

氏 名 高橋 昌義

主論文審査の要旨

本論文は検査装置向け広帯域および低雑音の増幅器（アンプ）・等価器（イコライザ）に関するもので、特に装置内の高周波アナログ信号伝送に必須のゲインイコライザと、光検出部で必要となる広帯域かつ低雑音のトランスインピーダンスアンプについて述べており、全4章からなる。その構成と内容は以下のとおりである。

第1章は序論であり、本研究を行うに至る背景と動機について述べ、本研究の位置づけを明らかにしている。

第2章でアナログ信号伝送の高周波信号損失補償を目的として、ローパスフィルタを用いたフィードフォワード補償形イコライザを提案し、その性能評価を行っている。提案回路は、補償対象である信号を2経路に分岐し、一方はそのまま信号を通過させ、もう一方はローパスフィルタで高周波信号を除去して出力し、その後段の減算回路で両信号の減算を行うことで、高周波でゲインピークをもつ回路特性を実現している。ローパスフィルタを用いた提案方式は、ハイパスフィルタを用いた従来方式と比較して、フィルタ後段の対グラウンドの寄生容量によるフィルタ特性劣化を低減できるため、高周波でのゲイン補償量の設計および実現が容易である。また信号の全高調波歪みも低減でき、アナログ信号伝送で有利である。本提案回路はチップ内蔵のローパスフィルタに対して外付けコンデンサを追加してゲイン補償の周波数帯域を2.4GHzまで調整できる。また、低周波帯域ゲインを基準としたゲイン補償ピーク量は、0dBから2.4dBまで調整可能である。さらに、全高調波歪みを従来回路と比較して2GHzで5dB改善し、これらの評価結果よりアナログ信号伝送に有用であるとの結論を得ている。

第3章では、広帯域・低雑音化を目的として、負性容量を用いたトランスインピーダンスアンプを提案している。提案回路において、コンデンサと低雑音アンプで構成される負性容量回路をフォトダイオード寄生容量と並列に接続し、同寄生容量値を補正してトランスインピーダンスアンプの広帯域化と低雑音化を両立している。本論文では回路の雑音特性を詳細に検討した上で広帯域・低雑音化を両立する設計について述べ、さらに負性容量回路の差動信号化による低雑音化を提案し、設計とシミュレーションを行っている。その結果、負性容量トランスインピーダンスアンプの-3dBカットオフ周波数は590MHzであり、従来方式の320MHzと比較して約2倍の広帯域化を達成することを明らかにしている。また入力換算電流雑音は、一般的なトランスインピーダンスアンプが $51\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ であったのに比べ、提案方式は $39\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ と約 $1/\sqrt{2}$ に低雑音化でき、広帯域かつ低雑音の回路方式として有用であると結論づけている。

第4章では、以上を総括した結論を述べている。

以上、本論文では、検査装置内の高周波アナログ信号伝送に使用するゲインイコライザおよび光検出部で使用するトランスインピーダンスアンプの広帯域化・低雑音化を図った新しい回路を提案し、それらの性能を評価した結果、提案回路が従来手法と比較して有用であることを明らかにしたもので、その成果は英文論文誌のフルペーパー1編、査読付き

国際会議論文1編、および国内会議論文1編で公表されており、本専攻での学位審査基準を満足している。さらに関連技術の特許申請3件（1件取得、2件出願中）を行っていることから、本論文の内容は工学的に高く評価でき、博士（工学）の学位を授与するに十分値すると認められる。

最終試験の結果の要旨

審査委員会は、学位論文提出者に対して、当該論文の内容ならびに関連した事項について試問を行った。その結果、学位論文提出者は、当該の研究分野ならびに関連の分野について十分な専門的知識と理解力を有していると判断した。また、学術研究に必要な外国語能力についても、英文論文フルペーパー1編を執筆し、また国際会議においても第一著者として1編の英文論文を発表（本人登壇）しており、研究者として十分なレベルの能力をもつと判定し、最終試験は合格とした。

審査委員	情報電気電子工学専攻人間環境情報講座	准教授	常田	明夫
審査委員	情報電気電子工学専攻先端情報通信工学講座	教授	奥野	洋一
審査委員	情報電気電子工学専攻人間環境情報講座	教授	西本	昌彦
審査委員	情報電気電子工学専攻機能創成エネルギー講座	教授	中村	有水