

論文97-34D-7-10

파장 분할 다중화 방식을 위한 고속 레이저 다이오드 배열 모듈의 혼신 해석

(Crosstalk Analysis of Laser-Diode Array Modules for Wavelength Division Multiplexing)

金星一*, 李海英**

(Sung-Il Kim and Hai-Young Lee)

요 약

본 논문에서는 다중 채널 광송신을 위한 대표적인 레이저 다이오드 배열 모듈 (Laser-Diode array module)의 내부 혼신 해석을 통하여 이 혼신 감소를 위한 중간 접지선(screening line)이 포함된 접속선(access line) 구조를 제안하였다. LD 배열 모듈의 혼신 특성 해석 결과, LD의 낮은 내부 임피던스와 짧은 본딩와이어로 인하여 서로 다른 접속선 간에 발생하는 유도성 혼신(inductive crosstalk)이 모듈 전체의 혼신 특성 열화에 우세함을 확인하였다. 또한, 중간 접지선(screening line)을 삽입한 접속선의 구조는 기존의 구조에 비하여 접속선과 본딩와이어에 의한 혼신 특성이 각각 10 dB, 2 dB 개선됨을 확인하였다. 따라서 접지선이 삽입된 접속선과 이중 본딩와이어를 구비하는 본 배열 모듈의 혼신 특성은 차단 주파수 범위내에서 기존의 구조에 비해서 약 10 dB의 혼신 특성의 개선이 가능함을 확인하였다. 특히, 본 논문에서 제안된 접지선이 삽입된 접속선과 이중 본딩와이어는 전송 신뢰도의 증가와 제작의 간편성으로 실용화에 적합하다.

Abstract

In this paper, we analyzed the crosstalk characteristics of LD array modules for WDM and improved the crosstalk levels using a screening line between access lines. From the calculation results, we have found that inductive crosstalk of access lines is dominant for the low impedance LD arrays with short bondwire interconnections. The proposed array interconnection with the screening line and double bondwires, reduces the crosstalk level about 10 dB compared to conventional interconnections using simple access lines and a single bondwire. This proposed structure also can be easily implemented with transmission reliability.

* 正會員, 現代電子 産業 (株) 메모리 研究所 패키지
開發室

(Package Development Dept., Memory R&D Division,
Hyundai Electronics Industries Co., Ltd.)

** 正會員, 亞洲大學校 電氣電子工學部

(School of Electronics and Electrical Engineering,
Ajou University)

※ 이 연구는 95년도 한국 과학재단 연구비 지원에 의
한 결과임(과제번호 95-0100-05-01-3)

接受日字:1997年1月27日, 수정완료일:1997年6月25日

I. 서 론

최근의 광통신 기술에서는 정보의 대용량화 및 고속 전송의 요구에 따라서 파장 분할 다중화 방식(Wavelength Division Multiplexing : WDM)에 대한 관심이 고조되고 있다^{[1]-[4]}. 이러한 파장 분할 다중화 방식이나 주파수 분할 다중화 방식(Frequency Division Multiplexing)의 실현을 위해서는 송신용 모듈로서 고속 레이저 다이오드 배열 모듈(Laser-Diode array modules : LD array modules)과 수신용으로서 고속 광 다이오드 배열 모듈(Photo-Diode array

modules : PD array modules)의 개발이 필수적이다 [5], [6]. 또한, WDM/FDM의 광대역 주파수 동조 (frequency tuning) 특성과 변조 특성의 필요성은 두 개이상의 다전극(multi-electrode)을 갖는 LD 배열 [7] - [10]을 요구한다. 따라서 이러한 전극이 여러개인 LD 배열을 포함하는 모듈은 연결선의 고집적화에 따라 전기적 혼신이 모듈의 변조 특성에 영향을 미치므로 이러한 혼신 감소를 위한 구조적·전기적 개선에 관한 연구의 필요성이 증대되고 있다.

수 GHz의 대역폭을 갖는 고속 다채널 광전송·수신 모듈(multi-channel optoelectronic transmitter/receiver modules)의 변조 특성은 주로 모듈 내의 고주파 신호의 전송에 관계되는 부분에서 발생하는 전기적 혼신에 의해서 열화된다 [11], [12]. 따라서 본 논문의 목적은 WDM/FDM 실현을 위해서 개발의 필요성이 증대되고 있는 다채널 광송신을 위한 실장된 LD 배열 모듈에서 전기적 혼신 특성을 해석하므로써 혼신을 감소시키는 전기적 구조를 설계하는 데 있다.

일반적인 LD 배열 모듈에서 구동신호는 외부의 전원으로부터 결합된 마이크로스트립(coupled microstrip) 전송선으로 이루어진 신호 접속선(access line)과 본딩와이어를 통하여 LD 배열에 인가된다. 이러한 LD 배열 모듈의 혼신 특성 해석 결과, LD의 낮은 내부 임피던스와 상대적으로 짧은 본딩와이어로 인하여 서로 다른 접속선 간에 발생하는 유도성 혼신(inductive crosstalk)이 모듈 전체의 혼신 특성을 열화시키는 주요 원인을 확인하였다. 따라서 연결선의 유도성 기생성분(inductive crosstalk)의 영향을 감소시키기 위해서 본 논문에서는 서로 다른 접속선의 사이에 중간 접지선(screening line)을 삽입하였다. 또한 이 접속선들과 LD 배열 사이는 기계적 연결 신뢰성의 증가와 기생 인덕턴스(parasitic inductance)의 감소를 위하여 이중 본딩와이어(double bond wires)를 이용하였다.

본 해석 결과로부터 중간 접지선(screening line)을 삽입한 접속선의 구조는 기존의 구조에 비해서 약 10 dB 이상 혼신 특성을 향상시킴을 관찰할 수 있었으며, 결과적으로 모듈 전체의 혼신 특성은 약 10 dB 정도 개선됨을 확인하였다. 또한, 본딩와이어에 의한 혼신은 10 GHz 이상의 주파수 영역에서 급격히 증가함을 확인하였다. 그러므로, 10 Gbps 이상의 변조 대역폭을 얻기 위해서는 접속선에 의한 혼신과 함께 본딩와이어

에 의한 혼신도 심각히 고려되어야 한다.

본 논문에서 제안한 LD 배열 모듈의 고주파 구조는 일반적인 모듈의 고주파 구조의 근본적인 변경 없이 일괄 공정이 가능하도록 접속선 간에 단순히 접지선을 삽입하고 이중 본딩와이어를 사용함으로써 혼신 및 기생 특성의 개선을 얻을 수 있으므로 기존 구조 [12]에 비하여 상대적으로 높은 신뢰성과 적절한 생산성을 유지할 수 있다.

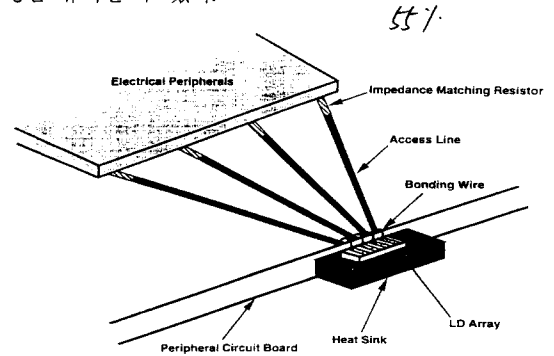


그림 1. 일반적인 4-채널 LD 배열 모듈의 구조

Fig. 1. Schematic of general 4-channel LD array modules.

II. LD 배열 모듈의 구조 분석 및 해석 방법

1. 일반적인 LD 배열 모듈의 고주파 구조 분석

그림 1은 일반적인 LD 배열 모듈의 고주파 구조를 나타낸다 [11]. LD 배열 모듈은 LD 배열, 구동회로 기판(peripheral circuit board) 상의 구동회로부(electrical peripheral), 그리고 LD 배열과 구동회로부 사이의 신호 전송을 위한 연결선으로 구성되어 있다. LD 배열과 구동회로부는 본딩와이어와 결합 마이크로스트립 형태의 접속선으로 연결되어 있다. 고주파 신호는 정합저항(matching resistor)과 결합 마이크로스트립 형태의 접속선, 본딩와이어를 통해서 구동회로부로부터 LD 배열로 전송된다. 그림 1에서 LD 배열의 크기는 매우 작은 반면에 구동회로부의 크기는 일반적으로 매우 크므로, 본딩와이어의 유도성 기생성분과 혼신의 영향으로 인한 고주파 신호의 감쇠 및 왜곡을 방지하기 위하여 짧은 본딩와이어를 사용하며 접속선의 길이가 상대적으로 증가하게 된다. 따라서, 본딩와이어들 간의 혼신보다는 접속선들 사이의 혼신이 전체 모듈의 동작 특성 열화에 더 큰 영향을 미친다 [11], [12].

2. 단일 LD의 고주파 등가회로

가. LD의 내부 등가회로

LD의 내부 특성 변수(intrinsic parameters)는 Tucker의 선형화된 레이저 비율 방정식에 의한 방법^[13]을 이용하여 구할 수 있으며, 광집속 계수에 대한 오류를 수정한 비율 방정식과 LD의 직류(DC) 특성을 이용하여 구하였다. 그림 2의 등가회로에서 Intrinsic LD를 구성하는 $C_d, R_1, L_{st}, R_{st1}, R_{st2}$ 는 각각 확산용량(diffusion capacitance), 동저항(미분저항, dynamic resistance)과 재결합 저항의 병렬 합으로 계산되는 저항, 광자의 축적을 나타내는 인덕턴스, 이득 포화에 의한 공진 감쇠를 나타내는 저항, 자연 방출에 의한 공진 감쇠를 나타내는 저항을 의미하며, 다음과 같이 표현된다.

$$C_d = \frac{a N_{op}}{\eta V_T} \quad (1)$$

$$R_1 = \frac{R_d R_{sr}}{R_d + R_{sr}} = \frac{\tau_n}{C_d} \left(1 + \frac{A \tau_n S_{op}}{1 + \epsilon S_{op}} \right) \quad (2)$$

$$L_{st} = \frac{R_d}{\frac{\tau_d}{\tau_{dr}} \beta + \frac{A \tau_n S_{op}}{1 + \epsilon S_{op}}} \cdot \frac{(1 + \epsilon S_{op})^2}{\Gamma A (N_{op} - N_g)} \quad (3)$$

$$R_{st1} = \frac{\epsilon \Gamma A (N_{op} - N_g) S_{op}}{(1 + \epsilon S_{op})^2} \cdot L_{st} \quad (4)$$

$$R_{st2} = \frac{\Gamma \beta N_{op}}{\tau_{sp} S_{op}} \cdot N_{st} \quad (5)$$

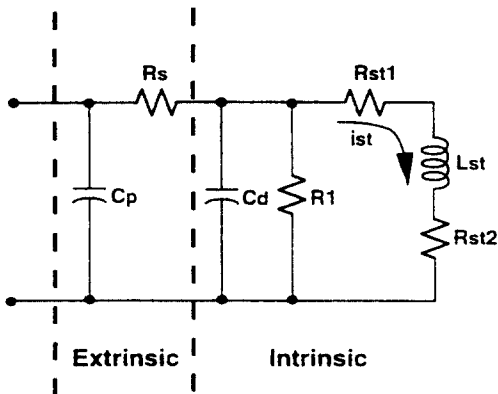


그림 2. LD의 내부 및 외부 교류 등가 회로
Fig. 2. Extrinsic and intrinsic AC equivalent circuit of LD.

여기서 $\eta, N_{op}, S_{op}, R_d, \tau_d, \tau_{dr}, \tau_{sr}$ 은 각각 레이저 p-n 접합의 이상 계수, LD의 동작점에서의 전자농도, 정공농도, 동저항(미분저항), 전자의 미분 수명, 전자의 발

광성 미분 수명, 전자의 비발광성 재결합 수명을 나타내며, 표 1에 나타내었다. 표 1에 나타낸 변수의 값은 일반적인 통신용 LD의 동작 조건인 구동전류(operation current)가 임계전류(threshold current)의 두 배인 경우, 통신용 LD의 직류 특성 곡선으로부터 추출된 값이다. 또한, 윗 식 (1) ~ (5)에 사용된 대표적인 LD의 특성 변수는 표 2에 나타내었다. 그림 2는 상기한 식을 이용하여 모델링된 LD의 외부(Extrinsic) 및 내부(Intrinsic) 교류 등가회로를 나타낸다. 그림 2에서 C_p, R_s 는 각각 활성층 밖의 기생용량, LD의 직렬저항이다.

표 1. $I_{op} = 2I_{th}$ 인 경우에 LD의 직류 특성으로부터 구한 소신호 변수

Table 1. Small signal LD parameters calculated from DC characteristics at $I_{op} = 2I_{th}$.

기호	변수	변수값
N_{op}	레이저 다이오드의 동작점 전자농도	$2.12 \times 10^{18} (1/cm^3)$
S_{op}	레이저 다이오드의 동작점 정공농도	$5.33 \times 10^{14} (1/cm^3)$
R_d	레이저 다이오드의 동저항	$3.75(m\Omega)$
τ_d	전자의 미분 수명	$500(ps)$
τ_{dr}	전자의 발광성 미분 수명	$1.84(ns)$
τ_{sr}	전자의 발광성 재결합 수명	$3.11(ns)$
η	레이저 p-n 접합의 이상 계수	1.12

표 2. 일반적인 LD의 대표적 특성변수

Table 2. Typical parameters of general LD.

기호	변수	대표값
τ_p	광자 수명	$1.33(ps)$
τ_n	캐리어 수명	$9.66(ns)$
γ	기본 모드의 광집속 계수	0.27
A	광이득 계수	$2.0 \times 10^{-6} (cm^3/s)$
N_g	광이득이 0인 캐리어 밀도	$0.8 \times 10^{18} (1/cm^3)$
β	자연방출 결합 계수	3.0×10^{-4}
ϵ	비선형 이득 계수	$2.0 \times 10^{-17} (cm^3/s)$
λ	레이징(lasing) 파장	$1.3(\mu m)$
da	활성층의 두께	$0.1(\mu m)$
W	활성층의 폭	$1.0(\mu m)$
L_c	레이저 공진기 길이	$300(\mu m)$
α	전자 전하량×활성영역 부피	$q \times L_c \times W \times da$

나. LD 배열 모듈의 혼신 특성 해석 방법

LD 배열 모듈의 주파수 응답 특성은 실장 기생성분에 크게 영향을 받으므로 이의 정확한 해석은 매우 중요하다. 특히, 모듈의 혼신 특성에 가장 큰 영향을 미치는 기생성분은 구동회로부와 LD 배열의 연결선에

서 발생하는 유도성 리액턴스(inductive reactance)이다^[11].

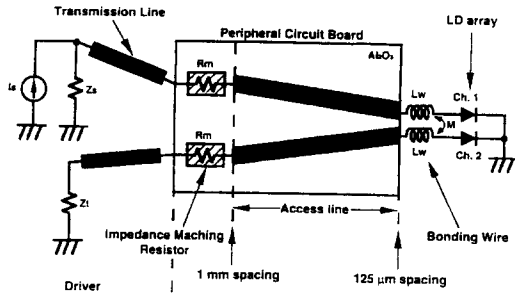


그림 3. LD 배열 모듈의 혼신 해석을 위한 고주파 등가 회로

Fig. 3. High-frequency equivalent circuit of LD array modules.

그림 3은 LD 배열 모듈의 혼신 특성 해석을 위해서 구성한 근접한 두 채널의 고주파 등가회로이다. I_s , Z_s , Z_l , R_m , L_w , M , Ch. 1, Ch. 2는 각각 채널 1의 구동전류원과 내부 임피던스, 채널 2의 구동전류원의 내부 임피던스, 구동회로와 LD의 임피던스 정합을 위한 정합저항, 본딩와이어의 자체 인덕턴스(self inductance)와 상호 인덕턴스(mutual inductance), 그리고 각 채널의 LD를 나타낸다. 본딩와이어간의 용량성 결합은 LD의 내부 임피던스가 매우 낮으므로 무시되었다. 본 논문에서는 이러한 고주파 신호의 전달 경로에 따른 모듈의 정확한 혼신 특성을 해석하기 위해서 고주파 회로 해석 프로그램(MDS : Microwave & RF Design System)을 이용하여 모듈의 고주파 구조 및 회로를 해석하였으며, 본딩와이어의 기생 인덕턴스는 10 GHz 이하에서는 정자기 해석 결과와 매우 잘 일치하므로^[14] 3 차원 구조 해석 프로그램(Raphael)을 사용하여 정적 해석하였다.

일반적으로 많이 사용되는 SPICE를 이용한 집중소자 모델링(Lumped element modeling) 방법은 10 GHz의 높은 주파수에서 위상 지연 효과를 정확히 고려할 수 없으므로 본 논문에서는 분포 정수를 이용하여 혼신 특성을 해석하였다.

III. 해석 결과 및 최적 구조 설계

1. 기생성분 해석 결과

LD의 내부 임피던스는 약 5Ω 으로 신호선에 비해

서 매우 낮으므로 LD 배열 모듈의 실장 기생 성분 중 고속, 광대역 동작에 가장 우세한 영향을 미치는 것은 접속선과 본딩와이어의 유도성 기생성분이다^[12],^[15]. LD 배열 모듈에 사용된 접속선은 381 μm 의 알루미늄 기판 상에 길이, 폭, 그리고 두께가 각각 5 mm, 90 μm , 0.3 μm 이며, 재질이 구리인 신호선으로 구성된 마이크로스트립의 형태를 갖는다. 인접한 접속선 사이의 간격은 정합저항 부분에서 1 mm, LD 배열 부분에서 125 μm 이다. 또한, 마이크로스트립 접속선과 LD 배열의 각 채널은 본딩스텝 100 μm , 길이 500 μm , 그리고 지름 25 μm , 재질이 금인 단일 본딩와이어로 연결되어 있다. 이러한 본딩와이어의 3 차원 방법으로 계산된 자체 인덕턴스와 채널간 상호 인덕턴스는 각각 0.4 nH, 0.139 nH이다. 또한, 본딩와이어와 동일한 방법으로 계산된 접속선의 자체 인덕턴스와 접속선 사이의 상호 인덕턴스는 각각 0.87 nH/mm, 0.41 nH/mm이다.

2. 혼신 특성 해석 결과

보통 통신용 LD는 임계전류(threshold current : I_{th})의 두 배가 되는 구동전류(operation current : I_{op})로 구동된다. 그러므로, 본 논문에서는 일반적인 LD의 구동 조건에서 LD 배열 모듈의 혼신 특성을 해석하였다.

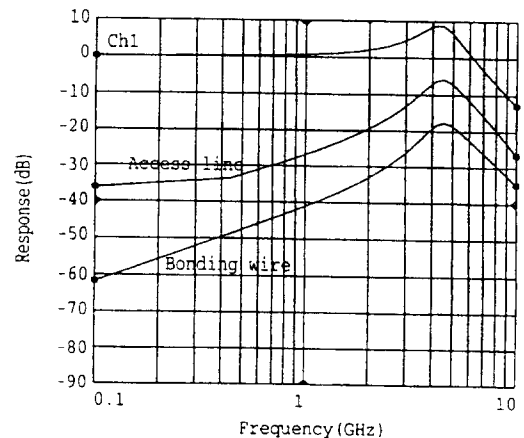


그림 4. LD 배열 모듈의 정규화된 혼신 특성

Fig. 4. Normalized crosstalk characteristics of LD array modules.

그림 4는 채널 1로 고주파 신호를 인가하고, 채널 2의 전원을 제거시켜서 해석한 일반적인 LD 배열 모듈의 정규화된 혼신 특성을 나타낸다. 그림 4에 표시된

Ch1, 접속선(Access line), 그리고 본딩와이어(Bonding wire)는 각각 고주파 신호가 인가된 채널 1 LD의 주파수 응답 특성, 접속선에 의한 혼신만을 고려하였을 경우와 본딩와이어에 의한 혼신만을 고려하였을 경우의 Ch2의 주파수 응답 특성을 나타낸다. 그림 4에서 접속선에 의한 혼신과 본딩와이어에 의한 혼신은 저주파 영역에서 각각 -36 dB, -62 dB이며, 고주파 영역에서는 각각 -27 dB, -35 dB임을 관찰할 수 있다. 그러므로, 접속선에 의한 혼신은 본딩와이어에 의한 혼신에 비해서 저주파와 고주파 영역에서 각각 26 dB, 8 dB의 증가를 보이므로 접속선에 의한 혼신이 모듈의 혼신 특성에 주요한 영향을 미침을 확인하였다. 이것은 일반적인 단일 LD 실장 구조의 경우, 본딩와이어의 기생 인덕턴스에 의한 영향이 매우 우세하나, 본 논문에서 사용된 LD 배열 구조는 500 μm 의 매우 짧은 길이의 본딩와이어를 사용하므로 본딩와이어의 유도성 결합(inductive coupling)이 모듈의 혼신 특성에 비교적 영향을 적게 미치기 때문이다.

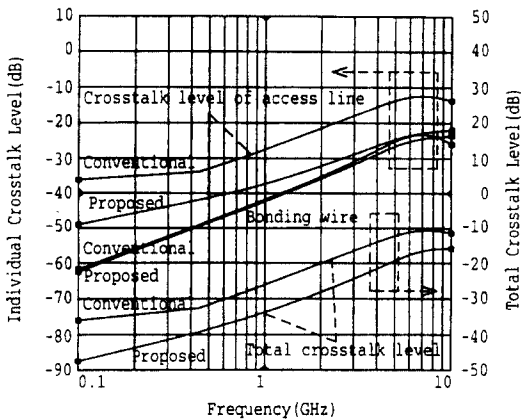


그림 5. 제안된 LD 배열 모듈 구조와 기존의 고주파 구조의 혼신 특성 비교

Fig. 5. Comparison of crosstalk characteristics for conventional and the proposed LD array modules.

주파수의 증가에 따른 혼신의 증가는 서로 다른 접속선과 본딩와이어 사이에 기생성분으로 존재하는 상호 인덕턴스가 주파수의 증가에 따라서 증가되기 때문이다. 그러므로, 본 논문에서는 이러한 주파수의 증가에 따른 상호 인덕턴스의 증가를 억제하고 연결선의 전송 신뢰도를 증가시키기 위해서 서로 다른 접속선 간에 1 mm 간격으로 형성된 via-hole을 통하여 기

판의 접지면에 연결시킴으로써 접지 능력을 향상시킨 접지선을 삽입하였다. 또한, 본딩와이어는 주파수 특성 개선을 위하여 이중 본딩와이어를 사용하였다.

그림 5는 본 논문에서 제안한 구조와 기존 구조의 혼신 특성을 접속선, 본딩와이어, 그리고 고주파 구조 전체의 혼신으로 나누어 비교하여 나타낸 것이다. 제안된(proposed) 고주파 구조는 기존(conventional)의 고주파 구조에 비해서 접속선, 본딩와이어, 그리고 구조 전체의 혼신 특성이 저주파 영역에서는 각각 13 dB, 1 dB, 11 dB, 고주파 영역에서는 각각 10 dB, 2 dB의 개선을 관찰할 수 있다.

일반적으로 결합 마이크로스트립 전송선 형태의 서로 다른 두 신호선 간의 혼신 특성은 두 신호선 간의 전기적인 간격에 크게 의존하는 유도성·용량성 결합(inductive·capacitive coupling)을 감소시킴으로써 개선시킬 수 있다. 그러므로, 본 논문에서는 접속선 간에 중간 접지선을 삽입하여 전기적인 유효간격을 증가시킴으로써 접속선 간의 유도성 결합의 효과적인 감소로 접속선에 의한 혼신이 10 GHz까지 10 dB 이상이 개선됨을 확인하였다. 또한, 고주파 영역에서 접지선이 삽입된 접속선의 혼신 특성 개선 효과가 감소하는 것은 주파수의 증가에 따라 근접한 서로 다른 접속선간의 상호 결합이 증대된 때문이다.

고주파 신호 전송의 신뢰도를 증가시키고 본딩와이어의 기생 인덕턴스를 감소시키기 위해서 각각의 접속선과 LD 배열의 각 채널의 연결선으로 사용된 이중 본딩와이어는 저주파 영역에서 약 1 dB의 혼신 감소 효과를 보인다. 또 단일 본딩와이어(single bonding wire)를 사용한 기존의 경우에 비해서 이중 본딩와이어를 사용하는 제안된 구조는 고주파 영역에서 상호 인덕턴스 감소 효과가 증가하여 10 GHz에서 2 dB의 혼신 감소 효과를 보인다.

한편, 이러한 접속선과 본딩와이어의 혼신 특성을 포함하는 전체 고주파 구조의 혼신 특성은 7 GHz까지는 접지선이 삽입된 접속선이 혼신을 감소시켜 약 10 dB의 혼신 감소를 관찰할 수 있으나, 7 GHz 이상에서는 제안된 구조의 본딩와이어에 의한 혼신이 접속선에 의한 혼신보다 증가하여 전체 혼신 특성 개선 효과는 약 6 dB로 감소됨을 관찰할 수 있다. 이는 주파수의 증가에 따라서 접속선에 비해서 본딩와이어의 전류밀도가 증가하여 본딩와이어에 의한 혼신의 영향이 급격히 증가하면서 접속선에 의한 혼신과의 차이가

감소하는 데에 따른 것이다. 따라서 10 GHz 이상의 고주파 영역에서는 본딩와이어에 의한 혼신의 영향도 심각히 고려되어야 함을 예상할 수 있다. 결과적으로 접속선 사이에 접지선이 삽입된 이중 본딩와이어를 구동회로부와 LD 배열의 고주파 신호 전송선으로 사용하였을 경우, 기존의 구조에 비해 채널 1의 -3 dB frequency까지 약 10 dB의 혼신 특성의 개선이 가능함을 확인하였다.

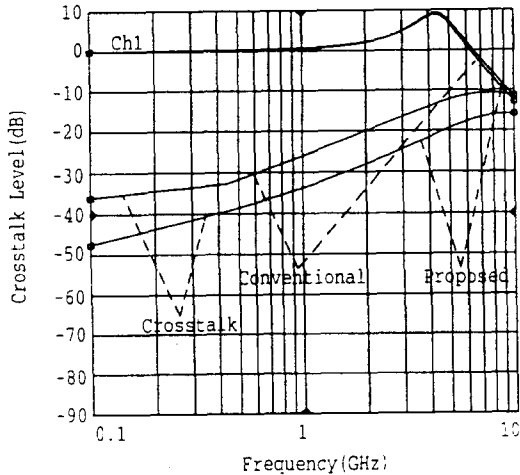


그림 6. LD 배열 모듈의 혼신 특성과 주파수 응답
Fig. 6. Crosstalk characteristics and frequency response of LD array modules.

그림 6은 채널 1에 입력신호를 인가하였을 때 채널 2에서의 혼신을 채널 1의 주파수 응답과 비교하여 나타낸 것이다. 위에서 기술한 바와 같이 제안된 구조는 기존의 구조에 비해서 약 10 dB의 혼신 특성 개선을 보이며, 10 GHz 이상의 고주파 영역에서는 기존의 구조에 비해서 채널 1의 주파수 응답 특성 곡선과 중첩되는 주파수가 10 GHz 이상의 주파수로 이동함으로써 상대적으로 개선된 혼신 특성을 기대할 수 있다. 또한, 기존의 구조의 경우 개선된 구조에 비해서 채널 2의 혼신 특성의 증가로 인하여 채널 1의 주파수 변조 특성이 고주파 영역에서 약 1 dB 감소됨을 관찰할 수 있다.

3. 접지선이 삽입된 접속선의 구현 방안

혼신 특성과 모듈의 대역폭 개선을 위하여 제안된 접지선이 삽입된 모듈의 구현 방안을 그림 7에 보였다. 그림 7에서 고주파 신호선으로 사용된 접속선(access line)의 사이에 접속선과 동일한 길이의 접지

선(screening line)이 삽입되어 있으며, S_1 과 S_2 , S_3 , W_1 은 각각 정합저항 부분과 LD 배열 부분에서의 접지선과 접속선의 사이 간격, via-hole의 사이 간격, 그리고 접속선과 접지선의 폭을 나타낸다. 접지선과 접속선은 길이, 폭, 두께가 각각 5 mm, 90 μm , 0.3 μm 을 갖으며, 서로 다른 접속선 간의 간섭의 효과적인 감소를 위해서 1 mm 간격으로 via-hole을 통하여 381 μm 두께의 알루미늄 기판의 접지면과 연결되어 있다. 또한, 접속선과 접지선은 정합저항면에서 455 μm 이며, LD 배열면에서는 40 μm 의 간격을 갖는다. 접속선은 이중 본딩와이어를 통해서 채널 간격이 125 μm 인 LD 배열의 전극에 연결된다. 그러므로, 제안된 접지선이 삽입된 접속선과 이중 본딩와이어를 포함한 고주파 구조는 기존의 고주파 구조를 변화시키지 않고 생산할 수 있으므로 낮은 생산비와 고주파 신호의 전송 신뢰도를 증가시킬 수 있다.

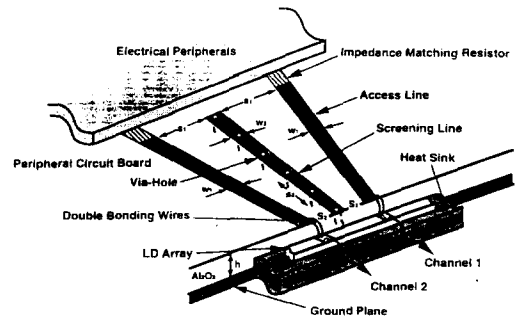


그림 7. 제안된 LD 배열 모듈의 구현
Fig. 7. Implementation of the proposed LD array modules.

IV. 결론

일반적인 LD 배열 모듈에서 구동신호는 외부의 전원에서부터 결합 마이크로스트립(coupled microstrip) 전송선으로 이루어진 신호 접속선(access line)과 본딩와이어를 통하여 LD 배열에 인가된다. 이 경우, 접속선과 본딩와이어의 유도성 기생성분은 모듈내의 신호 혼신을 유발시킨다. 이러한 연결선의 유도성 기생성분(inductive parasitics)의 영향을 감소시키기 위해서 본 논문에서는 서로 다른 접속선의 사이에 중간 접지선(screening line)을 삽입하였다. 또한, 이 접속선들과 LD 배열사이에는 연결 신뢰성의 증가와 기생 인덕턴스(parasitic inductance)의 감소를 위하여 이중 본

딩와이어(double bond wires)로 연결하였다. LD 배열 모듈의 혼신 특성 해석 결과, LD의 낮은 내부 임피던스와 상대적으로 짧은 본딩와이어로 인하여 서로 다른 접속선 간에 발생하는 유도성 혼신(inductive crosstalk)이 모듈 전체의 혼신 특성을 열화시키는 주요 원인을 확인하였다. 또한, 중간 접지선을 삽입한 접속선의 구조는 기존의 구조에 비해서 약 10 dB 이상 혼신 특성을 향상시킴을 관찰할 수 있었으며, 본딩와이어에 의한 혼신은 10 GHz 이상의 주파수 영역에서 급격히 증가함을 확인하였다. 그러므로, 10 Gbps 이상의 변조 대역폭을 얻기 위해서는 접속선에 의한 혼신과 함께 본딩와이어에 의한 혼신도 심각히 고려되어야 한다. 본 논문에서 제안한 LD 배열 모듈의 구조와 구조는 일반적인 모듈의 구조와 구조의 근본적 변경없이 일괄 공정이 가능하도록 접속선 간에 단순히 접지선을 삽입하고 이중 본딩와이어를 사용함으로써 혼신 및 기생 특성의 개선을 얻을 수 있으므로 기존 구조에 비하여 상대적으로 높은 신뢰성과 적절한 생산성을 유지할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] N. A. Olsson, and et. al., "63.3 km transmission with 1.37 Tbit · km/s capacity using wavelength division multiplexing of ten single-frequency lasers at 1.5 μ m," *Electronics Letters*, vol.21, pp. 105-106, 1985.
- [2] M. P. Vecchi, and et. al., "High-bit-rate measurements in the LAMBDANET multiwavelength optical star network," in *Technical Digest of Optical Fiber Conference*, 1988, WO2.
- [3] C. Lin, and et. al., "Wavelengthtunable 16 optical channels transmission experiment at 2 Gbit/s and 600 Mbit/s for broadband subscriber distribution," *Electronics Letters*, vol. 24, pp. 1215-1217, 1988.
- [4] H. Toba, and et. al., "A 100-channel optical FDM transmission/distribution at 622 Mb/s over 50 km," *IEEE Journal of Lightwave Technology*, vol. 8, pp. 1396-1401, 1990.
- [5] S. Chandrasekhar, and et. al., "Investigation of crosstalk performance of eight-channel p-i-n/HBT OEIC photoreceiver array modules," *IEEE Photonics Technology Letters*, vol. 8, no. 5, pp. 682-684, May 1996.
- [6] S. Chandrasekhar, and et. al., "Eight-channel p-i-n/HBT monolithic receiver array at 2.5 Gb/s per channel for WDM applications," *IEEE Photonics Technology Letters*, vol. 6, no. 10, pp. 1216-1218, Oct. 1996.
- [7] Y. Yoshikuni, and et. al., "Broad wavelength tuning under single-mode oscillation with a multi-electrode distributed feedback laser," *Electronics Letters*, vol. 22, pp. 1153-1154, 1986.
- [8] Y. Yoshikuni, and et. al., "Multielectrode distributed feedback laser for pure frequency modulation and chirping supposed amplitude modulation," *IEEE Journal of Lightwave Technology*, vol. LT-5, pp. 516-522, 1987.
- [9] O. Ishida, and et. al., "Pure frequency modulation of a multielectrode Distributed-Bragg-Reflector(DBR) laser diode," *IEEE Photonics Technology Letters*, vol. 7, pp. 156-158, 1989.
- [10] M. Fukuda, and et. al., "Continuously tunable thin active layer and multisection DFB laser with narrow linewidth and high power," *IEEE Journal of Lightwave Technology*, vol. 7, pp. 1504-1509, 1989.
- [11] D. R. Kaplan, and et. al., "Electrical crosstalk in p-i-n arrays part I: theory," *IEEE Journal of Lightwave Technology*, vol. LT-4, no. 10, pp. 1460-1469, Oct. 1986.
- [12] T. Hayashi, and et. al., "Reducing electrical crosstalk in laser-diode array modules by using a film-carrier interconnection," *IEEE Journal of Lightwave Technology*, vol. 13, no. 9, pp. 1885-1891, Sep. 1995.
- [13] R. S. Tucker, "High-speed modulation of semiconductor lasers," *IEEE Journal of Lightwave Technology*, vol. LT-3, pp.

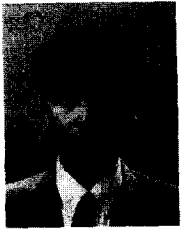
1180-1192, Dec. 1985.

- [14] H. Y. Lee, "Wideband characterization of mutual coupling between high density bonding wires," IEEE Microwave and Guided Wave Letters, vol. 4, no. 8, Aug.

1994.

- [15] Charlse S. Walker, Capacitance, inductance, and crosstalk analysis, Artech House, Inc., 1990.

저 자 소 개



金星一(正會員)

1969년 8월 14일생. 1995년 2월 아주대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1997년 2월 아주대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1997년 3월 ~ 현재 현대전자산업 주식회사 메모리 연구소 패키지 개발실 연구원. 주

관심 분야는 고속 광전소자, RF 소자, 그리고 초고속/고밀도 반도체 소자 실장의 전기적 설계 및 측정, 고속/고밀도 전송선의 설계/해석 및 측정 등임

李海英(正會員) 第33卷A編第7號 參照

현재 아주대학교 전기공학부 교수