

(12)

Österreichische Patentanmeldung

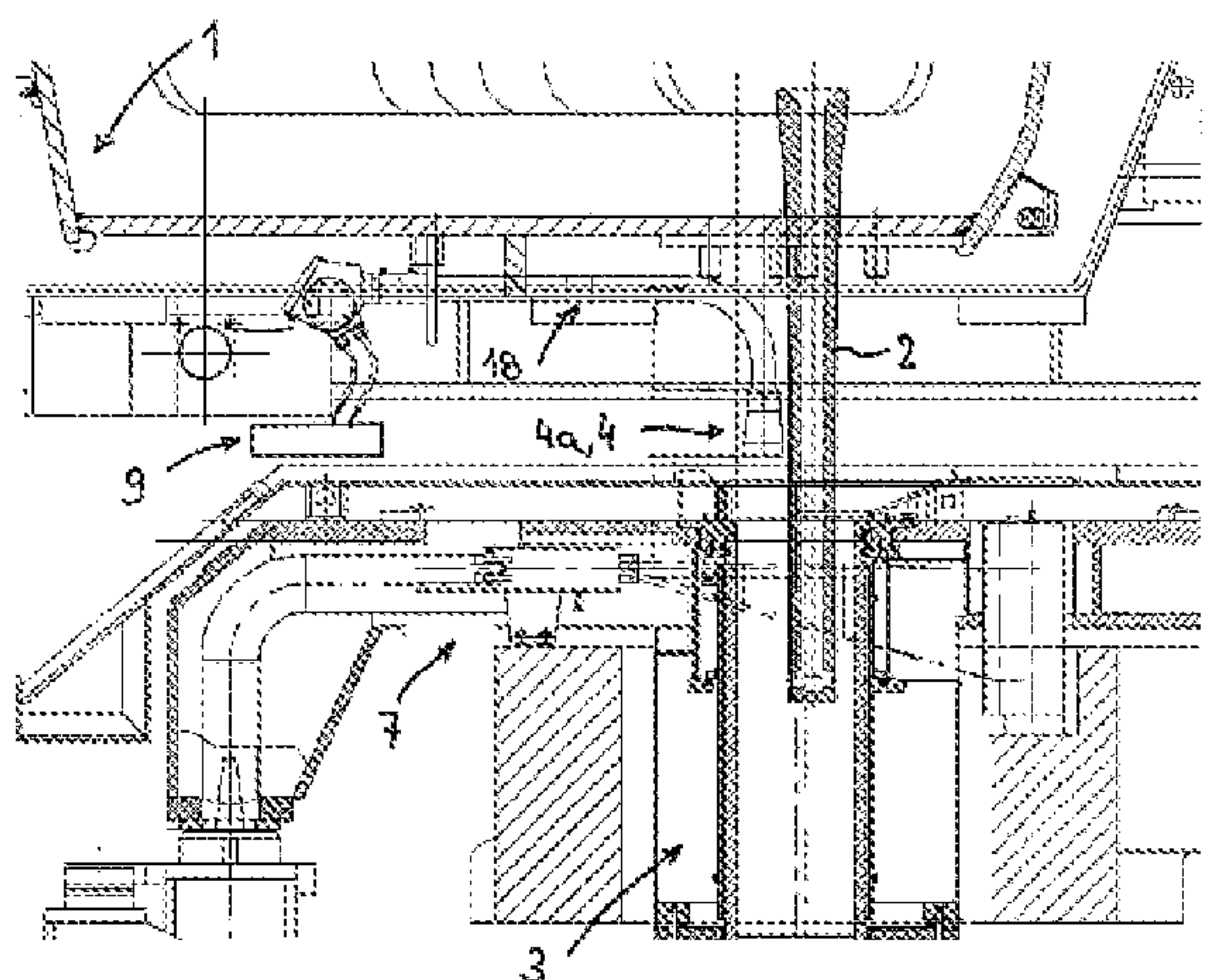
(21)	Anmeldenummer:	A 51020/2018	(51)	Int. Cl.:	G01B 15/02	(2006.01)
(22)	Anmeldetag:	21.11.2018			G01S 13/02	(2006.01)
(43)	Veröffentlicht am:	15.06.2020			G01F 23/00	(2006.01)
					G01F 23/28	(2006.01)
					B22D 11/00	(2006.01)
					B22D 11/07	(2006.01)
					B22D 11/16	(2006.01)

(56)	Entgegenhaltungen: WO 0011494 A1 US 2004212529 A1 EP 2090387 A1 WO 2016016967 A1 DE 69433175 T2	(71)	Patentanmelder: Primetals Technologies Austria GmbH 4031 Linz (AT)
		(72)	Erfinder: Döllhäubl Paul Felix 4180 Zwettl an der Rodl (AT) Kaineder Alexander Dr. 4020 Linz (AT) Lang Oliver Dr. 4407 Dietach (AT) Leitner Stefan 4154 Kollerschlag (AT) Stelzer Andreas Dr. 4040 Linz (AT)
		(74)	Vertreter: Mikota Josef Dr. 4031 Linz (AT)

(54) **Dickenmessung einer Schicht eines Gieß- oder Abdeckpulvers in einem metallurgischen Gefäß**

(57) Die Erfindung betrifft die Dickenmessung einer Schicht (5) eines Gieß- oder Abdeckpulvers in einem metallurgischen Gefäß. Die erfindungsgemäße Aufgabe besteht darin, die Zuverlässigkeit und die Genauigkeit einer Dickenmessung der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers (5) in dem metallurgischen Gefäß zu erhöhen. Diese Aufgabe wird gelöst, indem bei der Messung einer Höhenlage s_p einer Oberkante der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers eine erste frequenzmodulierte elektromagnetische Welle (6, 6a) mit Frequenzen > 85 GHz erzeugt wird, die erste Welle (6, 6a) emittiert wird, die Oberkante der Schicht (5) die erste Welle (6, 6a) reflektiert, und die Höhenlage s_p der Oberkante der Schicht in Abhängigkeit einer Verzögerung zwischen der ersten emittierten Welle (6, 6a) und der ersten reflektierten Welle bestimmt wird. Außerdem wird eine Höhenlage s_m einer Oberkante des flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß gemessen und die Dicke d der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers bestimmt.

Fig 1



Zusammenfassung

Dickenmessung einer Schicht eines Gieß- oder Abdeckpulvers
(5) in einem metallurgischen Gefäß

5

Die Erfindung betrifft die Dickenmessung einer Schicht (5)
eines Gieß- oder Abdeckpulvers in einem metallurgischen
Gefäß. Die erfindungsgemäße Aufgabe besteht darin, die
Zuverlässigkeit und die Genauigkeit einer Dickenmessung der
10 Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers (5) in dem
metallurgischen Gefäß zu erhöhen. Diese Aufgabe wird gelöst,
indem bei der Messung einer Höhenlage s_P einer Oberkante der
Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers eine erste
frequenzmodulierte elektromagnetische Welle (6, 6a) mit
15 Frequenzen > 85 GHz erzeugt wird, die erste Welle (6, 6a)
emittiert wird, die Oberkante der Schicht (5) die erste Welle
(6, 6a) reflektiert, und die Höhenlage s_P der Oberkante der
Schicht in Abhängigkeit einer Verzögerung zwischen der ersten
emittierten Welle (6, 6a) und der ersten reflektierten Welle
20 bestimmt wird. Außerdem wird eine Höhenlage s_M einer
Oberkante des flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß
gemessen und die Dicke d der Schicht des Gieß- oder
Abdeckpulvers bestimmt.

25 (Fig 1)

Beschreibung

Dickenmessung einer Schicht eines Gieß- oder Abdeckpulvers in einem metallurgischen Gefäß

5

Gebiet der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung einer Dicke einer Schicht eines Gieß- oder Abdeckpulvers in einem metallurgischen Gefäß, insbesondere in einer Kokille zum Stranggießen.

Das sogenannte Bad eines flüssigen Metalls, typischerweise eine Stahlschmelze, in einem metallurgischen Gefäß, wie z.B. der Gießspiegel (Meniskus) in einer Kokille oder der Badspiegel in einem Gießverteiler, wird beim Stranggießen durch eine Schicht eines Gieß- oder Abdeckpulvers abgedeckt. Der pulverförmige Stoff zum Abdecken des Bads in einem Gießverteiler wird als Abdeckpulver bezeichnet; das Pulver zum Abdecken des Bads in einer Kokille wird Gießpulver genannt. Durch das Abdecken des Bads wird eine Oxidation des flüssigen Metalls hintangehalten. Außerdem stellt das Gießpulver eine ausreichende Schmierung zwischen der oszillierenden Kokille und dem stranggegossenen Strang sicher. Einerseits muss die Schicht des Gieß- oder Abdeckpulver eine gewisse Mindestdicke aufweisen um effektiv die Oxidation verhindern zu können; andererseits darf die Schicht nicht zu dick sein, da sich dies negativ auf den Pulververbrauch und auf die Qualität des stranggegossenen Strangs auswirkt.

30

Stand der Technik

Der Nutzen einer Gießpulverschicht sowie die Notwendigkeit, die Dicke einer Gießpulverschicht in einer Kokille während des Stranggießens annähernd konstant zu halten, sind z.B. aus der W0 96/36449 A1 bekannt. Grundsätzlich ist es auch bekannt, die Dicke einer Schicht eines Gieß- oder Abdeckpulvers zu messen. Das Gieß- oder Abdeckpulvers wird entweder

manuell oder automatisiert (z.B. durch einen Manipulator oder Roboter) auf das Bad aufgebracht.

Die Dicke einer Schicht eines Gieß- oder Abdeckpulvers kann
5 entweder direkt oder indirekt gemessen werden. Bei der
direkten Messung wird die Oberflächentemperatur der Schicht,
die ein flüssiges Bad zumindest teilweise abdeckt, z.B. von
einer Thermokamera oder einem Pyrometer gemessen. Da die
Temperatur des flüssigen Bads unterhalb der Schicht
10 üblicherweise relativ genau bekannt ist und die Oberflächen-
temperatur der Schicht von der Dicke der Schicht des Gieß-
oder Abdeckpulver abhängt, kann von der gemessenen Ober-
flächentemperatur auf die Dicke der Schicht des Gieß- oder
Abdeckpulver rückgeschlossen werden. Obwohl die direkte
15 Messung einfach ist, ist nachteilig daran, dass die Messung
relativ ungenau ist und das Ergebnis zudem stark von der
Isolierwirkung des verwendeten Pulvers abhängt. Außerdem muss
beim Stranggießen üblicherweise auch der Gießspiegel in einer
Kokille gemessen werden, da dieser während des Stranggießens
20 - meist durch eine Gießspiegelregelung - innerhalb enger
Grenzen gehalten werden muss. Bei der *indirekten Messung* wird
einerseits die Höhenlage s_P einer Oberkante einer Schicht des
Gieß- oder Abdeckpulvers im metallurgischen Gefäß und
andererseits die Höhenlage s_M einer Oberkante des flüssigen
25 Metalls im metallurgischen Gefäß gemessen. Die Messung der
Höhenlage s_P kann z.B. durch einen Laser erfolgen. Eine
zusätzliche Messung des Gießspiegels, z.B. durch eine
radiometrische oder elektromagnetische Gießspiegelmessung,
liefert die Höhenlage s_M des flüssigen Metalls im metall-
30 urgischen Gefäß. Die Dicke der Schicht des Gieß- oder Abdeck-
pulvers ergibt sich aus der Differenz der Höhenlagen zwischen
 s_M und s_P . Nachteilig an der indirekten Messung ist, dass
unterschiedliche Messsysteme zum Einsatz kommen und insbes.
elektromagnetische oder radiometrische Messsysteme problem-
35 atisch sind. In schnellgießenden Stranggiessanlagen werden
zudem häufig elektromagnetische Kokillenrührer verwendet, die
die Signale elektromagnetischer Messsysteme stark verzerren
oder gar unbrauchbar machen können. Radiometrische Mess-

systeme sind zwar gegenüber elektromagnetischen Felder unempfindlich, allerdings ist der Einsatz radioaktiver Strahler im Bereich des Gießspiegels und somit in der Nähe der Gießbühne aus Gründen der Gesundheit/Arbeitssicherheit kritisch.

5

Aus der WO 2009/090025 A1 ist ein Verfahren zur Messung einer Dicke einer Schicht eines Gießpulvers in einer Kokille mittels Radartechnik bekannt, umfassend die Schritte: Messung einer Höhenlage einer Oberkante der Schicht des Gießpulvers s_P und Messung einer Höhenlage der Oberkante des flüssigen Metalls s_M in der Kokille, wobei eine Elektronik eine frequenzmodulierte elektromagnetische Welle mit Frequenzen > 5 GHz erzeugt, eine Radarantenne die Welle emittiert, die Oberkante des Gießpulvers und die Oberkante des flüssigen Metalls die Welle reflektieren, und die Elektronik die Höhenlage der Oberkante des Gießpulvers s_P sowie die Höhenlage der Oberkante des flüssigen Metalls s_M bestimmen. Anschließend wird die Dicke der Gießpulverschicht bestimmt. Damit die Radarwelle die Oberkante der Schicht des Gießpulvers und die Oberkante des Gießspiegels auflösen kann, weist die Radarwelle eine sehr große Bandbreite von > 20 GHz, z.B. 35 GHz, auf. Nachteilig an dieser Lösung ist, dass bei der Radarantenne und der Auswerteelektronik aufgrund der hohen Bandbreite nicht mehr auf günstige Standardkomponenten zurückgegriffen werden kann. Dadurch ist das System teuer. Außerdem haben Tests gezeigt, dass das Messsystem in der Praxis mit unterschiedlichen Gießpulvern unzuverlässig ist und oftmals keine oder zumindest ungenaue Messergebnisse liefert. Aus diesem Grund haben sich bis heute Radar-

10
15
20
25
30

Messsysteme für die Dickenmessung einer Schicht eines Gieß- oder Abdeckpulvers nicht durchsetzen können.

Wie die Zuverlässigkeit des Messsystems gesteigert, die Genauigkeit erhöht und dabei preisgünstige Standardkomponenten verwendet werden können, geht aus der Schrift nicht hervor.

35

Zusammenfassung der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Zuverlässigkeit und die Genauigkeit einer Dickenmessung einer Schicht eines Gieß- oder Abdeckpulvers in einem metallurgischen Gefäß zu erhöhen, und die Kosten für die Dickenmessung zu senken.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Messung einer Dicke einer Schicht eines Gieß- oder Abdeckpulvers in einem metallurgischen Gefäß, insbesondere einer Kokille, nach Anspruch 1 gelöst, wobei die Schicht ein flüssiges Metall (typischerweise Stahl oder eine Aluminium- oder Kupferlegierung) in dem metallurgischen Gefäß zumindest teilweise abdeckt, umfassend die Verfahrensschritte:

- Messung einer Höhenlage s_P einer Oberkante der Schicht, wobei eine erste frequenzmodulierte elektromagnetische Welle mit Frequenzen $> 85 \text{ GHz}$, bevorzugt $< 135 \text{ GHz}$, erzeugt wird, die erste Welle emittiert wird, die Oberkante der Schicht die erste Welle reflektiert, und die Höhenlage s_P der Oberkante der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers in Abhängigkeit einer Verzögerung zwischen der ersten emittierten Welle und der ersten reflektierten Welle bestimmt wird;

- Messung einer Höhenlage s_M einer Oberkante des flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß;
- Bestimmung der Dicke d der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers, z.B. durch $d = |s_P - s_M|$.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Gemäß der Erfindung wird die Höhenlage s_P der Oberkante der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers im metallurgischen Gefäß zwar ebenfalls durch eine Radarmessung bestimmt, die Frequenzen und die Bandbreiten des Radarsignals sind aber völlig verschieden. Erfindungsgemäß wird eine hochfrequente erste frequenzmodulierte elektromagnetische Welle mit einer wesentlich höheren Frequenz von $> 85 \text{ GHz}$, bevorzugt $< 135 \text{ GHz}$, erzeugt, z.B. von einer ersten Elektronik. Diese erste

Welle weist aber vorzugsweise nur eine geringe Bandbreite von 2 bis 5 GHz auf. Die erste Welle wird anschließend emittiert, z.B. von einer der ersten Elektronik zugeordneten ersten Radarantenne. Die Oberkante der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers reflektiert die erste emittierte Welle und die Höhenlage s_P der Oberkante der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers wird in Abhängigkeit einer Verzögerung zwischen der ersten emittierten und der ersten reflektierten Radarwelle bestimmt. Die Messung der Höhenlage s_M der Oberkante des flüssigen Metalls kann zwar ebenfalls durch eine Radarmessung erfolgen, aber auch durch andere Messprinzipien, wie z.B. eine radiometrische oder eine elektromagnetische Messung (siehe z.B. die Sensoren der Eddy Current Level Meter ECLM 2000 Series der Fa. Nireco (auch bekannt unter NKK Sensor), oder Sensoren der Fa. VUHZ).

Durch die Radarmessung der Höhenlage s_P einer Oberkante der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers im metallurgischen Gefäß wird die Höhenlage s_P sehr genau erfasst. Die Reflektion der emittierten Welle erfolgt weitgehend unabhängig von der Art, der chem. Zusammensetzung und der Isolierwirkung des Gieß- oder Abdeckpulvers. Durch die geringe Bandbreite des Radarsignals kann zudem auf übliche Radarkomponenten zurückgegriffen werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform erfolgt die Messung der Höhenlage s_M der Oberkante des flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß ebenfalls durch eine Radarmessung, wobei eine niederfrequente zweite frequenzmodulierte elektromagnetische Welle mit Frequenzen ≥ 1 GHz, bevorzugt < 13 GHz, erzeugt wird, die zweite Welle emittiert wird, die Oberkante des flüssigen Metalls die zweite Welle reflektiert, und die Höhenlage s_M der Oberkante des flüssigen Metalls in Abhängigkeit einer Verzögerung zwischen der zweiten emittierten Welle und der zweiten reflektierten Welle bestimmt wird. Die Erzeugung der zweiten Welle und die Bestimmung der Höhenlage s_M kann durch eine einzige oder in unterschiedliche Elektroniken erfolgen. Außerdem ist es

möglich, dass eine einzige Elektronik sowohl die erste als auch die zweite Welle erzeugt und ggf. auch die Höhenlagen s_P und s_M bestimmt.

5 Gemäß dieser Ausführungsform sind die Frequenzen der ersten und zweiten Wellen sehr unterschiedlich. Für die Messung der Oberkante des Gießpulvers ist es erforderlich, dass relativ hohe Frequenzen > 85 GHz verwendet werden. Demgegenüber ist es für die Messung der Oberkante des flüssigen Metalls sehr
10 vorteilhaft, niedrige Frequenzen < 13 GHz zu verwenden. Beide Radarsignale können eine geringe Bandbreite von 2 bis 5 GHz aufweisen. In praktischen Messungen hat sich nämlich gezeigt, dass eine niederfrequente Welle mit Frequenzen zwischen 1 und 13 GHz zwar die Schicht eines Gieß- oder Abdeckpulvers gut
15 (d.h. ohne stark reflektiert zu werden) durchdringen kann, aber vom flüssigen Bad im metallurgischen Gefäß stark reflektiert wird. Somit kann auch die Höhenlage s_M der Oberkante des flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß zuverlässig, hochgenau und preisgünstig ermittelt werden.

20

Für den Schutz einer Elektronik ist es günstig, wenn diese in einem Bereich abseits des metallurgischen Gefäßes angeordnet ist, und eine emittierte Welle von der Elektronik zur einer Radarantenne und umgekehrt geführt wird und/oder eine
25 emittierte Welle von einem Spiegel in Richtung des Gieß- oder Abdeckpulvers im metallurgischen Gefäß und umgekehrt umgelenkt wird. Das Führen der Radarsignale kann z.B. durch einen Hohlleiter, das Umlenken der der Radarsignale kann z.B. durch einen Hohlspiegel erfolgen. In beiden Fällen können die
30 Elektroniken an Positionen angeordnet werden, an denen eine geringe Hitzebelastung besteht und damit effektiv vor Ausfall geschützt werden.

Alternativ dazu ist es möglich, eine Elektronik auch oberhalb
35 des metallurgischen Gefäßes anzuordnen, insbesondere dann, wenn die Elektronik durch ein flüssiges oder gasförmiges Kühlmedium gekühlt wird.

Zur Führung des Radarsignals bzw. der Radarsignale ist es vorteilhaft, die erste und/oder die zweite emittierte Welle in einem Hohlleiter zu führen und/oder durch einen Spiegel umzulenken. Dies gilt *mutatis mutandis* auch für die erste
5 und/oder die zweite reflektierte Welle. Dadurch werden die Signale nur wenig gestört bzw. nur wenig gedämpft. Außerdem wird die Anzahl der Leitungen reduziert.

Aufgrund des großen Frequenzunterschiedes zwischen der ersten
10 und der zweiten emittierten Welle sowie zwischen der ersten und der zweiten reflektierten Welle ist es sogar möglich, alle Radarsignale (d.h. die erste und die zweite emittierte Welle sowie die erste und die zweite reflektierte Welle) in einem einzigen Hohlleiter zu führen, durch einen einzige
15 Radarantenne zu emittieren bzw. durch einen einzigen Spiegel in Richtung des Gieß- oder Abdeckpulvers im metallurgischen Gefäß umzulenken. Die Größe bzw. der Durchmesser des Radarkegels kann durch ein oder mehrere Linsen verändert werden.

20 Die Messung der Höhenlage s_M des flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß kann erfindungsgemäß auch eine radiometrische oder eine elektromagnetische Messung erfolgen.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird ebenfalls durch eine
25 Vorrichtung zur Messung einer Dicke einer Schicht eines Gieß- oder Abdeckpulvers in einem metallurgischen Gefäß, insbesondere einer Kokille, nach Anspruch 8 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand
30 der abhängigen Ansprüche.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst:

- eine erste Radarantenne zum Emittieren einer ersten frequenzmodulierten elektromagnetischen Welle und zum
35 Empfangen einer ersten reflektierten elektromagnetischen Welle;

- eine erste Elektronik zum Erzeugen der ersten emittierten Welle mit einer Frequenz > 85 GHz, bevorzugt $<$

135 GHz, und zum Bestimmen einer Höhenlage s_P einer Oberkante der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers im metallurgischen Gefäß in Abhängigkeit einer Verzögerung zwischen der ersten emittierten Welle und der ersten reflektierten Welle;

- 5 - eine Einrichtung zur Messung einer Höhenlage s_M einer Oberkante des flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß; und
- eine Recheneinheit zur Bestimmung der Dicke d der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers.

10 Hierbei ist es nicht zwingend erforderlich, dass die erste Elektronik zur Erzeugung der ersten frequenzmodulierten elektromagnetischen Welle mit Frequenzen > 85 GHz auch die Höhenlage der Oberkante der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers s_P bestimmt. Die Bestimmung der Höhenlage kann
15 auch durch eine separate Elektronik erfolgen.

Die Messeinrichtung zur Messung einer Höhenlage einer Oberkante des flüssigen Metalls s_M im metallurgischen Gefäß kann z.B. als eine radiometrische oder elektromagnetische
20 Messeinrichtung ausgebildet sein.

Alternativ dazu kann die Einrichtung zur Messung einer Höhenlage einer Oberkante des flüssigen Metalls s_M im metallurgischen Gefäß auch als ein Radar-Messsystem
25 ausgebildet sein, umfassend:

- eine zweite Radarantenne zum Emittieren einer zweiten frequenzmodulierten elektromagnetischen Welle und zum Empfangen einer zweiten reflektierten elektromagnetischen Welle;
- 30 - eine zweite Elektronik zum Erzeugen der zweiten emittierten Welle mit einer Frequenz ≥ 1 GHz, bevorzugt < 13 GHz und zum Bestimmen einer Höhenlage s_M der Oberkante des flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß in Abhängigkeit einer Verzögerung zwischen der zweiten emittierten Welle und
35 der zweiten reflektierten Welle.

Für den Schutz einer Elektronik ist es vorteilhaft, wenn die erste und/oder die zweite Elektronik in einem geschützten Bereich abseits des metallurgischen Gefäßes angeordnet ist.

- 5 Alternativ oder ergänzend zum vorgenannten ist es möglich, dass zumindest eine Elektronik eine Kühleinrichtung aufweist, wobei die Elektronik durch ein flüssiges oder gasförmiges Kühlmedium gekühlt wird.
- 10 Zur Führung bzw. Umlenkung der Radarsignale ist es vorteilhaft, wenn zumindest zwischen einer Elektronik und einer Radarantenne ein Hohlleiter zum Führen einer elektromagnetischen Welle bzw. ein Spiegel zur Umlenkung einer elektromagnetischen Welle angeordnet ist.
- 15 Zum Schutz der Kabel bzw. der Hohlleiter durch mechanische Beschädigungen und Hitze ist es vorteilhaft, dass ein die ersten und/oder die zweiten Wellen führendes Kabel durch ein Rohr, vorzugsweise ein Stahlrohr, geschützt wird.
- 20 Um die Dicke der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers an mehreren Positionen innerhalb des metallurgischen Gefäßes messen zu können, ist es vorteilhaft, wenn das metallurgische Gefäß mehrere erste Radarantennen und/oder mehrere zweite Radarantennen aufweist und/oder eine erste Radarantenne oder
- 25 eine zweite Radarantenne verfahrbar ausgebildet ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- 30 Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung nicht einschränkender Ausführungsbeispiele, wobei die Figuren zeigen:

Fig 1 ein teilweise geschnittener Aufriss eines

35 Maschinenkopfes einer Stranggießanlage zur Herstellung eines runden Gießstranges

Fig 2 ein Grundriss der Kokille aus Fig 1

Fig 3 eine schematische Darstellung einer Elektronik zur Erzeugung einer ersten und einer zweiten frequenzmodulierten elektromagnetischen Welle

Fig 4 ein Grundriss einer Brammenkokille

Fig 5 eine schematische Darstellung der Frequenzen einer ersten frequenzmodulierten elektromagnetischen Welle

Fig 6 eine schematische Darstellung der Frequenzen einer ersten und einer zweiten frequenzmodulierten elektromagnetischen Welle

15

Beschreibung der Ausführungsformen

Die Fig 1 zeigt eine teilweise geschnittene Aufrissdarstellung eines Maschinenkopfes einer Stranggießanlage zum Stranggießen eines runden Stahlstranges mit $\varnothing$ 230 mm. In diesem Fall wird flüssige Stahlschmelze von einem Verteiler 1 über ein Tauchrohr 2 in eine runde Kokille 3 eingefüllt. In der gekühlten Kokille 3 bildet sich im Bereich des Gießspiegels eine dünne Strangschale aus. Der dadurch gebildete Stahlstrang wird kontinuierlich aus der Kokille 3 ausgezogen und in der der Kokille nachfolgenden, hier nicht dargestellten, Strangführung geführt, gestützt und weiter abgekühlt. Um die Oxidation der Stahlschmelze zu reduzieren, wird die Stahlschmelze im Verteiler 1 durch ein Abdeckpulver und in der Kokille 3 durch ein Gießpulver abgedeckt. Durch das Abdeck- bzw. Gießpulver wird der Kontakt zwischen der Luftatmosphäre und der Stahlschmelze reduziert. Das Gießpulver hat weiters die Aufgabe, eine ausreichende Schmierung zwischen der im Betrieb oszillierenden Kokille 3 und dem Stahlstrang zu gewährleisten, sodass der Stahlstrang nicht an der Wand bzw. den Wänden der Kokille 3 anhaften kann. Die Höhenlage s_M der Oberkante der Stahlschmelze (kurz

Gießspiegel) in der Kokille 3 wird in Fig. 1 z.B. durch eine radiometrische oder elektromagnetische Gießspiegelmesseinrichtung 7 gemessen. Alternativ dazu könnte die Höhenlage des Gießspiegels in der Kokille 3 auch durch
5 eine Radarmessung oder andere, grundsätzlich bekannte, Messprinzipien erfolgen.

Nachfolgend wird die Funktionsweise der Dickenmessung einer Schicht 5 eines Gießpulvers in der Kokille 3 (siehe Fig 2) erklärt. Eine in Fig 3 dargestellte Elektronik 9 erzeugt
10 mittels einer als Microcontroller 17 ausgebildeten Recheneinheit 8, des Digital-Analog Wandlers 11 und des Signalgenerators 10a eine erste frequenzmodulierte elektromagnetische Welle mit Frequenzen > 85 GHz (siehe z.B.
15 Fig. 5 mit der Signalform der ersten Welle im Frequenzbereich über der Zeit t). Die vom Signalgenerator 10a erzeugte erste Welle wird durch Verstärker 12 verstärkt und von der ersten Radarantenne 4a emittiert. Die so emittierte erste Welle mit einer Frequenz zwischen 99 und 102 GHz und einer niedrigen
20 Bandbreite von 3 GHz wird von der Oberkante der Schicht 5 des Gießpulvers reflektiert und von der Radarantenne 4 einem Rat-race Koppler 16 zugeführt, der von der reflektierten ersten Welle die emittierte erste Welle abtrennt. Die emittierte erste Welle und die vom Rat-race Koppler 16 abgetrennte
25 reflektierte erste Welle werden vom Mischer 14 gemischt und nach einer Analog-Digital Wandlung im ADC 15 dem Microcontroller 17 zugeführt. Der Microcontroller 17 berechnet einerseits in bekannter Weise die Höhenlage s_P der Oberkante der Schicht 5 des Gießpulvers in Abhängigkeit einer
30 Verzögerung zwischen der ersten emittierten Welle und der ersten reflektierten Welle und erhält andererseits über einen Eingang von der Gießspiegelmesseinrichtung 7 die Höhenlage s_M der Oberkante des flüssigen Metalls in der Kokille 3. Aus den Höhenlagen s_P und s_M berechnet der Microcontroller 17 bzw.
35 die Recheneinheit 8 durch Differenzbildung zwischen s_P und s_M die Dicke d der Schicht des Gießpulvers in der Kokille. Natürlich kann die Berechnung der Schichtdicke d auch durch ein anderes System gemacht werden, wie z.B. ein Level 1 PLC,

das Zugriff auf s_M und s_P hat. Der obere Teil der in Fig 3 dargestellten Elektronik 9 mit dem Signalgenerator 10b ist bei der Messung der Höhenlage s_P der Oberkante der Schicht des Gießpulvers 5 inaktiv.

5

Die Elektronik 9 ist in Fig 1 in einem geschützten Bereich abseits der Kokille 3 angeordnet, sodass die Elektronik weder hoher Hitzebelastung noch den Vibrationen der oszillierenden Kokille 3 ausgesetzt ist. Die erste Welle 6 (siehe Fig 5) wird von der Elektronik 9 in einen von einem Stahlrohr 18 geschützten Hohlleiter eingekoppelt und so zur ersten Radarantenne 4, 4a geführt. Durch das Stahlrohr 18 wird das Kabel mit dem Hohlleiter vor mechanischen Beschädigungen und Stahlspritzern geschützt.

10

Da das Grundprinzip der Füllstandmessung mittels Radartechnik dem Fachmann wohl bekannt ist, siehe z.B. die Broschüre

Detlef Brumbi: Grundlagen der Radartechnik zur

Füllstandmessung, 4. Auflage, Krohne Messtechnik GmbH &

15

Co. KG, 2003

kann in diesem Dokument auf detaillierte Ausführungen zur Radartechnik verzichtet werden. Als Rückgriff auf die Grundlagen der Radartechnik wird diese Schrift per Referenz miteinbezogen.

20

Die Fig 2 zeigt eine Grundrissdarstellung der Kokille 5 der Stranggießanlage von Fig 1 mit dem Tauchrohr 2 und der Radarantenne 4 bzw. 4a. Daraus ist ersichtlich, dass die Radarmessung zur Bestimmung der Höhenlage s_P der Oberkante der Schicht 5 des Gießpulvers auch bei sehr gedrängten Platzverhältnissen geeignet ist.

25

Die Fig 4 zeigt eine Grundrissdarstellung einer Kokille 5 einer Brammen-Stranggießanlage mit einem zentral angeordneten Tauchrohr 2 und den Radarantennen 4a und 4b. Gemäß dieser Ausführungsform wird auch die Höhenlage s_M der Oberkante des flüssigen Metalls in der Kokille 5 mittels Radartechnik bestimmt. Diese Funktionalität wird wiederum anhand der

30

Elektronik 9 in Fig 3 erklärt. Ein Signalgenerator 10b erzeugt eine zweite elektromagnetische Welle 6b mit Frequenzen zwischen 1 GHz und 4 GHz. Die zweite Welle wird über den Verstärker 12 verstärkt und über einen Zirkulator 13 zur zweiten Radarantenne 4b geleitet und von dieser emittiert. Da die zweite Welle im Vergleich zur ersten Welle sehr niedrige Frequenzen aufweist, kann diese die Gießpulverschicht passieren und wird an der Oberkante der flüssigen Stahlschmelze in der Kokille 5 reflektiert. Die Höhenlage s_M der Oberkante der Stahlschmelze wird wiederum in an sich bekannter Weise in Abhängigkeit einer Verzögerung zwischen der zweiten emittierten Welle und der zweiten reflektierten Welle bestimmt. In diesem Fall wird der Eingang für s_M der Elektronik 9 in Fig 3 nicht genutzt bzw. vom Mikrocontroller 17 nicht ausgelesen.

Die Fig 5 zeigt die Signalform einer ersten frequenzmodulierten elektromagnetischen Welle 6 im Frequenzbereich in Abhängigkeit der Zeit t . Die Welle 6 hat die Signalform eines Sägezahns und führt einen sog. Frequenzsweep zwischen 99 und 102 GHz durch. Nach dem Erreichen der Maximalfrequenz von 102 GHz fällt die Frequenz wieder auf die Minimalfrequenz von 99 GHz ab und die Frequenz steigt wiederum linear in Abhängigkeit der Zeit an. Denkbar wäre es auch, nach dem Abfallen der Frequenz eine Pausenzeit lang kein Signal zu senden und danach einen weiteren Frequenzsweep durchzuführen. Dies kann insbesondere dann sinnvoll sein, wenn durch ein und dieselbe Radarantenne sowohl die Höhenlage s_P der Oberkante der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers im metallurgischen Gefäß als auch die Höhenlage s_M der Oberkante des flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß gemessen wird.

Die Fig 6 zeigt die Signalformen einer ersten frequenzmodulierten elektromagnetischen Welle 6a und einer zweiten frequenzmodulierten elektromagnetischen Welle 6b im Frequenzbereich über der Zeit t . Die erste Welle 6a ist hinsichtlich der Frequenzen beim Frequenzsweep identisch zu Fig 5. Allerdings macht das Signal zwischen zwei

Frequenzsweeps eine Pause, in der die zweite Welle 6b von derselben Radarantenne ausgesendet wird. Auch die zweite Welle 6b führt wiederum einen Frequenzsweep aus, allerdings zwischen 1 und 4 GHz. Nach dem Erreichen der Maximalfrequenz von 4 GHz pausiert das Signal für eine bestimmte Zeit, wobei danach die Frequenz wiederum linear in Abhängigkeit der Zeit ansteigt.

Bei einer alternativen Ausführungsform zu Fig 6 kann die erste Welle 6a auch zeitgleich mit der zweiten Welle 6b emittiert werden. Dies ist aufgrund der Trennung der Frequenzbänder der ersten Welle 6a (Frequenzen zwischen 99 und 102 GHz) und der zweiten Welle 6b (Frequenzen zwischen 1 und 4 GHz) möglich. Demnach ist es im Allgemeinen nicht notwendig, die ersten und zweiten Wellen 6a, 6b sequentiell bzw. nach einer Pausenzeit nacheinander zu senden. Durch das zeitgleiche Aussenden der ersten und zweiten Welle 6a, 6b kann die Abtastfrequenz für die Dicke der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers erhöht werden, ohne die Genauigkeit oder Zuverlässigkeit des Messsystems und Messverfahrens einzuschränken.

Bezugszeichenliste

1	Verteiler
2	Tauchrohr (engl. SEN)
3	Kokille
4, 4a	erste Radarantenne
4b	zweite Radarantenne
5	Schicht eines Gießpulvers
6, 6a	erste frequenzmodulierte elektromagnetische Welle
6b	zweite frequenzmodulierte elektromagnetische Welle
7	Gießspiegelmesseinrichtung
8	Recheneinheit
9	Elektronik
10a, 10b	Signalgenerator
11	Digital-Analog Wandler DAC
12	Verstärker
13	Zirkulator
14	Mischer
15	Analog Digital Wandler ADC
16	Rat-race Koppler
17	Microcontoller μ C
18	Stahlrohr
d	Dicke der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers
f	Frequenz
s_P	Höhenlage der Oberkante der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers im metallurgischen Gefäß
s_M	Höhenlage der Oberkante des flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß
t	Zeit

Ansprüche

1. Verfahren zur Messung einer Dicke d einer Schicht eines Gieß- oder Abdeckpulvers (5) in einem metallurgischen Gefäß, insbesondere einer Kokille (3), wobei die Schicht ein flüssiges Metall in dem metallurgischen Gefäß zumindest teilweise abdeckt, umfassend die Verfahrensschritte:
- Messung einer Höhenlage s_P einer Oberkante der Schicht, wobei eine erste frequenzmodulierte elektromagnetische Welle (6, 6a) mit Frequenzen > 85 GHz, bevorzugt < 135 GHz, erzeugt wird, die erste Welle (6, 6a) emittiert wird, die Oberkante der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers (5) die erste Welle (6, 6a) reflektiert, und die Höhenlage s_P der Oberkante der Schicht in Abhängigkeit einer Verzögerung zwischen der ersten emittierten Welle (6, 6a) und der ersten reflektierten Welle bestimmt wird;
 - Messung einer Höhenlage s_M einer Oberkante des flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß; und
 - Bestimmung der Dicke d der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Messung der Höhenlage s_M der Oberkante des flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß eine zweite frequenzmodulierte elektromagnetische Welle (6b) mit Frequenzen ≥ 1 GHz, bevorzugt < 13 GHz, erzeugt wird, die zweite Welle (6b) emittiert wird, die Oberkante des flüssigen Metalls die zweite Welle (6b) reflektiert, und die Höhenlage s_M der Oberkante des flüssigen Metalls in Abhängigkeit einer Verzögerung zwischen der zweiten emittierten Welle (6b) und der zweiten reflektierten Welle bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Elektronik (9) in einem Bereich abseits des metallurgischen Gefäßes angeordnet ist, und eine emittierte Welle (6, 6a, 6b) von der Elektronik (9) zu einer Radarantenne (4, 4a, 4b) und vice versa geführt wird und/oder eine emittierte Welle (6, 6a, 6b) von einem Spiegel in

Richtung des Gieß- oder Abdeckpulvers im metallurgischen Gefäß und vice versa umgelenkt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
5 dass eine Elektronik (9) oberhalb des metallurgischen Gefäßes
angeordnet sind, wobei die Elektronik (9) vorzugsweise durch
ein flüssiges oder gasförmiges Kühlmedium gekühlt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
10 gekennzeichnet, dass die erste (6, 6a) und/oder die zweite
emittierte Welle (6b) in einem Hohlleiter zu der Radarantenne
(4, 4a, 4b) geführt wird und/oder durch einen Spiegel in
Richtung des Gieß- oder Abdeckpulvers im metallurgischen
Gefäß umgelenkt wird.

15 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass
die erste (6, 6a) und die zweite emittierte Welle (6b) sowie
die erste und die zweite reflektierte Welle in einen einzigen
Hohlleiter geführt werden und/oder durch einen einzigen
20 Spiegel umgelenkt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch
gekennzeichnet, dass die Messung der Höhenlage s_M des
flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß durch eine
25 radiometrische oder eine elektromagnetische Messung erfolgt.

8. Vorrichtung zur Messung einer Dicke einer Schicht eines
Gieß- oder Abdeckpulvers (5) in einem metallurgischen Gefäß,
insbesondere einer Kokille (3), insbesondere zur Durchführung
30 des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
umfassend:

- eine erste Radarantenne (4, 4a) zum Emittieren einer
ersten frequenzmodulierten elektromagnetischen Welle (6, 6a)
und zum Empfangen einer ersten reflektierten
35 elektromagnetischen Welle;

- eine erste Elektronik (9) zum Erzeugen der ersten
emittierten Welle (6, 6a) mit einer Frequenz > 85 GHz,
bevorzugt < 135 GHz, und zum Bestimmen einer Höhenlage s_P

einer Oberkante der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers im metallurgischen Gefäß in Abhängigkeit einer Verzögerung zwischen der ersten emittierten Welle (6, 6a) und der ersten reflektierten Welle;

- 5 - eine Einrichtung (7) zur Messung einer Höhenlage s_M einer Oberkante des flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß; und
- eine Recheneinheit (8, 17) zur Bestimmung der Dicke d der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers (5).

10

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (7) zur Messung der Höhenlage s_M der Oberkante des flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß umfasst:

- 15 - eine zweite Radarantenne (4b) zum Emittieren einer zweiten frequenzmodulierten elektromagnetischen Welle (6b) und zum Empfangen einer zweiten reflektierten elektromagnetischen Welle;
- eine zweite Elektronik (9) zum Erzeugen der zweiten emittierten Welle (6b) mit einer Frequenz ≥ 1 GHz, bevorzugt < 13 GHz und zum Bestimmen einer Höhenlage s_M der Oberkante des flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß in
- 20 Abhängigkeit einer Verzögerung zwischen der zweiten emittierten Welle (6b) und der zweiten reflektierten Welle.

25

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite Elektronik (9) in einem geschützten Bereich abseits des metallurgischen Gefäßes angeordnet ist.

30

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite Elektronik (9) eine Kühleinrichtung aufweist, wobei die erste und/oder die zweite Elektronik (9) durch ein flüssiges oder

35 gasförmiges Kühlmedium gekühlt wird.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen einer Elektronik (9) und einer Radarantenne (4,

4a, 4b), ein Hohlleiter zum Führen einer elektromagnetischen Welle und/oder ein Spiegel zur Umlenkung einer elektromagnetischen Welle angeordnet ist.

- 5 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein die ersten und/oder die zweiten Wellen (6, 6a, 6b) führendes Kabel durch ein Rohr, vorzugsweise ein Stahlrohr (18), geschützt wird.
- 10 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das metallurgische Gefäß mehrere Radarantennen (4, 4a, 4b) aufweist und/oder eine Radarantenne (4, 4a, 4b) verfahrbar ausgebildet ist.
- 15 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (7) zur Messung einer Höhenlage s_M einer Oberkante des flüssigen Metalls im metallurgischen Gefäß als eine radiometrische oder elektromagnetische Messeinrichtung (7) ausgebildet ist.

20

1
Fig 1

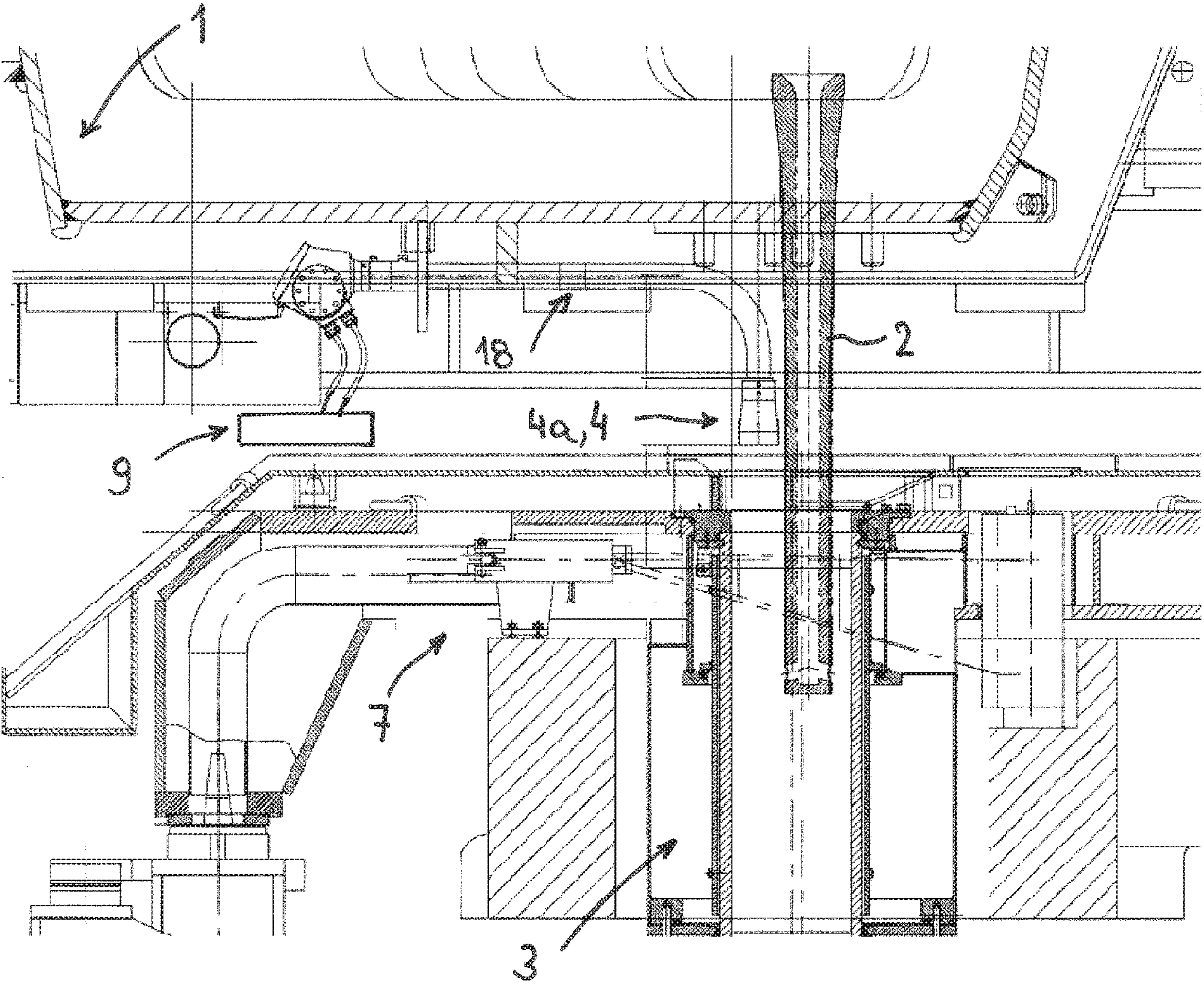
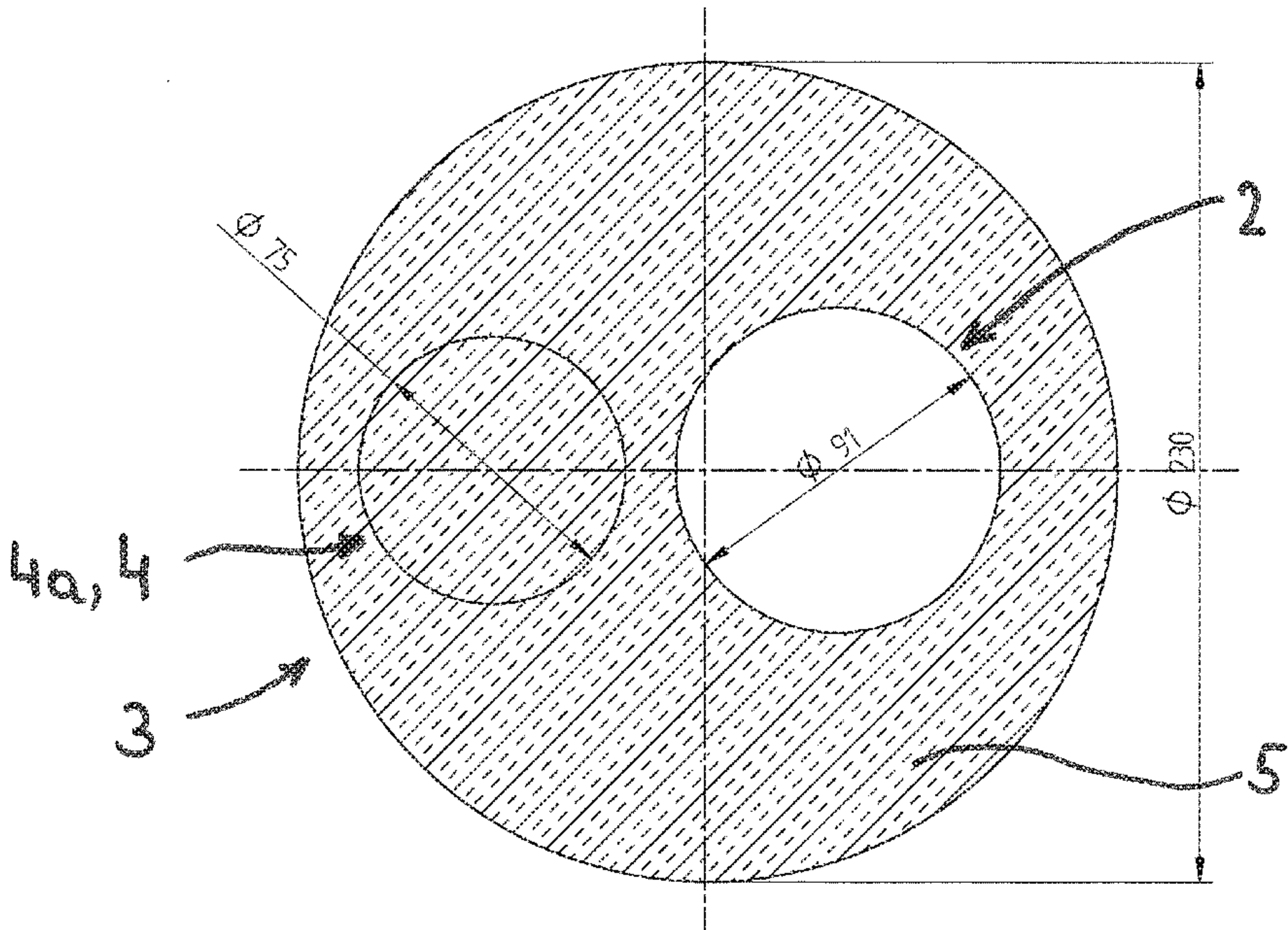


Fig 2



2
Fig 3

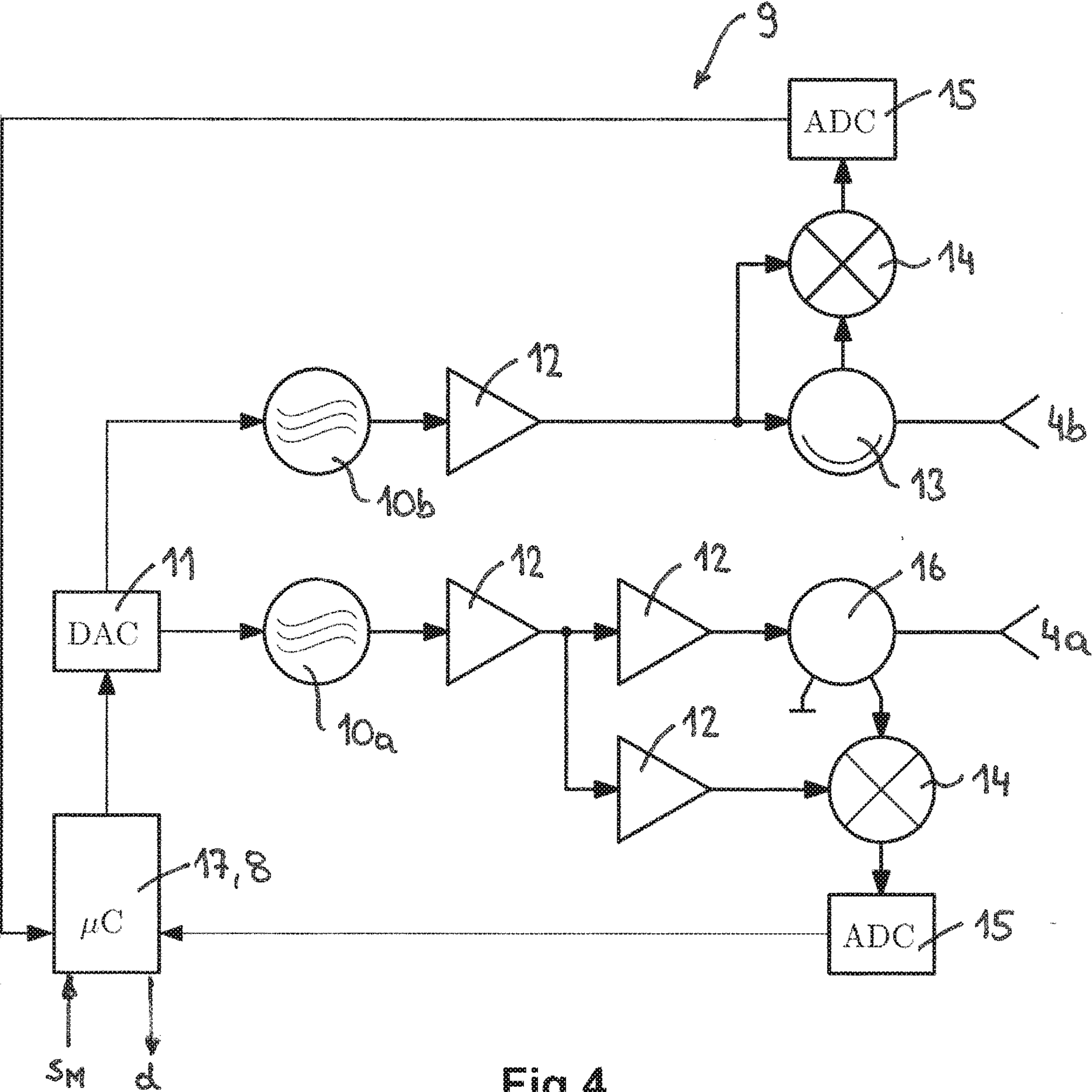
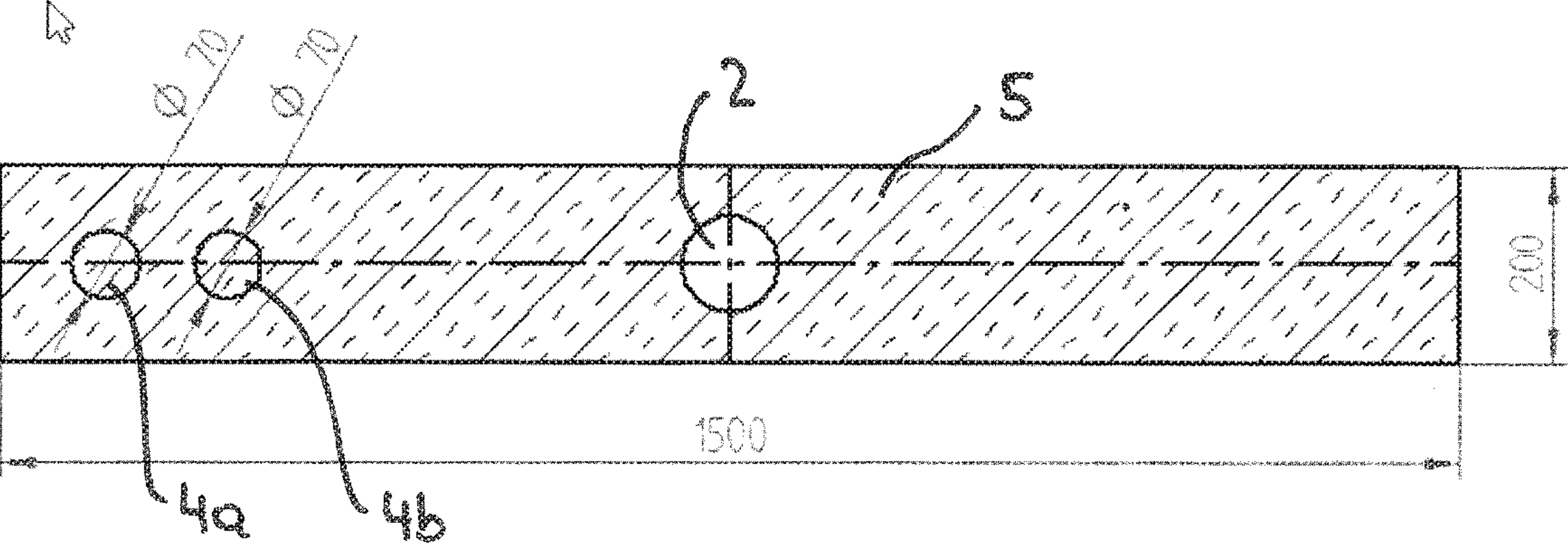


Fig 4



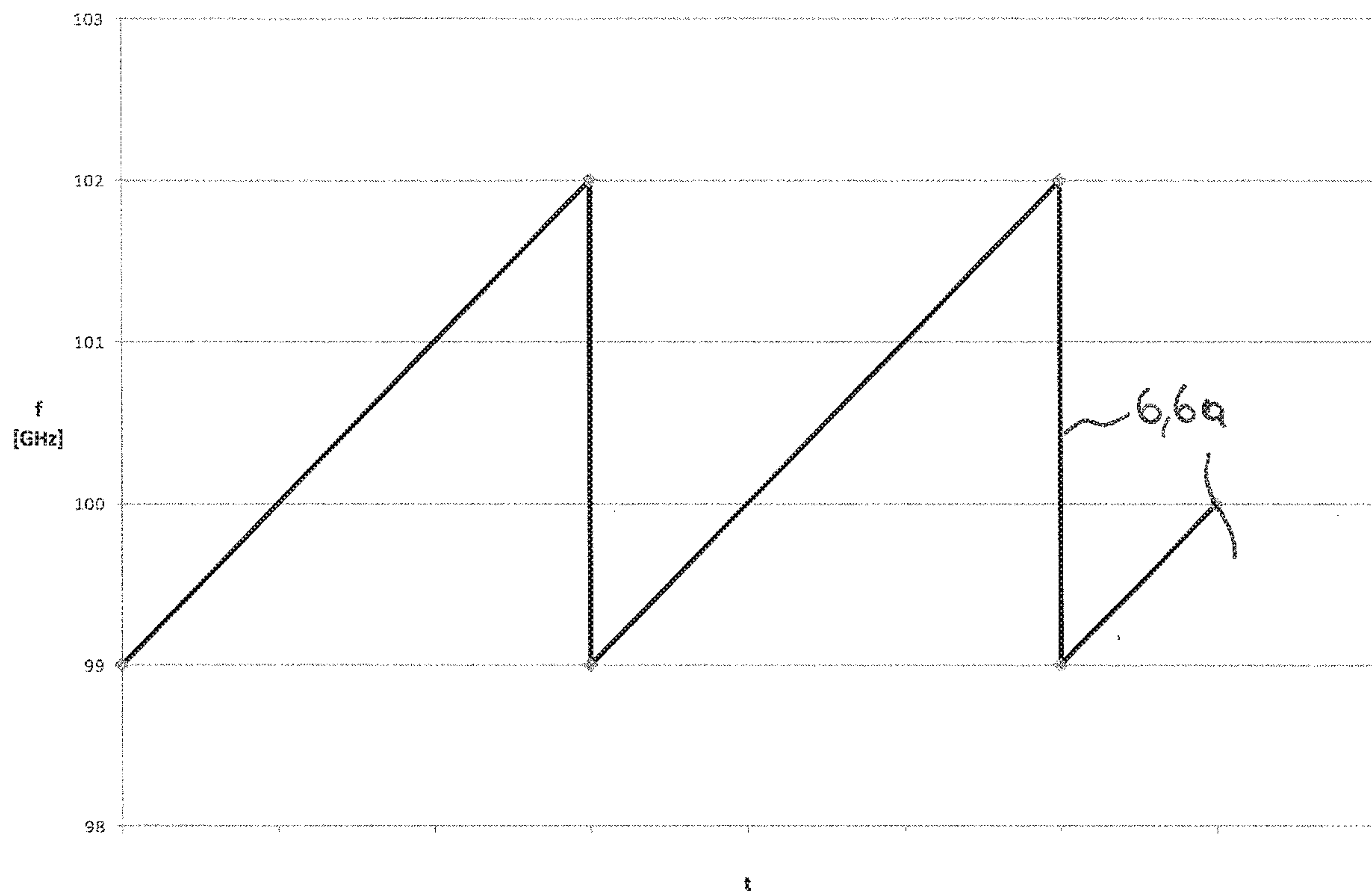
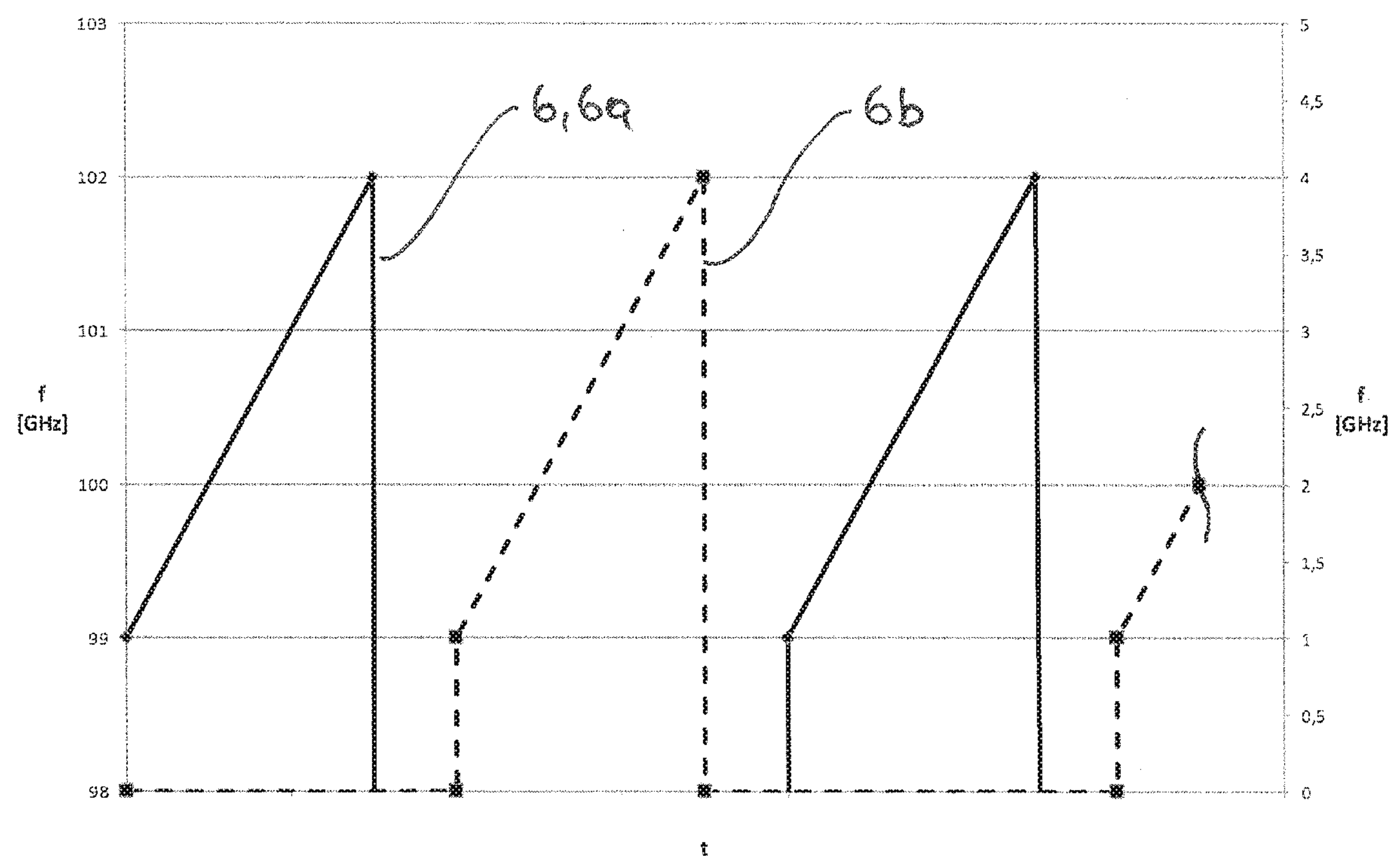
3
Fig 5

Fig 6



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

G01B 15/02 (2006.01); **G01S 13/02** (2006.01); **G01F 23/00** (2006.01); **G01F 23/28** (2006.01); **B22D 11/00** (2006.01); **B22D 11/07** (2006.01); **B22D 11/16** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

G01B 15/02 (2013.01); **G01S 13/02** (2013.01); **G01F 23/00** (2013.01); **G01F 23/28** (2013.01); **G01F 23/282** (2013.01); **B22D 11/00** (2013.01); **B22D 11/07** (2013.01); **B22D 11/165** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

G01B, G01S, G01F, B22D

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC; WPIAP; TXTnn; GOOGLE; NPL

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 21.11.2018 eingereichten Ansprüchen 1-15 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	WO 0011494 A1 (USS ENG & CONSULT) 02. März 2000 (02.03.2000) Gesamtes Dokument. Insbesondere Figur 1 und die Ansprüche 1, 3, 4, 6, 21 und 25.	1-15
Y	US 2004212529 A1 (FEHRENBACH JOSEF et. al.) 28. Oktober 2004 (28.10.2004) Gesamtes Dokument. Insbesondere die Ansprüche 17 und 18.	1-15
A	EP 2090387 A1 (CORUS STAAL BV) 19. August 2009 (19.08.2009) Absätze [0001], [0033]-[0035] insbesondere Figur 2.	1-15
A	WO 2016016967 A1 (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORP) 04. Februar 2016 (04.02.2016) (übersetzt) [online] [abgerufen am 08.08.2019]. Abgerufen von EPOQUE: TXPMTEA Gesamtes Dokument. Insbesondere Figur 5 und die dazugehörige Beschreibung.	1-15
A	DE 69433175 T2 (STIFTELSEN METALLURG FORSK) 17. Juni 2004 (17.06.2004) Gesamtes Dokument. Insbesondere Figur 2 samt die dazugehörige Beschreibung.	1-15

Datum der Beendigung der Recherche:

08.08.2019

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

LEHNER Johanna

*) Kategorien der angeführten Dokumente:

X Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.

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

A Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.

P Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.

E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).

& Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Ansprüche

1. Verfahren zur Messung einer Dicke d einer Schicht eines Gieß- oder Abdeckpulvers (5) in einer Kokille (3), wobei die Schicht ein flüssiges Metall in der Kokille (3) zumindest teilweise abdeckt, umfassend die Verfahrensschritte:
- Messung einer Höhenlage s_p einer Oberkante der Schicht, wobei eine erste frequenzmodulierte elektromagnetische Welle (6, 6a) mit Frequenzen > 85 GHz, bevorzugt < 135 GHz, erzeugt wird, die erste Welle (6, 6a) emittiert wird, die Oberkante der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers (5) die erste Welle (6, 6a) reflektiert, und die Höhenlage s_p der Oberkante der Schicht in Abhängigkeit einer Verzögerung zwischen der ersten emittierten Welle (6, 6a) und der ersten reflektierten Welle bestimmt wird;
 - Messung einer Höhenlage s_M einer Oberkante des flüssigen Metalls in der Kokille (3); und
 - Bestimmung der Dicke d der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Messung der Höhenlage s_M der Oberkante des flüssigen Metalls in der Kokille (3) eine zweite frequenzmodulierte elektromagnetische Welle (6b) mit Frequenzen ≥ 1 GHz, bevorzugt < 13 GHz, erzeugt wird, die zweite Welle (6b) emittiert wird, die Oberkante des flüssigen Metalls die zweite Welle (6b) reflektiert, und die Höhenlage s_M der Oberkante des flüssigen Metalls in Abhängigkeit einer Verzögerung zwischen der zweiten emittierten Welle (6b) und der zweiten reflektierten Welle bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Elektronik (9) in einem Bereich abseits der Kokille (3) angeordnet ist, und eine emittierte Welle (6, 6a, 6b) von der Elektronik (9) zu einer Radarantenne (4, 4a, 4b) und vice versa geführt wird und/oder eine emittierte Welle (6, 6a, 6b) von einem Spiegel in Richtung des Gieß- oder Abdeckpulvers in der Kokille (3) und vice versa umgelenkt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
dass eine Elektronik (9) oberhalb der Kokille (3) angeordnet
ist, wobei die Elektronik (9) vorzugsweise durch ein
5 flüssiges oder gasförmiges Kühlmedium gekühlt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
gekennzeichnet, dass die erste (6, 6a) und/oder die zweite
emittierte Welle (6b) in einem Hohlleiter zu der Radarantenne
10 (4, 4a, 4b) geführt wird und/oder durch einen Spiegel in
Richtung des Gieß- oder Abdeckpulvers in der Kokille (3)
umgelenkt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass
15 die erste (6, 6a) und die zweite emittierte Welle (6b) sowie
die erste und die zweite reflektierte Welle in einen einzigen
Hohlleiter geführt werden und/oder durch einen einzigen
Spiegel umgelenkt werden.
- 20 7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
die Messung der Höhenlage s_M des flüssigen Metalls in der
Kokille (3) durch eine radiometrische oder eine
elektromagnetische Messung erfolgt.
- 25 8. Vorrichtung zur Messung einer Dicke einer Schicht eines
Gieß- oder Abdeckpulvers (5) in einer Kokille (3) zur
Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, umfassend:
- eine erste Elektronik (9) zum Erzeugen einer ersten
30 emittierten Welle (6, 6a) mit einer Frequenz > 85 GHz,
bevorzugt < 135 GHz, und zum Bestimmen einer Höhenlage s_P
einer Oberkante der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers in
der Kokille (3) in Abhängigkeit einer Verzögerung zwischen der
ersten emittierten Welle (6, 6a) und einer ersten
35 reflektierten Welle;
 - eine erste Radarantenne (4, 4a) zum Emittieren der
ersten frequenzmodulierten elektromagnetischen Welle (6, 6a)

und zum Empfangen der ersten reflektierten elektromagnetischen Welle;

- eine Einrichtung (7) zur Messung einer Höhenlage s_M einer Oberkante des flüssigen Metalls in der Kokille (3); und
5 - eine Recheneinheit (8, 17) zur Bestimmung der Dicke d der Schicht des Gieß- oder Abdeckpulvers (5).

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Messung der Höhenlage s_M der Oberkante
10 des flüssigen Metalls in der Kokille (3) umfasst:

- eine zweite Radarantenne (4b) zum Emittieren einer zweiten frequenzmodulierten elektromagnetischen Welle (6b) und zum Empfangen einer zweiten reflektierten elektromagnetischen Welle;

15 - eine zweite Elektronik (9) zum Erzeugen der zweiten emittierten Welle (6b) mit einer Frequenz ≥ 1 GHz, bevorzugt < 13 GHz und zum Bestimmen einer Höhenlage s_M der Oberkante des flüssigen Metalls in der Kokille (3) in Abhängigkeit einer Verzögerung zwischen der zweiten emittierten Welle (6b)
20 und der zweiten reflektierten Welle.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite Elektronik (9) in einem geschützten Bereich abseits der Kokille (3)
25 angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite Elektronik (9) eine Kühleinrichtung aufweist, wobei die erste und/oder
30 die zweite Elektronik (9) durch ein flüssiges oder gasförmiges Kühlmedium gekühlt wird.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen einer Elektronik (9) und einer Radarantenne (4, 4a, 4b), ein Hohlleiter zum Führen einer elektromagnetischen
35 Welle und/oder ein Spiegel zur Umlenkung einer elektromagnetischen Welle angeordnet ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein die ersten und/oder die zweiten Wellen (6, 6a, 6b) führendes Kabel durch ein Rohr, vorzugsweise ein Stahlrohr (18), geschützt wird.

5

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Kokille (3) mehrere Radarantennen (4, 4a, 4b) aufweist und/oder eine Radarantenne (4, 4a, 4b) verfahrbar ausgebildet ist.

10

15. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (7) zur Messung einer Höhenlage s_M einer Oberkante des flüssigen Metalls in der Kokille (3) als eine radiometrische oder elektromagnetische Messeinrichtung (7)

15 ausgebildet ist.