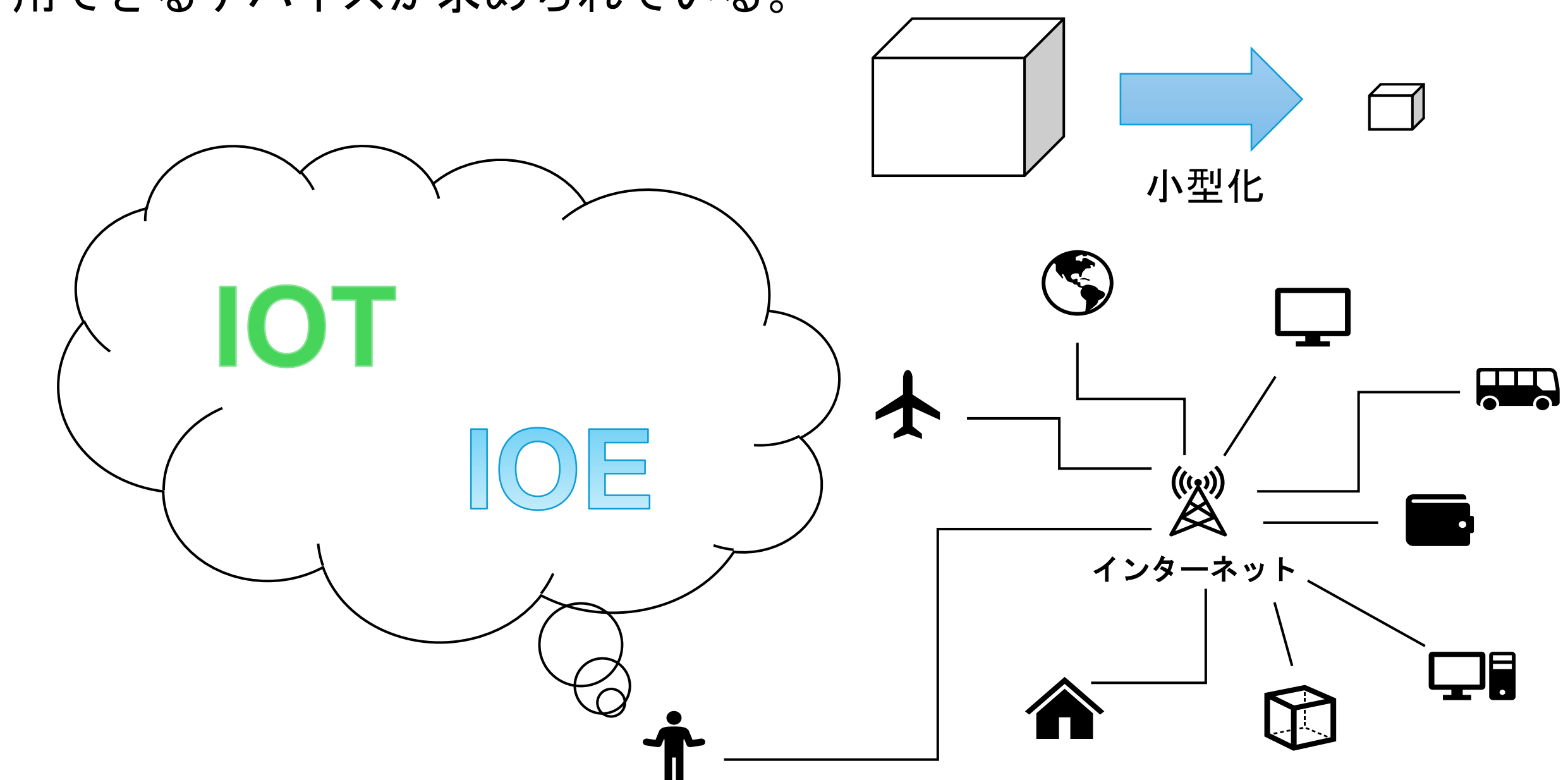


間欠駆動回路のための チャージポンプ昇圧回路の最適化

35625117 笠原 舶斗(横式研究室)
Hakuto Kasahara(Yokoshiki Laboratory)

■研究背景

近年では、さまざまなモノをインターネットに接続する「IoT (Internet of Things)」の概念が広まりつつあり、さらにその発展形として、あらゆるモノや人、プロセスをインターネットでつなぐ「IoE (Internet of Everything)」という考え方も登場している。IoEの実現には、現実世界に存在するあらゆる対象をネットワークに接続する必要があるため、場所や大きさに制約されず、柔軟に利用できるデバイスが求められている。



■研究目的

IoT, IoEを可能にするためには無線給電システムが必要不可欠

IoT, IoEの実現には超小型であり低消費電力である必要がある

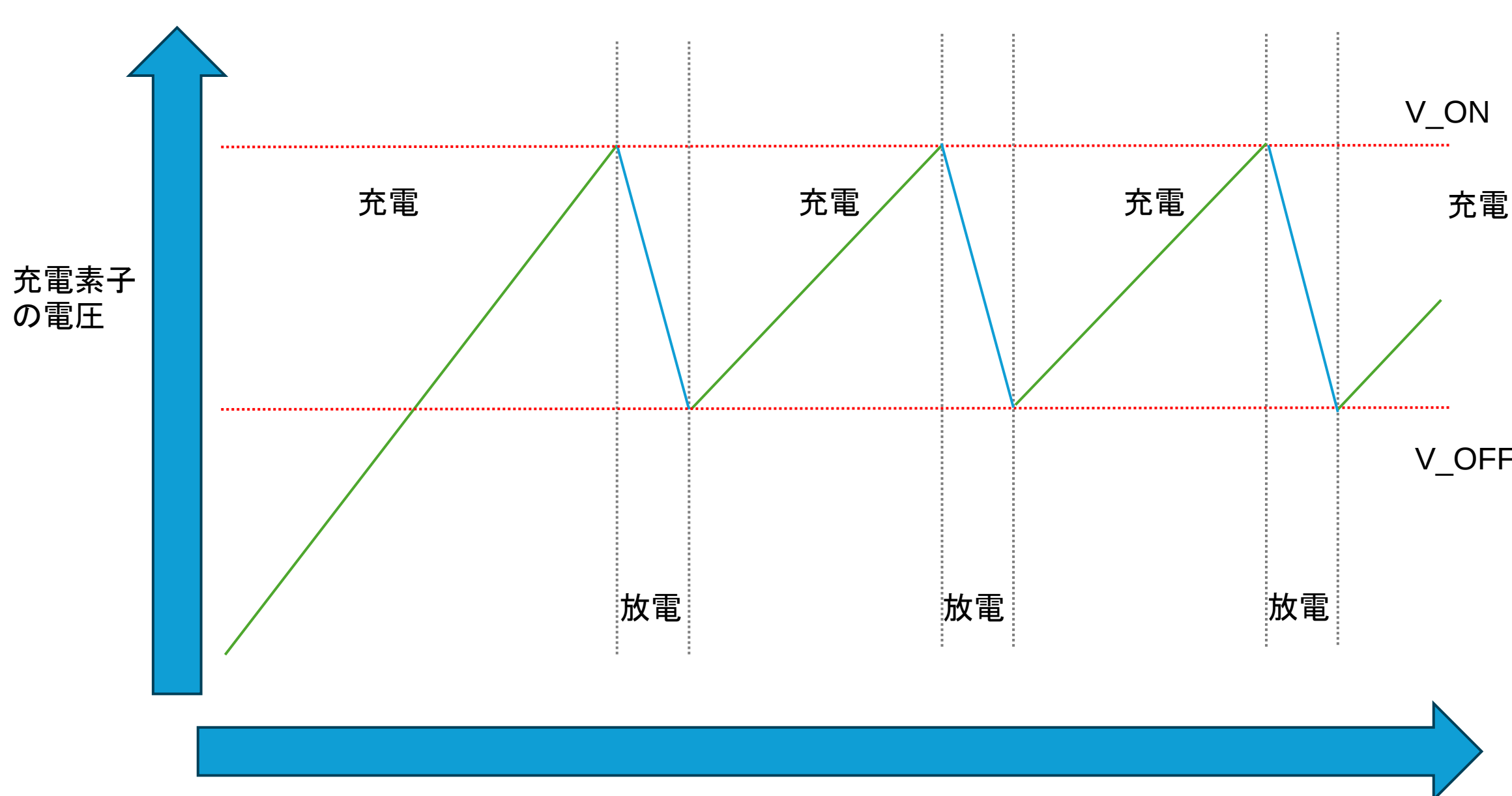
太陽電池を用いる無線給電システムの利用

■研究概要

- ①太陽電池 1セルの電圧 (0.4 V) で動作する間欠駆動回路の作成が目標
- ②そのために0.4 Vを間欠駆動回路の動作する電圧まで昇圧したい
- ③低消費電力であるチャージポンプ昇圧回路の作成

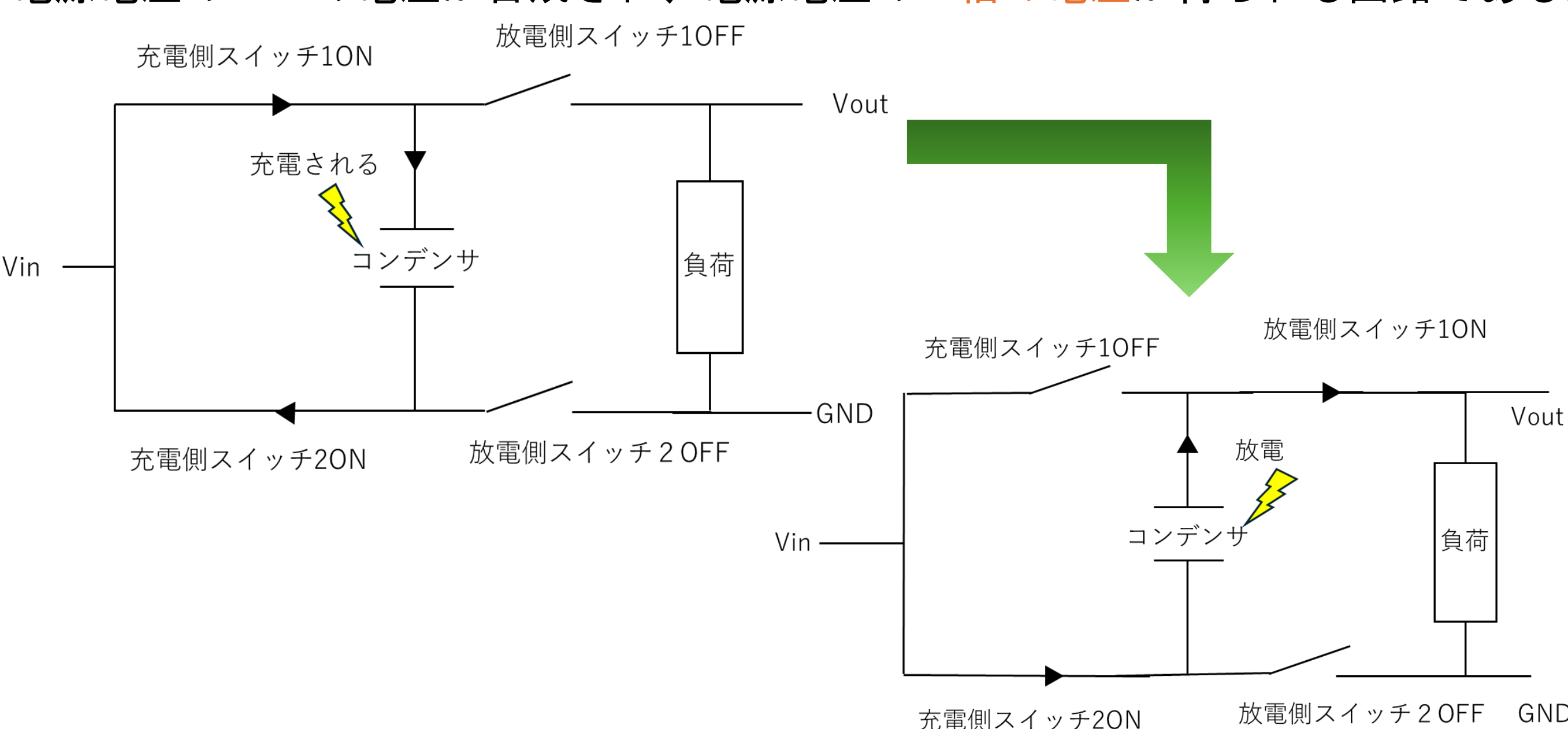
・間欠駆動回路とは

充電用キャパシタに電気がたまったら自動的に放電に切り替わり、基準電圧を下回った場合には自動的に充電状態に切り替わるというものである。これを太陽電池から電力が供給されている間に繰り返す。また、間欠駆動回路の充電と放電の繰り返し方はそのデバイスの充電素子の性能や、駆動回路、負荷の大きさによって変化する。

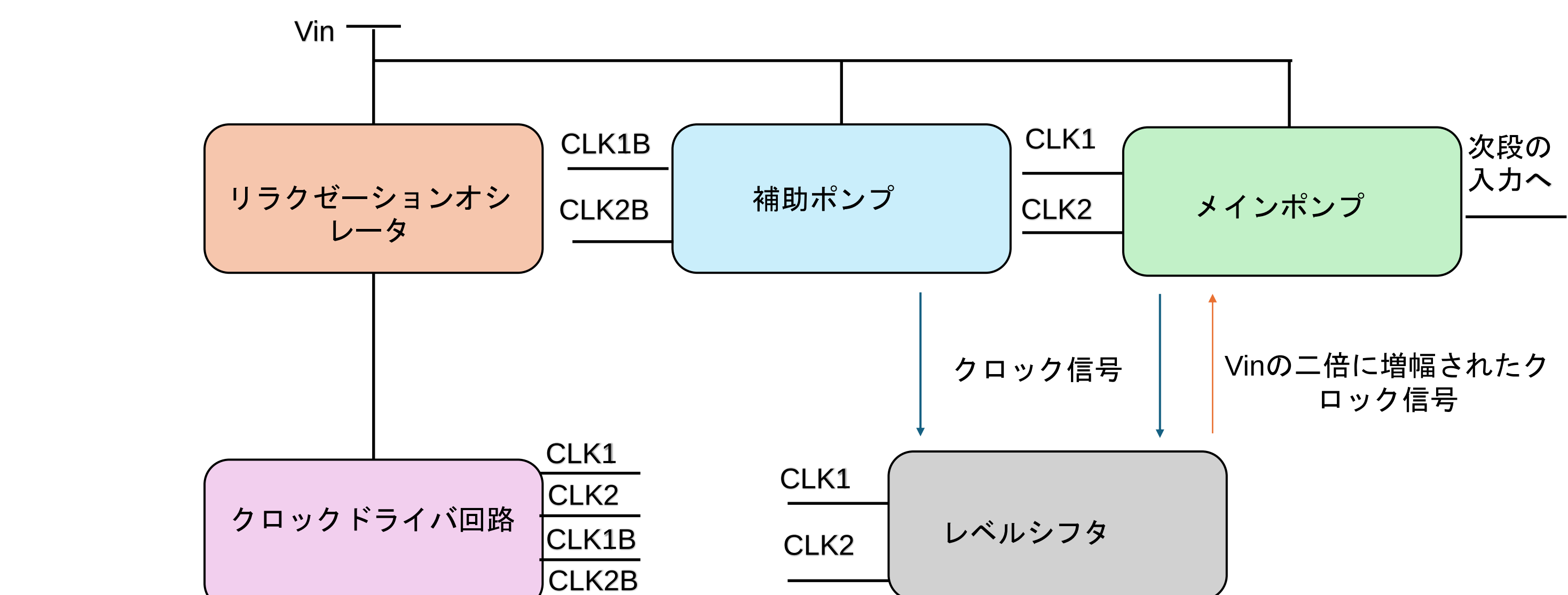


チャージポンプ回路とは

図のような回路のスイッチを切り替えることで電源電圧+コンデンサに充電された電源電圧の2つの電圧が合成され、電源電圧の2倍の電圧が得られる回路である。



■本研究の回路

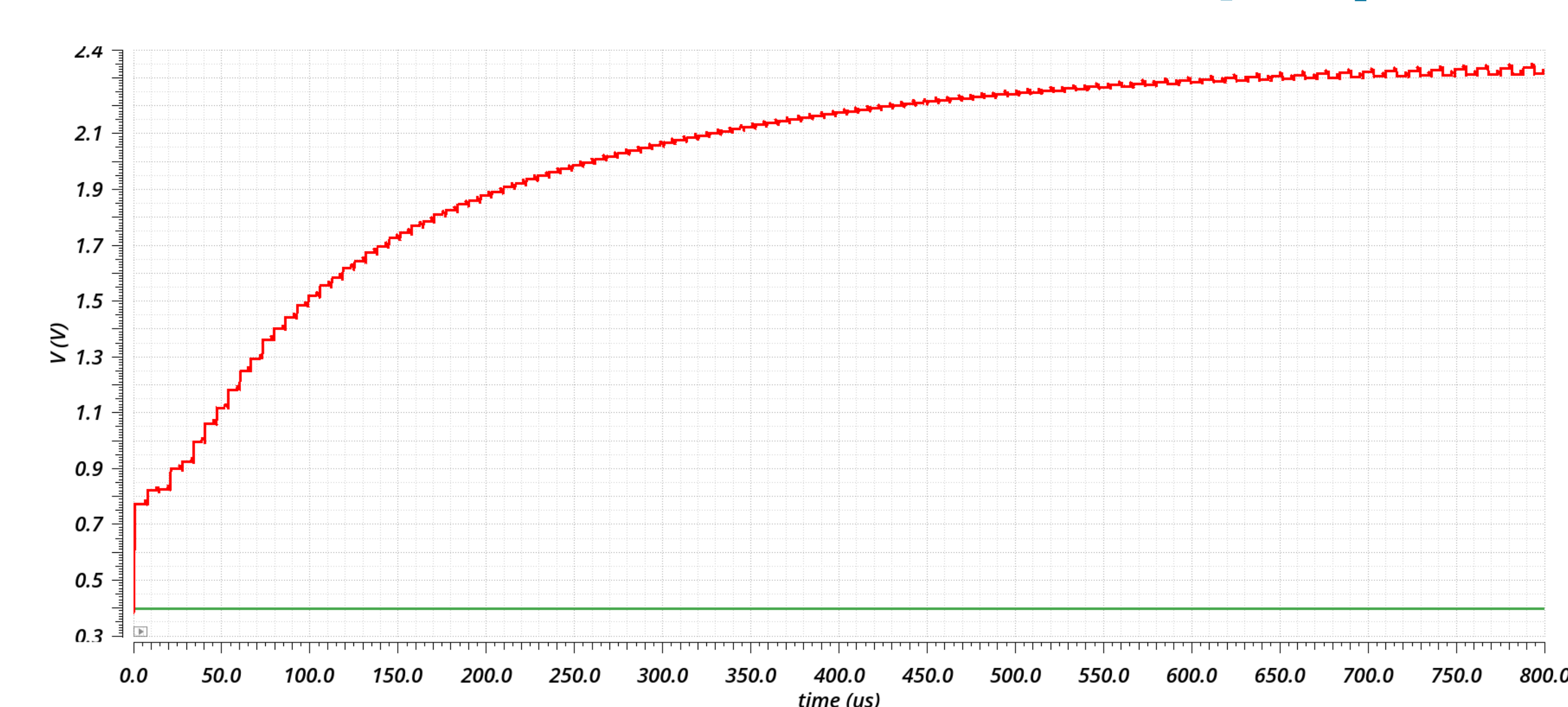


・簡潔な回路の動作説明

Vinをリラクゼーションオシレータでクロック (CLK) 波形に変換し、クロックドライバ回路を通して4つのクロック信号を生成する。これらのクロック信号は各回路ブロックに送られ、補助ポンプおよびレベルシフタが動作を開始する。補助ポンプとレベルシフタは、先に説明したチャージポンプ回路を応用して、Vinの2倍に昇圧されたクロック信号を生成し、メインポンプの昇圧動作を支援します。最終的に、メインポンプとレベルシフタによってスイッチング動作が行われ、全体のチャージポンプ回路として昇圧が実現される。

また、本研究で作成した回路では、この1段目の回路を5段構成にすることにより0.4[V]から2.4[V]の六倍の昇圧を可能にしている。また、従来のリラクゼーションオシレータではなく、低消費電力で動作するリラクゼーションオシレータを作成することにより、消費電力を削減した。

■チャージポンプの出力結果



入力電圧が太陽電池1セルの0.4[V]のとき、2.4[V]付近まで昇圧することができた。また、入力電圧0.4[V]時には出力に約0.03[V]のブレが見られたが、後段に低電圧レギュレータを挿入する予定であり、実用上問題のない範囲であるため無視できる。

■設計した回路のレイアウト

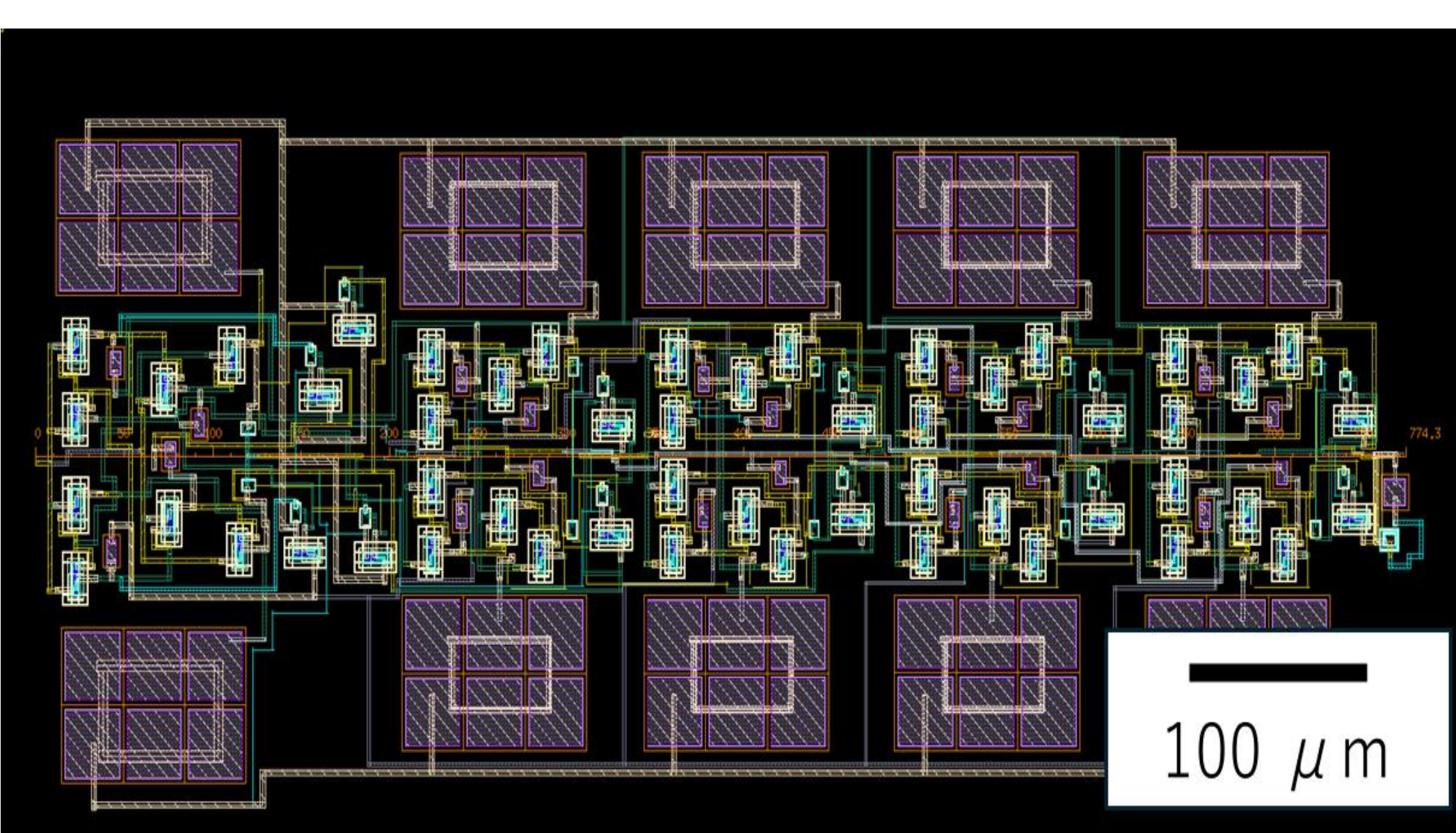


図1 チャージポンプ昇圧回路のレイアウト

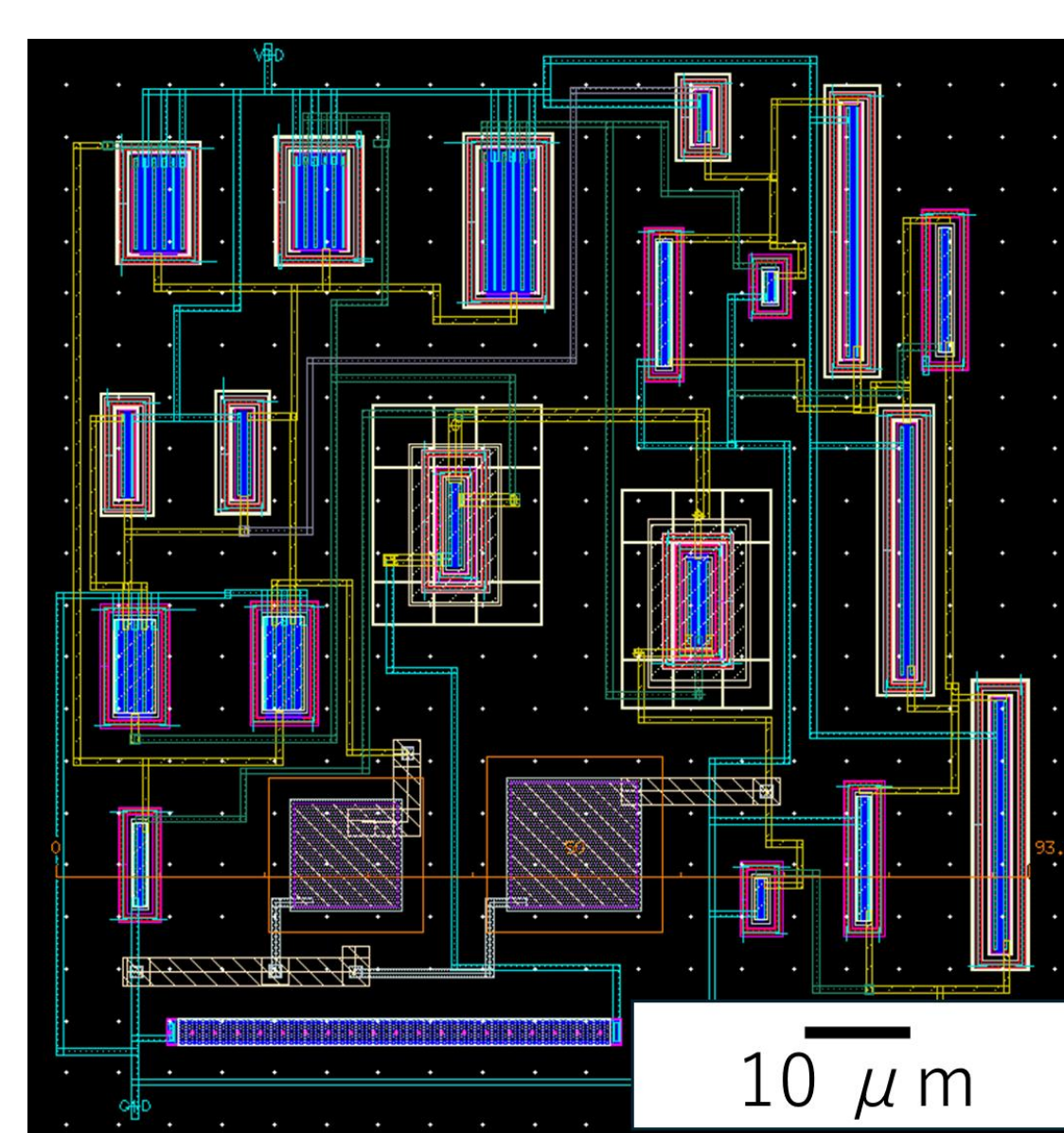


図2 リラクゼーションオシレータのレイアウト

チャージポンプ昇圧回路の昇圧部のサイズが774[μm]、リラクゼーションオシレータ回路のサイズが93.4 [μm]の小型化に成功した。

■まとめ・今後の検討

まとめ

本研究では間欠駆動回路を太陽電池 1セルで動作するようにするため、超低消費電力チャージポンプ昇圧回路を作成し、シミュレーション上での動作確認を行った。

今後の検討

今後は今回提案したチャージポンプ昇圧回路を用い、太陽電池 1セルで動作する間欠駆動回路を用いたデバイスを作製することを目指す。また、作製した回路のチップ評価を行う。