

WO 2016/135158 A1

Verfahren und System zum Überwachen von Prozessen
in einer thermischen Prozesskammer

5 Die vorliegende Patentanmeldung betrifft ein Verfahren und ein System zum Überwachen von Prozessen in einer thermischen Prozesskammer, wie beispielsweise in einem Ofen, insbesondere einem Durchlaufofen, einem Trockner oder einem Autoklaven.

10 Thermische Prozesskammern, wie etwa Öfen, insbesondere Durchlauföfen, Trockner oder Autoklaven, werden in den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten dazu verwendet, Objekte zu erwärmen, um in oder auf den Objekten bestimmte thermische Prozesse hervorzurufen. Beispielsweise werden in der Automobilindustrie Durchlauföfen zum Einbrennen von Grundierungen und Lackierungen eingesetzt. Die für diese Prozesse erzeugte Wärme kann im Sekundärnutzen für weitere Prozesse, wie beispielsweise das Aushärten von
15 Klebstoffen, genutzt werden. Bei den Objekten kann es sich beispielsweise um Rohkarossen für Fahrzeuge handeln.

In manchen Verfahren werden die Objekte mittels einer Fördervorrichtung entlang eines vorgegebenen Förderweges durch die thermische Prozesskammer gefördert, wie beispielsweise mittels eines Förderbands. In der Regel, wie
5 beispielsweise im Fall eines Durchlaufofens, verläuft der Förderweg von einem Eingang der thermischen Prozesskammer bis zu einem Ausgang der thermischen Prozesskammer, so dass das Objekt bei einem Durchlauf entlang des Förderwegs typischerweise zunächst durch den Eingang in die thermische Prozesskammer hinein bewegt wird, dort erwärmt wird und am Ende des Förderwegs durch den Ausgang wieder aus der thermischen Prozesskammer heraus bewegt wird, so dass es sich anschließend wieder abkühlt.
10

Die Prozesskammer wird mittels mindestens einer geeigneten Heizvorrichtung beheizt, beispielsweise mittels Heißluftdüsen oder anderer geeigneter Mittel.
15

Um in einer thermischen Prozesskammer, beispielsweise bei einem Durchlauf eines Objektes durch die Prozesskammer, die gewünschten Ergebnisse zu erzielen, ist es erforderlich, bestimmte Prozessparameter geeignet einzustellen, wie beispielsweise die Temperatur in der Prozesskammer oder den zeitlichen
20 Temperaturverlauf der Objekte innerhalb der Prozesskammer, beispielsweise während ihres Durchlaufs durch die Prozesskammer. Die Prozessparameter können in der Regel über eine geeignete Steuerung der Heizvorrichtung und ggf. der Fördervorrichtung beeinflusst werden, beispielsweise durch Vorgabe der Fördergeschwindigkeit, mit denen die Objekte mittels der Fördervorrichtung bewegt werden, und/oder durch Vorgabe der Heizleistung der Heizvorrichtung .
25

Das Auffinden optimaler Prozessparameter ist in der Regel ein nicht-triviales Problem. Die Prozessparameter können beispielsweise von den Materialien, aus denen die Objekte gebildet sind, abhängen, von der Form der Objekte, in
30 manchen Fällen sogar von der Ausrichtung der Heizvorrichtung zu den Objekten, insbesondere bei der Verwendung von Heißluftdüsen als Heizvorrichtung. Außerdem können in dem Objekt unerwünschte Spannungen oder Verschiebungen zwischen verschiedenen Teilen der Objekte hervorgerufen werden, besonders wenn das Objekt lokal ungleichmäßig erwärmt wird oder wenn das
35 Objekt aus verschiedenen Materialien mit unterschiedlichen thermischen

Ausdehnungskoeffizienten gebildet ist (sogenannte $\Delta\alpha$ -Problematik). In der Folge können beispielsweise bereits bestehende Klebverbindungen reißen oder relativen Fehlstellungen von Bauteilen (beispielsweise mittels eines in der Prozesskammer aushärtenden Klebstoffs) fixiert werden.

5

Auf numerischen Simulationen basierende Versuche, die Prozessparameter zu optimieren, sind bislang ebenfalls noch nicht zufriedenstellend. Eine Hauptschwierigkeit liegt darin, die tatsächlichen Prozessabläufe möglichst genau zu erfassen, um die für die numerischen Simulationen verwendeten Modelle an die Prozesse anpassen zu können.

10

Aufgrund der beschriebenen Schwierigkeiten entspricht es in vielen Fällen der Praxis, die mit einem gegebenen Satz an Prozessparametern erzielten Ergebnisse an einem gegebenen Objekt zu untersuchen und die Prozessparameter daraufhin für nachfolgende Objekte anzupassen, beispielsweise über eine geänderte Einstellung der Heizvorrichtung und/oder ggf. der Fördervorrichtung. Hierbei muss häufig auf Erfahrungswerte von Mitarbeitern zurückgegriffen werden. Als ein weiteres Problem erweist sich, dass Einstellungen, die für bestimmte Objekte zufriedenstellende Ergebnisse liefern, bei anderen Objekten, die sich beispielsweise von den ersten Objekte nur in ihrer Form unterscheiden, zu schlechten Ergebnissen führen.

15

20

Es stellt sich somit die Aufgabe, Maßnahmen vorzuschlagen, welche eine Verbesserung der Überwachung von Prozessen, die in einer thermischen Prozesskammer, wie beispielsweise einem Ofen, insbesondere einem Durchlaufofen, einem Autoklaven oder einem Trockner, ablaufen, zu ermöglichen.

25

Zu Lösung dieser Aufgabe werden ein Verfahren und ein System gemäß den unabhängigen Patentansprüchen vorgeschlagen. Es wird außerdem ein Verfahren zum Herstellen und/oder Bearbeiten eines Objektes in einer thermischen Prozesskammer vorgeschlagen. Weiterentwicklungen und bevorzugte Ausführungen des vorgeschlagenen Verfahrens und des vorgeschlagenen Systems ergeben sich aus den jeweils abhängigen Patentansprüchen wie auch aus der nachfolgenden Beschreibung.

30

35

Bei dem vorgeschlagenen Verfahren zum Überwachen von Prozessen in einer

thermischen Prozesskammer wird somit mittels mindestens einer Kamera mindestens ein Bild aufgenommen, wobei die mindestens eine Kamera mindestens einen für den jeweiligen Anwendungsfall angepassten spektral rezeptiven (Bild-)Sensor, mindestens eine Steuereinheit und mindestens einen
5 Energiespeicher zur Versorgung der mindestens einen Kamera mit elektrischer Energie umfasst. Die mindestens eine Kamera weist mindestens einen thermisch isolierenden Behälter auf, also beispielsweise einen Behälter mit einer thermischen Isolierung, wie weiter unten näher beschrieben wird. Der mindestens eine Sensor, die mindestens eine Steuereinheit und der mindestens
10 eine Energiespeicher sind innerhalb des mindestens einen thermisch isolierenden Behälters angeordnet. Im Fall das mehrere Kameras verwendet werden, umfasst jede einen Sensor, eine Steuereinheit und einen Energiespeicher, welche jeweils typischerweise gemeinsam in einem thermisch isolierenden Behälter der jeweiligen Kamera enthalten sind.

15 Die mindestens eine Kamera befindet sich während des Aufnehmens des mindestens einen Bildes vollständig innerhalb der Prozesskammer, insbesondere befindet sich also der mindestens eine thermisch isolierende Behälter mit allen darin enthaltenen Komponenten der Kamera vollständig innerhalb
20 der Prozesskammer. Dies wird dadurch ermöglicht, dass die Kamera durch den thermisch isolierenden Behälter (und ggf. weiteren Maßnahmen, siehe unten) über einen ausreichenden Hitzeschutz verfügt und außerdem aufgrund der Anordnung des Sensors, der Steuereinheit und dem Energiespeicher und
25 ggf. weiterer Komponenten, wie etwa ein Datenspeicher und/oder ein Funkmodul, (siehe unten), ein autarkes System darstellt. Insbesondere ist es somit nicht erforderlich, die in der Prozesskammer angeordnete mindestens eine Kamera über Verbindungsleitungen, wie beispielsweise Datenleitungen und/oder Medienleitungen, die von dem mindestens einen Behälter ausgehen und aus der Prozesskammer hinausführen, mit außerhalb der thermischen
30 Prozesskammer angeordneten Vorrichtungen (wie etwa einer Auswerteeinheit oder einer Kühlmittelanlage) zu verbinden. Der mindestens eine thermisch isolierende Behälter ist also (zumindest während der Durchführung des Verfahrens) typischerweise ringsum vollständig geschlossen und hermetisch abgedichtet.

35 Auf diese Weise kann die mindestens eine Kamera, im Gegensatz etwa zu au-

Berhalb der Prozesskammer angeordneten Kameras, besonders genau und flexibel auf die jeweils zu überwachenden Bereiche innerhalb der Prozesskammer ausgerichtet werden. Typischerweise ist in der thermischen Prozesskammer mindestens ein Objekt angeordnet ist, in dessen Innern und/oder auf dessen Oberfläche thermische Prozesse ablaufen und auf das beispielsweise eine oder mehrere der mindestens einen Kamera ausgerichtet werden kann.

Als mögliche thermische Prozesskammer kommt beispielweise ein Autoklav, ein Trockner oder ein Ofen, wie insbesondere ein Durchlaufofen, in Frage.

Beispielsweise kann das mindestens eine Objekt, wie eingangs beschrieben, mittels einer Fördervorrichtung entlang eines Förderwegs durch die Prozesskammer bewegt werden. Typischerweise werden auf diese Weise eine Vielzahl von Objekten in einer Reihe hintereinander entlang des Förderwegs durch die Prozesskammer hindurch bewegt.

Beispielsweise ist es möglich, dass sich nur eines oder mehrere der Objekte gleichzeitig in der Prozesskammer befinden. Sofern also im Folgenden von „dem Objekt“ die Rede ist, kann das jeweils Gesagte im Fall mehrere Objekte prinzipiell auf genau eines dieser Objekte, auf mehrere der Objekte oder auf alle Objekte angewendet werden.

Es kann vorgesehen sein, dass die mindestens eine Kamera entlang des Förderwegs durch die Prozesskammer bewegt wird. Beispielsweise kann die Bewegung der Kamera mittels der genannten Fördervorrichtung des Durchlaufofens bewirkt werden. Dabei kann die Kamera direkt an der Fördervorrichtung befestigt sein.

Es ist möglich, dass die Kamera an dem Objekt selbst oder ggf. an der Fördervorrichtung befestigt ist. Zur Befestigung der Kamera an dem Objekt oder ggf. an der Fördereinheit kann ein Montagehilfsmittel, wie etwa ein Stativ, verwendet werden, wobei das Montagehilfsmittel entsprechend hitzebeständig ausgestaltet ist. Es ist ebenfalls möglich die Kamera stationär in einem bestimmten Bereich des Ofens zu positionieren, beispielsweise um im Falle eines Durchlaufofens einen gleichbleibenden Bauteilbereich verschiedene oder gleichbleibenden Einzelbauteile zu überwachen.

Wie bereits erwähnt, wird mit der mindestens einen Kamera in der thermischen Prozesskammer mindestens ein Bild aufgenommen. Es können mit der Kamera ein einziges (Einzel-)Bild oder Sequenzen von mehreren (Einzel-)Bildern aufgenommen werden bzw. eine oder mehrere Videoaufnahmen (beispielsweise im sichtbaren und/oder im infraroten Spektralbereich) erzeugt werden. Die Bild- bzw. Videoaufnahme(n) und das Bewegen der mindestens einen Kamera erfolgen typischerweise gleichzeitig. Es kann vorgesehen sein, dass die Ausrichtung zwischen Kamera und Objekt hierbei unverändert beibehalten wird.

Der für den jeweiligen Anwendungsfall angepasste spektral rezeptive Sensor zumindest einer Kamera kann für Licht im sichtbaren Spektralbereich empfindlich sein, um beispielsweise Farbbilder, Schwarzweißbilder oder Graustufenbilder aufzunehmen. Zusätzlich oder alternativ hierzu kann der Sensor zumindest einer Kamera beispielsweise für Licht im nicht sichtbaren infraroten Spektralbereich empfindlich sein zum Aufnehmen von Infrarotbildern. Bei der betreffenden Kamera handelt es sich dann also um eine Infrarotkamera. Auf Grundlage von Infrarotbildern lässt sich beispielsweise das Erwärmungsverhalten des zu überwachenden Objektes, beispielsweise einer Karosse oder anderer Bauteile, im Detail betrachten, Einstellungen am Ofen durchführen und/oder detaillierte und reale Erwärmungsdaten für Simulationen generieren.

Mit dem vorgeschlagenen Verfahren wird beispielsweise eine bauteilbegleitende und lückenlose optische Überwachung von in der thermischen Prozesskammer ablaufenden Prozessen ermöglicht.

Vorteilhafterweise ist es auch möglich, die Kamera auf besonders kritische, empfindliche oder schwer zugängliche Bauteile oder Bereiche des Objektes (oder einer zu überwachenden Komponente der Prozesskammer bzw. des Durchlaufofens) auszurichten, so dass diese Bauteile bzw. Bereiche erfasst und gezielt überwacht werden können. Auf diese Weise wird eine besonders genaue und zeitnahe Optimierung der Prozesse innerhalb der Prozesskammer, beispielsweise innerhalb des Durchlaufofens, ermöglicht. Insbesondere wird auch die Prozessüberwachung hinsichtlich der Durchlaufzeiten (Staubil-

dung), der Inspektion von Elementen der Prozesskammer und Bauteilen der Fördertechnik sowie die Überwachung des Erwärmungsverhaltens (beispielsweise mittels Infrarotkameras) verbessert oder überhaupt erst ermöglicht. Dahingegen sind herkömmlichen Ofenkameras stationär außerhalb des be-

5 heizten Innenraums des Ofens angeordnet, wobei eine optische Überwachung der Prozesse, wenn überhaupt, dann in der Regel nur durch eine Sichtluke der Prozesskammer hindurch erfolgt. Durch den auf diese Weise lokal begrenzten Sichtbereich in die Prozesskammer, durch ggf. weitere Sichtbarrieren und durch die Bewegung des Objektes relativ zur Ofenkamera ist diese herkömm-

10 liche optische Überwachung von Prozessen, insbesondere bei einem Durchlaufofen, sehr stark eingeschränkt und nur begrenzt nützlich.

Bei der mindestens einen Kamera des vorgeschlagenen Verfahrens bzw. des vorgeschlagenen Systems kann es sich um eine einzige Kamera handeln oder

15 aber auch um mehrere Kameras. Die Kameras können gemeinsam oder der Reihe nach wie beschrieben entlang eines Förderwegs bewegt werden. Im Fall mehrerer Kameras können für jedes Objekt genau eine Kamera oder aber auch mehrere Kameras vorgesehen sein. Sofern im Folgenden von „der Kamera“ die Rede ist, kann das jeweils Gesagte im Fall, dass im Verfahren mehrere

20 Kameras verwendet werden, prinzipiell auf eine einzige dieser Kameras, auf mehrere oder auf alle Kameras angewendet werden.

Die Kamera und das Objekt können gleichzeitig und mit gleicher Geschwindigkeit und Richtung entlang des Förderwegs durch die Prozesskammer bewegt

25 werden. Dabei ist es möglich, eine Ausrichtung der Kamera relativ zum Objekt, während die Kamera und das Objekt durch die Prozesskammer bewegt werden, beizubehalten, so dass es möglich ist, aus einer gleichbleibenden Perspektive mehrere Bilder, Bildsequenzen oder Videoaufnahmen eines fest vor-

bestimmten Bereiches aufzunehmen bzw. zu erstellen.

Im Fall mehrerer Kameras können alle Kameras auf den gleichen Bereich ausgerichtet sein, beispielsweise aus verschiedenen Perspektiven auf den gleichen Bereich oder auf verschiedene Bereiche. Im Fall mehrerer Objekte und mehrerer Kameras können auf jedes Objekt eine oder mehrere der Kameras

35 gerichtet sein.

Es kann somit also vorgesehen sein, dass in dem mindestens einen Bild das Objekt ganz oder zumindest teilweise (also ein Teilbereich des Objektes) abgebildet wird. Hierzu wird die Kamera entsprechend auf das Objekt bzw. auf einen zu überwachenden Teilbereich des Objektes ausgerichtet. Es ist auch
5 möglich, dass in dem mindestens einen Bild zusätzlich oder alternativ zu dem Objekt eine anlagentechnische Komponente der Prozesskammer, beispielsweise des Durchlaufofens, beispielsweise eine Komponente der Fördervorrichtung, einer Heizvorrichtung oder einer Innenwand der Prozesskammer, ganz oder zumindest teilweise abgebildet wird. Hierzu wird die Kamera gezielt
10 auf den jeweils zu überwachenden Bereich bzw. Teilbereich der jeweiligen Komponente auszurichten.

Beispielsweise kann die Kamera zusätzlich zum genannten Sensor, der elektronischen Steuereinheit und dem Energiespeicher ein Funkmodul und/oder einen Datenspeicher umfassen. In der Regel umfasst die Kamera außerdem
15 eine Kameraoptik, mit der der zu überwachende Bereich auf den Sensor abgebildet werden kann. Zum Schutz vor einer Beschädigung hitzeempfindlicher Komponenten der Kamera durch Überhitzung ist die Kamera mit einem geeigneten Hitzeschutz ausgestattet. So können alle hitzeempfindlichen Komponenten jeweils thermisch isoliert sein oder in dem thermisch isolierenden Behälter (oder Gehäuse) der Kamera untergebracht sein. Ein Beispiel für einen
20 solchen Behälter wird weiter unten beschrieben. Mittels des Sensors, welcher beispielsweise als ein CCD-Sensor oder als ein CMOS-Sensor ausgeführt sein kann, werden Bilddaten erzeugt, welche Bildinformationen des mindestens
25 einen Bildes beinhalten. In einer speziellen Ausführungsform wird in Abhängigkeit von den Bilddaten mittels der Steuereinheit, ggf. nach einer Vorverarbeitung der Bilddaten, beispielsweise in Form einer automatischen Bildauswertung, das Funkmodul angesteuert, Funksignale auszusenden. In diesen
30 Funksignalen können beispielsweise die Bilddaten selbst und/oder mittels der Steuereinheit aus den Bilddaten abgeleitete Informationen kodiert sein. Zusätzlich oder alternativ hierzu ist es auch möglich, dass die (ggf. vorverarbeiteten) Bilddaten in dem genannten Datenspeicher (sofern vorhanden), wie beispielsweise einer SD-Karte, gespeichert wird. Dann könnten diese Daten beispielsweise im Anschluss an das Verfahren aus dem Speicher ausgelesen und
35 ausgewertet werden.

Eine Temperatur in der Prozesskammer, beispielsweise des Durchlaufofens, beträgt, je nach den angestrebten (thermischen) Prozessen, beispielsweise mindestens 100 °C oder mindestens 150 °C, beispielsweise etwa 200 °C oder 250 °C oder mehr. Beispielsweise kann die Dauer des Aufenthaltes des Objektes in der Prozesskammer bzw. die Dauer eines Durchlaufs des Objekts durch die Prozesskammer eine Stunde oder länger dauern. Entsprechend kann auch die Dauer des Aufenthaltes der Kamera in der Prozesskammer bzw. die Dauer eines Durchlauf der Kamera durch die Prozesskammer eine Stunde oder länger. Wenn die Kamera, wie bereits beschrieben worden ist, zusammen mit dem Objekt durch die Prozesskammer bewegt wird, dauert der Durchlauf für beide typischerweise gleich lang.

Je nach Temperatur ist, wie oben bereits erwähnt, ein Hitzeschutz für die Kamera erforderlich, welcher geeignet ist, besonders hitzeempfindliche Komponenten der Kamera vor einer Überhitzung während der Temperierung, also während sich die Kamera in der aufgeheizten Prozesskammer befindet, zu schützen. Dieser Hitzeschutz umfasst insbesondere eine thermische Isolierung der Kamera durch den thermisch isolierenden Behälter (oder Gehäuse), welcher also beispielsweise thermisch isolierte Außenwände aufweist. Die Außenwände können beispielsweise doppelwandig ausgeführt sein, deren Zwischenräume beispielsweise evakuiert oder aber mit einem wärmedämmenden Material ausgefüllt sein können. Im Fall, dass die Zwischenräume zwischen den doppelwandigen Außenwänden evakuiert sind, besteht in den Zwischenräumen also ein Vakuum. Außerdem können innere und/oder äußere Oberflächen der Außenwände verspiegelt sein. Zusätzlich oder alternativ kann der Behälter eine äußere thermische Isolierschicht und/oder eine temperaturbeständige mechanische Schutzschicht aufweisen. Insgesamt kann die thermische Isolierung des Behälters also eine konduktive, eine konvektive thermische Isolierung und die Reflexion von Wärmestrahlung umfassen. Insbesondere kann der thermisch isolierende Behälter als ein Dewargefäß (also als ein evakuiertes Isoliergefäß, das doppelwandige Außenwände aufweist, wobei die Zwischenräumen in den Außenwänden evakuiert sind, so dass in den Zwischenräumen also ein Vakuum besteht) ausgestaltet sein.

Der Hitzeschutz der Kamera kann zusätzlich zur thermischen Isolierung durch eine große thermische Masse der Kamera innerhalb des thermisch isolieren-

den Behälters ergänzt sein. Mittels der thermischen Masse kann Wärme, die trotz der thermischen Isolierung in den Behälter eindringt, aufgenommen werden, so dass der Temperaturanstieg im Behälter stark verlangsamt wird. Ferner kann die thermische Masse so bemessen werden, dass eine Überschreitung einer Grenztemperatur der temperaturempfindlichen Komponenten der Kamera vermieden wird.

Zum Erzielen einer besonders großen thermischen Masse der Kamera kann, sofern dies zum Hitzeschutz der hitzeempfindlichen Komponenten der Kamera in der jeweiligen Anwendung erforderlich ist, beispielsweise ein festes, pastöses oder flüssiges Kühlmedium und ggf. ein Speicher für das Kühlmedium innerhalb des thermisch isolierenden Behälters angeordnet sein, wodurch einerseits ein kompakter Aufbau der Kamera ermöglicht wird und andererseits ein besonders effektiver Hitzeschutz erzielt wird. Das Kühlmedium bzw. der Speicher für das Kühlmedium kann seinerseits einen Innenraum aufweisen, in dem die oben genannten hitzeempfindlichen Komponenten der Kamera untergebracht sein können, die dann möglichst ringsum von dem Kühlmedium und ggf. den isolierenden Außenwänden des Behälters der Kamera umgeben sind.

Um den Hitzeschutz weiter zu erhöhen ist es außerdem möglich, das Kühlmedium abzukühlen, bevor die Kamera in die Prozesskammer eingebracht wird. Auf dieses vorherige Abkühlen kann aber verzichtet werden, wenn die thermische Masse ausreichend groß bemessen ist.

Das Kühlmedium nimmt, während die Kamera in der Prozesskammer angeordnet ist, also beispielsweise während der Durchfahrt der Kamera durch die Prozesskammer, Wärme von der Umgebung der Kamera auf, so dass ein Temperaturanstieg insbesondere der hitzeempfindlichen Komponenten der Kamera während der Ofendurchfahrt aufgrund der großen thermischen Masse des Kühlmediums stark verlangsamt wird. Ist der Speicher für das Kühlmedium, wie oben beschrieben, innerhalb des thermisch isolierenden Behälters oder Gehäuses angeordnet, dann verbleibt das Kühlmedium vorzugsweise während der gesamten Ofendurchfahrt in dem Speicher für das Kühlmedium und ggf. auch in dem Behälter. Es findet dann also, während die Kamera in der Prozesskammer ist bzw. während der Ofendurchfahrt der Kamera, keinerlei Aus-

tausch des Kühlmediums statt, dieses verbleibt also während dieser Zeit vollständig in dem Speicher für das Kühlmedium. Die mittels des (ggf. vorher herabgekühlten) Kühlmediums absorbierbare Wärmemenge ist derart bemessen, dass eine ausreichend Kühlung der hitzeempfindlichen Komponenten über die gesamte Prozessdauer (also der Dauer einer Ofendurchfahrt) gewährleistet ist. Alternativ ist es auch möglich, insbesondere im stationären Einsatz der Kamera, das Kühlmedium von außerhalb der Prozesskammer der Kamera zuzuführen.

Wie bereits oben erwähnt wurde, kann auf elektrische und/oder medienführende Verbindungsleitungen zwischen der Kamera und anderen Komponenten außerhalb der Prozesskammer, wie etwa externen Spannungsquellen, Steuer- und Überwachungseinheiten sowie externen Kältemittelquellen, verzichtet werden. Durch die so erzielte Netzunabhängigkeit bzw. Autarkie der Kamera wird insbesondere ein Durchlauf der Kamera durch die Prozesskammer wesentlich vereinfacht. Mit dem Wegfall der genannten Verbindungsleitungen erübrigt sich außerdem auch die Notwendigkeit eines Hitzeschutzes für die Verbindungsleitungen.

Die Außenwände des thermisch isolierenden Behälters können mindestens eine Öffnung aufweisen, durch die sichtbares und/oder nicht sichtbares (beispielsweise infrarotes) Licht hindurchtreten kann. Diese mindestens eine Öffnung kann beispielsweise durch mindestens ein lichtdurchlässiges Element, das beispielsweise aus einem Isolierglas gebildet sein kann, verschlossen sein. Sofern vorhanden, weist auch der Speicher für das Kühlmedium mindestens eine entsprechende Öffnung auf, die mit der mindestens einen Öffnung des Behälters (jeweils) überlappend angeordnet ist. Durch diese Öffnung(en) eintretendes Licht kann mittels der Kameraoptik, welche beispielsweise eine oder mehrere Linsen, wie etwa ein Objektiv und/oder ein Okular, umfassen kann, auf den Sensor der Kamera gelenkt und ggf. fokussiert werden.

Das thermisch isolierte Gehäuse, d.h. der thermisch isolierende Behälter, der Kamera kann außerdem einen außen am Gehäuse (d.h. am Behälter) befestigten Aufsatz aufweisen, welcher vorzugsweise an der oben beschriebenen Öffnung des Kamerabehälters angeordnet ist und der mindestens einen Spiegel oder mindestens ein Endoskop oder eine Kombination aus beidem umfassen

kann. Der mindestens eine Spiegel ist vorzugsweise in einer entsprechend ausgebildeten Lagerung kippbar bzw. drehbar gelagert. Das mindestens eine Endoskop beinhaltet vorzugsweise Glasfasern und ist somit biegsam und flexibel. Das Endoskop kann bis in das Innere des Behälters und ggf. bis in das Innere des Speichers für das Kühlmedium hineinragen, wobei es die oben genannten Öffnungen durchläuft. Der Spiegel und/oder das Endoskop sind jeweils dazu ausgebildet, Licht von einem Bereich außerhalb des Behälters oder Gehäuses in dessen Inneres zu lenken bzw. zu leiten wie auch in die umgekehrte Richtung. Typischerweise geht das Licht von einem zu überwachenden und abzubildenden Bereich auf dem Objekt oder einer Komponente der Prozesskammer aus, wird mittels des Spiegels und/oder des Endoskops zur oben beschriebene Öffnung des Kamerabehälters (wie ggf. auch die Öffnung des Speichers für das Kühlmedium) gelenkt bzw. geleitet, tritt durch die genannte(n) Öffnung(en) hindurch und wird dann, beispielsweise mittels der Kameraoptik, auf den Sensor der Kamera gerichtet und ggf. fokussiert. Auf diese Weise wird der zu überwachende Bereich auf dem Sensor typischerweise abgebildet, um ein scharfes Bild des Bereiches zu erhalten.

Mittels des oben beschriebenen Aufsatzes ist es vorteilhafterweise möglich, auch schwer zugängliche oder durch andere Bauteile verdeckte Teile des Objektes, wie etwa Bauteilnischen, oder einer zu überwachenden Komponente der Prozesskammer optisch zu erfassen, die durch eine stationäre Sichtluke der Prozesskammer hindurch nicht zu sehen wären.

Die Kamera kann außerdem eine oder mehrere Lichtquellen oder Lampen aufweisen. Beispielsweise kann eine Lichtquelle der Kamera eingerichtet sein, Licht zu erzeugen, das insbesondere für berührungslose Messverfahren geeignet ist, wie beispielsweise Laserlicht oder Streifenlicht. Eine Lichtquelle der Kamera kann beispielsweise im thermisch isolierten Behälter angeordnet sein. Dann kann von der Lichtquelle emittiertes Licht den Behälter beispielsweise durch die oben genannte(n) Öffnung(en) verlassen und beispielsweise mittels des Spiegels und/oder des mindestens einen Endoskops des Aufsatzes oder mittels eines hiervon unabhängigen Lichtleiter oder Endoskop weitergeführt werden und dabei beispielsweise gezielt auf den zu überwachenden Bereich gelenkt werden. So ist es beispielsweise möglich, dass ein Endoskop anschließend zum Auskoppeln des Lichts der Lichtquelle aus dem Behälter vor-

gesehen ist. Beispielsweise kann dann ein weiteres Endoskop zum Einkoppeln von Licht in den Behälter hinein zum Sensor verwendet werden. Es kann auch beides durch die Lichtleiter eines einzelnen Endoskop erfolgen, wie weiter unten detaillierter erläutert wird, siehe auch Fign. 2A und 3. Es können auch
5 eine oder mehrere extern an dem Behälter angebrachten hitzebeständige Lampen vorgesehen sein, mit der oder mit denen der zu überwachende Bereich gezielt beleuchtet werden kann. Die mindestens eine externe Lampe kann einen eigenen Akkumulator umfassen, der mit einer eigenen thermischen Isolierung ausgestattet sein kann. Es ist aber prinzipiell auch möglich,
10 die mindestens eine externe Lampe über die im Gehäuse angeordnete Energiequelle der Kamera zu versorgen, beispielsweise über eine durch die Behälterwände hindurchtretende Verkabelung.

Das hier vorgeschlagene System zum Überwachen von Prozessen in einer Prozesskammer, beispielsweise in einem Durchlaufofen, umfasst eine Kamera der
15 oben beschriebenen Art, welche in der Regel also einen geeigneten Hitzeschutz aufweist, vorzugsweise mit einem thermisch isolierenden Behälter oder Gehäuse, wobei vorzugsweise alle hitzeempfindlichen Komponenten der Kamera, wie beispielsweise der Sensor, die elektronische Steuereinheit, ggf.
20 das Funkmodul und der Energiespeicher innerhalb des thermisch isolierten Gehäuses angeordnet sind. Der Hitzeschutz der Kamera kann insbesondere auch den oben beschriebenen Speicher für das Kühlmedium aufweisen.

Insgesamt ist das System also zum Durchführen des hier vorgeschlagenen Verfahrens geeignet und kann insbesondere auch zur Durchführung der beschriebenen speziellen Ausführungsarten des Verfahrens entsprechend ausgebildet sein. Mit den im Folgenden beschriebenen Weiterbildungen des Systems bzw. der Kamera ergeben sich auf entsprechende Weise auch Weiterbildungen des vorgeschlagenen Verfahrens. Entsprechend kann auch die Kamera
25 des vorgeschlagenen Systems ausgebildet sein wie im Zusammenhang mit dem vorgeschlagenen Verfahren beschrieben.

Das System kann auch die Prozesskammer, umfassen, bei der es sich beispielsweise um einen Ofen, insbesondere einen Durchlaufofen, einen Trockner oder einen Autoklav handeln kann. Die Prozesskammer kann ferner eine
35 Fördervorrichtung und/oder eine Heizvorrichtung aufweisen, wie bereits be-

schrieben. Das System kann ferner eine Kontrolleinheit aufweisen. Die Kontrolleinheit kann über eine (beispielsweise kabellose oder kabelgebundene) Datenverbindung mit der mindestens einen Kamera verbunden sein, um Signale von der mindestens einen Kamera zu empfangen. Beispielsweise kann die Kontrolleinheit einen (vorzugsweise außerhalb der Prozesskammer angeordneten) Funkempfänger umfassen, mit dem die von dem Funksender der Kamera(s) gesendeten Funksignale empfangen und in (elektrische oder optische) Signale umgewandelt werden können. Die Kontrolleinheit kann ferner eine elektronische Auswerteeinheit aufweisen zur Auswertung dieser (elektrischen oder optischen) Signale. In den (Funk-)Signalen der Kameras können beispielsweise die Bilddaten selbst und/oder mittels der Steuereinheit der jeweiligen Kamera aus den Bilddaten abgeleitete Informationen kodiert sein. Die Kontrolleinheit kann außerdem einen Monitor aufweisen zur visuellen Darstellung der von der Kamera erfassten Bilder. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass mit dem Monitor per Funk übertragene Bilder der Kamera als Echtzeit-Überwachungsvideo(s) dargestellt werden. Auf Grundlage der auf dem Monitor gezeigten Bilder kann auch die Ausrichtung der Kamera zu dem Objekt kontrolliert und ggf. verändert werden. Dies kann bereits vor der Durchfahrt der Kamera durch die Prozesskammer erfolgen. Hierfür kann die Bilddatenübertragung kabelgebunden erfolgen oder mittels Funkübertragung. Während sich die Kamera in der Prozesskammer befindet, also beispielsweise während der Durchfahrt, können die mittels der Kamera erzeugten Daten beispielsweise per Funk übertragen werden. Es kann aber auch auf eine solche Datenübertragung ganz verzichtet werden. Beispielsweise können die Bilddaten und ggf. weitere Daten auf einem Datenspeicher der Kamera gespeichert werden und dann ausgelesen werden, wenn die Kamera sich wieder außerhalb der Prozesskammer befindet.

Die Kontrolleinheit kann ferner eine Steuereinheit zum Steuern bzw. Regeln der Heizvorrichtung und/oder ggf. der Fördervorrichtung umfassen. Beispielsweise können mittels der Steuereinheit die Fördervorrichtung und/oder die Heizvorrichtung auf Grundlage der mittels der Kamera gewonnenen Informationen angesteuert werden, um Steuerparameter der Prozesskammer, wie beispielsweise des Ofens, des Durchlaufofens, des Trockners oder Autoklaven, einzustellen und gegebenenfalls zu verändern, wie beispielsweise die Heizleistung der Heizvorrichtung bzw. der Fördergeschwindigkeit der För-

dervorrichtung. Falls die Heizvorrichtung beispielsweise eine oder mehrere Heißluftdüsen umfasst, deren Ausrichtung zum Objekt oder zum Förderweg mittels eines entsprechend motorisierten Antriebs der Heizvorrichtung variabel eingestellt werden kann bzw. können, ist es auch möglich, dass dieser Antrieb mittels der Steuereinheit der Kontrolleinheit angesteuert wird, diese Ausrichtung zu ändern.

Auf Grundlage des mindestens einen aufgenommenen Bildes können beispielsweise Längenveränderungen sowie relative Verschiebungen von Teilen des Objektes (oder von Teilen einer Komponente der Prozesskammer) gemessen werden. Um eine möglichst genaue Messung von Verschiebungen und Längenveränderungen zu ermöglichen, können auf dem Objekt und/oder auf einer zu überwachenden Komponente der Prozesskammer eine oder mehrere Messmarken (welche typischerweise einen Ortspunkt auf dem Objekt eindeutig markieren), eine oder mehrere Messskalen oder Kombinationen hiervon befestigt werden, so dass sich zumindest eine oder mehrere von ihnen bei Längenänderungen oder Verschiebungen des Objektes (bzw. der zu überwachenden Komponente) mit dem Objekt (bzw. der Komponente) entsprechend mit bewegen bzw. relativ zueinander verschieben. Die Messmarken und/der Messskalen werden auf dem Objekt bzw. auf der Komponente so angeordnet, dass sie beim Aufnehmen des mindestens einen Bildes von der Kamera miterfasst werden und dann in dem Bild erkannt werden können. Beispielsweise kann die Größe einer Verschiebung einer Messmarke direkt an einer Messskala abgelesen werden, wenn die Verschiebung der Messmarke entlang dieser Messskala erfolgt ist. Je nach Anordnung der Messskalen und der Messmarken können Längenänderungen und/oder Verschiebungen in ein, zwei oder drei Raumrichtungen unabhängig voneinander gemessen werden. Ferner können zusätzlich zur Kamera Extensometer, wie beispielsweise Dehnungssensoren, eingesetzt werden. Im Fall thermischer Klebeverfahren ist es mittels der Kamera beispielsweise möglich, das Ablösen von Kleberaupen vom Substrat bzw. vom Objekt optisch zu erfassen und zu detektieren.

Die Längenveränderungen und Verschiebungen des Objektes lassen sich vorteilhafterweise auch mit Hilfe einer automatischen Bildverarbeitung der Bilder detektieren und messen, beispielsweise durch automatisches Detektieren und automatisches Verfolgen von Kanten in den Bildern, beispielsweise mittels der

Messmarken und/oder der Messskalen. Die automatische Bildverarbeitung kann beispielsweise direkt mittels der Steuereinheit der Kamera erfolgen oder aber auch durch die genannte Auswerteeinheit der Kontrolleinheit. Vorteilhafterweise kann auf Grundlage der Bilder auch der Zeitpunkt, in dem eine gemessene Längenveränderung oder eine gemessene relative Verschiebung einen vorgegebenen Schwellwert erreicht oder überschreitet, genau festgestellt werden. Auch dies kann wiederum mittels der genannten automatischen Bildverarbeitung erfolgen.

Schließlich können auf Grundlage der gemessenen Längenänderungen und relativen Verschiebungen und den ggf. zugehörigen Zeitpunkten von Schwellwertüberschreitungen die Steuerparameter der Prozesskammer besonders genau und zeitnah angepasst und optimiert werden. Dies kann ebenfalls automatisiert mittels der Kontrolleinheit unter Verwendung ihrer Steuereinheit erfolgen.

Beispiele für thermische Prozesse, die mit dem vorgeschlagenen Verfahren und dem vorgeschlagenen System überwacht werden können, sind das Einbrennen einer auf das Objekt aufgetragenen Schicht, insbesondere einer Grundierung oder eines Lackes, sowie das Aushärten eines auf das Objekt aufgetragenen Klebstoffs. Beispielsweise kann es sich bei dem Objekt um eine Rohkarosse eines Fahrzeugs oder um ein oder mehrere Teile einer solchen Rohkarosse handeln, welche beispielsweise miteinander verklebt werden. Es ist auch möglich, dass während eines Ofendurchlaufs mehrere Prozesse gleichzeitig ablaufen. Beispielsweise können eine Grundierung und/oder ein Lack eingebrannt werden und gleichzeitig Teile der Karosse miteinander verklebt werden. Als ein weiteres Beispiel eines thermischen Prozesses sei außerdem das Zusammenlöten, insbesondere das Reflow-Löten, von Bauteilen genannt, beispielsweise von elektronischen Bauteilen auf einem Mikrochip.

Bei dem hier vorgeschlagenen Verfahren zum Herstellen und/oder Bearbeiten eines Objektes in einer thermischen Prozesskammer wird mindestens ein Objekt in einer thermischen Prozesskammer angeordnet. Im Innern und/oder auf der Oberfläche des mindestens einen Objektes laufen thermische Prozesse ab, welche überwacht werden, indem das hier vorgeschlagene Verfahren zum Überwachen von Prozessen in einer thermischen Prozesskammer durchge-

führt wird. Alle oben und auch im Folgenden gemachten Angaben und Beispiele zu dem Verfahren zur Überwachung der Prozesse, der Prozesskammer, zum Objekt und den möglichen thermischen Prozessen wie auch zu dem vorgeschlagenen System finden an dieser Stelle ebenfalls Anwendung. Beispielsweise kann ein Objekt bearbeitet oder hergestellt werden, indem Teile des Objektes durch Aushärten eines Klebstoffes in einer thermischen Prozesskammer miteinander verklebt werden. Bei dem Objekt kann es sich beispielsweise um eine Karosserie oder Rohkarosse eines Fahrzeugs handeln. Wie weiter oben beschrieben wurde, können gleichzeitig weitere thermische Prozesse ablaufen, wie etwa das Einbrennen einer Grundierung und/oder eines Lackes in einer Oberfläche des Objektes. Durch die hier vorgeschlagene Überwachung der ablaufenden thermischen Prozesse ist eine besonders genaue und zeitnahe Kontrolle möglich.

Im Folgenden werden die vorgeschlagenen Verfahren und das vorgeschlagene System anhand spezieller Ausführungsbeispiele, die in den Figuren 1 bis 4C schematisch dargestellt sind, näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen vertikalen Schnitt durch ein System vorgeschlagener Art zum Überwachen thermischer Prozesse in einem Durchlaufofen,

Fig. 2A einen Schnitt durch eine Kamera eines System hier vorgeschlagener Art mit einem Endoskopaufsatz,

Fig. 2B einen Schnitt durch eine Kamera eines System hier vorgeschlagener Art mit einem Spiegelaufsatz,

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines zu überwachenden Teilbereichs eines Objektes, von dem ein Bild mit der in Fig. 2A gezeigten Kamera erfasst wird, und

Fig. 4A-4C verschiedene Ansichten einer Kamera eines Systems hier vorgeschlagener Art.

In den Figuren werden einander entsprechende Merkmale mit gleichen Bezugszeichen versehen.

- 5 In Figur 1 ist ein Beispiel eines Systems 1 hier vorgeschlagener Art schematisiert dargestellt. Es umfasst eine thermische Prozesskammer 2, der in diesem Beispiel ein Durchlaufofen 2 ist. Der Durchlaufofen 2 weist einen Innenraum 3 auf, der mit als Heißluftdüsen ausgestalteten Heizmitteln 4 beheizt wird. Die thermische Prozesskammer 2, in diesem Beispiel also der Durchlaufofen 2, umfasst außerdem eine als Förderband ausgestaltete Fördervorrichtung 5, die dazu eingerichtet ist, Objekte 6 entlang eines (hier durch einen Pfeil symbolisierten) Förderwegs 7 durch den Innenraum 3 des Durchlaufofens 2 zu befördern. Hierbei werden die Objekte 6, bei denen es sich vorliegend beispielsweise um Rohkarossen für Automobile handelt, hintereinander von einem Eingang 8 des Innenraums 3 bis zu einem Ausgang 9 des Innenraums 3 bewegt. Es sind aber prinzipiell auch andere Förderwege denkbar, welche den Innenraum 3 beispielsweise mehrfach oder schlangenlinienartig durchlaufen können.
- 10
- 15
- 20 Das System 1 umfasst außerdem mehrere Kameras 10, welche mittels der Fördervorrichtung 5 zusammen mit den Objekten 6 entlang des Förderwegs 7 durch den Innenraum 3 des Durchlaufofens 2 bewegt werden. Einige der Kameras 10 sind direkt an der Fördervorrichtung 5 befestigt, andere sind an den Objekten 6 selbst befestigt. (Die hierzu verwendeten Befestigungsmittel 40 werden in Figuren 2A und 2B detaillierter dargestellt und weiter unten genauer beschrieben.) Mit den Kameras 10 werden, während sie durch den Innenraum bewegt werden, jeweils kontinuierliche Videoaufnahmen der Objekte 6 bzw. der Fördervorrichtung 5 erzeugt. (Prinzipiell wäre es aber auch möglich, mit den Kameras 10 lediglich Einzelnahmen zu erzeugen.) Dabei werden die Ausrichtungen der Kameras 10 relativ zu den jeweiligen Objekten 6 und der Fördervorrichtung 5 unverändert beibehalten, so dass die Aufnahmen jeweils aus gleichbleibenden Perspektiven erzeugt werden. Auf manche der Objekte 6 werden mehrere der Kameras 10 gerichtet, um verschiedene Bereiche des Objektes 10, beispielsweise solche, die besonders empfindlich oder für das zu erreichende Ergebnis besonders kritisch sind, zu überwachen.
- 25
- 30
- 35

In Figuren 2A und 2B wird jeweils eine der Kameras 10 des in Figur 1 gezeigten Systems 1 detaillierter dargestellt. Die in Figur 2A gezeigte Kamera 10 umfasst einen für den jeweiligen Anwendungsfall angepassten spektral rezeptiven Sensor 11 (beispielsweise ein CMOS- oder CCD-Sensor), eine Kameraoptik 12, mit der der zu überwachende Bereich auf den Sensor 11 abgebildet werden kann, eine elektronische Steuereinheit 13, einen Energiespeicher 14 zur Versorgung der Kamera 10 mit elektrischer Energie, ein Funkmodul 15 mit einer Antenne 18 und einen Datenspeicher 16 für mittel des Sensors 11 erzeugte Bilddaten und ggf. weitere Daten, die mittels der Steuereinheit 13 aus den Bilddaten gewonnen worden sind. Der Sensor 11 kann beispielsweise für infrarotes Licht empfindlich sein, so sich mit der Kamera 10, die dann also als eine Infrarotkamera ausgebildet ist, das Erwärmungsverhalten des jeweiligen Objektes beobachten und überwachen lässt. Alternativ oder zusätzlich kann der Sensor 11 für sichtbares Licht empfindlich sein für eine Überwachung im sichtbaren Frequenzbereich.

Die mittels des Sensors 11 erzeugten Bilddaten des (Video-)Bildes des jeweils überwachten Bereichs werden mittels der Steuereinheit 13 vorverarbeitet und an das Funkmodul 15 weitergeleitet, welches Funksignale aussendet, in denen die Bilddaten selbst kodiert sind. Außerdem werden die Bilddaten mittels des Datenspeichers 16 gespeichert und stehen somit auch weiteren Analysen nach der Ofendurchfahrt zur Verfügung.

Die Temperatur in dem Innenraum 3 des Durchlaufofens 2 beträgt vorliegend beispielsweise 200 °C. Die Dauer eines Durchlaufs dauert für jedes der Objekte 6 und jede der Kameras beispielsweise eine Stunde. Zum Schutz vor einer Überhitzung der hitzeempfindlichen Komponenten der Kamera weist die Kamera 10 einen Behälter 17 mit thermisch isolierenden Außenwänden 19 auf. Die Außenwände 19 sind doppelwandig ausgeführt und weisen evakuierte Zwischenräume 20 auf. Außerdem sind innere und äußere Oberflächen der Außenwände 19 verspiegelt. Der Behälter 17 ist somit als ein Dewargefäß ausgestaltet. Zusätzlich weist die Kamera 10 innerhalb des Behälters 17 einen Speicher 21 für ein Kühlmedium 22 auf, wobei die hitzeempfindlichen Komponenten der Kamera in einem Innenraum 29 des Speichers 21 für das Kühlmedium 22 untergebracht sind. Das Kühlmedium 22 wird vor der Ofendurchfahrt der Kamera 10 abgekühlt und verbleibt während der gesamten Ofen-

durchfahrt vollständig in dem Speicher 21, so dass während der Ofendurchfahrt der Kamera 10 keinerlei Austausch des Kühlmittels 22 stattfindet. Auf eine Kabelverbindung der Kamera 10 mit externen Medien- oder Energiequellen kann somit vollständig verzichtet werden.

5

Die Außenwände 19 des thermisch isolierten Behälters 17 weisen eine Öffnung 23 auf. Auch der Speicher 21 weist eine entsprechende Öffnung 24 auf, die mit der Öffnung 23 überlappt, so dass durch diese Öffnungen 23, 24 Licht eintreten und mittels der Kameraoptik 12 auf den Sensor 11 abgebildet werden kann.

10

Die Beschreibung der in Figur 2A gezeigten Kamera 10 trifft entsprechend auch für die in Figur 2B gezeigte Kamera 10 zu. Die Kameras unterscheiden sich jedoch in der Ausgestaltung der Kameraoptiken 12, in den Aufsätzen 25 sowie in den Lichtquellen 26 der Kameras 10.

15

So weist der Aufsatz 24 der in Figur 2A gezeigten Kamera 10 ein biegsames Endoskop 27 auf. Das Endoskop 27 beinhaltet Glasfasern 28, die innerhalb einer Hülse des Endoskops 27 von einem vorderen Ende 30 bis zu einem hinteren Ende 31 des Endoskops 27 verlaufen. Das Endoskop 27 läuft durch die Öffnungen 23, 24 hindurch, so dass das hintere Ende 31 innerhalb des Innenraums 29 des Speichers 21 angeordnet ist. Das Endoskop 27 umfasst zwei voneinander getrennte optische Kanäle 32, 33. Die Glasfasern 28 des ersten Kanals 32 sind über einen ersten Teil 32 des hinteren Endes 31 mit der Kameraoptik 12 verbunden, so dass Licht, das von einem zu überwachenden und abzubildenden Bereich ausgeht (siehe auch Figur 3), durch die Glasfasern 28 des ersten Kanal 32 bis zur Kameraoptik 12 geleitet wird und durch diese auf den Sensor 11 auf den Sensor 11 gelenkt wird. Die Glasfasern 28 des zweiten Kanals 33 sind über einen zweiten Teil 32 des hinteren Endes 31 des Endoskops 27 mit der Lichtquelle 26 verbunden, so dass das von der Lichtquelle 26 emittierte Licht durch die Glasfasern 28 des zweiten Kanals 33 bis zum vorderen Ende 30 des Endoskops 27 geleitet wird und von dort aus auf den zu überwachenden Bereich gelenkt wird, um diesen zu beleuchten (siehe Figur 3).

20

25

30

35

In der in Figur 2B gezeigten Abwandlung der in Figur 2A gezeigten Kamera 10

sind die beiden Öffnungen 23, 24 durch ein aus einem Isolierglas gebildetes transparentes Element 34 verschlossen, welche zwei Glasscheiben 35 umfasst, die zwischen sich einen evakuierten Scheibenzwischenraum 36 einschließen. Anstelle des Isolierglases (mit Vakuum) könnte das Element 34 auch durch eine einfache Doppelverglasung gebildet sein. Vorzugsweise sollte das Element 34 bzw. die Glasscheiben 35 IR-Strahlung blockieren, um Beschädigungen des Sensors 11 zu vermeiden. Der Aufsatz 25 umfasst in diesem Ausführungsbeispiel einen Spiegel 37, der mittels eines Drehlagers 38 des Aufsatzes 25 drehbar gelagert ist. Durch Ändern der Kippstellung des Spiegels 37 (siehe Doppelpfeil in Fig. 2B) kann die Kamera 10 auf den jeweils zu überwachenden Bereich ausgerichtet werden. Licht, das von dem zu überwachenden Bereich ausgeht, wird dann über den Spiegel 37 so reflektiert und umgelenkt, dass das Licht durch die Öffnungen 23, 24 in den Innenraum 29 der Kamera 10 eintritt und dort auf die Kameraoptik 12 trifft. Diese umfasst in diesem Ausführungsbeispiel Sammellinsen 39, welche den zu überwachenden Bereich auf den Sensor 11 abbilden.

Die Lichtquelle 26 der in Figur 2B gezeigten Kamera 10 ist außerhalb des Gehäuses 17 angeordnet und ihrerseits hitzefest und schwenkbar ausgestaltet. Sie wird mittels eines ebenfalls außerhalb des Gehäuses 17 angeordneten und mit einer eigenen thermischen Isolierung versehenen Akkumulators 39 mit elektrischer Energie versorgt. Prinzipiell wäre es aber auch möglich, die Lichtquelle 26 über die im Behälter 17 angeordnete Energiequelle 14 zu versorgen, beispielsweise über eine durch dazwischenliegende Wände hindurchtretende Verkabelung.

Die in Figuren 2A und 2B gezeigten Kameras 10 umfassen jeweils ein hitzebeständiges Befestigungsmittel 40, welches dazu ausgestaltet ist, die Kamera 10 beispielsweise an dem zu überwachenden Objekt 5 selbst oder an der Fördervorrichtung 6 des Durchlaufofens 2 mechanisch zu befestigen. Das Befestigungsmittel 20 ist in der Form eines Stativs ausgestaltet und umfasst mehrere Längsträger 41, welche über arretierbare Drehgelenke 42 miteinander verbunden sind. Ein erstes Ende 43 des Befestigungsmittels ist über ein weiteres Drehgelenk 42 mit dem Behälter 17 der Kamera verbunden. An einem unteren Ende 44 weist das Befestigungsmittel 40 einen Fuß 45 auf, der vorliegend beispielsweise als eine Klemmvorrichtung ausgebildet ist.

In Figur 3 ist ein zu überwachender Bereich 46 dargestellt, der durch eines der in Fig. 1 gezeigten Objekte 6 gebildet wird. Innerhalb dieses Bereichs umfasst das Objekt 6, bei dem es sich beispielsweise um einen Teil einer Rohkarosse eines Fahrzeugs handeln kann, ein erstes Bauteil 47 und ein zweites Bauteil 48. Das erste Bauteil 47 weist auf seiner Oberfläche eine Außenschicht 49 auf, die durch eine Grundierung oder ein Lack gegeben sein kann und die während des Durchlaufs durch den Durchlaufofen in die Oberfläche des ersten Bauteils 47 eingebrannt wird. Gleichzeitig wird eine zwischen dem ersten und dem zweiten Bauteil 47, 48 angeordnete Zwischenschicht 50 eines Klebers ausgehärtet, um das erste Bauteil 47 mit dem zweiten Bauteil 48 stoffschlüssig zu verbinden. Beispielsweise können die beiden Bauteilen 47, 48 jeweils aus einem Blech mit einer Dicke von etwa 1,5 mm bis 3,5 mm gebildet sein. die Außenschicht und die Zwischenschicht können jeweils eine Dicke von etwa 0,8 mm aufweisen.

Innerhalb des zu überwachenden Bereichs 46 sind auf dem ersten Bauteil 47 zwei im Wesentlichen senkrecht zueinander orientierte Messskalen 51 und auf dem zweiten Bauteil 48 mehrere Messmarken 52 befestigt, die in dem aufgenommenen Bild dieses Bereichs 46 erkannt werden können und auf Grundlage derer Längenveränderungen des zweiten Bauteils 48 sowie relative Verschiebungen des zweiten Bauteils 48 zum ersten Bauteil 47 (beispielsweise aufgrund lokal ungleichmäßiger Erwärmungen oder verschiedener thermischer Ausdehnungskoeffizienten der Bauteile 47, 48) entlang jeder der beiden Messskalen 51 sehr genau gemessen werden können. Somit bilden die Messskalen 51 und die Messmarken 52 zusammen einen zweidimensionalen Extensometer 53. Insbesondere kann in dem Bild die Größe auftretender Verschiebungen der Messmarken 52 direkt an der Messskala 51 abgelesen werden, wenn die Verschiebung der Messmarke 52 entlang dieser Messskala 51 erfolgt ist. Diese Messungen werden vorliegend beispielsweise durch eine automatische Bildverarbeitung, die beispielsweise ein automatisches Detektieren und Verfolgen von Kanten der Messskala 51 und der Messmarken 52 in den Bildern umfasst, durchgeführt. Bei dieser Bildverarbeitung wird außerdem auch der Zeitpunkt bestimmt, in dem eine gemessene Längenveränderung oder eine gemessene relative Verschiebung einen jeweils zugehörigen Schwellwert erreicht oder überschreitet.

Die beschriebene automatische Bildverarbeitung kann beispielsweise direkt mittels der Steuereinheit 13 der jeweiligen Kamera 10, die den Bereich 46 erfasst, erfolgen. Die ermittelten Messwerte der Längenänderungen und/oder Verschiebungen können dann, ggf. zusammen mit dem Zeitpunkt einer Schwellwertüberschreitung, im Datenspeicher 16 der Kamera gespeichert werden für eine nachfolgende weitergehende Auswertung. Es ist zusätzlich oder alternativ aber auch möglich, dass diese Daten mittels des Funkmoduls 15 übertragen werden.

Wie in Figur 1 gezeigt ist, umfasst das System 1 eine Kontrolleinheit 54 mit einem Funkempfänger 55, der die Funksignale der Kameras 10 empfängt und in elektrische Signale umwandelt, und einer Auswerteeinheit 56 zum Auswerten der mittels der Funksignale übertragenen Daten. So kann diese Auswerteeinheit 56 (alternativ oder zusätzlich zu den Steuereinheiten 13 der Kameras 10) zu Durchführung der oben beschriebenen automatischen Bildauswertungen und darauf basierenden Messungen von Längenveränderungen, Verschiebungen und Zeitpunkten eingerichtet sein. Die Kontrolleinheit umfasst ferner einen Monitor 57, auf dem die übertragenen Bilddaten der Videoaufnahmen wie auch die Ergebnisse der beschriebenen Messungen jeweils in Echtzeit dargestellt werden. Außerdem kann mit Hilfe des Monitors auch die Ausrichtung der Kameras 10 zu dem jeweiligen Objekt 6 eingestellt werden, beispielsweise bereits vor der Ofendurchfahrt des jeweiligen Objektes 6. Dies kann auch mittels einer kabelgebunden Bilddatenübertragung erfolgen.

Die Kontrolleinheit umfasst außerdem eine Steuereinheit 58, die eingerichtet ist, auf Grundlage der mittels der Kameras 10 gewonnenen Informationen, insbesondere der Ergebnisse der Messungen der Längenveränderungen, der Verschiebungen und ggf. der genannten Zeitpunkten von Schwellwertüberschreitungen, den Durchlaufofen 2 anzusteuern. Insbesondere ist die Steuereinheit 58 zum Steuern bzw. Regeln der Heizmittel 4 und der Fördervorrichtung 5 des Durchlaufofens 2 eingerichtet. Beispielsweise können mittels der Steuereinheit 58 Steuerparameter des Durchlaufofens 2 eingestellt und gegebenenfalls verändert werden. Hierzu ist die Steuereinheit 58 der Kontrolleinheit 54 zur Übertragung entsprechender Signale mit den Heizmitteln 4, mit steuerbaren Antrieben 60 der Heizmittel 4, mit denen die Ausrichtungen der

Heizmittel 4 zum Förderweg 7 variabel eingestellt werden können, und einem steuerbaren Antrieb 59 der Fördervorrichtung 5 verbunden. Beispielsweise kann durch die Steuereinheit 58 bei Bedarf die Heizleistung und die Ausrichtung der Heizmittel 5 wie auch die Fördergeschwindigkeit der Fördervorrichtung 5 verändert werden. Diese Steuerparameter des Durchlaufofens 2 können auf diese Weise besonders genau und zeitnah angepasst und optimiert werden. Beispielsweise kann, sobald eine Längenänderung oder eine relative Verschiebung den zugehörigen Schwellwert überschritten hat, eine Heizleistung eines der Heizmittel reduziert oder erhöht, eine Ausrichtung eines der Heizmittel (beispielsweise des auf das jeweilige Objekt ausgerichtete Heizmittels) verändert und/oder einer Fördergeschwindigkeit verkleinert oder vergrößert werden.

In Figuren 4A bis 4C ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Kamera 10 eines Systems hier vorgeschlagener Art schematisch dargestellt. Die Figuren 4A bis 4D zeigen die Kamera 10 in verschiedenen Ansichten, wobei jeweils verschiedene Details bzw. Elemente der Kamera nicht oder nur teilweise dargestellt sind. Die Kamera 10 ähnelt dem in Figuren 2A und 3 dargestellten Ausführungsbeispiel, so dass die folgende Beschreibung sich vor allem auf die Unterschiede zu dem in Figuren 2A und 3 gezeigten Beispiel konzentriert. So umfasst der Behälter 17 des in Figuren 4A bis 4C gezeigten Beispiels ein außen verspiegeltes und mit einer mechanischen Schutzschicht sowie optional mit einer thermisch isolierenden Schicht (nicht dargestellt) beschichtetes Dewargefäß mit doppelwandigen Außenwänden 19 und ein hülsenförmiges Verschlusselement 61, welches ein offenes Ende des Dewargefäßes verschließt und beispielsweise als ein Deckel ausgestaltet ist. Das Verschlusselement 61 weist eine externe Datenschnittstelle 63 (beispielsweise eine HDMI-Schnittstelle) der Kamera 10 auf. Die Datenschnittstelle 63 kann mit einem thermisch isolierenden Verschlusselement 62, welches beispielsweise als eine Kappe oder als ein Stopfen ausgestaltet sein kann, verschlossen werden. Das Verschlusselement 62 der Datenschnittstelle 63 schließt dann vorzugsweise bündig mit dem Verschlusselement 61 des Dewargefäßes des Behälters 17 ab.

Die Datenschnittstelle 63 durchläuft das Verschlusselement 61 und ist mit einer elektronischen Steuereinheit 13 und einem als SD-Karte ausgestalteten Datenspeicher 16 der Kamera 10 verbunden, so dass über die Schnittstelle 63

beispielsweise Bilddaten aus dem Datenspeicher 16 ausgelesen werden können oder eine Programmierung oder Einstellung der elektronischen Steuereinheit 13 geändert werden kann.

5 Das Verschlusselement 61 kann beispielsweise aus PTFE oder einem anderen temperaturbeständigen und thermisch isolierenden Material gebildet sein. Im Fall, dass innerhalb des Behälters 17 ein Funkmodul mit einer Antenne angeordnet ist, ist der Behälter 17 vorzugsweise zumindest bereichsweise aus funkdurchlässigen Materialien gebildet. Beispielsweise kann das Verschluss-
10 element 62 aus einem Material gebildet sein, das für Funksignale durchlässig ist. Es ist auch möglich, dass die Datenschnittstelle 63 als eine Antenne eines Funkmoduls der Kamera 10 ausgestaltet ist oder eine solche beinhaltet.

15 Die Kamera 10 umfasst ferner einen Aufsatz 25 mit einem Endoskop 27 (nur in Figuren 4A und 4B gezeigt), mit dem von außen (beispielsweise von einem zu überwachenden Bereich) kommendes Licht über Glasfaser auf einen lichtempfindlichen Sensor 11 der Kamera 10 im Innenraum 29 des Behälters 17 leitet, wobei das Licht eine vor dem Sensor 11 angeordnete und mit einem Adapter (C-Mount) 64 gehaltenen Kameraoptik 12 (Okular) durchläuft, siehe Figur 4A.
20 Außerdem weist das Endoskop 27 an einer Öffnung 67 des Verschlusselements (siehe Figur 4C), durch die das Endoskop 27 durch das Verschlusselement 61 hindurch verläuft, eine thermische Entkopplung auf zur Reduzierung von thermischer Wärmeleitung in den Innenraum 29 des Behälters 17. Die Kamera 10 weist, ähnlich wie das in Figur 2A gezeigte Ausführungsbeispiel,
25 eine (in Fig. 4A bis 4C nicht dargestellte) Lichtquelle auf, die im Innenraum 29 des Behälters 17 angeordnet und mit dem Energiespeicher 16 verbunden ist. Das von dieser Lichtquelle emittierte Licht wird auf entsprechende Weise mittels des Endoskops 27 auf den zu beobachtenden Bereich gelenkt, wie in Figur 3 dargestellt.

30 Wie in Figuren 4A und 4B außerdem gezeigt ist, weist die Kamera 10 ein hitzebeständiges Befestigungsmittel 40 auf, welches beispielsweise ein aus Aluminium gebildetes Befestigungselement 65 umfasst, welches als beispielsweise als Profils ausgestaltet ist und das über ein Zwischenelement 66, welches
35 beispielsweise aus einem hitzebeständigen und thermisch isolierenden Material, beispielsweise aus einem Kunststoff wie PTFE, gebildet ist, mit einer Au-

ßenseite des Behälters 17 fest verbunden ist.

Bezugszeichenliste:

	1	System
	2	Thermische Prozesskammer
5	3	Innenraum
	4	Heizmittel
	5	Fördervorrichtung
	6	Objekt
	7	Förderweg
10	8	Eingang
	9	Ausgang
	10	Kamera
	11	Sensor
	12	Kameraoptik
15	13	Steuereinheit
	14	Energiespeicher
	15	Funkmodul
	16	Datenspeicher
	17	Behälter
20	18	Antenne
	19	Außenwand
	20	Zwischenräume
	21	Speicher für Kühlmedium
	22	Kühlmedium
25	23	Öffnung
	24	Öffnung
	25	Aufsatz
	26	Lichtquelle
	27	Endoskop
30	28	Glasfaser
	29	Innenraum
	30	vorderes Ende
	31	hinteres Ende
	32	erster Kanal
35	33	zweiter Kanal
	34	Element

	35 Glasscheiben
	36 Scheibenzwischenraum
	37 Spiegel
	38 Drehlager
5	39 Akkumulator
	40 Befestigungsmittel
	41 Längsträger
	42 Drehgelenk
	43 erstes Ende
10	44 zweites Ende
	45 Fuß
	46 Bereich
	47 erstes Bauteil
	48 zweites Bauteil
15	49 Außenschicht
	50 Zwischenschicht
	51 Messskala
	52 Messmarke
	53 Extensometer
20	54 Kontrolleinheit
	55 Funkempfänger
	56 Auswerteeinheit
	57 Monitor
	58 Steuereinheit
25	59 Antrieb
	60 Antrieb
	61 Verschlusselement
	62 Verschlusselement
	63 Datenschnittstelle
30	64 Adapter
	65 Befestigungselement
	66 Zwischenelement
	67 Öffnung des Verschlusselements
35	

Patentansprüche

5

1. Verfahren zum Überwachen von Prozessen in einer thermischen Prozesskammer (2) mittels mindestens einer Kamera (10), wobei mit der mindestens einen Kamera (10) mindestens ein Bild aufgenommen wird, wobei die mindestens eine Kamera (10) mindestens einen Sensor (11), mindestens eine Steuereinheit (13) und mindestens einen Energiespeicher (14) zur Versorgung der mindestens einen Kamera (10) mit elektrischer Energie umfasst,
dadurch gekennzeichnet,

10

15

dass die mindestens eine Kamera (10) mindestens einen thermisch isolierenden Behälter (17) aufweist, wobei der mindestens eine Sensor (11), die mindestens eine Steuereinheit (13) und der mindestens eine Energiespeicher (14) innerhalb des mindestens einen thermisch isolierenden Behälters (17) angeordnet sind und wobei die mindestens eine Kamera (10) während des Aufnehmens des mindestens einen Bildes sich vollständig innerhalb der Prozesskammer (2) befindet.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in der thermischen Prozesskammer (2) mindestens ein Objekt (6) angeordnet ist, in dessen Innern und/oder auf dessen Oberfläche thermische Prozesse ablaufen.

25

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Objekt (6) mittels einer Fördervorrichtung (5) entlang eines Förderwegs (7) durch die Prozesskammer (3) bewegt wird, wobei auch die mindestens eine Kamera (10) entlang des Förderwegs (7) durch die thermische Prozesskammer (3) bewegt wird.

30

4. Verfahren Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegung der mindestens einen Kamera (10) entlang des Förderwegs (7) durch die thermische Prozesskammer (3) mittels der Fördervorrichtung (5) bewirkt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der thermischen Prozesskammer (2) um einen Ofen, insbesondere einen Durchlaufofen, einen Autoklav oder einen Trockner handelt.
- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Kamera (10) der mindestens einen Kamera (10) an dem mindestens einen Objekt (6) befestigt ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass auf Grundlage des mindestens einen Bildes Längenveränderungen und/oder relative Verschiebungen von Teilen des Objektes (6) ermittelt werden.
- 10 8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
 - der Sensor (11) zumindest einer der mindestens einen Kamera (10) für infrarotes Licht empfindlich ist zum Aufnehmen von Infrarotbildern und/oder
 - der Sensor zumindest einer der mindestens einen Kamera für sichtbares Licht empfindlich ist zum Aufnehmen von Farbbildern, Schwarzweißbildern oder Graustufenbildern.
- 15 9. System (1) zum Überwachen von Prozessen in einer thermischen Prozesskammer, umfassend eine Kamera (10) mit einem thermisch isolierenden Behälter (17), einem Sensor (11), einer Steuereinheit (13) und einem Energiespeicher (14) zur Versorgung der Kamera (10) mit elektrischer Energie, wobei der Sensor (11), die Steuereinheit (13) und der Energiespeicher (14) innerhalb des thermisch isolierenden Behälters (17) angeordnet sind.
- 20 10. System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der thermisch isolierende Behälter (17) doppelwandige Außenwände (19) aufweist, zwischen denen ein evakuierter Zwischenraum (20) des Behälters (17) eingeschlossen ist.
- 25 30

- 5 11. System nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der thermisch isolierende Behälter (17) eine äußere Verspiegelung und/oder eine äußere thermische Isolierschicht und/oder eine temperaturbeständige mechanische Schutzschicht aufweist.
12. System nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera (10) einen Datenspeicher (16) zum Speichern von mit dem Sensor (11) erzeugten Bilddaten aufweist, wobei der Datenspeicher (16) in dem thermisch isolierenden Behälter angeordnet ist.
- 10 13. System (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der thermisch isolierende Behälter der Kamera (10) einen Aufsatz (25) aufweist, der mindestens einen Spiegel (37) und/oder mindestens ein Endoskop (27) umfasst, wobei der Aufsatz (25) ausgebildet ist, mittels des mindestens einen Endoskops (27) und/oder mittels des mindestens einen Spiegels (37) Licht von einem Bereich (36) außerhalb des thermisch isolierten Behälters (17) in den thermisch isolierten Behälter (17) zu leiten.
- 15 14. System (1) nach Anspruch einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera (10) eine Lichtquelle (26) aufweist, die im thermisch isolierten Behälter (17) angeordnet ist oder die außerhalb des Behälters (17) angeordnet und an dem Behälter (17) befestigt ist.
- 20 15. System (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das System (1) eine thermische Prozesskammer (2) umfasst, wobei die thermische Prozesskammer (2) eine Fördervorrichtung (5) aufweist, die ausgebildet ist, ein Objekt (6) entlang eines Förderwegs (7) innerhalb der thermischen Prozesskammer (2) zu bewegen.
- 25 16. Verwenden des Systems nach einem der Ansprüche 9 bis 15 zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8.
- 30 17. Verfahren zum Herstellen und/oder Bearbeiten eines Objektes in einer thermischen Prozesskammer, dadurch gekennzeichnet, dass in der

- thermischen Prozesskammer (2) mindestens ein Objekt (6) angeordnet ist, in dessen Innern und/oder auf dessen Oberfläche thermische Prozesse ablaufen, wobei die thermischen Prozesse überwacht werden, indem ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 oder nach Anspruch 16 durchgeführt wird.
- 5
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die thermischen Prozesse ein Einbrennen einer auf das Objekt (6) aufgetragenen Schicht, insbesondere einer Grundierung oder eines Lackes, und/oder das Aushärten eines auf das Objekt (6) aufgetragenen Klebstoffs beinhalten.
- 10
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass Teile des Objektes durch Aushärten eines Klebstoffs in der Prozesskammer miteinander verklebt werden.
- 15
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Objekt (6) um eine Rohkarosse eines Fahrzeugs oder um ein oder mehrere Teile einer solchen Rohkarosse handelt.

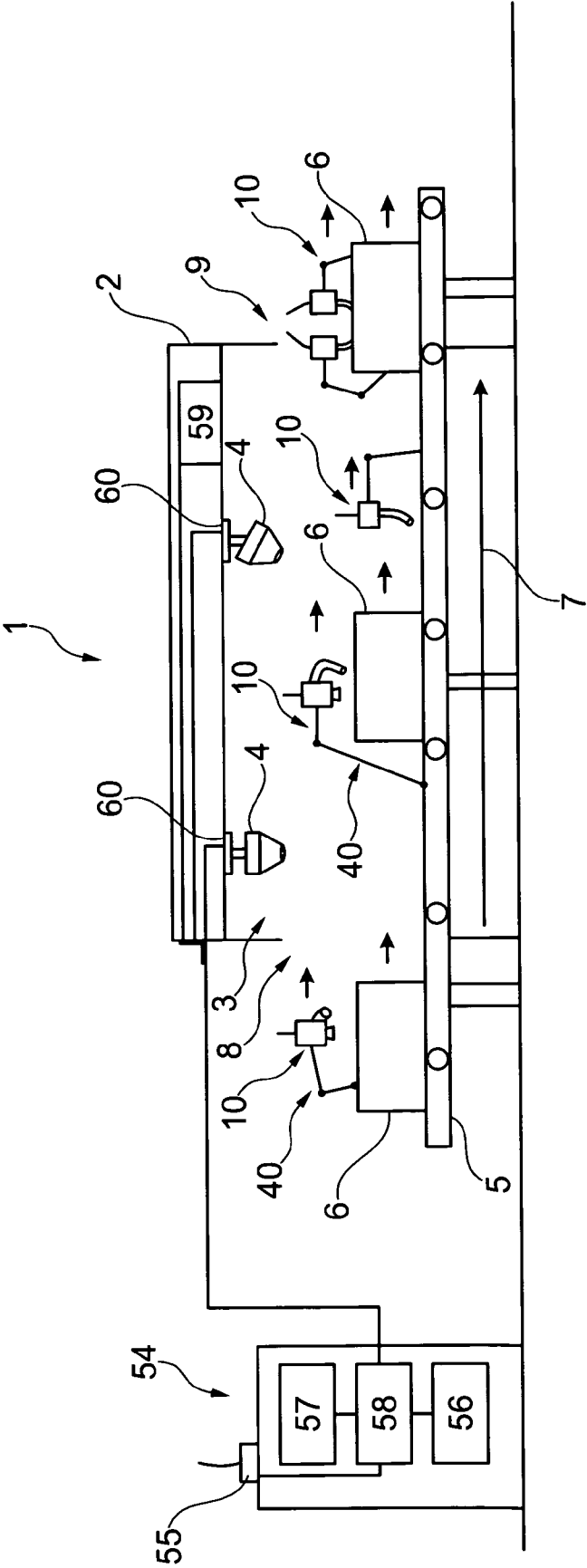


Fig. 1

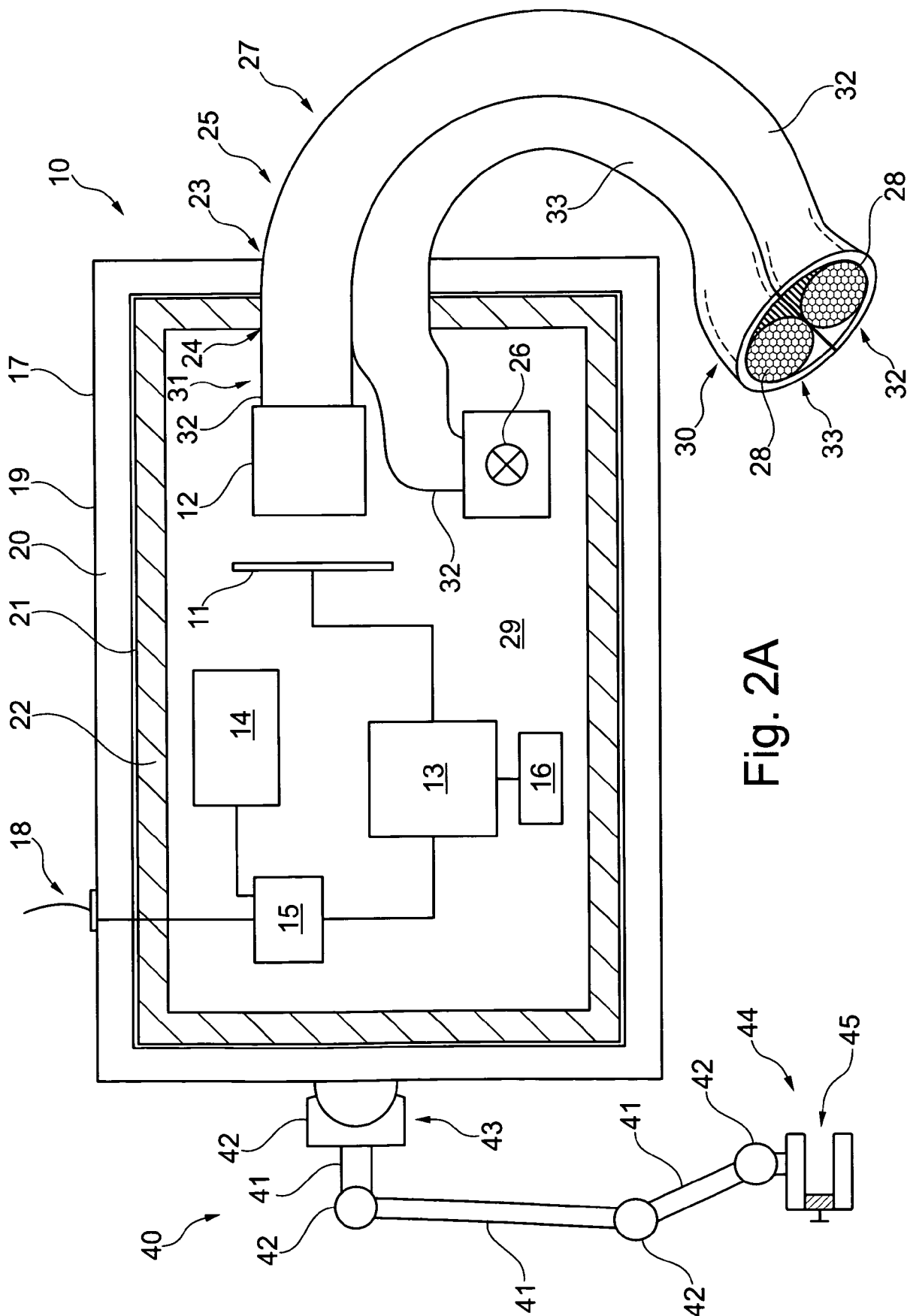
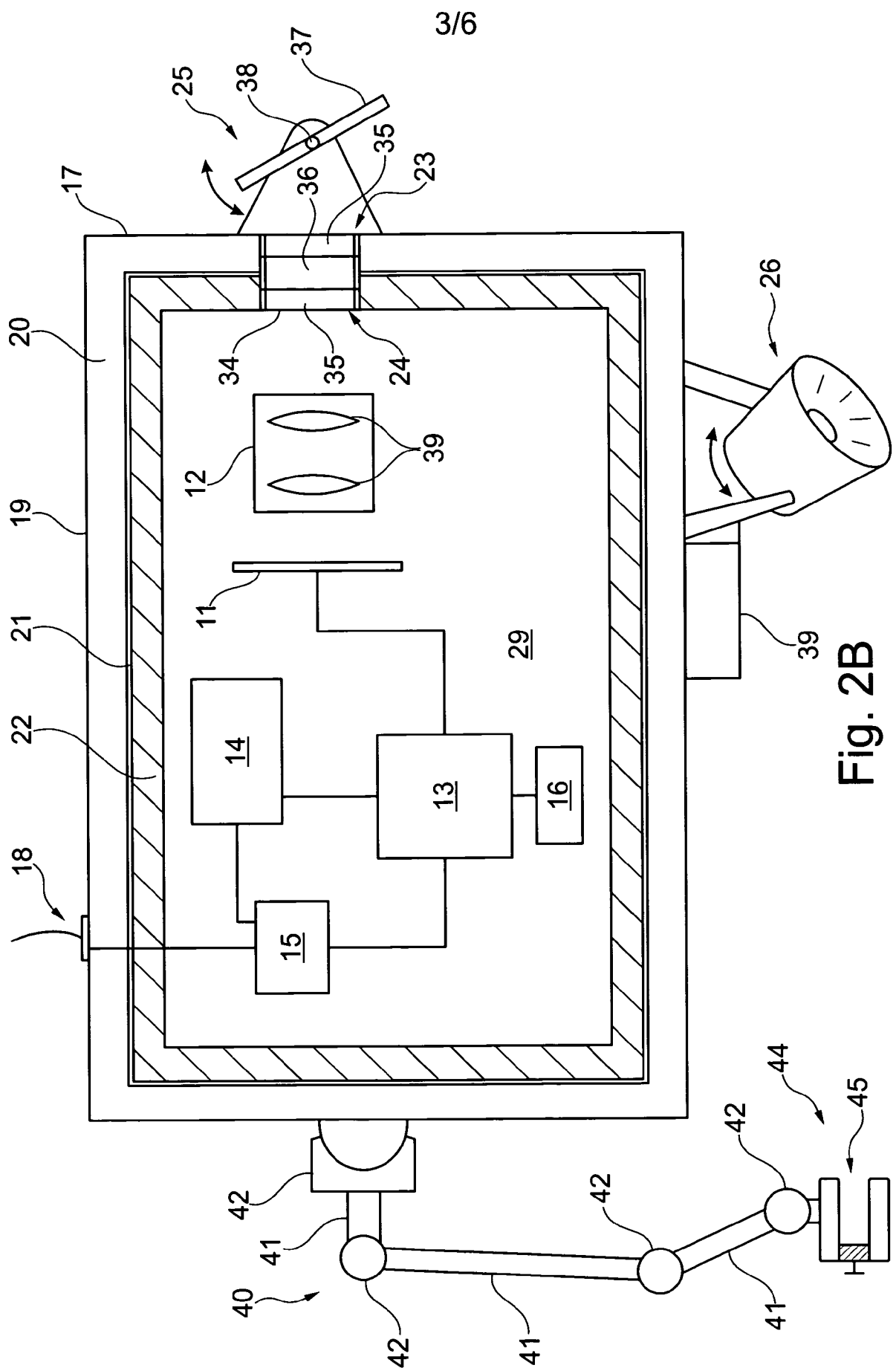
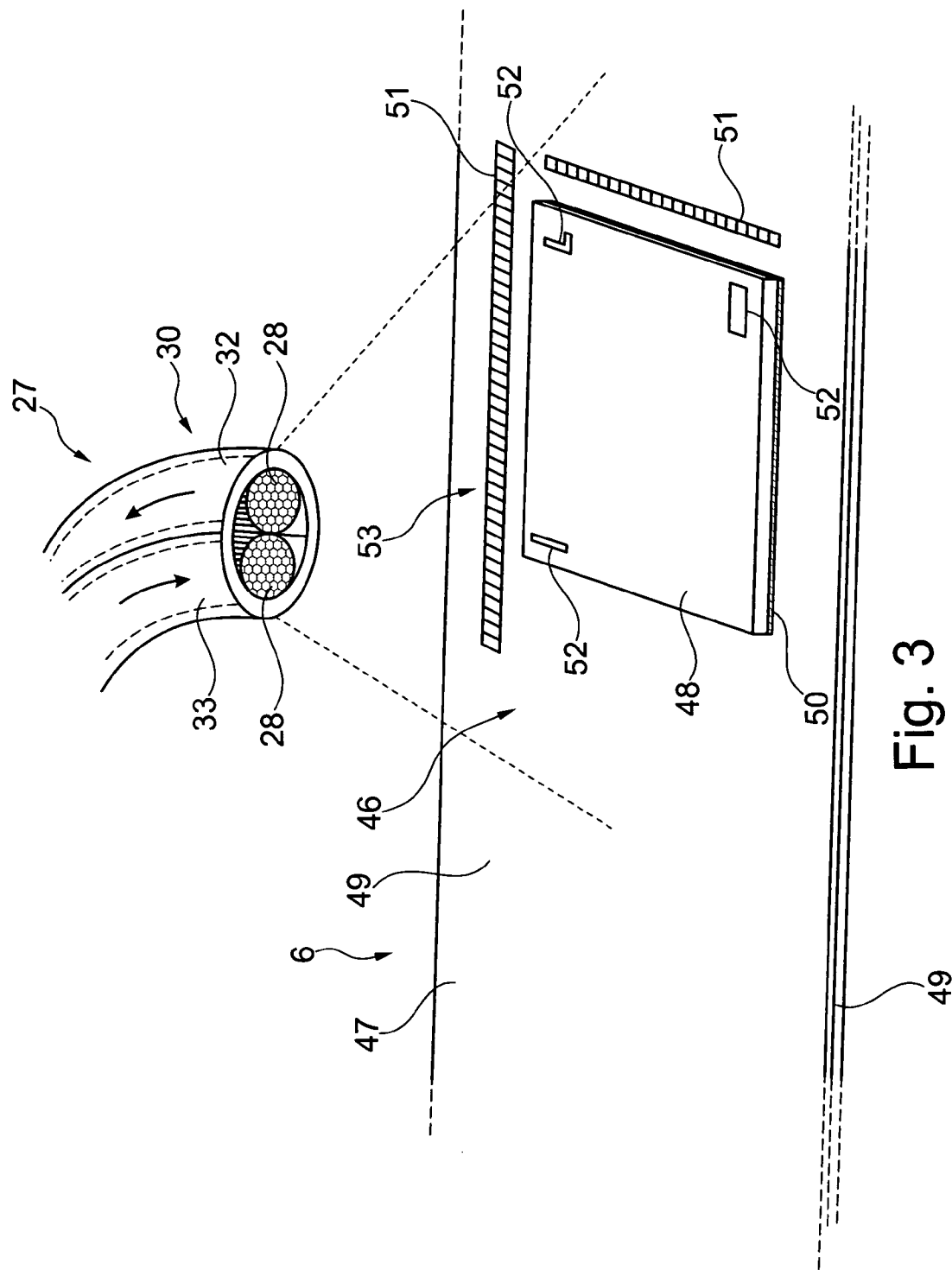


Fig. 2A





5/6

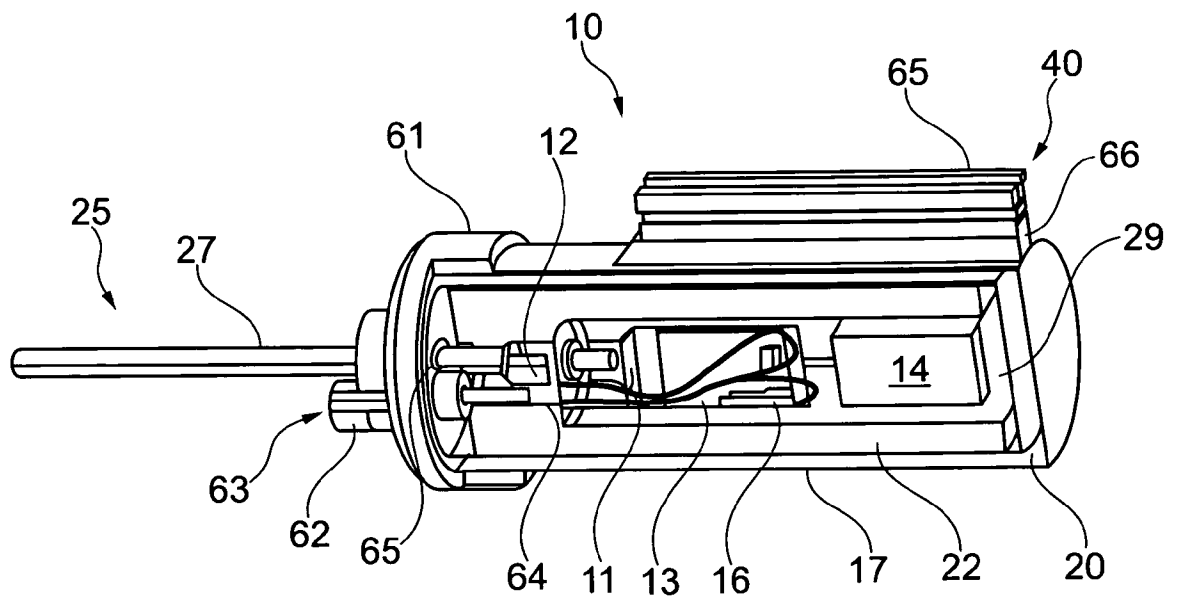


Fig. 4A

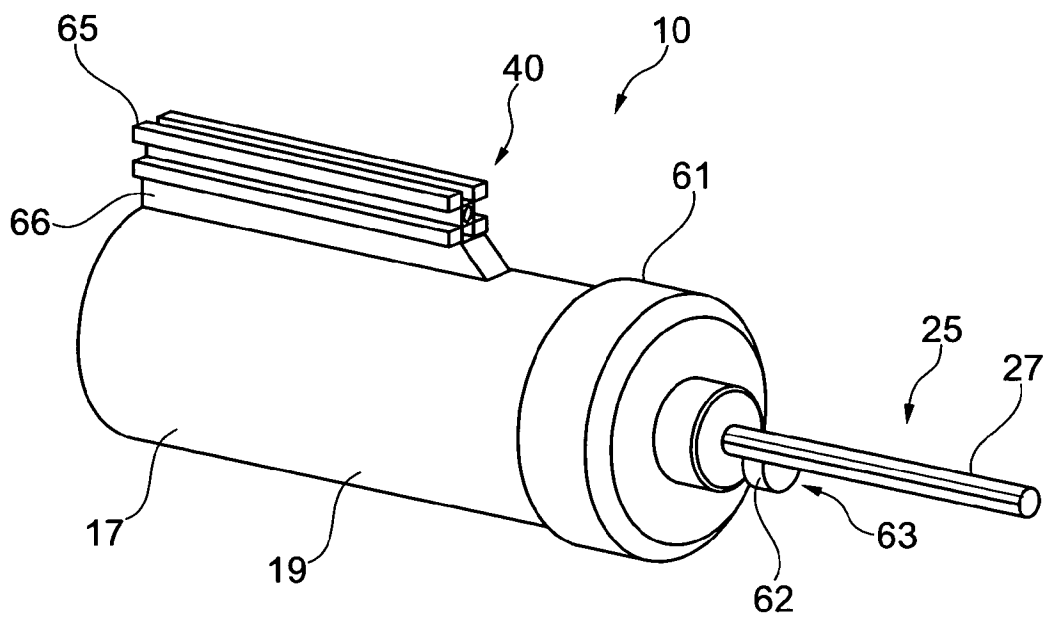
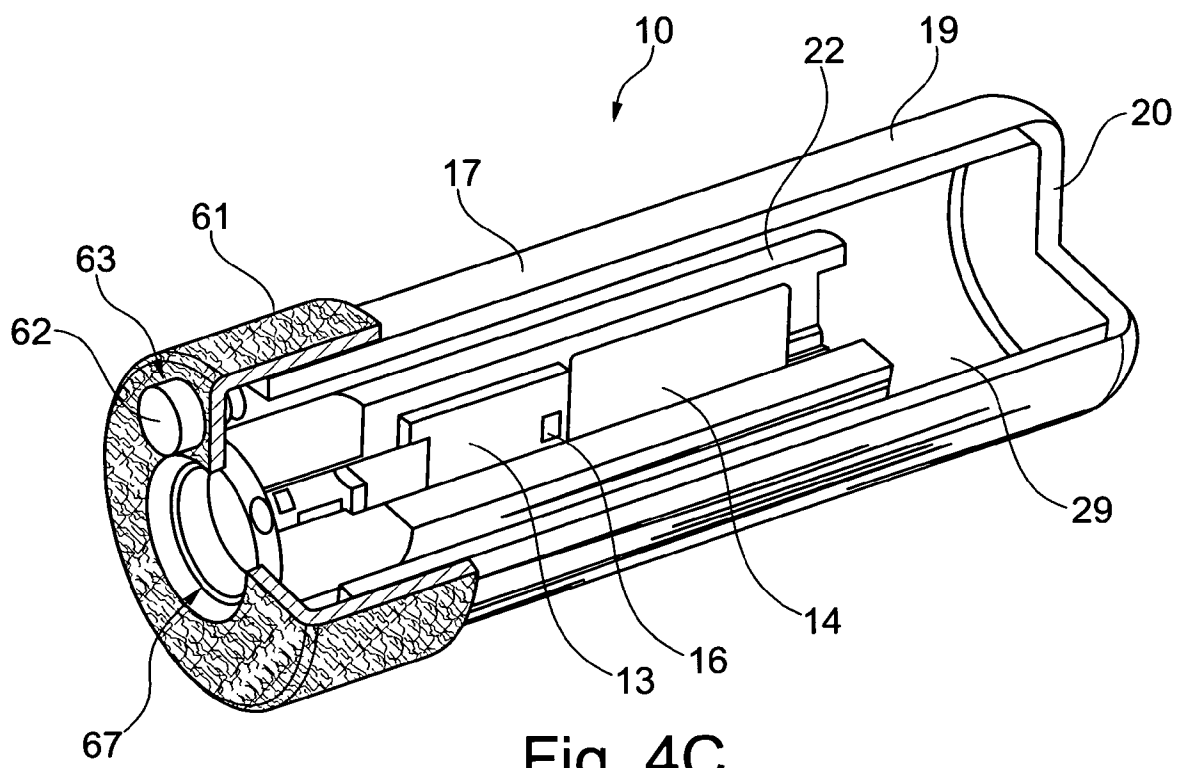


Fig. 4B

6/6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/053798

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04N5/225 G03B17/02 B65G49/00 F26B21/06
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)
H04N G03B B65G F26B F27D G08B

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 473 350 A1 (NIPPON STEEL CORP [JP]) 3 November 2004 (2004-11-03) paragraphs [0002] - [0007], [0042], [0051] - [0056], [0090] - [0103], [0277]; figures 1-7	1-20
A	----- DE 10 2004 023536 A1 (EISENMANN KG MASCHBAU [DE]) 3 March 2005 (2005-03-03) paragraphs [0049] - [0054], [0069] - [0072]; figure 1	1-20
A	----- DE 100 45 608 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 28 March 2002 (2002-03-28) paragraphs [0010] - [0012], [0015]; figure 1	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 April 2016

Date of mailing of the international search report

28/04/2016

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

Schinnerl, Arnold

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/053798

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1473350	A1	03-11-2004	AU 2003201914 A1 02-09-2003
			BR 0302581 A 25-02-2004
			CN 1496397 A 12-05-2004
			EP 1473350 A1 03-11-2004
			KR 20030080249 A 11-10-2003
			WO 03066775 A1 14-08-2003

DE 102004023536	A1	03-03-2005	AT 550616 T 15-04-2012
			CN 1829889 A 06-09-2006
			DE 102004023536 A1 03-03-2005
			US 2009106999 A1 30-04-2009

DE 10045608	A1	28-03-2002	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H04N5/225 G03B17/02 B65G49/00 F26B21/06
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H04N G03B B65G F26B F27D G08B

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	EP 1 473 350 A1 (NIPPON STEEL CORP [JP]) 3. November 2004 (2004-11-03) Absätze [0002] - [0007], [0042], [0051] - [0056], [0090] - [0103], [0277]; Abbildungen 1-7	1-20
A	----- DE 10 2004 023536 A1 (EISENMANN KG MASCHBAU [DE]) 3. März 2005 (2005-03-03) Absätze [0049] - [0054], [0069] - [0072]; Abbildung 1	1-20
A	----- DE 100 45 608 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 28. März 2002 (2002-03-28) Absätze [0010] - [0012], [0015]; Abbildung 1	1-20



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

15. April 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/04/2016

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

Schinnerl, Arnold

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/053798

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1473350	A1	03-11-2004	AU 2003201914 A1 02-09-2003
			BR 0302581 A 25-02-2004
			CN 1496397 A 12-05-2004
			EP 1473350 A1 03-11-2004
			KR 20030080249 A 11-10-2003
			WO 03066775 A1 14-08-2003

DE 102004023536	A1	03-03-2005	AT 550616 T 15-04-2012
			CN 1829889 A 06-09-2006
			DE 102004023536 A1 03-03-2005
			US 2009106999 A1 30-04-2009

DE 10045608	A1	28-03-2002	KEINE
