

Title	多結晶燐化インジウム薄膜の作成と特性評価およびその薄膜太陽電池への応用に関する研究
Author(s)	齊藤, 忠
Citation	大阪大学, 1978, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/31863
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	齊藤 忠
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 4201 号
学位授与の日付	昭和 53 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	多結晶燐化インジウム薄膜の作成と特性評価およびその薄膜太陽電池への応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 浜川 圭弘 (副査) 教授 成田信一郎 教授 難波 進 教授 牧本 利夫 教授 藤澤 和男 教授 末田 正

論文内容の要旨

本論文は、著者が(株)日立製作所中央研究所において行ってきた、燐化インジウム薄膜の作成と特性評価およびそれらを用いた多結晶薄膜太陽電池に関する研究成果をまとめたものである。その内容は7章によって構成されており、以下各章の概略を述べる。

第1章では、先ず太陽電池の研究開発に対する社会的背景について述べ、太陽電池研究の沿革を概観する。ついで、多結晶薄膜太陽電池の意義と可能性について述べ、本研究の目的と研究領域を明らかにしている。

第2章では、 In-PCl_3 系の気相化学反応を用いn形およびp形燐化インジウム膜をモリブデン金属基板上に成長した結果について述べる。先ず、インジウムをソースとした輸送反応について触れ、膜成長速度に対する基板温度および反応ガス濃度依存性から膜成長に於ける表面反応の役割を明らかにしている。ついで、モリブデン基板上における成長初期状態の観察結果を述べ、核形成理論との対比から飽和島状結晶密度について議論し、無孔膜を得るための成長初期段階の制御の重要性を指摘している。

多結晶薄膜太陽電池では、多結晶薄膜の結晶粒径および配向性に関する知識が基本的に重要である。第3章では、先ずX線回折法で調べた多結晶膜の構造について述べる。配向性の成長温度および膜厚依存性を明らかにし、配向性と成長速度の面方位依存性との類似性を指摘している。結晶粒内の微細構造については透過電子顕微鏡を用いて調べ、結晶粒内に双晶が存在すること、低温で形成した膜では繊維状組織が存在することを明らかにしている。

多結晶膜の電気伝導は結晶粒界を含むため単結晶とは本質的に異なる。第4章では、ホール測定法を用いてアンドープ、硫黄ドープおよび亜鉛ドープ燐化インジウム多結晶膜の電気的性質を測定し、

成長温度および膜厚依存性を明らかにしている。亜鉛ドーパ膜はn型膜と異なり、その比抵抗は高くドーピングの制御は困難であった。気相中の燐分圧を増すことにより低抵抗化の可能性を得、結晶中の燐空孔が関係することを見出した。ついで、結晶粒界でキャリアが補獲されるモデルを用い、結晶粒界での障壁高さと補獲準位密度を求め、多結晶シリコン膜との類似性を指摘している。

第5章では、気相成長法でモリブデン基板上にn形InP膜を成長し、その上にp⁺形のCu_xSe膜を真空蒸着法で形成して太陽電池を作成し、その光電変換特性を調べた。まず、Cu_xSe蒸着膜の電気的、光学的性質を明らかにし、Cu_xSe膜が非化学量論的で電気的に縮退していることを述べている。ついで、薄膜太陽電池の順方向電流-電圧特性および光照射下の電流-電圧特性について述べ、Cu_xSeの蒸着条件およびセル作成プロセス条件の最適化により光電変換効率1.7%および光電流値11 mA/cm²が得られたことを述べている。また、光発生キャリアの収集効率の分光感度特性を解析し、光電流がInP側の空乏層内で生成することを指摘している。

第6章ではモリブデン基板上に作成したZnドーパのp型InP膜上にn形CdS膜を真空蒸着法で形成した太陽電池について述べる。CdS/InP型太陽電池の光電変換効率は熱処理により向上し、500℃の熱処理で最高2.0%の値を得ている。短絡電流値は、100 mW/cm²(AM1)の光照射下で18 mA/cm²と高い値が得られている。多結晶セルの粒界損失を扱ったRothwarfのモデルおよび分光感度特性の解析から、接合近傍での空乏層巾(0.3 μm)と少数キャリアの拡散距離(0.2 μm)が入射光の光学吸収長に比べ十分に長く、高い量子効率を得られた原因であることを述べている。

第7章では、多結晶燐化インジウム薄膜の作成と特性評価およびその太陽電池への応用に関する第2章から第6章迄の研究結果を総括し、本論文の結論を述べている。

論文の審査結果の要旨

本論文は気相化学反応によるInP(燐化インジウム)薄膜の製造と、その基礎的性質の評価、ならびにそれを用いた薄膜太陽電池の製作に関する一連の研究結果をまとめたものである。

InPは直接遷移型半導体であることから、太陽電池として必要な膜厚がSi(シリコン)の1/10以下であり、しかも禁止帯幅がSiより大きいため太陽光による光生成キャリアの収集効率も高く、未来の太陽電池用材料の一つとして期待されている半導体である。現在InP結晶はもっぱら液相成長法により作製されているが本研究はIn-PCl₃系の気相化学反応によってMo金属基板上に多結晶薄膜としてつける方法を試みたもので、反応ガス分圧、基板温度と膜の成長速度、結晶性などの成長条件とその膜の電気的ならびに光学的性質など基礎物性を明らかにした。さらに、この方法で得られたnおよびp型InP多結晶薄膜にCuSeおよびCdSをヘテロ接合した薄膜太陽電池を試作し、接合構成と性能指数との関連について一連の基礎データを出し、その解析と検討を行なっている。本研究の成果は低コストで高効率な、大面積薄膜太陽電池の連続自動化製造法を目指した新技術開拓の礎とも言える仕事で、半導体工学の分野に貢献するところが多く、工学博士論文として価値あるものと認める。