



(10) **DE 10 2010 063 733 A1** 2011.06.30

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 063 733.5**  
 (22) Anmeldetag: **21.12.2010**  
 (43) Offenlegungstag: **30.06.2011**

(51) Int Cl.: **G01S 7/288** (2006.01)  
**G01S 7/03** (2006.01)  
**G01S 13/26** (2006.01)  
**G01S 13/42** (2006.01)  
**G01S 13/58** (2006.01)  
**G01S 13/93** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**2009-294285**      **25.12.2009**    **JP**

(74) Vertreter:  
**WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,**  
**KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354, Freising,**  
**DE**

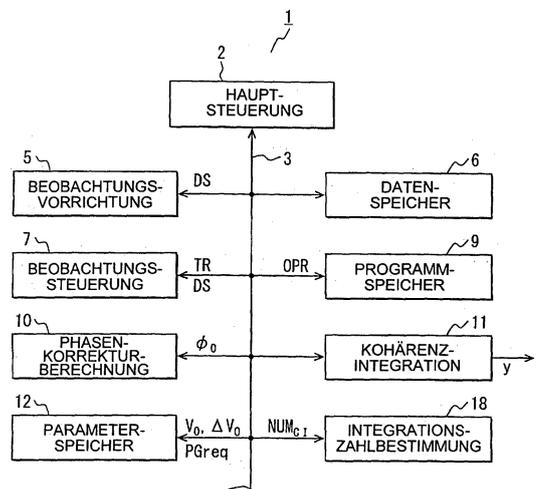
(71) Anmelder:  
**DENSO CORPORATION, Aichi-pref., Kariya-city,**  
**JP**

(72) Erfinder:  
**Miyake, Yasuyuki, Aichi-pref., Kariya-city, JP;**  
**Kondou, Asahi, Aichi-pref., Kariya-city, JP;**  
**Takano, Gaku, Tokio, Shibuya-ku, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung (1) sendet ein Pulssignal als ein Suchsignal, erzeugt einen Beobachtungswert auf der Grundlage eines reflektierten Signals eines Ziels und eines Verzögerungsmodulationspulssignals und führt eine Kohärenzintegration des Beobachtungswerts durch, um einen Integrationswert auszugeben. Die Vorrichtung enthält einen Abschnitt (18) zum Bestimmen einer Kohärenzintegrationszahl, einen Abschnitt (14 bis 16) zum Senden von Pulssignalen äquivalent zu der Kohärenzintegrationszahl, einen Abschnitt (10) zum Berechnen eines Phasenkorrekturbetrags auf der Grundlage einer geschätzten Relativgeschwindigkeit und einen Abschnitt (11) zum Durchführen einer phasengewichteten Kohärenzintegration der Beobachtungswerte mit einer Anzahl von Malen, die äquivalent zu der Kohärenzintegrationszahl ist, auf der Grundlage des Phasenkorrekturbetrags.



**Beschreibung**

## GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung, die für Zielobjektbeobachtungsvorrichtungen wie beispielsweise Sonare und Radare verwendbar ist, die an einem mobilen Körper (beispielsweise Schiffen, Fahrzeugen und Flugzeugen) montiert sind und in der Lage sind, ein Ziel durch Senden eines Pulssignals und Empfangen eines reflektierten Signals des Pulssignals von dem Ziel zu erfassen.

## STAND DER TECHNIK

**[0002]** Herkömmlicherweise ist eine Kohärenzintegrationstechnik bei dieser Art von Zielobjektbeobachtungsvorrichtungen bekannt. Wie es in dem Nicht-Patentdokument 1 beschrieben ist, verbessert beispielsweise die Kohärenzintegration bzw. kohärente Integration ein Signal-zu-Rauschverhältnis (SNR) durch Mitteln von Beobachtungswerten, die aus dem von dem Ziel reflektierten Signal erhalten werden.

**[0003]** Die Kohärenzintegration stellt eine Signalverarbeitung bereit, die die statistische Natur wie folgt ausnutzt. Es wird angenommen, dass eine unabhängige identische Verteilung Beobachtungswerte charakterisiert. Ein Mitteln dieser Werte über eine bestimmte Anzahl, die als  $NUM_{CI}$  angenommen wird, multipliziert das SNR als einen Ausgangswert nach dem Mitteln mit  $NUM_{CI}$  gemäß dem zentralen Grenzwertsatz. In diesem Fall ist das SNR zwischen einem Eingangssignal und einem Ausgangswert äquivalent zu einer Prozessverstärkung, die mit  $NUM_{CI}$  multipliziert wird, wie folgt:

Prozessverstärkung = (Ausgangs-SNR)/(Eingangs-SNR)

Nicht-Patentdokument 1: Mahafza, Bassem R., 2005, Radar Systems Analysis and Design Using MATLAB(R), 2. Ausgabe, Chapman & Hall/CRC, Taylor & Francis Group, ISBN-10: 1-58448-532-7, ISBN-13: 978-1-58488-532-0: 4.4.1–4.4.2

**[0004]** Die Technik stellt ein exzellentes Ergebnis bereit, wenn keine Relativgeschwindigkeit zwischen der Beobachtungsvorrichtung und einem Ziel vorhanden ist. Wenn es irgendeine Relativgeschwindigkeit zwischen der Beobachtungsvorrichtung und einem Ziel gibt, verschlechtert die Durchführung der Kohärenzintegration einer von dem Ziel reflektierten Welle eine Signalkomponente aufgrund des Einflusses der Relativgeschwindigkeit. Die Prozessverstärkung verschlechtert sich im Vergleich zu einem bewegungslosen Ziel.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0005]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung zu schaffen, die in der Lage ist, eine ausgezeichnete Kohärenzintegration durchzuführen, die für eine reflektierte Welle verwendet wird, und zwar sogar dann, wenn eine Relativgeschwindigkeit zwischen einer Beobachtungsvorrichtung und einem Zielobjekt vorhanden ist.

**[0006]** Gemäß der vorliegenden Erfindung sendete eine Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung aufeinanderfolgend ein Pulssignal als ein Suchsignal, das von mehreren Trägerwellen moduliert wird, je Suche von einer Sendeantenne zu einem zu beobachtenden Bereich, fängt mehrere reflektierte Signale, die Teil des Suchsignals, das von dem Ziel in dem Bereich reflektiert wird, sind, an einer Empfangsantenne ein, führt eine korrelative Erfassung auf der Grundlage des eingefangenen reflektierten Signals und eines Verzögerungsmodulationspulssignals durch, das äquivalent zu einer verzögerten Version des Pulssignals, das durch die Trägerwelle moduliert ist, ist, um mehrere Beobachtungswerte je Suche zu erzeugen, führt eine Kohärenzintegration des erzeugten Beobachtungswerts durch und führt einen spezifizierten Kohärenzintegrationswert je Suche als Integrationsausgang der Außenseite zu. Der erzeugte Beobachtungswert weist eine Phase, die Informationen hinsichtlich eines relativen Abstands zu dem Ziel enthält, und eine Amplitude, die Informationen über einen relativen Abstand zu dem Ziel und einen Reflexionsabschnittsbereich des Ziels enthält, auf.

**[0007]** Die Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung weist einen ersten Speicher, einen Suchsignalsendeabschnitt, einen Beobachtungsdatenspeicher, einen zweiten Speicher, einen Phasenkorrekturbetragberechnungsabschnitt und einen Phasenwichtungskohärenzintegrationsabschnitt auf. Der erste Speicher speichert eine Kohärenzintegrationszahl entsprechend dem zu beobachtenden Bereich. Der Suchsignalsendeabschnitt holt die Kohärenzintegrationszahl entsprechend dem zu beobachtenden Bereich aus dem ersten Speicher und sendet die Pulssignale als die Suchsignale, die äquivalent zu der gehaltenen Kohärenzintegrationszahl sind, von

der Sendeantenne. Der Beobachtungsdatenspeicher ermöglicht es der Empfangsantenne, eine reflektierte Welle als das reflektierte Signal für die gesendeten Pulssignale einzufangen, die äquivalent zu der Kohärenzintegrationszahl sind, und speichert das reflektierte Signal als den Beobachtungswert. Der zweite Speicher speichert eine geschätzte Relativgeschwindigkeit für die Suche. Der Phasenkorrekturbetragberechnungsabschnitt holt die geschätzte Relativgeschwindigkeit des Ziels aus dem zweiten Speicher und berechnet einen Phasenkorrekturbetrag auf der Grundlage der gehaltenen geschätzten Relativgeschwindigkeit. Der Phasenwichtungskohärenzintegrationsabschnitt führt eine phasengewichtete Kohärenzintegration von Beobachtungswerten, die äquivalent zu der Kohärenzintegrationszahl sind, auf der Grundlage des berechneten Phasenkorrekturbetrags durch und führt den erlangten Integrationsausgang der Außenseite zu.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0008]** Die obigen und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der folgenden detaillierten Beschreibung mit Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen deutlich.

**[0009]** **Fig. 1** ist ein Blockdiagramm, das eine Ausführungsform einer Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0010]** **Fig. 2** ist ein Blockdiagramm, das eine Beobachtungsvorrichtung, die in der Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung vorgesehen ist, zeigt;

**[0011]** **Fig. 3** ist eine Graphik, die eine Beziehung zwischen einer Kohärenzintegrationszahl und einer Prozessverstärkung zeigt; und

**[0012]** **Fig. 4** ist eine Graphik, die Prozessverstärkungen im Vergleich zwischen der Integrationstechnik gemäß der vorliegenden Erfindung auf der Grundlage der Kohärenzintegrationszahl unter Berücksichtigung einer angeforderten Prozessverstärkung und einer herkömmlichen Kohärenzintegrationstechnik zeigt.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0013]** Im Folgenden wird eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen beschrieben.

**[0014]** Gemäß **Fig. 1** enthält eine Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1**, die ein Sonar oder ein Radar bildet, einen Hauptsteuerabschnitt **2**. Über einen Bus **3** ist der Hauptsteuerabschnitt **2** mit einer Beobachtungsvorrichtung **5**, einem Beobachtungsdatenspeicher **6**, einem Beobachtungssteuerabschnitt **7**, einem Beobachtungsprogramm Speicher **9**, einem Phasenkorrekturbetragberechnungsabschnitt **10**, einem Phasenkorrekturwichtungskohärenzintegrationsabschnitt **11**, der mit einem Zielerfassungsabschnitt (nicht gezeigt) verbunden ist, einem Parameterspeicher **12** und einem Integrationszahlbestimmungsabschnitt **18** verbunden. Die Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1** ist mit vielen weiteren Komponenten verbunden, auch wenn diese in **Fig. 1** nicht gezeigt sind.

**[0015]** Wie es **Fig. 2** gezeigt ist, enthält die Beobachtungsvorrichtung **5** eine Verzögerungsschaltung **13**. Die Verzögerungsschaltung **13** ist mit einem Pulszuggenerator **14** und einem Mischer **17** verbunden. Der Pulszuggenerator **14** ist mit einem Mischer **15** verbunden, der mit einer Sendeantenne **16** verbunden ist. Der Mischer **15** ist mit einem Trägerwellenoszillator **19** verbunden, der mit dem Mischer **17** verbunden ist. Der Mischer **17** ist mit einer 90-Grad-Phasenverzögerungsschaltung **20** und einem Mischer **21**, der mit einer Empfangsantenne **22** verbunden ist, verbunden. Der Mischer **21** ist mit einem Analog/Digital-Wandler (A/D-Wandler) **25** über einen Tiefpassfilter (LPF) **23** verbunden.

**[0016]** Die Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1**, die in **Fig. 1** gezeigt ist, dient tatsächlich als Computer und holt ein gegebenes Steuerprogramm, das in einem Speicher (nicht gezeigt) gespeichert ist, und führt dieses aus. Obwohl es nicht gezeigt ist, arbeiten die CPU und der Speicher der Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1** auf der Grundlage von „Multitasking“ (mehrfache Aufgaben gleichzeitig) und „Time-Sharing“ (Zeitteilung), um Funktionen, die den in **Fig. 1** gezeigten Funktionsblöcken entsprechen, durchzuführen. Die Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1** kann als Hardwarevorrichtung entsprechend einem jeweiligen Block ausgelegt sein. Außerdem können die CPU oder eine MPU für jeden Block auf dezentralisierte Weise vorgesehen sein, um die Blöcke zu steuern.

**[0017]** In der Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1**, die wie oben beschrieben aufgebaut ist, holt der Hauptsteuerabschnitt **2** ein Beobachtungsprogramm OPR, das in dem Beobachtungsprogrammspeicher **9** gespeichert ist, um ein Ziel zu beobachten. Der Hauptsteuerabschnitt **2** steuert den Beobachtungssteuerabschnitt **7**, um das Ziel auf der Grundlage des geholten Beobachtungsprogramms OPR zu beobachten.

**[0018]** Auf der Grundlage des Beobachtungsprogramms OPR gibt der Beobachtungssteuerabschnitt **7** ein Bereichssignal DS an die Verzögerungsschaltung **13** und den A/D-Wandler **25** in der Beobachtungsvorrichtung **5** aus. Das Bereichssignal DS spezifiziert einen Bereich, in dem ein zu beobachtendes Ziel erwartet wird oder in dem ein Ziel zu suchen ist. Dieser Bereich kann beispielsweise durch Spezifizieren eines Abstands von der Sendeantenne **16** (und der Empfangsantenne **22**) zu dem zu suchenden Ziel identifiziert werden. Gleichzeitig gibt der Beobachtungssteuerabschnitt **7** ein Auslöser-Signal TR (Trigger-Signal) an den Pulszugenerator **14** in der Beobachtungsvorrichtung **5** zu geeigneten Zeitpunkten aus. Das Auslöser-Signal TR löst die Erzeugung eines Pulssignals für eine Zielbeobachtung aus.

**[0019]** In der Beobachtungsvorrichtung **5** erzeugt der Trägerwellenoszillator **19** eine Trägerwelle CW mit einer gegebenen Frequenz und gibt diese an die Mischer **15** und **17** aus. Der Mischer **15** mischt die Trägerwelle CW, die von dem Trägerwellenoszillator **19** ausgegeben wird, mit einem Pulssignal PL, das von dem Pulszugenerator **14** als Antwort auf das Auslöser-Signal TR erzeugt wird. Der Mischer **15** erzeugt somit ein Suchsignal TX, das das Pulssignal PL enthält, das mit der Trägerwelle CW moduliert ist. Die Sendeantenne **16** strahlt das Suchsignal TX ab. Das Suchsignal TX, das von der Sendeantenne **16** abgestrahlt wird, wird von dem Ziel reflektiert. Ein Teil des reflektierten Signals wird als ein reflektiertes Signal RX erkannt, das dann an der Empfangsantenne **22** empfangen und dem Mischer **21** zugeführt wird.

**[0020]** Der Verzögerungsschaltung **13** wird das Bereichssignal DS von dem Beobachtungssteuerabschnitt **7** zugeführt. Das Bereichssignal DS gibt die Zeit entsprechend dem Abstand, der verwendet wird, um nach dem Ziel zu suchen, an. Die Verzögerungsschaltung **13** führt eine Verzögerung, die äquivalent zu dieser Zeit ist, für das Pulssignal PL, das von dem Pulszugenerator **14** ausgegeben wird, zu, um ein verzögertes bzw. Verzögerungspulssignal DPL zu erzeugen. Die Verzögerungsschaltung **13** gibt dieses dann an den Mischer **17** aus. Der Mischer **17** mischt die Trägerwelle CW, die von dem Trägerwellenoszillator **19** ausgegeben wird, mit dem Verzögerungspulssignal DPL, um ein Bereichsverzögerungssignal LOI, das mit der Trägerwelle CW moduliert ist, zu erzeugen. Der Mischer **17** gibt das Bereichsverzögerungssignal **101** an den Mischer **21** und einen Phasenwandler **20**, der eine 90-Grad-Phasenverzögerungsschaltung ist, aus.

**[0021]** Der Phasenwandler **20** verschiebt die Phase des zugeführten Bereichsverzögerungssignals **101** um 90 Grad, um ein orthogonales Bereichsverzögerungssignal LOQ zu erzeugen. Der Phasenwandler **20** gibt dieses dann an den Mischer **21** aus. Das Signal **101** wird als „I-Phase“ bezeichnet, und das Signal LOQ wird als „Q-Phase“ bezeichnet, um zwischen den Signalen LOI und LOQ mit der 90-Grad-Phasendifferenz zu unterscheiden. Der Mischer **21** mischt das reflektierte Signal RX, das an der Empfangsantenne **22** empfangen wird, mit dem Bereichsverzögerungssignal LOI und dem orthogonalen Bereichsverzögerungssignal LOQ zur korrelativen Erfassung. Die Signale **101** und LOQ sind Verzögerungsmodulationspulssignale, die um die Zeit, die äquivalent zu dem Bereich zum Suchen nach dem Ziel, d. h. äquivalent zu dem Abstand ist, verzögert sind. Der Mischer **21** erzeugt dann ein I-Phasen-Mischsignal MXI und ein Q-Phasen-Mischsignal MXQ und gibt diese an den A/D-Wandler **25** über den Tiefpassfilter **23** aus. Der A/D-Wandler **25** wandelt das I-Phasen-Mischsignal MXI und das Q-Phasen-Mischsignal MXQ in entsprechende digitale Signale zu dem Zeitpunkt, der dem Bereichssignal DS oder dem Abstand für die Zielsuche entspricht, um, um einen I-Phasen-Abtastausgang  $I_{spl}$  und einen Q-Phasen-Abtastausgang  $Q_{spl}$  zu erzeugen.

**[0022]** Die Beobachtungssteuerabschnitt **7** speichert den I-Phasen-Abtastausgang  $I_{spl}$  und den Q-Phasen-Abtastausgang  $Q_{spl}$  als  $x = I_{spl} + jQ_{spl}$  in dem Beobachtungsdatenspeicher **6** jedes Mal, wenn das beobachtete Signal RX beobachtet wird. Das Auslöser-Signal TR von dem Beobachtungssteuerabschnitt **7** ermöglicht es dem Pulszugenerator **14**, das Pulssignal PL an den Bereich (Ziel) für die Zielsuche abzustrahlen. Eine Prozessverstärkung von Prozesssignalen, die für den Bereich benötigt wird, bestimmt die Anzahl von Pulssignalen PL je Suche und dementsprechend die Anzahl der reflektierten Signale RX, die von dem Ziel, das in dem Bereich vorhanden ist, zu empfangen sind. Die Prozessverstärkung entspricht derjenigen eines Kohärenzintegrationswerts, der von dem Phasenkorrekturwichtungskohärenzintegrationsabschnitt **11** ausgegeben wird. Normalerweise entspricht der Wert der Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$ , die die Anzahl der Kohärenzintegrationsbetriebe, die der Phasenkorrekturwichtungskohärenzintegrationsabschnitt **11** abarbeitet, angibt.

**[0023]** Die Prozessverstärkung für ein Empfangssignal wird benötigt, um nach einem Ziel, das in einem gegebenen Bereich vorhanden ist, zu suchen. Die Prozessverstärkung ist äquivalent zu einer Prozessverstär-

kung für einen Integrationsausgang  $y$ , den die Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1** von dem Phasenkorrekturwichtungskohärenzintegrationsabschnitt **11** zur anschließenden Signalverarbeitung erzeugt. Die Prozessverstärkungen entsprechen Abständen zwischen der Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1** (oder einem mobilen Objekt, an dem die Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1** montiert ist) und zu durchsuchenden Bereichen (beobachteten Bereichen). Der Parameterspeicher **12** als ein erster Speicher speichert experimentell definierte Werte für die Prozessverstärkungen als benötigte bzw. geforderte Prozessverstärkungen  $PG_{req}$  entsprechend den Abständen. Wenn es das Beobachtungsprogramm OPR dem Hauptsteuerabschnitt **2** ermöglicht, einen zu durchsuchenden Bereich zu spezifizieren, kann der Beobachtungssteuerabschnitt **7** unmittelbar die benötigte bzw. geforderte Prozessverstärkung  $PG_{req}$  aus dem Parameterspeicher **12** für den Integrationsausgang  $y$  von der Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1** holen, um nach dem spezifizierten Bereich zu suchen.

**[0024]** Wenn der Beobachtungssteuerabschnitt **7** die benötigte Prozessverstärkung  $PG_{req}$  holt, ermöglicht er es dem Integrationszahlbestimmungsabschnitt **18**, die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{Cl}$  aus der gehaltenen benötigten Prozessverstärkung  $PG_{req}$  zu berechnen. Die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{Cl}$  gibt die Anzahl von Kohärenzintegrationen an, die in dem Phasenkorrekturwichtungskohärenzintegrationsabschnitt **11** durchzuführen sind. Die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{Cl}$  ist äquivalent zu der Anzahl von Pulssignalen PL je Suche, die von dem Pulszugenerator **14** als Antwort auf das Auslöser-Signal TR von dem Beobachtungssteuerabschnitt **7** in den Bereich (Ziel) abgestrahlt werden.

**[0025]** Als Antwort darauf holt der Integrationszahlbestimmungsabschnitt **18** eine geschätzte Relativgeschwindigkeit  $V_0$ , die für ein zu erfassendes Ziel (zu suchendes Ziel) vorbestimmt ist, und eine Relativgeschwindigkeitsunsicherheit  $\Delta V_0$ , die der geschätzten Relativgeschwindigkeit  $V_0$  entspricht, aus dem Parameterspeicher **12**, der als ein zweiter Speicher verwendet wird.

**[0026]** Die geschätzte Relativgeschwindigkeit  $V_0$  repräsentiert eine Relativgeschwindigkeit, die zwischen der Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1** und einem zu suchenden Ziel geschätzt wird. Der Wert ist als einer der folgenden definiert.

- (1) Ein Mittenwert von geschätzten Relativgeschwindigkeiten in Bezug auf ein in dem Bereich zu suchendes Ziel.
- (2) Ein Wert, der für einen Betriebsmodus (Betriebszustand) eines Fahrzeugs, an dem die Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1** montiert ist, geeignet ist. Die Betriebsmodi sind beispielsweise zur automatischen Fahrtregelung, Kollisionsvermeidung, Vor-der-Kollision-Warnung oder Fahrbahnänderungswarnung anwendbar.
- (3) Ein Wert, der dem Abstand zu einem zu suchenden Ziel entspricht.
- (4) Ein negativer Relativgeschwindigkeitswert, d. h. ein Relativgeschwindigkeitswert eines Ziels, das sich in Richtung eines mobilen Objekts wie beispielsweise eines Fahrzeugs, an dem die Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1** montiert ist, bewegt.

**[0027]** Der Parameterspeicher **12** speichert derartige Werte als Anfangswerte bzw. Standardwerte für die obigen bestimmenden Faktoren (1) bis (4). Auf der Grundlage des Beobachtungsprogramms OPR holt der Integrationszahlbestimmungsabschnitt **18** die geschätzte Relativgeschwindigkeit, die irgendeinem der bestimmenden Faktoren (1) bis (4) entspricht, aus dem Parameterspeicher **12** entsprechend dem derzeitigen Suchzustand der Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1** wie beispielsweise dem derzeitigen Fahrzeugzustand. Der Integrationszahlbestimmungsabschnitt **18** bestimmt die geschätzte Relativgeschwindigkeit  $V_0$ , die verwendet wird, um die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{Cl}$  zu bestimmen, was von dem vom Phasenkorrekturwichtungskohärenzintegrationsabschnitt **11** durchgeführt wird. Die bestimmte geschätzte Relativgeschwindigkeit  $V_0$  wird ebenfalls an den Phasenkorrekturbetragberechnungsabschnitt **10** ausgegeben und verwendet, um die Berechnung eines Phasenkorrekturbetrags  $\phi_0$ , der später beschrieben wird, zu bestimmen.

**[0028]** Die Relativgeschwindigkeitsunsicherheit  $\Delta V_0$  repräsentiert einen Fehlerbereich ( $\Delta V_0 \geq 0$ ) für die geschätzte Relativgeschwindigkeit  $V_0$  und wird im Voraus in dem Parameterspeicher **12** als ein Anfangswert bzw. Standardwert gespeichert. Der Parameterspeicher **12** wird als ein dritter Speicher verwendet. Die Relativgeschwindigkeitsunsicherheit  $\Delta V_0$  ist als ein Korrekturwert für die geschätzte Relativgeschwindigkeit  $V_0$  als ein konstanter Wert zum Korrigieren einer Änderung der tatsächlichen Geschwindigkeit des angenommenen Ziels vorgesehen. Die Relativgeschwindigkeitsunsicherheit  $\Delta V_0$  ist als ein Schwankungsbereich der geschätzten Relativgeschwindigkeit  $V_0$  gegeben. Es wird beispielsweise angenommen, dass die Relativgeschwindigkeit  $V$  des angenommenen Ziels in einem Bereich von  $-100$  bis  $-10$  km/h liegt und dass der Parameterspeicher **12**  $-55$  km/h als die geschätzte Relativgeschwindigkeit  $V_0$  in einem gegebenen Bereich speichert. Der Integrationszahlbestimmungsabschnitt **18** holt die Relativgeschwindigkeitsunsicherheit  $\Delta V_0$  aus dem Parameterspeicher

**12** und berechnet diese als  $\pm 50$  km/h. Vor dem Berechnen der Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$ , führt der Integrationszahlbestimmungsabschnitt **18** die Berechnung  $V_0 + \Delta V_0$  durch, um die geschätzte Relativgeschwindigkeit  $V_0$  zu korrigieren und zu verwenden, um einem Ziel gerecht zu werden, dessen Relativgeschwindigkeit  $V$  von  $-105$  km/h bis  $-5$  km/h reicht. In diesem Fall kann es vorteilhaft sein, die geschätzte Relativgeschwindigkeit  $V_0$  und die Relativgeschwindigkeitsunsicherheit  $\Delta V_0$  derart auszulegen, dass die Relativgeschwindigkeit  $V$  des zu erfassenden Ziels innerhalb des Relativgeschwindigkeitsbereiches von  $V_0 \pm \Delta V_0$  liegt. Es ist ebenfalls möglich, mehrere geschätzte Relativgeschwindigkeiten  $V_0$  und Relativgeschwindigkeitsunsicherheiten  $\Delta V_0$  entsprechend zu suchenden Zielen und zu beobachtenden Bereichen (Abständen) zu verwenden.

**[0029]** Der Integrationszahlbestimmungsabschnitt **18** findet die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$ , die die benötigte Prozessverstärkung  $PG_{req}$  erfüllt, entsprechend der benötigten Prozessverstärkung  $PG_{req}$  und der Relativgeschwindigkeitsunsicherheit  $\Delta V_0$  unter Verwendung der folgenden Gleichung (1).

$$PG_{req} \cdot NUM_{CI} \cdot (1 - \cos(\Delta\phi_0)) + \cos(\Delta\phi_0) \cdot NUM_{CI} \leq 1 \quad (1)$$

**[0030]** In dieser Gleichung gilt

$$\Delta\phi_0 \triangleq 2\omega_0 \cdot PRI \cdot \left( \frac{V_0 + \Delta V_0}{V_c - V_0 - \Delta V_0} - \frac{V_0}{V_c - V_0} \right)$$

wobei  $\omega_0$  eine Winkelfrequenz der Trägerwelle CW, PRI ein Sendeintervall und ein  $V_c$  die Lichtgeschwindigkeit ist.

**[0031]** Der Integrationszahlbestimmungsabschnitt **18** findet die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$ , die die benötigte Prozessverstärkung  $PG_{req}$  erfüllt, auf der Grundlage der geschätzten Relativgeschwindigkeit  $V_0$  und der Relativgeschwindigkeitsunsicherheit  $\Delta V_0$ . Der Integrationszahlbestimmungsabschnitt **18** gibt die berechnete Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$  an den Beobachtungssteuerabschnitt **7** aus. Die berechnete Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$  ist äquivalent zu der Anzahl der Pulssignale PL je Suche, die von dem Pulszuggenerator **14** als Antwort auf das Auslösersignal TR von dem Beobachtungssteuerabschnitt **7** in den Bereich (Ziel) abzustrahlen sind.

**[0032]** Wie es oben beschrieben ist, bestimmt der Beobachtungssteuerabschnitt **7** die Anzahl der Pulssignale PL je Suche (Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$ ), die von der Sendeantenne **16** abzustrahlen sind, auf der Grundlage der Kohärenzintegrationszahl, die von dem Integrationszahlbestimmungsabschnitt **18** ausgegeben wird. Der Beobachtungssteuerabschnitt **7** ermöglicht es dem Pulszuggenerator **14** und der Sendeantenne **16** der Beobachtungsvorrichtung **5**, das Pulssignal PL, das äquivalent zu der Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$  ist, als das Suchsignal TX an den Bereich, in dem das Ziel zu suchen ist, zu senden.

**[0033]** Wenn ein Ziel in dem Bereich der Suche verfügbar ist, wird ein Teil des Suchsignals TX von dem Ziel reflektiert und als das reflektierte Signal RX an der Empfangsantenne **22** empfangen. Die Empfangsantenne **22** fängt das reflektierte Signal RX ein, das äquivalent zu der Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$  ist, die gleich der Anzahl der Pulssignale PL, die in dem Suchsignal enthalten sind, ist.

**[0034]** Der Beobachtungsdatenspeicher **6** speichert Beobachtungswerte für das reflektierte Signal RX je Suche, d. h. mindestens die Beobachtungswerte  $X(0)$  bis  $X(NUM_{CI} - 1)$  für das reflektierte Signal RX, das äquivalent zu der Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$  ist, die von dem Integrationszahlbestimmungsabschnitt **18** berechnet wird. Zu diesem Zeitpunkt ermöglicht es der Hauptsteuerabschnitt **2** auf der Grundlage des Beobachtungsprogramms OPR, dass der Phasenkorrekturwichtungskohärenzintegrationsabschnitt **11** die Kohärenzintegration der Beobachtungswerte  $X(0)$  bis  $X(NUM_{CI} - 1)$  durchführt.

**[0035]** Es wird angenommen, dass der Beobachtungsdatenspeicher **6** den Beobachtungswert je Suche äquivalent zu der Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$ , die die benötigte Prozessverstärkung  $PG_{req}$  erfüllt, wie es oben beschrieben ist, speichert. Es sind so viele Abtastungen wie  $NUM_{CI}$  als Beobachtungswerte verfügbar.

**[0036]** Die folgenden Gleichungen (2) und (3) drücken ein Modell für die  $i$ -te Abtastung aus, wobei  $i$  auf 0 festgelegt ist.

$$\begin{aligned} x(i) &= A_{RX} \exp(j\omega_0 \cdot TOF(i)) + n(i) \\ &= s(i) + n(i) \end{aligned} \quad (2)$$

$$TOF(0) = \frac{2R_0}{V_c - V} \quad (3)$$

**[0037]** Die Gleichungen (4) und (5) drücken ein Modell für die i-te Abtastung aus, wobei i auf 1 festgelegt ist.

$$\begin{aligned} x(1) &= A_{RX} \exp(j\omega_0 \cdot TOF(1)) + n(1) \\ &= s(1) + n(1) \\ &= s(0) \exp\left(j\omega_0 \cdot \frac{2V \cdot PRI}{V_c - V}\right) + n(1) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} TOF(1) &= \frac{2(R_0 + V \cdot PRI)}{V_c - V} \\ &= TOF(0) + \frac{2V \cdot PRI}{V_c - V} \end{aligned} \quad (5)$$

**[0038]** Die Gleichungen (6) und (7) drücken ein Modell für die i-te Abtastung aus, wobei i auf k festgelegt ist.

$$\begin{aligned} x(k) &= A_{RX} \exp(j\omega_0 \cdot TOF(k)) + n(k) \\ &= s(k) + n(k) \\ &= s(0) \exp\left(j\omega_0 \cdot \frac{2V \cdot PRI}{V_c - V} \cdot k\right) + n(k) \\ &= s(0) \exp(j\phi \cdot k) + n(k) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} TOF(k) &= \frac{2(R_0 + V \cdot k \cdot PRI)}{V_c - V} \\ &= TOF(0) + \frac{2V \cdot PRI}{V_c - V} \cdot k \end{aligned} \quad (7)$$

wobei

$$\phi \triangleq \omega_0 \cdot \frac{2V}{V_c - V} \cdot PRI$$

**[0039]** In den Gleichungen (1) bis (7) sind:

$A_{RX}$	eine komplexe Amplitude;
$\omega_0$	eine Winkelfrequenz des Trägers;
$R_0$	ein relativer Abstand zu dem Ziel, wenn i auf 0 festgelegt ist;
$PRI$	ein Pulssendeintervall;
$V_c$	die Lichtgeschwindigkeit;
$V$	eine Relativgeschwindigkeit des Ziels;
$s(i)$	eine Signalkomponente, wobei i auf 0 bis k eingestellt ist; und
$n(i)$	eine Rauschkomponente, wobei i auf 0 bis k festgelegt ist.

**[0040]** Hinsichtlich jedes Beobachtungswerts (Abtastung) enthält die Phase Informationen hinsichtlich des relativen Abstands zu dem Ziel. Die Amplitude enthält Informationen hinsichtlich des relativen Abstands zu dem Ziel und eines Reflexionsabschnittsbereiches.

**[0041]** Der Phasenkorrekturwichtungskohärenzintegrationsabschnitt **11** führt eine Kohärenzintegration der erlangten Abtastungen (Beobachtungswerte) äquivalent zu der Zahl  $NUM_{Cl}$  mit der Anzahl von Malen, die durch die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{Cl}$  angegeben wird, die von dem Integrationszahlbestimmungsabschnitt **18** bestimmt wird, durch. Zu diesem Zeitpunkt fordert der Phasenkorrekturwichtungskohärenzintegrationsab-

schnitt **11** den Phasenkorrekturbetragberechnungsabschnitt **10** auf, den Phasenkorrekturbetrag für die Kohärenzintegration, die hinsichtlich der Beobachtungswerte durchgeführt wird, zu bestimmen. Als Antwort darauf berechnet der Phasenkorrekturbetragberechnungsabschnitt **10** den Phasenkorrekturbetrag  $\phi_0$  auf der Grundlage der Gleichung (8).

$$\phi_0 \triangleq \omega_0 \cdot \frac{2V_0}{V_c - V_0} \cdot PRI \quad (8)$$

**[0042]** Unter Verwendung der Gleichung (8) bestimmt der Phasenkorrekturbetragberechnungsabschnitt **10** den Phasenkorrekturbetrag  $\phi_0$  entsprechend der geschätzten Relativgeschwindigkeit  $V_0$ . Der Phasenkorrekturwichtungskohärenzintegrationsabschnitt **11** führt dann eine Kohärenzintegration für  $NUM_{CI}$  Beobachtungswerte je Suche mit der Anzahl von Malen, die durch die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$  angegeben ist, durch, wie es durch die Gleichung (9) ausgedrückt wird.

$$\begin{aligned} y &= \frac{1}{NUM_{CI}} \sum_{k=0}^{NUM_{CI}-1} x(k) \exp(j\phi_0 \cdot k) \\ &= \frac{1}{NUM_{CI}} \sum_{k=0}^{NUM_{CI}-1} (s(k) + n(k)) \cdot \exp(j\phi_0 \cdot k) \\ &= \frac{1}{NUM_{CI}} \sum_{k=0}^{NUM_{CI}-1} (s(0) \exp(j\phi \cdot k) + n(k)) \cdot \exp(j\phi_0 \cdot k) \\ &= \frac{s(0)}{NUM_{CI}} \sum_{k=0}^{NUM_{CI}-1} \exp(j(\phi + \phi_0) \cdot k) + \frac{1}{NUM_{CI}} \sum_{k=0}^{NUM_{CI}-1} n(k) \cdot \exp(j\phi_0 \cdot k) \\ &= y_S + y_N \end{aligned} \quad (9)$$

**[0043]** Auf diese Weise wird der Kohärenzintegrationsausgang  $y$  mit dem Phasenkorrekturbetrag  $\phi_0$  gewichtet und über die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$ , die die benötigte Prozessverstärkung  $PG_{req}$  erfüllt, integriert.

**[0044]** Auf der Grundlage der Abtastwertmodelle gemäß den Gleichungen (2) bis (7) drückt die Gleichung (10) eine Signalkomponente  $y_S$  von  $y$  aus, und die Gleichung (11) drückt eine Rauschkomponente von  $y$  wie folgt aus.

$$y_S \triangleq \frac{s(0)}{NUM_{CI}} \sum_{k=0}^{NUM_{CI}-1} \exp(j(\phi + \phi_0) \cdot k) \quad (10)$$

$$y_N \triangleq \frac{1}{NUM_{CI}} \sum_{k=0}^{NUM_{CI}-1} n(k) \cdot \exp(j\phi_0 \cdot k) \quad (11)$$

**[0045]** Die Signalkomponente  $y_S$  wird wie durch die Gleichung (12) ausgedrückt umgeformt.

$$\begin{aligned} y_S &= \frac{s(0)}{NUM_{CI}} \sum_{k=0}^{NUM_{CI}-1} \exp(j(\phi + \phi_0) \cdot k) \\ &= \frac{s(0)}{NUM_{CI}} I \sum_{k=0}^{NUM_{CI}-1} \exp(j(\Delta\phi) \cdot k) \\ &= \frac{s(0)}{NUM_{CI}} \cdot \frac{1 - \exp(j \cdot \Delta\phi \cdot NUM_{CI})}{1 - \exp(j \cdot \Delta\phi)} \end{aligned} \quad (12)$$

wobei

$$\Delta\phi \triangleq \phi + \phi_0 = 2\omega_0 \cdot PRI \cdot \left( \frac{V}{V_c - V} - \frac{V_0}{V_c - V_0} \right)$$

**[0046]** Daher ist  $|y_s|$  äquivalent zu der Gleichung (13).

$$|y_s| = \left| \frac{s(0)}{NUM_{CI}} \cdot \frac{1 - \exp(j \cdot \Delta\phi \cdot NUM_{CI})}{1 - \exp(j \cdot \Delta\phi)} \right| = \left| \frac{s(0)}{NUM_{CI}} \right| \cdot \sqrt{\frac{1 - \cos(\Delta\phi \cdot NUM_{CI})}{1 - \cos(\Delta\phi)}} \quad (13)$$

**[0047]** Es wird angenommen, dass  $n(k)$  ein komplexes weißes Gauß'sches Rauschen ist, wie es durch die Gleichung (14) ausgedrückt wird.

$$n(k) \sim N\left(0, \frac{\sigma^2}{2}\right) + j \cdot N\left(0, \frac{\sigma^2}{2}\right) \quad (14)$$

**[0048]** Eine Rauschkomponente von  $y$  wird durch die Gleichung (15) entsprechend dem zentralen Grenzwertsatz ausgedrückt.

$$y_N \sim N\left(0, \frac{\sigma^2}{2NUM_{CI}}\right) + j \cdot N\left(0, \frac{\sigma^2}{2NUM_{CI}}\right) \quad (15)$$

**[0049]** Die oben beschriebenen Gleichungen werden geändert, um die Gleichung (16) zum Ausdrücken des SNR für  $y$  zu entwickeln.

$$SNR_y = \frac{|y_s|^2}{\text{var}[y_N]} = \frac{\left| \frac{s(0)}{NUM_{CI}} \right|^2 \cdot \frac{1 - \cos(\Delta\phi \cdot NUM_{CI})}{1 - \cos(\Delta\phi)}}{\frac{\sigma^2}{2NUM_{CI}} + \frac{\sigma^2}{2NUM_{CI}}} = \frac{|s(0)|^2}{\sigma^2} \cdot \underbrace{\frac{1}{NUM_{CI}} \cdot \frac{1 - \cos(\Delta\phi \cdot NUM_{CI})}{1 - \cos(\Delta\phi)}}_B \quad (16)$$

$\uparrow$   
A

$\uparrow$   
B

**[0050]** In dieser Gleichung kann [A] als das SNR je Abtastung beschrieben werden. [B] kann als eine Prozessverstärkung  $PG_y$  für den Phasenkorrekturwichtungskohärenzintegrationsausgang bezeichnet werden.

**[0051]** Gemäß der oben beschriebenen Gleichung wird die Prozessverstärkung  $PG_y$  für den Kohärenzintegrationsausgang  $y$  durch die Gleichung (17) ausgedrückt.

$$PG_y = \frac{1}{NUM_{CI}} \cdot \frac{1 - \cos(\Delta\phi \cdot NUM_{CI})}{1 - \cos(\Delta\phi)} \quad (17)$$

wobei

$$\Delta\phi \triangleq 2\omega_0 \cdot PRI \cdot \left( \frac{V}{V_c - V} - \frac{V_0}{V_c - V_0} \right)$$

**[0052]** Wie es in [Fig. 1](#) gezeigt ist, gibt der Phasenkorrekturwichtungskohärenzintegrationsabschnitt **11** den erlangten Kohärenzintegrationsausgang  $y$  nach außen aus. Eine bekannte Zielerfassungsvorrichtung (nicht gezeigt) analysiert und berechnet den Ausgang, um die Geschwindigkeit und die Position des Ziels zu finden. Hinsichtlich der Prozessverstärkung wird die Kohärenzintegration hinsichtlich Beobachtungswerten für die Anzahl von Malen, die durch die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$  repräsentiert wird, die durch den Integrationszahlbestimmungsabschnitt **18** bestimmt wird, durchgeführt, um die benötigte Prozessverstärkung  $PG_{req}$  zu erfüllen. Der Integrationsausgang  $y$  wird außerhalb erzeugt, um die benötigte Prozessverstärkung  $PG_{req}$  zu erfüllen. Dieses macht es möglich, die anschließende Signalverarbeitung genau durchzuführen.

**[0053]** [Fig. 3](#) stellt beispielhaft den Vergleich zwischen zwei Arten von Kohärenzintegrationen dar. Eine dient zum Durchführen einer Kohärenzintegration für die spezifizierte Anzahl von gewichteten Beobachtungswerten gemäß dem Phasenkorrekturbetrag  $\phi_0$ , der auf der Grundlage der geschätzten Relativgeschwindigkeit  $V_0$  ge-

funden wurde. Die andere besteht darin, einfach eine Kohärenzintegration der Beobachtungswerte durchzuführen. Die Bedingungen sind, dass  $\omega_0$  auf  $2n \times 24 \times 10^9$  [rad/s] und PRI auf 500 [ns] festgelegt sind. Das Beispiel in **Fig. 3** zeigt die Verfügbarkeit der Kohärenzintegration, die die Gewichtung entsprechend dem Phasenkorrekturbetrag  $\varphi_0$  verwendet, der auf der Grundlage der geschätzten Relativgeschwindigkeit  $V_0$  gefunden wurde, wie es durch die Gleichung (8) ausgedrückt wird. Die Kohärenzintegrationszahl wird als ein variabler Wert, der die benötigte Prozessverstärkung erfüllt, und nicht als eine spezifizierte Kohärenzintegrationszahl berechnet.

**[0054]** Die Technik „EINFACHE CI: ZIEL BEI –100 km/h“, die durch eine gestrichelte Linie in **Fig. 3** angegeben ist, führt einfach eine Kohärenzintegration der Beobachtungswerte für ein Ziel durch, das sich mit einer Relativgeschwindigkeit von –100 km/h bewegt oder sich in Richtung der Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1** mit 100 km/h bewegt. In diesem Fall verringert sich die Prozessverstärkung drastisch bei der Kohärenzintegrationszahl von etwa 200 oder mehr. Im Gegensatz dazu gibt die „VORGESCHLAGENE TECHNIK: ZIEL BEI –100 km/h UND  $V_0$  AUF –55 km/h FESTGELEGT“, die durch eine durchgezogene Linie in **Fig. 3** angegeben ist, an, dass die geschätzte Relativgeschwindigkeit  $V_0$  bei –55 km/h liegt, und die Kohärenzintegration der Beobachtungswerte durchgeführt wird, die mit dem Phasenkorrekturbetrag  $\varphi_0$  für ein Ziel, das sich mit einer Relativgeschwindigkeit von –100 km/h bewegt oder sich in Richtung der Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1** mit 100 km/h bewegt, gewichtet sind. In diesem Fall (vorliegende Ausführungsform) verringert sich die Prozessverstärkung bei der Kohärenzintegrationszahl von etwa 200 und mehr nicht und zeigt nur eine Erhöhung über die gesamte Kohärenzintegration an.

**[0055]** Wie das Beispiel in **Fig. 3** zeigt, ist ein wichtiger Punkt, dass eine hohe Prozessverstärkung scheinbar aus der Kohärenzintegration resultieren kann, die mit der Gewichtung durchgeführt wird, die durch den Phasenkorrekturbetrag  $\varphi_0$  entsprechend der geschätzten Relativgeschwindigkeit  $V_0$  spezifiziert wird. Dieses gilt sogar, wenn die geschätzte Relativgeschwindigkeit  $V_0$  als ganz unterschiedlich zu der Relativgeschwindigkeit eines tatsächlichen zu beobachtenden Ziels spezifiziert wird.

**[0056]** Es wird angenommen, dass sich ein Ziel von der Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1** weg bewegt und sich ein anderes Ziel in Richtung derselben hinbewegt. In diesem Fall werden positive und negative unterschiedliche geschätzte Relativgeschwindigkeiten  $V_0$  für diese Ziele definiert und in dem Parameterspeicher **12** gespeichert. Es können drei oder mehr geschätzte Relativgeschwindigkeiten  $V_0$  eingestellt und gespeichert werden. Es werden von dem Phasenkorrekturbetragberechnungsabschnitt **10** mehrere geschätzte Relativgeschwindigkeiten  $V_0$  aus dem Parameterspeicher **12** für ein einzelnes zu beobachtendes Ziel geholt. Die Phasenkorrekturbeträge für die gehaltenen geschätzten Relativgeschwindigkeiten  $V_0$  werden in Bezug auf dasselbe Ziel berechnet.

**[0057]** Der Beobachtungsdatenspeicher **6** speichert Beobachtungswerte (Abtastungen) äquivalent zu der Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$  je Suche. Der Phasenkorrekturwichtungskohärenzintegrationsabschnitt **11** führt die gewichtete Kohärenzintegration entsprechend den Phasenkorrekturbeträgen hinsichtlich der Beobachtungswerte in Bezug auf jeden der Phasenkorrekturbeträge durch. Der Phasenkorrekturwichtungskohärenzintegrationsabschnitt **11** führt der Außenseite den Kohärenzintegrationsausgang  $y$  zu, der einen größeren Absolutwert als diejenigen der anderen Ausgänge, die aus der gedichteten Kohärenzintegration resultieren, aufweist. Dieses macht es möglich, die Kohärenzintegration unter Verwendung von Phasenkorrekturbeträgen, die für das zu beobachtende Ziel geeignet sind, durchzuführen. Ein Kohärenzintegrationswert mit hohem SNR kann erlangt werden, wenn die Kohärenzintegration hinsichtlich einer Welle durchgeführt wird, die von dem Ziel reflektiert wird, das eine Relativgeschwindigkeit in Bezug auf ein Fahrzeug oder ein Schiff, an dem die Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung **1** montiert ist, aufweist.

**[0058]** Außerdem kann der Kohärenzintegrationsausgang  $y$  die gegebene benötigte Prozessverstärkung  $PG_{req}$  benötigen bzw. erfordern. Wie es in **Fig. 4** gezeigt ist, wird beispielsweise angenommen, dass die Relativgeschwindigkeit  $V_0$  von –100 bis –10 km/h für das Ziel angenommen wird und die benötigte Prozessverstärkung  $PG_{req}$  auf 23 dB eingestellt ist. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform findet die Gleichung (1) die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$  als 243, die die benötigte Prozessverstärkung  $PG_{req}$ , die auf 23 dB eingestellt ist, erfüllt. Gemäß der herkömmlichen Technik ist die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$  ein fester Wert, der von dem Beobachtungsprogramm OPR entsprechend einem Beobachtungsbereich zugeführt wird und in diesem Fall als 200 angenommen wird.

**[0059]** In dem Beispiel wird die Kohärenzintegration 243-mal durchgeführt, was äquivalent zu der Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$  ist, die die benötigte Prozessverstärkung  $PG_{req}$  erfüllt, wobei die Gewichtung durch den Phasenkorrekturbetrag  $\varphi_0$  auf der Grundlage der geschätzten Relativgeschwindigkeit  $V_0$  spezifiziert wird.

Der Kohärenzintegrationsausgang  $y$  erfüllt die benötigte Prozessverstärkung  $PG_{req}$ , die auf 23 dB eingestellt ist, über den gesamten Geschwindigkeitsbereich von  $-100$  bis  $-10$  km/h für das Ziel. Wenn die Kohärenzintegration 200-mal als der vorbestimmten Anzahl durchgeführt wird, erfüllt der Kohärenzintegrationsausgang  $y$  kaum die benötigte Prozessverstärkung  $PG_{req}$  innerhalb des gesamten Geschwindigkeitsbereiches.

**[0060]** Um die benötigte Prozessverstärkung  $PG_{req}$  zu erfüllen, hat es sich als nützlich erwiesen, die gewichtete Kohärenzintegration mit der Anzahl von Malen, die äquivalent zu der Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$ , die unter Berücksichtigung der geschätzten Relativgeschwindigkeit  $V_0$  und der Relativgeschwindigkeitsunsicherheit  $\Delta V_0$  berechnet wird, ist, durchzuführen.

**[0061]** Im Folgenden wird die Grundlage für die Gleichung (1) beschrieben, die die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$  zum Erfüllen der benötigten Prozessverstärkung  $PG_{req}$ , wie es oben beschrieben ist, findet.

**[0062]** Das heißt, die Gleichung (17) repräsentiert die Prozessverstärkung  $PG_y$  für den Kohärenzintegrationsausgang  $y$ . Die Gleichung (17) wird verwendet, um die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$ , die die benötigte Prozessverstärkung  $PG_{req}$  erfüllt, für eine nicht spezifizierte Relativgeschwindigkeit  $V$  für die Prozessverstärkung  $PG_y$ , die  $|V - V_0| \leq \Delta V_0$  erfüllt, zu finden.

**[0063]** Die Prozessverstärkung  $PG_y$  wird durch die Gleichung (18) unter der Annahme  $|V - V_0| \leq \Delta V_0$  ausgedrückt.

$$PG_y = \frac{1}{NUM_{CI}} \cdot \frac{1 - \cos(\Delta\phi \cdot NUM_{CI})}{1 - \cos(\Delta\phi)} = \frac{1}{NUM_{CI}} \cdot \frac{1 - \cos\left(2\omega_0 \cdot PRI \cdot \left(\frac{V}{V_c - V} - \frac{V_0}{V_c - V_0}\right) \cdot NUM_{CI}\right)}{1 - \cos\left(2\omega_0 \cdot PRI \cdot \left(\frac{V}{V_c - V} - \frac{V_0}{V_c - V_0}\right)\right)}$$

$$\geq \frac{1}{NUM_{CI}} \cdot \frac{1 - \cos\left(2\omega_0 \cdot PRI \cdot \left(\frac{V_0 + \Delta V_0}{V_c - V_0 - \Delta V_0} - \frac{V_0}{V_c - V_0}\right) \cdot NUM_{CI}\right)}{1 - \cos\left(2\omega_0 \cdot PRI \cdot \left(\frac{V_0 + \Delta V_0}{V_c - V_0 - \Delta V_0} - \frac{V_0}{V_c - V_0}\right)\right)} \quad (18)$$

**[0064]** Dieses kommt daher, dass der folgende Ausdruck in der obigen Gleichung einen Maximalwert  $N^2$  annimmt, wenn  $x = 0$  gilt, und sich auf nahezu 0 verringert, wenn sich  $x$  von 0 entfernt.

$$\frac{1 - \cos(Nx)}{1 - \cos x}$$

**[0065]** Wenn  $\Delta\phi_0$  zur Vereinfachung wie in Gleichung (1) definiert wird, wird die Prozessverstärkung  $PG_y$  durch die Gleichung (19) ausgedrückt.

$$PG_y \geq \frac{1}{NUM_{CI}} \cdot \frac{1 - \cos(\Delta\phi_0 \cdot NUM_{CI})}{1 - \cos(\Delta\phi_0)} \quad (19)$$

**[0066]** Der Ausdruck auf der rechten Seite der Gleichung (19) muss nicht größer als oder gleich der benötigten Prozessverstärkung  $PG_{req}$  sein. Der nächste Schritt besteht darin, die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$ , die die Gleichung (20) erfüllt, zu finden.

$$PG_y \geq \frac{1}{NUM_{CI}} \cdot \frac{1 - \cos(\Delta\phi_0 \cdot NUM_{CI})}{1 - \cos(\Delta\phi_0)} \geq PG_{req} \quad (20)$$

**[0067]** Die Gleichung (21) wird aus der rechten Seite der Gleichung (20) hergeleitet.

$$PG_{req} \cdot NUM_{CI} \cdot (1 - \cos(\Delta\phi_0)) + \cos(\Delta\phi_0 \cdot NUM_{CI}) \leq 1 \quad (21)$$

**[0068]** Die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$  wird anhand von  $\Delta\phi_0$  in der Gleichung (1) und der Gleichung (21) gefunden. Die Kohärenzintegration wird auf der Grundlage der gefundenen Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$  durchgeführt, um  $PG_y \geq PG_{req}$  zu erzielen. Aufgrund von  $V_c \gg |V|$  kann  $\Delta\phi_0$  wie durch die Gleichung (22) ausgedrückt vereinfacht werden.

$$\Delta\phi_0 \approx 2\omega_0 \cdot PRI \cdot \frac{\Delta V_0}{V_c} \quad (22)$$

**[0069]** Da die Gleichung (21) den Kosinus von  $\Delta\phi_0$  enthält, kann dieselbe vereinfachte Gleichung unabhängig davon verwendet werden, ob die geschätzte Relativgeschwindigkeit  $V_0$  positiv oder negativ ist.

**[0070]** Wie es im Detail beschrieben wurde, wird die Kohärenzintegrationszahl  $NUM_{CI}$ , die die benötigte Prozessverstärkung  $PG_{req}$  erfüllt, durch die Gleichung (1) bestimmt.

**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 Nicht-Patentliteratur**

- Mahafza, Bassem R., 2005, Radar Systems Analysis and Design Using MATLAB(R), 2. Ausgabe, Chapman & Hall/CRC, Taylor & Francis Group, ISBN-10: 1-58448-532-7, ISBN-13: 978-1-58488-532-0: 4.4.1–4.4.2  
[\[0003\]](#)

## Patentansprüche

1. Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung, die in der Lage ist, aufeinanderfolgend ein Pulssignal als ein Suchsignal, das von mehreren Trägerwellen je Suche moduliert wird, von einer Sendeantenne an einen zu beobachtenden Bereich zu senden, mehrere reflektierte Signale, die Teil des Suchsignals sind, das von einem Ziel in dem Bereich reflektiert wird, an einer Empfangsantenne einzufangen, eine korrelative Erfassung auf der Grundlage des eingefangenen reflektierten Signals und eines Verzögerungsmodulationspulssignals, das äquivalent zu einer verzögerten Version eines Pulssignals ist, das durch die Trägerwelle moduliert wird, durchzuführen, um mehrere Beobachtungswerte je Suche zu erzeugen, eine Kohärenzintegration des erzeugten Beobachtungswerts durchzuführen, wobei der erzeugte Beobachtungswert eine Phase mit Informationen hinsichtlich eines relativen Abstands zu dem Ziel und eine Amplitude mit Informationen hinsichtlich eines relativen Abstands zu dem Ziel und eines Reflexionsabschnittsbereiches des Ziels aufweist, und einen spezifizierten Kohärenzintegrationswert je Suche als Integrationsausgang zuzuführen, wobei die Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung aufweist:

einen ersten Speicher (12) zum Speichern einer Prozessverstärkung für den Integrationsausgang als eine benötigte Prozessverstärkung entsprechend dem Bereich, der hinsichtlich des Ziels, das in dem zu beobachtenden Bereich vorhanden ist, zu durchsuchen ist;

einen zweiten Speicher (12) zum Speichern einer geschätzten Relativgeschwindigkeit für das zu suchende Ziel;

einen dritten Speicher (12) zum Speichern eines Fehlerbereiches für die geschätzte Relativgeschwindigkeit als Relativgeschwindigkeitsunsicherheit;

einen Kohärenzintegrationszahlbestimmungsabschnitt (18) zum Holen der benötigten Prozessverstärkung entsprechend dem zu beobachtenden Bereich, einer geschätzten Relativgeschwindigkeit des zu suchenden Ziels und der Relativgeschwindigkeitsunsicherheit hinsichtlich der Relativgeschwindigkeit aus den ersten bis dritten Speichern und zum Durchführen einer Berechnung, um eine Kohärenzintegrationszahl für die Kohärenzintegration, die die benötigte Prozessverstärkung erfüllt, aus diesen Werten zu bestimmen;

einen Suchsignalsendeabschnitt (14, 15) zum Senden der Pulssignale als die Suchsignale, die äquivalent zu der bestimmten Kohärenzintegrationszahl sind, von der Sendeantenne;

einen Beobachtungsdatenspeicher (6) zum Ermöglichen, dass die Empfangsantenne eine reflektierte Welle als das reflektierte Signal für die gesendeten Pulssignale, die äquivalent zu der Kohärenzintegrationszahl sind, einfängt, und zum Speichern des reflektierten Signals als den Beobachtungswert;

einen Phasenkorrekturbetragberechnungsabschnitt (11) zum Holen der geschätzten Relativgeschwindigkeit des Ziels aus dem zweiten Speicher und zum Berechnen eines Phasenkorrekturbetrags auf der Grundlage der gehaltenen geschätzten Relativgeschwindigkeit; und

einen Phasenwichtungskohärenzintegrationsabschnitt (11) zum Durchführen einer phasengewichteten Kohärenzintegration hinsichtlich Beobachtungswerten, die äquivalent zu der Kohärenzintegrationszahl sind, so häufig wie die Kohärenzintegrationszahl, auf der Grundlage des berechneten Phasenkorrekturbetrags, und zum Zuführen des Integrationsausgangs, der die benötigte Prozessverstärkung erfüllt, nach außen.

2. Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Bereich entsprechend Abständen von der Sendeantenne auf mehrere unterschiedliche Orte eingestellt wird.

3. Beobachtungssignalverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Kohärenzintegrationszahlbestimmungsabschnitt die Kohärenzintegrationszahl auf der Grundlage von

$$PG_{\text{req}} \cdot \text{NUM}_{\text{CI}} \cdot (1 - \cos(\Delta\phi_0)) + \cos(\Delta\phi_0 \cdot \text{NUM}_{\text{CI}}) \leq 1,$$

bestimmt, wobei

$$\Delta\phi_0 \triangleq 2\omega_0 \cdot \text{PRI} \cdot \left( \frac{V_0 + \Delta V_0}{V_c - V_0 - \Delta V_0} - \frac{V_0}{V_c - V_0} \right)$$

gilt,

wobei  $PG_{\text{req}}$  eine benötigte Prozessverstärkung,  $V_0$  eine geschätzte Relativgeschwindigkeit,  $\Delta V_0$  eine Relativgeschwindigkeitsunsicherheit,  $\text{PRI}$  ein Pulssendeintervall,  $V_c$  die Lichtgeschwindigkeit und  $\omega_0$  eine Winkelfrequenz einer Trägerwelle ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

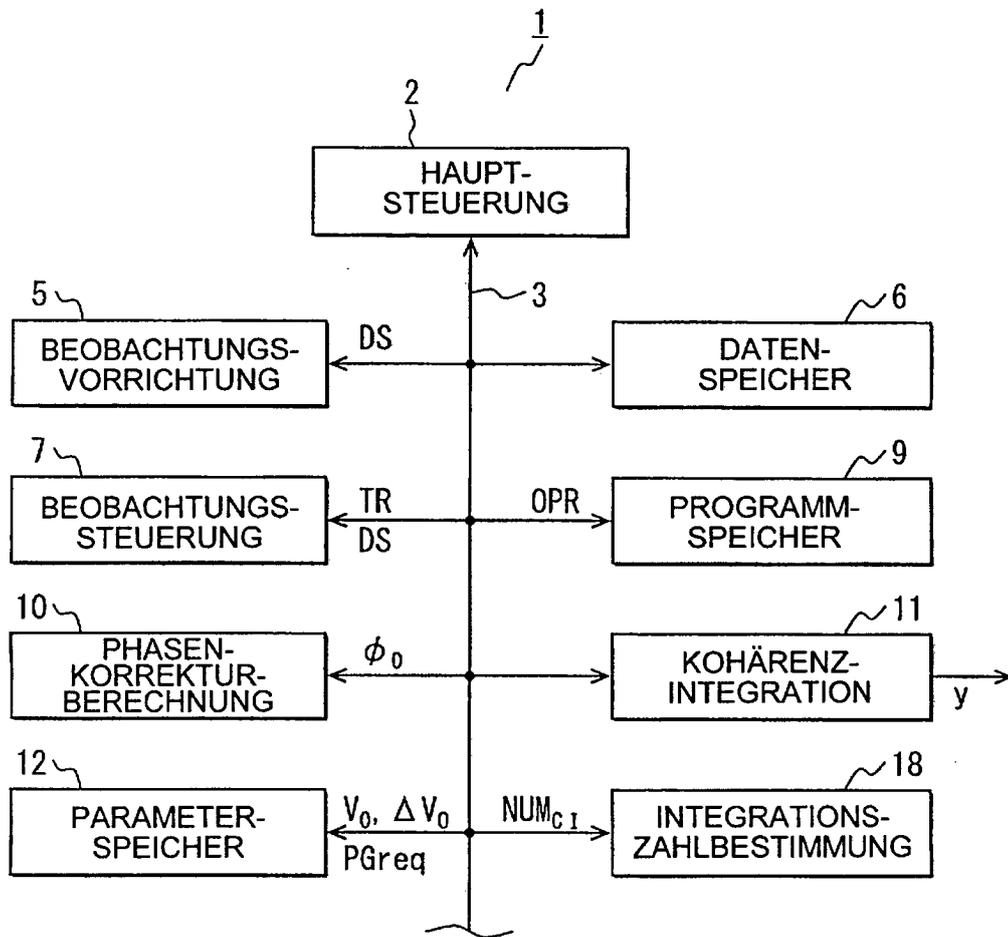
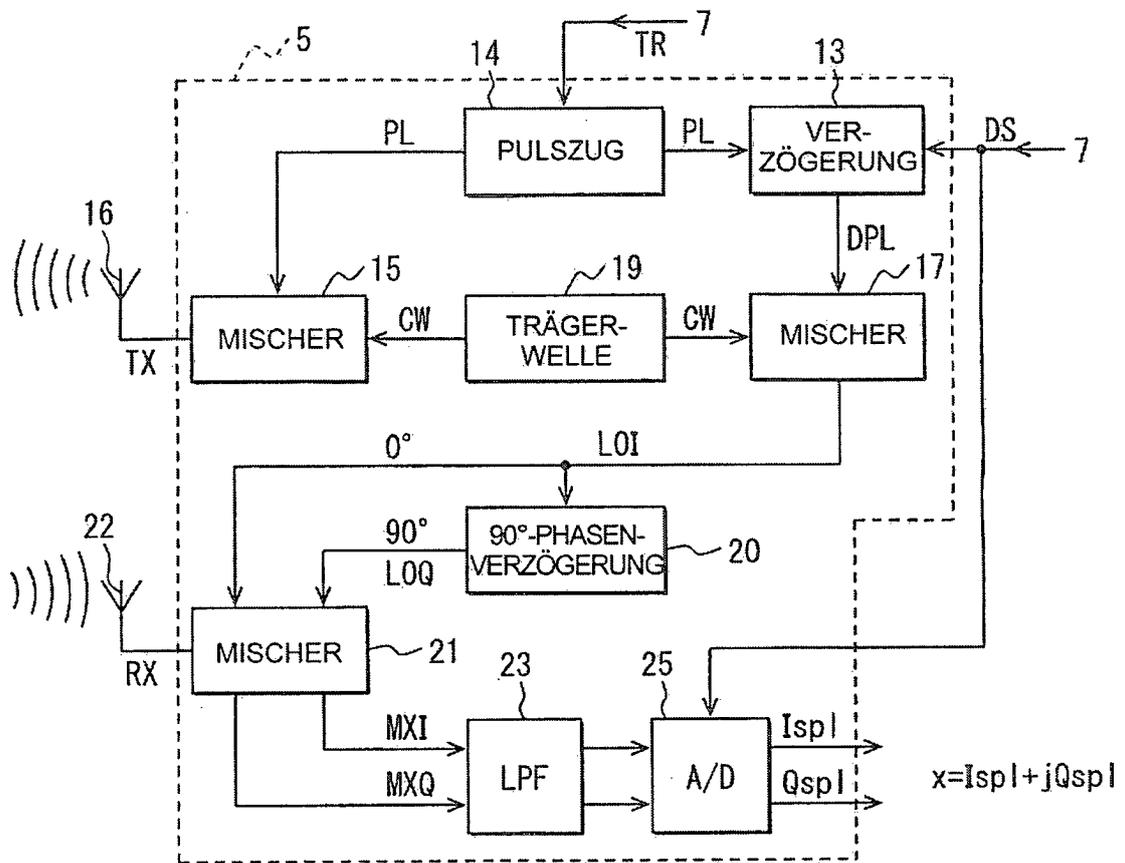
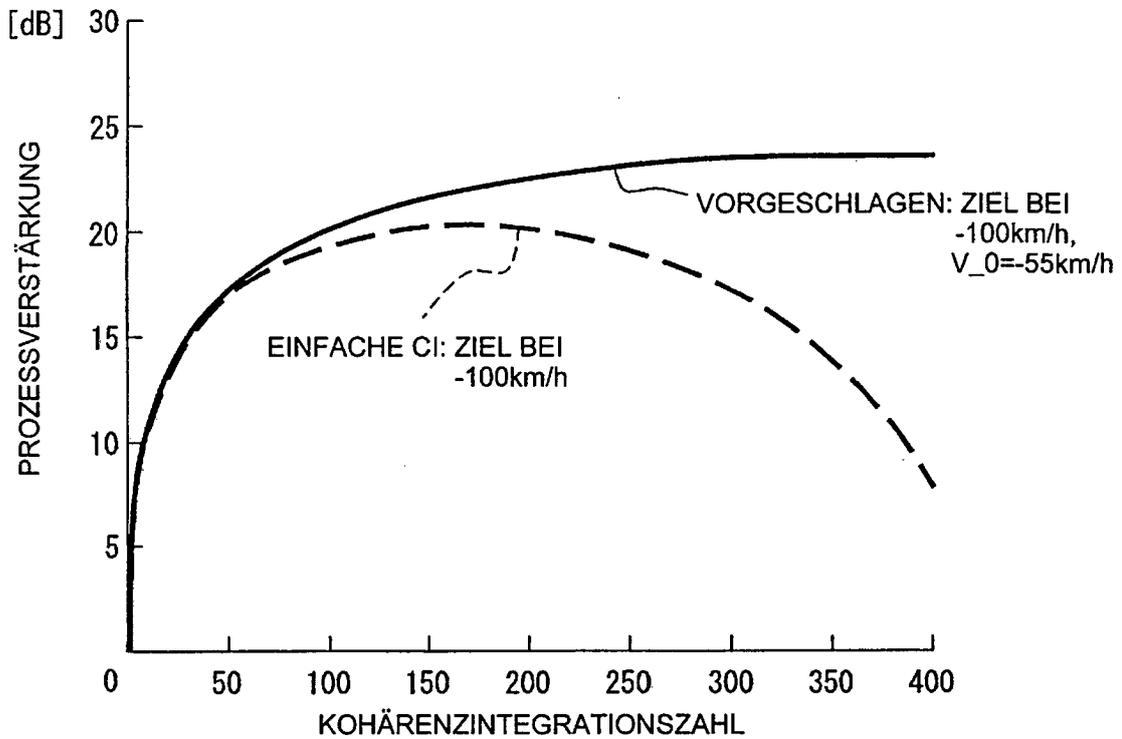


FIG. 2



**FIG. 3**



**FIG. 4**

