

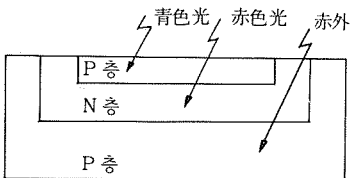
半導體 컬러센서를 이용한 応用回路 外

日本 半導體 컬러 센서 PD-150, PD-151 (赤外 카드 필터 内藏) 은 素子自身的 光學的 필터 特性을 積極的으로 利用하여 光의 波長을 認識하는 새로운 센서 이다. 本素子는 光의 波長에 대하여 感度가 다른 두가지의 포토 다이오드 (PD1 : 短波長感度大, PD2 : 長波長感度大) 를 하나의 칩에 構成한 素子로서 各己 포토다이오드의 光電流를 信號處理할 수 있으며 光의 波長에 對應하는 電氣出力을 얻을 수 있다.

1. 動作 原理

半導體 컬러 센서 PD-150은 하나의 基板가운데 두가지의 Pn接合(포트다이오드)를 縱形에 組立한 素子로서 同時에 실리콘의 두께面을 光學 필터로서 利用한 것이다.

圖 1. 光의 波長과 吸收의 관계



그 가운데 圖 1에 表示한 것을 보면 短波長의 光은 실리콘의 表面 가까이에서 吸收되며 長波長의 光은 깊은 部分에 吸收되기 때문에 얇은 곳에 Pn接合에 의한 포토다이오드 PD1은 短波長 感度가 커지며 깊은 곳의 Pn接合에 의한 포토다이오드 PD2는 長波長 感度가 커지게 된

다. 이 特性을 圖 2에 表示한다.

이 分光感度 特性보다 光의 波長에 對應한 信號(컬러信號)를 發生하는 信號處理方法으로서 上記의 포토다이오드의 短絡電流의 比를 取하는 방식이 쓰여지고 있음에 따라 圖 2에 의한

圖 2. 分光감도특성

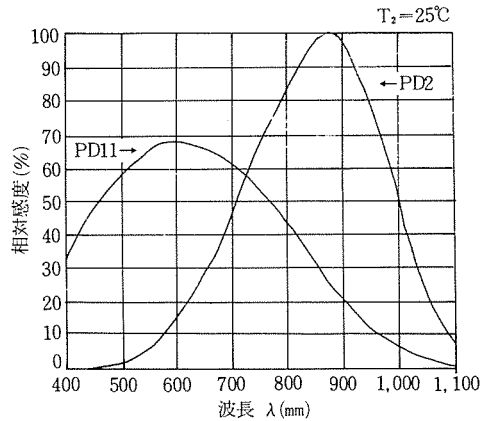
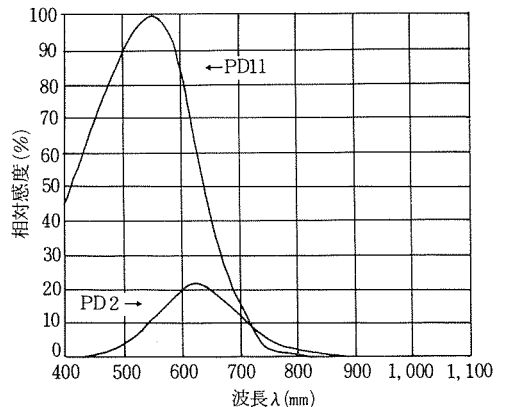


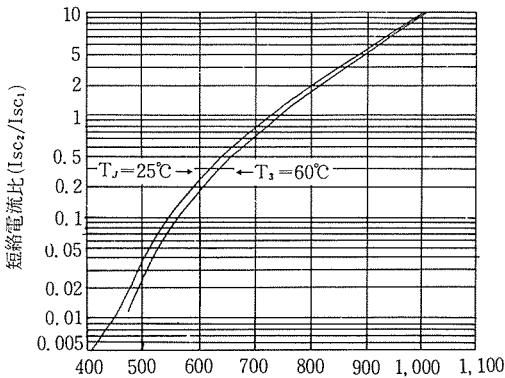
圖 3. 分光감도특성 (PD-151)



短絡電流比 (I_{sc2} / I_{sc1})와 入射光의 波長 (λ)의 關係를 求한다면 圖4와 같이 된다. 이 그림으로 부터 分明한 것은 하나의 波長에 대하여 短絡電流比는 1對1로 對應함에따라 光의 色(波長)을 읽을수 있도록 보여준다. 이와같이 PD-150에 의한 靑色光으로 부터 赤外放射 까지의 各 波長의 檢出이 可能하게 된다.

또한 人間的 눈은 700nm 까지의 긴 波長에 感度를 가지기 때문에 컬러信號를 읽을수 있는 것 보다 比視感度에 가깝게 할 것을 目的으로 PD-150에 赤外카드 필터를 內藏한 것이 PD-151이다. 이 分光感度特性을 圖3에 表示한다.

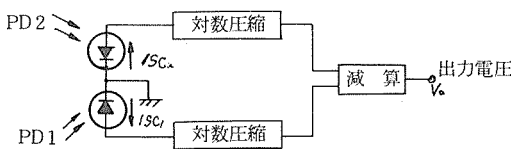
波長 λ (nm)



2. 使用方法 (信號處理 回路例)

半導體 컬러 센서를 쓴 波長檢出器의 信號處理 回路例의 블록圖를 圖5에 表示한다. 두가지 의 포트다이오드에 의하여 얻어진 短絡電流 I_{sc1} , I_{sc2} 는 各各 對數壓縮되어 後 減算回路에

圖5. 信號處理回路例의 블록圖



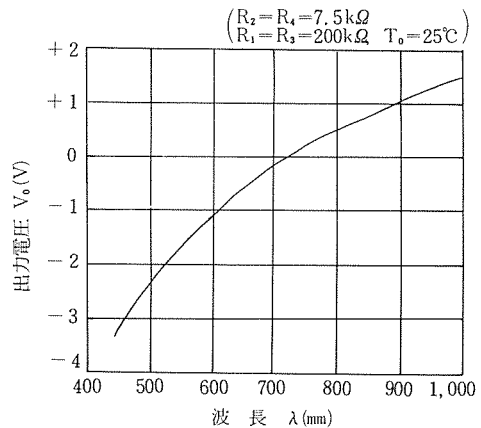
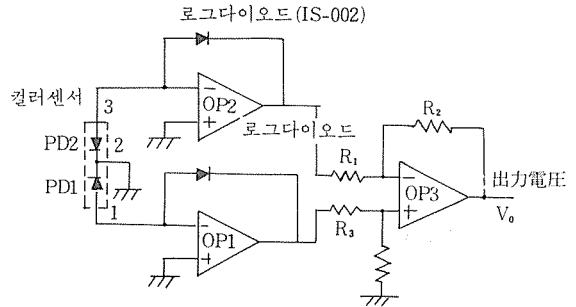
의해 減算되어진 出力電壓 V_o 가 얻어 진다. 그러므로 다음 式이 成立된다.

$$V_o \propto \log I_{sc2} - \log I_{sc1} = \log (I_{sc2} / I_{sc1})$$

圖2 및 圖3에서 表示된 分光感度 特性 으로 부터 밝혀진 것과 같이 入射光의 強度가 變化되 기 때문에 I_{sc2} / I_{sc1} 의 값은 一定하게 되기 때

문에 上式의 關係로 부터 出力電壓 V_o 는 變化 가 없다. 信號處理回路의 具體例를 圖6에, 이 信號處理回路에 의한 出力電壓 V_o 와 入射光의 波長과의 關係의 代表의 例를 圖7에 表示한다.

圖6. 信號處理回路具體例



3. 應用

半導體 컬러 센서의 活用に 있어서 다음과 같은 例가 생각된다.

① 光源의 色溫度 및 波長의 測定 (圖8 參照)

光源으로 부터의 빛을 半導體 컬러 센서에 直接 入射되어 光源의 色溫도와 波長의 測定 및 制御를 行한다.

圖8. 光源의 色溫度 및 波長의 測定



② 被測定物의 色의 測定 (透過式) (圖9 參照)

被測定物에 透過된 光을 半導體 컬러 센서에 入射된 被測定物의 色을 測定한다.

③ 被測定物의 色의 測定 (反射式) (圖10 參照)

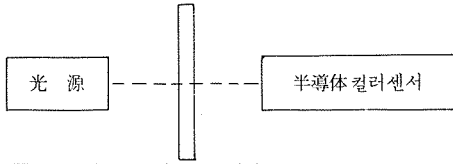


圖9. 透過式測定(被測定物の色)

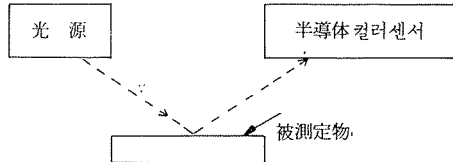


圖10. 反射式測定(被測定物の色)

被測定物에 의하여 反射된 光을 半導體 컬러센서에 入射된 被測定物의 色을 測定한다.
(샤-프電子 部品 事業本部 資料提供)

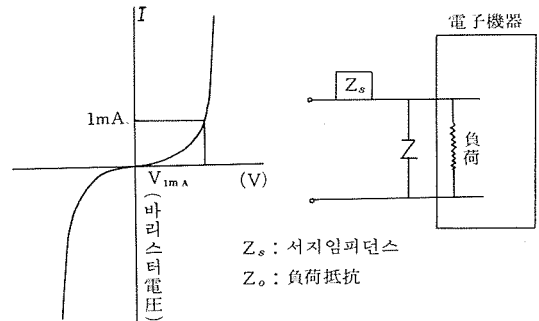
複合機能素子 MFC (MULTI)

近年 多樣化되고 있는 電子機器에서 異狀障害, 誤動作, 機能의 停止, 劣化, 破損 등이 急激한 問題로 되고 있다. 이러한 原因이 되고 있는 샤시, 노이즈의 傳播를 防止할 目的으로 MFC (Multi Functional Ceramics)가 開發되었다.

MFC는 바리스타라고 하는 機能에서 볼때 큰 靜電容量을 가지기 때문이며 ns오-더의 펄스

로 對應 할 수 있다. 또한 SrTiO₃系의 材料를 쓰는 것도 있어 큰 샤시耐量을 갖기 위하여 샤시吸收能力이 커지며 또한 同時に 自己 復歸機能을 가진 콘덴서에 있어서 機能을 검하는 것도 있다. 바리스타는 一般의으로 샤시吸收를 目的으로 하여 開發되었다. 바리스타는 電壓-電流 特性의 非線形 性能을 利用하여 노이즈를 吸收할 機能을 가진 素子이다. 바리스타는 바리스타 電壓이상(圖1 參照)의 샤시가 들어가는 경우에는 바리스타의 抵抗値가 急激히 低下되어 負荷側의 임피던스 보다 적게되어 샤-시가 가진 에너지를 低下시킨다. 바리스타는 샤-시 에너지를 減少하는 것이 可能하여 그 機能에 있어서 電流는 바리스타에 크게 흘러가는 電壓은 이 샤-시의

MFC의 特性, 特徵



Z_s: 서지임피던스
Z_o: 負荷抵抗

表1 MFC의 規格參考值

(a) MFC14φ

製 品 名	最 高 許 容 電 壓 AC	DC	靜電容量 參考值(pF)	V ₁₀ /V ₁	서 지 耐 量
MFC-14D-241M	110	150	13,000	1.25以下	5.0J
MFC-14D-281M	125	170	12,000	"	5.0J
MFC-14D-331K	180	250	10,000	"	5.0J
MFC-14D-421K	220	310	9,000	"	5.0J

(b) MFC8φ

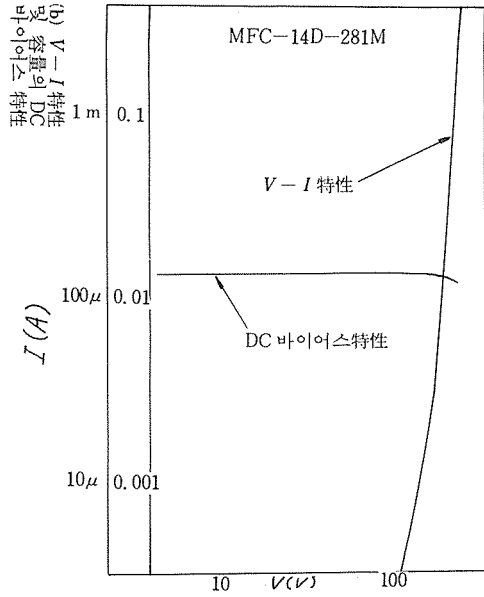
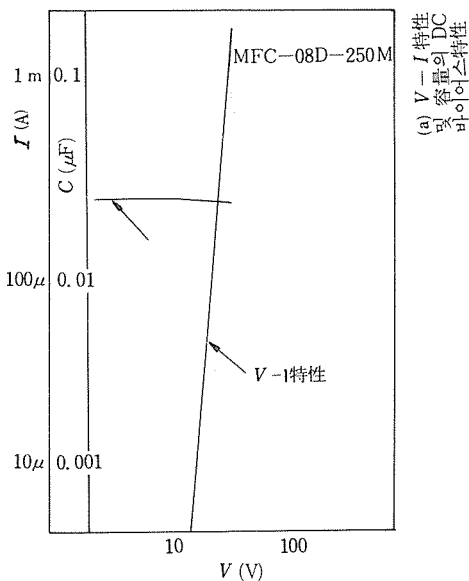
MFC-08D-600M	28	42	14,000	1.25以下	3.0J
MFC-08D-500M	25	35	15,000	"	3.0J
MFC-08D-400M	20	28	17,000	"	3.0J
MFC-08D-300M	14	20	20,000	"	3.0J
MFC-08D-250M	10	16	26,000	"	3.0J

(註) 其他用途에 따른 形狀定格의 變化도 可能.

流入系路에 인덕턴스 성분등의 샤시임피던스 (예를들면 電子機器의 電源線에는 100Ω前後) 가 없는 機器에 並列로 使用하는 方式에는 電壓 吸收의 効果는 期待할 수 없다. 또한 바리스타에는 확실히 α 值 (非直線抵抗係數) 가 커지는 것도 있으나 抵抗變化의 應答時間이 늦어 저서 瞬間的인 電壓노이스는 負荷側에 印加된다.

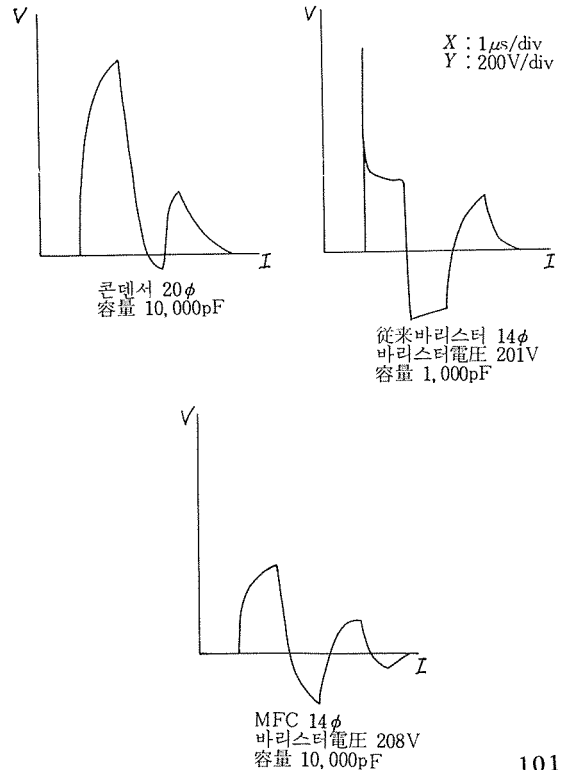
이 瞬間的인 電壓노이스를 위한 對策으로 콘덴서의 過渡現象을 利用하여 콘덴서를 並列에 付加시키는 것에 의하여 瞬間的인 샤시波波形을 發生하는 것이 可能하다. 最近 바리스타와 콘덴서를 並列로 使用하는 對策이 많아 짐에 따라 이러한 複合部品도 상당히 늘고있다. 그러나 小形化 코스트 다운의 點에서 難點이 있다. 이러한 背景에서 콘덴서와 바리스타의 複合素子로서 開發되는 高容量性 바리스타(MFC)가 있다. 表 1에 MFC의 規格 參考值를 表示하면 다음과 같다.

表 1에 나타난 바와 같이 MFC는 SrTiO₃ 세라믹스를 기초로 한 높은 꾸밈의 比誘電率을 가진 高容量의 콘덴서 機能과 바리스타 機能을 가진 小形複合機能素子로 되어 있다. 圖 2에 MFC의 I-V 特性 및 DC-Cap 特性의 하나의 예를 나타낸다. 前述한 容量에 의한 瞬間的인 電壓노이스 吸收效果를 理解하기 위하여 극히 短



時間的 高電壓 샤시가 E_{pod} 되는 경우의 콘덴서, 바리스타 및 MFC의 應答모델이 調査되었다. 圖 3은 노이스뮤레터를 使用하여 1,000V로부터 일어나 1ns의 矩形 펄스를 負荷抵抗 50Ω

圖 3. 100 V, 펄스幅 1 μs의 矩形波 펄스印加



의 兩端에 콘덴서, 徒來品 바리스타 MFC를 接續하여 觀測한 波形이다. 콘덴서가 일어나 생기는 것은 $1\mu s$ 가까이 에는 $1,000V$ 에 達한다. 從來 바리스타는 일어나는 것이 $1,000V$ 에서 그대로 됨에 따라 뒤에는 I-V特性에 의해 吸收된다. MFC는 일어 나기도 하며 다시 I-V 特性에 의하여 吸收 된다. 即 高電壓에도 MFC 容量效果는 나타나고 일어 나는 것이 速한 펄스에는 容量이 얻어 질 것이라는 說明이다.

1. 誘導雷, 落雷에 對한 MFC의 效果

從來 바리스타는 誘導雷 등의 保護素子로서 알려졌다. MFC도 바리스타로 되어 있는 以上 어느정도 서지耐量을 감안하지 않으면 안된다. 거기에는 MFC 281K를 使用하며 JEC-212에 規定되고 있다. $8 \times 20\mu s$ 의 衝激電流 試驗을 行하였다. 圖 4는 衝擊電流波形과 試驗後의 바리스

타 電壓 V_{cmA} 值의 變化率을 나타 낸 것이다. 試驗條件은 30秒 間隔으로 計 2回 印加한다. 圖 4에 의하여 밝혀진 것과 같이 이 素子는 $1,000 A/cm^2$ 의 높은 電流를 흘려 보내는 것이 可能하다. 페로프스가이드形 바리스타에 있어서는 12ϕ , 肉厚 $1mm$ 의 形狀에서 $1000A/cm^2$ 이상의 값은 相當히 서-지 電流耐量이 높다는 것을 생각하여야 한다.

2. MFC의 콘덴서에 있어서의 바이패스 作用

圖 2의 DC 바이어스 特性을 보면 MFC는 바리스타 電壓以下의 即 通常使用狀態에서는 콘덴서가 作動하고 圖 5에 一例를 보면 MFC08D300M과 콘덴서의 周波數 特性을 보여 준다. 콘덴서와 거이 같은 모양의 感쇄特性을 보면 바리스타는 바리스타 電壓以上의 서-지에 따라 動作하므로 MFC의 容量에 의한 바이패스 效果는

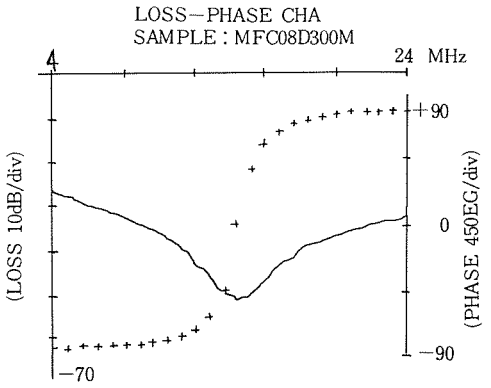
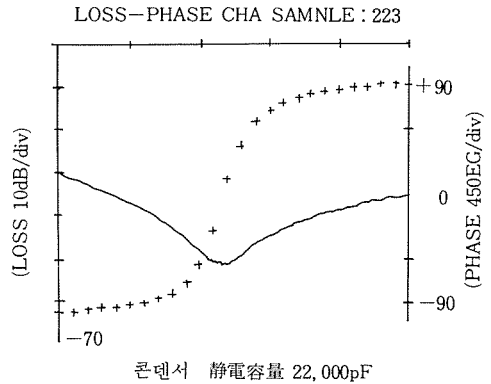
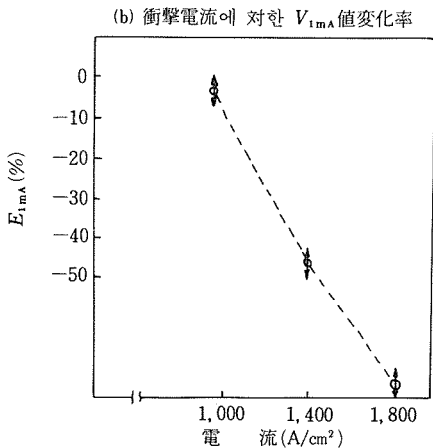
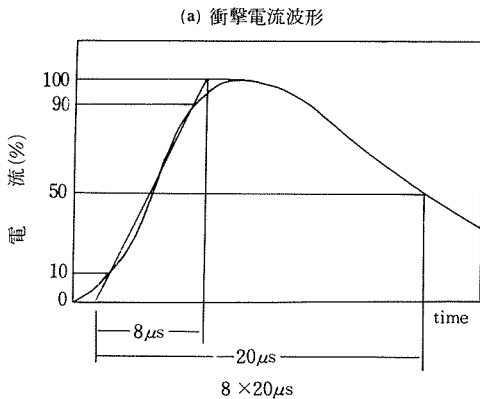


圖 4

圖 5

바리스터 電壓에 關係없이 效果가 얻어진다. 이 경우 容量이 커지면 낮은 周波數로 부터 動作 된다.

MFC의 信賴性

MFC는 電子機器의 서-지와 노이즈에 대한 保護素子로 되어 있기 때문에 그 基本性能에 있어서도 높은 信賴性을 要求한다. 이를 위하여 MFC는 使用中에 일어날 可能性도 있다. 電氣的 機械的 耐候的인 條件을 想定하면 信賴性 試驗을 일으키지 않고 信賴性의 向上에 努力하여야 한다.

또한 現在 美國安全規格 (U.L) 등에도 申請 中에 있다. 例를들면 圖6에 MFC/4D281K의 高溫負荷試驗 및 濕中負荷試驗의 그래프를 나타 내었다.

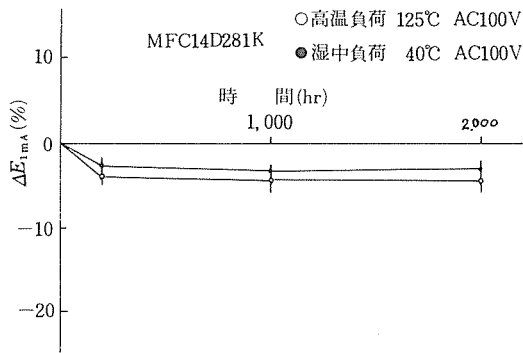


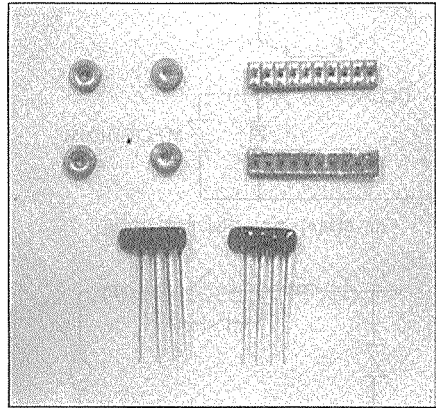
圖 6.

MFC 應用 部品

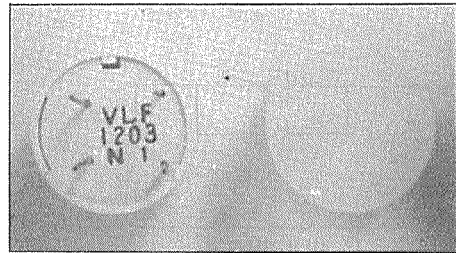
寫眞 1 上은 自動車電裝品, 콘넥터 등에 使用되는 裸円盤貫通形 타입이다.

上은 電算機, 周邊機器등에 使用하는 콘넥터 裝着用타입, 中下는 패스라인용 싱클인라인 타입이다. 寫眞 2. 寫眞 3은 인펄스노이즈 吸收效果를 주는 TV用 라인필터, 電算機, 事務機用 노이즈 필터로 되어 있다. 今後 유-서의 더욱 커지는 要求에 따른 MFC의 應用化와 現狀 以上의 高性能化, 小形化가 進行되는 것도 생각 하여야 한다. 또한 이러한 部品이 널리 理解되면 電子機器에 普及하는 것을 생각하는 것이 다

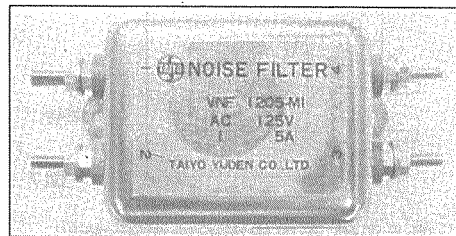
寫眞 1.



寫眞 2.

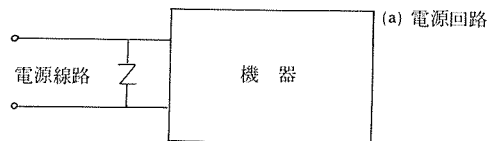


寫眞 3.

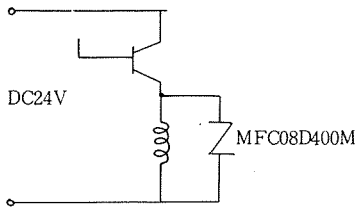


음 課題이다.

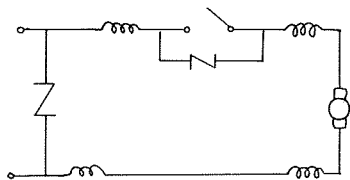
最後의 使用例 가운데 一部를 圖7에 나타낸다.



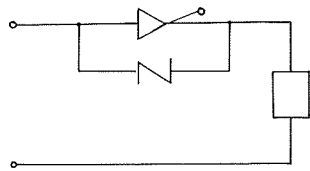
AC100V : MFC14D2 41M
AC200V : MFC14D421K



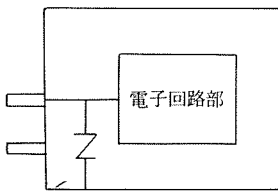
(b) 릴레이 코일 등의 開閉서-지



(c) 接点保護



(d) 半導体保護



(e) 静電氣対策

圖 7

光半導體 新機能素子の 最近 動向

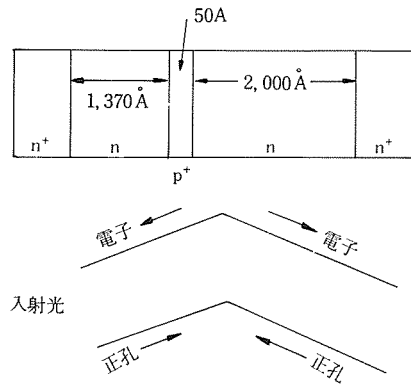
光半導體素子の 發展過程에 있어서 發光다이오드, 半導體레이저의 研究가 서서히 높아지고 있다. 低損失光화이버의 出現에 따라 常溫에서 連續發振의 半導體레이저와 高速光檢出 半導體素子の 實現이 強한 바람이다. $1\mu\text{m}$ 帶의 光檢出 半導體素子を 除外하고 現在 光通信에 要求되는 特性을 어느 程度 滿足할 結果가 얻어진다. 그러나 화이버라고 불리워지는 傳送線을 얻는 光의 領域에서는 通信 뿐만이 아니다. 光은 매우 많은 分野에 利用되어질 可能性을 가진다. 光檢出素子は 受信素子임에 反하여 半導體 레이저는 發信素子이다. 光에 의한 情報傳送 以外에 光에 의한 情報處理에는 上記素子 以外의 機能을

가진 半導體素子の 出現이 바람직 하다. 本稿에서는 먼저 檢出素子和 레이저에 對하여는 새로운 方法이 강구되어 特性이 改善된 新素子を 여기에서는 새로운 機能을 가진 增幅動作, 雙安定動作을 보여준 新素子を 紹介하며 最近의 動向을 解説한다.

새로운 高速光檢出素子

圖 1에 나타난 바와같이 그 에너지-帶 變化가 三角形을 이루는 三角障壁다이오드(TRIANGULAR BARRIER PHOTODIODE)가 報告되었다. 이 素子の 不純物 分布가 $n\text{-}p^+\text{-}n$ 로 되

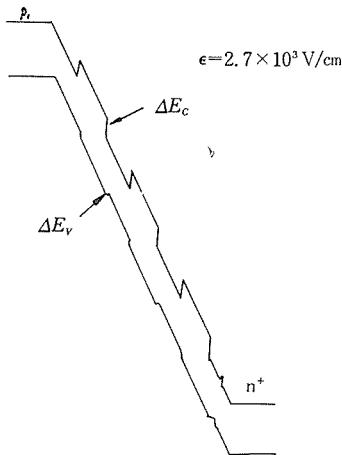
圖 1. 三角障壁光다이오드



어 있음에 따라 一見 바이폴라트랜지스터로 생각되기도 한다. 그러나 이것은 n 形 光導電光檢出膜中에 P^+ 層을 挾入하는 方法을 考慮하지 않으면 안된다. 그 結果 $n\text{-}P^+\text{-}n$ 層 全域이 空乏層이 됨에 따라 三角形의 電位分布를 얻는 것이 된다. 左側으로 부터 入射光이 들어가는 경우 그 光은 空乏層에 吸收되며 電子·正孔對를 發生하는 電子는 三角電位에 의하여 空乏層外에 正孔은 三角電位の 頂點에 막혀진다. 그결과 三角電位の 頂部가 낮아지게 되며 左側 n^+ 層으로부터 數많은 電子가 右側 n^+ 層에 到達하여 入射光에 따른 電流를 얻게 된다. 이와같이 그 動作은 小數캐리아에 의한 것이 되며 多數 캐리아에 따른다. 이 $n\text{-}p\text{-}n$ 는 대단히 얇은 層이기 때문에 缺陷이 적지 않은 結晶으로 構成되는 率이 높다. 그 結果 $30\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 라는 낮은 暗電流를 얻

는다. 바이어스 電壓 2V에서 入射光 $15\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 에서 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 電流까지는 光子 1個에 對하여 얻어지는 電子의 數를 表示하는 光利得의 값은 5000이라는 結果를 얻는다. 이와같이 이 素子의 特徵이라는 것은 少數의 正孔에 의한 電位變化에서 多數의 電子數 變化를 얻는 高利得이 된다. 低雜音 어바란스포토다이오드를 얻기 위하여는 材料의 電子 正孔의 이온率의 比 $x = \alpha/\beta$ 이 클것이 要求된다. 그러나 화이버通信의 領域에 쓰여지는 III-V族 化合物 및 混晶半導體에는 거이 1에 가까운 값이 된다. 이것에 대하여 p-i-n다이오드의 i領域에 超格子를 쓰는 素子が 提案된다는 그 實驗結果가 報告된다. 이 素子를 超格子 어바란스포토다이오드(SUPER-LATTICE AVALANCHE PHOTODIODE)라고 呼稱한다. i領域은 $\text{Al}_{0.45}\text{Ga}_{0.55}\text{As}$ (550Å)와 GaAs (450Å)를 50層의 무거운 超格子이다. 이 超格子의 傳導帶에 있어서 에너지 差는 價電子帶의 그것보다 크다. 이러한 超格子는 高電界 ($2.1 \sim 2.7 \times 10^5 \text{V}/\text{cm}$)를 주는 때의 에너지一帶의 樣子를 圖 2에 表示한다. AlGaAs 의 傳導帶에 있는 電子는 加速됨에 따라 GaAs 에 가깝고 傳導帶에너지가 急激히 떨어짐에 따라 電子는 에너지를 얻고 이온化가 強하여 진다. 이 이온化率은 GaAs 內에는 이 떨어지는 에너지에 對應하여 指數가 增加된다.

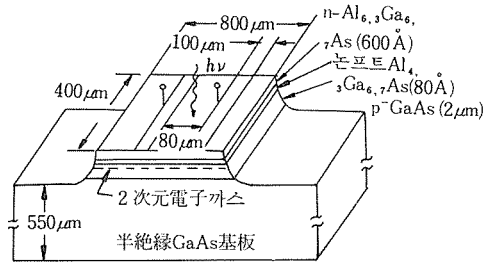
圖 2. 電壓印加時의 超格子 어바란스포토다이오드의 超格子部의 에너지一帶變化



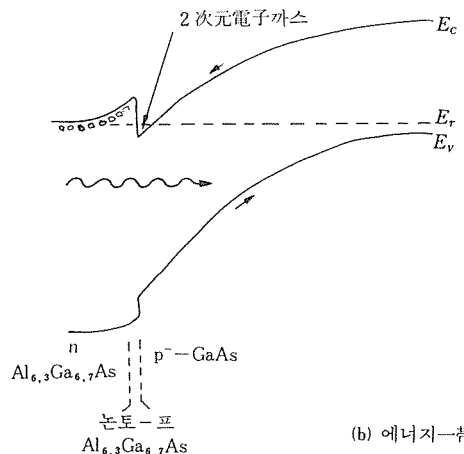
GaAs 內에서의 電位降下는 1V로 되어 있어 GaAs 로 부터 Al-GaAs 로의 障壁은 0.6eV로 되어 있기 때문에 GaAs 內의 電子는 이 障壁을 넘어서 AlGaAs 內에 들어간다. 그러나 運動 에너지가 적어 짐에 따라 거기에 의한 이온化率도 적게 된다. 全體의 이온化率은 $a(a\text{GaAs}L\text{GaAs} + a\text{AlGaAs}L\text{AlGaAs}) / (L\text{GaAs} + L\text{AlGaAs})$ 로써 생긴다. 특히 $L\text{GaAs} = L\text{AlGaAs} \equiv L$, $a\text{AlGaAs} \sim 0$ 을 假定하였을 때 $a = a\text{GaAs}/2$ 가 된다.

이미 GaAs 內의 電子 이온化率이 倍以上으로 된다면 a 는 GaAs 백크內의 이온化率보다도 커지게 된다. 이것에 對하여 價電子帶 에너지 變化는 남게 되어 ($\sim 0.08\text{eV}$), 正孔의 이온化率은 여전히 變化가 없다. 實驗에는 實効의인 x 로 되어 約 10의 값을 얻게 된다.

變調 도핑 (Modulation Doping)을 써서 바이어스 電壓이 不必要하게 되며 高速의 光



(a) 断面圖



(b) 에너지一帶

檢出素子が開發된다. 이素子の斷面圖를圖3(a)에 에너지帶構造圖를(b)에 표시한다. 入力光이圖(a)의上面(圖(b)에는左側)으로부터入射되어P-GaAs에吸收되어電子·正孔對를發生한다. 그部分에생기는電位勾配에 의해電子는變調도-핑에 의한溝에 떨어져正孔은半絶緣性GaAs에行하며 그電位를높인다. 圖(a)에보인短冊狀의電極의 한편을半絶緣基板의 안쪽의電極에 때리면 이것에 따라短冊電極間에電位差가 생겨溝에 남는電子를外部에 끄집어 낼 수 있다. 이檢出素子の特徵은 ① 바이어스電壓을必要로 하지 않는다. ② 暗電流가 없으며雜音이 적다. ③ 受光面이 $3.2 \times 10^{-3} \text{cm}^2$ 로서 넓다. ④ 2次元 電子의 高移動度를 利用할 수 있기 때문에 等價的인 CR 時定數가 적어져 高速이 된다. 從來의 어바란스포토다이오드가 100PS -i-n 다이오드가 50 PS로 되어 있는 것에 對하여 本 檢出素子は 30PS 라는 實驗結果를 얻게 된다. 다만 感度는 0.04V/W로 된다.

高出力半導體 레이저

하나의 스트라이프로 부터 얻어진 出力은 지금까지는 被壞限界的 테스트로 390mW로 된다. 高出力用에 있어서 製作되는 것은 通常 55mW로 된다. 이에 대하여 最近 活性層에 量子#戶構造를 써서 10本 스트라이프로 부터 빛을 光導波에 結合하여 位相結合, 모-드 安定을 行하여 綜合的으로 410mW의 出力이 얻어진 半導體레이저가 開發된다.

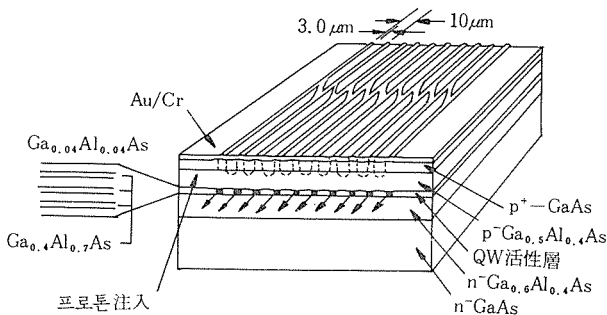


圖4. 結合多重스트라이프量子井戶注入레이저

이것을 結合多重 스트라이프 量子#戶 注入레이저 [COUPLED MULTIPLE STRIPE (CMS) QUANTUM WELL INJECTION LASER]라 稱한다. 그 構造斷面을 圖4에 表示한다.

活性層은 130Å 두께의 Ga0.94Al0.06As이 4層 40Å 두께의 Ga0.8Al0.2As가 三層, 交互에 併行된 量子#戶로 부터 된다. 圖에 表示된 바에 의해 프로톤 注入에 따라 10體의 스트라이프가 만들어 지며 各스트라이프狀 電極은 中間部에 接續된다. 常溫, 連續發振의 문턱 電流 (日本에서 시기이值 電流를 우리나라에서는 適當한 말이 없어 문턱 電流로 表記함)는 1.2~1.3KA/cm²로서 最大出力으로 410mW를 얻는다. 300mW까지는 安定된 姿態로 發振해 驅動 電流에 比例한 出力이 얻어 진다. 꼭 스테이핑 그스로서 開口數가 0.3, 直徑이 100μm의 光화이버, 5m의 出口端에 約 150mW의 光電力을 얻는다. 發振된 電流에 대한 溫度依存性을 表示한 To의 값은 平均 144K로 된다.

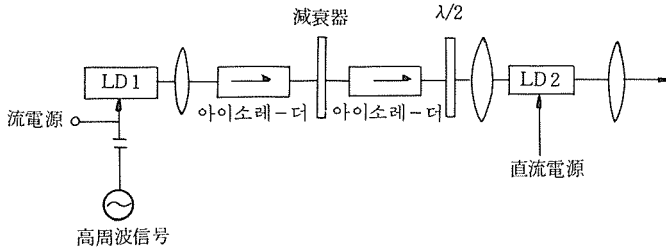
光增幅 半導體 電子

集積回路가 넓은 社會全體에 걸쳐 影響이 絶對的이다. 그 集積回路는 많은 트랜지스터의 集積化된 것이므로 트랜지스터는 電氣信號를 增幅하는 素子이다. 한편 光을 情報處理에 쓴 오프트엘렉트로닉스는 次世代에 있어서 대단히 큰 技術領域이 될 것이 期待된다. 그래서 光을 增幅하는 素子の 出現이 強하게 바라진다. 한편 光의 領域에 있어서는 增幅素子が 必要없다는 생각의 하나가 있다. 그것은 光에 의한 情報處理가 많아지는 것은 펄스波形에 의하기 때문이다. 그렇지만 增幅素子보다도 온·오프를 할 수 있는 스위치素子が 있다면 좋을 것이라는 생각도 있다. 그러나 일단 增幅作用을 나타내는 素子が 出現된다면 出力側으로 부터 入力側에 의 歸還量에 의하여 發振, 스위치作用, 다시 履歷特性에 의한 雙安定動作도 가능하게 될 것이라고 생각한다면 增幅素子是 絶대필요한 것이 될 것이다 생각된다. 最近 보고된 光增幅의 實驗結果를 여기에 紹介한다.

圖 5 에 半導體레이저를 쓴 增幅實驗例를 본 다. 共振長이 같은 레이저 다이오드 LD 1 및 LD 2 를 熱電素子에 의해 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 의 온도 變化

內에 갖는다. 增幅動作을 行하는 것은 注入로크 增幅 (INJECTION LOCHED AMPLIFICATION) 과 共振形增幅 (RESONANT TYPE AMPLIFICATION) 가 있다. 注入로크 方式에는 LD 1 을 低出力으로 LD 2 를 高出力으로 動作 시킨다. LD 1 로부터의 레이저광을 LD 2 의 活性層에 注入한다. 이에따라 LD 2 에의 光放出은 LD 1 로부터 入力光에 의해 誘導됨에 따라 LD 1 과 같은 可干涉光이 LD 2 의 出力에 있어서 얻어지는 것이다. 利得帶域積 $\sqrt{G} B = 25$ GHz 를 얻게 된다.

圖 5. 레이저다이오 - 드를 增幅動作에 사용한 경우의 實驗例 (LD는 레이저다이오드를 意味함)



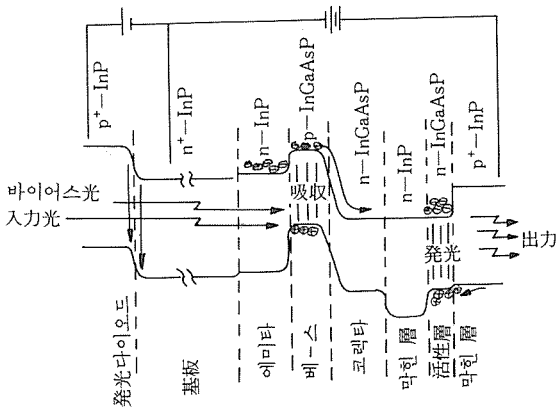
共振形增幅方式에는 LD 2 에의 駆動電流工을 發振電流 $I+h$ 보다 적고 낮져 $I/I_{th} = 0.94 \sim 1$ 로서 誘導放出을 행하며 그쪽에 놓여진다. LD 1 으로부터 入力光에 있어서는 光이 들어가 나오며 이 光이 誘導放出을 誘因하는 형태가 되며 入力光보다도 增大된 光을 얻게 된다. 實驗結果에는 入力光 $-60 \sim -40\text{dBm}$ 로서 利得 $12 \sim 25$ dB 를 얻는다. 레이저는 發光 \rightarrow 誘導放出增大 \rightarrow 發光이라는 内部正歸還을 되받아 一定飽利振幅

에 떨어져 發振을 계속하게 되는 것이다. 그러나 後者の 增幅動作에는 飽利出力에 달하기 전에 出力光이 誘導放出을 일으키게 되어 光(入力)의 強한 比例하는 것을 利用하는 方法이다.

圖 6 에 따로 動作原理에 의한 光增幅 半導體의 에너지-帶 構造를 보여준다. InP 基板 위에 InP, InGaAsP 등을 6層 成長시킨다.

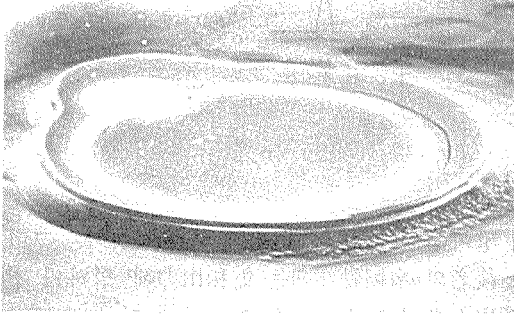
InGaAsP의 組成은 使用光의 波長에 의해 決定된다. 左側으로 부터 들어간 入力光은 베이스層에 吸收되어 그層에 電子 正孔對가 생긴다. 電子는 圖에 보여주는 바와 같이 에미터까지는 可역層에 流出된다. 베이스層에 달혀진 正孔은 베이스層의 電位를 높인다. 그結果 에미터·베이스接合部의 電位障壁이 낮아짐에 따라 多數의 電子가 에미터로부터 베이스를 통해 活性層에 到着한다. 베이스·콘택의 接合部에 逆으로 바이어스 電壓을 加하여 高抵抗이 되면 이電流의 흐름에 의해 低抵抗이 된다. 그結果 電壓이 $P^+ - \text{InP}$ 가 달혀지는 層과 $n - \text{InGaAsP}$ 의 接合部에 加하여 正孔이 活性層에 注入된다.

活性層에는 電子·正孔의 再結合이 생겨 出力光을 얻게 된다. 寫眞 1 (a)에 InP 基板 위에 多層成長된 웨이퍼에 메사에치 (MESA H)를 實施해 獨立된 圓形의 增幅素子를 보인다. 輪狀의 環 부분이 電極으로 회고 넓은 部分에 프로프에 의해 電壓을 印加한다. 光은 이素子の 안쪽으로부터 들어가 上部에 出力光을 드러낸다. 寫眞 1 (b)에는 메사에치의 가장자리 部分을 나타낸다. 이러한 素子에 의해 $1\mu\text{m}$ 帶波長에는 1.3倍의



増幅을 다시 微分 増幅하여 6~7 倍의 結果를 얻는다. 실제의 素子에는 出力으로부터 光이 正歸還되어 入力側에 돌아옴을 억제하는 것에 코렉타層과 달혀지는 層과사이에 밴드幅의 좁은層

(a) 메사에치된 直径約300 μm 의 素子



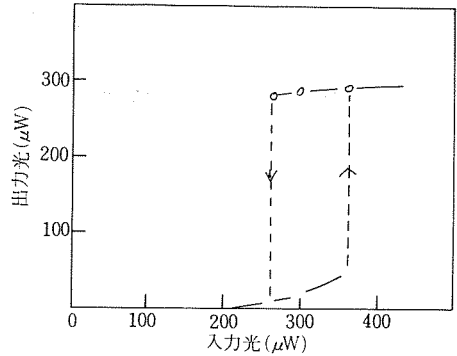
- p-InGaAsP 베이스層
- n-InGaAsP 코렉타層
- n-InP 백회層
- n-InGaAsP 吸取層
- n-InP 그라트層
- n-InGaAsP 活性層
- p-InP 그라트層



写真 1. 光増幅半導体素子 n⁺-InP 基板, n-InP 에미타層

을 設置하여 出力光의 入力에의 귀환을 억제한다. 이층을 알게 하며 달려 나가는 것은 入力光이 弱하게 増幅作用을 하여 强하게 되는 것과 飽和 發振 동작을 행하는 것과 같다. 이 현상에 따라 圖 7 에 보는 것과 같이 入力光과 出力光이 關係에 履歷現象까지는 光雙安定特性이 생기게 된다. 다시 圖 6 의 n-InP 의 단힌 層을 알게 하는 것은 밴드幅을 좁게하여 正孔에 의한 正歸還이 加하여 지는 것에 따라 入力光이 弱한 경우에도 바로 飽和 發振動作을 행하게 된다. 이러

圖 7. 光増幅新機能素子에 의한 光雙安定特性



때에는 微弱入力光에 의해 增大된 一定 出力光이 素子로 부터 放射되는 것과 同時에 電氣적으로 온 상태가 되어 光, 電氣라는 一種의 스위치動作을 行한다. 이素子는 入力光으로 부터 出力光에 光信號가 一定 方向으로 흘러가는 것의 一方向 (UNIDIRECTIONAL) 特性을 갖는다.

現在의 素子에는 成長된 것으로는 圖 6 에 나타내는 것과 같은 基板의 안쪽 (圖에서는 左側) 에 P⁺-InP 層을 마련한다.

이것을 基板의 n⁺-InP 層과 같은 發光 다이오드를 구성한다. 이 發光다이오드로 부터 光에 의해 光増幅素子에 電流 보다 적고 낮은 바이어스電流를 흘러 보내게 된다. 이와같이 微弱 入力光에도 出力側에 바로 레이저 發振의 光을 얻게 된다. 電氣的인 素子에는 베이스에 電極을 붙혀 電氣的인 바이어스 電流를 흐르게 하는 것이다. 그러나 光다이오드에는 通常 그 構造, 規格值로 부터 電氣的인 바이어스를 마련하는 것은 困難하다. 本素子에는 새로운 方法으로 되

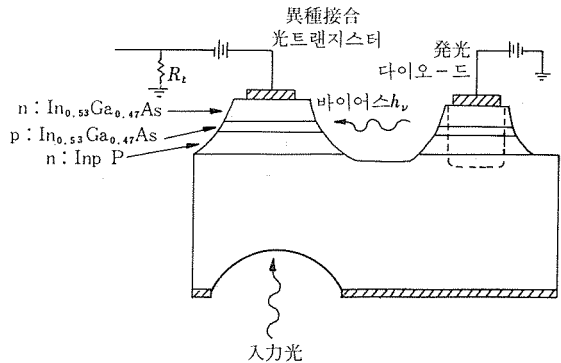


圖 8. 光바이어스法을 받아들인 光트랜지스터 檢出素子

어 있는 광바이어스 방법을 제안해 그것을實施하는 위에 모노리크에集積된 것을圖6에 나타내게 된다. 이 광바이어스 방식을 받아드리는 것은 광檢出의性能向上을 행하는 것이라는報告가 있다. 그 디바이스의斷面圖를圖8에 나타낸다. 여기에發光다이오드의部分에點線으로 주위의 것은 Zn을 도입하여 P形으로 된部分이다. 이部分과基板 사이에 P-n接合發光다이오드를 구성한다. 광트랜지스터를 微少信號領域에서動作시킬 때 비록 트랜지스터 d가 적어지나 그特性은 좋아지지 않는다.

또한素子の抵抗도 커진다. 이것에 대하여圖9에 보는 것과 같이發光다이오드로부터光에 의한 바이어스電流에 따라 처음應答時間에 있어서 210ns로 부터 70ns에 利得이 30으로 부터 60의 向上되는結果를 얻는다.

圖6에 나타낸素子は 바이어스用的發光다이오드가 없고材料가 GaAs, AlGaAs에 의한素子에도 入力光과 出力光의 波長을 바꾸어 利得 붙은 波長變換 디바이스로서 研究가 行하여진다. 다시 画像處理用的 디바이스에 있어서 아레이狀에 의한것도 報告되었다.

光雙安定素子

光雙安定素子は 光電算機에 必要한 디바이스로 생각된다. 앞서의 光增幅素子は 光雙安定動

작을 행하여 얻는다. 다른方式에는 후프리 페로—共振器內的 非線形 光學物質을 들어 가계하는 것임에 따라 雙安定을 얻게 된다. 그러나 그規格值및 動作電力이 언제라도 크다. 제

最近 半導體의 量子#戶中の 自由勵起子를 利用한 光雙安定素子が 報告되었다.

그것을 336Å 두께의 GaAs과 401Å의 Ga_{0.73}Al_{0.27}를 하나로 묶은 것이 61組로 부터 이루어진 量子#戶로서 動作電力이 1mW/μm², 스위치速度가 20~40ns로서 常溫動作 可能한 것이다.

光領域에 있어서素子は 從來p-i-n다이오드, 어바란스포토다이오드및 半導體 레이저를 主로 하는 것에는 전적으로 高速 光通信에의 것이 焦點이 합쳐지고 있다.

그러나 本稿에서 본 것과 같이 光檢出素子에도 이제는 새로운 動作原理에 의한 것. 또한 半導體레이저에도 그 出力에 종래의 것을 크게 능가하는 것이 出現하고 있다. 다시 從來의 光半導體素子機能의 범주외에 機能을 가진 새로운 光半導體素子が 나타나게 된다. 이러한 것의 出現은 光技術을 단지 通信의 범위에 머물게 하지 않고 光센서, 光計測, 光論理, 画像處理에의 應用範圍를 擴大하는 대단히 중요한 영향을 미치게 될 것으로 생각 된다.