

## 광섬유 커플러형 add/drop 필터의 성능 분석

Performance characteristics of the coupler typed optical fiber  
add/drop filter

박광노, 조준용, 이경식, 이영탁\*, 정기태\*

성균관대학교 전기 전자 및 컴퓨터 공학부, \*한국통신 가입자망 연구소

e-mail : pigtail@nownuri.net

최근의 광통신 방식은 단일 광섬유를 통해 대용량의 데이터를 전송시킬 수 있는 WDM방식에 대해 많은 연구가 진행중이다. WDM 광통신방식에서는 단일 광전송로를 통해 다파장의 신호를 전송시키기 때문에 특정파장을 추가하거나 추출할 수 있는 파장선택형 필터의 필요성이 증가되었다. 광섬유 격자를 이용한 광필터의 경우 특정파장을 반사시키는 특징이 있으며, 이러한 특성을 이용해 여러 형태의 add/drop필터가 제안되었다. 기존의 Mach-Zehnder형 광섬유 add/drop필터의 경우, 제작시 광경로차를 조절하기 힘들다는 단점이 있다. 최근에는 이러한 단점을 보완하고 소형으로 제작하기 위해 광섬유 커플러 내에 광섬유 격자소자를 제작해 삽입시킴으로써 구현하는 방법이 연구되고 있다<sup>[1]</sup>. 하지만 이러한 커플러형 add/drop필터에서도 광섬유 격자를 커플러의 적절한 위치에 제작한다는 것은 어렵기 때문에, 본 연구에서는 우선 광섬유 격자의 위치에 따라서 add/drop필터의 특성이 어떻게 변하는지를 살펴보고자 한다.

대칭구조의 광섬유 격자가 내장된 커플러형 add/drop필터는 그림1과 같다. 이러한 커플러형 add/drop필터의 동작특성에 대해서 살펴보면 입력 단으로 입사된 다파장의 신호는 양쪽 광도파로로 진행하여 광섬유 격자영역으로 입사된다. 입사된 다파장신호중 특정신호만이 반사되게 되고 반사된 신호는 입력단에서의 커플링영역길이인 L1의 길이를 적절히 조절함으로써 입력 단으로는 제한되지 않고 drop단자 쪽으로 모두 추출되게 된다. 광섬유 회절격자의 영향을 받지 않은 다른 파장의 신호성분은 그대로 격자영역을 투과하여 output단자 쪽으로 출력된다. 입사되는 파장중 광섬유 격자의 동작파장만이 drop단자 쪽으로 추출되는 원리와 같이 add단자 쪽에서 입사된 파장성분은 광섬유 격자에 의해 반사되어 output단자쪽으로 출력된다. 이상적으로 동작되기 위해서는 우선 입력 단으로 제한되어 나오는 신호성분이 없어야 하며, 브래그 회절격자의 추출 파장외의 다른 파장의 신호는 output단자로 모두 출력되어야만 한다. 또한 drop기능과 동시에 add기능을 하도록 하기 위해서 L1의 길이와 L3의 길이는 같아야한다. 시뮬레이션결과, 이상적으로 설계된 광섬유 add/drop필터의 경우, 격자의 길이가 1cm일때, 격자의 굴절률 변화량은  $2.5 \times 10^{-4}$ 이며, 제한신호가 0이 되는 L1의 길이는 2.946mm이며, 방향성 커플러의 커플링계수는 198/m이다. 그림2는 위에서 제시한 설계값들을 이용해 각 단자에서의 출력특성을 시뮬레이션한 결과를 보여주는 그림이다. 이때 제한신호값은 0이었으며 drop효율은 99.9%이었다. 또한 output단자에서의 crosstalk는 -34.6dB의 값을 얻었다. 그림3은 입력단으로부터의 광섬유 격자의 위치 L1이 위에서 제시한 최적값에서부터  $\Delta L$ 만큼 벗어났을 때 add/drop필터의 성능변화를 보여주는 그림이다. 최적 위치로부터 벗어난 격자의 위치값  $\Delta L$ 이 커지면 커질수록 drop단에서의 값은 줄어들며, 입력 단으로 제한되어 나오는 값은 커지는 것을 알 수 있다. 또한 add값의 경우 drop되는 값을 구하는 원리와 같기 때문에 L1이  $\pm \Delta L$ 만큼 변할 경우 L3값은  $\mp \Delta L$ 만큼 변하므로 drop값의 변화량과 같다. Output단자 쪽에서의 crosstalk양은 커플링영역 전체의 길이변화가 없으므로 일정함을 알 수 있었다.

본 논문에서는 광섬유격자가 커플러내에 적절한 위치에 내장되어 있을 때의 커플러형 add/drop필터의 성능을 분석하여 보았으며, 또한 광섬유 격자의 위치가 최적위치에서 벗어남에 따라서 add/drop필터

의 성능이 어떻게 변하는지를 알아보았다. 20%정도 격자의 위치가 벗어난 경우, drop단과 add단에서의 신호량은 5%감소하였으며, 계환되는 신호량은 5%증가되었다.

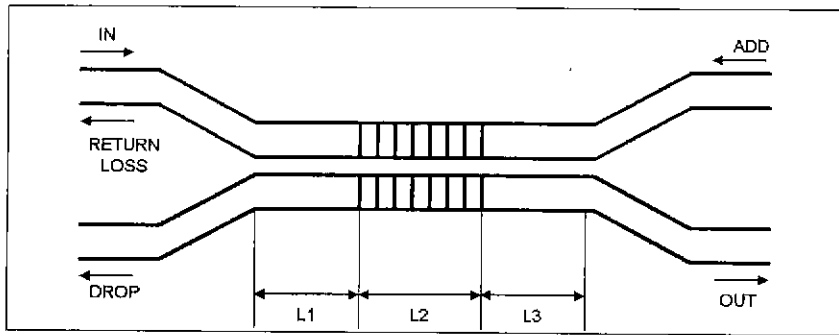


그림1. 커플러형 add/drop 필터 구조

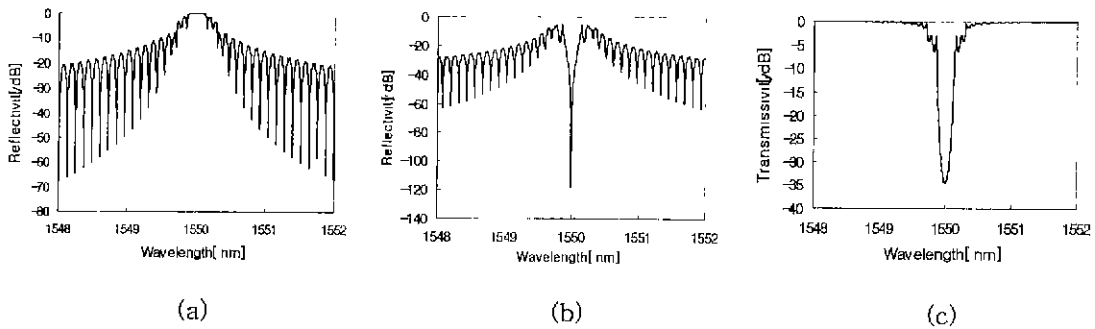


그림2. 커플러형 add/drop 필터의 각단에서의 출력특성  
(a) Drop (b) Return loss (c) Output

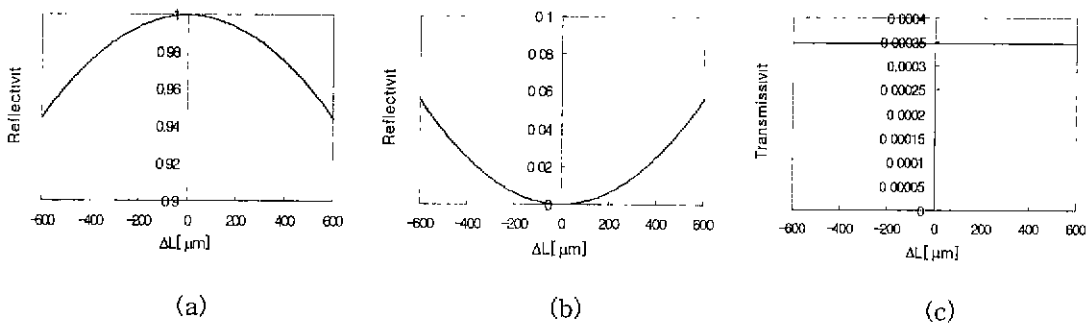


그림3. 광섬유 격자위치에 따른 광섬유 add/drop필터의 성능변화  
(a) Drop (b) Return loss (c) Output

※ 본 연구는 1998년도 한국통신의 정보통신연구 기초연구과제의 연구비지원으로 이루어졌습니다.

Reference

1. Sergei S. Orlov, Amnon Yariv, Scott Van Essen, Optics Letters, Vol.22, No.10, 1997.

