

# PATENTOVÝ SPIS

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRUMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2010-380**  
(22) Přihlášeno: **17.05.2010**  
(40) Zveřejněno: **02.11.2011**  
(**Věstník č. 44/2011**)  
(47) Uděleno: **26.09.2011**  
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **02.11.2011**  
(**Věstník č. 44/2011**)

(11) Číslo dokumentu:

## 302 779

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

*G21K 1/12* (2006.01)  
*G01T 1/16* (2006.01)  
*G01T 7/00* (2006.01)  
*G01J 5/00* (2006.01)  
*G01J 5/18* (2006.01)  
*G01J 3/42* (2006.01)  
*G01T 1/36* (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:

US 2008029697 A1; US 7184938 B1; US 6768969 B1; EP 1292900 A1; WO 2007140355 A2.

(73) Majitel patentu:

Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, CZ

(72) Původce:

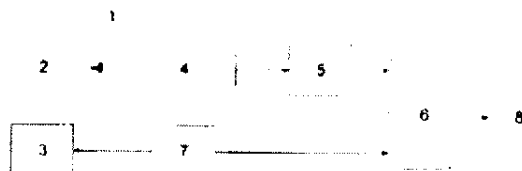
Procházka Roman Bc., Brodek u Přerova, CZ  
Mašláň Miroslav Prof. RNDr. CSc., Těšetice, CZ  
Tuček Jiří Mgr. Ph.D., Olomouc, CZ  
Tuček Pavel Mgr. Ph.D., Olomouc, CZ  
Pechoušek Jiří RNDr. Ph.D., Olomouc, CZ

(54) Název vynálezu:

**Mössbauerův spektrometr**

(57) Anotace:

Mössbauerův spektrometr obsahující radioaktivní zářič (1) upevněný na kotvě modulátoru (2), řídicí jednotku (3), detektor (4), amplitudový analyzátor (5), registrační zařízení (6), synchronizační řídicí modul (7) a jednotku statistického zpracování dat (8). Výstup řídicí jednotky (3) je spojen se vstupem modulátoru (2), výstup detektoru (4) je přes amplitudový analyzátor (5) připojen k informačnímu vstupu registračního zařízení (6), první výstup synchronizačního řídicího modulu (7) je spojen se vstupem řídicí jednotky (3) a druhý výstup synchronizačního řídicího modulu (7) je připojen ke vstupu rozmitání registračního zařízení (6). Výstup registračního zařízení (6) je přiveden na vstup jednotky statistického zpracování dat (8).



CZ 302779 B6

## Mössbauerův spektrometr

### Oblast techniky

5

Vynález spadá do oblasti měřicí techniky v oblasti spektroskopie a týká se konstrukce Mössbauerova spektrometru, sloužícího k záznamu mössbauerovských spekter.

10

### Dosavadní stav techniky

15

V existujících konstrukcích mössbauerovských spektrometrů popsanych v řadě publikací, např. „Recent improvements in instrumentation and methods of Mössbauer spectroscopy“ (G. M. Kalvius and E. Kankleit, 1972, Mössbauer Spectroscopy and its Applications – *Proceeding of a Panel, Internation Atomic Energy Agency, Vienna 9–88*), „Instrumentation for Mössbauer Spectroscopy“ (G. Longworth, 1983, *Advances in Mössbauer Spectroscopy Elsevier, New York, 122–158*) a patentů US 3631247, US 3612875, SU 1158951, SU 14022878, SU 1290883, PV 2005–422 je využívána dopplerovská modulace energie fotonů záření gama v souladu se zadaným průběhem relativní rychlosti pohybu radioaktivního zářiče vůči zkoumanému vzorku a registrace intenzity záření gama v souladu s tímto průběhem.

20

25

Popsané známé spektrometry obsahují radioaktivní zdroj upevněný na kotvě modulátoru, řídicí jednotku modulátoru, zkoumaný vzorek, kolimátor, detektor, amplitudový analyzátor, registrační zařízení a synchronizační zařízení. Spektrometry dovolují měřit rozdělení počtu registrovaných fotonů záření gama v souladu s rychlostí pohybu radioaktivního zářiče. Výsledkem měření je tedy mössbauerovské spektrum s určitou statistickou kvalitou a využitelnou fyzikální informací. Statistická kvalita spektra se zvyšuje periodickou kumulací dat, tj. prodloužením doby měření nebo snížením počtu měřicích kanálů na úkor energetického rozlišení. Tato statistická kvalita je klíčová pro správnou fyzikální interpretaci měření.

30

35

Nedostatkem známých řešení je to, že ke zvýšení statistické kvality výstupních dat jsou využívány pouze periodická kumulace dat nebo snížení počtu měřicích kanálů. Snížením počtu měřicích kanálů dochází ke snížení energetického rozlišení spektrometru. Kumulativní zpracování dat se jeví jako neekonomické, protože prodlužuje dobu měření a tím zvyšuje finanční náklady na měření.

40

Úkolem předpokládaného vynálezu je návrh nové jednotky statistického zpracování dat, která výrazně zvýší statistickou kvalitu výstupních dat, zkvalitní fyzikální interpretaci Mössbauerovských spekter a tím sníží časové a finanční nároky experimentu bez potřeby snížení počtu měřicích kanálů, tj. bez snížení energetického rozlišení spektrometru.

45

50

### Podstata vynálezu

55

Uvedený úkol řeší vynález, kterým je Mössbauerův spektrometr obsahující radioaktivní zářič upevněný na kotvě modulátoru, řídicí jednotku, zkoumaný vzorek, kolimátor, detektor, amplitudový analyzátor, registrační zařízení, jednotku statistického zpracování dat a synchronizační řídicí modul, přičemž výstup řídicí jednotky je spojen se vstupem modulátoru, výstup detektoru je přes amplitudový analyzátor připojen k informačnímu vstupu registračního zařízení, první výstup synchronizačního řídicího modulu je spojen se vstupem řídicí jednotky a druhý výstup synchronizačního řídicího modulu je připojen ke vstupu rozmitání registračního zařízení, výstup registračního zařízení je přiveden na vstup jednotky statistického zpracování dat.

50

55

Podstatou vynálezu je zařazení jednotky pro statistické zpracování dat do procesu měření. Tato jednotka obsahuje statistický filtr a zpětnovazební řízení statistického filtru. Jednotka je určena

pro zvýšení statistické kvality výstupních dat, zkvalitnění fyzikální interpretace mössbauerovských spekter a snížení časových a finančních nároků experimentu.

## 5 Popis obrázků na výkrese

Konkrétní příklad provedení vynálezu je dokladován na připojeném výkrese (viz. obr. 1) představujícím základní schéma spektrometru. Na obr. 2 je zobrazen postup zpracování dat podle algoritmu statistického filtru.

10

## Příklady provedení vynálezu

Spektrometr obsahuje řídicí jednotku 3 se systémem elektrodynamické zpětné vazby, ke které je sériově připojen dopplerovský modulátor 2. Na kotvě modulátoru 2 je uchycen radioaktivní zářič 1. K detektoru 4 je sériově připojen amplitudový analyzátor 5, jehož výstup je připojen k informačnímu vstupu registračního zařízení 6. Synchronizační vstup registračního zařízení 6 je pak propojen se synchronizačním řídicím modulem 7, který synchronizuje činnost řídicí jednotky 3 a registračního zařízení 6, a tím řídí vlastní proces akumulace experimentálních dat. Tato data jsou v závěru měřicího procesu zpracována jednotkou 8 statistické zpracování dat.

20

Při měření formuje řídicí jednotka 3 periodický lineární referenční signál rychlosti. Modulátor 2 realizuje pohyb radioaktivního zářiče 1 se stejným zákonem změny rychlosti. Fotony záření gama emitované radioaktivním zářičem 1 jsou registrovány detektorem 4. Ze spektra detektorem 4 registrovaných fotonů záření gama jsou amplitudovým analyzátozem 5 selektovány signály odpovídající gama rezonančním fotonům záření gama. Signály z výstupu amplitudového analyzátoru 5 jsou přivedeny na inkrementující vstup registračního zařízení 6. Synchronizační řídicí modul 7 provádí časové přepínání registračních kanálů registračního zařízení 6 synchronně s lineárním referenčním signálem rychlosti řídicí jednotky 3. Ve výsledku každý kanál registračního zařízení 6 odpovídá určité hodnotě okamžité rychlosti radioaktivního zářiče 1 a následně energii registrovaných fotonů mössbauerovského záření gama. Energetické rozdělení počtu registrovaných fotonů mössbauerovského záření gama představuje Mössbauerovo spektrum zkoumaného vzorku, které se z výstupu registračního zařízení 6 vysílá na vstup jednotky 8 statistického zpracování dat.

35

Jednotka 8 statistického zpracování dat provádí filtraci pomocí statistického filtru, kdy jsou odhadnuty statisticky významné frekvence metodou periodogramu. Periodogram je definovat vztahem:

40

$$I_N(\lambda) = \frac{1}{2\pi N} \left| \sum_{t=1}^N x_t e^{-it\lambda} \right|^2, -\pi \leq \lambda \leq \pi,$$

kde  $N$  je počet pozorování,  $x_t$  reprezentuje experimentální data,  $\lambda$  je frekvence a  $t$  je index experimentálních dat. Z periodogramu je odhadnuta statisticky významná informace a zavedena mez významnosti  $\alpha$ , kdy frekvence s amplitudou  $I_N$  nižší než je mez významnosti  $\alpha$  považujeme za odstranitelný šum. Mez významnosti  $\alpha$  je zpětnovazebně řízena korelačním testem na bílý šum, kdy hypotéza je založena na rovnosti teoretického a experimentálního korelačního koeficientu. Teoretický korelační koeficient je dán vztahem:

45

$$f_n(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n-2}{2}\right)} (1-r^2)^{\frac{n-4}{2}},$$

kde  $n$  je počet pozorování a  $\Gamma$  gamma funkce. Experimentální korelační koeficient je dán vztahem:

$$r = 1 - \frac{6 \sum_{t=1}^n x_t - x_{t-\tau}}{n(n^2 - 1)},$$

kde  $x_t$  a  $x_{t-\tau}$  reprezentují experimentální data vzájemně časově posunuta a  $n$  počet pozorování. Test na korelační koeficient nám tedy zajišťuje podmínku, že pro dané nastavení hladiny významnosti  $\alpha$  filtrujeme pouze bílý šum. V souladu s teorií je takto dosaženo vyšší statistické kvality výstupních dat. Postup zpracování dat probíhá v souladu vyobrazeného algoritmu statistického filtru (viz. obr. 2).

### Průmyslová využitelnost

Mössbauerův spektrometr podle vynálezu je použitelný jak ve výzkumných laboratořích, a to v oblasti fyziky, chemie, mineralogie i biologie, tak i ve výukových laboratořích vysokých škol a průmyslových odvětvích k řízení a kontrole technologických procesů. Za účelem zvýšení výstupní statistické kvality experimentálních dat jsou tato data zpracována jednotkou 8 statistického zpracování dat, která zvyšuje statistickou kvalitu výstupních dat, vede ke zkvalitnění fyzikální interpretace mössbauerovských spekter, snižuje časové a finanční nároky měření.

## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Mössbauerův spektrometr obsahující radioaktivní zářič (1) upevněný na kotvě modulátoru (2), řídicí jednotku (3), detektor (4), amplitudový analyzátor (5), registrační zařízení (6) a synchronizační řídicí modul (7), přičemž výstup řídicí jednotky (3) je spojen se vstupem modulátoru (2), výstup detektoru (4) je přes amplitudový analyzátor (5) připojen k informačnímu vstupu registračního zařízení (6), první výstup synchronizačního řídicího modulu (7) je spojen se vstupem řídicí jednotky (3) a druhý výstup synchronizačního řídicího modulu (7) je připojen ke vstupu rozmitání registračního zařízení (6), **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že výstup registračního zařízení (6) je přiveden na vstup jednotky (8) statistického zpracování dat.

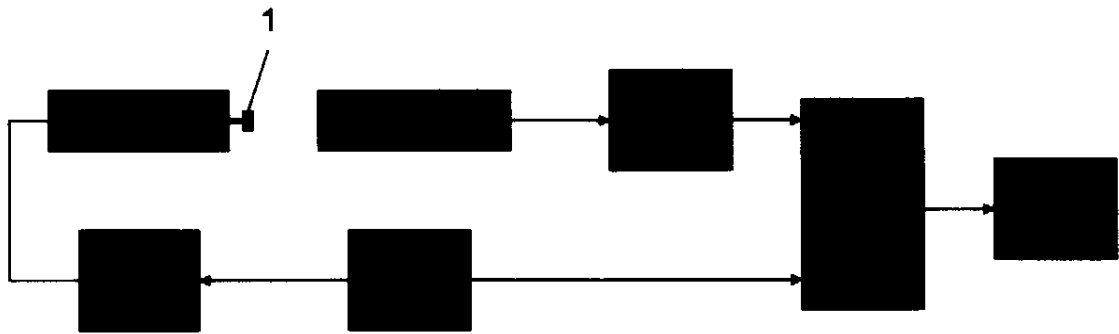
2. Mössbauerův spektrometr podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že jednotka (8) statistického zpracování dat je do spektrometru zařazena pro filtraci dat pomocí statistického filtru.

3. Mössbauerův spektrometr podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že jednotka (8) statistického zpracování dat je realizována jako programový blok spouštěný na počítači.

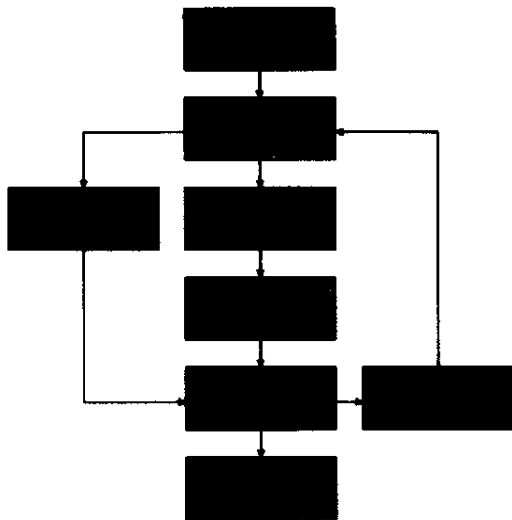
4. Mössbauerův spektrometr podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že jednotka (8) statistického zpracování dat je realizována jako elektronický modul provedený pomocí logických elektronických obvodů.

1 výkres

Obr.1



Obr.2



Koniec dokumentu