



Title	シリコン中への不純物異常拡散の研究
Author(s)	橋本, 寿夫
Citation	大阪大学, 1981, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33175
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)	橋 本 寿 夫
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	第 5 4 6 3 号
学位授与の日付	昭 和 56 年 11 月 30 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	シリコン中への不純物異常拡散の研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 犬 石 嘉 雄
	教 授 木 下 仁 志 教 授 山 中 千 代 衛 教 授 藤 井 克 彦
	教 授 鈴 木 胖 教 授 横 山 昌 弘 教 授 中 井 貞 雄
	教 授 小 山 次 郎 教 授 中 井 順 吉

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はマイクロ波帯シリコンバイポーラトランジスタ製作の不純物拡散工程に於ける異常拡散の研究についてまとめたものである。

半導体素子製作の重要な技術である不純物拡散，即ち半導体結晶に不純物をドーピングする方法の拡散技術は，素子の高性能化に従って益々精密な制御が求められている。特にマイクロ波帯トランジスタでは，拡散制御は一段と厳しくなる。ベース層幅は極端に狭く，しかも一定量の不純物濃度を確保しながら精密に制御しなければならない。このような不純物拡散を実現させるためには，拡散の制御を損ねる異常拡散の防止が是非とも必要となる。

中でもエミッター不純物の拡散中に起る，エミッター直下のベース層が異常に速く拡散する現象，謂ゆる“押し出し効果”(Emitter Dip Effect; EDE)の制御を図らなければならない。

本研究は以上の背景のもとに，異常拡散を防止して高性能マイクロ波帯シリコントランジスタ製作用の不純物拡散技術を開発するために実施した研究で次の 7 章から構成されている。

第 1 章は序論で，拡散一般の理論，及びこの理論に従わない異常拡散について概説している。

第 2 章は異常拡散の機構を議論するために必要な空格子濃度の測定法についての研究で，積層欠陥の収縮現象を利用した新しい検出法について述べている。更に本測定法をホウ素，燐，及びヒ素の拡散に適用して過剰に生じた空格子の生成状況を調べ，異常拡散機構を考察する基礎データを得た結果について述べている。

第 3 章は燐エミッターのトランジスタで，燐の拡散中に起る EDE に関する研究で EDE の挙動と EDE の発生機構を解明するために行った実験結果について述べている。

第4章は一般にE D Eが生じないと考えられているヒ素エミッタートランジスタでも、ヒ素拡散後、低温熱処理を加えるとE D Eが起ることを先ず示している。次に第3章と同様に、E D Eの発生機構を明らかにするために行った実験結果について述べている。

第5章は第2～4章の結果をもとに、従来の拡散モデルでは説明できない異常拡散を統括的に説明可能な、準格子間型の新しい拡散モデルについて述べている。

第6章は異常拡散モデルをマイクロ波帯小信号シリコントランジスタの開発に応用し、目標性能素子を開発した結果について述べている。

第7章は結論で、本研究の成果をまとめている。

論文の審査結果の要旨

マイクロ波用バイポーラトランジスタを製作するためには狭いベース層中に不純物をできるだけ一様、正確に拡散する拡散制御の技術が最も重要となる。従来エミッター直下のベース層不純物が異常に速く拡散する“エミッター押し出し効果 (EDE)”がこれに対する最も大きな障害であり、その解決が強く要請されていた。

本論文は押し出し効果の機構を実験的に究明することによって、その制御をはかり、良好な特性をもつマイクロ波・バイポーラ・トランジスタの製作技術を確立した結果を述べたものである。まず積層欠陥の収縮現象を用いる新しい空格子検出法を考案し、それを用いて色々な不純物のエミッター拡散の際の空格子生成状況を種々の条件下で検討した結果、押し出し効果が単純な空孔生成による異常拡散機構では十分に説明されないことを結論し、新しい機構を提案している。即ち、不純物とシリコンの格子不整合によって発生した格子間シリコン原子の前方拡散とその置換による格子間不純物生成と拡散に由来する準不純物格子間拡散機構で、押し出し効果が起るとしている。この機構によって燐エミッターにおける押し出し効果の諸特性を説明し、さらにヒ素エミッターでも押し出し効果があることを初めて見出すとともにそれが同様の機構で起ることを推論している。このような基礎の上になって拡散工程を改良し、押し出し効果を抑制することによってヒ素エミッターで4～6 GHz帯のマイクロ波・バイポーラトランジスタの開発に成功している。

以上述べた様に本論文は半導体工学上重要な知見を含み、半導体素子製造設計技術に寄与する所が大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。