



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.³: A 61 B

6/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑪

623 738

⑫① Gesuchsnummer: 12146/77

⑫② Anmeldungsdatum: 05.10.1977

⑫③ Priorität(en): 15.10.1976 NL 7611419

⑫④ Patent erteilt: 30.06.1981

⑫⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 30.06.1981

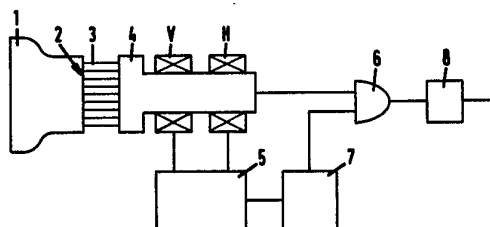
⑦③ Inhaber:
N.V. Optische Industrie "De Oude Delft", Delft
(NL)

⑦② Erfinder:
Simon Duinker, Bloemendaal (NL)

⑦④ Vertreter:
Patentanwälte W.F. Schaad, V. Balass, E.E.
Sandmeier, Zürich

⑤④ Vorrichtung zur Verarbeitung von Bildinformationen für tomographische Zwecke.

⑤⑦ Die Bildinformation ist in zweidimensionalen Bildformaten enthalten, die auf dem Eingangsschirm einer Fernsehkameraröhre (4) erzeugt werden. Die Abtastung durch diese Röhre (4) erfolgt derart, dass jeder Abtastweg sich in einer Richtung im wesentlichen transversal zu der horizontalen Dimension des Bildformats erstreckt, wobei aufeinanderfolgende Wege im wesentlichen in entgegengesetzten Richtungen durchlaufen werden. Dabei sind Einrichtungen (5, 6, 7, 8) zur Verarbeitung der elektrischen Bildsignale am Ausgang der Fernsehkameraröhre (4) vorgesehen, um die Bildinformation zu integrieren, welche in diskreten Elementen enthalten ist, die jeweils einem der genannten Abtastwege entsprechen. Eine solche Vorrichtung bietet die Möglichkeit, die innerhalb des betrachteten Objektes erzeugten Streustrahlen, welche als störendes Hintergrundsignal erscheinen, weitgehend zu eliminieren.



PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Verarbeitung von Bildinformationen für tomographische Zwecke, welche Bildinformationen durch Bestrahlung eines Objektes mit einem im wesentlichen flachen Bündel, fächerförmig ausgerichteter, durchdringender Strahlung auf einer zweidimensionalen Detektoroberfläche erzeugt werden und in zweidimensionalen Bildformaten enthalten sind, deren horizontale Dimension sich in der Ebene des Querschnitts des zu betrachtenden Objektes und dessen vertikale Dimension sich senkrecht zu der Ebene des Querschnitts erstreckt, welche Vorrichtung optische Einrichtungen zur Projektion eines auf der Detektoroberfläche erzeugten Bildes auf den Eingangsschirm eines elektrischen Bildverstärkers (1), eine Fernsehkameraröhre (4), deren eingangsseitiger Schirm optisch mit dem Ausgangsschirm (2) des Bildverstärkers (1) gekoppelt ist und eine Abtasteinrichtung zum Abtasten des Eingangsschirms der Fernsehkameraröhre (4) in einer Folge von Abtastwegen umfasst, welche durch Signale von einem Ablenssignalgenerator (5) definiert sind, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Abtastweg sich in einer Richtung im wesentlichen transversal zu der horizontalen Dimension des Bildformats erstreckt, so dass aufeinanderfolgende Wege im wesentlichen in entgegengesetzten Richtungen durchlaufen werden, und dass eine Einrichtung (6, 7, 8) zur Informationsverarbeitung vorgesehen ist, um die Bildinformationen jeweils über einen der genannten Wege zu integrieren.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtastwege sich in einer Richtung im wesentlichen rechtwinklig zu der genannten horizontalen Richtung des Bildformats erstrecken.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Informationsverarbeitungseinrichtung einen Integrator (8) aufweist, welcher über eine steuerbare Schalteinrichtung (6) mit dem Ausgang der Fernsehkameraröhre (4) verbunden ist, und dass die Schalteinrichtung (6) von einer Steuereinrichtung (7) während der Zeitintervalle leitend gesteuert wird, welche jeweils einem Abtastwegsegment entsprechen, dessen Grösse und Lage von der effektiven Höhe und Lage des entsprechenden abzutastenden Bildformats bestimmt ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Informationsverarbeitungseinrichtung n Integratoren ($R_1, C_1; R_2, C_2$) aufweist, wobei n eine ganze Zahl grösser als 1 und gleich der Anzahl der Bildformate ist, welche jeweils repräsentativ für einen separaten abzutastenden Querschnitt durch das Objekt sind, und dass jeder Integrator mit dem Ausgang der Fernsehkameraröhre (4) durch eine individuell steuerbare Schalteinheit verbunden ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die abzutastenden Bildformate übereinander angeordnet sind oder einander teilweise überlappen.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass jedem der Integratoren (R_2, C_2) ein Hilfsintegrator (R_1, C_1) zugeordnet ist und dass die Ergebnisse, welche von einem solchen Hilfsintegrator abgeleitet werden, zur Eliminierung eines Streustrahlungsanteiles von dem vom Integrator (R_2, C_2) ermittelten Ergebnis verwendet werden.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Nachleuchtzeit des Bildverstärkers (1) an diejenige Zeitperiode angepasst ist, welche zu einer vollständigen Abtastung eines Bildformates erforderlich ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch einen Schaltsignalgenerator (10), welcher derartige Schaltsteuersignale zur Steuerung von Schalteinrichtungen (S_1, S_2, S_3, S_4) liefert, dass der Integrator (R_2, C_2) und der zugeordnete Hilfsintegrator (R_1, C_1) alternativ so betrieben werden, dass vor jeder Integration durch den Integrator (R_2, C_2) eine Messung

und Integration des Streustrahlungsanteiles vorgenommen wird.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Verarbeitung von Bildinformationen für tomographische Zwecke nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Wie beispielsweise in der sich auf Bildrekonstruktionen beziehenden niederländischen Patentanmeldung 76.05254 angegeben ist, wird zum Bilden eines Tomogramms von den sogenannten Signalprofilen ausgegangen. Jedes solche Signalprofil lässt sich aus einer Reihe von Transmissions- oder Absorptionssummenwerten betrachten, gemessen längs einer Linie, die einer Hauptebene des betreffenden Objektquerschnittes entspricht, welcher durch das flache Bündel kurzweiliger Strahlung durchstrahlt wird, das von einer geeigneten Strahlungsquelle ausgeht. Infolge einer solchen Durchstrahlung wird auf der gegenüber dem Objekt angeordneten zweidimensionalen Detektorebene ein Bildrahmen gebildet. Die Detektorebene wird auf optischem Wege am Eingang des elektrischen Bildverstärkers abgebildet, dessen Ausgangsschirm ebenfalls auf optischem Wege am Eingangsschirm der elektronischen Aufnahmeröhre, beispielsweise einer Video-Aufnahmeröhre, abgebildet ist. Die Höhe des Bildrahmens entspricht der Dicke des betreffenden Objektquerschnittes und damit der Dicke des durch eine zwischen der Strahlungsquelle und dem Objekt angeordneten Schlitzmaske gebildeten ebenen Strahlungsbündels. Die Bildzeilenlänge eines solchen Bildrahmens ist durch den Fächerwinkel des Strahlungsbündels bestimmt, der ebenfalls durch die genannte Schlitzmaske bestimmt wird. In der Regel wird eine die genannte Strahlungsquelle und die genannte Detektorebene umfassende Zusammensetzung um eine vertikal durch den betreffenden Objektquerschnitt verlaufende Achse gedreht, und zwar mit einer im wesentlichen kontinuierlichen Bewegung.

Um die genannten Signalprofile zu bilden, wird jedes Bildformat (jede augenblickliche Position der Anordnung relativ zu dem betrachteten Objekt entspricht einem Bildformat) ausgelesen und das Signalprofil, welches der jeweiligen Position entspricht, wird durch Integration der so gelesenen Bildinformation abgeleitet.

Die genannte Detektorebene ist in der Regel optisch mit einem Bild- oder Helligkeitsverstärker gekoppelt, der auf dem an der Ausgangsseite vorhandenen Bildschirm von dem auf den erstgenannten Schirm projizierten Bildformat ein optisches, an Helligkeit verstärktes Bild bilden kann und der massgebend ist für ein Objekt-Querschnittsbild, das zu einer bestimmten momentanen Position der Strahlungsquelle in bezug auf dieses Objekt gehört. Mit dem genannten Bildschirm ist optisch gekoppelt, z. B. durch eine Faseroptik, der Eingangsschirm einer elektronischen Aufnahmeröhre mit zugehörigen, eine vertikale Ablenkspule und eine horizontale Ablenkspule umfassenden Abtastmitteln, die dazu dienen, den genannten Eingangsschirm der Aufnahmeröhre gemäss einer Anordnung von Bahnstrecken abzutasten.

Um ein mittleres Transmissions- oder Signalprofil zu erhalten, welches einem einzigen Bildformat zugeordnet ist, das für den Querschnitt des betrachteten Objekts über dessen Dicke repräsentativ ist, kann ein solches Objekt «zeilenweise» abgetastet werden, ähnlich wie die zeilenweise Abtastung bei einem Fernsehapparat erfolgt. Die zeilenweise Abtastung zur Erzeugung eines mittleren Signalprofils des Bildformats bringt jedoch einige Nachteile mit sich, welche nachfolgend beschrieben werden. Diese Nachteile fallen insbesondere dann ins Gewicht, wenn die erforderliche Zeit zur Erzeugung eines Tomogramms reduziert werden soll.

Um einen ersten dieser Nachteile zu veranschaulichen, wird eine bekannte Detektorausführung mit einem Bildschirm von z. B. 340×200 mm in Betracht gezogen. Dabei verteilen sich z. B. die 625 Bildzeilen auf eine Höhe von 200 mm. Wenn als Höhe eines Bildformats 8 mm gewählt werden würden (so dass eine «Objektscheibe» mit einer Dicke von 4 bis 5 mm beobachtet werden kann), so sind für die vollständige horizontale Abtastung über diese Höhe $200/8 = 25$ Bildzeilen notwendig. Ferner wird angenommen, dass die Anordnung der Strahlenquelle und der Detektoroberfläche in einer Sekunde eine vollständige Umdrehung (360°) ausführen und dass die Strahlenquelle in einem Abstand von 75 cm und die Detektoroberfläche in einem Abstand von 25 cm von der Rotationsachse angeordnet sind. Ausgelesen wird dabei mit einer Vertikalfrequenz von 50 Hz.

Auf Grund dieser Annahmen lässt sich ausrechnen, dass die erforderliche Zeit für das Durchlaufen einer Bildzeile 64 Mikrosekunden beträgt. Das wiederum bedeutet, dass ein Zeitintervall $t_{bk} = 25 \times 64 = 1,6$ msek zum Abtasten eines Bildformats erforderlich ist. Bei einer Geschwindigkeit von einer Umdrehung (360°) pro Sekunde, d. h. $0,36^\circ$ pro msek beschreibt der Schirm einen Bogen von $0,36 \times 1,6 = 0,57^\circ = 10$ mrad, was einer Bogenlänge von $10^{-2} \times 250 = 2,5$ mm entspricht.

Somit wird ein Bildformat, welches zu der Zeit erzeugt wird, wenn die Abtastung der ersten Bildzeile beginnt, um eine Länge von etwa 2,5 mm relativ zu dem Bildformat verschoben, welches zu der Zeit erzeugt wird, wenn die Abtastung der 25ten Bildzeile beginnt. Mit anderen Worten, das erstgenannte Bildformat wird relativ zu dem letztgenannten Bildformat während eines Zeitintervalls von etwa t_{bk} , also während etwa 1,6 msek, verschoben. Wenn, nach Beendigung der Abtastung der entsprechenden 25 Bildzeilen, eine Integration zur Erzeugung des entsprechenden durchschnittlichen Signalprofils durchgeführt wird, bedeutet dies tatsächlich, dass für jede transversal zur Zeilenrichtung verlaufende Strecke, längs welcher die Integration durchgeführt wird, Zeilenelemente integriert werden, welche zu verschiedenen, gegeneinander verschobenen Bildformaten gehören; dies führt zu einer gewissen Verzerrung des endgültigen Tomogramms. Darüber hinaus erfordert solch eine Integration eine separate Speichereinrichtung, um sicherzustellen, dass die Bildzeilenelemente, welche jeweils über einer Bildzeilenperiode angeordnet sind, miteinander addiert werden. Das Erfordernis einer solchen separaten Speichereinrichtung zur zeitweisen Speicherung der Bildzeilenelemente für den Integrationsprozess macht die Anordnung noch komplizierter.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche die beschriebenen Nachteile der bekannten Vorrichtung vermeidet. Diese Aufgabe ist bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Die Abtastzeilen erstrecken sich demnach in vertikaler Richtung über das Bildformat, wobei der Abtaststrahl jeweils nebeneinanderliegender Zeilen in entgegengesetzter Richtung verläuft. Die Umkehrpunkte des Abtaststrahles können dabei jeweils oberhalb und unterhalb des in der Höhe begrenzten Bildformates liegen. Die Integration kann während des Durchlaufens eines jeden Abtastweges, welcher jeweils einer Zeile entspricht, insbesondere jedoch während des Durchlaufens durch denjenigen Bereich, welcher durch die Höhe des Bildformates begrenzt ist, über diese Höhe durchgeführt werden. So kann am Ausgang der Signalverarbeitungseinrichtung ein Signalmuster erzeugt werden, welches einer Sammlung mehrerer Werte entspricht, die jeweils die Folge einer solchen Integration über die entsprechende Höhe des Abtastweges sind. Solch ein Signalmuster kann mit einer an sich bekannten Ein-

richtung weiterverarbeitet werden, entweder in digitaler oder in analoger Weise (Parallelisierung, Dekonvolution, Rück-Projektion).

Ein weiterer bedeutender Vorteil der Querabtastung, wie sie von der erfindungsgemässen Vorrichtung durchgeführt wird, ist die Möglichkeit, den Effekt der gestreuten Strahlung, welcher innerhalb des betrachteten Objekts erzeugt wird und als störendes Hintergrundsignal erscheint, zu eliminieren oder zumindest drastisch zu reduzieren. Wenn man annimmt, dass die Flussdichte der gestreuten Strahlen, die schmalen Bereichen innerhalb bzw. ausserhalb der Objektscheibe zugeordnet ist, den gleichen Wert hat, dann bildet das Hintergrundsignal, welches bis zu dem Moment aufintegriert wird, in welchem der Abtastweg in den Bereich des Bildformats eintritt, und wiederum von dem Moment, in dem der Bildformatbereich verlassen wird, ein quantitatives Mass für den lokalen Betrag der gestreuten Strahlung. Einfach durch Subtraktion dieses Betrages von dem Signal, das während des Durchlaufens des Bildformatbereichs integriert wird, kann eine fast perfekte Eliminierung des Einflusses der Streustrahlung individuell für jedes Element des Profils erreicht werden.

Eine Vorrichtung zur Eliminierung der Streustrahlung, welche innerhalb des betrachteten Objektes erzeugt wird, ist nach einer Weiterbildung der Erfindung gekennzeichnet durch einen Schaltsignalgenerator nach Anspruch 8.

Wie im vorstehenden Text schon dargelegt wurde, haften dem zeilenweisen Abtasten des genannten Eingangsschirmes Nachteile an. Diese Nachteile lassen sich dadurch beheben, dass die zu der elektronischen Aufnahmeöhre gehörenden Abtastmittel, insbesondere die zum Steuern des Auslesebündels dienenden Mittel, dazu eingerichtet sind, den Eingangsschirm der Aufnahmeöhre nicht zeilenweise, sondern in einer Richtung im wesentlichen transversal zu der horizontalen Dimension des Bildformats abzutasten, wobei über jede solche in transversaler Richtung durchlaufende Bahnstrecken jeweils getrennt integriert wird. Im Prinzip ist diese Ablenkungssteuerung derart einzurichten, dass gemäss einem im wesentlichen sinusförmigen Verlauf abgetastet wird; vorzugsweise wird aber gemäss im wesentlichen senkrecht zu der horizontalen Dimension des Bildformats verlaufenden Bahnstrecken abgetastet. In diesem Zusammenhang wird bemerkt, dass die Nachleuchtzeit des Bildschirms des Bildverstärkers derjenigen Zeit angepasst sein sollte, die notwendig ist, um ein Bildformat vollständig abzutasten.

Wenn nun wie vorgeschlagen, ein solches Bildformat gemäss Bahnstrecken, die z. B. einen sinusförmigen, vorzugsweise «square wave» Verlauf haben, abgetastet wird, wobei diese Bahnstrecken dann im wesentlichen transversal zur horizontalen Dimension des Bildformats verlaufen, wird je Periode eines solchen Streckenverlaufs jeweils zweimal abgetastet. Wenn z. B. angenommen wird, dass das Auflösungsvermögen in Bildzeilenrichtung über die Bildzeilenlänge von 340 mm, 680 Bildelemente ist (übereinstimmend mit 0,5 mm des Bildschirms, oder etwa 0,25 mm des Objektes), so beträgt die Abtastfrequenz 212 kHz. Wenn mit einer solch hohen Frequenz, also transversal zu der horizontalen Dimension des Bildformats (transversal zur Bildzeilenrichtung) verlaufend, ausgelesen wird, bedeutet dies, dass innerhalb einer verhältnismässig kurzen Zeit T , die bei der Frequenz von 212 kHz gleich $4,7 \mu\text{s}$ ist, jeweils zweimal integriert wird.

Mit anderen Worten, bei einer Integration, die jeweils innerhalb $\frac{1}{2} T$, oder aber $2,3 \mu\text{s}$, ausgeführt ist, ist die Verschiebung der Detektorebene und damit die obengenannte Bildverzerrung vernachlässigbar. Der Vollständigkeit halber wird erwähnt, dass die Nachleuchtzeiten der Detektorebene (z. B. röntgenempfindlicher Fluoreszenzschirm) und des Ausgangsschirmes des Bildverstärkers kleiner als oder höchstens gleich der zum Abtasten eines Bildrahmens benötigten Zeit (beim

behandelten Ausführungsbeispiel 1,6 ms) gewählt werden müssen.

Wenn mit einem halben Strahlenbündel gearbeitet wird, wie es z. B. in der NL-Patentanmeldung 76.05687 beschrieben ist, wird selbstverständlich das Auflösungsvermögen in der Bildzeilenrichtung um einen Faktor 2 grösser.

Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels,

Fig. 2 im Ausführungsbeispiel nach der Fig. 1 auftretende Signalformen,

Fig. 3 ein Blockschaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels und

Fig. 4 im Ausführungsbeispiel nach der Fig. 3 auftretende Signalformen.

Das in der Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel geht von dem Grundgedanken der Erfindung aus, wobei über jede quer zur Bildzeilenrichtung verlaufende Bahnstrecke integriert wird über einen Streckenteil, entsprechend der Höhe und Lage des abzutastenden Bildrahmens. Bei der in Fig. 1 wiedergegebenen Konfiguration ist 1 der Bildverstärker, dessen auf der Ausgangsseite davon vorhandener Bildschirm durch 2 angegeben ist. Durch 3 ist eine Faseroptik bezeichnet, mittels derer der genannte Bildschirm 2 optisch mit dem Eingangsschirm der elektronischen Aufnahmeröhre 4 gekoppelt ist. Die Aufnahmeröhre 4 ist mit Abtastmitteln mit einer vertikalen Ablenkspule V und einer horizontalen Ablenkspule H versehen, welche Abtastmittel dazu dienen, das genannte Eingangsfenster der Aufnahmeröhre 4 gemäss einer Anordnung von Bahnstrecken abzutasten. Wie bereits erwähnt, kann dieses Abtasten zeilenweise erfolgen, und zwar derart, dass je Bildfenster z. B. 625 Bildzeilen mit einer Bildfensterfrequenz von 50 Hz abgetastet werden. Wie ebenfalls schon dargelegt, haften diesem zeilenweisen Abtasten des genannten Eingangsschirmes Nachteile an. Diese Nachteile lassen sich dadurch beseitigen, dass die zur elektronischen Aufnahmeröhre 4 gehörenden Abtastmittel, insbesondere der zum Steuern des Auslesebündels dienende Ablenkgenerator 5, dazu eingerichtet sind, den Eingangsschirm der Aufnahmeröhre 4 nicht zeilenweise, sondern in Richtung quer zur Bildzeilenrichtung abzutasten, wobei jede solche in Querrichtung verlaufende Bahnstrecke jeweils getrennt integriert wird.

Im behandelten Ausführungsbeispiel ist der Ablenksignalgenerator 5 gemäss einer an sich bekannten Technik derart eingerichtet, dass das Auslesebündel eine zinnenförmige Bahn über den Eingangsschirm der Aufnahmeröhre 4 durchläuft. Dazu werden den genannten Ablenkspulen V und H Ablenksignale zugeführt, wie in Fig. 2a und 2b durch die Wellenformen VZ und HZ angegeben ist. Der Ausgang der Aufnahmeröhre 4 ist mit dem einen Eingang eines UND-Torkreises 6 verbunden. Der andere Eingang dieses Torkreises 6 ist mit einem Torsteuerkreis 7 verbunden. Der Ausgang des Torkreises 6 ist mit einem Integrator 8 verbunden. Jeweils wenn durch den Torsteuerkreis 7 ein Torsignal (Fig. 2c) erzeugt wird, wird der Torkreis 6 durchlassend, so dass das dann vorhandene Ausgangssignal der Aufnahmeröhre 4 dem Integrator 8 zugeführt wird, um integriert zu werden. Dieser Torsteuerkreis 7 ist derart eingerichtet, dass während des Durchlaufens einer vertikal zur Bildzeilenrichtung verlaufenden Bahnstrecke über einen Bahnstreckenteil, welcher der Höhe und Lage des abzutastenden Bildes entspricht, ein Torsignal erzeugt wird.

Die Erfindung und damit das im vorstehenden Text behandelte Ausführungsbeispiel bietet auch die Möglichkeit, in einfacher Weise von mehreren übereinanderliegenden Objektquerschnitten ein Tomogramm zu bilden. In dem Fall wird mit Hilfe passend ausgebildeter Schlitzmasken auf den Eingangsschirm des Bildverstärkers 1 eine Bildkonfiguration projiziert,

die den betreffenden übereinander liegenden Objektquerschnitten entspricht, wobei an dem auf der Ausgangsseite des Bildverstärkers vorhandenen Bildschirm 2 dann eine entsprechende Anzahl übereinanderliegender Bildrahmen erzeugt werden. Beim Durchlaufen jeder quer zur Bildzeilenrichtung verlaufenden Bahnstrecke werden dann alle übereinander liegenden Bildrahmen abgetastet. Der Ausgang der Aufnahmeröhre 4 ist dann mit mehreren UND-Torkreisen, wie dem Torkreis 6 verbunden, wobei jeder dieser Torkreise mit einem zugeordneten Integrator, wie der Integrator 8, am Ausgang verbunden ist. Für jeden der UND-Torkreise ist dann ein gesonderter Torsteuerkreis, wie der Torsteuerkreis 7 angeordnet. Selbstverständlich ist die Wirkung dieser Torsteuerkreise mit der Wirkung des Ablenksignalgenerators 5 synchronisiert.

Durch die Wahl der Steuerung dieser Torkreise können die am Ausgang der Aufnahmeröhre 4 abgegebenen Signale gegebenenfalls teilweise sich in der Zeit überlappend sein.

Wie schon erwähnt wurde, kann der störende Einfluss der Streustrahlung auf das auf der Detektorebene erzeugte Bild der betreffenden Objektscheibe in einfacher und zweckmässiger Weise beseitigt werden. Fig. 3 gibt ein dazu dienendes Ausführungsbeispiel, dessen Wirkung und Aufbau unter Hinweis auf Fig. 4 erläutert wird. Der Ausgang der Aufnahmeröhre 4 (Fig. 1) ist dabei mit dem einen Eingang eines Differenzverstärkers 9 verbunden. Der andere Eingang dieses Differenzverstärkers 9 ist mit dem Ausgang eines Hilfsintegrators verbunden, der einen Widerstand R_1 und einen Kondensator C_1 umfasst. Der Ausgang der Aufnahmeröhre 4 ist auch mit einem Schaltsignalgenerator 10 verbunden, der dazu eingerichtet ist, als Folge einer im Ausgangssignal der Aufnahmeröhre 4 gewählten Startauslösung jeweils eine vorbestimmte Reihe von Steuersignalen s_1 bis s_5 zu erzeugen, welche Steuersignale sowohl nach der Zeitdauer als auch nach der Erscheinungszeit bestimmt werden. Jedes dieser Steuersignale kann eine zugehörige bistabile Schalteinheit S_1 bis S_5 steuern. Der Ausgang des Differenzverstärkers 9 ist über die Schalteinheit S_3 mit einem Hauptintegrator gekoppelt, der einen Widerstand R_2 und einen Kondensator C_2 umfasst. Der Ausgang dieses Hauptintegrators ist über die Schalteinheit S_5 mit dem Ausgang der Vorrichtung verbunden, mit der weitere (nicht wiedergegebene) Verarbeitungsmittel gekoppelt werden können.

Fig. 4a zeigt ein Bildsignal V_1 , wie es z. B. während einer vertikal zur Bildzeilenrichtung verlaufenden Bahnstrecke am Ausgang der Aufnahmeröhre 4 entstehen kann. Aus dem während des Zeitintervalls t_3 bis t_6 erzeugten, signifikanten Bildsignalteil wird ein zwischen den Zeitpunkten t_4 und t_5 liegender Teil gewählt, der für die Rekonstruktion in Betracht kommt. Es betrifft dabei die Wahl der Objektscheibendicke und der relativen Position. Es wird von der Annahme ausgegangen, dass der genannte signifikante Bildsignalteil einen unerwünschten Anteil zur Streustrahlung enthält, welcher Anteil in Fig. 4a durch V_s angegeben ist. Der Einfluss der Streustrahlung wird innerhalb und knapp ausserhalb des Zeitintervalls t_3 bis t_6 nahezu gleich gross sein. Von dieser Tatsache wird Gebrauch gemacht, um die gewünschte Streulichtstrahlungskompensation zu realisieren.

Wenn nämlich während eines Zeitintervalls wie z. B. t_1 bis t_2 kurz ausserhalb des genannten Zeitintervalls t_3 bis t_6 der Streustrahlungsbeitrag gemessen wird und der entsprechend gemessene Wert während des Zeitintervalls t_2 bis t_8 vom Bildsignal V_1 abgezogen wird, entsteht ein Bildsignal V_2 (Fig. 4b), das von dem unerwünschten Streustrahlungsanteil befreit ist. Dadurch, dass das entsprechend vom Streustrahlungsanteil befreite Bildsignal während des obengenannten Zeitintervalls t_4 bis t_5 integriert und bis zu einem Zeitpunkt t_7 festgehalten wird, erhält man ein Signal V_3 nach Fig. 4c, das sich zur weiteren Verarbeitung eignet.

Das Signal V_3 kann dann nämlich während eines Zeitinter-

valls t_5 bis t_7 an die weitere Verarbeitungsanlage weitergeleitet werden, wie schematisch in Fig. 4d durch das Signal V_4 angegeben ist. In Fig. 4e bis 4j ist eine Reihe von Steuersignalen angegeben, die durch den Schaltsignalgenerator 10 infolge einer Startauslösung erzeugt werden. Eine solche Startauslösung, die vorzugsweise im Zeitpunkt t_0 erscheint, kann beispielsweise aus der ersten negativ gerichteten Flanke des Zeilensynchronisierungsimpulses für die jeweilige Bildzeile abgeleitet werden.

Das Steuersignal s_1 , das während des Zeitintervalls t_1 bis t_2 erscheint, bewirkt, dass die Schalteinheit S_1 den Hilfsintegrator mit dem Ausgang der Aufnahmeröhre 4 verbindet. Gleichzeitig mit dem Steuersignal s_1 entsteht das Steuersignal s_2 (Fig. 4f), wodurch bewirkt wird, dass der vorher vorhandene Kurzschlusskreis für den Kondensator C_1 mittels der Schalteinheit S_2 unterbrochen wird. Infolge der Entstehung der beiden Steuersignale s_1 und s_2 ist der Hilfsintegrator R_1, C_1 wirksam, um während des Zeitintervalls t_1 bis t_2 den Streustrahlungsanteil V_5 zu messen und zu integrieren. Dadurch, dass während des Zeitintervalls t_1 bis t_8 der Kurzschluss des Kondensators C_1 behoben ist, wird dieses Integrationsresultat von dem Hilfsintegrator R_1, C_1 abgeleitet, über dieses Zeitintervall gespeichert, mit dem dies vom Bildsignalteil abgezogen werden kann, der während des Zeitintervalls t_4 bis t_5 vorkommt.

Das Zeitintervall t_4 bis t_5 wird durch das Steuersignal s_3 (Fig. 4g) bestimmt, durch welches Steuersignal die Schalteinheit S_3 die Verbindung zwischen dem Ausgang des Differenzverstärkers 9 und dem Hauptintegrator R_2, C_2 bewirkt. Das Steuersignal s_3 entsteht während der Existenz des Steuersignals s_4 , das wirksam ist, um einen für den Kondensator C_2 bestehenden Kurzschlusskreis mittels der Schalteinheit S_4 zu öffnen. In dieser Situation kann der Hauptintegrator R_2, C_2 wirksam sein, um das Ausgangssignal des Differenzverstärkers 9 über das genannte Zeitintervall t_4 bis t_5 zu integrieren. Das danach während des Zeitintervalls t_5 bis t_7 erscheinende Steuersignal s_5 (Fig. 4j) ist dann wirksam, um über die Schalteinheit S_5 das entsprechend integrierte Ausgangssignal für die weitere Verarbeitung weiterzugeben.

Der genannte Schaltsignalgenerator 10 kann beispielsweise aus einer Anordnung monostabiler Kippschaltungen zusammengesetzt sein, die infolge der genannten Startauslösung die Reihe von Steuersignalen s_1 bis s_5 erzeugt.

Ein mit der im vorstehenden Text beschriebenen Ausführungsform erhaltenes Ausgangssignal V_4 kann in einer an sich bekannten Weise weiter verarbeitet werden, und zwar entweder digital oder analog.

FIG. 1

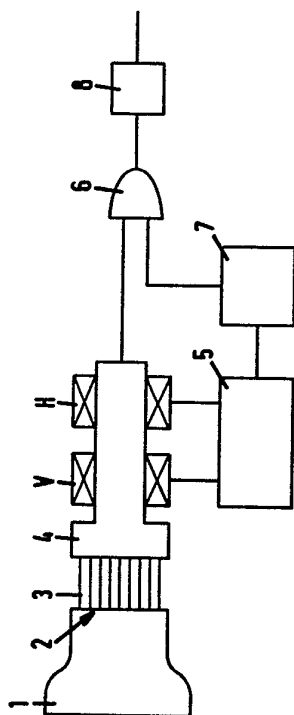


FIG. 2

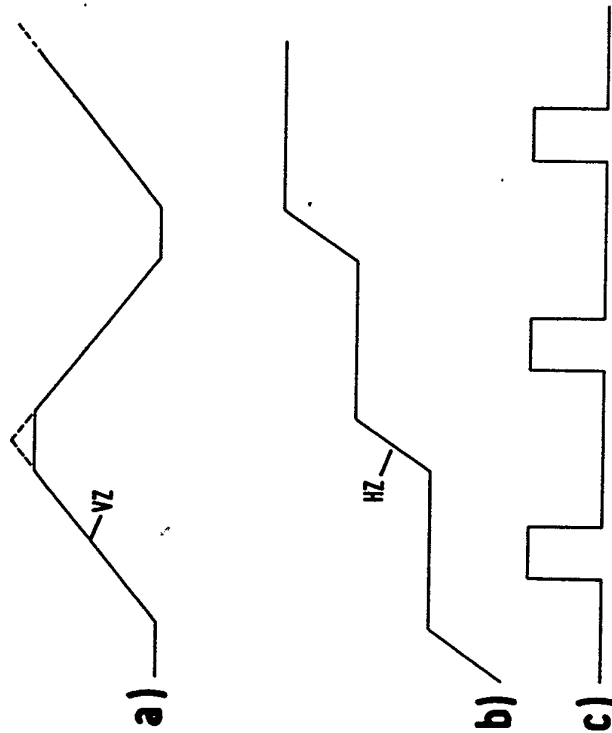


FIG. 4

