

# 知っておきたいキーワード

## 静電容量タッチパネル

(正会員) 高取憲一†

† NLTテクノロジー株式会社 開発本部

"Capacitive Touchscreen" by Kenichi Takatori (Development Division, NLT Technologies, Ltd., Kawasaki)

キーワード：静電容量タッチパネル，表面型，投影型，マルチタッチ，iPhone

### まえがき

身の回りにある画面はタッチパネル

が付いたものが増えていますね。スマホやタブレットのおかげで最近特に増えている静電容量タッチパネルのお話

です。実は、大きく分けて2種類あるってご存知ですか？

### 静電容量

はじめに静電容量タッチパネルの「静電容量」に注目します。広辞苑や理化学辞典からまとめると「絶縁された導体（またはコンデンサ）に電荷 $Q$ を与えた時、電位が $V$ になる場合の $C=Q/V$ 」。

このままでは難しいので、コンデンサの例を示します(図1)。図のコンデンサの2枚の板が導体、いわゆる金属です。コンデンサを電圧 $V$ の電池につ

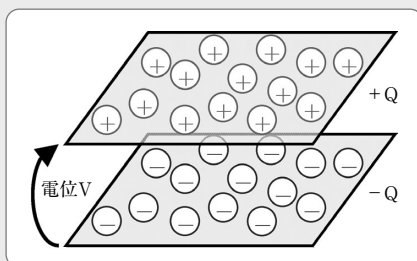


図1 コンデンサの二つの板に蓄えられた電荷

なると、電流（電子の流れ）が一瞬生じます。一方の導体（下の板）は電子が普通より多くマイナスに帯電し（ $-Q$ ），

他方の導体（上の板）は電子が普通より少なくプラスに帯電します（ $+Q$ ）。この時の帯電の電荷（ $Q$ ）は、導体の面積、導体間の距離、導体の間の物質によって変わります。

つまり、導体の材質と周り（図では導体間）の物質が同じでも、導体の形が変わると蓄えられる電荷が変化し、静電容量「量」（ $C=Q/V$ ）が変わります。さらに、同じ形・材質の導体でも、周りの物質が変わると「量」が大きくも小さくもなります。

### 静電容量タッチパネル

タッチしたことによる静電容量「量」の変化を利用するのが、静電容量タッチパネルです。このタッチによる静電容量「量」の変化を検知するものとしては、ノートパソコンのキーボードの前にあるタッチパッドも同じ仲間になります。タッチパッドと静電容量タッチパネルの大きな違いは、静電容量タッ

チパネルはディスプレイの前面に置かれるか、ディスプレイと一体化されるため、ディスプレイの内容がタッチパネルを通して見える必要がある点です。このため、静電容量タッチパネルは、導体が透明な電極（代表的には、酸化インジウムスズ：ITO）で構成されることが多いです。導体として透明でない金属を用いる場合もありますが、その場合、その金属をほぼ視認で

きないほど細くすることで金属が占める面積を小さくして光がよく透過するようにしています。

静電容量タッチパネルは、大きく分けて二つの種類があります。一つは表面型静電容量タッチパネルであり、もう一つは投影型静電容量タッチパネルです。これら二つは、構造の複雑さと、タッチで実現できる性能、使用環境に違いがあります。

### 表面型静電容量タッチパネル

静電容量タッチパネルのうち、実用面での歴史が長いのは、表面型静電容量タッチパネル (Surface-capacitive Touchscreen : 以下、表面型) です。これは、「表面容量型」とも呼ばれます。位置を検出する導体面が格子状にパターンニングされておらずアナログ的な位置検出が可能のため「アナログ容量型」とも呼ばれます。特徴は、構造がシンプルであること、複数の指によるマルチタッチには対応していないこと、水や油などが表面に付着しても影響を受けにくいことなどです。

構造は、きわめてシンプルです(図2)。ガラス基板等の上に導体面が形成されており(薄いため、図では示してありません)、その上を絶縁膜によって保

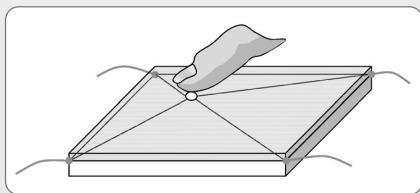


図2 表面型静電容量タッチパネル

護されています。導体面は単位面積当たりの抵抗であるシート抵抗が数百Ω程度の材料が使用されます。導体面の4隅には配線が接続されており、この配線から微弱な交流電圧が印加されます。4隅の交流電圧はすべて同じため(振幅・位相共に)、静電容量に変化がない間は電流が流れません。指でタッチすると、導体面・絶縁膜・指(人体)によって新たなコンデンサが形成されます。その結果、導体面の静電容量が変化し、導体面に電流が流れます。

タッチされたかどうかは、この電流の変化で知ることができます。また、この電流の変化を4隅で測定すると、タッチした位置によって4隅の電流が異なってきます。これは、タッチした位置とそれぞれの隅までの距離の違いによって抵抗値が異なるためです。図3のように、4隅での電流を*i*1, *i*2, *i*3, *i*4とすると、タッチした位置の座標は次の式で求めることができます。

$$X = (i2+i3-i1-i4)/(i1+i2+i3+i4)$$

$$Y = (i1+i2-i3-i4)/(i1+i2+i3+i4)$$

このようにして、タッチされたかどうかとタッチされた位置を知ることができます。一方、複数のタッチを識別することはできないため、複数の指によ

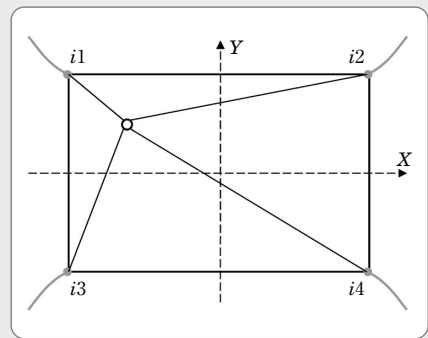


図3 表面型静電容量タッチパネルの位置検出の例

るマルチタッチを実現することは困難です。

表面型静電容量タッチパネルは構造がシンプルで表面が絶縁膜で保護されているため、耐久性が強いです。例えば、タッチパネルを一定の力で繰り返し叩く打鍵試験において、数億回という、他のタッチパネルより高いほぼ永久的な耐久性を示します。また、ガラス基板として厚いガラス基板を用いることも容易なため、破壊行為に対する耐性も強いです。このため、表面型静電容量タッチパネルが使用されている場面は、カジノ端末、キオスク端末など、お金に絡む用途も多数みられます。

### 投影型静電容量タッチパネル

原理自体は古くからあったが、近年、急速に普及したのが投影型静電容量タッチパネル (Projected-capacitive Touchscreen) です。スマートフォンやタブレットで用いられています。投影型静電容量タッチパネルは大きく分けて2種類の方式がありますが、ここでは、スマートフォン等で利用されているマルチタッチが容易な相互容量型の投影型静電容量タッチパネルについて取り上げます。

代表的な構造を図4に示します。一つの基板の上にダイヤモンド型の透明電極が一方方向につらなった構造の電極が形成されます(Y軸パターン)。もう一方の基板にダイヤモンド型の透明電極が90°異なる方向につらなった電極

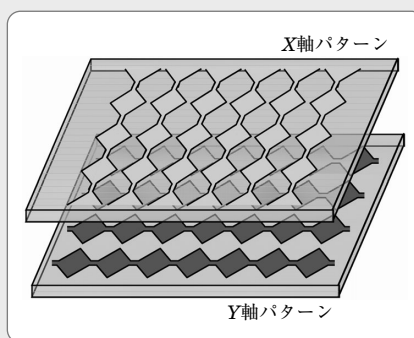


図4 投影型静電容量タッチパネルの構造例

が形成されます(X軸パターン)。この二つの電極パターンによって、静電容量の変化を検出します。

これらの電極の組合せの様子を上から見た図と断面を図5に示します。上から見ると二つのパターンが組合わかって、斜めになった格子状の模様を形成

しています。タッチした位置の検出では、一方の電極を駆動電極としてもう一方を受信電極とします(図5(b)ではY軸パターンが受信電極)。この駆動電極と受信電極の間の静電容量は通常一定ですが、指のタッチが生じると静電容量が変化します(図5(b)に電気力線のイメージで示しました)。受信電極の電流を測定すると、静電容量の変化により、タッチが生じたことと、どの受信電極周辺がタッチされたかがわかります。これにより、例えば、Y座標の位置を知ることができます。X座標の位置を知る場合は、駆動電極と受信電極の役割を入れ替えて、X軸パターンが受信電極となるようにします。短時間でこれらの入れ替えを行うことで、XとYの両方の座標を知ることができます。また、

電極が複数に分かれているため、複数の指でタッチすると、複数の電極の静電容量が変化したり、一つの電極でも一つの指より数倍大きな静電容量の変化が生じたりします。これらを観測することによって、複数の指によるマルチタッチを検出することができます。

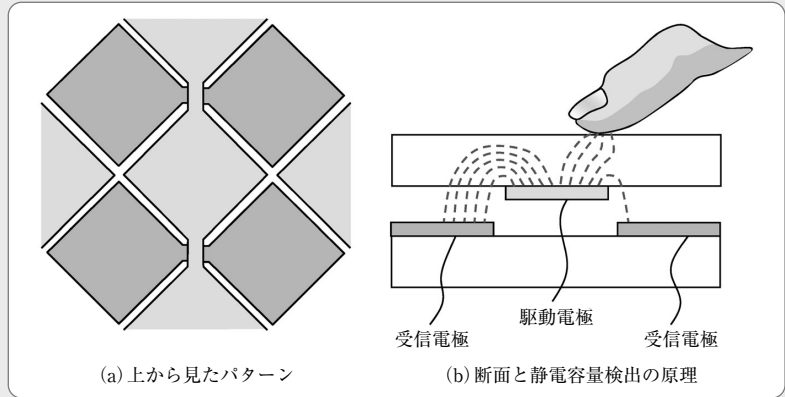


図5 投影型静電容量タッチパネルの構造詳細と検出原理

### iPhoneのタッチパネル

2007年に登場した初代iPhoneのタッチパネルも投影型静電容量タッチパネルです。しかし、構造が前述の物とは大きく異なっており特徴的なので挙げておきます。

iPhoneのタッチパネルは、1枚のガラス基板の表と裏に透明電極のパターンを設けています。表側と裏側のパターンを図6に示します。複雑なパターンとなっていますが、両方を組合せると、きれいな格子状となります。表側のパターンのうち、外枠を破線で示したものは、直接駆動や受信には使われていません。駆動や受信に使われる電極の幅が表側と裏側で違っています。これによって、ガラス基板の厚みの影響があっても、XとYの検出時に静電容量が同じとなるようにしているよう

です。これらのパターンは、非常に細かく目で認識することは困難です。

iPhone 5からは、投影型静電容量タッチパネルの機能を果たす電極の組を液晶セル(液晶パネル)内に入れるインセル化がされています。これによ

りタッチパネルに必要とされた基板が不要となり、それまでの構造より薄型になっています(液晶パネルと表面のカバーガラスの厚みの合計が従来機種(4s)より0.9mm薄くなっているそうです)。

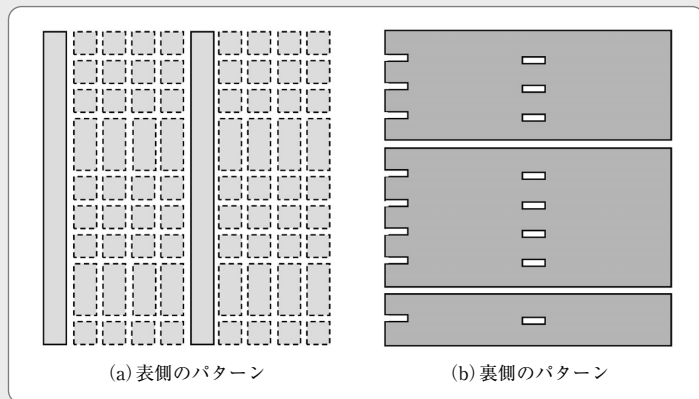


図6 iPhoneの投影型静電容量タッチパネルの構造

### むすび

表面型と投影型という二つの静電容量タッチパネルを紹介いたしました。すっかり身近になったタッチパネルです。さらに興味を持たれた方は、参考文献をご参照ください。

(2013年10月9日受付)

### 参考文献

- 1) 越石健司, 黒沢 理: “要点解説 タッチパネル”, 工業調査会 (2009)
- 2) 越石健司監修: “タッチパネル 技術開発・市場・アプリケーションの動向”, オーム社 (2012)



たかとり けんいち  
高取 憲一

1990年, 東京大学教養学部基礎科学科卒業。同年, NEC入社。2001年~2002年, ベルギー王国ルーヴァン・カトリック大学客員研究員。2005年, NEC液晶テクノロジー(現, NLTテクノロジー)。LCDのシミュレーション(液晶配向, 光学, TFTモデル等), 高性能化(広視野角, 高速応答等), 高付加価値化(フィールドシーケンシャルカラー, システム内蔵, 任意形状, 内蔵タッチパネル等)の研究開発に従事。正会員。