

複数の導体円筒管近傍に設置した IC タグの電磁界シミュレーション

Electromagnetic Field Simulation of IC Tags Placed Near Multiple Conductor Cylindrical Pipes

○小南 灯里(産技高専) 柴崎 年彦 (産技高専)

Akari KOMINAMI, Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology, 1-10-40 Higashi-Ohi, Shinagawa-ku, Tokyo 140-0011
 Toshihiko SHIBAZAKI, Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology, 1-10-40 Higashi-Ohi, Shinagawa-ku, Tokyo 140-0011

1. 目的

RFID は IC タグの情報を無線で読み書きできるシステムである。遠距離から一度に複数の IC タグを読取れる、回り込みがしやすいなどの特徴を持つことから、様々な製品管理に広く用いられている^[1]。しかし、電磁波を使うため金属による干渉に弱いという欠点があり、導体円筒管を挟むように設置した読取りにおいては認識率が低下するなど、金属製品近傍における IC タグは精度の良い読取りが行えないということが報告されている^[2]。そこで、本研究では導体円筒管に設置された IC タグの読取り性能評価を課題としている。先の研究結果では、複数本の導体円筒管を対象に1つの IC タグの位置を変更しながら解析を行ったところ、円筒管を組上げた方が読取り強度が強くなり、更に IC タグの角度も導体円筒管の上側か下側になるように設置すると読取り強度が強くなるということが分かった^[3]。本研究では先の研究に続き、読取る IC タグを3個に増やし、電界強度と電流分布の解析を行う。その結果より、読取り精度が良くなる設置位置について検討していく。

2. 検討試料

Fig.1 に、本研究で参考にしたジー・オー・ピー株式会社製の HC(ハンドガード)を示す。この導体円筒管は、全長 1000 m、外径 45 mm、内径 37.7 mm で、円筒管の先端から 150 mm の場所に、直径 125 mm、幅 25 mm の黄色い樹脂が取り付けられている。その樹脂上にインレット型のパッシブタグが1つ設置されている。この導体円筒管を Fig.1 のように互い違いになるように 100 本を束に組み上げて製品管理を行っており、ハンディタイプのリーダライタを用いて IC タグの読取りを行っている。実際には 100 本に取り付けている全ての IC タグを読取れないことが多く、読取れなかった導体円筒管も特定することが困難となっている。



Fig.1 The conductor cylindrical pipes

3. 研究方法

本研究では、解析を行うモデルを2つ作製した。1つ目は Fig.2 のように、全ての IC タグの位置を導体円筒管の上側に設置したモデルである。2つ目は Fig.3 のように、上段の2個の IC タグの位置を向かい合わせになるように設置した

モデルである。なお、図中の赤いメッシュが波源の位置(先端から 100 mm)を示している。また、IC タグをモデル化する際に本来の大きさのまま作製してしまうと解析不可能となってしまうため、1.5 倍にした。

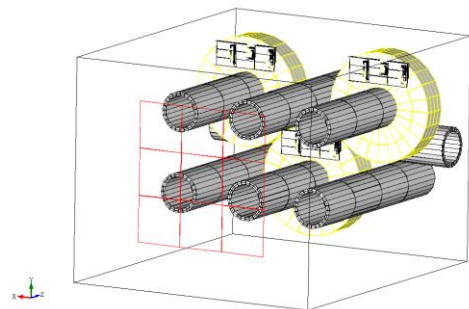


Fig.2 Model with all IC tags placed on the upper side of the conductor cylindrical pipes

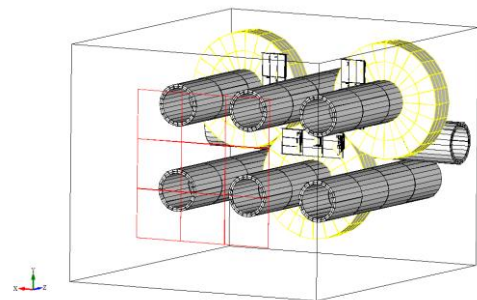


Fig.3 Model with the top two IC tags facing each other

そしてこのモデルを Table 1 の解析条件のもと、FDTD 法で計算を行う電磁界解析ソフトウェア KeyFDTD((株)科学技術研究所)を用いて、シミュレーションを行った。

Table 1 Analysis conditions

Excitation wave	Size: 160 × 160 mm Output power: 100 mW Frequency: 920 MHz
Polarization	RHCP
Analysis area(x,y,z)	400 × 340 × 480 mm Characteristics: Vacuum
Mesh width	0.75 × 0.75 × 0.75 mm
Absorbing boundary condition	PML(Electric field) Mur1(Current) Characteristics: Vacuum

4. シミュレーション結果

まず、全ての IC タグの位置を導体円筒管の上側に設置

したモデルの解析結果を示す. 特に励振源側から見た電界分布を Fig.4 に, 下段の IC タグを中心に面を取ったとき (YZ 平面)の電界分布を Fig. 5 に, 上段右側の IC タグを中心に面を取ったとき (YZ 平面)を Fig.6 に示す. また, 電流分布を Fig. 7 に示す. なお, 各図右側のカラーバーは電界・電流分布の強さを表しており, 紫が弱く, 青, 緑, 赤と強くなっていることを示す.

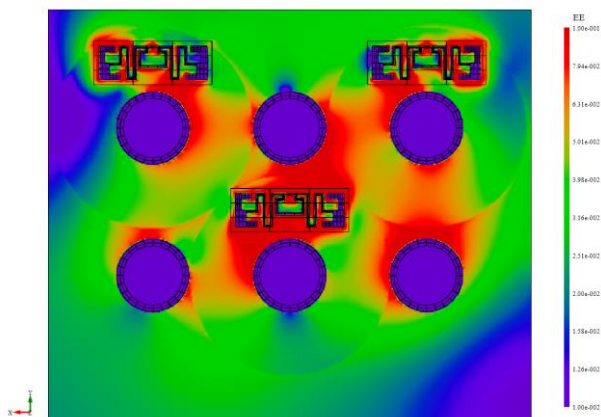


Fig.4 Electric field distribution (Model with all IC tags placed on the upper side of the conductor cylindrical pipes)

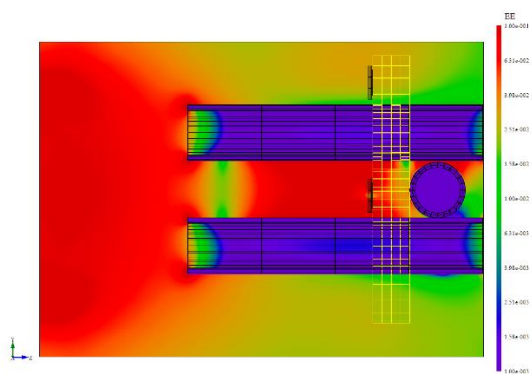


Fig.5 Electric field distribution of the IC tag below (Model with all IC tags placed on the upper side of the conductor cylindrical pipes)

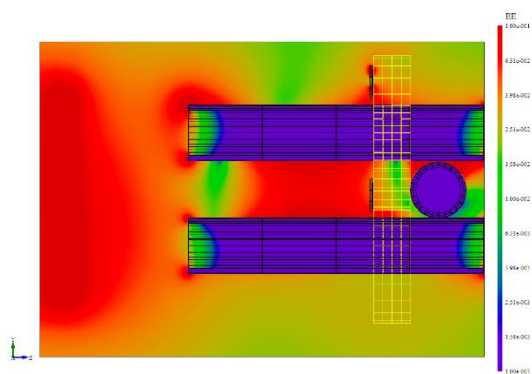


Fig.6 Electric field distribution of the IC tag in the upper right (Model with all IC tags placed on the upper side of the conductor cylindrical pipes)

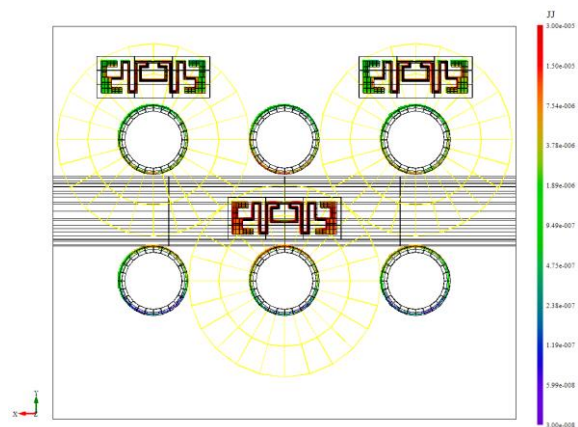


Fig.7 Current Distribution (Model with all IC tags placed on the upper side of the conductor cylindrical pipes)

Fig.4 より, 下段の IC タグ周辺は非常に強い電界で囲まれていることが分かる. 一方上段 2 個の IC タグに関しては, 赤色の面積は小さく, 緑色の範囲が大多数を占めていた. 下段の IC タグは導体円筒管に挟まれ, 反射成分がより多くなり電界強度が強くなったと考えられる. 次に Fig.5 より, 下段の IC タグ周辺は非常に強い電界で囲まれていることが分かる. また, Fig.6 より, 上段右側の IC タグ周辺の電界分布は赤色の部分もあるが, 大半がオレンジ色で囲まれていて下段の IC タグと比べて弱い電界で囲まれていることが分かる. また, Fig.7 より, 下段の IC タグは全体が赤色という結果になり, 電界分布の結果と同様に, 非常に強い電流が流れたことが分かった. 一方, 上段 2 個の IC タグは, 中心は赤色になっているが, 端は緑色の範囲が多結果となった. そのため, IC タグに流れている電流が安定していないということが考えられる.

次に, 上段 2 個の IC タグの位置を向かい合わせに設置したモデルの解析結果を示す. 特に, 励振源側から見た電界分布を Fig.8 に, 下段の IC タグを中心に面を取ったとき (YZ 平面)の電界分布を Fig.9 に, 上段右側の IC タグを中心に面を取ったとき (YZ 平面)の電界分布を Fig.10 に示す. また, 電流分布を Fig.11 に示す. なお, 各図右側のカラーバーは先程と同様に電界・電流分布の強さを表しており, 紫が一番弱く, 青, 緑, 赤と強くなっていくことを示している.

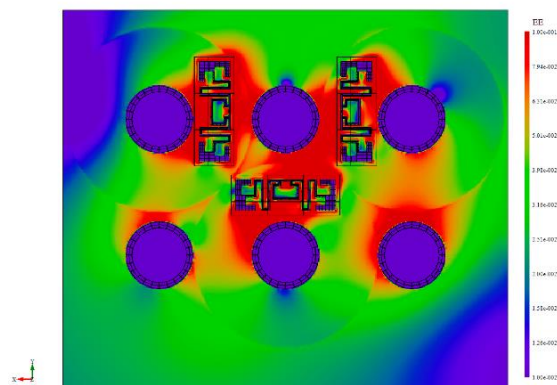


Fig.8 Electric field distribution (Model with the top two IC tags facing each other)

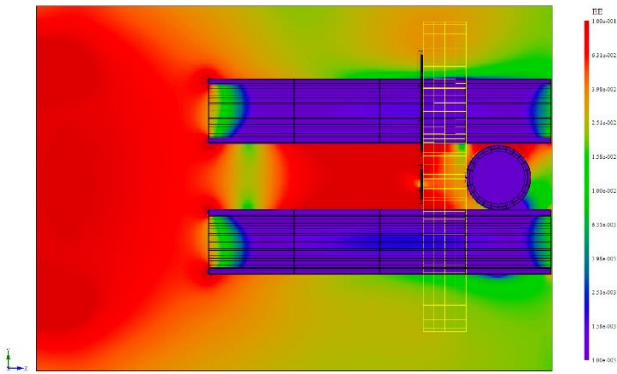


Fig.9 Electric field distribution of the IC tag below
 (Model with the top two IC tags facing each other)

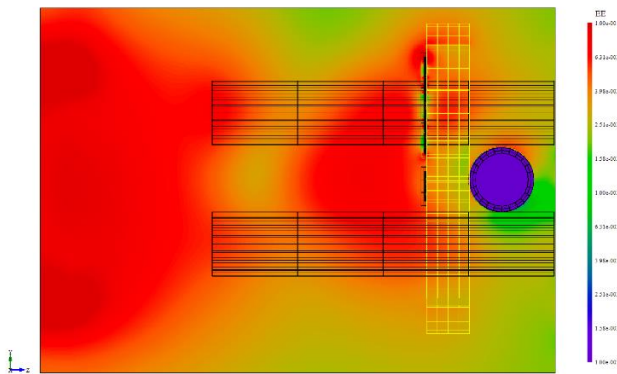


Fig.10 Electric field distribution of the IC tag in the upper right
 (Model with the top two IC tags facing each other)

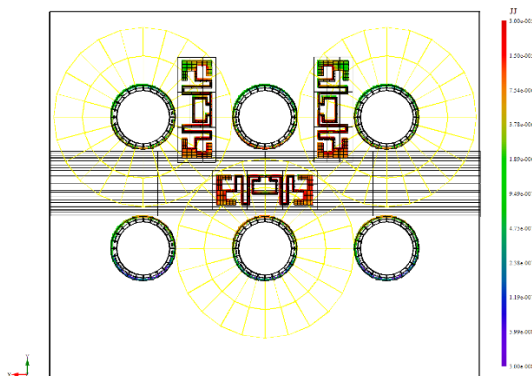


Fig.11 Current Distribution
 (Model with the top two IC tags facing each other)

Fig.8 より、全ての IC タグにおいて、周辺が強い電界で囲まれた結果になったことが分かった。Fig.9 と Fig.10 より IC タグ別に電界分布の様子を見てみても、タグの大部分が赤色で囲まれていて、全ての IC タグを導体円筒管の上側に設置したモデルよりも非常に強い電界で囲まれていることが分かった。そして、Fig.11 より、上段 2 個の IC タグの電流分布に着目すると、IC タグの中央から下側はオレンジ色、赤色になっており、強い電流が流れたことが確認できた。Fig.2 のモデルよりも、導体円筒管かつ IC タグの導体素材が密集して反射成分がさらに多くなり電界強度が強く

なったと考えられる。ただ、完全に赤色で満たされているというわけではなく、上段 2 個の IC タグは上側の方で緑色の分布が少し見られた。しかし電流が弱い分布の範囲は非常に少ないと言えるので、IC タグの位置はこのままで、波源の位置を変えれば上段の IC タグも隔々まで赤色またはオレンジ色の分布が見られるのではないかと考えられた。

5. まとめ

本研究では、先行研究で得られた結果を参考に、複数本の導体円筒管を組上げ、3 個すべての IC タグを導体円筒管の上側に設置したモデル、上段 2 個の IC タグを向かい合わせになるように設置したモデルを作製し、電磁界シミュレーションを行った。その結果、1 段目に設置する場合は導体円筒管の上側に、3 段目に設置する場合は向かい合わせになるように設置した時に、電界が導体に反射して 1 か所に集中するようになり、非常に強い電界と電流分布を見ることが出来た。従って、IC タグは Fig.3 のように導体円筒管で挟むように設置するとすべてのタグにおいて読取り精度が良くなるのではないかと考えられる。今後は本研究で得られたシミュレーション結果が正しいかどうかを証明するために、実際に導体円筒管や IC タグを用いて実験を行い、読取り精度について検討することを課題としたい。

謝辞 本研究はジー・オー・ピー株式会社の研究寄付助成を受けて行われた。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- [1]井上 創造, 萩原 大輔, “RFID 情報システムにおけるシステム信頼性の向上”, 日本データベース学会 letters, 3 巻, 4 号, pp.13-16, 2015.
- [2]大鷲祐貴, “有限長金属筒構造利用による金属円筒管裏面の RFID タグ読取り性能向上方法の提案”, 電子情報通信学会論文誌 B, Vol. J95-B, No. 9, pp.1188-1190, 2012.
- [3]深瀬優介, 柴崎年彦, “FDTD 法による導体円筒管近傍の IC タグの数値解析”, 電子情報通信学会, 信学技報, vol, 121, no. 26, EMT-2021-28, 2021-11-04.