



Title	Lightwave Synthesized Frequency Sweeper and Its Applications
Author(s)	武居, 弘樹
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/44348">https://hdl.handle.net/11094/44348</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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</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	武 居 弘 樹
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 7 3 1 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 14 年 9 月 30 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学 位 論 文 名	Lightwave Synthesized Frequency Sweeper and Its Applications (周波数基準光発生回路とその応用に関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 小 林 哲 郎  (副査) 教 授 山 本 錠 彦 教 授 占 部 伸 二

### 論 文 内 容 の 要 旨

近年、波長多重 (Wavelength Division Multiplexing : WDM) ネットワークの開発において、波長多重の高密度化が進んでおり、将来の超高密度 WDM ネットワークでは、光源の波長監視および光素子の測定精度に対する要求条件が従来に比して飛躍的に厳しくなる。このような超高密度 WDM ネットワーク実現のための基盤的測定技術として、光周波数基準発生回路 (Lightwave Synthesized Frequency Sweeper : LSFS) が検討されている。

LSFS は、絶対周波数安定化光源からの出力光をパルス化し、内部に光増幅器、光バンドパスフィルタ、光周波数シフタを含む光共振器中を周回させることにより、高精度に周波数掃引された光パルス列を得る技術である。時間多重された光周波数基準を発生するという特徴を生かした、様々な応用が期待されている。しかし、従来の LSFS には、(1)光周波数掃引幅が 100 GHz 程度と、WDM ネットワークへの応用には不十分である(2)LSFS を構成する光ファイバの複屈折変動に伴い周波数掃引幅が大きく変動する、という 2 つの課題があった。

本論文は、上記課題を解決するための手法と、LSFS の光計測への応用に関する研究をまとめたものであり、以下に示す研究成果を含む。

(i)光周波数合成技術研究の背景について明らかにし、従来の光周波数合成技術とその特徴について整理した。また、本研究以前に検討された LSFS の課題を明らかにした。

(ii)上記(1)の課題を解決し、広帯域 LSFS を実現するための手法として、同期フィルタリング法を用いた LSFS と光単側波帯 (Single side band : SSB) 変調器を用いた LSFS の 2 手法を提案し、それぞれの最適構成法を数値シミュレーションにより明らかにした。さらに、同期フィルタリング法を用いた LSFS を構成し、周波数掃引幅の拡大を実験的に確認した。

(iii)上記(2)の課題を解決するための LSFS の安定化手法として、Lyot デポライザを使用する手法と、Faraday rotator mirror により構成される Fabry-Perot 共振器を使用する手法を提案し、該手法による動作安定化の原理を明らかにした。さらに、該 2 手法の効果を実験的に確認した。

(iv) 2 レーザの光周波数差測定、安定な CW 光周波数シンセサイザ、光素子の損失波長依存性測定、光素子の分散測定法の 4 つの応用を提案し、その動作を実験的に確認した。

本論文に述べた研究成果は、超高密度 WDM ネットワークに適した基盤技術として、光通信、光計測の発展に寄与

することが今後期待される。

## 論文審査の結果の要旨

周波数基準光発生回路 (Lightwave Synthesized Frequency Sweeper : LSFS) は、絶対周波数安定化光源からの出力光をパルス化し、内部に光増幅器、光バンドパスフィルタ、光周波数シフタを含む光 cavity 中を周回することにより、高精度に周波数掃引された光パルス列を得る技術である。本論文は、この LSFS の周波数掃引帯域増大、動作安定化、およびその応用についての研究成果をまとめたものであり、本文 6 章および付録、謝辞から構成されている。

まず第 1 章で波長多重 (WDM) 通信研究の発展状況を簡単に概説した後、本論文の中心課題である光周波数合成技術研究の WDM における重要性を明らかにしている。

つづく第 2 章においては、従来の光周波数合成技術について述べるとともに、従来技術に対する LSFS の優位点を明らかにするとともに、従来の LSFS の課題であった a) 光周波数掃引帯域の制限、b) 光周波数掃引動作の不安定性について述べている。

第 3 章では、上記 a) の課題を解決し、広帯域 LSFS を実現するための手法として、同期フィルタリング法と光単側波帯 (SSB) 変調器の適用を新たに提案し、それぞれを用いた LSFS の最適構成条件を数値シミュレーションにより明らかにし、特に、同期フィルタリング法については、実験によっても周波数掃引幅の拡大を確認している。

第 4 章においては、上記 b) の課題を解決するために、Lyot デポラライザを用いる方法と、Faraday rotator mirror により構成される Fabry-Perot cavity を用いる方法の 2 つの独自の安定化手法を提案し、その安定化原理を明らかにするとともに、これら 2 手法による LSFS の動作安定化を実験的にも確認している。

第 5 章では、LSFS の応用として、2 レーザの光周波数差測定、安定な CW 光周波数シンセサイザ、光素子の損失波長依存性、および分散測定法の 4 つを提案し、その有効性を実験的に確認している。第 6 章は、これら研究成果を簡潔にまとめたものである。

以上のように本論文は、従来の周波数基準光発生回路のもつ様々な問題点を解決し、その実用性を大幅に向上させ、その優位性を生かした新しいいくつかの応用を提案、実証した著者の研究成果をまとめたもので、今後の Super-dense WDM ネットワーク実現のための基盤技術として、さらに広帯域の光科学計測の基盤技術としても、貢献するところが非常に大きく、博士 (工学) の学位論文として十分に価値あるものと認める。