



(10) **DE 10 2011 081 998 A1** 2013.03.07

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 081 998.3**

(22) Anmeldetag: **01.09.2011**

(43) Offenlegungstag: **07.03.2013**

(51) Int Cl.: **C23C 4/04 (2011.01)**  
**C23C 4/18 (2011.01)**

(71) Anmelder:  
**Siemens Aktiengesellschaft, 80333, München, DE**

(72) Erfinder:  
**Heinrichsdorff, Frank, Dr., 15831, Mahlow, DE;**  
**Krüger, Ursus, Dr., 14089, Berlin, DE; Reiche,**  
**Ralph, 13465, Berlin, DE; Stier, Oliver, 12163,**  
**Berlin, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

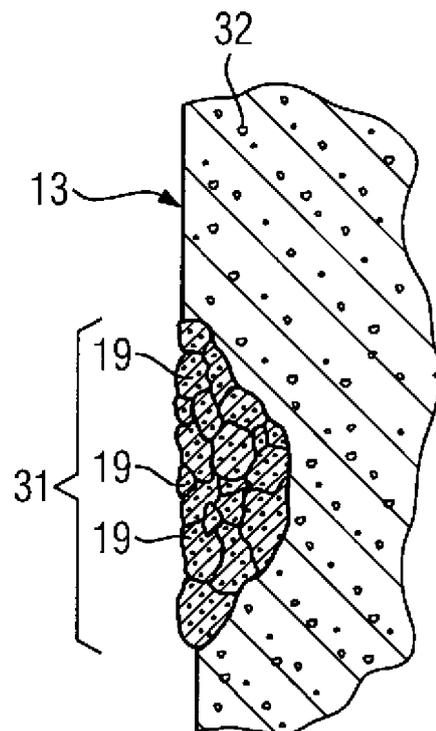
<b>DE</b>	<b>10 2006 032 110</b>	<b>A1</b>
<b>EP</b>	<b>1 816 235</b>	<b>B1</b>
<b>EP</b>	<b>1 816 316</b>	<b>A1</b>
<b>JP</b>	<b>7 034 214</b>	<b>A</b>

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Reparieren einer Schadstelle in einem Gussteil und Verfahren zum Erzeugen eines geeigneten Reparaturmaterials**

(57) Zusammenfassung: Gegenstand der Erfindung ist Verfahren zum Reparieren einer Schadstelle (31) in der Oberfläche von Gussteilen (13). Außerdem wird ein Verfahren unter Schutz gestellt, mit dem ein für das erwähnte Reparaturverfahren geeignetes Reparaturmaterial erzeugt werden kann. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass als Material Spritzpartikel (19) zum Einsatz kommen, die dasselbe Gussgefüge aufweisen, wie das Gussteil (13). Diese werden durch Kaltgasspritzen auf die Schadstelle aufgebracht, wobei das Kaltgasspritzen dadurch ausgezeichnet ist, dass die Spritzpartikel nicht aufgeschmolzen werden und vorteilhaft das Gussgefüge nach dem Auftreffen der Spritzpartikel (19) auf die Reparaturstelle (31) erhalten bleibt. Hierdurch lässt sich vorteilhaft die Reparaturstelle mit denselben Eigenschaften ausstatten wie das restliche zu reparierende Bauteil. Das Reparaturmaterial kann erfindungsgemäß dadurch hergestellt werden, dass ein Gussteil mit dem geforderten Gussgefüge zerkleinert wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reparieren einer Schadstelle in der Oberfläche eines Gussteils, bei dem ein Reparaturwerkstoff durch Kaltgasspritzen auf die Schadstelle aufgebracht wird. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Erzeugen eines Reparaturmaterials für ein Bauteil.

**[0002]** Das Kaltgasspritzen ist ein an sich bekanntes Verfahren, bei dem für die Beschichtung vorgesehene Partikel mittels einer konvergent-divergenten Düse vorzugsweise auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt werden, damit diese aufgrund ihrer eingepprägten kinetischen Energie auf der zu beschichtenden Oberfläche haften bleiben. Hierbei wird die kinetische Energie der Teilchen genutzt, welche zu einer plastischen Verformung derselben führt, wobei die Beschichtungspartikel beim Auftreffen lediglich an ihrer Oberfläche aufgeschmolzen werden. Deshalb wird dieses Verfahren im Vergleich zu anderen thermischen Spritzverfahren als Kaltgasspritzen bezeichnet, weil es bei vergleichsweise tiefen Temperaturen durchgeführt wird, bei denen die Beschichtungspartikel im Wesentlichen fest bleiben. Vorzugsweise wird zum Kaltgasspritzen, welches auch als kinetisches Spritzen bezeichnet wird, eine Kaltgasspritzanlage verwendet, die eine Gasheizeinrichtung zum Erhitzen eines Gases aufweist. An die Gasheizeinrichtung wird eine Stagnationskammer angeschlossen, die ausgangsseitig mit der konvergent-divergenten Düse, vorzugsweise einer Lavaldüse verbunden wird. Konvergent-divergente Düsen weisen einen zusammenlaufenden Teilabschnitt sowie einen sich aufweitenden Teilabschnitt auf, die durch einen Düsenhals verbunden sind. Die konvergent-divergente Düse erzeugt ausgangsseitig einen Pulverstrahl in Form eines Gasstroms mit darin befindlichen Partikeln mit hoher Geschwindigkeit, vorzugsweise Überschallgeschwindigkeit.

**[0003]** Gemäß der EP 1 816 235 B1 ist es bekannt, dass Fehlstellen in Gussteilen mittels Kaltgasspritzen ausgebessert werden können. Zu diesem Zweck werden Werkstoffe verwendet, die gemäß der EP 1 816 235 B1 als artgleich bezeichnet werden. Hierunter sind Werkstoffe zu verstehen, die eine ähnliche oder die gleiche Zusammensetzung haben wie das zu reparierende Bauteil. Hierdurch kann erreicht werden, dass die ausgebesserte Stelle mit einem Material ausgefüllt wird, welches metallurgische Probleme nahezu völlig ausschließt. Damit ist gemeint, dass Diffusionsvorgänge, die bei Reparatur eines Gussteils mit einem artfremden Material nach erfolgter Reparatur insbesondere bei thermisch hoch beanspruchten Bauteilen einsetzen und zu einer Herabsetzung der Integrität des Gefüges führen, ausgeschlossen werden können. Diese können nämlich im schlimmsten Fall zu einem Bauteilversagen führen.

**[0004]** Das artgleiche Material zur Reparatur der Fehlstellen in dem Gussteil bildet allerdings ein Gefüge aus, welches hinsichtlich seiner Gefügestruktur unterschiedlich von dem Gussgefüge des umgebenden Bauteils ist.

**[0005]** Die Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Reparaturverfahren für Gussteile anzugeben, mit dem sich eine Reparaturstelle erzeugen lässt, die möglichst weitgehend an die Eigenschaften des die Reparaturstelle umgebenden Gussteils angepasst ist. Außerdem ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Erzeugen eines Reparaturmaterials anzugeben, welches bei Anwendung in einem Reparaturverfahren die erstgenannte Aufgabe erfüllen kann.

**[0006]** Die erstgenannte Aufgabe wird durch das eingangs angegebene Verfahren zum Reparieren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass als Reparaturwerkstoff Spritzpartikel zum Einsatz kommen, die dasselbe Gefüge aufweisen, wie das Gussteil. Hierbei wird erfindungsgemäß durch Anwendung des Kaltgasspritzens davon profitiert, dass die durch Kaltgasspritzen bearbeiteten Partikel nicht aufgeschmolzen werden und daher auch nach Ausbildung der Schicht (in diesem Fall der Reparaturstelle) das Gefüge zumindest im Wesentlichen behalten, welches die verarbeiteten Spritzpartikel aufweisen. Daher ist es möglich, Spritzpartikel zu verwenden, die dasselbe Gussgefüge wie das zu reparierende Bauteil aufweisen und auf diese Weise eine Reparaturstelle mit genau dem Gussgefüge herzustellen, welches auch das die Reparaturstelle umgebende Gussteil aufweist. Hierdurch lässt sich vorteilhaft eine Reparatur von Gussteilen erreichen, bei der das reparierte Gussteil nahezu dieselben Eigenschaften aufweist, wie das Originalteil, da auch die Reparaturstelle genau dieselben Eigenschaften aufweist, wie das restliche Gussteil. Damit bleiben die Eigenschaften des zu reparierenden Gussteils vorteilhaft identisch mit dem Originalteil. Auch ist ein auf die erfindungsgemäße Weise repariertes Bauteil vor Korrosionsangriffen geschützt, die aufgrund von Ausbildung von elektrischen Lokalelementen entstehen könnten, wenn das Reparaturmaterial zwar dieselbe Zusammensetzung jedoch aufgrund einer anderen Legierungsausbildung edler oder unedler als der umgebende Werkstoff des Gussteils ist.

**[0007]** Um einen Reparaturwerkstoff herzustellen, der in der angegebenen Weise verarbeitet werden kann, wird erfindungsgemäß die zweitgenannte Aufgabe durch ein Verfahren zum Erzeugen eines Reparaturmaterials gelöst, bei dem das zu reparierende Bauteil ein Gussteil ist und das Reparaturmaterial durch Zerkleinern eines Körpers aus demjenigen Material gewonnen wird, aus dem das Gussteil besteht. Außerdem weist dieser Körper dasselbe Gussgefüge auf, wie das Gussteil. Beispielsweise kann der Körper aus ausgedienten Gussteilen derselben Herstel-

lungscharge wie das zu reparierende Gussteil bestehen. Hierdurch wird sichergestellt, dass das Material des Körpers demjenigen des Gussteils auch hinsichtlich der Gefügebeschaffenheit genau entspricht. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass der Körper vor dem Zerkleinern extra zu diesem Zwecke hergestellt wird. Hierbei können vorteilhaft Körperformen gewählt werden, die eine unproblematische Erzeugung des Körpers mit einem möglichst ungestörten Gussgefüge ermöglichen. Beispielsweise sind Körper mit besonders einfacher geometrischer Struktur, wie beispielsweise Barren, besonders als Körper zum anschließenden Zerkleinern geeignet. Auch ist es möglich, die Randzone des erzeugten Körpers durch ein spanendes Verfahren abzutragen und somit einen Körper zu erhalten, der nur aus den inneren Zonen des hergestellten Gussteils besteht. In diesem Bereich wird vorteilhaft das Gefüge des Körpers am wenigsten durch die ablaufenden Vorgänge während der Erstarrung des Gussteils gestört. Das Zerkleinern des Körpers kann beispielsweise durch Schreddern und/oder Mahlen erfolgen. Hierdurch können Spritzpartikel für ein Kaltgasspritzen hergestellt werden, wobei unterschiedliche Partikelgrößen realisierbar sind.

**[0008]** Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Spritzpartikel einen mittleren Durchmesser von mindestens 100 µm und höchstens 200 µm. Diese Partikelgrößen lassen sich vorteilhaft durch Kaltgasspritzen besonders einfach verarbeiten. Vorteilhaft ist es überdies, wenn sich die Streuung der unterschiedlichen mittleren Durchmesser der Spritzpartikel mindestens über die Hälfte des oben angegebenen Bereiches erstreckt. So bekommt man ein Spritzmaterial, welches aus Spritzpartikeln mit unterschiedlichen mittleren Durchmessern besteht, so dass diese Partikel sich vorteilhaft zu einer vergleichsweise dichten Schicht zusammenlagern können, wobei Spritzpartikel mit einem kleineren mittleren Durchmesser die Zwischenräume zwischen den Partikeln mit einem größeren mittleren Durchmesser ausfüllen können.

**[0009]** Gemäß einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schadstelle des Gussteils während des Aufbringens der Spritzpartikel beheizt wird. Dies kann insbesondere durch lokale Bestrahlung durch einen Laserstrahl erfolgen. Durch eine Vorwärmung des Gussteils kann erreicht werden, dass dieses im Bereich der zu reparierenden Schadstelle sich ausdehnt und bei einer anschließenden Abkühlung sowohl der Reparaturstelle als auch des umgebenden Materials des Gussteils eine vergleichsweise spannungsarme Verbindung erzielt wird. Außerdem kann gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung auch eine Wärmenachbehandlung des Gussteils nach Aufbringen des Reparaturwerkstoffes erfolgen.

**[0010]** Bei Wärmebehandlungen bzw. dem Aufheizen der Reparaturstelle muss beachtet werden, dass die erreichten Temperaturen das Gussgefüge nicht verändern. Hierdurch wird verhindert, dass das Gussteil wegen der Reparatur seine Eigenschaften ändert, da genau dieser Umstand durch das erfindungsgemäße Reparaturverfahren verhindert werden soll.

**[0011]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Gussteil aus globularem Grauguss besteht. Die Gefügestruktur von globularem Grauguss lässt sich vorteilhaft mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Erzeugen eines Reparaturmaterials leicht erzeugen. Bei der Herstellung der Spritzpartikel ist zu beachten, dass die globularen Kohlenstoffeinlagerungen in dem Gefüge der Spritzpartikel gemäß der Norm DIN EN ISO 945 fast ausschließlich einen Durchmesser von 10 bis 150 µm aufweisen. Daher sollten die Spritzpartikel mindestens einen mittleren Durchmesser von 100 µm aufweisen, damit durch die Spritzpartikel das Gefüge von Grauguss durch das Kaltgasspritzen noch nachgebildet werden kann. Es zeigt sich, dass auch größere Kohlenstoffeinlagerungen dann noch zuverlässig zumindest teilweise durch das Grauguss-Matrixgefüge umschlossen sind und gut als Spritzpulver verarbeitet werden können. Als Legierung für den Grauguss kann beispielsweise GJS 400-15 dienen.

**[0012]** Repariert werden können auch Bauteile, die aus Gusseisen mit laminalem Kohlenstoff bestehen. Dies gilt beispielsweise für die EN GJL-Werkstoffgruppe. Auch hier gilt, dass die Spritzpartikel wegen der auftretenden Längen der Kohlenstofflamellen von 10 bis 250 µm (gemäß DIN EN ISO 945 gilt dieser Größenbereich für den allergrößten Teil der Kohlenstoffeinlagerungen) einen mittleren Durchmesser von 100 bis 200 µm aufweisen sollten, damit durch das Kaltgasspritzen das Gefüge des Gusswerkstoffes nachgebildet werden kann. Auch hier gilt, dass die Kohlenstoffeinlagerungen dann noch zuverlässig zumindest teilweise durch das Grauguss-Matrixgefüge umschlossen sind.

**[0013]** Weiterhin können die Gussteile beispielsweise auch aus Aluminium-Silizium-Legierungen bestehen, beispielsweise aus AlSi 17.

**[0014]** Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Gleiche oder sich entsprechende Zeichnungselemente sind jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden nur insoweit mehrfach erläutert, wie sich Unterschiede zwischen den einzelnen Figuren ergeben. Es zeigen:

**[0015]** [Fig. 1](#) ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Reparieren eines Gussteils als schematische Seitenansicht,

[0016] **Fig. 2** ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Erzeugen eines Reparaturmaterials durch exemplarische Darstellung ausgewählter Verfahrensschritte und

[0017] **Fig. 3** ein Ausführungsbeispiel eines mit dem erfindungsgemäßen Verfahrens zum Reparieren reparierten Bauteils als Schnitt.

[0018] Dargestellt in **Fig. 1** ist eine Vorrichtung zum Kaltgasspritzen. Diese weist einen Vakuumbehälter **11** auf, in dem einerseits eine Kaltgas-Spritzdüse **12** und andererseits ein Gussteil **13** angeordnet sind (Befestigung nicht näher dargestellt). Durch eine erste Leitung **14** kann ein Prozessgas der Kaltgas-Spritzdüse **12** zugeführt werden. Diese ist, wie durch die Kontur angedeutet, als konvergent-divergente Düse (beispielsweise als Laval-Düse) ausgeführt, durch die das Prozessgas entspannt und in Form eines Gasstrahls (Pfeil **15**) zu einer Oberfläche **16** des Gussteils **13** hin beschleunigt wird.

[0019] Weiterhin kann das Prozessgas in nicht dargestellter Weise erwärmt werden, wodurch sich in dem Vakuumbehälter **12** eine geforderte Prozess-temperatur einstellt.

[0020] Durch eine zweite Leitung **18** können der Kaltgas-Spritzdüse **12** Spritzpartikel **19** zugeführt werden, die in dem Gasstrahl **15** beschleunigt werden und auf die Oberfläche **16** im Bereich einer zu reparierenden Schadstelle **17** auftreffen. Die kinetische Energie der Spritzpartikel führt zu einem Anhaften derselben auf der Oberfläche **16**. Zur Ausbildung eines Reparaturgefüges **20** in der Schadstelle **17** kann das Gussteil **13** in Richtung des Doppelpfeils **21** vor der Kaltgas-Spritzpistole **12** hin und her bewegt werden. Während dieses Beschichtungsprozesses wird das Vakuum im Vakuumbehälter **11** durch eine Vakuumpumpe **22** ständig aufrechterhalten, wobei das Prozessgas vor Durchleitung durch die Vakuumpumpe **22** durch einen Filter **23** geführt wird, um Partikel auszufiltern, die beim Auftreffen auf die Oberfläche **16** nicht an diese gebunden wurden.

[0021] Mittels einer Heizung **23a** können die Partikel **19** innerhalb der Kaltgas-Spritzdüse zusätzlich erwärmt werden. Hierdurch erfolgt ein zusätzlicher Energieeintrag, der direkt als thermische Energie oder durch eine Entspannung in der Kaltgas-Spritzdüse **12** in Form von kinetischer Energie den Spritzpartikeln **19** zugeführt wird. Als weitere Energiequelle ist ein Laser **24** in der Vakuumkammer **11** installiert, der auf die Auftreffstelle des Kaltstrahls **15** auf die Oberfläche **16** des Gussteils **13** gerichtet ist. An der Auftreffstelle sorgt die elektromagnetische Energie des Laserstrahls **25** in Verbindung mit der kinetischen und eventuell thermischen Energie der Spritzpartikel **19** für ein bleibendes Anhaften der Spritzpartikel **19** auf

der Oberfläche **16**, wodurch das Reparaturgefüge **20** ausgebildet wird.

[0022] In **Fig. 2** ist ein Verfahren zur Herstellung des Reparaturmaterials dargestellt. Zunächst wird in einer Gussform **26** ein Barren **27** hergestellt, der als Rohteil (Körper) für die Herstellung der Spritzpartikel **19** dienen soll. Dieser Barren **27** wird nach Erstarrung des Gussteils entformt und es wird eine Oberflächenschicht **28** spanend von dem Barren **27** entfernt, so dass ein Kern **29** übrig bleibt. So werden oberflächennahe Bereiche des Barrens **27** verworfen, die Inhomogenitäten im Gussgefüge oder chemische Veränderungen aufgrund des Einflusses der Umgebungsluft aufweisen können. Der Kern **29** wird anschließend in einer nicht näher dargestellten Einrichtung geschreddert, wodurch grobe Partikel **30** entstehen. Diese Partikel **30** werden anschließend beispielsweise in einer Kugelmühle gemahlen, wodurch eine weitere Zerkleinerung erfolgt und die Herstellung der Spritzpartikel beendet wird. In einem nachfolgenden Schritt können diese Spritzpartikel noch nach Größen klassiert werden, um anschließend Spritzpulver in unterschiedlichen Größenklassen der Spritzpartikel herzustellen. Zur Herstellung von Spritzpulvern, bei denen die Spritzpartikel unterschiedliche mittlere Durchmesser über einen bestimmten Bereich aufweisen, können die verschiedenen Größenklassen der Spritzpartikel in geeigneter Weise gemischt werden.

[0023] In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass als mittlerer Durchmesser eines Spritzpartikels ein Durchmesser verstanden werden soll, der dem Durchmesser eines kugelförmigen Partikels entspricht, wobei dieser kugelförmige Partikel das selbe Volumen aufweisen soll, wie das reale Partikel, welches gewöhnlich von der Kugelform abweicht. Als mittlerer Durchmesser wird demnach nicht der durchschnittliche Durchmesser einer größeren Anzahl von Partikeln verstanden. Wenn im Zusammenhang mit dieser Erfindung von unterschiedlichen mittleren Durchmessern der Spritzpartikel die Rede ist, so ist damit also gemeint, dass Spritzpartikel unterschiedlicher Größenklassen gemischt vorliegen.

[0024] Der **Fig. 3**, die den Schnitt durch ein repariertes Gussteil **13** darstellt, zeigt, dass die Verwendung von Spritzpartikeln **19** unterschiedlicher Größenklassen (also mit unterschiedlichen mittleren Durchmessern) vorteilhaft dazu führt, dass in der Reparaturstelle **31** des Gussteils **13** ein dichtes Gefüge entsteht. Dargestellt in **Fig. 3** ist ein Gussteil aus globularem Grauguss, wobei in der Matrix aus einem Eisenwerkstoff globularer Kohlenstoff **32** verteilt ist. Dies gilt auch für die Spritzpartikel **19**, deren jeweilige Größe in **Fig. 3** noch zu erkennen ist, da diese einzeln dargestellt sind. Dabei füllen kleinere Spritzpartikel **19** die Zwischenräume zwischen größeren Spritzpartikeln **19** aus. In der Realität verschmelzen die Oberflächen der Spritzpartikel **19** durch die Entwicklung

thermischer Energie beim Aufprall der Spritzpartikel, so dass die in [Fig. 3](#) dargestellten Grenzen zwischen den Partikeln teilweise aufgehoben werden.

**ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 1816235 B1 [[0003](#), [0003](#)]

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- Norm DIN EN ISO 945 [[0011](#)]
- DIN EN ISO 945 [[0012](#)]

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Reparieren einer Schadstelle (17) in der Oberfläche eines Gussteils (13), bei dem ein Reparaturwerkstoff durch Kaltgasspritzen auf die Schadstelle (17) aufgebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Reparaturwerkstoff Spritzpartikel (19) zum Einsatz kommen, die ein dasselbe Gussgefüge aufweisen, wie das Gussteil (13).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die die Spritzpartikel (19) einen mittleren Durchmesser von mindestens 100 µm und höchstens 200 µm aufweisen.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Streuung der unterschiedlichen mittleren Durchmesser der Spritzpartikel mindestens über die Hälfte des gemäß Anspruch 2 angegebenen Bereiches erstreckt.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schadstelle während des Aufbringens der Spritzpartikel (19) beheizt, insbesondere durch einen Laserstrahl bestrahlt wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gussteil (13) nach Aufbringen des Reparaturwerkstoffes einer Wärmenachbehandlung unterworfen wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gussteil (19) aus globularem Grauguss besteht.

7. Verfahren zum Erzeugen eines Reparaturmaterials für ein Bauteil, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil ein Gussteil (13) ist und das Reparaturmaterial durch Zerkleinern eines Körpers aus demjenigen Material gewonnen wird, aus dem das Gussteil besteht, wobei der Körper dasselbe Gussgefüge aufweist, wie das Gussteil.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Zerkleinern Spritzpartikel für ein Kaltgasspritzen hergestellt werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Zerkleinern durch Shreddern und/oder Mahlen erfolgt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

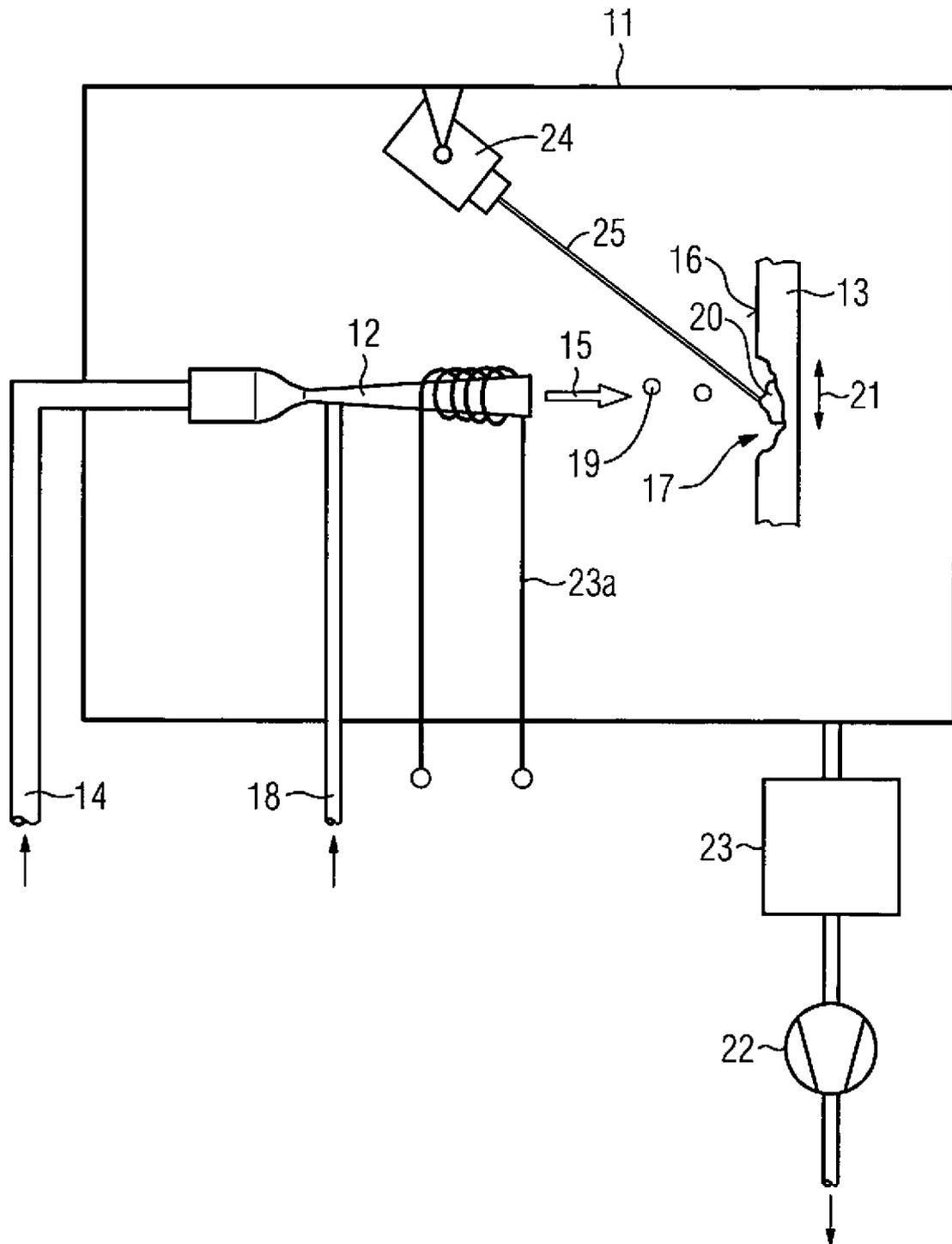


FIG 2

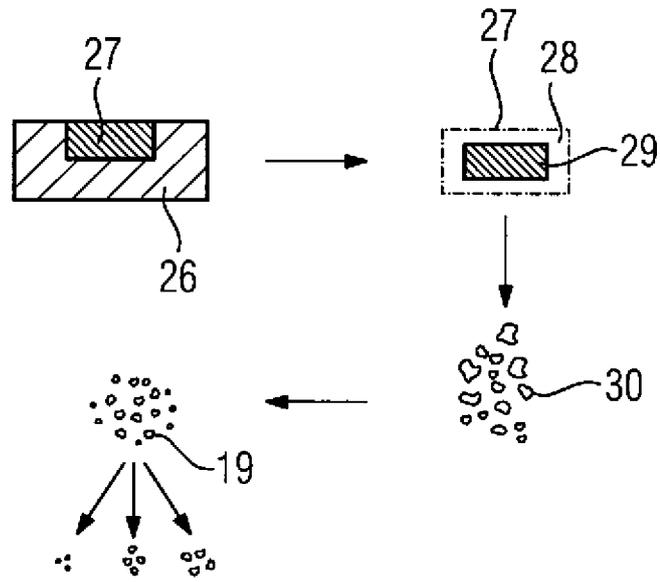


FIG 3

