



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

(10) **DE 102 02 792 B4 2009.03.19**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 02 792.7**  
 (22) Anmeldetag: **25.01.2002**  
 (43) Offenlegungstag: **14.08.2003**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **19.03.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01N 25/72 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE**

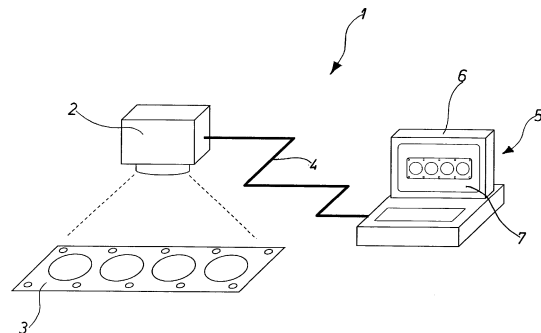
(72) Erfinder:  
**Gergely, Simon, Győr, HU**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 198 46 995 A1**  
**DD 2 51 412 A1**  
**US 57 19 395**  
**US 46 47 220**  
**DE 199 03 497 C2**  
**US 36 72 204**

(54) Bezeichnung: **Prüfverfahren zur Ermittlung von Beschichtungsfehlern an beschichteten Bauteilen**

(57) Hauptanspruch: Prüfverfahren zur Ermittlung von Beschichtungsfehlern an beschichteten Bauteilen, die aus einem Trägerbauteil als Beschichtungsträger und einer zumindest teilweise darauf angebrachten Beschichtung bestehen, wobei ein beschichtetes Bauteil auf eine hohe Anfangstemperatur erhitzt und anschließend während einer Abkühlzeit auf eine dagegen niedrigere Endtemperatur abgekühlt wird, und wobei mittels einer Wärmebildkamera Wärmebilder erfasst und zur Auswertung von Beschichtungsfehlern auf einem Bildschirm zur Anzeige gebracht werden,

dadurch gekennzeichnet,  
 dass mit der Wärmebildkamera (2) in einem ersten Verfahrensschritt ein erkannt fehlerfrei beschichtetes Bauteil (3) wenigstens in einem bestimmten Zeitabschnitt der Abkühlzeit zumindest im Bereich der Beschichtung erfasst und als Soll-Wärmebild (8) festgelegt wird, wobei die Daten des Soll-Wärmebildes (8) in einem elektronischen Speicher einer elektronischen Daten- und Bildverarbeitungseinrichtung (5) abgelegt werden, und wobei in der Daten- und Bildverarbeitungseinrichtung (5) Abweichungsgrenzwerte für vom Soll-Wärmebild (8) abweichende Bildabweichungen festgelegt werden,  
 dass in einem zweiten Verfahrensschritt von einem zu prüfenden, baugleichen Bauteil (3) unter gleichen...



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Prüfverfahren zur Ermittlung von Beschichtungsfehlern an beschichteten Bauteilen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Beschichtete Bauteile, die aus einem Trägerbauteil und einer darauf angebrachten Beschichtung bestehen, sind in vielen Anwendungsgebieten eingesetzt. In der Automobilindustrie beispielsweise ist ein Anwendungsfall für beschichtete Bauteile die Verwendung als Dichtung. Bei einer Zylinderkopfdichtung z. B. ist das Trägerbauteil aus einem Federstahlblech gefertigt und mit einem Elastomer beschichtet. Während der Herstellung einer Zylinderkopfdichtung können unterschiedliche Fehlerarten auftreten, die zu einer späteren Undichtigkeit der Zylinderkopfdichtung führen können: Insbesondere kann es bei der Elastomer-Beschichtung zu Mängeln und Beschichtungsfehlern kommen, wie z. B. zu einer Beschädigung der Beschichtung und/oder zu fehlerhaften Beschichtungsdicken und/oder zum Einschluss von Fremdpartikeln oder halbvernetzten Elastomeren.

**[0003]** Eine einwandfreie Funktion der Zylinderkopfdichtung ist nur bei einer den Vorgaben genau entsprechenden Elastomer-Beschichtung ohne Einschlüsse irgendwelcher Art gegeben. Bei einem Verbau einer fehlerhaften Zylinderkopfdichtung kann dies zu Undichtigkeiten an einer Brennkraftmaschine führen.

**[0004]** Ein nachträglicher Austausch der Zylinderkopfdichtung ist mit hohen Kosten verbunden und führt zu einer großen Kundenunzufriedenheit.

**[0005]** Dadurch ist eine Kontrolle der Elastomer-Beschichtung an Zylinderkopfdichtungen, grundsätzlich eine Kontrolle bei allen beschichteten Bauteilen, durchzuführen, um mangelhafte Bauteile nach der Herstellung bzw. vor einer weiteren Verwendung auszusortieren.

**[0006]** Ein allgemein bekanntes Prüfverfahren zur Ermittlung von Beschichtungsfehlern an beschichteten Bauteilen, die aus einem Trägerbauteil als Beschichtungsträger und einer zumindest teilweise darauf angebrachten Beschichtung bestehen, ist eine optische Überprüfung. Dabei wird ein beschichtetes Bauteil nach dem Herstellprozess einer Sichtkontrolle unterzogen und/oder mit einer Kamera auf Fehler überprüft.

**[0007]** Bereits geringe Abweichungen in der Schichtdicke der Beschichtung oder kleine Einschlüsse von Fremdpartikeln können zu Funktionsfehlern führen und können mit obigem optischen Verfahren nur sehr schwer oder überhaupt nicht erkannt werden, so dass diese Verfahren nur bedingt geeig-

net sind.

**[0008]** Aus der DE 198 46 995 A1 ist bereits ein Prüfverfahren zur Ermittlung von Beschichtungsfehlern an beschichteten Bauteilen, die aus einem Trägerbauteil als Beschichtungsträger und einer zumindest teilweise darauf angebrachten Beschichtung bestehend, bekannt, wobei ein beschichtetes Bauteil auf eine hohe Anfangstemperatur erhitzt und anschließend während einer Abkühlzeit auf eine dagegen niedrigere Endtemperatur abgekühlt wird. Mittels einer Wärmebildkamera werden Wärmebilder erfasst und zur Auswertung von Beschichtungsfehlern auf einem Bildschirm zur Anzeige gebracht.

**[0009]** Konkret wird hier in einen plattenförmigen Prüfkörper über eine Wärmequelle in die Oberfläche des relativ zur Wärmequelle kontinuierlich bewegten Prüfkörpers fortlaufend Wärmeenergie eingebracht und anschließend von der zuvor erwärmten Oberfläche des Prüfkörpers fortlaufend ein zeilenweises Wärmebild aufgenommen. Der plattenförmige Prüfkörper selbst ist hier als beschichtete Spanplatte ausgebildet, wobei mittels dem Prüfverfahren die Qualität der Verklebung im Hinblick auf eine gegebenenfalls schlechte Haftfestigkeit einzelner Bereiche überprüft werden soll. Die Messung beruht darauf, dass sich die homogen in dem Prüfkörper eingebrachte Wärme in Folge von Defekten, Rissen oder Inhomogenitäten unterschiedlich schnell ausbreitet. Mit der Wärmebildkamera können die sich nach einiger Zeit entsprechend der Wärmeleitung des Materials und der Tiefe des Defektes entwickelnden unterschiedlichen Wärmebildmuster auf der Oberfläche auf einem Bildschirm beobachtet und von der Prüfperson damit ausgewertet werden.

**[0010]** Ein derartiges Prüfverfahren ist relativ zeit- und arbeitsintensiv und verursacht insbesondere für Bauteile einer Großserienfertigung einen erheblichen Aufwand, verbunden mit der Gefahr, dass einzelne Beschichtungsfehler unterschiedlich interpretiert werden, z. B. in Folge von wechselnden Prüfpersonen und individuellen Fehlern. Derartige Tätigkeiten zur Auswertung im Rahmen einer Qualitätskontrolle können somit nur von hoch ausgebildeten Fachleuten durchgeführt werden.

**[0011]** Aus der US 4,647,220 ist ein Verfahren bekannt, bei dem Korrosionsstellen unter einer Beschichtungsoberfläche detektieren werden. Diese Korrosionsstellen zeichnen sich dadurch aus, dass diese eine andere thermische Leitfähigkeit als die umgebenden Metallbereiche aufweisen, so dass diese als Punkte auf einem Bildschirm zur Anzeige gebracht werden können. Konkret wird hier eine erwärmte Oberfläche mittels eines Infrarot-Scanners abgetastet.

**[0012]** Die US 5,719,395 betrifft eine elektronische

Auswerteeinrichtung, um Risse in Brücken oder dergleichen zu ermitteln. Dazu wird der thermische Gradient eines Wärmestroms in zwei unterschiedlichen Richtungen gemessen und anschließend verglichen, um Risse in der Brückstruktur festzustellen. Ersichtlich handelt es sich hier um kein Prüfungsverfahren zur Ermittlung von Beschichtungsfehlern an beschichteten Bauteilen, so dass der zuständige Durchschnittsfachmann diese Druckschrift zur Lösung der sich ihm stellenden Aufgabe gar nicht erst herangezogen hätte.

**[0013]** Die DD 251 412 A1 beschreibt ein Thermografieverfahren, bei der eine Thermografieschicht aus cholesterinischen Flüssigkeitskristallen auf den Prüfling aufgetragen wird. Die Erwärmung dieser Thermografieschicht auf dem Prüfling zeigt dann gegebenenfalls unterschiedliche Reflexionsfarben, was einen Rückschluss auf eventuelle Bauteilfehler ermöglicht.

**[0014]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Prüfungsverfahren zur Ermittlung von Beschichtungsfehlern an beschichteten Bauteilen zur Verfügung zu stellen, mittels dem eine gleichbleibende Qualität des Prüfverfahrens auf einfache Weise kostengünstig bereitgestellt werden kann.

**[0015]** Diese Aufgabe wird gelöst mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

**[0016]** Gemäß Patentanspruch 1 wird mit der Wärmebildkamera in einem ersten Verfahrensschritt ein erkannt fehlerfrei beschichtetes Bauteil erfasst und als Soll-Wärmebild festgelegt, wobei die Daten des Soll-Wärmebildes in einem elektronischen Speicher einer elektronischen Daten- und Bildverarbeitungseinrichtung abgelegt werden, und wobei in der Daten- und Bildverarbeitungseinrichtung Abweichungsgrenzwerte für vom Soll-Wärmebild abweichende Bildabweichungen definiert werden. In einem zweiten Verfahrensschritt wird dann von einem zu prüfenden, baugleichen Bauteil unter gleichen örtlichen und zeitlichen Verhältnissen wie bei der Ermittlung des Soll-Wärmebildes ein Ist-Wärmebild erfasst. Diese Daten des erfassten Ist-Wärmebildes werden in einem darauffolgenden dritten Verfahrensschritt in der elektronischen Daten- und Bildverarbeitungseinrichtung mit dem Soll-Wärmebild verglichen und gegebenenfalls auftretende Bildabweichungen des Ist-Wärmebildes vom Soll-Wärmebild festgestellt. Dabei wird eine Überschreitung von Abweichungsgrenzwerten als unzulässiger Beschichtungsfehler erkannt und der Ort des Beschichtungsfehlers für das aktuell geprüfte Bauteil am Bildschirm angezeigt. Dies kann z. B. optisch oder akustisch erfolgen.

**[0017]** Mit einem derartigen automatisierten Prüfungsverfahren kann eine dauerhafte und gleichbleibende Qualität des Prüfungsergebnisses sichergestellt wer-

den. Derartige Prüfverfahren können somit auch von ungelerten Personen betreut bzw. überwacht werden. Insbesondere ist ein derartiges Prüfverfahren hervorragend geeignet zur Überprüfung von Beschichtungsfehlern von Bauteilen einer Großserienfertigung, bei der hohe Stückzahlen mit stets gleich bleibenden Qualitätserfordernissen geprüft werden müssen.

**[0018]** Die Erhitzung des zu prüfenden Bauteils erfolgt bevorzugt durch den Beschichtungsprozess und das Bauteil wird unmittelbar in der anschließenden Abkühlzeit geprüft. Damit wird die zur Produktion des beschichteten Bauteils benötigte Hitze zugleich für das Prüfverfahren zur Ermittlung von Beschichtungsfehlern verwendet. Sind sowohl die Herstellung als auch das Prüfverfahren automatisiert, stehen am Ende der zeitlich hintereinander ablaufenden beiden Prozesse nur fehlerfreie beschichtete Bauteile zur Verfügung, alle mangelhaften Bauteile sind durch das Prüfverfahren aussortiert.

**[0019]** Grundsätzlich kann das Bauteil auch in einem herstellungsunabhängigen Verfahrensschritt durch ansteuerbare Heizmittel einer Prüfeinrichtung erhitzt werden. Besteht nach der Herstellung der Bauteile keine Möglichkeit zur sofortigen Prüfung derselben, ist ein Erhitzen der beschichteten Bauteile auf die geforderte hohe Anfangstemperatur für das Prüfverfahren jederzeit mit z. B. einer Hochfrequenzspule oder einer Mikrowellenheizung möglich. Somit kann das Verfahren auch als Eingangskontrolle für Firmen verwendet werden, die beschichtete Bauteile von einem Lieferanten beziehen.

**[0020]** Bevorzugt erfolgt der Abkühlvorgang bezüglich der umgebenden Raumtemperatur und/oder der Abkühlvorgang wird durch eine steuerbare Kühleinrichtung aktiv unterstützt. Durch den Einsatz einer Kühleinrichtung während des Abkühlvorgangs können sowohl die Zykluszeiten für das Prüfverfahren verkürzt werden als auch Abweichungen in den Wärmebildern verstärkt und damit noch sicherer und eindeutiger erfasst werden.

**[0021]** Bevorzugt ist das Trägerbauteil ein Metallteil und die Beschichtung eine Elastomer-Beschichtung. Damit ist das Prüfverfahren für einen häufig verwendeten Aufbau von Dichtungen einsetzbar. An einem meist aus Stahlblech bestehenden Träger ist eine Elastomer-Beschichtung angebracht, die die Dichteigenschaften des Bauteils bewirkt.

**[0022]** Ist das Bauteil eine Zylinderkopfdichtung, die aus einem ebenen Blechteil gleicher Blechdicke als Trägerbauteil und einer Elastomerschicht gleicher, fehlerfreier Beschichtungsdicke besteht, ergibt sich eine gleichmäßige Abkühltemperatur in der gesamten Beschichtung und damit ein gleichmäßiges Soll-Wärmebild. Fehlerbedingte Bildabweichungen

treten dagegen als auffallende Fleckenbildungen an Fehlerorten in der Art von gegenüber der sonst gleichen Abkühltemperatur höheren Warmbereichen oder tieferen Kaltbereichen auf. Damit ist für ein Bauteil, das in hohen Stückzahlen produziert wird, aber für einen problemlosen Einsatz als Motorabdichtung eine fehlerfreie Beschichtung nötig ist, ein einfaches und kostengünstiges Prüfverfahren geschaffen, mit dem eine sichere Fehlererkennung möglich ist. Sowohl Fehler in der Beschichtung, d. h. eine unzureichende bzw. übermäßige Beschichtungsdicke, als auch Einschlüsse von Fremdpartikeln in der Elastomer-Beschichtung führen zu geänderten Wärmeableitungen während des Abkühlprozesses, die als Fleckenbildungen auf dem Ist-Wärmebild gegenüber dem Soll-Wärmebild zu erkennen sind.

[0023] Anhand einer Zeichnung wird die Erfindung näher erläutert.

[0024] Es zeigen:

[0025] [Fig. 1](#) einen schematischen Prinzipaufbau einer Prüfeinrichtung für ein Prüfverfahren zur Ermittlung von Beschichtungsfehlern an beschichteten Bauteilen,

[0026] [Fig. 2](#) ein schematisches Soll-Wärmebild einer Wärmebildkamera, und

[0027] [Fig. 3](#) ein schematisches Ist-Wärmebild der Wärmebildkamera eines fehlerhaften Bauteils.

[0028] In [Fig. 1](#) ist schematisch ein Prinzipaufbau einer Prüfeinrichtung 1 für ein Prüfverfahren zur Ermittlung von Beschichtungsfehlern an beschichteten Bauteilen dargestellt. Mit einer Wärmebildkamera 2 wird ein zu prüfendes beschichtetes Bauteil, hier eine Zylinderkopfdichtung 3, während des Abkühlprozesses erfasst und über eine Verbindungsleitung 4 werden die Daten an eine Daten- und Bildverarbeitungseinrichtung 5 weitergeleitet. Auf einem Bildschirm 6 wird das Wärmebild 7 der Zylinderkopfdichtung 3 sichtbar gemacht.

[0029] Nach Erhitzen der Zylinderkopfdichtung 3 auf eine hohe Anfangstemperatur wird diese während der Abkühlzeit auf eine dagegen niedrigere Endtemperatur von der Wärmebildkamera 2 erfasst und die Daten des Wärmebildes 7 an die Daten- und Bildverarbeitungseinrichtung 5 weitergeleitet. Diese Verfahrensschritte werden zuerst mit einem erkannt fehlerfrei beschichteten Bauteil durchgeführt, zur Erfassung und Festlegung eines Soll-Wärmebildes 8. Die Daten des Soll-Wärmebildes 8 werden in einem elektronischen Speicher der Daten- und Bildverarbeitungseinrichtung 5 als Referenz hinterlegt, wobei die Möglichkeit einer Definition von Abweichungsgrenzwerten für eine anschließende Prüfung von Zylinderkopfdichtungen 3 möglich ist. Die jeweils zu prüfende

Zylinderkopfdichtung 3 wird unter gleichen örtlichen und zeitlichen Verhältnissen wie bei der Ermittlung des Soll-Wärmebildes 8 ebenso von der Wärmebildkamera 2 erfasst und das daraus entstandene Ist-Wärmebild 9 wird in der Daten- und Bildverarbeitungseinrichtung 5 mit dem angezeigten Soll-Wärmebild 8 und/oder den Daten des Soll-Wärmebildes 8 verglichen. Bei Überschreitung von den vorher definierten Abweichungsgrenzwerten erfolgt eine optische und/oder akustische Fehlermeldung.

[0030] Die hiermit erkannten Fehler in der Beschichtung, die einerseits durch eine unterschiedliche Beschichtungsdicke und/oder durch Einschlüsse von Fremdpartikeln gegeben sind, sind auf unterschiedliche Wärmeableitungen zurückzuführen und an einem damit abweichenden Ist-Wärmebild 9 vom Soll-Wärmebild 8 zu erkennen.

[0031] In [Fig. 2](#) ist schematisch ein Soll-Wärmebild 8 einer Zylinderkopfdichtung 3 dargestellt. Aufgrund der gleichen Blechdicke des Trägerbauteils und der gleichen Beschichtungsdicke der Elastomer-Beschichtung erscheint das Soll-Wärmebild 8 als gleichmäßiges Wärmebild, da sich eine gleichmäßige Abkühltemperatur mit einem zeitlich gleichmäßigen Abkühlverlauf in der gesamten Beschichtung ergibt. Das Soll-Wärmebild 8 ist als Referenzbild in der Daten- und Bildverarbeitungseinrichtung 5 hinterlegt.

[0032] In [Fig. 3](#) ist schematisch ein Ist-Wärmebild 9 einer zu prüfenden Zylinderkopfdichtung 3 dargestellt. Dabei ist eine Fleckenbildung an Fehlerorten in der Beschichtung zu erkennen. Dies können z. B. Kratzer 10 in der Beschichtung oder ein von der Soll-Schichtdicke abweichender Schichtdickenfehler 11 sein.

[0033] Eine geprüfte Zylinderkopfdichtung 3 mit den in [Fig. 3](#) beispielhaft dargestellten Fehlern kann somit aussortiert werden und ein Einbau einer fehlerhaften Zylinderkopfdichtung 3 in eine Brennkraftmaschine ist somit ausgeschlossen. Somit sind fehlerhafte Brennkraftmaschinen und damit verbundene Kundenreklamationen vermieden.

### Patentansprüche

1. Prüfverfahren zur Ermittlung von Beschichtungsfehlern an beschichteten Bauteilen, die aus einem Trägerbauteil als Beschichtungsträger und einer zumindest teilweise darauf angebrachten Beschichtung bestehen, wobei ein beschichtetes Bauteil auf eine hohe Anfangstemperatur erhitzt und anschließend während einer Abkühlzeit auf eine dagegen niedrigere Endtemperatur abgekühlt wird, und wobei mittels einer Wärmebildkamera Wärmebilder erfasst und zur Auswertung von Beschichtungsfehlern auf einem Bildschirm zur Anzeige gebracht werden, **dadurch gekennzeichnet**,

dass mit der Wärmebildkamera (2) in einem ersten Verfahrensschritt ein erkannt fehlerfrei beschichtetes Bauteil (3) wenigstens in einem bestimmten Zeitabschnitt der Abkühlzeit zumindest im Bereich der Beschichtung erfasst und als Soll-Wärmebild (8) festgelegt wird, wobei die Daten des Soll-Wärmebildes (8) in einem elektronischen Speicher einer elektronischen Daten- und Bildverarbeitungseinrichtung (5) abgelegt werden, und wobei in der Daten- und Bildverarbeitungseinrichtung (5) Abweichungsgrenzwerte für vom Soll-Wärmebild (8) abweichende Bildabweichungen festgelegt werden,

dass in einem zweiten Verfahrensschritt von einem zu prüfenden, baugleichen Bauteil (3) unter gleichen örtlichen und zeitlichen Verhältnissen wie bei der Ermittlung des Soll-Wärmebildes (8) ein Ist-Wärmebild (9) erfasst wird,

dass die Daten des erfassten Ist-Wärmebildes (9) in einem dritten Verfahrensschritt in der elektronischen Daten- und Bildverarbeitungseinrichtung (5) mit dem Soll-Wärmebild (8) verglichen und ggf. auftretende Bildabweichungen des Ist-Wärmebildes (9) vom Soll-Wärmebild (8) festgestellt werden, wobei eine Überschreitung von Abweichungsgrenzwerten als unzulässigem Beschichtungsfehler (10, 11) erkannt und der Ort des Bildbeschichtungsfehlers für das aktuell geprüfte Bauteil am Bildschirm (6) angezeigt wird.

schicht gleicher Beschichtungsdicke besteht, wobei sich eine gleichmäßige Abkühltemperatur in der gesamten Beschichtung und damit ein gleichmäßiges Soll-Wärmebild (8) ergibt und wobei fehlerbedingte Bildabweichungen als dagegen auffallende Fleckenbildungen an Fehlerorten in der Art von gegenüber der sonst gleichen Abkühltemperatur höheren Warmbereichen oder tieferen Kaltbereichen auftreten.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhitzung des zu prüfenden Bauteils (3) durch den Beschichtungsprozess erfolgt und das Bauteil unmittelbar in der anschließenden Abkühlzeit geprüft wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in einem herstellungsunabhängigen Verfahrensschritt das Bauteil (3) durch ansteuerbare Heizmittel einer Prüfeinrichtung erhitzt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Abkühlvorgang bezüglich der umgebenden Raumtemperatur erfolgt und/oder durch eine steuerbare Kühleinrichtung aktiv unterstützt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass beim Erkennen von Überschreitungen eine optische und/oder akustische Fehlermeldung erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägerbauteil ein Metallteil und die Beschichtung eine Elastomer-Beschichtung ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil eine Zylinderkopfdichtung (3) ist, die aus einem ebenen Blechteil gleicher Blechdicke als Trägerbauteil und einer Elastomer-

Anhängende Zeichnungen

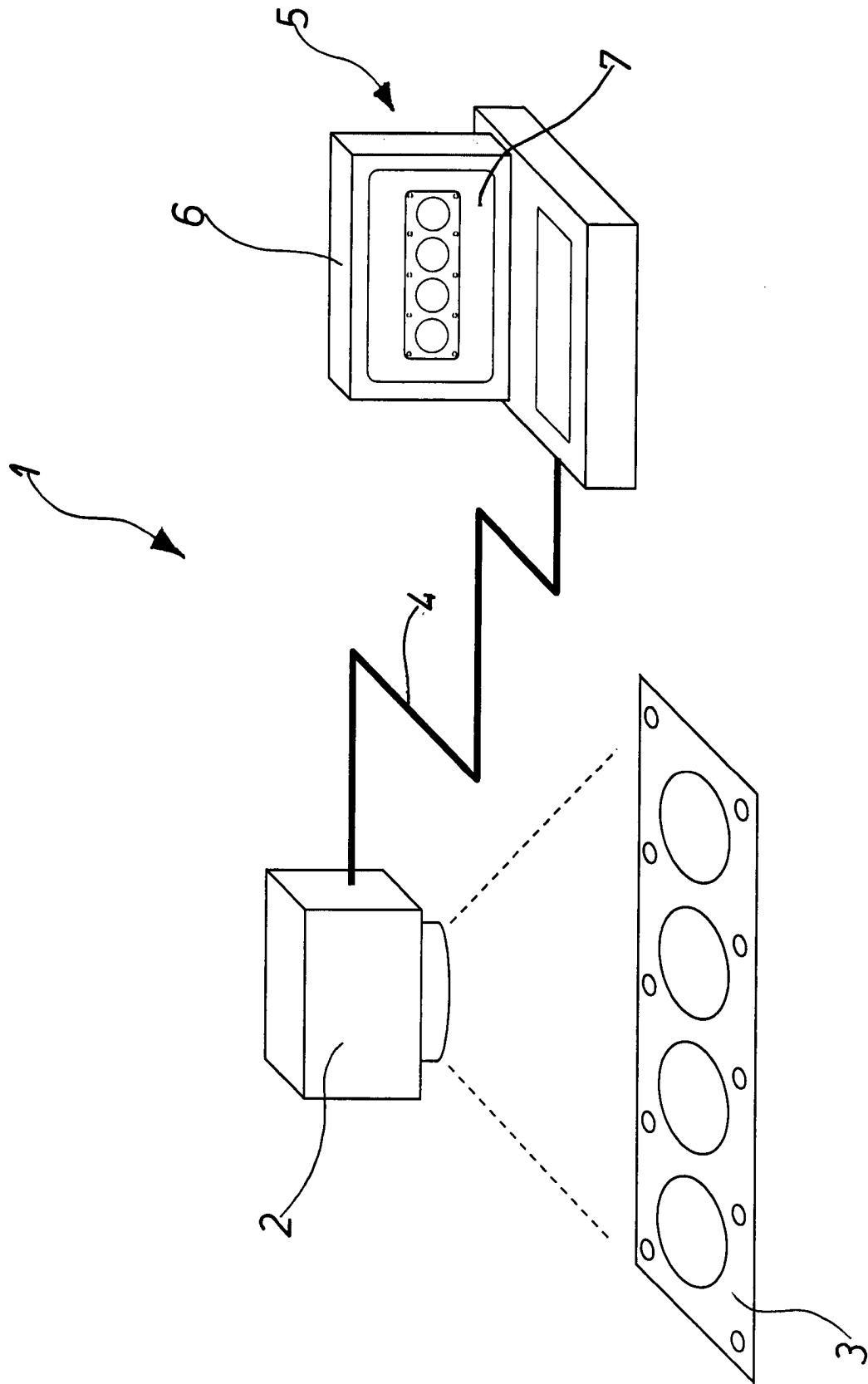


FIG. 1

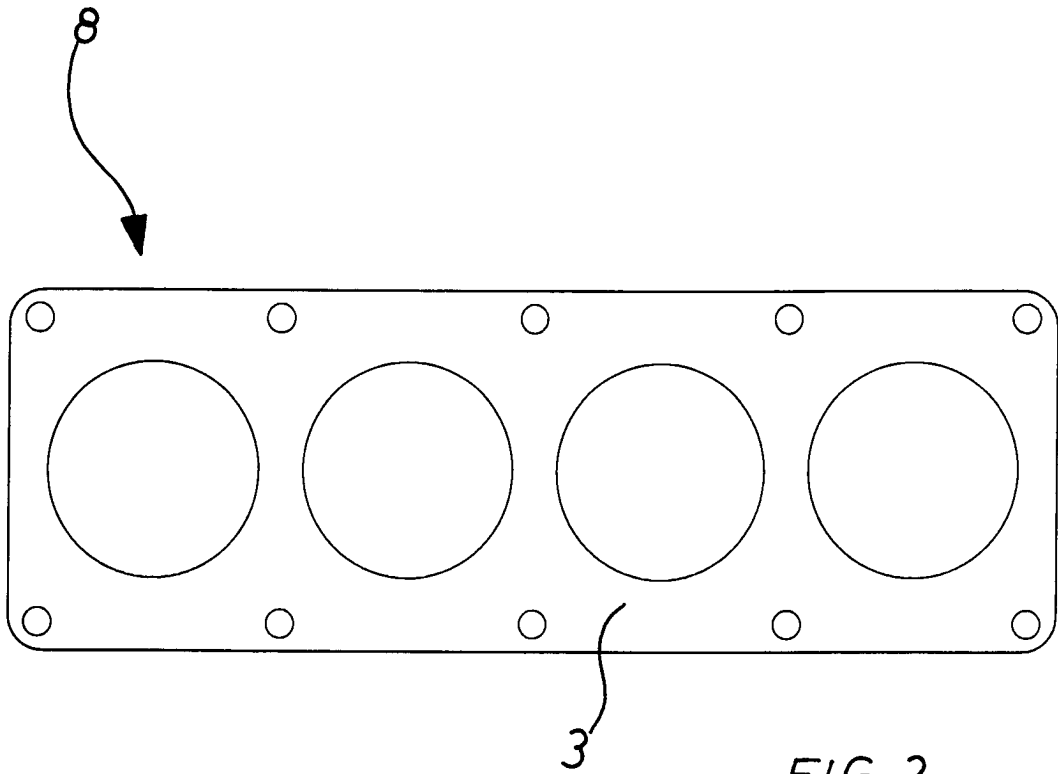


FIG. 2

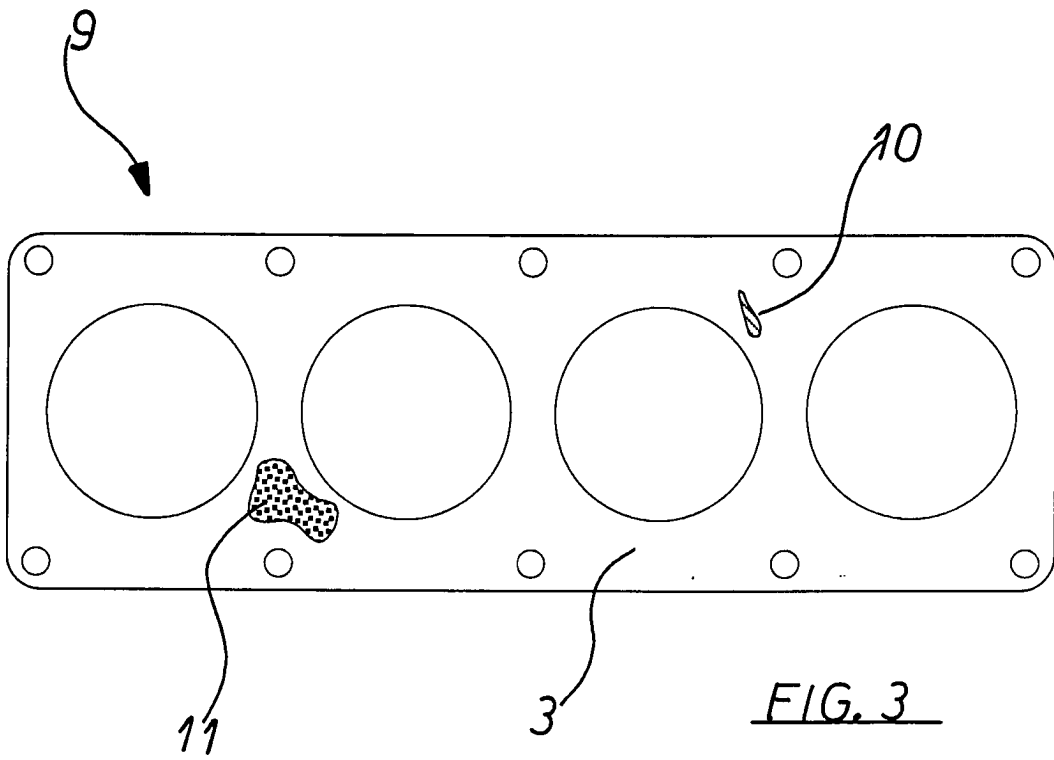


FIG. 3