

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Dezember 2010 (23.12.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/144936 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01B 15/04 (2006.01) *G01F 23/284* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2010/000219
- (22) Internationales Anmeldedatum:
16. Juni 2010 (16.06.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
A 935/2009 17. Juni 2009 (17.06.2009) AT
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **VATRON GMBH** [AT/AT]; Stahlstr. 14, A-4020 Linz (AT).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHUSTER, Stefan** [AT/AT]; Mövenweg 11, A-4470 Enns (AT). **OBBERGER, Gerhard** [AT/AT]; Josef-Holzmann-Weg 5, A-4060 Leonding (AT). **FEILMAYR, Christoph** [AT/AT]; Schultestraße 6, A-4020 Linz (AT). **BÜRGLER, Thomas** [AT/AT]; Fischergasse 4, A-4221 Stey-

regg (AT). **LACKNER, Bernhard** [AT/AT]; Im Kohlbrunn 7, A -4663 Laakirchen (AT). **SCHÖLLHAMMER, Herbert** [AT/AT]; Helbetschlag 40, A-4264 Grünbach (AT). **STADLER, Peter** [AT/AT]; Ottensheimerstraße 48, A-4040 Linz (AT).

(74) Anwalt: **JELL, Friedrich**; Hittmairstraße 11, 4020 Linz (AT).

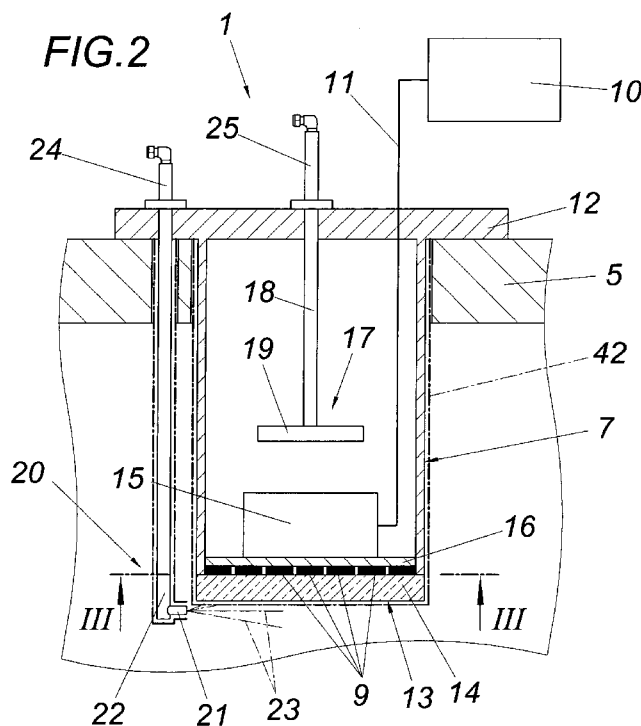
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CALCULATING A SURFACE OF A FILLING MATERIAL OF A CONTAINER

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BERECHNUNG EINER OBERFLÄCHE EINES FÜLLGUTS EINES BEHÄLTERS



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device (1) for calculating a surface (3') of a filling material (4) of a container (7), comprising an antenna unit (27), which comprises a plurality of antennas (9) arranged in a housing (7), in particular next to each other, for transmitting and receiving electromagnetic signals (1', 1''), in particular radar signals, which are reflected on at least two different partial regions (A1 to A2) of the filling material surface (31), and comprising a calculating unit (28) connected to the antenna unit (27) for calculating the surface (3') of the filling material (4) from the data (29) dependent at least on the transmitted and received electromagnetic signals (11, 1''). In order to create advantageous design conditions, it is proposed for the antenna unit (27) to transmit electromagnetic signals (1') reflected on all partial regions (A1 to AN) of the filling material surface (3') to be determined, wherein the device (1) comprises a controller (31) that is connected to the antennas (9) and actuates the antennas (9) in order to form a synthetic aperture.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/144936 A1



RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung (1) zur Berechnung einer Oberfläche (3') eines Füllguts (4) eines Behälters (7) mit einer Antenneneinrichtung (27), die mehrere, insbesondere nebeneinander in einem Gehäuse (7) angeordnete Antennen (9) zum Senden und Empfangen von elektromagnetischen Signalen (1', 1"), insbesondere Radarsignalen, aufweist, die an zumindest zwei verschiedenen Teilbereichen (A1 bis A2) der Füllgutoberfläche (31) reflektieren, und mit einer mit der Antenneneinrichtung (27) verbundenen Recheneinrichtung (28) zur Berechnung der Oberfläche (3') des Füllguts (4) aus den, wenigstens von den gesendeten und empfangen elektromagnetischen Signalen (11, 1") abhängigen Daten (29) gezeigt. Um vorteilhafte Konstruktionsbedingungen zu schaffen, wird vorgeschlagen, dass die Antenneneinrichtung (27) sich je an allen Teilbereichen (A1 bis AN) der zu bestimmenden Füllgutoberfläche (3') reflektiere, elektromagnetische Signale (1') sendet, wobei die Vorrichtung (1) eine mit den Antennen (9) verbundene Steuereinrichtung (31) aufweist, die die Antennen (9) zur Bildung einer synthetischen Apertur ansteuert.

Verfahren und Vorrichtung zur Berechnung
einer Oberfläche eines Füllguts eines Behälters

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Berechnung einer Oberfläche eines Füllguts eines Behälters mit einer Antenneneinrichtung, die mehrere, insbesondere nebeneinander in einem Gehäuse angeordnete Antennen zum Senden und Empfangen von elektromagnetischen Signalen, insbesondere Radarsignalen, aufweist, die an zumindest zwei verschiedenen Teilbereichen der Füllgutoberfläche reflektieren, und mit einer mit der Antenneneinrichtung verbundenen Recheneinrichtung zur Berechnung der Oberfläche des Füllguts aus den, wenigstens von den gesendeten und empfangen elektromagnetischen Signalen abhängigen Daten.

Stand der Technik

Zur Messung der Oberfläche eines Füllstands bzw. des Füllstands eines Behälters ist aus dem Stand der Technik eine Radarvorrichtung bekannt (EP1701142A2), bei der auf das zu messende Schüttgut mehrere Sende- und Empfangsantennen zur Bestrahlung des Schüttguts mit Radarsignalen gerichtet sind. Zu diesem Zweck werden die Antennen über nahezu die gesamte Erstreckung des Schüttguts verteilt angeordnet, um so die Oberflächenform des Schüttguts anhand eines mehrfach empfangenen Radarsignals sowie unter Zuhilfenahme eines geometrischen Modells des Schüttkegels des Füllguts berechnen zu können. Zwar kann mit einer vergleichsweise verteilten Anordnung von Antennen eine erhöhte Anzahl an Teilbereichen der Oberfläche abge-

tastet werden, um so eine genaue Darstellung der Oberflächenform des Schuttguts ermöglichen zu können, von Nachteil ist jedoch, dass die Installation einer derartig erstreckten Radarvorrichtung einen vergleichsweise hohen konstruktiven Aufwand bedarf. Nachteilig kommt weiter hinzu, dass diese breitflächig verteilten Antennen einer vergrößerten Beschädigungsgefahr ausgesetzt sind, was unter anderem zu keinen hohen Standzeiten derartiger Vorrichtungen führen kann. Außerdem erhöht sich nachteilig durch die breite Anordnung die Dämpfung aufgrund der langen Hochfrequenzverbindungsleitungen.

Desweiteren ist aus der DE2129290A1 eine Radarvorrichtung zur Messung des Füllstands an Schüttgut eines Hochofens bekannt. Auch hier werden verteilt über die Erstreckung des Schüttguts mehrere die Ofenwand durchbrechende Antennen vorgesehen. Die DE2129290A1 weist daher auch dieselben, aus der EP1701142A2 bekannten Probleme auf, nämlich sowohl einen vergleichsweise hohen konstruktiven Aufwand als auch eine vergleichsweise geringe Standzeit. Insbesondere kommt hier noch hinzu, dass die Standzeit durch die Widrigkeiten innerhalb des Ofens negativ beeinträchtigt wird, so dass die DE2129290A1 zur Verbesserung dieser Umstände eine Wasserkühlung sowie eine Oberflächenspülung der jeweiligen Hornantennen vorschlägt, was zudem vergleichsweise konstruktiv aufwendig ist.

Eine weitere aus der DE20122745U1 bekannte Vorrichtung mit einer verschwenkbaren Antenneneinrichtung offenbart einen kompakten Aufbau, doch müssen nachteilig mechanische Mittel zum Verschwenken vorgesehen werden, die unter widrigen Umständen besonders anfällig sind, so dass derartigen Vorrichtungen der Einsatz bei einem Hochofen versperrt bleibt.

Eine andere Vorrichtung ist aus der DE10149851A1 bekannt, bei der mit Hilfe einer Antenneneinrichtung wenigstens zwei gebündelte Radarsignale auf das Füllgut gesendet werden, um damit zwei unterschiedliche Teilbereiche des Füllguts ausleuchten zu können. Zu diesem Zweck sind mehrere Patchantennen in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet. Damit kann zwar gegenüber

der DE20122745U1 eine mechanische Verstellung der Antenneneinrichtung vermieden werden, da anhand der unterschiedlich ausgeleuchteten Teilbereiche die Oberfläche des Füllguts durch Schätzung berechnet werden kann. Nachteilig bei dieser Vorrichtung ist jedoch die durch „digital beam forming“ vergleichsweise geringe Anzahl an ausleuchtbaren Teilbereichen, so dass mit einer vergleichsweise ungenauen Darstellung der Oberfläche des Füllguts gerechnet werden muss.

Darstellung der Erfindung

Die Erfindung hat sich daher die Aufgabe gestellt, eine Vorrichtung und ein Verfahren der eingangs geschilderten Art derart zu verbessern, dass trotz geringen Abmessungen der Antenneneinrichtung eine vergleichsweise hohe Genauigkeit in Berechnung der Oberfläche des Füllguts eines Behälters ermöglicht werden kann.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe hinsichtlich des Verfahrens dadurch, dass mit der, über die Antennen eine synthetische Apertur ausbildenden Antenneneinrichtung elektromagnetische Signale gesendet werden, die sich je im Wesentlichen an allen Teilbereichen der zu berechnenden Oberfläche des Füllguts reflektieren.

Werden mit der Antenneneinrichtung elektromagnetische Signale gesendet, die sich je im Wesentlichen an allen Teilbereichen der zu berechnenden Oberfläche des Füllguts reflektieren, dann kann es möglich werden, dass mit jedem Signal die gesamt zu berechnende Oberfläche des Füllguts ausgeleuchtet werden kann. Aufgrund von Reflexionen an den Behälterwänden kommt es jedoch zu erheblichen Störeinflüssen in den von den gesendeten und empfangen elektromagnetischen Signalen abhängigen Daten, welche Einflüsse überraschend mit einer, eine synthetische Apertur ausbildenden Antenneneinrichtung derart vermindert werden können, dass trotz der vergleichsweise geringen Abmessung der Antenneneinrichtung eine vergleichsweise hohe Genauigkeit in

Berechnung der Oberfläche des Füllguts eines Behälters ermöglicht werden kann. Zur Berechnung der Teilflächen aus den Daten können bekannte Algorithmen verwendet werden. Vorstellbar sind "beamformer" Algorithmen, bei denen aus den Daten jene elektromagnetischen Signale gefiltert werden, die vom Teilbereich der zu bestimmenden Oberfläche stammen. Dies kann beispielsweise unter Zuhilfenahme von Raumwinkel zwischen den Antennen und der jeweiligen Teilfläche sowie den bekannten konstruktiven Zusammenhängen, beispielsweise der Position der jeweiligen Antennen, erfolgen. Andere Algorithmen zur Bestimmung sind denkbar, beispielsweise CAPON, RELAX oder MUSIC Algorithmen. Anhand des so gewonnenen Signals bzw. Richtungssignals kann nun unter Verwendung konventioneller Algorithmen zur Abstandsmessung die Entfernung der Teilfläche zur Antenneneinrichtung berechnet werden. Bekanntermaßen wird bei der Abstandsmessung ein Mittelwert der Entfernung der betrachteten Teilfläche ermittelt. Da nun für jede Teilfläche nur an den Raumwinkeln Veränderungen vorgenommen werden muss, kann so auf einfache Weise eine hohe Auflösung der Oberfläche des Füllguts ermöglicht, was erfindungsgemäß auch eine dreidimensionale Darstellung des Füllguts erlaubt, ohne dass die Antenneneinrichtung dafür mechanisch verschwenkt werden muss. Damit ist ein beispielsweise gegenüber den Widrigkeiten eines Hochofens robustes und störeres Verfahren geschaffen, was gegenüber dem Stand der Technik vergleichsweise hohe Standzeiten gewährleisten kann. Außerdem ist selbstverständlich, dass im Sinne eines zusammenhängenden Füllguts auch mehrere bereichsweise in einem Behälter oder Raum verteilte Gegenstände verstanden werden können.

Wird die Oberfläche des Füllguts im Wesentlichen aus Teilflächen berechnet, die aus wenigstens den Daten unter Berücksichtigung wenigstens einer, zwischen den Teilflächen verschiedenen Raumwinkelgröße bestimmt werden, dann kann eine genaue Darstellung der Oberfläche des Füllguts geschaffen werden. Lücken zwischen den Teilflächen können so weitgehend vermieden werden.

Werden zur Berechnung der Oberfläche des Füllguts elektromagnetische Signale von allen Antennen verwendet, dann kann es möglich werden, dass selbst bei geringen Signal-Rauschabständen aufgrund einer erhöhten Anzahl an Empfangsantennen eine vergleichsweise hohe Genauigkeit in der Berechnung der Oberfläche ermöglicht werden.

Um in einem Zeitintervall des Sendens und Empfangens eine synthetische Apertur schaffen zu können, können zumindest teilweise orthogonal verschiedene elektromagnetische Signale gesendet werden, was ein vergleichsweise schnelles Verfahren zur Berechnung einer Oberfläche eines Füllguts eines Behälters schaffen kann. Das Verfahren kann auch durch ein mehrmaliges Senden von gleichen elektromagnetischen Signalen ermöglicht werden, um damit durch mehrere Zeitintervalle des Sendens und Empfangens eine synthetische Apertur zu schaffen.

Werden für die Berechnung der Oberfläche des Füllguts die Zwischenflächen zwischen den berechneten Teilflächen anhand der Daten zu den berechneten Teilflächen interpoliert, dann kann mit einer verminderten Berechnung an Teilflächen aus den Daten, um damit das Verfahren in der Rechenzeit zu beschleunigen, trotzdem eine hohe Genauigkeit ermöglicht werden.

Um Messrauschen unterdrücken zu können, kann vorgesehen sein, dass unter Berücksichtigung bekannter physikalischer Eigenschaften des Füllguts die von den gesendeten und empfangen elektromagnetischen Signalen abhängigen Daten geglättet werden. Derartige physikalische Eigenschaften des Füllguts kann beispielsweise eine maximale Steigung der Oberfläche des Füllguts sein.

Senden und/oder Empfangen die Antennen durch eine feuerfeste, insbesondere gemeinsame Gehäusewand, dann kann auch bei Verwendung der Vorrichtung unter widrigen Verfahrensbedingungen, die beispielsweise in einem Hochofen vorherrschen können, ein standfestes Verfahren geschaffen werden.

Besonders vorteilhaft hat sich herausgestellt, wenn eine Antenneneinrichtung mit mehreren, in einem gemeinsamen Gehäuse angeordneten Antennen, insbesondere Radarantennen, zur Berechnung einer Oberfläche eines Füllguts eines Behälters verwendet wird, wobei die Antennen der Antenneneinrichtung eine synthetische Apertur zur Verbesserung der Winkelauflösung und Unterdrückung von Störsignalen ausbilden.

Insbesondere hat sich eine Verwendung ausgezeichnet, wenn für die Antennen ein Array an Antennen, insbesondere in MIMO, SIMO oder MISO Anordnung, zur Bildung einer synthetischen Apertur bei einem Hochofen zur Berechnung der Oberfläche des Füllstands eines Hochofens verwendet wird.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe hinsichtlich der Vorrichtung dadurch, dass die Antenneneinrichtung sich je im wesentlichen an allen Teilbereichen der zu bestimmenden Füllgutoberfläche reflektierende, elektromagnetische Signale sendet, wobei die Vorrichtung eine mit den Antennen verbundene Steuereinrichtung aufweist, die die Antennen zur Bildung einer synthetischen Apertur ansteuert.

Sendet die Antenneneinrichtung elektromagnetische Signale, die sich je im wesentlichen an allen Teilbereichen der zu bestimmenden Füllgutoberfläche reflektieren, dann wird es zunächst möglich, mit einem Signal die gesamte auszuleuchtende Füllgutoberfläche abzutasten und damit trotzdem geringsten konstruktiven Abmessungen zu genügen, um so die Antennen in einem gemeinsamen Gehäuse vorsehen zu können. Außerdem ist es weiter nicht notwendig, die Antenneneinrichtung mechanisch zu verschwenken, um so alle Teilbereiche ausleuchten zu können, so dass gerade bei einer Verwendung der Vorrichtung in einem Hochofen eine besonders robuste und standfeste Vorrichtung geschaffen werden kann. Nachteilig ist jedoch, dass unter anderem wegen der Vielzahl an Reflexionen durch die Behälterwand, es praktisch unmöglich werden kann, aus den empfangenen elektromagnetischen Signalen die Oberfläche des Füllguts genau berechnen zu können. Aus diesem Grunde

schlägt die Erfindung weiter vor, dass die Vorrichtung eine mit den Antennen verbundene Steuereinrichtung aufweist, die die Antennen zur Bildung einer synthetischen Apertur ansteuert. Damit kann erfindungsgemäß erreicht werden, dass zur Berechnung der Oberfläche Daten zur Verfügung stehen, die zu einer verbesserten Winkelauflösung und verbesserten Unterdrückung von Störsignalen führen, so dass eine genaue dreidimensionale Oberflächendarstellung von der Recheneinheit berechnet werden kann. So kann dafür beispielsweise die eine Antenne bei einer Messung als Sende- und Empfangsantenne und bei der nächsten Messung als reine Sendeantenne dienen, wohingegen die andere Antenne mindestens bei der nächsten Messung dann die Funktion einer Empfangsantenne einnimmt. Andere Verschaltungen der Antennen sind vorstellbar. Insbesondere auch eine Steuerung, bei der mit orthogonal verschiedenen Signalen in einem Sende- und Empfangsschritt eine synthetische Apertur der Antenneneinrichtung geschaffen werden kann. Der technische Effekt im Allgemeinen dabei ist, dass somit die Daten der beiden Messung eine Art Positionsänderung der Antenneneinrichtung berücksichtigen, was beispielsweise von einem Radar mit synthetischer Apertur bekannt ist. Damit kann eine Apertur einer gegenüber dem tatsächlichen Abstand der Einzelantennen scheinbar vergrößerten Antenne bzw. Antenneneinheit synthetisiert werden, um so trotz einer konstruktiv kleinen Antenneneinrichtung für eine hohe Genauigkeit der Berechnung der Oberfläche sorgen zu können. Für diese hohe Genauigkeit ist es jedoch nicht zwangsweise notwendig, dass aus den elektromagnetischen Signalen unter Berücksichtigung der Antennenabstände die absoluten Abstände zwischen Antenneneinrichtung und den Teilfläche Füllgutoberfläche berechnet wird, denn es kann ausreichen den relativen Abstand zu berechnen, um dann über Verhältnisse die Oberfläche des Füllguts berechnen bzw. dreidimensional darstellen zu können. Hinzu kommt, dass selbst bei geringen Signal-Rauschabständen aufgrund der erhöhten Anzahl an Empfangsantennen der Effekt des Gruppengewinns für genaue Messergebnisse verwendet werden, so dass erfindungsgemäß die Vorteile eines MIMO Antennenarrays mit den Vorteilen einer synthetischen Apertur verbunden werden können, um so eine störsichere und robuste Vorrichtung zur Bestimmung der

Oberfläche eines Füllguts eines Behälters schaffen zu können, wobei sich zusätzlich die Vorrichtung durch deren Kompaktheit und konstruktiven Einfachheit auszeichnet.

Weist die Recheneinheit eine Rasterschaltung auf, die mit der Rechenschaltung der Recheneinheit zur Veränderung wenigstens einer Raumwinkelgröße verbindet, wobei die Rechenschaltung in Abhängigkeit von Raumwinkeln aus den vom elektromagnetischen Signal abhängigen Daten Abstandsdaten einer Teilfläche der Oberfläche des Füllguts berechnet, dann kann auf einfache Weise in der Art eines Rasters jede Teilfläche berechnet und zu einem dreidimensionalen Bild der Oberfläche des Füllguts zusammengesetzt werden.

Um Messrauschen unterdrücken zu können, kann vorgesehen sein, dass die Recheneinheit einen Speicher aufweist, der mit der Rechenschaltung zur Übertragung von Daten über die Eigenschaften des Füllguts verbindet, wobei die Rechenschaltung in Abhängigkeit der Speicherdaten die vom empfangenen elektromagnetischen Signal abhängigen Daten glättet. Zu diesem Zweck können beispielsweise Vorkenntnisse zu maximalen Steigungen des schütffähigen Füllguts herangezogen werden, was beispielsweise nicht unwesentlich von der Körnung des Füllguts abhängig ist, um so die Genauigkeit der Berechnung der Oberfläche zu verbessern.

Weist das Gehäuse eine vor den Antennen vorgesehene, feuerfeste Schicht auf, durch die die Antennen senden und/oder empfangen, dann kann es möglich werden, dass mit konstruktiver Einfachheit die Antennen gegenüber den Widrigkeiten eines Hochofens geschützt werden können. Beispielsweise kann eine diese Schicht ausbildende feuerfeste Gehäuseseite die Antennen so gegenüber vergleichsweise hohen Temperaturbelastungen schützen, so dass hohe Standzeiten sowie auch nach längeren Betriebszeiten stets genaue Messergebnisse ermöglicht werden. Unter feuerfeste Materialien können insbesondere Werkstoffe verstanden werden, die eine Einsatztemperatur selbst über 600 °C standhalten können. Außerdem wird es durch die Erfindung möglich,

dass eine verminderte Anzahl an Öffnungen in eine Ofenwand bzw. in einen Ofendeckel eingebracht werden muss, weil mit einer Vorrichtung im wesentlichen die gesamte Oberfläche des Füllguts berechnet werden kann, was den konstruktiven Aufwand vermindert bzw. eine Beeinträchtigung der Stabilität des Hochofens vermeiden kann. Hinzu kommt, dass die Vorrichtung mit einem gemeinsamen Gehäuse auch einfach wartbar ist.

Um die Vorrichtung auch bei widrigen Umständen, wie diese in einem Hochofen vorherrschen, einsetzen zu können, kann vorgesehen sein, dass das Gehäuse eine vor den Antennen vorgesehene, feuerfeste Schicht, insbesondere Gehäusesseite, aufweist, und durch die die Antennen senden und/oder empfangen. Insbesondere hat sich Calciumsulfat oder Keramik als vorteilhaft herausgestellt, weil dieses neben einer reflexionsarmen bzw. radartransparenten Eigenschaft auch eine geringe Dämpfung der Radarsignale aufweisen.

Ist im Gehäuse ein Array an Antennen vorgesehen, dann kann die Apertur noch weiter erhöht werden. Auf konstruktiv einfache Weise kann hierfür beispielsweise ein MIMO, SIMO oder MISO Antennenarray verwendet werden. Insbesondere kann so durch eine erhöhte Anzahl an Antennen geschaffen werden, dass man sich im Nahfeld des Arrays befindet, um damit die Genauigkeit der Messung zu erhöhen. Zu diesem Zweck können die Antennen zueinander lediglich derart auf Abstand angeordnet sein, dass eine synthetische Apertur zur Nahfeldberechnung ermöglicht werden kann. Damit kann beispielsweise die Auswertung bzw. auch die Winkelauflösung verbessert werden. Außerdem kann mit dem Vorsehen von mehreren Antennen eine gegenüber Störeinflüssen robuste Vorrichtung geschaffen werden, weil durch die erhöhte Anzahl an virtuellen Antennen eine Verbesserung der Signal-Rauschabstände durch Mittelungseffekte eintreten kann.

Sind mindestens zwei unterschiedliche Abstandsweiten zwischen den Antennen vorgesehen, dann kann eine höhere Apertur der Antenneneinrichtung geschaffen werden, weil Überlappungen bei der Generierung der synthetischen

Apertur zwischen den relevanten Antennen vermindert werden können. Erhöhte Genauigkeiten in der Berechnung der Oberfläche des Füllguts können so ermöglicht werden.

Weisen wenigstens zwei Antennen zueinander geneigte Hauptabstrahlrichtungen auf, dann kann sowohl die Abstrahlcharakteristik der Radarvorrichtung eingestellt sowie ein verbesserter Empfang von Radarsignalen zur Erhöhung der Winkelauflösung verwendet werden. Außerdem kann durch die Anordnung der Antennen eine Ausblendung von Störsignalen (beispielsweise von Reflexionen der Behälterwand) ermöglicht werden, in dem diese Reflexionen von den Antennen nicht empfangen werden können.

Weist das Gehäuse eine Kühleinrichtung auf, so kann zusätzlich zur Wärmeisolation durch die feuerfeste Gehäuseseite auch für eine Kühlung der Antennen im Gehäuse gesorgt werden. Damit kann nicht nur ein standfester Betrieb der Radarvorrichtung erreicht, sondern es können damit auch temperaturbedingte Messabweichungen vermindert werden.

Weist das Gehäuse eine Reinigungseinrichtung auf, die mit wenigstens einer Düse auf die Außenseite der feuerfesten Gehäuseseite gerichtet ist, dann können Anbackungen auf der Gehäuseseite auf einfache Weise entfernt werden, ohne dass das Gehäuse zu Reinigungszwecken vom Ofen demontiert werden muss. Solche nun durch Anbackungen bedingte negative Einflüsse auf die Messung des Füllstands sind so hin zu vermeiden, sodass im Gegensatz zum Stand der Technik für eine gleichbleibende und damit genaue Messung der Füllstandmenge, und zwar auch bei längeren Betriebszeiten des Radars, gesorgt werden kann.

Das Gehäuse kann außen wenigstens teilweise eine Anbackung abweisende Beschichtung aufweisen, um damit eine vergleichsweise hohe Standfestigkeit der Vorrichtung gegenüber widrigen Umgebungseinflüssen gewährleisten zu können. Vorstellbar ist beispielsweise eine keramische Antihafbeschichtung,

die trotz hohen Umgebungstemperaturen wirkungsvoll Anbackungen reduzieren bzw. vermeiden können. Solch eine Beschichtung kann auch Nanopartikel zur Verbesserung der Antihafbeschichtung gegenüber Anbackungen und/oder Verzunderungen aufweisen.

Besonders vorteilhaft ist, wenn ein Hochofen mit einem Füllgut aufnehmenden Ofengehäuse und mit einer in eine Öffnung des Ofengehäuses eine eingesetzte Vorrichtung zur Berechnung der Oberfläche des Füllguts aufweist.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In den Figuren ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise anhand mehrerer Ausführungsbeispiele dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 eine teilweise aufgerissene Seitenansicht auf einen Behälter mit einer Vorrichtung zur Berechnung einer Oberfläche eines Füllguts eines Behälters,

Fig. 2 eine vergrößerte und abgerissene Seitenansicht der Fig. 1 mit einer aufgerissenen Vorrichtung nach einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 3 eine abgerissene Draufsicht nach III-III der Fig. 2 auf ein Array an Antennen,

Fig. 4 eine Seitenansicht auf eine alternative Anordnung der im Array angeordneten Antennen nach Fig. 3,

Fig. 5 eine vergrößerte und abgerissene Seitenansicht der Fig. 1 mit einer aufgerissenen Vorrichtung nach einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 6 eine vergrößerte und abgerissene Seitenansicht der Fig. 1 mit einer aufgerissenen Vorrichtung nach einem dritten Ausführungsbeispiel,

Fig. 7 eine vergrößerte und abgerissene Seitenansicht der Fig. 1 mit einer aufgerissenen Vorrichtung nach einem vierten Ausführungsbeispiel,

Fig. 8 eine schematische Ansicht der Vorrichtungen nach den Fig. 2, 5, 6, und 7 und

Fig. 9 eine schematische Darstellung der Rasterung der Oberfläche des Füllguts in Teilflächen.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Nach Fig. 1 wird beispielsweise eine Anordnung einer Vorrichtung 1 zum Senden von als Radarsignale 1' bzw. 1'' ausgebildete elektromagnetische Signalen in einem als Hochofen ausgeführten Behälter 2 gezeigt. Der Behälter 2 weist einen Füllstand 3 an Füllgut 4 bzw. Möller auf. Um nun die Oberfläche 3' des Füllguts 4 und/oder den Füllstand 3 berechnen zu können, ist im Ofendeckel 5 eine Öffnung 6 vorgesehen, durch die die Vorrichtung 1 in das Innere des Behälters 2 mit seinem Gehäuse 7 ragt, was der Fig. 2 besser entnommen werden kann. Auf Grundlage der von der auf die in Fig. 1 verwendete Vorrichtung 1 gesendeten und empfangen Radarsignalen 1' bzw. 1'', die unter anderem auch vom Möller 4 reflektiert werden, kann nun die Berechnung durchgeführt werden. Weiters weist der Behälter 2 Leitungen 8 für ein nicht näher dargestelltes Gichtgas auf.

Gemäß Fig. 2 wird eine vergrößerte Seitensicht auf eine aufgerissene Vorrichtung 1 nach einem ersten Ausführungsbeispiel beispielsweise gezeigt. Die auf die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung 1 weist mehrere Antennen 9 auf, die zum Senden und zum Empfangen von Radarsignalen 1', 1'' ausgebildet sind. Des Weiteren ist eine Recheneinheit 10 vorgesehen, die Daten über eine Datenverbindung 11 von den Antennen 9 empfängt, wobei die Daten sich auf den gesendeten und empfangenen Radarsignalen 1', 1'' begründen bzw. davon abhängig sind. Um für kompakte Konstruktionsverhältnisse zu sorgen, sind die Antennen 9 eng nebeneinander anordnet was bei einem Senden von Radarsignalen 1' auf die gesamt zu berechnende Oberfläche 3' des Füllguts 4 für erhebliche Reflexionsprobleme durch die Behälterseitenwand sorgt. Um diese Probleme vermeiden zu können wird erfindungsgemäße eine besondere Konstruktion bzw. ein besonderes Verfahren verwendet, was in der Figurenbeschreibung nach Fig. 8 und 9 näher erläutert wird. Vorteilhafter Weise können so die Antennen 9 in einem gemeinsamen Gehäuse 7 vorgesehen werden, welches Gehäuse 7 dann über einen Flansch 12 am Ofendeckel 5 befestigt

werden kann. Außerdem können so die Antennen 9 über ein gemeinsames Gehäuse 7 auf einfache konstruktive Weise gegenüber Hitze- und Staubbelastungen geschützt werden, was dadurch verbessert werden kann, wenn das in den Behälter 2 vorstehende Gehäuse 7 eine vor den Antennen 9 angeordnete feuerfeste Schicht in Form einer Gehäusesseite 13 aufweist. Solch eine feuerfeste Gehäusesseite 13 kann beispielsweise ein feuerfestes Plattenmaterial 14 oder eine feuerfeste Beschichtung darstellen. Wie in Fig. 2 dargestellt, ist auf der einen Stirnseite des zylinderförmigen Gehäusemantels ein feuerfestes Plattenmaterial 14 aufgesetzt, was die feuerfeste Gehäusesseite 13 schafft. Das Material 14 der Gehäusesseite 13 muss dann nur derart gewählt werden, dass die dahinter vorgesehenen Antennen 9 auf einfache Weise durch diese feuerfeste Gehäusesseite 13 senden bzw. empfangen können.

Um nun die Antennen 9 je nach gewählter Sende- bzw. Empfangsfunktion betreiben zu können, ist eine Ansteuerschaltung 15 vorgesehen, die mit den Antennen elektrisch verbunden ist. Eine derartige Ansteuerschaltung 15 wird oftmals auch als Radarmodul bezeichnet. Zu diesem Zweck sind die als Patchantennen ausgeführten Antennen 9 auf einer Leitungsträger 16 vorgesehen, über welchen Leitungsträger 16 eine nicht näher dargestellte elektrische Verbindung zwischen der Ansteuerschaltung 15 und den Antennen 9 besteht. In dem nach Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel zu einer Radarvorrichtung 1 ist die Recheneinheit 10 außerhalb des Gehäuses 7 vorgesehen, um damit die Recheneinheit 10 gegenüber eventuellen Hitzebelastungen zu schützen. Um verminderte Kopplungs- und Dämpfungseffekte zwischen der Ansteuerschaltung 15 bzw. der Elektronik und den Antennen 9 zu ermöglichen, ist gemäß der Radarvorrichtung 1 nach Fig. 2 die Ansteuerschaltung 15 nahe an den Patchantennen angeordnet.

Für eine geringe bzw. gleichbleibende Temperaturbelastung sorgt eine in Fig. 2 schematisch dargestellte Kühlvorrichtung 17, die mit einer Zu- und/oder Ableitung 18 und einem Spühkopf 29 den vom Gehäuse 7 umfassten Raum mit

nicht näher dargestellten Kühlmittel, insbesondere Kühlflüssigkeit, beaufschlagen kann.

Außerdem ist eine Reinigungseinrichtung 20 vorgesehen, die mit wenigstens einer Düse 21 auf die Außenseite der feuerfesten Gehäuseseite 13 gerichtet ist. Damit können auf einfache Weise eventuelle Anbackungen auf dieser Gehäuseseite 13 entfernt werden. Die Düse 21 kann über eine Düsenleitung 22, die durch den Flansch 12 des Gehäuses 7 verläuft, mit einer Spülung 23 beaufschlagt werden. Über dem Flansch 12 vorstehende Anschlüsse 24, 25 können die Düsenleitung 22 bzw. die Zu- und/oder Ableitung 18 mit anderen Verbindungsleitungen, die nicht näher dargestellt sind, verbunden werden.

Nach Fig. 3 ist eine aufgerissene Schnittansicht auf die im Wesentlichen ebene Anordnung der Antennen 9 dargestellt. Diese als Patchantennen ausgeführten Antennen 9 sind in einem Array in der Art einer Gruppenantenne angeordnet, wodurch die Apertur noch weiter verbessert werden kann. Über Verbindungsleitungen 26 des Leitungsträgers 16 sind die Antennen 9 mit der nicht dargestellten Ansteuerschaltung 15 verbunden, wobei die Verbindungsleitungen 26 als Bus vereinfacht als eine Leitung dargestellt worden sind.

Eine weitere Anordnung der Antennen 9 ist nach Fig. 4 dargestellt. Hier sind die Antennen 9 auf einem Leitungsträger 16 nebeneinander angeordnet, der zwei zueinander senkrecht verlaufende Teile aufweist. Es sind daher wenigstens zwei Antennen 9 zueinander mit deren Hauptabstrahlrichtungen 40, 41 geneigt angeordnet, was für eine verbesserte Auflösung bei einer Messung des Füllstands 3 sorgen kann. Die Antennen 9 auf dem jeweiligen Teil des Leitungsträgers 16 können jedoch auch, wie in Fig. 3 gezeigt, in einem Array nebeneinander angeordnet sein.

Im Gegensatz zu der nach Fig. 2 dargestellten Radarvorrichtung 1 ist bei der nach Fig. 5 dargestellten zweiten Ausführungsform die Ansteuerschaltung 15

außerhalb des Gehäuses 7 vorgesehen, wodurch Einflüsse des Behälters 2 auf die Ansteuerschaltung 15 vermindert werden können.

Dem nach Fig. 6 dargestellten dritten Ausführungsbeispiel kann entnommen werden, das als Antennen 9 Hornantennen verwendet werden, wodurch sich auch dieses Ausführungsbeispiel im Wesentlichen vom Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 unterscheidet.

Gemäß dem zuletzt nach Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel ist zum Unterschied zum Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 die veränderte Lage der Ansteuerschaltung 15 zu entnehmen. Diese ist ähnlich zum Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 außerhalb des Gehäuses 7 angeordnet.

Es versteht sich von selbst, dass alle nach den Figuren 5 bis 7 dargestellten Ausführungsbeispiele auch eine Anordnung deren Antennen gemäß den Figuren 3 und 4 aufweisen können.

Nach Fig. 8 wird beispielsweise eine schematische Ansicht der Vorrichtungen nach den Fig. 2, 5, 6, und 7 gezeigt, anhand der das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert wird. So weist die Vorrichtung 1 zur Berechnung einer Oberfläche 3' eines Füllguts 4 eines Behälters 2 eine Antenneneinrichtung 27 auf, die mehrere Antennen 9 zum Senden und Empfangen von Radarsignalen 1' bzw. 1'' aufweist. Die Antennen 9 sind in einem gemeinsamen Gehäuse 7 angeordnet, wie bereits in den anderen Figuren dargestellt. Wie in Fig. 9 zu entnehmen, reflektieren sich die gesendeten Radarsignale 1' an zumindest zwei verschiedenen Teilbereichen A1 und A2 der Füllgutoberfläche 3'. Mit der Antenneneinrichtung 27 ist eine Recheneinrichtung 28 verbunden, die dann zur Berechnung der Oberfläche 3' des Füllguts 4 aus den, wenigstens von den gesendeten und empfangen elektromagnetischen Signalen 1', 1'' abhängigen Daten 29 durchführt. Die Daten 29 sind in einem Speicher 30 vorgesehen, wobei die Recheneinheit 10 auf den Speicher 20 zugreifen kann. Um nun gegenüber bekannten Vorrichtungen trotz geringster Abmessungen der Vorrichtung 1 eine

vergleichsweise hohe Genauigkeit in der Berechnung der Oberfläche 3' des Füllguts 4 und/oder des Füllstands 3 ermöglichen zu können, sendet die Antenneneinrichtung 27 Radarsignale 1' je auf alle Teilbereiche A1 bis AN der zu bestimmenden Füllgutoberfläche 3", was der Fig. 9 besser entnommen werden kann. Die Radarsignale 1' reflektieren sich so an den Teilbereichen A1 bis AN, wonach dann die reflektierten Signale 1" wieder empfangen werden. Um für eine hohe Winkelauflösung und Verringerung von Störeinflüssen zu sorgen, bildet die Antenneneinrichtung eine synthetische Apertur aus, was in Fig. 8 näher erläutert wird. Zu diesem Zweck weist die Vorrichtung 1 eine mit den Antennen 9 verbundene Steuereinrichtung 31 auf, die die Antennen zur Bildung einer synthetischen Apertur ansteuert. So ist in Fig. 8 zu erkennen, dass die Steuereinrichtung 31 eine Verbindung zwischen Sender 32 und Antenne 9' herstellt, um ein Radarsignal 1' zu senden. Als Steuereinrichtung 31 kann alternativ auch die Recheneinheit 10 verwendet werden. Der Sender 32 wird beispielsweise von einem Signalgenerator 33 für eine rampenförmige Frequenzmodulation angesteuert. Im Gegensatz zum Sendepfad ist die Antenne 9" mit dem Empfänger 33 verbunden, um so das reflektierte Radarsignal 1" empfangen zu können. Das reflektierte Radarsignal 1" wird weiter einem Mischer 35 zugeführt. Anhand der Mischung des reflektierten Hochfrequenzsignals wird durch Mischung mit dem Lokaloszillatorsignal das Zwischenfrequenzsignal generiert, dass dann einer Analog-Digital Wandlung mit Hilfe eines AD-Konverter 36 unterworfen wird, um so zur digitalen Speicherung in den Daten 29 dienen zu können. Mit veränderter Ansteuerung der Antennen 9 kann nun durch die Steuereinrichtung 31 eine synthetische Apertur der Antenneneinrichtung 27 ermöglicht werden. Dies ist beispielsweise möglich in dem anstatt der Empfangsantenne 9" eine andere Antennen 9 für den Empfang angesteuert wird. Ebenso ist vorstellbar, dass eine Sendeantenne 9' ein Signal 1' sendet und die anderen Antennen 9 allesamt als Empfangsantennen 9" verwendet werden, so dass für eine Teilfläche A1 eine Vielzahl an empfangenen Signaldaten zur Berechnung zur Verfügung stehen. Außerdem können eine Vielzahl an parallelen Sendeteilen und Empfangsteilen für je eine Antenne 9 vorgesehen sein, was an der Punktierung in Fig. 8 angedeutet ist.

Im allgemeinen kann so erfindungsgemäß eine Art Fokussierung bzw. eine Art Empfangskeule auf die gewünschten Teilflächen berechnet werden, deren Daten für eine genaue Oberflächenberechnung sorgen können, wenn dabei eine synthetische Apertur berücksichtigt wird. Insbesondere wenn von einem Array an Antennen 9 eine Vielzahl an empfangenen elektromagnetischen Signalen 1" für die Berechnung zur Verfügung steht, wie beispielsweise bei einem MIOMO Array, kann so über den Versatz der Antennen für eine besonders hohe Genauigkeit in der Berechnung der Teilflächen A1 bis AN gesorgt werden. Dies ist gerade für eine Verwendung der Vorrichtung 1 in einem Hochofen von Vorteil, weil so trotz des dabei zu erwartenden hohen Reflexionsanteils in den empfangenen Signalen 1" dennoch ein stabiles Verfahren mit einer vergleichsweise hohen Auflösung ermöglicht werden kann. Hinzu kommt, dass durch diese Auflösung besondere Verfahrensbedingungen bei der Berechnung des Randbereichs geschaffen werden können. So ist es nämlich nun möglich, über andere berechnete Teilbereiche Störungen aufgrund von Reflexionen im Randbereich entgegenzuwirken, in dem mit einer Abschätzung des Verlaufs des Füllguts auf Basis der bekannten anderen Teilbereiche Störungen verbessert erkannt werden können.

Eine Darstellung der Rasterung der Oberfläche des Füllguts in Teilflächen ist beispielsweise der Fig. 9 zu entnehmen. Mit Hilfe der in Fig. 8 dargestellten Rasterschaltung 37 der Recheneinheit 28 wird der Raumwinkel, insbesondere Azimut β und/oder Höhenwinkel ε , verändert, um die Teilflächen A1 bis AN aus den vom elektromagnetischen Signal abhängigen Daten berechnen zu können. Dafür verbindet die Rasterschaltung 37 mit der Rechenschaltung 10 der Recheneinheit 28 zur Veränderung wenigstens eines Raumwinkels, wobei dabei auch Abstandsdaten einer Teilfläche A1 bis AN der Oberfläche 3' des Füllguts 4 berechnet werden können. Außerdem weist die Recheneinheit 28 einen Speicher 38 auf, der mit der Recheneinheit 28 zur Übertragung von Daten 39 über die Eigenschaften des Füllguts 4 verbindet. Daher kann die Rechenschaltung 10 in Abhängigkeit der Speicherdaten 39 die vom empfangenen elektromag-

netischen Signal abhängigen Daten 29 glätten. Über die zu jeder Teilfläche A1 bis AN ermittelten Abstände zu den jeweiligen Punkten P kann außerdem auf einfache Weise der Füllstand 3 eines Behälters 2 berechnet werden.

Weiters ist in der Fig. 2 beispielsweise für alle Ausführungsbeispiele das Gehäuse 7 außen mit einer Beschichtung 42 versehen, die eine Anbackung oder eine Verzunderung am Gehäuse 7 abweisen bzw. verhindern kann. Um hohen Temperatureinflüssen standhalten zu können, ist dafür eine keramische Antihaftbeschichtung denkbar.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Berechnung einer Oberfläche (3') eines Füllguts (4) eines Behälters (2) bei dem mit Hilfe einer, mehrere in einem gemeinsamen Gehäuse (7) angeordnete Antennen (9) aufweisenden Antenneneinrichtung (27) sowohl wenigstens zwei elektromagnetische Signale (1'), insbesondere Radarsignale, auf das Füllgut (4) gesendet werden, welche Signale sich an Teilbereichen (A1 bis AN) der Füllgutoberfläche (3') reflektieren, als auch reflektierte Signale (1'') empfangen werden, und bei dem aus wenigstens den, von den gesendeten und empfangen elektromagnetischen Signalen (1, 1'') abhängigen Daten (29) die Oberfläche (3') des Füllguts (4) berechnet wird, dadurch gekennzeichnet, dass mit der, über die Antennen (9) eine synthetische Apertur ausbildenden Antenneneinrichtung (27) elektromagnetische Signale (1') gesendet werden, die sich je im Wesentlichen an allen Teilbereichen (A1 bis AN) der zu berechnenden Oberfläche (3') des Füllguts (4) reflektieren.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche (3') des Füllguts (4) im Wesentlichen aus Teilflächen (A1 bis AN) berechnet wird, die aus wenigstens den Daten (29) unter Berücksichtigung wenigstens einer, zwischen den Teilflächen (A1 bis AN) verschiedenen Raumwinkelgröße (β und/oder ε) bestimmt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Berechnung der Oberfläche (3') des Füllguts (4) elektromagnetische Signale (1', 1'') von allen Antennen (9) verwendet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass nacheinander gleiche oder zumindest teilweise orthogonal verschiedene elektromagnetische Signale (1', 1'') gesendet werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass für die Berechnung der Oberfläche (3') des Füllguts (4) die Zwischenflächen (Z1 bis ZN) zwischen den berechneten Teilflächen (A1 bis AN) anhand der Daten zu den berechneten Teilflächen (A1 bis AN) interpoliert werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass unter Berücksichtigung bekannter physikalischer Eigenschaften des Füllguts (4), insbesondere die maximale Steigung der Oberfläche (3') des Füllguts (4), die von den gesendeten und empfangen elektromagnetischen Signalen (1, 1') abhängigen Daten (29) geglättet werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Antennen (9) durch eine feuerfeste, insbesondere gemeinsame Gehäusewand (13) senden und/oder empfangen.
8. Verwendung einer Antenneneinrichtung mit mehreren, in einem gemeinsamen Gehäuse (7) angeordneten Antennen (9), insbesondere Radarantennen, zur Berechnung einer Oberfläche (3') eines Füllguts (4) eines Behälters, wobei die Antennen (9) der Antenneneinrichtung (27) eine synthetische Apertur zur Verbesserung der Winkelauflösung und Unterdrückung von Störsignalen ausbilden.
9. Verwendung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass für die Antennen (9) ein Array an Antennen, insbesondere in MIMO, SIMO oder MISO Anordnung, zur Bildung einer synthetischen Apertur bei einem Hochofen zur Berechnung der Oberfläche (3') des Füllstands (3) eines Hochofens verwendet wird.
10. Vorrichtung (1) zur Berechnung einer Oberfläche (3') eines Füllguts (4) eines Behälters (7) mit einer Antenneneinrichtung (27), die mehrere, insbesondere nebeneinander in einem Gehäuse (7) angeordnete Antennen (9) zum Senden und Empfangen von elektromagnetischen Signalen (1', 1''), insbesondere Radarsignalen, aufweist, die an zumindest zwei verschiedenen Teilberei-

chen (A1 und A2) der Füllgutoberfläche (3') reflektieren, und mit einer mit der Antenneneinrichtung (27) verbundenen Recheneinrichtung (28) zur Berechnung der Oberfläche (3') des Füllguts (4) aus den, wenigstens von den gesendeten und empfangen elektromagnetischen Signalen (1', 1'') abhängigen Daten (29), dadurch gekennzeichnet, dass die Antenneneinrichtung (27) sich je im wesentlichen an allen Teilbereichen (A1 bis AN) der zu bestimmenden Füllgutoberfläche (3') reflektierende, elektromagnetische Signale (1') sendet, wobei die Vorrichtung (1) eine mit den Antennen (9) verbundene Steuereinrichtung (31) aufweist, die die Antennen (9) zur Bildung einer synthetischen Apertur ansteuert.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Recheneinheit (28) eine Rasterschaltung (27) aufweist, die mit der Rechenschaltung (10) der Recheneinheit (28) zur Veränderung wenigstens einer Raumwinkelgröße (β und/oder ϵ) verbindet, wobei die Rechenschaltung (28) in Abhängigkeit von Raumwinkeln (β und/oder ϵ) aus den vom elektromagnetischen Signal (1', 1'') abhängigen Daten (29) Abstandsdaten einer Teilfläche (A1 bis AN) der Oberfläche (3') des Füllguts (4) berechnet.

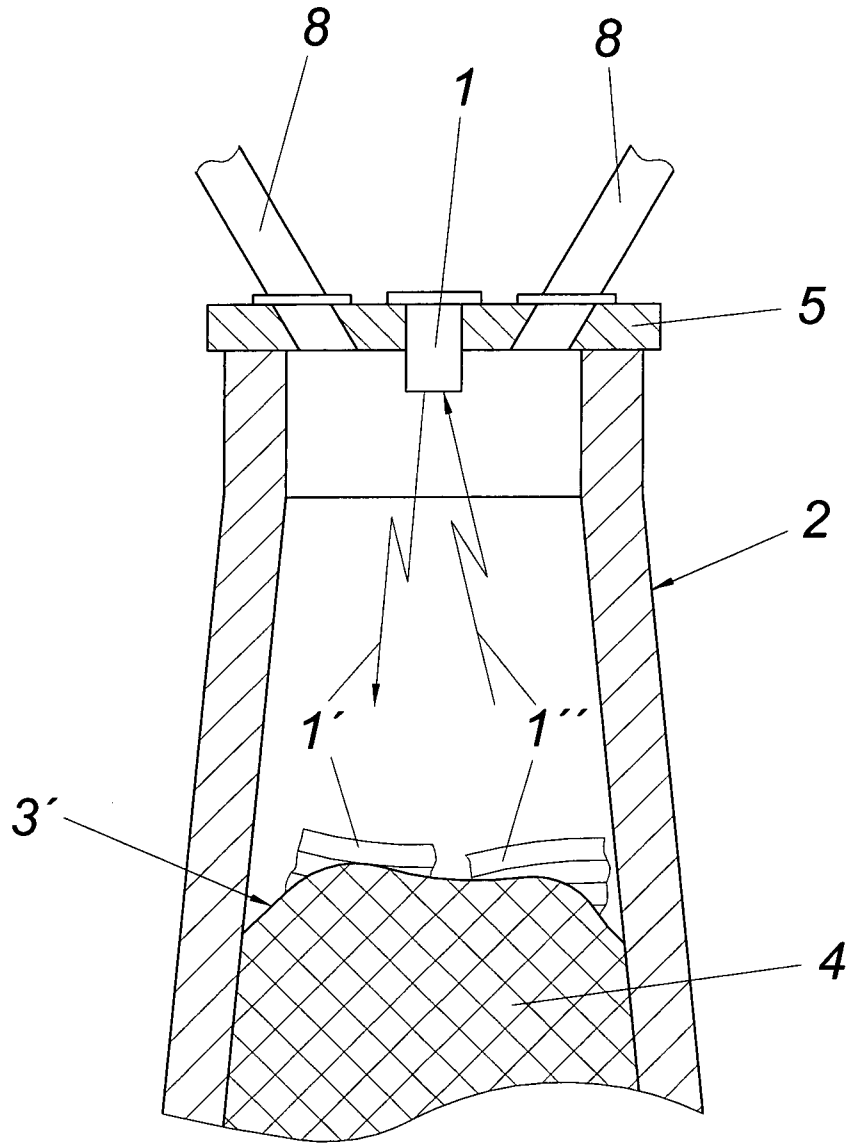
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Recheneinheit einen Speicher (38) aufweist, der mit der Rechenschaltung (10) zur Übertragung von Daten (39) über die Eigenschaften des Füllguts (4) verbindet, wobei die Rechenschaltung (10) in Abhängigkeit der Speicherdaten (39) die vom empfangen elektromagnetischen Signal (1', 1'') abhängigen Daten glättet.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10, 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (7) eine vor den Antennen (9) vorgesehene, feuerfeste Schicht, insbesondere Gehäusesseite (13), aufweist, die insbesondere Calciumsulfat für eine geringe Dämpfung aufweist und durch die die Antennen (9) senden und/oder empfangen.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei unterschiedliche Abstandsweiten (a, b) zwischen den Antennen (9) vorgesehen sind.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Array an Antennen (9), insbesondere ein MIMO, SIMO oder MISO Antennenarray, im Gehäuse (7) vorgesehen ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Antennen (9) zueinander geneigte Hauptabstrahlrichtungen (40, 41) aufweisen.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (7) eine Kühleinrichtung (17) aufweist.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass eine Reinigungseinrichtung (20) vorgesehen ist, die mit wenigstens einer Düse (21) auf die Außenseite der feuerfesten Gehäuseseite (13) gerichtet ist.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (7) außen wenigstens teilweise eine Anbackung abweisende Beschichtung (42), beispielsweise eine keramische Antihafbeschichtung, aufweist.
20. Hochofen (2) mit einem Füllgut aufnehmenden Ofengehäuse (5) und mit einer in eine Öffnung des Ofengehäuses (5) eingesetzten Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 19.

1/8

FIG. 1



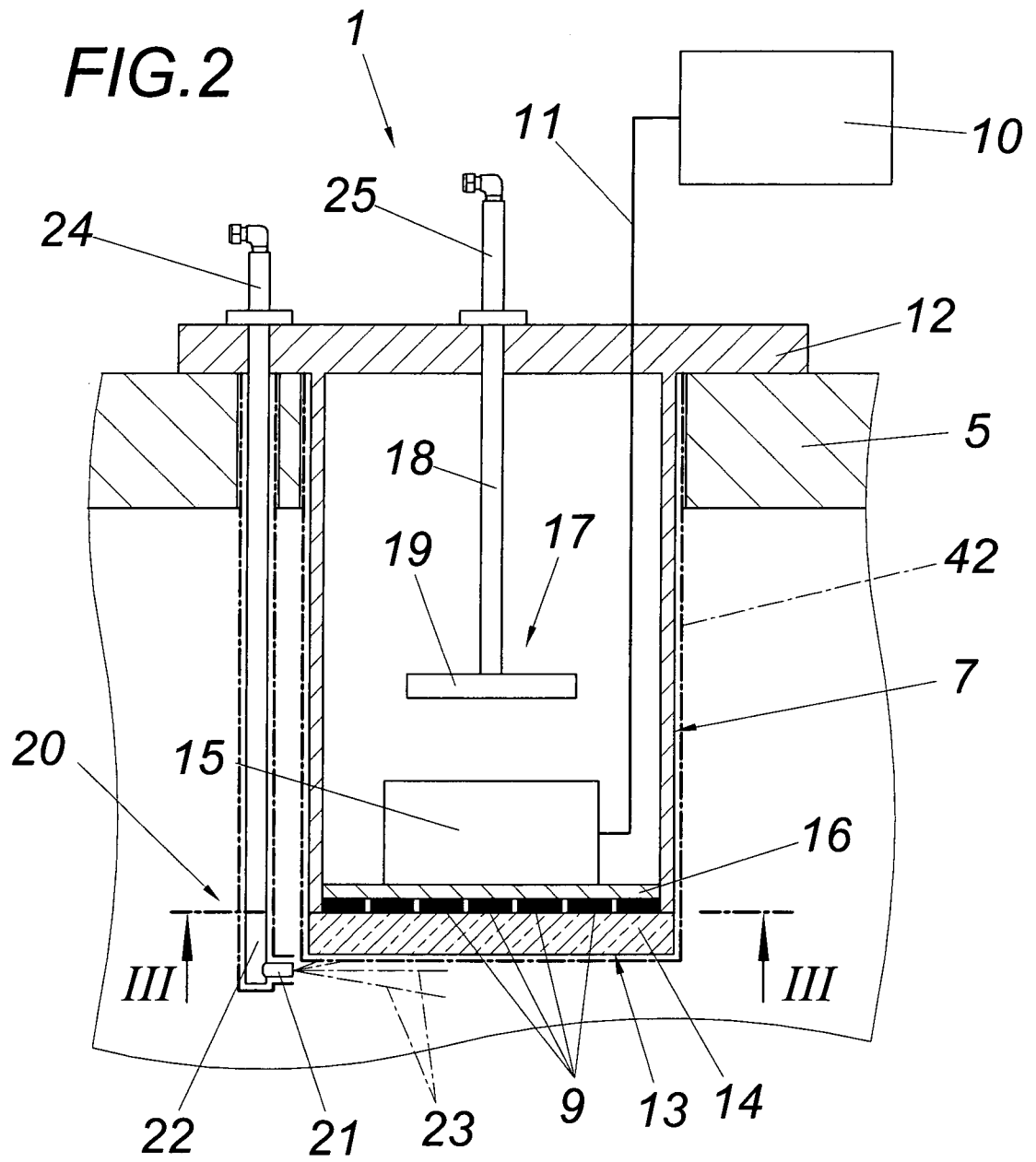


FIG.3

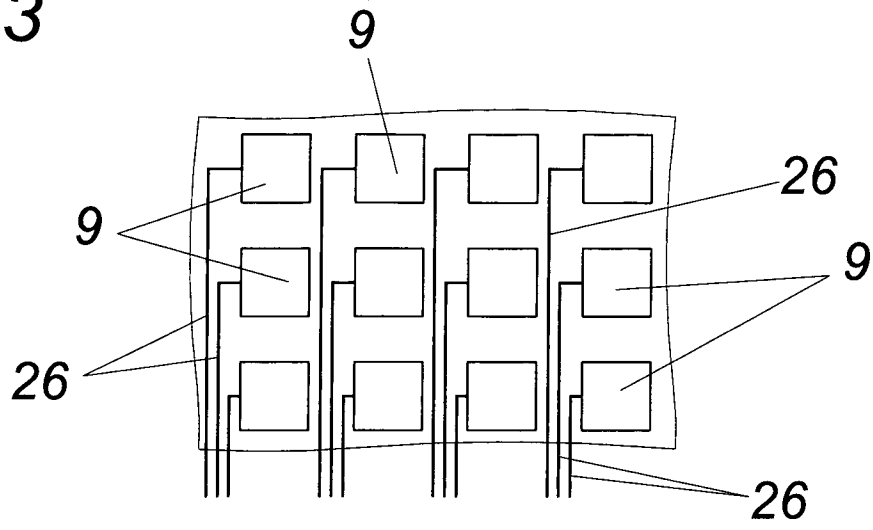


FIG.4

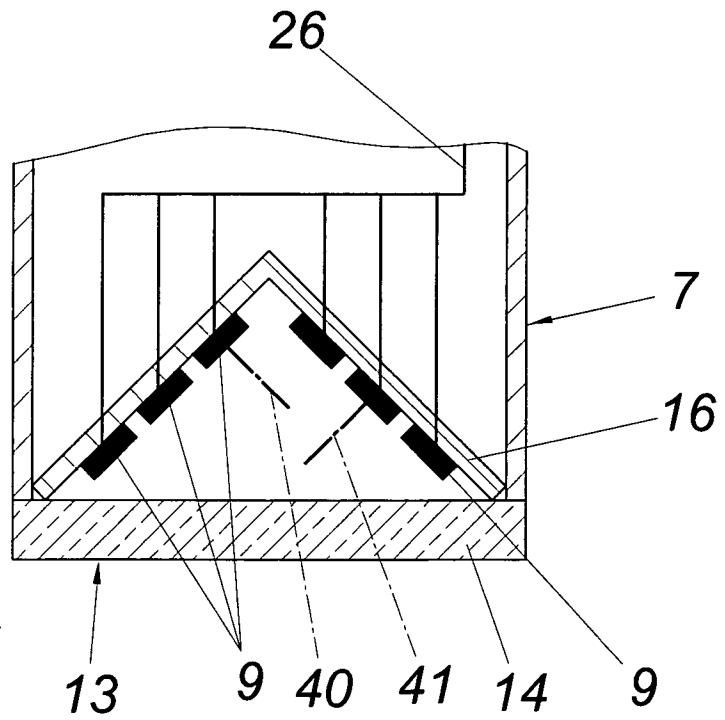


FIG.5

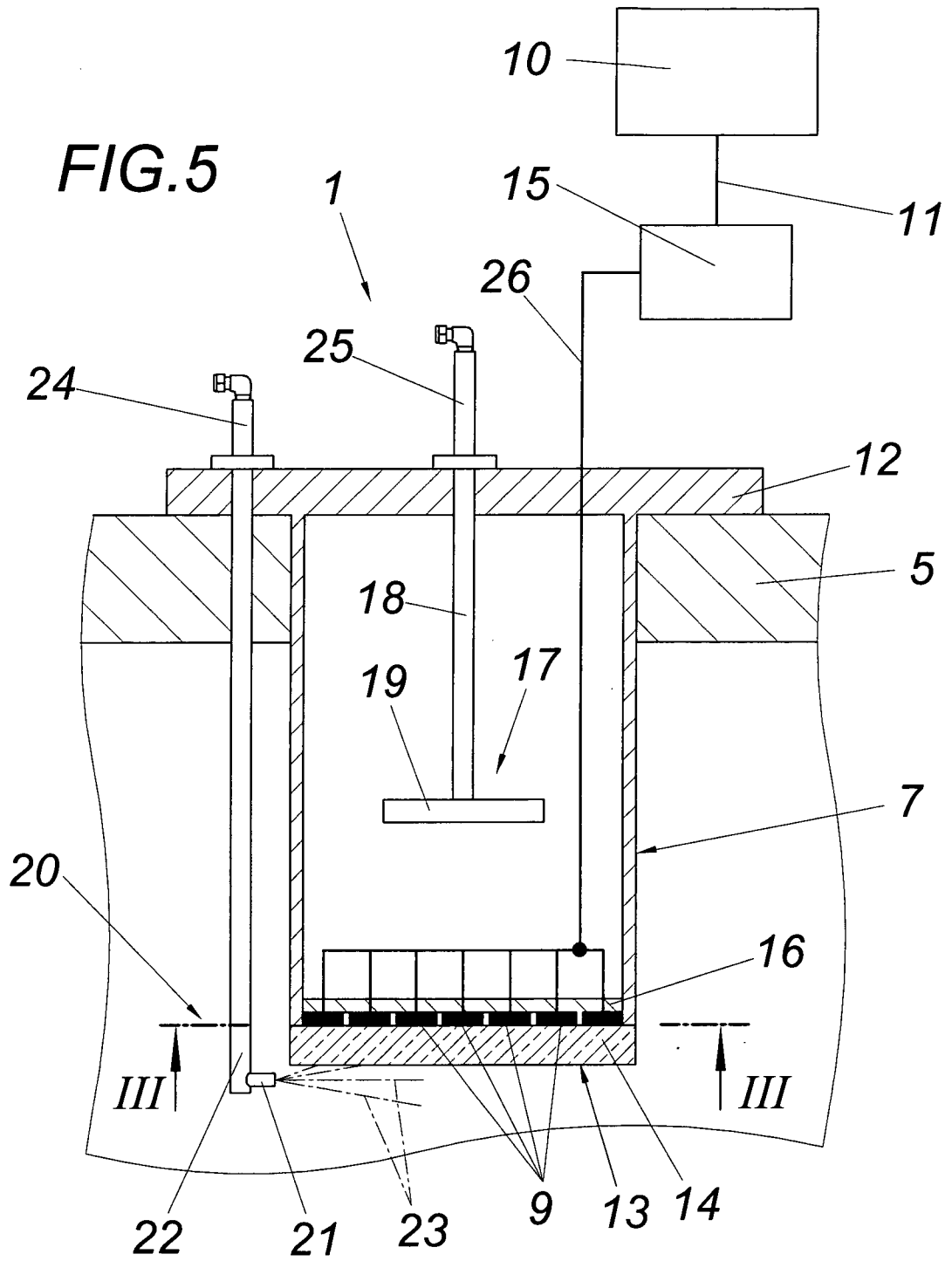
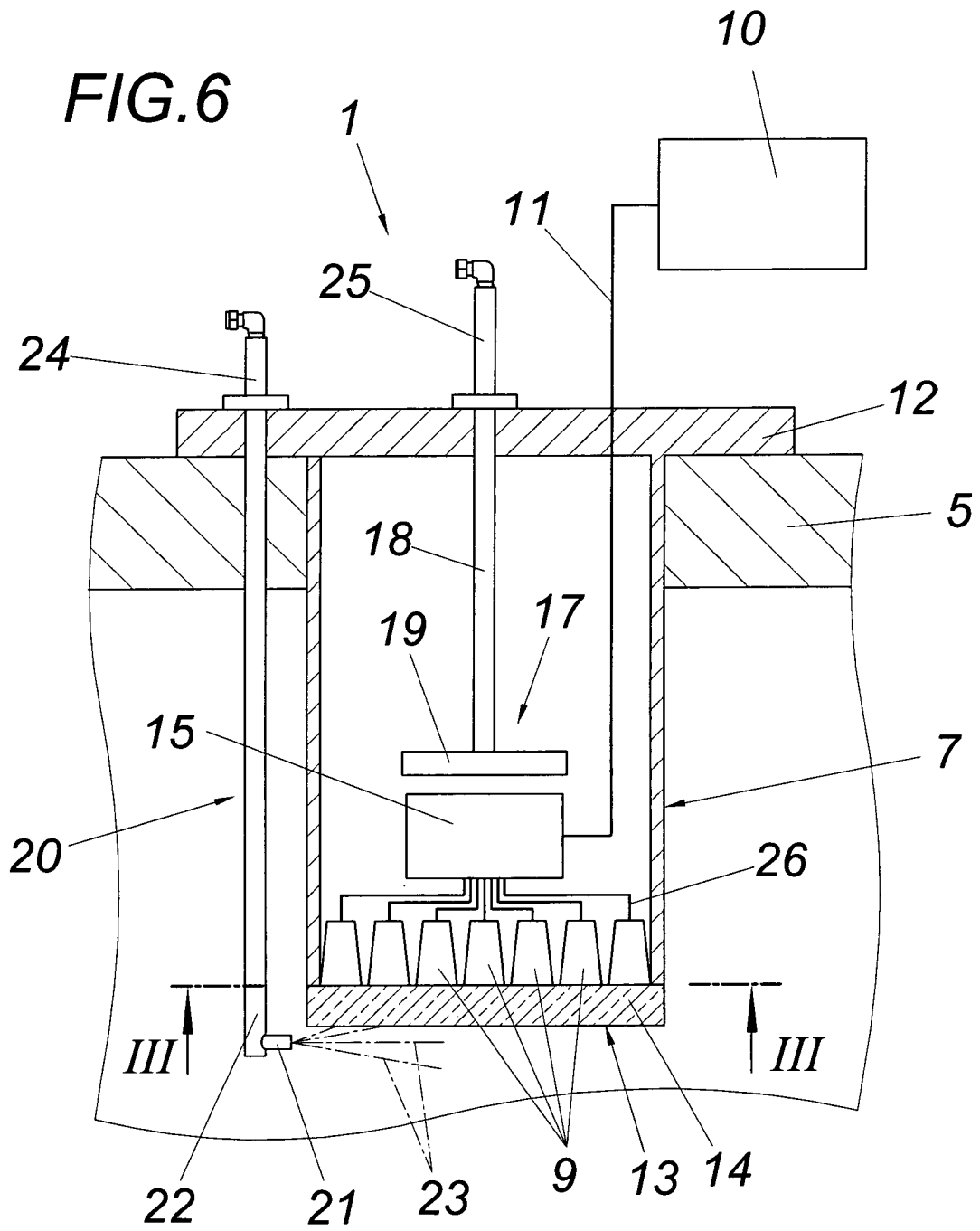


FIG.6



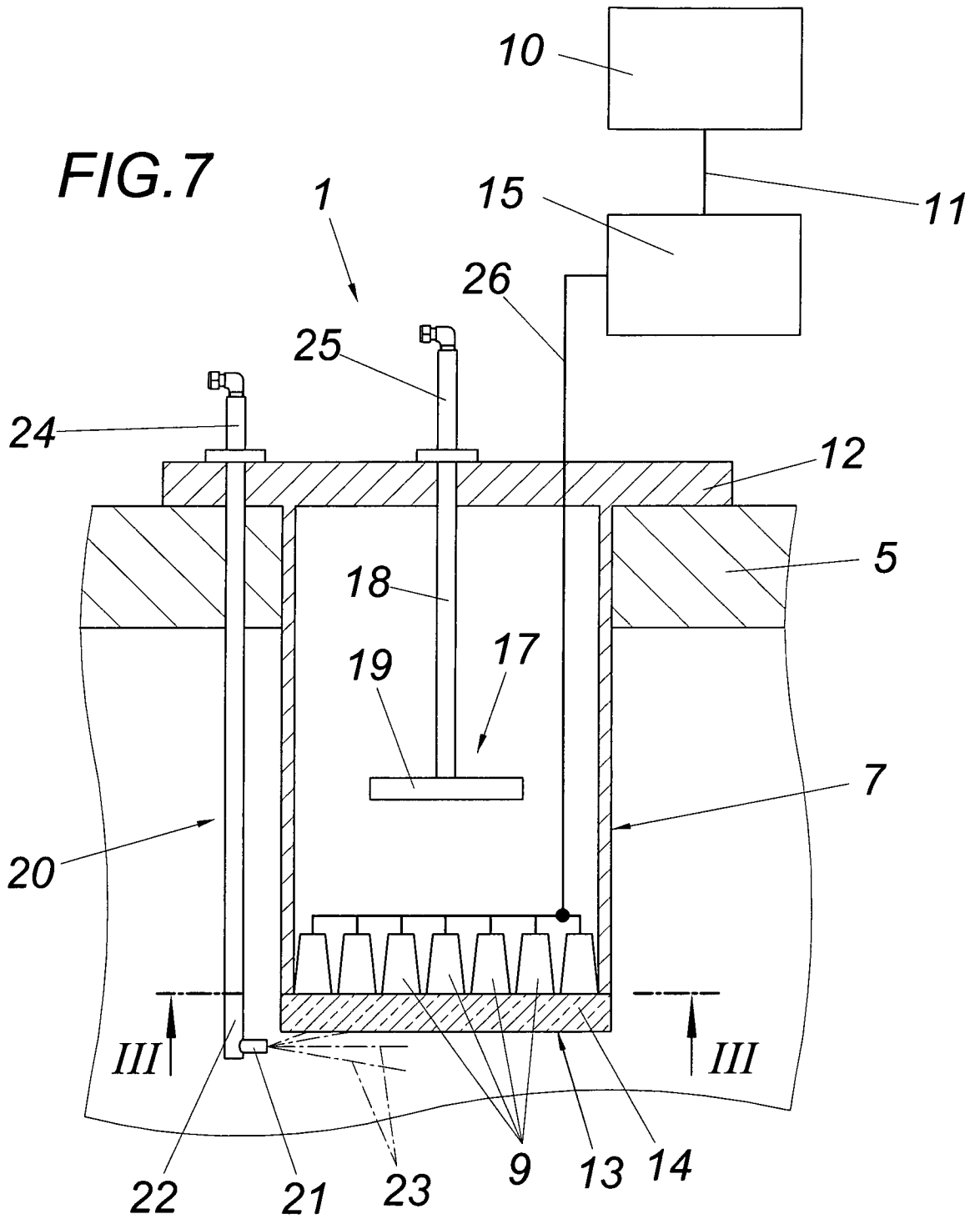


FIG.8

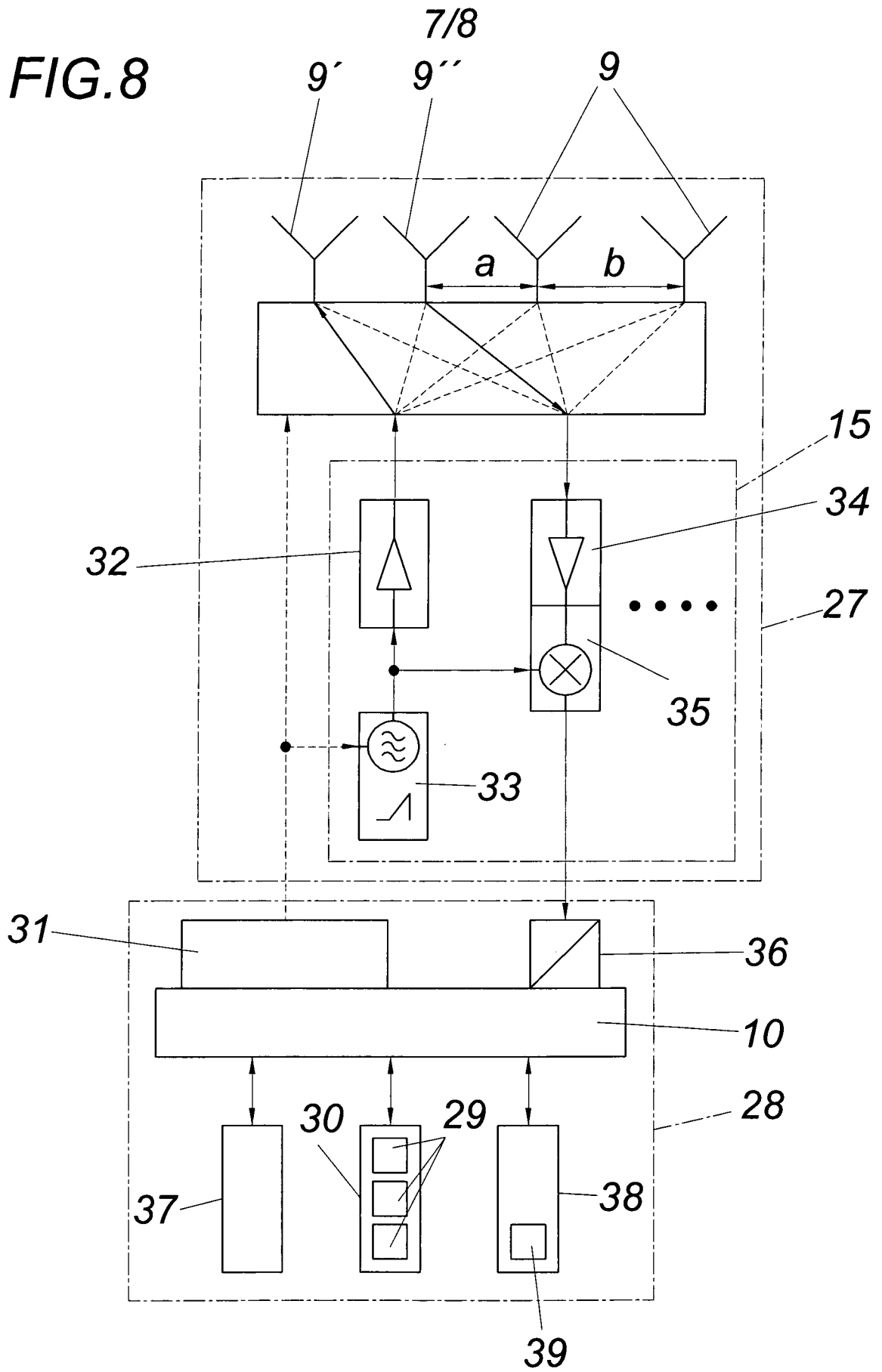
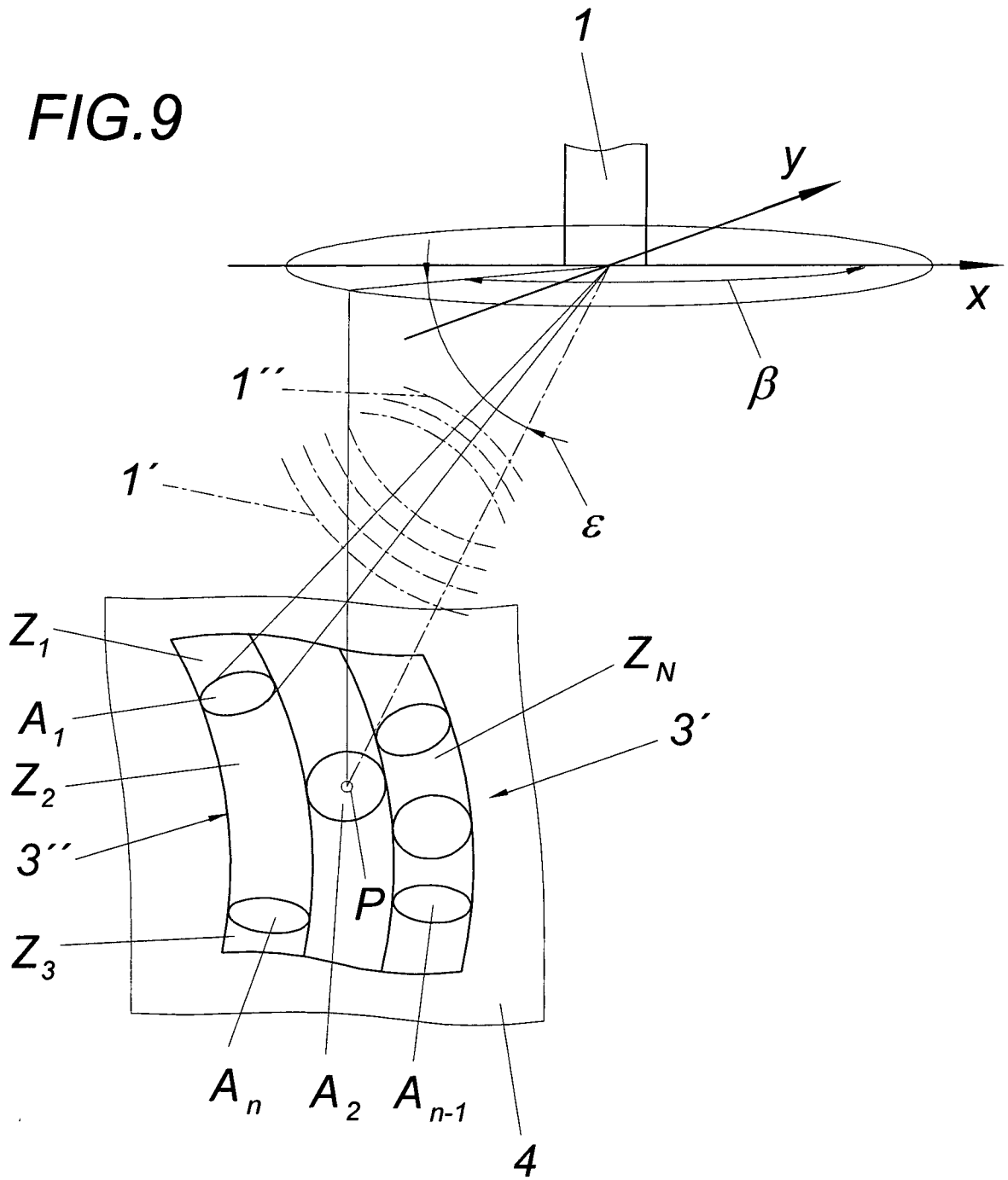


FIG.9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2010/000219

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01B15/04 G01F23/284
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01B G01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01/60718 A2 (BINTECH LLLP [US]; FROMME GUY A [US]; CONNER TIMOTHY O [US]; GUTOW DAV) 23 August 2001 (2001-08-23) page 97, line 1 - page 102, line 16; figures 18K-21	1-20
X	EP 1 701 142 A2 (KROHNE SA [FR]) 13 September 2006 (2006-09-13) Absatz [0015] - Absatz [0020], Abbildungen 1-7, Ansprüche 1-8	1-20
A	US 2004/119636 A1 (EDVARDSSON KURT OLOV [SE] ET AL) 24 June 2004 (2004-06-24) the whole document	1-20
A	US 2007/279309 A1 (SCHULTHEISS DANIEL [DE] ET AL) 6 December 2007 (2007-12-06) the whole document	1-20

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

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

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

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 September 2010

Date of mailing of the international search report

15/09/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Malcoci, Andrei

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/AT2010/000219

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0160718	A2	23-08-2001	AU. 3705301 A CA 2402379 A1	27-08-2001 23-08-2001
EP 1701142	A2	13-09-2006	DE 102005011686 A1 US 2006201246 A1	14-09-2006 14-09-2006
US 2004119636	A1	24-06-2004	NONE	
US 2007279309	A1	06-12-2007	CN 101438458 A DE 102006019688 A1 EP 2011186 A1 WO 2007124860 A1	20-05-2009 15-11-2007 07-01-2009 08-11-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2010/000219

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01B15/04 G01F23/284 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01B G01F		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 01/60718 A2 (BINTECH LLLP [US]; FROMME GUY A [US]; CONNER TIMOTHY O [US]; GUTOW DAV) 23. August 2001 (2001-08-23) Seite 97, Zeile 1 - Seite 102, Zeile 16; Abbildungen 18K-21	1-20
X	EP 1 701 142 A2 (KROHNE SA [FR]) 13. September 2006 (2006-09-13) Absatz [0015] - Absatz [0020], Abbildungen 1-7, Ansprüche 1-8	1-20
A	US 2004/119636 A1 (EDVARDSSON KURT OLOV [SE] ET AL) 24. Juni 2004 (2004-06-24) das ganze Dokument	1-20
A	US 2007/279309 A1 (SCHULTHEISS DANIEL [DE] ET AL) 6. Dezember 2007 (2007-12-06) das ganze Dokument	1-20
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist		"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)		"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht		"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 8. September 2010		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 15/09/2010
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Malcoci, Andrei

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2010/000219

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0160718	A2	23-08-2001	AU 3705301 A CA 2402379 A1	27-08-2001 23-08-2001
EP 1701142	A2	13-09-2006	DE 102005011686 A1 US 2006201246 A1	14-09-2006 14-09-2006
US 2004119636	A1	24-06-2004	KEINE	
US 2007279309	A1	06-12-2007	CN 101438458 A DE 102006019688 A1 EP 2011186 A1 WO 2007124860 A1	20-05-2009 15-11-2007 07-01-2009 08-11-2007