

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-103400

(P2011-103400A)

(43) 公開日 平成23年5月26日(2011.5.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 33/32 (2010.01)	HO 1 L 33/00 1 8 6	5 F O 4 1
HO 1 L 33/16 (2010.01)	HO 1 L 33/00 1 6 0	
HO 1 L 33/40 (2010.01)	HO 1 L 33/00 2 2 0	

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2009-258215 (P2009-258215)	(71) 出願人	000002130
(22) 出願日	平成21年11月11日(2009.11.11)		住友電気工業株式会社
			大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
		(74) 代理人	100088155
			弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100092657
			弁理士 寺崎 史朗
		(74) 代理人	100113435
			弁理士 黒木 義樹
		(74) 代理人	100108257
			弁理士 近藤 伊知良
		(72) 発明者	足立 真寛
			大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
			住友電気工業株式会社大阪製作所内

最終頁に続く

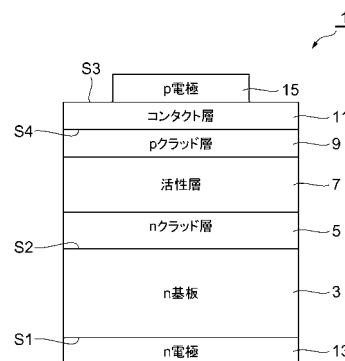
(54) 【発明の名称】 化合物半導体素子

(57) 【要約】

【課題】電極との接触抵抗が低減された化合物半導体素子を提供する。

【解決手段】化合物半導体素子は、表面S1と表面S2とを有しており六方晶系化合物半導体のGa Nからなるn基板3と、n基板3の表面S1に設けられたn電極13と、n基板3の表面S2に設けられたnクラッド層5、活性層7、pクラッド層9及びコンタクト層11を有する積層体と、pクラッド層9上に設けられたp電極15とを備える。n基板3の表面S1に含まれるN原子の数は表面S1に含まれるGa原子の数より大きく、表面S1に設けられる電極はn電極13であり、表面S1の酸素濃度は5原子パーセント以下である。コンタクト層11の表面S3に含まれるGa原子の数は表面S3に含まれるN原子の数より大きく、表面S3に設けられる電極はp電極15であり、表面S3の酸素濃度は5原子パーセント以下である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の面と該第 1 の面の反対側にある第 2 の面とを有しており六方晶系化合物半導体からなる化合物半導体層と、

前記化合物半導体層の前記第 1 の面に設けられた第 1 の電極と、

前記化合物半導体層の前記第 2 の面に設けられた複数の半導体層を有しており該複数の半導体層が積層されてなる積層体と、

前記積層体上に設けられた第 2 の電極と、

を備え、

前記第 1 の面に含まれるアニオン原子の数は前記第 1 の面に含まれるカチオン原子の数より大きく、

前記第 1 の電極は n 電極であり、

前記第 1 の面の酸素濃度は 5 原子パーセント以下であり、

前記化合物半導体層は、III 族窒化物半導体、又は、SiC、からなる、

ことを特徴とする化合物半導体素子。

【請求項 2】

前記 n 電極は、Al, Ti, In, Au の元素のうち少なくとも一の元素を含む材料からなる、ことを特徴とする請求項 1 に記載の化合物半導体素子。

【請求項 3】

前記第 1 の面の結晶学的面指数 (h, i, j, k) に含まれている第 4 番目の指数 k は負の整数である、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の化合物半導体素子。

【請求項 4】

前記第 1 の面は、{20-2-1} 面、{10-1-1} 面のいずれかの面であることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 の何れか一項に記載の化合物半導体素子。

【請求項 5】

第 1 の面と該第 1 の面の反対側にある第 2 の面とを有しており六方晶系化合物半導体からなる化合物半導体層と、

前記化合物半導体層の前記第 1 の面に設けられた第 1 の電極と、

前記化合物半導体層の前記第 2 の面に設けられた複数の半導体層を有しており該複数の半導体層が積層されてなる積層体と、

前記積層体上に設けられた第 2 の電極と、

を備え、

前記第 1 の面に含まれるアニオン原子の数は前記第 1 の面に含まれるカチオン原子の数より小さく、

前記第 1 の電極は p 電極であり、

前記第 1 の面の酸素濃度は 5 原子パーセント以下であり、

前記化合物半導体層は、III 族窒化物半導体、又は、SiC、からなる、

ことを特徴とする化合物半導体素子。

【請求項 6】

前記 p 電極は、Pd, Pt, Ni, Au, W の元素のうち少なくとも一の元素を含む材料からなる、ことを特徴とする請求項 5 に記載の化合物半導体素子。

【請求項 7】

前記第 1 の面の結晶学的面指数 (h, i, j, k) に含まれている第 4 番目の指数 k は正の整数である、ことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の化合物半導体素子。

【請求項 8】

前記第 1 の面は、{20-21} 面、{10-11} 面のいずれかの面であることを特徴とする請求項 5 ~ 請求項 7 の何れか一項に記載の化合物半導体素子。

【請求項 9】

前記積層体は活性層を有する、ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 8 の何れか一項に記載の化合物半導体素子。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、化合物半導体素子に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、対向電極構造の窒化物半導体素子が開示されている。この窒化物半導体のn極性を示す面には、少なくとも(000-1)面以外の傾斜面を有し、且つ電極を形成している。また、この窒化物半導体のn極性を示す面は凹凸段差を有する。さらに上記(000-1)面以外の傾斜面は、凹凸段差の段差側面に形成されており、上記(000-1)面以外の傾斜面は、(000-1)面からのオフ角が0.2度以上90度以下となっている。特許文献2には、半導体装置(HFET)が開示されている。このHFETは、SiC基板上にバッファ層を介在させて形成された第1の窒化物半導体層と、この第1の窒化物半導体層の上に形成され、この第1の窒化物半導体層の上部に2次元電子ガス層を生成する第2の窒化物半導体層と、この第2の窒化物半導体層の上に選択的に形成されたオーム性を持つ二つの電極とを有する。第2の窒化物半導体層は、底面又は壁面が基板面に対して傾斜した傾斜部を持つ断面凹状のコンタクト部を有し、オーム性を持つ上記二つの電極はコンタクト部に形成されている。

10

【0003】

特許文献3には、GaN系半導体の窒素極性面上に、コンタクト抵抗の低いn電極が形成された半導体素子が開示されている。この半導体素子は、n電極と接する部分に、(III族原子数)/(V族原子数)の値が1よりも大きいV族原子の空孔領域を有する。特許文献4には、窒化物半導体装置が開示されている。この窒化物半導体装置は、n型GaN基板と、n型GaN基板の主面に形成されp型領域およびn型領域を含む半導体積層構造と、半導体積層構造に含まれるp型領域の一部に接触するp側電極と、n型GaN基板の裏面に設けられたn側電極とを備える。この窒化物半導体装置は、n型GaN基板の裏面が窒素面を含み、その裏面とn側電極との界面における炭素濃度が5原子%以下に調整されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献1】特開2004-172568号公報

【特許文献2】特開2005-129696号公報

【特許文献3】特開2007-116076号公報

【特許文献4】国際公開第WO2006/098215号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記のように、特許文献1～4には化合物半導体に電極が設けられた構成が開示されている。しかしながら、特許文献1～4の場合、電極の導電型の選択(n型又はp型の選択)が、電極の接触抵抗を十分低減できるようなものにはなっていない。そこで、本発明は、上記の事項を鑑みてなされたものであり、電極との接触抵抗が低減された化合物半導体素子を提供することを目的としている。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の化合物半導体素子は、第1の面と該第1の面の反対側にある第2の面とを有しており六方晶系化合物半導体からなる化合物半導体層と、前記化合物半導体層の前記第1の面に設けられた第1の電極と、前記化合物半導体層の前記第2の面に設けられた複数の半導体層を有しており該複数の半導体層が積層されてなる積層体と、前記積層体上に設けられた第2の電極と、を備え、前記第1の面に含まれるアニオン原子の数は前記第1の面

50

に含まれるカチオン原子の数より大きく、前記第1の電極はn電極であり、前記第1の面の酸素濃度は5原子パーセント以下であり、前記化合物半導体層は、III族窒化物半導体、又は、SiC、からなる、ことを特徴とする。電極の導電型の選択には、この電極の設けられる化合物半導体層の表面のアニオン原子数及びカチオン原子数や表面の酸化濃度を考慮する必要がある。本発明によれば、n型の第1の電極を設ける面を、アニオン原子の数がカチオン原子の数よりも大きい面であってアニオン原子の空孔を比較的大きい面とすることによって、第1の電極と化合物半導体層との接触抵抗値を低減できる。第1の電極を設ける面を、酸素濃度の比較的低い面とすることによって、第1の電極と化合物半導体層との接触抵抗値をさらに低減できる。

【0007】

本発明の化合物半導体素子では、前記n電極は、Al, Ti, In, Auの元素のうち少なくとも一の元素を含む材料からなるのが好ましく、前記第1の面の結晶学的面指数(h, i, j, k)に含まれている第4番目の指数kは負の整数となっているのが好ましく、前記第1の面は、{20-2-1}面、{10-1-1}面のいずれかの面であるのが好ましい。

【0008】

本発明の化合物半導体素子は、第1の面と該第1の面の反対側にある第2の面とを有しており六方晶系化合物半導体からなる化合物半導体層と、前記化合物半導体層の前記第1の面に設けられた第1の電極と、前記化合物半導体層の前記第2の面に設けられた複数の半導体層を有しており該複数の半導体層が積層されてなる積層体と、前記積層体上に設けられた第2の電極と、を備え、前記第1の面に含まれるアニオン原子の数は前記第1の面に含まれるカチオン原子の数より小さく、前記第1の電極はp電極であり、前記第1の面の酸素濃度は5原子パーセント以下であり、前記化合物半導体層は、III族窒化物半導体、又は、SiC、からなる、ことを特徴とする。電極の導電型の選択には、この電極の設けられる化合物半導体層の表面のアニオン原子数及びカチオン原子数や表面の酸化濃度を考慮する必要がある。本発明によれば、p型の第1の電極を設ける面を、カチオン原子の数がアニオン原子の数よりも大きい面であってカチオン原子の空孔が比較的大きい面とすることによって、第1の電極と化合物半導体層との接触抵抗値を低減できる。第1の電極を設ける面を、酸素濃度の比較的低い面とすることによって、第1の電極と化合物半導体層との接触抵抗値をさらに低減できる。

【0009】

本発明の化合物半導体素子では、前記p電極は、Pd, Pt, Ni, Au, Wの元素のうち少なくとも一の元素を含む材料からなるのが好ましく、前記第1の面の結晶学的面指数(h, i, j, k)に含まれている第4番目の指数kは正の整数となっているのが好ましく、前記第1の面は、{20-21}面、{10-11}面のいずれかの面であるのが好ましい。また、本発明の化合物半導体素子では、前記積層体が活性層を有していてもよい。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、電極との接触抵抗が低減された化合物半導体素子を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施形態に係る化合物半導体素子の構成を示す図である。

【図2】実施形態に係る化合物半導体素子の効果を説明するためのグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照して、本発明に係る好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明において、可能な場合には、同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。図1に、実施形態に係る化合物半導体素子の構成を示す。図1に示す化合物半導体素子1はLEDである。化合物半導体素子1は、n基板3、nクラッド層5、活性層7

10

20

30

40

50

、pクラッド層9、コンタクト層11、n電極13及びp電極15を備える。n基板3は、表面S1と、表面S1の反対側にある表面S2とを有しており、六方晶系化合物半導体であるGa₂Nからなるものとするが、GaAs等の他のIII族窒化物半導体、又は、SiC、からなるものであってもよい。n基板3の表面S1は、カチオン原子の数よりもアニオン原子の数のほうが大きい。このように、アニオン原子の数のほうが大きい場合には、アニオン原子の空孔も多くなる。アニオン原子の空孔はドナーと同等と考えられるので、アニオン原子の空孔分だけ表面S1のドナー濃度 (cm^{-2}) も高い。n基板3はGa₂Nからなるので、アニオン原子がN原子に対応し、カチオン原子がGa原子に対応する。よって、表面S1は、Ga原子よりもN原子のほうを多く含むので、表面S1に含まれるN原子の空孔も多くなる。N原子の空孔はドナーと同等と考えられるので、N原子の空孔分だけ表面S1のドナー濃度 (cm^{-2}) も高い。従って、このようにアニオン原子の数のほうがカチオン原子の数よりも大きい表面S1に電極を設ける場合には、n電極の方がp電極に比較して接触抵抗が低く、よって、オーミック性が向上する。このため、n基板3の表面S1に設けられる電極は、n電極13となっている。

10

20

30

40

50

【0013】

また、表面S1の酸素濃度は5原子パーセント以下となっており、表面S1上の酸化膜の膜厚は50オングストローム以下である。表面S1の酸素濃度が低いほど、及び、酸化膜の膜厚が小さいほど、n電極13との接触抵抗が低くなる。なお、表面S1の結晶学的面指数 (h, i, j, k) に含まれている4番目の指数kは、カチオン原子よりもアニオン原子の方が表面S1に多く含まれる場合、負の整数となっており (h, i, j は何れも整数)、例えば、(20-2-1)、(11-2-2)、(10-1-1)、(10-1-3) 等である。特に、表面S1は、結晶格子の対称性を考慮にいと、{20-2-1}面、{10-1-1}面のいずれかの面となっているのが好ましい。

【0014】

ここで、表面S1に設けられたn電極13の接触抵抗値の実測値を、表面S1の結晶学的面指数毎に図2(A)に示す。図2(A)に示すように、表面S1の結晶学的面指数が(20-2-1)、(11-2-2)、(10-1-1)、(10-1-3)の場合、すなわち、表面S1の結晶学的面指数 (h, i, j, k) に含まれている第4番目の指数kが負の整数の場合には、n電極13の接触抵抗値が $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2$ 程度以下となっているが、これに対し、表面S1の結晶学的面指数が(20-21)、(11-22)、(10-11)、(10-13)の場合、すなわち、表面S1の結晶学的面指数 (h, i, j, k) に含まれている4番目の指数kが正の整数となっている場合には、n電極13の接触抵抗値が $2.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2$ 程度以上となっている。このように、指数kが負の場合のほうが正の場合に比較してn電極13の接触抵抗値が小さいことがわかる。

【0015】

なお、Ga₂Nからなるn基板3の表面S1と同様に、Ga₂N以外の他のIII族窒化物半導体 (例えばGaAs等)、又は、SiCからなる半導体、の表面であっても、アニオン原子の数がカチオン原子の数よりも大きい場合には、アニオン原子の空孔も多くなるので、n電極の方がp電極に比較して接触抵抗が低く、よって、オーミック性が向上する。このような表面の結晶学的面指数 (h, i, j, k) は、例えば(20-2-1)、(11-2-2)、(10-1-1)、(10-1-3) 等のように、(h, i, j, k) に含まれている第4番目の指数kが負の整数となっている。

【0016】

図1に戻って説明する。n基板3の表面S2には、nクラッド層5、活性層7、pクラッド層9及びコンタクト層11からなる積層体が設けられている。nクラッド層5、活性層7、pクラッド層9及びコンタクト層11は、n基板3上に順次積層される。nクラッド層5は、n型のInGa₂Nからなる。活性層7は、一又は複数のバリア層と、一又は複数の井戸層とを含む。バリア層は例えばGa₂Nからなり、井戸層は例えばInGa₂Nからなる。pクラッド層9は、p型のAlGa₂Nからなり、コンタクト層11は、p型のGa

Nからなる。

【0017】

コンタクト層11は、pクラッド層9との界面（コンタクト層11の表面S4）の反対側にあるコンタクト層11の面であり、p電極15が設けられる面である表面S3を有する。コンタクト層11の表面S4には、pクラッド層9、活性層7、nクラッド層5及びn基板3からなる積層体が設けられていることになる。コンタクト層11の表面S3は、n基板3の表面S1の場合とは逆に、アニオン原子の数よりもカチオン原子の数のほうが大きい。このように、カチオン原子の数のほうが大きい場合、カチオン原子の空孔も多くなる。カチオン原子の空孔はアクセプタと同等と考えられるので、カチオン原子の空孔分だけ表面S3のアクセプタ濃度（ cm^{-2} ）も高い。コンタクト層11はGa₂Nからなるので、アニオン原子がN原子に対応し、カチオン原子がGa原子に対応する。よって、表面S3は、N原子よりもGa原子のほうを多く含むので、表面S3に含まれるGa原子の空孔も多くなる。Ga原子の空孔はアクセプタと同等と考えられるので、Ga原子の空孔分だけ表面S3のアクセプタ濃度（ cm^{-2} ）も高い。従って、このようにカチオン原子の数のほうがアニオン原子の数よりも大きい表面S3に電極を設ける場合には、p電極の方がn電極に比較して接触抵抗が低く、よって、オーミック性が向上する。このため、コンタクト層11の表面S3に設けられる電極は、p電極15となっている。なお、表面S3の結晶学的面指数（h, i, j, k）に含まれている4番目の指数kは、アニオン原子よりもカチオン原子の方が表面S3に多く含まれる場合、正の整数となっており（h, i, jは何れも整数）、例えば、（20-21）、（11-22）、（10-11）、（10-13）等である。特に、表面S3は、結晶格子の対称性を考慮にいと、{20-21}面、{10-11}面のいずれかの面となっているのが好ましい。

10

20

【0018】

また、表面S3の酸素濃度は5原子パーセント以下となっており、表面S3上の酸化膜の膜厚は50オングストローム以下である。表面S3の酸素濃度が低いほど、及び、酸化膜の膜厚が小さいほど、p電極15との接触抵抗が低くなる。

【0019】

ここで、表面S3に設けられたp電極15の接触抵抗値の実測値を、表面S3の結晶学的面指数毎に図2（B）に示す。図2（B）に示す実測値は、Ga₂Nからなるコンタクト層11に対して測定されたものである。図2（B）に示すように、表面S3の結晶学的面指数が（20-21）、（11-22）、（10-11）、（10-13）の場合、すなわち、表面S3の結晶学的面指数（h, i, j, k）に含まれている第4番目の指数kが正の整数の場合には、p電極15の接触抵抗値が $1.0 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$ 程度以下となっているが、これに対し、表面S3の結晶学的面指数が（20-2-1）、（11-2-2）、（10-1-1）、（10-1-3）の場合、すなわち、表面S3の結晶学的面指数（h, i, j, k）に含まれている4番目の指数kが負の整数となっている場合には、p電極15の接触抵抗値が $4.0 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$ 程度以上となっている。このように、指数kが正の場合のほうが負の場合に比較してp電極15の接触抵抗値が小さいことがわかる。

30

40

【0020】

なお、Ga₂Nからなるコンタクト層11の表面S3と同様に、Ga₂N以外の他のIII族窒化物半導体（例えばGaAs等）、又は、SiCからなる半導体、の表面であっても、カチオン原子の数がアニオン原子の数よりも大きい場合には、カチオン原子の空孔も多くなるので、p電極の方がn電極に比較して接触抵抗が低く、よって、オーミック性が向上する。このような表面の結晶学的面指数（h, i, j, k）は、例えば（20-21）、（11-22）、（10-11）、（10-13）等のように、（h, i, j, k）に含まれている第4番目の指数kが正の整数となっている。

【0021】

図1に戻って説明する。n電極13は、n基板3の表面S1に設けられており、表面S1に接触している。n電極13は、Al, Ti, In, Auの元素のうち少なくとも一の

50

元素を含む材料からなるが、例えば、Al、Auの元素を含む材料からなるのが好ましい。p電極15は、コンタクト層11の表面S3に設けられており、表面S3に接触している。p電極15は、Pd、Pt、Ni、Au、Wの元素のうち少なくとも一の元素を含む材料からなるが、例えば、Pd、Auの元素を含む材料、又は、Pt、Auの元素を含む材料からなるのが好ましい。

【0022】

次に、化合物半導体素子1の製造方法について説明する。まず、n基板3を用意する。次に、n基板3上に、nクラッド層5、活性層7、pクラッド層9及びコンタクト層11をエピタキシャル成長させる。そして、この後、コンタクト層11の表面S3にp電極15を形成し、n基板3の表面S1にn電極13を形成する。n電極13は、まず電子ビーム蒸着装置を用いてAlを蒸着し、この後、抵抗過熱型蒸着装置を用いてAuを蒸着することによって、形成される。p電極15は、まず電子ビーム蒸着装置を用いてPd（又はPt）を蒸着し、この後、抵抗過熱型蒸着装置を用いてAuを蒸着することによって、形成される。なお、n電極13及びp電極15の形成前に、n基板3の表面S1及びコンタクト層11の表面S3に形成される酸化膜を除去するための表面処理を、表面S1と表面S3とに対して施す。表面S1に対しては、表面S1をアセトン、イソプロピル・アルコールを用いて有機洗浄した後に、硫酸及び過酸化水素水の混合液、フッ酸、王水、塩酸を用いて表面処理した後に、Al及びAuを蒸着することによってn電極13を形成する。表面S3に対しては、表面S1をアセトン、イソプロピル・アルコールを用いて有機洗浄した後に、硫酸及び過酸化水素水の混合液、フッ酸、王水、塩酸を用いて表面処理した後に、Pd及びAuを蒸着する、又は、Pt及びAuを蒸着する、ことによって、p電極15を形成する。

10

20

【0023】

以上、好適な実施の形態において本発明の原理を図示し説明してきたが、本発明は、そのような原理から逸脱することなく配置および詳細において変更され得ることは、当業者によって認識される。本発明は、本実施の形態に開示された特定の構成に限定されるものではない。したがって、特許請求の範囲およびその精神の範囲から来る全ての修正および変更権利を請求する。具体的には、六方晶系化合物半導体の半導体層（例えばn基板3）と、この半導体層の表面のうちアニオン原子の数の多い表面（すなわち、アニオン原子の空孔の多い表面であり、結晶学的面指数（ h, i, j, k ）に含まれている第4番目の指数 k が負の整数となっている面。例えば表面S1）に設けられるn型の電極（例えばn電極13）とを含む構成を、他の素子（例えば、LD、ショットキーダイオード、トランジスタ、HEMT等）に適用してもよいし、六方晶系化合物半導体の半導体層（例えばコンタクト層11）と、この半導体層の表面のうちカチオン原子の数の多い表面（すなわち、カチオン原子の空孔の多い面であり、結晶学的面指数（ h, i, j, k ）に含まれている第4番目の指数 k が正の整数となっている面。例えば表面S3）に設けられるp型の電極（例えばp電極15）とを含む構成を、他の素子（例えば、LD、ショットキーダイオード、トランジスタ、HEMT等）に適用してもよい。

30

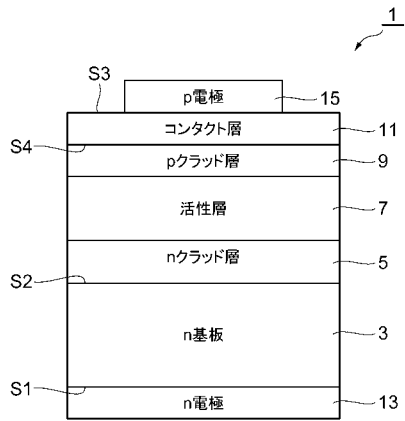
【符号の説明】

【0024】

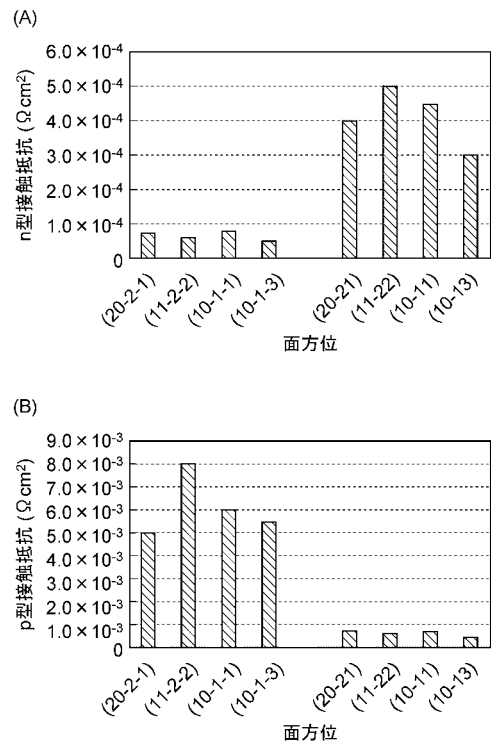
1...化合物半導体素子、11...コンタクト層、13...n電極、15...p電極、3...n基板、5...nクラッド層、7...活性層、9...pクラッド層、S1, S2, S3, S4...表面。

40

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

特許法第30条第1項適用申請有り 刊行物名 APPLIED PHYSICS EXPRESS Vol. 2 No. 8 (2009) 発行日及び掲載日 平成21年7月17日 発行所 The Japan Society of Applied Physics (応用物理学会) 刊行物名 APPLIED PHYSICS EXPRESS Vol. 2 No. 9 (2009) 発行日及び掲載日 平成21年8月21日 発行所 The Japan Society of Applied Physics (応用物理学会) 刊行物名 日刊工業新聞 平成21年8月20日号 発行日 平成21年8月20日 発行所 日刊工業新聞社 刊行物名 日経エレクトロニクス 平成21年8月24日号 発行日 平成21年8月24日 発行所 日経BP社

(72)発明者 徳山 慎司

大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

(72)発明者 片山 浩二

大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

Fターム(参考) 5F041 CA23 CA40 CA84