

静電容量結合方式による高透過タッチパネルの開発

High transmissivity Capacitive Touch Screen

宮本 三郎*1 中野 敏剛*2 西村 智彦*1 佐藤 誠之*1 石鞆 謙一郎*1
 Saburoh Miyamoto Toshihisa Nakano Tomohiko Nishimura Seiji Satoh Kenichiro Ishikura

要 旨

近年、タッチパネルの需要は飛躍的に伸びており、特に車載のカーナビゲーションにいたっては、すべての機種に搭載されるほどになっている。今回、この車載用途の高信頼性、高耐久性、かつ高透過のタッチパネルを内製化した。液晶メーカーによる製造ならではの液晶パネルに最適化したタッチパネルとすることが可能となった。タッチパネルとしては従来から大型で用いられてきた静電容量結合方式に着目し、その特徴を活かしたままで小型化、軽量化を図り、従来以上の高透過率を実現、量産化した。次ステップとしてモバイル機器への搭載を目指し、更なる飛躍をすべく開発を推進している。

The demand for touch screens has been growing at an exponential pace as they have become a standard feature of car navigation systems today. We have started in-house manufacturing of touch screens for such use, fully utilizing our expertise as a leading LCD manufacturer to develop touch screens optimized for LCDs. We chose to improve on capacitive type touch screens, which had been mainly used with larger size LCDs, and succeeded in achieving small-size, lightweight and high transmissivity while retaining their existing advantages. We are looking at applications to mobile devices for the next step.

まえがき

タッチパネルには種々の方式があり、その得失により使い分けられている。現状、一般に目につくものとしては、ザウルス等のPDA分野で用いられている抵抗膜方式がある。

タッチパネルは、操作者が表示画面の上部に設けられた透明な面をペン、または指でタッチすることで、装置、システムの操作を行うものである。画面上を直接タッチすることは、カーソルを方向キーで押して位置を確定することに比べれば、より直接的であり、また直感的でもあることから、近年、非常に多用されるようになってきた。

タッチパネルとしては、上記の抵抗膜方式、ここで述べる静電容量結合方式(アナログ容量結合方式とも呼ばれる)、その他、赤外線方式、超音波方式、電磁結合方式が代表例である。

抵抗膜方式は、コスト、精度に関しては他の方式に

比べ秀でているが、フィルムとガラスの2枚構造のため、透過率が他の方式に比べ小さく、有効画面に比べてそれ以外の部分(額縁)が広く、また、フィルムを押下してショートさせる構造のため、動作温度範囲の狭さや、経時変化に弱いという欠点を持っている。

今回、この欠点を是正しうる静電容量結合方式のタッチパネルを開発し、製品化した。

1. 抵抗膜方式との比較

図1は、一般的な抵抗膜方式と静電容量結合方式との比較を示した。光が膜を通過する際、空気と膜との境界で反射が起こる。また膜と素材との境界でも反射が起きる。したがって、膜、層の数が少ない程、不要な反射が生じないことになる。抵抗膜方式では、通常裏面に導電膜(ITO)を成膜されたPETフィルムが用いられ、空気層を挟んでガラス上に成膜された導電膜(ITO)と相対している。無タッチ時にショートを防止

*1 モバイル液晶事業本部 第1設計センター 第1開発部

*2 情報通信事業本部 システム機器事業部 ディスプレイ推進センター

するため額縁部分でこの空間を維持し、画面上はドットスペーサが等間隔に配置されている。この構造のため、通常のフィルム-ガラスのタッチパネルは、5層構造で、この層数の多さが透過率の低下を招く要因となっている。加えてタッチするたびに導電膜同士がメカニカルに接触する構造で磨耗するため、導電膜を厚くしなくてはならず、この厚さが透過率の悪化、黄色味傾向の要因となっている。

一方、静電容量結合方式のタッチパネルは同図右に示したように、ガラス1枚構成、上面のフィルムを加えても3層で、層間に空気層がないことが特徴である。額縁部分も狭くでき、接触部分もなく磨耗の心配がない。簡単な仕様比較を行ったものを表1に示した。

2. 小型化、車載仕様への取り組み

小型、車載用途としては、カーナビゲーションの普及に伴い、タッチパネルは必須の様相を呈している。

この用途には、従来から抵抗膜方式が用いられてきたが、車載の-30℃から+85℃の広温度範囲に適合させるため、通常PDAで用いられているフィルム-ガラスの構成からガラス-ガラスの構成を採用し、車載用途の高信頼性対応を図っている。しかし、抵抗膜方式の欠点は内包したままで、かつ、上面が柔軟性に欠けるガラス構造としたため、このガラスの割れでの飛散防止と反射防止を兼ねたフィルムか偏光板を貼り付け、いままで特徴としていたコスト、精度という面を犠牲にしている状況にある。

一方、静電容量結合方式のタッチパネルは可動部分がないこと、ガラス一枚構成のため大画面で表面をコーティング等で厚くしても動作が可能なことから、キヨスク、券売機、銀行の端末等で主に用いられてきた。

そこで、この静電容量結合方式のタッチパネルの高耐久性、高透過率は、車載用途には最適と考えられることから、小型、車載用途に向けとして開発を進めた。車載用途として要求される主な仕様は以下の様である。

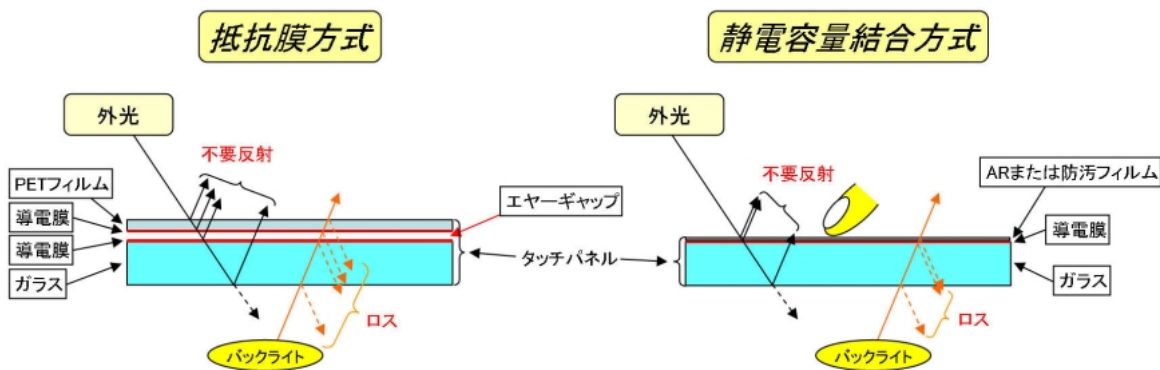


図1 抵抗膜方式と静電容量結合方式のタッチパネルの比較
Fig. 1 Resistive and capacitive touch screen structure.

表1 抵抗膜方式と静電容量結合方式のタッチパネルの比較
Table 1 Comparison of resistive and capacitive touch screen.

項目	抵抗膜方式(他社) (現行)	静電容量結合方式 (車載用途の場合)
透過率	70~88%	93%(ARフィルム)
色調	黄色味傾向	無彩色
分解能/精度	10~12bit/0.1mm	±3%/±5mm(7型パネル)
耐久性	100万回以上	1億回以上(ガラス表面の場合)
額縁寸法	4mm以上	3mm
構成	2枚の透明電極付基板	1枚の透明電極付ガラス
総厚	1.4mm(ガラス+0.3mm)	1.2mm(薄型化可能)
動作温度特性	0~60℃	-30~+85℃
特殊ペンの要否	特殊ペンは不要	指

- (1) -30 ~ +85°C 広温度範囲動作
- (2) 高耐久性, 耐環境性
- (3) 薄型, 狭額縁

上記(1)(3)に関しては, 2層構造の上部のフィルムをなくし, ガラス1枚構造とすることでフィルムに依存する温度範囲を改善し, 薄型, 狭額縁を実現している。(2)についてはガラス1枚構造に加え環境に敏感な微弱信号処理をIC化することで対応した。

また, タッチパネルを液晶に実装した形で提供することで, 液晶メーカーが製造するタッチパネルとして, 電装メーカーでのごみ挿入等の負担を軽減し, かつ, タッチパネル付液晶パネルとして付加価値アップを狙った。

3. 静電容量結合方式のタッチパネル

3.1 構成

静電容量結合方式のタッチパネルは, 通常の抵抗膜方式と異なり人間が画面上をタッチすることによって, 静電容量(コンデンサ)を形成, そのコンデンサを介して微弱電流を流し, その変化分を検出することで位置を算出している。このように, 静電容量結合方式のタッチパネルは, 導電膜を成膜したガラス1枚で構成できることが最大の特徴となっている。従って, 抵抗膜方式の2層の導電膜に比べ, 高透過率を実現, また, 2枚の膜(フィルムとガラス)の間の空気層を排除でき, 不要な反射, 2層の膜での虹現象(ニュートンリング等)がなく, 2層導電膜による黄色味傾向の軽減, 狭額縁化が可能となる。

3.2 動作原理

図2にこの静電容量結合方式のタッチパネルの1次元原理図を示す。図中A, Bがタッチパネルとして機能する部分(抵抗値をRとする)で, その両端に電流検出用抵抗rを通して同相, 同電位の交流を加える。

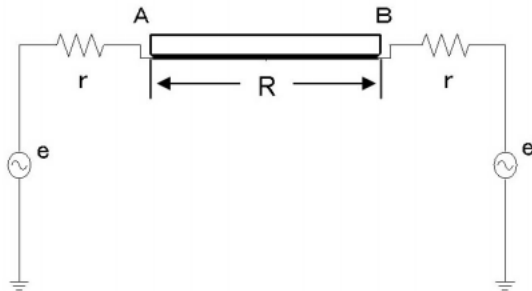


図2 静電容量結合方式タッチパネル1次元原理図
Fig. 2 The principle of the one dimensional capacitive touch screen.

同電位のため定常電流は流れない。

ここで, 図2のA-B間の任意の点Cをタッチした場合, A-Bの層と人間の間にコンデンサが形成され, 両端からこのコンデンサを介して人間に微弱電流が流れる。これを図3に示す。

今この電流をそれぞれ i_1 , i_2 とし, C点の位置の抵抗値をそれぞれ R_1 , R_2 とすれば, 両端からの電流 i_1 , i_2 は次式で計算できる。

$$i_1 = \frac{e(r+R_2)}{R(Z+r)+R_1R_2+2Zr+r^2}$$

$$i_2 = \frac{e(r+R_1)}{R(Z+r)+R_1R_2+2Zr+r^2}$$

Zはタッチしたときにできるコンデンサの容量と人間の抵抗を含めたインピーダンスである。

上式から全体の抵抗値 ($R = R_1 + R_2$) とC点までの抵抗値 R_1 との比を計算すると次式が得られる。

$$\frac{R_1}{R} = \left(\frac{i_2}{i_1+i_2} \right) \left(1 + \frac{2r}{R} \right) - \frac{r}{R}$$

この R_1/R がA-B間の点Cの位置である。ここで特筆すべきは, 上の式にZがないことで, すなわち, タッチ位置はタッチする人間を含めたインピーダンスZを含まない。Zの大きさには依存しないことがわかる。

2次元の場合, 図4に示したように, 4隅から同相, 同電位の交流を加え, それぞれの電流値からX, Yの座標を1次元と同様の計算手法で算出することが可能で, 一例としては以下のような式となる。

$$X = k_1 + k_2 \frac{i_2 + i_3}{i_1 + i_2 + i_3 + i_4}$$

$$Y = k_1 + k_2 \frac{i_1 + i_2}{i_1 + i_2 + i_3 + i_4}$$

ここで, k_1 はオフセット, k_2 は倍率である。

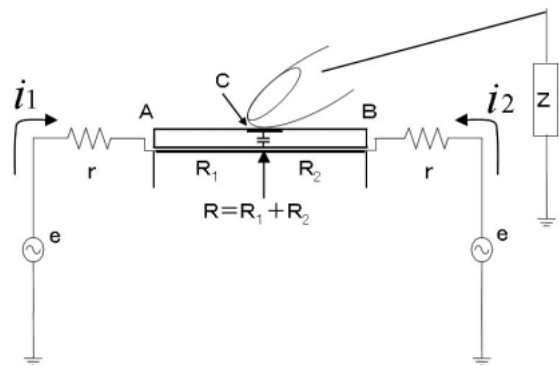


図3 1次元のタッチ時等価回路
Fig. 3 The equivalent circuit at the time of a touch.

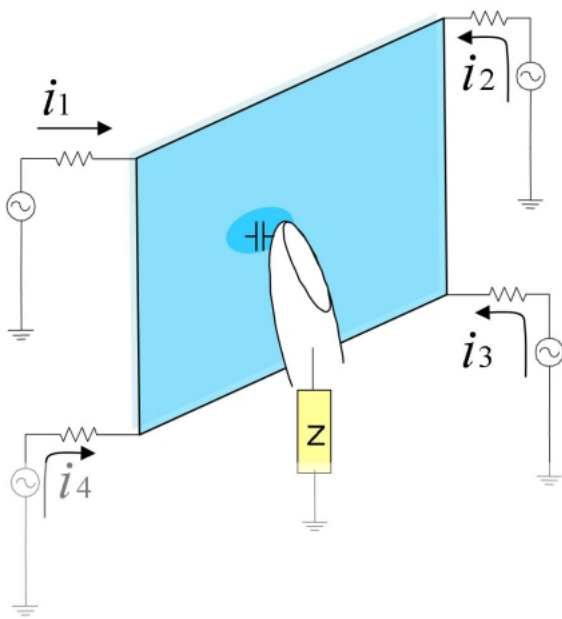


図4 静電容量結合方式タッチパネル2次元原理図
Fig. 4 The principle of the two dimensional screen.

3・3 システム回路とIC化

今回、タッチパネルの初段の電流/電圧変換・増幅用として新規アナログIC (IR3T42)を開発した。このICを開発したことで車載仕様の広温度動作範囲、

高耐久性等を実現でき、さらに、タッチパネルの微弱電流の増幅が容易となり、かつ4チャンネル間での増幅率、内部抵抗、SN比等の差がなくなった為、従来にまして精度よく位置検出することが可能となった。タッチパネルの位置検出ICを含めたシステムブロック図を図5に示す。

静電容量結合方式のタッチパネルにとっての液晶表示はすべてノイズとなるため、従来から、これを防ぐためにタッチパネルの下の方(液晶表示側)にシールドとして透明導電膜を敷いている(図6(a)に一般的な静電容量結合方式のタッチパネルの構成図を示す)。これは、ガラス1枚でありながらノイズ低減のため多層の膜を敷くことが必要で、このため静電容量結合方式の特徴を十分に引き出し得なかった。

今回、アナログICの中に、液晶駆動信号を入力し、液晶表示中のタッチパネルにとっては有害なノイズを削減することによって、シールド層の成膜を不要とし、高透過、タッチパネル構造のシンプル化を可能とした(これを図6(b)に示す)。この過程にいたるまでは、静電容量結合方式のタッチパネルに特有の微弱電流の増幅、フィルタリング等、また、アナログ回路にありがちなドリフト等にも悩まされ、これらの改善は、アナログ信号処理をIC化することと、信号処理回路と制御ソフトウェアで行った。

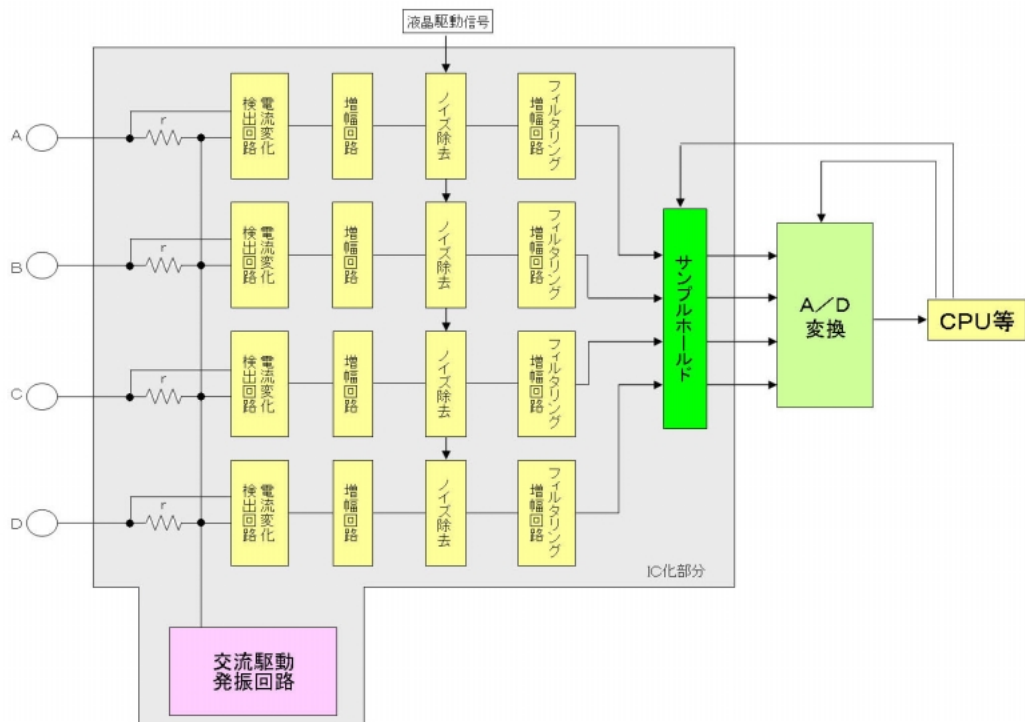


図5 アナログICとシステム構成図
Fig. 5 System configuration figure and analog IC block.

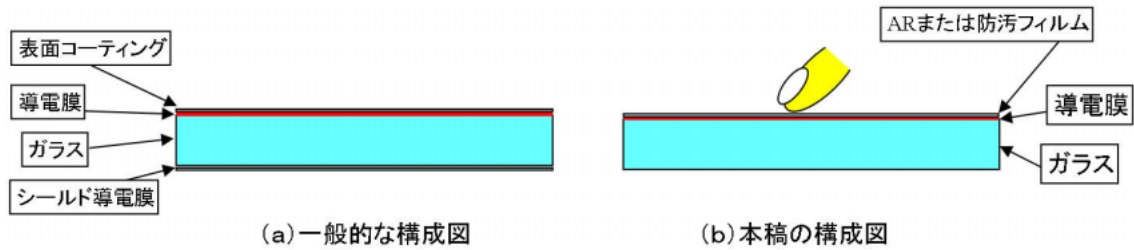


図6 静電容量結合方式のタッチパネルの構成図
Fig. 6 The configuration of capacitive touch screen.

むすび

今回、開発、量産化した静電容量結合方式について従来からある抵抗膜方式と比較しながらその特徴を引き出し、本来の性能を発揮させて商品化に結びつけたことを述べた。

この静電容量結合方式のタッチパネル用として開発したアナログIC (IR3T42) は、車載用途としては最適であったが、これをモバイル用途向けとして適用させるには、消費電力がネックとなった。そこで、より小型化を進め、モバイル機器展開として適合する低消費電力のアナログICを、IC事業本部と協同で開発を進めている。仕様目標として1/50の低消費電力化を目指している。

タッチパネルガラスに関しては、静電容量結合方式の特徴を活かし、強度が持つならばいくらでも薄くできることから、モバイル用途としては他に類のない薄型、狭額縁が実現できる。さらに、今回開発を進めて

いるアナログICを用いることにより、通常の抵抗膜方式と同等以下の低消費電力化が可能となる。

今後は液晶モジュールすべてにこの静電容量結合方式のタッチパネルを搭載し、液晶本来の付加価値アップを図り、ユーザ志向に添うパネル造りが可能となったと考える。

謝辞

本開発に当たり、日頃より協力頂いている IC事業本部 アナログIC事業部 第一商品開発部の関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 河村正行, "よくわかるタッチパネル", 電波新聞社(2004.5)
- 2) 三谷雄二監修, "タッチパネルの技術と開発", シーエムシー出版(2004.12)

(2005年6月14日受理)