

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50587/2023
(22) Anmeldetag: 21.07.2023
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2025

(51) Int. Cl.: **G01K 1/18** (2006.01)
G01K 1/12 (2006.01)
G01J 5/04 (2006.01)
F23N 5/02 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
SAITO, H. et al. "Study on the development of thin-film sensor for measuring instantaneous temperature on wall surface of combustion chamber" In: 2018 5th International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR) [online]. Mai 2018 (05.2018). Seiten 252–257. [ermittelt am 25. März 2024].
<doi:10.1109/ICBIR.2018.8391202>. Ermittelt von
<<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8391202>>
DE 3111948 A1
DE 102019202202 A1
JP S60177226 A

(71) Patentanmelder:
Piezocryst Advanced Sensorics GmbH
8020 Graz (AT)
(72) Erfinder:
Baumgartner Martin Dipl.-Ing.
8522 Groß St. Florian (AT)
Edtmayer Josef Dipl.-Ing. Dr.techn.
8045 Graz (AT)
(74) Vertreter:
Babeluk Michael Dipl.-Ing. Mag.
1080 WIEN (AT)

(54) **TEMPERATURSENSOR ZUR MESSUNG BEI SCHNELL WECHSELNDEN TEMPERATURVERLÄUFEN**

(57) Die Erfindung betrifft einen Temperatursensor zur Messung bei schnell wechselnden Temperaturverläufen, insbesondere zur Messung in einem Brennraum (10) einer Brennkraftmaschine, wobei der Temperatursensor zumindest ein Trägersubstrat (3) mit einer Messoberfläche (3a) aufweist und wobei an der Messoberfläche (3a) zumindest ein Sensorelement (1) angeordnet ist, das als Dünnschicht-Sensorelement ausgeführt ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Sensorelement (1) und der Messoberfläche (3a) des Trägersubstrats (3) eine Isolierschicht (2) angeordnet ist, welche einen niedrigeren Wärmeleitkoeffizient aufweist als das Trägersubstrat (3).

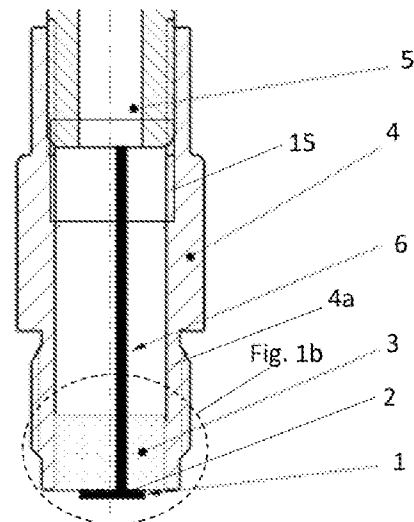


Fig. 1a

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft einen Temperatursensor zur Messung bei schnell wechselnden Temperaturverläufen, insbesondere zur Messung in einem Brennraum (10) einer Brennkraftmaschine, wobei der Temperatursensor zumindest ein Trägersubstrat (3) mit einer Messoberfläche (3a) aufweist und wobei an der Messoberfläche (3a) zumindest ein Sensorelement (1) angeordnet ist, das als Dünnschicht-Sensorelement ausgeführt ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Sensorelement (1) und der Messoberfläche (3a) des Trägersubstrats (3) eine Isolierschicht (2) angeordnet ist, welche einen niedrigeren Wärmeleitkoeffizient aufweist als das Trägersubstrat (3)

Fig. 1a

Die Erfindung betrifft einen Temperatursensor zur Messung bei schnell wechselnden Temperaturverläufen, insbesondere zur Messung in einem Brennraum einer Brennkraftmaschine, wobei der Temperatursensor zumindest ein Trägersubstrat mit einer Messoberfläche aufweist und wobei an der Messoberfläche zumindest ein Sensorelement angeordnet ist, das als Dünnschicht-Sensorelement ausgeführt ist.

In Brennkraftmaschinen und technischen Verbrennungsprozessen treten häufig Temperaturschwankungen mit geringen Zeitkonstanten auf. Diese Temperaturschwankungen können Frequenzen von bis zu 500 Hz aufweisen. Um den Verbrennungsablauf und damit die freiwerdende Energie sowie die entstehenden Endprodukte zu regeln, beispielsweise in Form des Zündzeitpunktes eines Verbrennungsmotors, ist eine Messung des zeitlichen Verlaufes der Zustandsgrößen notwendig. Dabei steht oft nicht die Messung des exakten Temperaturwertes im Vordergrund, sondern mehr der exakte zeitliche Verlauf, der unverzüglich erfasst werden muss. Herkömmliche Temperatursensoren, die robust genug sind, um den hohen Verbrennungstemperaturen standzuhalten, sind aufgrund ihrer Eigenmasse zu träge und mitteln über hochdynamische Vorgänge hinweg.

Es sind Dünnschicht-Sensorelemente, aufgebracht auf thermisch gut leitfähiges Trägersubstrat bekannt. Dabei leitet das Trägersubstrat die Wärme des Sensorelements ab und kühlt es somit. Dies erhöht die Lebensdauer des Sensorelements, verlangsamt aber dessen Ansprechzeit.

Aufgabe der Erfindung ist, eine verbesserte, schnelle Messung der Temperatur bei langer Lebensdauer zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zwischen dem Sensorelement und der Messoberfläche des Trägersubstrats eine Isolierschicht angeordnet ist, welche einen niedrigeren Wärmeleitkoeffizient aufweist als das Trägersubstrat.

Das Sensorelement ist ein Element, das in Abhängigkeit seiner Temperatur ein Messsignal verändert und somit eine Temperaturmessung ermöglicht. Diese Veränderung des Messsignals kann beispielsweise durch Änderung seines

elektrischen Widerstandes, Änderung der Farbe oder durch Erzeugung oder Veränderung eines elektrischen Signals, beispielsweise durch den Seebeck-Effekt, erreicht werden. Die Signaländerung kann also vom Sensorelement aktiv, beispielsweise im Zuge des Aufbaus einer Thermospannung, als auch passiv, beispielsweise im Zuge der Widerstandsänderung und damit Beeinflussung eines dem Sensorelements zugeführten Stroms, erfolgen.

Das Sensorelement ist als Dünnschicht-Sensorelement ausgeführt. Vorzugsweise ist das Dünnschicht-Sensorelement mittels Dünnschichttechnologie, direkt oder indirekt, auf die Meso-oberfläche aufgebracht. Die Herstellung des Sensorelements kann durch ein Beschichtungsverfahren und eine entsprechende Maskierung und/oder lithografische Bearbeitung erfolgen. Mögliche Beschichtungsverfahren sind untenstehend angeführt. Durch dieses Herstellungsverfahren ist es möglich, dass das Sensorelement eine sehr geringe Dicke aufweist und daher aufgrund der geringen Masse schnell auf Temperaturänderungen reagieren kann. Vorzugsweise weist das Sensorelement eine Dicke von maximal 1 μm auf, besonders vorzugsweise maximal 0.1 μm und ganz besonders vorzugsweise maximal 0.05 μm .

Mögliche Beschichtungsverfahren, die einzeln oder in Kombination zu Anwendung kommen können:

- PVD, physikalische Dampfphasenabscheidung: Bedampfen, Sputtern und/oder Ionenplattieren
- Reaktive Dampfphasenabscheidung (z.B. für keramische Schichten wie Al_2O_3)
- CVD (chemische Dampfphasenabscheidung): beispielsweise thermisch, plasma-aktiviert, photonen-aktiviert, und/oder laser-induziert
- Elektrochemische Abscheidung: zum Beispiel kathodische Abscheidung
- Chemische Abscheidung
- Thermische Spritzverfahren
- Schmelztauchen

Die Isolierschicht dient zur thermischen Isolierung des Sensorelements gegenüber dem Trägersubstrat.

Die Messoberfläche ist dabei jene Oberfläche, die in Richtung des zu messenden Raums gerichtet ist, in dem sich das Fluid (Flüssigkeit oder Gas) oder der Feststoff befindet, dessen zeitliche Temperaturänderung gemessen werden soll.

Vorzugsweise ist auf dem Sensorelement, vorzugsweise zumindest auf der Messoberfläche, zumindest eine Schutzschicht angeordnet. Die Messoberfläche wird vorzugsweise durch die Schutzschicht, beispielsweise in Form einer elektrisch isolierenden und inerten Beschichtung, vor äußeren Umgebungseinflüssen, wie korrosiven Medien, Eindiffundieren von Medien bzw. deren Bestandteilen, mechanischen Einflüssen (Abrasion) und Kurzschluss durch elektrische leitende Fluide geschützt. Vorzugsweise besteht die Schutzschicht zumindest teilweise aus einem Metalloxid, vorzugsweise aus Siliziumdioxid, Zirkonoxid und/oder aus Silizium- bzw. Aluminiumnitrid.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist eine geringe Ansprechzeit bei kurzfristigem Wärmeeintrag, wodurch das Sensorelement schneller auf kurzfristige Temperaturänderungen des zu messenden Objektes (Fluid, Festkörper) reagieren kann. Die Temperatur des Sensorelements reagiert somit schnell auf Temperaturänderungen im zu messenden Raum und die Isolierschicht verhindert eine Verlangsamung durch das größere und thermisch langsamer reagierende Trägersubstrat. Gleichzeitig kann die höhere Wärmeleitfähigkeit des Trägersubstrats bei längerfristigem Wärmeeintrag die Wärme vom Sensorelement abtransportieren. Die gute Wärmeableitung durch das Trägersubstrat führt auf lange Sicht also zu einer Kühlung des Messelementes. Dadurch kann die Haltbarkeit des Messelementes erhöht werden, da dauerhaft erhöhte Temperaturen meist zu einer Schädigung des Messelementes führen. Weiters fällt die Temperatur des Messelementes und damit das Ausgangssignal bei fehlendem Wärmeeintrag wieder schneller ab. So kann das dynamische Verhalten des Temperatursensors gegenüber dem direkten Aufbringen des Messelementes auf das Substrat deutlich verbessert werden.

Vorzugsweise ist die Isolierschicht als Dünnschicht ausgeführt. Vorzugsweise weist die Isolierschicht eine Dicke von unter 20 μm und vorzugsweise etwa 10 μm auf.

Zur Erhöhung der Schichtfestigkeit kann auch vorgesehen sein, dass die Isolierschicht als Sandwich-Schicht ausgeführt ist. Das bedeutet, dass die

Isolierschicht nicht als eine homogene Schicht aus einem einzigen Material, sondern als Abfolge mehrerer Lagen unterschiedlicher Materialien aufgebaut ist.

Damit der Sensor möglichst schnell reagieren kann, kann vorgesehen sein, dass der Wärmeleitkoeffizient des Trägersubstrats mindestens doppelt so groß, vorzugsweise mindestens vier Mal so groß, besonders vorzugsweise mindestens zehn Mal so groß, ganz besonders vorzugsweise mindestens zwanzig Mal so groß ist wie der Wärmeleitkoeffizient der Isolierschicht. Es kann auch vorgesehen sein, dass der Wärmeleitkoeffizient des Trägersubstrats mindestens dreißig Mal so groß, vorzugsweise mindestens vierzig Mal so groß, ist wie der Wärmeleitkoeffizient der Isolierschicht.

Damit möglichst viel Wärme vom Sensorelement langfristig abgeführt werden kann, kann vorgesehen sein, dass das Trägersubstrat einen Wärmeleitkoeffizient von zumindest 20 W/mK, vorzugsweise zumindest 30 W/mK und besonders vorzugsweise zumindest 40 W/mK aufweist.

Damit das Sensorelement auf kurzfristige Temperaturänderungen möglichst schnell reagieren kann, ist vorteilhaft, wenn die Isolierschicht einen Wärmeleitkoeffizient von maximal 4 W/mK, vorzugsweise maximal 3 W/mK, besonders vorzugsweise maximal 2 W/mK aufweist.

Es hat sich herausgestellt, dass es besonders vorteilhaft ist, wenn das Trägersubstrat zumindest teilweise aus Korund, vorzugsweise aus Saphir, und/oder aus einem Metall, insbesondere Kupfer-, Silber- oder Aluminiumlegierungen besteht. Diese Materialien weisen eine hohe Widerstandsfähigkeit auf, haben aber auch einen hohen Wärmeleitkoeffizient. Weitere mögliche Materialien für das Trägersubstrat sind: Siliziumkarbid, Siliziumnitrid, Aluminiumnitrid, korrosionsbeständiger Chrom-Nickel-Stahl.

Es kann vorgesehen sein, dass die Isolierschicht zumindest teilweise aus einem Metalloxid, vorzugsweise aus Siliziumdioxid, und/oder aus einer, vorzugsweise porösen, Keramik besteht. Diese Materialien sind ebenso widerstandsfähig, weisen jedoch einen geringen Wärmeleitkoeffizienten auf. Weitere mögliche Materialien für die Isolierschicht sind: Zirkonoxid, Silikatkeramiken.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Temperatursensor ein in eine Messöffnung einsetzbares Gehäuse aufweist und vorzugsweise die Messoberfläche frontseitig am Gehäuse angeordnet ist. Es kann vorgesehen sein, dass das Gehäuse zumindest ein Dichtelement zum Abdichten mit der Messöffnung aufweist. Vorzugsweise ist das Dichtelement im Bereich der Messoberfläche angeordnet. Es kann zusätzlich oder stattdessen vorgesehen sein, dass das Dichtelement, vorzugsweise an einer Schulter, an einem hinteren Bereich des Temperatursensors angeordnet ist. Vorzugsweise ist zumindest ein Dichtelement als Metalledichtring ausgeführt.

Eine einfache und schnelle Messung kann erreicht werden, wenn das Sensorelement zumindest ein Widerstandsthermometer und/oder ein Thermoelement aufweist. Die Kontaktierung des Sensorelements kann durch das Trägersubstrat geführt sein oder entlang des Trägersubstrats, vorzugsweise zwischen Trägersubstrat und Gehäuse. Vorzugsweise ist das Widerstandsthermometer aus Platin, Nickel oder Silizium, und/oder das Thermoelement vorzugsweise vom Typ K, N, J, E, S, R oder B. Vorzugsweise ist das Sensorelement ein Widerstandsthermometer oder ein Thermoelement.

Es kann auch vorgesehen sein, dass das Sensorelement zumindest eine pyrometrische Messschicht, vorzugsweise aus Siliziumkarbid und/oder Siliziumnitrid, aufweist und dass diese Messschicht zur pyrometrischen Messung der Temperatur, vorzugsweise im Infrarotbereich, eingerichtet ist.

Die pyrometrische Messschicht ist dabei eine Schicht, die zur qualitativen berührungslosen Temperaturmessung geeignet ist. Dazu weist sie vorzugsweise auf der, zum Strahlungsthermometer gerichteten Seite einen hohen Emissionskoeffizienten im relevanten Temperaturbereich und bei der Wellenlänge oder Wellenlängenbereich auf, die vom zugehörigen Pyrometer (auch Strahlungsthermometer genannt) gemessen wird.

Weiters ist vorteilhaft, wenn vorgesehen ist, dass das Trägersubstrat und die Isolierschicht für zumindest eine Wellenlänge transparent ist und dass der Temperatursensor zumindest ein, auf das Sensorelement gerichtetes Strahlungsthermometer zur pyrometrischen Messung mittels der zumindest einen Wellenlänge aufweist, und dass die Trägersubstrat zumindest teilweise zwischen dem Strahlungsthermometer und dem Sensorelement angeordnet ist. So kann die

kontaktlose Messung des Strahlungsthermometers durch das Trägersubstrat und die Isolierschicht hindurch erfolgen.

Die Schutzschicht zum Schutz des Sensorelementes vor äußeren Umgebungseinflüssen besteht vorzugsweise aus einem elektrisch isolierenden und inerten Stoff, wie beispielsweise Oxidkeramiken, Aluminiumnitrid, Siliziumnitrid und ist ebenfalls als Dünnschicht ausgeführt. Vorzugsweise weist die Schutzschicht eine Dicke von 10 µm weniger auf, besonders vorzugsweise eine Dicke von 1 µm oder weniger.

In weiterer Folge wird die Erfindung anhand nicht einschränkender Ausführungsformen in den Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a einen Längsschnitt einer erfindungsgemäßen ersten Ausführungsform eines Temperatursensors;

Fig. 1b eine Vergrößerung eines Teils der Fig. 1a;

Fig. 2 einen Längsschnitt einer erfindungsgemäßen zweiten Ausführungsform eines Temperatursensors;

Fig. 3 einen Längsschnitt durch einen Brennraum einer Brennkraftmaschine mit einer eingesetzten erfindungsgemäßen dritten Ausführungsform eines Temperatursensors;

Fig. 4a-4d verschiedene Ausführungsformen von Messoberflächen erfindungsgemäßer Temperatursensoren;

Fig. 5a-5c verschiedene Ausführungsformen von elektrischen Verbindungen erfindungsgemäßer Temperatursensoren jeweils in einem Längsschnitt und in einer Draufsicht.

In Fig. 1a und 1b wird eine erste Ausführungsform gezeigt, dessen Sensorelement 1 als Widerstandsthermometer ausgeführt ist. Dieses Sensorelement 1 ist auf einer Messoberfläche 3a eines Trägersubstrats 3 angeordnet, welches ein Vielfaches von dessen Dicke aufweist. Zwischen dem Trägersubstrat 3 und dem Sensorelement 1

ist eine Isolierschicht 2 mit einer Dicke von etwa 10 µm vorzugsweise aus Siliciumdioxid angeordnet.

Der gezeigte Temperatursensor ist im Wesentlichen stiftförmig. Er weist ein Gehäuse 4 auf, das die anderen Bauteile umgibt und schützt. An einer Stirnseite ist das Trägersubstrat 3 angeordnet. Auf dieser Stirnseite ist die Messoberfläche 3a aufgebracht. Das Gehäuse 4 weist ein Gewinde 4a zur Montage in einer entsprechenden Öffnung auf. Durch das Trägersubstrat 3 erstrecken sich elektrische Verbindungen 6 von dem Sensorelement 1 bis zu der gegenüberliegenden Seite des Temperatursensors, wo sie mit einem Verbindungselement 5 zum Verbinden mit einer Ausleseseinheit verbunden sind. So kann der in der Öffnung eingebrachte Temperatursensor auf dieser Seite ausgelesen und betrieben werden.

Die Ausleseseinheit weist dabei eine Schaltung zur Messung von elektrischen Messgrößen (Widerstand, Spannung), eine Verstärkereinheit und ein Datenerfassungssystem zur digitalen Erfassung des Temperaturverlaufes auf. Die Abtastfrequenz des Datenerfassungssystems und die Eigenfrequenzen von Schaltung und Verstärkereinheit müssen dabei ausreichend groß sein, um den schnell veränderlichen Temperaturverlauf des Sensors wiederzugeben.

In Fig. 2 wird eine der ersten Ausführungsform sehr ähnliche zweite Ausführungsform gezeigt. Daher wird hier nur auf die wesentlichsten Unterschiede eingegangen. Gleichwirksame Elemente haben die gleichen Bezugszeichen.

Diese Ausführungsform hat anders als die erste keine elektrischen Verbindungen, da das Sensorelement 1 als pyrometrische Messschicht ausgebildet ist. Ein Strahlungsthermometer 15 ist wie bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1a jenseits des Trägersubstrats 3 angeordnet und in Richtung des Sensorelements ausgerichtet. Sendet das Sensorelement 1 wärmebedingt Strahlung in Richtung des Strahlungsthermometers 15, so breitet sich diese durch die für sie transparente Isolierschicht 2 und das Trägersubstrat 3 aus und wird von dem Strahlungsthermometer 15 empfangen und ausgewertet. So kann ohne elektrische Verbindung zum Sensorelement 1 die Temperatur gemessen werden. Dafür ist Isolierschicht 2 und Trägersubstrat 3 zumindest für jene Wellenlängen transparent, in denen die Messschicht in den relevanten Temperaturbereichen strahlt.

In Fig. 3 wird eine dritte Ausführungsform gezeigt, wobei hier ein typischer Verbau in einer Brennkraftmaschine im Vordergrund steht.

Es ist gut sichtbar, dass der Temperatursensor in einer Messöffnung 11 eingesteckt ist, sodass die Messoberfläche 3a in einen Brennraum 10 der Brennkraftmaschine hineinragt. An einem Hinterbereich 8 des Temperatursensors ist ein Dichtring 14 angeordnet, der die Verbindung zwischen der Messöffnung 11 und dem Temperatursensor abdichtet.

In den Figuren 4a-4d sind verschiedene Ausführungsformen einer Messoberfläche 3a gezeigt. Fig. 4a zeigt eine Messoberfläche 3a, wie sie in der zweiten Ausführungsform gemäß Fig. 2 benutzt werden könnte. Es handelt sich um eine kreisförmige pyrometrische Messschicht, die den Großteil der Messoberfläche 3a bedeckt.

Fig. 4b zeigt eine Messoberfläche 3a, wie sie in der ersten Ausführungsform gemäß Fig. 1a und 1b benutzt werden könnte. Sie weist eine Widerstandsleiterbahn 12 auf, die serpentinartig angelegt ist, um möglichst lange zu sein. An ihren Enden 12a, 12b ist sie mit elektrischen Verbindungen verbunden.

Fig. 4c zeigt eine weitere Ausführungsform. Dort ist das Sensorelement als Thermoelement 13 ausgeführt, das zwei unterschiedliche, miteinander verbundene Materialien 13a, 13b umfasst. So kann unter Ausnutzung des Seebeck-Effekts die Temperatur bestimmt werden. Die Kontaktierung erfolgt analog zu der Ausführungsform in Fig. 4b.

Fig. 4d zeigt eine weitere Ausführungsform der serpentinartig angelegten Widerstandsleiterbahn 12. In dieser Ausführungsform ist die Widerstandsleiterbahn radial um das Zentrum der Messoberfläche 3a geführt.

In den Figuren 5a-5c sind Ausführungsformen elektrischer Verbindungen 6, die elektrisch isolierend, hochtemperatur- und druckbeständig in das Substrat eingebracht sind.

Fig. 5a zeigt elektrische Verbindungen 6, die mittels Keramikkapillaren 16 gegenüber dem Gehäuse 4 elektrisch isoliert sind. Die Keramikkapillaren 16, das Trägersubstrat 3 und die elektrischen Verbindungen 6 werden mittels Lötung gefügt

und an den Kontaktstellen 12a, 12b kontaktiert. Die Messoberfläche 3a ist wie in der Ausführungsform aus Fig. 4b ausgeführt. Dortig diskutiertes gilt auch bei dieser Ausführungsform.

Fig. 5b zeigt elektrische Verbindungen 6, in Form einer Stabelektrode 17 und einem Rohr 18, die mit konzentrischen Keramikhülsen 20 als Trägersubstrat elektrisch isoliert, in das Gehäuse 4 mittels Lötung eingebettet sind. In dieser Ausführungsform sind die Elektroden also konzentrisch angeordnet. Die Messoberfläche 3a ist wie in der Ausführungsform aus Fig. 4d ausgeführt. Dortig diskutiertes gilt auch bei dieser Ausführungsform.

Fig. 5c zeigt elektrische Verbindungen 6, in Form von umseitigen, mittels Dünnschichttechnik auf das Trägersubstrat aufgebrachten Leiterbahnen, die mit einem Glaslot 21 elektrisch isoliert, in das Gehäuse 4 eingebettet sind. Die Messoberfläche 3a ist wie in der Ausführungsform aus Fig. 4b ausgeführt. Dortig diskutiertes gilt auch bei dieser Ausführungsform.

Der genaue Schichtaufbau auf der Messoberfläche 3a ist insbesondere in den Längsschnitten der Figuren 5a-5c aufgrund von den geringen Dicken der Bauteile nicht vollständig sichtbar dargestellt. Er ist in diesen Ausführungsformen wie in Anspruch 1 erläutert und vorzugsweise wie in Fig. 1b gezeigt dargestellt. Auf der Messoberfläche 3a ist also ein Sensorelement 1 und zwischen Sensorelement 1 und Messoberfläche 3 eine Isolierschicht 2 angeordnet. Eine Schutzschicht 7 kann bei diesen Ausführungsformen ebenso vorgesehen sein, die auf dem Sensorelement 1 angeordnet ist und dieses abdeckt.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Temperatursensor zur Messung bei schnell wechselnden Temperaturverläufen, insbesondere zur Messung in einem Brennraum (10) einer Brennkraftmaschine, wobei der Temperatursensor zumindest ein Trägersubstrat (3) mit einer Messoberfläche (3a) aufweist und wobei an der Messoberfläche (3a) zumindest ein Sensorelement (1) angeordnet ist, das als Dünnschicht-Sensorelement ausgeführt ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Sensorelement (1) und der Messoberfläche (3a) des Trägersubstrats (3) eine Isolierschicht (2) angeordnet ist, welche einen niedrigeren Wärmeleitkoeffizient aufweist als das Trägersubstrat (3).
2. Temperatursensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Sensorelement (1) eine elektrisch isolierende und inerte Schutzschicht (7) vorgesehen ist.
3. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeleitkoeffizient des Trägersubstrats (3) mindestens doppelt so groß, vorzugsweise mindestens vier Mal so groß, besonders vorzugsweise mindestens zehn Mal so groß, ganz besonders vorzugsweise mindestens zwanzig Mal so groß ist wie der Wärmeleitkoeffizient der Isolierschicht (2).
4. Temperatursensor einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat (3) einen Wärmeleitkoeffizient von zumindest 20 W/mK, vorzugsweise zumindest 30 W/mK und besonders vorzugsweise zumindest 40 W/mK aufweist.
5. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolierschicht (2) einen Wärmeleitkoeffizient von maximal 4 W/mK, vorzugsweise maximal 3 W/mK, besonders vorzugsweise maximal 2 W/mK aufweist.
6. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat (3) zumindest teilweise aus Korund, vorzugsweise aus Saphir, Siliziumkarbid, Siliziumnitrid, Aluminiumnitrid und/oder aus einem Metall besteht.

7. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolierschicht (2) zumindest teilweise aus einem Metalloxid, vorzugsweise aus Siliziumdioxid, Zirkonoxid und/oder aus einer, vorzugsweise porösen, Keramik besteht.
8. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (7) zumindest teilweise aus einem Metalloxid, vorzugsweise aus Siliziumdioxid, Zirkonoxid und/oder aus Silizium- bzw. Aluminiumnitrid besteht.
9. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperatursensor ein in eine Messöffnung (11) einsetzbares Gehäuse (4) aufweist und vorzugsweise die Messoberfläche (3a) frontseitig am Gehäuse (4) angeordnet ist.
10. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (1) zumindest ein Widerstandsthermometer aus Platin, Nickel oder Silizium ist, und/oder ein Thermoelement aufweist, das vorzugsweise von Typ K, N, J, E, S, R oder B ist.
11. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (1) zumindest eine pyrometrische Messschicht, vorzugsweise aus Siliziumkarbid und/oder Siliziumnitrid, aufweist und dass diese Messschicht zur pyrometrischen Messung der Temperatur, vorzugsweise im Infrarotbereich, eingerichtet ist.
12. Temperatursensor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat (3) und die Isolierschicht (2) für zumindest eine Wellenlänge transparent ist und dass der Temperatursensor zumindest ein, auf das Sensorelement (1) gerichtetes Strahlungsthermometer (15) zur pyrometrischen Messung mittels der zumindest einen Wellenlänge aufweist, und dass das Trägersubstrat (3) zumindest teilweise zwischen dem Strahlungsthermometer und dem Sensorelement (1) angeordnet ist.
13. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Dünnschicht-Sensorelement mittels

Dünnschichttechnologie, direkt oder indirekt, auf die Messoberfläche aufgebracht ist.

21.07.2023

MT/iv

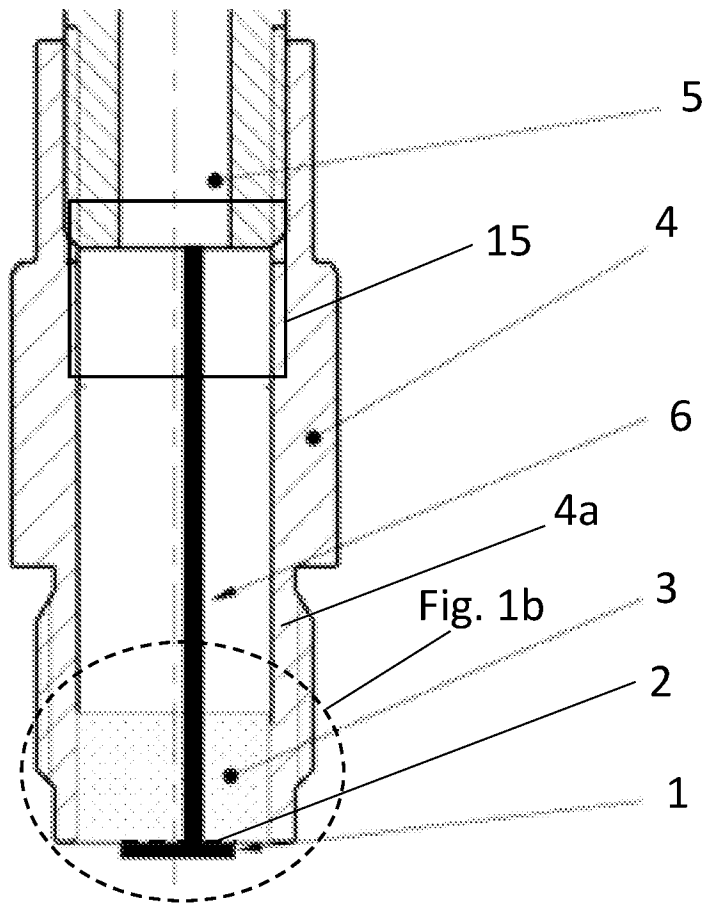


Fig. 1a

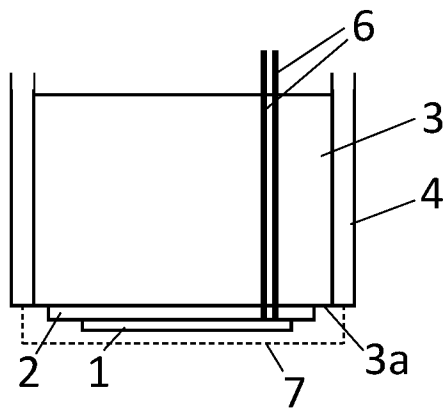


Fig. 1b

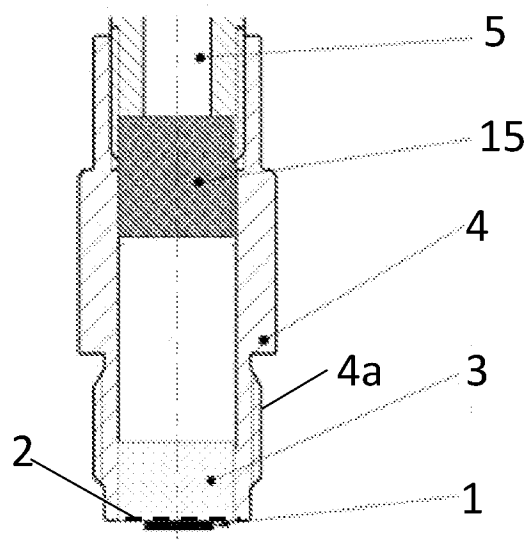


Fig. 2

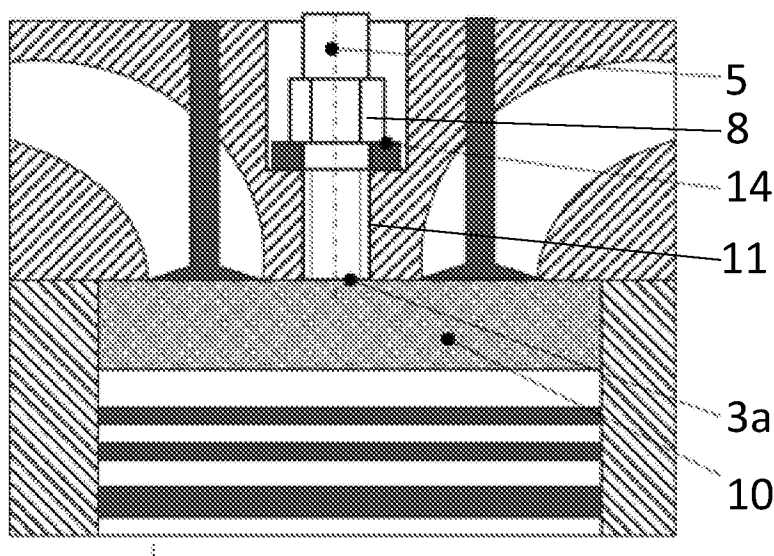


Fig. 3

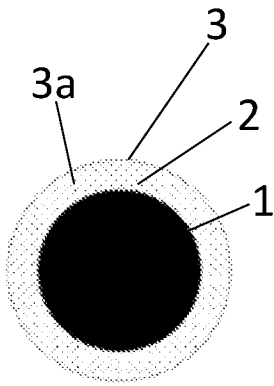


Fig. 4a

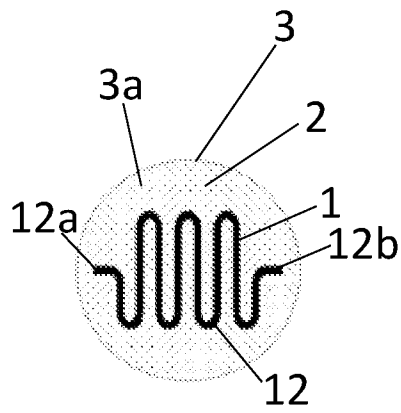


Fig. 4b

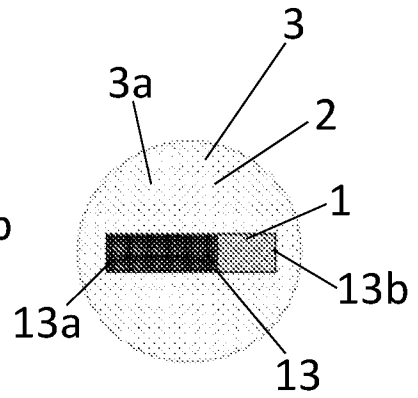


Fig. 4c

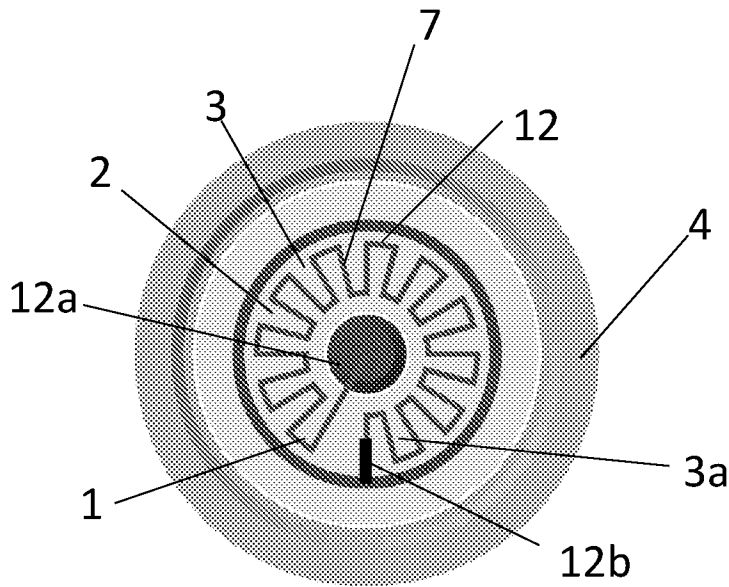


Fig. 4d

4/6

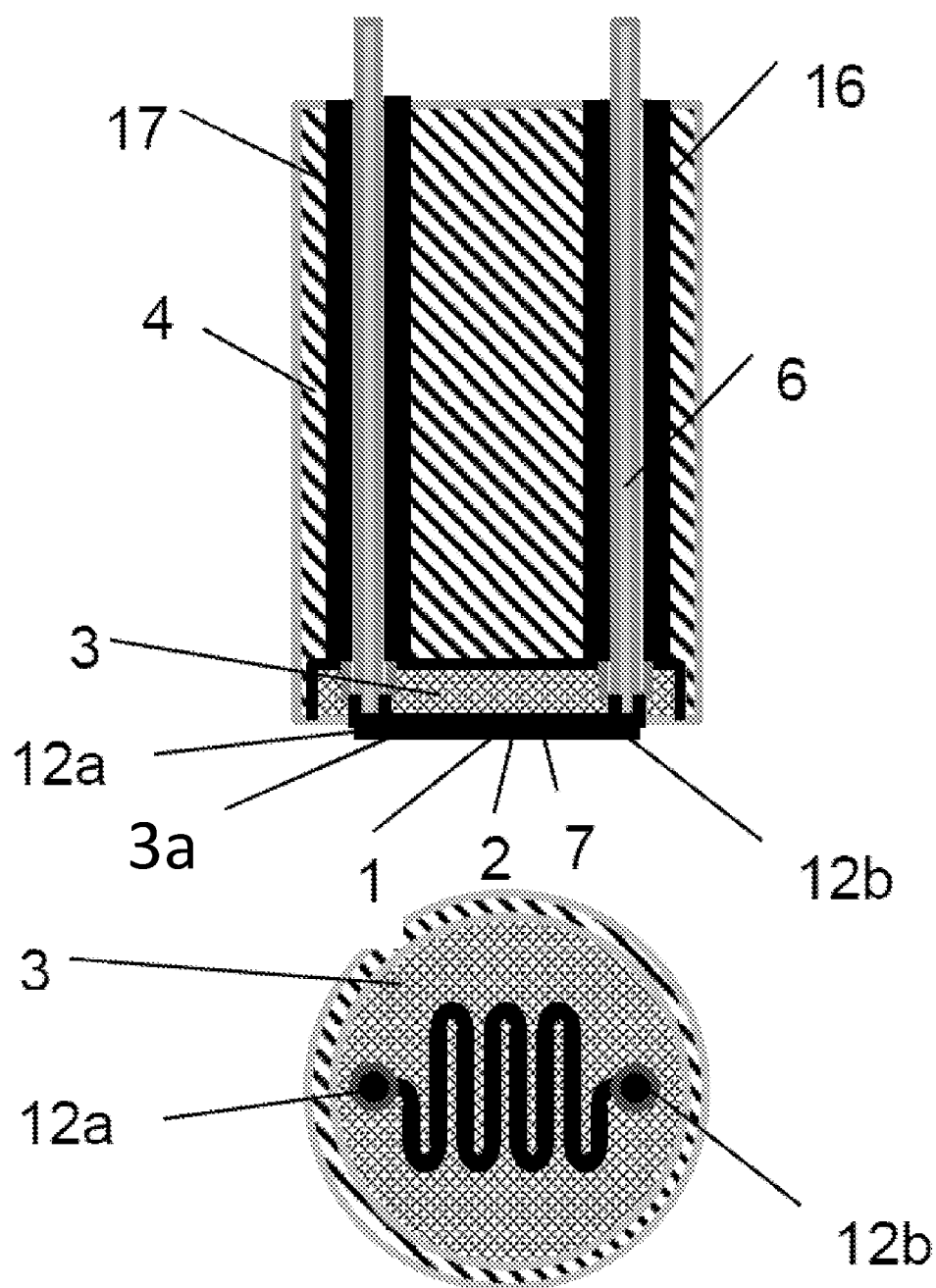


Fig. 5a

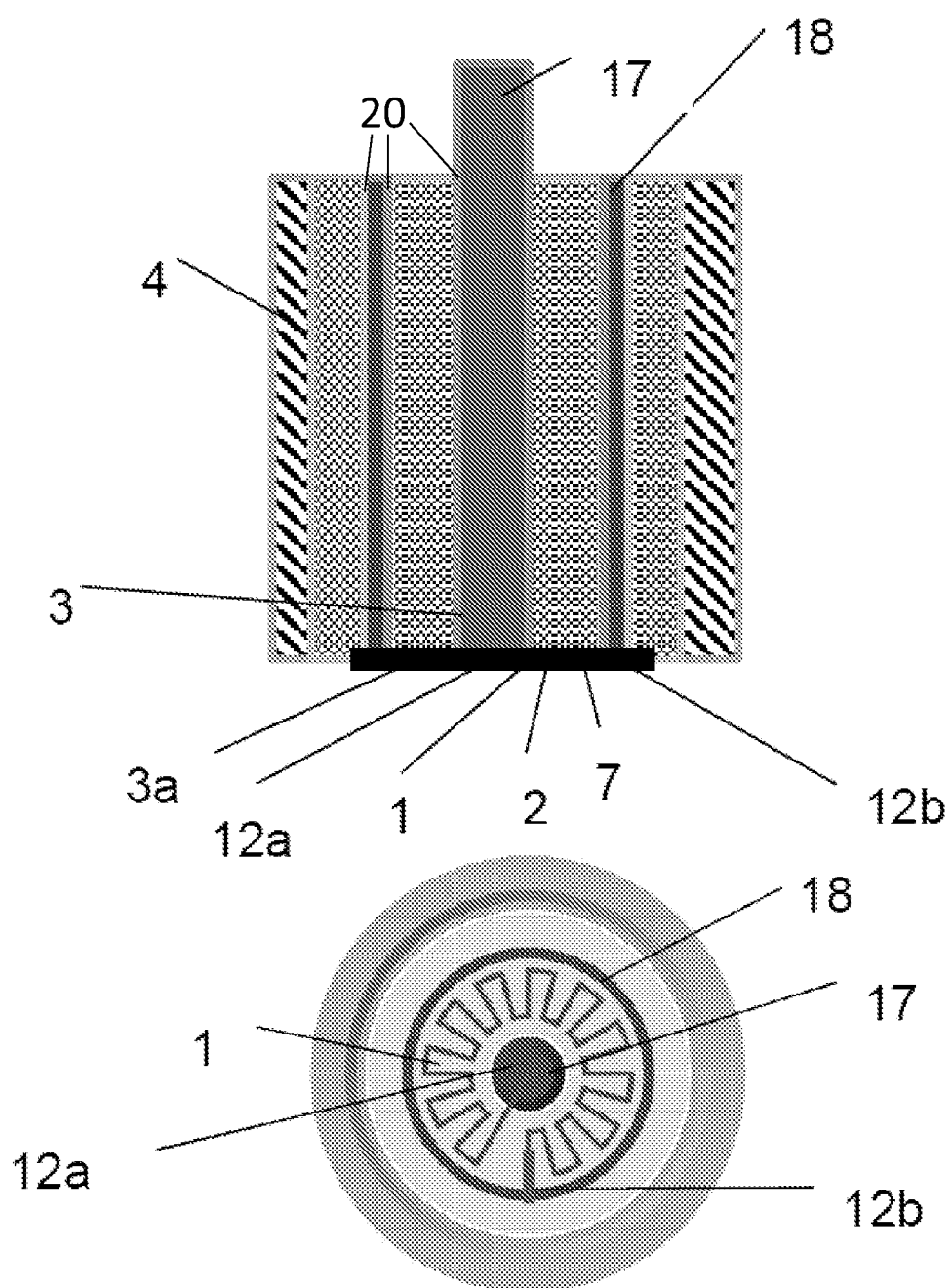


Fig. 5b

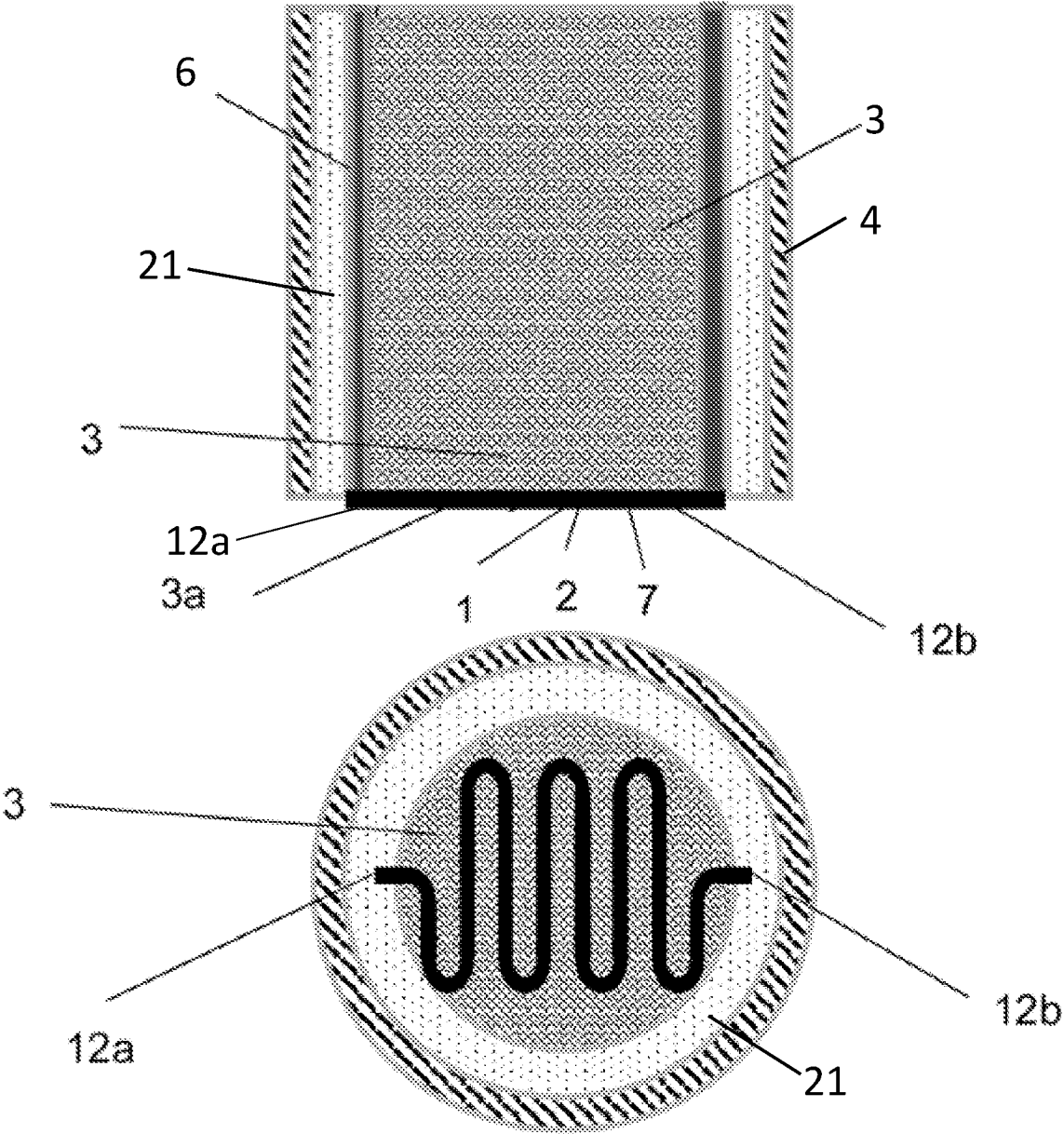


Fig. 5c

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

G01K 1/18 (2006.01); **G01K 1/12** (2006.01); **G01J 5/04** (2006.01); **F23N 5/02** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

G01K 1/18 (2013.01); **G01K 1/12** (2013.01); **G01J 5/042** (2013.01); **G01J 5/046** (2013.01); **G01J 5/048** (2013.01); **F23N 5/02** (2013.01); **G01K 2205/00** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

G01K, G01J, F23N

Konsultierte Online-Datenbank:

EPOQUE Volltext, NPL

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 21.07.2023 eingereichten Ansprüchen 1 - 13 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	SAITO, H. et al. "Study on the development of thin-film sensor for measuring instantaneous temperature on wall surface of combustion chamber" In: 2018 5th International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR) [online]. Mai 2018 (05.2018). Seiten 252-257. [ermittelt am 25. März 2024]. <doi:10.1109/ICBIR.2018.8391202>. Ermittelt von < https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8391202 > Abschnitt II B, Tabelle 1, Fig. 1,9,10	1, 3-7, 9,10,13
Y		2,8
X	DE 31 11 948 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 07. Oktober 1982 (07.10.1982) Seiten 5-6; Fig. 2	1,10,13
Y	DE 10 2019 202 202 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 20. August 2020 (20.08.2020) Absatz [0022], [0025]; Fig. 2	2,8
A	JP S60177226 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 11. September 1985 (11.09.1985) Zusammenfassung, Siehe auch die englischsprachige Maschinenübersetzung in www.espacenet.com	2,8
Datum der Beendigung der Recherche: 25.03.2024		
Seite 1 von 1		Prüfer(in): BAUER Heinrich

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
- P** Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „älteres Recht“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Temperatursensor zur Messung bei schnell wechselnden Temperaturverläufen, insbesondere zur Messung in einem Brennraum (10) einer Brennkraftmaschine, wobei der Temperatursensor zumindest ein Trägersubstrat (3) mit einer Messoberfläche (3a) aufweist und wobei an der Messoberfläche (3a) zumindest ein Sensorelement (1) angeordnet ist, das als Dünnschicht-Sensorelement ausgeführt ist, wobei zwischen dem Sensorelement (1) und der Messoberfläche (3a) des Trägersubstrats (3) eine Isolierschicht (2) angeordnet ist, welche einen niedrigeren Wärmeleitkoeffizient aufweist als das Trägersubstrat (3), dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Sensorelement (1) eine elektrisch isolierende und inerte Schutzschicht (7) vorgesehen ist.
2. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeleitkoeffizient des Trägersubstrats (3) mindestens doppelt so groß, vorzugsweise mindestens vier Mal so groß, besonders vorzugsweise mindestens zehn Mal so groß, ganz besonders vorzugsweise mindestens zwanzig Mal so groß ist wie der Wärmeleitkoeffizient der Isolierschicht (2).
3. Temperatursensor einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat (3) einen Wärmeleitkoeffizient von zumindest 20 W/mK, vorzugsweise zumindest 30 W/mK und besonders vorzugsweise zumindest 40 W/mK aufweist.
4. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolierschicht (2) einen Wärmeleitkoeffizient von maximal 4 W/mK, vorzugsweise maximal 3 W/mK, besonders vorzugsweise maximal 2 W/mK aufweist.
5. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat (3) zumindest teilweise aus Korund, vorzugsweise aus Saphir, Siliziumkarbid, Siliziumnitrid, Aluminiumnitrid und/oder aus einem Metall besteht.
6. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolierschicht (2) zumindest teilweise aus einem

Metalloxid, vorzugsweise aus Siliziumdioxid, Zirkonoxid und/oder aus einer, vorzugsweise porösen, Keramik besteht.

7. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (7) zumindest teilweise aus einem Metalloxid, vorzugsweise aus Siliziumdioxid, Zirkonoxid und/oder aus Silizium- bzw. Aluminiumnitrid besteht.
8. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperatursensor ein in eine Messöffnung (11) einsetzbares Gehäuse (4) aufweist und vorzugsweise die Messoberfläche (3a) frontseitig am Gehäuse (4) angeordnet ist.
9. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (1) zumindest ein Widerstandsthermometer aus Platin, Nickel oder Silizium ist, und/oder ein Thermoelement aufweist, das vorzugsweise von Typ K, N, J, E, S, R oder B ist.
10. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (1) zumindest eine pyrometrische Messschicht, vorzugsweise aus Siliziumkarbid und/oder Siliziumnitrid, aufweist und dass diese Messschicht zur pyrometrischen Messung der Temperatur, vorzugsweise im Infrarotbereich, eingerichtet ist.
11. Temperatursensor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat (3) und die Isolierschicht (2) für zumindest eine Wellenlänge transparent ist und dass der Temperatursensor zumindest ein, auf das Sensorelement (1) gerichtetes Strahlungsthermometer (15) zur pyrometrischen Messung mittels der zumindest einen Wellenlänge aufweist, und dass das Trägersubstrat (3) zumindest teilweise zwischen dem Strahlungsthermometer und dem Sensorelement (1) angeordnet ist.
12. Temperatursensor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Dünnschicht-Sensorelement mittels Dünnschichttechnologie, direkt oder indirekt, auf die Messoberfläche aufgebracht ist.