



(10) **DE 10 2012 201 564 B3** 2013.05.29

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 201 564.7**

(22) Anmeldetag: **02.02.2012**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **29.05.2013**

(51) Int Cl.: **G02B 27/22 (2012.01)**  
**G02B 21/22 (2012.01)**

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

(73) Patentinhaber:  
**Leica Microsystems (Schweiz) AG, Heerbrugg, CH**

(74) Vertreter:  
**Kudlek & Grunert Patentanwälte, 80331,  
München, DE**

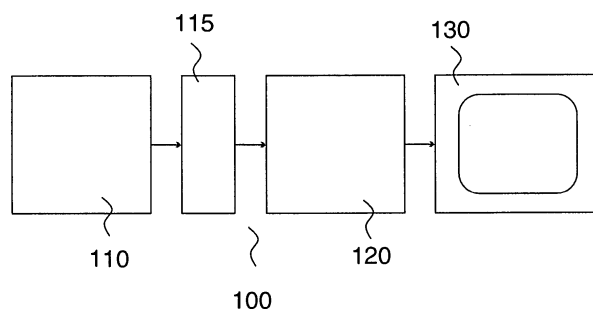
(72) Erfinder:  
**Sander, Ulrich, Dr., Rebstein, CH**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

|           |                   |           |
|-----------|-------------------|-----------|
| <b>DE</b> | <b>102 04 430</b> | <b>A1</b> |
| <b>DE</b> | <b>696 31 496</b> | <b>T2</b> |

(54) Bezeichnung: **System zur Darstellung stereoskopischer Bilder**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zur Darstellung stereoskopischer Mikroskopbilder, mit einem Bildschirm (130) und einer Rechneinrichtung (120) zur Berechnung oder Bereitstellung stereoskopischer Bilder aus monoskopischen Bildern, wobei die Rechneinrichtung (130) Bewertungsmittel zum Bewerten der stereoskopischen Wahrnehmbarkeit der berechneten oder bereitgestellten stereoskopischen Bilder, und, für den Fall, dass für wenigstens einen Bereich eines stereoskopischen Bildes festgestellt wird, dass eine stereoskopische Wahrnehmbarkeit nicht gegeben ist, zum Ersetzen des berechneten oder bereitgestellten stereoskopischen Bildes in diesem Bereich durch ein monoskopisches Bild aufweist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zur Darstellung stereoskopischer Bilder.

**Stand der Technik**

**[0002]** Die Darstellung stereoskopischer Mikroskopbilder auf Bildschirmen wird immer bedeutender und ist inzwischen für zahlreiche Anwendungen von den Benutzern gewünscht. Heute weit verbreitet sind Systeme mit Bildschirmen für eine stereoskopische Darstellung, die mit aktiven oder passiven Brillen betrachtet werden müssen. Als Beispiel sei hier auf das "TrueVision"-System der Firma TrueVision-3D-Surgical verwiesen.

**[0003]** Neuere Entwicklungen weisen bereits Bildschirme auf, für die keine Brillen benötigt werden.

**[0004]** Ein wesentlicher Nachteil bei herkömmlichen Systemen zur Darstellung stereoskopischer Mikroskopbilder ist die falsche Bewertung bzw. Einstellung der Stereopsis durch das System. Unter Stereopsis versteht man die Fähigkeit, Tiefenhinweise aus stereoskopisch einander zugeordneten monoskopischen Bildpaaren zu gewinnen. Derartige Bildpaare zeigen den gleichen Gegenstand oder das gleiche Motiv aus leicht unterschiedlichen Blickwinkeln. Hieraus ergeben sich Unterschiede im Hinblick auf die Position, die Orientierung oder auch die Schattierung von Objekten und Oberflächen in den beiden monoskopischen Bildern, aus denen ein Tiefeneindruck, der zum stereoskopischen Sehen notwendig ist, gewonnen werden kann.

**[0005]** Eng mit der Stereopsis hängt auch die sogenannte Parallaxe zusammen. Unter Parallaxe wird die scheinbare Änderung der Position eines beobachteten Objektes durch eine Verschiebung der Position des Beobachters, d. h. eine Veränderung des Blickwinkels, bezeichnet. Stereoskopisches Tiefensehen beruht somit auf den durch die Parallaxe bedingten Unterschieden zwischen den monoskopischen Bildern beider Augen. Unter monoskopischem Bild wird, wie erwähnt, das pro Auge wahrgenommene Einzelbild einer betrachteten Szene verstanden. Die Verrechnung bzw. Fusionierung von zwei derartigen Bildern durch entsprechende Gehirnaktivitäten eines Beobachters führt zu einem stereoskopischen Tiefensehen bzw. einer dreidimensionalen Wahrnehmung.

**[0006]** Stereopsis und Parallaxe stellen somit Kriterien zur Bewertung einer stereoskopischen Wahrnehmbarkeit von stereoskopischen Bildpaaren dar.

**[0007]** Eine falsche Einstellung der Stereopsis bzw. eine zu große Parallaxe bewirkt, dass auf einem Bildschirm dargestellte Stereobildpaare nicht mehr vom

Beobachter fusioniert werden können. Dies führt in der Praxis dazu, dass derartige Darstellungssysteme von den Benutzern nicht akzeptiert werden, da sie unverträgliche bzw. unbrauchbare Seheindrücke liefern. Derartige falsche Seheindrücke entstehen z. B. dann, wenn in engen Kanälen operiert wird, wobei hierbei vom Mikroskop erfasste Bilder auf einem Bildschirm (Monitor) dargestellt werden. Hierbei können die rechten bzw. linken (monoskopischen) Bilder nicht mehr miteinander fusioniert werden, weil deren Abstand auf dem Bildschirm zu groß ist.

**[0008]** Aus der DE 102 04 430 A1 ist ein Stereomikroskopieverfahren zur Erzeugung eines Paares von Darstellungen eines Objekts zur Betrachtung durch einen Benutzer bekannt. Hier wird mit Hilfe einer Topographieerfassungsvorrichtung ein Bereich eines Objekts mit zwei Kameras erfasst. Dadurch wird ein dreidimensionales Datenmodell des Bereiches des Objekts erstellt. Die exakte Position und Blickrichtung des Benutzers wird hierbei erfasst. Die monoskopischen Bilder des Bereiches des Objektes, welche der Benutzer mit dem linken Auge und dem rechten Auge unter seiner Bildrichtung wahrnehmen würde, werden aus den dreidimensionalen Datenmodell berechnet und an eine kopfgetragene Anzeige des Benutzers gesendet.

**[0009]** Die DE 696 31 496 T2 zeigt ein stereoskopisches Fernsehgerät mit einem Parallaxenberechnungsteil zum Berechnen der Binokularparallaxe und zum Berechnen eines Maximal- oder Minimalwertes der Binokularparallaxe, mit einem Optimalparallaxenbestimmungsteil zum Berechnen der Größe der Binokularparallaxe eines angezeigten Bildes und mit einem Parallaxensteuerteil, um in Übereinstimmung mit der Ausgabe des Optimalparallaxenbestimmungsteils die Linksaugen- und Rechsaugen-Bilder in horizontalen Richtungen so zu verschieben, dass stereoskopische Bilder innerhalb des Binokularverschmelzungsbereichs des Betrachters angezeigt werden. Diese Druckschrift betrifft jedoch keine Mikroskopbilder.

**[0010]** Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines Systems zur Darstellung stereoskopischer Mikroskopbilder, welche die beschriebenen Unverträglichkeiten möglichst vermeidet.

**[0011]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein System zur Darstellung stereoskopischer Mikroskopbilder mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie ein entsprechendes Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 4.

**[0012]** Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass für alle oder wenigstens einige stereoskopische Bildpaare eines stereoskopischen Bildes ermittelt wird, ob diese für einen Betrachter stereoskopisch wahrnehmbar sind. Ist dies nicht der Fall, wird anstel-

le der nicht stereoskopisch auflösbaren bzw. wahrnehmbaren Bildpaare ein monoskopisches Bild, beispielsweise das rechte oder das linke monoskopische Bild auf dem Bildschirm dargestellt.

**[0013]** Somit kann es insgesamt auf einem Bildschirm zu einer teilweisen stereoskopischen und teilweise monoskopischen Darstellung einer Szene bzw. eines Bildes kommen. Es hat sich gezeigt, dass eine derartige Kombination von stereoskopischen und monoskopischen Teilbildern nicht zu unverträglichen bzw. unangenehmen Seheindrücken führt.

**[0014]** Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0015]** Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird erfasst, ob die Parallaxe von bereitgestellten oder berechneten stereoskopischen Bildern einen der stereoskopischen Wahrnehmbarkeit zuordenbaren Schwellwert überschreitet oder nicht. In den Bereichen bzw. für die Bildpaare, die diesen Schwellwert überschreiten, kann dann ein monoskopisches Bild, und in den Bereichen, wo dieser Schwellwert nicht überschritten wird, ein stereoskopisches Bild erzeugt bzw. zur Verfügung gestellt werden. Diese beiden Zustände lassen sich überlagern, so dass ein gemischtes stereoskopisches und monoskopisches Bild für einen Beobachter erzeugt wird. Sind beispielsweise die monoskopisch dargestellten Bildbereiche sehr klein gegenüber den stereoskopisch dargestellten Bildbereichen, ist die Überlagerung von stereoskopischen und monoskopischen Bildbereichen für einen Beobachter kaum wahrnehmbar. Das Bild erscheint insgesamt im Wesentlichen wie ein stereoskopisches Bild.

**[0016]** Es ist bevorzugt, dass die Bewertungsmittel in der Lage sind, ein stereoskopisches Bild durch eines der monoskopischen Bilder, also beispielsweise das linke oder das rechte Bild, oder durch ein aus beiden Bildern errechnetes, zusammengesetztes monoskopisches Bild zu ersetzen. Als zusammengesetztes monoskopisches Bild ist beispielsweise ein monoskopisches Bild denkbar, dessen Lage zwischen den Lagen des rechten bzw. linken monoskopischen Bildes liegt.

**[0017]** Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

**[0018]** Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0019]** Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

#### Figurenbeschreibung

**[0020]** [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung der wesentlichen Komponenten einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Systems, und

**[0021]** [Fig. 2a](#) bis [Fig. 2c](#) zeigen eine schematische Darstellung eines Bildschirms mit zwei monoskopischen Bildern eines dargestellten Motivs, sowie, wiederum schematisch, die Bilder, wie sie sich für einen Beobachter ergeben können.

**[0022]** In [Fig. 1](#) ist eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems rein schematisch dargestellt und mit **100** bezeichnet. Das System **100** weist ein Stereomikroskop **110** zur stereoskopischen Erfassung eines zu beobachtenden Objektes auf. Das Stereomikroskop **110** kann mit (nicht dargestellten) Okularen zur unmittelbaren stereoskopischen Beobachtung des Objektes ausgebildet sein. Der prinzipielle Aufbau eines Stereomikroskops ist dem Fachmann bekannt und muss daher hier nicht im Einzelnen beschrieben werden. Als Beispiele seien die Stereomikroskope genannt, wie sie in den Druckschriften DE 102 55 961 A1, DE 103 32 603 A1, DE 10 2004 022 330 A1 und DE 10 2010 003 640 A1 dargestellt sind.

**[0023]** Das Stereomikroskop **110** ist mit einer Aufnahmeeinrichtung **115** verbunden, welche beispielsweise für jeden stereoskopischen Beobachtungskanal (nicht dargestellt) einen CCD-Chip aufweist. Eine in diesem Zusammenhang einsetzbare Auskoppungseinrichtung, z. B. ein halbdurchlässiger Spiegel, ist nicht dargestellt.

**[0024]** Mittels dieser CCD-Chips werden entsprechende Bilder, also ein linkes und ein rechtes monoskopisches Bild, eines beobachteten Objektes aufgenommen. Die (ebenfalls nicht dargestellten) CCD-Chips der Aufnahmeeinrichtung **115** sind mit einer Rechneinrichtung **120** verbunden. Die Rechneinrichtung **120** ist in der Lage, auf der Grundlage der durch die jeweiligen CCD-Chips aufgenommenen Bilder ein stereoskopisch wahrnehmbares Bild zu errechnen bzw. zu erzeugen. Die Rechneinrichtung **120** ist beispielsweise ausgebildet, um auf die beiden Bilder und/oder ein zusammengesetztes bzw. errechnetes stereoskopisches Bild einen Algorithmus anzuwenden, welcher die Abstände von Stereobildpaaren misst und bei Überschreiten eines vorgewählten Schwellwertes eines der beiden monoskopischen Bilder unterdrückt. Dieses stereoskopische Bild ist auf ein mit der Rechneinrichtung **120** verbundenen

Bildschirm **130** darstellbar. Als stereoskopisch wahrnehmbare Bilder sei z. B. auf in schnellem Wechsel auf dem Bildschirm angezeigte monoskopische Bilder verwiesen, wobei jedes Bild etwa 60 Mal pro Sekunde angezeigt werden sollte, wodurch sich insgesamt 120 Einzelbilder pro Sekunde ergeben. Zur stereoskopischen Wahrnehmung derartiger im Wechsel angezeigte Bilder werden typischerweise sogenannten Shutter-Brillen benötigt, welche in der Lage sind, für jedes Auge die korrekten Halbbilder herauszufiltern. Soll auf eine Brille verzichtet werden, bietet sich die gleichzeitige Darstellung beider Bilder ineinander verschachtelt in einem Streifenraster an. Eine entsprechend gerasterte Folie, welche auf oder vor dem Bildschirm vorgegeben ist, kann dann die beiden Bilder herausfiltern und sich in einem bestimmten Winkel zueinander darstellen, wodurch eine stereoskopische Betrachtung möglich wird. Es sei schließlich auf die sogenannte Eye-Tracking-Verfahren verwiesen, bei denen die Augenausrichtung eines Beobachters ermittelt und ausgenutzt wird.

**[0025]** Die Erfindung zeichnet sich nun dadurch aus, dass die Rechneinrichtung **120** für einige oder sämtliche Bereiche des errechneten stereoskopischen Bildes feststellt, ob für diesen Bereich die Parallaxe zwischen den beiden monoskopischen Bildern einen voreinstellbaren bzw. wählbaren Schwellwert übersteigt oder nicht. Für Bereiche, in denen diese Parallaxe den Schwellwert nicht übersteigt, wird das stereoskopische Bild für den Bildschirm **130** bereitgestellt. Für Bereiche, in denen die Parallaxe den Schwellwert jedoch erreicht oder überschreitet, wird das zunächst vorgesehene stereoskopische Bild durch ein monoskopisches Bild, also beispielsweise das linke oder das rechte (monoskopische) Bild, ersetzt, und das entsprechende monoskopische Bild für diesen Bereich auf dem Bildschirm **130** dargestellt. Insgesamt kann sich somit ein zusammengesetztes stereoskopisches und monoskopisches Bild auf dem Bildschirm **130** ergeben, wobei dies jedoch für den Betrachter nicht unangenehm ist.

**[0026]** Dieser Zusammenhang wird anhand der [Fig. 2a](#) bis [Fig. 2c](#) noch einmal erläutert: In [Fig. 2a](#) ist auf dem Bildschirm **130** beispielhaft das linke monoskopische Bild L sowie das rechte monoskopische Bild R eines beobachteten Objektes bzw. eines entsprechenden Bereiches dargestellt. Wie oben beschrieben, sind verschiedene Möglichkeiten zur praktischen Realisierung dieser überlagerten Bilder bekannt. Die Parallaxe ist beispielsweise gegeben durch den Abstand P zwischen den beiden Mittelpunkt der Bilder. Ist diese Parallaxe kleiner als ein bestimmter Schwellwert, welcher für eine Population von Benutzern oder auch für einzelne Benutzer bestimmbar ist, ist ein Beobachter in der Lage, die beiden Bilder derart zu verarbeiten, dass sie als ein stereoskopisches Bild erscheinen. Dieser Zustand ist in [Fig. 2B](#) dargestellt. Ist hingegen die Parallaxe P grö-

ßer als dieser Schwellwert, ist der Betrachter nicht mehr in der Lage, diese beiden Bilder zu fusionieren. Es ergibt sich für den Betrachter ein unscharf erscheinendes Doppelbild, wie es in [Fig. 2C](#) beispielhaft dargestellt ist, bei dem die monoskopischen Bilder L, R nicht fusioniert werden können.

#### Bezugszeichenliste

|            |                             |
|------------|-----------------------------|
| <b>100</b> | System                      |
| <b>110</b> | Stereomikroskop             |
| <b>115</b> | Aufnahmeeinrichtung         |
| <b>120</b> | Rechneinrichtung            |
| <b>130</b> | Bildschirm                  |
| <b>P</b>   | Parallaxe                   |
| <b>L</b>   | linkes monoskopisches Bild  |
| <b>R</b>   | rechtes monoskopisches Bild |
| <b>S</b>   | stereoskopisches Bild       |

#### Patentansprüche

1. System zur Darstellung stereoskopischer Mikroskopbilder, mit einem Bildschirm (**130**) und einer Rechneinrichtung (**120**) zur Berechnung oder Bereitstellung stereoskopischer Bilder aus monoskopischen Bildern, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rechneinrichtung (**130**) Bewertungsmittel zum Bewerten der stereoskopischen Wahrnehmbarkeit der berechneten oder bereitgestellten stereoskopischen Bilder, und, für den Fall, dass für wenigstens einen Bereich eines stereoskopischen Bildes festgestellt wird, dass eine stereoskopische Wahrnehmbarkeit nicht gegeben ist, zum Ersetzen des berechneten oder bereitgestellten stereoskopischen Bildes in diesem Bereich durch ein monoskopisches Bild aufweist.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewertungsmittel erfassen, ob eine Parallaxe des berechneten oder bereitgestellten stereoskopischen Bildes einen der stereoskopischen Wahrnehmbarkeit zuordenbaren Schwellwert überschreitet oder nicht.

3. System nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewertungsmittel in der Lage sind, ein stereoskopisches Bild durch eines der monoskopischen Bilder oder ein aus beiden monoskopischen Bildern errechnetes zusammengesetztes monoskopisches Bild zu ersetzen.

4. Verfahren zur Darstellung stereoskopischer Mikroskopbilder auf einem Bildschirm (**130**), wobei mittels einer Rechneinrichtung (**120**) stereoskopische Bilder auf der Grundlage monoskopischer Bilder berechnet oder bereitgestellt werden, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Rechneinrichtung (**120**) die stereoskopische Wahrnehmbarkeit der berechneten oder bereitgestellten stereoskopischen Bilder bewertet wird, wobei für den Fall, dass für wenigstens

einen Bereich eines stereoskopischen Bildes festgestellt wird, dass eine stereoskopische Wahrnehmbarkeit nicht gegeben ist, das berechnete oder bereitgestellte stereoskopische Bild in diesem Bereich durch ein monoskopisches Bild ersetzt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass erfasst wird, ob eine Parallaxe des berechneten oder bereitgestellten stereoskopischen Bildes einen der stereoskopischen Wahrnehmbarkeit zuordenbaren Schwellwert überschreitet oder nicht.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle eines wenigstens teilweisen Ersetzens eines berechneten oder bereitgestellten stereoskopischen Bildes durch ein monoskopisches Bild, als monoskopisches Bild eines der monoskopischen Bilder oder ein aus beiden monoskopischen Bildern errechnetes, zusammengesetztes monoskopisches Bild verwendet wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

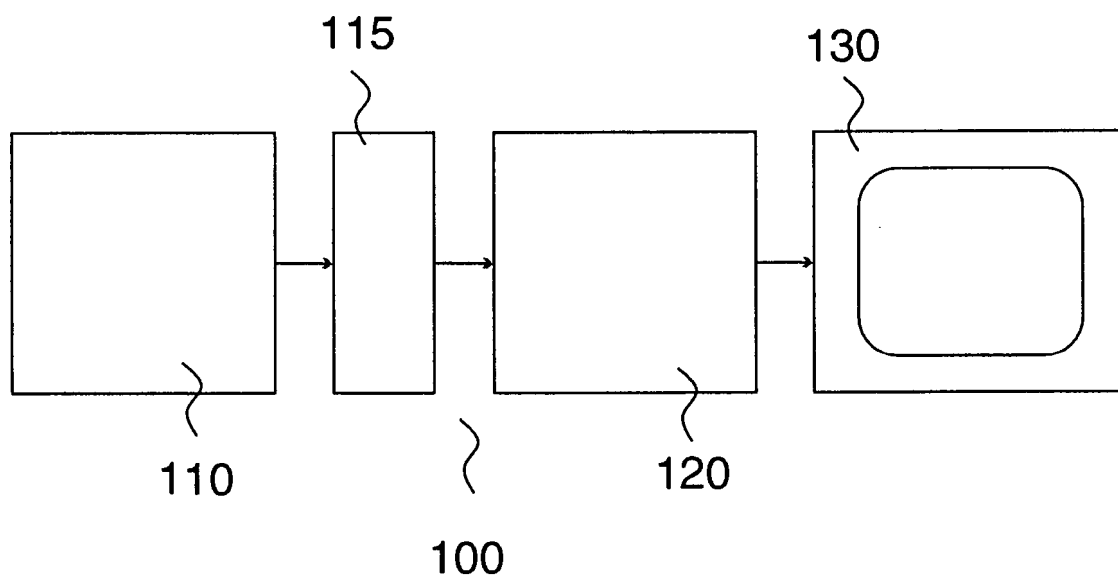


Fig. 1

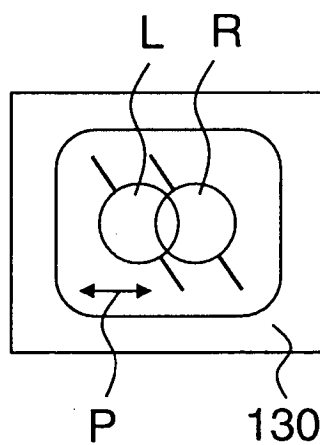


Fig. 2a

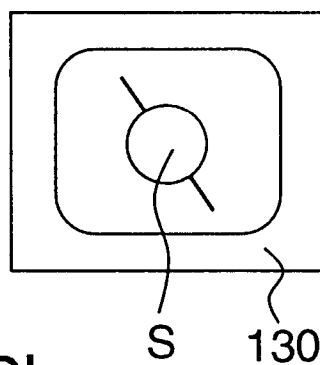


Fig. 2b

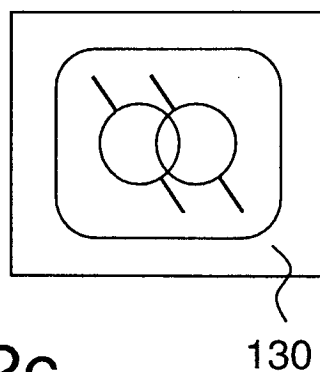


Fig. 2c