(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년08월16일
(11) 등록번호 10-1297522
(24) 등록일자 2013년08월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 6/028 (2006.01) *G02B 6/04* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0116348
(22) 출원일자 2012년10월19일
심사청구일자 2012년10월19일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100042127 A*
JP2003075657 A
KR1020070016701 A
KR100385017 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
김정일
대전광역시 유성구 배울1로 35, 402동 701호(관평동, 쌍용스윗닷홈)
(74) 대리인
특허법인 충정

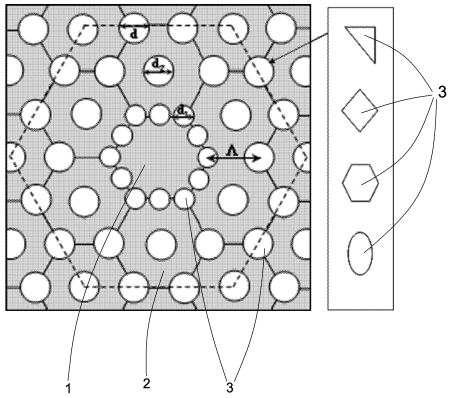
전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 민경신

(54) 발명의 명칭 **임의의 미세 형상 구조를 갖는 광도파관**

(57) 요 약

본 발명은 임의의 미세 형상 구조를 갖는 새로운 광도파관에 관한 것이다. 클래딩을 이루는 각 동공(洞空)들의 크기의 상대적인 제한이 없더라도 모든 동공들이 전체 광섬유 내에 구성되어 있고, 동공들에 의한 실효 굴절율이 코어 영역의 굴절율 보다 낮게 설계하여 미세구조광섬유를 비선형 광소자 등에 응용할 수 있다. 또한 경우에 따라 광섬유의 중앙에 다양한 형상들 중의 적정한 형상의 동공을 위치시킴으로써 원하는 성능을 갖는 광통신 등에 응용할 수도 있다. 이와 같은 동공의 광학적 특성에 미치는 영향을 활용하여 광섬유 제작을 단순화하는 효과도 얻을 수 있다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

광신호의 전송 경로를 형성하며 주매질로 이루어진 광도파관에 있어서,

서로 인접하는 복수개의 격자에 의해 중심부의 코어와 코어를 둘러싸는 클래드로 이루어진 광도파관의 축방향에 직교하는 일 단면에서, 상기 클래드에는 주매질과는 상이한 굴절률을 갖는 부매질로 이루어져 길이방향을 따라 배치된 부매질 클래드영역을 포함하고,

부매질로 이루어진 상기 부매질 클래드영역이 1개 또는 복수 개의 격자의 중심부 및 서로 인접하여 이웃한 격자들의 교차점들에 각각 형성되며,

부매질로 이루어져 상기 코어의 중심부에 길이방향을 따라 형성하여 배치한, 단면형상이 삼각형, 마름모형, 육각형, 타원형 및 원형 중의 어느 하나인 부매질 코어영역을 더 포함하여 광결정섬유로 구성되는 것을 특징으로 하는 임의의 미세 형상 구조를 갖는 광도파관.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 부매질 클래드영역 및 코어영역은 동공(洞空)이며, 단면형상이 삼각형, 마름모 형, 육각형, 타원형 및 원형 중의 어느 하나로 되어 광결정섬유로 구성되는 것을 특징으로 하는 임의의 미세 형상 구조를 갖는 광도파관.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

서로 인접하는 중심부의 코어 격자와 둘레의 클래드 격자들에서 상기 코어 격자에 최근접한 클래드의 꼭지점 상에 형성한 상기 부매질 클래드영역의 사이에 추가로 형성하여 배치한 부매질 클래드영역을 더 포함하여 광도파관으로 구성되는 것을 특징으로 하는 임의의 미세 형상 구조를 갖는 광도파관.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

서로 인접하는 중심부의 코어 격자와 둘레의 클래드 격자들에서 상기 코어 격자에 최근접한 클래드의 꼭지점 상에 형성한 상기 부매질 영역의 수를 그 미만의 개수로 축소시켜 광도파관으로 구성되는 것을 특징으로 하는 임의의 미세 형상 구조를 갖는 광도파관.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

서로 인접하는 중심부의 코어 격자와 둘레의 클래드 격자들에서 상기 코어 격자에 최근접한 클래드 외의 클래드 격자들의 교차점 상에 형성한 상기 부매질 클래드영역의 사이에 추가로 형성하여 배치한 부매질 클래드영역을 더 포함하여 광도파관으로 구성되는 것을 특징으로 하는 임의의 미세 형상 구조를 갖는 광도파관.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

서로 인접하는 중심부의 코어 격자와 둘레의 클래드 격자들에서 상기 코어 격자에 최근접한 클래드 외의 클래드 격자들의 교차점 상에 형성한 상기 부매질 영역의 수를 그 미만의 개수로 축소시켜 광도파관으로 구성되는 것을 특징으로 하는 임의의 미세 형상 구조를 갖는 광도파관.

청구항 8

제4항에 있어서,

광신호에 대해서 분산이 0에 근접하며 광학적 특성의 실효면적이 10.0㎛² 이하로 구성되는 것을 특징으로 하는 임의의 미세 형상 구조를 갖는 광도파관.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서,

1.55㎛와 1.3㎛ 근처의 동작 파장 대역에서 사용 가능한 광결정섬유로 구성되는 것을 특징으로 하는 임의의 미세 형상 구조를 갖는 광도파관.

청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 격자는 육각형이나 원형 또는 사각형 중의 하나로 구성되는 것을 특징으로 하는 임의의 미세 형상 구조를 갖는 광도파관.

청구항 11

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 부매질은 공기나 가스인 광결정섬유로 구성되는 것을 특징으로 하는 임의의 미세 형상 구조를 갖는 광도파관.

청구항 12

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 부매질 영역들의 단면적의 최대치가 최소치와 비교하여 50배 미만 또는 50배 이상인 광결정섬유로 구성되는 것을 특징으로 하는 임의의 미세 형상 구조를 갖는 광도파관.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 임의의 미세 형상 구조를 갖는 광도파관에 관한 것으로서, 상세히는 서로 인접하여 이웃하는 육방격자에 의해 중심부의 코어 영역과 주변의 클래드 영역으로 구성된 광도파관에 있어서, 상기 광도파관의 육방격자의 중심부 및 모서리들에 부매질로 이루어진 동공형태의 부매질 영역을 형성하여 배치한 광도파관에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 기존에 알려지고 많이 사용되고 있는 광섬유는 중앙에 코어 (core)와 주위의 클래딩(cladding)의 조합에 따른 계단형 광섬유와 경사형 광섬유로 분류된다. 그리고 최근에 개발되어 많이 연구되고 있는 것으로 선행기술문헌의 특허문헌 1에 기재된 광결정섬유(photonic crystal fiber)가 있다. 상기 광결정섬유의 특징은 단일 매질을 사용하여 제작되고, 클래딩 영역에 Λ라는 피치에 의해 정의되는 육방격자 상에 원통형 동공(洞空)들을 주기적으로 배열시켜 만든 광섬유로서, 광대역폭에서 단일모드로 동작한다는 장점이 있어 각광받고 있다.

[0003] 이와 같은 광섬유들을 사용하여 현재의 광통신 시스템에 필요한 성능을 만족시키는 데 충분히 이용 가능하였으나, 앞으로의 광통신 시스템이나 광소자, 광센서 등에서 광범위한 광섬유의 사용을 고려한다면 좀 더 다양한 성능을 가진 광섬유의 활용은 매우 필요하다. 특히, 0(zero)분산과 비선형 특성을 갖는 광도파관을 설계함으로써 많은 분야에서 응용될 수 있을 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 제10-0385017호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기한 바와 같은 제반 문제점을 개선하기 위해 안출된 것으로서, 그 목적은 중심부의 코어와 주변의 클래드를 이루는 육방격자 상에 원통형 동공의 부매질 영역을 형성한 종래의 광섬유의 구조에서, 코어와 클래드 및 부매질 영역의 구조를 더욱 일반화하여 다양한 광학적 특성을 나타내는 임의의 미세형상 구조를 갖는 광도파관을 제공함에 있다.

[0006] 다른 목적은 상기한 바와 같은 본 발명의 광도파관에 의해 경우에 따라 원하는 성능을 갖는 광도파관의 제작을 용이하게 할 수 있는 구조로 된 광도파관을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명의 임의의 미세 형상 구조를 갖는 광도파관은, 광신호의 전송 경로를 형성하며 주매질로 이루어진 광도파관에 있어서, 서로 인접하는 복수개의 격자에 의해 중심부의 코어와 코어를 둘러싸는 클래드로 이루어진 광도파관의 축방향에 직교하는 일 단면에서, 상기 클래드에는 주매질과는 상이한 굴절률을 갖는 부매질로 이루어져 길이방향을 따라 배치된 부매질 클래드영역을 포함하고, 부매질로 이루어진 상기 부매질 클래드영역이 1개 또는 복수 개의 격자의 중심부 및 서로 인접하여 이웃한 격자들의 교차점들에 각각 형성되며, 부매질로 이루어져 상기 코어의 중심부에 길이방향을 따라 형성하여 배치한, 단면형상이 삼각형, 마름모형, 육각형, 타원형 및 원형 중의 어느 하나인 부매질 코어영역을 더 포함하여 광결정섬유로 구성되는 것을 특징으로 하고 있다.

[0008] 또, 상기 부매질 클래드영역 및 코어영역은 동공(洞空)이며, 단면형상이 삼각형, 마름모 형, 육각형, 타원형 및 원형 중의 어느 하나로 되어 광결정섬유로 구성되는 것이 바람직하다.

[0009] 삭제

[0010] 또, 서로 인접하는 중심부의 코어 격자와 둘레의 클래드 격자들에서 상기 코어 격자에 최근접한 클래드 격자의 꼭지점 상에 형성한 부매질 클래드영역의 사이에, 추가로 형성하여 배치한 부매질 영역을 더 포함하여 광도파관으로 구성되는 것이 바람직하다.

[0011] 또, 서로 인접하는 중심부의 코어 격자와 둘레의 클래드 격자들에서 상기 코어 격자에 최근접한 클래드의 꼭지점 상에 형성한 상기 부매질 영역의 수를 그 미만의 개수로 축소시켜 광도파관으로 구성되는 것이 바람직하다.

[0012] 또, 서로 인접하는 중심부의 코어 격자와 둘레의 클래드 격자들에서 상기 코어 격자에 최근접한 클래드 외의 클래드 격자들의 교차점 상에 형성한 상기 부매질 클래드영역의 사이에 추가로 형성하여 배치한 부매질 클래드영역을 더 포함하여 광도파관으로 구성되는 것이 바람직하다.

[0013] 또, 서로 인접하는 중심부의 코어 격자와 둘레의 클래드 격자들에서 상기 코어 격자에 최근접한 클래드 외의 클래드 격자들의 교차점 상에 형성한 상기 부매질 영역의 수를 그 미만의 개수로 축소시켜 광도파관으로 구성되는 것이 바람직하다.

[0014] 또, 광신호에 대해서 분산이 0에 근접하며 높은 비선형성을 위해 광학적 특성의 실효면적이 10.0㎛^{2} 이하로 구성되는 것이 바람직하다.

[0015] 또, 1.55㎛와 1.3㎛ 근처의 동작 파장 대역에서 사용 가능한 광결정섬유로 구성되며, 상기 격자는 육각형이나 원형 또는 사각형 중의 하나로 구성되는 것이 바람직하다.

[0016] 또, 상기 부매질은 공기나 가스인 광결정섬유로 구성되며, 상기 부매질 영역들의 단면적의 최대치가 최소치와 비교하여 50배 미만 또는 50배 이상인 광결정섬유로 구성되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 임의의 미세 형상 구조를 갖는 광도파관에 의하면, 설계상의 장점을 이용하여 요구되는 성능을 만족하도록 가능한 한 광도파관을 간단한 구조로 최적화할 수 있게 하되, 가능한 한가지의 매질을 사용하여 실제 제작의 단순화에도 기여할 수 있는 효과가 있다.

[0018] 또, 클래드 영역에서 형성하고 있는 부매질 영역의 각 동공들의 크기의 상대적인 제한이 없더라도 모든 동공들이 전체 광섬유 내에 구성되고 있고, 상기 동공들에 의한 실효 굴절율이 코어 영역의 굴절율 보다 낮게 설계되어 미세구조 광도파관을 비선형 광소자 등에 응용할 수 있는 효과가 있다.

[0019] 또한, 경우에 따라 광도파관의 중앙에 다양한 형상들 중의 적정한 형상의 부매질 영역인 동공을 위치시킴으로써 원하는 성능을 갖는 광통신 등에 응용할 수도 있는 효과가 있고, 이와 같은 부매질 영역인 동공의 광학적 특성에 미치는 영향을 활용하여 광도파관 제작을 단순화하는 효과도 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 0에 근접한 분산과 높은 비선형성을 나타내는 미세형상 구조를 갖는 광도파관의 일 단면을 나타내는 개략도

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광도파관의 중앙에 다양한 형상들 중의 적정한 형상의 동공(洞空)이 위치하는 미세형상 구조를 갖는 광도파관을 나타내는 사시도

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 1의 미세형상 구조를 갖는 광도파관의 분산 특성을 나타내는 그래프

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 1의 미세형상 구조를 갖는 광도파관의 실효면적 특성을 나타내는 그래프

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 도 2의 미세형상 구조를 갖는 광도파관의 분산 특성을 나타내는 그래프

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 본 발명에 따른 임의의 미세형상 구조를 갖는 광도파관의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조로 하여 상세히 설명한다. 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위하여 제공되는 것이다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 0에 근접한 분산과 높은 비선형성을 나타내는 미세형상 구조를 갖는 광도파관의 일 단면을 나타내는 개략도이다.

[0023] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실실예에 따른 광도파관은 서로 인접하여 이웃하는 복수의 육방격자로 구성되어, 중심부의 육방격자의 코어 영역(1)과 이러한 코어 영역을 포위하는 주변의 육방격자의 클래드 영역(2)으로 구성되어 있다. 코어 영역(1)을 포함하는 모든 영역은 순수한 실리카 유리와 같은 단일 주매질로 구성될 수 있고, 유리 재질에 Ge와 같은 불순물을 사용 목적에 맞게 도핑한 매질을 사용할 수도 있다. 상기 코어와 클래드 영역을 이루는 육방격자는 육방격자 외에도 원형이나 사각의 격자로 대체하여 구성할 수도 있다.

[0024] 여기서, 광도파관은 광섬유를 포함하는 용어이며 실질적으로 광섬유를 나타낸다고 볼 수 있음을 밝히고자 하며, 따라서 이후에 사용되는 광섬유나 광도파관은 같은 용어라 할 수 있다.

[0025] 그리고 클래드 영역(2)에는 부매질로 이루어진 부매질 클래드영역(3)이 원통형의 동공(洞空)의 형태로 형성되어 다수개 배치되며, 상기 부매질은 약 1000~2000℃ 정도에서 용융되거나, 특수한 상황에서 공기나 가스와 같은 기체가 포함되어 상기 동공의 내부가 채워지도록 하되, 상기 공기 외에도 가스와 같은 다양한 부매질의 사용이 가능하다. 또한 원통형 동공들은 도 1의 우측에 나타낸 바와 같이 원통형 외에도 단면으로 볼 때 삼각형이나 육각형 또는 타원형 등의 임의의 형상으로 형성하여 배치할 수 있다. 이러한 부매질 클래드영역(3)의 각 동공들의 크기의 상대적인 제한이 없더라도 모든 동공들이 전체 광도파관 내에 구성되어 있다면 무방하다. 단, 부매질 클래드영역(3)을 이루는 동공들에 의한 부매질 영역(2)의 실효 굴절율이 코어 영역(1)의 굴절율 보다 낮게 설계되어야만 후술하는 광도파관의 역할을 하게 된다.

[0026] 도 1의 광도파관은 클래드(2)의 부매질 클래드영역(3)인 동공들이 서로 인접하여 이웃하는 육방격자들 상에 위치하고 있으며(코어로부터 3번째 육방격자가 점선으로 표시되고 있음), 구체적으로 보면 상기 부매질 클래드영역(3)인 동공들은 1개 또는 복수 개의 격자의 중심부 및 서로 인접하여 이웃한 격자들의 교차점들에 각각 위치하고 있고, 중심부의 코어 영역(1) 둘레의 교차점들에 형성한 동공들의 사이에도 부매질 클래드영역(3)인 동공

들이 위치하고 있다.

[0027] 또한, 도 1에서 Λ는 이웃하고 있는 격자의 최근접 동공의 중심들 사이의 거리를 나타내는 피치이고, d_1은 코어 영역(1)으로부터 첫 번째 육방격자에 위치하고 있는 동공들의 지름이며, d_2는 코어 영역(1)으로부터 2번째 육방격자에 위치하고 있는 동공들의 지름이며, d는 그 외의 육방격자들에 위치하고 있는 동공들의 지름을 나타낸다. 각각의 육방격자에 위치하는 동공들의 수도 광도파관의 성능을 위한 조건만 만족한다면 다양하게 배열시킬 수 있다.

[0028] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광도파관의 중앙에 다양한 형상들 중의 적정한 형상의 동공(洞空)이 위치하는 미세형상 구조를 갖는 광섬유를 나타내는 사시도를 도시한 것이다.

[0029] 도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따른 광섬유는 광섬유의 중앙의 코어 영역에 임의의 형상을 갖는 부매질 코어영역(4)인 동공을 중심부에 위치시켜도 원하는 광신호의 전파를 용이하게 할 수 있다. 도 2에서와 같이 반지름이 b인 원통형 동공이나 한 모서리의 길이가 s인 정사각형 등 다양한 형상의 동공들이 위치될 수 있고, 동공의 부매질도 상기한 바와 같이 공기나 가스 등의 다양한 재질일 수 있다.

[0030] 여기서, 상기 부매질 클래드영역(3)이 부매질 코어영역(4) 주위의 코어와 최근접한 클래딩 육방격자 상에서 6개로 형성하여 배치하고 있지만, 6개 이상으로도 형성하여 배치할 수 있다.

[0031] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 1의 미세형상 구조를 갖는 광도파관의 분산 특성을 나타내는 그래프이다.

[0032] 도 3에 도시한 그래프는 $\Lambda=2.0\mu m$, $d_1=600nm$, $d_2=740nm$,그리고 $d=800nm$로 하고, 육방격자들의 모서리들에 공기가 채워진 부매질 클래드영역인 동공들을 사용하였다. 단, 중앙의 육방격자의 가운데에는 부매질 코어영역인 동공을 위치시키지 않는다. 그리고 광섬유 전체의 주매질은 순수한 유리를 사용한다. 여기서 주의할 점은 도 1과 달리 중앙의 육방격자의 모서리들에만 6개의 동공들을 위치시키면 이 광도파관은 정규의 광결정섬유의 형태가 되고, 도 1과 같이 12개의 동공들이 위치되면 소위 2배로 클래딩된 CCPCF(Coaxial Core Photonic Crystal Fiber)의 광도파관 형태가 된다. 그에 따른 분산을 보면 1.55㎛의 광신호에 대해서 광결정섬유는 23.3ps/(nm · km)의 분산을 나타내지만, CCPCF의 광도파관은 0에 근접하는 바람직한 분산을 나타내게 된다. 또한 도 3에서 CCPCF의 광도파관에 대한 파장 분산 결과는 역삼각형을 갖는 직선으로 나타내고 있다.

[0033] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 1의 미세형상 구조를 갖는 광도파관의 실효면적 특성을 나타내는 그래프이다.

[0034] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광도파관에 대한 실효면적을 계산한 결과를 도시하고 있다. 실선은 CCPCF의 광도파관에 대한 결과이며 점선은 광결정섬유에 대한 결과를 나타내고 있다. 전반적으로 CCPCF의 광도파관의 실효면적이 $10.0\mu m^2$ 이하로 되어 광결정섬유의 실효면적보다 2배가량 작게 나타나고 있는데, 이는 비선형 광소자들의 응용에 유용하게 작용한다.

[0035] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 도 2의 미세형상 구조를 갖는 광도파관의 분산 특성을 나타내는 그래프이다.

[0036] 본 발명의 다른 실시 예로 $\Lambda=2.0\mu m$, $d=1.2\mu m$를 갖고 주매질인 순수한 유리만을 가지고 제작된 광결정섬유에 대한 분산 계산 결과를 도 5에 나타내고 있다. 여기서 광섬유의 중앙에 도 2에서와 같이 부매질 코어영역(4)으로 형성된 원통형 동공의 반지름을 $b=0.2\mu m$, $0.25\mu m$, $0.4\mu m$로 가변하고, 마름모 형태의 정사각형의 모서리 길이를 $s=0.4432\mu m$로 하였을 때의 결과들도 알 수 있으며, 광결정섬유에 대한 파장 분산은 역삼각형을 갖는 점선으로 나타내고 있다. 가운데에 원통형 동공을 생략했을 경우는 전반적으로 양의 분산 값들을 나타내고, $b=0.25\mu m$일 때나 $s=0.4432\mu m$일 때의 분산이 0에 근접하므로 이와 같은 광섬유들은 광통신을 위해 유리하게 작용한다는 것을 알 수 있다. 즉, $1.55\mu m$와 $1.3\mu m$ 근처의 동작 파장 대역에서 사용 가능하게 구성된다.

[0037] 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명에서 제시된 임의의 미세 형상 구조를 갖는 광섬유들은 비선형 특성이 요구되는 광소자들이나 0의 분산을 추구하는 광통신 등을 위해 유용하게 응용될 수 있다.

[0038] 이상과 같이 본 발명에 따른 임의의 미세 형상 구조를 갖는 광도파관에 대해서 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 당업자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 물론이다.

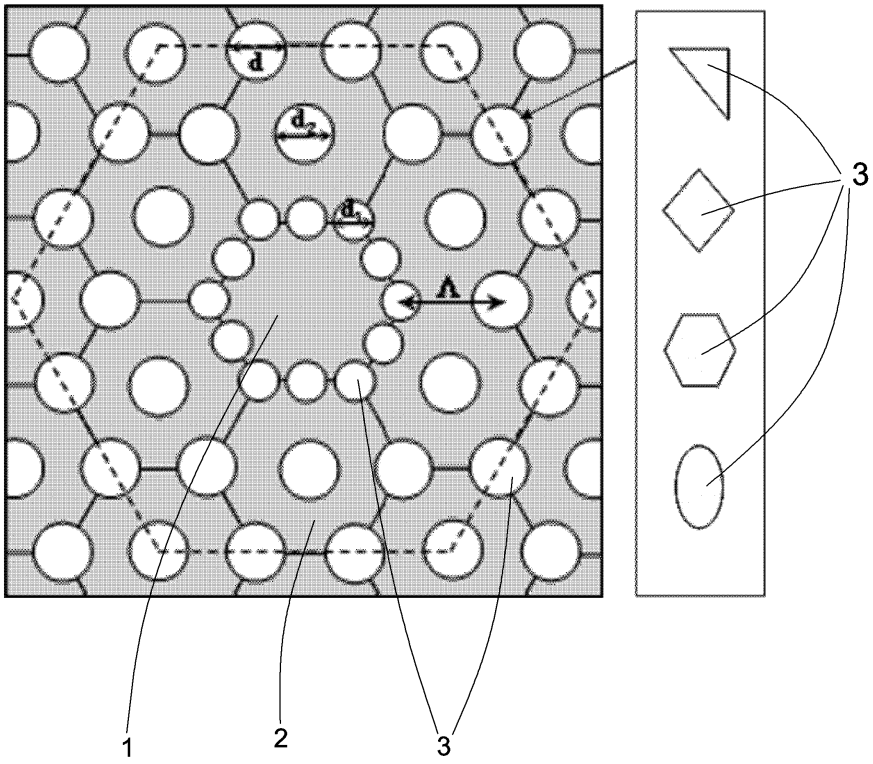
부호의 설명

[0039] 1 : 코어영역 2 : 클래드 영역

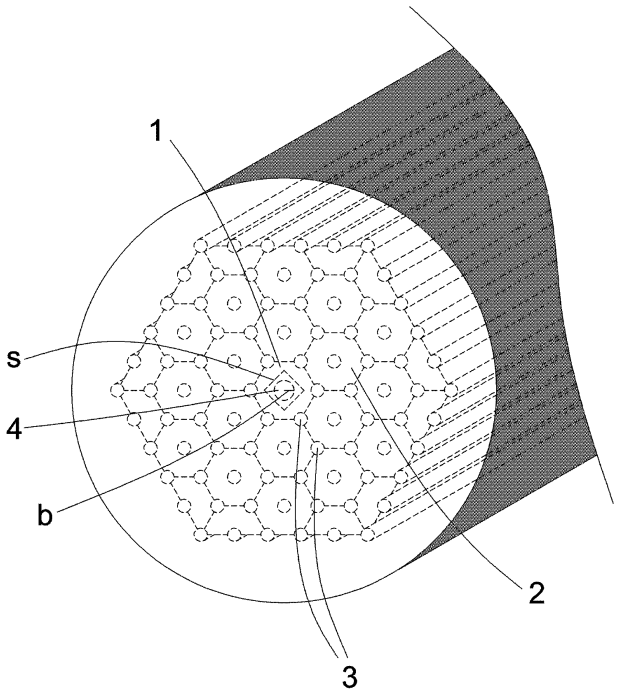
3 : 부매질 클래드영역 4 : 부매질 코어영역

도면

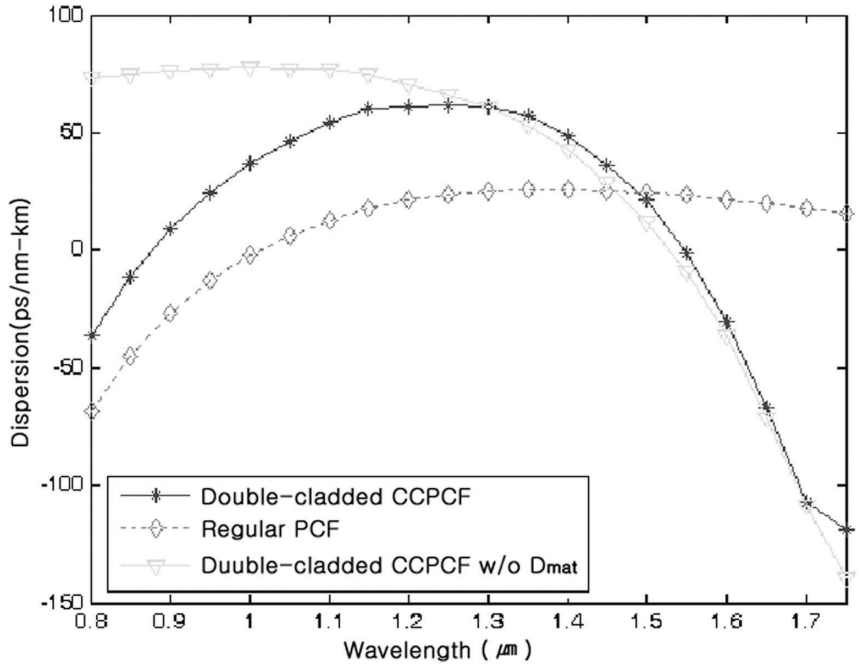
도면1



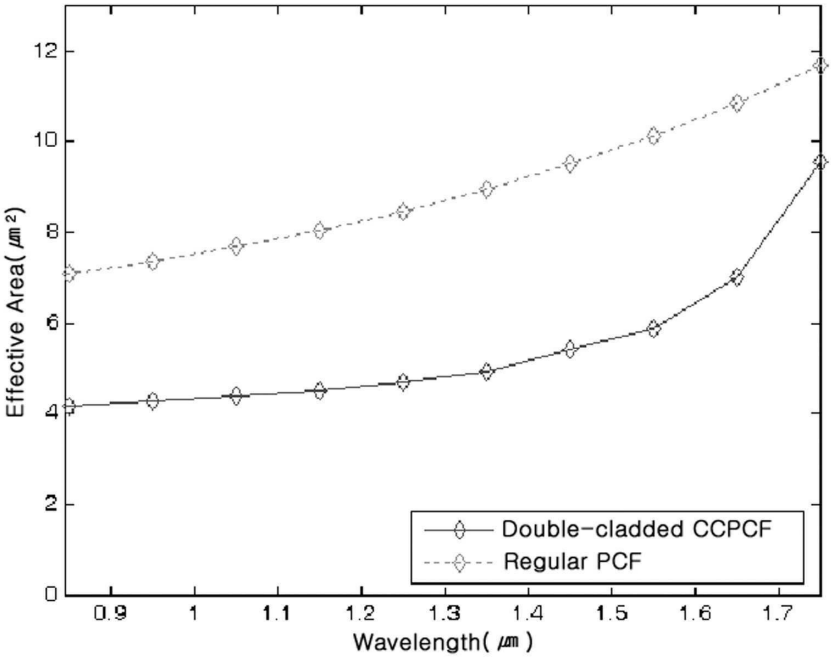
도면2


1
s
4
b
2
3

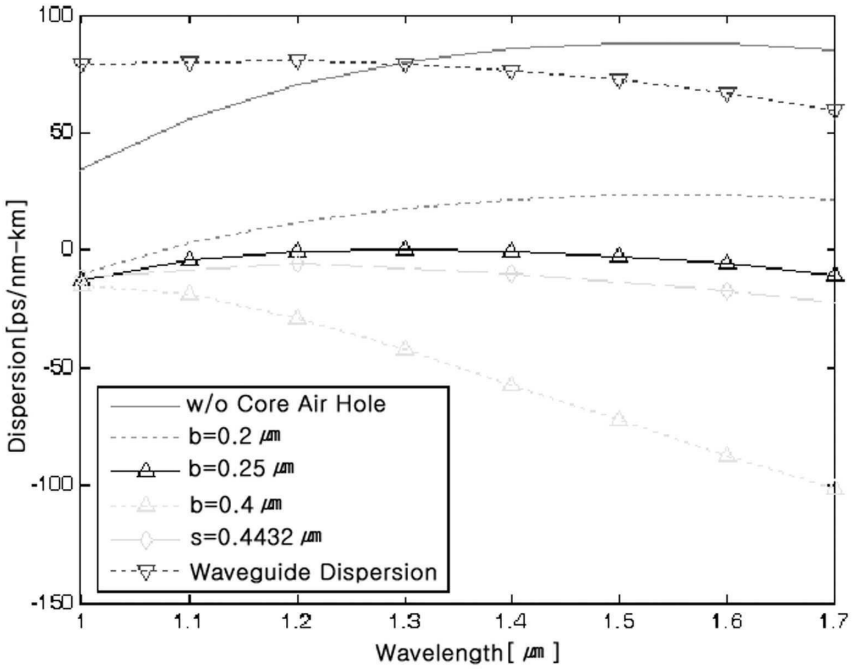
도면3


100
50
0
-50
-100
-150
Dispersion(ps/nm-km)
0.8
0.9
1
1.1
1.2
1.3
1.4
1.5
1.6
1.7
Wavelength (㎛)
Double-cladded CCPCF
Regular PCF
Duuble-cladded CCPCF w/o Dmat

도면4


Effective Area(㎛²)
Wavelength(㎛)
Double-cladded CCPCF
Regular PCF

도면5


Dispersion[ps/nm-km]
Wavelength[㎛]
w/o Core Air Hole
b=0.2 ㎛
b=0.25 ㎛
b=0.4 ㎛
s=0.4432 ㎛
Waveguide Dispersion