



- (51) 국제특허분류:
H01L 51/00 (2006.01) G02F 2/00 (2006.01)
H01L 51/40 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/009551
- (22) 국제출원일: 2011년 12월 12일 (12.12.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0023167 2011년 3월 16일 (16.03.2011) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 광주과학기술원 (GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [KR/KR]; 광주광역시 북구 첨단과기로 123(오룡동), 500-712 Gwangju (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 이중욱 (LEE, Joong-Wook) [KR/KR]; 광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 고등광기술연구소, 500-712 Gwangju (KR). 기철식 (KEE, Chul-Sik) [KR/KR]; 광주

광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 고등광기술연구소, 500-712 Gwangju (KR). 강철 (KANG, Chul) [KR/KR]; 광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 고등광기술연구소, 500-712 Gwangju (KR). 이기진 (LEE, Kiejin) [KR/KR]; 광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 응용물리학과, 500-712 Gwangju (KR). 유형근 (YOO, Hyung Keun) [KR/KR]; 광주광역시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 응용물리학과, 500-712 Gwangju (KR).

(74) 대리인: 특허법인 대아 (DAE-A INTERNATIONAL IP & LAW FIRM); 서울특별시 강남구 역삼동 830-71 한양빌딩 3층, 135-936 Seoul (KR).

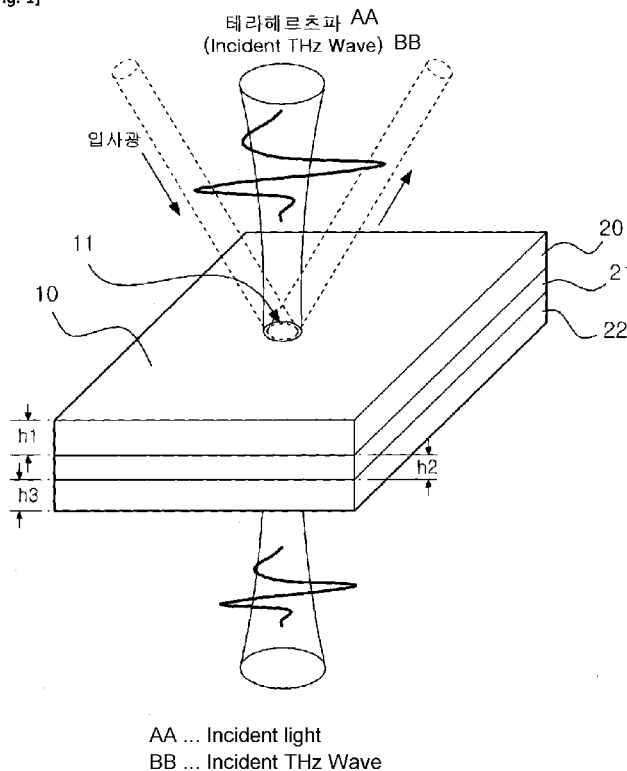
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: TERAHERTZ WAVE MODULATOR BASED ON HOLE-INJECTION AND -TRANSFER

(54) 발명의 명칭 : 양공 주입 및 수송에 기반한 테라헤르츠파 변조장치

[Fig. 1]



(57) Abstract: The present invention relates to a terahertz wave modulator. The terahertz wave modulator includes: a semiconductor substrate; a terahertz modulation layer including an organic-material layer disposed on the semiconductor substrate; and a first incident wave radiation unit for vertically radiating a first incident wave having a terahertz wave region onto the terahertz modulation layer. The transmitted terahertz wave may be variously modified according to the degree of crystallization of an organic material deposited on the semiconductor substrate and according to the intensity of incident light so as to maximize modulation efficiency using the modified terahertz wave. Thus, a device for modulating wavelength width, amplitude, and phase through waveform deformation in a time region may be provided. Furthermore, by bonding together a plasmons or metamaterials having similar surfaces, a highly functional terahertz wave modulation device may be provided, wherein said device may be widely used for optical purposes.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- (84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

본 발명은 테라헤르츠파 변조장치에 관한 것으로서 반도체 기판, 상기 반도체 기판 위에 형성된 유기물질층을 포함하는 테라헤르츠 변조층 및 테라헤르츠파 영역을 포함하는 제 1 입사파를 상기 테라헤르츠 변조층에 수직으로 입사하도록 조사하는 제 1 입사파 조사 수단을 포함하는 것을 특징으로 하며, 투과된 테라헤르츠파는 반도체 위에 증착된 유기물질의 결정 정도와 입사하는 입사광의 세기에 의해 다양하게 변하며 이를 이용하여 변조 효율을 극대화시킬 수 있고, 시간 영역상에서의 파형 변형을 통해 파장폭, 진폭, 위상 등을 변조하기 위한 소자를 제공하며, 더 나아가 유사 표면 플라즈몬 또는 메타 물질과 결합하여 고기능성 테라헤르츠파 변조 소자를 가능하게 하여 광학용으로 폭넓게 활용이 가능하다.

명세서

발명의 명칭: 양공 주입 및 수송에 기반한 테라헤르츠파 변조장치 기술분야

- [1] 본 발명은 테라헤르츠파 변조장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 입사광에 의해서 여기된 양공의 주입 및 수송에 의해서 테라헤르츠파 변조가 가능하고, 입사파의 세기 및 유기물질의 결정상태에 따라서 다양한 변조가 가능한 테라헤르츠파 변조장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 다양한 전자기파 영역대에서 투과 파장의 진폭(amplitude), 위상(phase), 편광(polarization)등을 변조하고 조정하기 위한 노력들이 폭넓게 진행되어 왔다.
- [3] 특히, 전자기파 영역 대에서 새롭게 개척되고 있는 테라헤르츠파는 이를 위한 다양한 방법들이 최근 제시되고 있다. 테라헤르츠파에서 발생하는 유사 표면 플라즈몬 (designer surface plasmon) 공진을 이용한다거나 메타물질(metamaterial)을 이용하는 방법들이 제시되기도 하였고, 반도체 등에서 자유 전자를 여기하는 방법을 통해 테라헤르츠파의 진폭을 조절하는 방법이 제시되기도 하였다.
- [4] 하지만, 그 변조 효율의 한계성 및 제작의 비효율성으로 인하여 새로운 변조 방법에 대한 필요성이 강하게 제기되고 있는 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 투과되는 테라헤르츠파를 다양하게 변화시키고, 변조 효율을 극대화시킬 수 있는 테라헤르츠파 변조장치를 제공하는 것이다.
- [6] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 테라헤르츠파의 투과를 변조할 수 있고, 테라헤르츠파 전 파장 영역에서 진폭을 균일하게 변조할 수 있는 테라헤르츠파 스위칭 소자를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [7] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여,
- [8] (a) (i) 반도체 기판 및 (ii) 상기 반도체 기판 위에 형성된 유기물질층을 포함하는 테라헤르츠파 변조층 및 (b) 테라헤르츠파 영역을 포함하는 제1 입사파를 상기 테라헤르츠파 변조층에 수직으로 입사하도록 조사하는 제1 입사파 조사 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 테라헤르츠파 변조장치를 제공한다.
- [9] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 유기물질층은 프탈로시아닌 구리(Copper phthalocyanine), 안트라센(anthracene), 테트라센(tetracene), 펜타센(pentacene), 페릴렌테트라카르복실 다이아하이드라이드(PTCDA, 3,4,9,10-perylenetetracarboxylic dianhydride), 씨60(C60), 알루미늄 트리퀸올레이트(Alq3,

aluminum-tris-quinolate), 및 루브렌(rubrene) 중에서 선택된 유기물질의 층일 수 있다.

[10] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 유기물질층의 적어도 일부분은 베타상의 결정질일 수 있다.

[11] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 유기물질층은 100-500 °C에서 열증착 방식으로 증착될 수 있다.

[12] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 테라헤르츠 변조층은 (iii) 상기 유기물질층 위에 석영, 사파이어 및 피엠엠에이(PMMA) 중에서 선택된 물질로 구성된 투명층을 추가로 포함할 수 있다.

[13] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 테라헤르츠 변조장치는 (c) 상기 테라헤르츠 변조층에 조절된 각도로 펄스광 또는 입사광인 제2 입사파를 입사하도록 조사하는 제2 입사파 조사 수단을 추가로 포함할 수 있다.

[14] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 제2 입사파는 펄스광일 수 있다.

[15] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 유기물질층에는 일정한 패턴을 가지는 복수 개의 구멍들의 배열을 포함할 수 있고, 상기 구멍은 상기 유기물질층을 관통할 수 있다.

[16] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 달성하기 위하여,

[17] 상기의 테라헤르츠파 변조장치를 포함하고, 상기 제2 입사파의 조사 여부를 결정하는 제2 입사파 조사 조절 수단을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 테라헤르츠파 스위칭 소자를 제공한다.

발명의 효과

[18] 본 발명의 테라헤르츠파 변조장치에 의하면, 투과된 테라헤르츠파는 반도체 위에 증착된 유기물질의 결정 정도와 입사하는 입사파의 세기에 의해 다양하게 변하며 이를 이용하여 변조 효율을 극대화시킬 수 있고, 시간 도메인상에서의 파형 변형을 통해 파장폭, 진폭, 위상 등을 변조하기 위한 소자를 제공할 수 있으며, 더 나아가 유사 표면 플라즈몬 또는 메타 물질과 결합하여 고기능성 테라헤르츠파 변조 소자를 가능하게 하여 광학용으로 폭넓게 활용이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[19] 도 1은 본 발명에 따른 테라헤르츠파 변조장치의 기본 구조를 나타내는 사시도이다.

[20] 도 2는 본 발명에 따른 테라헤르츠파 변조장치의 핵심 부분인 물질 구조부분과 이의 특징에 따른 변조장치의 효율 및 특성을 비교 분석하기 위하여 다르게 제작한 구조부분의 측면도이다.

[21] 도 3은 본 발명의 일 구현예에 따른 변조장치에서 측정된 테라헤르츠파의 투과 특성을 나타내는 그래프이다.

[22] 도 4는 본 발명의 일 구현예에 따른 변조장치에서 측정된 테라헤르츠파의 투과 특성을 나타내는 그래프이다.

- [23] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 테라헤르츠파의 변조 효율을 픽값을 기준으로 나타낸 그래프이다.
- [24] 도 6은 입사광의 세기를 연속적으로 바꾸었을 때의 투과 효율의 변화를 나타내는 그래프이다.
- [25] 도 7은 테라헤르츠파 파형 변조의 원리를 보여주는 개념도이다.
- [26] 도 8은 유사 표면 플라즈몬의 연구를 위해 사용되는 대표적인 구조중 하나를 보여주는 사시도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [27] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다. 우선, 도면들 중 동일한 구성요소 또는 부품들은 가능한 한 동일한 참조부호를 나타내고 있음에 유의해야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하게 하지 않기 위해 생략한다.
- [28] 본 발명에 따른 테라헤르츠파 변조장치는 반도체 기판(22), 상기 반도체 기판(22) 위에 형성된 유기물질층(21)을 포함하는 테라헤르츠 변조층 및 테라헤르츠파 영역을 포함하는 제1 입사파를 상기 테라헤르츠 변조층에 수직으로 입사하도록 조사하는 제1 입사파 조사 수단을 포함하는 것을 특징으로 하고, 상기 테라헤르츠 변조층은 상기 유기물질층(21) 위에 석영, 사파이어, 및 피엠엠에이(PMMA) 중에서 선택된 물질로 구성된 투명층(20)을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하고 상기 투명층은 석영으로 이루어진 석영층인 것이 바람직하다.
- [29] 또한, 본 발명에 따른 테라헤르츠파 변조장치는 상기 테라헤르츠 변조층에 조절된 각도로 펄스광 또는 입사광인 제2 입사파를 입사하도록 조사하는 제2 입사파 조사 수단을 추가로 포함할 수 있다.
- [30] 먼저, 도 1은 본 발명에 따른 테라헤르츠파 변조장치의 기본 구조를 나타내는 사시도이다.
- [31] 본 발명에 따른 테라헤르츠파 변조기는 상부표면(10)을 갖는 투명층(20), 하부표면(미도시)을 갖는 반도체 기판(22) 그리고, 상기 반도체 기판(22)에 증착되어 투명층(20)과 반도체 기판(22) 사이에 게재되는 유기물질층(21)세 개의 독립된 층으로 형성된다.
- [32] 상기 유기물질층(21)은 반도체에서 여기된 자유 정공이 유기물질층과의 계면을 통해 주입가능하게 하는 모든 유기 물질을 포함하나, 바람직하게는 프탈로시아닌 구리(Copper phthalocyanine), 안트라센(anthracene), 테트라센(tetracene), 펜타센(pentacene), 페릴렌테트라카르복실 다이아하이드라이드(PTCDA, 3,4,9,10-perylenetetracarboxylic dianhydride), 씨60(C60), 알루미늄 트리퀸올레이트(Alq3,aluminum-tris-quinolate), 및 루브렌(rubrene) 중에서 선택된 유기물질일 수 있으며, 보다 바람직하게는

- 프탈로시아닌 구리(CuPc, copper phthalocyanine)일 수 있다.
- [33] 상기 반도체 기판은 테라헤르츠파 영역에서 투과 특성이 우수하면서 입사광에 의해 자유전자를 여기할 수 있는 모든 반도체를 포함한다.
- [34] 반도체 위의 유기 물질 구조는 열증착 방식에 의해 증착되고 그 중간층 위의 투명층은 접착 방식에 의해 적층된다. 이러한 투명층은 유기 물질의 산화를 방지하여 장치의 안정성을 높이는 역할도 한다.
- [35] 기본적으로 각층의 두께(h1, h2, h3)는 상부층인 투명층의 경우 100 μm , 중간층을 이루는 유기물질층은 200 μm , 하부층인 반도체의 경우 500 μm 으로 구성되나, 각 층의 두께는 본 발명에 따른 변조장치의 기능을 최적화하기 위해 다양하게 조절하여 제작될 수 있다.
- [36] 본 발명에 따른 테라헤르츠파 변조장치에서 테라헤르츠파 영역의 제1 입사파는 상부표면(10)의 입사지점(11) 위로 수직 입사되도록, 자유 전자/정공을 여기하기 위한 제2 입사파는 일정한 입사각을 가지고 상부표면(10)의 입사지점(11) 위로 입사되도록 설계한다.
- [37] 상기 제2 입사파는 가시광 영역대에 있으므로 반도체층에 의해 전부 반사되므로 최종적으로는 투과된 테라헤르츠파만이 반대면인 하부표면에서 측정된다.
- [38] 본 발명은 유기물질로 표면이 증착된 반도체에 제2 입사파를 조사하면 테라헤르츠파 영역의 제1 입사파를 70% 이상 차단할 수 있는 것을 특징으로 하고, 이와 같은 테라헤르츠파의 투과 감소 현상은 반도체 위에 증착되는 유기 물질의 결정성, 입사광의 세기 및 입사광의 특성에 의해 다양한 특성으로 나타난다.
- [39] 본 발명의 일 실시예에 따라 반도체 기판 위에 열증착 방식에 의해 증착된 프탈로시아닌 구리는 열증착 방식에 따라 다른 결정 특성을 보이며, 이러한 결정 특성에 따라 다른 테라헤르츠파 투과 특성을 나타낸다. 즉 본 발명에 따른 상기 유기물질층(21)의 적어도 일부분은 베타상의 결정질일 수 있다.
- [40] 상온에서 제작한 경우에는 테라헤르츠파의 투과 감소가 20% 이하인 반면 열처리 온도를 150, 250 $^{\circ}\text{C}$ 로 올려서 제작한 경우에는 테라헤르츠파의 투과 감소가 70% 이상으로 향상되는 것을 확인하였다.
- [41] 열처리 온도가 증가하면 프탈로시아닌 구리의 결정성이 좋아지게 되는데, 150 $^{\circ}\text{C}$ 에서 제작한 경우 좋은 결정성의 알파상(α -phase), 250 $^{\circ}\text{C}$ 에서 제작된 샘플의 경우 좋은 결정성의 베타상(β -phase)을 보여주어 테라헤르츠파의 투과 감소 특성을 보였다.
- [42] 또한, 입사광의 세기를 점점 증가시키면 테라헤르츠파의 투과 감소도 점점 증가하는 것을 확인하였다. 이러한 특성은 여러 열처리 온도에서 제작한 모든 샘플들에서 그 정도는 다르지만 동일하게 나타난다.
- [43] 그리고, 테라헤르츠파의 투과 감소 정도는 입사광의 특성에 따라서도 다르게 나타나는 것을 확인하였다. 입사광을 연속광(continuous wave)와 펄스광(pulsed

wave)를 사용하여 투과 특성 감소를 측정하였는데 다른 조건이 동일했을 경우 펄스광이 연속광보다 30% 이상 그 효율이 증가하는 것으로 나타났다. 250 °C에서 제작된 샘플의 경우 80 mW의 입사광에서 연속광의 경우는 55%, 펄스광의 경우는 70% 이상 테라헤르츠파의 투과 감소가 나타났다.

[44] 하기 도 2는 본 발명에 따른 테라헤르츠파 변조장치의 핵심 부분인 물질 구조부분과 이의 특징에 따른 변조장치의 효율 및 특성을 비교 분석하기 위하여 다르게 제작한 구조부분의 측면도이다.

[45] 도 2 중간의 구조는 투명층(20)/유기물질(21)/투명층(20)으로 이루어져 있는데 이 경우 테라헤르츠파의 변조 효율이 극히 낮은 것을 확인하였으며, 도 2 아래의 구조는 투명층(20)/반도체(22)로 이루어져 있는데 이 경우에도 변조 효율이 극히 낮은 것을 확인하였다.

[46] 먼저, 하기 도 2의 중간 구조에서와 같이, 입사광으로 사용하는 가시광 영역대에서 자유전자 및 정공의 여기가 일어날 수 없는 석영 투명층을 반도체 기관대신에 사용하였다. 이 경우 강한 입사광이 있는 경우와 없는 경우 테라헤르츠파의 투과는 1% 이하의 차이를 보였다. 여러 열처리 조건에서 제작된 모든 샘플들에서도 그 차이가 1% 이하로 나타났다. 이는 테라헤르츠파의 투과 감소가 반도체 기관 위에서 여기된 자유 전자/정공에 의한 기여임을 보여주는 결과이다.

[47] 또한, 반도체 기관위에 증착된 유기 물질의 기여를 측정하기 위하여 하기 도 2의 아래 구조와 같이, 유기물질층이 없이 반도체 기관만을 가지고 측정을 진행하였다. 이 경우 입사광이 있는 경우와 없는 경우의 테라헤르츠파의 투과도 차이는 3% 이내였고 열처리 조건에 의해 다르게 제작된 샘플들 사이에서는 그 차이가 1% 이내로 나타났다. 이는 테라헤르츠파의 투과 감소를 위해서는 반드시 반도체 위에 증착된 유기 물질이 필요함을 보여주는 것으로 더 나아가 반도체에서 여기된 자유 정공이 프탈로시아닌 구리로 주입되면서 나타나는 현상이다.

[48] 이와 같이 반도체/유기 물질이 결합된 구조는 여기된 자유 전자와 정공을 분리시키는 역할을 하여 오랫동안 여기된 상태로 살아남아 일정 정도 이상의 유효한 금속성을 가지는 층을 형성하게 하여 테라헤르츠파를 차단하는 역할을 하게 한다. 이는 입사광의 유무에 의해 결정되므로 입사광을 이용한 초고속 테라헤르츠파 투과 변조를 가능하게 한다.

[49] 하기 도 3은 본 발명의 일 구현예에 따른 변조장치에서 측정된 테라헤르츠파의 투과 특성을 나타내는 그래프이다.

[50] 제2 입사파로 연속광(continuous wave)을 사용하여 측정하였으며, 입사광이 없는 경우에는 테라헤르츠파의 투과 특성은 변하지 않는 것(30)을 확인할 수 있다. 입사광은 있으나, 유기물질층이 없는 경우(31)와 비교했을 때 비결정성의 알파상(α' -phase)의 경우는 20% 정도 테라헤르츠파의 투과를 차단하고(32), 결정성의 알파상(α -phase)과 결정성의 베타상(β -phase)의 경우는 각각 45%(33),

55%(34) 이상 테라헤르츠파의 투과를 차단하는 것으로 나타났다. 즉, 결정성이 잘 발달할수록 테라헤르츠파를 차단하는 특성이 좋아져 테라헤르츠파 변조 효율이 증가하는 것을 확인할 수 있다.

- [51] 하기 도 4 역시 본 발명의 일 구현예에 따른 변조장치에서 측정된 테라헤르츠파의 투과 특성을 나타내는 그래프이다. 하기 도 3에서와 동일한 환경에서 측정한 결과이며, 하기 도 3에서와의 차이점은 입사광을 연속광이 아니라 펄스광(pulsed wave)을 사용하여 측정하였다.
- [52] 이 경우에도 도 3의 경우와 마찬가지로 입사광이 없는 경우 여러 열처리 조건에서 만들어진 모든 구조들에서 테라헤르츠파의 투과 특성이 전혀 변하지 않는 것(40)을 확인할 수 있다. 또한, 입사광이 있는 경우도 다른 열처리 조건과 결정성에 따른 투과 특성의 차이가 도 3에서 나타난 경우와 유사하게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 하지만 테라헤르츠파의 변조 효율은 크게 향상되는 것을 확인할 수 있다. 유기물질이 없는 경우(41)와 비교했을 때 비결정성의 알파상(α' -phase)의 경우는 25% 정도 테라헤르츠파의 투과를 차단하고(42), 결정성의 알파상(α -phase)과 결정성의 베타상(β -phase)의 경우는 각각 65%(43), 70%(44) 이상 테라헤르츠파의 투과를 차단하는 것으로 나타났다. 즉, 펄스광(pulsed wave)을 사용했을때에 평균적으로 30% 이상 테라헤르츠파의 변조 효율이 향상된 것을 알 수 있다.
- [53] 하기 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 테라헤르츠파의 변조 효율을 픽값을 기준으로 나타낸 그래프이고, 구조에 따른 변조효율을 비교하기 위하여 하기 도 2에 나타난 세 가지 구조에서의 변조 효율을 측정하여 나타내었다. 투명층(20)/반도체(22)나 투명층(20)/유기물질(21)/투명층(20) 구조의 경우는 다른 제작 조건에서 만들어진 다양한 결정성을 가지는 유기물질에 대해서 비슷한 투과 특성을 보여주지만, 투명층(20)/유기물질(21)/반도체(22) 구조에서는 입사광이 존재하는 경우에 테라헤르츠파의 변조 효율이 극대화된다는 것을 명확히 알 수 있다. 이는 변조장치의 최적화된 구조가 본 발명의 일 구현예에 따른 투명층/유기물질/반도체임을 보여주는 결과라 할 수 있다.
- [54] 하기 도 6은 입사광을 연속광으로하고, 입사광의 세기를 연속적으로 바꾸었을 때의 투과 효율의 변화를 나타내는 그래프이다.
- [55] 입사광의 세기를 0에서부터 서서히 증가시킴에 따라 투과 효율이 0%에서부터 연속적으로(60→61→62→63→64→65) 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이는 입사광에 의해 여기되어 유기 물질쪽으로 주입되는 자유 정공의 수가 입사광의 세기와 함께 증가한다는 것을 보여주는 것이다.
- [56] 이와 같은 특성은 입사광의 세기를 변화시키게 되면 테라헤르츠파의 투과 효율을 조절할 수 있는 변조 효율 조절 가능한 테라헤르츠파용 소자에 활용될 수 있다.
- [57] 본 발명은 상기의 실험 결과들(하기 도 3 내지 도 6)을 기반으로 시간

- 영역상(70)에서의 테라헤르츠파의 파형을 변조할 수 있는 것을 특징으로 한다.
- [58] 하기 도 7은 테라헤르츠파 파형 변조의 원리를 보여주는 개념도이다. 펄스형 테라헤르츠파(71, 72, 73)는 가시광 영역대에 놓여있는 입사광(77)에 비하여 시간 영역상에서 긴 파형을 형성한다. 그래서 입사광의 각각의 펄스를 시간 지연 방법을 이용하여 테라헤르츠파의 특정한 각기 다른 위치에 놓이게 할 수 있다.
- [59] 입사광에 따라서 테라헤르츠파의 투과가 감소하는 특성을 이용하면 시간 영역상에서 테라헤르츠파의 파형의 일부분만을 투과시키고 일부분은 선택적으로 차단(74, 75, 76)할 수 있는 장치를 구성할 수 있다. 시간 영역상에서 변조된 테라헤르츠파는 최종적으로 스펙트럼상에서 투과 파장의 폭, 진폭, 위상들의 변화를 유도할 수 있기 때문에 광범위한 기능의 테라헤르츠파 변조 소자를 제공할 수 있다.
- [60] 또한, 본 발명은 상기의 실험 결과들(하기 도 3 내지 도 6)을 기반으로 유사 표면 플라즈몬 또는 메타 물질의 특성과 결합하여 다양한 특성의 고기능성 테라헤르츠파 변조 소자를 제공할 수 있다.
- [61] 반도체 위에 증착되는 유기 물질을 구조화한 뒤 그 위에 입사광을 비추면 유사 표면 플라즈몬이나 메타 물질의 특성을 발생시킬 수 있고 이를 투명층/유기물질/반도체 구조가 가지는 초고속 변조 기능과 결합하여 테라헤르츠파용 소자를 제공할 수 있다. 이때 유사 표면 플라즈몬이나 메타 물질의 특성을 적용하기 위하여 종래에 알려져있는 모든 형태의 구조나 형태 패턴을 적용해 볼 수 있다.
- [62] 하기 도 8은 유사 표면 플라즈몬의 연구를 위해 사용되는 대표적인 구조중 하나를 보여주는 사시도이다.
- [63] 반도체 기판(82)위에 유기물질(80)을 특정 형태를 가지는 패턴(81)으로 만든 후 입사광을 비추게 되면 반도체 기판과 유기물질에 여기된 자유 전자/정공에 의해 금속성을 가지는 층이 형성되어 유사 표면 플라즈몬 특성이 나타나게 되는데 이는 특정 파장에서의 투과 공진 현상으로 나타난다.
- [64] 본 발명은 투과 공진을 입사광의 유무에 따라 조절할 수 있는 것을 특징으로 한다. 반도체 기판위에 증착되는 유기물질은 다양한 형태와 구조로 제작 가능하기 때문에 다양한 기능의 고기능성 테라헤르츠파 변조 소자를 가능하게 한다.
- [65] 이상과 같이 본 발명에 따른 과 이에 따른 실시예를 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 이는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상 범위 내에서 당업자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있다.

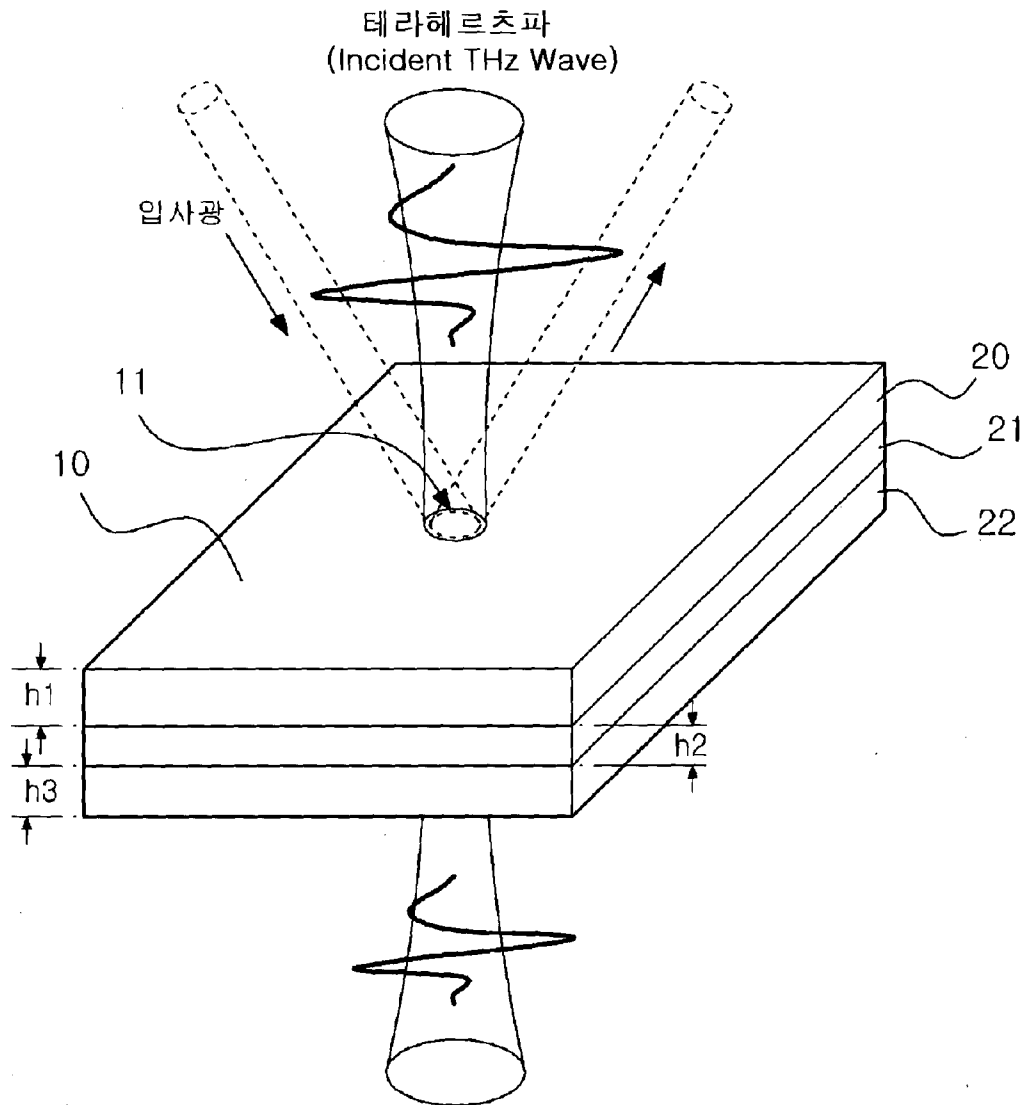
청구범위

- [청구항 1] (a) (i) 반도체 기판 및 (ii) 상기 반도체 기판 위에 형성된 유기물질층을 포함하는 테라헤르츠 변조층 및
(b) 테라헤르츠파 영역을 포함하는 제1 입사파를 상기 테라헤르츠 변조층에 수직으로 입사하도록 조사하는 제1 입사파 조사 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 테라헤르츠파 변조장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 유기물질층은 프탈로시아닌 구리(Copper phthalocyanine), 안트라센(anthracene), 테트라센(tetracene), 펜타센(pentacene), 페릴렌테트라카르복실 다이아하이드라이드(PTCDA, 3,4,9,10-perylenetetracarboxylic dianhydride), 씨60(C60), 알루미늄 트리퀸올레이트(Alq3, aluminum-tris-quinolate), 및 루브렌(rubrene) 중에서 선택된 유기물질의 층인 것을 특징으로 하는 테라헤르츠파 변조장치.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 유기물질층의 적어도 일부분은 베타상의 결정질인 것을 특징으로 하는 테라헤르츠파 변조장치.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
상기 유기물질층은 100-500 °C에서 열증착 방식으로 증착된 것을 특징으로 하는 테라헤르츠파 변조장치.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 테라헤르츠 변조층은 (iii) 상기 유기물질층 위에 석영, 사파이어, 및 피엠엠에이(PMMA) 중에서 선택된 물질로 구성된 투명층을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 테라헤르츠파 변조장치.
- [청구항 6] 제 5 항에 있어서,
상기 테라헤르츠 변조장치는 (c) 상기 테라헤르츠 변조층에 조절된 각도로 펄스광 또는 입사광인 제2 입사파를 입사하도록 조사하는 제2 입사파 조사 수단을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 테라헤르츠파 변조장치.
- [청구항 7] 제 6 항에 있어서,
상기 제2 입사파는 펄스광인 것을 특징으로 하는 테라헤르츠파 변조장치.
- [청구항 8] 제 1 항에 있어서,
상기 유기물질층에는 일정한 패턴을 가지는 복수 개의 구멍들의 배열을 포함하고, 상기 구멍은 상기 유기물질층을 관통하는 것을 특징으로 하는 테라헤르츠파 변조장치.

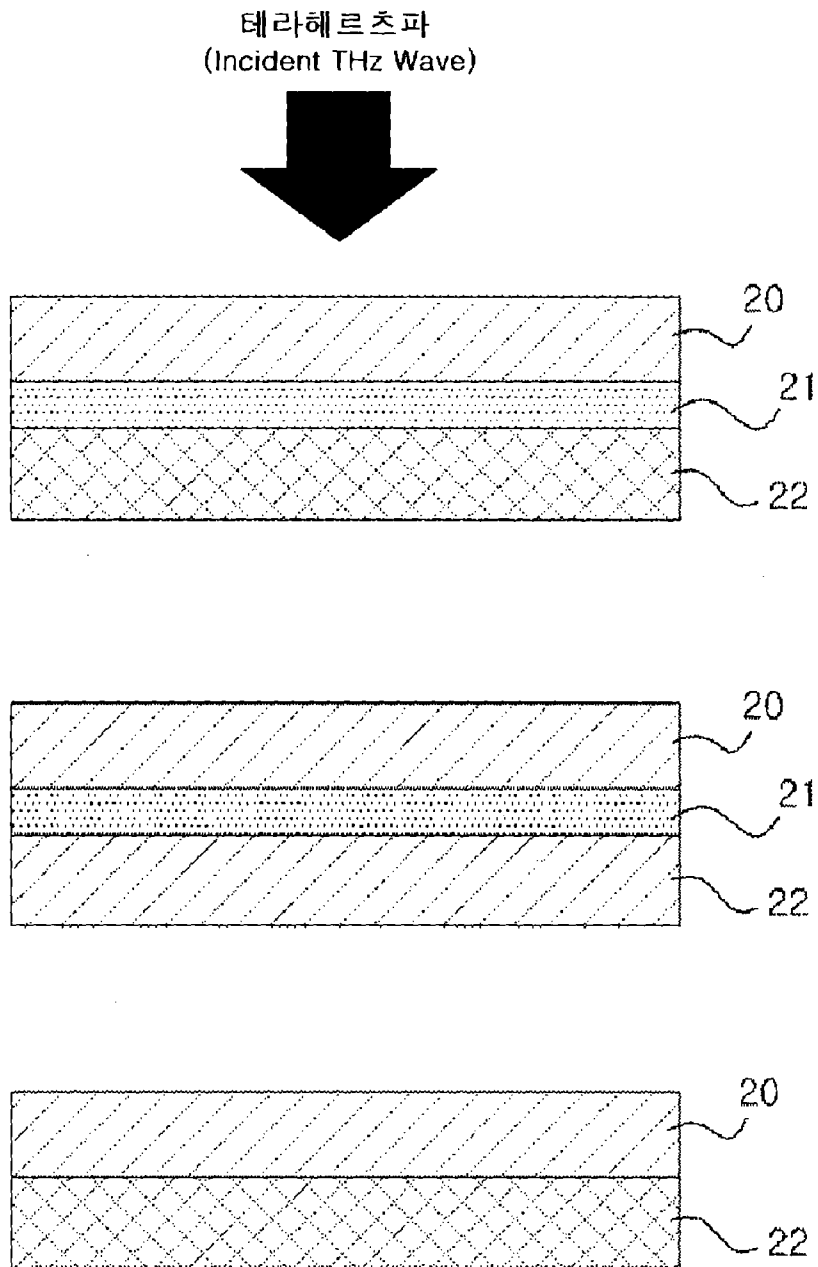
[청구항 9]

제 6 항 또는 제 7 항에 따른 테라헤르츠파 변조장치를 포함하고,
상기 제2 입사파의 조사 여부를 결정하는 제2 입사파 조사 조절
수단을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 테라헤르츠파 스위칭
소자.

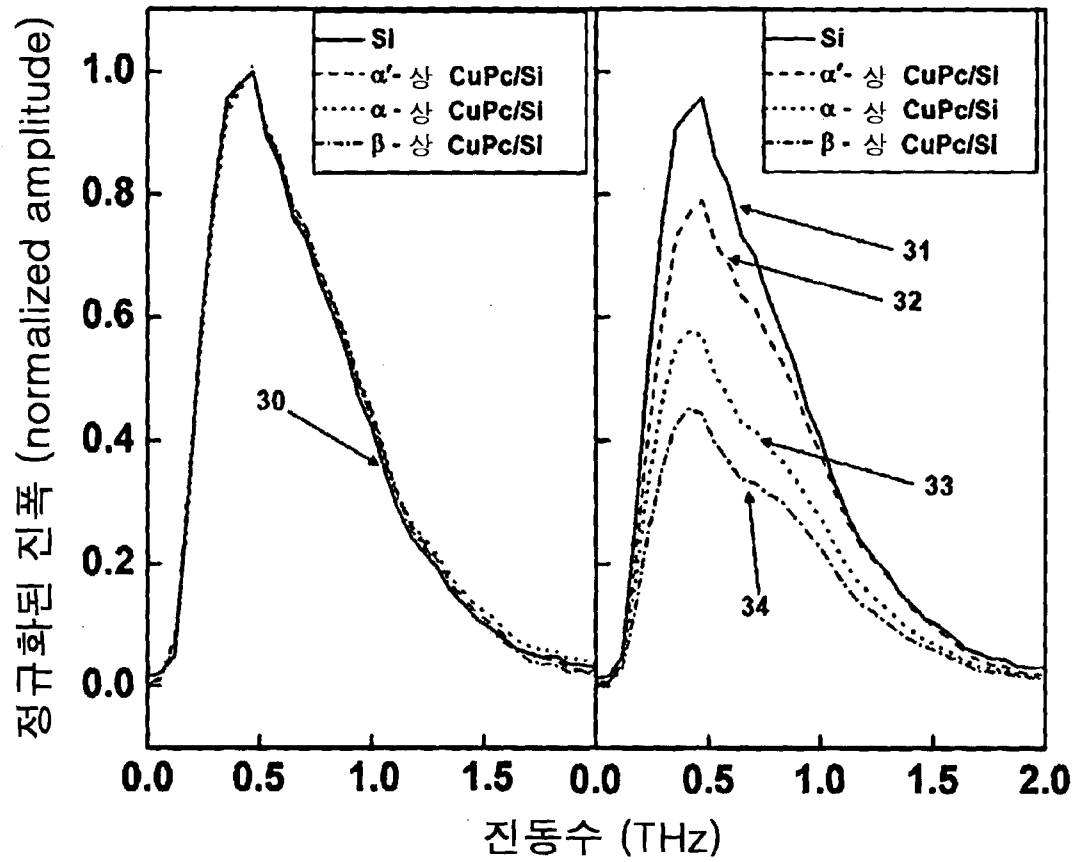
[Fig. 1]



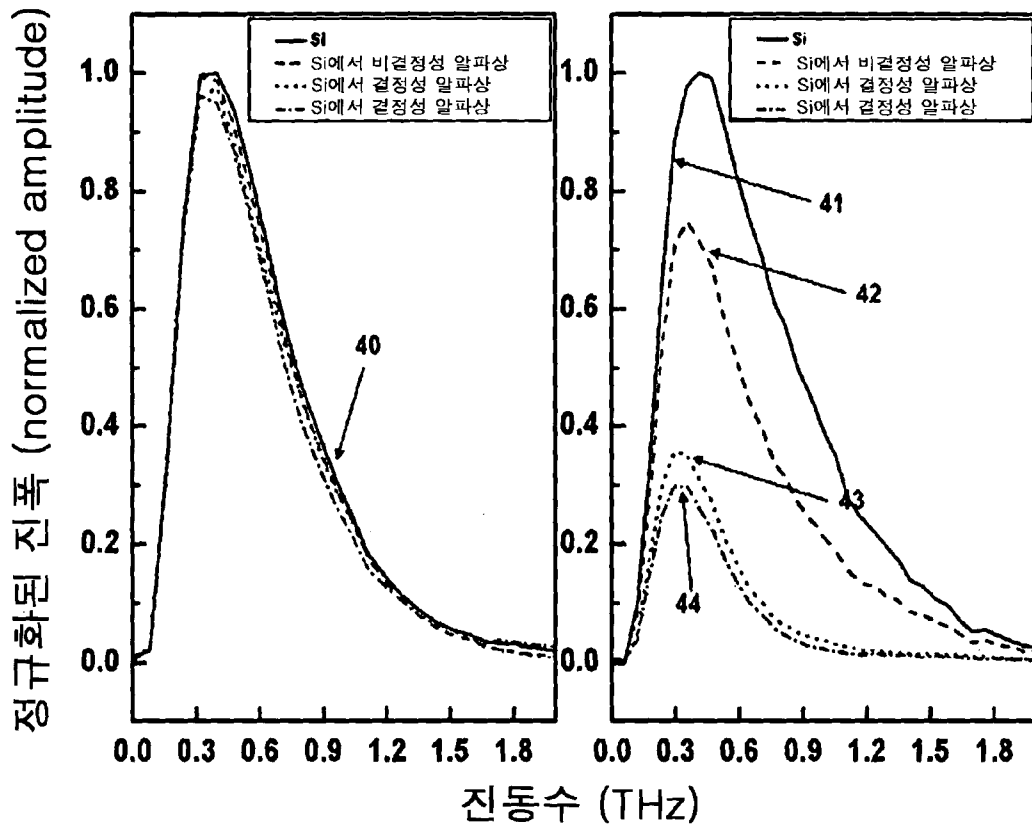
[Fig. 2]



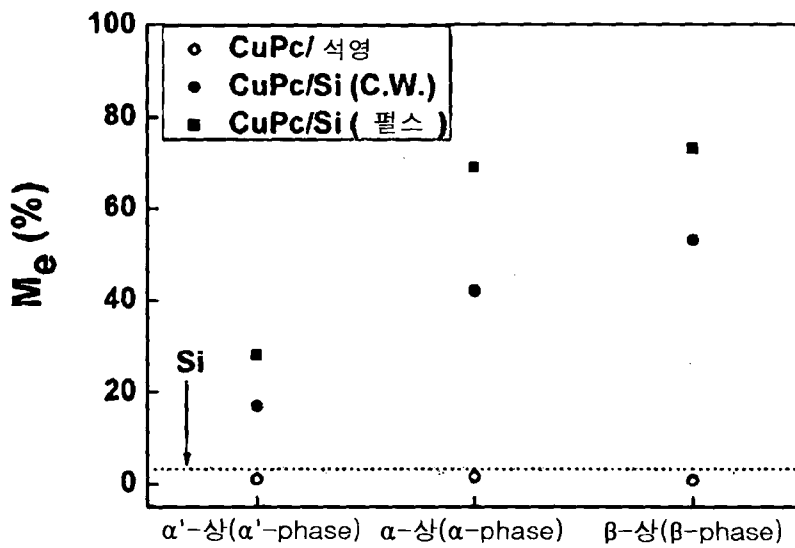
[Fig. 3]



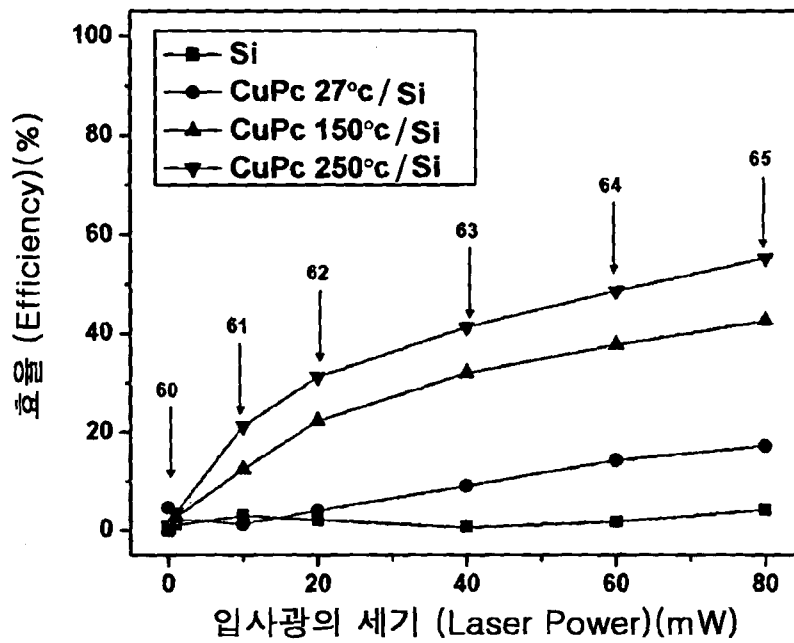
[Fig. 4]



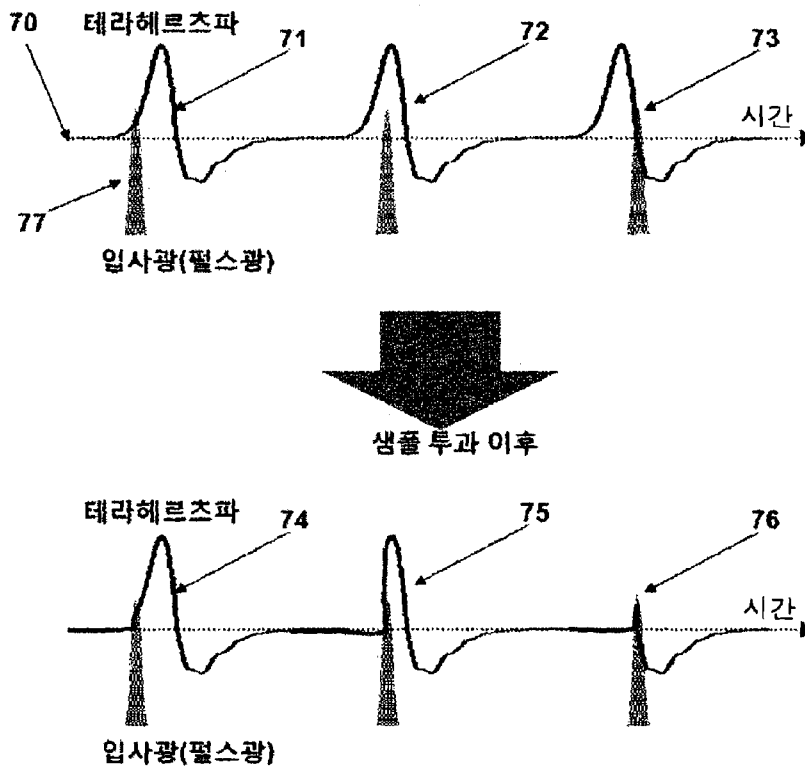
[Fig. 5]



[Fig. 6]

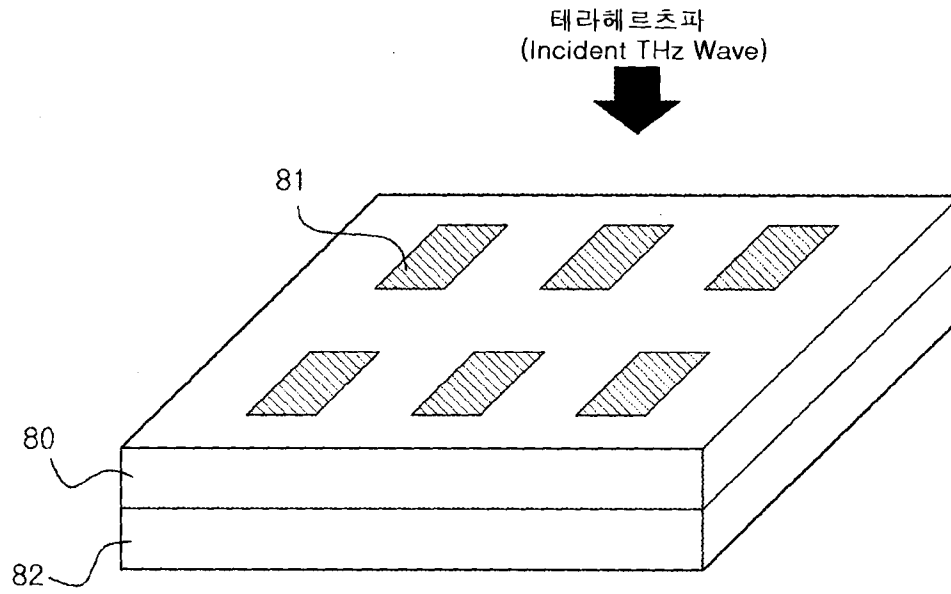


[Fig. 7]



6/6

[Fig. 8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2011/009551**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01L 51/00(2006.01)i, H01L 51/40(2006.01)i, G02F 2/00(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L 51/00; H01S 1/02; G02F 1/01; G02F 1/35

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords : terahertz wave, modulation, semiconductor substrate, organic material layer, optical modulator

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-333192 A (HITACHI LTD) 18 December 1998 See abstract, figures 3,4, pages 3-4	1-9
A	JP 2009-282073 A (TOHOKU UNIV) 03 December 2009 See abstract, figures 1,3,5, pages 3-4	1-9
A	JP 2007-300022 A (MATERIAL DESIGN FACTORY:KK et al.) 15 November 2007 See abstract, figures 1-5, claims 1,4	1-9
A	WO 2010-006611 A1 (DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET et al.) 21 January 2010 See claims 1,8, figures 2,11	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 JULY 2012 (13.07.2012)

Date of mailing of the international search report

16 JULY 2012 (16.07.2012)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2011/009551

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 10-333192 A	18.12.1998	EP 0881519 A2 EP 0881519 A3 JP 02-860094 B2 JP 2017-860094 B US 06124964A A	02.12.1998 17.11.1999 04.12.1998 24.02.1999 26.09.2000
JP 2009-282073 A	03.12.2009	NONE	
JP 2007-300022 A	15.11.2007	NONE	
WO 2010-006611 A1	21.01.2010	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) <i>H01L 51/00(2006.01)i, H01L 51/40(2006.01)i, G02F 2/00(2006.01)i</i>		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H01L 51/00; H01S 1/02; G02F 1/01; G02F 1/35 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 테라헤르츠파, 변조, 반도체 기판, 유기물질층, 광변조기		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	JP 10-333192 A (HITACHI LTD) 1998.12.18 see 요약, 도면3,4, 페이지 3-4	1-9
A	JP 2009-282073 A (TOHOKU UNIV) 2009.12.03 see 요약, 청구항1,3,5, 페이지 3-4	1-9
A	JP 2007-300022 A (MATERIAL DESIGN FACTORY:KK 외 1명) 2007.11.15 see 요약, 도면 1-5, 청구항 1,4	1-9
A	WO 2010-006611 A1 (DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET 외 1명) 2010.01.21 see 청구항 1, 8, 도면 2,11	1-9
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2012년 07월 13일 (13.07.2012)		국제조사보고서 발송일 2012년 07월 16일 (16.07.2012)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 82-42-472-7140		심사관 김주승 전화번호 82-42-481-8576

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 10-333192 A	1998. 12. 18	EP 0881519 A2 EP 0881519 A3 JP 02-860094 B2 JP 2017-860094 B US 06124964A A	1998. 12. 02 1999. 11. 17 1998. 12. 04 1999. 02. 24 2000. 09. 26
JP 2009-282073 A	2009. 12. 03	없음	
JP 2007-300022 A	2007. 11. 15	없음	
WO 2010-006611 A1	2010. 01. 21	없음	