

光通信用受光素子に関する特許調査

Patent Research on the Photodetectors for Optical Communication

目次

1. 調査目的	3
2. 調査範囲	4
3. 調査結果	5
3. 1 N系受光素子に関する詳細評価	5
3. 2 高速受光素子に関する詳細評価	6
4. まとめ	6
参考文献	7

1. 調査目的

NTTが推進する光加入者システム(FTTH: fiber to the home)では、波長1.3 μm の信号光によって電話・データ通信を双方向で行うN系と、波長1.55 μm の信号光によってCATVの配信を行うV系が波長多重で伝送される。N系で用いられるLD/PDモジュールに内蔵する受光素子として、我々は入力光受信用PINフォトダイオード(PIN-PD)およびLD出力光モニタ用PIN-PDの開発を行ってきた[1]-[3]。受信PDは、信号光が入射しなくなった後に流れ続ける応答の遅い光電流(テールカレント)が小さいという特徴と、波長1.3 μm の信号光には通常の感度を有するが波長1.55 μm の信号光にはほとんど感度がない(パスバンド型)という特徴を持っている。また、モニタPDは、チップ裏面に形成した傾斜面で入射光を屈折させる側面入射構造を有している。

一方、V系においてはAM-FM一括変換という方式でFM変調された映像信号が伝送されるため、各家庭に置かれるV-ONU (optical network unit)には周波数帯域10GHzの高速PIN-PDが必要とされる。高速PIN-PDはベースバンドデジタル伝送における汎用受光素子としても幅広い応用展開が可能であり、現在開発を進めているところである[4]。

以上3品種(N系受信PD、N系モニタPD、V系高速PD)の知財安全性を確保するとともに、光通信受光素子に関する知財ポジショニングを行うために特許調査を実施した。特許調査の範囲については次節で詳細を述べるが、調査のポイントとなる要素技術は以下の通りである。

(1) 光通信受光素子の基本構造

エピ、不純物拡散、電極、パッシベーション等の受光素子を構成する基本要素については、限定なしで調査をすると膨大な件数となるため、用途を光通信に限定して調査した。

(2) メタル遮光構造

N系受信PDでは、受光部以外のチップ上に信号光が入射してテールカレントが発生するのを抑圧するために、メタル遮光構造を採用している。メタル遮光構造は、光通信用長波受光素子ではほとんど製品化されていないが、Siを用いた短波受光素子では一般的な構造である。このため、メタル遮光構造については、光通信に限定せずに調査した。

(3) 屈折入射構造

N系モニタPDでは、基板裏面のチップ端部に傾斜面を設け、チップ側面から入射した信号光をこの傾斜面で屈折させて受光部に入射させる構造を採用している。この構造は用途によらずほとんど製品化されていない状況であり、調査は光通信に限定せずに行った。

(4) 半絶縁性基板上のメサ構造

V系高速PDでは、高速化のために最も重要であるチップ容量の低減を図るために半絶縁性基板上のメサ構造を採用している。この構造は光通信以外の用途ではほとんど製品化されていないが、調査は光通信に限定せずに行った。

2. 調査範囲

(1) 調査対象・期間

- ・国内公開特許
- ・1980年11月12日～2000年8月15日

(2) 使用データベース

- ・Fターム (一部フリーキーワード) を使用してPATOLISで調査
(受光素子に関するFタームの詳細については、表1～3参照)
- ・メサ構造のみIPC分類とフリーキーワードを使用してPATLIOTで調査

(3) 検索論理式

C1×Z1	(通信用受光素子)	1,365件
+ C2×Z2	(通信用受光素子)	226件
+ C3	(遮光構造)	694件
+ C4×Z3	(屈折入射構造)	29件
+ C5×Z4	(メサ構造)	121件

[検索用タグ]

C1 : FT = 5F049 AB07	(III-V族)
+ 5F049 BA03	(周波数特性向上)
+ 5F049 DA17	(ウインドウ層)
+ 5F049 HA10	(遮光膜)
+ 5F049 MB07	(III-V族)
+ 5F049 NA03	(周波数特性向上)
+ 5F049 QA17	(ウインドウ層)
+ 5F049 SS04	(III-V族)
C2 : FT = 5F088 AB07	(III-V族)
+ 5F088 HA10	(遮光膜)
C3 : FT = 5F049 HA10	(遮光膜)
+ 5F049 SZ10	(遮光膜)
+ 5F088 HA10	(遮光膜)
C4 : FT = 5F049 PA20	(製造方法)
+ 5F049 SS06	(構造)
C5 : IPC = H01L31/10	(フォトダイオード・Tr)

[絞込用タグ]

Z1 : FT = 5F049 BB01 (光通信用)

+ 5F049 NB01 (光通信用)

Z2 : FT = 5F088 BB01 (光通信用)

Z3 : FK = 側面 + 側方 + 面取? + 屈折 + 斜面

Z4 : FK = 半絶縁性 × メサ

(4) 検索総件数 (重複分除外)

2,114 件

3. 調査結果

検索された2,114件の中から、当社製品にとって重要な登録特許 (評価:S)、当社製品にとって重要な公開特許 (A)、および当該技術に関連する重要特許 (B) を抽出した。抽出された特許は計41件で、内訳はSが2件、Aが18件、Bが21件である。また、これらの抽出特許を要素技術別に7タイプに分類した。分類方法と抽出した特許のリストを表4に示す。分類の1～4は基本構造に関するもので、5はメタル遮光構造、6は屈折入射構造、7は半絶縁性基板上のメサ構造に関するものである。また、補足資料として、当社から出願した光通信用受光素子に関する特許のリストを表5に示す。

デバイス開発ではN系受信PDおよびN系モニタPDが先行しており、これらに係する分類1～6についての詳細評価をまず実施した。この結果について3.1節で述べる。また、V系高速PDの本質的な要素技術である分類7に関する詳細評価については3.2節で述べることとする。

3.1 N系受光素子に関する詳細評価

分類1～6には、Sランク特許が2件含まれているが、内1件 (特登2710070) は当社出願のものである。他の1件 (特公昭62-60827) は日立から1986年に出願されているが、1979年に出願された特許 (特願昭54-120638) の分割出願であり、権利期間が満了している。また、Aランク特許は17件あるが、この内6件は出願後7年を過ぎて審査未請求であり、未請求取下となっている。表4では分類欄のSとAに網掛けをしており、この内無効となったもの (権利期間満了および未請求取下) には／線を入れている。

有効なS特許1件およびA特許11件を特許マップとしてまとめた。これを図1に示す。件数的には12件中5件が松下、3件が三菱で、以下富士通2件、NECおよび古河各1件という状況である。また、唯一のS特許も松下が保有しており、この特許マップの範囲では松下の知財力が一番高いということになる。ただし、この特許マップの評価基準は、当社製品に使われているかどうかであって、その製品分野における客観的な重要性の評価ではないという点に注意する必要がある。

ある。この点を考慮すると、当社と他社の光通信用受光素子に関する知財力は互角と判断される。

特に、当社が他社に対して権利主張できる特許という点では、特登2710070が注目される。これは、受光素子チップの裏面に傾斜面を形成して、そこから信号光を屈折入射させるという構造に関する基本特許であり、この構造の受光素子は富士通が学会発表しており、後願の特許出願もしている。また、知財安全性の観点からは、他社Aランク特許7件の今後の登録状況についてウォッチングしていく必要がある。これらの特許については、既に半導体社知的財産権センターにウォッチング登録済みである。

3.2 高速受光素子に関する詳細評価

分類7には、Aランク特許1件とBランク特許3件が含まれている。これらと、当社出願の未公開特許1件（Aランク）を合せて図2の特許マップにまとめた。また、他社（古河）のAランク特許（特開平10-270741）に対して作成したクレーム対比表を図3に示す。クレーム対比表から明らかに、当社製品は特開平10-270741に抵触しているが、公知の無効資料がある。また、先使用の証拠として、当社が昭和電工に発注したエピ済み基板の納入検査成績書もある。ただし、各エピ層の厚さについては、証拠資料に記載されている値と現在の高速受光素子における値は若干異なっており、微妙な数値限定によって現在の受光素子が抵触する特許が成立する可能性もゼロではない。この点については、ウォッチング登録をして監視していく。

次に、高速受光素子に関する知財優位性であるが、残念ながら当社が他社に対して権利主張できる特許はないという状況である。当社では、1985年から1988年にかけて、半絶縁性基板上のメサ構造PIN-PDを含む受光OEIC（光電子集積回路）を開発していた。しかし、この当時は電子素子との集積化に力点を置いており、単体の受光素子としての応用は全く考えていなかった。この時点で、半絶縁性基板上のメサ構造PIN-PDを単体の受光素子として使うという発想が出ていれば、多くの基本特許が取得できたのではないかと悔やまれる。

4. まとめ

現在製品化を行っているN系LD/PDモジュール用受信PD、モニタPD、および現在開発を進めているV系高速PDに対する知財安全性の確保という観点から、光通信用受光素子に関する特許調査を実施した。これらの製品が抵触する他社登録特許はなく、現時点では知財安全性は確保されている。ただし、他社のAランク特許8件については今後の登録状況についてウォッチングしていく必要がある。また、光通信用受光素子に関する知財力という観点では、現状当社と他社は互角の状況である。特に活用が期待される特許としては、屈折入射構造の基本特許（特登2710070）がある。

参考文献

- [1] 松田, 光田, 宇野: 「低テールカレント・パスバンド型PINフォトダイオードの開発」, 登録技術資料, 97-94.
- [2] 松田, 西川, 宇野: 「レーザ出力モニタ用側面入射型PINフォトダイオードの開発」, 登録技術資料, 98-25.
- [3] 松田, 光田, 宇野: 「低テールカレント・パスバンド型PINフォトダイオードの開発(2) 一チップ表面の平滑化とパスバンド特性の改善」, 登録技術資料, 98-76.
- [4] 松田, 石野: 「V系FTTH用高速PINフォトダイオードの開発」, 登録技術資料, 2000-20.

表1 受光素子関連のFタームリスト (1)

5F049		受光素子3 (フォトダイオード・Tr) H01L31/10													
AA	AA00	AA01	AA02	AA03	AA04	AA05				AA07	AA08	AA09			
	素子の種類	・フォトダイオード (P D)	・PN接合型	・PNヘテロ接合型	・PIN接合型	・ショットキー障壁型				・アバランシェフォトダイオード (A P D)	・吸収／増倍分離型 A P D	・超格子 A P D			
			AA11 ・フォトリンジスタ (P T)	AA12 ・バイポーラ型	AA13 ・ヘテロ接合型	AA14 ・電界効果型 (F E T)	AA15 ・MIS (M O S) 型 F E T							AA20 ・その他の型の素子	
AB	AB00 素子本体材料 (基板、電極等はF A～H A)	AB01	AB02	AB03	AB04	AB05				AB07	AB08				
	・材料	・4族	・単結晶、多結晶	・微結晶	・アモルファス				・3－5族	・有機材料					
		AB11	AB12			AB14									
		・ドーパント材料	・導電型決定用			・バインダ材料									
BA	BA00	BA01	BA02	BA03	BA04	BA05	BA06	BA07	BA08	BA09	BA10				
目的、効果	・感度向上 (量子効率向上)	・表面反射の減少、防止	・レスポンス向上 (周波数特性向上)	・S／N比向上	・暗電流の減少	・エッジブレイクダウン防止	・耐環境特性の向上	・製造工程に関するもの (歩留まり向上)	・設置、固定に関するもの	・その他の目的、効果					
BB	BB00	BB01			BB03			BB05	BB06	BB07					
	用途	・光通信用			・イメージセンサ用			・固体増像素子用	・撮像管用ターゲット	・計測用	・その他の用途				
CA	CA00	CA01	CA02	CA03	CA04	CA05	CA06	CA07	CA08	CA09	CA10				
	製造方法 (工程)	・結晶成長	・液相エピタキシャル法 (L P E)	・気相エピタキシャル法 (V P E)	・MOCVD法	・薄膜技術	・真空蒸着法	・スパッタ法	・ドーピング	・熱拡散	・イオン注入				
		CA11	CA12			CA14	CA15			CA17	CA18				
		・熱処理	・光アニール			・エッチング	・電極形成法			・素子分割 (ダイシング、スクライプ)	・製造条件に特徴 (温度、圧力、時間など)	・その他製造方法に関する事項			
DA	DA00	DA01	DA02	DA03	DA04	DA05	DA06	DA07			DA09	DA10			
	素子構造一般 (接合はA A、細部はF A等)	・フォトダイオードの構造	・Xサ型	・プレーナ型	・基板型 (バルク型)	・リチースル型	・裏面入射型	・タンデム型 (積層型)			・フォトリンジスタの構造	・ベース無端子型			
		DA11	DA12	DA13	DA14	DA15	DA16	DA17	DA18	DA19	DA20				
		・素子本体の構成要素	・ガードリング	・ガードリングの構造	・チャネルストップ	・埋め込み層	・超格子	・窓 (ウインドウ) 層	・バッファ層	・グレーデッド＝バンドギャップ層	・その他本項に関する事項				
EA	EA00	EA01	EA02	EA03	EA04				EA06	EA07	EA08	EA10			
	モジュール化	・同種複数素子	・アレイ	・PN分離	・絶縁分離				・複合素子	・発光素子との結合	・スイッチング素子との結合	・その他モジュール化に関する事項			
FA	FA00	FA01	FA02	FA03	FA04	FA05	FA06	FA07			FA09				
	電極	・材料	・透明電極	・Sn O 2	・ITO	・金属電極	・有機材料	・ペースト部材			・形状に特徴				
		FA11	FA12			FA14	FA15	FA16	FA17			FA20			
		・構造に特徴	・多層構造			・機能	・マウント用	・反射膜兼用	・遮光膜兼用			・その他電極に関する事項			
GA	GA00	GA01	GA02	GA03	GA04				GA06	GA07	GA08				
基板	・材料	・半導体基板	・4族	・3－5族				・構造	・多層構造	・表面処理	・その他基板に関する事項				
HA	HA00	HA01	HA02	HA03	HA04				HA06	HA07	HA08				
	その他の素子構成要素	・反射防止膜	・材料	・無機材料	・構造				・フィルタ膜	・材料	・構造	・遮光膜 (電極は除く) ・その他本項に関する事項			
		HA11	HA12	HA13											
		・表面保護膜	・材料	・S i O 2											
JA	JA00	JA01	JA02	JA03				JA05	JA06			JA08	JA09	JA10	
	ケース、実装	・素子のマウント	・リードフレーム	・基台				・ボンディング	・ワイヤボンディング			・ケース、パッケージ	・モールドング	・キャン封止	
		JA11	JA12	JA13	JA14							JA20	・その他、ケース、実装に関する事項		
KA	KA00	KA01	KA02			KA04	KA05	KA06	KA07				KA20		
	周辺回路	・複数の受光素子を対象とするもの	・バイアス光を照射するもの			・回路の機能	・利得制御	・温度補償	・高速応答				・その他、周辺回路に関する事項		
		KA11	KA12	KA13	KA14			KA16	KA17	KA18					
		・バイアス回路	・電流電圧変換部	・増幅部	・スイッチング部			・帰還のための検出回路	・受光素子の出力電流電圧検出	・温度検出					
LA	LA00	LA01			LA03			LA05	LA07	LA09					
	受光波長帯域	・赤外光			・可視光			・紫外光	・X線、 γ 線、粒子線	・広帯域受光 (多色受光を含む)					
MA	MA00	MA01	MA02	MA03	MA04	MA05				MA07	MA08	MA09			
	素子の種類	・フォトダイオード (P D)	・PN接合型	・PNヘテロ接合型	・PIN接合型	・ショットキー障壁型				・アバランシェフォトダイオード (A P D)	・吸収／増倍分離型 A P D	・超格子 A P D			
		MA11	MA12	MA13	MA14	MA15 <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> <td>MA20</td> <td colspan="2"></td>							MA20		
		・フォトリンジスタ (P T)	・バイポーラ型	・ヘテロ接合型	・電界効果型 (F E T)	・MIS (M O S) 型 F E T							・その他の型の素子		
MB	MB00 素子本体材料 (基板、電極等はS E～S Z)	MB01	MB02	MB03	MB04	MB05				MB07	MB08				
	・材料 (＊)	・4族 (＊)	・単結晶、多結晶 (＊)	・微結晶 (＊)	・アモルファス (＊)				・3－5族 (＊)	・有機材料 (＊)					
		MB11	MB12			MB14									
		・ドーパント材料 (＊)	・導電型決定用 (＊)			・バインダ材料 (＊)									
NA	NA00	NA01	NA02	NA03	NA04	NA05	NA06	NA07	NA08	NA09	NA10				
	目的、効果	・感度向上 (量子効率向上)	・表面反射の減少、防止	・レスポンス向上 (周波数特性向上)	・S／N比向上	・暗電流の減少	・エッジブレイクダウン防止	・耐環境特性の向上	・製造工程に関するもの (歩留まり向上)	・設置、固定に関するもの	・分光特性の改善				
		NA11	NA12	NA13	NA14	NA15	NA16	NA17	NA18	NA19	NA20				
		・バンドギャップの制御	・不純物濃度の制御	・格子定数の制御	・電気抵抗の低減	・容量の低減	・容量の増加	・誤動作防止、外乱対策	・生産性向上、低コスト化	・小型化、軽量化	・その他の目的、効果				

表2 受光素子関連のFタームリスト (2)

NB	NB00	NB01		NB03		NB05	NB06	NB07	NB08		NB10
	用途	・光通信用		・イメージセンサ用		・固体撮像素子用	・撮像管用ターゲット	・計測用	・光ピックアップ用		・その他の用途
PA	PA00	PA01	PA02	PA03	PA04	PA05	PA06	PA07	PA08	PA09	PA10
	製造方法 (工程)	・結晶成長	・液相エピタキシャル法 (LPE)	・気相エピタキシャル法 (VPE)	・MOCVD法	・薄膜技術	・真空蒸着法	・スパッタ法	・ドーピング	・熱拡散	・イオン注入
		PA11	PA12		PA14	PA15		PA17	PA18		PA20
		・熱処理	・光アニール		・エッチング	・電極形成法		・素子分割 (ダイシング、スクライプ)	・製造条件に特徴 (温度、圧力、時間など)		・その他製造方法に関する事項
QA	QA00	QA01	QA02	QA03	QA04	QA05	QA06	QA07	QA08	QA09	QA10
	素子構造一般 (接合はM A、細部はS E等)	・フォトダイオードの構造	・Xサ型	・プレーナ型	・基板型 (バルク型)	・リネースルー型	・裏面入射型	・タンデム型 (積層型)	・導波路型	・フォトランジスタの構造	・ベース無端子型
		QA11	QA12	QA13	QA14	QA15	QA16	QA17	QA18	QA19	QA20
		・素子本体の構成要素	・ガードリング	・ガードリングの構造	・チャネルストップバ	・埋め込み層	・超格子	・窓 (ウインドウ) 層	・バッファ層	・グレーデッド=バンドギャップ層	・その他本項に関する事項
RA	RA00	RA01	RA02	RA03	RA04		RA06	RA07	RA08		RA10
	モジュール化	・同種複数素子	・アレイ	・PN分離	・絶縁分離		・複合素子	・発光素子との結合	・スイッチング素子との結合		・その他モジュール化に関する事項
SE	SE00	SE01	SE02	SE03	SE04	SE05	SE06	SE07		SE09	
	電極	・材料 (※)	・透明電極 (※)	・SnO ₂	・ITO	・金属電極 (※)	・有機材料 (※)	・ペースト部材		・形状に特徴	
		SE11	SE12		SE14	SE15	SE16	SE17			SE20
		・構造に特徴	・多層構造		・機能	・マウント用	・反射膜兼用	・遮光膜兼用			・その他電極に関する事項
SS	SS00	SS01	SS02	SS03	SS04		SS06	SS07	SS08	SS09	SS10
	基板	・材料 (※)	・半導体基板 (※)	・4族 (※)	・3-5族 (※)		・構造	・多層構造	・表面処理	・面方位 (※)	・その他基板に関する事項
SZ	SZ00	SZ01	SZ02	SZ03	SZ04		SZ06	SZ07	SZ08		SZ10
	その他の素子構造要素	・反射防止膜	・材料 (※)	・無機材料 (※)	・構造		・フィルタ膜	・材料 (※)	・構造		・遮光膜 (電極は除く)
		SZ11	SZ12	SZ13			SZ16				SZ20
		・表面保護膜	・材料 (※)	・SiO ₂			・反射膜				・その他本項に関する事項
TA	TA00	TA01	TA02	TA03		TA05	TA06		TA08	TA09	TA10
	ケース、実装	・素子のマウント	・リードフレーム	・基台		・ボンディング	・ワイヤボンディング		・ケース、パッケージ	・モールドイング	・キャン封止
		TA11	TA12	TA13	TA14						TA20
		・光学部材との結合	・レンズ	・光学フィルタ	・光ファイバー						・その他、ケース、実装に関する事項
UA	UA00	UA01	UA02		UA04	UA05	UA06	UA07			
	周辺回路	・複数の受光素子を対象とするもの	・バイアス光を照射するもの		・回路の機能	・利得制御	・温度補償	・高速応答			
		UA11	UA12	UA13	UA14		UA16	UA17	UA18		UA20
		・バイアス回路	・電流電圧変換部	・増幅部	・スイッチング部		・帰還のための検出回路	・受光素子の出力電流電圧検出	・温度検出		・その他、周辺回路に関する事項
WA	WA00	WA01		WA03		WA05		WA07	WA08	WA09	
	受光波長帯域	・赤外光		・可視光		・紫外光		・X線、 γ 線、粒子線	・受光波長可変	・広帯域受光 (多色受光を含む)	

表3 受光素子関連のFタームリスト (3)

5F088		受光素子1 (共通事項、放射線検出) H01L31/00-31/02@Z.31/08-31/08@Z											
AA	AA00	AA01	AA02	AA03	AA04	AA05		AA07	AA08	AA09			
	受光素子、放射線検出素子の種類	・フォトダイオード (PD)	・PN接合型	・PIN接合型	・ショットキー障壁型	・アパランシェーフォトダイオード (APD)		・フォトランジスタ (PT)	・バイポーラ型	・電界効果型 (FET)			
		AA11	AA12							AA20			
		・フォトコンダクタ (光導電型)	・P型							・その他の型の素子			
AB	AB00	AB01	AB02	AB03	AB04	AB05		AB07	AB09				
	素子本体材料 (基板、電極等はFA～HA)	材料	・4族	・単結晶、多結晶	・微結晶	・アモルファス		・3～5族	・2～6族				
		AB11	AB12	AB13	AB14		AB16	AB17	AB19				
		・有機材料	・アゾ染料	・フタロシアニン化合物	・ピラゾン化合物		・ドーバント材料	・導電型決定用	・バインダ材料 (素子本体用のみ)				
BA	BA00	BA01	BA02	BA03	BA04	BA05		BA07	BA10				
	目的、効果 (コストダウンは除く)	感度向上 (量子効率向上)	・レスポンス向上 (周波数特性向上)	・S/N比向上	・暗電流の減少	・ダイナミックレンジ拡大 (高コントラスト比)		・エネルギー分解能向上 (放射線、粒子線)	・性能安定化 (特性変動防止)				
		BA11		BA13		BA15	BA16	BA18	BA20				
		・耐環境特性の向上 (熱、水、塵、振動等)		・長寿命化		・小型化	・設置、固定に関するもの	・製造工程に関するもの	・その他の目的、効果				
BB	BB00	BB01	BB02	BB03	BB04	BB05	BB06	BB07	BB08	BB10			
	用途	・光通信用	・ラインセンサ用	・固体撮像素子用	・撮像管用ターゲット	・太陽電池用	・計測用	・医療用	・電子写真用光導電体	・その他の用途			
CA	CA00	CA01	CA02		CA04	CA05		CA07	CA08	CA09	CA10		
	アモルファス (微結晶も含む) 製造法、工程	・化学的蒸着法 (CVD)	・プラズマCVD法 (グロー放電法)		・物理的蒸着法 (PVD)	・真空蒸着法		・製造装置	・成膜室構造	・付加的工程 (ドーピング、熱処理など)	・その他、アモルファス製造に関するもの		
CB	CB00	CB01	CB02	CB03	CB04	CB05	CB06	CB07	CB08	CB09	CB10		
	アモルファス以外の製造法、工程	・結晶成長	・液相エピタキシャル法 (LPE)	・気相エピタキシャル法 (VPE)	・MOCVD法	・薄膜技術 (CB01～04が優先)	・真空蒸着法	・スパッタ法	・ドーピング	・熱拡散	・イオン注入		
		CB11	CB12		CB14	CB15		CB17	CB18	CB20			
		・熱処理	・光アニール		・エッチング	・電極形成法		・素子分割 (ダイシング、スクライプ)	・製造条件に特徴 (温度、圧力、時間など)	・その他、本項に関する事項			
DA	DA00	DA01		DA03		DA05							
	素子構造一般 (型別はAA、細部はFA等)	・フォトダイオードの構造に関するもの		・フォトランジスタの構造に関するもの		・フォトコンダクタの構造に関するもの							
		DA11		DA13	DA14	DA15		DA17	DA20				
		・積層型 (タンデム型)		・中間結合層	・バッファ層 (格子定数整合用など)	・ブロック層		・素子の形状に特徴 (表面形状含)	・その他、本項に関する事項				
EA	EA00	EA01	EA02	EA03	EA04		EA06	EA07	EA08	EA09			
	モジュール化	・同種複数素子	・アレイ	・一次元 (ラインセンサ)	・二次元 (固体撮像素子など)		・異種複合素子	・増巾用素子との複合	・スイッチング素子との複合	・発光素子との複合			
		EA11		EA13	EA14		EA16			EA20			
		・素子の配置		・素子間分離	・絶縁分離		・素子の電気的接続			・その他モジュール化に関する事項			
FA	FA00	FA01	FA02	FA03	FA04	FA05	FA06			FA09			
	電極 (端子はJA)	・材料	・透明電極	・SnO2	・ITO	・金属電極	・有機材料			・形状、配置に特徴			
		FA11	FA12		FA14	FA15			FA20				
		・構造に特徴	・多層構造		・機能	・反射膜兼用			・その他、電極に関する事項				
GA	GA00	GA01	GA02	GA03	GA04	GA05		GA07	GA08	GA09			
	基板 (その上に素子本体が形成されるもの)	・材料 (ABが優先)	・絶縁性基板 (ガラス等)	・半導体基板	・4族	・3～5族		・形状 (表面形状含)	・構造	・多層構造	・その他、基板に関する事項		
HA	HA00	HA01	HA02	HA03		HA05	HA06	HA07	HA10	HA09	HA10		
	その他の素子構成要素	・反射防止膜	・材料	・無機材料		・フィルタ膜	・材料	・構造	・遮光膜、放射線遮へい膜 (電極は除く)	・その他、周辺回路に関する事項			
		HA11	HA12	HA13		HA15			HA20				
		・表面保護膜	・材料	・SiO2		・シンチレータ (素子と別体はJA17)			・その他、本項に関する事項				
JA	JA00	JA01	JA02	JA03		JA05	JA06	JA07	JA09		JA10		
	ケース、実装	・素子のマウント	・端子、リードフレーム上	・基台上		・ケース、基台、パッケージ	・モルディング型	・キャン封止	・ボンディング	・ワイヤーボンディング			
		JA11	JA12	JA13	JA14			JA16	JA17	JA18			
		・光学部材との結合	・レンズ	・光学フィルタ	・光ファイバ (ライトガイド)		・放射線遮へい板	・シンチレータ板	・端子、リードフレーム	・その他、ケース、実装に関する事項			
KA	KA00	KA01	KA02	KA03			KA06	KA08 <th>KA10</th> <td colspan="2"></td>		KA10			
	周辺回路	・バイパス回路	・増巾回路を含むもの	・スイッチング回路を含むもの			・帰還のための検出回路 (温度検出等)		・読出し回路	・その他、周辺回路に関する事項			
LA	LA00	LA01		LA03			LA05	LA07 <th>LA08</th> <th>LA09</th> <td></td>		LA08	LA09		
	受光波長帯域、検出対象	・赤外光		・可視光			・紫外光	・放射線	・X線	・広帯域受光 (多色受光を含む)			

表4 光通信用受光素子に関する重要特許

	公報	分類	評価	発明の名称	出願人	出願番号	出願日	公開番号	審査請求日	公告番号	登録番号	備考
1	特開平05-206497	1	A	半導体受光素子	日本電気	平04-034287	平 4. 1.24	平05-206497	平 8. 1.16	—	—	
2	特開昭61-135169	2	B	半導体受光素子	日本電気	昭59-257855	昭59.12. 6	昭61-135169	—	—	—	未請求取下
3	特登2945438	3	B	光半導体装置及びそれを用いた受光器	日立製作所;日立デバイスエンジニアリング	平02-105371	平 2. 4.23	平04-005870	平 9. 4.21	無	2945438	
4	特開昭62-062566	3	A	光半導体装置	富士通	昭60-203072	昭60. 9.12	昭62-062566	—	—	—	未請求取下
5	特開昭63-160283	3	A	半導体受光素子	富士通	昭61-311341	昭61.12.23	昭63-160283	昭62.10.15	—	—	
6	特開平03-076274	3	A	半導体受光素子	富士通	平01-213480	平 1. 8.18	平03-076274	—	—	—	未請求取下
7	特開平07-142760	3	A	半導体受光素子	古河電気工業	平05-312638	平 5.11.18	平07-142760	—	—	—	
8	特公平01-048663	4	B	光検出半導体素子	松下電器産業	昭58-057555	昭58. 3.31	昭59-182581	昭62. 2. 5	平01-048663	1563814	
9	特登2833438	4	B	単一波長受光素子	日立電線	平05-231688	平 5. 9.17	平07-086630	平 8. 7.17	無	2833438	
10	特開昭63-187671	4	B	1. 3 μm帯半導体受光素子	古河電気工業	昭62-019796	昭62. 1.30	昭63-187671	—	—	—	未請求取下
11	特開平01-238070	4	B	フोटダイオード	三菱電機	昭63-066002	昭63. 3.17	平01-238070	—	—	—	未請求取下
12	特開平03-018069	4	B	半導体受光装置	松下電子工業	平01-151896	平 1. 6.14	平03-018069	平 6. 5.18	—	—	
13	特開平06-120554	4	B	受光素子及び光波長多重伝送装置	シャープ	平04-262521	平 4. 9.30	平06-120554	—	—	—	未請求取下
14	特公昭62-060827	5	S	ホトセンサ	日立製作所	昭61-197149	昭61. 8.25	昭62-076570	昭61. 8.25	昭62-060827	1453991	特願昭54-120638の分割
15	特公平06-091228	5	B	半導体装置	キヤノン	昭61-068398	昭61. 3.28	昭62-226659	平 3.10.21	平06-091228	1956212	
16	特公平07-101756	5	B	フोटダイオード	日本電気	昭63-086422	昭63. 4. 7	平01-257377	平 4.11.26	平07-101756	2066764	
17	特登2774006	5	B	半導体受光装置及びその製造方法	三菱電機	平03-359799	平 3.12.25	平05-175539	平 7. 5.29	無	2774006	
18	特登2952906	5	B	フोटダイオード	島津製作所	平01-274698	平 1.10.20	平03-136282	平 8. 7.11	無	2952906	
19	特登2968440	5	B	半導体受光素子	沖電気工業	平06-144162	平 6. 6.27	平08-018088	平10. 2.20	無	2968440	
20	特開昭60-182778	5	A	半導体受光装置	富士通	昭59-039409	昭59. 2.29	昭60-182778	—	—	—	未請求取下
21	特開昭62-002673	5	A	半導体受光装置	三菱電機	昭60-143200	昭60. 6.28	昭62-002673	昭63.12.23	—	—	
22	特開平01-179467	5	B	半導体受光素子	日本電気	昭63-001470	昭63. 1. 6	平01-179467	—	—	—	未請求取下
23	特開平03-038070	5	A	半導体受光素子	三菱電機	平01-173351	平 1. 7. 4	平03-038070	平 5. 5. 7	—	—	
24	特開平03-220782	5	A	半導体受光装置	三菱電機	平02-016654	平 2. 1.25	平03-220782	平 5. 5.24	—	—	
25	特開平03-276769	5	B	半導体受光装置	三菱電機	平02-077582	平 2. 3.27	平03-276769	平 6.11.10	—	—	
26	特開平04-111478	5	A	受光素子	住友電気工業	平02-230207	平 2. 8.31	平04-111478	—	—	—	未請求取下
27	特開平05-067800	5	A	光半導体装置	松下電子工業	平03-227027	平 3. 9. 6	平05-067800	平10. 5.28	—	—	
28	特開平05-198835	5	A	光半導体装置	松下電子工業	平04-010023	平 4. 1.23	平05-198835	—	—	—	未請求取下
29	特開平07-122773	5	B	半導体受光素子	沖電気工業	平05-262806	平 5.10.20	平07-122773	—	—	—	
30	特開平08-018090	5	B	受光素子及びその製造方法	日立製作所	平06-147403	平 6. 6.29	平08-018090	—	—	—	
31	特開平11-068144	5	A	受光素子およびその製造方法	松下電器産業	平09-229219	平 9. 8.26	平11-068144	—	—	—	
32	特開2000-156520	5	A	受光素子およびその製造方法	松下電器産業	平10-330065	平10.11.19	2000-156520	—	—	—	
33	特登2710070	6	S	半導体受光素子及びこの半導体受光素子を用いた光半導体装置	松下電子工業	平01-241685	平 1. 9.20	平03-105985	平 6.10.11	無	2710070	
34	特開平04-373180	6	B	半導体受光素子	日本電気	平03-177188	平 3. 6.21	平04-373180	—	—	—	未請求取下
35	特開平05-055619	6	A	半導体受光装置	富士通	平03-212406	平 3. 8.23	平05-055619	—	—	—	未請求取下
36	特開平09-307134	6	A	受光素子及びその光モジュール並びに光ユニット	富士通	平08-118069	平 8. 5.13	平09-307134	—	—	—	
37	特開平11-307806	6	A	受光素子およびその製造方法	松下電器産業	平10-124101	平10. 4.14	平11-307806	—	—	—	
38	特開平04-332178	7	B	受光素子	住友電気工業	平03-100875	平 3. 5. 2	平04-332178	—	—	—	未請求取下
39	特開平05-082827	7	B	半導体受光素子	日本電気	平03-238484	平 3. 9.19	平05-082827	—	—	—	未請求取下
40	特開平05-082829	7	B	半導体受光素子	日本電気	平03-238485	平 3. 9.19	平05-082829	—	—	—	未請求取下
41	特開平10-270741	7	A	半導体受光素子	古河電気工業	平09-077207	平 9. 3.28	平10-270741	—	—	—	

1	基本構造	エピ・不純物拡散
2		パッシベーション
3		電極
4		パスバンド・波長選択
5	メタル遮光構造	
6	屈折入射構造	
7	半絶縁性基板上のメサ構造	

S	当社製品にとって重要な登録特許
A	当社製品にとって重要な公開特許
B	当該技術に関連する重要特許

表5 光通信用受光素子に関する当社の出願特許

出願番号	出願日	発明の名称	内容	外国出願	備考
特願平9-229219	1997年8月26日	受光素子およびその製造方法	金属膜により受光部以外を遮光した長波受光素子		
特願平10-124101	1998年4月14日	受光素子及びその製造方法	屈折入射型受光素子の入射斜面を(112)面とする	P20068	USP登録査定
特願平10-330065	1998年11月19日	受光素子およびその製造方法	2層の金属膜により受光部以外を遮光した長波受光素子	P21165	USP登録査定
特願平11-69265	1999年3月15日	受光素子およびその製造方法	屈折入射型受光素子の入射斜面を表面側に形成	P21814	
特願平11-192367	1999年7月6日	受光素子およびその製造方法	半導体波長フィルタを接着した長波側パスバンドPD	P23144	USP登録査定
特願平11-324835	1999年11月16日	分波素子及び分波受光素子	多層膜共振器フィルタを用いたパスバンドPD	P23878	USP登録査定
特願2000-155485	2000年5月25日	受光素子およびその製造方法	基板と半導体導電層の組成が異なるメサ型PD	P024894	
特願2001-68963	2001年3月12日	受光素子および受光素子実装体	波長フィルタ層を複数回通る長波側パスバンドPD	P026419	

■表面実装受光素子 特許マップ

調査対象: 国内公開特許
 期 間: 1980年11月12日～2000年8月15日
 検索式: 受光素子 * (通信用+遮光構造+斜面入射+メサ構造)
 総件数: 2114件 ⇒ 抽出数: 37件

[評価基準]

S	当社製品にとって重要な公告/登録特許
A	当社製品にとって重要な公開特許
B	当該技術に関連する重要特許

基本構造 (電極)

A 特開昭63-160283 (富士通)
 コントラクト層が電極直下のみ

A 特開平7-142760 (古河)
 コントラクト層を挿入

基本構造 (エビ/不純物拡散)

A 特開平5-206497 (NEC)
 光吸収層が1.3～2 μm

屈折入射構造

S 第2710070 (松下)
 傾斜側面が光入射面

A 特開平9-307134 (富士通)
 斜面入射で表裏に電極

A 特開平11-307806 (松下)
 傾斜面が(112)面

メタル遮光構造

A 特開昭62-2673 (三菱)
 絶縁膜上に遮光層を設ける

A 特開平3-38070 (三菱)
 金属遮光膜が窓層と導通

A 特開平3-220782 (三菱)
 遮光膜が拡散領域に重なる

A 特開平5-198835 (松下)
 電極-遮光膜間が≤10 μm

A 特開平11-68144 (松下)
 配線・パッド・遮光が同一膜

A 特開2000-156520 (松下)
 2層の遮光金属膜を使用

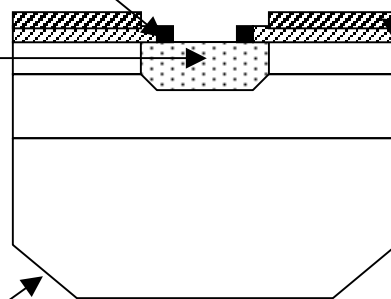


図1 LD/PDモジュール用受光素子に関する特許マップ

■メサ型高速受光素子 特許マップ

調査対象: 国内公開特許
 期 間: 1980年11月12日～2000年8月15日
 検索式: 受光素子 * (通信用+遮光構造+斜面入射+メサ構造)
 総件数: 2114件 ⇒ 抽出数: 4件

【評価基準】

S	当社製品にとって重要な公告/登録特許
A	当社製品にとって重要な公開特許
B	当該技術に関連する重要特許

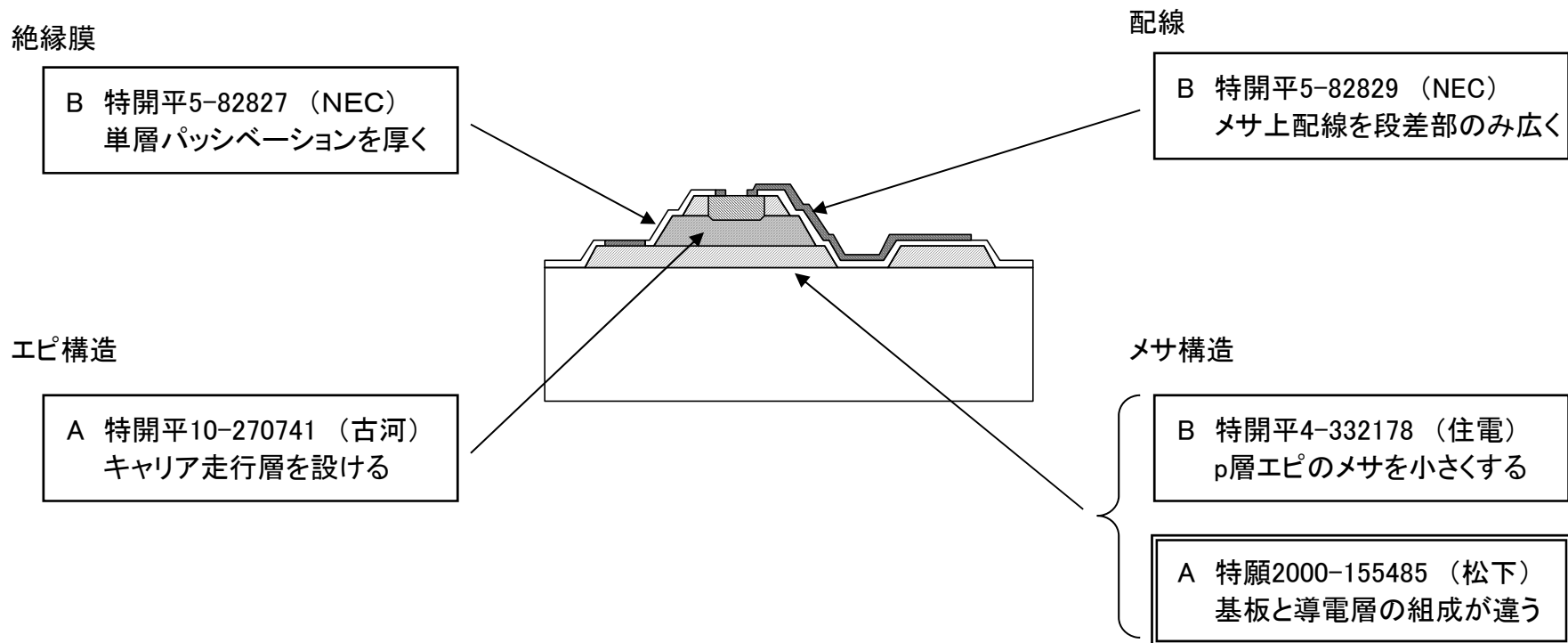


図2 高速受光素子に関する特許マップ

クレーム対比表

作成日:2000年 7月 22日

名 称: 半導体受光素子		権利者(出願人): 古河電気工業(株)		作成者(部署): 松田賢一(光デバイス)
登録番号:	ファミリー:	出願番号: 特願平 9-77207	権利満了日: 2017. 3. 28	
登録日:	経過:	出願日: 1997. 3. 28		
特許請求の範囲(代表図面)	関係性	対象技術・製品及び関係有無の理由(代表図面)	対応・対策	
【請求項1】 (イ)少なくとも、光吸収層と、 (ロ)n側電極に電氣的に接触する半導体電極接触層とを有する半導体積層構造を備えた半導体受光素子において、 (ハ)受光する光のエネルギーより広いバンドギャップを有し、 (ニ)キャリア濃度が光吸収層とほぼ同じ半導体層が、 (ホ)キャリア走行層として、 (ト)光吸収層と半導体電極接触層との間で光吸収層上に接して設けられていることを特徴とする半導体受光素子。 【請求項2】 (イ)光吸収層が、バンドギャップの相互に異なる半導体層の積層構造により構成され、 (ロ)正孔の走行を速める内蔵電界が光吸収層内に形成されるように、 (ハ)キャリア走行層に近い層ほどバンドギャップが大きくなっていることを特徴とする請求項1に記載の半導体受光素子。 【請求項3】 (イ)光吸収層が、キャリア濃度の相互に異なる半導体層の積層構造により構成され、 (ロ)正孔の走行を速める内蔵電界が光吸収層内に形成されるように、 (ハ)キャリア走行層に近い層ほどキャリア濃度が高くなっていることを特徴とする請求項1に記載の半導体受光素子。	有り 有り 有り (有り) 有り 有り 無し 無し 無し 無し 無し 無し	光吸収層 導電層 第2バッファ層 何れもアンドープであるが必ずしもキャリア濃度は同じではない 実態としてキャリアが走行する 位置関係は同じ 光吸収層のバンドギャップは単一 光吸収層のキャリア濃度は単一	□クレーム解釈の検討 ■無効資料の調査 調査済み、有効資料有り S. Miura et al., "Planar embedded InP/GaInAs p-i-n photodiode for very high-speed operation," J. Lightwave Technol., vol. LT-5, pp. 1371-1376, Oct. 1987. □設計変更の検討 □ライセンスの検討 ■先使用の調査 調査済み、証拠有り 昭和電工 納入エビ検査成績書 (1995.10.24) ■ウォッチング登録	
10 実施例1の受光素子 12 半導体性InP基板 14 層厚0.5μmのInPバッファ層 16 層厚0.5μmのn-InP電極コンタクト層 18 層厚0.3μmのi-InPキャリア走行層 20 層厚0.3μmのi-InGaAs光吸収層 22 層厚0.2μmのn-InPキャップ層 24 p電極 26 n電極 28 シリコン窒化膜 30 凹形受光面		10GHz帯域PIN-PD(SDP5HS01)の断面構造		

図 3 高速受光素子の A ランク特許に対するクレーム対比表