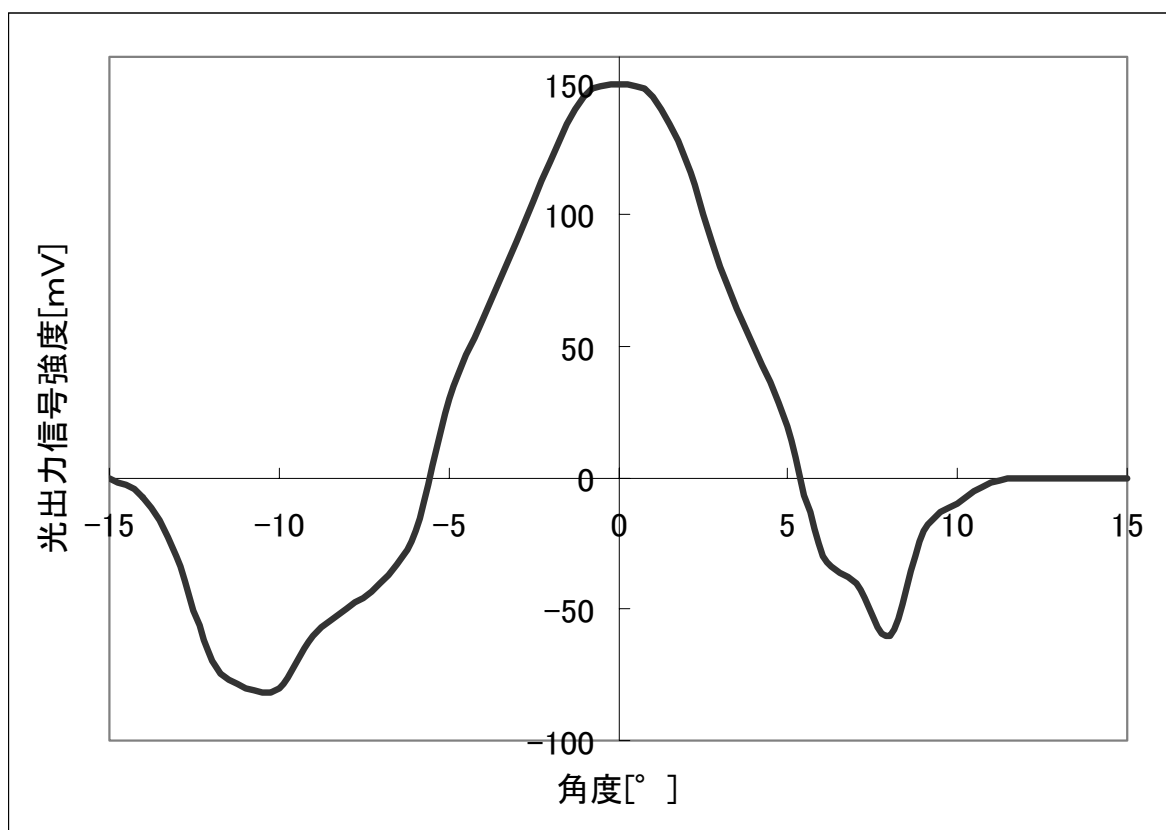


図 28 VCSEL-array の左右角度依存性

次に同様にして垂直角で実験を行った。(仰角を正とし、はじめの時点での光出力を正とした) 水平角の場合と同じように APD を傾けていくと図 29 のようなグラフが得られた。光出力は 6° 付近で 0 になり、10° 付近で逆位相になった。

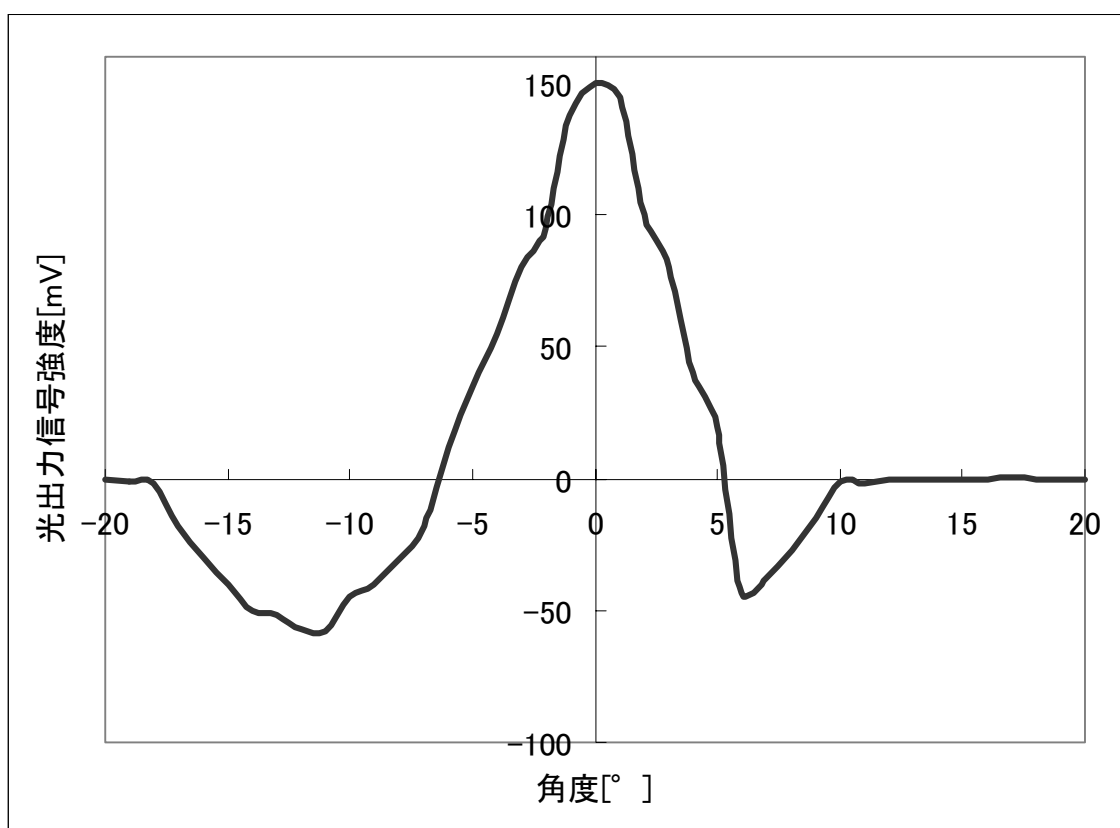


図 29 VCSEL-array の垂直の角度依存性

このパターンは鳥井らの実験において得られた単一 VCSEL の角度依存性に比べ、逆位相が出力される特徴がある。この原因として 2Ch 信号間の合成による位相反転が考えられる。

次にランダムパターンで角度依存性を調べてみた。しかし、ランダムパターンの不定形には変化はなく、矩形波の時と同様に不定形のまま、0° の出力とは逆位相になった。

また送信機と APD の距離を離していくと、逆位相での振幅は小さくなっていった。

3-5-5 考察

- ・ ランダムパターンの歪み出力信号について

回路作成の時に LD ドライバを足の幅を広くするため変換機を利用して回路を作成した。それによって信号が正しく伝送されなかった。また回路部品(抵抗、コンデンサ)の選択で信号の劣化を最小限に抑えられるのではないかと考える。

- ・ 信号の合成について

図 30 の赤線の部分に信号の合成があると考えられる。回路設計において考え直す必要がある。

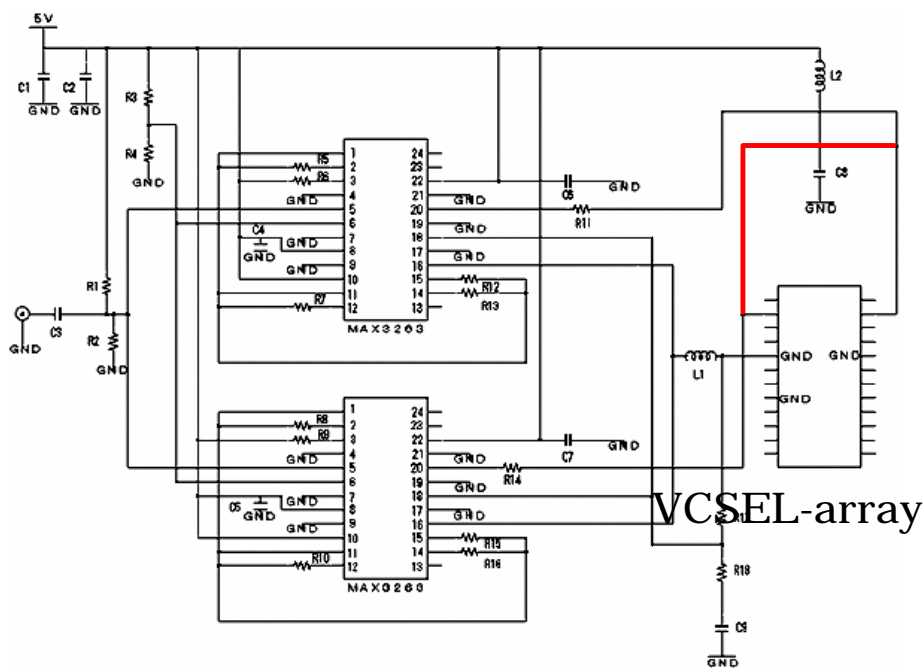


図 30 干渉の原因部分予測

以上の実験より、今回の回路作成では 1、0 の矩形波は出力することはできたが 2⁸-1 NRZ PRBS ランダムパターンは出力することはできなかった。今後 LD ドライバの特性とその外部回路の作成の仕方について検討しなくてはならない。

第四章 結論

4-1 VCSEL と Array の効果

VCSEL と VCSEL-array を比較すると、単一に比べて約 4 倍の光出力が得られたため、光出力は VCSEL-array の方が高いので長距離でかつ追尾角度変化対応可能な無線通信が可能だと考えられる。しかしビーム変向やパワー増加のため実際の通信で VCSEL-array を使用しようとするれば、正しくデータを転送できるアレー合成角度を見極めなくてはならない。

4-2 課題

本実験の設計、検討時に問題となった課題と対策をあげる。

1、ランダムパターンが出力されない

LD ドライバの特性を見極め、高周波信号の劣化損失を最小限に抑える回路機構を考え、リード線の短縮及び GND の強化などによって改善できるのではないだろうか。

2、LD ドライバ 1 個に対して VCSEL をいくつまで光らせることができるのか

LD ドライバは +5V 単一電源で動作し、2 個の外部抵抗によって変調電流最大 30mA、BIAS 電流最大 60mA までプログラム可能であるため、ドライバの電力と利用する LD の電力で導くことが可能である。

3、LD ドライバを複数個使用し、それぞれに異なる信号を入力し通信することは可能か

切り換えを用いて LD ドライバにかかる電圧を制御すれば可能である。しかし、今回の実験では確認されなかったが信号の Channel 間の干渉による波長歪みなどを考慮する必要があるかもしれない。

第五章 展望

無線LANシステムは先に述べたように、今後も急速に発展、普及していくことだろう。しかし、高速通信の普及にともない近距離通信における無線媒体の干渉の問題が起こってくると考えられる。

今回検討した光無線システムにおいてはまだ確認されていないが干渉の問題はあるかもしれない。その解決法も研究課題である。既存の赤外線LED通信 (<100Mbps) を大幅に上回る Gbps 以上が可能な潜在能力を秘めた LD を用いたシステムは次世代の移動端末時代には大きな魅力である。

また病院の医療機器、工場の制御機器など電磁波の関係で電波無線が利用できない場所においても、無線ネットワークにおいて高速に大容量のデータを転送できる。

今後光無線で電波無線と同様な多重化接続を採用することにより効率は向上し同時に多くの利用者が利用できるように、なると考えられる。(図 31 参照)

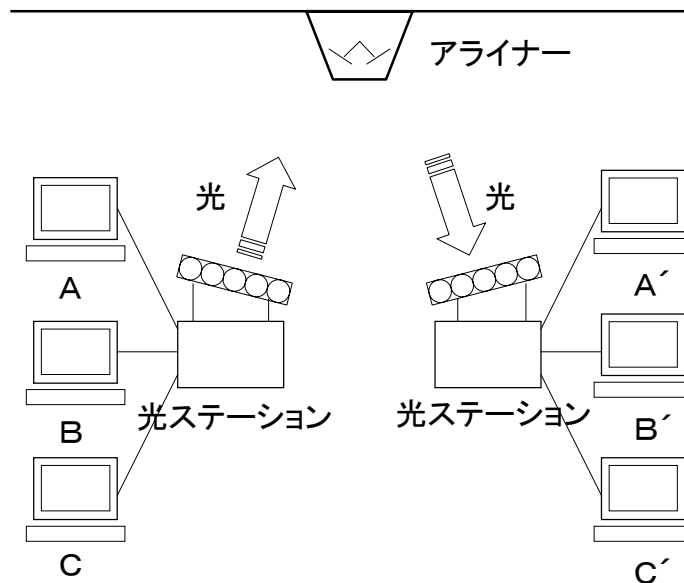


図 31 光無線多重のイメージ

アレーの構成次第では一つの光ステーションで複数の PC、移動端末などが同時に回線を利用できる。

第六章 最後に

- ・ 同条件の信号伝送実験では VCSEL-array を用いたものは単一 VCSEL を用いたときに比べて光出力が約 4 倍に向上していることが解った。しかし、ランダムパターンの出力までは到達することはできなかった。個々の VCSEL に違う信号を入力すること、さらに多くの VCSEL を同一ドライバで光らせるなどの可能性も明らかになった。
- ・ はんだ付け、回路配線・設計をより細かいところまで出来るようになった。これは私自身のスキルとして今後も役に立つ技術であると確信している。

現在も情報化は著しい速度で発展している。それにとまなう通信分野の製品進歩のサイクルの速さに驚かされる。BS デジタル放送をはじめとする情報家電のマルチメディア化、携帯端末機器、次世代ゲーム機などの開発・発展など多くの機器がネットワーク化され新しいコミュニケーションの形態が生まれつつある。

そういった機器を必要に応じて容易にネットワークにアクセスする手段として無線は重要なものであり、また大容量なものを高速に送信するためには光無線通信システムが必要不可欠になってくる。また VCSEL-array の高光出力で高速・高品質なビームを送信機光源に用いることで、ビル間通信などのネットワーク化に力を発揮するだろう。

そしてテレビのリモコン、コードレス電話、ポケットベル、PHS、携帯電話と生活には当たり前になってきたように、ブロードバンド光通信もこれからの生活に自然と溶け込み、なくてはならないものになる日も遠くはないと考える。

今後、光無線の研究がさらに発展することを期待したい。

参考文献

- 前田隆正・加藤伊智郎 「わかりやすい無線LAN」オーム社
松下温・中川正雄 「ワイヤレスLANアーキテクチャ」共立出版
大友功・小園茂・熊澤弘之 「ワイヤレス通信工学」コロナ社
日本ユニシス情報技術研究会「ギガビット時代のLANテキスト」東京電気大学出版局
濱田正典 学位論文 「短距離型光無線通信システム」
各無線関連のHP

謝辞

この研究を進めるにあたり、終始丁寧な御指導をいただきました野中弘二助教授に深く感謝いたします。

この研究を進めるにあたり、プリント基板作成に御指導をいただきました綿森道夫助教授に深く感謝いたします。

この研究の場を与えていただいた神戸宏教授に感謝いたします。

この研究を進めるにあたり、大学院生の濱田正典先輩、中野純史先輩にはお世話になり、多くの部分で手伝っていただいた渡辺啓太氏、鳥井智正氏、森泰隆氏に感謝いたします。

LDドライバに関して情報をいただいた中田さん、児島さんに感謝いたします。

また高知工科大学電子・光システム工学科に在学してさまざまな学習・実験を行うにあたり、原央学科長をはじめとする先生の方々には御協力いただきました。この紙面をお借りして感謝いたします。

ファイル名 : M.Ishikawa
フォルダ : C:¥My Download Files
テンプレート : C:¥WINDOWS¥Application

Data¥Microsoft¥Templates¥Normal.dot

表題 : 卒業研究報告

副題 :

作成者 : 石川美津朗

キーワード :

説明 :

作成日時 : 2002/02/02 19:10

変更回数 : 34

最終保存日時 : 2002/02/12 16:32

最終保存者 : 石川美津朗

編集時間 : 682 分

最終印刷日時 : 2002/02/12 16:45

最終印刷時のカウント

ページ数 : 34

単語数 : 2,064 (約)

文字数 : 11,769 (約)