



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 016 433 A1** 2005.10.20

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 016 433.9**

(22) Anmeldetag: **31.03.2004**

(43) Offenlegungstag: **20.10.2005**

(51) Int Cl.7: **G02B 21/24**  
**G02B 21/18**

(71) Anmelder:  
**Carl Zeiss Jena GmbH, 07745 Jena, DE**

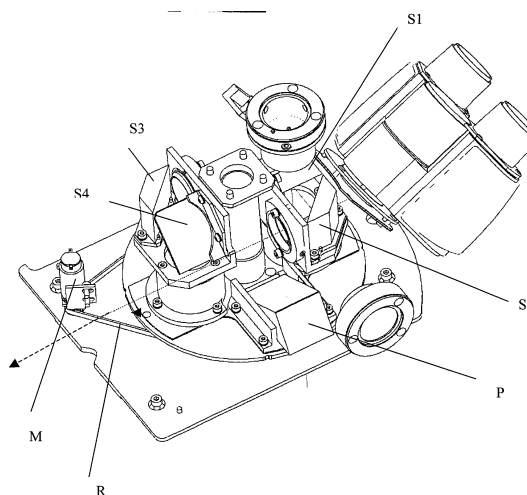
(72) Erfinder:  
**Schau, Dieter, 07778 Lehesten, DE; Kühn, Peter, 07743 Jena, DE; Goelles, Michael, Dr., 07745 Jena, DE; Funk, Jörg-Michael, Dr., 07743 Jena, DE**

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

(54) Bezeichnung: **Anordnung zur Veränderung der Auskopplung des Objektlichtes und/oder der Einkopplung von Licht für ein Laser-Scanning-Mikroskop**

(57) Zusammenfassung: Anordnung zur Veränderung der Auskopplung des Objektlichtes und/oder der Einkopplung von Licht für ein Laser-Scanning-Mikroskop, wobei ein drehbarer Tubusrevolver vorgesehen ist, der mindestens vier Stellungen aufweist und jeder Tubusstellung eine separate Tubuslinie sowie Umlenkelemente für das Objektlicht zugeordnet sind, wobei mindestens die Tubusstellungen

LSM-Betrieb, LSM/NDD und/oder Manipulation und/oder Beleuchtung, Kamera visuell vorgesehen sind.



**Beschreibung**

**[0001]** Die zweckmäßige Kombination geeigneter Methoden bildet den Schlüssel in der Mikroskopie. Die Schaffung vielfältiger Koppelstellen am Mikroskop wird daher zunehmend ein Grundanspruch der Forschung.

## Stand der Technik

**[0002]** Eine Reihe von Schnittstellen zur Beleuchtung in Auflicht und Durchlicht existieren bereits und werden standardmäßig genutzt [DE 19 702 753 A1]. Der Einbau moderner Manipulationsmöglichkeiten, wie einer Laserpinzette oder das Verfahren der non-descannt Detektion in Kombination mit der Laser-Scanning-Mikroskopie stellen hohe Anforderungen an das Gerätekonzept und die Konstruktion von Tuben, die darüber hinaus noch die klassische VIS-Beobachtung oder eine Kameraaufzeichnung leicht ermöglichen sollen.

**[0003]** Insbesondere erfordert die Konstruktion einfacher Tuben mit N Auskoppelmöglichkeiten einen enormen Platzbedarf nämlich  $2N-1$  Prismenbreiten. Herkömmliche Tuben verfügen daher über maximal drei Schaltstellungen. Die Verlagerung der nicht benötigten Prismen in eine zweite Dimension ermöglicht unter zweckmäßiger Nutzung kombinierter Schieberstellungen eine weitere Reduktion des Platzbedarfs [EP 0 842 449 B1].

## Erfindung:

**[0004]** Gegenstand der Erfindung ist ein platzsparerender Tubus mit mindestens 4 Ausgängen, von denen einer für die visuelle Beobachtung, einer für die Kamera, einer für ein Laser-Scanning-Mikroskop (LSM) und ein Kanal für eine mit dem LSM zu kombinierende Methode wie das NDD-Verfahren oder einen Manipulationslichtstrahl oder ein zweites Scannmikroskop oder eine Laserpinzette vorgesehen ist. Die Schaltung kann wahlweise motorisch oder manuell erfolgen.

**[0005]** Erfindungsgemäß wurde erkannt, daß sich der Platzbedarf in einer Ebene reduzieren läßt, wenn die nicht genutzten Schalterstellungen keinen zusätzlichen Raum einnehmen. Sie wurden daher auf einem Ring angeordnet. Die Kombination mit Schalterstellungen in mindestens einer weiteren Ebene führt zu einer dicht gepackten Schalteinheit.

**[0006]** Ein Teil der zur Auskopplung erforderlichen Optik befindet sich auf einem Tubuslinsenrevolver und lenkt das in den Tubus eintretende Licht in die entsprechenden Kanäle um. Dies wird für

- den VIS-Ausgang durch gemeinsame Rotation von Tubuslinse und Bauernfeindprisma in der unteren Ausspiegelebene,

- den Fotoausgang durch gemeinsame Rotation von Tubuslinse und einem Glaskörper, der aus einem 90-Grad-Prisma und einem geeignetem Glasweg zusammengekittet ist,
- den LSM-Ausgang durch gemeinsame Rotation mindestens eines Spiegels und einer LSM-Tubuslinse
- den NDD-Ausgang durch gemeinsame Rotation von mindestens einem Strahlteiler und einer LSM-Tubuslinse im Tubusrevolver erreicht.

**[0007]** Bestandteil sind fachübliche Variationen sowie die Umkehr von Beobachtungs- und Aufzeichnungsstrahlengang.

## Ausführungsbeispiel

## Detailbeschreibung:

**[0008]** Über einen Motor M und einen Zahnriemen R erfolgt der Antrieb des drehbaren Tubusrevolvers.

**[0009]** In [Fig. 1](#) (Position LSM) wird der vom Objekt kommende Strahlengang über Spiegel S1, S2 zunächst seitlich und dann vom Okular weg in Richtung der Scanner des LSM umgelenkt. Vorteilhaft ist hier, daß der zum LSM gelangende Strahl bezüglich der Drehachse des Tubusrevolvers durch die seitliche Ablenkung durch Spiegel S1 eine außermittige Position erhält, so daß trotz des kompakten Aufbaus keines der für die anderen Ausgänge erforderlichen Elemente im Wege steht.

**[0010]** In [Fig. 2](#) (Position TV) ist eine Drehung des Tubusrevolvers um 90 Grad erfolgt. Das vom Objekt kommende Licht wird über einen Spiegel S5 und ein Glaselement G zum Wegausgleich auf einen seitlichen TV Port TVP umgelenkt, der als Ansatz für eine Kamera zur Bildaufzeichnung dient.

**[0011]** In [Fig. 3](#) (Position NDD) erfolgt in einer zu [Fig. 2](#) um 90 Grad gedrehten Position des Tubusrevolvers eine nicht-descannte Detektion des Objektlichtes über einen Teilerspiegel S4 nach oben in Richtung eines NDD Ports NP, an den sich ein Detektionsstrahlengang anschließt. Gleichzeitig wird ein Teil des Objektlichtes analog zu

**[0012]** [Fig. 1](#) durch S4 seitlich umgelenkt und vom Spiegel S3 in Richtung des LSM Strahlenganges außermittig umgelenkt, so daß gleichzeitig descannt und non-descannt detektiert wird. Durch die Anordnung der Elemente für den LSM bzw. NDD/LSM Strahlengang um 180 Grad versetzt ist es vorteilhaft möglich, die seitliche Versetzung des LSM Strahlenganges zweimal zu realisieren.

**[0013]** In [Fig. 4](#) (Position VIS) erfolgt in einer wiederum um 90 Grad gedrehten Tubusrevolverposition über ein Dachkantprisma eine Umlenkung des Ob-

jektlichtes in Richtung eines Okulars O.

**[0014]** Fig. 5 zeigt eine Unteransicht des Tubusrevolvers mit vier den jeweiligen Elementen in Fig. 1-Fig. 4 zugeordneten Tubuslinsen T1-T4 sowie einer Abdeckung A, die beim NDD Modus wie ein Verschuß bewegt wird, um Umgebungslicht fernzuhalten.

**[0015]** Vorteilhaft ist also für jede Tubusposition eine separate Tubuslinse vorgesehen, wobei die jeweils gegenüberliegenden Tubuslinsen für Beobachtung/Aufzeichnung bzw. LSM/LSM+NDD optisch gleich ausgeführt sein können.

**[0016]** Trotz der Vielzahl der Umschaltmöglichkeiten auf engstem Raum ist durch diese Anordnung der mechanische und Justieraufwand sehr gering, da die gegenseitige Position von Tubuslinse und Umlenkelementen zueinander fest und justierfrei bleibt.

### Patentansprüche

1. Anordnung zur Veränderung der Auskopplung des Objektlichtes und/oder der Einkopplung von Licht für ein Laser-Scanning-Mikroskop, wobei ein drehbarer Tubusrevolver vorgesehen ist, der mindestens vier Stellungen aufweist und jeder Tubusstellung eine separate Tubuslinse sowie Umlenkelemente für das Objektlicht zugeordnet sind.

2. Anordnung nach Anspruch 1, wobei mindestens die Tubusstellungen Stellungen LSM Betrieb, LSM/NDD und/oder Manipulation und/oder Beleuchtung, Kamera und visuell vorgesehen sind.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Tubusstellungen von LSM und LSM/NDD und/oder Manipulation und/oder Beleuchtung einander auf dem Revolver gegenüberliegen.

4. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zur außermittigen Auskopplung des LSM Strahlenganges ein seitlicher Strahlversatz erzeugt wird.

5. Anordnung nach Anspruch 4, wobei die Auskoppelachse des LSM Strahlenganges nicht mit der Drehachse des Tubusrevolvers übereinstimmt.

6. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei einander gegenüberliegende Tubuslinsen optisch gleich ausgebildet sind.

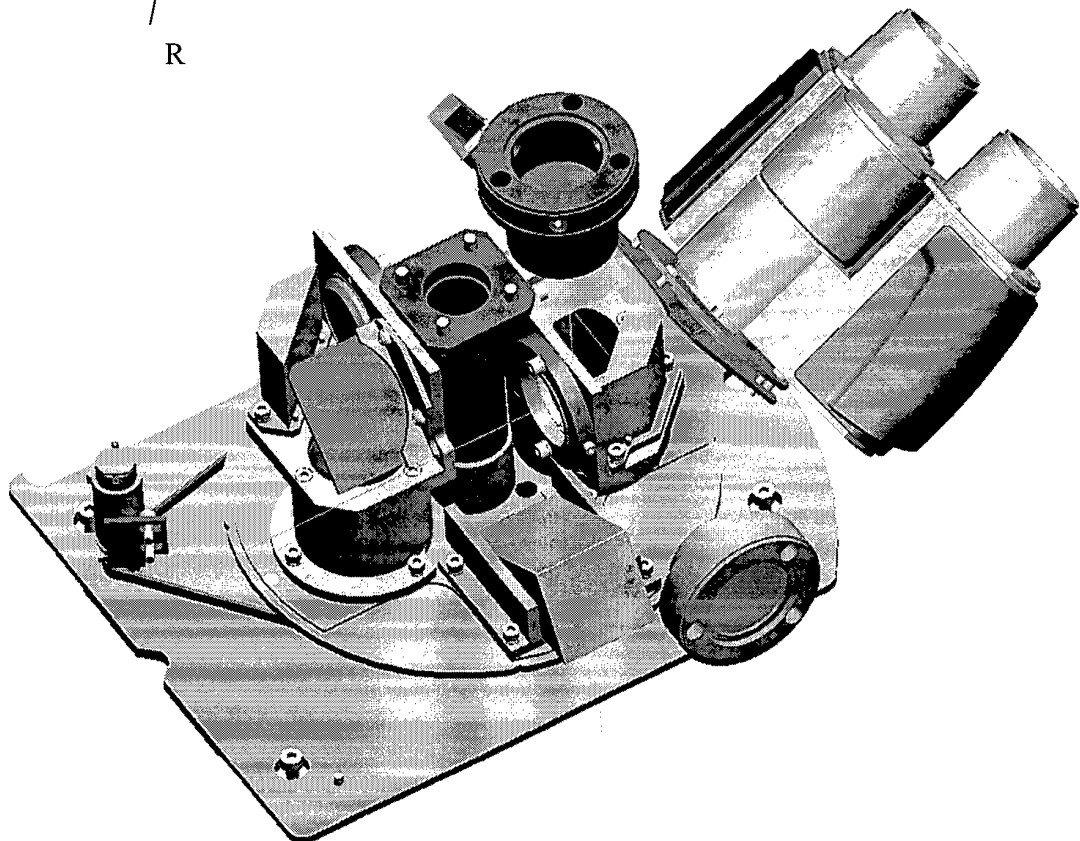
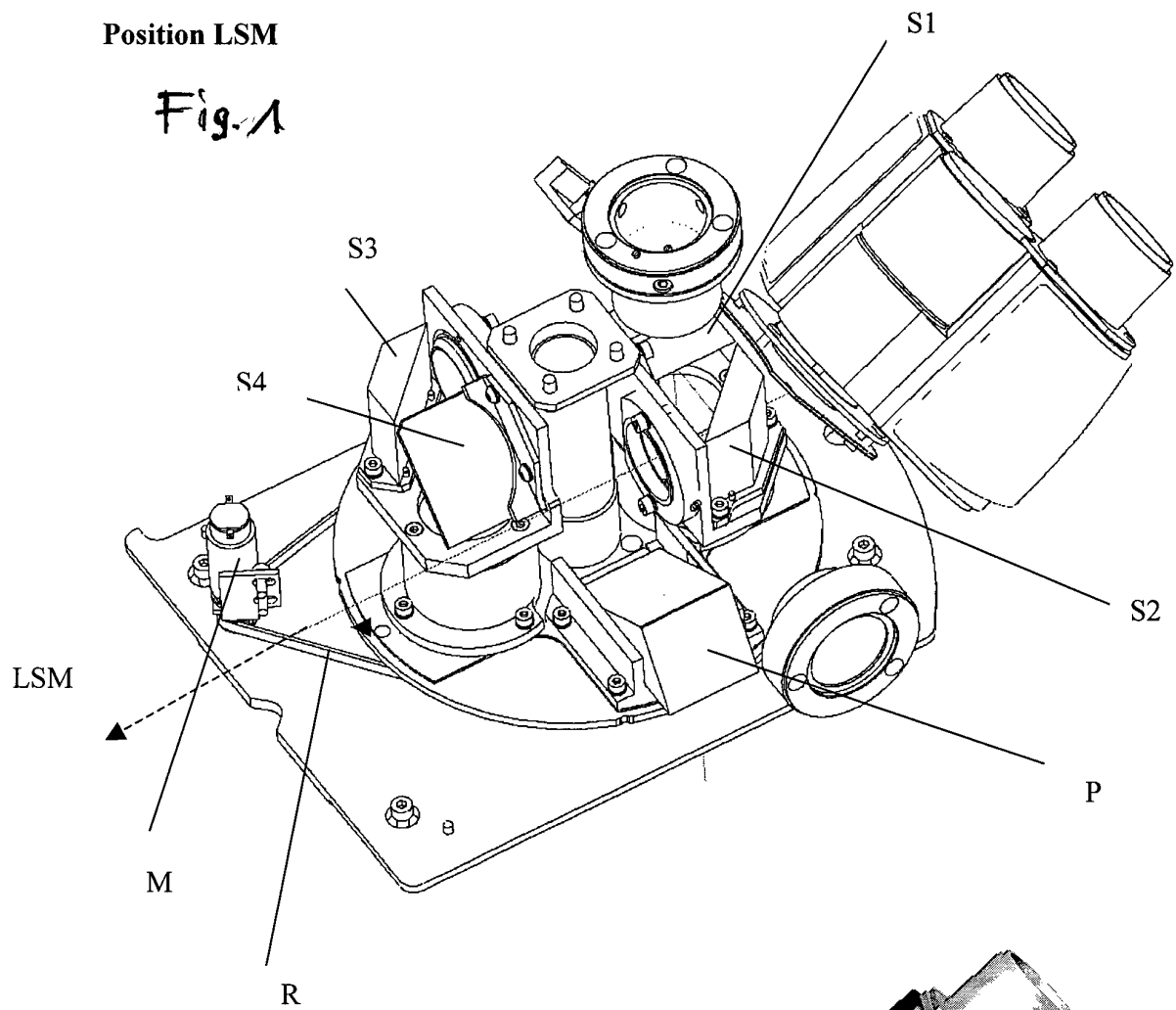
7. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein Verschuß des VIS Ausgangs bei NDD und/oder Manipulationsbetrieb vorgesehen ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

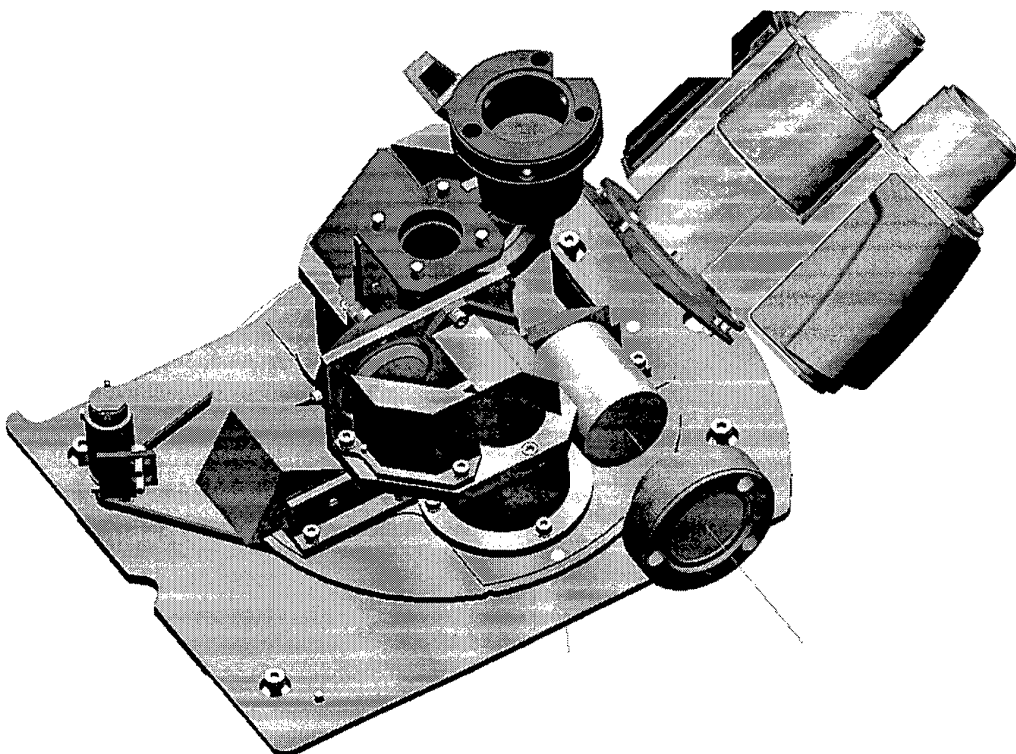
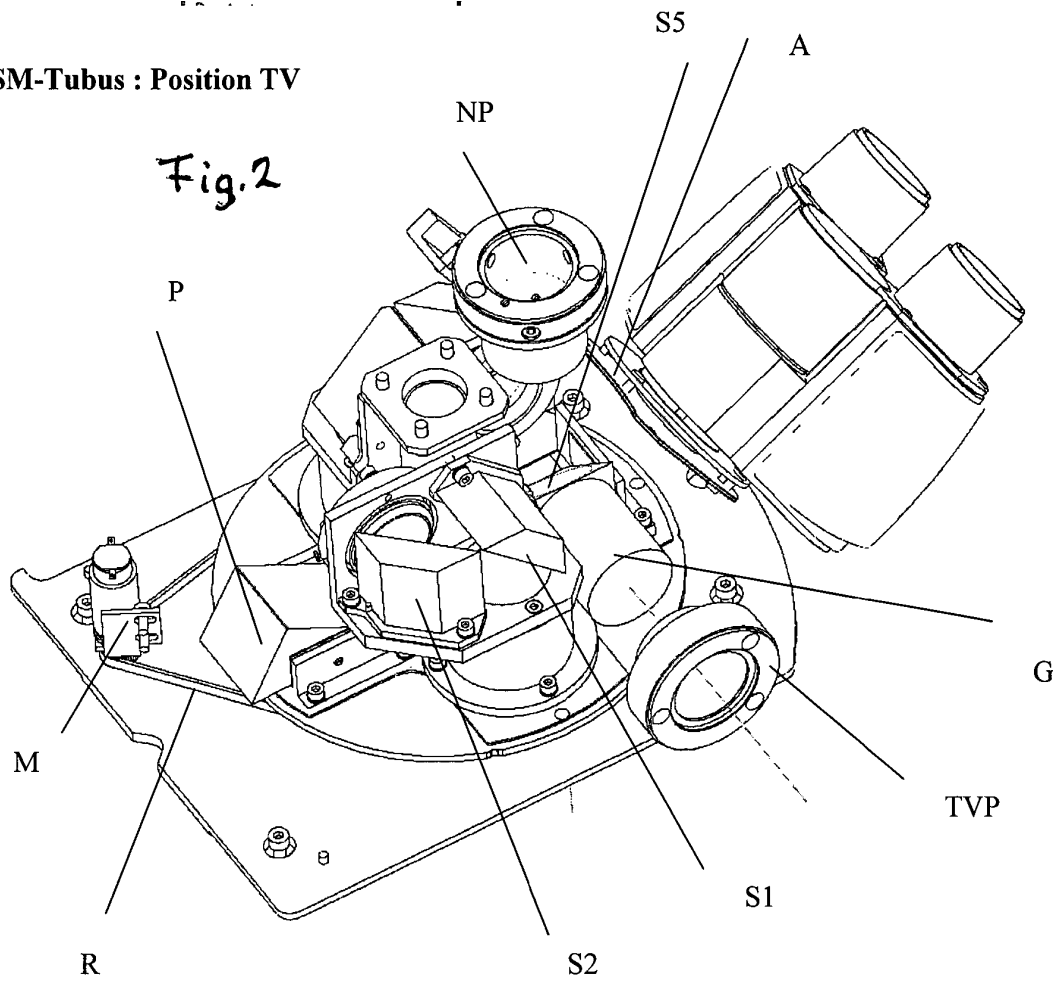
Position LSM

Fig. 1



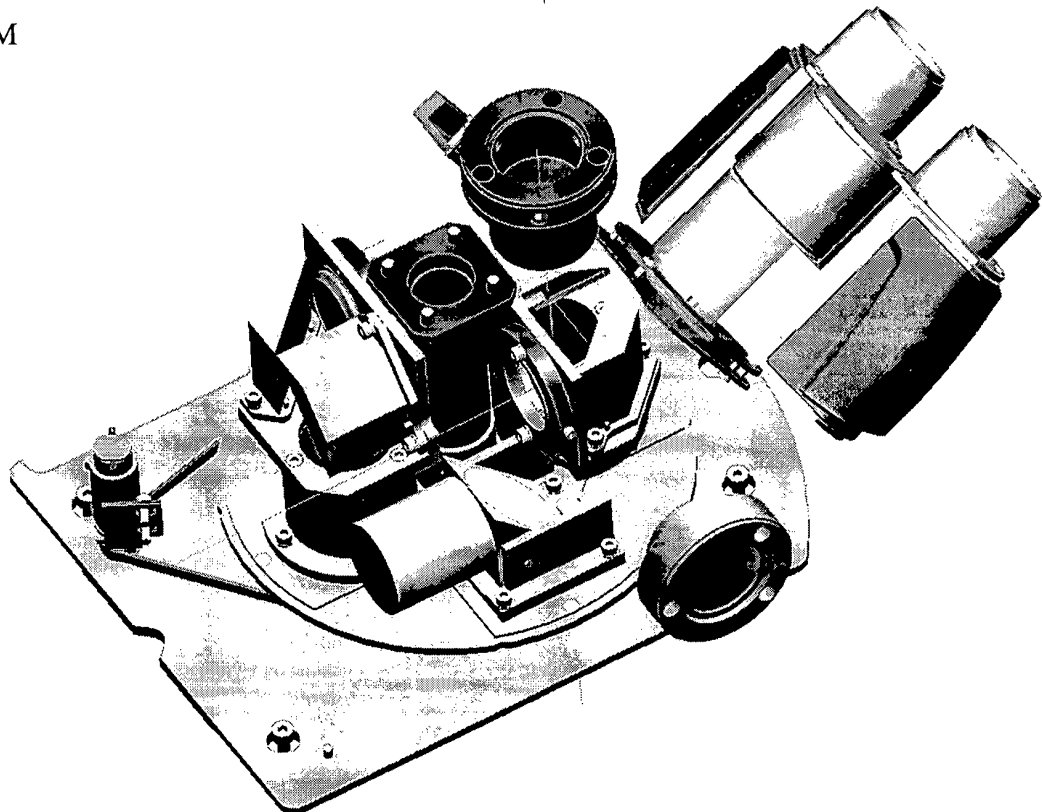
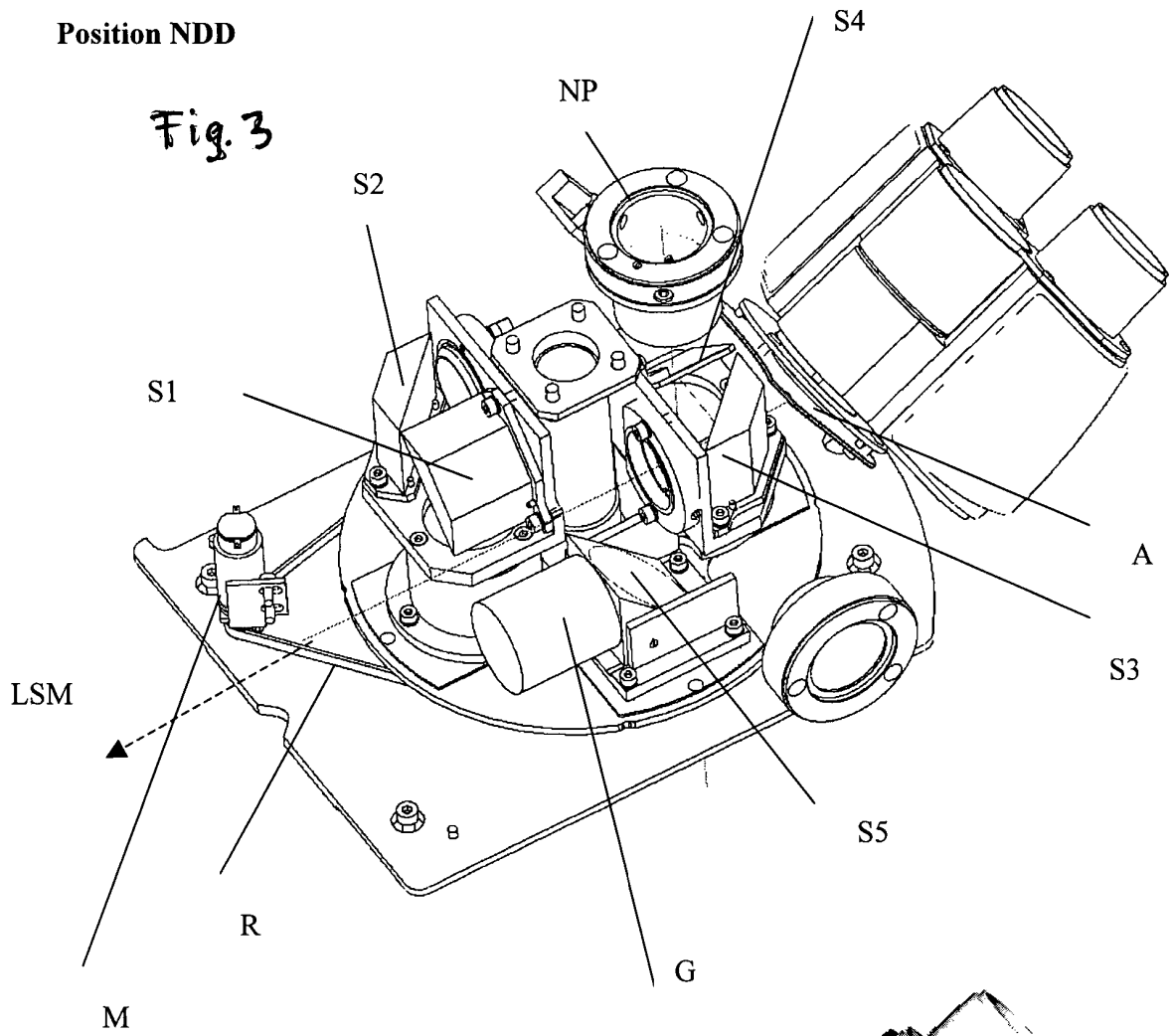
LSM-Tubus : Position TV

Fig.2



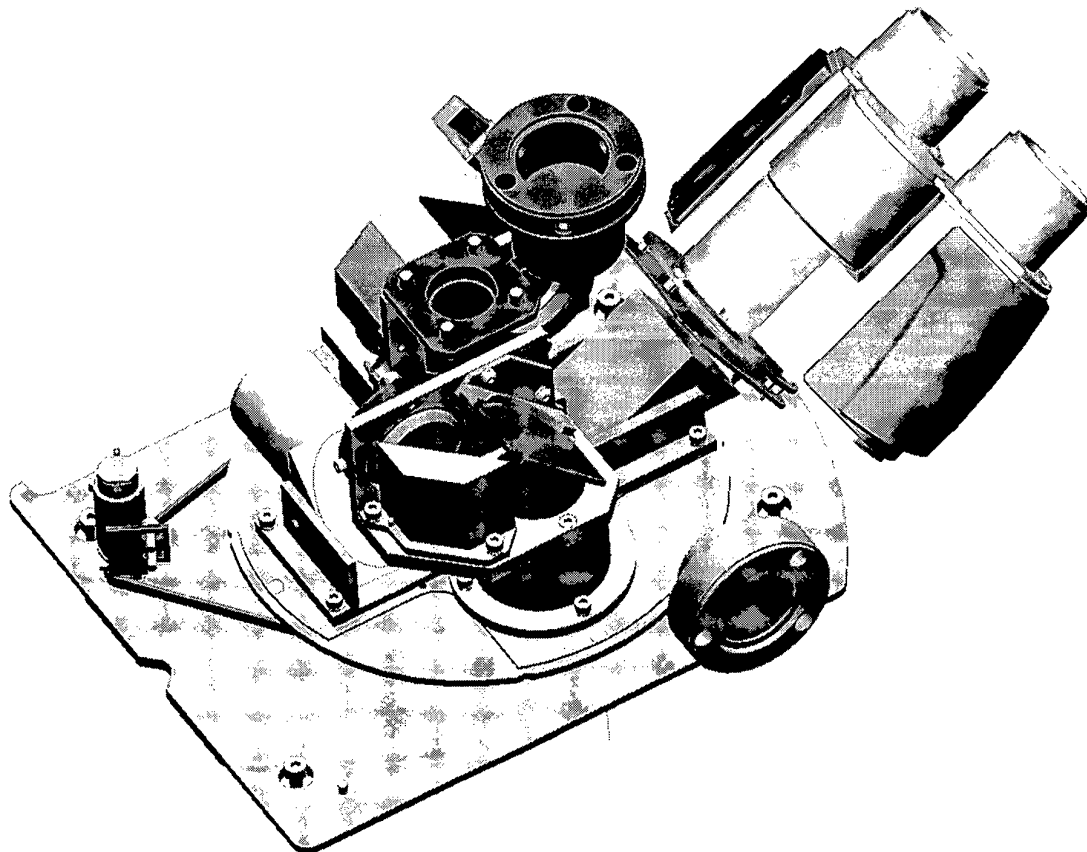
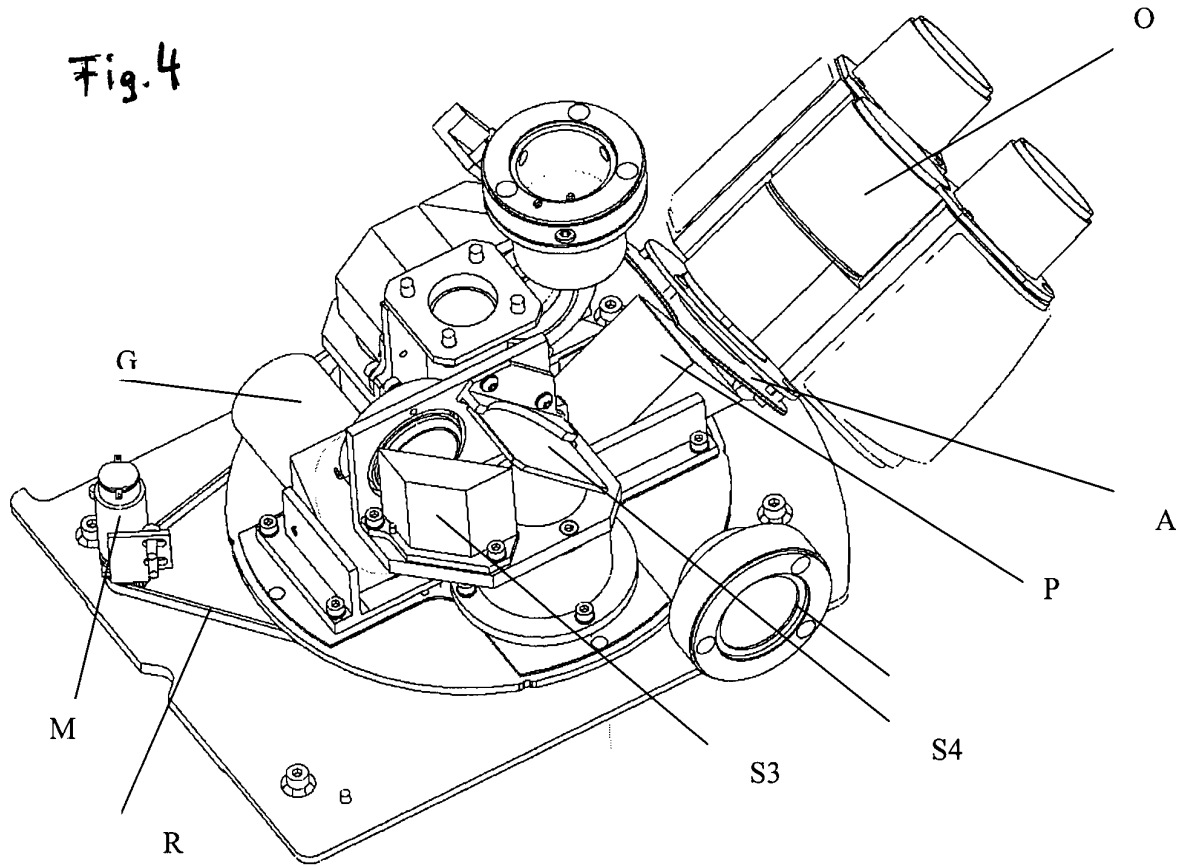
Position NDD

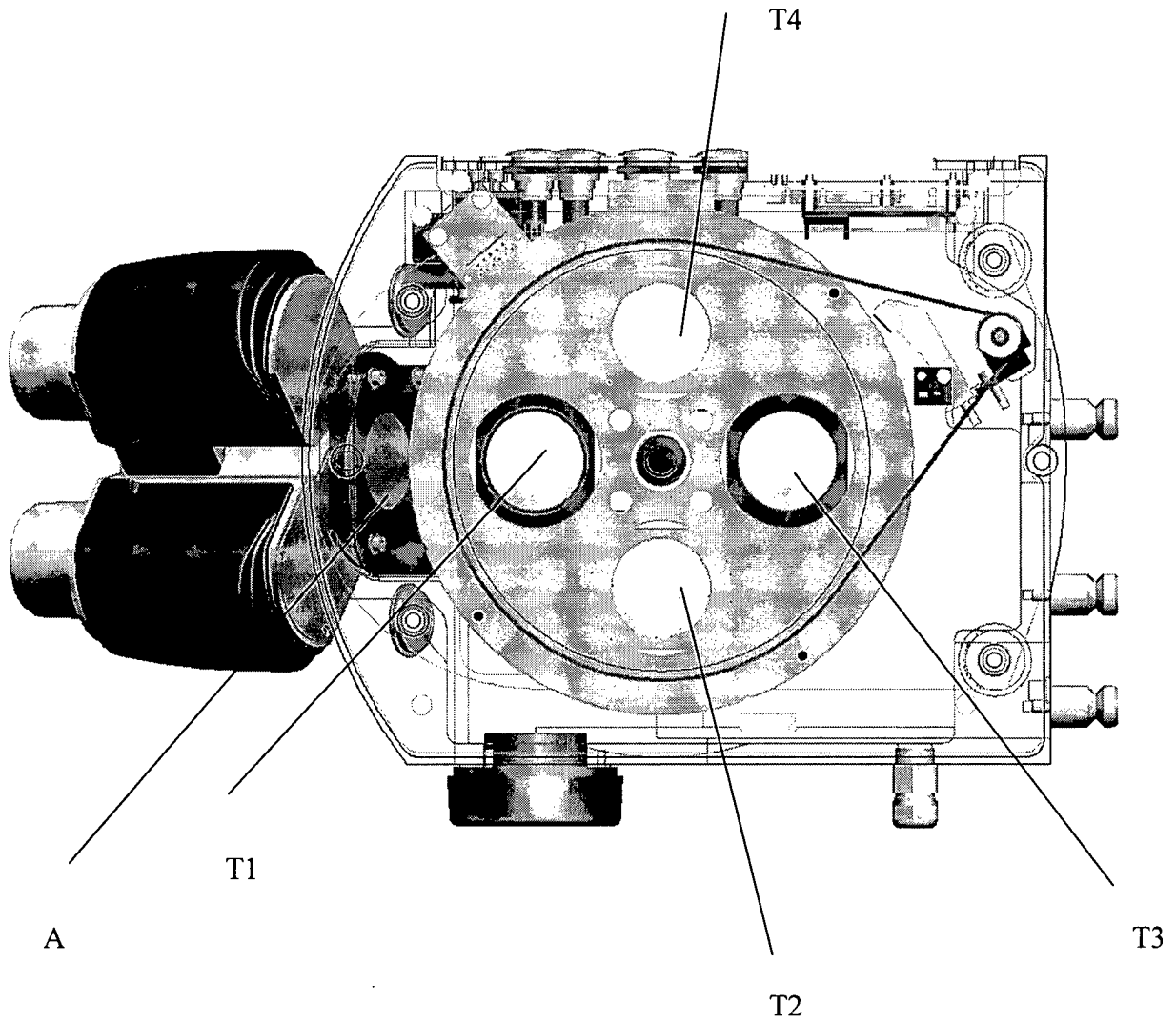
Fig. 3



Position VIS

Fig. 4





*Fig. 5*