

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 7 部門第 1 区分  
 【発行日】平成 23 年 1 月 13 日 (2011.1.13)

【公開番号】特開 2009-129676 (P2009-129676A)  
 【公開日】平成 21 年 6 月 11 日 (2009.6.11)  
 【年通号数】公開・登録公報 2009-023  
 【出願番号】特願 2007-302885 (P2007-302885)  
 【国際特許分類】

H 0 1 H 13/18 (2006.01)

H 0 1 H 13/00 (2006.01)

【F I】

H 0 1 H 13/18 Z

H 0 1 H 13/00 B

【手続補正書】  
 【提出日】平成 22 年 11 月 19 日 (2010.11.19)

【手続補正 1】  
 【補正対象書類名】特許請求の範囲  
 【補正対象項目名】全文  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【特許請求の範囲】  
 【請求項 1】

復元性を有する中空絶縁体と、  
導体からなる芯線と、該芯線の外周に被覆された導電樹脂と、からなり、前記中空絶縁  
体の内周面に沿って配設された複数の内部電極線と、  
前記中空絶縁体の外周に配設された外側電極と、  
 を備えたコードスイッチにおいて、  
 前記外側電極は、銅線の表面にめっき層を形成した外側電極線を前記中空絶縁体の外周  
 に巻き付けて形成され、  
 前記外側電極線のめっき層は、前記銅線の外周に形成された第 1 めっき層と、その第 1  
めっき層の外周に形成された第 2 めっき層とからなる 2 層構造であり、  
前記第 1 めっき層と第 2 めっき層は、コバルト、マンガン、銅、鉄、バナジウムを除く  
遷移金属、または典型金属からなると共に、前記第 1 めっき層は銅との相互拡散係数が錫  
より小さい金属からなり、前記第 2 めっき層は前記第 1 めっき層より金属イオン害の小さ  
い金属からなることを特徴とするコードスイッチ。

【請求項 2】

前記第 1 めっき層は、ニッケルからなり、前記第 2 めっき層は、錫、アルミニウム、及  
び銀の何れかからなることを特徴とする請求項 1 記載のコードスイッチ。

【手続補正 2】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】全文  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【発明の詳細な説明】  
 【発明の名称】コードスイッチ  
 【技術分野】  
 【0001】

本発明は、自動開閉のドアなどに物体や人体が挟まれること、または挟まれそうになる

ことを検知する物体検知センサとして好適なコードスイッチに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、自動車においては、自動開閉するスライドドア、バックドアなどの先端部にセンサを取り付け、ドアと車体との間に物体や人体が挟まった時または挟まれそうになった時、これらの状態をセンサが検知し、ドアを開くようにしたものがある。

【0003】

このような目的のセンサにコードスイッチがあり、自動開閉する窓や扉に物体が接触したときの圧力変化に反応して、複数の電極線が接触することによりオン/オフ動作をする接触型の構成が知られている（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

図4に、特許文献1に示された従来のコードスイッチの構成を示す。このコードスイッチ40は、復元性を有する中空絶縁体41の内周面に、4本の電極線42を周方向に所定の間隔で配設し、各電極線42を長手方向に螺旋状に配設した構成を有している。

【0005】

中空絶縁体41は、外力が作用しない時は、電極線42を相互に電氣的に接触しないようにして保持すると共に、外力により容易に変形して電極線42が相互に電氣的に接触し、かつ外力がなくなれば直ちに復元する材料、例えば、復元性ゴムまたは復元性プラスチックを用いて構成されている。

【0006】

電極線42は、1本または複数本の撚り線からなる金属線43の外周に導電性ゴム層または導電性プラスチック層44を設けて構成されている。

【0007】

また、接触型のコードスイッチ40の周囲に外側電極を配設し、接触検知機能に静電容量式の非接触検知機能を付与した接触非接触併用のコードスイッチがある（例えば、特許文献2参照）。

【0008】

図5に、特許文献2に示された接触非接触併用のコードスイッチの構造を示す。このコードスイッチ50は、図4に示される従来のコードスイッチ40の外周に、細径の銅線を横巻きした外側電極51を設けられ、この外側電極51を保護するシース55が外側電極51を覆い構成されている。

【0009】

内部電極線52と外側電極51との間に形成される静電容量は、コードスイッチ50に物体が接近した際、接近した物体と外側電極51との間に形成される浮遊容量により変化する。この静電容量の変化を読み取ることで、物体の非接触検知が可能となる。

【0010】

【特許文献1】国際公開第97/21235号パンフレット

【特許文献2】特願2007-123202号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、従来の接触非接触併用のコードスイッチ50は、自動車や屋外用など、使用環境によっては高温下にさらされるため、このような高温下に長期にわたり放置されると、内部電極線52が他の内部電極線52と接触してこのコードスイッチ50がオンするときのオン抵抗が上昇してしまい、検知感度が低下する問題がある。

【0012】

この主要因は、遷移金属による絶縁体（ポリマー）の劣化を促進する作用である金属イオン害である。

【0013】

金属イオン害とは、金属イオンが絶縁体であるポリマー（ゴムやプラスチックなど）の

劣化を促進する現象であり、金属イオンがポリマーの自動酸化反応を促進させる触媒的な作用（レドックス反応）を起こすことにより、ポリマーを劣化させるものである。

【００１４】

コードスイッチ５０が、高温下に長期にわたり放置されると、外側電極５１に用いられる銅などの遷移金属により、中空絶縁体５３に用いられるポリマーからなる絶縁体が金属イオン害を受けて劣化される。このため、劣化した中空絶縁体５３中に含まれる低分子成分（酸化防止剤など）が内部電極線５２の導電ゴム５４に移動し、導電ゴム５４が膨潤されて、導電ゴム５４の体積抵抗率が上昇すると考えられる。ここでいう体積抵抗率とは、電気抵抗を単位体積当たりで示した量である。

【００１５】

そこで、本発明の目的は、高温下に長期にわたり放置されてもオン抵抗が上昇しにくい接触非接触併用コードスイッチを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１６】

本発明は上記目的を達成するために創案されたものであり、請求項１の発明は、復元性を有する中空絶縁体と、導体からなる芯線と、該芯線の外周に被覆された導電樹脂と、からなり、前記中空絶縁体の内周面に沿って配設された複数の内部電極線と、前記中空絶縁体の外周に配設された外側電極と、を備えたコードスイッチにおいて、前記外側電極は、銅線の表面にめっき層を形成した外側電極線を前記中空絶縁体の外周に巻き付けて形成され、前記外側電極線のめっき層は、前記銅線の外周に形成された第１めっき層と、その第１めっき層の外周に形成された第２めっき層とからなる２層構造であり、前記第１めっき層と第２めっき層は、コバルト、マンガン、銅、鉄、バナジウムを除く遷移金属、または典型金属からなると共に、前記第１めっき層は銅との相互拡散係数が錫より小さい金属からなり、前記第２めっき層は前記第１めっき層より金属イオン害の小さい金属からなることを特徴とするコードスイッチである。

【００１７】

請求項２の発明は、前記第１めっき層は、ニッケルからなり、前記第２めっき層は、錫、アルミニウム、及び銀の何れかからなる請求項１記載のコードスイッチである。

【発明の効果】

【００１８】

本発明によれば、高温下に長時間放置されたコードスイッチのオン抵抗の上昇を抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１９】

以下、本発明の好適な実施形態を添付図面にしたがって説明する。

【００２０】

図１は、本発明の好適な第１の実施形態を示すコードスイッチの横断面図である。

【００２１】

図１に示すように、第１の実施形態に係るコードスイッチ１は、復元性を有する中空絶縁体２と、その中空絶縁体２の中空部３に沿って配設された４本の内部電極線４と、中空絶縁体２の外周に配設され、コードスイッチ１に物体が接近した際に、接近した物体との間に浮遊静電容量を形成する外側電極５とを主に備える。

【００２２】

中空絶縁体２としては、外力により容易に変形し、かつ外力がなくなれば直ちに復元する材料を用いるとよく、例えば、ゴムの硬度を測るとき用いられる国際標準に準拠したショアＡ硬度で表すと、ショアＡ硬度３０以上７０以下の復元性ゴム（シリコンゴム、エチレンプロピレンゴムなど）または復元性プラスチック（ポリエチレン、エチレンビニル共重合体など）からなるものを用いるとよい。第１の実施形態では、中空絶縁体２としてエチレンプロピレンゴムからなるものを用いた。

【００２３】

この中空絶縁体 2 の内周面には、周方向に所定の間隔を隔てて 4 本の内部電極線 4 が配設される。内部電極線 4 は、それぞれ所定の間隔を保ちつつ、中空絶縁体 2 の内周面に沿って長手方向に螺旋状に配設される。

【0024】

内部電極線 4 は、7 本の銅線を撚り合わせた芯線 7 と、その芯線 7 の外周に被覆された導電樹脂 6 とからなり、内部電極線 4 の長手方向に対して直交する断面形状が円形となるように成形される。芯線 7 に用いる銅線の外周には銀またはニッケルからなるめっきを施し、押出し成形時に芯線 7 と導電樹脂 6 との間に絶縁層（空隙）が形成されることを抑制する。

【0025】

導電樹脂 6 としては、例えば、カーボンブラックなどの導電性充填剤を混ぜて導電性を付与したゴムまたはプラスチックからなるものを用いるとよい。

【0026】

中空絶縁体 2 の外周には、その中空絶縁体 2 の長手方向に沿って複数本の外側電極線 8 を螺旋状に巻き付けて（横巻きして）外側電極 5 が形成される。

【0027】

図 2 に示すように、第 1 の実施形態に係るコードスイッチ 1 に用いる外側電極線 8 は、細径の銅線 21 の表面にめっき層 22 を形成してなる。

【0028】

めっき層 22 は、コバルト、マンガン、銅、鉄、バナジウムを除く遷移金属、または典型金属からなる。遷移金属としては、ニッケルまたは銀を用いるとよく、典型金属としては、アルミニウム、錫、亜鉛を用いるとよい。

【0029】

めっき層 22 の厚さは、銅線 21 の銅と、めっき層 22 の材料との相互拡散係数から決定される。例えば、めっき層 22 の材料が錫であれば、その厚さは  $0.5 \mu\text{m}$  以上であるとよい。これは、めっき層 22 の厚さが  $0.5 \mu\text{m}$  未満であると、コードスイッチ 1 を高温下で放置した際に、銅線 21 の銅が拡散してめっき層 22 の外側表面まで達し、この銅によって金属イオン害（銅害）が発生し、中空絶縁体 2 が劣化してしまうためである。

【0030】

めっき層 22 の材料として錫よりも銅との相互拡散係数が小さいニッケル、銀、アルミニウム、亜鉛を用いる場合は、めっき層 22 の厚さは  $0.3 \mu\text{m}$  以上であるとよい。

【0031】

めっき層 22 の厚さの上限は、コードスイッチ 1 の屈曲性に影響を及ぼさない範囲で適宜定めるとよい。

【0032】

外側電極 5 の外周には、外側電極 5 を絶縁、保護するためシース 9 が形成される。シース 9 としては、例えば、ウレタン、ポリ塩化ビニル、エポキシ樹脂ゴム・シリコンゴムなどのゴム類、エラストマー、ポリエチレンテレフタレート（PET）からなるものを用いるとよい。

【0033】

ここで、一例として自動車のスライドドアにコードスイッチ 1 を装着した場合の動作を説明する。

【0034】

自動車のスライドドアを閉じる際に、そのスライドドアに装着されたコードスイッチ 1 に人体や物体が接触すると、コードスイッチ 1 の接触箇所は外力を受けて変形する。この外力が大きいと、中空絶縁体 2 は扁平になり、中空部 3 内で内部電極線 4 同士が接触する。この内部電極線 4 の接触による各内部電極線 4 間の電流の変化などを検知することにより、人体や物体の接触を検出する。コードスイッチ 1 では、内部電極線 4 を中空絶縁体 2 の内周面に沿って長手方向に螺旋状に配設されているため、全方向からの圧力検知が可能である。

## 【 0 0 3 5 】

また、コードスイッチ 1 では、外側電極 5 と内部電極線 4 との間には静電容量  $C$  が常に形成されている。このコードスイッチ 1 に人体や物体が接近すると、外側電極 5 と人体や物体との間に浮遊静電容量  $C$  が形成される。この浮遊静電容量  $C$  と、外側電極 5 と内部電極線 4 との間の静電容量  $C$  との和 ( $C + C$ ) を計測し、その変化を検知することにより、非接触で人体や物体の接近を検出する。

## 【 0 0 3 6 】

コードスイッチ 1 により人体や物体の接触を検知した場合、あるいは人体や物体の接近を検出した場合、スライドドアを開くようにすることで挟み込みを防止できる。

## 【 0 0 3 7 】

第 1 の実施形態の作用を説明する。

## 【 0 0 3 8 】

第 1 の実施形態に係るコードスイッチ 1 では、外側電極線 8 のめっき層 2 2 として、コバルト、マンガン、銅、鉄、バナジウムを除く遷移金属、または典型金属からなるものを用いている。

## 【 0 0 3 9 】

一般に、銅をはじめとした遷移金属は、影響度に差があるものの、いずれも絶縁体（ポリマー）の劣化を促進する作用（金属イオン害）がある。金属イオン害の元素別の影響度は、以下ようになる。

## 【 0 0 4 0 】

$C o > M n > C u > F e > V > > N i > T i , C a , A g , Z n > A l > M g$

すなわち、金属イオン害の影響度が大きいコバルト、マンガン、銅、鉄、バナジウムの遷移金属をめっき層 2 2 に用いると、ポリマーであるゴムやプラスチックからなる中空絶縁体 2 を劣化させる。劣化した中空絶縁体 2 中の低分子成分（酸化防止剤など）は導電樹脂 6 に移動して導電樹脂 6 の体積抵抗率を上昇させ、内部電極線 4 同士が接触した際のオン抵抗を上昇させる。よって、コバルト、マンガン、銅、鉄、バナジウムをめっき層 2 2 に用いることはできない。換言すれば、めっき層 2 2 にはバナジウムより金属イオン害の小さい遷移金属を用いるとよい。

## 【 0 0 4 1 】

一方、典型金属は、コバルト、マンガン、銅、鉄、バナジウムの遷移金属と比較して絶縁体（ポリマー）の劣化を進行する作用が少ないことが知られている。

## 【 0 0 4 2 】

よって、コードスイッチ 1 では、めっき層 2 2 として、金属イオン害の影響度の大きいコバルト、マンガン、銅、鉄、バナジウムを除く遷移金属、または絶縁体の劣化を促進する作用が少ない典型金属からなるものを用いた。これにより、金属イオン害による中空絶縁体 2 の劣化が抑えられ、オン抵抗の上昇を抑制することができる。

## 【 0 0 4 3 】

また、第 1 の実施形態に係るコードスイッチ 1 では、めっき層 2 2 に用いる遷移金属としてニッケルまたは銀、あるいは典型金属としてアルミニウム、錫、亜鉛のいずれかを用いている。これらニッケル、銀、アルミニウム、錫、亜鉛は広くめっき材として用いられているため、容易に利用できる。

## 【 0 0 4 4 】

さらに、コードスイッチ 1 では、外側電極線 8 のめっき材が錫の場合、めっき層 2 2 の厚さを  $0.5 \mu m$  以上としている。これにより、高温下に長時間放置しても、銅線 2 1 の銅がめっき層 2 2 の表面まで拡散することを抑えるため、金属イオン害による中空絶縁体 2 の劣化が抑えられ、オン抵抗の上昇を抑制することができる。

## 【 0 0 4 5 】

また、めっき層 2 2 として特にニッケルを用いた場合、銅との相互拡散係数が錫と比べて小さいため、錫めっきに比べて高温下に長時間放置しても、銅線 2 1 の銅をめっき層 2 2 の外側表面まで拡散しにくくすることができる。さらに、ニッケルによる中空絶縁体 2

の劣化の進行速度は銅と比較して非常に遅いため、中空絶縁体 2 の劣化を抑えられ、オン抵抗の上昇を抑制できる。

【0046】

芯線に絶縁体を被覆した構造の電線などでは、錫、ニッケル、銀などのめっき形成した芯線を用いることが一般的ではあるが、従来のめっき層を施す目的は、はんだ接続などを行う際の電氣的な接続性を改善するためと、芯線の酸化や腐食により芯線自体の導通抵抗が上昇するのを防ぐためであり、本発明のように金属イオン害による絶縁体（ポリマー）の劣化抑制を目的としたものではない。

【0047】

次に、第 2 の実施形態を説明する。

【0048】

第 2 の実施形態に係るコードスイッチは、第 1 の実施形態に係るコードスイッチ 1 と基本的に同じであり、外側電極 5 に図 3 に示す外側電極線 30 を用いるものである。

【0049】

図 3 に示すように、第 2 の実施形態に係るコードスイッチに用いる外側電極線 30 は、細径の銅線 31 の表面に第 1 めっき層 32 を形成し、その第 1 めっき層 32 の外周に第 2 めっき層 33 を形成したものである。

【0050】

第 1 めっき層 32 は、銅との相互拡散係数が錫より小さい金属が好ましい。第 2 めっき層 33 は、絶縁体（ポリマー）と接するので、第 1 めっき層 32 よりも金属イオン害の小さい金属を選ぶとよい。

【0051】

例えば、銅とニッケルとの相互拡散係数は銅と錫との相互拡散係数よりも小さいため、ニッケルからなる第 1 めっき層 32 を形成することにより、銅線 31 の銅が第 1 めっき層 32 の外側表面まで拡散することを抑制できる。また、第 2 めっき層 33 にニッケルよりも絶縁体（ポリマー）の劣化を促進する作用が少ない錫、アルミニウム、銀などの金属を用いることにより、中空絶縁体 2 の劣化を抑制し、オン抵抗の上昇を抑制することができる。

【0052】

また、単層めっき層よりも 2 層めっき層の方がより薄膜化することが可能であり、製造時間を短縮する効果がある。

【0053】

上記実施形態では、中空部 3 に 4 本の内部電極線 4 を配設したが、これに限定されず、2 本またはそれ以上の内部電極線 4 を中空部 3 に配設してもよい。

【実施例】

【0054】

（実施例 1）

長さ 2 m の図 1 に示すコードスイッチ 1 を作製した。

【0055】

外側電極 5 は厚さ  $1.0 \mu\text{m}$  の電気錫めっき層 22 を施した直径  $0.05 \text{ mm}$  の軟銅線 21 を中空絶縁体 2 に 94 条螺旋状に巻いたものである。中空絶縁体 2 はエチレンプロピレンゴムからなり、内部電極線 4 は、直径  $0.127 \text{ mm}$  の銀めっき銅線 7 本撚りの芯線 7 に、体積抵抗率が  $0.6 \cdot \text{cm}$  の導電樹脂 6 を被覆した構成になっている。

【0056】

（実施例 2）

外側電極 5 は厚さ  $0.5 \mu\text{m}$  の電気錫めっき層 22 を施した直径  $0.05 \text{ mm}$  の軟銅線 21 を中空絶縁体 2 に 94 条螺旋状に巻いたものである。その他の構造は実施例 1 と同様である。

【0057】

（実施例 3）

外側電極 5 は厚さ  $1.5\ \mu\text{m}$  の電気錫めっき層 22 を施した直径  $0.1\ \text{mm}$  の軟銅線 21 を中空絶縁体 2 に 94 条螺旋状に巻いたものである。その他の構造は実施例 1 と同様である。

【0058】

(比較例 1)

外側電極は直径  $0.05\ \text{mm}$  の軟銅線を中空絶縁体に 94 条螺旋状に巻いたものである。その他の構造は実施例 1 と同様である。

【0059】

(比較例 2)

外側電極は厚さ  $0.3\ \mu\text{m}$  の溶融錫めっき層を施した直径  $0.05\ \text{mm}$  の軟銅線を中空絶縁体に 94 条螺旋状に巻いたものである。その他の構造は実施例 1 と同様である。

【0060】

これら実施例 1～3、および比較例 1, 2 のコードスイッチを、先端が  $4.0\ \text{mm}$  の丸棒で  $20\ \text{N}$  の加重を加えて押圧し、押圧を維持した状態で 10 秒後のオン抵抗値を測定する方法により、 $100^\circ\text{C}$  の恒温槽に 2000 時間放置する前後のオン抵抗を測定した。結果を表 1 に示す。

【0061】

【表 1】

	実施例1	実施例2	実施例3	比較例1	比較例2
初期	$5.0\ \Omega$	$5.0\ \Omega$	$5.0\ \Omega$	$5.0\ \Omega$	$5.0\ \Omega$
放置後	$19\ \Omega$	$25\ \Omega$	$23\ \Omega$	$2.6\ \text{k}\Omega$	$2.4\ \text{k}\Omega$

【0062】

表 1 に示すように、恒温槽に放置する前後のオン抵抗を比較すると、放置前  $5\ \Omega$  であったオン抵抗が、実施例 1 では  $19\ \Omega$  となり 3.8 倍、実施例 2 では  $25\ \Omega$  となり 5.0 倍、実施例 3 では  $23\ \Omega$  となり 4.6 倍であった。

【0063】

一方、比較例 1 では恒温槽に放置する前後のオン抵抗を比較すると  $5\ \Omega$  から  $2.6\ \text{k}\Omega$  となり 520 倍であり、比較例 2 では  $5\ \Omega$  から  $2.4\ \text{k}\Omega$  となり 480 倍であり、実施例 1 と比較し非常に高い上昇率であった。

【0064】

以上の結果から、外側電極に厚さ  $0.5\ \mu\text{m}$  以上の錫めっきを施すことにより、高温下に放置したときに、オン抵抗の上昇を大幅に低減できることが分かった。

【0065】

また、銅との相互拡散係数が錫よりも小さい銀、亜鉛、アルミニウムなどの典型金属、ニッケルなどの遷移金属（コバルト、マンガン、銅、鉄、バナジウムを除く）のめっき層では、 $0.3\ \mu\text{m}$  以上の膜厚でオン抵抗の上昇を抑制することができた。

【0066】

2 層構造の場合は、ニッケルからなる第 1 めっき層 32 と、ニッケルよりも金属イオン害の小さい金属からなる第 2 めっき層 33 とを用いることで、単層めっき層の場合よりもオン抵抗の上昇を長時間抑制することができた。

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図 1】本発明の好適な第 1 の実施形態に係るコードスイッチの横断面図である。

【図 2】第 1 の実施形態に係るコードスイッチに用いる外側電極線の横断面図である。

【図 3】第 2 の実施形態に係るコードスイッチに用いる外側電極線の横断面図である。

【図 4】従来のコードスイッチの横断面図である。

【図 5】従来のコードスイッチの横断面図である。

## 【 符号の説明 】

## 【 0068 】

- 1 コードスイッチ
- 2 中空絶縁体
- 3 中空部
- 4 内部電極線
- 5 外側電極
- 8 外側電極線