

電磁誘導方式圧力分布センサーの開発

株式会社 シロク

代表取締役 小川 保二

(株)シロク	代表取締役	小川	保二
(株)シロク	研究部 部長	熊岸	正夫
(株)シロク	営業部 部長	若島	良男
(株)シロク	製造部 部長	守泉	和美
筑波大学(開発当時)		藤東	晃

はじめに

ゲーム機や携帯電話等のユーザインターフェース分野では、複数指を使った手での操作や足での操作など、直感的操作を可能とする新たな入力技術が注目されている。原理的には圧力分布センサーを使ってこれらの要求に応えることができるが、従来品は耐久性や価格の問題があって利用することができなかった。

また、カメラを使った監視システムすなわちビデオサーベランスの分野では、視野が障害物で遮られると検出できなくなることや、プライバシー上の問題などがある。圧力分布センサーを使って、床面で歩行者の情報を検出できればこれらの課題を解決することができるが、大面積で安価な市販品がなかった。

そこで、**図1**に示すような耐久性に優れ、安価で大面積のものが容易に作れる圧力分布センサーを新たに開発することにした。

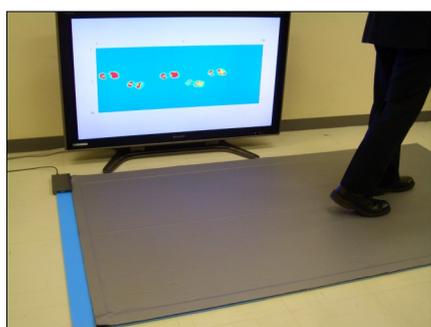


図1 開発した畳サイズの圧力分布センサー

開発のねらい

従来の平面などを対象とした圧力分布センサーは、圧力を抵抗値や容量値の変化として検出するものであった。現在主流となっている感圧抵抗方式のものは、微細なカーボン粒子の接触抵抗を利用するので耐久性に乏しかった。また静電容量方式は検出セルのインピーダンスが高いので、大きなサイズのものは作りにくかった。

また、検出面に多数並べられる各々の検出セルの値を独立して計測するためには、数多くのオペアンプ（前置増幅器）が必要で高価なものとなっていた。

抵抗値や容量値の変化で圧力分布を検出する技術があるならば、インダクタンスの変化で圧力分布を検出することが可能ではないかと考え、試行錯誤の結果、相互インダクタンスの変化を利用する方式、すなわち電磁誘導方式の圧力分布センサーを開発することができた。

自己インダクタンスを利用するものや、外圧により変位する可動コイルによるもの、可動金属片によるものなど様々な方法を試した結果、予め電磁結合している固定のペアコイルに金属箔を近づける方法がコストと耐久性に優れ、ベストであるという結論に至った。

装置の概要

本装置の全体図を図2に示す。圧力の検知部（センサーシート）は直交するループコイル群からなるパターンシートと、この上にクッション材を介してアルミ箔シートで覆った構造となっている。このアルミ箔シートは、外部から力が加わると、力が加わった場所のアルミ箔が

沈んでパターンシートに近づき、コイルのインダクタンスを変化させる。図2中に示すコントローラは、直交するループコイルをスイッチを介して電氣的に走査する制御を行い、シート上のインダクタンスの分布を逐次検出する。また、コントローラは検出した値をパソコンに送り、荷重が掛かる前の計測値との差を計算して検出面上の圧力分布をグラフ表示する。

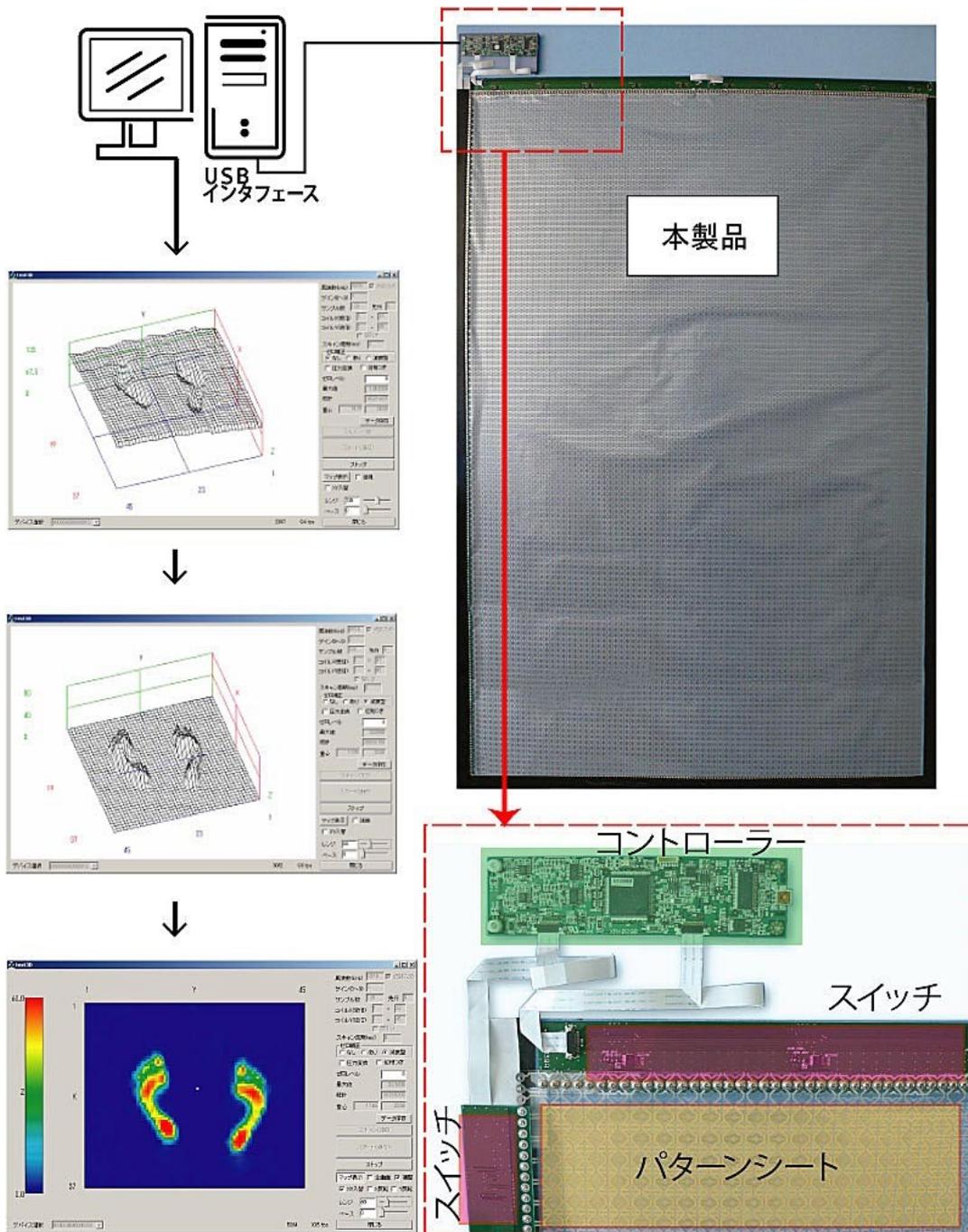


図2 装置の全体図

技術上の特徴

圧力を検出するセンサーシートの構造と圧力分布の測定法を図3に示す。

1) 電磁誘導を測定するコイル群シートを、プラスチックシートの両面にアルミシートを接着しこれをエッチング（侵蝕）加工して1ターンの固定コイル群を形成した。このコイル群は、シート両面のコイルが互いに直交しており、X-Y方向に2次元配列されたペアコイル群となっている。（図4）

2) センサーシートは、ペアコイル群シートの上にクッション材を介してアルミ箔シートを貼り付けた構造である。

3) 圧力に応じて、ペアコイルにアルミ箔が近づくことによりコイル間の電磁的な結合度が変化する。ペアコイルの片側に高周波電流を通電し、相手コイルに発生する誘導電流を測定する。これをX-Y方向に移動させて測定し、平面の圧力分布を5mm単位で表示する。

開発した圧力分布センサーは、センサー回路に関して、（1）非接触構造で耐久性に優れ

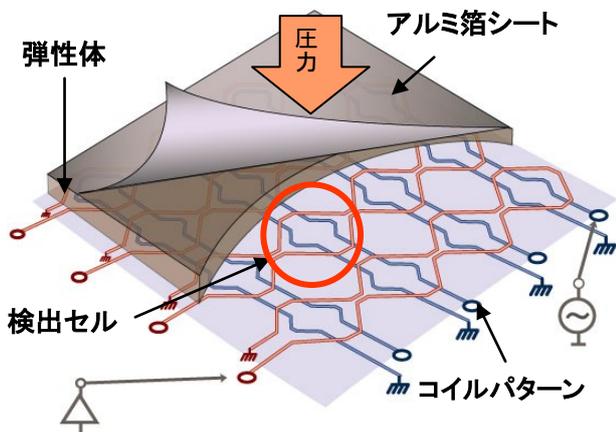


図3 電磁誘導方式圧力分布センサーの構造

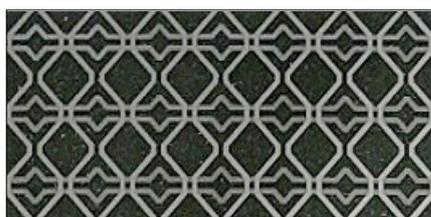


図4 コイルパターン

る、（2）インピーダンスが低いため大型化が容易である、（3）構造が単純なため安価に製造できる、といった特長がある。

実用上の効果

本センサーのコイルは、両面のプリント基板でも容易に作るができるが、大面積のものを安価に作るには、プラスチックシートの両面にアルミ箔をラミネートし、これをエッチングして2つのコイルで構成されるセルを作成する方法が量産に適している。この製法はすでにRFID（Radio Frequency Identification：電波利用の自動認識装置）などの生産に使われており、ロール状に巻かれた材料をロールから供給し加工してロール状に巻き取るロール to ロールのプラントが必要に応じて利用できる。このロール to ロールの製法では、巾1mの連続のコイルパターンを数百m作ることが可能で、店舗の床や体育館などに設置するような広い製品の製作も可能となる。また、数十～数百m単位の量産により安価となることから家庭用ゲーム機の入力装置への適用も可能で、図5に示すよう

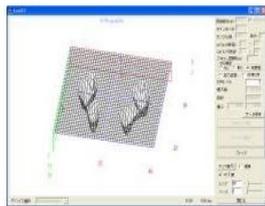
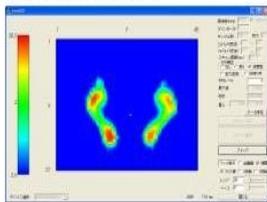


図5 足圧検出によりディスプレイ上にユーザーの行動を表現

に、足圧検出でゲーム上のフィールドに仮想のキャラクターなどを登場させ、ユーザーの足の動きを検出してキャラクターの姿勢、移動などをディスプレイ上でシミュレーションするといった新たなゲームへの展開も期待できる。

また、**図6**に示すように、座圧検出で大会場の着席者の姿勢の把握や自動車座席での運転者の姿勢の把握などにも適用できる。

[足圧検出結果]



[座圧検出結果]

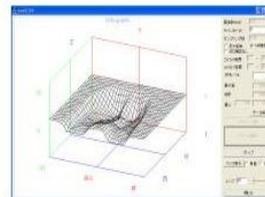
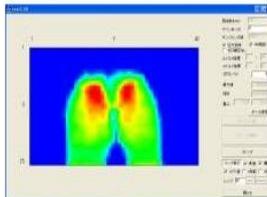


図6 足圧検出と座圧の検出

工業所有権の状況

関連特許は、国内では以下の2件が登録されており、3件がPCT出願中である。

- 1) 電磁結合を用いる圧力検出装置
特許3999729号
- 2) 電磁結合を利用する圧力分布検出装置
特許3928976号

むすび

表1に従来方式と開発した本方式の比較で示す。表中に示すように、従来品は耐久性や価格の問題から、試験測定用途にしか使うことができなかったが、開発した新方式の圧力分布センサーは耐久性に優れ、安価であるため各種機器への組み込みが可能になり、業務用から家庭用機器まで広範囲の分野での応用が期待できる。

2007年2月の発表以来、ゲーム入力や歩行分析、スポーツ分析、セキュリティ、ベッドセンサー、着座センサーなど各方面からの問い合わせが相次ぎ、数十台を出荷している。アーケードゲーム機向けには量産を開始している。

また、床一面に敷設したいという要求に応えるために**図7**に示すような800mm×600mmのブロックタイプの開発も行なっている。

表1 従来方式との比較

方式	感圧抵抗方式	静電容量方式	電磁誘導方式
耐久性	×	○	◎
価格	△	×	◎
最大サイズ	△ < 1m	△ < 1m	◎ < 10m
最小空間分解能	◎ 1mm	◎ 2mm	○ 4mm
毎秒最大速度	◎ 200フレーム	△ 50フレーム	○ 100フレーム
最小厚さ	◎ 0.1mm	○ 0.3mm	△ 2mm
組込用途	×	×	◎
	(耐久性に難)	(価格に難)	(耐久性・価格に優れる)



図7 ブロックタイプの圧力分布センサー