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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

PCT

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. November 2007 (15.11.2007)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/128279 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 15/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2007/000795

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. April 2007 (30.04.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 021 487.0 5. Mai 2006 (05.05.2006) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **PARSUM GMBH** [DE/DE]; Reichenhainer Str. 34-36, 09126 Chemnitz (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **DIETRICH, Stefan** [DE/DE]; Hauptstrasse 81b, 09128 Chemnitz (DE). **ECKARDT, Günter** [DE/DE]; Michaelstrasse 43, 09116 Chemnitz (DE). **KÖHLER, Michael** [DE/DE]; An der Simmühle 21, 09353 Oberlungwitz (DE).

(74) Anwalt: **RUMRICH, Gabriele**; Limbacher Strasse 305, 09116 Chemnitz (DE).

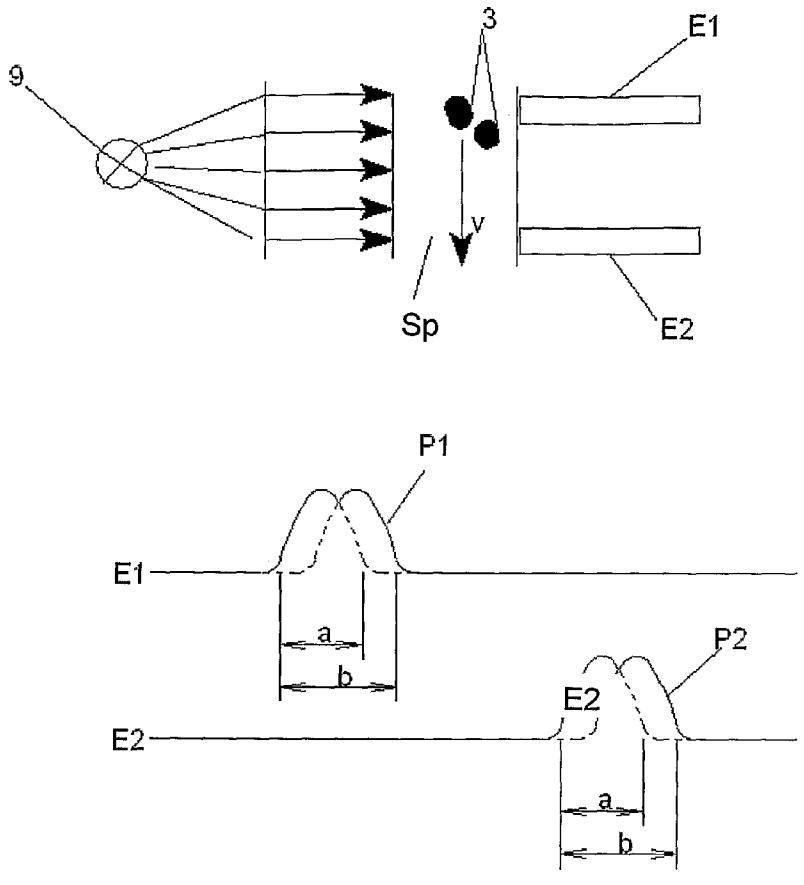
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/128279 A1

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING THE PARTICLE CONTAINED IN A PARTICLE STREAM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG DER IN EINEM PARTIKELSTROM ENTHALTENEN PARTIKEL



(57) Abstract: The invention relates to a method and an apparatus for determining the particle contained in a particle stream using a light source and two receivers which are arranged such that they are offset with respect to one another in the direction of flow and provide an evaluation unit with an electrical signal on the basis of the radiation intensity received, wherein the signal makes it possible to determine the flow velocity and particle size, and a pulse which occurs in the signal and is caused by an attenuation of the radiation intensity when the particle passes through a receiver indicates coincidence by virtue of a 'pulse droop' in this pulse.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der in einem Partikelstrom enthaltenen Partikel unter Verwendung einer Lichtquelle und zwei in Strömungsrichtung versetzt zueinander angeordneten Empfängern, die in Abhängigkeit von der empfangenen Strahlungsintensität einer Auswerteeinheit ein elektrisches Signal zur Verfügung stellen, wobei das Signal die Bestimmung von Strömungsgeschwindigkeit

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:
— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

und Partikelgröße ermöglicht und ein im Signal auftretender Puls, der bei Passieren der Partikel eines Empfängers durch eine Schwächung der Strahlungsintensität hervorgerufen wird, durch einen in diesem Puls vorhandenen "Dacheinbruch" eine Koinzidenz anzeigt.

Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der in einem Partikelstrom enthaltenen Partikel

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der in einem Partikelstrom enthaltenen Partikel nach dem Oberbegriff des ersten Patentanspruchs.

Aus DE 199 11 654 C1 ist eine Einrichtung zur Bestimmung der Geschwindigkeit und der Größe von Partikeln bekannt, wobei die Partikel in einem Messvolumen mit Primärlicht einer Beleuchtungseinrichtung beleuchtet werden, wobei dass durch die Partikel beeinflusste Licht auf zwei Lichtempfängern abgebildet wird, die in Bewegungsrichtung der Partikel nebeneinander angeordnet sind und wobei aus Zeitmessungen die Größe der Partikel bestimmt wird und die kreisförmige Lichtempfangsfläche des ersten Lichtempfängers von der kreisringförmigen Lichtempfangsfläche des zweiten Lichtempfängers umgeben ist. In DE 197 18 875 C1 wird ein Verfahren zur Bestimmung der in einem gasförmigen oder flüssigen Trägermedium enthaltenen Partikel beschrieben, mit dem sehr kleine Partikelgrößen ermittelt und Aussagen zur geometrischen Form getroffen werden können. Dies wird erreicht, indem mindestens drei auf ein Messvolumen gerichtete Lichtquellen und mindestens drei Detektoren gleichzeitig betrieben und die von den Detektoren ermittelten Streulichtwerte korreliert ausgewertet werden. Nachteilig bei den vorgenannten Lösungen ist, dass keine Koinzidenzerkennung möglich ist, so dass zwei oder mehr direkt aufeinander folgende Teilchen nicht als einzelne Teilchen sondern als ein einziges größeres Partikel erfasst werden. Ein optisches Partikelzählsystem mit Koinzidenzerkennung ist aus DE 198 22 652 A1 bekannt. Durch die Betrachtung von Impulshöhe, Impulslänge und der gleichzeitigen Erfassung der Strömungsgeschwindigkeit wird der durch ein oder mehrere Partikel erzeugte Spannungsimpuls auf mögliche Koinzidenzen untersucht. Es werden Koinzidenzfehler ausgewertet und es können Impulshöhe und Impulslänge in Form einer Kalibriertabelle bzw. Kennlinie in Abhängigkeit vom Partikeldurchmesser hinterlegt werden. Außerdem muss mit konstanter Strömungsgeschwindigkeit gearbeitet werden oder die Strömungsgeschwindigkeit mit erfasst werden.

In der Druckschrift US 55 61 515 A wird eine Vorrichtung zur Bestimmung (Größe

und Geschwindigkeit) der in einem Partikelstrom enthaltenen Partikel beschrieben, mit welcher zwei Strahlengänge 32a, 32b erzeugt werden, die in Strömungsrichtung versetzt zueinander angeordnet sind und die im Messvolumen ein Strahlungsintensitätsprofil erzeugen, das in Strömungsrichtung einen "Dacheinbruch" aufweist. In Abhängigkeit von der empfangenen Strahlungsintensität wird einer Auswerteeinheit ein elektrisches Signal zur Verfügung gestellt und die Koinzidenz durch einen Vergleich des Kurvenverlaufs des Signals mit dem "Dacheinbruch" bestimmt wird.
Aus US 57 93 478 A ist eine Vorrichtung zur Bestimmung der in einem Partikelstrom enthaltenen Partikel bekannt mit einer Strahlungsquelle, die einen Strahl erzeugt, der entlang des Partikelpfades ein Intensitätsprofil aufweist mit mindestens einem "Dacheinbruch", wobei das von einem Empfänger zur Verfügung gestellte Signal in Abhängigkeit des Pfades des/der Partikel erzeugt wird und durch Vergleich mit dem Intensitätsprofil eine Koinzidenz von zwei Partikeln beim Durchgang durch den Strahl oder einen unvollständigen Durchgang von Partikeln durch den Strahl feststellbar ist. Die drei vorgenannten Systeme sind relativ aufwändig.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der in einem Partikelstrom enthaltenen Partikel zu entwickeln, die eine einfache Erkennung und ggf. Korrektur von Koinzidenzen gestattet und auch für Partikelströme mit unbekannter sehr breiter Geschwindigkeitsverteilung und breit verteilten Partikelgrößen einsetzbar ist.

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des ersten Patentanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Das Verfahren zur Bestimmung der in einem Partikelstrom enthaltenen Partikel erfolgt unter Verwendung einer Strahlungsquelle und zwei in Strömungsrichtung versetzt zueinander angeordneten Empfängern, die in Abhängigkeit von der beim Passieren des Partikelstroms empfangenen Strahlungsintensität einer Auswerteeinheit ein elektrisches Signal zur Verfügung stellen, wobei das elektrische Signal (neben der Bestimmung von Strömungsgeschwindigkeit und Partikelgröße) zur Koinzidenzerkennung dient und ein im Signal bei Passieren der Partikel eines Empfängers

durch eine Schwächung der Strahlungsintensität auftretender Puls durch einen im Puls vorhandenen„Dacheinbruch" eine Koinzidenz anzeigt.

Dabei werden der/die Empfänger nicht während der gesamten Zeit des Passierens der Partikel vollständig abgeschattet, wodurch während des Passierens der Partikel kurzzeitig eine Strahlung in dem jeweiligen Empfänger ankommt, so dass bei Koinzidenz der „Dacheinbruch" erfolgt.

Es ist möglich, eine Größenverteilung erkannter Koinzidenzen zu bilden und als Korrekturverteilung von der gemessenen Partikelgrößenverteilung abzuziehen.

Weiterhin kann aus der Verteilung erkannter Koinzidenzen auf eine Verteilung nicht erkennbarer Koinzidenzen geschlossen werden, wobei die Verteilung nicht erkennbarer Koinzidenzen ebenfalls als Korrekturverteilung von der gemessenen Partikelgrößenverteilung abgezogen werden kann.

Alternativ können erkannte Koinzidenzen als ungültige Messungen verworfen werden.

Die Zuordnung der Signale erfolgt dadurch, dass zwischen dem ersten Signal eines ersten Empfängers und dem zweiten Signal eines zweiten Empfängers zur Ermittlung einer durchschnittlichen Zeitverschiebung zwischen beiden Signalen eine Kreuzkorrelation durchgeführt wird.

Ausgehend von einem Puls mit einer Position X im ersten Signal des ersten Empfängers wird an der Position X+t (und mit größer werdenden Abständen um diese Position herum) im zweiten Signal des zweiten Empfängers ein Puls gesucht.

Durch die Prüfung vorgegebener Toleranzen für die Pulsbreite kann nun festgestellt werden, ob ein im zweiten Signal hervorgerufener Puls identisch mit dem im ersten Signal hervorgerufenen Puls ist. Dies ist insbesondere von Bedeutung, wenn die Geschwindigkeiten sehr große Unterschiede aufweisen und dadurch die Gefahr von Fehlmessungen gegeben ist.

Zur Erkennung des Verschmutzungsgrades wird im ersten Signal des ersten Sensors und/oder im zweiten Signal des zweiten Sensors der Nullpegel zwischen den einzelnen Pulsen erfasst. Dieser Nullpegel wird als Maß für eine Verschmutzung einer den Messspalt umgebenden durchsichtigen Wandung ausgewertet. Eine Verschiebung des Nullpegels nach oben zeigt dabei eine größere Verschmutzung an.

Weiterhin ist es möglich, mittels einer oder mehrerer Anzeigeeinheit/en, die gemeinsam mit dem ersten Sensor, dem zweiten Sensor und der Auswerteeinheit in einem gemeinsamen Gehäuse der Messsonde angeordnet ist/sind, den Zustand während des Betriebes anzuzeigen.
Bevorzugt wird dabei

- mit einer ersten Anzeigeeinheit der Zustand Ein/Aus,
- mittels einer zweiten Anzeigeeinheit die Laserintensität und
- mittels einer dritten Anzeigeeinheit die Signalstärke

angezeigt.

Die Vorrichtung zur Bestimmung der in einem Partikelstrom enthaltenen Partikel weist eine Strahlungsquelle und zwei in Strömungsrichtung versetzt zueinander angeordnete Empfänger auf, die in Abhängigkeit von der beim Passieren des Partikelstroms empfangenen Strahlungsintensität einer Auswerteeinheit ein elektrisches Signal zur Verfügung stellen, wobei eine Koinzidenz aus einem im Kurvenverlauf des Signals bei Passieren der Partikel auftretenden Puls und einem im Puls vorhandenen „Dacheinbruch" bestimmt wird.

In der Auswerteeinheit wird weiterhin zwischen dem ersten Signal des ersten Empfängers und aus dem zweiten Signal des zweiten Empfängers beiden Signalen zur Ermittlung einer durchschnittlichen Zeitverschiebung zwischen den beiden Signalen eine Kreuzkorrelation durchgeführt.
Bei einem Puls mit einer Position X im ersten Signal des ersten Empfängers wird ein Puls im zweiten Signal des zweiten Empfängers an der Position X + t ermittelt, wobei in der Auswerteeinrichtung vorgegebene Toleranzen für die Pulsbreite auswertbar sind.
Weiterhin weist die Vorrichtung einen Messspalt mit einer durchsichtigen Wandung auf, hinter welcher der erste Sensor und der zweite Sensor angeordnet sind, wobei der Nullpegel zwischen den einzelnen Pulsen als Maß für eine Verschmutzung der Wandung in der Auswerteeinheit auswertbar ist.

Vorteilhafter Weise ist/sind eine oder mehrere Anzeigeeinheit/en gemeinsam mit dem ersten Sensor, dem zweiten Sensor und der Auswerteeinheit in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet.
Eine erste Anzeigeeinheit zeigt den Zustand Ein/Aus, eine zweite Anzeigeeinheit die Laserintensität der Strahlungsquelle (Lichtquelle) und eine dritte Anzeigeeinheit die Signalstärke an. Bevorzugt ist/sind die Anzeigeeinheit/en als LED/LEDs ausgebildet, die unterschiedliche Farben entsprechend des anzuzeigenden Zustandes aufweisen.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung ist es auf einfache Art und Weise möglich, neben der bekannten Messung der Strömungsgeschwindigkeit und der Partikelgröße auf einfache Art und Weise eine Koinzidenzerkennung und –korrektur sowie eine Verschmutzungserkennung durchzuführen und unterschiedliche Zustände sowie eventuelle Fehler der Messsonde zu signalisieren.

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

Fig. 1: Prinzipdarstellung der Vorrichtung,

Fig. 2: Signalverlauf bei Erfassen eines Partikels,

Fig. 3: vereinfachte Darstellung der Vorrichtung bei zwei nebeneinander befindlichen Partikeln.

Fig. 4: Signalverlauf bei Erfassen von zwei Partikeln,

Fig. 5: Kurvenverlauf gemessener Partikelgrößenverteilung, Korrekturverteilung der gemessenen und nicht gemessenen Koinzidenzen und Ergebnisverteilung,

Fig. 6: Diagramm der auftretenden Pulse bei geringer Partikelkonzentration mit normaler Zuordnung der Signale,

Fig. 7: Diagramm der auftretenden Pulse bei hoher Partikelkonzentration mit Fehlzuordnung der Signale,

Fig. 8: Diagramm der Pulssignale bei unverschmutzter und verschmutzter Wandung des Messspaltes.

In Fig. 1 wird eine Prinzipdarstellung der Vorrichtung gezeigt, die zum Messen der in einer Strömung vorhandenen Partikel 3 eingesetzt wird. In diesem Fall bewegt sich eine Wasserströmung durch einen Messspalt Sp mit einer Breite c, wobei der Spalt durch eine lichtdurchlässige Wandung 1, 2 gebildet wird. In der Wasserströmung befindliche Partikel 3, die eine Größe s aufweisen, werden gemeinsam mit der Strömung des Wassers in Strömungsrichtung mit einer Geschwindigkeit v bewegt. Auf einer Seite sind ein erster Empfänger E1 (wird gebildet aus Lichtwellenleiter 4 und optoelektronischen Wandler 6) und ein zweiter Empfänger E2 (wird gebildet aus Lichtwellenleiter 5 und optoelektronischen Wandler 7) in Strömungsrichtung hintereinander angeordnet. Der erste und der zweite Empfänger E1, E2 sind mir einer Auswerteeinheit 8 verbunden. Auf der gegenüberliegenden Seite des Messspaltes Sp ist eine Strahlungsquelle 9 (bevorzugt eine Lichtquelle in Form eines Lasers) vorgesehen, der eine Parallelisierungsoptik 10 zugeordnet ist, mit welcher ein paralleles Lichtbündel mit dem Durchmesser d erzeugt wird. Der Durchmesser d des Lichtbündels und die Breite c des Messspaltes Sp definieren dabei das Messvolumen, welches an die optische Wirkungsfläche 1.1 der lichtdurchlässigen Wandung 1 auf der Seite der Empfänger E1, E2 angrenzt.

Bewegt sich ein Partikel 3 mit der Geschwindigkeit v in der Wasserströmung durch den Messspalt Sp, so erzeugt dieser durch die Lichtquelle 9 auf der gegenüberliegenden Seite ein Schattenbild auf der optischen Wirkungsfläche 1.1 im Bereich des Empfängers E1 und nach einer Zeitdifferenz To ein Schattenbild im Bereich des Empfängers E2. Durch den ersten Empfänger E1 wird ein erster Puls P1 und durch den zweiten Empfänger E2 ein zweiter Puls P2 als Signal an die Auswerteeinrichtung gesendet. In dieser werden bekannter Weise wie in DE 199 11 654 C1 beschrieben die Geschwindigkeit v und die Partikelgröße s berechnet und angezeigt und bedarfsweise gespeichert. Der Signalverlauf bei Erfassen eines Partikels wird in Fig. 2 gezeigt.

Die vereinfachte Darstellung der Vorrichtung bei zwei nebeneinander befindlichen Partikeln 3 ist in Fig. 3 dargestellt. Problem dabei ist, dass zwei oder mehr direkt aufeinander folgende Partikel 3 keinen deutlichen Zwischenraum aufweisen und dadurch nicht als mehrere separate Teilchen sondern als ein einziges größeres Partikel 3 gemessen werden. In Fig.4 ist der Signalverlauf bei Erfassen der beiden Partikel 3 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass in dem Signalverlauf des ersten Emp-

fängers E1 und des zweiten Empfängers E2 in dem Puls P1 und P2 im Plateau der Pulse P1 und P2 ein „Dacheinbruch" zu verzeichnen ist, der sich dadurch ergibt, dass der Empfänger nicht während der gesamten Zeit des Passierens beider Partikel vollständig abgeschattet wird, denn die Fläche des Schattenbildes wird bei Passieren dieser Partikel kurzzeitig reduziert und dann wieder vergrößert. Durch diesen Dacheinbruch wird eine Koinzidenz erkennbar und auswertbar, die entweder als ungültiges Messergebnis verworfen oder zur Korrektur der Messung verwendet werden kann. In Fig. 4 stellt das Maß a die tatsächliche Größe des Partikels und das Maß b die scheinbare und falsche Größe dar.

Die erkannte Koinzidenz kann gem. Fig. 5 auch zur Korrektur der durchgeführten Messungen verwendet werden. Dabei stellt die Kurve K1 die gemessene Partikelgrößenverteilung, die Kurve K2 die Korrekturverteilung der gemessenen Koinzidenz, die Kurve K3 die Korrekturverteilung der nicht erkennbaren Koinzidenz und die Kurve K4 die Ergebnisverteilung dar.

Die Zuordnung der Signale geht aus den Diagrammen gem. Fig. 6 und 7 hervor, wobei in Fig. 6 das Diagramm der auftretenden Pulse bei geringer Partikelkonzentration mit normaler Zuordnung der Signale und in Fig. 7 das Diagramm der auftretenden Pulse bei hoher Partikelkonzentration mit einer fehlerhaften Zuordnung der Signale dargestellt ist.

Gem. Fig. 6 folgt bei geringer Partikelkonzentration auf den Puls P1 des ersten Empfängers E1 unmittelbar in einer geringen Zeit t der Puls P1 des zweiten Empfängers E2.

Gem. Fig. 7 wurde der im Empfänger E1 erfasste Puls P1 in fehlerhafter Weise dem im Empfänger E2 erfassten Puls P2' zugeordnet.

Wird zwischen den Impulsen P1 und P2 gem. Fig. 6 eine relativ lange Zeit t benötigt, ist dies ein Indiz für eine fehlerhafte Zuordnung.

Die richtige Zuordnung der Partikel wird über die Impulsbreite realisiert, wobei davon ausgegangen wird, dass eine gleiche Pulsbreite in beiden Signalverläufen durch ein Partikel hervorgerufen wird.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung ist es ebenfalls möglich, den Verschmutzungsgrad der durchsichtigen Wände 1, 2 des Messspaltes zu bestimmen, um so Aussagen über eine erforderliche Reinigung treffen zu können. Bisher war es üb-

lich, die Amplitude auszuwerten und mit dem ursprünglichen Zustand zu vergleichen, wobei damit die Bestimmung des Verschmutzungsgrades nicht sicher ist. Daher wird erstmalig der 0-Pegel zwischen den einzelnen Pulssignalen, die im ersten und/oder zweiten Empfänger ausgegeben werden, als Maß für eine Verschmutzung ausgewertet. In Fig. 8 wird das Diagramm der Pulssignale bei unverschmutzter und verschmutzter Wandung des Messspaltes dargestellt. Daraus wird deutlich, dass der 0-Pegel bei Verschmutzung ansteigt. Es ist möglich, bei einem vorgegebenen Nullpegel die erforderliche Reinigung zu signalisieren.
Dazu können im Gehäuse der Messsonde (nicht dargestellt) entsprechende LEDs vorgesehen sein, die den entsprechenden Zustand anzeigen. Weiterhin können durch entsprechende LEDs Power – on/off (z.B. grün für on), die Laserintensität (z.B. grün für ausreichend, rot für zu schwach) und die Signalstärke (z.B. grün für gut, gelb für schwach, rot für zu gering) angezeigt werden.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung wird eine zuverlässige Partikelmessung gewährleistet, die neben der Ermittlung der Strömungsgeschwindigkeit und der Partikelgröße durch die Erkennung und Bewertung von Koinzidenzen eine hohe Messsicherheit und Genauigkeit gewährleistet. Es wird insbesondere eine korrekte Messung der Partikelgröße sichergestellt. Durch die neuartige Zuordnung der Messwerte, die Anzeige des Verschmutzungsgrades und des Arbeitszustandes der Messsonde werden fehlerhafte Messungen und Bedienfehler vermieden.

Bezugszeichenliste

1	Wandung
1.1	optische Wirkungsfläche
2	Wandung
3	Partikel
4	Lichtwellenleiter
5	Lichtwellenleiter
6	optoelektronischer Wandler
7	optoelektronischer Wandler
8	Auswerteeinheit
9	Lichtquelle
10	Parallelisierungsoptik
a	tatsächliche Größe des Partikels
b	scheinbare falsche Größe des Partikels
E1	erster Empfänger
E2	zweiter Empfänger
K1	Kurve der gemessene Partikelgrößenverteilung
K2	Kurve der Korrekturverteilung der gemessenen Koinzidenz
K3	Kurve der Korrekturverteilung der nicht erkennbaren Koinzidenz
K4	Kurve der Ergebnisverteilung
P1	Puls 1
P2	Puls 2
To	Zeitdifferenz
s	Partikelgröße
Sp	Spalt
t	Zeit
v	Geschwindigkeit

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der in einem Partikelstrom enthaltenen Partikel unter Verwendung einer Strahlungsquelle und zwei in Strömungsrichtung versetzt zueinander angeordneten Empfängern, die in Abhängigkeit von der empfangenen Strahlungsintensität einer Auswerteeinheit ein elektrisches Signal zur Verfügung stellen, wobei das Signal die Bestimmung von Strömungsgeschwindigkeit und Partikelgröße ermöglicht und ein im Signal auftretender Puls, der bei Passieren der Partikel eines Empfängers durch eine Schwächung der Strahlungsintensität hervorgerufen wird, durch einen in diesem Puls vorhandenen „Dacheinbruch" eine Koinzidenz anzeigt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der/die Empfänger nicht während der gesamten Zeit des Passierens der Partikel vollständig abgeschattet wird/werden, wodurch bei Koinzidenz der „Dacheinbruch" entsteht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Größenverteilung erkannter Koinzidenzen gebildet und als Korrekturverteilung von der gemessenen Partikelgrößenverteilung abgezogen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus der Verteilung erkannter Koinzidenzen auf eine Verteilung nicht erkennbarer Koinzidenzen schließbar ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verteilung nicht erkennbarer Koinzidenzen als Korrekturverteilung von der gemessenen Partikelgrößenverteilung abgezogen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass erkannte Koinzidenzen als ungültige Messungen verworfen werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Abhängigkeit eines Pulses mit einer Position X im Signal des ersten Empfängers an der Position X + t im Signal des zweiten Empfängers ein Puls gesucht wird.

8. Verfahren nach Anspruche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch Prüfung vorgegebener Toleranzen für die Pulsbreite festgestellt wird, ob ein im Signal des zweiten Empfängers hervorgerufener Puls identisch mit dem im Signal des ersten Empfängers hervorgerufenen Puls ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Signal des ersten Sensors und/oder im Signal des zweiten Sensors der Nullpegel zwischen den einzelnen Pulsen erfasst und als Maß für eine Verschmutzung einer den Messspalt umgebenden durchsichtigen Wandung ausgewertet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels einer oder mehrerer Anzeigeeinheit/en, die gemeinsam mit dem ersten Sensor, dem zweiten Sensor und der Auswerteeinheit in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet ist/sind, der Zustand der Messsonde während des Betriebes angezeigt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels einer ersten Anzeigeeinheit der Zustand Ein/Aus angezeigt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels einer zweiten Anzeigeeinheit die Laserintensität angezeigt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels einer dritten Anzeigeeinheit die Signalstärke angezeigt wird.

14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, zur Bestimmung der in einem Partikelstrom enthaltenen Partikel mit einer Strahlungsquelle und zwei Empfängern, die in Strömungsrichtung versetzt zu-

einander angeordnet sind und in Abhängigkeit von der empfangenen Strahlungsintensität einer Auswerteeinheit ein elektrisches Signal zur Verfügung stellen, wobei das elektrische Signal in der Auswerteeinheit ausgewertet wird und wobei eine Koinzidenz aus einem im Kurvenverlauf des Signals bei Passieren der Partikel auftretenden Puls und einem im Puls vorhandenen „Dacheinbruch" bestimmt wird.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Auswerteeinheit aus dem Signal des ersten Empfängers und dem Signal eines zweiten Empfängers zur Ermittlung einer durchschnittlichen Zeitverschiebung zwischen beiden Signalen, die durch ein Partikel hervorgerufen wird, eine Kreuzkorrelation durchgeführt wird.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem durch ein Partikel hervorgerufenen Puls mit einer Position X im Signal des ersten Empfängers ein Puls im Signal des zweiten Empfängers an der Position X + t ermittelt wird.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Auswerteeinrichtung vorgegebene Toleranzen für die Pulsbreite auswertbar sind.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie einen Messspalt mit einer durchsichtigen Wandung aufweist und dass hinter der Wandung der erste Sensor und der zweite Sensor angeordnet sind und der Nullpegel zwischen den einzelnen durch Partikel hervorgerufenen Pulsen als Maß für eine Verschmutzung der Wandung in der Auswerteeinheit auswertbar ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine oder mehrere Anzeigeeinheit/en gemeinsam mit dem ersten Sensor, dem zweiten Sensor und der Auswerteeinheit in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet ist/sind.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erste Anzeigeeinheit den Zustand Ein/Aus anzeigt.

21. Vorrichtung nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zweite Anzeigeeinheit die Laserintensität anzeigt.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine dritte Anzeigeeinheit die Signalstärke anzeigt.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzeigeeinheit/en als LED/LEDs ausgebildet sind.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die LEDs unterschiedliche Farben entsprechend des anzuzeigenden Zustandes aufweisen.

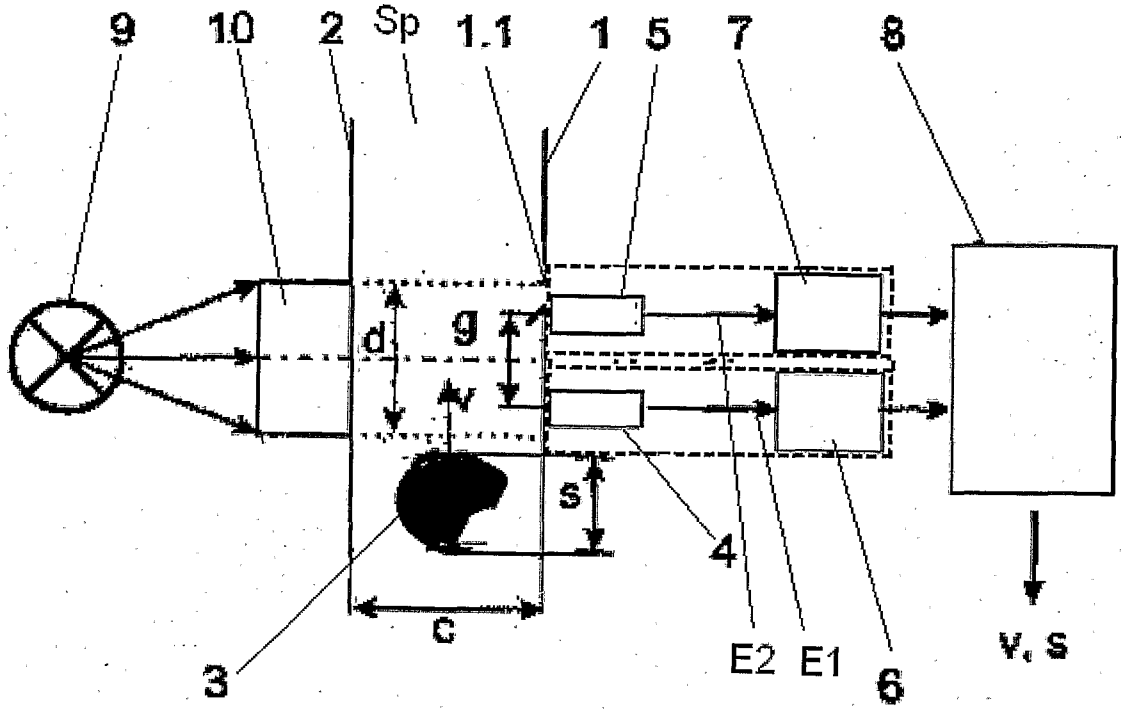


Fig. 1

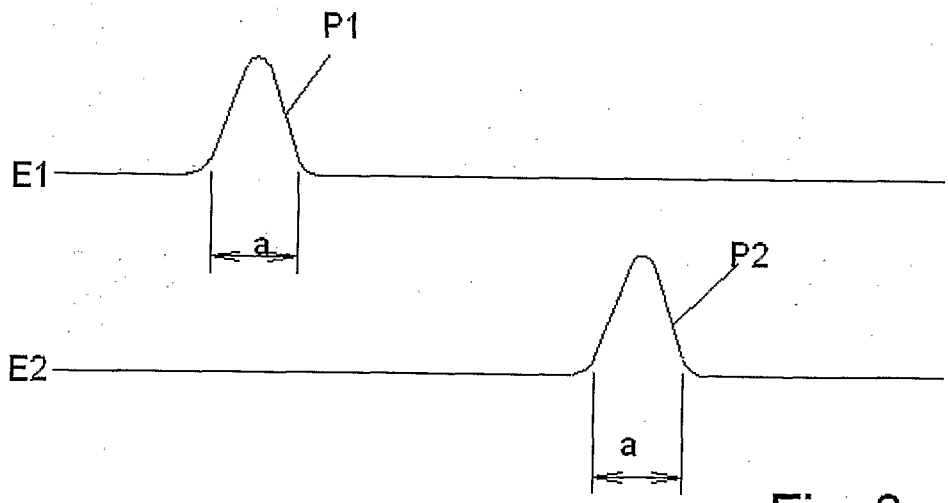


Fig. 2

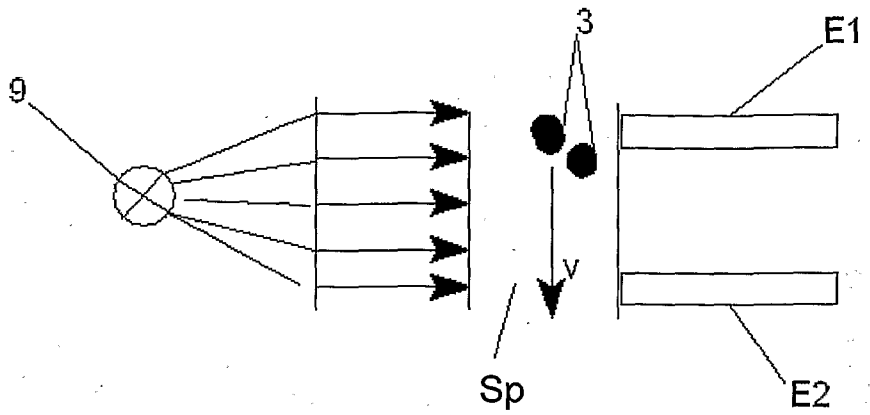


Fig. 3

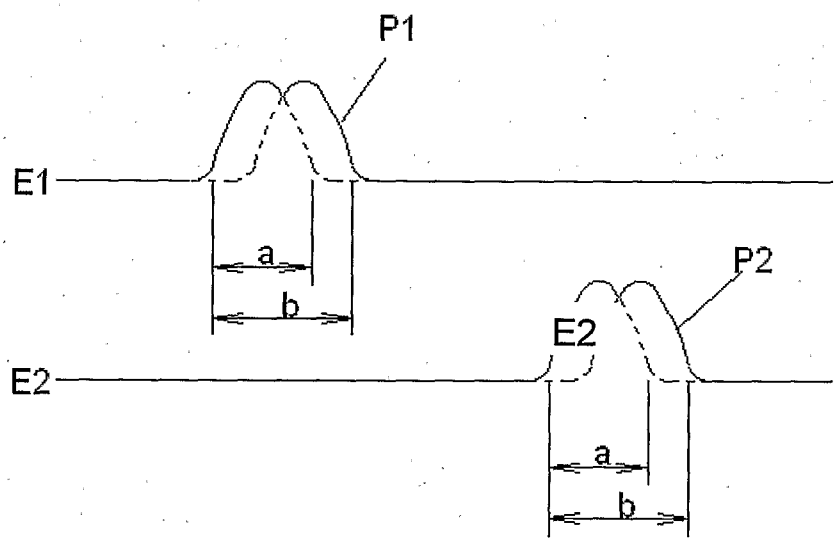


Fig. 4

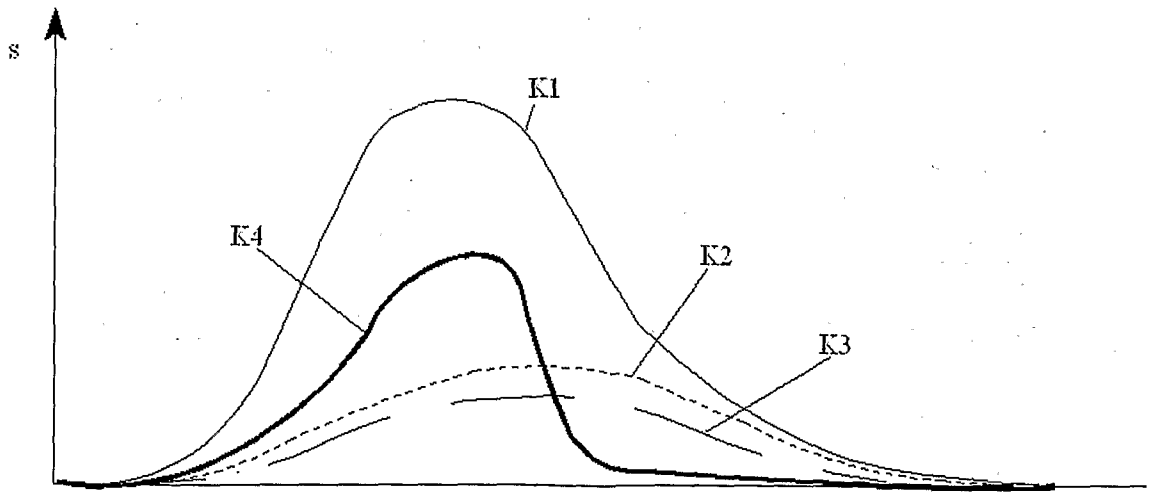


Fig. 5

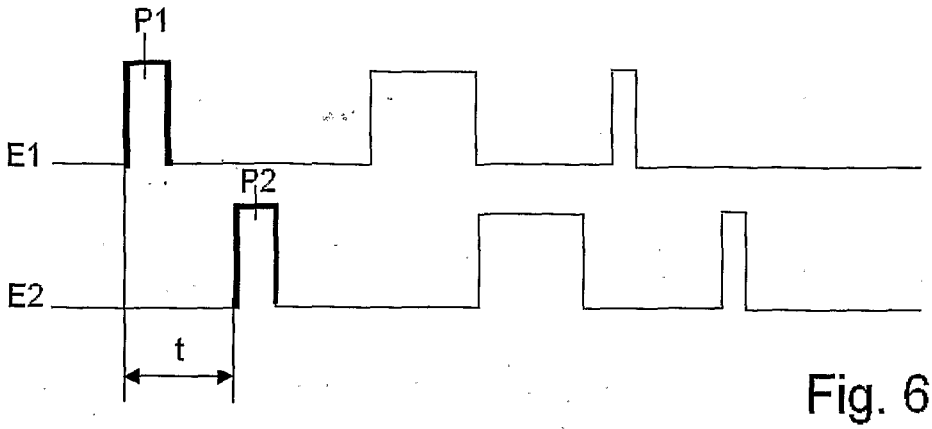


Fig. 6

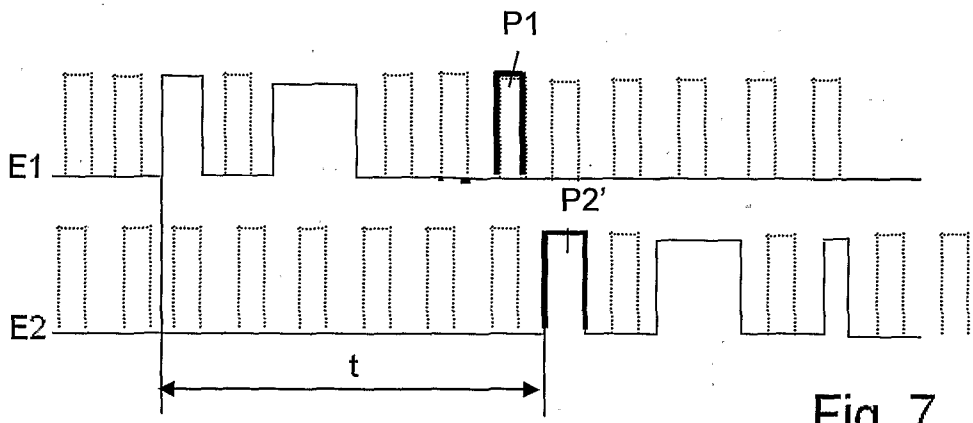


Fig. 7

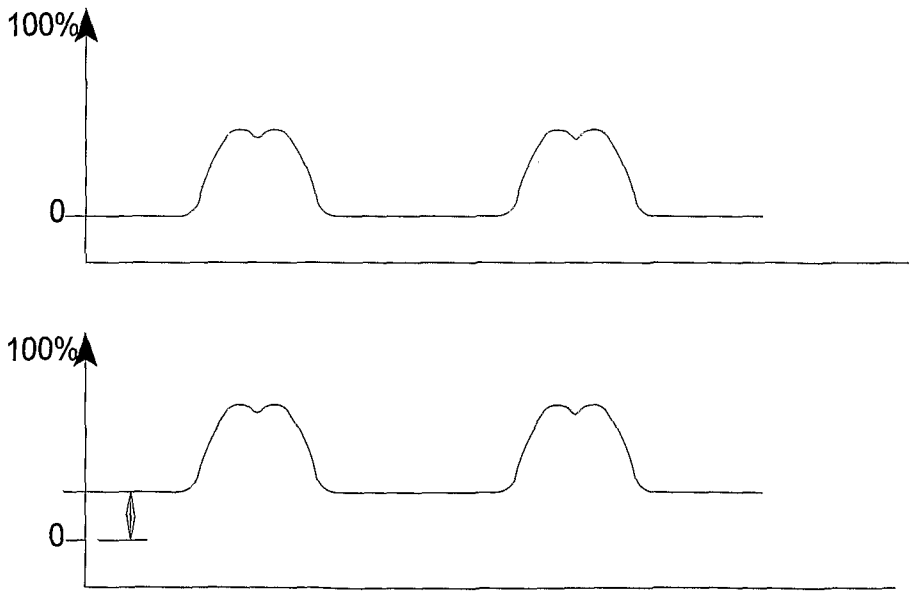


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2007/000795

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01N15/14

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)
G01N

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 924 510 A (UNIV ROCHESTER [US]) 23 June 1999 (1999-06-23)	1-3,9-24
Y	paragraph [0002] - paragraph [0004] paragraph [0009] - paragraph [0015] paragraph [0017] - paragraph [0030] figures 1-3	3-8
Y	US 5 452 237 A (JONES JR WILLIAM R [US]) 19 September 1995 (1995-09-19) column 2, line 10 - column 2, line 34 column 2, line 59 - column 6, line 5 figures 1-3	3-6

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
14 August 2007	22/08/2007

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Koch, Anette

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2007/000795

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 039 289 A (PARSUM GES FUER PARTIKEL STROE [DE]) 27 September 2000 (2000-09-27) paragraph [0001] paragraph [0016] - paragraph [0017] paragraph [0021] - paragraph [0022] paragraph [0025] - paragraph [0026] paragraph [0028] paragraph [0034] - paragraph [0041]	1,14
Y	paragraph [0042]	7,8
A	GB 1 588 170 A (BECTON DICKINSON CO) 15 April 1981 (1981-04-15) page 1, line 6 - page 1, line 15 page 4, line 13 - page 4, line 17 page 4, line 30 - page 4, line 45 page 6, line 57 - page 7, line 3 page 10, line 2 - page 11, line 14 page 11, line 65 - page 12, line 26 page 16, line 26 - page 19, line 60 figures 1-5	1,14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2007/000795

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0924510 A	23-06-1999	NONE	
US 5452237 A	19-09-1995	NONE	
EP 1039289 A	27-09-2000	DE 19911654 C1	07-12-2000
GB 1588170 A	15-04-1981	AU 504450 B2	11-10-1979
		AU 3007877 A	07-06-1979
		CA 1091350 A1	09-12-1980
		DE 2748923 A1	11-05-1978
		FR 2370276 A1	02-06-1978
		IT 1087196 B	31-05-1985
		JP 1398040 C	07-09-1987
		JP 53077584 A	10-07-1978
		JP 62007966 B	20-02-1987

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2007/000795

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01N15/14

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01N

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.
X	EP 0 924 510 A (UNIV ROCHESTER [US]) 23. Juni 1999 (1999-06-23)	1-3,9-24
Y	Absatz [0002] - Absatz [0004] Absatz [0009] - Absatz [0015] Absatz [0017] - Absatz [0030] Abbildungen 1-3	3-8

Y	US 5 452 237 A (JONES JR WILLIAM R [US]) 19. September 1995 (1995-09-19) Spalte 2, Zeile 10 - Spalte 2, Zeile 34 Spalte 2, Zeile 59 - Spalte 6, Zeile 5 Abbildungen 1-3	3-6

	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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" älteres Dokument, 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 anderen 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
14. August 2007	22/08/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Koch, Anette

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2007/000795

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 039 289 A (PARSUM GES FUER PARTIKEL STROE [DE]) 27. September 2000 (2000-09-27) Absatz [0001] Absatz [0016] - Absatz [0017] Absatz [0021] - Absatz [0022] Absatz [0025] - Absatz [0026] Absatz [0028] Absatz [0034] - Absatz [0041]	1,14
Y	Absatz [0042]	7,8
A	GB 1 588 170 A (BECTON DICKINSON CO) 15. April 1981 (1981-04-15) Seite 1, Zeile 6 - Seite 1, Zeile 15 Seite 4, Zeile 13 - Seite 4, Zeile 17 Seite 4, Zeile 30 - Seite 4, Zeile 45 Seite 6, Zeile 57 - Seite 7, Zeile 3 Seite 10, Zeile 2 - Seite 11, Zeile 14 Seite 11, Zeile 65 - Seite 12, Zeile 26 Seite 16, Zeile 26 - Seite 19, Zeile 60 Abbildungen 1-5	1,14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2007/000795

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0924510	A	23-06-1999	KEINE		
US 5452237	A	19-09-1995	KEINE		
EP 1039289	A	27-09-2000	DE	19911654 C1	07-12-2000
GB 1588170	A	15-04-1981	AU	504450 B2	11-10-1979
			AU	3007877 A	07-06-1979
			CA	1091350 A1	09-12-1980
			DE	2748923 A1	11-05-1978
			FR	2370276 A1	02-06-1978
			IT	1087196 B	31-05-1985
			JP	1398040 C	07-09-1987
			JP	53077584 A	10-07-1978
			JP	62007966 B	20-02-1987