

電子・情報 工学専攻	学籍番号	001054	指導 教員	和田 和千
申請者 氏名	鈴木 寛人			田所 嘉昭

論文要旨 (博士)

論文題目	ミックストシグナル集積回路における基板雑音の打ち消し回路の研究
------	---------------------------------

(要旨 1,200字程度)

近年、携帯機器の小型化、高速化、低消費電力化のために、プロセッサやメモリ、信号処理回路、電源回路などがひとつの半導体基板上に集積されている。高性能化が図られる一方で、デジタル回路から発生した不要な電圧や電流が半導体基板を伝搬してしまう。この不要信号は基板雑音と呼ばれ、アナログ回路とデジタル回路をひとつの基板上に混載したミックストシグナル集積回路では、感度の高いアナログ回路にとっては特に大きな問題となっている。そこで、近年、基板雑音を能動的に低減する手法として、逆位相信号で雑音を打ち消す回路手法が提案されている。しかしながら、具体的な打ち消し回路の設計法や構成法が確立されていない。

本研究では、基板雑音を検出して打ち消す既存の回路手法を発展させ、アナログ回路領域の任意の位置で打ち消し回路が効果的に働くように雑音抑圧特性を改善することを目的とし、基板雑音を効果的に低減するための打ち消し回路の設計法と構成法を提案している。これにより、高精度なアナログ信号処理が可能となるのみならず、回路設計や素子の配置における回路設計者の負担を軽減できると考えられる。

まず、基板雑音の基礎的な事項を述べている。基板雑音の発生機構を概説するとともに、雑音の伝搬経路となる半導体基板を格子状抵抗網およびZパラメータを用いてモデル化できることを示している。さらに、基準電位に接続した受動的な基板雑音の抑圧法とその設計指針を示している。

次に、逆位相信号を用いた基本的な打ち消し回路の設計指針と性質について述べている。打ち消し回路の原理を説明し、打ち消し回路の汎用的な設計法として、打ち消し信号を発生させる能動回路の設計指針を提案している。また、基板雑音を検出する検出領域の位置を変えても雑音量が変化しないという性質と、打ち消し信号を注入する打ち消し領域をアナログ回路領域より遠ざけることで雑音量を小さくできることを論述している。

そして、打ち消し信号を注入する領域の形状と配置について述べている。従来の帯状領域での特性を解析的に説明し、雑音を十分低減できないことを示している。打ち消し信号を注入する領域を点状にした打ち消し回路を提案している。

さらに、雑音源の位置変動への耐性が高い打ち消し回路を提案している。従来の検出領域を用いると雑音源の位置変動に対する耐性が低いことを示している。位置変動への耐性を上げるために、2個の検出領域と能動回路を用いた打ち消し回路を提案している。また、打ち消し信号の大きさを決める能動回路を自動的に調整するための指針を示している。

最後に、非接地帯状領域により打ち消し信号を再利用した雑音の低減法を述べている。従来の回路構成で適切な打ち消し信号を用いるとき、雑音特性がほぼ奇対称となる性質を利用して、短絡した2本の非接地帯状領域を新たに使い雑音を低減している。追加した2本の領域間の配線に雑音電流が流れ、アナログ回路領域へ流れ込む雑音電流が小さくなることを示している。そして、2対の非接地帯状領域を用い、これらを交互に配置するという雑音の低減法を提案している。