



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 4426/88

22 Anmeldungsdatum: 29.11.1988

24 Patent erteilt: 15.02.1991

45 Patentschrift
veröffentlicht: 15.02.1991

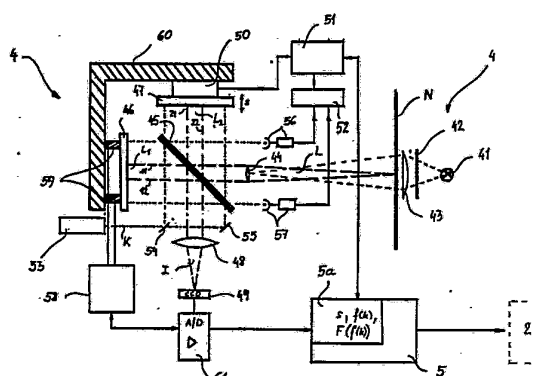
73 Inhaber:
Gretag Aktiengesellschaft, Regensdorf

72 Erfinder:
Brönnimann, Rolf, Dr., Buchs ZH

74 Vertreter:
CIBA-GEIGY AG, Basel

54 Fotografisches Farbkopiergerät.

57 Das von einer Vorlage, vorzugsweise einer Kopiervorlage (N) stammende, reflektierte oder transmittierte Messlicht wird in einer Messanordnung (4) zu einem ortsabhängigen Interferogramm (I) überlagert. Das Interferogramm (I) wird ausgewertet und in Farbauszüge der Vorlage umgesetzt. Vorzugsweise werden an den spektralen Empfindlichkeitsverlauf des Kopiermaterials angepasste Farbauszugswerte gebildet, die dann zur Bestimmung der erforderlichen Kopierlichtmengen ausgewertet werden.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein fotografisches Farbkopiergerät gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein Farbkopiergerät der gattungsgemässen Art ist beispielsweise aus der US-A 4 589 766 bekannt. Bei der dort beschriebenen Steuerung der Belichtung in dem fotografischen Farbkopiergerät wird versucht, mit Hilfe spezieller optischer Messfilter die spektrale Empfindlichkeit (den Farbgang) der fotoelektrischen Detektoreinrichtung für die Kopiervorlage möglichst genau auf diejenige des Kopiermaterials abzustimmen. Solche speziellen Messfilter sind aufgrund der erforderlichen Präzision nur sehr schwer und mit entsprechendem Aufwand herstellbar. Überdies müssen jeweils bei Änderungen der Gegebenheiten, insbesondere bei Verwendung von Kopiermaterial mit unterschiedlicher spektraler Empfindlichkeit jeweils neue, entsprechend angepasste Messfilter eingesetzt werden, was den Aufwand zusätzlich vergrössert und überdies noch zusätzliche Rüstzeiten verursacht.

Durch die Erfindung, wie sie im Patentanspruch 1 definiert ist, werden nun diese Schwierigkeiten behoben und die Aufgabe gelöst, die für die Belichtungssteuerung massgeblichen Analysewerte (Farbauszugswerte) der Kopiervorlage ohne spezielle Messfilter zu bestimmen. Insbesondere soll durch die Erfindung auch die Voraussetzung geschaffen werden, bereits in einigen wenigen Messvorgängen die für die Belichtungssteuerung nötigen Informationen aus dem zu kopierenden Teil der Kopiervorlage zu bestimmen, während bei den bislang bekannten Vorrichtungen dies nur durch zeitaufwendiges sequentielles Abrastern der Kopiervorlage möglich ist.

Bevorzugte Varianten, Weiterbildungen und vorteilhafte Ausbildungsformen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Im folgenden wird die Erfindung mit den ihr als erfindungswesentlich zugehörigen Einzelheiten anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipskizze eines erfindungsgemässen Farbkopiergerätes,
Fig. 2 eine schematische Darstellung einer fotoelektrischen Mess- und Analyseanordnung und
Fig. 3 bis 13 Diagramme zur Erläuterung der Funktionsweise.

Das erfindungsgemässe Farbkopiergerät umfasst im wesentlichen zwei Stationen, welche von einer streifenförmigen Kopiervorlage N hintereinander durchlaufen werden. Die Transportrichtung ist durch den Pfeil F angedeutet. In der ersten Station erfolgt die Abtastung der Kopiervorlage N und in der zweiten Station wird die Kopiervorlage N auf lichtempfindliches Kopiermaterial P abgebildet.

Mit Ausnahme der noch zu erklärenden Unterschiede in der Messanordnung der ersten Station ist das fotografische Farbkopiergerät aufgebaut wie herkömmliche Geräte dieser Art, beispielsweise etwa die aus den US-PS Nr. US-A 4 092 067, US-A 4 101 216 und US-A 4 279 505 bekannten. In Fig. 1 sind daher auch nur die wesentlichen, für das Verständnis der Erfindung notwendigen Komponenten eines solchen Farbkopiergerätes dargestellt. Es umfasst eine Kopierlichtquelle 1, einen Satz servogesteuerter Farbfilter 2 oder ähnliches, eine Abbildungsoptik 3, eine eine Messlichtquelle und einen fotoelektrischen Empfänger beinhaltende Messanordnung 4 und eine Rechen- und Steuereinheit 5 und 5a für die Belichtungssteuerung.

Fotografische Farbkopiergeräte dieses prinzipiellen Aufbaus sind beispielsweise die weltweit eingesetzten Hochleistungsprinter Modelle 3139, 3140, 3141 oder 3142 der Anmelderin. Bei den genannten Hochleistungsprintern erfolgt die Ausmessung der Kopiervorlage bereichsweise, beispielsweise mit einer Auflösung von rund 100 Abtastbereichen (Punkten) je Vorlage. In jedem Abtastbereich werden mittels geeigneter Messfilter die drei sogenannten Farbauszugswerte für die Farben Rot, Blau und Grün bestimmt, die näherungsweise den Empfindlichkeiten des Kopiermaterials entsprechen. Diese etwa 300 Farbauszugswerte werden dann auf an sich bekannte Weise nach verschiedenen Kriterien zur Bestimmung der Kopierlichtmengen ausgewertet und danach die Belichtung des lichtempfindlichen Kopiermaterials P gesteuert.

Das erfindungsgemässe Farbkopiergerät unterscheidet sich nun von den bekannten Printern in erster Linie in der Messanordnung 4 und der Art und Weise, wie die für die Belichtungssteuerung massgeblichen Farbauszugswerte der Kopiervorlage gewonnen werden. Die den bekannten spektralen Empfindlichkeiten des Kopiermaterials P entsprechenden Farbauszüge für die Farben Rot, Blau und Grün werden nicht mehr sukzessive über den Umweg von optischen Messfiltern bestimmt, sondern das von der Kopiervorlage N bzw. dem zu analysierenden Bereich davon stammende Messlicht wird in einem aus der Physik bekannten Michelson Interferenz-Spektrometer zur Interferenz gebracht. Das photoelektrisch detektierte Interferogramm wird elektronisch oder rechnerisch zu Farbauszugswerten verarbeitet und diese werden wieder in üblicher Weise zur Belichtungssteuerung ausgewertet. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass mit nur einer oder wenigen Messung(en) die Farbauszüge für Rot, Grün und Blau bestimmt werden können, mehr noch erlaubt die Auswertung des Interferogramms Farbauszugswerte für beliebige Wellenlängen aus dem Spektrum des von der Kopiervorlage N stammenden Messlichtes zu bestimmen. Diese Messanordnung 4 zusammen mit einem geeigneten Feld fotoelektrischer Sensoren, vorzugsweise einem CCD-Bildsensor (Charge Coupled Device – ladungsgekoppelte Bildsensor-Anordnung) geeigneter örtlicher Auflösung, erlaubt die Analyse des gesamten zu kopieren-

den Teils der Kopiervorlage N in wenigen, typisch nur zwei Messvorgängen. Jeder Punkt der Kopiervorlage wird dabei wieder in einen (durch einen einzelnen Sensor oder eine Anzahl von Einzelsensoren definierten) Punkt auf dem CCD-Bildsensordfeld abgebildet.

In Fig. 2 ist ein Ausführungsbeispiel der für diese Zwecke geeigneten fotoelektrischen Messanordnung schematisch dargestellt. Die Kopiervorlage N befindet sich im Strahlengang einer Messlichtquelle 41. Ein Vorfilter 42 ist unmittelbar nach der Messlichtquelle 41 angeordnet, um die spektrale Zusammensetzung des Lichtes an die spektrale Empfindlichkeit des Bildsensors 49 anzupassen. Durch einen zwischen dem Vorfilter 42 und der Kopiervorlage N angeordneten Kondensor 43 gelangt das Messlicht auf die Eintrittsoptik 44 des Michelson Interferenz-Spektrometers. Die Kopiervorlage N ist in der Brennebene der Eintrittsoptik 44 angeordnet, so dass das von jedem Punkt der Kopiervorlage N stammende divergente Messlichtbündel L nach Durchtritt durch die Eintrittsoptik in ein Parallelstrahlenbündel umgeformt wird. Das Interferenz-Spektrometer selbst umfasst ein Strahlteiler-element, vorzugsweise einen halbversilberten Spiegel 45, welcher das Messlicht in zwei Parallelstrahlenbündel L_1 und L_2 aufspaltet, und zwei vorzugsweise senkrecht zu den Ausbreitungsrichtungen der Teilstrahlenbündel L_1 und L_2 angeordnete Spiegel 46 und 47, von denen einer 46 feststehend und der andere 47 beweglich ist. Diese drei Elemente 45, 46 und 47 sind so zueinander ausgerichtet, dass der Strahlteilerspiegel 45 in der winkelhalbierenden Ebene zwischen dem feststehenden Spiegel 46 und dem beweglichen Spiegel 47 angeordnet ist, und können an einer gemeinsamen Halterung, wie in Fig. 2 durch den Montagewinkel 60 angedeutet ist, separat befestigt sein, um diesen erschütterungsempfindlichsten Teil der Messanordnung mechanisch vom Printer zu entkoppeln. Der zum vom Strahlteilerspiegel 45 transmittierten Parallelstrahlbündel L_1 gehörige Spiegel 46 ist vorzugsweise auf einer Dreipunkthalterung 59 montiert, welche ein manuelles oder gegebenenfalls ein automatisches Ausrichten und Justieren des Spiegels 46 erlaubt. Die exakte Justierung des Spiegels 46 wird von einer vorzugsweise optischen Überwachungseinheit 58 auf thermische und zeitliche Stabilität kontrolliert und gegebenenfalls durch die mit der Überwachungseinheit 58 zusammenarbeitende Rechen- und Steuereinheit 5 und 5a automatisch nachgeregelt. Der zum vom halbversilberten Spiegel 45 abgelenkten Parallelstrahlbündel L_2 gehörige zweite Spiegel 47 ist über eine Antriebsvorrichtung 50 und eine zugehörige Antriebssteuereinheit 51 in und gegen die Ausbreitungsrichtung des zweiten Parallelstrahlenbündels L_2 bewegbar, und somit der Abstand zwischen dem halbversilberten Strahlteilerspiegel 45 und dem zweiten Spiegel 47 einstellbar. In der Ausgangslage sind die beiden Spiegel 46 und 47 relativ zum Strahlteilerspiegel 45 so angeordnet, dass interferierende Lichtstrahlen 11 und 21 bzw. 12 und 22 der Teilstrahlenbündel L_1 und L_2 gleich weite Wege vom Strahlteilerspiegel 45 zum jeweiligen Spiegel 46 bzw. 47 zurücklegen, d.h. die beiden Spiegel 46 und 47 sind gleich weit vom Strahlteilerspiegel 45 entfernt.

Die Verschiebung des beweglichen zweiten Spiegels 47 aus seiner Ruhelage wird vorzugsweise von einer interferometrisch arbeitenden Wegmesseinrichtung überwacht. Diese umfasst eine Laserquelle 53, eine halbversilberte Glasplatte 54 zur Aufspaltung des Laserstrahls K in zwei Teilstrahlen, einen weiteren Ablenkspiegel 55, zwei fotoelektrische Sensoreinrichtungen 56 mit integrierten Verstärkern und je einem Analog-Digital-Wandler und eine Auswerteeinheit 52, die mit der Recheneinheit 5a in Verbindung steht.

Jeder Teilstrahl des von der halbversilberten Glasplatte 54 aufgespaltenen Laserstrahls K wird zum Michelson Spektral-Interferometer gelenkt, nach dem Durchlaufen des Interferometers zu einem Laserinterferogramm überlagert und von den Sensoreinrichtungen 56 detektiert. Aus dem detektierten Laserinterferogramm ermittelt die Auswerteeinheit 52 den Verschiebeweg des beweglichen Spiegels 47, dessen 2facher Wert dem Wegunterschied s zwischen den interferierenden Lichtstrahlen 11 und 21 bzw. 12 und 22 entspricht, und gibt diese Daten an die Recheneinheit 5a weiter.

Zur Bestimmung des Verschiebewegs s genügt auch eine der Sensoreinrichtungen 56 und 57 allein. Die andere dient zur Überwachung der korrekten Spiegelausrichtung (in einer Dimension). Es könnte auch noch eine weitere Sensoreinrichtung vorgesehen sein, mit der sich dann die Spiegelausrichtung in einer zweiten Dimension überwachen liesse.

Die Teilstrahlenbündel L_1 und L_2 werden nach Reflexion an den zugehörigen Spiegeln 46 und 47 reflektiert. Am Ort des Strahlteilerspiegels 45 überlagern sich die Teilstrahlenbündel L_1 und L_2 zu einem Interferogramm I und werden mittels einer Sammellinse 48 zu einem Fotodetektor oder Bildsensor 49 gelenkt, welcher etwa dem beweglichen Spiegel 47 gegenüberliegend angeordnet ist. Der Bildsensor 49 kann durch ein einzelnes Fotoelement realisiert sein, welches dann über das Bild gescannt wird, vorzugsweise aber ist er als flächiger CCD-Bildsensor gängiger Bauweise und geeigneter örtlicher Auflösung (bis zu 500x500 und mehr Einzel-Fotosensoren) ausgebildet. Im Anschluss an den Bildsensor 49 ist ein Verstärker und ein Analog-Digital Wandler 61 angeordnet, welcher die aus der Detektion des Interferogrammes I gewonnenen elektrischen Messsignale I(s) in eine für die Rechen- und Steuereinheit 5 geeignete Form umwandelt. Die Recheneinheit 5a ermittelt aus den Messsignalen I(s) die Farbauszugs-
werte auf elektronische oder rechnerische Weise und gibt diese an die Steuereinheit 5 weiter, in der sie in üblicher Weise zur Belichtungssteuerung ausgewertet werden.

Das aus der Transmission der Kopiervorlage N stammende Messlicht L wird bei Durchgang durch den Strahlteilerspiegel 45 in zwei Teilstrahlenbündel L_1 und L_2 aufgespalten. Nach Reflexion an dem feststehenden Spiegel 46 und an dem beweglichen Spiegel 47 werden die beiden Teilstrahlbündel L_1 und L_2 am Ort des Strahlteilerspiegels 45 überlagert und in Richtung des Bildsensors 49 reflektiert bzw. transmittiert.

tiert. Dabei wird die Gesamtintensität des Messlichtes etwa halbiert, da der Strahlteilerspiegel 45 jedes Teilstrahlbündels L_1 bzw. L_2 wiederum in einen transmittierten und in einen reflektierten Anteil zerlegt. Bei gleichem Abstand der Spiegel 46 und 47 vom Strahlteilerspiegel 45 detektiert der Bildsensor 49 eine maximale Intensität der Überlagerung der beiden Teilstrahlbündel L_1 und L_2 . Durch Variation des Abstandes des beweglichen Spiegels 47 erhält man aus der Überlagerung der beiden Teilstrahlbündel L_1 und L_2 ein Interferogramm I in Abhängigkeit von der Verschiebung des beweglichen Spiegels 47 aus der Ausgangslage, bzw. in Abhängigkeit vom Wegunterschied s der interferierenden Lichtstrahlen. In Fig. 3 ist beispielsweise ein derartiges Interferogramm für monochromatisches Messlicht von 813,3 nm dargestellt. Auf der Abszisse ist der Wegunterschied s von 0 bis 20 μm und auf der Ordinate die auf 1 normierte Intensität des Interferogramms angegeben. In Fig. 4 ist beispielsweise ein Transmissionsverlauf einer Kopiervorlage und als Vergleich dazu in Fig. 5 die Transmission von üblichen Messfiltern in Abhängigkeit vom Kehrwert der Wellenlänge λ gezeigt. Durch einfache Multiplikation dieses Kehrwertes mit dem konstanten Faktor 2π erhält man die Wellenzahl k . Somit gilt der bekannte Zusammenhang

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}.$$

Üblicherweise wird die Transmission eines Negativs in den drei Spektralbereichen ausgemessen, die der spektralen Empfindlichkeit des Kopiermaterials in Rot, Grün und Blau entsprechen. Das erfindungsgemäße Verfahren der interferometrischen Bewertung der Kopiervorlage entspricht im wesentlichen einer Transformation des spektralen Transmissionsverlaufes der Kopiervorlage in Abhängigkeit von der Wellenzahl k und somit von der Wellenlänge λ in einen ortsabhängigen Intensitätsverlauf, welcher direkt ausgewertet wird, wobei die Ortskoordinate durch den Wegunterschied s , der aus der Verschiebung des beweglichen Spiegels 47 aus der Ruhelage folgt, gegeben ist.

Für einen bestimmten Wegunterschied s der interferierenden Lichtstrahlen erhält man das Signal $I(s)$ durch Integration über den gesamten Spektralbereich, somit

$$I(s) = \int_0^{\infty} \tilde{g}(k) \cdot (1 + \cos ks) dk \quad (1).$$

Der Ausdruck $\tilde{g}(k)$ ist eine spektrale Funktion und ist im wesentlichen gegeben durch das Produkt aus wellenzahlabhängigen Parametern der Messanordnung, wie Reflexionskoeffizient, Transmissionskoeffizient des Strahlteilerspiegels 45 und spektrale Empfindlichkeit des Bildsensors 49, und der Amplitude der Lichtwelle gegebener Wellenzahl. Die Bestimmung dieser einzelnen Parameter ist sehr aufwendig, daher wird üblicherweise die Funktion $\tilde{g}(k)$ als Gesamtheit bestimmt. Um das System zu eichen wird ein Interferogramm $I'(s)$ bestimmt, welches erhalten wird, wenn die Messung ohne Kopiervorlage N im Strahlengang der Messlichtquelle 41 durchgeführt wird. Durch Fouriertransformation kann aus dem Verlauf von $I'(s)$ die spektrale Referenzfunktion $g(k)$ ermittelt werden. $g(k)$ entspricht somit dem Farbgang der Messanordnung selbst.

In Fig. 6 und 7 bzw. 8 und 9 sind das Spektrum einer polychromatischen Messlichtquelle und der Transmissionsverlauf eines Rotfilters zusammen mit dem jeweils zugehörigen Interferogramm angegeben. Wie in Fig. 3 ist der aus der Verschiebung des beweglichen Spiegels 47 resultierende Wegunterschied s von 0 bis 20 μm gewählt und sind die Intensitäten auf 1 normiert. In Fig. 6 ist das Spektrum einer breitbandigen Lichtquelle dargestellt. Das in Fig. 7 dargestellte zugehörige Interferogramm klingt sehr schnell ab und nimmt bereits nach einigen wenigen Oszillationen den mittleren Wert $I(\infty)$ an. Im Gegensatz dazu zeigt das in Fig. 9 dargestellte Interferogramm eines schmalbandigen Filters langsam abklingende Oszillation.

Beim eigentlichen Messvorgang werden die Intensitäten der vom Wegunterschied s abhängigen Interferogramme mit Hilfe des Bildsensors 49 detektiert. Vorzugsweise verwendet man dazu einen CCD-Bildsensor, da jeder Punkt der Kopiervorlage N durch das erfindungsgemäße Analyseverfahren wieder in einen Bildpunkt in der Ebene des Bildsensors 49 abgebildet wird, und durch einen derartigen Bildsensor geeigneter örtlicher Auflösung die gesamte Kopiervorlage zugleich analysiert werden kann. Die detektierten und in elektrische Messsignale umgeformten ortsabhängigen Intensitätswerte des Interferogrammes werden in der Rechen- und Steuereinheit in Farbauszüge $F(f(k))$ beliebiger fiktiver Filter $f(k)$ umgesetzt, welche vorzugsweise der spektralen Empfindlichkeit des fotografischen Kopiermaterials P Rechnung tragen. Die Berechnung erfolgt dabei nach der Gleichung

$$F(f(k)) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} (2 \cdot I(s) - I(\emptyset)) \cdot h(s) \cdot ds \quad (2)$$

Diese Gleichung gibt den Zusammenhang zwischen den gewünschten Farbauszügen $F(f(k))$ der Kopiervorlage N und dem vom Wegunterschied s abhängigen, gemessenen Signalverlauf des Interferogrammes $I(s)$ vermindert um den Wert des Signals $I(\emptyset)$ bei Wegunterschied $\emptyset$, d.h. mit dem beweglichen Spiegel 47 in der Ruhelage, wieder. Die Funktion $h(s)$ beschreibt, wie die Funktion $(2 \cdot I(s) - I(\emptyset))$ eines Punktes der Kopiervorlage gewichtet werden muss, um den gewünschten Farbauszug $F(f(k))$ zu erhalten. Sie ist gegeben durch

$$h(s) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(k)}{g(k)} \exp(-iks) dk \quad (3),$$

worin $f(k)$ für den Filterverlauf steht und $g(k)$ die spektrale Referenzfunktion beschreibt, welche ja eine systemparameterabhängige Eichfunktion darstellt, die üblicherweise nur einmal bestimmt werden muss. In der Praxis kann im übrigen auch nur über ein endliches Wegintervall integriert werden, was zur weiter unten noch näher erläuterten Apodisation führt.

Das erfindungsgemässe Verfahren zur Farbanalyse von Vorlagen, insbesondere von Kopiervorlagen, erlaubt die Realisierung beliebiger Filterverläufe. Die Berechnung der Farbauszüge $F(f(k))$ ist für jede Kopiervorlage N durch eine vergleichsweise einfache Integration über den Wegunterschied s als Ortskoordinate zurückgeführt, d.h. es muss nicht jedesmal das Interferogramm in ein Spektrum umgerechnet werden, um erst daraus die spektralen Informationen zu ermitteln. Insbesondere können auf diese Weise bei der Analyse der Vorlage auch fiktive Filter, wie beispielsweise negative Filter oder komplexe Filter (z.B. Rot minus Grün) simuliert werden.

Die Gleichung für die Farbauszüge kann numerisch ausgewertet werden, indem der bewegliche Spiegel 47 schrittweise verschoben wird, und das Interferogramm detektiert und in der Recheneinheit verarbeitet wird. Für die Anwendung in Farbkopiergeräten zur Analyse einer Kopiervorlage N reicht es aus, die üblichen, mit der spektralen Empfindlichkeit des Kopiermaterials P übereinstimmenden Farbauszüge für Rot, Grün und Blau zu bestimmen. Diese entsprechen dem Wesen nach den mit herkömmlichen Filtern gemessenen Transmissionen der Kopiervorlage N. Diese drei Farbauszugswerte werden daraufhin durch einfache Logarithmierung in entsprechende Farbdichten für Rot, Grün und Blau umgerechnet und dann in üblicher Weise, beispielsweise etwa gemäss den US-PS Nos. US-A 4 092 067, US-A 4 101 216 und US-A 4 279 505 zur Berechnung der Kopierlichtmengen herangezogen, wobei sie direkt an die Stelle der bisherigen densitometrisch ermittelten Dichtwerte treten.

Bei der Verwendung von integrierenden Detektoren (beispielsweise CCD-Bildsensoren) kann die Bestimmung der Farbauszugswerte $F(f(k))$ aus dem detektierten Interferogramm noch weiter vereinfacht und der rechnerische Aufwand bedeutend verkleinert werden. Dazu wird die Gewichtsfunktion $h(s)$, welche ja die systemparameterabhängige Referenzfunktion $g(k)$ und den gewünschten Filterverlauf $f(k)$ beinhaltet, durch eine unmittelbar messtechnisch erfassbare Grösse, die Geschwindigkeit $v(s)$ der Verschiebung des beweglichen Spiegels 47 ersetzt. Die gewichtende Natur der Funktion $h(s)$ wird durch Modulation der Geschwindigkeit $v(s)$ erreicht, d.h. entsprechend dem gewünschten Gewicht, mit dem das gemessene Signal $I(s)$ zum Wert des Integrals aus Gleichung (2) beitragen soll, wird die Geschwindigkeit $v(s)$ der Verschiebung des beweglichen Spiegels 47 gesteuert. Eine kleine Geschwindigkeit $v(s)$ bedeutet grosses Gewicht und umgekehrt, das Gewicht ist also umgekehrt proportional zur Geschwindigkeit $v(s)$, bzw. direkt proportional zur Verweilzeit des beweglichen Spiegels 47 an einem bestimmten Ort. Da der Verschiebeweg nur endlich weit sein kann, werden die Unendlichkeitsgrenzen im Integral der Gleichung (2) durch die Anwendung von Apodisations- bzw. Fensterfunktionen, wie sie beispielsweise von Robert A. Norton und Reiner Beer in «New apodizing functions for Fourier Spectrometry, J. Opt. Soc. Am. 66(3), 259, (1976)», von Frederic J. Harris in «On the Use of Windows for Harmonic Analysis with the Discrete Fourier Transform, Proc. IEEE, 66(1), 51, (1978)» und von Edward G. Codding und Gary Horliek in «Apodization and Phase Information in Fourier Transform Spectroscopy, Applied Spectroscopy, 27(2), 85, (1973)» beschrieben sind, berücksichtigt.

Die Funktion $h(s)$ kann auch negative Werte annehmen, was durch die Geschwindigkeitssteuerung nicht realisiert werden kann. Aus diesem Grund wird das Integral aus Gleichung (2) in zwei Teilintegrale zerlegt, welche in zwei Messvorgängen getrennt ausgewertet werden. Nach den Umformungen und der Zerlegung in zwei Teilintegrale nimmt die Gleichung (2) die folgende Gestalt an

$$F(f(k)) = \frac{1}{\pi \cdot b} \int_0^w I(s) \cdot b \cdot \left[h(s) + \sigma(s) - y(q) \cdot \frac{q \cdot \delta(s)}{2} \right] \cdot ds$$

5

$$- \frac{1}{\pi \cdot c} \int_0^w I(s) \cdot c \cdot \left[\sigma(s) + (1-y(q)) \cdot \frac{q \cdot \delta(s)}{2} \right] \cdot ds \quad (4),$$

10

wobei im ersten Integral der Ausdruck

15

$$b \cdot \left[h(s) + \sigma(s) - y(q) \cdot \frac{q \cdot \delta(s)}{2} \right] = \frac{1}{v_1(s)} \quad (5)$$

für den Kehrwert der Geschwindigkeit $v_1(s)$ der Verschiebung des beweglichen Spiegels 47 im ersten Messvorgang steht und im zweiten Integral der Ausdruck

20

$$c \cdot \left[\sigma(s) + (1-y(q)) \cdot \frac{q \cdot \delta(s)}{2} \right] = \frac{1}{v_2(s)} \quad (6)$$

25

für den Kehrwert der Geschwindigkeit $v_2(s)$ im zweiten Messvorgang steht.

30

In dieser Gleichung stellen b und c frei wählbare Konstanten und $\sigma(s)$ eine positive Funktion dar, die so gewählt ist, dass $h(s) + \sigma(s)$ stets positiv ist. b , c und $\sigma(s)$ werden gebraucht, um die Integrale an die Randbedingungen (endlicher Verschiebeweg, vernünftige Spiegelgeschwindigkeiten und Spiegelbeschleunigungen) anzupassen. Weitere Randbedingungen, nach denen b , c und $\sigma(s)$ festgelegt werden, sind beispielsweise vorgegebene Geschwindigkeits- und Beschleunigungshöchstwerte. Mit q ist der Wert des Integrals des Produktes aus der Funktion $h(s)$ und der Anfangsintensität $I(0)$ über den Wegunterschied s von 0 bis zum Maximalwert w bezeichnet, und $\sigma(s)$ steht für die Dirac'sche Deltafunktion. Für negative Werte von q ist $y(q)$ gleich 1, für positive Werte ist $y(q)$ gleich Null.

35

Unter Berücksichtigung der Identitäten in Gleichungen (5) und (6) und der Definition der Geschwindigkeit als Differentiation des Weges nach der Zeit, d.h.

40

$$v = \frac{ds}{dt},$$

kann die Integration über den Wegunterschied $0 \leq s \leq w$ in eine über ein vorgewähltes Zeitintervall T übergeführt werden und auf diese Weise direkt zu den zeitabhängigen Kenngrößen der Verschiebung des beweglichen Spiegels 47, dem Wegunterschied $s = s(t)$, der Geschwindigkeit $v = v(t)$ und der Beschleunigung $a = a(t)$ in Bezug gesetzt werden. Die bei den beiden Messvorgängen zur Auswertung der Teilintegrale in Gleichung (4) zu berücksichtigenden Randbedingungen umfassen die Forderung, dass die Messintervalle grösser als 0 (positiv) sind und dass der maximale Wegunterschied $s = w$ am Ende des Messintervalls T erreicht ist. Zusätzlich darf aus mechanischen Gründen die Beschleunigung $a(t)$ des beweglichen Spiegels 47 einen systembedingten Maximalwert nicht überschreiten. Diese Bedingungen können durch eine geeignete Wahl der Konstanten b und c und der positiven Funktion $\sigma(s)$ erfüllt werden. In den Fig. 10 bis 13 sind beispielsweise eine gewünschte und auf 1 normierte Filterfunktion $f(k)$ und die zugehörigen zeitabhängigen Verläufe der Kenngrößen der Verschiebung des beweglichen Spiegels 47, der Wegunterschied $s(t)$, die Geschwindigkeit $v(t)$ und die Beschleunigung des Spiegels $a(t)$ dargestellt. Das gewählte Messintervall T beträgt hier 10 ms und der Wegunterschied wird üblicherweise bis etwa 20 μm , entsprechend einer Verschiebung des beweglichen Spiegels 47 um etwa 10 μm , gewählt. Erforderlichenfalls können aber auch grössere Wegunterschiede und andere Zeitintervalle realisiert werden. Die Verschiebung des beweglichen Spiegels 47 aus der Ruhelage erfolgt über die Antriebssteuereinheit 51 und die Antriebsvorrichtung 50, welche beispielsweise eine Kombination von einem ortsfesten Magneten und einer Schwingspule, wie sie auch aus der Lautsprechertechnik bekannt sind, umfasst. Alternativ dazu können aber auch piezoelektrische Mittel oder andere Auslenkmittel vorgesehen sein.

60

Am Ende des Messintervalls T jeder der beiden Messvorgänge zur Bestimmung der beiden Teilintegrale in Gleichung (4) liegt der Wert des jeweiligen Integrals als Ausgangssignal am Ausgang des integrierenden Detektors an. Den gewünschten Farbauszug $F(f(k))$ erhält man durch einfache Subtraktion der beiden Signale.

65

Es versteht sich, dass die angegebene Methode zur einfachen messtechnischen integralen Erfassung und Auswertung des Integrals in Gleichung (2), das Ersetzen der Gewichtsfunktion $h(s)$ durch die modulierte Geschwindigkeit $v(s)$ der Verschiebung des beweglichen Spiegels 47, nur beispielsweise zu betrachten ist. Die Gewichtsfunktion $h(s)$ kann auch auf andere Arten erzeugt werden. Beispielsweise kann die Lichtmenge gesteuert werden, indem die Taktfrequenz einer Blitzlampe gesteuert wird oder ein elektronisches oder mechanisches Lichtventil betätigt wird. Eine andere Methode zur Erzeugung der Gewichtsfunktion stellt beispielsweise die Steuerung der Empfindlichkeit des Bildsensors dar. Bei diesen Varianten ergibt sich eine einfachere (z.B. lineare) Spiegelbewegung.

Das erfindungsgemäße fotografische Farbkopiergerät zur Farbanalyse einer Vorlage, insbesondere einer Kopiervorlage, vorzugsweise zur Belichtungssteuerung in einem Kopierer erlaubt ein einfaches und vor allem schnelles Analysieren der Vorlage ohne aufwendige Messfilter. Unabhängig vom verwendeten Kopiermaterial ist ein schnelles Anpassen an die neuen Gegebenheiten, insbesondere die spektrale Empfindlichkeit des Kopiermaterials möglich, ohne zusätzliche Rüstzeiten in Kauf nehmen zu müssen. Überdies wird durch die erfindungsgemäße Vorrichtung die Voraussetzung dafür geschaffen, bereits mit nur wenigen Messvorgängen die gesamten für die Belichtungssteuerung nötigen Informationen aus dem zu kopierenden Teil der Kopiervorlage zu bestimmen.

Bei geeigneter Wahl der Konstanten c und $\alpha(s)$ in der Formel (4) kann das zweite Integral für alle zu bestimmenden Farbauszüge gleich sein. Es braucht nur ein einziges Mal bestimmt zu werden, so dass sich die Anzahl der durchzuführenden Messungen noch weiter reduziert.

Patentansprüche

1. Fotografisches Farbkopiergerät mit einer ersten und einer zweiten Station, welche von einer streifenförmigen Kopiervorlage (N) hintereinander durchlaufen werden, wobei die erste Station eine Messanordnung (4) zur fotoelektrischen Analyse der Kopiervorlage (N) enthält und die zweite Station eine Projektionsanordnung (1, 2, 3) umfasst, um die Kopiervorlage (N) auf lichtempfindliches Kopiermaterial (P) abzubilden, und mit einer Rechen- und Steuereinheit (5, 5a), welche aus den von der Messanordnung (4) erzeugten Analysedaten Farbauszugswerte ermittelt, welche den spektralen Empfindlichkeiten des Kopiermaterials (8) entsprechen, und diese zur Bestimmung der Faktoren für die Belichtungssteuerung weiterverarbeitet, dadurch gekennzeichnet, dass die Messanordnung (4) interferometrische Mittel umfasst, welche von der Kopiervorlage (N) stammendes Messlicht (L) in ein Interferogramm (I) umwandeln, und dass die Rechen- und Steuereinheit (5, 5a) die Farbauszugswerte aus dem Interferogramm (I) ermittelt.

2. Fotografisches Farbkopiergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die interferometrischen Mittel (4) ein Zweistrahlinterferometer umfassen, welches im Strahlengang einer Messlichtquelle (41) angeordnet ist.

3. Fotografisches Farbkopiergerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Zweistrahlinterferometer einen Strahlenteiler und zwei Spiegel (46, 47) umfasst, wobei der Strahlenteiler in der winkelhalbierenden Ebene zwischen den beiden Spiegeln (46, 47) angeordnet ist.

4. Fotografisches Farbkopiergerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der beiden Spiegel (46, 47) im wesentlichen in oder gegen die Ausbreitungsrichtung eines auf ihn treffenden Teilstrahlenbündels (L_1 , L_2) verschiebbar ist.

5. Fotografisches Farbkopiergerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der verschiebbare Spiegel (47) mit einer Antriebsvorrichtung (50) verbunden ist, welche vorzugsweise piezoelektrische Mittel umfasst und welche mit einer Wegmессeinrichtung zur Erfassung der Verschiebung des Spiegels (47) aus seiner Ausgangslage verbunden ist.

6. Fotografisches Farbkopiergerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Wegmессeinrichtung eine interferometrische Anordnung und eine diese beaufschlagende Laserquelle (53) umfasst.

7. Fotografisches Farbkopiergerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Wegmессeinrichtung fotoelektrische Sensoreinrichtungen (56) und eine daran angeschlossene Auswerteeinheit (52) umfasst und dass die interferometrische Anordnung durch das Zweistrahlinterferometer gebildet ist, wobei das von der Laserquelle (53) stammende Laserlicht (K) nach Durchlauf durch das Zweistrahlinterferometer von den Sensoreinrichtungen (56) erfasst wird und die Auswerteeinheit (52) die Messergebnisse in Verschiebewege des beweglichen Spiegels (47) umsetzt.

8. Fotografisches Farbkopiergerät nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der im wesentlichen feststehende Spiegel (46) mittels einer manuell oder gegebenenfalls automatisch verstellbaren Dreipunkthalterung (59) justierbar ist.

9. Fotografisches Farbkopiergerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der im wesentlichen feststehende Spiegel (46) mit einer Überwachungseinheit (58) verbunden ist, welche die exakte Justierung des Spiegels (46) auf thermische und zeitliche Stabilität kontrolliert und nachregelt.

10. Fotografisches Farbkopiergerät nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Spiegel (46, 47) in Ruhelage gleich weit vom Strahlteilerspiegel (45) entfernt sind.

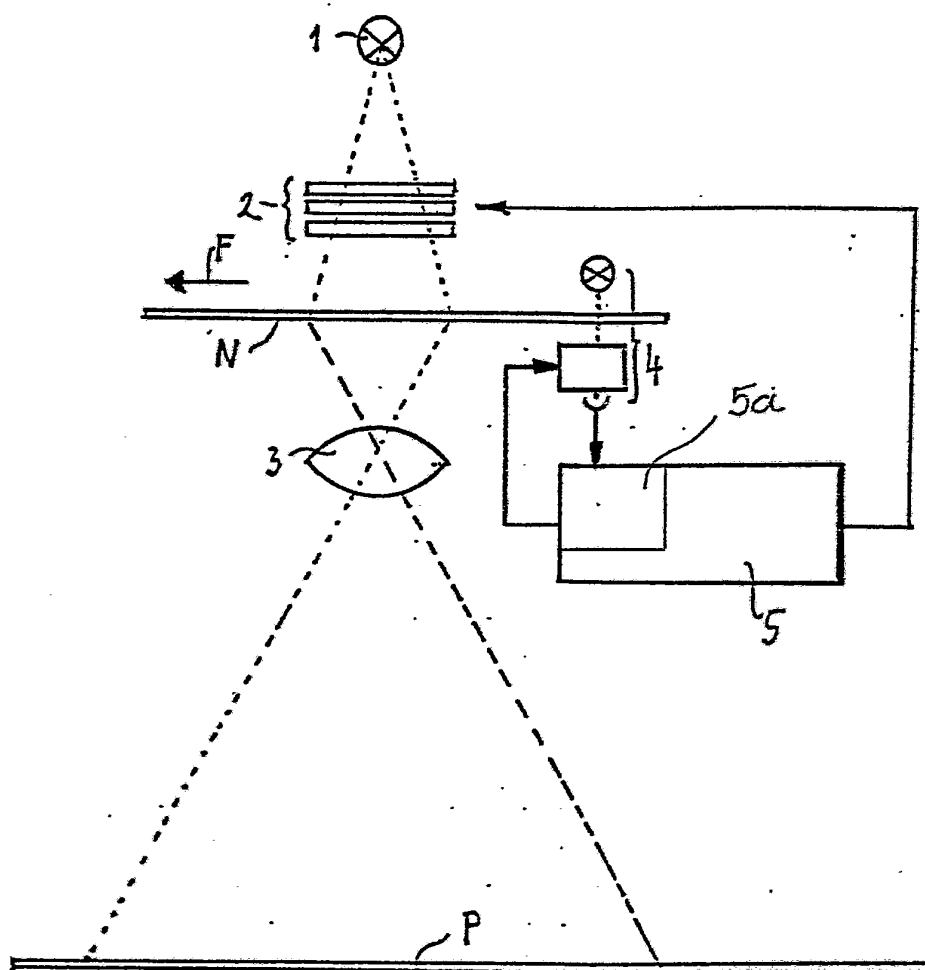
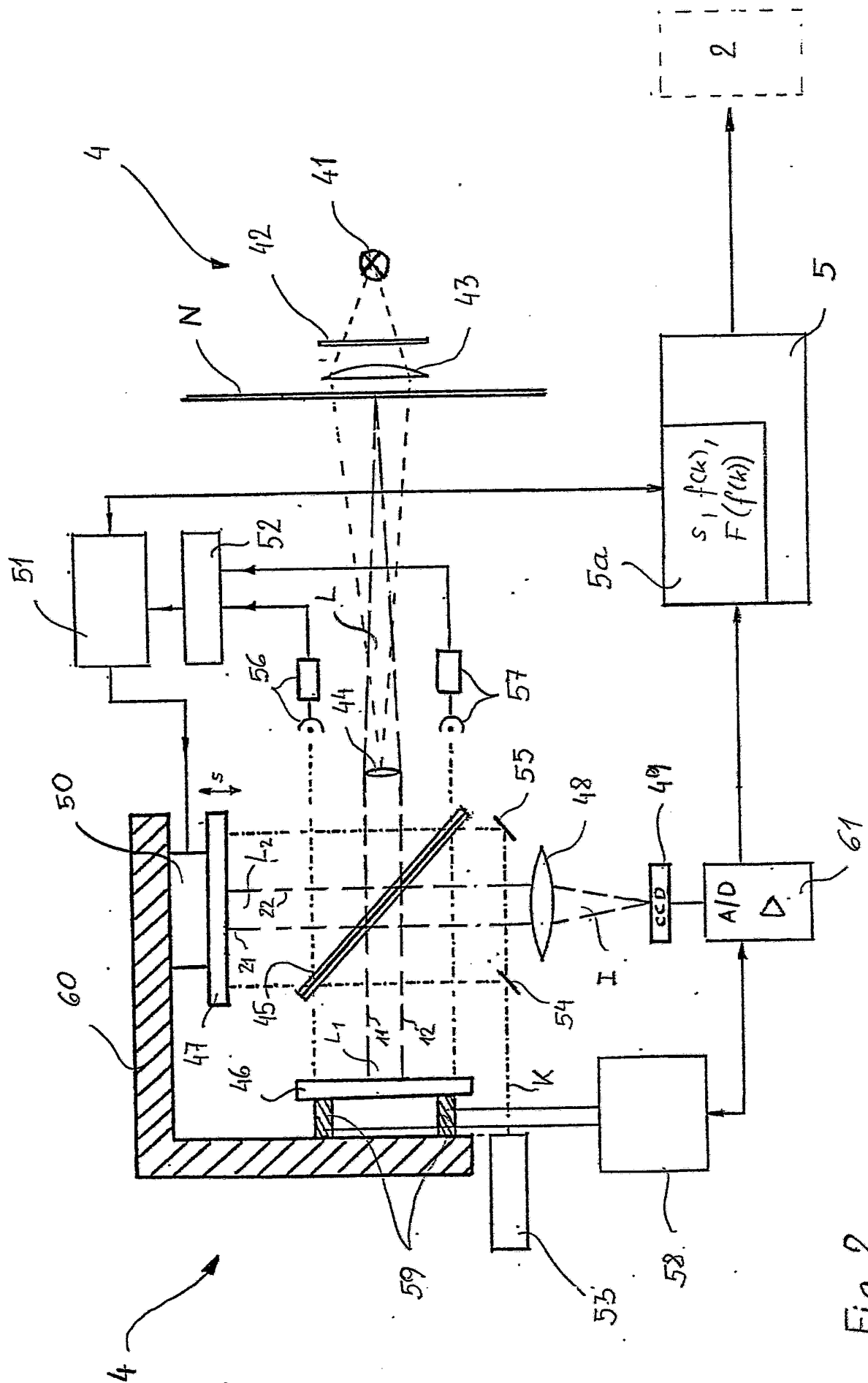


Fig. 1



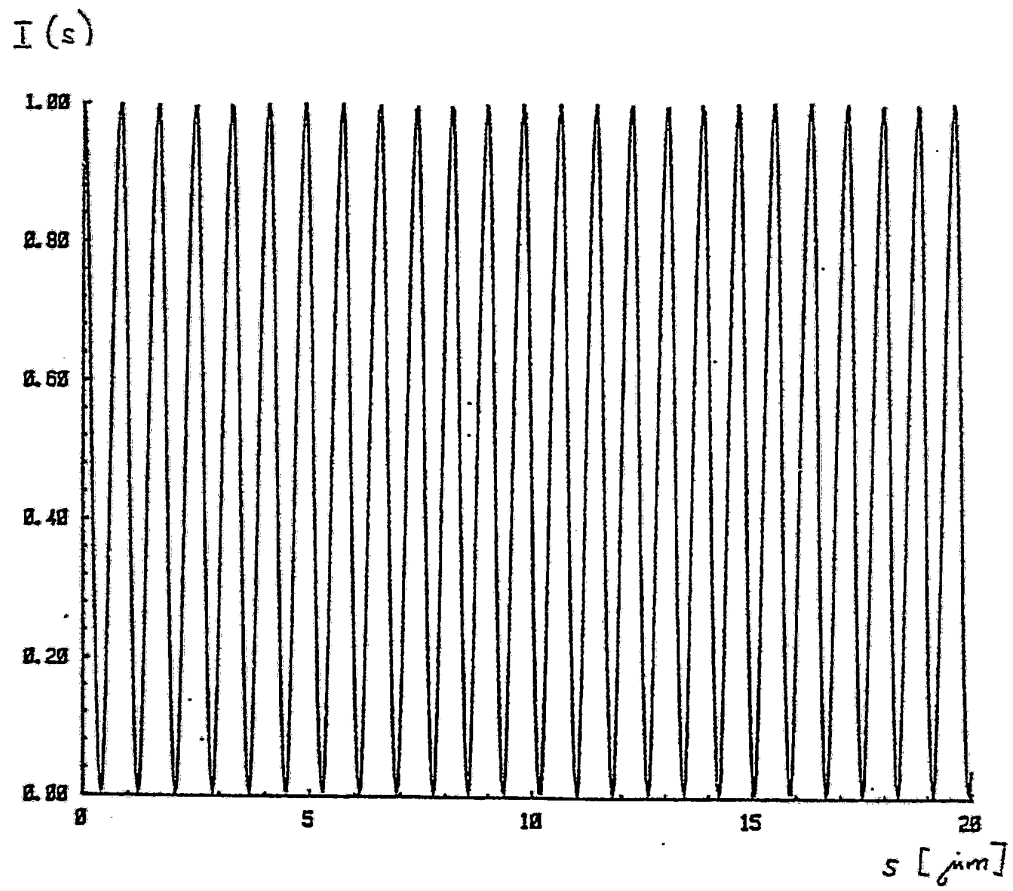


Fig. 3



Fig. 4

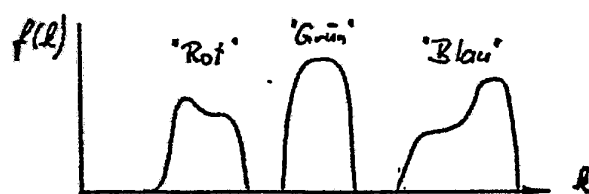


Fig. 5

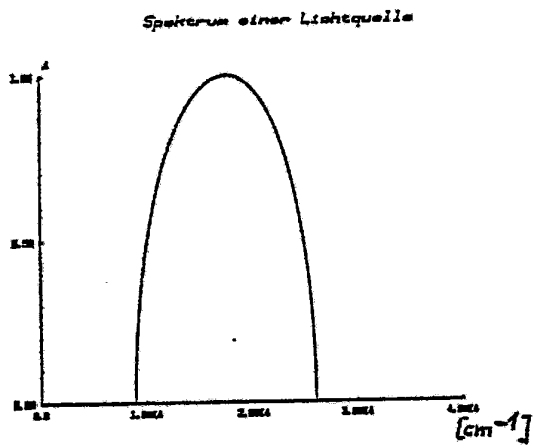


Fig. 6

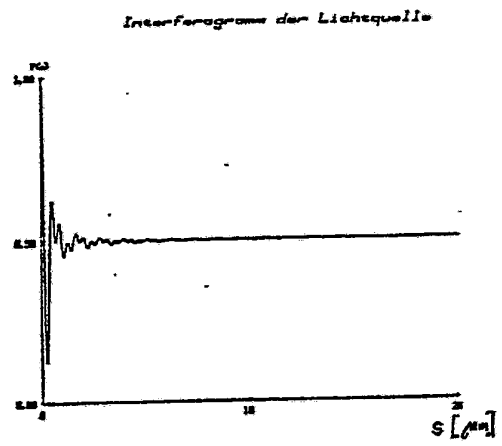


Fig. 7

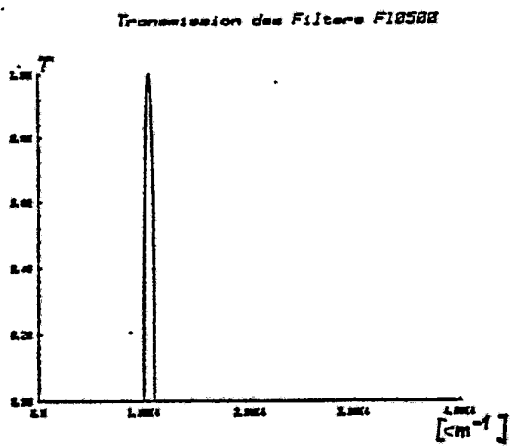


Fig. 8

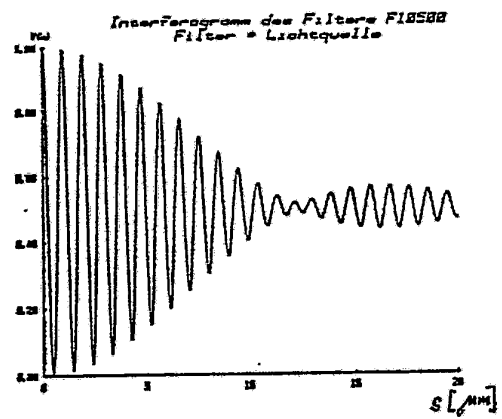


Fig. 9

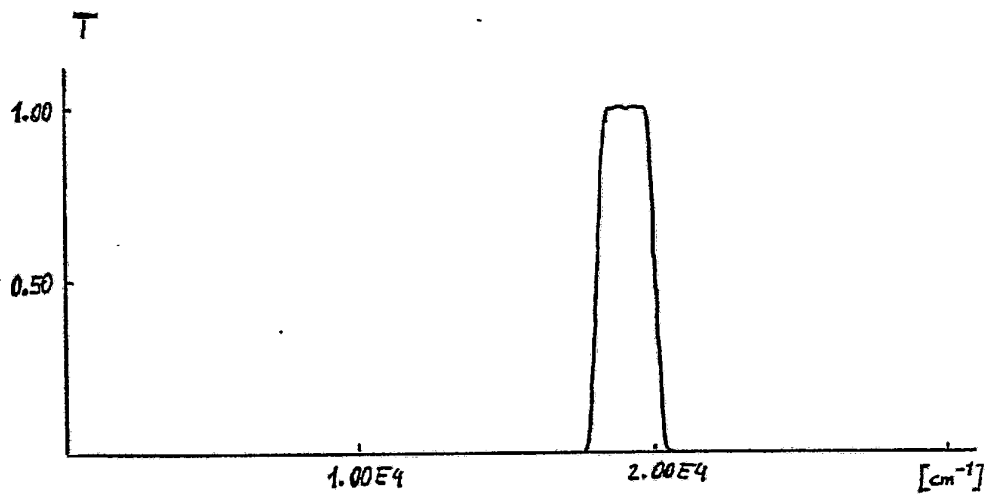


Fig. 10

CH 676 639 A5

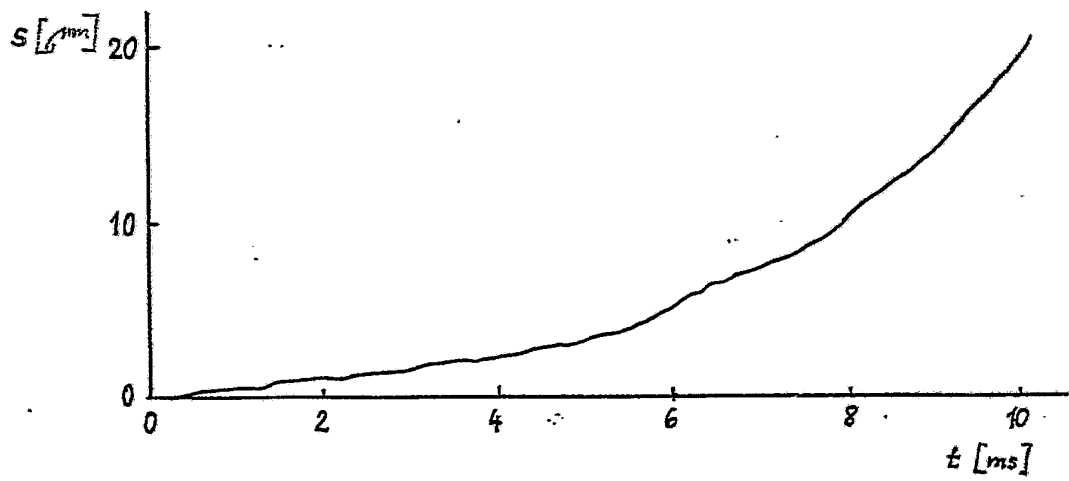


Fig. 11

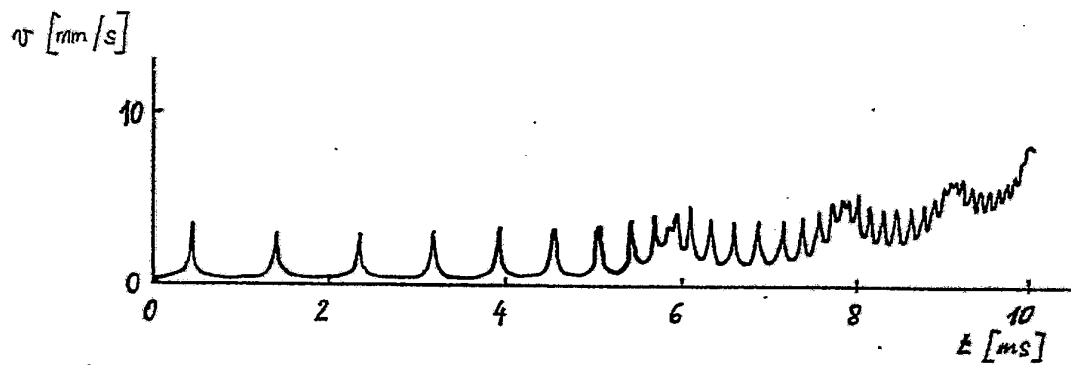


Fig. 12

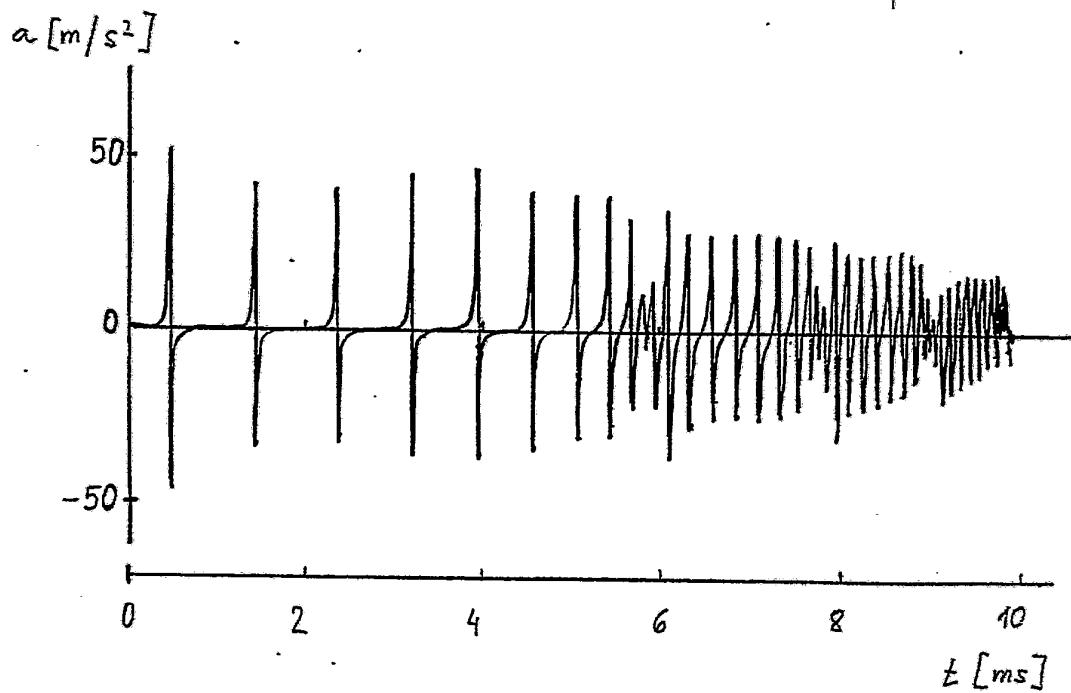


Fig. 13