

論文98-35D-8-12

## 광섬유 격자소자를 이용한 협대역 투과 필터의 설계

(Design of narrow band-pass filter using two fiber Bragg gratings)

林鍾勳\*, 李景植\*

(Jong Hoon Lim and Kyung Shik Lee)

### 요 약

중심 파장이 약간 다른 두 개의 광섬유 격자소자를 직렬로 연결한 형태의 협대역 투과 필터를 제안하고 설계한다. 시뮬레이션 결과 일반 광섬유 격자로 된 협대역 투과 필터의 스펙트럼 대역에는 ripple이 생기는 것을 알 수 있었다. Apodized 광섬유 격자소자를 사용하면 이런 ripple을 없애 줄 수 있는데 Gaussian 함수, hyperbolic tangent 함수 두 가지 형태의 함수로 apodization을 시켜 주어 이를 비교한 결과 hyperbolic tangent 함수의 경우 짧은 길이에서도 좁은 투과대역폭과 큰 투과율을 가져 더 좋은 특성을 나타내었다.

### Abstracts

We propose and design a new type of narrow band-pass optical filter based on two fiber gratings with different reflection wavelengths. The ripples occur in the spectra of the filter with two uniform fiber gratings. Our simulation results also show that the ripples disappear with the fiber gratings apodized to both Gaussian and hyperbolic tangent function. The hyperbolic tangent function seems to be a better apodization function for improving the filter's performance in terms of narrow pass bandwidth and high transmission.

### I. 서 론

광통신은 기존의 통신 방식에 비해 넓은 대역폭을 가지고 또 그 전송속도가 빠르므로 많은 양의 데이터를 빠르게 전송할 수 있다. 좁은 선폭을 가지는 광원의 발달로 빛의 넓은 주파수 대역을 일부라도 활용할 수 있다면 음성이나 동화상 등의 대용량 정보를 초고속으로 전송할 수 있겠다. 이러한 광전송 방식을 파장 분할다중화(Wavelength Division Multiplexing :

WDM) 방식<sup>[1-4]</sup>이라고 하고 파장이 다른 빛은 서로 간섭을 일으키지 않는다는 빛의 장점을 이용하여 서로 다른 정보를 서로 다른 파장의 빛에 실어 다중화(multiplexing)한 후 한 가닥의 광섬유를 통해 전송한 후 수신단에서 원하는 파장의 신호를 분리(demultiplexing)해낸다. 이런 방식을 이용하게 되면 한 가닥의 광섬유로도 대용량의 정보를 보내줄 수 있다.

WDM 광통신 시스템은 여러 파장의 빛을 합쳐주는 다중화기(multiplexer), 빛을 파장에 따라 나누어주는 역다중화기(demultiplexer), 최종 수신단에서 다중화되어있는 신호 중 원하는 파장의 신호만을 분리해내는 광필터 소자 등으로 구성되어 있다. 이중 광필터 소자로 최근 많이 거론되어지고 있는 소자로는 광섬유 격자소자(fiber Bragg grating)를 이용한 소자가 있다.

\* 正會員, 成均館大學校 電子工學科

(Sung kyun kwan Univ., School of Elec. Eng.)

※ 본 연구는 1996년도 정보통신부 산·학·연 공동기술개발사업의 연구비지원으로 이루어졌습니다.

接受日字:1997年10月1日, 수정완료일:1998年6月25日

광섬유 격자소자는 이에 빛을 입사시켰을 때 특정파장을 중심으로 일정대역의 빛을 반사시키는 특성을 가지고 있다. 이런 특성을 이용하여 다중화되어 있는 신호로부터 원하는 파장의 신호를 반사시켜, circulator나 coupler 등을 통해서 원하는 파장의 신호를 분리해낼 수 있다. 하지만, 이런 방법으로 광필터 소자를 구현할 경우에는 광섬유 격자소자의 반사특성을 이용해야 하기 때문에 circulator나 coupler 등과 같이 반사되어 나오는 빛을 추출해낼 수 있는 별도의 소자가 필요하다. 이 때문에 추가비용이 소요되고, 삽입손실이 야기되며, 반사대역을 협대역으로 만들어주기 힘들다는 문제점 등이 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결해주기 위해서 중심파장이 약간 다른 광섬유 격자소자를 직렬로 연결함으로써 삽입손실도 없고 경제적이며 투과대역폭이 좁은 협대역 투과필터를 제안하고자 한다. 이러한 종류의 협대역 투과필터는 본 연구팀<sup>[5]</sup>에 의해서 처음으로 보고된바 있으며, 본 논문을 통해서 특성이 우수한 협대역 투과필터를 설계해보고자 한다. 특히, 여기에서는 Gaussian 및 hyperbolic tangent 함수의 형태를 띠고 있는 apodized 광섬유 격자소자를 사용함으로써 투과대역에서 나타나는 ripple을 제거시켜, 협대역 투과필터의 성능을 향상시키려고 하였다.

II. 협대역 투과 필터의 동작원리 및 설계

광섬유 격자소자에 빛이 입사되면 입사된 빛 중 특정파장을 중심으로 일정대역의 빛은 반사시키고 나머지 빛을 투과시키는 특성을 갖고있다. 이때 반사되는 빛의 중심파장은 이 광섬유 격자소자의 격자주기와 유효굴절률에 비례하는 값을 갖는다. 여기에서 제안하는 협대역 투과 필터는 격자주기나 유효굴절률 값이 다르기 때문에 반사파장이 약간 다른 두 개의 광섬유 격자소자가 그림 1과 같이 직렬로 연결된 구조를 하고 있다. 이 필터에 빛이 입사되는 경우 단파장을 반사시키는 광섬유 격자소자의 장파장쪽 투과대역과 장파장을 반사시키는 광섬유 격자소자의 단파장쪽 투과대역이 겹쳐지는 부분에서 투과대역이 형성된다. 따라서 제안하는 필터의 투과대역은 두 광섬유 격자소자의 중심파장의 차이를 각 광섬유 격자소자의 대역폭의 절반의 합보다 약간 큰값으로 적절히 조절해 준다면 협대역으로 만들어줄 수 있다. 이런 특성을 나타내는 협대역

투과 필터의 성능을 결정짓는 요소들을 정의하면 그림 2와 같다.

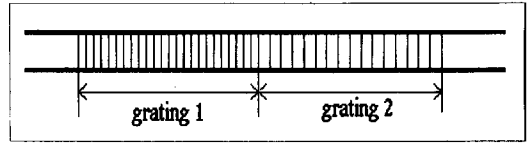


그림 1. 두 개의 광섬유 격자소자가 직렬연결된 형태의 협대역 투과필터

Fig. 1. Schematic structure of narrow band-pass filter using two fiber Bragg gratings.

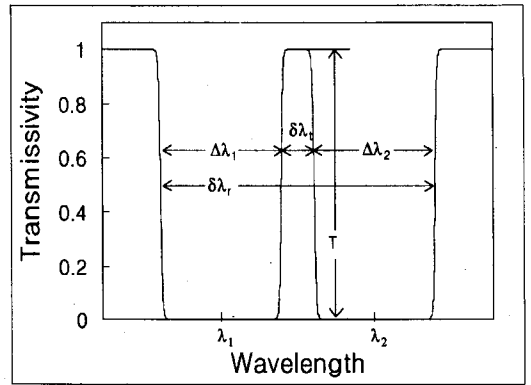


그림 2. 협대역 투과필터의 성능 결정 요소

Fig. 2. Definition of parameters of narrow band-pass filter.

여기서  $\lambda_1, \lambda_2$ 는 각 광섬유 격자소자의 중심파장이고,  $\Delta\lambda_1, \Delta\lambda_2$ 는 각 광섬유 격자소자의 대역폭이고,  $\delta\lambda_r$ 은 반사대역의 대역폭이고,  $\delta\lambda_t$ 는 투과대역의 대역폭, T는 투과대역의 최대 투과율이다. 이상에서 대역폭은 FWHM(Full Width at Half Maximum)을 의미한다. 이 값들 중에서  $\delta\lambda_r$ 은 클수록,  $\delta\lambda_t$ 는 작을수록, T는 클수록 협대역 투과 필터의 성능이 향상된다고 할 수 있는데 이중 반사대역의 대역폭  $\delta\lambda_r$ 과 투과대역의 대역폭  $\delta\lambda_t$ 는 그림 2로부터 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다는 것을 쉽게 알 수 있다.

$$\delta\lambda_r = \Delta\lambda_1 + \Delta\lambda_2 + \delta\lambda_t \tag{1}$$

$$\delta\lambda_t = \lambda_2 - \lambda_1 - \frac{1}{2}(\Delta\lambda_1 + \Delta\lambda_2) \tag{2}$$

이 두 식을 이용하면 복잡한 시뮬레이션 없이도 간단한 계산을 통하여 협대역 투과필터를 설계할 수 있다. 식 (1)에 의하면 협대역 투과필터의 실질적인 동작대

역이라고 말할 수 있는  $\Delta\lambda_i$ 은  $\Delta\lambda_1$ ,  $\Delta\lambda_2$ 를 증가시킴으로써 크게 해줄 수 있는데 참고문헌<sup>[6]</sup>에 의하면 이 값들은  $\Delta n$ 에 비례하며 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$\Delta\lambda_i \propto \Delta n_i \quad (\text{단, } i=1,2) \quad (3)$$

여기서,  $\Delta n_i$ 는 각 광섬유 격자 내에서의 최대 굴절률과 최소 굴절률의 차이값이다. 따라서  $\Delta\lambda_i$ 을 증가시키기 위해서는  $\Delta n$ 을 증가시켜야 하는데  $\Delta n$ 을 증가시킬수록 반사율이 커지면서 각 광섬유 격자소자의 투과대역에서 큰 sidelobe이 형성된다. 이런 sidelobe들은 각 광섬유 격자소자의 투과대역이 겹쳐지는 부분에서 형성되는 투과대역에서 ripple을 발생시켜 협대역 투과 필터의 성능을 저하시키게 된다.

### III. 협대역 투과 필터의 성능 개선

광섬유 격자소자에서 나타나는 sidelobe은 광섬유 격자내에서의 최대 굴절률과 최소 굴절률의 차이값 즉,  $\Delta n$ 을 광섬유 격자소자의 전체길이에 대해 특정 함수의 형태로 변화시켜 주게 되면 사라지게 된다. 이런 광섬유 격자소자를 apodized 광섬유 격자소자라고 하며 apodized phase mask<sup>[7]</sup>나 optical filter를 이용하거나 scanning 빔을 이용하는 방법<sup>[8]</sup>, sequential writing 방법<sup>[9]</sup> 등으로 제작이 가능하다. 한편  $\Delta n$ 의 형태를 나타낼 수 있는 함수로 여러 가지 함수가 제안<sup>[10]</sup>되었는데 이중 이론적으로 많이 사용되어지는 함수는 Gaussian 함수로 다음과 같은 식으로 나타내어진다.

$$\Delta n(z) = n_0 \exp\left[-G\left(\frac{z}{L}\right)^2\right] \quad (4)$$

여기서,  $n_0$ 는  $\Delta n$ 의 최대값,  $L$ 은 광섬유 격자소자의 전체길이로 광섬유 격자소자의 시작점은  $z=-L/2$ 인 지점이고 끝점은  $z=L/2$ 인 지점이다.  $G$ 는 Gaussian window parameter로 이 값이 클수록 광섬유 격자소자의 시작점과 중심점의 굴절률 변화량의 차이가 커지게 되어 apodization정도가 커지게 된다. 그림 3에서 점선은  $G$ 값의 변화에 따른  $\Delta n$ 의 변화형태를 나타낸 그림이다. 그림 3에 의하면  $G$ 값이 커질수록 광섬유 격자소자의 시작점과 중심점의 굴절률 변화량의 차이가 커지는 것을 볼 수 있다.

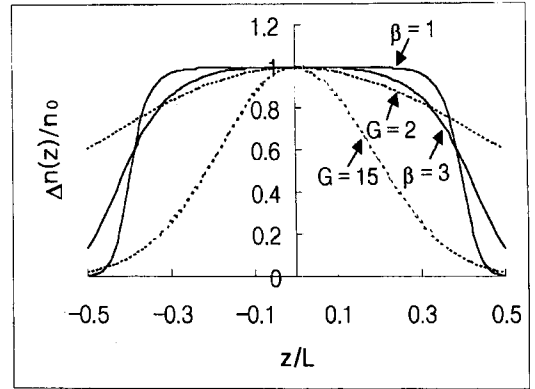


그림 3.  $G$ 값의 변화에 따른 Gaussian apodization 함수(점선)과  $\beta$ 값의 변화( $\alpha=3$ )에 따른 hyperbolic tangent 함수(실선)

Fig. 3. Gaussian apodization function(dashed line) with different  $G$  and hyperbolic tangent function(solid line) with different  $\beta$ . ( $\alpha=3$ ).

본 논문에서는 이런 apodized 광섬유 격자소자를 해석하기 위하여 coupled-mode 방정식으로부터 유도해낸 S-matrix를 이용하는 방법<sup>[3]</sup>을 이용하였다. 또한 apodization을 고려해주기 위하여 광섬유 격자소자를 300개의 subgrating으로 나누어 각 subgrating의  $\Delta n$ 을 apodization 함수에 따라서 변화시켜서 각각의 S-matrix를 얻은 후 이를 곱하여 하나의 S-matrix로 만들어주어 해석하였다. 그림 4는 길이  $L$ 이 5cm,  $n_0$ 가  $10^{-3}$ 이고 격자주기를 달리하여 중심파장만 다르고 나머지 값들은 동일한 두 개의 광섬유 격자소자를 직렬로 연결한 후 동일한 Gaussian 함수로 apodization 하였을 경우  $G$ 값의 변화에 따른 투과대역의 투과스펙트럼 모양을 나타낸 그림이다. 그림 4에서  $G$ 값이 증가함에 따라 ripple이 사라지고 투과율이 증가함을 볼 수 있다.

반면  $G$ 값이 커질수록 투과대역 스펙트럼 양쪽 경계에서의 경사도가 작아져서  $\Delta\lambda_i$ 가 커지게 되므로 협대역 투과 필터의 성능이 저하되게 된다. 이것을 보상해 주기 위해서는 큰  $G$ 값에 대해서도 큰 경사도를 유지하도록 해주어야 하는데 광섬유 격자소자의 길이를 증가시킴으로써 이런 특성을 얻을 수 있다. 그림 5는  $G$ 값을 15로 고정했을 때 길이변화에 따른 투과대역의 투과스펙트럼의 모양으로 길이가 길어질수록 높은 경사도를 가지게 되어  $\Delta\lambda_i$ 가 일정하게 유지되는 것을 볼 수 있다.

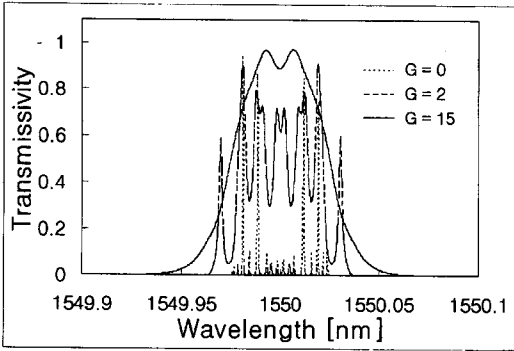


그림 4. Gaussian 함수의 변화에 따른 협대역 투과필터의 투과 스펙트럼 변화 ( $n_0=10^{-3}$ ,  $L=5\text{cm}$ )  
 Fig. 4. Transmission spectra of narrow band-pass filters apodized with different Gaussian function ( $n_0=10^{-3}$ ,  $L=5\text{cm}$ ).

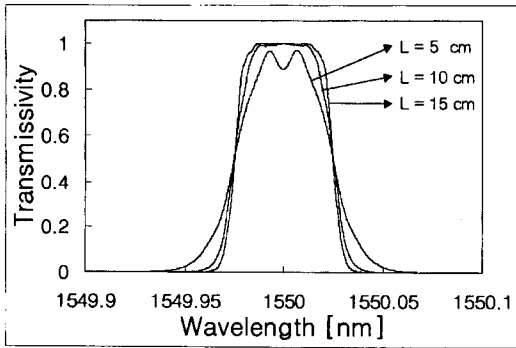


그림 5. 길이변화에 따른 협대역 투과필터의 투과 스펙트럼 변화 ( $n_0=10^{-3}$ ,  $G=15$ )  
 Fig. 5. Transmission spectra of Gaussian apodized narrow band-pass filters with different lengths  $L$  ( $n_0=10^{-3}$ ,  $G=15$ ).

한편  $\Delta n$ 의 변화형태를 나타내는 함수로 hyperbolic tangent 함수가 있는데 이 함수는 Gaussian 함수와는 달리 중심부분은 일정한 길이만큼 평탄하게 유지되고 양쪽의 경계부분은 일정 기울기를 가지고 증가하거나 감소하게 된다. 이런 hyperbolic tangent 함수<sup>[10]</sup>를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\Delta n = n_0 \frac{\left\{ 1 + \tanh \left[ \beta \left( 1 - 2 \left| \frac{2z}{L} \right|^\alpha \right) \right] \right\}}{1 + \tanh \left[ \beta \right]} \quad (5)$$

여기서,  $\alpha$ 는 평탄한 부분의 길이를 결정하는 값으로 이 값이 커질수록 평탄한 부분의 길이가 증가하게 된다.  $\beta$ 는 양쪽 경계부분의 기울기를 결정하는 값으로 이 값이 커질수록 양쪽 경계부분에서의 기울기가 커지게 된다. 그림 3에서 실선은  $\alpha$ 를 3으로 고정시키고

$\beta$ 값을 변화시켰을 때  $\Delta n$ 의 변화형태를 나타낸 그림이다. 그림 3에 의하면  $\beta$ 값이 커질수록 양쪽 경계부분에서의 기울기가 커지는 것을 볼 수 있고 hyperbolic tangent 함수의 경우 중심의 평탄한 부분의 길이가 더 긴 것을 볼 수 있다.

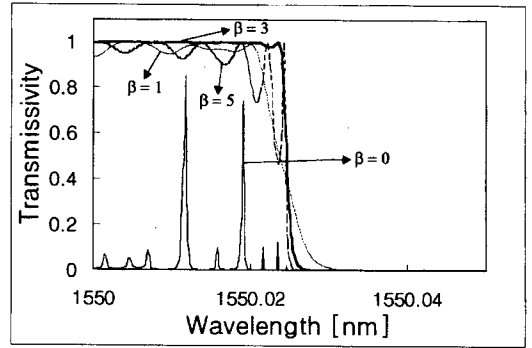


그림 6. Hyperbolic tangent 함수의 변화에 따른 협대역 투과필터의 투과 스펙트럼 변화 ( $n_0=10^{-3}$ ,  $L=5\text{cm}$ ,  $\alpha=3$ )  
 Fig. 6. Transmission spectra of narrow band-pass filters apodized with different hyperbolic tangent function ( $n_0=10^{-3}$ ,  $L=5\text{cm}$ ,  $\alpha=3$ ).

그림 6은 길이  $L$ 이 5cm,  $n_0$ 가  $10^{-3}$ 이고 격자주기를 달리하여 중심파장만 다르게 나머지 값들은 동일한 두 개의 광섬유 격자소자를 직렬로 연결한 후 동일한 hyperbolic tangent 함수로 apodization 하였을 경우 투과대역의 투과스펙트럼 모양으로 좌파장쪽 부분만을 나타낸 그림이다. 이때  $\alpha$ 는 3으로 고정하고  $\beta$ 값을 변화시켰다. 그림에서 볼 수 있듯이  $\beta$ 값이 증가함에 따라 sidelobe이 사라지게 되어 ripple이 없어지다가  $\beta$ 값이 특정값 이상으로 계속 증가하게 되면 다시 sidelobe이 나타나게 되어 ripple이 형성된다. 위의 조건에서는  $\beta$ 값이 3일때 sidelobe이 최소가 되고 그 이상일 때는 다시 sidelobe이 증가하게 되어  $\beta$ 값이 3일 경우 가장 좋은 특성을 얻을 수 있었다.

그림 7은 hyperbolic tangent 함수를 사용했을 때의 투과대역 스펙트럼 양쪽경계에서의 경사도를 Gaussian 함수를 사용했을 때의 경사도와 비교하기 위한 그림으로 각 광섬유 격자소자의 길이  $L$ 이 5cm이고  $n_0$ 가  $10^{-3}$ 일 때  $G$ 값이 15인 Gaussian 함수와,  $\alpha$ 값이 3이고  $\beta$ 값이 3인 hyperbolic tangent 함수를 사용했을 때의 투과대역의 투과스펙트럼 모양이다. 그림에서 볼 수 있듯이 hyperbolic tangent 함수를

사용했을 때 더 큰 경사도를 유지하며 sidelobe이 억제되었다. Gaussian 함수를 사용했을 때에는 G값이 커질수록 투과대역 스펙트럼 양쪽경계에서의 경사도가 작아져서 이를 보상해 주기 위해 광섬유 격자소자의 길이를 늘려주어야 했는데 이처럼 hyperbolic tangent 함수를 사용하게 되면 Gaussian 함수를 사용했을 때에 비해 더 큰 경사도를 유지할 수 있기 때문에 짧은 길이의 광섬유 격자소자로도 더 좁은 투과대역을 갖는 협대역 투과필터를 형성할 수 있다.

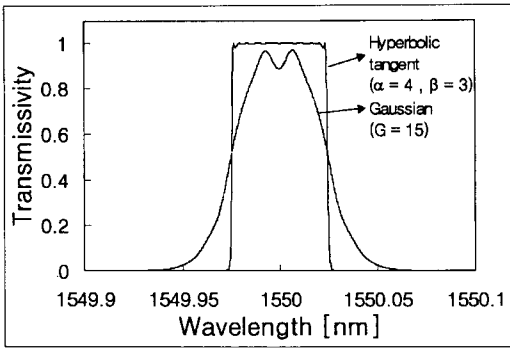


그림 7. Hyperbolic tangent 함수로 apodization된 협대역 투과필터의 투과 스펙트럼과 Gaussian 함수로 apodization된 협대역 투과필터의 투과 스펙트럼의 비교 ( $n_0=10^{-3}$ ,  $L=5\text{cm}$ )

Fig. 7. Comparison between the transmission spectrum of hyperbolic tangent apodized narrow band-pass filter and the transmission spectrum of Gaussian apodized narrow band-pass filter ( $n_0=10^{-3}$ ,  $L=5\text{cm}$ ).

이상에서 알아본 바와 같이 협대역 투과 필터를 구현시 나타나는 ripple은 apodized 광섬유 격자소자를 사용하게 되면 사라지게 된다. Apodized 광섬유 격자소자에 사용되는 함수로 Gaussian 함수와 hyperbolic tangent 함수를 사용하였는데 Gaussian 함수를 사용했을 때보다 hyperbolic tangent 함수를 사용하였을 때 더 좋은 특성을 얻을 수 있었다. 그림 8은  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ 가 각각 1549.2nm, 1550.8nm이고,  $\Delta\lambda_1$ ,  $\Delta\lambda_2$ 가 각각 1.5488nm, 1.5500nm이고, 각각의  $n_0$ 가  $10^{-3}$ ,  $L$ 이 10cm 그리고 G 값이 15인 Gaussian 함수로 apodization된 두 개의 광섬유 격자소자로 구성된 협대역 투과 필터의 투과스펙트럼을 시뮬레이션한 결과이다. 시뮬레이션 결과  $\Delta\lambda_r$ 은 3.1500nm,  $\Delta\lambda_s$ 는 0.0490nm, T는 99.92%의 값을 얻을 수 있었다. 한편 식 (1)과 식 (2)에 의하면 간단한 계산으로  $\Delta\lambda_r$ ,  $\Delta\lambda_s$

의 값을 구할 수 있는데 각각 3.1494nm와 0.0506nm로 계산되어져 시뮬레이션 결과와 거의 일치하였다.

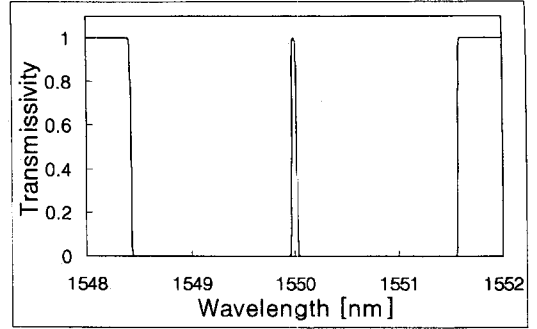


그림 8. Gaussian 함수로 apodization된 협대역 투과필터의 투과 스펙트럼 ( $\lambda_1=1549.2\text{nm}$ ,  $\lambda_2=1550.8\text{nm}$ ,  $n_0=10^{-3}$ ,  $L=10\text{cm}$ ,  $G=15$ )

Fig. 8. Transmission spectrum of a narrow band-pass filter apodized with Gaussian function ( $\lambda_1=1549.2\text{nm}$ ,  $\lambda_2=1550.8\text{nm}$ ,  $n_0=10^{-3}$ ,  $L=10\text{cm}$ ,  $G=15$ ).

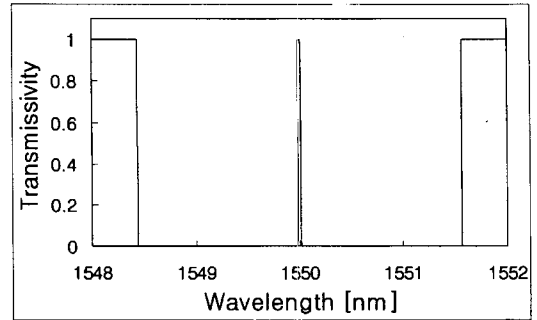


그림 9. Hyperbolic tangent 함수로 apodization된 협대역 투과필터의 투과 스펙트럼 ( $\lambda_1=1549.21\text{nm}$ ,  $\lambda_2=1550.79\text{nm}$ ,  $n_0=10^{-3}$ ,  $L=5\text{cm}$ ,  $\alpha=3$ ,  $\beta=3$ )

Fig. 9. Transmission spectrum of narrow band-pass filter apodized with hyperbolic tangent function ( $\lambda_1=1549.21\text{nm}$ ,  $\lambda_2=1550.79\text{nm}$ ,  $n_0=10^{-3}$ ,  $L=5\text{cm}$ ,  $\alpha=3$ ,  $\beta=3$ ).

그림 9는  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ 가 각각 1549.21nm와 1550.79nm이고,  $\Delta\lambda_1$ ,  $\Delta\lambda_2$ 가 각각 1.5500nm, 1.5513nm이고,  $n_0$ 가  $10^{-3}$ ,  $L$ 이 5cm 그리고  $\alpha$  값이 3이고  $\beta$  값이 3인 hyperbolic tangent 함수로 apodization된 두 개의 광섬유 격자로 구성된 협대역 투과 필터의 투과 스펙트럼을 시뮬레이션한 결과이다. 시뮬레이션 결과  $\Delta\lambda_r$ 은 3.1300nm,  $\Delta\lambda_s$ 는 0.0290nm, T는 99.99%의 값을 얻을 수 있었다. 한편 식 (1)과 식 (2)에 의하면

간단한 계산으로  $\delta\lambda_r$ ,  $\delta\lambda_t$ 의 값을 구할 수 있는데 각각 3.1307nm와 0.0294nm로 계산되어져 시뮬레이션 결과와 거의 일치하였다.

#### IV. 결 론

반사파장이 약간 다른 두 개의 apodized 광섬유 격자소자를 직렬연결하여 구성된 협대역 투과 필터의 동작특성에 대해서 알아보았다. Apodized 광섬유 격자의 apodization 함수로는 Gaussian 함수와 hyperbolic tangent 함수에 대해서 고찰해보았다. Gaussian 함수를 apodization 함수로 사용할 경우 G값을 증가시키면 따라 투과대역 경계부분의 경사도가 작아지고, 이로 인해 투과대역폭이 증가하게 되는데 이는 광섬유 격자소자의 길이를 증가시킴으로써 보상해줄 수 있었다. 반면 hyperbolic tangent 함수를 apodization 함수로 사용할 경우는  $\beta$  값을 적당한 값으로 해주게 되면 sidelobe도 사라지고 투과대역 경계부분의 경사도도 큰 값으로 유지되어, 비교적 짧은 길이의 광섬유 격자소자라도 더 좁은 투과대역폭을 가지는 좋은 특성의 협대역 투과 필터를 구현할 수 있었다. G 값이 15인 Gaussian 함수를 apodization 함수로 사용한 경우 광섬유 격자소자의 길이를 10cm, 최대 굴절률차 값을  $10^{-3}$ , 각각의 중심파장을 1549.2nm, 1550.8nm로 하여 시뮬레이션을 해본 결과 중심파장이 1550.0nm이고 투과율이 99.92%, 대역폭이 0.049nm인 투과대역을 얻을 수 있었고 이때 반사대역의 대역폭은 3.15nm였다.  $\alpha$  값이 3,  $\beta$  값이 3인 hyperbolic tangent 함수를 apodization 함수로 사용한 경우 광섬유 격자소자의 길이를 5cm, 최대 굴절률차 값을  $10^{-3}$ , 각각의 중심파장을 1549.21nm, 1550.79nm로 하여 시뮬레이션 해본 결과 중심파장이 1550.0nm이고 투과율이 99.99%, 대역폭이 0.029nm인 투과대역을 얻을 수 있었고 이때 반사대역의 대역폭은 3.13nm로 Gaussian 함수를 apodization 함수로 사용한 경우보다 더 짧은 길이에서도 더욱 높은 투과율과 좁은 투과대역폭을 얻을 수 있었다. 한편 협대역 투과필터를 구성하는 각 광섬유 격자소자의 중심파장과 대역폭을 정하면 간단한 식을 통하여 협대역 투과필터의 투과대역폭과 반사대역폭을 구할 수 있는데 이를 이용하여 복잡한 시뮬레이션 없이도 협대역 투과필터를 설계하여 줄 수 있다. 위 두 경우 모두 투과필터 설계식을 통하

여 설계한 격자필터의 파라미터 값들과 시뮬레이션을 통하여 확인한 필터의 성능이 거의 일치하는 것을 알 수 있었다.

#### 참 고 문 헌

- [1] F. Bilodeau, D. C. Johnson, S. Theriault, B. Malo, J. Albert and K. O. Hill, IEEE Photon. Technol. Lett., vol. 7, no. 4, p. 388, 1995.
- [2] Takashi Mizuochi, Katsuhiko Shmizu and Tadayoshi Kitayama, OFC '96 Technical Digest, p.116, 1996.
- [3] G. P. Agrawal and S. Radic, IEEE Photonics Tech. Lett., vol. 6, no. 8, p. 995, 1994.
- [4] Sang Yeon Cho, Jong Hoon Lim, Young Tak Lee, Kyung Shik Lee and Yong Hyub Won, OECC '97 Technical Digest, p. 300, 1997.
- [5] 임 중훈, 박 광노, 송 정태, 이 경식, 제4회 광전 자공학 학술회의, p. 329, 1997
- [6] D. L. Williams, B. J. Ainslie, J. R. Armitage, R. Kashyap and R. Campbell, Electronics Lett., vol. 29, no. 1, pp. 45, 1993.
- [7] J. Albert, K. O. Hill, D. C. Johnson, F. Bilodeau and M. J. Rooks, Electronics Lett., vol. 32, no. 24, p. 2260, 1996.
- [8] W. H. Loh, M. J. Cole, M. N. Zervas, S. Barcelos and R. I. Laming, Optics Lett., vol. 20, no. 20, pp. 2051, 1995.
- [9] A. Asseh, H. Storoy, B. E. Sahlgren, S. Sandgren, J. Lightwave Tech., vol. 15, no. 8, pp. 1419, 1997.
- [10] D. Pastor, J. Capmany, D. Ortega, V. Tatay, and J. Marti, J. Lightwave Tech., vol. 14, no. 11, p. 2581, 1996.

저 자 소 개



林 鍾 勳(正會員)

1973년 12월 5일생. 1996년 2월 성  
균관대학교 전자공학과 졸업(공학  
사). 1998년 2월 성균관대학교 대학  
원 전자공학과 졸업(공학석사). 현재  
성균관대학교 대학원 전기전자 및 컴  
퓨터 공학부 박사과정 재학중. 주관

심분야는 광통신용 소자설계 및 제작

李 景 植(正會員) 第 34卷 第 4號 參照

현재 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨  
터공학부 부교수