



(10) **DE 11 2017 004 242 T5** 2019.05.09

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/039360**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)

(51) Int Cl.: **G06F 3/041** (2006.01)
G06F 3/044 (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 004 242.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2017/048233**

(86) PCT-Anmeldetag: **23.08.2017**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **01.03.2018**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **09.05.2019**

(30) Unionspriorität:
62/379,649 **25.08.2016** **US**

(71) Anmelder:
TACTUAL LABS CO., New York, NY, US

(74) Vertreter:
isarpatent - Patentanwälte- und Rechtsanwälte
Behnisch Barth Charles Hassa Peckmann &
Partner mbB, 80801 München, DE

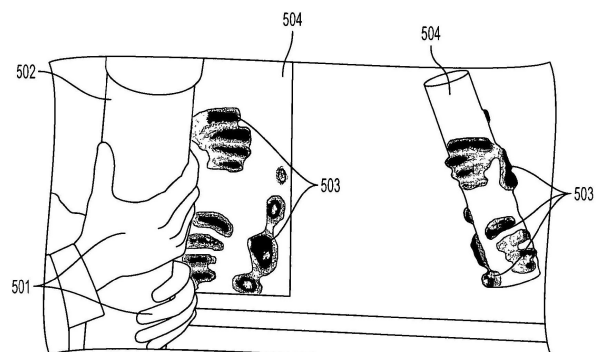
(72) Erfinder:
Moseley, Braon, Round Rock, TX, US; Wilkinson,
David Clark, Austin, TX, US; Forlines, Clifton,
Cape Elizabeth, ME, US; Sanders, Steven
Leonard, New York, NY, US

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **BERÜHRUNGSEMPFINDLICHE OBJEKTE**

(57) Zusammenfassung: Offenbart wird ein berührungsempfindliches Objekt, umfassend ein Objekt mit einer digitalen Haut, die mindestens einen Teil davon bedeckt. Die digitale Haut weist eine Vielzahl von eingebetteten Zeilenleitern auf. Eine Vielzahl von Spaltenleitern sind in der Nähe der Zeilenleiter angeordnet, so dass der Weg jedes Zeilenleiters den Weg jedes Spaltenleiters kreuzt. Eine Vielzahl von Signalemittlern ist mit jedem der Vielzahl von eingebetteten Zeilenleitern verbunden und so ausgelegt, dass sie gleichzeitig eines aus einem Satz von Quellsignalen emittieren. Eine Vielzahl von Signalempfängern ist mit Separaten aus der Vielzahl der eingebetteten Spaltenleiter verbunden. Jeder der Vielzahl von Signalempfängern ist ausgelegt, einen Rahmen zu empfangen, der den Signalen entspricht, die auf dem Spaltenleiter vorhanden sind, mit dem er verbunden ist, während der Rahmen erfasst wird. Jeder der Signalempfänger ist so ausgelegt, dass er seine Rahmen gleichzeitig mit jedem anderen Signalempfänger empfängt. Ein Signalprozessor ist ausgelegt, um eine Wärmekarte zu erzeugen, die elektromagnetische Störungen in der Nähe der digitalen Haut reflektiert, basierend, zumindest teilweise, auf den empfangenen Rahmen.



Beschreibung**GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die offenbarten Vorrichtungen und Verfahren beziehen sich im Allgemeinen auf den Bereich der Benutzereingabe, und insbesondere auf Eingabeoberflächenobjekte, die gegenüber Berührungen, einschließlich Schweben, Greifen und Druck, empfindlich sind.

HINTERGRUND

[0002] Die hier offenbarte Fähigkeit, Schweb-, Kontakt-, Griff- und Druckinformationen zu erfassen - und diese Informationen leicht verfügbar zu haben, um die Berührungen, Gesten und Interaktionen eines Benutzers mit einem tragbaren Objekt zu verstehen - eröffnet unzählige Möglichkeiten für Benutzer, die mit berührungsempfindlichen Objekten interagieren. Da in der Hand gehaltene (Handheld) Objekte in unzähligen Formen erhältlich sind, kann es schwierig sein, kapazitive Berührungssensoren in Handheld-Objekte mit einem einheitlichen Ansatz zu integrieren, der es dem Objekt ermöglicht, Informationen über die Gesten eines Benutzers und andere Interaktionen mit einem Handheld-Gerät bereitzustellen.

[0003] Diese Nachteile werden, wie hier offenbart, mit einem neuartigen berührungsempfindlichen Objekt überwunden, das eine digitale Haut integriert und/oder kapazitive Berührungssensoren in das berührungsempfindliche Objekt oder den Griff eines berührungsempfindlichen Objekts einbettet, um Schweb-, Kontakt-, Griff- und/oder Druckinformationen schnell und genau zu erfassen. Aufgrund der Geschwindigkeit und Genauigkeit der digitalen Haut und kapazitiven Sensoren kann das neuartige berührungsempfindliche Objekt nicht nur Informationen über den Kontakt erfassen, sondern auch die Form und Position des kapazitiven Objekts im Verhältnis zum berührungsempfindlichen Objekt bestimmen und ist somit in Verbindung mit Augmented Reality (Erweiterte Realität; AR) und Virtual Reality (Virtuelle Realität, VR) Anwendungen nützlich. So kann beispielsweise mit dem neuartigen berührungsempfindlichen Objekt zusätzlich zum berührungsempfindlichen Objekt selbst ein Modell der Hand und/oder des Unterarms des Benutzers erstellt und in einer VR-Einstellung angezeigt werden, so dass ein Benutzer ein berührungsempfindliches Objekt durch virtuelles „Sehen“ bedienen kann und im Wesentlichen sieht, was er innerhalb der virtuellen Welt tut. Viele andere Möglichkeiten für das berührungsempfindliche Objekt werden Durchschnittsfachleuten in dem technischen Gebiet im Hinblick auf die hier enthaltenen Offenbarungen erkannt werden.

Figurenliste

[0004] Die vorstehenden und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Offenbarung werden sich aus der folgenden genaueren Beschreibung der Ausführungsformen ergeben, wie sie in den beigefügten Zeichnungen dargestellt ist, in denen sich Bezugszeichen in den verschiedenen Ansichten auf dieselben Teile beziehen. Die Zeichnungen sind nicht unbedingt maßstabsgetreu, sondern konzentrieren sich auf die Veranschaulichung der Prinzipien der offenbarten Ausführungsformen.

Fig. 1 zeigt ein Blockdiagramm auf hoher Ebene, das eine Ausführungsform einer Berührungssensorvorrichtung mit niedriger Latenz veranschaulicht.

Fig. 2 zeigt ein Funktionsblockdiagramm einer illustrativen, frequenzteilungsmodulierten berührungsempfindlichen Vorrichtung.

Fig. 3A zeigt eine exemplarische Zeilen- und Spaltenkonfiguration für ein berührungsempfindliches Objekt.

Fig. 3B zeigt eine weitere exemplarische Zeilen- und Spaltenkonfiguration für ein berührungsempfindliches Objekt.

Fig. 4A-D sind schematische Querschnittsdiagramme (nicht maßstabsgetreu) verschiedener illustrativer Ausführungsformen eines berührungsempfindlichen Objekts nach der vorliegenden Erfindung.

Fig. 5 zeigt ein exemplarisches Objekt mit den Händen eines Benutzers, die das exemplarische Objekt erfassen, und eine computergenerierte Wärmekarte, die einer computergenerierten Nachbildung des Objekts überlagert ist, um der Positionierung und Nähe der Hände des Benutzers in Bezug auf das exemplarische Objekt zu entsprechen.

Fig. 6 zeigt eine exemplarische Ausführungsform eines Tennisschlägers mit einer Benutzerhand, die den Tennisschläger hält, und einer computergenerierten Wärmekarte, die einer computergenerierten Nachbil-

dung des Tennisschlägers überlagert ist, um der Positionierung und Nähe der Benutzerhand in Bezug auf den Tennisschläger zu entsprechen.

Fig. 7 zeigt ein Beispiel für eine Wärmekarte der Finger, Hände und Handgelenke des Benutzers, während er ein berührungsempfindliches Objekt hält, und die sensorische Reichweite des Objekts.

Fig. 8 zeigt eine Wärmekarte der Finger, Hände und Handgelenke eines Benutzers und den visuellen Kontext in Bezug auf das Tischtennisschläger, wenn er in Gebrauch ist.

Fig. 9 zeigt eine Wärmekarte der Finger, Hände, Handgelenke und des Unterarms des Benutzers sowie den visuellen Kontext in Bezug auf den Ball, während er geworfen wird.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0005] Diese Anmeldung bezieht sich auf Benutzeroberflächen wie die schnellen Multitouch-Sensoren und andere Schnittstellen, die in der US-Patentanmeldung Nr. 15/056,805, eingereicht am 29. Februar 2016 mit dem Titel „Änderbare Bodenfläche für Touch-Oberflächen“ und in der US-Patentanmeldung Nr. 15/224,266, eingereicht am 29. Juli 2016 mit dem Titel „Schwebungs-empfindliches Touchpad“ offenbart sind. Die gesamten Offenlegungen dieser Anwendungen sind hier durch Verweis Teil der vorliegenden Anmeldung.

[0006] In verschiedenen Ausführungsformen, einschließlich der hier veranschaulichten, richtet sich die vorliegende Offenbarung auf berührungsempfindliche Objekte und Verfahren zur Konstruktion, Herstellung und zum Betrieb. Obwohl exemplarische Kompositionen oder Geometrien zur Veranschaulichung der Erfindung offenbart werden, sind andere Kompositionen und Geometrien für Durchschnittsfachleute in dem technischen Gebiet angesichts dieser Offenbarung offensichtlich, ohne vom Umfang und dem Grundgedanken der Offenbarung abzuweichen.

[0007] Überall in dieser Offenbarung können die Begriffe „schweben“, „Berührung“, „berühren“, „Kontakt“, „kontaktieren“, „Druck“, „drücken“ oder andere Bezeichnungen verwendet werden, um Ereignisse oder Zeiträume zu beschreiben, in denen der Finger, der Stift, ein Objekt oder ein Körperteil eines Benutzers vom Sensor erfasst wird. In einigen Ausführungsformen und wie im Allgemeinen mit dem Wort „Kontakt“ bezeichnet, treten diese Erkennungen auf, wenn der Benutzer in physischem Kontakt mit einem Sensor oder einer Vorrichtung steht, in der er umgesetzt wird. In anderen Ausführungsformen, und wie allgemein mit dem Begriff „Hover“ („schweben“) bezeichnet, kann der Sensor so eingestellt werden, dass er die Erkennung von „Berührungen“ ermöglicht, die in einem Abstand über der Berührungsfläche schweben oder anderweitig von der berührungsempfindlichen Vorrichtung getrennt sind. Wie hier verwendet, kann „Touch Surface“ tatsächliche Merkmale aufweisen oder auch nicht, und könnte eine allgemein funktionsorientierte Oberfläche sein. Die Verwendung von Sprache innerhalb dieser Beschreibung, die das Vertrauen in den wahrgenommenen Körperkontakt impliziert, sollte nicht so verstanden werden, dass die beschriebenen Techniken nur für diese Ausführungsformen gelten; im Allgemeinen gilt das, was hier beschrieben wird, gleichermaßen für „Kontakt“ und „Schweben“, von denen jede eine „Berührung“ ist, wie dieser Begriff hier verwendet wird. Generell bezieht sich der Begriff „Berührung“, wie hier verwendet, auf eine Handlung, die von den hier offenbarten Sensortypen erkannt werden kann, so dass, wie hier verwendet, der Begriff „Schweben“ eine Art „Berührung“ in dem Sinne ist, dass damit eine „Berührung“ beabsichtigt ist. „Druck“ bezieht sich auf eine Kraft, mit der ein Benutzer seine Finger oder seine Hand (oder ein anderes Objekt wie ein Stift) gegen die Oberfläche eines berührungsempfindlichen Objekts drückt. Die Höhe des „Drucks“ kann ein Maß für den „Kontakt“ sein, d.h., die Berührungsfläche, oder wie beschrieben, kann ein Maß sein, das sich anderweitig auf den Druck einer Berührung bezieht. Touch (bzw. Berührung) bezieht sich auf die Zustände „Schweben“, „Kontakt“, „Druck“ oder „Griff (bzw. Ergreifen)“, während ein Mangel an „Berührung“ im Allgemeinen durch Signaländerungen gekennzeichnet ist, die außerhalb des Schwellenwerts für eine genaue Messung durch den Sensor liegen. Andere Arten von Sensoren können in Verbindung mit den hier offenbarten Ausführungsformen verwendet werden, einschließlich einer Kamera, eines Näherungssensors, eines optischen Sensors, eines Drehratensensors, eines Gyroskops, eines Magnetometers, eines thermischen Sensors, eines Drucksensors, eines kapazitiven Sensors, eines Messwertes für eine integrierte Schaltung eines Energiemanagements, eines Bewegungssensors und dergleichen.

[0008] Wie hier, auch innerhalb der Ansprüche, verwendet, sind Ordnungsbegriffe wie der erste und der zweite nicht dazu bestimmt, an sich Sequenz, Zeit oder Einzigartigkeit zu implizieren, sondern dienen vielmehr dazu, ein Konstrukt, z.B. auf einem beanspruchten Konstrukt, von einem anderen zu unterscheiden. In einigen Anwendungen, bei denen der Kontext dies vorschreibt, können diese Begriffe bedeuten, dass der erste und der zweite eindeutig sind. Wenn beispielsweise ein Ereignis zu einem ersten Zeitpunkt und ein anderes Ereignis zu einem zweiten Zeitpunkt eintritt, ist nicht beabsichtigt, dass das erste Mal vor dem zweiten Mal eintritt. Wird jedoch in dem Anspruch die weitere Einschränkung, dass das zweite Mal nach dem ersten Mal

liegt, dargelegt, so würde der Kontext bedeuten, dass das erste Mal und das zweite Mal als einzigartige Male verstanden werden müsse. Ebenso sind, wenn der Kontext dies vorschreibt oder zulässt, Ordnungsbegriffe so weit auszulegen, dass die beiden identifizierten Anspruchskonstrukte die gleiche Charakteristik oder unterschiedliche Charakteristika Merkmal aufweisen können. So könnten beispielsweise eine erste und eine zweite Frequenz, ohne weitere Begrenzung, die gleiche Frequenz sein - z.B. die erste Frequenz ist 10 MHz und die zweite Frequenz ist 10 MHz; oder sie könnten unterschiedliche Frequenzen sein - z.B. die erste Frequenz ist 10 MHz und die zweite Frequenz ist 11 MHz. Der Kontext kann etwas anderes vorschreiben, z.B. wenn eine erste und eine zweite Frequenz weiter darauf beschränkt sind, orthogonal zueinander zu sein, dann könnten sie in diesem Fall nicht die gleiche Frequenz sein.

[0009] Die vorliegend offenbarten Systeme und Verfahren sehen das Entwerfen, Herstellen und Verwenden von kapazitiven Berührungssensoren vor, einschließlich kapazitiver Berührungssensoren, die ein Multiplexing-Schema verwenden, das auf orthogonalen Signalen basiert, wie beispielsweise Frequenzmultiplexing (FDM), Code-Division-Multiplexing (CDM) oder eine Hybridmodulationstechnik, die sowohl FDM- als auch CDM-Verfahren kombiniert. Verweise auf die hier enthaltene Frequenz können sich auch auf andere orthogonale Signalbasen beziehen. Kapazitive FDM-, CDM- oder FDM/CDM-Hybrid-Touchsensoren können in Verbindung mit den vorliegend offenbarten Sensoren verwendet werden. In solchen Sensoren können Berührungen erfasst werden, wenn ein Signal aus einer Zeile mit einer Spalte gekoppelt (erhöht) wird oder entkoppelt (verringert) wird und das Ergebnis auf dieser Spalte empfangen wird.

[0010] Diese Offenbarung beschreibt zunächst den allgemeinen Betrieb bestimmter schneller Multitouch-Sensoren, die in Verbindung mit den hier beschriebenen berührungsempfindlichen Objekten verwendet werden können, oder zur Implementierung der vorliegenden Systeme und Verfahren für deren Design, Herstellung und Betrieb. Details zu den vorliegend offenbarten Systemen und Verfahren für schwebungs-, kontakt- und druckempfindliche Objekte werden im Folgenden unter der Rubrik „Berührungsempfindliche Objekte“ beschrieben.

[0011] Wie hier verwendet, beinhalten der Ausdruck „Berührungsereignis (bzw. Touch-Eereignis)“ und das Wort „Berührung (bzw. Touch)“, wenn es als Substantiv verwendet wird, eine Nahberührung und ein Nahberührungsereignis oder jede andere Geste, die mit einem Sensor identifiziert werden kann. Gemäß einer Ausführungsform können Berührungsereignisse mit sehr geringer Latenzzeit erkannt, verarbeitet und den nachfolgenden Rechenprozessen zugeführt werden, z.B. in der Größenordnung von zehn Millisekunden oder weniger oder in der Größenordnung von weniger als einer Millisekunde.

[0012] In einer Ausführungsform verwendet der offenbarte schnelle Multitouch-Sensor ein projektiertes kapazitives Verfahren, das für Messungen von Berührungsereignissen mit hoher Aktualisierungsrate und niedriger Latenz verbessert wurde. Die Technik kann parallele Hardware und Wellenformen mit höherer Frequenz verwenden, um die oben genannten Vorteile zu erzielen. Ebenfalls offenbart werden Verfahren zur Durchführung empfindlicher und robuster Messungen, die auf transparenten Displayoberflächen eingesetzt werden können und die eine wirtschaftliche Herstellung von Produkten mit dieser Technik ermöglichen. In diesem Zusammenhang könnte ein „kapazitives Objekt“, wie hier verwendet, ein Finger, ein anderer Teil des menschlichen Körpers, ein Stift oder ein beliebiges Objekt sein, für das der Sensor empfindlich ist. Die hier offenbarten Sensoren und Verfahren müssen sich nicht auf die Kapazität stützen. In Bezug auf z.B. einen optischen Sensor verwendet eine Ausführungsform Photonentunnelung und Leakage, um ein Berührungsereignis zu erfassen, und ein „kapazitives Objekt“, wie hier verwendet, beinhaltet jedes Objekt, wie beispielsweise einen Stift oder Finger, das mit dieser Abtastung kompatibel ist. Ebenso erfordern „Berührungspositionen“ und „berührungsempfindliche Vorrichtungen“, wie sie hier verwendet werden, keinen tatsächlichen Berührungskontakt zwischen einem kapazitiven Objekt und dem offenbarten Sensor.

[0013] Fig. 1 veranschaulicht bestimmte Prinzipien eines schnellen Multitouch-Sensors **100** gemäß einer Ausführungsform. Bei Bezugszeichen **102** werden unterschiedliche Signale gleichzeitig in eine Vielzahl von Zeilen übertragen. Die unterschiedlichen Signale sind „orthogonal“, d.h. trennbar und voneinander unterscheidbar. Bei Bezugszeichen **103** ist an jeder Spalte ein Empfänger angebracht. Der Empfänger ist so ausgelegt, dass er jedes der übertragenen Signale oder eine beliebige Kombination von ihnen mit oder ohne andere Signale und/oder Rauschen empfängt und mindestens ein Maß, z.B. eine Größe, für jedes der gleichzeitig übertragenen Signale, die auf jeder der Spalten vorhanden sind, individuell bestimmt. Die Berührungsfläche **104** des Sensors umfasst eine Zeile von Zeilen und Spalten (nicht alle dargestellt), entlang derer sich die orthogonalen Signale ausbreiten können. In einer Ausführungsform können die Zeilen und Spalten so gestaltet sein, dass, wenn sie keinem Berührungsereignis unterliegen, eine geringere oder vernachlässigbare Signalmenge zwischen ihnen gekoppelt wird, während, wenn sie einem Berührungsereignis ausgesetzt sind, eine höhere oder nicht vernachlässigbare Signalmenge zwischen ihnen gekoppelt wird. In einer Ausführungsform könnte das

Gegenteil der Fall sein - wobei die geringere Signalmenge ein Berührungseignis darstellt und die größere Signalmenge einen Mangel an Berührung darstellt. Da der Berührungssensor schließlich Berührungen aufgrund einer Änderung der Kopplung erkennt, ist es nicht von besonderer Bedeutung, außer aus Gründen, die für eine bestimmte Ausführungsform andernfalls ersichtlich sein könnten, ob die berührungsbezogene Kopplung eine Erhöhung der Menge (d.h. des Betrags) des auf der Spalte vorhandenen Zeilensignals oder eine Verringerung der Menge des auf der Spalte vorhandenen Zeilensignals bewirkt. Wie vorstehend erläutert, erfordert das Berührungs- oder Berührungseignis keine physische Berührung, vorausgesetzt, die Berührung ist ein Ereignis, das den Pegel des gekoppelten Signals beeinflusst.

[0014] Mit weiterem Bezug auf **Fig. 1** kann in einer Ausführungsform im Allgemeinen das kapazitive Ergebnis eines Berührungseignisses in der Nähe sowohl einer Zeile als auch einer Spalte eine nicht vernachlässigbare Änderung der Signalmenge in der Zeile verursachen, die mit der Spalte gekoppelt werden soll. Generell verursachen Berührungseignisse empfangene Signale auf den Spalten und entsprechen diesen. Da die Signale auf den Zeilen orthogonal sind, können mehrere Zeilensignale mit einer Spalte gekoppelt und durch den Empfänger unterschieden werden. Ebenso können die Signale auf jeder Zeile mit mehreren Spalten gekoppelt werden. Für jede Spalte, die mit einer bestimmten Zeile gekoppelt ist (und unabhängig davon, ob die Kopplung bewirkt, dass ein Anstieg oder Rückgang des Zeilensignals auf der Spalte vorhanden ist), enthalten die auf der Spalte angetroffenen Signale Informationen, die anzeigen, welche Zeilen in der Nähe dieser Spalte berührt werden. Die Menge jedes empfangenen Signals bezieht sich im Allgemeinen auf den Betrag der Kopplung zwischen der Spalte und der Zeile, die das entsprechende Signal trägt, und kann somit einen Abstand des berührenden Objekts von der Oberfläche, einen Bereich/einer Fläche der Oberfläche, der von der Berührung bedeckt wird, und/oder den Druck der Berührung anzeigen.

[0015] Wenn eine Berührung in der Nähe einer bestimmten Zeile und Spalte auftritt, wird der Pegel des in der Zeile vorhandenen Signals in der entsprechenden Spalte geändert (die Kopplung kann zu einer Erhöhung oder Verringerung des Zeilensignals in der Spalte führen). (Wie bereits erwähnt, erfordert der Begriff Berührung oder Berührung keinen tatsächlichen Körperkontakt, sondern vielmehr relative Nähe). In der Tat ist bei verschiedenen Implementierungen einer Berührungsvorrichtung ein physischer Kontakt mit den Zeilen und/oder Spalten unwahrscheinlich, da es eine Schutzbarriere zwischen den Zeilen und/oder Spalten und dem Finger oder einem anderen Berührungsobjekt vorhanden sein kann. Darüber hinaus sind die Zeilen und Spalten selbst im Allgemeinen nicht miteinander in Kontakt, sondern in einer Nähe angeordnet, die es ermöglicht, eine Menge an Signal dazwischen zu koppeln, und diese Menge ändert sich (erhöht oder verringert) bei Berührung. Im Allgemeinen resultiert die Zeilen-Spalten-Kopplung nicht aus dem tatsächlichen Kontakt zwischen ihnen, und auch nicht aus dem tatsächlichen Kontakt des Fingers oder eines anderen Berührungsobjekts, sondern vielmehr aus dem kapazitiven Effekt, den Finger (oder ein anderes Objekt) in die Nähe zu bringen - wobei die Nähe, die zu einem kapazitiven Effekt führt, im Folgenden als Berührung bezeichnet wird.

[0016] Die Beschaffenheit der Zeilen und Spalten ist beliebig und die besondere Orientierung ist irrelevant. Tatsächlich sollen sich die Begriffe Zeile und Spalte nicht auf ein quadratisches Raster beziehen, sondern auf Leiter, auf denen das Signal übertragen wird (Zeilen) und Leiter, auf die das Signal gekoppelt werden kann (Spalten). (Die Vorstellung, dass Signale auf Zeilen übertragen und auf Spalten selbst empfangen werden, ist willkürlich, und Signale könnten genauso einfach auf Leitern übertragen werden, die willkürlich benannt sind, und auf Leitern, die willkürlich benannt sind, oder beide könnten willkürlich als etwas anderes benannt werden). Außerdem ist es nicht notwendig, dass sich die Zeilen und Spalten in einem Raster befinden. Wie hier erläutert, sind andere Formen und Ausrichtungen möglich, vorausgesetzt, dass ein Berührungseignis die Überschneidung einer „Zeile“ und einer „Spalte“ beeinflusst und eine Änderung in der Kopplung zwischen ihnen bewirkt. So könnten beispielsweise in zwei Dimensionen die „Zeilen“ in konzentrischen Kreisen und die „Spalten“ in Speichen sein, die von der Mitte ausgehen. Und weder die „Zeilen“ noch die „Spalten“ müssen einem geometrischen oder räumlichen Muster folgen. In einem dreidimensionalen Beispiel könnten die Zeilen schraubenförmig um einen imaginären Zylinder herum angeordnet sein, und die Spalten könnten coaxial zu einem solchen Zylinder angeordnet sein. Darüber hinaus ist es nicht notwendig, dass es nur zwei Arten von Signalausbreitungskanälen gibt: Anstelle von Zeilen und Spalten können in einer Ausführungsform die Kanäle „A“, „B“ und „C“ bereitgestellt werden, und die auf „A“ übertragenen Signale können auf „B“ und „C“ empfangen werden, oder in einer Ausführungsform können die auf „A“ und „B“ übertragenen Signale auf „C“ empfangen werden. Es ist auch möglich, dass die Signalausbreitungskanäle in der Funktion wechseln und zu unterschiedlichen Zeiten Sender und Empfänger unterstützen. Es wird auch erwogen, dass die Signalausbreitungskanäle gleichzeitig Sender und Empfänger unterstützen können - vorausgesetzt, die übertragenen Signale sind von den empfangenen Signalen trennbar. Viele alternative Ausführungsformen sind möglich und werden für einen Durchschnittsfachmann in dem technischen Gebiet angesichts dieser Offenbarung offensichtlich sein.

[0017] Wie bereits erwähnt, umfasst die Berührungsfläche **104** in einer Ausführungsform eine Zeile von Zeilen und Spalten, entlang derer sich Signale ausbreiten können. Wie vorstehend erläutert, sind die Zeilen und Spalten so ausgelegt, dass, wenn sie nicht berührt werden, eine Signalmenge zwischen ihnen gekoppelt wird, und wenn sie berührt werden, eine andere Signalmenge zwischen ihnen gekoppelt wird. Die zwischen ihnen gekoppelte Signaländerung kann im Allgemeinen proportional oder umgekehrt proportional (wenn auch nicht unbedingt linear proportional) zur Berührung sein, so dass die Berührung nicht so sehr eine Ja-Nein-Frage ist, sondern eher eine Abstufung, die eine Unterscheidung zwischen Berührungen ermöglicht, z.B. mehr Berührung (d.h. näher oder fester) und weniger Berührung (d.h. weiter oder weicher) - und sogar keine Berührung. Wenn eine Berührung in der Nähe eines Zeilen-/Spaltenübergangs auftritt, wird das auf der Spalte vorhandene Signal geändert (positiv oder negativ). Die Größe des Signals, das an eine Spalte gekoppelt wird, kann sich auf die Nähe, den Druck oder den Berührungsbereich beziehen.

[0018] An jeder Spalte ist ein Empfänger angebracht. Der Empfänger ist so ausgelegt, dass er die an jeder Spalte vorhandenen Signale empfängt, einschließlich eines der orthogonalen Signale oder einer beliebigen Kombination der orthogonalen Signale und jegliches vorhandenes Rauschen oder anderen Signale. Im Allgemeinen ist der Empfänger so ausgelegt, dass er einen Rahmen von Signalen empfängt, die auf den Spalten vorhanden sind, und jedes der in diesem Rahmen vorhandenen Zeilensignale quantifiziert. In einer Ausführungsform wird der Rahmen von einem ADC auf jeder Spalte erfasst, und die vom ADC erfassten Zeitbereichsdaten werden in Frequenzbereichsdaten umgewandelt, die für jede unterschiedliche Frequenz, die in einer Zeile übertragen wird, mit „Buckets“ (Töpfen bzw. Behältern) reflektiert werden. In einer Ausführungsform kann der Empfänger (oder ein den Empfängerdaten zugeordneter Signalprozessor) ein Maß bestimmen, das der Menge jedes der orthogonal übertragenen Signale zugeordnet ist, die in dieser Spalte während der Zeit, in der der Rahmen der Signale erfasst wurde, vorhanden sind. Auf diese Weise kann der Empfänger nicht nur die mit jeder Spalte in Berührung kommenden Zeilen identifizieren, sondern auch zusätzliche (z.B. qualitative) Informationen über die Berührung liefern. Im Allgemeinen können Berührungseignisse den empfangenen Signalen auf den Spalten entsprechen (oder umgekehrt entsprechen). In einer Ausführungsform zeigen die verschiedenen darauf empfangenen Signale für jede Spalte an, welche der entsprechenden Zeilen in der Nähe dieser Spalte berührt werden. In einer Ausführungsform kann der Betrag der Kopplung zwischen der entsprechenden Zeile und der Spalte z.B. die Fläche bzw. den Bereich der von der Berührung bedeckten Oberfläche, den Druck der Berührung usw. anzeigen. In einer Ausführungsform zeigt eine Änderung der Kopplung im Laufe der Zeit zwischen der entsprechenden Zeile und der Spalte eine Änderung der Berührung am Schnittpunkt der beiden an.

Sinusförmige Darstellung

[0019] In einer Ausführungsform können die auf die Zeilen übertragenen orthogonalen Signale unmodulierte Sinuskurven sein, die jeweils eine unterschiedliche Frequenz aufweisen, wobei die Frequenzen so gewählt sind, dass sie im Empfänger voneinander unterschieden werden können. In einer Ausführungsform werden Frequenzen so gewählt, dass ein ausreichender Abstand zwischen ihnen gewährleistet ist, so dass sie im Empfänger leichter voneinander unterschieden werden können. In einer Ausführungsform werden Frequenzen so gewählt, dass keine einfachen harmonischen Beziehungen zwischen den ausgewählten Frequenzen bestehen. Das Fehlen einfacher harmonischer Beziehungen kann nichtlineare Artefakte mildern, die dazu führen können, dass ein Signal ein anderes nachahmt.

[0020] Im Allgemeinen erfüllt ein „Kamm“ von Frequenzen, bei dem der Abstand zwischen benachbarten Frequenzen konstant und die höchste Frequenz weniger als zweimal die Niedrigste ist, diese Kriterien, wenn der Abstand zwischen den Frequenzen, Δf , mindestens der Kehrwert der Messzeit Δt ist. Wenn beispielsweise eine Kombination von Signalen (z.B. aus einer Spalte) gemessen werden soll, um zu bestimmen, welche Zeilensignale einmal pro Millisekunde vorhanden sind, dann muss $(\Delta t \cdot \Delta f)$, der Frequenzabstand (Δf) größer als ein Kilohertz (d.h. $\Delta t \cdot \Delta f > 1/\text{ms}$) sein. Nach dieser Berechnung könnte man in einem beispielhaften Fall mit zehn Zeilen die folgenden Frequenzen verwenden:

Zeile 1:	5.000 MHz	Zeile 6:	5.005 MHz
Zeile 2:	5.001 MHz	Zeile 7:	5.006 MHz
Zeile 3:	5.002 MHz	Zeile 8:	5.007 MHz
Zeile 4:	5.003 MHz	Zeile 9:	5.008 MHz
Zeile 5:	5.004 MHz	Zeile 10:	5.009 MHz

[0021] Angesichts dieser Offenbarung wird es für Durchschnittsfachleute in dem technischen Gebiet offensichtlich sein, dass der Frequenzabstand wesentlich größer sein kann als dieses Minimum, um eine robuste Konstruktion zu ermöglichen. Als Beispiel kann eine 20 cm x 20 cm große Berührungsfläche mit 0,5 cm Zeilen-/Spaltenabstand vierzig Zeilen und vierzig Spalten erfordern und Sinuskurven mit vierzig verschiedenen Frequenzen erfordern. Während eine Analyserate von einmal pro Millisekunde nur 1 KHz Abstand benötigt, wird für eine robustere Implementierung ein beliebig größerer Abstand verwendet. In einer Ausführungsform unterliegt der beliebig größere Abstand der Einschränkung, dass die maximale Frequenz nicht mehr als zweimal die Nierigste sein sollte (d.h. $f_{\max} < 2(f_{\min})$). So kann in diesem Beispiel ein Frequenzabstand von 100 kHz mit der niedrigsten auf 5 MHz eingestellten Frequenz verwendet werden, was eine Frequenzliste von 5,0 MHz, 5,1 MHz, 5,2 MHz usw. bis 8,9 MHz ergibt.

[0022] In einer Ausführungsform kann jede der Sinuskurven auf der Liste von einem Signalgenerator erzeugt und in einer separaten Zeile von einem Signalgeber oder Sender übertragen werden. Um die Zeilen und Spalten zu identifizieren, die sich in der Nähe einer Berührung befinden, empfängt ein Empfänger einen Rahmen von Signalen, die auf den Spalten vorhanden sind, und ein Signalprozessor analysiert das Signal, um festzustellen, welche Frequenzen auf der Liste erscheinen, falls vorhanden. In einer Ausführungsform kann die Identifizierung durch ein Frequenzanalyseverfahren (z.B. Fourier-Transformation) oder durch die Verwendung einer Filterbank unterstützt werden. In einer Ausführungsform empfängt der Empfänger einen Rahmen von Spaltensignalen, wobei der Rahmen durch eine FFT verarbeitet wird, und so wird für jede Frequenz ein Maß bestimmt. In einer Ausführungsform stellt die FFT ein phasengleiches und quadraturbezogenes Maß für jede Frequenz, für jeden Frame zur Verfügung.

[0023] In einer Ausführungsform kann der Empfänger/Signalprozessor aus dem Signal jeder Spalte einen Wert (und möglicherweise einen phasengleichen und quadraturbezogenen Wert) für jede Frequenz aus der Liste der Frequenzen bestimmen, die im Signal auf dieser Spalte enthalten sind. In einer Ausführungsform, in der der Wert einer Frequenz größer oder kleiner als ein Schwellenwert ist oder sich gegenüber dem vorherigen Wert ändert, identifiziert der Signalprozessor, dass ein Berührungsereignis zwischen der Spalte und der Zeile, die dieser Frequenz entspricht, vorliegt. In einer Ausführungsform können Signalstärkeinformationen, die verschiedenen physikalischen Phänomenen entsprechen können, einschließlich des Berührungsabstandes von der Zeilen-/Spalten-Überschneidung, der Größe des Berührungsobjekts, des Drucks, mit dem das Objekt nach unten gedrückt wird, des Anteils der Zeilen-/Spaltenüberschneidung, die gerade berührt wird, usw., als Hilfsmittel zur Lokalisierung des Bereichs bzw. der Fläche des Berührungsereignisses verwendet werden. In einer Ausführungsform sind die ermittelten Werte nicht selbstbestimmend für die Berührung, sondern werden vielmehr zusammen mit anderen Werten zur Bestimmung von Berührungsereignissen weiterverarbeitet, xxx

[0024] Sobald Werte für jede der orthogonalen Frequenzen für mindestens eine Vielzahl von Frequenzen (die jeweils einer Zeile entsprechen) oder für mindestens eine Vielzahl von Spalten bestimmt wurden, kann eine zweidimensionale Karte erstellt werden, wobei der Wert als oder proportional / umgekehrt proportional zu einem Wert der Karte an dieser Zeilen-/Spaltenüberschneidung verwendet wird. In einer Ausführungsform werden Werte an mehreren Zeilen/Spaltenüberschneidungen auf einer Berührungsoberfläche bestimmt, um eine Karte für die Berührungsoberfläche oder -region zu erstellen. In einer Ausführungsform werden für jede Zeilen-/Spaltenüberschneidung auf einer Berührungsfläche oder in einem Bereich einer Berührungsfläche Werte bestimmt, um eine Karte für die Berührungsfläche oder -region zu erstellen. In einer Ausführungsform werden die Werte der Signale für jede Frequenz auf jeder Spalte berechnet. Sobald Signalwerte berechnet sind, kann eine zwei- oder dreidimensionale Karte erstellt werden. In einer Ausführungsform ist der Signalwert der Wert der Karte an dieser Zeilen-/Spaltenüberschneidung. In einer Ausführungsform wird der Signalwert verarbeitet, um das Rauschen zu reduzieren, bevor er als Wert der Karte an dieser Überschneidung von Zeile und Spalte verwendet wird. In einer Ausführungsform wird ein anderer Wert proportional, umgekehrt proportional oder anderweitig bezogen auf den Signalwert (jeder, nachdem er zur Verringerung von Rauschen verarbeitet worden ist) als Wert der Karte an dieser Zeilen-/Spaltenüberschneidung verwendet. In einer Ausführungsform werden die Signalwerte aufgrund physikalischer Unterschiede in der Berührungsfläche bei unterschiedlichen Frequenzen für eine bestimmte Berührung normiert oder kalibriert. Ebenso müssen in einer Ausführungsform aufgrund physikalischer Unterschiede über die Berührungsfläche oder zwischen den Schnittpunkten d.h. den Überschneidungen die Signalwerte für eine bestimmte Berührung normiert oder kalibriert werden.

[0025] In einer Ausführungsform können die Kartendaten einem Schwellwert unterzogen werden, um Berührungsereignisse besser zu identifizieren, zu bestimmen oder zu isolieren. In einer Ausführungsform werden die Kartendaten verwendet, um Informationen über die Form, Ausrichtung usw. des Objekts, das die Oberfläche berührt, abzuleiten.

[0026] In einer Ausführungsform kann diese Analyse und jegliche hier beschriebene Berührungsbearbeitung auf dem diskreten Berührungscontroller eines Berührungssensors durchgeführt werden. In einer weiteren Ausführungsform könnte eine solche Analyse und Touch-Verarbeitung an anderen Computersystemkomponenten durchgeführt werden, wie beispielsweise an einem oder mehreren ASICs, MCUs, FPGAs, CPUs, GPUs, SoCs, DSPs oder speziellen Schaltkreisen. Der hier verwendete Begriff „Hardware-Prozessor“ bezeichnet eine der oben genannten Vorrichtungen oder jrgliche andere Vorrichtung, die Rechenfunktionen ausführt.

[0027] Um auf die Diskussion über die auf den Zeilen übertragenen Signale zurückzukommen, ist ein Sinusoid bzw. eine Sinuskurve nicht das einzige orthogonale Signal, das in der oben beschriebenen Konfiguration verwendet werden kann. In der Tat, wie oben besprochen, funktioniert jeder Satz von Signalen, die voneinander unterschieden werden können. Dennoch können Sinusoide einige vorteilhafte Eigenschaften aufweisen, die ein einfacheres Engineering und eine kostengünstigere Herstellung von Geräten, die diese Technik verwenden, ermöglichen. Beispielsweise haben Sinuskurven ein sehr schmales Frequenzprofil (per Definition) und müssen sich nicht bis zu tiefen Frequenzen in der Nähe von DC erstrecken. Darüber hinaus können Sinusoide relativ unbeeinflusst von 1/f-Rauschen sein, das breitere Signale beeinflussen könnte, die sich bis zu tieferen Frequenzen erstrecken.

[0028] In einer Ausführungsform können Sinusoide von einer Filterbank erkannt werden. In einer Ausführungsform können Sinusoide durch Frequenzanalyseverfahren (z.B. Fourier-Transformation / Fast Fourier-Transformation) nachgewiesen werden. Frequenzanalyseverfahren können relativ effizient eingesetzt werden und weisen tendenziell gute Eigenschaften hinsichtlich des Dynamikbereichs auf, so dass sie eine große Anzahl gleichzeitiger Sinusoide erkennen und unterscheiden können. Im Sinne der Breitbandverarbeitung kann die Dekodierung mehrerer Sinusoide durch den Empfänger als eine Form des Frequenzteilungsmultiplexens betrachtet werden. In einer Ausführungsform könnten auch andere Modulationsverfahren wie Zeitmultiplex und Code-Division-Multiplexing verwendet werden. Zeitmultiplexing hat gute Eigenschaften des Dynamikbereichs, erfordert aber typischerweise, dass eine endliche Zeit für die Übertragung in die (oder die Analyse von Empfangssignalen von) der Touchoberfläche aufgewendet wird. Codemultiplexing hat die gleiche gleichzeitige Natur wie Frequenzmultiplexing, kann aber auf Probleme mit dem Dynamikbereich stoßen und nicht so leicht zwischen mehreren gleichzeitigen Signalen unterscheiden.

Darstellung mit modulierten Sinuskurven

[0029] In einer Ausführungsform kann ein modulierte Sinusoid anstelle, in Kombination mit und/oder als Erweiterung der vorstehend beschriebenen sinusförmigen Ausführungsform verwendet werden. Die Verwendung unmodulierter Sinusoide kann zu hochfrequenten Interferenzen mit anderen Vorrichtungen in der Nähe der Berührungsoberfläche führen, so dass eine Vorrichtung, die diese verwendet, auf Probleme stoßen kann, die behördlichen Prüfungen zu bestehen (z.B. FCC, CE). Darüber hinaus kann die Verwendung unmodulierter Sinusoide anfällig für Störungen durch andere Sinusoide in der Umgebung sein, sei es durch absichtliche Sender oder durch andere Störgeräten (vielleicht sogar von anderen identischen Touchoberflächen). In einer Ausführungsform können solche Störungen zu falschen oder verschlechterten Berührungsmessungen in der beschriebenen Vorrichtung führen.

[0030] In einer Ausführungsform können die Sinusoide zur Vermeidung von Interferenzen vor der Übertragung durch den Sender so moduliert oder „gerührt/gemischt“ werden, dass die Signale demoduliert („ungerührt/entmischt“) werden können, sobald sie den Empfänger erreichen. In einer Ausführungsform kann eine invertierbare Transformation (oder nahezu invertierbare Transformation) verwendet werden, um die Signale so zu modulieren, dass die Transformation kompensiert und die Signale im Wesentlichen wiederhergestellt werden können, sobald sie den Empfänger erreichen. Wie Durchschnittsfachleute in dem technischen Gebiet erkennen werden, werden Signale, die mit einer Modulationstechnik in einem Touchgerät, wie hier beschrieben, ausgesendet oder empfangen werden, weniger mit anderen Dingen korreliert sein und sich daher eher wie bloßes Rauschen verhalten, anstatt so zu wirken, als ob sie anderen in der Umgebung vorhandenen Signalen ähnlich wären und/oder einer Störung durch diese ausgesetzt wären.

[0031] In einer Ausführungsform bewirkt eine verwendete Modulationstechnik, dass die übertragenen Daten relativ zufällig oder zumindest ungewöhnlich in der Umgebung des Gerätebetriebs erscheinen. Zwei Modulationsschemata werden im Folgenden erläutert: Frequenzmodulation und Direkt-Sequenz-Spreizungs Spektrumsmodulation (Direct Sequence Spread Spectrum Modulation).

Frequenzmodulation

[0032] Eine Frequenzmodulation des gesamten Satzes von Sinusoiden verhindert, dass sie bei den gleichen Frequenzen erscheinen, indem sie sie „herausschmiert werden“. Da es sich bei regulatorischen Tests im Allgemeinen um Festfrequenzen handelt, erscheinen frequenzmodulierte übertragene Sinuskurven bei niedrigen Amplituden und es ist daher unwahrscheinlicher, dass sie ein Problem darstellen. Da der Empfänger jeden sinusförmigen Eingang zu ihm auf gleiche und entgegengesetzte Weise „entschmiert“, können die bewusst modulierten, übertragenen Sinusoide demoduliert werden und erscheinen danach im Wesentlichen wie vor der Modulation. Alle Sinuskurven mit fester Frequenz, die aus der Umgebung eindringen (z.B. stören), werden jedoch durch den „Entschmierungs-“ Betrieb „verschmiert“ und haben somit einen reduzierten oder beseitigten Einfluss auf das beabsichtigte Signal. Dementsprechend werden Störungen, die sonst für den Sensor entstehen könnten, durch den Einsatz von Frequenzmodulationen, z.B. an einem Kamm von Frequenzen, die in einer Ausführungsform im Berührungssensor verwendet werden, vermindert.

[0033] In einer Ausführungsform kann der gesamte Satz von Sinusoiden frequenzmoduliert werden, indem sie alle aus einer einzigen Referenzfrequenz erzeugt werden, die selbst moduliert wird. So kann beispielsweise ein Satz von Sinuskurven mit 100 kHz Abstand erzeugt werden, indem die gleiche 100 kHz Referenzfrequenz mit verschiedenen ganzen Zahlen multipliziert wird. In einer Ausführungsform kann diese Technik mit Hilfe von Phasenregelkreisen durchgeführt werden. Um das erste 5,0 MHz Sinusoid zu erzeugen, könnte man die Referenz mit 50 multiplizieren, um das 5,1 MHz Sinusoid zu erzeugen, man könnte die Referenz mit 51 multiplizieren, und so weiter. Der Empfänger kann die gleiche modulierte Referenz verwenden, um die Erkennungs- und Demodulationsfunktionen auszuführen.

Direkte Sequenz Spreizung Spektrum Modulation

[0034] In einer Ausführungsform können die Sinusoide moduliert werden, indem sie periodisch nach einem pseudozufälligen (oder sogar wirklich zufälligen) Zeitplan invertiert werden, der sowohl dem Sender als auch dem Empfänger bekannt ist. So wird es in einer Ausführungsform, bevor jedes Sinusoid in seine entsprechende Zeile übertragen wird, durch eine wählbare Inverterschaltung geleitet, deren Ausgang das Eingangssignal multipliziert mit +1 oder -1 ist, abhängig vom Zustand eines „Invertierungs-Wähl-Eingangs“. In einer Ausführungsform werden alle diese „Invertierungs-Wähl-Eingänge“ vom gleichen Signal angesteuert, so dass die Sinusoide für jede Zeile alle gleichzeitig mit +1 oder -1 multipliziert werden. In einer Ausführungsform kann das Signal, das den „Invertierungs-Wähl-Eingang“ steuert, eine Pseudozufallsfunktion sein, die unabhängig von jeglichen Signalen oder Funktionen ist, die in der Umgebung vorhanden sein könnten. Die pseudozufällige Inversion der Sinusoide verteilt sie in ihrer Frequenz und lässt sie wie zufälliges Rauschen erscheinen, so dass sie alle Geräte, mit denen sie in Kontakt kommen könnten, vernachlässigbar stören.

[0035] Auf der Empfängerseite können die Signale von den Spalten durch wählbare Inverterschaltungen geleitet werden, die von dem gleichen Pseudozufallssignal angesteuert werden wie die der Zeilen. Das Ergebnis ist, dass die gesendeten Signale, obwohl sie in ihrer Frequenz verteilt/gespreizt wurden, vor dem Empfänger verteilt/entspreizt werden, weil sie zweimal mit +1 oder -1 multipliziert wurden, so dass sie in ihrem unveränderten Zustand belassen werden oder auf diesen zurückkehren. Die Anwendung der Direktsequenzspreizspektrummodulation kann alle auf den Spalten vorhandenen Störsignale so ausbreiten/ausspreizen, dass sie nur als Rauschen wirken und keine des Satzes von beabsichtigten Sinusoide nachbilden.

[0036] In einer Ausführungsform können aus wenigen einfachen Komponenten wählbare Inverter erstellt und/oder in Transistoren in einem VLSI-Prozess implementiert werden.

[0037] Da viele Modulationstechniken unabhängig voneinander sind, können in einer Ausführungsform mehrere Modulationstechniken gleichzeitig eingesetzt werden, z.B. Frequenzmodulation und Direktsequenzspreizspektrummodulation des Satzes von Sinusoiden. Obwohl die Implementierung möglicherweise komplizierter ist, kann eine derartige mehrfach modulierte Implementierung eine bessere Störfestigkeit erreichen.

[0038] Da es äußerst selten vorkommt, dass eine bestimmte Pseudozufallsmodulation in der Umgebung auftritt, ist es wahrscheinlich, dass die hier beschriebenen Multitouch-Sensoren keinen echten Zufallsmodulationsplan erfordern würden. Eine Ausnahme kann sein, wenn mehr als eine Touchoberfläche mit der gleichen Implementierung von derselben Person berührt wird. In einem solchen Fall kann es möglich sein, dass sich die Oberflächen gegenseitig stören, auch wenn sie sehr komplizierte pseudozufällige Zeitpläne verwenden. So wird in einer Ausführungsform darauf geachtet, pseudozufällige Zeitpläne zu entwerfen, die unwahrscheinlich konfliktträchtig sind. In einer Ausführungsform kann eine gewisse echte Zufälligkeit in den Modulationsplan

eingeführt werden. In einer Ausführungsform wird die Zufälligkeit eingeführt, indem der Pseudozufallsgenerator aus einer wirklich zufälligen Quelle gesetzt wird und sichergestellt wird, dass er eine ausreichend lange Ausgangsdauer hat (bevor er sich wiederholt). Eine solche Ausführungsform macht es höchst unwahrscheinlich, dass zwei Berührungsoberflächen jemals den gleichen Teil der Sequenz zur gleichen Zeit verwenden werden. In einer Ausführungsform wird die Zufälligkeit durch eine XOR Verknüpfung (XOR) der Pseudozufallsfolge mit einer wirklich zufälligen Sequenz eingeleitet. Die XOR-Funktion kombiniert die Entropie ihrer Eingänge, so dass die Entropie ihrer Ausgänge nie kleiner ist als die beider Eingänge.

Darstellung einer kostengünstigen Implementierung

[0039] Berührungsflächen, die die zuvor beschriebenen Techniken verwenden, können im Vergleich zu anderen Verfahren relativ hohe Kosten für die Erzeugung und Erkennung von Sinusoiden verursachen. Im Folgenden werden Verfahren zur Erzeugung und zum Nachweis von Sinusoiden diskutiert, die kostengünstiger und/oder für die Massenproduktion besser geeignet sein können.

Sinusoid-Erkennung

[0040] In einer Ausführungsform können Sinusoide in einem Empfänger unter Verwendung eines vollständigen Funkempfängers mit einem Fourier-Transformationserfassungsschema erkannt/detektiert werden. Eine solche Erkennung kann die Digitalisierung einer Hochgeschwindigkeits-HF-Wellenform und die anschließende digitale Signalverarbeitung erfordern. Für jede Spalte der Oberfläche kann eine separate Digitalisierung und Signalverarbeitung implementiert werden, so dass der Signalprozessor feststellen kann, welche der Zeilensignale mit dieser Spalte in Kontakt stehen. Im oben genannten Beispiel würde eine Berührungsoberfläche mit vierzig Zeilen und vierzig Spalten vierzig Kopien dieser Signalkette erfordern. Heutzutage sind Digitalisierung und digitale Signalverarbeitung relativ teure Operationen, was Hardware, Kosten und Leistung betrifft. Es wäre sinnvoll, ein kostengünstigeres Verfahren zur Erkennung von Sinusoiden zu verwenden, insbesondere eine, die leicht replizierbar ist und sehr wenig Strom benötigt.

[0041] In einer Ausführungsform können Sinusoide über eine Filterbank nachgewiesen werden. Eine Filterbank umfasst eine Anordnung von Bandpassfiltern, die ein Eingangssignal aufnehmen und in die jedem Filter zugeordneten Frequenzkomponenten zerlegen können. Die Diskrete Fourier-Transformation (DFT, von der die FFT eine effiziente Implementierung ist) ist eine Form einer Filterbank mit gleichmäßig beabstandeten Bandpassfiltern, die für die Frequenzanalyse verwendet werden können. DFTs können digital implementiert werden, aber der Digitalisierungsschritt kann teuer sein. Es ist möglich, eine Filterbank aus einzelnen Filtern, wie z.B. passiven LC (Induktor und Kondensator) oder aktiven RC-Filtern, zu realisieren. Induktivitäten sind bei VLSI-Prozessen schwer zu implementieren, und diskrete Induktivitäten sind groß und teuer, so dass es möglicherweise nicht kostengünstig ist, Induktivitäten in der Filterbank zu verwenden.

[0042] Bei niedrigeren Frequenzen (ca. 10 MHz und niedriger) ist es möglich, Bänke von aktiven RC-Filtern auf VLSI aufzubauen. Solche aktiven Filter können eine gute Leistung erbringen, können aber auch viel Platz einnehmen und mehr Leistung benötigen, als wünschenswert ist.

[0043] Bei höheren Frequenzen ist es möglich, Filterbänke mit Oberflächenwellen-(SAW)-Filtertechniken zu bauen. Diese ermöglichen nahezu beliebige FIR-Filtergeometrien. SAW-Filtertechniken erfordern piezoelektrische Materialien, die teurer sind als einfaches CMOS-VLSI. Darüber hinaus erlauben SAW-Filtertechniken möglicherweise nicht genügend gleichzeitige Anzapfungen, um ausreichend viele Filter in ein einziges Gehäuse zu integrieren, was die Herstellungskosten erhöht.

[0044] In einer Ausführungsform können Sinusoide mit einer analogen Filterbank nachgewiesen werden, die mit geschalteten Kondensatortechniken auf Standard-CMOS-VLSI-Prozessen implementiert ist und eine FFT-ähnliche „Butterfly“-Topologie verwendet. Die für eine solche Implementierung erforderliche Matrizenfläche ist typischerweise abhängig vom Quadrat der Anzahl der Kanäle, was bedeutet, dass eine 64-Kanal-Filterbank mit der gleichen Technologie nur 1/256-stel der Matrizenfläche der 1024-Kanal-Version benötigen würde. In einer Ausführungsform ist das komplette Empfangssystem für den Touchsensor mit niedriger Latenz auf einer Vielzahl von VLSI-Matrizen implementiert, einschließlich eines entsprechenden Satzes von Filterbänken und der entsprechenden Verstärker, Schalter, Energiedetektoren usw. In einer Ausführungsform ist das komplette Empfangssystem für den Berührungssensor mit niedriger Latenz auf einer einzigen VLSI-Matrize implementiert, einschließlich eines entsprechenden Satzes von Filterbänken und der entsprechenden Verstärker, Schalter, Energiedetektoren usw. In einer Ausführungsform ist das komplette Empfangssystem für den Low-Latenz-Berührungssensor (Berührungssensor mit geringer Latenz) auf einer einzigen VLSI-Matrize implementiert,

die n Instanzen einer n-Kanal-Filterbank enthält und Platz für die entsprechenden Verstärker, Schalter, Energiedetektoren usw. lässt.

Sinuoid-Erzeugung

[0045] Die Erzeugung der Sendesignale (z.B. Sinusoide) in einem TouchSensor mit niedriger Latenz ist im Allgemeinen weniger komplex als die Erkennung, vor allem weil jede Zeile die Erzeugung eines einzelnen Signals erfordert, während die Spaltenempfänger viele Signale erkennen und unterscheiden müssen. In einer Ausführungsform können Sinusoide mit einer Reihe von Phase-locked Loops (phasenstarrten Regelschleifen, PLLs) erzeugt werden, die jeweils eine gemeinsame Referenzfrequenz mit einem anderen Vielfachen multiplizieren.

[0046] In einer Ausführungsform erfordert das Berührungssensor-Design mit niedriger Latenz nicht, dass die übertragenen Sinusoide von sehr hoher Qualität sind, sondern beinhaltet übertragene Sinusoide, die mehr Phasenrauschen, Frequenzvariationen (über die Zeit, Temperatur usw.), harmonische Verzerrungen und andere Unvollkommenheiten aufweisen, als normalerweise in Funkschaltungen zulässig oder wünschenswert sind. In einer Ausführungsform kann die große Anzahl von Frequenzen digital erzeugt werden und verwendet dann einen relativ groben Digital-Analog-Wandlungsprozess. Wie vorstehend erläutert, sollten die erzeugten Zeilenfrequenzen in einer Ausführungsform keine einfachen harmonischen Beziehungen zueinander aufweisen, Nichtlinearitäten im beschriebenen Generierungsprozess sollten kein Signal in dem Satz hervorrufen, dass ein „Alias“ oder eine Nachbildung voneinander sind.

[0047] In einer Ausführungsform kann ein Frequenzkamm erzeugt werden, indem eine Zeile von schmalen Impulsen durch eine Filterbank gefiltert wird, wobei jedes Filter in der Bank die Signale zur Übertragung in einer Zeile ausgibt. Der Frequenz „Kamm“ wird von einer Filterbank erzeugt, die identisch sein kann mit einer Filterbank, die von dem Empfänger verwendet werden kann. Als Beispiel wird in einer Ausführungsform ein 10-Nanosekunden-Impuls, der mit einer Rate von 100 kHz wiederholt wird, in die Filterbank geleitet, die dazu bestimmt ist, einen Kamm von Frequenzkomponenten beginnend bei 5 MHz und getrennt durch 100 kHz zu separieren. Die definierte Impulsfolge hätte Frequenzkomponenten von 100 kHz bis zu ein oder mehreren zehn MHz und hätte damit ein Signal für jede Zeile im Sender. Wenn also die Impulsfolge durch eine identische Filterbank wie die vorstehend beschriebene geleitet würde, um Sinusoide in den empfangenen Spaltensignalen zu erkennen, dann werden die Ausgänge der Filterbank jeweils ein einzelnes Sinusoid, die auf eine Zeile übertragen werden kann, enthalten.

Darstellung mit Integrierter Schaltung

[0048] Fig. 2 stellt ein Funktionsblockdiagramm eines illustrativen frequenzteilungsmodulierten Touchpad-Detektors dar. Ein Sensor **230** gemäß der Offenbarung wird dargestellt; gesendete Signale werden über Digital-Analog-Wandler (DAC) **236**, **238** an die Zeilen **232**, **234** des Touchpadsensors **230** übertragen und Empfangssignale im Zeitbereich werden von den Spalten **240**, **242** durch Analog-Digital-Wandler (ADC) **244**, **246** abgetastet. Die übertragenen Signale sind Zeitbereichssignale, die von den Signalgeneratoren **248**, **250** erzeugt werden, die funktionsfähig mit dem DAC **236**, **238** verbunden sind. Ein Signalgenerator-Register-Schnittstellenblock **224**, der funktionsfähig mit dem System-Scheduler **222** verbunden ist, ist verantwortlich für die Initiierung einer Übertragung der Zeitbereichssignale basierend auf einem Zeitplan. Der Signalgeneratorregister-Schnittstellenblock **224** kommuniziert mit dem Frame-Phase-Synchronisationsblock **226**, der bewirkt, dass der Peak-to-Mittelwert-Filterblock **228** die Signalgeneratorblöcke **248**, **250** mit den für die Signalerzeugung erforderlichen Daten versorgt.

[0049] Änderungen in den empfangenen Signalen reflektieren eine Berührung am Touchpad-Sensor **230**, Rauschen und/oder andere Einflüsse. Die Empfangssignale im Zeitbereich werden in den Hard Gates **252** in die Warteschlange gestellt, bevor sie durch den FFT-Block **254** in den Frequenzbereich umgewandelt werden. Ein Coding Gain Modulator / Demodulator Block **268** ermöglicht eine bidirektionale Kommunikation zwischen den Signalgeneratorblöcken **248**, **250** und den Hard Gates **252**. Ein zeitlicher Filterblock **256** und ein Level Automatic Gain Control (AGC) Block **258** werden auf den Ausgang des FFT Blocks **254** angewendet. Der Ausgang des AGC-Blocks **258** dient zum Nachweis von Wärmebilddaten und wird dem UpSample-Block **260** zugeführt. Der UpSample Block **260** interpoliert die Wärmekarte, um eine größere Karte zu erstellen, um die Genauigkeit des Blob Detektion Blocks **262** zu verbessern. In einer Ausführungsform kann die Aufwärtsabtastung (UpSampling) mit einer bi-linearen Interpolation durchgeführt werden. Der Blob-Detektionsblock **262** führt eine Nachbearbeitung durch, um interessante Ziele zu unterscheiden. Die Ausgabe des Blob-Erkennungsblocks **262** wird an den Touch Tracking Block **264** gesendet, um die Ziele von Interesse zu verfolgen, wie sie in aufeinanderfolgenden oder proximalen Rahmen erscheinen. Die Blob Detektion Block **262** Ausgangskompo-

nenten können auch an eine Multi-Chip-Schnittstelle **266** für Multi-Chip-Implementierungen gesendet werden. Vom Touch Tracking Block **264** werden die Ergebnisse an den Touch Data Physical Interface Block **270** für die Kurzstreckenkommunikation über QSPI/SPI gesendet.

[0050] In einer Ausführungsform gibt es einen DAC pro Kanal. In einer Ausführungsform weist jeder DAC einen Signalgeber auf, der ein durch den Signalgenerator hervorgerufenen Signal aussendet. In einer Ausführungsform wird der Signalgeber analog angesteuert. In einer Ausführungsform kann der Signalgeber (Signal-sender) ein gemeinsamer Sender sein. In einer Ausführungsform werden Signale von einem Signalgenerator ausgesendet, der vom System-Scheduler geplant wird, der dem DAC eine Liste von digitalen Werten bereitstellt. Bei jedem Neustart der Liste der digitalen Werte hat das ausgesendete Signal die gleiche Anfangsphase.

[0051] In einer Ausführungsform ist der frequenzteilungsmodulierte Touch-Detektor (ohne Touchpad-Sensor) in einer einzigen integrierten Schaltung implementiert. In einer Ausführungsform würde die integrierte Schaltung eine Vielzahl von ADC-Eingängen und eine Vielzahl von DAC-Ausgängen aufweisen. In einer Ausführungsform würde die integrierte Schaltung **36** ADC-Eingänge und **64** orthogonale DAC-Ausgänge aufweisen. In einer Ausführungsform ist die integrierte Schaltung so konzipiert, dass sie mit einer oder mehreren identischen integrierten Schaltungen kaskadiert wird, wodurch zusätzlicher Signalraum bereitgestellt wird, wie beispielsweise **128**, **192**, **256** oder mehr gleichzeitige orthogonale DAC-Ausgänge. In einer Ausführungsform sind die ADC-Eingänge in der Lage, einen Wert für jeden der DAC-Ausgänge innerhalb des Signalraums der orthogonalen DAC-Ausgänge zu bestimmen, und können somit Werte für DAC-Ausgänge von kaskadierten ICs sowie DAC-Ausgänge auf dem IC, in dem sich der ADC befindet, bestimmen.

Berührungsempfindliche Objekte

[0052] Die Verwendung physischer Objekte in Virtual Reality oder Augmented Reality (im Folgenden „VR/AR“, auch wenn sich die beiden Begriffe gegenseitig ausschließen können) wird dadurch erschwert, dass ein Benutzer keinerlei Ansicht oder keinerlei vollständige Ansicht des Objekts hat, wenn es sich innerhalb der VR/AR-Einstellung befindet. In einigen Kontexten kann die Verwendung eines physischen Objekts, z.B. eines Fußballs, der von einem Spieler mit sich geführt wird, die volle Sicht auf das Objekt beeinträchtigen. Darüber hinaus können Informationen über die Benutzeroberfläche mit einem physischen Objekt wichtig sein, um den Kontext zu verstehen, in dem ein solches Objekt verwendet oder missbraucht wird. Im sportlichen Kontext können Fragen darüber, wie ein Golfschläger oder Tennisschläger ergriffen wird oder ob sich ein Fußball zu einem bestimmten Zeitpunkt im Besitz eines Spielers befindet, schwierig oder unmöglich sein, fehlende Informationen über die Benutzeroberfläche, z.B. den Griff, festzustellen. In anderen Zusammenhängen können Informationen über die Benutzeroberfläche, z.B. wie und wo ein Lenkrad gegriffen wird oder wie ein Steuerknüppel gehalten wird, für Software nützlich sein, die versucht, eine Antwort auf eine bestimmte Eingabe zu bestimmen. Dasselbe gilt für Controller, die zum Spielen von Computerspielen, zum Bedienen von Flugzeugen oder zum Bedienen von Maschinen eingesetzt werden.

[0053] Die hier offenbarten Prinzipien können verwendet werden, um physische Objekte - z.B. Controller, Spielobjekte, Sportbälle (z.B. Fußball, Basketball, Baseball, Fußbälle, etc.), Schläger, Schläger, Schlagstöcke, Schläger (z.B. Tennisschläger, Tischtennisschläger, etc.) und Instrumente (z.B. Flöte, Klarinette, Saxophon, etc.) - in berührungsempfindliche Objekte zu verwandeln, die dynamisch über Schweben, Kontakt, Griff und/oder Druck berichten können. Solche berührungsempfindlichen Objekte können mit berührungsempfindlichen Oberflächen (z.B. Skins) oder eingebetteten berührungsempfindlichen Schichten versehen sein, die sowohl für traditionelle Anwendungen als auch für zahlreiche neue Anwendungen verwendet werden können, die durch die Berührungsinformationen, die von den berührungsempfindlichen Objekten bereitgestellt werden können, ermöglicht werden.

[0054] In einer Ausführungsform kann das berührungsempfindliche Objekt jede beliebige Form annehmen. Einige Beispiele sind ein berührungsempfindliches Objekt in Form eines Zylinders oder eines allgemein zylindrischen Körpers (z.B. Flugzeugsteuerknüppel, Steuerbereich einer Flöte, Tennisschlägergriff, Golfclubgriff, Tischtennisschlägergriff), ein sich verjüngender Zylinder (z.B. Baseballschläger, Betätigungsbereich eines Saxophons), ein Rotations-Sphäroid (z.B. ein Fußball), eine sphärisch (z.B. Basketball, Fußball), toroidale (z.B. ein Lenkrad, ein Hula-Hoop-Reifen), eine scheibenförmig (z.B. ein Frisbee™) Form, oder kann eine beliebige Form (z.B. Spielkontrolle oder Fernbedienung) aufweisen. In einer Ausführungsform kann ein berührungsempfindliches Objekt neben seiner traditionellen Verwendung auch Kontakt, Schweben, Greifen, Gesten und/oder Druck unterscheiden, so dass beispielsweise die Position der Finger, Hände, Handgelenke und möglicherweise Unterarme eines Benutzers in Bezug auf das berührungsempfindliche Objekt beim Gebrauch bestimmt werden kann. In einer Ausführungsform können die vom berührungsempfindlichen Objekt erfassten Daten verwendet

werden, um die Position und Ausrichtung der Finger, Hände, Handgelenke, Unterarme und möglicherweise des berührungsempfindlichen Objekts in einer VR/AR-Einstellung zu rekonstruieren. Eine solche Rekonstruktion kann es einem Benutzer ermöglichen, seine Finger, Hände, Handgelenke und möglicherweise Unterarme in Bezug auf das Berührungsobjekt in VR/AR-Einstellungen zu „sehen“, was das Erlebnis der Verwendung berührungsempfindlicher Objekte in solchen Einstellungen verbessert.

[0055] In einer Ausführungsform kann das berührungsempfindliche Objekt ganz oder teilweise in eine „digitale Haut“ gehüllt sein, die Berührung, Schweben, Gestik, Griff, Druck und/oder Nähe erfassen kann und/oder über einen Ausgang verfügt, der dazu verwendet werden kann, den Benutzern Feedback zu geben. In einer Ausführungsform befindet sich außerhalb der „digitalen Haut“ eine Schutzschicht. In einer Ausführungsform kann das berührungsempfindliche Objekt, z.B. ein Fußball-, Basketball- oder Sportgriff (z.B. ein Stock oder ein Schläger), eine „digitale Haut“ innerhalb seiner eigenen Außenfläche aufweisen, wobei die „digitale Haut“ in jedem Fall den berührungsempfindlichen Gegenstand berühren, schweben, gestikulieren, greifen, drücken und/oder berühren kann und Informationen ausgeben kann, die als Grundlage für eine Rückmeldung an den Benutzer dienen können. In einer Ausführungsform verfügt das berührungsempfindliche Objekt über eingebaute Sensoren oder ist in das Objekt selbst eingebettet. In einer Ausführungsform weist das berührungsempfindliche Objekt mindestens einen eingebetteten Sensor auf und ist vollständig oder teilweise in eine digitale Haut eingewickelt. In einer Ausführungsform weist eine Feuerleitplatte (MDF) mittlerer Dichte oder ein Kunststoffobjekt ohne Bildschirm einen integrierten Sensor auf. In einer Ausführungsform ist das Objekt mit einem Griff verbunden, der Berührung, Schweben, Gestik, Griff, Druck und/oder Nähe erfassen kann und in Verbindung mit einer Nachbearbeitungssoftware den Benutzern Rückmeldung über die Verwendung des berührungsempfindlichen Objekts geben kann. In einer Ausführungsform kann der Griff mit eingebetteten Sensoren ausgestattet sein. In einer Ausführungsform kann ein berührungsempfindliches Objekt mehrere verschiedene Sensoren aufweisen, die eine Vielzahl von Berührungen, Hovern (Schweben), Gesten, Griffen, Druck und/oder Nähe erfassen können.

[0056] In einer Ausführungsform ist eine VR/AR-Umgebung mit der Möglichkeit ausgestattet, eine digitale Schnittstelle von 2D- und 3D-Tasten, Schieberegler, Bildschirmen und anderen visuellen Eingabesteuerungen auf ein ansonsten funktionsarmes oder funktionssparendes berührungsempfindliches Objekt oder auf ein weniger funktionsreiches berührungsempfindliches Objekt abzubilden. In einer Ausführungsform kann sich die abgebildete digitale Schnittstelle ändern, um sich flexibel an die Anwendung oder Aufgabe des Benutzers anzupassen.

[0057] In einer Ausführungsform kann das berührungsempfindliche Objekt Kontakt, Schweben, Greifen, Gesten und/oder Druck über seine gesamte Oberfläche oder einen ausgewählten Bereich seiner Oberfläche (z.B. nur im Griff) erfassen. In einer Ausführungsform kann das berührungsempfindliche Objekt Daten über den Kontakt, das Schweben, den Griff, die Geste und/oder den Druck eines Benutzers liefern. In einer Ausführungsform können diese Daten verwendet werden, um die Finger- und/oder Handposition sowie die mögliche Positionierung des Handgelenks und/oder des Unterarms während der Verwendung zu bestimmen. In einer Ausführungsform kann das berührungsempfindliche Objekt es ermöglichen, dass digitale Spiele oder Sportsimulationen Echtzeitinformationen aus einem echten Life-Spiel erhalten, die maßgeschneiderte digitale Beratungshinweise bieten, die das körperliche Spiel eines Benutzers verbessern kann. In einer Ausführungsform kann das berührungsempfindliche Objekt es einem Benutzer ermöglichen, beispielsweise ein Digitalspiel mit realen Sportgeräten oder Objekten zu spielen, während seine Finger-, Hand-, Handgelenk- und Unterarmposition sowohl über die physische als auch über die VR/AR-Welt gespiegelt wird. In einer Ausführungsform können zusätzliche Sensoren (z.B. Beschleunigungssensor, Gyrometer, etc.) in die berührungsempfindlichen Objekte integriert werden. In einer Ausführungsform können unter Verwendung der Ergebnisse der berührungsempfindlichen Objekte (z.B. eines berührungsempfindlichen Balls) Echtzeitdaten während Sportereignissen bereitgestellt werden, die in der Spiel-für-Spiel-Analyse verwendet werden (z.B. damit das Publikum sehen kann, wie der Fußball geworfen oder der Baseball geschlagen wurde, oder ob ein Empfänger ausreichend Grip hatte, dass er die Kontrolle über einen Fußball hatte).

[0058] In einer Ausführungsform sind jeweils eine Vielzahl von Zeilenleitern den jeweiligen aus einer Vielzahl von Signalgebern zugeordnet. In einer Ausführungsform sind jeweils eine Vielzahl von Spaltenleitern den jeweiligen aus einer Vielzahl von Signalempfängern zugeordnet, die jeweils geeignet sind, einen Rahmen zu empfangen oder mehrere Rahmen nacheinander von einem einzelnen Spaltenleiter zu empfangen. (hier wird manchmal die Vielzahl von Empfängern im Singular als Empfänger bezeichnet - aber ein solcher Empfänger ist ausgelegt, um einen Rahmen oder aufeinanderfolgende Rahmen von jeder der Vielzahl von Spalten zu empfangen). In einer Ausführungsform bilden die Vielzahl von Zeilen- und Vielzahl von Spaltenleitern (wie mit den Sendern und Empfängern gekoppelt) einen Berührungssensor. In einer Ausführungsform sind die Zeilen- und Spaltenleiter in eine digitale Haut eingebettet, die mindestens einen Teil eines Objekts umgibt und be-

wirkt, dass mindestens ein Teil bzw. Abschnitt berührungsempfindlich ist. In einer Ausführungsform sind die Zeilen- und Spaltenleiter in das berührungsempfindliche Objekt eingebettet, so dass mindestens ein Abschnitt berührungsempfindlich ist. In einer Ausführungsform sind die Zeilenleiter in eine digitale Haut eingebettet, die mindestens einen Teil eines Objekts umgibt, und die Spalten sind in das Objekt oder einen Teil davon eingebettet oder umgekehrt. In einer Ausführungsform sind die Zeilenleiter in einen Griff eingebettet, der Teil des Objekts ist, und die Spalten sind in das Objekt oder einen Teil davon eingebettet, oder umgekehrt. In einer Ausführungsform sind die Zeilen- und Spaltenleiter in einen Griff eingebettet, der Teil des Objekts ist und die Berührungsempfindlichkeit im Griff bereitstellt. In einer Ausführungsform wird ein Signalprozessor verwendet, um einen Betrag und/oder Änderungen in dem Betrag des auf jedem der verschiedenen Spaltenleiter vorhandenen orthogonalen Frequenzquellsignals zu bestimmen. In einer Ausführungsform sind die Vielzahl von Zeilen- und Spaltenleitern so ausgelegt, dass sich die Signalmenge bzw. den Signalbetrag, die/der zwischen den Zeilen und Spalten nahe der Berührung gekoppelt wird, ändert, wenn sie berührt werden.

[0059] Die U.S. Patentanmeldung Nr. 15/200,642 vom 1. Juli 2016 mit dem Titel „Touch Sensitive Keyboard“ und die U.S. Patentanmeldung Nr. 15/221,391 vom 27. Juli 2016 mit dem Titel „Touch Sensitive Keyboard“, deren gesamte Offenbarungen hier durch Verweis aufgenommen werden, offenbaren Systeme, die sich auf Tastaturen beziehen, die gegenüber Schweben, Kontakt und Druck empfindlich sind. In einer Ausführungsform weist das hier offenbarte berührungsempfindliche Objekt einen zweiten Berührungssensor auf. In einer Ausführungsform ist der zweite Berührungssensor aus einer Schlüsselbasis mit mindestens einer Sendeantenne und mindestens einer Empfangsantenne nahe der Schlüsselbasis gebildet. In einer Ausführungsform ist jeder der mindestens einen Sendeantenne ein Signalgeber bzw. Signalsender zugeordnet und ein Signalempfänger ist funktionsfähig mit mindestens einer der mindestens einen Empfangsantennen gekoppelt. In einer Ausführungsform sind Sende- und Empfangsantennen so beabstandet, dass kein Abschnitt der Sendeantenne irgendeinen Abschnitt der Empfangsantenne berührt. In einer Ausführungsform ist ein Empfänger mit der mindestens einen Empfangsantenne gekoppelt und so ausgelegt, dass er einen Rahmen von Signalen auf der gekoppelten Empfangsantenne erfasst. In einer Ausführungsform ist ein Signalprozessor ausgelegt, um aus jedem Frame (bzw. Rahmen) eine Messung zu bestimmen, wobei die Messung einem Betrag der auf der Empfangsantenne vorhandenen Quellsignale während einer Zeit entspricht, in der der entsprechende Frame empfangen wurde. In einer Ausführungsform ist der Signalprozessor angepasst, um einen aus einer Bereich von Berührungszuständen zu reflektieren, einschließlich einem Bereich von Schwebezuständen, einer Bereich von Kontaktzuständen und mindestens einem vollständig niedergedrückten Zustand.

[0060] Bezugnehmend auf **Fig. 3A** weist in einer anschaulichen Ausführungsform ein im Allgemeinen zylindrisches berührungsempfindliches Objekt **301** Zeilenleiter **303** auf, die in einer Wendel angeordnet sind, und Spaltenleiter **302**, die so angeordnet sind, dass sie in Längsrichtung in Bezug auf das Objekt ausgerichtet und äquidistant zueinander angeordnet sind (z.B. um 120 Grad herum voneinander entfernt). Während die Abbildung drei Spaltenleiter zeigt, können mehr oder weniger verwendet werden. In einer Ausführungsform sind zwei Spaltenleiter an gegenüberliegenden Seiten (**180** Grad) des im Allgemeinen zylindrischen berührungsempfindlichen Objekts **301** angeordnet. In einer Ausführungsform sind vier Spaltenleiter bei 3 Uhr, 6 Uhr, 9 Uhr und 12 Uhr in Bezug auf das im Allgemeinen zylindrische berührungsempfindliche Objekt **301** angeordnet. In einer Ausführungsform sind um das im Allgemeinen zylindrische berührungsempfindliche Objekt **301** herum Spaltenleiter so angeordnet, dass sie zwischen 2 mm und 5 mm voneinander beabstandet sind. In einer Ausführungsform sind um das im Allgemeinen zylindrische berührungsempfindliche Objekt **301** herum Spaltenleiter so angeordnet, dass sie etwa 5 mm voneinander entfernt sind. In einer Ausführungsform sind die Spaltenleiter ausreichend nahe dem Umfang des im Allgemeinen zylindrischen berührungsempfindlichen Objekts **301** angeordnet, um eine wesentliche Interaktion mit den Signalen auf den Zeilenleitern zu ermöglichen. In einer Ausführungsform können die schraubenförmig ausgerichteten Zeilenleiter schraubenförmig so ausgerichtet sein, dass sie bis zu 360 Grad um das berührungsempfindliche Objekt **301** herum verlaufen. In einer Ausführungsform sind die Zeilenleiter im Abstand von 2 mm bis 5 mm voneinander angeordnet. In einer Ausführungsform kreuzt jede schraubenförmig gewickelte Zeile den Weg jedes längsgerichteten Spaltenleiters nur einmal. Wenn sich die schraubenförmig orientierten Zeilenleiter mehr als 360 Grad um das berührungsempfindliche Objekt **301** winden, können die schraubenförmig gewickelten Zeilen also den Weg eines längs orientierten Spaltenleiters mehr als einmal kreuzen - wenn sie den Weg eines längs orientierten Spaltenleiters mehr als einmal kreuzen, kann es schwieriger werden, den Berührungsort aus einem Rahmen von Daten zu unterscheiden, die vom Spaltenleiter abgetastet wurde.

[0061] Unter Bezugnahme auf **Fig. 3B** weist in einer anschaulichen Ausführungsform ein berührungsempfindliches Objekt **301** Zeilenleiter **303** auf, die so angeordnet sind, dass sie in einer Helix ausgerichtet sind, und die Spaltenleiter **302** sind so angeordnet, dass sie in einer Gegenhelix (d.h. einer gegenläufigen Helixwicklung) ausgerichtet sind. In einer Ausführungsform sind die Spaltenleiter im Abstand von 2 mm bis 5 mm

voneinander angeordnet. In einer Ausführungsform sind die Spaltenleiter etwa 5 mm voneinander entfernt. In einer Ausführungsform sind die Zeilenleiter im Abstand von 2 mm bis 5 mm voneinander angeordnet. In einer Ausführungsform sind die Zeilenleiter etwa 5 mm voneinander entfernt. In einer Ausführungsform sind die Spaltenleiter und Zeilenleiter ausreichend nahe dem Umfang des im Allgemeinen zylindrischen berührungsempfindlichen Objekts **301** angeordnet, um eine wesentliche Interaktion mit den Signalen auf den Zeilenleitern und messbare Änderungen dieser Interaktion während eines Berührungsereignisses zu ermöglichen. In einer Ausführungsform können die schraubenförmig ausgerichteten Zeilen- und Spaltenleiter schraubenförmig so ausgerichtet sein, dass sie bis zu 180 Grad um das berührungsempfindliche Objekt **301** herum verlaufen. In einer Ausführungsform kreuzt jede schraubenförmig gewickelte Zeile den Weg jedes schraubenförmig gewickelten Spaltenleiters nicht mehr als einmal. Angesichts dieser Offenbarung wird von Durchschnittsfachleuten in dem technischen Gebiet erkannt werden, dass die Zeilen- und Spaltenleiter an einer Vielzahl von Positionen angeordnet werden können, wobei es zahlreiche Überkreuzungen zwischen den Zeilen- und Spaltenleitern gibt und ihre Tiefe und relative Position in Bezug auf das berührungsempfindliche Objekt geeignet ist, Berührungen zu erkennen.

[0062] Fig. 4A zeigt einen anschaulichen Querschnitt eines äußeren Abschnitts eines berührungsempfindlichen Objekts gemäß einer Ausführungsform der hier offenbarten Erfindung. Mindestens ein Abschnitt der Außenseite oder ein Außenabschnitt des Objekts **405** ist von einer digitalen Haut umgeben, die aus Spaltenleitern **402**, einer dielektrischen Abstandsschicht **404** und Zeilenleitern **403** besteht. Die digitale Haut kann durch eine optionale Schutzfläche **401** geschützt werden. Die Spaltenleiter **402** sind von den Zeilenleitern **403** durch die dielektrische Abstandsschicht **404** beabstandet. In einer Ausführungsform können die Spaltenleiter **402** und die Zeilenleiter **403** an der dielektrischen Abstandsschicht **404** befestigt sein. Obwohl die Zeilenleiter **403** weiter vom äußeren Abschnitt des Objekts **405** entfernt als die dielektrische Abstandsschicht **404** und die Spaltenleiter **402** näher am äußeren Abschnitt des Objekts **405** als die dielektrische Abstandsschicht **404** in Fig. 4A-4D dargestellt sind, ist dies willkürlich und nur zur Veranschaulichung, und die Zeilen und Spalten können ausgetauscht werden, ohne vom Grundgedanken und Umfang der Offenbarung oder Erfindung abzuweichen.

[0063] In einer Ausführungsform ist die Schutzoberfläche **401** dielektrisch. In einer Ausführungsform ist die Schutzfläche **401** lokal mechanisch verformbar, beispielsweise durch den Druck eines Fingers oder Stiftes. Wie hier verwendet, bezieht sich lokal mechanisch verformbar (oder manchmal auch nur mechanisch verformbar) auf eine Eigenschaft eines Materials, dass es seine Form lokal als Reaktion auf lokalen Druck, wie ihn ein Finger oder Stift ausübt, ändert. Beispiele für solche lokal mechanisch verformbaren Materialien sind Gummi, weicher Kunststoff oder Schaumstoff oder sogar Weichglaskonstruktionen wie Willow® Glass, das bei Corning Incorporated in Corning, New York, erhältlich ist. Wenn die Schutzfläche **401** lokal mechanisch verformbar ist, kann ein zunehmender Druck, der mit einer Berührung von einem Berührungsobjekt (z.B. einem Finger oder Stift) assoziiert ist, es ermöglichen, dass das Berührungsobjekt näher an die Zeilenleiter **403** oder die Spaltenleiter **402** heranrückt. Die Reaktion des berührungsempfindlichen Objekts ist im Allgemeinen höher, wenn die Nähe des Berührungsobjekts näher an den Zeilenleitern **403** oder den Spaltenleitern **402** liegt. Für einen Durchschnittsfachmann in dem technischen Gebiet wird angesichts dieser Offenbarung ersichtlich sein, dass die Verwendung von Druck als Mittel, um das Berührungsobjekt in engere Nähe zu den Zeilen- und Spaltenleitern **402**, **403** zu bringen, die Empfindlichkeit der Messungen, die mit dem berührungsempfindlichen Objekt durchgeführt werden können, erhöhen kann.

[0064] In einer Ausführungsform ist die dielektrische Abstandsschicht **404** lokal mechanisch verformbar. Wenn die dielektrische Abstandsschicht **404** lokal mechanisch verformbar ist, kann ein zunehmender Druck, der einer Berührung von einem Berührungsobjekt (z.B. einem Finger oder Stift) zugeordnet ist, dazu führen, dass die Zeilenleiter **403** in engere Nähe zu den Spaltenleitern **402** kommen. Für einen Durchschnittsfachmann in dem technischen Gebiet wird angesichts dieser Offenbarung ersichtlich sein, dass die Verwendung von Druck als Mittel, um die Zeilen- und Spaltenleiter **402**, **403** näher aneinander zu bringen, die Empfindlichkeit der Messungen, die mit dem berührungsempfindlichen Objekt durchgeführt werden können, erhöhen kann.

[0065] In einer Ausführungsform ist ein äußerer Abschnitt des Objekts **405** lokal mechanisch verformbar. In einer Ausführungsform ist der äußere Abschnitt des Objekts **405** dielektrisch. In einer Ausführungsform ist eine Masseplatte oder ein anderes leitfähiges Material (nicht dargestellt) in das Objekt **405** eingebettet oder unter dem lokal mechanisch verformbaren äußeren Abschnitt des Objekts **405** angeordnet. Wenn der äußere Abschnitt des Objekts **405** lokal mechanisch verformbar ist, kann ein zunehmender Druck, der einer Berührung von einem Berührungsobjekt (z.B. einem Finger oder Stift) zugeordnet ist, dazu führen, dass sich die Zeilenleiter **403** und die Spaltenleiter **402** zusammen miteinander verbiegen. In einer Ausführungsform kann die Verbiegung der Zeilenleiter **403** und der Spaltenleiter **402** eine Änderung der Signalantwort bei Berührung bewirken. Für einen Durchschnittsfachmann in dem technischen Gebiet wird angesichts dieser Offenbarung

ersichtlich sein, dass die Verwendung von Druck als Mittel, um die Zeilen- und Spaltenleiter **402**, **403** mit einer Masseebene in engerer Nähe zu bringen, die Empfindlichkeit der Messungen, die mit dem berührungsempfindlichen Objekt durchgeführt werden können, erhöhen kann.

[0066] In einer Ausführungsform ist die digitale Haut in das Objekt integriert.

[0067] **Fig. 4B** zeigt einen illustrativen Querschnitt eines äußeren Abschnitts eines berührungsempfindlichen Objekts gemäß einer anderen Ausführungsform der hier offenbarten Erfindung. Zusätzlich zu dem, was in **Fig. 4A** dargestellt ist, umfasst **Fig. 4B** optionale zusätzliche Schichten **406**, **407**, **408**. Jede der optionalen zusätzlichen Schichten **406**, **407**, **408** kann, soweit vorhanden, lokal mechanisch verformbar sein. In einer Ausführungsform sind sowohl die Schutzfläche **401** als auch die äußerste zusätzliche Schicht **406** beide mechanisch verformbar. In einer Ausführungsform kann die Verformbarkeit (d.h. der zum Verformen erforderliche Druck) der dielektrischen Abstandsschicht **404** und der zusätzlichen Schichten **406**, **407**, **408** gleich sein oder sich voneinander unterscheiden. Für einen Durchschnittsfachmann in dem technischen Gebiet wird angesichts dieser Offenbarung offensichtlich sein, dass eine Variation der Verformbarkeit zwischen der dielektrischen Abstandsschicht **404** und den zusätzlichen Schichten **406**, **407**, **408** die Empfindlichkeit der Messungen, die mit dem berührungsempfindlichen Objekt durchgeführt werden können, erhöhen kann.

[0068] **Fig. 4C** zeigt einen illustrativen Querschnitt eines äußeren Abschnitts eines berührungsempfindlichen Objekts gemäß einer weiteren Ausführungsform der hier offenbarten Erfindung. In einer Ausführungsform ist das Objekt selbst hohl und außerhalb der digitalen Haut (z.B. Fußball oder Basketball) und nicht unter der digitalen Haut, oder die digitale Haut ist Teil oder integriert in das Objekt (z.B. Bowlingkugel). In einer Ausführungsform kann die Außenseite des Objekts **409** an eine digitale Haut angrenzend sein, die Zeilen- und Spaltenleiter **402**, **403** auf gegenüberliegenden Seiten einer dielektrischen Abstandsschicht **404** beinhaltet. In einer Ausführungsform kann eine optionale Schutzfläche **401** die innersten Leiter (**402** wie dargestellt) vor Beschädigung schützen. Einige Objekte (z.B. Fußball oder Basketball) haben die Eigenschaft, dass sie selbst lokal mechanisch verformbar sind, während dies für andere im Allgemeinen nicht zutrifft (z.B. Bowlingkugel). **Fig. 4D** zeigt zusätzliche optionale lokal mechanisch verformbare Schichten **406**, **407**, **408**, die eingesetzt werden können, wenn das durch eine digitale Haut berührungsempfindliche Objekt selbst lokal mechanisch verformbar ist.

[0069] Zusätzlich zu dem, was in **Fig. 4C** dargestellt ist, umfasst **Fig. 4D** optionale zusätzliche Schichten **406**, **407** und optionale eine starre Grundsicht **410**. Eine oder beide der zusätzlichen Schichten **406**, **407** können, falls vorhanden, lokal mechanisch verformbar sein. Für einen Fachmann wird angesichts dieser Offenbarung ersichtlich sein, dass die Variation der Verformbarkeit zwischen der Schicht **404**, der zusätzlichen Schicht **406** und der zusätzlichen Schicht **407** bei Verwendung der optionalen starren Grundsicht **410** die Empfindlichkeit der Messungen, die mit dem berührungsempfindlichen Objekt durchgeführt werden können, erhöhen kann.

[0070] In einer Ausführungsform weist die verformbare digitale Haut eine dem Objekt benachbarte Innenfläche, eine vom Objekt distale Außenfläche, einen oberen Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Außenfläche, einen mittleren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Vielzahl von Spaltenleitern und einen unteren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Spaltenleitern und der Innenfläche auf. In einer Ausführungsform ist die verformbare digitale Haut in mindestens einem des oberen Abschnitts, dem mittleren Abschnitt und dem unteren Abschnitt mechanisch verformbar. In einer Ausführungsform ist der untere Abschnitt lokal mechanisch verformbar und eine leitende Schicht ist auf der Seite des unteren Abschnitts weg vom Rest der digitalen Haut angeordnet, so dass dann, wenn der untere Abschnitt lokal mechanisch verformt wird, mindestens einige Abschnitte einiger der Leiter näher an die leitende Schicht herangeführt werden. In einer Ausführungsform wird eine verformbare digitale Haut als Teil eines Griffs für ein Objekt mit einem Griff verwendet, wie beispielsweise einen Golfschläger, einen Tennisschläger, ein Lenkrad, einen Hebel, einen Game Controller oder ein anderes Objekt mit einem Griff.

[0071] In einer Ausführungsform sind die Zeilen- und Spaltenleiter so ausgelegt, dass die Menge/der Betrag des zwischen ihnen gekoppelten Signals mit den verschiedenen Berührungsereignissen variiert, vom äußersten Schwebezustand über den Kontakt bis hin zum maximalen Druck oder Griff. In einer Ausführungsform umfasst die Signaländerung vom äußersten Schwebezustand bis zum maximalen Druck oder Griff einen Bereich von erfassbaren Berührungszuständen, die neben einem unberührten Zustand mindestens drei Berührungszustände (d.h. Schwebezustand, Kontakt und Druck) umfassen können. In einer Ausführungsform umfasst die Signaländerung, die den Schwebeberührungszustand darstellt, eine Vielzahl von diskreten Pegeln. In einer Ausführungsform umfasst die Signaländerung, die den Kontaktberührungszustand darstellt, eine Vielzahl von diskreten Pegeln. In einer Ausführungsform umfasst die Variation des Signals vom äußersten Schwebezustand bis zum maximalen Druck oder Griff einen Bereich von erkennbaren Berührungszuständen. Wie vorstehend

erläutert, ist es, da der Berührungssensor letztlich Berührungen aufgrund einer Änderung der Kopplung erkennt, nicht von besonderer Bedeutung, außer aus Gründen, die für eine bestimmte Ausführungsform anderweitig ersichtlich sind, ob die berührungsbezogene Kopplung eine Erhöhung des auf der Spalte vorhandenen Signalbetrags oder eine Verringerung des auf der Spalte vorhandenen Signalbetrags bewirkt.

[0072] Um Berührungen zu identifizieren, empfangen Signalempfänger Signale, die auf den Spaltenleitern vorhanden sind, und Signalprozessoren analysieren die empfangenen Signale, um eine Menge/einen Betrag des übertragenen Signals zu bestimmen, die/der mit jeder Spalte gekoppelt ist. In einer Ausführungsform kann die Identifizierung durch ein Frequenzanalyseverfahren (z.B. Fourier-Transformation) oder durch die Verwendung einer Filterbank unterstützt werden. In einer Ausführungsform empfängt der Empfänger einen Rahmen von Signalen, der durch eine FFT verarbeitet wird, und somit wird ein Maß für mindestens die übertragene Frequenz bestimmt. In einer Ausführungsform stellt die FFT für jeden Frame (Rahmen) ein phasengleiches und quadraturbezogenes Maß für mindestens die Sendefrequenz zur Verfügung.

[0073] In einer Ausführungsform sind Signalgeber (auch als Signalemitter bezeichnet) leitend mit Zeilenleitern gekoppelt. Die Signalgeber senden jeweils entsprechende Quellsignale auf die ihnen zugeordneten Zeilenleiter. Die Quellsignale unterscheiden sich in ihrer Frequenz, z.B. kann jedes eine Sinuswelle sein oder eine Kombination von Sinuswellen, die sich von den anderen unterscheiden. Die Quellsignale können sich auch auf andere Weise unterscheiden, z.B. im Code (wie im CDM). In einer Ausführungsform kann die Übertragung komplexerer Quellsignale (z.B. mit einer Kombination von Sinuswellen anstelle einer einzigen Sinuswelle) die Empfindlichkeit erhöhen. In einer Ausführungsform kann die Übertragung komplexerer Quellsignale die Empfindlichkeit weiter erhöhen, wenn Hoch- und Niederfrequenzsignale kombiniert werden. In einer Ausführungsform sind die auf separaten Zeilenleitern übertragenen Quellsignale frequenzorthogonal. In einer Ausführungsform ist der Empfänger mit dem Spaltenleiter gekoppelt und ausgelegt, um einen Rahmen von Signalen zu erfassen, die auf dem gekoppelten Spaltenleiter vorhanden sind. In einer solchen Ausführungsform empfängt der Signalempfänger Signale, die auf dem Spaltenleiter vorhanden sind, und ein Signalprozessor analysiert die empfangenen Signale, um einen Betrag zu bestimmen, der jedem der zwischen ihnen gekoppelten orthogonalen Sendesignale entspricht. Eine Berührung wird angezeigt, wenn sich der Betrag des zwischen ihnen gekoppelten Signals ändert.

[0074] In einer Ausführungsform kann der Signalempfänger/Signalprozessor aus dem empfangenen Signal einen Wert (und in einer Ausführungsform einen phasengleichen und quadraturbezogenen Wert) für jede Frequenz aus einer Liste von Frequenzen bestimmen, die sich in dem auf diesem Spaltenleiter empfangenen Signal befinden. In einer Ausführungsform, in der der einer Frequenz entsprechende Wert größer oder kleiner als ein Schwellenwert ist oder sich von einem vorherigen Wert ändert (oder sich von einem vorherigen Wert um einen Betrag ändert, der größer als ein Schwellenwert ist), können diese Informationen verwendet werden, um ein Berührungsereignis auf der berührungsempfindlichen Vorrichtung zu identifizieren. In einer Ausführungsform können die Wertinformationen, die verschiedenen physikalischen Phänomenen entsprechen können, einschließlich der Entfernung der Berührung vom berührungsempfindlichen Objekt, der Größe des berührungsempfindlichen Objekts, dem Druck, mit dem der Benutzer das berührungsempfindliche Objekt drückt oder ergreift, irgendeinem Anteil des berührungsempfindlichen Objekts, das berührt wird, usw., verwendet werden, um den Berührungszustand aus dem Bereich der erkennbaren Berührungszustände zu identifizieren. In einer Ausführungsform können Änderungen der Wertinformationen verwendet werden, um den Berührungszustand aus dem Bereich der erkennbaren Berührungszustände zu identifizieren. In einer Ausführungsform sind die bestimmten Werte nicht selbstbestimmend für den Berührungszustand, sondern werden zusammen mit anderen Werten zur Bestimmung von Berührungszuständen weiterverarbeitet.

[0075] In einer Ausführungsform ist ein Signalprozessor ausgelegt, um aus jedem Rahmen eine Messung zu bestimmen, die einer Menge/einem Betrag der auf dem Spaltenleiter vorhandenen Quellsignale entspricht. In einer Ausführungsform ist der Signalprozessor ferner ausgelegt, um einen Berührungszustand aus dem Bereich der Berührungszustände zu bestimmen, und zwar basierend zumindest teilweise auf der entsprechenden Messung. In einer Ausführungsform erzeugt der Signalprozessor aus mindestens einer der Messungen eine Wärmekarte, wobei die Wärmekarte einer elektromagnetischen Störung entspricht, die in der Nähe der digitalen Haut und/oder des integrierten Berührungssensors stattfindet.

[0076] In einer Ausführungsform beinhaltet der Bereich der Berührungszustände keinen, Schweben, Kontakt und Druck oder Griff. In einer Ausführungsform bedeutet „keine“, dass keine Änderung in der Nähe des Zeilen-/Spaltenübergangs festgestellt wird, z.B. dass sich ein Stift oder die Finger, die Hand oder der Unterarm des Benutzers nicht in der Nähe des berührungsempfindlichen Objekts befinden. Wie hier verwendet, bezieht sich „Schweben“ im Allgemeinen auf einen Berührungszustand, der der erfassbaren Position eines kapazitiven

Objekts (z.B. Stift, Finger, Hände oder Unterarm) von der Grenze der Erfassung des berührungsempfindlichen Objekts bis zu, aber nicht einschließlich des tatsächlichen Kontakts mit dem berührungsempfindlichen Objekt entspricht. Wie hier verwendet, bezieht sich „Kontakt“ im Allgemeinen auf einen Berührungszustand, der einem erfassbaren Kontakt zwischen dem berührungsempfindlichen Objekt und dem kapazitiven Objekt bis hin zum maximalen Druck oder Griff entspricht. Wie für Durchschnittsfachleute in dem technischen Gebiet in Bezug auf diese Offenbarung ersichtlich sein wird, sind die Anzahl der Berührungszustände und die Zuordnung zwischen diesen Zuständen und allen Subzuständen Designentscheidungen und sollten so gewählt werden, dass sie die gewünschte Granularität für das berührungsempfindliche Gerät bieten. Außerdem ist es nicht notwendig, dass Substates (unterzustände) die gleiche Granularität wie andere Substates haben. So wird beispielsweise in einer Ausführungsform mehr Granularität auf die Kontaktzustände oder auf die Aufteilung zwischen dem Schwebezustand und dem Kontaktzustand gelegt. In einer Ausführungsform wird bei Schwebezuständen eine zusätzliche Granularität bereitgestellt. In einer Ausführungsform wird eine zusätzliche Granularität bei Druck/Griff-Zuständen bereitgestellt. In einer Ausführungsform werden lokal mechanisch verformbare Schichten verwendet, um die messbare Granularität zu erhöhen.

[0077] In einer Ausführungsform kann das berührungsempfindliche Objekt detaillierte, mehrstufige Informationen in Bezug auf die Nähe eines kapazitiven Objekts, wie beispielsweise eines Stiftes, der Finger oder Hände des Benutzers in Bezug auf ein berührungsempfindliches Objekt, bereitstellen. Beispielsweise erkennt das berührungsempfindliche Objekt in einer Ausführungsform, wenn sich der Griff an einem berührungsempfindlichen Tennisschlägergriff ändert, eine Veränderung der Oberfläche der Finger und Hände auf der Oberfläche des Griffs des Objekts. In einer Ausführungsform, wenn sich der Griff an einem berührungsempfindlichen Tennisschlägergriff ändert, wird die Oberfläche des Griffs in die Nähe der Leiter bewegt, und somit führt die Nähe des kapazitiven Objekts zu den Leitern zu erfassten Veränderungen. In einer Ausführungsform führen sowohl die Änderung der Oberfläche als auch die Nähe des kapazitiven Objekts zu den Leitern zu erfassten Änderungen.

[0078] In einer Ausführungsform kann der Bereich der Berührungszustände, die durch das berührungsempfindliche Objekt bereitgestellt werden, verwendet werden, um ein kapazitives Objekt und seine Position und Ausrichtung in Bezug auf das berührungsempfindliche Objekt zu modellieren. In einer Ausführungsform kann eine solche Modellierung verwendet werden, um visuelles Feedback, einschließlich eines visuellen 3-D-Modells des kapazitiven Objekts, in einer VR/AR-Einstellung bereitzustellen. So kann beispielsweise eine Überlagerung von 2D- und 3D-„holografischem“ visuellem Feedback in VR/AR-Einstellungen auf den realen Positionen der Finger, Hände, Handgelenke und Unterarme des Benutzers auf oder in der Nähe eines physikalischen Objekts mit einem oder mehreren Detektoren basieren. Darüber hinaus können, wenn die berührungsempfindlichen Objekte granulare Messungen der Position kapazitiver Objekte in Bezug auf ein berührungsempfindliches Objekt durchführen, die Messungen dazu verwendet werden, die Position und Ausrichtung von Fingern, Händen und möglicherweise anderen Teilen einschließlich Handgelenken und/oder Unterarmen aufgrund der begrenzten Anzahl von Bewegungsmöglichkeiten einer Hand und eines Unterarms in Bezug auf die Finger nachzubilden - z.B. endliche Bereiche und Freiheitsgrade.

[0079] Bezugnehmend auf **Fig. 5** ist ein anschauliches Beispiel für computergenerierte Berührungszustandsinformationen eines berührungsempfindlichen Objekts gemäß der vorliegenden Offenbarung dargestellt. Insbesondere zeigt **Fig. 5** ein exemplarisches berührungsempfindliches Objekt **502** gemäß der Offenbarung, wobei die Hände eines Benutzers **501** in der Nähe davon positioniert sind, und eine Darstellung dieses berührungsempfindlichen Objekts **504** mit einer computergenerierten Wärmekarte **503**, die darüber überlagert ist. Eine computergenerierte Wärmekarte **503** veranschaulicht die erfassten Kontakte zwischen den Händen des Benutzers und dem berührungsempfindlichen Objekt. Die dargestellten Höhen und Farben dienen nur zur Veranschaulichung. Wie in **Fig. 5** dargestellt, kann eine Ausführungsform des hier offenbarten berührungsempfindlichen Objekts **502** verwendet werden, um Informationen über den Berührungszustand der Hände des Benutzers in Bezug auf das berührungsempfindliche Objekt bereitzustellen, das, wie dargestellt, eine visuelle Anzeige **504** von Schweben, Berühren, Greifen und Drücken bereitstellen kann.

[0080] Bezugnehmend auf **Fig. 6** ist ein anschauliches Beispiel für computergenerierte Berührungszustandsinformationen eines exemplarischen Tennisschlägers gemäß der vorliegenden Offenbarung gezeigt. **Fig. 6** zeigt einen exemplarischen Tennisschläger **602** gemäß der Offenbarung, wobei die Hand **601** eines Benutzers in der Nähe davon positioniert ist, und eine Darstellung des Tennisschlägers **602** mit einer computergenerierten Wärmekarte **603**, die darauf überlagert ist. Eine computergenerierte Wärmekarte **603** veranschaulicht den erfassten Kontakt zwischen der Hand des Benutzers und dem Griff des Tennisschlägers. Die dargestellten Höhen und Farben dienen nur zur Veranschaulichung. Wie in **Fig. 6** dargestellt, kann eine Ausführungsform des hier offenbarten Tennisschlägers **602** verwendet werden, um Informationen über den

Berührungszustand der Hand des Benutzers in Bezug auf den Tennisschläger zu liefern, der, wie dargestellt, eine visuelle Anzeige **604** von Schweben, Berühren, Greifen und Druck liefern kann.

[0081] In einer Ausführungsform kann eine Rekonstruktion der Schweben-, Kontakt- und Druckinformationen konfiguriert werden, um sie als 3D-Modell anzuzeigen, so dass ein Benutzer seine Finger und möglicherweise Hände, Handgelenke und/oder Unterarme in Bezug auf das berührungsempfindliche Objekt in einer VR/AR-Ansicht sehen kann. In einer Ausführungsform kann sich der Bereich der Berührungszustände, die dem Schwebenden entsprechen, mindestens 5 mm von der Oberfläche des berührungsempfindlichen Objekts erstrecken. In einer Ausführungsform kann sich der Bereich der Berührungszustände, die dem Schweben entsprechen, bis zu 10 mm von der Oberfläche des berührungsempfindlichen Objekts erstrecken. In einer Ausführungsform kann sich ein Bereich von Berührungszuständen, die dem Schweben entsprechen, mehr als 10 mm von der Oberfläche des berührungsempfindlichen Objekts erstrecken.

[0082] In einer Ausführungsform kann eine fliegende d.h. spontane bzw. laufende Abstimmung durchgeführt werden, um ein längeres Schweben zu ermöglichen, während ein kontaktempfindliches und berührungsempfindliches Objekt erhalten bleibt. Die fliegende Abstimmung kann durch die Verwendung verschiedener Signale in einem Nicht-Schweben-Zustand gegenüber einem Schwebezustand realisiert werden. Die fliegende Abstimmung kann durch die Verwendung verschiedener Signale im Fernschwebezustand gegenüber einem Nahschwebezustand realisiert werden. Die fliegende Abstimmung kann durch die Verwendung unterschiedlicher Eigenschaften des Sensors durchgeführt werden, wenn das kapazitive Objekt weniger nahe an das kapazitive Objekt heranrückt, als wenn das kapazitive Objekt näher an das kapazitive Objekt heranrückt (z.B. weit entferntes Schweben gegenüber nahem Schweben oder Schweben gegenüber Kontakt). In einer Ausführungsform können solche unterschiedlichen Eigenschaften des Sensors eine Änderung der Frequenz beinhalten. In einer Ausführungsform werden höhere Frequenzen verwendet, wenn kapazitive Objekte näher am Sensor erfasst werden, während niedrigere Frequenzen verwendet werden, wenn kapazitive Objekte weiter vom Sensor entfernt erfasst werden. In einer Ausführungsform können unterschiedliche Eigenschaften des Sensors eine Änderung der Impedanz des Empfängers oder Senders beinhalten. In einer Ausführungsform wird die Impedanz des Empfängers erhöht, wenn kapazitive Objekte näher am Sensor erfasst werden. In einer Ausführungsform wird die Senderimpedanz erhöht, wenn kapazitive Objekte weiter vom Sensor entfernt erfasst werden. In einer Ausführungsform können einige der Sender (z.B. alle anderen) auf eine sehr hohe Impedanz gebracht werden, die sie effektiv abschaltet, wenn kapazitive Objekte weiter vom Sensor entfernt erfasst werden. In einer Ausführungsform können unterschiedliche Eigenschaften des Sensors den Austausch von Empfängern und Sendern beinhalten. In einer Ausführungsform sind die Leiter des Senders näher an der Berührungsfläche, wenn kapazitive Objekte weiter vom Sensor entfernt erfasst werden. In einer Ausführungsform sind die Leiter des Empfängers näher an der Berührungsfläche, wenn kapazitive Objekte näher am Sensor erfasst werden. In einer Ausführungsform können unterschiedliche Eigenschaften des Sensors eine Änderung der Betriebsspannung beinhalten. In einer Ausführungsform kann die Betriebsspannung mit geringerer Spannung betrieben werden, wenn kapazitive Objekte näher am Sensor erfasst werden, und mit höherer Spannung, wenn kapazitive Objekte weiter vom Sensor entfernt erfasst werden. Für einen Durchschnittsfachmann wird es angesichts dieser Offenbarung offensichtlich sein, dass eine fliegende Abstimmung durchgeführt werden kann, um die Granularität und die Reichweite der Berührung, die berichtet werden kann, zu verbessern.

[0083] Die US-Patentanmeldung Nr. 15/162,240 vom 23. Mai 2016 mit dem Titel „Sende- und Empfangssystem und -verfahren für bidirektionale orthogonale Signalgeber“, deren gesamte Offenbarung hier durch Verweis aufgenommen ist, ermöglicht eine Unterscheidung von Benutzer, Hand und Objekt in einem schnellen Multitouch-Sensor. In einer Ausführungsform wird die bidirektionale orthogonale Signalisierung in Verbindung mit berührungsempfindlichen Objekten verwendet, um die in dieser Anwendung beschriebenen Vorteile zu erzielen. Wenn eine bidirektionale orthogonale Signalisierung verwendet wird, kann jede der Zeilen und Spalten sowohl zum Empfangen als auch zum Senden von Signalen verwendet werden.

[0084] Die **Fig. 7-9** zeigen jeweils eine zusammengesetzte Darstellung, die Wärmekarten der Interaktion zeigt, die von den berührungsempfindlichen Objekten erfasst werden, und Drahtrahmen, die berechnete Positionen von Fingern, Händen und Handgelenken basierend auf erfassten Informationen darstellen. Wie hier verwendet, bezieht sich der Begriff funktionsloses berührungsempfindliches Objekt auf berührungsempfindliche Objekte, die Oberflächen ohne spezifische physikalische Tasten, Schieberegler und andere visuelle Eingabesteuerungen aufweisen. Der Begriff funktionsdünn-besetztes berührungsempfindliches Objekt beinhaltet berührungsempfindliche Objekte mit einigen physikalischen Funktionen/Merkmalen, die durch haptische Rückmeldung für Schaltflächen, Schieberegler und andere Eingabesteuerungen oder andere Merkmale eines berührungsempfindlichen Objekts dargestellt werden können, die aber in einem VR/AR-Erlebnis verbessert werden sollen. Die Haptik kann ohne Einschränkung bewegliche mechanische Teile, Robotergrafiken, elektrostatische

Rückmeldung und/oder Elektroschockrückmeldung beinhalten. In einer Ausführungsform, in einer VR/AR-Einstellung, kann ein funktions-dünn-besetztes und/oder haptisches berührungsempfindliches Objekt als funktionsreich angesehen werden. So können beispielsweise, während ein funktions-dünn-besetztes haptisches berührungsempfindliches Objekt berührungsmäßige Tasten, Schieberegler zu haben scheint, andere visuelle Eingabesteuerungen für funktionslose und/oder funktions-dünn-besetzte berührungsempfindliche Objekte in VR/AR-Einstellungen bereitgestellt werden. Darüber hinaus kann dynamisches physikalisches Feedback dargestellt werden, während das berührungsempfindliche Objekt in dieser Einstellung verwendet wird. Obwohl der Benutzer in der realen Umgebung eingeschränkte oder gar keine Funktionen sieht, können in der VR/AR-Einstellung Schaltflächen, Schieberegler, andere visuelle Eingabesteuerungen, Konturen und Beschriftungen hinzugefügt werden.

[0085] Eine wesentliche Einschränkung bei der Verwendung von funktionslosen oder funktions-dünn-besetzten berührungsempfindlichen Objekten in VR/AR ist die Unfähigkeit, die Eingaben eines Benutzers in der VR/AR-Ansicht zu „sehen“. In einer Ausführungsform können unter Verwendung der hier enthaltenen Lehren granulare Berührungsinformationen mit niedriger Latenz verwendet werden, um rekonstruierte Stifte, Finger und möglicherweise Hände und/oder Handgelenke und/oder Unterarme in VR/AR-Einstellungen mit niedriger Latenz zu berechnen. In einer Ausführungsform können solche rekonstruierten kapazitiven Objekte in 3D dargestellt werden, z.B. mit oder ohne Schatten. Die rekonstruierten kapazitiven Objekte können in VR/AR-Systemen mit niedriger Latenz kombiniert werden, so dass der Benutzer mit berührungsempfindlichen Objekten über VR/AR-Ansichtssteuerungen verfügt - und der Benutzer die eigene Interaktion des Benutzers in der VR/AR-Ansicht sehen kann. In einer Ausführungsform kann der Benutzer beispielsweise nicht nur die VR/AR-Steuerelemente in der VR/AR-Ansicht sehen, sondern auch ein Modell der eigenen Interaktion des Benutzers.

[0086] Darüber hinaus können die rekonstruierten kapazitiven Objekte in VR/AR-Systemen mit niedriger Latenz kombiniert werden, die eine 3-D-Haptik bieten, wodurch der Benutzer physische Tasten und Controller auf einem realen berührungsempfindlichen Objekt erhält, das softwaredefinierte Tasten und Bedienelemente eines VR/AR berührungsempfindlichen Objekts widerspiegelt - und dem Benutzer ermöglicht, die eigene Interaktion des Benutzers in der VR/AR-Ansicht zu sehen. So kann beispielsweise in einer Ausführungsform die 3D-Haptik physikalische Eingabeflächen erzeugen, die ihre physikalischen Steuerungen flexibel deformieren können, um an die digitalen VR/AR-Steuerungen einer gegebenen VR/AR-Anwendung anpasst zu sein, so dass der Benutzer neben dem Sehen der VR/AR-Steuerungen in der VR/AR-Ansicht und dem Fühlen der haptischen Steuerungen auch ein Modell der eigenen Interaktion des Benutzers sehen kann.

[0087] Die Berührungszustandsinformationen, die von den hier vorgestellten berührungsempfindlichen Objekten bereitgestellt werden, ermöglichen es der Anwendungs- und Betriebssystemsoftware, Informationen zu erhalten, aus denen Schweben, Kontakt, Griff, Druck und Geste auf einem berührungsempfindlichen Objekt identifiziert werden können. In einer Ausführungsform werden die Berührungszustandsinformationen verwendet, um bestimmte Positionen oder Kombinationen von Positionen zu bestimmen, bei denen eine Werkzeugspitze oder eine andere Rückmeldung wünschenswert ist, und eine derartige Werkzeugspitze oder andere Rückmeldungen können in der VR/AR-Darstellung dargestellt werden. In einer Ausführungsform zeigt die VR/AR-Ansicht eine zusätzliche Anzeige, wie beispielsweise einen Ballon, wenn beispielsweise ein Benutzer über einen bestimmten Abschnitt eines berührungsempfindlichen Objekts schwebend fährt oder einen bestimmten Abschnitt berührt, oder über ein berührungsempfindliches Objekt schwebend fährt oder es auf eine bestimmte Weise berührt. In einer Ausführungsform enthält die zusätzliche Anzeige beispielsweise Hilfsinformationen, Statistiken, Balldruck oder andere Informationen.

[0088] Die vorliegenden Systeme werden vorstehend mit Bezug auf die vorstehend beschriebenen Blockdiagramme und Betriebsabbildungen von schweb-, kontakt- und druckempfindlichen Objekten in frequenzmodulierten Berührungssystemen beschrieben. Es versteht sich, dass jeder Block der Blockschaltbilder oder Betriebsabbildungen und Kombinationen von Blöcken in den Blockschaltbildern oder Betriebsabbildungen mittels analoger oder digitaler Hardware- und Computerprogrammanweisungen umgesetzt werden kann. Computerprogrammanweisungen können einem Prozessor eines Universalcomputers, eines Spezialcomputers, eines ASIC oder einer anderen programmierbaren Datenverarbeitungsvorrichtung zur Verfügung gestellt werden, so dass die Anweisungen, die über einen Prozessor eines Computers oder einer anderen programmierbaren Datenverarbeitungsvorrichtung ausgeführt werden, die in den Blockdiagrammen oder den Funktionsblöcken angegebenen Funktionen/Aktionen ausführen. Sofern durch die vorstehende Erläuterung nicht ausdrücklich eingeschränkt, können in einigen alternativen Implementierungen die in den Blöcken vermerkten Funktionen/Aktionen außerhalb der in den Betriebsabbildungen angegebenen Reihenfolge auftreten. So kann beispielsweise und im Allgemeinen in Blockdiagrammfiguren die Reihenfolge der Ausführung, wenn Blöcke nacheinander dargestellt sind, tatsächlich gleichzeitig oder im Wesentlichen gleichzeitig ausgeführt werden können,

oder, wenn praktisch, können irgendwelche Blöcke in einer anderen Reihenfolge als die anderen ausgeführt werden, je nach der jeweiligen Funktionalität bzw. den jeweiligen Aktionen.

[0089] Obwohl die Erfindung insbesondere unter Bezugnahme auf eine bevorzugte Ausführungsform gezeigt und beschrieben wurde, wird von Durchschnittsfachleuten in dem technischen Gebiet erkannt werden, dass darin verschiedene Form- und Detailänderungen vorgenommen werden können, ohne vom Grundgedanken und Umfang der Erfindung abzuweichen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 15056805 [0005]
- US 15224266 [0005]
- US 15200642 [0059]
- US 15/221391 [0059]
- US 15162240 [0083]

Patentansprüche

1. Berührungsempfindliches Objekt, umfassend:
 ein Objekt mit einer digitalen Haut, die mindestens einen Teil davon bedeckt, wobei die digitale Haut eine Vielzahl von darin eingebetteten Zeilenleitern aufweist,
 eine Vielzahl von Spaltenleitern, die in der Nähe der Zeilenleiter angeordnet sind, so dass der Weg jedes Zeilenleiters der Vielzahl von Zeilenleitern den Weg jedes der Spaltenleiter der Vielzahl von Spaltenleitern kreuzt;
 eine Vielzahl von Signalemittern, wobei jeder der Vielzahl von Signalemittern funktionsfähig mit separaten der Vielzahl von eingebetteten Zeilenleitern verbunden ist, wobei jeder der Vielzahl von Signalemittern ausgelegt ist, um gleichzeitig eines aus einem Satz von Quellsignalen zu emittieren;
 eine Vielzahl von Signalempfängern, wobei jeder der Vielzahl von Signalempfängern funktionsfähig mit getrennten der Vielzahl von eingebetteten Spaltenleitern verbunden ist, wobei jeder der Vielzahl von Signalempfängern ausgelegt ist, um einen Rahmen zu empfangen, der Signalen entspricht, die auf dem Spaltenleiter vorhanden sind, mit dem er funktionsfähig verbunden ist, während der Rahmen erfasst wird, wobei jeder der Signalempfänger ausgelegt ist, seine Rahmen gleichzeitig mit jedem anderen Signalempfänger zu empfangen;
 und
 einen Signalprozessor, der ausgelegt ist, um eine Wärmekarte zu erzeugen, die elektromagnetische Störungen in der Nähe der digitalen Haut reflektiert, basierend, zumindest teilweise, auf den empfangenen Rahmen.
2. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 1, wobei die digitale Haut als Reaktion auf Berührung verformbar ist.
3. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 2, wobei die Vielzahl von Spalten in die digitale Haut eingebettet ist.
4. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 3, wobei die digitale Haut, die Vielzahl von Signalemittern und die Vielzahl von Signalempfängern einen ersten Berührungssensor bilden, wobei das Objekt ferner einen zweiten Berührungssensor umfasst.
5. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 4, wobei der Signalprozessor ferner ausgelegt ist, um einen anderen Ausgang zu erzeugen, der elektromagnetische Störungen in der Nähe des zweiten Berührungssensors reflektiert.
6. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 5, wobei die andere Ausgabe eine Wärmekarte ist.
7. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 5, wobei der zweite Berührungssensor aus einer Schlüsselbasis, mindestens einer Sendeantenne und mindestens einer Empfangsantenne in der Nähe der Schlüsselbasis, einem jeder der mindestens einen Sendeantennen zugeordneten Signalemitter und mindestens einem Signalempfänger gebildet ist, der funktionsfähig mit mindestens einer der mindestens einen Empfangsantenne gekoppelt ist.
8. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 6, wobei die andere Ausgabe ausgelegt ist, um einen aus einem Bereich von Berührungszuständen zu reflektieren, einschließlich eines Bereichs von Schwebezuständen, eines Bereichs von Kontaktzuständen und mindestens eines vollständig gedrückten Zustands.
9. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 2, wobei die verformbare digitale Haut umfasst:
 eine Innenfläche in der Nähe des Objekts,
 eine vom Objekt entfernte Außenfläche,
 einen oberen Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Außenfläche, und
 einen unteren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Innenfläche; und wobei die verformbare digitale Haut in dem oberen Abschnitt mechanisch verformbar ist.
10. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 2, wobei die verformbare digitale Haut umfasst:
 eine Innenfläche in der Nähe des Objekts,
 eine vom Objekt entfernte Außenfläche,
 einen oberen Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Außenfläche, und
 einen unteren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Innenfläche; und wobei die verformbare digitale Haut in dem unteren Abschnitt mechanisch verformbar ist.

11. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 10, wobei die verformbare digitale Haut auch im oberen Abschnitt mechanisch verformbar ist.
12. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 9, wobei mindestens ein Teil eines äußeren Abschnitts des Objekts mechanisch verformbares Material mit einer Außenfläche umfasst, und die Außenfläche des mechanisch verformbaren Materials mindestens einen Teil des gleichen Abschnitts der Oberfläche des Objekts wie die digitale Haut überspannt.
13. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 12, wobei das mechanisch verformbare Material dielektrisch ist.
14. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 3, wobei die verformbare digitale Haut umfasst:
eine Innenfläche in der Nähe des Objekts,
eine vom Objekt entfernte Außenfläche,
einen oberen Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Außenfläche,
einen Mittelabschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Vielzahl von Spaltenleitern, und
einen unteren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Spaltenleitern und der Innenfläche; und wobei die verformbare digitale Haut im oberen Abschnitt verformbar ist.
15. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 14, wobei mindestens ein Teil eines äußeren Abschnitts des Objekts mechanisch verformbares Material mit einer Außenfläche umfasst, und die Außenfläche des mechanisch verformbaren Materials mindestens einen Teil des gleichen Abschnitts der Oberfläche des Objekts wie die digitale Haut überspannt.
16. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 15, wobei das mechanisch verformbare Material dielektrisch ist.
17. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 15, ferner umfassend:
ein leitfähiges Material, das sich über mindestens einen Abschnitt des Objekts erstreckt, wobei das leitfähige Material unter der Außenfläche des mechanisch verformbaren Materials angeordnet ist.
18. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 3, wobei die verformbare digitale Haut umfasst:
eine Innenfläche in der Nähe des Objekts,
eine vom Objekt entfernte Außenfläche,
einen oberen Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Außenfläche,
einen Mittelabschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Vielzahl von Spaltenleitern, und
einen unteren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Spaltenleitern und der Innenfläche; und wobei die verformbare digitale Haut im mittleren Abschnitt verformbar ist.
19. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 18, wobei mindestens ein Abschnitt des Objekts einen mechanisch verformbaren Außenabschnitt umfasst und der mechanisch verformbare Außenabschnitt mindestens einen Teil des gleichen Abschnitts der Oberfläche des Objekts wie die digitale Haut umfasst.
20. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 19, wobei der mechanisch verformbare äußere Abschnitt dielektrisch ist.
21. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 19, ferner umfassend:
ein leitfähiges Material, das sich über mindestens einen Abschnitt des Objekts erstreckt, wobei das leitfähige Material unterhalb der Außenfläche des mechanisch verformbaren Außenabschnitts angeordnet ist.
22. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 3, wobei die verformbare digitale Haut umfasst:
eine Innenfläche in der Nähe des Objekts,
eine vom Objekt entfernte Außenfläche,
einen oberen Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Außenfläche,
einen Mittelabschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Vielzahl von Spaltenleitern, und
einen unteren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Spaltenleitern und der Innenfläche; und wobei die verformbare digitale Haut im unteren Abschnitt verformbar ist.
23. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 22, wobei das Objekt ferner umfasst:

ein leitfähiges Material, das sich über mindestens einen Abschnitt des Objekts erstreckt, wobei das leitfähige Material unterhalb der Innenfläche angeordnet ist.

24. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 1, wobei die Vielzahl der Zeilenleiter so angeordnet ist, dass sie in einer Uhrzeigersinn-Wendel ausgerichtet sind und die Vielzahl der Spaltenleiter in einer Gegenuhrzeigersinn-Wendel in Bezug auf sie ausgerichtet sind.

25. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 1, wobei die Vielzahl von Zeilenleitern so angeordnet ist, dass sie in einer Gegenuhrzeigersinn-Wendel ausgerichtet sind und die Vielzahl von Spaltenleitern so angeordnet ist, dass sie in einer Uhrzeigersinn-Wendel in Bezug auf sie ausgerichtet sind.

26. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 1, wobei die Vielzahl der Zeilenleiter und die Vielzahl der Spaltenleiter in einer schraubenförmigen Wicklung ausgerichtet sind.

27. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 1, wobei die Vielzahl von Zeilenleitern so angeordnet ist, dass sie in einer Uhrzeigersinn-Wendel ausgerichtet sind und die Vielzahl von Spaltenleitern so angeordnet ist, dass sie in Längsrichtung in Bezug auf sie ausgerichtet sind.

28. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 1, wobei die Vielzahl der Zeilenleiter so angeordnet ist, dass sie in einer Gegenuhrzeigersinn-Wendel ausgerichtet sind, und die Vielzahl der Spaltenleiter so angeordnet ist, dass sie in Längsrichtung in Bezug auf sie ausgerichtet sind.

29. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 1, wobei die Vielzahl von Zeilenleitern so angeordnet ist, dass sie in konzentrischen Kreisen ausgerichtet sind, und die Vielzahl von Spaltenleitern so angeordnet ist, dass sie in Längsrichtung in Bezug auf sie ausgerichtet sind.

30. Berührungsempfindliches Objekt, umfassend:
 ein Objekt, das von einer Schutzfläche bedeckt ist;
 eine digitale Haut unterhalb mindestens einem Abschnitt der Schutzfläche, wobei die digitale Haut eine Vielzahl von darin eingebetteten Zeilenleitern aufweist,
 eine Vielzahl von Spaltenleitern, die in der Nähe der Zeilenleiter angeordnet sind, so dass der Weg jedes Zeilenleiters der Vielzahl von Zeilenleitern den Weg jedes der Spaltenleiter der Vielzahl von Spaltenleitern kreuzt;
 eine Vielzahl von Signalemittern, wobei jeder der Vielzahl von Signalemittern funktionsfähig mit separaten der Vielzahl von eingebetteten Zeilenleitern verbunden ist, wobei jeder der Vielzahl von Signalemittern angepasst ist, um gleichzeitig eines aus einem Satz von Quellsignalen zu emittieren;
 eine Vielzahl von Signalempfängern, wobei jeder der Vielzahl von Signalempfängern funktionsfähig mit getrennten der Vielzahl von eingebetteten Spaltenleitern verbunden ist, wobei jeder der Vielzahl von Signalempfängern angepasst ist, um einen Rahmen zu empfangen, der den Signalen entspricht, die auf dem Spaltenleiter vorhanden sind, mit dem er funktionsfähig verbunden ist, während der Rahmen erfasst wird, wobei jeder der Signalempfänger ausgelegt ist, seine Rahmen gleichzeitig mit jedem anderen Signalempfänger zu empfangen; und
 einen Signalprozessor, der ausgelegt ist, um eine Wärmekarte zu erzeugen, die elektromagnetische Störungen in der Nähe der Schutzfläche reflektiert, basierend, zumindest teilweise, auf den empfangenen Rahmen.

31. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 30, wobei die Schutzoberfläche als Reaktion auf Berührung verformbar ist.

32. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 31, wobei die Vielzahl von Spalten in die digitale Haut eingebettet sind.

33. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 32, wobei die Schutzoberfläche, die digitale Haut, die Vielzahl von Signalemittern und die Vielzahl von Signalempfängern einen ersten Berührungssensor bilden, wobei das Objekt ferner umfasst:
 einen zweiten Berührungssensor.

34. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 33, wobei der Signalprozessor ferner ausgelegt ist, um einen anderen Ausgabe zu erzeugen, der elektromagnetische Störungen in der Nähe des zweiten Berührungssensors reflektiert.

35. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 34, wobei die andere Ausgabe eine Wärmekarte ist.

36. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 34, wobei der zweite Berührungssensor aus einer Schlüsselbasis, mindestens einer Sendeantenne und mindestens einer Empfangsantenne in der Nähe der Schlüsselbasis, einem jeder der mindestens einen Sendeantennen zugeordneten Signalemitter und mindestens einem Signalempfänger, der funktionsfähig mit mindestens einer der mindestens einen Empfangsantenne gekoppelt ist, gebildet ist.

37. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 35, wobei die andere Ausgabe ausgelegt ist, um einen aus einem Bereich von Berührungszuständen zu reflektieren, einschließlich eines Bereichs von Schwebezuständen, eines Bereichs von Kontaktzuständen und mindestens eines vollständig gedrückten Zustands.

38. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 31, wobei die verformbare digitale Haut aufweist:
eine Innenfläche entfernt von der Schutzfläche,
eine Außenfläche in der Nähe der Schutzfläche,
einen oberen Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Schutzoberfläche, und
einen unteren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Innenfläche, und
wobei die verformbare digitale Haut in dem oberen Abschnitt mechanisch verformbar ist.

39. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 31, wobei die verformbare digitale Haut aufweist:
eine Innenfläche entfernt von der Schutzfläche,
eine Außenfläche in der Nähe der Schutzfläche,
einen oberen Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Schutzoberfläche, und
einen unteren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Innenfläche, und
wobei die verformbare digitale Haut im unteren Abschnitt mechanisch verformbar ist.

40. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 39, wobei die verformbare digitale Haut auch in dem oberen Abschnitt mechanisch verformbar ist.

41. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 38, wobei mindestens ein Teil der Schutzfläche auf dem Objekt mechanisch verformbares Material mit einer Außenfläche umfasst und die Außenfläche des mechanisch verformbaren Materials mindestens einen Teil des gleichen Abschnitts der Oberfläche des Objekts wie die digitale Haut überspannt.

42. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 41, wobei das mechanisch verformbare Material dielektrisch ist.

43. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 32, wobei die verformbare digitale Haut aufweist:
eine Innenfläche entfernt von der Schutzfläche,
eine Außenfläche in der Nähe der Schutzfläche,
einen oberen Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Schutzoberfläche,
einen Mittelabschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Vielzahl von Spaltenleitern, und
einen unteren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Spaltenleitern und der Innenfläche, und
wobei die verformbare digitale Haut im oberen Abschnitt verformbar ist.

44. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 43, wobei mindestens ein Teil der Schutzfläche mechanisch verformbares Material mit einer Außenfläche umfasst und die Außenfläche des mechanisch verformbaren Materials mindestens einen Teil des gleichen Abschnitts der Oberfläche des Objekts wie die digitale Haut umfasst.

45. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 44, wobei das mechanisch verformbare Material dielektrisch ist.

46. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 44, ferner umfassend:
ein leitfähiges Material, das sich über mindestens einen Abschnitt des Objekts erstreckt, wobei das leitfähige Material unterhalb der Oberfläche des mechanisch verformbaren Materials angeordnet ist.

47. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 32, wobei die verformbare digitale Haut aufweist:
eine Innenfläche entfernt von der Schutzfläche,
eine Außenfläche in der Nähe der Schutzfläche,
einen oberen Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Schutzoberfläche,
einen Mittelabschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Vielzahl von Spaltenleitern, und
einen unteren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Spaltenleitern und der Innenfläche, und
wobei die verformbare digitale Haut im mittleren Abschnitt verformbar ist.

48. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 47, wobei mindestens ein Abschnitt der Schutzfläche einen mechanisch verformbaren Außenabschnitt umfasst und der mechanisch verformbare Außenabschnitt mindestens einen Teil des gleichen Abschnitts der Oberfläche des Objekts wie die digitale Haut umfasst.

49. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 48, wobei der mechanisch verformbare äußere Abschnitt dielektrisch ist.

50. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 48, ferner umfassend:
ein leitfähiges Material, das mindestens einen Abschnitt der Schutzoberfläche überspannt, wobei das leitfähige Material unterhalb der Oberfläche des mechanisch verformbaren Außenabschnitts angeordnet ist.

51. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 32, wobei die verformbare digitale Haut aufweist:
eine Innenfläche entfernt von der Schutzfläche,
eine Außenfläche in der Nähe der Schutzfläche,
einen oberen Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Schutzoberfläche,
einen Mittelabschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Vielzahl von Spaltenleitern, und
einen unteren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Spaltenleitern und der Innenfläche, und
wobei die verformbare digitale Haut im unteren Abschnitt verformbar ist.

52. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 51, wobei das Objekt ferner umfasst:
ein leitfähiges Material, das mindestens einen Abschnitt der Schutzfläche überspannt, wobei das leitfähige Material unterhalb der Innenfläche angeordnet ist.

53. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 30, wobei die Vielzahl der Zeilenleiter so angeordnet ist, dass sie in einer Uhrzeigersinn-Wendel ausgerichtet sind und die Vielzahl der Spaltenleiter in einer Gegenuhrzeigersinn-Wendel in Bezug auf sie ausgerichtet sind.

54. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 30, wobei die Vielzahl von Zeilenleitern so angeordnet sind, dass sie in einer Gegenuhrzeigersinn-Wendel ausgerichtet sind und die Vielzahl von Spaltenleitern so angeordnet sind, dass sie in einer Gegenuhrzeigersinn-Wendel in Bezug auf sie ausgerichtet sind.

55. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 30, wobei die Vielzahl von Zeilenleitern und die Vielzahl von Spaltenleitern in einer schraubenförmigen Wicklung ausgerichtet sind.

56. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 30, wobei die Vielzahl von Zeilenleitern so angeordnet sind, dass sie in einer Uhrzeigersinn-Wendel ausgerichtet sind und die Vielzahl von Spaltenleitern so angeordnet sind, dass sie in Längsrichtung in Bezug auf sie ausgerichtet sind.

57. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 30, wobei die Vielzahl der Zeilenleiter so angeordnet ist, dass sie in einer Gegenuhrzeigersinn-Wendel ausgerichtet sind, und die Vielzahl der Spaltenleiter so angeordnet ist, dass sie in Längsrichtung in Bezug auf sie ausgerichtet sind.

58. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 30, wobei die Vielzahl der Zeilenleiter so angeordnet sind, dass sie in konzentrischen Kreisen ausgerichtet sind, und die Vielzahl der Spaltenleiter so angeordnet sind, dass sie in Längsrichtung in Bezug auf sie ausgerichtet sind.

59. Berührungsempfindliches Objekt, umfassend:
ein Objekt mit einem Griff, der mindestens einen Teil davon bedeckt, wobei der Griff eine Vielzahl von darin eingebetteten Zeilenleitern aufweist;

eine Vielzahl von Spaltenleitern, die in der Nähe der Zeilenleiter angeordnet sind, so dass der Weg jedes Zeilenleiters der Vielzahl von Zeilenleitern den Weg jedes der Spaltenleiter der Vielzahl von Spaltenleitern kreuzt;

eine Vielzahl von Signalemittern, wobei jeder der Vielzahl von Signalemittern funktionsfähig mit separaten der Vielzahl von eingebetteten Zeilenleitern verbunden ist, wobei die Vielzahl von Signalemittern geeignet ist, gleichzeitig eines aus einem Satz von Quellsignalen zu emittieren;

eine Vielzahl von Signalempfängern, wobei jeder der Vielzahl von Signalempfängern funktionsfähig mit getrennten der Vielzahl von eingebetteten Spaltenleitern verbunden ist, wobei jeder der Vielzahl von Signalempfängern angepasst ist, um einen Rahmen zu empfangen, der den Signalen entspricht, die auf dem Spaltenleiter vorhanden sind, mit dem er funktionsfähig verbunden ist, während der Rahmen erfasst wird, wobei jeder der Signalempfänger angepasst ist, seine Rahmen gleichzeitig mit jedem anderen Signalempfänger zu empfangen; und

einen Signalprozessor, der ausgelegt ist, um eine Wärmekarte zu erzeugen, die elektromagnetische Störungen in der Nähe des Griffs reflektiert, basierend, zumindest teilweise, auf den empfangenen Rahmen.

60. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 59, wobei der Griff als Reaktion auf Berührung verformbar ist.

61. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 60, wobei die Vielzahl von Spalten in die digitale Haut eingebettet ist.

62. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 61, wobei der Griff, die Vielzahl von Signalemittern und die Vielzahl von Signalempfängern einen ersten Berührungssensor bilden, wobei das Objekt ferner umfasst: einen zweiten Berührungssensor.

63. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 62, wobei der Signalprozessor ferner ausgelegt ist, um eine andere Ausgabe zu erzeugen, der elektromagnetische Störungen in der Nähe des zweiten Berührungssensors reflektiert.

64. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 63, wobei die andere Ausgabe eine Wärmekarte ist.

65. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 63, wobei der zweite Berührungssensor aus einer Schlüsselbasis, mindestens einer Sendeantenne und mindestens einer Empfangsantenne in der Nähe der Schlüsselbasis, einem jeder der mindestens einen Sendeantennen zugeordneten Signalemitter und mindestens einem Signalempfänger, der funktionsfähig mit mindestens einer der mindestens einen Empfangsantenne gekoppelt ist, gebildet ist.

66. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 64, wobei die andere Ausgabe ausgelegt ist, um einen aus einem Bereich von Berührungszuständen zu reflektieren, einschließlich eines Bereichs von Schwebezuständen, eines Bereichs von Kontaktzuständen und mindestens eines vollständig gedrückten Zustands.

67. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 60, wobei der verformbare Griff aufweist:
eine Innenfläche in der Nähe des Objekts,
eine vom Objekt entfernte Außenfläche,
einen oberen Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Außenfläche, und
einen unteren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Innenfläche, und
wobei der verformbare Griff im oberen Abschnitt mechanisch verformbar ist.

68. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 60, wobei der verformbare Griff aufweist:
eine Innenfläche in der Nähe des Objekts,
eine vom Objekt entfernte Außenfläche,
einen oberen Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Außenfläche, und
einen unteren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Innenfläche, und
wobei der verformbare Griff im unteren Abschnitt mechanisch verformbar ist.

69. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 68, wobei der verformbare Griff auch im oberen Abschnitt mechanisch verformbar ist.

70. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 67, wobei mindestens ein Teil des Griiffs auf dem Objekt mechanisch verformbares Material mit einer Außenfläche umfasst und die Außenfläche des mechanisch verformbaren Materials mindestens einen Teil des gleichen Abschnitts der Oberfläche des Objekts wie der Griff umfasst.

71. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 70, wobei das mechanisch verformbare Material dielektrisch ist.

72. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 61, wobei der verformbare Griff aufweist
eine Innenfläche in der Nähe des Objekts,
eine vom Objekt entfernte Außenfläche,
einen oberen Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Außenfläche,
einen Mittelabschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Vielzahl von Spaltenleitern, und
einen unteren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Spaltenleitern und der Innenfläche, und
wobei der verformbare Griff im oberen Abschnitt verformbar ist.

73. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 72, wobei mindestens ein Teil eines äußeren Abschnitts des Objekts mechanisch verformbares Material mit einer Außenfläche umfasst, und die Außenfläche des mechanisch verformbaren Materials mindestens einen Teil des gleichen Abschnitts der Oberfläche des Objekts wie der Griff überspannt.

74. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 73, wobei das mechanisch verformbare Material dielektrisch ist.

75. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 73, ferner umfassend:
leitfähiges Material, das sich über mindestens einen Abschnitt des Objekts erstreckt, wobei das leitfähige Material unterhalb der Oberfläche des mechanisch verformbaren Materials angeordnet ist.

76. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 61, wobei der verformbare Griff aufweist
eine Innenfläche in der Nähe des Objekts,
eine vom Objekt entfernte Außenfläche,
einen oberen Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Außenfläche,
einen Mittelabschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Vielzahl von Spaltenleitern, und
einen unteren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Spaltenleitern und der Innenfläche, und
wobei der verformbare Griff im Mittelabschnitt verformbar ist.

77. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 76, wobei mindestens ein Abschnitt des Objekts einen mechanisch verformbaren Außenabschnitt umfasst und der mechanisch verformbare Außenabschnitt mindestens einen Teil des gleichen Abschnitts der Oberfläche des Objekts wie der Griff umfasst.

78. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 77, wobei der mechanisch verformbare äußere Abschnitt dielektrisch ist.

79. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 77, ferner umfassend:
leitfähiges Material, das sich über mindestens einen Abschnitt des Objekts erstreckt, wobei das leitfähige Material unterhalb der Außenfläche des mechanisch verformbaren Außenabschnitts angeordnet ist.

80. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 61, wobei der verformbare Griff aufweist
eine Innenfläche in der Nähe des Objekts,
eine vom Objekt entfernte Außenfläche,
einen oberen Abschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Außenfläche,
einen Mittelabschnitt zwischen der Vielzahl von Zeilenleitern und der Vielzahl von Spaltenleitern, und
einen unteren Abschnitt zwischen der Vielzahl von Spaltenleitern und der Innenfläche, und
wobei der verformbare Griff im unteren Abschnitt verformbar ist.

81. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 80, wobei das Objekt ferner umfasst:

leitfähiges Material, das sich über mindestens einen Abschnitt des Objekts erstreckt, wobei das leitfähige Material unterhalb der Innenfläche angeordnet ist.

82. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 59, wobei die Vielzahl der Zeilenleiter so angeordnet ist, dass sie in einer Uhrzeigersinn-Wendel ausgerichtet sind und die Vielzahl der Spaltenleiter in einer Gegenuhrzeigersinn-Wendel in Bezug auf sie ausgerichtet sind.

83. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 59, wobei die Vielzahl von Zeilenleitern so angeordnet ist, dass sie in einer Gegenuhrzeigersinn-Wendel ausgerichtet sind und die Vielzahl von Spaltenleitern so angeordnet ist, dass sie in einer Gegenuhrzeigersinn-Wendel in Bezug auf sie ausgerichtet sind.

84. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 59, wobei die Vielzahl der Zeilenleiter und die Vielzahl der Spaltenleiter in einer schraubenförmigen Windung ausgerichtet sind.

85. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 59, wobei die Vielzahl von Zeilenleitern so angeordnet ist, dass sie in einer Uhrzeigersinn-Wendel ausgerichtet sind und die Vielzahl von Spaltenleitern so angeordnet ist, dass sie in Längsrichtung in Bezug auf sie ausgerichtet sind.

86. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 59, wobei die Vielzahl der Zeilenleiter so angeordnet ist, dass sie in einer Gegenuhrzeigersinn-Wendel ausgerichtet sind, und die Vielzahl der Spaltenleiter so angeordnet ist, dass sie in Längsrichtung in Bezug auf sie ausgerichtet sind.

87. Berührungsempfindliches Objekt nach Anspruch 59, wobei die Vielzahl der Zeilenleiter so angeordnet sind, dass sie in konzentrischen Kreisen ausgerichtet sind, und die Vielzahl der Spaltenleiter so angeordnet sind, dass sie in Längsrichtung in Bezug auf sie ausgerichtet sind.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

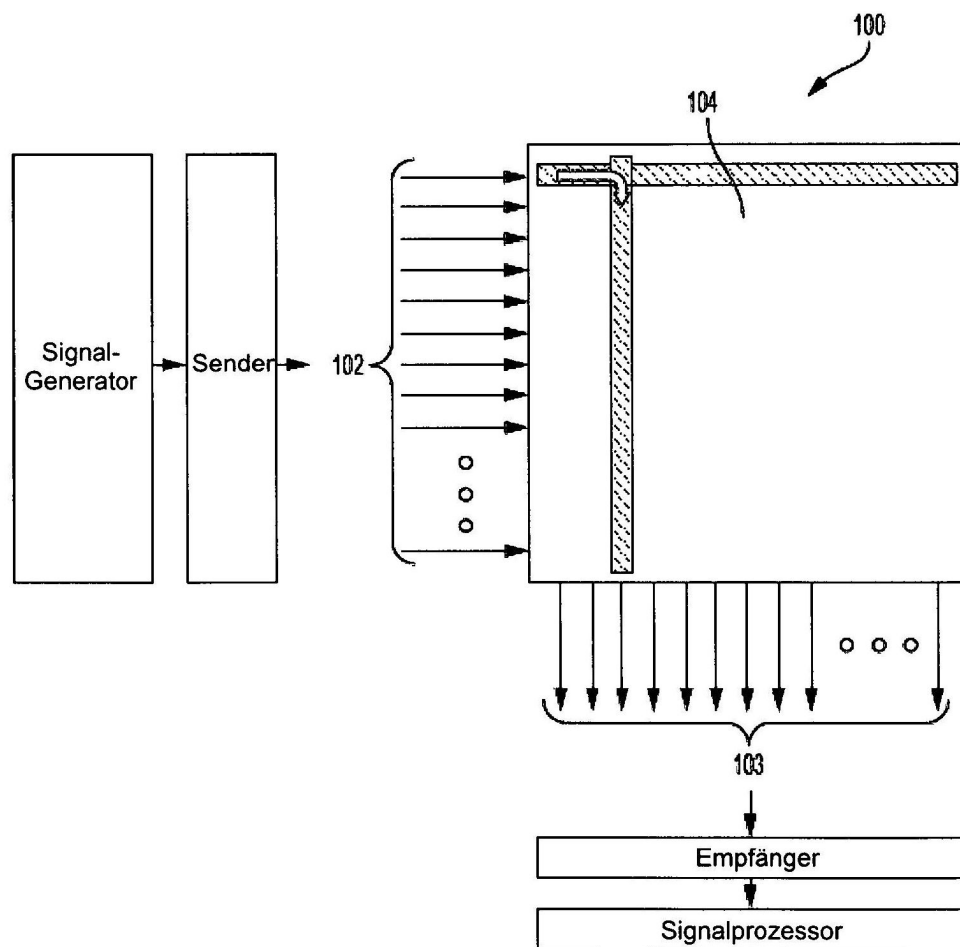


FIG. 1

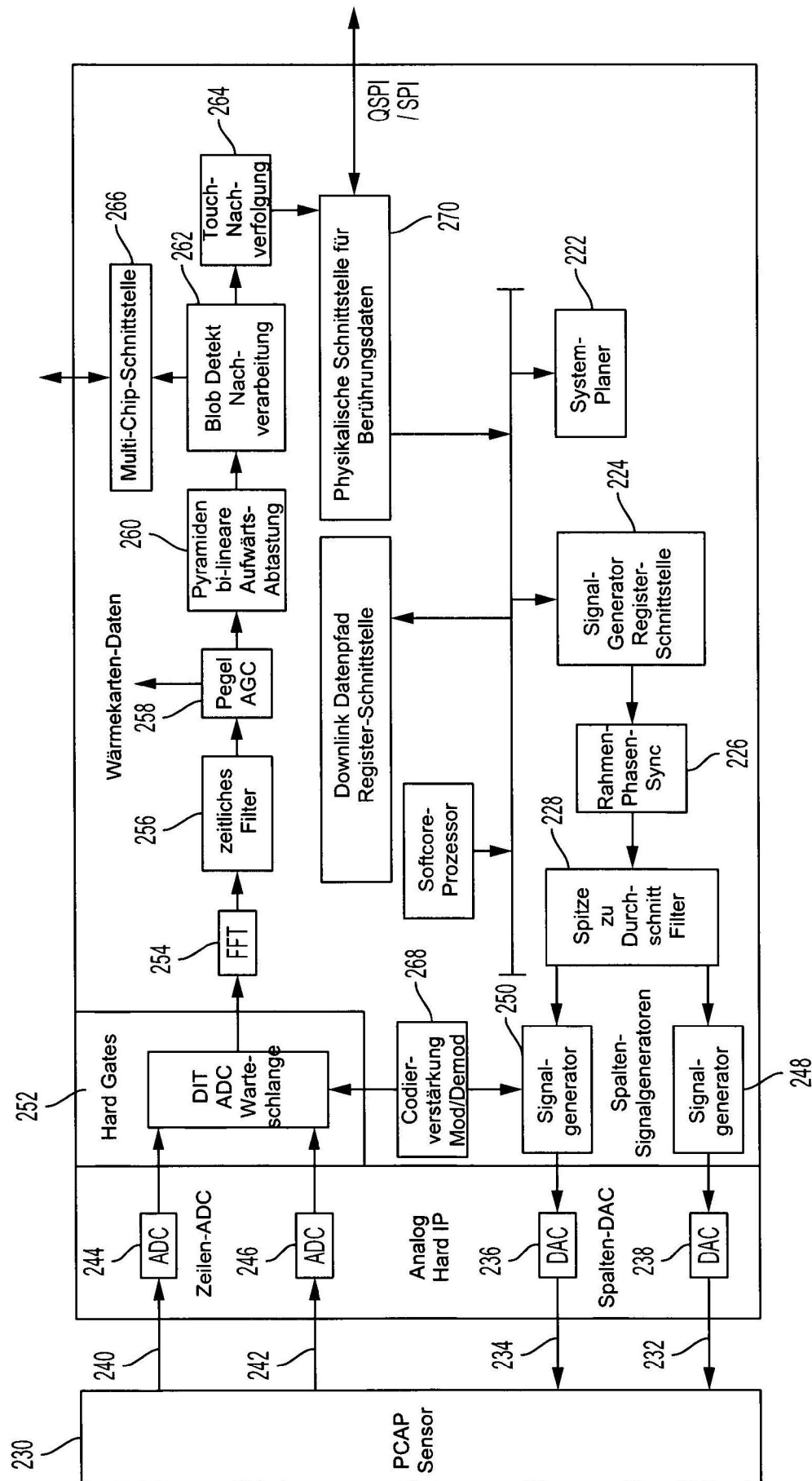


FIG. 2

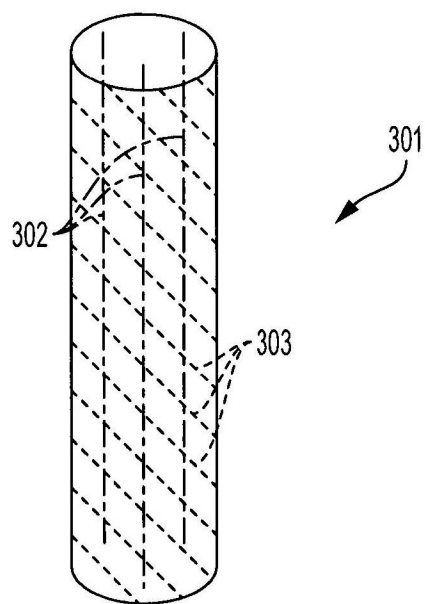


FIG. 3A

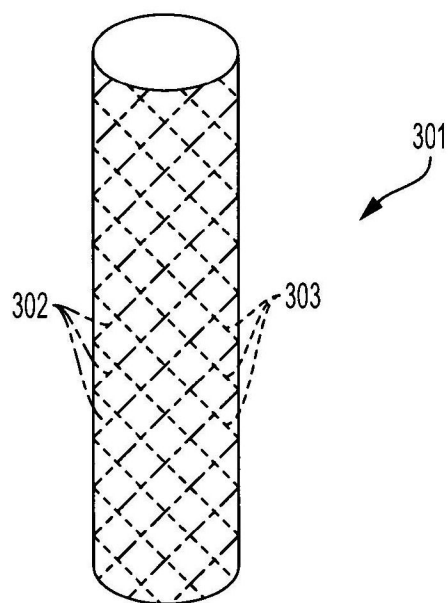


FIG. 3B

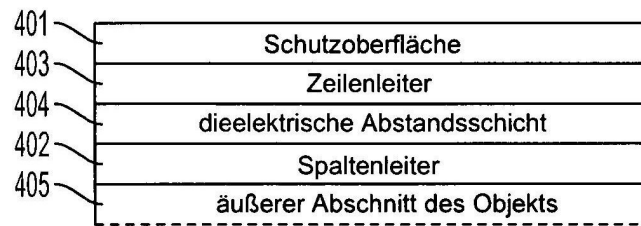


FIG. 4A

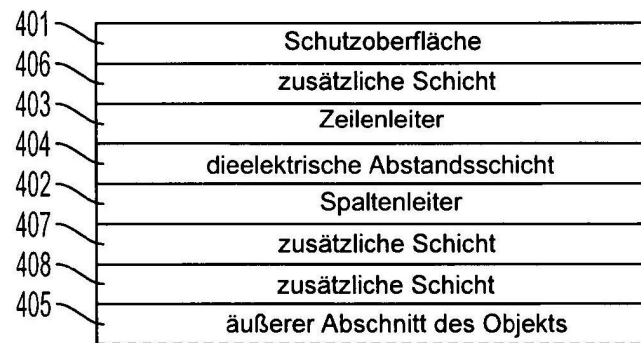


FIG. 4B

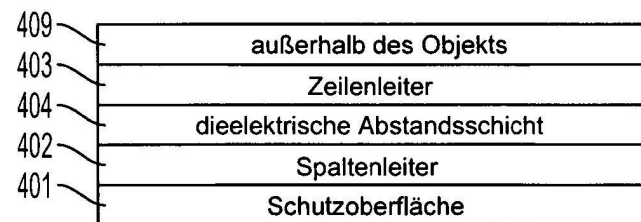


FIG. 4C

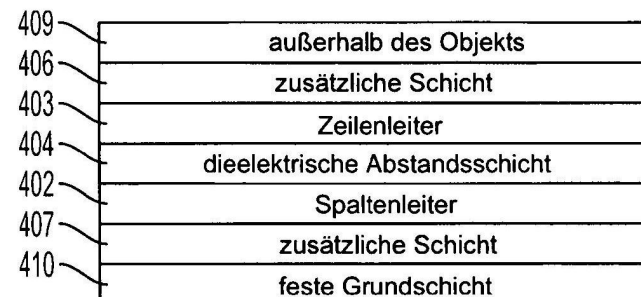


FIG. 4D

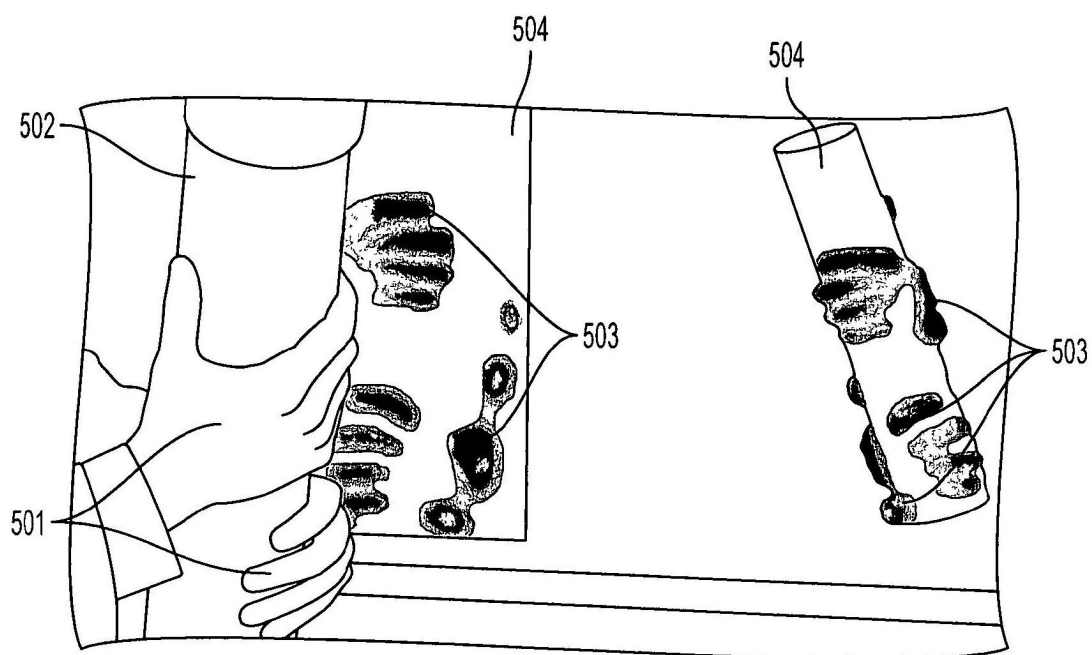


FIG. 5

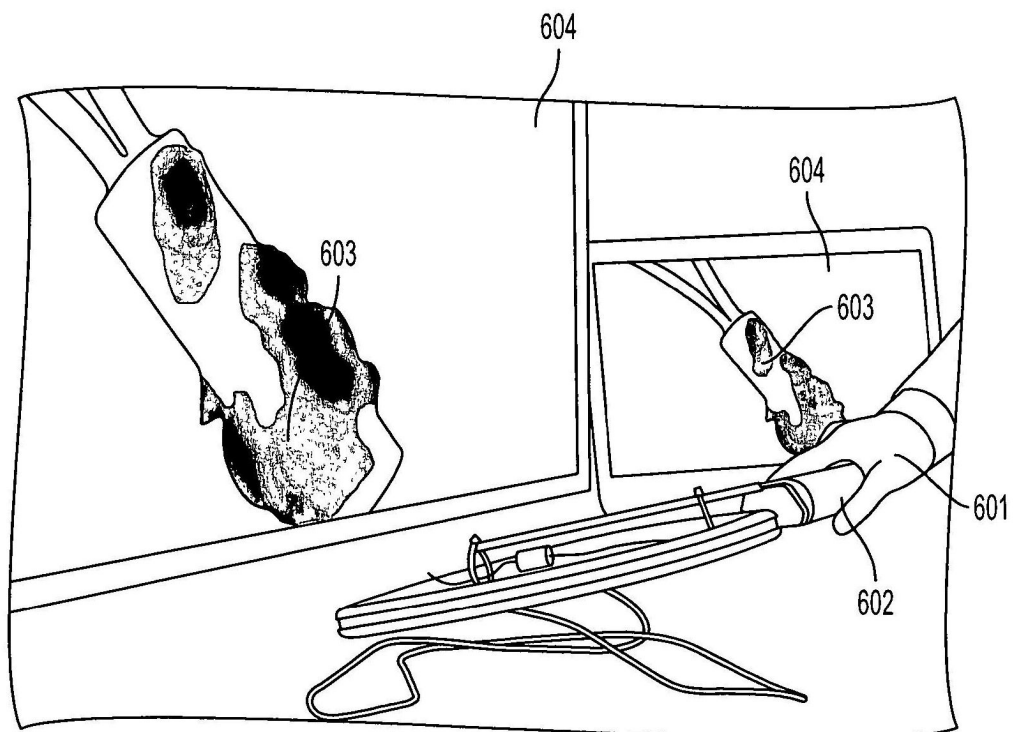


FIG. 6

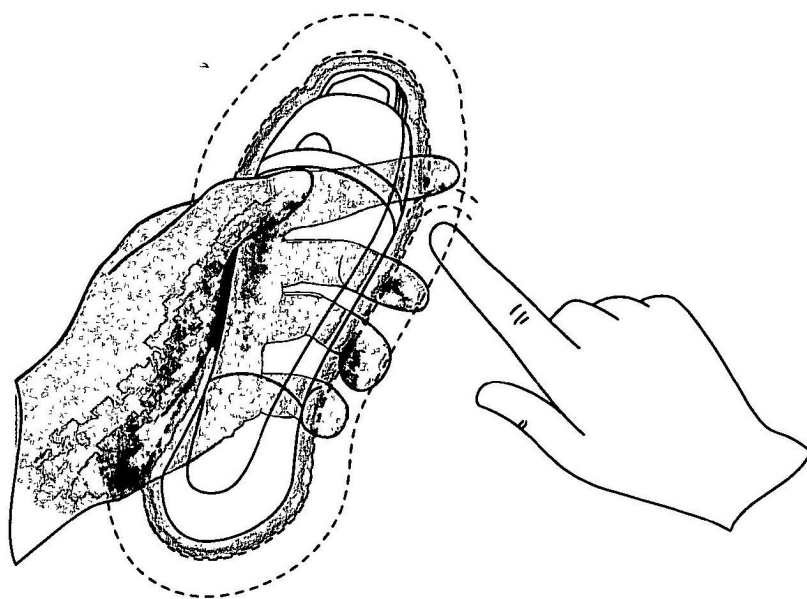


FIG. 7

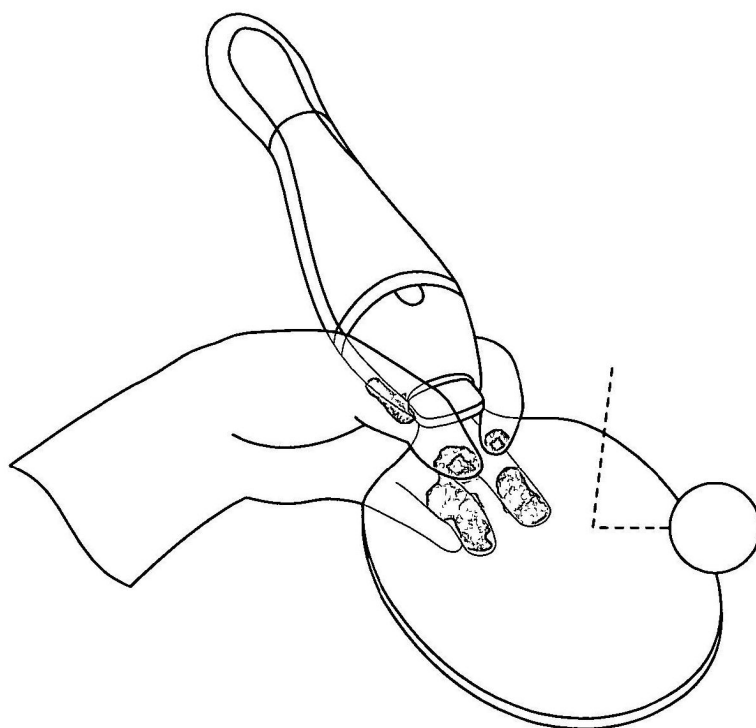


FIG. 8

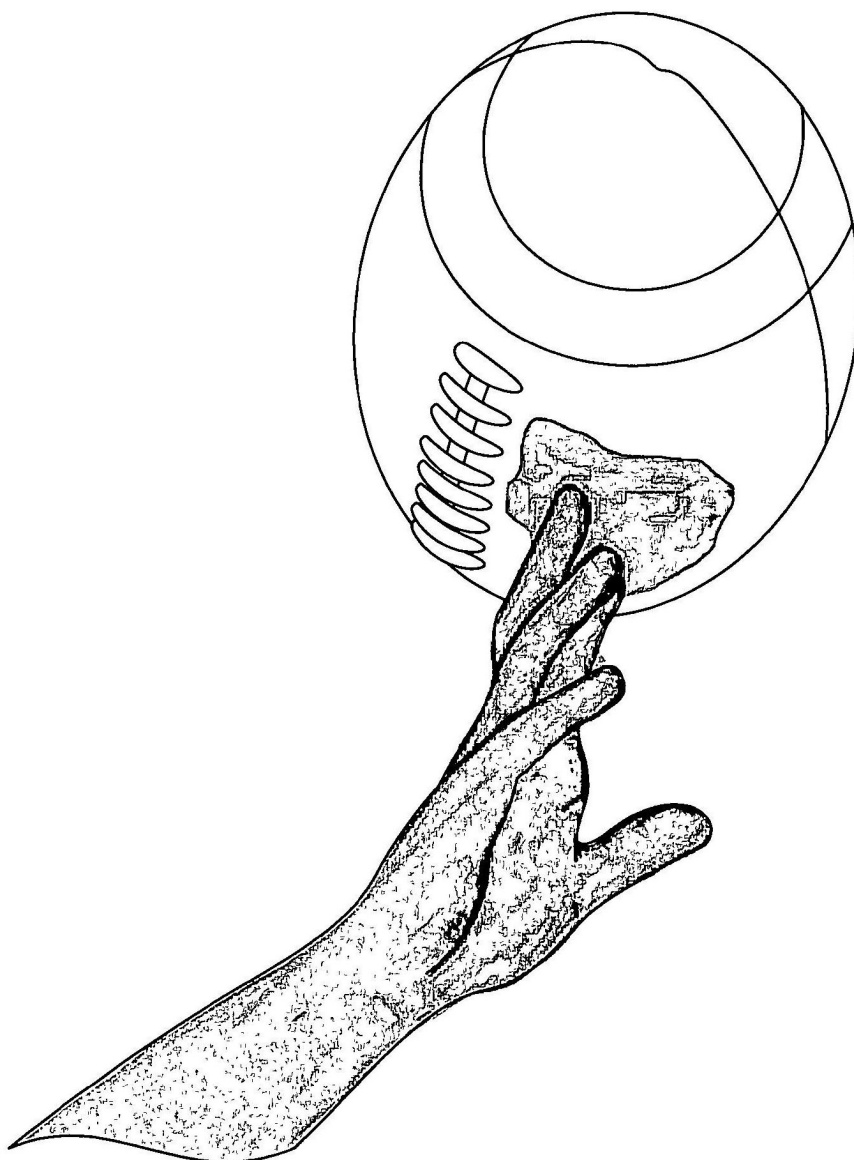


FIG. 9