

(19)日本国特許庁 ( J P )

(12) **公開特許公報** ( A )

(11)特許出願公開番号

**特開2003 - 342285**

( P 2 0 0 3 - 3 4 2 2 8 5 A )

(43)公開日 平成15年12月3日(2003.12.3)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード <sup>*</sup> (参考)
C07F 17/00		C07F 17/00	4G048
C01B 25/08		C01B 25/08	A 4H048
C01G 28/00		C01G 28/00	4H050
C23C 16/18		C23C 16/18	4K030
H01L 21/205		H01L 21/205	5F041

審査請求 有 請求項の数11 O L (全7頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2002 - 156564( P 2002 - 156564)	(71)出願人	396020800 科学技術振興事業団 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
(22)出願日	平成14年5月30日(2002.5.30)	(71)出願人	591006003 株式会社トリケミカル研究所 山梨県北都留郡上野原町上野原8154 - 217
		(72)発明者	中村 新男 愛知県名古屋市千種区唐山町1の59の1 グランドメゾン東山B3
		(74)代理人	100079005 弁理士 宇高 克己

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電子移動可能体形成材料、電子移動可能体形成方法、及び電子移動可能体

(57)【要約】

【課題】 高性能な電子デバイスが得られる技術を提供することである。特に、波長安定性や発光効率が良く、発光波長の環境温度依存性が極めて小さなランタノイド元素を添加した電子デバイスを提供することである。

【解決手段】 トリス - エチルシクロペンタジエニル - L n からなる電子移動可能体形成材料。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 トリス - エチルシクロペンタジエニル - Ln からなることを特徴とする電子移動可能体形成材料。

【請求項 2】 トリス - エチルシクロペンタジエニル - Ln を分解させ、基体上に電子移動可能体を設けることを特徴とする電子移動可能体形成方法。

【請求項 3】 熱、プラズマ、光、レ - ザ - の群の中から選ばれる手法を用いてトリス - エチルシクロペンタジエニル - Ln を分解させることを特徴とする請求項 2 の

電子移動可能体形成方法。

【請求項 4】 熱分解、光分解、反応分解、プラズマ分解、マイクロ波分解の手段の中から選ばれる手段で分解が行われることを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 の電子移動可能体形成方法。

【請求項 5】 請求項 2 ~ 請求項 4 いずれかの電子移動可能体形成方法により基体上に形成されてなる電子移動可能体。

【請求項 6】 電子移動可能体が、Ln, LnN, LnP, LnAs, LnSb の群の中から選ばれる少なくとも一つからなることを特徴とする請求項 5 の電子移動可能体。

【請求項 7】 電子移動可能体が、Ln 及び / 又は酸素と結合した Ln を含む GaAs 又は  $Ga_{(1-x)}In_xP$  (x は 0 ~ 1 の数) であることを特徴とする請求項 5 の電子移動可能体。

【請求項 8】 Ga, In, P を含む層と Ga, In, P を含む層との間に、請求項 2 ~ 請求項 4 いずれかの電子移動可能体形成方法により形成されてなる電子移動可能体膜を有することを特徴とする電子移動可能体。

【請求項 9】 Ga, In, P を含む層及び Ga, As を含む層と、Ga, As を含む層及び Ga, In, P を含む層との間に、請求項 2 ~ 請求項 4 いずれかの電子移動可能体形成方法により形成されてなる電子移動可能体膜を有することを特徴とする電子移動可能体。

【請求項 10】 請求項 2 ~ 請求項 4 いずれかの電子移動可能体形成方法により形成されてなる電子移動可能体膜と、請求項 2 ~ 請求項 4 いずれかの電子移動可能体形成方法により形成されてなる電子移動可能体膜との間に、Ga, In, P を含む層及び / 又は Ga, As を含む層を有することを特徴とする電子移動可能体。

【請求項 11】 Ga, In, P を含む層が  $Ga_{(1-x)}In_xP$  (x は 0 ~ 1 の数) からなることを特徴とする請求項 8 ~ 請求項 10 いずれかの電子移動可能体。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体や導体と言った電子移動が可能な電子移動可能体に関する。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】今日、電子材料分野における進歩は著しく、高速電子デバイス、発光デバイスからレーザーに至るまで多岐に応用されている。そして、近年、電子デバイスの分野では、ErP に代表されるランタノイド元素 (Ln) と V 族元素とからなる化合物を量子井戸とする二重障壁共鳴トンネルダイオードが期待されている。

【0003】すなわち、 $Ga_{(1-x)}In_xP/LnP/Ga_{(1-x)}In_xP$  の如きのヘテロ構造を作成し、LnP 層の厚さを厳密に制御してエピタキシャル成長することが出来たならば、半金属と半導体のコントロールが可能となり、種々の超高速電子デバイスを展望することが出来ると考えられる。

【0004】又、光の分野でも、Ln の GaAs や  $Ga_{(1-x)}In_xP$  への添加は通信システムにおける発光デバイスとしての応用が期待されており、特に、発光効率の安定化と発光効率の向上が待たれている。

【0005】現在、GaAs に代表される化合物半導体の製造法は、有機金属化学気相成長法 (MOCVD) が主流である。

【0006】ところで、ランタノイド元素 - V 族元素のエピタキシャル成長やランタノイド元素の添加においても、良好なランタノイド有機金属原料が求められる。気化性があるランタノイド有機金属は、-ジケトネイトランタノイドが知られているが、このものは、固体であり、安定した蒸気が得られ難く、しかも分解性が悪いことから使用できない。そして、発光効率が良いランタノイド元素を添加した化合物半導体は得られていない。

【0007】従って、本発明が解決しようとする課題は、高性能な電子移動可能体が得られる技術を提供することである。特に、波長安定性や発光効率が良く、発光波長の環境温度依存性が極めて小さなランタノイド元素を添加した電子移動可能体を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記の課題を解決するための研究を鋭意押し進めて行った結果、トリス - エチルシクロペンタジエニル - Ln を用いて構成された電子移動可能体が極めて高性能なものであることを見出すに至った。

【0009】上記知見に基づいて本願発明が達成されたものであり、前記の課題は、トリス - エチルシクロペンタジエニル - Ln からなることを特徴とする電子移動可能体形成材料によって解決される。

【0010】又、トリス - エチルシクロペンタジエニル - Ln を分解させ、基体上に電子移動可能体を設けることを特徴とする電子移動可能体形成方法によって解決される。

【0011】尚、分解は、熱、プラズマ、光、レ - ザ - の群の中から選ばれる手法、特に熱分解、光分解、反応分解、プラズマ分解、マイクロ波分解の群の中から選ば

れる手法を用いて行われる。

【0012】又、上記電子移動可能体形成方法により基体上に形成されてなる電子移動可能体によって解決される。

【0013】この電子移動可能体は、例えば  $L_n$ ,  $L_n N$ ,  $L_n P$ ,  $L_n A s$ ,  $L_n S b$  の群の中から選ばれる少なくとも一つからなる。或いは、 $L_n$  及び / 又は酸素と結合した  $L_n$  を含む  $G a A s$  又は  $G a_{(1-x)} I n_x P$  ( $x$  は  $0 \sim 1$  の数) である。

【0014】又、 $G a$ ,  $I n$ ,  $P$  を含む層と  $G a$ ,  $I n$ ,  $P$  を含む層との間に、上記電子移動可能体形成方法により形成されてなる電子移動可能体膜を有することを特徴とする電子移動可能体によって解決される。

【0015】又、 $G a$ ,  $I n$ ,  $P$  を含む層及び  $G a$ ,  $A s$  を含む層と、 $G a$ ,  $A s$  を含む層及び  $G a$ ,  $I n$ ,  $P$  を含む層との間に、上記電子移動可能体形成方法により形成されてなる電子移動可能体膜を有することを特徴とする電子移動可能体によって解決される。

【0016】又、上記電子移動可能体形成方法により形成されてなる電子移動可能体膜と上記電子移動可能体形成方法により形成されてなる電子移動可能体膜との間に、 $G a$ ,  $I n$ ,  $P$  を含む層及び / 又は  $G a$ ,  $A s$  を含む層を有することを特徴とする電子移動可能体によって解決される。

【0017】上記  $G a$ ,  $I n$ ,  $P$  を含む層は、例えば  $G a_{(1-x)} I n_x P$  ( $x$  は  $0 \sim 1$  の数) である。

【0018】尚、本願出願人は、先に、 $R_1 R_2 R_3 L_n$  ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  はがエチルシクロペンタジエニル基 ( $(C_2 H_5)_3 C_5 H_4 -$ )、イソプロピルシクロペンタジエニル基 ( $(i-C_3 H_7)_3 C_5 H_4 -$ )、ノルマルブタンシクロペンタジエニル基 ( $(n-C_4 H_9)_3 C_5 H_4 -$ ) などのアルキル基、シリコン系化合物の基、及びアミノ基の群の中から選ばれる基) で表される化合物からなるランタニド系膜形成材料、及びこのランタニド系膜形成材料で構成された膜をゲート酸化膜として用いた半導体素子を提案 (特願 2000 - 280062) している。

【0019】しかし、この提案 (特願 2000 - 280062) は、電子移動可能体に関するものではない。そればかりか、特願 2000 - 280062 の具体的実施例で挙げられている [ $(i-C_3 H_7)_3 C_5 H_4$ ] $_3 L_n$  を用いて電子移動可能体膜を形成した半導体素子は、 $[(C_2 H_5)_3 C_5 H_4]_3 L_n$  を用いて電子移動可能体膜を形成した半導体素子に比べて劣るものであった。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明になる電子移動可能体形成材料は、トリス - エチルシクロペンタジエニル -  $L_n$  からなる。

【0021】本発明になる電子移動可能体形成方法は、トリス - エチルシクロペンタジエニル -  $L_n$  を分解さ

せ、基体上に電子移動可能体を設ける方法である。トリス - エチルシクロペンタジエニル -  $L_n$  の分解は、熱、プラズマ、光、レ - ザ - の群の中から選ばれる手法、特に熱分解、光分解、反応分解、プラズマ分解、マイクロ波分解の群の中から選ばれる手法を用いて行われる。

【0022】本発明になる電子移動可能体は、上記電子移動可能体形成方法により基体上に形成されてなる電子移動可能体である。電子移動可能体は、例えば  $L_n$ ,  $L_n N$ ,  $L_n P$ ,  $L_n A s$ ,  $L_n S b$  の群の中から選ばれる少なくとも一つからなる。或いは、 $L_n$  及び / 又は酸素と結合した  $L_n$  を含む  $G a A s$  又は  $G a_{(1-x)} I n_x P$  ( $x$  は  $0 \sim 1$  の数) である。 $L_n$  及び / 又は酸素と結合した  $L_n$  の含有割合は、特に、薄膜  $1 \text{ cm}^3$  当たり  $10^{1.5} \sim 10^{2.2}$  個である。

【0023】又、本発明になる電子移動可能体は、 $G a$ ,  $I n$ ,  $P$  を含む層と  $G a$ ,  $I n$ ,  $P$  を含む層との間に、上記電子移動可能体形成方法により形成されてなる電子移動可能体膜を有するものである。或いは、 $G a$ ,  $I n$ ,  $P$  を含む層及び  $G a$ ,  $A s$  を含む層と、 $G a$ ,  $A s$  を含む層及び  $G a$ ,  $I n$ ,  $P$  を含む層との間に、上記電子移動可能体形成方法により形成されてなる電子移動可能体膜を有するものである。特に、 $G a$ ,  $I n$ ,  $P$  を含む層及び  $G a$ ,  $A s$  を含む層と、 $G a$ ,  $A s$  を含む層及び  $G a$ ,  $I n$ ,  $P$  を含む層との間に、前記  $G a$ ,  $A s$  を含む層に隣接して上記電子移動可能体形成方法により形成されてなる電子移動可能体膜を有するものである。若しくは、上記電子移動可能体形成方法により形成されてなる電子移動可能体膜と上記電子移動可能体形成方法により形成されてなる電子移動可能体膜との間に、 $G a$ ,  $I n$ ,  $P$  を含む層及び / 又は  $G a$ ,  $A s$  を含む層を有するものである。 $G a$ ,  $I n$ ,  $P$  を含む層は、例えば  $G a_{(1-x)} I n_x P$  ( $x$  は  $0 \sim 1$  の数) である。

【0024】以下、更に具体的な実施例を挙げて説明する。

【0025】

【実施例 1 ~ 13】[トリス - エチルシクロペンタジエニル -  $L_n$  の合成] トリス - エチルシクロペンタジエニル - エルビウム ( $E t C p_3 E r$ ) が次のようにして合成された。

【0026】先ず、市販のエチルシクロペンタジエンと粉末状の金属ナトリウムとを溶媒中で反応させ、エチルシクロペンタジエニルナトリウムを合成した。この時の溶媒は、テトラヒドロフラン、ヘキサンなどであって、有機金属に不活性なものなら用いられる。又、粉末状の金属ナトリウムの代わりに  $N a H$ ,  $N a N H_2$  でも可能である。アルキルリチウム等を用いてエチルシクロペンタジエニルリチウムを合成しても良い。

【0027】合成されたエチルシクロペンタジエニルナトリウムと無水塩化エルビウムとを溶媒中で反応させ、 $E t C p_3 E r$  を合成した。この時の溶媒はテトラヒド

10

20

30

40

50

ロフラン、ヘキサンなどであって、有機金属に不活性なものなら用いられる。

【0028】溶媒を濃縮後、残渣からEtCp<sub>3</sub>Erを溶媒抽出または蒸留抽出によって回収し、得られた粗生物を精密蒸留によって精製し、EtCp<sub>3</sub>Erを得た。

【0029】このようにして得られたEtCp<sub>3</sub>Erは、TG-DTA分析によれば、気化特性が良好であることが判明した。又、融点は70以下であり、気化させる温度において液体であることも判った。

【0030】又、化学組成も理論式と一致していた。更に、ICP-MASSによれば、金属不純物は検出限界以下の高純度品であることが確認された。

【0031】尚、上記の合成が数回試みられた。その際の収率は35~75%であった。これに対して、トリス-シクロペンタジエニル-エルビウム(Cp<sub>3</sub>Er)の収率は35%より低く、EtCp<sub>3</sub>Erの製造コストはCp<sub>3</sub>Erの製造コストよりも低いことが判った。又、Erの代わりにCe, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Tm, Ybが用いられて同様に行われ、トリス-エチルシクロペンタジエニル-Lnが合成された。

【0032】

【実施例14】図1は成膜装置(MOCVD)の概略図である。同図中、1a, 1b, 1c, 1d, 1eは原料容器、3は加熱器、4は分解反応炉、5は基板である。

【0033】容器1a, 1b, 1c, 1d, 1eには、各々、トリエチルガリウム(TEG)、トリメチルインジウム(TMI)、EtCp<sub>3</sub>Er、ターシャリ-ブチルアルシン(TBAS)、ターシャリ-ブチルフォスフィン(TBP)が入れられており、室温~150の範囲の温度で保持されている。そして、キャリアガスとして水素が1~2000ml/minの割合で吹き込まれた。分解反応炉4内は0.1atmにされ、基板温度は流す原料種によって450~700に変化させた。初めにTBASとTEGとが、次にTBPとTEGとTMIとが、その次にTBPとEtCp<sub>3</sub>Erとが、最後にTBPとTEGとTMIとが流された。このようにして、基板5上に薄膜が形成された。

【0034】成膜後に基板を取り出し、膜の断面のSEM像を観測すると共に、SIMSプロファイルの結果とを合わせることによって、基板/GaAs/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)/ErP/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)の構造の電子デバイス用(導電性)ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成されていることが確認された。

【0035】

【実施例15~19】実施例14において、TBPの代わりに水素、希釈酸素、アルキルヒドラジン、TBAS、トリメチルアンチモンをEtCp<sub>3</sub>Erと共に流した以外は同様に行った。

【0036】そして、基板/GaAs/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)/Er/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)の構造の電子デバイス用ヘテロ構造化合物(化合物半導体)の膜が基板上に作成された素子(実施例15)、基板/GaAs/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)/Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)の構造の電子デバイス用(導電性)ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成された素子(実施例16)、基板/GaAs/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)/ErN/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)の構造の電子デバイス用(導電性)ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成された素子(実施例17)、基板/GaAs/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)/ErAs/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)の構造の電子デバイス用(導電性)ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成された素子(実施例18)、基板/GaAs/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)/ErSb/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)の構造の電子デバイス用(導電性)ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成された素子(実施例19)を得た。

【0037】

【実施例20~24】実施例15~19において、熱分解の代わりにプラズマ、光、レーザー、マイクロ波による分解手段を用いて同様に行い、同様な結果を得た。

【0038】

【実施例25~36】実施例14において、EtCp<sub>3</sub>Erの代わりにEtCp<sub>3</sub>Ce, EtCp<sub>3</sub>Pr, EtCp<sub>3</sub>Nd, EtCp<sub>3</sub>Pm, EtCp<sub>3</sub>Sm, EtCp<sub>3</sub>Eu, EtCp<sub>3</sub>Gd, EtCp<sub>3</sub>Tb, EtCp<sub>3</sub>Dy, EtCp<sub>3</sub>Ho, EtCp<sub>3</sub>Tm, EtCp<sub>3</sub>Ybが用いられて同様に行われた。

【0039】そして、基板/GaAs/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)/CeP/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)の構造の電子デバイス用(導電性)ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成された素子(実施例25)、基板/GaAs/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)/PrP/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)の構造の電子デバイス用(導電性)ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成された素子(実施例26)、基板/GaAs/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)/NdP/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)の構造の電子デバイス用(導電性)ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成された素子(実施例27)、基板/GaAs/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)/PmP/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)の構造の電子デバイス用(導電性)ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成された素子(実施例28)、基板/GaAs/Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P(xは0~1の数)/SmP/Ga<sub>(1-x)</sub>

In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) の構造の電子デバイス用 ( 導電性 ) ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成された素子 ( 実施例 29 )、基板 / GaAs / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) / EuP / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) の構造の電子デバイス用 ( 導電性 ) ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成された素子 ( 実施例 30 )、基板 / GaAs / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) / GdP / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) の構造の電子デバイス用 ( 導電性 ) ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成された素子 ( 実施例 31 )、基板 / GaAs / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) / TbP / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) の構造の電子デバイス用 ( 導電性 ) ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成された素子 ( 実施例 32 )、基板 / GaAs / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) / DyP / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) の構造の電子デバイス用 ( 導電性 ) ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成された素子 ( 実施例 33 )、基板 / GaAs / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) / HoP / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) の構造の電子デバイス用 ( 導電性 ) ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成された素子 ( 実施例 34 )、基板 / GaAs / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) / TmP / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) の構造の電子デバイス用 ( 導電性 ) ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成された素子 ( 実施例 35 )、基板 / GaAs / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) / YbP / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) の構造の電子デバイス用 ( 導電性 ) ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成された素子 ( 実施例 36 ) が得られた。

【 0040 】

【実施例 37】図 1 の成膜装置を用いた。容器 1 a , 1 b , 1 c , 1 d , 1 e には、各々、TEG, TMI, EtCp<sub>3</sub>Er, TBAs, TBP が入れられており、室温 ~ 150 の範囲の温度で保持されている。そして、キャリアガスとして水素が 1 ~ 2000 ml / min の割合で吹き込まれた。分解反応炉 4 内は 0 . 1 atm にされ、基板温度は流す原料種によって 450 ~ 700 に変化させた。初めに TBAs と TEG とが、次に TBP と TEG と TMI とが、その次に TBAs と TEG と EtCp<sub>3</sub>Er とが、最後に TBP と TEG と TMI とが流された。尚、EtCp<sub>3</sub>Er を流す際、Ar 希釈酸素 ( 酸素濃度 38 ppm ) を 1 ~ 50 ml / min の割合で同時に供給した。

【 0041 】このようにして、基板 5 上に薄膜が形成された。

【 0042 】成膜後に基板を取り出し、膜の断面の SEM 像を観測すると共に、SIMS プロファイルの結果とを合わせることで、基板 / GaAs / Ga

( 1 - x ) In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) / GaAs : Er , O / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) の構造の電子デバイス用 ( 導電性 ) ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成されていることが確認された。尚、Er の濃度は約 5 × 10<sup>17</sup> 個 / cm<sup>3</sup> であった。

【 0043 】この素子 ( 発光デバイス ) の発光スペクトルを観察した処、室温で波長 1 . 5 μm 帯に高輝度でシャープな発光が観察された。又、その発光波長は環境温度に対して極めて安定であった。

【 0044 】

【実施例 38】実施例 37 において、GaInP 膜と GaAs : Er , O 膜との界面に Er を添加していない GaAs 膜を持つ、すなわち基板 / GaAs / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) / GaAs / GaAs : Er , O / GaAs / Ga<sub>(1-x)</sub>In<sub>x</sub>P ( x は 0 ~ 1 の数 ) の構造の電子デバイス用ヘテロ構造化合物 ( 化合物半導体 ) の膜が基板上に作成されている素子を作成した。尚、GaAs 膜は TBAs と TEG とを流すことによって成膜された。

【 0045 】この素子 ( 発光デバイス ) は、実施例 37 の素子のものよりも発光効率に優れていた。

【 0046 】

【実施例 39】図 1 の成膜装置を用いた。容器 1 a , 1 b , 1 c , 1 d , 1 e には、各々、TEG, TMI, EtCp<sub>3</sub>Er, TBAs, TBP が入れられており、室温 ~ 150 の範囲の温度で保持されている。そして、キャリアガスとして水素が 1 ~ 2000 ml / min の割合で吹き込まれた。分解反応炉 4 内は 0 . 1 atm にされ、基板温度は流す原料種によって 450 ~ 700 に変化させた。初めに TBP と EtCp<sub>3</sub>Er とが、次に TBP と TMI とが、最後に TBP と EtCp<sub>3</sub>Er とが流された。

【 0047 】このようにして、基板 5 上に薄膜が形成された。

【 0048 】成膜後に基板を取り出し、膜の断面の SEM 像を観測すると共に、SIMS プロファイルの結果とを合わせることで、基板 / ErP / InP / ErP の構造の電子デバイス用 ( 導電性 ) ヘテロ構造化合物の膜が基板上に作成されていることが確認された。

【 0049 】

【発明の効果】高性能な電子デバイスが得られる。特に、波長安定性や発光効率が良く、発光波長の環境温度依存性が極めて小さなランタノイド元素を添加した電子デバイスが得られる。

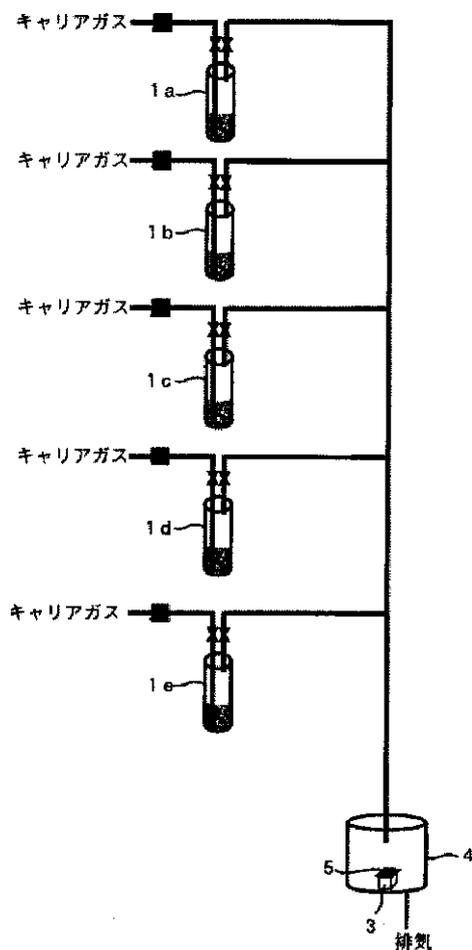
【図面の簡単な説明】

【図 1】成膜装置 ( MOCVD ) の概略図

【符号の説明】

- 1 a , 1 b , 1 c , 1 d , 1 e 原料容器
- 3 加熱器
- 4 分解反応炉

【 図 1 】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト' (参考)
H 0 1 L 29/205		H 0 1 L 29/205	5 F 0 4 5
	51/00	C 0 7 F 5/00	D
// C 0 7 F 5/00		H 0 1 L 33/00	A
H 0 1 L 33/00		29/28	

(72)発明者 竹田 美和  
 愛知県名古屋市千種区北千種3の2の5  
 千種東住宅18の201

(72)発明者 藤原 康文  
 愛知県名古屋市名東区平和が丘1の70 猪  
 子石住宅8の401

(72)発明者 茜 俊光  
 愛知県名古屋市天白区大根町24 ちぐさ荘  
 202

(72)発明者 町田 英明  
 山梨県北都留郡上野原町上野原8154 - 217  
 株式会社トリケミカル研究所内

(72)発明者 大平 達也  
 山梨県北都留郡上野原町上野原8154 - 217  
 株式会社トリケミカル研究所内

(72)発明者 野津 定央  
 山梨県北都留郡上野原町上野原8154 - 217  
 株式会社トリケミカル研究所内

(72)発明者 下山 紀男  
山梨県北都留郡上野原町上野原8154 - 217  
株式会社トリケミカル研究所内

F ターム(参考) 4G048 AA03 AB01 AC08 AD02 AE08  
4H048 AA03 AB78 VA70 VB10  
4H050 AA03 AB78  
4K030 AA11 BA55 BA56 BA59 BB12  
FA01 FA06 FA07 FA10 LA12  
LA14  
5F041 AA03 CA34 CA35 CA50 CA57  
CA65  
5F045 AA04 AC07 AC08 AC09 AD08  
AD09 AD10 AD11 CA09