

タッチ・スクリーンのEMI/ESD保護



ON Semiconductor®

<http://onsemi.com>

TECHNICAL NOTE

はじめに

タッチ・スクリーンは、特にマルチタッチ技術成熟後のコンピュータ業界のユーザ・インタフェースとユーザ・エクスペリエンスに革命をもたらしました。一時停滞していたタッチ・スクリーン産業の復活の主な原動力は、タッチ・パネルの普及であり、タッチ・パネルは直感的な操作方法のメリットを提供します。アイコンやボタンに直接触れて入力できるため、機械に不慣れなユーザでも直ぐに理解でき、簡単に使えます。タッチ・パネルでは、ディスプレイと入力を1つのハードウェアに一体化して、機器の小型化や簡素化を図ることも可能です。タッチ・パネルのボタンは、ハードウェアではなくソフトウェアなので、操作全般でインタフェースを統合することができます。

主要なスマートフォン・メーカーやタブレット・メーカーが最初に採用したような、投影型静電容量方式のタッチ・スクリーンは、2011年にはタッチ型機器市場で54%もの高い割合を占めました。これらは今後何年も有力な技術であり、赤外線方式、光学方式、抵抗膜方式、表面弾性波方式など、他のタッチ・センサ技術の先を行くでしょう。

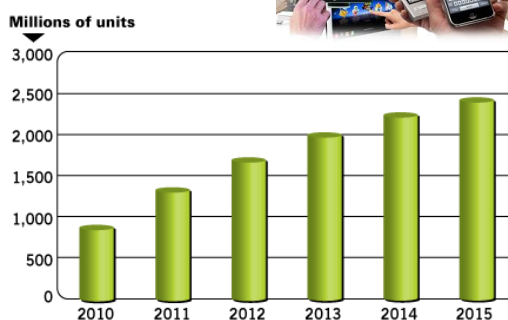


Figure 1. Worldwide Shipment Forecast of Touch-Screen Controller

(SOURCE: IHS iSuppli Research, March 2012)

タッチ・スクリーンのトレンド

主要なタッチ・スクリーン技術は、抵抗膜方式、表面型静電容量方式、投影型静電容量方式、表面弾性波方式、赤外線方式の5つです。コストとサイズの観点から、最初の3つはモバイル製品に適しています。すべての方式で、システムは検知機構、制御回路、制御回路へのインタフェースで構成されています。本資料では、投影型静電容量方式および抵抗膜方式タッチ・スクリーンのEMI/ESDについて説明します。

投影型静電容量方式タッチ・パネル

主要なスマートフォン・メーカーやタブレット・メーカーはこの方法を採用し、高精度のマルチタッチ機能と高速応答を実現しています。投影型静電容量方式タッチ・パネルは、多くの場合、表面型静電容量方式タッチ・パネルよりも小型のスクリーンに使用されます。これらのタッチ・パネルの内部構造は、計算処理用のICチップを組み込んだ基板で構成され、その上には多数の透明電極の層が特定のパターンで配置されています。表面は絶縁ガラスまたはプラスチック・カバーで覆われています。Figure 2に示すように、指を表面に近づけると、複数の電極間

の静電容量が同時に変化します。これらの電流の比率を測定することによって、接触があった位置を高い精度で特定できます。

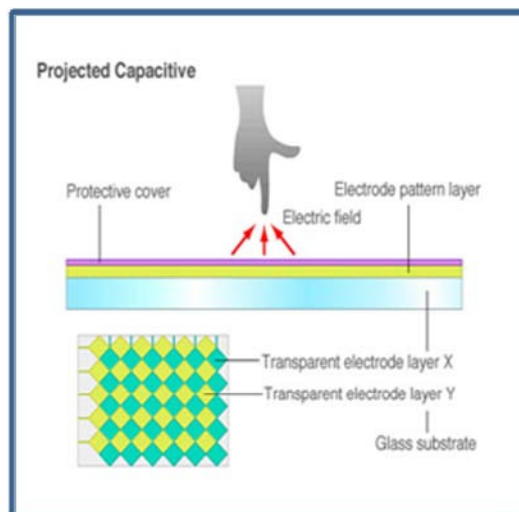


Figure 2. Projected Capacitive Touch Screen

投影型静電容量方式タッチ・パネルの独自の特徴は、多数の電極によって複数ポイントでの接触(マルチタッチ)を正確に検出できることです。ただし、スマートフォンや類似機器にある酸化インジウムスズ(ITO)を使用した投影型静電容量方式タッチ・パネルは、大型画面での使用には適していません。これはスクリーンのサイズが大きくなると、抵抗が増加し(つまり、電流の伝達が遅くなる)、触れたポイントを検出するときの誤差やノイズが増加するためです。

大型タッチ・パネルは、センタワイヤ式投影型静電容量タッチ・パネルを使用しており、非常に薄い電線が透明電極層としてグリッドにレイアウトされています。センタワイヤ式投影型静電容量タッチ・パネルは、抵抗が低いため非常に敏感で、ITOエッチングよりも量産には不向きです。

抵抗膜方式タッチ・パネル

抵抗膜方式タッチ・スクリーンは、抵抗網に電圧を印加し、入力スタイラス、ペン、または指でスクリーンに触れたマトリクス上の任意のポイントでの抵抗の変化を測定することによって機能します。抵抗比の変化でタッチ・スクリーン上の位置がマークされます。Figure 3に示すように、最も一般的な2つの抵抗構造では、4線式または5線式構成が使用されています。

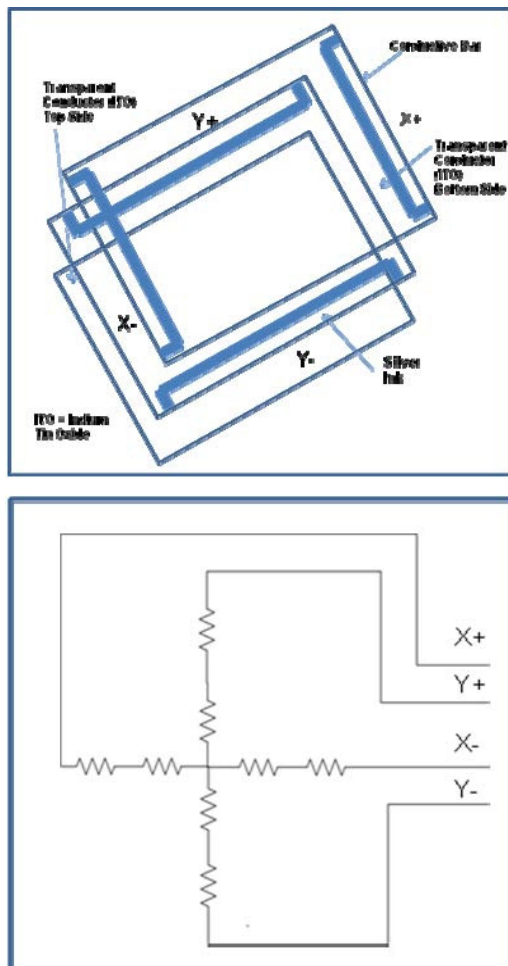


Figure 3. 4-wire Touch Screen Construction

4線式タッチ・スクリーンは、Figure 3のような構造となっています。このスクリーンは2つの透明抵抗膜層で構成されます。4線式タッチ・スクリーン・パネルは、垂直または水平抵抗網に電圧を印加すると動作します。A/Dがパネルに触れたポイントでの測定電圧を変換します。ポインティング・デバイスのY位置の測定は、X+入力をデータ・コンバータ・チップに接続し、Y+ドライバとY-ドライバをターンオンし、X+入力の電圧を2値化して行われます。測定電圧は接触ポイントの電圧分割回路で決定されます。この測定の場合、A/Dコンバータの入力インピーダンスが高いため、X+リードの水平パネル抵抗が変換に影響を与えることはありません。電圧は他方の軸に印加され、A/DはY+入力を通じてスクリーン上のX位置を表す電圧を変換します。こうして、Figure 4に示すとおり、関連プロセッサにX座標とY座標を供給します。

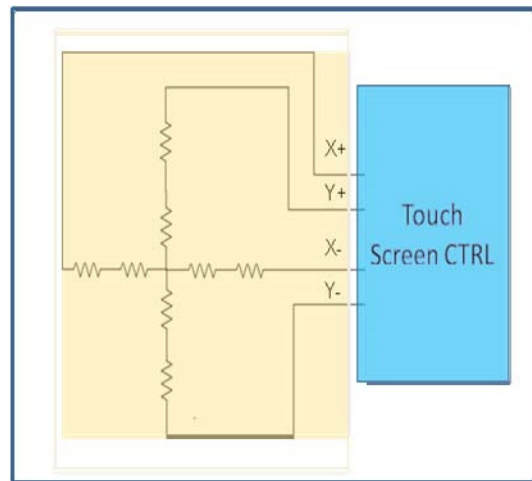


Figure 4. Wire Simplified Schematic

この設計は、構造が簡単なので低コストで製造でき、他のタッチ・スクリーン設計よりも断然有利です。消費電力が少なく、表面がフィルムで覆われているため、埃や水などの外部不純物にも非常に強くなっています。さらに、入力はフィルムに印加される圧力を検知するため、裸の指だけでなく、手袋を着用したりスタイラスを使うときにも使用できます。これらのスクリーンから手書き文字を入力することもできます。

欠点としては、フィルムと2つの電極層があるため光線透過率が低い(表示品質が低下)、耐久性と耐衝撃性が比較的低い、大型スクリーン・サイズでの検出精度が低い、などが挙げられます。(精度は、例えばスクリーンを複数の領域に分割して検出するなど、他の方法でも維持できます)。

EMI/ESDの問題

市場トレンドとしては、さらに薄いモバイル機器の普及が拡大しています。このことは投影型および静電容量方式タッチ・スクリーンが設計の選択肢であることを意味しています。これらの方式ではディスプレイへの静電容量タッチ・センサの直接ラミネーション、ディスプレイ内部でのセンサ移動などが可能なので、アンテナ、充電器、グランド負荷でも、他に多くのEMI/ESDの課題があります。

不要なEMI/ESDが静電容量方式タッチ・スクリーンに関する最大の懸念の1つです。このEMI/ESDはスクリーンに触れるとき、モバイル機器を通して物理的にセンサに入り込むノイズです。これはタッチの精度や直線性の低下、偽またはファントム・タッチ、あるいは単なる誤動作を引き起こすものと考えられています。原因としては、レイアウトの欠陥、アンテナ設計の不良、周辺部の不備などが挙げられます。これらは深刻なEMI/ESDの発生源であることが分かっています。モバイル機器では依然としてPCB面積が貴重なので、「構成部品を相互に積み重ねる」などしてレイアウトと設計を妥協する場合があります。このため、タッチ・センサのすぐ近くにアンテナを配置せざるを得ず、無線でタッチ・センサが誤作動する問題が起こることもあります。金属シールドなどの一般的な機械的対策では、もはやEMI問題を解消するための効果的な解決法とはいえません。

CMOS ICのオンチップ保護ソリューションでは、入力端子と出力端子に高電圧抑止回路を内蔵していることがよくあります。これらはパッド電圧が通常の動作範囲を超えるたびにターンオンするアクティブRCシャントです。ただし、有効性は次のとおりゲート酸化膜厚とサイズで制限されます。これらのシャントは高電圧エネルギーを放散するため、エネルギーの一部が熱に転換され、チップ内で熱問題が発生する原因となる可能性があります。加えて、内部ESD回路ではサイズに比例する最大許容電流密度が規定されています。ESDイベントでは、最大電流密度に達すると回路の順方向電圧が上昇し始めます。高エネルギーのESDイベントによって、この電位が回路の最大許容順方向電圧を超えるとデバイスが損傷し、Icの内部ESD保護回路が溶解または破壊され(一次故障)、高エネルギーがそのままデバイスの内部回路に達し、内部回路が損傷します(二次故障)。ESDイベントは高速(ほとんどが持続時間1マイクロ秒以下)のため、加熱による損傷はICのESD保護回路の局所領域内にとどまる傾向があります。また、1つの保護回路が伝達可能なエネルギー量はそのサイズに正比例します。ESDイミュニティ試験では、ICに単発の測定されたエネルギー量が導入されます。結果として、そのエネルギーを内部および外部ESD保護回路を含む、いくつかの保護回路間で拡散できる場合は、損傷が発生する可能性は大幅に低下します。これを行うために、Figures 5および6に示すとおり、追加の外部ESD保護デバイスが実装されます。

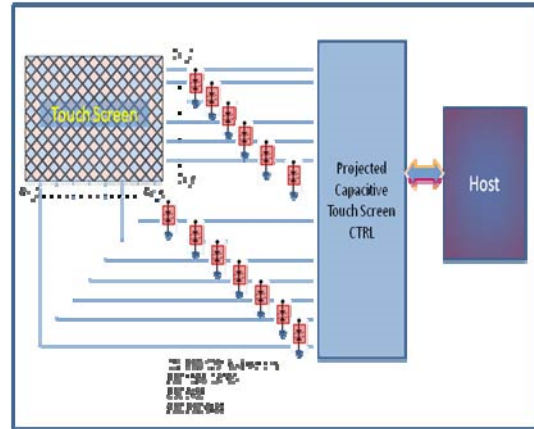


Figure 5. Projected Capacitive Touch Screen with External ESD Protection

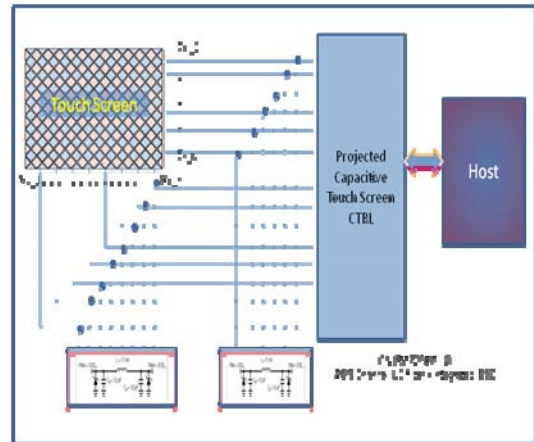


Figure 6. Projected Capacitive Touch Screen with External LC Filter + Integrated ESD Protection

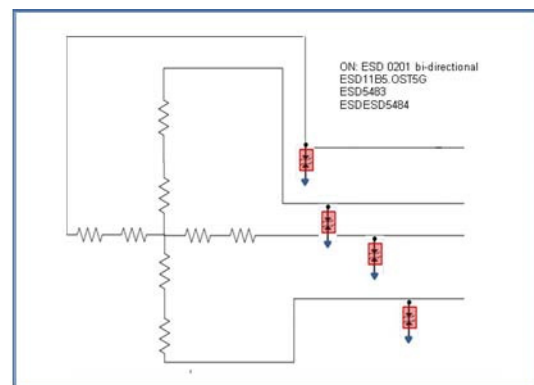


Figure 7. 4-wired Touch Screen with External ESD Protection

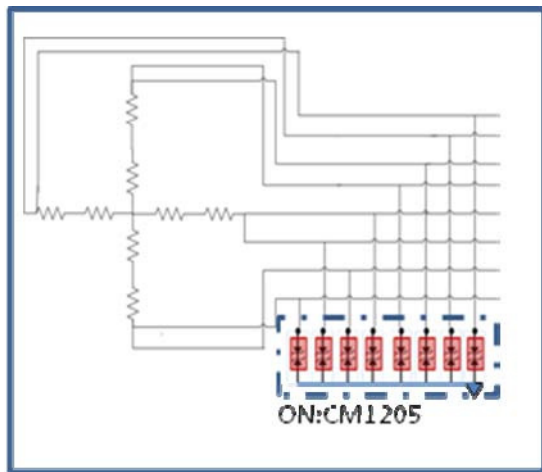


Figure 8. 8-wired Touch Screen with External ESD Protection

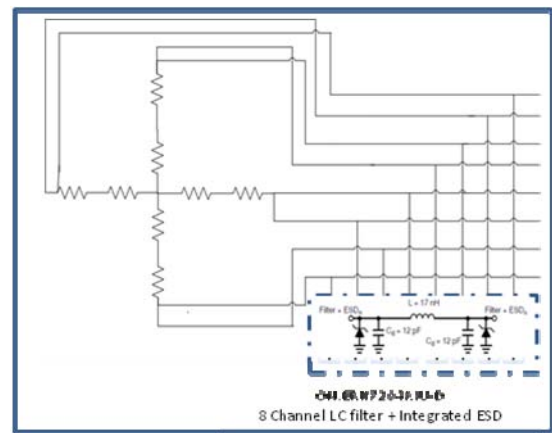


Figure 9. 8-wired Touch Screen with LC Filter + Integrated ESD Protection

結論

最初にスマートフォンに採用されたような投影型静電容量方式タッチ・スクリーンは、今後何年も有力な技術であり、赤外線方式、光学方式、抵抗膜方式、表面弾性波方式など、他のタッチ・センサ技術の先を行くでしょう。

設計に配慮したトレードオフ：ダイ領域の内部保護回路への直接的な作用(したがって、製品コスト)と、ESDイベントに対してより脆弱になる可能性があるシステム内のラインのために、静電容量検知コントローラ外部に余分な保護デバイスを追加する場合のコスト。集積回路の端子のインピーダンスは、外部ESD保護回路の有用性を判断するうえでの重要な要素です。

外部回路は、ICのパッド回路とそのパッケージングとの複合インピーダンスにより、相乗的に作用しながら機能するように設計できます。この組み合わせによって、オンチップ集積保護回路だけで実現するには困難である有効なESD制御レベルを提供できます。CMOS回路に対するESD保護レベルは、製品コストと製造および最終用途で期待される保護要求条件の間のバランスに基づいて決定されます。一部のラインで高いESD耐性が必要なアプリケーションの場合、単一チャネルのESD保護またはプラスチック・パッケージのESD回路とローパス・フィルタを採用した、安価な方法で外部保護を追加することができます。

TND6033/D

参考文献

- [1] IEC 61000-4-2, Electromagnetic Compatibility (EMC), Part 4. Testing and Measurement Techniques-Section 4.2 Electrostatic Discharge Immunity Test, 2008.
- [2] EIA/JESD22-AI14-F, Electrostatic Discharge (ESD) Sensitivity Testing Human Body Model (HBM), 2010.
- [3] Solid State Technology
December 11, 2012, IHS iSuppli Research, March 2012.

ON Semiconductor及びONのロゴはSemiconductor Components Industries, LLC (SCILLC)の登録商標です。SCILLCは特許、商標、著作権、トレードシークレット(営業秘密)と他の知的所有権に対する権利を保有します。SCILLCの製品/特許の適用対象リストについては、以下のリンクからご覧いただけます。www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf。SCILLCは通告なしで、本書記載の製品の変更を行うことがあります。SCILLCは、いかなる特定の目的での製品の適合性について保証しておらず、また、お客様の製品において回路の応用や使用から生じた責任、特に、直接的、間接的、偶発的な損害に対して、いかなる責任も負うことはできません。SCILLCデータシートや仕様書に示される可能性のある「標準的」パラメータは、アプリケーションによっては異なることもあり、実際の性能も時間の経過により変化する可能性があります。「標準的」パラメータを含むすべての動作パラメータは、ご使用になるアプリケーションに応じて、お客様の専門技術者において十分検証されるようお願い致します。SCILLCは、その特許権やその他の権利の下、いかなるライセンスも許諾しません。SCILLC製品は、人体への外科的移植を目的とするシステムへの使用、生命維持を目的としたアプリケーション、また、SCILLC製品の不具合による死傷等の事故が起り得るようなアプリケーションなどへの使用を意図した設計はされておらず、また、これらを使用対象としておりません。お客様が、このような意図されたものではない、許可されていないアプリケーション用にSCILLC製品を購入または使用した場合、たとえ、SCILLCがその部品の設計または製造に関して過失があったと主張されたとしても、そのような意図せぬ使用、また未許可の使用に関連した死傷等から、直接、又は間接的に生じるすべてのクレーム、費用、損害、経費、および弁護士料などを、お客様の責任において補償をお願いいたします。また、SCILLCとその役員、従業員、子会社、関連会社、代理店に対して、いかなる損害も与えないものとし、SCILLCは雇用機会均等/差別撤廃雇用主です。この資料は適用されるあらゆる著作権法の対象となっており、いかなる方法によっても再販することはできません。

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:

Literature Distribution Center for ON Semiconductor
P.O. Box 5163, Denver, Colorado 80217 USA
Phone: 303-675-2175 or 800-344-3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303-675-2176 or 800-344-3867 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

N. American Technical Support: 800-282-9855 Toll Free
USA/Canada
Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 421 33 790 2910
Japan Customer Focus Center
Phone: 81-3-5817-1050

ON Semiconductor Website: www.onsemi.com
Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>
For additional information, please contact your local
Sales Representative