



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | デジタル位相変調光通信における光ホモダイン検波方式に関する研究   |
| Author(s)    | 乗松, 誠司  |
| Citation     | 大阪大学, 1997, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/40894">https://hdl.handle.net/11094/40894</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           | 乗 松 誠 司   |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (工 学)   |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 3 3 8 3 号   |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平 成 9 年 8 月 4 日   |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第 4 条第 2 項該当  |
| 学 位 論 文 名     | デジタル位相変調光通信における光ホモダイン検波方式に関する研究   |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 森永 規彦<br>(副査)<br>教 授 小牧 省三 教 授 前田 肇 教 授 池田 博昌<br>教 授 児玉 裕治 教 授 元田 浩 教 授 長谷川 晃 |

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、デジタル位相変調光通信における光ホモダイン検波方式に関する研究成果をまとめたものであり、以下の 9 章から構成されている。

第 1 章は序論であり、本研究の背景と目的を明らかにしている。

第 2 章では、光ホモダイン検波方式の受信機に必要な光位相同期回路を構成した場合に、無視し得ないループ遅延時間について述べている。光源の白色 FM 雑音に起因するスペクトル線幅に対するループ遅延時間の影響を求めるために、パデ近似により位相誤差分散の表式を導出すると共に、この表式を BPSK 光ホモダイン検波系へ適用して白色 FM 雑音の許容値を導出すると共に、その検証実験についても述べている。

第 3 章では、第 2 章で求めた位相誤差分散の表式をもとに、BPSK (Binary Phase Shift Keying), QPSK (Quaternary Phase Shift Keying), MSK (Minimum Shift Keying) 各変調方式に対する光ホモダイン/ヘテロダイン同期検波方式それぞれにおける白色 FM 雑音への許容値を導出している。その結果、MSK 変調方式では、QPSK 変調方式と同程度の白色 FM 雑音の光源が必要となることを述べている。

第 4 章では、ループ遅延時間を考慮した場合に、ダンピングファクタの白色 FM 雑音許容値への影響について述べている。即ち、白色 FM 雑音許容値を緩和するようなダンピングファクタの設定値を導出し、その要因についても考察している。

第 5 章では、ループ遅延時間を考慮した場合の光源の低周波雑音の位相誤差分散への影響について、白色 FM 雑音が支配的な光源と、白色 FM 雑音が低周波雑音に比べ無視できる光源について詳細に考察している。

第 6 章では、Decision-Driven PLL (Phase Lock Loop) を用いた BPSK 光ホモダイン検波受信機における受信光電力と局部発振光電力の直交軸成分間の分岐比の最適化について、前章までよりさらに現実の受信機に近いモデルを基に述べている。

第 7 章では、前章までの結果をもとに作った、石英系光導波路回路を用いて作製した光 90° ハイブリッドまたは単体のレーザダイオードを適用した BPSK 光ホモダイン検波実験と、QPSK 光ホモダイン検波実験について述べてい

る。

第8章では、PSK 光ホモダイン検波方式を波長多重分離方式へ適用した場合、信号劣化をもたらす自己・相互位相変調の PSK 光ホモダイン検波方式への影響について理論面および実験面から述べている。

第9章は結論であり、本研究で得られた成果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、通常の無線通信におけると同形態の通信方式であるコヒーレント光通信方式の中にあつて、最も高品質の通信が期待できるデジタル位相変調/ホモダイン検波光通信方式に関して行われた研究の成果をまとめたものである。得られた主な成果は以下の通りである。

- (1) 光位相同期回路に存在するループ遅延時間が光源の白色 FM 雑音許容値に与える影響を定式化すると共に、この定式化に際してパデ近似を用いることにより位相誤差分散を簡潔かつ高精度に計算できることを示している。
- (2) 代表的なデジタル位相変調方式である BPSK, QPSK, MSK の各方式について、白色 FM 雑音の許容値を導出し、実用化に向けての方式比較を行っている。
- (3) 光位相同期回路のダンピングファクタを変化させることによって、白色 FM 雑音に対する許容値を緩和させる設計法を考案している。
- (4) 光源の FM 雑音として、白色 FM 雑音以外に、 $1/f$ -FM 雑音および  $1/f^2$ -FM 雑音の影響も考慮したコヒーレント検波特性を導出し、それぞれの雑音源の影響を比較検討している。
- (5) BPSK 光ホモダイン検波方式について、受信光と局部発振光それぞれの直交チャネルへの光電力分岐比に関し、受信感度劣化が最小となるような最適設定値を導出している。
- (6) 将来の高速光通信を目指して、BPSK ならびに QPSK 光ホモダイン検波実験を行い、所期の目的をはたしている。
- (7) PSK 光ホモダイン検波方式を波長分割多重方式による多チャネル光ファイバ通信に適用した場合について、検波特性に対する自己位相変調および相互位相変調の影響を明らかにし、システム設計との関連性について考察している。

以上のように本論文は、デジタル位相変調光通信における光ホモダイン検波方式に関する多くの技術的知見を得ており、通信工学の発展に寄与するところか大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。