



(10) **DE 198 29 953 B4** 2016.09.29

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **198 29 953.2**
(22) Anmeldetag: **04.07.1998**
(43) Offenlegungstag: **05.01.2000**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **29.09.2016**

(51) Int Cl.: **G02B 21/00** (2006.01)
G02B 27/14 (2006.01)
G02B 21/06 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Carl Zeiss Microscopy GmbH, 07745 Jena, DE

(72) Erfinder:
Stock, Michael, Dipl.-Ing., 99510 Apolda, DE;
Simon, Ulrich, Dr., 07751 Rothenstein, DE;
Wolleschensky, Ralf, Dipl.-Phys., 99510 Schöten, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

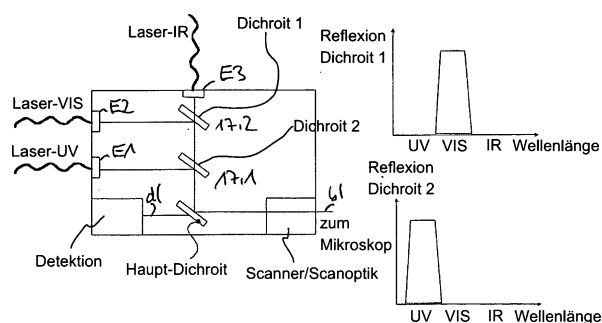
DE	42 21 063	A1
DE	43 30 347	A1
DE	296 09 959	U1
US	5 798 867	A
EP	0 470 588	A2
WO	86/ 02 730	A1

**WINKLER,K., KNEBEL,W.: "Leica TCS 4D UV
- Das Systemkonzept für die Multiparameter-
Konfokalmikroskopie". Mitteilungen für
Wissenschaft und Technik, Bd.XI, Nr.1, S.9-19,
Juni 1995**

(54) Bezeichnung: **Laser-Scanning-Mikroskop**

(57) Zusammenfassung: In Laser-Scanning-Mikroskopen werden zum Einkoppeln unterschiedlicher Beleuchtungswellenlängen bisher mehrere und/oder wechselbare Strahlteiler verwendet, was aufwendig ist beziehungsweise zu Justierproblemen führt.

Um eine spektral flexiblere Anregung ohne Justierprobleme zu ermöglichen, ist neben einem dichroitischen Hauptstrahlteiler zur Trennung von Beleuchtungsstrahlengang und Detektionsstrahlengang ein dichroitischer Strahlteiler im Beleuchtungsstrahlengang zur Einkopplung der Beleuchtung vorgesehen, der im UV- und IR-Bereich reflektierend und im sichtbaren Bereich transmittierend oder im IR- und UV-Bereich transmittierend und im sichtbaren Bereich reflektierend ausgebildet ist. Alternativ sind neben dem Hauptstrahlteiler ein erster dichroitischer Strahlteiler im Beleuchtungsstrahlengang zur Einkopplung der Beleuchtung, der im UV-Bereich reflektierend und im IR-Bereich und im VIS-Bereich transmittierend ist, und ein zweiter dichroitischer Strahlteiler im Beleuchtungsstrahlengang, der im sichtbaren Bereich reflektierend und IR-Bereich transmittierend ausgebildet ist, vorgesehen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Laser-Scanning-Mikroskop mit rasterförmiger Beleuchtung mittels Laserstrahlung unter unterschiedlichen Wellenlängen.

[0002] Zum Stand der Technik wird verwiesen auf K. Winkler, W. Knebel: "Leica TCS 4D UV – Das Systemkonzept für die Multiparameter-Konfokalmikroskopie"; Mitteilungen für Wissenschaft und Technik, Bd. XI, Nr. 1, S. 9–19, Juni 1995, sowie auf EP 0 470 588 A2.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine spektral flexiblere Anregung ohne Justierprobleme zu ermöglichen.

[0004] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Laser-Scanning-Mikroskop gemäß Anspruch 1 oder 3 gelöst.

[0005] In Fig. 1 sind schematisch eine Mikroskopeinheit M und ein Scankopf S dargestellt, die eine gemeinsame optische Schnittstelle über eine Zwischenabbildung aufweisen und ein LSM bilden.

[0006] Der Scankopf S kann sowohl an den Phototubus eines aufrechten Mikroskopes sowie auch an einen seitlichen Ausgang eines inversen Mikroskopes angesetzt werden.

[0007] Es ist ein zwischen Auflichtscan und Durchlichtscan mittels eines schwenkbaren Spiegels 14 umschaltbarer mikroskopischer Strahlengang dargestellt, mit Lichtquelle 1, Beleuchtungsoptik 2, Strahlteiler 3, Objektiv 4, Probentisch 5, Kondensor 6, Lichtquelle 7, Empfängeranordnung 8, einer ersten Tubuslinse 9, einem Beobachtungsstrahlengang mit einer zweiten Tubuslinse 10 und einem Okular 11 sowie einem Strahlteiler zur Einkopplung des Scanstrahls dargestellt. Ein Lasermodul 13.1, 13.2 nimmt die Laser auf und ist über Monomode-Lichtleitfasern 14.1, 14.2 mit der Lasereinkoppeleinheit des Scankopfes S verbunden.

[0008] Auch die Mischung der Strahlung verschiedener Laser am Fasereingang ist möglich und kann anhand der schematisch dargestellten, auswechselbaren und schaltbaren Teilerspiegel 39 im Modul 13.2 erfolgen.

[0009] Die Einkopplung der Lichtleitfasern 14.1, 14.2 erfolgt mittels einer verschieblichen Kollimationsoptik sowie Strahlumlenkelementen 17.1, 17.2.

[0010] Mittels eines teildurchlässigen Spiegels 18 wird ein Überwachungsstrahlengang in Richtung einer Monitordiode 19, der, vorteilhaft auf einem nicht dargestellten drehbaren Filterrad Linienfilter 21 sowie Neutralfilter 20 vorgeordnet sind, ausgeblendet.

[0011] Die eigentliche Scaneinheit besteht aus Scanningobjektiv 22, X/Y-Scanner 23, Hauptstrahlteiler 24 und einer gemeinsamen Abbildungsoptik 25 für Detektionskanäle 26.1–26.4.

[0012] Ein Umlenkprisma 27 hinter der Abbildungsoptik 25 spiegelt die vom Objekt 5 kommende Strahlung in Richtung dichroitischer Strahlteiler 28 im konvergenten Strahlengang der Abbildungsoptik 25, denen in Richtung und senkrecht zur optischen Achse verstellbare und in ihrem Durchmesser veränderbare Pinholes 29, individuell für jeden Detektionskanal sowie Emissionsfilter 30 und geeignete Empfänger Elemente 31 (PMT) nachgeordnet sind.

[0013] Eine Ansteuereinheit/Rechneereinheit 34 ist vorgesehen, die unter anderem mit dem Tisch 5 und den Scannern 23 verbunden ist und sie ansteuert.

[0014] In Fig. 2a sind seitenverkehrt die Strahlumlenkelemente 17.2 und 17.1 sowie der Hauptstrahlteiler 24 dargestellt, der dichroitisch ausgebildet ist und zur Trennung des Beleuchtungsstrahlenganges b1 vom Detektionsstrahlengang d1 dient.

[0015] Vorteilhaft ist der Strahlteiler 17.1 als dichroitischer Strahlteiler bezüglich seiner Reflektivität so ausgebildet, dass er einen Reflexionsbereich im UV-Bereich und einen Reflexionsbereich im IR-Bereich, wie in Fig. 2b als Abhängigkeit der Reflexion von der eingestrahlten Wellenlänge dargestellt, aufweist.

[0016] Hierdurch kann am Eingang E1 ein Wechsel von einem Laser im IR-Bereich zu einem Laser im UV-Bereich erfolgen oder ein Laser in mehreren Betriebsarten betrieben werden, was den Einsatzbereich des Laser-Scanning-Mikroskopes erweitert, ohne dass ein zusätzlicher lichtschwächender Strahlteiler vorgesehen sein muss oder ein Austausch eines Strahlteilers erfolgen muss.

[0017] Am Eingang E2 wird hier ein Laser im sichtbaren Bereich über einen Spiegel 17.2 eingekoppelt.

[0018] In Fig. 3 weist der Spiegel 17.1, der wiederum als dichroitischer Spiegel ausgebildet ist, ein Reflexionsband im sichtbaren Bereich auf und ist im UV-Bereich und im IR-Bereich durchlässig ausgebildet. Das ermöglicht hier am Eingang E2 den Austausch zwischen dem UV-Bereich und dem IR-Bereich.

[0019] In Fig. 4 sind beide Strahlteiler 17.1 und 17.2 dichroitisch ausgebildet, wobei Strahlteiler 17.2 im sichtbaren Bereich reflektiert und Strahlteiler 17.1 im UV-Bereich. Teiler 17.1 und 17.2 sind für den IR-Bereich durchlässig, 17.1 auch für den sichtbaren Bereich.

[0020] Auf diese Weise können sowohl ein IR-Laser über Eingang E3 sowie ein Laser im sichtba-

ren Bereich und ein Laser im UV-Bereich über E2 und E1 eingekoppelt werden und die verschiedenen Betriebsarten ohne Auswechslung von Lasern oder Strahlteilern mit den damit verbundenen Justierproblemen kann entfallen.

Patentansprüche

1. Laser-Scanning-Mikroskop mit rasterförmiger Beleuchtung mittels Laserstrahlung unter unterschiedlichen Wellenlängen, mit einem dichroitischen Hauptstrahlteiler zur Trennung von Beleuchtungsstrahlengang und Detektionsstrahlengang und einem dichroitischen Strahlteiler im Beleuchtungsstrahlengang zur Einkopplung der Beleuchtung, der im UV- und IR-Bereich reflektierend und im sichtbaren Bereich transmittierend oder im IR- und UV-Bereich transmittierend und im sichtbaren Bereich reflektierend ausgebildet ist.

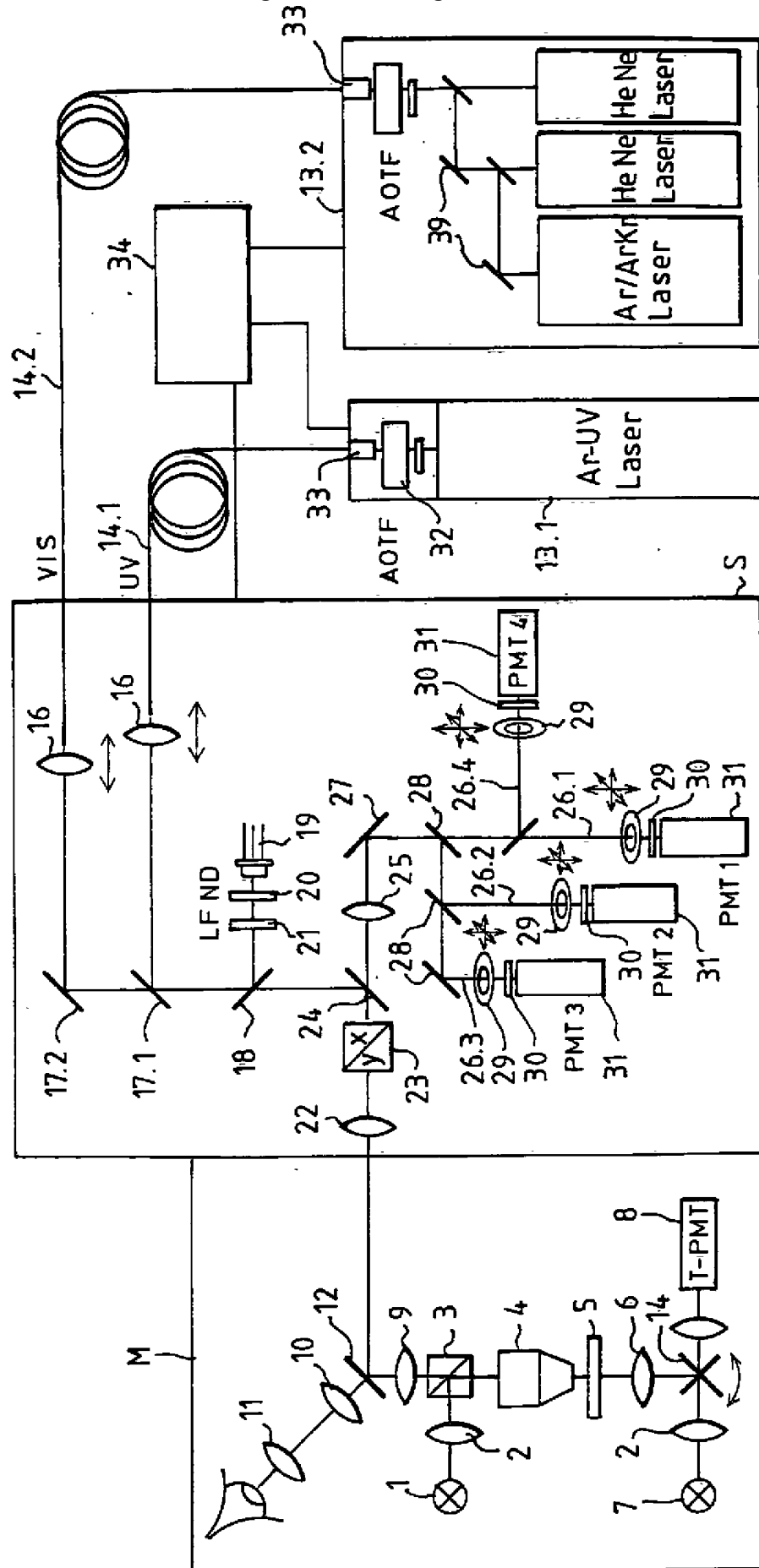
2. Laser-Scanning-Mikroskop nach Anspruch 1, wobei die Laserstrahlung über Lichtleitfasern eingekoppelt wird.

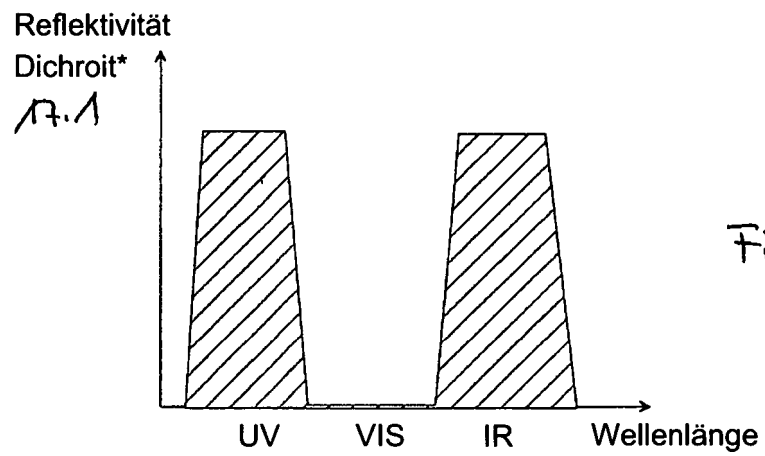
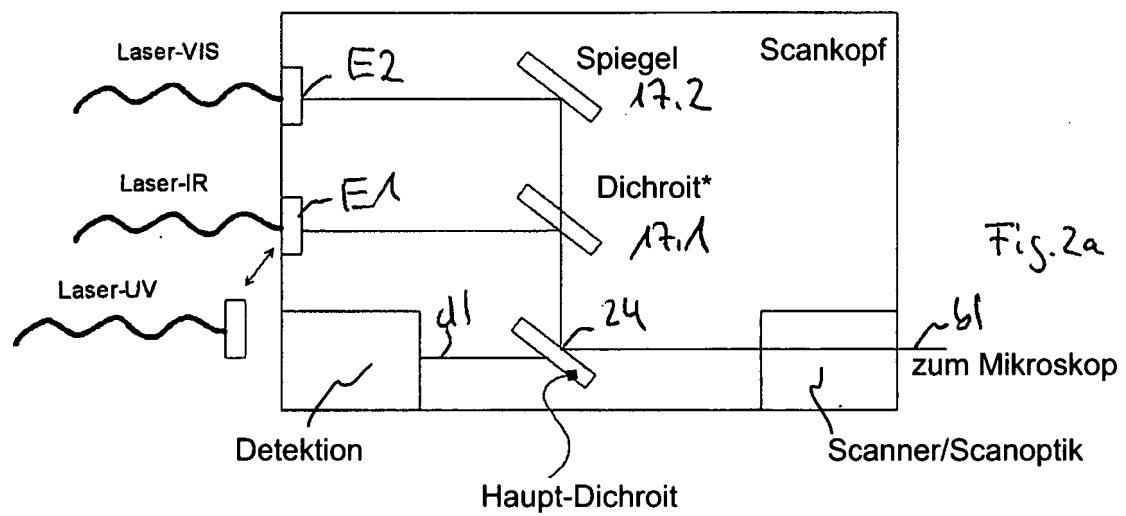
3. Laser-Scanning-Mikroskop mit rasterförmiger Beleuchtung mittels Laserstrahlung unter unterschiedlichen Wellenlängen, mit einem dichroitischen Hauptstrahlteiler zur Trennung von Beleuchtungsstrahlengang und Detektionsstrahlengang und einem ersten dichroitischen Strahlteiler im Beleuchtungsstrahlengang zur Einkopplung der Beleuchtung, der im UV-Bereich reflektierend und im IR-Bereich und im sichtbaren Bereich transmittierend ist, und einem zweiten dichroitischen Strahlteiler im Beleuchtungsstrahlengang, der im sichtbaren Bereich reflektierend und IR-Bereich transmittierend ausgebildet ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1





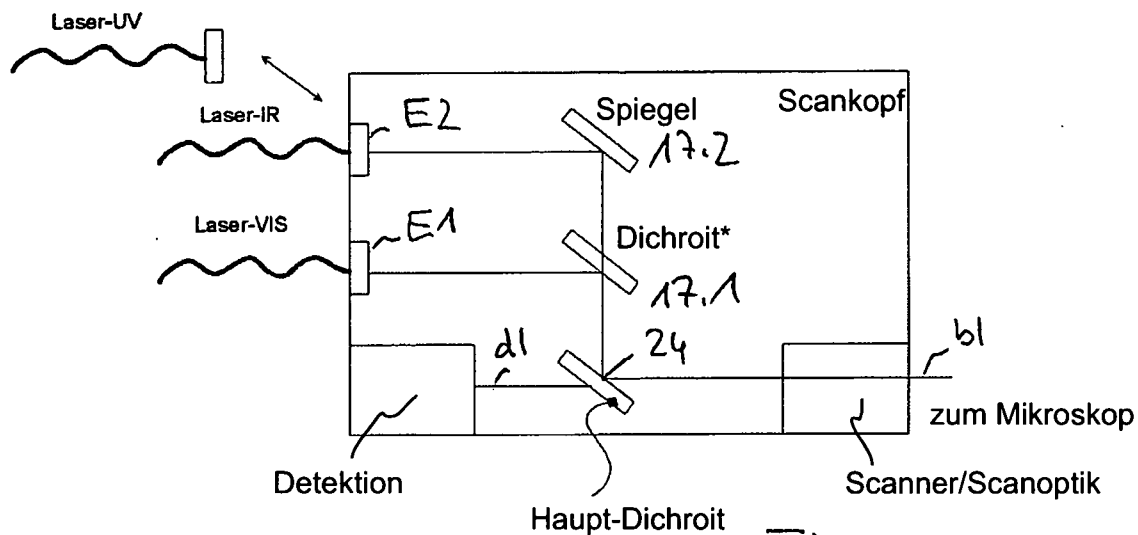


Fig. 3

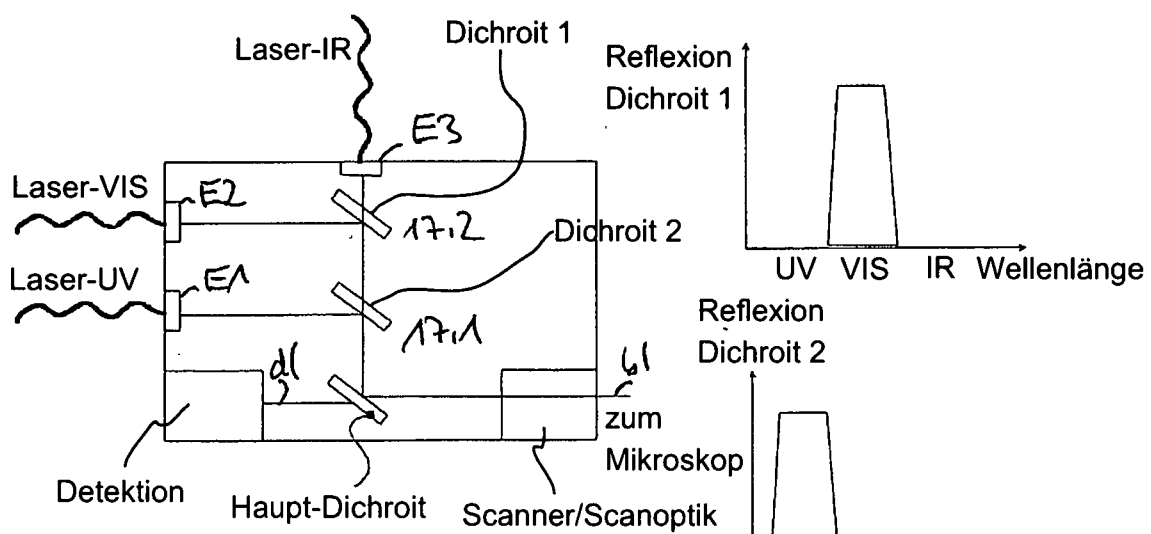
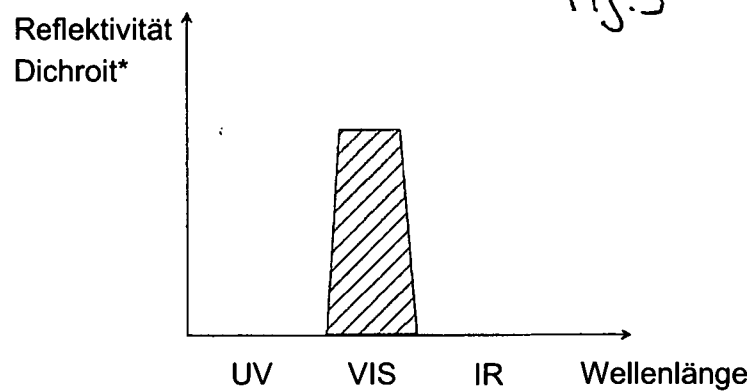


Fig. 4

