無線給電の不安定さを利用した光るアクセサリーの表現の検討

加藤 敬太 * 福本 有季子 † 松本 彩奈 ‡ 須藤 里彩 § 佐藤 俊樹 ¶

概要. 多くの光るスマートジュエリーが開発されてきたが，その多くは着用者のしぐさを魅力的にする効果よりアクセサリー自体が目立ってしまい，着用者のしぐさを引き立てるというアクセサリー本来の役割を全うできていない．それゆえ，ジュエリーというより便利なガジェットに近いものとして普及してきた．そこで本研究では，無線給電の不安定さに着目して，しぐさに同調して光がゆらぐことで着用者のしぐさを引き立てる「身に着けやすい光るアクセサリー」とそれを実現するためのアクセサリー・衣服間の無線給電システムの提案をする．

1 はじめに

多くのウェラブルデバイス・スマートジュエリーが開発されてきた．しかしながら，フィットネス関連以外での分野での普及は遅れており，今後は伝統的なフォッション市場の中でも競争がすることが必要になる [1]．つまり，便利なだけなガジェットではなく着用者を引き立てるジュエリーとしての側面も重視されるようになる．

本研究では，無線給電の不安定さに着目して，装着者のしぐさに同調して光がゆらぐことで従来の使用感を保つ「身に着けやすい光るアクセサリー」とそれを実現するためのアクセサリー・衣服間の無線給電システムの提案をする．

2 提案

古来からジュエリーは装着者の動きに合わせて乱反射のしかたが変わり，装着者のしぐさをキラキラとより魅力的にみせる役割を担ってきた．LED を新しい表現・情報提示方法として活用する多くのスマートジュエリー [2] 開発されてきたが，予めプログラムされた発光パターンであるため，装着者のしぐさよりアクセサリー自体が目立ってしまっている．また，バッテリやセンサマイコンを搭載するスマートジュエリーは小型化が難しく，サイズ感や充電･寿命といった違和感から従来のアクセサリーの使用感をたもてない．そこで私達は装着者のしぐさにあわせて光り方がゆらぐことによって本来のジュエリーのように装着者の仕草を魅力的にみせることができ，従来のアクセサリーの使用感を保ったものを「身に着けやすい光るアクセサリー」として提案する．

Copyright is held by the author(s).

* 電気通信大学
† 電気通信大学
‡ 武蔵野美術大学
§ 武蔵野美術大学
¶ 北陸先端科学技術大学院大学

3 実装

3.1 服型無線給電システム

システムは制御部・服型コイル・アクセサリーの３つに別れており，それぞれを磁界共鳴型無線給電システムで電力を送る．磁界共鳴型無線給電システムは LC 共鳴を利用して高いロバスト性 (送電と受電コイルの軸ずれに関する自由度) と効率を実現し，中継コイルを挟むことで送電効率をさげることなく給電範囲を伸ばすことができる．また，コイルとコンデンサの組み合わせによって特有の共振周波数がきまるため，送電側の周波数を変えることによって任意の受電コイルのみに給電することができる．

制御部にはバッテリ・発振回路・制御基板・送電コイルを内蔵し，装着者のポケットにいれる．服型コイルは中継コイルが横方向に並べられたアンダーウェアである．ポケットの制御部の送電コイルから発生された磁界を次々と中継コイルで伝送することで装着者の表面の広い範囲に給電エリアを広げる．アンダーウェアから無線給電するため給電服の上に自由な服をきることができ，導電性衣服などの他の服型の給電システム [3] と比べてファッションと相性が高い．受電側のアクセサリーは小さい受電機構 (コイルとコンデンサを一つずつ) と表現機構 (LED) のみを内蔵する．バッテリ・センサ・マイコンを含まず機構が小さいため，アクセサリーのデザインの自由度は高い．

3.2 光り方のアナログプログラミング

磁界共鳴型無線給電システムで送電コイルを底面とするような円錐形の形でロバスト性が下がる．また，磁力線の向きと受電コイルの向きによって敏感に給電効率が変化する．この不安定さは一般に無線給電システムの欠点になりうるが，本研究では位置によって給電効率がかわり光り方がゆらぐことをセンサーを用いない新しい光り方の表現方法として利用する．より光るアクセサリーにふさわしい不安定さを実現するために以下のような工夫をした．

3.3 受電コイルの工夫

受電コイルの巻数・巻の向き・磁力線に直交する断面積などによって磁界から得られる電力がかわる．よって，複数の受電コイルを立体的に配置することで，アクセサリーと磁界の向きが変化したときの光のゆらぎが調節することができる．図 1 に配置の例を示す．等巻数・逆巻の 2 つの受電コイルを直交に配置した．0 ˚の場合は　2 つのコイルに入る磁力線の量が等しく，打ち消されて電流が流れない．角度がつくにつれて一方のコイルに入る磁力線が増えて電流が流れ始め，90 ˚になると最大の電圧となる．つまり，このコイル配置では基本状態では光らないが，すこし揺れると光るという表現ができる．また，ひとつの受電コイルを使う場合は約 30 ˚以上磁力線とのなす角度と電圧足りず LED が消えてしまうが，同じ巻方向の 2 つのコイルを図 1 と同じように直交して配置すると磁力線とのなす角度が-90 ˚から 90 ˚までアクセサリーが揺れても消えることなくなめらかに LED の光が揺らいだ．

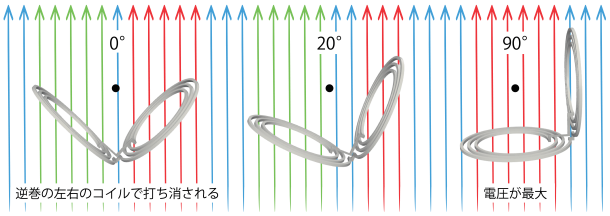

図 1. 受電コイルの配置と磁力線の関係

3.4 服型コイルの工夫

アンダーウェア内の中継コイルの分布によって磁界に強弱をつけることができる．装着者のしぐさによって動くアクセサリーの軌道を考慮して配置することで，ねらった光のゆらぎを実装した．

4 アプリケーション

作製した服型無線給電服と光るアクセサリーを使った 3 つの応用の例を示す．

4.1 しぐさを美しくするアクセサリー

「ひとめぼれ」や「最初の印象が大切」などといった慣用句が示すとおり，振り向きざまなど人の顔が最初にみえる瞬間をきれいに演出することは大切である．振り向きざま・髪をかきあげるしぐさ・顔を上げるしぐさが一番美しく見えるようなピアス・ネックレス (図 2) の光り方を考え，アクセサリーの軌跡が通る肩や袖口などに中継コイルを分布して磁界に強弱をつけ，その光り方を実現した．

図 2. 試作したピアス・ネックレス

4.2 恋人が一番キレイであるためのアクセサリー

それぞれが別の周波数で光るアクセサリーをつけて互いに恋人のアクセサリーに給電することで，手をつないだときの指輪や肩を寄せ合ったときのピアスなどを光らせた．恋人と一緒にいるときに自分を一番きれいにみせることができ，くっつくことでより親密になれるだろう．

4.2.1 自然に通知を知らせるスマートジュエリー

制御部をスマートフォンなどと連動させ，発振する周波数を変えることで任意のコイルのみに電力を送れる．バッテリ・マイコンなどを持たない単純なアクセサリーでも 2 つの周波数特性のコイルと LED の組を内蔵することで，スマートフォンの通知の状態によって光る色を変えることができる．

5 おわりに

無線給電の不安定さを用いて装着者のしぐさと同調して光るアクセサリーとそれを実現するためのアクセサリー・衣服間の無線給電システムを提案し，複数のアクセサリーを実装した．今後はどのような光のゆらぎが装着者を引き立てるのか評価を行っていく．

参考文献

[1] Y. Silina and H. Haddadi. New Directions in Jewelry: A Close Look at Emerging Trends & Developments in Jewelry-like Wearable Devices. In *Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers*, ISWC '15, pp. 49–56, New York, NY, USA, 2015. ACM.

[2] A. Wakita, M. Tanji, S. Kitada, M. Shibutani, H. Uchiyama, and M. Inakage. A coordination model for wearable fashion. In *Proceedings - International Symposium on Wearable Computers, ISWC*, Vol. 2005, pp. 216–217, 2005.

[3] 新村達, 知倫 村上, 純一 秋田, 真志 戸田. 給電機能を持つネットワークシステム向け導電性衣服の電気的特性の評価. Technical Report 14(2006-MBL-036), 金沢大学, 金沢大学, 金沢大学, 公立はこだて未来大学, feb 2006.