

論文 96-33B-12-4

## 제약조건이 필요없는 격자형 광섬유필터의 설계법

(A design method for optical fiber filter of lattice structure without constraints)

李 採 昂 \*, 文 炳 顯 \*

(Chae-Wook Lee and Byung-Hyun Moon)

### 요 약

광섬유를 지연선으로 이용하는 광지연선 신호처리(optical delay line signal processing) 분야는 대용량의 신호를 고속으로 처리할 수 있기 때문에, 많은 곳에서 응용되고 있다. 최근에는 이동통신의 OCDMA(Optical Code Division Multiple Access) 기술에도 응용된 논문들이 많이 발표되고 있다. 저자는 광섬유를 지연선으로 이용한 격자형 광섬유 필터의 설계법에 대하여 이미 발표하였다. 그러나 기존에 발표한 격자형 광섬유필터는 일반 격자형 필터를 기본 모델로 하여 설계하였기 때문에, 희망하는 전달함수를 항상 실현할 수 있는 것이 아니고 실현조건(제약조건)이 따르는 문제점이 있었다. 본 논문에서는 제약조건이 필요 없는 격자형 광섬유필터를 제안하여, 주어진 전달함수를 항상 실현할 수 있다는 것을 보이고 그때의 설계법을 확립한다.

### Abstract

Since optical delay line signal processing which utilizes optical fiber as delay line elements can provide high speed and broadband signal processing, the optical delay line signal processing has numerous applications. Recently, many research papers which optical delay line signal processing techniques are being applied to OCDMA are published. The author has published paper on the design method for optical fiber filters of lattice structure. However, the previous design method does not realize the transfer function all the time. It can be realized with constraints. In this paper, we propose the design method that can realize the transfer function all the time without any constraints for the optical fiber filter of lattice structure.

### I. 서 론

광섬유는 저손실, 광대역 그리고 작은 지연도 정확하게 얻을 수 있기 때문에, 광대역 및 고속 신호처리 분야에서 일종의 지연소자로 많이 응용되고 있다. 광섬유를 지연선(지연소자)으로 이용한 신호처리를 광지연선 신호처리(optical delay line signal processing)라 부

르고 있는데, 이미 많은 논문이 발표되어 있다<sup>1-10)</sup>. 특히 광대역 종합정보 통신망(BISDN)의 핵심기술인 광주파수 분할다중방식(OFDM)에서는 수십 GHz단위의 고주파, 광대역신호에 대한 필터링처리가 요구되고 있는데, 광섬유필터는 이를 해결할 가장 유력한 후보로 꼽히고 있다<sup>17,8,9,10)</sup>.

광섬유필터에 대한 실험은 NTT 전송 시스템 연구소에서 GHz 단위의 저역통과 및 고역통과 주파수특성의 실현을 시작으로<sup>10)</sup>, GaAs 도파로상에서 지연선을 더욱 길게 하여 초고주파(microwave)를 사용하는 분야에도 광섬유필터가 응용 가능한 것을 보여 주고 있다<sup>12)</sup>. 광섬유를 지연선으로 하는 광섬유필터의 집적화가 더욱 진전되어, 방향성결합기에 광증폭기를 한 개

\* 正會員, 大邱大學校 情報通信工學部

(School of Computer and Communication, Taegu Univ.)

※ 이 논문은 1996학년도 대구대학교 학술 연구비지원에 의한 논문임

接受日字: 1996年9月5日, 수정완료일: 1996年12月2日

혹은 양 쪽으로 2개를 동시에 설치하여 설계의 자유도를 높이는 실현방법 및 프로그램이 가능한 광섬유필터도 발표되고 있다<sup>[3,5,8,11]</sup>. 최근에는 우리 나라 이동통신의 표준 기술로 지정한 OCDMA(Optical Code Division Multiple Access) 기술에도 광섬유를 지연선으로 이용한 광신호처리 관련 논문들이 다수 발표되고 있다<sup>[4,12]</sup>.

그런데 이와 같이 광섬유를 지연선으로 이용한 광섬유필터에 대한 실험 결과는 많이 발표되어 있지만, 광섬유필터의 체계적이고 이론적인 설계법은 아직 확립되어 있지 않은 상태이다. 저자는 이미 격자형 광섬유필터의 실현조건과 설계공식에 대하여 보고하였다<sup>[13]</sup>. 그러나 앞서 제안한 격자형 광섬유필터는 일반 격자형 디지털필터를 모델로 설계하였기 때문에, 주어진 전달함수를 항상 실현할 수 있는 것이 아니고 실현조건(제약조건)이 따르는 문제점이 있었다.

본 논문에서는 일반 형태의 격자형 광섬유필터의 제약 조건을 없애기 위하여, 제안한 격자형 광섬유필터의 입출력 형태를 변형한 격자형 광섬유필터를 제안한다. 그리고 그때의 격자형 광섬유필터의 설계법을 확립하고 주어진 전달함수가 제약조건 없이 항상 실현 가능한 것을 보인다.

## II. 격자형 광섬유필터의 구성 요소

격자형 광섬유필터에 이용되는 디바이스로는 신호광과 국부발진광의 편파상태를 일치시키는 편파제어기(Polarization Controller)가 필요하고 위상제어를 위하여 위상변조기(Phase Modulator)를 각 tap마다 부착하여 지연에 의한 carrier의 위상지연을 조정하여야 한다. 이 위상변조기는 가산소자 및 분기소자에 의한 광로(光路)의 어긋남을 보상해주는 역할도 해준다. 여기서는 구체적인 광신호처리에 대해서는 생략하고 방향성결합기(directional coupler)를 이용한 광의 지연소자, 가산·분기소자, 승산소자 등 격자형 광섬유필터의 기본 구성 요소에 대해서만 간단히 기술한다.

### 1. 단위 지연소자

광섬유를 이용한 단위 지연소자를 그림 1과 같이 표시하기로 한다. 여기서 단위 시간지연을  $z^{-1}$ 로 표시한다고 하면 이 소자의 입출력 관계는 다음과 같다.

$$E_2 = E_1 z^{-1}$$

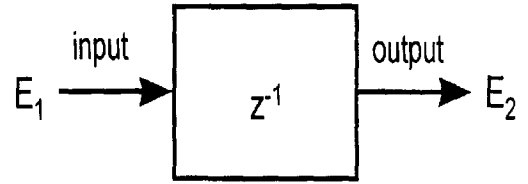


그림 1. 단위 지연소자  
Fig. 1. Unit delay element.

### 2. 가산·분기 소자

방향성결합기를 그림 2와 같이 표시한다. 이때 입출력 관계는 다음과 같이 주어진다<sup>[14]</sup>.

$$\begin{bmatrix} E_3 \\ E_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{1-a} & j\sqrt{a} \\ j\sqrt{a} & \sqrt{1-a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \end{bmatrix}$$

여기서  $a(0 \leq a \leq 1)$ 는 방향성결합기의 결합계수이고,  $(E_1, E_2)$ 와  $(E_3, E_4)$ 는 각각 입력과 출력의 전계진폭이다. 그림 3에 표시한 바와 같이 입력  $(E_1, E_2)$ 와 출력  $E_3$ 를 이용하여 광의 가산소자를 구성하고, 입력  $E_1(E_2=0)$ 과 출력  $E_3, E_4$ 를 이용하여 광의 분기소자를 구성한다.

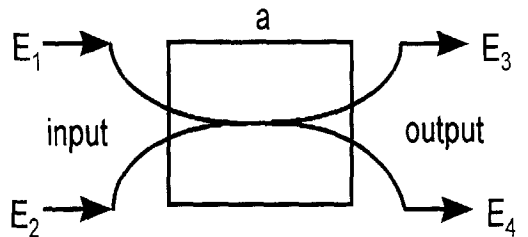


그림 2. 방향성결합기  
Fig. 2. Directional coupler.

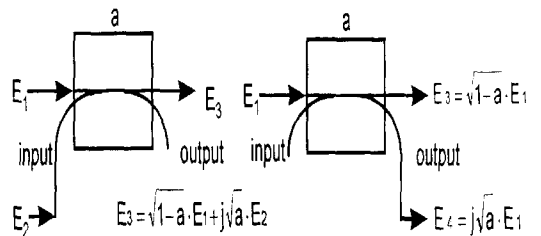


그림 3. 가산소자 및 분기소자  
Fig. 3. Summing and branching element.

### 3. 승산 소자

방향성결합기를 그림 4(a) 혹은 (b)와 같이 2단 점

속하면 승산계수  $A$ 의 범위는

$$-1 \leq A \leq 1$$

로 주어진다. 본 논문에서는 간단히 그림 4(a) 혹은 (b)로 주어지는 승산소자를 그림 4(c)와 같이 표시한다.

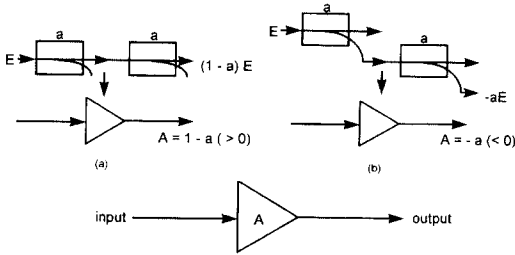


그림 4. 승산소자  
Fig. 4. Multiplier element.

### III. 격자형 광섬유필터의 성질

격자형 디지털필터는 중속 접속에 의한 규칙적이고 간단한 회로 구성으로 각 격자 구간이 독립성을 유지하고 안정성 문제도 간단하게 해결할 수 있기 때문에 신호처리에 많이 이용되고 있다. 저자는 격자형 디지털 필터의 기본 형태를 그대로 설계 모델로 하여 II장에서 논한 각종의 광소자를 이용하여 격자형 광섬유필터의 설계법을 발표하였다<sup>13)</sup>.

그러나 제한한 격자형 광섬유필터는 일반 격자형 디지털필터를 설계 모델로 설계법을 만들었기 때문에, 주어진 전달함수를 항상 실현할 수 있는 것이 아니고 실현조건(제약조건)이 따르는 중대한 문제점이 있었다.

따라서 III장에서 격자형 광섬유필터의 기본적인 성질, 설계법의 제약조건 그리고 문제점에 대하여 알아보고, IV장에서 문제점을 해결하기 위한 변형된 설계 구조의 해석 및 설계 방법을 논하기로 한다.

그림 5에 격자형 광섬유필터의 단위회로를 표시하였다. 단, II장에서 논했듯이 방향성결합기의 결합계수  $a_m$  및 광승산기의 승산계수  $A_m$ 은 각각,

$$0 \leq a_m \leq 1, \quad -1 < A_m \leq 1, \quad m=1,2, \quad (1)$$

을 만족하여야 한다.

II장에서 논한 각 구성요소의 입출력 관계를 이용하면, 그림 5에 표시한 단위회로의 입력  $X_{m-1}(z)$ ,

$Y_{m-1}(z)$ 와 출력  $X_m(z)$ ,  $Y_m(z)$ 의 관계는

$$\begin{bmatrix} X_m(z) \\ Y_m(z) \end{bmatrix} = (1 - a_m)H_m \begin{bmatrix} X_{m-1}(z) \\ Y_{m-1}(z) \end{bmatrix} \quad (2)$$

로 주어진다. 여기서

$$H_m \equiv \begin{bmatrix} 1 & k_m z^{-1} \\ k_m & z^{-1} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$k_m = \frac{a_m A_m}{1 - a_m} \quad (4)$$

으로 정의한다.

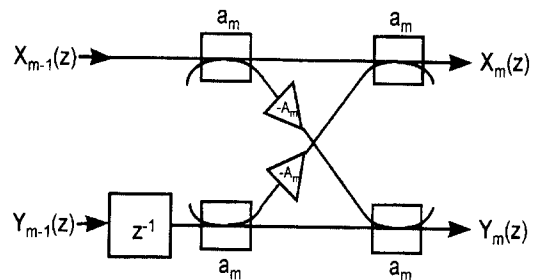


그림 5. 격자형 광섬유필터의 단위회로  
Fig. 5. Basic building block for optical fiber filter.

그림 5의 단위회로를  $n$ 개 중속 접속시켜서 얻어지는 그림 6의 격자형 광섬유필터의 입출력 관계는 다음과 같이 주어진다.

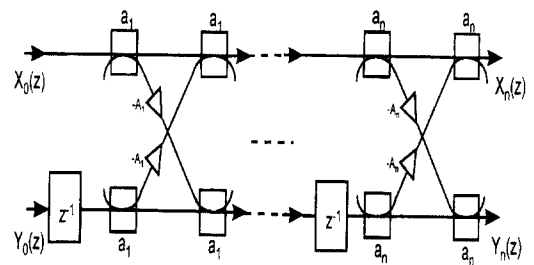


그림 6. 격자형 광섬유필터  
Fig. 6. Optical fiber filter of lattice structure.

그림 6에서 입력신호  $X_0(z)$ ,  $Y_0(z)$ 와 출력신호  $X_n(z)$ ,  $Y_n(z)$ 간의 관계는 식(2)로부터

$$\begin{bmatrix} X_n(z) \\ Y_n(z) \end{bmatrix} = \left\{ \prod_{i=1}^n (1 - a_i) \right\} H_n \cdot H_{n-1} \cdots H_1 \begin{bmatrix} X_0(z) \\ Y_0(z) \end{bmatrix} \quad (5)$$

로 주어진다. 이때 그림 6에서 입력신호  $X_0(z)$ 와

$Y_0(z)$ 를 동일하게 하고, 식을 간단히 하기 위하여  $C_m(z)$  과  $D_m(z)$ 을 각각

$$C_m(z) \equiv \left\{ \prod_{i=1}^m (1-a_i)^{-1} \right\} \frac{X_m(z)}{X_0(z)} \quad (6)$$

$$D_m(z) \equiv \left\{ \prod_{i=1}^m (1-a_i)^{-1} \right\} \frac{Y_m(z)}{Y_0(z)} \quad (7)$$

로 두면, 식(2)로부터

$$\begin{bmatrix} C_m(z) \\ D_m(z) \end{bmatrix} = H_m \begin{bmatrix} C_{m-1}(z) \\ D_{m-1}(z) \end{bmatrix} \quad (8)$$

그리고

$$C_0(z) = D_0(z) = 1 \quad (9)$$

인 관계를 유도할 수 있다. 이때 다음과 같은 몇 가지의 관계식을 얻을 수 있다.

첫째,  $C_m(z)$ 과  $D_m(z)$ 은  $z^{-1}$ 의  $m$ 차 다항식이다. 그리고  $z^{-1}$ 의 다항식  $C_m(z)$ 과  $D_m(z)$ 의  $i$ 차 계수를 각각  $c_{m,i}$ ,  $d_{m,i}$ 라 하면 다음 식으로 표현할 수 있다 (참고문헌 [13] 참조).0

$$C_m(z) = \sum_{i=0}^m c_{m,i} z^{-i}, \quad c_{m,0} = 1 \quad (10)$$

$$D_m(z) = \sum_{i=0}^m d_{m,i} z^{-i}, \quad d_{m,m} = 1 \quad (11)$$

둘째, 그림 6의 회로에서 다음 식이 성립한다.

$$k_{m,m} = c_{m,m} \quad (12)$$

$$c_{m-1,0} = c_{m,0} = 1,$$

$$c_{m-1,i} = \frac{c_{m,i} - k_{m,m} c_{m,m-i}}{1 - k_{m,m}^2} \quad (13)$$

이와 같이 점차적으로 값을 대입해 가면  $k_m$  ( $m=n, n-1, \dots, 1$ )을 구할 수 있다. 한편 광신호 에너지를 최대한 효율적으로 사용하는 설계 방침에 따라 식(4)와 (5)로부터 방향성결합기의 결합계수  $a_m$  ( $m=n, n-1, \dots, 1$ )을 최소로 하여야 한다. 따라서  $a_m$ 을 최소로 하는 광섬유필터의 계수  $A_m$  ( $m=n, n-1, \dots, 1$ )을 결정하면 격자형 광섬유필터를 실현할 수 있다.

그러나 식(13)으로부터 알 수 있듯이  $c_{m,m}$  ( $=k_m$ ) =  $\pm 1$ 로 주어지거나, 도중에 이와 같은 식으로 결정되어 버리면, 일반적인 격자형 모델로 설계한 격자형 광섬유필터의 설계법으로는 불가능한 것을 알 수 있다.

#### IV. 새로운 격자형 광섬유필터의 설계

III장에서 언급하였듯이 그림 6의 회로로는 임의의 전달함수를 실현할 수 없다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 제약조건을 없애기 위하여 본 논문에서는 그림 7과 같이 입출력이 변형된 격자형 광섬유필터를 고찰의 대상으로 삼는다.

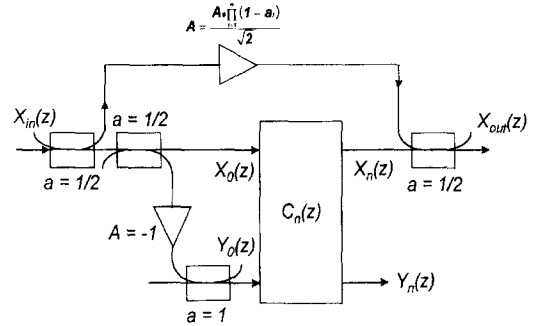


그림 7. 제약조건이 필요 없는 격자형 광섬유 필터  
Fig. 7. Optical fiber filter of lattice structure without constraints.

그림 7에서  $X_0(z)$  ( $=Y_0(z)$ )와  $X_m(z)$ 의 관계는 다음과 같이 주어진다.

$$X_0(z) = \frac{X_{in}(z)}{2} \quad (14)$$

그리고 식(6)으로부터 다음 식이 성립한다.

$$X_n(z) = \prod_{i=1}^n (1-a_i) C_n(z) X_0(z) \quad (15)$$

이때 출력  $X_{out}(z)$ 는 다음 식으로 주어진다.

$$\begin{aligned} X_{out}(z) &= \frac{1}{\sqrt{2}} X_n(z) - \frac{A_0 \prod_{i=1}^n (1-a_i)}{2\sqrt{2}} X_{in}(z) \\ &= \frac{[\prod_{i=1}^n (1-a_i)] [C_n(z) - A_0]}{2\sqrt{2}} X_{in}(z) \end{aligned} \quad (16)$$

편의상,  $F_n(z)$ 을 다음과 같이 정의한다.

$$\begin{aligned} F_n(z) &\equiv \frac{2\sqrt{2}}{\prod_{i=1}^n (1-a_i)} \frac{X_{out}(z)}{X_{in}(z)} \\ &= C_n(z) - A_0 \\ &= 1 - A_0 + c_{n,1} z^{-1} + \dots + c_{n,n} z^{-n} \end{aligned} \quad (17)$$

본 논문에서는 일반성을 잃지 않고 희망하는 전달함수  $H_d(z)$ 가

$$H_d(z) = h_{n,0} + h_{n,1}z^{-1} + \dots + h_{n,n}z^{-n}, \quad h_{n,0} = 1 \quad (18)$$

와같이 주어지는 것으로 하여, 주어진 전달함수의 정수 배인  $aH_d(z)$ 을 실현할 것을 설계방침으로 한다.

한편, 식(17)에서  $F_n(z)$ 을 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$F_n(z) = ah_{n,0} + ah_{n,1}z^{-1} + \dots + ah_{n,n}z^{-n} \quad (19)$$

$$= 1 - A_0 + c_{n,1}z^{-1} + \dots + c_{n,n}z^{-n}$$

단,

$$A_0 = 1 - ah_{n,0} \quad (20)$$

$$c_{n,i} = ah_{n,i}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

이때 주어진 전달함수를 실현하기 위해서는 다음의 조건을 만족하여야 한다.

$$-1 < k_m < 1, \quad m = 1, 2, \dots, n \quad (21)$$

그리고 식(20)으로부터  $A_0$ 는 다음의 조건을 만족하여야 한다.

$$-1 \leq A_0 \leq 1 \quad (22)$$

다음은 주어진 전달함수를 격자형 광섬유필터로 실현하기 위한 조건을 알아보자.

[ 정리 1 ]

식(18)에서 주어진 전달함수  $H_d(z)$ 에 대하여  $h_{n,0} > 0$ 로 가정을 하면,  $aH_d(z)$ 는 제안한 그림 7의 격자형 광섬유필터로 항상 실현 가능하다. 여기서  $\alpha$ 는 다음 식으로 주어진다.

$$\alpha \equiv \frac{1}{\sum_{i=0}^n |h_{n,i}|} \quad (23)$$

[ 증명 ]

우선,  $C_m(z)$ 의 계수  $\{c_{m,i}\}$ 에 대하여 다음의 조건식을 귀납법에 의하여 증명한다.

$$\sum_{i=1}^m |c_{m,i}| < 1, \quad \text{for } m \leq n \quad (24)$$

1.  $m = n$ 일 경우 성립하는 것을 보인다.

식(20)과 (23)으로부터  $C_n(z)$ 의 계수  $c_{n,i}$ 는 다음과 같이 주어진다.

$$c_{n,i} = \frac{h_{n,i}}{\sum_{j=0}^n |h_{n,j}|}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

따라서  $h_{n,0} > 0$  이므로 다음 식이 성립한다.

$$\sum_{i=1}^n |c_{n,i}| = \frac{\sum_{i=1}^n |h_{n,i}|}{\sum_{j=0}^n |h_{n,j}|} < 1$$

2. 다음은  $m(m \leq n)$ 에 대하여 성립한다고 가정하고  $m-1$ 에 대하여도 성립하는 것을 보인다.

식(12)와 (13)으로부터  $\{c_{m-1,i}\}(i=1, 2, \dots, m-1)$ 은 다음과 같이 주어진다.

$$c_{m-1,i} = \frac{c_{m,i} - c_{m,m}c_{m,m-i}}{1 - c_{m,m}^2}$$

따라서 다음 식이 성립한다.

$$|c_{m-1,i}| \leq \frac{|c_{m,i}| + |c_{m,m}| |c_{m,m-i}|}{1 - c_{m,m}^2}$$

$|c_{m-1,i}|$ 의 합은 다음과 같이 주어진다.

$$\sum_{i=1}^{m-1} |c_{m-1,i}| \leq \frac{\sum_{i=1}^{m-1} |c_{m,i}| + |c_{m,m}| \sum_{i=1}^{m-1} |c_{m,i}|}{1 - c_{m,m}^2}$$

$$\leq \frac{\sum_{i=1}^{m-1} |c_{m,i}|}{1 - c_{m,m}}$$

식(24)가  $m$ 에 대하여 성립한다면 위의 식은 항상 1보다 적다. 따라서 식(24)는  $m-1$ 에서도 성립한다.

한편  $k_m(m = n, n-1, \dots, 1)$ 에 대해서는 다음 식이 성립한다.

$$|k_m| = |c_{m,m}| \leq \sum_{i=1}^m |c_{m,i}| < 1$$

따라서 (21)의 조건 식이 만족되는 것을 알 수 있다.

한편,  $h_{n,0}$ 와  $\alpha > 0$ 인 것으로부터

$$0 < \alpha h_{n,0} < \frac{h_{n,0}}{\sum_{i=0}^n |h_{n,i}|} < 1$$

그리고

$$|A| = 1 - ah_{n,0} < 1$$

로 주어진다.

그러므로 식(22)의 조건식도 만족하는 것을 알 수 있다. 즉, 식(23)에 의하여 주어지는  $aH_d(z)$  ( $h_{n,0} > 0$ )는 제안한 격자형 광섬유필터로 항상 실현 가능한 것이 증명되었다. (증명끝)

한편  $h_{n,0} = 0$ 인 경우 즉, 희망하는 전달함수가

$$H_d(z) = \sum_{i=p}^n h_{n,i} z^{-i}, \quad h_{n,p} > 0 (n \geq p \geq 1)$$

과 같이 주어졌을 때는 제안한 광섬유필터의 앞쪽에  $p$  개의 지연소자를 두고 설계법을 적용하면 해결할 수 있다.

다음은 제안한 격자형 광섬유필터를 이용하여  $aH_d(z)$ 을 실현하는 설계 순서에 대하여 알아보자. 식 (16)과 (17)로부터 전달함수  $H(z)$ 은 다음과 같이 주어진다.

$$\begin{aligned} H(z) &= \frac{X_{out}(z)}{X_{in}(z)} \\ &= \frac{\{\prod_{i=1}^n (1-a_i)\} aH_d(z)}{2\sqrt{2}} \end{aligned}$$

광신호의 에너지를 최대한 유효하게 이용하기 위해서는  $\hat{a} \left( = \frac{a \prod_{i=1}^n (1-a_i)}{2\sqrt{2}} \right)$ 를 최대로 하여야 한다. 따라서 각 방향성결합기의 계수  $a_m (m=1, 2, \dots, n)$ 을 최소가 되도록 결정하면 된다. 그런데 식(4) 및 식(12)로부터  $a_m$ 은

$$a_m = \frac{k_m}{A_m + k_m} = \frac{c_{m,m}}{A_m + c_{m,m}} \tag{25}$$

로 주어지고,  $-1 \leq A_m \leq 1, 0 \leq a_m \leq 1$  (식(1))인 것에 주의하면, 단위 격자회로의 승산기 계수  $A_m (m=1, 2, \dots, n)$ 을 다음과 같이 결정하면 방향성결합기의 결합계수  $a_m (m=1, 2, \dots, n)$ 을 최소로 할 수 있다.

$$A_m = \begin{cases} 1, & \text{for } c_{m,m} \geq 0 \\ -1, & \text{for } c_{m,m} < 0 \end{cases} \tag{26}$$

$$a_m = \frac{|c_{m,m}|}{1 + |c_{m,m}|} \tag{27}$$

이 결정법에 의하면  $A_m = \pm 1$ 이므로 승산기로서는 위상반전기만으로도 충분하다는 결론을 얻는다.

이상의 내용을 요약하면 다음과 같은 격자형 광섬유필터의 실현 조건과 설계법으로 정리할 수 있다.

[실현 조건]

항상 실현 가능

[설계 순서]

step 1: 식(23)으로부터  $\alpha$ 를 구한다.

식(20)으로부터  $A_0$ 와  $c_{n,i}$ 를 구한다.

$m$ 을  $n$ 으로 둔다.

step 2: 식(12),(13)으로부터  $k_m$ 과  $c_{m-1,i} (i=1, 2, \dots, m-1)$ 을 정한다.

$m = m-1$ 로 한다.

step 3:  $m=1$ 이 될 때까지 step 2를 반복한다.

step 4: 식(26)으로부터 승산기 계수  $A_m (m=1, 2, \dots, n)$ 과 방향성결합기의 결합계수  $a_m (m=1, 2, \dots, n)$ 을 구한다 (END).

[설계에] 희망하는 전달함수  $H_d(z)$ 가

$$H_d(z) = 1 + 2z^{-1} - 3z^{-2}$$

와같이 주어졌다고 하자.  $\alpha = 1/6$ 을 결정하면,

$$A_0 = 5/6, \quad C_2(z) = 1 + \frac{2}{6}z^{-1} - \frac{3}{6}z^{-2}$$

으로 주어진다. step 2로부터

$$k_2 = -3/6, \quad C_1(z) = 1 + \frac{2}{3}z^{-1}$$

로 되고

$$k_1 = 2/3$$

로된다. step 4로부터 각 계수는

$$a_2 = 1/3, \quad A_2 = -1, \quad a_1 = 2/5, \quad A_1 = 1$$

이 된다.

## V. 결론

광섬유를 지연선으로 이용한 광지연선 신호처리에는 많은 분야에 응용이 되고 있다. 특히 고주파 및 광대역 신호에 대한 고속 필터링처리가 요구되고 있는 분야에는 광섬유와 방향성결합기를 이용한 광섬유필터는 중요하다.

격자형 디지털필터는 종속접속에 의한 규칙적이고 간단한 회로구성으로 각 격자구간이 독립성을 유지하기 때문에 음성 신호처리등에 많이 이용되고 있다. 그러나 기본 형태의 격자형 디지털필터를 모델로 설정한 격자형 광섬유필터는 주어진 전달함수를 항상 실현할 수 있는 것이 아니고 실현조건이 따르는 문제점이 있었다.

본 논문에서는 격자형 광섬유필터의 제약 조건을 없애기 위하여 격자형 광섬유필터의 입출력의 형태를 약간 변형하여 새로운 격자형 광섬유필터를 제안하였다. 그리고 그때의 설계법을 확립하였고 주어진 전달함수가 제약조건 없이 항상 실현 가능한 것을 보였다.

제안한 격자형 광섬유필터를 일반 격자형 디지털필터의 형태인 격자형 광섬유필터와 비교해 보면 임의의 전달함수는 실현 가능하지만, 광신호의 효율적인 면 그리고 구조가 복잡한 단점이 있다.

한편 방향성결합기의 제조오차에 의한 감도문제를 고려해야 되지만, 제조 및 가공기술의 발전에 힘입어 제조오차는 거의 없다고 간주하고 본 논문에서는 이상적인 모델을 고찰의 대상으로 하여 설계법을 작성하였다. 앞으로 실험을 통한 필터의 특성 확인, 각종 광섬유필터의 구성법의 비교 그리고 보다 효율적인 구성형태에 대한 연구가 과제로 남아 있다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 손정영, 이채욱, 김신환: "광파이버필터의 발전동향", 한국통신학회 학회지, 제9권 7호, pp. 69-77, 1992년 7월
- [2] R. R. Hayes and D.Yap: "GaAs spiral optical waveguides for delay line applications", IEEE Journal of Lightwave Technology, vol. 11, no. 3, pp. 523-527, Mar. 1993.
- [3] B. Vizoso, C. Vazquez, R. Civera, M. L. Amo and M.A.Muriel: "amplified fiber optic recirculating delay lines", IEEE Journal of Lightwave Technology, vol. 12, no. 2, pp. 294-305, Feb. 1994.
- [4] R. M. Gagliardi, Q. J. Mendez, M. R. Dale and E.Park: "Fiber optic digital video multiplexing using optical CDMA", IEEE Journal of Lightwave Technology, vol. 11, no. 1, pp. 20-26, Jan. 1993.
- [5] C. Vazquez, B. Vizoso, M. L. Amo and M. A. Muriel: "Single and double recirculating delay lines as fiber optic filters", Electron Lett., vol. 28, no. 11, pp. 1017-1019, May. 1992.
- [6] L. F. Stokes, M. Chodrow and H. J. Shaw: "All single mode fiber resonator", Opt. Lett., pp. 288-290, June 1982.
- [7] K. P. Jackson, J. E. Bowers, S. A. Newton and C.C.Cutler: "Microbend optical tapped delay line for gigahertz signal processing", Appl. Phys. Lett., vol. 41, no. 2, pp. 139-141, July 1982.
- [8] B. Moslehi: "Fiber optic filters employing optical amplifiers to provide design flexibility", Electron Lett., vol. 28, no. 3, pp. 226-227, May. 1992.
- [9] J. E. Bowers, S. A. Newton, W. V. Sortin and H. J. Shaw: "Filter response of single mode fiber recirculating delay line", Electron Lett., vol. 18, no. 3, pp. 110-111, Feb. 1982.
- [10] K. Sasayama, M. Okuno and K. Habara: "Coherent optical transversal filter using silica based guides for high speed signal processing", IEEE Journal of Lightwave Technology, vol. 9, no. 10, pp. 1225-1230, Oct. 1991.
- [11] J. Capmany and J. Cascon: "Optical programmable transversal filters using fiber amplifiers", Electron Lett., vol. 28, pp. 226-227, 1992.
- [12] H. M. Kwon: "Optical orthogonal code division multiple access systems", IEEE Trans. Communications, vol. 42, no. 8, pp. 2592-2599, Aug. 1994.
- [13] 이채욱, 문병현, 우홍제: "격자형 광파이버필터의 최적설계에 관한 연구", 대한전자공학회 논문지 제30권 B편 5호, pp. 434-441, 1993년 5월
- [14] B. Moslehi, J. W. Goodman, M. Tur and H. J. Shaw: "Fiber optic lattice signal processing", Proc.of IEEE, vol. 72, no. 7, pp. 909-930, July 1984.
- [15] 이채욱, 문병현: "제약조건이 필요없는 격자형 광파이버필터의 설계법", 대한전자공학회 1996년도 하계종합학술발표회 논문집, pp. 613-616, 1996년 6월

## — 저 자 소 개 —

李塚昂(正會員) 第32卷 B編 11號 參照

현재 대구대학교 공과대학 정보통신  
공학부 부교수



文炳顯(正會員)

1960년 10월 16일생. 1985년 6월 Southern Illionis University 전자공학과(공학사). 1987년 5월 University of Illinois 전자공학과(공학석사). 1990년 12월 Southern Methodist University 전자공학과(공학박사). 1991년 9월 ~ 현재 대구대학교 공과대학 정보통신공학부 조교수. 주관심 분야는 이동통신, 광통신시스템