



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2007 030 978 A1 2008.01.31**

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 030 978.5**

(22) Anmeldetag: **04.07.2007**

(43) Offenlegungstag: **31.01.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01S 7/40 (2006.01)**

**G01S 7/497 (2006.01)**

**G01S 13/08 (2006.01)**

**G01S 17/08 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2006-202577 25.07.2006 JP**

(71) Anmelder:  
**Denso Corp., Kariya, Aichi, JP**

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

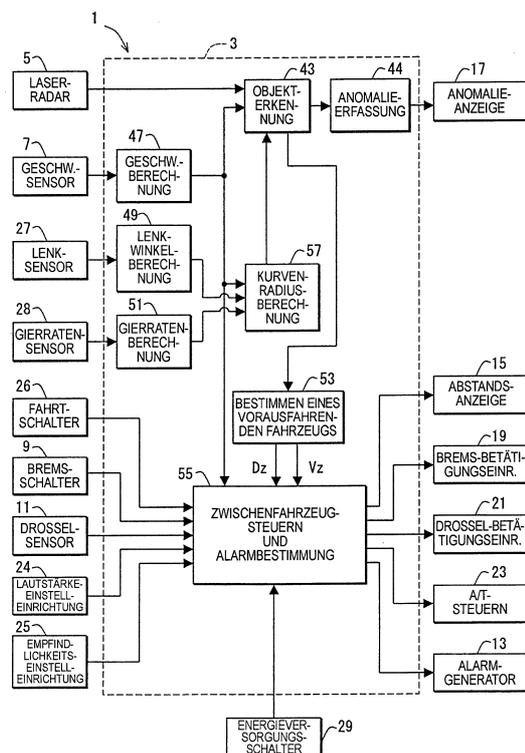
(72) Erfinder:  
**Nakamura, Mitsuo, Kariya, Aichi, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Radarvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Radarvorrichtung weist einen Fehlerkorrekturbereich und einen Abstandsberechnungsbereich auf. Der Fehlerkorrekturbereich korrigiert einen Schätzfehler einer Spitzenmitte-Schätzzeit, welcher durch eine Abweichung einer tatsächlichen Spitzenmitte-Erzeugungszeit in einem Lichtempfangssignal von einem Abtasten eines A/D-Wandlerbereichs verursacht wird. Der Abstandsberechnungsbereich berechnet einen Abstand zu einem reflektierenden Objekt aus einer korrigierten Spitzenmitte-Schätzzeit, die von dem Fehlerkorrekturbereich korrigiert worden ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Radarvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, welche mehrere Sendewellen über einen gegebenen Winkelbereich abstrahlt und ein reflektierendes Objekt auf der Grundlage von empfangenen Signalen von reflektierten Wellen erfasst, die den jeweiligen Sendewellen entsprechen. Die vorliegende Erfindung ist an einem Fahrzeug und anderen Systemen anwendbar.

**[0002]** Zum Beispiel ist eine Radarvorrichtung in der US 2005/0200833 bzw. der JP 2005-257405 A offenbart. Gemäß dieser Radarvorrichtung wird ein Laserstrahl von einer Laserdiode in Übereinstimmung mit einem Ansteuersignal aus einer Laserradar-CPU abgestrahlt und wird reflektierendes Licht, das dem Laserstrahl entspricht, von einem Lichtempfangselement empfangen. Das Lichtempfangselement gibt ein Spannungssignal bzw. Lichtempfangssignal aus, das der Intensität des empfangenen reflektierten Lichts entspricht, und wandelt das ausgegebene Lichtempfangssignal mittels eines A/D-Wandlerbereichs, welcher das Spannungssignal abtastet und einer A/D-Wandlung unterzieht, zu einem digitalen Signal. In einem Zeitgeberbereich, der dem A/D-Wandlerbereich folgt, wird ein Integrationssignal durch Integrieren der Lichtempfangssignale erzielt, welche zu den digitalen Signalen gewandelt worden sind, und wird eine Zeit eines Erzeugens eines Spitzenwerts der Spitzenwellenform erzielt, welche aus einem Rauschreferenzwert erzielt wird. In diesem Beispiel wird eine Spitzenmitteschätzung bzw. Periodenschätzung wie folgt ausgeführt, wenn der Zeitpunkt eines Erzeugens des Spitzenwerts erzielt wird.

**[0003]** Wie es in [Fig. 12](#) gezeigt ist, wird die maximale Intensität der A/D-Wandlerergebnisse an einem Abtastpunkt des Lichtempfangssignals (Zeit, zu der ein Abtasten durch die A/D-Wandlung ausgeführt wird) erfasst und wird die maximale Intensität mit einem gegebenen Koeffizient  $k$  ( $k$  ist ein Koeffizient, der gleich oder kleiner als 1, zum Beispiel 0,5, ist) multipliziert, wie es durch den folgenden Ausdruck dargestellt ist, um einen Schwellwert  $I_{th}$  einzustellen.

Schwellwert  $I_{th} = (\text{maximale Intensität}) \times k$  ( $0 < k < 1$ )  
(Ausdruck 1)

**[0004]** Wenn der Schwellwert durch Berechnen des Ausdrucks 1 eingestellt wird, wird der Schwellwert mit den Intensitäten der A/D-Wandlerergebnisse an jedem der Abtastpunkte verglichen. Bei dem Vergleich werden die A/D-Wandlerergebnisse von zwei Punkten, zwischen welchen sich der Schwellwert befindet, an zwei Abschnitten eines vorseilenden Abschnitts und eines nacheilenden Abschnitts der Lichtempfangssignalwellenform erfasst. Als Ergebnis werden, wie es in [Fig. 13](#) gezeigt ist, zwei aufeinanderfolgen-

de Punkte ( $t_1, a_1$ ) und ( $t_2, a_2$ ) erfasst, zwischen welchen der Schwellwert  $I_{th}$  an dem vorseilenden oder ansteigenden Abschnitt der Lichtempfangssignalwellenform liegt. Auf eine ähnliche Weise werden zwei Punkte ( $t_3, a_3$ ) und ( $t_4, a_4$ ) erfasst, zwischen welchen der Schwellwert  $I_{th}$  an dem nacheilenden oder abfallenden Abschnitt der Lichtempfangssignalwellenform liegt. Eine Referenz  $t_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ) stellt eine Zeit von dem Lichtabgabestart an den Abtastpunkten dar und  $a_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ) stellt die A/D-Wandlerergebnisse an den Abtastpunkten dar.

**[0005]** Dann werden eine Anstiegszeit  $T_1$  und eine Abfallszeit  $T_2$  mittels der vier erfassten Punkte berechnet, wenn es angenommen wird, dass die Wellenform des empfangenen Signals des Schwellwert  $I_{th}$  kreuzt. Genauer gesagt werden die Anstiegszeit  $T_1$  und die Abfallzeit  $T_2$  durch Berechnen des Ausdrucks einer linearen Interpolation festgestellt, der durch den folgenden Ausdruck dargestellt ist.

$$T_1 = (I_{th} - a_1) \times (t_2 - t_1) / (a_2 - a_1) + t_1 \quad (\text{Ausdruck 2})$$

$$T_2 = (a_3 - I_{th}) \times (t_4 - t_3) / (a_3 - a_4) + t_3 \quad (\text{Ausdruck 3})$$

**[0006]** Die Zeit der Spitzenmitte wird durch Berechnen des folgenden Ausdrucks auf der Grundlage der Berechnungsergebnisse der Anstiegszeit  $T_1$  und der Abfallzeit  $T_2$  geschätzt.

$$\text{geschätzte Zeit der Spitzenmitte} = (T_1 + T_2) / 2 \quad (\text{Ausdruck 4})$$

**[0007]** Wenn die geschätzte Zeit der Spitzenmitte durch Berechnen des vorhergehenden Ausdrucks 4 erzielt wird, wird eine Zeitdifferenz  $\Delta t$  zwischen einer Laserstrahl-Abgabestartzeit und einer geschätzten Zeit einer Spitzenmitte berechnet. Danach wird ein Abstand zu dem reflektierenden Objekt durch Berechnen des folgenden Ausdrucks auf der Grundlage der Zeitdifferenz  $\Delta t$  berechnet, die aus einem Zeitmessbereich in der Laserradar-CPU ausgegeben wird.

$$\text{Abstand [m]} = \text{Lichtgeschwindigkeit [m/ns]} \times \Delta t [\text{ns}] / 2 \\ = 0,15 [\text{m/ns}] \times \Delta t [\text{ns}] \quad (\text{Ausdruck 5})$$

**[0008]** Diese Abstandsberechnung beinhaltet immer noch einige Fehler und muss daher verbessert werden, um genauer zu sein.

**[0009]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Radarvorrichtung zu schaffen, die imstande ist, einen Abstandsberechnungsfehler zu verringern, der sich aus einem Abtasten eines Lichtempfangssignals ergibt.

**[0010]** Diese Aufgabe wird mit dem in Anspruch 1 Angegebenen Maßnahmen gelöst.

**[0011]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0012]** Die vorliegende Erfindung beruht auf der folgenden Analyse. Wie es sich aus [Fig. 11](#) versteht, in welcher A/D-Wandlerergebnisse eines Lichtempfangssignals aufgetragen sind, ist es festgestellt worden, dass ein Abtasten ausgeführt wird, während einige Abschnitte übersprungen werden, da Abtastintervalle in der A/D-Wandlung nicht ausreichend fein, jedoch nicht fein, verglichen mit der Spitzenbreite des Lichtempfangssignals sind. Die jeweiligen Punkte in der Figur stellen abgetastete Abschnitte(A/D-Wandlerergebnisse an jedem der Abtastpunkte) dar und eine Interpolationskurve ist zwischen den jeweiligen angrenzenden oder aufeinanderfolgenden Abtastpunkten für Beschreibungszwecke verbunden.

**[0013]** Eine tatsächliche Spitzenmitte des Lichtempfangssignals wird nicht abgetastet. Wie es zuvor beschrieben worden ist, wird es festgestellt, dass die Möglichkeit, dass die tatsächliche Spitzenmitte nicht abgetastet wird, ausreichend hoch in dem Lichtempfangssignal ist, das nicht der A/D-Wandlung zu den ausreichend feinen Abtastintervallen bezüglich der Spitzenbreite des Lichtempfangssignals unterzogen wird.

**[0014]** Deshalb wird, wenn die tatsächliche Abtastfrequenz erhöht wird, die Möglichkeit, dass die Spitzenmitte abgetastet werden kann, durch Verfeinern der Abtastintervalle erhöht. Jedoch wird die Spitzenmitte, da es eine Grenze in der Schaltung der Radarvorrichtung gibt, durch eine vorbestimmte begrenzte Abtastfrequenz ohne Erhöhen der Abtastfrequenz erfasst. Aus diesem Grund ist es erforderlich, die Spitzenmitte der reflektierten Welle auf der Grundlage der A/D-Wandlerergebnisse zu schätzen, die abgetastet worden sind, während einige Abschnitte mit einer hohen Genauigkeit übersprungen werden.

**[0015]** In der Radarvorrichtung der US 2004/0169840 ist es aus dem vorhergehenden Ausdruck 5 festgestellt worden, dass eine Schätzgenauigkeit der Spitzenmitte-Schätzzeit, welche aus dem Ausdruck 4 berechnet wird, eine Abstandsgenauigkeit an sich ist, welche aus der Radarvorrichtung ausgegeben wird. Unter diesen Umständen versteht es sich, wenn die Schätzgenauigkeit der Spitzenmitte-Schätzzeit untersucht wird, dass sich das folgende Problem ergibt.

**[0016]** In [Fig. 14](#) sind ein Wellenform, die eine Spitzenmitte aufweist, die dem Abtastpunkt entspricht, und eine Wellenform, die keine Spitzenmitte aufweist, die dem Abtastpunkt entspricht, gleichzeitig aufgetragen. [Fig. 14](#) zeigt eine Gauss-Wellenform, die durch den folgenden Ausdruck als ein Beispiel einer verständlichen Wellenform ausgedrückt ist. Ein

Symbol "b" in dem folgenden Ausdruck stellt die Spitzenmitteposition dar.

Wellenform(t) =  $\exp\{-a \times (t-b) \times (t-b)\}$  (Ausdruck 6)

**[0017]** Es wird auf [Fig. 14](#) verwiesen. Die gestrichelten Linien, die parallel zu der Achse der Ordinate sind, stellen Abtastpunkte Ts1, Ts2, Ts3, Ts4 usw. dar und Kreuzungspunkte der gestrichelten Linien, die parallel zu der Achse der Ordinate sind, und der zwei Wellenformen sind die A/D-Wandlerwerte. Die linke Wellenform weist eine erste Spitzenmitte PC1 auf, die sich an der Abtastposition Ts3 befindet, und die rechte Wellenform weist eine zweite Spitzenmitte PC2 auf, die sich an den Abtastpositionen Ts3, Ts4 befindet. [Fig. 15](#) zeigt einen Graph der A/D-Wandlerergebnisse(Punkte auf dem Graph) der gleichen Wellenform wie der Graph, der in [Fig. 14](#) gezeigt ist, welche durch Interpolationskurven verbunden sind, und trägt die A/D-Wandlerergebnisse der ursprünglichen Wellenformen auf, die mit durchgezogenen Linien gezeigt sind.

**[0018]** Wie es in [Fig. 15](#) gezeigt ist, stimmt in dem Fall der linken Wellenform, deren Spitzenmitte PC1 abgetastet wird, die Wellenform, die die A/D-Wandlerergebnisse durch die Interpolationskurve verbindet, im Wesentlichen mit dem Aufbau der ursprünglichen Wellenform überein. Eine Spitzenmitte-Schätzzeit, die durch Berechnen des vorhergehenden Ausdrucks 4 auf der Grundlage eines Schwellwerts Th1 und vier A/D-Wandlerergebnissen geschätzt wird, stimmt mit der tatsächlichen Spitzenmitte PC1 überein.

**[0019]** Jedoch ist es in dem Fall der rechten Wellenform, deren Spitzenmitte PC2 nicht angeordnet ist, um abgetastet zu werden, festgestellt worden, dass die Wellenform, die die A/D-Wandlerwerte durch die Interpolationskurve verbinden wird, der Aufbau zu der ursprünglichen Wellenform unterschiedlich ist. Ebenso ist, da die Spitzenmitte PC2 nicht abgetastet wird, die maximale Intensität, die in den vorhergehenden Ausdruck 1 eingesetzt wird, kleiner als der tatsächliche Spitzenmaximalwert und ist der Schwellwert Th2 kleiner als der Schwellwert Th1 unter der Berechnung.

**[0020]** Die Tatsache, dass die Spitzenmittezeit(Position), die durch den vorhergehenden Ausdruck 4 berechnet wird, nicht mit der tatsächlichen Spitzenmittezeit(Position) übereinstimmt, versteht sich deutlich aus der Asymmetrie des Wellenformaufbaus, der durch die Interpolationskurve verbunden ist, die in [Fig. 15](#) gezeigt ist. Das heisst, da die Werte einer Anstiegszeit T1 und einer Abfallzeit T2 asymmetrisch bezüglich der Mitte sind, weichen die Berechnungsergebnisse des Ausdrucks 4 von der Mitte ab.

**[0021]** [Fig. 16](#) zeigt eine Beziehung zwischen einer

Abweichung(Fehler) zwischen der Spitzenmitte-Schätzzeit und der tatsächlichen Spitzenmittezeit und der Abtastzeit. Die Beziehung wird theoretisch aus den vorhergehenden Ausdrücken 1 bis 5 berechnet. In dieser Figur ist ein Wert von  $k$  in dem vorhergehenden Ausdruck 2  $0,625$  und ist die Abtastfrequenz  $40[\text{MHz}]$ (eine Periode von  $25[\text{ns}]$ ).

**[0022]** Die Abweichung zwischen der Spitzenmitte-Schätzzeit und der tatsächlichen Spitzenmittezeit in dem Fall, in dem die Spitzenmitte verschoben ist, ist eine Einheit von  $1,25[\text{ns}]$  in  $25[\text{ns}]$  einer Periode. In der Figur stellt die Achse der Abszisse eine Zeit dar, zu der die tatsächliche Spitzenmitte vorhanden ist(einen Zeitpunkt von einem Abtastpunkt) und stellt die Achse der Koordinate die Abweichung(= Fehler) zwischen der Spitzenmitte-Schätzzeit, die unter Verwendung der A/D-Wandlerergebnisse und die Spitzenposition geschätzt wird, und der tatsächlichen Spitzenmittezeit dar.

**[0023]** In dem Fall, in dem die Zeit auf der Achse der Abszisse  $0[\text{ns}]$  und  $25[\text{ns}]$ (eine Periode von  $40[\text{MHz}]$ ) ist, stimmen, da der Abtastpunkt und die Spitzenmitteposition miteinander übereinstimmen, die Spitzenmitte-Schätzzeit und die tatsächliche Spitzenmitte miteinander überein und ist die Abweichung(= Fehler) der Schätzzeit null (0). Andererseits ist in dem Fall, in dem die Zeit auf der Achse der Abszisse nicht  $0[\text{ns}]$  oder  $25[\text{ns}]$ (eine Periode von  $40[\text{MHz}]$ ) ist, da alle der Spitzenmittepositionen von den Abtastpunkten abweichen, die Wellenform verzerrt, wie es durch die Wellenform gezeigt ist, die durch die Interpolationskurve in [Fig. 15](#) verbunden ist. Als Ergebnis ist ein Fehler in der Spitzenmitte-Schätzzeit beinhaltet. Es ist festgestellt worden, dass der Fehler eine Funktion einer Zeitdifferenz zwischen der tatsächlichen Spitzenmitteposition und dem Abtastpunkt als eine Variable ist. Das heisst, der Fehler ist kein konstanter Wert, sondern ändert sich abhängig von der Spitzenmitteposition.

**[0024]** Wie es in [Fig. 16](#) gezeigt ist, ist ein Fehlerbereich der Spitzenmitte-Schätzzeit ungefähr  $\pm 1,62[\text{ns}]$ . Wenn der Fehler der Spitzenmitte-Schätzzeit zu einem Fehler des Abstands auf der Grundlage des Ausdrucks 5 gewandelt wird, ist es festgestellt worden, dass sich der Fehler in der Form einer Sinuskurve innerhalb eines Bereichs  $\pm 0,243[\text{m}]$  ändert, wie es durch den folgenden Ausdruck dargestellt ist.

$$\text{Abstandsfehler} = \pm 1,62 \times 0,15 = \pm 0,243[\text{m}]$$

**[0025]** Der Abstandsfehler wird durch die Tatsache verursacht, dass die Abtastpunkte der A/D-Wandlung einige Bereiche(eine Abtastung ist nicht fein) bezüglich der Spitzenbreite der Empfangssignalwellenform überspringen. Dies ist ein Problem, das immer bezüglich einer tatsächlichen Schaltung mit einer Grenze der Abtastfrequenz auftritt.

**[0026]** Wenn das vorhergehende Problem von dem Standpunkt einer Genauigkeit der Abstandsberechnung der Radarvorrichtung betrachtet wird, tritt der Abstandsfehler in dem Aufbau, der in [Fig. 16](#) gezeigt ist, durch die Position eines zu erfassenden Objekts(= Spitzenmitteposition) auf. Ebenso wird der Abstandsfehler in der gleichen Periode wie die Abtastperiode wiederholt.

**[0027]** Genauer gesagt ist in dem Fall, in dem sich die Position des zu erfassenden Objekts(die Spitzenmitte der Lichtempfangssignalwellenform) auf dem Abtastpunkt befindet, der Abstandsfehler null (0). In dem Fall, in dem das zu erfassende Objekt bei  $1/4$  der Abtastfrequenz vorhanden ist, wird der Abstandsfehler maximal ( $0,243[\text{m}]$ ). Der Maximalwert wird in dem Fall erzielt, in dem die Lichtempfangssignalwellenform der Aufbau der Gauss-Wellenform ist, die durch den Ausdruck 6 dargestellt ist. Jedoch wird, da die tatsächliche Lichtempfangssignalwellenform von der Gauss-Wellenform verschieden ist, ein Wert des Fehlers ebenso verschieden.

**[0028]** Da es erforderlich ist, dass der Fehler innerhalb eines gegebenen Bereichs (idealerweise ist der Fehler null) unberücksichtigt der Position des zu erfassenden Objekts als die Radarvorrichtung ist, ist eine Änderung des Fehlers des Abstands zu dem zu erfassenden Objekt ein Problem der Abstandsberechnungsgenauigkeit der Radarvorrichtung.

**[0029]** Gemäß der vorliegenden Erfindung strahlt deshalb eine Radarvorrichtung eine Sendewelle in einem gegebenen Winkelbereich ab, empfängt eine reflektierte Welle der Sendewelle, die von einem reflektierenden Objekt reflektiert wird, und gibt ein Empfangssignal aus, das einer Intensität der reflektierten Welle entspricht. Die Radarvorrichtung tastet das Empfangssignal ab und wandelt das abgetastete Empfangssignal zu einem digitalen Signal. Die Radarvorrichtung schätzt eine Spitzenmitte-Erzeugungszeit in dem Empfangssignal, das zu dem digitalen Signal gewandelt wird. Die Radarvorrichtung berechnet einen Abstand zu dem reflektierenden Objekt auf der Grundlage einer geschätzten Spitzenmitte-Schätzzeit. Die Radarvorrichtung korrigiert einen Schätzfehler der Spitzenmitte-Schätzzeit, welcher durch eine Abweichung der Spitzenmitte-Erzeugungszeit in dem Empfangssignal von der Abtastzeit für die A/D-Wandlung verursacht wird.

**[0030]** Die vorliegende Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert.

**[0031]** Es zeigt:

**[0032]** [Fig. 1](#) eine Schnittdarstellung eines Fahrzeugsteuersystems, an welcher eine Radarvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung angewendet

wird;

[0033] [Fig. 2](#) eine Schnittdarstellung eines Laserradarsensors, der in einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

[0034] [Fig. 3](#) eine Schnittdarstellung einer Erfassungsschaltung, die in dem Laserradarsensor verwendet wird;

[0035] [Fig. 4](#) eine perspektivische Ansicht von bestrahlten Bereichen des Laserradarsensors;

[0036] [Fig. 5](#) ein Wellenformdiagramm zum Erläutern eines Digitalwandlerverfahrens bezüglich eines Lichtempfangssignals aufgrund einer A/D-Wandlung in der Erfassungsschaltung;

[0037] [Fig. 6](#) ein Wellenformdiagramm einer Lichtempfangssignalwellenform, die in dem Laserradarsensor zu einem digitalen Signal gewandelt worden ist;

[0038] [Fig. 7A](#) ein vergrößertes Wellenformdiagramm einer symmetrischen Wellenform und [Fig. 7B](#) eine vergrößerte Wellenformdarstellung einer asymmetrischen Wellenform;

[0039] [Fig. 8](#) eine Darstellung einer Fehlerkurve, die eine Beziehung zwischen einer Abweichungszeit zwischen einer tatsächlichen Spitzenmitte-Erzeugungszeit und einer Spitzenmitte-Schätzzeit und einer Abtastzeit des A/D-Wandlers darstellt;

[0040] [Fig. 9](#) eine Darstellung, die eine Korrekturabbildung zum Korrigieren der Spitzenmitte-Schätzzeit zeigt;

[0041] [Fig. 10](#) eine Darstellung einer Abbildung zum Berechnen der Korrekturhöhe in einem Fall, in dem die Lichtempfangssignalwellenform eine Gauss-Wellenform ist;

[0042] [Fig. 11](#) eine Darstellung von aufgetragenen A/D-Wandlerergebnissen des Lichtempfangssignals;

[0043] [Fig. 12](#) eine Darstellung der maximalen Intensität der A/D-Wandlerergebnisse an Abtastpunkten des Lichtempfangssignals;

[0044] [Fig. 13](#) eine Darstellung von zwei Punkten, zwischen welchen sich ein Schwellwert auf einem vorauseilenden bzw. ansteigenden Abschnitt der Lichtempfangssignalwellenform befindet, und zwei Punkten, zwischen welchen sich der Schwellwert auf einem nacheilenden bzw. abfallenden Abschnitt der Lichtempfangssignalwellenform befindet;

[0045] [Fig. 14](#) einen Graph einer Wellenform, deren Spitzenmitte mit dem Abtastpunkt übereinstimmt,

und einer Wellenform, deren Spitzenmitte nicht mit dem Abtastpunkt übereinstimmt, zur gleichen Zeit;

[0046] [Fig. 15](#) einen Graph einer Wellenform, der A/D-Wandlerergebnisse durch eine Interpolationskurve verbindet, und einer ursprünglichen Wellenform, die keiner A/D-Wandlung unterzogen worden ist, zur gleichen Zeit; und

[0047] [Fig. 16](#) eine Darstellung einer Beziehung zwischen einer Abweichung zwischen der Spitzenmitte-Schätzzeit und der tatsächlichen Spitzenmittezeit bezüglich der Abtastzeit.

[0048] Es wird auf [Fig. 1](#) verwiesen. Eine Fahrzeugradarvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird an einer Fahrzeugsteuervorrichtung **1** angewendet. Die Fahrzeugradarvorrichtung weist eine Funktion eines Steuerers einer Fahrzeuggeschwindigkeit auf, um einen Alarm in einem Fall auszugeben, in dem ein Hindernis in einem Bereich innerhalb eines gegebenen Abstands vorhanden ist, oder um einen Zwischenfahrzeugabstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug auf einem gegebenen Zwischenfahrzeugabstand zu halten.

[0049] Die Fahrzeugsteuervorrichtung **1** beinhaltet hauptsächlich eine Erkennungs/Zwischenfahrzeug-Steuer-ECU **3**. Die Steuer-ECU **3** beinhaltet hauptsächlich einen Mikrocomputer, eine Eingabe/Ausgabeschnittstelle(I/O), verschiedene Ansteuerschaltungen und Erfassungsschaltungen. Derartige Hardwareaufbauten sind bekannt und ihre Beschreibung wird weggelassen.

[0050] Die Steuer-ECU **3** empfängt Erfassungssignale von einem Laserradarsensor **5** als eine Fahrzeugradarvorrichtung, einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **7**, einem Bremsschalter **9** und einem Drosselöffnungssensor **11**. Die Steuer-ECU **3** gibt ebenso Ansteuersignale zu einem Alarmgenerator **13**, einer Abstandsanzeige **15**, einer Sensoranomalieanzeige **17**, einer Bremsen.Betätigungsvorrichtung **19**, einer Drossel-Betätigungsvorrichtung **21** und einer Automatikgetriebe- bzw. A/T-Steuereinrichtung **23** aus.

[0051] Ebenso ist die Steuer-ECU **3** mit einer Alarmlautstärken-Einstelleinrichtung **24**, die eine Alarmlautstärke einstellt, einer Alarmempfindlichkeits-Einstelleinrichtung **25**, die die Empfindlichkeit in einem Alarmbestimmungsverfahren einstellt, einem Fahrtreglerschalter **26**, einem Längssensor **27**, der den Betätigungsgrad eines Lenkrads(nicht gezeigt) erfasst, und einem Gierratensensor **28** verbunden, der eine Gierrate erfasst, die in einem Fahrzeug erzeugt wird. Ebenso weist die Steuer-ECU **3** einen Energieversorgungsschalter **29** auf und startet eine gegebene Verarbeitung nach einem Einschalten des Ener-

gieversorgungsschalters **29**.

**[0052]** Der Laserradarsensor **5** beinhaltet, wie es in [Fig. 2](#) gezeigt ist, hauptsächlich einen Lichtabgabebereich, einen Lichtempfangsbereich und eine Laserradar-CPU **70**. Der Lichtabgabebereich beinhaltet eine Halbleiterlaserdioden **75**, die einen gepulsten Laserstrahl über eine Lichtabgabelinse **71** und eine Abtasteinrichtung **72** abstrahlt. Weiterhin ist die Laserdioden **75** über eine Laserdioden-Ansteuerschaltung **76** mit der Laserradar-CPU **70** verbunden und strahlt einen Laserstrahl in Übereinstimmung mit einem Ansteuersignal aus der Laserradar-CPU **70** ab bzw. gibt diesen aus. Ebenso ist die Abtasteinrichtung **72** mit einem Polygonspiegel **73** ausgestattet, der um eine vertikale Achse drehbar ist. Wenn das Ansteuersignal aus der Laserradar-CPU **70** in einen Motoransteuerbereich **74** eingegeben wird, wird der Polygonspiegel **73** durch eine Antriebskraft von einem Motor(nicht gezeigt) gedreht. Die Drehposition des Motors wird durch einen Motordrehpositionssensor **78** erfasst und zu der Laserradar-CPU **70** ausgegeben.

**[0053]** Da der Polygonspiegel **73** sechs Spiegel mit einem unterschiedlichen Neigungswinkel aufweist, ist der Polygonspiegel **73** imstande, einen Laserstrahl auszugeben, um diskontinuierlich die jeweiligen gegebenen Winkelbereiche in der Fahrzeugbreitenrichtung und der Fahrzeughöhenrichtung mit dem Laserstrahl abzutasten. Daher wird der Laserstrahl zweidimensional abgetastet, wie es in [Fig. 4](#) gezeigt ist. In [Fig. 4](#) zeigen Muster **122** des abgegebenen Laserstrahls lediglich einen Fall, in welchem der Laserstrahl zu dem rechten Ende und dem linken Ende innerhalb eines Erfassungsbereichs **121** eines reflektierenden Objekts abgegeben wird und sind die Muster zwischen dem rechten Ende und dem linken Ende in der Figur weggelassen. Die abgegebenen Laserstrahlmuster **122** sind im Wesentlichen oval, aber sind nicht auf diesen Aufbau beschränkt und können rechteckig sein. Das Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist nicht auf das Abtastsystem beschränkt, sondern kann an einem System angewendet werden, das imstande ist, zwei Ausrichtungen zusätzlich zu dem Abstand zu messen.

**[0054]** Wie es in [Fig. 4](#) gezeigt ist, wird, wenn die Abstrahlungsrichtung des Laserstrahls eine Z-Achse ist, der Laserstrahl abgestrahlt, um der Reihe nach eine XY-Ebene, die senkrecht zu der Z-Achse ist, mit dem Laserstrahl abzutasten. In diesem Ausführungsbeispiel ist eine Y-Achse, die eine Höhenrichtung ist, eine Referenzrichtung, und ist eine X-Achse, die eine Fahrzeugbreitenrichtung ist, eine Abtastrichtung. Der Laserstrahl wird durch 327 Punkte abgestrahlt, während die Abtastrichtung jeden gegebenen Winkel in der X-Achsenrichtung verschoben wird, und die Abstrahlung von 327 Punkten in der X-Achsenrichtung wird durch sechs Abtastzeilen in der Y-Achsenrichtung wiederholt. Deshalb werden mehrere Laser-

strahlen in jeder der Abtastzeilen einer ersten Abtastzeile bis zu einer sechsten Abtastzeile abgestrahlt.

**[0055]** Wie es später beschrieben wird, berechnet, die Laserradar-CPU **70** mit dem Bestrahlen des Erfassungsbereichs **121** mit dem Laserstrahl Abtastwinkel  $\theta_x$  und  $\theta_y$ , die die Bestrahlungswinkel des Laserstrahls anzeigen, und einen gemessenen Abstand  $L$  und gibt dann die berechneten Werte zu der Steuer-ECU **3** aus. Die zwei Abtastwinkel  $\theta_x$  und  $\theta_y$  werden derart definiert, dass ein Winkel zwischen einer Zeile, die sich aus einem Projizieren der jeweiligen abgegebenen Laserstrahlen auf eine YZ-Ebene ergibt, und der X-Achse ein vertikaler Abtastwinkel  $\theta_y$  ist, und ein Winkel zwischen einer Zeile, die sich aus einem Projizieren der jeweiligen abgegebenen Laserstrahlen auf eine XZ-Ebene ergibt, und der Z-Achse ein horizontaler Abtastwinkel  $\theta_x$  ist.

**[0056]** Der Lichtempfangsbereich des Laserradarsensors **5** ist mit einer Sammellinse **81**, die das Laserlicht sammelt, das von dem reflektierenden Objekt(nicht gezeigt) reflektiert wird, und einem Lichtempfangselement(Photodiode) **83** ausgestattet, das ein Spannungssignal(Lichtempfangssignal) ausgibt, das der Intensität des gesammelten reflektierten Lichts entspricht. Das Lichtempfangssignal, das von dem Lichtempfangselement **83** ausgegeben wird, wird von einem Verstärker **85** verstärkt und dann in die Erfassungsschaltung **86** eingegeben, die das reflektierte Objekt auf der Grundlage des Lichtempfangssignals erfasst, das zu einem digitalen Signal gewandelt worden ist. Hier im weiteren Verlauf werden der Aufbau und Betrieb der Erfassungsschaltung **86** beschrieben.

**[0057]** Wie es in [Fig. 3](#) gezeigt ist, beinhaltet die Erfassungsschaltung **86** einen Analog/Digital- bzw. A/D-Wandlerbereich **87**. Das Lichtempfangssignal, das aus dem Verstärker **87** ausgegeben wird, wird in den A/D-Wandlerbereich **87** eingegeben, mit einer gegebenen Abtastfrequenz abgetastet und dann zu dem digitalen Signal gewandelt. Das Lichtempfangssignal, das zu dem digitalen Signal gewandelt worden ist, wird in eine Spitzenmitte-Erfassungsbereich **88** eingegeben und dann vorübergehend in dem Spitzenmitte-Erfassungsbereich **88** gehalten.

**[0058]** Das Lichtempfangssignal, das zu dem digitalen Signal gewandelt wird, ist ein Signal, das aus der Verstärkerschaltung **85** ausgegeben wird, bis eine gegebene Zeitdauer(zum Beispiel 2000[ns]) nach der Laserstrahl-Abgabezeit verstrichen ist. Wie es in [Fig. 5](#) gezeigt ist, teilt der A/D-Wandlerbereich **37** das Lichtempfangssignal in  $N$  Bereiche an gegebenen Zeitintervallen(zum Beispiel 25[ns]) und wandelt einen Mittelwert der Lichtempfangssignale in jedem der Bereiche zu einem digitalen Wert.

**[0059]** Der Spitzenmitte-Erfassungsbereich **88**

schätzt die Spitzenmitte-Erzeugungszeit in dem Lichtempfangssignal, wenn es mittels des A/D-Wandlers **87** zu dem digitalen Signal gewandelt worden ist, um die Spitzenmitte-Schätzzeit zu erfassen. Das Schätzverfahren der Spitzenmitte-Schätzzeit ist das gleiche wie das Verfahren eines Berechnens der vorhergehenden Ausdrücke 1 bis 4, um die Schätzzeit zu finden, wie es in der US 2004/0169840 offenbart ist. Genauer gesagt wird zuerst die maximale Intensität der A/D-Wandlerergebnisse an den Abtastpunkten der Lichtempfangssignale (Zeit, zu der ein Abtasten von dem A/D-Wandlerbereich **87** ausgeführt wird) erfasst und wird die maximale Identität mit einem gegebenen Koeffizienten  $k$  ( $k$  ist ein Koeffizient von 1 oder weniger, zum Beispiel 0,5) multipliziert, um einen Schwellwert  $I_{th}$  einzustellen.

Schwellwert  $I_{th}$  = maximale Intensität  $\times k$  ( $0 < k < 1$ )  
(Ausdruck 8)

**[0060]** Wenn der Ausdruck 8 berechnet wird, um den Schwellwert einzustellen, wird der Schwellwert mit der Intensität der A/D-Wandlerergebnisse verglichen. Bei dem Vergleich werden die A/D-Wandlerergebnisse an zwei Punkten, zwischen welchen sich die Schwellwerte befinden, an jeweiligen zwei Abschnitten eines vorausleilenden Abschnitts und eines nacheilenden Abschnitts der Lichtempfangssignalwellenform erfasst. Dann werden zwei Punkte ( $t_1, a_1$ ) und ( $t_2, a_2$ ) erfasst, zwischen welchen sich der Schwellwert  $I_{th}$  auf dem vorausleilenden Abschnitt des Lichtempfangssignals befindet, und werden zwei Punkte ( $t_3, a_3$ ) und ( $t_4, a_4$ ) erfasst, zwischen welchen sich der Schwellwert auf dem nacheilenden Abschnitt des Lichtempfangssignals befindet. Ein Symbol  $t_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ) stellt eine Zeit an dem Abtastpunkt dar, nachdem die Lichtabgabe startet, und  $a_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ) stellt die A/D-Wandlerergebnisse an dem Abtastpunkt dar.

**[0061]** Dann werden die erfassten vier Punkte verwendet, um eine vorausleilende Zeit  $T_1$  und eine nacheilende Zeit  $T_2$  zu berechnen, an welchen es geschätzt wird, dass die Lichtempfangssignalwellenform den Schwellwert  $I_{th}$  kreuzt. Genauer gesagt werden die vorausleilende Zeit  $T_1$  und die nacheilende Zeit  $T_2$  durch Berechnen der folgenden Ausdrücke der linearen Interpolation festgestellt.

$T_1 = (I_{th} - a_1) \times (t_2 - t_1) / (a_2 - a_1) + t_1$  (Ausdruck 9)

$T_2 = (a_3 - I_{th}) \times (t_4 - t_3) / (a_3 - a_4) + t_3$  (Ausdruck 10)

**[0062]** Die Spitzenmitte-Erzeugungszeit wird durch Berechnen des folgenden Ausdrucks auf der Grundlage der Berechnungsergebnisse der vorausleilenden Zeit  $T_1$  und der nacheilenden Zeit  $T_2$  geschätzt.

Spitzenmitte-Schätzzeit =  $(T_1 + T_2) / 2$  (Ausdruck 11)

**[0063]** Als Ergebnis kann das Lichtempfangssignal, das einen Rauschpegel aufweist, der den Schwellwert nicht überschreitet, aus dem für die Schätzung der Spitzenmitte-Schätzzeit zu verwendenden Signalen ausgeschlossen werden.

**[0064]** Ein Fehlerkorrekturbereich **89** nimmt die Spitzenmitte-Schätzzeit auf, die aus dem Spitzenmitte-Erfassungsbereich **88** ausgegeben wird, und speichert eine Datenabbildung, die die Charakteristiken anzeigt, die bezüglich des Schaltungsaufbaus der Radarvorrichtung eindeutig sind, und einen Versatzwert darin, wie es in [Fig. 9](#) gezeigt ist, welche später beschrieben wird. Der Fehlerkorrekturbereich **89** führt einen Ausdruck 13 aus, der später bezüglich der Eingabe der Spitzenmitte-Schätzzeit beschrieben wird, und bezeichnet einen Korrekturwert (eine Korrekturzeit) zum Korrigieren des Schätzfehlers aus der Abbildung, die in [Fig. 9](#) gezeigt ist. Danach führt der Fehlerkorrekturbereich **89** die Korrekturberechnung eines Ausdrucks 14 aus, welcher später beschrieben wird. Dann wird die korrigierte Spitzenmitte-Schätzzeit zu dem Abstandsberechnungsbereich **90** ausgegeben. Hier im weiteren Verlauf wird die Korrektur der Spitzenmitte-Schätzzeit beschrieben.

**[0065]** [Fig. 6](#) zeigt den Aufbau einer beispielhaften Lichtempfangswellenform, die in dem Laserradarsensor **5** zu dem digitalen Signal gewandelt worden ist. Die linke Wellenform in [Fig. 6](#) ist die Lichtempfangssignalwellenform, die tatsächlich von dem Laserradarsensor **5** überwacht wird. Die tatsächliche Lichtempfangssignalwellenform ist nicht symmetrisch bezüglich der Spitzenmitte wie bei der Gauss-Wellenform, sondern weist eine derartige Charakteristik auf, dass sich die Steigung des nacheilenden Abschnitts langsamer als die des linken vorausleilenden Abschnitts bezüglich der Spitzenmitte ändert. Diese Charakteristik weicht von der Charakteristik ab, die bezüglich des Lichtempfangselements **83** und des Schaltungsaufbaus eindeutig ist, der dem Lichtempfangselement **83** nachfolgt. Eine Schaltung, die ideal arbeitet, weist den symmetrischen Aufbau ähnlich der Gauss-Wellenform auf, die in [Fig. 14](#) gezeigt ist. Jedoch unterscheidet sich die Charakteristik des vorausleilenden Abschnitts der Lichtempfangssignalwellenform tatsächlich von der des nacheilenden Abschnitts.

**[0066]** Demgemäß ist die tatsächliche Lichtempfangssignalwellenform, die in [Fig. 6](#) gezeigt ist, nicht symmetrisch bezüglich der Spitzenmitte und stimmt die Spitzenmitte-Schätzzeit, die aus dieser Wellenform berechnet wird, nicht mit der tatsächlichen Spitzenmitte überein und weicht von der tatsächlichen Spitzenmitte zu der rechten Seite ab. Zum Beispiel stimmt, wie es in [Fig. 7A](#) gezeigt, in dem Fall der symmetrischen Wellenform, die Spitzenmitte-Schätzzeit, die von dem vorhergehenden Ausdruck 11 berechnet wird, mit der tatsächlichen Spitzenmitte über-

ein. Jedoch stimmt, wie es in [Fig. 7B](#) gezeigt ist, in dem Fall der asymmetrischen Wellenform die Spitzenmitte-Schätzzeit, die von dem vorhergehenden Ausdruck 11 berechnet wird, nicht mit der tatsächlichen Spitzenmitte überein.

**[0067]** Die rechte Wellenform in [Fig. 6](#) zeigt die Abtastergebnisse in dem Fall, in dem die Spitzenmitte-Erzeugungszeit von dem Abtasten des A/D-Wandlerbereichs **87** abweicht. Wie in dem Fall, der unter Bezugnahme auf die Gauss-Wellenform in [Fig. 15](#) beschrieben ist, werden die Ergebnisse der Wellenform abgetastet, die bedeutsam von der ursprünglichen Wellenform abweichen.

**[0068]** [Fig. 8](#) zeigt eine Fehlerkurve, die eine Beziehung zwischen einer Abweichungs(Fehler)-Zeit zwischen der tatsächlichen Spitzenmitte-Erzeugungszeit und der Spitzenmitte-Schätzzeit (der Spitzenmitte-Erzeugungszeit) und der Abtastzeit des A/D-Wandlers **87** unter Verwendung der linken Wellenform, die in [Fig. 6](#) gezeigt ist, wie in [Fig. 16](#) darstellt. In [Fig. 8](#) wird eine Berechnung unter den Bedingungen ausgeführt, in denen ein Wert von  $k$  in dem vorhergehenden Ausdruck 8  $0,625$  ist und die Abtastfrequenz  $40[\text{MHz}]$  (eine Periode von  $25[\text{ns}]$ ) wie in [Fig. 16](#) ist.

**[0069]** Die Fehlerkurve, die in [Fig. 8](#) gezeigt ist, wird theoretisch unter Verwendung der vorhergehenden Ausdrücke 8 bis 11 auf der Grundlage des ursprünglichen Wellenformaufbaus (der linken Wellenform in [Fig. 6](#)) berechnet. Das heisst, wenn der Wellenformaufbau des Lichtempfangssignals in der Radarvorrichtung bekannt ist, kann die Fehlerkurve in [Fig. 8](#) berechnet werden. Ebenso ändert sich auch dann, wenn sich das Lichtreflektionsvermögen des reflektierenden Objekts ändert, die lediglich Spitzenhöhe (die Lichtempfangssignalintensität) der linken Wellenform, die in [Fig. 6](#) gezeigt ist, und die Lichtempfangssignalwellenform ändert sich ohne Ändern des Aufbaus, der durch Multiplizieren des ursprünglichen Aufbaus mit einem gegebenen Koeffizienten erzielt wird, der dem Lichtreflektionsvermögen entspricht. Deshalb ändern sich in dem Spitzenmitte-Erfassungsbereich **88** die Spitzenmitte-Schätzzeit, die durch Berechnen der vorhergehenden Ausdrücke 8 bis 11 geschätzt wird, und die Fehlerkurve in [Fig. 8](#), welche theoretisch aus den vorhergehenden Ausdrücken 8 bis 11 berechnet wird, nicht, wenn der Wellenformaufbau des Lichtempfangssignals konstant ist. In dem Fall, in dem sich Lichtempfangselement **83** und der Schaltungsaufbau, der dem Lichtempfangselement **83** folgt, ändern, kann die Fehlerkurve theoretisch auf der Grundlage der vorhergehenden Ausdrücke 8 bis 11 festgestellt werden, wenn der Aufbau der Lichtempfangssignalwellenform im Voraus überwacht worden ist.

**[0070]** Wie es aus [Fig. 8](#) ersichtlich ist, tritt, da die Lichtempfangssignalwellenform nicht symmetrisch bezüglich der Spitzenmitte ist, auch in dem Fall, in dem die Spitzenmitten in  $0[\text{ns}]$  und  $25[\text{ns}]$  vorhanden sind, wo ein Abtasten von dem A/D-Wandlerbereich **87** ausgewählt wird, eine Zeitabweichung (Abweichung zu einer größeren Zeit) von ungefähr  $3[\text{ns}]$  auf. Wenn die Zeitabweichung zu dem Abstand zu dem reflektierenden Objekt gewandelt wird, ist die Abstandsabweichung ungefähr  $0,45[\text{m}]$ .

**[0071]** In [Fig. 8](#) stellt die Achse der Abszisse eine Position (Zeit) dar, an welcher eine tatsächliche Spitzenmitte auftritt. In dem Fall, in dem die Zeit auf der Achse der Abszisse zu einer allgemeinen Zeit ausgedehnt ist, ohne auf einen Zeitbereich von  $0$  bis  $25[\text{ns}]$  begrenzt zu sein, welches eine Abtastzeit (eine Periodezeit einer Abtastung) ist, kann die Zeit auf der Achse der Abszisse aus einem Ausdruck, der nachstehend gezeigt ist, unter Verwendung der Periodizität des Fehlers erzielt werden. In dem folgenden Ausdruck stellt  $\text{MOD}(A, B)$  einen Rest dar, wenn  $A$  durch  $B$  geteilt wird (die Abtastfrequenz  $40[\text{MHz}]$  entspricht einer Abtastzeit von  $25[\text{ns}]$ ).

Zeit auf der Achse der Abszisse =  $\text{MOD}(\text{tatsächliche Spitzenmitte-Erzeugungszeit, eine Abtastzeit})$  (Ausdruck 12)

**[0072]** Wenn die Zeit auf der Achse der Abszisse, welche durch den vorhergehenden Ausdruck 12 erzielt wird, in [Fig. 8](#) aufgetragen wird, ist es möglich, den Schätzfehler der Spitzenmitte-Schätzzeit in der allgemeinen Zeit zu erzielen, bei der die Spitzenmitte in einer Zeit vorhanden ist, die länger als  $25[\text{ns}]$  ist, welches eine Abtastzeit ist.

**[0073]** Wenn der Wellenformaufbau des Lichtempfangssignals in der Radarvorrichtung bekannt ist, ist es möglich, da die Fehlerkurve, wie in [Fig. 8](#) gezeigt ist, bestimmt wird, eine Kurve zu berechnen, die eine Spitzenmitte-Schätzzeit aufweist, welche von dem vorhergehenden Ausdruck 11 in der Achse der Abszisse berechnet wird, und eine Korrekturzeit (Qualität) zum Korrigieren des Schätzfehlers (Auslösen des Schätzfehlers) in der Achse der Ordinate zu berechnen. Die Kurve ist eine Korrekturabbildung zum Auslösen des Schätzfehlers, der durch Nichtzulassen des Abtastens der tatsächlichen Spitzenmitte verursacht wird, und der Fehler des Abtastens kann theoretisch perfekt auf null unterdrückt werden. Jedoch wird der Fehler beim Abtasten durch den A/D-Wandlerfehler in dem A/D-Wandlerbereich **87** und Rauschen beeinträchtigt, was es unmöglich macht, den Fehler bei dem Abtasten perfekt zu null zu machen. Die Kurve wird theoretisch unter Verwendung der vorhergehenden Ausdrücke 8 bis 11 berechnet.

**[0074]** [Fig. 9](#) zeigt eine Korrekturabbildung zum Korrigieren der Spitzenmitte-Schätzzeit. Der Grund,

warum ein numerischer Wert eines Startpunkts der Kurve, die in [Fig. 9](#) gezeigt ist, auf der Achse der Abszisse nicht von 0[ns] startet, sondern von ungefähr 3[ns] startet, ist, dass die Spitzenmitte-Schätzzeit bei einer Zeit ist, zu der die tatsächliche Spitzenmitte, die in [Fig. 8](#) gezeigt ist, die von dem A/D-Wandlerbereich **87** abgetastet wird, zu 3[ns] auf die Plusseite abweicht. Anders ausgedrückt ist dies so, da auch dann, wenn die tatsächliche Spitzenmitte von dem A/D-Wandlerbereich **87** abgetastet wird, da der Aufbau der Lichtempfangssignalwellenform asymmetrisch bezüglich der Spitzenmitte ist, die Spitzenmitte-Schätzzeit die Fehlerzeit von 3[ns] beinhaltet.

**[0075]** Wenn ein Abweichungswert zu dem Nullpunkt in [Fig. 9](#) (Startpunkt 0[ns] und Endpunkt 25[ns]) als ein Versatzwert (in diesem Fall 3[ns]) definiert ist, kann ein Korrekturwert bezüglich der Spitzenmitte-Schätzzeit in dem Fall einer allgemeinen Zeit, die 25[ns] überschreitet, aus [Fig. 9](#) durch Ausführen der folgenden Ausdruckswandlung bezüglich der Periodizität berechnet werden.

Zeit auf der Achse der Abszisse = MOD({Spitzenmitte-Schätzzeit – Versatz}, eine Abtastzeit) + Versatz  
(Ausdruck 13)

**[0076]** Mit der Spitzenmitte-Schätzzeit, die aus dem vorhergehenden Ausdruck 13 als ein Wert auf der Achse der Abszisse berechnet wird, wird sich auf den Korrekturwert, der diesem Wert entspricht, von dem Graph in [Fig. 9](#) bezogen, um es dadurch zu ermöglichen, den Korrekturwert der Spitzenmitte-Schätzzeit zu erzielen. Genauer gesagt kann der Graph von [Fig. 9](#) in der Form einer Korrekturdatenabbildung gespeichert werden. Die Abbildung weist diskrete Eingangsdaten auf. Deshalb wird in dem Fall, in dem es keinen Eingabewert in der Abbildung gibt, eine lineare Interpolation ausgeführt, um den Berechnungswert zu berechnen.

**[0077]** Ebenso ist es, da der Versatzwert und die Abbildung, die in [Fig. 9](#) gezeigt sind, aus dem Wellenformaufbau berechnet wird, der durch die Schaltungscharakteristik der Radarvorrichtung bestimmt wird, erforderlich, den Versatzwert und die Abbildung zu jeder Zeit zu berechnen, zu der sich der Schaltungsaufbau der Radarvorrichtung ändert. [Fig. 10](#) zeigt eine Korrekturdatenabbildung zum Berechnen des Korrekturwerts in dem Fall, in dem die Lichtempfangssignalwellenform eine Gauss-Wellenform ist, die in [Fig. 14](#) gezeigt ist. Der Versatzwert in dem Fall, der in [Fig. 10](#) gezeigt ist, ist null (0).

**[0078]** Der Fehlerkorrekturbereich **89** berechnet die Korrekturspitzenmitte-Schätzzeit, die durch Berechnen des folgenden Ausdrucks bezüglich des Korrekturwerts korrigiert worden ist, der unter Bezugnahme auf der Abbildung erzielt wird, die in [Fig. 9](#) gezeigt ist. Wenn die Korrekturberechnung auf der Grundlage

des folgenden Ausdrucks ausgeführt wird, ist es möglich, theoretisch den Schätzfehler der Spitzenmitte-Schätzzeit, welcher einem Abtasten zuzuschreiben ist, zu null zu machen.

Korrekturspitzenmitte-Schätzzeit = Spitzenmitte-Schätzzeit + Korrekturwert  
(Ausdruck 14)

**[0079]** Der Abstandsberechnungsbereich **90**, der in [Fig. 3](#) gezeigt ist, berechnet einen Abstand zu dem reflektierenden Objekt auf der Grundlage einer Zeitperiode von der Laserabgabe-Startzeit zu der korrigierten Spitzenmitte-Schätzzeit unter Verwendung der korrigierten Spitzenmitte-Schätzzeit, die in dem Fehlerkorrekturbereich **89** der Fehlerkorrektur unterzogen worden ist. Der Abstand zu dem berechneten reflektierenden Objekt wird zu der Laserradar-CPU **70** ausgegeben, wie es in [Fig. 2](#) gezeigt ist.

**[0080]** Die Laserradar-CPU **70** erzeugt die Positionsdaten auf der Grundlage des Abstands zu dem reflektierenden Objekt, welcher von dem Abstandsberechnungsbereich **90** eingegeben worden ist, und den Abtastwinkeln  $\theta_x$  und  $\theta_y$  des entsprechenden Laserstrahls. Genauer gesagt werden die Positionsdaten des Zielobjekts in einem XYZ-Orthogonalkoordinatensystem, das eine X-Achse in der Fahrzeugsbreitenrichtung, eine Y-Achse in der Fahrzeughöhenrichtung und eine Z-Achse in der Fahrzeugvorwärtsrichtung aufweist, aus dem Abstand und den Abtastwinkeln  $\theta_x$  und  $\theta_y$  mit der Laserradarmitte als ein Ursprung (0, 0, 0) festgestellt. Die Positionsdaten in dem XYZ-Orthogonalkoordinatensystem werden zu der Steuer-ECU **3** ausgegeben.

**[0081]** Die Steuer-ECU **3** erkennt ein Objekt auf der Grundlage der Abstandsdaten aus dem Laserradarsensor **5** und führt ein Zwischenfahrzeugsteuern, das die Fahrzeuggeschwindigkeit steuert, durch Ausgeben eines Ansteuersignals zu der Bremsen-Betätigungsvorrichtung **19**, der Drossel-Betätigungsvorrichtung **21** und der Automatikgetriebe-Steuereinrichtung **23** in Übereinstimmung mit dem Status des vorausfahrenden Fahrzeugs durch, der von dem Erkennungsobjekt erzielt wird. Das Alarmbestimmungsverfahren, das einen Alarm in dem Fall ausgibt, in dem das Erkennungsobjekt in einem gegebenen Alarmbereich für eine gegebene Zeitdauer vorhanden ist, wird ebenso zu der gleichen Zeit ausgeführt. Das Objekt in diesem Fall fällt unter ein vorausfahrendes Fahrzeug, das vor dem Bezugsfahrzeug fährt, oder ein vorausfahrendes Fahrzeug, das vor dem Bezugsfahrzeug stoppt.

**[0082]** Der interne Aufbau der Steuer-ECU **3** wird kurz als ein Steuerfunktionsbereich beschrieben. Die Bereichsdaten, die aus dem Laserradarsensor **5** ausgegeben worden sind, werden zu einem Objekterkennungsbereich **43** gesendet. Der Objekterkennungsbereich **43** findet die Mittenposition (X, Y, Z)

des Objekts und die Abmessungen (W, D, H) des Objekts, wie zum Beispiel eine Breite W, eine Tiefe D und eine Höhe H auf der Grundlage der dreidimensionalen Positionsdaten, die als die Bereichsdaten erzielt werden. Weiterhin wird eine Relativgeschwindigkeit ( $V_x$ ,  $V_y$ ,  $V_z$ ) des Objekts bezüglich einer Position des Bezugsfahrzeugs auf der Grundlage der zeitlichen Änderung der Mittenposition (X, Y, Z) festgestellt. Weiterhin bestimmt der Objekterkennungsbereich **43**, ob das Objekt ein stoppendes oder ein fahrendes Objekt ist oder nicht, in Übereinstimmung mit der Fahrzeuggeschwindigkeit (Bezugsfahrzeuggeschwindigkeit), die von dem Fahrzeuggeschwindigkeits-Berechnungsbereich **47** ausgegeben wird, auf der Grundlage des Erfassungswerts des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors **7** und der Relativgeschwindigkeit ( $V_x$ ,  $V_y$ ,  $V_z$ ), die wie zuvor beschrieben erzielt werden. Ein Objekt, das die Fahrt des Bezugsfahrzeugs beeinträchtigt, wird auf der Grundlage der Erkennungsergebnisse und der Mittenposition des Objekts ausgewählt und der Abstand wird durch die Abstandsanzeige **15** angezeigt.

**[0083]** Ebenso wird ein Lenkwinkel durch einen Lenkberechnungsbereich **49** auf der Grundlage eines Signals aus einem Lenksensor **27** festgestellt und wird eine Gierrate durch einen Gierraten-Berechnungsbereich **51** auf der Grundlage des Signals aus dem Gierratensensor **28** berechnet. Ein Kurvenradius- bzw. Krümmungsradius-Berechnungsbereich **57** berechnet einen Kurvenradius(Krümmungsradius) R auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit aus dem Fahrzeuggeschwindigkeitsbereich **47**, dem Lenkwinkel aus dem Lenkwinkel-Berechnungsbereich **49** und die Gierrate aus dem Gierraten-Berechnungsbereich **51**. Der Objekterkennungsbereich **43** bestimmt die Wahrscheinlichkeit, dass das Objekt ein Fahrzeug ist, und die Wahrscheinlichkeit, dass das Objekt auf der gleichen Fahrspur wie das Bezugsfahrzeug fährt. Ein Sensoranomalie-Erfassungsbereich **44** erfasst, ob Daten, die von dem Objekterkennungsbereich **43** erzielt werden, ein Wert innerhalb eines anomalen Bereichs sind oder nicht. In dem Fall, in dem der Wert innerhalb des anomalen Bereichs ist, wird diese Tatsache auf der Sensoranomalieanzeige **17** angezeigt.

**[0084]** Andererseits wählt der Bereich **53** zum Bestimmen eines vorausfahrenden Fahrzeugs das vorausfahrende Fahrzeug auf der Grundlage von verschiedenen Daten aus, die von dem Objekterkennungsbereich **43** erzielt werden, und stellt den Abstand  $D_z$  und die Relativgeschwindigkeit  $V_z$  bezüglich des vorausfahrenden Fahrzeugs fest, welche in der Z-Achsenrichtung sind. Dann bestimmen ein Zwischenfahrzeug-Steuerbereich und ein Alarmbestimmungsbereich **55**, ob ein Alarm ausgeführt wird oder nicht. Eine Alarmbestimmung wird auf der Grundlage des Abstands  $D_z$  zu dem vorausfahrenden Fahrzeug, der Relativgeschwindigkeit  $V_z$ , dem Einstellzu-

stand des Steuerschalters **26**, dem Betätigungszustand des Bremsschalters **9**, dem Drosselöffnungsgrad aus dem Drosselsensor **11** und einen Empfindlichkeitseinstellwert durchgeführt, der von der Alarmempfindlichkeits-Einstelleinrichtung **25** erzielt wird. Wenn die Vorabbestimmung durchgeführt wird, bestimmt der Zwischenfahrzeugsteuer- und Alarmbestimmungsbereich **55** die Inhalte des Fahrzeuggeschwindigkeitssteuern. Wenn ein Alarm aus den Ergebnissen erforderlich ist, gibt der Zwischenfahrzeugsteuer- und Alarmbestimmungsbereich **55** ein Alarmerzeugungssignal zu dem Alarmgenerator **13** aus. Wenn die Vorabbestimmung durchgeführt wird, gibt der Zwischenfahrzeugsteuer- und Alarmbestimmungsbereich **55** ein Steuersignal zu der Automatikgetriebe-Steuerinrichtung **23**, der Bremsen-Betätigungsvorrichtung **19** und der Drossel-Betätigungsvorrichtung **21** aus, um ein erforderliches Steuern durchzuführen. Während des Ausführens von derartigen Steuervorgängen gibt der Zwischenfahrzeugsteuer- und Alarmbestimmungsbereich **55** ein erforderliches Anzeigesignal zu der Abstandsanzeige **15** aus und unterrichtet einen Fahrer über den Status.

**[0085]** Wie es zuvor beschrieben worden ist, korrigiert die Radarvorrichtung den Schätzfehler der Spitzenmitte-Schätzzeit, welcher in dem Fall auftritt, in dem die Spitzenbreite der Spitzenwellenform des Lichtempfangssignals schmaler als die Abtastperiode des A/D-Wandlerbereichs **87** ist, und ein Abtasten wird nicht in den feinen Abtastintervallen ausgeführt, die ausreichend sind, um die Spitzenwellenform zu realisieren.

**[0086]** Das heisst, es gibt einen Fehlerkorrekturbereich **89**, der den Schätzfehler der Spitzenmitte-Schätzzeit korrigiert, der auftritt, wenn die Erzeugungszeit der tatsächlichen Spitzenmitte in dem Lichtempfangssignal von dem Abtasten des A/D-Wandlerbereichs **87** abweicht. Der Abstand zu dem reflektierenden Objekt wird auf der Grundlage der korrigierten Spitzenmitte-Schätzzeit bestimmt, die von dem Fehlerkorrekturbereich **89** korrigiert worden ist. Als Ergebnis ist es auch dann, wenn der Schätzfehler der Spitzenmitte-Schätzzeit durch Abweichen der Erzeugungszeit der tatsächlichen Spitzenmitte in dem Lichtempfangssignal von einem Abtasten des A/D-Wandlerbereichs **87** auftritt, möglich, die Schätzfehler zu korrigieren. Als Ergebnis ist es möglich, den Abstandsfehler zu verhindern, der durch das nicht feine Abtasten bei der A/D-Wandlung von einem Ändern abhängig von dem zu erfassenden Objekt verursacht wird.

**[0087]** Das vorhergehende Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann auf viele Weisen abgeändert werden, wie es nachstehend beispielhaft dargestellt wird.

(Erste Ausgestaltung)

**[0088]** In [Fig. 3](#) kann alles der Verarbeitung des Spitzenmitte-Erfassungsbereichs **88**, des Fehlerkorrekturbereichs **89** und des Abstandsberechnungsbereichs **90** von der Laserradar-CPU **70** ausgeführt werden. Ebenso kann in dem Fall, in dem das Verarbeitungsleistungsvermögen der Laserradar-CPU **70** unzureichend ist, und es erforderlich ist, das Erfassen und die Fehlerkorrektur der Spitzenmitte-Schätzzeit mit einer hohen Geschwindigkeit auszuführen, eine derartige Verarbeitung durch Hardware (als IC oder FPGA bezeichnet) realisiert werden.

(Zweite Ausgestaltung)

**[0089]** Zwischen dem A/D-Wandlerbereich **87** und dem Spitzenmitte-Erfassungsbereich **88** können ein Einstellbereich und ein Integrationsbereich vorgesehen sein. Der Einstellbereich stellt einen zu integrierenden Lichtempfangssignalebereich ein, welcher aus den Lichtempfangssignalen besteht, die durch eine gegebene Anzahl von A/D-Wandlerbereichen **87**, welche einer gegebenen Anzahl von Sendewellen entsprechen, die angrenzend von dem Laserradarsensor **5** abgestrahlt worden sind, zu digitalen Signalen gewandelt worden sind. Der Einstellbereich stellt mehrere zu integrierende Lichtempfangssignale, während die Lichtempfangssignale, die zu den Lichtempfangssignalebereichen gehören, verschoben werden, auf die kleinere Anzahl als die gegebene Anzahl ein, so dass Teile der Lichtempfangssignale redundant zu den mehreren zu integrierenden Lichtempfangsbereichen gehören. Der Integrationsbereich integriert die Lichtempfangssignale, die zu den digitalen Signalen gewandelt worden sind, über eine gegebene Anzahl von A/D-Wandlerbereichen **87**, die zu den mehreren eingestellten zu integrierenden Lichtempfangssignalebereichen gehören, und gibt ein integriertes Lichtempfangssignal aus.

**[0090]** Mit dem vorhergehenden Aufbau wird auch dann, wenn die Intensitäten der jeweiligen Lichtempfangssignalkomponenten klein sind, die gegebene Anzahl von Lichtempfangssignalen zusammen integriert, um die Intensität der Lichtempfangssignalkomponente zu verstärken, die der reflektierten Welle aus dem reflektierenden Objekt entspricht. Andererseits ist, da die Rauschkomponenten, die auf das Lichtempfangssignal überlagert sind, aufgrund von diversen Faktoren willkürlich sind, auch dann, wenn eine gegebene Anzahl von Lichtempfangssignalen miteinander integriert werden, der Verstärkungsgrad der Rauschkomponenten klein. Aus diesem Grund wird in dem integrierten Lichtempfangssignal das S/N-Verhältnis der Lichtempfangssignalkomponente verbessert, die der reflektierten Welle von dem reflektierten Objekt entspricht.

(Dritte Ausgestaltung)

**[0091]** In dem Fall, in dem der Laserradarsensor **5** die Sendewelle zu einem gegebenen Winkel innerhalb eines gegebenen Winkelbereichs abstrahlt, kann ein Integrationsbereich zwischen dem A/D-Wandlerbereich **87** und dem Spitzenmitte-Erfassungsbereich **88** angeordnet sein. Der Integrationsbereich integriert eine Mehrzahl von Lichtempfangssignalen, die von dem A/D-Wandlerbereich **87** zu den digitalen Signalen gewandelt worden sind, welche der Mehrzahl von Lichtempfangssignalen entsprechen, die aus dem Lichtempfangsbereich ausgegeben worden sind, um das integrierte Lichtempfangssignal auszugeben. Mit dem vorhergehenden Aufbau ist es möglich, das S/N-Verhältnis der Lichtempfangssignalkomponente zu verbessern, die der reflektierten Welle von dem reflektierenden Objekt in dem integrierten Lichtempfangssignal entspricht.

(Vierte Ausgestaltung)

**[0092]** Der Polygonspiegel **73**, der unterschiedliche Neigungswinkel von Spiegelebenen aufweist, wird verwendet, um das zweidimensionale Abtasten des Laserstrahls auszuführen. Alternativ kann der gleiche Effekt durch zum Beispiel einen Mechanismus erzielt werden, der einen galvanischen Spiegel verwendet, der in der Fahrzeugbreitenrichtung abtasten kann und den Neigungswinkel der Spiegelebenen ändern kann. Die Verwendung des Polygonspiegels **73** ist darin vorteilhaft, dass das zweidimensionale Abtasten durch lediglich einen Drehantrieb realisiert werden kann.

(Fünfte Ausgestaltung)

**[0093]** Anstelle des Laserstrahls des Laserradarsensors können elektrische Wellen, wie zum Beispiel Millimeterwellen, verwendet werden. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf das Abtastsystem beschränkt und ist an irgendwelchen Systemen anwendbar, die imstande sind, eine andere Ausrichtung als den Abstand zu messen. Zum Beispiel werden in dem Fall eines Verwendens eines FMCW-Radars oder eines Doppler-Radars mit Millimeterwellen eine Information bezüglich des Abstands zu dem vorausfahrenden Fahrzeug aus der reflektierten Welle (Empfangswelle) oder eine Information bezüglich der Relativgeschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs gleichzeitig erzielt. Deshalb ist kein Verfahren eines Berechnens der Relativgeschwindigkeit auf der Grundlage der Abstandsinformation wie in dem Fall eines Verwendens des Laserstrahls erforderlich.

(Sechste Ausgestaltung)

**[0094]** Die vorliegende Erfindung ist nicht auf das Fahrzeugradar beschränkt, sondern kann zum Beispiel verwendet werden, um einen Eindringling in ei-

nem gegebenen Bereich zu erfassen.

**[0095]** Eine zuvor beschriebene erfindungsgemäße Radarvorrichtung weist einen Fehlerkorrekturbereich und einen Abstandsberechnungsbereich auf. Der Fehlerkorrekturbereich korrigiert einen Schätzfehler einer Spitzenmitte-Schätzzeit, welcher durch eine Abweichung einer tatsächlichen Spitzenmitte-Erzeugungszeit in einem Lichtempfangssignal von einem Abtasten eines A/D-Wandlerbereichs verursacht wird. Der Abstandsberechnungsbereich berechnet einen Abstand zu einem reflektierenden Objekt aus einer korrigierten Spitzenmitte-Schätzzeit, die von dem Fehlerkorrekturbereich korrigiert worden ist.

### Patentansprüche

1. Radarvorrichtung (5), die aufweist:  
eine Radareinrichtung (71 bis 76, 81, 83) zum Abstrahlen einer Sendewelle in einem gegebenen Winkelbereich, zum Empfangen einer reflektierten Welle der Sendewelle, die von einem reflektierenden Objekt reflektiert wird, und zum Ausgeben eines Empfangssignals, das einer Intensität der reflektierten Welle entspricht;  
eine A/D-Wandlereinrichtung (87) zum Abtasten des Empfangssignals und zum Wandeln des abgetasteten Empfangssignals zu einem digitalen Signal;  
eine Spitzenmitte-Schätzeinrichtung (88) zum Schätzen einer Spitzenmitte-Erzeugungszeit des Empfangssignals, das von der A/D-Wandlereinrichtung zu dem digitalen Signal gewandelt wird; und  
eine Abstandsberechnungseinrichtung (90) zum Berechnen eines Abstands zu dem reflektierenden Objekt auf der Grundlage der Spitzenmitte-Schätzzeit, die von der Spitzenmitte-Schätzeinrichtung geschätzt wird,  
gekennzeichnet durch  
eine Schätzfehler-Korrektureinrichtung (89) zum Korrigieren eines Schätzfehlers der Spitzenmitte-Schätzzeit, welcher durch eine Abweichung der Spitzenmitte-Erzeugungszeit des von der Radareinrichtung ausgegebenen Empfangssignals von der Abtastzeit der A/D-Wandlereinrichtung verursacht wird.

2. Radarvorrichtung (5) nach Anspruch 1, wobei die Schätzfehler-Korrektureinrichtung (89) eine Korrekturzeit-Berechnungseinrichtung zum Berechnen einer Korrekturzeit zum Korrigieren des Schätzfehlers der Spitzenmitte-Schätzzeit auf der Grundlage einer Beziehung zwischen der Fehlerzeit der Spitzenmitte-Schätzzeit bezüglich der Spitzenmitte-Erzeugungszeit des Empfangssignals und der Abtastzeit der A/D-Wandlereinrichtung in dem Fall beinhaltet, in dem ein Wellenformaufbau des Empfangssignals bekannt ist, das von der Radareinrichtung ausgegeben wird.

3. Radarvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wo-

bei die Spitzenmitte-Schätzeinrichtung (88) aufweist:  
eine Maximalwert-Erfassungseinrichtung zum Erfassen eines Maximalwerts des Empfangssignals, das von der A/D-Wandlereinrichtung zu dem digitalen Signal gewandelt wird;  
eine Schwellwert-Einstelleinrichtung zum Einstellen eines Schwellwerts, der durch Multiplizieren des Maximalwerts, der von der Maximalwert-Erfassungseinrichtung erfasst wird, mit einem Koeffizienten erzielt wird, der kleiner als 1 ist; und  
eine Einrichtung zum Berechnen einer vorseilenden Zeit/nacheilenden Zeit zum Berechnen einer vorseilenden Zeit und einer nacheilenden Zeit der Empfangssignalwellenform, an welcher die Empfangssignalwellenform, die zu dem digitalen Signal gewandelt ist, den Schwellwert kreuzt, wobei die Spitzenmitte-Schätzeinrichtung die Spitzenmitte-Schätzzeit auf der Grundlage der vorseilenden Zeit und der nacheilenden Zeit schätzt, welche von der Einrichtung zum Berechnen einer vorseilenden Zeit/nacheilenden Zeit berechnet werden.

4. Radarvorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei  
die Radareinrichtung (71–76, 81, 83) eine Mehrzahl von Sendewellen in unterschiedliche Richtungen in dem gegebenen Winkelbereich abstrahlt; und  
die Radarvorrichtung weiterhin aufweist:  
eine Einstelleinrichtung zum Einstellen eines zu integrierenden Empfangssignalsbereichs, der aus den Empfangssignalen besteht, die durch eine gegebene Anzahl von A/D-Wandlungen, die einer gegebenen Anzahl von Sendewellen entsprechen, die angrenzend von der Radareinrichtung abgestrahlt werden, zu den digitalen Signalen gewandelt sind, um eine Mehrzahl von zu integrierenden Empfangssignalbereichen, einzustellen, während die Empfangssignale, die zu den zu integrierenden Empfangssignalbereichen gehören, um eine Anzahl verschoben werden, die kleiner als die gegebene Anzahl ist, so dass Teile der Empfangssignale redundant zu der Mehrzahl von zu integrierenden Empfangssignalbereichen gehören; und  
eine Integrationseinrichtung zum Integrieren der Empfangssignale, die zu den digitalen Signalen gewandelt worden sind, über die gegebene Anzahl von A/D-Wandlungen, die zu der Mehrzahl von zu integrierenden Empfangssignalbereichen gehören, welche von dem Einstelleinrichtung eingestellt worden sind, um ein integriertes Empfangssignal auszugeben.

5. Radarvorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, die weiterhin eine Integrationseinrichtung zum Integrieren einer Mehrzahl von Empfangssignalen aufweist, die von der A/D-Wandlereinrichtung zu den digitalen Signalen gewandelt worden sind, welche einer Mehrzahl von Empfangssignalen entsprechen, die von der Radareinrichtung ausgegeben werden, um ein integriertes Empfangssignal auszuge-

ben.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

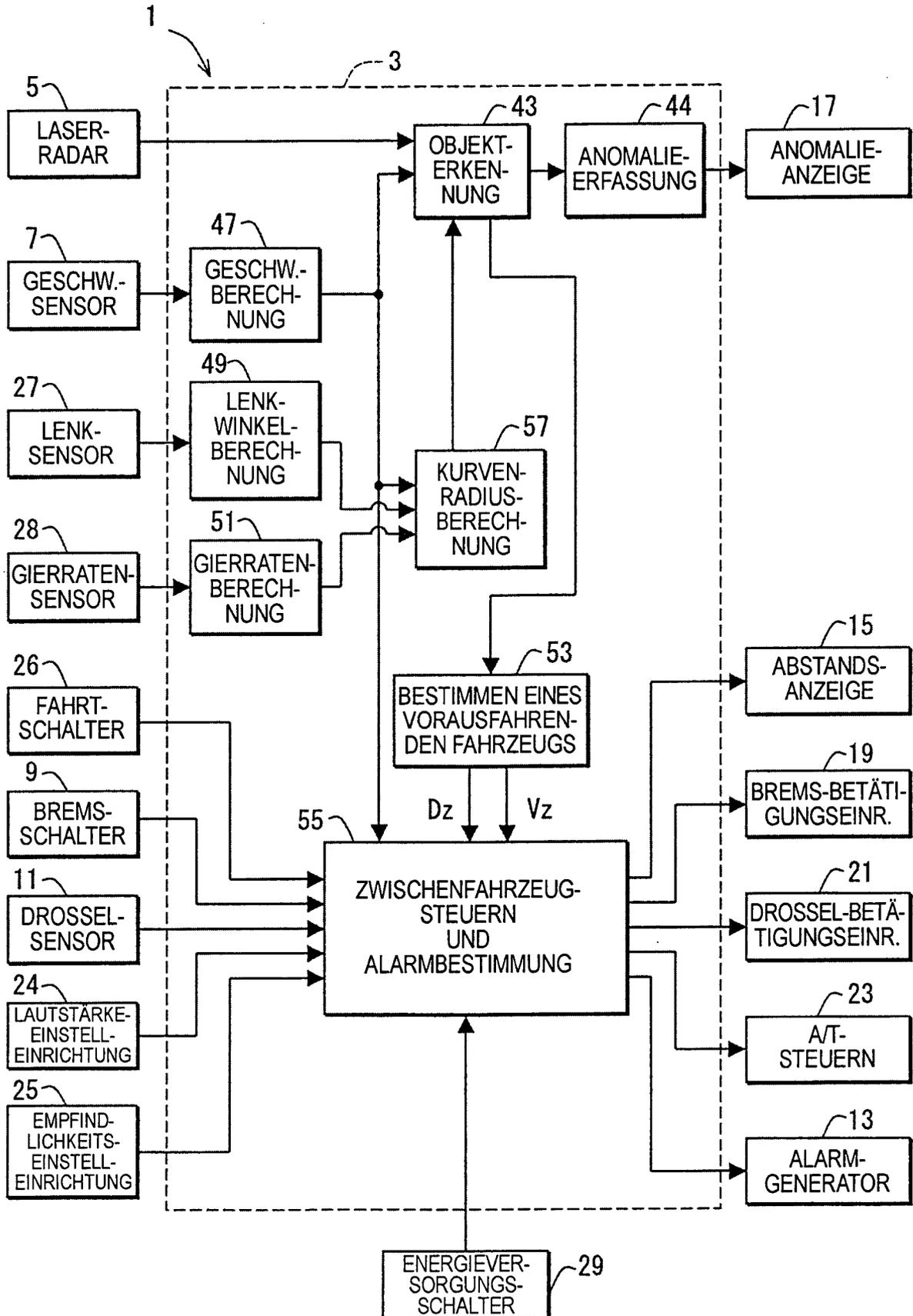


FIG. 2

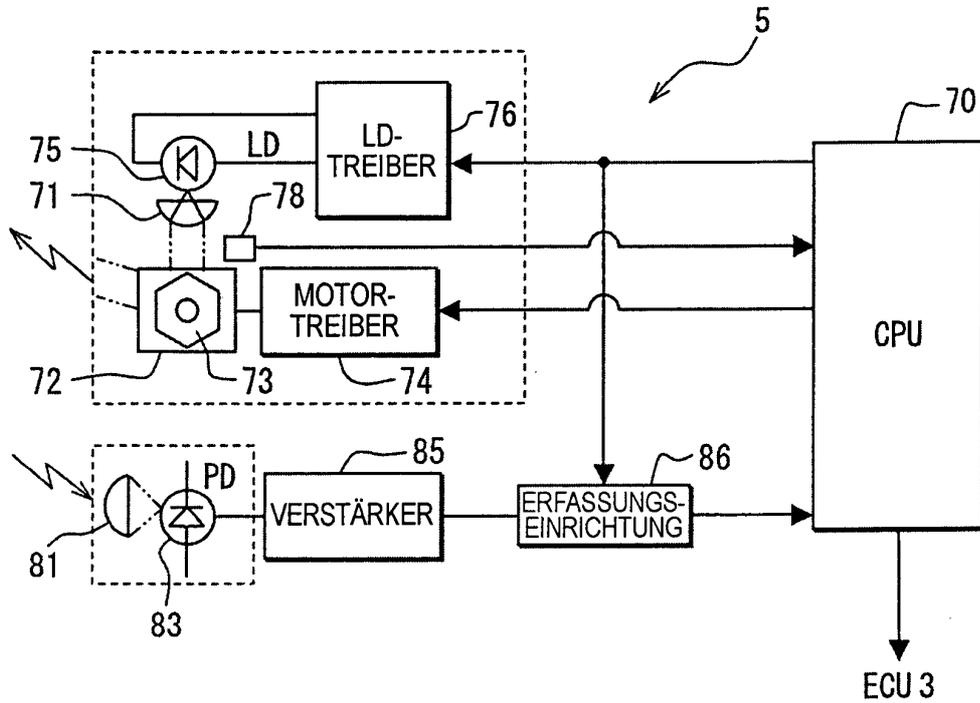


FIG. 3

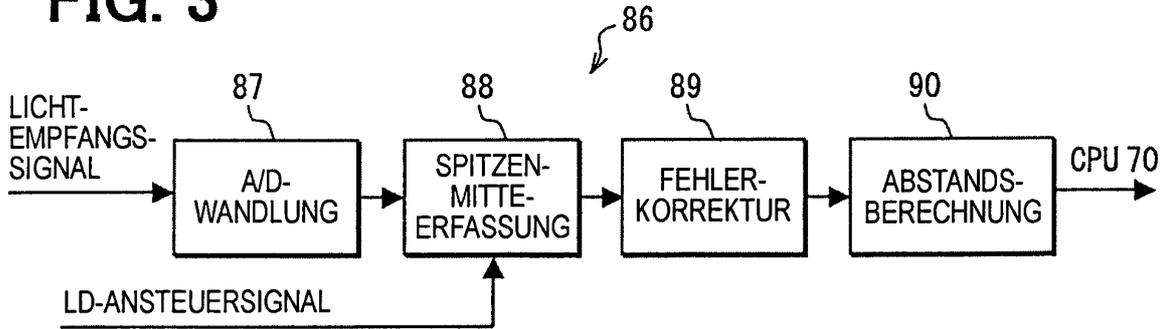
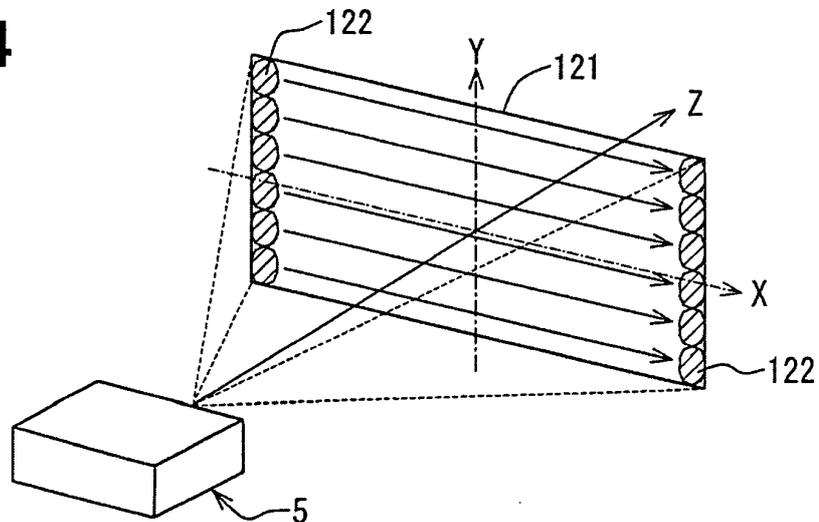
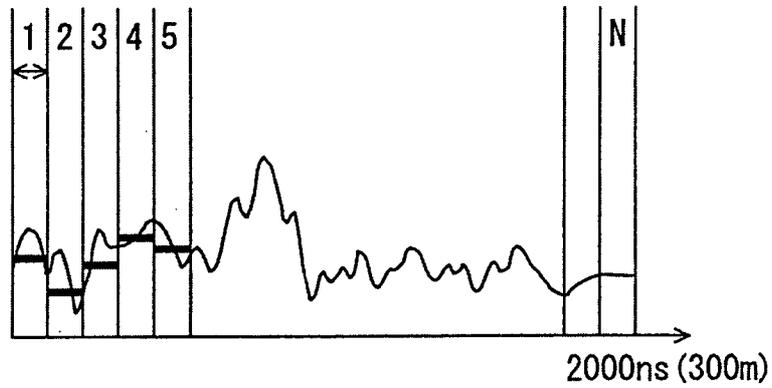


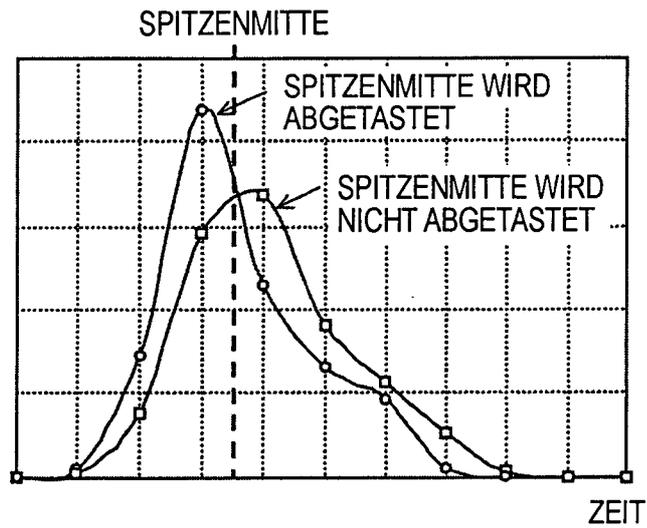
FIG. 4



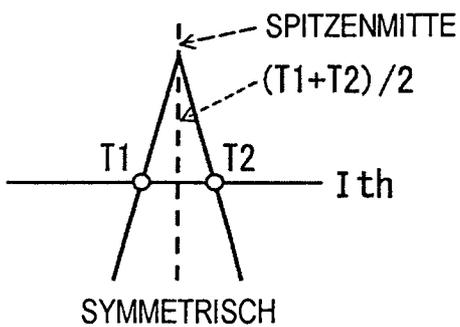
**FIG. 5**



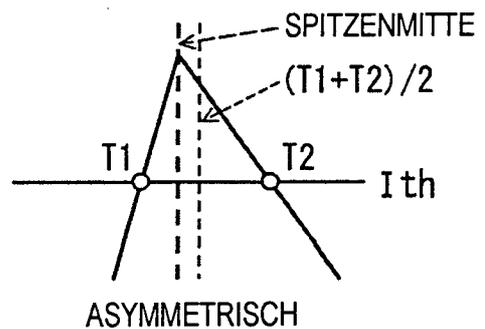
**FIG. 6**



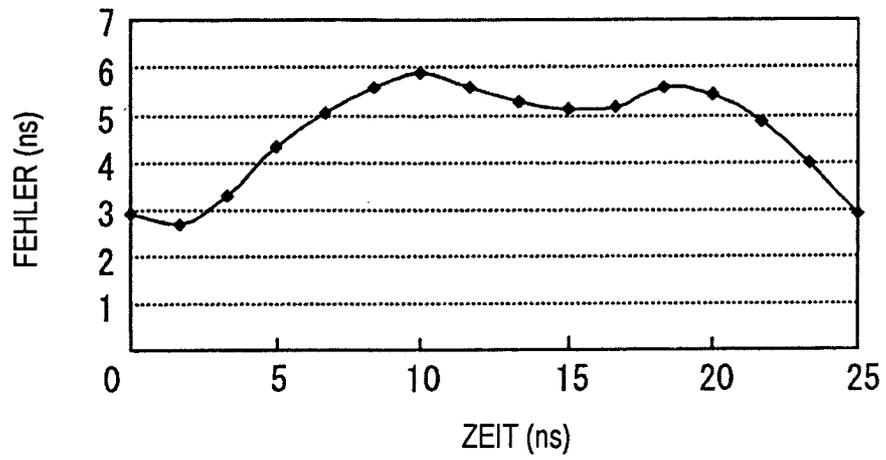
**FIG. 7A**



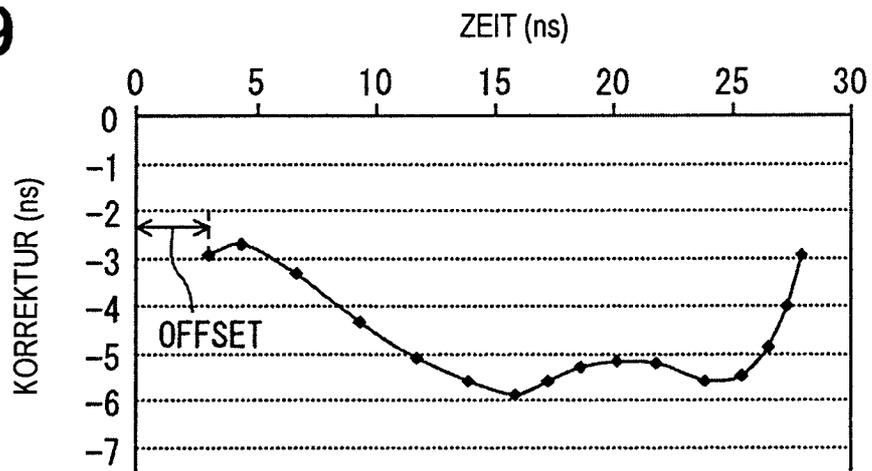
**FIG. 7B**



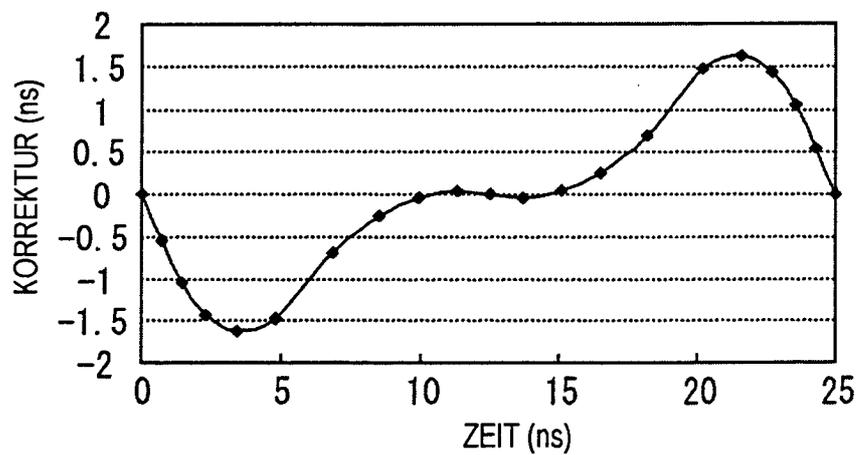
**FIG. 8**



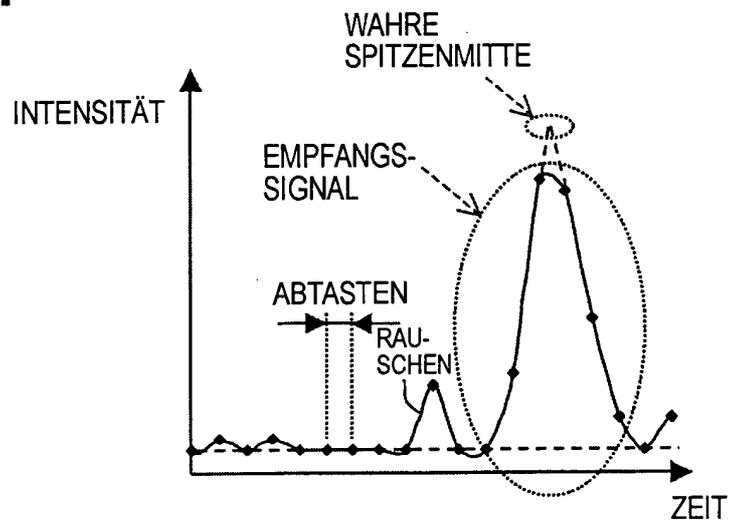
**FIG. 9**



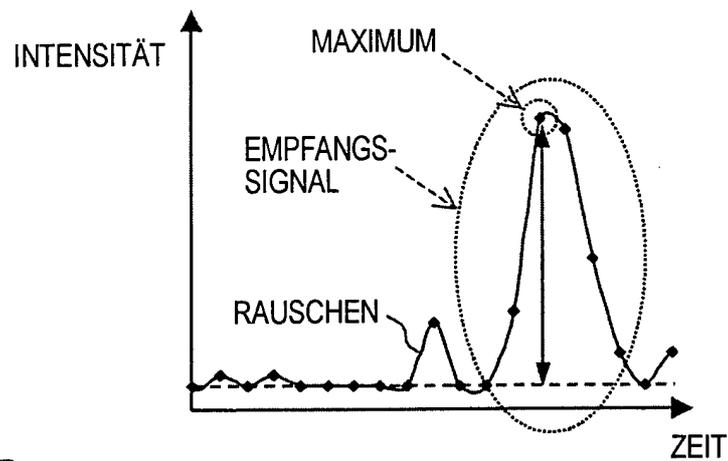
**FIG. 10**



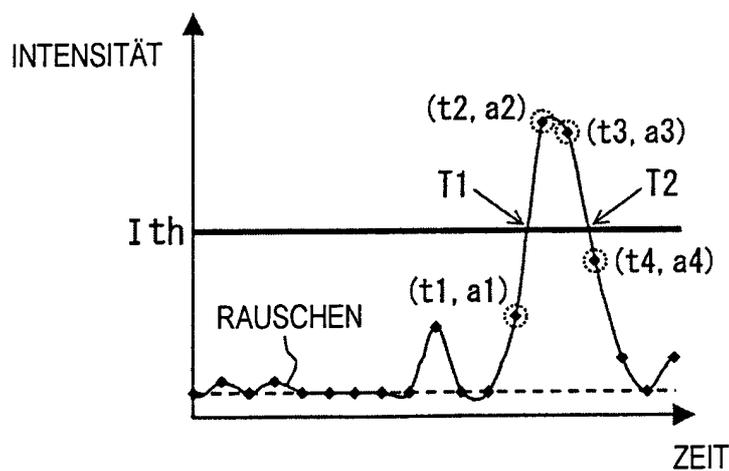
**FIG. 11**



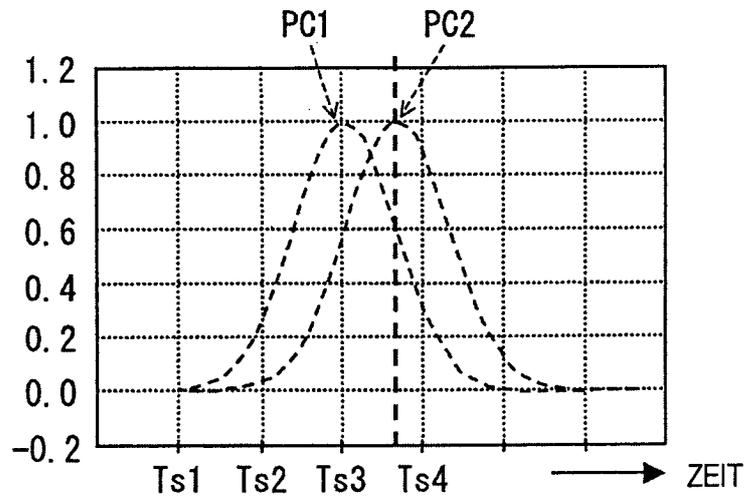
**FIG. 12**  
STAND DER TECHNIK



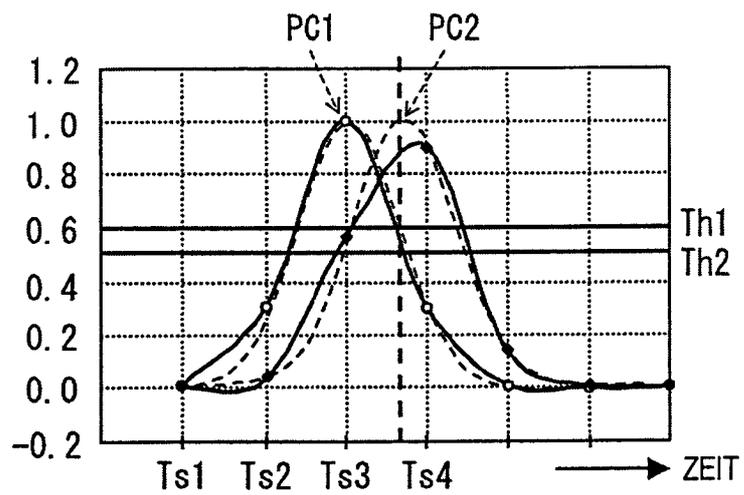
**FIG. 13**  
STAND DER TECHNIK



**FIG. 14**



**FIG. 15**



**FIG. 16**

