

生産ライン用抵抗計7556シリーズ

Production Line Digital Resistance Meter 7556 Series

桑原 孝^{*1} 坂巻 康雄^{*1}
 KUWABARA Takashi SAKAMAKI Yasuo
 和田 等^{*1} 田嶋 和晶^{*1}
 WADA Hitoshi TAJIMA Kazuaki

高精度抵抗や低抵抗需要の増加という抵抗器市場の動向にあわせ、従来にない高確度(±0.006%)、高分解能(0.001%)、ワイドレンジ(1Ω~100MΩ)の生産ライン用抵抗計7556シリーズを開発した。生産性向上のため高速測定(2.8ms)を実現し、また、抵抗器の高い品質を維持するために、誤測定を防止するコンタクトチェック機能も強化した。

In the market of resistors, the demand for precision resistors and shunt resistors is increasing. The 7556 Series of digital resistance meters have been developed to meet the new requirements for resistor device production lines. The meters feature high accuracy (±0.006%), a high resolution (0.001%), wide ranges (1Ω–100MΩ) and a very fast test speed (2.8ms). The contact checking function was improved to support the high quality of current measurement systems. This paper describes the features and configuration of the 7556 Series.

1. はじめに

抵抗器はあらゆる電子回路で使われている基本デバイスである。年間生産量は2000億個を超え、その約9割はチップ抵抗である。チップ抵抗の最終生産工程では、外観や抵抗値が全数検査され、良品のみがテーピングされる。このようにして高い品質が維持されている一方で、抵抗器ユーザからの強い値下げ要求にあい、5%級程度の汎用品の価格は年々下がっている。

抵抗器メーカーは汎用品のコストダウンを進めながらも、付加価値の高い1%級以下の高精度品やmレベルの低抵抗器の生産に注力している。抵抗器のユーザである回路設計者は、素子のばらつきを抑えることにより無調整化を図っており、高精度抵抗器を必要としている。また低抵抗需要の背景には、環境に優しい省エネ設計の広まりがある。電力を制御するためには電流を測定する必要があり、そこにはシャント抵抗と呼ばれる低抵抗器が使われるのである。

このような抵抗器の市場動向を鑑み、抵抗器の生産性を高め、高い品質を維持し、高付加価値化をサポートする生産ライン用の抵抗計7556シリーズを開発した。図1に755611の外観を示す。

2. 特長

7556シリーズの主な特長は次の通りである。

(1) 高確度、高分解能

生産ライン用の抵抗計としては他にない代表確度±0.006%、絶対値表示の分解能5.5桁、偏差表示の分解能0.001%を実現した。これにより、0.1%級以下の高精度抵抗器の検査にも十分対応が可能である。

(2) 高速測定

トリガ入力から測定し、エンド信号を出力するまでの時間は最速で2.8msであり、生産ラインのタクトタイム短縮に寄与できる。



図1 755611の外観

*1 テスト&メジャメント事業部 開発2部

(3) ワイドレンジ

1 レンジから100 M レンジまで用意しており、最小分解能は10 μ である。m レベルのシャント抵抗から120 M の高抵抗まで1台で対応できるので、生産システムの構築が容易である。

(4) 高安定度

フローティング入力により、生産ラインでマシンに組み込まれてもグラウンドループが形成されないため、共通モードノイズの影響を受けない安定した測定が可能である。これにより、HI/IN/LO判定のリミットマージンを少なくすることができ、歩留まりの向上によるコストダウンが期待できる。

(5) コンタクトチェック

4端子のプローブが抵抗器にあたっているかをチェックし、コンタクト不良による誤測定を防止する。これにより測定の信頼性が上がり、抵抗器の高い品質を維持することができる。

(6) ハンドラインタフェース

トリガ入力、HI/IN/LO判定出力、エンド出力、コンタクトチェックエラー出力などの信号でマシンと高速にハンドシェイクを行うことができる。

(7) ヒューマンマシンインタフェース測定中は自動的にキーロックされ、作業者の不注意による誤操作を防止する。また、測定値、基準値、HIリミット値、LOリミット値を常時表示しており、第三者による測定状況の確認が容易である。

3. 構成・動作

図2に本器の全体ブロック図を示す。

3.1 高速高精度4線式抵抗測定

4線式抵抗測定では抵抗の両端に発生する電位差を測定する。通常のデジタルマルチメータではHI側、LO側と2回測定してその差から求めるので、高速化には不向きである。また、生産ライン用の抵抗計では差動アンプで受けて1回の測定で求める方式が見られるが、高精度差動アンプの実現には、構成する抵抗のマッチングに高い精度が要求されるため困難である。本器ではこれらの問題を解決し、高速高精度4線式抵抗測定を実現した。その回路を図3に示す。

定電流源から流れ出した測定電流は被測定抵抗を通してオペアンプに流れ込む。オペアンプはHPOT端子をゼロ電位に制御しているので、ゼロを基準にLPOT端子の電圧を測定すれば被測定抵抗の両端に発生した電圧を1回で測定することができる。この電圧を測定電流で割ることにより抵抗値が求まる。

図3の回路の精度は構成しているオペアンプのオフセット電圧とゲイン抵抗によって決まる。回路全体は最終的に調整してしまうのでそれらの絶対値は問題にならず、温度係数と経年変化が小さいものを使用すればよい。従って差動アンプのような抵抗のマッチングは必要ない。

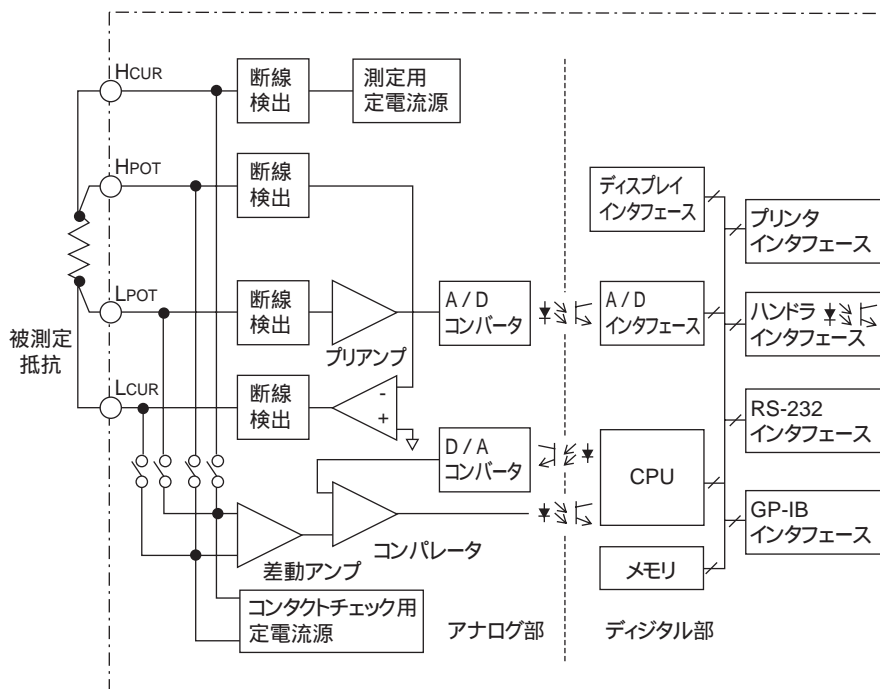


図2 全体ブロック

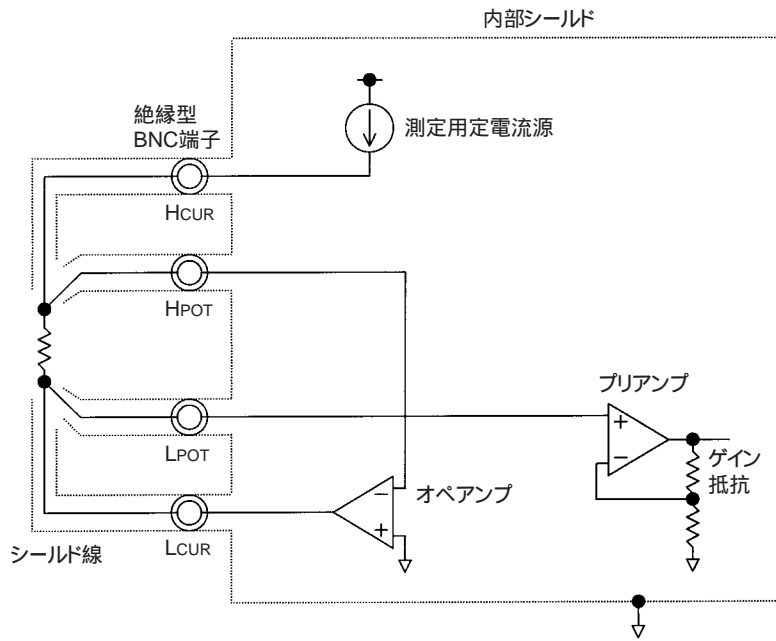


図3 高速高精度4線式抵抗測定

抵抗測定は測定レンジによって流す電流を変えるので、被測定抵抗の両端に発生する電圧は測定レンジに依らず、比較的大きな電圧にノーマライズすることができる。従ってオペアンプのオフセット電圧のドリフトによる影響は相対的に小さくなり、十分高精度な測定が可能である。

また高抵抗測定時には、応答を速くするために高イン

ピーダンスのラインを同電位でガーディングする必要がある。本器においては、高インピーダンスであるHCURとHPOTのラインはゼロ電位に制御されるため、ガード電位は回路共通でよい。

3.2 コンタクトチェック

携帯機器の普及によりチップ抵抗の小型化が進み、現在では0603サイズ(0.6 mm×0.3 mm)の本格生産が立ち上がるようになっている。チップサイズの小型化とタクトタイムの高速化に伴い、プローブの信頼性確保が重要になってきている。そのため、測定する前あるいは後に、図4に示すようなコンタクトチェックを行っている。コンタクトチェック実行中は、HCUR端子からHPOT端子、LPOT端子からLCUR端子に向

って定電流を流し、そこに発生する電圧から、被測定抵抗器との接続を診断している。設定可能なコンタクトチェックレベルは、1 から30 までである。

図5にコンタクトチェックを含んだ測定シーケンスを示す。コンタクトチェックでエラーが検出された場合は、測定をせずにエラーを表示し、次のトリガ待ち状態となる。

しかし、コンタクトチェックでエラーが検出されなくても、測定中にコンタクト不良が発生する可能性もある。そのため本器では測定中にもコンタクト不良を検出するための断線検出回路を備えている。

HCUR、LCUR端子がオープンになった場合、定電流が被測定抵抗器に流れないためその負荷電圧は上昇する。これをモニタしていればHCUR、LCURラインの断線状態を検出することができる。

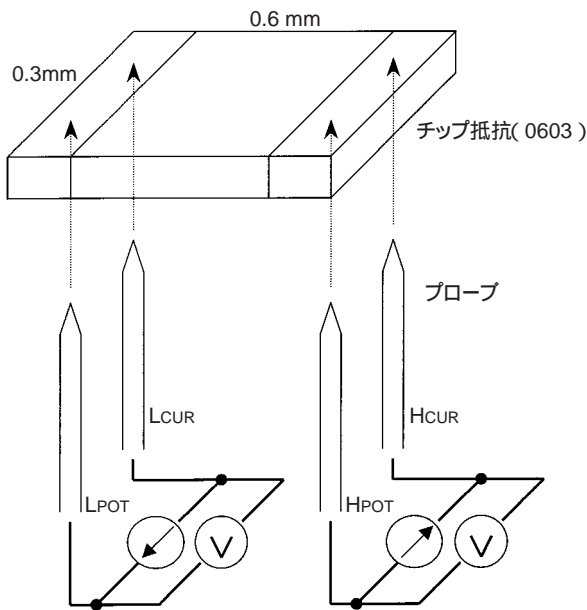


図4 コンタクトチェック

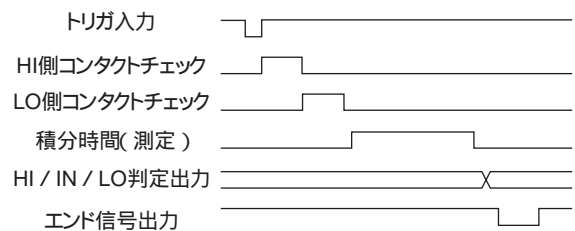


図5 測定シーケンス

一方、HPOT、LPOT端子には微小電流を流しておくことにより、断線状態を検出することができる。HPOT端子に流す電流は測定電流に加算されるのである程度精度が必要になるが、例えば測定電流の1/100の大きさであれば、精度も1/100でよい。LPOT端子に流す電流は被測定抵抗には流れないので精度は問題にならない。ここで注意しなければならないのは、HPOT、LPOTのラインに微小電流を流すのでリード線抵抗は測定精度に影響を及ぼさない程度に抑えることである。しかし、抵抗の生産ラインにおけるリード線抵抗は通常1Ωにも満たないので全然問題にはならない。

本器は生産ライン用の測定器であるため、実使用上問題のない程度のバイアス電流の増加には目をつぶり、測定中にも断線検出をすることによる、信頼性の高い測定の方を重視した。

3.3 高速HI/IN/LO判定

本器ではコンパレータのリミット値が設定されると、校正データをもとにA/Dコンバータのカウント値に変換してその情報を持っている。測定中は、A/D変換終了後、直ちにカウント値で比較してHI/IN/LOの判定をし、その結果をハンドラインタフェースから出力する。表示データの作成および更新などの作業はその後にしている。また、測定中に実行する一連のプログラムは、アクセスタイムの速いメモリに持つことにより、更に処理の高速化を図っている。

3.4 低抵抗測定

低抵抗レンジでは測定電流が大きいため、被測定抵抗で消費される電力が大きくなる。特にサイズの小さい抵抗では発熱により温度上昇し、抵抗値が変動するため、再現性の良い測定が難しい。これを解決するために本器の100Ω以下のレンジでは測定するときだけ測定電流をパルス状に流し、被測定抵抗で消費される電力を抑えている。また、抵抗計自身も印加する電力を抑えることにより、回路の小型化、消費電力の削減につながっている。

4. 機能

4.1 コンパレータ

設定されたリミット値に対してHI/IN/LO判定を行う。抵抗器の精度は%で表されているため、生産ラインにおいて測定値はほとんど偏差で扱われ、リミット値の単位も%が使われる。但し、測定値の表示は偏差値と絶対値を選択することができる。

また、ジャンパ抵抗のように製品仕様が50 mΩ以下と

のような抵抗器に対しては測定値を絶対値で扱わなければならない。従って、1Ωレンジのみリミット値の単位をΩにすることができる。

4.2 統計処理

生産ラインでは、始業時にサンプル抵抗を少し流してマシンの点検を行う。また、稼働中も抜き取り検査を行いロット管理をしている。この様なときにサンプル抵抗の測定結果が一目で分かるように統計処理結果の出力が望まれる。本器では内部メモリにストアした最大2000データに対して統計処理を行い、HI/IN/LOの判定結果頻度、コンタクトチェックエラー頻度、有効サンプル数、最大値、最小値、Peak-to-Peak、平均値、σ、3σを外外部プリンタあるいはパソコンに出力することができる。

4.3 トリガディレイ

トリガ入力後、設定された時間だけ待って測定を開始する。容量成分が付加した高抵抗の測定など、応答時間が必要な場合に便利な機能である。

4.4 フェールセーフ

測定するために測定モードにはいると、自動的に、パラメータを設定するキーはロックされ、作業者の誤操作を防止する。

更に、ハンドラインタフェースのHOLD信号をLにすると、キーロックを解除するキーもロックされ、マシン側でも確実に作業者の誤操作を防止することができる。

また、EXTERNALトリガモード以外では測定エンド信号が出力されないため、マシンとのハンドシェイクが行われなくなっている。

5. おわりに

抵抗計7556シリーズの特長、構成、機能などについて紹介した。抵抗器市場の動向にあわせ、従来の生産ライン用抵抗計にない高確度、高安定度といった基本性能に加えて、高速測定、コンタクトチェック機能の強化により、今後とも抵抗器の高付加価値化および高品質の維持に貢献できるものと期待している。

参考文献

- (1) 宇野沢, “データメモリを内蔵した高確度デジタルマルチメータMODEL7550/7560シリーズ”, 横河技報, vol. 33, no. 3, 1989, p. 27-30
- (2) 桑原, 相澤, 佐藤, 竹原, “51/2桁デジタルマルチメータ7555”, 横河技報, vol. 40, no. 3, 1996, p. 19-22