The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	3次元回路の数値計算手法の開発と回路構造に起因するコモンモードノイズ発生起源の解明
Author(s)	神野, 崇馬
Citation	大阪大学, 2020, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/76595
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　神野崇馬　）	
論文題名	3次元回路の数値計算手法の開発と回路構造に起因するコモンモードノイズ発生起源の解明

論文内容の要旨

本論文は電気回路の構造に起因するコモンモードノイズ現象を解明するための研究についてまとめたものである。回路内には信号であるノーマルモード（NM）と電磁ノイズ源であるコモンモード（CM）が伝搬している。NMは差の物理量で表され電位差として測定可能であるが、CMは和の物理量で表されるため測定不可能である。つまり、我々が存在を確認できるのは、電磁ノイズ源となるCMではなく、測定可能なNMに変換されたCMノイズである。よって、一般的なノイズ対策はCMノイズを削減するなどの対症療法的な対策となり、根本的な対策ではないため、別の場所で電磁ノイズが発生するリスクがある。そこで本研究では、CMノイズ現象の発生起源を解明し、電磁ノイズが発生しない回路構造を考案することを本研究目的とした。本研究では、マクスウェル方程式に基づく理論と、独自の数値計算手法の開発、実験検証によるアプローチから現象の解明を行った。さらに、電気的構造と幾何学的構造の対称性に着目してCMノイズ現象を定量化した。まずは、現象を理解するために、最も単純な1次元回路を用いてNMとCMの解析を行った。その結果、CMノイズを発生しない唯一の回路構造は電気的・幾何学的対称構造であることを数値計算と理論、実験から実証した。次に、電気回路の一般的なグランドで用いられる平面構造が原因で発生するCMノイズ現象を解明するために、3次元回路の数値計算手法の開発を行った。平面回路を用いた実験検証では、本研究手法は実験を高精度に再現することを実証し、本研究手法の妥当性を確認した。この数値計算手法を用いて、理想グランドではなく、有限大のグランド平面構造がCMノイズに及ぼす影響をシミュレーションにより確認すると、回路とグランドの接続によりグランド平面の電位が変動し、グランド平面構造に起因するCMノイズが発生することがわかった。また電気的・幾何学的対称構造を有する回路をグランド平面に接続しても、CMノイズは発生しないことを数値計算により実証した。

様式７

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　神野崇馬　）		
論文審査担当者	（職）	氏　名
	主査　教授	阿部真之
	副査　教授	北川勝浩
	副査　教授	眞田篤志
	副査　名誉教授	土岐博

論文審査の結果の要旨

本論文は電気回路の構造に起因するコモンモードノイズ現象を解明するための研究についてまとめたものである。回路内には信号であるノーマルモード（NM）と電磁ノイズ源であるコモンモード（CM）が伝搬している。NMは差の物理量で表され電位差として測定可能であるが、CMは和の物理量で表されるため測定不可能である。つまり、我々が存在を確認できるのは、電磁ノイズ源となるCMではなく、測定可能なNMに変換されたCMノイズである。よって、一般的なノイズ対策はCMノイズを削減するなどの対症療法的な対策となり、根本的な対策ではないため、別の場所で電磁ノイズが発生するリスクがある。そこで本研究では、CMノイズ現象の発生起源を解明し、電磁ノイズが発生しない回路構造を考案することを本研究目的とした。本研究では、マクスウェル方程式に基づく理論と、独自の数値計算手法の開発、実験検証によるアプローチから現象の解明を行った。さらに、電気的構造と幾何学的構造の対称性に着目してCMノイズ現象を定量化した。まずは、現象を理解するために、最も単純な1次元回路を用いてNMとCMの解析を行った。その結果、CMノイズを発生しない唯一の回路構造は電気的・幾何学的対称構造であることを数値計算と理論、実験から実証した。次に、電気回路の一般的なグランドで用いられる平面構造が原因で発生するCMノイズ現象を解明するために、3次元回路の数値計算手法の開発を行った。平面回路を用いた実験検証では、本研究手法は実験を高精度に再現することを実証し、本研究手法の妥当性を確認した。この数値計算手法を用いて、理想グランドではなく、有限大のグランド平面構造がCMノイズに及ぼす影響をシミュレーションにより確認すると、回路とグランドの接続によりグランド平面の電位が変動し、グランド平面構造に起因するCMノイズが発生することがわかった。また電気的・幾何学的対称構造を有する回路をグランド平面に接続しても、CMノイズは発生しないことを数値計算により実証した。以上により、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。