



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 135491

(51) Int. Cl.² G 01 T 3/00, G 01 T 1/28

(21) Patentsøknad nr. 4052/71

(22) Inngitt 02.11.71

(23) Løpedag 02.11.71

(41) Alment tilgjengelig fra 20.07.72

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 03.01.77

(30) Prioritet begjært 19.01.71, Canada, nr. 103078

(54) Oppfinnelsens benevnelse Neutron- og gammastrålningsdetektor.

(71)(73) Søker/Patenthaver ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED,
275 Slater Street,
Ottawa, Canada K1A 0R3

(72) Oppfinner ROSS BISBEE SHIELDS,
Deep River, Ontario,
Canada.

(74) Fullmektig Siv.ing. Henrik Levkowitz,
J.K. Thorsens Patentbureau, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner Ingen.

Foreliggende oppfinnelse angår en neutron- og gammastrålnings-detektor som er særskilt anvendbar for måling av neutron- og gammastråling i kjernereaktorer. En neutron- og gammastrålnings-detektor i henhold til oppfinnelsen er også egnet for kartlegning av strålningsfordelingen i nukleære reaktorkjerner.

I US patentskrift nr. 3.375.370 er det allerede foreslått en "selvdrevet" neutrontetektor som er i stand til å være i drift en lengre tid i kjernen for en nukleær reaktor. Denne "selvdrevne" neutrontetektor omfatter f.eks. en sentral emitter av rhodium, vanadium eller sølv og som er koaksialt anordnet inne i en kollektor av rustfritt stål, samt elektrisk isolasjon i form av magnesiumoksyd mellom emitteren og kollektoren. Nevnte emitter og kollektor er henholdsvis forbundet med den indre og den ytre leder i en koaksialkabel, hvis annen ende er tilsluttet en strøm-målingsanordning.

Når denne neutrontetektor befinner seg i et neutronstrålingsfelt, frembringer emitteren energetiske elektroner som følge av neutronabsorpsjonen, mens kollektoren på samme måte frembringer færre energetiske elektroner enn emitteren. Det vil følgelig foreligge en styrkeforskjell mellom de således frembragte strømmer mellom emitter og kollektor, og denne styrkeforskjell indikeres av strøm-målingsinnretningen som et mål for intensiteten av det neutronstrålingsfelt hvori neutrontektoren er anbragt.

135491

I denne neutrondetektor frembringes de energetiske elektroner i emitteren hovedsakelig på grunn av beta-desintegrering av de elementer som frembringes ved nevnte neutronabsorpsjon. Det frembragte resultatet, hvilket vil si den elektriske strøm som registreres av strøm-målingsinnretningen, blirsåledes forsinket med en tidskonstant på 1,44 ganger halveringstiden for nevnte elementer frembragt ved neutronabsorpsjonen.

Forskjellige forslag til detektorer av denne type er hovedsakelig blitt rettet på økning av deres reaksjonshastighet. I en sådan foreslått neutrondetektor, som hovedsakelig er følsom for neutronmengden, er virkningen basert på elektroner som frembringes fotoelektrisk og ved Compton-interaksjon i kobolt, når dette material oppfanger gammastråler. Skjønt reaksjonen i denne neutrondetektor når den innsettes i neutronstrålingsfeltet, er praktisk talt øyeblikkelig, vil det avgitte signal etter en lengre tids opphold i nevnte neutronstrålingsfelt, bli av komplisert sammensetning på grunn av forsinket elektronavgivelse fra de frembragte isotoper Co^{60} og Co^{61} .

Et senere forslag gjelder en gammadetektor med en lav følsomhet for elektromengden i strålingsfeltet, hvilket vil si at dens emitter har et lite innfagningstverrsnitt for neutroner, slik som f.eks. ved zirkonium. En raskt frembragt elektrisk strøm fra denne gammadetektor avhenger av frembringelse og påfølgende interaksjon av elektroner i emitter- og kollektormaterialer med forskjellige atomnummer. I et gammastrålingsfelt, frembringes energetiske elektroner også i denne detektortype som et resultat av fotoelektrisitet og Compton-interaksjon; hvorved det material som har høyest atomnummer også frembringer det største antall energetiske elektroner. Styrken av den strøm som anvises av strøm-målingsinnretningen avhenger følgelig av forskjellen i atomnummer mellom emitter- og kollektormaterialet.

Den største ulempe ved en gammadetektor med zirkonium-emitter er dens lave elektriske utgangsstrøm, og den medfølgende vanskelighet med å eliminere uønsket forsinkede strømmen i utgangssignalet

på grunn av aktivering av forurensninger i emitter- og kollektormaterialene. Den verste forurensning har funnet å være mangan i kollektoren, idet en andel av bare 0,2 vekt% mangan i en legering med registrert varemerkebetegnelse "Inconel" og av beste reaktor-kvalitet frembringer en 2,5 timer forsinket komponent i den elektriske utgangsstrøm fra gammadetektoren, og denne komponent utgjør omkring 15% av den totale, elektriske utgangsstrøm. En "Inconel"-legering av denne kvalitet inneholder hovedsakelig nikkel, krom og jern, idet koboltinnholdet er begrenset til maksimalt 0,1 vekt%, og manganinnholdet, som angitt ovenfor, er begrenset til maksimalt 0,2 vekt%.

Spørsmålet om måling av neutron-eller gammastrålingen er mest fordelaktig for foreliggende formål er vanskelig å avgjøre, og svaret avhenger i høy grad av den spesielle foreliggende anvendelse av vedkommende detektor. Begge disse typer målinger avhenger prinsippielt av fisjonstakten og begge har blitt anvendt med fordel ved effektmålinger i kjernereaktorer. I mange tilfeller er intensitetene av henholdsvis neutron- og gammastrålingen i høy grad proporsjonale, vanligvis innenfor grenser på noen få prosent, fordi en vesentlig andel av gammastrålningsintensiteten skriver seg fra neutroninnfagning i reaktorkomponentene.

Hvis det forlanges av sådanne detektorer at de skal reagere enten på neutronstråling eller gammastråling, er det for nærværende vanskelig å finne egnete emittermaterialer med bedre egenskaper enn de elementer som er angitt ovenfor, blant de naturlige forekommende grunnstoffer, når de nødvendige tilleggskrav til tilfredsstillende fysiske og mekaniske egenskaper tas i betraktning.

Oppfinneren har funnet at hvis det kan anvendes en detektor som reagerer på blandet stråling, d.v.s. samtidig både på den foreliggende neutron- og gammastråling, vil for noen få emittermaterialer den totale, umiddelbare elektriske utgangsstrøm som reaksjon på en blandet stråling, være relativt høy, sammenlignet med den oppnådde forsinkede strøm i kjente detektorer, og kan faktisk ligge så høyt som omkring 95% av denne.

Det er et formål for foreliggende oppfinnelse å fremskaffe en strålningsdetektor som samtidig, og umiddelbart vil reagere på både neutron- og gammastrålning for å frembringe en elektrisk utgangsstrøm hvis styrke avhenger både av neutron- og gammastrålningen i et strålningsfelt.

Dette oppnås i henhold til oppfinnelsen ved hjelp av en neutron- og gammastrålningsdetektor for umiddelbar reaksjon på både neutron og gammastrålning, og som omfatter en elektrisk ledende emitter som frembringer en elektrisk strøm når den anbringes i et neutron- og gammastrålningsfelt; en elektrisk ledende kollektor som frembringer en elektrisk strøm av en styrke som er forskjellig fra emitterstrømmens styrke når den anbringes i samme strålningsfelt; et elektrisk isolerende material som isolerer emitteren fra kollektoren, samt en innretning for måling av styrkeforskjellen mellom de nevnte strømmer mellom emitter og kollektor, som en angivelse av intensiteten av det nevnte strålningsfelt, idet detektores særtrekk i henhold til oppfinnelsen består i at emitteren er utført av et material utvalgt fra en materialgruppe som omfatter platina, Cerium, osmium og tantal.

Detektorer i henhold til oppfinnelsen er særskilt anvendbare i hurtige reaktorer hvori den termiske neutronstrålning er lav, men gammastrålningen er høy. Det antas at det for nærværende ikke er tilgjengelig noen like rask neutrontetektor, og en langsom neutrontetektor, som f.eks. en som anvender kobolt, ville være utsatt for vesentlig interferens fra gammastrålningen, særskilt fordi følsomheten for gammastråler har motsatt polaritetet i forhold til neutronstrålningsfølsomheten. En detektor i henhold til oppfinnelsen med platina-emitter ville imidlertid i dette tilfelle hovedsakelig reagere på gammastrålning.

Oppfinnelsen vil nå bli nærmere forklart ved hjelp av utførelseseksempler, under henvisning til de vedføyde tegninger, hvori:

Fig. 1 viser, sett fra siden, et snitt gjennom en neutron- og gammastrålningsdetektor i henhold til oppfinnelsen;

Fig. 2 er en kurve som angir den elektriske utgangsstrøm fra detektoren i fig. 1 som funksjon av atomnummeret for emittermaterialet;

Fig. 3 er en kurve som angir unnslipningssansynligheten for beta-strålning ved den detektor som er vist i fig. 1, som en funksjon av en empirisk størrelse som er avhengig av emittermaterialet;

Fig. 4 er en kurve som angir forandringen i følsomhet i forhold til begynnelsesfølsomheten for detektoren i fig. 1 med platinaemitter, som funksjon av bestrålingstiden, og

Fig. 5 viser kurver for følsomhetsvariasjonene i forhold til begynnelsesfølsomheten for detektoren i fig. 1 og med tantalemmitter som funksjon av bestrålingstiden.

I fig. 1 er det vist en elektrisk ledende emitter som frembringer en elektrisk strøm når den anbringes i et neutron- og gamma-strålningsfelt, en elektrisk ledende kollektor 2 som frembringer en elektrisk strøm av styrke forskjellig fra emitterstrømmens styrke når den anbringes i samme neutron- og gammastrålningsfelt, et elektrisk isolerende material 3, som isolerer emitteren 1 fra kollektoren 2 samt en innretning 4 for måling av styrkeforskjellen mellom de elektriske strømmen som flyter mellom emitteren 1 og kollektoren 2, som en angivelse av intensiteten av det neutron- og gammastrålningsfelt som detektoren er anbragt i. Emmitteren er av et material som er utvalgt fra en materialgruppe som omfatter platina, serium, osmium og tantal, og er fortrinnsvis av platina.

Denne neutron- og gammastrålningsdetektor er beregnet på å anvendes i en reaktorkjerne hvor det foreligger blandet strålning, og metallet i kollektoren 2 er således valgt blant de kommersielt tilgjengelige materialer som inneholdt den minste mengde av sådanne grunnstoffer som i vesentlig grad aktiveres av neutron- og gammastrålning. Av denne grunn er kollektoren 2 utført av et utvalgt material fra en materialgruppe bestående av titan, rustfritt stål, legeringer på nikkelbasis og krombasis, idet

vedkommende material inneholder mindre enn 0,1 vekt% kobolt og mindre enn 0,2 vekt% mangan.

Det foretrukne material for anvendelse i kollektoren 2 var en nikkel-legering som inneholdt 76 vekt% nikkel, 15,8 vekt% krom, 7,20 vekt% jern, 0,20 vekt% silisium, 0,10 vekt% kobber, 0,007 vekt% svovel og 0,04 vekt% karbon, med et innhold på mindre enn 0,1 vekt% kobolt og mindre enn 0,2 vekt% mangan.

For denne detektortype er aktiveringsprodukter som er beta-strålingsemittere uønskede, og av denne grunn er det ønskelig å begrense manganinnholdet til mindre enn 0,05 vekt%, men da en sådan nikkel-legering bare var kommersielt tilgjengelig som et spesielt smelteprodukt, ble dette ikke oppnådd.

En kollektor 2 av aluminium anvendes fortrinnsvis ikke når neutronstråling foreligger, på grunn av den relativt høye beta-emisjon, fra aluminium i en neutronstråling, sammenlignet med de ovenfor angitte materialer. Nærmere bestemt ble en 300 cm lang platina-emitter 2 med en 0,508 mm diameter, omgitt av sammenpresset metalloksydpulver, f.eks. magnesiumoksyd-pulver, som elektrisk isolasjon 3 og innesluttet i en rørformet kollektor med 0,254 mm veggtykkelse og utført av en nikkel-legering bestående av 76 vekt%, nikkel, 15, 8 vekt% krom, 7,20 vekt% jern, 0,20 vekt% silisium, 0,10 vekt% kobber, 0,007 vekt% svovel og 0,04 vekt% karbon, med et innhold på mindre enn 0,1 vekt% kobolt og mindre enn 0,2 vekt% mangan. Den rørformede kollektor 2 ble utført med en lukket ende 5.

Emitteren 1 hadde en flat ende 6 som ved hjelp av en metallurgisk forbindelse 8 ble tilsluttet innerledningen 10 for en koaksialkabel 12. En metallisk skjøtemuffe 14 er ført over enden av den rørformede kollektor 2 og en ende av en ytterleder 16 for koaksialkabelen 12, og er tettet ved hjelp av elektrisk ledende forbindelser til de sammenføyde deler i form av hårdloddinger, henholdsvis 18 og 20. Ytterlederen 16 og skjøtemuffen 14 er av samme nikkel-legering som den rørformede kollektor 2. Rommet mellom skjøtemuffen og emitteren 1 samt innerlederen 10 er også fullstendig fylt med magnesiumoksyd. Den fullstendige sammen-

stilling forsegles hermetisk etter en eventuell utgassing ved hjelp av en tetning som kan være en harpikstetning eller en glasstetning.

Innretningen 4 omfatter en elektrisk strøm-måler som er forbundet med innerlederen 10 og ytterlederen 16.

Beregningen av de utgangsstrømmer som oppnås ved hjelp av hver av de tre viktigste strømproduserende mekanismer, er basert på direkte eksperimentelle data som er utledet under flere års eksperimenter med detektorer av hver grunnleggende type, således at det herved oppnås en høyere pålitelighet enn det som er mulig ved anvendelse av foreliggende analytiske metoder alene.

Beregningen gjelder en detektor konstruert i overensstemmelse med fig. 1, og som dimensjonsmessig tilsvarende de detektorer som ble anvendt for utledning av nevnte eksperimentelle data. Komponentene i utgangsstrømmen ble beregnet for en termisk neutronstråling på $1,0 \times 10^{14} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ med en samtidig nærværende gammastråling på $1,2 \times 10^8 \text{ rad.h}^{-1}$, idet disse strålningsnivåer er typiske for de forhold som foreligger i moderatoren for en tungtvannsreaktor med naturlig uran som brensel. For sammenligning er også medtatt en del materialer som ikke er praktisk brukbare på grunn av sterkt forsinket strømagivelse.

Den utgangsstrøm I som frembringes på grunnlag av gammastråling er utledet fra den eksperimentelle kurve som er opptegnet i fig. 2, der utgangsstrøm er opptegnet som funksjon av atomnummeret for emittermaterialet, og er oppstilt i tabell 1.

135491

TABELL 1

<u>Emittermaterial</u>		<u>Atomnummer</u>	<u>I_{γ}(nA)</u>
palladium	(Pd)	46	75
cerium	(Ce)	58	170
tantal	(Ta)	73	335
wolfram	(W)	74	350
osmium	(Os)	76	375
platina	(Pt)	78	400

Den strøm $I_n \gamma$, som frembringes på grunn av elektronemisjon som et resultat av neutroninnfanging i emittermaterialet, kan uttrykkes ved hjelp av ligningen:

$$I_n \gamma = \frac{k N_o \delta \phi M e}{A}$$

hvor: k er den totale elektrommvandlingseffektivitet (den anvendte verdi var 0,018, hvilket ble oppnådd med den kobolt-emitter i den utførelse som er vist i fig. 1.).

N_o er Avogadros tall = $6,02 \times 10^{23}$ atomer/mol;

δ er det effektive termiske neutroninnfangingstverrsnitt for en emitter med naturlig isotophypighet;

ϕ er den termiske neutronfluks;

M er emittermaterialets masse;

e er elektronets ladning = $1,59 \times 10^{-19}$ C;

A er atomvekten for emittermaterialet.

De beregnede verdier som fremkommer ved bruk av den ovenfor angitte formel for de forskjellige emittermaterialer er angitt i tabell II nedenfor.

TABELL II

<u>Emittermaterial</u>	<u>σ</u>	<u>M</u>	<u>A</u>	<u>$I_n \gamma$ (nA)</u>
palladium (Pd)	8,0	7,4	106,4	96
cerium (Ce)	0,73	4,2	140,0	3,9
tantal (Ta)	21,1	10,1	180,9	205
wolfram (W)	19,2	11,8	183,8	213
osmium (Os)	15,3	13,7	190,2	192
platina (Pt)	10,1	13,0	195,1	117

Likevektsstrømmen, $I_{n\beta}$ fra hvert beta-emitterende innfagningsprodukt, idet det bare antas en første innfagning, er gitt ved ligningen:

$$I_{n\beta} = \frac{N_o \cdot \sigma \cdot \phi \cdot m \cdot e \cdot R \cdot P}{A}$$

hvor: N_o , ϕ , M, e og A har samme betydning som ovenfor,

σ er det termiske neutroninnfagningstverrsnitt som frembringer en beta-emitter;

R er hyppigheten av hver moderisotop;

P er unnsliplings-sansynligheten for beta-emisjonen.

Denne unnsliplings-sansynlighet ble utledet fra den kurve som er vist i fig. 3, der unnsliplings-sansynligheten for beta-emisjonen er opptegnet som funksjon av størrelsen $\rho d/E^2$, der ρ er emitterens tetthet i g/cm³, d er emitterdiameteren i cm og E er den maksimale beta-energi (MeV). Den størrelse $\rho d/E^2$ som er av-

135491

satt langs abscissen er en empirisk parameter som det er funnet hensiktsmessig å anvende for å sammenligne eksperimentelle verdier for unnsliplings-effektiviteten for flere forskjellige elementer. Når mer enn en beta-overgang opptrer, er P en middelerdi på grunnlag av den brøkdel som fremkommer ved hvert energinivå.

De beregnede beta-strømmer er oppstilt i tabell III nedenfor.

TABELL III

<u>Emittermaterial</u>		<u>O</u>	<u>R</u>	<u>P</u>	<u>I_{nβ} (nA)</u>
palladium (Pd)	109 12		.267	.08	170
	(Pd) 111 0.2		.118	.36	5.6
	(Pd) 111m 0.04		.118	.30	0.9
cerium	(Ce) 141 0.6		.885	.03	4.6
	(Ce) 143 1		.111	.18	5.7
tantal	(Ta) 182 21		1.0	.004	44.8
wolfram	(W) 185 2.1		.306	.0015	0.6
	(W) 187 40		.284	.081	561
osmium	(Os) 191 3.9		.264	.000(1)	0.07
	(Os) 193 1.6		.41	.05	22.5
platina	(Pt) 197 0.9		.252	.02	2.9
	(Pt) 199 4		.072	.12	22

Utgangssignalbidraget fra hver av de tre mekanismer er sammenstilt i tabell IV. For to av elementene, palladium og wolfram, er den forsinkede utgangsstrøm på grunn av beta-desintegrering mer enn 50% av den totale utgangsstrøm, og disse materialer er således ikke anvendbare. For de andre undersøkte materialer, nemlig cerium, tantal, osmium og platina, er den forsinkede del av utgangsstrømmen forholdsvis liten og faktisk meget mindre enn i

den kjente zirkon-detektor.

Valget blant de anvendbare fire elementer vil avhenge av hvilke egenskaper som er av viktighet for anvenderen, nemlig om det er den totale følsomhet, forandringen av følsomheten med tiden eller halveringstiden for den forsinkede strømkomponent som er av størst viktighet. Cerium vil gi minst forandring i strømmen under bestrålingen, ikke bare fordi dets tverrsnitt er lite, men også fordi bare ca. 2% av dets utgangssignal er gjenstand for utarmning. Dets følsomhet er imidlertid liten. For platina vil den korte halveringstid for den forsinkede strømkomponent være en fordel, og materialets totale følsomhet er ganske høy. Tapet av følsomhet under bestråling i forhold til begynnelsesfølsomheten, er opptegnet som en funksjon av bestrålingstiden i fig. 4 for en detektor med en platina-emitter. Av denne figur kan det ses at tapet er moderat. Det maksimale tap er 22%, hvorav 90% bevirkes av Pt^{195} med et innfagningstverrsnitt på 27 barns. For osmium er 33% av utgangssignalet gjenstand for utarmning, men det er for øyeblikket ikke mulig å beregne utarmningstakten, siden tverrsnittet for de isotoper som bidrar mest, ikke er kjent.

TABELL IV

Strømkomponentene i prosent av den totale utgangsstrøm:

Emittermaterial	Total utg (nA)	Öyeblikkelig		Forsinket	
		$I_{\gamma}(\%)$	$I_{n\gamma}(\%)$	$I_{n\beta}(\%)$	$T^{1/2}$
palladium (Pd)	348	21	28	49 1.6 0.3	13.5 h 22 min 5.5 h
cerium (Ce)	184	92	2	2.5 3.1	33 d 33 h
tantal (Ta)	585	57	35	7.1	115 d
wolfram (W)	1125	31	19	0.5 50	75 d 24 h

osmium	(Os)	590	64	33	0.01 3.8	15 d 31 h
Platina	(Pt)	542	74	22	0.5 4.1	19 h 30 min

Reaksjonen av tantal på bestrålingen er ganske uvanlig på grunn av den lange halveringstid og det store innfagningsstverrsnitt for det viktigste innfagningsprodukt, Ta^{182} (115 d, 8000 barns). Isotopen Ta^{182} brenner således opp nesten like fort som den frembringes, og den resulterende beta-komponent er mindre enn en tiendel av den verdi som er angitt i tabell IV. Gamma-strålingen fra dette annet innfagningsprodukt yter et bidrag på omtrent en tredjedel til begynnelsesfølsomheten. Den beregnede opptreden av tantal er vist i fig. 5, der følsomhetsforandringene i forhold til begynnelsesfølsomheten er angitt som funksjon av bestrålingstiden i år. Skjønt den raske stigning i utgangsstrømmen under det første år kan betraktes som et uønsket trekk, er den øyeblikkelige andel av utgangsstrømmen høyest i gruppen, nemlig over 99%, og bør, så vidt man kan se, ikke falle vesentlig etter lang tids bestråling.

Platina ble valgt som emittermaterial for en prototypeutvikling, idet dette material hadde de fleste generelt verdsatte egenskaper. To detektorer av den type som er vist i fig. 1 ble tilvirket med emitterdiameter litt under nominell verdi, d.v.s. 0,432 mm i stedet for 0,508 mm. men dette påvirket ikke deres egenskaper i vesentlig grad. De data som er angitt nedenfor, skriver seg fra prøver med de to detektorer installert i en reaktor med naturlig uran som brensel. Under bestrålingene var detektorene montert på rør med 9,52 mm ytterdiameter, og som besto av en legering av 1,20 - 1,70 vekt% tinn, 0,07 til 0,20 vekt% jern, 0,05 til 0,15 vekt% krom, 0,03 til 0,08 vekt% nikkel, 1000 til 1400 ppm oksygen og resten zirkonium, botsett fra forurensninger.

Gamma-følsomheten var gjennomsnittlig $3,4 \times 10^{-15}$ A/(rad.h⁻¹) ved 1,25 MeV og $2,8 \times 10^{-15}$ A/(rad.h⁻¹) ved 0.25 MeV, etter målinger i en Co^{60} gammacelle. Den angitte verdi ved det laveste energinivå ble oppnådd ved et skjermingseksperiment ved anvendelse av en

komponent med lavere intensitet, slik at nøyaktigheten er dårligere. De ovenfor angitte verider indikerer imidlertid at følsomheten for en detektor med platina-emitter er meget mindre avhengig av energinivået enn f.eks. en detektor med zirkonium-emitter.

Som angitt i tabell IV er den beregnede totale følsomhet for en platina-emitter med 0,508 mm diameter i en reaktor $5,4 \times 10^{-21}$ A/(n.cm⁻².s⁻¹). For den emitterdiameter som faktisk ble anvendt, hvilket vil si 0,432 mm, vil dette tilsvare $4,4 \times 10^{-21}$ A/(n.cm⁻².s⁻¹). Den målte følsomhet i den ovenfor nevnte forsøksreaktor var $3,7 \times 10^{-21}$ A/(n.cm⁻².s⁻¹), hvilket innebærer en rimelig overensstemmelse.

Middelverdien av den forsinkede andel av strømmen, basert på tre målinger, var 5,3%, sammenlignet med en beregnet verdi på 4,6%.

Den utførte 4 månederes bestråling i et strålningsfelt på omkring 10^{14} n.cm⁻².s⁻¹ er for kort tid til å frembringe noen observerbar senkning av følsomheten, som i henhold til det som er angitt i fig. 4 bare skulle være omkring 2% under det første år.

Oppfinnelsen spesifiserer således neutron- og gammastrålnings-detektorer med emittere av platina, cerium, osmium eller tantal, hvilket er materialer som tidligere har blitt betraktet som uhensiktsmessige for emittere i de såkalte selvdrevne detektorer. Detektorer i henhold til oppfinnelsen er i stand til å gi og vedlikeholde en høyere andel av øyeblikkelig utgangsstrøm enn det som hittil er blitt oppnådd ved hjelp av kjente detektorer av primær emisjonstype. Detektorene i henhold til oppfinnelsen har følgende ønskelige egenskaper:

god følsomhet,

en øyeblikkelig strømkomponent nær 95% eller mer,

en følsomhet ved reaktormålinger som delvis beror på gammastråler og delvis er basert på neutroninnfangning,

lav til moderat senkning av følsomheten under bestrålingstiden, og relativt flat reaksjonskurve for gammaenergi.

135491

Det vil inses at det ikke foreligger noen grunnleggende årsak til at vedkommende detektorer må gis koaksial oppbygning, slik som vist i fig. 1, idet denne konstruksjon bare har sin grunn i en fastlagt tilvirkningsmetode for detektorer av foreliggende type. Detektorer i henhold til oppfinnelsen kan således f.eks. også konstrueres som en flat skive eller en rull.

PATENTKRAV

Neutron- og gammastrålningsdetektor for umiddelbar reaksjon på både neutron- og gammastråling, og som omfatter en elektrisk ledende emitter som frembringer en elektrisk strøm når den anbringes i et neutron- og gammastrålningsfelt, en elektrisk ledende kollektor som frembringer en elektrisk strøm av en styrke som er forskjellig fra emitterstrømmens styrke, når den anbringes i samme strålningsfelt, et elektrisk isolerende material som isolerer emitteren fra kollektoren, samt en innretning for måling av styrkeforskjellen mellom de nevnte strømmer mellom emitter og kollektor, som en angivelse av intensiteten av det nevnte strålningsfelt,

k a r a k t e r i s e r t v e d at emitteren er utført av et material utvalgt fra en materialgruppe som omfatter platina, cerium, osmium og tantal.

135491

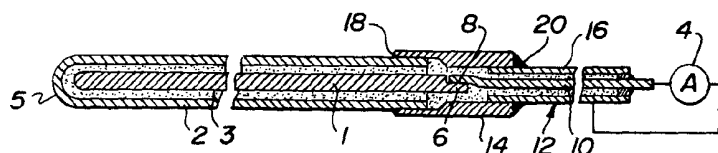
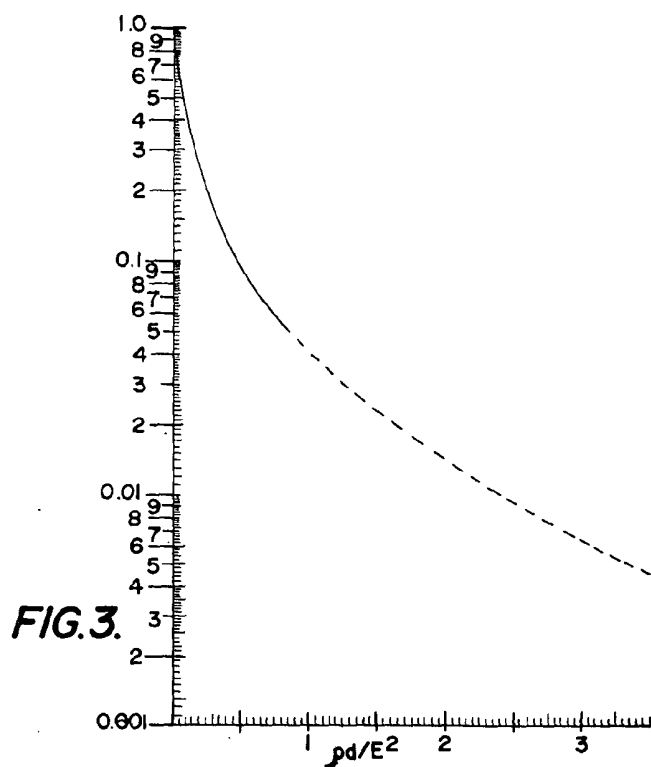
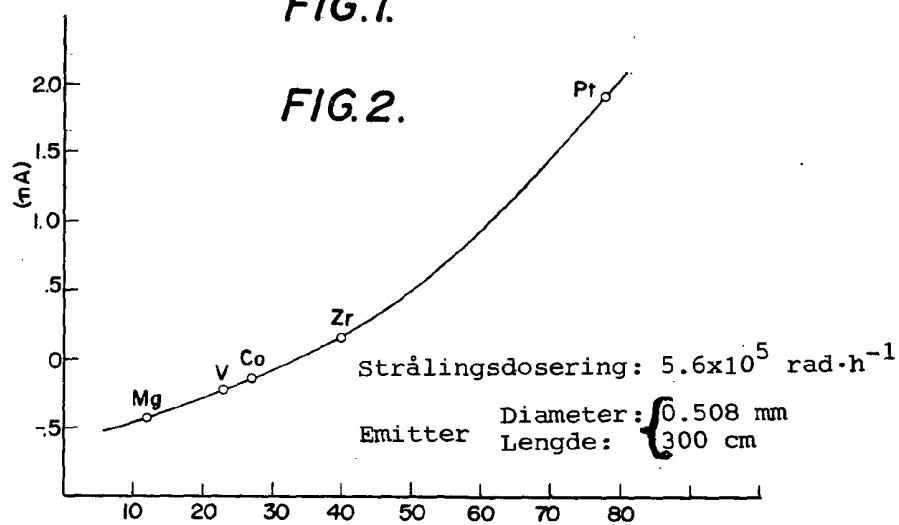


FIG. 1.



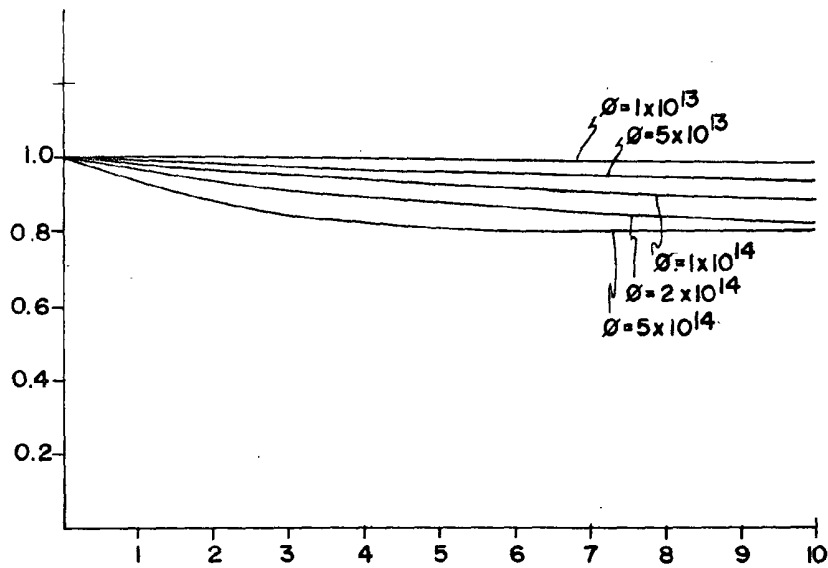


FIG. 4.

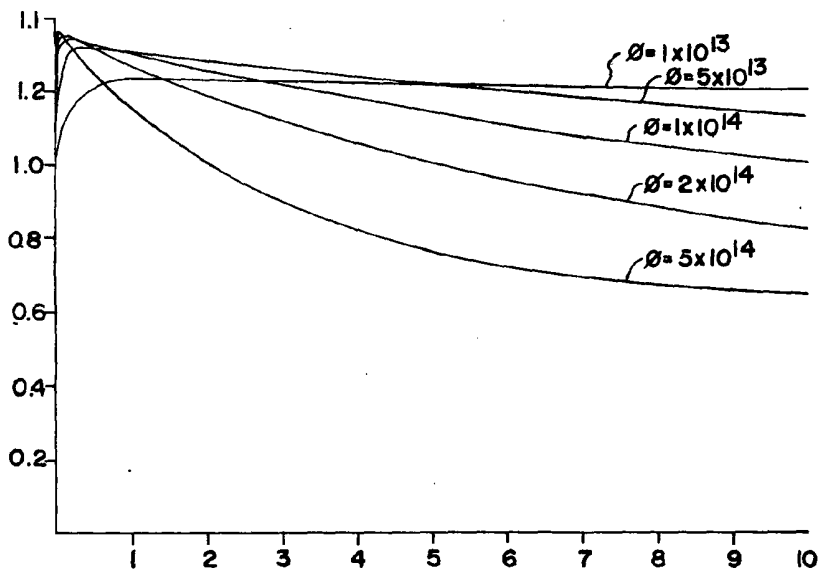


FIG. 5.