Octrooiraad

(12)A **Terinzagelegging** (11) **8420102**

Nederland (19) **NL**

(54) **Inrichting voor het inspecteren van bagage en werkwijze voor het bepalen van de aanwezigheid van explosieven.**

(51) Int.Cl⁴.: G01R 33/24, G01N 24/08, G08B 21/00, B64F 1/30.

(71) Aanvrager: Southwest Research Institute te San Antonio, Texas, Ver.St.v.Am.

(74) Gem.: Ir. G.F. van der Beek c.s.
NEDERLANDSCH OCTROOIBUREAU
Joh. de Wittlaan 15
2517 JR 's-Gravenhage.

(21) Aanvrage Nr. 8420102.

(86) Aanvraagnummer oorspronkelijke internationale aanvrage: PCT/US84/00542.

(22) Ingediend 11 april 1984.

(32) Voorrang vanaf 15 april 1983.

(33) Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).

(31) Nummer van de voorrangsaanvrage: 485220 .

(62) - -

(43) Ter inzage gelegd 1 maart 1985.

(87) Publicatiedatum oorspronkelijke internationale aanvrage: 25 oktober 1984.

(87) Publicatienummer oorspronkelijke internationale aanvrage: WO84/04173.

Deze octrooiaanvrage werd ingediend als internationale octrooiaanvrage onder de bepalingen van het Verdrag tot samenwerking inzake octrooien (PCT). De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van een Nederlandse vertaling van de oorspronkelijk in een andere taal ingediende beschrijving met conclusie(s) en tekening(en). De Nederlandse octrooiaanvrage wordt geacht te zijn ingediend op de indieningsdatum van de internationale octrooiaanvrage.

Inrichting voor het inspecteren van bagage en werkwijze voor het bepalen van de aanwezigheid van explosieven

Beschrijving

Technisch gebied

De uitvinding heeft betrekking op het inspecteren van bagage, in het bijzonder op een werkwijze en inrichting voor het inspecteren van bagage om de aanwezigheid van een hoeveelheid explosieven te bepalen.

Gecontroleerde bagage op een vliegveld kan explosieven verbergen. Er is bepaald, dat een hoeveelheid explosieven die voldoende is om een gat in de zijde van een vliegtuig te blazen, een bepaalde hoeveelheid moet overschrijden. Het probleem is deze minimale hoeveelheid explosieven te detecteren in en onder de andere artikelen die gewoonlijk in de bagage worden gevonden. Artikelen die gewoonlijk in bagage worden gevonden, omvatten een uitgebreid gebied van materialen.

Achtergrond van de techniek

De Amerikaanse octrooischriften 4.166.972 en 4.296.378 beschrijven NMR-inspectiesystemen met enige nadruk op explosieven. De inrichting volgens deze uitvinding is in het bijzonder voordelig bij het detecteren van vele typen explosieven (bijvoorbeeld slik- en emulsiemengsels van diverse explosieve verbindingen). Explosieven worden getypeerd door nitroglycerine- en ammoniaknitraatdynamiet, watergelexplosieven, RDX, TNT, PETN en mogelijkerwijze andere explosieve of voortstuwingsmiddelen met een hoge energie.

Explosieven in kleine hoeveelheden leveren problemen die afwijken van de problemen voortgebracht door grote explosieve massa's verborgen in vliegtuigbagage. Een willekeurige hoeveelheid (zoals twaalf ons) kan een vermogen hebben dat voldoende is om indien deze in het vliegtuig explodeert, de romp van het vliegtuig ten dele weg te blazen en daarbij de druk in de cabine tenminste te verlagen. Dit levert een aanzienlijk risico op en waarschijnlijk stort het vliegtuig zelfs neer.

Beschrijving van de uitvinding

De uitvinding voorziet in een constructie met als een kenmerk de mogelijkheid van het door middel van NMR-interactie detecteren van de atoomkern van de materialen in de bagage, waarbij een uitwendig opgewekt magnetisch veld wordt gebruikt en wordt onderzocht door middel van een radiofrequente (RF) impuls met een gespecificeerde beschrijving. Bij de bij voorkeur toe te passen uitvoeringsvorm is het belangrijke element waterstof, die chemisch met de explosieven is gebonden. Daarom heeft waterstof in een bepaalde hoeveelheid van verbindingen (getypeerd

door de explosieven) een wisselwerking met het magnetische veld met een specifieke intensiteit waarbij radiofrequent wordt onderzocht bij een bepaalde frequentie om een uitgangssignaal te vormen, door middel waarvan de aanwezigheid of afwezigheid van explosieve materialen kan worden bepaald.

De inrichting volgens deze octrooiaanvrage moet in het bijzonder bagage met conventionele afmeting en vorm kunnen behandelen. Dit verwijst naar bepaalde bagage die gewoonlijk wordt gebruikt. Dergelijke koffers worden in het bijzonder gevormd uit een metalen omtreksframe met metalen scharnieren en sloten. Het omhulsel van de koffer is meestal gevormd uit kunststof, doek, leer en andere niet-metallische materialen. Een metaaldetector is ook in de inrichting opgenomen om de aanwezigheid van een koffer met een metalen bekleding vast te stellen. In deze beschrijving gaat het om een systeem met een transporteur, die de koffers in een opstaande oriëntatie aan een eerste magneet toevoert voor de polarisatie. De koffers passeren bewegend om gedurende een bepaald interval te worden onderworpen aan een magnetisch veld met een intensiteit van een gekozen niveau om de beginpolarisatie van elke waterstofkern in de materialen in de koffers en de koffers zelf te verkrijgen. Hall-detectoren die op bepaalde plaatsen langs een lijn in het transportstelsel zijn geplaatst, worden verticaal uitgelijnd toegepast om de intensiteitsveranderingen van het magnetische veld te meten wanneer elke koffer passeert. Veld-intensiteitsmetingen voor elke afgelegde lengte-eenheid leveren een meerpuntsrooster, waarbij de magnetische veld-intensiteit buiten de koffer en als afgeleide daarvan in de koffer wordt geregistreerd. Hierdoor kan een profiel worden bepaald, dat extreme vervormingen van het magnetische veld aangeeft, dat op de koffer is gericht. Ferromagnetische metalen in de koffer (of de inhoud daarvan) zal enige vervorming veroorzaken. De vervorming verlaagt gewoonlijk de veld-intensiteit in de meeste gebieden in de koffer; intensiteitsstoringen worden geregistreerd en tijdelijk in een geheugen opgeslagen om het veld te kunnen instellen, ten einde de gewenste veld-intensiteit in de koffer te verkrijgen.

De koffer doorloopt een tweede magneet. De tweede magneet is een electromagneet met een hoofdspoel en een versterkings- of correctiespoel. De versterkingsspoel wordt tijdelijk bekrachtigd met een bedrag om de door de tweede magneet opgewekte veld-intensiteit te versterken, ten einde veldverstoringen in een koffer te compenseren. In samenwerking met de hoofdspoel van de tweede magneet, magnetiseert de versterkingsspoel het gebied dat de koffer doorloopt, waarbij de veldsterkte

wordt vergroot om de verstoringen in de koffer te compenseren, die door de detectoren in het veld van de eerste magneet worden afgeleid. Daarom volgen de tweede magneet en de versterkingsspoel (zoals gewenst) de tweede veld-intensiteit nadat storingen ten opzichte van het eerste veld zijn bepaald, waardoor wordt gewaarborgd dat het tweede veld de intensiteit heeft die nodig is voor een resonantie in de koffer.

De koffer wordt op een eerste tijdstip in het tweede veld geïnspecteerd en na een fractie van een seconde wordt deze voor een tweede maal geïnspecteerd. Wordt vastgesteld dat het op de koffer gerichte veld voor de eerste en tweede inspecties hetzelfde is (de transporteur heeft gestopt), kan de inrichting een veranderde NMR-responsie uit de eerste inspectie en de tweede inspectie detecteren. De twee responsies worden opgeslagen. De tweede inspectie wordt omgekeerd en de twee worden daarna opgeteld. De responsie van de meeste materialen is nagenoeg constant tussen de eerste en tweede inspecties en zullen elkaar dus opheffen tot nul of nagenoeg nul. Explosieven behoren tot de categorie materialen met een lange spin-rooster relaxatietijdconstante (T_1) en een korte spin-spinrelaxatietijdconstante (T_2). Explosieve materialen boven een bepaalde hoeveelheid met deze T_1-T_2-karakteristiek vormen een unieke indicatie. Dat wil zeggen, dat de NMR-responsie van de eerste inspectie afwijkt van de NMR-responsie van de tweede inspectie. Het verschil van de twee signalen levert informatie op, die een indicatie vormt van materialen met een lange T_1 en een korte T_2 en tot deze categorie materialen behoren explosieven; zeer weinig materialen hebben een lange T_1 en een korte T_2.

De uitvinding maakt op voordelige wijze gebruik van het feit dat explosieven behoren tot een bepaalde categorie, welke categorie niet een groot aantal materialen omvat, die in koffers worden gevonden. De snelheid waarbij een waterstofkern wordt gericht of gepolariseerd met een aangelegd veld is een exponentiële functie die wordt beïnvloed door de spin-roosterrelaxatietijdconstante T_1. Deze tijdconstante kan een aantal seconden of slechts een fractie van een seconde bedragen. Om een NMR-signaal met een redelijke amplitude te verkrijgen, moet het materiaal gedurende een tijdsperiode die vergelijkbaar is met T_1 aan een magnetisch veld worden onderworpen. In het ideale geval moet de blootstellingsduur een aantal malen groter zijn om het zo groot mogelijke signaal te verkrijgen, ten einde een optimale gevoeligheid te bereiken. De tijdconstante T_1 van de meeste explosieven ligt in de orde van grootte van een aantal seconden; sommige explosieven hebben een tijdconstante T_1 die hoger ligt dan enige honderden seconden.

Zoals in de hierboven genoemde octrooischriften is beschreven, kan een methode van overdracht van een magnetisch veld worden gebruikt om een snellere polarisatie te verkrijgen, zonder dat een interval wordt afgewacht, dat gelijk is aan een veelvoud van T_1. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een andere factor, waardoor een snellere polarisatie wordt bereikt, hetgeen volledigier in de genoemde publikaties is beschreven.

Er is een tweede tijdconstante die de NMR-responsie van een materiaal beschrijft, welke de spin-spinrelaxatietijdconstante T_2 is. Deze tijdconstante heeft betrekking op de afnamesnelheid van het NMR-uitslingersignaal dat het gevolg is van uitgezonden radiofrequente impulsen. Bepaalde waarden van T_2 bedragen enkele microseconden voor waterstof in vele vaste stoffen. De tweede tijdconstante is zeer kort voor explosieve materialen. Het zal duidelijk zijn dat een lange T_1 en een korte T_2 niet slechts behoort bij explosieve materialen maar ook bij een klein aantal materialen die niet explosief zijn. Deze materialen worden gewoonlijk niet in bagage op de luchthaven gevonden.

Deze inrichting maakt gebruik van een eerste magneet om een beginpolarisatie te verkrijgen. De koffer doorloopt bewegend de eerste magneet. Dit leidt een polarisatie van waterstof in de verbindingen van de koffer en de inhoud daarvan in. Het veld waaraan de koffer in de eerste magneet wordt onderworpen, is betrekkelijk sterk. Het veld is enigszins zwakker bij de tweede magneet. In de tweede magneet wordt de koffer kortstondig stil gezet. Er zijn spoelen aangebracht om een veld op te wekken dat loodrecht staat op het veld van de tweede magneet. De spoelen zenden getemperde radiofrequente impulsen uit. Voor een optimale detectie moet de impuls-energie de as van de kern 90° doen roteren ten opzichte van het originele veld. Dit wordt een 90°-impuls genoemd. Deze wordt op de juiste waarde gebracht door het regelen van de impulsduur (in microseconden) en de amplitude van de impuls om daardoor een rotatie van 90° te verkrijgen. Een tweede impuls is bij voorkeur 90° in fase verdraaid ten opzichte van de eerste impuls. Beide impulsen treden in een tijdsperiode op die betrekkelijk kort is ten opzichte van T_2 van de explosieve waterstofverbinding. Dit levert een NMR-echo op die betrekkelijk gemakkelijk kan worden gedetecteerd. Door de keuze van impulsduur en afstand tussen de impulsen kunnen de NMR-gegeven in het bijzonder worden verbeterd.

Er bestaat een explosief materiaal dat een zeer lange T_1 heeft en wel van ongeveer 300 seconden. Dit materiaal kan niet op gewone wijze worden gepolariseerd in het interval dat voor de bagage-inspectie

toegelaten is. Echter verkort het aanleggen van een specifiek magnetisch veld om een overgang ("crossover") te bereiken, de tijdsduur die nodig is voor het polariseren van deze explosieve stof. Zoals in de publikaties is genoemd wordt deze overgang bereikt door de frequentie van het waterstof-NMR-signaal zodanig aan te passen, dat deze overeenkomt met de frequentie van de vierpoolresonantie van een stikstofkern (NQR). Dit verkort het lange wachten. Bij deze polarisatie wordt gebruik gemaakt van de koppeling tussen zuurstof en waterstof om daarbij een energie-transport en een snelle polarisatie te bereiken. Dit verkleint T_1 voor waterstof in deze klasse van explosieven van ongeveer 300 seconden naar ongeveer 0,1 seconde. In verband met deze aanzienlijke reductie van de polarisatietijd verdient het de voorkeur om een koffer te voeren door een magneet met een min of meer uniforme veld-intensiteit boven de overgangsveld-intensiteit. De eerste magneet wordt bekrachtigd in het gebied van 785-825 Gauss. Overgangsveld-intensiteiten treden op, waardoor de NQR-frequentie van stikstof in de explosieve verbindingen energie koppelt van de stikstof naar de gebonden kern van waterstof, welk veld gedurende 0,1 seconde of langer wordt gehandhaafd, waardoor een snelle polarisatie van alle waterstofkernen in de materialen wordt bereikt. De materialen worden dus gepolariseerd.

De overgangsintensiteit wordt bewegend bereikt. Dit bepaalt bovendien een schaalfactor voor deze inrichting. Bij voorkeur wordt de te inspecteren koffer voortbewogen met een snelheid van enkele centimeters per seconde. Een acceptabele snelheid van het transportstelsel is ongeveer zestig centimeter per seconde. Het transportstelsel transporteert de koffer langs een magneet met een lengte van ongeveer negentig centimeter; de koffer wordt gedurende een geschikte tijdsperiode onderworpen aan een overgangsintensiteit.

Deze inrichting bevat een direct aangrenzende tweede magneet. De koffer wordt in de tweede magneet stilgezet. Een enkele inspectie-volgorde kan op de gehele koffer worden uitgevoerd. Een tweede of herhaalde inspectie-volgorde wordt uitgevoerd en beide inspecties kunnen worden verkregen door middel van een enkele spoel die de gehele koffer omgeeft. Het is voordelig om de koffer in kleinere delen te verdelen. De door één spoel ingenomen ruimte is betrekkelijk groot. Het is beter om de ruimte te verdelen door toepassing van twee of drie kleinere spoelen langs de lengte van de koffer en gegevens uit elke spoel te verkrijgen. Gegevens uit de eerste inspectie-volgorde (uit alle spoelen) wordt opgeteld en deze inspectie-volgorde wordt herhaald. De twee gegevens worden afgetrokken om slechts signalen te verkrijgen die explosieven aan-

geven. Het is een betrekkelijk korte vertraging tussen de twee inspecties, in het bijzonder één seconde of minder. Bij de bij voorkeur toe te passen uitvoeringsvorm is dit ongeveer 0,5 tot ongeveer 0,75 seconden.

Door toepassing van geschikt getemperde en geplaatste derde (en/of vierde) impulsen in elke radiofrequente testvolgorde kunnen materialen met een lange T_1 en een lange T_2 worden bepaald en onderscheiden. Deze materialen zijn materialen op basis van glycerol en alcohol. Zuiver glycerol verandert wanneer deze gemengd is. Materialen op basis van glycerol verwijzen naar mengsels van glycerol met betrekkelijk lange T_1 en lange T_2. Deze worden gevonden in handlotions, scheerlotions en dergelijke. Indien een derde (en/of vierde) impuls wordt toegepast en materialen op basis van glycerol met een lange T_1- en T_2-eigenschappen aanwezig zijn, levert de laatste echo('s) een aanzienlijke discriminatie op. Indien T_2 kort is, is de laatste echo('s) nihil. Indien een materiaal op basis van glycerol (lange T_1 en lange T_2) aanwezig is, is de echo na de derde en/of vierde impuls betrekkelijk groot. Door het bepalen van de amplitudeverschillen tussen de eerste echo (de echo na de tweede impuls) en de latere echo('s) (die optreden na de derde en/of vierde radiofrequente impuls) zullen de materialen met een lange T_1- en lange T_2-karakteristieken kunnen worden onderscheiden.

Al het voorgaande is in de inrichting toegepast, die hierna in bijzonderheden wordt beschreven. Eén van de kenmerken van deze inrichting is dat deze zeer efficient is voor het automatisch inspecteren van bagage. Meer in het bijzonder kan de inrichting explosieven detecteren, die gekenmerkt worden door chemisch gebonden waterstofkernen met een lange T_1 en een betrekkelijk korte T_2 voor diverse klassen van explosieven, hetgeen wordt uitgevoerd door de inrichting en volgens de werkwijze, die hierna meer in detail worden beschreven.

Korte beschrijving van de tekeningen

Opdat de wijze waarop de hierboven genoemde kenmerken, voordelen en doelstellingen van de uitvinding worden bereikt en in detail kunnen worden begrepen, wordt de uitvinding die hierboven kort is samengevat, meer in het bijzonder beschreven aan de hand van uitvoeringsvormen daarvan, die in bijgaande tekeningen zijn geïllustreerd.

Echter wordt opgemerkt dat bijgaande tekeningen slechts bepaalde uitvoeringsvormen van deze uitvinding illustreren en daarom niet moeten worden beschouwd als beperking van de beschermingsomvang van de uitvinding, omdat uitvoeringsvormen van de uitvinding met hetzelfde effect

mogelijk zijn.

Fig. 1 is een doorsnede van het transportstelsel volgens de uitvinding, die de route van de bagage door de inrichting illustreert, welke bagage op explosieven moet worden geïnspecteerd;

Fig. 2 is een doorsnede volgens de lijn 2-2 van fig. 1, die details van het transportstelsel illustreert;

Fig. 3 is een grafiek van de intensiteit van het magnetische veld in Gauss als functie van de positie langs het in fig. 1 getoonde transportstelsel;

Fig. 4 is een eenvoudige responsie van een echo-impuls van radiofrequente impulsen bij NMR-onderzoek;

Fig. 5 is een volgorde van responsies verkregen uit een explosief middel, die afwijkt van die van handlotion; en

Fig. 6 is een blokschema van een stelsel, dat schakelingen bevat voor de bagage-inspectie-inrichting.

De beste uitvoeringsvorm voor het uitvoeren van de uitvinding

Eerst wordt de aandacht gevestigd op de figuren 1 en 2 van de tekening die tezamen moeten worden beschouwd. Een transportstelsel voor het behandelen van bagage is aangegeven met het verwijzingsnummer 10, dat verwijst naar de inrichting voor het inspecteren van bagage. Een koffer 11 wordt op een transportband 12 geplaatst. De transportband 12 loopt in de richting van een kamer of huis 13. De kamer 13 omgeeft alle inrichtingen, waarbij de randuiteinden van het transportbandstelsel vrijblijven voor het opleggen en afnemen. Er bevindt zich een niveau-achterplaat 14 beneden de transportband om deze op niveau te houden. De transportinrichting is uitgevoerd met een vrij draaiend wiel 15 en een aangedreven wiel 16. De koffer 11 wordt in opstaande stand op de band ondersteund. De koffer wordt voortbewogen tussen de polen van een zeer grote magneet 18. De magneet wordt gevormd door het tegenover elkaar plaatsen van een paar tegengestelde polen, zoals in fig. 2 getoond is. De magneetveldlijnen worden uniform gevormd tussen de twee poolstukken loodrecht op het vlak van fig. 1.

Gescheiden montageblokken 19 die detectoren 20, zoals Hall-detectoren voor het meten van de veld-intensiteit bevatten, zijn langs een verticale lijn opgesteld. Deze zijn rechtstreeks op het poolstuk en aan de zijden van de koffer 11 gemonteerd om de veld-intensiteit op verschillende niveaux bij de koffer te meten. Zij zijn aangebracht binnen de randen van de pool 18. Dat wil zeggen, dat zonder verstoringen, de detectoren in een gedeelte van het magnetische veld zijn aangebracht, waar de magnetische veld-intensiteit gewoonlijk uniform is wanneer geen

koffer aanwezig is. Het magnetische veld wordt niet verstoord door de transportband 12 of de achterplaat 14, omdat deze bij voorkeur uit niet-magnetische materialen zijn vervaardigd. De Hall-detectoren 20 meten verstoringen in het veld als gevolg van het passeren van de koffer 11. Alle metalen koffers worden gedetecteerd door middel van een metaaldetector 21 die nabij het voorste uiteinde van de inrichting is aangebracht. Zodra de koffer 11 over de metaaldetector 21 wordt voortbewogen, onderbreken de in het besturingsstelsel verkregen uitleessignalen de testprocedure voor constructies met een metalen bekleding.

De transportband 12 wordt met een bepaalde snelheid aangedreven en éénenzestig centimeter per seconde is acceptabel gebleken. De magneet 18 is betrekkelijk lang en overspant de lengte van een middelgrote koffer. De magneet 18 is bij voorkeur ongeveer tweeënzestig centimeter in de transportrichting. Deze wekt een uniform veld (voorafgaand aan een verstoring) op, dat de weg van de transportband snijdt. Hierdoor kan een koffer van elke lengte binnen de hoogte en de breedte van de tunnelopening boven de transportband worden gepolariseerd. Deze zijn schaalfactoren die kunnen worden gewijzigd. De transportband eindigt onmiddellijk aangrenzend aan een tweede transportband 23. Deze transportband doorloopt een tweede magneet 24. Een versterkings- of correctiespoel 25 is ook in de magnetische keten van de tweede magneet opgenomen. De transportband 23 loopt over een niet-metalen achterplaat 26 en wordt aangedreven door een aandrijfwiel 28 dat door een motor wordt aangedreven en loopt om een vrij draaiend wiel 26. Onmiddellijk aangrenzend aan de inwendige ruimte tussen de magneetpoolstukken bevindt zich een spoelsamenstel dat is ingericht voor het opwekken van een radiofrequent veld loodrecht op het magnetische veld. Het samenstel bestaat uit drie spoelen elk met een aantal wikkelingen. De drie spoelen zijn identiek. De linkerspoel is aangegeven met het verwijzingsnummer 30, de middelste met 31 en de rechter met 32. Deze hebben nagenoeg dezelfde overspanning die ongeveer vijfentwintig centimeter is bij de bij voorkeur toe te passen uitvoeringsvorm. De spoelen overspannen ongeveer vijfenzeventig centimeter in de transportrichting van het transportstelsel. Zij zijn voldoende lang om het volume van de tunnel boven de transportband te omgeven, en lopen beneden de transportband door, waardoor wordt gewaarborgd dat een koffer van maximale afmeting kan worden geïnspecteerd. De correctiespoel 25 versterkt de magnetische veld-intensiteit nagenoeg overeenkomstig het grootste kofferprofiel om verstoringen in de koffer te vermijden.

Thans wordt de aandacht gericht op fig. 3 van de tekening, die een

grafiek van het magnetische veldniveau gemeten in Gauss als functie van de afstand door de machine langs de transportband is. Als praktisch gegeven steekt de transportband bij voorkeur aan de voorzijde en de achterzijde van de machine uit om de behandelaars van de bagage de mogelijkheid te bieden de koffers in een opstaande stand op de transportband af te geven en daarvan af terug te nemen. Er zijn dus vrijliggende delen van de transportband aan de voorste en achterste uiteinden. Wanneer een koffer langs het transportstelsel wordt voortbewogen, wordt deze in het gebied van de eerste magneet gebracht. Volgens fig. 3 beweegt de koffer in het magnetische veld en wordt daarna onderworpen aan een magnetisatiepiek 35 weergegeven in de grafiek van fig. 3. De piek 35 is bij voorkeur ongeveer 800-825 Gauss. Zelfs hoewel de koffer beweegt, is het veld betrekkelijk uniform en betrekkelijk breed. Als gevolg daarvan is er een behoorlijk uitgestrekt polarisatieveld dat op de koffer invalt waardoor de polarisatie van gebonden waterstof in de verbindingen wordt ingeleid, waaruit de koffer en alle inhoud daarvan bestaan. Dit gebied 36 is het polarisatiegebied.

De koffer wordt continu door het gebied 36 voortbewogen. In het gebied 36 vindt een polarisatie plaats zelfs voor die waterstofverbindingen die een extreem lange T_1 hebben, bijvoorbeeld 300 seconden voor een type explosief middel. De veld-intensiteit heeft een zodanige amplitude, dat deze bijdraagt aan een snellere polarisatie door middel van overgangsenergie gekoppeld via de NQR van stikstof naar de waterstof-stikstofverbindingen die in deze klasse van explosieven bestaan. Hierdoor wordt de tijdsduur die nodig is voor het polariseren, verkort van ongeveer 100 seconden tot ongeveer 0,1 seconde, indien het veld dat door de waterstofkern wordt ondervonden, de overgangsveldwaarde voor stikstof heeft. Dit treedt op bij overgang bij een veldsterkte, die in het bijzonder de overgangsveldsterkte passeert.

De magneten 18 en 24 bevinden zich betrekkelijk dicht bij elkaar in een begrensde kamer of huis 13. Deze zijn zodanig opgesteld, dat de noordpolen van beide magneten zich aan dezelfde zijde van de transportband bevinden, zodat de velden dezelfde richting hebben. Zij zijn verder zodanig aangebracht, dat er een zeer belangrijke verzadiging van het magnetische veld langs het transportstelsel voorbij de hals van de magneet 18 is. Het magnetische veld bij de tweede magneet is verkleind. Deze zou een waarde kunnen hebben in het gebied van ongeveer 700 Gauss of enigszins hoger. Bovendien is het veld vrijwel vlak of uniform zoals bij 37 is aangegeven. Het veldsegment is verdeeld in drie delen 38, 39 en 40. Deze drie delen komen overeen met de plaats van de drie spoelen.

De drie spoelen zijn opgenomen binnen de overspanning van poolstukken die het tweede magneetstelsel vormen.

Men zal zich herinneren, dat er een mogelijkheid is dat de veld-intensiteit in een bepaalde koffer kan worden vervormd. Beschouw het bepaalde geval van een koffer met een metalen randframe, metalen handgrepen, drie metalen scharnieren en sloten. Aangenomen wordt dat een dergelijke koffer twee of drie spuitbussen bevat, die het magnetische veld kunnen vervormen. De vervorming van het magnetische veld vermindert in het bijzonder de intensiteit van het magnetische veld in de koffer. Deze vervorming van de veld-intensiteit in de koffer verlaagt het niveau 37. De aandacht wordt erop gevestigd, dat fig. 3 het magnetische veldniveau zonder verstoring toont. Een verstoring kan optreden wanneer het veld tot het niveau 41 wordt verlaagd, zoals in fig. 3 is getoond. Dat wil zeggen dat het veld dat juist grenst aan het frame van de koffer, tot dit niveau zal worden vervormd. Deze reductie van de veld-intensiteit in de koffer wordt vergezeld door een te grote veldsterkte aan de buitenzijde van de koffer. Het is niet nodig te stellen dat de veldsterkte buiten de koffer van geen belang is. De in fig. 1 getoonde correctiespoel 25 is aangebracht om de magnetische veldsterkte te vergroten van het niveau 41 tot het niveau 37 in de koffer. Zoals uit fig. 3 blijkt, daalt de veld-intensiteit bij 42, op een plaats buiten de kamer of het huis en aan het randuiteinde van het transportstelsel.

Het terugwinnen van NMR-gegeven

De aandacht wordt gevestigd op fig. 4 van de tekening. Een signaal van vrije inductie-afname (FID) is daarin weergegeven. Kort samengevat bevat de in fig. 4 getoonde grafiek van het radiofrequente uitgangssignaal als functie van de tijd een eerste uitgezonden impuls 43 en een tweede uitgezonden impuls 44. De eerste impuls veroorzaakt een FID-signaal 46, dat optreedt bij de achterflank van de eerste uitgezonden radiofrequente impuls 43. De lengte van de impulsen 43 en 44 komen overeen met een rotatie van 90° van het magnetische kernmoment. De echo 47 is de echo-impuls die de belangrijke informatie omtrent de kernen bevat.

Dit is waarschijnlijk beter getoond in fig. 5 van de tekening. Aldaar is getoond, dat een eerste uitgezonden impuls die met het nummer 48 is aangegeven en een tweede uitgezonden impuls 49 zijn gescheiden door een tijdinterval τ. Een derde uitgezonden impuls 50 is verschoven met een nominaal bedrag 2τ. Een andere uitgezonden impuls 51 treedt op met een veel grotere vertraging.

Een explosief middel is in het bijzonder een waterstofverbinding gekenmerkt door een lange T_1 en een korte T_2. Op glycerol gebaseerde materialen, alcoholen of op alcohol gebaseerde materialen hebben een lange T_1 en een lange T_2. Een handlotion bereid uit op glycerol gebaseerde materialen en alcohol is in fig. 5 getoond. De responsie van een explosief middel is met 52 aangegeven, terwijl ter vergelijking de responsie 53 van een handlotion is weergegeven. Een derde materiaal met een korte T_1 is bij 54 getoond. Bij vergelijking van de grafieken 52 en 53 blijkt dat het explosieve middel en de handlotion beide eerste en tweede pieken opleveren. De derde piek 56 is voor de handlotion veel groter vergeleken met de kleine piek 57 voor het explosieve middel. Door speciale vergelijking van de derde piek van de reeks, is de grafiek 52 voor het explosieve middel dus kenmerkend verschillend van die van de handlotion, welke een typisch materiaal met een lange T_1 en een lange T_2 is, dat in bagage wordt gevonden.

Fig. 5 toont bij 54 de NMR-responsie van materialen met een korte T_1. Het is niet moeilijk om deze materialen te onderscheiden. Slechts de weinige materialen die op glycerol gebaseerde materialen, alcoholen of op alcohol gebaseerde materialen en soortgelijke chemische verbindingen bevatten, veroorzaken een probleem en deze worden bij voorkeur behandeld op de in fig. 5 getoonde wijze, dat wil zeggen door het tegenover elkaar plaatsen van de ontstaande impulstreinen 52 en 53. Fig. 5 toont duidelijk het verschil tussen dergelijke materialen.

Het behandelen van gegevens zoals beschreven aan de hand van fig. 5, voorziet in een methode voor het onderscheiden van explosieven (lange T_1 en korte T_2) van materialen met lange T_1 en lange T_2. In gewone omstandigheden moet een extra onderscheid worden bereikt. Dit wordt uitgevoerd door het voortbrengen van eerste en tweede afbeeldingen van de koffer en de inhoud daarvan (elke variëteit van materialen) waarbij de afbeeldingen worden verkregen en afgetrokken. De twee afbeeldingen worden slechts als fractie van een tweede voortgebracht. De twee afbeeldingen worden daarna van elkaar afgetrokken.

Aangenomen wordt dat er materialen met een korte T_1 in de koffer aanwezig zijn. Indien dit het geval is liggen de twee afbeeldingen op een zodanige grote afstand, dat er voldoende tijd beschikbaar is om de magnetische momenten van waterstofkernen opnieuw te polariseren alvorens de tweede afbeelding wordt gemaakt. De waterstofkernen (met een lange of korte T_1) worden dus aanvankelijk gepolariseerd alvorens de eerste afbeelding wordt gevormd. De radiofrequente impuls die naar de koffer wordt uitgezonden, verstoort de polarisatie om de eerste afbeel-

ding te verkrijgen. Wanneer ongeveer 0,5 seconde wordt gewacht om de tweede afbeelding te verkrijgen, is er voldoende tijd om de waterstofmaterialen met een korte T_1 opnieuw te polariseren in het tweede magnetische veld. Wanneer de radiofrequente impulsen daarna worden gevormd, zal de tweede afbeelding identiek zijn aan de eerste afbeelding voor zover het gaat om materialen met een korte T_1.

Daarentegen hebben explosieve materialen een lange T_1. Er is echter niet voldoende tijd om waterstofkernen in explosieve verbindingen opnieuw te polariseren. Het opnieuw polariseren van materialen met een lange T_1 wordt slechts enigszins voorafgaand aan het verkrijgen van de tweede afbeelding uitgevoerd. De meeste waterstofkernen met een lange T_2 zijn niet uitgericht bij het begin van de radiofrequente impulsen die worden gebruikt voor het verkrijgen van de tweede afbeelding. Door deze willekeurige beginoriëntatie van de materialen met een lange T_1 wordt de NMR-responsie bij de tweede afbeelding kleiner dan die bij de eerste afbeelding. Door het van elkaar aftrekken van de twee afbeeldingen wijken de NMR-responsies voor explosieven (materialen met een lange T_1) af en de verschillen zijn voldoende groot om een alarmvoorwaarde te vormen.

In herinnering wordt gebracht, dat kleine hoeveelheden explosieven niet een amplitude hebben, die voldoende groot is om een grote NMR-responsie te vormen. Indien een in een koffer verborgen explosief middel aanwezig is en de afmeting groter is dan een minimum dan zal de NMR-amplitude groot zijn, tenminste boven een drempelniveau. De grote NMR-responsie zal in de eerste afbeelding merkbaar zijn en de responsie zal kleiner zijn in de tweede afbeelding.

Fig. 5 toont twee sporen of signalen bij 52, welke signalen ten opzichte van de radiofrequente impulsreeks zijn uitgezet. De twee signalen wijken van elkaar af door het verschil tussen signaalpieken. De eerste afbeelding is veel groter, terwijl het verschil in fig. 5 is gearceerd.

Het gearceerde oppervlak van het signaal 52 kan worden waargenomen nadat de twee afbeeldingen van elkaar zijn afgetrokken. Dit verschil is groter voor grotere explosieve massa's, zodat het stelsel de aanwezigheid van explosieven kan aangeven.

Tot materialen met een lange T_1 behoren materialen zoals handlotion volgens fig. 5. Deze materialen kunnen worden onderscheiden door de derde piekresponsie van fig. 5. Dergelijke materialen met een lange T_1 en een lange T_2 worden onderscheiden door vergelijking van de grote derde piek 56 met de derde piek 57 voor explosieven.

Materialen met een korte T_1 leveren eerste en tweede afbeeldingssignalen die nagenoeg identiek zijn. Deze worden onderscheiden door vergelijking van eerste en tweede afbeeldingen om een uitgangssignaal nul te verkrijgen.

Explosieven worden onderscheiden door een aftrekbewerking om het gearceerde gebied van het signaal 52 te verkrijgen. Het signaal 53 (afkomstig van handlotion) vertoont ook een gearceerd oppervlak echter wordt erop gewezen dat dergelijke materialen worden onderscheiden door de derde responsiepiek 56. De conclusie kan worden getrokken, dat door vergelijking van de NMR-pieken (58, 59 en 57 van het signaal 52) met de pieken 59, 54 en 56 van het signaal 53 een signaal oplevert dat een indicatie vormt voor de aanwezigheid van een explosief middel.

Het is van belang dat coherente radiofrequente piekmodulatie als gevolg van staande golven en dergelijke nul worden gemaakt door het van elkaar aftrekken van de twee afbeeldingen. In de gesloten kamer bestaat de neiging tot enige koppeling en dus modulatie van de signalen. Dergelijke coherente ruis wordt geëlimineerd.

Besturingsschakeling

Verwezen wordt naar fig. 6 van de tekening. In fig. 6 is de magneet 18 met een stel spoelen voor de bekrachtiging daarvan getoond. Er is een opnemer 61 van een metaaldetector 21 aanwezig. Fig. 6 toont voorts verscheidene Hall-sensoren 20 die langs de zijden van de bagageweg zijn aangebracht, zoals in fig. 1 is getoond. De Hall-sensoren 20 zijn verbonden met een keten 62 voor het detecteren van een magnetische verstoring. Het uitgangssignaal daarvan wordt toegevoerd aan een tussenschakeling 64 en omgezet in gegevens die in het geheugen 65 worden opgeslagen en worden gebruikt voor het bekrachtigen van de correctiespoel, hetgeen hierna zal worden beschreven. De eerste magneet 18 wordt bekrachtigd door een geschikt stel spoelen die op hun beurt zijn verbonden met een voedingsinrichting 66. De voedingsinrichting 66 wordt ingesteld en gewoonlijk niet gewijzigd. Variaties worden gedetecteerd door de Hall-sensoren 20. Deze variaties worden in een tijdvolgorde verkregen, zodat een meervoudige meting van de veld-intensiteit in een X-Y-rooster boven een koffer wordt gevormd. De gegevens worden in het geheugen 65 opgeslagen. Het geheugen neemt de gegevens op, die met betrekking tot verstoringen worden geëvalueerd en op geschikte wijze wordt daarna een stuursignaal voor een magnetische veldregelaar 68 gevormd. Het stuursignaal wordt toegevoerd aan de magnetische veldregelaar 68. De regelaar kan de voedingsinrichting 71 voor de correctiespoel besturen om het veld van de tweede magneet 24 te versterken. Bo-

vendien voert de magnetische veldregelaar 68 vermogen toe aan en bestuurt de voedingsinrichting 69 voor de hoofdmagneet. De voedingsinrichting 69 wordt gewoonlijk ingesteld in het geval dat er geen koffer in het veld aanwezig is; de sterkte wordt nauwkeurig geregeld.

Er is een sensor 72 voor een roterend spoelveld aangebracht in het gebied van de tweede magneet 24. Het uitgangssignaal wordt ook toegevoerd aan de magnetische veldregelaar 68. Hierdoor wordt voorzien in het regelen op lange termijn van de tweede magneet om te waarborgen dat het onverstoorde veld van de tweede magneet op het gewenste niveau wordt gehouden. Het gewenste niveau werd aan de hand van fig. 3 van de tekening besproken. Het regelen van het veld wordt uitgevoerd binnen een fractie van een Gauss.

Een enkele radiofrequente spoel kan worden toegepast. In de bij voorkeur toe te passen uitvoeringsvorm wordt gebruik gemaakt van drie identieke radiofrequente spoelen die aan elkaar grenzen. Deze zijn aangegeven met de nummers 30, 31 en 32 in fig. 6. Deze maken elk deel uit van gescheiden kringen. Elke kring bevat zijn eigen condensator. Aan de verscheidene condensatoren wordt een grote impuls toegevoerd, die door andere schakelingen wordt geleverd. Door middel van geschikte schakelaars kan één van de kringen selectief worden gekoppeld met de schakeling die de zendimpulsen leveren en daarna signalen ontvangen.

Ten behoeve van de bescherming worden de condensatoren en spoelen in een atmosfeer van SF_6 gehouden. Dit dient voor het onderdrukken van een boogontlading en daarom is er een voedings- en regelinrichting 73 aangebracht, die in fig. 6 is getoond.

De tussenschakeling 64 is verbonden met een motorbesturingsinrichting 74. Deze bestuurt een motor voor het transportstelsel. In het bijzonder bestuurt de motorbesturingsinrichting 74 de transportband 23. Zoals verder in fig. 6 is getoond bevinden zich geschikte positiesensoren 75 op diverse plaatsen langs de transportband. Hierdoor kan de inrichting de plaats van de koffer bepalen, die een inspectie ondergaat. Voorts wordt er de nadruk op gevestigd, dat de eerste en tweede transportbanden periodiek en synchroon worden gestopt en gestart.

Deze inrichting bevat voorts een radiofrequente impulstreingenerator 77. Deze levert impulsen in een tijdreeks met de juiste frequentie. Deze impulsen worden toegevoerd aan een radiofrequente versterker 78. Daarna worden zij toegevoerd aan een radiofrequente vermogensversterker 79. Deze is op zijn beurt verbonden met een TR-netwerk 80. Dit is de schakelaar die schakelt tussen zenden en ontvangen. In de zendtoestand levert deze een grote impuls, waarschijnlijk zelfs een piekvermogen van

één megawatt. De grote impuls wordt als een zeer grote impuls voor de spoelen afgegeven. Bovendien is het TR-netwerk verbonden met een ontvanger 81. De ontvanger is op zijn beurt verbonden met een quadratuurdetector 82. Deze levert een uitgangssignaal dat wordt toegevoerd aan de gebufferde digitaliseerinrichtingen 83 en 84. Op soortgelijke wijze is de radiofrequente impulstreingenerator 77 ook verbonden met de gebufferde digitaliseerinrichtingen 83 en 84. Een I/O-besturingseenheid 85 biedt in samenwerking met een indicator en bedieningspanelen 86 en 87 de mogelijkheid aan de bedieningspersoon om de werking van het stelsel te besturen. De bepaalde kring die voor zenden wordt bekrachtigd, wordt gekozen door de schakelketen 88.

Beschrijving van de werking

Met verwijzing naar de in fig. 6 getoonde inrichting zal één werkvolgorde worden beschreven. Aangenomen wordt dat een op de transportband geplaatste koffer geen ander metaal dan een stalen randframe langs de rand heeft. De koffer wordt op de bewegende transportband 12 geplaatst. Deze wordt langs de transportinrichting naar het gebied van de eerste magneet 18 voortbewogen. De polarisatie van de kernen wordt ingeleid, hetgeen wordt uitgevoerd door de magneet 18. Nadat de polarisatie voor elk gedeelte van de koffer 11 is gestart, meten de sensoren 20 die langs een centrale verticale lijn aangrenzend aan de magneet 18 zijn aangebracht, de verstoringen in de magnetische flux. Aangenomen wordt dat de magnetische veld-intensiteit ongeveer 800-825 Gauss is, zoals in fig. 3 bij 35 is getoond, waarbij de veldvariaties worden gemeten. Dergelijke metingen kunnen een fluxtoename buiten de koffer 11 vertonen. Dat wordt vergezeld door een afname van de fluxsterkte in de koffer 11. Het is duidelijk dat de inspectie op de inwendige ruimte en niet op de buitenzijde vereist is. Wanneer de fluxlijnen worden vervormd, worden deze vervormingen door de sensoren 20 gedetecteerd. Inderdaad kunnen twee rijen sensoren worden aangebracht, één aan elke zijde van de transportband, hetgeen dient voor het meten van fluxvariaties aan beide zijden, indien de koffer niet in het midden van de transportband is geplaatst. Onafhankelijk van het geval worden gegevens verkregen. De gegevens worden opgeslagen en geanalyseerd. Indien deze gegevens overeenkomen met een patroon dat een indicatie vormt van een afname van de veld-intensiteit in de koffer, worden deze gegevens herkend door middel van een patroonherkenningsanalyse van de opgeslagen gegevens. Indien er drie sensoren aan elke zijde (een totaal van zes sensoren 20) zijn en indien elke inch wordt uitgelezen, dan zal een koffer van twintig inch worden beschreven door twintig gegevenspunten

langs de lengte daarvan, of 120 gegevenspunten in totaal. De zes verticale gegevenspunten worden in het bijzonder gemiddeld. Aangezien de verstoringen in voorspelbare patronen vallen, is het betrekkelijk gemakkelijk om patronen te vinden en waar te nemen. De mate van verandering wordt onderzocht en deze patroonherkenning wordt uitgevoerd door het vormen van een signaal voor de magnetische veldregelaar 68. Dat signaal verandert de vermogensinstelling van de voedingsinrichting 71 voor de correctiespoel. Hierdoor zal de veld-intensiteit van de tweede magneet 24 enigszins toenemen. Hierdoor zal de door de koffer 11 voortgebrachte curve worden versterkt, waardoor de curve 41 wordt verhoogd tot het in fig. 3 getoonde niveau 37. Het is niet nodig te stellen dat dat gedeelte van het geheugen kan worden gewist en het patroon van de volgende te inspecteren koffer kan worden waargenomen.

Verdergaande met fig. 6 wordt indien een houder, die volledig uit metaal is, langs de sensor 61 wordt verplaatst, een geschikt signaal gevormd door de metaaldetector 21. Door dit signaal wordt het onderzoek onderbroken voor een inspectie met de hand. Anders wordt de inspectie die door deze inrichting wordt uitgevoerd, voortgezet.

De koffer wordt door de eerste magneet heen verplaatst. De koffer 11 wordt daarna door de transportband 23 ondersteund en wordt verplaatst naar een inspectieplaats en gestopt aangrenzend aan de tweede magneet 24. Thans wordt verwezen naar fig. 5 van de tekening waarin één onderzoekvolgorde is geïllustreerd. Aangenomen wordt dat de koffer 11 een maximale afmeting heeft en gevuld is met de gebruikelijke variëteit die reizigers gewoonlijk in hun bagage meedragen. Voorts wordt aangenomen dat er zich geen explosief materiaal in de bagage bevindt. Kijkend naar fig. 5 merkt men een impulsreeks op waaraan de bagage wordt onderworpen. Allereerst worden als radiofrequente impulsreeks de pulsen 48-51 uitgezonden. De eerste drie impulsen zijn nominaal 90°, dat wil zeggen dat zij energie bevatten die vereist is voor een rotatie van 90° van de gepolariseerde waterstofkernen. Het interval tussen de impulsen 48 en 49 is nominaal τ; het interval tussen de impulsen 49 en 50 is nominaal 2τ; het interval tussen de impulsen 50 en 51 is in het bijzonder veel langer. De impulsen hebben een betrekkelijk grote afmeting in het licht van de relatieve afmeting van het volume dat een onderzoek ondergaat. Het volume is de ruimte binnen de spoelen. Zoals hierboven is gesteld, is het mogelijk om deze impulsreeks toe te voeren aan een enkele spoel die samenwerkt met een tweede magneet 24. Anderszijds is het gewenst om de bagage in segmenten te onderzoeken. Dit kan betrekkelijk gemakkelijk worden bereikt door het eenvoudig verdelen van het in-

spectievolume in drie spoeldelen. Als voorbeeld is het mogelijk om de impulsen in volgorde toe te voeren aan de eindspoelen en daarna aan de middelste spoel.

De in fig. 5 getoonde volgorde is betrekkelijk kort en wordt uitgevoerd binnen enkele milliseconden. Daarom worden de drie spoelen gescheiden gevoed met de in fig. 5 getoonde impulsen om gegevens uit de bagage 11 te verkrijgen. Dit alles kan snel worden uitgevoerd in nagenoeg 170 milliseconden voor drie spoelen.

Zoals te zien is zijn in fig. 5 responsies uit verschillende materialen getoond, waaronder een explosief middel en een handlotion. Deze responsies worden verkregen door middel van respectieve zendspoelen (ook ontvangspoelen) door schakelen door middel van de vacuümschakelaars 88. De impulsen worden uitgezonden en de responsie die echo's bevat, wordt daarna ontvangen en geregistreerd. Indien drie spoelen worden gebruikt, worden drie stellen gegevens verkregen. De drie stellen gegevens kunnen worden gesuperponeerd om één stel gegevens te verkrijgen.

Een onderscheid zal worden opgemerkt tussen een koffer die een explosief middel bevat en een koffer die geen explosieven bevat. Indien explosieven in de koffer zijn verborgen, zal bij de eerste onderzoekvolgorde of bewerking, ontvangen gegevens worden verkregen die als functie van de tijd gedurende een periode van enkele milliseconden worden geregistreerd. Dat signaal wordt bij voorkeur in digitale vorm gebracht en opgeslagen. Geschikte gegevensmonsters worden genomen, zodat de gehele gegevenstrein kan worden gevangen en opgeslagen.

Na ongeveer 0,5 tot 0,8 seconden wordt de gehele onderzoekprocedure weer herhaald. Een tweede stel gegevens wordt op precies dezelfde wijze verkregen door het uitzenden van dezelfde volgorde van radiofrequente impulsen die in fig. 5 zijn getoond. De twee stellen gegevens worden beide in digitale vorm bij een gemeenschappelijke bemonsteringssnelheid opgeslagen. Het tweede stel gegevens wordt van het eerste stel afgetrokken. Indien een signaal nul wordt verkregen, zijn geen explosieven aanwezig. Indien geen signaal nul wordt verkregen, betekent dit een indicatie dat een explosief middel in de houder aanwezig is.

Primair wordt in deze inrichting gebruik gemaakt van de impulsechomodus van de NMR-detectie van het uitslingeren van waterstof gebruik gemaakt. Het bij voorkeur toegepaste stel van uitgezonden impulsen is in fig. 5 getoond. Bij deze modus verlengt het uitzenden van een aanvankelijke 90°-impuls gevolgd door twee 90°-impulsen die 90° in fase zijn verschoven, de afnametijd van een NMR-signaal van waterstof. Dit

heeft het effect van betere resultaten in bepaalde niet-ideale omstandigheden. Voor de optimale detectie moet de energie van elke uitgezonden radiofrequente impuls een specifieke waarde hebben, waardoor de as van de waterstofkernen over 90° wordt geroteerd ten opzichte van het veld dat door de tweede magneet 24 wordt opgewekt. Dit wordt een 90°-impuls genoemd voorzover het produkt van de impulsduur (in microseconden) en de amplitude van de impuls (gemeten in Gauss in het veld in de spoel) een voorgeschreven constante waarde oplevert. De impulsreeks moet binnen een tijdsperiode optreden, die enigszins langer is dan de waarden T_2 van explosieven en ook T_2 veroorzaakt door magneethomogeniteit. Hierdoor kunnen materialen met een betrekkelijk lange T_2 worden onderscheiden van materialen met een betrekkelijk korte T_2 zoals in fig. 5 als voorbeeld is getoond.

Een groep explosieven omvat materialen met een T_1 die groter is dan drie seconden en met een T_2 die korter is dan 100 microseconden. Door deze eigenschap kan het betrekkelijk kleine waterstof-NMR-signaal afkomstig van een paar ons explosieven betrouwbaar worden gedetecteerd, zelfs wanneer dit signaal verdrinkt in een groot waterstof-NMR-signaal afkomstig van andere materialen van de bagage. Bijvoorbeeld kan de bagage bestaan uit kunststof materialen van paraffine-molecuulketens. In zulk een kunststof massa is een grote hoeveelheid waterstof aanwezig. Deze inrichting kan de NMR detecteren ten opzichte van een dergelijke grote kunststof massa en dat signaal opslaan. Bij herhaling van de onderzoekprocedure zal hetzelfde signaal uit de grote kunststof massa worden verkregen. Na aftrekken wordt een signaal nul verkregen.

Ten behoeve van de beschrijving wordt het eerste stel gegevens de eerste afbeelding genoemd en zal het tweede stel gegevens als tweede afbeelding worden beschreven. Indien er geen materialen zijn die een waterstofverbinding met een lange T_1 bevatten, zal de tweede afbeelding identiek zijn aan de eerste afbeelding en de twee afbeeldingen zullen elkaar elimineren of nul maken. Indien er waterstofverbindingen met een lange T_1 zijn, treden de twee onderzoeken voldoende dicht bij elkaar op, zodat de kernen niet de tijd hebben om weer uitgericht te worden voorafgaand aan het tweede onderzoek. Met andere woorden verstoort het eerste onderzoek de waterstofkernen in explosieven (de materialen met een lange T_1) zodanig, dat de tweede NMR-test wordt uitgevoerd alvorens de kernen weer zijn gepolariseerd. In dit geval zijn de NMR-responsies van de tweede afbeelding veel kleiner. Amplitudeverschillen tussen de eerste en tweede afbeeldingen geven een materiaal met een lange T_1 en, mogelijkerwijze een explosief middel, of moge-

lijkerwijze een op alcohol gebaseerd materiaal of een op glycerol gebaseerd materiaal. Uit het voorgaande blijkt, dat de twee afbeeldingen zo dicht bij elkaar worden verkregen, dat herpolarisatie van materialen van het explosieve type niet in dat korte interval kan worden uitgevoerd. Het is duidelijk dat dit het NMR-uitgangssignaal in de tweede afbeelding verkleint.

De in fig. 5 getoonde volgorde geeft aan op welke wijze verschillende typen materialen met een lange T_1 worden onderscheiden. De explosieven brengen slechts een kleine piek na de impuls 51 voort, terwijl een handlotion een grote derde piek voortbrengt. Om de twee typen materialen met een lange T_1 te onderscheiden is het slechts nodig om de impuls 56 te beschouwen. Indien deze optreedt en groot is, is het materiaal een op glycerol of alcohol gebaseerd materiaal. Een andere wijze waarop dit kan worden bereikt is het eenvoudig vergelijken van de derde impuls met eerdere impulsen in de trein. Indien deze gelijk zijn is het materiaal een op glycerol of alcohol gebaseerd materiaal. Het is niet nodig te stellen dat de reeks impulsen kan worden uitgebreid tot vier of vijf impulsen uit de zender om verder te onderzoeken voor het onderscheiden van materialen met een lange T_1. De doelstelling is het verkrijgen van een indicatie van explosieven, welke materialen een lange T_1 en een korte T_2 hebben.

Om te voorzien in enige schaalfactoren wordt opgemerkt, dat een eerste magneetveld in het gebied van 775-825 Gauss optimaal is, hoewel het mogelijke gebied in werkelijkheid nog groter is, bijvoorbeeld 500-900 Gauss. Indien het veld gedurende 2,5 seconden wordt gehandhaafd, is dit meer dan acceptabel voor een groot gebied van velden.

Er is een RDX-overgangsveldwaarde in het gebied van 790 tot ongeveer 830 Gauss, die bij voorkeur gedurende ongeveer 0,1 seconde als minimum en in het ideale geval langer dan 0,2 seconden wordt gehandhaafd. Hierdoor wordt een volledige overgang naar de RDX-waterstofkernen bereikt, dat wil zeggen verkorting van de T_1 door het pompen van energie in de waterstofkern via de gekoppelde stikstof daarvan. Het onderzoek binnen de magneet 24 wordt in het bijzonder bij ongeveer 705 Gauss uitgevoerd.

Het voorgaande is gericht op de bij voorkeur toe te passen uitvoeringsvorm, echter wordt de beschermingsomvang bepaald door de volgende conclusies.

C O N C L U S I E S

1. Inrichting voor het inspecteren van bagage ten aanzien van explosieven die gekenmerkt zijn door een betrekkelijk lange T_1 en een betrekkelijk korte T_2, welke inrichting omvat:

(a) een transportstelsel voor het opnemen en voortbewegen van een koffer, welke koffer moet worden onderzocht ten aanzien van explosieven boven een bepaalde hoeveelheid;

(b) magneetmiddelen voor het vormen van fluxlijnen dwars op de weg van het transportstelsel om de zich daaropbevindende bagage te snijden voor het polariseren van waterstofkernen in de materialen van de koffer en de inhoud daarvan;

(c) spoelmiddelen voor het gedurende een interval vormen van een veld met een gekozen radiofrequentie, dat loodrecht staat op het veld van de genoemde magneet;

(d) een detectieschakeling voor het detecteren van deeltjesresonantie, die met de spoelmiddelen is verbonden voor het bepalen van een signaal uit de materialen in de bagage; en

(e) een schakeling die met de detectieschakeling is verbonden voor het detecteren van signalen afkomstig van waterstof in materialen met een lange T_1 en een korte T_2.

2. Inrichting volgens conclusie 1, waarbij de magneetmiddelen een eerste mageneet aangrenzend aan het transportstelsel bevatten voor het tot stand brengen van een beginpolarisatie van de kernen in de materialen in de koffer.

3. Inrichting volgens conclusie 2, omvattende een gescheiden tweede magneet voor het vormen van een tweede magnetisch veld evenwijdig aan het veld gevormd door de eerste magneet.

4. Inrichting volgens conclusie 1, waarbij het transportstelsel een eerste transportdeel omvat voor het voortbewegen van de bagage langs de magneetmiddelen voor het tot stand brengen van een beginpolarisatie van de bagage tijdens de beweging daarvan en een tweede transportdeel omvat, waarin de bagage stil wordt gehouden om de werking van de detectieschakeling mogelijk te maken.

5. Inrichting volgens conclusie 1, waarbij de magneetmiddelen eerste en tweede gescheiden magneten omvatten, die zijn ingericht voor het vormen van velden langs het transportstelsel en waarbij de spoelmiddelen loodrecht staan op de tweede magneet om de detectie van de bagage en de inhoud daarvan door de detectieschakeling in te leiden in het veld van de tweede magneet en de spoelmiddelen, na beginpolarisatie

door de eerste magneet.

6. Inrichting volgens conclusie 1, waarbij de magneetmiddelen een eerste magneet omvatten voor het vormen van een eerste magnetisch veld om de materialen van de bagage en de inhoud daarvan te polariseren en ook een tweede magneet omvatten die achter de eerste magneet langs het transportstelsel is aangebracht om een tweede magnetisch veld te vormen waaraan de bagage en de inhoud daarvan worden onderworpen na het doorlopen van het eerste magnetische veld en voorts een versterkingselectromagneet omvatten om bij het magnetische veld van de tweede magneet een veld op te tellen om de veldsterkte met een gekozen bedrag te vergroten.

7. Inrichting volgens conclusie 1, omvattende een metaaldetector die nabij het transportstelsel is aangebracht voor het detecteren van een koffer met een metalen bekleding.

8. Inrichting volgens conclusie 1, waarbij de magneetmiddelen bestaan uit eerste en tweede gescheiden magneten die achter elkaar en op onderlinge afstand langs het transportstelsel zijn aangebracht;

(a) sensoren voor het meten van de magnetische veldintensiteit, die in het door de eerste magneet gevormde veld zijn aangebracht en de intensiteit van het veld meten dat op de bagage en de inhoud daarvan is gericht;

(b) een magnetische veldregelaar die met de veldsensoren is verbonden; en

(c) een magneet-voedingsinrichting die door de magnetische veldregelaar wordt bestuurd voor het voortbrengen van een variabele stroom die aan de tweede magneet wordt toegevoerd om de magnetische veldintensiteit te wijzigen, die door de tweede magneet wordt opgewekt, teneinde een voorgeschreven veldintensiteit in het tweede veld te verkrijgen die tendele afhangt van de door de veldintensiteitsensoren uitgevoerde meting.

9. Inrichting volgens conclusie 1, waarbij de spoelmiddelen bestaan uit een aantal achter elkaar geplaatste en gescheiden verbonden spoelen, welke spoelen zijn gescheiden om verschillende ruimtevolumen langs het transportstelsel te inspecteren.

10. Inrichting volgens conclusie 9, omvattende een gescheiden condensator voor elk van de spoelen om een gescheiden kring voor elke spoel te vormen;

(a) een schakelmiddel dat met de kringen is verbonden voor het selectief bekrachtigen van de eerste en daarna de tweede kring; en

(b) een radiofrequente impulsvermogensversterker voor het opwekken

van een impuls met een voorgeschreven frequentie en duur, die aan de spoelen moet worden toegevoerd, waarbij het uitgangssignaal daarvan via het schakelmiddel wordt toegevoerd.

11. Inrichting volgens conclusie 10, waarbij het schakelmiddel de eerste kring bekrachtigt, daarna een tweede en vervolgens een derde kring.

12. Inrichting volgens conclusie 1, waarbij de schakeling is voorzien van een tijdketen en een opslagketen voor het vormen van een eerste stel onderzoekimpulsen voor de spoelen om een eerste afbeelding afkomstig van de detectieschakeling te ontvangen en op te slaan en om een tweede afbeelding afkomstig uit de detectieschakeling te ontvangen en op te slaan.

13. Inrichting volgens conclusie 12, voorts omvattende een middel voor het aftrekken van de eerste afbeelding van de tweede afbeelding om een nulsignaal te verkrijgen, dat een indicatie vormt dat er geen explosief materiaal aanwezig is, waarbij het explosieve materiaal gekenmerkt is door een lange T_1 en een korte T_2.

14. Inrichting volgens conclusie 12, waarbij voorts de tijdketen zodanig wordt bestuurd, dat de tweede afbeelding voldoende dicht na de eerste afbeelding wordt verkregen, waardoor de waterstofmaterialen in explosieven met een lange T_1 niet voldoende tijd hebben om opnieuw te worden gepolariseerd voorafgaand aan de tweede afbeelding en waarbij de waterstof een afwijkende resonantieresponsie in de tweede afbeelding vormt.

15. Inrichting volgens conclusie 14, waarbij de magneet gedurende een voldoende tijdsperiode en met een voldoende veldintensiteit wordt bediend om gebonden waterstofmaterialen met een lange T_1 en een korte T_2 te polariseren en waarbij de tijdketen het vormen van de tweede afbeelding inleidt na een tijdsperiode na het vormen van de eerste afbeelding, welke tijdsperiode voldoende kort is opdat de T_1-herpolarisatie niet wordt uitgevoerd.

16. Inrichting volgens conclusie 1, voorts omvattende een tijdketen die met een middel voor het vormen van een zendimpuls is verbonden om een opeenvolging van impulsen te vormen, die via de spoelmiddelen moeten worden uitgezonden en waarbij de impulsen op afstand van elkaar liggen en getempeerde impulsen zijn.

17. Inrichting volgens conclusie 16, waarbij de uitgezonden impulsen via een zend- en ontvangschakeling worden toegevoerd aan de spoelmiddelen en waarbij de detectieschakeling via de zend- en ontvangschakeling is verbonden om responsies uit de spoelmiddelen te observeren.

18. Inrichting volgens conclusie 1, omvattende een geheugenmiddel dat met de schakeling is verbonden voor het ontvangen en opslaan van sequentieel verkregen echo's die bij de spoelmiddelen worden waargenomen en afkomstig zijn uit materialen binnen de spoelmiddelen.

19. Inrichting volgens conclusie 1, waarbij het magneetmiddel met een veldintensiteit wordt bekrachtigd om polarisatie van waterstof in explosieve verbindingen met een lange T_1 en een korte T_2 in te leiden en ook bij een niveau om een quadratuur kernresonantie met stikstof in dergelijke explosieven te bereiken, teneinde een energietransport van stikstof naar waterstof in te leiden om daardoor de tijdsduur te verkorten die nodig is voor het polariseren van waterstof.

20. Inrichting volgens conclusie 1, omvattende:

(a) een middel voor het digitaliseren van signalen uit de schakeling;

(b) een digitaal opslagmiddel voor het opslaan van digitale gegevens afkomstig van het digitaliseermiddel; en

(c) een tijdketen die een middel voor het vormen van een radiofrequente impuls bestuurt, teneinde eerste en tweede identieke radiofrequente impulstreinen voort te brengen, die aan de spoelmiddelen worden toegevoegd.

21. Inrichting volgens conclusie 20, omvattende een middel voor het aftrekken van de digitale responsies van de eerste en tweede radiofrequente impulstreinen om een nulsignaal te verkrijgen, dat een indicatie vormt van het feit dat geen materialen met een lange T_1 in de bagage aanwezig zijn.

22. Werkwijze voor het detecteren van explosieven in bagage en de inhoud daarvan, omvattende de stappen van het voortbrengen van eerste en tweede NMR-responsies uit de bagage, waarbij de tweede NMR-responsie zo snel na de eerste NMR-responsie wordt verkregen, dat er niet voldoende tijd is om de materialen met een lange T_1 te polariseren.

23. Werkwijze volgens conclusie 22, voorts omvattende de stap van het aanvankelijk polariseren van waterstofkernen in de bagage, waarna de eerste NMR-responsie wordt verkregen en tegelijkertijd de waterstofkernen worden gedepolariseerd, waarbij vervolgens waterstofkernen met een korte T_1 opnieuw worden gepolariseerd en daarna de tweede NMR-responsie wordt verkregen.

24. Werkwijze volgens conclusie 22, omvattende de stappen:

(a) het voeren van de bagage door een eerste magnetisch veld om de waterstofkernen te polariseren;

(b) het plaatsen van de bagage in een tweede magnetisch veld na

polarisatie;

(c) het uitzenden van radiofrequente impulsenergie naar de bagage in het tweede veld om een NMR-responsie in te leiden;

(d) het ontvangen van de NMR-responsie;

(e) het opslaan van de ontvangen NMR-responsie om een eerste afbeelding te verkrijgen;

(f) het herhalen van de stap van het uitzenden van radiofrequente impulsenergie naar de bagage om een tweede NMR-responsie te verkrijgen;

(g) het opslaan van de tweede NMR-responsie om een tweede afbeelding te verkrijgen;

(h) het van elkaar aftrekken van de afbeeldingen om een verschil tussen de twee afbeeldingen te verkrijgen; en

(i) het evalueren van het verkregen verschil ten opzichte van een nulsignaal dat een indicatie vormt van het feit dat geen explosieven in de bagage aanwezig zijn.

25. Werkwijze volgens conclusie 24, omvattende de stap van het evalueren van het verkregen verschil voor explosieve materialen, die worden aangegeven door verschillen die een voorgeschreven drempelwaarde overschrijden.

26. Werkwijze volgens conclusie 25, omvattende de stap van het op een korte afstand uitvoeren van de stappen van het uitzenden van de radiofrequente impulsen, welke afstand zodanig is, dat materialen met een lange T_1 in de bagage niet kunnen worden gepolariseerd voorafgaand aan de tweede stap van het uitzenden van radiofrequente impulsenergie naar de bagage.

27. Werkwijze volgens conclusie 24, omvattende de stap van het eerst polariseren in een magnetisch veld met een verhoogde intensiteit;

(a) het daarna verlagen van de magnetische veldintensiteit tot een lagere intensiteit, waarbij de lagere intensiteit wordt bepaald door de intensiteit voor het verkrijgen van een energietransport van stikstof in explosieve verbindingen bestaande uit waterstof en stikstof, welk transport een polarisatie van de waterstof in dergelijke verbindingen voortbrengt, waarvan de snelheid groter is dan de T_1 van waterstof; en

(b) het daarna verkrijgen van eerste en tweede NMR-responsies uit de waterstof, waarbij de eerste responsie wordt uitgevoerd bij gepolariseerd waterstof in dergelijke explosieven en de tweede responsie wordt uitgevoerd zonder wezenlijke polarisatie.

28. Werkwijze volgens conclusie 27, waarbij de vierpoolresonantie-polariteit van stikstofkernen wordt bereikt voorafgaand aan de afname van de veldintensiteit.

29. Werkwijze volgens conclusie 22, omvattende de stap van het verkrijgen van beide NMR-responsies in een getempeerde volgorde nadat de bagage in een magnetisch veld is gepolariseerd.

30. Werkwijze voor het onderscheiden van waterstof in verbindingen in bagage om explosieve verbindingen van waterstof met een lange T_1 en korte T_2 te detecteren en om andere verbindingen van waterstof met een lange T_1 en een lange T_2 te onderscheiden, omvattende de stappen:

(a) het polariseren van waterstofkernen in een magnetisch veld;

(b) het uitzenden van een reeks radiofrequente impulsen naar de bagage onder een rechte hoek ten opzichte van het polariserende veld om eerste en daaropvolgende NMR-echo's afkomstig van de bagage voort te brengen; en

(c) het observeren van de volgende NMR-echo's om waterstofmaterialen met een lange T_1 en met een lange T_2 door een grotere volgende echo te vergelijken met de echo uit een materiaal met een lange T_1 en een korte T_2.

=====

Behoort bij O.A. 84.20102 Ned.

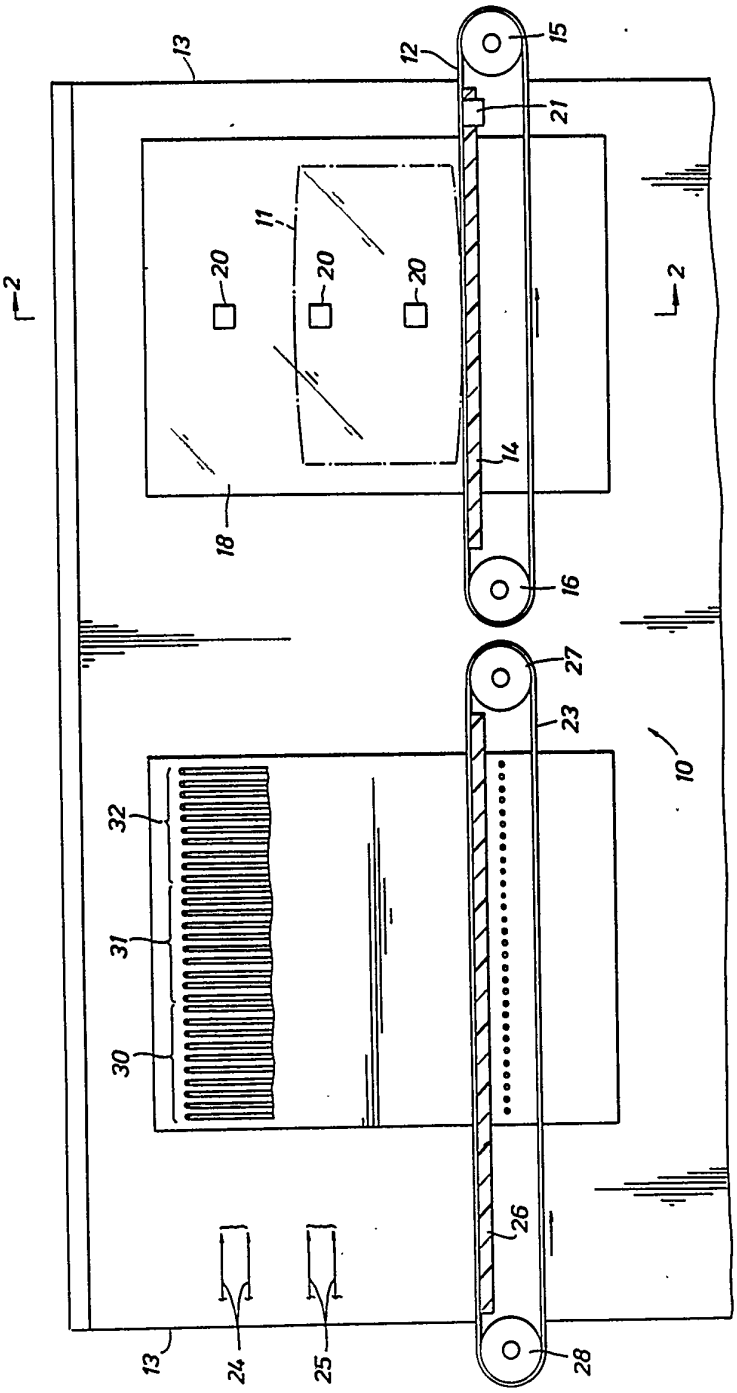


FIG.1

Behoort bij O.A. 84.20102 Ned.

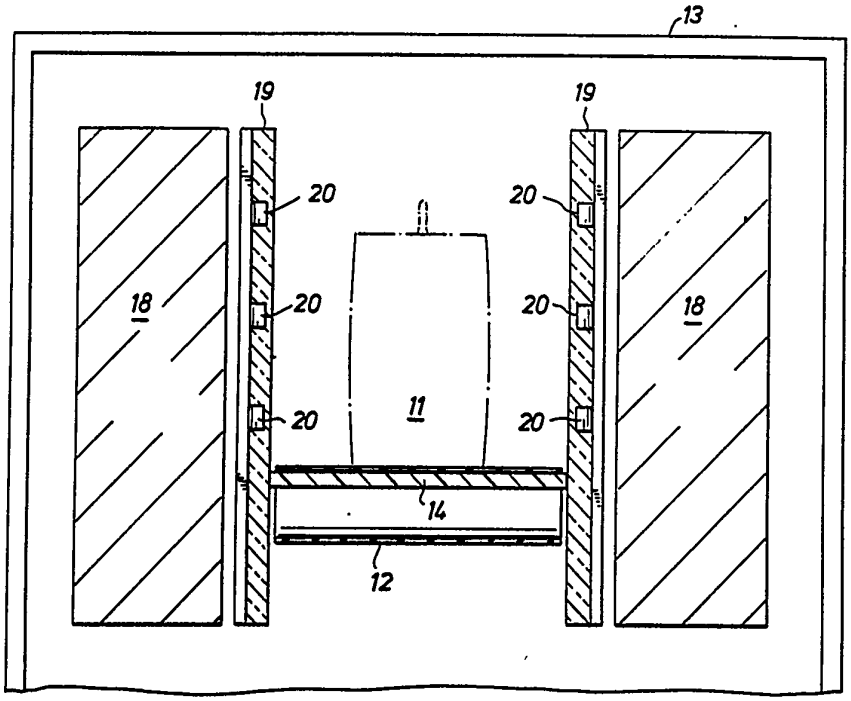


FIG.2

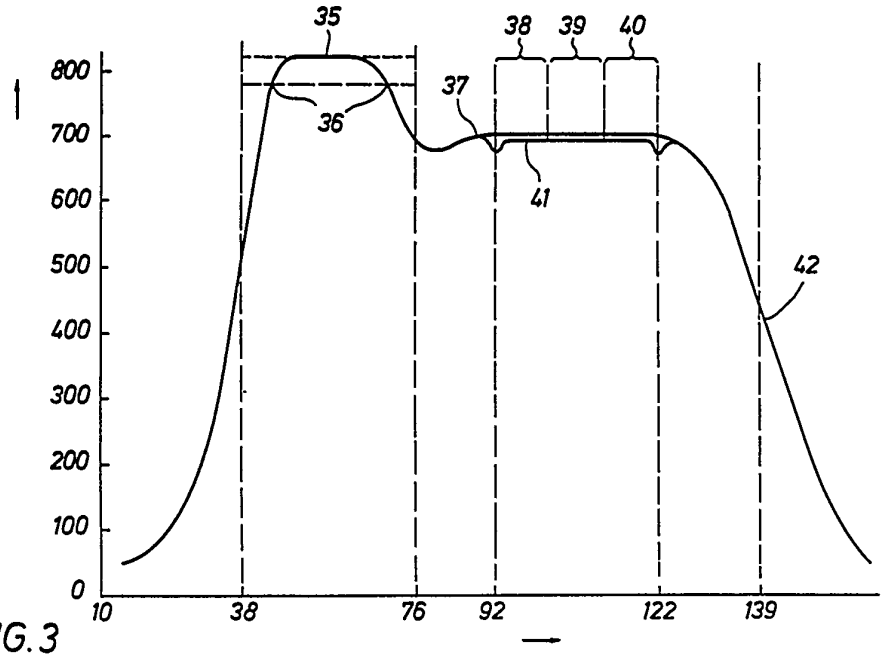


FIG.3

Behoort bij O.A. 84.20102 Ned.

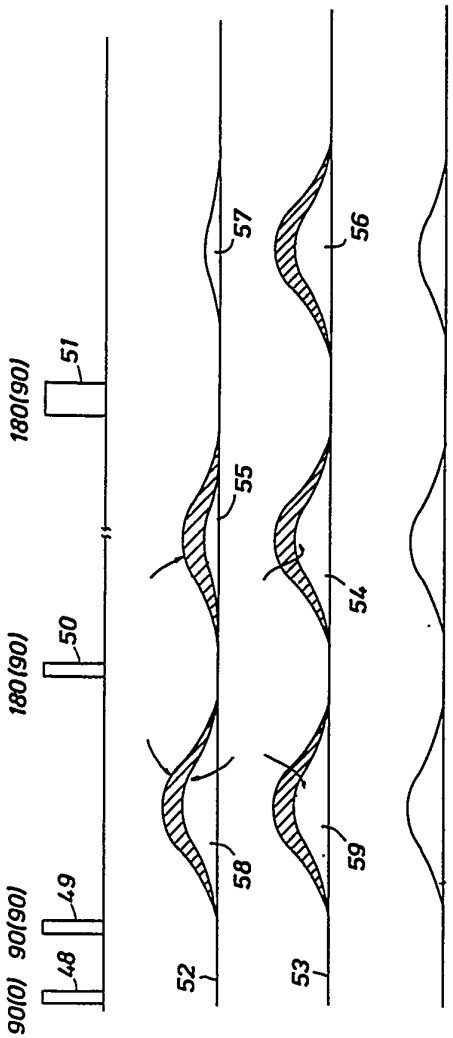


FIG.5

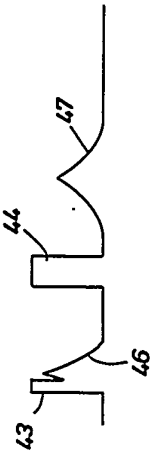


FIG.4

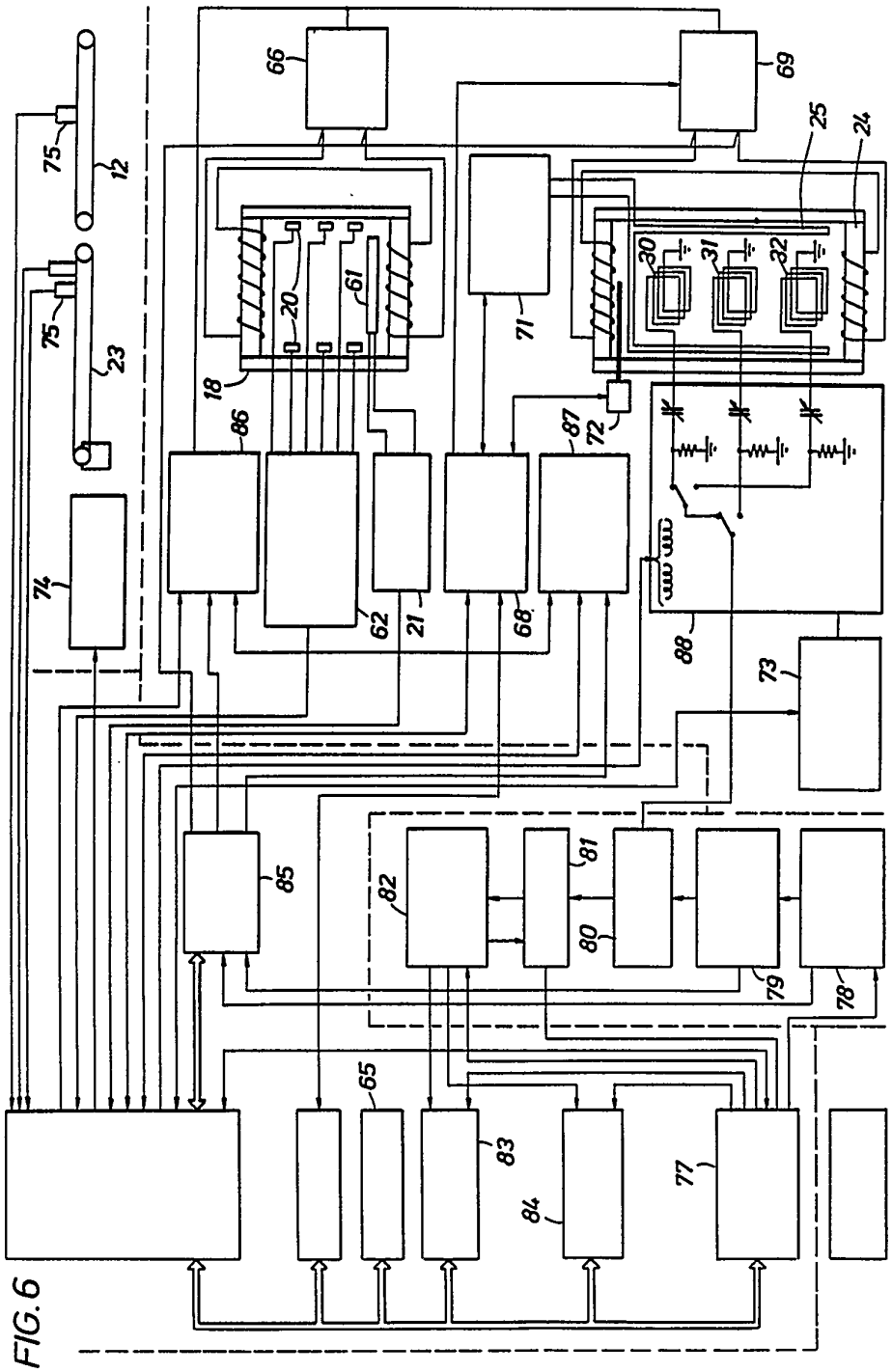

66
69
25
24
75
12
75
23
20
61
18
71
30
31
32
86
87
72
74
62
21
68
88
73
85
82
81
80
79
78
65
83
84
77

FIG.6