



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 662 202 A5

⑤① Int. Cl.<sup>4</sup>: G 11 B 20/14  
G 11 B 7/013

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

|                                 |                       |                                                                                                                                                      |
|---------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ⑳ Gesuchsnummer:                | 1779/83               | ㉗ Inhaber:<br>N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven (NL)                                                                                     |
| ㉔ Anmeldungsdatum:              | 30.03.1983            |                                                                                                                                                      |
| ㉓ Priorität(en):                | 02.04.1982 NL 8201411 | ㉘ Erfinder:<br>Schouhamer Immink, Kornelis Antonie, Eindhoven (NL)<br>Aarts, Ronaldus Maria, Eindhoven (NL)<br>Opheij, Willem Gerard, Eindhoven (NL) |
| ㉒ Patent erteilt:               | 15.09.1987            |                                                                                                                                                      |
| ㉕ Patentschrift veröffentlicht: | 15.09.1987            | ㉙ Vertreter:<br>Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich                                                                                                |

⑤④ **Verfahren zum Aufzeichnen eines binären Informationssignals auf einem Aufzeichnungsträger mit einer strahlungsempfindlichen Informationsschicht.**

⑤⑦ Zum Aufzeichnen eines binären Informationssignals auf einem Aufzeichnungsträger mit einer strahlungsempfindlichen Informationsschicht wird das Informationssignal derart kodiert, dass zumindest  $n$  aufeinanderfolgenden Bitzellen vom gleichen Typ sind, wobei  $n \geq 2$  ist. Diese Information wird in einem Muster von Einheitsaufzeichnungszeichen auf dem Aufzeichnungsträger aufgetragen. Jedes Einheitsaufzeichnungszeichen entspricht dabei einer Anzahl von  $m$  Bitzellen vom gleichen ersten Typ des Informationssignals, wobei  $1 < m \leq n$  ist. Eine grössere Anzahl aufeinanderfolgende Bitzellen dieses ersten Typs wird durch eine Anzahl sich wenigstens berührender, einander jedoch vorzugsweise überlappender Einheitsaufzeichnungszeichen dargestellt. Dadurch lässt sich auf dem Aufzeichnungsträger eine sehr hohe Informationsdichte erreichen.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Aufzeichnen eines binären Informationssignals auf einem Aufzeichnungsträger mit einer strahlungsempfindlichen Informationsschicht, wobei eine diesem Informationssignal entsprechende Aufzeichnungsmuster in der Informationsschicht des Aufzeichnungsträgers dadurch bewirkt wird, dass zu ausgewählten Zeitpunkten aus der Folge der den Bitzellen entsprechenden Zeitpunkte Strahlungsimpulse mit fester Dauer und Stärke erzeugt werden, die eine derartige Energie besitzen, dass dadurch Einheitsaufzeichnungszeichen auf dem Aufzeichnungsträger hervorgerufen werden, und wobei das Informationssignal aus einer Folge von Bitzellen besteht, von welchen stets minimal  $n$  aufeinanderfolgende Bitzellen vom gleichen Typ sind, wobei  $n \geq 2$  ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsimpulse derart bemessen sind, dass die von diesen Strahlungsimpulsen hervorgerufenen Einheitsaufzeichnungszeichen  $m$  aufeinanderfolgende Bitzellen vom gleichen ersten Typ darstellen, wobei  $1 < m \leq n$  sowie  $m$  und  $n$  ganzzahlig sind, und dass eine Anzahl aufeinanderfolgender Bitzellen vom gleichen ersten Typ, welche grösser ist als die  $m$  Bitzellen, die mit einem Einheitsaufzeichnungszeichen dargestellt werden können, durch eine Anzahl sich zumindest berührender Einheitsaufzeichnungszeichen dargestellt wird, die von einer Anzahl aufeinanderfolgender Strahlungsimpulse hervorgerufen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass  $m = n$  ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anzahl aufeinanderfolgender Bitzellen vom gleichen ersten Typ grösser als  $n$  durch eine Anzahl einander teilweise überlappenden Einheitsaufzeichnungszeichen dargestellt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zum Aufzeichnen von  $n+p$  aufeinanderfolgenden Bitzellen vom gleichen ersten Typ  $p+1$  Strahlungsimpulse mit gegenseitigem Zeitabstand gleich einer Bitzelle erzeugt werden.

5. Anordnung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer Strahlungsquelle, mit einem optischen System zum Fokussieren eines von der Strahlungsquelle ausgesandten Strahlungsbündels auf einer strahlungsempfindlichen Informationsschicht eines Aufzeichnungsträgers, und mit einer Steueranordnung zum Steuern der Strahlungsquelle abhängig von einem zugeführten binären Informationssignal, das aus einer Reihe von Bitzellen besteht, wobei stets minimal  $n$  aufeinanderfolgende Bitzellen vom gleichen Typ sind, wobei  $n \geq 2$  ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Steueranordnung zum Erzeugen von Steuerimpulsen zur Strahlungsquelle und diese Strahlungsquelle zum Erzeugen eines Strahlungsimpulses in Beantwortung eines Steuerimpulses eingerichtet ist, welcher Strahlungsimpuls ein Einheitsaufzeichnungszeichen auf dem Aufzeichnungsträger entsprechend  $m$  aufeinanderfolgender Bitzellen vom gleichen ersten Typ des Informationssignals bewirkt, wobei  $1 < m \leq n$  ist.

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steueranordnung derart ausgelegt ist, dass  $(n+p)$  aufeinanderfolgende Bitzellen vom gleichen ersten Typ des Informationssignals  $(p+1)$  Steuerimpulse mit einem gegenseitigen Zeitabstand gleich einer Bitzelle für die Strahlungsquelle ergeben.

7. Aufzeichnungsträger mit einem in einer Informationsspur gemäss dem Verfahren nach Anspruch 1 aufgezeichneten binären Informationssignal.

8. Aufzeichnungsträger nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Einheitsaufzeichnungszeichen  $n$  aufeinanderfolgende Bitzellen vom ersten Typ darstellt und

dass eine Anzahl aufeinanderfolgender Bitzellen vom ersten Typ grösser als  $n$  von einer Anzahl einander teilweise überlappenden Einheitsaufzeichnungszeichen dargestellt wird.

9. Aufzeichnungsträger nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass Überlappung der einander teilweise überlappenden Einheitsaufzeichnungszeichen  $n-1$  Bitzellen beträgt.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Aufzeichnen eines binären Informationssignals auf einem Aufzeichnungsträger mit einer strahlungsempfindlichen Informationsschicht gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Anordnung zur Ausführung dieses Verfahrens gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 5.

Die Erfindung bezieht sich auch auf einen Aufzeichnungsträger mit einem in einer Informationsspur aufgezeichneten binären Informationssignal.

Aufzeichnungsträger mit einer strahlungsempfindlichen Datenschicht sind heute stark gefragt. Diese Nachfrage ist im wesentlichen der Tatsache zu verdanken, dass derartige Aufzeichnungsträger eine sehr grosse Speicherkapazität besitzen, wodurch es möglich ist, eine sehr grosse Informationsmenge, beispielsweise Dateninformation und digitalisierte Video- und/oder Audio-Informationen, auf diesen Aufzeichnungsträgern aufzuzeichnen.

Die Informationsschicht dieses Aufzeichnungsträgers besteht aus einem Werkstoff, der eine physikalische Reaktion bei der Beleuchtung mit einem Strahlungsbündel ausreichender Intensität aufweist, so dass durch die Modulation dieses Aufzeichnungslichtbündels ein entsprechendes Aufzeichnungsmuster auf dem Aufzeichnungsträger entsteht. Die Informationsschicht kann beispielsweise aus einem Metall, u.a. Tellur, bestehen, das stellenweise durch Erhitzung bei der Beleuchtung mit dem erwähnten Strahlungsbündel schmilzt. Auch kann diese Informationsschicht z. B. aus einer Doppelschichtstruktur unter dem Einfluss des auffallenden Strahlungsbündels chemisch reagierender Werkstoffe bestehen, beispielsweise Aluminium auf Eisen oder Wismut auf Tellur. Andere geeignete Werkstoffe sind beispielsweise magneto-optische Werkstoffe wie Gd-Fe und Kobaltferrite. Wesentlich für die vorliegende Erfindung ist der für die Informationsschicht gewählte Werkstoff als solcher nicht, solange dieser Werkstoff unter dem Einfluss eines modulierten Strahlungsbündels nur ein dem Informationssignal entsprechendes Aufzeichnungsmuster annimmt.

Für die optimale Verwendung der Speicherkapazität des Aufzeichnungsträgers wird das Informationssignal im allgemeinen auf eine besondere Art moduliert, d. h. die Quellencodierung des Informationssignals wird in eine Kanalcodierung umgesetzt, die an die spezifischen Eigenschaften des Kanals angepasst ist, in diesem Fall des Aufzeichnungsträgers.

Eine wichtige Rolle spielende Parameter sind u.a.

1. die Höchstfrequenz des aufgezeichneten Informationssignals im Zusammenhang mit der beschränkten Durchlassbandbreite des Aufzeichnungsträgers und der Aufzeichnungs- und Wiedergabenanordnung,

2. der niederfrequente Signalinhalt des Informationssignals im Zusammenhang mit möglichem Übersprechen zwischen dem Informationssignal und den bei Leseanordnungen für optische Aufzeichnungsträger häufig angewandten niederfrequenten Servosignalen für die Zentrierung des

Leseflecks auf der Informationsspur und die Fokussierung dieses Leseflecks,

3. die Höchstzahl aufeinanderfolgender Bitzellen vom gleichen Typ im Zusammenhang mit dem häufig geäußerten Wunsch, beim Lesen des Aufzeichnungsträgers Taktinformation aus dem Informationssignal ableiten zu können.

In der DE-OS 3 100 421 ist ein Verfahren eingangs erwähnter Art beschrieben und gleichfalls eine Anzahl der Kanalcodierungen angegeben. Weiter werden in dieser Anmeldung zwei Arten zum Aufzeichnen des Informationssignals nach der Kanalcodierung auf dem Aufzeichnungsträger angegeben. Beim ersten Verfahren wird ein Lichtbündel genau gemäß dem digitalen Signal moduliert, so dass auf dem Aufzeichnungsträger Aufzeichnungsmarkierungen mit variabler Länge aufgezeichnet werden, die den Perioden entsprechen, bei denen das Informationssignal einen der Digitalwerte einnimmt. Beim zweiten Verfahren wird das Lichtbündel pulsiert betrieben d. h. für jede Bitzelle vom gleichen Typ des Informationssignals wird ein Strahlungsimpuls mit fester Länge und Grösse erzeugt. Auf den Aufzeichnungsträgern haben diese Strahlungsimpulse Aufzeichnungszeichen mit konstanten Abmessungen, Einheitsaufzeichnungszeichen, zur Folge, wobei ein jedes Einheitsaufzeichnungszeichen daher eine Bitzelle von einem bestimmten Typ darstellt. Dieses zweite Verfahren bietet in bezug auf das erste Verfahren den Vorteil einer geringeren Verlustleistung in der Strahlungsquelle, was sich auch vorteilhaft auf die Lebensdauer dieser Strahlungsquelle auswirkt.

Weiter wird in dieser DE-OS eine Kanalcodierung angegeben, bei der immer minimal 2 aufeinanderfolgende Bitzellen vom gleichen Typ sind. Die Höchsthäufigkeit des binären Informationssignals ist kleiner, je nachdem die Mindestanzahl aufeinanderfolgender Bitzellen vom gleichen Typ, also je nachdem  $n$  grösser ist. Dies wirkt sich selbstverständlich vorteilhaft in bezug auf die erzielbare Speicherkapazität und auf die erforderliche Bandbreite der Aufzeichnungs- und Wiedergabeanordnung aus.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs erwähnten Art zu schaffen, mit dem eine sehr hohe Informationsdichte auf dem Aufzeichnungsträger erreichbar ist, ohne dass extrem hohe Anforderungen an die Aufzeichnungsgeräte gestellt zu werden brauchen, und wodurch gleichfalls die Verlustleistung in der Strahlungsquelle weiter herabgesetzt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angeführten Merkmale gelöst.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die Mindestgrösse der Einheitsaufzeichnungszeichen in der Praxis ihre Grenzen hat. Einerseits spielen dabei Werkstoffparameter der Informationsschicht, zum andern die Eigenschaften der bei der Aufzeichnungsanordnung benutzten optischen Komponenten eine Rolle, mit denen das Strahlungsbündel auf der Informationsschicht fokussiert wird. In dem nunmehr bei Codierungssystemen, bei denen die Anzahl aufeinanderfolgender Bitzellen vom gleichen Typ grösser als eine Bitzelle ist, dieses Einheitsaufzeichnungszeichen nicht im Verhältnis zu einer Bitzelle, sondern zu  $m$  Bitzellen gebracht wird, wobei  $1 < m \leq n$ , kann eine wesentliche Vergrößerung der Speicherkapazität auf dem Aufzeichnungsträger erreicht werden. Der mit der erfindungsgemässen Massnahme eingeholte Gewinn ist hier vom Wert von  $m$  abhängig. Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass  $m = n$  ist. Hierdurch wird ein Höchstgewinn in der Speicherkapazität erreicht.

Eine erfindungsgemässe Anordnung zur Ausführung des

Verfahrens weist die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 5 angeführten Merkmale auf.

Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstands und Signalformen werden nachstehend an Hand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1, 2 und 3 Signalformen und die zugeordneten Aufzeichnungszeichen zur Erläuterung des erfindungsgemässen Verfahrens,

Fig. 4 ein Beispiel einer Anordnung zum Erhalten der beim erfindungsgemässen Verfahren erforderlichen Strahlungsimpulse und

Fig. 5 die in dieser Anordnung auftretenden Signalformen.

In Fig. 1 ist schematisch an Hand der sog. Miller-Modulation eine erste Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens dargestellt.

In Fig. 1a ist eine Bitreihe eines digitalen Signals dargestellt, das aus einer aufeinanderfolgenden logischer Nullen und Einsen besteht. Nach der Miller-Modulation wird dieses digitale Signal in ein in Fig. 1b dargestelltes binäres Informationssignal umgesetzt. Dabei besitzt das binäre Informationssignal nach der Miller-Modulation einen Übergang halbwegs einer logischen «1» des zugeführten digitalen Signals und einen Übergang zwischen zwei aufeinanderfolgenden «0»-en dieses Signals.

Diese Miller-Modulation ist dadurch gekennzeichnet, dass die Dauer, die das Binärsignal ohne Unterbrechung einen der beiden Werte einnimmt, nur eine bestimmte Anzahl diskreter Werte einnehmen kann, welche Werte der Formel  $nT$  entsprechen. Darin ist  $T$  der grösste gemeinsame Teiler dieser möglichen diskreten Werte und entspricht bei der Miller-Modulation der Hälfte der Bitdauer des ursprünglichen Digitalsignals. Der Parameter  $n$  kann bei dieser Miller-Modulation den Wert 2, 3 oder 4 einnehmen, wie aus der Figur hervorgeht. Für die Dauer  $T$  wird auf übliche Weise nachstehend die Bezeichnung Bitzelle verwendet.

Zum Aufzeichnen des binären Informationssignals auf einem Aufzeichnungsträger mit einer strahlungsempfindlichen Schicht muss ein Strahlungsbündel derart moduliert werden, dass dadurch auf diesem Aufzeichnungsträger Aufzeichnungszeichen entstehen, deren Aufeinanderfolge das binäre Informationssignal darstellt. Zu diesem Zweck kann selbstverständlich dieses Strahlungsbündel direkt mit dem aufzuzeichnenden binären Informationssignal moduliert werden. In der bereits erwähnten DE-OS 3 100 421 wird daneben die Möglichkeit zum Aufzeichnen von Einheitsaufzeichnungszeichen auf dem Aufzeichnungsträger durch den pulsierten Betrieb der Strahlungsquelle angegeben. Dazu wird für jede Bitzelle  $T$ , die eine logische «1» ist, ein Strahlungsimpuls erzeugt, wie in Fig. 1c dargestellt. Ein jeder der angegebenen Strahlungsimpulse besitzt ausreichende Leistung zum Hervorrufen eines Aufzeichnungszeichen auf dem Aufzeichnungsträger entsprechend einer Bitzelle. Auf diesem Aufzeichnungsträger entsteht daher ein Muster von Aufzeichnungszeichen  $S$  (in Fig. 1d dargestellt) mit festen Abmessungen, mit der Bezeichnung Einheitsaufzeichnungszeichen, welches Muster wiederum das binäre Informationssignal darstellt.

Die Abmessungen dieser Einheitsaufzeichnungszeichen, im allgemeinen der Durchmesser der runden Zeichen, haben in der Praxis ein Minimum. Eine Rolle spielen dabei einerseits die Parameter des strahlungsempfindlichen Werkstoffs, und zum anderen die Eigenschaften der bei der Aufzeichnung verwendeten optischen Komponenten. Wird beispielsweise als strahlungsempfindlicher Werkstoff ein Werkstoff benutzt, der bei der Beleuchtung mit einem Strahlungsbündel ausreichender Stärke schmilzt, ist es häufig so, dass

wegen der Zuverlässigkeit des Einschreibverfahrens eine bestimmte Mindeststrahlungsenergie gewünscht wird, bei welcher Strahlungsenergie über ein Erhitzungsverfahren des Werkstoffs ein Einheitsaufzeichnungszeichen bestimmter Abmessungen entsteht. Sollte die Benutzung noch kleinerer Einheitsaufzeichnungszeichen gewünscht werden, wird das Aufzeichnungsverfahren unzuverlässig. Die in der Aufzeichnungsanordnung benutzten optischen Komponenten bestimmen u.a. den Durchmesser des auf die Informationsschicht projizierten Schreibflecks. Durch eine kräftige Fokussierung kann diesem Schreibfleck zwar ein äusserst kleiner Durchmesser gegeben werden, der die grosse Speicherkapazität dieser optischen Aufzeichnungsträger ergibt, aber auch dieser Durchmesser hat in der Praxis Grenzen. Denn es muss, ungeachtet z. B. möglicher Unebenheiten der Informationsschicht gewährleistet sein, dass dieser Durchmesser des Schreibflecks zu jeder Zeit aufrechterhalten wird, wodurch u.a. sehr hohe Anforderungen an die Ebenheit der Informationsschicht und an die Fokussierungsregelung der Aufzeichnungsanordnung gestellt werden.

Ausserdem ist zu bedenken, dass, sogar wenn es mit vorge-schrittenen Techniken gelingt, Einheitsaufzeichnungs-zeichen äusserst geringer Abmessungen auf dem Aufzeichnungs-träger aufzuzeichnen, dies auch ihre Folgen für die Leseanordnung hat, mit der dieser Aufzeichnungsträger auszu-lesen ist. Denn diese Leseanordnung muss die Möglichkeit haben, dieser Einheitsaufzeichnungszeichen zuverlässig zu lesen, wodurch sehr hohe Anforderungen an die darin benutzten optischen Komponenten und Regelsysteme gestellt werden, beispielsweise an Spurnachführungssystem und Fokussierungssystem. Insbesondere wenn diese Leseanordnung ein normales Kundengerät ist, beispielsweise zum Lesen digitaler Video- und/oder Audio-Informationen sind die Anforderungen, die daran gestellt werden dürfen, mit maximalen Grenzen verknüpft.

Das Ergebnis davon ist, dass der Durchmesser der Einheitsaufzeichnungszeichen S nach Fig. 1d in der Praxis bestimmte Mindestabmessungen hat. Dieser Durchmesser bestimmt dabei im Zusammenhang mit dem Modulationssystem die Speicherkapazität des Aufzeichnungsträgers.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, diese Speicherkapazität auf einfache Weise zu vergrössern. Dazu werden nicht mehr Einheitsaufzeichnungszeichen entsprechend einer Bitzelle aufgezeichnet, sondern Einheitsaufzeichnungszeichen entsprechend m aufeinanderfolgender Bitzellen vom gleichen Typ im binären Informationssignal, wobei  $1 < m \leq n$ . Wie bereits erwähnt gilt bei der Miller-Modulation  $n=2$ , so dass hierbei automatisch  $m=n=2$  und daher entspricht ein Einheitsaufzeichnungszeichen S' zwei Bitzellen. Weiter wird eine grössere Anzahl aufeinanderfolgender Bitzellen vom gleichen Typ dabei durch eine Anzahl sich zumindest berührender Einheitsaufzeichnungszeichen dargestellt.

Bei Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens am binären Informationssignal nach Fig. 1b ergibt dabei z.B. das Muster vom Einheitsaufzeichnungszeichen gemäss Fig. 1f, für das Strahlungsimpulse gemäss Fig. 1e erforderlich sind. Der Vergleich der Muster von Einheitsaufzeichnungszeichen nach Fig. 1d und 1f zeigt z.B., dass die ersten zwei Einheitsaufzeichnungszeichen S nach Fig. 1b durch ein einziges Einheitsaufzeichnungszeichen S' in Fig. 1f ersetzt sind, dass die nachfolgenden drei aufeinanderfolgenden Einheitsaufzeichnungszeichen nach Fig. 1d durch zwei einander teilweise überlappende Einheitsaufzeichnungszeichen S' nach Fig. 1f ersetzt sind, usw.

Die Abmessung der Einheitsaufzeichnungszeichen nach Fig. 1f sind derart gewählt, dass ein direkter Vergleich mit dem Muster nach Fig. 1d möglich ist. In der Realität wird das Einheitsaufzeichnungszeichen S' gleich S gewählt. Das

Muster nach Fig. 1f wird dabei auf das Muster nach Fig. 1g reduziert, woraus direkt ersichtlich ist, dass durch das Verfahren nach der Erfindung die Speicherkapazität des Aufzeichnungsträgers um den Faktor 2 vergrössert ist.

Neben der vorgenannten Miller-Codierung gibt es eine grosse Anzahl von Codierungen, bei der die Mindestanzahl aufeinanderfolgender Bitzellen vom gleichen Typ grösser als eins ist. Hierzu gehören serielle Codierungen (unter diesen die Miller-Codierung), wobei Datenbits des digitalen Quellensignals aufeinanderfolgend in Bitzellen des binären Informationssignals umgesetzt werden, und sog. Blockcodierungen, bei denen immer Wörter des digitalen Signals in ein eindeutiges Muster von Bitzellen des binären Informationssignals umgesetzt werden. Ein Beispiel einer derartigen Codierung ist die sog. EFM-Codierung (Eight to Fourteen Modulation), die in der niederländischen Patentanmeldung 8 004 028 beschrieben wird, und als Modulation beim Aufzeichnen von Audio-Informationen auf einer optischen Platte benutzt wird, im sog. Compact Disc Digital Audio System. Bei dieser EFM-Modulation ist das gewonnene binäre Informationssignal dadurch gekennzeichnet, dass zumindest 3 aufeinanderfolgende Bitzellen vom gleichen Typ sind ( $n=3$ ), während das Maximum 11 beträgt. Anhand eines mit dieser EFM-Modulation gewonnenen Signals ist in Fig. 2 eine Anzahl von Alternativen des erfindungsgemässen Verfahrens erläutert.

In Fig. 2a ist das Binärsignal dargestellt. Der bei der Aufzeichnung benutzte Strahlungsimpuls ist derart, dass ein Einheitsaufzeichnungszeichen S entsprechend 3 Bitzellen

erhalten wird, der Mindestanzahl aufeinanderfolgender Bitzellen vom Typ «S», also  $m=n=3$ . Eine grössere Anzahl von Bitzellen vom Typ «1» kann auf gleiche Weise wie in Fig. 1 durch eine Anzahl aufeinanderfolgender Strahlungsimpulse mit gegenseitigem Zeitabstand gleich einer Bitzelle aufgezeichnet werden, wodurch sich das Muster nach Fig. 2c ergibt, das die Strahlungsimpulse nach Fig. 2b erzeugen. Aus der Figur ist dabei ersichtlich, dass hierbei eine beträchtliche Überlappung der Einheitsaufzeichnungszeichen auftritt.

In dem in Fig. 2d angegebenen Muster der Strahlungsimpulse ist jeder zweite Strahlungsimpuls der Serie, die eine Anzahl aufeinanderfolgender Bitzellen vom Typ «1» aufzeichnen muss, unterdrückt, mit Ausnahme des letzten Strahlungsimpulses einer derartigen Serie. Aus dem diesen Strahlungsimpulsen entsprechenden Muster von Einheitsaufzeichnungszeichen nach Fig. 2c ist ersichtlich, dass es immer noch eindeutig das Binärsignal darstellt. Der erreichte Vorteil ist selbstverständlich, dass die Verlustleistung der Strahlungsquelle herabgesetzt ist.

Bei dem in Fig. 2f dargestellten Muster von Strahlungsimpulsen sind neben dem ersten und dem letzten Strahlungsimpuls, deren Auftreten und Position vorgeschrieben sind, nur die Mindestanzahl zwischenliegender Strahlungsimpulse zugegeben, um zu erreichen, dass immer eine Serie sich teilweise überlappenden Einheitsaufzeichnungszeichen (Fig. 2g) entsteht, was durch eine Positionierung der zwischenliegenden Strahlungsimpulse in gleichem Zeitabstand in bezug auf den ersten und den letzten Strahlungsimpuls erreicht ist.

In dem in Fig. 2i dargestellten Muster von Einheitsaufzeichnungszeichen ist es schliesslich erlaubt, dass eine Serie aufeinanderfolgender Bitzellen vom Typ «1» durch mehrere sich nicht überlappenden, sondern nur berührender Einheitsaufzeichnungszeichen dargestellt wird, wodurch die Anzahl erforderlicher Strahlungsimpulse (Fig. 2h) noch weiter reduziert ist.

Es wird klar sein, dass es mit Hilfe von Logikschaltungen einfach ist, aus dem binären Informationssignal das gewünschte Muster von Strahlungsimpulsen abzuleiten. Die Wahl dieses Musters von Strahlungsimpulsen ist neben der

bereits angegebenen Verlustleistung auch von der gewünschten Zuverlässigkeit abhängig. Bei der Herabsetzung der Anzahl von Einheitsaufzeichnungszeichen sinkt zu einem gegebenen Zeitpunkt auch die Zuverlässigkeit ab.

In Fig. 3 ist eine Alternative des Verfahrens nach Fig. 2 dargestellt. In Fig. 3a ist wieder das binäre Informationssignal nach Fig. 2a dargestellt. Im Gegensatz zur Fig. 2 werden jetzt jedoch Einheitsaufzeichnungszeichen S erzeugt, die 2 Bitzellen entsprechen, also  $m=2$ . Durch die Reihe von Strahlungsimpulsen nach Fig. 3b wird dann ein Muster von Einheitsaufzeichnungszeichen S' erhalten, wie nach Fig. 3c. Auch bei dieser Alternative kann eine Anzahl von Strahlungsimpulsen unterdrückt werden, beispielsweise jeder zweite Strahlungsimpuls (mit Ausnahme des letzten) einer jeden Serie, was die Reihe von Strahlungsimpulsen nach Fig. 3d und das Muster von Einheitsaufzeichnungszeichen nach Fig. 3e ergibt.

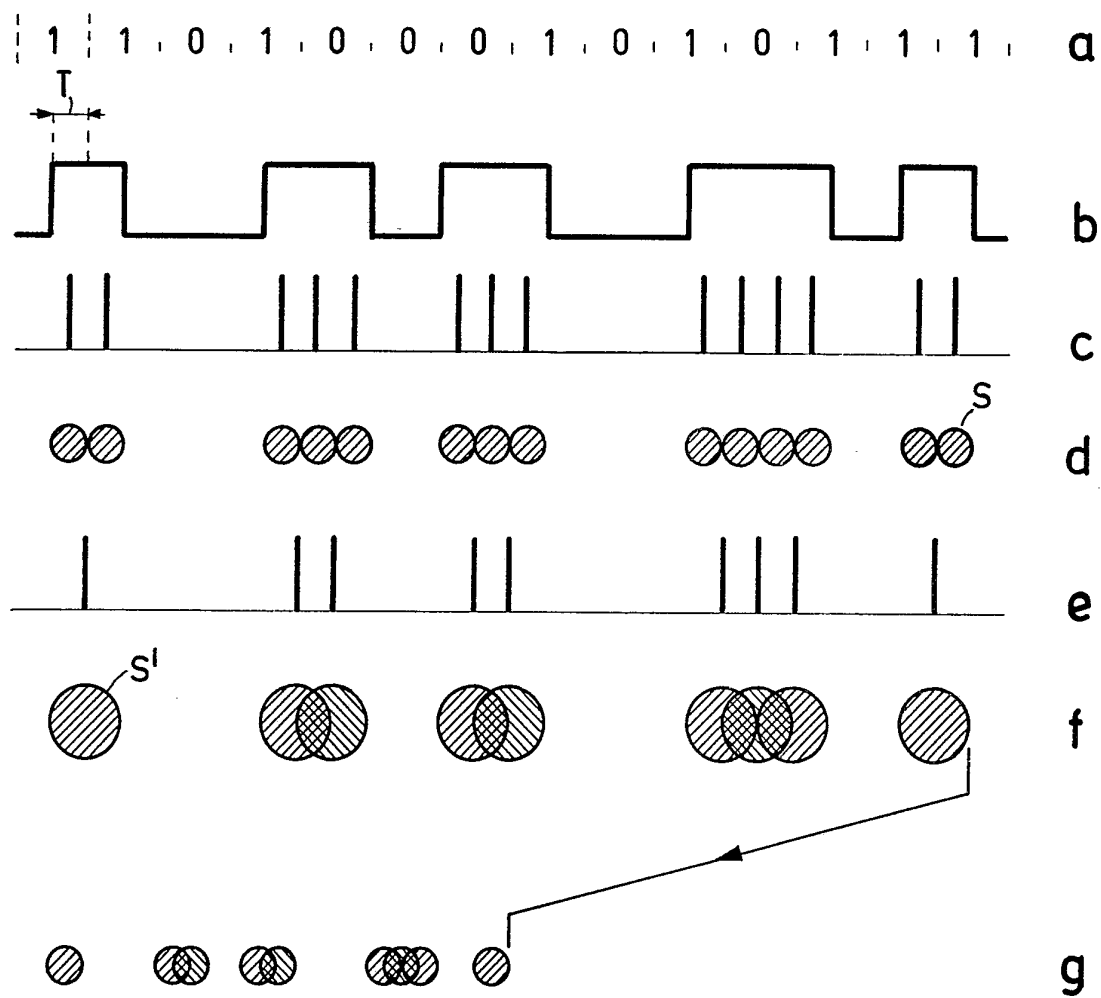
In Fig. 4 ist beispielsweise eine logische Schaltung zum Ableiten der Strahlungsimpulse aus dem binären Informationssignal dargestellt, während Fig. 5a bis 5d die zugeordneten Signale darstellen.

Es ist von einem binären Informationssignal I ausgegangen, in dem zumindest 3 aufeinanderfolgende Bitzellen vom gleichen Typ sind, so dass Einheitsaufzeichnungs-

zeichen entsprechend 3 Bitzellen aufgezeichnet werden können.

In der Logikschaltung nach Fig. 4 wird das binäre Informationssignal I (Fig. 5a) einer Anordnung 1 zugeleitet, in der dieses Informationssignal über zwei Bitzellen verzögert wird (Fig. 5b). Das verzögerte Informationssignal I' und das Informationssignal I werden zwei Eingängen eines UND-Gatters 2 zugeführt. Ein dritter Eingang dieses UND-Gatters 2 empfängt ein Taktsignal k (Fig. 5c), das aus Impulsen halbwegs jeder Bitzelle besteht. Am Ausgang dieses UND-Gatters 2 entsteht dabei die Impulsfolge nach Fig. 5d, die einer Strahlungsquelle 3 zugeführt wird. Diese Strahlungsquelle 5 erzeugt beim Erscheinen eines jeden Strahlungsimpulses zum Bewirken eines Einheitsaufzeichnungszeichen auf dem Aufzeichnungsträger entsprechend 3 Bitzellen.

Die bei dieser Aufzeichnungsanordnung benutzten optischen Komponenten und Regelsysteme wie Fokussierung und dgl. sind für die vorliegende Erfindung von untergeordneter Bedeutung. Gleiches gilt für die Organisationsstruktur auf dem Aufzeichnungsträger, beispielsweise das mögliche Vorhandensein einer vorgerillten Spur auf diesem Aufzeichnungsträger. Für ein Beispiel vorgenannter Aspekte der Aufzeichnungsanordnung sei auf die bereits erwähnte DE-OS 3 100 421 verwiesen.



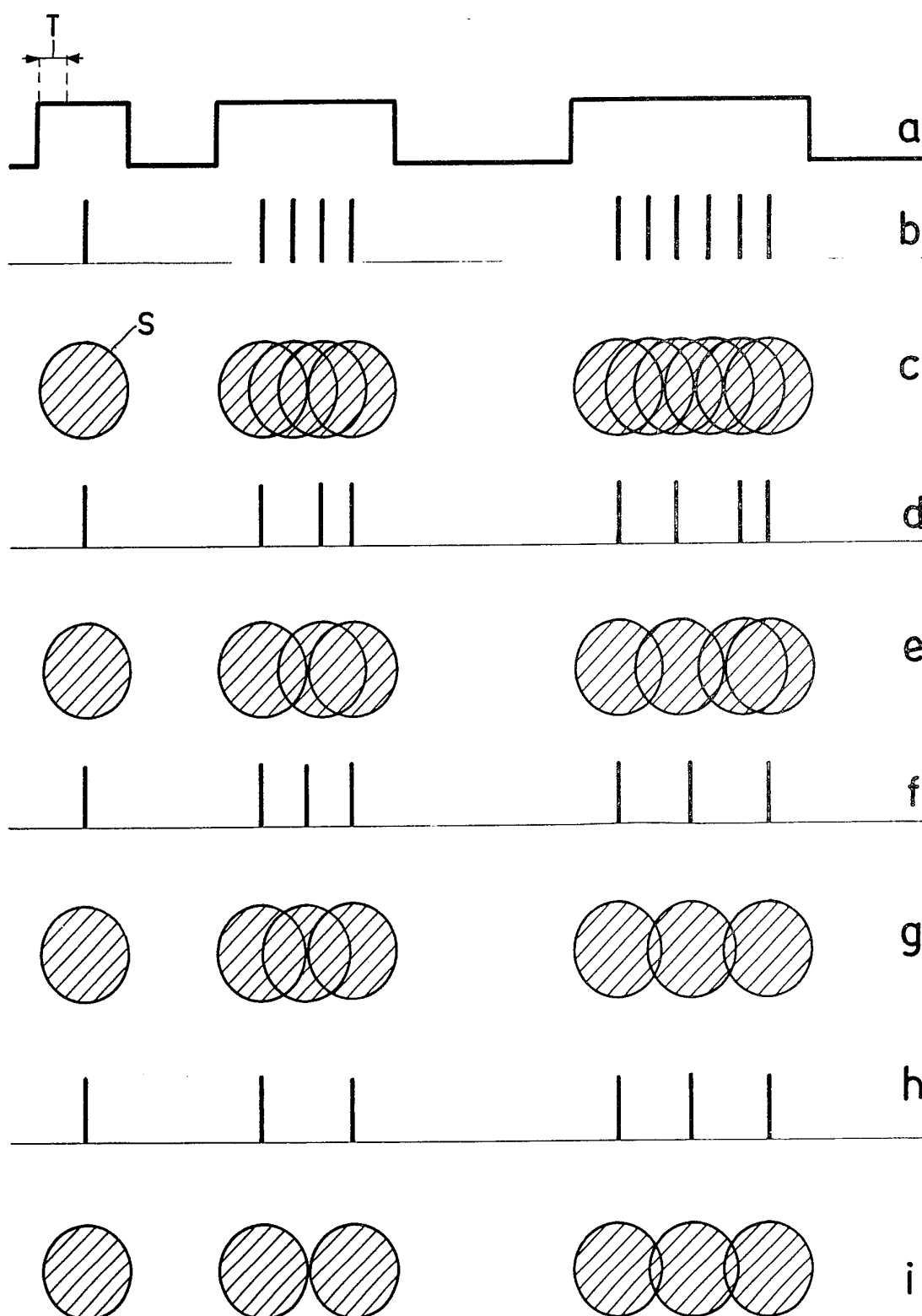


FIG. 2

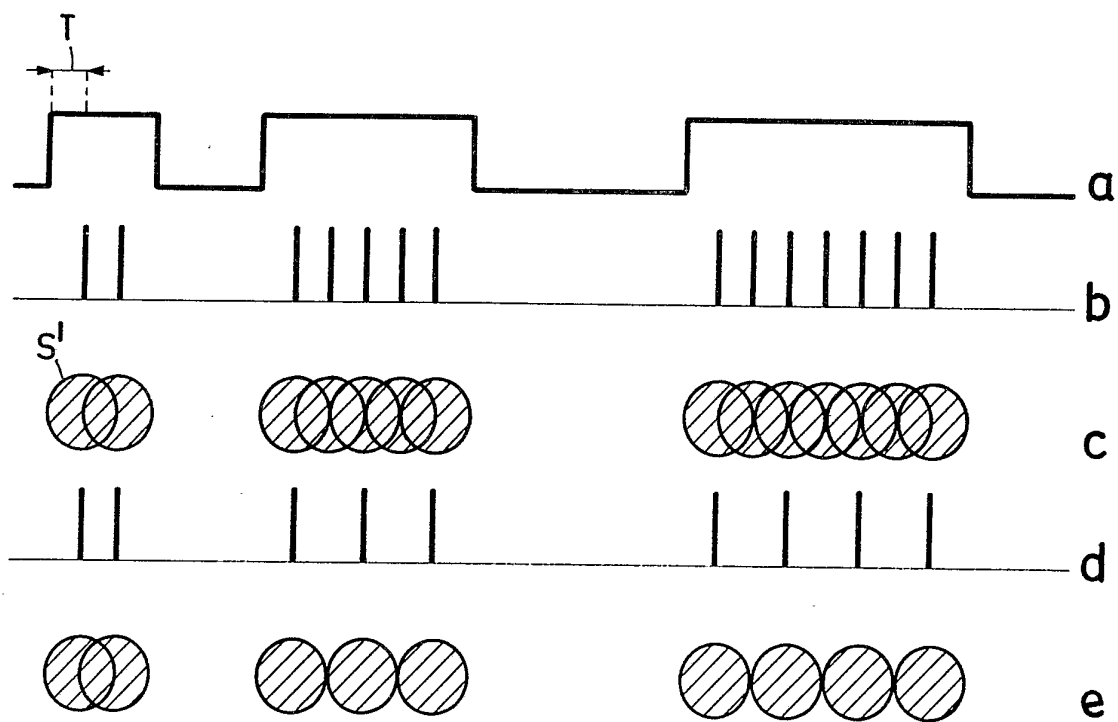


FIG. 3

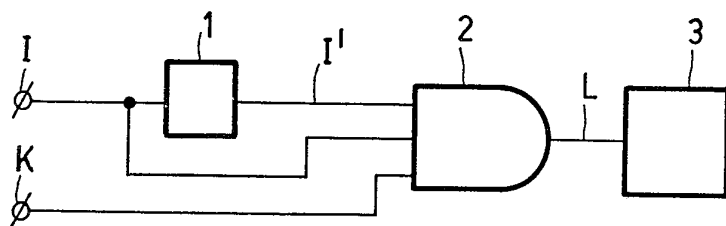


FIG. 4

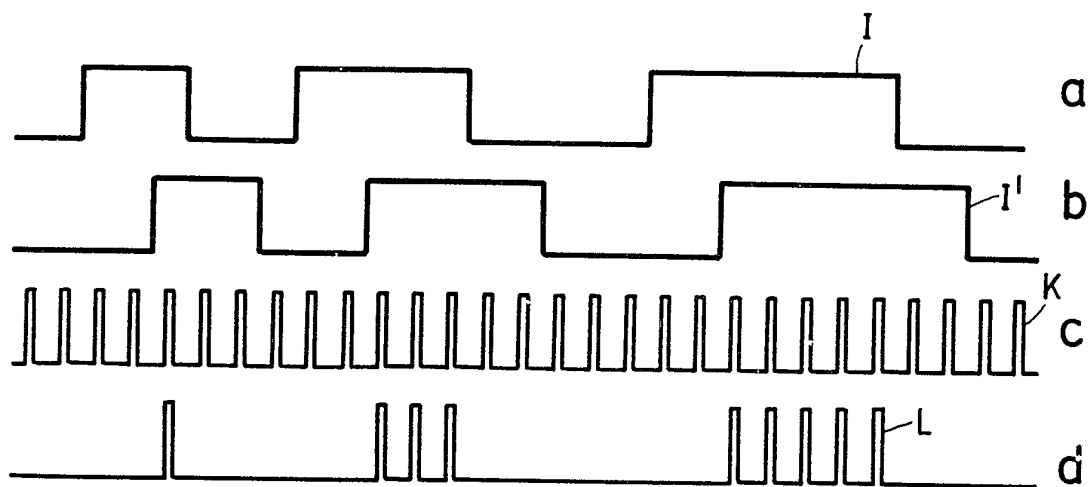


FIG. 5