

(43) 国際公開日
2006年2月2日 (02.02.2006)

PCT

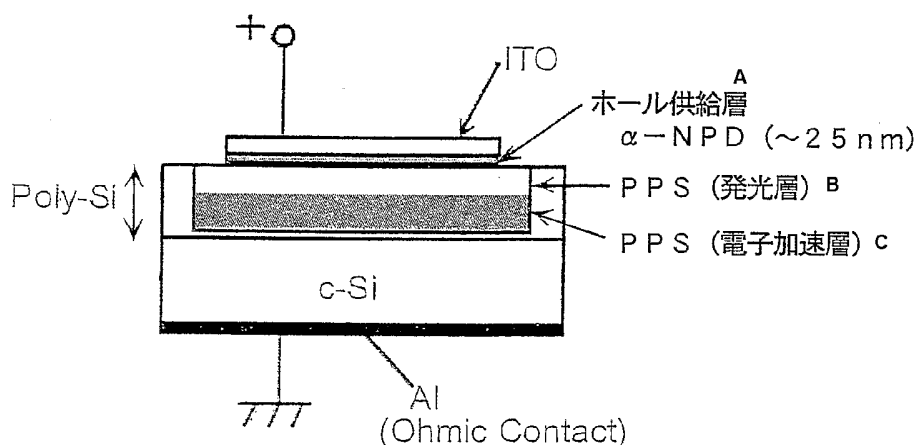
(10) 国際公開番号
WO 2006/011237 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 33/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/011026
- (22) 国際出願日: 2004年7月27日 (27.07.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社
カンタム 14 (QUANTUM 14 KK) [JP/JP]; 〒184-8588
東京都小金井市中町2丁目24番16号 国立大学
法人東京農工大 インキュベーション施設 1204号
室 Tokyo (JP).
- (71) 出願人 および
- (72) 発明者: 越田 信義 (KOSHIDA, Nobuyoshi) [JP/JP]; 〒
184-0003 東京都小金井市緑町3-12-8 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小島 明 (KO-
JIMA, Akira) [JP/JP]; 〒198-0061 東京都青梅市畑中
3-5 15-2 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 西澤 利夫 (NISHIZAWA, Toshio); 〒107-0062
東京都港区南青山6丁目11番1号 スリーエフ南
青山ビルディング7F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護
が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR,
HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

/ 続葉有 /

(54) Title: LIGHT-EMITTING ELEMENT, LIGHT-EMITTING DEVICE AND INFORMATION DISPLAY

(54) 発明の名称: 発光素子と発光装置並びに情報ディスプレイ装置



- A.. HOLE SUPPLY LAYER α -NPD (UP TO 25nm)
- B.. PPS (LIGHT EMITTING LAYER)
- C.. PPS (ELECTRON ACCELERATION LAYER)

(57) Abstract: A light-emitting element having a multilayer structure composed of a semiconductor or conductive substrate having a rear surface electrode, a layer generating hot electrons, quasi-ballistic or ballistic electrons, a light emitting layer and a semitransparent surface electrode, or a multilayer structure further comprising a hole supply layer between the light emitting layer and the semitransparent surface electrode of the element having the above-mentioned structure. High efficiency emission is realized from infrared to ultraviolet with less current injection than an injection or intrinsic EL.

/ 続葉有 /

WO 2006/011237 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 裏面電極を有する半導体または導電性基板、ホットエレクトロンまたは準弾道ないし弾道電子の生成層、発光層、および半透明表面電極、を積層した構造、もしくは同構造の素子の発光層と半透明表面電極との間にホール供給層を設けた構造を有する発光素子とし、注入形または真性ELよりも少ない電流注入量で赤外から紫外にわたって、高効率の発光を実現するものとする。

明 細 書

発光素子と発光装置並びに情報ディスプレイ装置

5 技術分野

本願発明は、薄型、低消費電力、高解像度、高速応答、低コスト等の特徴を有し、面光源、自発光ディスプレイ、光集積用発光素子等として有用な固体発光素子に関するものである。

10 背景技術

従来より、発光デバイスは、携帯端末を含む情報機器の表示装置、光通信、照明などに幅広く用いられている。たとえば可視域の発光デバイスは、表示品質で有利な自発光型のディスプレイや情報端末機器を実現するためのキーデバイスである。また光通信においても、高効率の近赤外発光素子はきわめて重要である。

真空やガスを用いない固体発光デバイスは、薄型化および軽量化に有利な上、耐環境性や信頼性に優れていることから、従来から多くの研究開発がなされてきた。このような固体発光デバイスは、発光層に注入された電子と正孔との再結合によって発光を得るキャリア注入型EL、発光層の中で走行する電子自身の励起で発光を得る真性EL、の二つに大別される。しかし、発光波長の制御性、消費電力、応答速度、大面積化への適合性、耐環境性、信頼性、作製の容易さなどの要件を一部満足するデバイスはあるものの、それらの全てを満たすデバイスの実現にはまだ至っていない。

25 キャリア注入型ELではp n接合を通した少数キャリアの拡散注入が、真性ELでは発光層で発生したホットエレクトロンによる発光中心の励起が、発光の基本原理であることから、両者とも、電子の注入やドリフトの過程で損失が避けられず、発光効率と消費電力を両立させる上

で大きな限界があった。また、ディスプレイへの応用に当たっては、発光色を制御するために使用できる発光材料が限られ、作成工程も複雑になり、高度な集積化が困難になっていた。

そこで、本願発明は以上のような従来技術の問題点を解消し、低い消費電力で、しかも発光効率を高めることができ、ディスプレイへの応用に際しても発光色材料の選択自由度が大きく、簡便な作成で高度な集積化も可能な発光素子と、これを用いた装置を提供することを課題としている。

10 発明の開示

本願発明は、上記のと通りの課題を解決するものとして、第1には、裏面電極を有する半導体または導電性基板、ホットエレクトロンまたは準弾道ないし弾道電子を生成する電子ドリフト層、発光層、および半透明表面電極を積層した素子構成を備えることを特徴とする発光素子を提供し、第2には、前記発光素子の発光層と半透明表面電極との間にホール供給層を積層し、動作時に発光層へホールを注入することを特徴とする発光素子を提供する。

そして、本願発明は、第3には、前記素子において、基板が、電極をコートしたガラス板またはプラスチックシートからなることを特徴とする発光素子を、第4には、電子ドリフト層が半絶縁性膜、ナノ結晶構造を有する半導体膜、単結晶半導体膜または多結晶半導体膜にナノ結晶処理を施した層からなることを特徴とする発光素子を、第5には、発光層が発光性半導体、発光性半導体ナノ構造、または無機ないし有機の蛍光体からなり、赤外から紫外にわたる任意の波長の発光が可能であることを特徴とする発光素子を、第6には、半透明表面電極が金属薄膜、炭素薄膜、またはn形ないしp形導電性薄膜からなることを特徴とする発光素子を提供する。

さらに本願発明は、第7には、発光波長帯が異なるか、または発光波

長帯を制御した前記発光素子を微細アレイ化して形成したマルチカラー発光装置または情報ディスプレイ装置を提供する。

以上のとおりの本願発明においては、弾道的に加速した電子を発光層に高効率で注入することで高密度の電子－ホール対を生成することで
5 発光効率を向上させる。また、ホール供給層側からのホール注入も利用して発光効率をより高める。発光層の選択性が広がるため、赤外から紫外にわたる発光波長のチューニングも容易になる。さらに、この発光デバイスはモノリシックプロセスを用いて作成することにより高度な集積化を可能としている。

10

図面の簡単な説明

図 1 は、実施例 1 の素子構造を模式的に例示した図である。

図 2 は、電子ドリフト層の有無に対する電圧－電流特性を示した図である。

15 図 3 は、電子ドリフト層の有無に対する電圧－発光強度特性を示した図である。

図 4 は、電子ドリフト層の有無に対する電流－発光強度特性を示した図である。

20 図 5 は、ホール供給層の有無に対する電圧－電流特性を示した図である。

図 6 は、ホール供給層の有無に対する電圧－発光強度特性を示した図である。

図 7 は、ホール供給層の有無に対する電流－発光強度特性を示した図である。

25 図 8 は、発光層なしのダイオードから放出される電子エネルギー分布を示した図である。

図 9 は、ピコ秒飛行時間法で観測された電子ドリフト層における光伝導信号を示した図である。

図 10 は、電子ドリフト速度の比較を示した図であり、nc-Ps は電子ドリフト層、c-Si は単結晶シリコンを示している。

図 11 は、実施例 2 の素子構造を模式的に例示した図である。

図 12 は、電子ドリフト層及びホール供給層の有無に対する電圧－電
5 流特性を示した図であり、ナノ結晶シリコンを発光層とした素子の特性を示している。

図 13 は、電子ドリフト層及びホール供給層の有無に対する電圧－発
光強度特性を示した図であり、ナノ結晶シリコンを発光層とした素子の
発光強度を示している。

10 図 14 は、電子ドリフト層の付設による発光波長帯の制御性を示した
図である。

図 15 は、発光素子のモノリシック集積化を示した図である。

発明を実施するための最良の形態

15 本願発明は、上記のとおりの特徴を有するものであるが、以下にその
実施の形態について説明する。

前記のとおり、素子の構造によって、この出願発明において重要な役
割を果たす電子ドリフト層は、発光層に注入する前に電子を低散乱損失
で加速する層である。これは多様な形態が可能であるが、たとえば、半
20 絶縁性膜、ナノ結晶シリコン等のナノ結晶構造を有する半導体膜、シリ
コン等の単結晶半導体膜または多結晶半導体膜にナノ結晶化処理を施
した層が例示される。なかでも、好適なものとして、量子効果が発現す
るナノ結晶シリコン層が利用できる。この層において、電子の一部はナ
ノ結晶界面に生ずる電界集中によってナノ結晶間を連続的にトンネル
25 し、散乱とエネルギー損失なしに弾道的に走行し、真空中を加速された
のと同様の運動エネルギーを得る。この電子ドリフト層は、たとえば陽
極酸化などによる自己組織過程を利用して形成することが可能である。

電子ドリフト層で生成された高エネルギー電子を発光層に注入し、高

密度の電子-ホール対を生成して、赤外から紫外にわたる高効率発光を可能とする。また、ホール供給層を設けることによって発光再結合をさらに高める。

また発光層としては、サイズを制御したナノ結晶シリコンまたはエルビウムなどの希土類元素をドープしたナノ結晶シリコンを用いれば、赤外から紫外にわたる任意の発光波長を有するシリコンベースの発光素子が実現され、高度なモノリシック光集積化も可能となる。

そこで以下に実施例を示し、さらに詳しく実施の形態について説明する。もちろん、以下の例によって発明が限定されることはない。

10

実施例

<実施例 1>

図 1 には、本願発明の一例である面発光素子の概略構成図を示す。この例では、単結晶 n 形シリコン基板 ($\sim 0.01 \Omega \text{cm}$) 上に厚み $1.6 \mu\text{m}$ のポリシリコン層を LPCVD 法を用いて堆積し、表面からイオン注入法により、ドナー不純物 P+ を加速電圧 150KeV 、ドース $4.5 \times 10^{15} \text{cm}^{-2}$ で注入したあと 1000°C で 10 分間アニールを行う。この場合、ドース量を適切に変化させることにより任意の発光波長を得ることができる。

次に、まず陽極酸化法を用いて、発光層と電子ドリフト層の 2 層構造をポリシリコン層内に形成する。2 層構造にするために、発光層、電子ドリフト層の順で陽極酸化を段階的に条件を変えて行う。最初に HF と $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ の混合溶液中で 30 秒間、電流密度を $50 \text{mA}/\text{cm}^2$ として $1 \text{W}/\text{cm}^2$ の白色光を照射しながら陽極酸化をおこなうことにより、表面から深さ 700nm まで発光層が形成される。続いて 25 秒間、電流密度を $65 \text{mA}/\text{cm}^2$ として $1 \text{W}/\text{cm}^2$ の白色光を照射しながら陽極酸化をおこなうことで深さ 700nm から $1.4 \mu\text{m}$ まで電子ドリフト層が形成される。

なおこの例では、基板として単結晶 n 形シリコン基板を用いているが、ガラス基板やプラスチックシートのような絶縁性基板の上に電極を堆積し、その上にポリシリコン層を堆積したものをを用いても同様な素子作製が可能であり、大面積化は容易である。

- 5 陽極酸化後電気化学的酸化処理を 1 M の H_2SO_4 中で電流密度 3 mA/cm^2 にて、処理中の電気化学的 EL 発光強度が最大になる時点まで行う。もちろん、電気化学的酸化処理以外にも、酸素プラズマ処理あるいは急速熱酸化処理等の手段を用いることもできる。

- 次に α -NPD を発光層の上面に蒸着することでホール供給層を形成する。 α -NPD は有機のホール供給層として一般的に知られており、熱にも強い。

- α -NPD をホール供給層とする以外にも、ポリシリコン層の最表面にアクセプタ不純物 B を加速電圧 30 KeV 、ドーズ量 $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ で注入し PN 型層を形成した後に、 1000°C で 10 分間アニールを行い、陽極酸化法を用いて、ホール供給層、発光層と電子ドリフト層の 3 層構造をポリシリコン層内に形成することもできる。このようなホール供給層の導入で発光効率を高めることができるが、ホール供給層を形成せずに発光層の上に直接、表面電極を形成しても十分な発光強度を得ることもできる。

- 20 最後に半透明の表面電極を発光層の上に形成する。図 1 の例で用いる ITO 膜は半透明電極と同時にホール供給層ともなりうる。

- 得られた素子の特性について説明すると、まず典型的な電流－電圧特性とこれに対応する発光強度の変化を図 2 と図 3 に示すことができる。図中 drift layer は電子ドリフト層を示している。また as-anodized は電子ドリフト層を設けていない素子の特性を示している。表面電極である半透明電極に裏面電極に対して正バイアス 3 V より高い電圧を加えると、素子は電極面内で均一な発光を確認できる。負バイアスでは発光は生じていない。発光強度はバイアス電圧の増加に対し急峻に増大し、

5 V以上の電圧で室内照明下のもとで発光を明確に確認できる。

この発光の機構は従来のLEDとは明確に異なるものである。従来のLEDでは発光を得るために電子とホールを発光層に同時注入する必要がある。これに対し、本素子では固体中のカソードルミネッセンス機構と同時にホール注入による発光再結合の向上も誘起される。それらの相乗効果が高効率発光に結びついていると考えられる。

図4は電子ドリフト層の効果を検証するため、〔ITO表面電極／発光層／電子ドリフト層／導電性基板／裏面電極〕の素子と〔ITO表面電極／発光層／導電性基板／裏面電極〕の素子のダイオード電流－発光強度特性を比較して示したものである。電子ドリフト層の挿入によって同一の電流注入量に対し発光強度は2桁以上向上しているのがわかる。このことは電子ドリフト層で生成される弾道及び準弾道成分が急激に増大するため、発光層での電子－ホール対が高密度に発生することを示している。

図5と図6は、〔ITO表面電極／ α -NPDによるホール供給層／発光層／電子ドリフト層／導電性基板／裏面電極〕の素子の電流－電圧特性とこれに対応する発光強度の変化を示している。また図7はダイオード電流－発光強度特性を示している。これらの結果からホール供給層を設けることで電流効率がさらに一桁以上改善されていることがわかる。

上述の弾道電子による固体中のカソードルミネッセンスの機構を支持する事項として電子のエネルギー分布、電子のドリフト速度それぞれについて説明する。電子ドリフト層での弾道電子生成の機構を検証するために、発光層をもたない素子について放出される電子のエネルギー分布とキャリア輸送過程について調べた。

真空中でこの素子に表面電極に対し正バイアスを印加すると電子が放出される。いくつかのバイアス電圧について放出電子の運動エネルギーを交流逆電界法を用いて測定したものが図8である。エネルギーは真

空準位を基準に取ってある。すべての分布のピークは高エネルギー側にあり、バイアス電圧の増加に対しピークが高エネルギー側にシフトしていることは電子のエネルギーが熱平衡状態に緩和されていないことを示している。特に熱的な励起をうけない 150 K 以下の温度ではエネルギー分布は狭帯化され、半透明電極の仕事関数を考慮すればピーク的位置は弾道輸送から期待されるエネルギーの 90 % 以上に達している。

次に電子ドリフト層での電子の輸送過程を調べるためにタイムオブフライト法を用いて電子のドリフト速度を調べた。ナノ結晶層を同様に陽極酸化を用いて形成したあと、電気化学的ピーリング法によりナノ結晶シリコンのセルフサポーティング膜を得る。この膜の両面に電極を真空蒸着で堆積させる。光照射をおこなう側の電極は半透明電極としておく。正バイアスを加えた状態でピコ秒紫外パルス光を半透明側の電極に照射したあとの各電界強度に対する光電流過渡応答特性を図 9 に示した。挿入されている図はより長い時間での過渡特性を示している。測定において光照射側の電極付近に生成された電子は対向電極に向かってドリフトするとき過渡電流信号を誘起する。電子が対向電極に到達したあと電流は減少するので信号電流が減衰し始める時間から電子のドリフト速度を求めることができる。図 10 に電界強度に対するドリフト速度の変化を示した。比較のために弾道輸送が生じない単結晶シリコンでのドリフト速度を示している。単結晶シリコンのデータは C. Canali, G. Ottaviani and A. Alberigi Quaranta, J. Phys. Chem. Solids, 32, 1707 (1971) による。単結晶シリコンでは 30 kV/cm において頻繁な散乱とエネルギー損失のために電子のドリフト速度が完全に飽和するのに対し、ナノ結晶シリコン層では高電界下にあってもドリフト速度が飽和せず、エネルギーの散逸が抑えられていることがわかる。

30 kV/cm での電子のドリフト速度は単結晶シリコンでのその 20 倍以上に達している。ドリフト速度がこの値を得るためには、電子が多数の電氣的障壁が存在する微結晶シリコン間を、微結晶のサイズ

の数百倍の距離に相当する平均自由行程をもち、 $1.6 \mu\text{m}$ にわたって弾道的に加速されていることが必要である。同時に光電流過渡特性から得られる移動度-ライフタイム積から電子のドリフト長を求めると $3.2 \mu\text{m}$ である。このことは電子ドリフト層で加速された電子がほとんど
5 トラップに捕獲されずに輸送され、発光層に高いエネルギーで注入されることを示している。

電子ドリフト層であるナノ結晶シリコン層は相互に連結した多数の微結晶シリコンから構成されている。この層にバイアス電圧が加わると主要な電圧降下は微結晶界面の電氣的障壁で発生する。ナノ結晶界面で
10 発生する電界強度はスパイク状になるので、電子がナノ結晶界面の電氣的障壁をトンネルする度に電子は運動エネルギーを獲得できる。電子が連続的にナノ結晶間をトンネルすると、エネルギー緩和が生じる前に電子が高いエネルギーを得る。このように電子ドリフト層では電子エネルギーの非平衡状態が保たれ、弾道もしくは準弾道電子が高効率で発生す
15 る。この過程で生成された電子のエネルギーは図8で示されたように 1.0 eV に達するので、発光層で高密度の電子-ホール対を発生させることができる。

<実施例2>

n形 $0.02 \sim 0.07 \Omega\text{cm}$ の単結晶Si基板をHFと $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
20 の混合溶液中で150秒間、電流密度を $100 \text{ mA}/\text{cm}^2$ として $1 \text{ W}/\text{cm}^2$ の白色光を照射しながら陽極酸化をおこなうことにより発光層を作成する。続いて同溶液中で電流変調陽極酸化により電流密度を $100 \text{ mA}/\text{cm}^2$ から $200 \text{ mA}/\text{cm}^2$ まで上昇させて発光層の下部に電子ドリフト層を作成する。その後素子の安定化のため水素雰囲気中で
25 12時間、表面ダングリングボンド終端処理を行う。続いて $\alpha\text{-NPD}$ を発光層の上面に蒸着することでホール供給層を形成する。この例では、 $\alpha\text{-NPD}$ をホール供給層としているが、ポリシリコン層の最表面にアクセプタ不純物Bを加速電圧 30 KeV 、ドーズ量 $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$

²で注入しPN型層を形成した後1000℃で10分間アニールを行い、陽極酸化法を用いて、ホール供給層、発光層と電子ドリフト層の3層構造を形成することができる。最後にスパッタリング法によりITO薄膜を堆積し表面電極とする。作成された素子の構造を図11に示す。

- 5 この素子の特性について説明すると、まず、典型的な電流－電圧特性とこれに対応する発光強度の変化を図12と図13に示すことができる。図中drift layerは電子ドリフト層を示している。素子は電極面内で均一な発光を確認でき、負バイアスでは発光は生じていない。電子ドリフト層を設けたものでは、5V以上の電圧で室内照明下のもとで発光を明確に確認できる。実施例1で示したように、この発明の素子では電子ドリフト層で生成される弾道及び準弾道成分が急激に増大するため、固体中のカソードルミネッセンスの機構によって高密度に増倍された電子が注入されたホールと再結合することで高効率の発光が得られ、発光強度は2桁近く増大する。また、ホール供給層を設けることで電流効
- 10 率がさらに2桁近く改善されていることがわかる。

- 図14は同時に測定された発光スペクトルを示している。電子ドリフト層を設けたものはピーク波長が約590nmの黄色発光を示しており電子ドリフト層を持たない素子と比較して100nm、エネルギーで考えると0.3eV高い値になっている。電子ドリフト層をもたない素子では、発光層に注入される電子が熱平衡状態にあるために、ナノ結晶のサイズが小さくバンドギャップの大きい（すなわち高い励起エネルギーが必要な）発光層を励起できなくなる。一方、電子ドリフト層を有する素子では、発光層に注入される電子が弾道的であるためナノ結晶のサイズで決まる発光層の本来のエネルギーギャップを励起することができ、発光エネルギーも高くなる。この実験結果は電子ドリフト層が高効率のマルチカラーELを可能にすることを示唆している。
- 20
- 25

また、発光層面内の所定の箇所に任意の発光波長を得ることが、不純物ドーパ量を増減させて陽極酸化法で素子を作成することにより可能

になる。例を図 15 に示す。ドーピング量に応じて発光層面内のナノ微結晶のサイズを任意に制御できるので発光波長を任意に選択でき、マルチカラー EL 素子をモノリシックに集積化できる。

5 産業上の利用可能性

以上詳しく説明した通り、本願発明により、新しい発光素子として、発光効率の向上、発光波長の制御性、消費電力、応答速度、大面積化への適合性、耐環境性、信頼性、作製の容易さ、薄型・集積化など、当該分野で重要な諸課題が解決できる。これは、発光素子の開発にとどまら

10 ず、情報通信技術全般に大きな産業効果をもたらす。

請求の範囲

1. 裏面電極を有する半導体または導電性基板、ホットエレクトロン
または準弾道ないし弾道電子を生成する電子ドリフト層、発光層、およ
5 び半透明表面電極を積層した素子構成を備えることを特徴とする発光
素子。
2. 請求項1の発光素子において、発光層と半透明表面電極との間に
ホール供給層を積層し、動作時に発光層へホールを注入することを特徴
とする発光素子。
- 10 3. 請求項1または請求項2の発光素子において、基板が、電極をコ
ートしたガラス板またはプラスチックシートからなることを特徴とす
る発光素子。
4. 請求項1ないし3のいずれかの発光素子において、電子ドリフト
層が半絶縁性膜、ナノ結晶構造を有する半導体膜、もしくは、単結晶半
15 導体膜または多結晶半導体膜にナノ結晶化処理を施した層からなるこ
とを特徴とする発光素子。
5. 請求項1ないし3のいずれかの発光の素子において、発光層が発
光性半導体、発光性半導体ナノ構造、または無機ないし有機の蛍光体か
らなり、赤外から紫外にわたる任意の波長の発光が可能であることを特
20 徴とする発光素子。
6. 請求項1ないし3のいずれかの発光素子において、半透明表面電
極が金属薄膜、炭素薄膜、またはn形ないしp形導電性薄膜からなるこ
とを特徴とする発光素子。
7. 発光波長帯が異なるか、または発光波長帯を制御した、請求項1
25 ないし6のいずれかの発光素子を微細アレイ化して形成したことを特
徴とするマルチカラー発光装置または情報ディスプレイ装置。

図 1

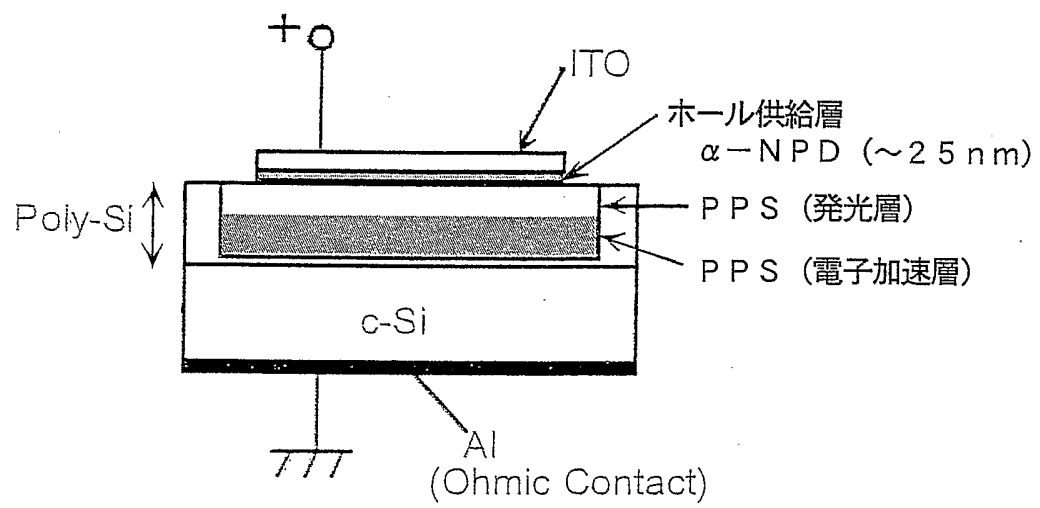


図 2

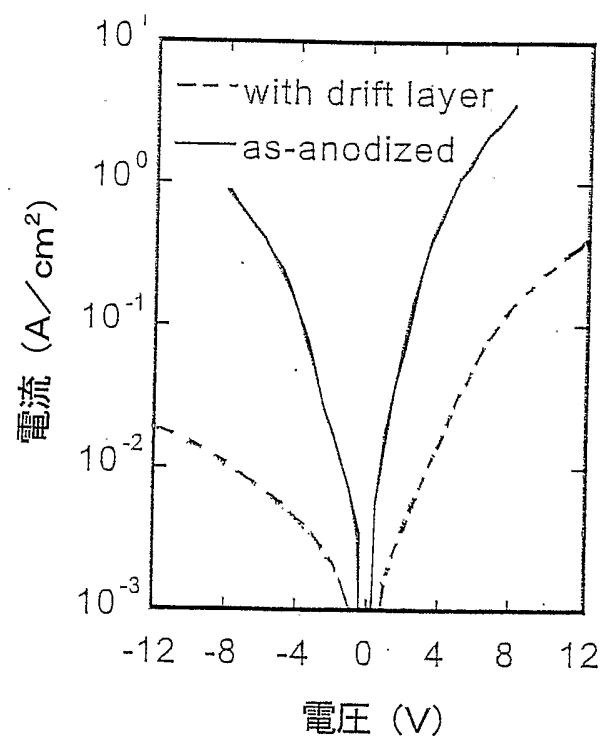


図 3

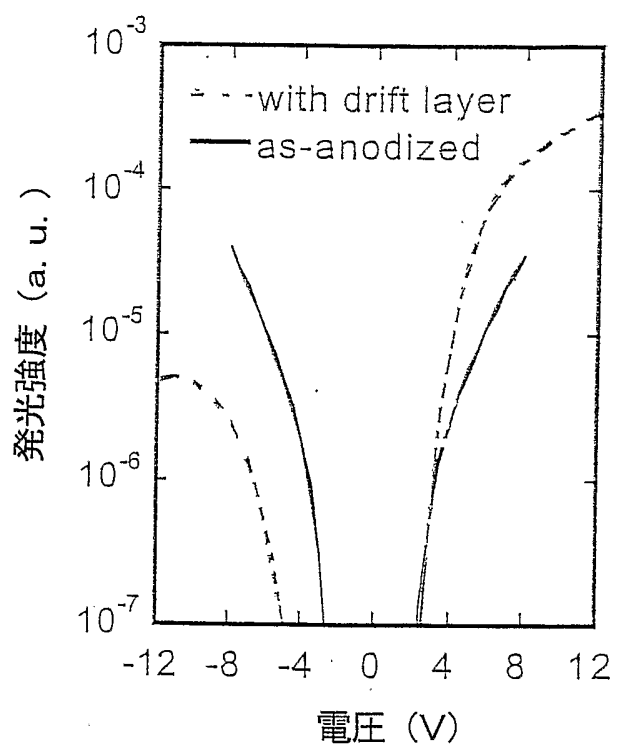


図 4

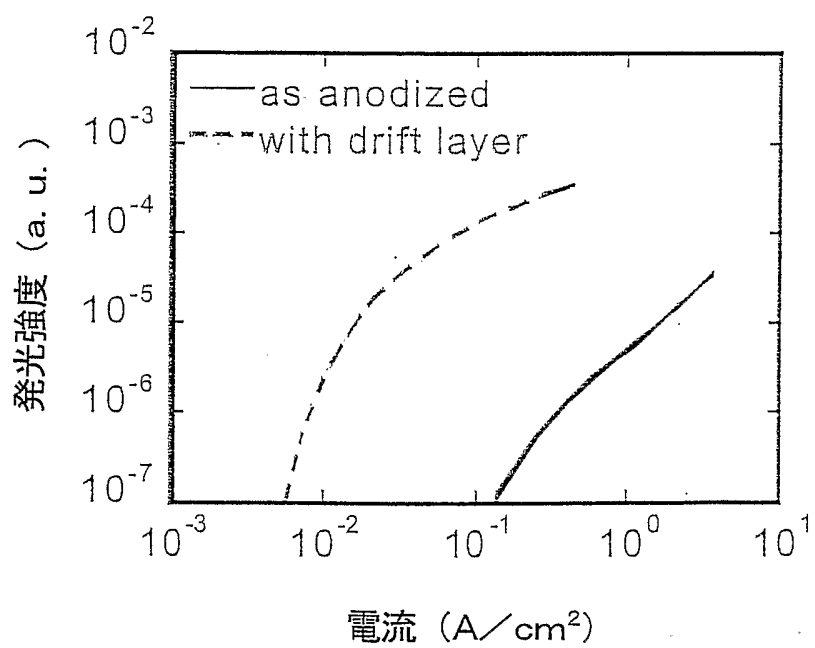


図 5

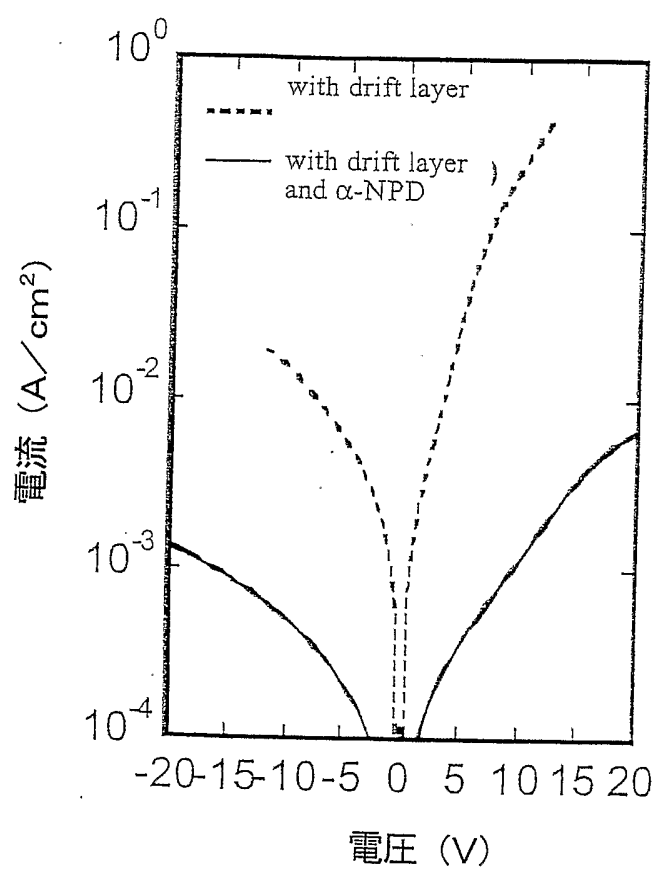


図 6

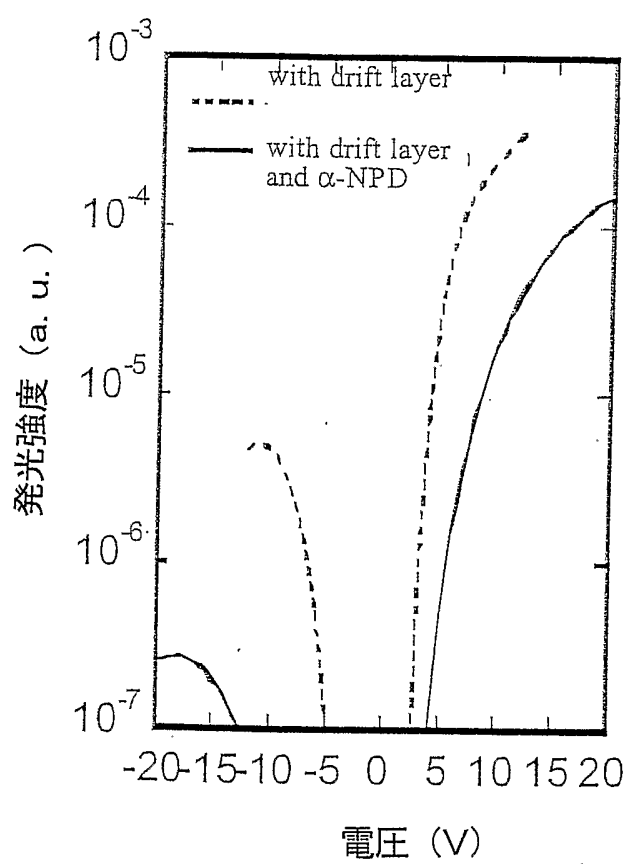


図 7

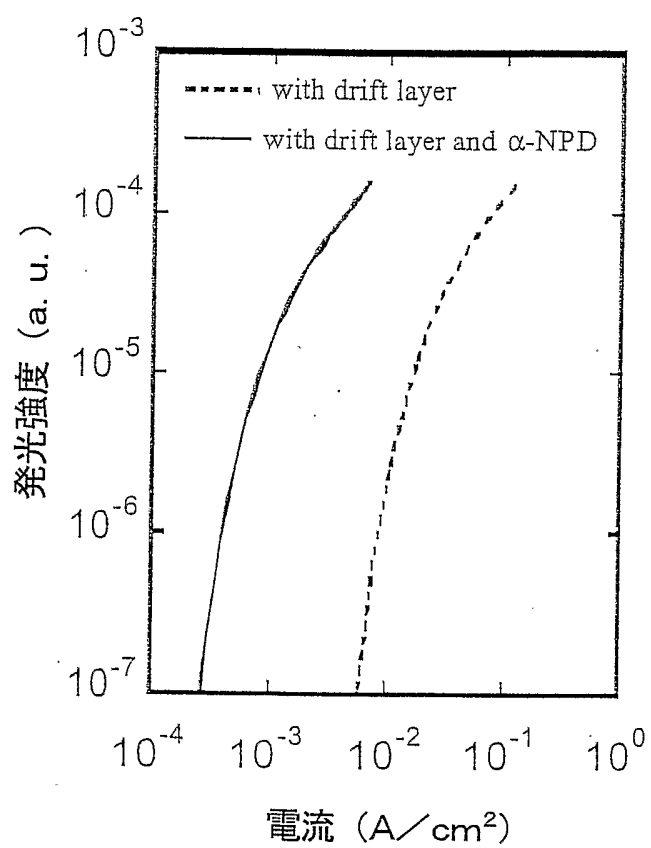


図 8

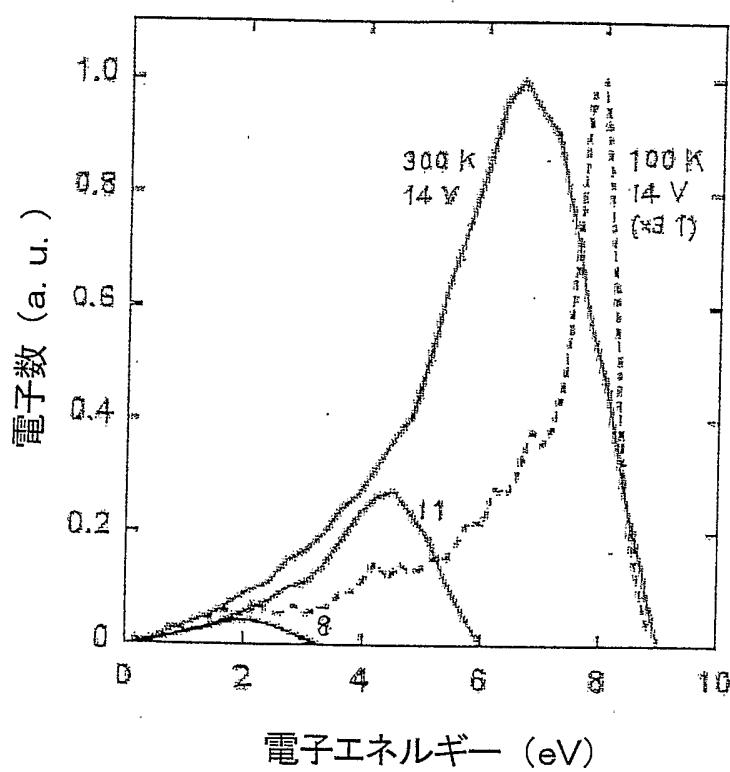


図 9

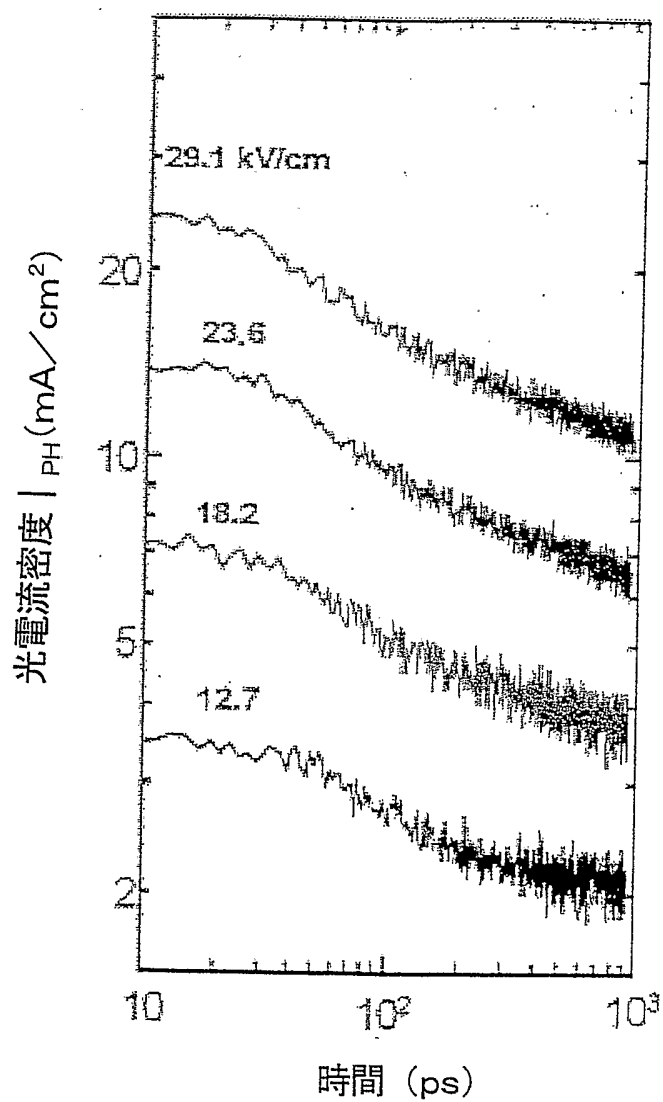


図 10

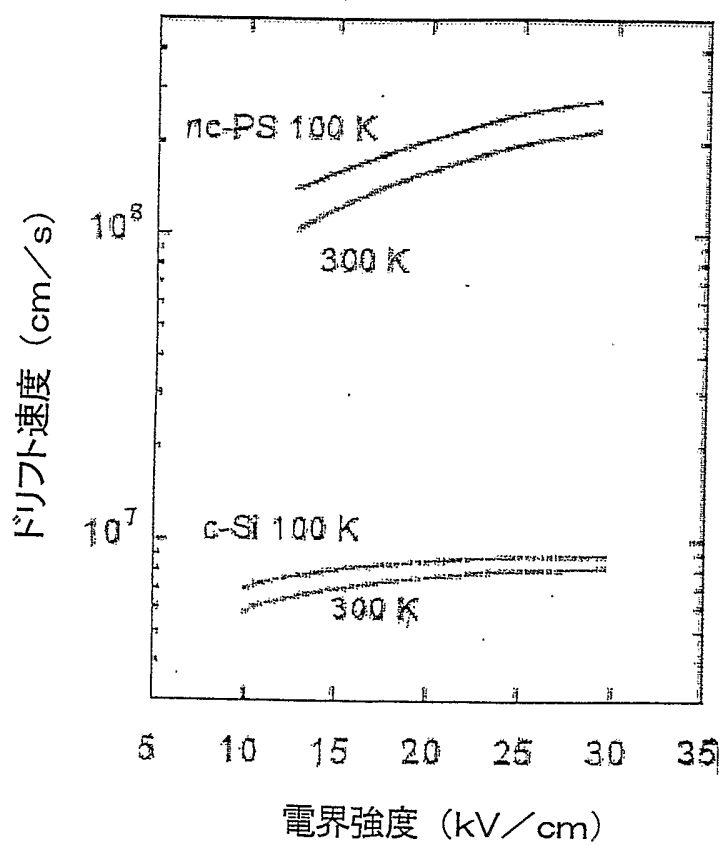


図 11

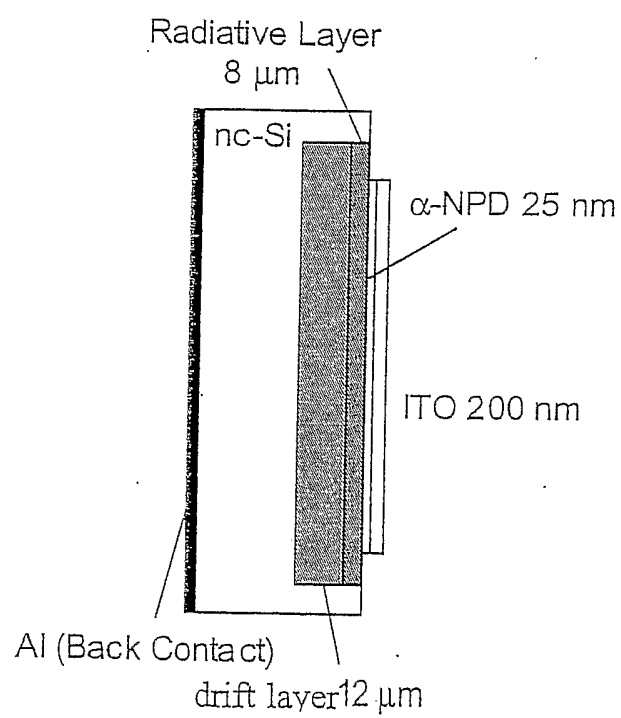


図 12

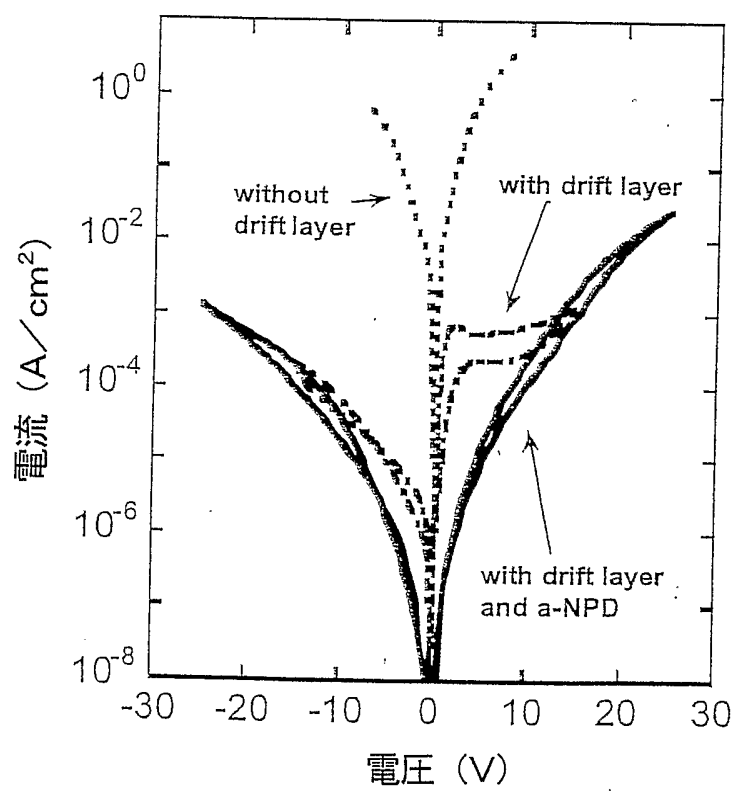


図 13

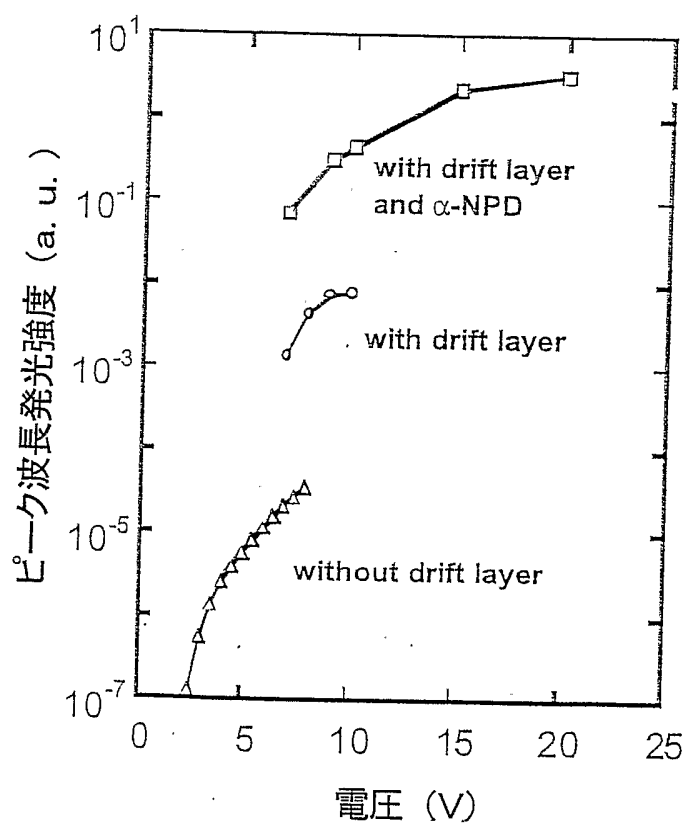


図 14

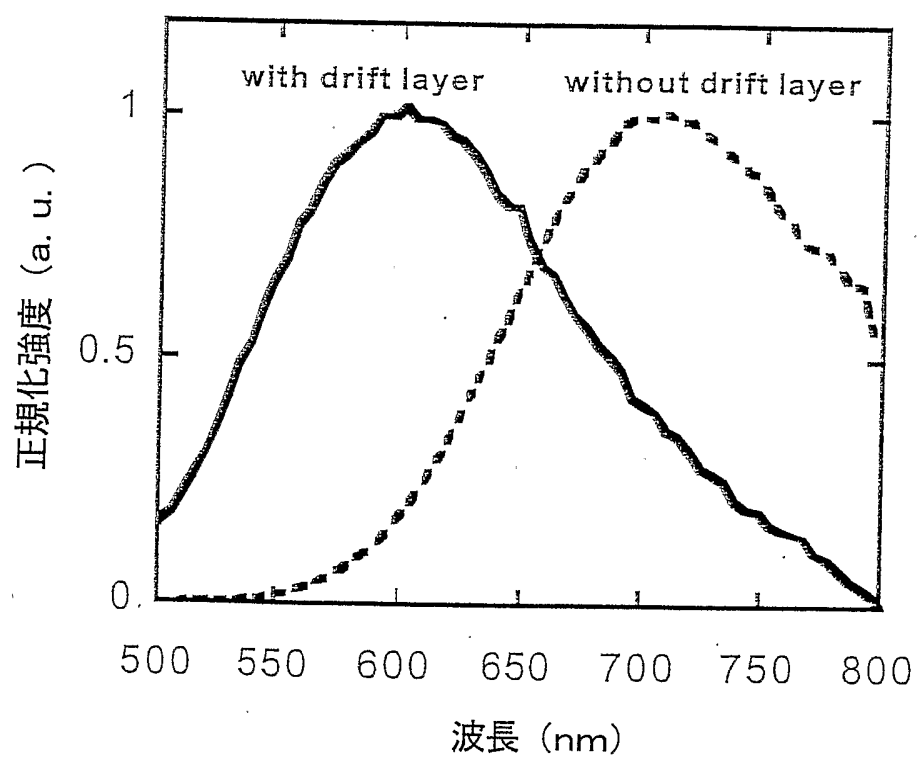
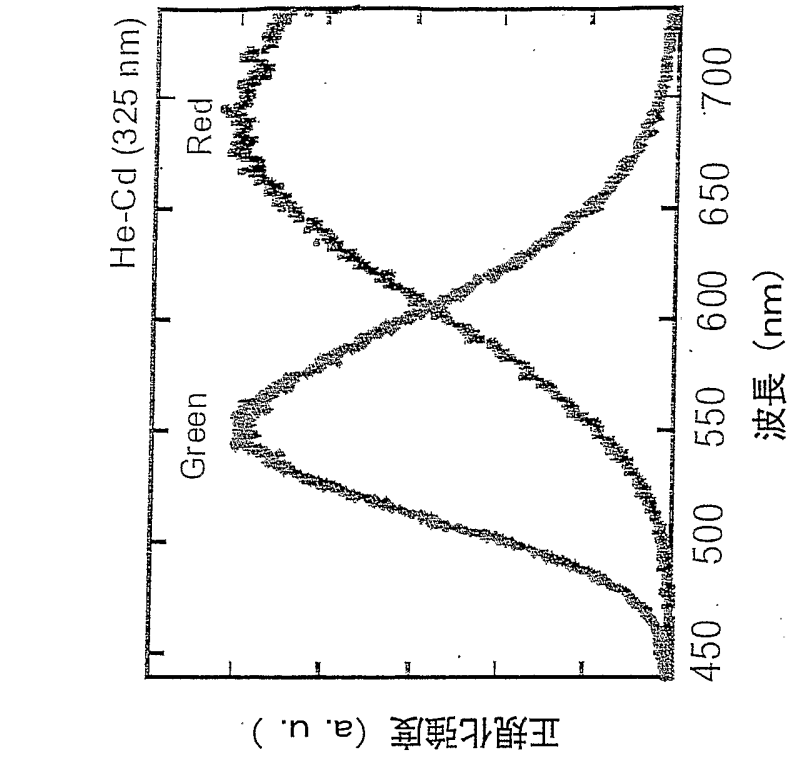
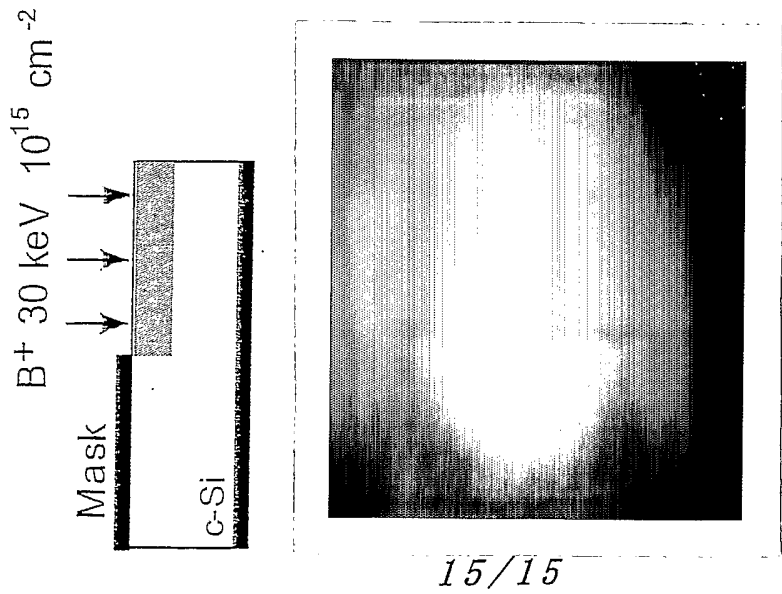


図 15



(b) 各発光領域の PL スペクトル



(a) 不純物ドーピングによる発光波長の制御

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011026

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H01L33/00

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)
Int.Cl.⁷ H01L33/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Nobuyoshi KOSHIDA, 'Korekara no Zairyo Hikari Denshi Oto o Dasu Sillicon Nano Ryushi-Ryoshi Size-ka ni yoru Silicon Technology no Shin Tenkai-' Gakujutsu giho, 25 February, 2004 (25.02.04), Vol.57, No.2, pages 176 to 180	1-7
A	Naoki KURITA et al., 'Silicon Hakko Soshi no Hakko Hacho Seigyo', Dai 51 Kai Oyo Butsurigaku Kankei Rengo Koenkai Koen Yokoshu, 28 March, 2004 (28.03.04), Dai 2 Bunsatsu, page 1598, 28p-P6-25	1-7

☐ 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
27 August, 2004 (27.08.04)

Date of mailing of the international search report
21 September, 2004 (21.09.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. 7 H01L 33/00		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. 7 H01L 33/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	越田信義, 「これからの材料 光・電子・音を出すシリコンナノ粒子-量子サイズ化によるシリコンテクノロジーの新展開-」, 学術技報, 2004. 02. 25, Vol. 57, No. 2, p. 176-180	1-7
A	栗田直樹 他, 「シリコン発光素子の発光波長制御」, 第51回応用物理学関係連合講演会講演予稿集, 2004. 03. 28, 第2分冊, p. 1598, 28p-P6-25	1-7
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
27. 08. 2004	21. 9. 2004	
国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官 (権限のある職員)	2 K 9 8 1 4
日本国特許庁 (ISA/J P)	道祖土 新吾	
郵便番号 100-8915	電話番号 03-3581-1101	内線 3253
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		