



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 295 016 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) G 01 C 3/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD G 01 C / 341 474 5

(22) 08.06.90

(44) 17.10.91

(71) siehe (73)

(72) Wiklund, Rudolf, SE

(73) Geotronics AB, 18211 Danderyd, SE

(74) Felke u. Walter, Patentanwälte, Am Stadtpark 2-3, O - 1156 Berlin, DE

(54) Vorrichtung zum Festlegen oder Bestimmen der Lage eines Meßpunktes

(55) Meßpunktfestlegung; Meßpunktbestimmung;
Entfernungsmeßvorrichtung; Hauptmeßstation;
Markierungsgerät; Winkelablenkungsmessung; Visierlinie;
Höhenwinkelmeßgerät; Rechengerät;
Meßpunktkoordinaten

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Festlegen oder Bestimmen von Meßpunkten. Eine mit einer Entfernungsmessvorrichtung ausgestattete Hauptmeßstation wird auf ein auf der oder in Nähe der zu vermessenden Oberfläche platziertes Markierungsgerät ausgerichtet und bestimmt ständig dessen Position. Das Markierungsgerät wiederum verfügt über eine Vorrichtung zum Messen der Winkelablenkung 23, die den Winkel zwischen der Visierlinie zwischen dem Markierungsgerät und der Hauptmeßstation und einer Senkrechten zum Markierungsgerät bestimmt, und ein Höhenwinkelmeßgerät 25, das die Winkelposition des Markierungsgeräts bezogen auf eine Senkrechte in mindestens zwei unterschiedlichen Richtungen ermittelt. Das Markierungsgerät enthält auch eine Entfernungsmessvorrichtung 26, die die Entfernung zur zu vermessenden Oberfläche anzeigt. Ein Rechengerät 27 dient zum Berechnen der Koordinaten jedes Meßpunktes aus allen eingegangenen Meßdaten. Fig. 2

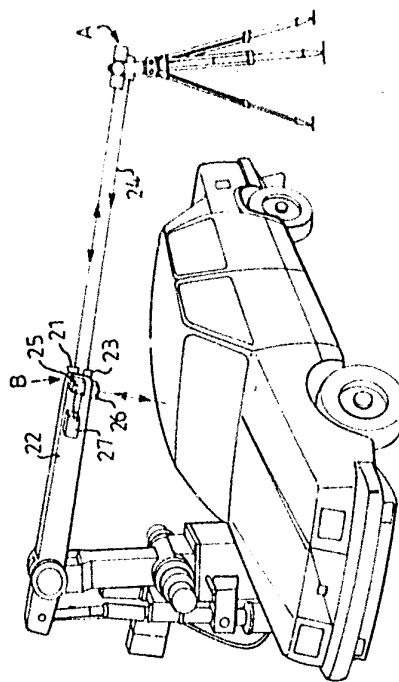


FIG. 2

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Festlegen oder Bestimmen von mit einer Hauptmeßstation 40, 41, A, 68, 72 nicht direkt bestimm- oder festlegbaren Meßpunkten, zu der ein Entfernungsmeßgerät zur Bestimmung ihrer Position und der Lage eines positionsbestimmenden Teils 3, 21, 49, 63 gehört, dadurch gekennzeichnet daß
 - a) das positionsbestimmende Teil an einer Zwischenmeßstation 1, 2; 22, 23, 25, 27; 43, 45; Abb. 6 angebracht ist, die mit einer Anzeigevorrichtung einschließlich eines Geräts zum Anzeigen der direkten Entfernung 1; 26; 34; 46; 54 zur Zielmarke und des Winkels 10, 11; 25; 64, 65, 55, bestimmt durch die besagte Zielmarkenrichtung und eine Horizontalebene, ausgestattet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenmeßstation in einer Position platziert werden kann, die es ermöglicht, mit der Hauptmeßstation die Lage des positionsbestimmenden Teils zu bestimmen und in der mit Hilfe der Zwischenmeßstation die Position des Meßpunktes, bezogen auf das positionsbestimmende Teil, bestimmt werden kann;
 - b) zumindest die Hauptmeßstation und die Zwischenmeßstation mit einem Gerät zum Speichern der Meßdaten ausgestattet ist; und
 - c) ein System zur Kombination der mit Hilfe der Zwischenmeßstation gewonnenen Meßergebnisse und der Positionsbestimmungsdaten der Haupt-

meßstation vorhanden ist, um Positionsdaten für jeden Meßpunkt zu ermitteln.

2. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptmeßstation 40, 41, 42, 421 über eine Entfernungsmeßvorrichtung 40 mit einem Längenmeßgerät, einem Höhenwinkelmeßgerät und einem Seitenwinkelmeßgerät verfügt, wobei die Entfernungsmeßvorrichtung sich vorzugsweise automatisch ausrichtet und so gebaut ist, daß sie der Bewegung eines Hilfsgeräts 49 folgen kann.
3. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenmeßstation
 - a) ein Gerät zum Messen der Winkelablenkung 4 - 6; 60 - 62, das zum Bestimmen des Winkels zwischen der Strecke zwischen dem positionsbestimmenden Teil und der Hauptmeßstation A; 68, 72 und einer Senkrechten zu einer auf das Gerät zum Messen der Winkelablenkung reagierende Ebene dient;
 - b) ein Höhenwinkelmeßgerät 10, 11; 64, 65, das zum Messen der Winkelposition, bezogen auf eine Senkrechte, in wenigstens zwei voneinander verschiedenen Richtungen für einen Teil der Markierungsgeräte mit bekannten oder meßbaren Positionen im Verhältnis zu einer auf das Gerät zum Messen der Winkelablenkung reagierenden Ebene dient;
 - c) ein Entfernungsmeßgerät 1; 26; 31; 34; 54 zum Ermitteln der Entfernung zu dem in bestimmbar-

rer Richtung bezüglich der Richtung der Senkrechten liegenden Meßpunkt;

- d) ein Rechengerät 9; 27; 56 zum Berechnen der Lage eines Schnittpunktes, an dem die empfindliche Ebene des Höhenwinkelmeßgerätes und eine Ebene, die mit der empfindlichen Ebene des Geräts zum Messen der Winkelablenkung einen gegebenen Winkel bestimmt, auf der Grundlage der gemessenen Winkel miteinander einen Winkel bilden, wobei die Entfernung mit Hilfe des Entfernungsmeßgeräts und die Lage des Geräts bezogen auf den Schnittpunkt und die Lage des Meßpunktes auf der Grundlage der Position des Schnittpunktes ermittelt wird, enthält.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gerät zum Messen der Winkelablenkung über einen Detektor 6; 62 mit ausgedehnter Fläche, auf der der Auftreffpunkt eines einfallenden Lichtstrahls angezeigt werden kann, und ein Linsensystem 4, 5; 60, 61 verfügt, das zum Fokussieren eines von der Hauptmeßstation A; 68; 72 auf den Detektor übertragenen Lichtstrahls S dient.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Höhenwinkelmeßgerät zwei Pendelbeschleunigungsmesser oder einen Doppelpendelbeschleunigungsmesser enthält.

6. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernungsmessvorrichtung mit einer Meßlatte 1; 34 ausgestattet ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßlatte auf unterschiedliche Längen eingestellt werden kann.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernungsmessvorrichtung ein Entfernungsmessgerät, z. B. ein optisches, interferometrisches oder akustisches Meßgerät (Abb. 2, 3, 6) enthält.
9. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Informationen bezüglich der mit Hilfe der Hauptmeßstation gemessenen Werte über eine Übertragungsvorrichtung an das Rechengerät übermittelt werden.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die mit Hilfe aller Meßanordnungen und Meßgeräte ermittelten Meßdaten in den Datenspeichern der Hauptmeßstation und des Markierungsgeräts gespeichert werden sollen, um nach dem Meßvorgang mit dem Rechengerät Berechnungen anstellen zu können.
11. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Markierungsgerät von einem beweglichen Arm 22, d. h. einem Roboterarm oder vom Vermesser, gehalten wird, wobei der Arm über die Oberfläche bewegt werden

soll, deren Form zu vermessen ist (Abb. 2, 3 oder 4).

12. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Hauptmeßstation automatisch auf die Meßvorrichtung des Markierungsgerätes ausrichtet.
13. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Markierungsgerät mit einem das Vibrieren ausgleichenden Teil 33, das mit einem Rechengerät 9 gekoppelt wurde, ausgerüstet ist, damit an das Teil Signale übermittelt werden können, mit deren Hilfe das Rechengerät bewirken kann, daß das Vibrieren des Markierungsgerätes während des Meßvorgangs elektrisch kompensiert wird.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Entfernungsmeßgerät 54 wahlweise auf bestimmbare Winkelpositionen, bezogen auf die Richtung der Senkrechten (Abb. 6), eingestellt werden kann.

Hierzu 6 Seiten Zeichnungen

8 12 12 50

00296

295076

1

Vorrichtung zum Festlegen oder Bestimmen der Lage
eines Meßpunktes

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung der Art, wie sie in der Einleitung zu Patentanspruch 1 beschrieben ist.

Ein Einstellsystem zum Festlegen oder Bestimmen der genauen Lage eines Meßpunktes auf einer Oberfläche besteht normalerweise aus einer Hauptmeßstation, die mit einem Entfernungsmeßgerät, vorzugsweise einem optischen Entfernungsmeßgerät, das einen Vermessungslichtstrahl im wesentlichen in gleicher Richtung überträgt und empfängt, zum Beispiel einem elektronischen Entfernungsmeßgerät EDM, ausgerüstet ist, das reflektiertes, moduliertes Licht überträgt und empfängt und das Modulationssignal des übertragenen beziehungsweise des empfangenen Lichtstrahls vergleicht. Das System umfaßt außerdem ein sogenanntes Höhenwinkelmeßgerät und ein Seitenwinkelmeßgerät, die der Ausrichtung des Entfernungsmeßgerätes gegenüber dem zu vermessenden Objekt dienen. Die Hauptmeßstation wird im Gelände errichtet, und für die Messungen werden Abstecklatten angepeilt. Die Hauptmeßstation kann entweder mit einem Vermesser besetzt oder von der Art sein, die sich automatisch auf ein Prisma an einer Abstecklatte einstellt und dem Prisma folgt, sobald die Position der Latte durch den Vermessungsgehilfen verändert wird. Die Verwendung eines Nahmeßsystems, das der Kopplung eines solchen Einstellsystems an ein Hauptmeßsystem, zum Beispiel ein Koordinatensystem dient, kann sowohl effektiv als auch kostensparend sein. Unter einem Nahmeßsystem ist in diesem Zusammenhang ein System zu verstehen, das Daten für die Ausgangslage in einem

äußeren Hauptnetz ermittelt und von da aus Punkte in der Umgebung vermißt, die mit dem Außennetz verbunden sind.

Es gibt auch Situationen, in denen ein und dasselbe Meßgerät zum Vermessen eines gesamten Gebietes nicht ausreicht und ein Teil der Vermessungsarbeiten mit Hilfe anderer Geräte durchgeführt werden muß. Beim Markieren eines Gebietes, z. B. eines Grundstücks, einer Landstraße oder einer Fernverkehrsstraße usw., wird ein Entfernungsmeßgerät normalerweise an zentraler Stelle plaziert.

Abstecklatten oder -stangen werden dann an voneinander unterschiedlichen Meßpunkten im Gelände durch direkte Vermessung mit dem an jedem entsprechenden Meßpunkt zentral plazierten Maßinstrument in Position gebracht. Manchmal sind von der Stelle aus, an der das Entfernungsmeßinstrument plaziert ist, verschiedene Meßpunkte nicht sichtbar. Dann sind außerdem ein Standortwechsel des Meßinstruments und zusätzliche Bezugsmessungen erforderlich, um eine exakte Lagebestimmung dieser Punkte vornehmen zu können. Das ist bei von einem Vermesser zu bedienenden Meßgeräten besonders beschwerlich, und über die Nutzung dieses Gerätes wird daher berichtet, Bei diesem Gerätetyp stellt sich das zentral plazierte Entfernungsmeßinstrument automatisch auf den entsprechenden Meßpunkt oder das Prisma an der in Position gebrachten Meßlatte ein. Der Standort des Meßinstruments sollte möglichst nicht verändert werden.

Die Anwendung eines solchen an eine Hauptmeßstation gekoppelten Nahmeßsystems ist bei der Bestimmung der

Außenabmessungen eines großen Objekts, zum Beispiel einer Karosserie, besonders vorteilhaft.

Die vorliegende Erfindung betrifft die Schaffung eines Nahmeßsystems, das an ein Hauptmeßsystem gekoppelt werden kann. Dieses Ziel wird durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung, die die in Patentanspruch 1 dargestellten charakteristischen Merkmale hat, erreicht. Andere Merkmale und Weiterentwicklungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen beschrieben.

Die Erfindung wird nun unter Hinweis auf die Zeichnungen im Anhang, von denen Abb. 1A eine erste Ausführungsart einer erfindungsgemäß aufgebauten Vorrichtung zeigt, näher beschrieben:

Abb. 1B zeigt ein Vektordiagramm, mit dessen Hilfe die in Abb. 1A dargestellte Vorrichtung vorbereitet werden kann;

Abb. 2 zeigt eine zweite Ausführungsart der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die für die Bestimmung der Außenabmessungen eines Autos abgewandelt wurde;

Abb. 3 zeigt eine Variante der in Abb. 2 gezeigten Ausführungsart; und

Abb. 4 zeigt eine weitere Variante der in Abb. 2 gezeigten Ausführungsart;

Abb. 5 zeigt eine graphische Darstellung eines mit Hilfe einer Ausführungsart der erfindungsgemäßen Zwischenmeßstation durchgeführten Meßvorgangs;

Abb. 6 zeigt eine andere Ausführungsart der erfindungsgemäßen Zwischenmeßstation; und

Abb. 7 und Abb. 8 sind graphische Darstellungen von zwei weiteren Meßvorgängen, bei denen die in Abb. 6 dargestellte Zwischenmeßstation zur Anwendung kommen kann.

Abb. 1A zeigt eine Latte 1, die mit einer Vorrichtung 2 ausgerüstet ist, die in einem mit Strichlinien umrandeten Feld in stark vergrößertem Maßstab schematisch dargestellt ist. An der Latte 1 befindet sich auch ein Justiergerät 3, das in der dargestellten Ausführungsart die Form eines Tripelprismas hat, auf das eine Hauptmeßstation (nicht abgebildet) ausgerichtet ist. Die Hauptmeßstation ist mit einer Entfernungsmessausrüstung, zu der ein Entfernungsmeßgerät, ein Höhenwinkelmeßgerät und ein Seitenwinkelmeßgerät gehören, die zum Abmessen der Justierrichtung des Entfernungsmeßgerätes dienen, ausgerüstet. Die Hauptmeßstation mißt oder ermittelt die Lage (X_P , Y_P , Z_P) des Tripelprismas 3, wie in Abb. 1B dargestellt. Die Hauptmeßstation ist vorzugsweise von der Art, die sich automatisch auf eine Zielmarke einstellt und der Zielmarke dann entsprechend ihrer Bewegung folgt. Da zwischen dieser Art von Meßstation und dem vorliegenden erfindungsgemäßen Konzept keinerlei Zusammenhang besteht, wird die bauliche Ausführung dieser Meßstation hier nicht beschrieben. Es erfolgt auch keine Beschreibung der wahlweise an der Latte angebrachten Geräte, die die Einstellung der Hauptmeßstation auf die Zielmarke und das im vorliegenden Patent beschriebene Verfolgen der Zielmarke unterstützen sollen. Eine

Vorrichtung zum Verfolgen der Zielmarke wird jedoch in der gleichartigen schwedischen Patentanmeldung Nr. 8901220-7 beschrieben und dargestellt.

Ein von der Hauptmeßstation Übertragener, praktisch paralleler Lichtstrahl S trifft auf eine optische Vorrichtung, die aus einem Linsensystem 4 und einem Filter 5 besteht, auf. Das Linsensystem dient zum Abfiltern von Hintergrundlicht durch Wegfiltern aller Wellenlängen mit Ausnahme eines engen Wellenlängenbereichs im Bereich der Wellenlänge des einfallenden Lichtstrahls. Die optische Vorrichtung hat die Aufgabe, das Licht auf eine Detektoreinheit 6 zu fokussieren, die über eine große Fläche verfügt, auf der der Auftreffpunkt eines einfallenden Lichtstrahls bestimmt werden kann. Die Detektoreinheit 6 kann aus mehreren Detektoren bestehen oder kann zum Beispiel die Form eines Quadrantdetektors oder eines sogenannten SITEC-Detektors haben. Die von der Detektoreinheit 6 erzeugten Signale, die den Punkt, an dem das Licht auf dem Detektor auftrifft, anzeigen, werden zu einem Verstärker 7 und von dort zu einem Analog-Digital-Wandler 8 geleitet, der ein Digitalsignal, das den besagten Auftreffpunkt genau beschreibt, an einen Computer 9 weitergibt. Auf der Grundlage des ermittelten Auftreffpunktes errechnet der Computer 9, wie in Abb. 1B dargestellt, den Ablenkungswinkel φ_1 zwischen der Senkrechten N auf die Latte und dem von der Hauptmeßstation ausgesendeten, fast parallelen Lichtstrahl S.

Zwei Höhenwinkelmeßgeräte 10 und 11 messen den Höhenwinkel in zwei rechtwinklig zueinander verlaufenden Richtungen. Die Höhenwinkelanzeigergeräte bestehen

vorzugsweise aus zwei Pendelbeschleunigungsmessern oder einem Doppelpendelbeschleunigungsmesser. Die jeweiligen Höhenwinkelmeßgeräte 10 und 11 liefern Informationen über die Ablenkungswinkel φ_2 und φ_3 der Latte 2 von der Vertikalen, wie Abb. 1B zeigt. Die Ausgangssignale der Höhenwinkelanzeigergeräte werden in einem Analog-/Digitalwandler 12 analog-/digitalgewandelt und an den Computer 9 weitergeleitet.

Das in der Hauptmeßstation ermittelte Meßergebnis wird auch an den Computer 9 weitergeleitet. Diese Datenübertragung kann auf verschiedene Weise realisiert werden, zum Beispiel über Kabel oder über Funkverbindung, durch Modulation von übertragenen optischen Lichtstrahlen oder auf entsprechende Art und Weise. Es ist auch möglich, alle Daten über jede einzelne Messung getrennt in der Meßlatte und in der Hauptmeßstation zu speichern und in einer späteren Phase Daten von der Hauptmeßstation an den Computer 9 weiterzuleiten oder Daten sowohl von der Hauptmeßstation als auch von der Meßlatte an einen anderen zur Berechnung und Verarbeitung der Daten bestimmten Computer zu übertragen. Die Entfernung e von einem Punkt für X_0 , Y_0 , Z_0 , der Kontaktstelle, an der die Reaktionsebenen der Winkelablenkungsmeßvorrichtung 4 - 8 und der Höhenwinkelanzeigevorrichtung 10, 11 miteinander Winkel bilden, ist bekannt, ebenso die Entfernung von dem Punkt (X_P, Y_P, Z_P) für das Prisma 3 und die Kontaktstelle (X_0, Y_0, Z_0) . Diese Daten werden in den Speicher des Computers 9 eingegeben. Der Computer 9 ermittelt die Lage des Meßpunktes M, indem er geometrische Berechnungen auf der Grundlage der ausgemessenen Lage des Prismas,

der Richtung des Lichtstrahls S, die vorzugsweise mit der Richtung, in die das Entfernungsmeßgerät der Hauptmeßstation ausgerichtet ist, übereinstimmt, der drei Winkel φ_1 , φ_2 , φ_3 und der an der Latte gekennzeichneten Entfernungszonen durchführt. Das Ergebnis der Berechnungen kann auf einer Display-Einheit 14 sichtbar gemacht werden.

Der Meßvorgang wird durch richtungsabhängiges Positionieren der zum Zweck der Einstellung auf meßbare Längen wahlweise ausziehbaren Meßlatte bewirkt, indem die Meßlatte am Meßpunkt plaziert wird und anschließend das Prisma und das Linsensystem im wesentlichen auf die Hauptmeßstation ausgerichtet werden. Das Prisma und das Linsensystem können in einem bestimmten Winkel an der Meßlatte angebracht werden, wodurch sie schneller einsatzbereit sind. Sie können auch so an die Meßlatte montiert werden, daß das Prisma und das Linsensystem auf ausgewählte Winkelpositionen eingestellt werden können, womit Informationen über die Position, auf die Prisma und Linsensystem eingestellt sind, an den Computer 9, bei dem es sich vorzugsweise um einen Mikroprozessor handelt, weitergegeben werden.

Die Entfernung l zum Meßpunkt kann statt durch eine an der Meßlatte befindliche Vorrichtung mit Hilfe eines unbeweglichen, auf eine Linie, deren Neigung unter Verwendung der zwei Höhenwinkelmeßgeräte ermittelt wurde, ausgerichteten Entfernungsmeßgeräts ermittelt werden.

Abb. 2 zeigt eine zur Bestimmung der Außenabmessungen einer Karosserie eingesetzte Ausführungsart der Erfin-

ding. Es ist schwierig, die Lage der verschiedenen Meßpunkte an der Karosserie von einer Hauptmeßstation aus durch gerichtete Reflexion unmittelbar zu bestimmen, also ohne Meßprismen an der Karosserie anzubringen, da solche Methoden der Positionsmessung folgende Nachteile haben:

- A. Aufgrund der schlechten Reflexionseigenschaften der zu vermessenden Oberfläche ist die Reflexion gering.
- B. Die Reflexion an der zu vermessenden Oberfläche erfolgt ungleichmäßig, so daß schwer festzustellen ist, an welchem Abschnitt des Meßpunktes eine Messung wirklich erfolgt - das gilt besonders für unebene Oberflächen und schräg einfallende Meßstrahlen.
- C. Der Meßumfang ist, verglichen mit Messungen, die zum Beispiel mit Glasprismen durchgeführt werden, gering.

Die obenerwähnten Nachteile kommen besonders zum Tragen, wenn große Objekte vermessen werden sollen und sehr genaue Messungen erforderlich sind.

Eine Möglichkeit, die obenerwähnten Probleme abzustellen, besteht in der Aufteilung des Meßvorgangs in zwei Meßvorgänge:

1. Ein Vorgang, bei dem mit einem Hauptmeßsystem A, das die Positionen eines Prismas 21 vermißt, oder einem System von Prismen, die fest auf einen Roboterarm 22 montiert sind, gearbeitet wird. Als

Hauptmeßsystem ist ein Zielmarkenverfolgungssystem vorzuziehen, so daß sich das System automatisch auf das Prisma 21 einstellt und die Position des Prismas bestimmt.

2. Zu einem zweiten, auf den Roboterarm montierten Meßsystem gehört eine Winkelmeßvorrichtung 23, die beispielsweise vom gleichen Typ sein kann wie die in Abb. 1 unter 4 - 8 dargestellte Vorrichtung. Diese Winkelmeßvorrichtung zeigt den Winkel zwischen dem vom Hauptmeßsystem A übertragenen, im wesentlichen parallelen Lichtstrahl 24 und der Senkrechten zu der Oberfläche, auf der die Vorrichtung 23 befestigt ist, an. Genau wie bei der in Abb. 1 dargestellten Ausführungsart kommen zwei Höhenwinkelmeßgeräte zum Einsatz, wobei diese Meßgeräte der Abbildung nur durch einen Block 25 dargestellt sind. Ein Entfernungsmesser 26, mit dem die Entfernung zur nächstliegenden Oberfläche automatisch gemessen werden kann, ist fest an der Unterseite des Roboterarms 22 montiert und vorzugsweise auf die Linie ausgerichtet, anhand derer der Winkel mit Hilfe der zwei Höhenwinkelmeßgeräte 25 gemessen wird, obwohl das besagte Entfernungsmessgerät auch in einem vorher ausgewählten Winkel zu der besagten Linie plaziert sein kann. Der Block 27 stellt den Computer dar.

Als Entfernungsmesser 26 kann selbstverständlich auch ein elektronisches Streckenmeßgerät eingesetzt werden, obwohl ein solches Entfernungsmessgerät für die hier beschriebenen Zwecke unnötig hohe Ausgaben erfordert. Es gibt andere, relativ preiswerte Entfernungsmessgeräte, die statt dessen zum Einsatz kommen können,

besonders, wenn der Roboterarm 22 relativ nah an der Oberfläche der Karosserie bewegt wird. Ansonsten wird der Roboterarm so geführt, daß das Entfernungsmeßgerät 26 möglichst nahe an der Karosserie im rechten Winkel die Messungen vornimmt. Ein Entfernungsmeßgerät, das kurze Entfernungen mit großer Genauigkeit mißt, ist der sogenannte OPTICATOR, bei dem ein übertragener Laserstrahl nach der Reflexion von der Meßoberfläche ein Linsensystem passiert und dann auf einen SITEC-Detektor auftrifft. Zur besseren Darstellung ist der gezeigte Roboterarm 22 relativ weit von der Karosserieoberfläche entfernt platziert. Bei Anwendung eines OPTICATORS wird der Roboterarm sehr nah an der Karosserie bewegt, und zwar in einer Entfernung von einigen Zentimetern bis zu einem Dezimeter. Die Genauigkeit des mit Hilfe dieses Meßverfahrens ermittelten Ergebnisses liegt dann in einem Toleranzbereich von etwa ein bis zwei Mikrometern. Ein anderer für diese Zwecke geeigneter Entfernungsmeßgerätetyp 26 ist das in der Internationalen Patentanmeldung PCT/SE89/00009 beschriebene Interferometerentfernungsmeßgerät. Auch andere Arten von Entfernungsmeßgeräten, wie zum Beispiel akustische Meßgeräte, können zum Einsatz kommen. Ein wichtiges Kriterium für den einzusetzenden Entfernungsmesser ist, daß mit ihm kurze Entfernungen mit großer Genauigkeit gemessen werden können.

Der Roboter kann sehr einfach und billig gebaut sein. Er muß nicht ausgesprochen präzise arbeiten und kann sogar, wie etwa der für Anstreicharbeiten und ähnliches eingesetzte Roboterarm, vibrieren, da die geforderte Meßgenauigkeit mit Hilfe der erfindungsgemäßen Vorrichtung erreicht wird. Der Roboterarm 22, an dem sich das Teil B der erfindungsgemäßen Vorrichtung

befindet, wird über das zu vermessende Objekt, d. h. die Karosserie, geführt, und zwar entsprechend einem programmierten Bewegungsmuster, das für eine automatische Abtastung mit hoher Meßgenauigkeit sorgt, da das Hauptsystem konstant die Entfernung zum Prisma 21 mißt. Teil B' der Meßvorrichtung muß auch nicht an einem Roboterarm befestigt sein, und die Vorrichtung kann statt dessen in einen Kasten 31 eingebaut sein, der von einem Ausführenden gehalten und per Hand bewegt wird (Abb. 3). Bei dieser Ausführungsart besteht auch die Möglichkeit, den Entfernungsmeßstrahl 32 des Gerätes A zum Messen der Ablenkungswinkel einzusetzen, was durch eine im wesentlichen koaxiale Anordnung bewirkt wird, d. h., das Prisma 3 und das Linsensystem 4, 5, 6 (Abb. 1) sind nicht in optischem Abstand voneinander plazierte. Koaxialanordnungen sind in der Optik (siehe zum Beispiel US 4 712 915) relativ verbreitet, so daß auf eine gesonderte Darstellung einer solchen Anordnung in einer Abbildung verzichtet wurde. Zur Anordnung kann zum Beispiel ein im Strahlenverlauf vor dem optischen System platzierter Strahlenteiler gehören, wobei der Strahlenteiler dazu dient, einen Teil des einfallenden Lichtstrahls auf das Prisma 3 und einen weiteren Teil auf das Linsensystem 4, 5, 6 zu lenken, wobei diese optischen Einheiten natürlich so angeordnet sind, daß sie das vom Strahlenteiler kommende Licht empfangen.

Wahlweise kann der Strahlenteiler durch einen kleinflächigen Spiegel ersetzt werden, der schräg und mittig in den Strahlenverlauf plazierte ist und den Mittelteil des einfallenden Lichtstrahls entweder auf das Prisma 3 oder das Linsensystem 4, 5, 6 (das dann auf den Spiegel und nicht, wie in Abb. 1 dargestellt,

geradeaus gerichtet ist) lenkt.

Wird Teil B' von Hand gehalten, ist ein Vibrieren schwer zu vermeiden. Das dabei auftretende Vibrieren ist sogar noch viel ausgeprägter als die Vibrationen, die auch vom einfachsten Roboter verursacht werden. Folglich muß das auftretende Vibrieren kompensiert werden. Das kann auf herkömmliche Weise, mit Hilfe eines sogenannten TN-Systems (Übertragunsnormalisierungssystem) (in Abb. 1 als ein durch eine Strichlinie dargestellter Kasten 33 veranschaulicht). Zu dem System gehören sechs paarweise angeordnete und einander entgegengerichtete, entlang jeder der kartesischen Koordinaten x , y , z angeordnete Beschleunigungsmeßgeräte, das heißt zwei Beschleunigungsmeßgeräte pro Koordinatenachse. Die von den sechs Beschleunigungsmeßgeräten im TN-System 33 erzeugten Signale werden an den Computer 9 übermittelt, der das Vibrieren des obenerwähnten Teils B' bei jedem Meßvorgang auf der Grundlage der besagten Signale kompensiert.

Das Vermessen der äußeren Gestalt eines großen Objekts, wie etwa eines Autos, muß nicht unbedingt ohne Kontakt mit den zu vermessenden Oberflächen erfolgen. Abb. 4, in der Teile, die den in Abb. 2 dargestellten gleichen, mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, zeigt, daß das Entfernungsmeßgerät 26 durch eine unbewegliche Meßplatte 34 ersetzt werden kann, die beispielsweise eine Länge von 10 cm und deren Spitze die Form einer kleinen Kugel 35 hat. Die Meßplattenhalterung kann mit einer Meßeinrichtung (nicht dargestellt) ausgestattet sein, die dazu dient festzustellen, wann die Kugel Kontakt mit dem zu vermessenden Objekt, zum Beispielt einem Auto, hat.

Abb. 5 zeigt eine Ausführungsart, bei der eine Hauptmeßstation mit einem Entfernungsmeßgerät 40 zentral plaziert wird. Die Hauptmeßstation enthält auch eine Einheit 41, die sich mit Hilfe eines Reflexes von einem zu vermessenden Punkt selbst ausrichtet und jede Bewegung des Reflexes nachvollzieht. Zu diesem Zweck ist die Einheit 41 mit Servomotoren ausgestattet, die das Entfernungsmeßgerät drehen, um es sowohl horizontal als auch vertikal genau auszurichten. Der exakte Aufbau dieser Hauptmeßstation hat für das vorliegende Dokument keine Bedeutung und stellt keinen Bestandteil der Erfindung dar. Eine Ausführungsart dieser Meßstation wird in der gleichartigen schwedischen Patentmeldung No. 8901221-5 beschrieben. Die Motoren benötigen jedoch Platz und eine zusätzliche Energieversorgung, durch eine Batterie 42 veranschaulicht, und machen außerdem den Einbau eines relativ großen Rechengerätes 421 erforderlich, was dazu führt, daß die Hauptmeßstation ziemlich voluminös und schwer ist. Folglich ist es vorzugsweise zu vermeiden, daß die Meßstation während der Lagebestimmung der Meßpunkte im Gelände bewegt werden muß.

Um die Lage von Meßpunkten bestimmen oder festlegen zu können, die von der Hauptmeßstation aus nicht sichtbar sind, verfügt der Vermessungsgehilfe über eine Zwischenmeßstation, zu der ein Stab 43, der am unteren Ende mit einem Stativ 44 versehen ist, und eine Vorrichtung 45, die ein genau senkrechtes Plazieren des Stabes möglich macht, gehören. Am oberen Ende des Stabes ist ein Entfernungsmeßgerät 46 schwenkbar angebracht, das mindestens mit einem Höhenwinkelmeßgerät ausgestattet ist, so daß es zur Ausrichtung auf eine Zielmarke 47 auf und nieder bewegt werden kann, wobei

bei der in Abb. 5 gezeigten Ausführungsart diese Zielmarke ein an einer Abstecklatte oder einem Absteckstab 48 angebrachter Reflektor ist, auf den die Sicht von der Hauptmeßstation aus durch ein Gebäude versperrt ist.

Am Stab 43 ist ein Reflektor 49 befestigt, auf den die Hauptmeßstation ausgerichtet ist und an dem das Meßverfahren durchgeführt wird. Die Position der Hauptmeßstation sowie ihre horizontale und vertikale Ausrichtung sind bekannt. Außerdem wird mit Hilfe des Entfernungsmeßgerätes 41 die Entfernung zur Zwischenmeßstation ermittelt. Das Rechengerät 421 der Hauptmeßstation kann auf dieser Grundlage die Position der Zwischenmeßstation 43 - 46 errechnen. Das zur Zwischenmeßstation gehörende Entfernungsmeßgerät dient dazu, die Entfernung zum Reflektor 47 und den Höhenwinkel des Entfernungsmeßgeräts, d. h. den Winkel, in dem der Entfernungsmesser zur Waagerechten geneigt ist, zu ermitteln.

Zur Bestimmung der Lage des Meßpunktes 47 in einer Horizontalebene wird die Zwischenmeßstation zusammen mit dem Entfernungsmesser 41 in eine neue Position gebracht und eine erneute Messung am Reflektor 47 durchgeführt, wobei anschließend die Position des Reflektors 47 durch Triangulation ermittelt wird. Das Prisma 49 muß auf die Hauptmeßstation 40, 41 gerichtet sein. Um das zu erreichen, kann das Prisma entweder schwenkbar am Stab 43 angebracht oder starr am Stab 43 befestigt sein, wobei der Stab dann so gedreht wird, daß das Prisma auf die Hauptmeßstation ausgerichtet wird. Im letzteren Fall ist das Entfernungsmeßgerät 46 so angebracht, daß es um die Stabachse geschwenkt

werden kann. Diese Schwenkhalterung kann mit einem Winkelanzeigergerät ausgestattet sein, das dazu dient, den Winkel zwischen den verschiedenen Winkelpositionen des Reflektors 49 sowie den Winkel zwischen dem Entfernungsmeßgerät und der Stabachse anzuzeigen. Mit Hilfe dieses Winkels kann die Position des Reflektors errechnet werden, wodurch die Notwendigkeit entfällt, zur Bestimmung der Position des Prismas die Zwischenmeßstation an zwei verschiedenen Positionen zu platzieren. Statt dessen kann die Zwischenmeßstation zusammen mit ihrem Entfernungsmeßgerät mit einem Seitenwinkelmeßgerät ausgerüstet werden und zusätzlich zu den Messungen am Prisma 47 eine Messung an einem Bezugspunkt erfolgen, dessen Lage bekannt ist. Dieser Bezugspunkt kann der Einfachheit halber einer der anderen Meßpunkte sein, an denen Messungen von der Hauptmeßstation 40, 41 aus direkt durchgeführt wurden. Wahlweise kann die Hauptmeßstation mit einem Reflektor (nicht dargestellt) ausgestattet sein und für Bezugsmessungen genutzt werden. Die Lage des Meßpunktes kann dann durch Kombinieren der an der Hauptmeßstation und dem Gerät der Zwischenmeßstation ermittelten Meßergebnisse mit Hilfe eines Rechenprogramms, das auf in der gesamten Meßanordnung vorherrschenden einfachen geometrischen Beziehungen basiert, errechnet werden. Diese Beziehungen wie auch die Struktur der geeigneten Software sind dem Fachmann wohlbekannt und brauchen demzufolge hier nicht im Detail beschrieben werden.

Abb. 6 zeigt eine andere Ausführungsart einer erfindungsgemäßen Zwischenstation. Bei dieser Ausführungsart kann die verwendete Latte eine mit einem Stützfuß 51 ausgerüstete sogenannte Jacobs-Latte sein. Am oberen Ende der Latte ist ein unbeweglicher Rahmen 52

angebracht, auf dem ein stabähnliches Teil 53 fest montiert ist. Zu diesem Teil gehört ein Entfernungsmeßgerät 54, vorzugsweise ein elektrisches Entfernungsmeßgerät, das dazu dient, mit Hilfe von moduliertem Licht Zielmarkenentfernungen geradlinig zu messen. Das Entfernungsmeßgerät ist vorzugsweise von der Art, die mit direktem Reflex mißt, d. h., die Entfernung zu einer Zielmarke direkt, ohne daß zur Ausstattung ein gesonderter Reflektor gehören muß, ermittelt. Das Entfernungsmeßgerät 54 kann in bezug auf das stabähnliche Teil 53 geschwenkt werden, und zwar mit Hilfe einer Schwenkvorrichtung 55, die mit einem Drehwinkelsensor ausgerüstet ist. Das Entfernungsmeßgerät 54 ist mit Elektronik und einer Anzeige 56 ausgestattet.

Über dem Entfernungsmeßgerät 54 ist an dem Stab 57 ein Gerät installiert, das anzeigt, in welcher Richtung sich die Hauptentfernungsmeßstation (nicht dargestellt) befindet und das der in Abb. 6 dargestellten Station automatisch folgt, wobei dieses Richtungsanzeigegerät entweder ein Teleskop 58 oder eine optische Vorrichtung 59, zu der eine Linse 60, ein Filter 61 und ein zweidimensionaler Detektor 62, im wesentlichen von der Art wie die in Abb. 1 dargestellten Elemente 4 - 6, gehören, ist. Ein Tripelprisma 63 ist am selben Stab 47 befestigt wie das Richtungsanzeigegerät und dient als das Element, an dem sich die Hauptentfernungsmeßstation automatisch ausrichtet und an dem von der Hauptmeßstation aus die Meßverfahren durchgeführt werden.

Wie aus Abb. 6 ersichtlich wird, befinden sich die zwei Höhenwinkelmeßgeräte 64 und 65 bei dieser Ausführungsart, die den Elementen 10 und 11 in Abb. 1A ent-

sprechen, im Entfernungsmeßgerät 54, das um eine quer zum Stab 57 verlaufende Achse gedreht werden kann, so daß es möglich ist, das Meßgerät nach oben und unten zu richten.

In der Praxis baut der Vermesser zuerst die Hauptmeßstation auf, die sich vorzugsweise automatisch auf eine mit einem Prisma ausgestattete Zielmarke ausrichtet und anschließend diese Ausrichtung beibehält und jeder Bewegung der besagten Zielmarke folgt. Eine solche Hauptmeßstation ist relativ groß und schwer und beim Errichten des Unterbaus der Station muß mit sehr großer Exaktheit gearbeitet werden, um zu gewährleisten, daß das Entfernungsmeßgerät genau waagerecht aufgestellt wird. Die in Abb. 6 gezeigte Meßstation kann relativ leicht transportiert und an einer Stelle errichtet werden, von der aus spätere Messungen an Zielpunkten durchgeführt werden können, die von der Hauptmeßstation aus nicht direkt sichtbar sind. Der Vermesser stellt die Latte 50 an der Meßstelle auf und richtet das an der Latte befindliche Prisma 63 auf die Hauptmeßstation, indem er entweder das Teleskop 58 benutzt oder sich auf mit Hilfe der optischen Vorrichtung 59 gewonnene Informationen stützt, und plziert den Stützfuß 51 so, daß die Ausrichtung im wesentlichen unverändert bleibt. Das Entfernungsmeßgerät 54 wird dann durch Drehen des Meßgeräts um den Stab 57 sowie um eine senkrecht zum Stab verlaufende Achse auf den Zielpunkt gerichtet, wobei das in das Entfernungsmeßgerät eingebaute Teleskop 66 zur Anwendung kommt. Mit Hilfe der zwei Höhenwinkelmeßgeräte 64 und 65 wird nun die vertikale Ausrichtung des Entfernungsmeßgerätes gemessen. Auch die Winkeldrehung des Entfernungsmeßgerätes im Verhältnis zum Stab wird genau gemessen.

Die im Rechengerät 56 gespeicherte Software kann Algorithmen enthalten, die auf der Grundlage des Auftreffpunktes auf den zweidimensionalen Detektor 62 der Vorrichtung 59, der Entfernung zwischen der Vorrichtung 59 und dem Entfernungsmeßgerät 54 und der Einstellung des Entfernungsmeßgerätes, bezogen auf den Stab 57, die Position der Vorrichtung 59 im Verhältnis zu einem Schnittpunkt berechnet, der in den Höhenwinkelmeßgeräten 64, 65 neben dem Entfernungsmeßgerät 54 liegt.

Abb. 7 zeigt ein erstes Beispiel für ein unter Verwendung der in Abb. 5 oder Abb. 6 dargestellten Zwischenmeßstation durchgeführtes Maßverfahren. Außerhalb eines Gebäudes 69 wird eine Hauptmeßstation 68 aufgebaut. Eine Zwischenmeßstation 71 wird in einem Raum im Gebäude 69 plaziert. Von der Hauptmeßstation 68 aus wird nun durch ein offenes Fenster 70 hindurch eine Messung an der Zwischenmeßstation 71 durchgeführt. Mit Hilfe der Zwischenmeßstation 71 werden verschiedene Messungen innerhalb des Raumes vorgenommen, wobei die Hauptmeßstation 68 auf die Zwischenmeßstation ausgerichtet bleibt und die Position des Prismas auf der besagten Zwischenmeßstation bei jedem Meßereignis nachgemessen wird. Es ist schwierig, die in Abb. 6 dargestellte Zwischenmeßstation in unveränderter Stellung zu halten. Dennoch hat diese Instabilität aufgrund der Tatsache, daß die Hauptmeßstation 68 jeder Bewegung der Zwischenmeßstation folgt, und wegen der Meßanordnung in der besagten Zwischenmeßstation 71 keinen Einfluß auf das Meßergebnis.

Abb. 8 zeigt ein anderes Beispiel für ein Meßverfahren unter Verwendung der erfindungsgemäßen, in diesem Fall

der in Abb. 6 dargestellten Zwischenmeßstation. Eine Hauptmeßstation 72 wird vor einer Häuserfront 76 aufgebaut, und zwar so, daß sie längs der Häuserfront ausgerichtet ist. Damit sollen die Positionen der Meßpunkte, die sich zwischen den einzelnen Gebäuden befinden, exakt bestimmt werden. Mit Hilfe einer Zwischenmeßstation 73, die von einem Vermesser die Häuserfront entlanggetragen und vor den Durchgängen zwischen benachbarten Gebäuden aufgestellt wird, werden die beabsichtigten Messungen durchgeführt.

Die Erfindung läßt viele verschiedene Varianten zu.

12.12.90

25

295076

1/6

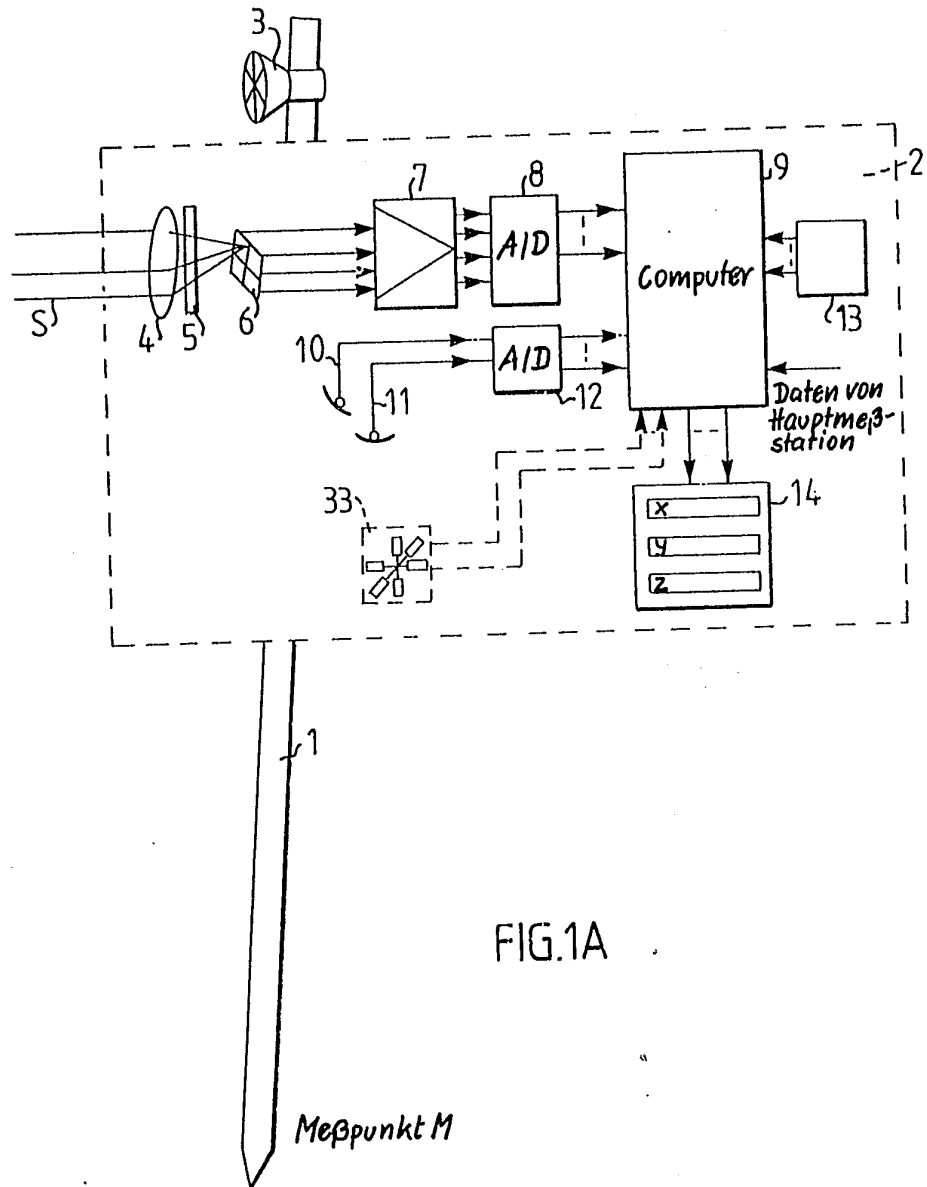


FIG. 1A

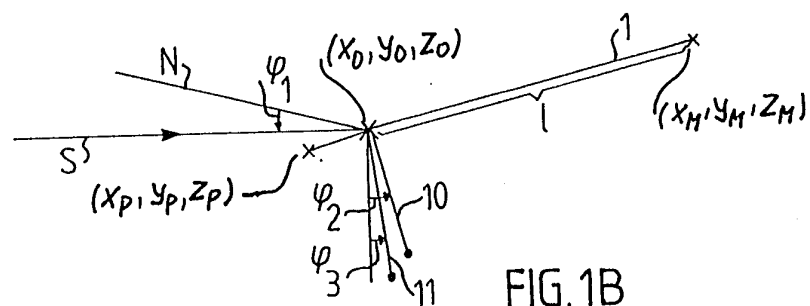


FIG. 1B

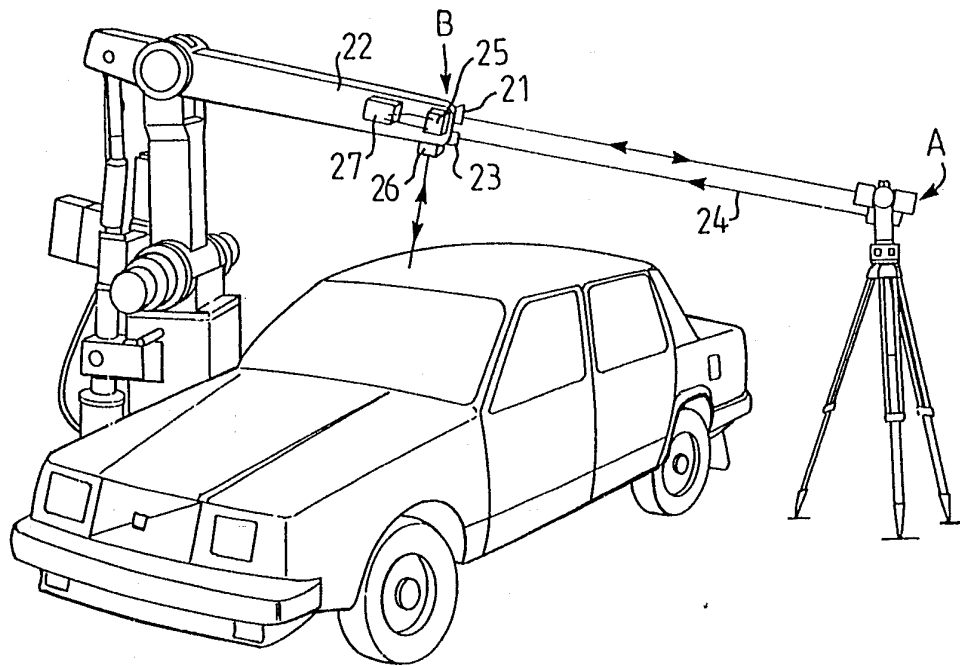


FIG. 2

8 12 1990

27

295016

3/6

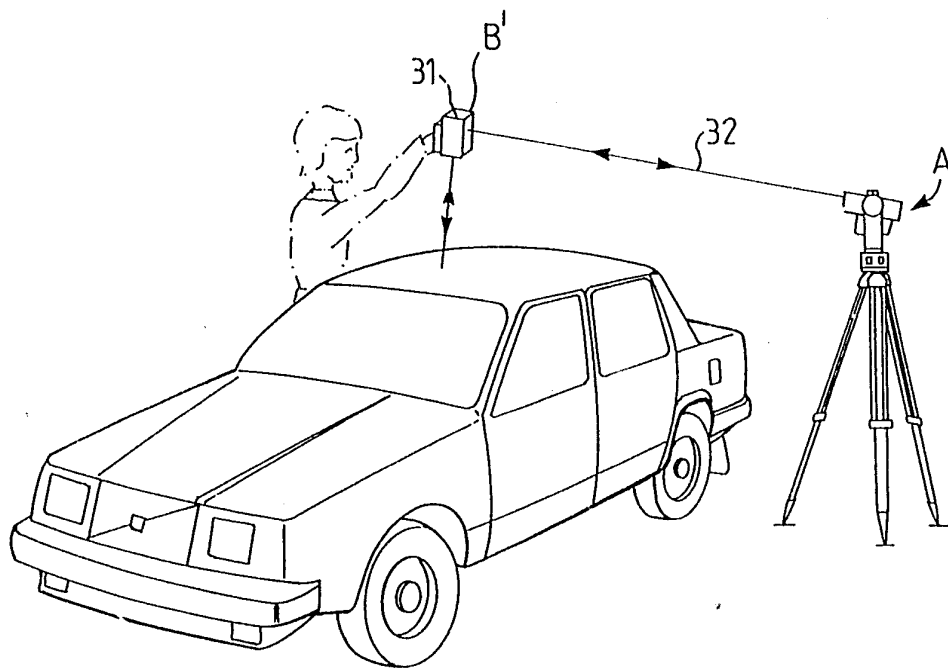


FIG.3

8 12 12 90

28

295016

4/6

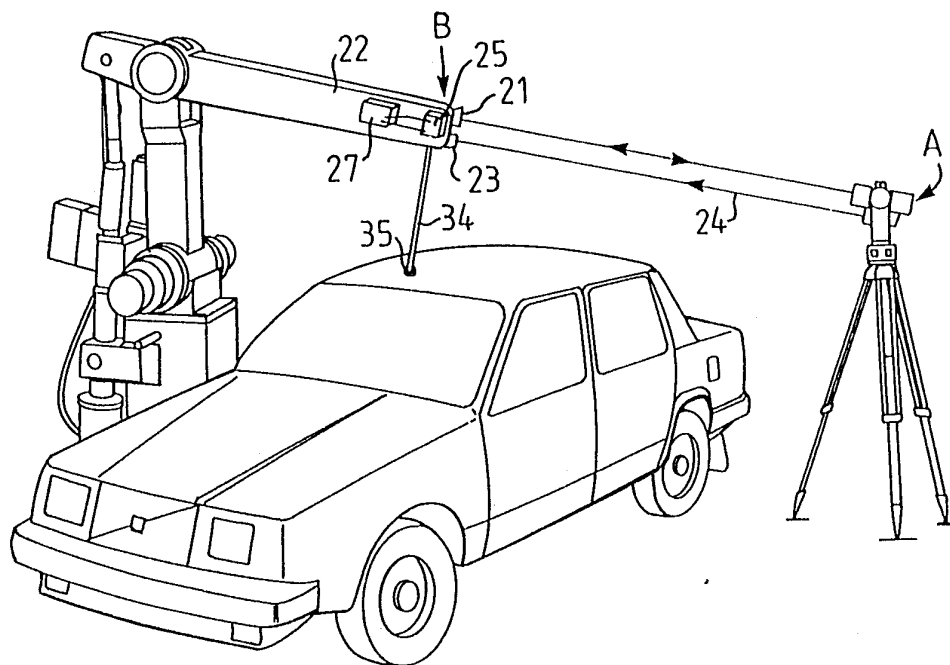


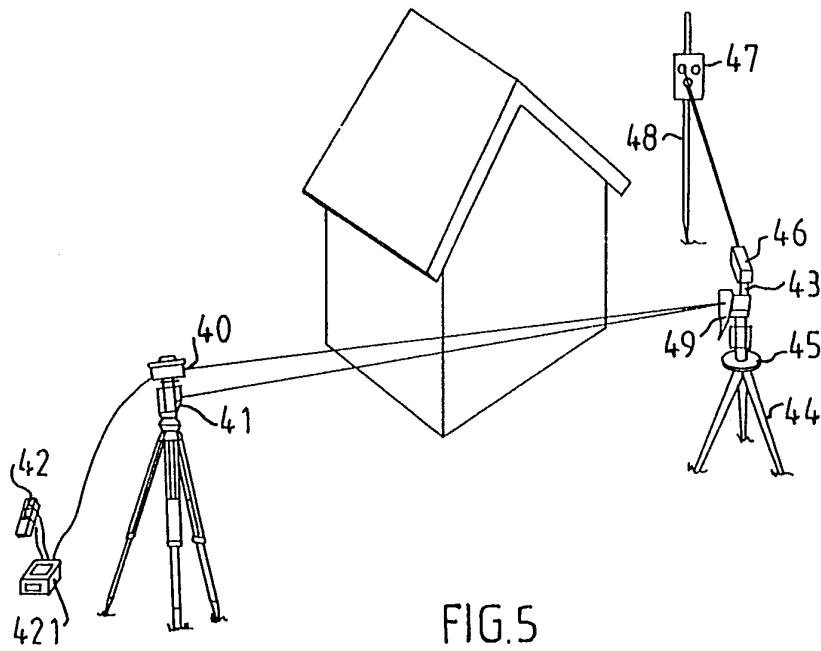
FIG. 4

B 12 12 90

5/6

29

295016



8 12 1990

6/6

30

295016

