



12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift :
25.11.92 Patentblatt 92/48

Int. Cl.⁵ : **B41J 2/04, B41J 2/17**

Anmeldenummer : **88907115.5**

Anmeldetag : **05.08.88**

Internationale Anmeldenummer :
PCT/DE88/00484

Internationale Veröffentlichungsnummer :
WO 89/02367 23.03.89 Gazette 89/07

54 DRUCKEINRICHTUNG MIT EINEM ELEKTROTHERMISCH BETRIEBENEN DRUCKKOPF.

Priorität : **08.09.87 DE 3730110**

Veröffentlichungstag der Anmeldung :
18.07.90 Patentblatt 90/29

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
25.11.92 Patentblatt 92/48

Benannte Vertragsstaaten :
CH DE FR GB IT LI NL SE

Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 112 474
DE-A- 3 300 395
PATENT ABSTRACT OF JAPAN, Band 11, nr.
278 (M-623) (2725) 9 September 1987; JP - A -
62 077 945 (CANON INC.) 10 April 1987
PATENT ABSTRACT OF JAPAN, Band 11, nr.
278 (M-623) (2725) 9 September 1987; JP - A -
62 077 946 (CANON INC.) 10 April 1987

Entgegenhaltungen :
PATENT ABSTRACT OF JAPAN, Band 11, nr.
281 (M-624) (2728) 11 September 1987; JP - A -
62 082 043 (RICOH CO. LTD) 15 April 1987
PATENT ABSTRACT OF JAPAN, Band 10, nr.
231 (M-506) (2287) 12 August 1986; JP - A - 61
064 468 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2 April
1986
PATENT ABSTRACT OF JAPAN, Band 10, nr.
189 (M-494 (2245) 3 Juli 1986; JP - A - 61 032
769 (SEIKO EPSON CORP.) 15 Februar 1986
IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN,
Band 16, nr. 5, Oktober 1973 (New York, US)
J.H. HONG: "Thermal printer chip protection-
circuit" Seiten 1422-1423

Patentinhaber : **SIEMENS**
AKTIENGESELLSCHAFT
Wittelsbacherplatz 2
W-8000 München 2 (DE)

Erfinder : **PÖPPEL, Josef**
Brechhausstrasse 17
W-8302 Mainburg (DE)

EP 0 377 599 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Druckeinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie ein Verfahren zu deren Betrieb.

Druckeinrichtungen der eingangs genannten Art sind entweder als Thermotransfer-Druckeinrichtungen oder als Bubble-Jet-Druckeinrichtungen bekannt. Sie werden allgemein als elektrothermische oder thermoelektrische Drucker bezeichnet.

Bei Thermotransfer-Druckeinrichtungen wird über einen Heizelemente aufweisenden Thermo- kamm eine feste Farbe enthaltendes Farbband zeichenabhängig lokal erhitzt und so die Farbe zeichen- punktwise verflüssigt und auf einen hinter dem Farb- band angeordneten Aufzeichnungsträger übertra- gen.

Bei Bubble-Jet-Tintendruckeinrichtungen, wie sie zum Beispiel in der deutschen Offenlegungs- schrift 30 12 946 beschrieben werden sind in einem Tintendruckkopf in Tintenkanälen eine Vielzahl von einzelnen, impulsweise ansteuerbaren Heizelemen- ten enthalten. Diese Heizelemente werden von einer Schreibflüssigkeit umspült und im Schreibbetrieb lo- kal erhitzt. Die Heizelemente erzeugen lokale Dampf- blasen in der Schreibflüssigkeit, die den Ausstoß von Tintentröpfchen aus den Tintenkanälen bewirken.

Heizelemente von elektrothermisch betriebenen Druckern bestehen im allgemeinen aus Halbleiterwi- derstandselementen, die impulsweise über einen Heizstrom angesteuert werden. Die mit derartigen Druckern erzielbare Schreibgeschwindigkeit ist im wesentlichen begrenzt von der Größe der Restwärme eines Schreibvorganges und durch deren Abfuhr. Bei hohen Schreibfrequenzen erwärmt sich der Schreib- kopf, bis seine Funktion nicht mehr gewährleistet ist. Die von Umwelteinflüssen abhängige Grundtempera- tur des Schreibkopfes hat dabei einen wesentlichen Einfluß.

Um eine sichere Betriebsweise von thermoelek- trischen Druckköpfen sicherzustellen, war es bisher üblich, die Höhe der Schreibfrequenz auf Dauerbe- trieb aller Schreib- bzw. Heizelemente auszulegen und die Heizdauer der Heizelemente den ungünstig- sten Betriebsbedingungen sowie Schreibwerkstole- ranzen anzupassen.

So wird in der deutschen Offenlegungsschrift 36 12 469 eine elektrothermisch betriebene Druckein- richtung beschrieben, bei der die Betriebsfrequenz des Tintendruckkopfes entsprechend der Temperatur verändert wird. Die Temperatur des Tintendruckkop- fes wird dabei über einen im Kopf angebrachten Tem- peratursensor erfaßt.

Eine derartige Temperaturmessung ist ungenau, weil sie im Prinzip nur die Durchschnittstemperatur al- ler Heizelemente erfaßt, nicht jedoch das Tempera- turverhalten eines einzelnen Heizelementes. Weiter- hin hat eine derartige Temperaturmessung einen gro-

ßen zeitlichen Nachlauf gegenüber der Wärmeabga- be der einzelnen Heizelemente. Wird z.B. ein einzel- nes Heizelement im Dauerbetrieb betrieben, so führt dies schnell zu einer lokalen Überhitzung, die Ge- samtwärmeabgabe an den Kopf ist jedoch gering.

Es ist weiterhin aus der DE-A-33 00 395 eine Vor- richtung zum Ausstoßen flüssiger Tröpfchen unter Verwendung thermischer Energie bekannt. Um fest- zustellen, ob an einer Düse Flüssigkeit vorhanden ist, ist im Abstand getrennt von dem Heizelement einer Düse ein leitendes Sensorelement angeordnet.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, bei einer Druckeinrichtung der eingangs genannten Art eine Einrichtung bereitzustellen, die es ermöglicht, auch während des Druckbetriebes das Temperaturverhal- ten jedes einzelnen Heizelementes zu erfassen.

Diese Aufgabe wird bei einer Druckeinrichtung der eingangs genannten Art gemäß dem kennzeich- nenden Teil des ersten Patentanspruches gelöst.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Dadurch, daß eine den Zustandswechsel des Schreibmediums an jedem Heizelement erfassende Sensoreinrichtung vorgesehen ist, die die beim Zu- standswechsel auftretende Leitwertänderung der Heizelemente durch Strommessung erfaßt und ab- hängig davon ein Sensorsignal generiert, läßt sich ein Schreibkopf mit mehreren derartigen Heizelementen optimal ansteuern.

Die Erfassung des Zustandwechsels über die Leitwerterfassung entspricht einer selektiven Heiz- elementetemperaturmessung.

Kennt man aber den Erhitzungsgrad der einzel- nen Heizelemente, so kann man entsprechend der momentanen thermischen Belastung erheblich höhe- re Schreibfrequenzen zulassen, ohne an Zuverlässig- keit zu verlieren.

Deaktiviert man die Heizelemente abhängig vom festgestellten Zustandswechsel dadurch, daß man den Heizstrom rechtzeitig abschaltet, so ergibt sich eine geringere thermische Belastung und damit eine höhere Schreibgeschwindigkeit bei gleichzeitigem Betrieb aller Heizelemente.

Die Schreibgeschwindigkeit läßt sich dadurch dy- namisch der thermischen Belastung anpassen, wobei auch die anderen Temperaturkomponenten, wie Um- gebungstemperatur, Temperatur der Schreibflüssig- keit etc. automatisch im Betrieb berücksichtigt wer- den.

Da gemäß der Erfindung das Temperaturverhal- ten jedes einzelnen Heizelementes erfaßt wird, läßt sich die Betriebsfrequenz des Druckkopfes in Abhän- gigkeit von dem thermisch am stärksten belasteten Element steuern.

Es ist außerdem über den Zustandswechsel möglich, die Funktionsfähigkeit des einzelnen Heiz- elementes zu überwachen.

Über die Feststellung des Zustandwechsels läßt

sich außerdem bei der Herstellung des Druckkopfes die Aufheizzeit bei einer vorgegebenen Spannung messen und als Abgleichwert für eine statische, sowie als Ausgangswert für eine dynamische Anpassung der Heizdauer verwenden.

Aus der festgestellten Betätigungsfolge der Heizelemente läßt sich die thermische Belastung errechnen und die Heizdauer dynamisch anpassen.

Da bei steigender Temperatur die Aufheizzeit der Heizelemente bis zum Zustandswechsel immer geringer wird, läßt sich gemäß einer Ausführungsform der Erfindung diese Aufheizzeit in einfacher Weise zum Steuern der Schreibgeschwindigkeit und zur Funktionsüberwachung verwenden.

Wird z.B. die festgelegte Mindestaufheizzeit infolge zu starker Erwärmung unterschritten, wobei dies durch einfachen Vergleich mit einem gespeicherten Mindestwert geschehen kann, so kann dieser Vergleichsvorgang sofort zur Steuerung der Betriebsfrequenz verwendet werden.

Die nicht zu unterschreitende Mindestaufheizzeit läßt sich in einfacher Weise bei einem Testlauf bei definierter Kopftemperatur feststellen. Daraus läßt sich gegebenenfalls ein in einer Auswerteschaltungsanordnung verwendeter und gespeicherter Grenzwert ableiten.

Von besonderer Bedeutung ist die Erfindung für die Feststellung des Zustandswechsels in Tinten-druckeinrichtungen (sog. Bubble-Jet-Druckeinrichtungen). Die Feststellung des Zustandswechsels Gas-flüssig, d.h. des Taupunktes bzw. des Zeitpunktes des Zusammenfallens der Gasblase vermittelt den Zeitpunkt für die Steuerung des nächsten Heizzyklus.

Damit können Totzeiten vermieden und das Betriebsverhalten exakt erfaßt und optimiert werden.

Werden in derartigen Tintendruckköpfen Tinten unterschiedlicher Konsistenz und unterschiedlichem Verdampfungs- und Kondensationsverhalten verwendet, so läßt sich deren unterschiedliches Temperaturverhalten über die Feststellung des Zustands des Zeitpunktes des Zustandswechsels feststellen und über entsprechend ausgebildete Kompensations-einrichtungen ausgleichen.

Eine Ausführungsform der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden beispielsweise näher beschrieben. Es zeigen

FIG 1 ein schematisches Diagramm der Veränderung des Leitwertes der Heizelemente in Abhängigkeit von der Zeit bei der Tröpfchenerzeugung, dargestellt durch die Stromänderung über die Zeit.

FIG 2 ein schematisches Diagramm der Abhängigkeit der Verdampfungs- und Kondensationsparameter von der Spritzfrequenz.

FIG 3 ein Blockschaltbild einer Ausführungsform der Erfindung für einen Bubble-Jet-Drucker und

FIG 4 und 5 schematische Darstellungen der Erfassung der Zustandswechsel in der Fertigung durch

eine druckerunabhängige Sensoreinrichtung sowie das Erfassen der im Druckkopf gespeicherte Abgleichwerte im Drucker.

Bei Bubble-Jet-Tintenschreibwerken, wie sie z.B. in der deutschen Offenlegungsschrift 30 12 946 beschrieben sind, werden Tintentropfen durch Dampfblasen ausgestoßen. Zur Erzeugung eines Tropfens verdampft man Tinte auf einer sehr kleinen Heizfläche. Die entstehende Dampfblase vergrößert sich und drückt die noch flüssige Tinte aus der Düse. Anschließend kondensiert die Blase und fällt zusammen. Die Heizelemente bestehen dabei aus tintenresistenten Widerstandselementen, vorzugsweise aus Halbleitermaterial, die über einen in Rechteckspannungsimpuls definierter Höhe angesteuert werden. Dies kann z.B. durch Anschalten an eine Versorgungsspannung geschehen. Dabei ist zu beobachten, daß die Größe der ausgestoßenen Tropfen bzw. deren Geschwindigkeit abhängig ist von der Heizleistung, d.h. im wesentlichen von der Höhe des Spannungsimpulses. Bei konstantem Spannungsimpuls ist die Dauer des angelegten Impulses insoweit ohne Einfluß auf die Größe des Tröpfchens, als bei Erreichen der Siedetemperatur der Tinte am Heizelement die Dampfblasenbildung automatisch abläuft, da aufgrund der Gasbildung am Heizelement eine weitere Wärmezufuhr im Prinzip unterbrochen wird.

Der Übergang, d.h. die Zustandsänderung von flüssig in gasförmig bewirkt eine schnellere Änderung des Widerstands- bzw. Leitwertes am Heizelement. Dasselbe gilt für den Kondensationszeitpunkt der Dampfblase, einem Zeitpunkt, in dem die Dampfblase zusammenfällt und erneut Tinte die Heizelemente umhüllt.

Diese Dampfblasenbildung und Kondensation und die damit zusammenhängende Leitwertänderung am Heizelement ist in der Figur 1 dargestellt. Die Figur 1 zeigt im Prinzip die normierte Darstellung der Veränderungen des Leitwertes des Heizelementes, ausgedrückt durch die Stromänderung ΔJ im Heizelement in Abhängigkeit von der Zeit T , wenn man einen konstanten Erregerpuls definierter Länge anlegt. Die Stromänderung ΔJ ist bezogen auf den Anfangsstromwert bei Heizbeginn.

An ein Halbleiterheizelement eines handelsüblichen Bubble-Jet-Druckkopfes wird zum Zeitpunkt T_1 ein Rechteckimpuls von einer Impulsspannungshöhe von 22,5 V und einer Dauer von 6 μ s angelegt. Aus der normierten Darstellung erkennt man, daß die Stromänderung und damit die Leitwertänderung bis zum Zeitpunkt der Dampfblasenbildung T_V infolge der Erhitzung etwa einen \sqrt{T} -Verlauf zeigt. Zum Zeitpunkt der Dampfblasenbildung T_V ist ein Knick in der Kurve zu beobachten, da infolge der verringerten Wärmeabfuhr am Heizelement dieses sich jetzt stärker erhitzt und damit der Leitwert sich schneller verändert. Der Verdampfungszeitpunkt ist dabei defi-

niert durch die Verdampfungszeit TV und den Verdampfungsleitwert gemessen über die Stromänderung ΔJV .

Zum Zeitpunkt T3 ist der Impuls abgeschaltet, das Heizelement kühlt sich wieder ab und zum Zeitpunkt TK kondensiert die Dampfblase. Dies verändert die Leitwertänderungsgeschwindigkeit und verursacht damit einen erneuten Knick in der Leitwertkurve. Der Kondensationszeitpunkt ist dabei definiert durch die Stromänderung ΔJK zum Kondensationszeitpunkt TK.

In der Figur 2 ist nun die Abhängigkeit der Verdampfungs- und Kondensationsparameter in Abhängigkeit von der Spritzfrequenz F dargestellt. Die Ordinate bezeichnet die einerseits durch die Werteskala 1 - 10 die Stromänderungswerte ΔI und den Verdampfungszeitpunkt TV sowie andererseits durch die Werteskala 27 - 35 die Kondensationszeit TK. Die Abszisse die Betriebsfrequenz F in logarithmischer Darstellung. Die Dauerbetriebsfrequenz des hier beschriebenen Tintendruckkopfes liegt bei 1,2 kHz (FD).

Mit steigender Spritzfrequenz F nimmt die Schreibkopftemperatur zu. Die Verdampfungs- und Kondensationstemperaturen verhalten sich dagegen wie Fixpunkte. Deswegen wird der Abstand der Grundtemperatur zu den Verdampfungs- und Kondensationstemperaturen bei hohen Frequenzen geringer, was sich in den fallenden Strom- bzw. Leitwertänderungen ΔIV , ΔIK der Verdampfungspunkte bzw. der Kondensationspunkte zeigt. Darüber hinaus verringert sich die Zeit TV, bis die Verdampfung eintritt. Die Zeit bis zur vollständigen Kondensation TK verlängert sich dagegen mit zunehmender Grundtemperatur.

Erfasst man nun gemäß der Erfindung die am Verdampfungszeitpunkt und dem Kondensationszeitpunkt festzustellende Leitwert- bzw. Widerstandsänderung und damit den Zustandswechsel des Schreibmediums über einen Sensor, so ist die festgestellte Verdampfungszeit TV vom Heizbeginn bis zum Verdampfungszeitpunkt bzw. die Kondensationszeit TK ein Maß für den Erhitzungsgrad der Heizelemente und es findet mit Erfassung des Zustandswechsels im Prinzip eine Temperaturmessung durch Zeitmessung statt.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird der Zustandswechsel des Schreibmediums anhand eines Bubble-Jet-Druckers beschrieben. Die Erfindung läßt sich jedoch auch zur Erfassung des Zustandswechsels bei Thermotransfer-Druckeinrichtungen verwenden, um damit z.B. den Erhitzungsgrad und den Betriebszustand der einzelnen Heizelemente des Thermokammes erfassen zu können.

Die Erfassung der Zustandswechsel und damit im Prinzip die Erfassung der Temperatur bzw. des Temperaturverhaltens der einzelnen Heizelemente

läßt sich nun für verschiedene Steuerungs- und Regelungszwecke am Drucker ausnutzen.

Durch Feststellung der Verdampfungszeit während des Betriebes läßt sich die Heizenergie in einfacher Weise begrenzen. Der Heizimpuls kann sofort nach dem Verdampfen abgeschaltet werden. Eine unnötige Erwärmung des Schreibkopfes wird gerade bei hohen Frequenzen vermieden. Bei dem dargestellten Beispiel der Figur 1 läßt sich z.B. die Heizdauer um 2 μs verkürzen. Bei hohen Frequenzen sind es 3 μs . Das bedeutet eine Verringerung der thermischen Belastung des Schreibkopfes auf bis zu 40% der sich original Einstellenden.

Bei gleichem Schreibkopf ist durch dynamisches Abschalten des Heizimpulses eine über 2-fache Dauerschreibgeschwindigkeit gegenüber dem Stand der Technik erreichbar. Geht man von einem normalen Ausdruck von alphanumerischen Zeichen aus, bei denen weniger als 5% der Fläche tatsächlich bedruckt werden, beträgt die durch die Erfindung erreichbare Steigerung der Geschwindigkeit etwa den Faktor 10. Die unterschiedliche Belastung der einzelnen Element ist hier schon enthalten.

Weiterhin ist mit der Erfindung eine Funktionsprüfung der einzelnen Heizelemente im Betrieb möglich. Tritt z.B. kein Knick in der den Leitwert repräsentierenden Stromänderungskurve ΔJ (FIG 1) bei Erhitzung auf, so ist dies ein Zeichen, daß keine Dampfblase erzeugt wurde. Ein derartiger Funktionsausfall kann dann angezeigt werden.

Weiterhin ist es mit der Erfindung möglich, die Schreibgeschwindigkeit der thermischen Belastung anzupassen. Dies kann z.B. dadurch geschehen, daß die Zeit bis zum Zustandswechsel gemessen wird und nach dem Vergleich mit einem Grenzwert die Druckgeschwindigkeit gesteuert wird. Der Grenzwert läßt sich bei einem Testlauf erfassen und entsprechend optimieren. Da außerdem die Temperaturbelastung der Heizelemente für jedes Heizelement einzeln gemessen wird, läßt sich die Schreibfrequenz nach dem thermisch am stärksten belasteten Heizelement steuern.

Es läßt sich außerdem aus der festgestellten Folge der Betätigungen der Heizelemente die thermische Gesamtbelastung des Druckkopfes berechnen und das Ergebnis zur Geschwindigkeitssteuerung verwenden.

Insgesamt gesehen ist mit der Erfindung eine dynamische Anpassung der Schreibgeschwindigkeit möglich.

Diese dynamische Anpassung der Schreibgeschwindigkeit wird nun im folgenden anhand dem Blockschaltbild der Figur 3 beschrieben.

Ein hier nicht im einzelnen dargestellter Bubble-Jet-Drucker enthält einen Schreibkopf 10 mit einer der Düsenzahl entsprechenden Anzahl von Heizelementen 11. Der Tintendruckkopf 10 wird über eine hier nicht dargestellte Mechanik im Schreibbetrieb

zeilenweise entlang von einem Aufzeichnungsträger 12 bewegt und abhängig von den aus einer Datenquelle D - die z.B. ein Rechner sein kann- über eine im Drucker enthaltene Zentralsteuerung ZS angesteuert. Die Zentralsteuerung ZS ist in üblicher Weise aufgebaut, z.B. entsprechend der in der deutschen Offenlegungsschrift 36 12 469 beschriebenen, und steuert die Ansteuerung der Heizelemente 11 durch Abgabe von Ansteuerimpulsen 13. Außerdem steuert sie die Bewegung des Druckerwagens und den Pa-
 5 piervorschub über die Motorsteuerung MS.

Zum Erkennen des Verdampfungszeitpunktes an den Heizelementen ist erfindungsgemäß eine Sensoreinrichtung S vorgesehen.

Weiterhin eine Auswerteanordnung AA, die den festgestellten thermischen Zustand der einzelnen Heizelemente auswertet und einer Verknüpfungsanordnung VA zuleitet. Die Verknüpfungsanordnung VA führt die Auswertergebnisse sämtlicher Heizelemente 11 zusammen und generiert ein die Druckgeschwindigkeit (Betriebsfrequenz) steuerndes Signal, das der Zentralsteuerung ZS zugeleitet wird.

Die Funktion der einzelnen Baugruppen ist dabei wie folgt: Der von der Zentralsteuerung ausgehende Ansteuerimpuls 13 wird einer Zählleinrichtung 14 in der Auswerteanordnung AA zugeführt und damit ein Zähler 14 zurückgesetzt. Der Ansteuerimpuls 13 setzt weiterhin ein RS-Flip-Flop 15 über den Rücksetzeingang R dynamisch zurück. Der Ausgang des Flip-Flops 15 liegt am Eingang eines UND-Gliedes 16 an, dessen anderer Eingang wiederum durch den Ansteuerimpuls 13 beaufschlagt ist. Ein so generiertes Verknüpfungssignal wird einerseits über ein Quarz 17 getaktetes UND-Glied 18 dem Zähler 14 zugeführt und setzt diesen in Betrieb, andererseits gelangt es über eine Treiberstufe 19 verstärkt an einen Differentialtransformator 20, wodurch über eine Spannungsquelle 21 ein Heizstrom im Heizelement 11 und in einem Vergleichswiderstands 22 erzeugt wird. Der Vergleichswiderstand 22 hat etwa die Größe des Widerstandes des Heizelementes 11 und kann z.B. aus Kompensationsgründen im Tintendruckkopf 10 aber
 25 getrennt von den Heizelementen 11 angeordnet sein. Der entstehende Strom im Heizelement 11 wird von dem Strom durch den Vergleichswiderstand 22 in dem Differentialtransformator 20 subtrahiert und das so entstandene Signal über ein Filternetzwerk 23 gefiltert.

Da sich der Leitwert des Heizwiderstandes 11 beim Erwärmen ändert, entsteht ein entsprechend gefiltertes Wechselsignal am Eingang eines Verstärkers 24. Dieses verstärkte und über einen Hochpaß 25 gefilterte Signal wird einem Analogkomparator 26 zugeführt. Zwischen Komparator 26 und Flip-Flop 15 ist ein Zeitfilter 27 angeordnet, das ein Zeitglied 28 und ein Verknüpfungsglied 29 enthält.

Das Komparatorsignal wird erst nach der Zeit t ab Auslösung des Heizimpulses über den Impuls 13 an

das RS-Flip-Flop 15 verknüpft durch das UND-Glied 29 durchgeschaltet, wobei ein Komparatorsignal zum Zeitpunkt der Verdampfung auftritt, ("High"-Signal).

Zum Verdampfungszeitpunkt wird das RS-Flip-Flop 15 rückgesetzt und so der Zähler 14 gestoppt. Der Zählerstand entspricht damit der Heizzeit. Durch das Setzen des RS-Flip-Flops 15 über das Komparatorsignal wird gleichzeitig der Treiber 19 abgeschaltet und damit das Heizelement 11. Die Heizenergie wird
 10 damit auf das notwendige Maß begrenzt.

Tritt ein Komparatorsignal nicht auf, so ist das Heizelement 11 defekt und es kann aus dem noch nicht zurückgesetzten Zustand des Flip-Flop 15 ein Fehlersignal abgeleitet werden und zwar über eine entsprechende Fehlererkennungsanordnung 30 durch Vergleich des Impulses 13 mit dem Ausgang des RS-Flip-Flops 15. Dieses Fehlersignal kann zur Fehleranzeige z.B. auf einem Display 31 verwendet werden.

In der Auswerteanordnung AA wird der der Heizdauer resultierende Zählerstand 14 über einen Komparator 32 mit einem in einem Speicher 33 gespeicherten Grenzwert verglichen. Dieser im Speicher 33 gespeicherte Grenzwert stellt einen minimal zulässigen Wert der Heizdauer dar. Er wird vor dem Druckbetrieb in einem Testlauf aus der Heizdauer im kalten Zustand bestimmt und beträgt z.B. 90% dieser Heizdauer. Dieser Testlauf wird z.B. bei der Fertigung des Tintendruckkopfes durchgeführt.

Wird der im Speicher 33 gespeicherte Grenzwert unterschritten, so liefert der Digitalkomparator 32 ein Signal an die Verknüpfungsanordnung VA, die in diesem Fall aus einem Mehrfach-ODER-Gatter besteht und die die einzelnen Kanäle, d.h. die einzelnen Auswertearrangierungen der verschiedenen Heizelemente zusammenführt.

Wird der Grenzwert in einem Kanal unterschritten, so liefert der Digitalkomparator 32 ein Signal an das Mehrfach-ODER-Gatter VA, das die Druckgeschwindigkeit über die Zentralsteuerung langsamer schaltet. Die übrigen Eingänge des ODER-Gatters sind mit den Komparatorausgängen der weiteren Heizelemente verbunden. Das jeweils am stärksten belastete Heizelement bestimmt so die Druckgeschwindigkeit.

In dem vorstehenden Ausführungsbeispiel wurde im Sensor S ein der Leitwertänderung entsprechendes Signal mit Hilfe eines Vergleichswiderstandes eines Differentialtransformators erzeugt. Anstelle derartiger Analogelemente lassen sich jedoch auch andere Elemente verwenden, z.B. ein digitaler Kurvenvergleich o.ä., so daß auf Transformatoren verzichtet werden kann.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel der FIG 3 ist die Sensoreinrichtung S im Drucker integriert. Es ist jedoch auch möglich mit Hilfe einer druckerunabhängigen Sensoreinrichtung bei der Herstellung des Druckkopfes den Zustandswechsel des

Schreibmediums an den Heizelementen zu erfassen und als Abgleichwert jedem einzelnen Druckkopf zuzuordnen. Dies kann z.B. entsprechend der FIG 4 dadurch geschehen, daß in einem Test-Schreibbetrieb in der Fertigung der Zustandswechsel des Schreibmediums am Heizelement in der beschriebenen Weise mit Hilfe eines Normimpulses durch Strommessung erfaßt und dabei die Heizdauer der Heizelemente bis zum Zustandswechsel gemessen wird. Diese Heizdauer wird dann als Abgleichwert in irgendeiner Form auf dem Tintendruckkopf codiert gespeichert, z.B. in einen Speicher M oder als ein in seinem Wert veränderbares Abglichelement (ein Potentiometer oder ähnliches). Nach dem Einbau dieses so codierten Tintendruckkopfes in den Drucker faßt eine entsprechende Fühleinrichtung FE (FIG 5), die z.B. aus einer üblichen Speicher-Leseeinrichtung bestehen kann, diesen Abgleichwert und führt in decodierter Form der Auswerteinrichtung AA im Drucker P zu. Wird nun der Drucker mit dem entsprechenden Normimpuls betrieben, entspricht dies den Test-Schreibbetriebsbedingungen und die festgestellten Werte des Zustandswechsel können in der beschriebenen Weise zur Steuerung des Druckers, z.B. hinsichtlich Heizdauerbegrenzung und Schreibgeschwindigkeit verwendet werden. Dabei wird davon ausgegangen, daß sich das Betriebsverhalten des Schreibkopfes im Betrieb über die Zeit nicht wesentlich verändert.

Bezugszeichenliste

T	= Zeit
T1	= Heizstart, Erregungsbeginn
TV	= Verdampfungszeit bzw. Zeitpunkt, Heizzeit
ΔJK	= Stromänderung als Maß für den Kondensationsleitwert
ΔIV	= Stromänderung als Maß für den Verdampfungsleitwert
TK	= Kondensationszeit bzw. Zeitpunkt
T3	= Abschaltzeitpunkt des Heizelementes
FD	= Betriebsfrequenz (Dauer)
F	= Betriebsfrequenz
10	= Schreibkopf
11	= Heizelemente
12	= Aufzeichnungsträger
D	= Datenquelle, Terminal, Rechner
ZS	= Zentralsteuerung
13	= Ansteuerimpulse
MS	= Motorsteuerung
S	= Sensoreinrichtung
AA	= Auswertanordnung
VA	= Verknüpfungsanordnung
14	= Zählleinrichtung
15	= R-S Flip-Flop
R	= Rücksetzeingang
SE	= Setzeingang
16	= UND-Glied

17	= Quarz
18	= UND-Glied
19	= Treiberstufe
20	= Differentialtransformator
5 21	= Spannungsquelle
22	= Vergleichswiderstand
23	= Filternetzwerk
24	= Verstärker
25	= Hochpaß
10 26	= Analogkomparator
27	= Zeitfilter
28	= Zeitglied
29	= Verknüpfungsglied (UND-Glied)
30	= Fehlererkennungsanordnung
15 31	= Display, Anzeige
32	= Komparator (digital)
33	= Speicher
M	= Speicher
P	= Drucker
20 FE	= Fühleinrichtung

Patentansprüche

- 25 1. Druckeinrichtung mit einem elektrothermisch betriebenen Druckkopf (10), der eine Vielzahl von einzeln impulsweise ansteuerbaren Heizelementen (11) aufweist, wobei im Schreibbetrieb über die Heizelemente (11) ein Schreibmedium zeichenabhängig lokal erhitzt und durch Auslösen eines Aggregatzustandswechsels auf einen Aufzeichnungsträger (12) übertragen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Sensoreinrichtung (S) vorgesehen ist, die über die Heizelemente (11) selbst den Zustandswechsel des Schreibmediums anhand der sich beim Zustandswechsel ändernden elektrischen Werte erfaßt.
- 30 2. Druckeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sensoreinrichtung (S) zur Bestimmung des Zeitpunktes des Zustandwechsels die beim Zustandswechsel auftretende Leitwertänderung (IV) der Heizelemente (11) durch Strommessung erfaßt und ein dem Zeitpunkt des Zustandswechsels zugeordnetes Sensorsignal generiert.
- 35 3. Druckeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Schalteinrichtung vorgesehen ist, die in Abhängigkeit von dem durch die Sensoreinrichtung (S) erfaßten Zeitpunkt des Zustandswechsels die Heizelemente (11) deaktiviert.
- 40 4. Druckeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Meßeinrichtung

tung vorgesehen ist, die die zwischen Heizbeginn und Zustandswechsel liegende Zeit erfaßt.

5. Druckeinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßeinrichtung einen über die Heizimpulse und die Sensorimpulse ansteuerbaren Zähler (14) aufweist. 5
6. Druckeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Auswerteeinrichtung (AA) vorgesehen ist, die in Abhängigkeit von einem festgestellten Zustandswechsel des Schreibmediums und damit dem Temperaturverhalten der Heizelemente (11) die Betriebsfrequenz des Druckkopfes (10) steuert. 10 15
7. Druckeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Auswerteeinrichtung (AA) einen Grenzwertspeicher (33) zur Aufnahme eines Heizzeit-Grenzwertes aufweist und daß ein Vergleicher (32) vorgesehen ist, der die von der Meßeinrichtung bereitgestellte aktuelle Heizzeit mit dem zugeordneten Heizzeitgrenzwert vergleicht und in Abhängigkeit davon die Betriebsfrequenz der Druckeinrichtung steuert. 20 25
8. Druckeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Auswerteeinrichtung (AA) derart ausgestaltet ist, daß sie das Temperaturverhalten sämtlicher Heizelemente (11) erfaßt und in Abhängigkeit von dem thermisch am stärksten belasteten Heizelement die Betriebsfrequenz der Druckeinrichtung steuert. 30 35
9. Druckeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Druckkopf (10) als Tintendruckkopf ausgebildet ist und die Sensoreinrichtung (S) den Zustandswechsel der Schreibflüssigkeit bei der Dampfblasenerzeugung und/oder der Dampfblasenkondensation erfaßt. 40 45
10. Verfahren zum betrieb einer elektrothermischen Druckeinrichtung gemäß Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** die folgenden Verfahrensschritte: 50
 - über eine Sensoreinrichtung (S) wird der Zustandswechsel des Schreibmediums durch Messen des durch das Heizelement (11) fließenden Stroms im Schreibbetrieb erfaßt,
 - die Zeit (TV) von der Erregung des Heizelementes (11) bis zum Zustandswechsel wird

gemessen

- in Abhängigkeit von der gemessenen Zeit (TV) wird der Drucker insbesondere hinsichtlich Fehlererkennung Heizdauerbegrenzung und Schreibgeschwindigkeit gesteuert

11. Verfahren zum betrieb einer elektrothermischen Druckeinrichtung gemäß Anspruch 10 **gekennzeichnet durch** die folgenden Verfahrensschritte:
 - über eine druckerunabhängige Sensoreinrichtung (S) wird der Zustandswechsel des Schreibmediums am Heizelement (11) unter Normbedingungen erfaßt und die Heizzeit gemessen.
 - die Heizzeit wird in codierter Form auf dem Tintendruckkopf gespeichert (M).
 - eine dem Drucker zugeordnete Fühleinrichtung (FE) erfaßt die codierte Heizzeit jedes Tintendruckkopfes.

Claims

1. Printing device having an electrothermally operated printing head (10), which has a plurality of heating elements (11) which can be individually controlled by way of pulses, whereby in writing operation by way of the heating elements (11) a writing medium is locally heated dependent on the symbol and, through the initiation of a change of state of the unit, is transmitted to a recording medium (12), characterized in that a sensor device (S) is provided, which, by way of the heating elements (11) themselves, determines the change of state of the writing medium with the aid of the electrical values which change with the change of state.
2. Printing device according to claim 1, characterized in that the sensor device (S) for determining the instant of the change of state determines the conductance change (IV) of the heating elements (11), occurring at the change of state, through measurement of current and generates a sensor signal associated with the instant of the change of state.
3. Printing device according to one of claims 1 or 2, characterized in that a switching device is provided, which deactivates the heating elements (11) in dependence upon the instant of the change of state determined by the sensor device (S).
4. Printing device according to one of claims 1 to 3, characterized in that a measuring device is provided, which determines the period between the beginning of the heating and the change of state.

5. Printing device according to claim 4, characterized in that the measuring device has a counter (14) which can be controlled by way of the heating pulses and the sensor pulses. 5
6. Printing device according to one of claims 1 to 5, characterized in that an evaluation device (AA) is provided, which controls the operational frequency of the printing head (10) in dependence upon an established change of state of the writing medium and therefore upon the temperature behaviour of the heating elements (11). 10
7. Printing device according to one of claims 1 to 4, characterized in that an evaluation device (AA) has a limiting-value memory (33) for the incorporation of a heating-period limiting value and in that a comparator (32) is provided, which compares the actual heating period prepared by the measuring device with the associated heating-period limiting value and controls the operational frequency of the printing device in dependence thereupon. 15 20
8. Printing device according to one of claims 1 to 7, characterized in that an evaluation device (AA) is developed in such a way that it determines the temperature behaviour of all heating elements (11) and controls the operational frequency of the printing device in dependence upon the heating element which is most thermally loaded. 25 30
9. Printing device according to one of claims 1 to 8, characterized in that the printing head (10) is constructed as an ink printing head and the sensor device (S) determines the change of state of the writing liquid by the generation of vapour bubbles and/or the condensation of vapour bubbles. 35
10. Method for the operation of an electrothermal printing device in accordance with claim 1, characterized by the following procedural steps: 40
 - by way of a sensor device (S) the change of state of the writing medium is determined by measuring the current flowing through the heating element (11) in writing operation, 45
 - the period (TV) from the excitation of the heating element (11) to the change of state is measured,
 - in dependence upon the period (TV) measured, the printer is controlled in particular with regard to fault recognition, limitation of heating duration and writing speed. 50
11. Method for the operation of an electrothermal printing device in accordance with claim 10, characterized by the following procedural steps: 55
 - by way of a printer-independent sensor de-

vice (S) the change of state of the writing medium at the heating element (11) under normal conditions is determined and the heating period is measured,

- the heating period is stored in coded form on the ink printing head (M),
- a sensing device (FE) associated with the printer determines the coded heating period of each ink printing head.

Revendications

1. Dispositif d'impression comportant une tête d'impression (10) à commande électrothermique, qui possède une multiplicité d'éléments chauffants (11) pouvant être commandés individuellement de façon impulsionnelle, et dans lequel, lors de l'opération d'écriture, un milieu d'inscription est chauffé localement en fonction des caractères, par l'intermédiaire des éléments chauffants (11), et est transféré à un support d'inscription (12) par déclenchement d'un changement d'état d'agrégation, caractérisé par le fait qu'il est prévu un dispositif de détection (S) qui détecte, par l'intermédiaire des éléments chauffants (11) eux-mêmes, le changement d'état du milieu d'inscription, sur la base de la variation des valeurs électriques lors du changement d'état.
2. Dispositif d'impression suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que pour la détermination de l'instant du changement d'état, le dispositif de détection (S) détecte, au moyen d'une mesure du courant, la variation de conductance (IV), qui apparaît lors du changement d'état, des éléments chauffants (11) et produit un signal de détection associé à l'instant du changement d'état.
3. Dispositif d'impression suivant l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'il est prévu un dispositif de commutation qui désactive les éléments chauffants (11) en fonction de l'instant du changement d'état, détecté par le dispositif de détection (S).
4. Dispositif d'impression suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait qu'il est prévu un dispositif de mesure, qui détecte la durée s'étendant entre le début du chauffage et le changement d'état.
5. Dispositif d'impression suivant la revendication 4, caractérisé par le fait que le dispositif de mesure comporte un compteur (14) pouvant être commandé par l'intermédiaire des impulsions de chauffage et des impulsions de détection.

6. Dispositif d'impression suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait qu'il est prévu un dispositif d'évaluation (AA), qui commande la fréquence de fonctionnement de la tête d'impression (10), en fonction d'un changement de l'état déterminé du milieu d'inscription et par conséquent en fonction du comportement en température des éléments chauffants (11). 5
7. Dispositif d'impression suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'un dispositif d'évaluation (AA) comporte une mémoire de valeurs limites (33) servant à mémoriser une valeur limite de la durée de chauffage, et qu'il est prévu un comparateur (32), qui compare la durée de chauffage réelle, préparée par le dispositif de mesure, à la valeur limite associée de la durée de chauffage et commande, en fonction de cela, la fréquence de fonctionnement du dispositif d'impression. 10 15 20
8. Dispositif d'impression suivant l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait qu'un dispositif d'évaluation (AA) est agencé de telle sorte qu'il détecte le comportement en température de tous les éléments chauffants (11) et commande la fréquence de fonctionnement du dispositif d'impression en fonction de l'élément chauffant qui est le plus fortement chargé thermiquement. 25 30
9. Dispositif d'impression suivant l'une des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que la tête d'impression (10) est réalisée sous la forme d'une tête d'impression à encre et que le dispositif de détection (S) détecte le changement d'état du liquide d'inscription lors de la production de bulles de vapeur et/ou de la condensation de bulles de vapeur. 35
10. Procédé pour faire fonctionner un dispositif d'impression électrothermique suivant la revendication 1, caractérisé par les étapes opératoires suivantes : 40
- le changement d'état du milieu d'inscription est détecté par l'intermédiaire du dispositif de détection (S), par mesure du courant circulant dans l'élément chauffant (11), pendant l'opération d'écriture, 45
 - la durée (TV) entre l'excitation de l'élément chauffant (11) et le changement d'état est mesurée, 50
 - l'imprimante est commandée, en fonction de la durée (TV) mesurée, notamment en ce qui concerne l'identification d'erreurs, la limitation de la durée du chauffage et la vitesse d'inscription. 55

11. Procédé pour faire fonctionner un dispositif d'im-

pression électrothermique suivant la revendication 10, caractérisé par les étapes opératoires suivantes :

- le changement d'état du milieu d'inscription est détecté dans des conditions normales au niveau de l'élément chauffant (11) au moyen d'un dispositif de détection (S) indépendant de l'imprimante et la durée de chauffage est mesurée,
- la durée de chauffage est mémorisée (M) sous forme codée dans la tête d'impression à encre, et
- un dispositif de détection (FE) associé à l'imprimante détecte la durée de chauffage codée de chaque tête d'impression à encre.

FIG 1

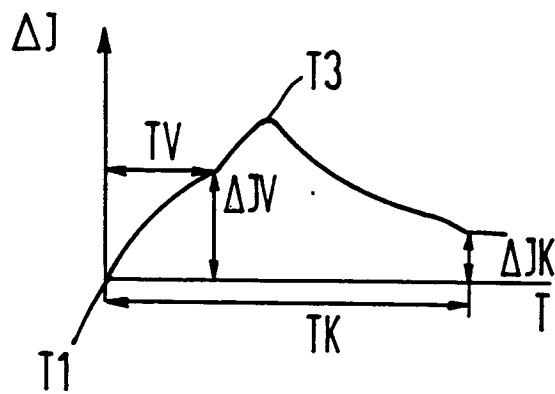
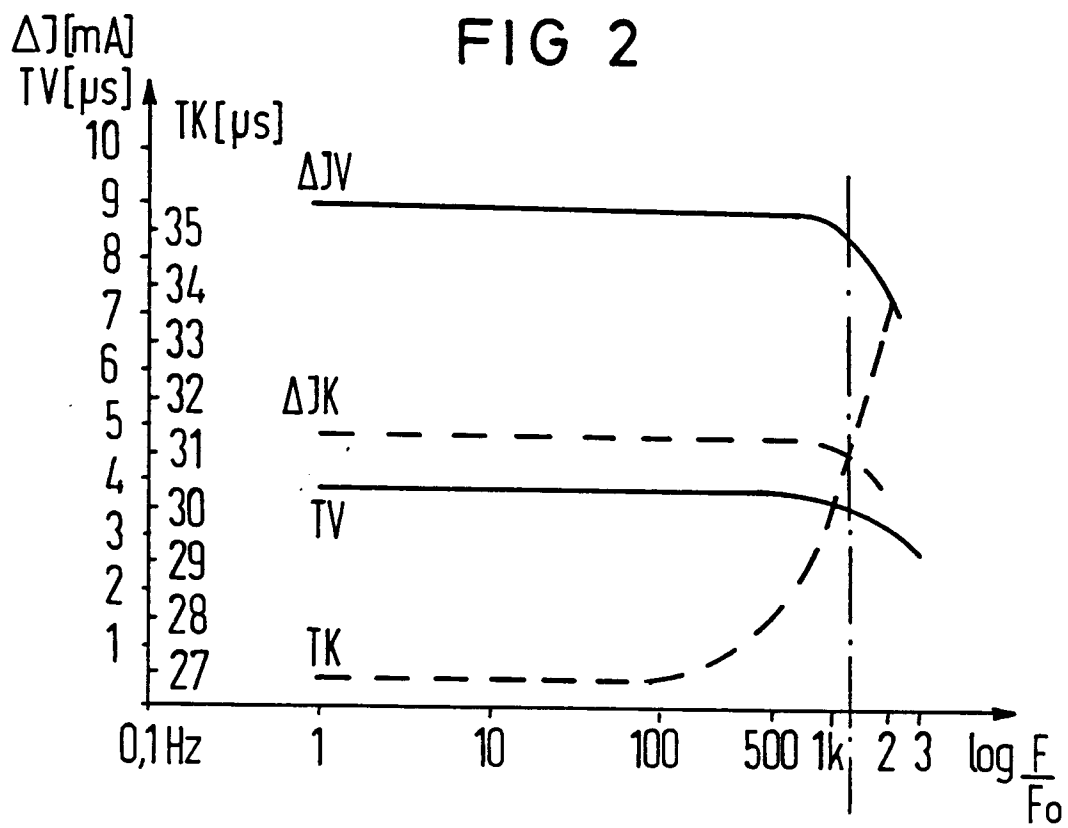


FIG 2



F/G 3

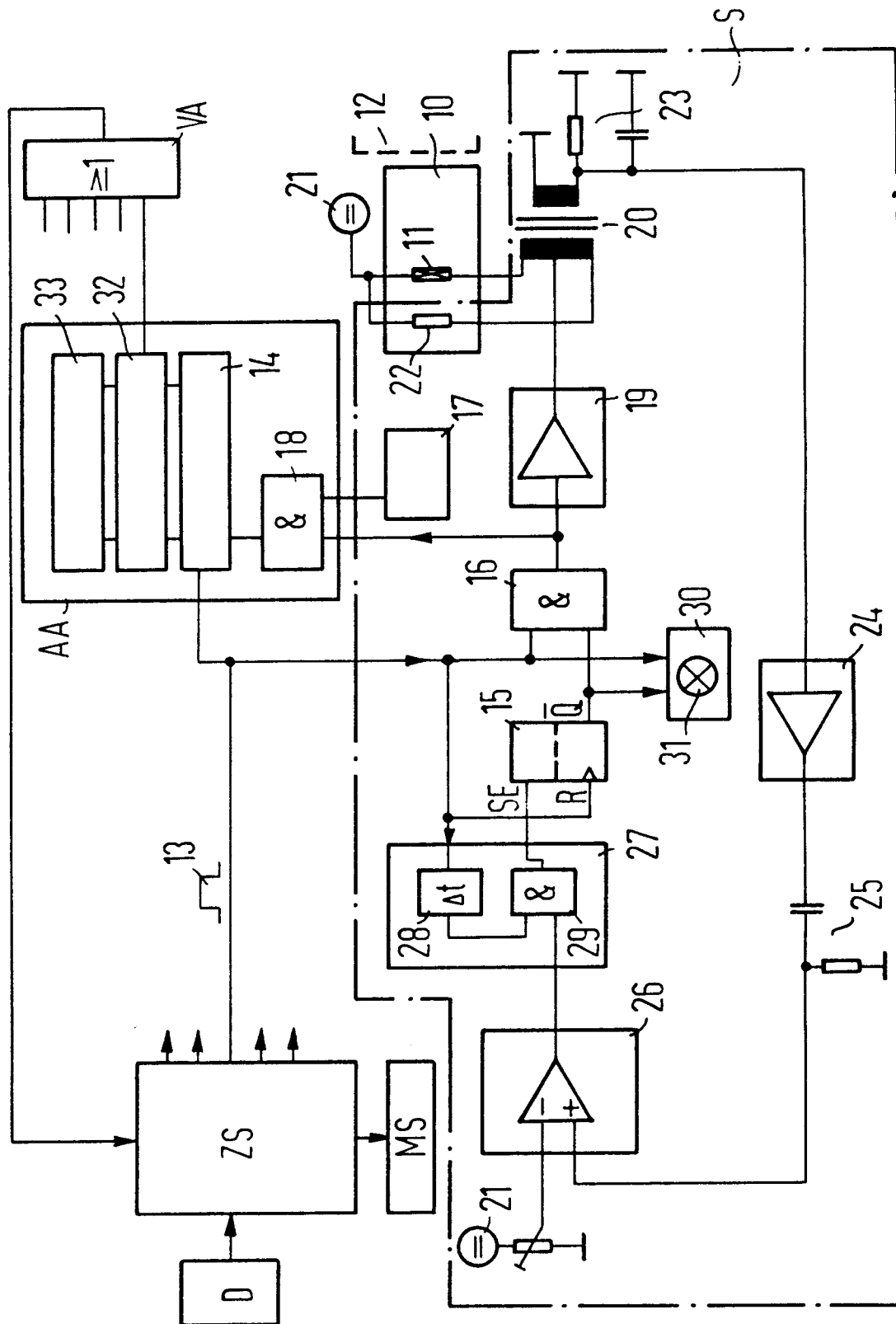


FIG 4

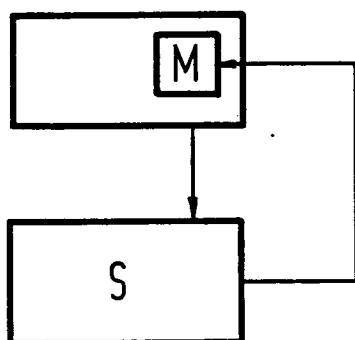


FIG 5

