



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

160 982

Int.Cl.³

3(51) G 01 B 7/03

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP G 01 B/ 2306 863

(22) 10.06.81

(45) 11.07.84

(71) VEB ZFT MIKROELEKTRONIK, 8080 DRESDEN, KARL-MARX-STRASSE;DD;
(72) WINKLER, GERT,DOZ. DR.-ING.;WOLTER, KLAUS-JUERGEN;DD;

(54) VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR AUTOMATISCHEN OBJEKTLAGEEERKENNUNG

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur automatischen Objektlageerkennung von Halbleiterbauelementen, um durch systematische Signalverarbeitung unter Ausschluß mechanischer Bewegungsabläufe besonders den Zeitaufwand für die Bauelementemontage zu senken. Dabei wird erfindungsgemäß ein digitalisiertes erstes Gesamtbild in einem Speicher eingeschrieben, davon ein Teilbild ausgelesen und von diesem Teilbild eine erste Anzahl der Hell/Dunkel-Information ermittelt. Nach Einschreiben eines weiteren Gesamtbildes wird davon eine zweite Anzahl der Hell/Dunkel-Informationen eines gleichgroßen Teilbildes ermittelt. Die erste Anzahl wird mit der zweiten Anzahl subtraktiv verglichen und der Vergleichswert abgespeichert. Danach wird mit weiteren, jeweils um einen festgelegten Betrag in Spalten- und Zeilenrichtung verschobenen Gesamtbildern in gleicher Weise verfahren. Das Minimum bzw. Maximum der Vergleichswerte gibt die größte Übereinstimmung des ersten mit dem entsprechenden weiteren Gesamtbild an. Die Erfindung beinhaltet weiterhin eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens, wobei die Steuerung durch einen Mikrorechner, in dem die zentrale Signalverarbeitung erfolgt, vorgenommen wird. Fig. 1

Verfahren und Anordnung zur automatischen Objektlageerkennung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung kann auf allen Gebieten der Technik angewendet werden, bei denen es darauf ankommt, flächenförmige Objekte in einem zweidimensionalen Bezugssystem zu erkennen und die Lage dieser Objekte zu bestimmen.

Vorzugsweise wird die Erfindung bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen verwendet.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind Verfahren zur automatischen Objektlageerkennung und entsprechende Schaltungsanordnungen, wie beispielsweise in WP 145 138 beschrieben, bekannt, welche zu untersuchende Bilder mittels einer Fernsehkamera in elektrische Signale umwandeln und diese elektrischen Signale nach einer Digitalisierung in einen Bildspeicher eingeschrieben werden. Der Bildspeicher wird danach über eine spezielle Logikschaltung oder unter Verwendung eines Mikrorechners nach vorgegebenen Merkmalen, die in Form von digitalisierten Hell/Dunkel-Verteilungen vorgegeben sind, durchsucht. Die Adresse im Bildspeicher, unter der diese Hell/Dunkel-Verteilung aufgefunden wird, gibt eine Information über die Koordinaten des untersuchten Objektes.

Als ungünstig erweist es sich dabei, daß eine Beschränkung

auf einfache geometrische Strukturen notwendig ist und daß zum Zwecke der Eindeutigkeit der zu suchenden Struktur das Merkmal, welches die zu suchende Hell/Dunkel-Verteilung liefert, zusätzlich auf das Objekt aufgebracht werden muß, was verfahrenstechnische Schwierigkeiten bereitet. Weiterhin ist für die Suche ein großer Zeitaufwand erforderlich.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, den Zeitaufwand bei der automatischen Objektlageerkennung zu senken und unökonomische zur Lageerkennung erforderliche Herstellungsschritte, vorzugsweise bei der Herstellung von Halbleiterchips, zu vermeiden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung zu schaffen, womit die automatische Objektlageerkennung, vorzugsweise bei der Halbleiterherstellung, ohne wesentliche Anforderungen an die Struktur eines zu bestimmenden Objektes vorgenommen werden kann und der Zeitaufwand durch systematische Signalverarbeitung und unter Ausschluß mechanischer Bewegungsabläufe bei der Lageermittlung gesenkt wird.

Zur Lösung der Aufgabe wird davon ausgegangen, daß bei dem Verfahren zur automatischen Objektlageerkennung nach an sich bekannter Art und Weise mittels einer Fernsehkamera und einem Analog/Digital-Wandler gewonnene Bildinformationen eines Gesamtbildes, welches die Abbildung eines Sollbildes enthält, dessen Lagekoordinaten bekannt sind, abgespeichert werden und der Teil des Gesamtbildes, der das Sollbild darstellt ausgelesen wird.

Erfindungsgemäß wird von dieser Sollbildinformation eine erste Anzahl der darin enthaltenen Hell/Dunkel-Informationen ermittelt und diese Anzahl ebenfalls abgespeichert.

Damit liegt eine Grundinformation für die Objektlageerkennung von in den Koordinaten unbekannten Objekten fest.

Soll nunmehr die Lage eines solchen Objektes ermittelt werden, so wird davon in bereits beschriebener Art und Weise eine Bildinformation des Gesamtbildes, welches ein Istbild darstellt, abgespeichert. Daraus wird ein Istbildausschnitt, dessen Größe der Größe des Sollbildes entspricht, ausgelesen und davon eine zweite Anzahl von Hell/Dunkel-Informationen ermittelt.

Anschließend wird die erste Anzahl mit der zweiten Anzahl subtraktiv verglichen und damit ein erster Vergleichswert, der ein Maß für die Übereinstimmung zwischen Istbildausschnitt und Sollbild darstellt, erzeugt.

Danach wird ein weiterer, in zwei Richtungen um festgelegte Beträge verschobener Istbildausschnitt ausgelesen und danach, wie bei dem ersten Istbildausschnitt, ein weiterer Vergleichswert erzeugt.

Anschließend werden weitere Istbildausschnitte in gleicher Art und Weise ausgelesen und die Informationen verarbeitet und alle Vergleichswerte miteinander wiederum verglichen.

Ist ein minimaler Vergleichswert gefunden, so stellt der entsprechende Istbildausschnitt den mit dem Sollbild, mit der Genauigkeit der festgelegten Beträge, übereinstimmenden dar, wodurch die Koordinaten mit der gleichen Genauigkeit bekannt sind.

In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Sollbild in eine Anzahl von Quadraten aufgeteilt und für jedes dieser Quadrate die erste Anzahl von Hell/Dunkel-Informationen ermittelt und diese ersten Anzahlen in Form einer Tabelle abgespeichert.

Zur Lagebestimmung wird der Istbildausschnitt ebenfalls in die gleiche Anzahl von Quadraten eingeteilt, für jedes dieser Quadrate die zweite Anzahl von Hell/Dunkel-Informationen ermittelt und der Vergleich mit der ersten Anzahl so vorgenommen, daß die Anzahlen der einander entsprechenden Quadrate miteinander subtraktiv verglichen werden und

die so gewonnenen Vergleichswerte für jeden Istbildauschnitt-Sollbild-Vergleich aufsummiert werden, so daß sich wieder ein Vergleichswert ergibt. Nachfolgend wird wie bereits beschrieben verfahren.

Eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, nach dem Ermitteln der ersten Anzahl mit dem Istbild die Information des Gesamtbildes mit dem Sollbild zu überschreiben und nur die ersten Anzahlen für die weitere Auswertung zu speichern.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe weiterhin durch eine Anordnung zur automatischen Objektlageerkennung gelöst, welche eine Fernsehkamera, einen A/D-Wandler, Speicher, Multiplexer, einen Taktgenerator und einen Mikrorechner enthält, wobei die Fernsehkamera ausgangsseitig über einen A/D-Wandler beinhaltende Bildaufbereitungseinheit mit dem Eingang eines Bildspeichers verbunden ist. Der Synchronisiereingang der Fernsehkamera weist eine Verbindung mit einem Steuerblock und einem Adreßmultiplexer auf. Der Steuerblock besteht aus einer Schreib-Lese-Steuerung und einen Taktgenerator mit einem Taktausgang und einer Steuerlogik.

Der Bildspeicher ist mit seinen Adreßleitungen über den Adreßmultiplexer und die anschließende Schreib-Lese-Steuerung mit dem Mikrorechner verbunden. Ausgangsseitig ist der Bildspeicher über einen Zähler, der mit dem Taktausgang verbunden ist, an einen Zwischenspeicher angeschlossen. Der Ausgang des Zwischenspeichers steht mit dem Mikrorechner in Verbindung.

Zur Steuerung des Arbeitsablaufes ist die Steuerung an den Bildspeicher, den Zähler und den Zwischenspeicher angeschlossen.

Die Wirkungsweise der Anordnung ist darin zu sehen, daß zur Erzeugung einer Grundinformation für die weiteren Lagebestimmungen (Lernvorgang) das von der Fernsehkamera erhaltene Gesamtbild, welches die Sollbildinformation enthält, wobei das Sollbild eine definierte Lage hat, über

die Bildaufbereitungseinheit an den Bildspeicher gegeben und dort eingeschrieben wird. Nunmehr wird über den Adreßmultiplexer, von der Schreib-Lese-Steuerung gesteuert, der Teil des Gesamtbildes, der das Sollbild darstellt, ausgelesen, wobei der Datenfluß über den Zähler und den Zwischenspeicher geleitet wird.

Beim Auswertevorgang ist die Wirkungsweise analog. Im Mikrorechner erfolgt dann die Auswertung der Soll- und Istbildinformationen in beschriebener Art und Weise. Eine Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung weist zwischen dem Ausgang des Bildspeichers und dem Eingang des Zählers einen zusätzlichen Speicher, der als Sollbildspeicher wirkt, auf. Die Adreßleitungen stehen mit dem Mikrorechner über einen zweiten Adreßmultiplexer und der Schreib-Lese-Steuerung in Wirkungsverbindung. Eingangsseitig ist der Bildspeicher zusätzlich an die Bildaufbereitungseinheit angeschlossen.

Ein Vergleicher, an dessen Eingängen die Ausgänge des Bild- und des Sollbildspeichers angeschlossen sind, ist ausgangsseitig mit dem Zähler verbunden.

Die Wirkungsweise dieser Ausgestaltung ist darin zu sehen, daß das Sollbild, welches über die Verbindung zur Bildaufbereitungseinheit eingegeben wurde, vollständig im Soll-Bildspeicher erhalten bleibt, auch wenn ein neues Gesamtbild in den Bildspeicher eingeschrieben wird.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

In den zugehörigen Zeichnungen zeigt

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung mit einem Bildspeicher und

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung mit einem zusätzlichen Sollbildspeicher

Nach Fig. 1 erfolgt der Schreib- und Lesevorgang mikrorechnergesteuert, indem die Adreßleitungen AL des Bildspeichers BS über einen Adreßmultiplexer AMUX entweder an die Einschreib- oder Ausleselogik des Steuerblocks SBL geschaltet werden.

Beim Einschreiben wird der Vorgang von der Fernsehkamera FSK über eine Synchronisierleitung SYNC so gesteuert, daß das Bild in geometrischer Anordnung in den Bildspeicher BS eingeschrieben wird.

Zur Durchführung eines "Lernprozesses" muß ein solches Bild eingeschrieben werden, dessen zentraler Teil die zu suchende Sollbildinformation enthält.

Nach erfolgtem Einschreiben in den Bildspeicher BS wird vom Mikrorechner MR auf Auswerten umgeschaltet.

Die Schreib-Lese-Steuerung des Steuerblocks SBL wird vom Mikrorechner MR so gesteuert, daß der Teil des Bildspeichers BS, der vereinbarungsgemäß die Sollinformation enthält, ausgelesen wird.

Die Vereinbarung über den Sollbildteil kann durch eingeblendete Linien im Monitorbild MON gekennzeichnet werden (über die Leitung TAST und die Bildaufbereitung BAB).

Umfaßt der Bildspeicher z. B. 256 Zeilen zu je 256 Bildpunkten, wird der Sollbildausschnitt zweckmäßigerweise zu 64 x 64 Bildpunkten gewählt.

Der Auslesevorgang erfolgt, indem Quadrate von z. B. 8 x 8 Bildpunkten ausgelesen und das Ergebnis (Anzahl der Hell- oder auch Dunkelpunkte) im Zähler Z gezählt und über den Zwischenspeicher ZS dem Mikrorechner MR übermittelt wird. Diese Übermittlung kann auch über direkten Speicherzugriff DMA erfolgen.

Aus diesen Werten legt der Mikrorechner MR eine Sollbildtabelle an.

Soll eine unbekannte Struktur nach Enthalt des Sollbildes durchsucht werden, so startet der Mikrorechner MR den Auslesevorgang nach erfolgtem Einschreiben des Bildes in den Bildspeicher BS an definierter Stelle - z. B. in der linken

oberen Bildecke. Der Auslesevorgang erfolgt analog zum Sollbild - es werden nun Quadrat für Quadrat die Differenzen zur Sollbildtabelle ermittelt und aufsummiert. Ergebnis ist eine Zahl, die ein Ausdruck für Übereinstimmung von durchsuchtem Bildausschnitt und Sollbildausschnitt darstellt.

Der Bildausschnitt wird nun um einen definierten Betrag (z. B. 8 Bildpunkte) in Zeilenrichtung verschoben und eine neue Vergleichszahl ermittelt - in dieser Weise wird das gesamte Bild verglichen. Im gewählten Beispiel ergeben sich 25 x 25 Werte für die einzelnen Vergleichsvorgänge - das Minimum der Vergleichszahlen gibt die Lage des Sollbildes im Gesamtbild an.

Dieser Absuchvorgang geschieht normalerweise zwangsgesteuert durch die Schreib-Lese-Steuerung des Steuerblocks SBL. Da der Mikrorechner MR so in die Schreib-Lese-Steuerung des Steuerblocks SBL eingreifen kann, daß die Lage des auszulesenden Bildausschnittes frei wählbar ist, kann der im ersten Suchvorgang als optimal übereinstimmend erkannte Bereich in beliebig kleiner Schrittweise abgesucht werden und so in einer Feinsuche die genaue Lage ermittelt werden.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 wird ein separater Sollbildspeicher SBS verwendet.

Dieser wird in einem Lernvorgang mit dem Sollbildausschnitt beschrieben, der auf dem Monitor MON als solcher markiert ist.

Der Bildspeicher BS wird über den Adreßmultiplexer AMUX 1 an die Einschreibsektion der Schreib-Lese-Steuerung SBL geschaltet und analog zu Fig. 1 mit dem Istbild beschrieben.

Die Auswertung erfolgt so, daß ein Istbildausschnitt von der Größe des Sollbildspeichers SBS über den Vergleicher VG mit dem Sollbildspeicher SBS verglichen, im Zähler Z das Ergebnis aufsummiert und im Zwischenspeicher ZS ge-

speichert und dem Mikrorechner MR zur Auswertung zur Verfügung gestellt wird.

Der Istbildausschnitt wird analog zu Fig. 1 nach jedem Vergleich um bestimmte Beträge in Zeilen- und Spaltenrichtung über das gesamte Istbild geschoben und das Maximum der Übereinstimmung von Istbildausschnitt und Sollbild bestimmt.

Durch mikrorechnergesteuerte Verschiebungsgröße und Lage des Istbildausschnittes kann zur Zeitoptimierung zwischen Grob- und Feinsuche umgeschaltet werden.

Ein erheblicher Zeitgewinn ergibt sich, wenn der Istbildspeicher beim Auslesevorgang in mehrere Sektionen unterteilt wird und die Baugruppen Vergleicher VG, Zähler Z und Zwischenspeicher ZS mehrfach angeordnet werden.

Durch 12fache Parallelisierung des Auslesevorganges läßt sich eine entsprechende Geschwindigkeitssteigerung erreichen.

Wird der Sollbildspeicher SBS mehrfach angeordnet, so lassen sich unterschiedliche Strukturen oder auch Abweichungen von einer Sollage bestimmen.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur automatischen Objektlageerkennung mit digitaler Verarbeitung von mittels einer Fernsehkamera gewonnener Bildsignale, wobei Teile eines Gesamtbildes digitalisiert, abgespeichert und mit einem Sollbild verglichen werden, gekennzeichnet dadurch, daß ein Teil des Gesamtbildes als Sollbild ausgelesen und von diesem eine erste Anzahl von Hell/Dunkel-Informationen ermittelt und abgespeichert wird und von einem weiteren Gesamtbild, welches die Darstellung des Objektes, dessen Lage ermittelt werden soll, enthält, Bildausschnitte, die der Größe des Sollbildes entsprechen, nacheinander in zwei Richtungen um festgelegte Beträge verschoben und ausgelesen und von diesen zweite Anzahlen der Hell/Dunkel-Informationen ermittelt werden und diese zweiten Anzahlen mit der ersten Anzahl subtraktiv verglichen werden und das Minimum aller Vergleiche ermittelt wird.
2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das Sollbild in eine Anzahl Quadrate aufgeteilt und von jedem Quadrat die erste Anzahl von Hell/Dunkel-Informationen ermittelt wird und die Bildausschnitte in die gleiche Anzahl Quadrate aufgeteilt und davon die zweiten Anzahlen von Hell/Dunkel-Informationen ermittelt werden und der Vergleich mit den jeweiligen Anzahlen der einander entsprechenden Quadrate vorgenommen wird.
3. Verfahren nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß das gespeicherte Gesamtbild, welches die Sollbildinformation enthält, mit dem Abspeichern des Gesamtbildes, welches die Darstellung des Objektes, dessen Lage

ermittelt werden soll, beinhaltet, überschrieben wird, wobei die ersten Anzahlen abgespeichert bleiben.

4. Anordnung zur automatischen Objektlageerkennung mit einer Fernsehkamera, A/D-Wandler, Speicher, Multiplexer, Taktgenerator und Mikrorechner, gekennzeichnet dadurch, daß ein Ausgang der Fernsehkamera, deren Synchronisiereingang mit einem aus Schreib-Lese-Steuerung und Taktgenerator mit Taktausgang und Steuerlogik bestehenden Steuerblock und einem Adreßmultiplexer verbunden ist, über eine Bildaufbereitungseinheit, die einen A/D-Wandler beinhaltet und mit einem Eingang mit dem Adreßmultiplexer verbunden ist, an einem Eingang eines Bildspeichers geschaltet ist, dessen Adreßleitungen über den Adreßmultiplexer und nachfolgend über eine Schreib-Lese-Steuerung mit dem Mikrorechner in Wirkungsverbindung stehen und dessen Ausgang über einen mit dem Taktausgang verbundenen Zähler an einen Zwischenspeicher angeschlossen ist, der ausgangsseitig mit dem Mikrorechner in Verbindung steht und daß die Steuerlogik an den Bildspeicher, den Zähler und den Zwischenspeicher angeschlossen ist.
5. Anordnung nach Punkt 4, gekennzeichnet dadurch, daß zwischen den Ausgang des Bildspeichers und dem Eingang des Zählers ein Sollbildspeicher angeordnet ist, dessen Adreßleitungen über einen zweiten Adreßmultiplexer und der Schreib-Lese-Steuerung mit dem Mikrorechner in Wirkungsverbindung stehen und der eingangsseitig zusätzlich an die Bildaufbereitungseinheit angeschlossen ist und der mit der Steuerlogik verbunden ist und die Ausgänge des Sollbild- und Bildspeichers mit den Eingängen eines Vergleichers verbunden sind, dessen Ausgang an den Eingang des Zählers geschaltet ist.

"Hierzu 2 Seiten Zeichnungen"

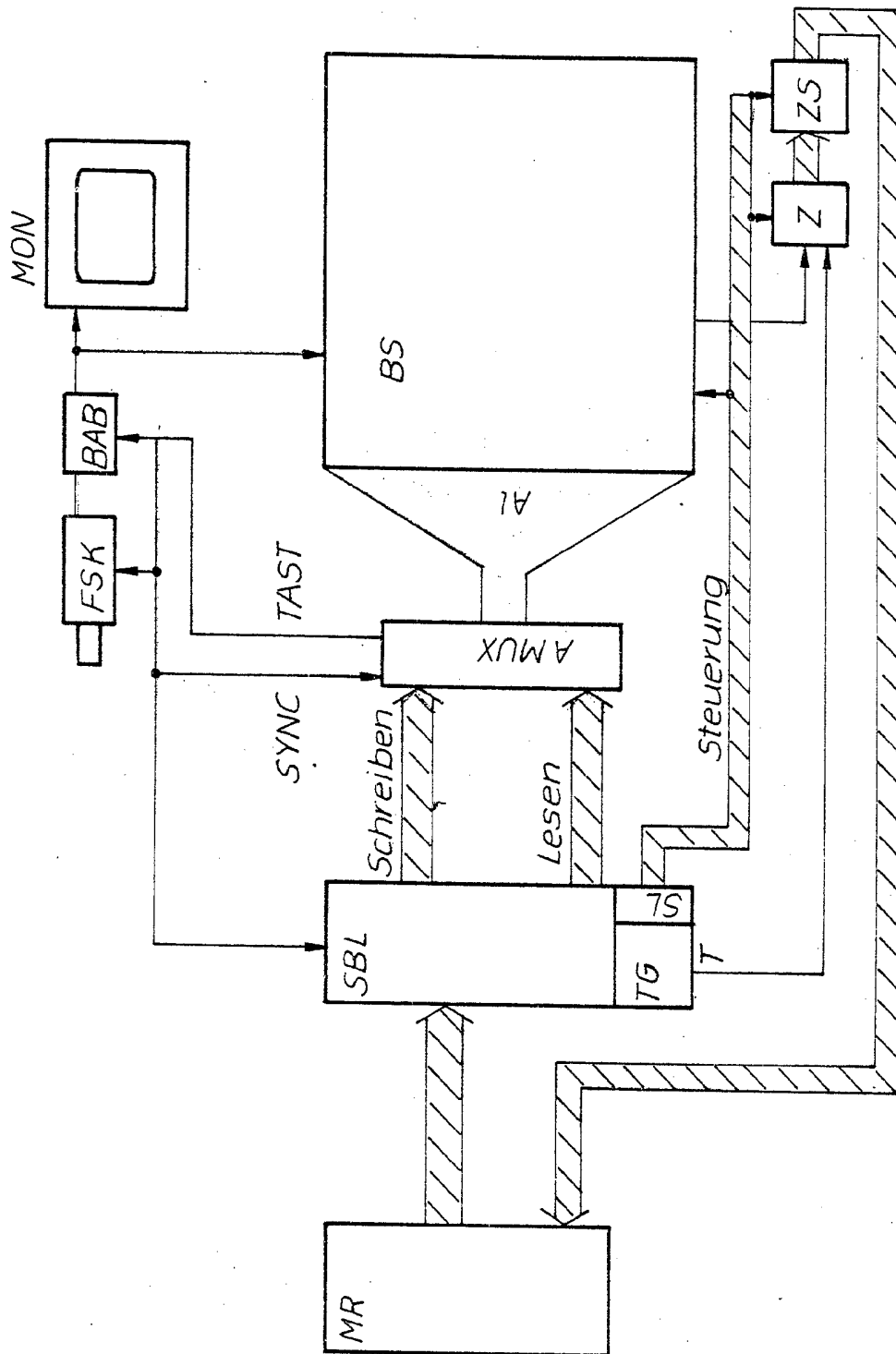


Fig. 1

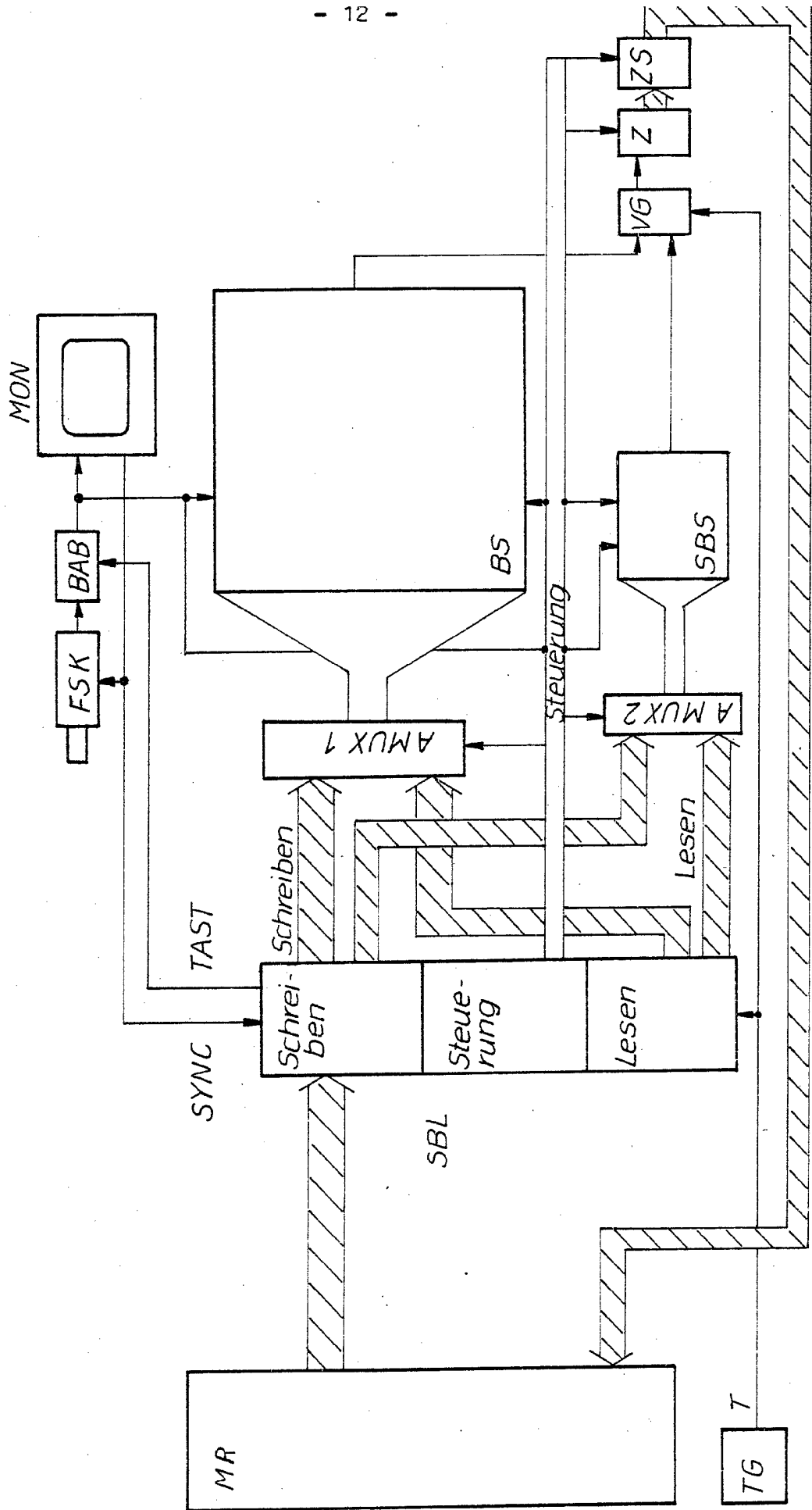


Fig. 2