

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
6. Februar 2014 (06.02.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2014/019719 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

*G01P 3/36* (2006.01) *B65H 61/00* (2006.01)  
*G01P 3/50* (2006.01) *G01P 3/64* (2006.01)  
*G01P 3/68* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/057566

(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. April 2013 (11.04.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 107 169.1  
3. August 2012 (03.08.2012) DE

(71) Anmelder: MASCHINENFABRIK RIETER AG  
[CH/CH]; Klosterstr. 20, CH-8406 Winterthur (CH).

(72) Erfinder: MALATEK, Michal; Dlouhonovice 41, 564 01 Zamberk (CZ).

(74) Anwalt: BERGMEIER, Werner; Friedrich-Ebert-Straße 84, 85055 Ingolstadt (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DETECTING A SPEED OF A MATERIAL AND CORRESPONDING SENSOR DEVICE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR ERFASSUNG EINER GESCHWINDIGKEIT EINES MATERIALS SOWIE ENTSPRECHENDE SENSOREINRICHTUNG

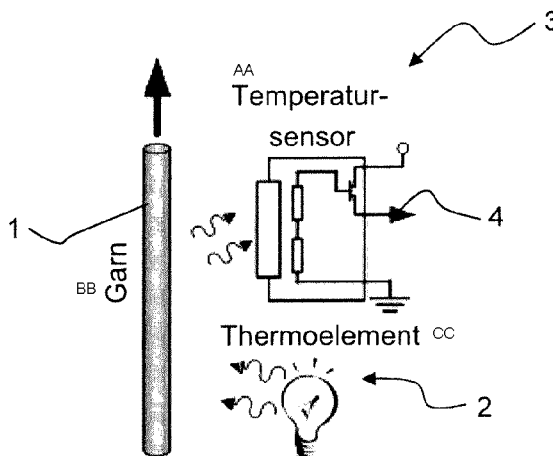


Fig.1

AA Temperature sensor  
BB Yarn  
CC Thermocouple

(57) Abstract: In a method for detecting a speed (v) of a material running past a sensor device, in particular a textile material, such as a yarn (1) or filament, a heating element (2) or a cooling element (2) of the sensor device is heated or cooled. The material runs past the heating element (2) and, in the process, the first, original temperature of the material and/or of the heating element (2) and/or of an air flow produced by the material running past is changed in comparison with an original state. A second, changed temperature of the material or of the heating element (2) or of the air flow, which is obtained thereby, is recorded using a temperature sensor (3) and is used to determine the speed (v) of the material. The speed can be determined from the propagation time of a heat pulse over a defined measuring distance. The accuracy of the measurement can be improved by modulating the temperature of the heating element and demodulating the measured temperature signal.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur Erfassung einer Geschwindigkeit (v) eines an einer Sensoreinrichtung vorbeilaufenden Materials, insbesondere

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/019719 A1



- 
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

---

eines textilen Materials, wie eines Garns (1) oder Filaments wird ein Heizelement (2) oder Kühlelement (2) der Sensoreinrichtung aufgeheizt oder abgekühlt. Das Material läuft an dem Heizelement (2) vorbei und dabei wird die erste, originale Temperatur des Materials und/oder des Heizelementes (2) und/oder eines durch das vorbeilaufende Material erzeugten Luftstromes gegenüber einem Originalzustand verändert. Eine dadurch erhaltene zweite, veränderte Temperatur des Materials oder des Heizelementes (2) oder des Luftstromes wird mit einem Temperatursensor (3) erfasst und daraus die Geschwindigkeit (v) des Materials ermittelt. Die Geschwindigkeit kann aus der Laufzeit eines Wärmeimpulses über eine definierte Messdistanz ermittelt werden. Durch Modulation der Temperatur des Heizelementes und Demodulation des gemessenen Temperatursignals kann die Genauigkeit der Messung verbessert werden.

## **Verfahren zur Erfassung einer Geschwindigkeit eines Materials sowie entsprechende Sensoreinrichtung**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung einer Geschwindigkeit eines an einer Sensoreinrichtung vorbeilaufenden Materials, insbesondere eines textilen Materials, wie eines Garns oder Filaments sowie eine entsprechende Sensoreinrichtung.

Insbesondere im textilen Anwendungsbereich sind Geschwindigkeitssensoren bekannt, welche die Geschwindigkeit des vorbeilaufenden textilen Materials, wie beispielsweise eines Fadens oder eines Filaments mittels eines kapazitiven Sensors oder eines optischen Sensors ermittelt. Bei dem kapazitiven Sensor werden Materialänderungen erfasst und die Geschwindigkeit mit welcher diese Materialänderung an den kapazitiven Sensor vorbeiläuft festgestellt und auf die Garngeschwindigkeit umgelegt. In ähnlicher Weise arbeiten auch optische Sensoren zur Geschwindigkeitsermittlung. Auch hierbei werden in jedem textilen Material vorhandene optische Änderungen, beispielsweise Dickenänderungen eines Garns erfasst und die Geschwindigkeit, mit welcher diese Änderung an dem Sensor vorbeiläuft, als Garngeschwindigkeit ausgewertet.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die bekannten optischen und elektrischen Verfahren zur Geschwindigkeitsermittlung eines Materials, insbesondere eines textilen Materials, wie das eines Garns oder Filaments zu verbessern.

Die vorliegende Erfindung basiert auf dem Prinzip, dass ein sich bewegendes Material auch den Transport von Temperaturänderungen bzw. Wärmeenergie bewirkt. Die Temperaturänderungen können sich entweder auf die Umgebungsluft oder ein Thermoelement auswirken, oder auch bereichsweise temperaturveränderte, d.h. aufgeheizte oder abgekühlte Stellen in dem vorbeilaufenden Material bewirken. Auf dieser Grundüberlegung basierend,

wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Erfassung einer Geschwindigkeit eines an einer Sensoreinrichtung vorbeilaufenden Materials, insbesondere eines textilen Materials, wie das eines Garns oder Filaments, ein Thermoelement der Sensoreinrichtung aufgeheizt oder abgekühlt. Das Material läuft dabei an dem Thermoelement vorbei. Die Temperatur des Materials und/oder des Thermoelementes und/oder eines durch das vorbeilaufende Material erzeugten Luftstroms wird dabei gegenüber einem Originalzustand mit einer ersten, originalen Temperatur vor dem Aufheizen bzw. Abkühlen oder vor dem Vorbeilaufen verändert. Diese zweite, veränderte Temperatur wird erfasst und mittels dieser zweiten, veränderten Temperatur wird anschließend die Geschwindigkeit des Garnes ermittelt. Der Temperaturtransport des Garns wird hierbei als Maß für die Geschwindigkeit des Materials ausgewertet.

Wird die zweite, veränderte Temperatur in einem definierten Abstand von dem Thermoelement erfasst, und die Zeit vom Aufheizen des Materials in dem Thermoelement bis zum Erfassen der zweiten, veränderten Temperatur gemessen, so ist daraus die Geschwindigkeit des Materials zu ermitteln. Durch das Thermoelement wird dem Material eine zusätzliche, gegenüber seiner Originaltemperatur veränderte Temperatur induziert. Dieses in das Material induzierte Temperaturprofil bewegt sich zusammen mit dem Material weiter und von dem Thermoelement weg und kann dann, in einem gewissen Abstand von dem Thermoelement, mittels eines Temperatursensors erfasst werden. Die Zeit, welche dieses induzierte Temperaturprofil benötigt, um von dem Thermoelement bis zu dem Temperatursensor zu gelangen, dient zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Temperaturprofils und damit auch der Geschwindigkeit des Materials. Insbesondere textiles Material eignet sich hierbei besonders gut, da es in der Lage ist, relativ schnell eine Temperaturänderung aufzunehmen und diese Temperaturänderung zu transportieren.

Grundsätzlich ist selbstverständlich nicht nur eine Temperaturerhöhung, sondern auch eine Temperaturabsenkung gegenüber der Originaltemperatur

möglich. Auch ein derartiges, abgesenktes Temperaturprofil kann mittels des Materials transportiert und in einem vorbestimmten Abstand von der, hier negativen, Heizeinrichtung bzw. Kühleinrichtung erfasst werden.

Das an dem Thermoelement vorbeilaufende Material hat nicht nur die Eigenschaft, dass es selbst die Temperatur des Thermoelements versucht anzunehmen, sondern es hat, insbesondere bei einer strukturierten oder haarigen Oberfläche, auch die Eigenschaft, dass es das Thermoelement in gewisser Weise kühlt. Hierdurch ist es möglich, dass gegenüber einer Solltemperatur des Thermoelements eine tatsächliche Temperatur als zweite, veränderte Temperatur gemessen wird, und diese zweite, veränderte Temperatur des Thermoelements als Maß für die Geschwindigkeit des Materials genommen wird. Dabei wird davon ausgegangen, dass ein schnell laufendes Material eine stärkere Kühlung des Thermoelements vornehmen wird, als ein langsam laufendes Material, da es insbesondere die Temperatur des Thermoelements auch schneller abtransportiert und außerdem durch die mitgerissene Luft ein Kühleffekt des Thermoelementes erfolgt.

Die von dem Material beim Vorbeilaufen an dem Thermoelement mitgeführte Luft erwärmt sich ebenfalls. So ist es auch möglich, diesen aufgeheizten bzw. abgekühlten Luftstrom als Maß für die Geschwindigkeit des Materials zu nehmen. Je schneller ein entsprechend geheizter Luftstrom aus dem Thermoelement heraus befördert wird, desto schneller ist auch das Material an dem Thermoelement vorbeigeführt worden.

Um die Originaltemperatur des Materials und/oder des Thermoelements und/oder des Luftstroms vor dem Aufheizen bzw. Abkühlen zu ermitteln, ist es vorteilhaft, wenn zuerst dieser Originalzustand des Materials und/oder des Thermoelements und/oder des Luftzustands festgestellt wird. Hierdurch ist der Vergleich zwischen dem Originalzustand und dem Veränderungszustand leichter möglich. Dies ist vorteilhaft, aber nicht in jedem Falle notwendig. Es ist auch alleine durch die Ermittlung einer relativ schnellen und starken Ver-

änderung der Temperatur bereits eine zweite, veränderte Temperatur gegenüber der Originaltemperatur feststellbar und für die Geschwindigkeitsmessung auswertbar.

Besonders vorteilhaft ist es auch, wenn an von einander beabstandeten Stellen mehrere zweite, veränderte Temperaturen gemessen werden. Auf diese Weise ist die Dauer feststellbar, welche die zweite, veränderte Temperatur benötigt von einer ersten Stelle zu einer zweiten Stelle zu gelangen. Aus dem vorbestimmten Abstand der beiden Stellen und dieser Dauer ist wiederum die Geschwindigkeit des Materials, welche die zweite, veränderte Temperatur transportiert, zu ermitteln.

Während in einer besonders einfachen Ausführung der Erfindung das Thermoelement hin und wieder ein- und ausgeschaltet wird und diese dadurch erzeugten Temperaturänderungen ermittelt und für die Geschwindigkeitsfeststellung ausgewertet werden, ist es besonders vorteilhaft, wenn ein Modulator vorgesehen ist, welcher die Temperatur des Thermoelementes regelmäßig verändert. Es kann hierdurch mit einer bestimmten Frequenz das Thermoelement ein- und ausgeschaltet oder mehr oder weniger erhitzt werden. Hierdurch entsteht eine beispielsweise sinusförmige Veränderung der Temperatur über die Länge des Materials gesehen. Dieser sich regelmäßig und vorbestimmt verändernde Temperaturverlauf kann anschließend von dem oder den Temperatursensor(en) erfasst und ausgewertet werden. Durch den Temperaturwechsel auf Grund der Modulation ist eine sicherere Feststellung der Temperaturänderung und damit auch eine auf Dauer genauere Geschwindigkeitsmessung möglich.

Bei Verwendung eines Modulators ist es besonders vorteilhaft, wenn ein Demodulator vorgesehen ist, welcher die regelmäßige Temperaturveränderung erfasst und auswertet. Durch das Zusammenwirken von Modulator und Demodulator kann die regelmäßige Temperaturveränderung synchronisiert

werden und damit die Geschwindigkeit, mit welcher die Temperaturveränderung transportiert wird, sehr genau festgestellt werden.

Um eine noch genauere Auswertung der zweiten, veränderten Temperatur in Bezug auf die Geschwindigkeit des Materials durchführen zu können, ist es vorteilhaft, wenn in dem Material vorhandene Veränderungen der Materialeigenschaften, insbesondere des Volumens oder der Oberflächenbeschaffenheit oder der Zusammensetzung des Materials erfasst werden. Das Volumen kann dabei Einfluss nehmen auf die Stärke der Erwärmung bzw. Abkühlung oder auch auf die Intensität, mit welcher das Thermoelement gekühlt oder erwärmt wird oder der Luftstrom mitbefördert wird. Gleiches gilt für die Oberflächenbeschaffenheit des Materials. Auch hierdurch wird die Stärke der Luftströmung, welche durch das Material mitgerissen wird oder auch die Erwärmungsfähigkeit des Materials beeinflusst und kann sehr gut zur genauen Bestimmung der Geschwindigkeit mit ausgewertet werden.

Eine erfindungsgemäße Sensoreinrichtung zur Erfassung einer Geschwindigkeit eines an der Sensoreinrichtung vorbeilaufenden Materials, insbesondere eines textilen Materials, wie eines Garns oder Filaments, weist ein im Materiallauf angeordnetes Thermoelement auf. Ein erster Temperatursensor ist in oder nach dem Thermoelement angeordnet zur Erfassung einer zweiten, veränderten Temperatur eines durch das vorbeilaufende Material beeinflussten Veränderungszustands. Der Veränderungszustand kann das Material oder das Thermoelement oder den Luftstrom, der sich in dem Thermoelement befindet oder aus dem Thermoelement bewegt, betreffen. Die Sensoreinrichtung weist darüber hinaus noch eine Auswerteinrichtung zur Auswertung der zweiten, veränderten Temperatur des ersten Temperatursensors und zur Ermittlung der daraus resultierenden Geschwindigkeit des Materials auf. Der Temperatursensor ist entweder direkt dem Thermoelement zugeordnet um dessen Temperatur bzw. Temperaturveränderung zu messen, oder er ist in oder in einem Abstand des Thermoelements dem Luftstrom aus dem Thermoelement oder dem Material zugeordnet. Der Abstand des Tem-

peratursensors von dem Thermoelement dient in diesem Fall bei der Auswertung dazu, um mit der Formel  $v = l / t$ , wobei  $v$  die Geschwindigkeit,  $l$  der Abstand und  $t$  die Zeit ist, mit welcher die zweite, veränderte Temperatur von dem Thermoelement bis zum Temperatursensor benötigt, berechnet zu werden.

In einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist ein weiterer, zweiter Temperatursensor vor oder in dem Thermoelement angeordnet zur Erfassung einer Originaltemperatur eines Originalzustands des Materials, des Thermoelements oder des Luftstroms, der sich in oder aus dem Thermoelement bewegt. Ein Vergleich der zweiten, veränderten Temperatur mit der Originaltemperatur ist hierdurch für die Auswerteeinrichtung etwas erleichtert. Andererseits kann aber auch durch eine schnelle und/oder starke Temperaturänderung, welche durch das Aufheizen durch das Thermoelement erfolgt, bereits die zweite, veränderte Temperatur festgestellt werden. Ein direkter Vergleich mit der Originaltemperatur ist somit nicht jedem Falle erforderlich.

In einer besonders vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist ein dritter Temperatursensor vorgesehen. Er ist in Laufrichtung des Materials gesehen nach dem Thermoelement angeordnet und dient zur Erfassung einer weiteren zweiten, veränderten Temperatur eines weiteren Veränderungszustandes. Mit dem dritten Temperatursensor ist es möglich die zweite, veränderte Temperatur ein zweites Mal zu messen. Der Transport der zweiten, veränderten Temperatur von dem ersten Temperatursensor hin zum dritten Temperatursensor ist damit feststellbar. Durch den definierten Abstand des ersten von dem dritten Temperatursensor und der Zeit, welche die zweite, veränderte Temperatur benötigt um vom ersten bis zum dritten Temperatursensor zu gelangen, kann die Geschwindigkeit der induzierten Temperatur und damit des Materials festgestellt werden.

Ein Modulator zur regelmäßigen Veränderung der Temperatur des Thermoelements ist besonders vorteilhaft. Durch den Modulator ist es möglich, dass

in einer regelmäßig wiederkehrenden Abfolge das Material aufgeheizt und wieder im Wesentlichen auf den Originalzustand zurückgebracht wird. Hierdurch entsteht eine beispielsweise sinusförmige Veränderung der Temperatur entlang des Materials. Diese regelmäßige, wiederkehrende Temperaturveränderung kann sehr einfach von dem oder den Temperatursensor(en) erfasst und ausgewertet werden.

Um die von dem Modulator aufgebrachte regelmäßige Temperaturveränderung wieder zu entschlüsseln, ist es vorteilhaft, wenn ein Demodulator vorgesehen ist. Er dient zur Erfassung der Auswertungen der in dem ersten und/oder dritten Temperatursensor erfassten, regelmäßigen Temperaturveränderung.

Um die Materialeigenschaften, welche sich in dem vorbeilaufenden Material stets ändern können, zu erfassen, ist ein Materialsensor vorgesehen. Er kann beispielsweise mit optischen oder kapazitiven Methoden Veränderungen der Materialeigenschaften feststellen. Hierunter fallen beispielsweise ein sich änderndes Volumen oder die Oberflächenbeschaffenheit oder auch die Zusammensetzung des Materials. Diese Materialeigenschaften können für den Temperaturtransport bzw. die Temperaturveränderung eine Rolle spielen und damit die Geschwindigkeitsmessung beeinflussen. Um diesen Einfluss auszuschalten bzw. berücksichtigen zu können, kann das Signal dieses Materialsensors der Auswerteeinrichtung zugeführt und ausgewertet werden.

Die Heizeinrichtung bzw. das Thermoelement kann eine Einrichtung sein, welche Volumen oder Oberfläche des durchlaufenden Objekts aufheizen kann, zum Beispiel ein kraftvolles optisches Element (Laser, IR-LED oder fokussiertes Licht), ein Elektrogerät usw..

Der Detektor ist eine Vorrichtung, welche sensitiv auf Temperaturen oder Temperaturwechsel ist. Beispielsweise ein pyroelektrisches Element, ein

Halbleiter oder metallener Temperatursensor oder ein anderer Temperatursensor, vorzugsweise ein kontaktloser Sensor.

Der Demodulator ist eine Vorrichtung, die kleine periodische Signale einer bekannten Frequenz erfassen kann, welche in stochastischen Signalen großer Amplituden versteckt sind. Der Demodulator kann ein selektiver Bandpassfilter, ein phasensensitiver Detektor oder eine Prozessoreinheit sein, die mit mathematischen Filtertechniken arbeiten kann. Die beste Lösung, welche stochastische Temperatursignale entfernen kann und nur die induzierte Komponente extrahieren kann ist, wenn ein phasensensitiver Detektor verwendet wird, der von der Heizeinrichtung synchronisiert ist.

Ein Phasenvergleichler ist eine Vorrichtung, die ein Spannungssignal generiert, welches die Differenz in der Phase zwischen zwei Signaleingängen repräsentiert. Normalerweise werden Frequenzmischer, Analogmultiplier oder logische Schaltkreise verwendet für die Phasenermittlung.

Das Messprinzip basiert auf der Tatsache, dass textile Garne oder andere sich bewegende Materialien in der Lage sind, Hitze zu absorbieren, wenn sie einer Heizeinrichtung ausgesetzt sind und infolgedessen ihre Temperatur beeinflusst und gemessen werden kann.

Der Sensor besteht vorzugsweise aus zwei Hauptteilen, einer Heizeinrichtung mit einem Thermoelement und gegebenenfalls mit einem Heizmodulator und einem Temperatursensor. Der Heizmodulator wirkt auf das Thermoelement derart ein, dass periodisch Volumen oder Oberfläche des sich bewegenden Materials aufgeheizt wird. Der Temperatursensor ist eine Vorrichtung, die empfindlich auf Temperaturänderungen ist und für Temperaturmessungen verwendet werden kann. Die Vorrichtung misst entweder die Volumen- oder die Oberflächentemperatur oder Temperaturänderungen. Es kommen dafür pyroelektrische Vorrichtungen, Fototransistoren, Fotodioden oder andere Thermometer in Frage.

Der Heizmodulator 5 heizt zusammen mit dem Thermoelement periodisch mit einer festgelegten Wiederholungsfrequenz  $f_0$  auf bzw. kühlt es periodisch ab. Das Thermoelement kann ein fokussiertes, energiereiches Licht, Laserlicht, Infrarotlichtquelle oder eine andere Heizeinrichtung sein, welche schnell aufheizen bzw. abkühlen kann. Das Ziel des Heizmodulators und des Thermoelements ist es Temperatur auf das Material, welches durch die Heizeinrichtung hindurch läuft, aufzubringen. Das Zeitprofil der Heiz- bzw. Kühlenergie kann irgendein periodisches Signal, wie zum Beispiel eine Rechteckwelle, Sinuswelle Sägezahnwelle oder ähnliches sein. Das Material selbst hat, bevor es in die Heiz- bzw. Kühleinrichtung eintritt, seine eigene Temperatur, die Originaltemperatur  $T_0$ . Diese Temperatur  $T_0$  ist ähnlich der Umgebungstemperatur. Wenn das Material in die Heiz- bzw. Kühleinrichtung eintritt, kann sich die Temperatur des Materials leicht verändern, abhängig von der vorliegenden Energie des Thermoelements. Da die Energie des Thermoelements periodisch wechselt, wird jeder Teil des Materials unterschiedlich mit Energie beaufschlagt, wenn das Material durch die Heiz- bzw. Kühleinrichtung hindurchläuft. Wenn das Material die Heiz- bzw. Kühleinrichtung verlässt, ist seine Gesamttemperatur  $T_t$ , welche aus zwei Komponenten besteht, nämlich einerseits aus der Originaltemperatur  $T_0$  und andererseits aus der induzierten Temperatur  $T_i$ . Die induzierte Temperatur  $T_i$  ist eine sehr kleine Komponente, welche der Originalgarntemperatur  $T_0$  überlagert ist.

Weitere Vorteile der Erfindung sind in den nachfolgenden Ausführungsbeispielen beschrieben. Es zeigt

**Figur 1** eine Prinzipskizze des erfinderischen Grundgedankens,

**Figur 2** eine Sensoreinrichtung mit einem Temperatursensor,

**Figur 3** eine typische Temperaturkurve,

**Figur 4** Kurven mit einem modulierten und einem demodulierten Signal,

**Figur 5** eine Sensoreinrichtung mit zwei Temperatursensoren und

**Figur 6** eine Sensoreinrichtung mit einem Temperatursensor und einem Materialsensor.

In Figur 1 ist das Grundprinzip der vorliegenden Erfindung dargestellt. Diese und die folgenden Ausführungsbeispiele sind bezogen auf die Geschwindigkeitsmessung eines Garns. Die Erfindung ist aber nicht auf die Geschwindigkeitsmessung an einem Garn eingeschränkt, sondern kann auch für andere Materialien verwendet werden, welche in der Lage sind, schnell eine Temperatur anzunehmen und zu transportieren.

Ein Garn 1 wird gemäß Figur 1 in Pfeilrichtung von unten nach oben bewegt. Das Garn 1 läuft dabei an einem Thermoelement 2 vorbei, welches Wärmeenergie auf das Garn 1 aufbringt. Das Garn 1 erwärmt oder kühlt sich dabei solange, bis das Thermoelement 2 wieder abgeschaltet wird. Die Wärmeenergie, welche auf das Garn 1 induziert wurde, wird zusammen mit der Bewegung des Garns 1 in Richtung auf einen Temperatursensor 3 hin bewegt. Der Temperatursensor 3 stellt die Temperaturerhöhung bzw. -verringerung des Garns 1 gegenüber dem originalen bzw. nicht aufgeheizten oder abgekühlten Garn 1 fest. Auf diese Weise kann insbesondere der Übergang von einem Originalzustand bzw. einer Originaltemperatur des Garns 1 auf einen veränderten Zustand, bzw. eine zweite, veränderte Temperatur des Garns 1 festgestellt werden. Die Temperatur, welche in dem Temperatursensor 3 festgestellt wurde, wird an eine Auswerteeinrichtung 4 weitergeleitet, in welcher die Geschwindigkeit des Garns 1 ermittelt werden kann, wenn die Entfernung zwischen dem Thermoelement 2 und dem Temperatursensor 3 sowie die Dauer vom Beginn des Erwärmens bzw. Kühlens des Garns 1 bis zum Eintreffen der temperaturveränderten Stelle an dem Temperatursensor 3 festgestellt wird. Der Quotient aus der Entfernung und dieser Zeit-

dauer ergibt die Geschwindigkeit, mit welcher die Wärmeenergie von dem Thermoelement 2 zu dem Temperatursensor 3 befördert wurde. Diese Geschwindigkeit entspricht der Geschwindigkeit des Garns 1, mit welcher dieses an der Sensoreinrichtung vorbeigeführt wurde.

In Figur 2 ist schematisch eine erfindungsgemäße Sensoreinrichtung dargestellt, welche einen Temperatursensor 3 aufweist. Dieser erste Temperatursensor 3 ist eine bestimmte Entfernung  $l$  von dem Thermoelement 2 entfernt. In Laufrichtung des Garns 1 gesehen, weist das Garn 1 vor dem Thermoelement 2 die Temperatur  $T_0$  auf. Nach dem Thermoelement 2 hat es, falls das Thermoelement 2 aktiv ist, die Temperatur  $T_t$ , welche aus den Komponenten  $T_0$  und einer durch das Thermoelement 2 induzierten weiteren Temperaturkomponente  $T_i$  besteht. Durch den Transport dieser Temperatur  $T_t$  von dem Thermoelement 2 bis zum Temperatursensor 3 wird sich die Temperatur zwar noch geringfügig ändern zu der zweiten, veränderten Temperatur  $T_r$ , welche aus der Komponente  $T_0$  und der weiteren Komponente  $T_r$  besteht. Wesentlich ist, dass sich auch diese zweite, veränderte Temperatur  $T_r$  von der Originaltemperatur  $T_0$  bzw.  $T_0'$  unterscheidet.

Dem Thermoelement 2 ist ein Heizmodulator 5 zugeordnet. Der Modulator 5 bewirkt, dass das Thermoelement 2 in regelmäßigen Abständen ein- und ausgeschaltet wird. Hierdurch wird auf das Garn 1 in regelmäßigen Abständen die zusätzliche Temperatur  $T_i$  induziert. Dies bedeutet, dass in dem Garn 1 abwechselnd in einzelnen Abschnitten die Temperatur  $T_0$  bzw.  $T_0'$  und in anderen Abschnitten die veränderte Temperatur  $T_t$  bzw.  $T_r$  vorliegt. Diese einzelnen Bereiche mit unterschiedlichen Temperaturen sind durch die Frequenz  $f_0$  des Heizmodulators 5 bestimmt. Diese Abschnitte weisen ebenfalls im Wesentlichen diese Frequenz  $f_0$  auf. Von dem Temperatursensor 3 werden sodann mit derselben Frequenz  $f_0$  die Temperaturänderungen erfasst. In einem Demodulator 6 werden diese Frequenzen wiederum demoduliert und über einen Phasendetektor 7 mit dem Heizmodulator 5 abgeglichen. Durch den Zeitversatz  $t$ , welcher zwischen dem Aufbringen der Wärmeenergie auf

den Faden 1 durch den Temperaturmodulator 5 und das Thermoelement 2 und der anschließenden Erfassung der zweiten, veränderten Temperatur  $T_t$  durch den Temperatursensor 3 und den Demodulator 6 liegt, kann die Laufzeit der auf das Garn 1 aufgebrauchten Wärmeenergie von der Heizeinrichtung 2 bis zum Temperatursensor 3 festgestellt werden. Mit der vorbestimmten Entfernung  $l$  kann mittels der Formel  $v = l / t$  die Geschwindigkeit der Wärmeenergie und damit des Garns 1 bestimmt werden.

Das Ziel des Temperatursensors 3 und des Demodulators 6 ist es, eine Temperatur eines sich bewegenden Garns 1 zu lesen und eine Komponente  $T_i$  zu extrahieren, welche durch das Thermoelement 2 induziert wurde. Der Sensor ist in einer Entfernung  $l$  von der Heiz- bzw. Kühleinrichtung und auf dem Weg des sich bewegenden Garns 2 angeordnet. Es wird angenommen, dass das Garn 2 sich durch die Heizeinrichtung mit derselben Geschwindigkeit wie durch die Messzone bewegt. Die gemessene Temperatur wird zwei Komponenten haben, eine stochastische Komponente  $T_0$ , die mit der Originaltemperatur des Garns korrespondiert und eine niedrige induzierte Temperatur  $T_i$ , welche dieselbe Periodizität aufweist wie die Originalheizfrequenz  $f_0$ .

In Figur 3 ist eine Graphik eines Temperaturverlaufs an einem Garn dargestellt. In der Kurve von der Zeit  $t = 0,0$  bis  $3,0$  ist der Temperaturverlauf des Garns 2 an sich gezeigt. Daraus ist zu ersehen, dass sich die Gesamttemperatur des Garns 2 zwar als stark unterschiedlich darstellt, was insbesondere verursacht sein kann durch Dickeänderungen entlang der Länge des Garns 2. Wie aus dem vergrößerten Detail der Kurve zu ersehen ist, ist jedoch der Originalgarntemperatur  $T_0$  eine wesentlich hochfrequenter Temperatur überlagert. Hierbei handelt es sich um die induzierte Temperatur  $T_i$ , welche in einer entsprechenden Frequenz auf das Garn 2 aufgebracht wurde. Mit dieser zusätzlich auf die Originalgarntemperatur  $T_0$  aufgebrauchte induzierten Temperatur  $T_i$  kann durch eine entsprechende Demodulation in Abstimmung mit der durch den Modulator 5 geregelten Aufbringung der Temperatur durch

das Thermoelement 2, und mit der Laufzeit der Wärmeenergie von dem Thermoelement 2 bis zum Temperatursensor 3 auf die Geschwindigkeit des Garnes 2 rückgeschlossen werden.

Die Figur 3 zeigt dabei zwei Temperaturlaufzeichnungen eines bewegten Garns 2. Die eine Kurve zeigt die Originalgarntemperatur  $T_0$ , bevor das Garn die Heizeinrichtung 2 durchläuft. Aus der Darstellung ist zu ersehen, dass das Signal stochastisch mit großen Variationen der Temperatur ist, wobei diese Temperaturschwankungen abhängig sind von der Dicke des Garns 2, momentanen Umgebungsbedingungen usw..

Die andere Linie zeigt wie die gesamte Garntemperatur ist, wenn das Garn die Heizeinrichtung verlässt. Die Heizeinrichtung verwendet dabei ein Sinuswellenenergiesignal. Die induzierte Komponente der Temperatur  $T_i$  kann als kleine Variation betrachtet werden, welche der Originalgarntemperatur  $T_0$  überlagert ist. Diese kleine Variation kann später durch eine entsprechende Filtertechnik entnommen werden. Die Amplitude der  $T_i$ -Komponente wird variieren, sogar wenn die Amplitude der Heizeinrichtung gleich ist. Da das Garn selbst nicht homogen ist, wobei jeder Millimeter des Garns 2 leichte Unterschiede in der Dicke, Feuchtigkeit und dem Volumen hat, wird jeder Teil des Garns 2 unterschiedlich mit Hitze beaufschlagt, auch wenn die Heizenergie dieselbe ist. Der einzige Parameter, welcher gleichbleibend mit der Heizeinrichtung ist, ist die sich wiederholende Frequenz  $f_0$ .

In Figur 4 sind zwei Temperaturkurven dargestellt, welche das Heizsignal und das demodulierte Signal zeigen. Es ist daraus auch der Versatz  $t$  ersichtlich. Die Zeit  $t$  wird benötigt, bis das Heizsignal an dem Temperatursensor 3 angekommen ist. Es ist somit die Laufzeit, welche die Heizenergie benötigt um von dem Thermoelement 2 bis zum Temperatursensor 3 zu gelangen.

In der Figur 4 ist das Hitzesinuswellensignal oben und die extrahierte  $T_i$ -Komponente unten gezeigt. Die Amplitude der extrahierten Temperaturkom-

ponente  $T_i$  variiert, aber die Frequenz des Signals ist dieselbe wie die Frequenz des Modulators.

Die Verzögerung  $t$  zwischen den Signalen korrespondiert mit der Geschwindigkeit des durchlaufenden Garns:  $\text{Geschwindigkeit} = l / t$ , wobei  $l$  die Entfernung zwischen dem Temperaturmodulator 5 und dem Temperatursensor 3 in Metern ist. Der Parameter  $t$  ist die Zeitverzögerung in Sekunden, des modulierten Signals der des Thermoelementes 2 und des demodulierten Signals des Temperatursensors 3. Die minimal messbare Geschwindigkeit wird bestimmt durch die Entfernung  $l$  und die Frequenz der Modulation  $f_0$ , Geschwindigkeit  $v_{\min} = f_0 * l$ . Die maximal messbare Geschwindigkeit ist definiert durch die Auflösung des Phasendetektors 7.

In Figur 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt. Es wird hierbei ein dritter Temperatursensor 8, welcher von dem ersten Temperatursensor 3 in einer Entfernung  $l$  angeordnet ist, verwendet. Dem Temperatursensor 3 ist wiederum der Demodulator 6 zugeordnet, während dem dritten Temperatursensor 8 ein Demodulator 9 zugeordnet ist. Von dem Heizmodulator 5 wird die Frequenz, mit welcher das Thermoelement 2 betrieben wird, dem Demodulator 6 und Demodulator 9 zugeführt. Durch den Phasendetektor 7 werden die beiden Signale der Demodulatoren 6 und 9 ausgewertet und die Laufzeit  $t$  für die Entfernung  $l$  festgestellt. Die Temperaturen, welche an den Temperatursensoren 3 und 8 festgestellt werden, unterscheiden sich durch eine entsprechende Abkühlung, welche bei dem Transport auf der Entfernung  $l$  erfolgt ist. Die entsprechend induzierte Temperatur ist aber hier ebenso noch feststellbar, da sie einen deutlichen Temperaturunterschied zum Originalzustand des Garns 1 darstellt.

Die Abwandlung mit den zwei Temperatursensoren 3 und 8 besteht darin, dass eine Heizeinrichtung 2, 5 und zwei Sensoren 3 und 8 mit vorbestimmtem Abstand  $l$  angeordnet sind. Das Funktionsprinzip ist dasselbe. Die Geschwindigkeit wird berechnet aus dem Phasenversatz von  $T_{i'}$  und  $T_{i''}$ , welche

bei den zwei Sensoren 3 und 8 und dem Abstand  $l$  zwischen ihnen ermittelt wird.

In Figur 6 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt. Hier wird wiederum ein einzelner Temperatursensor 3 verwendet, welcher die zweite, veränderte Temperatur  $T_t$ , welche aus den Komponenten  $T_0$  und  $T_i$  besteht, ermittelt. Außerdem ist ein Volumensensor oder Oberflächensensor 10 dem Garn 1 zugeordnet. Durch diesen Sensor 10 wird die Materialeigenschaft festgestellt, um bei der Auswertung des Temperatursignals zum Beispiel Volumen-, Dicken- oder Oberflächenänderungen des Garns 1 festzustellen und bei der Auswertung mit einfließen lassen zu können. In einer Auswerteeinrichtung 11 wird sodann eine Amplitude, welche aus dem Demodulator 6 ermittelt wird mit einem entsprechenden Korrektursignal des Sensors 10 versehen. Es kann hierdurch eine noch genauere Geschwindigkeitsfeststellung bzw. Temperatúrauswertung erfolgen.

Für die Messung einer Geschwindigkeit eines sich bewegenden textilen Materials mit einer Temperaturmodulation kann der in Figur 6 dargestellte Aufbau verwendet werden. Der Temperaturmodulator weist eine festgelegte Modulationsfrequenz  $f_0$  und Amplitude auf. Der Detektor ist auf dieselbe Frequenz eingestellt. Die Geschwindigkeit des sich bewegenden Garns wird nicht ermittelt aus der Phasendifferenz zwischen dem Modulator und dem Detektor, sondern aus der Amplitude des demodulierten Signals. Je höher die Geschwindigkeit des Garns ist, desto kürzer ist die Zeit für die Heizeinrichtung das Garn mit der entsprechenden Temperatur zu beaufschlagen und umso schneller ist die Abkühlung der Temperatur des Garns und desto kleiner sind die Amplituden der induzierten Temperaturkomponente  $T_i$ . Da die Amplitude der  $T_i$ -Komponente auch abhängt von dem momentanen Volumen oder der Oberfläche des Garns, muss das Messsystem eine Korrektur vornehmen aufgrund des Garnvolumens, bzw. der Oberfläche mit Mitteln eines kapazitiven oder optischen Sensors 10.

In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel wird der Temperatursensor 3 direkt dem Thermoelement 2 zugeordnet. Der Temperatursensor 3 dient dabei dazu die Strömungsgeschwindigkeit zu ermitteln, welche durch das Garn 1 beim Hindurchlaufen durch das Thermoelement 2 verursacht wird. Diese anemometrische Geschwindigkeitsmessung eines sich bewegenden textilen Materials basiert auf der Messung des Luftzugs, welcher durch das sich bewegende Garn verursacht wurde. Der Temperatursensor 3, hier als ein thermisches Anemometer, zum Beispiel ein vorgeheiztes Element, ausgebildet, ist in einem Kanal angeordnet, durch welchen das sich bewegende Garn verläuft. Der Luftstrom, der durch die Garnbewegung verursacht wird, kühlt die Temperatur des erhitzten Drahtes ab. Je schneller das Garn sich bewegt, desto größer ist der Abkühleffekt des vorgeheizten Elementes. Das thermische Anemometer kann jede Vorrichtung sein, die empfindlich auf Temperatur reagiert und kann vorgeheizt sein auf eine konstante Temperatur, wenn es sich in einer beständigen Umgebung befindet. Bekannte thermische Anemometer sind Widerstandsthermometer, d. h. Vorrichtungen die ihren Widerstand mit der Temperatur ändern. Das Widerstandsthermometer wird mit Gleichstrom versorgt, um die Vorrichtung auf eine bestimmte Temperatur vorzuheizen. Diese Temperatur ist oberhalb der Umgebungstemperatur. Solange kein Luftstrom vorliegt, hält das Thermometer seine eigene Temperatur auf dem vorgeheizten Level. Wenn das Garn sich bewegt, entsteht ein Luftzug und die Temperatur des Widerstands sinkt und verändert seinen Widerstand. Der Widerstand kann in Echtzeit gemessen werden.

Die Temperatur des Thermoelements 2 wird erfasst. Bei dem Vorbeilaufen des Garns 1 an dem Thermoelement 2 wird dieses durch die mitgerissene Strömungsluft mehr oder weniger abgekühlt. Diese Abkühlung gegenüber der eigentlichen Erwärmung des Thermoelements 2 kann ermittelt und auf die Geschwindigkeit des Garns wiederum rückgeschlossen werden.

Die Position des Sensors muss sich nicht notwendigerweise in dem Kanal befinden, in welchem das Garn hindurchläuft. Es kann abgeteilt sein durch

eine Membran um den Sensor gegen Ablagerungen von Textilstaub auf dem thermischen Anemometer zu schützen. Andererseits kann sich der Sensor auch in direktem Kontakt mit dem bewegenden Garn befinden, zum Beispiel wenn das thermische Anemometer eine leitende Keramik ist und als Führungselement in den Garnweg eingebaut ist.

Die Genauigkeit der Messung kann noch verbessert werden mit einem weiteren Temperatursensor, welcher die Umgebungstemperatur misst. Das thermische Anemometer ist vorgeheizt um einen konstanten Unterschied zur Umgebungstemperatur zu haben. Wenn also die Umgebungstemperatur steigt, steigt auch das Aufheizen des Thermoelementes um einen konstanten Gradienten der Luftströmung zu erhalten.

Die Geschwindigkeit des sich bewegenden textilen Materials wird ausgerechnet aus den aktuellen Werten der Umgebungstemperatur und der Temperatur der vorgeheizten bzw. abgekühlten Einrichtung.

Grundsätzlich gilt bei der vorliegenden Erfindung, dass die Änderung der Temperatur, welche durch die Bewegung des Materials hervorgerufen wird, proportional zu der Geschwindigkeit des Materials ist.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die dargestellten oder beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Abwandlungen im Rahmen der geltenden Patentansprüche sind jeder Zeit möglich. So sind insbesondere Kombinationen der einzelnen Ausführungsbeispiele möglich. Beispiele, welche sich nur auf ein Aufheizen des Materials beziehen gelten ebenso für eine Abkühlung des Materials gegenüber einer Ausgangstemperatur.

**Bezugszeichenliste**

1	Garn
2	Thermoelement
3	Temperatursensor
4	Auswerteeinrichtung
5	Heizmodulator
6	Demodulator
7	Phasendetektor
8	weiterer Temperatursensor
9	weiterer Demodulator
10	Volumen-/Oberflächensensor
t	zeitlicher Versatz
$f_0$	Frequenz
l	Abstand
$T_t$	zweite, veränderte Temperatur
$T_0$	Originaltemperatur
$T_i$	induzierte Temperatur

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung einer Geschwindigkeit ( $v$ ) eines an einer Sensoreinrichtung vorbeilaufenden Materials, insbesondere eines textilen Materials, wie eines Garns (1) oder Filaments, dadurch gekennzeichnet, dass ein Thermoelement (2) der Sensoreinrichtung aufgeheizt oder abgekühlt wird, das Material an dem Thermoelement (2) vorbeiläuft und dabei die erste, originale Temperatur des Materials und/oder des Thermoelementes (2) und/oder eines durch das vorbeilaufende Material erzeugten Luftstromes vor dem Aufheizen bzw. Abkühlen oder vor dem Vorbeilaufen gegenüber einem Originalzustand verändert wird, diese dadurch erhaltene zweite, veränderte Temperatur erfasst wird und mittels dieser zweiten, veränderten Temperatur die Geschwindigkeit ( $v$ ) des Materials ermittelt wird.
2. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite, veränderte Temperatur in einem definierten Abstand ( $l$ ) von dem Thermoelement (2) erfasst wird und die Zeit ( $t$ ) vom Aufheizen des Materials in dem Thermoelement (2) bis zum Erfassen der zweiten, veränderten Temperatur gemessen wird, um daraus die Geschwindigkeit ( $v$ ) des Materials zu ermitteln.
3. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die durch das vorbeilaufende Material erfolgende Kühlung des Thermoelementes (2) eine zweite, veränderte Temperatur des Thermoelementes (2) hervorruft, die als Maß für die Geschwindigkeit ( $v$ ) des Materials genommen wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Geschwindigkeit des durch das

Material beförderten Luftstromes als Maß für die Geschwindigkeit ( $v$ ) des Materials genommen wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das der Originalzustand, insbesondere die erste, originale Temperatur ( $T_0$ ) des Materials und/oder des Thermoelementes (2) und/oder Luftstromes ermittelt wird.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an voneinander beabstandeten Stellen mehrere zweite, veränderte Temperaturen gemessen werden.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mittels eines Modulators (5) die Temperatur des Thermoelementes (2) regelmäßig verändert wird.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mittels eines Demodulators (6) die regelmäßige Temperaturveränderung erfasst und ausgewertet wird.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Material vorhandene Veränderungen der Materialeigenschaften, insbesondere das Volumen oder die Oberflächenbeschaffenheit des Materials erfasst werden.
10. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertung der zweiten, veränderten Temperatur in Abhängigkeit der Veränderungen der Materialeigenschaften erfolgt.
11. Sensoreinrichtung zur Erfassung einer Geschwindigkeit ( $v$ ) eines an der Sensoreinrichtung vorbeilaufenden Materials, insbesondere eines

textilen Materials, wie eines Garns (1) oder Filaments, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinrichtung

- ein im Materiallauf angeordnetes Thermoelement (2),
- einen in oder nach dem Thermoelement (2) angeordneten Temperatursensor (3) zur Erfassung einer zweiten, veränderten Temperatur eines durch das vorbeilaufende Material beeinflussten Veränderungszustandes
  - des Materials oder
  - des Thermoelementes (2) oder
  - des Luftstromes in oder aus dem Thermoelement (2)
- sowie eine Auswerteeinrichtung (4) zur Auswertung der zweiten, veränderten Temperatur des Temperatursensors (3) und zur Ermittlung der daraus resultierenden Geschwindigkeit (v) des Materials

aufweist.

12. Sensoreinrichtung nach dem vorherigen Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass ein weiterer Temperatursensor vor oder in dem Thermoelement (2) angeordnet ist zur Erfassung einer ersten, originalen Temperatur eines Originalzustandes des Materials oder des Thermoelementes (2) oder des Luftstromes in oder aus dem Thermoelement (2).
13. Sensoreinrichtung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein dritter Temperatursensor (8) nach dem Thermoelement (2) vorgesehen ist zur Erfassung einer weiteren zweiten, veränderten Temperatur eines weiteren Veränderungszustandes.
14. Sensoreinrichtung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Modulator (5) zur regelmäßi-

gen Veränderung der Temperatur des Thermoelementes (2) vorgesehen ist.

15. Sensoreinrichtung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Demodulator (6, 9) zur Erfassung und Auswertung der in dem ersten und/oder dritten Temperatursensor (3, 8) erfassten regelmäßigen Temperaturveränderung vorgesehen ist.
16. Sensoreinrichtung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Materialsensor (10) zur Erfassung in dem Material vorhandener Veränderungen der Materialeigenschaften, insbesondere des Volumens oder der Oberflächenbeschaffenheit oder der Zusammensetzung des Materials vorgesehen ist.

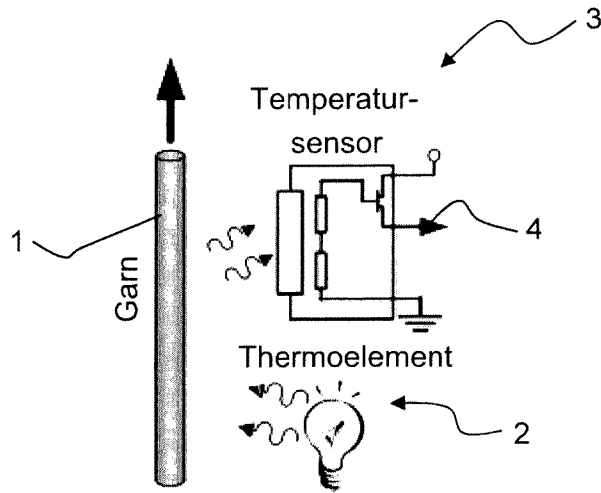


Fig.1

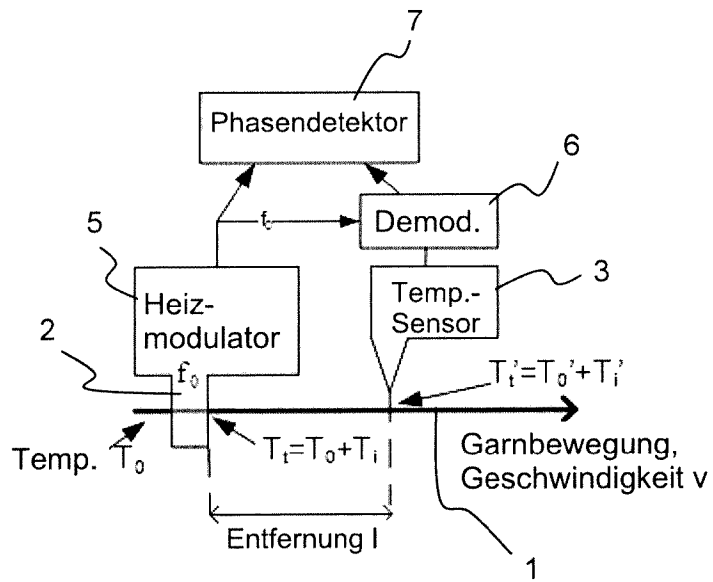
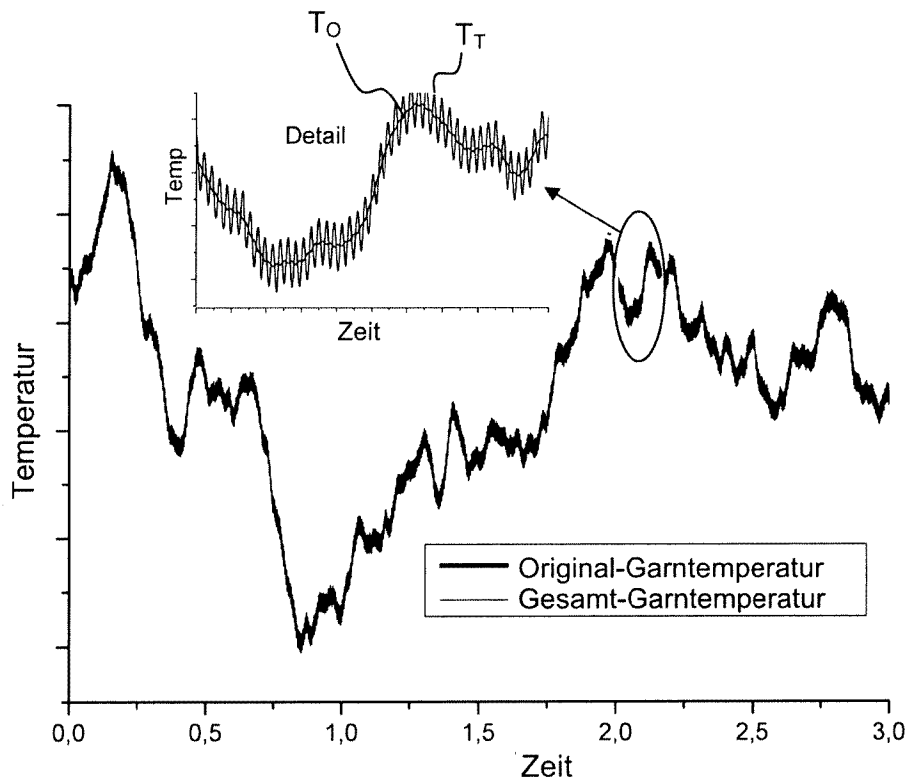
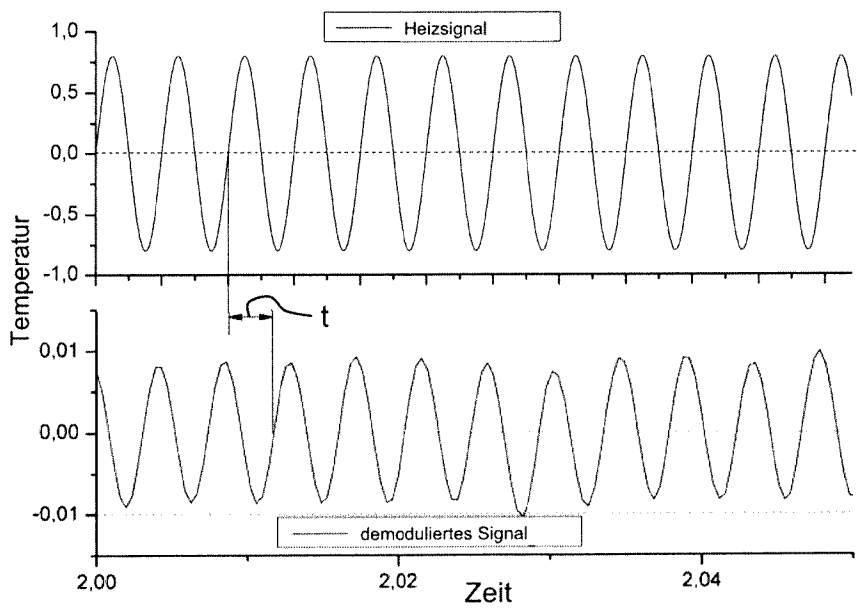


Fig.2



**Fig.3**



**Fig.4**

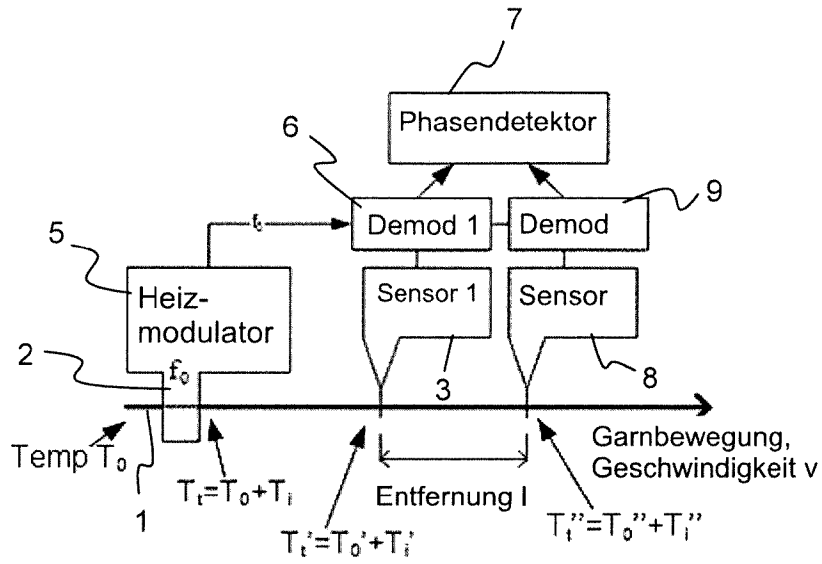


Fig.5

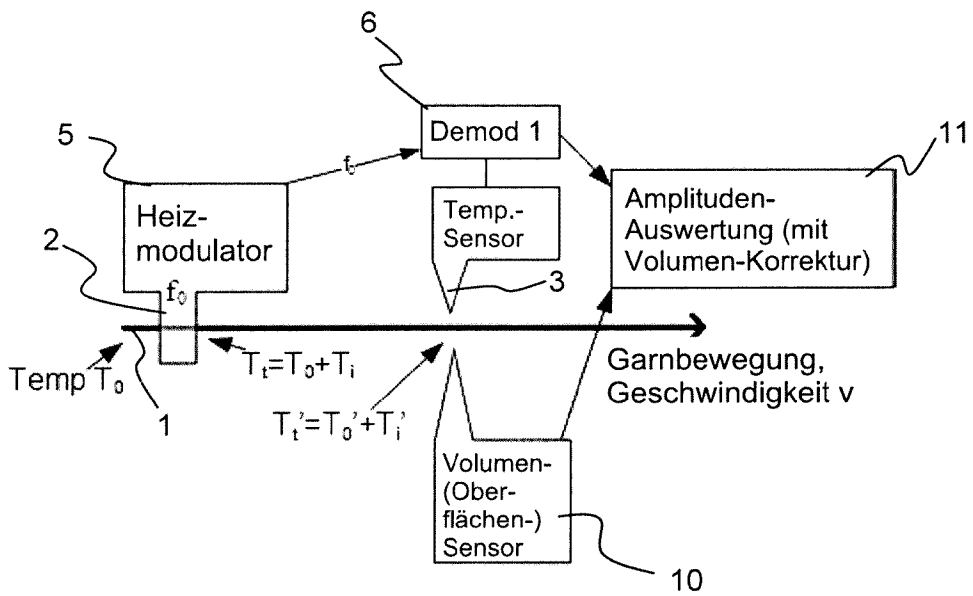


Fig.6

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2013/057566

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. G01P3/36      G01P3/50      G01P3/68      B65H61/00      G01P3/64  
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 G01P B65H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
 EPO-Internal, WPI Data

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 691 921 A (BERLIN ANDREW A [US]) 25 November 1997 (1997-11-25)	1,7,8, 11,13-15
Y	column 2, line 37 - column 2, line 53; figures 1,7 column 3, line 18 - column 3, line 32 column 5, line 42 - column 6, line 37 -----	1,2,5-8, 11-15
X	CH 614 043 A5 (SAINT GOBAIN [FR]) 31 October 1979 (1979-10-31)	1,2,6, 11,13
Y	page 2, right-hand column, line 31 - page 3, right-hand column, line 46; figures 1,2 -----	1,2,5-8, 11-15
X	US 4 777 368 A (KERLIN JR THOMAS W [US]) 11 October 1988 (1988-10-11)	1,2,7,8, 11,14,15
Y	column 1, line 65 - column 3, line 9 column 4, line 14 - column 4, line 42 column 6, line 3 - column 6, line 46 column 7, line 53 - column 8, line 22 -----	1,2,5-8, 11-15
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  <b>6 November 2013</b>	Date of mailing of the international search report  <b>27/11/2013</b>
---	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  <b>Felicetti, Christoph</b>
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/057566

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 388 328 A (DRENNING JOHN W) 11 June 1968 (1968-06-11)	1,2,11
Y	column 1, line 27 - column 29 column 3, line 3 - column 3, line 54 column 4, line 13 - column 4, line 39 column 5, paragraph 1	1,2,5-8, 11-15
X	DE 195 13 861 A1 (MADRZAK ZYGMUNT [DE]) 17 October 1996 (1996-10-17)	1,2,5, 11,12
Y	column 1, line 1 - column 2, line 33 column 2, line 59 - column 3, line 33	1,2,5-8, 11-15
X	DE 23 17 496 A1 (SIEMENS AG) 24 October 1974 (1974-10-24)	1,3,11
Y	page 2, paragraph 2 - page 2, paragraph 5 page 3, last paragraph - page 4, last paragraph; figure 1	1,3, 9-11,16
Y	GB 2 243 916 A (MARCONI GEC LTD [GB]) 13 November 1991 (1991-11-13) abstract page 5; figures 1,2	1,3, 9-11,16
X	US 2004/013158 A1 (BAZHENOV MYKHAYLO [UA] ET AL) 22 January 2004 (2004-01-22) paragraphs [0014] - [0016], [0027], [0028], [0049], [0064], [0065], [0066]; claims 1,16,17; figures 9,10	1,4,11

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

**see the supplemental sheet**

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

**PCT/ISA/210**

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1, 2, 5-8, 11-15

Method and device for detecting the velocity of a material running past a sensor device. Dependent claims 2, 5-8 and 12-15 relate to a first variant, comprising the determination of the runtime of a heat pulse over a defined distance and the associated measures for reducing measurement errors.

---

2. Claims 1, 3, 9-11, 16

Method and device for detecting the velocity of a material running past a sensor device. Dependent claims 3, 9, 10 and 16 relate to a second variant, in which the cooling of the heating element is determined and from this the velocity of the material is inferred.

---

3. Claims 1, 4, 11

Method for detecting the velocity of a material running past a sensor device. Dependent claim 3 relates to a third variant, in which the velocity of an air stream conveyed by the material is determined and from this the velocity of the material is inferred.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2013/057566
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5691921	A	25-11-1997	DE 69620735 D1 23-05-2002
			DE 69620735 T2 14-08-2002
			EP 0784205 A1 16-07-1997
			JP 3971477 B2 05-09-2007
			JP H09237120 A 09-09-1997
			US 5691921 A 25-11-1997
			US 2004021035 A1 05-02-2004
-----			
CH 614043	A5	31-10-1979	BE 853554 A1 13-10-1977
			CH 614043 A5 31-10-1979
			DE 2616443 A1 20-10-1977
			DK 164777 A 15-10-1977
			ES 457797 A1 01-03-1978
			FI 771168 A 15-10-1977
			FR 2348469 A1 10-11-1977
			GB 1532126 A 15-11-1978
			IT 1113554 B 20-01-1986
			JP S52127258 A 25-10-1977
			LU 77113 A1 14-11-1977
			NL 7704009 A 18-10-1977
			NO 771288 A 17-10-1977
			SE 7704082 A 15-10-1977
-----			
US 4777368	A	11-10-1988	NONE
-----			
US 3388328	A	11-06-1968	SE 312247 B 07-07-1969
			US 3388328 A 11-06-1968
-----			
DE 19513861	A1	17-10-1996	NONE
-----			
DE 2317496	A1	24-10-1974	NONE
-----			
GB 2243916	A	13-11-1991	NONE
-----			
US 2004013158	A1	22-01-2004	CA 2391171 A1 20-12-2003
			US 2004013158 A1 22-01-2004
-----			

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2013/057566

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. G01P3/36 G01P3/50 G01P3/68 B65H61/00 G01P3/64  
 ADD.  
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE  
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 G01P B65H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
 EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 691 921 A (BERLIN ANDREW A [US]) 25. November 1997 (1997-11-25)	1,7,8, 11,13-15
Y	Spalte 2, Zeile 37 - Spalte 2, Zeile 53; Abbildungen 1,7	1,2,5-8, 11-15
	Spalte 3, Zeile 18 - Spalte 3, Zeile 32 Spalte 5, Zeile 42 - Spalte 6, Zeile 37 -----	
X	CH 614 043 A5 (SAINT GOBAIN [FR]) 31. Oktober 1979 (1979-10-31)	1,2,6, 11,13
Y	Seite 2, rechte Spalte, Zeile 31 - Seite 3, rechte Spalte, Zeile 46; Abbildungen 1,2 ----- -/--	1,2,5-8, 11-15

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
6. November 2013	27/11/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Felicetti, Christoph
--	---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 777 368 A (KERLIN JR THOMAS W [US]) 11. Oktober 1988 (1988-10-11)	1,2,7,8, 11,14,15
Y	Spalte 1, Zeile 65 - Spalte 3, Zeile 9 Spalte 4, Zeile 14 - Spalte 4, Zeile 42 Spalte 6, Zeile 3 - Spalte 6, Zeile 46 Spalte 7, Zeile 53 - Spalte 8, Zeile 22 -----	1,2,5-8, 11-15
X	US 3 388 328 A (DRENNING JOHN W) 11. Juni 1968 (1968-06-11)	1,2,11
Y	Spalte 1, Zeile 27 - Spalte 29 Spalte 3, Zeile 3 - Spalte 3, Zeile 54 Spalte 4, Zeile 13 - Spalte 4, Zeile 39 Spalte 5, Absatz 1 -----	1,2,5-8, 11-15
X	DE 195 13 861 A1 (MADRZAK ZYGMUNT [DE]) 17. Oktober 1996 (1996-10-17)	1,2,5, 11,12
Y	Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 2, Zeile 33 Spalte 2, Zeile 59 - Spalte 3, Zeile 33 -----	1,2,5-8, 11-15
X	DE 23 17 496 A1 (SIEMENS AG) 24. Oktober 1974 (1974-10-24)	1,3,11
Y	Seite 2, Absatz 2 - Seite 2, Absatz 5 Seite 3, letzter Absatz - Seite 4, letzter Absatz; Abbildung 1 -----	1,3, 9-11,16
Y	GB 2 243 916 A (MARCONI GEC LTD [GB]) 13. November 1991 (1991-11-13) Zusammenfassung Seite 5; Abbildungen 1,2 -----	1,3, 9-11,16
X	US 2004/013158 A1 (BAZHENOV MYKHAYLO [UA] ET AL) 22. Januar 2004 (2004-01-22) Absätze [0014] - [0016], [0027], [0028], [0049], [0064], [0065], [0066]; Ansprüche 1,16,17; Abbildungen 9,10 -----	1,4,11

**Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
  
2.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
  
3.  Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

**Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)**

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1.  Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
  
2.  Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
  
3.  Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
  
4.  Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

**Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs**

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

## WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

## 1. Ansprüche: 1, 2, 5-8, 11-15

Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung der Geschwindigkeit eines an einer Sensoreinrichtung vorbeilaufenden Materials. Abhängige Ansprüche 2, 5-8, 12-15 betreffen eine erste Variante mit Bestimmung der Laufzeit eines Wärmeimpulses über einen definierten Abstand sowie zugehörige Massnahmen zur Verringerung von Messfehlern.

---

## 2. Ansprüche: 1, 3, 9-11, 16

Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung der Geschwindigkeit eines an einer Sensoreinrichtung vorbeilaufenden Materials. Abhängige Ansprüche 3, 9, 10 und 16 betreffen eine zweite Variante, bei der die Abkühlung des Heizelementes bestimmt und daraus auf die Geschwindigkeit des Materials geschlossen wird.

---

## 3. Ansprüche: 1, 4, 11

Verfahren zur Erfassung der Geschwindigkeit eines an einer Sensoreinrichtung vorbeilaufenden Materials. Abhängiger Anspruch 3 betrifft eine dritte Variante, bei der die Geschwindigkeit eines durch das Material beförderten Luftstroms bestimmt und daraus auf die Geschwindigkeit des Materials geschlossen wird.

---

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/057566

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
US 5691921	A	25-11-1997	DE 69620735 D1	23-05-2002
			DE 69620735 T2	14-08-2002
			EP 0784205 A1	16-07-1997
			JP 3971477 B2	05-09-2007
			JP H09237120 A	09-09-1997
			US 5691921 A	25-11-1997
			US 2004021035 A1	05-02-2004
			-----	
CH 614043	A5	31-10-1979	BE 853554 A1	13-10-1977
			CH 614043 A5	31-10-1979
			DE 2616443 A1	20-10-1977
			DK 164777 A	15-10-1977
			ES 457797 A1	01-03-1978
			FI 771168 A	15-10-1977
			FR 2348469 A1	10-11-1977
			GB 1532126 A	15-11-1978
			IT 1113554 B	20-01-1986
			JP S52127258 A	25-10-1977
			LU 77113 A1	14-11-1977
			NL 7704009 A	18-10-1977
			NO 771288 A	17-10-1977
			SE 7704082 A	15-10-1977
-----				
US 4777368	A	11-10-1988	KEINE	
-----				
US 3388328	A	11-06-1968	SE 312247 B	07-07-1969
			US 3388328 A	11-06-1968
-----				
DE 19513861	A1	17-10-1996	KEINE	
-----				
DE 2317496	A1	24-10-1974	KEINE	
-----				
GB 2243916	A	13-11-1991	KEINE	
-----				
US 2004013158	A1	22-01-2004	CA 2391171 A1	20-12-2003
			US 2004013158 A1	22-01-2004
-----				