



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 31 320 T2** 2006.10.26

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 987 517 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 31 320.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 307 418.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **20.09.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.03.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **17.05.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.10.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G01C 1/02** (2006.01)
G02B 27/14 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

26384198 18.09.1998 JP

(73) Patentinhaber:

Kabushiki Kaisha Topcon, Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Bittner & Partner, 85049 Ingolstadt

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH, DE, LI, SE

(72) Erfinder:

Kimura, Kabushiki Kaisha Topcon, Akio, Tokyo-to, JP; Ishinabe, Kabushiki Kaisha Topcon, Ikuo, Tokyo-to, JP

(54) Bezeichnung: **Automatisches Vermessungsinstrument**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein automatisches Vermessungsinstrument, und im Besonderen ein automatisches Vermessungsinstrument, welches mit einem teleskopischen optischen System ausgestattet ist, welches Reflexionslicht in Verfolgungslicht, Entfernungsmesslicht und sichtbares Licht auftrennen kann.

[0002] [Fig. 2](#) zeigt einen wesentlichen Teil eines automatischen Vermessungsinstruments. Ähnlich wie bei einem Vermessungsinstrument üblicher Ausführung, weist das automatische Vermessungsinstrument eine auf einem Stativ befestigte Nivelliereinheit **1**, eine auf der Nivelliereinheit **1** befestigte Basiseinheit **2**, eine um die vertikale Achse drehbare, auf der Basiseinheit **2** befestigte, Rahmeneinheit **3**, und eine um die horizontale Achse drehbar auf der Rahmeneinheit **3** befestigte Teleskopeinheit **4** auf. Weiters werden, bei dem automatischen Vermessungsinstrument, die Rahmeneinheit **3** und die Teleskopeinheit **4** von einem eingebauten Motor (nicht gezeigt) gedreht und angetrieben, und diese Bauteile können ferngesteuert oder automatisch bedient werden.

[0003] Die Teleskopeinheit **4** weist ein optisches System auf, welches Messlicht projiziert und Reflexionslicht von einem Zielobjekt empfängt. Auf Basis des reflektierten Lichtes wird eine Kollimation auf das Zielobjekt durchgeführt, und es sind Verfolgungsmittel zum Erfassen und Verfolgen des Zielobjektes und Entfernungsmessmittel zur Messung der Entfernung zu dem Zielobjekt vorgesehen.

[0004] Das Messlicht, das von der Teleskopeinheit **4** projiziert wird, wird von einem an dem Zielobjekt installierten Spiegel reflektiert. Indem er das reflektierte Licht empfängt, führt der Vermesser unter Verwendung des Vermessungsinstruments die Kollimation auf das Zielobjekt durch, misst die Distanz oder führt eine automatische Verfolgung des Zielobjektes durch.

[0005] In dem Vermessungsinstrument zur automatischen Verfolgung des Zielobjektes, wie oben beschrieben, beinhaltet das projizierte Messlicht Lichtkomponenten unterschiedlicher Wellenlängen für das Verfolgen oder für die Entfernungsmessung. Das von dem Zielobjekt reflektierte und empfangene Reflexionslicht wird, je nach Verwendungszweck, in Lichtkomponenten mit verschiedenen Wellenlängen aufgeteilt, wie zum Beispiel in das Licht für die Verfolgung, Entfernungsmesslicht und sichtbares Licht. Durch die Verwendung des so aufgeteilten Entfernungsmesslicht und Verfolgungslicht, können Entfernungsmessung und automatisches Verfolgen durchgeführt werden. Die Aufteilung oder Trennung von

Lichtkomponenten mit unterschiedlichen Wellenlängen wird durch optische Mittel erreicht, die an einem optischen Pfad des optischen Systems der Teleskopeinheit **4** angeordnet sind. Als optisches Mittel zum Aufteilen der Lichtkomponenten in eine Vielzahl von Wellenlängen ist die Verwendung eines dichroitischen Prismas weit verbreitet.

[0006] Bezug nehmend auf [Fig. 3](#) wird nun ein optisches System eines automatischen Vermessungsinstruments üblicher Ausführung beschrieben, vgl. US5440112, welches optische Mittel zum Aufteilen der Lichtkomponenten in Lichtkomponenten mit drei verschiedenen Wellenlängen aufweist.

[0007] Dieses optische System weist eine Objektivlinse **5**, eine Fokussierlinse **6**, ein Aufrichtprisma **7**, einen Fokussierspiegel **8** und eine Okularlinse **9** auf. Ein dichroitisches Prisma **10**, das als optisches Mittel dient, ist zwischen der Objektivlinse **5** und der Fokussierlinse **6** angeordnet. Weiters ist zwischen der Objektivlinse **5** und dem dichroitischen Prisma **10** ein Reflexionsspiegel **11** angeordnet, um das Verfolgungslicht zu projizieren.

[0008] Die Fokussierlinse **6** ist in einer Weise angeordnet, dass sie entlang der optischen Achse O bewegt werden kann. Der Laserstrahl, der durch die Objektivlinse **5** eintritt, wird zusammengeführt, um ein Bild auf dem Fokussierspiegel **8** zu bilden. Das Bild, das auf dem Fokussierspiegel **8** gebildet wird, wird von dem Aufrichtprisma in ein aufrechtes Bild umgewandelt. Der Fokussierspiegel **8** hat eine Skala, um das Zielobjekt im Mittelpunkt der Kollimierung aufzufangen und die Okularlinse **9** bildet ein Bild des Zielobjektes, das auf dem Fokussierspiegel **8** gebildet wird, auf der Netzhaut des Vermessers gemeinsam mit der Skala ab. Auf der optischen Achse des Reflexionslichts des Reflexionsspiegels **11** ist ein optisches Verfolgungssystem (nicht gezeigt) angeordnet, und der Laserstrahl des Verfolgungslichts wird über den Reflexionsspiegel **11** in Richtung des Zielobjektes projiziert.

[0009] Das dichroitische Prisma **10** weist eine erste dichroitische Spiegeloberfläche **15** und eine zweite dichroitische Spiegeloberfläche **16** auf, die den optischen Pfad durchqueren. Eine Empfangseinheit für Verfolgungslicht (nicht gezeigt) ist an einer Position gegenüber der ersten dichroitischen Spiegeloberfläche **15** angeordnet und ein Einfall-/Ausstrahllicht trennender Spiegel **17** von dem optischen Entfernungsmesssystem ist an einer Position gegenüber der zweiten dichroitischen Spiegeloberfläche **16** angeordnet. Das optische Entfernungsmesssystem projiziert einen Laserstrahl zur Entfernungsmessung in Richtung des Zielobjektes über den Einfall-/Ausstrahllicht trennenden Spiegel **17**, und empfängt den Reflexions-Laserstrahl für die Entfernungsmessung über den Einfall-/Ausstrahllicht trennenden Spiegel

17.

[0010] Wie oben beschrieben, beinhaltet das projizierte Messlicht Lichtkomponenten mit unterschiedlichen Wellenlängen für die Verfolgung und die Entfernungsmessung. Folgende Lichtkomponenten mit unterschiedlichen Wellenlängen werden benutzt: Sichtbares Licht mit einer Wellenlänge von 400 nm bis 650 nm wird für die Kollimation verwendet, Infrarotlicht mit einer Wellenlänge von 900 nm wird für das Verfolgen, und Infrarotlicht mit einer Wellenlänge von 800 nm wird für die Entfernungsmessung verwendet.

[0011] Wenn das Reflexionslicht durch die Objektivlinse **5** eintritt, wird das Verfolgungs-Reflexionslicht von der ersten dichroitischen Spiegeloberfläche **15** reflektiert, und das Verfolgungslicht wird von den Lichtkomponenten für die Entfernungsmessung und von dem sichtbaren Licht getrennt. Die Empfangseinheit für Verfolgungslicht empfängt das Verfolgungs-Reflexionslicht. Basierend auf dem Ergebnis des Lichtempfangs, treibt eine Steuereinheit (nicht gezeigt) einer Haupteinheit des automatischen Vermessungsinstrumentes den Motor und stellt automatisch eine Anordnung des Instrumentes ein, so dass das Zielobjekt in das Zentrum der Kollimation des Vermessungsinstrumentes kommt.

[0012] Nachdem der Laserstrahl die erste dichroitische Spiegeloberfläche **15** durchlaufen hat, wird das Entfernungsmesslicht von der zweiten dichroitischen Spiegeloberfläche **16** weiters reflektiert, und das Entfernungsmesslicht und das sichtbare Licht werden voneinander getrennt. Das abgetrennte Entfernungsmesslicht wird von dem optischen Entfernungsmesssystem empfangen und die Distanz wird gemessen. Nachdem das sichtbare Licht die zweite dichroitische Spiegeloberfläche **16** durchlaufen hat, wird es über die Okularlinse **9** von dem Vermesser beobachtet, und die Kollimation bei der Einrichtung des automatischen Vermessungsinstrumentes und die Kollimation bei der Messung werden durchgeführt.

[0013] Das Vermessungsinstrument üblicher Ausführung, wie oben beschrieben, ist in solch einer Weise ausgeführt, dass das dichroitische Prisma **10** zum Aufteilen der Lichtkomponenten in sichtbares Licht, Verfolgungslicht, und Entfernungsmesslicht die einfallenden Reflexionslichtkomponenten mit unterschiedlichen Wellenlängen nacheinander auf einer optischen Achse der Teleskopeinheit **4** in Verfolgungs-Reflexionslicht, Entfernungsmess-Reflexionslicht und sichtbares Licht teilt. Das dichroitische Prisma **10** muss die erste dichroitische Spiegeloberfläche **15** und die zweite dichroitische Spiegeloberfläche **16** aufweisen, die die notwendige Größe aufweisen, um den Lichtstrom, der die Objektivlinse durchlaufen hat, zu empfangen, und muss lang genug sein, um das Verfolgungs-Reflexionslicht bzw. das Entfernungsmess-Reflexionslicht zu reflektieren. Daher

muss das dichroitische Prisma **10** notwendiger Weise eine erhebliche Größe aufweisen. Ein großes dichroitisches Prisma **10** ist teuer und benötigt auch eine größere Teleskopeinheit **4**. Wenn die Teleskopeinheit **4** in einer größeren Größe ausgeführt ist, muss ein Teil der elektrischen Schaltungen des elektrischen Systems und des Entfernungsmesssystems an der Rahmeneinheit angeordnet sein, was zu dem Problem führt, dass das Vermessungsinstrument selbst größer und schwerer wird. Die Zunahme an Gewicht resultiert in einer Zunahme des Stromverbrauchs für den Antrieb und es muss zusätzliche Energieversorgung bereitgestellt werden.

[0014] Weiters trennt die erste dichroitische Spiegeloberfläche **15** des dichroitischen Prismas **10** nur einen Teil des Infrarotlichtes aus dem Infrarotlicht und dem sichtbaren Licht heraus und eine optische Membran, die auf der ersten dichroitischen Spiegeloberfläche **15** gebildet ist, muss eine komplizierte Struktur aufweisen und verursacht hohe Kosten.

[0015] Ein Dokument des Standes der Technik, JP-10-132561-A, offenbart ein Vermessungsinstrument mit automatischer Fokussierung. Das Instrument beinhaltet ein dichroitisches Prisma, welches sichtbares Licht durchlässt und Infrarot-Entfernungsmesslicht auf ein entferntes Rechenggerät reflektiert. Dieses Gerät ermöglicht kein automatisches Verfolgen eines Zielobjektes.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0016] Ausführungsformen der Erfindung bieten ein Vermessungsinstrument zur automatischen Verfolgung eines Zielobjektes wobei das Instrument mit kleinen optischen Mitteln ausgestattet ist, die Kosten für die optischen Mittel verringert sind und es kleinere Abmessungen aufweist.

[0017] Die Erfindung ist in den angefügten Ansprüchen festgelegt.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0018] [Fig. 1](#) ist eine Zeichnung, welche eine Anordnung von grundlegenden Bauteilen einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0019] [Fig. 2](#) ist eine Perspektivansicht von einem grundlegenden Teil des automatischen Vermessungsinstrumentes zum Anwenden der vorliegenden Erfindung.

[0020] [Fig. 3](#) ist eine Zeichnung, um eine Anordnung von grundlegenden Bauteilen eines herkömmlichen Beispiels darzustellen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0021] Im Folgenden wird eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. In [Fig. 1](#) werden den gleichen Bauteilen wie in [Fig. 3](#) die gleichen Zeichen zugeordnet, und es wird hier keine detaillierte Beschreibung angegeben.

[0022] Auf einer optischen Achse O sind eine Objektlinse **5**, eine Fokussierlinse **6**, ein Aufrichtprisma **7**, ein Fokussierspiegel **8** und eine Okularlinse **9** in dieser Reihenfolge angeordnet und optische Mittel, oder mehr bevorzugt ein dichroitische Prisma **20**, ist zwischen der Objektlinse und der Fokussierlinse **6** angeordnet.

[0023] Das dichroitische Prisma **20** weist Keilprismen **22** und **23** auf, die an gegenüberliegenden Oberflächen eines Pentaprismas **21** angebracht sind, so dass eine erste dichroitische Spiegeloberfläche **24** und eine zweite dichroitische Spiegeloberfläche **25** gebildet werden.

[0024] Unter den einfallenden Komponenten des Reflexionslichtes lässt die erste dichroitische Spiegeloberfläche **24** sichtbares Licht durch und reflektiert Infrarotlicht. Die zweite dichroitische Spiegeloberfläche **25** lässt Entfernungsmesslicht durch und reflektiert Verfolgungslicht. Auf der optischen Achse des Reflexionslichtes der ersten dichroitischen Spiegeloberfläche **24** ist ein optisches Entfernungsmesssystem (nicht gezeigt) vorgesehen und eine Empfangseinheit für das Verfolgungslicht (nicht gezeigt) ist auf der optischen Achse des Reflexionslichtes der zweiten dichroitischen Spiegeloberfläche **25** vorgesehen. Ein Verfolgungslicht-Emitter (nicht gezeigt) ist auf der Seite der Empfangseinheit für das Verfolgungslicht angeordnet. In der Figur stellt Referenznummer **26** einen Einfall-/Aufsstrahllicht trennenden Spiegel dar und dieser ist in einer Querrichtung angeordnet, so dass er den Lichtstrom in einer Ebene im rechten Winkel zu der Papierebene trennen kann.

[0025] Die erste dichroitische Spiegeloberfläche lässt beispielsweise sichtbares Licht mit einer Wellenlänge von 400 nm bis 650 nm durch, und reflektiert Licht mit einer Wellenlänge von 650 nm bis 850 nm. Die zweite dichroitische Spiegeloberfläche reflektiert Licht mit einer Wellenlänge von 650 nm bis 720 nm und lässt Licht mit Wellenlängen von 720 nm bis 850 nm durch.

[0026] Im Folgenden wird ein Arbeitsablauf beschrieben.

[0027] Wenn das von einem Zielobjekt reflektierte Mess-Reflexionslicht durch die Objektlinse **5** eintritt, werden Infrarotlichtkomponenten, d.h. Verfol-

gungs-Reflexionslicht und Entfernungsmess-Reflexionslicht, von der ersten dichroitischen Spiegeloberfläche **24** reflektiert, und sichtbares Licht durchläuft die Spiegeloberfläche. Das sichtbare Licht das so durchläuft bildet mittels der Fokussierlinse **6** ein Bild auf dem Fokussierspiegel **8**. Dann wird das Bild nochmals auf der Netzhaut des Vermessers gebildet, zusammen mit der Skala des Fokussierspiegels **8**, und eine Kollimation wird durchgeführt.

[0028] Auf der zweiten dichroitischen Spiegeloberfläche **25** wird, zwischen den von der ersten dichroitischen Spiegeloberfläche reflektierten Infrarotlichtkomponenten, das Verfolgungslicht reflektiert und das Entfernungsmesslicht durchgelassen. Das Verfolgungs-Reflexionslicht wird durch das Pentaprisma **21** in einer Richtung im rechten Winkel zu der optischen Achse O projiziert und wird bei der Empfangseinheit für Verfolgungslicht empfangen. Basierend auf den Ergebnissen des Lichtempfangs an der Empfangseinheit für Verfolgungslicht wird eine Anordnung des automatischen Vermessungsinstruments automatisch so eingestellt, dass das Zielobjekt in das Zentrum der Kollimation des Vermessungsinstruments kommt, wie bereits beschrieben wurde. Nach Durchlaufen der zweiten dichroitischen Spiegeloberfläche **25** wird das Entfernungsmess-Reflexionslicht von einem optischen Entfernungsmesssystem (nicht gezeigt) empfangen und die Entfernung wird gemessen. Die optische Achse O und die optische Achse des Reflexionslichtes von der zweiten dichroitischen Spiegeloberfläche können, müssen aber nicht in der gleichen Ebene sein.

[0029] Da sowohl die erste dichroitische Spiegeloberfläche **24** als auch die zweite dichroitische Spiegeloberfläche **25** in einer solchen Weise konstruiert sind, dass das Licht in zwei Komponenten mit einer vorbestimmten Wellenlänge aufgeteilt wird, ist die gebildete optische Membran einfach und zu geringen Kosten verfügbar. Weiters lässt die dichroitische Spiegeloberfläche Licht einer ausgewählten Wellenlänge durch und reflektiert Lichtkomponenten mit einer anderen, als der ausgewählten Wellenlänge, allerdings lässt es das Licht nicht vollständig durch. Daher wird, wenn Licht zwei Mal oder öfter die dichroitische Spiegeloberfläche durchläuft, die Lichtqualität des durchgelassenen Lichtstrahls aufgrund der hohen Dämpfungswirkung reduziert. In der vorliegenden Erfindung läuft das sichtbare Licht nur einmal durch die erste dichroitische Spiegeloberfläche **24**. Das bedeutet, dass Licht in ausreichender Lichtmenge durchläuft und eine präzise Kollimation erreicht werden kann.

[0030] Die dichroitische Spiegeloberfläche, die an der optischen Achse angeordnet ist, könnte nur die erste dichroitische Spiegeloberfläche **24** sein, und die zweite dichroitische Spiegeloberfläche **25** ist dann an einer Position, die von der optischen Achse

O abweicht angeordnet. Das heißt, dass die Abmessung des dichroitischen Prismas **20** in Richtung der optischen Achse kleiner wird. Dementsprechend ist es möglich, indem das dichroitische Prisma **20** an einer Position näher zu der Fokussierlinse **6** angeordnet wird, die Entfernung zwischen dem dichroitischen Prisma **20** und der Objektivlinse **5** zu erhöhen. Das ermöglicht es, den Durchmesser des Lichtflusses des Laserstrahls, der in das dichroitische Prisma **20** eintritt, zu reduzieren und das dichroitische Prisma **20** in einer kompakteren Größe zu gestalten.

[0031] Weil das dichroitische Prisma in einer kompakteren Größe konstruiert werden kann, können die Produktionskosten verringert werden, und es kann neben der Teleskopeinheit genügend Platz freigehalten werden, um die elektrischen Schaltkreise für das Verfolgungssystem und das Entfernungsmesssystem unterzubringen, was wiederum zu einer raumsparenden und einer leichtgewichtigen Konstruktion des gesamten Vermessungsinstrumentes beiträgt. Weiters kann die Dämpfung des sichtbaren Lichtes auf niedrigem Niveau gehalten werden und das ist hilfreich für die präzise Durchführung der Kollimation und für eine Verbesserung der Arbeitseffizienz.

Patentansprüche

1. Automatisches Vermessungsinstrument, welches im Einsatz ein Verfolgungslicht für eine automatische Verfolgung eines Zielobjekts empfängt, wobei das Vermessungsinstrument eine Objektivlinse (**5**) und eine Fokussierlinse (**6**) aufweist, zwischen denen ein optisches Mittel (**20**) angeordnet ist, wobei alle diese Komponenten an einer optischen Achse (O) angeordnet sind, wobei das optische Mittel (**20**) eine, an der optischen Achse (O) angeordnete, erste Reflexionsoberfläche (**24**) und eine, nicht an der optischen Achse (O) ausgerichtete, zweite Reflexionsoberfläche (**25**), aufweist, welche so angeordnet sind, dass Reflexionslicht von der ersten Reflexionsoberfläche (**24**) die zweite Reflexionsoberfläche (**25**) erreicht, wobei die erste Reflexionsoberfläche (**24**) das sichtbare Licht durchläßt und das Verfolgungslicht sowie das Entfernungsmesslicht, welche Infrarotlicht sind, reflektiert, und die zweite Reflexionsoberfläche (**25**) eines von dem Verfolgungslicht und dem Entfernungsmesslicht, welche verschiedene Wellenlängen aufweisen, durchläßt, und das andere aus dem Verfolgungslicht und dem Entfernungsmesslicht reflektiert.

2. Vermessungsinstrument nach Anspruch 1, wobei die zweite Reflexionsoberfläche (**25**) so angeordnet ist, dass Licht von dieser im rechten Winkel zur optischen Achse (O) reflektiert wird.

3. Vermessungsinstrument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste (**24**) und

die zweite (**25**) Reflexionsoberfläche dichroitische Spiegel aufweisen.

4. Vermessungsinstrument nach Anspruch 1, wobei die erste Reflexionsoberfläche (**24**) Licht mit einer Wellenlänge von 400 nm bis 650 nm durchläßt und Licht mit einer Wellenlänge von 650 nm bis 850 nm reflektiert; und die zweite Reflexionsoberfläche (**25**) eingerichtet ist, um Licht mit einer Wellenlänge von 650 nm bis 720 nm zu reflektieren und Licht mit einer Wellenlänge von 720 nm bis 850 nm durchzulassen.

5. Vermessungsinstrument nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in welchem weiters ein Einfall-/Ausstrahl-Spiegel (**26**) beinhaltet ist, der eingerichtet ist, um Licht, das von der zweiten Reflexionsoberfläche (**25**) durchgelassen wurde, zu empfangen, wobei der Einfall-/Ausstrahl-Spiegel (**26**) in eine Richtung quer zum reflektiertem Licht ausgerichtet ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

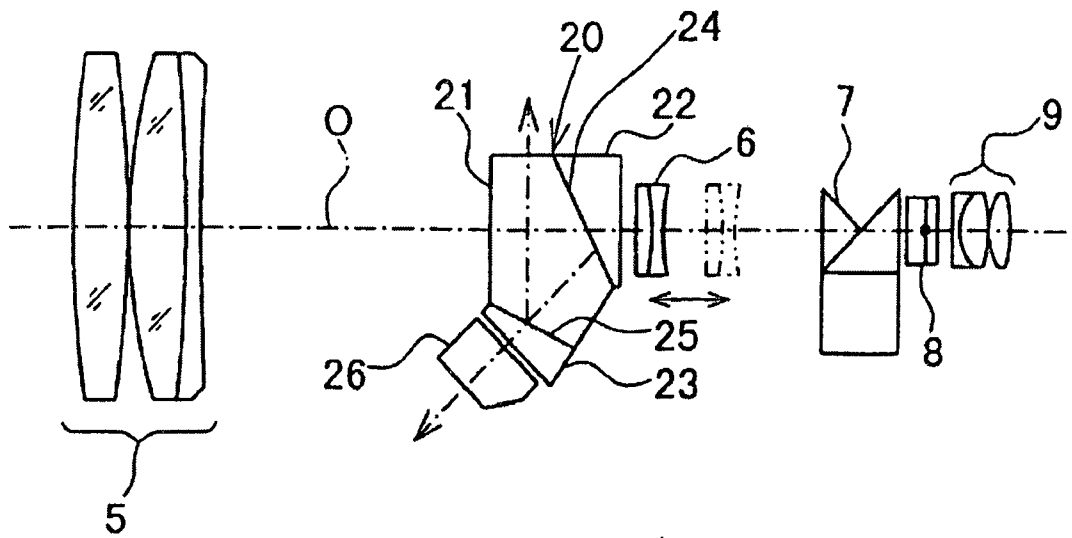


FIG. 2

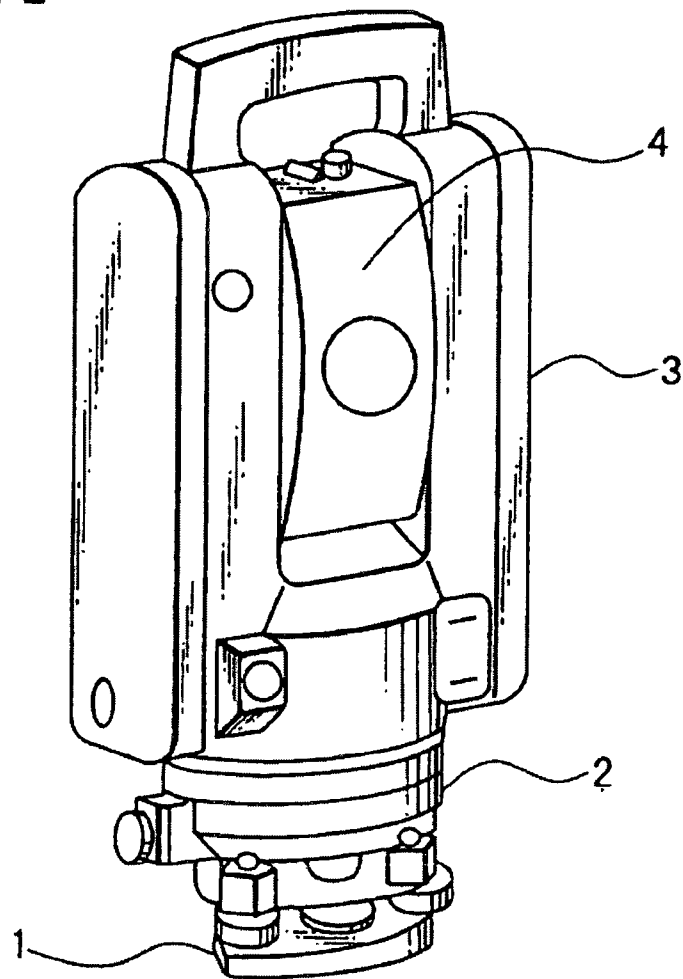


FIG. 3

