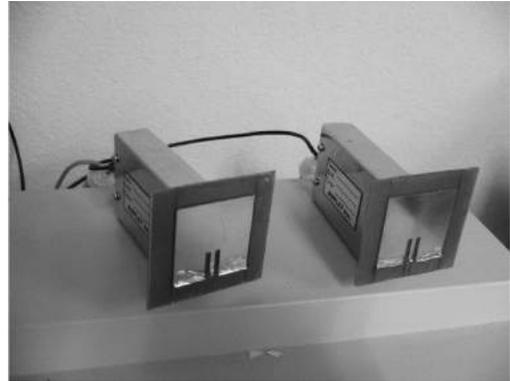


全世代にむけた産学人無線通信技術講座

～その4 基礎技術で説明できる RFID は、本当はハイテク技術～

私の 35 年間の無線通信機器設計、開発の仕事を通して記憶に残っている物の中に、RFID (Radio Frequency IDentification) の開発がある。現在、RFID も広く知られるようになったが、ユーザーは、劣悪な電源環境で用いる RFID を、性能の良い他の近距離無線システムと混同し、RFID に過大な期待をかけてしまった結果、一部のユーザーの導入後の失望へとつながった。今回は、シンプルな基礎技術でありながら、それらを組み合わせて活用すると、すばらしいハイテク技術となる RFID について解説する。みなさまに、RFID の特徴を理解していただき、導入を検討されるときに参考になれば幸いである。

株式会社 アンプレット
根日屋 英之



質問器の試作機 (2.45GHz 用)
(株式会社 アンプレットと株式会社 A.C.S. の共同開発)

はじめに

RFID は、物を識別する無線タグで、短距離用の 13.56MHz RFID と、長距離用の UHF 帯 (920MHz 帯) RFID に大別される。本稿は、後者の UHF 帯 RFID に関する技術を説明する。

私が RFID の開発に着手したのは、今から約 30 年前の 1984 年であった。当時、自動車会社では、製造ラインの生産効率を高めたいニーズがあった。そこで私は、自動車の構成部品にタグを取り付け、そこからの部品情報を無線による読み出しを実現するために、レーダ技術を応用しようと考えた。この RFID の開発の背景と技術について、本誌 2014 年 11 月号 (No.301) の P.26 ～ P.29 にも記事を書いたが、電波技術協会殿のご好意により、<http://www.amplet.co.jp/forn.html> から、この記事が無償でダウンロードできるので、併せてご参照いただきたい。

RFID システムの構成

RFID 無線通信システムは、図 1 に示すように、質問器と応答器 (以下、RFID と記す) から構成され、離れた場所にある物の情報を、電波を介して得る [1, 2]。

質問器は、物に取り付けられた RFID に搭載されたメモリに、その情報を書き込んだり、また、その書き込まれた情報を読み出したりするための装置である。

まず、質問器から RFID への情報の書き込みについて説明する。質問器から RFID に向け、搬送波を RFID に書き込みたい情報により振幅変調 (ASK) し

て送出する。その電波を受ける RFID は、アンテナに取り付けられた検波用ダイオードで ASK 変調波を検波し、情報を得て、これを内部のメモリに書き込む。

次に、その書き込まれた情報を、質問器が RFID から読み出す方法を説明する。質問器から RFID に向けて搬送波 (無変調波) を送出すると、その搬送波を受けた RFID は、搬送波から自らが動作するための電源を再生する。その電源で RFID 内の電子回路が起動する。RFID 内のメモリに書き込まれた情報を用いて、RFID のアンテナ給電点で、受信した搬送波を変調 (ASK または PSK) してから、質問器に向けて反射することにより、質問器に対し情報を伝送することができる。

現在の UHF 帯 RFID は、電池を搭載せず、質問器から送出される電波の一部を RFID 内で整流し、RFID が動作するための電源を再生する「パッシブ型 RFID」が主流である。私が RFID の開発に着手した 1984 年当時は、まだ、半導体の低消費電力化も発展途上であったため、高周波回路以外のメモリとロジッ

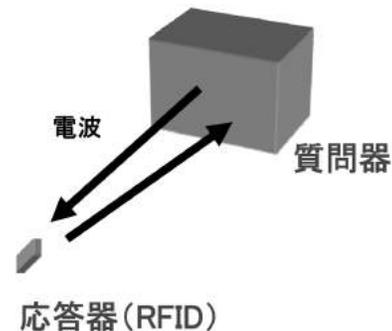


図 1 RFID 無線通信システムの構成

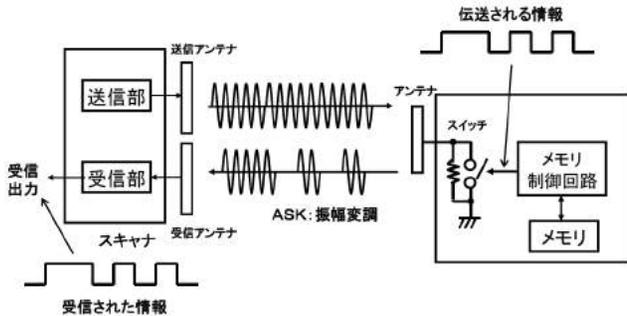


図6 RFIDの振幅変調(ASK)回路の一例

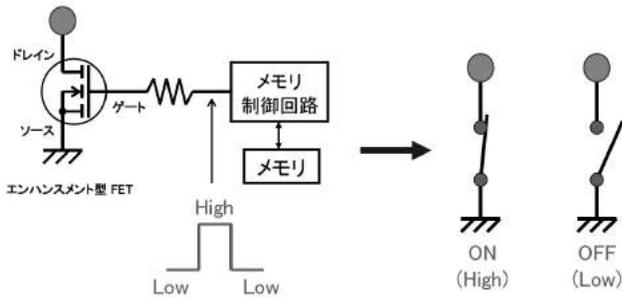


図7 FETによる高周波スイッチ

また、図6に示すように、スイッチが開放の状態のときに、アンテナのインピーダンスと等しい終端負荷を付けると反射が起らないので、この原理で、振幅変調(ASK)も実現できる。

実際のRFIDは、その回路では伝送線の長さはほとんどなく、アンテナとその給電点にスイッチを設けただけと考えてよい。高周波スイッチは、図7に示すような簡単なFET回路で実現できる。

◆ RFID内のメモリ

電池を搭載していないパッシブ型RFIDが、通信距離を延ばし、通信品質を保つためには、RFID内の電子回路の消費電力を低く抑えなければならない。

そのため、RFIDに内蔵する電子回路は必要最小限に抑えるため、メモリの容量も小さくなる。私たちが2003年に開発したRFIDを例にとると、RFID内のメモリとして、書込み、読出しが可能な1kビットのFlashメモリをRFIDに搭載していた。

◆ 電源再生回路(レクテナ)

パッシブ型RFIDは、電池を搭載していない。そこで、RFIDが動作するためには、質問器から送出される電波(搬送波)により、RFIDが動作するための直流電源をRFID内で自らが再生する必要がある。この電源再生は、図8に示すアンテナに整流回路(レクティブファイア)を設けたレクテナにより実現する。レクテ

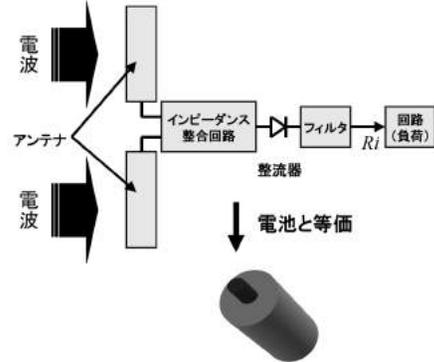


図8 電源再生回路(レクテナ)

ナの設計では、高周波側と回路(負荷)側の双方のインピーダンスを整合させる必要があるが、高周波側のインピーダンスが電力レベルで変化するので、最適な設計はかなり難しい。

また、RFIDは、レクテナの出力直流電圧値がRFID内部の電子回路が動作できる電源電圧まで達しないと、RFID自体が動作できない。レクテナの直流再生能力向上(高効率レクテナ)は、今でもRFID設計における大きな技術課題となっている。

◆ 受信部の検波回路

RFIDは、質問器からの情報をメモリに書き込むときには、ASK信号を復調しなければならない。ここには、昔風にいう無電源で動作する鉱石ラジオ(ゲルマラジオ)の技術が活かされている。アンテナに取り付けられた検波用ダイオードでASK変調波を、直接、検波し、質問器から送られる情報を復調する。

アンテナ

私たちの開発したRFIDでの価格配分は、2003年当時で、RFIDのICチップが2割、アンテナが4割、ICチップとアンテナの接続が4割であった。そこで、費用を抑えるために、図9に示すように、ICチップのウェハ上にアンテナまで作りこんだ微細RFIDチップの試作も行った。当然のことながら、アンテナは非常に小形になるので、通信距離は短くなる。そこで、1回巻きのループアンテナを小形化してゆくときに、どのあたりの寸法までが実用に供するかを、韓国・忠南国立大学の禹鍾明教授と検討したところ、感覚的な評価による実験から、図10に示すような傾向を得たので、1回巻きループアンテナの1辺の寸法(電気長)は、1/60波長程度までに留めたいという検討結果に至った[3]。

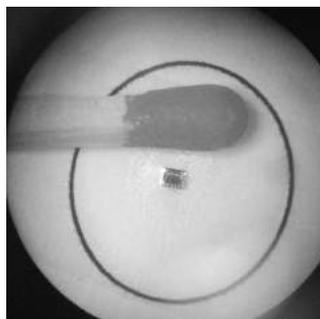


図9 試作した微細 RFID チップ

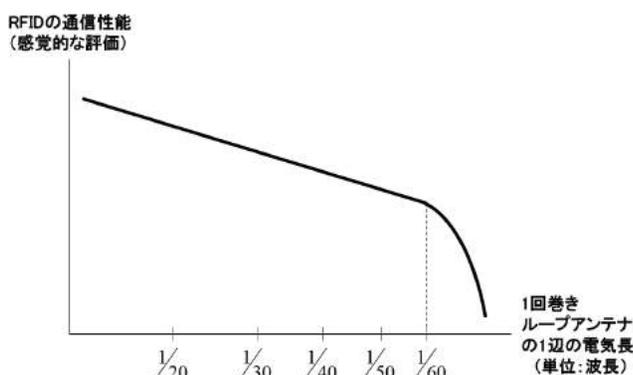


図10 IC ウェハ上に構成したアンテナの性能

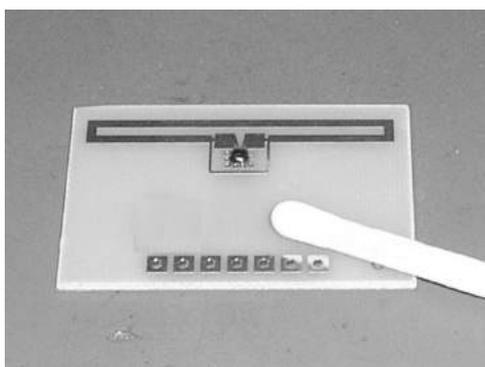


図11 外付けアンテナを用いた試作 RFID (2.45GHz用)

ICチップのウェハは誘電体なので、その誘電率による波長短縮でアンテナも小さくなるが、それでも、UHF帯において一辺の長さが1/60波長のICは、チップサイズが大きくなり価格が高くなる。そこで、チップサイズを小さくするために、ループアンテナを数回巻くと、ICのウェハ上でビアホールを用いた多層基板化が必要となるので、これも価格が高くなる。価格を重視し、小さなRFIDチップを作っても、実用的な通信ができなければ、RFIDとしての価値は無い。そこで、私たちのRFIDは、結果的に、図11に示すような外付けアンテナを用いたRFIDを試作し、実用的な通信距離を得た。

今だからこそ、知っておきたいこと

◆電池不要のパッシブ型RFID

パッシブ型RFIDは、質問器からRFIDに向けて送出される電波の一部を、RFIDが動作するための電源として用いるので、RFIDを無線端末と見た場合、電源環境は決して良いとはいえない。そこで、電子回路の低消費電力化を徹底的に行ったRFIDゆえ、RFIDには大容量のメモリは搭載していない。RFIDが取り付けられている物の詳細な情報は、RFIDから得られる識別情報(ID情報)を用い、質問器に接続されたコンピュータやネットワークから、ID情報と紐付けされた詳細な情報を得ることを前提に考える。

◆RFID vs. 2次元バーコード

RFIDが世の中に注目された1990年代は、「競合するバーコードシステムのID割り当て数に限りがあるので、バーコードシステムの後継としてRFIDシステムが普及する。」と言われていた。しかし、バーコードも1次元から2次元のバーコードが出現し、その読み取り用の高価だったCCDカメラも低価格化が加速してくると、2次元バーコードへの注目も高まってきた。最近では、スマートフォンのカメラで2次元バーコードを簡単に読み込み、そのままネットワークに情報を送ることも行えるようになってきた。

◆RFIDシステムと個人情報保護の関係 [4]

UHF帯RFIDは、その通信距離が長いので、人の情報を、その人が気づかぬうちに読み取られてしまう危険性が存在する。そこで、人の識別には、人が質問器にRFIDカードをかざすというアクション(個人情報を差し出す行為)を併用した、近距離用の13.56MHzRFIDが用いられている。長距離用のUHF帯RFIDは、物の識別を行うことが主流となっている。

RFIDは、その特徴を知ると便利に使うことができる。RFIDについては書きたいことがたくさんあるが、誌面の制限もあるので、私のRFIDのホームページ(<http://amplet.com/rfid>)も読んでいただきたい。

参考文献

- [1] 根日屋 英之、植竹 古都美、「ユビキタス無線通信の基礎とRFIDについて(連載)」、月刊バーコード 2003年11月号~2004年2月号、日本工業出版
- [2] 根日屋 英之、植竹 古都美、「ユビキタス無線工学と微細RFID」、ISBN 978-450132420-9、東京電機大学出版局
- [3] 根日屋 英之、小川 真紀、「ユビキタス無線デバイス」、ISBN 978-450132450-6、東京電機大学出版局
- [4] 根日屋 英之、平成19年度 YRP 情報通信技術研修 テキスト