

2023年 1月26日

学位論文の審査要旨

学位論文申請者氏名：姚 丹 (Dan Yao)

論文題目：

DAC Linearity Improvement Algorithms Using Randomization Methods
(DA 変換器のランダム化手法による線形性向上アルゴリズム)

論文の概要及び判定理由

本論文では、通信システムや電子計測器で使用される高速・高分解能デジタルアナログ変換回路の線形性向上のために2つの貢献をしている。一つ目はデジタルアナログ変換回路を構成する単位セル回路の特性のそれらのレイアウトに依存する系統誤差をキャンセルするアルゴリズムを開発した。魔方陣、ラテン方陣、オイラーナイトツアー等に基づく2次元疑似乱数発生アルゴリズムで単位セル選択順番を疑似乱ランダムに行うことで系統誤差を相殺し線形性を向上させる。効果をシミュレーションで確認し、また集積回路上での実現可能性をトライアルレイアウトで確認した。二つ目は単位セル選択順番をサンプリングタイミング毎に動的に変更する方式である。従来の方式は回路規模が増え配線が複雑になったが、仮想3次元レイアウト（実際には1次元のレイアウト）の考え方をを用いて回路規模を大幅に削減し、配線の複雑さも格段に低減する方式を考案した。この有効性をシミュレーションにより確認した。これらは学術および産業の両面から価値が高く、博士（理工学）の学位に値するものと判定した。

審査年月日 2023年 1月 26日

審査委員

主査	群馬大学学術研究院	教授	本島 邦行	印
副査	群馬大学学術研究院	准教授	高橋 俊樹	印
副査	群馬大学学術研究院	客員教授	源代 裕治	印
副査	群馬大学学術研究院	客員教授	石田 雅裕	印
副査	群馬大学学術研究院	教授	小林 春夫	印

関連論文

1. 著者名 D. Yao, X. Bai, A. Kuwana, K. Kawauchi, Y. Zhao, J. Wei, S. Katayama, M. Higashino, H. Kobayashi
論文題目 Segmented DAC Unit Cell Selection Algorithm and Layout/Routing Based on Classical Mathematics
(和訳) 古典数学によるセグメント DA 変換器の単位セル選択アルゴリズムとレイアウト/ルーティング
雑誌名 Journal of Mechanical and Electrical Intelligent System, Vol.6, No.1, pp.13-30, Jan. 2023.
2. 著者名 D. Yao, X. Bai, S. Katayama, A. Kuwana, K. Kawauchi, H. Kobayashi, K. Hirai, A. Suzuki, S. Yamada, T. Kato, R. Kitakoga, T. Shimamura, G. Adhikari, N. Ono, K. Miura, S. Yamaguchi
論文題目 Unit Cell Mismatch Scrambling Method for High-Resolution Unary DAC based on Virtual 3D Layout
(和訳) 仮想 3D レイアウトによる高解像度ユナリ DA 変換器ユニットミスマッチのスクランブリング方法
雑誌名 IEICE Electronics Express, Vol.19, Issue 24, Pages 20220430, Dec. 2022.

参考論文

1. 著者名 X. Bai, D. Yao, Y. Du, M. T. Tri, S. Katayama, J. Wei, Y. Zhao, A. Kuwana, H. Kobayashi, K. Kubo
論文題目 Derivation of Digital-to-Analog Converter Architectures Based on Number Theory
(和訳) 整数論に基づくデジタルアナログコンバーター構造の導出
雑誌名 Journal of Pure and Applied Mathematics, Vol. 6, No. 5, pp. 14-24. Oct. 2022.
2. 著者名 X. Bai, S. Katayama, D. Yao, A. Kuwana, Z. Xu, H. Kobayashi
論文題目 Asynchronous Capacitive SAR ADC Based on Hopfield Network
(和訳) ホップフィールドネットワークに基づく非同期容量 SAR ADC
雑誌名 IEICE Electronics Express, Vol. 19 Issue 18, Pages 20220276, Sept. 2022.

3. 著者名 A. Kuwana, X. Bai, D. Yao, H. Kobayashi
論文題目 Numerical Simulation for the Starting Characteristics of a Wind Turbine
(和訳) ウィンドタービンのスタート特性の数値シミュレーション
雑誌名 Advanced Engineering Forum Vol. 38, pp.215-221, Nov. 2020.

4. 著者名 M. Higashino, S. N. B. Mohyar, Y. Dan, Y. Sun, A. Kuwana, H. Kobayashi
論文題目 Digital-to-Analog Converter Layout Technique and Unit Cell Sorting Algorithm for
Linearity Improvement Based on Magic Square
(和訳) DA 変換器の魔方陣に基づく線形性向上のためのレイアウト
と単位セル選択アルゴリズム
雑誌名 Journal of Technology and Social Science, Vol.4, No.1, pp.22-35,
Jan. 2020.