

電気・電子情報工学専攻	学籍番号	143284
申請者氏名	宮崎 基照	

指導教員氏名	大平 孝
--------	------

論文要旨(修士)

論文題目	工場内の無人搬送車の走行中給電に用いるワイヤレス電界結合器
------	-------------------------------

工場が自動化される中で、工場内の無人搬送車 (Automated Guided Vehicle: AGV) への走行中給電が期待されている。AGVは工場内を休みなく移動し、部品などを搬送する。現在のAGVは搭載したバッテリーの電力によって稼働する。バッテリーのエネルギー残量がなくなると、バッテリーを交換または充電する必要がある。バッテリー交換には人的コストがかかる。充電中はAGVは停車する必要があるため、稼働率が低下する。これらの問題を解決するため、無線電力伝送 (Wireless Power Transfer: WPT) によるAGVへの走行中給電が強く期待されている。走行中給電を実現する方式として、架空 (接触) 方式、磁界結合方式、電界結合方式、マイクロ波送電方式がある。このうち、電界結合方式は送電電極を延長することで、他の方式に比べ容易に給電範囲を拡張できる。そのため4つの方式のうち、電界結合方式が最も走行中給電に適していると考えられる。AGVには、低床台車やフォークリフト形などの床走行型や天井走行台車などの有軌道型がある。本研究では有軌道型の一つである、自動車部品搬送システムのAGVに対する電界方式WPTを用いた走行中給電を検討する。

システムの実用化に当たり、課題が3点考えられる。まず、AGVの移動による受電電極の上下位置の変位がある。走行中給電では走行路や送受電電極のゆがみ、取り付け誤差などによりワイヤレス結合器の受電器の位置が絶えず変位し、インピーダンス不整合により伝送効率が低下する。そのため、受電器の上下位置が変位した場合でも、高い伝送効率を維持するサンドイッチ式結合器を提案、実証する。次に、送電電極上の走行位置の変動がある。AGVの送電電極上の走行位置の変動によりインピーダンスが変化し、伝送効率が低下する。この問題に対して、送電電極のインダクタンスを打ち消す疑似左手系進相回路を提案、実証する。最後に、ワイヤレス結合器からの漏洩電磁界がある。無線電力伝送システムは、総務省の電波防護指針に定められる電磁界強度指針値を超えない範囲での運用が望まれる。そのため、ワイヤレス結合器の漏洩電磁界を最小化する理論を構築する。

サンドイッチ式結合器は、受電電極が送電電極を挟み込む構造を持ち、従来の結合器に比べ送受電電極間ギャップが変動しても高い伝送効率を維持する。また整合する送受電電極間ギャップを、2枚の受電電極の中心からずらす離心整合を考案した。結果から、離心整合時の伝送効率は従来の結合器に比べ69.9ポイント改善した。疑似左手系進相回路は、長距離の送電電極に直列キャパシタンスを装荷し、AGVの走行位置に対するインピーダンスの変化を打ち消す。結果から、AGV移動時の伝送効率は従来に比べ最低値で48.1ポイント、平均値で25.0ポイント改善した。漏洩電磁界最小化では、入出力インピーダンスを適切に設定し、結合器内の電圧・電流を制御する。非対称結合器では入出力インピーダンスを任意に設定し、整合回路損失を考慮した電圧の最小化する手法を確立した。結果から、伝送効率を90%以上にするという制約を与えたとき、従来に比べ安全距離を27%改善した。本研究により、有軌道型AGVに対する走行中給電において効率の絶対値と位置に対する安定度が向上し、省電力化と電源への負荷の改善に貢献する。また、結合器構造の変更を必要としない電磁界漏洩の抑制手法は、漏洩電磁界抑制のための追加の結合器設計、電磁界解析、素子なしに実現し、今後開発されるWPTシステムだけでなく、すでに設計が完了した結合器の電磁界における最適化の実現を可能とする。