

8. 人体検知センサー (フロアマットセンサー)

久 保 正 年

要 旨

このたび当社が開発したフロアマットセンサーは、静電容量の変化により人の存在を移動・静止にかかわらず検知できるシート状のセンサーである。本報告は、このフロアマットセンサーの原理とシステムの概要ならびに実験結果について述べたものである。

キーワード

静止／センサー／フロアマット／防犯／静電容量

目 次

1. はじめに
2. 従来の人体検知センサー
3. センサーの開発とシステム概要
4. 本システムの特長
5. あとがき

8. HUMAN BODY DETECTION SENSOR (FLOOR MAT SENSOR)

Masatoshi Kubo

Abstract

Our newly-developed Floor Mat Sensor is a sheet-form sensor that allows sure detection of presence of a man, whether moving or standing still, judging from changes in electrostatic capacity. We report on the sensing principle, the outline of the sensor system, and its experiment results.

1. はじめに

近年、社会の高度情報化が進む中、建設業界においては、各社がさまざまな趣向を取り入れ、付加価値の高いインテリジェントビルを提案している。

ビルオートメーションは、そのインテリジェントビルの軸となる1つのシステムであるが、その重要な要素として各種のセンサーがあげられる。それらの中で人体検知センサーは、侵入防止用および出入口扉・照明・空調・エレベーター等の自動運転用として広く使用されている。

しかし、これまでのセンサーはいずれも人の移動によってその存在を検知するものであり、人が静止している状態では検知できなかったため、その適用範囲が限られていた。夜間、銀行のCDコーナー内に人を閉じ込めてしまったり、百貨店・スーパーマーケット等のトイレに泥棒が隠れていた等の事件の例もあり、警備業界をはじめ関連業界から、人が静止していても人体を検知できる実用的なセンサーの開発が強く望まれていた。

今回、当社が開発したフロアマットセンサーは、人体による静電容量の変化を利用したもので、完全に静止している人体も確実に検知することができ、またセンサーの形状がシート状であるため仕上げ材の下に敷設することができ、非常に広い範囲で利用できるものである。

以下、その原理とシステムの概要について報告する。

2. 従来の人体検知センサー

これまで使用されている人体検知センサーの種類を表－1に示す。

その中で静止体を検知するものとして、赤外線方式・超音波方式・加圧方式の3方式があげられるが、いずれも次にあげる問題点があり、現在では非常に狭い分野でしか使用されていない。

(1) 赤外線方式

(a) 遮蔽検出方式

赤外線を投光させ、その光軸上に受光器を設置しておき、光軸上の赤外線が人体で遮蔽されると検出信号を出力する方式である。検出範囲が光軸上のみであるため、広範囲の検出ができない。

(b) 反射検出方式

赤外線の反射の有無によって検出する方式で、遮

蔽検出方法と同様、検出範囲が光軸上のみであるので広範囲の検出ができない。また、検出距離が短い。

(2) 超音波方式

発射された超音波が人体に反射して戻って来る時間を検出して、その存在を検知する方式である。

超音波は指向性があるので、検出エリアが狭い。

(3) 加圧方式（ゴムマット方式）

重量検出の単純な方式であるので、人体の存在を正確に検知できる。しかし、使用頻度にもよるが寿命が極めて短く、また、床の上に置くので美観が損なわれることからあまり使用されていない。

表－1 人体検知センサーの種類

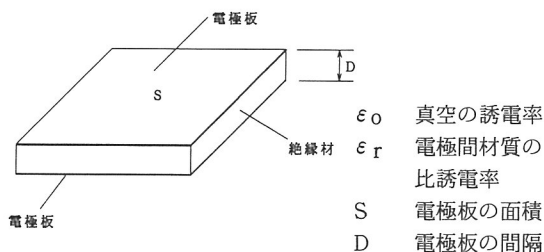
検出方式	方 法	検知条件	欠 点
遠赤外線方式	熱エネルギーの変化を検出する	動体検知	夏と冬の感度差が大
赤外線方式	赤外線の反射量の変化を検出する	動体検知	雪なども検出する
〃	赤外線を遮蔽する	静止体検知	光軸上で検出するので検出エリアが狭い
〃	赤外線反射の有無を検出する	静止体検知	検出距離が短い
レーダー方式	ドップラー効果による周波数の変化を検出	動体検知	コストが高い 大きい
超音波方式	超音波の反射を検出する	静止体検知	検出エリアが狭い
加圧方式 (ゴムマット)	重圧加圧による接点抵抗値の変化を検出する	静止体検知	寿命が短い フロアの美観が悪い

3. センサーの開発とシステム概要

前項にあげた従来の静止人体検知センサーの持つ欠点を解消するため、静電容量の変化を検出し、これによって、人体を検知する方式のフロアマットセンサーを開発した。その開発経過とシステムの概要について説明する。

3.1 開発経過

図－1に示すように、2枚の電極板を絶縁材を介し



図－1 平行板コンデンサー

て平行に配置すると、次式で表される静電容量を持つコンデンサーが形成される。

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{S}{D} \dots\dots (式-1)$$

静電容量Cのコンデンサーの電極板間に、静電容量C₁の導体を置くと、静電容量はC+C₁に変化する。

また、電極板に発振器を接続すると、導体がないときは静電容量Cを共振回路として発振し、導体が存在するときはC+C₁を共振回路として発振するため、共振周波数が変化する。そのために発振電圧が変化し、この変化を検出することで導体の存在を検出できる。

以上のコンデンサーの原理は、2枚の電極板を同一平面上に配置しても成り立つので、この原理を利用して図-2に示すようなシート状のセンサーを開発した。

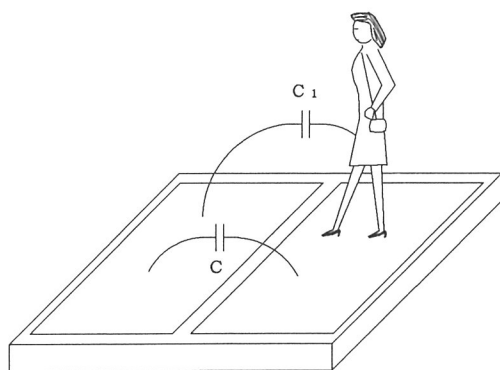


図-2 シート状のセンサー

導体である人体（静電容量C₁）が電極板（静電容量C）上に来たときの静電容量の変化を容易に検出するには、C₁のCに対する比C₁/Cの値を大きく、すなわちCを小さくすればよく、また、Cを小さくするには次のようにすればよい。

- ① 電極間材質の比誘電率 ϵ_r （表-2 参照）を小さくする。

表-2 各種物質の比誘電率

物 質	比 誘 電 率
空気	1.00059
ポリエチレン	2.2～2.4
ポリエチレン3倍発泡	1.79（実測値）
ゴム	2.2～2.4
ナイロン	4.0～4.7
硬質塩化ビニル	2.3～3.1

- ② 電極板の面積Sを小さくする。

- ③ 電極板の間隔Dを大きくする。

この①～③の各項目と、施工性や歩行性を考慮して図-3に示す形状のセンサーを試作した。

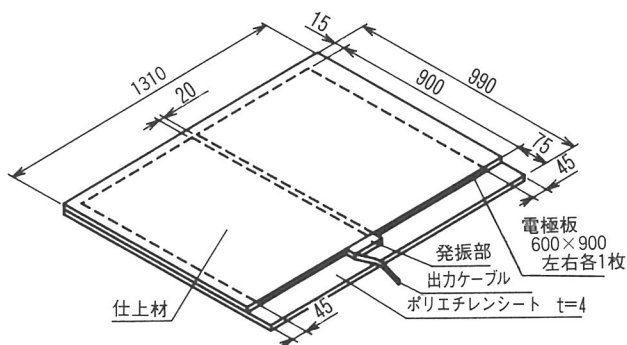


図-3 試作フロアマットセンサーの形状

このセンサーは、600 mm×900 mmの大きさの2枚の電極板を、厚さ $t = 4$ mmのポリエチレンシート上に並べたもので、端部には発振部と出力ケーブルが装着してある。

2枚の電極板は必ずしも図-3のような寸法の長方形である必要はなく、電極板の静電容量が設計値を満足した構造であれば、寸法が異なっても、また多少変形した形状（円形・楕円形・台形・その他）であってもセンサーとしての機能は変わらない。

3.2 システム概要

同一構造のフロアマットセンサー6個とそれを制御するコントロール部からなるシステムを作って、各センサー上を人が移動したとき、その存在を正しく検知するかどうかの確認を行った。

(1) システムの構成要素

図-4にシステム系統図を示す。

(a) センサー部

6個のフロアマットセンサーで構成する。

(b) コントロール部

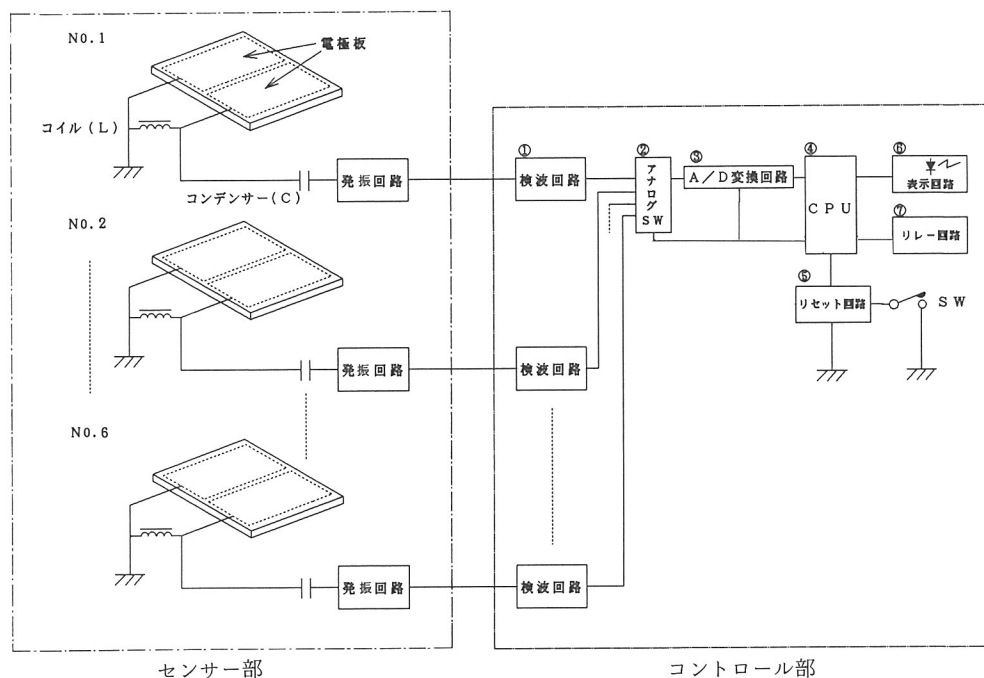
次の①～⑦の要素によって構成する。

① 検波回路

交流信号を検波し直流信号に変換する。

② アナログSW

各センサーの出力信号を選択するスイッチ回路で、CPU（中央処理装置）により自動制御



図ー4 システム系統図

を行う。

③ A/D変換回路

各センサーの出力信号の変化をアナログ信号からデジタル信号に変換する。

④ CPU

センサーからの出力信号によって各センサー上の物体の有無を判断し、その結果を⑥表示回路や⑦リレー回路に出力する。

⑤ リセット回路

システム起動時にCPUに信号を送り、No.1～6の各センサーからの出力電圧を初期値として記憶させる。その後はリセットSWによって初期値を変えることができる。

(2) 動作の確認

人がセンサー上を移動すると、各センサーからの出力電圧は、CPUが記憶してある初期値から変化し、その変化を読み取って人がいるセンサーに対応した表示回路の表示ランプが点灯される。また、ある物体(導体)をセンサー上に置いてリセットSWを押すと、その物体が置かれた状態の出力電圧を新しい初期値として記憶する。

4. 本システムの特長

実験の結果、次のような特長が確かめられた。

- ・人体(および物体)が静止していても確実にその存在を検知できる。
- ・検知範囲を電極板上に正確に限定できる。
- ・物体を置いたときの初期設定値のリセットが極めて簡単に行える。

なお、形状がシート状なので仕上げ材で隠すことができ、表面からは見えないことも大きな特長となっている。

5. あとがき

今後、本システムは前述の特長を生かすことによって、老人施設における生活監視システム、銀行のCDコーナーや百貨店等の防犯、劇場・映画館等の在席表示、工場の危険作業範囲接近の報知等、限りない用途に使用されていくものと考えられる。

なお、本システムは、当社、エフビーオートメ株式会社、株式会社ホトロンが共同で開発したものである。

参考文献

- 1) インテリジェント・ビル戦略；都市情報研究会編集
- 2) プラスチック材料選択のポイント；日本規格協会発行
- 3) 理科年表；東京天文台編集