

## 論文内容の要旨

博士論文題目

K-inverter design for inductive power transfer systems with multiple receivers  
(マルチユーザワイヤレス給電システムにおける K インバータ回路設計)

氏名

Vo Quoc Trinh

(論文内容の要旨)

Inductive power transfer (IPT) has utilized the coupling between two coils to transfer power. An inductive coupling is modeled as a K-inverter whose characteristic impedance represents the strength of the coupling link. The K-inverter outputs a load-independent constant voltage when driven by a constant current and outputs a load-independent constant current when driven by a constant voltage. As a consequence, two K-inverters connected in cascade are able to output load-independent constant voltage if driven by a voltage source. Constant load voltage is important because it guarantees stable working condition for load and enables load to consume power as expected by adjusting its resistance.

Recently, stabilizing multiple load voltages is still an attractive topic when rated voltages for loads and operating frequencies of receivers have diverged from application to application. More specifically, in addition to constant load voltages, different applications require differently rated voltages for their loads. In another scenario, some receivers are forced to be located far from transmitter, leading to a deterioration of the system performance. Furthermore, besides the requirement of an individually rated voltage for load, each application may operate at an individual frequency.

This work utilizes the properties of K-inverters to address the current challenges in multiple-receiver IPT systems. Firstly, multiple K-inverters are used inside charging platform to stabilize load voltages against load variations. Then, characteristic impedances of the K-inverters are adjusted so that the load voltages reach the rated values required by the users. Secondly, a cooperative IPT system where cooperative receiver can simultaneously draw power itself and transfer the rest of power to distant

receiver is proposed. K-inverter-based compensation is employed for cooperative receiver to realize cooperative characteristic while still stabilizing two load voltages against load variations. Finally, a multiple frequency IPT system where multiple sources operating at multiple frequencies share a common transmitting resonator to deliver power to multiple receivers is proposed. Each pair of source and corresponding receiver operates at an individual operating frequency. K-inverters are combined with band-reject filters to separate power link of each pair of source-corresponding receiver and stabilize load voltages. As a result, each pair of source and corresponding receiver is considered as independently operating at their individual frequency. Therefore, a full voltage control for each load can be achieved without affecting the operation of other pair of source-receiver.

The findings in this dissertation highlight that it is completely feasible to use K-inverter structures and compensation circuits to stabilize load voltages in multiple-receiver IPT systems under single or multiple operating frequencies.

(論文審査結果の要旨)

本論文は、磁界結合ワイヤレス給電において、複数の受電器に安定して電力を伝送する手法に関するものである。対向する一組の送受電コイルを結合させる従来のワイヤレス給電システムの結合回路は「K インバータ」と呼ばれる等価回路であらわすことができる。K インバータは、インピーダンス変換機能があり、受電側の負荷インピーダンスによらず定電圧出力や定電流出力特性を実現することができる。定電圧特性や定電流特性を有することで、給電電力を負荷側で制御することが可能であり、安定したワイヤレス給電を実現する上で重要な特性である。

本論文では、一つの送電器から複数の受電器に同時に電力を供給するマルチユーザワイヤレス給電システムにおいて、定電流特性あるいは定電圧特性を実現する手法について検討を行っている。まず、K インバータを拡張することで、定電圧出力特性を有するマルチユーザワイヤレス給電システムを実現する手法を提案した。次に、複数の受電器が協調してワイヤレス給電を行う全く新しいマルチユーザワイヤレス給電システムを提案している。さらに、マルチユーザワイヤレス給電システムにおいて、異なる周波数を出力する電源を共通の送信コイルに接続することにより、複数の受電器へのワイヤレス給電を個別に制御する手法を提案している。これらの成果により、マルチユーザワイヤレス給電において、受電器それぞれの出力を定電圧特性に安定して制御することが可能となり、送信側を制御することなく、負荷側で必要な電力を取り出すことが可能であることを明らかにした。性能評価においては、理論解析や計算機シミュレーションを行うとともに、マルチユーザワイヤレス給電システムの試作を行い、実環境においても問題なく所望の定電圧出力特性が得られることを明らかにしている。

定電圧特性を有するマルチユーザワイヤレス給電システムは、今後の走行中の電気自動車に対するワイヤレス給電だけではなく、家庭内における携帯端末や IoT デバイスへのワイヤレス給電、さらには、各種家電機器の筐体内ワイヤレス給電への応用が期待でき、学術的に意義のある成果であるだけでなく、産業上も大きな貢献があると評価する。

以上より、本論文は博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。