

(11) *Número de Publicação:* **PT 1017986 E**

(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 6)
G01N009/24 A G01N023/16 B

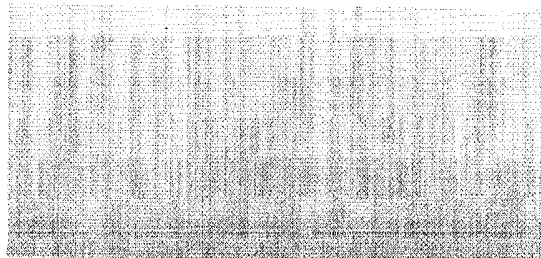
(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

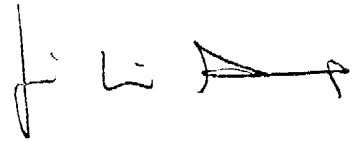
<p>(22) <i>Data de depósito:</i> 1997.02.14</p> <p>(30) <i>Prioridade:</i> 1996.02.14 DK 15196</p> <p>(43) <i>Data de publicação do pedido:</i> 2000.07.12</p> <p>(45) <i>Data e BPI da concessão:</i> 2001.06.15</p>	<p>(73) <i>Titular(es):</i> WESSER & DUEHOLM SOFIEVEJ 11 2900 HELLERUP DK</p> <p>(72) <i>Inventor(es):</i> STEEN TELLER DK</p> <p>(74) <i>Mandatário(s):</i> JOSÉ LUÍS FAZENDA ARNAUT DUARTE RUA DO PATROCÍNIO, 94 1350 LISBOA PT</p>
---	---

(54) *Epígrafe:* MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE DENSIDADE

(57) *Resumo:*

MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE DENSIDADE





DESCRIÇÃO

"MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE DENSIDADE"

Área Técnica

A invenção relaciona-se com um método para determinação do perfil de densidade de um material em forma de placa tal como descrito no preâmbulo da reivindicação 1.

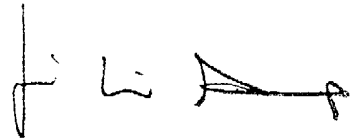
Antecedentes da Arte

O Pedido de Patente Dinamarquesa N° 0723/94 descreve um método para determinação do perfil de densidade de materiais em forma de placa por meio de uma medição da radiação dispersa de Compton a partir de pequenos volumes parciais no material. Durante a medição, é mantida uma relação angular pré-determinada entre a radiação incidente e a dispersa, e a radiação dispersa é ajustada através da medição simultânea da intensidade da radiação incidente e da atenuação na totalidade do material em forma de placa. No entanto, esse método de medição apenas permite radiação dispersa simples.

Sabe-se pelo artigo "The characterisation of multiple scattering in Compton profile measurements" de T. Pitkanen em *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A257* (1987) pp. 384-390 que a radiação dispersa múltipla é bastante importante no que diz respeito a placas relativamente espessas.

Breve Descrição da Invenção

O objectivo da invenção é portanto proporcionar um método para determinação do perfil de densidade de um material em forma



de placa, sendo o referido método mais exacto do que os até agora conhecidos.

O método de acordo com a reivindicação 1 é muito mais exacto do que os até aqui conhecidos, especialmente em relação a placas relativamente espessas.

Breve Descrição dos Desenhos

A invenção é explicada mais pormenorizadamente adiante com referência ao desenho anexos, em que

A Fig. 1 ilustra como a intensidade medida da radiação dispersa é constituída por vários valores,

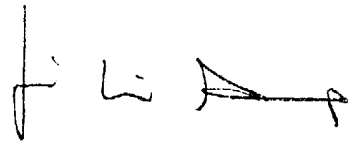
A Fig. 2 ilustra uma disposição de medição em que um detector adicional é acoplado entre a fonte de raios X e o material em forma de placa,

A Fig. 3 ilustra uma disposição de dois materiais em forma de placa colocados a uma distância mútua, e

A Fig. 4 ilustra um exemplo de como um dos valores parâmetro β varia em função da altura do material em placa.

Melhor Forma de Realização da Invenção

A Fig. 1 ilustra como a intensidade medida da radiação dispersa é composta por contribuições do volume parcial considerado em P e contribuições de radiação dispersa múltipla tanto no próprio material em forma de placa M, onde a radiação dispersa do comprimento total AB pode causar uma dispersão renovada do comprimento CD dirigida para o detector F, ou através de um colimador onde a radiação dispersa do comprimento AB encontra a parede do referido colimador e é dispersa na direcção do detector F.



A intensidade da radiação dispersa múltipla não está correlacionada com a densidade do volume parcial em P, mas correlacionada de forma quase ambígua com a superfície ρt do material em forma de placa M, onde ρ é a densidade média e t é a espessura.

Esta última foi confirmada por cálculos simulados realizados pelo conhecido método de Monte-Carlo. Para a presente geometria de medições com um feixe incidente estreito e uma colimação forte em frente ao detector para a radiação dispersa em uma espessura óptica de $\mu \cdot \rho \cdot t < 1$, onde μ é o coeficiente de absorção, a intensidade de radiação dispersa múltipla I_{MS} pode ser expressa aproximadamente por

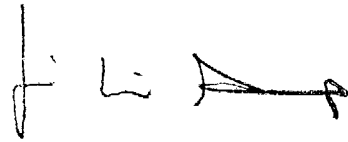
$$(1) \quad I_{MS} = \beta \cdot I_0 \cdot \mu \cdot \rho \cdot t \cdot (1 - \alpha \cdot \mu \cdot \rho \cdot t)$$

em que I_0 é a intensidade incidente.

I_{MS} é proporcional à intensidade I_0 de radiação incidente, e os parâmetros α e β dependem da geometria efectiva de medição (a extensão do feixe, o campo visual e a distância até ao colimador e ao detector, etc. Além disso, β depende da posição de P do volume parcial efectivo, a partir do qual a radiação dispersa simples será medida. Quando a localização P_1 é considerada fora da placa M, aplica-se uma probabilidade definida de radiação dispersa múltipla sobre o comprimento AB através de C', D' ou E' até ao detector escalonado. No entanto, I_{MS} diminui, proporcional a uma distância crescente até C', D' a partir de AB.

As observações acima resultam numa possibilidade de compensação para a radiação dispersa múltipla da maneira seguinte.

Tal como ilustrado na Fig. 2, um detector TK é colocado entre a fonte de raios X K e o material em forma de placa M. O



detector TK mede a variação relacionada com o tempo da intensidade da fonte K. Juntos, o sinal de medição do detector TK e o sinal de medição transmitido T fornecem a relação

$$e^{-\mu \rho t} = \frac{TK}{T} \quad \text{ou} \quad \mu \cdot \rho \cdot t = \ln \frac{TK}{T}$$

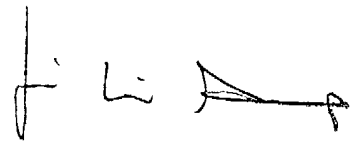
em que μ é o coeficiente de absorção, ρ é a densidade, e t é a espessura, com o que é encontrada a densidade ajustada ρ_{korr} para um volume parcial em P de acordo com o Pedido de Patente Dinamarquesa N^o 0723/94 por uma dedução de $I_{\text{MS}}(P)$ como

$$(2) \quad \rho_{\text{korr}}(P) = C \cdot \frac{I_{\text{IS}}(F) - I_{\text{FS}}(F)}{T}$$

$$C \cdot \left(\frac{I_{\text{IS}}(F)}{T} - \frac{TK}{T} \cdot \beta(P) \cdot \ln \frac{TK}{T} \cdot \left(1 - \alpha \cdot \ln \frac{TK}{T} \right) \right)$$

em que $T = I_0 e^{-\mu \rho t}$ ou $TK = I_0 \cdot k$ (k = fracção constante da intensidade do tubo de raios X medido como I_0 em T para um espaço vazio de medida) foi ajustado pelo factor k e em que I_{FS} é a intensidade da radiação medida pelo detector F.

Os parâmetros α e β são determinados por meio de uma medição de calibração da disposição de medição efectiva. Na Fig. 3 estão inter-espaçadas duas placas M' , M'' a uma distância correspondente ao comprimento de aproximadamente três volumes parciais. Quando I_{FS} é medido a partir do espaço de ar resultante entre as placas M' , M'' , apenas é medida a radiação dispersa múltipla. A medição de I_{FS} é repetida com um outro conjunto de placas (de espessura maior/menor e/ou densidade maior/menor), que resulta em duas equações com duas quantidades desconhecidas para determinar α e β . A variação de β com P com relação ao valor central é determinada subsequentemente por meio de um conjunto de placas de espessuras correspondentes a 3-4 volumes



parciais, entre as quais é estabelecido um espaço de ar a várias profundidades.

Uma vez que o efeito de radiação dispersa múltipla é vago (aproximadamente 10% (correspondendo ao valor de α) de radiação dispersa simples medida num objecto de medição típico de uma densidade de aproximadamente 1 g/cm³), basta saber a contribuição absoluta no centro do material em forma de placa. Subsequentemente, a variação relativa de β da borda inferior até à borda superior medida para uma espessura pode ser utilizada para calcular a contribuição da dispersão múltipla através de placas de espessuras arbitrárias.

Na prática, o dispositivo de medição do perfil de densidade é suplementado com um medidor de espessura óptico, tal como um medidor de reflexão óptico, em que tanto o tamanho

$$\mu.p.t = \ln \frac{TK'}{T}$$

como a espessura t são calculados num computador no início da produção e são actualizados continuamente. A posição do detector F é calculada com base na espessura t , correspondendo a referida posição a "0", " $1/2 t$ " e " t ". No que se refere à posição central correspondente a $1/2$, os valores de α e β são obtidos de uma tabela. Uma função $\beta(P)$ torna possível calcular a variação relativa de β através da espessura medida, após o que as densidades de dispersão medidas são ajustadas por meio da fórmula (2).

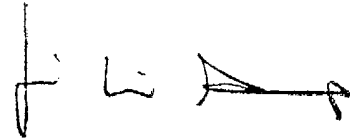
A selecção de ângulo de incidência e do ângulo de dispersão bem como a utilização dos sinais dos três detectores seguem o método de acordo com o Pedido de Patente Dinamarquesa N^o 0723/94.

Pode utilizar-se uma fonte de raios γ em vez de uma fonte de raios X.

Lisboa, 20 de Junho de 2001

O AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'F. A.' or similar, written in a cursive style.



REIVINDICAÇÕES

1. Método para determinação do perfil de densidade de um material em forma de placa (M), cuja densidade varia discretamente ou continuamente através da espessura da placa, em que a densidade numa profundidade específica da referida placa é preferencialmente considerada constante, tal como por exemplo placas à base de madeira, por meio de raios X ou raios γ de uma fonte (K) estando disposta num lado da referida placa (M), em que pelo menos dois detectores (T,F) estão colocados no lado oposto da placa contínua sendo avançados na direcção longitudinal durante a medição contínua, sendo um primeiro detector (T) colocado na direcção de radiação da fonte (K) de modo a medir a radiação transmitida pela placa (M), e estando pelo menos um detector (F) colocado fora da direcção da radiação da referida fonte (K) de modo a medir a radiação dispersa de volumes parciais ao longo da direcção da radiação da fonte (K), caracterizado pela compensação da radiação dispersa múltipla em cada volume parcial individual por subtracção da radiação dispersa múltipla da radiação dispersa medida, sendo a referida radiação dispersa múltipla calculada por meio da fórmula

$$I_{MS} = \beta \cdot I_0 \cdot \mu \cdot \rho \cdot t \cdot (1 - \alpha \cdot \mu \cdot \rho \cdot t)$$

em que I_0 representa a intensidade incidente, μ é o coeficiente de absorção, ρ é a densidade média da placa (M), t é a espessura, e α e β dependem da geometria de medição.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por uma calibração por meio de dois conjuntos de duas placas, com um espaço entre as duas placas para determinação de α

e β a partir de duas equações para a densidade no espaço em que as equações se baseiam na referida fórmula.

3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pela determinação da variação relativa de β em relação à posição dos volumes parciais por meio de um conjunto de placas de espessuras correspondentes a vários volumes parciais a várias profundidades, sendo estabelecido um espaço de ar entre as referidas placas às referidas profundidades.

Lisboa, 20 de Junho de 2001

O AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. A.', written in a cursive style.

f L A

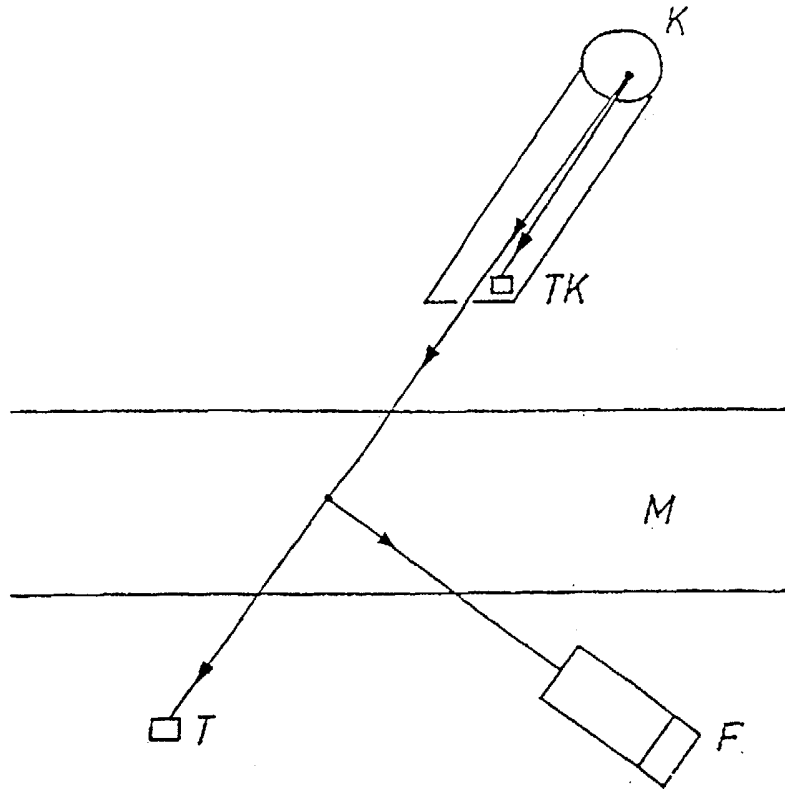


Fig. 2

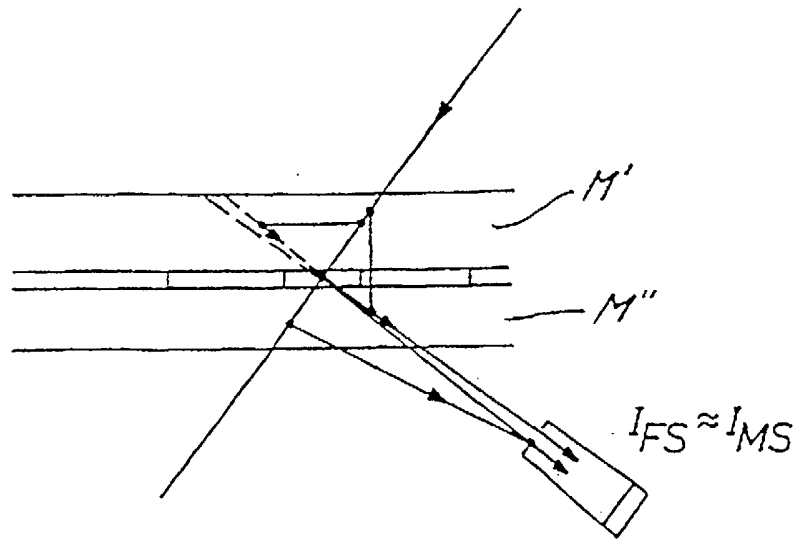


Fig. 3

$f \sim \beta$

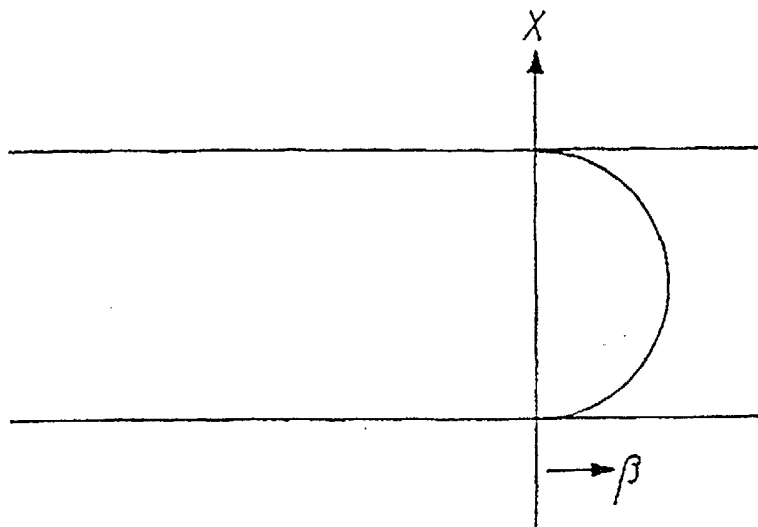


Fig. 4