

UHF帯無線モジュール用通信システムの開発

杉浦宏和* 吉村慶之*

大きさが0.5mm角の微小ICタグは、汎用のICタグでは取付けが不可能な小さい対象物の管理も可能だが、通信距離が短くリーダアンテナをほぼ接触状態にしなければ読み取りができない。そこで、微小ICタグの通信距離を改善するため、補助的なアンテナとして金属製素子を微小ICタグに重ねて配置することを提案し、その積層方法や形状について最適化を図った。その結果、微小ICタグの最大通信距離を1mmから10mmに改善できた。この金属製素子を複数配置した基板と最適設計したリーダアンテナを組合せた微小ICタグ一括読み取りシステムを試作し、ラック内に收容された全96個の微小ICタグを読み取り可能であることを確認した。

キーワード: ICタグ, 微小, 一括読み取り, アンテナ, 通信距離改善

Development of a Telecommunication System for Ultra High Frequency Modules

Hirokazu SUGIURA and Yoshiyuki YOSHIMURA

Micro IC tags of 0.5mm square can manage small objects on which regular size IC tags cannot mount, but the communication range of this tag is very short and we need to hold the reader antenna so close to the IC tag that they are nearly brought into contact. Therefore, we proposed a metal element as a supplementary antenna be attached to micro IC tags for the improvement of communication distance and we studied and designed the optimum layering method of superposing or form of the device. Then we could improve the maximum communication range of micro IC tag to 10mm from 1mm. So we manufactured a telecommunication system that combines the board arrayed of this metal element and the optimum reader antenna, and we confirmed that the system could read all the 96 micro IC tags in the rack.

Keywords : IC tag, local minimum, concurrently read, antenna, improvement of communication distance

1. 緒 言

物品や個人情報等の管理にはバーコードや磁気カード等が利用され、内部に登録されたデータと管理情報を紐付けることで物品や個人を特定してきた。しかし、これらの従来技術は①セキュリティが弱い、②記憶容量が小さい、③ラベルの汚れ・破損等に弱い、④一括読み取りができない等のデータの読み取りに課題がある。そのため近年、図1に示すように記憶容量の大きいICチップと無線通信のためのアンテナを一体化したタグ(以下、ICタグ)が登場している。ICタグは、前述の課題を解決できる機能を有することから、物流をはじめ、電子マネーや防犯ゲート等に普及が広がっている。近年では医療機関における採血容器や手術用器具

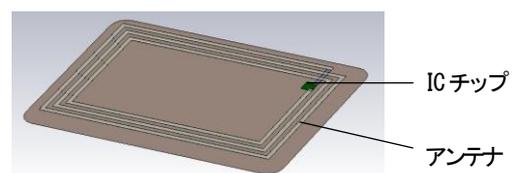


図1 ICタグの内部構造

などの小物で多数管理が必要なものへの応用が期待されている。しかし、汎用のICタグは通信距離を確保するために、図1に示すアンテナの大きさが数cm程度必要となることから、小さな対象物には取付けられない。このため、図2に示すように、大きさが0.5mm角の微小ICタグ¹⁾が開発され、小さな対象物でも取付けが可能となっている。しかし、微小ICタグは最大通信距離が1mm程度と非常に短く、タグのデータを読み取るに

*電子情報部

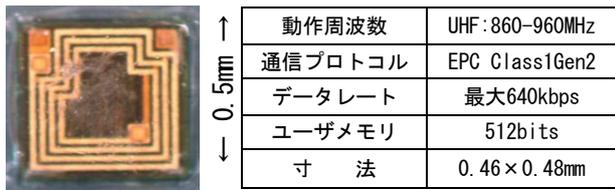


図2 微小ICタグと仕様

はリーダアンテナをほぼ接触状態にしなければならない。そこで、本研究では、ICタグの特長である一括読み取り機能の実現のため、微小ICタグの通信距離の改善を図るとともに、複数を一括で読み取ることが可能なシステム開発を行った。

2. 複数一括読み取りシステムの構築

2.1 システムの構成

本研究で開発を目指す一括読み取りシステムを図3に示す。本システムは、微小ICタグ、管理対象物(試験管)、ラック、リーダ及びアンテナ、読み書き制御パソコンから構成される。微小ICタグは世界標準規格のEPCグローバルC1G2に対応してUHF帯(920MHz)で通信するもので、取付けた管理対象物が国内外を流通する際にも各国でタグ内の情報を読み書きすることが可能である。この微小ICタグを試験管の底部に取付けてラックに収容すれば、タグはラック底面で配列した状態になる。これをリーダ側のアンテナで読み取り、認識したタグはPC画面に表示される。本システムで用いた試験管は直径7.8mmであり、収納ラックは底面寸法85×128mmで、96本(8×12本)の試験管を収容できる。

2.2 微小ICタグの通信距離改善手法

一般にアンテナの通信距離(性能)は、そのサイズに大きく依存する²⁻³⁾。このため、微小ICタグ用アンテナのように限られた大きさ内に組み込まれたアンテナは、必然的に通信距離が短くなる。このような課題対策と

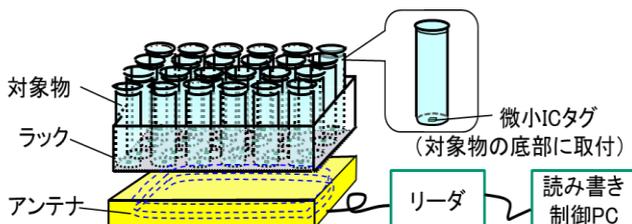


図3 一括読み取りシステムの概要図

して、補助的なアンテナにより通信距離を延ばす方法が考案されている⁴⁾。これは、タグの近傍に金属製の素子を配置してタグ用アンテナと電磁的に結びつけ、アンテナを等価的に大きくしようとするものである。こうした補助的なアンテナの考え方として、一般にコイルのインダクタンスLとコンデンサのキャパシタンスCで構成するLC共振方式が用いられているが、L成分を有する金属パターンとC成分を有する金属パターンを形成する必要があることから構造が複雑になりやすい。そこで本研究では、構造が簡単な1/2波長アンテナの原理を応用した補助的なアンテナ⁵⁾に着目し、その有効性を検証する。これは、図4に示すように、樹脂(ガラスエポキシ)の基材上に実効長で1/2波長に相当する長さの金属線を配置するもの(以下、金属製素子)であり、単一の金属パターンのため全体構成をシンプルにできる。本素子ではアンテナの動作周波数(UHF帯)や試験管の大きさ(直径7.8mm)を考慮し、スパイラル形状とした。この中心部に微小ICタグを配置しタグのアンテナ性能を向上させることで、通信距離が改善されて微小ICタグの一括読み取りができるようにしている。

3. 金属製素子の開発

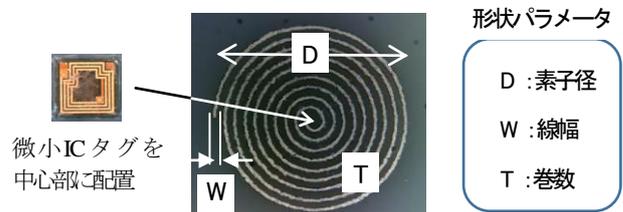


図4 金属製素子と形状パラメータ

3.1 金属製素子の特性評価方法

アンテナとして良好な特性を得るには、金属製素子の形状等による特性変化について把握する必要がある。そこで、図4に示す金属製素子の各パラメータについての特性を検証した。特性は、図5に示すように1対の送信-受信アンテナ間に①金属製素子なしの場合(図5左)と、②金属製素子ありの場合(同図右)の電波の受信強度を測定し、その比(②/①)を通信感度比として評価した。

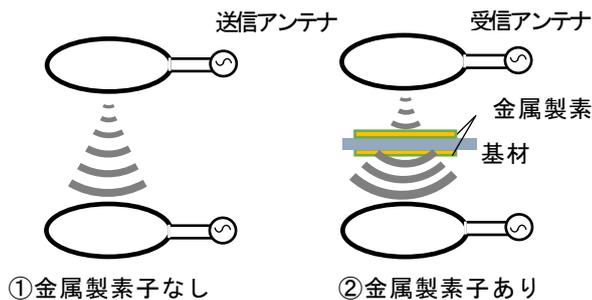


図5 金属製素子の評価方法

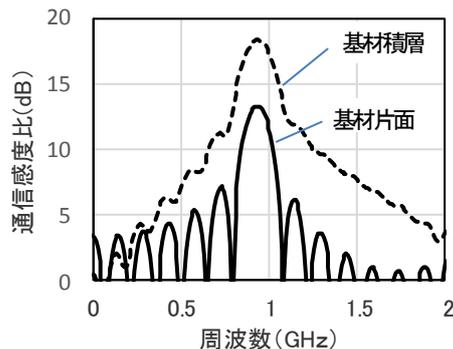


図6 素子の基材片面/積層配置による通信感度比特性

3. 2 金属製素子の積層による効果検証

最初に、金属製素子を積層した場合の効果を電磁界解析システム(CST・MW studio)により解析した。図5右の解析モデル化において、基材はガラスエポキシを想定して比誘電率を4.3に設定した。素子を基材上面(受信アンテナ側)に配置したモデルを基材片面とし、上面と同じ形状の素子を下面(送信アンテナ側)にも配置したモデルを基材積層として計算した結果を図6に示す。これより、基材両面に素子を配置した方がほぼ全帯域にわたり通信感度比を高くできることがわかる。そのため以降は、基材両面に素子を配置した積層構成で検証を行った。

3. 3 形状パラメータによる特性評価

金属製素子の形状パラメータに対する通信感度比では、最初に素子径Dの影響を調べている。図7は線幅Wを0.2mm、巻数Tを6.3巻に固定して、素子径Dのみが異なる金属製素子を測定した結果である。径Dが大きいくほど通信感度比が向上している。アンテナの通信距離性能が径Dに依存することから、理論上は妥当な結果が得られている。本開発では医療機関における採血容器管理を想定していることから、試験管ラックのピッチ間隔が約9mmであることと、一括読み取りの際に隣接する素子同士の干渉防止のためのマージンを考慮して、素子径Dの設計値を7.8mmとした。

線幅Wについては、素子径Dを7.8mm、巻数Tを6.3巻に固定し、線幅を変えた場合の金属製素子の通信感度比を測定した。その評価結果を図8に示す。これより、線幅が特性に及ぼす影響は小さいことがわかる。

また、図9は素子径Dを7.8mm、線幅Wを0.2mmに固定し、巻数Tのみを変えた場合の金属製素子について測定した結果である。巻数によって通信感度比のピーク周波数が大きく変化しているが、各巻数における素

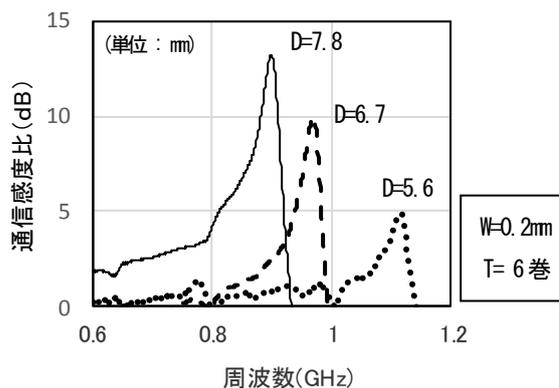


図7 素子径による通信感度比特性

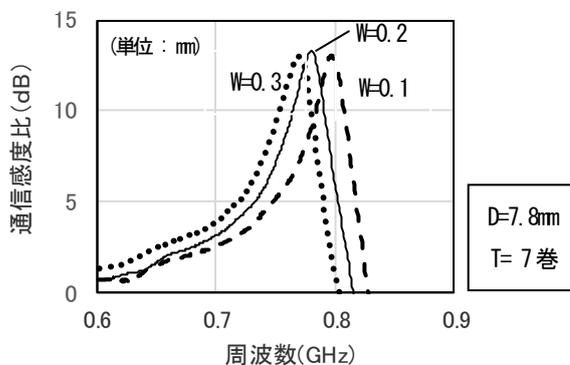


図8 線幅による通信感度比特性

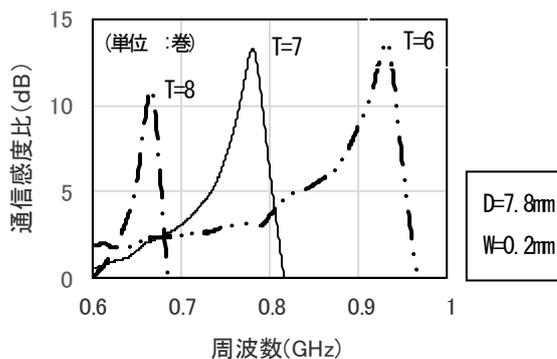


図9 巻数による通信感度比特性

子長は、実効長で概ね1/2波長と一致していることがわかる。これより、本金属製素子が1/2波長アンテナとして動作していることを確認した。以上の検証から金属製素子の形状の最適化を図り、表1に示す設計値が得られた。この値で試作した金属製素子を微小ICタグに重ねて、リーダを用いて通信距離を検証したところ、微小ICタグ単体では1mm程度の通信距離は、最大で10mmまで向上した。

表1 設計値

素子径D	線幅W	巻数T
7.8mm	0.2mm	6.3巻

4. 一括読み取りシステムの構築

図10左に示した試験管ラックの並びに合わせて、同図右のように素子を配列した金属製素子基板を作製した。本基板をラック底面に設置することで、試験管がラックに収容された際に試験管の底部に取り付けられた微小ICタグは、金属製素子を補助的なアンテナとして作用し、通信距離が改善される仕組みである。

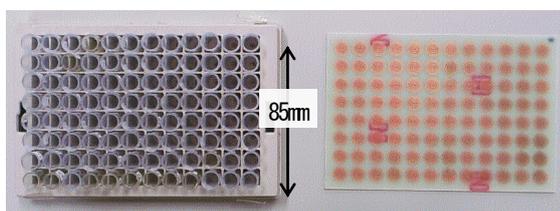
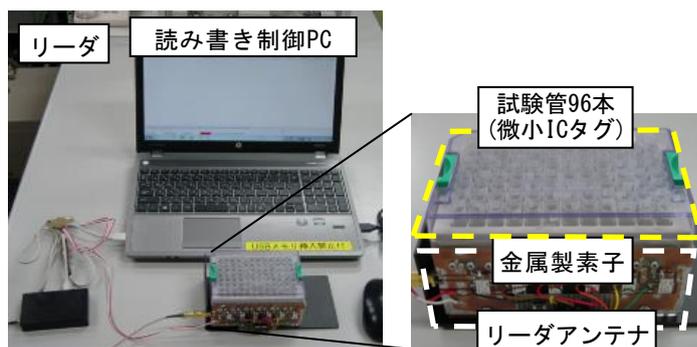


図10 試験管ラック及び金属製素子基板

リーダのアンテナは、試験管をラックに収容した状態で全ての微小ICタグを読み取りできるように形状や寸法を検討した。その結果、最適化を図った直線状のアンテナ1基で、ラックの短辺方向に並んだ微小ICタグ8個を2列分読み取りできた。このアンテナを6基配置して、ラック全領域を読み取りできるようにし、各アンテナを電氣的スイッチで自動的に切り換えて動作させることで、全ての微小ICタグを読み取りできる。

作製した金属製素子基板とリーダアンテナを用いて、図11に示す一括読み取りシステムを試作した。ラック底部には金属製素子基板を配置してある。読み取り性能を評価したところ、ラック内の微小ICタグを読み取り、全96個の情報がリーダに接続されたPCに表示されることを確認した。



(a) 全容

(b) ラックとリーダアンテナ

図11 一括読み取りシステム試作品

5. 結 言

微小ICタグの通信距離を改善するため、1/2波長の長さの金属製素子をスパイラル形状にした補助的なアンテナを提案し、積層や形状について最適化を図るとともに、微小ICタグの一括読み取りに対応できるリーダアンテナを設計・試作し、以下の成果を得た。

- (1) 最適形状の金属製素子を用いることで、微小ICタグの最大通信距離を10倍に改善できた。
- (2) 微小ICタグの一括読み取りに対応するように金属製素子を配置した基板、及びリーダアンテナを組合せた微小ICタグ一括読み取りシステムは、ラック内に収容した試験管の微小ICタグ全96個を読み取ることが可能であった。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり、リーダアンテナの設計・試作にご協力を頂いた(株)フェニックスソリューションに感謝します。

参考文献

- 1) (株)フェニックスソリューション. “The smallest UHF RFID tag OCA-1” . <http://phoenix-sol.co.jp/OCA-1.pdf>.
- 2) 後藤尚久,新井宏之. 電波工学. (株)昭晃堂, 1992, p. 86.
- 3) 山田吉英. 小形/超小形アンテナの設計/製作/測定法. CQ出版(株), 2011, p. 11-13.
- 4) (株)村田製作所. 共振回路及びアンテナ装置. 特願2012-526545. 2012-02-02.
- 5) 高橋応明. RFIDタグ用アンテナの設計.(株)コロナ社, 2012, p. 78-79.