

抵抗膜式透明タッチパネル

電子部品開発センタ 水谷 宗幹*1
電子デバイス研究所 山本 敏*2・永田 雅克*2・中尾 知*3・黒坂 昭人*4
プリント回路事業部 川上 裕之*5・遠藤 正徳*6
L T E C L t d. 吉沼 邦

Resistive Type of Transparent Touch-panel

M. Mizutani, S. Yamamoto, M. Nagata, O. Nakao, Dr. A. Korosaka,
H. Kawakami, M. Endo & K. Yoshinuma

携帯電話と同様にPDAなどの移動可能な電子情報機器にEメールやインターネットなどの機能を付け加えようとすると、今日では、透明タッチパネルがそれら携帯端末に付属するインタフェース用部品として重要な役割を演じていることを、直ちにかつ明確に認識させられる。それゆえ、タッチパネルの需要が急速に伸びることが期待できるとの予測のもとに、抵抗膜式透明タッチパネルを開発した。さらに、この抵抗膜式透明タッチパネルが、上述した応用において、その出力性能や信頼性などに関する従来の仕様を満足させることも確認した。

In these days, if it is attempted expansively to add e-mail and Internet capability, as well as wireless telephone, to such mobile devices as handheld personal digital assistants, it is immediately realized that transparent touch-panel plays a important role as a interface attachment to them. Therefore we have developed a resistive type of transparent touch-panel, based on the expectation that is rapid growth of demand for touch-panels. In addition, it has been confirmed that the transparent touch-panel fulfilled the conventional specification, concerning output performances, reliability and so on, for the above-mentioned application.

1. ま え が き

情報化社会への急激な進展、さらにその多様化および高速化にともない、今日、インターネットの利用によって日常生活に必要な情報や品物を容易に入手できるようになった。このようなネットワークの構築には、パーソナルコンピュータの飛躍的な普及が大きく寄与している。しかしながら、パーソナルコンピュータの応用範囲が徐々に広がるにつれて、インタフェースの入力デバイスにも様々な要望が生じるようになり、従来のキーボードやマウスだけではこれらの要望に対応が不十分な状況となっている¹⁾。そこで近年、携帯が可能で操作が簡単であり、しかも手書き文字入力可能なタッチパネルがインタフェース用デバイスとして登場してきた。

タッチパネルの方式としては、抵抗膜方式、光学方式、

静電容量方式、超音波方式、圧力方式などがある。駅や図書館などの公共施設には乱暴に扱っても破損しない方式、車載のナビゲーション・システムには振動や外光に耐久性のある方式、携帯端末には軽くて薄い方式など用途に応じて種々の方式が採用されている。各方式の特徴とその用途の関係を表1に示す²⁾。この中でも、抵抗膜方式のタッチパネルは、電子手帳、パーソナル携帯情報機器やノートパソコンなどの入力機器として急激に普及している。

以上のような状況に鑑み、当社においてもタッチパネルの事業展開あるいは応用開発可能か否かを検討する目的で、抵抗膜式透明タッチパネルを自作し、その出力特性や信頼性を評価した。

2. タッチパネルの構造と原理

図1に抵抗膜式タッチパネルの基本構造を示す。タッチパネルは上部電極板(可動電極板)と下部電極板(固定電極板)から成り、スペーサをかいして貼り合わせ剤により相対させる構造となっている。上下電極間のギャップは通常100~300 μ mである。このギャップに対してド

*1 プリント回路開発部
*2 マイクロデバイス開発部
*3 マイクロデバイス開発部グループ長
*4 マイクロデバイス開発部長(工博)
*5 技術部第三技術課長
*6 技師長

表1 タッチパネルにおける各方式の特徴とその用途
Comparison of characteristics and application
on four types of touch-panel

| 特性 / 方式 | | 抵抗膜 | 光 学 | 静電容量 | 超音波 |
|-------------|---------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|---------|
| 一般的 特 性 | 量産性 | | | | × |
| | 価 格 | | | | × |
| | 厚 さ | | | | |
| | 枠寸法 | | × | | |
| | 重 量 | | | | × |
| | 誤動作 | | | | |
| | 3次元入力 | × | × | | |
| 電氣的 特 性 | 直線性 | | | | |
| | 分解能 | | | | |
| | 絶縁性 | | | | |
| 光学特性 | 耐電圧 | | | | |
| | 光透過率 | 80 ~ 85 | 95 ~ 100 | 80 ~ 85 | 85 ~ 90 |
| | 光反射率 | 20 ~ 25 | 0 ~ 10 | 15 ~ 20 | 10 ~ 20 |
| | ニュートンリング | | | | |
| | 色相変化 | × | | | |
| 環境物理 特 性 | 入力耐久性 | × | | | |
| | 擦傷性 | × | | | |
| | 高湿高温 | × | | × | |
| 用 途 | 電子手帳, PDA, FAX, PHS | ATM, 券売機, 医療関連 | 案内シス テム, ゲーム機 | ATM, 案内シス テム, 医療関連 | |

ットスペースの高さは5 ~ 10 μm程度であり、直径も50 μm 以下に抑えている。これは、ドットスペースに誤入力や常時ON状態の防止 その存在がパネルに表示される画像を阻害しない 書き味を良くするなどの機能が求められるからである³⁾。

タッチパネルの出力特性は、その基本構造を形成している透明導電膜のITO (Indium Tin Oxide) が有する電気特性や均一性に大きく依存している。上部電極に使用されるITO膜 / PET (Polyethylene Terephthalate) フィルムは、表面硬度、耐擦傷性、汚れ防止といった特徴が必要であるため、ハードコート膜が形成されており、その中でも反射防止膜を形成し透過率を上げるといった工夫がされている⁴⁾。通常、タッチパネルはLCD (Liquid Crystal Display) やCRT (Cathode Ray Tube) に重ねるように配置されるため、透明性という点で80% (550nm) 以上の透過率が必要である。また、抵抗膜式タッチパネルのアナログ方式では、ITO膜の電気的特性は、膜抵抗均一性や環境試験後の抵抗値の変動が無いことが特に重要となる。これは、このタイプのタッチパネルの入出力の原理が膜抵抗の均一性に依存しているためである。

アナログ方式の抵抗膜式タッチパネルにおける入出力原理を説明すると次のようになる。図2に示すように、アナログ式のタッチパネルでは、上部電極板は入力時に指またはペンによる押圧を受け、下部電極板と接触する。これに電圧 (E) を印加すると電極間に電位勾配ができる。この電圧を上部電極板の電極で読み取り、コントローラ

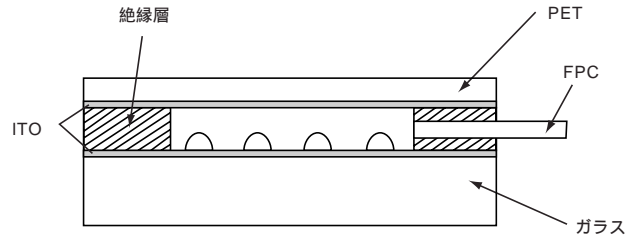


図1 抵抗膜式タッチパネルの断面の概略図
Structure view of cross section in case of resistive touch-panels

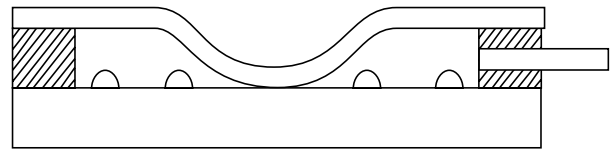


図2 抵抗膜式タッチパネルにおける入力模式図
Pressure brings the two conductive panels into electrical contact, measured as a switch closure

を開いてX軸の入力位置を計算により求める。次に下部電極板の電極間に電圧 (E) を印加し下部電極板の電極で電圧を読み、Y軸の位置を計算し、入力点をディスプレイ上に表示する。

タッチパネルは設計上、パネルの大きさを示す「外形」、実際に押すことによって動作する「動作領域」、外形から動作領域を除いた「不動作領域」の3つの領域から構成される。さらに実デバイスとして使用される場合には、画像を表示する「可視領域」が上述の領域に加わる⁵⁾。

3. タッチパネルの製造プロセス

図3にタッチパネルの製造プロセスを示す。上部電極はPET厚188 μm、アンカーコート・ハードコート付き500 / のITO/PETフィルムを材料とした。はじめに、ITO/PETフィルムの収縮を防止するため150・15分間アニールした。ITO/PETフィルム上の動作領域部にレジストを印刷し、エッチングして周辺の銀インキ印刷回路部分のITO膜を除去した。エッチング液には塩酸と硫酸の混合水溶液を使用するため、耐酸性・弱アルカリで容易に剥離できるようなレジストを用いた。ついで、可視領域以外の部分に銀インキを印刷して平行電極と引きまわし回路を形成した。その後、形成された銀回路を覆うように絶縁インキを印刷した。銀インキ・絶縁インキともにITOに対して十分な密着性が得られるような材料を選択しなければならない。最後に上下電極を貼り合わせるための糊を印刷し、プレス機により外径を打ち抜き上部電極とした。

下部電極にはITO/ガラス基板を材料とした。上部電極同様にITOエッチング用レジストを印刷し、エッチングして周辺の銀インキ印刷回路部分のITO膜を除去した。ドットスペースを印刷・焼成した後、銀インキを用いてITO/PETフィルムで形成した方向と垂直方向となるように平行電極と引き回し回路を形成し、絶縁インキを印刷

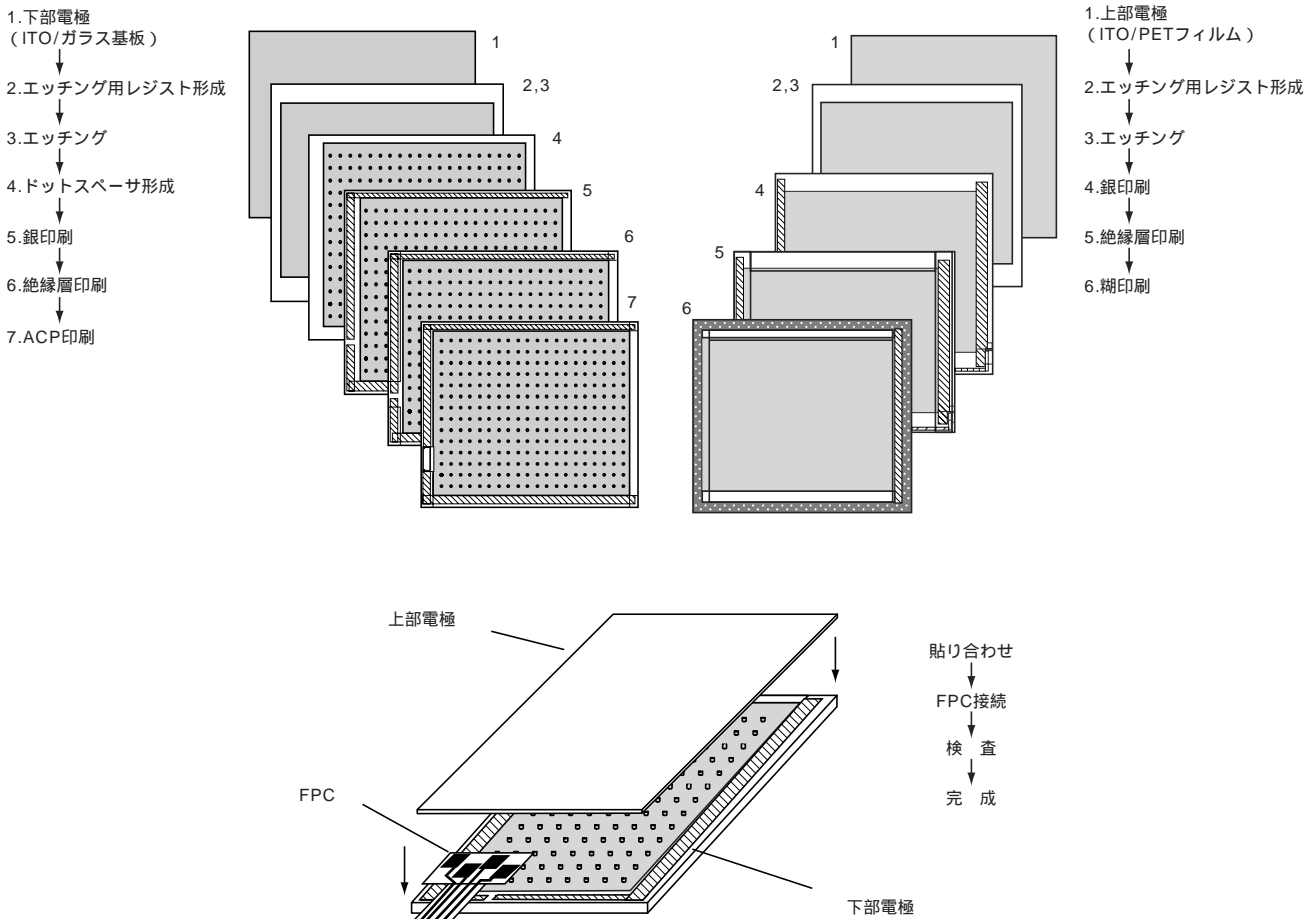


図3 抵抗膜式タッチパネルの製造プロセス
Process flow of the resistive touch-panel

した。両インキとも上部電極形成時に使用したインキと同様の材料を用いた。その後、所定の大きさにITO/ガラス基板をスクライバを用いて切断し、下部電極とした。続いて、上部電極に印刷した糊と下部電極を貼り合わせるにより、両電極を所定の間隔に保持しながら接合した。同時に、別途作製した引き出し線用のFPCを異方導電性ペーストと熱圧着させることにより上下電極間およびFPCとの回路を接続した。

4. タッチパネルの評価

自作した透明タッチパネル(図4)に対して、電気特性、光学特性および信頼性について評価した。信頼性については打鍵および筆記耐久試験に加えて、高温、高温高湿、熱サイクルの3種類の環境試験を行った。評価基準は、三谷らが報告しているアナログ式タッチパネルの特性を参考にして評価した⁶⁾。

4.1 電気的特性

電気的特性は、X軸およびY軸の端子抵抗、リニアリティ、回路抵抗率と上下電極間の絶縁抵抗が評価項目となる。

ここでリニアリティと回路抵抗率の測定原理を説明する。たとえば、図5に示すようにX、Y電極のリニアリティと回路抵抗率を測定する場合、X電極に電圧Eを印加す



図4 抵抗膜式タッチパネルの外観
Appearance of the resistive touch-panels

る。このときの入力部の抵抗をR、配線回路の抵抗をr₁およびr₂とすると

$$\text{リニアリティ}(\%) = E / E \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

$$\begin{aligned} \text{回路抵抗率} &= (r_1 + r_2) / (R + r_1 + r_2) \\ &= (Er_1 + Er_2) / (ER + Er_1 + Er_2) \dots \dots \dots (2) \end{aligned}$$

と表すことができる。

ここでは、リニアリティに関する評価を次のような手

順で行った。まず、X軸およびY軸を各々等間隔に10分割した。したがって、測定点は $(X_1, Y_1), (X_2, Y_1), (X_1, Y_2) \dots (X_{10}, Y_{10})$ の100点とした。X軸方向およびY軸方向に流す電流値を一定とし、各測定点の電圧を測定した。また、 $(X_1, Y_1), (X_{10}, Y_{10})$ を直線で結び、この直線からの各測定点のずれでリニアリティを評価した。その代表的な測定結果を図6に示す。

この評価方法で作成したタッチパネル47個の出力特性を測定し、このときの測定する方法として適用した。リ

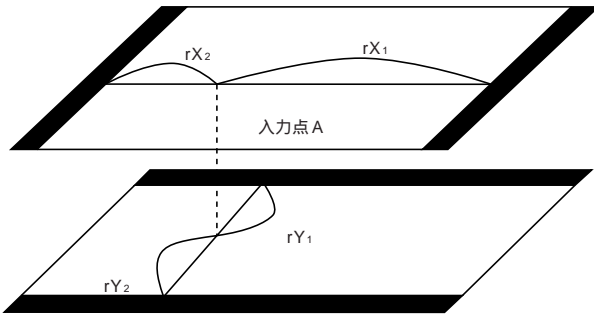


図5 タッチパネルの動作原理
Principle of operation in case of resistive touch-panel

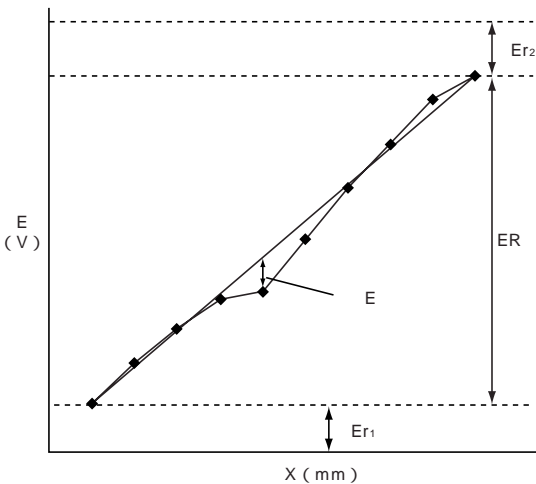


図6 代表的なリニアリティの測定結果
Typical result of the linearity exhibited by the resistive touch-panels

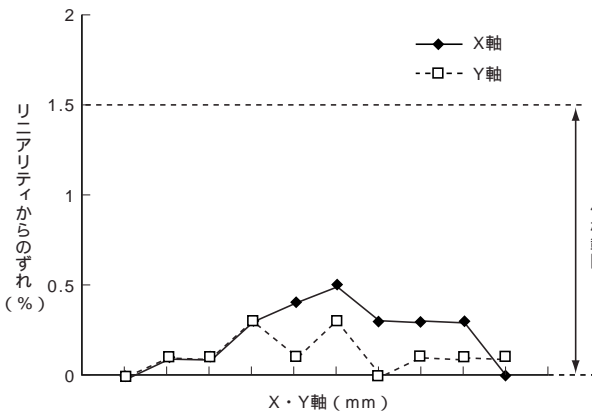


図7 出力時におけるリニアリティからのずれ
Deviation of output voltage from the linearity

ニアリティのX軸、Y軸それぞれの平均値は0.5, 0.4%であった。また、回路抵抗率は8.8, 5.7%となった。図7に出力時におけるX軸およびY軸でのリニアリティのずれを示す。

4.2 光透過率

本測定には波長550nmの可視光線を用いた。自作したタッチパネルはすべて82%以上の透過率を示した。本構造のタッチパネルの場合、その光透過率は採用するITO/PETフィルムの光学特性に大きく依存する。そのため、ITO/PETフィルムの材質を変更することにより、上述したタッチパネルの光透過率は大きく改善できると考えられる。

4.3 耐久試験

打鍵試験における条件は、250g、R0.8のペンで3Vの電圧をかけ100万回とした。図8に各回数におけるリニアリティからの最大ずれについてその推移を示す。リニアリティには多少ばらつきがあるものの、端子抵抗、回路抵抗率とともに測定誤差範囲に収まっており、打鍵による導電膜の劣化と思われるような変化は見られなかった。

筆記耐久試験は250g、R0.8のペンにより10万文字筆記した。図9に各文字数におけるリニアリティからの最大ずれについてその推移を示す。これも打鍵試験と同様に測定誤差を超える変化は見られず、耐久試験に関して満足できる結果となった。

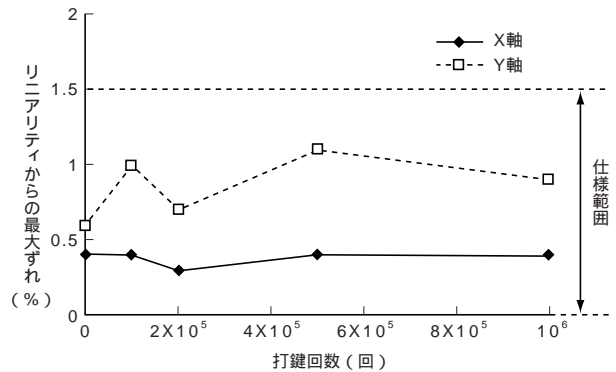


図8 打鍵試験におけるリニアリティからの最大ずれ値
Maximum deviation from the linearity during operating life test

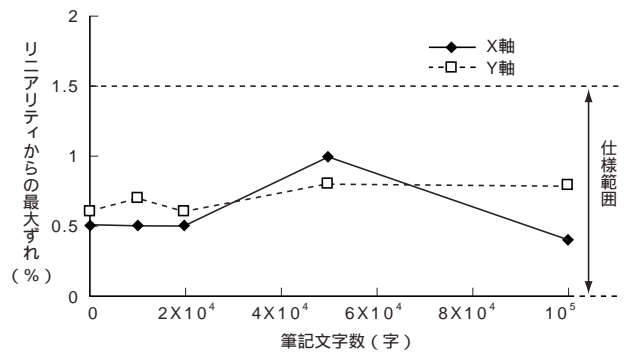


図9 筆記試験におけるリニアリティからの最大ずれ値
Maximum deviation from the linearity during writing life test

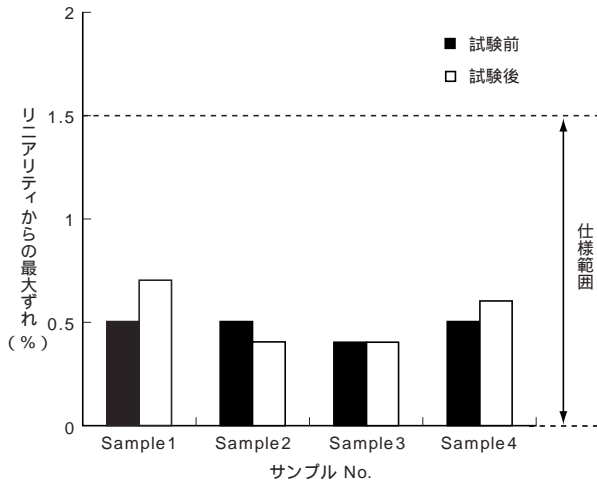


図10 高温試験がおよぼすリニアリティからの最大ずれへの影響

Influence of high temperature storage on maximum deviation from the linearity

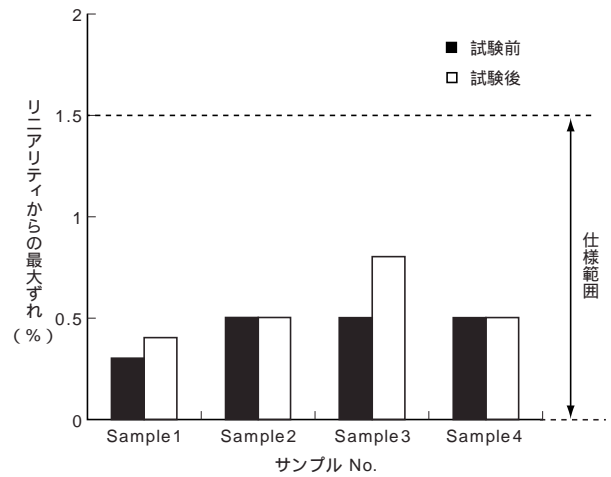


図12 熱サイクル試験がおよぼすリニアリティからの最大ずれへの影響

Influence of heat cycles on maximum deviation from the linearity

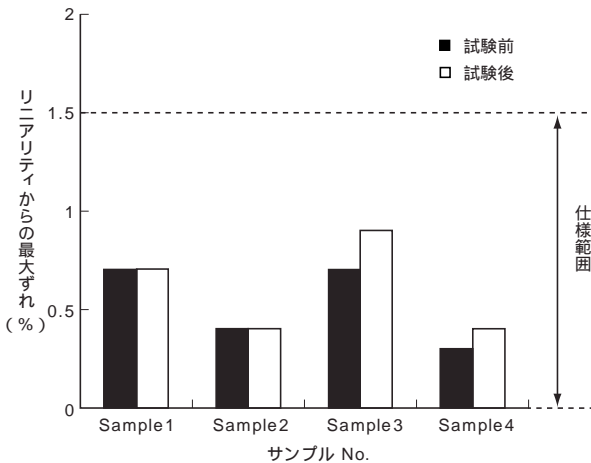


図11 高温高湿試験がおよぼすリニアリティからの最大ずれへの影響

Influence of high temperature and humidity storage on maximum deviation from the linearity

4.4 環境試験

高温試験は70℃，240時間の条件で試験を実施した．4つのサンプルについて高温試験前後のリニアリティからのずれにおよぼす影響を図10に示す．X軸方向，Y軸方向について安定したリニアリティを示しており，出力特性の劣化は認められなかった．

高温高湿試験は60℃，90%RH，240時間，熱サイクル試験は-30℃～80℃，10回の条件で実施した．同様に4つのサンプルについて，図11，12に試験前，試験後におけるリニアリティからのずれにおよぼす影響について示す．いずれも試験前後で安定した出力特性を示している．

5.むすび

抵抗膜式の透明タッチパネルを自作し，その出力特性

および信頼性がタッチパネルに対する従来の要求を満足していることを確認した．この自作した透明タッチパネルの製造プロセスは，予想される透明タッチパネルの低コスト化あるいは需要増加に対して十分に適応可能な製造プロセスとなっている．

また一方，次世代の情報ネットワークにおいて，その携帯端末機器に対する高機能化や小型軽量化に対する需要は，今後ますます増大していくものと予想される．加えて，上述の端末機器に対してはより一層の厳しい信頼性や耐環境性が求められるであろう．タッチパネルはこれらの要望を満足させながら，今後ともインタフェース用デバイスの一翼をになっていくものと期待される．これに対して，当社も保有する種々の電子部材との組み合わせなどを考慮しながら，独自性のあるタッチパネルが提案できるように本開発を進めていきたい．

参考文献

- 1) 三谷：進化するタッチパネル技術，月刊ディスプレイ，11号，p.1，2001
- 2) 前田：タッチパネルの基礎と最新応用技術，電子技術，7月号，p.100，1997
- 3) 前田：高透過タッチパネルの構造と性能，月刊ディスプレイ，6月号，pp.11-12，2000
- 4) 工藤：タッチパネル用ITOフィルム，月刊ディスプレイ，6月号，pp.3-6，2000
- 5) 三谷ほか：ITO抵抗膜式タッチパネル，月刊ディスプレイ，7月号，pp.76-80，1996
- 6) 三谷ほか：抵抗膜式タッチパネルの評価装置，月刊ディスプレイ，6月号，pp.31-35，2000