Osaka University Knowledge Archive

Title	プラズマプロセスを用いたIII-V化合物半導体の表面モディフィケーションに関する研究
Author(s)	坂本, 善史
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39765
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【16】

氏　　名	坂本善史（さかもと よしふみ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　12475　号
学位授与年月日	平成8年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電気工学専攻
学位論文名	**プラズマプロセスを用いたⅢ－Ⅴ化合物半導体の表面モディフィケーションに関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　白藤　純嗣 教　授　青木　亮三　　教　授　松浦　虔士　　教　授　熊谷　貞俊 教　授　平木　昭夫　　教　授　佐々木孝友　　教　授　辻　毅一郎 教　授　小牧　省三　　教　授　黒田　英三　　教　授　山中　龍彦 教　授　中島　尚男　　教　授　村上　吉繁

論文内容の要旨

本論文は，代表的なⅢ－Ⅴ化合物半導体の1つであるInPを中心に，プラズマプロセスを用いた半導体表面モディフィケーションおよび評価に関する研究の成果をまとめたものであり，8章から構成されている。

第1章では，序論として化合物半導体が現在抱えている問題点を述べ，本論文の目的と意義を明らかにしている。

第2章では，水素プラズマ，フォスフィンプラズマを用いて表面モディフィケーションを行ったInP表面をX線光電子分光法を用いて評価するとともに，ケルビンプローブ法を用いて表面フェルミ準位位置を評価している。

第3章では，プラズマ処理によりモディフィケーションを行ったInP表面にショットキー接合を形成し，電流－電圧特性から実効的な障壁高さと真の障壁高さを評価している。また，真の障壁高さの金属仕事関数依存性を調べ，フェルミ準位のピンニングについて考察している。

第4章では，水素プラズマおよびヘリウムプラズマ処理によりInP表面近傍に生成したトラップの振る舞いについて，等温過渡容量法を用いて評価している。プラズマ損傷によるトラップの生成，水素によるトラップの不活性化，熱アニールによるトラップの消滅に関して種々の知見を得ている。また，リン空孔に関連したトラップが存在するInP表面に対して，フォスフィンプラズマ処理がそれらのトラップの低減に効果的であることを明らかにしている。

第5章では，リモートプラズマプロセスを用いて，窒化リン（PNx）絶縁膜の作製を試み，その薄膜特性を評価している。また，水素プラズマ，フォスフィンプラズマによる表面モディフィケーション，PNx膜の堆積，Auの蒸着を組み合わせたin－situ多段プロセスにより，Au／PNx／InP MIS型ショットキー接合を作製する新しいプロセスを開発している。MISダイオードを用いてPNx／InP界面の評価を行い，表面準位密度の低減に表面モディフィケーションが効果的であることを示している。

第6章では，砒素系Ⅲ－Ⅴ混晶であるInGaAsに対してフォスフィンプラズマによる表面モディフィケーションを行い，InGaAs表面近傍では，As原子とP原子の置換が起こっていることを見出している。また，ショットキー接合の障壁高さに顕著な金属仕事関数依存性が観測され，表面準位密度の低減を示唆する結果が得られている。

第7章では，ケルビンプローブによる接触電位差測定より，半導体ダイヤモンドの表面導電層の起源は表面バンドベンディングであることを明らかにしている。

最後に第8章では，本研究で得られた成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

Ⅲ－Ⅴ化合物半導体表面には高密度の構造欠陥が存在し，表面フェルミ準位のピンニング，MIS構造の特性不良などの好ましくない現象の原因になっているとされている。本論文は，代表的なⅢ－Ⅴ化合物半導体であるInPについて，プラズマプロセスを用いた表面モディフィケーションの効果を種々の観点から評価し，表面欠陥の発現機構および低減化の方策を探ることを目的として行った一連の研究をまとめたもので，主な成果は以下の通りである。

(1)水素プラズマ処理を施すと，InP表面の自然酸化膜は除去されるが，新たな欠陥が導入され，表面フェルミ準位は未処理の場合のピンニング位置（Ec－0.38 eV）から少しずれた位置Ec－0.53 eVにピンニングされることを，ショットキー障壁接合特性およびケルビンプローブによる接触電位差測定から明らかにしている。

(2)フォスフィンプラズマ処理を施すと，表面欠陥密度が低くなって表面フェルミ準位のピンニングが弱められ，ショットキー障壁高さは顕著な金属仕事関数依存性を示すようになること見出している。

(3)水素プラズマ処理による自然酸化膜の除去，フォスフィンプラズマ処理による表面欠陥の低減を行ったInP上に形成したAu／InP MIS形ショットキー障壁接合で，障壁高さ0.76 eVを達成している。

(4)水素プラズマ処理を施したInP中に発生する電子トラップの振る舞いを，等温過渡容量法を用いて調べ，4種のトラップの生成とアニール特性，水素パッシベーションの効果および逆バイアスによる逆アニール効果を明らかにしている。

(5)フォスフィンプラズマ処理では，水素プラズマ処理の場合に発生した電子トラップは一切生成されず，InPのプラズマ処理による欠陥導入の抑制にはフォスフィンの混合が有効であることを見出している。

(6)水素，フォスフィンリモートプラズマによるin situ多段プラズマを用いて，Au／PNx／n－InP MISショットキー障壁接合を作製し，障壁高さ0.83 eVを達成している。また，Au／PNx／n－InP MISダイオードでは界面準位密度を約10^{11} $cm^{-2}eV^{-1}$にまで低減できることを明らかにしている。

(7)InGaAsにおいても，フォスフィンプラズマ処理を施すことにより表面フェルミ準位ピンニングが弱められ，ショットキー障壁高さが金属仕事関数依存性を示すようになることを明らかにしている。

以上のように，本論文は，InPを始めとするⅢ－Ⅴ化合物半導体の表面欠陥の低減にフォスフィンプラズマ処理が有効であることなどⅢ－Ⅴ化合物半導体の表面改質に関して多くの新しい知見を得ており，半導体工学に寄与するところが大きい。よって，本論文は博士論文として価値あるものと認める。