(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 197 34 180 B4** 2008.11.06

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **197 34 180.2**
(22) Anmeldetag: **07.08.1997**
(43) Offenlegungstag: **08.10.1998**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **06.11.2008**

(51) Int Cl.[8]: ***A61B 8/08*** (2006.01)
G01S 7/534 (2006.01)
G01S 7/02 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten(§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
9-063235 17.03.1997 JP

(62) Teilung in:
197 58 577.9

(73) Patentinhaber:
Fukuda Denshi Co. Ltd., Tokio/Tokyo, JP

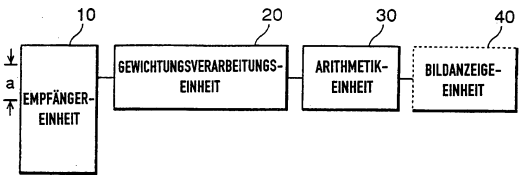
(74) Vertreter:
W. Seeger und Kollegen, 81369 München

(72) Erfinder:
Watanabe, Kazuhiro, Kawasaki, Kanagawa, JP;
Shiba, Akira, Kawasaki, Kanagawa, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
US 53 18 033
US 47 75 622
US 41 45 931

(54) Bezeichnung: **Ultraschalldiagnosevorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Ultraschalldiagnosevorrichtung, bei der in ein Objekt gesendete und durch eine Reflexion an einer Ultraschallreflexionsquelle in dem Objekt zurückgeworfene Ultraschallwellen von einer Vielzahl von Ultraschalltransducern, die in einer eine Vielzahl von in einer vorgegebenen Anordnungsrichtung angeordneten Ultraschalltransducern aufweisenden Öffnung angeordnet sind, derart empfangen werden, dass empfangene Signale erhalten werden, wobei dieser Vorgang mehrmals wiederholt wird, während die Öffnung sequentiell in der Anordnungsrichtung bewegt wird, wobei ein ein Bild vom Inneren des Objekts repräsentierendes Bildsignal auf der Grundlage der empfangenen Signale erhalten wird, während dieser Vorgang mehrmals wiederholt wird, und wobei auf der Grundlage des Bildsignals ein Bild angezeigt wird,
welche Ultraschalldiagnosevorrichtung umfaßt:
eine Empfängereinheit, um an der die Vielzahl von Ultraschalltransducern aufweisenden Öffnung (a) ankommende Ultraschallwellen zu empfangen und die empfangenen Signale zu erzeugen,
eine Gewichtungsverarbeitungseinheit mit zumindest zwei Gewichtungsfunktionen, um gewichtete empfangene Signale zu erzeugen, wobei die Funktionswerte der zumindest zwei Gewichtungsfunktionen von der Position eines jeweiligen...



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ultraschalldiagnosevorrichtung, die ein Anwendungsgebiet einer Wellenempfangsvorrichtung zum Empfangen und Verarbeiten von Wellen, wie z. B. Akustikwellen (einschließlich Vibrationswellen) und elektromagnetische Wellen darstellt.

[0002] Eine Ultraschalldiagnosevorrichtung ist aus der US 4145931 bekannt, welche ein Fresnel-fokussiertes Abbildungssystem zeigt, bei welchem ein Fresnel-Muster auf eine Anordnung von Schall-Transducern angewendet wird, um einen Fokussierung vorzusehen.

[0003] Die US-PS 5318033 offenbart ein Ultraschall-Phasenanordnungs-Ab Bildungssystem. Um das Ultraschallbild anzuzeigen ist es üblich, daß ein Ausgang des Strahlenformers detektiert und danach in einen digitalen Scan-Converter eingespeist wird.

[0004] Die US-PS 4779622 offenbart eine Ultraschall-Diagnosevorrichtung, in welcher eine Gewichtung für die Öffnung derart durchgeführt wird, daß eine Gewichtungsfaktor eines digitalen Wertes D/A konvertiert und dann einem Öffnungs-Element zugeführt wird.

[0005] Die Ultraschalldiagnosevorrichtung ist als ein System bekannt, bei dem hauptsächlich ein menschlicher Körper als Objekt vorliegt, und weist einen Prozeß auf, bei welchem Ultraschall in das Innere des Objekts gesendet wird und ein von den Oberflächen der verschiedenen Gewebe im Inneren des Objekts reflektierter Ultraschall empfangen wird, was sequentiell wiederholt wird, um das Innere des Objekts mit Ultraschall abzutasten, so daß ein Bild des Objektinneren auf der Basis der empfangenen Signale, die durch den Abtastprozeß erhalten werden, dargestellt wird, wodurch die Diagnose einer Krankheit, wie etwa Erkrankungen von Bauchorganen unterstützt wird.

[0006] Fig. 16(a)–(c) sind Darstellungen, die zum Verständnis eines Zustandes nützlich sind, in dem eine Ultraschallvorrichtung verwendet wird, um ein Bild eines Zieles (eines Ultraschallreflektors) innerhalb des Objekts zu erhalten.

[0007] Wie in Fig. 16(a) gezeigt, ist die Ultraschalldiagnosevorrichtung mit einer großen Anzahl von Ultraschalltransducern **1** versehen, die in vorbestimmter Richtung (horizontale Richtung in Fig. 16(a)) angeordnet sind. Diese Ultraschalltransducer werden auf eine Körperoberfläche des Objekts aufgesetzt, um Ultraschallimpulse in das Innere des Objekts zu senden, und zwar mittels der Ansteuerung einer Vielzahl von Ultraschalltransducern, die in einer bestimmten Öffnung **2** enthalten sind, die zum Empfang von Ultraschall mit einer einmaligen Zeitgebung eingerichtet ist, mit elektrischen Impulsen. Ein Ultraschallstrahl **4**, der eine Richtwirkung aufweist, wird innerhalb des Objekts in der Weise gebildet, daß dann, wenn Ultraschall gesendet wird, die Zeitgebungen zur Ansteuerung der Vielzahl von Ultraschalltransducern, die in der Öffnung **2** enthalten sind, gesteuert werden und zusätzlich eine Ansteuerungsintensität zum Ansteuern jedes der Vielzahl von Ultraschalltransducern gemäß einer vorbestimmten Gewichtungsfunktion **3** gesteuert wird, in welcher eine Anordnungsposition (eine Anordnungssequenz) der Vielzahl von Ultraschalltransducern, die in der Öffnung **2** enthalten sind, in Form einer Variablen gegeben ist.

[0008] Innerhalb des Objekts reflektierter und zurückgeworfener Ultraschall wird von der Vielzahl von Ultraschalltransducern, die die Öffnung **2** bilden, jeweils empfangen, und die empfangenen Signale werden gemäß der zugehörigen Gewichtungsfunktion **3** jeweils verstärkt, während eine Strahlbildung erfolgt, um so das Ultraschallreflexionssignal in der Richtung entlang dem Ultraschallstrahl **4** zu betonen, der in das Innere des Objekts verläuft. Dies wird als "Bildung des Empfangsstrahles" bezeichnet. Andererseits wird der in das Innere des Objekts gesendete Ultraschallstrahl als der gesendete Strahl bezeichnet. Der Strahlbildungsprozeß wird als eine Phasenabgleichaddition bezeichnet und ist eine bekannte Technik. Im Hinblick darauf wird auf die überflüssige Be schreibung verzichtet.

[0009] Ein derartiger Sende- und Empfangsprozeß von Ultraschall wird wiederholt ausgeführt, während die Öffnung **2** sequentiell in Richtung der Anordnung der Ultraschalltransducer **1** verschoben wird. Ein Prozeß, bei dem während der sequentiellen Verschiebung der Öffnung **2** der Sende- und Empfangsprozeß von Ultraschall wiederholt ausgeführt wird, wird als eine Abtastung bezeichnet.

[0010] Es sei angemerkt, daß es zum Zweck der Vereinfachung der Erklärung akzeptabel ist, daß, während

vorstehende Erläuterung gegeben wurde, ohne daß besonders zwischen der Sendeöffnung und der Empfängeröffnung, der Gewichtungsfunktion zum Senden und der Gewichtungsfunktion zum Empfangen und dem gesendeten Strahl und dem empfangenen Strahl unterschieden wurde, diese zwischen dem sendenden Ende und dem empfangenden Ende unterschiedlich sind. Sie können in geeigneter Weise an dem sendenden Ende bzw. dem empfangenden Ende eingestellt werden.

[0011] Es ist möglich, Bilder aus dem Inneren des Objekts mittels der Darstellung der Intensität der Signale, die eine Vielzahl von empfangenen Strahlen darstellen, welche durch den vorstehend genannten Abtastprozeß erhalten werden, in Form von Luminanz zu erhalten.

[0012] Hier wird ein Fall betrachtet, in dem nur ein Ziel innerhalb des Objekts existiert, und im Hinblick auf die Tatsache, daß der Ultraschallstrahl **4** (sowohl der empfangene Strahl als auch der gesendete Strahl) eine Richtwirkung hat, bietet die Intensität des empfangenen Signals in jeder der Öffnungen, die in dem Abtastprozeß eingerichtet werden, den jeweiligen Wert, wie in Fig. 16(b) gezeigt. Die Intensitätsverteilung dieser Signale wird als ein Strahlprofil bezeichnet.

[0013] Fig. 16(c) zeigt ein Bild (ein Zielbild), in dem die empfangenen Signale, die eine derartige Signalintensitätsverteilung haben, durch eine Luminanz dargestellt werden.

[0014] Während die Auflösung der Ultraschalldiagnosevorrichtung mit kleineren Zielbildern besser ist, wird die Größe des Zielbildes gewöhnlich im Vergleich mit dem Ziel **5** selbst deutlich gespreizt.

[0015] Bisher wird die Intensitätsverteilung von empfangenen Signalen, welche eine Größe des Zielbildes bestimmt, das heißt, das Strahlprofil, gemäß einer Größe der Öffnung **2**, der Gewichtungsfunktion **3** und einer Wellenlänge λ der zu sendenden und zu empfangenden Ultraschallwellen bestimmt. Diese Elemente sind gemäß bisheriger Entwicklungstätigkeit optimal eingestellt. Es besteht jedoch eine Beschränkung hinsichtlich der Verbesserung der Auflösung.

[0016] Ferner kann in einem Fall, in dem eine Position des Zieles **5** bestimmt wird, die Position des Zieles **5** hinsichtlich der Anordnungsrichtung der Ultraschalltransducer **1** nur bestimmt werden, wenn das Objekt abgetastet wird, um den Intensitätsspitzenwert der empfangenen Signale zu bestimmen. Beispielsweise war es in dem Fall, in dem der Ultraschallstrahl **4** hinsichtlich des Zieles **5** schräg verläuft, wie in Fig. 16(a) gezeigt, auch dann, wenn eine ausreichende Signalintensität der empfangenen Signale durch reflektierte Ultraschallwellen von dem Ziel **5** erhalten wird, unmöglich, eine Verschiebung oder eine Richtung (einen Winkel) des Zieles **5** durch einen einmaligen Ultraschallsende- und Empfangsprozeß zu bestimmen.

[0017] Ferner ist es hinsichtlich der Erfassung der Position des Zieles, wenn die Intervalle der Öffnungen, die sequentiell beim Abtasten eingestellt werden, grob sind, so daß die Öffnungen nur beispielsweise bezüglich der horizontalen Richtung von Fig. 16(a) eingestellt werden, unmöglich, den wahren Spitzenwert zu erfassen. Dies beinhaltet eine Verschlechterung der Erfassungsgenauigkeit hinsichtlich der Position des Zieles. Wenn andererseits die Intervalle der Öffnungen so eingestellt werden, daß sie fein sind, um eine ausreichende Genauigkeit bei der Positionserfassung des Zieles zu erreichen, besteht die Notwendigkeit, Ultraschallsende- und -empfangsprozesse vielfach wiederholt mit der Anzahl von Wiederholungen, die einer Anzahl von auf einer feinen Basis eingerichteten Öffnungen entspricht, durchzuführen. Somit dauert es lange, das Objekt einmal abzutasten. Dies bedeutet eine Verschlechterung der Bildfrequenz.

KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0018] Im Hinblick auf die vorstehend angeführten Tatsachen ist es daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Ultraschalldiagnosevorrichtung zu schaffen, die ohne Richtung und Position des Ziels scannen zu müssen dieses erfassen kann und mit verbesserter Auflösung arbeitet.

[0019] Diese Aufgabe ist durch die Merkmale des Patentanspruchs gelöst.

[0020] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das zum Verständnis eines Prinzips eines Beispiels einer Wellenempfangsvorrichtung nützlich ist.

[0021] Eine Wellenempfangsvorrichtung umfaßt eine Empfängereinheit **10**, eine Gewichtungsverarbeitungseinheit **20** und eine Arithmetikeinheit **30**.

[0022] Die Empfängereinheit **10** empfängt eine an einer vorbestimmten Öffnung a angekommene Welle zusammen mit Informationen hinsichtlich der Position innerhalb der Öffnung. Zum Empfang einer Welle ist es akzeptabel, daß eine Vielzahl von Empfangselementen angeordnet sind, um Informationen hinsichtlich einer Position innerhalb der Öffnung auf der Basis einer Anordnungsreihenfolge der Vielzahl von Empfangselementen zu erhalten. Alternativ ist es beispielsweise akzeptabel, daß ein Empfangselement sequentiell in der Öffnung bewegt wird, um eine Welle zu empfangen, wodurch Informationen hinsichtlich der Position innerhalb der Öffnung auf der Basis der Bewegungsposition eines derartigen einzelnen Empfangselements erhalten werden. Ferner ist es hinsichtlich der Positionsinformation in der Öffnung akzeptabel, daß beispielsweise eine Vielzahl von Empfangselementen auf eindimensionaler Basis angeordnet sind, um so eine eindimensionale Positionsinformation hinsichtlich einer Anordnungsreihenfolge der Vielzahl von Empfangselementen zu erhalten. Alternativ ist es akzeptabel, daß eine Vielzahl von Empfangselementen auf zweidimensionaler Basis angeordnet sind, um so eine zweidimensionale Positionsinformation gemäß einer Anordnungsreihenfolge der Vielzahl von Empfangselementen zu erhalten.

[0023] Die Gewichtungsverarbeitungseinheit **20** führt eine Gewichtungsverarbeitung für empfangene Signale, die in der Empfängereinheit **10** abgeleitet werden, mit einer Vielzahl von Arten von Gewichtungsfunktionen aus, in welchen eine Position innerhalb der Öffnung a in Form einer Variablen angegeben ist.

[0024] Während die Vielzahl von Arten von Gewichtungsfunktionen nicht auf spezielle Gewichtungsfunktionen beschränkt ist, ist es nicht zulässig, daß beliebige Arten von Gewichtungsfunktionen zufällig ausgewählt werden. In der Gewichtungsverarbeitungseinheit **20** ist es erforderlich, eine Gewichtungsverarbeitung für empfangene Signale, die in der Empfängereinheit **10** abgeleitet werden, mit einer Vielzahl von Arten von Gewichtungsfunktionen auszuführen, die in einer solchen Beziehung stehen, daß die Arithmetikeinheit **30** in der Lage ist, eine Laufrichtung der Welle oder eine Position einer Erzeugungsquelle der Welle zu bestimmen. Genauer ausgedrückt kann die Gewichtungsverarbeitungseinheit **20** die Gewichtungsverarbeitung mit einer geraden Funktion oder einer ungeraden Funktion ausführen, bei welcher die Position in der Öffnung in Form einer Variablen angegeben ist. Alternativ kann die Gewichtungsverarbeitungseinheit **20** die Gewichtungsverarbeitung mit einer ersten Funktion ausführen, bei welcher eine Position in der Öffnung in Form einer Variablen angegeben ist, und einer zweiten Funktion, bei der die erste Funktion in Form der Variablen angegeben ist und einer Differenzierung der n-ten Ordnung (n ist eine positive ganze Zahl nicht kleiner als 1) unterzogen wird.

[0025] Als Beispiele der geraden Funktion und der ungeraden Funktion werden eine Rechteckfunktion (vergleiche **Fig. 4**) mit bilateraler Symmetrie bezüglich der Mitte der Empfängeröffnungund eine Rechteckfunktion (vergleiche **Fig. 6**) mit bilateraler Symmetrie bezüglich der Mitte der Empfängeröffnung, jedoch mit jeweils verschiedenem Vorzeichen, angeführt. Als Beispiel für die erste Funktion wird eine Dreiecksfunktion (vergleiche **Fig. 10(a)**) angeführt, bei der das Maximum in der Mitte der Öffnung gegeben ist, allmählich zu den beiden Enden der Öffnung hin verringert wird und schließlich an den beiden Enden der Öffnung Null wird, eine Gauß'sche Funktion, in der das Maximum in der Mitte der Öffnung gegeben ist, eine potenzierte Cosinusfunktion, bei der das Maximum in der Mitte der Öffnung gegeben ist, eine verschobene potenzierte Cosinusfunktion, bei der das Maximum in der Mitte der Öffnung gegeben ist, und dergleichen. Als Beispiele der zweiten Funktion werden Funktionen angeführt, bei welchen die erste Funktion der Differenzierung der ersten Ordnung oder der Differenzierung der zweiten Ordnung unterzogen wird.

[0026] Die Arithmetikeinheit **30** führt eine Operation aus, die eine arithmetische Operation einschließt, bei der eine Laufrichtung der an der Öffnung angekommenen Welle oder eine Position einer Erzeugungsquelle der Welle gemäß einer Vielzahl von gewichteten empfangenen Signalen, die durch die Gewichtungsverarbeitung der Gewichtungsverarbeitungseinheit **20** abgeleitet werden, bewertet wird.

[0027] In diesem Fall ist es akzeptabel, daß die Wellenerzeugungsquelle eine Quelle zur Erzeugung einer Welle ist, die in Richtung der Öffnung läuft, und zwar mittels der Reflexion der zu der Wellenerzeugungsquelle kommenden Welle, und alternativ erzeugt die Wellenerzeugungsquelle selbst Wellen.

[0028] Um die Laufrichtung der Welle oder die Position der Wellenerzeugungsquelle zu bestimmen, führt die Arithmetikeinheit **30** beispielsweise eine arithmetische Operation zum Ableiten eines Verhältnisses der Vielzahl von gewichteten empfangenen Signalen aus.

[0029] Ferner ist es bevorzugt, daß die Arithmetikeinheit **30** eine Operation ausführt, die eine arithmetische Operation zum Erhalten eines Empfangssichtwinkels einschließt, der schmaler ist als derjenige, der durch eines der Vielzahl von gewichteten empfangenen Signalen erhalten wird.

[0030] Fig. 2 ist eine erläuternde Darstellung, die zum Verständnis einer Empfängereinheit einer Wellenempfangsvorrichtung nützlich ist.

[0031] Die Empfängereinheit **10** einer Wellenempfangsvorrichtung gemäß vorliegender Erfindung empfängt, wie in Fig. 2 dargestellt, eine ankommende Welle in einer Vielzahl von Öffnungen a1, a2, a3, ..., an sequentiell oder simultan. Die Vielzahl von Öffnungen ist so ausgelegt, daß sie sich räumlich jeweils teilweise überlappen. Die Gewichtungsverarbeitungseinheit **20** führt eine Gewichtungsverarbeitung von empfangenen Signalen, die durch die Vielzahl von Öffnungen a1, a2, a3, ..., an abgeleitet werden, mit einer Vielzahl von Arten von Gewichtungsfunktionen durch. Die Arithmetikeinheit **30** führt eine Operation aus, die eine arithmetische Operation einschließt, in der eine Laufrichtung der an jeder der Öffnungen a1, a2, a3, ..., an angekommenen Welle oder eine Position einer Erzeugungsquelle der Welle bewertet wird, und erzeugt zusätzlich ein Bildsignal, das ein Bild darstellt, das ein auf einem hinsichtlich der Vielzahl von Öffnungen a1, a2, a3, ... an erhaltenen Operationsresultat basierendes Bild darstellt.

[0032] In diesem Fall ist es bevorzugt, daß eine Bilddarstellungseinheit **40** zum Darstellen eines Bildes, basierend auf dem in der Arithmetikeinheit **30** erzeugten Bildsignal, vorgesehen ist.

[0033] Ferner ist es in der Wellenempfangsvorrichtung gemäß vorliegendem Beispiel auch bevorzugt, daß die Empfängereinheit **10** eine in einer Vielzahl von Öffnungen ankommende Welle sequentiell oder gleichzeitig empfängt, wobei die Vielzahl von Öffnungen so angeordnet ist, daß sie einander räumlich teilweise überlappen;
die Gewichtungsverarbeitungseinheit **20** eine Gewichtungsverarbeitung für empfangene Signale ausführt, die durch die Vielzahl von Öffnungen mit einer Vielzahl von Arten von Gewichtungsfunktionen abgeleitet werden; und
die Arithmetikeinheit **30** eine Operation durchführt, die eine arithmetische Operation einschließt, bei welcher eine Laufrichtung der an jeder der Öffnungen angekommenen Welle oder eine Position einer Erzeugungsquelle der Welle bewertet wird, und zusätzlich ein Interpolationssignal erzeugt, das einem empfangenen Signal entspricht, das abgeleitet wird, wenn eine an einer Zwischenposition der Öffnung zwischen zwei benachbarten Öffnungen ankommende Welle in einem vorbestimmten Empfangssichtwinkel empfangen wird.

[0034] In der Wellenempfangsvorrichtung gemäß vorliegendem Beispiel empfängt die Empfängereinheit **10** jede Art von Akustikwellen, einschließlich z. B. laufende Ultraschallwellen und Vibrationswellen und räumlich im Abstand laufende elektromagnetische Wellen.

[0035] Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das für das Verständnis eines Prinzips einer Ultraschalldiagnosevorrichtung gemäß vorliegender Erfindung nützlich ist.

[0036] Es wird eine Ultraschalldiagnosevorrichtung geschaffen, in der in das Objekt gesendete Ultraschallwellen und durch eine Reflexion in dem Objekt zurückgeworfene Ultraschallwellen von einer Vielzahl von Ultraschalltransducern in einer Öffnungsanordnung aus einer Vielzahl von Ultraschalltransducern, die in einer vorbestimmten Anordnungsrichtung angeordnet sind, empfangen werden, so daß empfangene Signale abgeleitet werden, welcher Prozeß vielfach wiederholt wird, während die Öffnung sequentiell in Richtung der Anordnung bewegt wird, ein Bildsignal, das ein Bild in dem Objekt repräsentiert, auf der Basis der empfangenen Signale abgeleitet wird, die erhalten wurden, während dieser Prozeß vielfach wiederholt wird, und ein auf dem Bildsignal basierendes Bild angezeigt wird, welche Ultraschalldiagnosevorrichtung umfaßt:
eine Empfängereinheit **11** zum Empfangen von Ultraschallwellen, die an einer eingestellten Öffnung a mit einer Vielzahl von Ultraschalltransducern **1** in der Öffnung ankommen;
eine Gewichtungsverarbeitungseinheit **21** zur Durchführung einer Gewichtungsverarbeitung für empfangene Signale, die in der Empfängereinheit **11** abgeleitet werden, mit einer Vielzahl von Arten von Gewichtungsfunktionen, bei welchen eine Anordnungsreihenfolge der Vielzahl von Ultraschalltransducern in der Öffnung in Form einer Variablen gegeben ist;
eine Arithmetikeinheit **31** zum Durchführen einer Operation, die eine arithmetische Operation einschließt, in der die Richtung oder die Position einer Ultraschallreflexionsquelle in dem Objekt gemäß einer Vielzahl von gewichteten empfangenen Signalen bewertet wird, die durch die Gewichtungsverarbeitung der Gewichtungsverarbeitungseinheit **21** abgeleitet werden, und zusätzlich zum Erzeugen eines Bildsignals, das ein Bild in dem Objekt basierend auf einem Operationsergebnis darstellt, das erhalten wird, während dieser Prozeß wiederholt wird; und
eine Bilddarstellungseinheit **41** zum Darstellen eines auf dem in der Arithmetikeinheit **31** erzeugten Bildsignal basierenden Bildes.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0037] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das zum Verständnis eines Prinzips eines Bespiels einer Wellenempfangsvorrichtung nützlich ist;

[0038] Fig. 2 ist eine erläuternde Darstellung, die zum Verständnis eines Empfangsabschnitts des Beispiels einer Wellenempfangsvorrichtung gemäß vorliegender Erfindung nützlich ist;

[0039] Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das zum Verständnis eines Prinzips einer Ultraschalldiagnosevorrichtung gemäß vorliegender Erfindung nützlich ist;

[0040] Fig. 4 ist ein Diagramm, das eine Gewichtungsfunktion als ein Beispiel zeigt;

[0041] Fig. 5 ist ein Diagramm, das ein Strahlprofil zeigt, wenn die in Fig. 4 dargestellte Gewichtungsfunktion verwendet wird;

[0042] Fig. 6 ist ein Diagramm, das als Beispiel eine weitere Gewichtungsfunktion zeigt;

[0043] Fig. 7 ist eine Kurve, die ein Strahlprofil zeigt, wenn die in Fig. 6 dargestellte Gewichtungsfunktion verwendet wird;

[0044] Fig. 8 ist eine erläuternde Darstellung, die zum Verständnis einer Anordnung zum Erzielen einer hohen Auflösung nützlich ist;

[0045] Fig. 9(a) und (b) sind Diagramme, die jeweils ein erstes Beispiel eines Gewichtungsfunktionspaares zeigen;

[0046] Fig. 10(a) und (b) sind Diagramme, die jeweils ein zweites Beispiel eines Gewichtungsfunktionspaares zeigen;

[0047] Fig. 11(a) und (b) sind Diagramme, die jeweils ein drittes Beispiel eines Gewichtungsfunktionspaares zeigen;

[0048] Fig. 12(a) und (b) sind Diagramme, die jeweils ein viertes Beispiel eines Gewichtungsfunktionspaares zeigen;

[0049] Fig. 13 ist ein Blockdiagramm einer Ultraschalldiagnosevorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0050] Fig. 14 ist ein Blockdiagramm einer Ultraschalldiagnosevorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0051] Fig. 15 ist ein Blockdiagramm einer Ultraschalldiagnosevorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0052] Fig. 16(a)–(c) sind Darstellungen, die zum Verständnis eines Zustandes, in dem eine Ultraschalldiagnosevorrichtung verwendet wird, um ein Bild eines Zieles (eines Ultraschallreflektors) in dem Objekt zu erhalten, nützlich sind.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0053] Nachfolgend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0054] Zunächst wird ein verfahren zum Erfassen einer Verschiebung oder einer Richtung (Winkel) (vergleiche Fig. 16(a)) eines Zieles (Ultraschallreflektor) bezüglich der Richtung des Ultraschallstrahles durch nur einen einmaligen Ultraschallsende- und -empfangsprozeß beschrieben.

[0055] Fig. 4 ist ein Diagramm, das eine Gewichtungsfunktion im Rahmen eines Beispiels zeigt. Fig. 5 ist ein Diagramm, das ein Strahlprofil zeigt, wenn die in Fig. 4 dargestellte Gewichtungsfunktion verwendet wird.

[0056] Nachfolgend wird eine Rechteckfunktion mit bilateraler Symmetrie hinsichtlich der Mitte der Empfängeröffnung, wie in Fig. 4 gezeigt, betrachtet.

[0057] Eine Gewichtungsfunktion einer Öffnung für Ultraschallwellen und ein Strahlprofil von empfangenen Strahlen, das durch die Durchführung einer Gewichtung gemäß der Gewichtungsfunktion und die anschließende Durchführung. der Phasenabgleichaddition erhalten wird, stehen wechselweise in der Beziehung eines Fourier-Transformationspaares. Folglich wird das Strahlprofil, bei welchem die in Fig. 4 dargestellte Rechteckfunktion als die Gewichtungsfunktion eingesetzt wird, durch eine Sinusfunktion C (θ) ausgedrückt, die durch die folgende Gleichung (1) gegeben ist, und ihre Funktionsdarstellung ist wie in Fig. 5 gezeigt ausgedrückt.

$$C(\theta) = A \cdot \frac{\sin(2 \varnothing(\theta))}{2 \varnothing(\theta)}$$

$$\varnothing(\theta) = \frac{\pi a}{2 \lambda} \cdot \sin(\theta) \qquad \ldots (1)$$

worin

θ: eine Richtung eines Zieles bezüglich einer Richtung der Ausbreitung des empfangenen Strahles
A: die Ultraschallreflexionsintensität an einem Ziel
a: Öffnungsbreite
λ: Wellenlänge des Ultraschalles

[0058] Fig. 6 ist ein Diagramm, das eine weitere Gewichtungsfunktion als Beispiel zeigt. Fig. 7 ist ein Diagramm, das ein Strahlprofil bei Verwendung der in Fig. 6 dargestellten Gewichtungsfunktion zeigt.

[0059] Nachfolgend wird eine Rechteckfunktion mit bilateraler Symmetrie bezüglich der Mitte der Empfängeröffnung, jedoch mit gegenseitig verschiedenen Vorzeichen betrachtet, wie in Fig. 6 dargestellt.

[0060] Das Strahlprofil, bei dem die in Fig. 6 gezeigte Rechteckfunktion als die Gewichtungsfunktion verwendet wird, wird durch eine Funktion S(θ) ausgedrückt, die durch die folgende Gleichung (2) gegeben ist, und ihre Funktionsfigur ist wie in Fig. 7 gezeigt ausgedrückt.

$$S(\theta) = A \cdot \frac{1-\cos(2 \varnothing(\theta))}{2 \varnothing(\theta)}$$

$$\varnothing(\theta) = \frac{\pi a}{2 \lambda} \cdot \sin(\theta) \qquad \ldots (2)$$

[0061] Wenn die empfangenen Signale, die durch einen einmaligen Ultraschallsende- und -empfangsprozeß erhalten werden, einzeln Gewichtungsprozessen unterzogen werden, und zwar jeweils gemäß der in Fig. 4 gezeigten Gewichtungsfunktion und der in Fig. 6 gezeigten Gewichtungsfunktion, und ein Verhältnis der beiden gewichteten empfangenen Signale, die durch die Gewichtungsprozesse jeweils erhalten werden, wie durch Gleichungen (1) und (2) ausgedrückt bestimmt wird, ist es möglich, einen Wert ∅(θ) zu erhalten, der unabhängig von der Reflexionsintensität A des Zieles ist, aber nur von der Richtung θ des Zieles bezüglich des empfangenen Strahles abhängig ist, wie in den folgenden Gleichungen (3) und (4) dargestellt.

$$\frac{S(\theta)}{C(\theta)} = \frac{A \cdot \frac{1 - \cos(2\varnothing(\theta))}{2\varnothing(\theta)}}{A \cdot \frac{\sin(2\varnothing(\theta))}{2\varnothing(\theta)}}$$

$$= \frac{\frac{\sin(\varnothing(\theta))}{\varnothing(\theta)} \cdot \sin(\varnothing(\theta))}{\frac{\sin(\varnothing(\theta))}{\varnothing(\theta)} \cdot \cos(\varnothing(\theta))}$$

$$= \tan(\varnothing(\theta)) \quad \ldots (3)$$

$$\tan^{-1}\left[\frac{S(\theta)}{C(\theta)}\right] = \varnothing(\theta) \quad \ldots (4)$$

[0062] Auf diese Weise ist es möglich, eine Richtung eines Zieles bezüglich des empfangenen Strahles zu bestimmen, das heißt eine Laufrichtung der Welle, auf die in der vorliegenden Erfindung Bezug genommen wird, und zwar mittels Gewichtung des empfangenen Signals unter individueller Verwendung beispielsweise der in Fig. 4 gezeigten Gewichtungsfunktion und der in Fig. 6 gezeigten Gewichtungsfunktion, um ein Verhältnis der auf diese Weise erhaltenen beiden gewichteten Empfangssignale zu bestimmen.

[0063] Nachfolgend wird eine Anordnung beschrieben, die in der Lage ist, eine höhere Auflösung zu erzielen als diejenige, die durch das Profil definiert ist, das durch eine Öffnungsbreite a, eine Wellenlänge λ des Ultraschalles und eine einzelne Gewichtungsfunktion bestimmt ist.

[0064] Fig. 8 ist eine erläuternde Darstellung, die zum Verständnis einer Anordnung zum Erzielen einer hohen Auflösung nützlich ist.

[0065] Aus Gleichung (1) ergibt sich die Gleichung (5) wie folgt.

$$A = \frac{C}{\left[\frac{\sin(2\varnothing(\theta))}{2\varnothing(\theta)}\right]} \quad \ldots (5)$$

[0066] Substituiert man in die Gleichung (5) die Amplitude C des gewichteten empfangenen Signals, das durch den Gewichtungsprozeß gemäß der in Fig. 4 gezeigten Gewichtungsfunktion erhalten wird, und die Funktion ∅(θ), die die Richtung θ des Zieles darstellt, welche durch Bestimmen eines Verhältnisses von Gleichung (1) und (2) erhalten wird, so ist es möglich, eine Reflexionsintensität A des Zieles zu bestimmen. Somit ist es möglich, sowohl die Richtung θ des Zieles gemäß Gleichung (4) als auch die Reflexionsintensität A des Zieles gemäß Gleichung (5) zu bestimmen.

[0067] Substituiert man die Richtung θ des Zieles und die Reflexionsintensität A des Zieles in eine Funktion g(θ, A), um ein Strahlprofil zu erhalten, das schmäler ist als eine durch die Gleichung (1) ausgedrückte Funktion (hier die Sinusfunktion C(θ)), die ein Strahlprofil darstellt, so wird es möglich, ein Signal abzuleiten, das dem empfangenen Signal äquivalent ist, wenn es mit dem Strahlprofil g(θ, A) empfangen wird, das einen schmäleren Durchmesser hat als das Strahlprofil C(θ), das durch den Gewichtungsprozeß unter Verwendung einer gleichförmigen Gewichtungsfunktion, wie in Fig. 4 gezeigt, erhalten wird.

[0068] Beispielsweise ist es möglich, als die Funktion g(θ, A), wenn die durch die folgende Gleichung (6) ausgedrückte Gleichung angewandt wird, ein Profil zu erhalten, das den halben Durchmesser des Strahlprofils C(θ) hat, der durch die Gleichung (1) gegeben ist, d. h. mit anderen Worten möglich, die doppelte Auflösung zu erzielen.

$$g(\theta, A) = A \cdot \frac{\sin(4 \varnothing(\theta))}{4 \varnothing(\theta)}$$

$$\varnothing(\theta) = \frac{\pi a}{2 \lambda} \cdot \sin(\theta) \qquad \ldots (6)$$

[0069] Gemäß der Ultraschalldiagnosevorrichtung entsprechend der früheren Entwicklung ist es möglich, eine Distanz zwischen dem Ziel und der Öffnung durch einen Zeitintervall von der Sendezeitgebung der Ultraschallwelle bis zu der Empfangszeitgebung festzustellen. Ferner ist es gemäß der Ultraschalldiagnosevorrichtung gemäß vorliegender Ausführungsform möglich, die Richtung des Zieles durch einen einmaligen Ultraschallsende- und -empfangsprozeß zu kennen. Somit ist es möglich, nicht nur die Richtung des Zieles zu identifizieren, sondern auch die Position des Zieles, sofern eine ausreichende Amplitude des empfangenen Signals erreicht werden kann. Folglich ist es möglich, durch eine arithmetische Operation auf der Basis eines empfangenen Signals, das mittels des tatsächlichen Sendens und Empfangens von Ultraschallstrahlen erhalten wird, ein Interpolationssignal zu erhalten, das einem empfangenen Signal entspricht, das in der Weise abgeleitet wird, daß die Ultraschallstrahlen mit einer Öffnung gesendet und empfangen werden, die geringfügig von der Öffnung verschoben ist, mit der die Ultraschallstrahlen tatsächlich gesendet und empfangen werden, beispielsweise einer Öffnung, die auf halbem Wege zwischen den zwei benachbarten Öffnungen liegt. Die Erzeugung eines derartigen Interpolationssignals macht es möglich, einen Zeitraum zu verringern, der für die Abtastung erforderlich ist, wodurch eine Bildfrequenz verbessert wird, ohne daß eine Beeinträchtigung der Auflösung in Kauf genommen werden muß.

[0070] Nachfolgend werden verschiedene Arten von Gewichtungsfunktionspaaren als Beispiel erläutert.

[0071] Fig. 9(a) und (b) sind jeweils ein Diagramm, das ein erstes Beispiel eines Gewichtungsfunktionspaares zeigen.

[0072] Fig. 9(a) und (b) sind in den Gewichtungsfunktionspaaren enthalten, die unter Bezug auf Fig. 4 bis Fig. 7 erläutert wurden. Fig. 9(a) ist eine gerade Rechteckfunktion einer Gewichtungsfunktion mit bilateraler Symmetrie bezüglich der Mitte der Empfängeröffnung. Fig. 9(b) ist eine ungerade Rechteckfunktion der Gewichtungsfunktion mit bilateraler Symmetrie bezüglich der Mitte der Empfängeröffnung, jedoch mit entgegengesetzten Vorzeichen. Wenn ein Verhältnis von zwei gewichteten empfangenen Signalen, die durch die Gewichtungsprozesse gemäß den in Fig. 9(a) bzw. Fig. 9(b) gezeigten Gewichtungsfunktionen erhalten werden, bestimmt wird, ist es möglich, einen Wert zu erhalten, der von der Richtung des Zieles hinsichtlich des empfangenen Strahles abhängig ist.

[0073] Hinsichtlich des Vorsehens von zwei Gewichtungsfunktionen an einer Öffnung zur Bildung eines Strahles kann im wesentlichen derselbe Effekt unabhängig davon erwartet werden, ob die beiden Gewichtungsfunktionen an einer Sendeöffnung oder einer Empfängeröffnung vorliegen. Während das Vorsehen der beiden Gewichtungsfunktionen an der Sendeöffnung einen zweimaligen Sendevorgang des Ultraschalls erfordert, benötigt das Vorsehen der beiden Gewichtungsfunktionen an der Empfängeröffnung nur einen einmaligen Sendevorgang des Ultraschalls. Da ferner auf der Sendeseite hohe Spannungen vorliegen, würde das Vorsehen der beiden Gewichtungsfunktionen an der Sendeöffnung größere Probleme mit sich bringen als das Vorsehen der beiden Gewichtungsfunktionen an der Empfängeröffnung. Ferner verursacht das Vorsehen der beiden Gewichtungsfunktionen an der Sendeöffnung eine Störung des Ultraschalls in dem Objekt, wodurch die Wirkung vermindert wird. Somit ist in jederlei Hinsicht, und zwar im Hinblick auf die Verbesserung der Bildfrequenz, in technischer Hinsicht und unter dem Gesichtspunkt der Wirkung zu bevorzugen, daß die beiden Gewichtungsfunktionen an der Empfängeröffnung vorgesehen werden.

[0074] Fig. 10(a) und (b) sind jeweils ein Diagramm, die ein zweites Beispiel eines Gewichtungsfunktionspaares zeigen.

[0075] Fig. 10(a) ist eine Dreiecksfunktion, in der das Maximum in der Mitte der Öffnung gegeben ist, eine allmähliche Abnahme zu den beiden Enden der Öffnung hin vorliegt und die schließlich an beiden Enden der Öffnung Null wird. Fig. 10(b) ist eine Rechteckfunktion mit bilateraler Symmetrie bezüglich der Mitte der Empfängeröffnung, jedoch mit entgegengesetzten Vorzeichen. Fig. 10(b) ist eine Figur, in der Fig. 10(a) einer Differenzierung der ersten Ordnung unterzogen wird.

[0076] Wie vorstehend beschrieben ist bekannt, daß eine Gewichtungsfunktion einer Öffnung für Ultraschallwellen und eine Strahlprofilfunktion von empfangenen Strahlen, die mittels der Durchführung einer Gewichtung

gemäß der Gewichtungsfunktion erhalten werden, und die anschließende Durchführung der Phasenabgleichaddition wechselseitig in einer Beziehung eines Fourier-Transformationspaares stehen. In dem Fall, daß die Gewichtungsfunktion von Fig. 10(a) durch f(x) gegeben ist, ist die zugehörige Strahlprofilfunktion durch F(w) gegeben, wobei es sich um die Fourier-Transformation von f(x) handelt, worin w eine Verschiebung des Zieles bezüglich der Strahlrichtung bezeichnet.

[0077] Ferner ist bekannt, daß die Fourier-Transformation der Funktion f(x), die eine Differenzierung der ersten Ordnung der Funktion f(x) ist, durch jw·F(w) (j ist eine imaginäre Einheit) ausgedrückt wird und somit ist die Strahlprofilfunktion von Fig. 10(b) gegeben durch jw·F(w). Folglich ist es möglich, die Verschiebung w mittels der Bestimmung eines Verhältnisses des empfangenen Signals gemäß Fig. 10(a) und des empfangenen Signals gemäß Fig. 10(b) direkt zu bestimmen.

[0078] Fig. 11(a) und (b) sind jeweils Diagramme, die ein drittes Beispiel eines Gewichtungsfunktionspaares zeigen.

[0079] Die Beziehung von Fig. 11(a) und (b) ist in ähnlicher Weise wie bei dem zweiten Beispiel, daß Fig. 11(b) eine Figur ist, in der Fig. 11(a) einer Differenzierung der ersten Ordnung unterzogen wird. Als bevorzugte Funktionen von Fig. 11(a) werden die Gauß'sche Funktion, die potenzierte Cosinusfunktion und die verschobene potenzierte Cosinusfunktion und dergleichen genannt.

[0080] Fig. 12(a) und (b) sind jeweils Diagramme, die ein viertes Beispiel eines Gewichtungsfunktionspaares zeigen.

[0081] Die Beziehung zwischen Fig. 12(a) und (b) ist diejenige, daß Fig. 12(b) eine Figur ist, in der Fig. 12(a) einer Differenzierung der zweiten Ordnung unterzogen wird. Das Strahlprofil von Fig. 12(b) ist durch eine Funktion $-w^2 \cdot x\ F(w)$ gegeben. Folglich wird w^2 mittels der Bestimmung eines Verhältnisses des empfangenen Signals gemäß Fig. 12(a) und des empfangenen Signals gemäß Fig. 12(b) gefunden, woraufhin es möglich ist, eine Verschiebung w mittels der Feststellung der Quadratwurzel von w^2 zu bestimmen.

[0082] Fig. 13 ist ein Blockdiagramm einer Ultraschalldiagnosevorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0083] Gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Schaltungsanordnung gezeigt, die in der Lage ist, eine höhere Auflösung zu erzielen als diejenige gemäß dem Strahlprofil, welches durch eine Öffnungsbreite, eine Wellenlänge der Ultraschallwellen und eine Gewichtungsfunktion bestimmt ist. Um die Zeichnung und die Erläuterung zu vereinfachen, zeigen Fig. 13 und die auf eine weitere Ausführungsform bezogenen Figuren einfach Ultraschalltransducer, die eine Öffnung bilden, aus einer Anzahl von vorgesehenen Ultraschalltransducern.

[0084] Ultraschall wird von Ultraschalltransducern **101** in das Innere des Objekts unter Verwendung einer Ultraschallsendeschaltung (nicht dargestellt) gesendet, und in dem Objekt reflektierte Ultraschallwellen werden von den Ultraschalltransducern **101** empfangen. Von den Ultraschalltransducern **101** erzeugte Ultraschallsignale werden in zwei Systeme getrennt und werden in Übereinstimmung mit den zugehörigen Gewichtungsfunktionen, die ein Gewichtungsfunktionspaar in Gewichtungsschaltungen **102_1** bzw. **102_2** bilden, hinsichtlich der Verstärkung geregelt. Die empfangenen Signale, die auf diese Weise geregelt werden, werden durch Strahlformer **103_1** bzw. **103_2** zu einem Strahl geformt und werden anschließend einer Mantelerfassung in Erfassungsschaltungen **104_1** bzw. **104_2** unterzogen, wodurch Abtastliniensignale C und S erhalten werden. Die Abtastliniensignale C und S werden einer Verschiebungs-/Intensitätserfassungsschaltung **105** zum Erfassen einer Verschiebung des Zieles und einer Reflexionsintensität zugeliefert, so daß eine Verschiebung w und eine Reflexionsintensität A bestimmt werden. Die Verschiebung w und die Reflexionsintensität A werden einer Strahlprofiltransformationsschaltung **106** zugeführt, um so ein neues Abtastliniensignal gemäß einer Strahlprofilfunktion zu erhalten, die einen schmaleren Strahldurchmesser hat. Das neue Abtastliniensignal wird zu einer DSC (digitale Abtastumwandlungseinrichtung) **107** geliefert, in der eine Interpolation zwischen Abtastlinien durchgeführt wird, und anschließend in einer CRT **108** dargestellt.

[0085] Fig. 14 ist einer Blockdiagramm einer Ultraschalldiagnosevorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0086] Ein von der in Fig. 13 dargestellten ersten Ausführungsform verschiedener Punkt wird beschrieben.

[0087] In der in Fig. 14 gezeigten zweiten Ausführungsform sind DSCs **107_1** und **107_2** vor der Verschiebungs-/Intensitätserfassungsschaltung **105** angeordnet. Auf diese Weise wird die Abtastlinieninterpolation in den DSCs **107_1** und **107_2** ausgeführt und anschließend werden eine Verschiebung des Zieles und eine Reflexionsintensität erfaßt.

[0088] Die zweite Ausführungsform ist bevorzugt, wenn das in Fig. 9(a) und Fig. 9(b) gezeigte Gewichtungsfunktionspaar verwendet wird.

[0089] Fig. 15 ist ein Blockdiagramm einer Ultraschalldiagnosevorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0090] Von den Ultraschalltransducern, die in der oberen Hälfte der Ultraschalltransducer **101** angeordnet sind, abgeleitete Ultraschallsignale werden einem Strahlformer **103a** zur Strahlformung zugeleitet, während Ultraschallsignale, die von den in der unteren Hälfte der Ultraschalltransducer **101** angeordneten Ultraschalltransducern abgeleitet werden, einem Strahlformer **103b** zur Strahlformung zugeleitet werden.

[0091] Empfangene Signale, die dem Strahlformungsprozeß durch den Strahlformer **103a** unterzogen werden, werden durch eine Signalumkehreinrichtung **109** umgekehrt und anschließend einer Addiereinrichtung **110_1** zugeführt. Andererseits werden die dem Strahlformungsprozeß durch den Strahlformer **103a** unterzogenen empfangenen Signale direkt einer weiteren Addiereinrichtung **110_2** zugeführt. Ferner werden die dem Strahlformungsprozeß durch den Strahlformer **103b** unterzogenen empfangenen Signale direkt den beiden Addiereinrichtung **110_1** und **110_2** zugeführt. In jeder der Addiereinrichtungen **110_1** und **110_2** werden zwei empfangene Signale zusammenaddiert. Die Ausgangssignale der Addiereinrichtungen **110_1** und **110_2** werden Erfassungsschaltungen **104_1** bzw. **104_2** zugeleitet. Die nachfolgende Verarbeitung entspricht derjenigen von Fig. 13 oder Fig. 14.

[0092] Die in Fig. 15 gezeigten Strahlformer **103a** und **103b** sind der oberen Hälfte und der unteren Hälfte der angeordneten Ultraschalltransducer zugeordnet. Somit entspricht eine Kombination von beiden Strahlformern **103a** und **103b** einem der Strahlformer **103_1** und **103_2**, die in Fig. 13 oder Fig. 14 gezeigt sind.

[0093] Daher besteht gemäß der vorliegenden Ausführungsform kein Bedarf zur Herstellung von zwei Systemen von Strahlformern und somit ist es möglich, eine beträchtliche Kostenreduzierung im Vergleich zu den in Fig. 13 und Fig. 14 dargestellten Ausführungsformen zu erreichen.

[0094] Wie vorstehend beschrieben ist es gemäß vorliegender Erfindung möglich, eine Richtung oder Verschiebung des Zieles durch einmaligen Empfang durch eine vorbestimmte Öffnung in einer beliebigen Position zu erfassen. Ferner ist es möglich, eine höhere Auflösung zu erzielen und auch durch eine arithmetische Verarbeitung ein einem empfangenen Signal entsprechendes Signal zu erzeugen, das einer Öffnung zugehörig ist, die nicht tatsächlich ein Signal empfängt.

[0095] Während die vorliegende Erfindung unter Bezug auf die bestimmten erläuterten Ausführungsformen beschrieben wurde, ist sie nicht auf diese Ausführungsformen einzuschränken, sondern nur auf die beigefügten Patentansprüche. Es sei angemerkt, daß der Durchschnittsfachmann die Ausführungsformen ändern oder modifizieren kann, ohne den Schutzumfang zu verlassen.

Patentansprüche

1. Ultraschalldiagnosevorrichtung, bei der in ein Objekt gesendete und durch eine Reflexion an einer Ultraschallreflexionsquelle in dem Objekt zurückgeworfene Ultraschallwellen von einer Vielzahl von Ultraschalltransducern, die in einer eine Vielzahl von in einer vorgegebenen Anordnungsrichtung angeordneten Ultraschalltransducern aufweisenden Öffnung angeordnet sind, derart empfangen werden, dass empfangene Signale erhalten werden, wobei dieser Vorgang mehrmals wiederholt wird, während die Öffnung sequentiell in der Anordnungsrichtung bewegt wird, wobei ein ein Bild vom Inneren des Objekts repräsentierendes Bildsignal auf der Grundlage der empfangenen Signale erhalten wird, während dieser Vorgang mehrmals wiederholt wird, und wobei auf der Grundlage des Bildsignals ein Bild angezeigt wird,
welche Ultraschalldiagnosevorrichtung umfaßt:
eine Empfängereinheit, um an der die Vielzahl von Ultraschalltransducern aufweisenden Öffnung (a) ankommende Ultraschallwellen zu empfangen und die empfangenen Signale zu erzeugen,
eine Gewichtungsverarbeitungseinheit mit zumindest zwei Gewichtungsfunktionen, um gewichtete empfangene Signale zu erzeugen, wobei die Funktionswerte der zumindest zwei Gewichtungsfunktionen von der Posi-

tion eines jeweiligen Ultraschalltransducers in der Öffnung abhängen, und wobei die zumindest zwei Gewichtungsfunktionen in einer derartigen Beziehung stehen, dass eine Arithmetikeinheit in der Lage ist, aus den gewichteten empfangenen Signalen die Position oder Richtung der Ultraschallreflexionsquelle zu bestimmen, und

eine Arithmetikeinheit, die arithmetische Operationen durchführt, um aus den gewichteten empfangenen Signalen die Position oder Richtung der Ultraschallreflexionsquelle zu bestimmen und das Bildsignal zu erzeugen, und

eine Bilddarstellungseinheit zum Darstellen eines auf dem in der Arithmetikeinheit erzeugten Bildsignal basierenden Bildes.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

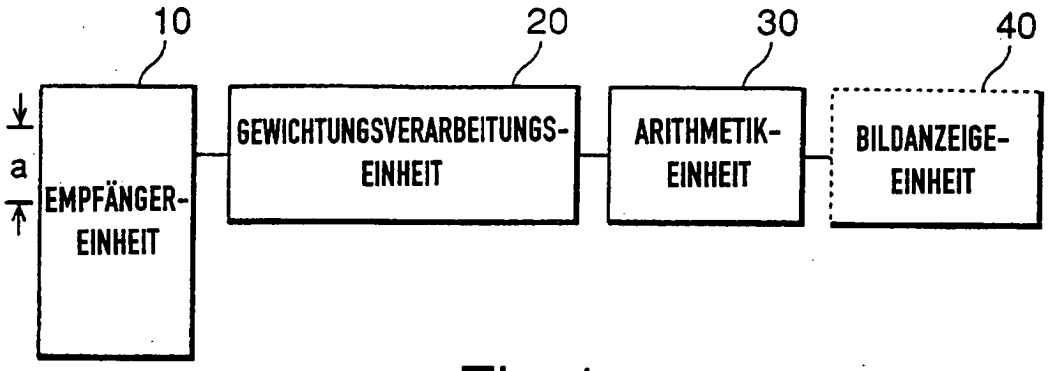


Fig.1

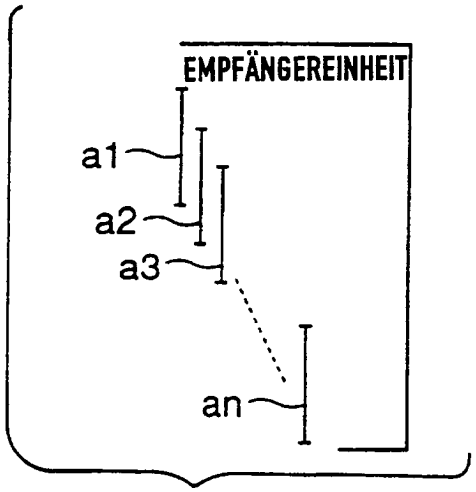


Fig.2

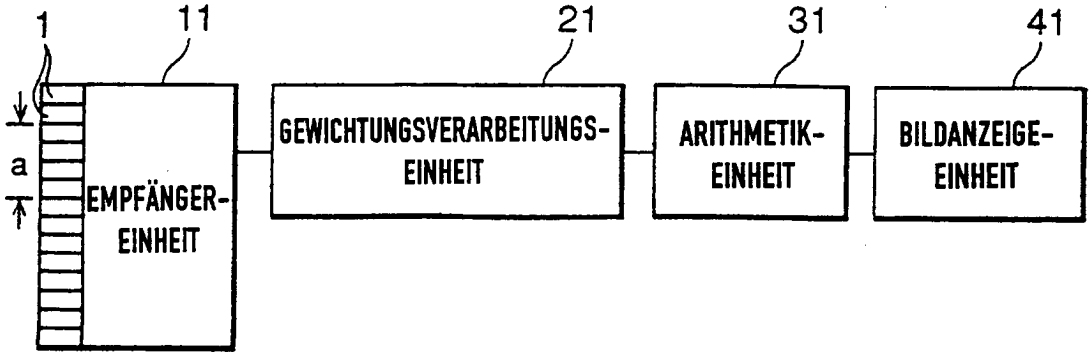


Fig.3

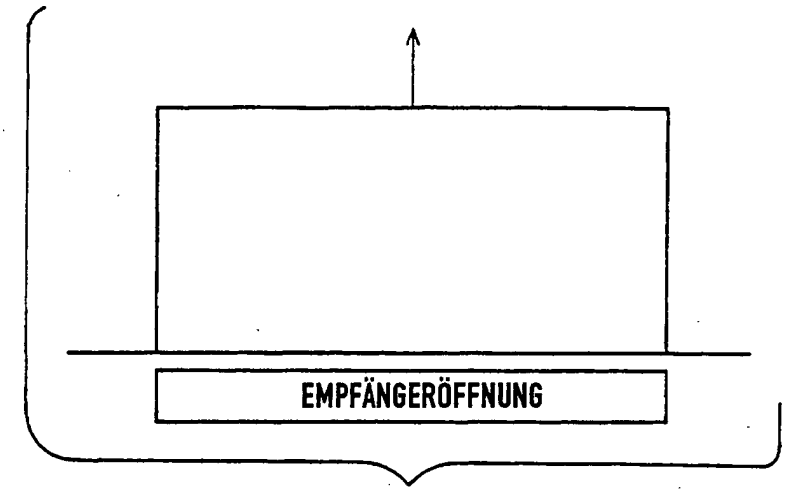

EMPFÄNGERÖFFNUNG

Fig.4

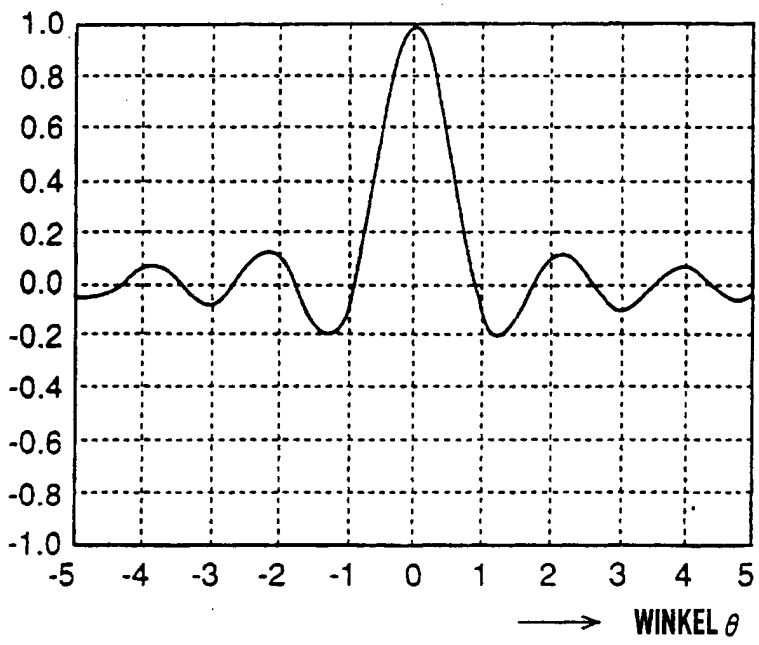

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1.0
-5
-4
-3
-2
-1
0
1
2
3
4
5
WINKEL θ

Fig.5

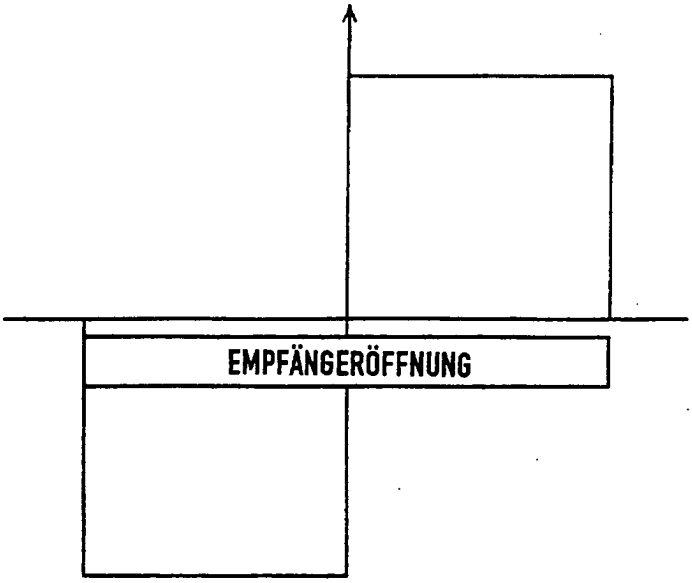

EMPFÄNGERÖFFNUNG

Fig.6

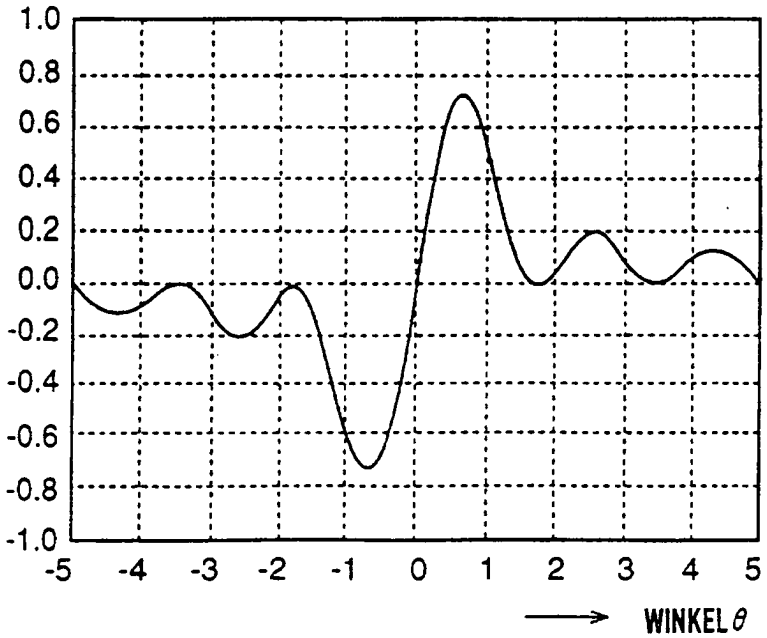

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1.0
-5
-4
-3
-2
-1
0
1
2
3
4
5
WINKEL θ

Fig.7

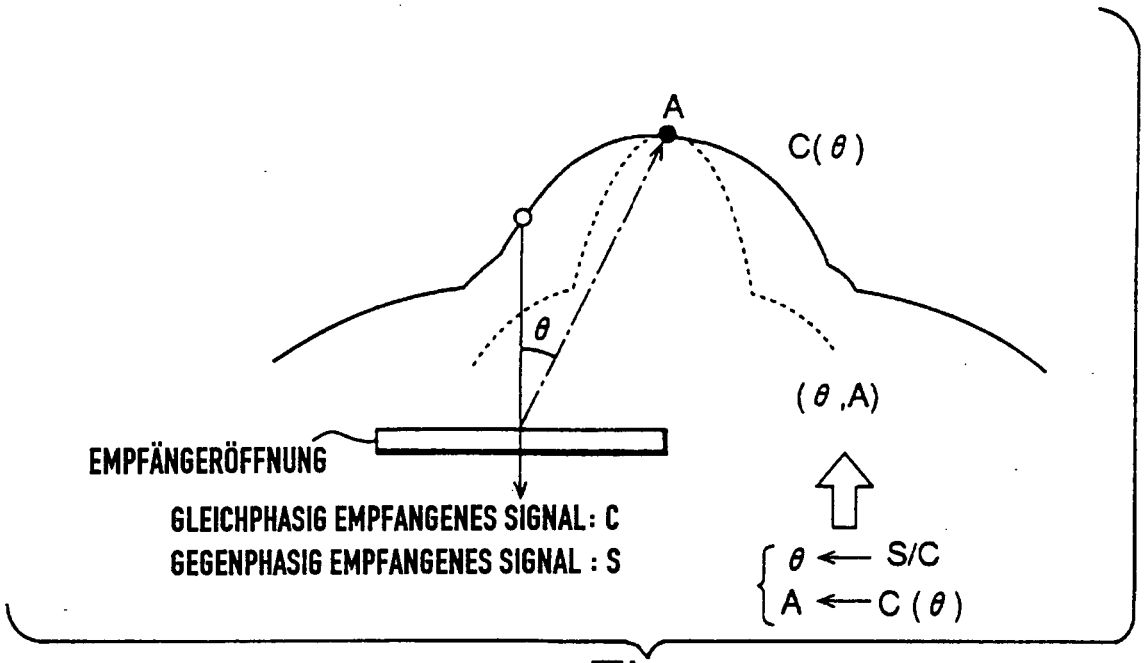


Fig.8

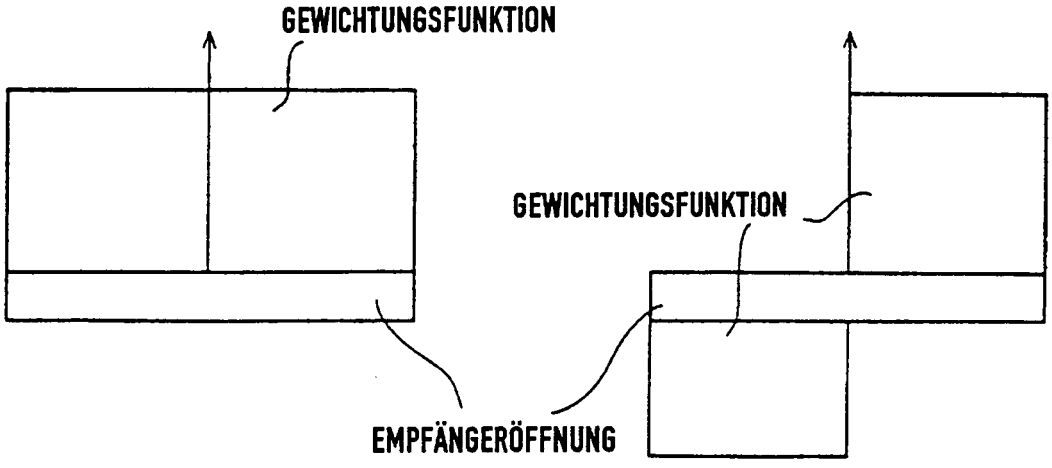


Fig.9 (a)

Fig.9 (b)

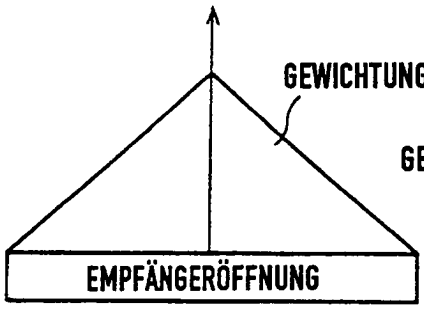


Fig.10(a)

Fig.10(b)

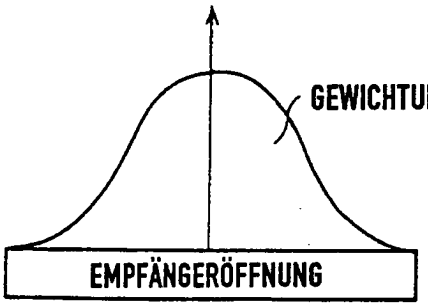


Fig.11(a)

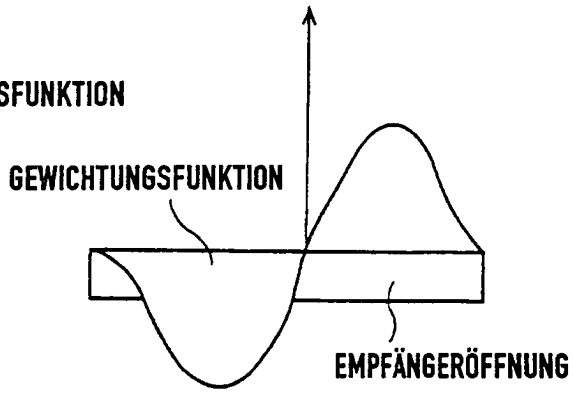


Fig.11(b)

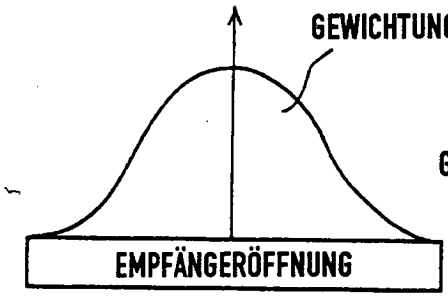


Fig. 12(a)

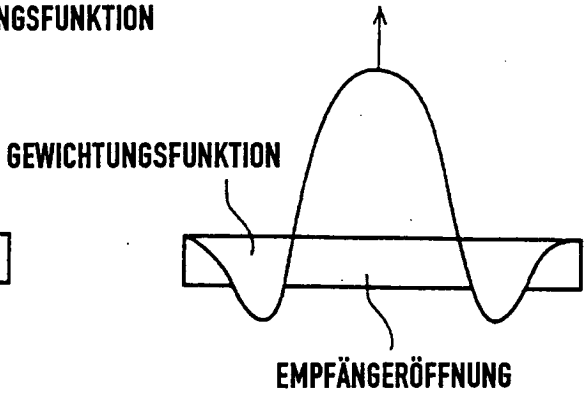


Fig. 12(b)

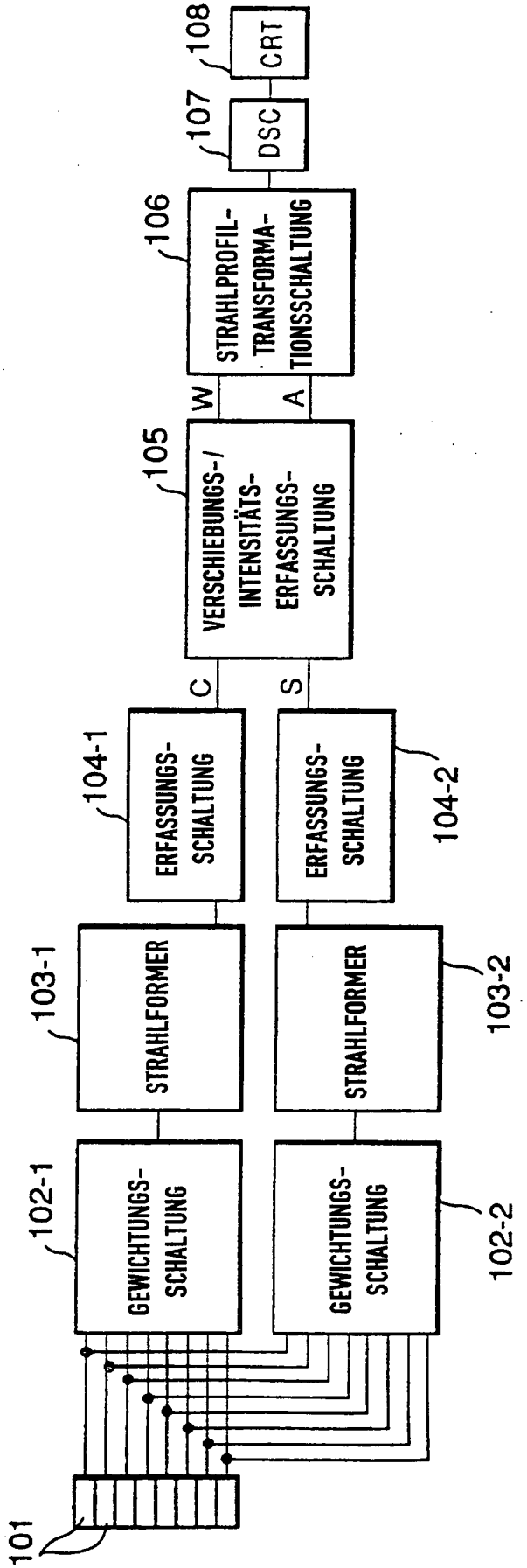

101
102-1
GEWICHTUNGS-SCHALTUNG
102-2
GEWICHTUNGS-SCHALTUNG
103-1
STRAHLFORMER
103-2
STRAHLFORMER
104-1
ERFASSUNGS-SCHALTUNG
104-2
ERFASSUNGS-SCHALTUNG
C
S
105
VERSCHIEBUNGS-/INTENSITÄTS-ERFASSUNGS-SCHALTUNG
W
A
106
STRAHLPROFIL-TRANSFORMA-TIONSSCHALTUNG
107
DSC
108
CRT

Fig.13

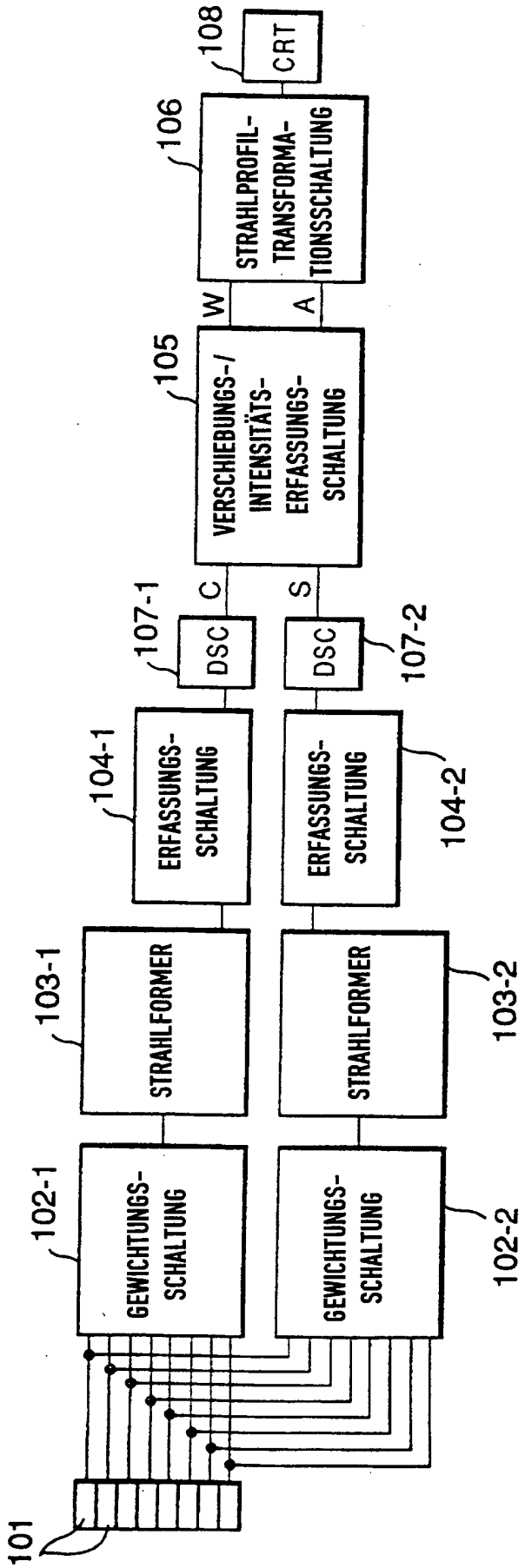

101
102-1
GEWICHTUNGS-SCHALTUNG
102-2
GEWICHTUNGS-SCHALTUNG
103-1
STRAHLFORMER
103-2
STRAHLFORMER
104-1
ERFASSUNGS-SCHALTUNG
104-2
ERFASSUNGS-SCHALTUNG
107-1
DSC
107-2
DSC
C
S
105
VERSCHIEBUNGS-/INTENSITÄTS-ERFASSUNGS-SCHALTUNG
W
A
106
STRAHLPROFIL-TRANSFORMA-TIONSSCHALTUNG
108
CRT

Fig.14

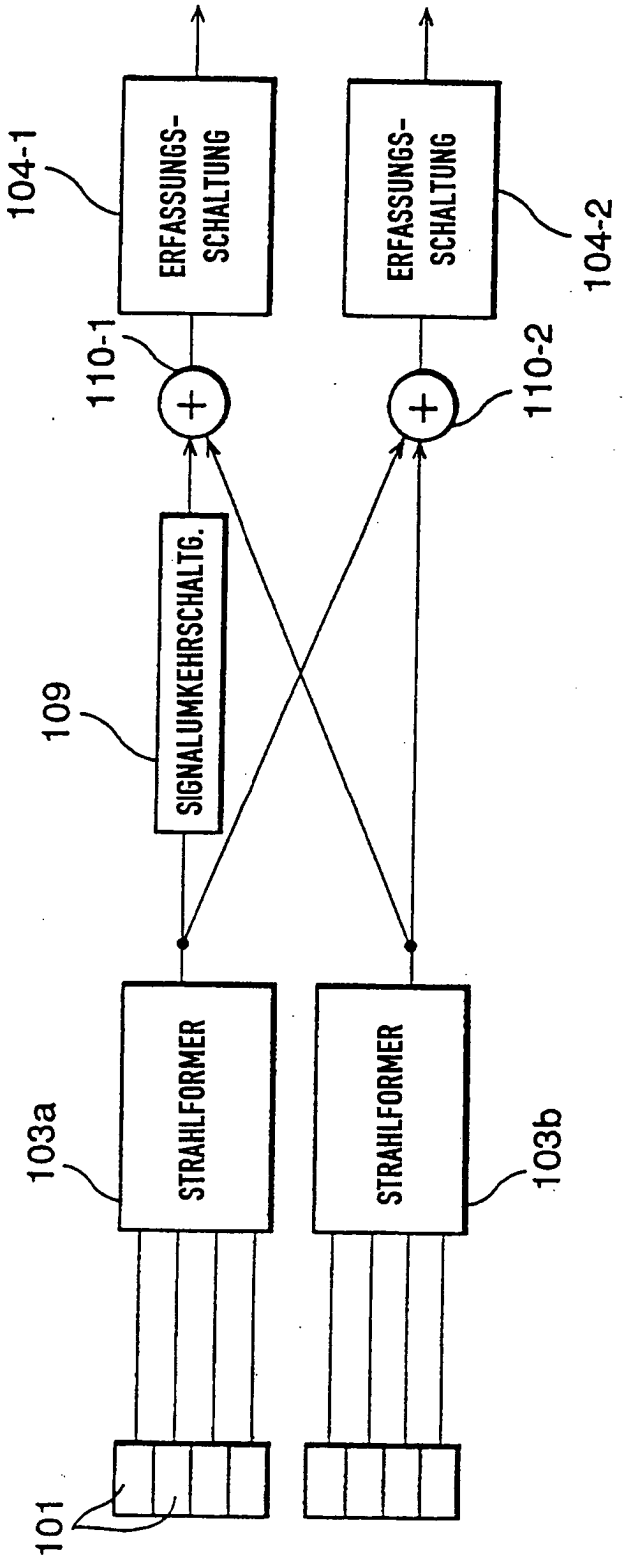

104-1
ERFASSUNGS-SCHALTUNG
ERFASSUNGS-SCHALTUNG
104-2
110-1
110-2
109
SIGNALUMKEHRSCHALTG.
103a
STRAHLFORMER
STRAHLFORMER
103b
101

Fig.15

Fig.16(a)

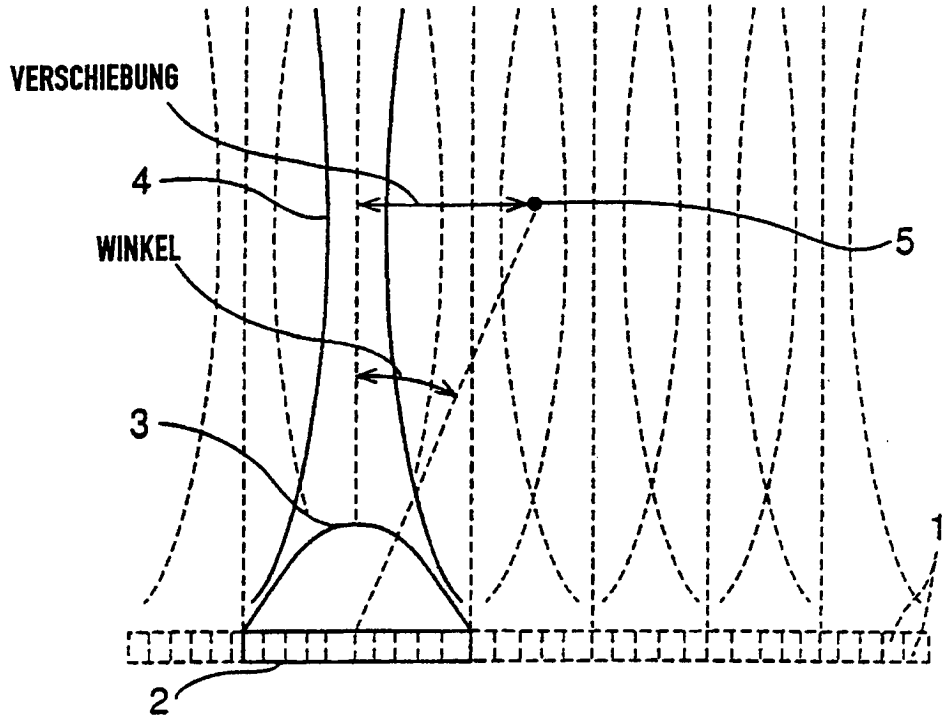


Fig.16(b)

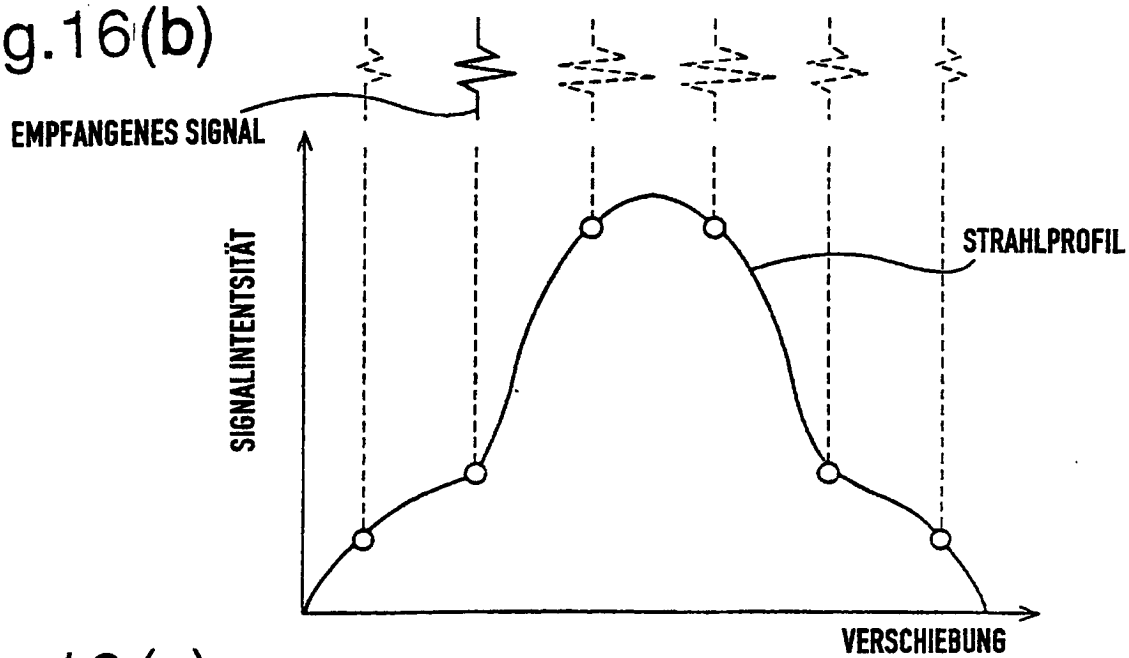


Fig.16(c)

