

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-332175

(P2006-332175A)

(43) 公開日 平成18年12月7日(2006.12.7)

(51) Int.C1.

HO1L 27/04 (2006.01)  
HO1L 21/822 (2006.01)

F1

HO1L 27/04

V

テーマコード(参考)

5FO38

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2005-150872 (P2005-150872)

(22) 出願日

平成17年5月24日 (2005.5.24)

(71) 出願人 504199127

フリースケール セミコンダクター イン  
コーポレイテッド  
アメリカ合衆国テキサス州 78729, オ  
ースティン, ウエスト・パーマー・レーン  
7700

(74) 代理人 100116322

弁理士 桑垣 衛

(72) 発明者 木村 宏之

東京都目黒区下目黒1丁目8番1号 アル  
コタワー15階 フリースケール・セミコ  
ンダクタ・ジャパン株式会社内

Fターム(参考) 5F038 AR21 AR22 AV02 BB07 EZ20

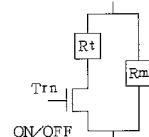
(54) 【発明の名称】 トリミング回路及び電子回路

## (57) 【要約】

【課題】 構成する抵抗器の数を抑えながら、オンしたときのトランジスタの抵抗値の影響を少なくすることのできるトリミング回路及び電子回路を提供する。

【解決手段】 トリミング回路は、直列に接続された複数のユニットを有する。Runit / 2, Runit / 4, Runit / 8, Runit / 16の調整抵抗値を変化させるユニットは、トランジスタTrnと、これに直列に接続されている抵抗値Rtの直列抵抗回路と、これらトランジスタTrn及び直列抵抗回路に、並列に接続されている抵抗値Rmの並列抵抗回路とから構成されている。これらユニットにおいては、トランジスタTrnがオフしたときの抵抗値Rmと、トランジスタTrnがオンしたときのユニット全体の抵抗値との差が、調整抵抗値となるように、抵抗値Rm, Rtを決定する。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

それぞれ異なる調整抵抗値を割り当てたユニットを直列に接続させて抵抗値を調整するためのトリミング回路であって、

前記ユニットの少なくとも1つは、

制御端子を備えたスイッチ素子と、

前記スイッチ素子に対して直列に接続した第1モジュールと、

前記スイッチ素子及び第1モジュールに対して並列に接続した第2モジュールとを有し、

前記第2モジュールの抵抗値と、前記第1モジュールと前記第2モジュールとの合成抵抗値との差分が前記調整抵抗値となるように、前記第1モジュール及び前記第2モジュールを構成したことを特徴とするトリミング回路。 10

**【請求項 2】**

請求項1に記載のトリミング回路において、

前記第1モジュール及び第2モジュールは、同じ抵抗値を有する複数の抵抗器を接続することにより構成されていることを特徴とするトリミング回路。

**【請求項 3】**

請求項2に記載のトリミング回路において、

前記第1モジュール及び第2モジュールは、前記抵抗器の数を少なくするように構成されていることを特徴とするトリミング回路。 20

**【請求項 4】**

請求項2又は3に記載のトリミング回路において、

前記第1モジュール及び第2モジュールを構成する抵抗器の数が同じとなる構成が複数ある場合には、前記第1モジュールの抵抗値が大きくなるように構成されていることを特徴とするトリミング回路。

**【請求項 5】**

請求項1～4のいずれか1つに記載のトリミング回路において、

ユニットのうち前記調整抵抗値が最も大きいユニットの前記調整抵抗値に対して、これ以外のユニットの調整抵抗値が、 $1 / 2^{i}$  ( $i$ は整数) の調整抵抗値を生成することを特徴とするトリミング回路。 30

**【請求項 6】**

請求項1～5のいずれか1つに記載のトリミング回路を用いた電子回路。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えば半導体装置などの電子回路に用いられ、その電気的特性を調整するために用いるトリミング回路及び電子回路に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、半導体装置などの電子回路の特性を微調整するために、トリミング回路が用いられている（例えば、特許文献1参照。）。この特許文献1では、トリミング回路を温度感知装置の偏移温度検出回路として用いている。この特許文献1に記載のトリミング回路は、例えば図5に示すような構成を用いて実現することができる。図5に示すトリミング回路では、ユニットua1～ua6が、それぞれ直列に接続されている。そして、ユニットua1～ua6においては、それぞれ直列に接続された32個、16個、8個、4個、2個又は1個の抵抗器Rと、スイッチング動作を行なうトランジスタとが並列に接続されている。これにより、各ユニットのトランジスタを制御することにより、単位抵抗値（ここでは抵抗器Rの抵抗値）に対して0～64倍の範囲で段階的に抵抗値を変化させてトリミングを行なうことができる。ただし、このトリミング回路では、63個の抵抗器Rが必要になる。 40

## 【0003】

また、図6に示すように、抵抗器Rを並列に接続して、トリミング回路を構成することができる。このトリミング回路は、ユニットub1～ub6がそれぞれ直列に接続されている。そして、ユニットub1においては直列に接続された2個の抵抗器Rとトランジスタとが並列に接続されており、ユニットua2においては抵抗器Rとトランジスタとが並列に接続されている。ユニットub3～ub6においては、それぞれ並列に接続された2個、4個、8個又は16個の抵抗器Rと、スイッチング動作を行なうトランジスタとが並列に接続されている。これにより、各ユニットのトランジスタを制御することにより、単位抵抗値（ここでは抵抗器Rの抵抗値）に対して、1/16～2倍の範囲で段階的に抵抗値を変化させることができる。このトリミング回路では、図5のトリミング回路よりも少ない抵抗器Rで構成されているが、この場合でも33個の抵抗器Rが必要になる。

10

【特許文献1】特開2004-79158号公報（図1、図2）

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

上述のように、トリミング回路を構成するためには、多くの抵抗器Rが必要になる。また、図6に示すトリミング回路においては、ユニットub2～ub6では、スイッチング動作を行なうトランジスタと抵抗器Rとが並列に接続されている。このため、調整する抵抗値が小さいユニットにおいては、トランジスタがオンとなったときの抵抗値Ronが抵抗値に影響するようになる。例えば、最小の調整抵抗値を変化させるユニットub6では、トランジスタと16個の抵抗器Rとが並列に接続されて構成されている。トランジスタの抵抗値RonがR/16であると仮定すると、トランジスタをオンさせた場合のユニットub6の抵抗値はR/32となる。すなわち、ユニットub6では、トランジスタをオフしたときは「0」の抵抗値、オンしたときは「R/16」の抵抗値を目標としているが、これに対してオフしたときには「R/32」の抵抗値、オンしたときには「R/16」の抵抗値としかならない。従って、オンとオフにより、所望の抵抗値の調整とは大きく異なる調整になっていた。

20

## 【0005】

本発明は、上述した課題に鑑みてなされ、その目的は、少数の抵抗器を用いて、的確に抵抗値を調整することのできるトリミング回路及び電子回路を提供することにある。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上記問題点を解決するために、本発明は、それぞれ異なる調整抵抗値を割り当てたユニットを直列に接続させて抵抗値を調整するためのトリミング回路であって、前記ユニットの少なくとも1つは、制御端子を備えたスイッチ素子と、前記スイッチ素子に対して直列に接続した第1モジュールと、前記スイッチ素子及び第1モジュールに対して並列に接続した第2モジュールとを有し、前記第2モジュールの抵抗値と、前記第1モジュールと前記第2モジュールとの合成抵抗値との差分が前記調整抵抗値となるように、前記第1モジュール及び前記第2モジュールを構成したことを要旨とする。スイッチ素子がオンしたときには、直列に接続されているスイッチ素子と第1モジュールとの合成抵抗と、第2モジュールとが並列になる。このため、オンしたときのスイッチ素子の抵抗値よりも第1モジュールの抵抗値が十分に大きい場合には、スイッチ素子の抵抗値に基づく調整抵抗値への影響を少なくすることができる。

40

## 【0007】

本発明のトリミング回路において、前記第1モジュール及び第2モジュールは、同じ抵抗値を有する複数の抵抗器を接続することにより構成されていることを要旨とする。同じ抵抗値を有する複数の抵抗値を接続することにより、第1モジュール及び第2モジュールを構成することができる。従って、同じ抵抗値の同じ抵抗器を複数用いて、トリミング回路を実現することができる。

## 【0008】

50

本発明のトリミング回路において、前記第1モジュール及び第2モジュールは、前記抵抗器の数を少なくするように構成されていることを要旨とする。これにより、より少ない個数の抵抗器を用いて、トリミング回路を構成することができる。従って、レイアウトの自由度が増え、トリミング回路を小さい面積で実現することができる。

【0009】

本発明のトリミング回路において、前記第1モジュール及び第2モジュールを構成する抵抗器の数が同じとなる構成が複数ある場合には、前記第1モジュールの抵抗値が大きくなるように構成されていることを要旨とする。このため、抵抗器の個数を抑えながら、スイッチ素子の抵抗値に基づく調整抵抗値への影響をより少なくすることができる。

【0010】

本発明のトリミング回路において、ユニットのうち前記調整抵抗値が最も大きいユニットの前記調整抵抗値に対して、これ以外のユニットの調整抵抗値が、 $1 / 2^i$  ( $i$  は整数) の調整抵抗値を生成することを要旨とする。このため、トリミング回路は、抵抗値を段階的に調整することができる。

【0011】

上記問題点を解決するために、本発明は、請求項1～5のいずれか1つに記載のトリミング回路を用いた電子回路であることを要旨とする。このため、構成する抵抗器の数を抑えながら、オンしたときのトランジスタの抵抗値の影響を少なくすることのできるトリミング回路を有する電子回路とすることができる。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、少ない抵抗器で構成しながら、オンしたときのトランジスタの抵抗値の影響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】

【0013】

以下、本発明を具体化した一実施形態について図1～図4に基づいて説明する。本実施形態では、本発明のトリミング回路を、図1に示す電子回路としての基準電圧供給回路に適用した場合について説明する。本実施形態のトリミング回路は、NチャンネルMOSトランジスタと抵抗値R<sub>unit</sub>の抵抗器Rとからなる複数のユニットから構成され、各ユニットは抵抗値R<sub>unit</sub>の2倍、1倍、 $1 / 2$ 倍、 $1 / 4$ 倍、 $1 / 8$ 倍及び $1 / 16$ 倍の抵抗値を変化させるように割り当てる場合を想定する。

【0014】

まず、トリミング回路が適用されている基準電圧供給回路について図1を用いて説明する。この基準電圧供給回路は、カレントミラー回路10を備え、このカレントミラー回路10には基準電流I<sub>ref</sub>が供給される。カレントミラー回路10は、レギュレータ20-1～20-nにそれぞれ接続されており、供給された基準電流I<sub>ref</sub>に基づいて出力電流(I<sub>ref1</sub>～I<sub>refn</sub>)がレギュレータ20-1～20-nに供給される。カレントミラー回路10とレギュレータ20-1～20-nとを接続するラインには、トリミング回路30-1～30-nが接続されている。このトリミング回路30-1～30-nの抵抗値を微調整することにより、各レギュレータ20-1～20-nのそれぞれに供給される基準電圧V<sub>ref1</sub>～V<sub>refn</sub>が調整されている。そして、各レギュレータ20-1～20-nは、基準電圧V<sub>ref1</sub>～V<sub>refn</sub>を用いて各動作回路(図示せず)に、必要に応じて調整した電圧V<sub>out1</sub>～V<sub>outn</sub>を供給する。

【0015】

次に、トリミング回路30-1～30-nの内部構成について図2を用いて説明する。

本実施形態のトリミング回路は、抵抗値R<sub>x</sub>のベース抵抗回路に対してユニットu1～u6が直列に接続されて構成されている。このベース抵抗回路は、カレントミラー回路10からの出力電流を基準電圧に変換するためのベース抵抗値を設定するために設けられる。このベース抵抗値に対して、各ユニットu1～u6の各トランジスタを制御することにより抵抗値のトリミングを行なう。本実施形態では、各ユニットu1～u6に対して、そ

10

20

30

40

50

れぞれ、抵抗値  $2 \text{ R unit}$ 、 $\text{R unit}$ 、 $\text{R unit} / 2$ 、 $\text{R unit} / 4$ 、 $\text{R unit} / 8$ 、 $\text{R unit} / 16$ を調整抵抗値として割り当てて調整を行なう。なお、本実施形態では、ユニット  $u_1 \sim u_6$  は、同じ抵抗値（例えば  $\text{R unit}$ ）を有する抵抗器  $R$  を用いて構成する。以下、これらユニット  $u_1 \sim u_6$  の構成について詳述する。

【0016】

抵抗値  $R_x$  の抵抗回路に接続されているユニット  $u_1$  は、トランジスタ  $T_r 1$  と、直列に接続された 2 個の抵抗器  $R$  とが並列に接続されて構成される。従って、このユニット  $u_1$  の抵抗値は、トランジスタ  $T_r 1$  がオフのときには、直列に接続された 2 個の抵抗器  $R$  の抵抗値（ $2 \text{ R unit}$ ）になり、トランジスタ  $T_r 1$  がオンのときには、トランジスタ  $T_r 1$  の抵抗値  $R_{on} (0)$  になる。

10

【0017】

ユニット  $u_1$  に接続されているユニット  $u_2$  は、トランジスタ  $T_r 2$  と、1 個の抵抗器  $R$  とが並列に接続されて構成される。このため、このユニット  $u_2$  の抵抗値は、トランジスタ  $T_r 2$  がオフのときには、抵抗器  $R$  の抵抗値（ $\text{R unit}$ ）になり、トランジスタ  $T_r 2$  がオンのときには、トランジスタ  $T_r 2$  の抵抗値  $R_{on} (0)$  になる。

【0018】

ユニット  $u_3 \sim u_6$  は、それぞれ 1 つのトランジスタ  $T_r 3 \sim T_r 6$  と、このトランジスタ  $T_r 3 \sim T_r 6$  と直列に接続される直列部と、トランジスタ  $T_r 3 \sim T_r 6$  及び直列部に対して並列に接続された並列部とから構成される。なお、各トランジスタ  $T_r 3 \sim T_r 6$  が本実施形態ではスイッチ素子に対応する。また、各トランジスタ  $T_r 3 \sim T_r 6$  は、N チャンネル MOS トランジスタで構成されており、各ゲート端子が制御端子となる。

20

【0019】

ユニット  $u_2$  に接続されているユニット  $u_3$  は、トランジスタ  $T_r 3$  と、このトランジスタ  $T_r 3$  に直列に接続され 1 個の抵抗器  $R$  から構成される直列部と、これらトランジスタ  $T_r 3$  及び直列部に、並列に接続された並列部（1 個の抵抗器  $R$ ）とから構成される。従って、このユニット  $u_3$  の抵抗値は、トランジスタ  $T_r 3$  がオフのときには、並列部の抵抗器  $R$  の抵抗値  $\text{R unit}$  になり、トランジスタ  $T_r 3$  がオンのときには 2 個の抵抗器  $R$  が並列になり、合成抵抗値（ほぼ  $\text{R unit} / 2$ ）になる。なお、トランジスタの抵抗値  $R_{on}$  は各抵抗値に比べると小さいため無視できる。

30

【0020】

ユニット  $u_3$  に接続されているユニット  $u_4$  は、トランジスタ  $T_r 4$  と、このトランジスタ  $T_r 4$  に直列に接続され 3 個の抵抗器  $R$  とから構成される直列部と、これらトランジスタ  $T_r 4$  及び直列部に、並列に接続された並列部（1 個の抵抗器  $R$ ）とから構成される。従って、このユニット  $u_4$  は、 $T_r 4$  がオフのときには、トランジスタ  $T_r 4$  と並列に接続された 1 個の抵抗器  $R$  の抵抗値（ $\text{R unit}$ ）になり、トランジスタ  $T_r 4$  がオンのときには、ユニット  $u_4$  を構成する 4 個の抵抗器  $R$  の合成抵抗値（ $3 \text{ R unit} / 4$ ）になる。

【0021】

ユニット  $u_4$  に接続されているユニット  $u_5$  は、トランジスタ  $T_r 5$  と、このトランジスタ  $T_r 5$  に接続された直列部、これらトランジスタ  $T_r 5$  及び直列部に、並列に接続された並列部とから構成される。このユニット  $u_5$  の直列部は、2 個の抵抗器  $R$  からなる並列接続と、1 個の抵抗器  $R$  からなる直列接続とから構成される。一方、並列部は、並列に接続された 2 個の抵抗器  $R$  から構成される。従って、このユニット  $u_5$  は、トランジスタ  $T_r 5$  がオフのときには、このユニット  $u_5$  の並列部の合成抵抗値（ $\text{R unit} / 2$ ）になり、トランジスタ  $T_r 5$  がオンのときには、ユニット  $u_5$  を構成する並列部及び直列部の合成抵抗値（ $3 \text{ R unit} / 8$ ）になる。

40

【0022】

ユニット  $u_5$  に接続されているユニット  $u_6$  は、トランジスタ  $T_r 6$  と、このトランジスタ  $T_r 6$  に接続された直列部と、これらトランジスタ  $T_r 5$  及び直列部に、並列に接続された並列部から構成される。このユニット  $u_6$  の直列部は、2 個の抵抗器  $R$  からなる並

50

列接続と、3個の抵抗器Rからなる直列接続とから構成される。一方、並列部は、並列に接続された2個の抵抗器Rから構成される。従って、このユニットu6は、このユニットu6の並列部の合成抵抗値( $R_{unit}/2$ )となり、トランジスタTr6がオンのときには、ユニットu6を構成する並列部及び直列部の合成抵抗値( $7R_{unit}/16$ )となる。

【0023】

本実施形態のトリミング回路は、トランジスタTr1～Tr6のすべてがオフになっているときが最も高い抵抗値(基準抵抗値)となる。この場合、抵抗値 $R_x$ の抵抗回路、抵抗値 $2R_{unit}$ のユニットu1、抵抗値 $R_{unit}$ のユニットu2、抵抗値 $R_{unit}$ のユニットu3, u4、抵抗値 $R_{unit}/2$ のユニットu5, u6が直列に接続されている。従って、基準抵抗値は $R_x + 6R_{unit}$ となる。なお、トランジスタTr1～Tr6がオンになっているときは、最も低い抵抗値になる。この場合、抵抗値 $R_x$ の抵抗回路、抵抗値 $R_{unit}/2$ のユニットu3、抵抗値 $3R_{unit}/4$ のユニットu4、抵抗値 $3R_{unit}/8$ のユニットu5及び抵抗値 $7R_{unit}/16$ のユニットu6が直列に接続されている。この場合の抵抗値は $R_x + 33/16R_{unit}$ となる。

10

【0024】

そして、トリミング回路を、抵抗値を $2R_{unit}$ 分だけ低くする場合には、トランジスタTr1をオンにする。また、 $R_{unit}$ 分だけ低くする場合には、トランジスタTr2をオンにする。

【0025】

また、抵抗値を $R_{unit}/2$ 分だけ低くする場合には、トランジスタTr3をオンにする。これにより、ユニットu3における全抵抗値が、抵抗値 $R_{unit}$ から抵抗値 $R_{unit}/2$ に変化する。この差分により、トリミング回路の抵抗値は、 $R_{unit}/2$ 分だけ低い抵抗値になる。

20

【0026】

抵抗値を $R_{unit}/4$ だけ低くする場合には、トランジスタTr4をオンにする。これにより、ユニットu4における全抵抗値が抵抗値 $R_{unit}$ から抵抗値 $3R_{unit}/4$ に変化する。この差分により、トリミング回路の抵抗値は、 $R_{unit}/4$ 分だけ低い抵抗値にことができる。

【0027】

抵抗値を $R_{unit}/8$ だけ低くする場合には、トランジスタTr5をオンにし、ユニットu5における全抵抗値を抵抗値 $R_{unit}/2$ から抵抗値 $3R_{unit}/8$ に変化させる。この差分により、トリミング回路の抵抗値は $R_{unit}/8$ 分だけ低い抵抗値にことができる。

30

【0028】

抵抗値を $R_{unit}/16$ だけ低くする場合には、トランジスタTr6をオンにし、ユニットu6における全抵抗値を抵抗値 $R_{unit}/2$ から抵抗値 $7R_{unit}/16$ に変化させる。この差分により、トリミング回路の抵抗値は、基準抵抗値から $R_{unit}/16$ 分だけ低い抵抗値にことができる。

【0029】

このように、複数のトランジスタTr1～Tr6を組み合わせてオンさせることにより、オンさせたトランジスタを含むユニットの差分を合計した抵抗値だけ低くすることができる。

40

【0030】

次に、上述したユニットu3～u6の設計方法について、図3及び図4を用いて説明する。図3は所定のユニットを設計するときの概念図である。各ユニットは、トランジスタTrnに直列に接続される抵抗値Rtの直列抵抗回路(第1モジュール)と、これら並列に接続されている抵抗値Rmの並列抵抗回路(第2モジュール)とから構成されている。

【0031】

ここで、各ユニットで可変できる調整抵抗値Rは、トランジスタTrnがオンしたときのユニットの抵抗値と、トランジスタTrnがオフしたときのユニットの抵抗値との差分になる。トランジスタTrnがオフしたときのユニットの抵抗値は「Rm」になる。一

50

方、トランジスタ  $T_{rn}$  がオンしたときのユニットの抵抗値は「  $R_m$  と  $R_t$  とが並列接続のときの抵抗値（「  $R_m // (R_t + R_{on})$  」とする）」になる。ここで、調整抵抗値  $R$  を  $R = R_{unit} / n$ 、直列抵抗回路の抵抗値  $R_t$  を  $R_{unit} \times t$ 、並列抵抗回路の抵抗値  $R_m$  を  $R_{unit} / m$  と定義する。

#### 【0032】

この場合、 $R$  は以下のように表せる。

$$R = R_m - R_m // (R_t + R_{on}) = R_m^2 / (R_m + R_t + R_{on})$$

なお、この式では、トランジスタ  $T_{rn}$  の抵抗値  $R_{on}$  は、並列抵抗回路の抵抗値  $R_m$  及び直列抵抗回路の抵抗値  $R_t$  に比べて  $R_{on}$  は小さいので、以下  $R_{on} = 0$  として計算する。また、「 $\wedge$ 」はべき乗を示す。

10

#### 【0033】

この式に  $R = R_{unit} / n$ 、 $R_t = R_{unit} \times t$ 、 $R_m = R_{unit} / m$  を代入すると、 $R_{unit} / n = (R_{unit} / m) \wedge 2 / (R_{unit} / m + R_{unit} \times t) \dots (1)$  となる。

#### 【0034】

従って、 $m$ 、 $n$ 、 $t$  の関係は以下のようになる。

$$t = (n - m) / m^2 \dots (2)$$

以下に、各ユニットの構成法を具体的に説明する。

#### 【0035】

まず、ユニット  $u_3$  では、 $R = R_{unit} / 2$  を目標値とするため、 $n = 2$  である。 $m = 1$  とすると(2)式から  $t = 1$  となる。そこで、上述した本実施形態の図2のトリミング回路では、抵抗値  $R_t = R_m = R_{unit}$  とすることにより目標値を実現することができる。

20

#### 【0036】

次に、ユニット  $u_4$  では、 $R = R_{unit} / 4$  を目標値とするため、 $n = 4$  である。このとき、図4(a)に示すように、 $m = 1$  とすると(2)式から  $t = 3$  になる。また、 $m = 2$  とすると  $t = 1 / 2$  になる。このため、 $m = 1, 2$  のときには、4個の抵抗器  $R$  を用いることにより目標値を実現することができる。ここでは、抵抗値  $R_t$  が大きくなるように構成を決定する。本実施形態では、 $m = 1$  のときの抵抗値  $R_t$  は、 $m = 2$  のときの抵抗値  $R_t$  よりも大きくなるので、 $m = 1$  としてユニット  $u_4$  を構成する。

30

#### 【0037】

次に、ユニット  $u_5$  では、 $R = R_{unit} / 8$  を目標値とするため、 $n = 8$  である。このとき、図4(b)に示すように、 $m = 1$  とすると  $t = 7$ 、 $m = 2$  とすると  $t = 3 / 2$ 、 $m = 4$  とすると  $t = 1 / 4$  である。このため、ユニット  $u_5$  を構成するためには、 $m = 1$  では8個、 $m = 2$  では5個、 $m = 4$  では8個の抵抗器  $R$  が必要となる。従って、 $m = 2$  の場合、最小数の抵抗器  $R$  で目標値を実現することができる。

#### 【0038】

ユニット  $u_6$  では、 $R = R_{unit} / 16$  を目標値とするため、 $n = 16$  である。このとき、図4(c)に示すように、 $m = 1$  とすると  $t = 15$ 、 $m = 2$  とすると  $t = 7 / 2$ 、 $m = 4$  とすると  $t = 3 / 4$  である。このため、ユニット  $u_6$  を構成するためには、 $m = 1$  では16個、 $m = 2$  では7個、 $m = 4$  では8個の抵抗器  $R$  が必要となる。従って、 $m = 2$  の場合、最小数の抵抗器  $R$  で目標値を実現することができる。

40

#### 【0039】

従って、本実施形態の図2のトリミング回路では、上述した構成のユニット  $u_3 \sim u_6$  を用いることにより、それぞれ2個、1個、2個、4個、5個、7個の抵抗器  $R$  を用いて構成できる。すなわち、本実施形態のトリミング回路は、合計21個の抵抗器  $R$  が用いていることになる。

#### 【0040】

また、トランジスタ  $T_{r6}$  の抵抗値  $R_{on}$  の影響が少ないことを以下に説明する。ここでは、トリミング回路において抵抗値  $R_{on}$  の影響の出やすいユニット、すなわち調整抵抗値  $R$  が最小のユニット  $u_6$  を用いて説明する。ここでは、オンしたときのトランジスタ  $T$

50

$r_6$  の抵抗値  $R_{on}$  を従前と同様に  $R_{unit}/16$  と仮定すると、トランジスタ  $T_{r6}$  をオンしたときの抵抗値は  $57 R_{unit}/130$  になる。従って、このユニット  $u_6$  で変化すべき調整抵抗値  $R = 4 R_{unit}/65$  になり、抵抗値  $R_{on} = 0$  としたときの差分は  $R_{unit}/1040$  になる。従って、抵抗値  $R_{on}$  の影響は極めて小さくすることができる。

#### 【0041】

本実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

・ 本実施形態では、各ユニットは、トランジスタ  $T_{rn}$  に直列に接続される抵抗値  $R_t$  の直列抵抗回路（第1モジュール）と、これら並列に接続されている抵抗値  $R_m$  の並列抵抗回路（第2モジュール）とから構成する。すなわち、トランジスタ  $T_{rn}$  のスイッチング動作により絶対的な抵抗値を用いてトリミングを行なうのではなく、スイッチング動作による抵抗値の差分（調整抵抗値  $R$ ）に着目してトリミング回路を構成する。このため、各ユニットを並列接続や直列接続のみで構成した場合と異なり、回路構成のフレキシビリティを確保できる。

#### 【0042】

具体的には、式（2）を用いて抵抗値  $R_m$ 、 $R_t$  を算出し、これら抵抗値  $R_m$ 、 $R_t$  を実現するために必要な抵抗器  $R$  の総数が少なくなるような構成を選択することができる。このように、従来よりも少ない数の抵抗器  $R$  を用いて、トリミング回路を構成することができる。

#### 【0043】

・ 本実施形態では、ユニット  $u_3 \sim u_6$  においては、トランジスタ  $T_{rn}$  に対して、抵抗値  $R_t$  の直列抵抗回路を直列に接続する。従って、トランジスタ  $T_{rn}$  をオンさせた場合にも、直列抵抗回路の抵抗値  $R_t$  を予定して回路を構成しているため、調整抵抗値に対するトランジスタ  $T_{rn}$  の抵抗値  $R_{on}$  の影響を少なくすることができる。特に、直列抵抗回路の抵抗値  $R_t$  が抵抗値  $R_{on}$  に比べて十分に大きい場合には、有効である。

#### 【0044】

・ 本実施形態では、ユニット  $u_4$  では、（2）式において、 $m = 1, 2$  のときには、4個の抵抗器  $R$  を用いることにより目標値を実現することができる。ここでは、抵抗値  $R_t$  が大きくなるように構成を決定する。本実施形態では、 $m = 1$  のときの抵抗値  $R_t$  は、 $m = 2$  のときの抵抗値  $R_t$  よりも大きくなるので、 $m = 1$  としてユニット  $u_4$  を構成する。すなわち、抵抗値  $R_m$ 、 $R_t$  を構成する抵抗器  $R$  の最小総数が同じとなる場合には、直列抵抗回路の抵抗値  $R_t$  が高くなるような構成にした。このため、トランジスタ  $T_{r4}$  と直列に接続される直列抵抗回路の抵抗値  $R_t$  が大きいので、トランジスタ  $T_{r4}$  がオンした場合の抵抗値  $R_{on}$  の影響をより少なくすることができる。

#### 【0045】

・ 本実施形態では、各ユニット  $u_1 \sim u_6$  は、それぞれ、抵抗値  $2 R_{unit}$ 、 $R_{unit}$ 、 $R_{unit}/2$ 、 $R_{unit}/4$ 、 $R_{unit}/8$ 、 $R_{unit}/16$  の調整抵抗値を変化させる。すなわち、 $1/2^i$  の調整抵抗値  $R$  を生成するため、段階的に抵抗値に調整することができる。

#### 【0046】

また、上記実施形態は以下のように変更してもよい。

上記実施形態のユニット  $u_3 \sim u_6$  において、トランジスタ  $T_{rn}$  と抵抗値  $R_t$  の直列抵抗回路とを直列に接続する構成にした。直列抵抗回路を有するユニットは、トリミング回路を構成するユニットにおいて少なくとも1つあればよい。特に、トランジスタ  $T_{rn}$  の抵抗値  $R_{on}$  が調整抵抗値に影響しそうな調整抵抗値が小さいユニットに設けると効果的である。

#### 【0047】

上記実施形態においては、各ユニット  $u_1 \sim u_6$  は、それぞれ抵抗値  $2 R_{unit}$ 、 $R_{unit}$ 、 $R_{unit}/2$ 、 $R_{unit}/4$ 、 $R_{unit}/8$ 、 $R_{unit}/16$  の調整抵抗値を生成した。調整抵抗値はこれに限られない。例えば、より小さい調整抵抗値（例えば  $R_{unit}/32$  や  $R_{unit}/64$  など）を生成するユニットに本発明を適用したトリミング回路としてもよい。

## 【0048】

上記実施形態においては、トリミング回路を、例えば半導体装置に搭載された基準電圧生成回路に適用される場合を想定したが、これに限られるものではなく、電気的特性を微調整するための回路として他の電子回路に適用してもよい。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0049】

【図1】本発明の実施形態における電子回路の配線回路図。

【図2】本発明の実施形態におけるトリミング回路の配線回路図。

【図3】トリミング回路のユニットの構成概念図。

【図4】トリミング回路のユニットの構成を説明する図であり、(a)は調整抵抗値が  $R_{unit}/4$  のユニット、(b)は調整抵抗値が  $R_{unit}/8$  のユニット、(c)は調整抵抗値が  $R_{unit}/16$  のユニットである。 10

【図5】第1従来技術におけるトリミング回路の配線回路図。

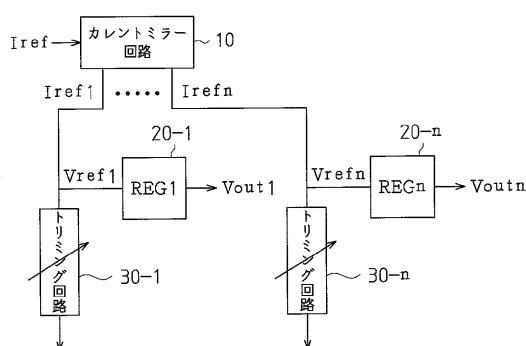
【図6】第2従来技術におけるトリミング回路の配線回路図。

## 【符号の説明】

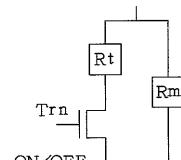
## 【0050】

$R$  ... 抵抗器、 $R$  ... 調整抵抗値、 $Tr_1, Tr_2, Tr_3, Tr_5, Tr_6, Tr_7$ 、  
 $Tr_n$  ... スイッチ素子としてのトランジスタ、 $R_m$  ... 第2モジュールの抵抗値、 $u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6$  ... ユニット、 $30-1 - 30-n$  ... トリミング回路。

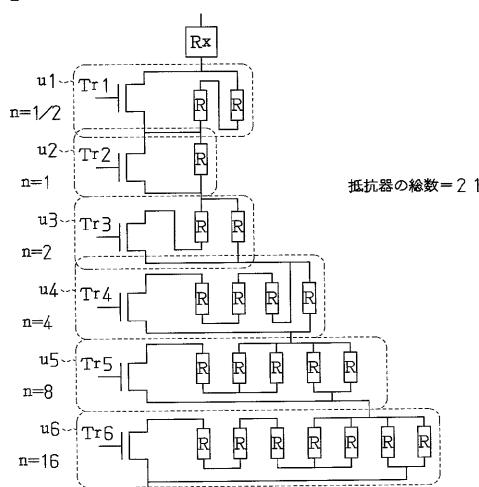
【図1】



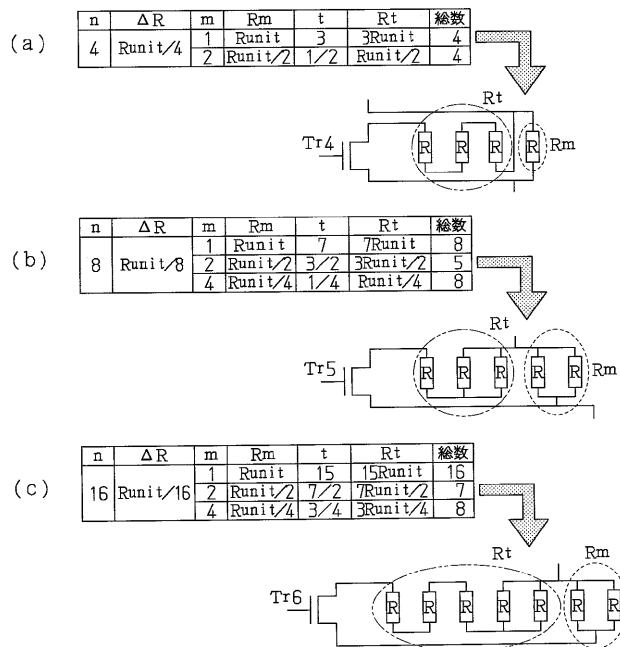
【図3】



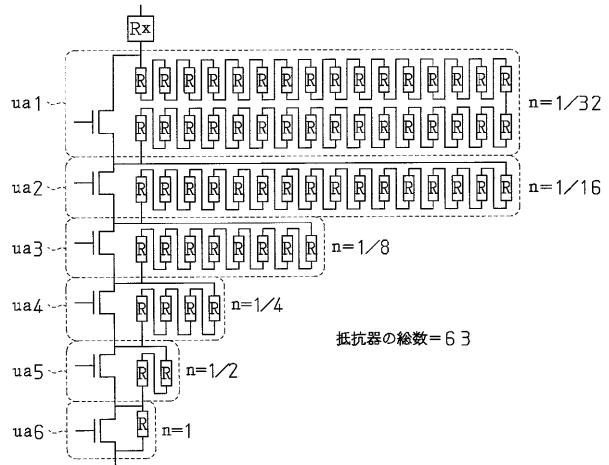
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

