(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3588388号
(P3588388)
(45)発行日　平成16年11月10日(2004.11.10)　(24)登録日　平成16年8月20日(2004.8.20)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G01R 31/28	G01R	31/28	V
G01R 19/165	G01R	19/165	J
G01R 31/02	G01R	31/02	

請求項の数 9　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願平7-154497
(22)出願日　平成7年6月21日(1995.6.21)
(65)公開番号　特開平8-86839
(43)公開日　平成8年4月2日(1996.4.2)
審査請求日　平成14年6月19日(2002.6.19)
(31)優先権主張番号　P4422264:5
(32)優先日　平成6年6月24日(1994.6.24)
(33)優先権主張国　ドイツ(DE)

(73)特許権者　591209109
シーメンス　アクチェンゲゼルシャフト
ＳＩＥＭＥＮＳ　ＡＫＴＩＥＮＧＥＳＥＬＬＳＣＨＡＦＴ
ドイツ連邦共和国　Ｄ－８０３３３　ミュンヘン　ヴィッテルスバッハープラッツ　２
(74)代理人　100072051
弁理士　杉村　興作
(74)代理人　100065363
弁理士　佐藤　安徳
(74)代理人　100089576
弁理士　冨田　典
(74)代理人　100073313
弁理士　梅本　政夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】試験回路配置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

非妨害状態では所定の動作モード状態において動作電圧の第１及び第２端子間で自由に浮動する回路点を、動作電圧の少なくとも一方の端子に対しリーク抵抗が存在する妨害状態について試験する回路配置であって、前記回路点に結合され、この回路点に少なくとも一つの所定の試験電流を供給する電流源を含む少なくとも一つの試験回路と、一つの入力端子が前記回路点に結合され、電流がリーク抵抗を経て流れるとき第１出力信号を出力する少なくとも一つの比較器を含む評価回路とを具える試験回路配置において、

前記電流源が、前記回路点と前記第１端子との間の電圧が所定の第１限界値より小さくなるときにのみ、第１端子に対し第１の方向を有するとともにリーク抵抗の所定の許容公差値に対応する値を有する第１の試験電流を前記回路点に供給する第１の電流源を含み、且つ前記比較器が前記回路点に接続され、この比較器がこの回路点の電圧を前記所定の第１限界値より小さい所定の第１基準電圧と比較し、前記回路点と前記第１端子との間の電圧が第１基準電圧より小さくなるとき第１出力信号を発生するよう構成したことを特徴とする試験回路配置。

【請求項２】

前記回路点を前記動作電圧の第１及び第２端子の各々に対するリーク抵抗について試験する請求項１記載の試験回路配置において、前記電流源が、前記回路点と前記第２端子との間の電圧が所定の第２限界値より小さくなるときにのみ、第２端子に対し第１の方向と反対の第２の方向を有するとともにリーク抵抗の所要の許容公差値に対応する値を有する第

２の試験電流を前記回路点に供給する第２の電流源を含み、前記両限界値が第１及び第２の試験電流の両方を流す電圧範囲を限界し、且つ前記比較器が、回路点の電圧を前記電圧範囲の外に位置する第１及び第２基準電圧と比較し、回路点の電圧が基準電圧で規定された電圧範囲の外に位置するとき少なくとも一つの信号を出力するウインドウ比較器であることを特徴とする試験回路配置。

【請求項３】

前記２つの電流源が少なくとも第１電流ミラーを経て互いに結合され、該電流ミラーが、基準電流から制御電流及び第１試験電流を導出する第２電流ミラーから前記制御電流を受信して第２試験電流を発生するよう構成されていることを特徴とする請求項２記載の試験回路配置。

【請求項４】

前記基準電流が動作電圧の所定の分数比の電位を有する試験回路内の端子と第１端子との間に接続された外部抵抗により可調整であることを特徴とする請求項３記載の試験回路配置。

【請求項５】

各基準電圧が動作電圧の第１及び第２端子間に配置された分圧器により決定されていることを特徴とする請求項１～４のいずれかに記載の試験回路配置。

【請求項６】

前記ウインドウ比較器は回路点の電圧を２つの基準電圧の各々と比較する２つの比較器を具えることを特徴とする請求項２～５のいずれかに記載の試験回路配置。

【請求項７】

各比較器の一方の入力端子が電流発生器に結合されるとともに抵抗に結合され、該抵抗の他端が回路点又は対応する基準電圧に接続され、該電流発生器により供給される電流が基準電流から導出され、且つ該電流発生器がこの比較器の出力端子の信号によりこの比較器の入力端子から切り離されるように構成されていることを特徴とする請求項６記載の試験回路配置。

【請求項８】

前記電圧範囲が動作電圧の第１及び第２端子の電位間のほぼ中心に位置することを特徴とする請求項２～７のいずれかに記載の試験回路配置。

【請求項９】

電流源をターンオフする手段が設けられていることを特徴とする請求項１～８のいずれかに記載の試験回路配置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、非妨害状態では所定の動作モード状態において動作電圧の第１及び第２端子間で自由に浮動する回路点を、動作電圧の少なくとも一方の端子に対しリーク抵抗が存在する妨害状態について試験する回路配置であって、前記回路点に結合され、この回路点に少なくとも一つの所定の試験電流を供給する電流源を含む少なくとも一つの試験回路と、一つの入力端子が前記回路点に結合され、電流がリーク抵抗を経て流れるとき第１出力信号を出力する少なくとも一つの比較器を含む評価回路とを具える試験回路配置に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

このような回路配置はＥＰ－０，４８６，１１４Ａ２から既知である。試験回路内の電流源は高電圧源の一つの端子に接続された電流ミラーとして構成され、この電流ミラーは試験中の回路と２つの抵抗との直列回路を流れる電流（この電流の値はこれらの抵抗の値と前記電圧源の電圧値とにより決まる）を他の２つの抵抗の直列回路を流れる出力電流に変換する。リーク電流が試験中の回路を経て電圧源の一つの端子へ流れると、２つの抵抗ブランチに異なる電流が流れ、直列接続抵抗の接続点間にこの電流の差に対応する差電圧が

発生し、この差電圧が一以上の比較器により測定される。従って、この既知の回路では、モニタすべきリーク抵抗を流れる最大リーク電流より著しく大きい電流（試験すべき回路点と動作電圧の一つの端子との間に配置された抵抗により決まる）を試験中の回路に供給し、電流ミラーの他の部分が試験中の回路に接続されてないブランチに電流を供給する。

【０００３】

試験すべき回路点はしばしば種々の回路、特に集積回路内に位置し、またしばしばこのような回路の外部出力端子を構成する。更に、リーク抵抗試験は一回だけ、例えば製造中に実行する必要があるだけでなく、正規動作中も連続的に繰り返し試験することができる必要がある。この場合には、許容しうるリーク抵抗を流れる電流より著しく大きい電流を試験すべき回路点に供給することは許されず、回路点のインピーダンスをあらゆる状況の下でできるだけ高くする必要がある。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、低電圧で動作し、且つ高インピーダンス回路点における過大リーク電流の生起についての情報を高速に発生しうる頭書に記載のタイプの試験回路配置を提供することにある。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

本発明は、この目的を達成するために、頭書に記載したタイプの試験回路配置において、前記電流源が、前記回路点と第１端子との間の電圧が所定の第１限界値より小さくなるときにのみ、第１端子に対し第１の方向を有するとともにリーク抵抗の所定の許容公差値に対応する値を有する第１の試験電流を前記回路点に供給する第１の電流源を含み、且つ前記比較器が前記回路点に接続され、この比較器がこの回路点の電圧を前記所定の第１限界値より小さい所定の第１基準電圧と比較し、前記回路点と動作電圧の一つの端子との間の電圧が第１基準電圧より小さくなるとき第１の出力信号を発生するよう構成したことを特徴とする。

【０００６】

このような電流源は、例えば第１限界値で飽和するトランジスタ、又は第１限界値で動作するクランプ回路に接続されたトランジスタとすることができる。リーク抵抗が適度の大きさであるかぎり、回路点の電圧は実質上第１限界値を有する。この電圧はリーク抵抗が許容公差値以下になるとき、従ってリーク抵抗を流れる電流が第１の試験電流を越えるときはじめて変化し、この変化が比較器により検出される。この結果、第１基準電圧を第１限界値よりかなり小さくすることができる。

【０００７】

多くの場合、リーク抵抗を動作電圧の一つの端子に対しモニタするのが重要であるのみならず、回路点を動作電圧の２端子の各々に対するリーク電圧に関しモニタする必要もある。本発明の一実施例では、上述の回路配置において、更に前記電流源が、前記回路点と第２端子との間の電圧が所定の第２限界値より小さくなるときにのみ、第２端子に対し第１の方向と反対の第２の方向を有するとともにリーク抵抗の所要の許容公差値に対応する値を有する第２の試験電流を前記回路点に供給する第２の電流源を含み、第１及び第２限界値が第１及び第２の試験電流の両方を流す電圧範囲を限界し、且つ前記比較器が、回路点の電圧を前記電圧範囲の外に位置する第１及び第２基準電圧と比較し、回路点の電圧が基準電圧で限界された電圧範囲の外に位置するとき少なくとも一つの信号を出力するウインドウ比較器であることを特徴とする。

【０００８】

本例は反対方向の試験電流を供給する２つの電流源を使用する必要があるのみならず、各電流源が試験電流を供給する電圧範囲を互いにオーバラップさせる手段を講じる必要がある。この場合、比較器はオーバラップ範囲の各側に対する偏差をモニタする必要があるため、この比較器はウインドウ比較器にする必要がある。

【０００９】

２つの電流源は互いに独立にすることができる。しかし、これらの２つの電流源からの試験電流は互いにほぼ等しくする必要があるため、本発明のたの実施例では、２つの電流源を少なくとも第１の電流ミラーを経て互いに結合し、該第１の電流ミラーが第２の電流ミラーから制御電流を受信して第２の試験電流を発生し、該第２の電流ミラーが基準電流から前記制御電流及び第１の試験電流を導出するよう構成する。本例では基準電流を変化させることにより両試験電流を同一に変化させることができるとともにほぼ等しい大きさに維持することできる。

【００１０】

本発明の他の実施例では、基準電流を動作電圧のほぼ所定の分数比の電位を有する試験回路の端子と第１端子との間に接続された外部抵抗により可調整にする。このようにすると、集積回路外で試験電流の値を容易にプリセットすることができる。本発明の更に他の実施例では、各基準電圧を動作電圧の第１及び第２端子間に配置された分圧器により決定し、リーク抵抗と基準抵抗との比がこの分圧器により決まる値を越えるとき、比較器が動作電圧の大きさと無関係の第１出力信号を出力するようにする。

【００１１】

本発明の更に他の実施例では、ウインドウ比較器を回路点の電圧を２つの基準電圧の各々と比較する２つの比較器で構成する。この場合、２つの比較器は回路点の電圧がそれぞれの基準電圧を通過するとき個別に出力信号を発生し、両出力信号を個別に、又は必要に応じ論理的に組み合わせて評価することができる。

【００１２】

２つの電圧を互いに比較する比較器は２つの入力端子と一つの出力端子を有し、しばしば差動増幅器として構成される。このような比較器を明確且つ安定な論理出力を発生するものとするためには、本発明の他の実施例に従って、各比較器の一方の入力端子を、この比較器の出力信号により切り離しうる電流発生器に結合するとともに抵抗に結合し、この抵抗の他端を前記回路点又は対応する基準電圧に接続し、該電流発生器により基準電流から導出した電流を供給するように構成するのが有効である。基準電流、従って外部抵抗に依存する電流を供給するこのような電流発生器の使用により各比較器にヒステリシスが発生し、その結果として各比較器が第１出力信号を発生するリーク抵抗の値が外部抵抗の値と、ヒステリシス発生用抵抗の値と、分圧比の値とにより決まり、動作電圧とは無関係になる。

【００１３】

両電流源が電流を供給する第１及び第２限界値により限界される電圧範囲は、動作電圧の第１及び第２端子の電位間に自由に選択することができる。しかし、動作電圧の両端子に対しほぼ等しい大きさのリーク抵抗をモニタするために、本発明の他の実施例に従って、前記電圧範囲を動作電圧の第１及び第２端子の電位のほぼ中心に位置させるのが有効である。これは、第１及び第２電流源の試験電流がクランプされる電圧を適切に選択することにより達成できる。

【００１４】

回路点をリーク電流について連続的に試験する場合には、連続的な電力消費を生じ、このような電力消費はたとえ小さくても不所望である。他方、試験すべきこのような回路点はいつも高インピーダンス接続状態であるとは限らず、多くの動作状態において特に動作電圧の一方の端子に対し低インピーダンス接続状態になる。このような場合には、電流源をターンオフする手段を設けるのが極めて有効である。このような手段により、例えば電流源の駆動部をターンオフする、又は試験電流発生用電流を零に減少させることができる。

【００１５】

【実施例】

図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

図１において、集積回路の外部接続点を表す回路点Ｐ１はトランジスタＴ１を経て動作電圧の一方の端子０Ｖに内部接続されている。集積回路のトランジスタＴ１の駆動回路及び他の素子は簡単のため図示してない。トランジスタＴ１がカットオフのとき、所定の許容

公差値より低いリーク抵抗R_Lがなければ回路点Ｐ１は端子U_Bと端子０Ｖとの間に自由に浮動する。図１にはリーク抵抗が集積回路の外部素子として示されているが、この抵抗は集積回路内に存在するものとすることもできる。

【００１６】

このようなリーク抵抗を流れるリーク電流I_Lを検出可能にするために、試験電流Ｉ１を供給する電流源Ｓ１を端子U_Bと回路点Ｐ１との間に配置する。実際には、電流源は常にその電圧以下では何の電流も供給しない飽和電圧を有するものとする。従って、図１に示す回路において何のリーク電流も流れない場合、又は試験電流Ｉ１より小さいリーク電流I_Lしか流れない場合には、回路点Ｐ１の電圧はU_Bへ上昇し、電流源Ｓ１の両端間の残留電圧では電流源Ｓ１は何の試験電流も供給しえない、又はもはや全試験電流を供給しえない。電流源Ｓ１からの試験電流Ｉ１は、リーク抵抗R_Lが所定の許容公差値より小さく、回路点Ｐ１が低い電圧になる場合にのみ完全に供給されうる。

【００１７】

回路点Ｐ１を比較器Ｋ１の一方の入力端子に接続し、この比較器の他方の入力端子に基準電圧U_{r1}を接続し、この基準電圧は例えばU_Bと０Ｖとの間の分圧器により発生させ、動作電圧のほぼ半分に等しくする。リーク抵抗R_Lが十分高い限り、従ってリーク電流I_Lが十分小さい限り、回路点Ｐ１の電圧は基準電圧U_{r1}より上にあり、比較器Ｋ１は低出力信号を発生する。リーク抵抗が許容公差値より低くなり、従ってリーク電流I_Lが試験電流Ｉ１の値を越えると同時に、回路点Ｐ１の電圧が基準電圧U_{r1}より低くなり、比較器Ｋ１が高出力信号を発生し、リーク抵抗が低すぎることを指示する。

【００１８】

図２は電流源Ｓ１の一実施例を示す。本例では、この電流源はｐｎｐトランジスタＴ１１からなり、そのエミッタはU_Bに接続され、そのベースは回路ノードＡに接続される。このノードＡはベースがコレクタに接続されたｐｎｐトランジスタＴ１２により駆動され、トランジスタＴ１１及びＴ１２は電流ミラーを構成する。その結果、トランジスタＴ１２のコレクタから得られる基準電流がトランジスタＴ１１のコレクタに写し取られ、トランジスタＴ１１及びＴ１２が同一の幾何寸法である場合にはトランジスタＴ１１が基準電流に等しい電流Ｉ１を発生する。

【００１９】

基準電流は、ベースが基準電圧U_{r3}を受信し、エミッタが外部抵抗ＲＥを経て０Ｖに接続された他の回路点Ｐ２に接続されたｎｐｎトランジスタＴ１３により発生される。所定の基準電圧U_{r3}に対し、基準電流、従ってリーク抵抗R_Lの許容公差値（この値以下で比較器Ｋ１が応答する）が外部抵抗ＲＥの値により決まる。

【００２０】

トランジスタＴ１１のコレクタ電流Ｉ１は、トランジスタＴ１１が飽和しない限り、即ちそのエミッタとコレクタ間の電圧が最小値を越える場合にのみ流れうる。これを図３ａに示す。U_Bより僅かに低い電圧U_{L1}はトランジスタＴ１１の飽和電圧を示す。従って、コレクタ電流又は試験電流Ｉ１はコレクタ電圧の限界値U_{L1}と０Ｖとの間の電圧範囲U_{S1}内のみで流れうる。比較器の基準電圧U_{r1}は電圧範囲U_{S1}内に位置する。これは、リーク電流が十分小さいときは回路点Ｐ１の電圧がU_{r1}より高くなり、即ちU_{L1}に位置し、リーク電流が試験電流を越えると、回路点Ｐ１の電圧が減少し、基準電圧U_{r1}より低くなる。

【００２１】

以上の記載は動作電圧の一方の端子、即ち０Ｖに対するリーク抵抗の検出に関する。リーク抵抗を２つの端子の各々に対し検出するためには、試験電流を両方向に発生させる必要があるのみならず、個々の電圧値を適切に選択する必要がある。この場合には、限界値U_{L1}を２つの電圧U_Bと０Ｖのほぼ中心にする。この場合、試験電流Ｉ１は回路点Ｐ１が電圧範囲U_{S1}内の値を有するかぎり流れうる。反対方向の第２の試験電流に対しては鏡面対称であり、この試験電流は回路点が第２の限界値U_{L2}とU_Bとの間、即ち電圧範囲U_{S2}内の値を有するときにのみ流れうる。２つの限界値U_{L1}及びU_{L2}は、両試

験電流が同時に流れる電圧範囲ΔＵが得られるように選択する。

【００２２】

原理的には、これらの２つの試験電流は同一の強度で発生させることができるが、実際には正確な同一は達成しえない。ここで、試験電流Ｉ１が試験電流Ｉ２より大きいものとするとともに、リーク抵抗が無限大であるものとすると、上述したようにU_{L1}に等しい電圧が回路点Ｐ１に現れる。同様に、試験電流Ｉ１が反対方向の試験電流Ｉ２より小さい場合には、電圧U_{L2}が回路点Ｐ１に現れる。従って、各場合においてリーク電流がほぼ零である限り、回路点Ｐ１の電圧が電圧範囲ΔＵ内になる。

【００２３】

この場合には比較器も対称にし、回路点Ｐ１の電圧を電圧範囲ΔＵの外に位置する２つの基準電圧U_{r1}及びU_{r2}と比較する必要がある。ここで再び試験電流Ｉ１が反対方向の試験電流Ｉ２より大きいものとするとともに、０Ｖに対するリーク抵抗の結果としてリーク電流が流れるものとすると、図１との比較から明らかなように、この電流が回路点Ｐ１において第２の試験電流に加わり、この電流の和が試験電流Ｉ１を越えると、回路点Ｐ１の電圧が限界値U_{L2}に減少するがそれ以上減少しない。その理由は、このとき第２の試験電流が流れなくなるためである。回路点Ｐ１の電圧は、リーク抵抗がリーク電流を第１試験電流より大きくするような低い値になるまで、図３ｂの基準電圧U_{r1}を以下に減少しない。同様のことが他方の電流方向についてもいえ、即ちU_Bに対するリーク抵抗の結果生ずるリーク電流が第２試験電流より大きい場合にのみ回路点Ｐ１の電圧が第２基準電圧U_{r2}を越えて増大する。これらの試験電流は、例えば関連する電流源を限界値U_{L1}及びU_{L2}にクランプすることによりこれらの値に制限することができる。

【００２４】

図４は互いに反対方向の２つの試験電流を供給するこのような電流源を具えた完全な回路を示し、図２の素子と対応する素子には同一の符号を付してある。ここでも第１試験電流Ｉ１は回路ノードＡを介してｐｎｐトランジスタＴ１２に結合され電流ミラーを構成するｐｎｐトランジスタＴ１１により発生される。もう一つのｐｎｐトランジスタＴ１４は、トランジスタＴ１１及びＴ１４の幾何寸法が同一である場合には第１試験電流Ｉ１に等しいコレクタ電流を発生する。

【００２５】

トランジスタＴ１４のコレクタ電流を制御電流としてｎｐｎトランジスタＴ１５及びＴ１６からなる他の電流ミラーに供給する。これらの２つのトランジスタが同一の幾何寸法を有する場合には、トランジスタＴ１６により発生される第２試験電流Ｉ２は第１試験電流Ｉ１と大きさがほぼ等しくなるが回路点Ｐ１に対し反対方向になる。

【００２６】

第１試験電流Ｉ１を出力するトランジスタＴ１１のコレクタをｐｎｐトランジスタＴ１９のエミッタに接続し、このトランジスタＴ１９のコレクタを０Ｖに接続し、そのベースをダイオードＤ３を経て回路ノードＮに結合する。この回路ノードＮを抵抗Ｒ１～Ｒ４を具える分圧器を経てU_Bに接続するとともにトランジスタＴ２１を経て０Ｖに接続する。抵抗Ｒ１及びＲ４は等しい値にするとともに抵抗Ｒ２及びＲ３も等しい値にして、トランジスタＴ２１の導通時に回路ノードＮが$0.5U_B$の電圧になるようにする。その結果、トランジスタＴ１１のコレクタは$0.5U_B+2U_D$より正になることはできなくなる。ここで、U_DはダイオードＤ３の順方向電圧又はトランジスタＴ１９のエミッタ－ベース電圧である。この場合、トランジスタＴ１１のコレクタと回路点Ｐ１との間に配置されたダイオードＤ１の結果として、上限値は$UL1=0.5U_B+U_D$になる。ダイオードＤ１は、この回路点Ｐ１の電圧が特にリーク電流のために正になる場合に特に回路点Ｐ１からトランジスタＴ１９のエミッタへ電流が流れないようにするものである。

【００２７】

同じことがトランジスタＴ１６により発生される試験電流Ｉ２についていえ、このトランジスタのコレクタをｎｐｎトランジスタＴ１８のエミッタに接続し、このトランジスタＴ１８のコレクタをU_Bに接続し、そのベースをダイオードＤ４を経て回路ノードＮに結

合する。同様に、ダイオードＤ２をトランジスタＴ１６のコレクタと回路点Ｐ１との間に配置して、試験電流Ｉ２が最大で限界値U_{L2}＝０．５U_B　－U_D　を回路点Ｐ１に発生しうるようにする。２つの試験電流Ｉ１及びＩ２のどちらが大きいか、及び小リーク電流が回路点Ｐ１に対しどちらの方向に流れるかに応じて、この回路点は上限値U_{L1}又は下限値U_{L2}のいづれかになる（図３ｂ参照）。

【００２８】

図４に示す回路では、回路点Ｐ１がカットオフであるものと仮定されるトランジスタＴ１を経て０Ｖに接続されるとともに負荷抵抗R_A　に接続され、この負荷抵抗の他端が回路点Ｐ１１に接続され、この回路点がｐｎｐトランジスタＴ２を経てU_B　に接続されている。このトランジスタＴ２も正常動作状態ではカットオフである。負荷抵抗R_A　は極めて低い値を有するため、例えばU_B　からリーク抵抗R_{L2}を経て回路点Ｐ１１へ流れるリーク電流I_{L2}も回路点Ｐ１からモニタすることができる。

【００２９】

このモニタリングはウインドウ比較器により行う。本例ではこの比較器は２つの比較器Ｋ１及びＫ２を具える。２つの比較器Ｋ１及びＫ２の各々は回路点Ｐ１に接続された第１入力端子を有する。分圧器抵抗Ｒ３及びＲ４間のノードに発生する基準電圧U_{r1}を比較器Ｋ１の第２入力端子に供給し、分圧器抵抗Ｒ１及びＲ２間のノードに発生する基準電圧U_{r2}を比較器Ｋ２の第２入力端子に供給する。抵抗Ｒ１～Ｒ４の値を適切に選択することにより２つの基準電圧U_{r1}及びU_{r2}を図３Ｂに示すように電圧範囲ΔＵの外に十分離して位置させる。リーク抵抗R_{L1}が十分小さく、試験電流Ｉ１を越えるリーク電流I_{L1}を流す場合には、回路点Ｐ１の電圧が基準電圧U_{r1}より負になり、その結果比較器Ｋ１が出力信号を出力する。リーク抵抗R_{L1}の対応する値は、以下に証明するように動作電圧と無関係である。

【００３０】

回路点Ｎの電圧U_N　は

U_N　＝U_B　（Ｒ３＋Ｒ４）／（Ｒ１＋Ｒ２＋Ｒ３＋Ｒ４）

で表される。

抵抗ＲＥを流れる電流I_E　は

I_E　＝U_N　／ＲＥ＝U_B　（Ｒ３＋Ｒ４）／ＲＥ（Ｒ１＋Ｒ２＋Ｒ３＋Ｒ４）

で表される。

基準電圧U_{r1}は

U_{r1}＝U_B　・Ｒ４／Ｒ１＋Ｒ２＋Ｒ３＋Ｒ４

で表される。

【００３１】

電流ミラーを流れる試験電流Ｉ１は基準電流I_E　に等しいものと仮定する。比較器Ｋ１は、回路点Ｐ１の電圧が基準電圧U_{r1}より小さいとき出力信号を発生するため、

I_E　R_{L1}＜U_{r1}

R_{L1}・U_B　（Ｒ３＋Ｒ４）／ＲＥ（Ｒ１＋Ｒ２＋Ｒ３＋Ｒ４）＜U_B　・Ｒ４／Ｒ１＋Ｒ２＋Ｒ３＋Ｒ４

従って、

R_{L1}＜ＲＥ・Ｒ４／Ｒ３＋Ｒ４

が成立する。

これは、比較器Ｋ１が出力信号を発生するリーク抵抗R_{L1}の下限値は外部抵抗ＲＥと分圧比にのみ依存し、動作電圧に依存しないことを証明している。

【００３２】

同様のことがU_B　に対するリーク抵抗R_{L2}にもいえる。比較器Ｋ２は、リーク抵抗R_{L2}の値が次の値、

R_{L2}＜ＲＥ・Ｒ１／Ｒ３＋Ｒ４

より小さくなり、回路点Ｐ１の電圧が基準電圧U_{r2}を越えるとき出力信号を発生する。比較器Ｋ１及びＫ２の２つの出力信号は別々に処理することができ、また必要に応じ組み

合わせて一つの共通の出力信号にすることもできる。

【００３３】

試験電流は図２で説明したようにトランジスタＴ１３の基準電流により決まり、この基準電流は回路点Ｐ２に接続された外部抵抗ＲＥと、回路ノードＫに接続されたトランジスタＴ１３のベース電圧とにより決まる。この回路ノードＫは更にエミッタが回路ノードＮに接続されたｎｐｎトランジスタＴ１７のベースに接続される。更に、回路ノードＫは電流源Ｓ２からの電流を受信する。このトランジスタＴ１７及びＴ１３の接続により、トランジスタＴ１３のエミッタ、従って回路点Ｐ２が回路ノードＮとほぼ同一の電圧、即ち０．５U_B になる。

【００３４】

図４では、比較器Ｋ１及びＫ２の入力端子を回路点Ｐ１及び基準電圧U_{r1}及びU_{r2}に直接接続している。しかし、これらの比較器が明確な安定バイナリ出力信号を発生するように、実際にはこれらの比較器はヒステリシスを示すように構成する。これを図５に詳細に示す。図に示すように、比較器Ｋ１及びＫ２の各々の一方の入力端子を抵抗ＲＨを経て関連する回路点、即ち比較器Ｋ１の場合には回路点Ｐ１に、比較器Ｋ２の場合には回路点U_{r2}に接続する。比較器Ｋ１の他方の入力端子を基準電圧U_{r1}に接続し、比較器Ｋ２の他方の入力端子を回路点Ｐ１に接続する。以下の説明は比較器Ｋ１に関するものであるが、比較器Ｋ２にも等しく適用しうる。

【００３５】

抵抗ＲＨに接続された比較器Ｋ１の入力端子をダイオードＤ５を経て電流発生器を構成するｐｎｐトランジスタＴ３０のコレクタに接続し、そのエミッタをU_B に、そのベースを図４の回路点Ａに接続する。この結果、トランジスタＴ３０は基準電流I_E に依存する電流を発生する電流発生器として動作し、基準電流の所定の分数比の電流を発生し、これはトランジスタＴ３０のエミッタ面積をトランジスタＴ１２のエミッタ面積に対し所定の分数比に選択することにより達成される。

【００３６】

比較器Ｋ１が出力信号を発生する場合、次の関係が成立する。

$I_E \quad R_L \quad < U_{r1} + U_H$

ここで、電圧U_H は抵抗ＲＨの電圧降下であり、

$U_H \quad = x I_E \quad R_H$

である。ここで、ｘはトランジスタＴ１２のエミッタ面積に対するトランジスタＴ３０のエミッタ面積の縮小比であり、この結果としてトランジスタＴ３０の電流もこれに対応して小さくなる。これから、

$R_L \quad <（U_{r1} ／ R3 + R4）+ x R_H$

$R_L \quad < RE（R4 ／ R3 + R4）+ x R_H$

が成立する。これは、この場合にも比較器Ｋ１が出力信号を発生するリーク抵抗の下限値は動作電圧と無関係であることを示している。

【００３７】

比較器のスイッチング条件が満足され、出力信号が発生されると同時に、トランジスタＴ３１が抵抗ＲＢを介してターンオンされ、このトランジスタが電流発生器Ｔ３０からの電流を流すため、もはや抵抗ＲＨの両端間には電圧降下を生じない。この結果、回路点Ｐ１の電圧が少し変動しても比較器Ｋ１は切り換わった状態で安定する。

【００３８】

比較器Ｋ２の回路配置も同様であり、同様に動作するので、これ以上説明しない。

一般に、リーク電流試験は連続的に行う必要はないが、規則正しい時間間隔で、又は所定の瞬時に試験を行うのが好ましい。このため、図４に示す回路は試験電流のための電流源をターンオフしうるように構成されている。これは、トランジスタＴ２０及びＴ２１により行われる。トランジスタＴ２１が導通し、トランジスタＴ２０がカットオフしているとき、試験電流が上述のように発生される。しかし、トランジスタＴ２１がカットオフし、トランジスタＴ２０が導通すると、トランジスタＴ１３もカットオフし、その結果何の電

流も流れず、従ってトランジスタＴ１１～Ｔ１９も何の電流も流さない。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の原理を説明するための回路図である。

【図２】電流源の一例を示す図である。

【図３】回路内に生ずる種々の電圧を説明するための図である。

【図４】回路点を両方向のリーク電流について試験する本発明回路の回路図である。

【図５】比較器にヒステリシスを与える回路を示す図である。

【符号の説明】

Ｐ１　回路点

０Ｖ，U_B　　動作電圧の第　１、第２端子

Ｔ１，Ｔ２　集積回路素子

R_L　；R_{L1}，　R_{L2}　　リーク抵抗

Ｓ１　電流源

Ｉ１，Ｉ２　試験電流

Ｋ１，Ｋ２　比較器

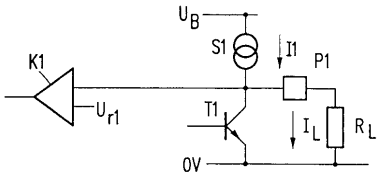
U_{r1}　　基準電圧

Ｔ１１，Ｔ１２，Ｔ１３，ＲＥ，U_{r3}　　電流源

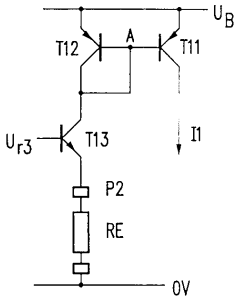
Ｔ１４，Ｔ１５，Ｔ１６　電流源

Ｒ１～Ｒ４　基準電圧源

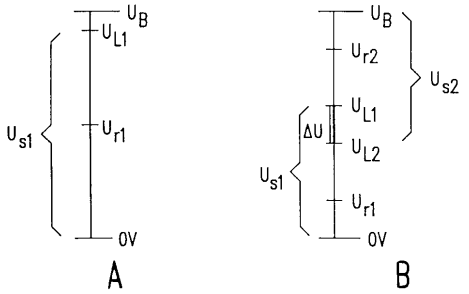
【図１】



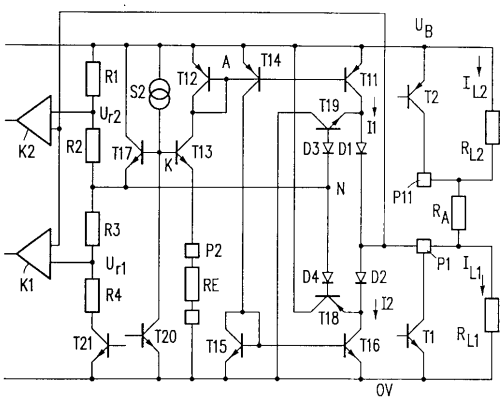
【図２】



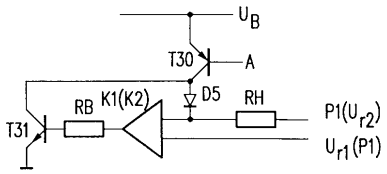
【図３】



【図４】



【図５】



フロントページの続き

(74)代理人 100081307
弁理士 仁平 孝
(72)発明者 ラフル ベイエル
ドイツ連邦共和国 ２２４５５ ハンブルク クルトーレディンーヴェーク １１
(72)発明者 アクセル ネーテ
ドイツ連邦共和国 ２２４１７ ハンブルク ソルフェリノシュトラーセ ２７
(72)発明者 マルティン スマート
ドイツ連邦共和国 ９３０８３ オベルトラウプリング アルブレヒトーアルトドルフェルーリンク ７０
(72)発明者 ホルスト ベラウ
ドイツ連邦共和国 ９３３０９ ケルハイムーコフェルベルク ベッケルベルクシュトラーセ ２１

審査官 堀 圭史

(56)参考文献 特開平５－１９６６７８（ＪＰ，Ａ）
特開昭５６－１０７１７５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G01R 31/02
G01R 19/165
G01R 31/28-3193