(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0042480
(43) 공개일자 2010년04월26일

(51) Int. Cl.
G06F 3/041 (2006.01) *G06F 3/042* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0101640
(22) 출원일자 2008년10월16일
심사청구일자 2008년10월16일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
박대서
인천광역시 부평구 산곡2동 한화2차 APT 208동 602호
최관수
서울특별시 서대문구 홍제1동 동일 APT 101동 502호
이승걸
인천광역시 남구 관교동 13-8번지 풍림 APT 101동 1101호
(74) 대리인
황광연, 강동호, 오정환

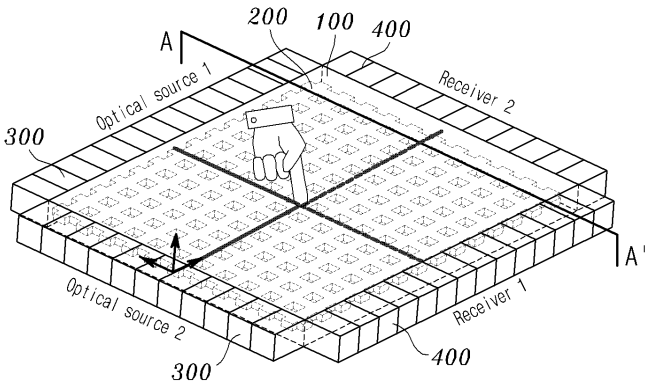
전체 청구항 수 : 총 38 항

(54) 터치 스크린 패널

(57) 요 약

본 발명은 사람 또는 물체의 접촉이나 그에 의해 인가되는 압력을 감지하는 터치 스크린 패널에 관한 것으로, 본 발명에 따른 터치 스크린 패널은 제 1 굴절률을 가지며, 디스플레이 패널 전면에 형성되는 클래드, 상기 제 1 굴절률보다 높은 제 2 굴절률을 가지며, 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들이 상기 클래드 내부에서 격자를 형성하는 코어, 상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 입력단에 빛을 인가하는 광원 및 상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 출력단에 형성되어 각 코어 라인들을 통과한 빛의 세기를 감지하는 다수의 리시버를 포함하여, 광 그리드에 접촉 또는 압력이 가해질 경우 코어 또는 클래드의 변형 및 경계조건의 변화에 따라 출력광의 세기가 약해지는 정보를 이용하여 오류가 적고, 보다 정밀하게 압력이 가해진 부분의 위치 검출이 가능한 효과를 거둘 수 있다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	37287-01
부처명	교육과학 기술부
연구사업명	우수연구센터(ERC)
연구과제명	Application Specific O-PCB 설계/표준화 기술 연구
주관기관	한국과학재단
연구기간	2003년 08월 01일 ~ 2012년 02월 28일

특허청구의 범위

청구항 1

제 1 굴절률을 가지며, 디스플레이 패널 전면에 형성되는 클래드;

상기 제 1 굴절률보다 높은 제 2 굴절률을 가지며, 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들이 상기 클래드 내부에서 격자를 형성하는 코어;

상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 입력단에 빛을 인가하는 광원; 및

상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 출력단에 형성되어 각 코어 라인들을 통과한 빛의 세기를 감지하는 다수의 리시버를 포함하는 터치 스크린 패널.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 코어는 가로 방향 라인 또는 세로 방향 라인의 단면이 사각형인 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 코어 및 상기 클래드로 이루어지는 광도파로는 단일모드 또는 다중모드 광도파로인 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 코어와 클래드는 투명한 물질로 형성되는 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 코어의 가로 방향 라인과 세로 방향 라인은 동일 평면상에서 직각으로 교차하는 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들은 250㎛ 에서 2㎜ 이내의 간격으로 형성된 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 코어는 계단형 굴절률(step index) 분포 또는 언덕형 굴절률(graded index) 분포를 가지는 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 입력단의 끝단면은 45° 경사면으로 형성되거나, 경사면에 거울면이 형성된 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 입력단의 끝단면은 볼록한 형상의 45° 경사면인 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 10

청구항 8 또는 청구항 9에 있어서,

상기 광원은 상기 입력단의 하부에서의 상기 경사면으로 빛을 입사시키는 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 출력단의 코어 끝단은 클래드 외부로 돌출되어 노출된 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 터치 스크린 패널은 하나의 광원에서 상기 입력단의 가로 방향 라인들 또는 세로 방향 라인들 각각에 빛을 분배하여 전송하는 하나 이상의 연결 도파로를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 13

청구항 1에 있어서,

상기 코어는 상기 입력단에서 출력단으로 갈수록 각 격자 교차지점을 지날때마다 코어의 폭이 단계적으로 증가하는 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 14

청구항 1에 있어서,

상기 터치 스크린 패널은 전체 가로 방향 라인 또는 전체 세로 방향 라인에서 빛의 진행 방향이 동일하도록 상기 입력단이 터치 스크린 패널의 동일 측면에 배치된 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 15

청구항 1에 있어서,

상기 터치 스크린 패널은 가로 방향 라인 또는 세로 방향 라인에서 하나 이상의 라인마다 빛의 진행 방향이 반대가 되도록 터치 스크린 패널의 동일 측면에 입력단 또는 출력단이 교번적으로 배치되는 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 16

청구항 1에 있어서,

상기 클래드는 적외선을 흡수하는 재질로 형성된 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 17

청구항 1에 있어서,

상기 코어 및 클래드는 탄성을 가지는 재질로 형성된 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 18

청구항 1에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 굴절률은 1.3 이상 1.7 이하인 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 19

청구항 1에 있어서,

상기 터치 스크린 패널은 상기 클래드 위에 물체가 접촉하거나 압력이 인가되는 경우에 상기 리시버에 의해 수신되는 광신호의 세기 변화를 감지하여 물체의 접촉여부 및 접촉위치를 파악하는 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 20

제 1 굴절률을 가지며, 디스플레이 패널 전면에 형성되는 하부 클래드;

상기 제 1 굴절률보다 높은 제 2 굴절률을 가지며, 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들로 이루어지는 격자 형태로 상기 하부 클래드 상에 형성되어 공기에 노출되는 코어;

상기 제 2 굴절률보다 낮은 제 3 굴절률을 가지며, 상기 코어의 격자 틈새를 채우도록 상기 코어와 같은 높이로 형성되는 중간 클래드;

상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 입력단에 빛을 인가하는 광원; 및

상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 출력단에 형성되어 각 코어 라인들을 통과한 빛의 세기를 감지하는 다수의 리시버를 포함하는 터치 스크린 패널.

청구항 21

청구항 20에 있어서,

상기 코어는 가로 방향 라인 또는 세로 방향 라인의 단면이 사각형인 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 22

청구항 20에 있어서,

상기 코어 및 상기 클래드로 이루어지는 광도파로는 단일모드 또는 다중모드 광도파로인 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 23

청구항 20에 있어서,

상기 코어와 하부 클래드 및 중간 클래드는 투명한 물질로 형성되는 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 24

청구항 20에 있어서,

상기 코어의 가로 방향 라인과 세로 방향 라인은 동일 평면상에서 직각으로 교차하는 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 25

청구항 20에 있어서,

상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들은 250㎛ 에서 2㎜ 이내의 간격으로 형성된 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 26

청구항 20에 있어서,

상기 입력단의 끝단면은 45° 경사면으로 형성되거나, 경사면에 거울면이 형성된 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 27

청구항 20에 있어서,

상기 입력단의 끝단면은 볼록한 형상의 45° 경사면인 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 28

청구항 26 또는 청구항 27에 있어서,

상기 광원은 상기 입력단의 하부에서의 상기 경사면으로 빛을 입사시키는 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 29

청구항 20에 있어서,

상기 출력단의 코어 끝단은 클래드 외부로 돌출되어 노출된 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 30

청구항 20에 있어서,

상기 터치 스크린 패널은 하나의 광원에서 상기 입력단의 가로 방향 라인들 또는 세로 방향 라인들 각각에 빛을 분배하여 전송하는 하나 이상의 연결 도파로를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 31

청구항 20에 있어서,

상기 코어는 상기 입력단에서 출력단으로 갈수록 각 격자 교차지점을 지날때마다 라인의 폭이 단계적으로 증가하는 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 32

청구항 20에 있어서,

상기 터치 스크린 패널은 전체 가로 방향 라인 또는 전체 세로 방향 라인에서 빛의 진행 방향이 동일하도록 상기 입력단이 터치 스크린 패널의 동일 측면에 배치된 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 33

청구항 20에 있어서,

상기 터치 스크린 패널은 가로 방향 라인 또는 세로 방향 라인에서 하나 이상의 라인마다 빛의 진행 방향이 반대가 되도록 터치 스크린 패널의 동일 측면에 입력단 또는 출력단이 교번적으로 배치되는 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 34

청구항 20에 있어서,

상기 클래드는 적외선을 흡수하는 재질로 형성된 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 35

청구항 20에 있어서,

상기 코어 및 클래드는 탄성을 가지는 재질로 형성된 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 36

청구항 20에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 굴절률은 1.3 이상 1.7 이하인 것을 특징으로 하는 터치 스크린 패널.

청구항 37

제 2 굴절률을 가지며, 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들로 이루어지는 격자 형태로 디스플레이 패널 전면에 형성되어 공기에 노출되는 코어;

상기 제 2 굴절률보다 낮은 제 1 굴절률을 가지며, 상기 코어의 격자 틈새를 채우도록 상기 코어와 같은 높이로 형성되는 중간 클래드;

상기 제 2 굴절률보다 낮은 제 3 굴절률을 가지며, 상기 코어 및 중간 클래드를 덮도록 그 상부에 형성되는 상부 클래드;

상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 입력단에 빛을 인가하는 광원; 및

상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 출력단에 형성되어 각 코어 라인들을 통과한 빛의 세기를 감지하는 다수의 리시버를 포함하는 터치 스크린 패널.

청구항 38

제 2 굴절률을 가지며, 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들로 이루어지는 격자 형태로 디스플레이 패널 전면에 형성되는 코어;

상기 제 2 굴절률보다 낮은 제 1 굴절률을 가지며, 상기 코어의 격자 틈새를 채우도록 상기 코어와 같은 높이로 형성되는 중간 클래드;

상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 입력단에 빛을 인가하는 광원; 및

상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 출력단에 형성되어 각 코어 라인들을 통과한 빛의 세기를 감지하는 다수의 리시버를 포함하는 터치 스크린 패널.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 터치 스크린 패널에 관한 것으로, 특히 사람 또는 물체의 접촉이나 그에 의해 인가되는 압력을 감지하는 터치 스크린 패널에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 터치 스크린이란 키보드나 마우스와 같은 입력장치를 이용하지 않고, 화면(스크린)에 나타난 문자나 특정위치에 사람의 손 또는 물체가 닿으면, 그 위치를 파악하여 특정한 기능을 처리하도록 한 것을 말한다.

[0003] 일반적으로 터치스크린은 구현 방식에 따라 저항막 방식, 정전용량 방식, 적외선(IR) 방식, 초음파(SAW) 방식 등으로 구분된다.

[0004] 저항막 방식은 투명전극이 코팅된 2장의 기판을 합착시킨 구조에, 손가락 또는 펜으로 압력이 가해질 경우 두 기판이 접촉되면서 통전되어 위치를 검출하는 방식이다. 그러나 빛 투과율이 떨어지기 때문에 이를 해결하기 위해 디스플레이 장치에서 더 밝은 화면이 나오도록 하고, 이는 단말기의 부가적인 전력을 요구하므로 배터리 효율이 저하된다. 그리고 두 장의 전극이 손가락이나 펜 등에 의해 눌려 닿아야 하므로 내구성이 떨어지는 문제점이 있다.

[0005] 정전용량 방식은 사람의 몸에서 발생하는 정전기를 감지하여 구동하는 방식으로 가격이 높고, 장갑을 낀 손가락, 스타일러스 펜 등에는 동작하지 않는다.

[0006] 적외선 방식은 직진성을 가진 적외선을 이용하여 손가락, 펜 등에 의해 차단되어 신호가 검출되지 않으면 위치를 검출하는 방식으로 표면이 오염되었을 경우 오동작할 가능성이 높고, 조준된 광선(collimated beam)을 만들기 위한 렌즈 등의 추가적인 구성요소가 필요하다.

[0007] 초음파 방식은 스크린 위로 초음파를 발생시키고 패널에 손가락 등이 닿을 경우 초음파의 일부가 흡수되어 초음파의 크기가 줄어든 것을 감지하여 위치를 검출하는 방식으로 스크린 표면이 오염되었을 경우 오동작하고, 장갑을 낀 손가락, 스타일러스 펜 등에는 동작하지 않는다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 본 발명은 상기한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 디스플레이 장치 위에 빛을 도파시킬 수 있는 광 도파로(optical waveguide)를 이용하여 광 그리드(optical grid)를 구성하고, 광 그리드에 접촉 또는 압력이 가해질 경우 출력광의 세기가 약해지는 정보를 이용하여 접촉 또는 압력이 가해진 부분의 위치를 검출해 낼 수 있는 터치 스크린 패널을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결수단

[0009] 상기한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제 1 특징에 따른 터치 스크린 패널은 제 1 굴절률을 가지며, 디스플레이 패널 전면에 형성되는 클래드, 상기 제 1 굴절률보다 높은 제 2 굴절률을 가지며, 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들이 상기 클래드 내부에서 격자를 형성하는 코어, 상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 입력단에 빛을 인가하는 광원 및 상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 출력단에 형성되어 각 코어 라인들을 통과한 빛의 세기를 감지하는 다수의 리시버를 포함한다.

[0010] 또한, 상기한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제 2 특징에 따른 터치 스크린 패널은 제 1 굴절률을 가지며, 디스플레이 패널 전면에 형성되는 하부 클래드, 상기 제 1 굴절률보다 높은 제 2 굴절률을 가지며, 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들로 이루어지는 격자 형태로 상기 하부 클래드 상에 형성되는 코어, 상기 제 2 굴절률보다 낮은 제 3 굴절률을 가지며, 상기 코어의 격자 내외부를 채우도록 상기 코어와 같은 높이로 형성되는 중간 클래드, 상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 입력단에 빛을 인가하는 광원 및 상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 출력단에 형성되어 각 코어 라인들을 통과한 빛의 세기를 감지하는 다수의 리시버를 포함한다.

[0011] 또한, 상기한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제 3 특징에 따른 터치 스크린 패널은 제 2 굴절률을 가지며, 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들로 이루어지는 격자 형태로 디스플레이 패널 전면에 형성되는 코어, 상기 제 2 굴절률보다 낮은 제 1 굴절률을 가지며, 상기 코어의 격자 내외부를 채우도록 상기 코어와 같은 높이로 형성되는 중간 클래드, 상기 제 2 굴절률보다 낮은 제 3 굴절률을 가지며, 상기 코어 및 중간 클래드를 덮도록 그 상부에 형성되는 상부 클래드, 상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 입력단에 빛을 인가하는 광원 및 상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 출력단에 형성되어 각 코어 라인들을 통과한 빛의 세기를 감지하는 다수의 리시버를 포함한다.

[0012] 또한, 상기한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제 4 특징에 따른 터치 스크린 패널은 제 2 굴절률을 가지며, 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들로 이루어지는 격자 형태로 디스플레이 패널 전면에 형성되는 코어, 상기 제 2 굴절률보다 낮은 제 1 굴절률을 가지며, 상기 코어의 격자 내외부를 채우도록 상기 코어와 같은 높이로 형성되는 중간 클래드, 상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 입력단에 빛을 인가하는 광원 및 상기 코어의 가로 방향 라인들과 세로 방향 라인들의 출력단에 형성되어 각 코어 라인들을 통과한 빛의 세기를 감지하는 다수의 리시버를 포함한다.

[0013]

효 과

[0014] 상기와 같이 구성되는 본 발명에 따른 터치 스크린 패널은 코어와 클래드로 구성된 광 도파로를 이용하여 광 그리드를 구성하고, 광 그리드에 접촉 또는 압력이 가해질 경우 코어 또는 클래드의 변형 및 경계조건의 변화에 따라 출력광의 세기가 약해지는 정보를 이용하여 오류가 적고, 보다 정밀하게 압력이 가해진 부분의 위치 검출이 가능한 효과를 거둘 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 내용 및 실시예를 설명하면 다음과 같다.

[0016] 도 1은 본 발명에 따른 터치 스크린 패널의 구성이 도시된 사시도이며, 도 2는 도 1에서 A-A' 을 절단한 단면의 일부가 도시된 단면도이다.

[0017] 본 발명에서는 기본적으로 터치를 감지하기 위해 코어와 클래드로 이루어진 광도파로를 이용하여 터치 스크린 패널을 구성한다.

[0018] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 터치 스크린 패널은 디스플레이 패널 전면에 형성되는 클래드(100), 상기 클래드 내부에서 격자를 형성하는 코어(200), 상기 코어의 입력단에 빛을 인가하는 광원(300) 및 상기 코어의 출력단에 형성되는 다수의 리시버(400)를 포함한다.

[0019] 상기 클래드(100)은 적외선(IR)을 흡수하는 재질로 형성된다. 또한 투명한 재질로 형성되어 디스플레이 패널(500)에서 출력되는 빛을 최대한 손실없이 통과시킨다.

[0020] 또한, 상기 클래드(100)은 딱딱한 재질로 형성될 수도 있고, 탄성을 가지는 재질로 형성될 수도 있다.

[0021] 상기 클래드(100)은 디스플레이 패널(500) 전면에서 소정의 두께로 형성된다.

[0022] 상기 코어(200)는 동일 평면상에 서로 교차하는 다수의 가로 방향 라인과 세로 방향 라인으로 구성된다.

[0023] 이하, 코어(200)에서 광원에 의해 빛이 인가되는 일단을 입력단이라고 하며, 코어 내부를 통과한 빛이 출력되는 타단을 출력단이라고 한다.

[0024] 상기 코어(200)의 가로 방향 라인 또는 세로 방향 라인의 단면은 사각형의 형태로 형성되며, 바람직하게는 정사각형의 형태로 형성된다.

[0025] 상기 코어(200)와 상기 클래드로 이루어지는 광도파로는 단일 모드 또는 다중 모드 광도파로인 것을 특징으로 한다.

[0026] 본 발명에서는 일례로 상기 코어의 단면의 폭(W_core)과 높이(H_core)는 50㎛로 형성될 수 있다.

[0027] 코어(200)의 굴절률은 상기 클래드(100)의 굴절률보다 높은 것이 특징이다.

[0028] 상기 코어(200)와 클래드(100)의 굴절률의 차이가 클 수록 도파로의 임계각이 작아지므로 더 많은 광속이 출력단까지 도달할 수 있어 손실이 적어진다.

[0029] 코어와 클래드의 굴절률 차이에 따라 광 손실을 통해 관찰하였다.

[0030] 먼저, 실험을 위해 설정한 단일 도파로의 모델의 경계조건을 도 3과 같이 설정하였다.

[0031] 실험 모델에서 코어의 사이즈는 50×50×10000 ㎛이며, 클래드의 사이즈는 200×200×10000 이다. 또한, 광원의 발산각은 30° 이며, 광원의 위치는 (0,0,0)좌표에 점 광원(Point Source)을 이용하였다.

[0032] 광선의 수는 10000개로 설정하고, 클래드 내부에 코어가 삽입된 형태를 기본으로 하였다.

[0033] 경계조건은 Transmitted/TIR Rays, Split Rays, Transmitted Rays Only를 이용하였다. 도파로의 경계면에 대한 구체적인 경계조건은 도 3과 같다.

[0034] 도 4a 내지 도 4d는 코어 및 클래드의 굴절률 실험결과가 나타난 그래프이다.

[0035] 도 4a 및 도 4b는 클래드의 굴절률을 1.45로 유지하고, 코어의 굴절률을 1.46, 1.47, 1.48, 1.50 으로 변화시켰을때 출력단에서의 광 세기를 관측한 그래프이다. 도 4a는 코어의 측면 경계조건이 Transmitted/TIR Rays 일때

이며, 도 4b는 코어의 측면 경계조건이 Split Rays 일때이다.

[0036] 도 4c 및 도 4d는 코어의 굴절률을 1.47로 유지하고, 클래드의 굴절률을 1.46, 1.45, 1.44, 1.40 으로 변화시켰을때 출력단에서의 광 세기를 관측한 그래프이다. 도 4c는 코어의 측면 경계조건이 Transmitted/TIR Rays 일때이며, 도 4d는 코어의 측면 경계조건이 Split Rays 일때이다.

[0037] 실험 그래프를 보면 코어와 클래드의 굴절률 차이가 클수록 광 손실률이 더 낮아짐을 알 수 있다. 이는 굴절률의 차이로 인해 전반사(TIR) 조건이 바뀌었기 때문이다. 굴절률의 차이가 클수록 임계각은 작아지고, 따라서 고정된 발산 각에 대해 굴절률의 차이가 큰 경우 손실이 작아짐을 알 수 있다. 하지만, 후술할 내용처럼 굴절률의 차이가 크면 교차지점에서 광손실률도 커지기 때문에 적절히 조정할 필요가 있다.

[0038] 본 발명에서 상기 코어(200)와 클래드(100)의 굴절률은 일례로 1.3 이상 1.7 이하의 값으로 설정할 수 있다.

[0039] 상기 코어(200)는 계단형 굴절률(Step Index)분포 또는 언덕형 굴절률(Graded Index)분포를 가지는 것이 적합하다.

[0040] 또한, 코어(200)의 각 라인간 간격(△)은 최소한으로 방향성 결합기 효과가 나타나지 않아야 하며, 터치 스크린에 닿는 터치 펜의 끝부분(Tip) 크기 보다는 작은 것이 바람직하다.

[0041] 즉, 도파로의 간격이 펜 팁의 크기보다 크게 되면, 도파로의 격자 틈새에 터치가 이루어지는 경우에는 식별이 불가능하게 된다. 그렇다고 너무 좁게 격자를 형성하면 이웃하는 도파로간의 간섭에 의해 방향성 결합기 효과가 나타날 수 있어 이를 피해야 한다.

[0042] 따라서, 도파로의 배치는 터치 펜 팁의 크기보다 좁게 하되, 도파로의 교차 지점이 많을 수록 손실이 커지므로 가능한 코어의 간격을 넓게 배치하는 것이 효율적이다.

[0043] 일반적으로, 실험적에 의해 터치 스크린에 닿는 손가락 끝부분의 크기는 약 5000㎛ 정도이며, 손톱 끝부분의 경우에는 약 500㎛ 정도이다.

[0044] 따라서, 본 발명에서는 코어(200)의 각 라인간 간격(△)이 250㎛ 에서 2㎜ 사이로 형성될 수 있으며, 바람직하게는 500㎛ 정도로 설정될 수 있다.

[0045] 도 5a 및 도 5b는 코어의 교차 기울기에 따른 파워 분포가 비교 도시된 그래프이다. 도 5a는 코어의 측면 경계조건이 Transmitted/TIR Rays 일때이며, 도 5b는 코어의 측면 경계조건이 Split Rays 일때이다.

[0046] 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 코어(200)의 가로 방향 라인과 세로 방향 라인의 교차 기울기가 30° ,60° , 90° 일때, 광 손실률은 90° 일 때 가장 적음을 알 수 있다.

[0047] 따라서, 코어(200)의 가로 방향 라인과 세로 방향 라인은 동일한 평면상에서 직각으로 교차하도록 구성되는 것이 바람직하다.

[0048] 도 6a 및 도 6b는 코어와 클래드의 굴절률에 따른 교차지점에서의 파워 분포가 비교 도시된 그래프이다. 도 6a는 코어의 측면 경계조건이 Transmitted/TIR Rays 일때이며, 도 6b는 코어의 측면 경계조건이 Split Rays 일때이다. 여기서, 클래드의 굴절률은 1.45 로 설정되었다.

[0049] 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 교차가 없을 경우에 광 손실은 코어와 클래드의 굴절률 차이가 클수록 적음을 알 수 있다. 하지만 중간에 교차 지점을 지나간 후에 출력단에서의 광 손실 비율은 굴절률 차이가 클수록 더 큰 것을 알 수 있다.

[0050] 본 발명의 터치 스크린 패널은 해상도에 따라 교차지점이 많기 생기기 때문에 교차지점을 지날 때마다 광 손실이 최소한으로 발생하도록 설계되어야 한다.

[0051] 이 점을 고려하여 코어 및 클래드의 굴절률이 적절히 설정되어야 한다.

[0052] 도 7a 및 도 7b는 교차지점이 증가할때 파워 분포가 비교 도시된 그래프이다. 도 7a는 코어의 측면 경계조건이

Transmitted/TIR Rays 일때이며, 도 7b는 코어의 측면 경계조건이 Split Rays 일때이다. 여기서, 클래드의 굴절률은 1.45로 설정되었다.

[0053] 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 교차지점을 지날 때마다 광 손실이 발생함을 알 수 있다. 따라서, 교차지점에서의 광 손실을 최소화해야 한다.

[0054] 교차지점에서의 광 손실을 최소화하기 위해 본 발명에서는 다음과 같은 실험을 하였다. 이하 도 8a 내지 도 8d를 참조하여 설명한다.

[0055] 도 8a 는 교차된 도파로에서의 정규화된 파워 분포가 도시된 그래프이며, 도 8b는 일반적으로 코어가 수직으로 교차한 교차지점의 형상이 도시된 도이며, 도 8c는 광 손실을 줄이기 위해 개선된 형상이 도시된 도이며, 도 8d는 개선된 형상에서의 정규화된 파워 분포가 도시된 그래프이다.

[0056] 교차 광 배선의 전파 특성을 파악하기 위해 길이가 10 ㎜이고, 코어(50×50 μm^2)와 클래드(200×200 μm^2)의 굴절률이 각각 1.47, 1.45인 광 배선을 도 8a 에 삽입된 구조(그래프 우상단)와 같이 수직으로 배치하였다.

[0057] 도 8a는 코어 단면에 존재하는 광선의 수를 총 입사 광선수로 나눈 정규화 파워이다. 도 8a로부터 광 배선 1을 따라 진행하는 광선은 약 1,000㎛의 안정화 거리까지 급격히 줄어들고, 교차 지점을 지나면서 약 0.4 dB의 추가 손실이 있음을 알 수 있다. 앞서 살펴본 바와 같이 코어와 클래드의 굴절률 차가 커질수록 임계각이 작아지므로 교차 지점에서의 손실은 더 커지는 경향이 있다.

[0058] 광 배선 1에서 광 배선 2로 전이된 광 파워를 누설(crosstalk)된 것으로 정의하였다.

[0059] 도 8b는 교차 부분을 지나는 진행하는 광속의 예시로 안정화 거리를 지난 광속들이므로 모두 임계각(Θ_c)보다 큰 입사각(Θ)으로 진행하는 광속들이다.

[0060] 실선은 교차 부분을 지나 계속 진행하는 광속이고, 점선은 광 배선 2로 입사한 경우이다. 광 배선 2로 입사한 광속의 입사각($90^\circ-\Theta$)은 임계각보다 작으므로 전파 조건을 만족하지 못한다. 따라서 누설(crosstalk)은 0이 됨을 알 수 있다.

[0061] 도 8c는 개선된 교차 배선으로 교차 부분 이후의 광 배선 폭이 일정한 비율로 증가되는 구조이다. 광 배선의 폭을 증가시킴으로써 측면에 놓인 광 배선으로 전파하는 광속을 계속 진행하도록 할 수 있다.

[0062] 개선된 광 배선 구조를 500㎛ 간격으로 배치하고 광 배선을 따라 각각 3번째와 7번째 교차 부분을 지나는 광선수를 비교하여 광 손실을 결정하였다.

[0063] 도 8d는 교차 부분이 증가함에 따른 광 파워의 분포로써, 안정화 거리를 지난 광 파워로 정규화를 하였다. 교차 부분을 지남에 따라 광 파워가 기하급수적으로 감소하고 있음을 알 수 있다.

[0064] 단순 수직 교차 부분으로 구성된 교차 광 배선의 전파 손실은 약 0.73 dB/㎜이다. 본 발명에서 제안한 교차 광 배선의 경우 교차 부분이 많아짐에 따라 광 배선의 폭은 점점 증가하는 구조적인 문제가 있으나, 개선된 교차 광 배선의 전파 손실은 광 배선의 폭(D)을 5씩 증가시킬 경우 약 0.25 dB/㎜로 단순 교차 광 배선에 비해 약 3배가 감소되었다.

[0065] 결론적으로, 코어(200)는 입력단에서 출력단으로 갈수록 각 격자 교차지점을 지날때마다 라인의 폭이 단계적으로 증가하도록 구성될 수 있다. 즉, 각 교차지점에 의해 구획되는 구간별 코어 라인의 폭이 단계적으로 일정한 값 또는 일정한 비율로 증가하도록 구성된다.

[0066] 도 9는 코어의 입력단의 끝단면의 다양한 형상의 예가 도시된 도이다.

[0067] 도 9를 참조하면, 상기 코어(200)의 입력단의 끝단면의 형상은 도 9의 (a)와 같이 일반적인 형태를 가지거나, 도 9의 (b)와 같이 광 도파로를 45° 각도로 잘라 경사면을 가지게 한다.

[0068] 이때, 상기 경사면을 거울면으로 형성하여 보다 빛의 반사가 잘 이루어지도록 할 수 있다.

[0069] 또한, 도 9의 (c)와 같이 45° 각도의 경사면을 가지되 볼록한 형태로 형성하면, 광원에서 나온 빛이 코어내부로 보다 집중이 잘 될 수 있다.

[0070] 도 9의 (b)와 (c) 경우에는 경사면을 패널 전면을 향하도록 가공하고, 코어의 아랫부분에서 전면방향으로 빛을 입사시킬 수 있다.

[0071] 도 10은 코어의 출력단의 끝단의 형상의 일례가 도시된 도이다.

[0072] 도 10을 참조하면, 코어(200)의 출력단의 코어 끝단이 클래드 외부로 돌출되어 노출되도록 형성된다. 이 경우 리시버에서 코어를 지나온 빛만 검출할 수 있어 정확도가 증가하게 된다. 즉, 클래드를 통해 누출되는 빛은 차단하고 코어를 통과한 빛만 리시버가 검출하도록 하는 것이다.

[0073] 또한, 출력단의 코어 형상은 테이퍼 형상을 가지도록 가공될 수 있다. 즉, 리시버에 연결되기까지 코어의 폭이 점점 넓어지거나 좁아지도록 가공될 수 있다.

[0074] 광원(300)은 코어(200)의 입력단에 빛을 인가한다. 인가된 빛은 코어를 통과하여 출력단으로 나와 리시버로 입력된다.

[0075] 광원(300)은 코어의 가로 방향 라인 및 세로 방향 라인 각각에 하나씩 배정되도록 구성될 수도 있으나, 하나의 광원을 도 11과 같이 연결부를 이용하여 코어와 연결할 수 있다.

[0076] 도 11은 본 발명에 따른 코어와 광원을 연결하는 연결부의 일례가 도시된 도이다.

[0077] 도 11을 참조하면, 본 발명에 따른 터치 스크린 패널은 하나의 광원(300)에서 코어 입력단의 가로 방향 라인들 또는 세로 방향 라인들 각각에 빛을 분배하여 전송하는 하나 이상의 연결 도파로(600)를 더 포함하여 구성된다.

[0078] 여기서, 연결 도파로(600)는 광원에서 코어 라인까지 빛을 가이드하는데, 테이퍼 형상을 가지도록 가공될 수 있다. 즉, 광원쪽의 폭은 좁게 형성되고, 점차 폭이 넓어지도록 한다.

[0079] 도 12는 본 발명에 따른 광 도파로의 입력단과 출력단의 배치된 예가 도시된 도이다.

[0080] 도 12를 참조하면, 본 발명에 따른 터치 스크린 패널은 (a) 코어의 전체 가로 방향 라인 또는 전체 세로 방향 라인에서 입력단(210) 또는 출력단(220)이 터치 스크린 패널의 동일 측면에 배치 되거나, (b) 규칙적으로 번갈아 배치되거나, (c) 불규칙적으로 번갈아 배치될 수 있다.

[0081] 구체적으로 설명하면, 도 12의 (a) 경우에는 모든 가로 방향 라인 또는 세로 방향 라인에서 광원에서 나온 빛이 동일한 방향으로 진행되며, 도 12의 (b) 경우에는 각 라인마다 번갈아서 서로 반대방향으로 빛이 진행되며, 도 12의 (c) 경우에는 두 줄 또는 그 이상의 라인에서는 같은 방향으로 빛이 진행되고, 또 다음 순서의 두 줄 또는 그 이상의 라인에서는 반대 방향으로 빛이 진행된다.

[0082] 도 2 및 도 13 내지 도 15을 참조하여 본 발명에 따른 터치 스크린 패널의 다양한 실시예를 설명한다.

[0083] 본 발명에서는 코어와 클래드가 어떠한 형태로 형성되었는지에 따라 다양한 실시예가 존재한다.

[0084] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 터치 스크린 패널의 제 1 실시예는 코어(200)가 클래드(100) 내부에 완전히 삽입된 형태이다.

[0085] 이 경우, 코어(200)나 클래드(100)은 탄성을 가지는 물질로 형성되는데, 사람이나 터치 펜에 의해 클래드 위에 터치가 이루어지면, 클래드과 함께 코어가 변형되게 된다.

[0086] 터치가 이루어진 부분의 가로 방향 라인과 세로 방향 라인에서는 코어(200)의 형태가 변형되었기 때문에 입력단으로 입력된 빛의 손실이 발생한다.

[0087] 따라서, 해당 가로 방향 라인과 세로 방향 라인의 출력단에 연결된 리시버(400)에서는 평소 터치가 없는 경우보다 약한 세기 또는 적은 광량의 빛을 감지하게 되며, 제어모듈은 이를 파악하여 터치가 발생되었음을 알 수 있다. 또한, 터치가 발생된 좌표 역시 빛의 세기 또는 광량이 저감된 부분의 리시버 위치를 파악하면 용이하게 알 수 있다.

[0088] 도 13을 참조하면, 본 발명에 따른 터치 스크린 패널의 제 2 실시예는 코어(200)의 일면이 공기중에 노출되도록 구성된다. 상기 제 1 실시예에서, 코어 상부를 덮고 있는 클래드 부분이 없는 형태이다.

[0089] 구체적으로 설명하면, 디스플레이 패널(500)의 전면에 하부 클래드(110)가 소정 두께로 층을 이루며 형성되고, 그 위에 격자 형태의 코어(200)가 형성된다.

[0090] 코어(200)의 격자 틈새에는 중간 클래드(120)가 코어의 높이와 동일한 높이로 형성된다. 여기서, 중간 클래드(120) 및 하부 클래드(110)의 굴절률은 코어(200)의 굴절률보다 낮다.

[0091] 그리고, 상기 하부 클래드(110)와 상기 중간 클래드(120)는 같은 굴절률을 가질 수도 있고, 다른 굴절률을 가질 수도 있다.

[0092] 이 경우, 상기 코어(200) 또는 클래드(110, 120)는 딱딱한 재질 또는 탄성을 가진 재질로 형성될 수 있다.

[0093] 만약 코어(200) 또는 클래드(110, 120)가 딱딱한 재질로 형성된 경우에는 다음과 같은 방식으로 터치를 인식할 수 있다.

[0094] 사람의 손이나 터치 펜이 공기중으로 노출된 코어의 일면에 접촉하게 되면, 접촉되는 부분에서 경계 조건의 변화, 예를 들면 굴절률 변화가 발생하여, 코어 내부를 지나는 빛이 접촉이 이루어진 지점에서 손실되게 된다. 따라서, 접촉이 이루어진 가로 방향 라인 및 세로 방향 라인의 리시버(400)에서는 접촉이 없는 경우보다 적은 광량 또는 약한 세기의 빛을 감지하게 되고 제어 모듈은 해당 좌표 지점에서 터치가 이루어졌음을 판단할 수 있다.

[0095] 만약 코어(200) 또는 클래드(110, 120)가 탄성을 가지는 재질로 이루어진 경우에는, 상기 설명한 경계조건의 변화 뿐만 아니라 코어(200)와 클래드(110, 120)의 변형에 의해 접촉이 이루어진 지점에서 빛의 손실이 발생하게 된다. 따라서, 접촉이 이루어진 가로 방향 라인 및 세로 방향 라인의 리시버(400)에서는 접촉이 없는 경우보다 적은 광량 또는 약한 세기의 빛을 감지하게 되고 제어 모듈은 해당 좌표 지점에서 터치가 이루어졌음을 판단할 수 있다.

[0096] 도 14를 참조하면, 본 발명에 따른 터치 스크린 패널의 제 3 실시예는 하부 클래드 없이 디스플레이 패널이 하부 클래드 역할을 하도록 구성된다. 즉, 상기 제 1 실시예에서, 코어 하부를 받치고 있는 클래드 부분이 없는 형태이다.

[0097] 구체적으로 설명하면, 디스플레이 패널(500)의 전면에 격자 형태의 코어(200)가 형성된다.

[0098] 코어(200)의 격자 틈새에는 중간 클래드(120)가 코어의 높이와 동일한 높이로 형성되고, 코어(200) 및 중간 클래드(120) 상부에는 상부 클래드(130)가 형성된다.

[0099] 여기서, 중간 클래드(120) 및 상부 클래드(130)의 굴절률은 코어(200)의 굴절률보다 낮다.

[0100] 그리고, 상기 상부 클래드(130)와 상기 중간 클래드(120)는 같은 굴절률을 가질 수도 있고, 다른 굴절률을 가질 수도 있다.

[0101] 여기서, 코어(200) 또는 클래드(120, 130)가 탄성을 가지는 재질로 이루어졌기 때문에 사람의 손 또는 터치 펜의 접촉이나 압력이 가해진 경우에는, 상기 코어(200)와 클래드(120, 130)의 변형에 의해 접촉이 이루어진 지점에서 빛의 손실이 발생하게 된다. 따라서, 접촉이 이루어진 가로 방향 라인 및 세로 방향 라인의 리시버(400)에서는 접촉이 없는 경우보다 적은 광량 또는 약한 세기의 빛을 감지하게 되고 제어 모듈은 해당 좌표 지점에서 터치가 이루어졌음을 판단할 수 있다.

[0102] 도 15를 참조하면, 본 발명에 따른 터치 스크린 패널의 제 4 실시예는 코어(200)의 일면이 공기중에 노출되며, 하부 클래드 없이 디스플레이 패널이 하부 클래드 역할을 하도록 구성된다. 즉, 상기 제 1 실시예에서, 코어 상부를 덮고 있는 상부 클래드 부분과 코어 하부를 받치고 있는 하부 클래드 부분이 없는 형태이다.

[0103] 구체적으로 설명하면, 디스플레이 패널(500)의 전면에 하부 클래드(110)가 소정 두께로 층을 이루며 형성되고, 그 위에 격자 형태의 코어(200)가 형성된다.

[0104] 코어(200)의 격자 틈새에는 중간 클래드(120)가 코어의 높이와 동일한 높이로 형성된다.

[0105] 여기서, 중간 클래드(120)의 굴절률은 코어(200)의 굴절률보다 낮다.

[0106] 이 경우, 상기 코어(200) 또는 클래드(120)는 딱딱한 재질 또는 탄성을 가진 재질로 형성될 수 있다.

[0107] 만약 코어(200) 또는 클래드(120)가 딱딱한 재질로 형성된 경우에는 다음과 같은 방식으로 터치를 인식할 수 있다.

[0108] 사람의 손이나 터치 펜이 공기중으로 노출된 코어의 일면에 접촉하게 되면, 접촉되는 부분에서 경계 조건의 변화, 예를 들면 굴절률 변화가 발생하여, 코어 내부를 지나는 빛이 접촉이 이루어진 지점에서 손실되게 된다. 따라서, 접촉이 이루어진 가로 방향 라인 및 세로 방향 라인의 리시버(400)에서는 접촉이 없는 경우보다 적은 광량 또는 약한 세기의 빛을 감지하게 되고 제어 모듈은 해당 좌표 지점에서 터치가 이루어졌음을 판단할 수 있다.

[0109] 만약 코어(200) 또는 클래드(120)가 탄성을 가지는 재질로 이루어진 경우에는, 상기 설명한 경계조건의 변화 뿐만 아니라 코어(200)와 클래드(120)의 변형에 의해 접촉이 이루어진 지점에서 빛의 손실이 발생하게 된다. 따라서, 접촉이 이루어진 가로 방향 라인 및 세로 방향 라인의 리시버(400)에서는 접촉이 없는 경우보다 적은 광량 또는 약한 세기의 빛을 감지하게 되고 제어 모듈은 해당 좌표 지점에서 터치가 이루어졌음을 판단할 수 있다.

[0110] 도 16 및 도 17은 터치가 발생하였을 경우 파워 변화가 도시된 도이다.

[0111] 도 16 및 도 17은 가로 세로 각각 2개씩의 코어 라인이 형성된 경우를 예로 든 것이다.

[0112] 도 16을 참조하면, 1번 도파로와 4번 도파로를 터치한 경우 리시버 1(R1)과 리시버 4(R4)에서 측정한 파워가 감소하는 것을 알 수 있다. 터치한 깊이가 깊어질수록 즉, 코어의 변형이 심할 수록 리시버에서 관측되는 광 파워는 더 약해지는 것이 관측되었다.

[0113] 도 17을 참조하면, 1번 도파로 부분만을 터치한 경우 리시버 1(R1)에서 측정한 파워가 감소하는 것을 볼 수 있다. 마찬가지로 터치한 깊이가 깊어질수록, 즉 코어의 변형이 심할수록 리시버에서 관측되는 광 파워는 더 약해지는 것이 관측되었다.

[0114] 이상과 같이 본 발명에 의한 터치 스크린 패널을 예시된 도면을 참조로 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명은 한정되지 않고, 기술사상이 보호되는 범위 이내에서 응용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0115] 도 1은 본 발명에 따른 터치 스크린 패널의 구성이 도시된 사시도,

[0116] 도 2는 도 1에서 A-A' 을 절단한 단면의 일부가 도시된 단면도,

[0117] 도 3은 단일 도파로의 모델의 경계조건이 도시된 도,

[0118] 도 4a 내지 도 4d는 코어 및 클래드의 굴절률 실험결과가 나타난 그래프,

[0119] 도 5a 및 도 5b는 코어의 교차 기울기에 따른 파워 분포가 비교 도시된 그래프,

[0120] 도 6a 및 도 6b는 코어와 클래드의 굴절률에 따른 교차지점에서의 파워 분포가 비교 도시된 그래프,

[0121] 도 7a 및 도 7b는 교차지점이 증가할때 파워 분포가 비교 도시된 그래프,

[0122] 도 8a 는 교차된 도파로에서의 정규화된 파워 분포가 도시된 그래프이며, 도 8b는 일반적으로 코어가 수직으로 교차한 교차지점의 형상이 도시된 도,

[0123] 도 9는 코어의 입력단의 끝단면의 다양한 형상의 예가 도시된 도,

[0124] 도 10은 코어의 출력단의 끝단의 형상의 일례가 도시된 도,

[0125] 도 11은 본 발명에 따른 코어와 광원을 연결하는 연결부의 일례가 도시된 도,

[0126] 도 12는 본 발명에 따른 광 도파로의 입력단과 출력단의 배치된 예가 도시된 도,

[0127] 도 13 내지 도 15는 본 발명에 따른 터치 스크린 패널의 다양한 실시예가 도시된 도,

[0128] 도 16 및 도 17은 터치가 발생하였을 경우 파워 변화가 도시된 도이다.

[0129] <도면의 주요 부분에 관한 부호의 설명>

[0130] 100: 클래드 200: 코어

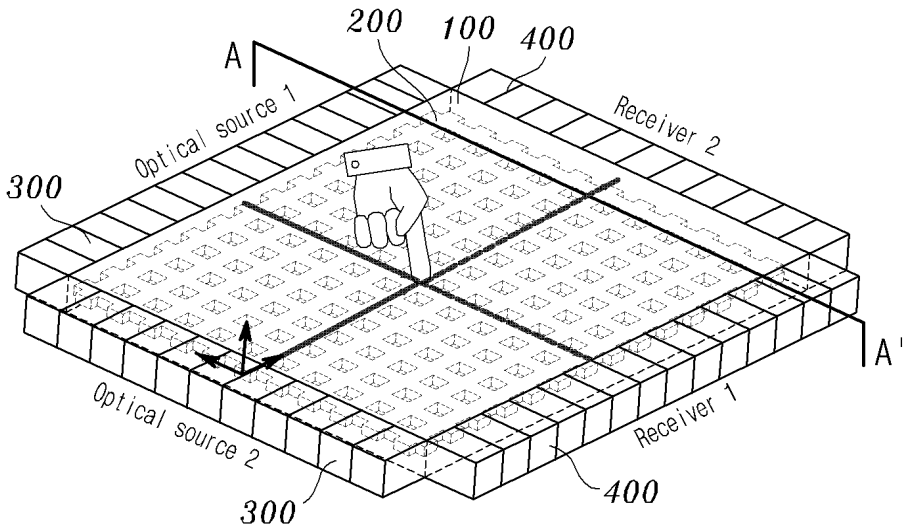
[0131] 210: 입력단 220: 출력단

[0132] 300: 광원 400: 리시버

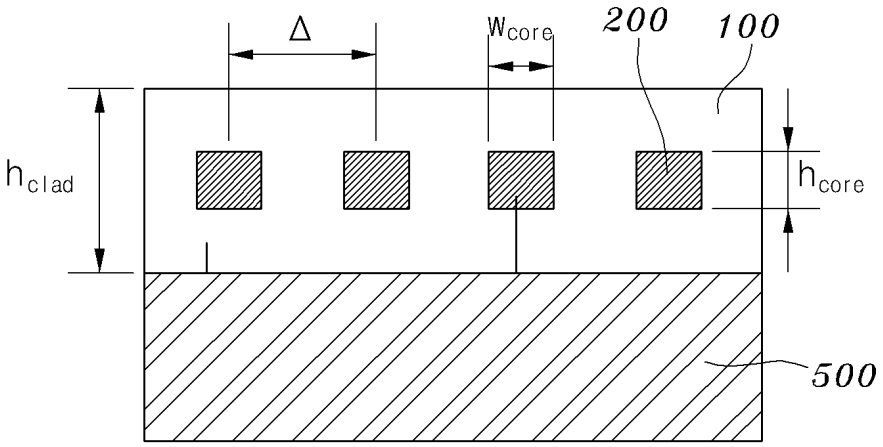
[0133] 500: 디스플레이 패널 600: 연결 도파로

도면

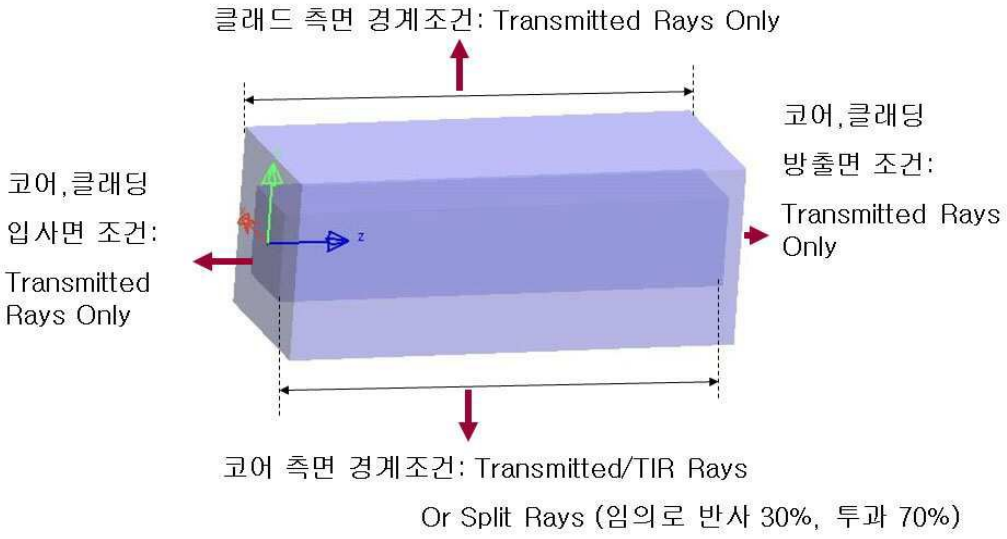
도면1



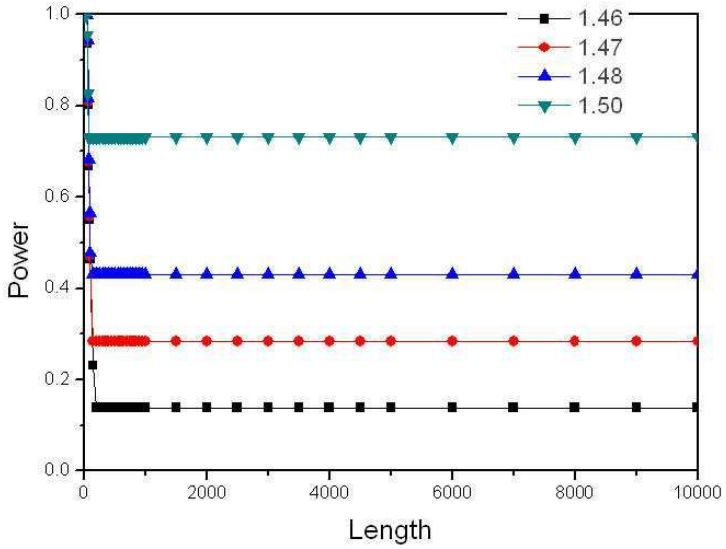
도면2


Δ
Wcore
200
100
hclad
hcore
500

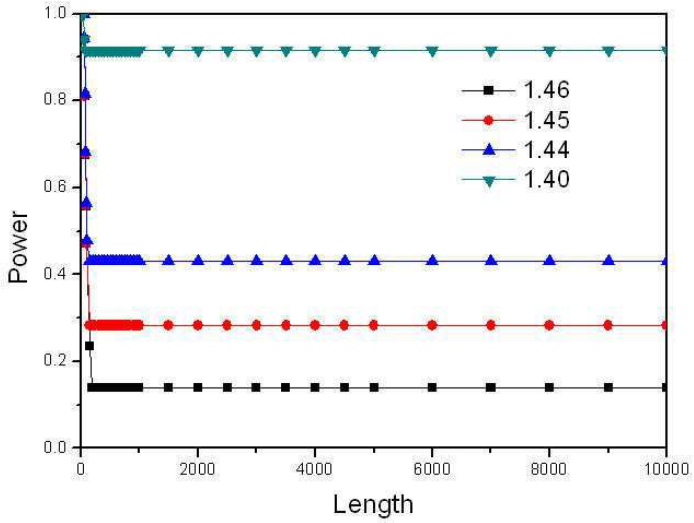
도면3


클래드 측면 경계조건: Transmitted Rays Only
코어,클래딩
입사면 조건:
Transmitted
Rays Only
코어,클래딩
방출면 조건:
Transmitted Rays
Only
z
코어 측면 경계조건: Transmitted/TIR Rays
Or Split Rays (임의로 반사 30%, 투과 70%)

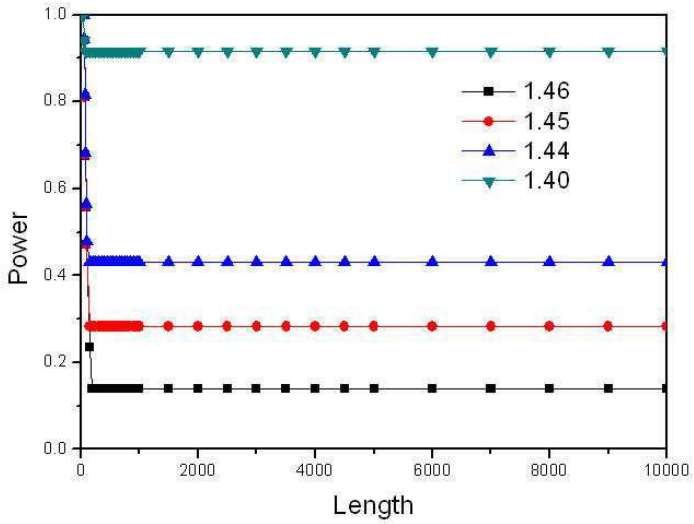
도면4a


1.46
1.47
1.48
1.50
Power
Length
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
0
2000
4000
6000
8000
10000

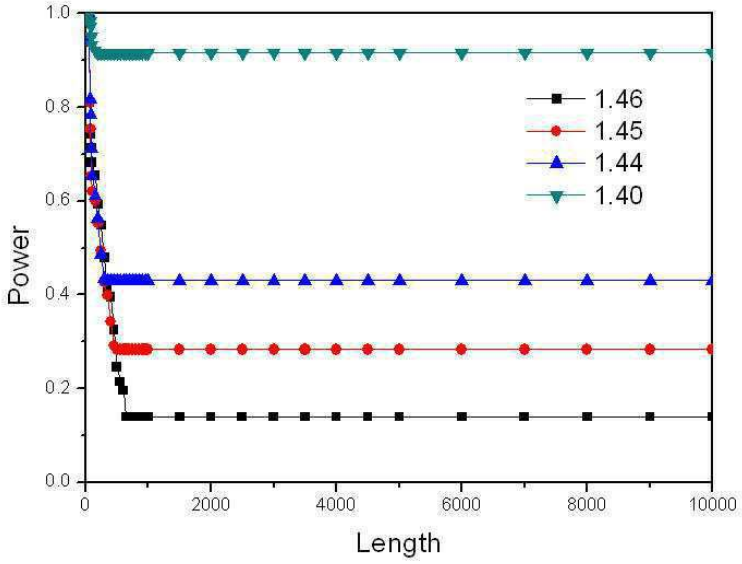
도면4b


1.46
1.45
1.44
1.40
Power
Length
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
0
2000
4000
6000
8000
10000

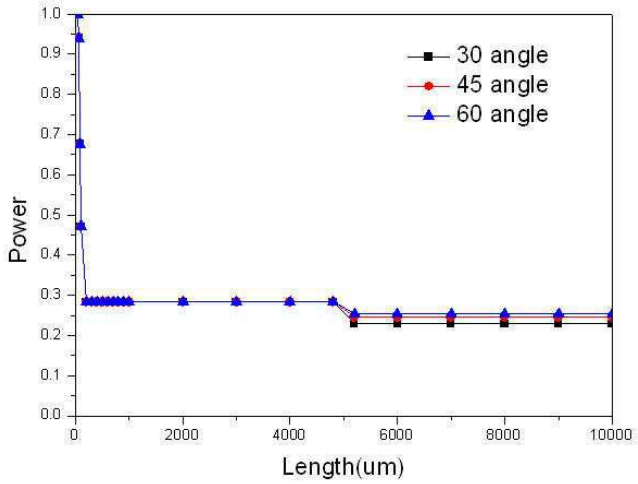
도면4c


1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
Power
0
2000
4000
6000
8000
10000
Length
1.46
1.45
1.44
1.40

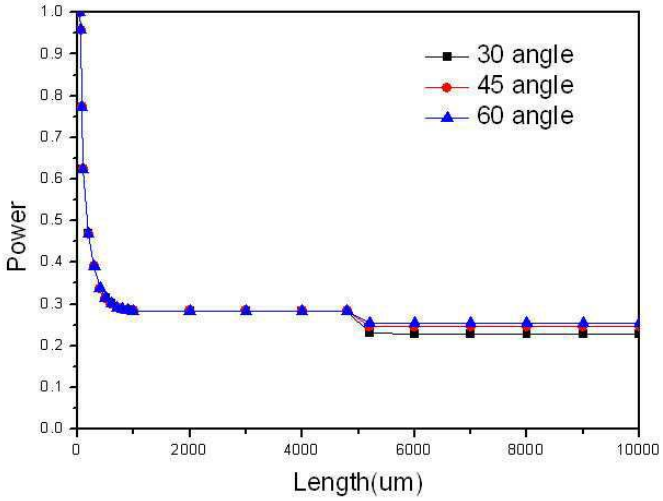
도면4d


1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
Power
0
2000
4000
6000
8000
10000
Length
1.46
1.45
1.44
1.40

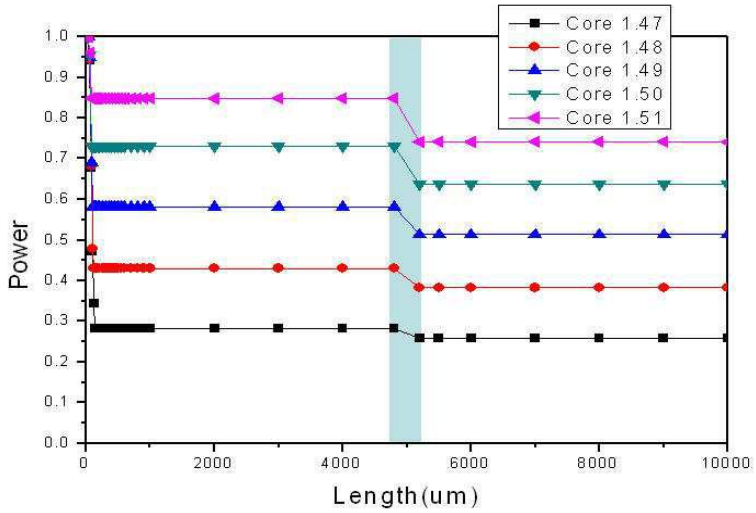
도면5a


30 angle
45 angle
60 angle
Power
Length(um)
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1.0
0
2000
4000
6000
8000
10000

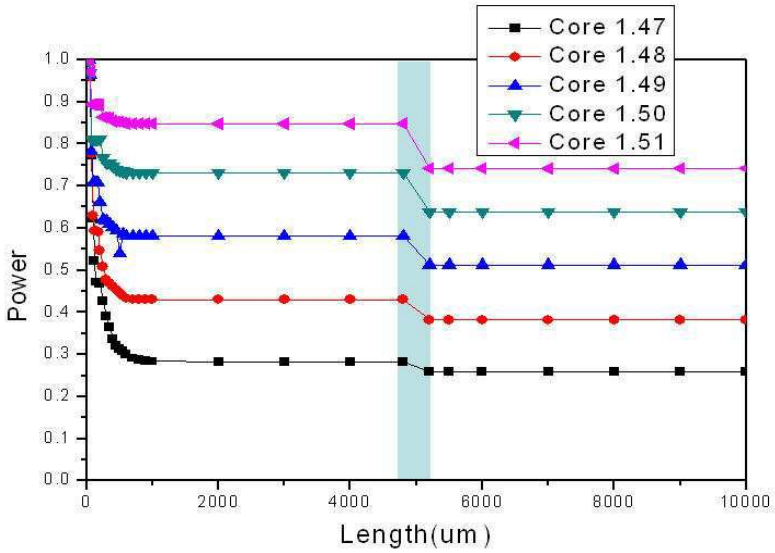
도면5b


30 angle
45 angle
60 angle
Power
Length(um)
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1.0
0
2000
4000
6000
8000
10000

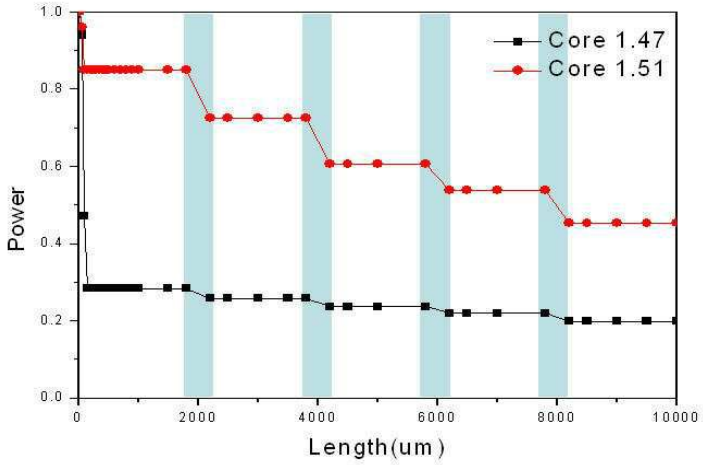
도면6a


Core 1.47
Core 1.48
Core 1.49
Core 1.50
Core 1.51
Power
Length(um)
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1.0
0
2000
4000
6000
8000
10000

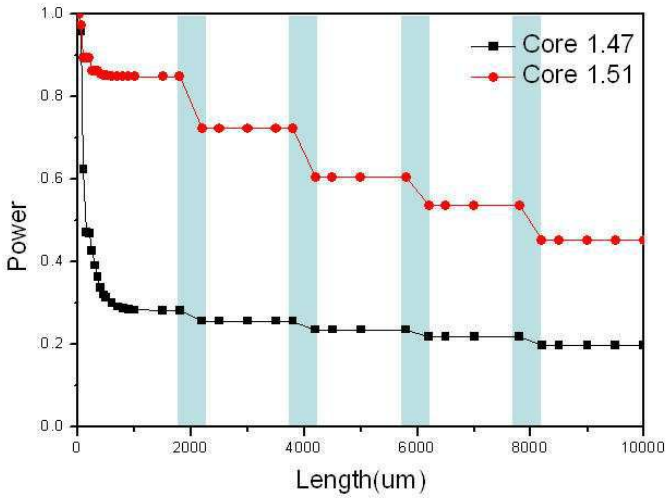
도면6b


Core 1.47
Core 1.48
Core 1.49
Core 1.50
Core 1.51
Power
Length(um)
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1.0
0
2000
4000
6000
8000
10000

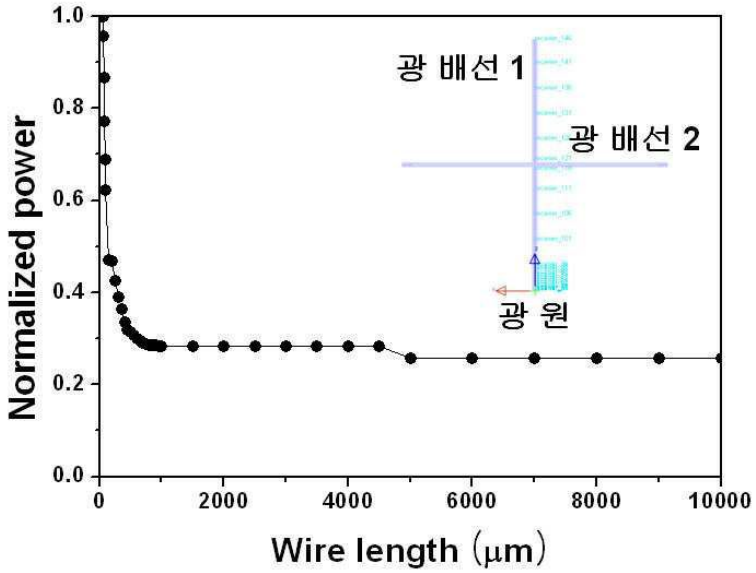
도면7a


Core 1.47
Core 1.51
Power
Length(um)
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
0
2000
4000
6000
8000
10000

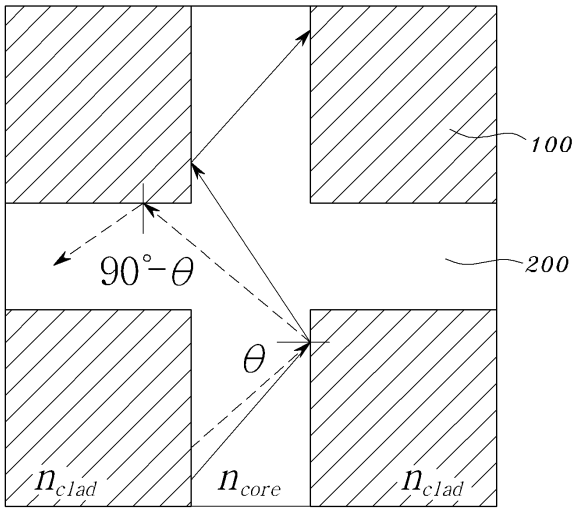
도면7b


Core 1.47
Core 1.51
Power
Length(um)
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
0
2000
4000
6000
8000
10000

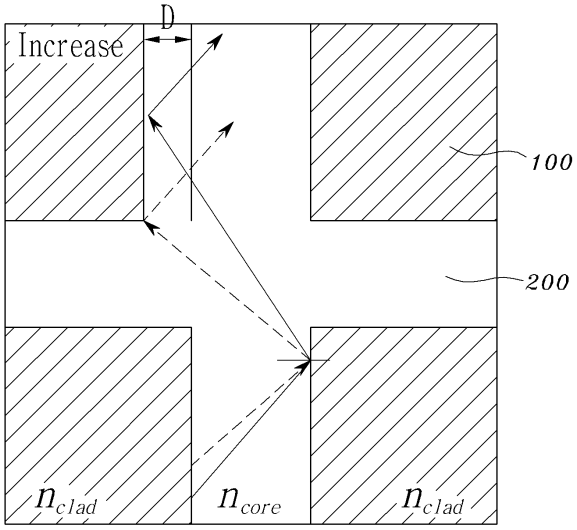
도면8a


Normalized power
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
2000
4000
6000
8000
10000
Wire length (μm)
광 배선 1
광 배선 2
광 원

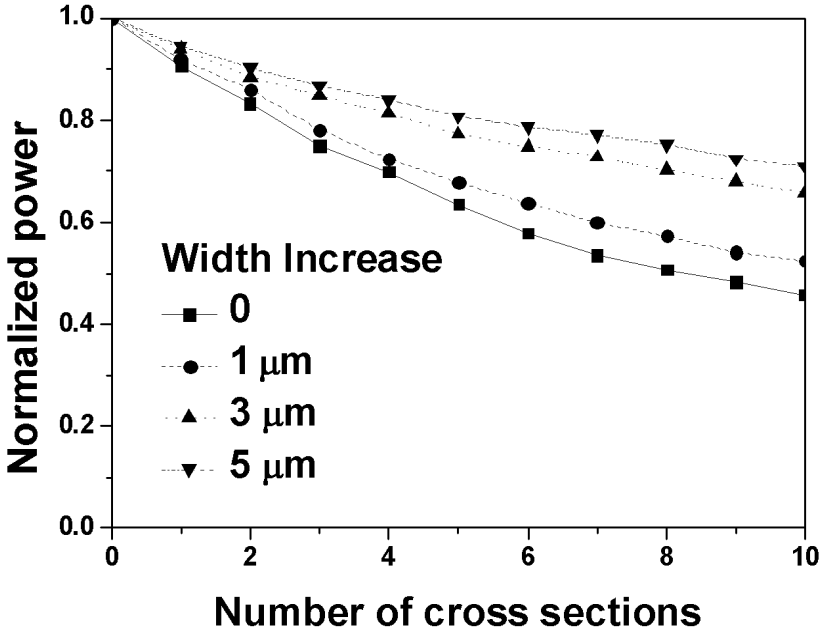
도면8b


100
200
90°-θ
θ
n_clad
n_core
n_clad

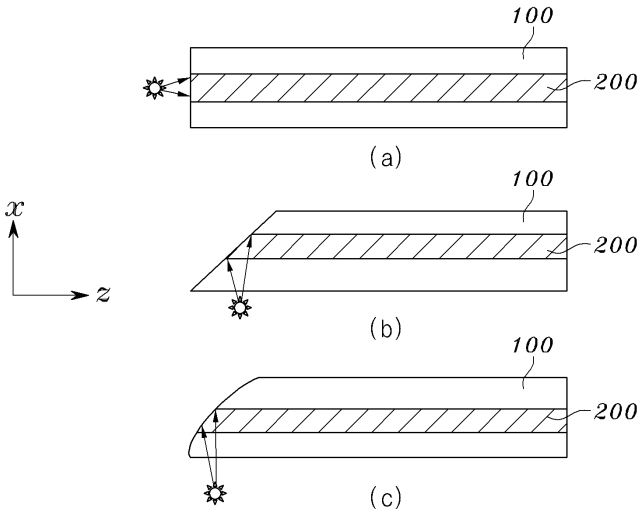
도면8c


D
Increase
100
200
n_{clad}
n_{core}
n_{clad}

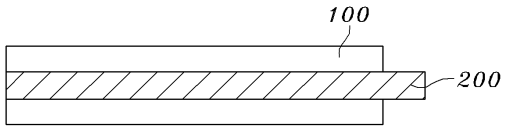
도면8d


Normalized power
Number of cross sections
Width Increase
0
1 μm
3 μm
5 μm
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
2
4
6
8
10

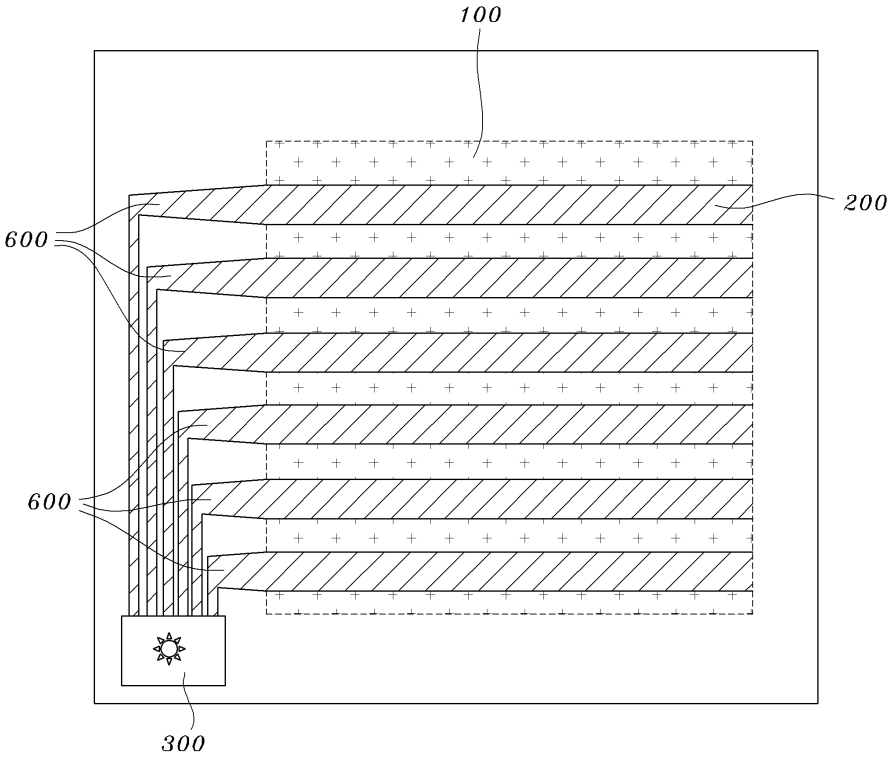
도면9



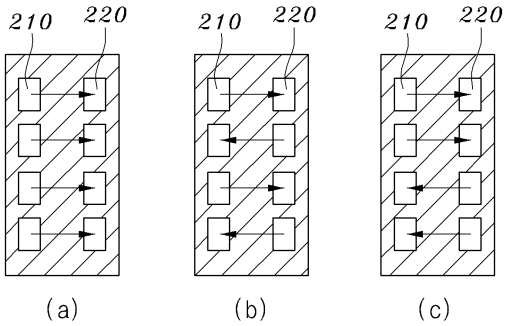
도면10



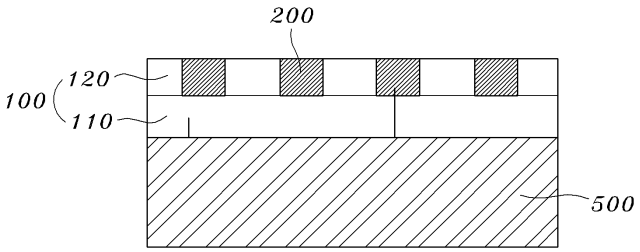
도면11



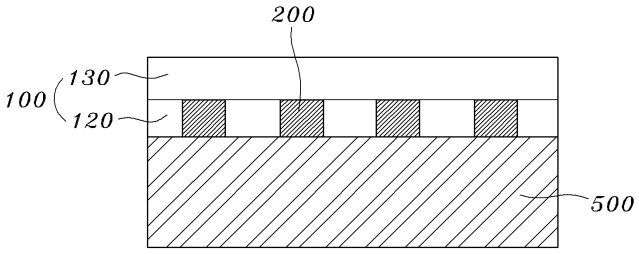
도면12



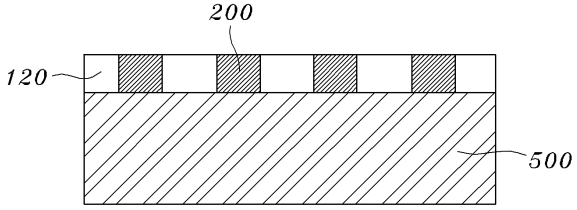
도면13



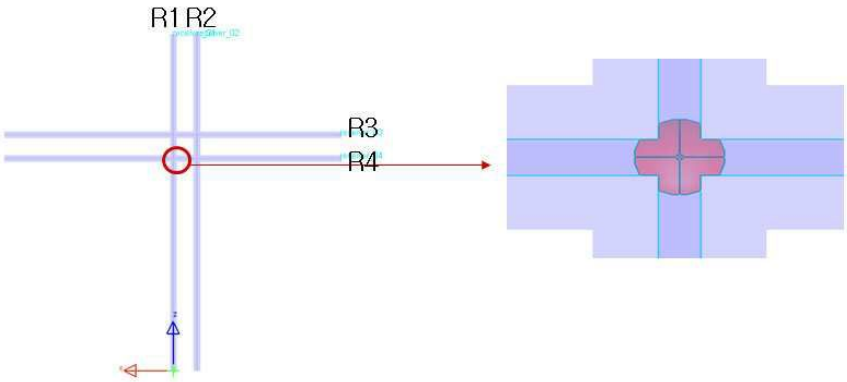
도면14



도면15

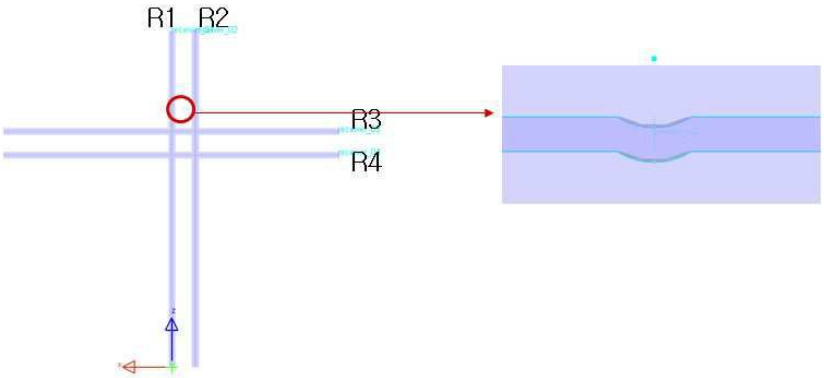


도면16



Depth of a pen (5um)			Depth of a pen (10um)		
Receiver01	→	0.2030	Receiver01	→	0.1830
Receiver02	→	0.2390	Receiver02	→	0.2390
Receiver03	→	0.2410	Receiver02	→	0.2410
Receiver04	→	0.2030	Receiver04	→	0.1820

도면17



Depth of a pen (5um)			Depth of a pen (10um)		
Receiver01	→	0.2030	Receiver01	→	0.1830
Receiver02	→	0.2390	Receiver02	→	0.2390
Receiver03	→	0.2410	Receiver02	→	0.2410
Receiver04	→	0.2410	Receiver04	→	0.2410