



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **215 648 A1**

3(51) G 06 K 9/52

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP G 06 K / 247 797 7	(22)	09.02.83	(44)	14.11.84
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71)	Institut für Nachrichtentechnik, 1160 Berlin, Edisonstraße 63, DD
(72)	Zech, Karl-Adolf, Dr. rer. nat., DD

(54) Verfahren zur Prüfung von gerasterten Bildstrukturen

(57) Die Erfindung betrifft ein Prüfungsverfahren für gerasterte Bildstrukturen, insbesondere für Layoutdaten von Schaltkreisen der Mikroelektronik. Das Verfahren kommt ohne Großrechner aus und benötigt kein Schieberegister. Das Verfahren zeichnet sich durch eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit aus. Die Spaltenzahl des zu bewertenden Bildes ist nicht begrenzt. Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, daß eine Anzahl erster Zeilen, deren Wert dem größten geometrischen Wert aller Regeln entspricht, des im Bildspeicher enthaltenen in Zeilengruppen unterteilten Bildes als vollständig figurenfrei gehalten wird und die Auswertung von durch die betreffenden logischen Verarbeitungseinheiten erfaßten Fehlern in der Anzahl erster Zeilen jeder Zeilengruppe unterdrückt wird und die Fehler aller darauffolgenden Zeilen der jeweiligen Zeilengruppe in der Auswerteschaltung erfaßt werden, wobei eine Anzahl bewerteter letzter Zeilen, deren Wert sich mit dem größten geometrischen Wert aller Regeln deckt, jeder Zeilengruppe für den nächsten Verarbeitungszyklus der darauffolgenden Zeilengruppe als Anzahl erster Zeilen dient und einer erneuten Bewertung unterzogen wird.

2477077

Berlin, den 17. 1. 1983
ze-kb 29170/ 466

Anmelder Karl-Adolf Zech, Dr.rer.nat.

Titel

Verfahren zur Prüfung von gerasterten Bildstrukturen

Anwendungsgebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prüfung von gerasterten Bildstrukturen, insbesondere zur Prüfung von Layoutdaten von Schaltkreisen der Mikroelektronik, bei denen das Einhalten bestimmter Regeln zu vorgegebenen geometrischen Daten, zum Beispiel Mindestabmessungen oder Mindestabstände, überprüft werden muß. Derartige Verfahren finden bei der Überprüfung von Masken- oder Layoutunterlagen zur Herstellung von hoch- und höchstintegrierten mikroelektronischen Schaltkreisen in steigendem Maße Anwendung. Für die Überprüfung werden infolge des hohen Anfalls von Daten Großrechner eingesetzt, wobei die gerasterte Bildstruktur der gesamten Schaltung oder von Teilschaltungen eines Schaltkreises in einen Digital Speicher gegeben und die Abmessungen der einzelnen Bildelemente

mit vorgegebenen Werten verglichen werden.

Charakteristik bekannter technischer Lösungen

Es ist bereits ein Verfahren zur Prüfung gerasterter, ebener Figuren vorgeschlagen worden, bei dem jedes Bildelement eine Bewertung erfährt, die über alle bedeutsamen Umstände für dieses Bildelement Auskunft gibt, die bei einer beliebigen vorher festgelegten Orientierung der zu prüfenden Bildstruktur bei zwei benachbarten Bildelementen und dem zu prüfenden Bildelement aufgetreten sind. Unter zwei benachbarten Bildelementen wird jeweils ein in der vorhergehenden Zeile abgetastetes Bildelement der gleichen Spalte und ein abgetastetes Bildelement der gleichen Zeile in der vorhergehenden Spalte verstanden.

Die Bewertung des zu prüfenden Bildelementes läßt sich berechnen, wenn hierzu die bereits vorher ermittelten Bewertungen der beiden benachbarten Bildelemente und das zu prüfende Bildelement hierfür herangezogen werden. Bei zeilen- und spaltenweiser Abtastung der Bildelemente einer Bildstruktur wird auf diese Weise jedes Bildelement einer sicheren Bewertung unterzogen und es wird festgestellt, ob eine Regelverletzung vorliegt und welche Regel verletzt wurde. Die Vorschrift, wie für ein zu prüfendes Bildelement die Bewertung zu ermitteln ist, ist von der für die Prüfung herangezogenen Regel abhängig.

Solche Vorschriften können heuristisch aufgestellt oder teilweise auch von einem Rechner systematisch generiert werden.

Bei dem vorgeschlagenen Verfahren wird nun so vorgegangen, daß die Werte der Bildelemente der Zeilen von das Bild unterteilenden Zeilengruppen mehreren zu einer Kette zusammengeschalteten, für eine Regel ausgelegten logischen Verarbeitungseinheiten zugeführt werden, wobei jede der Verarbeitungseinheiten taktschrittweise die Daten des zu überprüfenden Bildelementes einer ihr zugeordneten

Bildzeile verarbeitet und das Ergebnis einer Auswerteschaltung zugeführt wird.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist noch der relativ große Hardwareaufwand für ein erforderliches Schieberegister, um die notwendige große Speicherkapazität zu realisieren.

Werden nämlich die Anzahl der Bildelemente einer Zeile mit s , die Anzahl der zu betrachtenden Regeln mit r sowie die Anzahl der möglichen Werte i für eine Regel mit w_i bezeichnet, so muß das Schieberegister in der Lage sein, eine Anzahl

$$b = s \cdot \sum_{i=1}^r \cdot \text{ld } w_i$$

zu speichernder Bits aufzunehmen, wobei ld der Logarithmus zur Basis 2 ist.

Da außerdem die Anzahl der Speicherplätze des Schieberegisters die maximal zu bewertenden Spalten des zu prüfenden Bildes unmittelbar bestimmt, lassen sich beliebig große Layoutvorlagen nicht bewerten, sofern die Speicherkapazität nicht erweitert wird.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Prüfung von gerasterten Bildstrukturen auf Einhaltung vorgegebener Werte oder Regeln anzugeben, bei dem unter Gewährleistung einer hohen Arbeitsgeschwindigkeit die Anzahl der Spalten des zu bewertenden Bildes, beziehungsweise die Länge der Bildzeilen nicht begrenzt ist.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, unter Einbeziehung des vorgeschlagenen Verfahrens die Prüfung gerasteter Bildstrukturen durch eine teilweise zweifache Überprüfung der Bildelementezeilen so vorzunehmen, daß der

Aufwand für eine Speichereinheit zur erneuten Bereitstellung bereits ermittelter Bewertungsergebnisse entfällt.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß eine Anzahl erster Zeilen, deren Wert dem größten geometrischen Wert aller Regeln entspricht, der im Bildspeicher enthalten, in Zeilengruppen geordneter Bildinformation als vollständig figurenfrei gehalten wird und die Auswertung von durch die betreffenden logischen Verarbeitungseinheiten erfaßten Fehlern in der Anzahl erster Zeilen jeder Zeilengruppe unterdrückt wird und die ermittelten Fehler aller darauffolgender Zeilen der jeweiligen Zeilengruppe durch die Auswerteschaltung erfaßt werden und daß eine Anzahl bewerteter letzter Zeilen, deren Wert sich mit dem größten geometrischen Wert aller Regeln deckt, jeder Zeilengruppe für den nächsten Verarbeitungszyklus der darauffolgenden Zeilengruppe als Anzahl erster Zeilen dient und einer erneuten Bewertung unterzogen wird.

Da die Anzahl letzter Zeilen einer Zeilengruppe und die Anzahl erster Zeilen einer darauffolgenden Zeilengruppe gleich sind, ergibt sich bei der Bewertung eine deckungsgleiche Überlappung einer bestimmten Anzahl Zeilen jeweils zweier benachbarter Zeilengruppen. Die Anzahl der seriell in Kette geschalteten logischen Verarbeitungseinheiten ist dabei mindestens um 1 größer als die Anzahl der sich überlappenden Zeilen.

Ausführungsbeispiel

Anhand von in der Zeichnung wiedergegebenen Ausführungsbeispielen wird das erfindungsgemäße Verfahren erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens.

Fig. 2 eine symbolische Darstellung zweier auszuwertender benachbarter Zeilengruppen, die sich mit einer

bestimmten Anzahl Zeilen überlappen, mit im Überlappungsbereich unterschiedlich verteilten Bildstrukturen, die von einer Regel betroffen sind und

Fig. 3 ein Blockschaltbild einer logischen Verarbeitungsschaltung.

Die in Fig. 1 dargestellte Schaltungsanordnung besteht unter anderem aus einem Speicher S, in dem die Daten der Bildelemente in diskreter Form gespeichert sind. Die Daten können sich zum Beispiel auch aus einer zeilenweisen, diskreten Abtastung einer Schwarz-Weiß-Vorlage ergeben. Ferner enthält die Schaltungsanordnung eine logische Verarbeitungsschaltung L, eine Taktschaltung T und eine Auswerteschaltung A. Der Wirkungszusammenhang ist aus dem Blockschaltbild erkennbar, so daß eine besondere Beschreibung unterbleibt.

Die im Bildraster vorliegenden Bildelemente in Fig. 2 sind als Quadrate dargestellt und besitzen zum Beispiel eine Größenordnung von $2,5 \mu\text{m}$. Schwarze Quadrate gehören zu einer zu prüfenden Struktur oder Figur. Ein strukturfreies Bildelement wird in bekannter Weise durch eine logische Null (weiß) und ein mit einer Struktur behaftetes Bildelement durch eine logische Eins (schwarz) dargestellt.

Der weitere Ablauf des Prüfverfahrens und die Vorgänge der Bewertung der Bildelemente werden anhand der Fig. 2 und 3 erläutert.

Das zu bewertende Bild ist in einzelne Zeilengruppen ZG1; ZG2 und so weiter mit beliebiger Spaltenzahl aufgeteilt. Im allgemeinen besitzt jede Zeilengruppe eine konstante Anzahl k Zeilen, in denen die Bildinformationen enthalten sind. In diesem Falle ist $k = 12$, vgl. Fig. 2. Diese Zeilen sind in der Zeilengruppe ZG1 mit b_1 bis b_{12} und in der Zeilengruppe ZG2 mit e_1 bis e_{12} bezeichnet. Erfindungsgemäß ist eine Anzahl erster Zeilen b_1 bis b_4 in der ersten Zeilengruppe ZG1 vollständig figurenfrei gehalten.

Die Anzahl der figurenfreien Zeilen entspricht dabei dem größten geometrischen Wert d aller Regeln. Im vorliegenden Falle ist $d = 4$.

Wie erkennbar, überlappen sich bei der Bewertung eine letzte Anzahl Zeilen b_9 bis b_{12} der ersten Zeilengruppe ZG1 mit einer ersten Anzahl Zeilen e_1 bis e_4 der zweiten Zeilengruppe ZG2 derart, daß die überlappenden Zeilen identisch sind. Dies trifft auf alle folgenden benachbarten Zeilengruppen zu. Die Anzahl z der überlappten Zeilen ist wiederum gleich dem größten geometrischen Wert d aller Regeln also $z = d$.

Fig. 2 zeigt im Überlappungsgebiet drei Bildstrukturen B1 bis B3, deren Bildelemente ganz oder teilweise von der Überlappung erfaßt werden. Für sich betrachtet wird die eine Bildstruktur B1 von der ersten Zeilengruppe ZG1 erfaßt und eine andere Bildstruktur B2 von der zweiten Zeilengruppe ZG2.

Die dritte Bildstruktur B3 liegt vollständig in beiden Zeilengruppen ZG1;ZG2.

Eine gesonderte Behandlung bezüglich festgestellter Fehler für die figurenfrei gehaltene Anzahl erster Zeilen B1 bis b_4 findet im ersten Bewertungsablauf nicht statt.

Da für den weiteren Bewertungsablauf die erste Bildstruktur B1 noch in den Zeilen b_7 bis b_{10} der ersten Zeilengruppe ZG1 liegt, wird in dessen Verlauf die erste Bildstruktur vollständig erfaßt und geprüft. Für die Bildstruktur B1 zutreffende Regelverletzungen werden in der logischen Verarbeitungsschaltung L mittels Logikeinheiten L7 bis L10 erfaßt und über entsprechende Fehlermeldeschaltungen F7 bis F10 an die Auswerteschaltung A übertragen.

Im nächsten Bewertungsablauf, daß heißt, bei Überprüfung der nächsten Zeilengruppe ZG2 liegt die erste Bildstruktur B1 infolge der Überlappung nur noch mit zwei Zeilen $e_1;e_2$ in der zweiten Zeilengruppe ZG2, so daß die zutreffenden logischen Verarbeitungseinheiten Bewertungen für die entsprechenden Bildelemente vornehmen, die ein Bildelement oder

mehrere dieser Bildelemente fälschlicherweise als fehlerhaft kennzeichnen können.

Die entsprechenden Fehlermeldungen werden jedoch in den einzelnen Bewertungsabläufen für die Zeilengruppen, außer im ersten Bewertungsablauf, erfindungsgemäß unterdrückt, vgl. Fig. 3.

Die dritte Bildstruktur B3 liegt vollständig in beiden Zeilengruppen ZG1;ZG2 und wird in beiden entsprechenden Bewertungsabläufen überprüft. Zusätzliche oder unrichtige Fehlermeldungen werden im Bewertungsablauf für die zweite Zeilengruppe ZG2 nicht erzeugt.

Die zweite Bildstruktur B2 liegt mit den Zeilen e2 bis e5 vollständig in der zweiten Zeilengruppe ZG2 und teilweise mit den Zeilen b10 bis b12 in der ersten Zeilengruppe ZG1. Die zweite Bildstruktur B2 wird also in dem die erste Zeilengruppe ZG1 betreffenden Verarbeitungszyklus nicht vollständig überprüft. Fehler in der zweiten Bildstruktur B2 werden bis zur Zeile b12 erfaßt und ausgewiesen.

Im die zweite Zeilengruppe ZG2 betreffenden Bewertungsablauf wird die Bildstruktur B2 vollständig überprüft, davon erneut die Bildelemente in den Zeilen e2 bis e4.

Fehler, die diese Bildelemente betreffen, werden nicht ausgewiesen, da sie bereits im vorhergehenden Bewertungsablauf der Zeilengruppe ZG1 erfaßt und ausgewiesen worden sind.

Fehler in der Zeile e5 werden jedoch über die Verarbeitungsschaltung L ausgewiesen.

Fig. 3 zeigt eine Blockschaltung einer solchen Verarbeitungsschaltung.

Jeder Zeile 1 bis k jeder Zeilengruppe ZG1;ZG2 und so weiter wird bei einem Bewertungsablauf eine Logikeinheit L11 bis Lrk zugeordnet.

Die Logikeinheiten sind entsprechend den Zeilen 1 bis k in Kette geschaltet, zum Beispiel L11 bis L1k, wobei eine solche Logikkette eine Regel eines Regelwerkes überprüft. Für eine Anzahl r Regeln sind also r Ketten erforderlich.

Die logische Verarbeitungsschaltung ist entsprechend dem

erfindungsgemäßen Verfahren funktionell in zwei Komplexe aufgeteilt.

Der erste Komplex umfaßt die für die erste Anzahl Zeilen zugehörigen Logikeinheiten L11 bis Lrd, wobei $d = 4$ ist.

Der zweite Komplex umfaßt die Logikeinheiten L15 bis Lrk, wobei $k = 12$ ist, sowie die Fehlermeldeschaltungen F5 bis Fk.

Der erste Komplex bewertet stets die ersten d Zeilen einer Zeilengruppe, während der zweite Komplex die bis k übrigen Zeilen bewertet.

Die Logikeinheiten L11 bis Lr4 des ersten Komplexes bewerten die Bildelemente so, als ob die erste Zeile der in Betracht kommenden Zeilengruppe eine Randzeile ist, das heißt, jede Zeilengruppe wird als ein in sich geschlossenes Bild betrachtet. Die von diesem Komplex ermittelten Fehler werden unterdrückt und führen zu keiner Fehlermeldung. Die für die k -te Zeile ermittelten Bildelementbewertungen werden als neuer Zustand in der jeweiligen Logikeinheit gespeichert aber nicht an eine andere Logikeinheit weitergegeben.

Die durch den zweiten Komplex ermittelten Fehler werden jeweils als logisch "Eins" an die Fehlermeldeschaltungen F5 bis Fk weitergegeben.

Eine Fehlermeldung wird von einer Fehlermeldeschaltung zur nächsten Fehlermeldeschaltung weitergegeben. Die letzte Fehlermeldeschaltung Fk leitet die Ergebnisse an die Auswerteschaltung, zum Beispiel einen Drucker, weiter.

Erfindungsanspruch

Verfahren zur Prüfung von gerasterten Bildstrukturen, insbesondere zur Prüfung der Layoutdaten von Schaltkreisen der Mikroelektronik, auf Einhaltung von durch Regeln vorgegebenen geometrischen Werten, bei dem bei einer zeilenweisen Bildelementbewertung und beliebiger aber fester Orientierung eines in einem Bildspeicher enthaltenen, zu prüfenden gerasterten Bildes die Bewertung des "links" benachbarten Bildelementes der gleichen Zeile, die Bewertung des benachbarten Bildelementes der "darunter" befindlichen Zeile und das zu bewertende Bildelement in jeden Prüfvorgang einbezogen werden und die Bildelemente von das Bild unterteilenden Zeilengruppen mehreren zu einer Kette zusammengeschalteten, für eine Regel ausgelegten logischen Verarbeitungseinheiten zugeführt werden, wobei jede der Verarbeitungseinheiten taktschrittweise die Daten des zu überprüfenden Bildelementes einer ihr zugeordneten Zeile verarbeitet und das Ergebnis einer Auswerteschaltung zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine Anzahl (d) erster Zeilen, deren Wert dem größten geometrischen Wert (d) aller Regeln entspricht, des im Bildspeicher (S) enthaltenen, in Zeilengruppen unterteilten Bildes als vollständig figurenfrei gehalten wird und die Auswertung von durch die betreffenden logischen Verarbeitungseinheiten (L11 bis Lrd) erfaßten Fehlern in der Anzahl (d) erster Zeilen jeder Zeilengruppe (ZG1;ZG2) unterdrückt wird und die Fehler aller darauffolgenden Zeilen der jeweiligen Zeilengruppen (ZG1;ZG2) in der Auswerteschaltung (A) erfaßt werden, und daß eine Anzahl bewerteter letzter Zeilen (b9 bis B12), deren Wert sich mit dem größten geometrischen Wert (d) aller Regeln deckt, jeder Zeilengruppe für den nächsten Bearbeitungszyklus der darauffolgenden Zeilengruppe als Anzahl erster Zeilen dient und einer erneuten Bewertung unterzogen wird.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

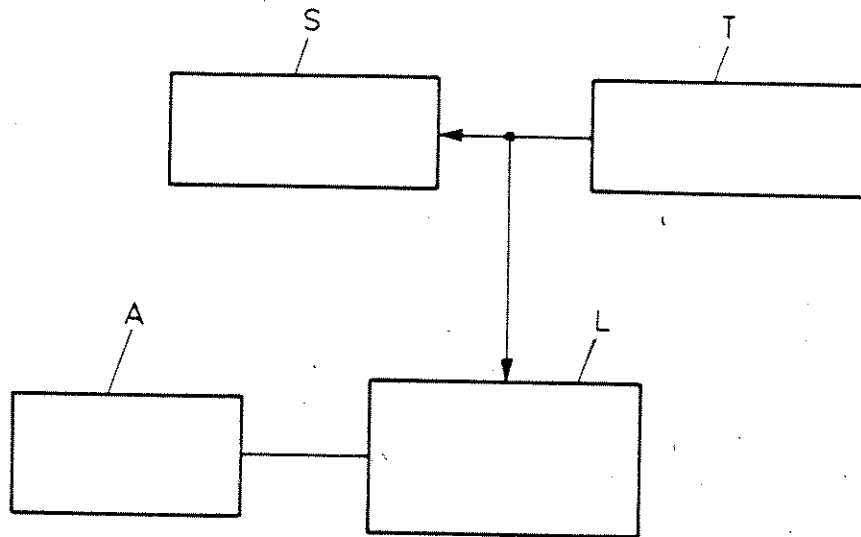


Fig. 1

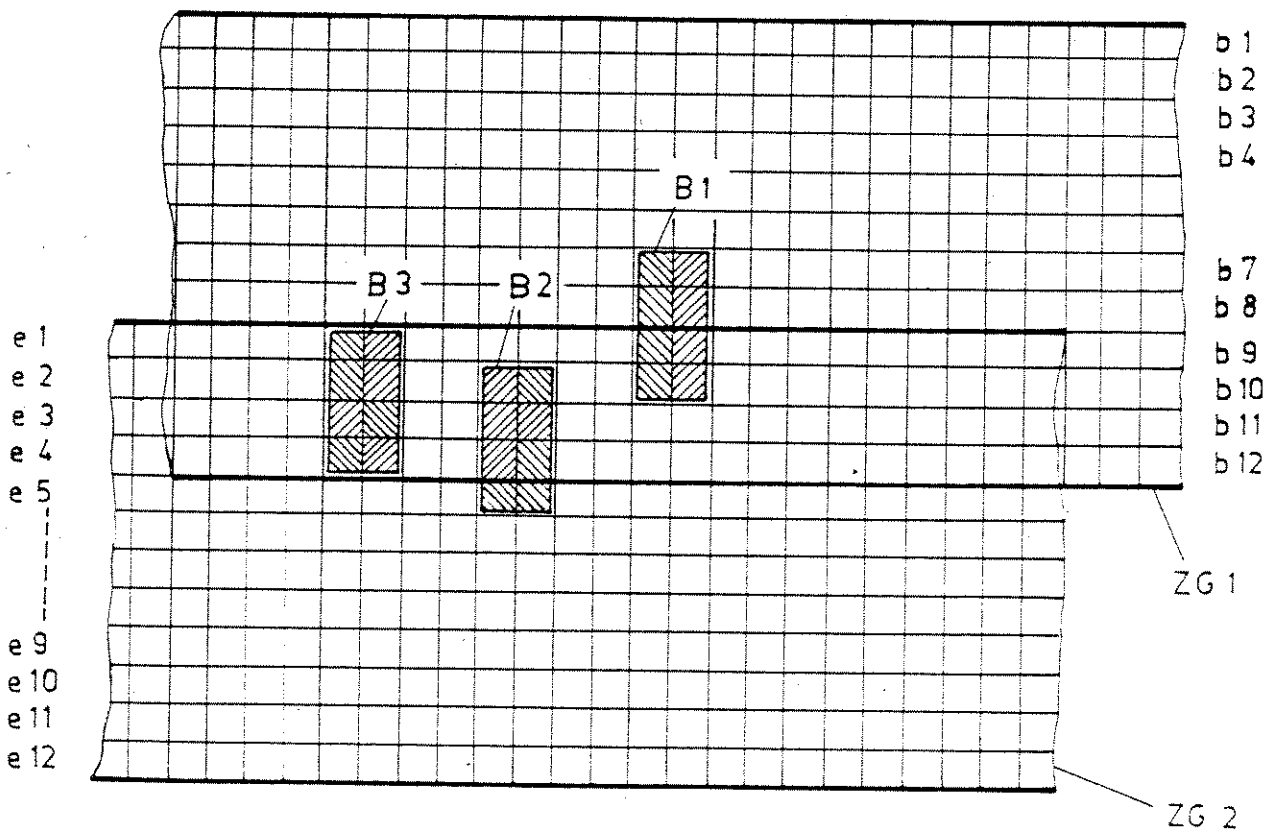


Fig. 2

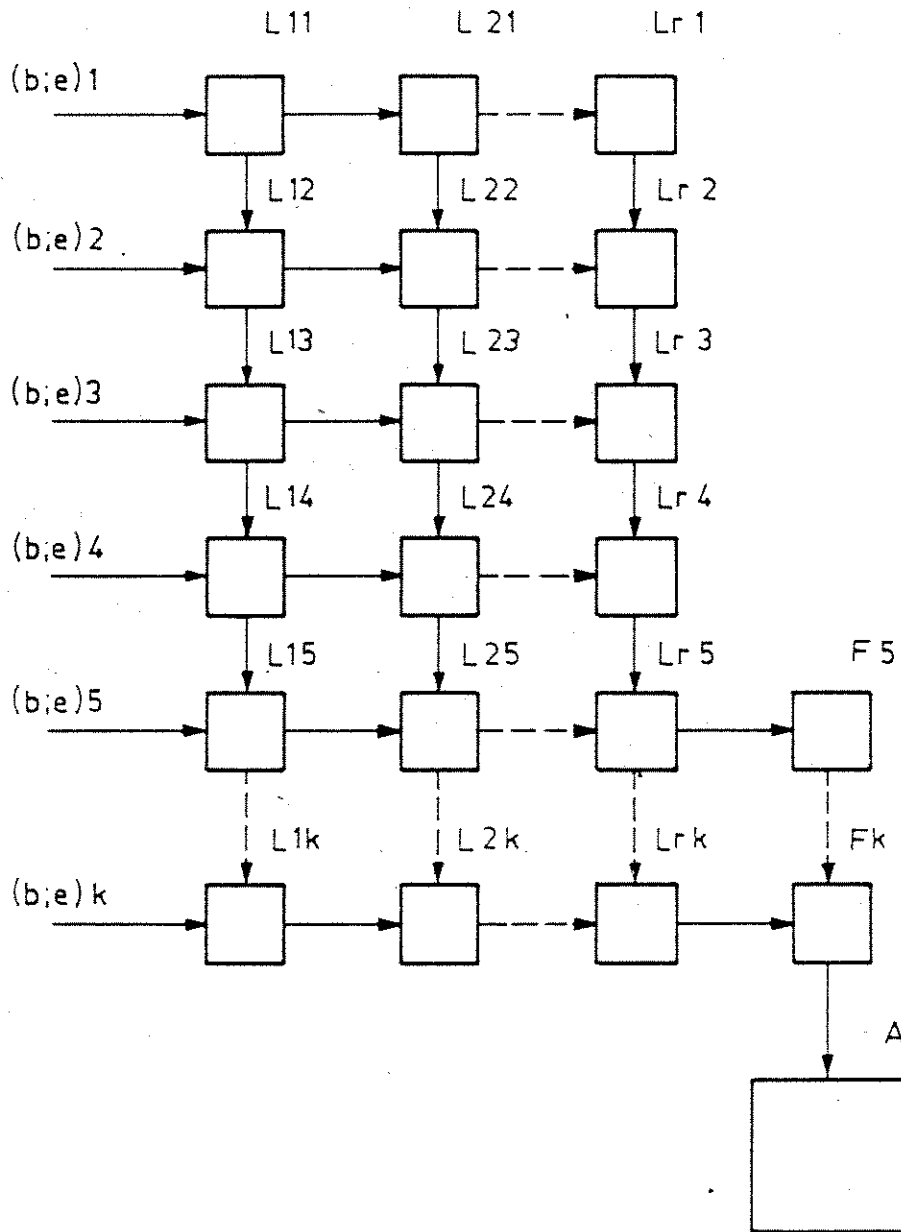


Fig. 3



**AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK**

Betriebsnummer 9018510 2

Beschluß

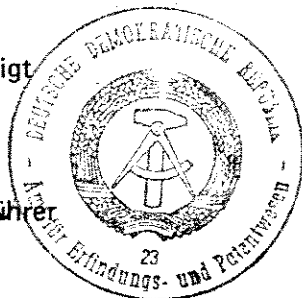
Für die unter der Aktennummer **2 4 7 7 9 7 / 7**

registrierte Erfindung wird hiermit ein Patent gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz vom 31. Juli 1963 (GBl. I S. 121) erteilt.

Die Fassung der als Anlage beigefügten Patentschrift ist Bestandteil dieses Beschlusses.

Ausgefertigt

Registerführer



Es gelten die entsprechenden Bestimmungen des Patentgesetzes vom 27. Oktober 1963 (GBl. I Nr. 29)