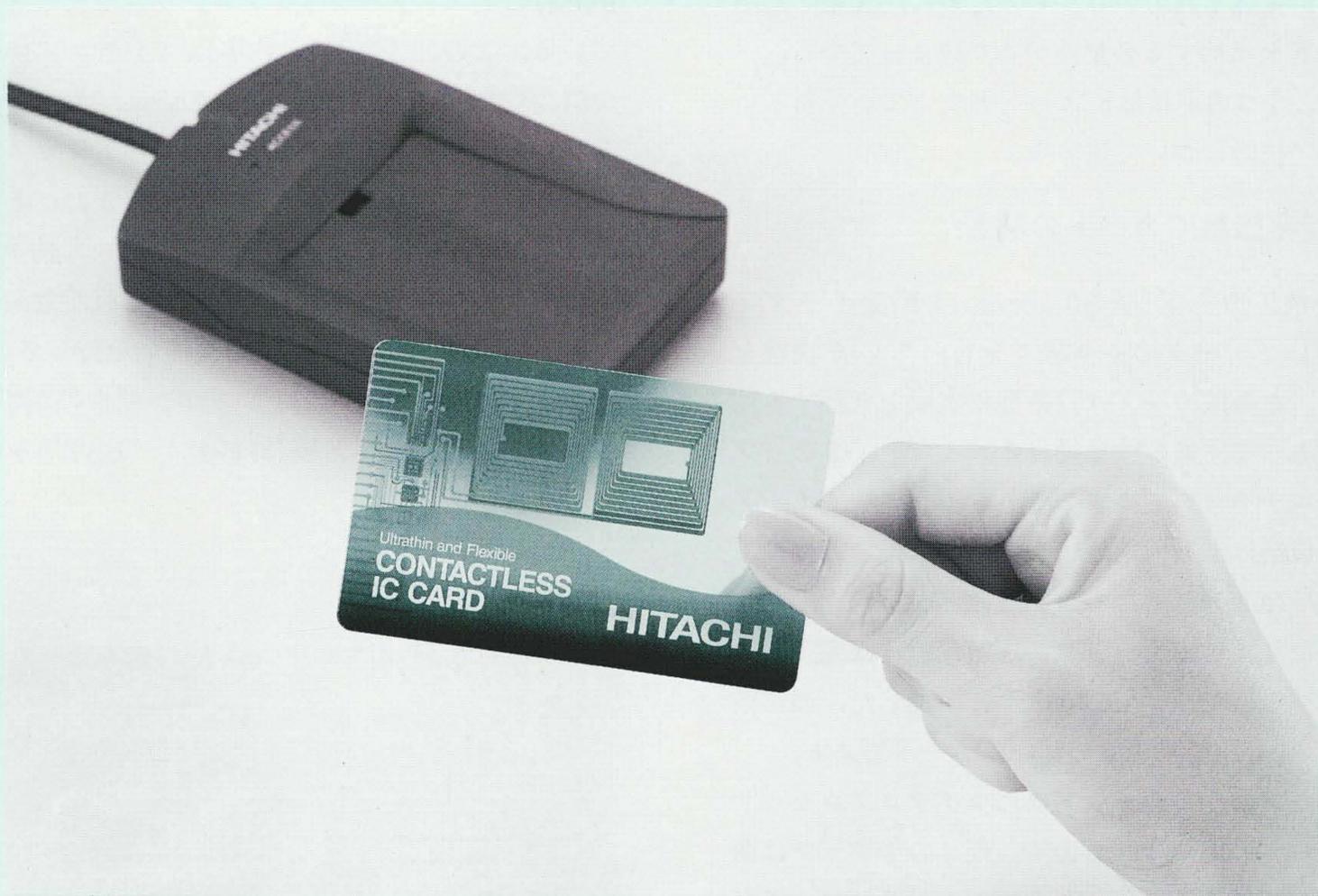


ICカードを支える新しいテクノロジー

New Technology for IC Card Hardware System

宇佐美光雄 *Mitsuo Usami*
辻 和隆 *Kazutaka Tsuji*
安藤公明 *Kimiaki Ando*



開発した薄型非接触ICカード

薄型非接触ICカードは、ICチップを超薄型化し、さらに異方導電性フィルムでベアチップ接続するなど、薄型実装新技術を駆使して開発したものである。

ICカードのユーザー利便性向上を図り、さまざまなシステムへの応用展開を促進していくために、現行のクレジットカードの厚さ0.76 mmよりも薄くて量産性に優れた非接触ICカードを開発した。

非接触ICカードは、電気的接点をカード表面に持たないので、非接触による利用という機能性を持ち、ICカード用リーダ・ライタに接点が不要で、かつメンテナンスフリーとなりやすいことから、今後急速に普及、拡大していくものと期待されている。

この非接触ICカードは、(1) 電子部品(ICチップ、コンデンサ、コイル)の薄型化技術、(2) 異方導電性フィルムによ

る薄型ベアチップ実装技術、(3) 環境安全性や耐熱性に優れたPET(Polyethylene Terephthalate)カード基板技術によって薄型化を図った。

開発したICカードやリーダ・ライタは、通信距離0～2 mmの密着型非接触ICカードの国際標準規格である“ISO/IEC10536”の電気的仕様に準拠して設計している。

ICカード薄型化技術は、この密着型をはじめとして、電子乗車券用ICカードなどの近接型や、物流用ICカードなどのマイクロ波型など、多種の非接触ICカードに活用できるものと期待されている。

1 はじめに

ICカードは、クレジットカードなどに多く使われている磁気カードに比べて、大量の情報を記録でき、機密保持機能も高い。中でも非接触ICカードは、例えばICカード電子乗車券のようにリーダ・ライタに近づけるだけでデータのやり取りができる機能性と、リーダ・ライタに接点が不要、メンテナンスフリー化が容易などにより、大きな需要が見込まれている。そのために、大量で高品質のICカードを供給する必要性がより強まっている。

ここでは、今後の非接触ICカードを支えていく新しいハードウェア技術について述べる。

2 薄型非接触ICカードの開発

薄型非接触ICカード(厚さ0.76 mm以下)をリーダ・ライタに置いてデータのやり取りを行っている状態を図1に示す。このICカードは、薄型化実現を立証する試作カードであって、電磁波を受けるコイルと、3チップから成るマルチチップで構成している。非接触ICカードの国際標準規格は、通信距離によって密着型、近接型、マイクロ波型の3分野別に、それぞれ整備されつつある。今回開発した非接触ICカードは、規格化がほぼ完了している国際標準規格“ISO/IEC10536”に準拠した、通信距離が0 mm～2 mmの密着型の動作ICカードである。

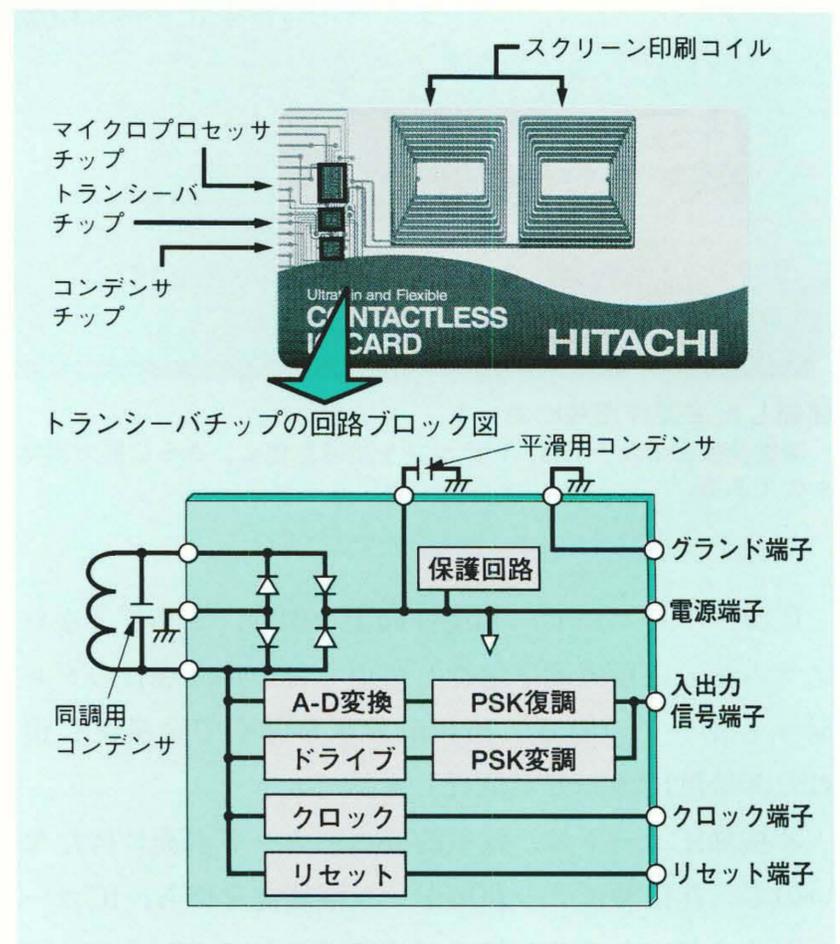
この3チップのうち2チップは、マイクロプロセッサとトランシーバのICチップである。残りの1チップは薄型のコンデンサである。マイクロプロセッサには、既存の接触型ICカードで使用されているものと同じ系列のICチップを採用している。マイクロプロセッサ内には



図1 非接触ICカードとリーダ・ライタ

国際標準規格に準拠した電気的仕様に従って開発したリーダ・ライタにより、薄型非接触ICカードとデータの受け渡しができる。

16 kバイトのメモリ容量を持つROM(Read-Only Memory)があり、この中に、決められたコマンドを実行したり、リーダ・ライタとの通信プロトコルを制御するために専用設計したマイクロプログラムを内蔵している。開発した非接触ICカードは、さまざまな金融決済や複雑な認証システムに有効に活用できるように、マイクロプロセッサ内の8 kバイトの大容量の電氣的に書き換え可能なEEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM)にアプリケーションプログラムやデータを保持している。このEEPROMの内容はマイクロプロセッサ内の512バイトのRAM(Random Access Memory)エリアを利用して、ファイルデータとしてのアクセス制御やデータの管理を行うことが可能である。また、トランシーバは、この非接触ICカードをバッテリーレス動作させるために、リーダ・ライタからの電磁波を直流電源に変換したり、無線通信するための変復調機能を持っている(図2参照)。薄型コンデンサは、シリコン基板の上で、2層メタルの間に強誘電体薄膜(材料名：“BST”)を挟み込む



注：略語説明

A-D (Analog-to-Digital), PSK (Phase Shift Keying)

図2 薄型非接触ICカードの回路構成

トランシーバチップは、リーダ・ライタからの電磁波を受けてマイクロプロセッサチップに直流電源を供給したり、無線データの変復調を行う。

構造となっている。半導体と同じウェーハプロセスで形成するので、マスク設計によってチップ内に複数のコンデンサを持つことが容易であり、同調用、平滑用、デカップリング用など4個のコンデンサを集積している。

コイルは、ISO(国際標準化機構)規格で規定された所定位置に導電性ペーストを使用し、量産性に優れたスクリーン印刷で形成している。ICカードをリーダ・ライタに置くと、リーダ・ライタから出る電磁波によってコイルの両端に起電力が発生し、エネルギー受信と無線通信が行われることになる。

この薄型非接触ICカードの電気的仕様を表1にまとめて示す。

3 薄型非接触ICカード実装技術の開発

この薄型非接触ICカードでは、使用する電子部品をすべて薄型化し、それらを0.25~0.76 mm厚のPET(Polyethylene Terephthalate)カード基板の中立面に実装する技術を開発した。

3.1 搭載電子部品の薄型化

薄型非接触ICカードの構造と従来の非接触ICカードの構造を図3に比較して示す。薄型ICカード実装技術では、ICチップを100 μm以下まで安定に薄型化したものをICカードの中立面に搭載する方法をとっている。このことにより、ICカード構造の簡潔化が図れ、かつICカードの薄型化を容易に達成することができた。

ICチップを薄型加工する方法は、各種考えることができる。SOI(Silicon-on-Insulator)¹⁾ウェーハを用いれば、内層のシリコン酸化膜がエッチングストップ層となり、

表1 試作した薄型非接触ICカードの電気的仕様

ICカードに搭載するマイクロプロセッサをプログラムすることにより、多様な機能を実現することが可能となる。

項目	電気的仕様
結合方式	電磁結合
キャリア周波数	4.9152 MHz
通信周波数	307.2 kHz
変調方式	PSK
通信速度	9,600ビット/s
通信距離	0~2 mm
消費電力	15 mW以下
マイクロプロセッサ	8ビットプロセッサ
メモリ容量	ROM: 16 kバイト RAM: 512バイト EEPROM: 8 kバイト
コンデンサ	10,000 pF 2個 300 pF 2個

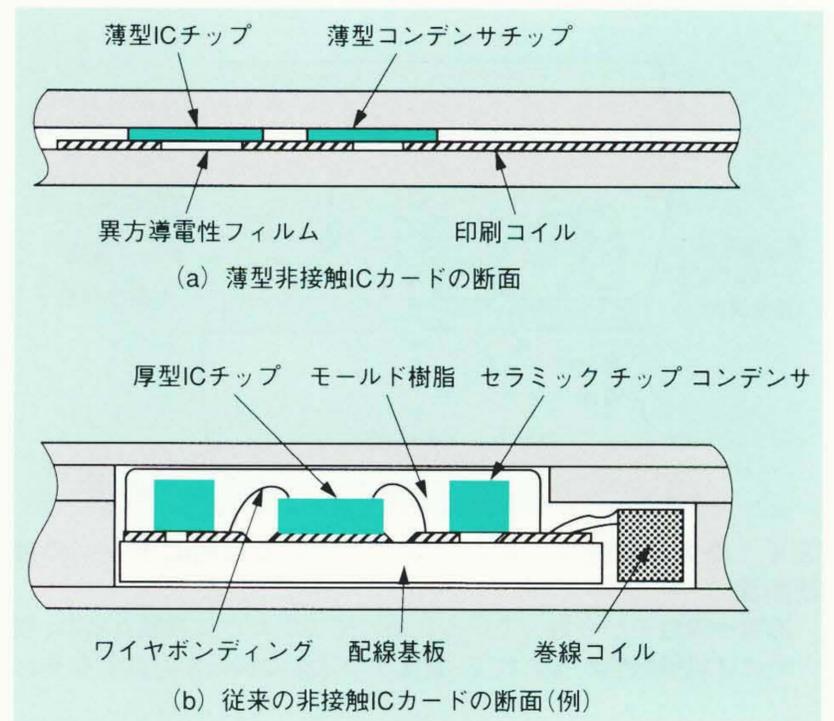


図3 非接触ICカードの構造比較

今回開発した構造(a)は従来の構造(b)に比較して、すべての部品を薄型化してICカードの中立面に実装しているのが特徴である。

高精度に薄くすることができる。今回は、従来のプロセスとの整合性を重視し、従来のウェーハに機械的研削技術と化学的研磨技術を併用し、安定した薄型化を達成した。

コンデンサについても、シリコン基板に形成することにより、通常のICチップと共通の方法で安定に薄型化を実現した。また、ICチップを薄くしても、加工する前後で電気的特性変動が生じないことも確認している²⁾。

3.2 異方導電性フィルムによる薄型接続

薄型チップと基板配線の接続には、異方導電性フィルム“ACF(Anisotropic Conductive Film)”³⁾を使用している。ACFは、加熱によって溶融硬化する接着樹脂フィルムの中に導電性の微粒子を多数分散したものである。この微粒子の直径は5~10 μm程度と小さい。薄型チップと配線基板の間にACFを入れて加熱圧着すると、薄型チップの電極と基板配線に挟まれた導電性微粒子によって縦方向に導通がとれ、電気的に接続する(図4参照)。一方、横方向には分散した導電性微粒子が連続してつながる確率が小さいので、絶縁状態が保持され、電極間の配線ショートは発生しない。ACFを使用することにより、従来のICカードで多く用いられているワイヤボンディングや樹脂によるモールドが不要となる。このように、薄型チップの複数電極がフェースダウンで一括接続されるため、簡便で量産性に優れた組立工程でICカードを製造することが可能となった。また、薄型にしたチップを薄型接続していることになるので、次のフィルムラミネートを施す工程により、ICカード表面が容易に平坦(た

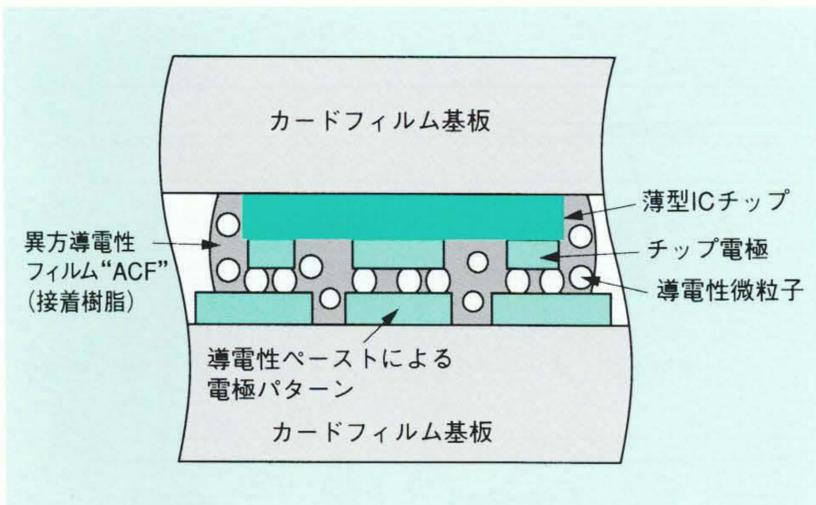


図4 異方導電性フィルム“ACF”による薄型ICチップの接続断面

導電性微粒子が分散しているために縦方向だけに接続がとれ、横方向には絶縁状態が保たれて、簡便かつ薄型な接続が可能となる。

ん)となる。

3.3 環境安全性を考慮したICカード基板

ICカードの配線基板やラミネート用フィルムには、すべてPETを使用している。PETは、テレホンカードや写真フィルムなどに用いられているプラスチック材料であり、耐熱性に優れていることから、真夏の車内に放置してもカードが変形することはない。また、PETは再資源化が可能である。

4 薄型非接触ICカード実装技術の今後の展開

薄型非接触ICカードで採用した薄型ベアチップ実装技術は、密着型だけでなく、共通技術として近接型やマイクロ波型の薄型非接触ICカードへの展開も可能である。さらに、この技術を従来のエレクトロニクス表面実装技術や半導体パッケージング技術に付加すると、(1)薄型・軽量化、(2)異種デバイスとの融合化、(3)湾曲実装化、(4)高密度積層化、(5)高冷却化などをもたらすものと期待できる。

5 おわりに

ここでは、厚さ0.76 mm以下の薄型非接触ICカード

と、このICカードを支える新しい技術について述べた。

(1) ICチップを100 μm以下に薄型化し、(2) 異方導電性フィルムを使用し、(3) 環境に優しいPET基板に実装する新技術により、このICカードを開発した。その結果、ICカードそのものの構造が簡潔となり、ICカードの薄型化にとどまらず、大量生産にも適しているという効果を得た。この技術は、将来のICカード社会の基盤となるICカードの安定供給と普及の拡大に大きく寄与するものと考えられる。

参考文献

- 1) T. Abe, et al. : Silicon-on-Insulator Technology and Devices, The Electrochemical Society, Pennington, NJ, PV90-6, p.61(1990)
- 2) 宇佐美, 外: 超高密度Si接合技術による欠陥救済法における電氣的デバイス特性, 電子情報通信学会1997年総大会, C-12-12, p.150(平9-3)
- 3) 渡辺, 外: フリップチップ接続用異方導電材「フリップタック」, 電子材料, 36, 4, pp.47~50(平9-4)

執筆者紹介



宇佐美光雄

1971年日立製作所入社, 中央研究所
電子デバイス研究部 所属
現在, 非接触ICカードの研究開発に従事
工学博士
IEEE会員, 電子情報通信学会会員
E-mail: Mitsuo-crl. Usami@c-net3. crl. hitachi. co. jp



辻 和隆

1983年日立製作所入社, 中央研究所
電子デバイス研究部 所属
現在, 非接触ICカードの研究開発に従事
理学博士
応用物理学会会員, 映像情報メディア学会会員
E-mail: ktsuji@crl. hitachi. co. jp



安藤公明

1970年日立製作所入社, 中央研究所
先端技術研究部 所属
現在, 非接触ICカードシステムの研究開発に従事
電子情報通信学会会員
E-mail: Kimiaki-crl. Ando@c-net3. crl. hitachi. co. jp