

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4234951号
(P4234951)

(45) 発行日 平成21年3月4日(2009.3.4)

(24) 登録日 平成20年12月19日(2008.12.19)

(51) Int.Cl.		F I			
GO 1 K	1/02	(2006.01)	GO 1 K	1/02	E
GO 1 K	7/01	(2006.01)	GO 1 K	7/00	3 9 1 M
GO 1 K	11/00	(2006.01)	GO 1 K	11/00	M
GO 1 K	5/72	(2006.01)	GO 1 K	5/72	

請求項の数 3 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2002-155280 (P2002-155280)	(73) 特許権者	596162740
(22) 出願日	平成14年5月29日(2002.5.29)		イーエム・マイクロエレクトロニクーマリン
(65) 公開番号	特開2003-35604 (P2003-35604A)		・エス アー
(43) 公開日	平成15年2月7日(2003.2.7)		スイス国・シイエイチ 2074・マリン
審査請求日	平成17年4月19日(2005.4.19)		・リュ ドソル・3
(31) 優先権主張番号	01202020.2	(74) 代理人	100064621
(32) 優先日	平成13年5月29日(2001.5.29)		弁理士 山川 政樹
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(72) 発明者	クリスティアン・ラモス
			スイス国・シイエイチ 2000・ヌシャ
			テル・ケ フィリップ ゴデ・12
		審査官	榮永 雅夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度監視電子装置およびその実装による温度監視方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

温度が少なくとも事前に確立された指標限界値を超えていないことを確認できるようにする、監視すべき媒体の温度を監視する電子装置において、

前記温度が指標限界値またはそのような指標限界値のうちの1つに達したときに電荷流回路(18)を閉じることのできる導電接触手段(2)と、

前記接触手段(2)が閉じるときに前記電荷流回路(18)に接続され、温度がその指標限界値またはそのような指標限界値のうちの1つに達しないかぎり電荷を保持し、前記接触手段(2)によって前記電荷流回路が閉じられたときに電荷が前記電荷流回路(18)を流れるようにし、前記電荷流回路(18)が再び開いた場合に前記電荷流回路(18)が閉じる前の充電状態に戻らない電荷蓄積手段(4)と、

前記蓄積手段(4)の充電状態を判定できるようにする読取り手段(6)とを含む、ことを特徴とする温度監視電子装置。

【請求項 2】

請求項1記載の温度監視電子装置の実装により媒体の温度を監視する方法であって、

(a) 前記電子装置の電荷蓄積手段(4)に電荷を注入することによってデータを書き込むステップを備え、

(b) 媒体の温度が少なくとも1つの事前に確立された指標限界値に達していないことを確認するために温度変化を監視すべき媒体内に前記電子装置(1)を配置するステップを備え、

(c) 当該媒体の温度が、所定の時点で、事前に確立された指標限界値または指標限界値のうちの1つに達していたかどうかを判定するために、前記電子装置が当該媒体内にまだある間に、前記電子装置の読取り手段(6)によって、前記電荷蓄積手段(4)に書き込まれたデータを非破壊的に読み取り、そして、前記電子装置(1)の接触手段(2)が閉じることがなく、前記電荷蓄積手段(4)の充電状態に変化がないことが検出されたときには、当該媒体の温度が前記指標限界値または指標限界値のうちの1つに達していないと判定し、前記電子装置(1)の接触手段(2)が閉じたので、前記電荷蓄積手段(4)の充電状態が変化していることが検出されたときには、当該媒体の温度が前記指標限界値または指標限界値のうちの1つに達したと判定するステップを備え、前記電荷蓄積手段(4)の充電状態は、変化させられた後では、その変化した充電状態は、監視中の媒体の温度が到達した指標値よりも大きな値または小さな値にさらに変動して前記接触手段(2)が再び開いた場合でも、変わらずに維持され、

10

(d) 温度の監視を継続または停止するステップを備える、
 ことを特徴とする温度を監視する方法。

【請求項3】

請求項2記載の方法において、

(e) 前記ステップ(d)で温度の監視を停止した場合に、その次に、温度監視電子装置(1)に対して再使用のためにデータを書き込む、再プログラミングするステップ
を備える、

20

ことを特徴とする温度を監視する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】

本発明は、監視すべき媒体の温度を監視する電子装置と、それを実施する方法とに関する。

【0002】

【従来の技術】

冷凍食品やある種の特殊な薬品のような多数の製品については、0よりも低い温度に維持された製品の温度が任意の時間に所定のしきい値を超えていないことを検査する必要がある。このような製品は、冷凍されているときと使用されるときとの間の冷却連鎖が厳しく管理されない場合、劣化し消費者に実際に危険を及ぼす可能性がある。

30

【0003】

現在、温度が一定のしきい値を超えたかどうかを永久的にかつ不可逆的に示す多数の警告装置が存在している。

【0004】

これらの装置には、たとえば、所定の融点を有する不透明な樹脂層で覆われた色付きの舌部または円板の形の、紙、段ボール、または他の材料で作られた基板が含まれる。この樹脂としては、基板の色を隠すように基板の色とは異なる色の樹脂が使用されている。

【0005】

温度が上昇したため樹脂が融解した場合、樹脂が流れ出して基板が見えるようになり、基板の色により、樹脂の融点しきい値に達したか、または該しきい値を超えたことがわかる。

40

【0006】

他の温度監視装置は比色水分検出剤としての特性を有する材料を含んでいる。この材料は、粉末または結晶であり、水に接触して色が変わり、たとえば無色から赤色になる特性を有する。この比色検出剤は、水とアルコールの混合物のような不凍性を有する液体の存在のもとに配置される。混合物の厳密な凝固点および融点を決定するのは水とアルコールの比率である。

【0007】

この装置は、冷蔵(急速凍結)されるときに商品の上にインジケータとして配置される。

50

製品およびそのインジケータが不凍性液体 / 水混合物の融点よりも低い温度に維持されていれば、氷が比色水分検出器に影響を与えることはないので何も起こらない。このインジケータは最初の色のみである。

【0008】

しかし、商品およびそのインジケータが不凍性液体 / 水混合物の融点よりも高い温度になった場合、氷が融解し始め、液体が水分検出器に接触する。すると、インジケータの色が変わる。

【0009】

それ以後、混合物の凝固点よりずっと高温の、冷気にさらされても、もはやインジケータの色は変わらず、最初に変化した色が不可逆的に残る。

10

【0010】

前述の種類の装置は、各商品に適用する必要がある、必要に応じて注意書きを添付する必要がある。したがって、このような装置は、たとえば、商品が受領されたときや、実際に販売されるときに、たとえば流通業者によって各装置を個々に検査するか、または購入時に消費者自身によって各装置を個々に検査する必要があるという欠点を有する。したがって、この検査には、流通業者、商品が販売されるカウンタに責任を負う人、または消費者自身による非常に細心の注意が必要である。また、各商品を個々に検査する必要があるため、比較的長い検査時間が必要である。

【0011】

残念なことに、流通業者または卸売り業者にはこの検査が非常に面倒であるため、経済的な理由で、または単に怠慢のために、販売する各製品をわざわざ個々に検査しない業者がいる。したがって、ある種の製品のみが、たとえば無作為に検査され、最悪の場合には、どの製品も検査されない。このため、顧客が欺かれ、このような欺きが故意に行われることもある。

20

【0012】

すなわち、前述のインジケータはめったに使用されない。というのは、このようなインジケータでは、冷却連鎖の終了時に、すなわち消費者によって検査を行うしかなく、また、このようなインジケータが十分に信頼できるものではないからである。

【0013】

さらに、既知のインジケータが通常、急速凍結製品専用であり、乳製品などの冷凍製品には何も与えられないことに留意されたい。

30

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、任意の時間に温度が所定の指標値に達していないことを簡単にかつ効率的に確認できるようにする安価な電子温度監視装置を提案することによって、前述の欠点および他の欠点を解消することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】

したがって、本発明は、温度が少なくとも事前に確立された指標限界値を超えていないことを確認できるようにする、監視すべき媒体の温度を監視する電子装置において、温度が指標限界値またはそのような指標限界値のうちの1つに達したときに電荷流回路を閉じることのできる導電接触手段と、

40

接触手段が閉じるときに電荷流回路に接続することができ、温度がその指標限界値またはそのような指標限界値のうちの1つに達しないかぎり電荷を蓄積し続け、接触手段によって電荷流回路が閉じられたときに電荷が電荷流回路を流れるようにし、電荷流回路が再び開いた場合に電荷流回路が閉じる前の充電状態に戻らない電荷蓄積手段と、蓄積手段の充電状態を判定する読取り手段とを含むことを特徴とする電子装置に関する。

【0016】

これらの特徴の結果として、本発明は、温度が一定のしきい値を超えたかどうかを検査する完全に受動的な電子装置を提供できる。すなわち、本発明による電子装置は、全温度監

50

視期間にわたって電流供給源または電圧供給源を動作させる必要がなく、電子装置の蓄積手段に電荷が注入される初期段階に装置に電力を供給するだけでよい。

【0017】

したがって、蓄積手段に書込みを行うこの第1のステップの後で、電子装置は完全に自律的に動作する。この電子装置は、温度を調節する必要のある製品にインジケータとして取り付けられ、何も起こらず、すなわち温度がその臨界値に達しないかぎり、初期電荷状態を維持する。この臨界値に達した直後に、接触手段が蓄積手段を電荷流回路に接続するので、蓄積手段に蓄積されている電荷がただちに逃げる。したがって、蓄積手段の電荷状態は監視期間中の温度変化を示す。蓄積手段は、その初期充電レベルに充電されている場合、検査時に、温度が、監視すべき製品の品質を変える可能性のある変動を受けていないことを示す。逆に、蓄積手段の充電状態の変化が検査時に観測された場合、このことは、温度が監視期間中に少なくとも1度指標値に達したことを意味する。

10

【0018】

蓄積手段の充電状態の変化は不可逆的であるので有利である。温度が瞬間的にたとえば最大値に達し、検査が行われる前に最大値よりも低い温度に戻った場合、蓄積手段がその初期充電状態に戻ることはなく、電荷が電荷流回路から蓄積手段に戻ることはできない。したがって、本発明は、指標値を超えた温度の記録を削除することも変化することもできない不可侵装置を提供する。

【0019】

最後に、温度が指標値に達したことをユーザに示すのは、電荷の変動であり、従来技術とは異なり、たとえば色の変化ではない。色の評価が困難であり、かつ製品の最終消費者のような観測者の主観に従うため、上記のことは、かなりの進歩である。電気変数は、完全に測定し、定量化することのできる客観的なパラメータである。さらに、電気変数、すなわち電流または電圧の値は、コンピュータに格納し、たとえば統計研究のためにコンピュータ内に無期限に維持することができる。

20

【0020】

本発明の他の特徴によれば、電子温度監視装置を電子タグに関連付けることができる。このような電子タグは当業者に公知である。このような電子タグは一般に、それが取り付けられた物体を区別し識別するために使用される。このようなタグは、受信された信号を処理し、たとえば、タグ、したがってタグが取り付けられた物体を識別するメッセージを含むことのできる他の信号を再送する電子モジュールに結合された、電磁波に受信し送信する装置を備えている。さらに、システムは、データ端末と電子タグとの間でデータを送信する電磁波トランシーバ装置を含む読取り装置を含む。

30

【0021】

読取り装置は、いくつかの機能を実行し、特に、特定の自律電力源を有さないタグに、それが機能するのに必要な電力を送信し、端末から発信され、タグに設けられたメモリに書き込みかつ該メモリから読み取ることのできるデータを、タグに送信し、タグから発信された、タグに特定のデータであり、特にタグを識別するデータを受信する場合に使用される機能を実行する。

40

【0022】

読取り装置は、これらの様々な送信を実行するために、送信および受信に使用される、コイルで形成された1本または複数のアンテナを含む。

【0023】

タグは、読取り装置から送信された電磁波を受信し、各アンテナが、読取り装置にデータを送信する場合にも用いられる、1本または複数のアンテナも含む。受信モードでは、アンテナは、読取り装置から発信されたエネルギー用の誘導受信装置と、読取り装置から送信されたデータを受信する手段とを形成する。アンテナは、アンテナによって受信された信号を復調し、再送すべき信号を符号化し変調するのに必要な手段を含むプロセッサに接続されている。

50

【0024】

タグは、本発明による電子温度監視装置の読取り手段に電力を供給するのに必要なエネルギーをアンテナを介して与える。さらに、このようなタグが存在する結果として、読取り装置は、タグが取り付けられた複数の製品を同時に検査することができる。したがって、製品を1つずつ検査することはもはや必要とされない。さらに、読取り装置は各タグの識別メッセージを読み取ることができるので、どの製品が、臨界しきい値に達した温度に、場合によっては瞬間的にさらされたかを非常に容易に判定することができる。この場合、これらの製品を流通チェーンからただちに抜き取ることができる。

【0025】

電子タグを温度監視装置と共に使用することの他の利点は、蓄積手段の充電状態の検査が遠隔で行われるため、監視装置を、保存すべき製品を含む包装の外側に単に付加するのではなく、その包装の内側に配置できることにある。

10

【0026】

このことは、本発明の他の重要な利点を構成する。すなわち、検査できるようにするために見える必要があり、したがって、製品の外側の包装に取り付けられた従来技術の装置は、包装の外側の表面的な部分のみに影響を及ぼし、保存すべき製品には影響を及ぼさない完全に瞬間的な加熱を示す可能性がある。したがって、このような方法では、影響を受けていないかなりの量の製品を不良品とみなす可能性が高い。

【0027】

他の製造業者は、急速凍結された製品パケットにインジケータを配置し、上記とは異なり、もはや製品パケットの外側（包装上）には配置しないことを提案している。この場合、急速凍結された製品を開放したときに、インジケータが正常であることを示しているかどうかを判定できるのは消費者であり、かつ消費者だけであり、消費者は、急速凍結された製品に接合された注意書きによって注意を受けることができる。

20

【0028】

インジケータを観察しても、冷却連鎖が破壊されたかどうかは確実にはわからない。そのため、消費に適していないのに売り手に代金を支払って食品を消費者が受け取る可能性もある。このことは受け入れがたい。

【0029】

したがって、本発明は、上述の種類の電子温度監視装置を実装する方法において、電荷蓄積手段に電荷を注入することによってデータを書き込み、媒体の温度が少なくとも1つの事前に確立された指標限界値に達していないことを確認するために温度変化を監視する必要のある媒体内にその電子装置を配置し、電荷蓄積手段に書き込まれたデータを、監視すべき媒体内に装置がまだある間に非破壊的に読み取り、監視すべき媒体の温度が所定の瞬間に、事前に確立された指標限界値またはそのような指標限界値のうちの1つに達しているかどうかを判定し、温度がその指標限界値またはそのような指標限界値のうちの1つに達していない場合に、接触手段が閉じておらず、電荷蓄積手段の充電状態が変化していないことを知り、一方、温度がその指標限界値またはそのような指標限界値のうちの1つに達している場合に、接触手段が閉じており、電荷蓄積手段の充電状態が変化されていることを知り、電荷蓄積手段のこの変化された充電状態が、監視中の媒体の温度が達した指標値よりも大きな値または小さな値に戻り、接触手段が再び開いた場合でも維持され、温度の監視を継続または停止し、必要に応じて、電子温度監視装置を再プログラミングして再び使用することを含むことを特徴とする方法に関する。

30

40

【0030】

本発明の他の特徴および利点は、本発明による温度監視装置の実施形態についての以下の説明から明らかになろう。この例は、添付の図面と共に非制限的な例としてのみ与えられている。

【0031】

50

【発明の実施の形態】

本発明は、監視すべき媒体の温度の変動に従い、監視期間中に指標値を越えた記録を削除することも変化することもできない受動的な不可侵電子装置を使用することにより、この温度が所定のしきい値に達していないことを確認することからなる概略的な概念に基づく発明である。温度しきい値を越えると、それが短時間の間であっても、電荷の値、すなわち、容易に測定することができ、その後、処理および分析のためにコンピュータ・メモリに格納されるパラメータがただちに不可逆的に変化される。これは、監視されている温度が一定のしきい値よりも高くなったときに色を変えることのできる、従来技術の監視インジケータ装置に対するかなりの進歩である。というのは、このような色の変化は、常に信頼できる表示であるとは限らず、製品の最終消費者などの観測者の主観的な判断に委ねられるからである。

10

【0032】

最も簡単な実施形態（図1Aおよび図1B参照）では、温度監視装置1は基本的に、接触手段2と、電荷蓄積手段4と、電荷蓄積手段4の充電状態を読み取る手段6とを含んでいる。

【0033】

接触手段または熱接触手段2は、それが配置された媒体の温度に応じて電氣的接触を確立させることができる受動素子を含んでいる。

【0034】

接触手段2によって実施される物理的現象または物理化学的現象はたとえば、固体材料の融解である。すなわち、接触手段2は、厳密な凝固点および融点を有する導電物質で形成することができる。ここで、この物質が、監視すべき温度が一定のしきい値に達しないかぎり固体状態のままである必要があり、温度がこのしきい値を越えた直後に液体状態に移る必要があることが理解されよう。このような材料の一例は、水とアルコールなどの不凍性液体との混合物のような、比率によって混合物の凝固点および融点が決定される混合物で形成される。本発明実施形態によれば、電子温度監視装置1は、たとえばガラスで作られ、水とアルコールの混合物が事前に導入されている薬瓶に密閉される。もちろん、この動作は、水とアルコールの混合物が固体状態である温度で行われる。薬瓶に電子装置1を導入した後、薬瓶は気密に密閉され、次いで温度を監視する必要のある製品に取り付けられる。

20

30

【0035】

接触手段2は、温度変化の関数として個体材料の膨張・収縮現象を伴う。これは、たとえば、アルミニウム、銀、銅、鋼、鉄、アンバー、ニッケル、金、白金、鉛、シリコン、タングステン、および亜鉛で形成された群から選択された金属材料またはそのような材料の合金であってよい。

【0036】

第1の変形形態によれば、接触手段2は簡単な直線状の棒の形をとる。

【0037】

図示されており、特に図1Aに示されている第2の変形形態によれば、接触手段は、異なる熱膨張係数を有し互いに溶接された2つの金属片または合金片で従来形成されているバイメタル・スイッチの形をとり、したがって、温度が変化するとこのアセンブリは湾曲する。このようなバイメタル・スイッチの実施例は、本実施形態の説明の最後の部分に詳しく示される。

40

【0038】

他の変形形態によれば、接触手段2は温度記憶合金で形成される。

【0039】

電荷蓄積手段4は、以下の説明の残りの部分では浮動ゲートと呼ぶコンデンサ・プレート8を含んでいる。このコンデンサ・プレートまたは浮動ゲート8は、必要に応じて、容量効果を高めるように補助コンデンサに関連付けてもよい。浮動ゲート8は、電荷を蓄積することができ、あらゆる接合から完全に電氣的に絶縁されるが、それにもかかわらず接触

50

手段2を介して手を届かせることができる。浮動ゲート8は、電氣的に絶縁された導電材料または半導体材料で作られており、他のコンデンサ・プレート8を形成する半導体材料で作られた基板10に面するように配置されている。浮動ゲート8を他のコンデンサ・プレート10から分離する電気絶縁層12はたとえば、シリカ、窒化物、または十分な電気絶縁力を与える他の材料で作られている。したがって、浮動ゲート8は絶縁されており、温度監視段階全体にわたって電流漏れが生じることはなく、したがって、電荷が漏れる可能性のあるPN接合に浮動ゲート8が接続される可能性はなくなる。すなわち、温度監視段階中に、浮動ゲート8の充電状態を変化できるのは接触手段2だけである。

【0040】

読取り手段6は、浮動ゲート8に関連する半導体装置の形をとり、したがって、浮動ゲート8の充電状態は、この読取り手段6の伝導状態に直接影響を及ぼし、したがってそのインピーダンスに影響を及ぼす。

10

【0041】

読取り手段6の様々な実施形態を構想することができる。第1の変形形態(図示せず)によれば、浮動ゲート8をPN接合に結合することができる。浮動ゲート8は、その充電状態に応じて、PN接合の漏れ電流を変調し、したがって、その特徴的な電流/電力形状を変化する。

【0042】

第2の実施形態(やはり図示せず)によれば、浮動ゲート8は、利得が浮動ゲート8の充電状態の関数として変化されるバイポーラ・トランジスタに結合されている。

20

【0043】

図1Aに示す最も一般的な実施形態において、浮動ゲート8はエンハンスメント・トランジスタまたはデプレション・トランジスタでもよいMOSトランジスタと関連付けられる。浮動ゲート8は、その充電状態の関数として、このMOSトランジスタのソースSとドレインDの間に、たとえばn型チャネルの伝導状態を形成するか、または該伝導状態を変えることができる。

【0044】

前述のように、浮動ゲート8は、あらゆる接合から電氣的に絶縁されているのでこのように呼ばれる。しかし、本実施形態によれば、浮動ゲート8は、外部からアクセスでき、電荷流回路18の電気接続点16に関連づけられて配置されている電気接続点14を有している。接触部20は、その接続点14で浮動ゲート8に電氣的に接続されており、一方、接触手段2は電荷流回路18の接続点16に接続されている。

30

【0045】

したがって、浮動ゲート8は、接触手段2が閉じて接触部20に接触したときに電荷流回路18に接続することになる。監視中の媒体の温度が事前に確立された指標限界値またはそのような指標限界値のうちの1つを越えたときにのみ接触部20との電氣的接触を確立するように接触手段2が構成されていることが理解されよう。したがって、浮動ゲート8に蓄積されている電荷は、温度がその指標値に達しないかぎり保存され、温度がその指標値に達して電荷流回路18が接触手段2によって閉じられたときに電荷流回路18を流れることができる。

40

【0046】

浮動ゲート8は、温度がたとえばその最大値よりも低くなったために電荷流回路18が再び開いた場合に、電荷流回路18が閉じる前の充電状態に戻ることがないので有利である。すなわち、電荷が電荷流回路18から浮動ゲート8に戻ることは不可能である。したがって、浮動ゲート8の充電状態の変化は不可逆的であり、したがって、温度が指標値を越えたことを示す記録を削除することも変化させることもできない不可侵電子温度監視装置1が得られる。したがって、浮動ゲート8の充電状態は監視期間中の温度の変動を示す。浮動ゲート8は、検査時にまだその初期充電レベルに充電されている場合、温度がその指標値に達しておらず、監視中の製品が、その品質を変える可能性のある劣化を被っていないことを示す。逆に、浮動ゲート8の充電状態が変化したことが検査中に観測された場合

50

、このことは、温度が少なくとも1度はその指標値に達したことを意味する。

【0047】

上記から理解されるように、本実施形態による電子装置1は、何が起こるかにかかわらず独自の充電状態を維持する能力を特徴とする。すなわち、検査が行われているときに温度がその指標値に達したことがない場合、監視装置1はその初期充電状態を維持している。逆に、温度が少なくとも1度はその指標値に達した場合、監視装置1の充電状態が変化し、その後、温度の変化にはかかわらず維持される。

【0048】

たとえば、水とアルコールの混合物が使用されている場合、温度は最大許可値に達していない場合、何も起こらず、すなわち、水とアルコールの混合物は固体のままであり、融解しない。一方、温度が、場合によっては瞬間的にのみ、最大値に達した場合、水とアルコールの混合物が融解する。混合物は、融解して接点14と16の上に流れ、浮動ゲート8を電荷流回路18に電氣的に接続する。したがって、浮動ゲート8は、電荷流回路18に放電し、その後温度が再び最大値よりも低くなった場合でも放電状態を維持する。

10

【0049】

バイメタル・スイッチは、水とアルコールの混合物とは異なり、冷蔵する、すなわち0よりも高い温度に維持する必要がある製品、たとえば牛乳やワインを監視できるようにするという利点を有する。すなわち、バイメタル・スイッチを作るために使用される金属または合金の熱膨張係数は、温度に対してほぼ一定であり、0に対する正の温度と負の温度との間の遷移とは無関係である。したがって、温度がその指標限界値に達したときにバイメタル・スイッチが適切に湾曲して電荷流回路18を閉じるように、バイメタル・スイッチを作るために使用される金属を慎重に選択しさえすればよい。

20

【0050】

最後に、本実施形態による電子温度監視装置1は、監視期間中いつでも浮動ゲート8の充電状態を非破壊的に判定できるようにする前述の読取り手段6を含む。

【0051】

図1Aに示す例では、温度監視装置1は、電氣的に絶縁されたゲートが電荷蓄積手段4を形成し、たとえば、n型のソースおよびドレンドが読取り手段6を形成するMOS型トランジスタを含んでいる。浮動ゲート8の充電状態を判定する場合、読取り手段6の両端子間に電圧または電流を加えると、読取り手段6がこれにตอบสนองして、それぞれ電流または電圧を生成し、それによって読取り手段6の電気抵抗を求め、したがって、浮動ゲート8の充電状態を判定することが可能になる。すなわち、ゲート8の電位は、MOSトランジスタのソースSをドレンドに接続するチャンネルの伝導状態に直接影響を及ぼす。

30

【0052】

図1Bは、図1Aに断面図で示す本実施形態による温度監視装置1の等価電気回路の概略図である。

【0053】

次に、浮動ゲートに電荷を注入するかまたは書き込む段階については考えずに、図2A以後の図を参照し、温度監視段階について検討する。電荷注入又は書込みはその後に説明する。以下でわかるようにそれは様々な原則に従う、

40

【0054】

図2Aを見るとわかるように、接触手段2は、温度がその事前に確立された指標限界値に達したときに融解し、浮動ゲート8の電気接点14を電荷流回路18の電気接点16に電氣的に接続することのできる固体材料の棒の形として示されている。

【0055】

読取り手段6のインピーダンスを評価し、したがって、浮動ゲート8の充電状態を判定できるようにするには、並列接続されたコンデンサ C_1 とコイル L_1 で形成された発振回路22を読取り手段6に関連付けることができる。2つのダイオードDは、発振回路22の自由端を指標電位に固定することを可能にする。浮動ゲート8が充電されているときの発振回路22の性質係数を本明細書では、たとえば Q_c と呼ぶ。この性質係数 Q_c は、読取り

50

手段 6 のインピーダンスの関数、すなわち浮動ゲート 8 の充電状態の関数として変化することができる。

【 0 0 5 6 】

アンテナを形成する発振回路を含む遠隔問合せ装置 2 4 が設けられている。この発振回路 2 4 は、並列に取り付けられたコンデンサ C_2 とコイル L_2 で形成されている。この種の発振回路 2 4 は、本実施形態による温度監視装置 1 の読取り手段 6 に電磁波を介して結合させることができる。この種のシステムは現在、電子タグと共に遠隔通信に使用されている。

【 0 0 5 7 】

図 2 B には、温度監視装置 1 の接触手段 2 を形成する固体材料の棒が融解し、すなわち、温度が監視期間中に少なくとも 1 度指標限界値に達したことが示されている。次いで、融解された材料によって電気接点 1 4 および 1 6 が互いに電氣的に接続され、それにより、そのときまで浮動ゲート 8 に蓄積されていた電荷が電荷流回路 1 8 に流れ込む。次いで、浮動ゲート 8 から電荷がなくなるため、読取り手段 6 に関連する発振回路 2 2 の性質係数が直接影響を受け、値 Q_D となる。次いで、遠隔問合せ装置 2 4 によって監視装置 1 の充電状態を評価する必要がある場合、問合せ装置 2 4 に関連するプロセッサは、読取り手段 6 の性質係数 Q_c と性質係数 Q_D を区別し、監視装置 1 が取り付けられている製品を不良品とみなす必要があると結論することができる。

【 0 0 5 8 】

もちろん、浮動ゲート 8 に蓄積されていた電荷が流れ出した後に接点 1 4 と接点 1 6 の間に電気接点を維持する必要はない。すなわち、温度が再びその最大値よりも低くなったとき、導電材料がこれらの接点 1 4 および 1 6 から後退し、凝固することによって接点 1 4 と接点 1 6 との間の接続が破壊されるが、監視装置 1 の動作には影響を及ぼさない。これは、電荷が浮動ゲート 8 に戻ることはできないからである。

【 0 0 5 9 】

図 2 C ~ 図 2 E は前述の図 2 A および図 2 B に類似しており、唯一の違いは、接触手段 2 がこの場合はバイメタル・スイッチで形成されていることである。

【 0 0 6 0 】

図 2 C で、温度監視装置 1 は、監視すべき製品に取り付けられる使用条件で示されている。接触手段 2、すなわちバイメタル・スイッチが開き、電荷が、流出する可能性なしに浮動ゲートに蓄積されている。すなわち、温度はまだその指標限界値に達していない。この瞬間に、監視装置 1 が遠隔問合せ装置 2 4 によって非破壊的に呼び掛けられた場合、発振回路 2 2 の性質係数の測定値は浮動ゲート 8 の充電状態に対応し、すなわち Q_c になる。

【 0 0 6 1 】

温度がその指標限界値に達すると、バイメタル・スイッチ 2 が接触部 2 0 (図 2 D 参照) に接触し、したがって、浮動ゲート 8 が電荷流回路 1 8 に電氣的に接続される。そのときまで浮動ゲート 8 に蓄積されていた電荷は、バイメタル・スイッチ 2 を通って電荷流回路 1 8 に流入する。遠隔問合せ装置 2 4 によって浮動ゲート 8 の充電状態を評価するときには、それぞれ浮動ゲート 8 の充電状態および放電状態に対応する発振回路 2 2 の性質係数値 Q_c および Q_D を検出し、それらから温度がその指標限界値に達し、本温度監視装置が関連付けされている製品を不良品とみなす必要があるかどうかを推定することができる。

【 0 0 6 2 】

図 2 E で、浮動ゲート 8 が放電してバイメタル・スイッチ 2 が開き、すなわち、温度が再び限界しきい値よりも低くなる。しかし、言うまでもなく、バイメタル・スイッチ 2 が接触部 2 0 に接触しているか、それとも再び開いたかにかかわらず、浮動ゲート 8 を放電後に再充電することはできない。

【 0 0 6 3 】

バイメタル・スイッチ 2 を作るために使用される材料として何を選択するかは、測定すべき指標限界温度の値によって決まる。このような材料を慎重に選択することにより、温度が上昇または下降することによって指標限界値に達したときに閉じて浮動ゲート 8 と電荷

10

20

30

40

50

流回路 18 との間に電気接点を確立するバイメタル・スイッチ 2 を作ることができる。

【0064】

図 2 F ~ 図 2 H は前述の図 2 C から図 2 E に類似しており、唯一の違いは、温度が指標下限値に達するか、それとも指標上限値に達するかに応じて、それぞれ接触部 20 a および 20 b に接触することのできる 2 つのバイメタル・スイッチ 2 a および 2 b が使用されていることである。したがって、図 2 G には、バイメタル・スイッチ 2 b が閉じ、すなわち、たとえば、監視すべき温度がその最小指標限界値に達したことが示されている。したがって、このような構成では、2 つの異なる温度を一度に検査することができる。このことは、高温にも低温にも耐えられないことが知られている、ワインなどの製品を維持するためにこの種の構成を使用するとき特に有利である。

10

【0065】

以上、温度監視段階・温度検査段階における本実施形態による温度監視装置 1 の使用方法についてのみ説明した。この監視段階では、

監視装置 1 が配置される媒体の温度の関数として電気接点を確立できるようにする受動接触手段 2 と、

あらゆる接合から電氣的に絶縁されており、充電状態が、検査が行われる前の監視期間中の温度の評価を示す、浮動ゲート 8 の形の電荷蓄積手段 4 と、

電気インピーダンスが浮動ゲート 8 の充電状態の関数であり、したがって、浮動ゲート 8 の充電状態を判定できるようにする半導体読取り手段 6 とで実施される。

【0066】

次に、浮動ゲート 8 に電荷を導入する、本発明の実施形態による監視装置 1 の初期使用段階について検討する。浮動ゲート 8 を作るために選択される技術に応じて、浮動ゲート 8 に書き込みを行うか、または浮動ゲート 8 をプログラムする様々な方法を使用することができる。厳密には、浮動ゲート 8 を充電するのに用いる方法は、浮動ゲート 8 を作るのに MOS 技術を用いるか、それともデータ蓄積機能を確保するように構成された不揮発性メモリを実現する技術を用いるかによって決まる。

20

【0067】

さらに、浮動ゲート 8 をプログラムする様々な方法は破壊的で、したがって、監視装置 1 をその後再使用することができなくなる場合があり、また、非破壊的である場合もある。その場合には監視装置 1 を再利用することができる。

30

【0068】

MOS 技術または CMOS 技術を使用して作られた温度監視装置の浮動ゲート 8 を充電する方法の第 1 の代替実現形態を図 3 A 以後の図を参照して示す。この第 1 の変形形態によれば、接触手段 2 が開いているかまたは作動していない（「作動していない」は、接触手段 2 が瞬間的に非導電状態になることを意味する）間に浮動ゲート 8 に電荷が注入されることに留意されたい。監視すべき温度は検査すべき製品の特性が維持される許容値である。図 3 A を見るとわかるように、まず充電電圧 V_{PROG} が浮動ゲート 8 に印加され、浮動ゲート 8 の容量効果がそれ自体では不十分である場合には、この効果を高める補助コンデンサ C_0 にも印加される。浮動ゲート 8 を充電する電流は、その後ヒューズ F が破壊される間の損失を制限するための抵抗器 R を通過する。第 2 に（図 3 B 参照）、十分に強い電流をヒューズ F に流してヒューズ F を破壊することによって、浮動ゲート 8 が外部とのあらゆる電気接続から絶縁される。これを行うには 2 つの解決策を構想することができる。第 1 の解決策は、電流源の正極と、スイッチ i が接続されたアースで形成された負極との間に強い電流が流れ、ヒューズ F を通過して破壊するようにスイッチ i を閉じることからなる。第 2 の解決策は、バイポーラ・トランジスタまたは MOS トランジスタ $i i$ を使用することからなり、このトランジスタ $i i$ は、浮動ゲート 8 が充電されている間ずっと OFF 状態であり、充電が終了すると ON 状態になる。トランジスタ $i i$ は、前述のスイッチ i と同じ役割を果たす。トランジスタ $i i$ は、十分に強い電流がヒューズ F を流れて破壊することを可能にする。ヒューズ F が破壊された後、浮動ゲート 8 を外部充電回路に接続するための点 I、J、および K が絶縁され、それにより、浮動ゲート 8 に蓄積されている

40

50

電荷が流出できなくなることが好ましい。最後に、図3Cには、浮動ゲート8に電荷が蓄積されており、温度がその指標限界値に達した場合に融解できる固体材料の形で示されている接点手段2が開いている使用条件での監視装置1が示されている。当然のことながら、監視装置1のこの第1の実施形態は1度しか使用できず、ヒューズFが破壊することによって、装置1がその後再使用されることが防止される。

【0069】

本実施形態の説明の都合および理解のために、以下の説明では、接触手段2をバイメタル・スイッチの形で示す。しかし、言うまでもなく、たとえば、上述の水とアルコールの混合物でバイメタル・スイッチを置き換える場合でも、本発明による電子装置1の動作原則および使用原則は同じである。

【0070】

次に、図1A、図1Bに示す温度監視装置を使用する方法を図4Aから図4Eを参照して検討する。

【0071】

図4Aには、浮動ゲート8における、書込み段階とも呼ばれる電荷注入段階が示されている。図4Aを検討する際には、バイメタル・スイッチ2が閉じており、すなわち、監視装置1が、たとえば検査すべき製品の最大許容値よりも高い温度であることに留意されたい。浮動ゲート8に電荷を注入するために、プログラミング電圧源 V_{PROG} がバイメタル・スイッチ2を介して浮動ゲート8に接続される。

【0072】

次いで、プログラミング電圧を維持しつつ、温度が徐々に低下し、したがって、接触手段2、すなわちバイメタル・スイッチが開く。次いで、監視装置1は、浮動ゲート8に電荷が蓄積されており、バイメタル・スイッチが開いている図4Bに示す状態になり、蓄積された電荷は流出することができない。次いで、プログラミング電圧源 V_{PROG} を切り離し、それにより、監視すべき製品に監視装置1を取り付ける準備が完了する。

【0073】

図4Cで、監視装置1が使用中の状態が示されている。この図には、浮動ゲート8に電荷が蓄積されており、かつバイメタル・スイッチ2が開いていることが示されている。MOSトランジスタのソースS、ドレインD、および基板はすべて、アースに接続されている。バイメタル・スイッチ2が開いている間、浮動ゲート8はその充電状態を維持し、すなわち、MOSトランジスタがオンになり、バイメタル・スイッチ2が閉じないかぎりオンのままである。

【0074】

図4Dには、監視すべき媒体の温度がその指標限界値に達した場合が示されている。この瞬間に、バイメタル・スイッチ2が閉じ、浮動ゲート8に蓄積されていた電荷がバイメタル・スイッチ2を介して電荷流回路18、この場合はアースに流れ込む。浮動ゲート8の充電状態のこのような変化は、電荷がアースから浮動ゲート8に戻る事が不可能になるので不可逆的なものであることに留意されたい。したがって、バイメタル・スイッチ2が温度の効果によって再び開いた場合でも、浮動ゲート8の放電状態は維持される。

【0075】

MOSトランジスタは、電荷の流れの効果によって、導電率が低くなるか、またはオフに切り換えられる。したがって、このMOSトランジスタの電気抵抗が変化する。この変化は、MOSトランジスタのソースSとドレインDとの間に読取り電圧 V_{READ} または読取り電流 I_{READ} を印加し(図4E参照)、これに回答してトランジスタによって生成される電流または電圧を測定することにより識別することができる。すなわち、浮動ゲート8の電位は、MOSトランジスタの比抵抗に直接影響を及ぼす。したがって、浮動ゲート8に電荷のキャリアがあるかどうかに応じて、MOSトランジスタの比抵抗が変化し、それにより、監視すべき製品を検査する責任を負う人に、検査前の全温度監視期間にわたって推奨される指標温度に関する信頼できる表示が与えられる。したがって、MOSトランジスタがオフであるか、または導電率が低下している場合、温度が少なくとも1度は指標値に達

10

20

30

40

50

しており、検査された遺品が物流チェーンからただちに抜き取られることが推定される。逆に、検査によって負が証明され、すなわち、浮動ゲート 8 に電荷が注入された瞬間に対応する初期導電率を MOS トランジスタが有する場合、温度検査を継続することができる。

【 0 0 7 6 】

本実施形態による監視装置 1 は、使用が終了した後で再使用できるので有利である。再使用する場合は、この場合も前述の手順に従って浮動ゲート 8 に電荷を再び注入しさえすればよい。不正な操作を回避するには、監視装置 1 にマイクロプロセッサを関連付け、それにより、マイクロプロセッサによって制御され、許可された従業員だけが符号化キーを知る符号化アルゴリズムに、浮動ゲート 8 にデータを書き込むステップが従うことが好ましい。

10

【 0 0 7 7 】

上記では、オペレータが、監視すべき製品を 1 つずつ検査する責任を負うものと仮定した。このような作業はもちろん面倒であり、大規模に適用することはできない。大規模に適用する場合は、本実施形態による各監視装置 1 に電子タグを関連付けることが好ましい。このようなタグは、既知であり、たとえば、タグが取り付けられた製品をエラーの可能性なしに識別できるようにするバッチ番号や製造日のような様々なデータを格納することができる。タグは、それに格納されたデータを変化することのできる読取り・書込み手段を含んでよい。この識別手段は、集積電子回路と、導電線のコイルで形成されたアンテナとを含んでいる。集積回路は、暗号化手段と、アンテナから回復されたエネルギーを変換して集積回路および監視装置 1 および固定記憶装置に電力を供給する手段とを含む。したがって、温度監視期間中に行われる検査時には、電磁界を放出することによって監視装置 1 の読取り手段 6 に電力を供給することのできる装置の前を、多数の製品を通過させることができる。集積回路は、これにตอบสนองして、製品を識別するデータに関連付けることのできる浮動ゲート 8 の充電状態を表す信号を遠隔問合せ装置に送信する。次いで、このデータはコンピュータ・メモリに格納され、そこに維持されそこで処理される。

20

【 0 0 7 8 】

本実施形態による監視装置 1 に電子タグが付加されるため、電荷蓄積手段 4 の充電状態の書込みステップを大規模に完全に自律的に実施することができ、要件を満たさない製品をエラーの可能性なしにただちに検出することができる。

30

【 0 0 7 9 】

以下の説明では、図 1 A、図 1 B、および図 4 A から図 4 E を参照して説明した要素と同一の要素を同じ参照符号で指定する。

【 0 0 8 0 】

図 5 A に示す例では、温度監視装置 1 は、たとえば n チャネルを有するデプリション型 MOS トランジスタを含んでいる。浮動ゲート 8 は、デプリション MOS トランジスタから電氣的に絶縁されており、本実施形態による電荷蓄積手段を形成しており、一方、ソース S とドレイン D は共に n 型であり、読取り手段 6 を構成している。ソース S とドレイン D は、やはり n 型であり、OFF 状態で存在するチャネル 2 6 によって、互いに接続されている。

40

【 0 0 8 1 】

図 5 B は、図 5 A に断面図で示す本実施形態による温度監視装置 1 の等価電気回路の概略図である。特に、この図 5 A では、製造プロセス中に浮動ゲート 8 の下方にドナー原子を注入することによって形成された n チャネル 2 6 が浮動ゲート 8 と基板の間に存在することに留意されたい。

【 0 0 8 2 】

公知のように、デプリション・トランジスタは通常 ON 状態である。したがって、適切な電圧を浮動ゲートに印加し、チャネルから電荷キャリアをなくすことによって、ソースからドレインへの電流を低減させるかまたは打ち消す必要がある。

【 0 0 8 3 】

50

この動作原則に基づき、デブリションMOSトランジスタを使用し、本実施形態による方法に従って温度監視を行う。この温度監視を行うには、まず浮動ゲート8に電荷を注入する(図6A参照)。この動作を行うには、ソースSおよびドレンドの電位をプログラミング値 V_{PROG} に設定する。浮動ゲート8にデータを書き込むこの動作の所要時間中ずっと、接触手段2は閉じており、すなわち、監視装置1は、温度が達してはならない最大しきい値および最小しきい値によって形成される許容範囲外の温度である。

【0084】

浮動ゲート8に電荷を注入することによって、デブリションMOSトランジスタの導電率が休止状態のときよりも低くなる(またはそのトランジスタがOFF状態に切り換えられる)ことが理解されよう。

10

【0085】

次に、プログラミング電圧 V_{PROG} を維持しつつ、温度が、最大しきい値よりも低くかつ最小しきい値よりも高い許容範囲内に徐々に近づいていく。接触手段2は開く。この場合、監視装置1は、電荷が浮動ゲート8によって閉じ込められ、電荷流回路18の方へ流れることができない、図6Bに示す状況である。この状態で、プログラミング電圧源 V_{PROG} を切り離すことができ、温度を監視する必要のある製品に監視装置1を取り付けることができる。

【0086】

図6cには、温度装置1が使用条件で示されている。ソースS、ドレンド、および基板はアースに接続されている。バイメタル・スイッチ2が開いているので、電荷は浮動ゲート8に蓄積されており流出することはできない。言い換えれば、温度は、たとえば許容最大値を超えておらず、製品は、品質を損なう可能性のある変質作用を受けていない。

20

【0087】

逆に、図6Dでは、温度がその指標値に達しており、そのため、バイメタル・スイッチ2を介して電荷流回路18が閉じており、それまで浮動ゲート8に蓄積されていた電荷が流れている。浮動ゲート8の充電状態がこのように変化することにより、MOSデブリション・トランジスタは再び導電性になる。浮動ゲート8の電位はデブリション・トランジスタの導電率に直接影響を及ぼす。この場合、デブリション・トランジスタのソースSとドレンドの間に読取り電流 I_{READ} または読取り電圧 V_{READ} を印加してトランジスタの導電率を求め、得られた結果の関数として浮動ゲート8の充電状態を推定しさえすればよい。トランジスタがわずかに導電性であるか、または遮断されている場合、このことは、浮動ゲート8にまだ電荷が存在しており、温度がどの指標値にも達していないことを意味する。逆に、MOSデブリション・トランジスタが通常の導電性である場合、このことは、浮動ゲート8に蓄積されていた電荷が逃げ、したがって、温度が少なくとも一瞬の間でも、そのしきい値に達したことを意味する。

30

【0088】

ここで、どちらの場合にかかわらず浮動ゲート8の充電状態は維持されることを想起されたい。温度がその指標値に達したことがない場合、電荷は浮動ゲート8に蓄積されたままであり、温度がその指標値に達したことがある場合、浮動ゲート8に蓄積されていた電荷は逃げている。電荷が逃げると、温度がそのしきい値よりも低い値に戻った場合でも、浮動ゲート8の充電状態の変化を取り消すことはできない。これは、流出した電荷が浮動ゲートに戻ることはできないからである。

40

【0089】

前述の3つの実施形態には2つの共通点がある。、すなわち、現在、非常にうまく管理されており、かつ信頼できる安価な装置を得ることができる電子構成要素用の1組の設計ステップおよび製造ステップからなるMOS技術を各実施形態が使用できる。さらに、標準MOSトランジスタを使用するか、それともデブリションMOSトランジスタを使用するかにかかわらず、バイメタル・スイッチ2が閉じている間、すなわち、温度が許容範囲外である間、浮動ゲート8に電荷を注入できる。このことは欠点となる場合がある。というのは、電荷が注入された後、本実施形態による監視装置1が監視すべき製品に取り付けら

50

れる前に、温度が、この製品の保存条件に適合する値に徐々に戻る必要があるからである。標準MOSトランジスタとデプリションMOSトランジスタは、浮動ゲート8から電荷が逃げたときに、標準MOSトランジスタが遮断されるか、または導電率が低くなり、一方、デプリションMOSトランジスタは同じ条件で再び導電性になるという点で異なる。

【0090】

前述の欠点を解消するには、不揮発性メモリ半導体構成要素技術を使用することができる。この技術のいくつかの例について以下で説明する。

【0091】

図7Aに示す例では、温度監視装置1はFAMOSトランジスタ・メモリ・セル(浮動ゲート・アバランシェ注入MOSトランジスタ)を含んでいる。これは、浮動ゲート8を含み、すなわち、あらゆる導体から絶縁されており、アバランシェ効果によって充電されるMOSトランジスタである。FAMOSトランジスタの浮動ゲート8は電荷蓄積手段4を構成し、たとえばn型ウェル内のp型のソースSおよびドレンドDは読取り手段6を形成している。

【0092】

図7Bは、図7Aに断面図で示す本実施形態による温度監視装置の等価電気回路の概略図である。

【0093】

図8Aには、浮動ゲート8の電荷の、書込み段階とも呼ばれる注入段階が示されている。図8Aを検討すると、バイメタル・スイッチ2が開いており、すなわち、監視装置1が、監視すべき製品の最適な保存条件に対応する許容温度範囲であることがわかる。プログラミング電圧 V_{PROG} によって、20Vから30V程度の負の電圧をFAMOSトランジスタのドレンドDとアースとの間に印加する。プログラミング電圧 V_{PROG} の効果により、トランジスタのソースSとドレンドDで形成された接合部でアバランシェが起こり、半導体材料の衝撃イオン化の後で電荷キャリアが増加する。次いで、半導体材料においてその結晶格子の熱平衡のエネルギーよりも高いエネルギーを有する、自由電子とも呼ばれるホットエレクトロンが浮動ゲート8に注入される。バイメタル・スイッチ2が開いており、電子の電荷流回路18の方への経路が遮断されているため、ホットエレクトロンは浮動ゲート8から逃げることはできない。

【0094】

浮動ゲート8に電荷が書き込まれた後、プログラミング電圧 V_{PROG} を除去し、監視すべき製品に監視装置1を取り付けることができる。この場合、監視装置1は、バイメタル・スイッチ2が開いており、浮動ゲート8に電荷が蓄積されたままであり、したがって、FAMOSトランジスタが潜在的に導電性であり、バイメタル・スイッチ2が閉じないかぎりそのままである。図8Bに示す状況である。浮動ゲート8の充電状態は、温度がその指標値またはその指標値のうちの1つに達しない限り、このように維持される。

【0095】

図8Cには、監視すべき媒体の温度がその指標値に達した場合が示されている。この瞬間に、バイメタル・スイッチ2が閉じ、浮動ゲート8に蓄積されていた電荷がバイメタル・スイッチ2を介して電荷流回路18に流れ込む。電荷が浮動ゲート8に戻ることはできないので、浮動ゲート8の充電状態のこの変化は不可逆的である。したがって、温度の効果によってバイメタル・スイッチ2が再び開いた場合でも、浮動ゲート8の放電状態は維持される。

【0096】

電荷の流れの効果によって、FAMOSトランジスタの導電率が低くなるか、またはFAMOSトランジスタが遮断される。したがって、このFAMOSトランジスタの電気抵抗が変化する。FAMOSトランジスタのドレンドDとアースとの間に読取り電流 I_{READ} または読取り電圧 V_{READ} を印加して(図8D参照)、これに反応してトランジスタから供給される電圧または電流を測定することにより、この変化を検出することができる。すなわち、浮動ゲート8の電位は、FAMOSトランジスタの比抵抗に直接影響を及ぼす。した

10

20

30

40

50

がって、浮動ゲート 8 が電荷キャリアがあるか否かに応じて、FAMOS トランジスタの比抵抗が変動し、それにより、検査の前の全温度監視期間にわたって、所定の指標温度に関する厳密な信頼できる表示が与えられる。

【0097】

図 9 A に示す例では、本実施形態による温度監視装置 1 は、SIMOS (スタックト・ゲート注入金属酸化膜半導体) トランジスタ・メモリ・セルを含んでいる。SIMOS メモリは、制御ゲート 28 と、電気絶縁 SiO_2 層 12 の表面に設けられたソース S とドレンドの間配置されたいわゆる浮動ゲートとを含むトランジスタで基本的に形成される。電気絶縁 SiO_2 層 12 は半導体基板 10 の表面を覆い制御ゲート 28 を保持する。浮動ゲート 8 は、割り当てられた電荷を、制御ゲート 28 によって制御されるアバランシェ効果 10 を介して受け取る。SIMOS トランジスタの浮動ゲート 8 は電荷蓄積手段 4 を形成し、たとえば、p 型基板に注入された 2 つの n 型ウェルで形成されたソース S およびドレンドは、読取り手段 6 を形成している。

【0098】

図 9 B は、図 9 A に断面図で示す本実施形態による温度監視装置 1 の等価電気回路の概略図である。SIMOS トランジスタの制御ゲート 28 が存在することに留意されたい。

【0099】

SIMOS トランジスタの浮動ゲート 8 に電荷を注入するかまたは書き込むステップが図 10 A に示されている。このステップは、電荷の注入に必要なプログラミング電圧源 V_{PROG} を用いるだけでなく、電荷、この場合は正孔 h^+ を浮動ゲート 8 に注入するためのアバランシェ効果を制御する制御ゲート 28 を有極化するために、第 2 のプログラミング電圧源 V_{PROG} も用いなければならないという点で、上記で図 8 A を参照して説明した FAMOS トランジスタの浮動ゲート 8 に電荷を注入するステップとは異なる。

【0100】

前述の FAMOS トランジスタの場合と同様に、SIMOS トランジスタ・メモリ・セルへのデータの書込みは、接触手段 2 が開いている間に行われる。同様に、電荷注入効果によって、SIMOS トランジスタは潜在的に導電性になり、接触手段 2 が閉じないかぎりそのままである。

【0101】

図 10 B では、プログラミング電圧源 V_{PROG} および V_{PROG} が取り除かれており、制御ゲート 28 がアースに接続されている。温度監視装置 1 は、監視すべき製品に取り付けられている。また、温度監視装置 1 は、温度がその指標値に達しておらず、かつバイメタル・スイッチ 2 が開いているために浮動ゲート 8 に電荷が残っている場合に対応する状態である。

【0102】

図 10 C には、温度がその指標値に達しており、バイメタル・スイッチ 2 が閉じている場合が示されている。この場合、浮動ゲート 8 に蓄積されていた電荷が、バイメタル・スイッチ 2 を通って電荷流回路 18 の方へ流れる。前述のすべての例と同様に、SIMOS トランジスタの浮動ゲート 8 の充電状態の変化は不可逆的であり、このことは、その後温度が再びしきい値公差よりも低い値になり、バイメタル・スイッチ 2 が再び開いた場合でも、浮動ゲート 8 の放電状態が維持されることを意味する。

【0103】

電荷が流れることの効果によって、SIMOS トランジスタの導電率が低くなるか、または SIMOS トランジスタが遮断される。したがって、SIMOS トランジスタの電気抵抗が変化し、SIMOS トランジスタのドレンドとアース S との間に読取り電流 I_{READ} または読取り電圧 V_{READ} を印加し (図 10 D 参照)、これに応答してトランジスタから供給される電圧または電流を測定することにより、この変化を検出することができる。図 10 D に示すように、SIMOS トランジスタの浮動ゲート 8 の充電状態を読み取るステップでは、トランジスタの制御ゲート 28 を読取り電位 V_{READ} に接続する必要がある。

【0104】

10

20

30

40

50

図 1 1 A に示す例では、本実施形態による温度監視装置 1 は、電氣的にプログラム可能で消去可能な E E P R O M メモリ・セルを含んでいる。E E P R O M セルは、データを非揮発的に記憶するセルである。したがって、E E P R O M セルは、電荷を蓄積することができ、制御ゲート 2 8 に容量結合された絶縁ゲートまたは浮動ゲート電界効果トランジスタ 8 の形を一般にとる。浮動ゲート 8 は、ポリシリコンで作られており、トランジスタ・チャンネルの上方に配置され、第 1 の誘電層 3 0 によって基板 1 0 から分離されている。トランジスタの制御ゲート 2 8 は浮動ゲート 8 に容量結合されており、第 2 の誘電層 3 2 によって浮動ゲート 8 から分離されている。

【 0 1 0 5 】

浮動ゲート 8 の電位は、制御ゲート 2 8 に印加される電圧によって決定されると共に、E E P R O M セルの容量結合比、すなわち制御ゲート 2 8 と浮動ゲート 8 との間に存在する誘電層 3 2 によって形成されるキャパシタンスと、浮動ゲート 8 とトランジスタ・チャンネルとの間に存在する誘電酸化層 3 0 によって形成されるキャパシタンスとの容量比によって決定される。

【 0 1 0 6 】

トランジスタの制御ゲート 2 8、反転層（チャンネル）、および拡散領域（ソース S 領域およびドレイン D 領域）に印加される電圧の組合せに応じて、動作、特にプログラミングを実行することができる。

【 0 1 0 7 】

したがって、E E P R O M セルをプログラムする、すなわち、たとえば p チャンネル M O S （ p M O S ）トランジスタの浮動ゲート 8 に h^+ 正孔を注入する 1 つの方法は、トランジスタの制御ゲート 2 8 に高プログラミング電圧を印加し、チャンネルならびにソース S 領域およびドレイン D 領域をアースに接続することからなる。この場合、浮動ゲート 8 の下方に位置する誘電酸化層 3 0 内の電界が十分に高い場合には、トンネル効果によって正孔をインジェクタまたは注入ゾーン 3 4 から E E P R O M セルの浮動ゲート 8 に注入することができる。

【 0 1 0 8 】

図 1 1 B は、図 1 1 A に断面図で示す本実施形態による温度監視装置 1 の等価電気回路の概略図である。この図では、p M O S トランジスタの制御ゲート 2 8 およびインジェクタ 3 4 が存在することに留意されたい。

【 0 1 0 9 】

E E P R O M メモリ・セルの浮動ゲート 8 に電界を注入するかまたは書き込むステップは図 1 2 A に示されている。このステップについては前記で詳しく説明したが、M O S トランジスタのドレイン D をプログラミング電圧 V_{PROG} に設定する必要がある。図 1 2 A を検討すると、バイメタル・スイッチ 2 が開いている間に電荷注入ステップが行われる。すなわち、温度が、監視すべき製品の正しい保存条件に対応する許容値にして行われる。電荷注入効果によって、M O S トランジスタは導電性になり、接触手段 2 が閉じないかぎりそのままである。

【 0 1 1 0 】

図 1 2 B では、プログラミング電圧源 V_{PROG} が取り除かれており、ドレイン D、ソース S、基板 1 0、および制御ゲート 2 8 はすべて、アースに接続されている。温度監視装置 1 は、監視すべき製品に取り付けられている。また、温度監視装置 1 は、温度がその指標値に達しておらず、かつバイメタル・スイッチ 2 が開いているために浮動ゲート 8 に電荷が残っている場合に対応する状態である。浮動ゲート 8 のこの充電状態は、何も起こらず、すなわち、温度がその指標値に達せず、バイメタル・スイッチ 2 が閉じないかぎり維持される。

【 0 1 1 1 】

図 1 2 C では、温度がその指標値に達している。この温度変化の効果によって、バイメタル・スイッチ 2 が閉じ、そのときまで浮動ゲート 8 に蓄積されていた電荷が電荷流回路 1 8 に流れ込んでいる。その後、温度が許容値に戻りバイメタル・スイッチ 2 が再び開いた

10

20

30

40

50

場合でも、浮動ゲート 8 の新しい放電状態が維持される。

【 0 1 1 2 】

もちろん、電荷の流れの効果によって、EEPROMメモリ・セル・トランジスタの導電率が低くなるか、またはEEPROMメモリ・セル・トランジスタが遮断される。したがって、トランジスタの電気抵抗が変化し、トランジスタのドレンドとアースとの間に読取り電流 I_{READ} または読取り電圧 V_{READ} を印加し（図 1 2 D 参照）、これにตอบสนองしてトランジスタから供給される電圧または電流を測定することにより、この変化を検出することができる。制御ゲート 2 8 は必要に応じて、EEPROMメモリ・セルの読取り段階の間アースまたは読取り電位 V_{READ} に接続しておくことができる。

【 0 1 1 3 】

図 1 3 A に示す例では、本実施形態による温度監視装置 1 は、「電氣的にプログラム可能な論理装置(electrically programmable logic device)」と呼ばれる EPLD 型の独立のインジェクタ・メモリ・セルを含んでいる。EPLDメモリ・セルはデータを記憶できるセルである。したがって、EPLDセルは、電荷を蓄積することができ、制御ゲート 2 8 に容量結合された絶縁ゲートまたは浮動ゲート 8 を有する電界効果MOSトランジスタを含んでいる。浮動ゲート 8 は、トランジスタ・チャンネルの上方に配置され、誘電層 3 0 によって半導体基板 1 0 から分離されている。トランジスタの制御ゲート 2 8 は浮動ゲート 8 に容量結合されており、誘電層 3 2 によって浮動ゲート 8 から分離されている。

【 0 1 1 4 】

したがって、EPLDセルをプログラムする、すなわち、たとえばpチャンネルMOS (p MOS) トランジスタの浮動ゲート 8 に h^+ 正孔を注入する 1 つの方法は、トランジスタの浮動ゲート 8 に高プログラミング電圧 V_{PROG} を印加し、反転層 (チャンネル) および拡散領域 (ソース S 領域およびドレンド領域) をアースに接続することである。この場合、電界が十分に高い場合には、浮動ゲート 8 の下方に位置する酸化層 3 6 内のトンネル効果により、基板 1 0 の酸化層 3 6 の反対側に配置された注入ゾーン 3 8 から、正孔を注入することができる。

【 0 1 1 5 】

図 1 3 B は、図 1 3 A に断面図で示す本実施形態による温度監視装置 1 の等価電気回路の概略図である。この図では、制御ゲート 2 8 と、トンネル効果によって浮動ゲート 8 に電荷を注入できるようにする酸化層 3 6 とが存在することに留意されたい。この酸化層 3 6 と、それに関連する注入ゾーン 3 8 とは、MIS (金属絶縁体導体) 型ダイオードを形成している。

【 0 1 1 6 】

EPLDメモリ・セルの浮動ゲート 8 に電界を注入するかまたは書き込むステップは図 1 4 A に示されている。このステップについては前記で詳しく説明したが、浮動ゲート 8 をプログラミング電圧 V_{PROG} に設定し、一方、制御ゲート 2 8 をアースに接続しておく必要がある。浮動ゲート 8 にデータを書き込むステップは、バイメタル・スイッチ 2 が開いている間に行われる。電荷注入効果によって、EPLDメモリ・セルのMOSトランジスタは導電性になり、接触手段 2 が閉じないかぎり、すなわち温度がその指標値に達しないかぎりそのままである。

【 0 1 1 7 】

図 1 4 B では、プログラミング電圧源 V_{PROG} が取り除かれており、トンネル効果インジェクタ 3 8 がアースに接続されている。温度監視装置 1 は、監視すべき製品に取り付けられている。また、温度監視装置 1 は、温度が検査の前の監視期間中には指標値に達しておらず、かつ接触手段 2 が閉じなかったために浮動ゲート 8 に電荷が蓄積されたままである場合に対応する状態である。浮動ゲート 8 のこの充電状態は、何も起こらず、すなわち、接触手段 2 が温度変化効果によって閉じないかぎり維持される。

【 0 1 1 8 】

図 1 4 C では、温度がその指標値に達したためにバイメタル・スイッチ 2 が閉じており、電荷が浮動ゲート 8 から逃げ、バイメタル・スイッチ 2 を通って電荷流回路 1 8 に流れ込

10

20

30

40

50

んでいる。電荷流れの効果によって、EPLDメモリ・セルのMOSトランジスタの導電率が低くなるか、またはMOSトランジスタが遮断される。したがって、トランジスタの電気抵抗が変化し、ドレンドとアースとの間に読取り電流 I_{READ} または読取り電圧 V_{READ} を印加し（図14D参照）、トランジスタから供給される電圧または電流を測定することにより、この変化を検出することができる。浮動ゲート8の充電状態を読み取るステップは、インジェクタ38がアースに接続された状態で行われるので有利である。もちろん、浮動ゲート8の放電状態は、その後接触手段2が再び開いた場合でも維持される。

【0119】

図15には、本実施形態による温度監視装置1を実施する方法が示されている。この方法は、浮動ゲート8をプログラムするステップS1、すなわち、浮動ゲート8に電荷を注入するステップから始まる。前記で詳しく説明したように、プログラミング・ステップは、使用される標準MOS技術または不揮発性メモリ技術に従って、接触手段2を開くかまたは閉じることによって行うことができる。電荷蓄積手段4に電荷を注入する効果によって、電荷蓄積手段4は導電性になるか、または逆に遮断状態になる。

【0120】

電荷蓄積手段4に電荷を注入するステップS1の後で、保存温度を監視する必要がある製品に監視装置1を取り付けることができる。次いで、温度監視ステップS2が始まる。このステップの間に、電荷蓄積手段4の充電状態が変化することがある。したがって、ステップS3に示すように、温度がそのしきい値に達した場合、蓄積手段の充電状態が不可逆的に変化する。その後の温度の変化にかかわらず、電荷蓄積手段4のこのように変化された充電状態が維持されることを理解する必要がある。したがって、温度が許容最大値よりも低くなり、したがって接触手段2が再び開いた場合でも、電荷蓄積手段4がその初期充電状態に戻ることはできない。もちろん、温度がその指標値に達しない全温度監視期間についても電荷蓄積手段4の充電状態が維持される。ステップS4で最後の検査が行われるとき、浮動ゲート8に電荷が存在することを確認する必要がある。電荷が存在する場合（ステップS5）、このことは、温度がその指標値またはそのような指標値のうちの1つに達しておらず、かつ監視装置1が取り付けられた製品の特性が変更されていないことを意味する。逆に、電荷が存在しない場合（ステップS6）、製品を不良品とみなさなければならない。ステップS4が最後の検査ではない場合にも、電荷が存在することを確認しなければならない。電荷が存在しない場合、ただちに製品を不良品とみなさなければならない（ステップS6）。しかし、浮動ゲート8にまだ電荷が存在している場合、温度監視プロセスを継続することができ、ステップS2に戻る。最後の検査（ステップS4）の終了時に、製品が最終的に良品とみなされる（ステップS5）か、不良品とみなされる（ステップS6）かにかかわらず、温度監視プロセスの終了段階に達し、次いで本実施形態による監視装置1を再利用することができる（ステップS7）。

【0121】

最後に、閉じたときに浮動ゲート8を電荷流回路18に接続させる接触手段2の実施形態について、図16以後の図を参照して検討する。

【0122】

図16で、接触手段2は、単位長さ当たり熱膨張係数が $\alpha = 25 \cdot 10^{-6} \text{ m} / \text{ }^\circ\text{K}$ である簡単なアルミニウム棒で形成されている。長さLのアルミニウム棒の温度変化 ΔT の効果による伸び ΔL は次式によって定義される。

$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T \quad (1)$$

【0123】

温度変化 $\Delta T = 1 \text{ }^\circ\text{K}$ に対する伸びが $\Delta L = 0.1 \text{ } \mu\text{m}$ であると仮定すると、アルミニウム棒の長さLは次式のような必要がある。

【数1】

10

20

30

40

$$L = \frac{\Delta L}{\delta \times \Delta T} = \frac{0.1 \times 10^{-6}}{25 \times 10^{-6}} = 4.10^{-3} \text{ m} = 4 \text{ mm} \quad (2)$$

【0124】

温度が 1 ° K 上昇したときに棒の 0.1 μ m の伸びを観測できるようにするには、長さが 4 mm のアルミニウム棒を用意する必要がある。

【0125】

図 17 で、接触手段 2 は、各々の長さが 100 μ m であり、一方がたとえば、単位長さ当たり膨張係数が $\alpha_{Al} = 25 \cdot 10^{-6} \text{ m} / ^\circ \text{ K}$ であるアルミニウムで作られ、他方が、単位長さ当たり膨張係数が $\alpha_{Si} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ m} / ^\circ \text{ K}$ であるシリコンで作られている、互いに取り付けられた 2 つのストリップで形成されたバイメタル・スイッチからなると仮定されている。100 μ m の長さは任意に選択された長さであるが、集積回路製造分野では一般的な値である。

10

【0126】

図 17 に示すように、アルミニウム棒とシリコン棒の長手方向の対称的な線は、それぞれ L_{INT} および L_{EXT} であり、距離 $R = 1 \mu \text{ m}$ だけ分離されている。

【0127】

図 18 で、バイメタル・スイッチはシリコン・ストリップの側面上で湾曲しているものと仮定する。バイメタル・スイッチが湾曲している曲率半径は R で指定され、湾曲したバイメタル・スイッチによって形成された円弧に挟まれた角度は θ で指定されている。したがって、次式が得られる。

20

$$L_{INT} = R \theta \quad (2)$$

$$L_{EXT} = (R + R) \theta \quad (3)$$

したがって

【数 2】

$$\frac{L_{EXT}}{L_{INT}} = \frac{\alpha(R + \Delta R)}{\alpha R} = 1 + \frac{\Delta R}{R} \quad (4)$$

30

【0128】

バイメタル・スイッチが 1 ° K の温度変化の効果によって湾曲したと仮定すると、前記で定義した関係式 (4) は以下ようになる。

【数 3】

$$\frac{L_{EXT}}{L_{INT}} = \frac{100 + 100 \times 25 \cdot 10^{-6}}{100 + 100 \times 3 \cdot 10^{-6}} = 1.000022 = 1 + \frac{\Delta R}{R}$$

$R = 1 \mu \text{ m} = 10^{-6} \text{ m}$ であり、したがって、次式が得られる。

【数 4】

$$R = \frac{10^{-6}}{22 \times 10^{-6}} = 0.045 \text{ m} = 45454 \mu \text{ m}$$

40

【0129】

したがって、曲率半径は $R = 45454 \mu \text{ m}$ に等しい。

【0130】

次に、1 ° K の温度変化に対するバイメタル・スイッチの、 d_d として示されるたわみを図 19 を参照して求める。

【数 5】

50

$$dd = L \sin \alpha = L \times \frac{L}{R} = \frac{100 \times 100}{45454} = 0.22 \mu\text{m}/^\circ\text{K}$$

【0131】

したがって、各々の長さが100 μmであるアルミニウムとシリコンの2つのストリップで形成されたバイメタル・スイッチの場合、1 ° Kの温度変化に対して0.22 μmの湾曲が観測される。

【0132】

言うまでもなく、本発明は前述の実施形態に限らず、本発明の範囲から逸脱せずに簡単な変化形態および変形形態を構想することができる。 10

【図面の簡単な説明】

【図1】 A：MOS型トランジスタを含む本発明の実施形態による温度監視装置の断面図で、B：図1Aに断面図で示す監視装置の等価電気回路の概略図である。

【図2A】本発明実施形態による監視装置による温度監視段階を示す図である。

【図2B】本発明実施形態による監視装置による温度監視段階を示す図である。

【図2C】本発明実施形態による監視装置による温度監視段階を示す図である。

【図2D】本発明実施形態による監視装置による温度監視段階を示す図である。

【図2E】本発明実施形態による監視装置による温度監視段階を示す図である。

【図2F】本発明実施形態による監視装置による温度監視段階を示す図である。 20

【図2G】本発明実施形態による監視装置による温度監視段階を示す図である。

【図2H】本発明実施形態による監視装置による温度監視段階を示す図である。

【図3】本発明実施形態による温度監視装置における電荷書込み段階を示す図である。

【図4】図1A、1Bに示す温度監視装置を実施する方法を示す図である。

【図5】 A：デブリション型MOSトランジスタを含む本発明実施形態による温度監視装置の断面図で、B：図5Aに示す監視装置の等価電気回路の概略図である。

【図6】図5A、5Bに示す温度監視装置を実施する方法を示す図である。

【図7】 A：FAMOSトランジスタ・メモリ・セルを含む本発明による温度監視装置の断面図で、B：図7Aに断面図で示す等価監視装置の概略図である。

【図8】図7A、7Bに示す温度監視装置を実施する方法を示す図である。 30

【図9】 A：SIMOSTランジスタ・メモリ・セルを含む本発明実施形態による温度監視装置の断面図で、B：図9Aに断面図で示す監視装置の等価電気回路の概略図である。

【図10】図9A、9Bに示す温度監視装置を実施する方法を示す図である。

【図11】 A：プログラム可能であり電氣的に消去可能なEEPROMメモリ・セルを含む本発明実施形態による温度監視装置の断面図で、B：図11Aに断面図で示す監視装置の等価電気回路の概略図である。

【図12】図11A、11Bに示す温度監視装置を実施する方法を示す図である。

【図13】 A：EPLD分離インジェクタ・メモリ・セルを含む本発明実施形態による温度監視装置の断面図で、B：図13Aに断面図で示す監視装置の等価電気回路の概略図 40

【図14】図13A、13Bに示す温度監視装置を実施する方法を示す図である。

【図15】本発明実施形態による温度監視装置を実施する方法を示す図である。

【図16】本発明実施形態による温度監視装置の接触手段の第1の実施形態（ロッド）を示す図である。

【図17】本発明実施形態による温度監視装置の接触手段の第2の実施形態（バイメタル・スイッチ）を示す図である。

【図18】温度を変化させたことによる湾曲状態の、図17のバイメタル・スイッチを示す図である。

【図19】温度を変化させることによってバイメタル・スイッチのたわみを判定するため 50

に使用されるバイメタル・スイッチの概略図である。

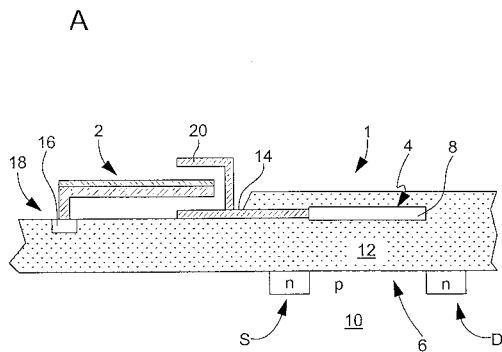
【符号の説明】

- 1 温度監視装置
- 2 接触手段
- 2 a、b バイメタル・スイッチ
- 4 電荷蓄積手段
- 6 読取り手段
- 8 浮動ゲート
- 10 基板
- 12 電気絶縁層
- 14 電気接点
- 16 接点
- 18 電荷流回路
- 20 接点
- 20 a、b 接触部
- 22、24 発振回路
- 26 nチャネル
- 28 制御ゲート
- 30 第1の誘電層
- 32 第2の誘電層
- 34 インジェクタ
- 36 酸化層
- 38 注入ゾーン

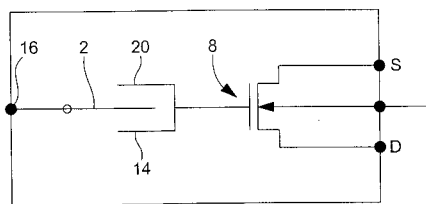
10

20

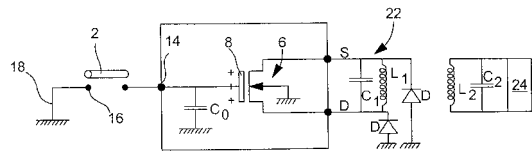
【図1】



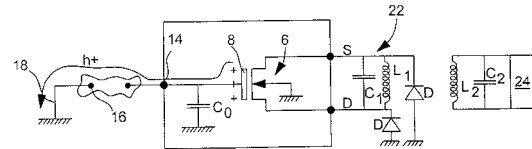
B



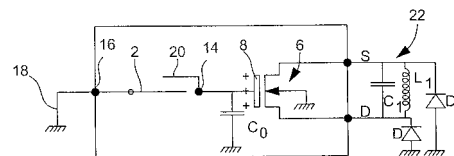
【図2A】



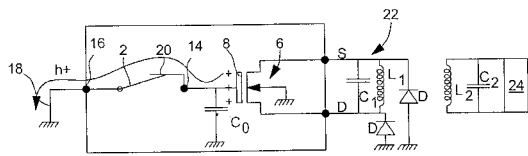
【図2B】



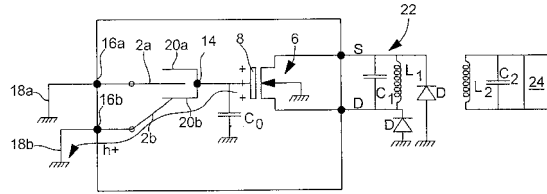
【図2C】



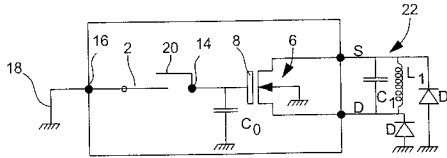
【図 2 D】



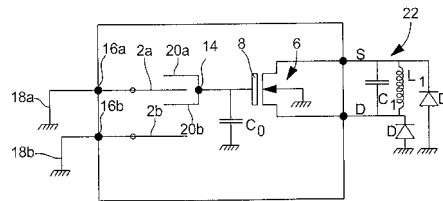
【図 2 G】



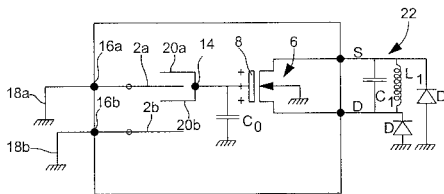
【図 2 E】



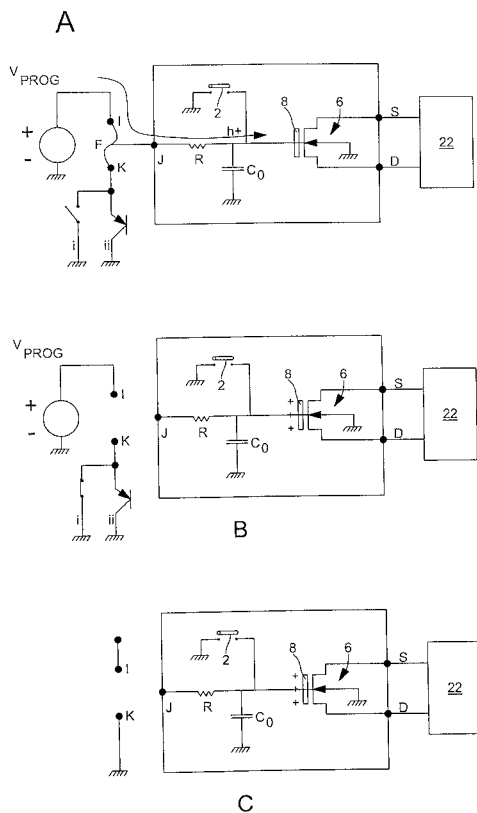
【図 2 H】



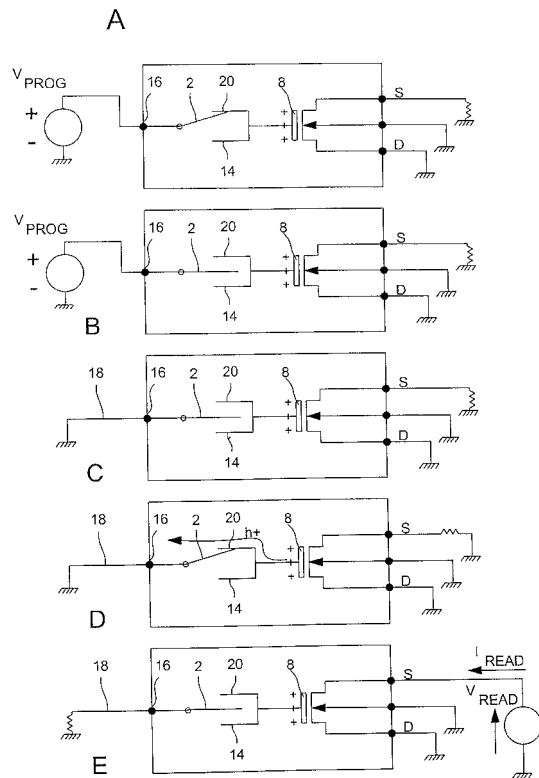
【図 2 F】



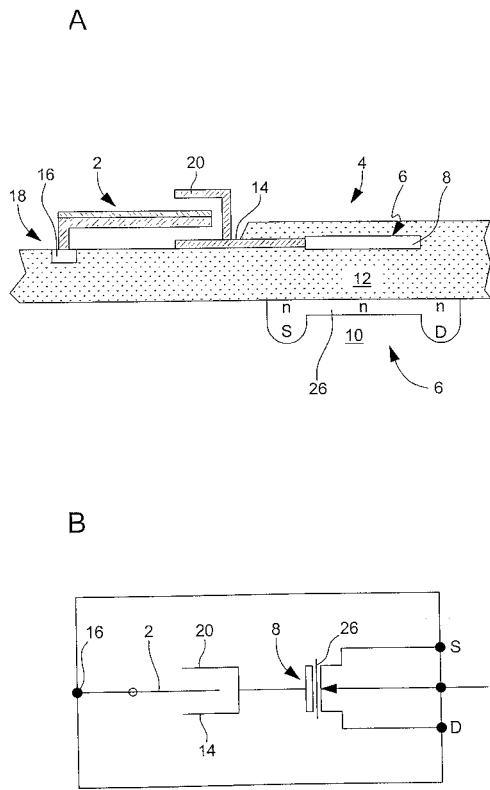
【図 3】



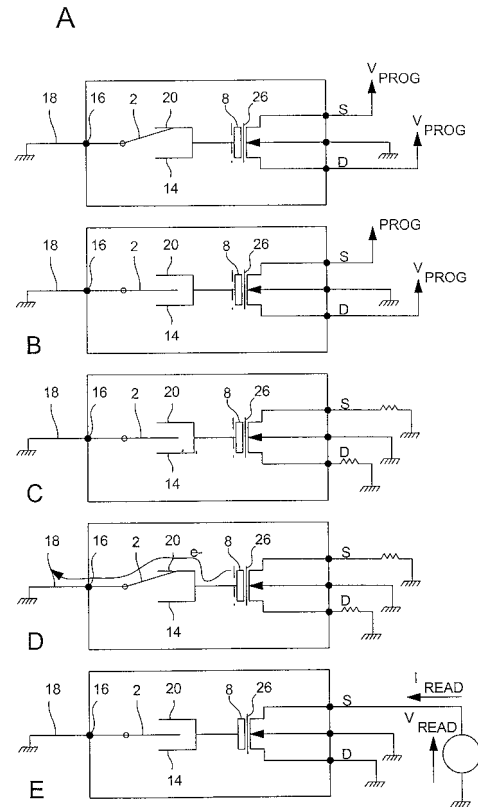
【図 4】



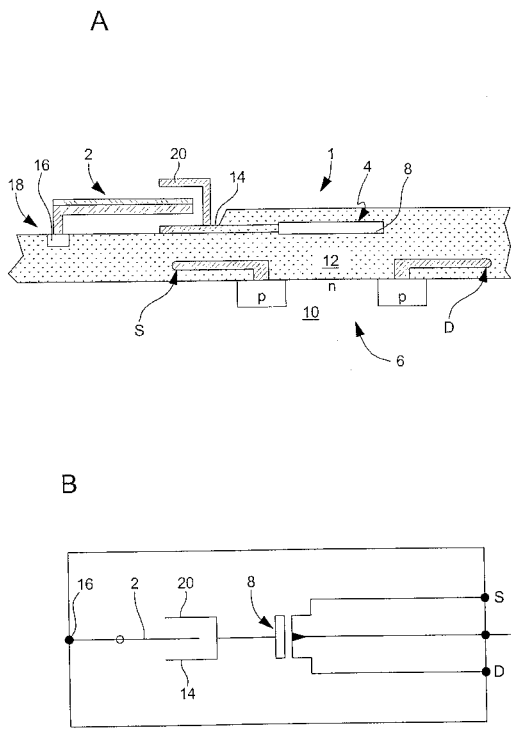
【図5】



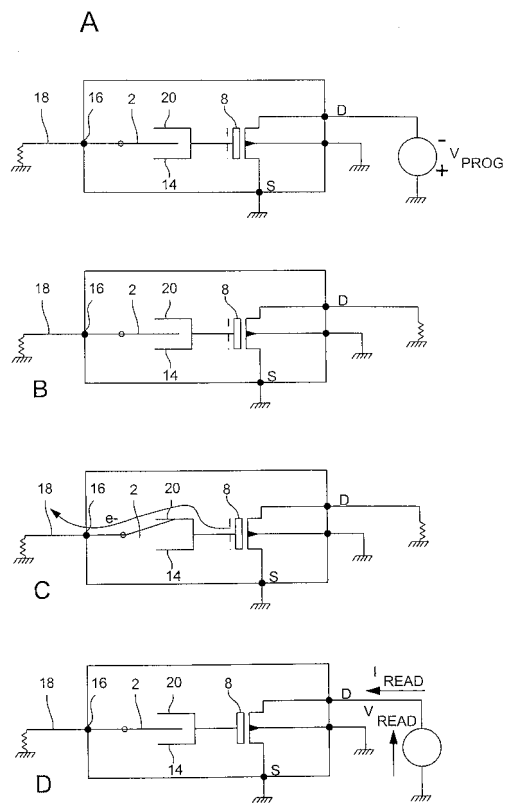
【図6】



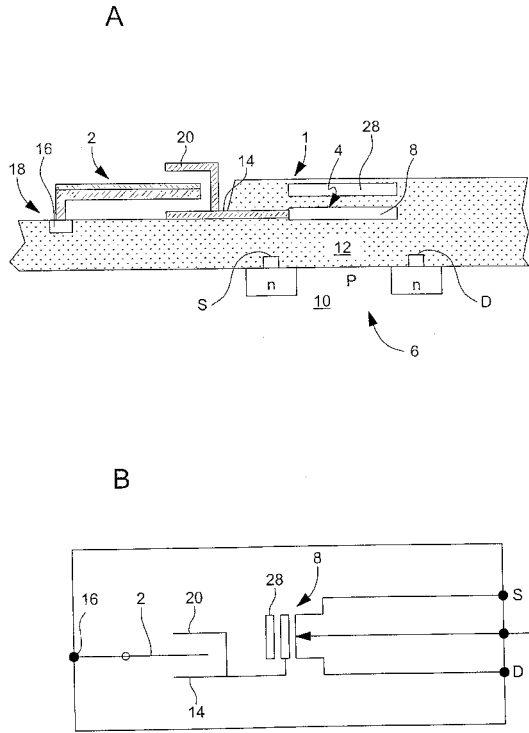
【図7】



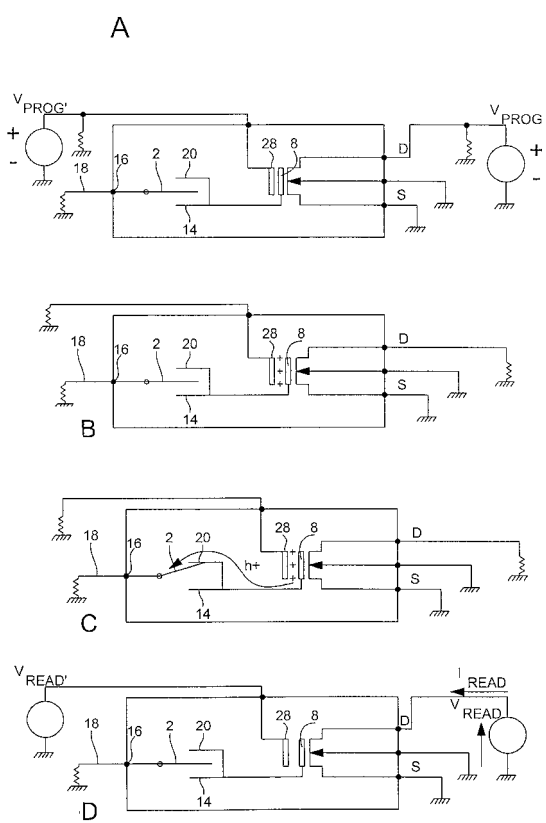
【図8】



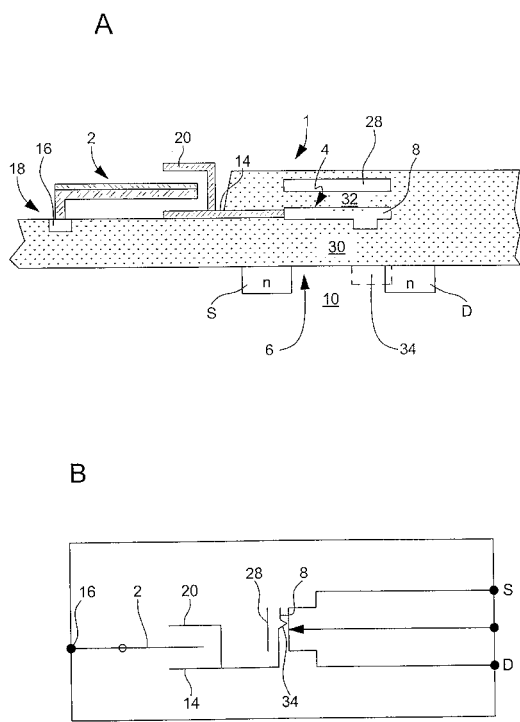
【図9】



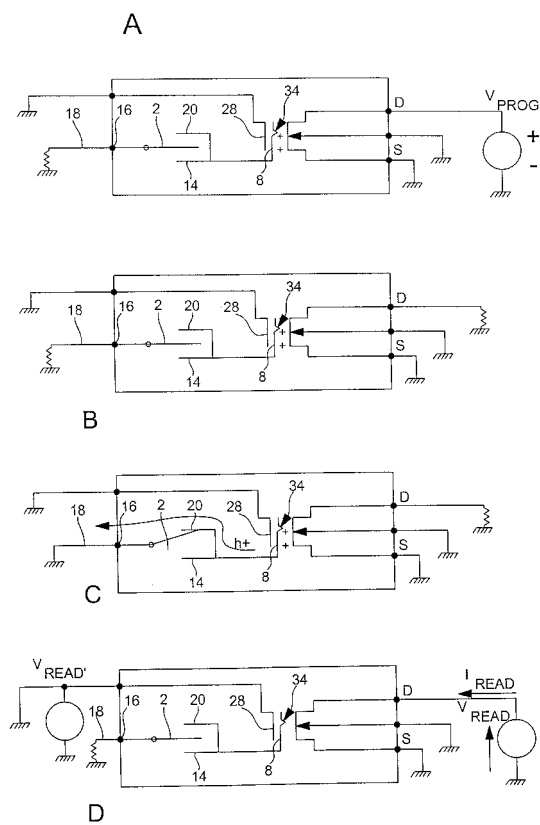
【図10】



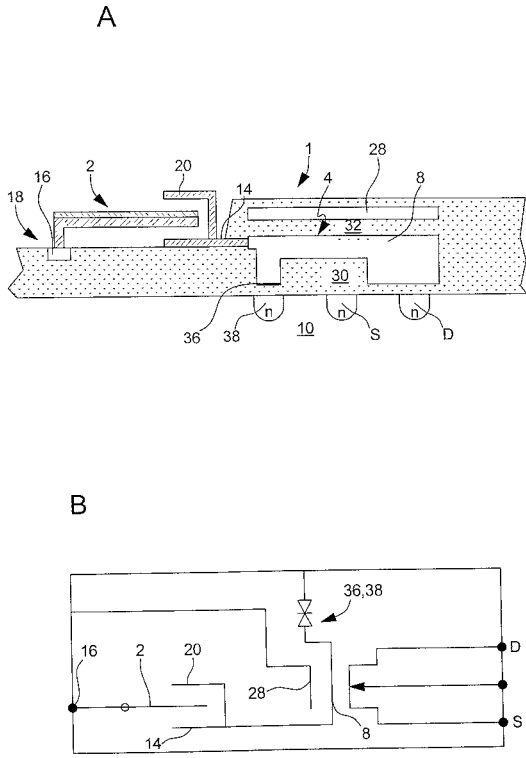
【図11】



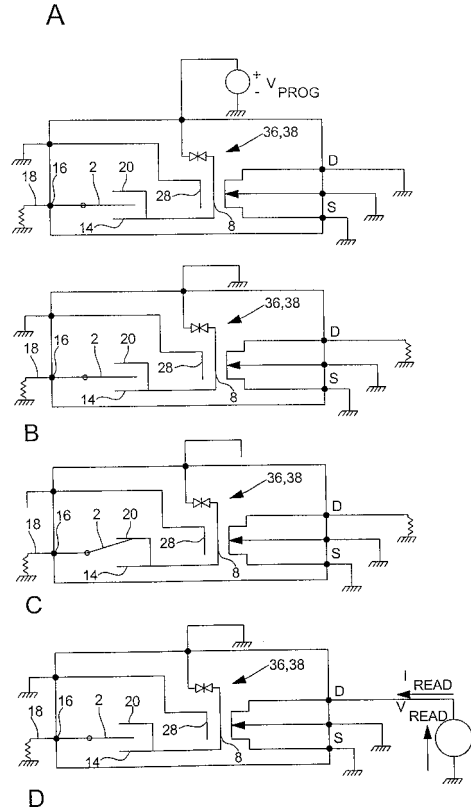
【図12】



【図13】

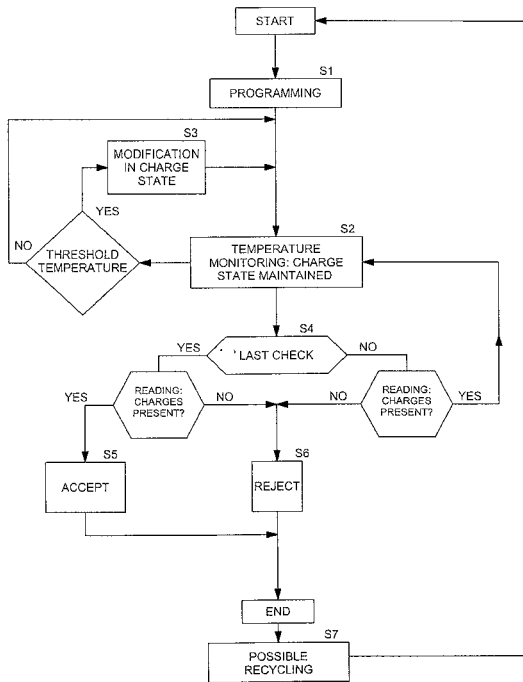


【図14】

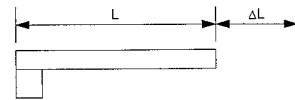


【図15】

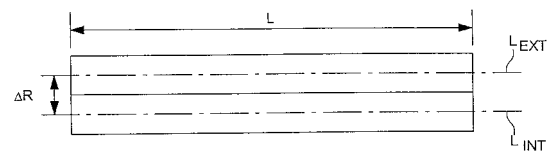
S1 プログラミング S4 最後の検査 S6 排除
 S2 温度監視：充電状態を維持する S5 受け入れ S7 再利用可能
 S3 充電状態の変化
 THRESHOLD TEMPERATURE しきい値温度
 READING 読み取り
 CHARGES PRESENT? 電荷は存在するか



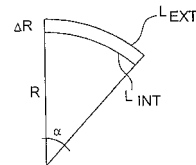
【図16】



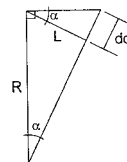
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭51-000383(JP,A)
特開平02-154124(JP,A)
特開平03-214030(JP,A)
特開昭60-029678(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01K