



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
05.10.94 Patentblatt 94/40

⑤① Int. Cl.⁵ : **G06G 7/14, G06G 7/26**

②① Anmeldenummer : **89201243.6**

②② Anmeldetag : **17.05.89**

⑤④ **Schaltungsanordnung zum Bilden eines Signals.**

③⑩ Priorität : **19.05.88 DE 3817028**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
29.11.89 Patentblatt 89/48

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
05.10.94 Patentblatt 94/40

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
DE FR GB

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
US-A- 3 178 651
US-A- 3 371 200

⑦③ Patentinhaber : **Philips Patentverwaltung
GmbH**
Wendenstrasse 35c
D-20097 Hamburg (DE)

⑧④ **DE**
Patentinhaber : **N.V. Philips'**
Gloeilampenfabrieken
Groenewoudseweg 1
NL-5621 BA Eindhoven (NL)
⑧④ **FR GB**

⑦② Erfinder : **Harlos, Hartmut**
Tönns-Wulf-Weg 12
D-2000 Hamburg 65 (DE)

⑦④ Vertreter : **Peters, Carl Heinrich, Dipl.-Ing. et al**
Philips Patentverwaltung GmbH,
Wendenstrasse 35c
D-20097 Hamburg (DE)

EP 0 343 719 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung zum Bilden eines Ausgangssignals als Linearkombination einer Anzahl von Eingangssignalen.

In der deutschen Patentanmeldung P 37 20 871.3 ist eine Anordnung beschrieben, bei der drei Signale in Verstärkerstufen um bestimmte Faktoren verstärkt und die so gewonnenen Signale summiert werden. Dabei umfaßt jede Verstärkerstufe ein über einen Widerstand gegengekoppeltes Paar aus zwei Differenzverstärker-Transistoren, deren Emitteranschlüsse durch Stromquellen gespeist werden. Der Steueranschluß jeweils eines der Differenzverstärker-Transistoren ist an eine Referenzspannungsquelle geführt.

Die Erfindung hat die Aufgabe, die beschriebene Schaltungsanordnung zu vereinfachen und - insbesondere im Hinblick auf eine verbesserte Integrationsfähigkeit auf einem Halbleiterkristall - eine platzsparende Schaltungsanordnung zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine der Anzahl der Eingangssignale entsprechende Anzahl von Stromsteuerelementen, deren Hauptstrompfade einseitig mit Anzapfungen einer Kette aus Gegenskapplungswiderständen und anderseitig bezüglich der Reihenfolge der Anzapfungen abwechselnd mit einem ersten und einem zweiten Ausgangsanschluß verbunden sind, wobei jedem Stromsteuerelement an seinem Steueranschluß eines der Eingangssignale zuführbar ist, und wobei die Parallelschaltung der an die Anzapfung für das Stromsteuerelement unmittelbar anschließenden Gegenskapplungswiderstände gemäß dem Faktor dimensioniert ist, mit dem das Eingangssignal in der Linearkombination gewichtet ist.

Bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung wird für jedes der Eingangssignale nur noch ein einziges Stromsteuerelement und nicht mehr ein vollständiger Differenzverstärker benötigt. Trotzdem ist die Funktion derjenigen einer Schaltungsanordnung gleichwertig, die für jedes Eingangssignal einen Differenzverstärker aufweist. Bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist jedes der Stromsteuerelemente mit wenigstens einem über einen Gegenskapplungswiderstand benachbarten Stromelement zu einer einem Differenzverstärker entsprechenden Anordnung verbunden. Dabei sind die einem Stromsteuerelement benachbarten Stromsteuerelemente stets mit dem anderen der beiden Ausgangsanschlüsse verbunden und wirken in ihrer Parallelschaltung als zweiter Zweig, d.h. als Referenzzweig, der Differenzverstärkeranordnung, deren Signalzweig durch das erstgenannte Stromsteuerelement gebildet ist. Dabei können durch die Schaltungsanordnung verzweigte und unverzweigte Konfigurationen entsprechend verzweigten bzw. unverzweigten Ketten aus Gegenskapplungswiderständen gebildet sein. Jede der von einem Stromsteuerelement und seinen

benachbarten Stromsteuerelementen gebildete Anordnung stellt einen über die Gegenskapplungswiderstände gegengekoppelten Differenzverstärker, d.h. einen Differenzverstärker mit Stromgegenskapplung, dar, dessen Verstärkung für das dem einzelnen Stromsteuerelement zugeleitete Eingangssignal durch den Widerstandswert des Gegenskapplungswiderstands bzw. bei mehreren benachbarten Stromsteuerelementen durch den Widerstandswert der Parallelschaltung der unmittelbar anschließenden Gegenskapplungswiderstände gegeben ist. Dabei kann der Einfluß der übrigen Stromsteuerelemente und Gegenskapplungswiderstände vernachlässigt werden.

Um aus einer Anzahl von Eingangssignalen in Form einer Linearkombination, in der die einzelnen Eingangssignale mit vorgegebenen Faktoren gewichtet sind, ein Ausgangssignal zu bilden, werden nun weiterhin erfindungsgemäß die Gegenskapplungswiderstände entsprechend den beschriebenen Zusammenhängen dimensioniert.

Durch Einsparen der bei den Schaltungsanordnungen nach dem Stand der Technik erforderlichen gesonderten Referenzzweige in den Differenzverstärkern für die einzelnen Eingangssignale wird bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung der Schaltungsaufwand erheblich reduziert.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß aus der japanischen Anmeldung 58-101311 eine Mehrphasen-Spannungs- und -Stromumsetzerschaltung mit wenigstens drei Transistoren bekannt ist, deren Basisanschlüssen die Mehrphasenspannungen zugeführt werden und an deren Kollektoranschlüssen Ausgangsströme erhalten werden. Bei dieser Schaltung soll die Umsetzgenauigkeit erhöht werden. Die Schaltung enthält je einen Widerstand zwischen je zwei Emitteranschlüssen der Transistoren und je eine Stromquelle von jedem der Emitteranschlüsse zu einem gemeinsamen, negativen Schaltungspunkt. Bei dieser Schaltungsanordnung wird weder eine Linearkombination der Eingangssignale gebildet, noch wird eine darauf ausgerichtete Konfiguration und Dimensionierung der Kette aus Gegenskapplungswiderständen gemäß der Erfindung angeregt.

Als Stromsteuerelemente werden bevorzugt Halbleiterbauelemente, insbesondere Transistoren, eingesetzt, die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ist damit integrierbar; sie kann jedoch ebenso mit Verstärkerröhren aufgebaut sein.

Vorteilhaft werden den als Transistoren ausgebildeten Stromsteuerelementen an den Anzapfungen der Kette von Gegenskapplungswiderständen Arbeitspunktgleichströme zugeleitet, wodurch eine einfache und exakte Arbeitspunkteinstellung der Schaltungsanordnung erhalten wird. Wenn insbesondere die Werte der Arbeitspunktgleichströme im gleichen Verhältnis zueinander stehen wie die wirksamen Querschnittsflächen der Hauptstrompfade der Stromsteu-

erelemente, werden in diesen gleiche Stromdichten und damit gleiche Potentialverhältnisse erzielt und somit eine symmetrisch arbeitende Anordnung erhalten. Als wirksame Querschnittsfläche eines Hauptstrompfades wird dabei der für die Steuerung des Stromes im Hauptstrompfad des Stromsteuerelements wirksame Querschnitt verstanden, d.h. beispielsweise die für die Stromsteuerung wirksame Fläche des Ladungsträgerkanals in einem Feldeffekttransistor oder die vom Kollektor-Emitter-Strom durchflossene Halbleiterquerschnittsfläche in einem bipolaren Transistor.

Die symmetrische Arbeitsweise der Schaltungsanordnung wird dadurch verbessert, daß die Summen der Werte der Arbeitspunktgleichströme der mit dem ersten und der mit dem zweiten Ausgangsanschluß verbundenen Stromsteuerelemente übereinstimmen. Diese Stromsymmetrie führt zu einer Spannungssymmetrie auch bei Schaltungselementen, die mit den Stromsteuerelementen verbunden sind und von den Strömen in deren Hauptstrompfaden durchflossen werden. Insbesondere verschwindet die Differenz der Arbeitspunktgleichströme an den Ausgangsanschlüssen, und es ergeben sich dort symmetrische Gleichstromarbeitspunkte.

Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im nachfolgenden näher beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein Beispiel mit einer Anzahl von n Stromsteuerelementen 11, 12, 13, 14, ..., $1n$, in diesem Fall als bipolare NPN-Transistoren ausgebildet. Diese sind an ihren Emitteranschlüssen mit Anzapfungen 41, 42, 43, 44, ..., $4n$ einer Kette aus Gegenkopplungswiderständen R_1 , R_2 , R_3 , ..., R_{n-1} verbunden, die der Einfachheit halber unverzweigt gewählt ist. Die Transistoren 11, ..., $1n$, deren Kollektor-Emitter-Strecken die Hauptstrompfade der Stromsteuerelemente bilden, sind mit ihren Kollektoranschlüssen bezüglich der Reihenfolge der Anzapfungen 41, ..., $4n$ abwechselnd mit einem ersten Ausgangsanschluß 31 und einem zweiten Ausgangsanschluß 32 verbunden. An den die Steueranschlüsse bildenden Basisanschlüssen 21, 22, 23, 24, ..., $2n$ werden den Transistoren 11, ..., $1n$ Eingangssignale S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , ..., S_n zugeführt. Der jedem der Eingangssignale S_1 , ..., S_n zugeordnete Transistor 11, ..., $1n$ wirkt mit dem bzw. den benachbarten Transistor(en) als Differenzverstärker, wobei der bzw. die benachbarte(n) Transistor(en) für das betreffende Eingangssignal als Referenzzweig auftritt. Die Verstärkung dieses Differenzverstärkers, die den Faktor bildet, mit dem das betreffende Eingangssignal in der das Ausgangssignal an den Ausgangsanschlüssen 31, 32 bildenden Linearkombination gewichtet ist, wird durch die Parallelschaltung der eingeschlossenen Gegenkopplungswiderstände bestimmt. Das Vorzeichen, mit dem das Eingangssignal in das Ausgangssignal ein-

geht, bestimmt sich aus der Zuordnung des Kollektoranschlusses des zugehörigen Transistors zum ersten bzw. zum zweiten Ausgangsanschluß 31 bzw. 32.

Den Transistoren 11, ..., $1n$ werden an den Anzapfungen 41, ..., $4n$ Arbeitspunktgleichströme I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , ..., I_n zugeführt, die von Stromquellen 51, 52, 53, 54, ..., $5n$ erzeugt werden. Die Hauptstrompfade, d.h. die Kollektor-Emitter-Strecken der Transistoren 11, ..., $1n$ weisen wirksame Querschnittsflächen A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , ..., A_n auf. Im vorliegenden Fall sind dies für die bipolaren Transistoren die für den Ladungsträgertransport innerhalb der Transistoren wirksamen Übergangsflächen zwischen den unterschiedlich dotierten Zonen des Halbleitermaterials. Die Arbeitspunktgleichströme I_1 , ..., I_n sind im gleichen Größenverhältnis gewählt wie die wirksamen Querschnittsflächen A_1 , ..., A_n . Dadurch werden an den Anzapfungen 41, ..., $4n$ und den Stromsteuerelementen 11, ..., $1n$, insbesondere auch den Basisanschlüssen 21, ..., $2n$, gleiche Arbeitspunktpotentiale erhalten.

Fig. 2 zeigt ein spezielles Ausführungsbeispiel der Erfindung mit drei Stromsteuerelementen 11, 12, 13, die wieder als bipolare NPN-Transistoren ausgebildet sind. Dieses Beispiel stellt einen Spezialfall der Anordnung nach Fig. 1 dar, bei der die Zahl n auf den Wert 3 festgelegt wurde. Mit der Fig. 1 übereinstimmende Elemente sind in Fig. 2 mit identischen Bezugszeichen versehen. Die Stromquellen 51, 52, 53 sind durch je einen Stromquellentransistor und einen mit dessen Emitteranschluß verbundenen Stromquellenwiderstand gebildet, wobei die Stromquellentransistoren an ihren Basisanschlüssen von einer gemeinsamen Referenzspannung gesteuert werden. Diese gemeinsame Steuerung der Stromquellen 51, ..., $5n$ ist auch in der Anordnung nach Fig. 1 durchführbar und gewährleistet eine gute Arbeitspunktstabilität beispielsweise bei Temperaturschwankungen in der Schaltungsanordnung oder durch Fertigungstoleranzen.

Im Beispiel nach Fig. 2 weisen die Gegenkopplungswiderstände R_1 und R_2 übereinstimmende Widerstandswerte auf, während die wirksame Querschnittsfläche A_2 des zweiten Stromsteuerelements 12 mit dem Wert $2 \times A$ doppelt so groß gewählt ist wie die wirksamen Querschnittsflächen A_1 und A_3 mit dem Wert A . Entsprechend sind die wirksamen Querschnittsflächen der Stromquellentransistoren der zugehörigen Stromquellen 51, 52, 53 dimensioniert, und der Stromquellenwiderstand der dem zweiten Stromsteuerelement 12 zugeordneten Stromquelle 52 weist den halben Widerstandswert der Stromquellenwiderstände 51 und 53 auf. Im zweiten Stromsteuerelement 12 fließt dann ein Arbeitspunktgleichstrom I_2 , dessen Stromstärke mit $2 \times I$ doppelt so groß ist wie die Stromstärke I der Arbeitspunktgleichströme I_1 und I_3 . Insgesamt stellen sich damit in der Schaltungsanordnung nach Fig. 2 symmetrische Arbeitspunktpotentiale ein, und außerdem sind die Summen

der Arbeitspunktgleichströme an den Ausgangsanschlüssen 31 und 32 gleich. Die Ausgangsanschlüsse 31, 32 sind vorzugsweise über Arbeitswiderstände oder andere Signalverarbeitungsstufen, die beispielsweise auch Stromspiegelanordnungen enthalten können, mit einem Versorgungsgleichspannungsanschluß verbunden. Aufgrund der Symmetrie der Arbeitspunktgleichströme in den Ausgangsanschlüssen 31, 32 können übereinstimmende Arbeitswiderstände gewählt und eine symmetrische Spannung als Ausgangssignal abgegriffen werden.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Bilden eines Ausgangssignals als Linearkombination einer Anzahl von Eingangssignalen, gekennzeichnet durch eine entsprechende Anzahl von Stromsteuerelementen (11, ..., 1n), deren Hauptstrompfade einseitig mit Anzapfungen (41, ..., 4n) einer Kette aus Gegenkopplungswiderständen (R1, ..., Rn-1) und anderseitig bezüglich der Reihenfolge der Anzapfungen (41, ..., 4n) abwechselnd mit einem ersten (31) und einem zweiten (32) Ausgangsanschluß verbunden sind, wobei jedem Stromsteuerelement (11, ..., 1n) an seinem Steueranschluß (21, ..., 2n) eines der Eingangssignale (S1, ..., Sn) zuführbar ist, und wobei die Parallelschaltung der an die Anzapfung (41, ..., bzw. 4n) für das Stromsteuerelement (11, ..., bzw. 1n) unmittelbar anschließenden Gegenkopplungswiderstände (R1, ..., bzw. Rn-1) gemäß dem Faktor dimensioniert ist, mit dem das Eingangssignal (S1, ..., bzw. Sn) in der Linearkombination gewichtet ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß den als Transistoren ausgebildeten Stromsteuerelementen (11, ..., 1n) an den Anzapfungen (41, ..., 4n) der Kette von Gegenkopplungswiderständen (R1, ..., Rn-1) Arbeitspunktgleichströme (I1, ..., In) zugeleitet werden.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Werte der Arbeitspunktgleichströme (I1, ..., In) im gleichen Verhältnis zueinander stehen wie die wirksamen Querschnittsflächen (A1, ..., An) der Hauptstrompfade der Stromsteuerelemente (11, ..., 1n).
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Summen der Werte der Arbeitspunktgleichströme (I1, ..., In) der mit dem ersten (31) und der mit dem zweiten (32) Ausgangsanschluß verbundenen Stromsteuerelemente (11, ..., 1n) übereinstimmen.

Claims

1. A circuit arrangement for forming an output signal as a linear combination of a plurality of input signals, characterized by a corresponding plurality of current control elements (11, ..., 1n), whose main current paths have one end connected to taps (41, ..., 4n) of a chain of negative feedback resistors (R1, ..., Rn-1) and with respect to the sequence of the taps (41, ..., 4n) have their other end alternately connected to a first (31) and a second (32) output terminal, each one of the input signals (S1, ..., Sn) being coupled to each current control element (11, ..., 1n) via its control terminal (21, ..., 2n), and the parallel arrangement of the negative feedback resistors (R1, ..., Rn-1) directly connected to the tap (41, ..., and 4n respectively) for the current control element (11, ..., 1n) being rated in accordance with the factor with which the input signal (S1, ..., and Sn, respectively) in the linear combination is weighted.
2. A circuit arrangement as claimed in Claim 1, characterized in that at the taps (41, ..., 4n) of the chain of negative feedback resistors (R1, ..., Rn-1) operating point direct current sources (I1, ..., In) are applied to the current control elements (11, ..., 1n) formed by transistors.
3. A circuit arrangement as claimed in Claim 2, characterized in that the values of the operating point direct currents (I1, ..., In) are in the same ratio to each other as the effective cross-sectional areas (A1, ..., An) of the main current paths of the current control elements (11, ..., 1n).
4. A circuit arrangement as claimed in Claim 2 or 3, characterized in that the sums of the values of the operating point direct currents (I1, ..., In) corresponding to the current control elements (11, ..., 1n) connected to the first (31) and the second (32) output terminal are equal.

Revendications

1. Montage de circuit pour la génération d'un signal de sortie, se présentant sous forme d'une combinaison linéaire d'une pluralité de signaux d'entrée, caractérisé par un nombre, correspondant au nombre des signaux d'entrée, d'éléments de commande de courant (11, ..., 1n), dont les trajets de courant principal sont reliés, d'une part, à des prises (41, ..., 4n) d'une chaîne de résistances de contre-réaction (R1, ..., Rn-1) et, d'autre part, en tenant compte de l'ordre de succession des prises (41, ..., 4n), alternativement à une première (31) et à une deuxième (32) borne de sor-

tie, l'un des signaux d'entrée (S_1, \dots, S_n) pouvant être acheminé à la borne de commande ($2_1, \dots, 2_n$) de chaque élément de commande de courant ($1_1, \dots, 1_n$), et le montage en parallèle des résistances de contre-réaction (R_1, \dots, R_{n-1}) qui se connecte directement à la prise ($4_1, \dots$, respectivement 4_n) destinée à l'élément de commande de courant ($1_1, \dots$, respectivement 1_n) étant dimensionné selon le facteur par lequel le signal d'entrée (S_1, \dots , respectivement, S_n) est pondéré dans la combinaison linéaire.

2. Montage de circuit selon la revendication 1, caractérisé en ce que des courants continus de point de fonctionnement (I_1, \dots, I_n) sont appliqués aux éléments de commande de courant ($1_1, \dots, 1_n$) réalisés sous forme de transistors, aux prises ($4_1, \dots, 4_n$) de la chaîne de résistances de contre-réaction (R_1, \dots, R_{n-1}).
3. Montage de circuit selon la revendication 2, caractérisé en ce que les valeurs des courants continus de point de fonctionnement (I_1, \dots, I_n) sont situées les unes par rapport aux autres dans le même rapport que les aires des sections transversales actives (A_1, \dots, A_n) des trajets de courant principal des éléments de commande de courant ($1_1, \dots, 1_n$).
4. Montage de circuit selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que les sommes des valeurs des courants continus de point de fonctionnement (I_1, \dots, I_n) des éléments de commande de courant ($1_1, \dots, 1_n$) reliés à la première (31) et à la deuxième (32) borne de sortie, coïncident.

40

45

50

55

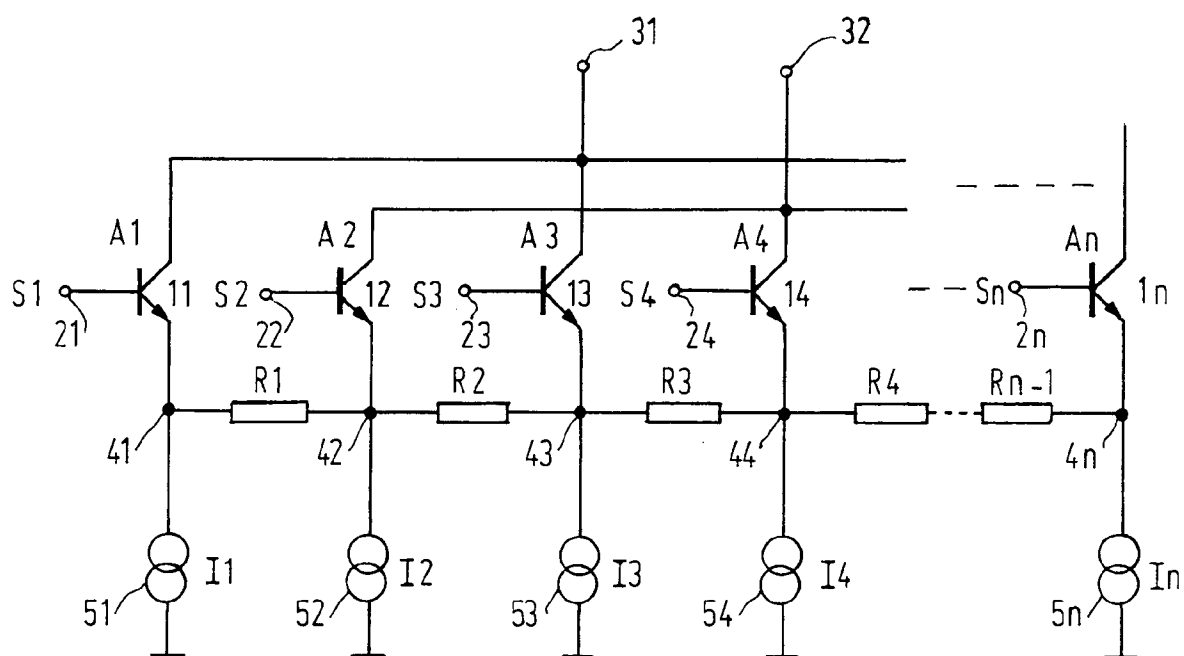


Fig. 1

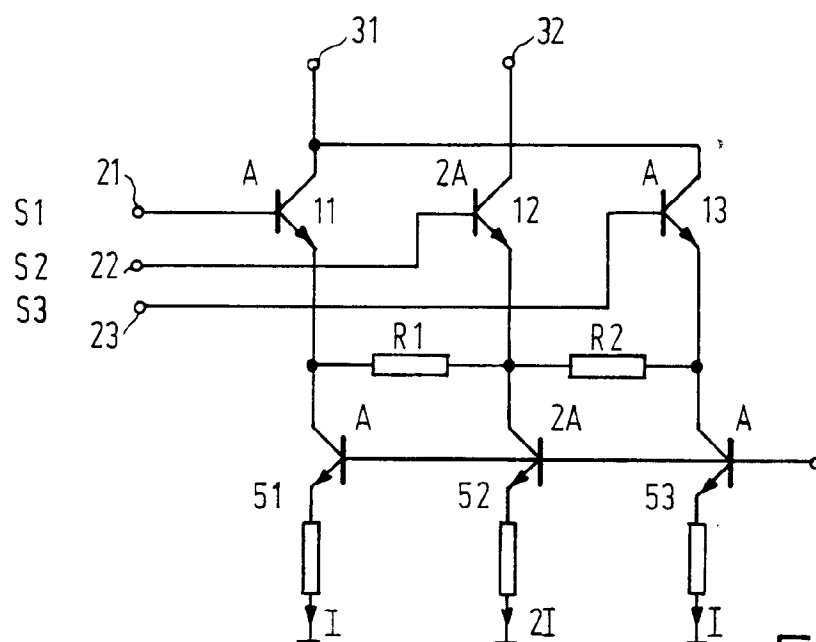


Fig. 2