



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



① Veröffentlichungsnummer : **0 321 402 B1**

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
16.10.91 Patentblatt 91/42

⑤ Int. Cl.⁵ : **B41F 33/00**

① Anmeldenummer : **88810844.6**

② Anmeldetag : **07.12.88**

④ Verfahren zur Farbsteuerung oder Farbregelung einer Druckmaschine.

③ Priorität : **16.12.87 CH 4922/87**

⑦ Patentinhaber : **GRETAG Aktiengesellschaft
Althardstrasse 70
CH-8105 Regensdorf (CH)**

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
21.06.89 Patentblatt 89/25

⑦ Erfinder : **Ott, Hans
Ostring 54
CH-8105 Regensdorf (CH)**

④ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
16.10.91 Patentblatt 91/42

⑦ Vertreter : **Kleewein, Walter, Dr. et al
Patentabteilung CIBA-GEIGY AG Postfach
CH-4002 Basel (CH)**

④ Benannte Vertragsstaaten :
CH DE FR GB IT LI

⑥ Entgegenhaltungen :
**EP-A- 0 124 908
EP-A- 0 228 347
CH-A- 649 842
US-A- 4 310 248**

EP 0 321 402 B1

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).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Farbsteuerung oder Farbbregelung einer Druckmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5 Aus der EP-A 228347 (entsprechend den US-Patentanmeldungen Serial No. 939,966 vom 10. Dezember 1986 und Serial No. 213,000 vom 29. Juni 1988) ist ein Verfahren der eingangs genannten Art bekannt, bei dem zur optimalen Angleichung des Farbeindrucks eine Vielzahl von Bezugsfeldern ausgewertet werden, um den Farbort des jeweils abgetasteten Bezugsfeldes mit einem für dieses Bezugsfeld vorgegebenen Farbort zu vergleichen und aus dem Farbabstand zwischen dem Ist-Farbort und dem Soll-Farbort einen schichtdickenänderungssteuervektor zu ermitteln, der die Farbführungsorgane der Druckmaschine so verstellt, daß eine mög-
10 lichst kleine Farbabweichung erzielt wird. Manchmal ist es jedoch aufgrund vorgegebener Randbedingungen, insbesondere vorgegebener minimaler und/oder maximaler Schichtdicken der Druckfarben nicht möglich, den Ist-Farbort bis zum vorgegebenen Soll-Farbort zu verschieben. In solchen Fällen verbleibt ein Farbabstandsfehler, der sich mehr oder weniger störend auswirkt, da der vorgegebene Soll-Farbort sich außerhalb des Korrekturfarbraumes befindet, dessen Abmessungen durch die zulässigen Veränderungen der Schichtdicken der Volltondichten der beteiligten Druckfarben vorgegeben sind.

Eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bestimmen der in Prozent anzeigbaren erforderlichen Rasterflächendeckung von Farbauszügen zum möglichst genauen Reproduzieren der Farbe eines vorgegebenen und nachzudruckenden Vorlagenmusters ist in der EP-A 124908 beschrieben. Die bekannte Vorrichtung verfügt
20 über einen Meßkopf, der beispielsweise Filter für die Farben Rot, Grün und Blau enthält und es gestattet, unter Benutzung dieser Filter Farbinformationen, insbesondere Farbdichten der jeweils abgetasteten Vorlagen zu messen. Der Meßkopf ist mit einem Datenverarbeitungsgerät verbunden, das eine beim Abtasten von vorgegebenen Referenzmustern benutzte Tastatur zur Eingabe von Rasterflächendeckungsgraden in Prozent aufweist. Das Datenverarbeitungsgerät verfügt weiterhin über eine Anzeigeeinrichtung zum Anzeigen von
25 aufgrund der Abtastung eines Vorlagenmusters berechneten Rasterflächendeckungsgraden.

Bevor die bekannte Vorrichtung zum Bestimmen der Rasterflächendeckungen eines Satzes von Farbauszügen eingesetzt werden kann, ist es erforderlich, eine Umrechnungstabelle für die Umrechnung von Farbinformationen in Rasterflächendeckungsgraden zu erstellen, die in einem Speicher des Datenverarbeitungsgerätes abgespeichert wird. Dazu wird zunächst eine Farbmusterkarte gedruckt. Zum
30 Drucken der Farbmusterkarte werden die Farben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz verwendet, wobei jeweils Rasterflächendeckungen zwischen 0% und 100% in Sprüngen von jeweils 10% für alle Farben verwendet werden. Dies ergibt 14.641 Kombinationen für die Rasterflächendeckungen und die zugehörigen, zum Beispiel als Farbdichten erfaßten Farbinformationen.

Beim Abtasten jedes Musters der Farbmusterkarte wird über die Tastatur die Kombination der verwendeten
35 Rasterflächendeckungen eingegeben und den vom Meßkopf erfaßten Farbdichten zugeordnet.

Wenn die Umrechnungstabelle angelegt ist, gestattet es die Vorrichtung, ein nachzudruckendes Vorlagenmuster mit Hilfe des Meßkopfes abzutasten und durch einen Vergleich der mit Hilfe der verschiedenen Filter erfaßten Farbdichten mit den in der Umrechnungstabelle gespeicherten Farbdichten diejenige Zeile in der Umrechnungstabelle zu ermitteln, deren Farbdichtewerte mit den gemessenen Farbdichten des Vorlagenmusters übereinstimmen oder am besten übereinstimmen. Wenn diese Zeile in der Umrechnungstabelle gefunden
40 ist, werden die zugeordneten Rasterflächendeckungsgrade für beispielsweise drei oder vier Farbauszüge auf der Anzeigeeinrichtung angezeigt oder zu einem externen Gerät weitergeleitet.

Da beim Erstellen der Farbmusterkarte die Rasterflächendeckungen zum Drucken jeweils in Sprüngen von 10% verändert worden sind, ist die Umrechnungstabelle verhältnismäßig grob und ungenau. Aus diesem
45 Grunde werden gemäß einem verbesserten Verfahren durch Interpolation der Werte der Umrechnungstabelle zusätzliche Zwischenwerte für die Farbinformationen und die zugeordneten Rasterflächendeckungen bestimmt. Die Interpolation kann dabei so vorgenommen werden, daß Rastersprünge von 1% vorgesehen werden, wobei sich eine genauere Reproduktion des nachzudruckenden Vorlagenmusters ergibt.

Zum Bestimmen der Rasterflächendeckungen werden in dem Datenverarbeitungsgerät die Farbabstände
50 zwischen der Farbinformation des Vorlagenmusters und den Farbinformationen in der Umrechnungstabelle rechnerisch bestimmt. Das bekannte Verfahren kann auch so ausgestaltet sein, daß vor der Ausgabe von Werten für die Rasterflächendeckungsgrade eine Abfrage erfolgt, ob Werte von 0% oder 100% vorliegen. Durch Extrapolieren der Rasterflächendeckungsgrade und der Farbdichten wird ein erweiterter Farbraum für Rasterflächendeckungen zwischen — 10% und 110% aufgrund der Farbdichtenveränderungen im Bereich zwischen
55 0 und 10 bzw. 90 und 100% ermittelt. Auf diese Weise gestattet es das bekannte Verfahren, eine Angabe über die Nichtreproduzierbarkeit eines Vorlagenmusters zu machen.

Beim aus der EP-A-0124908 bekannten Verfahren werden also die für die Erzielung eines gewünschten Farbtons erforderlichen Rasterpunktgrößen (Flächendeckungsgrade) in den einzelnen Farbauszügen voraus-

bestimmt und die Druckplatten für die einzelnen Druckfarben dann entsprechend hergestellt. Ein irgendwie gearteter regelnder Eingriff in die Druckmaschine findet nicht statt.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, das es gestattet, eine möglichst hohe Druckqualität auch dann zu erreichen, wenn der vorgegebene Soll-Farbort außerhalb des durch die vorgegebenen Randbedingungen begrenzten Korrekturbereichs liegt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Dadurch, daß der nicht erreichbare vorgegebene Soll-Farbort gemäß einer Regelstrategie durch einen erreichbaren Soll-Farbort ersetzt wird, kann für den Ist-Farbort eine optimale Lage im Farbkoordinatenraum angesteuert werden. Als erreichbarer Soll-Farbort wird im einfachsten Fall derjenige Farbort gewählt, der durch den Schnittpunkt des Farbabstandsvektors zwischen dem Ist-Farbort und dem Soll-Farbort mit der Oberfläche des Farbkorrekturkörpers definiert ist. Vorteilhafter ist es jedoch, als erreichbaren Soll-Farbort denjenigen Farbort auf der Oberfläche des KorrekturfARBraumes zu wählen, der den kleinsten Abstand vom vorgegebenen Soll-Farbort hat. Je nach der Lage des vorgegebenen Soll-Farbortes läßt sich der erreichbare Soll-Farbort mit dem geringsten Abstand vom vorgegebenen Soll-Farbort dadurch finden, daß vom vorgegebenen Soll-Farbort auf die Oberfläche des KorrekturfARBraumes ein Lot durch den vorgegebenen Soll-Farbort errichtet wird. Wenn keine Lösung dafür möglich ist, wird statt eines Lotes auf die Oberfläche ein Lot auf die nächst liegende Seitenkante errichtet. Ist auch dafür keine Lösung möglich, ist die nächst liegende Ecke des Farbkorrekturraumes der am nächsten liegende Punkt.

Wenn als Farbraum ein Farbraum mit einer Helligkeitskoordinatenachse Verwendung findet, ist es zweckmäßig, einen größeren Helligkeitsfehler gegen einen kleineren Farbtonfehler einzuhandeln, da sich Helligkeitsfehler weniger stark auf die Druckqualität auswirken als Farbtonfehler. Die Berechnung eines erreichbaren Soll-Farbortes erfolgt gemäß dieser Strategie dadurch, daß der dem vorgegebenen Soll-Farbort am nächsten liegende Schnittpunkt einer Parallelen zur Helligkeitskoordinatenachse durch den vorgegebenen Soll-Farbort mit der Oberfläche des KorrekturfARBraumes als erreichbarer Soll-Farbort gewählt wird.

Wenn ein solcher Schnittpunkt nicht existiert, ist es zweckmäßig, gemäß der Regelstrategien nach dem Unteransprüchen 7 bis 8 zu verfahren.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen :

Fig. 1 ein stark vereinfachtes Blockschema einer Druckanlage zur Durchführung der erfindungsgemäßen Regelstrategie und

Fig. 2 eine zusammenfassende Darstellung der erfindungsgemäßen Regelstrategie anhand eines KorrekturfARBraumes innerhalb eines Farbraumes mit einer der Helligkeit zugeordneten Koordinatenachse und zwei je der Buntheit und dem Farbton zugeordneten Koordinatenachsen.

In Fig. 1 erkennt man ein geschlossenes Regelsystem einer Druckanlage, die über eine elektronische Einrichtung zur Meßwertverarbeitung 10 verfügt, um Steuerdaten 11 zu erzeugen, mit denen eine Steuerkonsole 20 beaufschlagt wird, die aus den Steuerdaten 11 Stellensignale 21 für die Farbführungsorgane einer Druckmaschine 30 erzeugt, die z.B. eine Mehrfarben-Offset-Druckmaschine ist. (Für das Nachstehende sind nur die Farben Cyan, Magenta und Yellow relevant). Der Regelkreis der Druckanlage dient dazu, die Farbabweichungen auf den von der Druckmaschine 30 bedruckten Druckbogen 40 gegenüber vorgegebenen Sollfarben so klein wie möglich zu halten.

Die Erfassung der Farben auf dem Druckbogen 40 erfolgt durch Ausmessen von Farbmeßfeldern 41 mitgedruckter Farbmeßstreifen, die vorzugsweise farbmetrisch und/oder densitometrisch automatisch und laufend mit Hilfe eines Meßkopfes 42 optisch abgetastet werden.

Das Farbmeßgerät liefert densitometrische Meßwerte der einfarbigen Volltonmeßfelder und farbmetrische Meßwerte der ein- oder mehrfarbigen Meßfelder, aus denen ein Rechner in der Meßwertverarbeitung 10 mit Hilfe der vorgegebenen Dichtegrenzwerte aus den gemessenen Volltondichten den KorrekturfARBraum um den auf dem Mehrfarbenmeßfeld gemessenen Ist-Farbort I im $L^*a^*b^*$ -Farbraum (CIE 1976) bestimmt. Obwohl andere Farbräume ebenfalls Verwendung finden können, wird die Erfindung anhand des $L^*a^*b^*$ -Farbraumes erläutert, der ein empfindungsmäßig gleichabständig gestuftes Farbsystem darstellt, bei dem gleiche Abweichungen in den drei Koordinaten (ΔL^* , Δa^* oder Δb^*) gleich gut erkannt werden. Für die Druckqualitätsbeurteilung sind diese Abweichungen jedoch nicht gleichwertig, da sich Helligkeitsabweichungen (in Richtung der L^* -Koordinate) weniger stark störend auswirken als gleich große Abweichungen in der der Farbe zugeordneten Koordinaten a^* und b^* .

Wenn in der Meßwertverarbeitung 10 festgestellt wird, daß der Ist-Farbort des vom Farbmeßgerät 42 abgetasteten Bereichs, insbesondere eines Farbmeßfeldes 41, auf dem Druckbogen 40 nicht mit dem erwünschten Soll-Farbort S übereinstimmt, der beispielsweise durch Abtasten eines für gut befundenen Druckbogens oder

durch direkte Dateneingabe festgelegt ist, so erzeugt die Meßwertverarbeitung 10 Steuerdaten 11, die über die Steuerkonsole 20 eingegeben werden und die Stellsignale 21 für die Farbführungsorgane der Druckmaschine 30 bewirken, um die Schichtdicken der Druckfarben auf dem Druckbogen 40 und damit die Volltondichten so nachzuregeln, daß beim Messen des nächsten Druckbogens 40 ein Zusammenfallen oder zumindest

5 eine Annäherung des Ist-Farbortes I und des Soll-Farbortes S erfolgt.

In der Meßwertverarbeitung 10 werden die Farbabstandsvektoren durch den Rechner mit einer Sensitivitätsmatrix multipliziert, um den Schichtdickenänderungssteuervektor oder den Dichteänderungsvektor zu berechnen, der beim nächsten Druck eines Druckbogens 40 berücksichtigt werden muß, um die gewünschte Farbortverschiebung zu erreichen. Die Sensitivitätsmatrix, mit der die Dichtedifferenzen für die Farbortverschiebung zwischen dem Soll-Farbort S und dem Ist-Farbort I berechnet werden, kann empirisch und meß-

10 technisch mittels einer Versuchsserie bestimmt werden.

Nähere Details zur empirischen/meßtechnischen Bestimmung der Sensitivitätsmatrix sind in den beiden eingangs genannten, zur EP-A 228347 korrespondierenden US-Patentanmeldungen Serial No. 939,966 und 213,000 zu finden. Die rechnerische Bestimmung ist in der EP-A-0324718 (nachveröffentlicht) ausführlich

15 beschrieben. Die genannten Druckschriften und Patentanmeldungen werden ausdrücklich als integrierter Bestandteil der vorliegenden Beschreibung erklärt.

Fig. 2 zeigt den $L^*a^*b^*$ -Farbraum mit dem Farbvektor i für den Ist-Farbort I eines auf dem Druckbogen 40 abgetasteten Bereichs, insbesondere eines Farbmeßfeldes 41, das ein Graufeld oder ein anderes dem Bildinhalt auf dem Druckbogen 40 besonders angepaßtes Rasterfeld oder Volltonfeld sein kann, um eine optimale

20 Korrektur der Farb- und Helligkeitsanteile gleichzeitig durchzuführen.

Ausgehend von dem in Fig. 2 dargestellten Ist-Farbort ist es möglich, durch den Farben Cyan, Magenta und Gelb zugeordnete Volltondichteänderungen ΔD_C , ΔD_M und ΔD_Y , Veränderungen des gedruckten Farbortes entsprechend den Richtungen der in Fig. 2 eingezeichneten den Farben Cyan, Magenta und Gelb zugeordneten Korrekturvektoren c , m und y innerhalb eines Korrekturfarbraumes 50 vorzunehmen, der in Fig. 2 als Quader dargestellt ist. Beim Mehrfarbendruck erfolgt bekanntlich die grobe Festlegung des Farbortes durch die Rasterflächendeckung, während ein Feinabgleich durch Verändern der Dichten, d.h. durch Verändern der Schichtdicken der Druckfarben, erfolgt. Entsprechend den Volltondichte-Grenzwerten sind die Korrekturvektoren c , m und y begrenzt. Für den Korrekturvektor y sind in Fig. 2 die maximal zulässigen Dichtedifferenzen $\Delta D_{y_{max}}$ und $\Delta D_{y_{min}}$ eingezeichnet. Die maximal zulässigen Dichtedifferenzen ergeben

30 sich aus den Differenzen zwischen der Ist-Dichte D_{ist} und den zulässigen Grenzdichten D_{max} und D_{min} für die jeweils beteiligten Druckfarben. Die Grenzwerte für die Volltondichte ergeben sich zum Beispiel aus den Anforderungen für einen ausreichenden relativen Druckkontrast.

Die Korrekturvektoren c , m und y spannen den Korrekturfarbraum 50 um den momentanen Ist-Farbort I auf. Obwohl sie üblicherweise nicht rechtwinklig zueinander stehen, ist dies in Fig. 2 zur Vereinfachung so dargestellt. Außerdem wird davon ausgegangen, daß innerhalb eines genügend kleinen Korrekturfarbraumes um den Ist-Farbort eine lineare Annäherung der Zusammenhänge zwischen den Farbortkoordinaten und den Dichten gegeben ist.

35

Zusammen mit dem farbmétrisch gemessenen Ist-Farbort I sind in Fig. 2 zur Veranschaulichung der erfindungsgemäßen Regelstrategie Soll-Farborte S_1 bis S_6 eingezeichnet, die jeweils einen Sonderfall darstellen und von denen selbstverständlich jeweils nur ein einziger der jeweils vorgegebene Soll-Farbort S ist, der statt des Ist-Farbortes I beim Druck des Druckbogens 40 hätte erreicht werden sollen.

40

Als erstes Beispiel wird der Fall erörtert, bei dem der Soll-Farbort S_1 , dessen Farbabstand vom Ist-Farbort I durch den Farbabstandsvektor 51 veranschaulicht ist, innerhalb des Korrekturfarbraumes 50, der einen Regelkörper darstellt, liegt. Durch Verändern der Farbdichten der beteiligten Druckfarben innerhalb der vorgegebenen Grenzwerte ist es daher möglich, den Soll-Farbort S_1 wirklich zu erreichen, wobei mit Hilfe der bereits erwähnten Sensitivitätsmatrix A die Dichtedifferenzen für die Farbortverschiebung ΔL , Δa und Δb zwischen dem Ist-Farbort I und dem Soll-Farbort S_1 berechnet werden.

45

Nachfolgend werden Regelstrategien für die Fälle erläutert, bei denen ein Soll-Farbort S infolge vorgegebener Farbdichtegrenzen oder anderer Einschränkungen nicht erreicht werden kann. In diesen Fällen soll ein Ersatz-Soll-Farbort, d.h. erreichbarer Soll-Farbort S' bzw. S'' angesteuert werden, der sich durch einen für den Betrachter am wenigsten störenden Farbabstand auszeichnet.

50

Wenn der Soll-Farbort S außerhalb des Korrekturfarbraumes 50 liegt, ist es möglich, als erreichbaren Soll-Farbort S'' den Durchstoßpunkt des Farbabstandsvektors durch die betroffene Seitenfläche oder Begrenzungsfläche des Korrekturfarbraumes 50 zu wählen. In Fig. 2 ist dargestellt, wie auf diese Weise bei einem Soll-Farbort S_2 ein erreichbarer Soll-Farbort S_2' erhalten wird. Der erreichbare Soll-Farbort S_2' liegt auf dem Schnittpunkt des Farbabstandsvektors 52 mit der Seitenfläche 60 des Korrekturfarbraumes 50. Die Strategie des Wählens des Durchstoßpunktes des Farbabstandsvektors zwischen dem Ist-Farbort und dem Soll-Farbort

55

hat den Vorteil einer einfachen Berechnung und stellt eine Näherung dar.

Der in Fig. 2 erkennbare Abstand zwischen dem Soll-Farbot S_2 und dem erreichbaren Soll-Farbot S'_2 stellt den nicht korrigierten bzw. nicht korrigierbaren Farbabweichungsabstand dar. Da der Soll-Farbot S_2 in einem Raumbereich liegt, für dessen Raumpunkte ein Lot auf die Seitenfläche 60 existiert, ergibt sich ein geringerer nicht korrigierbarer Farbabweichungsabstand entsprechend der Länge des Lotes 62 auf die Seitenfläche 60, wenn als erreichbarer Soll-Farbot S'_2 der Fußpunkt des Lotes 62 auf der Seitenfläche 60 gewählt wird. In Fig. 2 sind die rechten Winkel sowie die Ebene 61 dargestellt, in denen das Lot 62 und der Soll-Farbot S_2 sowie der erreichbare Soll-Farbot S'_2 liegen. Um die Zeichnung nicht zu sehr zu belasten, ist der Farbabweichungsvektor zwischen dem Ist-Farbot I und dem erreichbaren Soll-Farbot S'_2 nicht dargestellt. Wenn mit Hilfe des Rechners durch analytisches Bestimmen des minimalen Abstands zum Korrekturfarbraum 50 der erreichbare Soll-Farbot S'_2 ermittelt worden ist, wird für diesen mit Hilfe der Sensitivitätsmatrix A der notwendige Dichtedifferenzvektor berechnet.

Der geringste Abstand zwischen dem Soll-Farbot S_2 und der am nächsten liegenden Begrenzungsfläche des Korrekturfarbraumes 50, d.h. der Seitenfläche 60, wurde bei dem erörterten Ausführungsbeispiel durch Bestimmen des Fußpunktes eines Lotes 62 ermittelt. Je nach der Lage des Soll-Farbot ist es jedoch nicht möglich, ein Lot auf eine der Begrenzungsflächen des Korrekturfarbraumes 50 zu fällen. In solchen Fällen wird der Punkt mit dem geringsten Abstand vom Soll-Farbot S auf eine andere Art und Weise ermittelt.

Wenn sich der Soll-Farbot so weit verschiebt, daß er außerhalb des Raumbereiches zu liegen kommt, für dessen Punkte jeweils ein Lot auf die benachbarte Seitenfläche 60 existiert, wie dies zum Beispiel für den Soll-Farbot S_3 zutrifft, so erfolgt die Bestimmung eines erreichbaren Soll-Farbot S'_3 , indem das Lot 73 auf die benachbarte Kante 70 des Korrekturfarbraumes 50 bestimmt wird und als erreichbarer Soll-Farbot S'_3 der Schnittpunkt des Lotes 73 mit der Kante 70 des Korrekturfarbraumes 70 gewählt wird.

Der Soll-Farbot S_4 in Fig. 2 liegt an einer Stelle, die weder die Konstruktion eines Lotes auf eine Seitenfläche noch auf eine Kante des Regelkörpers oder Korrekturfarbraumes 50 gestattet. Aus diesem Grunde wird für den erreichbaren Soll-Farbot S'_4 die benachbarte Ecke 80 des Korrekturfarbraumes 50 gewählt, da dieser Punkt den geringsten Abstand aller Punkte auf der Oberfläche des Korrekturfarbraumes 50 vom Soll-Farbot S_4 hat. Der Abstand des auf diese Weise bestimmten erreichbaren Soll-Farbot S'_4 vom eigentlichen Soll-Farbot S_4 ist in Fig. 2 durch die Verbindungslinie 84 veranschaulicht, wobei zur Verdeutlichung der räumlichen Lage des Soll-Farbot S_4 ein Quader 85 eingezeichnet ist, dessen Diagonale durch die Verbindungslinie 84 gebildet wird.

Helligkeitsabweichungen wirken sich erfahrungsgemäß weniger stark störend wie gleichgroße Abweichungen der beiden anderen Koordinaten aus, so daß größere Helligkeitsabweichungen zugunsten kleinerer Farbanteilfehler hingenommen werden können. Eine einfache Methode dazu besteht in einer linearen Kompression von L^* gemäß der Gleichung

$$L^{**} = K \cdot L^*,$$

wobei der Kompressionsfaktor K zwischen Null und Eins liegt.

Auf diese Weise können Farbanteilfehler stärker als die Helligkeitsfehler gewichtet und korrigiert werden. Unter gewissen Voraussetzungen können die Farbanteilfehler ganz korrigiert werden, was anhand des Soll-Farbot S_5 in Fig. 2 veranschaulicht ist. Der dem Soll-Farbot S_5 zugeordnete erreichbare Soll-Farbot S'_5 wird in der Weise gewonnen, daß durch S_5 eine Parallele zur L^* -Achse konstruiert wird, die die im wesentlichen nach oben in Richtung der L^* -Achse weisende Oberseitenfläche 90 des Korrekturfarbraumes 50 schneidet und dadurch den erreichbaren Soll-Farbot S'_5 definiert. Der erreichbare Soll-Farbot S'_5 ist gegenüber dem (nicht dargestellten) Durchstoßpunkt eines Lotes vom Soll-Farbot S_5 auf die Oberseitenfläche 90 in der Weise verschoben, daß die Farbkoordinaten a^* und b^* des erreichbaren Soll-Farbot S'_5 mit denjenigen des Soll-Farbot S_5 übereinstimmen, wobei in Kauf genommen wurde, daß gegenüber der Wahl des Durchstoßpunktes des Lotes eine zusätzliche Abweichung der Helligkeitskoordinate L^* auftritt. Der Farbabweichungsvektor 95 zwischen dem Soll-Farbot S_5 und dem erreichbaren Soll-Farbot S'_5 ist länger als das Lot von S_5 auf der Oberseitenfläche 90, aber seine Komponenten für a^* und b^* sind Null. Die erfindungsgemäße Regelstrategie schlägt somit vor, vorzugsweise zu versuchen, den Korrekturfarbraum 50 ausgehend von einem Soll-Farbot zu erreichen, indem ein erreichbarer Soll-Farbot durch Verschieben des tatsächlichen Soll-Farbot parallel zur L^* -Achse ermittelt wird.

Dabei ist es jedoch sinnvoll, für die akzeptabel erscheinenden Helligkeitsfehler zum Vermeiden von Farbanteilfehlern Grenzen zu setzen und nur einen vorgegebenen Bereich für Helligkeitsfehler zwischen δL_{\min} und δL_{\max} zuzulassen und innerhalb dieser Bereiche entsprechend den oben bereits beschriebenen

Strategien jeweils denjenigen Punkt auf der Oberfläche des KorrekturfARBraumes 50 zu suchen, der möglichst nahe liegt. Somit ist die Kompression der L* Koordinate mit der Suche eines Durchstoßpunktes, Lotfußes oder Eckpunktes kombinierbar.

Ein derartiger Fall ist in Fig. 2 anhand des Soll-FARBortes S₆ veranschaulicht, dessen Lage mit Hilfe eines Quaders 96 räumlich dargestellt ist. Im Gegensatz zur Strategie für den Soll-FARBort S₄ wird unter Einhandeln eines größeren Helligkeitsfehlers gegen geringere Farbanteilfehler nicht die am nächsten liegende Ecke 97 des KorrekturfARBraumes 50 als erreichbarer Soll-FARBort ausgewählt, sondern derjenige Punkt S'₆ auf der Oberfläche des KorrekturfARBraumes 50, der auf einer Ebene liegt, die sich parallel zu den a* und b* Koordinaten in einem Abstand vom Soll-FARBort S₆ erstreckt, der durch den größten zugelassenen Helligkeitsfehler definiert ist, und der den geringsten Abstand von der Parallelen zur L*-Achse durch den Soll-FARBort S₆ hat. Der Schnittpunkt dieser Ebene mit der Parallelen zur L*-Achse ist in Fig. 2 mit dem Bezugszeichen 98 versehen. Die Bestimmung des erreichbaren Soll-FARBortes S'₆ kann auch so geschehen, daß ausgehend vom Schnittpunkt 98 entsprechend der beim Soll-FARBort S₃ angewandten Strategie der Fußpunkt des Lotes auf die Kante 99 ermittelt wird. Der Fachmann erkennt aus den obigen Ausführungen, daß die lineare Kompression der L*-Achse nicht nur gesondert, sondern auch in Kombination mit den anhand der Soll-FARBorte S₂, S₃ und S₄ erörterten Konstruktionen möglich ist. Die dazu jeweils erforderlichen Berechnungen werden von dem Rechner der Meßwertverarbeitung der Druckanlage durchgeführt. Welche Strategie gewählt wird, hängt einerseits von der relativen Lage des Soll-FARBortes S zum KorrekturfARBraum 50 und andererseits von der Art des Meßfeldes und den Zielsetzungen ab. Zweckmäßig ist es, wenn der Bediener der Druckanlage bei mehreren Möglichkeiten die auszuwählende Strategie vorgeben kann.

Wenn der erreichbare Soll-FARBort auf der Oberfläche des KorrekturfARBraumes 50 bestimmt ist, wird dieser für die Regelung auf minimalen Farbabstand gewählt, wobei der Dichtedifferenzvektor gemäß folgender Gleichung erhalten wird :

$$\begin{bmatrix} \Delta D_C \\ \Delta D_M \\ \Delta D_Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial D_C}{\partial L} & \frac{\partial D_C}{\partial a} & \frac{\partial D_C}{\partial b} \\ \frac{\partial D_M}{\partial L} & \frac{\partial D_M}{\partial a} & \frac{\partial D_M}{\partial b} \\ \frac{\partial D_Y}{\partial L} & \frac{\partial D_Y}{\partial a} & \frac{\partial D_Y}{\partial b} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta L \\ \Delta a \\ \Delta b \end{bmatrix}$$

In dieser Gleichung sind ΔD_c , ΔD_m und ΔD_y die Komponenten des Volltondichteänderungsvektors. Die Komponenten des Farbabstandsvektors zwischen dem Ist-FARBort und dem erreichbaren Soll-FARBort sind mit ΔL , Δa und Δb bezeichnet. Die die partiellen Ableitungen der Volltondichten nach den Komponenten des Farbtraumes enthaltende Matrix ist die bereits erwähnte Sensitivitätsmatrix A.

Die erörterten Regelstrategien können auch für Meßfelder Anwendung finden, bei denen weniger als drei Druckfarben gedruckt werden. Für Zweifarbenfelder reduziert sich der KorrekturfARBraum zu einem Parallelogramm und für ein Einfarbenfeld zu einer Strecke im Farbtraum. Die oben beschriebenen Regelstrategien und Rechnungen werden in solchen Fällen analog angewandt. Dazu müssen lediglich die Korrekturvektoren der nicht vorhandenen Farben auf Null gesetzt werden. Besonders bei Zwei- und Einfarbenfeldern liegen die Soll-FARBorte praktisch immer außerhalb des flächen- oder streckenförmigen Korrekturbereichs. Aus diesem Grunde sind die oben erörterten Strategien zum Auffinden eines erreichbaren Soll-FARBortes eine Voraussetzung für eine optimale Farbtonregelung.

Wenn die Dichtegrenzwerte über- oder unterschritten werden, kommt es vor, daß der Ist-FARBort nicht innerhalb des KorrekturfARBraumes liegt. Trotzdem wird der nächste Regelschritt optimale ausgeführt. Voraussetzung ist nur, daß die den Berechnungen zugrunde liegende Linearisierung zulässig und die Sensitivitätsmatrix A genügend genau bekannt ist.

Schließlich sei noch erwähnt, daß bei einer gleichzeitigen Regelung auf unterschiedliche FARBorte die Restfehler optimal auf den Farbtraum verteilt werden können. Die dazu erforderlichen Berechnungen ergeben sich ohne weiteres aus den obigen Erörterungen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Farbsteuerung oder Farbregelung einer Druckmaschine mit einem farbmetrischen Meßsystem, wobei auf den von der Druckmaschine gedruckten Druckbögen Meßfelder optisch erfaßt werden, um den Farbort eines Meßfeldes in einem Koordinatensystem zu bestimmen und durch Koordinatenvergleich aus dem Farbabstand des erfaßten Meßfeldes von einem vorgegebenen Soll-Farbort eine Stellgröße zur Verstellung der Farbführungsorgane der Druckmaschine zu erzeugen, damit unerwünschte Farbabweichungen bei dem mit der neuen Farbführungseinstellung anschließend gedruckten Druckbogen minimal werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß mit Hilfe der vorgegebenen Grenzdichten und den gemessenen Volltondichten ein KorrekturfARBraum um den auf dem Meßfeld gemessenen Ist-Farbort bestimmt wird und daß ein außerhalb des KorrekturfARBraumes liegender vorgegebener Soll-Farbort durch einen erreichbaren Soll-Farbort auf der Begrenzungsfläche des KorrekturfARBraumes mit einem Farbabstand vom vorgegebenen Soll-Farbort ersetzt wird, dessen für die Druckqualität wesentliche Komponenten minimal sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als erreichbarer Soll-Farbort derjenige Farbort auf der Oberfläche des KorrekturfARBraumes gewählt wird, der den kleinsten Farbabstand vom vorgegebenen Soll-Farbort hat.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß vom vorgegebenen Soll-Farbort ein Lot auf die benachbarte Seitenfläche des KorrekturfARBraumes gefällt wird und der Schnittpunkt des Lotes mit der Seitenfläche als erreichbarer Soll-Farbort verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß vom vorgegebenen Soll-Farbort ein Lot auf die benachbarte Seitenkante des KorrekturfARBraumes gefällt wird und der Schnittpunkt des Lotes mit der Seitenkante als erreichbarer Soll-Farbort verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die dem vorgegebenen Soll-Farbort benachbarte Ecke des KorrekturfARBraumes als erreichbarer Soll-Farbort verwendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der dem vorgegebenen Soll-Farbort am nächsten liegende Schnittpunkt einer Parallelen zur Helligkeitskoordinatenachse durch den vorgegebenen Soll-Farbort mit der Oberfläche des KorrekturfARBraumes als erreichbarer Soll-Farbort gewählt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die auf einer Parallelen zur Helligkeitskoordinatenachse durch den vorgegebenen Soll-Farbort liegenden Punkte innerhalb eines vorgegebenen Helligkeitsfehlerbereiches mit einer maximalen und einer minimalen Helligkeit die am nächsten liegenden Punkte auf der Oberfläche des KorrekturfARBraumes als erreichbare Soll-Farborte bestimmt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der am nächsten liegende Punkt auf der Oberfläche des KorrekturfARBraumes für den Punkt auf der Parallelen bestimmt wird, der dem größten akzeptabel erscheinenden Helligkeitsfehler zugeordnet ist.

9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als erreichbarer Soll-Farbort der Schnittpunkt des Farbabstandsvektors zwischen dem Ist-Farbort und dem vorgegebenen Soll-Farbort mit der Oberfläche des Farbkorrekturraumes gewählt wird.

10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Farbkorrekturraum zu einer Fläche bzw. einer Geraden im Farbraum degeneriert ist und der erreichbare Soll-Farbort für einen Zweifarbendruck bzw. Einfarbendruck sinngemäß bestimmt wird.

11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß Helligkeitsfehler zu Gunsten kleinerer Farbanteilfehler weniger stark gewichtet werden, indem L^* gemäß $L^{**} = K \cdot L^*$ komprimiert wird, wobei K zwischen 0 und 1 liegt.

Claims

1. A process for the colour control or regulation of a printing machine having a colorimetric measuring system, in which measuring fields on sheets printed by the printing machine are optically evaluated in order to determine the colour location of a measuring field in a coordinate system and to generate a correcting variable for adjusting the colour control elements of the printing machine by a coordinate comparison from the colour deviation of the measuring field evaluated from a predetermined desired colour location so that undesirable colour deviations will become minimal on the sheet subsequently printed with the new colour control setting, wherein a correction colour space around the actual colour location measured on the measuring field is determined with the aid of predetermined limiting densities and measured full tone densities and a predetermined desired colour location situated outside the correction colour space is replaced by an attainable desired colour location on the boundary surface of the correction colour space having a colour deviation from the predetermined desired colour location, the components of which colour deviation that are essential for the printing quality are minimal.

2. A process according to claim 1, wherein the colour location on the surface of the correction colour space having the smallest colour deviation from the predetermined desired colour location is chosen as the attainable desired colour location.

3. A process according to claim 2, wherein a perpendicular is dropped onto the adjacent lateral surface of the correction colour space from the predetermined desired colour location and the intersection of the perpendicular with the lateral surface is used as the attainable desired colour location.

4. A process according to claim 2, wherein a perpendicular is dropped onto the adjacent lateral edge of the correction colour space from the predetermined desired colour location and the intersection of the perpendicular with the lateral edge is used as the attainable desired colour location.

5. A process according to claim 2, wherein the corner of the correction colour space adjacent to the predetermined desired colour location is used as the attainable desired colour location.

6. A process according to claim 1, wherein that intersection of a parallel to the brightness coordinate axis through the predetermined desired colour location with the surface of the correction colour space which is nearest the predetermined desired colour location is chosen as the attainable desired colour location.

7. A process according to claim 6, wherein, for the points located on a parallel to the brightness coordinate axis through the predetermined desired colour location within a given brightness error range having a maximum and a minimum brightness, the nearest points on the surface of the correction colour space are designated as the attainable desired colour locations.

8. A process according to claim 7, wherein the nearest point on the surface of the correction colour space is determined for the point on the parallel associated with the greatest brightness error that appears to be acceptable.

9. A process according to claim 1, wherein the intersection of the colour deviation vector between the actual colour location and the predetermined desired colour location with the surface of the colour correction space is chosen as the attainable desired colour location.

10. A process according to any one of the preceding claims, wherein the colour correction space is reduced to a surface or a straight line in the colour space and the attainable desired colour location for two-colour printing or single-colour printing, respectively, is determined accordingly.

11. A process according to any one of the preceding claims, wherein brightness errors are less heavily weighted in favour of smaller colour component errors by compressing L^* according to $L^{**} = K \cdot L^*$, wherein K is between 0 and 1.

Revendications

1. Procédé de commande ou de réglage de l'encre d'une presse à imprimer comportant un système de mesure colorimétrique, étant précisé que, par voie optique, on saisit, sur la feuille imprimée par la presse à imprimer, des zones de mesure pour déterminer, dans un système de coordonnées la position de la couleur dans l'espace chromatique d'une zone de mesure, et pour produire, par comparaison des coordonnées, à partir de l'écart chromatique entre la zone de mesure saisie et une position chromatique prescrite prédéterminée, une grandeur réglante pour régler les organes de conduite de la couleur de la presse à imprimer, de façon que, sur la feuille imprimée, à la suite, avec le nouveau réglage de conduite de la couleur, les écarts de couleur indésirables soient réduits au minimum, procédé caractérisé par le fait qu'à l'aide des densités limites prédéterminées et des densités mesurées des couleurs fondamentales, on détermine un volume chromatique correcteur autour de la position de la couleur dans l'espace chromatique, mesurée sur la zone de mesure, et par le fait que l'on remplace une position prescrite de la couleur, prédéterminée et située à l'extérieur du volume chromatique correcteur, par une position prescrite de la couleur que l'on peut atteindre, qui est située sur la surface limite du volume chromatique correcteur et qui présente, par rapport à la position prescrite prédéterminée de la couleur dans l'espace chromatique, un écart chromatique dont les composants essentiels pour la qualité de l'impression sont minimaux.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que, comme position prescrite de la couleur que l'on peut atteindre dans l'espace chromatique, on choisit la couleur, située sur la surface du volume chromatique correcteur, qui présente le plus petit écart chromatique par rapport à la position prescrite prédéterminée de la couleur dans l'espace chromatique.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que, depuis la position prescrite prédéterminée de la couleur dans l'espace chromatique, on abaisse une perpendiculaire sur la surface latérale, voisine, du volume chromatique correcteur et que l'on utilise le point d'intersection de cette perpendiculaire avec la surface latérale comme position prescrite de la couleur que l'on peut atteindre dans l'espace chromatique.

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que, depuis la position prescrite prédéterminée

de la couleur dans l'espace chromatique, on abaisse une perpendiculaire sur l'arête, voisine, du volume chromatique correcteur et que l'on utilise le point d'intersection de cette perpendiculaire avec l'arête comme position prescrite de la couleur que l'on peut atteindre dans l'espace chromatique.

5 Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que, comme position prescrite, que l'on peut atteindre, de la couleur dans l'espace chromatique, on utilise l'angle du volume chromatique correcteur voisin de la position prescrite prédéterminée de la couleur dans l'espace chromatique.

10 Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que comme position prescrite, que l'on peut atteindre, de la couleur dans l'espace chromatique, on choisit le point d'intersection, situé le plus près de la position prescrite prédéterminée de la couleur, d'une parallèle à l'axe des coordonnées de la luminance, passant par la position prescrite prédéterminée de la couleur dans l'espace chromatique, avec la surface du volume chromatique correcteur.

15 Procédé selon la revendication 6, caractérisé par le fait que, pour les points situés sur une parallèle à l'axe de coordonnées de la luminance passant par la position prescrite prédéterminée de la couleur dans l'espace chromatique et situés à l'intérieur d'un domaine prescrit d'erreur sur la luminance, présentant une luminance maximale et une luminance minimale, on détermine, comme position prescrite, que l'on peut atteindre, de la couleur dans l'espace chromatique les points situés au plus près sur la surface du volume chromatique correcteur.

20 Procédé selon la revendication 7, caractérisé par le fait que l'on détermine le point, situé sur la surface du volume chromatique correcteur, le plus proche du point, situé sur la parallèle, qui correspond à la plus grande erreur sur la luminance apparaissant acceptable.

9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que, comme position, que l'on peut atteindre, de la couleur dans l'espace chromatique, on choisit un point d'intersection du vecteur écart de couleur, entre la position réelle et la position prescrite prédéterminée dans l'espace chromatique, avec la surface du volume correcteur chromatique.

25 10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le volume correcteur chromatique est dégénéré en une surface ou en une droite dans l'espace chromatique et par le fait que l'on détermine judicieusement la position prescrite, que l'on peut atteindre, de la couleur dans l'espace chromatique pour une impression bicolore ou une impression monocolore.

30 11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'on pondère moins fortement l'erreur sur la luminance, au profit d'une plus petite erreur sur la proportion des couleurs, en comprimant L^* selon $L^{**} = K \cdot L^*$, K valant entre 0 et 1.

35

40

45

50

55

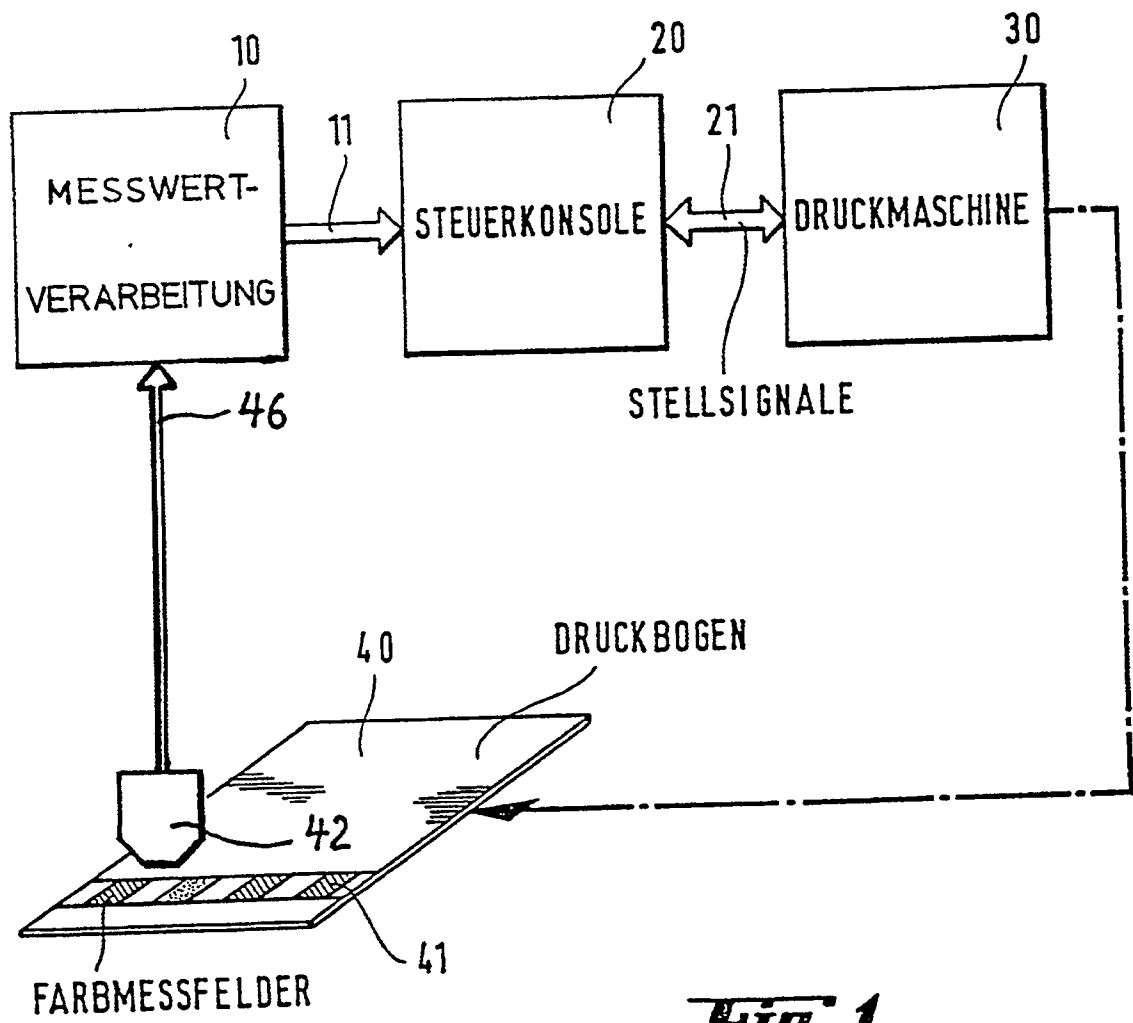


Fig. 1

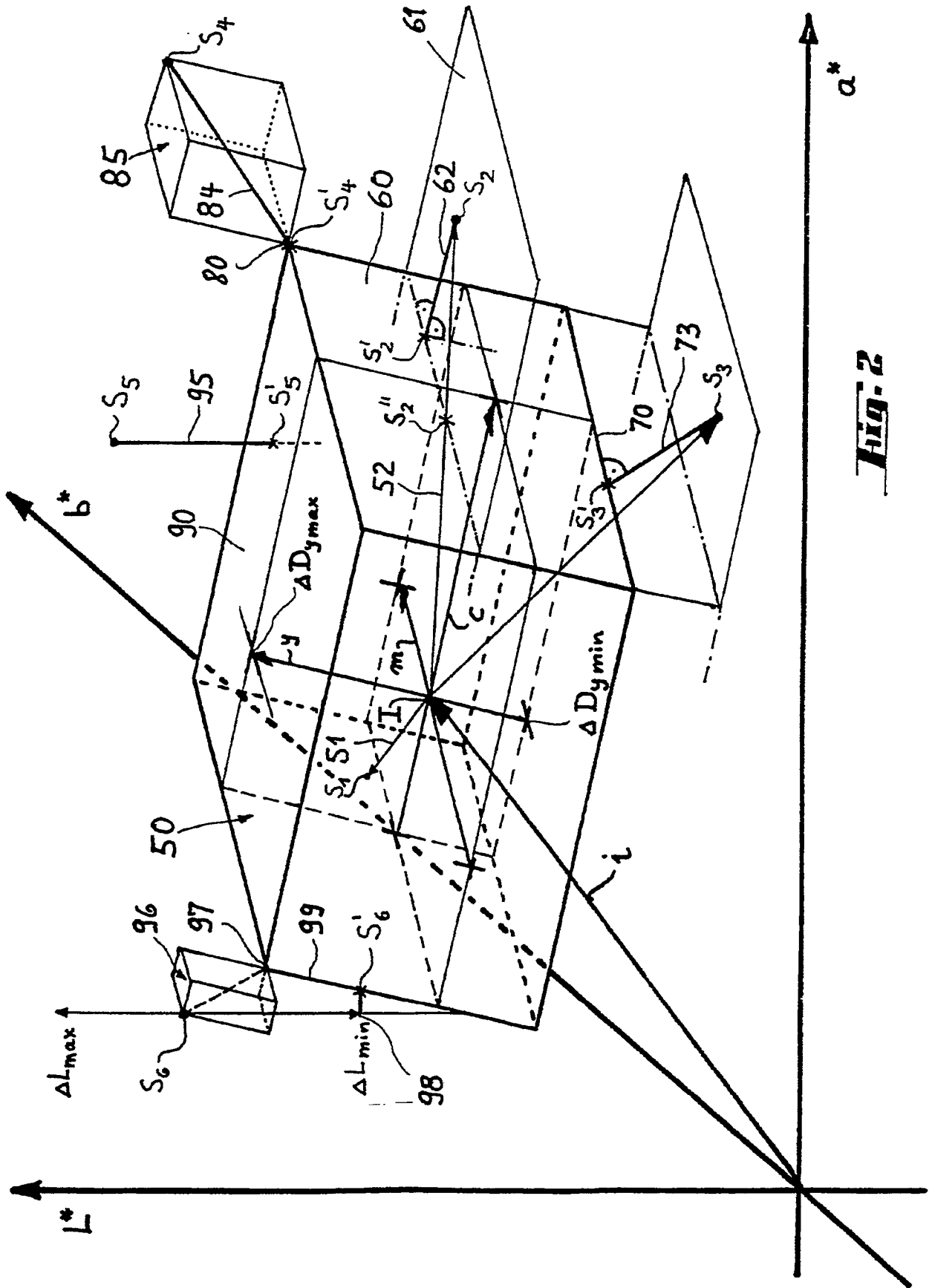


Fig. 2