(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 31 597 T2** 2006.06.22

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 037 735 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 31 597.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/26155**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 963 001.7**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/033633**
(86) PCT-Anmeldetag: **07.12.1998**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **08.07.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.09.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **14.09.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.06.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***B29C 45/74*** (2006.01)
B29C 45/78 (2006.01)
B29C 45/27 (2006.01)
G05D 23/22 (2006.01)
H05B 1/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
986347 **08.12.1997** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, CH, DE, ES, FR, GB, IT, LI, PT

(73) Patentinhaber:
D-M-E Co., Madison Heights, Mich., US

(72) Erfinder:
LINEHAN, P., Thomas, Clarkston, US

(74) Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 33605 Bielefeld

(54) Bezeichnung: **ANLAUFVERFAHREN FÜR DIE HEIZUNG EINES FORMWERKZEUGES**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Formen, die in Spritzgießmaschinen verwendet werden, und insbesondere auf ein Verfahren zum aufeinanderfolgenden Zuschalten von elektrischen Heizelemente beim Anlaufen, die in solchen Formen verwendet werden.

Stand der Technik

[0002] Die Formen, die verwendet werden, um Spritzgießprodukte zu formen, umfassen oft Heizelemente, um die Temperatur von bestimmten Abschnitten (Bereichen) der Form zu steuern. Insbesondere werden Heizelemente in „Heißkanalsystemen" verwendet, um einen temperaturgesteuerten Fließweg für die Kunststoffschmelze bereitzustellen, die von der Einspritzeinheit der Gießmaschine zu dem Formhohlraum fliest. Derartige Systeme umfassen typischerweise einen Verteiler, der eine Anzahl von Düsen versorgt, die jeweils Schmelze einem Formhohlraum zuführen. Mehrere Heizelemente sind strategisch entlang der Form und/oder dem Heißkanalsystem angeordnet, um die geeignete Temperatur aufrechtzuerhalten und dadurch sicherzustellen, daß eine Schmelze von guter Qualität verwendet wird, um jedes Teil zu formen. Wenn man die verschiedenen Randbedingungen bezüglich der Anzahl und Lage der Heizelemente, wie sie von einem bestimmten Aufbau der Form vorgegeben sind (beispielsweise Eingußkanäle, Kühlmittelpassagen, Kernmechanismen, Ausstoßzapfen, usw.), berücksichtigt, kann die thermische oder thermisch wirksame Masse, die mit jedem Heizelement verbunden ist, jedoch erheblich variieren. Wenn die Heizelementbereiche beim Anlaufen nicht geeignet aufeinander folgen, kann dies zu einer übermäßigen Abnutzung von zugehörigen mechanischen Elementen des Systems (aufgrund von Unterschieden in der thermischen Ausdehnung), einem Qualitätsverlust des Kunststoffes innerhalb der Form, einer erhöhten Bereitstellungszeit der Form und einer ungeeigneten Gesamtstromentnahme durch das System führen.

[0003] Verschiedene Anlaufsysteme wurden im Stand der Technik vorgestellt. Das einfachste Verfahren ist das gleichzeitige Anlaufen von allen Bereichen. Der Bediener der Gießmaschine führt dieses Verfahren aus, indem er alle Beheizungsbereiche zur gleichen Zeit aktiviert. Dies führt dazu, daß Bereiche mit einer geringen Masse („schnell ansteigende Bereiche") die gewünschte Temperatur schneller erreichen, was zu einem Qualitätsverlust des Materials führt, während der Bediener darauf wartet, daß die anderen Bereiche die geeignete Temperatur erreichen. Ferner kann der Zeitunterschied beim Erreichen der Temperatur zu einer übermäßigen Abnutzung der zugehörigen Dichtelemente führen, weil die Düsen (und möglicherweise andere Verteilerkomponenten) sich in der Größe ausgedehnt haben und einen Druck auf den Verteiler in einer Richtung ausüben, während sich der Verteiler noch in einer weiteren Richtung ausdehnt.

[0004] Einer Alternative zu dem gleichzeitigen Anlaufen ist das aufeinanderfolgende Zuschalten von Heizelementen von Hand. Bei diesem Verfahren beginnt der Bediener das Anlaufen der Heizelemente damit, daß er eine elektrische Leistung den Heizelementen zuschaltet, die mit der größten thermischen Masse verbunden sind (wie von dem Bediener festgelegt, beispielsweise die Verteiler), wobei diesen ermöglicht wird, den eingestellten Temperaturwert zu erreichen, bevor die Heizelemente in den kleineren Bereichen (beispielsweise den Düsen) angeschaltet werden. Liegen mehrere Niveaus an Verteilern vor, kann der Bediener ein Niveau anschalten, dann das nächste Niveau und schließlich die Düsen.

[0005] Obwohl das manuelle aufeinanderfolgende Zuschalten eine Verbesserung gegenüber dem gleichzeitigen Anlaufen sein kann, gibt es weiterhin verschiedene Nachteile. Der Bediener kann das aufeinanderfolgende Zuschalten einfach vergessen, und alle Heizelementbereiche ungefähr zur gleichen Zeit anschalten, was zu den oben beschriebenen Nachteilen des gleichzeitigen Anlaufens führt. Insbesondere führt eine ungleichmäßige thermische Ausdehnung dazu, daß die Passung zwischen Anordnungen enger wird, bevor sich die Verteiler vollständig ausgedehnt haben. Dies führt zur Abnutzung und Verbindung zwischen benachbarten Oberflächen, was zu einem frühzeitigen Ausfall von Dichtelementen zwischen Systemkomponenten führen kann. Ferner erwärmen sich die Düsen für gewöhnlich innerhalb weniger Minuten, wohingegen die Verteiler zwischen 15 bis 30 Minuten benötigen können, um die gewünschte Temperatur zu erreichen. Dies führt zu einem Qualitätsverlust des Materials in den Düsen, möglicherweise bis zu dem Punkt, an dem der Materialfluss blockiert wird – wenn dies passiert, ist es notwendig, das System zu zerlegen und zu reinigen.

[0006] Das manuelle aufeinanderfolgende Zuschalten ermöglicht es dem Bediener ferner, die gesamte Anlaufzeit erheblich über das auszudehnen, was eigentlich notwendig ist, indem dieser übermäßig vorsichtig ist, wie die Sequenz ausgeführt wird. Alternativ kann der Bediener die Verteilerheizelemente anschalten und die Maschine verlassen, um sich anderen Belangen zuzuwenden. Der Verteiler kann tatsächlich für einige Zeit erwärmt sein, bevor der Bediener zurückkehrt, um das nächste Niveau des Verteilers oder die Düsen anzuschalten. Da dies den Zeitraum erhöht, während dem das erste Niveau erwärmt ist, wird die Anlaufzeit erhöht. Die Gefahr des Qualitätsverlustes des Materials ist unter diesen Um-

ständen ebenfalls gegeben. Um die Anlaufzeit und den Qualitätsverlust des Materials zu verringern, muß der Bediener den Prozess sorgfältig überwachen, um festzustellen, wann beim aufeinanderfolgenden Zuschalten jedes Niveau erwärmt ist und wann das nächste Niveau zu aktivieren ist.

[0007] Ein stärker automatisiertes Verfahren ist das „gleichförmige" Anlaufen, bei dem ein computerisiertes System die Temperaturanstiegsrate eines jeden Heizbereichs in dem System überwacht. Diese Art der Steuerung erkennt die Bereiche, in denen die Temperatur schnell ansteigt, und steuert die Leistung für die Heizelemente, um die Temperaturanstiegsrate zu verlangsamen. Der Computer ermöglicht es im wesentlichen den schnell ansteigenden Bereichen, eine bestimmte Temperatur zu erreichen, und verhindert dann eine weitere Wärmeeinleitung, wodurch es den langsamer ansteigenden Bereichen ermöglicht wird, „aufzuholen". Dieser Prozess wird fortgesetzt, bis die Temperaturen für die verschiedenen Bereiche ihren festgelegten Wert erreichen.

[0008] Trotz der „gleichförmigeren" thermischen Ausdehnung der verschiedenen Bereiche in diesem Verfahren kann weiterhin ein Qualitätsverlust des Materials auftreten. Obwohl die Düsen den festgelegten Temperaturwert nicht über einen längeren Zeitraum einnehmen (während sie darauf „warten", daß der Verteiler die Temperatur erreicht), nehmen sie doch für diesen ausgedehnten Zeitraum eine erhöhte Temperatur an, was zu einem gewissen Qualitätsverlust des Materials führt. Ferner tritt zusätzlich eine Abnutzung auf, obwohl alle Systemkomponenten sich ungefähr mit der gleichen Rate erwärmen und ausdehnen. Obwohl dieses Verfahren einige der Abnutzungs- und Qualitätsverlustprobleme verringert, werden diese nicht beseitigt. Dieses Verfahren behandelt alle Wärmebereiche gleich, indem ein gleichförmiger Wärmeanstieg aller Bereiche bereitgestellt wird. Daher wird das Anlaufen eigentlich nicht in aufeinanderfolgenden Schritten ausgeführt.

[0009] Es sollte festgestellt werden, daß die elektrischen Heizelemente, die in den beschriebenen Systemen verwendet werden, oft hygroskopisch sind, das heißt sie absorbieren Feuchtigkeit aus der Luft, und müssen „ausgetrocknet" werden, bevor eine volle Spannung oder Leistung angelegt wird. Die Heizelemente können dauerhaft beschädigt werden, wenn sie nicht geeignet getrocknet sind, bevor eine volle Leistung angelegt wird. Obwohl die Verteilerheizelemente häufig so aufgebaut sind, daß die Absorption von Feuchtigkeit kein Problem ist, sind es die Düsenheizelemente selten. Dieser Unterschied legt nahe, daß die Verteilerheizelemente keine vollständige Trocknung am Anfang der Anlaufprozedur benötigen, wohingegen die Heizelemente für die Düsenbereiche immer geeignet ausgetrocknet sein müssen, bevor die volle Spannung angelegt wird. Entsprechend den im Stand der Technik bekannten Verfahren beginnt das Austrocknen der Düsenheizelemente nicht, bevor diese eingeschaltet sind und typischerweise nachdem die Verteiler nahezu ihre Temperatur erreicht haben; dies verlängert die Anlaufzeit weiter. Nur das „gleichförmige" Verfahren ermöglicht das Austrocknen aller Bereiche während des aufeinanderfolgenden Zuschaltens. Dabei ist nachteilig, daß das „gleichförmige" Verfahren auch zu einem erheblichen Wärmeanstieg der Düsen führt, was zu einer thermischen Ausdehnung und einem Qualitätsverlust des Materials führt, wie oben beschrieben.

[0010] US 5280422 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Kalibrieren und Steuern mehrerer Heizelemente. Die mehreren Heizelemente werden von einem Mikrocomputer und einem Multiplexer dieses Systems kalibriert und gesteuert. Die Heizelemente werden nacheinander vermessen, und ein Widerstand wird für diese anhand von Spannungs- und Strommessungen berechnet. Der Bediener gibt eine Temperatur für den berechneten Widerstand ein, um einen kalibrierten Widerstandswert aufzustellen. Während eines Durchlaufs versorgt der Computer jedes Heizelement mit Energie und vermißt dieses, um dessen Widerstand zu berechnen. Der Computer vergleicht diesen mit einer hinterlegten Tabelle, um die tatsächlichen Temperaturen der Heizelemente festzustellen, und in Abhängigkeit davon steuert der Computer die Energieversorgung der Heizelemente, bis die festgelegten Werte erreicht sind.

Offenbarung der Erfindung

[0011] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Steuern der Aktivierung und des aufeinanderfolgenden Zuschaltens von Heizelementbereichen bereitzustellen, das zu einer geringeren Abnutzung der Dichtelemente führt und wirksam den Qualitätsverlust der Kunststoffschmelze aufgrund einer verlängerten Wärmeexposition verhindert.

[0012] In Übereinstimmung mit der Erfindung wird in einem Spritzgießsystem, umfassend eine Form mit einem beheizten Kanalsystem, um eine Kunststoffschmelze einem Hohlraum innerhalb der Form zuzuführen, und einer Vielzahl von Heizelementen, die der Form und dem Kanalsystem zugeordnet sind, ein Verfahren bereitgestellt, um die Form und das Kanalsystem auf eine gewünschte Betriebstemperatur zu bringen, umfassend die Schritte:

(a) Positionieren der Heizelemente in der Form und dem Kanalsystem, um die Masse der Form und des Kanalsystems in mehrere Bereiche zu unterteilen,

(b) Positionieren von Temperatursensoren innerhalb jedes Bereichs, um eine Rückmeldung betreffend die Temperatur in dem zugehörigen Bereich zu jedem Zeitpunkt bereitzustellen,

(c) Bewirken eines Stromflusses zu den Heizelementen; und
(d) Überwachen der Heizelemente jedes Bereichs; dadurch gekennzeichnet, daß
(e) der Stromfluss zu den Heizelementen im Schritt (c) für einen definierten Zeitraum bewirkt wird;
(f) das Ergebnis des Überwachens in Schritt (d) verwendet wird, um die relative thermisch wirksame Masse zu bestimmen, die zu jedem Bereich gehört;
(g) eine Anlaufsequenz für die Bereiche gebildet wird, basierend auf der relativen thermisch wirksamen Masse, die in Schritt (e) bestimmt wurde, so daß die Heizelemente in den Bereichen mit einer größeren thermisch wirksamen Masse aktiviert werden, um die zugehörige Masse der Form und des Kanalsystems auf einen vorher festgelegten Wert aufzuheizen, bevor die Heizelemente in den Bereichen mit einer geringeren thermisch wirksamen Masse aktiviert werden.

[0013] In Übereinstimmung mit der genannten Aufgabe umfaßt das Verfahren der vorliegenden Erfindung ein Bestimmen des Heizelementbereichs mit der größten Masse, ein Zuführen von Wärme in den Bereich, wodurch es dem Abschnitt der Form ermöglicht wird, sich ungehindert auszudehnen (aufgrund des Temperaturanstiegs auszudehnen). Die Heizelementbereiche, die mit einer kleineren Masse verbunden sind, werden bei minimalen Temperaturen gehalten, bis die größeren Bereiche erwärmt sind. Das System ist in der Lage, mehrere Niveaus von Temperaturanstiegsraten zu bestimmen, und kann ein aufeinanderfolgendes Anlaufen dieser verschiedener Arten von Wärmelasten bereitstellen. Der Bediener kann ferner manuell das System programmieren, um bestimmte automatisierte Sequenzen zu überschreiben, um eine Anlaufsequenz zu gewährleisten, die eine mechanische Abnutzung am besten verringert und einen Qualitätsverlust des Kunststoffmaterials verhindert.

[0014] Das Verfahren zum aufeinanderfolgenden Zuschalten der Heizelemente der Form beim Anlaufen entsprechend der vorliegenden Erfindung überwacht die Temperaturanstiegsrate in verschiedenen Bereichen, um die relative thermisch wirksame Masse zu bestimmen; das heißt je größer die Masse, desto langsamer der Temperaturanstieg. Das Verfahren dann Leistung den Bereichen mit größerer Masse zu, um die thermische Ausdehnung der primären Formelemente auf eine Weise zu steuern, die eine Abnutzung der zugehörigen mechanischen Komponenten und Dichtelemente minimiert. Das Verfahren zum Anlaufen der Heizelemente verringert oder verhindert den Qualitätsverlust des Kunststoffmaterials durch eine Verringerung des Zeitraums, den das Material hohen Temperaturen unterworfen ist. Ferner dient das offenbarte Verfahren dazu, den Zeitraum zu minimieren, der benötigt wird, das Gießsystem auf den Betrieb vorzubereiten, wobei die oben beschriebenen Vorteile zum Anlaufen des Systems erreicht werden. Schließlich verringert die aufeinanderfolgende Energiezuführung zu großen Heizelementen, wie durch die vorliegende Erfindung gelehrt, die Spitzenstromentnahme des Systems, wodurch diese dazu beiträgt, elektrische Schaltkreisüberlastungen und Spitzenabnahmemengen von Versorgungswerken zu verhindern. Die Vorrichtung, die mit dem offenbarten Verfahren verbunden ist, umfaßt einen geeigneten Mikroprozessor (oder Mikroprozessoren), einen (oder mehrere) Analog/Digital-Konverter und Triacs (oder andere geeignete Leistungsschalteinrichtungen), die funktionsgerecht mit den Heizelementen und entsprechenden Temperatursensoren in jedem Bereich verbunden sind.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0015] Fig. 1 ist eine Frontansicht eines Heißkanalsystems für eine Spritzform, teilweise im Schnitt dargestellt, umfassend Heizelemente, die entsprechend dem Verfahren der vorliegenden Erfindung gesteuert sind.

[0016] Fig. 2 ist eine vergrößerte Ansicht eines Ausschnittes des Heißkanalsystems für eine Spritzform, das in Fig. 1 gezeigt ist.

[0017] Fig. 3 ist eine Draufsicht des Verteilers in dem ersten Niveau des Heißkanalsystems für eine Spritzform, das in Fig. 1 gezeigt ist.

[0018] Fig. 4 ist eine Draufsicht des Verteilers in dem zweiten Niveau des Heißkanalsystems für eine Spritzform, das in Fig. 1 gezeigt ist.

[0019] Fig. 5 ist eine schematische Darstellung eines Steuerungssystems mit einem einzelnen Mikroprozessor, das das Anlaufverfahren für Formheizelemente der vorliegenden Erfindung umfaßt.

[0020] Fig. 6 ist eine schematische Darstellung eines modularen Steuerungssystems, das das Anlaufverfahren für Formheizelemente der vorliegenden Erfindung umfaßt.

Beste Ausführungsform der Erfindung

[0021] Das Verfahren der vorliegenden Erfindung wird typischerweise in Verbindung mit elektrischen Heizelementen ausgeführt, die verwendet werden, um zusätzliche Wärme an Komponenten zuzuführen, die mit einer Spritzform verbunden sind. Fig. 1 zeigt ein Heißkanalsystem **10**, das verwendet wird, um eine thermoplastische Schmelze von der Einspritzeinheit einer Spritzgießmaschine zu mehreren Formhohlräumen zu leiten. Es gibt einen „Verteiler in dem ersten Niveau" **12**, der den Strom der Kunststoff-

schmelze von der Einspritzeinheit durch einen Düsenadapter **14** aufnimmt. Die Kunststoffschmelze wird durch Leitungen **16** in dem Verteiler **12** in dem ersten Niveau befördert, um von zwei „Verteilern in dem zweiten Niveau" **18** aufgenommen zu werden. Die Verteiler **18** in dem zweiten Niveau umfassen ferner Flußdurchgangsstücke **20**, um die Schmelze von dem Verteiler **12** in dem ersten Niveau zu mehren Düsen **22** zu leiten. Jede der Düsen **22** steht in Verbindung mit einem Formhohlraum, um die von einem zugehörigen Flußdurchgangsstück **20** in dem Verteiler **18** in dem zweiten Niveau aufgenommene Kunststoffschmelze durch ein mittleres Durchgangsstück **24** und in den Formhohlraum zu leiten.

[0022] Da die Kunststoffschmelze während des Produktionsbetriebes der Spritzgießmaschine in einem flüssigen Zustand ist, ist es notwendig, daß die Verbindungen zwischen den Verteilern und den Düsen flüssigkeitsdicht sind. Aus diesem Grund sind Dichtungen **26** an der Verbindung der Durchgangsstücke **16** des Verteilers **12** in dem ersten Niveau mit den Durchgangsstücken **20** des Verteilers **18** in dem zweiten Niveau vorgesehen. Auf ähnliche Weise sind Dichtringe **28** an der Verbindung der Durchgangsstücke **20** des Verteilers **18** in dem zweiten Niveau mit den mittleren Durchgangsstücken **24** der Düsen **22** vorgesehen.

[0023] Das Heißkanalsystem **10** ist mit mehreren Heizelementen versehen, um die Komponenten (Verteiler **12**, **18** und Düsen **22**) auf eine geeignete Betriebstemperatur (zu Beginn des Anlaufens) zu bringen, und die gewünschte Temperatur der Kunststoffschmelze beizubehalten, während diese zu der Form befördert wird. Typischerweise sind die gewünschten Betriebstemperaturen von der Art des Kunststoffmaterials vorgegeben, das in einer gegebenen Anwendung verwendet wird. Wie deutlicher in den Fig. 2 bis Fig. 4 dargestellt ist, weist der Verteiler **12** in dem ersten Niveau zwei Heizelemente **30** auf, die das Flußdurchgangsstück **16** umschließen. Auf ähnliche Weise umfassen die Verteiler **18** in dem zweiten Niveau zwei Sätze von gewundenen Heizelementen **32**, um Wärme dicht an die Flußdurchgangsstücke **20** zu liefern. Alternativ könnten die Verteiler **12**, **18** mit herkömmlichen kassettenähnlichen Heizelementen und nicht mit den länglichen, gewundenen Elementen, die dargestellt sind, ausgestattet sein. Die Düsen **22** sind mit Heizelementen **34** ausgestattet, die den Hauptkörper der Düsen **22** umschließen, um einen geeigneten Fluß durch das mittlere Durchgangsstück **24** sicherzustellen.

[0024] Die Wirkung, die die Heizelemente auf die Komponenten des Heißkanalsystems **10** haben, wird durch mehrere Thermoelemente überwacht, die angeordnet sind, um die thermischen Gradienten in dem System genau anzuzeigen. Wie in den Fig. gezeigt, weist der Verteiler **12** in dem ersten Niveau Thermoelemente **36** auf, weisen die Verteiler **18** in dem zweiten Niveau Thermoelemente **38** auf und sind die Düsen **22** mit Thermoelementen **40** versehen. Die festgelegten Werte für die Heizelemente werden anfangs auf der Grundlage der Art des Kunststoffes, der verarbeitet wird, festgelegt und eingestellt, oft durch ausprobieren, um einen Satz von Randbedingungen zu erhalten, die einen kontinuierlichen Betrieb der Spritzgießmaschine ohne „heiße Punkte" gewährleisten, die einen Qualitätsverlust des Materials bewirken können.

[0025] Jedoch gibt es verschiedene Umstände, die es erfordern, den Betrieb der Spritzgießmaschine einzustellen; beispielsweise einen Wechsel der Form, einen Wechsel der Farbe, eine Wartung der Form, usw. Offensichtlich verfestigt sich der Kunststoff, der in den Stromdurchgangsstücken **16**, **20**, **24** enthalten ist, wenn die Heizelemente „ausgeschaltet" sind. Wenn es später gewünscht ist, den Gießprozess erneut zu starten, muß das Material in den Stromdurchgangsstücken **16**, **20**, **24** erneut geschmolzen werden, bevor die Maschine betrieben werden kann, um Teile herzustellen. Die Heizelemente **30**, **32**, **34** müssen so gesteuert werden, daß (a) die thermische Ausdehnung der Komponenten relativ gleichförmig ist, um eine Beschädigung der Dichtungen **26**, **28** zu vermeiden, und (b) das Kunststoffmaterial nicht auf Temperaturen gehalten wird, die dazu führen, daß dieses einen Qualitätsverlust erleidet. Dies sind die Hauptaufgaben des Verfahrens zum Anlaufen der Heizelemente entsprechend der vorliegenden Erfindung.

[0026] Wie in Fig. 5 gezeigt, kann das Verfahren der vorliegenden Erfindung durch ein Steuerungssystem realisiert sein, das einen einzelnen Mikroprozessor (CPU) verwendet, um die Temperaturen in allen Heizelementbereichen für eine bestimmte Formanordnung zu überwachen und zu steuern; dies wird typischerweise als ein Multiplexsystem oder als ein Steuerungssystem mit mehreren Schleifen bezeichnet.

[0027] Alternativ kann das Heizelementanlaufverfahren in ein modulares Heizelementsystem aufgenommen sein, das aus mehreren Steuerungsmodulen mit einfacher Schleife (siehe Fig. 6) aufgebaut ist, wobei ein Kommunikationsinterface zwischen den Modulen es den unabhängigen Heizelementbereichen ermöglicht, miteinander zu kommunizieren, so daß die gewünschte Anlaufsequenz ausgeführt werden kann. Bei einem modularen Aufbau wird insbesondere ein neuronales Netzwerk oder ein anderes Kommunikationsmittel verwendet, um es jedem Bereich zu ermöglichen, Informationen mit anderen Bereichen zu teilen, um die relativen thermisch wirksamen Merkmale der Bereiche zu bestimmen. Im Allgemeinen kommt es häufig vor, daß die Heizelementbereiche eines Heißkanalsystems in zwei, drei oder mehr Sätze von thermischen Merkmalen unterteilt

werden. Jeder Satz wird zu einem „Niveau", das in die Anlaufsequenz aufgenommen wird. Der Satz mit der am schnellsten ansteigenden Rate von Wärmeanstiegsmerkmalen entspricht typischerweise den Bereichen, die die Düsenheizelemente **34** aufweisen. Diese „schnell ansteigenden" Bereiche sind in allen Fällen die letzten, die zugeschaltet werden.

[0028] In Heißkanalsystemen, in denen es mehrere Sätze von „langsam ansteigenden" Heizelementbereichen (beispielsweise mehrere Verteilerniveaus) gibt, kann es notwendig sein, daß der Bediener die Sequenz festlegt; das heißt welcher Satz als erstes mit Energie versorgt wird, welcher Satz als nächstes usw. Selbst wenn das Verfahren automatisch die verschiedenen thermischen Sätze bestimmen kann, ist das System ferner ausgelegt, eine ausreichende Flexibilität aufzuweisen, um es dem Bediener zu ermöglichen, festzulegen, welcher Satz zuerst zugeschaltet wird. Dem Bediener wäre es mit anderen Worten möglich, die Bereiche auf eine solche Weise zuzuschalten, die möglicherweise die automatisch festgelegten Sätze und die Sequenz überschreibt.

[0029] Eine Realisierung des Verfahrens entsprechend der vorliegenden Erfindung beginnt damit, daß alle Bereiche in einem Austrocknungsmodus aktiviert werden; das heißt mit einer sehr geringen Spannung (oder Leistung). Unter Verwendung einer Rückmeldung, die durch geeignete Sensoren zu Anfang des Austrocknungsmodus erzeugt wird, werden die „langsamen" und „schnellen" Heizelementbereiche identifiziert. Ferner würde eine große Stromabnahme durch einen bestimmten Bereich während des Austrocknens anzeigen, daß Heizelemente mit einer hohen Leistung in diesem Bereich vorhanden sind, die mit einer großen thermisch wirksamen Masse verbunden sind. Umgekehrt zeigt eine geringe Stromabnahme durch einen bestimmten Bereich kleinere Heizelemente an, die mit einer geringeren thermisch wirksamen Masse verbunden sind. Alternativ kann die Bestimmung von langsamen und schnellen Heizelementbereichen direkter erfolgen, indem die Temperaturänderungsrate in den verschiedenen Bereichen während des Austrocknens berechnet wird; je höher die Änderungsrate ist, desto „schneller" ist der Bereich.

[0030] Ist das Austrocknen des „langsamsten" Bereichs einmal vollendet, wird eine vorbestimmte Spannung angelegt, um diesen Bereich auf seinen programmierten festgelegten Wert zu bringen. Abhängig von dem Aufbau der Form, kann die Spannung mehreren Bereichen zugeführt werden, wenn keine nachteilige Ausdehnung auftritt. Auf jeden Fall wird das Anlegen der langsamen (Austrocknungs-) Spannung für die „schnellen" Bereiche aufrechterhalten, bis die „langsamen" Bereiche alle ihre festgelegten Temperaturwerte erreicht haben. Das Anlegen einer geringen Spannung bedeutet, daß es nur einen minimalen Temperaturanstieg in den „schnellen" Bereichen geben wird, um eine ungewünschte thermische Ausdehnung und einen Qualitätsverlust des Materials zu verhindern.

[0031] Liegen lediglich zwei Niveaus vor, die aufeinanderfolgend zu schalten sind, so wird die geringe Spannung (Austrocknung) von den Heizelementbereichen für die Düsen genommen, wenn der einzelne Satz von Verteilern eine vorbestimmte Temperatur erreicht (häufig ist das untere Ende der Steuerung proportional oder ein Alarmbereich). Bei Verteilern in mehreren Niveaus wird das Austrocknen des Verteilers in dem zweiten Niveau beendet, wenn das erste Niveau die vorbestimmte Temperatur erreicht; dieses Verfahren wird fortgesetzt, bis alle Verteilerniveaus den gewünschten festgelegten Wert erreichen. Schließlich werden die Heizelemente für die Düsen aktiviert, um diese auf Temperatur zu bringen. Bevorzugt würde es die Systemsteuerung dem Bediener erlauben, die vorbestimmten (festgelegten Werte) Temperaturen einzugeben, die das Anlaufen des nächsten Niveaus oder den Satz von Heizelementbereichen triggern.

[0032] Obwohl diese Sequenz zum Anlaufen von Heizelementen bedeutet, daß die Verteiler die Temperatur für einen gewissen Zeitraum halten, bevor die Düsen sich erwärmt haben, ist der Qualitätsverlust des Materials in den Verteilern unbedeutend. Die Verteiler haben große Fließkanäle und eine größere thermisch wirksame Masse, die es diesen ermöglichen, die Wärme ohne nachteilige Wirkungen zu verteilen. Im Gegensatz dazu ist ein Qualitätsverlust wahrscheinlich, wenn Material in den kleinen Öffnungen der Düsen bei einer erhöhten Temperatur für einen längeren Zeitraum gehalten wird.

[0033] Falls gewünscht, könnte das Verfahren der vorliegenden Erfindung in Verbindung mit der „Vorrichtung zur Erfassung von Feuchtigkeit von Formheizelementen und zum Austrocknen" („Mold Heater Moisture Detection and Dry Out Apparatus") verwendet werden, die in dem US-Patent Nummer 5,039,842 offenbart ist, um (a) das Anlegen einer hohen Spannung oder Leistung an ein Heizelement zu verhindern, wenn ein großer Erdkriechstrom erfasst wurde, und/oder (b) eine Leistung für ein Heizelement abzuschalten, wenn der Erdkriechstrom einen vorher festgelegten Maximalwert überschreitet und durch das Anlegen einer niedrigen Spannung nicht korrigiert werden kann.

[0034] In der bevorzugten Ausführungsform werden Mikroprozessoren verwendet, um die thermischen Eigenschaften der Bereiche schnell und automatisch zu bestimmen. Wahlweise könnte der Bediener die thermische Beziehung der Bereiche, falls diese bekannt ist, in das Steuerungssystem von Hand über eine Tastatur, einen berührungsempfindlichen Bild-

schirm oder andere Mittel, die in dem Stand der Technik bekannt sind, eingeben. Bei einem modularen Steuerungssystem (wie im wesentlichen in Fig. 6 gezeigt) können die Module jedoch unter Verwendung physikalischer Schalter oder Brücken programmiert werden, um die gewünschte thermische Niveauidentifikation bereitzustellen.

[0035] In der bevorzugten Ausführungsform sind die Sätze der Heizelementbereiche auf einem Computerbildschirm oder einem anderen geeigneten Ausleseelement dargestellt, um eine visuelle Rückmeldung für den Bediener bereitzustellen. Der Bediener wäre dann in der Lage, die festgelegte Einstellung für jeden Bereich zu ändern, falls gewünscht. Der Bediener wäre ferner in der Lage, diese Information einzugeben, bevor ein anfängliches Anlaufen des Steuerungssystems ausgeführt wird.

[0036] Schließlich würde das Steuerungssystem es dem Bediener in der bevorzugten Ausführungsform ermöglichen, die erlernte und/oder programmierte Beziehung der thermisch wirksamen Masse des Heizelementes in einer Speichereinrichtung zu speichern, wie z. B. einer Festplatte oder einer Diskette oder Festkörperspeichereinrichtungen, wie z. B. einem batteriegepufferten RAM, EEPROM, EAROM oder einem Flash-ROM. Dieselbe Speichereinrichtung könnte ferner die festgelegten Temperaturwerte speichern, die verwendet werden, um zu bestimmen, wann das aufeinanderfolgende Anlaufen nacheinander folgender Niveaus erfolgt.

Gewerbliche Anwendbarkeit

[0037] Wie beschrieben, stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Steuerung der Aktivierung und des aufeinanderfolgenden Zuschaltens von Heizelementbereichen in Formen, die in Spritzgießmaschinen verwendet werden, bereit, das zu einer geringeren Abnutzung der Dichtelemente führt und wirksam den Qualitätsverlust der Kunststoffschmelze aufgrund einer längeren Wärmeeinwirkung verhindert. Das System ist in der Lage, mehrere Niveaus von Temperaturanstiegsraten zu erfassen, und kann ein aufeinanderfolgendes Anlaufen dieser verschiedenen Arten von Wärmelasten bereitstellen.

[0038] Ferner dient das beschriebene Verfahren dazu, den Zeitraum zu minimieren, der benötigt wird, das Gießsystem auf den Betrieb vorzubereiten, während die oben beschriebenen Vorteile des Systemanlaufs erreicht werden. Schließlich verringert das aufeinanderfolgende Zuschalten der Leistung für große Heizelemente, wie durch die vorliegende Erfindung gelehrt, die Spitzenstromentnahme des Systems, wodurch dazu beigetragen wird, elektrische Schaltkreisüberlastungen und Spitzenabnahmemengen von Versorgungswerken zu verhindern. Die Vorrichtung, die mit dem beschriebenen Verfahren verbunden ist, umfaßt einen geeigneten Mikroprozessor (oder Mikroprozessoren), einen Analog/Digital-Konverter (oder mehrere Konverter) und Triacs (oder andere geeignete Leistungsschaltungseinrichtungen), die funktionsgerecht mit den Heizelementen und entsprechenden Temperatursensoren in jedem Bereich verbunden sind.

[0039] Es ist beabsichtigt, alle Modifikationen, Änderungen und Äquivalente, die innerhalb des Bereichs der angefügten Ansprüche fallen, abzudecken. Beispielsweise kann ein einzelner Bereich mehr als ein Heizelement oder verschieden aufgebaute Heizelemente aufweisen, abhängig von dem Aufbau der Form. Ferner können andere Systeme oder Mechanismen verwendet werden, um die Versorgung der Heizelemente mit elektrischer Leistung zu steuern.

Patentansprüche

1. In einem Spritzgießsystem, umfassend eine Form mit einem beheizten Kanalsystem (**10**), um eine Kunststoffschmelze einem Hohlraum innerhalb der Form zuzuführen, und einer Vielzahl von Heizelementen (**30**, **32**, **34**), die der Form und dem Kanalsystem (**10**) zugeordnet sind, ein Verfahren, um die Form und das Kanalsystem (**10**) auf eine gewünschte Betriebstemperatur zu bringen, umfassend die Schritte:
(a) Positionieren der Heizelemente (**30**, **32**, **34**) in der Form und dem Kanalsystem (**10**), um die Masse der Form und des Kanalsystems (**10**) in mehrere Bereiche zu unterteilen,
(b) Positionieren von Temperatursensoren (**36**, **38**, **40**) innerhalb jedes Bereichs, um eine Rückmeldung betreffend die Temperatur in dem zugehörigen Bereich zu jedem Zeitpunkt bereitzustellen,
(c) Bewirken eines Stromflusses zu den Heizelementen (**30**, **32**, **34**); und
(d) Überwachen der Heizelemente jedes Bereichs;
dadurch gekennzeichnet, daß
(e) der Stromfluß zu den Heizelementen (**30**, **32**, **34**) im Schritt (c) für einen definierten Zeitraum bewirkt wird;
(f) das Ergebnis des Überwachens in Schritt (d) verwendet wird, um die relative thermisch wirksame Masse zu bestimmen, die zu jedem Bereich gehört;
(g) eine Anlaufsequenz für die Bereiche gebildet wird, basierend auf der relativen thermisch wirksamen Masse, die in Schritt (e) bestimmt wurde, so daß die Heizelemente (**30**, **32**, **34**) in den Bereichen mit einer größeren thermisch wirksamen Masse aktiviert werden, um die zugehörige Masse der Form und des Kanalsystems (**10**) auf einen vorher festgelegten Wert zu heizen, bevor die Heizelemente (**30**, **32**, **34**) in den Bereichen mit einer geringeren thermisch wirksamen Masse aktiviert werden.

2. Die Erfindung nach Anspruch 1, ferner dadurch gekennzeichnet, daß Schritt (c) das Anlegen

eines gesteuerten Stromes an die Heizelemente in jedem Bereich umfaßt, und Schritt (d) das Überwachen der Temperatur der Heizelemente jedes Bereichs unter Verwendung der Rückmeldung von den Temperatursensoren (**36**, **38**, **40**) umfaßt, wobei die relative thermisch wirksame Masse, die jedem Bereich zugeordnet ist, durch die Temperaturanstiegsrate für jeden Bereich bestimmt wird, basierend auf der Temperaturänderung, die von dem gesteuerten Strom hervorgerufen wird.

3. Die Erfindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Schritt (c) das Anlegen einer gesteuerten Spannung an die Heizelemente (**30**, **32**, **34**) in jedem Bereich umfaßt, Schritt (d) das Überwachen des sich ergebenden Stromes, der den Heizelementen in jedem Bereich zugeführt wird, umfaßt und wobei die relative thermisch wirksame Masse, die jedem Bereich zugeordnet ist, bestimmt wird durch die Messung der Stromstärke, die jedem Bereich zugeführt wird.

4. Die Erfindung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Masse der Form und des Kanalsystems (**10**) in mehrere Bereiche unterteilt wird, so daß die mögliche Leistungsabgabe des Heizelementes proportional zu der Masse ist, die dem Bereich zugeordnet ist.

5. Die Erfindung nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend den weiteren Schritt des Einstellens der Anlaufsequenz, die in dem Schritt (g) gebildet wurde, in Abhängigkeit von einer Eingabe eines Bedieners, um die Heizelementanlaufsequenz zu optimieren.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

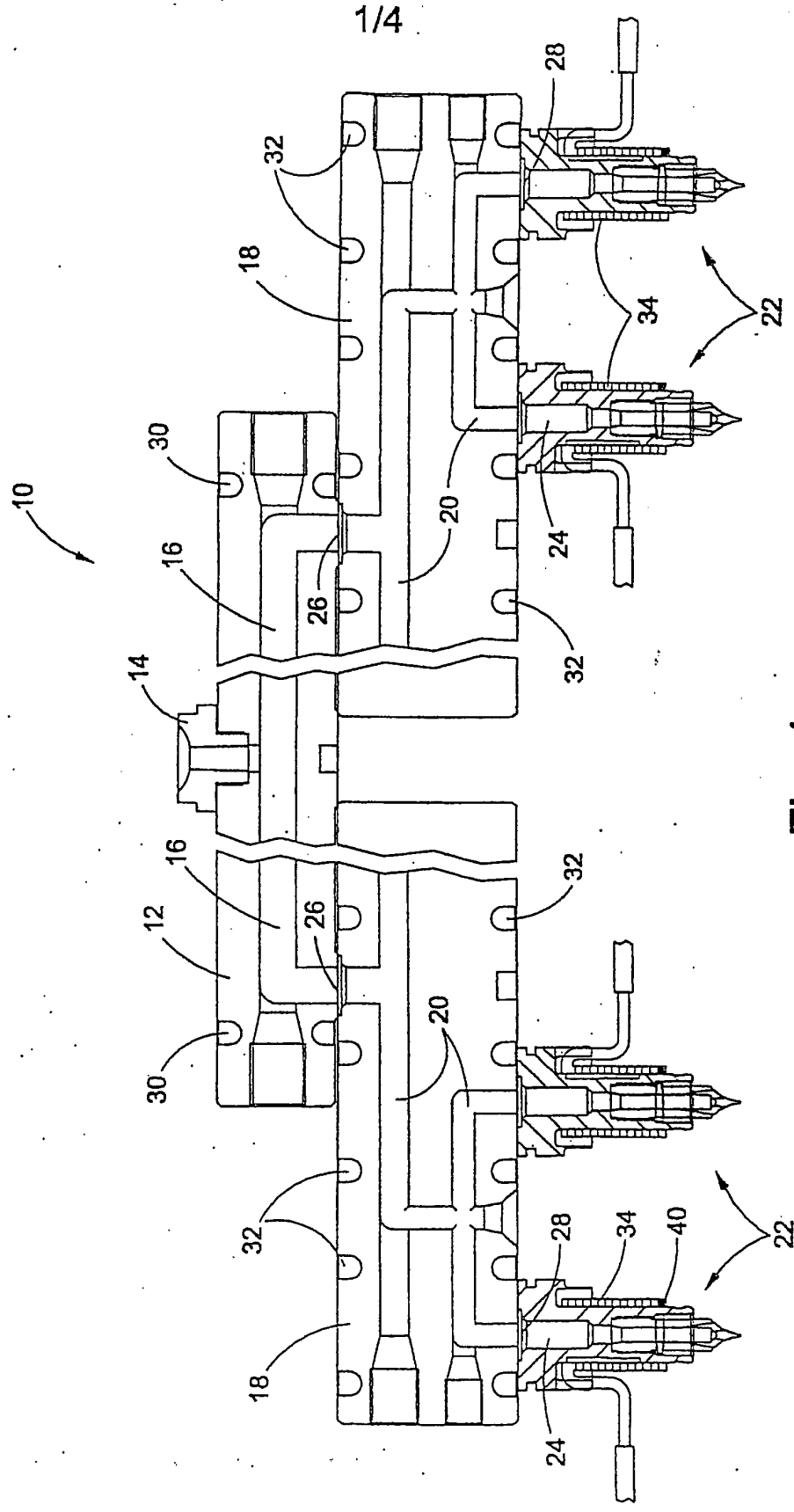


Fig. 1

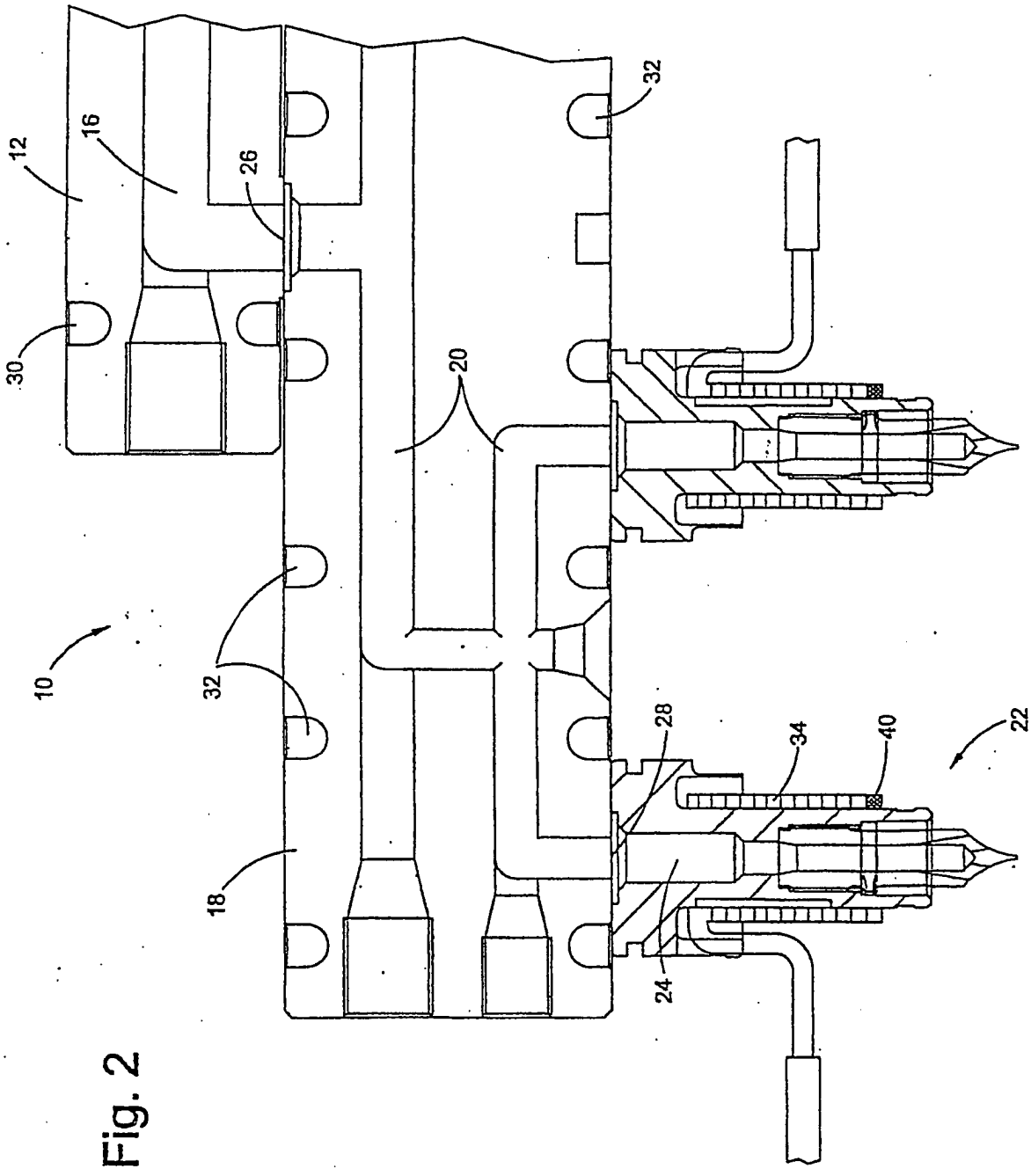


Fig. 2

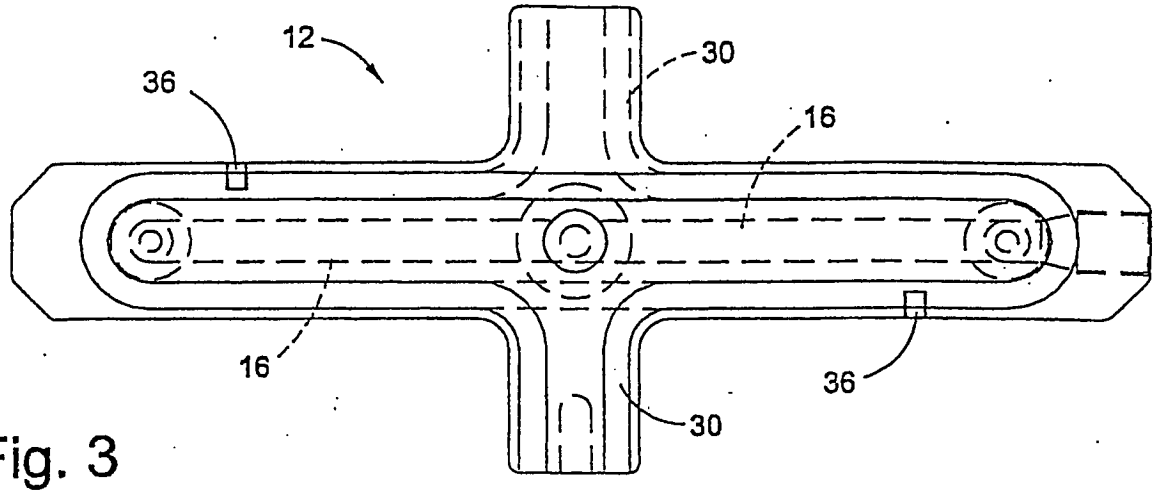
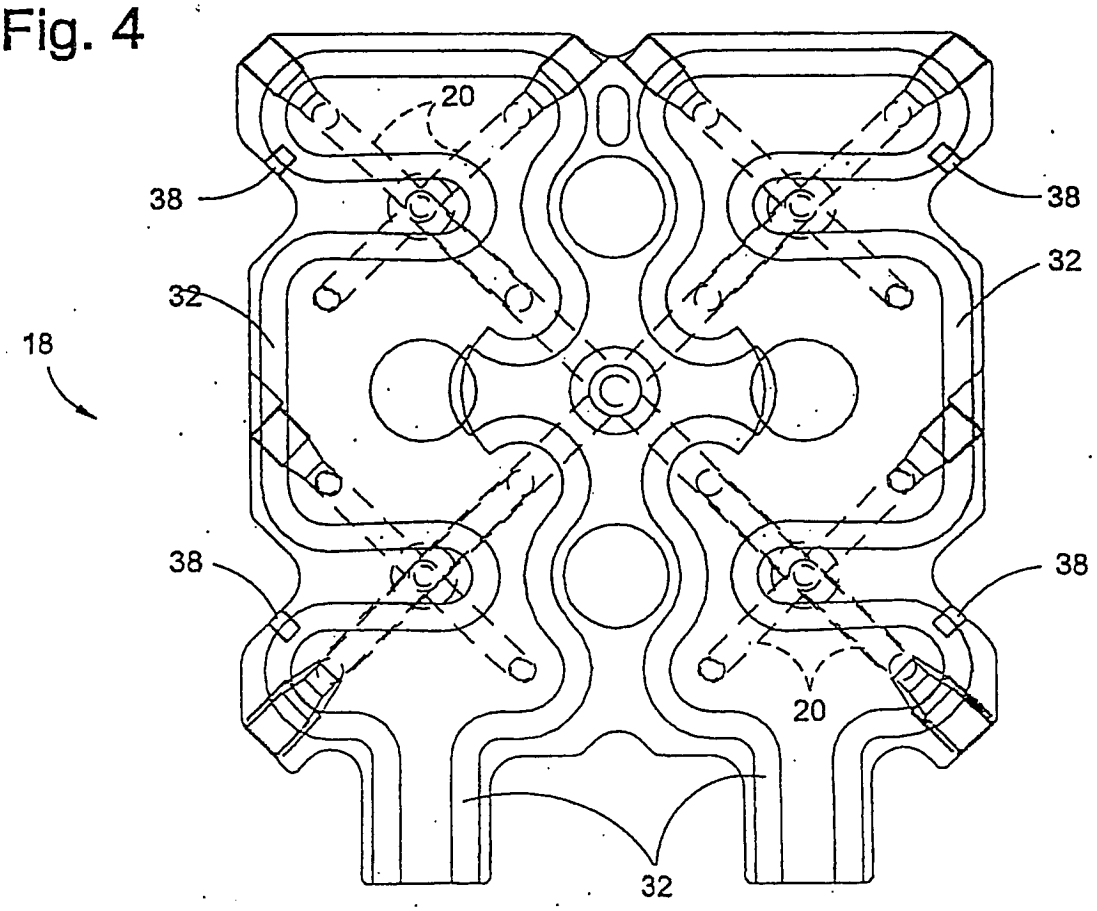


Fig. 3

Fig. 4



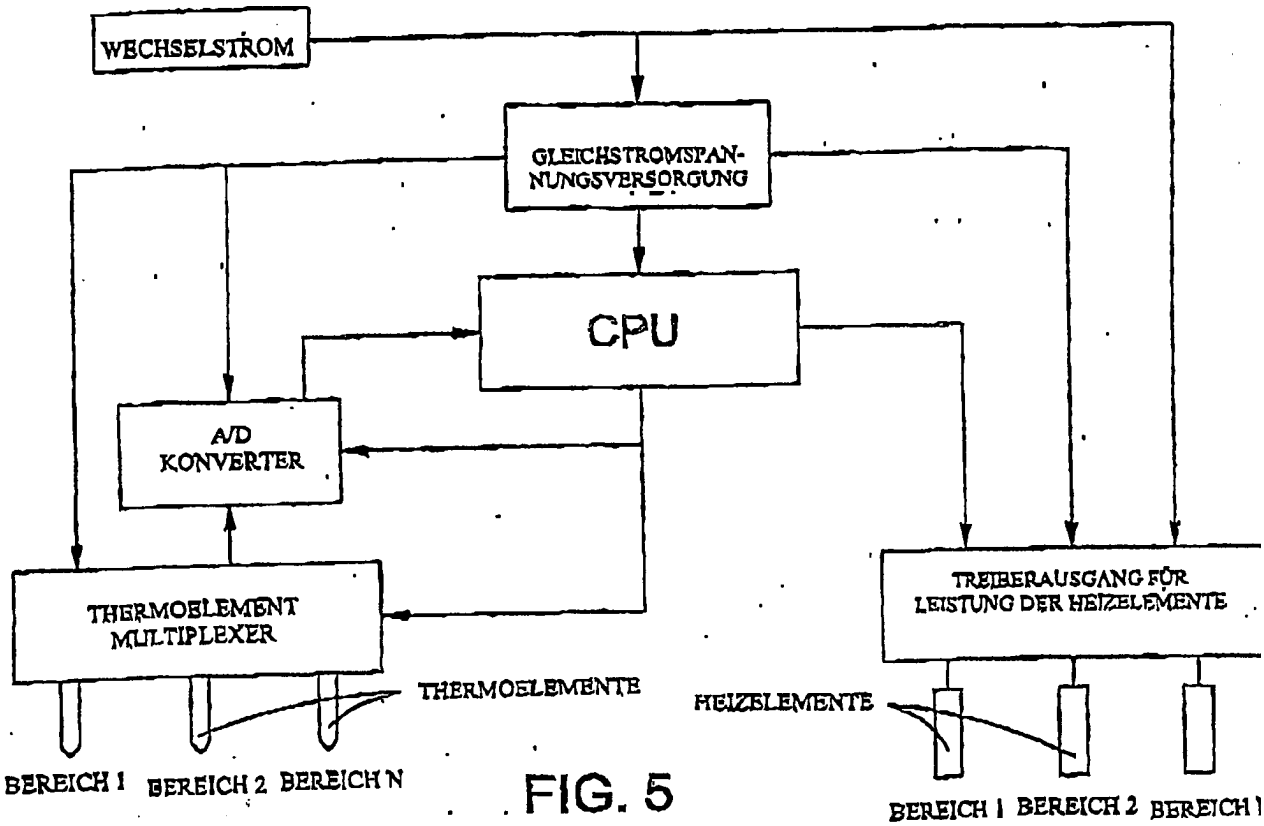

WECHSELSTROM
GLEICHSTROMSPAN-
NUNGSVERSORGUNG
CPU
A/D
KONVERTER
THERMOELEMENT
MULTIPLEXER
THERMOELEMENTE
BEREICH 1
BEREICH 2
BEREICH N
TREIBERAUSGANG FÜR
LEISTUNG DER HEIZELEMENTE
HEIZELEMENTE
BEREICH 1
BEREICH 2
BEREICH N

FIG. 5

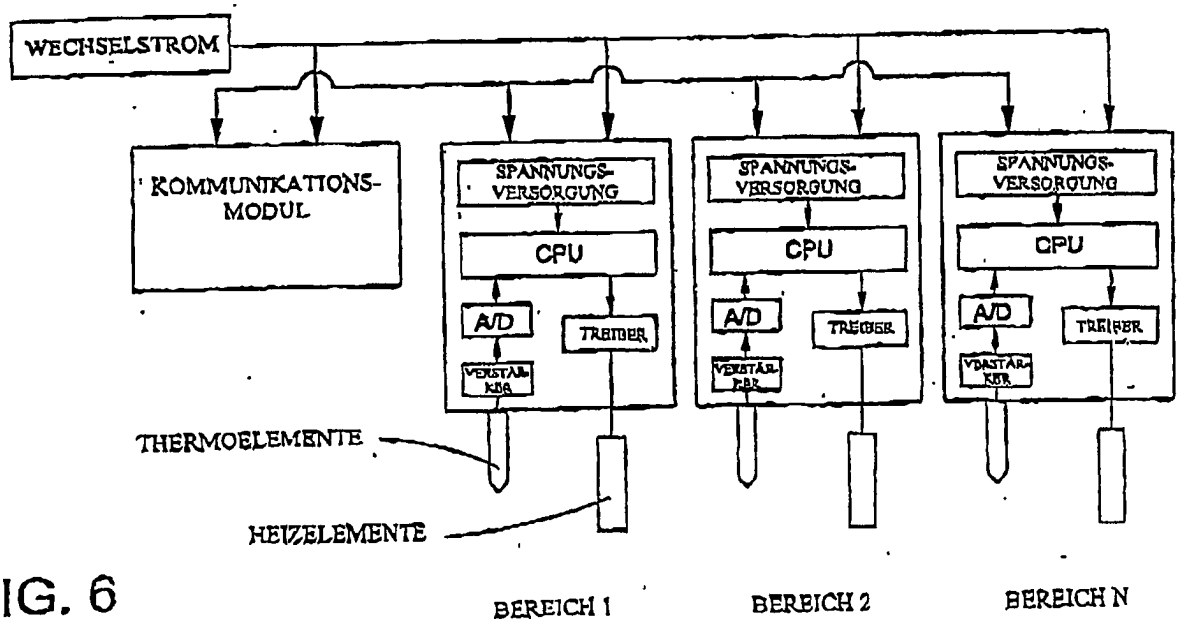

WECHSELSTROM
KOMMUNIKATIONS-
MODUL
SPANNUNGS-
VERSORGUNG
CPU
A/D
TREIBER
SPANNUNGS-
VERSORGUNG
CPU
A/D
TREIBER
SPANNUNGS-
VERSORGUNG
CPU
A/D
TREIBER
THERMOELEMENTE
HEIZELEMENTE
BEREICH 1
BEREICH 2
BEREICH N

FIG. 6