CH 690 252 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 690 252 A5

(51) Int. Cl.[7]: G 01 N 027/72
H 05 B 006/10
H 05 B 006/44

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(21) Gesuchsnummer: 01208/95

(22) Anmeldungsdatum: 27.04.1995

(24) Patent erteilt: 15.06.2000

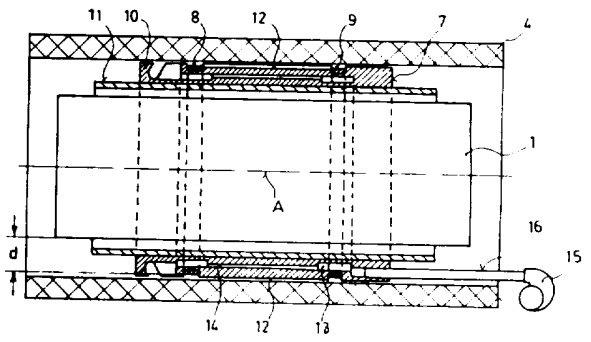
(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.06.2000

(73) Inhaber:
Bühler AG, Patentabteilung/PT-5,
9240 Uzwil (CH)

(72) Erfinder:
Mednikov, Felix, Prof., Ortenburg (DE)
Wisspeintner, Karl, Dipl. Ing., Ortenburg (DE)
Uhlmann, Walter, Mörschwil (CH)

(54) Vorrichtung zum Bestimmen des Feststoffanteiles.

(57) Eine Vorrichtung zum Bestimmen des Feststoffanteiles in einem induktiv mittels einer Heizwicklung (4) erhitzten Knüppel (1) unter Verwendung eines Sensors (7) mit einer nahe dem Knüppel (1) angeordneten Messspule (8 bzw. 9) ist dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (7) zwischen der Heizwicklung (4) und dem Knüppel (1) angeordnet ist, wodurch verlässlichere Messsignale erhältlich sind.



Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1. Eine derartige Vorrichtung ist in «Giesserei», 80 (1993), Nr. 4 vom 22. Februar auf den Seiten 111 und 112 beschrieben.

Nach diesem Vorschlag wird ein in direktem Zusammenhange mit dem Feststoffanteil stehendes Messsignal durch einen im Bereiche der unteren Stirnfläche des Knüppels angeordneten Magneten durch Messung eines Wirbelstromes bestimmt.

In der Tat handelt es sich bei dieser Literaturstelle um den Bericht über einen Versuchsaufbau an der TU-Braunschweig und nicht um einen Feldversuch aus der Praxis. Denn für die Praxis eignet sich, wie Versuche der Anmelderin gezeigt haben, eine solche Anordnung aus mehreren Gründen nicht.

Zunächst ist die untere Stirnfläche eines Knüppels im Allgemeinen just jene, auf die man den Knüppel stellen möchte, denn andernfalls ergeben sich Schwierigkeiten mit dessen Halterung. Wenn man aber diese Fläche mit einer Tragfläche in Berührung bringt, erfolgt ein Wärmeaustausch, wodurch gerade die gemessene Fläche nicht jenen Feststoffanteil besitzt, den der Knüppel weiter oben aufweist. Dazu kommt, dass Unterschiede im Feststoffanteil – abhängig vom Erwärmungsfortschritt von aussen nach innen – in radialer Richtung des Knüppels bestehen können. Ein weiterer Faktor für die Unverlässlichkeit kann in möglichen Störungen der gemessenen Wirbelströme durch die induktive Heizung liegen, obwohl die Anordnung des Sensors an der Stirnfläche einen gewissen Abstand von dieser Heizvorrichtung mit sich bringt.

Es ist somit ein Mangel dieser an sich recht guten Idee, dass die Messergebnisse, durch verschiedene Faktoren bedingt, nicht in allen Fällen verlässlich sind, wozu vor allem auch die schlechte Handhabbarkeit des Knüppels hinzutritt, wenn seine untere Fläche für Messungen genutzt werden soll. Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Handhabbarkeit des Knüppels, trotz Anwendung eines Magnetsensors, zu verbessern und vorzugsweise auch die Verlässlichkeit der Messungen zu erhöhen. Dieses Ziel wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 erreicht.

Durch Anordnung des Sensors zwischen der Heizwicklung und dem Knüppel ist die jeweilige untere Fläche zum Abstellen des Knüppels zunächst einmal frei. Aber auch in der Ausbildung des Sensors ist man konstruktiv freier, weil dieser so leichter in derjenigen Weise ausgebildet werden kann, dass er nicht gerade nur jenen Bereich misst, auf dem die Temperatur weniger durch äussere Beeinflussung, wie die Abstellfläche, als durch die Heizung bestimmt wird. Denn um den durch die Erhitzung hervorgerufenen Flüssig- bzw. Feststoffanteil geht es ja.

An sich könnte der Sensor an einer beliebigen Stelle zwischen der Heizwicklung und dem Knüppel angeordnet sein, z.B. sich entlang einer Erzeugenden des im Allgemeinen (aber nicht notwendigerweise) zylindrischen Knüppels. Bevorzugt ist jedoch eine Ausbildung nach Anspruch 2, weil damit um den ganzen Knüppel herum gemessen und so ein verlässlicheres Messsignal erhalten wird. Zwar wäre es theoretisch auch möglich, den Sensor mit mehreren Spulen auszubilden, die um den Knüppel herum verteilt sind, beispielsweise entlang der Erzeugenden oder schraubenlinienförmig über einen vorbestimmten Winkelbereich gewickelt. Es ist jedoch klar, dass ein Sensor in der im Anspruch 2 definierten Art einfacher und kostengünstiger ist.

Dennoch kann eine Mehrzahl von Spulen günstig sein, wenn sie paarweise gemäss Anspruch 3 angeordnet werden, wodurch einerseits die Messung genauer wird und anderseits eine Kompensationsmöglichkeit geschaffen wird.

Diese Kompensationsmöglichkeit betrifft einerseits die Berücksichtigung unterschiedlicher Temperaturen in verschiedenen Stellen des Knüppels, anderseits aber auch die Möglichkeit der Kompensation von Einflüssen der induktiven Heizung auf den Sensor. Für diesen letzteren Zweck empfiehlt sich eine entgegengesetzte Wicklung.

Um den Sensor thermisch nicht allzusehr zu belasten (was vielleicht ein Grund für die Anordnung des Sensors an der Stirnseite beim Stande der Technik gewesen ist), ist eine Ausbildung nach Anspruch 4 vorteilhaft. Für die Hitzebeständigkeit werden im Allgemeinen keramische Materialien vorgesehen, doch hat es sich überraschend herausgestellt, dass diese im Allgemeinen den thermischen Beanspruchungen nicht gewachsen sind, weshalb bevorzugt ein Nichtkeramikmaterial, wie ein Glimmer enthaltendes Material verwendet wird.

Bei der Ausbildung nach Anspruch 5 sind verschiedene Varianten möglich, nämlich sowohl eine elektronische Kompensation als auch eine besondere physische Anordnung, wobei die letztere einfacher zu verwirklichen ist, wie insbesondere durch die Kühlung, die in einem Kanal sichert, dass sie sich auf den zu erhitzenden Knüppel praktisch nicht auswirkt. Natürlich können Kombinationen beider Möglichkeiten in Kombination angewandt werden.

Durch die Erfindung wird auch in besonderem Masse eine enge Anordnung von Sensor und Knüppel erleichtert, ja beinahe erzwungen, wie sie im Anspruch 6 zum Ausdruck gebracht ist. Damit ergibt sich aber auch eine störungsfreiere und verlässlichere Messung.

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von in der Zeichnung schematisch dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau einer Anlage, bei der die Erfindung Anwendung findet;

Fig. 2 ein erfindungsgemässes Detail aus dieser Anlage;

Fig. 3 die zu einer Anordnung nach Fig. 2 gehörende Schaltung gemäss einer vorteilhaften Ausgestaltung;

Fig. 4 das Signal s der Fig. 3; und

Fig. 5 eine Ausführungsvariante zu Fig. 3.

Wie es zur induktiven Aufheizung von Knüppeln 1 beispielsweise aus der DE-A 2 506 867 bekannt

ist, sind diese Knüppel 1 auf Abstellflächen 2 eines über einen Motor M zu einer intermittierenden Bewegung im Sinne des Pfeiles P antreibbaren Drehtisches 3 in gleichmässigen Abständen aufgestellt. Der Drehtisch 3 ist unterhalb von Heizspulen 4 angeordnet, die jeweils eine gleiche oder unterschiedliche Anzahl und Stärke von Wicklungen aufweisen. Wie an sich bekannt, kann eine unterschiedliche Bemessung dieser Spulen zu einem gewünschten Aufheizprofil führen.

Um die Knüppel 1 in die Spulen 4 einführen zu können, sind entweder die letzteren absenkbar, oder – was bevorzugt ist – es sind die Abstellflächen 2 mithilfe eines Antriebes, wie durch unterhalb des Drehtisches 3 angeordnete Nocken, gegebenenfalls aber auch durch einzelne fluidische Antriebe mittels Kolben-Zylinder-Aggregaten, heb- und senkbar. Fig. 1 zeigt deutlich, dass jede Abstellfläche 2 auf einer in einem jeweiligen Lager 6 geführten verschiebbaren Stange 5 sitzt, und dass diese Stangen – von links nach rechts gesehen – im Sinne des Pfeiles a angehoben werden, um in eine der Spulen 4 einzutauchen, aus der sie nach einer vorbestimmten Vorwärm-, Aufheiz- bzw. Nachheizperiode durch Absenken der Abstellflächen 2 nach unten wieder herausgezogen und durch Drehung des Drehtisches 3 zur nächsten Heizspule 4 und am Ende zu einer Giess- oder Schmiedevorrichtung gefördert werden.

Es versteht sich, dass die Erfindung nicht auf die Verwendung mehrerer Spulen 4 beschränkt ist, und dass auch nur eine davon das Aufheizen besorgen könnte, doch ist die Verwendung mehrerer Spulen 4 in der einschlägigen Technik üblich. Es versteht sich ferner, dass die Stangen 5 als Wellen ausgebildet und mit einem Drehantrieb versehen sein könnten, insbesondere dann, wenn zur Vermeidung einer Auf- und Abbewegung der Abstellflächen 2 die Knüppel 1 durch einzelne Heizzonen (oder auch nur eine) geführt werden sollen, die von seitlich der Bahn der Knüppel angebrachten Induktionsheizspulen gebildet werden (bzw. wird). Ferner versteht es sich, dass die gezeigte aufrechte Stellung der Knüppel 1 zwar bevorzugt ist, dass es aber auch möglich wäre, sie liegend aufzuheizen. Des weiteren wird es zweckmässig sein, wenn die Abstellflächen 2 etwa die Grösse bzw. den Durchmesser der Knüppel 1 besitzen, um sie gegebenenfalls tief in die Heizspulen 4 einschieben zu können, wie auch Fig. 2 zeigt.

Wie die Ausbildung im Bereiche der induktiven Heizspulen 4 erfindungsgemäss in bevorzugter Weise aussieht, veranschaulicht die Fig. 1, in der die zum Knüppel 1 gehörige Fläche 2 nicht dargestellt ist, zumal ja auch eine liegende Aufheizung möglich ist.

Um die Aufheizung der Knüppel so steuern zu können, dass mit Sicherheit ein vorbestimmter Feststoffgehalt in den dann thixotropen Knüppeln 1 enthalten ist, ist der Heizspule 4 ein Sensor 7 zugeordnet. Im dargestellten, bevorzugten Ausführungsbeispiel besteht der Sensor 7 aus zwei Messspulen 8, 9 die um einen Spulenkörper 10 gewickelt sind, der die beiden Spulen 8, 9 elektrisch voneinander isoliert.

Mit diesen beiden Messspulen 8, 9, die sich in axialem Abstande voneinander (bezogen auf die Achse A des Knüppels 1) werden zunächst einmal die Temperaturen (an sich die temperaturabhängigen Veränderungen der Induktivität auf Grund des unterschiedlichen Feststoff- und Flüssigkeitsanteiles) unterschiedlicher Regionen des Knüppels 1 abgefühlt, sodass schon von daher eine grössere Verlässlichkeit der Messdaten gegeben ist. Anderseits aber gibt dies die Möglichkeit, allfällige Einflüsse der induktiven Heizspule 4 auf die Messspulen 8, 9 zu kompensieren, indem die Spulen 8 und 9 einander entgegengesetzt, d.h. nach rechts bzw. nach links, gewickelt sind. Dies ist bei der erfindungsgemässen Anordnung (im Gegensatze zum Stande der Technik) von grossem Vorteil, zumal ja die Spulen 8, 9 relativ eng in Nachbarschaft zum Knüppel 1 einerseits und zur Heizspule 4 anderseits angeordnet werden können bzw. angeordnet sind. Dies ist also eine weitere vorteilhafte Massnahme zur Erhöhung der Genauigkeit und Verlässlichkeit der Messresultate.

Wenn hier von einer engen Anordnung die Rede ist, so sei bemerkt, dass Versuche mit einem radialen Abstand d zwischen dem Sensor 7 bzw. den Spulen 8, 9 und dem Knüppel 1 von 5 bis 25 mm ausgezeichnete Messresultate ergaben. Die verlässlichsten Messwerte wurden mit einem radialen Abstand d von 8 bis 20 mm erzielt. Obwohl es an sich möglich wäre, unterschiedliche Abstände d für die beiden Spulen 8, 9 vorzusehen und sie beispielsweise unterschiedlich auszugestalten, ist es für gewöhnlich vorteilhafter, sie gleichartig aufzubauen und auch in gleichem radialen Abstand d zu halten. Es wäre etwa denkbar sie in einem radialen Abstand voneinander, beispielsweise auch in derselben Ebene, anzuordnen, doch ist dies, wie erwähnt, für gewöhnlich nicht bevorzugt.

Wie ersichtlich, umgeben die Wicklungen der Spulen 8, 9 den Knüppel 1 und sind koaxial zu seiner Achse A angeordnet, wie es einer bevorzugten Anordnung entspricht. Es wäre ebenso denkbar, die Spulen 8, 9, z.B. als flache Wicklungen auszubilden, die jeweils nur an einer Längsseite des Knüppels 1 angeordnet werden, in welchem Falle es erwünscht sein kann, die Abstellflächen 2 (Fig. 1) zu einer Drehung anzutreiben.

Es ist günstig, wenn der Sensor 7 vor allzugrosser Hitze durch ein zwischen ihn und den Knüppel 1 gelegenes Hitzeschild 11 anzuordnen, das bei den Knüppel 1 vollständig umgebenden Messspulen 8, 9 zweckmässig als Hohlzylinder ausgebildet ist. Die Materialwahl für den Hitzeschild hat sich als problematisch herausgestellt. Der Grund liegt vornehmlich darin, dass es zum Erhalt einer verlässlichen Messung ja nicht mit zu dicker Wandstärke ausgebildet sein darf. Bei möglichst geringen Wandstärken neigen aber herkömmliche Keramikmaterialien, wie Feuerfestmaterialien, zur Rissbildung und zum Bruch. Es wurde gefunden, dass ein Nichtkeramikmaterial, insbesondere ein Glimmer enthaltendes Material, den Anforderungen am besten genügt.

Durch den Hitzeschild 11 werden nicht nur zu hohe, auf den Sensor 7 einwirkende Temperaturen vermieden, sondern es wird auch die Temperatur

innerhalb des Ringraumes zwischen Hitzeschild und Heizspule 4 vergleichmässigt. Anderseits wird man dadurch auch in der Auswahl des Materials für den Spulenkörper 10 freier, weil dieses nicht mehr so hohen Temperaturbelastungen ausgesetzt ist und daher nicht unbedingt besonders temperaturbeständig sein muss. Mit dem Hitzeschild ist jedenfalls eine Massnahme zur Erhöhung der Genauigkeit und Verlässlichkeit des Messresultates gegeben. Sollten sich sich dennoch unterschiedliche, das Messergebnis beeinflussende Temperaturen ergeben, so kann an sich eine herkömmliche Temperaturkompensationsschaltung im Stromkreise der beiden Spulen 8, 9 eingesetzt werden.

Einfacher ist jedoch ein Temperaturausgleich durch physikalische bzw. physische Mittel, wie eine Kühlung der beiden Spulen 8, 9 bzw. des Sensors 7. Zu diesem Zwecke ist im Spulenkörper 10 mindestens ein Kühlkanal 12 vorgesehen, der zweckmässig schraubenlinienförmig um den Spulenkörper herum geführt sein kann, um seine gesamte Mantelfläche zu kühlen. Alternativ wird von einem verteilenden Ringkanal 13 aus das Kühlfluid über mehrere, sich entlang der Erzeugenden (also parallel zur Achse A) oder sich über einen begrenzten Winkelbereich erstreckende Kühlkanäle 14 verteilt. Als Kühlfluid dient vorzugsweise Luft, da diese als schlechter elektrischer Leiter unbedenklich ist. Die Luft wird von einer geeigneten Quelle, wie einer Pumpe, einem Vorratsbehälter oder einem Gebläse 15 herüber einen an den Kühlkanal 12 des Spulenkörpers 10 angeschlossenen Zufuhrkanal 16 zugeführt. Gegebenenfalls genügt aber bei aufrechter Lage der Knüppel (siehe Fig. 1) die durch die Erwärmung des Knüppels hindurchströmende Konvektionsluft ohne der gezeigten Zwangszufuhr.

Die Abfuhr der erwärmten Luft erfolgt entweder am entgegengesetzten Ende des Spulenkörpers, oder es sind, z.B. parallel zu den Kanälen 14 verlaufende, Abfuhrkanäle vorgesehen, die die Luft an dieselbe Seite des Spulenkörpers 10 bringen, von der auch die Zufuhr erfolgt. Selbstverständlich kann bei einem geschlossenen Kühlsystem auch Wasser oder eine andere Kühlflüssigkeit verwendet werden. Zur Abfuhr der Wärme ist auch die Anbringung von Kühlrippen möglich.

Die in Fig. 3 gezeigte Schaltung, in der vor allem die Messspulen 8, 9, bei der bevorzugten Ausführung jedoch auch wenigstens eine Heizspule 4, liegt, gliedert sich in einen Speisekreis 17, einen eigentlichen Messkreis 18, einen Gleichrichterteil 19 und einen Steuerteil 20. Während der Speisekreis 17 im Rahmen des fachnotorischen Könnens eines Durchschnittsfachmannes den jeweiligen Bedürfnissen angepasst werden kann, ist der Messkreis 18 vorzugsweise als Schwingkreis aufgebaut. Dabei liegen die Spulen 8, 9 in einer arithmetischen Schaltung 21, bevorzugt in der dargestellten Additionsschaltung, d.h. in Serie, in einem Zweige des Messkreises. Diese arithmetische Schaltung hat den Zweck, Unterschiede in den Messwerten der beiden Spulen auszugleichen. Es ist ersichtlich, dass die gezeigte Serienschaltung extrem einfach ist, doch versteht sich für den Fachmann, dass auch andere Mischschaltungen, ja auch Differenzschaltungen (mit Verwendung der Differenz zur Korrektur) möglich sind. Dadurch, dass in der gezeigten Additionsschaltung die Impedanzen beider Spulen addiert zur Wirkung kommen, werden durch Zufälligkeiten und andere Umstände bedingte Unterschiedlichkeiten der Messungen der beiden Spulen 8, 9 ausgeglichen.

Die so vereinigten Spulen 8, 9 liegen bevorzugt in einem Schwingkreis mit einer Kapazität 22. Daher wird sich je nach der Verflüssigung bzw. je nach dem Feststoffanteil im Knüppel 1 eine stärkere oder schwächere Schwingung, d.h. eine grössere oder kleinere Amplitude ergeben. Nimmt man etwa die Schwingung mit 100% dann an, wenn der Knüppel 1 eben erst in die Heizwicklung 4 eingeschoben wird, d.h. sich noch völlig im festen Zustande befindet, so lassen sich die Veränderungen dieser Amplitude in Prozenten entweder davon oder auch unmittelbar in Feststoffanteilen ausdrücken, wie später noch anhand der Fig. 4 erläutert wird. Selbstverständlich könnten auch die Absolutwerte der Impedanzen der Spulen 8, 9 am Ausgange der arithmetischen Schaltung 21 unmittelbar als Messsignal benutzt werden, ohne dass es der Beeinflussung eines Schwingkreises bedarf. Auch wären andere Aufbereitungen des Messsignales, z.B. in digitaler Form, denkbar.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ist an den Messkreis 18 ein Glättungskreis oder Gleichrichterteil 19 angeschlossen, der das erhaltene Messsignal des Kreises 18 lediglich umformt, sodass der Integralwert aus den Schwingungen des Schwingkreises 18 erhalten wird. Dies ergibt am Ausgang ein integriertes Signal s, dessen zeitlicher Verlauf bei der Aufheizung des Knüppels 1 in Fig. 4 veranschaulicht ist.

Das so umgeformte Signal s könnte nun zur Durchführung eines manuell ausgeführten Steuer- oder Regelverfahrens benutzt werden, indem es abgelesen und die Aufheizung durch die wenigstens eine Heizspule 4 von Hand aus reguliert bzw. abgebrochen wird, wenn der gewünschte Feststoffanteil erreicht ist. Bevorzugt aber erfolgt dies automatisch, indem das Signal s dem Steuerkreis 20 zugeführt wird.

In einem vereinfachten Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 beinhaltet dieser Steuerkreis 20 einfach einen Schwellwertschalter 23, an dessen Ausgang eine Magnetspule 24 zur Betätigung eines Schalters S liegt. Der Schalter S ist in Serie zur Heizspule 4 in deren Kreis 25 geschaltet. Fällt also das Signal s unter einen Schwellwert des Schwellwertschalters 23 ab, so wird der Schalter S geöffnet und die Heizwicklung 4 von der Stromzufuhr getrennt. Der Schwellwert des Schwellwertschalters ist zweckmässig mittels eines Justierwiderstandes R von aussen auf den gewünschten Feststoffanteil im Knüppel 1 einstellbar.

In Fig. 4 ist das Ergebnis eines Versuches zur Darstellung des Signales s zu sehen, wobei auf der Abszisse die Zeit und auf der Ordinate einerseits die Temperatur des Knüppels 1 (links) und anderseits rechts der Feststoffanteil (statt dessen könnte auch der Flüssiganteil gewählt werden) in Prozenten innerhalb des Knüppels 1 angegeben ist. Es

wurden drei Thermosonden (Pyrometer) zur Messung der Temperatur des Knüppels 1 an der Aussenseite, in einer mittleren Region sowie an der innen im Bereiche der Achse A angelegt. Somit entspricht die Kurve th1 der Temperatur an der Aussenseite, von wo ja die Aufheizung erfolgt, und die daher höher als die anderen Temperaturen ist. Die Kurve th2 entspricht der Temperatur etwa im Bereiche von r/2 des Knüppels 1, und die Kurve th3 ist unmittelbar im Achsbereich gemessen.

Es ist ersichtlich, dass die Erhitzung innerhalb eines Anfangszeitraumes t1 ziemlich rasch erfolgte. Sobald sich aber ein merkbarer Liquidusanteil ergibt, was am geringen Knick des Signales s erkennbar ist, verflachen die Erhitzungskurven am Ende des Zeitraumes t1. Ab dem Zeitpunkt t2 sinkt das Signal s bei weiterer Erhitzung und deutlich ab, d.h. der Feststoffanteil sinkt ab, sodass es nur mehr eine Frage des gewünschten Feststoffanteiles ist, wann die Aufheizung abgebrochen wird, zumal das Signal s völlig eindeutig und reproduzierbar ist. Beispielsweise kann der Widerstand R in Fig. 3 derart eingestellt sein, dass ein Öffnen des Schalters S im Zeitpunkt t3, d.h. dann erfolgt, wenn das Signal einen Schwellwert tv erreicht hat.

Aus den oben erläuterten Gründen (Kompensationsmöglichkeit) ist eine paarweise Anordnung der Messspulen 8, 9 erwünscht, obwohl eine ungeradzahlige Anordnung, beispielsweise mit nur einer Spule, denkbar wäre. Fig. 5 veranschaulicht eine Ausführungsvariante, bei der zwei Paare von Messspulen 8, 9, 8′, 9′ in einer gemeinsamen Additionsschaltung 21′ liegen. Bezogen auf Fig. 2 sind diese Spulen 8, 9, 8′, 9′ entlang der Achse A des Knüppels 1 verteilt. Hier sei erwähnt, dass es natürlich zweckmässig ist, wenn alle Spulen gleiche Charakteristiken hinsichtlich Wicklungszahl und Impedanz aufweisen.

Nach Glättung über den Kreis 19 wird hier aber das umgeformte Messsignal s einem Analog/Digital-Wandler A/D zugeführt, von wo es in digitalisierter Form an einen Mikroprozessor μP oder eine äquivalente Steuerschaltung geliefert wird. An den Mikroprozessor μP können damit auch mehrere Ausgangsleitungen zur Steuerung unterschiedlicher Bauteile angeschlossen sein.

So ist es möglich, den Motor M für den Drehtisch 3 (Fig. 1) über eine Motoransteuerschaltung 26 zu steuern. Ferner können Signalformerstufen 27 (z.B. Monoflops) für die Ansteuerung von Magneten 24, 24′ angeschlossen sein, um unterschiedliche Heizwicklungen 4 zu unterschiedlichen Zeiten abzuschalten. Weitere, und bevorzugte, Möglichkeiten umfassen die Anordnung von Stromsteuereinrichtungen am Ausgange des Mikroprozessors μP zur Veränderung des Temperaturprofiles der einzelnen Heizspulen 4 über die Zeit.

Im Rahmen der Erfindung sind zahlreiche Abwandlungen möglich; beispielsweise ist besonders aus Fig. 4 ersichtlich, dass die Veränderung des Signales s zunächst relativ langsam in einem sanften Knick erfolgt. Um daher diesen Punkt zu bestimmen können zwar an sich besondere Schwellwertschalter vorgesehen werden; besser und rascher kann dies jedoch durch Anordnung eines Differenzierglides geschehen, das bereits etwa im Bereiche von t2 (Fig. 4) ein deutliches Signal abgeben wird, das dann mittels einer den Schaltkreisen 19 und 20 entsprechenden Detektorschaltung auswertbar ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Bestimmen des Feststoffanteiles in einem induktiv mittels einer Heizwicklung (4) erhitzten Knüppel (1) unter Verwendung eines Sensors (7) mit einer nahe dem Knüppel (1) angeordneten Messspule (8 bzw. 9), dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (7) zwischen der Heizwicklung (4) und dem Knüppel (1) angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweilige Messspule (8 bzw. 9) um den Knüppel (1) herum angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (7) mindestens ein Paar von, vorzugsweise in axialem Abstand voneinander angeordneten, Messspulen (8, 9; 8′, 9′) aufweist, die bevorzugt in einander entgegengesetztem Sinn gewickelt sind und/oder gleichen radialen Abstand (d) vom Knüppel (1) besitzen, wobei die Ausgangsignale dieses Paares einer arithmetischen Schaltung, insbesondere einer Additionsschaltung (21), zugeführt sind.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Knüppel (1) und dem Sensor (7) ein Hitzeschild (11), zwischengeschaltet ist, vorzugsweise aus einem Nichtkeramikmaterial, wie einem Glimmer enthaltenden Material (Fig. 2).

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kompensationsanordnung zum Auskompensieren unterschiedlicher Temperatureinwirkung auf das jeweilige Paar von Messspulen (8, 9; 8′, 9′) vorgesehen ist, und dass diese Kompensationsanordnung vorzugsweise eine Kühlanordnung (12–16) umfasst, wobei bevorzugt mindestens ein Kühlkanal (12–14) am Sensor (7) vorgesehen ist, der zweckmässig schraubenlinienförmig rund um den Knüppel (7) verläuft, und dass die Kühlanordnung insbesondere eine Fluidantriebseinrichtung (15) für eine zwangsweise Kühlmittelströmung besitzt (Fig. 2).

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der radiale Abstand (d) zwischen dem Sensor (7) und dem Knüppel (1) 5 bis 25 mm, vorzugsweise 8 bis 20 mm, beträgt.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweilige Messspule (8, 9; 8′, 9′) des Sensors (1) in einem Schwingkreis (18) gelegen ist, dessen Amplitudenänderung mittels einer, beispielsweise ein Differenzierglied, aufweisenden Detektorschaltung bestimmt wird.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mit Ausgang des Sensors (7) eine Steuerschaltung (20) für die Heizung (4) und/oder für einen Antrieb (M) verbunden ist.

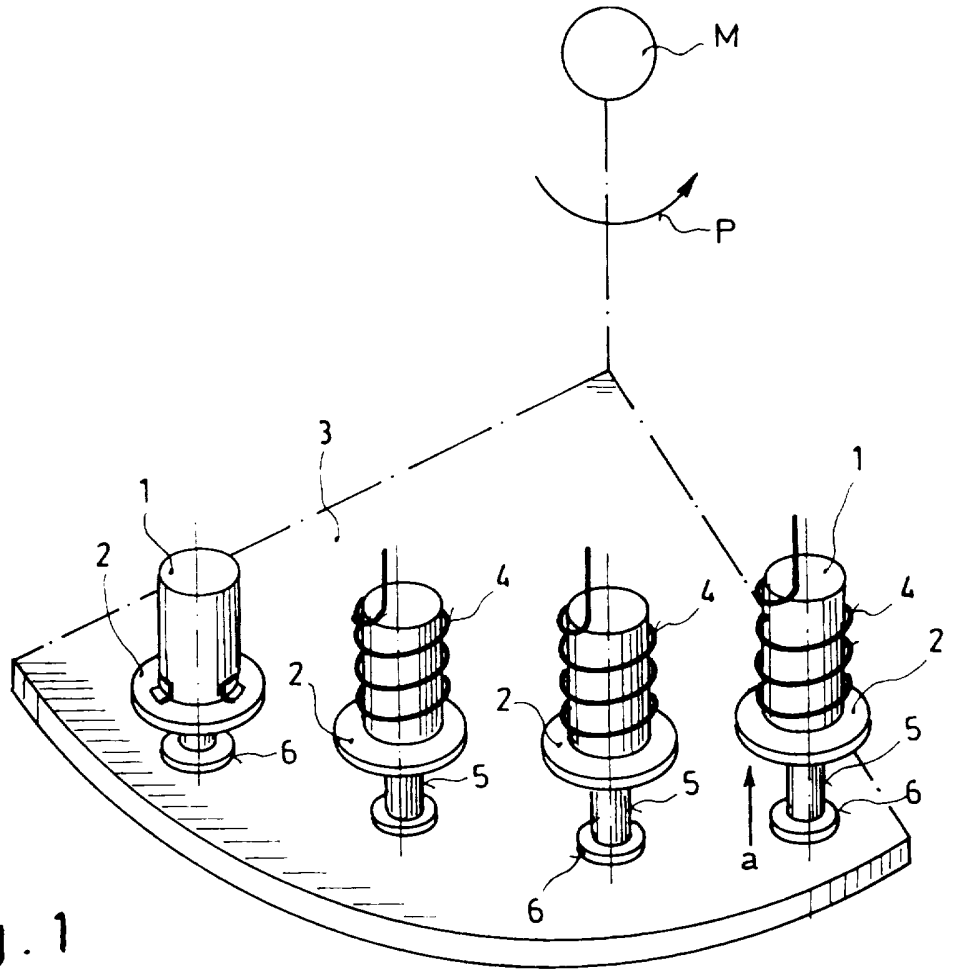


Fig. 1

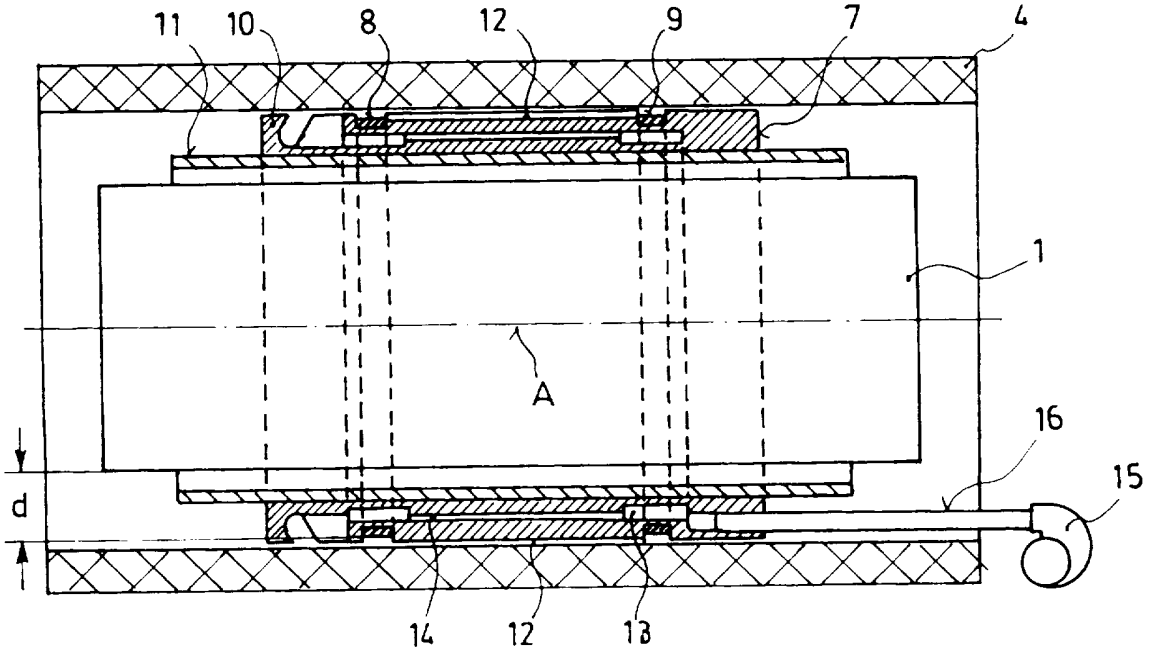


Fig. 2

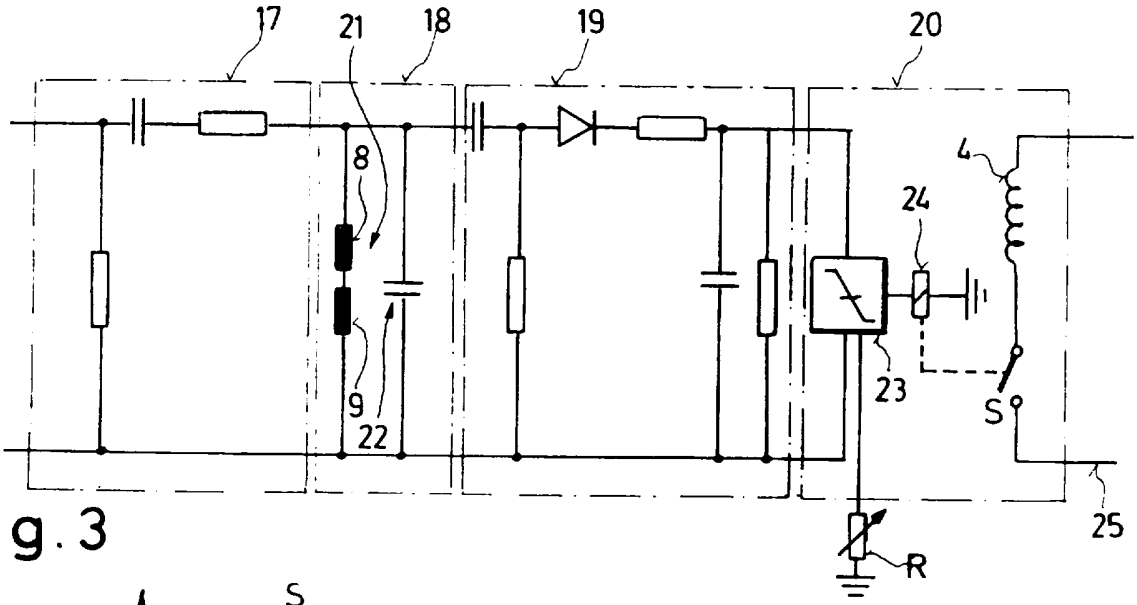


Fig. 3

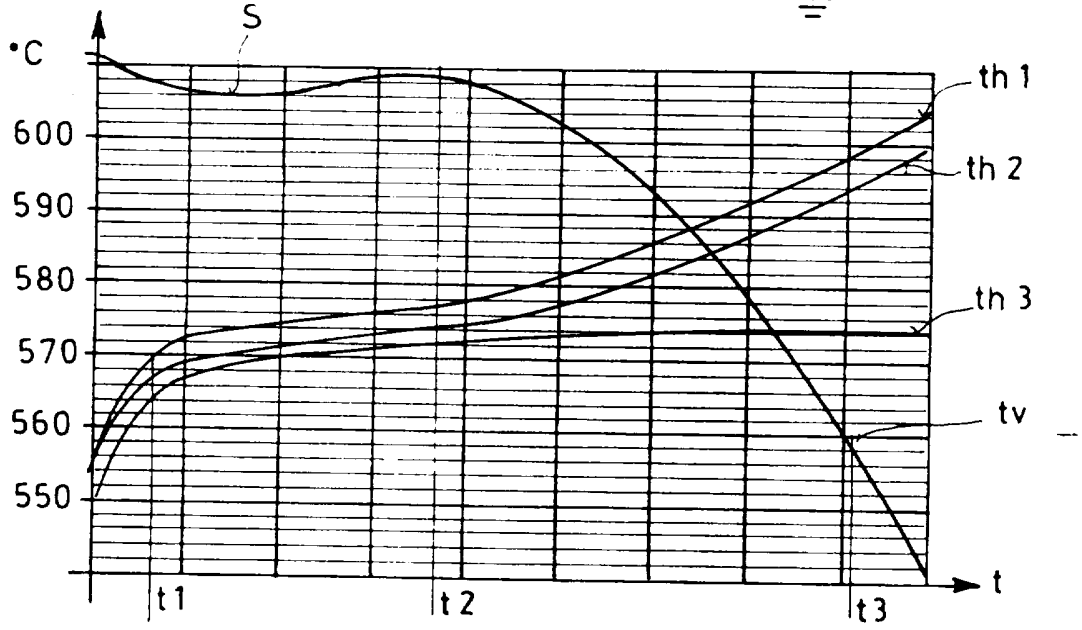


Fig. 4

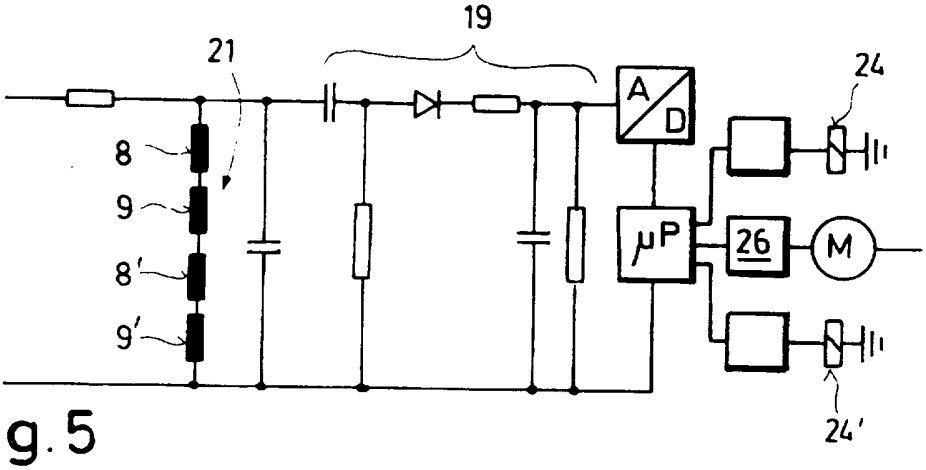


Fig. 5