

기계적으로 유도되는 장주기 광섬유 격자 배열 소자 및 센서 응용

이남권 · 송재원

경북대학교 전자전기컴퓨터학부
Ⓣ 702-701 대구시 북구 산격3동 1370

박재희[†]

계명대학교 전자공학과
Ⓣ 704-701 대구시 달서구 신당동 1000

(2007년 2월 6일 받음, 2007년 3월 14일 수정본 받음)

기계적으로 유도되는 장주기 광섬유 격자 배열 소자를 제작하고 격자 배열소자의 광 투과 특성을 측정하였다. 격자 배열 소자는 표면에 690 μm 부터 780 μm 주기까지 10 μm 씩 주기가 증가되는 격자들이 만들어져 있는 45 cm 길이의 금속 막대와 고무땀개로 구성되어 있다. 외부 압력이 격자 배열 소자에 인가되면 압력이 인가된 지점에만 장주기 광섬유 격자가 형성되고 장주기 광섬유 격자의 공진 파장은 인가된 지점에 의존한다. 그리고 제작된 장주기 광섬유 격자 배열 소자의 특성측정 결과가 다양한 투과 특성을 갖는 광섬유 대역 제거 필터, 혹은 압력센서로 사용 가능성을 보여주고 있다.

주제어 : Long period grating array, Fiber sensor

I 서 론

광섬유의 입사 방향으로 진행하는 코어모드와 반대 방향의 코어모드간의 결합을 이용한 격자주기 수백 nm인 단주기 광섬유 격자와 같은 방향으로 진행하는 코어모드와 클래딩 모드간의 결합을 이용한 격자주기 수백 μm 인 장주기 격자에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.^[1] 그중에서 장주기 광섬유 격자는 반사 및 삽입 손실이 적고, 제거 파장대역의 폭이 수십 nm로 넓은 편이며 레이저의 대역제거필터^[2], 모드 변환기^[3], 어블 첨가 광섬유 증폭기의 이득 평탄화용 필터^[4-6] 및 광섬유 센서^[7,8] 등의 개발에 사용되어지고 있다. 대부분의 장주기 광섬유 격자는 자외선 노출을 이용하여 광섬유 코어에 주기적인 굴절률 변화를 유도하여 제작되고 있다. 이러한 자외선 노출을 이용한 제작 방법은 제작 시 고도의 기술이 요구될 뿐만 아니라 고가의 장비와 장시간의 제작과정이 필요하다. 이러한 단점들로 인하여 자외선 노출을 이용한 기존의 장주기 광섬유 격자 제작 방법을 대체할 수 있는 아크 방전을 이용한 미세 구부림 현상을 이용한 방법^[9], CO₂ laser를 이용한 방법^[10], 광섬유 클래딩의 식각을 통한 제작 방법^[11] 등이 발표되었다. 하지만 이러한 장주기 광섬유 격자 제조 방법들은 자외선 노출을 이용한 제작 방법과 마찬가지로 격자를 제작하고 난 이후에는 투과 특성을 제어하기가 힘들다. 최근 들어 제작이 간단하고 격자의 제거 및 재형성이 가능한 실리콘 V홀을 이용하여 광섬유에 주기적인 압력을 가하는 방법^[12,13], 분리된 코일 히터를 이용한 방법^[14] 등이 발표되었

다. 앞서 소개한 기존 제작 방법을 통한 장주기 광섬유 격자는 격자의 형성 위치가 고정되어 있고, 전체 길이도 대략 수 센티미터로 짧은 편이어서 광섬유 센서로 응용할 경우 넓은 범위에서 특성 측정을 해야 하거나 감지 위치가 일정하지 않을 경우 센서 응용이 불가능하다. 장주기 광섬유 격자를 사용하여 넓은 범위를 감지하기 위해서는 여러 개의 장주기 광섬유 격자를 중복해서 사용하여야 하며, 많은 장주기 광섬유 격자를 사용하더라도 이동물체의 무게측정 등과 같이 측정 위치가 일정하지 않는 센서로 응용 시 정밀 측정이 매우 어렵다. 이는 장주기 광섬유 격자의 크기가 작기 때문에 격자가 형성된 부분에 정확하게 압력이 인가되는 것이 불가능하기 때문이다. 이런 문제들을 해결하기 위하여 압력이 인가되는 지점에만 장주기 광섬유 격자가 형성되는 긴 길이의 광섬유 소자^[15,16]를 개발 하였다. 그러나 이 소자는 금속 표면위에 형성된 격자의 주기가 모두 동일하여 압력이 인가되는 위치를 알아내기가 어렵다. 그래서 본 연구에서는 압력이 인가되는 지점에만 장주기 광섬유 격자가 형성되고 압력이 인가된 위치도 알 수 있는 긴 길이의 장주기 광섬유 격자 배열 소자를 제작하고 소자의 광 투과 특성을 측정, 분석 하였다.

II. 동작 원리 및 소자 제작

장주기 광섬유 격자는 격자 주기가 대략 수백 μm 이고 위상정합 조건을 만족하는 파장대역의 코어모드와 같은 방향으로 진행하는 클래딩 모드들과 모드결합이 발생하게 되고 결합된 클래딩 모드는 클래딩 외부의 물질에 흡수되거나 산란되어 사라지게 되고 정합조건을 만족하지 않는 파장대역

[†] E-mail: jpark@kmu.ac.kr

의 빛은 장주기 광섬유 격자를 통과하게 된다. 그래서 장주기 광섬유 격자는 특정 파장대역을 제거하는 대역 제거 필터의 특성을 나타낸다. 이런 특성 때문에 장주기 광섬유 격자는 대역제거필터, 어븀 첨가 광섬유 증폭기의 이득 평탄화용 필터 및 광섬유 센서 등에 사용되어지고 있다. 장주기 광섬유 격자의 위상정합 조건은 다음과 같다.

$$\lambda_m = (n_{core} - n_{clad}^m) \Lambda, \quad (1)$$

여기서 λ_m 는 위상정합 조건을 만족하는 공진 파장이고, Λ 는 장주기 광섬유 격자의 주기, n_{core} 와 n_{clad}^m 는 각각 코어모드와 m-th 클래딩 모드의 유효 굴절률을 나타낸다.

그림 1은 압력이 인가되는 지점에만 장주기 광섬유 격자가 형성되고, 압력이 인가된 위치까지 알아낼 수 있는 장주기 광섬유 격자 배열 소자의 개략도이다. 장주기 광섬유 격자 배열 소자는 표면에 여러 주기의 반원형 홈(격자)을 가지고 있는 긴 길이의 금속막대, 금속 막대를 감싸는 고무덮개, 및 일반 광통신용 단일 모드 광섬유로 구성되어 있다. 장주기 광섬유 격자 배열 소자를 제작하기 위해 제일 먼저 길이가 긴 금속 막대의 표면에 기계 가공법인 와이어 커팅 기법을 이용하여 여러 주기의 반원형 홈을 형성시켰다. 와이어 커팅

기법은 매우 가는 금속 와이어에 강한 전류를 흘려주며 금속을 가공하는 정밀 기계 가공법으로, 기존의 실리콘 식각 기법을 이용하여 V홈을 제작하는 것에 비해 훨씬 간단하게 긴 길이의 여러 주기의 반원형 홈을 제작하는 것이 용이하다. 표면에 여러 주기의 반원형 홈을 형성시킨 후에 반원형 홈 위에 단일 모드 광섬유를 놓고 특정지역에 인가된 압력만 광섬유와 금속표면에 있는 반원형 홈에 전달하는 고무덮개로 소자 상단을 감싸서 장주기 광섬유 격자 배열 소자의 제작을 완료하였다. 소자 상단에 압력이 인가되면 압력이 인가된 특정한 지역에 있는 광섬유에만 주기적인 압력이 전달되어 장주기 광섬유 격자가 형성되고, 인가된 압력이 제거되면 형성되었던 광섬유 장주기 격자도 제거 되어 원래의 단일모드 광섬유의 투과 특성을 보여주게 된다. 그리고 표면위에 형성된 반원형 홈들의 주기가 다르기 때문에 인가되는 위치에 따라 공진파장이 다른 장주기 광섬유 격자가 형성되어 공진파장으로부터 인가된 압력의 위치를 알아낼 수 있다. 본 연구에서는 금속표면의 격자 주기는 690 μm 부터 780 μm 까지 10 μm 씩 증가 되고, 격자 주기 당 격자 개수가 60개인 반원형 홈이 형성되어 있는 장주기 광섬유 격자 배열 소자를 제작하여 특성 실험을 수행 하였다.

III. 실험 및 결과

압력이 인가되는 지점에만 장주기 광섬유 격자가 형성되고, 압력이 인가된 위치까지 알아낼 수 있는 장주기 광섬유 격자 배열 소자의 특성을 조사하기위해 그림 2에 있는 실험 장치를 사용하였다. 실험 장치는 광 대역 광원, 제작된 장주기 광섬유 격자 배열 소자 및 광 스펙트럼 분석기로 구성되어 있다. 광원에서 나온 빛은 단일모드 광섬유에 입사된다. 단일모드 광섬유에 입사된 빛은 광섬유 소자를 통과하여 광 스펙트럼 분석기로 간다. 장주기 광섬유 격자 배열 소자에 압력이 인가되지 않으면 광섬유에 입사한 모든 빛은 광 스펙트럼 분석기까지 도달하고, 소자에 압력을 인가하면 압력이 인가된 지점에 장주기 격자가 형성되어 위상정합 조건을 만족시키는 파장의 빛은 클래딩 외부의 물질에 흡수되거나 산

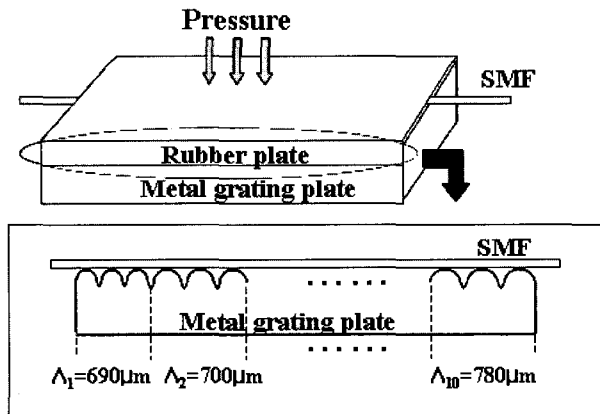


그림 1. 장주기 광섬유 격자 배열 소자의 개략도.

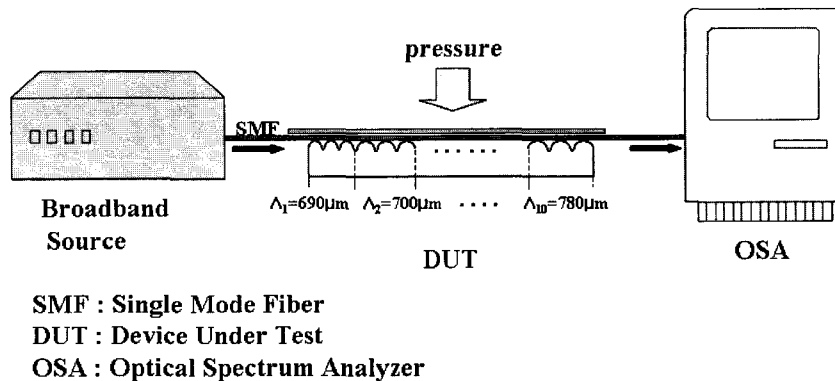


그림 2. 실험장치.

란되어 사라지고 나머지 빛만 통과하여 스펙트럼 분석기까지 도달한다. 그래서 압력이 광섬유 소자에 인가되었을 때 위상정합 조건을 만족하는 파장대역이 제거된 대역 제거 필터의 특성을 광 스펙트럼에서 나타낸다. 그리고 금속 표면에 형성된 격자들의 주기가 위치에 따라 다르기 때문에 압력이 장주기 광섬유 격자 배열 소자에 인가될 때 인가되는 지점에 따라 제거되는 파장 대역이 다른 대역 제거 필터의 특성을 나타낸다. 그러므로 대역 제거 파장대역으로부터 압력이 인가된 지점을 알아 낼 수가 있다.

그림 3은 장주기 광섬유 격자 배열 소자의 격자 주기가 720 μm 지점에 무게를 인가하였을 때 무게에 따른 광 투과 스펙트럼을 보여주고 있다. 그림에서와 같이 가해지는 무게가 커짐에 따라 광 감쇠 정도가 증가하는 투과 특성을 보여

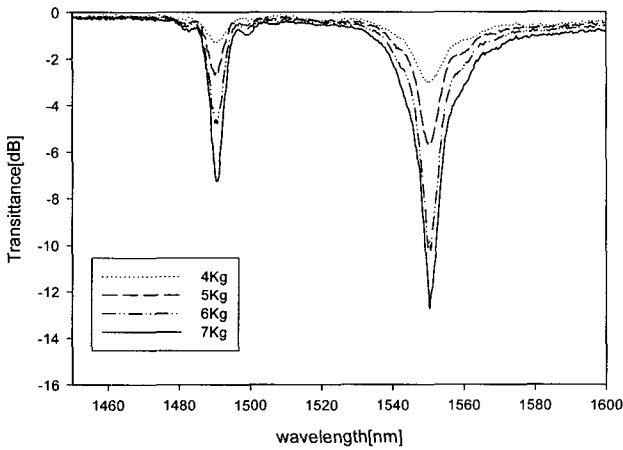


그림 3. 장주기 광섬유 격자 배열 소자의 격자 주기가 720 μm 지점에 무게를 인가했을 때 무게에 따른 투과 스펙트럼.

준다. 이러한 특성은 제작된 장주기 광섬유 격자 배열 소자가 광섬유 무게 센서로 적용 가능하다는 것을 보여준다. 소자 위에 가해주는 무게가 커질수록 광섬유에 가해지는 압력이 증가하게 되고, 이에 따라 코어모드와 클래딩 모드 간에 더욱 강한 모드 결합이 발생하게 되어 더 많은 광이 클래딩 모드와 결합하여 사라지기 때문이다. 하지만 가해지는 압력이 증가함에 따라 지속적으로 더욱 강한 모드 결합이 발생하는 것은 아니다. 모드 결합이 발생하는 중심파장에서의 빔 투과량은 가해지는 압력에 대해 \cos^2 함수와 비례하기 때문이다. 따라서 압력을 계속 증가시켜 한계점을 초과할 경우 코어모드와 클래딩 모드 간에 발생하는 광 결합은 다시 감소하게 된다.^[13]

그림 4는 격자주기가 710 μm인 지점부터 760 μm인 지점까지 압력을 가하는 위치를 격자 주기에 맞춰서 이동 시켜 가며 측정한 투과 스펙트럼이다. 압력이 가해지는 폭은 하나의 격자 주기에만 압력이 가해지도록 대략 4.2 cm로 하여 압력을 가하였다. 그림 4(a)는 압력이 가해지는 위치에 따른 광 투과 스펙트럼이고 이고, 그림 4(b)는 압력이 가해지는 위치에 대한 개략도이다. 입사광의 진행방향으로 격자주기가 다른 장주기 광섬유 격자가 형성되므로 압력이 가해지는 위치에 따라 제거 대역의 중심파장이 변화하고 있다. 투과 스펙트럼에서 보면 격자 주기가 긴 위치에 압력을 가하게 되면 제거 대역의 중심파장, 즉 위상정합 조건을 만족하는 공진 파장은 장파장 쪽으로 이동하고 있다. 여기서 격자주기가 긴 위치에 압력을 가함에 따라 공진 파장이 장파장으로 이동하는 동시에 제거 대역의 깊이도 깊어지는 특성을 보여준다. 제작된 소자의 장주기 광섬유 격자 형성 원리가 광섬유 코어에 가해지는 압력에 의한 주기적인 굴절률변화가 주된 요인이지만 제작된 소자의 주기적인 홈이 원형으로 되어 있고,

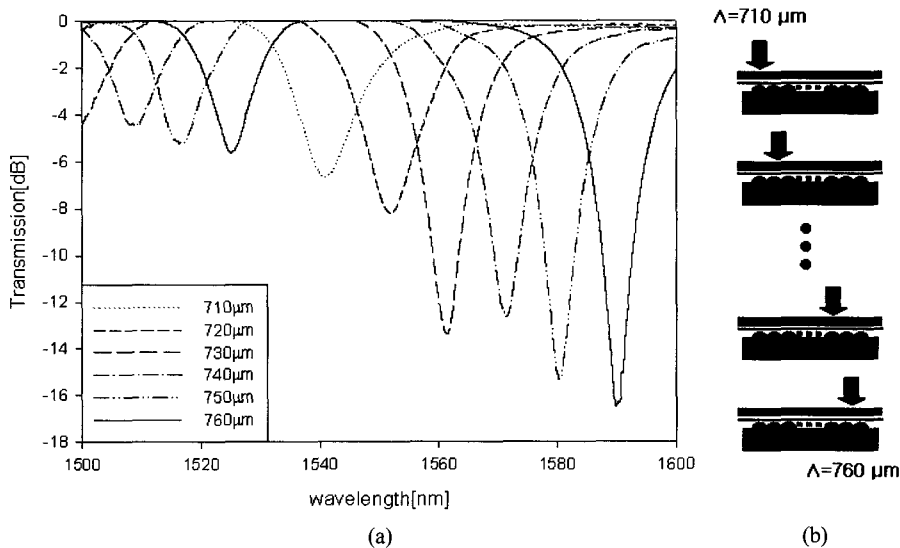


그림 4. 격자 주기별로 압력의 위치를 이동 하였을 때의 광 투과 특성.
 (a) 압력이 가해지는 위치에 따른 투과 스펙트럼.
 (b) 압력이 가해지는 위치에 대한 개략도.

소자 상단의 물질이 고무 재질이어서 소자 상단에 압력을 가했을 때 광섬유 코어의 주기적인 굴절률 변화뿐만 아니라 미세 구부림 효과도 무시할 수 없을 것으로 예상된다. 이러한 미세 구부림 효과에 의해 장파장으로 갈수록 광 감쇠가 더 커지는 것으로 예측된다. 그림 4에서와 같은 투과특성으로 볼 때 제작된 소자가 소자 상단에 가해지는 압력의 위치도 감지할 수 광섬유 센서 및 압력을 가하는 위치를 조절함으로써 원하는 파장대역만 선택적으로 제거할 수 있는 대역제거 필터로 사용 할 수 있음을 보여주고 있다.

그림 5는 압력이 가해지는 위치를 조금씩 이동 시켜가며 측정된 배열 소자의 광 투과 특성이다. 압력을 가하는 쪽은 고정하고, 위치를 격자주기가 710 μm인 지점부터 720 μm까지 조금씩 이동시키면서 측정하였다. 처음에는 격자 주기 710 μm인 지점 전체에 압력이 가해지도록 하여 투과 스펙트럼을 측정하였다. 먼저 소자 위에 압력이 가해지면 격자 주기 710 μm이고, 격자 개수는 60개인 장주기 광섬유 격자가 형성되게 된다. 그 다음 위치를 조금 이동시켜 격자 주기 710 μm인 영역의 3/4과 격자 주기 720 μm인 영역의 1/4이 동시에 압력이 가해지도록 하여 투과 스펙트럼을 측정하였다. 즉, 격자 주기 710 μm이고, 격자 개수는 45인 장주기 광섬유 격자와 격자 주기 720 μm이고, 격자 개수는 15인 장주기 광섬유 격자가 동시에 형성되게 된다. 다음은 격자 주기 710 μm인 영역 1/2과 격자 주기 720 μm인 영역 1/2, 점점 더 위치를 이동 시켜 결국 격자 주기 720 μm인 지점 전체에 압력이 가해지도록 하여 투과 스펙트럼을 측정하였다. 그림 5(a)는 압력이 가해지는 위치에 따른 광 투과 스펙트럼이고, 그림 5(b)는 압력이 가해지는 위치에 대한 개략도이다. 그림 4에서는 압력을 가하는 위치를 하나의 주기를 갖는 장주기 광섬유 격자가 형성되도록 이동시킨 반면, 그림 5에서는 위치를 조금씩 이동하므로 두 가지의 주기를 갖는 2개의

장주기 광섬유 격자가 형성되고, 투과 스펙트럼도 2개의 장주기 광섬유 격자의 투과 특성의 합으로 나타나게 된다. 그림에서 나타난 제거 대역의 형태를 보면 압력이 가해지는 위치를 조금씩 이동시킴에 따라 side robe가 생겨나긴 하지만 제거 대역의 중심 파장이 조금씩 이동하는 특성을 보여준다. 이는 제작된 광섬유 격자 소자 위에 압력이 가해질 때보다 세밀한 위치 추적이 가능함을 보여준다.

그림 6은 제작된 장주기 광섬유 격자 배열 소자 위에 가하는 압력의 폭을 조금씩 변화시키면서 측정된 투과 스펙트럼을 보여주고 있다. 먼저 710 μm 격자주기를 갖는 부분에만 압력을 가하여 투과 스펙트럼을 측정하였고, 점차적으로 폭을 증가시켜 격자 주기 710 μm인 영역과 격자 주기 720 μm인 영역 모두에 동시에 압력이 가해질 때까지 투과스펙트럼을 측정하였다. 즉, 처음에는 격자 주기 710 μm이고 격자 개수가 60개인 장주기 광섬유 격자가 형성되고, 폭이 증가함에 따라 격자 주기 710 μm에 격자 개수 60개인 광섬유 격자와 격자 주기 720 μm에 격자 개수 20개인 광섬유 격자가 동시에 형성되게 된다. 계속적으로 가해지는 압력의 폭이 증가해서 710 μm 60개 + 720 μm 40개, 710 μm 60개 + 720 μm 60개인 장주기 광섬유 격자가 형성된다. 그림 6(a)는 가해지는 압력의 폭에 따른 광 투과 스펙트럼이고, 그림 6(b)는 압력이 가해지는 폭에 대한 개략도이다. 처음에 격자주기 710 μm인 지점에만 압력을 가하였을 경우 중심 파장 1540 nm을 갖는 대역 제거 필터 특성을 보여준다. 압력이 가해지는 폭이 증가함에 따라 1550 nm 파장 대역의 광 감쇠도 점차적으로 증가하여 결국 1540 nm와 1550 nm 대역이 동시에 제거되어 제거 대역폭이 보다 증가된 특성을 보여준다. 위의 실험 결과로부터 압력이 가해지는 폭에 따라 투과 스펙트럼의 형태가 변화 하므로 제작된 장주기 광섬유 격자 배열 소자가 소자 위에 가해지는 물체의 폭도 측정할 수 있는 센서 및 다

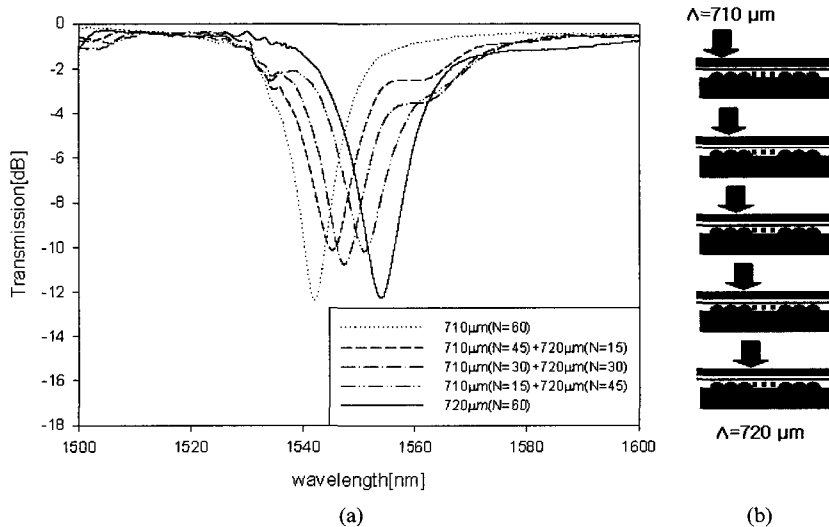


그림 5. 압력의 위치를 조금 이동 했을 때의 광 투과 특성.
 (a) 투과 스펙트럼.
 (b) 압력이 가해지는 위치의 개략도 .

양한 형태의 대역을 제거하는 필터로 사용 할 수 있음을 나타내고 있다.

그림 7은 인접하지 않는 두 지점에서 동시에 압력이 가해질 때의 투과 스펙트럼이다. 압력을 가하는 폭은 격자 주기 한 주기만 가해지도록 4.2 cm로 하였다. 그림에서 보면 두 지점에서 동시에 압력이 가해질 경우, 광 투과 특성은 두 개의 장주기 광섬유 격자의 투과 특성의 단순 합으로 나타나고 있다. 압력이 인가되는 지점에만 장주기 광섬유 격자가 형성되는 긴 길이의 광섬유 소자^{15,16}는 압력이 가해지는 위치와 무관 하게 같은 주기를 갖는 장주기 광섬유 격자가 형성되기

때문에 같은 중심파장에서 단순히 광 감쇠의 크기만 증가한 결과를 보이며 실질적으로 2지점에서 가해진 무게의 합을 한 지점에 가하게 될 경우와 구별하기가 쉽지 않고 단지 소자 상단에 가해지는 무게의 합만을 측정할 수 있다. 이에 반해 그림 7은 압력이 가해지는 위치에 따라 다른 주기를 갖는 장주기 광섬유 격자가 형성 되므로 격자 주기가 다른 2개의 장주기 광섬유 격자가 직렬로 연결된 특성을 보여준다. 제작된 장주기 광섬유 격자 배열 소자를 광섬유 센서로 응용할 경우, 동시에 여러 지점에서 무게가 가해지더라도, 각각의 무게와 그 위치를 알아낼 수 있을 것이다. 또한 대역제거 필

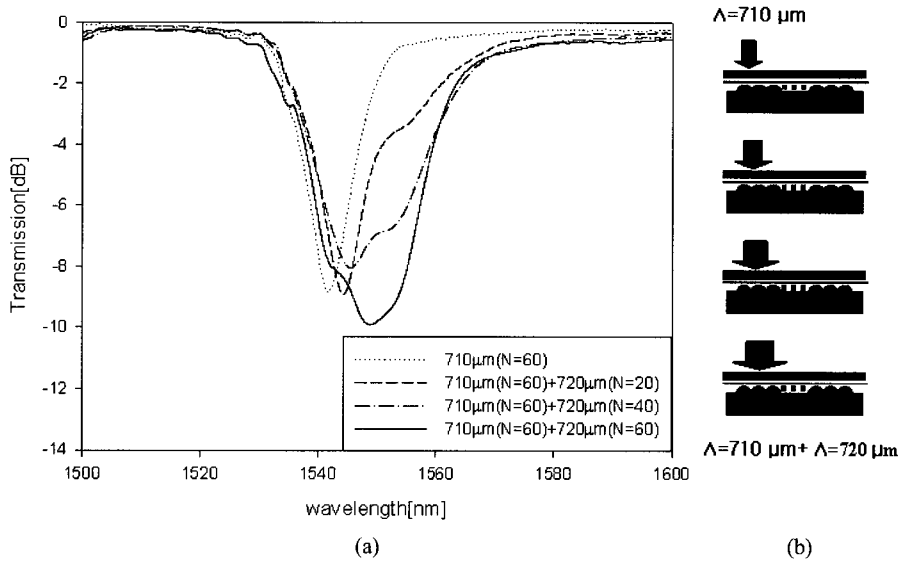


그림 6. 압력이 가해지는 폭에 따른 투과 특성.
(a) 투과 스펙트럼.
(b) 압력이 가해지는 폭에 대한 개략도.

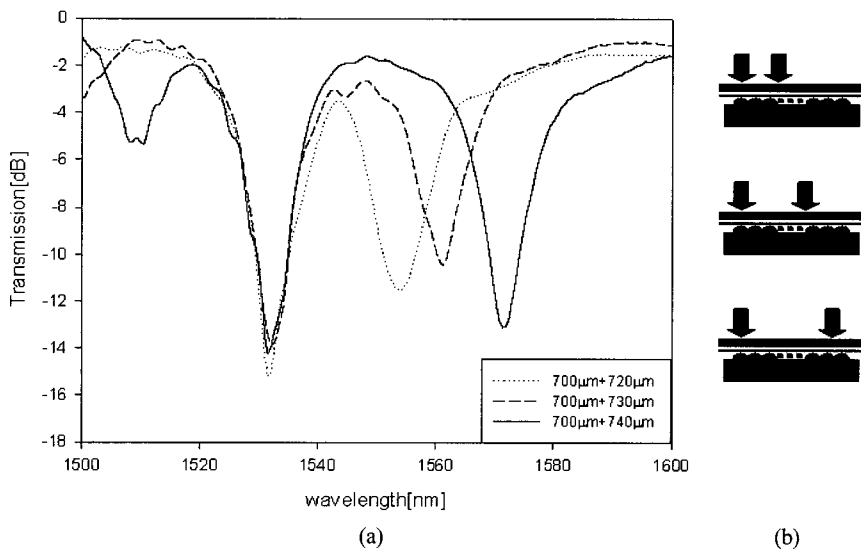


그림 7. 인접하지 않는 두 지점에서 동시에 압력을 가하였을 때의 광 투과 특성.
(a) 투과 스펙트럼.
(b) 압력이 가해지는 위치에 대한 개략도.

터로 응용할 경우 압력의 세기, 위치, 폭, 개수 등의 조건들을 조합하면 매우 다양한 대역 제거 특성을 갖는 필터를 제작할 수 있다.

위에서 언급된 실험 결과들이 제작된 장주기 광섬유 격자 배열 소자는 소자위에 있는 물체의 무게, 물체의 위치 및 물체의 폭을 측정할 수 있는 광섬유 센서 혹은 압력의 세기, 위치, 폭, 개수 등의 조건들을 조합하면 매우 다양한 대역 제거 특성을 갖는 광섬유 필터로 사용 가능함을 보여 주었다. 그래서 본 연구에서 제작된 장주기 광섬유 격자 배열 소자도 위를 달리는 자동차의 무게, 통과 위치, 및 자동차 바퀴의 폭 등을 측정할 수 있는 광섬유 센서로 응용될 수 있을 것으로 생각한다.

III. 결론 및 고찰

장주기 광섬유 격자 배열 소자는 표면에 격자 주기가 690 μm 부터 780 μm 까지 10 μm 씩 증가되고, 격자 주기 당 격자의 개수는 60개인 반원형 격자가 형성된 금속막대, 금속 막대를 감싸는 고무덮개, 및 일반 광통신용 단일 모드 광섬유로 구성되어 있는 장주기 광섬유 격자 배열 소자를 제작하고 격자 배열 소자의 상단에 가해지는 압력의 형태를 다양하게 변화시켜가며 광 투과 특성을 측정하였다. 격자 배열 소자는 압력이 가해지는 위치를 격자 주기에 맞춰서 이동 시킬 경우 압력이 가해지는 위치에 따라 격자 주기가 다른 장주기 광섬유 격자가 형성되므로 투과 스펙트럼 상에서 제거 대역의 공진 파장이 이동하였고, 압력이 가해지는 위치의 보다 미세한 이동에도 다른 투과스펙트럼을 보여주었으며, 압력이 가해지는 폭에 따라 제거 파장 대역폭이 넓어졌다. 본 연구에서 수행된 실험 결과들이 제작된 장주기 광섬유 격자 배열 소자는 소자위에 있는 물체의 무게, 물체의 위치 및 물체의 폭을 측정할 수 있는 광섬유 센서 혹은 압력의 세기, 위치, 폭, 개수 등의 조건들을 조합하면 매우 다양한 대역 제거 특성을 갖는 광섬유 필터로 사용 가능함을 보여 주었다. 제작된 소자를 WIM(Weigh-in-Motion) 시스템의 차량 무게 센서로 응용할 경우 이동 차량의 무게 측정뿐만 아니라 통과 위치나 타이어 폭 그리고 차축간 거리 검출을 통하여 차량의 종류도 알아낼 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI04-01-01) 지원으로 수행되었음.

참고문헌

[1] 이상배, 최상삼 “광섬유 격자 소자 기술”, 광학과 기술, pp. 44-51, July. 1998.
 [2] A. M. Vengsarkar, P. J. Lemaire, J. B. Judkins, V. Bhatia, T. Erdogan, and J. E. Sipe, “Long-period fiber gratings

as band-rejection filters,” *J. Lightwave Technol.*, vol. 14, pp. 58-65, Jan. 1996.
 [3] D. Ostling and H. E. Engan, “Broadband spatial mode conversion by chirped fiber bending,” *Opt. Lett.*, vol. 21, pp. 192-194, 1996.
 [4] P. F. Wysocki, J. B. Judkins, R. P. Espinodola, M. Andrejcc, and A. M. Vengsarkar, “Broad-band erbium-doped fiber amplifier flattened beyond 40 nm using long-period grating filter,” *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol. 9, pp. 1343-1345, 1997.
 [5] M. Harumoto, M. Shigehara, and H. Sugauma, “Gain-flattening filter using long-period fiber gratings,” *J. Lightwave Technol.*, vol. 20, pp. 1027-1033, 2002.
 [6] Ik-Bu Sohn, Jang-Gi Baek, Nam-Kwon Lee, Hyung-Woo Kwon, and Jae-Won Song, “Gain flattened and improved EDFA using microbending long-period fibre gratings,” *Electron. Lett.*, vol. 38, pp. 1324-1325, 2002.
 [7] V. Bhatia and A. M. Vengsarkar, “Optical fiber long-period grating sensors,” *Opt. Lett.*, vol. 21, no. 9, pp. 692-694, 1996.
 [8] C. Y. Lin, L. A. Wang, and G. W. Chern, “Corrugated long-period fiber gratings as strain, torsion, and bending sensors,” *J. Lightwave Technol.*, vol. 19, pp. 1159-1168, 2001.
 [9] I. K. Hwang, S. H. Yun, and B. Y. Kim, “Long-period fiber gratings based on periodic microbends,” *Opt. Lett.*, vol. 24, no. 18, pp. 1263-1265, 1999.
 [10] D. D. Davis, T. K. Gaylord, E. N. Glytsis, and S. C. Mettler, “CO₂ laser-induced long-period fibre gratings: Spectral characteristics, cladding modes and polarisation independence,” *Electron. Lett.*, vol. 34, pp. 1416-1417, 1998.
 [11] C. Y. Lin and L. A. Wang, “Loss tunable long period fiber gratings made from etched corrugated structure,” *Electron. Lett.*, vol. 35, pp. 1872-1873, 1999.
 [12] S. Savin, M. J. F. Digonnet, G. S. Kino, and H. J. Shaw, “Tunable mechanically induced long-period fiber gratings,” *Opt. Lett.*, vol. 25, no. 10, pp. 710-712, 2000.
 [13] 함정우, 이종훈, 이경식, “기계적으로 유도된 장주기 광섬유격자의 제작 및 특성분석”, *한국광학회지*, vol. 12, no. 6, pp. 485-488, 2001.
 [14] J. K. Bae, S. H. Kim, J. H. Kim, J. Bae, S. B. Lee, and J. M. Jeong, “Spectral shape tunable band-rejection filter using a long-period fiber grating with divided coil heaters,” *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol. 15, pp. 407-409, 2003.
 [15] N. Lee, J. Song, and J. Park, “Fabrication of fiber device with Long-Period Fiber Gratings at Locations under applied pressure and its application as load sensor,” *Japanese Journal of Applied Physics*, vol. 45, pp. 1656-1657, 2006.
 [16] 이남권, 송재원, 박재희, “압력이 인가되는 지점에만 광섬유 장주기 격자가 형성되는 광섬유 소자 제작 및 특성분석”, *한국광학회지*, vol 16 no. 3, pp. 191-195, 2005.

Mechanically Induced Long Period Fiber Grating Array Device and Sensor Application

Namkwon Lee and Jaewon Song

*Kyungpook National University, School of Electrical Engineering and Computer Science,
1370 Sankyuk3-dong Bukgu, Daegu, Korea*

Jaehee Park[†]

Keimyung University, Department of Electronics Engineering, 1000 Sindang-dong Dalseogu, Daegu, Korea

[†]*E-mail: jpark@kmu.ac.kr*

(Received February 6, 2007, Revised manuscript March 14, 2007)

A mechanically induced long-period fiber grating array was fabricated and its transmission characteristics were measured. The grating array consisted of a rubber cover and a 45 cm metal bar with 10 grating groups. Each grating group was composed of 60 gratings. The period of the grating of the grating groups was increased by 10 μm increments from 690 μm to 780 μm . The long period fiber grating was induced when the pressure was applied on the long period grating array and the resonant wavelength depended on the position of applied pressure. The experimental results shows that this long period fiber grating array can be used as a various band rejection filter or a fiber optic sensor.

OCIS code : 050.0050, 060.0060, 230.0230.