

(19)



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer:

AT 405 107 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1845/97

(22) Anmeldetag: 31.10.1997

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 9.1998

(45) Ausgabetag: 25. 5.1999

(51) Int.Cl.⁶ : **G01S 17/58**
G01P 3/36

(73) Patentinhaber:

RIEGL LASER MEASUREMENT SYSTEMS GMBH
A-3580 HORN, NIEDERÖSTERREICH (AT).

(54) OPTO-ELEKTRONISCHE GESCHWINDIGKEITSMESSEINRICHTUNG

(57) Die Erfindung bezieht sich auf opto-elektronische Geschwindigkeitsmeßeinrichtungen, insbes. zur Verkehrskontrolle, die über Sendeeinrichtungen zum Aussenden einer Folge von Laser-Impulsen und Empfangseinrichtungen verfügen, die von im Strahlengang der Sendeeinrichtungen befindlichen Zielen reflektierte Signale empfangen, ferner mit Signalverarbeitungsstufen, in welchen diese Signale verstärkt, eventuell umgeformt und vorzugsweise digitalisiert werden. Diese Einrichtungen verfügen ferner über Prozessoren, welche aus den Echosignalen in Verbindung mit Startimpulsen Entfernungswerte ermitteln und schließlich aus zumindest zwei Entfernungswerten und den zugehörigen Meßzeitpunkten die Geschwindigkeit des im Strahlengang befindlichen Zieles berechnen.

Um die Auswirkung der unvermeidlichen Frequenzabweichungen der Clock-Generatoren auf das Meßergebnis auszuschalten wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, einen einzigen Taktgeber vorzusehen, von dessen Zeitnormal sowohl die Berechnung der verschiedenen Entfernungswerte aus der Impulslaufzeit der Impulse einer Impulsfolge abgeleitet ist, als auch die Meßzeitpunkte definiert werden, sodaß bei der Berechnung der Ziel-Geschwindigkeit aus mindestens zwei Entfernungswerten und den zugehörigen Meßzeitpunkten der ermittelte Geschwindigkeitswert von zufälligen Abweichungen der Taktfrequenz von einer Sollfrequenz unabhängig ist.

AT 405 107 B

Die Erfindung bezieht sich auf opto-elektronische Geschwindigkeitsmeßeinrichtungen, insbes. zur Verkehrskontrolle, die über Sendeeinrichtungen zum Aussenden einer Folge von Laser-Impulsen und Empfangseinrichtungen verfügen, die von im Strahlengang der Sendeeinrichtungen befindlichen Zielen reflektierte Signale empfangen, ferner mit Signalverarbeitungsstufen, in welchen diese Signale verstärkt, eventuell
 5 umgeformt und vorzugsweise digitalisiert werden. Diese Einrichtungen verfügen ferner über Prozessoren, welche aus den Echosignalen in Verbindung mit Startimpulsen Entfernungswerte ermitteln und schließlich aus zumindest zwei Entfernungswerten und da zugehörigen Meßzeitpunkten die Geschwindigkeit des im Strahlengang befindlichen Zieles berechnen.

Bekannte Einrichtungen der oben angeführten Art verfügen in bekannter Weise über einen Clock-Generator im Prozessor-Chip sowie einen anderen Clock-Generator, der die Analog-Digital-Converter steuert. Wenn diese Clock-Generatoren auch mit relativ hoher Genauigkeit arbeiten, so sind doch Abweichungen beispielsweise als Folge von Temperatur- und oder Spannungsänderungen unvermeidlich. Abweichungen von der Taktfrequenz des Clock-Generators, welcher den A/D-Converter steuert, von einer Sollfrequenz, führen bei der Berechnung der Entfernungswerte der Ziele aus den Impulslaufzeiten, den
 10 sogen. **Time-of-Flight-** oder **TOF-Werten** zu Meßfehlern. Bei der Ermittlung der Zielgeschwindigkeiten wird aus mindestens zwei solcher Entfernungswerten in Verbindung mit den zugehörigen Meßzeitpunkten ein Geschwindigkeitswert ermittelt. Die Bestimmung der Meßzeitpunkte erfolgt im Prozessor, mittels des in diesen integrierten Taktgebers. Abweichungen dieses Zeitmeßsystems gehen unmittelbar in den resultierenden Geschwindigkeitswert ein.

Um diese Fehlerquellen auszuschalten wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, einen einzigen Taktgeber vorzusehen, von dessen Zeitnormal sowohl die Berechnung der verschiedenen Entfernungswerte aus der Impulslaufzeit der Impulse einer Impulsfolge abgeleitet ist, als auch die Meßzeitpunkte definiert werden, sodaß bei der Berechnung der Ziel-Geschwindigkeit aus mindestens zwei Entfernungswerten und den zugehörigen Meßzeitpunkten der ermittelte Geschwindigkeitswert von allfälligen Abweichungen der Taktfre-
 20 quenz von einer Sollfrequenz unabhängig ist.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels und unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Die Fig. 1 zeigt in Form eines Blockschaltbildes die verschiedenen Komponenten des erfindungsgemäßen Geschwindigkeitsmessers, die Fig. 2 zeigt in einem Diagramm die TOF- bzw. die Entfernungsmeßwerte als Funktion der Meßzeit.

Die Figur 1 zeigt in Form eines Blockdiagrammes schematisch den Aufbau eines Laser- Geschwindigkeitsmeßsystems gemäß der Erfindung. Mit 1 ist ein Laser-Transmitter bezeichnet, der eine Laserdiode 1a ansteuert, welcher eine Optik 2 vorgeschaltet ist, die die Emitterzone des Lasers 1a vorzugsweise ins Unendliche abbildet. Neben der Sendeoptik 2 ist eine Empfängeroptik 3 vorgesehen, deren optische Achse parallel zu der der Sendeoptik 2 ausgerichtet ist. Die Empfängeroptik 3 konzentriert die von einem im Strahlengang der Sendeoptik befindlichem Objekt bzw. Ziel im allgemeinen diffus reflektierte Strahlung auf eine Empfangsdiode 4. Mit Vorteil wird als Empfangsdiode 4 eine Avalanche-Diode eingesetzt. Vorzugsweise sind Sende- und Empfangsdioden 1a und 4 in ihrer spektralen Charakteristik aufeinander abgestimmt, wobei die Empfangsdiode 4 ihre maximale spektrale Empfindlichkeit in dem Bereich aufweist, in welchem die Sendediode 1a maximal emittiert. Da die Empfangsdiode 4 aber neben der von der Sendediode
 30 emittierten und vom Ziel reflektierten Strahlung viel Störstrahlung in Form von Tageslicht oder Licht von den verschiedensten Kunstlichtquellen empfängt, kann es vorteilhaft sein, der Empfangsdiode ein möglichst schmalbandiges, optisches Filter vorzusetzen, welches seine maximale Transmission in dem Spektralband aufweist, in welchem der Laser emittiert.

Der Lasertransmitter 1 umfaßt einen Impulsgenerator, der die Laserdiode 1a ansteuert. Der Lasertransmitter 1 gibt, wenn er vom Controller 5 entsprechend angesteuert wird eine kurze Folge von Laserimpulsen, sogen. Bursts ab. Ein solcher Burst kann je nach vom Controller gegebenen Befehl 5-500 Impulse umfassen. Im Regelfall wird ein solcher Burst etwa 200 Impulse aufweisen. Mittels eines vom Prozessor steuerbaren Verzögerungsgenerators 6 können die einzelnen Impulse eines Bursts in ihrer Phasenlage verändert werden, wobei die Phasenverschiebung periodisch erfolgt. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wiederholen sich beispielsweise die Phasenbeziehungen jeweils mit einer Periode von 5 Impul-
 40 sen.

Die von der Diode 4 empfangenen Signale werden in einer Verstärker- und Analog-Signalprozessorstufe 7 verstärkt und bearbeitet. Die auf diese Weise bearbeiteten Signale werden in einem Analog-/Digital-Converter 8 mit einer Sample-Frequenz von vorzugsweise 60 MSamples/sec digitalisiert. Diese gesampelten Echo-Signale werden in einem Speicher 9 abgelegt. Zuzufolge der Phasenverschiebung der Sendeimpulse eines Bursts gegenüber der Samplefrequenz werden die gesampelten Echosignale in verschiedene Speicherzellen abgelegt. Weist die Phasenverschiebung wie oben ausgeführt eine Periodizität von 5 Impulsen auf, so wird der gesampelte Puls nach 5 Impulsen auf den vorhergehenden aufaddiert. Umfaßt ein
 55

Burst zB. 200 Impulse und werden die digitalisierten Impulse mit der Periode 5 "verkämmt", so werden jeweils in einer Speicherzelle 40 Digitalwerte aufaddiert und die Sample-Frequenz von 60 MHz erscheint um die Periodenzahl der Verkämmung vergrößert, in dem vorliegenden Beispiel auf 300 MHz.

Der Controller 5 und der Datenspeicher 9 sind durch einen Datenbus miteinander verbunden, der schematisch angedeutet und mit 10 bezeichnet ist. An diesen Datenbus 10 sind ferner ein Programmspeicher 11 für den Controller 5 angeschlossen, sowie ein Datenzwischenspeicher 12, in welchen nach einer ersten Auswertung durch den Controller 5 Rohdaten abgelegt werden, die am Ende des Meßzyklus ausgelesen werden. Aus diesen Rohdaten wird mit im Programmspeicher abgelegten Algorithmen ein Geschwindigkeitswert für ein Ziel ermittelt und über das ebenfalls am Datenbus angeschlossene Display 13 zur Anzeige gebracht. Neben dem Geschwindigkeitswert können noch weitere Daten berechnet werden, wie zB. der zu dem Geschwindigkeitswert zugehörige Entfernungswert und / oder die Signalamplitude, das Signal-Rauschverhältnis oder statistische Werte wie Streuung oder Sigma. Alle diese Werte können sowohl am Display 13 angezeigt, als auch über eine Datenschnittstelle 14 ausgegeben und zB. in einem nachgeschalteten Computer weiter bearbeitet und abgespeichert werden.

Der Geschwindigkeitsmesser ist als Handgerät ausgebildet und enthält eine Visiereinrichtung, um das Gerät auf ein Ziel ausrichten zu können. In der Handhabung ist das Gerät einer Film- oder Videokamera ähnlich. Wie diese verfügt das Gerät über eine eingebaute, vorzugsweise wiederaufladbare Batterie 48 und einen elektronischen Hauptschalter 49, der durch einen Tastschalter 50 angesteuert wird. Das Gerät wird durch Antippen des Tasters 50 eingeschaltet und durch neuerliches Antippen wieder von der Batterie 48 getrennt. Der Hauptschalter 49 kann aber auch in bekannter Weise automatisch vom Mikrocontroller 5 abgeschaltet werden, wenn während einer definierten Zeitspanne keine Messung mit dem Gerät vorgenommen wird oder Programmeingaben erfolgen bzw. über die Schnittstelle 14 kein Datentransfer stattfindet. Der Abschaltbefehl wird dem Hauptschalter 49 über den Datenbus 10 übermittelt. Die Batterie 48 speist bei eingeschaltetem Hauptschalter 49 eine Hochspannungseinheit, welche die Laserdiode 1a und die Empfangsdiode 4 mit Spannung versorgt. Die Batterie speist ferner eine Niederspannungseinheit 52, die alle übrigen Komponenten des Gerätes mit Spannung versorgt. Neben den oben erwähnten Komponenten umfaßt das Gerät noch einen weiteren, langsamen A/D-Converter 53, über welchen mit geringerer Geschwindigkeit anfallende Betriebsparameter, wie Temperatur, Spannung, ev. Gerätereigung und/oder Kompaßpeilrichtung in den Prozessor 33 eingelesen werden. Mit 53a-53c sind beispielhaft die entsprechenden Eingänge bezeichnet.

Eine Messung wird nach Einschalten des Hauptschalters 49 durch Betätigung des Trigger-Tastschalters 54 ausgelöst, dessen Signal dem Mikro-Controller 5 zugeleitet wird. Erst nach Betätigung des Triggers 54 erhalten die wesentlichen, für die Messung erforderlichen Komponenten über den Mikro-Controller 5 und den Datenbus 10 den Einschaltbefehl. Die Hochspannungsversorgung 51 speist die Sende- und die Empfangsdiode 1a bzw. 4 mit Hochspannung an, die anderen Komponenten werden mit der Niederspannungsquelle 52 verbunden. Die Auslösung der Laser-Impulse erfolgt nicht unmittelbar, sondern mit einer geringen zeitlichen Verzögerung, um zu gewährleisten, daß die Einschwingvorgänge zur Gänze abgeklungen sind.

Erfindungsgemäß verfügen alle für die Geschwindigkeitsmessung wesentlichen Komponenten über einen einzigen, gemeinsamen Taktgenerator, der sowohl die Sample-Rate für den schnellen A/D-Converter 8 vorgibt, welcher die Echo-Signale digitalisiert, als auch als Clock-Generator für den Mikro-Controller 5 dient. Im Rahmen der Erfindung können selbstverständlich auch mehrere Taktgeneratoren vorgesehen sein, von welchen dann allerdings einer als Master fungiert, mit welchen die anderen Clock-Generatoren phasenstarr gekoppelt sind. Es kann in einem solchen Fall zweckmäßig sein, durch den Prozessor die Phasenbeziehung der verschiedenen Taktgeber periodisch überprüfen zu lassen.

Durch die Verwendung eines einzigen Taktgebers gehen bei der Geschwindigkeitsmessung unvermeidliche Frequenzabweichungen des Taktgebers, wie an Hand der beiden Diagramme der Fig.2 näher erläutert werden wird, nicht in das Meßergebnis ein.

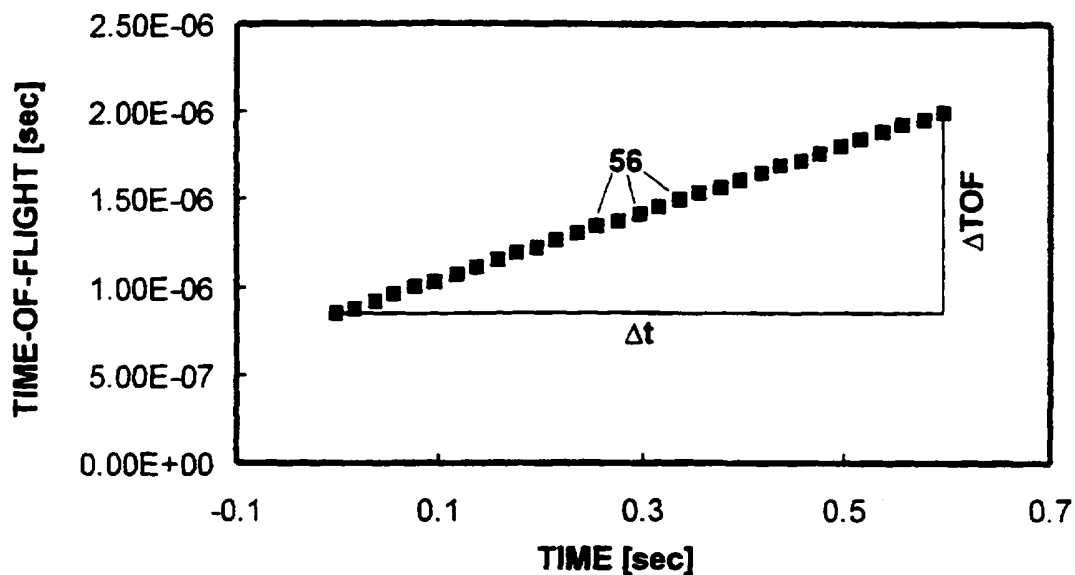
Im ersten Diagramm der Fig. 2 sind die Impulslaufzeiten 56 der Laser-Impulse der verschiedenen Puls-Bursts über der Meßzeit aufgetragen. Diese Daten sind im Speicher 12 des Prozessors abgelegt, und werden am Ende eines Meßzyklus ausgelesen und ausgewertet. Diese TOF-Werte entsprechen unmittelbar Entfernungswerten 57 im zweiten Diagramm der Fig. 2. Der Geschwindigkeitswert wird als Quotient der Entfernungs- und der Meßzeitdifferenz ermittelt. Da aber beide Werte auf Zeiten zurückzuführen sind und diese durch einen gemeinsamen Taktgeber bestimmt werden, können allfällige Schwankungen in der Frequenz des Taktgebers den ermittelten Geschwindigkeitswert nicht negativ beeinflussen.

Patentansprüche

1. Opto-elektronische Geschwindigkeitsmeßeinrichtung, insbes. zur Verkehrskontrolle, mit einer Sendeeinrichtung zum Aussenden einer Folge von Laser-Impulsen und einer Empfangseinrichtung, die von im Strahlengang der Sendeeinrichtung befindlichen Zielen reflektierte Signale empfängt, ferner mit einer Signalverarbeitungsstufe, in welcher diese Signale verstärkt, eventuell umgeformt und vorzugsweise digitalisiert werden und einem Prozessor, welcher aus den Echosignalen in Verbindung mit Startimpulsen Entfernungswerte ermittelt und schließlich aus zumindest zwei Entfernungswerten und den zugehörigen Meßzeitpunkten die Geschwindigkeit des im Strahlengang befindlichen Zieles berechnet,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein einziger Taktgeber vorgesehen ist, von dessen Zeitnormal sowohl die Berechnung der verschiedenen Entfernungswerte aus der Impulslaufzeit der Impulse einer Impulsfolge abgeleitet ist, als auch die Meßzeitpunkte definiert werden, sodaß bei der Berechnung der Ziel-Geschwindigkeit aus mindestens zwei Entfernungswerten und den zugehörigen Meßzeitpunkten der ermittelte Geschwindigkeitswert von allfälligen Abweichungen der Taktfrequenz von einer Sollfrequenz unabhängig ist.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

FIG. 2



TOF ... TIME-OF-FLIGHT

