

(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
3. Juli 2014 (03.07.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/102011 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B07C 5/344 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/003920
- (22) Internationales Anmeldedatum:
27. Dezember 2013 (27.12.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2012 025 209.9
28. Dezember 2012 (28.12.2012) DE
- (71) Anmelder: **D.EVOLUTE FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSGESELLSCHAFT BR** [DE/DE]; Auf dem Schmaarkamp 21, 21339 Lüneburg (DE).
- (72) Erfinder: **SCHOLZ, Steven**; Schottmüllerstraße 17, 20251 Hamburg (DE). **BRAUN, Alexander**; Vor dem Weißen Berge 20, 21339 Lüneburg (DE). **GUROK, Oliver**; Am Eiskeller 34, 21339 Lüneburg (DE).
- (74) Anwalt: **HAUSFELD, Norbert**; Meissner Bolte & Partner GbR, Beselerstrasse 6, 22607 Hamburg (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR IDENTIFYING AND CLASSIFYING ELECTROMAGNETICALLY DETECTABLE PARTS, IN PARTICULAR CONVEYED MATERIAL PARTS CONTAINED IN BULK MATERIAL

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM ERKENNEN UND KLASSIFIZIEREN VON ELEKTROMAGNETISCH DETEKTIERBAREN TEILEN, INSBESONDERE VON FÖRDERGUTTEILEN IN EINEM SCHÜTTGUT

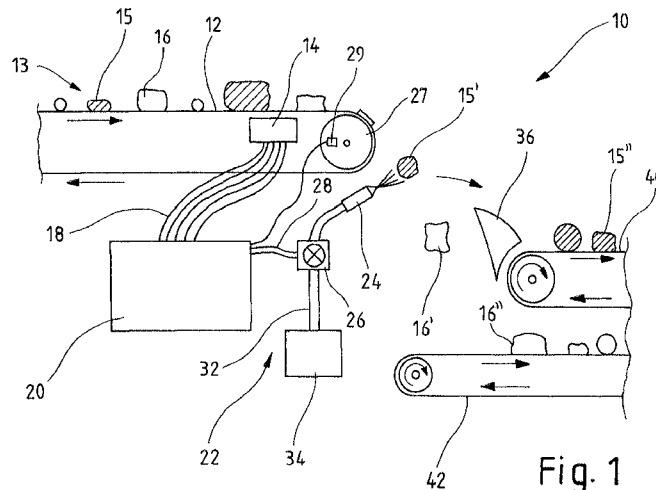


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for identifying and classifying electromagnetically detectable parts, in particular conveyed material parts contained in bulk material, said method comprising the steps: preparing a stream (13) of bulk material (15,15',15'',16,16',16''); conveying the stream (13) of bulk material past a sensor assembly (14) and through the sensor range of the sensor assembly (14), said sensor assembly (14) having at least one electromagnetic sensor which has at least one field coil (102) for emitting an electromagnetic excitation field and at least one detector coil (104); supplying the field coil (102) with a time-dependent excitation current; measuring a time-dependent electric signal induced in the detector coil (104); evaluating the signal in order to determine the electromagnetic characteristics of one section of the stream (13) of bulk material which is in the sensor range of the sensor assembly (14). The method is characterised in that the excitation current is generated by the superposition of multiple sinusoidal curves of different frequencies, the respective frequencies of the multiple sinusoidal curves being in particular integral multiples of a common fundamental frequency.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2014/102011 A1



LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls
Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen und Klassifizieren von elektromagnetisch detektierbaren Teilen, insbesondere von Fördergutteilen in einem Schüttgut, mit den Schritten: Bereitstellen eines Stromes (13) von Schüttgut (15,15',15'',16,16\16''); Fördern des Stromes (13) von Schüttgut an einer Sensoranordnung (14) entlang und durch den Sensorbereich der Sensoranordnung (14) hindurch, wobei die Sensoranordnung (14) wenigstens einen elektromagnetischen Sensor aufweist, welcher wenigstens eine Erregerspule (102) zur Aussendung eines elektromagnetischen Erregerfeldes und wenigstens eine Detektorspule (104) aufweist; Beaufschlagen der Erregerspule (102) mit einem zeitabhängigen Erregerstrom; Messen eines in der Detektorspule (104) induzierten zeitabhängigen elektrischen Signales; Auswerten des Signales, um die elektromagnetischen Eigenschaften eines Abschnitts des Stroms (13) von Schüttgut zu ermitteln, der sich im Sensorbereich der Sensoranordnung (14) befindet, und ist dadurch gekennzeichnet, dass der Erregerstrom durch eine Überlagerung mehrerer sinusförmiger Verläufe verschiedener Frequenzen erzeugt wird, wobei die Frequenzen der mehreren sinusförmigen Verläufe jeweils insbesondere ganzzahlige Vielfache einer gemeinsamen Grundfrequenz sind.

Verfahren zum Erkennen und Klassifizieren von elektromagnetisch detektierbaren Teilen, insbesondere von Fördergutteilen in einem Schüttgut

Beschreibung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen und Klassifizieren von elektromagnetisch detektierbaren Teilen, insbesondere von Fördergutteilen in einem Schüttgut, mit den Schritten: Annäherung der Sensoranordnung an das elektromagnetisch detektierbare Teil durch Ausführen einer Relativbewegung zwischen der Sensoranordnung und dem elektromagnetisch detektierbaren Teil, bis dieses sich im Sensorbereich der Sensoranordnung befindet, wobei die Sensoranordnung wenigstens einen elektromagnetischen Sensor aufweist, welcher wenigstens eine Erregerspule zur Aussendung eines elektromagnetischen Erregerfeldes und wenigstens eine Detektorspule aufweist; Beaufschlagen der Erregerspule mit einem zeitabhängigen Erregerstrom; Messen eines in der Detektorspule induzierten zeitabhängigen Signales; Auswerten des Signales, um die elektromagnetischen Eigenschaften des elektromagnetisch detektierbaren Teiles zu ermitteln.

Bezogen auf das Erkennen und Klassifizieren von Fördergutteilen in einem Schüttgut werden folgende Schritte ausgeführt: Bereitstellen eines Schüttgutstromes; Fördern des Stromes von Schüttgut an einer Sensoranordnung entlang und durch den Sensorbereich der Sensoranordnung hindurch, wobei die Sensoranordnung wenigstens einen elektromagnetischen Sensor aufweist, welcher wenigstens eine Erregerspule zur Aussendung eines elektromagnetischen Erregerfeldes und wenigstens eine Detektorspule aufweist; Beaufschlagen der Erregerspule mit einem zeitabhängigen Erregerstrom; Messen eines in der Detektorspule induzierten zeitabhängigen Signalstroms; Auswerten des Signalstroms, um die elektromagnetischen Eigenschaften eines Abschnitts des Stroms von Schüttgut zu ermitteln, der sich im Sensorbereich der Sensoranordnung befindet.

Ein solches Verfahren ist zum Beispiel aus der EP 1 940 564 B1 bekannt. In dem dort beschriebenen Verfahren wird die Erregerspule einer speziellen Sensoranordnung, die zusätzlich zu der Erregerspule zwei zueinander versetzt angeordnete und gegensinnig gewundene Detektorspulen aufweist, mit einem Wechselstrom beaufschlagt und erzeugt somit ein elektromagnetisches Erregerfeld. Das durch das Erregerfeld in den Detektorspulen induzierte elektrische Signal wird gemessen und ausgewertet. Durch die gegensinnig gewundenen Detektorspulen und durch geeignete Differenzsignalbildung ergibt sich nur dann ein von Null signifikant abweichendes Gesamtsignal, wenn das Feld der Erregerspule durch einen Teil des Stroms von Schüttgut verzerrt wird, nämlich dann, wenn elektromagnetisch detektierbare Fördergutteile den Sensorbereich des Sensors passieren, also unter anderem solche mit para-, dia-, ferro-, ferri- oder antiferromagnetischen Eigenschaften.

Durch das bekannte Verfahren ist es möglich, die Anwesenheit und den Ort eines das elektromagnetische Erregerfeld beeinflussenden Fördergutteils im Schüttgut zu ermitteln, wenn das Fördergutteil mit dem Schüttgutstrom am Sensor entlang und durch dessen Sensorbereich hindurch gefördert wird. Es ist auch möglich, aus dem Sensorsignal Materialeigenschaften zu extrahieren. Es ist dazu aber ein hoher mathematischer und rechnerischer Aufwand erforderlich. Es wäre daher wünschenswert, den genannten Sensor dahingehend weiterzuentwickeln, dass die Erkennung und Klassifizierung elektromagnetisch detektierbarer Fördergutteile vereinfacht wird.

Es ist auch möglich, mit einer solchen Sensoranordnung generell ein Erkennen und eine Klassifizierung von elektromagnetisch detektierbaren Teilen vorzunehmen, die z.B. an die Sensoranordnung herangeführt werden, oder an die die Sensoranordnung herangeführt wird. Die Sensoranordnung ist also nicht auf die Verwendung in einer Sortiereinrichtung beschränkt.

Demgemäß besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein Verfahren bereit zu stellen, mit dem elektromagnetisch detektierbare Teile, insbesondere Fördergutteile in einem Schüttgutstrom, besonders leicht und genau klassifiziert werden können. Unter dem Begriff Klassifizieren wird im Sinne der Erfindung die Bestimmung von charakteristischen elektromagnetischen Eigenschaften z.B. eines Fördergutteils in einem Schüttgutstrom verstanden, anhand derer das Fördergutteil anschließend einer bestimmten Stoffklasse zugeordnet wird. So können z.B. in einer Abfall- oder Shreddermaterialsortieranlage metallische Stoffe von nichtmetallischen Stoffen getrennt werden, oder edle Metalle von

unedlen Metallen. Ebenso können anhand der elektromagnetischen Eigenschaften bestimmte Edelstahlsorten voneinander getrennt werden. In einer einfachen Ausgestaltung führt diese Klassifizierung zu einer Entscheidung, dass ein Fördergutteil aus dem Schüttgutstrom auszuschleusen ist oder nicht. Generalisiert und unabhängig von einer Anwendung in der Sortiertechnik kann mit dem Verfahren eine charakteristische elektromagnetische Eigenschaft eines Materials erfasst werden.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruch 1. Erfindungsgemäß wird der Erregerstrom durch eine Überlagerung mehrerer sinusförmiger Verläufe verschiedener Frequenzen erzeugt, wobei die Frequenzen der mehreren sinusförmigen Verläufe jeweils insbesondere ganzzahlige Vielfache einer gemeinsamen Grundfrequenz sind. Der zeitliche Verlauf des Erregerstroms ist dadurch eine Überlagerung mehrerer sinusförmiger Verläufe verschiedener Frequenzen. Entsprechend stellt das von der wenigstens einen Erreger-spule erzeugte und emittierte Erregerfeld ebenfalls eine Überlagerung der mehreren sinusförmigen Verläufe verschiedener Frequenzen dar.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass die Klassifizierung der z.B. in einem Schüttgutstrom enthaltenen, auf das Erregerfeld ansprechenden Fördergutteile besonders einfach erfolgen kann, wenn das elektromagnetische Ansprechverhalten nicht nur bei einer Frequenz, sondern bei mehreren verschiedenen Frequenzen ermittelt wird. Während dies durch unterschiedliche Erregerfeldformen erfolgen kann, wie z.B. durch einen Dirac-Impuls, ein weißes Rauschen, oder ein kontinuierliches Durchstimmen der Anregungsfrequenz als Sweep- oder Chirp-Signal, hat sich herausgestellt, dass ein erfindungsgemäß ausgestaltetes Erregerfeld sowohl in der Erzeugung als auch in der Auswertung besonders gut handhabbar ist.

Die Erfindung wird nachfolgend schwerpunktmäßig in Bezug auf eine Anwendung für die Klassifizierung von Fördergutteilen diskutiert und erläutert, um mittels der Klassifizierung eine Sortierung der Fördergutteile zu ermöglichen. Das Verfahren ist aber genereller einsetzbar, z.B. auch in Messgeräten, z.B. portablen Messgeräten, die lediglich der Gewinnung von Messergebnissen dienen, ohne in eine Sortieranlage integriert zu sein.

Das Erregerfeld (bzw. der zugrundeliegende Erregerstrom) wird bevorzugt durch die sogenannte direkte digitale Synthese (DDS) erzeugt. Dafür werden z.B. in einem Speicher abgelegte Werte in fester zeitlicher Abfolge ausgelesen und über einen Digital-Analog-Wandler in ein analoges Spannungssignal gewandelt, welches anschließend über eine

Verstärkeranordnung als Anregungsstrom den Erregerspulen zugeführt wird. Nach Auslesen einer definierten Anzahl von Werten, wird die Wertefolge erneut von Vorne ausgelesen.

5 Dabei entstehen in der Verstärkeranordnung unvermeidbare Leistungsverluste, welche als Abwärme die gesamte Sensoranordnung belasten. Der Wirkungsgrad der Verstärkeranordnung, also das Verhältnis der Nutzleistung zur Verlustleistung, hängt nicht nur von der Qualität der Verstärkeranordnung, sondern auch wesentlich von der Signalform des Erregerstroms ab. Der Wirkungsgrad ist dabei um so höher, je niedriger
10 der Scheitelfaktor (Crest-Faktor) des Signals ist (bzw. des Erregerstroms), wobei der Scheitelfaktor als das Verhältnis des Scheitelwerts zum Effektivwert des Signalverlaufs definiert ist. Dies liegt im wesentlichen darin begründet, dass zu der Nutzleistung nur die realen Anteile der komplexen Signalverläufe beitragen, während zur Verlustleistung auch die imaginären Anteile, die sich im zeitlichen Mittel gegenseitig aufheben, einen Beitrag
15 leisten.

Wenn gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung die sinusförmigen Verläufe zu den einzelnen Frequenzen gegeneinander phasenverschoben sind, lässt sich der Scheitelfaktor des Gesamtsignals bei gleicher Leistung in den einzelnen Frequenzanteilen
20 vermindern, wodurch der Wirkungsgrad der Verstärkeranordnung erhöht und die Wärmebelastung der Sensoranordnung reduziert wird.

In einer weiter bevorzugten Weiterbildung der Erfindung entspricht dabei die Phasenverschiebung φ der einzelnen sinusförmigen Verläufe gegenüber dem Verlauf der
25 Grundfrequenz entweder 0° oder 180° . Durch diese Einschränkung der möglichen Phasenverschiebungen wird die Optimierung des Signals zum Erreichen eines möglichst kleinen Scheitelfaktors vereinfacht. Gleichzeitig ist dadurch sichergestellt, dass der Startwert des Gesamtsignals bei Inbetriebnahme immer Null ist, wodurch störende Signalspitzen beim „Einschalten“ vermieden werden können.

30 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die Phasenverschiebungen φ der einzelnen sinusförmigen Verläufe so gewählt, dass das resultierende Gesamtsignal einen Scheitelfaktor von weniger als 3, bevorzugt weniger als 2,5 aufweist. Bei diesen Scheitelfaktoren ist der Wirkungsgrad der Verstärkeranordnung ausreichend hoch, um
35 eine unerwünscht hohe Wärmebelastung der Sensoranordnung zu vermeiden.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind die

Phasenverschiebungen φ der einzelnen sinusförmigen Verläufe nach der Formel $\varphi_n = 90^\circ + (90^\circ \times S(n-1))$ bestimmt, wobei n der Quotient der jeweiligen Frequenz und der Grundfrequenz ist, und $S(n)$ der n -te Wert der Rudin-Shapiro-Reihe ist. Das Produkt $(90^\circ \times (S(n-1)))$ ergibt entweder $+90^\circ$ oder -90° , da die Rudin-Shapiro-Reihe nur aus den
5 Zahlenwerten 1 und -1 aufgebaut ist.

Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass diese leicht zu berechnende Formel ein Gesamtsignal mit dem Scheitelfaktor kleiner 3 ergibt.

10 Die Anzahl der überlagerten Frequenzen, also der einzelnen sinusförmigen Verläufe unterschiedlicher Frequenz, die zur Bildung des Erregersignals aufsummiert werden, kann im Prinzip frei gewählt werden. Wenn gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung die Anzahl der überlagerten Frequenzen eine ganzzahlige Potenz von 2 ist, so ergibt sich ein maximaler Scheitelfaktor von 2, welcher einen sehr günstigen
15 Wirkungsgrad der Verstärkeranordnung ermöglicht.

In einer besonders gut handhabbaren Ausgestaltung der Erfindung liegt die gemeinsame Grundfrequenz der Frequenzanteile zwischen 100 Hz und 10 kHz, bevorzugt bei 1 kHz. Dieser Frequenzbereich bietet bei vertretbarem Schaltungs- und Rechenaufwand gute
20 Ergebnisse bei der Erfassung und Klassifizierung der auf elektromagnetische Felder ansprechenden Fördergutteile des Schüttgutes

Gemäß einer weiter bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Anzahl der überlagerten Frequenzen 64.

25

Zur Auswertung des vom Erregerfeld induzierten elektrischen Signals, also des in der oder in den Detektorspulen induzierten Stroms und/oder der darin induzierten Spannung, werden in einer Frequenzanalyse dessen einzelne Frequenzanteile voneinander separiert, und zu diesen Frequenzanteilen die Amplitude und/oder Phasenlage bestimmt.

30 Gemäß einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst dazu die Auswertung des induzierten Signals eine schnelle Fourier-Transformation (FFT). Durch Anwendung dieser mathematischen Standardmethode können die genannten Werte besonders einfach ermittelt werden. Denkbar ist auch die Anwendung von Weiterentwicklungen der normalen FFT, wie die sog. „pruned FFT“ oder „sparse FFT“.

35 Vereinfacht gesagt, werden dort die Fourier-Transformierten interessierender Frequenzanteile berechnet. Das spart Rechenleistung und bringt somit Kosten- und Energieeinsparung.

Wenn gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung die Abtastrate des Analog-Digital-Wandlers ein ganzzahliges Vielfaches der Ausgaberate des Digital-Analog-Wandlers ist und die Anzahl der Ausgabewerte zu einer ganzen Potenz von 2 gewählt
5 wird, kann die rechnerische Auflösung der schnellen Fourier-Transformation besonders gut ausgenutzt werden

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einiger Zeichnungen und anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

10

Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Anlage zur Sortierung von Schüttgut;

Fig. 2: ein Ausführungsbeispiel für eine Sensoranordnung zur Anwendung in einem erfindungsgemäßen Verfahren;

15

Fig. 3: eine beispielhafte Schaltungsanordnung zur Anwendung in einem erfindungsgemäßen Verfahren;

Fig. 4: den zeitlichen Verlauf des Erregerstroms in einem Ausführungsbeispiel der
20 Erfindung;

Fig. 5: das Phasen- und Amplitudenspektrum des Erregerstroms in einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

25 Ohne Beschränkung der allgemeinen Anwendbarkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt nachfolgend eine detaillierte Beschreibung eines Anwendungsbeispiels, nämlich der Einsatz des Verfahrens bei der Klassifizierung von Fördergutteilen in einem Fördergutstrom zum Zwecke der gezielten Erfassung und Ausschleusung gewünschter
30 Klassifizierung.

In Figur 1 ist eine Anlage 10 zur Sortierung von Schüttgut 15, 15', 15'', 16, 16', 16'' dargestellt, welches in Form eines Schüttgutstromes 13 auf einem ersten Förderband 12 in eine Förderrichtung transportiert wird. Das erste Förderband 12 wird um eine Rolle 27
35 umgelenkt. An der Rolle 27 fällt das Schüttgut 15, 15', 15'', 16, 16', 16'' von dem ersten Förderband 12 herunter und fällt unter Einfluss seiner Trägheit auf ein zweites Förderband 42, welches das Schüttgut 16, 16', 16'' abfördert.

Wie durch unterschiedliche Schraffuren schematisch dargestellt ist, besteht das Schüttgut aus unterschiedlichen Materialien 15,15',15" und 16,16',16", welche in der Sortieranlage auseinandersortiert werden sollen. Dazu ist in der Fallstrecke des Schüttguts eine
5 Blasdüse 24 angeordnet, welche von einem Ventil 26 beherrscht aus einer Druckluftquelle 34 versorgt wird, und bei Öffnen des Ventils 26 ein herunterfallendes Schüttgutteil 15' so ablenkt, dass es über einen Trennscheitel 36 hinweg auf ein drittes Förderband 40 abgelenkt wird, welches das Schüttgutteil 15" separat abfördert.

10 Um eine saubere Trennung der unterschiedlichen Schüttgutteile 15,15',15",16,16',16" zu gewährleisten wird der Schüttgutstrom 13 bevorzugt als vereinzelter, einlagiger Strom zugeführt. Dies kann über übliche Mittel wie Rüttler, Rutschen, Bänderkaskaden oder dergleichen erfolgen, die nicht dargestellt sind. Bei faserigem Schüttgut können zusätzliche Vereinzelmittel wie Kammwalzen o.ä. erforderlich sein.

15

Die Ansteuerung des Ventils 26 erfolgt durch eine Steuerung 20, welche Signale von einer Sensoranordnung 14 erhält, die im Bereich des ersten Förderbandes 12 angeordnet ist, und zwar unterhalb des Förderbandes und in Förderrichtung vor der Umlenkrolle 27. Um die Ansteuerung des Ventils 26 mit der Fördergeschwindigkeit der Schüttgutteile
20 15,15',15",16,16',16" zu synchronisieren, ist zusätzlich ein Geschwindigkeitsmesser 29 an der Rolle 27 vorgesehen, z.B. ein Winkelmesser. In der Steuerung 20 wird ein Ansteuersignal für das Ventil 26 erzeugt, wenn die Sensoranordnung 14 die Anwesenheit eines auszusondernden Schüttgutteils 15' feststellt. Dieses Signal berücksichtigt eine gewisse Verzögerungszeit zur Berücksichtigung der Laufzeit des Schüttgutteils 15' vom
25 Sensorbereich über die Umlenkrolle 27 bis vor die Blasdüse 24. Die Dauer der Verzögerung hängt dabei von der Geschwindigkeit des Förderbandes 12 und unter Umständen auch von der Art des Schüttgutteils 15' ab. So muss z.B. bei leichten Schüttgutteilen 15' eine höhere Verzögerung abgewartet werden als bei schweren Schüttgutteilen.

30

Die Sensoranordnung 14 dient der Erkennung und Unterscheidung der unterschiedlichen Materialien, aus denen das Schüttgut besteht und ist in Figur 2 schematisch dargestellt. Parallel zur Förderebene des Förderbandes 12 ist eine Erregerspule 102 angeordnet, welche bei Beaufschlagung mit einem zeitabhängigen Erregerstrom über Anschlüsse 112
35 ein elektromagnetisches Wechselfeld erzeugt. In der gleichen Ebene ist eine Detektorspule 104 angeordnet, die sich von der Erregerspule 102 umgeben ist. Das von der Erregerspule 102 erzeugte elektromagnetische Wechselfeld induziert in der

Detektorspule 104 ein elektrisches Signal, das über Anschlüsse 114 abgegriffen werden kann, z.B. als Signalspannung oder als Signalstrom. Die Erzeugung des Erregerstroms für die Beaufschlagung der Erregerspule 102 sowie die Auswertung des Signals der Detektorspule 104 erfolgt durch eine Schaltungsanordnung 106, welche das Ergebnis der Auswertung an die Steuerung 20 kommuniziert. Eine geeignete Sensoranordnung ist beispielsweise in der EP 1 940 546 B1 beschrieben, auf die und deren Inhalt hiermit Bezug genommen wird.

Um einen breiten Schüttgutstrom zu sortieren können mehrere quer zur Förderrichtung des Schüttguts nebeneinander angeordnete Sensoranordnungen vorgesehen sein.

In Figur 3 ist die Schaltungsanordnung 106 genauer dargestellt. In einem Wertespeicher 201 sind aufeinanderfolgende Werte eines Signalverlaufs des Erregerstroms abgespeichert und werden nacheinander von einem Prozessor 202 ausgelesen und an einen Digital-Analog-Wandler 203 geleitet, welcher eine zu dem jeweiligen Wert proportionale elektrische Spannung ausgibt. Diese Spannung wird durch eine Verstärkeranordnung 204 in einen Strom umgewandelt, welcher über die Anschlüsse 112 als Erregerstrom der Erregerspule 102 zugeführt wird. Dieses Verfahren der Signalerzeugung wird auch als Direkte Digitale Synthese (DDS) bezeichnet.

Das in der Detektorspule 104 induzierte elektrische Signal wird wiederum über die Anschlüsse 114 einem Messverstärker 205 zugeführt, welcher das Signal in eine Spannung umsetzt und einem Analog-Digital-Wandler 206 zugeführt. Dieser wandelt die Spannung in ein digitales Signal um, welches durch den Prozessor 202 ausgewertet wird.

Die Anordnung der Spulen 102,104 wirkt wie ein Transformator, so dass sich der zeitliche Verlauf des Erregerstroms und des induzierten Signals gleichen. Erst wenn das von der Erregerspule 102 erzeugte Feld durch ein Schüttgutteil 15, 15', 15'', 16, 16', 16'' beeinflusst wird ergibt sich eine signifikante Abweichung der zeitlichen Verläufe von Erregerstrom und induziertem Signal, welche sowohl in einer Phasenverschiebung als auch in einer Amplitudenänderung bestehen kann. Diese werden durch den Prozessor 202 zur Erkennung und Klassifizierung der Schüttgutteile des Schüttguts ausgewertet.

Die Werte des Signalverlaufes können bevorzugt in einem FPGA gespeichert sein und dieser direkt den Analog-Digital-Wandler ansteuern. Ein Prozessor im engeren Sinne wird dann nicht benötigt. Auch die Vorverarbeitung und erste Auswertung des digitalen Signals vom Analog-Digital-Wandler (also die FFT und andere Berechnungen) können im FPGA

ausgeführt werden, um den Prozessor rechentechnisch zu entlasten.

In einer nicht dargestellten Variante der Sensoranordnung 14 können an Stelle einer Detektorspule 104 (oder eines Detektorspulenpaares) zwei oder mehr Detektorspulen oder Detektorspulenpaare vorgesehen sein, um das Auflösungsvermögen zu erhöhen. Eine entsprechende Sensoranordnung ist in der EP1 940 546B1 beschrieben, auf die und deren Inhalt diesbezüglich ausdrücklich verwiesen wird.

Um das Schüttgut 15, 15', 15'', 16, 16', 16'' einfacher klassifizieren zu können entspricht der zeitliche Verlauf des Erregerstroms einer Überlagerung sinusförmiger Verläufe verschiedener Frequenzen, wobei die Frequenzen jeweils ganzzahligen Vielfachen einer gemeinsamen Grundfrequenz entsprechen. Dadurch werden gleichzeitig elektromagnetische Felder dieser Frequenzen erzeugt, deren Beeinflussung durch das Schüttgut getrennt voneinander ausgewertet werden kann und so z.B. Aussagen über Leitfähigkeit, Größe, Feuchte etc. des Schüttguts erlauben. Um die Frequenzanteile im induzierten Signal voneinander zu trennen wird dieses einer schnellen Fourier-Transformation (FFT) unterzogen, aus welcher sich für jede einzelne Frequenz die Amplitude und Phasenlage des frequenzaufgeteilten Signals bzw. deren Differenz ermitteln lässt.

20

Ein exemplarischer Verlauf des Erregerstroms gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Figur 4 dargestellt. Dabei ist auf der Abszisse die Zeit und auf der Ordinate die Ausgangsspannung des Digital-Analog-Wandlers 203 in Volt aufgetragen. Um die Auflösung der FFT-Analyse optimal zu nutzen, sollte der Signalverlauf eine Anzahl von Werten umfassen, die einer ganzen Potenz von 2 entspricht, der dargestellte Verlauf umfasst 1024 ($=2^{10}$) Werte. Ebenso sollte auch die Anzahl der Frequenzanteile einer ganzen Potenz von 2 entsprechen, im vorliegenden Beispiel wurden 64 Sinussignale unterschiedlicher Frequenz überlagert. Es ergeben sich so bei einer Grundfrequenz von 1kHz Frequenzanteile von 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz ... bis 64 kHz, die sich mit einfacher Elektronik problemlos verarbeiten lassen.

30

Praktisch können z.B. 1024 abgespeicherte Werte für den DAC verwendet und diese – der Einfachheit halber - mit 1 MHz ausgegeben werden. Es ergibt sich dann eine Grundfrequenz von $1000000/1024 = 976,5625\text{Hz}$ – also ca. 1kHz.

35

Die Abtastung des induzierten Signals kann z.B. bei einer problemlos handhabbaren Tastfrequenz von ca. 1 MHz erfolgen. Das entspricht einem 16-fachen Überabtasten des

höchsten Frequenzanteils, so dass störende Aliasing-Effekte nahezu ausgeschlossen sind.

Es ist leicht zu erkennen, dass der Signalverlauf mit Null beginnt und endet. Dies ist für die elektronischen Komponenten vorteilhaft, da Signalsprünge und somit Stromspitzen vermieden werden. Um dies zu erreichen ist die Phasenlage für alle überlagerten Frequenzanteile relativ zueinander entweder zu 0° oder zu 180° gewählt. Diese Phasenlage bringt einen weiteren Vorteil bei der FFT-Analyse. Da diese in der Regel mit einer Kosinus-Funktion arbeitet, liefert sie als Ergebnis jeweils Phasen von etwa $+90^\circ$ oder -90° , abhängig von der jeweiligen Phasenverschiebung des induzierten Signals gegenüber dem Erregerstrom. Bei diesen Phasen können sich unvermeidliche Rundungsfehler der FFT-Analyse im Mittel auslöschen, während z.B. bei einer Phase von 0° ein Rundungsfehler von $0,1^\circ$ entweder zu $0,1^\circ$ oder zu $359,9^\circ$ führt, so dass sich im Mittel ein falscher Phasenwert von 180° ergäbe. Diese Gefahr besteht bei der beschriebenen Wahl der Phasenlagen also gerade nicht. Die errechneten Phasen können z.B. nachfolgend durch einen Offset wieder zu den ursprünglichen Phasen 0° bzw. 180° verschoben werden.

Um eine störende Erwärmung der Schaltungsanordnung zu vermeiden ist es hilfreich, wenn der zeitliche Verlauf des Erregerstroms einen niedrigen Scheitelfaktor (Crest-Faktor) hat. Dadurch werden Blindströme reduziert, welche nur zur Verlustleistung, nicht jedoch zur Signalleistung beitragen. Gleichzeitig kann bei relativ niedrigem Maximalwert des Signals eine große Signalenergie transportiert werden. Es hat sich herausgestellt, dass der Crest-Faktor unter 3 liegen sollte, bevorzugt unter 2,5.

Um den Crest-Faktor des Erregerstroms zu optimieren, können Amplituden und Phasenlagen der einzelnen Frequenzanteile variiert werden. Um bei allen Frequenzen die gleiche Empfindlichkeit der Sensoranordnung 14 zu erreichen ist es jedoch vorteilhaft, alle Frequenzanteile mit der gleichen Amplitude zu versehen, so dass zur Optimierung nur noch die Phasenlagen variiert werden. Ein überraschend guter Crest-Faktor von 2 wird im dargestellten Beispiel dadurch erreicht, dass die Phasen der Frequenzanteile auf Basis der Rudin-Shapiro-Reihe bestimmt werden und die Anzahl der Frequenzanteile eine Potenz von 2 ist. Die Rudin-Shapiro-Reihe ist eine Reihe aus den Zahlen +1 und -1, wobei sich der n-te Wert $S(n)$ der Reihe danach bestimmt, wie oft die Bit-Folge 11 in der Binärdarstellung der Zahl n auftritt. Ist diese Anzahl gerade, so ist der Wert der Reihe +1; ist die Anzahl ungerade, so ist der Wert -1. So ergibt sich z.B. für das 14. Element der Reihe eine +1, da in der Binärdarstellung der Zahl 14 (1110) zweimal die Bit-Folge 11

vorkommt. Die ersten Werte der Rudin-Shapiro-Reihe lauten:

n	Binärdarstellung	S(n)
0	0	+1
1	1	+1
2	10	+1
3	11	-1
4	100	+1
5	101	+1
6	110	-1
7	111	+1
8	1000	+1
9	1001	+1

- Die Phasenverschiebungen φ der einzelnen sinusförmigen Verläufe werden nach der
- 5 Formel $\varphi_n = 90^\circ + (90^\circ \times S(n-1))$ bestimmt. Das resultierende Amplituden- und Phasenspektrum des Erregerstroms ist in den beiden Diagrammen der Fig. 5 dargestellt. In der Darstellung sind entlang der Abszisse die Frequenzen der das Erregersignal aufbauenden Sinusschwingungen in kHz angegeben, während entlang der Ordinate des unteren Diagramms die jeweilige Phasenlage in Grad [°] dargestellt ist (+90° oder -90°).
- 10 Das Diagramm zeigt bereits die Phasenlagen, die sich bei Anwendung einer auf der Kosinus-Funktion beruhenden FFT-Analyse ergeben, also entweder -90° oder +90°. Entlang der Ordinate des oberen Diagramms in Figur 5 sind die Amplituden der einzelnen Frequenzanteile in mV aufgetragen. Die Amplituden sind in dem dargestellten Beispiel so
- 15 gewährt, dass alle 64 Sinussignale der 64 verschiedenen Frequenzen in dem Erregersignal mit gleicher Signalamplitude auftreten.

Patentansprüche

10

1. Verfahren zum Erkennen und Klassifizieren von elektromagnetisch detektierbaren Teilen mittels einer Sensoranordnung (14) mit den Schritten: Annäherung der Sensoranordnung (14) an das elektromagnetisch detektierbare Teil, bis dieses sich im Sensorbereich der Sensoranordnung befindet, wobei die Sensoranordnung (14) wenigstens einen elektromagnetischen Sensor aufweist, welcher wenigstens eine Erregerspule (102) zur Aussendung eines elektromagnetischen Erregerfeldes und wenigstens eine Detektorspule (104) aufweist;

15

Beaufschlagen der Erregerspule (102) mit einem zeitabhängigen Erregerstrom;
Messen eines in der Detektorspule (104) induzierten zeitabhängigen Signales;

20

Auswerten des Signales, um die elektromagnetischen Eigenschaften des elektromagnetisch detektierbaren Teiles zu ermitteln, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Erregerstrom durch eine Überlagerung mehrerer sinusförmiger Verläufe verschiedener Frequenzen erzeugt wird, wobei die Frequenzen der mehreren sinusförmigen Verläufe jeweils insbesondere ganzzahlige Vielfache einer gemeinsamen Grundfrequenz sind.

25

2. Verfahren nach Anspruch 1 zum Erkennen und Klassifizieren von elektromagnetisch detektierbaren Fördergutteilen in einem Schüttgut, wobei ein Strom (13) von Schüttgut (15,15',15'',16,16',16'') bereitgestellt wird, und wobei der der Strom (13) von Schüttgut an der Sensoranordnung (14) entlanggeführt wird, und wobei das Signal ausgewertet wird, um die elektromagnetischen Eigenschaften eines Abschnitts des Stroms (13) von Schüttgut zu ermitteln, der sich im Sensorbereich der Sensoranordnung (14) befindet.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die sinusförmigen Verläufe der einzelnen Frequenzen gegeneinander phasenverschoben sind.

35

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Phasenverschiebung φ der einzelnen sinusförmigen Verläufe gegenüber dem sinusförmigen Verlauf der Grundfrequenz entweder 0° oder 180° entspricht.
- 5
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Phasenverschiebungen φ der einzelnen sinusförmigen Verläufe so gewählt sind, dass das resultierende Gesamtsignal einen Scheitelfaktor von weniger als 3, bevorzugt weniger als 2,5 aufweist.
- 10
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Phasenverschiebungen φ der einzelnen sinusförmigen Verläufe nach der Formel $\varphi_n = 90^\circ + (90^\circ \times S(n-1))$ bestimmt werden, wobei n der Quotient aus der jeweiligen Frequenz und der Grundfrequenz ist, und $S(n)$ der n -te Wert einer Rudin-Shapiro-Reihe ist.
- 15
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswertung des Signalstroms eine schnelle Fourier-Transformation (FFT) oder eine „pruned FFT“-Variante umfasst.
- 20
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl der überlagerten sinusförmigen Verläufe eine ganzzahlige Potenz von 2 ist.
- 25
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl der überlagerten sinusförmigen Verläufe 64 ist.
- 30
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gemeinsame Grundfrequenz der überlagerten sinusförmigen Verläufe zwischen 100 Hz und 10 kHz liegt, bevorzugt bei 1 kHz.

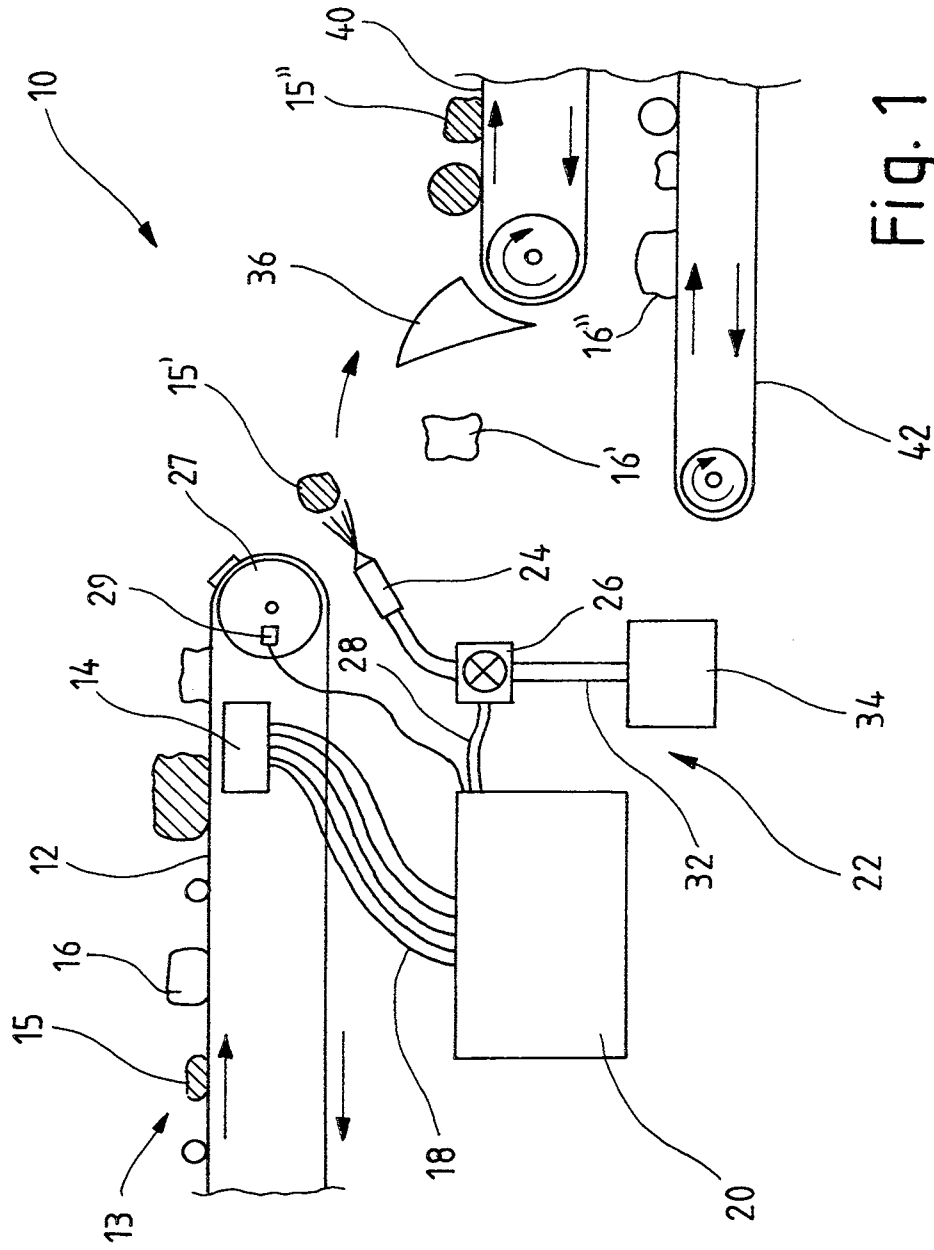


Fig. 1

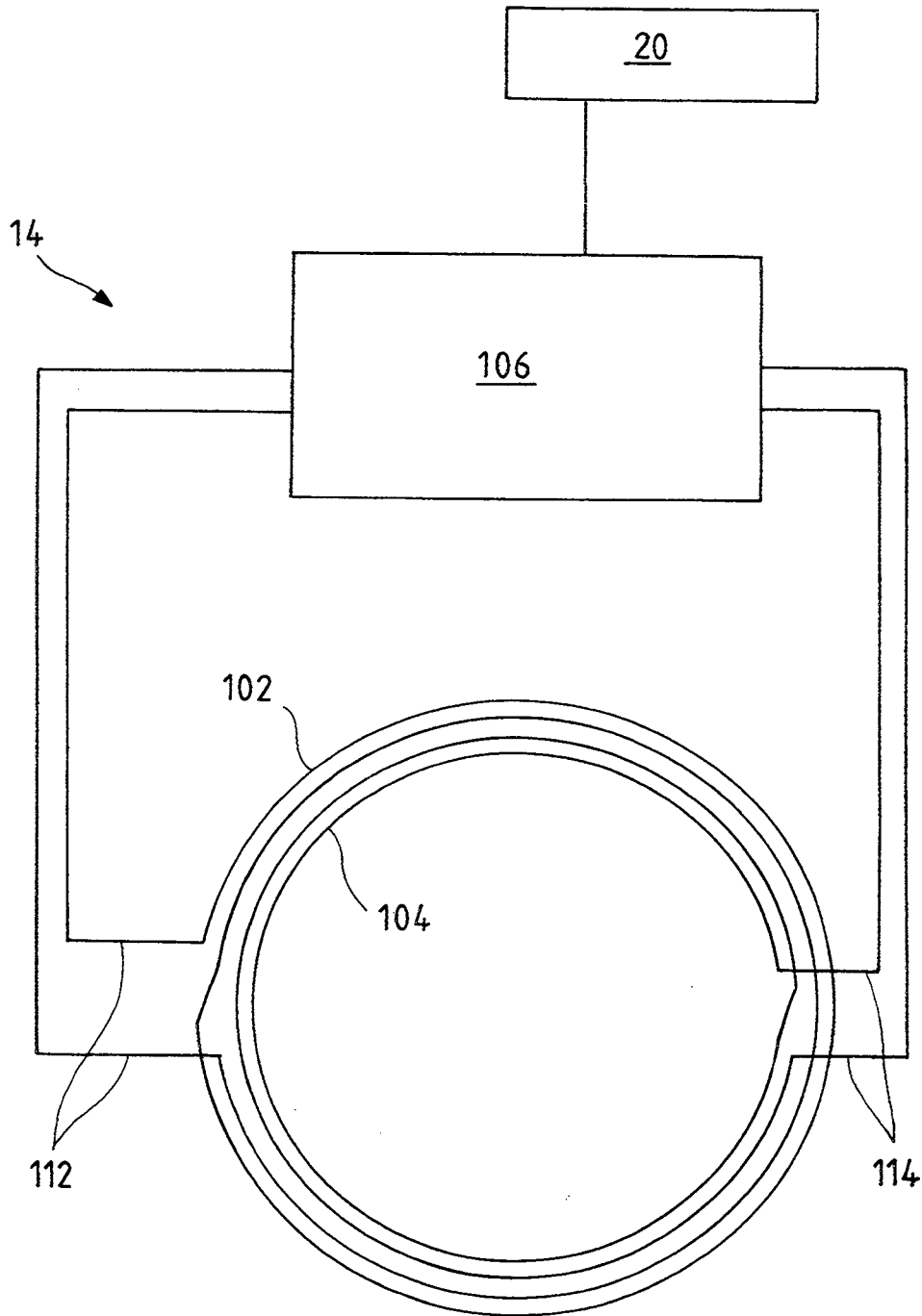


Fig. 2

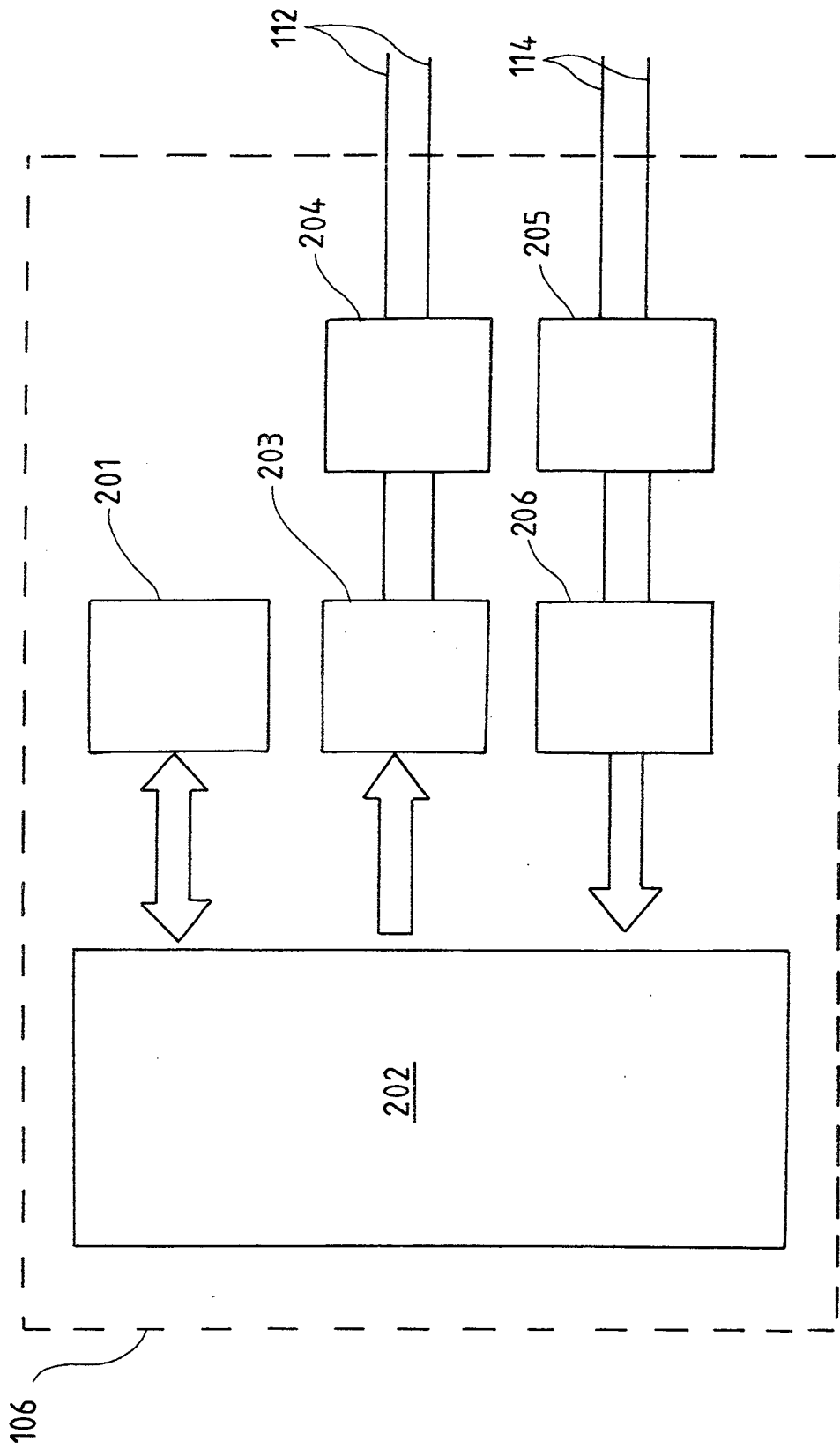


Fig. 3

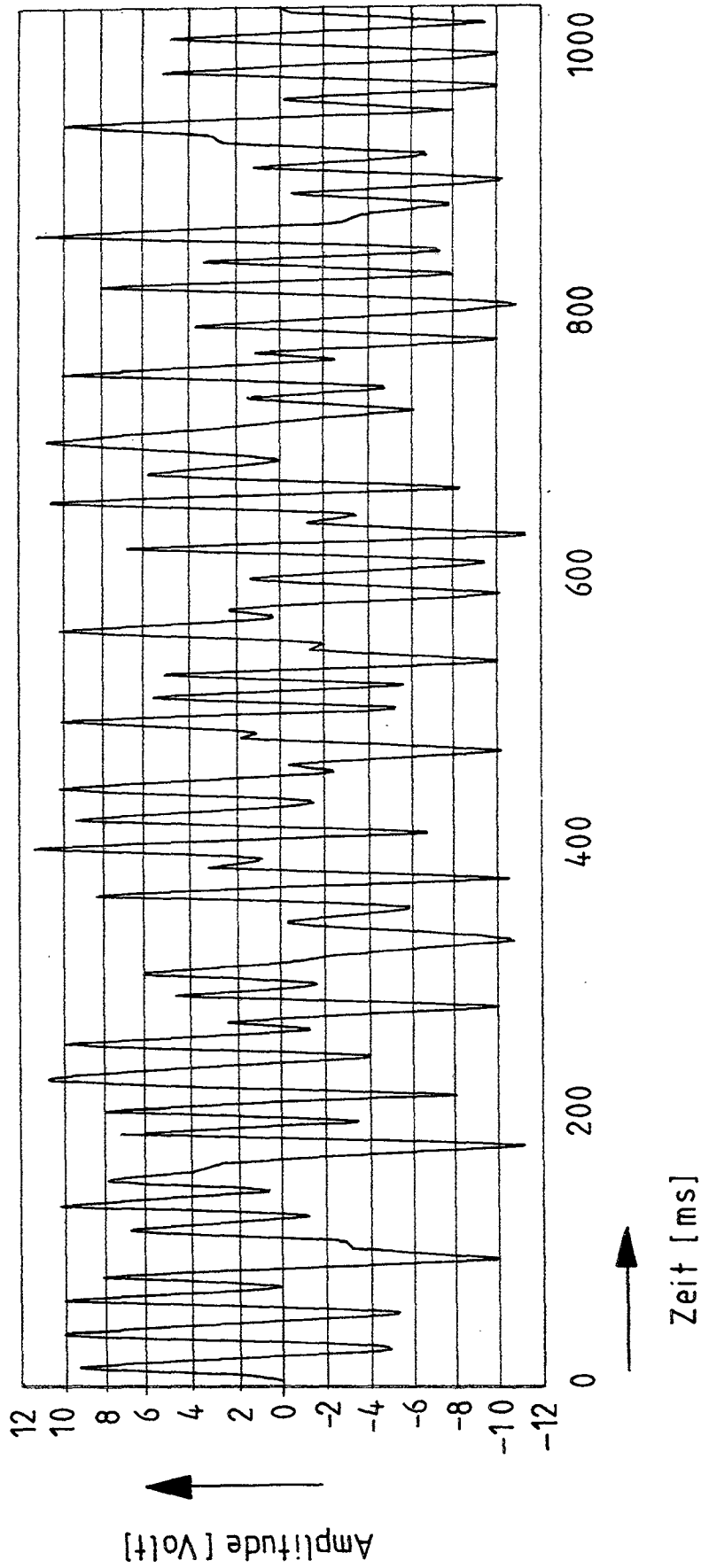


Fig. 4

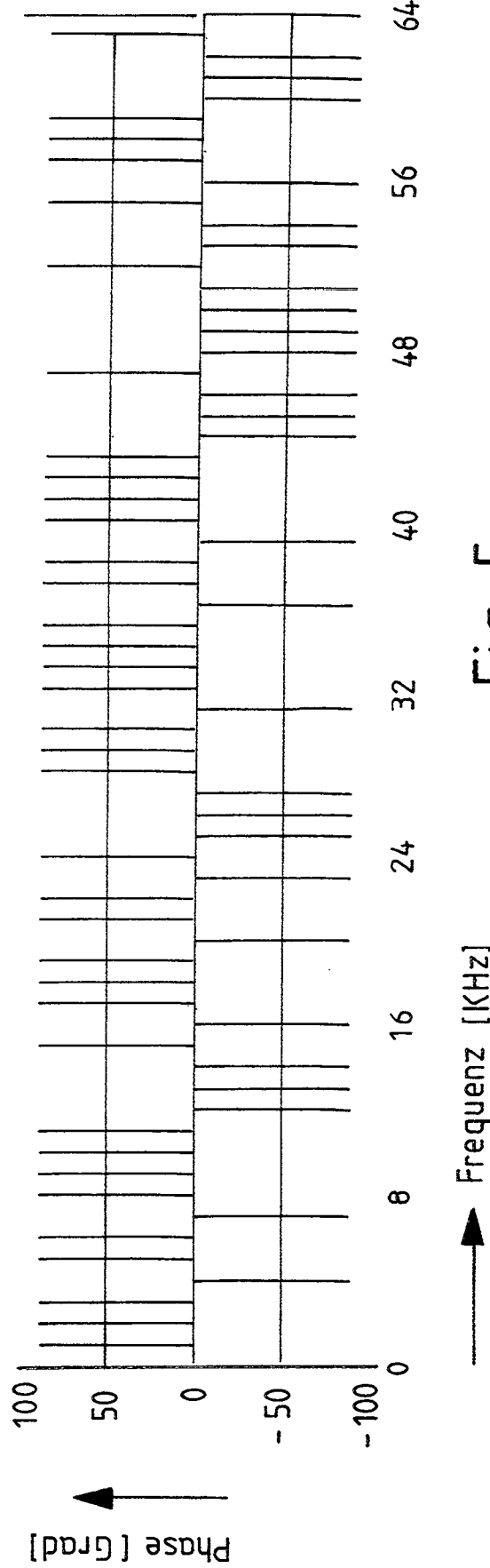
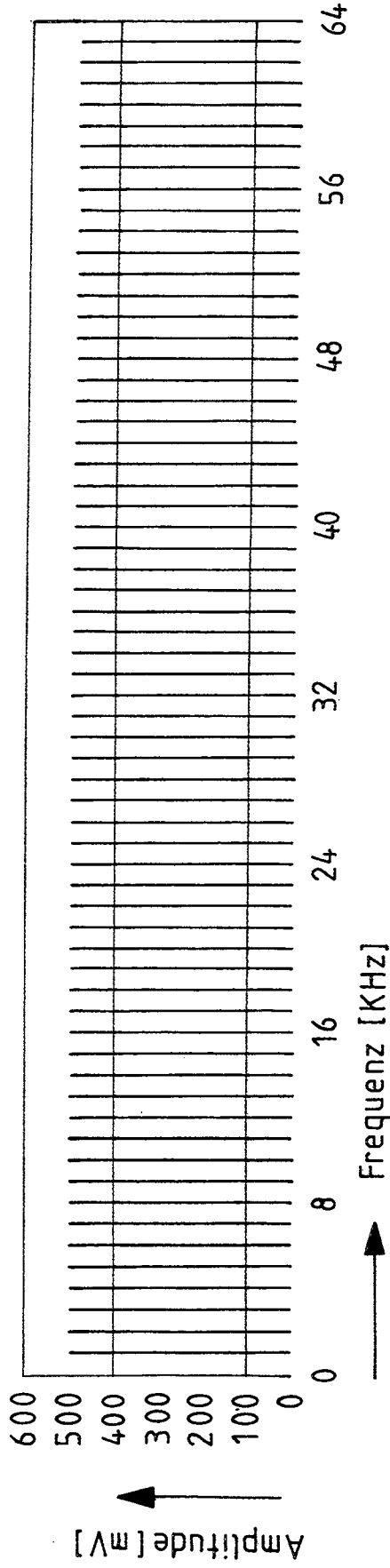


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/003920

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B07C5/344
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)
B07C

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 practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2005 048757 A1 (GUROK OLIVER [DE]; BRAUN ALEXANDER [DE]) 19 April 2007 (2007-04-19) cited in the application paragraph [0010] - paragraph [0031] -----	1-10
A	EP 1 009 049 A2 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 14 June 2000 (2000-06-14) paragraph [0021] -----	1-10
A	WO 2008/101270 A1 (EVK DI KERSCHHAGGL GMBH [AT]; KISS MICHAEL [AT]; KOHLA BERNHARD [AT];) 28 August 2008 (2008-08-28) page 3, line 25 - line 33 -----	1-10
A	US 7 674 994 B1 (VALERIO THOMAS A [US]) 9 March 2010 (2010-03-09) column 5, line 4 - line 5 -----	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 2 April 2014	Date of mailing of the international search report 12/06/2014
---	--

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 Wich, Roland
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2013/003920

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102005048757 A1	19-04-2007	AT 416042 T	15-12-2008
		DE 102005048757 A1	19-04-2007
		DE 202006020496 U1	20-11-2008
		EP 1940564 A1	09-07-2008
		WO 2007042139 A1	19-04-2007

EP 1009049 A2	14-06-2000	CA 2291982 A1	08-06-2000
		EP 1009049 A2	14-06-2000
		JP 3443043 B2	02-09-2003
		JP 2000229269 A	22-08-2000
		US 6337450 B1	08-01-2002
		US 2002027095 A1	07-03-2002

WO 2008101270 A1	28-08-2008	AT 490032 T	15-12-2010
		AT 504527 A4	15-06-2008
		EP 2121203 A1	25-11-2009
		JP 5259630 B2	07-08-2013
		JP 2010519522 A	03-06-2010
		US 2010164512 A1	01-07-2010
		WO 2008101270 A1	28-08-2008

US 7674994 B1	09-03-2010	US 7674994 B1	09-03-2010
		US 2010224537 A1	09-09-2010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B07C5/344
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B07C

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2005 048757 A1 (GUROK OLIVER [DE]; BRAUN ALEXANDER [DE]) 19. April 2007 (2007-04-19) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0010] - Absatz [0031] -----	1-10
A	EP 1 009 049 A2 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 14. Juni 2000 (2000-06-14) Absatz [0021] -----	1-10
A	WO 2008/101270 A1 (EVK DI KERSCHHAGGL GMBH [AT]; KISS MICHAEL [AT]; KOHLA BERNHARD [AT];) 28. August 2008 (2008-08-28) Seite 3, Zeile 25 - Zeile 33 -----	1-10
A	US 7 674 994 B1 (VALERIO THOMAS A [US]) 9. März 2010 (2010-03-09) Spalte 5, Zeile 4 - Zeile 5 -----	1-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"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)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden 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

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. April 2014

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

12/06/2014

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

Wich, Roland

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/003920

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102005048757 A1	19-04-2007	AT 416042 T	15-12-2008
		DE 102005048757 A1	19-04-2007
		DE 202006020496 U1	20-11-2008
		EP 1940564 A1	09-07-2008
		WO 2007042139 A1	19-04-2007

EP 1009049 A2	14-06-2000	CA 2291982 A1	08-06-2000
		EP 1009049 A2	14-06-2000
		JP 3443043 B2	02-09-2003
		JP 2000229269 A	22-08-2000
		US 6337450 B1	08-01-2002
		US 2002027095 A1	07-03-2002

WO 2008101270 A1	28-08-2008	AT 490032 T	15-12-2010
		AT 504527 A4	15-06-2008
		EP 2121203 A1	25-11-2009
		JP 5259630 B2	07-08-2013
		JP 2010519522 A	03-06-2010
		US 2010164512 A1	01-07-2010
		WO 2008101270 A1	28-08-2008

US 7674994 B1	09-03-2010	US 7674994 B1	09-03-2010
		US 2010224537 A1	09-09-2010
