

0.4mm角RFIDチップ 「ミューチップ」の設計技術



宇佐美光雄

回路，アンテナ，実装，セキュリティ技術を組み合わせる

筆者ら(日立製作所)は、0.4mm角と非常に小さいRFIDチップ「ミューチップ」を開発した。RFIDとは、無線を利用する自動識別技術である。読み取り装置が発生する電波を受信し、その電磁波エネルギーを使って回路を駆動し、識別番号などの情報を送信する。ここでは、本RFIDチップ開発の背景や回路構成、電気的特性、アンテナとの接続(実装)上のくふうなどについて解説する。(編集部)

非接触ICカードの普及に伴って、RFID (radio frequency identification ; 無線を用いた自動識別) 技術に注目が集まっている。これは決して目新しい技術ではない。最近になって急速に普及が進んでいる大きな要因は、半導体技術が進展し、現実的な価格で機能を提供できるようになったためであると考えられる。

非接触ICカードは人間が所持するものである。一方、RFID技術をベースとする「ICタグ」という応用もある。これは荷札のようなもので、ものに貼りつけたり、埋め込んだりして使用する。ICタグはこの世の中のあらゆる物品を識別できるようにすることを目的としており、今後のユビキタス社会の重要な構成要素として注目を集めている^{1)~3)}。この技術の利用範囲は広いが、例えばインターネット技術と組み合わせて、有価証券や各種金券類の偽造防止、認証技術などに利用しようという動きが出てきている。

筆者ら(日立製作所)はICタグ向けのRFIDチップ「ミューチップ(写真1)」を開発している⁴⁾。これは世界最小のRFIDチップである。本稿では、本RFIDチップの特徴や回路構成、電気的特性、アンテナとの接続技術などについて解説する。

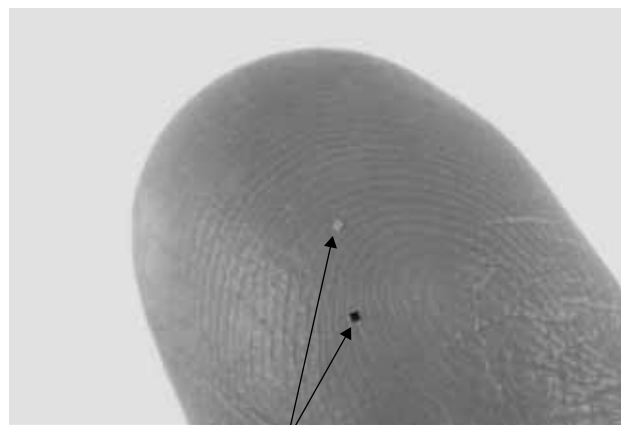
1 ミューチップとは？

まず、本RFIDチップ開発の背景について述べる。

●当初の開発目標は有価証券の偽造防止

ミューチップは名まえのとおり小さいチップを意味している。RFID技術を用いており、電池なしに内部のメモリ情報(識別番号など)を読み出すことができる(p.130のコラム「ミューチップは放射電磁波を、電子乗車券は誘導電磁波を利用」を参照)。さまざまな局面での利用が想定されるため、できるだけ特定の応用をイメージしないように中性的なネーミングとした。

当初は紙幣などの有価証券の偽造防止を強く意識して開発を進めていた。本RFIDチップの外観を写真1に示す。外



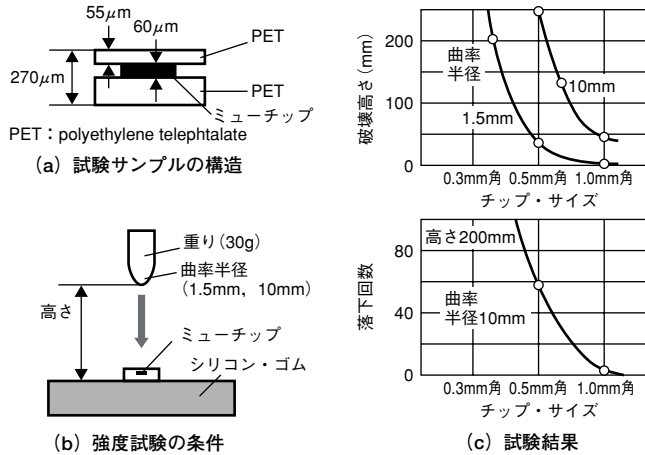
ミューチップ(0.4mm×0.4mm×0.06mm)

【写真1】ミューチップの外観

ミューチップは、電池なしで動作する無線認識(RFID)用の半導体チップである。ユビキタス社会を実現するために重要な役割を果たすと期待されている。本RFIDチップの平面サイズは、指紋の幅と比較できるほど小さい。

形は0.4mm角と、指の指紋と比べられるほど小さい。一方、厚さは0.06mmである。これは筆者らが提案し、すでに量産に入っている薄型非接触ICカード用のチップと同じ薄さである。

製造工程における取り扱いやすさや凹凸を考慮して、通常、半導体ウェハの厚さは規格化されている。トランジスタ素子はウェハ表面より数 μm の深さに形成されるため、ウェハを薄くしてもチップの動作には影響しない。薄型チップの電気的特性については、SOI (silicon on insulator) ;



〔図1〕強度の向上

ミューチップは、紙幣や商品券、株券などの有価証券に埋め込んで使用することを目標としており、機械的強度の確保を低コストで実現する必要がある。そのため、チップ・サイズを小型化することが有効である。

絶縁層の上に単結晶シリコンを形成したウェハ)を用いて確認した。

半導体チップを薄くできれば、物理的な紙媒体との親和性が向上する。また、折り曲げの応力に対する柔軟性も増す。

●サイズが小さくなると機械的強度が上がる

上記のような目的に利用されるRFIDチップには、紙媒体との親和性が強く求められる。図1は本RFIDチップの機械的衝撃試験とその結果を示している。紙媒体のような薄いものに半導体チップを組み込んだ例は少なく、もっとも懸念されたのがいかにして機械的強度を確保するかということだった。

試験の結果、チップ・サイズを0.5mm角以下にすることによって、耐衝撃強度の向上が見られることがわかった。実験した半導体チップの厚さは0.06mmである。チップ・サイズを小さくすることによって、強度などの信頼性が向上することは注目すべき点である。

ここで、この機械的衝撃試験の詳細について説明する。ICカードの場合も含めて、人体やものに付着する素子は、強固なパッケージに封止された従来の素子よりも、過酷な機械的ストレスにさらされることが多い。これは、たいていの場合、付着する対象がプラスチックや紙などのように薄く、かつ財布の中に入れられるなど、生活のさまざまな場面でストレスを受ける機会があるためである。

コラム ミューチップは放射電磁波を、電子乗車券は誘導電磁波を利用

「電子乗車券」としておなじみとなった鉄道改札口での自動認識技術の普及とともに、電磁波を利用した無線ICカードが身近なものとなってきた。携帯電話もまた無線技術の高度化、低価格化のたまたまのと言えが、こちらは電池付きの装置である。一方、本稿で解説している無線ICタグは電池を搭載しないことが多い。

半導体チップを駆動する電源としては、無線(電磁波エネルギー)そのものを使う。利用される電磁波には種類があって、表Aのように分類することができる。利用される搬送周波数によって、読み取り装置(リーダ)から送出される電磁波の種類が異なる。

ミューチップで使われている電磁波は、「放射電磁波」と呼ばれているものである。これは読み取り装置からの距離の逆数に比例してエネルギー強度が減衰する電磁波で、比較的通信距離をとりやすい。一方、電子乗車券の場合、表面が人体にふれやすいため、水分の影響を比較的受けにくい「誘導電磁波」が利用されている。

いずれの場合も電磁波は交流なので、そのままでは半導体チップを駆動する電源として使用できない。半導体チップの受信部には整

流回路があり、交流電圧を直流電圧へ変換する。RFIDチップの性能はこの整流回路に依存するところが大きく、今後、この回路の特性の改善によって通信距離が延びるものと考えられている。

アンテナのサイズについては、誘導電磁波よりも放射電磁波のほうがアンテナを小さくしやすい。無線ICタグのように大量に利用され、かつ対象物のサイズが多岐に渡る場合には、魅力的な特徴である。

〔表A〕利用される電磁波の種類

電磁波の種類	利用される搬送周波数	特徴	ICタグ/カードの主な用途
放射電磁波	2.45GHz	<ul style="list-style-type: none"> ●距離の逆数で強度が減衰 ●アンテナが小さい ●水分の影響をやや受けやすい 	物流管理、入場券、偽造防止、ブランド管理
誘導電磁波	13.56MHz	<ul style="list-style-type: none"> ●距離の2乗の逆数でエネルギー減衰 ●アンテナがやや大きい ●水分の影響を比較的受けにくい 	電子乗車券、電子マネー、流通品管理、入出管理