

手袋型RFIDリーダーの開発

寛 瑞恵^{*1} 増田 敦士^{*1} 末定 新治^{*1} 志水 英二^{*2} 高橋 秀也^{*2} 山本 明夫^{*3}

^{*1}福井県工業技術センター ^{*2}大阪市立大学 ^{*3}(株)アートファイネックス

1. はじめに

農業分野でも工程管理の重要性が高まっており、RFID を利用した管理方法が提案されている。この場合、作業中に各種工程の情報収集を行うには RFID リーダーをウェアラブル化する必要がある。そこで本研究では、農作業の作業効率を妨げずに農作業情報を収集するための手袋型 RFID リーダーを開発する。

ウェアラブル型の RFID リーダーとしては、すでに RFID リーダーアンテナを手のひらや指に装着する事例が報告されており^[1]、確実に認識できるシステム構成となっている。しかし、アンテナとリーダーライタ(R/W)が一体となり手袋に設置されているため、作業中の手袋破損やアンテナ断線時には修理や交換費用が高くなる等、実用性に欠けるといいう課題がある。

そこで、屋外で使用できる防水機能を有し、アンテナの交換が容易に行える、アンテナと R/W を分離させた非接触の手袋型 RFID リーダーを考案した^[2]。そして、本研究ではこれまでにを行った評価実験結果^[3]を参考に新規にリーダーアンテナを設計試作し、アンテナの電磁界特性に関する評価実験を行った結果について報告する。

2. リーダーアンテナの設計・試作

これまでの実験結果より、アンテナを手袋の掌、人さし指等の複数個所に設置する方法が効果的であることが分かっている。また手袋の実用性から、軽量、フレキシブル、防水等の機能に加え、RFID リーダーと手袋が着脱可能であることが重要となる。そこで、電磁誘導による磁界延長型コイルアンテナを設計した。このアンテナは、指や手のひらなどの複数の部位で認識するために複数の認識用ループアンテナで構成されているが、これらが連続した 1 本のコイル線で繋がっていることが特徴である(図1)。

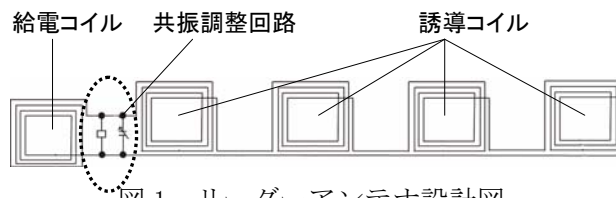


図1. リーダーアンテナ設計図

実際に試作したアンテナパターンは、手袋搭載に対応した形状で、各認識用ループアンテナ径が異なる(図2参照)。また、給電用ループアンテナを手の甲側に配置し、RFID R/W をその上に重ねることで高周波を給電する磁界延長型アンテナとした。なお、共振調整回路と給電用ループアンテナを同一基板上に構成することで薄層小型を達成している。

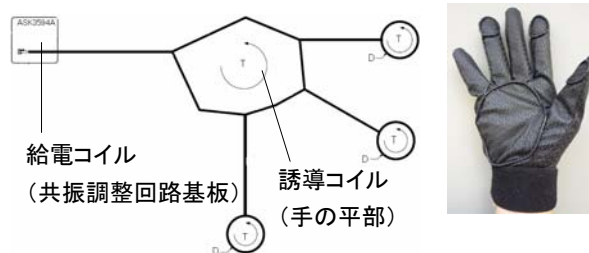


図2. 手袋用リーダーアンテナ概略図

表1. リーダーアンテナ素材構成

共振調整回路基板	(株)アートファイネックス ASK3594A
導電線	日立電線 UL10625 AWG#32 (保護スリーブシリコンゴム被覆)
L:コイル周長	80mm(D:ループ径=25.5mm)
T:誘導コイルターン数	4

表2. 試作リーダーアンテナのパターン

アンテナパターン No.	コイル配置部位	誘導コイル数
①	人さし指	2
②	人さし指、薬指	3
③	人さし指、薬指、掌	5
④	全ての指	6

リーダーアンテナの試作は表1の素材構成であり、認識用ループアンテナは被覆の実用性、触感を損なわないよう巻き数を4ターンとした。また手袋へのアンテナ配置パターンにより表2の4タイプを試作している。RFID 周波数帯は水分の影響が少ない 13.56MHz とし、R/W は(株)アートファイネックス製 ASI4000S 改良型を使用した。

Development of the gloves type RFID readers
Mizue KAKEHI^{*1}, MASUDA Atuji^{*1}, SUESADA Shinji^{*1}, SHIMIZU Eiji^{*2}, TAKAHASHI Hideya^{*2}
and YAMAMOTO Akio^{*3}

^{*1}: Industrial Technology Center of Fukui Prefecture

3. アンテナ表面磁界強度の測定

3-1 実験方法

試作した手袋型リーダーアンテナの特性評価のために磁界強度を測定した（スペクトラムアナライザー使用；TECTRONIX 製 RSA6114）。受信アンテナには、アンテナコイル径よりも小さいシールドループアンテナ（ $\phi=10.5\text{mm}$ ）を用いた。なお、測定は表 2 の試作サンプルでアンテナコイル直径がほぼ等しい人差し指で行った。



図 3. 磁界強度測定の実験構成

3-2. 実験結果

アンテナパターン③について、共振周波数 13.56MHz 帯での電磁界スペクトラムの測定結果を図 4 に示す。図より R/W 単体とリーダーアンテナを比較すると、強度は低下しているが電磁界スペクトラムに大きな変化はないことが分かる。つまり、磁界延長コイル数を増やしても共振調整回路を調整することで磁界波形には影響がほとんど無い。これはアンテナパターン①～④いずれの場合でも同様の結果が得られた。

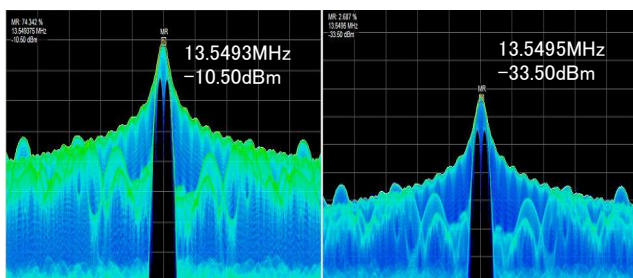


図 4. 共振周波数帯での電磁界スペクトラム
左図：RFID R/W 単体 右図：リーダーアンテナ

次に、実際に手袋を装着することによるアンテナ線の湾曲、また、人体近傍でリーダーを使用することによる影響を評価した。なお、測定は、表 3 に示す条件において、R/W 単体とアンテナパターン①～④の 5 種類で測定した。図 5 に測定結果を示す。

表 3 . 測定条件

条件 a	誘導コイルを手袋に装着した場合
条件 b	誘導コイルを手袋に装着して下に手を置いた場合
条件 c	誘導コイルを手袋に装着して手を入れた場合

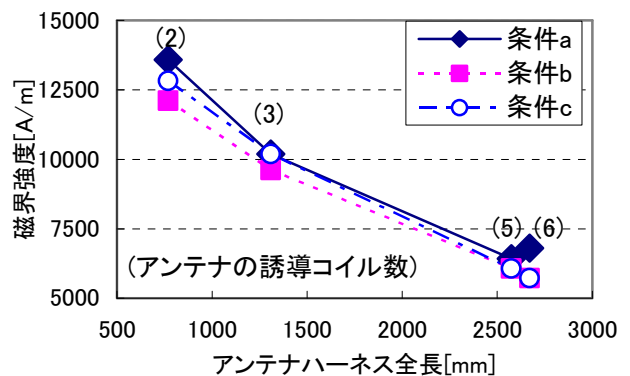


図 5. 磁界強度測定結果

測定結果から、条件 a より b, c は磁界強度が低下する傾向にある。これは、条件 b, c では損失媒体である手（水分）からの反射によりアンテナコイル表面での磁界が弱められる影響があるからである。また、条件 b, c ではそれほど変化がないことより手袋に手を入れたことによりアンテナが湾曲する影響はほとんどない。

また、アンテナコイル（ハーネス）の全長、つまり誘導コイルの数が増えると磁界強度が下がる。これは、コイル数が増えるとアンテナの入力インピーダンスが高くなるため、アンテナに流れる電流が少なくなるからである。

なお、実際に IC タグ（13.56MHz 帯；10、20 ϕ タグ、カードタグ）の認識試験では全てのアンテナで良好な認識性能を示した。

4. まとめ

手袋型 RFID リーダー開発を目的に、リーダーアンテナの試作を行い、そのアンテナ電磁界特性を評価した。その結果、開発品は複数領域で測定できるフレキシブルなアンテナであることが分かった。また、手袋として着用時の特性低下も少なく、実用的であることが分かった。

今後は、作業工程管理を行う実証実験でリーダーの実用性の検討を行っていく。

参考文献

- [1] 上杉繁, 三輪敬之: "行為的コミュニケーションを目指した積み木インタフェース"; Vol.5, No.1, pp.143-151, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 2003.
- [2] 寛, 増田, 未定, 高橋, 山本: "手袋型 RFID リーダーの開発", ヒューマンインタフェースシンポジウム発表, 2010.
- [3] 特願 2011-196705 "磁界延長型アンテナおよび磁界延長型アンテナ搭載 RFID 認識用手袋"