

금속격자구조의 누설특성을 이용한 새로운 광 결합용 필터

호광춘[†]

한성대학교 정보통신공학과

Ⓞ 136-792 서울시 성북구 삼선동 2가 389번지

(2007년 2월 21일 받음, 2007년 4월 19일 수정본 받음)

광 평면 유전체 기판 위에 형성된 금속격자구조의 누설특성을 이용한 새로운 광 결합용 필터를 제안하였고, Bragg 조건들을 모드 전송선로 이론을 사용하여 정확하게 분석하였다. 수치해석 결과, 유전체격자구조로 구성된 기존의 DFB는 전송 모드들의 피드백특성에 기인한 차단대역을 형성하지만 금속격자구조는 누설파특성에 기인한 차단대역을 형성하는 것으로 나타났다. 결국, 누설파 필터특성을 적용한 광 결합용 필터는 LD나 광섬유와 같은 광통신용 소자들과 집적이 가능함을 보였다.

주제어 : Leaky-wave Coupling Filters, Bragg Conditions, Grating Waveguides

I. 서 론

다층 유전체로 구성된 광통신용 평면 DFB(Distributed Feedback) 전송구조는 광학 집적회로에 적합하고, LD, 광 필터, 빔 분배기 등과 같은 광통신용 소자로서 활용분야가 넓기 때문에 그 전송구조의 광학적 특성에 대한 많은 연구가 있어 왔다. 1970년대 Kogelnik는 결합모드 이론(Coupled-Mode Theory)^[1]을 이용하여 처음으로 진행파/반사파(Forward/Backward-Travelling Wave)사이의 전송특성으로부터 DFB 구조의 분산특성을 분석하였다. 또한, 그와 병행하여 마이크로 공학 분야에서도 그와 같은 전송구조가 RF 필터나 누설파 안테나 제작 등에 성공적으로 연구되고 사용되어 왔다. 대부분의 그 전송구조는 그림 1(a)에서 보듯이 평면 유전체 슬립상에 금속격자 구조를 형성하여 제작하였다.

금속격자 전송구조의 필터 특성, 즉 전송구조에서 전파하는 마이크로 파의 분산특성(dispersion characteristics)을 분석하기 위하여 컴퓨터를 이용한 다양한 해석적 방법들^[2,3]이 연구되어 왔다. 비록, 이 해석법들이 정확한 수치해석적 결과들을 제공하지만, 이 방법들은 금속격자의 두께가 무시할 정도로 얇은 전송구조에 한하여 적용되어 왔다. 이와 같은 문제를 극복하기 위하여 최근 Shiao와 Peng은 모드정합방법(Mode-Matching Method)^[4]을 이용하여 임의의 두께를 갖는 금속격자 구조의 그 분산특성을 고려하였다. 그러나, 그들은 광통신 파장대역이 아닌 오직 마이크로 파장대역에서 그 특성들을 분석하였다.

이를 위하여 본 논문에서는 최근 광통신용 소자들의 정확한 분석 및 설계에 적용 가능하도록 발전된 모드 전송선로이론(Modal Transmission-Line Theory: MTLT)^[5]을 이용하여 일정한 두께의 금속격자로 구성된 전송구조의 필터 특성을 광통신 파장대역에서 분석하였다.

분석 결과, 광통신 파장대역에서 금속격자로 구성된 DFB 전송구조의 필터 특성은 피드백파(feedback-wave)에 기인한 유전체격자의 필터 특성과 상이한 누설파(leaky-wave)에 기인한 새로운 개념의 누설파 필터 특성이 나타났다. 그 필터 특성을 이용하여 본 논문에서는 광원과 광섬유가 결합된 다단(multi-sectional) 집적 소자인 새로운 광통신용 결합 필터의 설계를 제안하였다.

II. DFB 전송구조의 모드함수

그림 1에서 보듯이, y -축에 대한 필드분포가 일정한, 즉 $\partial/\partial y \equiv 0$ 인, 2차원 격자 전송구조에서 발생하는 필드분포는 아래와 같이 무한한 수의 공간고조파(Space Harmonics)들의 합으로 나타낼 수 있다. 즉, 임의의 j 번째 균일층(Non-

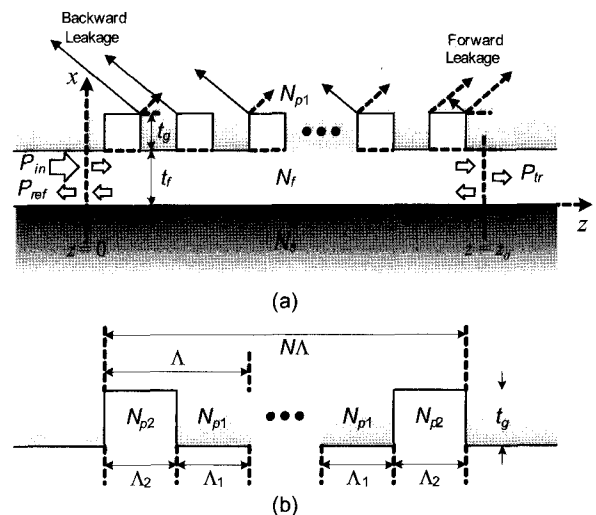


그림 1. (a) 장방향 격자(Rectangular Grating)로 구성된 DFB 전송 구조, (b) 장방향 격자구조.

[†] E-mail: kwangho@hansung.ac.kr

periodic Layer)에서는

$$E_j = \sum_n \left\{ f_{jn} e^{ik_{xn,j}x_j} + r_{jn} e^{-ik_{xn,j}(t_j-x_j)} \right\} e^{ik_{zn}z} = \sum_n V_{jn}(x_j) e^{ik_{zn}z},$$

$$H_j = \sum_n Y_{jn} \left\{ f_{jn} e^{ik_{xn,j}x_j} - r_{jn} e^{-ik_{xn,j}(t_j-x_j)} \right\} e^{ik_{zn}z} = \sum_n I_{jn}(x_j) e^{ik_{zn}z}$$

(1)

와 같이, 비 균일층(Periodic Layer)에서는

$$E_p = \sum_m \left\{ f_{pm} e^{ik_{xm,p}x_p} + r_{pm} e^{-ik_{xm,p}(t_p-x_p)} \right\} \sum_n a_{nm} e^{ik_{zn}z}$$

$$= \sum_m V_{pm}(x_p) \sum_n a_{nm} e^{ik_{zn}z}$$

$$H_p = \sum_m Y_{pm} \left\{ f_{pm} e^{ik_{xm,p}x_p} - r_{pm} e^{-ik_{xm,p}(t_p-x_p)} \right\} \sum_n b_{nm} e^{ik_{zn}z}$$

$$= \sum_m I_{pm}(x_p) \sum_n b_{nm} e^{ik_{zn}z}$$

(2)

와 같이 나타낼 수 있다. 여기서, n 번째 공간고조파의 전파상수는

$$k_{zn} = k_{z0} + \frac{2n\pi}{\Lambda} = \beta + i\alpha + \frac{2n\pi}{\Lambda},$$

$$k_{xn,j} = \sqrt{(k_0 n_j)^2 - k_{zn}^2} \text{ for all } j \neq p$$

(3)

와 같고, MTLT의 모드 전류와 전압의 비율로 표시되는 각 영역에서의 특성 어드미턴스(admittance)는 다음과 같이 정의된다^[5].

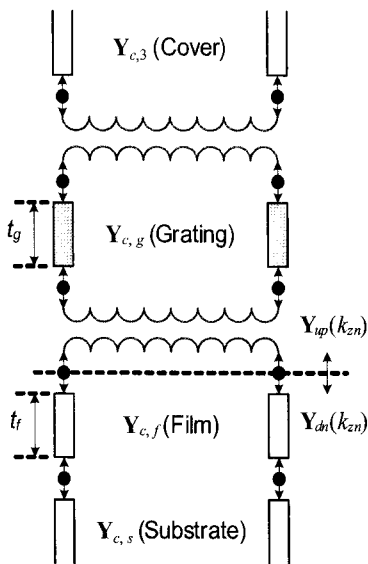


그림 2. 횡방향에서 구성된 그림 1(a)의 DFB 전송구조에 대한 등가 전송선로.

$$Y_{jn} = \frac{I_{jn}}{V_{jn}} = \begin{cases} k_{xn,j} / (\omega\mu_0) & \text{for TE modes} \\ (\omega\varepsilon_0 n_j^2) / k_{xn,j} & \text{for TM modes} \end{cases}$$

$$Y_{pm} = \frac{I_{pm}}{V_{pm}} = \begin{cases} k_{xm,p} / (\omega\mu_0) & \text{for TE modes} \\ (\omega\varepsilon_0 n_{av,p}^2) / k_{xm,p} & \text{for TM modes} \end{cases}$$

(4)

그때, 식 (4)를 만족하는 그림 1(a)의 장방향 격자로 구성된 DFB 전송구조에 대한 등가 전송선로(Equivalent Transmission-Lines)는 그림 2와 같이 구성할 수 있다. 결국, 구성된 등가 전송선로에 아래와 같은 MTLT의 횡방향 공진조건(Transverse Resonance Condition)^[5]을 적용하면 DFB 전송구조에서 전파하는 정확한 모드들의 위상상수 β 와 그 감쇄상수 α 를 결정할 수 있다.

$$|Y_{up}(k_{zn}) + Y_{dn}(k_{zn})| = 0$$

(5)

여기서, $Y_{up}(k_{zn})$ 과 $Y_{dn}(k_{zn})$ 은 횡방향의 임의 위치에서 위와 아래로 들여다본 입력 어드미턴스(Admittance) 행렬을 의미한다. 예를 들어, 기판과 두께 t_f 의 얇은 판막 사이의 경계면에서 아래로 들여다본 n 번째 공간 고조파의 반사계수는 식 (4)에 주어진 j -번째 전송 층의 특성 어드미턴스 $Y_{jn} = Y_{c,s,f}^{(n)}$ 를 이용하면

$$\Gamma_n = \frac{Y_{c,f}^{(n)} - Y_{c,s}^{(n)}}{Y_{c,f}^{(n)} + Y_{c,s}^{(n)}}$$

(6)

와 같고, 정의된 Γ_n 을 이용하여 두께 t_f 의 얇은 판막과 두께 t_g 의 격자 사이의 경계면에서 아래로 들여다본 n 번째 공간 고조파의 입력 어드미턴스를 표현하면 다음과 같다.

$$Y_{in}^{(n)} = \frac{1 - \Gamma_n \exp(2ik_{xn,j}t_f)}{1 + \Gamma_n \exp(2ik_{xn,j}t_f)} Y_{c,f}^{(n)}$$

(7)

그때, 격자구조에 기인하여 DFB 전송구조 내에서 발생하는 모든 공간 고조파 성분들을 고려하면, 식 (7)은 다음과 같은 행렬식으로 다시 정의할 수 있다.

$$Y_{dn}(k_{zn}) = Y_{in} = \left(1 + \mathbf{R} \exp(2i\mathbf{K}_f t_f)\right)^{-1} \left(1 - \mathbf{R} \exp(2i\mathbf{K}_f t_f)\right) Y_{c,f}$$

(8)

여기서, \mathbf{R} 은 반사계수 Γ_n 의 열행렬(column Matrix)이고, $\exp(2i\mathbf{K}_f t_f)$, $Y_{c,d}(r)$, Y_{in} 은 각각 요소 $\delta_{mn} \exp(2ik_{xn,j}t_f)$, $\delta_{mn} Y_{c,f}^{(n)}$, $\delta_{mn} Y_{in}^{(n)}$ 로 구성된 대각선 행렬(Diagonal Matrix)이다. 이와 같은 방법으로 등가전송선로의 임의의 경계면에서 위로 들여다본 입력 어드미턴스 $Y_{up}(k_{zn})$ 에 대한 행렬식도 결정할 수

있다.

결국, 식 (5)의 횡방향 공진조건으로부터 미지수 고유치 k_{zn} 이 결정되면, DFB 전송구조 내에서 전파하는 정확한 모드들의 그 분산특성뿐만 아니라 임의의 공간 (x, z) 에서 DFB 전송구조를 따라 진행되는 전계 $\mathbf{E}(x, z)$ 와 자계 $\mathbf{H}(x, z)$ 성분들을 분석할 수 있다.

III. 누설파 필터의 분산특성

마이크로파 파장대역에서 일정한 두께를 갖는 금속격자 전송구조의 분산특성은 Bragg 조건 영역, 즉 차단대역(stop-band)을 제외한 모든 파장대역에서 금속격자의 도전성에 상당한 영향을 받는다고 알려져 왔다.^[4] 그러나, 금속격자 전송구조가 광 파장대역에서 사용된다면 Bragg 조건 영역($\beta\Lambda/\pi \approx m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$)에서 발생하는 분산특성은 마이크로파 파장대역에서의 그 특성과 매우 다른 결과를 초래한다. 본 논문에서는 이와 같은 분산특성을 저자가 아는 한 처음으로 분석하였으며, 그 특성을 이용한 새로운 형태의 광 결합필터를 제안하였다.

광 파장대역에서 금속격자 전송구조의 분산특성을 고려하기 위하여 두 종류의 샘플을 사용하였다. 즉, 동작주파수 $\lambda = 1.55 \mu\text{m}$ 에서 $N_{p1} = 1$ 의 공기 층으로 덮여있는 굴절율 $N_{p2} = 0.18 + i1.02$ 의 Gold(Au) 금속 스트립과 $N_{p1} = 0.18 + i1.02$ 의 Au 층으로 덮여있는 굴절율 $N_{p2} = 3.42 + i1.31$ 의 Zirconium(Zr) 금속 스트립을 선택하였다. 그때 사용한 격자의 두께는 $t_g = 0.05 \mu\text{m}$, 유전체 판막의 굴절율과 두께는 각각 $t_f = 0.58 \mu\text{m}$, $N_f = 3.39$, 그리고 기판의 굴절율은 $N_s = 3.17$ 이었다. 또한, 격자주기에서 금속격자의 폭이 차지하는 비율을 나타내는 격자비율(Aspect Ratio)은 $\Lambda_2/\Lambda = 0.5$ 로 선택하였다.

TE₀ 모드에 대한 그림 3의 정규화 감쇄상수 $\alpha\lambda$ 에 대한 분산곡선에서 보듯이, 각 전송구조들은 Bragg 조건 영역에서

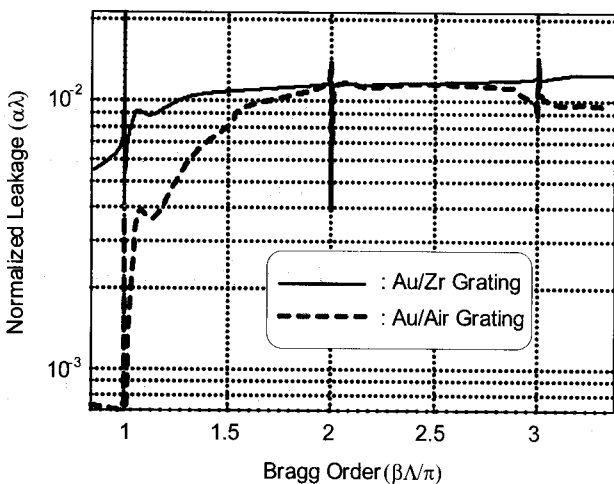


그림 3. Au/Air와 Au/Zr 금속격자로 구성된 DFB 전송구조의 누설성분에 대한 분산곡선.

매우 큰 피크 값을 나타내었다. 이 피크 값들은 지금까지 진행파(forward-wave)와 후진파(backward-wave)의 위상상수 β_f, β_b 가 서로 정합되는 피드백특성($\beta_f - \beta_b \approx 2\pi m/\Lambda$)에 의하여 오직 발생하는 것으로 알려져 왔다. 그러나, 그림 3에 주어진 금속격자로 구성된 DFB 전송구조에서의 피크 값은 피드백특성이 아닌 다른 특성, 즉 누설특성,에 의하여 발생하는 것으로 나타났다. 이를 구체적으로 분석하기 위하여 그림 4에 자세한 그림을 도시하였다.

먼저, 1차 Bragg 조건 영역($\beta\Lambda/\pi \approx 1$)에서 분석된 그림 4(a)에서 보듯이, Au/Zr로 구성된 금속격자 전송구조의 경우 $0.9609 \sim k_0\Lambda \sim 0.9628$ 의 주파수 범위에서 유전체격자 전송구조와 유사한 feedback에 기인한 표면파 차단대역(Surface-Wave Stop-Band) 특성이 나타났다. 즉, 누설되는 1차 고조파의 누설방향이 이 대역 내에서 유전체격자 전송구조의 후진파와 비슷한 크기와 방향으로 누설되었으며, 이에 기인하여 양 방향으로 진행되는 파들의 위상상수는 근사적으로 서로 같게 ($\beta_f \approx -\beta_b$) 나타났고, 피드백특성의 1차 Bragg 조건을 만족하였다. 또한, 점선으로 표현된 감쇄상수의 분산곡선에서 보듯이, 표면파 차단대역 내에서 감쇄상수는 $\alpha\lambda \approx 0.0225$ 의 최대 값을 갖고, FWHM(Full Width at Half-Maximum)가 $\sim 1.5 \times 10^{-3}$ 인 필터특성을 나타내었다.

이에 반하여, 그림 4(b)에 도시한 Au/Air로 구성된 금속격자 전송구조의 분산곡선은 새로운 특성을 보여 주고 있다. 즉, 진행 파와 후진 파의 그 위상상수가 $0.9615 \sim k_0\Lambda \sim 0.9628$ 의 차단대역에서 서로 일치하지 않고, 오직 하나의 값인 $k_0\Lambda \approx 0.9628$ 에서 서로 일치하였다. 그러나, 그 감쇄상수 $\alpha\lambda$ 는 그림 4(a)와 같이 차단대역 내에서 지수 함수적으로 증가하고 감쇄하는 필터 특성을 보였고, 그 FWHM은 Au/Zr 금속격자의 경우보다 다소 넓은 $\sim 2.1 \times 10^{-3}$ 로 나타났다. 이와 같은 현상은 상대적으로 큰 금속격자의 도전성이 진행파와 후진파 사이의 비 동기화에 영향을 주어 1차 공간 고조파를 소자 밖으로 누설하기 때문에 발생하는 것이다. 그러므로, 본 논문에서는 금속격자 전송구조에서 발생하는 이 새로운 특성을 누설파 차단대역(Leaky-Wave Stop-Band) 특성이라 부를 것이다.

다음으로, 3차 Bragg 조건 영역($\beta\Lambda/\pi \approx 3$)에서 발생하는 분산특성을 분석하였다. 그림 5(a)에서 보듯이, Au/Zr로 구성된 금속격자 전송구조의 경우 양방향 파들이 하나의 값인 $k_0\Lambda \approx 2.8842$ 에서 서로 일치하였고, 이때 그 감쇄상수는 $\alpha\lambda \approx 0.0144$ 에서 최대 값을 가졌고, $\sim 3.8 \times 10^{-3}$ 의 FWHM을 나타내었다. 결국, 1차 Bragg 조건 영역에서 Au/Air 금속격자 전송구조와 같이 Au/Zr 금속격자 전송구조는 3차 Bragg 조건 영역에서 누설파 차단대역 특성이 나타났다. 또한, 지금까지 고려된 금속격자 전송구조의 새로운 특성과 비교를 위하여, 표면파 차단대역 특성을 나타내는 유전체격자 전송구조(즉, $N_{p1} = 1$ 과 $N_{p2} = N_f = 3.39$ 로 구성된 전송구조)의 분산곡선을 그림 5(b)에 도시하였다. 그림에서 보듯이, 유전체격자 전송구조는 $2.8541 \sim k_0\Lambda \sim 2.8545$ 의 차단대역에서 양방향 파들의

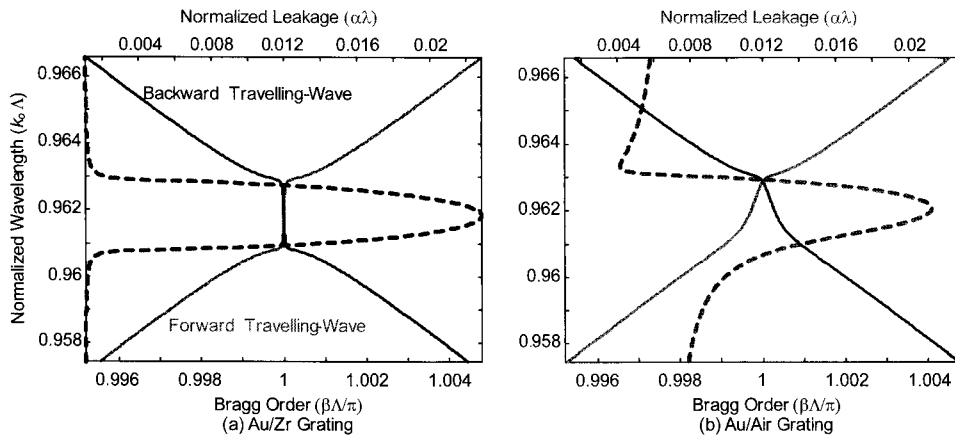


그림 4. 1차 Bragg 조건에서 상세하게 도시된 분산곡선. 여기서, 점선과 실선은 각각 $\alpha\lambda$ 와 $\beta\lambda/\pi$ 를 나타낸다.

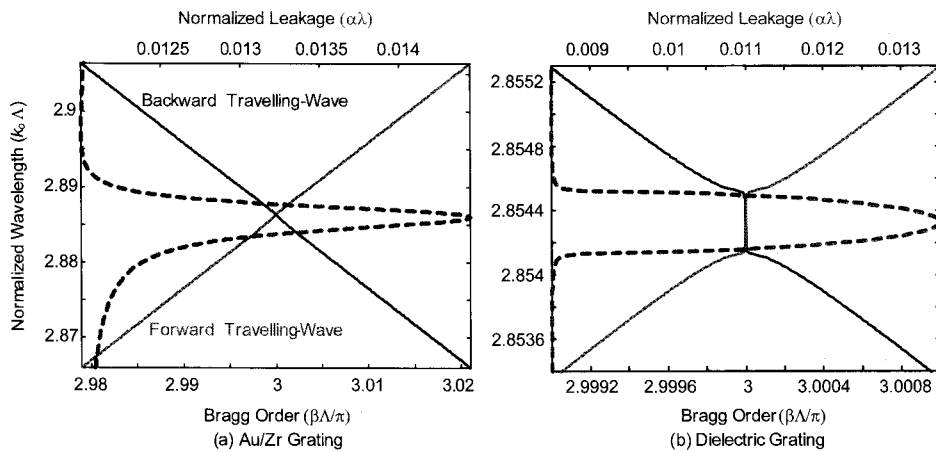


그림 5. 3차 Bragg 조건에서 상세하게 도시된 분산곡선. 여기서, 점선과 실선은 각각 $\alpha\lambda$ 와 $\beta\lambda/\pi$ 를 나타낸다.

위상상수가 서로 잘 일치하고 있음을 나타내고 있다. 결국, 이 전송구조는 차단대역 내에서 전형적인 DFB 전송구조의 특성인 피드백 필터로 동작함을 알 수 있다.

이상에서 언급하였듯이, 광통신 파장대역에서 DFB 전송구조의 필터특성은 2가지로 분류할 수 있다. 첫째는 진행파와 후진파의 위상상수가 서로 정합되어 발생하는 표면파 차단대역 특성이며, 둘째는 금속격자의 큰 도전성에 의하여 발생하는 누설파 차단대역 특성이다.

이를 좀더 구체적으로 그림 6에 묘사하였다. 그림6(b)에서 보듯이, 다중 파장대역($\lambda_1 \sim \lambda_m$)의 광 신호 전력의 DFB 전송구조에 입사되었다고 가정하자. 그 입사된 다중 파장 전력 중에 일부 파장대역($\lambda_{i+1} \sim \lambda_{j-1}$)은 Bragg 조건 영역에서 금속 격자를 통하여 외부로 누설되고, 누설되지 않은 파장대역($\lambda_1 \sim \lambda_i, \lambda_j \sim \lambda_m$)의 광 신호 전력만이 금속격자 DFB 전송구조를 통하여 출력된다. 이와 같은 물리적 특성은, 그림6(a)에서 보듯이, Bragg 조건 영역에서 $\lambda_{i+1} \sim \lambda_{j-1}$ 의 파장대역의 광 신호들이 피드백(feedback-wave) 특성에 의하여 차단되는 전형적인 유전체격자 DFB 전송구조와 유사한 차단대역 특성이라 할 수 있다.

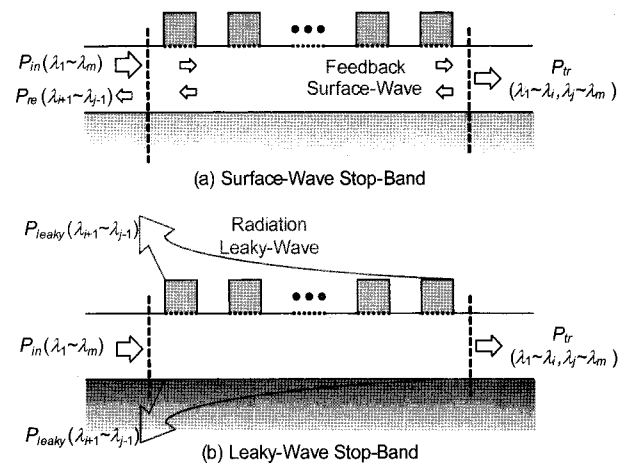


그림 6. 광통신 파장대역에서 DFB 전송구조의 필터특성. (a) 표면파 차단대역 특성, (b) 누설파 차단대역 특성.

일반적으로, 그림 6(a)의 전형적인 유전체격자 DFB 전송구조는 피드백에 기인한 반사전력 때문에 그림 7에서 보듯이 광원과 광섬유를 연결하는 집적소자 제작에 사용하기가 어

렵다. 왜냐하면, 광원에서 광섬유로 공급하는 레이저의 출력이 DFB 전송구조의 입력단에서 발생하는 반사전력(Reflected Power)에 의하여 심각한 영향을 받기 때문이다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 유전체격자 대신에 금속격자 DFB 전송구조를 사용하면, 그림에서 보듯이 레이저의 출력에 치명적인 영향을 주는 DFB 전송구조로부터의 반사전력을 제거할 수 있으며, 누설과 특성에 기인하여 다중 파장대역의 레이저 출력신호를 원하는 신호만 차단하여 광섬유에 결합하는 새로운 결합용 필터의 제작이 가능하다.

IV. 누설 전력특성

지금까지, 격자로 구성된 전송구조에서 발생하는 전력특성은 연속적인 방사파(Radiation Wave)들이 격자의 불연속 경계면에서 일으키는 산란현상을 고려하여 분석하여 왔다. 그러나, 산란현상을 이용한 분석은 하나의 소자로 집적된 다단, 다층 전송구조의 전력특성을 분석하기에는 너무 복잡하고, 좋은 수치해석적 결과를 얻기 위하여 많은 노력과 수치해석적 오류를 줄여야 하는 정확성이 필요하다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 최근 누설파 모델을 이용한 종방향 모드 전송선로이론(Longitudinal Modal Transmission-Line Theory: L-MTLT)^[6]이 제안 되었다. 이 이론은, 누설파 모델을 이용하면 격자로 구성된 전송구조에서 발생하는 전력특성은 하나 또는 두 개의 이산 누설파를 이용하여 정확하게 분석할 수 있다는 것이다.

그 누설파 모델에 기초한 그림 1(a)의 DFB 전송구조에 대한 등가전송선로가 그림 8에 도시되어 있다. 결국, 그림 1(a)에 주어진 진행/후진 누설파들에 의한 누설 전력(Leaky Power)은 그림 8의 등가전송선로의 모드 성분들로 다음과 같이 표현할 수 있다.^[6]

$$P_{leaky} = (1 - |\Gamma_{in}|^2) (1 - e^{-2\alpha z_0}). \tag{9}$$

여기서, 입사된 광 신호의 입력 반사계수는

$$\Gamma_{in} = -\frac{\Gamma(z_0)(1 + e^{2ik_z z_0})}{1 + \Gamma^2(z_0) e^{2ik_z z_0}},$$

와 같고, DFB 전송구조 내에서 임의의 거리 z_0 를 진행한 후 출력 경계면에서 발생하는 출력 반사계수는 진행파에 대한 DFB 전송구조의 유효 임피던스 Z_{DFB} 와 슬랩 전송구조의 임피던스 Z_{SB} 의 비율로 $\Gamma(z_0) = (Z_{SB} - Z_{DFB}) / (Z_{SB} + Z_{DFB})$ 와 같이 표현할 수 있다.

TE₀ 모드에 대한 식 (9)의 누설 전력을 금속격자의 수가 $N = 10, 20$ 인 경우에 대하여 분석되었다. 분석을 위한 샘플은 Au/Air 금속격자로 구성된 DFB 전송구조를 사용하였다. 그림 9에서 보듯이, 누설 전력은 금속격자의 수가 증가함에 따

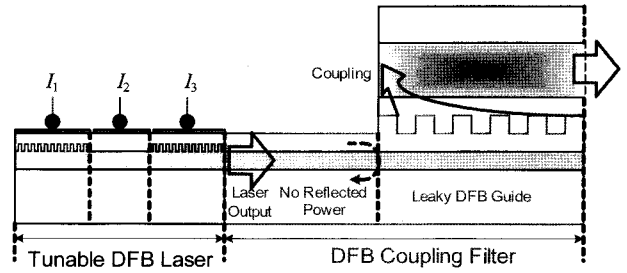


그림 7. 광원, 광섬유와 하나의 소자로 집적된 금속격자 DFB 전송구조.

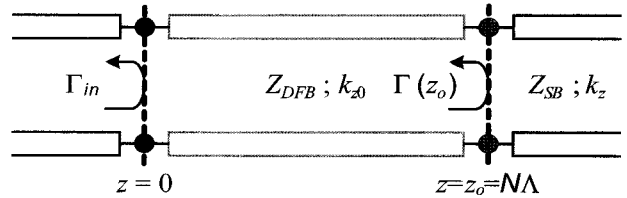


그림 8. 그림 1의 DFB 전송구조에 대한 종방향 등가전송선로.

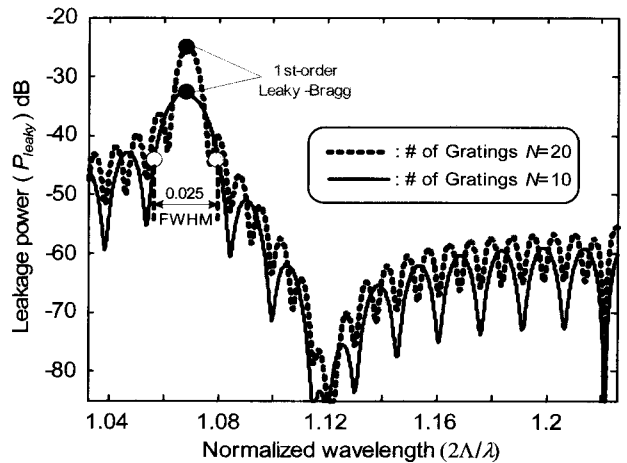


그림 9. Au/Air 금속격자로 구성된 DFB 전송구조의 누설 전력.

라 현저하게 증가함을 나타내고 있으며, $2\Lambda/\lambda \approx 1.067$ 에서 1차 누설파 Bragg 조건을 만족하는 최대 값이 나타났다. 더욱이, 금속격자의 수가 $N = 10$ 인 경우 FWHM이 0.025인 필터특성을 나타냈으며, $N = 20$ 인 경우 FWHM은 0.012를 나타내었다. 즉, 격자의 수가 두 배 증가함에 따라 필터의 협대역(Narrow-Band) 특성도 비례적으로 증가하였다. 이와 병행하여, 그림에서 보듯이 -40 dB 이하의 측대파(side-lobe)들도 격자의 수에 비례하여 나타났다.

본 논문에서 제시한 모든 수치해석 결과들은 참고문헌 [5]에서 언급한 내용을 기초로 하여, 1 Watt의 입사전력에 대하여 누설되는 각 고조파의 누설전력을 결정하고 그 누설전력 중에서 10^{-6} Watt보다 큰 누설전력을 갖는 공간고조파들에 의하여 계산된 결과들이다.

V. 결 론

참고문헌

일정한 두께를 갖는 금속격자 전송구조의 분산특성과 누설 전력특성이 모드 전송선로이론을 이용하여 정확하게 분석되었다. 분석 결과, 금속격자 DFB 전송구조의 필터특성은 유전체격자 DFB 전송구조의 피드백특성과는 다른 누설파의 누설특성에 의하여 발생함을 보였고, 그 누설 전력은 격자의 수가 증가함에 따라 현저하게 증가하였다.

그 누설특성을 이용하여 광원과 광섬유를 하나의 소자에 집적한 새로운 형태의 광 결합용 필터를 제안하였다. 이 새로운 집적소자는 광원에서 발생하는 출력전력이 DFB 전송구조의 반사전력에 의하여 영향을 받지 않는 새로운 개념의 소자라 할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 2007년도 한성대학교 교내연구비 지원과제입니다.

- [1] H. Kogelnik and C. V. Shank, "Coupled-wave theory of distributed feedback lasers," *J. App. Phys.*, vol. 43, pp. 2327-2335, 1972.
- [2] R. Mittra and R. Kastner, "A spectral domain approach for computing the radiation characteristics of a leaky-wave antenna for millimeter waves," *IEEE Trans. A&P*, vol. 29, pp. 652-654, 1981.
- [3] J. A. Encinar, "Mode-matching and point-matching techniques applied to the analysis of metal-strip-loaded dielectric antennas," *IEEE Trans. A&P*, vol. 38, pp. 1405-1412, 1990.
- [4] C. M. Shiao and S. T. Peng, "Effect of finite conductivity on dispersion characteristics of grating waveguide," *J. EMT Waves and Applications*, vol. 12, pp. 789-800, 1998.
- [5] T. Tamir and S. Zhang, "Modal Transmission-Line Theory of Multilayered Grating Structures," *J. Lightwave Technol.*, vol. 14, pp. 914-927, 1996.
- [6] K. C. Ho and K. Ho, "Longitudinal Modal Transmission-Line Theory (L-MTLT) of Multilayered Periodic Waveguides," *IEICE Trans. Electron.*, vol. E88-C, No. 2, pp. 1-5, 2005.

Novel Optical Coupling Filters using Leaky Characteristics of Metal-Strip Gratings

Kwang-Chun Ho[†]

Dept. of IC Eng., Hansung University, Seoul 136-792, Korea

[†]*E-mail: kwangho@hansung.ac.kr*

(Received February 21, 2007, Revised manuscript April 19, 2007)

A novel optical coupling filter with finite-thickness metal-strip gratings printed on optical planar dielectric slabs is proposed, and Bragg conditions of the device are rigorously evaluated by using Modal Transmission-Line Theory (MTLT). The numerical results reveal that the guiding structures have filtering properties due to a leaky-wave stop-band while conventional DFB guiding structures consisted of dielectric gratings depend on a feedback-wave stop-band. Consequently, it shows that the optical coupling filter dependent on the leaky-wave filtering characteristics can be compounded of such optical devices as LD and optical fiber.

OCIS code : 060.1810, 130.2790, 230.7370.