

審査の結果の要旨

氏名 吉川 俊之

本論文は「A Study on Measurement Method of PLL Frequency Characteristics through Digital Interface (デジタルインターフェースを用いた PLL の周波数特性の測定手法に関する研究)」と題し、大規模回路で用いられる PLL (位相ロックループ回路) における入力位相信号に対する出力位相信号伝達特性の帯域幅を、デジタルインターフェースを介して測定するための手法について研究したもので、英文で記述され七章より構成されている。

第一章は Introduction (序論) であり研究の背景と研究の目的、および論文の構成を述べている。

第二章は Frequency Characteristics of PLL (PLL の周波数特性) と題し、非線形回路である PLL がロック中は線形回路として近似でき、PLL の伝達関数を導いている。さらに伝達関数の特性評価法として周波数領域法と時間領域法を比較し、周波数領域法が実装の点で優れていることを論じている。合わせて正弦波にかわる三角波を用いることの長短を論じ、線形化の範囲であるロックレンジについても述べている。

第三章は Integrated Stimulus Generator and Response Analyzer (集積化テスト入力発生器と応答解析器) と題し、デジタル遅延時間変換器 (DTC) を用いて、三角波入力テスト信号 (位相差信号) を発生し、時間差デジタル変換器 (TDC) を用いて位相差応答信号をデジタル信号に変換する手法を述べている。DTC では遅延回路のタップ出力をセレクタで選択する構造を提案し、

TDC では遅延回路のタップ出力をフリップフロップに取り込む回路を示し、製造ばらつき等の素子特性ばらつきの影響についても論じている。

第四章は Measurement Method of PLL Frequency Characteristics through Digital Interface (デジタルインターフェースを介した PLL 周波数特性の測定手法) と題し、PLL の入力と出力にそれぞれ DTC と TDC を接続し、デジタル入出力信号を用いて PLL の周波数特性を測定する手法について論じている。

具体的に二次および三次の伝達特性を持つ PLL を例にとり、回路シミュレーションにより周波数特性が測定できることを示し、DTC と TDC を含む具体的チップレイアウトの設計を行い、本提案手法の面積オーバーヘッドを見積もっている。さらに本手法における測定誤差の評価を行い、ロックレンジについて評価している。

第五章は Simulation Results (シミュレーションの結果) と題し、MATLAB と Simulink を用いて本手法による PLL 全体の評価結果を述べている。ここでは正弦波と三角波の誤差、およびデジタルインターフェースによる量子化誤差を論じている。さらに非線形効果をも考慮した、より詳細な HSPICE によるシミュレーションを行い、本手法の有効性を示している。

第六章は **A Control Scheme of PLL Bandwidth with Triangular Modulated Stimulus** (三角波変調テスト入力信号による PLL 帯域の制御方式) と題し、本提案のデジタルインターフェースを前提として、PLL の帯域をチューニングする制御方式について述べている。目的の帯域と測定した帯域との差をもとに PLL の位相周波数弁別器のゲインを調節することで帯域を制御できることを示している。

第七章は **Conclusion** (結論) であり本論文の研究成果をまとめている。

以上、本論文は大規模集積回路で用いられる PLL の重要な仕様項目である入出力周波数特性を、同一チップ上に集積したデジタル制御位相シフターと時間差 - デジタル変換器を用いて、従来のアナログインターフェースを用いずデジタルインターフェースだけを介して測定、制御する手法を提案し、計算機シミュレーションによりその有効性を示したもので電子工学の発展に寄与する点が少なくない。

よって本論文は博士 (工学) の学位請求論文として合格と認められる。