



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 196 52 689 B4** 2004.04.15

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **196 52 689.2**  
 (22) Anmeldetag: **18.12.1996**  
 (43) Offenlegungstag: **25.06.1998**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **15.04.2004**

(51) Int Cl.7: **G09G 3/00**  
**G09F 9/00**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

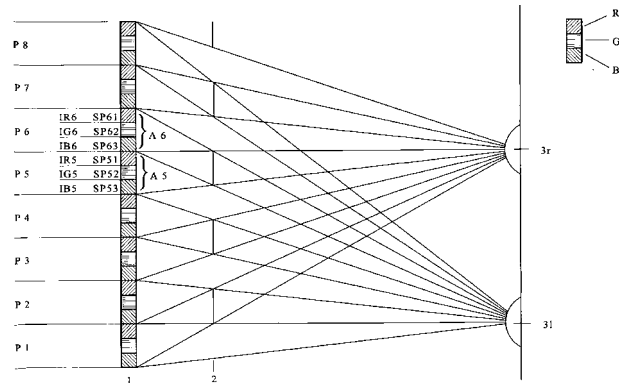
(71) Patentinhaber:  
**SeeReal Technologies GmbH, 01307 Dresden, DE**

(72) Erfinder:  
**Schwerdtner, Armin, Dr.rer.nat., 01259 Dresden, DE; Heidrich, Holger, Dipl.-Phys., 01728 Babisnau, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:  
**DE 2 96 12 054 U1**  
**D. EZRA, u.a. Blick in die dritte Dimension.**  
**In: Fernseh- und Kino-Technik, 50.Jg., Nr.3/1996, S.79-82;**  
**R. BÖRNER: Autostereoscopic 3D-imaging by front and rear projection and on flat panel displays.**  
**In: Displays, Bd.14, Nr.1, 1993, S.39-46;**  
**Autostereoscopic 3-D Image Display Device.**  
**In: IBM TDB, Bd.37, Nr.8, August 1994, S.463 bis 465;**  
**S. Pastoor: 3D-Display-Technologie. In: Euroform-Konferenz Display 1996, 17. und 18. April 1996 in Nürtingen;**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur dreidimensionalen Darstellung von Information**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur dreidimensionalen Darstellung von Information, bei dem mittels eines Farbdisplays mit in Pixeln horizontal angeordneten Farbsubpixeln zwei stereoskopische Halbbilder, je eines für das rechte bzw. linke Auge des Betrachters, simultan erzeugt, in eine Vielzahl von horizontal benachbarten, abwechselnd aufeinanderfolgenden rechten und linken senkrechten Spalten aufgelöst und die Informationen der Spalten mit optischen Mitteln dem rechten bzw. linken Auge zugeordnet werden sowie der seitliche Winkel der Augenposition des Betrachters auf den Monitor gemessen wird und die Halbbilder der seitlichen Bewegung eines Betrachters nachgeführt werden, wobei die Intensitäten (I) der horizontalen Farbsubpixel (SP) der Pixel (P) des Displays (1) bei einer seitlichen Bewegung des Betrachters farbsubpixelweise an die Farbsubpixel (SP) benachbarter Pixel (P) gelegt werden.



**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft ein autostereoskopisches Verfahren zur dreidimensionalen Darstellung von Information nach dem Linsenraster- oder Barriereverfahren oder ähnlichen Verfahren unter Verwendung von Farbdisplays (Flachdisplay, insbesondere Flüssigkristalldisplay) für die Computer- und Videotechnik, in der Medizintechnik, im Bereich virtuelle Realität und in anderen Bereichen.

**Stand der Technik**

[0002] Zur dreidimensionalen Darstellung von Information sind bereits einige autostereoskopische Verfahren, darunter das Linsenraster- und das Barriereverfahren bekannt (s. z. B. S. Pastoor: 3D-Display-Technologie, Euroforum-Konferenz Display 1996, 17. und 18. April 1996 in Nürtingen; D. Ezra, u. a.: Blick in die dritte Dimension. In: Fernseh- und Kintotechnik, 50. Jahrgang, Nr. 3/1996, S. 79 bis 82; DE 296 12 054 U1; R. Börner: Autostereoscopic 3D-imaging by front and rear projection an on flat panel displays. In: Displays, Band 14, Nr. 1, 1993, S. 39 bis 46; Autostereoscopic 3-D Image Display Device. In: IBM TDB, Band 37, Nr. 8, August 1994, S. 463 bis 465).

[0003] Bei beiden Verfahren werden mit einem Displays gleichzeitig zwei stereoskopische Halbbilder, eines für das rechte und eines für das linke Auge des Betrachters, erzeugt und in eine Vielzahl in einem Display oder einem Bildschirm horizontal nebeneinanderliegender vertikaler Spalten aufgelöst, ein Halbbild in Spalten für das rechte Auge (im folgenden rechte Spalten), das andere in Spalten für das linke Auge (im folgenden linke Spalten). Die rechten und linken Spalten folgen abwechselnd aufeinander. Jeweils zwei aufeinander folgende Spalten, eine rechte und eine linke, bilden ein Spaltenpaar. Der Betrachter gewinnt dank seines Sehvermögens aus den von den Spalten gebildeten zwei ebenen, streifenförmigen Halbbildern einen räumlichen Bildeindruck. Das Display, mit denen die Halbbilder erzeugt werden, enthält eine Vielzahl von Pixeln, die in einer Matrix angeordnet sind und vertikal untereinander die Spalten für die Halbbilder zusammensetzen. Bei üblichen Direkt-sicht-Farbdisplays besteht jedes Pixel in technischer Hinsicht aus den Farbsubpixeln, z. B. aus drei Subpixeln für die drei Grundfarben Rot (R), Grün (G) und Blau (B). Jedem Farbsubpixel ist ein Farbfilter zugeordnet. Jedes Farbsubpixel wird entsprechend dem jeweiligen Intensitätswert angesteuert. Die Intensitätswerte werden programmtechnisch für jeden Bild-durchlauf eingestellt. Die Farbsubpixel sind üblicherweise horizontal nebeneinander angeordnet.

[0004] Mit optischen Mitteln werden die Informationen in den rechten und linken Spalten dem rechten und linken Auge eines Betrachters zugeordnet, z. B. in sie abgebildet. Beim sogenannten Linsenraster-system ist jedem Spaltenpaar eine Zylinderlinse zugeordnet. Beim sogenannten Barriereverfahren wer-

den die Spalten durch linienförmige Barrieren so abgedeckt, daß das linke Auge nur die linken und das rechte Auge nur die rechten Spalten sehen kann, während jeweils die anderen Spalten abgeschattet sind.

[0005] Für den Betrachter ergeben sich Standorte, in denen das rechte Auge nur die rechten Spalten und das linke nur die linken sieht. Diese Standorte wiederholen sich periodisch bei seitlicher Bewegung des Betrachters vor dem Bildschirm. In diesen idealen Betrachterpositionen sind die Spalten in voller Breite und seitenrichtig seinen Augen zugeordnet. Bei einer kleinen seitlichen Bewegung verringert sich bezüglich der Betrachterposition die Deckungsgleichheit von Spalten und optischen Mitteln. Das rechte Auge erhält z. B. nur noch 80 % der Informationen des rechten Halbbildes und dafür aber 20 % vom linken. Es kommt zu einem Übersprechen zwischen den beiden Bildkanälen, sobald sich der Betrachter bewegt. Der Stereokontrast verringert sich. Die Anteile der Fehlinformationen wachsen bei weiterer seitlicher Bewegung des Betrachters an bis es zu einer vollständigen Informationsumkehr kommt, d. h., dem linken Auge sind die Informationen für das rechte zugeordnet und umgekehrt. Der Betrachter sieht ein tiefenverkehrtes Bild (Pseudoskopie). Bei noch weiterer seitlicher Bewegung steigen die seitenrichtigen Informationsinhalte bis zu einer wieder hundertprozentig richtigen Zuordnung an.

[0006] Es ist bereits bekannt, die seitliche Position des Betrachters in Bezug auf den Bildschirm zu erfassen. Beispielsweise kann die Kopfposition und damit die Augenposition in Bezug auf den Bildschirm mit einem kommerziellen Infrarot-Kamera (z. B. DynaSight von Origin Instruments Corp., Grand Prairie, TX, USA) ermittelt werden.

[0007] In Abhängigkeit von der Positionsänderung wird beim Linsenraster-system die Linsenmaske und beim Barriereverfahren das Barrieregitter mechanisch nachgestellt. Bei anderen Lösungen wird das Licht der Lichtquellen seitlich nachgeführt oder es wird der Bildschirm um eine vertikale Achse gedreht. Allgemein kann man sagen, die stereoskopischen Halbbilder bzw. die optischen Mittel zur Sicht auf die Halbbilder werden der seitlichen Bewegung des Betrachters nachgeführt.

[0008] Es ist auch bereits bekannt, die Bildinhalte in den Mittelstellungen, in denen der Betrachter ein tiefenverkehrtes Bild (Pseudoskopie) erhält, elektronisch umzuschalten.

[0009] Die mechanischen Nachführungen erfordern zusätzliche Antriebsmechanismen mit zusätzlichen Aufwand bei der Herstellung, Wartung und im Bauvolumen. Außerdem sind sie, gemessen an elektronischen Schaltzeiten, relativ träge. Die Schwierigkeiten steigen mit wachsendem Verstellweg.

[0010] Die elektronische Umschaltung der Bildinhalte kann programmtechnisch, d. h., ohne zusätzlichen Hardwareaufwand, erfolgen. Der Betrachter muß aber weiterhin in den idealen Sichtpositionen aushar-

ren; nur deren Zahl hat sich verdoppelt. Zwischen den idealen Sichtpositionen kommt es weiterhin zu stereoskopischem Übersprechen mit starker Beeinträchtigung der Bildgüte.

[0011] Das wirkt sich besonders stark beim Einsatz der heute üblichen Farbdisplays aus. Zwischen den Idealpositionen sieht der Betrachter beispielsweise statt der dem rechten Halbbild entsprechenden roten Anteile die des linken Halbbilds und diese bilden zusammen mit den noch zutreffenden grünen und blauen Farbanteilen erheblich gestörte Stereobilder. In dem Beispiel sind die Stereobilder für den grünen und blauen Farbanteil richtig. Für den roten Farbanteil erhält man aber bereits ein invertiertes Stereobild mit der zugehörigen Tiefenumkehr.

[0012] Das Linsenraster-system verstärkt diesen Effekt in besonderer Weise. Um dem zu begegnen, wurde das Display bereits um 90° gedreht. Die Farbsubpixel jedes Pixels liegen dadurch untereinander, so daß bei einer Vermischung der Informationsinhalte die ursprünglichen Farbwerte prozentual erhalten bleiben. Allerdings erfordert diese Drehung ein neues Design für das Display.

#### Aufgabenstellung

[0013] Aufgabe der Erfindung ist es, bei seitlichen Änderungen der Betrachterposition die stereoskopische Bildqualität weitgehend zu erhalten.

[0014] Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Verfahren erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des ersten Anspruchs gelöst.

[0015] Mit einer seitlichen Bewegung des Betrachters vor dem Bildschirm werden die Intensitäten der Farbsubpixel des Displays farbsubpixelweise, horizontal nacheinander an die Farbsubpixel direkt oder mittelbar benachbarter Pixel gelegt. Proportional zur seitlichen Bewegung werden die Bildinhalte auf dem Bildschirm horizontal verschoben, ohne daß ein Display, ein Bildschirm, ein Barrieregitter oder Zylinderlinsen bewegt werden oder mit anderen optischen Mitteln eine seitliche Bewegung erfolgt.

[0016] Die Zahl der idealen Betrachterpositionen erhöht sich damit auf sechs je Periode, wobei das stereoskopische Übersprechen zwischen den Idealpositionen auf eine sehr kleine Größe begrenzt wird.

[0017] In einer vorzugsweisen Ausführung erfolgt die farbsubpixelweise Verlegung der Intensitäten in Zwischenschritten. Dadurch wird das stereoskopische Übersprechen über die gesamte Periode auf einen Betrag nahe Null gehalten.

[0018] Ein ähnlicher Effekt wird in einer weiteren Ausführung dadurch erreicht, daß die erfindungsgemäße programmtechnische farbsubpixelweise Verschiebung der Bildinhalte auf dem unbewegten Bildschirm mit der an sich bereits bekannten seitlichen Verstellung des Displays oder des Lichts der Lichtquellen oder der optischen Mittel (z. B. eines Barrieregitters oder von Zylinderlinsen) kombiniert wird. Der Verstellweg kann dabei sehr klein gehalten werden,

da nur auf die volle Breite eines Farbsubpixels ausgeglichen werden muß. Damit wird in jeder Betrachterposition die ideale Bildgüte erreicht.

#### Ausführungsbeispiel

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand einer Ausrüstung für ein Barriereverfahren erläutert. Jeweils im Horizontalschnitt zeigen die Zeichnungen die Intensitätswerte an den Farbsubpixeln bei verschiedenen Betrachterpositionen:

[0020] **Fig. 1** der Betrachter befindet sich in einer idealen Position vor dem Bildschirm,

[0021] **Fig. 2** die Betrachterposition hat sich seitlich um den Weg a1 geändert und

[0022] **Fig. 3** die Betrachterposition hat sich seitlich um den Weg a2 geändert,

[0023] **Fig. 4** die Betrachterposition hat sich seitlich um denselben Weg a2 wie in **Fig. 3** geändert; zusätzlich zur Änderung der Intensitätswerte erfolgt eine seitliche Verstellung des Barrieregitters um den Weg s.

[0024] In allen Zeichnungen ist ein Ausschnitt eines Displays 1, eines Barrieregitters 2 sowie das rechte bzw. linke Auge 3r bzw. 3l eines Betrachters in idealer Position dargestellt. Die seitliche Positionsänderung a1 bzw. a2 wird mittels Positionsgeber ermittelt. Hierzu ist dem Display 1 ein DynaSight-Gerät zugeordnet und an der Stirn des Betrachters das Target befestigt. Gerät und Target sind nicht dargestellt.

[0025] In der Idealposition gemäß **Fig. 1** sieht der Betrachter die stereoskopischen Halbbilder vollständig und seitenrichtig. Es ist dargestellt, wie das rechte Auge 3r durch die Barriere-lücken jeweils die Pixel P2, P4, P6 und P8 und das linke Auge 3l die Pixel P1, P3, P5 und P7 in voller Breite sieht. Die geradzahli-gen Pixel enthalten Informationen aus dem rechten Halbbild und die ungeradzahli-gen solche aus dem linken Halbbild. Senkrecht untereinander bilden die geradzahli-gen Pixel die rechten und die ungeradzahli-gen Pixel die linken Spalten mit den Informationen aus dem rechten bzw. linken Halbbild. Eine benachbarte rechte und linke Spalte bilden dabei ein Spaltenpaar.

[0026] Jedes Pixel besteht aus den Subpixeln für die Farben Rot R, Grün G und Blau B, z. B. das Pixel 6 aus den Farbsubpixeln SP61 (ein rotes Subpixel), SP62 (Grün) und SP 63 (Blau). Der Intensitätswert der Farbsubpixel kann elektronisch eingestellt werden. Die elektronischen Mittel hierfür sind bekannt und nicht näher dargestellt. Programmtechnisch geschieht dies, indem die Intensitätswerte IR, IG und IB für jedes Farbsubpixel festgelegt werden, z. B. IR6 für SP61, IG6 für SP62 und IB6 für SP63.

[0027] Das rechte Auge 3r sieht durch die Barriere-lücke im Ausschnitt A6 alle Farbsubpixel SP61 bis SP63 des Pixels P6 und das linke Auge 3l sieht durch seine Barriere-lücke im Ausschnitt A5 alle Farbsubpixel SP51 bis SP53 des Pixels P5. Der Betrachter erhält ein tiefen- und farbgechtes Stereobild ohne

Übersprechen.

[0028] In **Fig. 2** hat sich der Betrachter seitlich zum Bildschirm um den Weg  $a_1$  bewegt. Das Display 1 mit allen Pixeln und Subpixeln und das Barrieregitter haben ihre Position nicht verändert. Das rechte Auge  $3r'$  sieht jetzt im Ausschnitt A6 die Farbsubpixel SP62, SP63 und anstelle von SP61 das Farbsubpixel SP51, dem nach **Fig. 1** noch der Intensitätswert IR5 (eine Information aus dem linken Halbbild) vorgegeben ist. Erfindungsgemäß wird mit der Feststellung der seitlichen Änderung  $a_1$  dem Farbsubpixel SP51 der Intensitätswert IR6 mit der Information aus dem rechten Halbbild vorgegeben, der zuvor in **Fig. 1** dem Farbsubpixel SP61 zugeordnet war. Entsprechend ist letzterem der Intensitätswert IR7 und dem Farbsubpixel SP41 der Intensitätswert IR5 zugeordnet. Die Verschiebung betrifft die Intensitätswerte aller roten Subpixeln, hier um eine Pixelbreite nach links, aus der Sicht des Betrachters.

[0029] Obwohl sich der Betrachter in **Fig. 2** nicht mehr in einer Idealposition befindet, sieht er durch die programmtechnisch gesteuerte Verschiebung der Intensitätswerte der roten Subpixel ein tiefengerechtes und seitenrichtiges Stereobild.

[0030] In **Fig. 3** hat sich der Betrachter seitlich zum Bildschirm um den Weg  $a_2$  bewegt. Das Display 1 mit allen Pixeln und Farbsubpixeln und das Barrieregitter haben ihre Position wiederum nicht verändert. Das rechte Auge  $3r''$  sieht jetzt im Ausschnitt A6 einen Teil des Farbsubpixels SP62, die Farbsubpixel SP63 und SP51 sowie einen Teil des Farbsubpixels SP52. Am Farbsubpixel SP51 liegt die Intensität IR6 (die in **Fig. 1** an SP61 lag). Die beiden am Rand des Ausschnitts A6 liegenden Farbsubpixel SP62 und SP52 erhalten die Mischungsintensitäten IG7/6 bzw. IGS/4. Für das Beispiel wird angenommen, daß SP62 schon zu 70 % vom linken Auge und noch 30 % vom rechten Auge gesehen wird. Entsprechend setzt sich die Intensität IG7/6 aus 70 % der Intensität von IG7 (in **Fig. 1** an SP72 liegend) und 30 % der IG6, d. h., im Verhältnis der sichtbaren Teilbreiten, zusammen.

[0031] In einer anderen, vereinfachten Ausführung wird eine Mischintensität von 50 % zu 50 % für alle am Rande liegenden und für ein einzelnes Auge nicht voll sichtbaren Farbsubpixel vorgegeben. Hier also würde sich die Intensität des Farbsubpixels SP62 aus 50 % der Intensität IG7 und 50 % der Intensität IG6 zusammensetzen. Dadurch entstehen je Periode 12 günstige Positionen für den Betrachter.

[0032] In **Fig. 4** wird von derselben seitlichen Bewegung des Betrachters wie in **Fig. 3** ausgegangen. Die Vollinien entsprechen den Verhältnissen in **Fig. 3**. Das rechte Auge sieht ohne Korrektes wieder nur 30 % von SP62. Gegenüber **Fig. 3** erfolgt zusätzlich zu den programmtechnischen Verschiebungen der Intensitätswerte eine seitliche Verstellung des Barrieregitters 2 um den Weg  $s$  in die mit dem Pfeil angegebene Richtung. Die neue Lage des Barrieregitters und der Bildausschnitte ist mit gestrichelten Linien dargestellt. Der Weg ist so bemessen, daß das rech-

te Auge das Farbsubpixel SP62 wieder in voller Breite sieht. Unter Beachtung der Strahlensätze entspricht er dem Ausgleich zur vollen Breite des Farbsubpixels bzw. der nicht mehr sichtbaren Teilbreite des Farbsubpixels SP62. Die Intensitätswerte werden programmtechnisch wie in **Fig. 2** verändert. Bei exakt realisierbaren seitlichen Verstellungen wird stets die ideale Bildgüte für alle Bewegungen des Betrachters erreicht.

[0033] Das Barrieregitter 2 hätte auch in die andere Richtung, entgegengesetzt der eingezeichneten Pfeilrichtung so verstellt werden können, daß das rechte Auge das Farbsubpixel SP62 nicht mehr sieht.

[0034] Im Beispiel wurden kleine Änderungen  $a$  der seitlichen Bewegung angenommen, um die Veränderungen anschaulich zu zeigen. Es versteht sich, daß die Verschiebung der Intensitätswerte  $I$  über mehrere horizontal benachbarte Pixel proportional zu einer größeren seitlichen Änderungen des Betrachters erfolgen kann. Hierbei würde z. B. an SP61 in **Fig. 2** nicht IR7, sondern  $IR(7+n)$  anliegen, wobei  $n$  einer größeren Zahl von Pixeln entspricht.

[0035] Die am Barriereverfahren gezeigten erfindungsgemäßen Änderungen sind auf das Linsenrastersystem bzw. ähnliche Systeme und Verfahren übertragbar.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur dreidimensionalen Darstellung von Information, bei dem mittels eines Farbdiskreits mit in Pixeln horizontal angeordneten Farbsubpixeln zwei stereoskopische Halbbilder, je eines für das rechte bzw. linke Auge des Betrachters, simultan erzeugt, in eine Vielzahl von horizontal benachbarten, abwechselnd aufeinanderfolgenden rechten und linken senkrechten Spalten aufgelöst und die Informationen der Spalten mit optischen Mitteln dem rechten bzw. linken Auge zugeordnet werden sowie der seitliche Winkel der Augenposition des Betrachters auf den Monitor gemessen wird und die Halbbilder der seitlichen Bewegung eines Betrachters nachgeführt werden, wobei die Intensitäten ( $I$ ) der horizontalen Farbsubpixel (SP) der Pixel (P) des Displays (1) bei einer seitlichen Bewegung des Betrachters farbsubpixelweise an die Farbsubpixel (SP) benachbarter Pixel (P) gelegt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß die farbsubpixelweise Verlegung der Intensitäten in Zwischenschritten erfolgt, indem die Intensität eines Farbsubpixels (SP) sowohl einen Anteil der Information für das linke Auge entsprechenden Intensität als auch einen Teil der Information für das rechte Auge entsprechenden Intensität enthält.

3. Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Intensität des Farbsubpixels (SP) aus Intensitätsanteilen zusammengesetzt ist, die den

vom rechten bzw. linken Auge gesehenen Teilen der Breite des Farbsubpixels (SP) anteilig (Teilbreitenanteilen) entsprechen.

4. Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Intensität des Farbsubpixels (SP) unabhängig von den Teilbreitenanteilen aus je 50 % der Intensitäten des linken und rechten Farbsubpixels (SP) gebildet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß die farbsubpixelweise Verlegung der Intensitäten der Farbsubpixel (SP) programmtechnisch erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß sich die der seitlichen Positionsveränderung des Betrachters entsprechende Gesamtveränderung zusammensetzt aus der elektronischen farbsubpixelweisen Verlegung der Intensitätswerte (I) der Farbsubpixel (SP) über einen oder mehrere horizontal benachbarte Pixel und einer an sich bekannten mechanischen seitlichen Verstellung des Displays oder des Lichts der Lichtquellen oder der optischen Mittel um einen Weg (s), der der ohne seitliche Verstellung am Rande eines Ausschnitts (A) sichtbaren Teilbreite eines Farbsubpixels (SP) oder deren Ausgleich zu einer vollen Farbsubpixelbreite entspricht.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

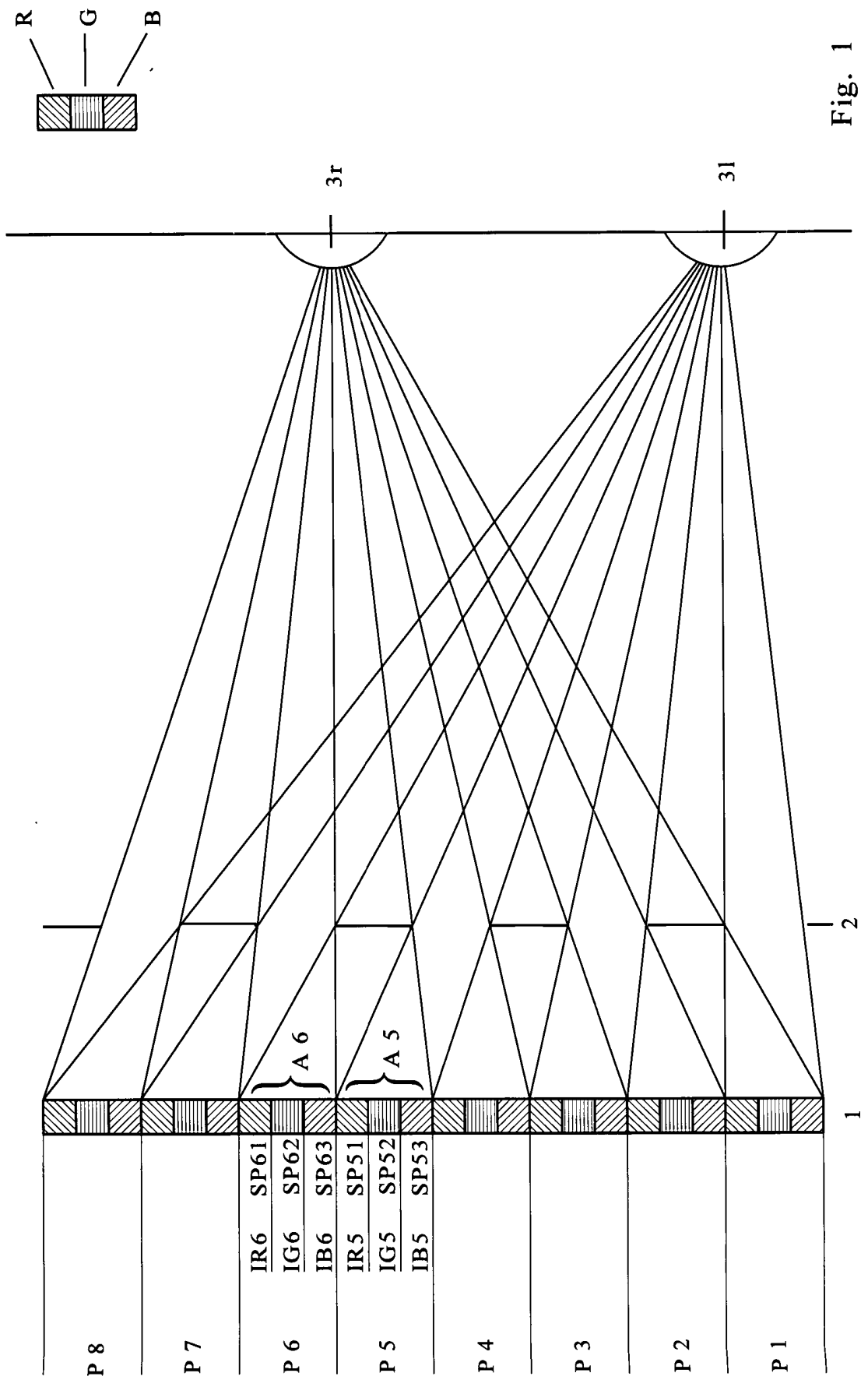


Fig. 1

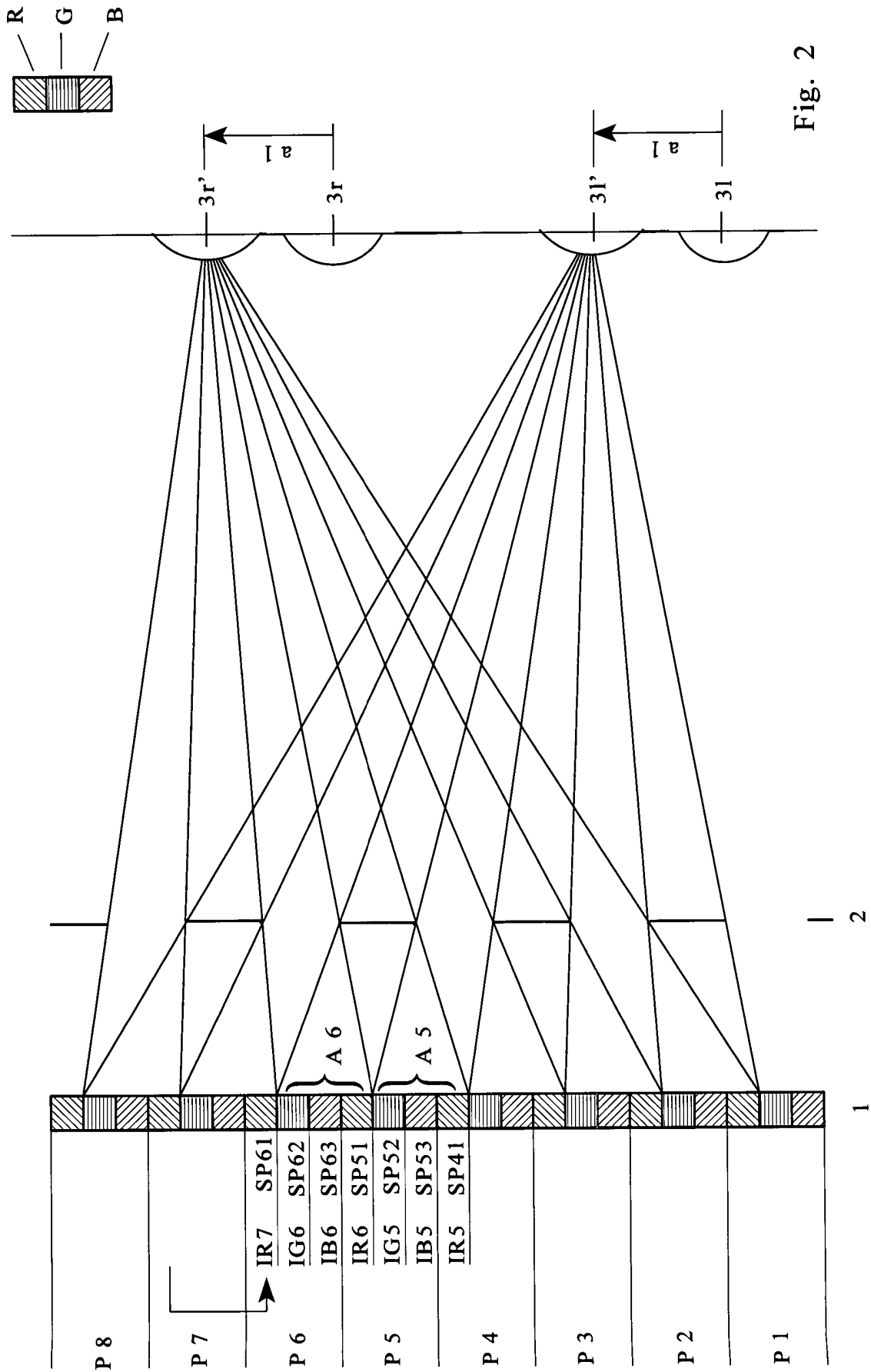


Fig. 2

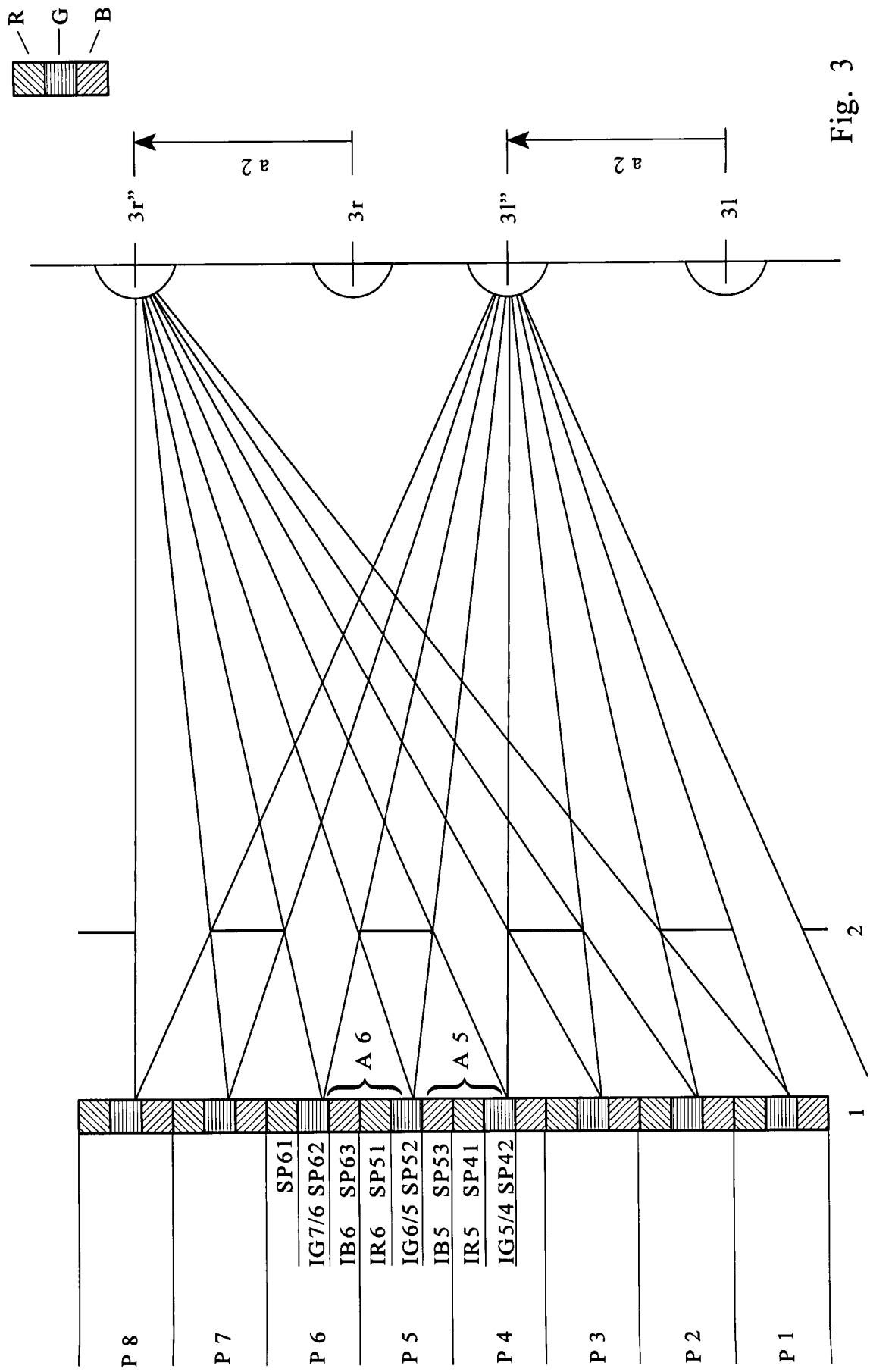


Fig. 3



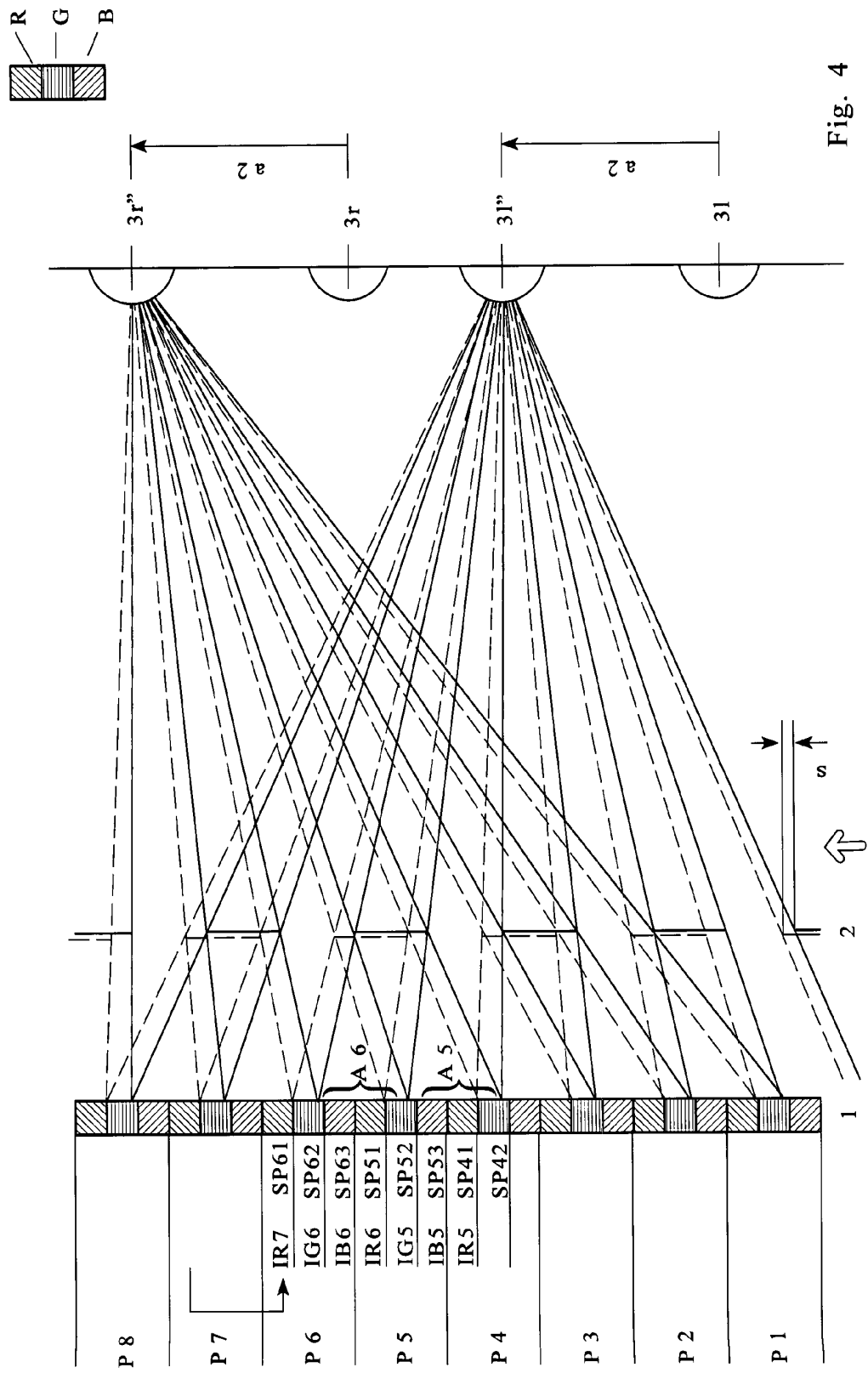


Fig. 4