

平成14年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

高木 研究室	氏 名	小畑 幸嗣
卒業研究題目	二線式論理を用いた単一磁束量子回路による演算回路の設計	
<p>近年の半導体技術の進歩により、半導体の動作速度は飛躍的に向上している。動作速度の向上は主に微細化によって成されているが、発熱などの問題により微細化が限界に達しつつある。超伝導単一量子磁束回路 (SFQ 回路) はそのような半導体に置き換わる可能性のあるデバイスであると考えられている。SFQ 回路では、ジョセフソン接合がスイッチする際に発生する電圧パルスを利用する。ジョセフソン接合のスイッチング速度は非常に高速であるので、半導体では実現することのできない高いスループットを得ることが可能となる。SFQ 回路の設計手法はまだ確立されておらず、様々な方法が考えられている。その中にクロック同期式と二線式がある。クロック同期式は回路面積が小さく高速に設計できると考えられている。そのため盛んに研究されているが、クロックとデータのタイミングを合わせなくてはいけないという制約もある。それに対して二線式では、データ間のタイミングを合わせるだけで良いため、設計が容易になる可能性がある。今後大規模回路を設計する際には、要素回路のモジュール化も重要になるが、二線式は回路のモジュール化が容易という利点もある。</p> <p>本報告では、二線式が SFQ 回路の設計手法として有効であることを示す。二線式論理を用いた演算回路とクロック同期式の演算回路を設計し、面積や計算時間を比較した。演算回路の設計はセルベース設計と呼ばれる、セルという部品を CAD (Computer Aided Design) ツール上で配置していく方法で行った。そのため、まず二線式論理用のセルを作成した。これまでに提案されている二線式論理用の基本回路である 2x2-Join をもとにして、新たな AND や OR、XOR の基本回路を設計した。新たに設計した基本回路はこれまでに提案されていた基本回路よりも面積が小さい。2x2-Join と新たに設計した基本回路からセルを作成し、二線式論理を用いた演算回路の設計を行った。二線式論理特有の 2x2-Join を利用することによって、クロック同期式よりも面積が小さくなる二線式回路があった。一方、2入力 AND や OR などを用いて設計した二線式回路はクロック同期式回路と比べて面積は約 1.3 倍から 1.7 倍の大きさであった。従来考えられていたように回路面積が約 2 倍になることはなかった。データを入力してから結果が出力されるまでの時間は、二線式回路とクロック同期式回路でほぼ同じであったが、データの最小入力間隔はほとんどの場合で二線式回路の方が短かった。このような結果から、二線式は SFQ 回路の設計手法の一つとして有効であることがわかった。</p>		