



Title	アバランシ接合の特性とその応用に関する研究
Author(s)	西田, 克彦
Citation	大阪大学, 1973, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/30791
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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >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)	西	田	克	彦
学 位 の 種 類	工	学	博	士
学 位 記 番 号	第	2 8 3 4	号	
学位授与の日付	昭和 48 年 3 月 24 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	アバランシ接合の特性とその応用に関する研究			
論 文 審 査 委 員	(主査)			
	教 授	難波	進	
	(副査)			
	教 授	牧本	利夫	教 授 藤沢 和男
	教 授	末田	正	教 授 成田信一郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、アバランシ（電子なだれ）増倍を起す半導体 P N 接合の特性と応用及びその製法に関する総合的な研究結果をまとめたものである。

半導体に高電界をかけたとき見られるアバランシ現象は誘電破壊の一種で破壊の過度的な不安定現象であるが、制御することにより光励起キャリアの増倍に利用できる。この増倍作用は電界強度に強く依存するため、増倍率は、空間電荷領域中のイオンやキャリアの電荷の分布の仕方に影響される。第 2 章では、これまで無視されていたキャリアの空間電荷効果を考慮して解析することにより、不明であった増倍率の様々な依存性を明らかにし、実験結果を説明している。空乏層不純物濃度と負荷抵抗が小さい程、キャリアの空間電荷効果が顕著になり、光電流に対する増倍率はこれまで考えられていた値より小さくなることが解析および実験によって確かめられている。また増倍率は接合面積、暗電流密度、光電流密度にも依存することが明らかにされ、増倍率を最良にする条件のあることを示している。

アバランシ増倍を光検出器へ応用する場合、増倍率以外にアバランシに起因する雑音とキャリアの立上り時間の考察と、光電変換機能としての量子効率、応答速度の特性についても検討する必要がある。第 3 章では、これまでの理論を拡張して、光吸収の分布と少数キャリアの拡散を考慮した輸送方程式をもとにアバランシの立上り時間、走行時間、拡散時間及び C R 緩和時間の時間要素をとり入れて交流解を求めた。その結果を数値計算して、量子効率、応答速度、アバランシ雑音の入射光波長や不純物分布構造による依存性を明らかにしている。これらの解析結果は試作したシリコン・ダイオードで測定して確かめられている。特に応答速度の限界を示すアバランシ真性レンボンス・タイムが、電子注入条件で 1.4~2.2 ピコ秒、正孔注入条件で 3.7~4.9 ピコ秒になることを実験的に明らかにしている。

アバランシ応用素子の実用上の問題の一つは、その特性が温度変化を受け易いことである。このため第4章で、温度特性と安定化方法を検討している。解析では、イオン化エネルギーと光学フォノン散乱過程のキャリアの平均自由行程の温度変化を基本的な要因と考え、アバランシ電界とアバランシ領域巾の変化を種々の接合構造について求め、それぞれの場合について増倍率とアバランシ電圧の温度係数を導出している。その結果、これまで不明であった不純物分布による温度特性の差異を説明できることを明らかにしている。

最後に、均一性の優れたアバランシ接合を得る製造技術上の成果について、第5章と第6章で述べている。従来の不純物拡散法では熱拡散時に導入される結晶欠陥のため、理論値に近い増倍率を得ることは困難であったが、ガリウムとボロンによる新しい二重拡散法かイオン注入技術によって、接合の均一性が改善されることを指摘している。接合内の不均一な異状増倍が転位線に沿って起ることを見出し、このような欠陥が、二重拡散法では不純物原子による応力相補作用によって、またイオン注入法ではその低温処理効果によって、避けられることを明らかにしている。

論文の審査結果の要旨

本論文は S_i -アバランシ接合の特性とその応用に関する総合的な研究結果をまとめたものである。

まず、アバランシ接合の増倍率、高周波特性、温度特性の詳細な解析を行ない、それらの実験的な裏付けをし、アバランシフオトダイオードとしての最適設計方法を確立したことは一つの成果である。アバランシフオトダイオードは半導体素子中で最も高度の接合均一性を要求されるが、 n 型 S_i にボロンおよびガリウムを二重熱拡散する方法および p 型 S_i に燐をイオン注入する方法を研究し、非常に均一な $p-n$ 接合の製作に成功し、アバランシフオトダイオードの工業化に導いたことは半導体工学上大きな意義をもつものである。さらに、 S_i 単結晶中に存在する転位線と異常アバランシ増倍との対応を発見し、転位線の入らない接合製法として上記2方法を開発したことは学問的にも非常に興味ある研究である。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。