(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer : **0 479 784 B1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift : **28.07.93 Patentblatt 93/30**

(51) Int. Cl.^{5} : **B41J 2/05**

(21) Anmeldenummer : **90900163.8**

(22) Anmeldetag : **04.12.89**

(86) Internationale Anmeldenummer : **PCT/EP89/01480**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer : **WO 90/06852 28.06.90 Gazette 90/15**

(54) ANORDNUNG ZUM ERWÄRMEN DER TINTE IM SCHREIBKOPF EINER TINTENDRUCKEINRICHTUNG.

(30) Priorität : **14.12.88 EP 88120858**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung : **15.04.92 Patentblatt 92/16**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **28.07.93 Patentblatt 93/30**

(84) Benannte Vertragsstaaten : **DE**

(56) Entgegenhaltungen :
DE-A- 2 659 398
US-A- 4 567 353
US-A- 4 612 554
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol.11, no.388(M-652)(2835) 18 Dezember 1987, & JP-A-62 156971 (YASUSHI TAKATORI) 11 Juli 1987

(56) Entgegenhaltungen :
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 39 (M-559)(2486) 05 Februar 1987, & JP-A-61 296657 (YOSHIHIRO NAGAKAWA) 12 September 1986

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

(72) Erfinder : **KAPPEL, Andreas**
Augsburger Strasse 60
W-8034 Germering (DE)
Erfinder : **PROBST, Rudolf**
Johann-Houis-Strasse 7
W-8000 München 70 (DE)

(74) Vertreter : **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**
Meissner & Meissner, Patentanwaltsbüro, Postfach
W-1000 Berlin 33 (DE)

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).

Jouve, 18, rue Saint-Denis, 75001 PARIS

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Erwärmen der Tinte im Schreibkopf einer Tintendruckeinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Ein bekanntes Prinzip zur Darstellung von Zeichen auf einem Aufzeichnungsträger beruht darauf, daß unter der Einwirkung einer elektronischen Steuerung einzelne Tintentröpfchen aus Düsen eines Schreibkopfes, der Bestandteil einer Tintendruckeinrichtung ist, ausgestoßen werden. Durch Abstimmung zwischen dem Ausstoß von Einzeltröpfchen und der Relativbewegung zwischen dem Aufzeichnungsträger und dem Schreibkopf werden dadurch Zeichen und/oder grafische Muster auf dem Aufzeichnungsträger rasterförmig innerhalb einer Zeichenmatrix aufgebaut. Die Betriebssicherheit und Qualität der Aufzeichnung hängen in hohem Maße von der Gleichmäßigkeit des Tröpfchenausstoßes ab, d.h. die durch einen Ansteuerimpuls ausgestoßenen einzelnen Tröpfchen müssen eine definierte Größe besitzen und mit jeweils gleicher Geschwindigkeit die Düse des Schreibkopfes verlassen. Die Randbedingungen für einen gleichmäßigen Tröpfchenausstoß sind jedoch vielfältig. So hängen beispielsweise die Tintentropfenbildung bzw. die Tintenstrahlbildung, die Tintentropfenmasse und die Fluggeschwindigkeit der Tintentropfen in solchen Druckeinrichtungen in starkem Maße von der Viskosität der Tinte ab. Da die Viskosität der Tinte temperaturabhängig ist, muß einerseits zur Gewährleistung dafür, daß bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen überhaupt ein Tintenausstoßvorgang möglich ist und daß andererseits dieser Tintenausstoßvorgang möglichst definiert und stabil vonstatten geht, die Tinte mittels einer Heizungseinrichtung hinreichend genau temperiert werden. Es ist deshalb bereits bekannt, die Temperatur der Tinte in einem Tintenschreibkopf auf einem konstanten Wert zu halten. Für einen Schreibkopf, bei dem einzelne Tintenkanäle vorgesehen sind, die an Austrittsdüsen einer Düsenplatte enden, ist es aus der DE-OS 26 59 398 bekannt, in der Düsenplatte ein Heizelement vorzusehen. Weiterhin ist es für derartige Schreibköpfe bekannt, im Bereich der Düsenplatte eine Induktionsspule anzuordnen und die Düsenplatte durch Wirbelströme und Ummagnetisierungsverluste aufzuheizen (DE-OS 35 00 820).

In hochauflösenden Tintendruckeinrichtungen nach dem sog. Bubble-Jet-Prinzip, bei denen der Schreibkopf in Dünnschichttechnik aufgebaut werden kann, erfolgt der Ausstoß einzelner Tintentröpfchen dadurch, daß im Bereich von in Tintenkanälen angeordneten und individuell ansteuerbaren elektrothermischen Energiewandlern im betreffenden Tintenkanal eine Tintendampfblase (sog. bubble) erzeugt wird, die ein bestimmtes Tintenvolumen als Tröpfchen aus dem Tintenkanal ausstößt.

Auch für Schreibköpfe dieser Art ist die Temperaturabhängigkeit der Viskosität der Tinte ein sehr wesentlicher Faktor. Es ist deshalb auch für Schreibköpfe der genannten Art bekannt, die Ausstoßbedingungen durch eine Vorerwärmung der Tinte zu verbessern. Das kann durch zusätzliche von außen auf die Tinte einwirkende Heizelemente geschehen (beispielsweise DE-OS 29 43 164; DE-OS 35 45 689). Als Heizelemente finden dafür häufig Kaltleiter Verwendung. In Verbindung mit einer Steuerung und einem Temperatur-Sensorelement, für das häufig ein Heißleiter eingesetzt wird, kann damit die Temperatur der Tinte im Schreibkopf auf einen bestimmten Wert gebracht und gehalten werden. Allerdings ergeben sich damit insbesondere bei Schreibköpfen mit elektrothermischen Wandlern relativ lange Aufheizzeiten. Der Grund dafür ist, daß für Schreibköpfe mit elektrothermischen Wandlern wegen der im laufenden Schreibbetrieb auftretenden Erwärmung der Tinte, Maßnahmen zur Kühlung vorgesehen sein müssen. Dazu ist der Schreibkopf üblicherweise auf einer Kühlfläche, z.B. auf einer Aluminiumplatte angeordnet. Wenn nach längeren Schreibpausen oder bei der Einschaltung der Tintendruckeinrichtung die Tinte aufgeheizt werden muß, dann muß auch stets die Kühlfläche mit aufgeheizt werden. Dadurch ergeben sich relativ lange Aufheizzeiten. Außerdem ist der damit verbundene konstruktive und fertigungstechnische Aufwand nicht unerheblich, da jeweils zusätzliche Einzelelemente bereitgehalten, montiert und elektrisch angeschlossen werden müssen. Es ist zwar bereits bekannt (DE-OS 29 43 164), im Inneren des Tintenraumes eine Heizspule anzuordnen, doch ergeben sich damit neben dem konstruktiven Aufwand auch noch dadurch Probleme, daß zwischen dem Spulenmaterial und der Tintenflüssigkeit chemische Prozesse auftreten können.

Darüber hinaus ist es denkbar, Tintenheizung und Temperatursensor beim Bubble-Jet-Druckkopf in einer weiteren Ebene auf dem Dünnfilmsubstrat anzuordnen. Eine solche Lösung hat jedoch einige herstellungstechnische, kostenmäßig und die Zuverlässigkeit, Ausbeute und Prozeßzeiten betreffende Nachteile, da hierfür zusätzliche Prozeßschritte (wie Abscheidung, Belackung, Belichtung, Entwicklung, Ätzung, Fotolackentschichtung, Abdeckung usw.) nötig sind. Außerdem besteht eine gewisse Ausfallwahrscheinlichkeit durch elektrische Kurzschlüsse zwischen den beiden großflächigen, nur durch ein dünnes (typisch ca. 2 µm) Oxyd getrennten Leiteranordnungen für Heizelement/Sensor und Bubble-Jet-Struktur (Aluminium-Leiterstruktur).

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht deshalb darin, für einen Schreibkopf in Tintendruckeinrichtungen gemäß dem Oberbegriff eine Anordnung zur Vorerwärmung bzw. zur Aufheizung der Tinte anzugeben, die bei kurzen Aufheizzeiten und niedriger Leistungsaufnahme der Anordnung ein gu-

tes Regelverhalten bei niedrigen Herstellungskosten gewährleistet.

Diese Aufgabe wird gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Durch Erzeugen des Heizwiderstandes in Form eines Heizmäanders direkt aus einem der beiden für Thermowandler und Leiterbahnen auf dem Grundoxyd abgeschiedenen elektrisch leitfähigen Dünnfilme in auf dem Substrat vorhandenen Leerräumen läßt sich auf einfache Weise eine Anordnung zur Erwärmung der Tinte realisieren. Dabei ist kein zusätzlicher Prozeßschritt nötig, da das Layout des Heizmäanders in die entsprechenden Belichtungs- und Ätzmasken für die Thermowandler und die Leiterbahnen mit eingearbeitet werden kann. Durch die obligatorische Abdeckung von Thermowandlern und Leiterbahnen mit einem Isolator wird auch gleichzeitig der Heizmäander abgedeckt.

Weiterhin besitzt eine solche Anordnung den Vorteil, daß aufgrund der geringen Dicke des Grundoxydes (typisch 3 µm SiO_2) eine sehr gute thermische Ankopplung des Heizmäanders an das gut wärmeleitende Substrat (typisch Silizium) gegeben ist. Es lassen sich damit hohe Heizleistungen bei kurzen Aufheizzeiten ohne die Gefahr einer thermischen Überlastung des Heizmäanders erreichen. Da bei der erfindungsgemäßen Anordnung der Heizmäander und die Tinte über eine große Fläche in engem räumlichen Kontakt stehen, ist eine geringere Heizleistung zum Einstellen der gewünschten Temperatur ausreichend, als im Falle eines externen Heizelementes.

Darüber hinaus führt die große Wärmeleitfähigkeit des Silizium-Substrates zu einer weitgehend homogenen Wärmeverteilung innerhalb des gesamten Druckkopfes, auch wenn aufgrund der zur Verfügung stehenden Leerräume der Heizmäander nicht gleichmäßig über den Druckkopf verteilt angeordnet werden kann.

Besonders vorteilhaft ist es für den Heizmäander, Materialien mit hohen Temperaturkoeffizienten (z.B. Aluminium) zu verwenden, weil dann durch Auswertung des elektrischen Widerstandes des Heizmäanders dieser als Wärmequelle und gleichzeitig als Temperatursensor verwendet werden kann. Dadurch ergibt sich ein sehr gutes Ansprech- und Regelverhalten, da keine Totzeiten zwischen Temperatursensor und Heizelement auftreten.

Durch Einbindung des Heizwiderstandes in eine Widerstands-Meßbrücke, bei der alle toleranzkritischen Bauteile der Widerstandsbrücke in die erste Metallisierungsebene integriert sind, läßt sich auf einfache Weise ein Temperatursignal gewinnen, das einer Regelschaltung als Eingangsgröße dient. Durch Ausnutzung beider Brückenzweige zur Temperaturmessung läßt sich darüber hinaus das Temperaturnutzsignal verdoppeln.

Weiterhin besteht die Möglichkeit eines Abgleiches der Brücke auf dem Dünnfilmsubstrat im Nutzen z.B. durch Lasertrimmen. Durch einen Abgleich der auf dem Dünnfilmsubstrat befindlichen Meß-/Heizbrücke auf die Regeltemperatur ist keine "Paarung" zwischen Heizung/Sensor und der Heizungsregelelektronik nötig. Dies hat den Vorteil, daß Schreibköpfe und Heizungsregelelektroniken beliebig kombiniert werden können (z.B. bei Austausch eines defekten Schreibkopfes), ohne daß ein erneuter Funktionsabgleich auf die Regeltemperatur erforderlich wäre.

Bei Verwendung von getakteten Heizungsregelelektroniken treten bedingt durch den Taktbetrieb nur geringe Verlustleistungen im Schalttransistor und bei genügend hoher Taktfrequenz auch eine sehr geringe Temperaturwelligkeit auf. Da zum Heizen nur gezielt der Heizwiderstand und nicht die gesamte Widerstandsbrücke bestromt wird, ist es möglich, die übrigen Brückenwiderstände auf dem Dünnfilmsubstrat auf wenig Raum, z.B. durch ein hochohmiges Widerstandsmaterial zu realisieren.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen erläutert, wozu auf die Zeichnungen verwiesen wird. Dort zeigen

- Figur 1 in perspektivischer Teil-Darstellung einen in Dünnschichttechnologie aufgebauten Tintenstrahl-Schreibkopf (schematisch) ohne die erfindungsgemäße Heizanordnung,
- Figur 2 einen Ausschnitt eines Leiterbahnlayouts eines solchen Schreibkopfes mit einem in die erste Metallisierungsebene integrierten Heizwiderstand,
- Figur 3 einen vergrößerten Ausschnitt des Leiterbahnlayouts nach Figur 2,
- Figur 4 eine Gruppe von Leiterbahnen im Anschlußbereich,
- Figur 5 eine Widerstandsanordnung in Form einer Brückenschaltung zum Heizen und zum Temperaturmessen,
- Figur 6 Verläufe von Temperatursignalen bei Ausnutzung von einem bzw. beiden Brückenzweigen,
- Figur 7 eine Meß- und Heizbrücke, bei der nur der Heizwiderstand mit dem Heizstrom bestromt wird,
- Figur 8 einen analogen Komparator/Proportionalregler mit floatender Meßbrücke,
- Figur 9 und 10 getaktete Regler zum Heizen,
- Figur 11 ein Impulsdiagramm eines getakteten Reglers nach Figur 9 und
- Figur 12 den zeitlichen Verlauf der Temperatur des Heizwiderstandes.

Eine in der Figur 1 nur ausschnittsweise dargestellte Tintendruckeinrichtung arbeitet nach dem Thermowandlerprinzip (Bubble-Jet). Dabei beruht das Verfahren zum Druckaufbau in der Tinte auf der Erzeugung kleiner Mikrobläschen in der Tinte. Als Aktor dient ein elektrothermisches Wandlerelement in

Form eines Dünnfilmwiderstandes mit Lateralabmessungen von typisch 150 µm x 30 µm und einer Dicke von ca. 200 nm. Dieses Wandlerelement befindet sich direkt in einem Tintenkanal in einem bestimmten Abstand zur Austrittsdüse. Zur Erzeugung eines Druckimpulses wird das Wandlerelement während einer kurzen Zeitspanne von beispielsweise 7 µs mit einer Leistung von 6 Watt belastet. Nach 5 µs hat die Heizschicht des Wandlerelementes eine Temperatur von ca. 250 °C erreicht und es beginnt die Verdampfungsphase. Die Eindringtiefe der Temperatur in die über dem Wandlerelement liegende Tintensäule beträgt dabei nur 10 µm. Diese transiente Aufheizung ist für die Funktionsweise des Bubble-Jet von wesentlicher Bedeutung, da für eine steilen Druckanstieg und damit stabilem Verdampfungsvorgang in einer dünnen Flüssigkeitsschicht möglichst große Übertemperaturen nahe dem kritischen Punkt der Tinte erreicht werden müssen. Die Verdampfung hat einen Druckanstieg unmittelbar über der Heizschicht von ca. 23 atm und eine Erwärmung derselben auf ca. 360 °C zur Folge. Durch die Expansion der dabei entstehenden Dampfblase wird die Tinte im Kapillarkanal beschleunigt und durch eine Düse als Tintenstrahl ausgestoßen.

Die perspektivische Teildarstellung gemäß Figur 1 zeigt den konstruktiven Aufbau und die wesentlichen Bestandteile eines solchen Tintendruckkopfes. Es sind dies im einzelnen eine üblicherweise aus Aluminium bestehende Grundplatte 1, auf der ein als Träger dienendes Substrat 2 aufgebracht, z.B. geklebt ist. Als Substrat 2 dient dabei ein Silizium Wafer. Auf dieses Substrat 2 ist mittels eines chemischen Prozesses (chemical vapour deposition CVD) eine ca. 3 µm dicke erste Abdeckschicht 3 aus Siliziumdioxid SiO_2 als Wärmebarriere und Isolationsschicht abgeschieden. Diese Siliziumdioxidschicht kann auch durch thermische Oxidation des Silizium Wafers erzeugt werden. Auf diesem, so vorbehandelten Wafer ist in einem einzigen Prozeßschritt eine als elektrothermisches Wandlerelement wirkende Widerstandsschicht 4 und als Leiterbahnen für diese Thermowandler 4 dienende Aluminiumschichten 5,6 aufgestäubt. Nach der fotografischen Strukturierung der Leiterbahnen 5,6 und der Thermowandler 4 folgt ein weiterer CVD-Prozeß mit einer ca. 2 µm dicken zweiten Abdeckschicht 7 aus Siliziumdioxid (SiO_2) zur Isolierung und mechanischen Stabilisierung der Thermowandler 4. Darüber hinaus ist über den Thermowandlern 4 eine ca. 0,6 µm dicke Tantalschicht 14 als Kavitationsschutz aufgebracht. Eine zusätzlich als Korrosionsschutz auf die zweite Abdeckschicht 7 aufgeschleuderte, ca. 2 µm dicke Polyamidschicht 8 bedeckt die Tantalschicht 14 an ihren Rändern und bildet eine untere Wandung sowohl für eine Tintenkammer 13 als auch für die Tintenkanäle 10, die von der Tintenkammer 13 ausgehend in eine Austrittsöffnung 9 an einer sog. Düsenplatte münden und durch Kanaltrennwände 18 voneinander isoliert sind. Dabei ist jeweils einem Tintenkanal 10 jeweils eine Austrittsöffnung 9 und jeweils ein Thermowandler 4 zugeordnet. Nach oben hin wird der Aufbau durch eine Kleberschicht 11 und eine sich daran anschließende Deckplatte 12 derart abgeschlossen, daß zwischen der Polyamidschicht 8 und der Kleberschicht 11 eine Reihe von Tintenkanälen 10 und die allen Tintenkanälen 10 gemeinsame Tintenkammer 13 ausgebildet sind, welche über eine Tintenversorgungsleitung 16 und mit einem Tintenvorratsbehälter 17 verbunden ist.

Erfindungsgemäß ist nach Fig. 2 zur Erwärmung der Tinte eine Heizvorrichtung in Form eines in die erste Metallisierungsebene des Tintendruckkopfes integrierten Heizwiderstandes 15 vorgesehen, der direkt aus einem der beiden für Thermowandler 4 und Leiterbahnen 5,6 auf dem Grundoxyd abgeschiedenen elektrisch leitfähigen Dünnfilme in auf dem Dünnfilmsubstrat vorhandenen Leerräumen erzeugt wird.

Da gemäß Figur 2 die Thermowandler 4 und die entsprechenden Zuleitungen bezüglich der Achse AA' symmetrisch auf dem Dünnfilmsubstrat 2 angeordnet sind, genügt es für die nachfolgenden Betrachtungen, nur einen Ausschnitt (linke Hälfte) des Leiterbahnlayouts für einen solchen Schreibkopf darzustellen. Dieser weist 50 Thermowandler 4 auf, die über Zuleitungen - je eine Hin- und Rückleitung pro Thermowandler 4- elektrisch versorgt werden. Diese Zuleitungen führen als Leiterbahnen 5,6 von den in einem randnahen Bereich des Schreibkopfes angeordneten Thermowandlern 4 zu einem auf der gegenüberliegenden Seite dieser Ebene liegenden Anschlußfeld 19, wo die Leiterbahnen mit Einzelleitern eines hier nicht dargestellten Anschlußkabels kontaktiert werden. Da einerseits für diese Kontaktierung ein ausreichender Platz zur Verfügung stehen muß, und andererseits die Thermowandler 4 aufgrund eines möglichst hohen Auflösungsvermögens relativ klein und dicht benachbart angeordnet sein sollen, sind die Leiterbahnen 5,6 auf dem Dünnfilmsubstrat 2 aufgefächert. Demzufolge sind die Leiterbahnen 5,6, ausgehend von den Thermowandlern 4 in Leiterbahnen enger Teilung 26 und im Bereich des Anschlußfeldes 19 in Leiterbahnen weiter Teilung 27 aufgegliedert. Eine Übergangsstruktur 28 verbindet die Leiterbahnen enger Teilung 26 mit den Leiterbahnen weiter Teilung 27. Durch geeignete Dimensionierung dieser Übergangsstruktur 28, insbesondere der Leiterbahnbreite und der Spaltbreite, d.h. dem Abstand zweier benachbarter Leiterbahnen läßt sich in Abhängigkeit von den Leiterbahnbreiten und Spaltbreiten in den beiden anderen Bereichen ein möglichst gleicher und möglichst niedriger Zuleitungswiderstand für alle Thermowandler 4 erreichen. Dies ist insbesondere für einen stabilen Betrieb der Tintendruckeinrichtung von Bedeutung, da die in den verschiedenen Thermowandlern 4 des Schreibkopfes pro Druckimpuls freigesetzte Wärmemenge in engen

Grenzen gleich groß sein muß. Andernfalls besteht die Gefahr der Zerstörung einzelner Thermowandler 4 durch Überhitzung.

Aus den vorgegebenen Strukturgrößen der beiden zu verbindenden Leiterbahnbereiche 26,27 läßt sich mit den in Figur 3 eingeführten Bezeichnungen zweier benachbarter Leiterbahnen L1,L2, nämlich den Leiterbahnbreiten d_a, d_b und der Spaltbreiten s_a, s_b sowie aus der Spaltbreite s_v in der Übergangsstruktur 28 die Leiterbreite in der Übergangsstruktur 28 nach folgender Beziehung dimensionieren

$$d_v = - s_v/2 + \sqrt{S_v{}^2/4 + c}$$

mit

$$c = d_b \cdot d_a \cdot (d_b + s_b - d_a - s_a)/(d_b - d_a).$$

Um die Anzahl der Einzelleiter des Anschlußkabels zu verringern, sind im Anschlußfeld 19 die Leiterbahnen in insgesamt 8 Gruppen zusammengefaßt. In den beiden Gruppen, welche unmittelbar neben der Symmetrielinie AA' liegen, sind jeweils sieben Thermowandler 4 mit ihren 14 Leiterbahnen -je eine Hin- und Rückleitung pro Thermowandler 4- zusammengefaßt, während die restlichen 6 Gruppen jeweils sechs Thermowandler 4 mit ihren 12 Leiterbahnen vereinen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist jedoch in Figur 1 lediglich eine Anschlußleitung pro Thermowandler 4 dargestellt. Die genaue Verdrahtung der insgesamt 100 Leiterbahnen für die 50 Thermowandler 4 wird später anhand der Figur 4 näher erläutert.

Durch eine solche Zusammenfassung der einzelnen Leiterbahnen zu Gruppen und durch die Aufgliederung in drei Bereiche mit unterschiedlichen Teilungen entstehen zwischen den Leiterbahnen zweier benachbarter Gruppen Leerräume, deren Breiten den Gruppenabständen 20,21 in Fig. 2 entsprechen und die zur Plazierung einer Tintenheizung genutzt werden. Die Tintenheizung ist dabei in Form eines Widerstandsmäanders in diese Leerräume eingebracht. Die beiden Zuleitungen des Heizwiderstandes 15 verlaufen im Randbereich der Substratoberfläche zum Anschlußfeld 19 und enden an Anschlußfahnen 29, von denen in Figur 2 nur eine dieser Anschlußfahnen 29 gezeigt ist. Entsprechend der Anzahl der durch die Auffächerung der Leiterbahnen erzeugten Leerräume ist der Heizwiderstand 15 in mehrere Teilabschnitte aufgeteilt, die im Anschlußfeld 19 mit einer Kontaktbrücke 24 verbunden sind. Dabei ist jeweils das Ende eines Teilabschnittes mit dem Anfang des nächsten Teilabschnittes gemäß Figur 4 verbunden, so daß sich insgesamt eine Reihenschaltung der Teilabschnitte ergibt und an den Anschlußfahnen 29 der Heizwiderstand 15 mit einer Heizspannung beaufschlagt werden kann.

Die Figur 4 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt des Anschlußfeldes 19 mit den zu einer Gruppe zusammengefaßten Leiterbahnen. Während die Leiterbahnen 5, im nachfolgenden als individuelle Leiterbahnen bezeichnet, an ihren freien Enden verbreiterte Flächen in Form von Kontaktfahnen 22 aufweisen, an denen sie mit je einem Einzelleiter eines Anschlußkabels kontaktiert werden, führen die Leiterbahnen 6 der zu einer Gruppe zusammengefaßten Thermowandler 4 gemeinsam auf eine relativ großflächige Massebrücke 25. An der Massebrücke 25 sind an ihren beiden Stirnseiten ebenfalls in Richtung der Leiterbahnen 5, 6 hineinragende Kontaktfahnen 23 ausgeformt, so daß sich insgesamt eine geometrisch einheitliche, kammartig strukturierte Kontaktleiste im Anschlußfeld 19 ergibt. Im verbleibenden Spalt der Kontaktfahnen 23 zweier benachbarter Massebrücken 25 werden die Hin- und Rückleitung eines Teilabschnittes des Heizwiderstandes 15 durchgeführt und mittels einer Kontaktbrücke 24 verbunden. Der dargestellten Gruppe in Figur 4 sind sechs Thermowandler 4 mit ihren insgesamt 12 Leiterbahnen zugeordnet, wobei zur Kontaktierung dieser Gruppe aber nur 7 Anschlüsse nötig sind (6 individuelle Leitungen und eine Masseleitung). Die gezielte Ansteuerung der einzelnen Thermowandler 4 kann dabei über ein passives Netzwerk, beispielsweise über eine an sich bekannte Diodendecodiermatrix erfolgen.

Erfindungsgemäß wird als Material für diesen Heizwiderstand 15 ein Material mit einer großen Temperaturabhängigkeit seines Widerstandswertes verwendet. Hierfür kommt z.B. Aluminium mit einem Temperaturkoeefizienten von $+_{AL}$= + 4000 ppm/K in Betracht. Durch Auswertung dieses Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes des Heizwiderstandes 15 wird dieser als Wärmequelle für die Tintenflüssigkeit und gleichzeitig als Temperatursensor verwendet.

Hierzu wird eine Widerstandsanordnung in Form einer Brückenschaltung gemäß Figur 5 zum Heizen und zur Temperaturmessung verwendet, bei der sich die temperatursensitiven Widerstände und die Heizwiderstände auf dem Dünnfilmsubstrat befinden. In der Figur 5 sind mit R_1, R_2, R_3 und R_4 die Brückenwiderstände (Temperaturmeß- und/oder Heizwiderstände) mit ihrem Temperaturkoeffizienten α_1 bisα_4 bezeichnet, die zu einer Meßbrücke zusammengeschaltet sind. In jedem Fall wird mindestens einer der Brückenwiderstände zum Heizen und mindestens einer der Brückenwiderstände zur Temperaturmessung verwendet (Heiz- und Temperaturmeßwiderstand/ -meßwiderstände können auch identisch sein). Besonders vorteilhaft ist eine Anordnung, bei der mehrere/alle toleranzkritischen Bauteile der Widerstandsbrücke in die erste Metallisierungsebene des Schreibkopfes integriert sind. Herstellungsbedingte Schwankungen wirken sich in diesem Falle auf alle Bauteile in gleichem Maße aus, beeinflussen aber nicht die Widerstandsverhältnisse z.B. mehrerer Brückenwiderstände (dies gilt jedoch nur jeweils innerhalb einer Widerstandsschicht). Diese Methode ist speziell bei einem Schreibkopf anwendbar, bei

dem zwei Widerstandsmaterialien mit deutlich unterschiedlichem Temperaturkoeffizienten z.B. Hafniumdiborid HfB_2 mit $\alpha^- HfB_2$ =-70 ppm/K und Aluminium mit α^+_{AL}=+4000 ppm/K zur Verfügung stehen.

Aus einer gemeinsamen Spannungsquelle, nämlich der Meßspannung U_B, werden die jeweils in Reihe geschalteten Widerstände R_1 und R_2 sowie R_3 und R_4 gespeist. Wird mit ϕ_1 das elektrische Potential an der rechten Brückenmitte und mit ϕ_2 das elektrische Potential an der linken Brückenmitte bezeichnet, so erhält man an der Brückendiagonale eine temperaturabhängige elektrische Potentialdifferenz $\Delta\phi$ (T).

In Figur 6a ist das Temperatursignal 4 ϕ (T) bei Ausnutzung eines Brückenzweiges dargestellt. Dabei ist vorausgesetzt, daß der Brückenwiderstand R_3 aus Aluminium mit α^+_{AL}+ 4000 ppm/K und die Brückenwiderstände R_1=R_2=R_4 aus Hafniumdiborid mit $\alpha^-_{HfB_2}$= - 70 ppm/K realisiert sind. Der Heizwiderstand R_3 wird also vom gesamten Heizstrom durchflossen. Dabei erhält man für das Potential ϕ_1 (T) proportional der Temperatur eine linear fallende Kennlinie, welche die Kennlinie für ϕ_2 (T)=const. in einem Punkt TC (Crossover-Temperatur) schneidet.

Durch Ausnutzung beider Brückenzweige zur Temperaturmessung läßt sich das Temperatursignal $\Delta\phi$ (T) verdoppeln (Fig. 6b). Dabei wird ebenfalls die Meßbrücke vom gesamten Heizstrom durchflossen, wobei die Widerstände R_2 und R_3 mit den Temperaturkoeffizienten $\alpha_2 = \alpha_3$ die Heizwiderstände symbolisieren.

Zum Beispiel R_2, R_3 mit α^+_{AL} = + 4000 ppm/K, R_1, R_4 mit $\alpha^-_{HfB_2}$= -70 ppm/k,

wobei $\alpha_2 = \alpha_3$, $\alpha_2 > \alpha_1$ und $\alpha_1 = \alpha_4$ gilt.

Eine weitere Möglichkeit für die Beschaltung der Meßbrücke/ Heizbrücke ist in Figur 7 dargestellt. Dabei liegt über eine Schutzdiode D die Meßspannung U_B an den Brückenwiderständen R_1 und R_3 an. Durch die Schutzdiode D ist ein rückwirkungsfreies Heizen bzw. Messen sichergestellt. Der Heizstrom I_H wird separat am linken Brückenzweig eingespeist. An der Brückendiagonale ist analog den beschriebenen Meßbrücken das Temperatursignal $\Delta\phi$ (T) abnehmbar. Bei dieser Anordnung wird periodisch zuerst die Temperatur gemessen und danach, in Abhängigkeit vom Meßergebnis, gezielt der Heizwiderstand R_2 bestromt. Zur Temperaturmessung wird die Brücke von einem gegenüber dem Heizstrom I_H kleinen Meßstrom I_M durchflossen. Dadurch ist sichergestellt, daß der Meßstrom I_M nur eine unwesentliche Erwärmung des Temperatursensors bewirkt.

Es kann weiterhin das Temperatursignal eines oder beider Brückenzweige ausgewertet werden.

Beispiel für die Ausnutzung eines Brückenzweiges:

R_1, R_3, R_4 = Brückenwiderstände, z.B. $\alpha_1 = \alpha_3 = \alpha_4$

(R_1, R_3, R_4 mit α^-_{HfB2} = -70 ppm/K

R_2 = Heizwiderstand, z.B.α_2 (R_2 mit α^+_{AL}= +4000 ppm/K.

Beispiel für die Ausnutzung beider Brückenzweige:

R_1, R_4 = Brückenwiderstände, z.B. $\alpha_1 = \alpha_4$

(R_1, R_4 mit α^-_{HfB2} = -70 ppm/K

R_2, R_3 = Heizwiderstände, z.B. $\alpha_2 = \alpha_3$ (R_2,R_3 mit

α^+_{AL} = + 4000 ppm/K.

Darüber hinaus besteht selbstverständlich auch die Möglichkeit, entweder zur Temperaturmessung einen separaten, in der ersten Metallisierungsebene des Dünnfilmsubstrates realisierten Dünnfilmtemperatursensor oder einen separaten diskreten Temperatursensor zu verwenden.

Entsprechend den verwendeten Temperatursensor/Heizwiderstandskonfigurationen gemäß den Figuren 5 bis 7 lassen sich verschiedene Typen von Heizungsreglern für die Tintenheizung einsetzen. Bei den nachfolgenden Ausführungsbeispielen von Regelschaltungen wird davon ausgegangen, daß der Heizwiderstand in die Meßbrücke integriert ist.

Die Figur 8 zeigt die Prinzipschaltung eines analogen Komparators mit floatender Meßbrücke. Während mit dem Bezugszeichen R_1, R_3, R_4 die Brückenwiderstände bezeichnet sind, stellt der Widerstand R_2 den temperaturabhängigen Heizwiderstand mit positivem Temperaturkoeffizienten (PTC) dar.

Ausgehend von einer Meßbrücke, wie sie in Figur 5 dargestellt ist, wird zur Auswertung des Temperatursignals $\Delta\phi$ (T) im Diagonalzweig ein Komparator K verwendet, dessen Ausgang über einen nicht näher bezeichneten Widerstand mit der Basis eines Schalttransistors ST verbunden ist. Außerdem ist zur Erzeugung einer Basisvorspannung noch ein Widerstand R_B an die Basis angeschaltet. Die Meßspannung U_B ist über die Kollektor-Emitter-Strecke des Schalttransistors ST und über eine in Durchflußrichtung gepolte Schutzdiode D an die Brückenwiderstände R_1 und R_3 gelegt. Ein Widerstand R_m zwischen Emitter des Schalttransistors ST und der Kathode der Schutzdiode D dient zur Sicherstellung eines definierten Brückenpotentiales, d.h. es fließt immer ein kleiner Brückenstrom, z.B. auch wenn die Umgebungstemperatur höher als die Regeltemperatur ist.

Die Figuren 9 und 10 zeigen zwei Beispiele für getaktete Heizungsregler, bei denen jeweils nur der Heizwiderstand R_2 bestromt wird. Beiden Schaltungen ist gemeinsam, daß sie mit einem externen Systemtakt S betrieben werden und dieselbe Meßbrückenanordnung aufweisen, wie sie anhand der Figur 7 beschrieben wurde. Lediglich die Brückenwiderstände R_3 und R_4 sind dabei zum Zwecke eines Abgleiches der Brücke durch einen einzigen Widerstand R_{34} mit einem Abgriff ersetzt.

Gemäß Figur 9 ist mit dem Bezugszeichen V_{DD} die Versorgungsspannung für die Meßbrücke und die logischen Bausteine IC1, IC2 bezeichnet. Der positive Pol der Heizspannung U_H ist über die Emitter-Kol-

lektor-Strecke eines Schalttransistors ST mit der linken Brückenmitte verbunden. Das an der Brückendiagonale abgegriffene Temperatursignal $\Delta\,\phi(T)$ wird über zwei Widerstände R_6, R_7 an die Eingangsklemmen eines Komparators IC1 geführt, die ihrerseits mit einem Kondensator C verbunden sind. Die Versorgungsspannung V_{DD} liegt sowohl über die Reihenschaltung der Emitter-Kollektor-Strecke eines Transistors T_1 und einer Schutzdiode D an den Brückenwiderständen R_1 und R_{34} als auch über einen Widerstand R_8 an dem Kollektor eines weiteren Transistors T_2 an. Zwischen dem Kollektor des Transistors T_2 und der Basis des Schalttransistors T_1 ist ein weiterer Widerstand R_9 geschaltet. An einem Steuereingang S liegt ein Taktsignal an, das über einen Widerstand R_{10} an die Basis des Transistors T_2 und über einen Widerstand R_{11} an die Basis eines Transistors T_3 geführt wird. Die beiden Emitter der Transistoren T_2, T_3 sind an ein Massepotential Null Volt geschaltet. Außerdem steuert dieses Taktsignal S über einen Eingang CL ein Speicherglied IC2. Der Ausgang des Komparators IC1 ist einerseits mit einem Dateneingang D_1 dieses Speichergliedes IC2 und andererseits über einen Widerstand R_5 mit der Versorgungsspannung $+V_{DD}$ verbunden. Ein Datenausgang Q1 ist über einen Widerstand R_{14} mit der Basis des Transistors T_3 und dem Kollektor eines Transistors T_4 verbunden. Während der Emitter des Transistors T_4 an Masse liegt, ist der Kollektor über einen Spannungsteiler, bestehend aus den Widerständen R_{13} und R_{12} mit der Basis des Schalttransistors ST bzw. der Versorgungsspannung $+U_H$ verbunden.

Zum besseren Verständnis der Regelschaltung sind diejenigen Teile, welche den Heizungskreis HK bilden, mit einer strichpunktierten Linie, diejenigen Teile, welche die Temperaturmeßschaltung TM bilden, mit einer strichlierten Linie umrandet. Aus der Uberlappung dieser beiden Umrandungen ist auch noch einmal ersichtlich, daß der Widerstand R_2 sowohl als Heizwiderstand als auch als Temperatursensor verwendet wird.

Während beim Temperaturregler nach Figur 9 als Speicherglied ein getaktetes Einspeicher-Flip-Flop ("Latch") IC2 dient und mit einem definierten Taktverhältnis des Systemtaktes S betrieben wird, benutzt der Temperaturregler nach Figur 10 den Systemtakt S nur zur Triggerung. Als Speicherglied IC3 wird dabei ein Dual-Mono-Flop verwendet. Da in beiden Schaltungen der Heizungskreis HK und die Temperaturmeßschaltung TM identisch sind, werden anhand der Figur 10 nur diejenigen Schaltverbindungen beschrieben, die sich durch Verwendung der unterschiedlichen Speicherglieder ergeben.

So ist der Ausgang des Komparators IC1 mit der Klemme 11 und die Basis des Transistors T_1 über einen Widerstand R_{14} an die Klemmen 5 und 7 des Speichergliedes IC3 verbunden. Außerdem besteht eine Verbindung zwischen der Basis des Transistors T_4 über einen Widerstand R_{17} mit den Klemmen 10 und 12 des Speichergliedes IC3. Der Systemtakt S wird an die Klemme 4 des Speichergliedes IC3 angeschlossen. Zwischen den Klemmen 14 und 15 des Speichergliedes IC3 ist ein Kondensator C_2, zwischen die Klemmen 2 und 3 ein Kondensator C_3 geschaltet. Die Versorgungsspannung V_{DD} ist einerseits unmittelbar an die Klemmen 3,12 und 16 und über einstellbare Widerstände R_{15}, R_{16} an die Klemmen 14 und 2 geführt. Darüber hinaus sind die Klemmen 1,8 und 15 mit Massepotential verbunden. Während einer Halbperiode t1 des Systemtaktes S wird die Meßbrücke mit einem kleinen Meßstrom I_M, der nur zu einer unwesentlichen Erwärmung des Heizwiderstandes führt, beaufschlagt. Das an der Brückendiagonale abgreifbare und vom Komparator IC1 ausgewertete Temperatursignal $\Delta\,\phi$ (T) (Komparatorausgang entweder "Low" oder "High") wird in das Speicherglied eingeschrieben und während der nächsten Halbperiode t2 des Systemtaktes S, entsprechend des Speichereintrages, gezielt nur der Heizwiderstand R_2 bestromt/nicht bestromt. Dieser Vorgang wird, durch den Systemtakt S gesteuert, periodisch wiederholt. Zur weiteren Verdeutlichung der Funktionsweise der Regelschaltung nach Figur 9 ist die prinzipielle Abhängigkeit und zeitliche Entwicklung einiger Reglergrößen in Figur 11 dargestellt.

In Zeile a ist dabei der Systemtakt S mit einem Tastverhältnis γ = t1/t1+t2 dargestellt und in Zeile b der Temperaturverlauf des Heizwiderstandes R_2, wobei zusätzlich noch die Solltemperatur t_{Soll} eingezeichnet ist. Die logischen Zustände des Speicherausgangs Q_1 des Speichergliedes IC2 sind in der Zeile c verdeutlicht. In Zeile d sind schließlich die Verläufe des Heizstromes I_H und des Meßstromes I_M dargestellt. Ausgehend vom Zeitpunkt t_o (mit der ansteigenden Flanke des Systemtaktes S) fließt während der Zeitspanne t_1 ein Meßstrom I_M durch die Meßbrücke; die gemessene Temperatur t_{R2} des Heizwiderstandes R_2 ist während dieser Zeitspanne gemäß Zeile b niedriger als die Solltemperatur t_{Soll} und folgedessen wird während der Zeitspanne t_2 der Heizwiderstand R_2 bestromt. Die Temperatur t_{R2} steigt an. Mit der nächstfolgenden steigenden Flanke des Systemtaktes S beginnt wieder eine Messung der Temperatur. Da diese über der Solltemperatur t_{Soll} liegt, wird während der nächsten Halbperiode des Systemtaktes S der Heizwiderstand R_2 nicht bestromt. Da die Temperatur t_{R2} beim nächsten Meßzyklus (auf der Zeitachse mit t_i bezeichnet) immer noch größer als die Temperatur t_{Soll} ist, wird der Heizwiderstand R_2 auch bei der folgenden Halbperiode des Systemtaktes S noch nicht bestromt.

Das Temperatureinschwingverhalten und die Temperaturkonstanz des Heizwiderstandes R_2 einer solchen Regelschaltung ist in Figur 12 dargestellt. Außer dem zeitlichen Verlauf der Heizungstemperatur t_{R2} ist zusätzlich die Umgebungstemperatur t_u einge-

zeichnet.

Bei Verwendung eines als Heizwiderstand R_2 und Temperatursensor dienenden Dünnfilmfolien-Heizelementes mit einem Temperaturkoeffizienten von α^+ = + 3200 ppm/K haben sich folgende Größen bzw. Typen für die einzelnen Bauteile als besonders vorteilhaft erwiesen:
$U_H \leqq 40$ V, $V_{DD} \leqq 18$ V, IC1 = LM 393, IC2 = MC 14042 B, IC3 = MC 14538B, R_1 = 390 Ω, R_{34}= 25 k Ω, R6=R7=56 k Ω, R_5= 680 k Ω, R_9,R_{13} = 6,8 k Ω, R_8,R_{10},R_{14},R_{17}= 10 k Ω, R_{11}=4,7 k Ω, R_{12}= 1 k Ω, C ≦ 1 nF, C2 = 4µF, C3=0,1µF, R_{15},R_{16}= 100 k Ω, T_2, T_3, T_4= BCY 59, T_1= BC 307, ST= BC 327.

Patentansprüche

1. Anordnung zum Erwärmen der Tinte in einem in Schichttechnik aufgebauten Schreibkopf einer Tintendruckeinrichtung, mit folgenden Merkmalen:
   a) eine Vielzahl von in Tintenkanälen angeordneten elektrothermischen Wandlerelementen (4) werden über individuelle, als Leiterbahnen (5,6) ausgeführte Zuleitungen angesteuert,
   b) die elektrothermischen Wandlerelemente (4) und die Leiterbahnen (5,6) werden in einer einzigen Metallisierungsebene auf einem Substrat (2) erzeugt,
   c) jeweils eine Anzahl von Leiterbahnen (5,6) sind zu Gruppen voneinander durch Zwischenräume beabstandet,
   d) in diesen Zwischenräumen sind in der ersten Metallisierungsebene Teilabschnitte eines großflächigen Heizwiderstandes (15) eingebracht, die untereinander elektrisch verbunden sind,
   e) die Teilabschnitte des Heizwiderstandes (15) und die Leiterbahnen (5,6) sind an einen Randbereich des Schreibkopfes geführt und dort kontaktiert und
   f) die elektrothermischen Wandlerelemente (4), die Leiterbahnen (5,6) und der Heizwiderstand (15) sind gemeinsam mit einem Isolator (7) abgedeckt.

2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die einzelnen Teilabschnitte des Heizwiderstandes (15) mäanderförmig strukturiert sind.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Heizwiderstand (15) aus einem Material mit einer hohen Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes besteht und daß der Heizwiderstand (15) als Wärmequelle und gleichzeitig als Temperatursensor dient.

4. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Heizwiderstand in einen Brückenzweig einer Brückenschaltung zum Heizen und zur Temperaturmessung geschaltet ist, an der Brückendiagonalen ein Temperatursignal $\Delta\phi$(T)abgreifbar ist und auch die übrigen Brückenwiderstände in der ersten Metallisierungsebene integriert sind.

5. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens einer der Brückenwiderstände zum Heizen und mindestens einer der Brückenwiderstände zur Temperaturmessung verwendet wird.

6. Anordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet** daß die Meßbrücke vom gesamten Heizstrom (I_H) durchflossen wird und das Temperatursignal mindestens eines Brückenzweiges ausgewertet wird.

7. Anordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßbrücke von einem gegenüber dem Heizstrom (I_H) kleinen Meßstrom (I_M) durchflossen wird, wobei zum Heizen nur der Heizwiderstand (15) bestromt wird.

8. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Messung der Heiztemperatur ein separater, in die erste Metallisierungsebene integrierter Dünnfilmtemperatursensor verwendet wird.

9. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Messung der Heiztemperatur ein separater, diskreter Temperatursensor verwendet wird.

10. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Auswertung des Temperatursignals (ϕ (T)) ein analoger Komparator (K) dient, dessen Ausgang über einen elektronischen Schalter (ST) die Spannungsversorgung (U_B) für die Meßbrücke steuert.

11. Anordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Regelung der Temperatur Zweipunktregelschaltungen mit einem externen Systemtakt (S) verwendet werden, die während einer Halbperiode des Systemtaktes (S) die Meßbrücke mit dem Meßstrom (I_M) beaufschlagen, das an der Brückendiagonale abgegriffene Temperatursignal ($\Delta\ \phi$ (T)) einem Komparator (IC1) zur Auswertung weiterleiten, dessen Ausgangssignal in ein Speicherglied IC2, IC3) eingeschrieben wird und während der nächsten Halbperiode

des Systemtaktes (S) entsprechend des Speichereintrages entweder der Heizwiderstand (15) bestromt oder nicht bestromt wird.

12. Anordnung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet** , daß das Speicherglied (IC2, IC3) als bistabile Kippstufe realisiert ist.

Claims

1. An arrangement for heating the ink in a printer head, constructed in accordance with film technology, of an ink-jet printing device comprising the following features:
   a) a plurality of electrothermal transducer elements (4) arranged in ink channels are driven via individual supply lines in the form of conductor paths (5, 6),
   b) the electrothermal transducer elements (4) and the conductor paths (5, 6) are produced in one single metallization plane on a substrate (2),
   c) in each case a number of conductor paths (5, 6) are spaced from one another in groups by interspaces,
   d) in these interspaces, sections of a large-area heating resistor (15), which are electrically connected to one another, are integrated in the first metallization plane,
   3) the sections of the heating resistor (15) and the conductor paths (5, 6) are conducted to a peripheral zone of the printer head, where they are contacted and
   f) the electrothermal transducer elements (4), the conductor paths (5, 6) and the heating resistor (15) are jointly covered by an insulator (7).

2. An arrangement as claimed in Claim 1, characterised in that the individual sections of the heating resistor (15) are structured in serpentine formation.

3. An arrangement as claimed in Claim 1 or 2, characterised in that the heating resistor (15) consists of a material with a high temperature dependency of its electrical resistance, and that the heating resistor (15) serves as heat source and at the same time as temperature sensor.

4. An arrangement as claimed in Claim 1, characterised in that the heating resistor is connected to a bridge arm of a bridge circuit for heating and for temperature measurement, a temperature signal $\Delta \phi$ (T) can be tapped from the bridge diagonal, and the other bridge resistors are also integrated in the first metallization plane.

5. An arrangement as claimed in Claim 1, characterised in that at least one of the bridge resistors is used for heating and at least one of the bridge resistors is used for temperature measurement.

6. An arrangement as claimed in Claim 4, characterised in that the measuring bridge is traversed by the whole of the heating current (I_H) and the temperature signal of at least one bridge arm is analysed.

7. An arrangement as claimed in Claim 4, characterised in that the measuring bridge is traversed by a measuring current (I_H) which is small in relation to the heating current (I_H) where only the heating resistor (15) is energised for the purpose of heating.

8. An arrangement as claimed in Claim 1, characterised in that a separate thin film temperature sensor, which is integrated into the first metallization plane, is used to measure the heating temperature.

9. An arrangement as claimed in Claim 1, characterised in that a separate, discrete temperature sensor is used to measure the heating temperature.

10. An arrangement as claimed in Claim 1, characterised in that an analogue comparator (K) serves to analyse the temperature signal (ϕ (T)), where the output of said comparator (K) controls the voltage supply (U_B) for the measuring bridge via an electronic switch (ST).

11. An arrangement as claimed in Claim 4, characterised in that two-position control circuits with an external system clock (S) are used to regulate the temperature, which two-position control circuits, during one half period of the system clock (S), supply the measuring bridge with the measuring current (I_M) and forward the temperature signal ($\Delta\phi$ T)) tapped from the bridge diagonal for analysis to a comparator (IC1), the output signal of which is input into a storage element (IC2, IC3) and during the next half period of the system clock (S), in accordance with the store entry, either the heating resistor (15) is energised or is not energised.

12. An arrangement as claimed in Claim 11, characterised in that the storage element (IC2, IC3) has the form of a bistable circuit.

Revendications

1. Dispositif pour réchauffer l'encre dans une tête

d'écriture, construite selon une technique de stratification, d'un dispositif d'impression à encre, ayant les caractéristiques suivantes :

a) une pluralité d'éléments transducteurs électrothermiques (4) agencés dans les canaux d'encre sont excités par l'intermédiaire de liaisons électriques individuelles, réalisées en tant que pistes conductrices (5,6),

b) les éléments transducteurs électrothermiques (4) et les pistes conductrices (5,6) sont créés dans un plan de métallisation unique sur un substrat (2),

c) à chaque fois, un certain nombre de pistes conductrices (5,6) forment des groupes séparés les uns des autres par des espaces intermédiaires,

d) dans ces espaces intermédiaires, sont agencés, dans le premier plan de métallisation, des tronçons d'une résistance thermique à grande surface (15), tronçons qui sont électriquement reliés les uns aux autres,

e) les tronçons de la résistance thermique (15) et les pistes conductrices (5,6) sont guidés sur une zone de bord de la tête d'écriture et le contact y est établi, et

f) les éléments transducteurs électrothermiques (4), les pistes conductrices (5,6), et la résistance chauffante (15) sont recouverts en commun par un corps isolant (7).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les tronçons individuels de la résistance chauffante (15) présentent une structure en forme de méandres.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la résistance chauffante (15) est constituée d'un matériau ayant une forte dépendance à la température de la résistance électrique, et en ce que la résistance chauffante (15) sert de source de chaleur et en même temps de capteur de température.

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la résistance chauffante est montée dans une branche d'un circuit à pont pour le chauffage et la mesure de la température, un signal de température $\Delta\phi(T)$ pouvant être prélevé sur la diagonale du pont et, également, les résistances restantes du pont étant intégrées dans le premier plan de métallisation.

5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins une des résistances du pont est utilisée pour le chauffage et au moins une des résistances du pont pour la mesure de la température.

6. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le pont de mesure est parcouru par le courant de chauffage dans son ensemble (I_H), et le signal de température d'au moins une branche du pont est exploité.

7. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le pont de mesure est parcouru par un courant de mesure (I_M) petit par rapport au courant de chauffage (I_H), seule la résistance de chauffage (15) étant alimentée en courant pour le chauffage.

8. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que, pour la mesure de la température de chauffage, un capteur de température à couche mince séparé, intégré dans le premier plan de métallisation, est utilisé.

9. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que, pour la mesure de la température de chauffage, un capteur de température discret, séparé est utilisé.

10. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un comparateur analogique (K) sert à l'exploitation du signal de température $\Delta\phi(T)$, dont la sortie commande l'alimentation en tension (U_B) pour le pont de mesure par l'intermédiaire d'un commutateur électronique (ST).

11. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que, pour le réglage de la température, des circuits de réglage à deux positions à cycle externe (S) sont utilisés, lesquels alimentent, pendant une demi-période du cycle (S), le pont de mesure par le courant de mesure (I_M), transmettent le signal de température $\Delta\phi(T)$ prélevé sur la diagonale du pont à un comparateur (IC1) pour l'exploitation, dont le signal de sortie est stocké dans une mémoire (IC2,IC3) et, pendant la demi-période suivante du cycle (S), de façon correspondant aux informations stockées dans la mémoire, la résistance chauffante (15) est alimentée en courant ou non.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que la mémoire (IC2,IC3) est réalisée en tant que bascule bistable.

FIG 1

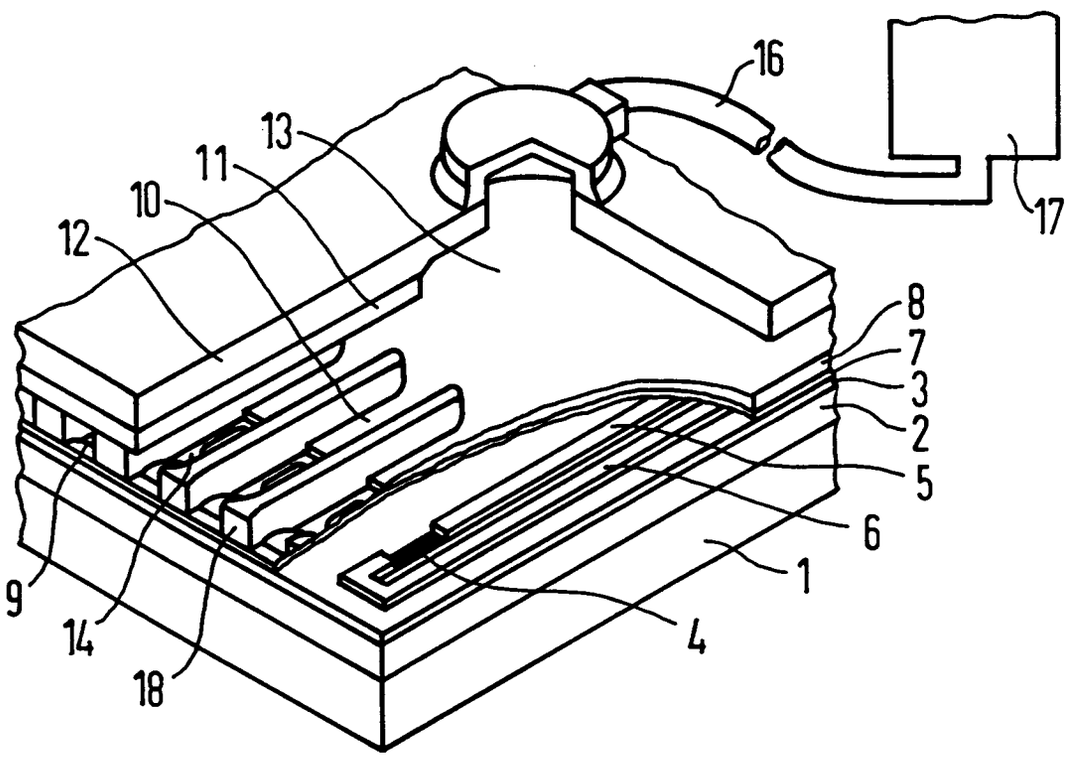


FIG 2

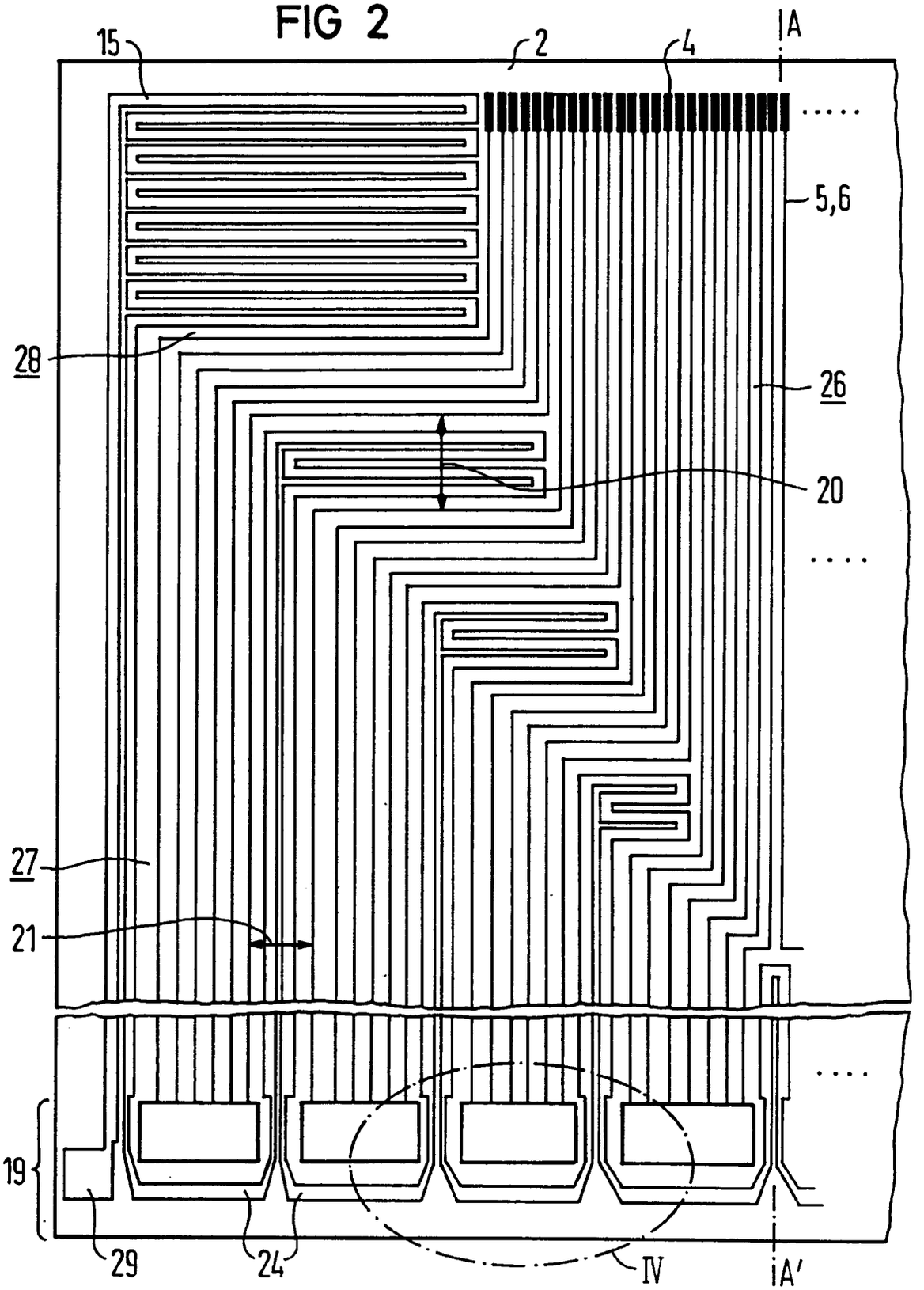


FIG 3

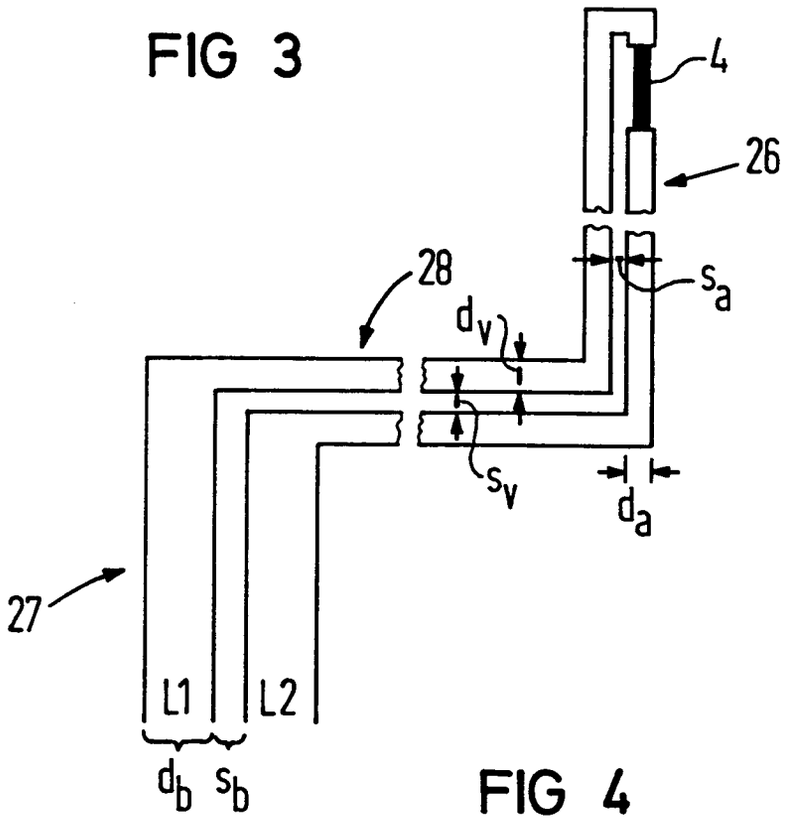


FIG 4

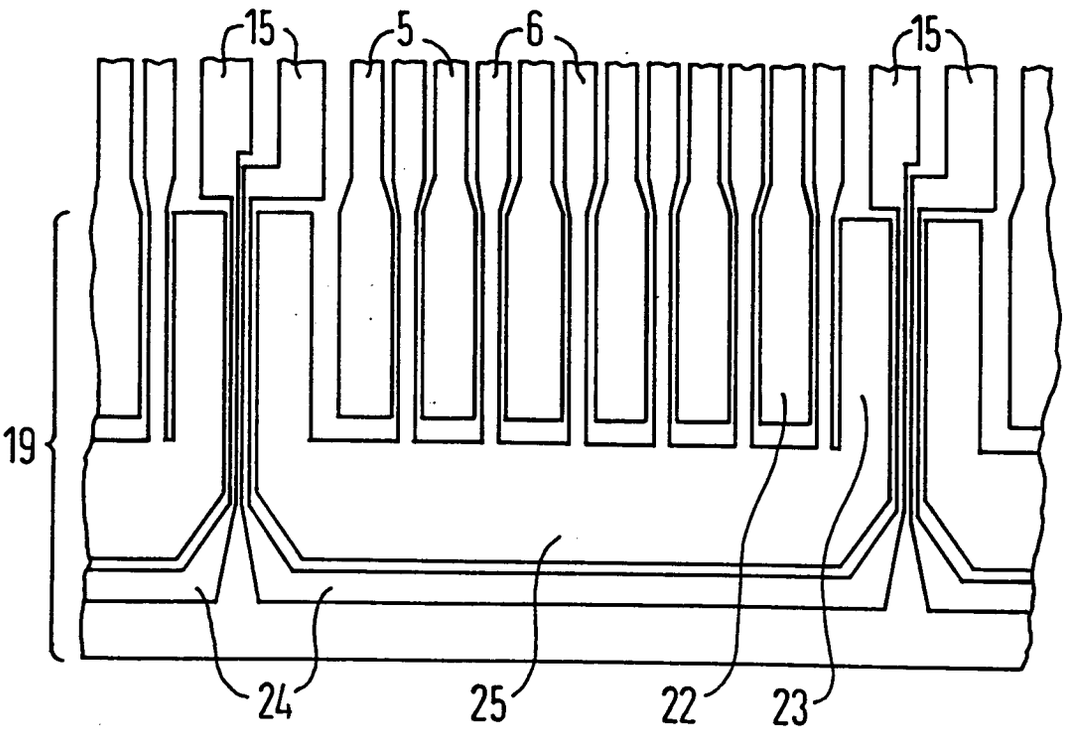


FIG 5

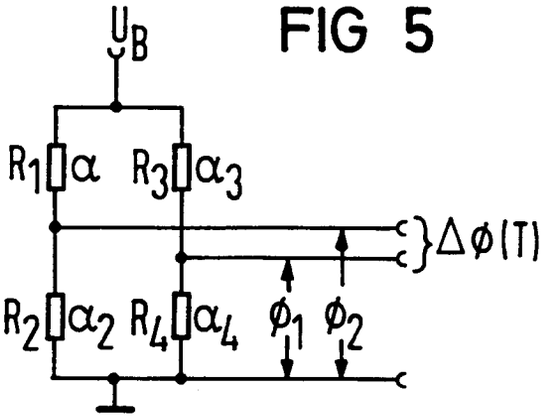


FIG 6

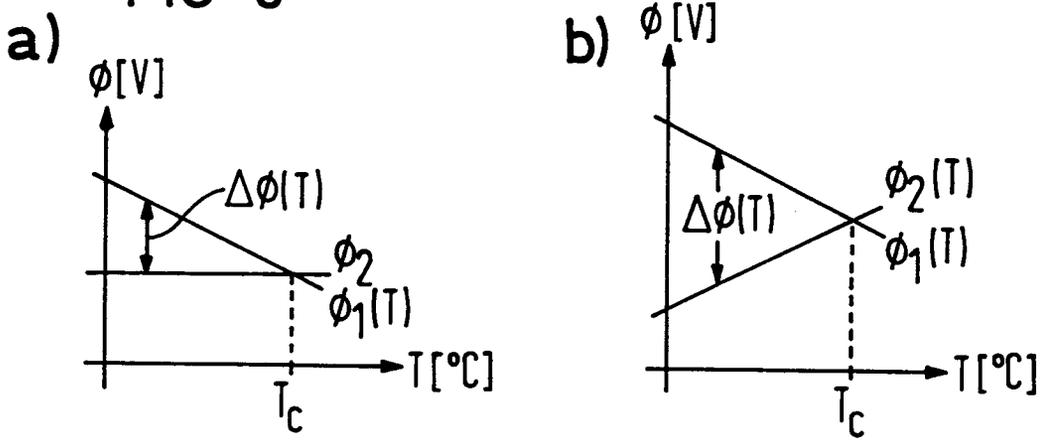


FIG 7

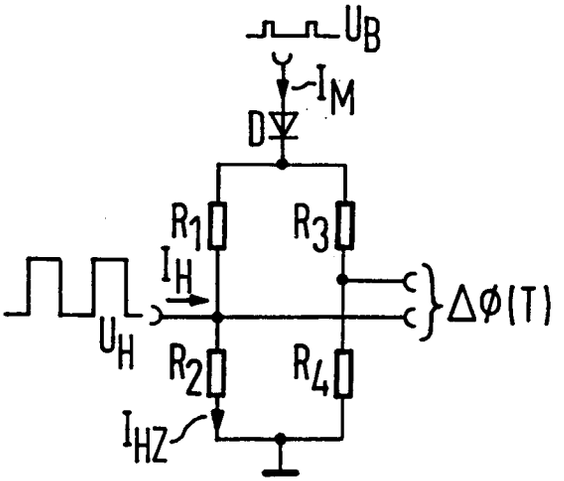


FIG 8

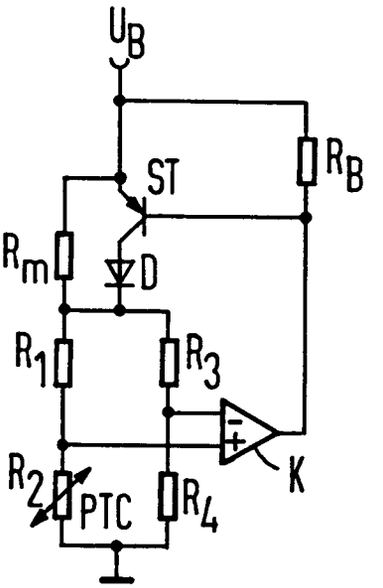


FIG 9

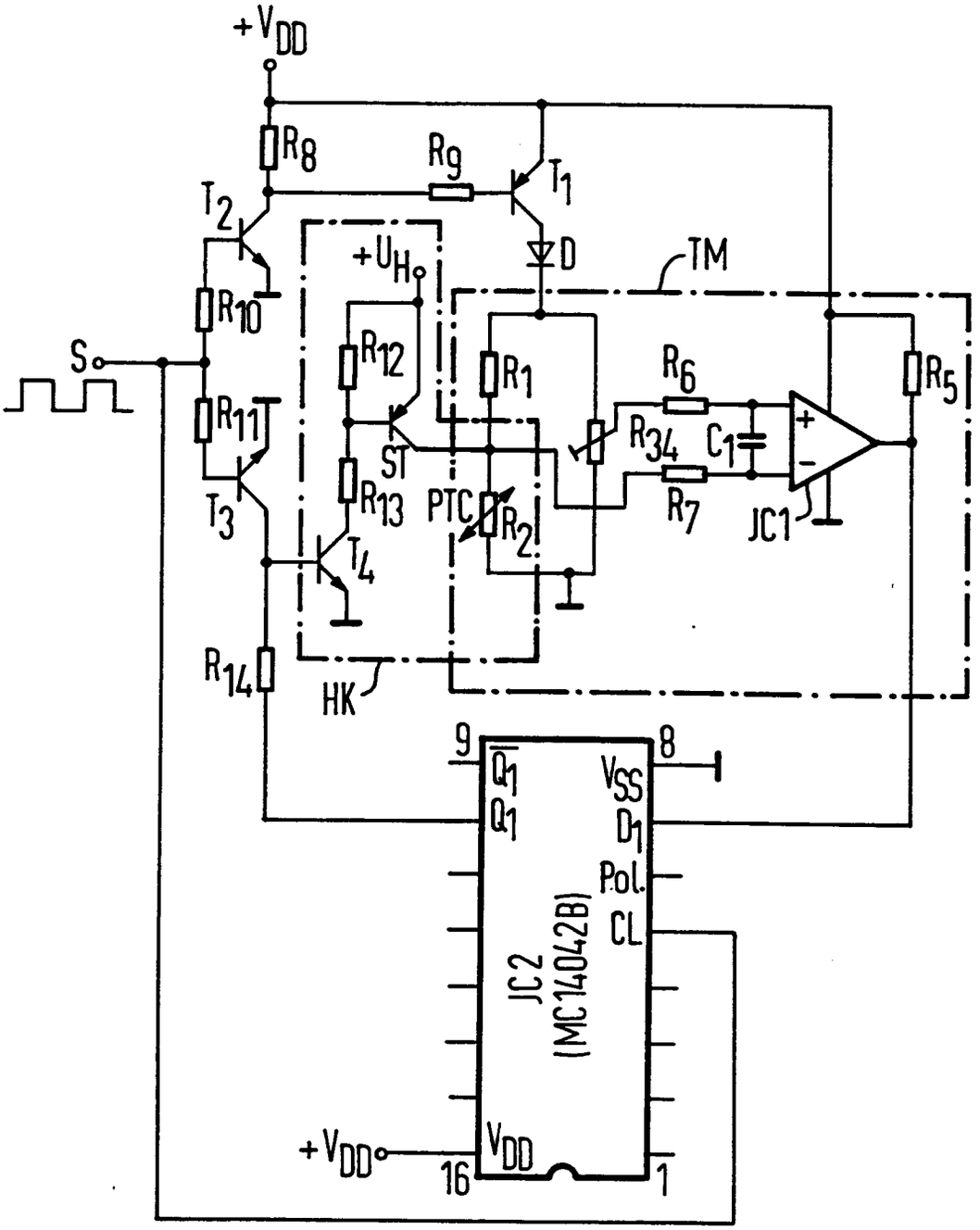

+VDD
R8
R9
T1
T2
+UH
D
TM
R10
R12
R1
R6
R5
S
R11
R34
C1
ST
T3
R13
PTC
R2
R7
JC1
T4
R14
HK
9
8
Q1
Q1
VSS
D1
Pol.
CL
JC2
(MC14042B)
+VDD
VDD
16
1

FIG 10

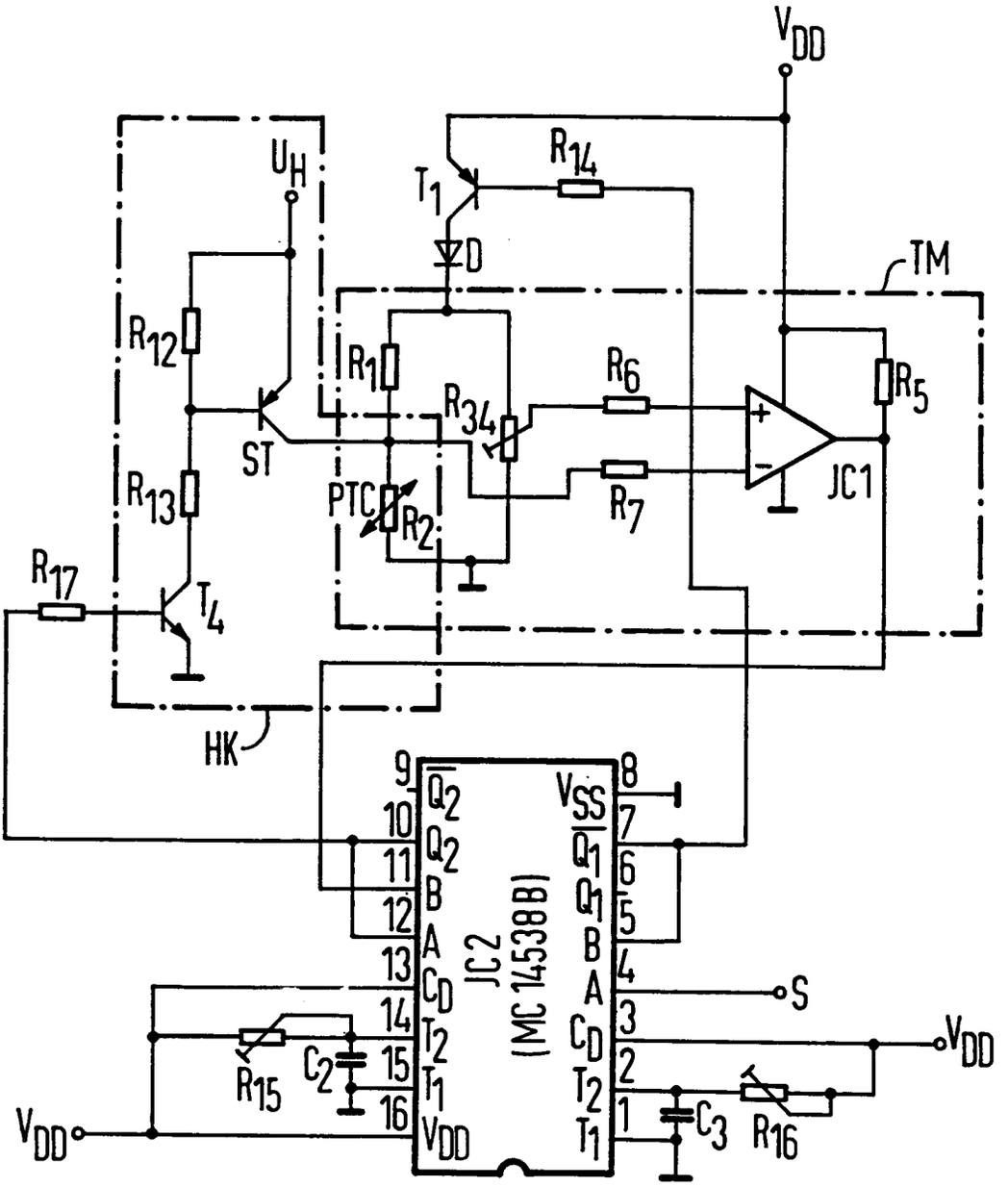

V_{DD}
U_H
T_1
R_{14}
D
TM
R_{12}
R_1
R_6
R_5
R_{34}
ST
JC1
R_{13}
PTC
R_2
R_7
R_{17}
T_4
HK
JC2
(MC 14538B)
Q_2
$\overline{Q}_2$
B
A
C_D
T_2
T_1
V_{SS}
Q_1
$\overline{Q}_1$
S
R_{15}
C_2
C_3
R_{16}

FIG 11

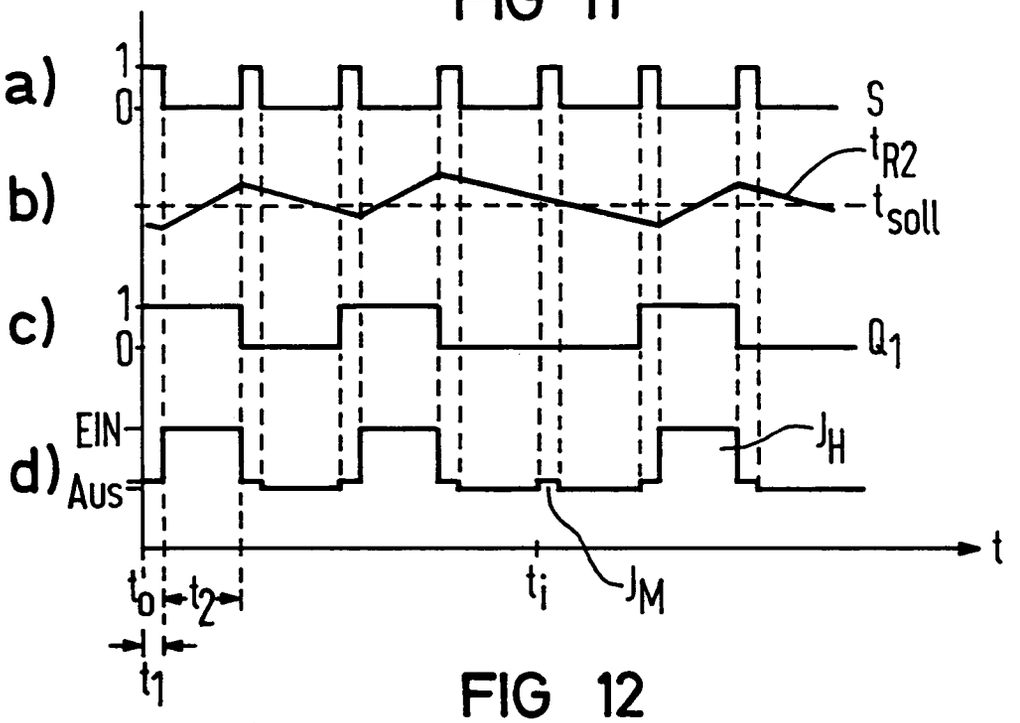
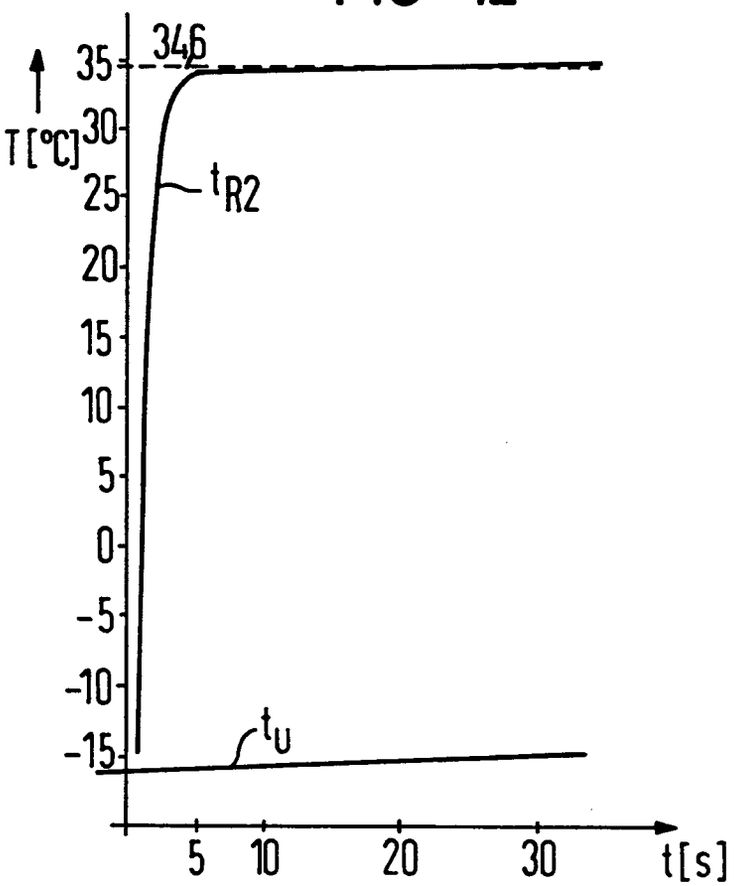

a)
b)
c)
d)
1
0
EIN
Aus
S
t_{R2}
t_{soll}
Q_1
J_H
J_M
t
t_0
t_2
t_1
t_i

FIG 12


T [°C]
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
346
t_{R2}
t_U
5
10
20
30
t [s]