

氏名	山外 芳伸		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	工 学		
学位授与番号	博甲第2237号		
学位授与の日付	平成13年 3月25日		
学位授与の要件	自然科学研究科知能開発科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文の題目	シンクロナイザの性能評価法に関する研究		
論文審査委員	教授 岡本卓爾	教授 杉山裕二	教授 野木茂次

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

シンクロナイザでは、それに内蔵されるフリップフロップのメタステーブル(MS)動作に起因した誤動作が生じ得る。これまでに、この種の誤動作に対する抑制手法が多数提案されているが、いずれを用いたとしても、誤動作を完全に抑制することはできない。このため、高信頼性が要求されるような場合には、なおかつ残る誤動作の可能性を評価する必要があるが、この種の性能を評価できる効率的な方法はまだ提案されていない。本研究は、シンクロナイザの効率的な性能評価に関する研究成果をまとめたもので、その内容は以下の通りである。

2章では、2種類のCMOS Dフリップフロップ(DFF)を対象にして、計算機シミュレーションによりMS動作発生機構を明らかにし、その結果をもとに、フィードバック法やしきい値差法などの既存のMS動作抑制手法を組織的に適用することによって、MS動作を軽減したDFFの構成を与えている。この結果によれば、既存のDFFに比して、MS動作に関する特性を約3倍改善できる。

3章では、複数のDFFをカスケード接続して得られるシンクロナイザを対象に、その動作を離散時間単純マルコフ連鎖としてモデル化した上で、シミュレーションによる手法と解析的な手法とを併用して算出した状態推移確率を用いて、評価指数(MTBFとその分散)を解析的に算出する方法を与えている。この方法によれば、従来実験的な手法に頼らざるを得なかったシンクロナイザの性能を統一的かつ効率的に評価することができる。

4章では、3章と同じ構造のシンクロナイザを対象に、まず、段数1のシンクロナイザに対して導出した性能評価式の関数形を、段数2以上の各段に拡張して、シンクロナイザ全体の評価式の関数形を表現している。次に、評価値を支配するパラメータのある特定の値の組み合わせのみからその係数を決定して得られる評価式が、パラメータの他の組合せに対しても、3章の方法で得られる評価結果に比して高々7%程度の誤差で成立することを示している。

5章では、本論文の成果をまとめるとともに、シンクロナイザの性能評価法に関する今後の展望について述べている。

論文審査結果の要旨

シンクロナイザにおいては、それに内蔵されるフリップフロップのメタステーブル動作に起因して誤動作が生じ得るが、この種の誤動作についてはこれまで効率よく評価できる手法が存在しなかった。本論文では、シンクロナイザの設計にも利用できる効率的な評価手法を与えている。

まず、2種類のCMOS Dフリップフロップを対象に、メタステーブル動作の発生機構を明らかにし、その結果をもとに既存のメタステーブル動作軽減手法を組織的に適用することによって、メタステーブル動作を約1/3に軽減したCMOS Dフリップフロップの構成を与えている。次に、複数のDフリップフロップのカスケード接続によるCMOSシンクロナイザを対象に、その動作を離散時間単純マルコフ連鎖でモデル化した上で、計算機シミュレーションによる手法と解析的な手法とを併用したMTBF(Mean Time Between Failures)の算出法を与えている。3番目に、シンクロナイザにおいて生起するメタステーブル動作発生機構から、MTBFとこれを支配するパラメータとの間で成立する関数形を求め、この関数形に含まれる定数を特定のパラメータの値に対するシミュレーション結果から決定して得られるMTBF算出式を与えている。

以上の通り本研究の成果は、従来全く予測すらできなかったシンクロナイザのMTBFを直ちに見積もることのできる手法を与え、特に信頼性を指定した上でシンクロナイザを設計することを可能にした点で、この分野の技術の向上に寄与するところが大きい。よって本研究は博士(工学)の学位に値するものと認める。