

学位論文及び審査結果の要旨

氏名 李寧

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 工府博甲第520号

学位授与年月日 平成29年3月24日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 工学府 機能発現工学 専攻

学位論文題目 集光型赤外線加熱炉を用いたハーフインチシリコンCVD装置開発
(A research on Half-Inch Silicon CVD Reactor Using Concentrated Infrared Light Heater)

論文審査委員 主査 横浜国立大学 教授 羽深 等
横浜国立大学 教授 上ノ山周
横浜国立大学 教授 奥山邦人
横浜国立大学 教授 高橋宏治
横浜国立大学 講師 相原雅彦

論文及び審査結果の要旨

現在の電子機器は極めて多様であり、それらに個別に対応できるように様々な種類の電子回路部品を変種・変量生産するシステムが必要であるため、小さなシリコンウエハを用いた半導体生産システム、ミニマル・マニファクチャリング(MM)が産業技術総合研究所から提案されている。本研究では、MMに用いるための化学気相堆積(CVD)装置を開発した。本論文では、それらの内容を以下の8章で紹介している。

第一章では、半導体用シリコンやシリコンエピタキシャル成長の理論を紹介すると共に、現在の半導体生産技術の現状について説明する。MMに用いる化学気相堆積(CVD)装置を設計製作し、高速で均一な省電力成長プロセスを開発することを研究の目的とした。

第二章では、集光型赤外線加熱炉を用いたハーフインチシリコンCVD装置の構造や成膜プロセスについて述べた。シリコンエピタキシャル膜をシリコン基板表面に形成させる化学反応とCVD装置について紹介した。円筒形の容器を縦に設置することにより床面積を最

小化し、集光型加熱炉を用いて高速昇降温を可能にした。

第三章では、総ガス流量を減少することにより生じる効果について述べた。総ガス流量を 50sccm 減らすことにより、基板下側の温度が 10~30℃程度上昇し、成膜速度は最大で毎分約 1 μ m 程度上昇した。同時に、クリーニングも不要であった。

第四章では、二種類の反射鏡の構造（肉厚型・肉薄型）を比較した。肉薄型反射鏡を用いた方が基板温度の昇降温が速くなり、素早く定常状態になり易いことが把握された。

第五章では、肉薄型反射鏡を用いた CVD 装置に基板回転装置を設置し、併せて、ウエハ面内の温度を均一化するために、シリコンウエハとホルダの間に SiC サセプタ三枚を設置した。膜厚分布が対称で均一になり、薄膜表面が鏡面になり易いことが把握された。

第六章では、石英反応容器の外側に送風装置を設置して効果を確認した。送風装置を用いると膜表面が鏡面に維持され易いことが分かった。自然対流と気相反応が抑制される効果があると考えられた。

第七章では、基板支持台下側で測定した温度と水素ガス流量などの関係を基に、反応装置内の熱収支について検討した。総水素流量をある値以下にした場合には、ガスによる冷却が無視できる程度に小さくなるが、冷却効果が無視できる程度にまでガス流量を削減しても成膜が可能であることが把握された。

第八章では、結論と今後の方針を述べた。極めて小さな CVD 装置を開発する過程において、重要となる要因を整理した。

以上の内容は博士（工学）論文として価値あるものであると判断した。