



(19)

REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: **AT 412 426 B**

(12)

## PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1542/2002  
(22) Anmeldetag: 11.10.2002  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.07.2004  
(45) Ausgabetag: 25.02.2005

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **G03B 11/00**  
G03B 21/00

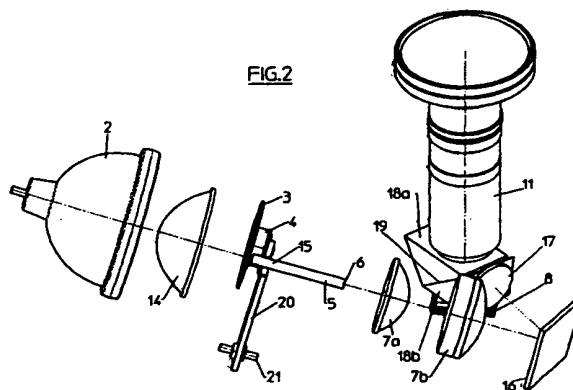
(73) Patentinhaber:  
IN-VISION PRÄZISIONSOPTIK  
PRODUKTIONS GES.M.B.H & CO. KG  
A-2353 GUNTRAMSDORF,  
NIEDERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:  
IPP ERHARD MAG.  
BRUNN AM GEBIRGE,  
NIEDERÖSTERREICH (AT).  
BERNATZKI ULRICH  
MÖDLING, NIEDERÖSTERREICH (AT).  
WENISCH JOSEF ING.  
WIEN (AT).

(54) DIGITALPROJEKTOR FÜR DIGITALE UND / ODER VIDEOSIGNALE

AT 412 426 B

(57) Digitalprojektor mit einem Beleuchtungssystem und einem Farbrad, das Farbfilter in den drei Grundfarben (R,G,B) aufweist, mit einer Optik, welche das sich durch das rotierende Farbrad in seiner Farbe periodisch ändernde Licht auf ein digital steuerbares Mikro-Spiegel-Array (DMD) konzentriert, das von einer Elektronik angesteuert wird und die einzelnen Spiegelemente in eine erste Stellung (ON) verschwenkt, in welcher das Licht einem Projektionsobjektiv zugeleitet wird und in eine zweite Stellung (OFF), in welcher das Licht aus dem Strahlengang des Projektionsobjektives abgelenkt wird, wobei die Elektronik die einzelnen Spiegelemente durch Impulse variabler Länge so ansteuert, dass für die einzelnen Pixel der gewünschte Farbcharakter resultiert, wobei das Farbrad (3) quer zur optischen Achse des Beleuchtungssystems (1,2) verschiebbar angeordnet ist, und die Farbfilter (R,G,B) des Farbrades (3) in Verschieberichtung (22) des Farbrades (3) unterschiedliche Sättigungen aufweisen, so dass sich je nach Einstellung des Farbrades (3) Projektionsbilder mit unterschiedlicher Farbsättigung ergeben.



Die Erfindung betrifft einen Digitalprojektor für digitale und / oder Video-Signale. Solche Projektoren werden eingesetzt, wenn eine bildliche Information einem größeren Auditorium zugänglich gemacht werden soll und mit herkömmlichen Monitoren nicht mehr das Auslangen gefunden wird. Mit entsprechenden Hochleistungsbeleuchtungs-Systemen können solche Projektoren in Kinosälen zur Wiedergabe von Fernsehbildern oder von Videoaufzeichnungen eingesetzt werden. Digitalprojektoren werden auch zur Präsentation von computergenerierten Bildern, Tabellen und Diagrammen verwendet. Eine weitere Anwendung erfolgt in Schaltwarten, beispielsweise von Kraftwerken, Industrieanlagen od. dgl. zur Visualisierung von Daten und Prozessen. Je nach Einsatz werden diese Projektoren unter sehr unterschiedlichen Umfeldbeleuchtungsverhältnissen eingesetzt, im Kinosaal in Dunkelheit, bei Präsentationen und für Visualisierungen unter mehr oder weniger intensivem Tageslicht.

Typisch weisen solche Digitalprojektoren ein Beleuchtungssystem und ein diesem vorgeschaltetes, von einem Elektromotor angetriebenes sogen. Farbrad auf. Dieses Farbrad trägt Farbfilter, zumindest in den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau. Weiters ist eine Spiegel- und / oder Linsen-Optik vorgesehen, welche das sich durch das rotierende Farbrad in seiner Farbe periodisch ändernde Licht des Beleuchtungssystems auf ein digital steuerbares Mikro-Spiegel-Array (Digital Mirror Device-DMD) konzentriert. Dieses DMD wird von einer Elektronik angesteuert. Die einzelnen Spiegelemente können in eine erste Stellung (ON) verschwenkt werden, in welcher das Licht der Lichtquelle einem Projektionsobjektiv zugeleitet wird oder in eine zweite Stellung (OFF), in welcher das Licht aus dem Strahlengang des Projektionsobjektives abgelenkt wird. Die einzelnen Spiegelemente sind Elementen des Bildes sogen. Pixel zugeordnet und werden von der Elektronik durch Impulse variabler Länge so angesteuert, dass für die einzelnen Pixel der gewünschte Farbcharakter resultiert. Vorzugsweise ist zwischen dem Farbrad und dem DMD ein Lichtmischstab, ein sogen. „integrating rod“ oder auch „light pipe“ angeordnet, der eine gleichmäßige Ausleuchtung des DMDs gewährleistet.

Wie bereits oben erwähnt wurde, werden solche Projektoren unter sehr unterschiedlichen Umgebungs-Lichtverhältnissen eingesetzt. Bei Einsatz in abgedunkelten Räumen könnten bei der gegebenen Lichtleistung des Projektors zur Erzielung einer optimalen Bildqualität Farbfilter mit sehr hoher Farbsättigung eingesetzt werden. Wird in solcher Projektor aber unter Tageslichtbedingungen verwendet, so wird vielfach die Lichtleistung als unzureichend empfunden werden. Unter diesen Bedingungen sind Farbfilter mit geringerer Farbsättigung günstiger, da sie eine höhere Bildhelligkeit ergeben. Um diesen unterschiedlichen Umgebungslicht-Verhältnissen Rechnung zu tragen, werden im allgemeinen Farbfilter mit einer mittleren Farbsättigung eingesetzt, die sowohl bei Dunkelheit als auch bei Tageslichtbedingungen noch akzeptable Resultate ergeben.

Durch die Erfindung wird eine Lösung vorgeschlagen, durch welche auch unter den extrem verschiedenen Umgebungs-Lichtverhältnissen jeweils optimale Resultate erzielt werden können. Erfindungsgemäß ist das Farbrad quer zur optische Achse des Beleuchtungssystems verschiebbar angeordnet und die Farbfilter des Farbrades weisen in Verschieberichtung des Farbrades unterschiedliche Sättigungen auf, so dass sich je nach Einstellung des Farbrades Projektionsbilder mit unterschiedlicher Farbsättigung ergeben.

Vorteilhaft ist das Farbrad automatisch in Abhängigkeit vom Umgebungslicht des Projektors steuerbar, in einer alternativen Lösung ist das Farbrad manuell verstellbar.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weisen die Farbfilter des Farbrades in Verschieberichtung des Farbrades eine kontinuierlich verlaufende Farbsättigung auf, so dass die Farbsättigung stufenlos einstellbar ist.

Bei bestimmten Anwendungen ist eine Farbwiedergabe nicht erforderlich, bzw. ist die Vorlage schwarz-weiß, z.B. bei Text- oder Tabellenvorlagen. Für solche Einsätze kann es zweckmäßig sein, wenn das Farbrad vollkommen aus dem Strahlengang des Beleuchtungssystems verschiebbar ist, so dass sich anstelle eines Farbbildes ein monochromes Bild großer Helligkeit ergibt.

In einer Alternative zu der oa. Lösung weisen sämtliche Farbfilter des Farbrades in einer Position desselben einen transparenten Bereich auf, so dass sich anstelle eines Farbbildes ein monochromes Bild großer Helligkeit ergibt.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels und unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Die Fig. 1 zeigt schematisch den Strahlengang eines Digitalprojektors gemäß dem Stand der Technik. Die Fig. 2 veranschau-

licht das optische System des erfindungsgemäßen Digitalprojektors, die Fig. 3 zeigt im Detail das Beleuchtungssystem des in Fig. 2 dargestellten Digitalprojektors.

Der bekannte Digitalprojektor gemäß der Fig. 1 weist eine UHP- (Ultra High Performance) -Lampe 1 mit einem elliptischen Reflektor 2 auf. Für Großprojektion kann aber auch eine Bogenlampe mit Gasfüllung eingesetzt werden. Vor der Lichtquelle 1,2 ist ein Farbrad 3 angeordnet, das von einem Synchronmotor 4 angetrieben wird. Das Farbrad trägt in drei Sektoren je ein Farbfilter in den Farben Rot, Grün und Blau. An das Farbrad 3 schließt ein Lichtmischstab 5 oder „integrating rod“ an. Durch diesen Lichtmischstab 5 wird eine gleichmäßige Bildausleuchtung erzielt. Die Austrittsfläche 6 des Lichtmischstabes 5 wird durch eine Relaisoptik 7 auf ein Mikro-Spiegel-Array 8 („Digital Mirror Device“ DMD) abgebildet. Dieses DMD 8 besitzt einige  $10^6$  Spiegel-Elemente, die durch je ein Piezo-System schwenkbar sind und jeweils zwei unterschiedliche Stellungen von  $+12^\circ$  und  $-12^\circ$  einnehmen können. Die Elemente weisen eine sehr hohe Schaltfrequenz von  $10^4 - 10^5$  Hz auf. In der Zeichnung sind zwei dieser Elemente vergrößert dargestellt. Ein erstes Element 9 befindet sich in der ON-Position, der Spiegel hat eine Neigung von  $+12^\circ$ . Dies bewirkt, dass das Licht der Austrittsfläche 6 des Lichtmischstabes 5, welches durch die Relaisoptik 7 auf den Mikro-Spiegel-Array DMD 8 projiziert wird, durch den Mikrospiegel 9 in das Projektionsobjektiv 11 reflektiert wird. Befindet sich ein Mikrospiegel hingegen in der OFF-Position von  $-12^\circ$  (ein Mikrospiegel in diesem Schaltzustand ist in der Fig. 1 mit 10 bezeichnet), so wird das Licht am Projektionsobjektiv 11 vorbei gelenkt (Strahl 25). Die Mikrospiegel bzw. ihre Piezo-Stellglieder werden von einer Steuer-Elektronik 12 angesteuert, die auch den Synchronmotor 4 des Farbrades 3 synchron und phasenrichtig steuert. Die Steuerung 12 empfängt Signale von einem Computer 13, sie könnte aber auch von einem Video-Recorder, einem DVD-Gerät oder einem Fernsehempfänger abgeleitet werden.

Die Wirkungsweise der Einrichtung ist folgende:

Soll ein Pixel in einem intensiven Blau projiziert werden, so schaltet die Steuerung 12 den entsprechenden Mikrospiegel während der gesamten Zeitspanne, in welcher sich das blaue Filter im Strahlengang der Beleuchtungseinrichtung befindet auf ON. Sinngemäß das gleiche trifft für die anderen beiden Farben zu. Soll ein weißes Pixel dargestellt werden, so bleibt der entsprechende Mikrospiegel während einer ganzen Umdrehung des Farbrades 3 eingeschaltet (ON). Zur Erzeugung eines Grautones wird der Mikrospiegel z.B. während 50 % der Blauphase, 50 % der Rotphase und 50 % der Grünphase eingeschaltet. Durch Ändern der Einschaltdauer des Mikrospiegels während der einzelnen Farbphasen können beliebige Mischfarben generiert werden. Da die Mikrospiegel eine sehr hohe Schaltfrequenz aufweisen, kann eine große Zahl von exakt differenzierten Farbabstufungen erzeugt werden. Durch die Gesamtheit der mehr als  $10^6$  Mikrospiegel des DMDs 8 kann durch das Projektionsobjektiv 11 ein detailreiches Bild auf einen nicht dargestellten Bildschirm projiziert werden.

In den Figuren 2 und 3 ist das optische System des erfindungsgemäßen Digitalprojektors dargestellt, wobei für Teile, die mit den in Fig. 1 gezeigten übereinstimmen, die gleichen Bezugszeichen gewählt wurden. Das Beleuchtungssystem des Projektors weist wieder eine Hochleistungslampe (UHP-Lampe) auf, von welcher in den Figuren 2 und 3 jeweils nur der elliptische Spiegel 2 sichtbar ist. Vor der Lichtquelle 1,2 ist eine Kondensoroptik 14 angeordnet, welche das Licht auf die Eintrittsfläche 15 des Lichtmischstabes 5 konzentriert. Unmittelbar vor dem Lichtmischstab 5 ist das Farbrad 3 angeordnet, das vom Synchronmotor 4 angetrieben wird. Die Relaisoptik 7 besteht aus zwei Linsengruppen 7a und 7b. Um eine besonders kompakte Bauweise des optischen Systems zu erzielen wird der Strahlengang nach der Relaisoptik 7a, 7b durch einen Umlenkspiegel 16 gefaltet. Zwischen dem Spiegel 16 und dem DMD 8 ist eine Feldlinse 17 und eine Prismengruppe 18 angeordnet, welche Prismengruppe (Total-Internal-Reflecting-TIR-Prisma) aus zwei, durch einen Luftspalt 19 getrennte Einzelpismen 18a, 18b aufgebaut ist. Die Feldlinse 17 und die Prismengruppe 18 ermöglichen auf der einen Seite eine noch kompaktere Bauweise und verbessern auf der anderen Seite die gleichmäßige Ausleuchtung des DMDs 8. Im Gegensatz zu der Einrichtung gemäß Fig. 1 ist das Farbrad nicht ortsfest sondern auf einem Hebel 20 angeordnet, der um eine Welle 21 schwenkbar gelagert ist. Der Hebel 20 wird durch eine nicht dargestellte Rasteinrichtung in der jeweiligen Position fixiert. Durch Verschwenken des Hebels 20 in Richtung des Pfeiles 22 in Fig. 3 gelangen kreisringförmige Zonen des Farbrades 3 in den Strahlengang des Beleuchtungssystems, die unterschiedliche Farbsättigungen der 3 Farbfilter-Sektoren R, B und G aufwei-

sen. Durch Verschwenken des Farbrades in Pfeilrichtung 22 kann damit die Farbsättigung und Helligkeit des Projektionsbildes verändert und den Umgebungslicht-Bedingungen optimal angepasst werden. Die Verstellung des Farbrades kann manuell, beispielsweise mit einem Stellhebel 23 erfolgen, der mit dem Hebel 20 gekoppelt ist. Die Verstellung kann aber auch automatisch in

Abhängigkeit vom Umgebungslicht erfolgen.  
Wird das Farbrad 3 zur Gänze aus dem Strahlengang des Beleuchtungssystems geschwenkt, so wird ein monochromes Bild erzeugt. Diese Einstellung kann gewählt werden, wenn entweder die Vorlage keine Farbinformation enthält, wie dies häufig bei Texten, Tabellen od. dgl. der Fall ist oder wenn bei extremen Umgebungslichtstärken im Interesse einer besseren Erkennbarkeit des Bildes auf den Farbcharakter desselben verzichtet wird. Der gleiche Effekt kann durch Anordnung eines transparenten Kreisringes am Farbrad 3 erzielt werden.

Die Erfindung ist nicht auf das oben beschriebene Beispiel beschränkt. Es sind vielmehr zahlreiche Modifikationen und Abänderungen möglich, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Beispielsweise ist bei Systemen mit automatischer Verstellung des Farbrades eine Photozelle oder eine Photodiode vorgesehen, die über einen elektronischen Schaltkreis einen Stellmotor ansteuert, der in Abhängigkeit von der Umfeldbeleuchtung den Hebel 20 mit dem Farbrad 3 verschwenkt und damit die Farbsättigung des Projektionsbildes den jeweiligen Umgebungsbedingungen anpasst.

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Digitalprojektor für digitale und / oder Video-Signale mit einem Beleuchtungssystem und einem diesen vorgeschalteten, von einem Elektromotor angetriebenen Farbrad, das Farbfilter zumindest in den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau aufweist, ferner mit einer Spiegel- und / oder Linsenoptik, welche das sich durch das rotierende Farbrad in seiner Farbe periodisch ändernde Licht des Beleuchtungssystems auf ein digital steuerbares Mikro-Spiegel-Array (Digital Mirror Device-DMD) konzentriert, das von einer Elektronik angesteuert wird und die einzelnen Spiegelemente in eine erste Stellung (ON) verschwenkt, in welcher das Licht der Lichtquelle einem Projektionsobjektiv zugeleitet wird und in eine zweite Stellung (OFF), in welcher das Licht aus dem Strahlengang des Projektionsobjektives abgelenkt wird, wobei die Elektronik die einzelnen Spiegelemente, die Elementen des Bildes (Pixel) zugeordnet sind, durch Impulse variabler Länge so ansteuert, dass für die einzelnen Pixel der gewünschte Farbcharakter resultiert, wobei vorzugsweise zwischen dem Farbrad und dem DMD ein Lichtmischstab angeordnet ist, der eine gleichmäßige Ausleuchtung des DMDs gewährleistet,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Farbrad (3) quer zur optische Achse des Beleuchtungssystems (1,2) verschiebbar angeordnet ist, und die Farbfilter (R,G,B) des Farbrades (3) in Verschieberichtung (22) des Farbrades (3) unterschiedliche Sättigungen aufweisen, so dass sich je nach Einstellung des Farbrades (3) Projektionsbilder mit unterschiedlicher Farbsättigung ergeben.
2. Digitalprojektor nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Farbrad (3) automatisch in Abhängigkeit vom Umgebungslicht des Projektors steuerbar ist.
3. Digitalprojektor nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Farbrad (3) manuell verstellbar ist.
4. Digitalprojektor nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Farbfilter (R,G,B) des Farbrades (3) in Verschieberichtung (22) des Farbrades (3) eine kontinuierlich verlaufende Farbsättigung aufweisen.
5. Digitalprojektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Farbrad (3) vollkommen aus dem Strahlengang des Beleuchtungssystems (1,2) verschiebbar ist, so dass sich anstelle eines Farbbildes ein monochromes Bild großer Hellig-

- keit ergibt.
6. Digitalprojektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
sämtliche Farbfilter (R,G,B) des Farbrades (3) in einer Position desselben einen transpa-  
renten Bereich aufweisen, so dass sich anstelle eines Farbbildes ein monochromes Bild  
großer Helligkeit ergibt.

HIEZU 3 BLATT ZEICHNUNGEN

FIG.1

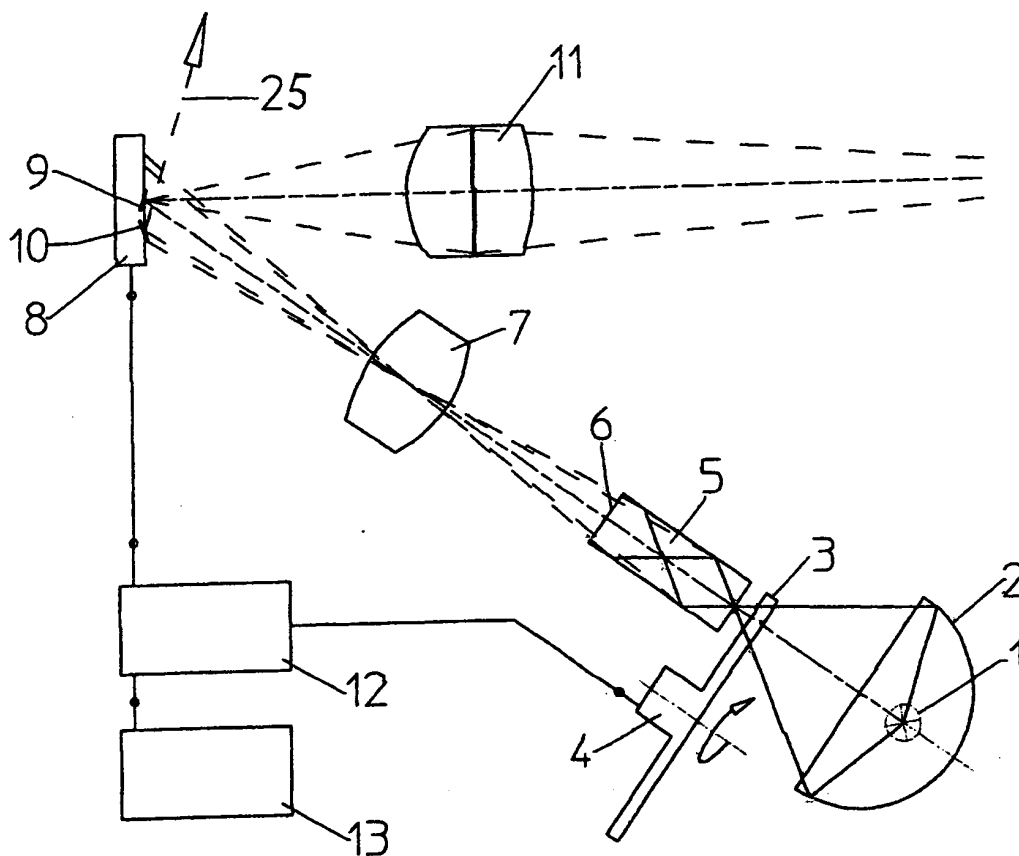


FIG.2

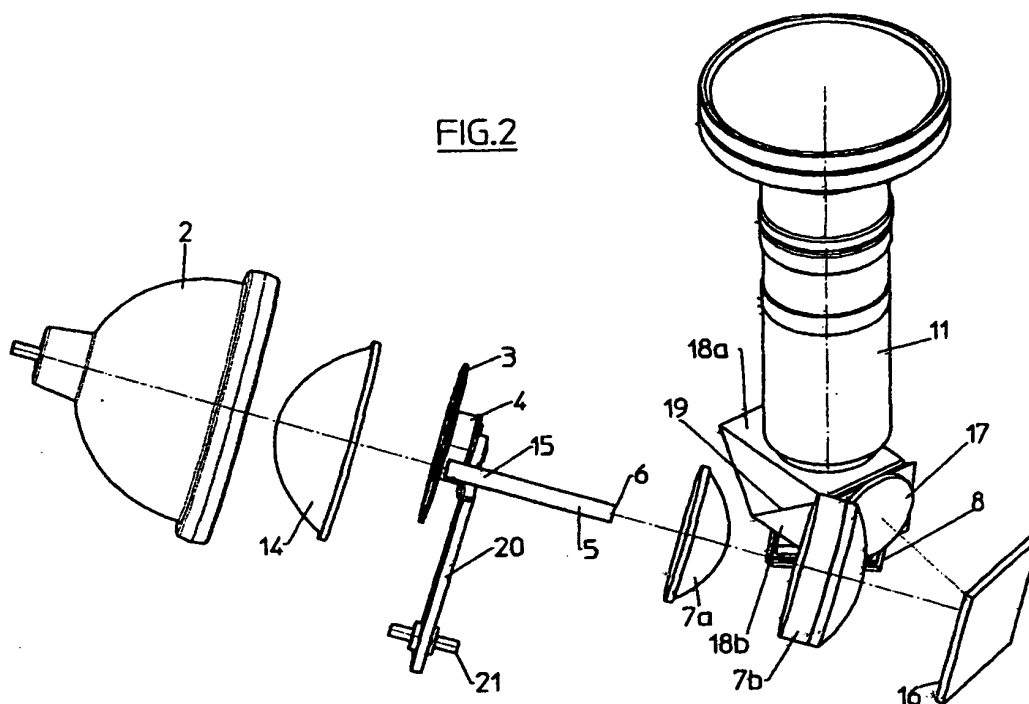


FIG.3

