



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 雑音状光信号に対する光検波特性に関する研究   |
| Author(s)    | 高橋, 伸夫  |
| Citation     | 大阪大学, 1986, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/35034">https://hdl.handle.net/11094/35034</a>   |
| 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">大阪大学の博士論文について</a>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）     | たか<br>高               | はし<br>橋     | のぶ<br>伸     | お<br>夫 |
| 学 位 の 種 類   | 工                     | 学           | 博           | 士      |
| 学 位 記 番 号   | 第                     | 7 0 8 9     | 号           |        |
| 学位授与の日付     | 昭 和 61 年 2 月 6 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 | 雑音状光信号に対する光検波特性に関する研究 |             |             |        |
| 論文審査委員      | (主査)<br>教 授 滑 川 敏 彦   |             |             |        |
|             | 教 授 中 西 義 郎           | 教 授 倉 蘭 貞 夫 | 教 授 手 塚 慶 一 |        |

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、雑音状光信号に対する光検波特性に関する研究の成果をまとめたもので、6章から構成されている。

第1章序論では、光通信の発展を概観するとともに、光電子計数確率および光検波系に関する研究を概説し、本研究の意義と目的を述べている。

第2章では、本研究を通じて着目している雑音状光信号（ガウス雑音状の光信号）とその光電子計数確率である負2項分布を紹介するとともに、雑音状光信号の電力密度スペクトルと負2項分布のパラメータとの関係式を導出している。これを基にして、熱雑音をも考慮した場合の雑音状光信号の誤り率をデジタル・パルス位置変調（PPM）光通信方式を例にとりて解析し、デジタル光検波系での雑音状光信号の基本特性を明らかにしている。

第3章では、入射光の複素包絡線を直交級数展開することによって光電子計数確率を導出する手法を概説し、この方法を用いて雑音状光信号と背景光との合成光に対する光電子計数確率を導出し、この結果を空間モードを考慮した場合に拡張している。ついで、PPM光通信方式を例にとり、暗電流雑音、熱雑音を考慮した光電子計数確率を示し、これを用いて雑音状光信号の誤り率についての解析を行い、背景光、増倍率、光信号のエネルギー、時間・空間モード数、熱雑音などの諸要因と光電子計数確率、誤り率との関係を明らかにしている。

第4章では、アバランシェ・ホトダイオード（APD）を光検波系に導入したときの、APDのランダム増倍率のSN比および誤り率へ与える影響について考察を加えている。まず、雑音状光信号が入射した場合のAPDの出力光電子計数確率の特徴を明らかにし、ついで、積分放電フィルタを有する光検

波系の判定器入力電流に対する確率密度関数を背景光と熱雑音を考慮して求め、SN比、ならびに、オン・オフ・キーイング（OOK）、PPM両方式に対する誤り率の導出を行っている。更に、これらの式を数値解析し、増倍率、背景光、光信号エネルギー、時間モード数、熱雑音等のSN比および誤り率との関連性、最適増倍率の存在、誤り率とSN比における両者の最適増倍率の対応関係などについて考察を加え、ランダム増倍率の誤り率およびSN比への影響を明らかにしている。

第5章では、同期ずれによる誤り率の劣化特性を考察している。まず、特定の同期ずれの値に対するOOK、PPM両方式の誤り率特性を示し、つぎに、一様な分布の同期ずれに対して平均誤り率を求め、同期ずれの基本特性を明らかにしている。

第6章は結論で、本研究で得られた第2章から第5章までの成果を総括して述べている。

## 論文の審査結果の要旨

光通信に用いられる光源は、必ずしも単一波長のコヒーレント光ではなく、ガウス統計に従う強度ゆらぎを有する狭帯域雑音状の光と見なすことが妥当な場合も考えられる。発光ダイオードなどはその例である。

本論文は、雑音状光信号に対する光検波特性に関する理論的研究成果をまとめたもので、その主な成果は次のとおりである。

- (1) 直接検波光通信方式のモデルについて雑音状光通信の光電子計数確率を示し、検波器に熱雑音が存在するときの、光信号の検出誤り率を明らかにしている。
- (2) 更に背景光が重畳して入射したときの光電子計数確率を導出し、この場合の誤り率に寄与する諸要因を明らかにしている。
- (3) 光検波の増倍機能に伴う増倍雑音の信号対雑音比ならびに光信号検出誤り率に対する影響を解析し、背景光のある場合について、誤り率を最小にする最適増倍率が存在することを明らかにしている。
- (4) 雑音状光信号を用いた光通信方式における同期ずれによる信号検出の誤りについて考察し、パルス位置変調方式がオン・オフ・キーイング方式よりも良好な特性を示すことを明らかにしている。

以上のように本論文は、雑音状光信号に対する光検波特性に関して、その基礎的な諸性質を明確にする新しい知見を得ているものであり、光通信工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。