



Title	集束イオンビームプロセス用液体金属合金イオン源の開発に関する研究
Author(s)	有本, 宏
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/36973
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。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名 ・ (本 籍)	あ 有	も 本	ひろ 宏
学 位 の 種 類	工	学	博 士
学 位 記 番 号	第	9 0 1 9	号
学位授与の日付	平 成	2 年	3 月 14 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	集束イオンビームプロセス用液体金属合金イオン源の開発 に関する研究		
論文審査委員	(主査)		
	教 授	難波	進
	(副査)		
	教 授	浜川 圭弘	教 授 蒲生 健次 教 授 冷水 佐壽

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では将来の半導体プロセス技術の一つとして、デバイス設計自由度が高く高能率な集束イオンビーム・プロセス技術を取り上げ、その基礎となる液体金属イオン源の開発と応用に関する研究を行った。

はじめに、Ⅲ－Ⅴ族化合物半導体へのマスクレスイオン注入を目的とした液体金属合金イオン源を開発した。これらのイオン源は、n型、p型、及び結晶を高抵抗化させることが可能なイオンを複数同時に放出させることができ、マスクレスイオン注入においてこれらのイオンを自由に使い分けけることを可能にした。次に液体金属イオン源の基本動作特性を把握してイオン放出メカニズムを明らかにし、低電流で動作させることが微細集束イオンビーム形成に有利になることを明らかにした。

また、液体金属合金イオン源の寿命に関する問題点を検討して、Au-Si-Beイオン源、Pd-Ni-Si-Be-Bイオン源の寿命をそれぞれ1000時間、及び300時間に改善した。さらに残留ガスによる液体金属の酸化が安定動作を妨げる原因であることを突き止め、極めて安定な集束イオンビームを実現した。またAu-Si-Beイオン源を1～2μAで作動させ、50nmの微細集束Be⁺⁺イオンビームを実現した。さらにPt-Siイオン源を用い、0.16μm幅の微細Siイオン注入層も形成できる見通しが得られた。これにより、集束イオンビームによるサブミクロン加工プロセスの可能性が示された。

さらに、集束イオンビーム注入装置とMBE結晶成長装置が超高真空の試料搬送路で結ばれたFIBI-MBEシステムを駆使して、ここで開発したイオン源をマスクレスイオン注入加工プロセスへ実際に応用した。(1) Au-Si-Beイオン源を利用して、3次元的にp型、及びn型領域を配置した選択多層ドーピング結晶構造を実現し、複合結晶成長プロセスの有用性を実証した。(2) Pd-Ni-Si-Be-Bイオン源を用いて、集束Bイオン注入によるサブミクロン絶縁層と層間絶縁層の形成を実現し、素子間分離

技術を開発した。(3) Au-Zn-Si イオン源を用いて集束 Si, Zn イオン注入による多重量子井戸構造 (MQW) の選択的無秩序化を実現した。(4) マスクレスイオン注入と光反応エッチングによる新しいマスクレス・結晶加工プロセスを開発し、埋め込みヘテロ構造を含んだ 3 次元的な結晶成長技術への展開を可能にした。

ここで得られた結果と知見は集束イオンビーム技術の半導体プロセスにおける先駆的な位置付けをなし、一つの有益な指針を与えるものである。

論文の審査結果の要旨

集束イオンビームプロセスはイオン注入、イオンビームアシストエッチング、イオンビームアシストデポジションなど半導体プロセスの大半を実現できる技術として近年注目を集めている。本論文はその基礎となる液体金属イオン源の開発と種々のプロセス応用に関する研究をまとめたものである。

まず、液体金属合金イオン源の基本動作特性に関する詳細な測定からイオン放出メカニズムを明らかにし、低電流動作が微細集束イオンビーム形成に有利であることを見出し出している。

また、III-V 族化合物半導体へのマスクレスイオン注入用として Au-Si-Be および Pd-Ni-Si-Be-B イオン源を開発し、n 型領域、P 型領域、および高抵抗領域を形成するための多種イオンを同時に放出し、これらのイオンを自由に使い分けできる装置を開発した。さらにこれらのイオン源の寿命に関する問題点を検討し、極めて安定な長寿命集束イオンビームを実現した。

Au-Si-Bi イオン源により最小径 50nm の微細集束 Be^{++} イオンビームが得られているが、種々の集束イオンビームを用いて 0.16 μm 幅のイオン注入層の形成、サブミクロン絶縁層の形成、Si, Zn イオン注入による多重量子井戸構造の選択的無秩序化などの実験を行い、集束イオンビーム技術の 3 次元半導体プロセスへの展開を可能にした。

これらの研究は、集束イオンビーム技術の半導体プロセスにおける有用性を実証するとともに、次世代半導体プロセスに対する一つの指針を与えるものであり、工学博士論文として価値あるものと認める。