

## 分散協調型マイクロ波無線給電における 受信電力最大化のための同期周期設計

松浦 賢太郎<sup>†</sup> 秦 競超<sup>‡</sup> 小渕 大輔<sup>†</sup> 成末 義哲<sup>†</sup> 森川 博之<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 東京大学大学院工学系研究科 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

<sup>‡</sup> 東京大学大学院情報理工学系研究科 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

E-mail: <sup>†</sup> <sup>‡</sup> {matsuura, koerushin, kob, narusue, mori}@mlab.t.u-tokyo.ac.jp

あらまし 本稿では、分散協調型マイクロ波無線給電 (Distributed Microwave Power Transfer: DMPT) システムにおいて時間平均受信電力を最大化するための同期周期設計について検討する。DMPT システムでは基準送電器が他の送電器に対して基準信号を送信することで周波数および位相の同期を行う。一方で、同期の不完全性により周波数オフセットが残存するため、給電中に位相誤差が徐々に蓄積し、受信電力が次第に低下する。定期的な再同期により一時的な受信電力の向上が可能であるものの、同期時には給電が中断されるため、同期周期が短すぎると時間平均受信電力が低下する。そこで、位相同期回路 (PLL) の応答特性に基づいて時間平均受信電力の期待値を導出し、時間平均受信電力を最大化する同期周期を数値的に求める手法を構築した。提案手法により求めた最適同期周期は、モンテカルロシミュレーションにより求めた最適同期周期とよく一致することを確認した。

**キーワード** 分散協調型マイクロ波無線給電, ビームフォーミング, PLL, 同期

## Study on Synchronization Strategy for Maximizing Received Power in Distributed Microwave Wireless Power Transfer Systems

Kentaro MATSUURA<sup>†</sup> Koeru SHIN<sup>‡</sup> Daisuke KOBUCHI<sup>†</sup> Yoshiaki NARUSUE<sup>†</sup>  
and Hiroyuki MORIKAWA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Engineering, The University of Tokyo 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8656 Japan

<sup>‡</sup> Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8656 Japan

E-mail: <sup>†</sup> <sup>‡</sup> {matsuura, koerushin, kob, narusue, mori}@mlab.t.u-tokyo.ac.jp

**Abstract** We propose a design strategy of the synchronization period to maximize the time-averaged received power in the distributed cooperative microwave wireless power transfer (DMPT) system. In the DMPT system, the master transmitter sends a reference signal to other slave transmitters to synchronize the frequency and phase. However, due to the frequency offset caused by the imperfect synchronization, the phase error gradually accumulates during the power transmission, and the received power gradually decreases. Although periodic resynchronization can improve the received power temporarily, the time-averaged received power will decrease if the synchronization period is too short because the power transmission will be interrupted during synchronization. To solve this problem, we derive the expected value of the time-averaged received power based on the response characteristics of the phase-locked loop circuit (PLL) and find out the synchronization period that maximizes the time-averaged received power. It is confirmed that the optimal synchronization period obtained by the proposed method is in good agreement with the optimal synchronization period obtained by Monte Carlo simulation.

**Keywords** Distributed Microwave Wireless Power Transfer, Beamforming, PLL, Synchronization