



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 33 250 T2** 2006.02.02

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 883 931 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H03K 17/955** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 33 250.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US97/22738**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 953 158.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 98/026506**

(86) PCT-Anmeldetag: **08.12.1997**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **18.06.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.12.1998**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **11.05.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.02.2006**

(30) Unionspriorität:

32318 P 10.12.1996 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI,
LU, MC, NL, PT, SE**

(73) Patentinhaber:

**TouchSensor Technologies, L.L.C., Wheaton, Ill.,
US**

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **DIFFERENTIELLER BERÜHRUNGSSENSOR UND STEUERUNGSSCHALTUNG DAFÜR**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Berührungs- bzw. Fingerspitzentablettsystem und insbesondere Berührungssensoren, die auf einer Seite eines Substrats angebracht sind, um einen Kontakt des Benutzers mit der gegenüberliegenden Seite des Substrats zu detektieren.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Berührungstabletts werden in verschiedenen Anwendungen, zum Beispiel Küchenherde, Mikrowellengeräte und dergleichen, verwendet, um herkömmliche mechanische Schalter zu ersetzen. Anders als mechanische Schalter enthalten Berührungstabletts keine beweglichen Teile, die brechen oder verschleifen können. Mechanische Schalter, die mit einem Substrat verwendet werden, erfordern irgendeine Art von Öffnung im Substrat zum Anordnen des Schalters. Diese Öffnungen wie auch Öffnungen im Schalter selbst ermöglichen es, daß Schmutz, Wasser und andere Verunreinigungssubstanzen durch das Substrat hindurchtreten oder im Schalter eingeschlossen werden. Bestimmte Umgebungen enthalten eine große Anzahl von Verunreinigungssubstanzen, die durch Substratöffnungen hindurchtreten können, was elektrischen Kurzschluß oder eine Beschädigung der Bauelemente hinter dem Substrat verursachen kann. Dagegen können Berührungstabletts auf einer durchgehenden Substratplatte ohne irgendwelche Öffnungen im Substrat ausgebildet sein. Außerdem sind Berührungstabletts wegen des Fehlens von Öffnungen und Hohlräumen, die Schmutz und andere Verunreinigungssubstanzen sammeln, leicht zu reinigen.

[0003] Bestehende Berührungstablettkonstruktionen weisen Berührungsfeld-Elektroden auf, die auf beiden Seiten des Substrats, das heißt, sowohl auf der "vorderen" Fläche des Substrats als auch auf der "hinteren" Fläche des Substrats, angebracht sind. Normalerweise ist eine Zinn-Antimon-Oxid-(TAO-)Elektrode auf der vorderen Fläche des Substrats angebracht, und zusätzliche Elektroden sind auf der hinteren Fläche angebracht. Das Berührungsfeld wird aktiviert, wenn ein Benutzer die TAO-Elektrode berührt. Eine solche Konstruktion setzt die TAO-Elektrode der Beschädigung durch Zerkratzen, reinigende Lösungsmittel und abtragende Reinigungstücher aus. Außerdem erhöht die TAO-Elektrode Kosten und Komplexität des Berührungsfeldes.

[0004] Bekannte Berührungstabletts verwenden häufig eine Konstruktion mit hoher Impedanz, was Funktionsstörungen des Berührungstabletts verursachen kann, wenn Verunreinigungssubstanzen wie

etwa Wasser oder andere Flüssigkeiten auf dem Substrat vorhanden sind. Dies stellt ein Problem in Bereichen dar, wo Flüssigkeiten verbreitet sind, wie etwa in einer Küche. Da die Flächen eine höhere Impedanz als das Wasser haben, wirkt das Wasser als Leiter für die durch das Berührungsfeld erzeugten elektrischen Felder. Somit folgen die elektrischen Felder dem Weg des geringsten Widerstands, das heißt dem Wasser. Außerdem kann aufgrund des Aufbaus mit hoher Impedanz statische Elektrizität Funktionsstörungen des Berührungstabletts verursachen. Wegen der hohen Impedanz des Berührungsfeldes wird verhindert, daß die statische Elektrizität schnell abgeleitet wird.

[0005] Bestehende Berührungstablettkonstruktionen leiden auch unter Problemen in Verbindung mit Übersprechen zwischen benachbarten Berührungsfeldern. Übersprechen tritt auf, wenn das durch ein Berührungsfeld erzeugte elektrische Feld das von einem benachbarten Berührungsfeld erzeugte Feld störend beeinflusst, was zu einer fehlerhaften Aktivierung führt, wie etwa die Aktivierung des falschen Berührungsfeldes oder die gleichzeitige Aktivierung zweier Felder.

[0006] Bekannte Berührungstablettkonstruktionen stellen einzelne Felder bereit, die passiv sind. In der unmittelbaren Nähe der Berührungsfelder befinden sich keine aktiven Bauelemente. Stattdessen verbinden Anschlußleitungen jedes passive Berührungsfeld mit der aktiven Detektionsschaltung. Die Anschlußleitungen des Berührungsfeldes haben unterschiedliche Längen, abhängig vom Ort des Berührungsfeldes in bezug auf die Detektionsschaltung. Die Anschlußleitungen haben auch unterschiedliche Formen, abhängig von der Führung der Leitung. Die Unterschiede in Länge und Form der Anschlußleitungen bewirken, daß der Signalpegel auf jeder Leitung auf einen anderen Pegel gedämpft wird. Zum Beispiel kann eine lange Anschlußleitung mit vielen Ecken das Detektionssignal weit stärker dämpfen als eine kurze Anschlußleitung mit wenigen Ecken. Daher unterscheidet sich das durch die Detektionsschaltung empfangene Signal von einer Fläche zur nächsten erheblich. Folglich muß die Detektionsschaltung dafür ausgelegt sein, große Unterschiede im Signalpegel auszugleichen.

[0007] Viele bestehende Berührungstabletts verwenden einen Erdungsmechanismus, wie etwa einen Erdungsring, in unmittelbarer Nähe zu jedem Berührungsfeld. Diese Erdungsmechanismen stellen zusätzliche Bauelemente dar, die nahe jedem Berührungsfeld angeordnet und befestigt werden müssen, wodurch die Komplexität des Berührungstabletts erhöht wird. Obendrein erfordern bestimmte Erdungsmechanismen für jedes einzelne Berührungsfeld eine andere Konfiguration, um den Unterschied in den an die Detektionsschaltung übergebenen Signalpegeln

zu minimieren. Aus diesem Grund ist zusätzliche Konstruktionszeit erforderlich, um die verschiedenen Erdungsmechanismen zu konstruieren.

[0008] Die Verwendung herkömmlicher Berührungstabletts oder Berührungssensoren in Herden, Mikrowellengeräten und dergleichen versetzt solche Berührungssensoren in eine Umgebung, wo sie möglicherweise in häufigen Kontakt mit leitfähigen Flüssigkeiten oder Verunreinigungssubstanzen kommen können. Die Anwesenheit einer leitfähigen Flüssigkeit auf einem Berührungssensor könnte ein falsches Ausgangssignal erzeugen, was die Steuerungsschaltung veranlassen könnte, eine Wirkung auszulösen, wenn gar keine beabsichtigt war. Solche Flüssigkeiten können, wenn sie die Form einer großen Pfütze oder von Tropfen haben, sogar zwei oder mehr einzelne Berührungssensoren erfassen. Dies führt erneut zu der Möglichkeit falscher Eingangssignale.

[0009] Jüngste Verbesserungen im Aufbau von Berührungstabletts schließen Methoden ein, die die Eingangs- und Ausgangsimpedanz des Berührungssensors selbst verringern, wodurch die Sensoren hochgradig immun gegen Verunreinigungssubstanzen und falsche Aktivierungen aufgrund externer Rauschquellen gemacht werden. US-Patent 5 594 222 beschreibt eine solche Methode. Auch wenn dieser Ansatz einige Vorteile gegenüber dem Stand der Technik hat, gibt es einige Eigenschaften, die seine Anwendung einschränken können. Zum Beispiel kann der so entstehende Sensor von sich aus für Temperaturschwankungen empfänglich sein. Solange die Temperaturschwankungen am Ausgang klein im Vergleich zu zulässigen Signalschwankungen und klein im Vergleich zu Signalschwankungen aufgrund von Transistorschwankungen sind, ist ein einzelner Transistor oder andere Verstärkervorrichtung vollkommen ausreichend. Bei Anwendungen jedoch, wo es nur einen kleinen Dynamikbereich gibt, der Kompensation durch Software berücksichtigt, und wo Temperaturschwankungen im Vergleich zu zulässigen Signalschwankungen erheblich sind, wäre ein anderer Ansatz nützlich, um die Auswirkungen der Temperatur zu beseitigen oder stark zu verringern. Und obwohl durch die niedrige Impedanz bei dieser Methode zwischen Verunreinigungssubstanzen mit einem endlichen Betrag der Impedanz und einer menschlichen Berührung mit einem endlichen Betrag der Impedanz unterschieden werden kann, kann es trotzdem auch vorkommen, daß diese Methode nicht ausreicht, um extrem niedrige Impedanzpegel von sich aus zu unterscheiden. Beispiele für diese Situation wären, wenn ein Sensor (das heißt, sowohl die innere als auch die äußere Elektrode) mit einer großen Menge von Verunreinigungssubstanzen bedeckt ist, was die Impedanz der inneren Fläche stark verringert. Ein anderes Beispiel wäre, wenn ein leitfähiges Material, wie etwa eine Metallpfanne, einen ganzen einzelnen Sensor bedeckt.

[0010] Somit wäre es erwünscht, ein Berührungstablett bereitzustellen, das die Erzeugung falscher Signale in Anwesenheit hochleitfähiger Materialien, wesentlicher Temperaturänderungen und anderer Effekte, die sowohl der inneren und äußeren Elektrode als auch der zugeordneten Schaltung gemeinsam sind, verhindert.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0011] Unter einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Sensorvorrichtung nach Anspruch 1 bereitgestellt.

[0012] Unter einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Sensorvorrichtung nach Anspruch 2 bereitgestellt.

[0013] Die vorliegende Erfindung mildert die oben erwähnten Probleme bei weitem, wenn sie sie nicht sogar vollständig löst, indem sie für einen Vergleich zwischen zwei Elektroden sorgt, die einen Berührungssensor bilden. Der erfindungsgemäße Berührungssensor hat eine oder mehrere erste Elektroden (16) und eine oder mehrere zweite Elektroden, die mit einer Schaltungseinrichtung zum Messen der elektrischen Potentialdifferenz zwischen der ersten und zweiten Elektrode gekoppelt sind. Die erste und zweite Elektrode sind normalerweise auf der gleichen Seite des Substrats angeordnet, gegenüber der Seite des Substrats, die als Berührungsfeld verwendet wird. Die erste Elektrode ist in der Nähe der zweiten Elektrode angeordnet, so daß ein Vergleich zwischen der Spannung an der ersten Elektrode und an der zweiten Elektrode, wenn sie durch eine Berührungseingabe beeinflusst werden, angestellt werden kann. Die Differenz-Meßschaltung sorgt für die Unterdrückung von Gleichtaktsignalen, wie etwa Temperatur, elektrisches Rauschen, Stromversorgungsschwankungen und andere Eingangsgrößen, die dazu neigen, beide Elektroden gleichermaßen zu beeinflussen.

[0014] Das erfindungsgemäße Berührungsfeld kann anstelle bestehender Berührungsfelder verwendet werden oder dazu, herkömmliche Schalter zu ersetzen. Das Berührungsfeld wird aktiviert, wenn ein Benutzer das Substrat mit einem menschlichen Annex, wie etwa einer Fingerspitze, berührt oder sich ihm nähert. Das Berührungsfeld kann zum Beispiel verwendet werden, um eine Vorrichtung ein- oder auszuschalten, die Temperatur einzustellen, eine Uhr oder einen Zeitgeber zu stellen oder für irgendeine andere Funktion, die durch einen herkömmlichen Schalter ausgeführt wird. Außer zur Verbesserung und Lösung von Problemen in Zusammenhang mit bestehenden Berührungsfelderkonzepten ist die vorliegende Erfindung auch bei Anwendungen nützlich, die gegenwärtig Membranschalter verwenden. Das Berührungsfeld gemäß der vorliegenden Erfindung

ist gut zur Verwendung in Umgebungen geeignet, wo Temperaturschwankungen extrem sind, wo wesentliche Mengen von Verunreinigungssubstanzen vorliegen oder wo metallische Objekte auf oder über dem Berührungsfeld platziert werden können.

[0015] In der bevorzugten Form ist eine Strobeimpuls-Elektrode über einen ersten Widerstand mit einer ersten Elektrode und über einen zweiten Widerstand mit einer zweiten Elektrode verbunden. An jeder Elektrode wird als Antwort auf das an die Strobeimpuls-Elektrode angelegte Strobesignal ein elektrisches Feld erzeugt. An jeder Elektrode wird ein elektrisches Potential aufgebaut. Zwei Transistoren sind in einer Differenz-Meßschaltung angeordnet, die mit der ersten und der zweiten Elektrode verbunden ist, um die Spannungsdifferenz zwischen der ersten und der zweiten Elektrode zu messen. An den Ausgang der Differenz-Meßschaltung ist eine Erfassungsleitung angeschlossen, die in der bevorzugten Ausführungsform ein Ermittlungssignal zu einer Spitzenwert-Detektionsschaltung überträgt. Das Ausgangssignal der Differenz-Meßschaltung wird verändert, wenn das Substrat von einem Benutzer berührt wird.

[0016] In der bevorzugten Form sind zwei abgestimmte Transistoren, die sich jeweils in unmittelbarer Nähe zum Berührungsfeld befinden, als ein Differenzpaar konfiguriert. Die Transistoren arbeiten zusammen, um das Differenz-Eingangssignal zu verstärken, das Berührungsfeld gegen die Einwirkungen von Strobeimpuls- und Erfassungsleiterbahnen abzupuffern und die Ausgangsimpedanz des Berührungsfeldes zu verringern. Durch die Verwendung abgestimmter Transistoren verändert sich außerdem das Ausgangssignal der Differenzschaltung bei Temperaturschwankungen kaum.

[0017] Die innere und äußere Elektrode sind mit getrennten Eingängen der Differenzschaltung verbunden, so daß, wenn eine erste Elektrode stärker als die zweite Elektrode durch das induzierte elektrische Feld beeinflusst wird, die Differenzschaltung einen höheren Ausgangsspannungspegel bereitstellt. Außerdem erzeugt die Schaltung in der bevorzugten Ausführungsform einen niedrigeren Ausgangspegel, wenn die zweite Elektrode stärker als die erste Elektrode durch das elektrische Feld beeinflusst wird. Wenn beide Elektroden gleiche oder ähnliche Signalantworten erzeugen, verändert sich der Ausgang der Differenzschaltung kaum. Diese Zustände werden zum Beispiel geschaffen, wenn eine Fingerspitze die erste Elektrode im wesentlichen bedeckt, aber die nicht die zweite Elektrode. Dies erzeugt ein höheres Ausgangssignal. Ein anderer Zustand wird geschaffen, wenn Verunreinigungssubstanzen die zweite (äußere) Elektrode im wesentlichen bedecken, aber nicht die erste (innere) Elektrode. Dies erzeugt einen niedrigeren Ausgangssignalpegel. Ein weiterer Zu-

stand wäre, wenn eine Metallpfanne sowohl die erste als auch die zweite Elektrode bedeckt. Ist dieser Zustand gegeben, dann ist in der bevorzugten Ausführungsform die Antwort der beiden Elektroden im wesentlichen gleich, und daher ändert sich das Ausgangssignal der Differenz-Meßschaltung gegenüber dem vorhergehenden Zustand der Nichtberührung kaum.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0018] Die verschiedenen Merkmale, Vorteile und anderen Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung werden durch Bezugnahme auf die folgende ausführliche Beschreibung und die Zeichnungen offensichtlicher, wobei diese folgendes zeigen:

[0019] [Fig. 1](#) stellt ein erfindungsgemäßes Berührungsfeld von der hinteren Fläche des Substrats aus gesehen dar;

[0020] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie 2-2 in [Fig. 1](#);

[0021] [Fig. 3](#) ist eine Querschnittsansicht ähnlich zu [Fig. 2](#), die aber eine alternative Montageweise der aktiven Bauelemente auf dem Substrat darstellt;

[0022] [Fig. 4](#) ist ein schematisches elektrisches Schaltbild des in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellten Berührungsfeldes;

[0023] [Fig. 5A](#), [Fig. 5B](#), [Fig. 5C](#) und [Fig. 5D](#) sind Wellenformen des Erfassungsausgangssignals bei verschiedenen Eingangsstimuli;

[0024] [Fig. 6](#) stellt die Strobesignal-Wellenform dar; und

[0025] [Fig. 7](#) ist eine Ansicht wie [Fig. 1](#), jedoch eine alternative Ausführungsform des erfindungsgemäßen Berührungsfeldes.

[0026] Gleiche Bezugszeichen in [Fig. 1](#), [Fig. 2](#), [Fig. 3](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 7](#) bezeichnen gleichartige Bestandteile.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0027] Mit Bezug auf [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) wird ein einzelnes Berührungsfeld **13** dargestellt, das auf einem dielektrischen Substrat **10** angebracht ist. Es versteht sich, daß viele, wenn nicht die meisten Anwendungen mehrere Berührungsfelder und zugeordnete Schaltungen auf dem Substrat aufweisen.

[0028] Substrat **10** kann aus jeder Art von dielektrischem Material hergestellt werden, wie etwa Glas, Keramik, Kunststoff oder ähnliche Materialien. In der

bevorzugten Ausführungsform ist Substrat **10** aus Glas hergestellt und hat eine einheitliche Dicke von ungefähr 3 mm. Die Dicke von Substrat **10** variiert mit der jeweiligen Anwendung, so daß ein dickeres Substrat verwendet wird, wenn zusätzliche Festigkeit erforderlich ist. Wenn Substrat **10** aus Glas hergestellt ist, können typische Substrate bis zu ungefähr 1,1 mm dünn und bis zu ungefähr 5 mm dick sein. Wenn Substrat **10** aus Kunststoff hergestellt ist, kann das Substrat weniger als 1 mm dick sein, ähnlich dem Material, das in Kunststoff-Membranschaltern verwendet wird.

[0029] Substrat **10** hat eine vordere Fläche **12** und eine gegenüberliegende hintere Fläche **14**. Ein Benutzer aktiviert das Berührungsfeld **13**, indem er die vordere Fläche **12** des Substrats **10** berührt, wobei die notwendigen Stimuli bereitgestellt werden.

[0030] Das Berührungsfeld **13** weist eine erste oder innere leitfähige Elektrodenfläche **16** auf sowie eine zweite oder äußere leitfähige Elektrode **18**, die im wesentlichen die erste Elektrode umgibt. Zwischen der ersten Elektrode **16** und der zweiten Elektrode **18** befindet sich ein Zwischenraum. Die erste Elektrode **16** hat vorzugsweise solche Abmessungen, daß die Elektrode von der Fingerspitze eines Benutzers oder einem anderem menschlichen Annex bedeckt werden kann, wenn die vordere Fläche berührt wird.

[0031] In der bevorzugten Ausführungsform ist eine erste Elektrode **16** quadratisch und eine zweite Elektrode **18** hat eine quadratische Form, die der Form der ersten Elektrode **16** entspricht. Jedoch ist verständlich, daß verschiedene geometrische Formen für die erste Elektrode **16** verwendet werden können, einschließlich Rechtecke, Trapeze, Kreise, Ellipsen, Dreiecke, Sechsecke und Achtecke, ohne darauf beschränkt zu sein. Ungeachtet der Form der ersten Elektrode **16** umgibt die zweite Elektrode **18** mindestens teilweise die erste Elektrode **16** in einer voneinander beabstandeten Beziehung.

[0032] Es wird anerkannt, daß, wenngleich die Flächengeometrie in [Fig. 1](#) eine Möglichkeit ist, die Elektrodenstruktur anzuordnen, es viele andere Formen und Größen gibt, die ebenfalls funktionieren würden, abhängig von der Anwendung und von der Größe des Annex. Ein Beispiel könnte eine Anordnung sein, wo der erwünschte Annex eine Hand anstelle eines Fingers sein könnte. In diesem Fall könnte der Abstand zwischen den beiden Elektroden noch erweitert werden und die zwei Elektroden wären viel größer.

[0033] Ebenso wird man anerkennen, daß, wenngleich die Flächengeometrie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 7](#) jeweils spezifische Möglichkeiten der Anordnung der Elektrodenstruktur darstellt, es viele andere Formen und Größen gibt, die hier auch funktionieren würden,

abhängig von der Anwendung und von der Größe des Annex. Ein Beispiel wäre, wenn die zwei Elektroden weiter voneinander beabstandet sind und die zwei Elektroden größer sind.

[0034] Vorzugsweise ist die erste Elektrode **16** ein massiver Leiter. Jedoch kann die erste Elektrode **16** auch eine Vielzahl von Öffnungen haben oder eine Netz- bzw. Gitterstruktur haben.

[0035] In der bevorzugten Ausführungsform wird, wie in [Fig. 1](#) dargestellt, eine dritte Elektrode bereitgestellt, die Strobeimpuls-Elektrode **22**. Die Strobeimpuls-Elektrode **22** ist ein dünner Leiter, der auf dem Substrat **10** ausgebildet ist. Die Strobeimpuls-Elektrode **22** ist rings um die zweite Elektrode **18** angeordnet. Vorzugsweise ist die Strobeimpuls-Elektrode **22**, wie in [Fig. 1](#) dargestellt, auf beiden Seiten der zweiten Elektrode **18** angeordnet. Die Strobeimpuls-Elektrode **22** grenzt auch an die erste Elektrode **16** an. Auf diese Weise ist ein Teil der Strobeimpuls-Elektrode **22** zwischen der zweiten Elektrode **18** und der ersten Elektrode **16** angeordnet, so daß die eine Strobeimpuls-Elektrode **22** als eine Strobeimpuls-Leitung sowohl für die erste Elektrode **16** als auch die zweite Elektrode **18** wirkt, wie in [Fig. 1](#) zu sehen.

[0036] Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, ist die Strobeimpuls-Elektrode oder -Leitung **22** mit einer Spannungsquelle **60** verbunden.

[0037] Die Strobeimpuls-Leitung **22** überträgt ein Strobesignal von einer Quelle **60**, wie etwa eine Rechteckwelle in der bevorzugten Ausführungsform (dargestellt in [Fig. 6](#)). In der bevorzugten Rechteck-Ausführungsform oszilliert die Welle mit einer Frequenz zwischen 25 kHz und 50 kHz zwischen 0 und +5 Volt. Alternativ kann das Strobesignal eine Frequenz kleiner als 25 kHz oder größer als 50 kHz haben, abhängig von der verwendeten Detektorschaltung. Außerdem kann das Strobesignal zwischen 0 und +3 Volt, 0 und +12 Volt, 0 und +24 Volt, -5 Volt und +5 Volt oder in irgendeinem anderem Spannungsbereich oszillieren, abhängig von der Spannung, die vom gesteuerten Bauelement leicht verfügbar ist.

[0038] Vorzugsweise hat das Strobesignal eine Anstiegszeit von annähernd 7 ns. Jedoch können auch Anstiegszeiten von bis zu 110 ns oder noch größer verwendet werden. Kürzere Anstiegszeiten, wie etwa 7 ns, ermöglichen niedrigere Eingangsimpedanzen und können bevorzugt werden. Das Strobesignal erzeugt ein elektrisches Feld an dem Berührungsfeld, wie nachfolgend beschrieben wird.

[0039] Das Strobesignal hat eine steile Anstiegsflanke (dargestellt in [Fig. 6](#)), was eine elektrische Potentialdifferenz zwischen der Strobeimpuls-Leitung

22 und der zweiten Elektrode **18** sowie der ersten Elektrode **16** erzeugt. Diese Potentialdifferenz zwischen den Elektroden **16**, **18** und **22** erzeugt ein bogenförmiges elektrisches Feld zwischen den Elektroden, wie durch die gestrichelten Linien in [Fig. 2](#) dargestellt. Das elektrische Feld erstreckt sich über die Vordere Fläche **12** und durch das Substrat **10**. Obwohl in [Fig. 2](#) nicht dargestellt, folgt das elektrische Feld zwischen den Elektroden **16**, **18** und **22** einem ähnlichen bogenförmigen Weg fort von der hinteren Fläche **14** des Substrats **10**. Dieser Weg ist nahezu ein Spiegelbild der in [Fig. 2](#) dargestellten gestrichelten Linien, das sich abwärts statt aufwärts erstreckt.

[0040] Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, liegen die erzeugten elektrischen Felder einander gegenüber. Zum Beispiel gehen die in [Fig. 2](#) dargestellten Feldlinien von der Strobeimpuls-Elektrode **22** an gegenüberliegenden Seiten der ersten Elektrode **16** aus und von der Strobeimpuls-Elektrode **22** zur zweiten Elektrode **18**.

[0041] Wiederum mit Bezug auf [Fig. 1](#) ist eine Erfassungs- oder Ausgangsleitung **24** am Substrat **10** angebracht, die mit dem Ausgang der Differenzschaltung **32** verbunden ist, die nachfolgend beschrieben wird. Die Erfassungsleitung **24** überträgt ein Ermittlungs- oder Aktivierungssignal von dem Berührungsfeld **13**, um eine geeignete Ermittlungs- oder Steuerungsschaltung zu aktivieren, wie sie in meinem am 14. Januar 1997 veröffentlichten US-Patent 5 594 222 ausführlich beschrieben ist.

[0042] Wie in [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 4](#) dargestellt, sind Oberflächenmontierte Bauelemente elektrisch mit dem Berührungsfeld **13** verbunden. Die Oberflächenmontierten Bauelemente schließen einen zwischen die Strobeimpuls-Elektrode **22** und die zweiten Elektrode **18** geschalteten Widerstand **28** und einen zwischen die erste Elektrode **16** und die Strobeimpuls-Elektrode **22** geschalteten Widerstand **30** ein. Die Widerstände **28** und **30** können einen Wert von 2,2 kOhm haben, wie in der bevorzugten Ausführungsform dargestellt, wodurch sie eine relativ geringe Entladungs-Eingangsimpedanz für das Berührungsfeld **13** bereitstellen.

[0043] Die Differenzschaltung, die insgesamt mit dem Bezugszeichen **32** bezeichnet ist, ist ebenfalls mit den Elektroden **16**, **18** und **22** verbunden. Die Differenzschaltung **32** weist zwei Transistoren Q1 und Q2 auf, die in einem Differenzpaar angeordnet sind, wobei die Emitter der beiden Transistoren Q1 und Q2 durch Widerstand **34** mit der Strobeimpuls-Elektrode **22** verbunden sind.

[0044] Die Basis von Transistor Q1 ist an der zweiten Elektrode **18** mit dem Widerstand **28** verbunden, wobei sein Kollektor mit Masse verbunden ist. Die Basis von Transistor Q2 ist über die erste Elektrode

18 mit Widerstand **30** verbunden. Der Kollektor von Transistor Q2 ist über Widerstand **48** mit der Erfassungsleitung **24** und mit Masse verbunden.

[0045] Vorzugsweise ist jeder Transistor Q1 und Q2 ein pnp-Transistor, wie etwa das Transistormodell Nummer MPS3906. Alternativ kann ein npn-Transistor, ein MOSFET oder irgendein anderes aktives, triggerbares elektrisches Bauelement anstelle eines pnp-Transistors verwendet werden.

[0046] [Fig. 4](#) stellt auch die Streu-, parasitäre und sonstige kapazitive Kopplung zwischen den verschiedenen Elektroden **16**, **18** und **22** schematisch dar. Kondensator **37** stellt die kapazitive Kopplung zwischen der Strobeimpuls-Elektrode **22** und der zweiten Elektrode **18** dar. Kondensator **33** stellt die kapazitive Kopplung zwischen der Strobeimpuls-Elektrode **22** und der ersten Elektrode **16** dar. Kondensator **35** stellt die Feldstörung der ersten Elektrode dar (dargestellt als kapazitive Kopplung zwischen der ersten Elektrode **16** und Masse). Kondensator **36** stellt die Streukapazität der Erfassungsleitung dar. Kondensator **38** stellt die Feldstörung der zweiten Elektrode **18** dar. Kondensator **40** stellt die Streukapazität der Strobeimpuls-Leitung dar. Widerstand **29** stellt den Widerstand der Strobeimpuls-Elektrode **22** dar. Widerstand **30** in der vorliegenden Ausführungsform dient dazu, den Transistor Q2 während der Vorderflanke der Strobeimpulse in den Durchlaßzustand vorzuspannen, und bildet einen Entladungsweg für die Kondensatoren **33** und **35**. Ebenso bildet Widerstand **28** einen Entladungsweg für die Kondensatoren **37** und **38** und spannt den Transistor Q1 während der Vorderflanke der Strobeimpulse in den Durchlaßzustand vor.

[0047] Die Differenzschaltung **32** arbeitet auf solche Weise, daß die Transistoren Q1 und Q2 als ein Differenzpaar wirken. Der Emitterwiderstand **34** dient dazu, eine negative Rückkopplung zu erzeugen, die die Differenzwirkung der Erfassungsschaltung erzeugt. Wenn die Basis von Transistor Q2 höher vorgespannt wird als die Basis von Q1, fließt mehr Strom durch den Kollektor von Q2, wodurch eine Erhöhung der Spannung über Widerstand **48** erzeugt wird. Wenn die Basis von Transistor Q1 höher vorgespannt wird als die Basis von Transistor Q2, fließt der überwiegende Teil des Emitterstroms durch den Kollektor von Transistor Q1, was weniger Strom durch den Kollektor von Transistor Q2 fließen läßt, wodurch eine Verringerung der Spannung über Widerstand **48** erzeugt wird. Wenn die an die Basis von Transistor Q1 ausgeübte Vorspannung erhöht wird und die an die Basis von Transistor Q2 ausgeübte Vorspannung ebenfalls auf eine Spannung erhöht wird, die gleich der Vorspannung an der Basis von Transistor Q1 ist, dann ist die Differenzschaltung symmetrisch, es gibt keine merkliche Erhöhung des Kollektorstroms von Q2 und die Spannungsänderung über Widerstand **48** ist ge-

ring, wenn überhaupt vorhanden.

[0048] Die Differenzschaltung **32** bietet mehrere Vorteile in bezug auf die Arbeitsweise des Berührungssensors **13**. Diese Arbeitsweise ist in [Fig. 5A–Fig. 5D](#) zu sehen, die die Ausgangsspannung auf der Erfassungsleitung **24** als Antwort auf verschiedene Stimuli oder das Fehlen von Stimuli, die auf die erste und zweite Elektrode **16** und **18** wirken, darstellen. Wie in [Fig. 5A](#) dargestellt, wo es keine Stimuli der ersten oder zweiten Elektroden gibt, steigt das Signal **220** auf der Strobeimpuls-Leitung **22** von 0 Volt auf ein Maximum von ungefähr 5,0 Volt an. Wenngleich es auf der Erfassungsleitung **24** eine relativ kleine Ausgangsspannung **240** gibt, hauptsächlich aufgrund geringer Unterschiede in der Vorspannung der Transistoren Q1 und Q2, liegt die Ausgangsspannung auf der Erfassungsleitung **24** bei einem minimalen stationären Betrag.

[0049] Wenn, wie in [Fig. 5B](#) dargestellt, ein Stimulus auf die erste Elektrode **16** wirkt (das heißt, wenn eine Fingerspitze auf die vordere Fläche **12** im Bereich der ersten Elektrode **16** aufgelegt wird), aber kein Stimulus auf die zweite Elektrode **18** wirkt, steigt die Ausgangsspannung auf der Erfassungsleitung **24** bis zu einem Maximum von über 3,0 V, was merklich größer ist als der stationäre Betrag, und fällt dann exponentiell ab. In [Fig. 5C](#) führt ein nur auf die zweite Elektrode **18** ausgeübter Stimulus zu einer Spannung auf der Erfassungsleitung **24**, die kleiner als die stationäre Spannung ist. Wenn schließlich, wie in [Fig. 5D](#) dargestellt, Stimuli sowohl auf die erste als auch auf die zweite Elektrode **16** und **18** wirken, ist die Ausgangsspannung nahe der stationären Spannung.

[0050] Die Differenzschaltung **32** bewirkt, daß ein Ausgangssignal erzeugt wird, das proportional zu einer Differenz zwischen den auf die erste und zweite Elektrode **16** und **18** wirkenden Stimuli ist. Somit ist der Ausgang **24** wesentlich empfindlicher gegenüber einer Differenz zwischen an die erste und zweite Elektrode **16** und **18** wirkenden Stimuli als gegenüber der Stärke der Stimuli. Wenn beträchtliche Mengen von Verunreinigungssubstanzen oder leitfähigen Materialien sowohl auf die erste als auch auf die zweite Elektrode **16** und **18** gebracht werden, gibt es verschiedene Antworten vom Berührungssensor **10**, abhängig von der Art der Verunreinigungssubstanzen, wobei Verunreinigungssubstanzen mit höherer Leitfähigkeit dazu neigen, verringerte Antworten zu erzeugen. Eine solche beträchtliche Menge von Verunreinigungssubstanz muß nur so groß wie der umschlossene Bereich der zweiten Elektrode **18** sein. Diese Anordnung macht den Berührungssensor **10** hochgradig immun gegen falsches Auslösen infolge beträchtlicher Verunreinigung oder leitfähigen Materials in einem örtlich begrenzten Gebiet, während Antworten auf kleine Differenzen zwischen den ersten

und zweiten Elektroden ermöglicht werden.

[0051] Außerdem minimiert die Differenzschaltung **32** die Drift aufgrund von Temperaturänderungen in den aktiven Bauelementen, da sich die Vorspannung der beiden Transistoren Q1 und Q2 gemeinsam verändert, so daß sich der Strom durch den Widerstand **48** nicht wesentlich ändert. Schließlich neigen Änderungen in bezug auf Stromversorgung, Eingangssignale, elektrisches Driftrauschen der Bauelemente und so weiter, die den beiden Elektroden **16** und **18** wie auch den beiden Transistoren Q1 und Q2 gemeinsam sind, nicht dazu, den Ausgang der Differenzschaltung **32** zu beeinflussen.

[0052] Zusätzlich zur Differenzschaltung **32** können weitere Verfahren verwendet werden, um das Differenzsignal zu verarbeiten, das den ersten und zweiten Elektroden **16** und **18** zugeordnet ist. Heutige Differenzmethoden und Spiegelverfahren, die normalerweise in Norton-Verstärkern, MOS-Transistoren und spannungsgesteuerten Operationsverstärkern verwendet werden, sind Beispiele für die Arten von Schaltungen, die verwendet werden könnten.

[0053] Mit Bezug auf die in [Fig. 3](#) dargestellte alternative Ausführungsform sind die Elektroden **16**, **18** und **22** und Erfassungsleitung **24** auf einem flexiblen Träger **25** angebracht, der aus Polyestermaterial hergestellt ist, wie etwa Consolidated Graphics Nr. HS-500, Typ 561, Level 2, 0,005 Zoll dick. Die Elektroden **16**, **18** und **22** und die Erfassungsleitung **24** werden unter Verwendung einer leitfähigen Silberfarbe gebildet, wie etwa Acheson Nr. 427 SS, 0,5 mil (Tausendstelzoll) dick. Die aktiven Bauelemente Q1 und Q2 werden dann an den Elektroden und Leitungen angebracht. Eine dielektrische Schicht **27** wird über den Elektrode und Leitungen angeordnet, um die leitenden Flächen zu schützen. Vorzugsweise ist das Dielektrikum **27** Acheson Nr. ML25089, 1,5 mil dick. Der flexible Träger **25** wird dann unter Verwendung eines Klebstoffs **29**, wie etwa 3M Nr. 457, auf das Substrat **10** gebondet. Der flexible Träger **25** kann gekrümmt und gedreht werden, um sich der Form des Substrats **10** anzupassen.

[0054] Alternativ können mit Bezug auf [Fig. 2](#) die Elektroden **16**, **18** und **22** und die Erfassungsleitung **24** direkt am Substrat **10** angebracht werden. Die aktiven Bauelemente sind dann an den Elektroden **16**, **18** und **22** und an der Erfassungsleitung **24** angebracht.

[0055] In Betrieb wird das Berührungsfeld **13** aktiviert, wenn ein Benutzer Stimuli ausübt, indem er Substrat **10** berührt oder sich ihm nähert. Das Berührungsfeld **13** erfaßt die Berührung durch eine Fingerspitze oder einen anderen Annex, der eine hinreichende Unterbrechung des elektrischen Feldpotentials zwischen den Elektroden **16** und **18** hervorruft.

[0056] Der Basisstrom der Transistoren Q1 und Q2 wird durch die Gleichung $I_b = C(dV/dT)$ bestimmt, wobei I_b der Basisstrom ist, C die Kapazität des Berührungsfeldes ist und dV/dT die Änderung der Spannung über der Zeit ist. Die Änderung der Spannung über der Zeit wird durch die Änderung des Spannungspegels des oszillierenden Strobesignals erzeugt. Wenn ein Benutzer das durch die Elektroden **16**, **18** und **22** gebildete Berührungsfeld **13** berührt, wird die Feldkapazität von Kondensator **33** verringert, während die Feldkapazität von Kondensator **35** erhöht wird. Aufgrund der relativ großen Nähe der Elektrode **18** auf der hinteren Fläche **14** zum Benutzerkontakt mit der Vordere Fläche **12** in der bevorzugten Ausführungsform gibt es auch eine Erhöhung der Feldkapazität von Kondensator **38**, wenngleich nicht so groß ist wie die der Feldkapazität von Kondensator **35**.

[0057] In der bevorzugten Ausführungsform verstärkt und puffert Transistor Q2 das Ermittlungssignal in unmittelbarer Nähe zum Berührungsfeld **13**. Dies verringert die Unterschiede der Signalpegel zwischen den Berührungsfeldern, die durch unterschiedliche Leiterlängen und Leiterführungen verursacht werden. Indem ein einheitlicher Ermittlungssignalpegel bereitgestellt wird, ist eine größere Verstärkung möglich, während der Signalpegel zum Beispiel zwischen 0 und +5 Volt verbleibt.

[0058] In der in [Fig. 7](#) dargestellten Ausführungsform ist die Strobeimpuls-Elektrode **22** entfernt. Die Basen der Transistoren Q1 und Q2 sind weiterhin mit der zweiten und ersten Elektrode **18** bzw. **16** verbunden. Das Strobesignal wird über die Widerstände **50** und **52** direkt an die Basen von Q1 und Q2 ausgeübt. Q1 wird durch den Widerstand **50** und die von der Elektrode **18** aufgebaute Feldkapazität in den Durchlaßzustand versetzt. Auf ähnliche Weise wird Q2 durch den Widerstand **52** und die von der Elektrode **16** aufgebaute Feldkapazität in den Durchlaßzustand versetzt. Eine Feldpotentialdifferenz wird aufgebaut, die durch die an die Elektroden **16** und **18** ausgeübten veränderlichen Spannungen hervorgerufen wird. Die Potentialdifferenz bewirkt, daß sich die Vorspannung an Q1 und die Vorspannung an Q2 proportional zur Feldpotentialdifferenz, die den Elektroden **18** und **16** zugeordnet ist, unterscheiden. Diese Ausführungsform stellt, verglichen mit der Schaltung aus [Fig. 1](#), eine geringere Trennung zwischen der ersten und zweiten Elektrode **16** und **18** bereit. Aber auch mit geringerer Trennung gibt es viele Anwendungen, wo das durch diese Ausführungsform bereitgestellte Leistungsniveau angemessen ist. Die Vorteile, die sich aus der Unempfindlichkeit der Differenzschaltungsanordnung gegenüber Gleichtakt-Einflüssen ergeben, wie etwa den Effekten, die mit der Anwendungsumgebung und so weiter verbunden sind, wie oben erwähnt, bleiben in dieser alternativen Ausführungsform in [Fig. 7](#) erhalten.

[0059] Wenngleich nur zwei Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dargestellt worden sind, ist es für den Fachmann offenkundig, daß zahlreiche Modifikationen möglich sind, ohne den Schutzbereich der hier beigefügten Ansprüche zu verlassen.

Patentansprüche

1. Sensorvorrichtung zur Erzeugung eines Steuerungssignals auf einer Erfassungsleitung (**24**), wobei die Vorrichtung umfaßt:
 zumindest eine erste Elektrode (**16**);
 zumindest eine zweite Elektrode (**18**), die in der Nähe der ersten Elektrode (**16**) positioniert ist;
 eine Schaltung, die in der Nähe der ersten und zweiten Elektrode (**16**, **18**) positioniert ist, wobei die Schaltung einen ersten und einen zweiten Eingangsknoten, die jeweils mit der ersten bzw. zweiten Elektrode (**16**, **18**) verbunden sind, und einen Ausgangsknoten hat, der mit der Erfassungsleitung (**24**) verbunden ist;
 eine Signalquelle (**60**) zur Lieferung von elektrischen Signalen an die erste und zweite Elektrode (**16**, **18**);
 wobei zwischen der ersten und der zweiten Elektrode (**16**, **18**) als Antwort auf die Signale, die von der Signalquelle (**60**) an mindestens eine, nämlich die erste und/oder zweite Elektrode (**16**, **18**) geliefert werden, ein elektrisches Feld erzeugt wird;
 wobei die erste und zweite Elektrode (**16**, **18**) so eingerichtet sind, daß das elektrische Feld durch das Auftreten eines Stimulus beeinflusst wird, der eine Berührung oder nahe Annäherung mit einem menschlichen Annex in der Nähe mindestens einer, nämlich der ersten und/oder zweiten Elektrode (**16**, **18**) umfaßt;
 wobei die Schaltung ein Steuerungssignal auf der Erfassungsleitung (**24**) im Zusammenhang mit der Differenz des elektrischen Potentials zwischen der ersten und zweiten Elektrode (**16**, **18**) im Zusammenhang mit dem elektrischen Feld, erzeugt; und
dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltung ferner einen ersten und zweiten Transistor umfaßt, die als Differenzverstärker eingerichtet sind, wobei die Emittoren sowohl des ersten als auch des zweiten Transistors (Q1, Q2) mit der Signalquelle (**60**) über einen Widerstand (**34**) so verbunden sind, daß der Widerstand eine negative Rückkopplung bewirkt.

2. Sensorvorrichtung zur Erzeugung eines Steuerungssignals auf einer Erfassungsleitung (**24**), wobei die Vorrichtung umfaßt:
 zumindest eine erste Elektrode (**16**);
 zumindest eine zweite Elektrode (**18**), die in der Nähe der ersten Elektrode (**16**) positioniert ist;
 eine Strobeimpuls-Elektrode (**22**), die in der Nähe der ersten und zweiten Elektrode (**16**, **18**) positioniert ist;
 eine Schaltung, die in der Nähe der ersten und zweiten Elektrode (**16**, **18**) positioniert ist, wobei die Schaltung einen ersten und zweiten Eingangsknoten, die jeweils mit der ersten bzw. zweiten Elektrode (**16**,

18) verbunden sind, und einen Ausgangsknoten hat, der mit der Erfassungsleitung (**24**) verbunden ist; eine Signalquelle (**60**) zur Lieferung elektrischer Signale an die Strobeimpuls-Elektrode (**22**); wobei ein erstes elektrisches Feld zwischen der Strobeimpuls-Elektrode (**22**) und der ersten Elektrode (**16**) erzeugt wird und wobei ein zweites elektrisches Feld zwischen der Strobeimpuls-Elektrode (**22**) und der zweiten Elektrode (**18**) erzeugt wird, und zwar als Antwort auf die elektrischen Signale, die von der Signalquelle (**60**) an die Strobeimpuls-Elektrode (**22**) geliefert werden; wobei die erste und zweite Elektrode (**16, 18**) so eingerichtet sind, daß zumindest eines, nämlich das erste und/oder zweite elektrische Feld durch das Auftreten eines Stimulus beeinflusst wird, der eine Berührung oder nahe Annäherung mit einem menschlichen Annex in der Nähe mindestens einer, nämlich der ersten und/oder zweiten Elektrode (**16, 18**) umfaßt; wobei die Schaltung ein Steuerungssignal auf der Erfassungsleitung (**24**) im Zusammenhang mit der Differenz des elektrischen Potentials zwischen der ersten und zweiten Elektrode (**16, 18**) im Zusammenhang mit dem ersten und dem zweiten elektrischen Feld erzeugt; und dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltung ferner einen ersten und zweiten Transistor umfaßt, die als Differenzverstärker eingerichtet sind, wobei die Emittoren sowohl des ersten als auch des zweiten Transistors (Q1, Q2) mit der Signalquelle (**60**) über einen Widerstand (**34**) so verbunden sind, daß der Widerstand eine negative Rückkopplung bewirkt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die von der Signalquelle (**60**) gelieferten elektrischen Signale Rechteckwellenimpulse sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, ferner mit einem ersten Widerstand (**30**), der zwischen die erste Elektrode (**16**) und die Strobeimpuls-Elektrode (**22**) geschaltet ist, und einem zweiten Widerstand (**28**), der zwischen die zweite Elektrode (**18**) und die Strobeimpuls-Elektrode (**22**) geschaltet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die erste und zweite Elektrode (**16, 18**) auf einem Substrat (**10**) angeordnet sind, das ein dielektrisches Material umfaßt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei die Schaltung auch auf dem Substrat (**10**) angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Schaltung auf einem flexiblen Material angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die zweite Elektrode (**18**) die erste Elektrode (**16**) im wesentlichen umgibt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die erste Elektrode (**16**) so dimensioniert ist, daß die Elektrode von einem menschlichen Annex im wesentlichen überlagert werden kann.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Konfiguration der zweiten Elektrode (**18**) im wesentlichen mit der Konfiguration der ersten Elektrode (**16**) übereinstimmt und von der zweiten Elektrode (**18**) beabstandet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Strobeimpuls-Elektrode (**22**) sich im wesentlichen zwischen der ersten und zweiten Elektrode (**16, 18**) befindet.

12. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei sowohl der erste als auch der zweite Widerstand (**28, 30**) einen solchen Wert haben, daß die Vorrichtung eine relativ geringe Eingangsimpedanz im Vergleich zu der Impedanz einer Verunreinigungssubstanz in der Nähe mindestens einer, nämlich der ersten und/oder zweiten Elektrode (**16, 18**) hat.

13. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei der erste und zweite Widerstand (**28, 30**) während einer Vorderflanke mindestens eines der Signale von der Signalquelle (**60**) jeweils den ersten bzw. zweiten Transistor (Q1, Q2) in einen Durchlasszustand versetzen.

14. Vorrichtung nach Anspruch 1, ferner mit einem ersten Widerstand (**50**) und einem zweiten Widerstand (**52**), die jeweils zwischen die Signalquelle (**60**) und den ersten bzw. zweiten Eingangsknoten der Schaltung geschaltet sind.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei der erste und zweite Widerstand (**50, 52**) während einer Vorderflanke mindestens eines der Signale von der Signalquelle (**60**) jeweils den ersten bzw. zweiten Transistor (Q1, Q2) in einen Durchlasszustand versetzen.

16. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei als Antwort auf ein Ausbleiben des Stimulus für das elektrische Feld, der sowohl die erste als auch die zweite Elektrode (**16, 18**) beeinflusst, die Spannung des von der Schaltung auf der Erfassungsleitung (**24**) erzeugten Steuerungssignals auf einem Minimum ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei als Antwort auf ein Zuführen des Stimulus für das elektrische Feld, der die erste Elektrode (**16**) beeinflusst, und ein Ausbleiben eines Stimulus für das elektrische Feld, der die zweite Elektrode (**18**) beeinflusst, die Ausgangsspannung des von der Schaltung auf der Erfassungsleitung (**24**) erzeugten Steuerungssignals auf ein Maximum ansteigt.

18. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei als Antwort auf ein Zuführen des Stimulus für das

elektrische Feld, der die zweite Elektrode (**18**) primär beeinflusst, die Spannung des von der Schaltung auf der Erfassungsleitung (**24**) erzeugten Steuerungssignals kleiner ist, als wenn kein Stimulus für das elektrische Feld entweder die erste oder die zweite Elektrode (**18**) beeinflusst.

19. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei als Antwort auf das Zuführen des Stimulus für das elektrische Feld mit einer im wesentlichen gleichen Wirkung sowohl auf die erste als auch auf die zweite Elektrode (**16, 18**) die Spannung des von der Schaltung auf der Erfassungsleitung (**24**) erzeugten Steuerungssignals annähernd die gleiche ist wie die von der Schaltung auf der Erfassungsleitung (**24**) erzeugte Spannung des Steuerungssignals, wenn kein Stimulus für das elektrische Feld entweder die erste oder die zweite Elektrode (**18**) beeinflusst.

20. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Schaltung ein Ausgangssignal am Ausgangsknoten erzeugt, das proportional der Differenz des elektrischen Potentials der Signale ist, die an den ersten und zweiten Eingangsknoten angelegt werden.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

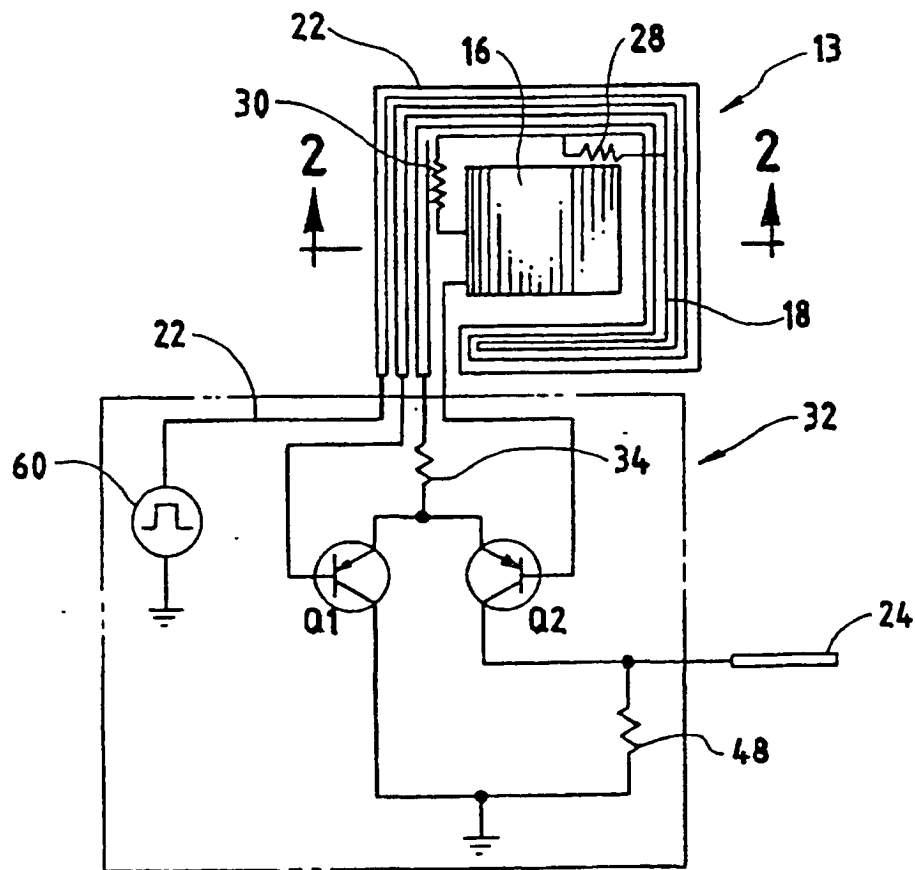


FIG. 2

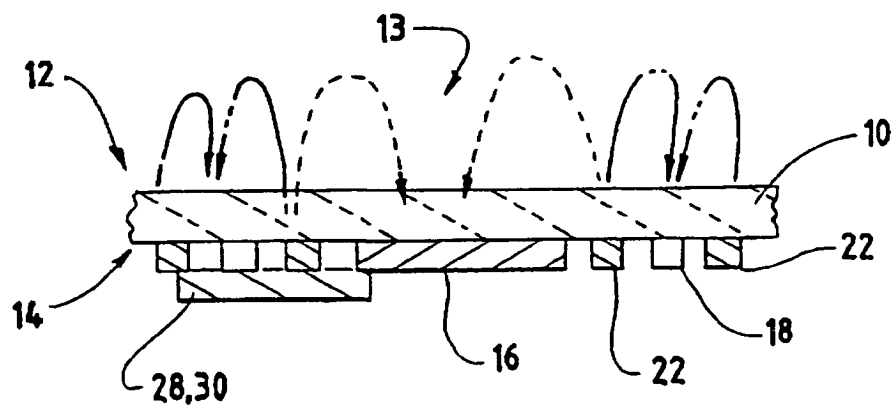


FIG. 3

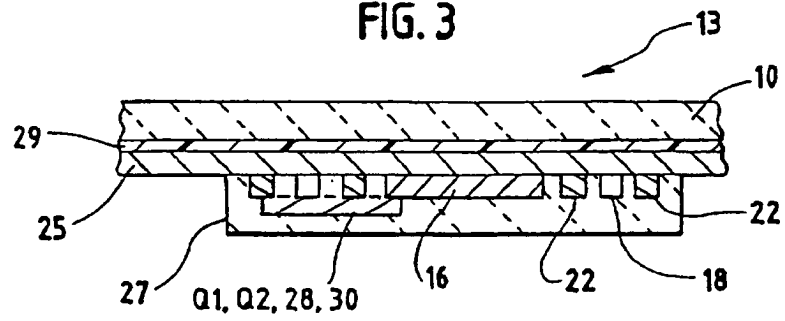
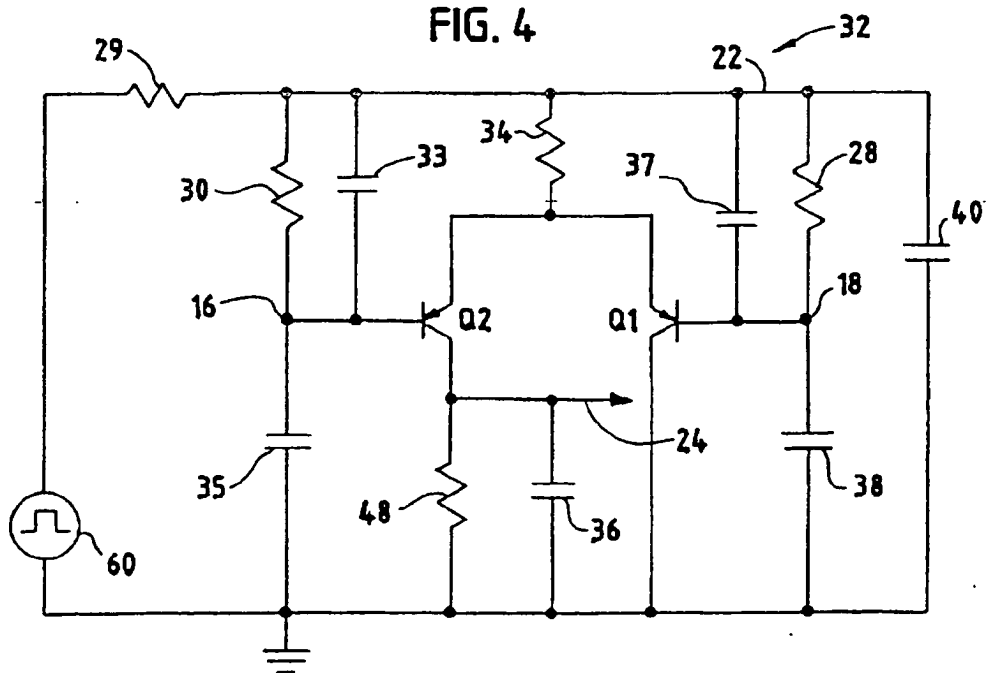
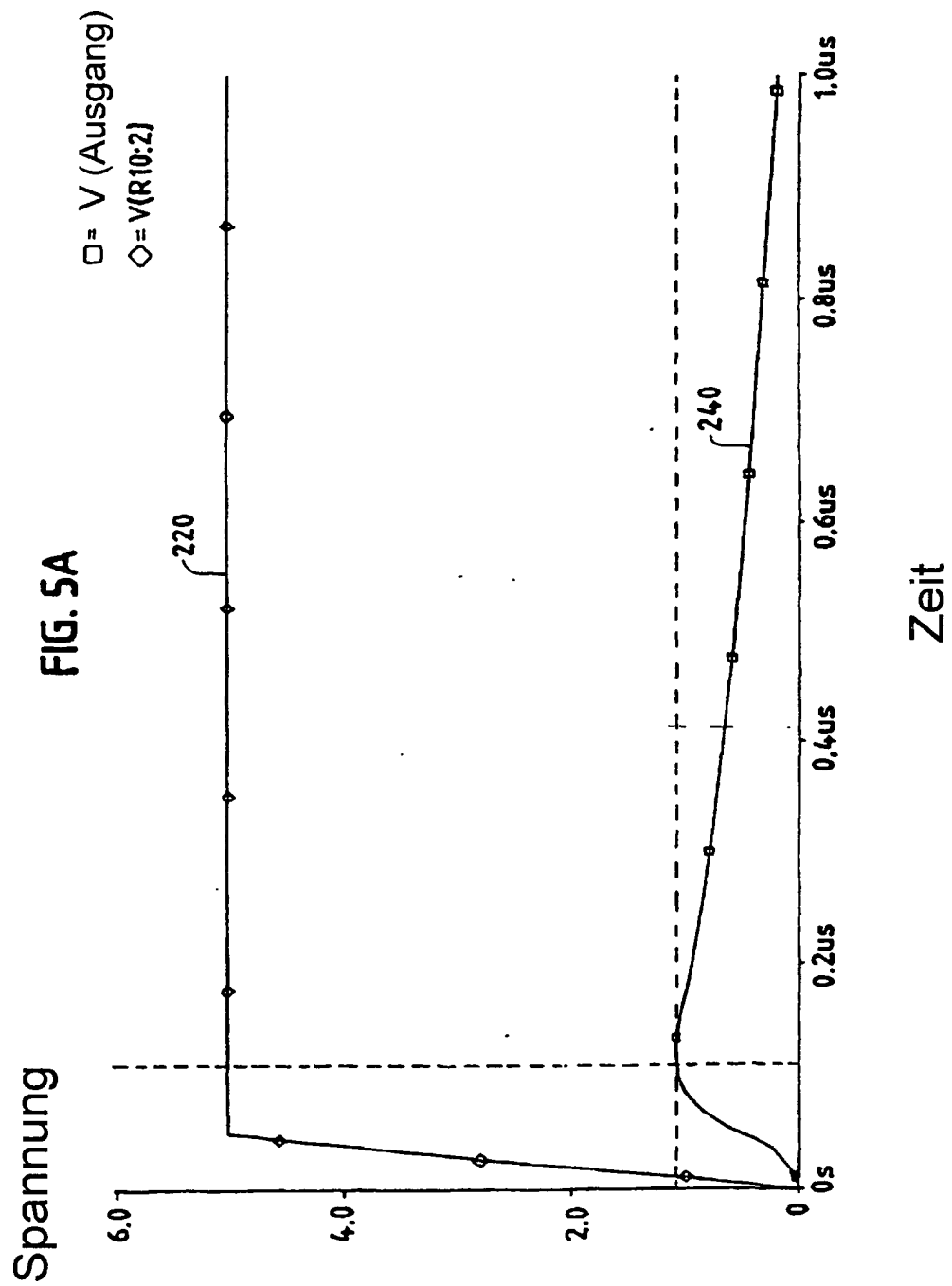
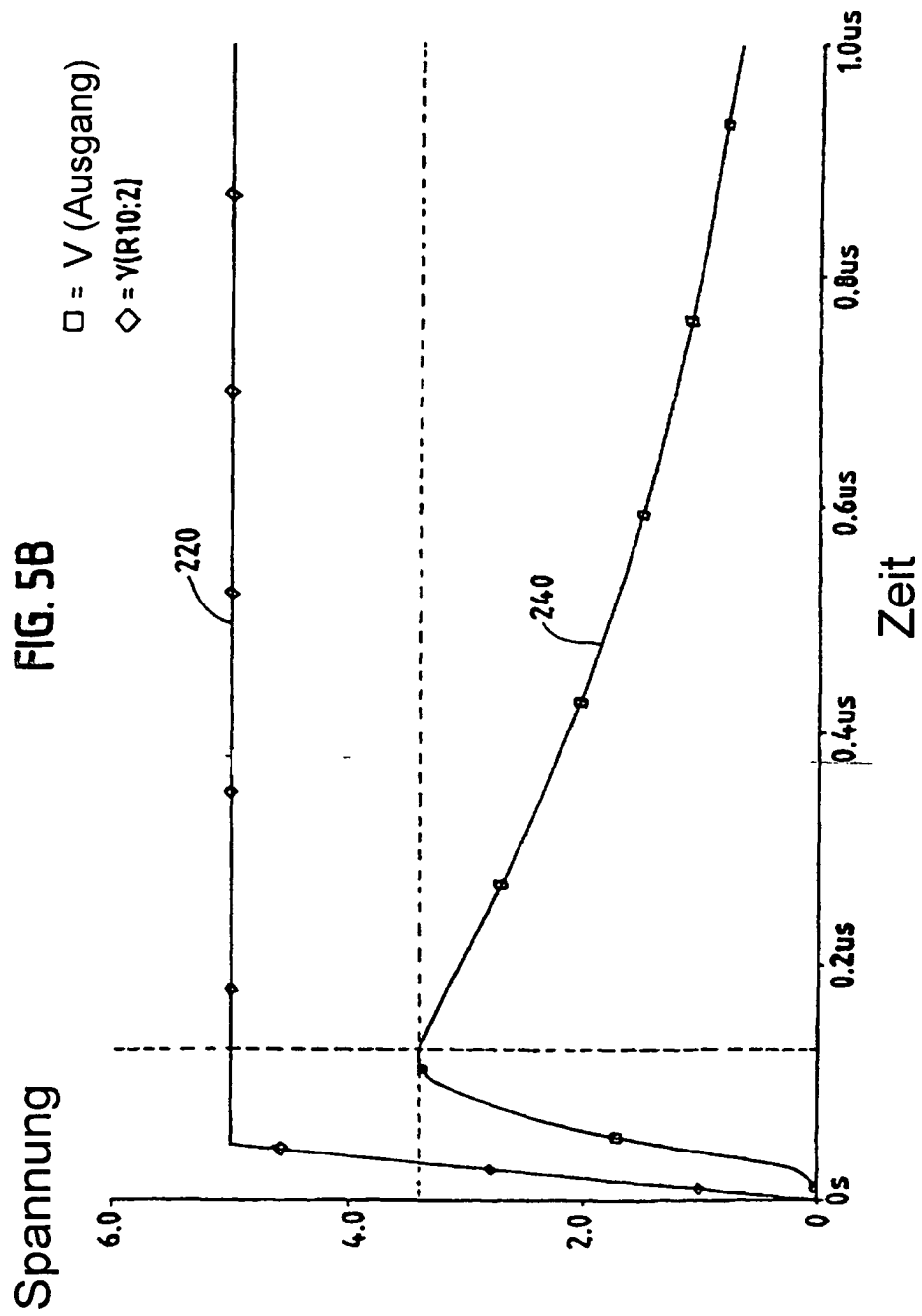
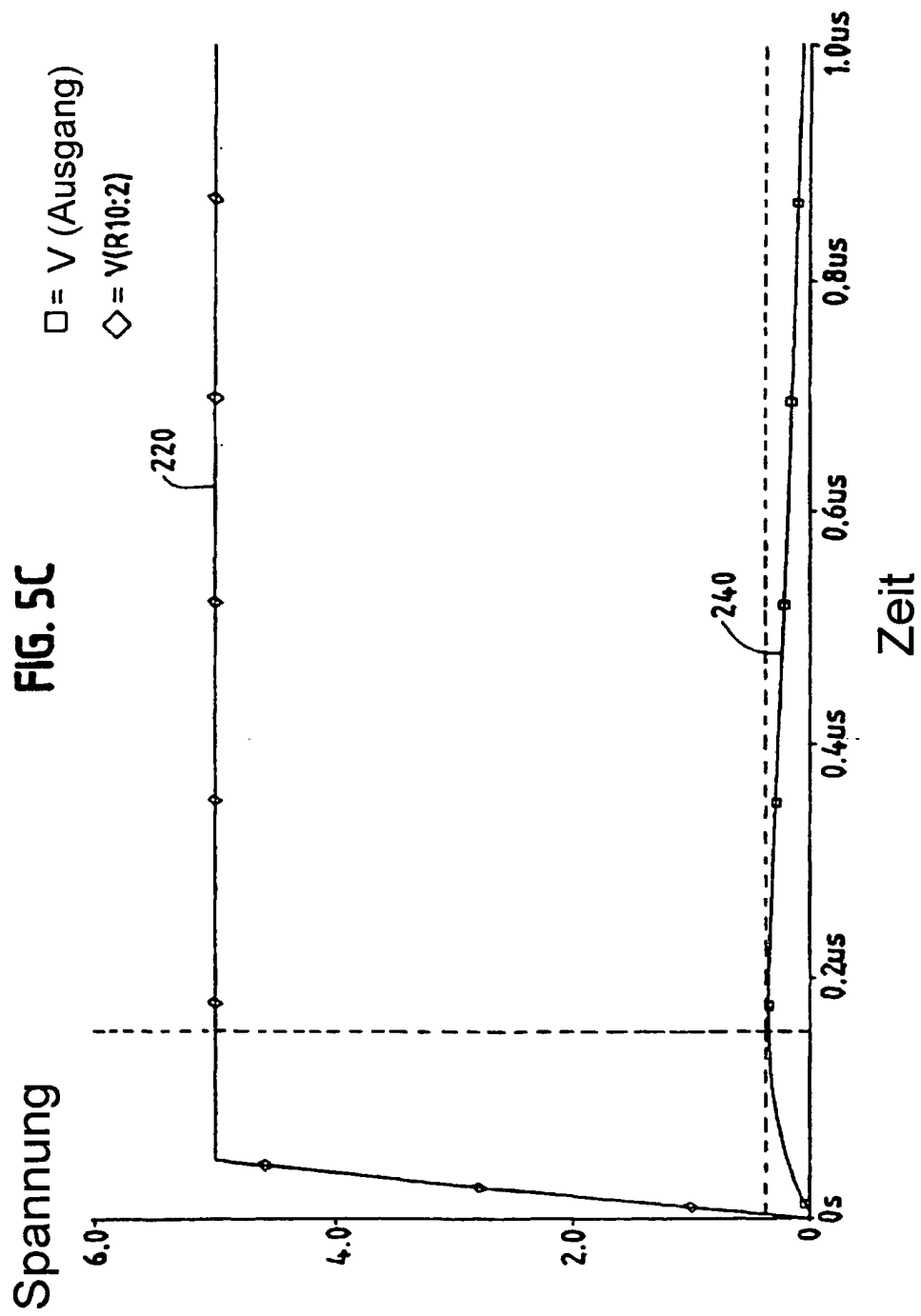


FIG. 4









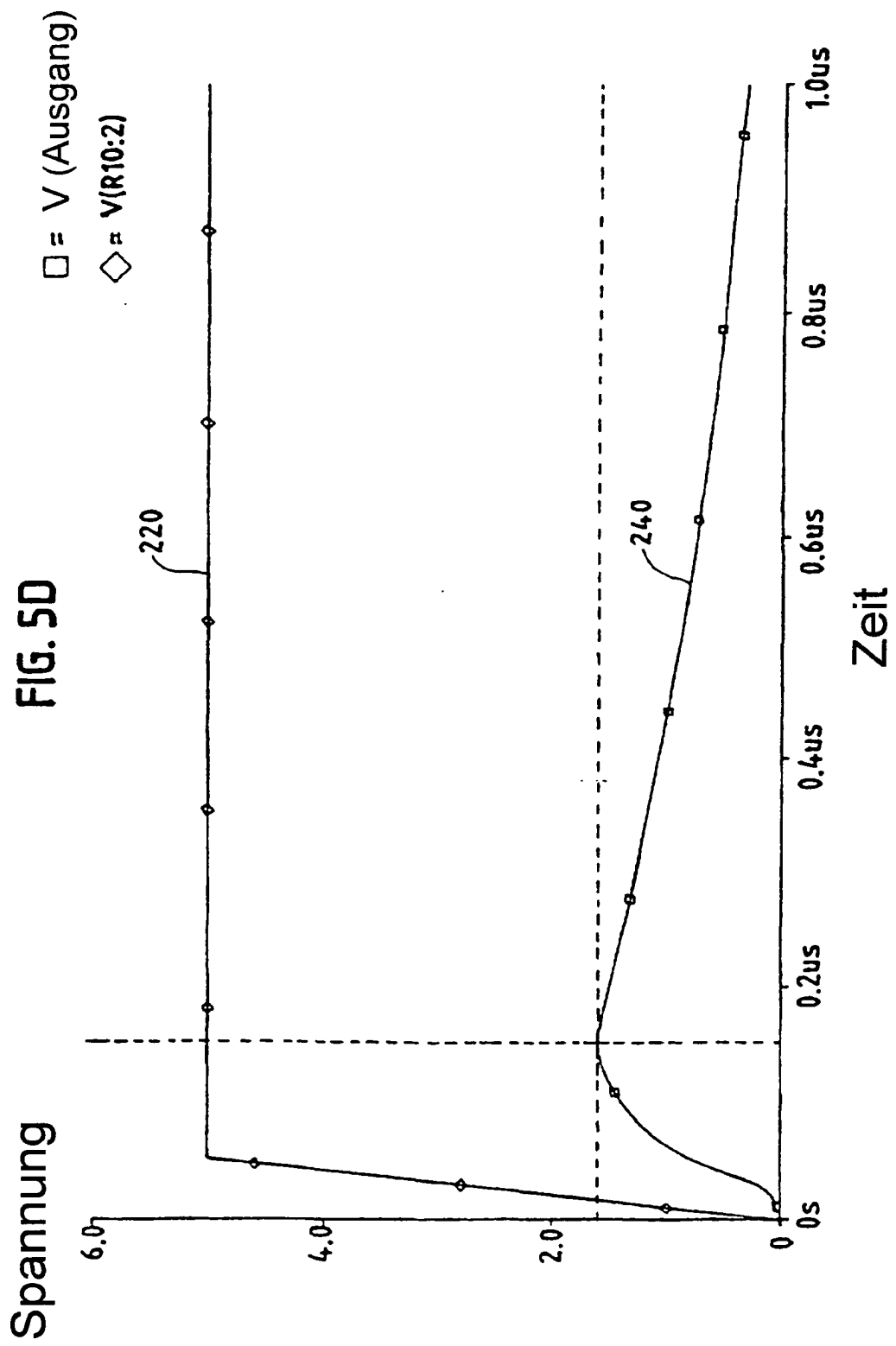


FIG. 6

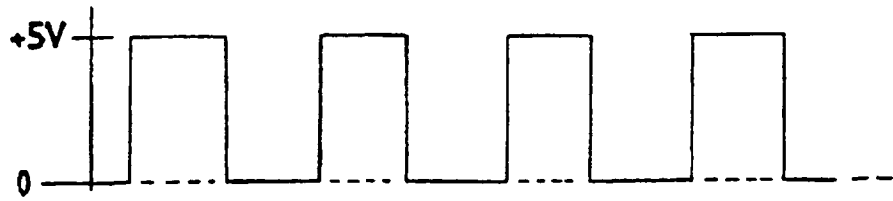


FIG. 7

