



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 009 916 T2** 2008.08.21

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 623 313 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 009 916.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB2004/001426**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 729 944.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/099964**

(86) PCT-Anmeldetag: **28.04.2004**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **18.11.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **08.02.2006**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **07.11.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.08.2008**

(51) Int Cl.⁸: **G06F 3/033** (2006.01)
H03K 17/95 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0310409 07.05.2003 GB

(73) Patentinhaber:

**Koninklijke Philips Electronics N.V., Eindhoven,
NL**

(74) Vertreter:

Volmer, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 52066 Aachen

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, TR**

(72) Erfinder:

**Van Berkel, Cornelis, Redhill, Surrey RH15HA, GB;
Hoskins, Asher J., Redhill, Surrey RH15HA, GB;
George, David S., Redhill, Surrey RH15HA, GB**

(54) Bezeichnung: **KAPAZITIVES SYSTEM ZUR DETEKTION VON OBJEKTEN UND ENTSPRECHENDES VERFAH-
REN**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein System zur Detektion von Objekten unter Verwendung von Detektion mittels elektrischen Feldes. Detektion mittels elektrischen Feldes ist auch als quasi-elektrostatische Detektion bekannt und kann als kreuzkapazitive Detektion bezeichnet werden. Die vorliegende Erfindung ist insbesondere geeignet für, aber nicht beschränkt auf, die Verwendung der Detektion von Objekten um eine Benutzerinterface-eingabe zu liefern.

[0002] Eine für die Detektion von Objekten verwendete Detektionstechnologie ist kapazitive Detektion. Eine andere für die Detektion von Objekten verwendete Detektionstechnologie ist Detektion mittels elektrischen Feldes, auch als quasi-elektrostatische Detektion bekannt, und die als kreuzkapazitive Detektion bezeichnet werden kann.

[0003] In ihrer einfachsten Form verwendet kapazitive Detektion nur eine Elektrode und es wird eine Messung der Lastkapazität der Elektrode gemacht. Diese Lastkapazität wird durch die Summe aller Kapazitäten zwischen der Elektrode und allen geerdeten Objekten um die Elektrode herum bestimmt. Dies ist, was in Näherungsdetektion getan wird.

[0004] Detektion mittels elektrischen Feldes, die als kreuzkapazitive Detektion bezeichnet werden kann, verwendet mehrere Elektroden und misst tatsächlich die spezifische Kapazität zwischen zwei Elektroden. Eine Elektrode, an die ein ein elektrisches Feld erzeugendes Gerät angeschlossen ist, kann als eine Übertragungselektrode (oder Senderelektrode) für Detektion mittels elektrischen Feldes betrachtet werden und eine Elektrode, an die das Messgerät angeschlossen ist, kann als eine Empfangselektrode (oder Empfängerselektrode) für Detektion mittels elektrischen Feldes betrachtet werden. Die Senderelektrode wird durch Anlegen einer Wechselspannung angeregt. Dabei wird aufgrund der kapazitiven Kopplung zwischen den Elektroden (d. h. Effekt elektrischer Feldlinien) ein Verschiebungsstrom in die Empfängerselektrode induziert. Wenn ein Objekt in die Nähe der Elektroden (d. h. in die Feldlinien) platziert wird, werden einige der Feldlinien durch das Objekt beendet, und der kapazitive Strom nimmt ab.

[0005] In bekannten Systemen zur Detektion von Objekten, die Detektion mittels elektrischen Feldes verwenden, wird die Anwesenheit des Objektes durch Überwachen des kapazitiven Verschiebungsstroms oder Änderungen in diesem detektiert. Beispielsweise offenbart US 6.025.726 die Verwendung einer Anordnung für Detektion mittels elektrischen Feldes als, unter anderem, eine Benutzereingabeeinrichtung für Computer und andere Anwendungen. Die Anordnung für Detektion mittels elektrischen Fel-

des detektiert die Position des/der Finger(s), Hand oder ganzen Körpers eines Benutzers, abhängig von der vorgesehenen Anwendung. WO-02/103621 offenbart eine Zwei-Phasen-Ladungsakkumulations-Detektionsschaltung zum Überwachen des kapazitiven Stroms in Systemen zur Detektion von Objekten unter Verwendung von Detektion mittels elektrischen Feldes. Diese Detektionsschaltung kann in ein Display integriert werden.

[0006] In einem anderen Feld von kapazitiver Detektion offenbart DE 1.992.7358 die Verwendung einer integrierten Schaltung in CMOS-Technologie, um einen kapazitiven Ein-Chip-Sensor zu schaffen. In einem wieder anderen Feld kapazitiver Detektion offenbart US 6.259.804 die Verwendung von Analog/Digital-Wandlung (ADC), um Signale von einer Matrix kapazitiver Sensoren, die zur Funktion berührungsabhängig sind, zu verarbeiten.

[0007] Die vorliegenden Erfinder haben realisiert, dass man in bekannten Detektionsanordnungen mittels elektrischen Feldes auf das Messen des kapazitiven Verschiebungsstroms oder Änderungen in diesem angewiesen ist und dass dies durch komplexe Schaltkreise bereitgestellte genaue Messungen erfordert. Die vorliegenden Erfinder haben realisiert, dass diese Anforderung durch das grundlegende Verfahren erhöht wird, das in all den verschiedenen bekannten Systemen zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes eingesetzt wird, welches ist, den kapazitiven Verschiebungsstrom oder Änderungen darin während dessen Aufbau zu messen, nachdem die Kondensatoren geerdet wurden.

[0008] In einem ersten Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein System zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes (dieses kann auch als ein kreuzkapazitives System zur Detektion von Objekten bezeichnet werden), das Folgendes umfasst: eine Senderelektrode, eine Empfängerselektrode, eine an die Empfängerselektrode gekoppelte Ladungspump- oder Schalt-Schaltung, eine direkt oder indirekt an die Senderelektrode und die Ladungspump-/Schalt-Schaltung gekoppelte Wechselspannungsquelle und eine an die Empfängerselektrode gekoppelte Ausgangsverbindung. Die Ladungspump-/Schalt-Schaltung ist ausgebildet, so zu schalten, dass Ladungspumpen entsprechend dem gemeinsamen Zyklus der Wechselspannungen, die von der Wechselspannungsquelle an die Senderelektrode und die Ladungspump-Schalt-Schaltung angelegt werden, durchgeführt wird. Die Ladungspumpschaltung umfasst einen Kondensator, der so angeordnet ist, dass, eine über dem Kondensator entwickelte Spannung bei einem von der Kapazität zwischen der Senderelektrode und der Empfängerselektrode abhängigen Pegel in Sättigung geht. Die Ausgangsverbindung ist angeordnet, die Sättigungsspannung als einen Ausgangswert zu liefern, der variiert, wenn ein

Objekt zwischen der Senderelektrode und der Empfängerlektrode platziert oder bewegt wird oder ein Objekt sich in der Nähe der Senderelektrode und der Empfängerlektrode befindet.

[0009] Vorzugsweise umfasst das System ein an die Ausgangsverbindung gekoppeltes Auslesemittel hoher Impedanz. Bevorzugte Formen des Auslesemittels hoher Impedanz enthalten einen Analog/Digital-Wandler oder einen Komparator.

[0010] Das System, oder mindestens einige oder alle Teile der Schaltung, z. B. nicht notwendigerweise die Elektroden, können vorteilhafterweise in CMOS implementiert werden. Außerdem können das System oder mindestens einige oder alle Teile der Schaltung, z. B. nicht notwendigerweise die Elektroden, besonders wenn in CMOS implementiert, in eine Steuerschaltung eines elektronischen Produkts integriert werden.

[0011] In einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Liefern eines Ausgangswertes von einer Empfängerlektrode eines Systems zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes (dieses kann auch als ein kreuzkapazitives System zur Detektion von Objekten bezeichnet werden), wobei das Verfahren Folgendes umfasst: Liefern einer ersten Wechselspannung an eine Senderelektrode, Liefern einer zweiten Wechselspannung derselben Phase wie die erste Wechselspannung an eine an die Empfängerlektrode gekoppelte Ladungspump-/Schalt-Schaltung, Durchführen von Ladungspumpen/Schalten unter Verwendung der Ladungspump-/Schalt-Schaltung entsprechend dem Zyklus der Wechselspannungen, um eine Spannung über einem Kondensator der Ladungspump-/Schalt-Schaltung zu liefern, die abhängig von der kapazitiven Kopplung zwischen der Senderelektrode und der Empfängerlektrode ansteigt, Erlauben, dass die Spannung über dem Kondensator der Schalt-Schaltung in Sättigung geht; und Verwenden der gesättigten Spannung als einen Ausgangswert, der variiert, wenn ein Objekt zwischen der Senderelektrode und der Empfängerlektrode oder in der Nähe der Senderelektrode und der Empfängerlektrode platziert oder bewegt wird.

[0012] Das Verfahren umfasst vorzugsweise weiter das Einspeisen des Ausgangswerts in ein Auslesemittel hoher Impedanz. Vorzugsweise enthalten Formen des Auslesemittels hoher Impedanz einen Analog/Digital-Wandler oder einen Komparator.

[0013] Die erste Wechselspannung kann die gleiche wie die zweite Wechselspannung sein. Eine andere Möglichkeit ist, dass die erste Wechselspannung durch Einspeisen der zweiten Wechselspannung über ein Resonanzfilter oder andere Arten von Filtern oder Verstärkern an die Senderelektrode bereitge-

stellt wird.

[0014] In anderen Aspekten wird eine Schalt-Schaltung oder eine andere passende Anordnung verwendet, um eine Ladungspumpfunktion oder einen anderen Prozess durchzuführen, um einen Prozess der Sättigung eines Kondensators oder einer anderen Speichieranordnung bei einem Spannungs- oder Ladungspegel zu liefern, der abhängig ist von der Kapazität zwischen einer Senderelektrode und einer Empfängerlektrode, wobei sich diese Kapazität ändert, wenn ein Objekt zwischen oder in der Nähe der Senderelektrode und der Empfängerlektrode platziert oder bewegt wird.

[0015] Die Schalt-Schaltung oder andere Anordnungen können angeordnet sein, die Wechselspannung an der jeweiligen Seite eines Kondensators entweder an die Empfängerlektrode oder eine Erdverbindung zu schalten. Die Schalter arbeiten hintereinander auf die Polarität der Wechselspannung hin so, dass wenn eine Seite des Kondensators an die Empfängerlektrode geschaltet wird, die andere Seite des Kondensators an die Empfängerlektrode geschaltet wird und umgekehrt. Dieses Schalten wird vorzugsweise von zwei jeweiligen Schaltern oder Anordnungen, möglicherweise zusammenhängend, durchgeführt, die so funktionieren, dass sie insgesamt solches Schalten durchführen.

[0016] So setzen einige oder alle der oben erwähnten Aspekte einen kontinuierlichen Pulswellenzug ein, um die Senderelektrode zu treiben. Eigentlich stellen einige oder alle der oben erwähnten Aspekte durch Messen eines Beharrungsspannungspegels einen Ausgangswert bereit, beispielsweise durch Eingeben des Beharrungsspannungspegels in eine Anordnung hoher Impedanz wie einen Analog/Digital-Wandler oder einen Komparator.

[0017] Die obigen Aspekte erlauben es, einfache Verarbeitungselektroniken zu verwenden, um die bereitgestellten Ausgangssignale zu verarbeiten, was so erlaubt, CMOS-Technologie zu verwenden, was dabei das Potenzial, Anordnungen zur Detektion mittels elektrischen Feldes in Halbleiterprodukte, wie z. B. Steuerschaltungen für elektronische Produkte zu integrieren, verbessert.

[0018] Nun werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung als Beispiel mit Bezug auf die zugehörige Zeichnung beschrieben. In dieser zeigen:

[0019] [Fig. 1](#) eine schematische Illustration (nicht maßstabsgetreu) eines Systems zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes;

[0020] [Fig. 2](#) ein Blockschaltbild, das weitere Details des Systems zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes von [Fig. 1](#) zeigt;

[0021] [Fig. 3](#) ein Blockschaltbild eines Detektionscontrollers des Systems zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes von [Fig. 1](#);

[0022] [Fig. 4](#) eine schematische Illustration, die Details einer Senderbaugruppe des Systems zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes von [Fig. 1](#) zeigt;

[0023] [Fig. 5](#) eine schematische Illustration, die Details einer Empfängerbaugruppe des Systems zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes von [Fig. 1](#) zeigt;

[0024] [Fig. 6](#) qualitativ verschiedene Wellenformen und Signale, die in der Funktion des Systems zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes von [Fig. 1](#) involviert sind;

[0025] [Fig. 7a](#) und [Fig. 7b](#) einen ersten Schaltungsteil beziehungsweise einen zweiten Schaltungsteil, die separat entsprechend der positiven und negativen Teile des Zyklus einer Wechselspannungsversorgung funktionieren;

[0026] [Fig. 8](#) ein Flussdiagramm, das die Zusammenfassung der Funktion des Systems zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes von [Fig. 1](#) zeigt;

[0027] [Fig. 9](#) ein Mobiltelefon; und

[0028] [Fig. 10](#) eine schematische Illustration einer Schalt-Anordnung.

[0029] [Fig. 1](#) ist eine schematische Illustration (nicht maßstabsgetreu) eines System zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes **1** (auch als Kreuzkapazitätssystem bekannt) gemäß der ersten Ausführungsform mit einer Senderelektrode **2**, einer Wechselspannungsquelle **3**, einer Empfängerelektrode **4** und einer Detektionsschaltung **10**.

[0030] Die Wechselspannungsquelle **3** ist an die Senderelektrode **2** angeschlossen. Die Strom detektierende Schaltung **10** ist an die Empfängerelektrode **4** angeschlossen.

[0031] In Funktion, wenn eine Wechselspannung an die Senderelektrode **2** angelegt wird, werden elektrische Feldlinien erzeugt, von denen elektrische Beispielfeldlinien **5**, **6**, **7** durch die Empfängerelektrode **4** verlaufen. Die Feldlinien **5**, **6**, **7** induzieren einen kleinen Wechselstrom an der Empfängerelektrode **4**.

[0032] Wenn ein Objekt **8**, z. B. ein Finger, in die Nähe der Elektroden **2**, **4** platziert wird, löscht das Objekt **8** tatsächlich solche Feldlinien (in der in [Fig. 1](#) gezeigten Situation Feldlinien **5** und **6**), die sonst den durch das Objekt **8** eingenommenen Raum durchlau-

fen, und reduzieren so den Kreuzkapazitätseffekt zwischen den zwei Elektroden **2**, **4**, wobei sie z. B. den von der Empfängerelektrode **4** fließenden Strom reduzieren. In konventionellen Systemen zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes würde der induzierte Wechselstrom unter Verwendung einer den Strom detektierenden Schaltung gemessen, wobei eine solche Strom detektierende Schaltung ein aus der Wechselspannung abgegriffenes Signal verwendet, um zur Phase des vom elektrischen Feld induzierten Stroms zu passen. So würde der durch die den Strom detektierende Schaltung gemessene Strompegel als ein Maß für die Anwesenheit eines Objekts in der Nähe der zwei Elektroden **2**, **4** verwendet werden.

[0033] Aber in dem System zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes **1** dieser Ausführungsform ist die detektierende Schaltung **10** statt dessen angeordnet, den Effekt, dass sich das Objekt **8** in den elektrischen Feldlinien **5**, **6** befindet, auf eine Weise zu detektieren, die sich von konventioneller Strommessung des induzierten Stroms so unterscheidet, wie unten detaillierter beschrieben wird.

[0034] [Fig. 2](#) ist ein Blockschaltbild, das weitere Details des Systems zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes **1** dieser Ausführungsform zeigt. Das System zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes **1** umfasst einen Detektionscontroller **12**, eine Senderbaugruppe **14** und eine Empfängerbaugruppe **16**. Um mit der in [Fig. 1](#) gezeigten vereinfachten Form zu vergleichen, beachte man, dass die Wechselspannungsquelle **3** von [Fig. 1](#) einen Teil des Detektionscontrollers **12** bildet, die Senderelektrode **2** einen Teil der Senderbaugruppe **14** bildet, die Empfängerelektrode **4** einen Teil der Empfängerbaugruppe **16** bildet und die detektierende Schaltung **10** zwischen der Empfängerbaugruppe **16** und dem Detektionscontroller **12** aufgeteilt ist, wie unten detaillierter beschrieben wird.

[0035] Der Detektionscontroller **12** ist so an die Senderbaugruppe **14** und die Empfängerbaugruppe **16** gekoppelt, dass in Funktion der Detektionscontroller eine Wechselspannung **18** sowohl an die Senderbaugruppe **14** als auch an die Empfängerbaugruppe **16** liefert. Die Empfängerbaugruppe **16** ist weiter so an den Detektionscontroller **12** gekoppelt, dass in Funktion die Empfängerbaugruppe **16** ein Datensignal **20** an den Detektionscontroller **12** liefert.

[0036] [Fig. 3](#) ist ein Blockschaltbild, das weitere Details des Detektionscontrollers **12** zeigt. Der Detektionscontroller **12** umfasst einen Ausgang in Form der zuvor erwähnten Wechselspannungsquelle **3**. Der Detektionscontroller **12** umfasst auch einen Eingang in Form eines Analog/Digital-Wandlers (ADC) **24**. Der Detektionscontroller **12** umfasst auch einen Prozessor **22**. Der Prozessor **22** ist sowohl an die Wechsel-

spannungsquelle **3** als auch den ADC **24** gekoppelt.

[0037] In Funktion funktionieren die oben beschriebenen Teile des Detektionscontrollers wie folgt. Die Wechselspannungsquelle **3** liefert die Ausgangsspannung **18** sowohl an die Senderbaugruppe **14** als auch die Empfängerbaugruppe **16**. Der ADC **24** empfängt das von der Empfängerbaugruppe **16** empfangene Eingangssignalsignal **20** und wandelt es in digitale Form um. Der ADC **24** gibt die digitale Form der empfangenen Daten für weiteres hochwertiges Verarbeiten an den Prozessor **22** weiter. Der Prozessor **22** führt allgemeine Steuerungsprozesse durch, die die Wechselspannungsquelle **3**, den ADC **24** und jegliche anderen Komponenten (nicht gezeigt), die für andere Zwecke bereitgestellt sein können, steuern. Zusätzlich führt der Prozessor **22** höherwertige Verarbeitung an dem digitalen Datensignal durch, das er von dem ADC **24** empfängt.

[0038] [Fig. 4](#) ist eine schematische Darstellung, die weitere Details der Senderbaugruppe **14** zeigt. Die Senderbaugruppe **14** umfasst hauptsächlich die vorher erwähnte Senderelektrode **2**, die angeordnet ist, mit der Wechselspannung **18** versorgt zu werden. In dieser Ausführungsform umfasst die Senderbaugruppe weiter einen durch eine Induktivität **28** und einen Resonanzkondensator **30** gebildeten Resonator. Der Resonator ist so angeordnet, dass die Wechselspannung **18** über den Resonator an die Senderelektrode **2** geliefert wird, wobei dieser dabei die an die Senderelektrode **2** gelieferte Wechselspannung verstärkt.

[0039] [Fig. 5](#) ist eine schematische Darstellung, die weitere Details der Empfängerbaugruppe **16** zeigt. Die Empfängerbaugruppe **16** umfasst die an eine Schalt-Schaltung **32** und eine direkte Ausgangsverbindung **34** gekoppelte Empfängerelektrode **4**. Die Schalt-Schaltung **32** ist weiter an die Wechselspannungsquelle **3** des Detektionscontrollers **12** gekoppelt, sodass in Funktion die Wechselspannung **18** über die Schalt-Schaltung **32** in die Empfängerelektrode **4** gespeist wird. Die direkte Ausgangsverbindung **34** ist weiter an den ADC **24** des Detektionscontrollers **12** gekoppelt, sodass in Funktion das Datensignal **20** von der Empfängerelektrode **4** an den ADC **24** geliefert wird.

[0040] Die Schalt-Schaltung **32** wird nun detaillierter beschrieben. Die Schalt-Schaltung **32** umfasst zwei n-Typ TFTs, hiernach als ein erster n-Typ TFT **35** und ein zweiter n-Typ TFT **41** bezeichnet, zwei p-Typ TFTs, in der Folge als ein erster p-Typ TFT **37** und ein zweiter p-Typ TFT **39** bezeichnet, und einen Kondensator **43**.

[0041] Die Schaltungskomponenten sind wie folgt verbunden. Die Gates aller vier TFTs **35**, **37**, **39**, **41** sind miteinander und mit der eingehenden Verbindung von der Wechselspannungsquelle **3** verbunden.

den. Die TFTs **35**, **37**, **39**, **41** haben jeder, auf konventionelle Weise, zusätzlich zum Gate zwei weitere Source/Drain-Anschlüsse (in der Folge als ein erster und ein zweiter Anschluss bezeichnet). In Funktion funktioniert einer der Source/Drain-Anschlüsse als die Source des TFTs und der andere der Source/Drain-Anschlüsse funktioniert als die Drain des TFTs. Die Frage, welcher Source/Drain-Anschluss zu jeglichem Moment als die Source dient und welcher als die Drain dient, wird durch die Polarität der in diesem Moment angelegten Spannung bestimmt. Der erste Anschluss des ersten n-Typ TFTs **35** und der erste Anschluss des zweiten p-Typ TFTs **39** sind miteinander und der Empfängerelektrode **4** verbunden. Der zweite Anschluss des ersten n-Typ TFTs **35** und der erste Anschluss des ersten p-Typ TFTs **37** sind miteinander und einer Seite (in der Folge als Seite A bezeichnet) des Kondensators **43** verbunden. Der zweite Anschluss des ersten p-Typ TFTs **37** und der zweite Anschluss des zweiten n-Typ TFTs **41** sind miteinander und einem Erdschluss **42** verbunden. Der zweite Anschluss des zweiten p-Typ TFTs und der erste Anschluss des zweiten n-Typ TFTs **41** sind miteinander und der anderen Seite (in der Folge als Seite B bezeichnet) des Kondensators **43** verbunden.

[0042] Zusammengefasst funktioniert die Schalt-Schaltung **32** durch effektives Funktionieren als zwei getrennte Schaltungsteile. Der erste Schaltungsteil umfasst den ersten n-Typ TFT **35**, den Kondensator **43** und den zweiten n-Typ TFT **41**. Der zweite Schaltungsteil umfasst den ersten p-Typ TFT **37**, den Kondensator **43** und den zweiten p-Typ TFT **39** (man beachte, dass der Kondensator **43** von beiden Schaltungsteilen geteilt wird). Die zwei Schaltungsteile werden abwechselnd auf die positiven und negativen Zyklen der von der Wechselspannungsquelle **3** gelieferten Wechselspannung **18** hin aktiviert. Jede der zwei Schaltungen sammelt Ladung (von der Empfängerelektrode **33**) auf dem Kondensator **43** an. Diese Ladung wird in derselben Ladungsrichtung für jede der zwei Schaltungen auf dem Kondensator akkumuliert. Die Funktionsweise des oben beschriebenen System zum Detektieren von Objekten mittels elektrischen Feldes **1** wird nun, mit Bezug auf [Fig. 6](#) und [7](#), detaillierter beschrieben. [Fig. 6](#) illustriert verschiedene Wellenformen und Signale, die in die Funktion des Systems involviert sind. [Fig. 7a](#) und [Fig. 7b](#) zeigen einen ersten Schaltungsteil beziehungsweise einen zweiten Schaltungsteil die separat entsprechend der positiven und negativen Teile des Zyklus der Wechselspannung **18** funktionieren.

[0043] [Fig. 6](#) zeigt die Wechselspannung **18**, welche in dieser Ausführungsform eine bipolare Rechteckwelle von ± 10 V mit einer Frequenz von 100 kHz ist. Als Beispiel sind in [Fig. 6](#) drei aufeinander folgende positive Anteile **122** und drei aufeinander folgende negative Anteile **124** des Zyklus der Wechselspannung **18** dargestellt.

selspannung **18** bezeichnet.

[0044] [Fig. 6](#) zeigt weiter eine Wechselspannung der Wellenform **50** mit derselben Phase wie die Wechselspannung **18**, die als Ergebnis davon, dass die Wechselspannung **18** durch die Resonatorschaltung modifiziert worden ist, an der Senderelektrode **2** auftritt.

[0045] Folglich werden von der Senderelektrode **2** elektrische Feldlinien (z. B. Feldlinien **5**, **6**, **7** wie mit Bezug auf [Fig. 1](#) beschrieben) produziert. Tatsächlich führen diese Feldlinien dazu, dass die Wellenform **50** kapazitiv auf die Empfängerelektrode **33** gekoppelt wird, wobei sie dabei eine sich ändernde Ladung (Ansteigen und Abfallen in Phase mit der Wechselspannung **18**) auf der Elektrode erzeugt. Aufgrund der sich ändernden Ladung versucht ein Strom, von oder zu der Empfängerelektrode **4** zu fließen, wenn diese an eine Schaltung angeschlossen ist, in diesem Fall die Schalt-Schaltung **32**. Verwendet man die übliche Stromvorzeichennotationskonvention, werden für die positiven Anteile **122** des Zyklus der Wechselspannung **18** positive Anteile eines entsprechenden Zyklus eines Stroms produziert, der durch die Schalt-Schaltung **32** fließt oder zu fließen versucht. Entsprechend werden für die negativen Anteile **124** des Zyklus der Wechselspannung **18** negative Anteile des entsprechenden Zyklus des Stroms produziert, der durch die Schalt-Schaltung **32** fließt oder zu fließen versucht. Weitere Details dieser Aspekte sind in dem zuvor erwähnten WO-02/103621 gegeben, dessen Inhalte hierin als Referenz enthalten sind.

[0046] Soweit sind die Effekte, die durch die Lieferung der Wechselspannung **18** an die Senderelektrode **2** beschrieben worden. Die Wechselspannung **18** wurde zusätzlich an die Gates der TFTs **35**, **37**, **39**, **41** der Schalt-Schaltung **32** geliefert. Dies hat den Effekt, dass (i) während der positiven Anteile **122** des Zyklus der Wechselspannung **18** nur die zwei n-Typ TFTs **35**, **41** aktiviert werden, sodass die Schalt-Schaltung **32** für die Dauer des positiven Anteils **122** des Zyklus der Wechselspannung **18** so funktioniert, als ob er nur aus einem ersten Schaltungsteil **141**, in [Fig. 7A](#) gezeigt, mit dem ersten n-Typ TFT **35**, dem Kondensator **43** und dem zweiten n-Typ TFT **41** besteht; und (ii) während der negativen Anteile **124** des Zyklus der Wechselspannung **18** nur die zwei p-Typ TFTs **37**, **39** aktiviert werden, sodass die Schalt-Schaltung **32** für die Dauer des negativen Anteils **124** des Zyklus der Wechselspannung **18** so funktioniert, als ob er nur aus einem zweiten Schaltungsteil **142**, in [Fig. 7B](#) gezeigt, mit dem ersten p-Typ TFT **37**, dem Kondensator **43** und dem zweiten p-Typ TFT **39** besteht.

[0047] Die Funktionsweise über die Dauer eines einzelnen positiven Anteils **122** und eines einzelnen negativen Anteils **124** des Zyklus der Wechselspan-

nung **18** wird nun beschrieben. Angenommen, wir starten mit einem positiven Anteil **122** des Zyklus der Wechselspannung **18**. Dies produziert einen entsprechenden positiven Anteil des Zyklus des Stroms. Inzwischen werden die n-Typ TFTs **35**, **41** aktiviert, wobei sie tatsächlich den ersten Schaltungsteil **141**, wie oben beschrieben, versorgen. Also fließt ein positiver Strom durch den ersten Schaltungsteil **141**. Die Richtung des Flusses positiven Stroms, in [Fig. 7A](#) durch Pfeile **150** gezeigt, ist von der Empfängerelektrode **4** zu dem Masseanschluss **42**. Das beinhaltet, dass die positive Ladung von Seite A zu Seite B von Kondensator **43** fließt, also wird Ladung auf dem Kondensator **43** akkumuliert. Weil die positive Ladung von Seite A zu Seite B fließt, ist die Richtung dieser akkumulierten Ladung an dem Kondensator **43** die der positiven Ladung auf Seite A und der negativen Ladung auf Seite B.

[0048] Man betrachte nun, wenn die Phase der Wechselspannung **18** wechselt: d. h. der positive Anteil **122** des Zyklus der Wechselspannung endet und ein negativer Anteil **124** des Zyklus der Wechselspannung **18** findet statt. Dies produziert einen entsprechenden negativen Anteil des Zyklus des Stroms. Inzwischen sind die p-Typ TFTs **37**, **39** aktiviert, die effektiv den zweiten Schaltungsteil **142**, wie oben beschrieben, versorgen. Also fließt ein negativer Strom durch den zweiten Schaltungsteil **142**. Weil dies ein negativer Anteil des Zyklus ist, ist die Richtung des Flusses positiver Ladung, auch in [Fig. 7B](#) durch Pfeile **150** gezeigt, nun von der Masseverbindung **42** zu der Empfängerelektrode **4**.

[0049] Obwohl die Flussrichtung der positiven Ladungen, ausgedrückt hinsichtlich der Masseverbindung **42** und der Empfängerelektrode **4**, entgegengesetzt zu der des Flusses in dem positiven Teil **122** des Zyklus der Wechselspannung **18** (vergleiche die Pfeile **150** in [Fig. 7B](#) mit [Fig. 7A](#)) ist, fließt die positive Ladung trotzdem wieder von Seite A zur Seite B des Kondensators **43**, weil sich in dem zweiten Schaltungsteil **142** der Kondensator **43** zwischen den zwei p-Typ TFTs **37**, **39** befindet, während sich in dem ersten Schaltungsteil **141** der Kondensator **43** zwischen den zwei n-Typ TFTs befindet. So wird Ladung an dem Kondensator **43** akkumuliert. Weil die positive Ladung wieder von Seite A zu Seite B fließt, ist die Ladungsrichtung dieser akkumulierten Ladung an dem Kondensator **43** wieder die von positiver Ladung an Seite A und negativer Ladung an Seite B, d. h. die Ladungsrichtung der akkumulierten Ladung an dem Kondensator **43** während dieses negativen Teils **124** des Zyklus der Wechselspannung **18**, ist dieselbe, wie sie es während des positiven Teils **122** des Zyklus der Wechselspannung **18** war. Dies kann Ladungspumpfunktion genannt werden.

[0050] Es sei angemerkt, dass die oben beschriebene Funktion der Schalt-Schaltung tatsächlich dersel-

be ist, wie die derselben Schaltung in den Gesamtprozessen, die in WO-02/103621 hinsichtlich der abwechselnden Aktivierung der zwei Schaltungsteile **141** und **142** offenbart sind. Aber die Funktion, die zu der an dem Kondensator stattfindenden Aufladung führt, wie auch, was die an dem Kondensator produzierten Ladungen repräsentieren, sind völlig unterschiedlich. Grob gesagt ist in WO-02/013621 die durch den Kondensator gespeicherte Ladung eine Ladung, die jedes Mal, nachdem die Elektroden zurückgesetzt worden sind, von neuem aufgebaut wird, und die Richtung der aufgebauten Ladung repräsentiert den induzierten kapazitiven Strom, der eigentlich effektiv als der Strom gemessen wird. Im Gegensatz dazu wird, wieder grob gesagt, in dieser Ausführung der durch den Kondensator gespeicherten Ladung erlaubt, eine Sättigungsbalance zu erreichen, die ein Spannungsauslesen liefert, und diese Sättigungsbalance variiert dann, wenn ein Objekt eingebracht wird (z. B. werden die Elektroden nicht wiederholt auf Null zurückgesetzt, um Detektion stattfinden zu lassen).

[0051] Als ein Ergebnis von der Ladungspumpfunktion nimmt die Spannung über dem Kondensator **43** zu, da die kapazitive Kopplung zwischen der Senderelektrode **2** und der Empfängerelektrode **4** zunimmt. Diese Spannung geht in Sättigung, wenn die während jedes Zyklus auf dem Kondensator **43** akkumulierte Ladung gleich der Menge der auf der Empfängerelektrode **4** verlorenen Ladung ist. Dies ist so, weil eigentlich bei jedem Zyklus die Empfängerelektrode **4** selbst auf die Spannung über dem Kondensator **43** aufgeladen werden muss. Grob gesagt ändert sich jedes Mal, wenn der effektive Teil der Schalt-Schaltung **32** von dem ersten Schaltungsteil **141** zu dem zweiten Schaltungsteil **142** oder umgekehrt wechselt, gibt es eine Ladungsaufteilung zwischen dem Kondensator **43** und der von der Empfängerelektrode **4** wahrgenommenen parasitären Kapazität. In diesem Kontext ist die von der Empfängerelektrode **4** wahrgenommene parasitäre Kapazität effektiv jede der zwischen der Empfängerelektrode **4** und allem anderen als der Senderelektrode **2** existierenden oder auftretenden Kapazitäten.

[0052] Die relative Größe der parasitären Kapazität der Empfängerelektrode **4** im Vergleich zu der Kapazität des Kondensators **43** bestimmt, wie viel Ladung bei jedem Zyklus verloren wird. So wird die Sättigungsspannung über dem Kondensator **43** bestimmt durch das Verhältnis einerseits der Kapazität zwischen der Empfängerelektrode **4** und der Senderelektrode **2** und andererseits der von der Empfängerelektrode **4** wahrgenommenen parasitären Kapazität.

[0053] Wenn ein geerdetes oder relativ geerdetes Objekt, hier der Finger **8**, in die Nähe der Senderelektrode **2** und der Empfängerelektrode **4** eingebracht wird, nimmt die Kapazität zwischen der Empfängerelektrode **4** und der Senderelektrode **2** ab, weil das

Objekt die Feldlinien unterbricht. Dies kann alternativ oder zusätzlich so verstanden werden, dass das geerdete oder relativ geerdete Objekt **8** die Empfängerelektrode **4** von der Senderelektrode **2** abschirmt. (Auch die von der Empfängerelektrode **4** wahrgenommene parasitäre Kapazität nimmt zu, da die zwischen dem Objekt **8** und der Empfängerelektrode **4** eingeführte Kapazität zunimmt, aber dieser Effekt ist normalerweise verglichen mit dem Effekt der Kapazität zwischen der Senderelektrode **2** und der Empfängerelektrode vernachlässigbar.) Also nimmt die Sättigungsspannung ab. Dies wird verwendet, um die Anwesenheit des Objekts **8** zu messen, wie nun detaillierter mit weiterem Bezug zu [Fig. 6](#) beschrieben.

[0054] [Fig. 6](#) zeigt weiter die Spannung, die als ein Ergebnis der oben beschriebenen Effekte an der Empfängerelektrode **4** entsprechend dem Anlegen der Wechselfrequenz **18** akkumuliert. Wie unten detaillierter beschrieben wird, bildet diese akkumulierte Spannung das Ausgangssignalsignal **20** durch die/von der Empfängerelektrode, das früher mit Bezug auf [Fig. 2](#), [Fig. 3](#) und [Fig. 5](#) beschrieben wurde und deshalb in [Fig. 6](#) mit dem Bezugszeichen **20** gekennzeichnet ist.

[0055] Die akkumulierte Spannung **20** wechselt bei jedem Halbzyklus die Polarität wegen dem oben beschriebenen Umschalten der Schalt-Schaltung **32** zwischen dem ersten Schaltungsteil **141** und dem zweiten Schaltungsteil **142**.

[0056] In [Fig. 6](#) ist die grafische Darstellung der akkumulierten Spannung **20** in vier Zeitabschnitte **54**, **56**, **58**, **60** geteilt, die schematisch (nicht maßstabsgetreu hinsichtlich sowohl der Größe als auch der Zeitskala) verschiedene Situationen in der Funktion des Systems zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes darstellen.

[0057] Wenn wir annehmen, dass das linke Ende von [Fig. 6](#) schematisch die Wechselfrequenz **18** dann zeigt, wenn das System mittels elektrischen Feldes gestartet oder wieder gestartet wird, dann zeigt der entsprechende erste Abschnitt **54** der akkumulierten Spannung **20** schematisch, wie während dieser Zeit die akkumulierte Spannung **20** mit der Zeit zunimmt (oder streng gesagt, die Größe der akkumulierten Spannung auf der Empfängerelektrode **4** mit der Zeit zunimmt), d. h. man kann sagen, dass es da ein ansteigendes Signal gibt.

[0058] Wenn das Objekt **8** in die Nähe der Senderelektrode **2** und der Empfängerelektrode **4** platziert wird, wird die Balance, die die Sättigung liefert, gestört, weil die Kapazität zwischen der Senderelektrode **2** und der Empfängerelektrode **4** wie oben beschrieben abnimmt. In [Fig. 6](#) zeigt ein dritter Abschnitt **58** der akkumulierten Spannung **20** schematisch, wie die (Größe der) akkumulierten Spannung

20 an der Empfängerelektrode **4** mit der Zeit abnimmt, d. h. man kann sagen, dass es da ein absteigendes Signal gibt.

[0059] Diese Abnahme geht dann in Sättigung, wenn eine neue Balance zwischen der erzielten und verlorenen Ladung bei jedem Zyklus erreicht wird, dieses Mal bei einer niedrigeren Spannung (Größe). Wenn Sättigung erreicht worden ist, bleibt die (Größe der) akkumulierten Spannung **20** an der Empfängerelektrode **4** mit der Zeit bei dem niedrigeren Pegel konstant, wie in [Fig. 6](#) schematisch durch den vierten Abschnitt **60** der akkumulierten Spannung **20** dargestellt ist, d. h. man kann sagen, dass es da ein gesättigtes Signal niedrigeren Pegels gibt, das die Anwesenheit des Objekts **8** repräsentiert.

[0060] Durch Messen eines über mehrere Zyklen (das heißt 100 Zyklen) erzielten gesättigten Signals wird eine größere Messquantität erzielt als über gerade einen Zyklus. Auch erzielt dies ein Auslesen, das Beiträge von anderen Rauschquellen ausgemittelt hat. D. h. die Schaltung hat eine nützliche (Bandpass-)Filterwirkung.

[0061] Die akkumulierte Spannung **20** wird direkt in den ADC **24** des Detektionscontrollers **12** gespeist. Unter der Kontrolle des Prozessors **12** wird der ADC **24** angeordnet oder gesteuert, den Pegel des akkumulierten Spannungssignals **20** in Intervallen zu messen. In diesem Beispiel ist der ADC **24** angeordnet oder gesteuert, den Pegel des akkumulierten Spannungssignals **20** während des positiven Teils **122** des Zyklus der Wechselspannung **18** zu messen, wobei er so sicher stellt, dass die Spannung in dem richtigen Bereich des ADC **24** liegt. [Fig. 6](#) zeigt weiter schematisch ein von dem ADC **24** auf die akkumulierte Spannung **20** hin geliefertes digitales Ausgangssignal **62**. Zur Vereinfachung ist in diesem Beispiel für jeden entsprechenden Abschnitt der Abschnitte **54**, **56**, **58** und **60** der akkumulierten Spannung **20** nur ein entsprechender digitaler Messpunkt **63** gezeigt, obwohl es in der Praxis mehr als einen für jeden Abschnitt geben kann.

[0062] [Fig. 8](#) ist ein Flussdiagramm, das eine Zusammenfassung der oben beschriebenen Funktion des Systems zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes **1**, was Prozessschritte angeht, zeigt (man beachte, dass in [Fig. 8](#), um den Komfort einer Flussdiagrammdarstellung zu erlauben, verschiedene Schritte, die in Wirklichkeit gleichzeitig stattfinden, separat bezeichnet sind.).

[0063] Bezogen auf [Fig. 8](#) wird bei Schritt s2 eine erste Wechselspannung (wobei die Spannung der Wellenform **50** die Wechselspannung **18** ist, wie sie durch die Induktivität **28** und den Kondensator **30** gebildeten Resonator modifiziert ist) an die Senderelektrode **2** geliefert wird.

[0064] Bei Schritt s4 wird eine zweite Wechselspannung (die Wechselspannung **18**) mit derselben Phase wie die erste Wechselspannung an die Schalt-Schaltung, die an die Empfängerelektrode **4** gekoppelt ist, geliefert.

[0065] Bei Schritt s6 wird unter Verwendung der Schalt-Schaltung **32** Ladungspumpen gemäß dem Zyklus der Wechselspannungen durchgeführt, um eine Spannung über einem Kondensator **43** der Schalt-Schaltung zu liefern, die abhängig von der kapazitiven Kopplung zwischen der Senderelektrode **2** und der Empfängerelektrode **4** zunimmt.

[0066] Bei Schritt s8, wird erlaubt, dass die Spannung über dem Kondensator der Schalt-Schaltung **32** in Sättigung geht.

[0067] Bei Schritt s10 wird die Sättigungsspannung als ein Ausgangswert **20** verwendet, der variiert, wenn ein Objekt **8** in der Nähe der Senderelektrode **2** und der Empfängerelektrode **4** ist.

[0068] Bei Schritt s12 wird der Ausgangswert **20** in Auslesemittel hoher Impedanz mit einem Analog/Digital-Wandler **24** gespeist.

[0069] Die entsprechen Größen der verschiedenen digitalen Ausgangsmesspunkte **63** liefern eine einfache Form von Daten, die einfach verarbeitet werden können, z. B. in Form höherwertiger Verarbeitung durch den Prozessor **22**, auf eine unkomplizierteren Art, als es für Datenausgangswerte von konventionellerer Verarbeitung erforderlich ist. Solche höherwertige Verarbeitung wird so sein, wie es gemäß der speziellen Umstände (End-Benutzung), in die das System zur Detektion von Objekten **1** eingesetzt ist, notwendig ist. Solche höherwertige Verarbeitung kann Eingangswerte von einer oder mehr Empfängerelektrode einsetzen und die Eingangswerte von der/den einen oder mehreren Empfängerelektroden können von elektrischen Feldern resultieren, die von mehr als einer Senderelektrode geliefert werden. Die Verwendung mehrfacher Senderelektrode und/oder Empfängerelektroden und die Verarbeitung der verschiedenen Signale, die beteiligt sind, um geforderte Positionsdaten zu liefern, sind in der Technik gut bekannt und werden hierin nicht detailliert beschrieben. Aber es sei angemerkt, dass die neuartigen Datenausgangswerte der vorliegenden Erfindung (d. h. das akkumulierte Spannungssignal **20** und/oder das digitale Ausgangssignal **62**) es erlauben, dass Verarbeitung durch relativ einfache Elektronik implementiert wird, was einfachere Integration in elektronische Produkte erlaubt.

[0070] Ein solches Beispiel wird nun mit Bezug auf [Fig. 9](#) beschrieben. [Fig. 9](#) zeigt ein Mobiltelefon **70**. Das Mobiltelefon **70** umfasst ein Tastenfeld **72**, ein Mikrofon **74**, einen Lautsprecher **76** und ein Display

78.

[0071] Das Mobiltelefon **70** umfasst weiter ein System zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes, von dem eine Elektrodenanordnung **82** zur Detektion mittels elektrischen Feldes schematisch (nicht maßstabsgetreu) in [Fig. 9](#) gezeigt ist. In dieser Ausführungsform umfasst die Elektrodenanordnung **82** eine Empfängererelektrode und zwei Senderelektroden, eine oberhalb der Empfängererelektrode platziert und eine unterhalb der Empfängererelektrode platziert. Durch Platzieren eines Fingers **8** in der Nähe der Elektrodenanordnung **82** und Bewegens des Fingers **8** in eine Richtung **84** nach oben des Telefons werden Ausgangssignale (wie oben beschrieben, aber hier separat für jeden der Sender durch Multiplexen separater Eingangswerte durch irgend ein passendes Verfahren) geliefert, die verarbeitet werden können, um diese Bewegung als Eingabe für einen Scroll-Befehl an das Display **78** des Mobiltelefons **70** zu verwenden. So liefert das System zur Detektion von Objekten einen Benutzerinterface-Eingangswert für das Mobiltelefon. In diesem Beispiel sind die elektronischen Komponenten des Systems zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes in digitalem CMOS implementiert und in einen Displaytreiberchipsatz des Mobiltelefons **70** eingebaut, der verwendet wird, um das Display **78** zu treiben.

[0072] In der obigen Ausführungsform wird die spezielle Schalt-Schaltung **32** verwendet, um die beschriebene Ladungspumpfunktion durchzuführen. Die Ladungspumpfunktion wird in der oben erwähnten Ausführungsform verwendet, den neuartigen Prozess, den Kondensator **43** auf einem Pegel in Sättigung zu bringen, der von dem Verhältnis der Kapazität zwischen der Senderelektrode **2** und der Empfängererelektrode **4** und der von der Empfängererelektrode wahrgenommenen parasitären Kapazität abhängt (wobei dieses Verhältnis sich ändert, wenn das Objekt zwischen oder in der Nähe der Senderelektrode **2** und der Empfängererelektrode **4** platziert wird). Aber in anderen Ausführungsformen könne jegliche passenden Ladungspumpmittel anstelle der speziellen Schalt-Schaltung **32** eingesetzt werden.

[0073] Beispielsweise kann für die Schalt-Schaltung **32** in Erwägung gezogen werden, dass sie im Allgemeinen einer Schaltanordnung der in [Fig. 10](#) gezeigten Form entspricht, in der dieselben Bezugszeichen verwendet werden, um ähnliche Teile wie in der Anordnung von [Fig. 5](#) zu identifizieren. In der in [Fig. 10](#) gezeigten Schaltanordnung sind ein erster Schalter **92** und ein zweiter Schalter **94** angeordnet, um die Wechselspannung **18** an jeweiligen Seiten des Kondensators **43** entweder die Empfängererelektrode **4** oder die Masseverbindung **42** zu schalten. Die Schalter funktionieren in Reihe so als Reaktion auf die Polarität der Wechselspannung **18**, dass, wenn eine

Seite des Kondensators an die Empfängererelektrode geschaltet wird, die andere Seite des Kondensators an die Empfängererelektrode geschaltet wird und umgekehrt. Dies entspricht der Funktion der Schalt-Schaltung **32** wie in [Fig. 5](#) gezeigt.

[0074] So können in anderen Ausführungsformen die Schalter **92** und **54** in jeglicher passenden Weise implementiert werden. Eine alternative Weise, diese Schalter zu implementieren, ist beispielsweise in konventioneller CMOS-Technologie, sogenannte Transmissionsgates zu verwenden, wie sie beispielsweise in einem von Linear Technology CorporationTM als LTC1043CN identifizierten Artikel verfügbar sind.

[0075] In der obigen Ausführungsform ist die Wechselspannung **18** eine bipolare Rechteckwelle von ± 10 V mit einer Frequenz von 100 kHz. In anderen Ausführungsformen können andere Wechselwellenformen und/oder Spannungspegel eingesetzt werden. Beispielsweise kann durch Verwenden einer niedrigeren Frequenz wie z. B. 1 kHz Leistung eingespart werden. Dies kann aber zu einem Verlust in der Reaktionsgeschwindigkeit oder im Signalpegel führen, was durch Variieren der Frequenz auf eine adaptive Art gemindert werden kann. Wenn dies getan wird, würde die Resonatorschaltung, wenn eingesetzt, vorzugsweise gemäß der Funktion bei verschiedenen Frequenzen angepasst werden.

[0076] Jedes der verschiedenen Details der verschiedenen, in der obigen Ausführungsformen eingesetzten Schaltungen kann variiert oder durch andere Schaltungsarten ersetzt werden, wie es erforderlich ist, um die beschriebene Ladungssättigung und balancierende Effekte zu liefern oder dazu beizutragen. Dies schließt die verschiedenen Auslestufen und spätere Verarbeitungsstufen mit ein.

[0077] Beispielsweise kann zwischen der Empfängererelektrode und der Verarbeitungselektronik (z. B. in der oben beschriebenen Ausführungsform zwischen der Empfängererelektrode und dem ADC-Eingang oder zwischen dem ADC-Ausgang und dem Prozessor) eine Operationsverstärkerstufe (OPAMP) eingefügt werden.

[0078] Als ein weiteres Beispiel kann, um die Schalt-Schaltung einfacher zu machen, der LC-Resonator in der Senderbaugruppe durch ein Widerstands/Kondensator-Filter (RC-Filter) ersetzt werden oder sogar weggelassen werden, wobei kein Filter verwendet wird. In dem letzteren Fall wird die Wechselspannung **18** direkt in die Senderelektrode gespeist, während in den Fällen, wo die Wechselspannung über ein Filter oder einen Resonator in die Senderelektrode **2** gespeist wird, die Wechselspannung oder Wellenform an der Senderelektrode eine modifizierte Form der Wechselspannung ist, wobei die modifizierte Form nichtsdestotrotz dieselbe Phase wie

die Wechsellspannung **18** hat.

[0079] Als ein anderes Beispiel kann der ADC durch einen Komparator ersetzt werden, obwohl dies dazu tendieren würde, eine kleinere Auflösung zu liefern. Allgemeiner, der ADC könnte durch jedes andere passende „Auslese“-Mittel ersetzt werden. Vorzugsweise hätte ein solches Auslesemittel Eingänge hoher Impedanz, wie in diesem Fall mit dem ADC oder einem Komparator. Tatsächlich repräsentiert die Möglichkeit, eine einfache und relativ unempfindliche (gegen Fehler, Störung, usw.) Anordnung mit Eingängen hoher Impedanz als Auslesemittel zu verwenden, einen Vorteil der vorliegenden Erfindung verglichen mit Verfahren nach dem Stand der Technik, die Ströme auf eine empfindliche Art und Weise messen, die nicht die effiziente Verwendung von Auslesemitteln hoher Impedanz bevorzugen. Aber es sei angemerkt, dass die vorliegende Erfindung nicht an sich auf solche Auslesemittel hoher Impedanz begrenzt ist, obwohl, wenn die Auslesemittel eine niedrigere Impedanz haben, dann die von der Empfängererelektrode erfahrene parasitäre Kapazität dazu tendiert, die Spannungsbalance zu bestimmen.

[0080] Als ein weiteres Beispiel kann der Prozessor **22** (oder äquivalente Verarbeitungsfunktionen in anderen Ausführungsformen) in der Form eines Mikroprozessors oder wegen der einfachen Weise, in der das Ausgangssignalsignal geliefert werden kann, in der Form relativ einfacher digitaler Hardware, beispielsweise ein Gate-Array, implementiert werden.

[0081] Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass ein Teil oder alles der Schaltung in CMOS-Technologie implementiert werden kann, so wie in der obigen Ausführungsform. Aber es sei zu verstehen, dass die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt ist, dass sie als CMOS implementiert ist, und dass in anderen Ausführungsformen ein Teil oder alles der Schaltung in jeder anderen passenden Technologie implementiert werden kann.

[0082] In der obigen Ausführungsform war das System zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes in ein Mobiltelefon eingebaut. Aber die vorliegende Erfindung kann in jeder Zahl von Endverbraucher-Anwendungen oder -Anordnungen implementiert werden, beispielsweise Display-Treiberchips, Mikroprozessoren, Audio-Treibern und andern Chipsätzen, besonders wenn sie unter Verwendung von CMOS-Technologie implementiert ist, sodass die Objektdetektionsfunktionalität, die durch das System zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes geboten wird, bei relativ geringen zusätzlichen Kosten zu Produkten wie Radios, Fernsehgeräten, Fernbedienungen und so weiter zusätzlich zu der oben beschriebenen Mobiltelefonausführungsform hinzugefügt werden kann. Wenn eine große Anzahl von Senderelektroden und Empfängererelektroden gemul-

tiplex werden, kann ein Array von Sender-/Empfänger-Paaren bereitgestellt werden, was dabei die Verwendung als dreidimensionales berührungsloses Interface erlaubt.

Text in der Zeichnung:

[0083]

Figur 2:

transmitter assembly	Senderbaugruppe
receiver assembly	Empfängerbaugruppe
sensing controller	Detektionscontroller

Figur 3:

processor	Prozessor
sensing controller	Detektionscontroller
ADC	ADC

Figur 8:

- s2: Liefern einer ersten Wechselspannung an die Senderelektrode.
- s4: Liefern einer zweiten Wechselspannung mit derselben Phase wie die erste Wechselspannung an die Schalt-Schaltung.
- s6: Durchführen von Ladungspumpen unter Verwendung der Schalt-Schaltung gemäß dem Zyklus der Wechselspannungen, um eine Spannung über einem Kondensator der Schalt-Schaltung zu liefern, die abhängig von der kapazitiven Kopplung zwischen der Senderelektrode und der Empfängerlektrode zunimmt.
- s8: Erlauben, dass die Spannung über dem Kondensator der Schalt-Schaltung in Sättigung geht.
- s10: Verwenden der Sättigungsspannung als einen Ausgangswert, der variiert, wenn ein Objekt in der Nähe der Senderelektrode und der Empfängerlektrode ist.
- s12: Einspeisen des Ausgangswertes in Auslesemittel hoher Impedanz z. B. einen ADC.

Patentansprüche

1. System zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes, das Folgendes umfasst:

- eine Senderelektrode (2);
- eine Empfängerlektrode (4);
- eine an die Empfängerlektrode (4) gekoppelte Ladungspump-Schaltung (32);
- eine an die Senderelektrode (2) und die Ladungspump-Schaltung (32) gekoppelte Wechselspannungsquelle (3); und
- eine an die Empfängerlektrode (4) gekoppelte Ausgangsverbinding (34);

worin die Ladungspump-Schaltung (32) ausgebildet ist, Ladungspumpen entsprechend dem gemeinsamen Zyklus der Wechselspannungen, die von der Wechselspannungsquelle (3) an die Senderelektrode (2) und die Ladungspump-Schaltung angelegt wer-

den, durchzuführen; und die Ladungspump-Schaltung (32) einen Kondensator (43) umfasst, wobei die Ladungspump-Schaltung (32) so ausgebildet ist, dass, wenn eine über dem Kondensator (43) entwickelte Spannung (20) in Sättigung geht, die Spannung (20) bei einem von der Kapazität zwischen der Senderelektrode (2) und der Empfängerlektrode (4) abhängigen Pegel in Sättigung geht, **dadurch gekennzeichnet**, dass das System zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes ausgebildet ist, es zu erlauben, dass die über dem Kondensator (43) entwickelte Spannung (20) in Sättigung geht und die Sättigungsspannung als ein Ausgangswert (20) verwendet wird, der variiert, wenn sich ein Objekt (8) in der Nähe der Senderelektrode (2) und der Empfängerlektrode (4) befindet.

2. System nach Anspruch 1, das weiter ein an die Ausgangsverbinding (34) gekoppeltes Auslesemittel (24) hoher Impedanz umfasst.

3. System nach Anspruch 2, in dem das Auslesemittel hoher Impedanz ein Analog/Digital-Wandler (24) ist.

4. System nach Anspruch 2, in dem das Auslesemittel hoher Impedanz ein Komparator ist.

5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, in dem die Wechselspannungsquelle über einen Resonanzkreis an die Senderelektrode (2) gekoppelt ist.

6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, das mindestens teilweise in CMOS implementiert ist.

7. Steuerschaltung für ein elektronisches Produkt mit einem in die Steuerschaltung integrierten System nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

8. Verfahren zum Liefern eines Ausgangssignals von einer Empfängerlektrode (4) eines Systems (1) zur Detektion von Objekten mittels elektrischen Feldes, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

- Liefern einer ersten Wechselspannung (50) an eine Senderelektrode (2);
- Liefern einer zweiten Wechselspannung (18) derselben Phase wie die erste Wechselspannung (50) an eine an die Empfängerlektrode (4) gekoppelte Schalt-Schaltung (32);
- Durchführen von Ladungspumpen entsprechend dem Zyklus der Wechselspannungen unter Verwendung der Schalt-Schaltung (32), um eine Spannung (20) über einem Kondensator (48) der Schalt-Schaltung (32) zu liefern, die abhängig von der kapazitiven Kopplung zwischen der Senderelektrode (2) und der Empfängerlektrode (4) zunimmt;
- Erlauben, dass die Spannung (20) über dem Kondensator (43) der Schalt-Schaltung (32) in Sättigung geht; und
- Verwenden der Sättigungsspannung als einen Aus-

gangswert (**20**), der variiert, wenn sich ein Objekt (**8**) in der Nähe der Senderelektrode (**2**) und der Empfängerlektrode (**4**) befindet.

9. Verfahren nach Anspruch 8, das weiter das Einspeisen des Ausgangswertes (**20**) in ein Auslesemittel (**24**) hoher Impedanz umfasst.

10. Verfahren nach Anspruch 9, in dem das Auslesemittel hoher Impedanz ein Analog/Digital-Wandler (**24**) ist.

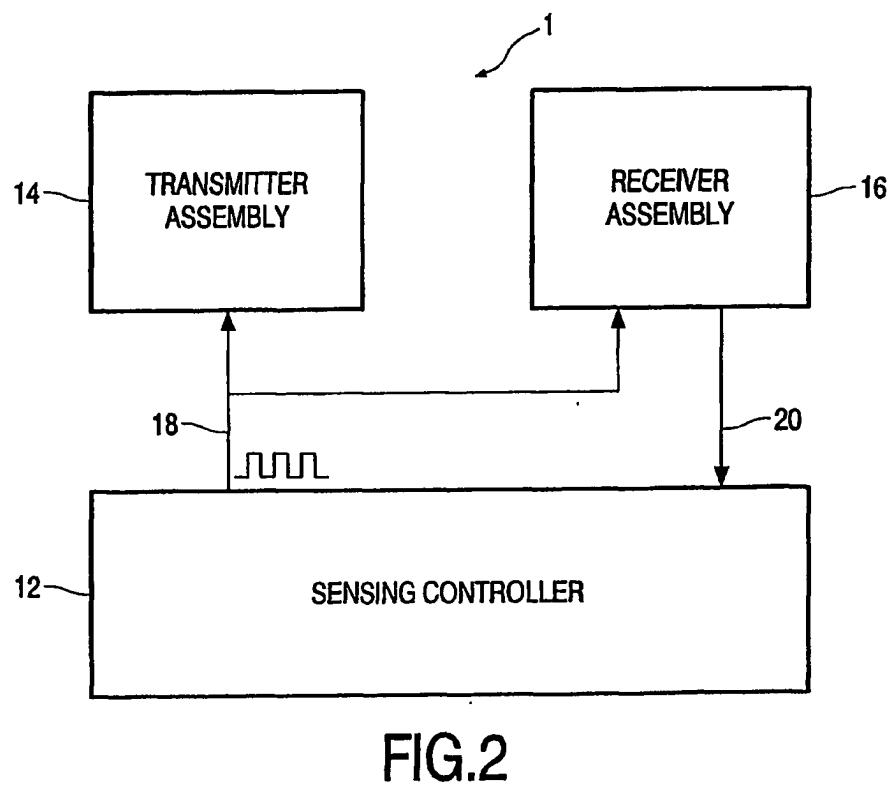
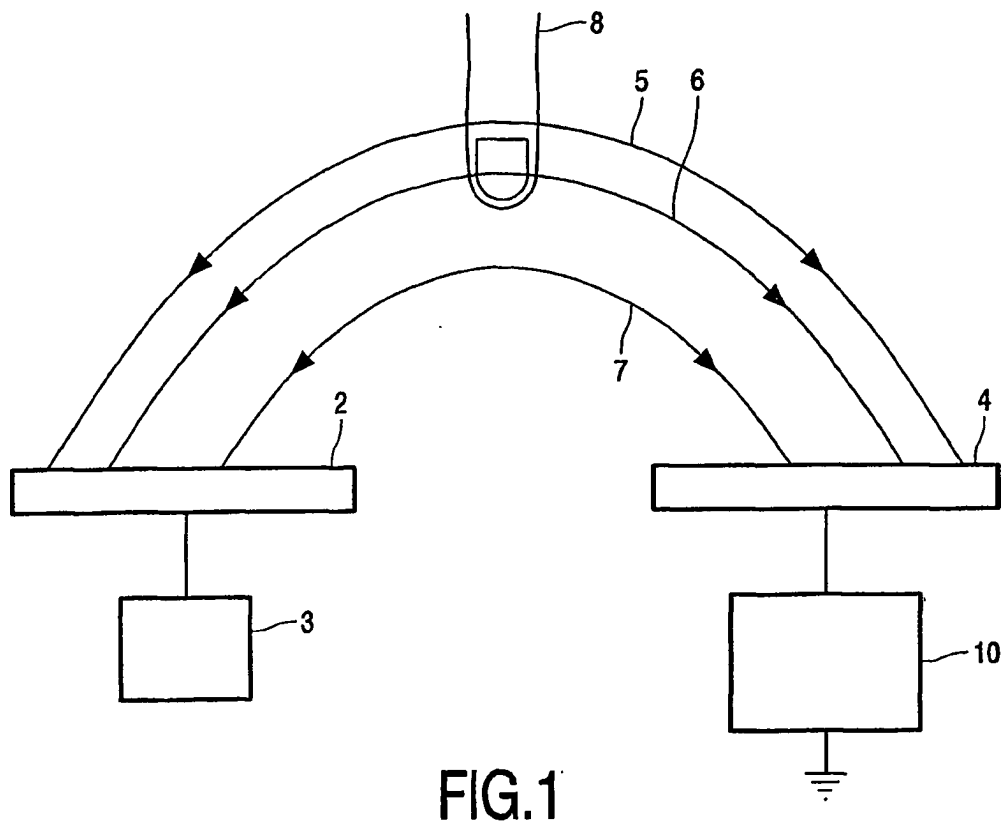
11. Verfahren nach Anspruch 9, in dem das Auslesemittel hoher Impedanz ein Komparator ist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, in dem die erste Wechselspannung die gleiche wie die zweite Wechselspannung (**18**) ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, in dem die erste Wechselspannung (**50**) durch Einspeisen der zweiten Wechselspannung (**18**) über ein Resonanzfilter an die Senderelektrode (**2**) geliefert wird.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



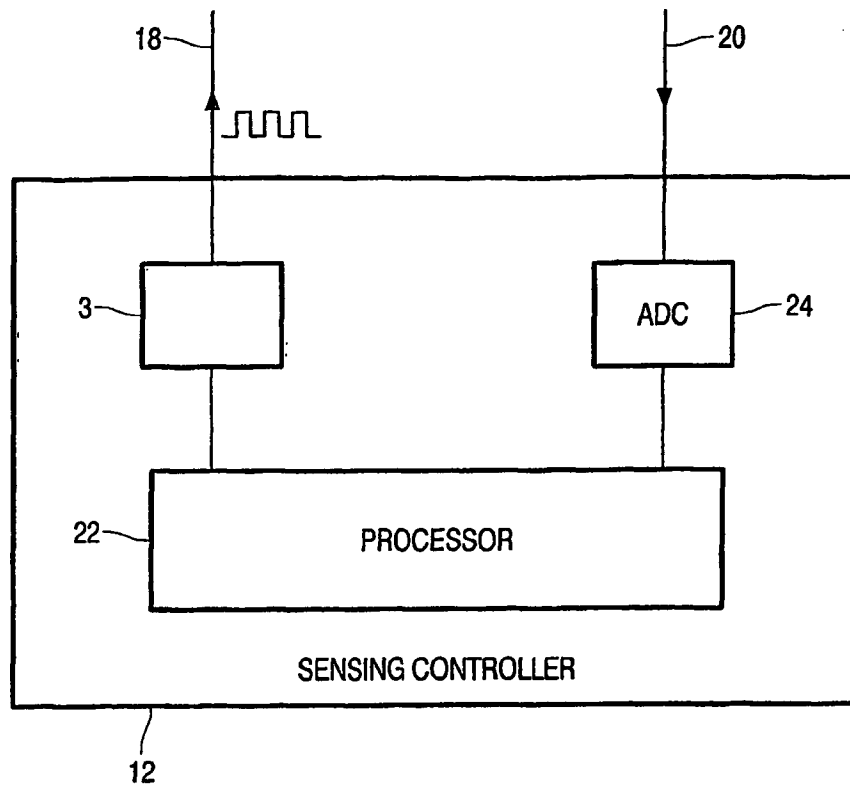


FIG.3

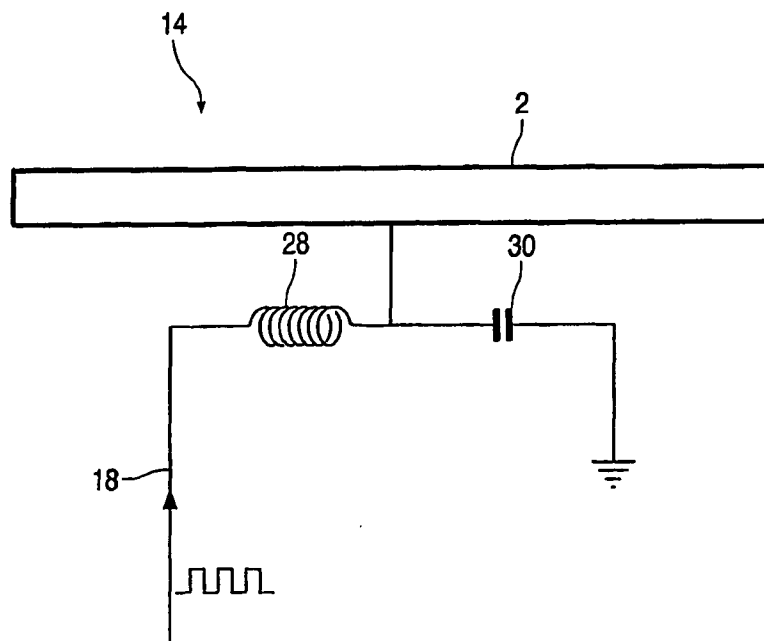


FIG.4

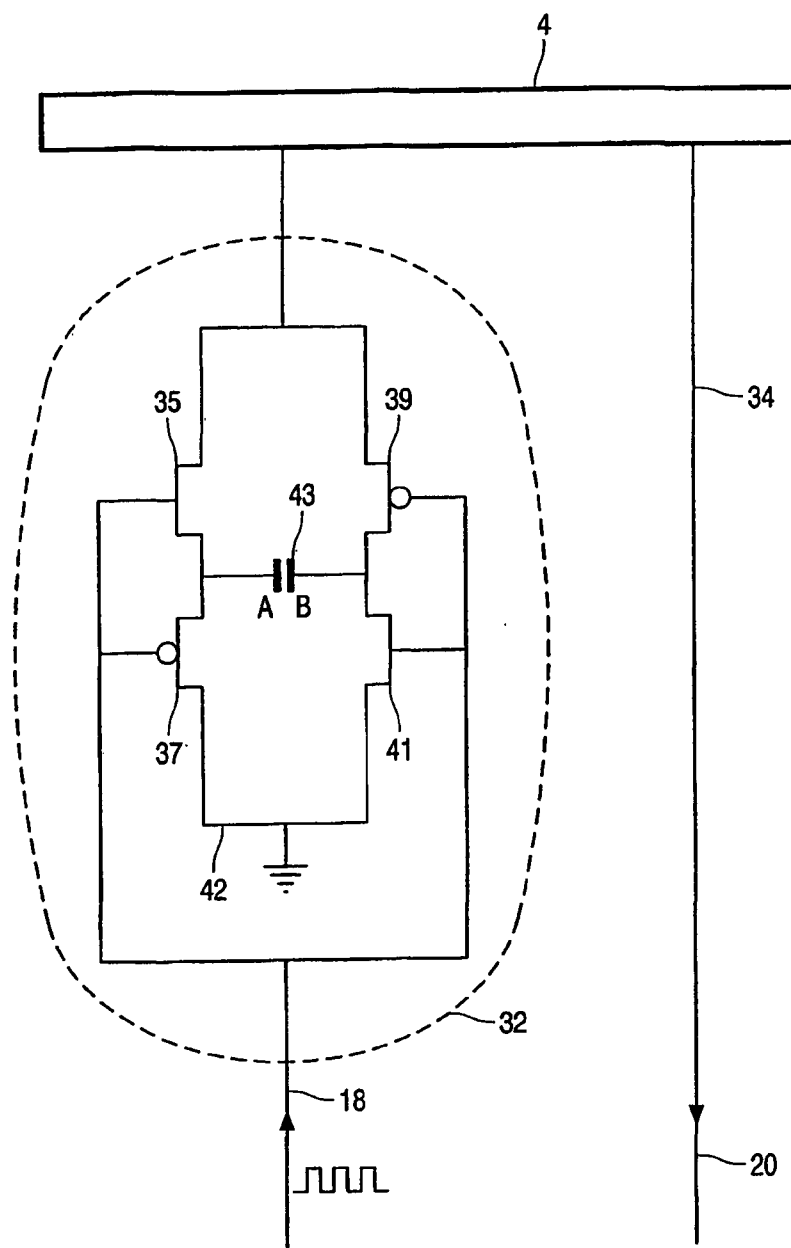


FIG.5

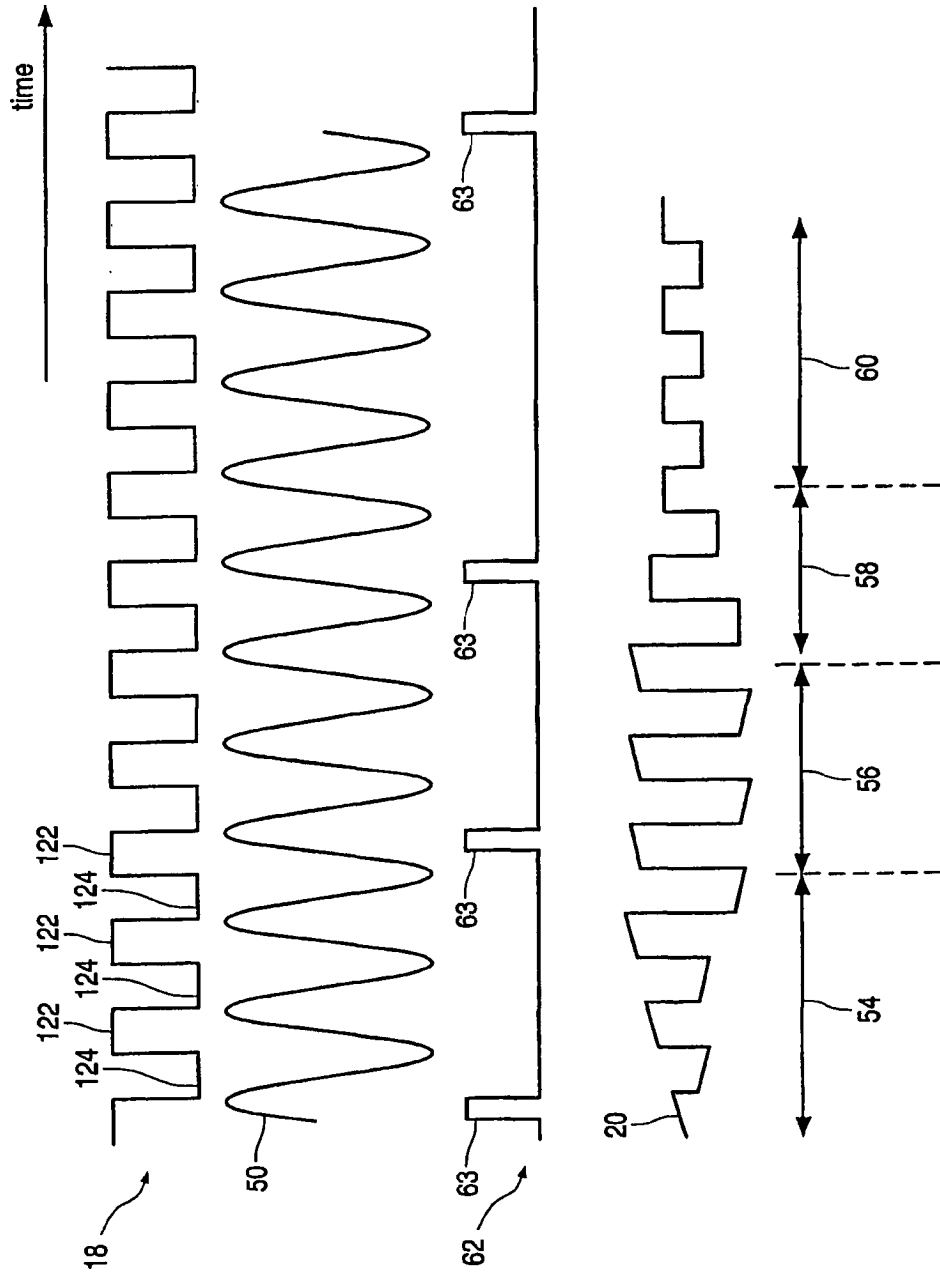


FIG.6

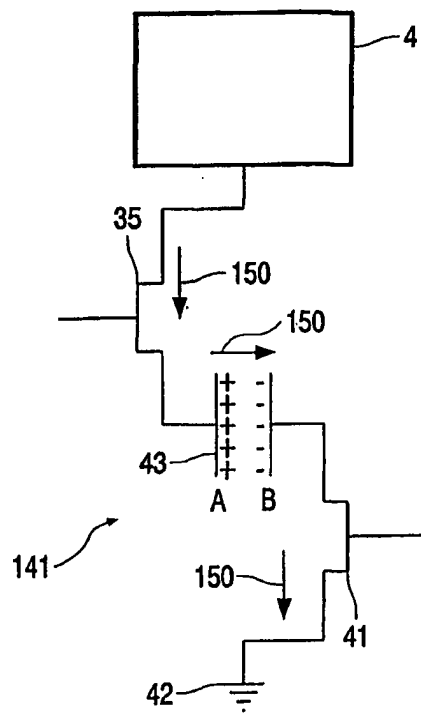


FIG. 7A

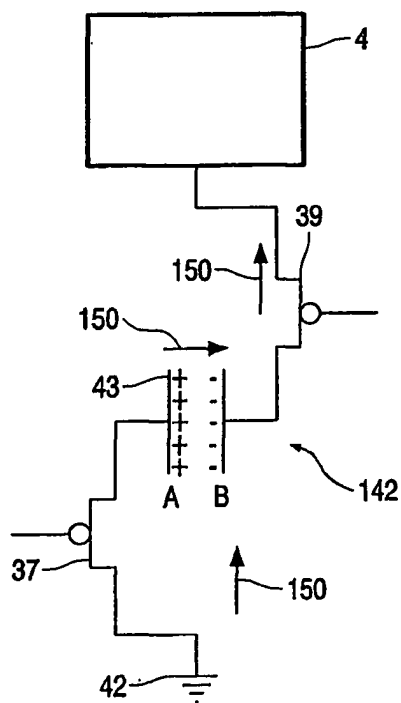


FIG. 7B

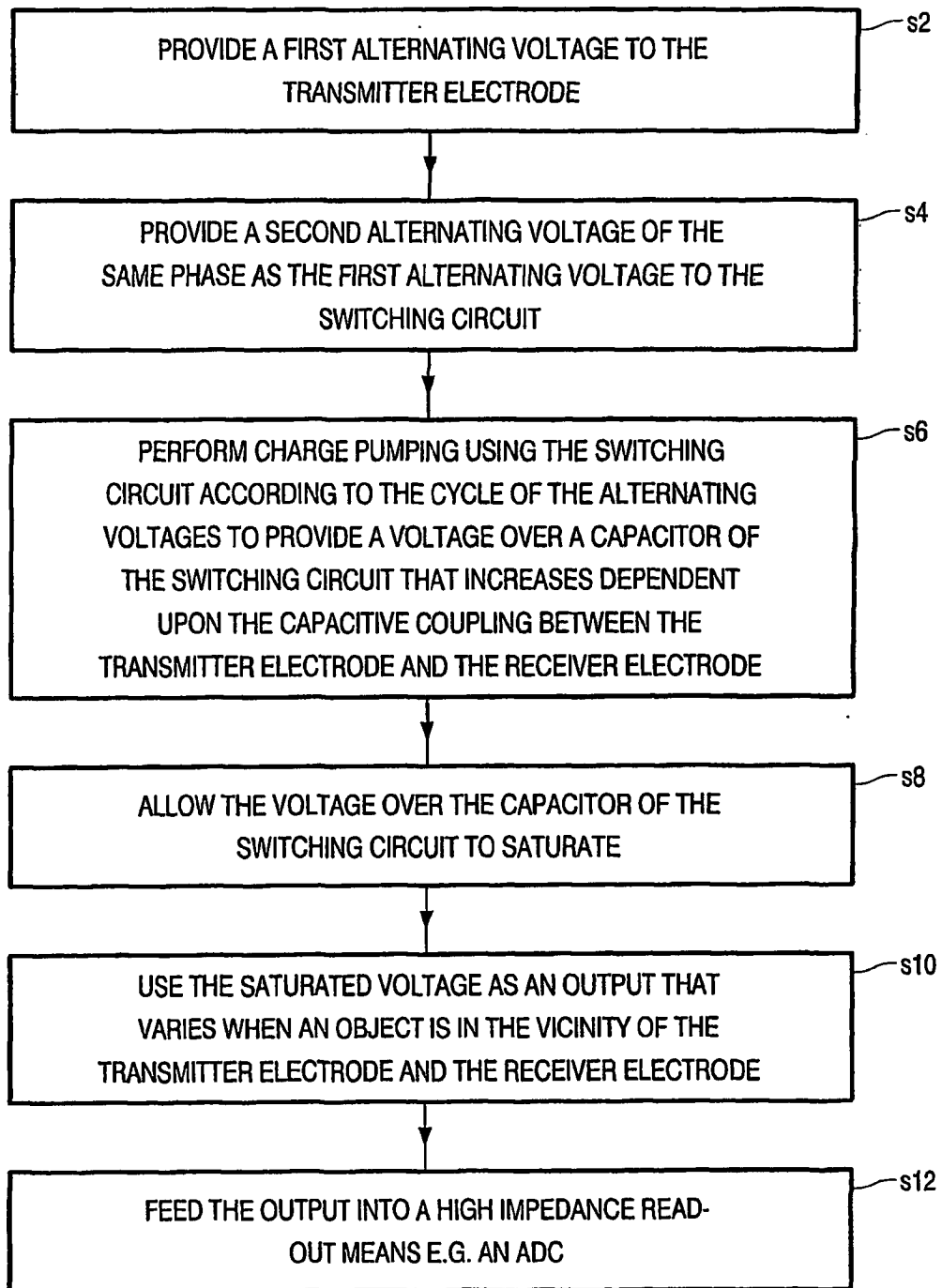


FIG.8

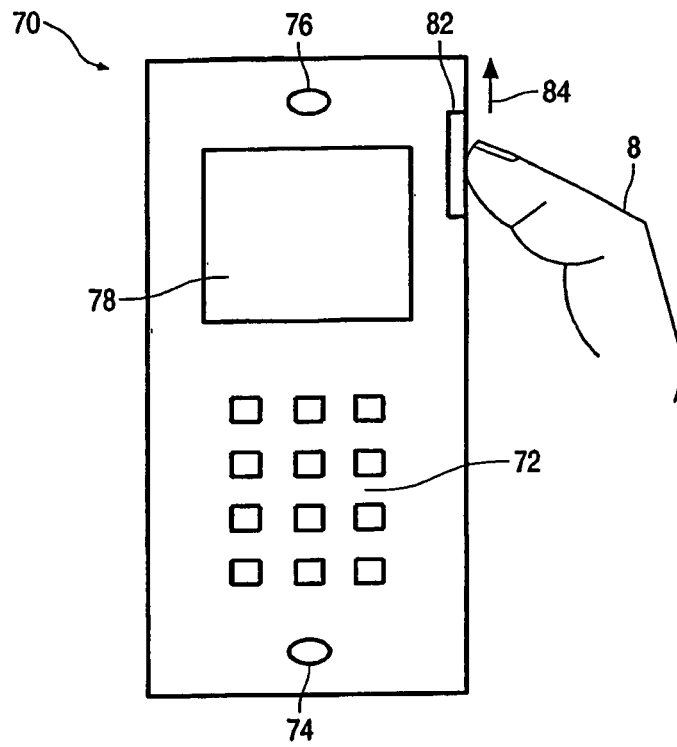


FIG. 9

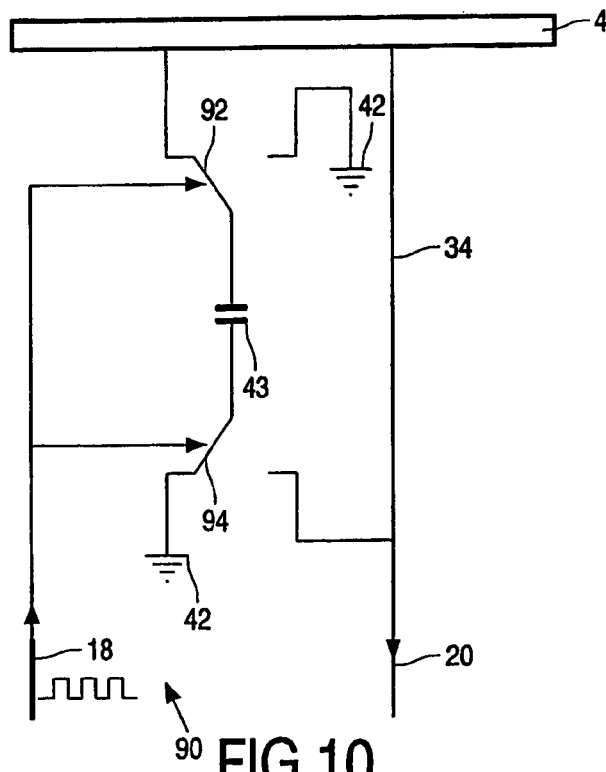


FIG. 10