

令和 5 年 6 月 1 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02142

研究課題名（和文）制御レス高周波無線給電システムの実現に向けた研究開発

研究課題名（英文）Research and development for high-frequency wireless-power-transfer systems without control

研究代表者

関屋 大雄（Sekiya, Hiroo）

千葉大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：20334203

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、高周波無線給電システムにおける負荷変動、位置ずれに対し、制御システムなしに一定出力と高効率を達成する「制御レス高周波無線給電システム」の研究開発に取り組んだ。無線給電システムの高周波化に対し、制御システムの複雑化が性能向上のボトルネックとなっている。本研究では「そもそも無線給電システムに制御機構は必要か？」を問うことにより、この問題に対する抜本的発想の転換を図ることを意図している。具体的応用例として、ロボットアーム向け無線給電システムを開発し、実機実験により提案の有効性、妥当性、革新性を例証することに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

GaNパワーデバイスの有力なアプリケーションとしての位置づけもあり、高周波無線給電への期待は年々高まっている。しかし、本研究で提案した制御レス無線給電システムの開発に着手している（発想に至っている）研究機関は我々が知る限り全くない。制御システムの構築が無線給電システム開発のボトルネックとなっている中で、負荷変動だけでなく位置ずれへの対応までも含めた「制御レス無線給電」を志向したものである。受電側から送電側へのフィードバックなしに一定出力と高効率動作を達成できるという意味で、世界に先んじた成果となる。その先駆的価値と波及効果は極めて高い。

研究成果の概要（英文）：In this study, we conducted research and development on a "control-less high-frequency wireless power transfer system" that achieves constant output and high efficiency without a control system, targeting load variations and positional misalignment in high-frequency wireless power transfer systems. The complexity of control systems has become a bottleneck for performance improvement in the high-frequency conversion of wireless power transfer systems. By questioning whether a control mechanism is necessary for wireless power transfer systems in the first place, this research aims to achieve a radical shift in thinking towards this problem. As a specific application example, we developed a wireless power transfer system for a robot arm and successfully demonstrated the effectiveness, validity, and innovation of the proposed approach through real-world experiments.

研究分野：電子通信工学

キーワード：無線給電システム 制御レス 負荷非依存 ロボットアーム

1. 研究開始当初の背景

マサチューセッツ工科大学(MIT)による磁界共鳴結合方式による大電力電力伝送の実機実験[A]がブレークスルーとなり、無線給電(ワイヤレス給電)システムの研究開発が本格化してからおよそ10年が経過した。この間、コイルを通じて無線給電を実現する磁界結合や磁界共鳴方式の理論はほぼ体系化されたと言え、例えばMITが発表した「共鳴させることにより長距離大電力伝送が可能になる」理由も明確に説明できるようになった。

ところで、窒化ガリウム(GaN)等ワイドバンドギャップ半導体パワーデバイスの登場により、様々なパワーエレクトロニクス回路の高周波化が期待されている。無線給電もパワーエレクトロニクス回路のひとつと見ることができる。これまで車載用EV用に割与えられた85kHz帯での研究開発がメインであったが、高周波化のトレンドの中、ISMバンド(6.78, 13.56, 27.12 MHz)に対応した高周波無線給電システムの研究開発も本格化してきている。ここで、高周波化のために、ただ既存のデバイスをGaNに置き換えて周波数を上げればいいわけではなく、パワーデバイスの特性を真に引き出すあらたな回路設計技術が求められている点に注意しなければならない。

定格状態の最適設計理論が整備される中、無線給電システムの課題はパワーマネジメントシステムの構築へと移ってきた。無線給電システムにおいては、負荷(電池、モータなど)の変動はもちろんのこと、送電器と受電器の位置ずれ(コイル間の相互インダクタンスのみならず、コイル自身の自己インダクタンスにも変動が生じる)にも対応する必要がある。実システムでは、これらに対して出力(電圧または電流)を一定とすることが求められる。例えば、iPhoneなどで実用化されているQi規格では、受電器側の出力情報を送電器へ無線通信でフィードバックし、送電器側で送信電力を調整することで一定出力を実現している。

ここで「無線給電の高周波化」を考えると、高周波化によって無線通信の(キャリアセンス等によるゆらぎを含む)遅延の影響が大きくなり、最適パラメータの同定に困難性をもたらす。さらに、高周波化にはZVSが必須となるため、一定出力とZVSのふたつの制御目標を同時に補償しなければならないという新たな問題も生じ、制御システムの複雑化を招く。

2. 研究の目的

上述の問題に対し、無線通信の低遅延化、制御システムの高度化などにより解決を目指すことは自然な方向性であり、我々は実際にその方針に沿った研究も進めている。しかしながら、本研究ではその方向性(常識)を大転換させ、「そもそも制御システムは必要なのか? 制御システムを不要とする『制御レス高周波無線給電システム』は実現可能か?」を問う。本研究では制御レス無線給電システムの設計論を確立し、実機実験により提案の有効性、妥当性、革新性を示すことを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では高周波無線給電システムの設計開発を行う。E2級コンバータに基づく無線給電システムを具体的開発対象とする。これまでの準備研究による検討から、これが本研究課題解決に適した回路構成であると考えている。図4のシステムにおいて、1. 負荷変動、2. 結合係数の変動、3. 自己インダクタンスの変動がそれぞれ独立に生じた場合において、出力一定かつZVSを達成する無線給電システムを開発する。そして、それらの設計論を統合することにより、4. 三つの変動が複合的に生じてでも対応できる制御レス高周波無線給電システムを実現する。最終的な成果として、ロボットアーム向けワイヤレス給電システムを開発し、制御レス高周波無線給電システムの有効性、妥当性を実機実験により確認した。

4. 研究成果

本研究は、13.56MHzで送電する無線給電システムにおける負荷変動、位置ずれに対し、制御システムなしに一定出力と高効率を達成する「制御レス高周波無線給電システム」の研究開発に取り組む。無線給電システムの高周波化に対し、制御システムの複雑化が性能向上のボトルネックとなっている。本研究では「そもそも無線給電システムに制御機構は必要か?」を問うことにより、この問題に対する抜本的発想の転換を図ることを目的とする。ここで、負荷が変動しても一定電圧を出力し、かつZVSを達成する動作モードを負荷非依存動作モードと呼ぶ。令和2年度では、この動作モードをE級インバータで実現するための条件を解析的に明らかにし、準備研究で得た負荷非依存モードの知見を発展、応用することで、負荷非依存無線給電システムを開発し、実機実験でその妥当性を実証した。具体的には図1に示す並列共振型負荷非依存E級インバータの回路構成を提案し、その回路構成において負荷非依存の存在証明を解析的に行った。さらに、回路実験により、理論との一致を確認し、負荷非依存E級インバータ回路群のあら

たな形態として技術確立に成功した。さらに、図2に示す負荷非依存E級インバータに自己フィードバックネットワークを付加して自律振動を可能とする負荷非依存E級発振器を提案した。提案した発振器は負荷変動に対して制御なしに電圧を一定とする負荷非依存特性を維持するとともに、共振自己インダクタンスの変化に対してロバスト性を持つ。共振型発振器では動作周波数が共振周波数によって決まるので、動作周波数の自動追従が可能となる。このとき、フィードバック信号の位相が出力信号に対して周波数によらず常に一定になるフィードバック構造とすることで、発振器は一定出力とZVSを補償する最適動作周波数を追従するようになることを示した。実験による動作確認より理論の妥当性を確認した。

令和3年度では、この動作モードを実現するあらたな回路構成を提案し、負荷非依存達成ための条件を解析的に明らかにした。また、前年度までの研究で得た負荷非依存モードの知見を発展、応用することで、これらのインバータを用いた負荷非依存無線給電システムを開発し、図3に示すプロトタイプを実装した。そのうえで、実機実験でその妥当性を実証した。これら負荷非依存無線給電システムの後段に図4のようにインピーダンス変換回路を付加することにより、負荷変動および位置ずれに対してともにロバストな無線給電システムを設計・実装することに成功した。

令和4年度では、図5のようにインバータの出力ネットワークにインピーダンス変換回路を搭載することにより、入出力電圧比を容易に変換するための回路理論を構築した。さらにバッテリー充電を視野に入れ、図6の

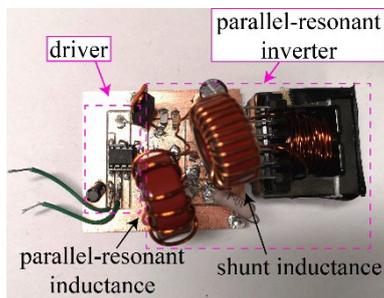
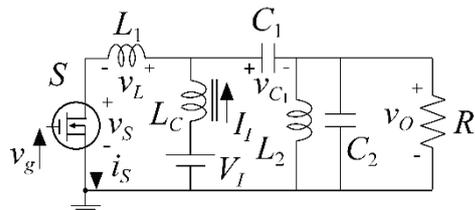


図1: 並列共振負荷非依存E級インバータ

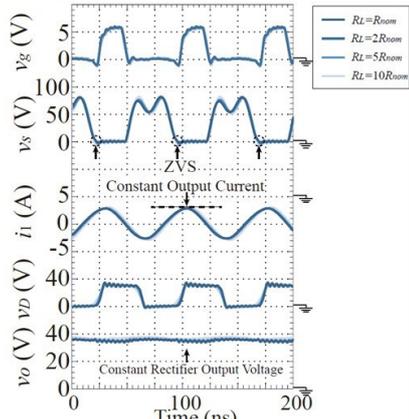
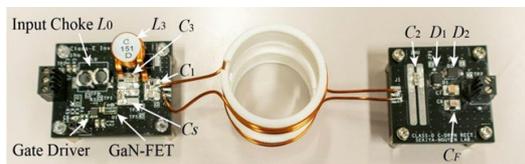


図3: 負荷非依存無線給電システムの実装

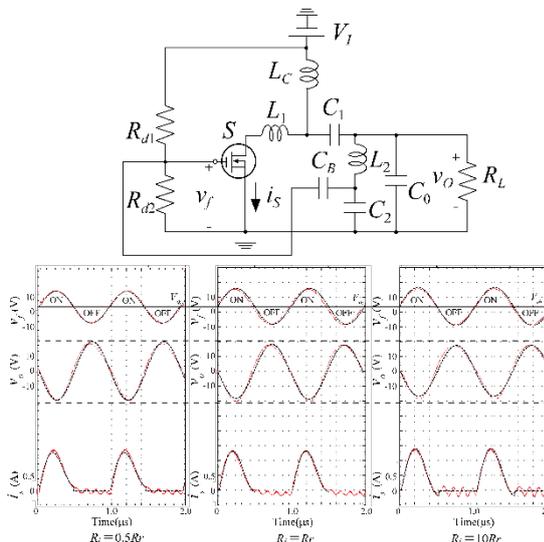


図2: 負荷非依存並列共振E級発振器

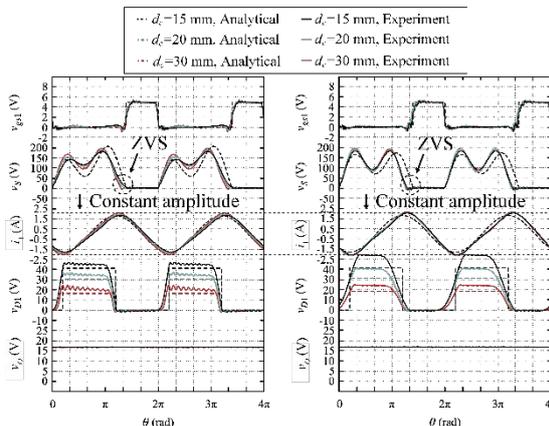
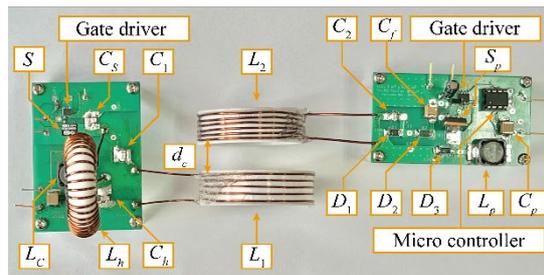
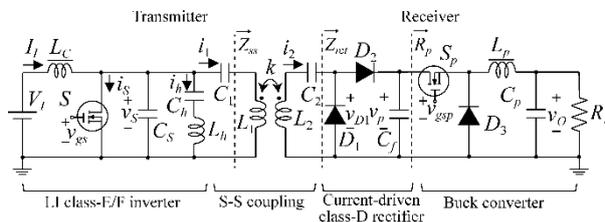


図4: ポストレギュレータを付加した負荷変動と位置ずれにともにロバストな無線給電システム

ように電流一定/電圧一定を特別な制御なしに、スイッチ一つで切り替えられる回路機構を提案した。一方、負荷非依存インバータを数値的に設計する手法を提案した。図7に示すように、シミュレータと最適化プログラムを統合することにより、負荷非依存モードへの理解が浅い設計者でも負荷非依存モードを搭載したインバータを容易に設計できるようになった。さらに、理論から導出される設計結果、実験結果との定量的な一致によりソフトウェアの設計精度を確認した。これらの研究成果を統合し、図8に示すようなロボットアーム应用に向けた無線給電システムを設計し、制御レスでロボットアームが安定してどうさすることを確認した。これらの成果により、本研究の目標である制御レス高周波無線給電システムの実現に向けた、研究計画で挙げた多くの要素技術を確立できたと言える。

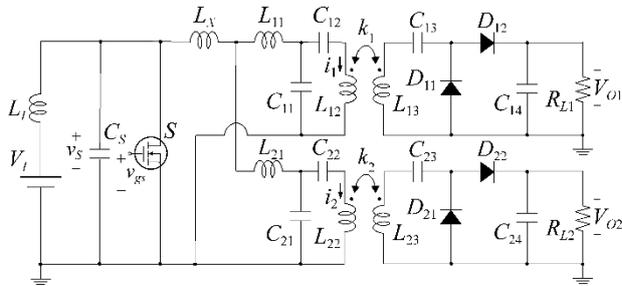


図5: インピーダンス変換回路を付与した無線給電システムの回路モデル

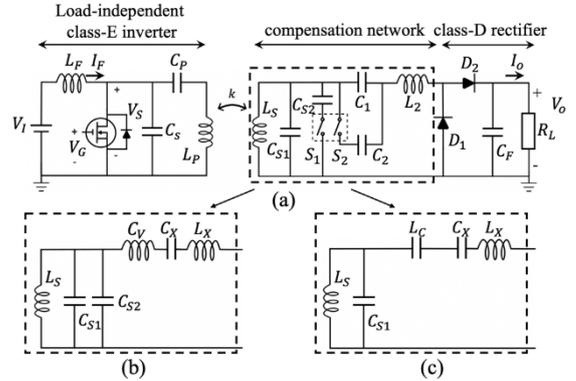


図6: バッテリー充電用無線給電システムの回路モデル

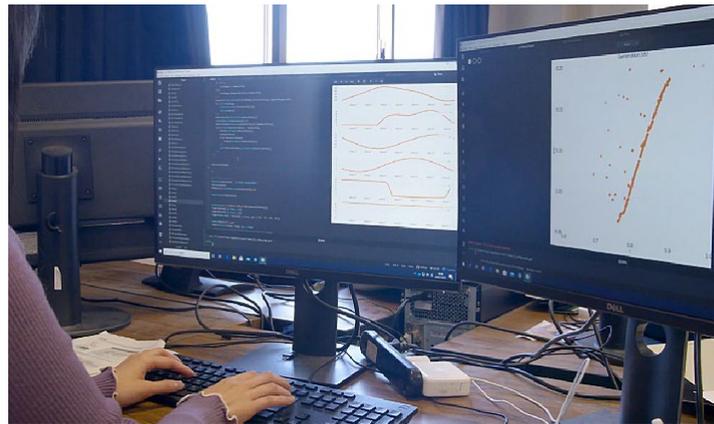


図7: 開発した最適化ソフトウェア画面

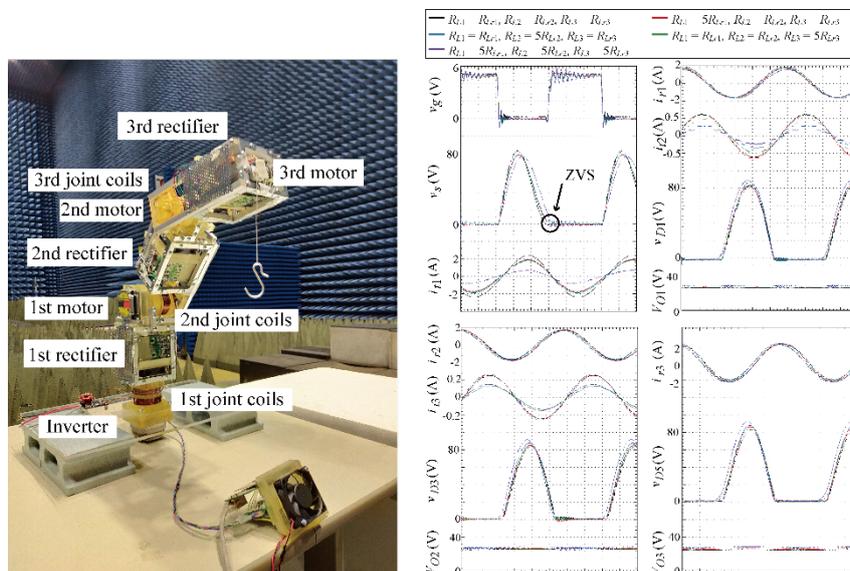


図8: 制御レス無線給電システムのロボットアーム应用

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Tanji Yuichi, Matsushita Haruna, Sekiya Hiroo	4. 巻 11
2. 論文標題 An automated design procedure for class-E amplifier	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE	6. 最初と最後の頁 527 ~ 545
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/nolta.11.527	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 大里 辰希、アスヤ アスヤ、魏 秀欽、朱 聞起、グエン キエン、関屋 大雄	4. 巻 J104-B
2. 論文標題 負荷非依存E級同期整流器の解析と設計	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌B 通信	6. 最初と最後の頁 83 ~ 92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transcomj.2020JBP3035	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Matsuhashi Shuya, Hara Yoshiro, Nguyen Kien, Sekiya Hiroo, Uematsu Takeshi, Nagaoka Shingo, Mishima Taichi	4. 巻 -
2. 論文標題 Load-Independent Self-Tuned Parallel Resonant Power Oscillator	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. of ECCE2020	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ECCE44975.2020.9236069	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ueda Hayato, Koizumi Hiroataka	4. 巻 67
2. 論文標題 Class-E2 DC-DC Converter With Basic Class-E Inverter and Class-E ZCS Rectifier for Capacitive Power Transfer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs	6. 最初と最後の頁 941 ~ 945
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TCSII.2020.2981131	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sekiya Hiroo, Ma Jingyue, Nguyen Kien, Wei Xiuqin	4. 巻 -
2. 論文標題 Design of Class- 3 Inverter	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. of ISOCC	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISOCC50952.2020.9333077	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Komiya Yutaro, Matsushashi Shuya, Zhu Wenqi, Mishima Taichi, Ito Yuki, Uematsu Takeshi, Nguyen Kien, Sekiya Hiroo	4. 巻 9
2. 論文標題 Frequency-Modulation Controlled Load-Independent Class-E Inverter	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 144600 ~ 144613
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2021.3121781	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Zhu Wenqi, Komiya Yutaro, Nguyen Kien, Sekiya Hiroo	4. 巻 9
2. 論文標題 Comprehensive and Simplified Numerical Design Procedure for Class-E Switching Circuits	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 149971 ~ 149981
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2021.3119039	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 TOKANO Katsuki, ZHU Wenqi, OSATO Tatsuki, NGUYEN Kien, SEKIYA Hiroo	4. 巻 E105.B
2. 論文標題 Analysis and Design of 6.78MHz Wireless Power Transfer System for Robot Arm	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 494 ~ 503
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transcom.2021EBT0002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Zhu Wenqi, Ikari Takayuki, Lovison Giorgio, Inoue Keisuke, Yamagami Shigeharu, Sekiya Hiroo	4. 巻 14
2. 論文標題 High frequency single switch PFC with frequency modulation controlled class E2 converter	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IET Power Electronics	6. 最初と最後の頁 1806 ~ 1819
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1049/pe12.12150	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Komanaka Ayano, Zhu Wenqi, Wei Xiuqin, Nguyen Kien, Sekiya Hiroo	4. 巻 15
2. 論文標題 Load independent inverse class E ZVS inverter and its application to wireless power transfer systems	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IET Power Electronics	6. 最初と最後の頁 644 ~ 658
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1049/pe12.12256	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sensui Tomohiro, Koizumi Hirotaka	4. 巻 36
2. 論文標題 Load-Independent Class E Zero-Voltage-Switching Parallel Resonant Inverter	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Power Electronics	6. 最初と最後の頁 12805 ~ 12818
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TPEL.2021.3077077	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Komiya Yutaro, Matsushashi Shuya, Zhu Wenqi, Nguyen Kien, Uematsu Takeshi, Ito Yuki, Mishima Taichi, Sekiya Hiroo	4. 巻 13
2. 論文標題 Wireless power transfer system with load-independent inverse class-E oscillator	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE	6. 最初と最後の頁 465 ~ 470
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/nolta.13.465	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sekiya Hiroo, Tokano Katsuki, Zhu Wenqi, Komiyama Yutaro, Nguyen Kien	4. 巻 70
2. 論文標題 Design Procedure of Load-Independent Class-E WPT Systems and Its Application in Robot Arm	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Industrial Electronics	6. 最初と最後の頁 10014 ~ 10023
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TIE.2022.3220818	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sensui Tomohiro, Koizumi Hirotaka	4. 巻 69
2. 論文標題 Load-Independent Class E ² Parallel Resonant DC/DC Converter	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs	6. 最初と最後の頁 4374 ~ 4378
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TCSII.2022.3194151	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計41件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 22件)

1. 発表者名 Katsuki Tokano, Wenqi Zhu, Tatsuki Osato, Kien Nguyen, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Analysis of Multi-hop Wireless Power Transfer System
3. 学会等名 2020 IEEE Workshop on Nonlinear Circuit Networks(NCN2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shuya Matsushashi, Kien Nguyen, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Analysis and Experimental Verification of Parallel Resonant Oscillator
3. 学会等名 2020 IEEE Workshop on Nonlinear Circuit Networks(NCN2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ayano Komanaka, Wenqi Zhu, Xiuqin Wei, Kien Nguyen, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Experimental Evaluations of Inverse Class-E Inverter
3. 学会等名 2020 IEEE Workshop on Nonlinear Circuit Networks(NCN2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 W. Zhu, K. Nguyen, and H. Sekiya
2. 発表標題 Highly Accelerated Optimization Method for Wireless Power Transfer System
3. 学会等名 2020 IEEE Workshop on Nonlinear Circuit Networks(NCN2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 戸叶克輝, 朱 聞起, 大里辰希, グエン キエン, 関屋大雄
2. 発表標題 ロボットアーム向けマルチホップWPTシステムの最適設計
3. 学会等名 電子情報通信学会電子通信エネルギー技術研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ayano Komanaka, Wenqi Zhu, Xiuqin Wei, Kien Nguyen, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Analysis and Design of Load-Independent ZCS Parallel-Resonant Inverter
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 朱 聞起, 戸叶 克輝, グエン キエン, 関屋 大雄
2. 発表標題 ヒューリスティックアルゴリズムを用いたE級スイッチング回路の設計手法
3. 学会等名 電子情報通信学会電子通信エネルギー技術研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大里辰希, 魏秀欽, グエンキエン, 関屋大雄
2. 発表標題 負荷非依存E ² 級DC-DCコンバータの設計
3. 学会等名 電子情報通信学会電子通信エネルギー技術研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 朱 聞起, グエン キエン, 関屋 大雄
2. 発表標題 遺伝的アルゴリズムを用いたE級WPTシステムの最適設計
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takeru Kurumizawa and Hirotaka Koizumi
2. 発表標題 Voltage-source parallel resonant class E oscillator
3. 学会等名 2021 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Katsuki Tokano, Wenqi Zhu, Tatsuki Osato, Kien Nguyen, Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Optimal Design of 6.78 MHz Wireless Power Transfer System for Robot Arm
3. 学会等名 2021 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ayano Komanaka, Wenqi Zhu, Kien Nguyen, Hiroo Sekiya, and Xiuqin Wei
2. 発表標題 Load Independent Class-E-1 Inverter with Shunt Capacitance
3. 学会等名 2021 International Symposium on Industrial Electronics (ISIE2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yutaro Komiyama, Wenqi Zhu, Kien Nguyen, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Class-E Inverter with Frequency Modulation Control
3. 学会等名 The 10th International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yutaro Komiyama, Shuya Matsushashi, Wenqi Zhu, Kien Nguyen, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Load-Independent Inverse Class-E Oscillator with Armstrong-Oscillator Based Topology
3. 学会等名 The 18th International SoC Design Conference (ISOCC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Wenqi Zhu, Yutaro KOMIYAMA, Kien NGUYEN, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Heuristic Algorithm-Based Design Method for Class-E Switching Circuits
3. 学会等名 IEEE Annual Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Wenqi Zhu, Yutaro KOMIYAMA, Kien NGUYEN, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 PSO-based Design Procedure for Class-DE Inverter
3. 学会等名 18th International SoC Design Conference (ISOC 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yutaro Komiyama, Shuya Matsushashi, Wenqi Zhu, Kien Nguyen, Takeshi Uematsu, Yuki Ito, Taichi Mishima, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Constant Voltage Output Autonomous Wireless Power Transfer System
3. 学会等名 2021 IEEE Workshop on Nonlinear Circuit Networks (NCN2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 駒中綾乃, 朱聞起, 魏秀欽, グエンキエン, 関屋大雄
2. 発表標題 負荷非依存ZVS並列共振インバータの解析と設計
3. 学会等名 電気学会半導体電力変換研究会 (SPC) SPC-21-099
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 戸叶克輝, 朱聞起, グエンキエン, 関屋大雄
2. 発表標題 ロボットアームの実装に向けた負荷非依存マルチホップWPTシステムの設計
3. 学会等名 電気学会半導体電力変換研究会 (SPC) SPC-21-10
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小宮山裕太郎, グエンキエン, 三島大地, 伊藤勇輝, 上松武, 関屋大雄
2. 発表標題 負荷非依存E級インバータにおける周波数制御
3. 学会等名 電子情報通信学会電子通信エネルギー技術研究会 (EE) EE2021-8
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関屋大雄, 戸叶克輝, グエンキエン, 清水 聡, 芹澤和伸, 佐久間和司, 鈴木義規
2. 発表標題 多ホップ多出力負荷非依存無線電力伝送システムの設計論
3. 学会等名 電子情報通信学会電子通信エネルギー技術研究会 (EE) EE2021-13
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 戸叶克輝 朱聞起 グエンキエン 関屋大雄
2. 発表標題 多関節ロボットアームに向けた負荷非依存多出力マルチホップWPTシステム
3. 学会等名 電子情報通信学会電子通信エネルギー技術研究会 (EE) EE2021-14
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平間 悠一,小宮山 裕太郎,朱 聞起,グエン キエン,関屋 大雄
2. 発表標題 発見的手法とSPICEによる高周波電源設計最適化ソフトウェアの開発
3. 学会等名 電気学会電子回路研究会 (ECT) ECT-22-011
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kai Machizawa, Kazuki Tanaka, Kisara Nakajima, Weisen Luo, and Xiuqin Wei
2. 発表標題 Design of a 27.12 MHz class-E inverter using an eGaN FET
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing 2022 (NCSP2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Azuma Uchida, Kisara Nakajima, Weisen Luo, and Xiuqin Wei
2. 発表標題 Design of class-EF 2 oscillator with nonlinearities of MOSFET drain-to-source and gate-to-drain parasitic capacitances
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing 2022 (NCSP2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kisara Nakajima, Yusuke Hagiwara, Weisen Luo, and Xiuqin Wei
2. 発表標題 Design of class-E 2 wireless power transfer system
3. 学会等名 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing 2022 (NCSP2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 萩原佑亮, 中島樹咲果, 羅イ森, 魏秀欽
2. 発表標題 EF 2 級インバータを用いたE2 級WPTシステムの解析
3. 学会等名 電気学会半導体電力変換研究会 (SPC)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中島樹咲果, 萩原佑亮, 羅イ森, 魏秀欽,
2. 発表標題 EF2 級コンバータを用いたワイヤレス給電システム
3. 学会等名 電気学会半導体電力変換研究会 (SPC)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 羅イ森, 中島樹咲果, 萩原佑亮, 魏秀欽
2. 発表標題 2 級ワイヤレス給電システムの解析設計手法
3. 学会等名 電気学会半導体電力変換研究会 (SPC)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 町澤改, 中島樹咲果, 羅イ森, 魏秀欽
2. 発表標題 eGaNを用いたE級インバータの設計
3. 学会等名 電気学会半導体電力変換研究会 (SPC)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 内田東, 中島樹咲果, 羅イ森, 魏秀欽
2. 発表標題 MOSFETのドレイン-ソースとゲート-ドレイン間の非線形寄生容量を考慮したEF 2 級発振器の設計
3. 学会等名 電気学会半導体電力変換研究会 (SPC)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yota Matsui, Kisara Nakajima, Weisen Luo, and Xiuqin Wei
2. 発表標題 Design of class-EF 2 WPT system with relay coil
3. 学会等名 19 th International SoC Design Conference (ISOCC 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Jizhe Wang, Kazuhiro Kajiwara, Taka Kanayama, Yuji Ohta, Nobumasa Matsui, Tadashi Suetsugu, Fujio Kurokawa
2. 発表標題 Half-bridge Power Device Embedded Module with Low Parasitic Inductance
3. 学会等名 2022 11th International Conference on Renewable Energy Research and Application (ICRERA) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yudai Furukawa, Yuichiro Shibata, Tadashi Suetsugu, Ilhami Colak, Fujio Kurokawa
2. 発表標題 Digital Peak Current Mode Control DC-DC Converter for Renewable Energy System
3. 学会等名 2022 11th International Conference on Renewable Energy Research and Application (ICRERA) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wenqi Zhu, Yutaro Komiyama, Kien Nguyen, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Achievement of CV and CC Output Modes on Class-E/F Inverter with One Auxiliary Switch
3. 学会等名 2022 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yutaro Komiyama, Wenqi Zhu, Kien Nguyen, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Load-Independent Constant-Current/Zero-Current Switching Inverter with Series Resonant Filter
3. 学会等名 2023 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition(APEC2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yutaro Komiyama, Wenqi Zhu, Wei Xiuqin, Kien Nguyen, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Wireless Power Transfer System with Series Resonant Inverse Class-E Inverter
3. 学会等名 2023 International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP'23) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小宮山裕太郎, 朱聞起, グエンキエン, 関屋大雄
2. 発表標題 負荷非依存一定出力電流直列共振インバータ
3. 学会等名 電子情報通信学会電子通信エネルギー技術研究会(EE)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松田敏拓,小宮山裕太郎,朱聞起,グエンキエン,関屋大雄
2. 発表標題 多受電無線電力伝送システムにおける最大効率追従制御
3. 学会等名 電子情報通信学会電子通信エネルギー技術研究会 (EE)EE2022-12
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 謝寅晨,朱聞起,小宮山裕太郎,グエンキエン,関屋大雄
2. 発表標題 負荷変動に対するロバスト性を有するE級周波数2倍器の設計
3. 学会等名 電子情報通信学会電子通信エネルギー技術研究会 (EE)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 朱 聞起,駒中 綾乃,小宮山裕太郎,グエン・キエン, 関屋 大雄
2. 発表標題 定電流給電と定電圧給電の双方が可能なE級負荷非依存インバータ回路
3. 学会等名 電子情報通信学会電子通信エネルギー技術研究会 (EE)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

千葉大学関屋・グエン研究室 https://www.s-lab.nd.chiba-u.jp/

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	魏 秀欽 (Wei Xiuqin) (80632009)	千葉工業大学・工学部・准教授 (32503)	
研究分担者	小泉 裕孝 (Hirotaka Koizumi) (50334470)	東京理科大学・工学部電気工学科・教授 (32660)	
研究分担者	末次 正 (Tadashi Suetsugu) (60279255)	福岡大学・工学部・教授 (37111)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関