

革新的なアナログ回路で波の周波数・位相・振幅を自由自在に制御

電気電子工学およびその関連分野

研究者所属・職名： 理工学部・教授

ふりがな のさか ひでゆき

氏名：野坂 秀之

主な採択課題：

- [基盤研究\(B\)「6G向け局部発振器 – 途切れない無線リンクを実現する位相・周波数制御技術の開拓」\(2022-2025\)](#)
- [挑戦的研究\(萌芽\)「将来無線向けシンセサイザ – 新原理アナログ正弦関数回路による周波数合成の挑戦」\(2022-2024\)](#)

分野：電気電子工学、無線通信、集積回路

キーワード：波動工学、マイクロ波、ミリ波、テラヘルツ波、周波数シンセサイザ、移相器、アナログ回路

課題

●なぜこの研究をおこなったのか？（研究の背景・目的）

2030年頃に実用化が予想される第6世代移動通信システム（6G）に向けて、高速大容量通信を実現するためにミリ波やテラヘルツ波などの高周波数帯の利用が検討されている。この未開拓の周波数を利用するために、波の周波数・位相・振幅を自由自在に制御する革新的なアナログ新回路アーキテクチャの研究に取り組んでいる（図1）。

●研究するにあたっての苦労や工夫（研究の手法）

デジタル技術の進展により便利な機能を楽しむことができるが、回路規模の増大や消費電力の増大が課題となることがある。そこで、アナログへの回帰により高機能と低消費電力を両立する、革新的な回路アーキテクチャの創出を目指している。アナログ技術を積極的に利用する際に課題になるのが、製造ばらつき・電源電圧変動・環境温度変動（総称して「PVT変動」）である。本研究では、かつて無かった「まさか！」という高機能アナログ回路を提案するとともに、PVT変動を抑圧する工夫も併せて行っている。

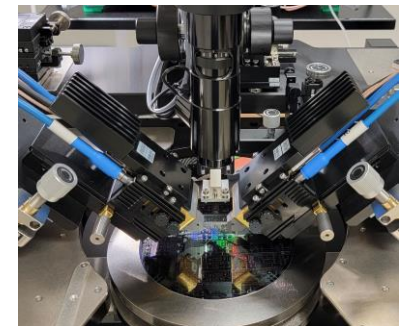


図1 テラヘルツ波でのIC測定系

革新的なアナログ回路で波の周波数・位相・振幅を自由自在に制御

電気電子工学およびその関連分野

研究成果

●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

①バーニア抵抗網を用いた移相器

抵抗値が異なる2つの抵抗網を組み合わせる新回路により、高精度な360°の移相機能を生み出す擬似正弦関数回路(図2)を創出した。バーニアノギスが主尺と副尺の組み合わせにより高精度に長さを測れるように、異なる2つの抵抗網の組み合わせにより高精度な移相機能を実現できるため、この抵抗網をバーニア抵抗網と名付けた。

②自己調整位相補間回路を用いたDDS

元となる信号のパルスごとに位相をずらすことにより、任意の周波数を合成する直接デジタル周波数シンセサイザ(DDS)回路技術を創出した。位相をずらす機能を高精度アナログ回路で実現することにより、従来デジタル回路で実現していた場合よりも素子数を圧縮でき、低消費電力化が可能な構成である。

③擬似正弦関数回路を用いたDDS

厳密さが要求される周波数を決定する機能はデジタル回路で残し、曖昧さが許容される正弦波振幅を演算する機能を高精度アナログ回路で実現するDDS回路技術を創出した。従来デジタル回路で実現していた場合よりも大幅に素子数を圧縮でき、圧倒的な低消費電力化が可能な構成である。

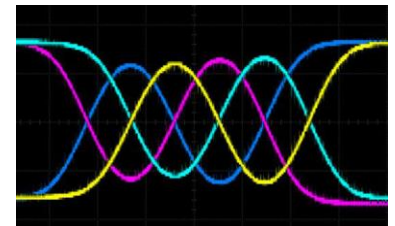
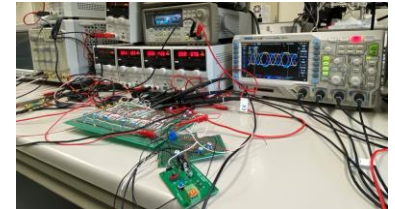


図2 擬似正弦関数回路

今後の展望

●今後の展望・期待される効果

想定応用先の一つであるフェーズドアレー(図3)では、ビーム方向を切り換えるための位相・振幅操作と、変調のための位相・振幅操作を融合させ、さらに最終的に周波数操作まで機能融合させることを目指す。波の周波数・位相・振幅を自由自在に制御する革新的なアナログ新回路アーキテクチャの創出により、途切れない無線通信や長距離の無線電力伝送など、人々の生活を便利で豊かにする技術開発に取り組む。

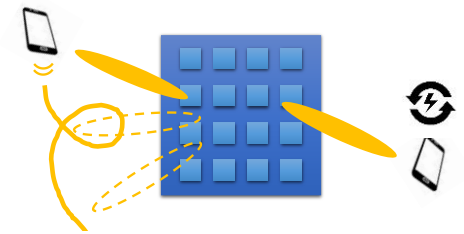


図3 フェーズドアレーへの応用イメージ