

주기적으로 분리된 광도파로로 구성된 모드 크기 변환기의 설계 및 분석

박보근 · 정영철†

광운대학교 전자공학부/전자통신공학과

Ⓣ 139-701 서울특별시 노원구 월계동 447-1

(2003년 9월 5일 받음, 2004년 1월 15일 수정본 받음)

본 논문에서는 광도파로와 광섬유사이에서 광손실을 줄이기 위한 모드 크기 변환기를 설계하였다. 설계된 모드 크기 변환기는 주기적으로 분리된 테이퍼 광도파로로 구성된 모드 크기 변환기이며, 공정상의 적용이 용이한 수평 테이퍼 구조를 선택하였다. 높이와 폭이 $3\mu\text{m} \times 3\mu\text{m}$ 이며 1.5% 실리카 광도파로의 경우 파장이 1550 nm 파장에서 최적의 모드 크기 변환기 설계 파라미터는 테이퍼 영역의 길이가 $500\mu\text{m}$ 이고, 분리된 광도파로의 길이는 $5\mu\text{m}$ 이며, 주기의 Duty-Cycle은 0.95, 광도파로와 광섬유의 접속면에서의 폭은 $1.3\mu\text{m}$ 이었다. 이 때 결합손실은 0.33 dB/point로 광섬유와 광도파로를 직접 연결할 때 보다 1.27 dB/point가 감소하였다.

주제어 : optical waveguide, periodically segmented waveguide, mode size converter, tapered waveguide, lateral taper.

I. 서 론

광집적회로에 있어서 모드 크기 변환기는 광도파로의 모드와 광섬유의 모드 사이의 모드 불일치 문제를 해결하여 광섬유와 광도파로 상호간의 연결에서 결합손실을 감소하게 한다. 즉 모드 크기 변환기는 전체적인 광통신 시스템의 광손실을 줄이는 역할을 하게 된다. 이러한 모드 크기 변환기의 기술적 적용은 여러 방향으로 시도되어 왔으며 그 중에서도 마이크로 렌즈, 테이퍼 광섬유, 렌즈화 광섬유 등의 방법이 있다.^[1,2] 그러나 이러한 기술은 패키징 가격이 높으며 광섬유와 광도파로 간의 정렬 문제 및 조립에 시간이 많이 소요되는 등의 문제가 존재하므로 모드 크기 변환기를 집적된 실리콘기판위에 제작하는 모드 크기 변환 기술에 대한 연구가 다각도에서 이루어지고 있다.

집적된 실리콘 기판 위에 제작하는 모드 크기 변환기는 크게 수직-수평형 테이퍼 구조, 수직형 테이퍼 구조, 그리고 수평형 테이퍼 구조로 분류된다.^[3] 수직-수평형 테이퍼 구조는 결합손실이 약 0.2 dB/point 정도로 세 가지 유형 중 가장 손실이 낮은 구조이나 제작공정이 매우 복잡하고 재현성에 관련된 문제를 가지고 있으며 수직형 테이퍼 역시 수직-수평형 테이퍼 구조와 같은 제작공정에서의 문제점을 가지고 있다.^[4] 수평형 테이퍼 구조는 광손실이 수직-수평형 테이퍼보다 높은 편이지만 제작이 용이한 장점을 가지고 있으며, 본 연구에서는 이러한 수평형 테이퍼 구조 중 광도파로의 폭이 점차적으로 줄어드는 모드 크기 변환기를 설계하였다.

모드 크기 변환기는 여러 가지 광집적회로에서 응용이 가능하고, 삽입 위치가 용이해야 하며, 모드 크기 변환기의 길이는 작아야 한다. 이러한 요소를 만족 할 수 있는 것이 바로 주기적으로 분리된 광도파로를 이용한 모드 크기 변환기이다.^[5] 통

상적인 광도파로로 제작된 경우 테이퍼 영역의 길이가 1000 μm 에서 2000 μm 정도로 소자의 길이가 매우 길다. 본 논문에서는 모드 크기 변환기의 길이 문제를 해결하기 위해 주기적으로 분리된 광도파로 구조를 사용하였다.

본 논문에서는 모드 크기 변환기의 설계에 있어 수평형 테이퍼 구조를 채택하여 공정을 용이하게 하고 주기적으로 분리된 광도파로를 택하여 소자의 길이를 줄이면서 좌우상하 방향으로의 모드 크기 변환을 하는 새로운 모드 크기 변환기를 제시 하였다. 통상적인 광도파로 제작공정으로 실현 가능하도록 하기 위하여 분리된 광도파로의 간격은 0.25 μm 이상의 길이를 가지도록 설계하였다. 또한 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭에 관한 공정상의 허용오차에 관하여 분석하였다.

II. 주기적으로 분리된 테이퍼 광도파로로 구성된 모드 크기 변환기의 설계

주기적으로 분리된 테이퍼 광도파로로 구성된 모드 크기 변환기를 구성하는 요소 중 주기적으로 분리된 광도파로의 등가 상대 굴절률 차이는 $\Delta n_{eq} = \eta \cdot \Delta n$ 에 의하여 근사 된다.^[6] 여기서 Δn_{eq} 는 등가 상대 굴절률 차이이고 Δn 은 분리되지 않은 광도파로의 상대 굴절률 차이이며 η 는 Duty-Cycle이다. Duty-Cycle은 분리된 광도파로의 간격을 결정하는 기준이 되며 $\eta = L_{WG}/\Lambda$ 로 나타 낼 수 있다. 여기서 L_{WG} 는 비 식각 부분의 길이를 나타내며, Λ 는 분리된 주기의 길이를 나타낸다. 그림 1은 주기적으로 분리된 광도파로의 개략도이다.

본 논문에서는 광도파로 재료로 실리카 광도파로의 경우를 고려하였다. 실리카 광도파로는 전파 손실을 작으며, 광섬유와 광도파로에서 안정적인 특성이 입증되고 있다.^[7,8] 광도파로는 폭과 높이가 $3\mu\text{m}$ 이며 상대 굴절률 차이는 $\Delta = 1.5[\%]$ 인

†E-mail: ychung@daisy.kw.ac.kr

Super-high delta 구조로 설계 하였다. $\Delta=1.5[\%]$ 인 Super-high delta 구조의 광도파로와 광섬유사이 모드 크기 변환기 없이 직접 접속될 경우 결합손실은 약 1.6 dB/point로 상당히 큰 편이다.

전체적인 모드 크기 변환기의 개략도는 그림 2에 나타내었다. 그림 2에 보는 것과 같이 모드 크기 변환기는 주기적으로 분리된 광도파로이며 광도파로 폭이 점차적으로 줄어드는 테이퍼 구조로 설계 하였다.

설계된 모드 크기 변환기는 입출력 영역(I/O section)과 테이퍼 영역(Taper section)의 두 부분으로 나누어지며 그 양단에는 광도파로와 광섬유를 연결하였으며 테이퍼 영역에서의 광도파로 폭은 광섬유와 접속되는 부분으로 광도파로의 폭이 점점 줄어드는 형태를 가지고 있다. 입출력 영역은 광섬유와 접속하기 위한 영역으로 일정한 폭과 주기를 가지고 있다. 이 영역은 공정 후 연마를 위한 부분으로 길이는 약 200 μm 이다. 이러한 설계는 분리된 광도파로 간격에서 광파가 상하 좌우의 방향으로 퍼지게 되어 모드의 크기가 변하게 되며 다시 폭이 줄어든 광도파로로 진행하여 상하 좌우로 광파의 크기를 늘리게 된다.

테이퍼 영역의 길이는 100 μm 에서 1000 μm 까지 변화를 주어 설계 하였으며, 분리된 광도파로의 주기는 5 μm 와 10 μm 를 사용하였다. 주기적으로 식각된 간격은 0.25 μm 보다 크게 설계하였다. 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭은 0.5 μm 에서 2.5 μm 까지 변화를 주어 설계 하였고 삼차원 BPM(Beam Propagation Method)을 이용하여 해석 하였다.^[9,10] 삼차원 BPM은 Paraxial Helmholtz 방정식으로부터 유도 되는 연산자 분리 형태의 삼차원 BPM으로 구현된 상용 소프트웨어(Alcatel의 OlimpIOs)를 사용하였다.

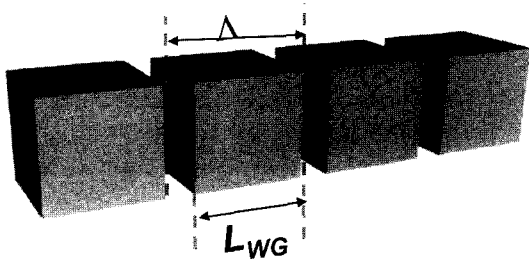


그림 1. 주기적으로 분리된 광도파로의 개략도.

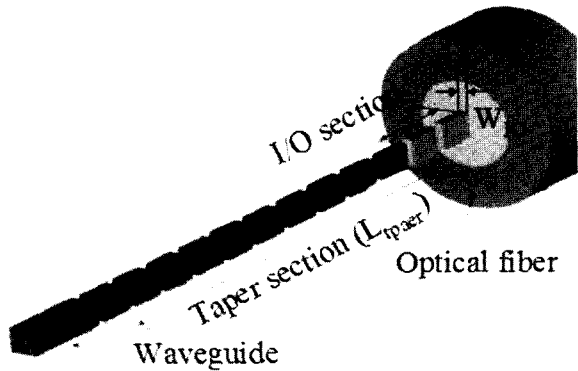


그림 2. 전체 모드 크기 변환기의 개략도.

III. 주기적으로 분리된 테이퍼 광도파로로 구성된 모드 크기 변환기의 분석

그림 3은 분리된 광도파로의 주기가 5 μm 일 때 테이퍼 영역의 길이에 따른 결합손실의 변화를 나타내었다. 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭이 각각 1 μm , 1.5 μm , 2 μm 일 때 테이퍼의 길이 변화에 따른 결합손실을 계산하였다. 그림 3(a)는 Duty-Cycle이 0.95일 때를 나타내었고 그림 3(b)는 Duty-Cycle이 0.85일 때를 나타내었으며 그림 3(c)는 Duty-Cycle이 0.75일 때 결합손실을 나타내었다. 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭이 1 μm 와 2 μm 의 경우, 각각의 Duty-Cycle에서 결합손실 값의 무질서한 변화가 존재하며 결합손실도 매우 크다는 것을 알 수 있다. 그림 3(a)에서 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭이 1.5 μm 인 경우 테이퍼 길이에 상관없이 일정한 결합손실을 보이고 있으며, 결합손실도 최소값을 나타내고 있다. 그림 3(b)에서는 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭이 1.5 μm 인 경우 테이퍼

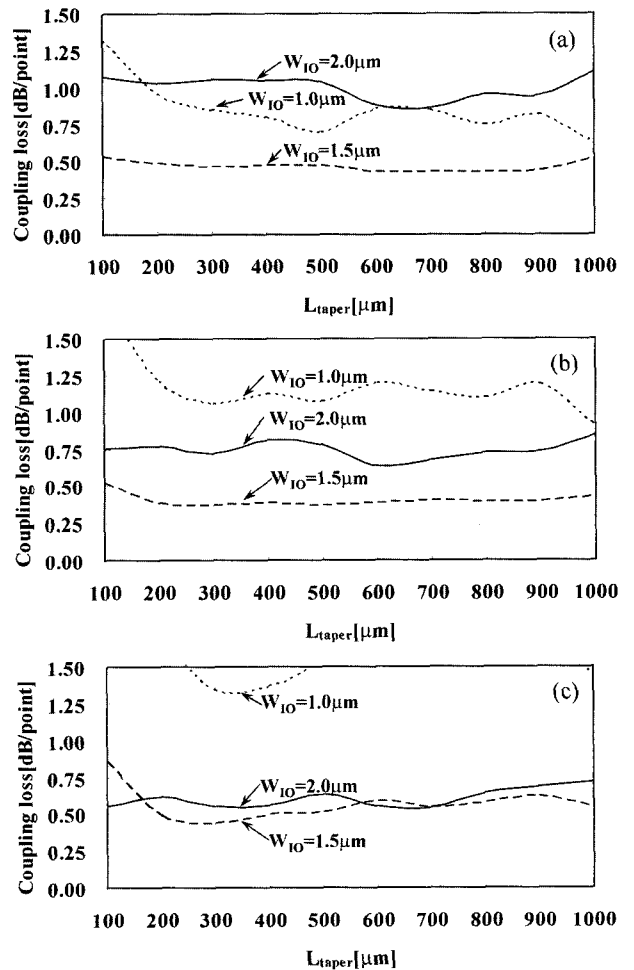


그림 3. 분리된 도파로의 주기가 5 μm 일 때 테이퍼 영역의 길이에 따른 결합손실의 변화. (a) $\eta=0.95$. (b) $\eta=0.85$. (c) $\eta=0.75$. 분리된 도파로의 주기가 5 μm 인 경우 Duty-cycle이 0.95, 0.85, 0.75일 때 분리된 광도파로의 간격은 각각 0.25 μm , 0.75 μm , 1.5 μm 이다.

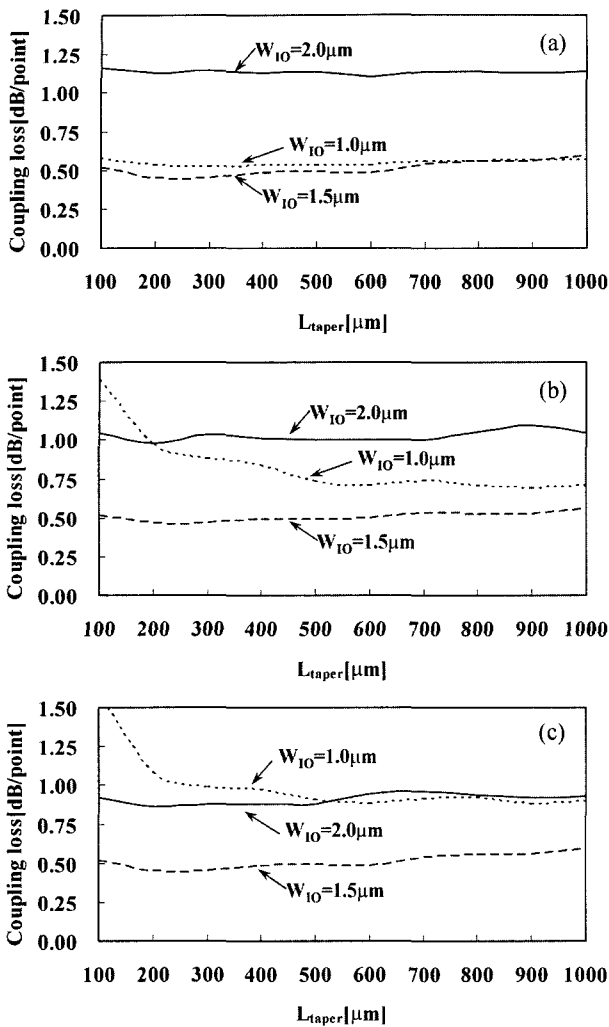


그림 4. 분리된 도파로의 주기가 10 μm 일 때 테이퍼 영역의 길이에 따른 결합손실의 변화. (a) $\eta=0.975$. (b) $\eta=0.925$. (c) $\eta=0.875$. 분리된 도파로의 주기가 10 μm 인 경우 Duty-cycle이 0.975, 0.925, 0.875일 때 분리된 광파로의 간격은 각각 0.25 μm , 0.75 μm , 1.5 μm 이다.

길이가 300 μm 이상에서 일정한 결합손실을 보이고 있으며, 그림 3(a)와 마찬가지로 최소값을 나타내고 있다. 그림 3(c)에서는 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭이 1.5 μm 일 때 테이퍼 길이에 따라 그림 3(b)와 300 μm 이상에서 결합손실이 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 분리된 광도파로의 간격의 길이가 증가 하면서 주기의 길이 마다 생기는 광손실이 커지게 되고 테이퍼 길이가 증가하면서 광섬유와의 결합손실이 증가하는 것으로 사료된다. 결국 테이퍼 영역의 길이가 300 μm 이상이어야 하며 이 때 Duty-Cycle은 0.85 이상이어야 한다.

그림 4는 분리된 광도파로의 주기가 10 μm 일 때 테이퍼 영역의 길이에 따른 결합손실의 변화를 나타내었다. 그림 4(a)는 Duty-Cycle이 0.975일 때를 나타내었고 그림 4(b)는 Duty-Cycle이 0.90일 때를 나타내었으며 그림 5(c)는 Duty-Cycle이 0.875일 때 결합손실을 나타내었다. 그림 3과 비교할 때 테이퍼 영역의 길이에 따른 결합손실의 변화는 거의 일정하게 나

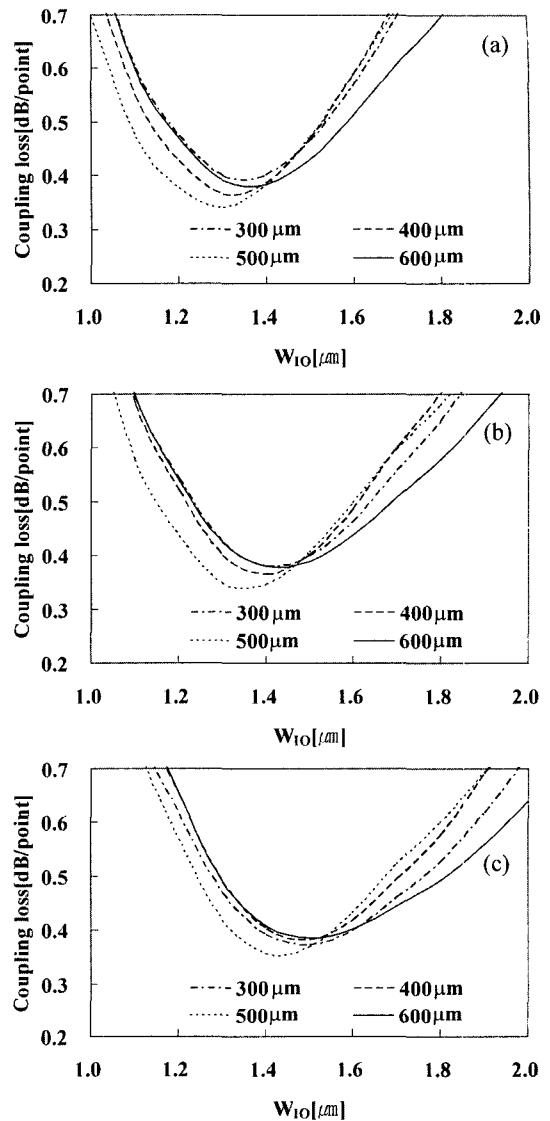


그림 5. 각각의 Duty-Cycle과 테이퍼 길이에서 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭에 따른 결합손실. (a) $\eta=0.95$ (b) $\eta=0.90$ (c) $\eta=0.85$. 주기가 5 μm 인 경우 Duty-cycle이 0.95, 0.90, 0.85일 때 분리된 광도파로의 간격은 각각 0.25 μm , 0.50 μm , 0.75 μm 이다.

타남을 알 수 있다. 이는 분리된 도파로의 주기가 10 μm 일 때는 테이퍼 영역의 길이가 결합손실에 대해 크게 영향을 주지 않음을 알 수 있다. 하지만 결합손실은 분리된 도파로의 주기가 5 μm 일 때보다 높은 값을 나타내므로 최소 결합손실을 가지기 위해서 분리된 도파로의 주기는 5 μm 로 정하는 것이 적절하다.

그림 3과 4의 결론을 통해 분리된 도파로의 주기가 5 μm 일 때 Duty-Cycle이 0.85에서 0.95인 경우를 분석 하였으며, 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭이 1 μm 에서 2 μm 인 경우를 분석 하였고, 모드 크기 변환기의 테이퍼 길이가 300 μm 이상에서 최소의 결합손실과 최대 허용오차를 계산 하였다.

그림 5는 각각의 분리된 도파로의 주기가 5 μm 일 때 Duty-

Cycle과 테이퍼 길이에서 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭에 따른 결합손실을 나타내었다. 그림 5(a)는 Duty-Cycle이 0.95일 때의 테이퍼 길이를 변화하면서 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭에 따른 결합손실을 나타내었으며 이 때 최소의 결합손실은 테이퍼 영역의 길이가 500 μm 이고 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭이 약 1.30 μm 일 때 0.33 dB/point를 나타내었다. 또한 테이퍼 영역의 길이가 증가함에 따라 최소의 결합손실을 가지는 광섬유와 모드 크기 변환기의 폭은 테이퍼 영역의 길이가 500 μm 까지 일정한 감소를 보이고 있으나, 테이퍼 영역의 길이가 600 μm 일 때의 최소의 결합손실을 가지는 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭은 1.38 μm 를 나타내었다. 그림 5(b)의 경우 Duty-Cycle이 0.90일 때의 각각의 테이퍼 길이를 변화하여 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭에 따른 결합손실을 나타내었으며 최소의 결합손실은 테이퍼 영역의 길이가 500 μm 이고 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭이 약 1.35 μm 일 때 0.34 dB/point를 나타내었다. 테이퍼 영역의 길이가 300 μm 와 600 μm 일 때 최소의 결합손실을 가지는 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭은 1.42 μm 로 동일한 값을 나타내었으며 테이퍼 영역의 길이가 400 μm 일 때는 최소 결합손실을 가지는 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭이 1.40 μm 로 테이퍼 영역의 길이가 300 μm 와 600 μm 일 때와 약간의 차이를 나타낸다. 하지만 테이퍼 영역의 길이가 500 μm 일 때 최소의 결합손실을 가지는 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭은 1.35 μm 로 약 0.5 μm 의 차이를 가지고 있다. 그림 5(c)는 Duty-Cycle이 0.85일 때의 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭에 따른 결합손실을 나타낸다. 이 때의 최소의 결합손실은 테이퍼 영역의 길이가 500 μm 이고 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭이 약 1.41 μm 일 때 0.37dB/point를 나타내었다. 또한 테이퍼 길이가 300 μm , 400 μm 그리고 600 μm 일 경우 최소의 결합손실을 가지는 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭은 1.51 μm 로 동일하게 나타났다. 그림 5(a), 5(b) 그리고 5(c) 300 μm 에서 500 μm 까지 테이퍼 영역의 길이가 증가할수록 최소의 결합손실은 점차적으로 줄어들지만 테이퍼 영역의 길이가 600 μm 일 때는 최소의 결합손실이 증가한다.

그림 5를 통하여 테이퍼 영역의 길이는 500 μm 일 때 결합손실이 0.33 dB/point에서 0.34 dB/point로 가장 낮게 나타났다. 또한 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면의 폭이 1.4 μm 이하에서는 테이퍼 영역의 길이가 증가함에 따라 결합손실은 감소하였으며 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭이 1.6 μm 이상에서는 테이퍼 영역의 길이가 증가함에 따라 결합손실은 증가하였다.

그림 6는 각각의 Duty-Cycle에 따른 결합손실이 0.5 dB/point 이하에서의 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭의 허용오차에 대하여 나타내었다. 그림에서 보듯 가장 큰 허용오차를 가지는 모드 크기 변환기는 분리된 광도파로의 주기가 5 μm 이며 Duty-Cycle이 0.85이고 테이퍼 영역의 길이는 600 μm 일 때 약 0.5 μm 의 허용오차를 가진다. 하지만 이 경

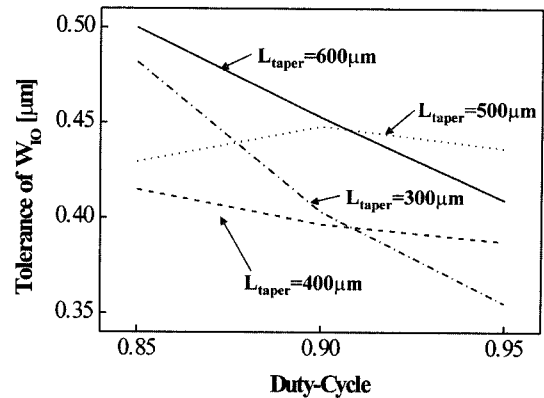


그림 6. 결합손실이 0.5dB/point이하에서의 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭의 허용오차.

우는 높은 허용공차에 비해 낮은 최소의 결합손실(0.39dB/point)를 나타내고 있으므로 적절한 모드 크기 변환기 설계라 할 수 없다. 또한 테이퍼 영역의 길이가 500 μm 일 때는 Duty-Cycle이 0.90인 경우 가장 큰 허용오차를 가지고 있으며 테이퍼 영역의 길이 300 μm , 400 μm 그리고 600 μm 일 때는 Duty-Cycle이 0.85인 경우가 가장 큰 허용오차를 나타냄을 알 수 있다. 테이퍼 영역의 길이가 300 μm 와 600 μm 일 때 Duty-Cycle이 증가함에 따라 허용오차는 급격히 감소함을 알 수 있다. 하지만 테이퍼 영역의 길이가 400 μm 인 경우는 Duty-Cycle이 증가함에 따라 허용오차는 완만하게 감소하였으며, 테이퍼 영역의 길이가 500 μm 인 경우는 허용오차가 Duty-Cycle이 0.90을 중심으로 작은 변화를 가지면서 낮아짐을 알 수 있다.

주기적으로 분리된 도파로를 사용하고 있기 때문에 본 논문에서 제안한 구조는 반사에 의한 손실이 발생할 가능성이 있다. 반사에 의한 손실을 살펴보기 위하여 쌍방향 BPM (Bidirectional BPM)을 사용하였고 계산 결과를 그림 7에 보였다. 반사 정도가 -29dB 이내로 작음을 알 수 있으며, 광도파로와 분리영역의 굴절률 차이에 따른 반사 손실을 무시할 수 있는 정도로 사료된다.

그림 8는 최적의 설계에서 광섬유와 광도파로에서의 E-field 분포 및 광의 세기를 3차원으로 나타낸 그림이다. 그림 8(a)는

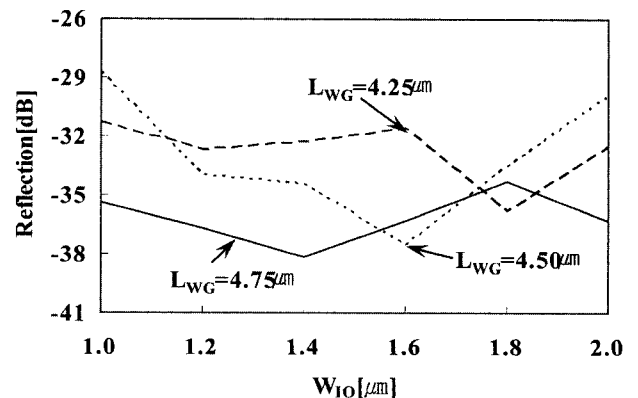


그림 7. 주기적으로 분리된 페이퍼 도파로에서 광섬유로의 접속면에서의 폭과 분리된 도파로의 길이에 따른 반사손실.

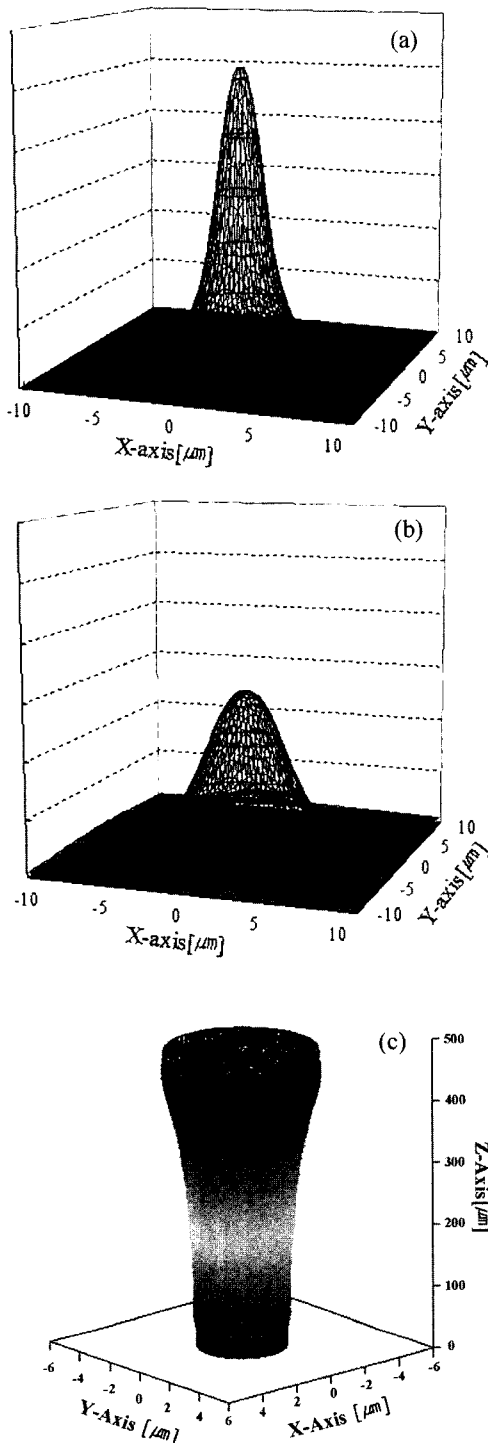


그림 8. 모드 크기 변환기에서의 E-field 및 광세기 분포. (a) 광도파로에서의 E-field 분포. (b) 모드 크기 변환기를 통한 섬유에서의 E-field 분포. (c) 모드 변환기를 통한 동안 광 크기의 변화.

한후의 광섬유에서 E-field 분포이며, 그림 8(c)는 Z축으로 진행되는 광의 분포를 나타낸 그림이다. 그림 8(a)와 8(b)에서 보듯 광이 진행함에 따라 빔의 크기는 증가 하였으며 침투치는 감소하는 현상을 보이며 그림 8(c)는 진행 방향에 따라 광의 분포가 점진적으로 변하고 있음을 보여주고 있다.

이상의 결과에서 모드 크기 변환기가 가져야할 특성인 낮은 결합 손실을 가지는 모드 크기 변환기는 테이퍼 영역 길이가 500 μm 이고, Duty-Cycle이 0.95이며, 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭이 1.35 μm 인 경우이며, 결합손실이 0.5dB/point 이하에서 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭의 허용공차는 약 0.43 μm 를 기존의 모드변환기보다 큰 허용공차를 가진다.

IV. 결 론

본 논문에서는 주기적으로 분리된 광도파로를 통하여 모드 크기 변환기를 설계하였으며 공정상 적용이 용이한 수평형 테이퍼 구조와 적절한 분리 간격을 가지도록 설계 하였다. 주기적으로 분리된 광도파로로 구성된 모드 크기 변환기의 결합손실은 테이퍼 길이, Duty-Cycle, 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭에 의해 결정되며 그 특성을 살펴보았다.

분리된 광도파로의 주기가 5 μm 인 경우 테이퍼 영역의 길이가 300 μm 이상이어야 하며 이 때 Duty-Cycle은 0.85 이상이어야 한다. 광섬유와 모드 크기 변환기의 접속면에서의 폭이 1.3 μm 이고, Duty-Cycle이 0.95이며, 테이퍼 영역의 길이가 500 μm 일 때, 결합손실은 0.33dB/point를 나타내었다.

이상의 결론으로 주기적으로 분리된 수평형 테이퍼 구조의 모드 크기 변환기 구조를 통하여 Super-high delta 구조의 실리콘 광도파로 소자와 광섬유와의 접속을 효율적으로 얻을 수 있음을 보였다.

참고문헌

- [1] N. Kalonji and I. Semo, "High efficiency, long working distance laser diode to single mode fiber coupling," *Electron. Lett.*, Vol. 30, No 11, pp. 892-894, 1994
- [2] H. M. Presby and C. A. Edwards, "Near 100% efficient fiber microlenses," *Electron. Lett.*, Vol. 28, no 6, pp. 582-584, 1992.
- [3] Ingrid Moerman, Peter P. Van Daele, and Piet M. Demester "A Review on fabrication technologies for the monolithic integration of tapers with III-V semiconductor," *IEEE J. Quantum. Electron.*, Vol. 3, No. 6, p.1308, 1997.
- [4] M. Ithoh, T. Saida, Y. hida, M. Ishii, Y. Inoue, Y. Hibino, and A. Sugita "Large reduction of single mode-fibre coupling loss in 1.5% Δ planar lightwave circuits using spot-size converters," *Electron. Lett.*, Vol. 38, No. 2, pp. 72-74, 2002.
- [5] Z. Weissman and I. hendel. "Analysis of periodically segmented waveguide mode expander," *J. Lightwave Technol.*, Vol. 13, No. 10, pp. 2053-2058, 1995.
- [6] Z. Weissman and A. hardly. "Modes of periodically segmented waveguides," *J. lightwave Technol.*, Vol. 11, No. 11, pp. 1831-1838, 1993.
- [7] M. Kawchi, "Silica waveguides on silicon and their application to integrated-optics component," *Opt. Quantum Electron.*, Vol. 22 pp. 391-416, 1990.
- [8] C. H. Henry, G. E. Blonder, and R. F. Kazarinov, "Glass waveguides on silicon for hybrid optical packaging," *J.*

- Lightwave Technol.*, Vol. 7, pp.1530-1539, 1989.
- 9] Y. Chung and N. Dagli, "Analysis of Z-invariant and Z-variant semiconductor rib waveguides by explicit finite difference beam propagation method with nonuniform mesh configuration," *J. Quantum Electron.*, Vol. 27, pp. 2296-2305, 1991.
- [10] E. Montanari, S. Selleri, L. Vincetti, and M. Zoboli, "Finite-Element Full-Vectorial Propagation Analysis for Three-Dimensional z-Varying Optical Waveguides," *J. lightwave Technol.*, Vol. 16, No. 4, pp. 703-714, 1998.

Design and analysis of a mode size converter composed of periodically segmented taper waveguide

Bogeun Park and Youngchul Chung[†]

Dept. of Electronics and Communications Eng., Kwangwoon University, Seoul 139-701, KOREA

(Received September 5, 2003, Revised manuscript January 15, 2004)

In this paper, we designed a mode size converter to reduce coupling loss between optical waveguide and single mode fiber. The proposed mode converter is composed of periodically segmented tapered waveguide to achieve small size and easy fabrication. For the optimally designed mode size converter at 1550nm, the taper length is 500λ , the segmentation period 5λ , the waveguide width of fiber contact section 1.3λ , and duty cycle 0.95. The coupling loss of the optimized mode size converter is 0.33dB/point, which is 1.27dB/point lower than that without the mode size converter.

OCIS Code : 060.2340.