



(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 673/2000
(22) Anmeldetag: 17.04.2000
(42) Beginn der Patentdauer: 15.05.2002
(45) Ausgabetag: 27.01.2003

(51) Int. Cl.⁷: **G08C 17/00**

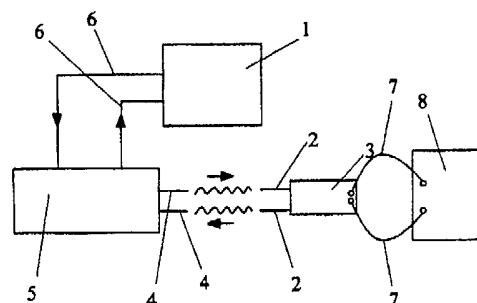
(73) Patentinhaber:
VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH
& CO
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
(72) Erfinder:
MOSHAMMER THOMAS DIPL.ING.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
ENKNER BERNHARD DIPL.ING. DR.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
STAUDINGER GÜNTHER DIPL.ING. DR.
GMUNDEN, OBERÖSTERREICH (AT).
KERSCHBAUM HELMUT ING.
NEUZEUG, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUR AUFNAHME VON MESSDATEN IN EINEM HÜTTENWERK

AT 410 041 B

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren, sowie eine Einrichtung zur Aufnahme und Übertragung von Messdaten von einer, in einem Hüttenwerk eingesetzten, bewegbaren hütten technischen Einrichtung zur Gewinnung und/oder Behandlung von metallischen und/oder keramischen Werkstoffen, vorzugsweise zur Aufnahme eines zumindest teilweise flüssigen Stoffes, besonders bevorzugt einer Metallschmelze, wobei die Daten von einem, an der hütten technischen Einrichtung angeordneten, Sensor 8 aufgenommen und zu einer Abfrageeinheit 5 übertragen werden. Dabei werden die an dem Sensor 8 aufgenommenen Daten, insbesondere von akustischen Oberflächenwellen (surface acoustic waves), in elektromagnetische Signale umgewandelt und nachfolgend über eine Funkstrecke an die Abfrageeinheit 5 übertragen.

Fig. 5



Die Erfindung betrifft ein Verfahren, sowie eine Einrichtung zur Aufnahme und Übertragung von Messdaten in einem Hüttenwerk.

Ein Hüttenwerk besteht aus einer oder mehreren Anlagen zur Gewinnung oder Weiterverarbeitung von einem oder mehreren metallischen und/oder nichtmetallischen Werkstoffen. Dieses Hüttenwerk ist insbesondere ein Eisenhüttenwerk, bestehend vorzugsweise aus einer Kokerei, und/oder einer Sinterei, und/oder einem Reduktionsaggregat, und/oder einem Einschmelzaggregat, und/oder einem Aggregat zur sekundärmetallurgischen Behandlung, und/oder einem Stahlerzeugungsaggregat, insbesondere einem Stahlerzeugungskonverter und/oder einem Elektrolichtbogenofen, und/oder einer Gießvorrichtung, und/oder einer Stranggießanlage etc. Nachdem sich beispielsweise die Stahlerzeugung von einem vielerorts empirischen, zu einem wissenschaftlich anspruchsvollen Prozess entwickelt hat, wird insbesondere in der Aufzeichnung aller prozessrelevanten Daten des Stahlherstellungsprozesses eine hohe Priorität erkannt. Für eine Prozessoptimierung, für eine Steigerung der Qualität des Produktes, wie auch zur Vermeidung langer Stillstandszeiten durch Materialgebrecen, ist es heutzutage unabdingbar eine ständige objektive Überwachung des Stahlerzeugungsprozesses durchzuführen. Dabei werden Sensoren zur Aufnahme prozessrelevanter physikalischer, chemischer oder anderer technischer Eigenschaften verwendet. Der Begriff Sensor bezeichnet dabei ein Bauteil, welches unmittelbar mit der Messgröße in Kontakt steht, und diese Messgröße in eine, zumeist elektronisch, weiterverarbeitbare Form wandelt. Die Erfassung der Mess- oder Prozessdaten besteht unter anderem aus der Datenaufnahme, der Datenübertragung sowie der Datenauswertung.

Im Stand der Technik sind verschiedene Prozessüberwachungssysteme im Stahlwerk bekannt. Schwierigkeiten treten bei hohen Umgebungstemperaturen, und anderen Beeinträchtigungen, wie Staub, Korrosion oder mechanischen Belastungen auf. Insbesondere bei beweglichen Teilen ist die Signalübertragung problematisch.

Aus dem Stand der Technik sind Lösungen zur Funkübertragung von Daten bei Zentralheizungsanlagen, beispielsweise nach dem Dokument EP0635812A1, oder zur kabelgestützten Übertragung von Daten in der Papierindustrie, beispielsweise nach dem Dokument EP0908555A2, bekannt. Diese Lösungen sind durchwegs nicht für eine Anwendung in der Hütten- bzw. Stahlindustrie geeignet.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Einrichtung zur kostengünstigen und störungsarmen Erfassung und Übertragung von Mess- und Prozessdaten in einem Hüttenwerk, insbesondere bei der Gewinnung und/oder Umformung von metallischen und/oder keramischen Werkstoffen einzuführen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß entsprechend dem Verfahren nach dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1, sowie entsprechend der Vorrichtung entsprechend dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 5 gelöst.

Nach einer besonderen Ausführungsform der Erfindung werden Informationen durch Funksignale von einem Sensor zu einer Abfrageeinheit, und gegebenenfalls umgekehrt übertragen, und ist der Sensor über Funksignale abfragbar ist. Durch die verwirklichte drahtlose Übertragung der Messinformationen werden keine stationären Messleitungen zur Übertragung der Daten mehr benötigt. Damit entfällt auch die kostspielige Adaption der störungsanfälligen Messleitungen an die besonderen, weil problematischen, Umgebungsbedingungen in einem Hüttenwerk, insbesondere in einem Stahlwerk.

Eine derartige Messdatenerfassung besteht aus folgenden Schritten:

Einer Datenaufnahme, die jene Teile des Verfahrens und der Einrichtung kennzeichnet, welche unmittelbar mit der Aufnahme der Messgröße in Zusammenhang stehen. Einer Datenübertragung, die jene Teile des Verfahrens und der Einrichtung kennzeichnet, welche unmittelbar mit der Übertragung der Messgröße in ein Mess-Signal, und mit der Übertragung des Mess-Signals in Zusammenhang stehen. Einer Datenauswertung, die jene Teile des Verfahrens und der Einrichtung kennzeichnet, welche unmittelbar mit der Auswertung des Mess-Signals in Zusammenhang stehen. Unter einer Messgröße versteht man eine gemessene oder zu messende quantitative und qualitative Eigenschaft oder ein Merkmal einer physikalischen Erscheinung, das sich in einem zahlenmäßigen Wert ausdrücken läßt. Die beschriebene Einrichtung besteht aus zwei wesentlichen Bestandteilen: Mindestens einer Abfrageeinheit, und mindestens einem Funksensor. Die Abfrageeinheit kann mittels elektromagnetischer Signale, beispielsweise durch Mikrowellen, einen oder mehrere Sensoren abfragen. Das ist möglich, da jeder Sensor seine Messdatenübertragung mit

seinem spezifischen Identifikationscode kombiniert, und damit von der Abfrageeinheit eindeutig identifiziert wird. Diese Identifikation ist durch die speziellen Eigenschaften der Oberflächenwellen, insbesondere deren ausgeprägter Laufzeitabhängigkeit möglich. Durch Verzögerungsleitungen kann so eine reflektierte Welle eindeutig einem speziellen Sensor zugeordnet werden. Die verwendbaren elektromagnetischen Wellen umfassen ein weites Spektrum und schließen sowohl elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich von 100 MHz bis 3 GHz, wie auch Mikrowellen, das sind elektromagnetische Wellen in einem Frequenzbereich von 3 bis 300 GHz, ein. Eine besonders vorteilhafte Ausführung der Erfindung liegt dabei im Bereich von 400MHz bis 2,5GHz, insbesondere in einem Bereich von 1 GHz bis zu 2,5GHz.

Eine vorteilhafte Realisierung der vorliegenden Erfindung ergibt sich dadurch, dass als Sensor selbst, oder als wesentliche Bauteile eines Sensors Oberflächenwellenfilter eingesetzt werden. Durch einen Oberflächenwellenfilter wird das von der Abfrageeinheit gesendete Signal in eine Oberflächenwelle umgewandelt. Die Oberflächenwelle wird in der Folge durch eine Wechselwirkung mit der jeweiligen Messgröße verändert, reflektiert, und durch das Oberflächenwellenfilter in ein elektromagnetisches Signal rückgewandelt. Die Oberflächenwelle erfährt dabei unbedingt die vollständige Information der Messung. Im elektromagnetischen Signal, welches an die Abfrageeinheit zurückgesendet wird, ist nun sowohl die Messgröße, wie auch die Identifikationsinformation des Sensors enthalten.

Der Sensor selbst liegt zumeist in einer integrierten Bauweise vor, kann aber auch zwei oder mehrteilig ausgeführt sein. Arbeitet der Sensor aktiv, ist es denkbar, dass er in kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Abständen selbständig Signale an die Abfrageeinheit sendet. Um Messstörungen sowie Fehler durch den Funkkanal zu vermeiden, wird häufig eine Differenzmessung angewandt. Sowohl die Antenne des Sensors, der Sensor selbst, wie auch sein Gehäuse sind nach den jeweiligen technischen Erfordernissen aus hochtemperaturbeständigem, und stoßfestem Material gefertigt, wobei insbesondere das Gehäuse den Sensor vor Temperatur, insbesondere vor Strahlungswärme, vor Staub und anderen schädlichen Umgebungseinflüssen schützen soll. Der funkabfragbare Sensor arbeitet zumeist passiv, d.h. ohne Versorgungsleitung zu einer Energiequelle.

Da die Sensoreinheit passiv arbeitet, kann sie in vielfältiger Weise und vielerorts eingesetzt werden, und unterliegt nicht weiter der Einschränkung einer stationären Versorgungsleitung. Durch Verwendung hochtemperaturbeständiger und schlagfester Werkstoffe kann die Sensoreinheit auch an Stellen eingesetzt werden, die besonderen Umgebungseinflüssen, insbesondere höherer Temperatur, ausgesetzt sind. Durch die eindeutige Zuordnung des Mess-Signals zu einem Sensor, können mehrere Sensoren über eine Abfrageeinheit abgefragt werden, wodurch zusätzlich Kosten gespart werden.

Mit dieser Methode kann z.B. die Temperatur an verschiedenen Einrichtungen, insbesondere an Hüttengefäßen, bestimmt werden, etwa die Temperatur am Mantel eines Konverters, oder einer Pfanne, zur Bestimmung möglicher Durchbruchstellen, oder die Temperatur am Mantel und den Kühleinrichtungen eines Elektrolichtbogenofens. Unter dem Begriff Hüttengefaß werden sämtliche Einrichtungen eines Hüttenwerkes, insbesondere eines Stahlwerkes zusammengefaßt, die zur temporären Aufnahme des Zwischen- oder Endproduktes dienen. Darunter versteht man insbesondere einen Stahlwerkskonverter oder einen Elektrolichtbogenofen. Weiters kann die Temperatur vorzugsweise auch an einem Tragring oder einem Aufhängungselement eines Konverters, oder eines anderen Hüttengefäßes gemessen werden.

Der Temperaturbereich in welchem mit diesem Verfahren gute Ergebnisse erzielt werden, ist im wesentlichen durch die verwendeten Bauteile bestimmt, insbesondere durch die Wahl des Oberflächenwellensubstrates.

Weiters besteht die Möglichkeit Dehnungen an den jeweiligen Einrichtungen zu messen, wie etwa Langzeitverformungen, die ebenfalls als Indiz für ein bevorstehendes Versagen einer Einrichtung gelten. Als weitere Anwendung kann mit dem beschriebenen Verfahren, und der beschriebenen Einrichtung ein Identifikationsmerkmal übertragen werden, um Aufschluß über die genaue Position und Verweildauer der entsprechenden Einrichtung zu erhalten. Denkbar ist weiters ein Schlackenfrüherkennungssystem, wobei eine Änderung der Induktivität mittels Oberflächenwellen in eine Änderung der Phasenlage des Funksignals umgewandelt wird, oder die Aufnahme anderer relevanter Kenngrößen eines Prozesses.

Im folgenden werden drei nicht einschränkende Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch das Funktionsprinzip einer Einrichtung sowie eines Verfahrens zur Erfassung von Messdaten in einem Hüttenwerk durch einen passiven Sensor

5 Fig. 2 schematisch das Funktionsprinzip einer Temperaturmessung an einem Konverter

Fig. 3 schematisch das Funktionsprinzip einer Einrichtung, sowie eines Verfahrens zur Erfassung von Messdaten in einem Hüttenwerk durch einen aktiven Sensor

Fig. 4 einen Sensor bevorzugt zur Anwendung nach Fig. 3

10 Fig. 5 schematisch das Funktionsprinzip einer Einrichtung, sowie eines Verfahrens zur Erfassung von Messdaten in einem Hüttenwerk mit einem passiven zweiteiligen Sensor

Die dargestellten Ausführungsbeispiele der Erfindung umfassen eine Auswerteeinheit 1, Verbindungsleitungen 6, eine Abfrageeinheit 5, eine oder mehrere Abfrageantennen 4, wobei die Auswerteeinheit 1 mit den Verbindungsleitungen 6 und der Abfrageeinheit 5 auch in einer Einheit integriert sein können, und einen Funksensor 3 mit einer oder mehreren Sensorantennen 2. Zusätzlich kann die Erfindung bei einem zwei oder mehrteiligen Funksensor 3 Verbindungsleitungen 7, zu einem weiteren Bauteil 8 des Sensors, sowie eine Energieversorgung 10, und eine weitere Verbindungsleitung 9 aufweisen. Der Sensor 3 umfasst im einfachsten Falle ein dem Fachmann bekanntes Oberflächenwellenfilter, welches in seiner einfachsten Ausführungsform ein IDT (interdigital transducer) und mindestens einen Reflektor umfasst. Ein IDT in seiner einfachsten Ausführungsform wiederum umfasst eine Reihe von parallelen planaren Metallelektroden die sich in periodischen Abständen auf der Oberfläche eines piezoelektrischen Substrats befinden, wobei sie abwechselnd miteinander kontaktiert sind.

Die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens wird wie folgt beschrieben:

25 Durch eine Auswerteeinheit 1 wird zu bestimmten Zeiten, zweckmäßig in regelmäßigen Abständen, eine neue Messdatenerfassung in Gang gesetzt. Dabei wird beispielsweise von der Auswerteeinheit 1 über Verbindungsleitungen 6 die Abfrageeinheit 5 mit Daten versorgt. Diese Daten dienen zur Spezifikation des Messvorganges, und enthalten beispielsweise Informationen betreffend welche Sensoren abgerufen werden.

30 Die Abfrageeinheit 1 verarbeitet diese Daten in geeigneter Weise und steuert über ein elektromagnetisches Signal, welches über eine Abfrageantenne 4 abgestrahlt wird, einen Funksensor 3 an. Dieser Funksensor 3 empfängt über eine Sensorantenne 2, vorzugsweise als Batchantenne mit $\lambda/4 = 167$ mm ausgeführt, das Signal der Abfrageeinheit 1, und wandelt dieses mit Hilfe eines Oberflächenwellenfilters, insbesondere durch einen IDT, in akustische Oberflächenwellen um. Das Oberflächenwellenfilter besteht aus einem temperaturbeständigem Substrat, beispielsweise aus Langasit oder Galliumorthophosphat, insbesondere aus Lithiumniobat mit einer Kontaktierung aus Aluminium. Vorzugsweise wird eine Differenzmessung mit einem Laufzeitunterschied von $5 \mu\text{s}$ bei 20°C angewendet, der Temperaturkoeffizient betrage 75 bis 94 ppm und die Abfragefrequenz 450 MHz. Diese Oberflächenwellen werden nun nach Fig. 1 durch die Messgröße verändert, reflektiert, gegebenenfalls mit dem Identifikationscode des Sensors erweitert, und/oder vorverarbeitet, sowie in elektromagnetische Wellen rückgewandelt und mittels der Sensorantennen 2 abgestrahlt. Das elektromagnetische Signal trifft an der Abfrageantenne 4 der Abfrageeinheit 5 ein, und wird geeignet weiterverarbeitet. Schließlich wird das Meßsignal an die Auswerteeinheit 1 gesendet, wo die Auswertung erfolgt.

45 Fig. 2 zeigt als weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel eine drahtlose Temperaturüberwachung an einem Konverter 13.

Nach Fig. 3 sendet ein aktiver Sensor, der durch eine Energieversorgungsleitung 9 mit einer Energieversorgung 10 verbunden ist, selbständig, das heißt aktiv, kontinuierlich oder diskontinuierlich Signale an die Abfrageeinheit. Der nachfolgende Prozess unterscheidet sich nicht von jenem in Fig. 1. Insbesondere kann die Energieversorgung 10 durch einen pyroelektrischen Wandler erfolgen.

Fig. 4 zeigt als Ausführungsbeispiel eine Temperaturüberwachung der Kühlwassertemperatur an einem Elektroofen.

55 Typischerweise besitzt ein Elektroofen 30 - 60 Kühlpaneele 12 am Gefäßmantel, wobei die Ein- und Austrittstemperatur des Kühlwassers einzeln überwacht werden muß. Tritt ein unzulässiger

Temperaturanstieg auf, so kann das ein Anzeichen für eine Problemstelle in der Ausmauerung (Durchbruchgefahr) sein. Zum anderen kann als kurzfristige Abhilfe die Wasserdurchflussmenge erhöht bzw. die Ofenleistung reduziert werden.

Die Temperatur des Kühlwassers vor Eintritt in die Sammelleitung wird bisher mit temperaturabhängigen Widerständen (z.B. PT100) gemessen, was eine Vielzahl von Messleitungen erfordert. Besonders bei der Gefäßwechseltechnologie erfordert nun jeder Gefäßwechsel einen erheblichen Aufwand zum Umstecken oder Umklemmen der Messleitungen.

Jede dieser Temperaturmess-Stellen umfasst nun erfindungsgemäß eine Sensor-Antennen-einheit, die vorzugsweise als modulare Einheit an der Mess-Stelle eingeschraubt wird und in intensivem thermischen Kontakt mit dem Kühlmittel steht. Dabei werden Temperaturen von 100° C erreicht.

Die modulare Sensor-Antennen Einheit kann durch Herausschrauben einfach ausgetauscht werden. Sie enthält folgende Komponenten:

- ein funkabfragbares Oberflächenwellenfilter **3**, mit einem temperaturbeständigen Oberflächenwellensubstrat.
- Eine Sensorantenne **2**
- ein Gehäuse
- gegebenenfalls eine weitere Schutzvorrichtung, zum Schutz vor mechanischer und thermischer Zerstörung (Schutzschirm)

In Gegensatz zu herkömmlichen funkabfragbaren Systemen beziehen die Sensoren die Energie für das Senden von Messdaten zur Abfrageeinheit nicht über einen Abfrageimpuls, der zuvor von der Abfrageeinheit zu allen Sensoren geschickt wurde. Statt dessen setzt ein sog. pyroelektrischer Kristall **11** am Sensor Temperaturänderungen in elektrische Energie um, die zum spontanen Abschicken eines Sendeprotokolls verwendet wird. Durch die statistische Verteilung der Sendezeitpunkte parallel abzufragender Sensoren können auch örtlich eng benachbarte Sensoren unterschieden werden. Jeder Sensor ist durch einen im Sendeprotokoll enthaltenen Identifikationscode eindeutig bestimmt.

Die Anwendung umfasst am feststehenden Anlagenteil:

4 Abfrageantennen, die mit einer zentralen Auswerteeinheit verbunden sind. Der HF Teil der Auswerteeinheit demoduliert das Mikrowellensignal und extrahiert den jeweiligen Messwert und den dazu zugehörigen Identifikationscode aus dem Sendeprotokoll. Die so erzielten Daten werden dem Prozessleitsystem zugeführt.

Nach **Fig. 5** umfasst der Sensor zwei Teile, einen Oberflächenwellenfilter **3** und ein Bauteil **8**, welches die Wechselwirkung zwischen Messgröße und Oberflächenwelle unterstützt. Dieses Bauteil stellt beispielsweise die temperaturabhängige Impedanz eines Reflektors des Oberflächenwellenfilters **3** dar. Dabei ändert sich in Abhängigkeit von der Temperatur die Impedanz des Reflektors und somit das Reflexionsverhalten des Reflektors. Dieses veränderte Reflexionsverhalten spiegelt sich in der reflektierten Oberflächenwelle und im rückgewandelten elektromagnetischen Signal wieder und erlaubt schließlich in der Auswerteeinheit einen Rückschluss auf die Messgröße.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Aufnahme und Übertragung von Messdaten von einer, in einem Hüttenwerk eingesetzten, bewegbaren hütten technischen Einrichtung zur Gewinnung und/oder Behandlung von metallischen und/oder keramischen Werkstoffen, vorzugsweise zur Aufnahme eines zumindest teilweise flüssigen Stoffes, besonders bevorzugt einer Metallschmelze, wobei die Daten von einem, an der hütten technischen Einrichtung angeordneten, Sensor aufgenommen und zu einer Abfrageeinheit übertragen werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die an dem Sensor aufgenommenen Daten, insbesondere von akustischen Oberflächenwellen (surface acoustic waves), in elektromagnetische Signale umgewandelt und nachfolgend über eine Funkstrecke an die Abfrageeinheit übertragen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messdaten über einen Oberflächenwellenfilter in eine Änderung der Phasenlage des von einer Übertragungseinheit abstrahlenden und an eine Abfrageeinheit zu übertragenden elektromagnetischen

Signals umgewandelt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Übertragung der Messdaten durch elektromagnetische Wellen, insbesondere Mikrowellen, in einem Frequenzbereich von 100MHz bis 300GHz, insbesondere von 400MHz bis 2,5GHz, besonders vorteilhaft von 1 GHz bis 2,5GHz, durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die, durch den Sensor aufgenommenen, Messdaten vor der Abstrahlung an die Abfrageeinheit, gegebenenfalls durch eine Übertragungseinheit und/oder den Sensor, mit einem, gegebenenfalls für die eine entsprechende Übertragungseinheit und/oder Sensor charakteristischen, Identifikationscode erweitert werden.
5. Hüttentechnische Anlage mit einer bewegbaren Hütteneinrichtung zur Gewinnung und/oder Behandlung von metallischen und/oder keramischen Werkstoffen, bevorzugt einem Behälter zur Aufnahme und/oder Transport eines zumindest teilweise flüssigen Stoffes, besonders bevorzugt einer Metallschmelze, wobei die Anlage eine Einrichtung zur Aufnahme und Übertragung von Messdaten in einem Hüttenwerk, mit mindestens einem Sensor (8) zur Aufnahme der Daten und mindestens einer Übertragungseinheit (3) zur Übertragung der Messdaten und mindestens einer Abfrageeinheit (5) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** über die Übertragungseinheit (3), die gegebenenfalls einen Oberflächenwellenfilter aufweist, die Daten in elektromagnetische Signale umwandelbar sind, und die Übertragungseinheit (3) eine Antenne (2) zur Abstrahlung der Messdaten an die Abfrageeinheit (5) aufweist, wobei der Sensor (8) und gegebenenfalls die Übertragungseinheit (3) an der Hütteneinrichtung angeordnet sind.
6. Hüttentechnische Anlage nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hütten-technische Anlage einen Konverter (13) aufweist, und der Sensor (8), sowie gegebenenfalls die Übertragungseinheit (3), vorzugsweise zur Temperatur- und/oder Dehnungsmessung, an dem Konverter (13), insbesondere an einem Tragrings oder einem Aufhängungselement des Konverters (13), angeordnet sind.
7. Hüttentechnische Anlage nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hütten-technische Anlage einen Elektrolichtbogenofen aufweist, und der Sensor (8) sowie gegebenenfalls die Übertragungseinheit (3), vorzugsweise zur Temperatur- und/oder Dehnungsmessung, an dem Elektrolichtbogenofen, insbesondere an einem Tragrings oder einem Aufhängungselement und/oder an einem Kühlpaneel des Elektrolichtbogenofens, angeordnet sind.
8. Hüttentechnische Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Übertragungseinheit (3) zur Übertragung der Messdaten durch elektromagnetische Wellen, insbesondere Mikrowellen, in einem Frequenzbereich von 100MHz bis 300GHz, insbesondere von 400MHz bis 2,5GHz, eingerichtet ist.
9. Hüttentechnische Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (8) aus hochtemperaturbeständigen Materialien ausgeführt ist.
10. Hüttentechnische Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (8) und/oder die Übertragungseinheit (3) einen pyroelektrischen Wandler zur Energieerzeugung aufweist.
11. Hüttentechnische Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antenne (2) der Übertragungseinheit (3) aus hochtemperaturbeständigem und schlagfestem Material vorgesehen ist.
12. Hüttentechnische Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (8) zur Temperatur- und/oder zur Dehnungsmessung eingerichtet ist.

HIEZU 3 BLATT ZEICHNUNGEN

Fig. 1

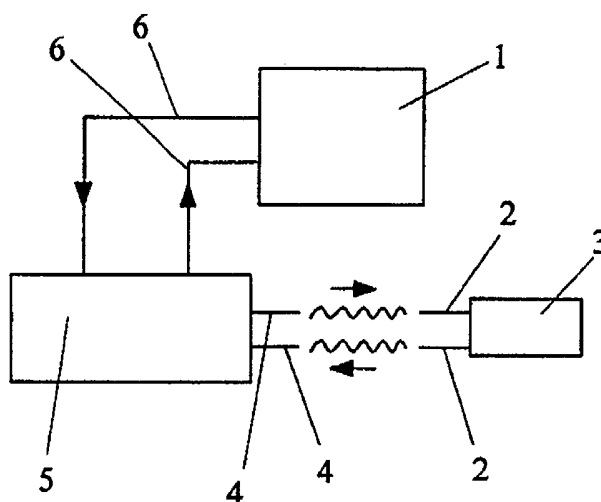


Fig. 2

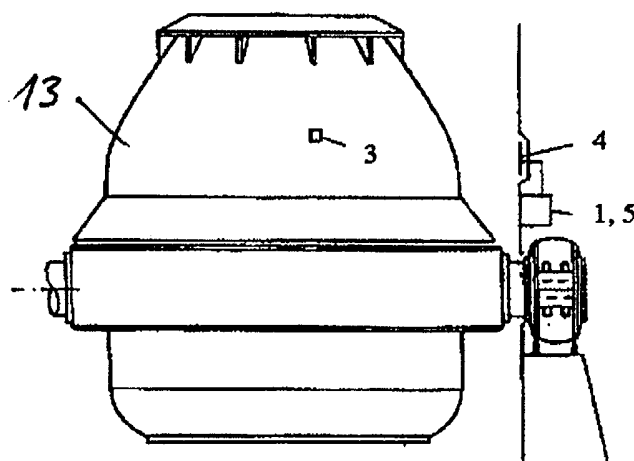


Fig. 3

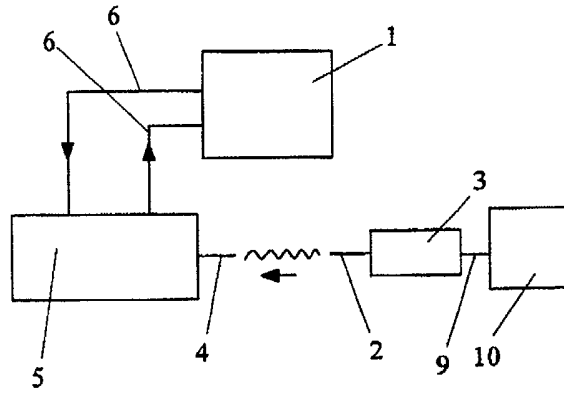


Fig. 4

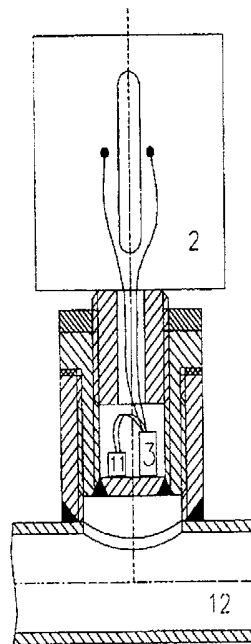


Fig. 5

