



österreichisches
patentamt

(10) **AT 501 020 B1** 2006-09-15

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1744/2004 (51) Int. Cl.⁸: **B07C 5/344** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 2004-10-18
(43) Veröffentlicht am: 2006-09-15

(73) Patentanmelder:
M.A.M.I. MODERN ALLROUND
MANAGEMENT INTERNATIONAL
A-5440 GOLLING (AT)
(72) Erfinder:
GANTZE PETER
ADNET (AT)

(54) SORTIERVORRICHTUNG UND SORTIERVERFAHREN FÜR STÜCKGUT

(57) Die Erfindung betrifft ein Sortierverfahren und eine Sortiervorrichtung für Stückgut (1) mit einer ein Förderband (2) aufweisenden Fördereinrichtung für das Stückgut (1), einer dem Förderband (2) zugeordneten Röntgenquelle (4) zur Anregung des Stückgutes (1) mit Röntgenstrahlung, einer Detektionseinrichtung (5) zur Erfassung der vom Stückgut (1) ausgehenden Messstrahlung und einer von den Messsignalen der Detektionseinrichtung (5) gesteuerten Sortiereinrichtung (8). Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Detektionseinrichtung (5) zumindest einen energiedispersiven Detektor (5') aufweist, welchem zumindest ein Einkanal-Analysator (6) nachgeschaltet ist, welcher auf eine charakteristische Röntgenemissionslinie eines vorbestimmten chemischen Elementes im Stückgut (1) eingestellt ist, dessen analoges Messsignal ggf. über eine Steuer- und Auswerteeinrichtung (7) die Sortiereinrichtung (8) ansteuert.

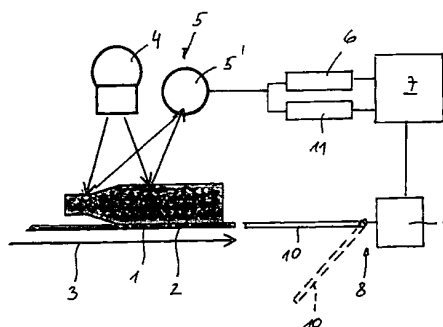


Fig. 1

AT 501 020 B1 2006-09-15

DVR 0078018

Die Erfindung betrifft eine Sortiervorrichtung und ein Sortierverfahren für Stückgut, welches über ein Förderband oder dergleichen herangeführt wird, wobei das Stückgut mit Röntgenstrahlung beaufschlagt und die vom Stückgut ausgehende Röntgenstrahlung gemessen wird, wobei die Messung auf eine oder wenige charakteristische Röntgenemissionslinien eines vorbestimmten chemischen Elementes im Stückgut beschränkt wird, deren Strahlungsintensität mit einer Ein-

5 kanal-Messung erfasst und daraus ein analoges Messsignal abgeleitet wird und wobei auf der Basis eines vorgegebenen Schwellwertes des analogen Messsignals der Sortiervorgang eingeleitet wird.

10 Aus der US 6,506,991 B1 ist beispielsweise eine Sortieranlage für verschiedene Arten von Altpapier bekannt, welche die Papierstücke mit einem Förderband einer Bestrahlungseinrichtung zuführt. Diese weist zwei Strahlungsquellen, sowie einen Detektor auf, welcher die von der Probe ausgehende Strahlung detektiert. Für die Strahlungsquelle kann sowohl sichtbares Licht, Infrarotstrahlung als auch Röntgenstrahlung verwendet werden kann. Abgestimmt auf die Strahlungsquelle kann der Detektor eine einfache Kamera sein, jedoch auch eine Einrichtung, mit

15 welcher die Wellenlänge der emittierten Messstrahlung erfasst werden kann. In Abhängigkeit des von der Analyseinrichtung erfassten Messsignals wird beispielsweise eine Luftdüse angesteuert, mit welcher das Stückgut in unterschiedliche Behälter befördert wird.

20 Weiters ist aus der US 3,872,306 eine Sortieranlage für Feldfrüchte bekannt, mit welcher beispielsweise Kartoffeln von Steinen und andere Verunreinigungen separiert werden können. Die Mischung aus Steinen, Feldfrüchten und Erde wird einem Schacht zugeführt, in welchem diese das Strahlungsfeld einer Strahlungsquelle (z.B. Röntgenstrahlung) durchsetzt. Die unterschiedliche Abschwächung der Ausgangsstrahlung aufgrund der unterschiedlichen Materialdichten wird

25 gemessen und als Steuersignal für Ablenkelemente verwendet, die die Steine und Verunreinigungen aussortieren. Das Sortierverfahren eignet sich nur für Stückgut mit genügend unterschiedlicher Materialdichte bzw. für Materialien mit unterscheidbaren Absorptionskoeffizienten für die verwendete Strahlung.

30 Aus der US 5,339,962 ist ein Separator für Abfälle (u.a. Polyester und PVC) bekannt, welcher eine elektromagnetische Strahlungsquelle, beispielsweise eine Röntgenröhre, aufweist und auf unterschiedlichen Absorptionswerten und Eindringtiefen der verwendeten Strahlung in den unterschiedlichen Materialien basiert.

35 Aus der EP 1 004 367 A2 ist eine komplexe Anlage für die Sortierung von Plastikabfällen bekannt, welche unter anderem einen Abschnitt in der Sortierabfolge enthält, in welchem das Vorhandensein von Chlor im Stückgut als Kriterium für den Sortiervorgang verwendet wird. Nach der Anregung mit einer radioaktiven Quelle misst ein Detektor die sekundäre Fluoreszenzstrahlung, wobei die Messung auf den Energiebereich von 2,8 keV beschränkt wird. Das Ausgangssignal des Detektors wird zur Ansteuerung einer Sortiereinrichtung verwendet, mit

40 welcher das Stückgut im Hinblick auf den Chlorgehalt sortiert wird.

Die WO 02/063286 A2 beschreibt einen Röntgenfluoreszenzanalysator, mit welchem Metalle und Metalllegierungen untersucht werden können. Als Strahlungsstelle wird ein radioaktives Element (^{243}Am) verwendet und die von der Probe ausgehende Sekundärstrahlung gemessen. Um die überlagerte Rayleigh- und Compton-Strahlung zu eliminieren, wird eine niederenergetische Emissionslinie der Anregungsquelle verwendet, wobei die Intensität dieser Linie mit jener einer Kalibriermessung für das Reinmetall verglichen wird. Weiters wird die ermittelte Untergrundstrahlung über den gesamten Energiebereich von 12 keV bis 20 keV eliminiert, sodass in

45 der WO 02/063286 A2 eine aufwendige Spektralanalyse angewandt wird, was im Gegensatz zu der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe steht, wonach der Analysenaufwand gering gehalten werden soll.

50 Die US 4,136,778 A und die US 4,848,590 A zeigen ebenfalls Sortierverfahren, welche die charakteristische Röntgen-Sekundärstrahlung der zu sortierenden Gegenstände nützen, gehen

55

allerdings nicht über den durch die EP 1 004 367 A2 geoffenbarten Stand der Technik hinaus.

Aufgabe der Erfindung ist es, ausgehend von bekannten Sortierv Verfahren und Sortiervorrichtungen Verbesserungen vorzuschlagen, die es erlauben Sortiergut mit sehr ähnlichen Werten für die Materialdichte bzw. ähnlicher Eindringtiefe für die verwendete ionisierende Strahlung auch bei raschem Durchsatz sicher zu trennen, wobei der Analysenaufwand gering gehalten werden soll.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zumindest ein Referenzmesswert im Emissionsspektrum außerhalb des Energiebereiches der charakteristischen Röntgenemissionslinie mit einer Einkanal-Messung erfasst wird und daraus zumindest ein analoges Referenzsignal abgeleitet wird, wobei das Messsignal mit Hilfe des Referenzsignals normiert wird. Der Vorteil besteht darin, dass ein Referenzmesswert im Emissionsspektrum der Probe außerhalb des Energiebereiches der charakteristischen Röntgenemissionslinie mit einer Einkanal-Messung erfasst wird und daraus ein analoges Referenzsignal abgeleitet wird. Bei der Erfindung muss somit keine aufwendige Röntgenfluoreszenzanalyse über einen großen Spektralbereich durchgeführt werden, sondern es reichen zwei Einkanal-Messungen, eine bei der charakteristischen Emissionslinie und eine außerhalb dieses Energiebereiches, wobei das Verhältnis dieser Messwerte direkt das Sortiersignal ergibt. Weiters ist bei der Erfindung keine Kalibrierung eines Reinmaterials notwendig. Bei der Trennung von PET-Flaschen und Vinylflaschen genügt z.B. die Messung der Intensität der Cl K α -Linie und eine Messung außerhalb dieses Energiebereiches, um ein eindeutiges Sortiersignal gewinnen zu können.

Von Vorteil ist es, wenn das Referenzsignal im Bereich der Anodenstrahlung gewonnen wird.

Eine erfindungsgemäße Sortiervorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass dem Detektor zumindest ein weiterer Einkanal-Analysator nachgeschaltet ist, welcher auf einen Bereich außerhalb des Energiebereiches der charakteristischen Röntgenemissionslinie eingestellt ist, dessen analoges Referenzsignal zur Normierung des Messsignals dient.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Sortiervorrichtung ist eine lineare Abfolge von Detektoren und Röntgenquellen vorgesehen, welche quer bzw. schräg in Bezug auf die Bewegungsrichtung des Förderbandes angeordnet sind.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von schematischen Darstellungen und Diagrammen näher erläutert.

Es zeigen Fig. 1 eine erfindungsgemäße Sortiervorrichtung für Stückgut, Fig. 2 ein Detail aus Fig. 1 in schematischer Darstellung, Fig. 3 eine Variante der erfindungsgemäßen Sortiervorrichtung in eine Ansicht quer zum Förderband, Fig. 4 das Diagramm eines Messergebnisses, wobei der Chlorgehalt einer Probe in Prozent über die Breite b des Förderbandes aufgetragen ist, Fig. 5 die Spektren von Proben mit und ohne Chlor, sowie Fig. 6 ein Diagramm zur Ermittlung des Minimum Detection Levels (MDL) für Chlor.

Die in Fig. 1 dargestellte Sortiervorrichtung für Stückgut 1 weist eine nicht weiter dargestellte Fördereinrichtung mit einem Förderband 2 auf, mit welchem das Stückgut 1 in Bewegungsrichtung 3 herangeführt wird. Dem Förderband 2 ist eine Röntgenquelle 4 zur Anregung des Stückgutes 1 mit Röntgenstrahlung, sowie eine Detektionseinrichtung 5 zur Erfassung der vom Stückgut 1 ausgehenden Messstrahlung zugeordnet. Die Detektionseinrichtung 5 weist zumindest einen energiedispersiven Detektor 5' auf, welchem ein Einkanalanalysator 6 nachgeschaltet ist, der auf eine charakteristische Röntgenemissionslinie eines vorbestimmten chemischen Elementes im Stückgut 1 eingestellt ist. Das analoge Ausgangssignal des Einkanalanalysators 6 wird entweder direkt oder über eine Steuer- und Auswerteeinrichtung 7 einer Sortiereinrichtung 8 zugeführt. Die Sortiereinrichtung 8 weist einen Antrieb 9 für eine verschwenkbare Klappe 10 auf, so dass bei Erreichen eines vorgegebenen Schwellwertes im analogen Messsignal der

Sortiervorgang ausgelöst werden kann. Natürlich sind auch andere bekannte Sortiereinrichtungen einsetzbar, beispielsweise Luftdüsen, welche vom Signal der Steuer- und Auswerteeinrichtung 7 angesteuert werden.

5 Gemäß Fig. 1 ist dem energiedispersiven Detektor 5' zumindest ein weiterer Einkanalanalysator 11 nachgeschaltet, welcher auf einen Bereich außerhalb des Energiebereiches der charakteristischen Röntgenemissionslinie eingestellt ist, dessen analoges Referenzsignal zur Normierung des Messsignals dient. Beispielsweise kann in der Steuer- und Auswerteeinheit 7 ein Verhältnissignal aus dem Messsignal und dem Referenzsignal gebildet werden.

10 Gemäß einer konkreten Ausführungsvariante (Fig. 2) wird das Ausgangssignal des Detektors 5' über einen Vorverstärker 12 einer Diskriminatorschaltung zugeführt, welche im dargestellten Beispiel das Fluoreszenzspektrum in sechs Energiefenster zerlegt. Eine der Einkanalmessungen erfolgt im Bereich der Cl-Emissionslinie, andere im Bereich der Flanken oder der Spitze der Fe-Linie. Die Einkanalmessungen außerhalb der Cl-Linie dienen zur Normierung des Messsignals.

20 Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt der Sortiervorrichtung quer zur Breite b des Förderbandes 2, wobei in einer linearen Abfolge Detektoren 5' und Röntgenquellen 4 angeordnet sind, so dass das Stückgut 1 am Förderband 2 bei geringer Strahlenbelastung für die Umwelt möglichst homogen mit Röntgenstrahlung beaufschlagt werden kann.

25 In Fig. 4 ist als Messbeispiel die Messung an eine Vinyl-Plastikflasche dargestellt, welche Chlor enthält. Im Sichtbereich des Detektorfeldes erzeugt die Flasche ein Cl-Signal, dessen Signalthöhe vom Abstand zwischen dem Messfleck auf der Flasche und den Detektoren, sowie von der unterschiedlichen Dicke des Materials im Hals- und Bodenbereich abhängt. Im Vergleich dazu würde eine PET-Plastikflasche kein Signal erzeugen, so dass aufgrund des analogen Messsignals der Detektoren ein Sortiervorgang eingeleitet werden kann.

30 In Fig. 5 ist ein Fluoreszenzspektrum einer Probe mit Chlor, sowie einer Probe ohne Chlor dargestellt, wobei auf der x-Achse die Energie in keV aufgetragen ist. Deutlich ist die Chlor K α -Linie bei 2,6 keV erkennbar, welche bei der Probe ohne Chlor (durchgezogene Linie) fehlt. Der Peak rechts neben der Chlor-Linie stammt von der Bremsstrahlung der Röntgenröhre.

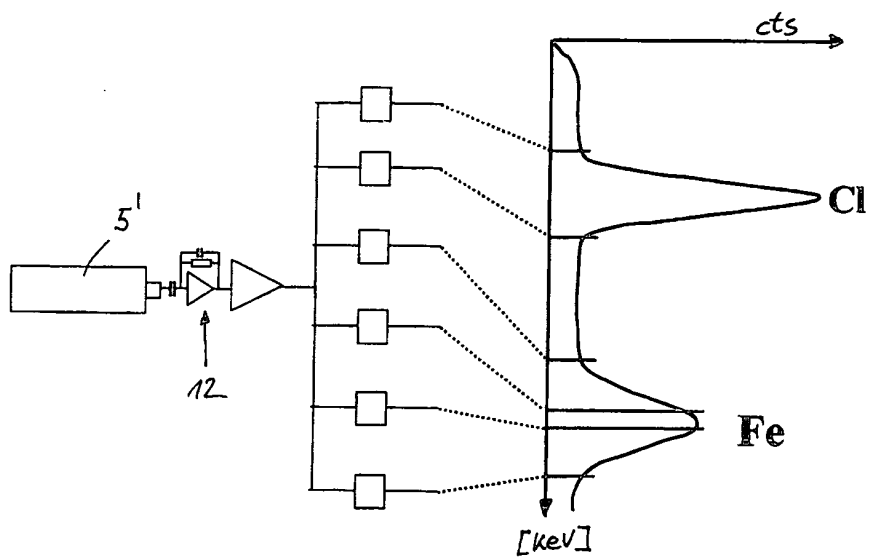
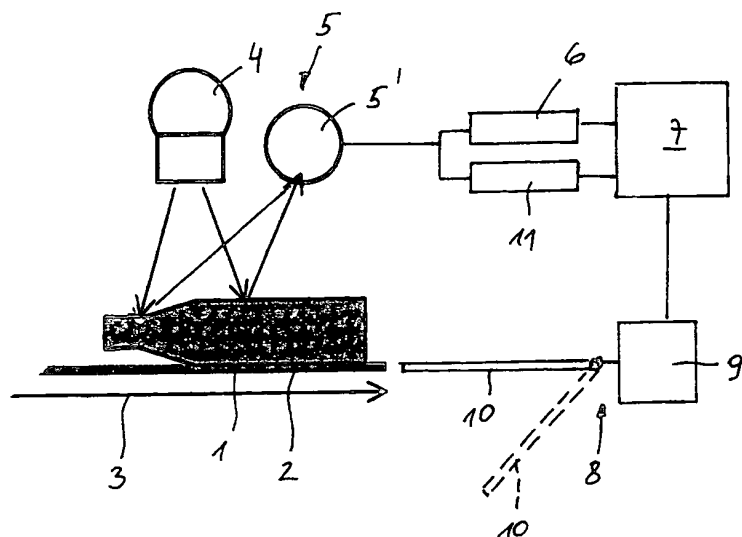
35 Schließlich zeigt Fig. 6 das erreichbare Detektionslimit (Minimum Detection Level) für Chlor, wobei ein MDL von unter 1% erreicht werden kann.

Patentansprüche:

- 40 1. Sortiervorgang für Stückgut (1), welches über ein Förderband (2) oder dergleichen herangeführt wird, wobei das Stückgut (1) mit Röntgenstrahlung beaufschlagt und die vom Stückgut (1) ausgehende Röntgenstrahlung gemessen wird, wobei die Messung auf eine oder wenige charakteristische Röntgenemissionslinien eines vorbestimmten chemischen Elementes im Stückgut (1) beschränkt wird, deren Strahlungsintensität mit einer Einkanal-
- 45 Messung erfasst und daraus ein analoges Messsignal abgeleitet wird und wobei auf der Basis eines vorgegebenen Schwellwertes des analogen Messsignals der Sortiervorgang eingeleitet wird, *dadurch gekennzeichnet*, dass zumindest ein Referenzmesswert im Emissionsspektrum außerhalb des Energiebereiches der charakteristischen Röntgenemissions-
- 50 linie mit einer Einkanal-Messung erfasst wird und daraus zumindest ein analoges Referenzsignal abgeleitet wird, wobei das Messsignal mit Hilfe des Referenzsignals normiert wird.
- 55 2. Sortiervorgang nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Referenzsignal im Bereich der Anodenstrahlung gewonnen wird.

3. Sortierverfahren nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass zur Bestimmung von Chlor im Stückgut (1) in bekannter Weise die Intensität der Cl K α -Linie gemessen wird.
4. Sortiervorrichtung für Stückgut (1) mit einer ein Förderband (2) aufweisenden Fördereinrichtung für das Stückgut (1), einer dem Förderband (2) zugeordneten Röntgenquelle (4) zur Anregung des Stückgutes (1) mit Röntgenstrahlung, einer Detektionseinrichtung (5) zur Erfassung der vom Stückgut (1) ausgehenden Messstrahlung, wobei die Detektionseinrichtung (5) zumindest einen energiedispersiven Detektor (5') aufweist, welchem zumindest ein Einkanal-Analysator (6) nachgeschaltet ist, welcher auf eine charakteristische Röntgenemissionslinie eines vorbestimmten chemischen Elementes im Stückgut (1) eingestellt ist, dessen analoges Messsignal ggf. über eine Steuer- und Auswerteeinrichtung (7) eine Sortiereinrichtung (8) ansteuert, *dadurch gekennzeichnet*, dass dem Detektor (5') zumindest ein weiterer Einkanal-Analysator (11) nachgeschaltet ist, welcher auf einen Bereich außerhalb des Energiebereiches der charakteristischen Röntgenemissionslinie eingestellt ist, dessen analoges Referenzsignal zur Normierung des Messsignals dient.
5. Sortiervorrichtung nach Anspruch 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine lineare Abfolge von Detektoren (5') und Röntgenquellen (4) vorgesehen ist, welche quer bzw. schräg in Bezug auf die Bewegungsrichtung (3) des Förderbandes (2) angeordnet ist.
6. Sortiervorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass der auf eine charakteristische Röntgenemissionslinie eingestellte Einkanal-Analysator (6) auf die Cl K α -Linie eingestellt ist.

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen



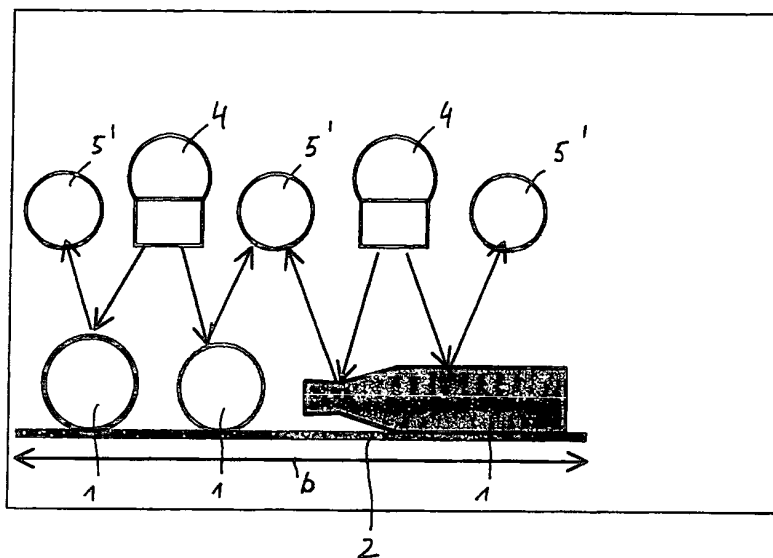


Fig. 3

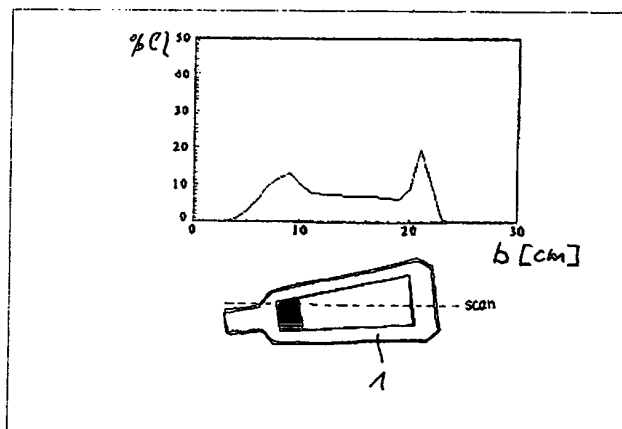


Fig. 4

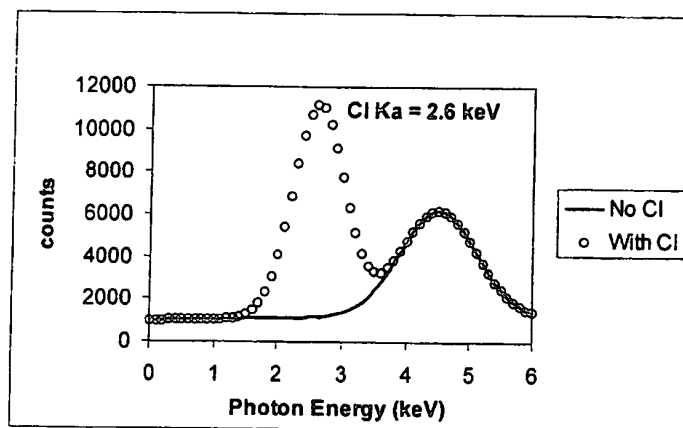


Fig. 5

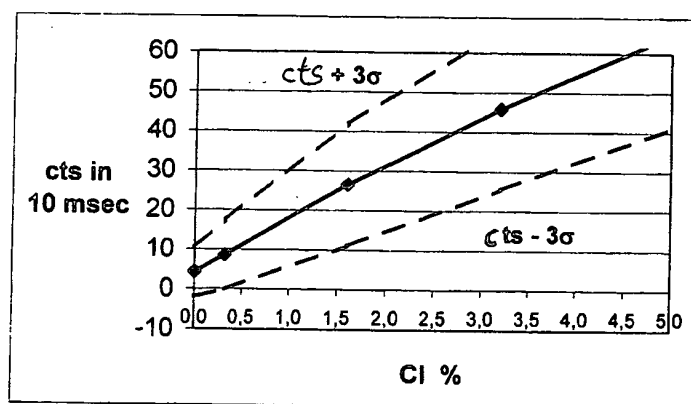


Fig. 6