



Title	アンテナ結合薄膜赤外レーザ光検出素子の研究
Author(s)	原川, 健一
Citation	大阪大学, 1986, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35092
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）	はら 原	かわ 川	けん 健	いち 一
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	7 1 6 5	号	
学位授与の日付	昭和 61 年 3 月 18 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	アンテナ結合薄膜赤外レーザ光検出素子の研究			
論文審査委員	(主査) 教授 難波 進			
	(副査) 教授 末田 正 教授 浜川 圭弘 教授 白江 公輔			
	教授 山本 錠彦			

論文内容の要旨

アンテナ結合型赤外線検出素子は赤外線領域の光を素子の非線形性によって直接検波できる高速応答性を有し、常温で動作可能な素子として注目を集めている。しかし、この素子は直径 $8\ \mu\text{m} \sim 25\ \mu\text{m}$ のタングステン線をアンテナとしているため、機械的に弱く、その応用範囲が極めて限定されている。この欠点を克服する方法として素子の薄膜化が検討されているが、現在までに赤外レーザ光に対して明確なアンテナパターンを得たという報告はない。

本研究では、アンテナ結合型素子のうちのウォームキャリア素子を取りあげ、その薄膜化を中心に研究を行ない、その検出特性についても検討した。第 2 章では、赤外線検出素子の中のウォームキャリア素子の位置付けについて述べ、同素子の動作原理をキャリア温度に関する理論、等価回路、アンテナ理論を用いて検討し、検出電圧の式を導いた。その結果、検出電圧が入射電力密度に比例し、アンテナと半導体の接触半径の 3 乗に反比例し、キャリア密度に反比例するとともに、アンテナの実効開口面に比例することを見いだした。第 3 章では、前章の結果に基づいて実際に点接触型ウォームキャリア素子を製作し、その検出特性について検討した。その結果、タングステンアンテナに Ni, In を 2 重メッキすることが、Ge とアンテナのオーム性接触に有効であること、さらにこの素子が $10\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ の波長の遠赤外領域で室温動作のアンテナ結合素子として動作し、検出電圧は入射電力密度に比例することが分かった。第 4 章では、集束イオンビーム装置等の微細加工技術を用いて薄膜ウォームキャリア素子を製作した。集束イオンビームを用いることにより、直径 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下の接触を薄膜構造で実現でき、点接触構造素子と同程度の抵抗を有する薄膜構造の素子が得られた。また、サイド電極型ウォームキャリア素子で薄膜素子として初めて $10.6\ \mu\text{m CO}_2$ レーザ光に対するアンテナパターンの観測に成功し、

各種のアンテナ長に対するアンテナパターンが、その理論値と一致することから、薄膜アンテナが進行波アンテナとして動作していることも判明した。しかし、その検出感度は点接触型より3ケタ程度低いことも明らかになった。そこで、第5章では感度を向上させるために、集束イオンビームを利用して製作した点接触電極の界面の改善と、アンテナをアレイ化して感度を向上させるために必要なその場現像プロセスの開発という2つの課題について検討した。前者では、Au-Pbを電極材料としたタングステンアンテナ素子を450℃で30分間熱処理することにより100倍の感度向上が観測された。後者では、その場現像レジストとしてニトロセルローズがすぐれていること、ニトロセルローズを用いてリフトオフが可能であること等が分かった。さらに、集束イオンビームとニトロセルローズを組み合わせたプロセスを用いて薄膜ウォームキャリア素子を製作することができ、このプロセスが素子製作に有効であることが分かった。

以上の結果から、本研究ではCO₂レーザ光を薄膜アンテナを介して検出できる薄膜ウォームキャリア素子の製作に成功し、さらに素子特性を改善するための足掛りを得ることができた。

論文の審査結果の要旨

アンテナ結合形赤外線検出素子は、光波を素子の非線形性により直接検波できるため、高速応答、常温動作可能などの特長を有し、注目されている。しかし、従来の素子では、直径約10 μmのタングステン線をアンテナとして用いているため、機械的に弱く応用範囲も極めて限定されていた。この欠点を克服するため素子の薄膜化が急務とされていた。本研究は、アンテナ結合素子の一つであるウォームキャリア素子の薄膜化に関する研究をまとめたものである。

著者はまず、タングステン針とGeの点接触型素子を試作し、この素子が10 μm～100 μmの遠赤外領域で室温動作のアンテナ結合素子として動作していることを確認した。次に、Ge上の絶縁薄膜中に集束イオンビーム等の微細加工技術を用いて直径0.1 μm以下の小孔を作り、絶縁薄膜上に蒸着される金属薄膜アンテナとGeとの点接触をこの小孔を通して行うという、新しい構造のアンテナ結合薄膜光検出素子の試作に成功し、薄膜ウォームキャリア素子として始めて10.6 μm CO₂レーザ光に対するアンテナパターンの観測に成功し、薄膜アンテナが光波に対する進行波アンテナとして動作していることを実証した。さらにアンテナのアレイ化のための基礎技術として、集束イオンビームによるその場現像プロセスの開発を進め、集束イオンビームとニトロセルローズレジストを組み合わせたプロセスにより薄膜ウォームキャリア素子を再現性よく製作できることを示した。

これらの成果は半導体プロセス技術の進歩に寄与するところ大であり、本論文は博士論文として価値あるものと認める。