



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU** 67956  
**UTLÄGGNINGSSKRIFT**

C (45) Patentiä arvioimalla 10.06.1985  
Patent meddelat

(51) Kv.lk./Int.Cl.<sup>4</sup> G 01 L 1/24, G 01 N 23/20

**SUOMI—FINLAND**

**(FI)**

**Patentti- ja rekisterihallitus**  
**Patent- och registerstyrelsen**

(21) Patentihakemus — Patentansökning 833393  
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag 22.09.83  
(23) Alkupäivä — Giltighetsdag 22.09.83  
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig  
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. —  
Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad 28.02.85  
(86) Kv. hakemus — Int. ansökan  
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet

- (71) Insinööritoimisto MEXPERT OY, Länsituulentie 10, 02100 Espoo 10, Suomi-Finland(FI)  
(72) Matti Korhonen, Espoo, Veikko Lindroos, Espoo, Suomi-Finland(FI)  
(74) Forssén & Salomaa Oy  
(54) Röntgendiffraktioon perustuva menetelmä ja laitteisto jännitysten mittaamiseksi - På röntgendiffraktion sig grundande förfarande och anordning för mätning av spänningar

(57) Tiivistelmä

Röntgendiffraktioon perustuva menetelmä metallien, etenkin austeniittisten terästen jännitystilan mittaamiseksi. Menetelmässä detektoripintaa (10) kallistetaan tutkittavan näytteen (20) pinnalla kulkevan sellaisen akselin (A-A) kautta, joka on olennaisesti kohtisuorassa tutkittavien jännitysten ( $\sigma_{xx}$ ) suuntaan nähden. Detektoripinnan (10) välityksellä rekisteröidään kahdella tai useammalla kallistuskulmalla ( $\psi$ ) ns. Debye-renkaiden tutkittavan pinnan suuntaiset halkaisijat ( $2S_{ax}$ ). Detektoripinta (10) on kallistusakseliin (A-A) nähden kohtisuorassa suunnassa (B-B) katsottuna kaaren muotoinen ja kallistusakselin (A-A) suunnassa pitkänomainen ja vastakkaisessa suunnassa riittävän kapea, jotta riittävän suuri detektoripinnan (10) kallistuskulma ( $\psi$ ) on mahdollinen. Menetelmässä käytetään sellaista detektoripintaa (10), jolla näytteestä heijastuneet röntgensäteet muutetaan fotosignaaleiksi, joiden fotosignaalien perusteella määritetään mitattavat jännitykset. Lisäksi esitetään mittausrakenteita, jossa detektoripinta (10) sijaitsee symmetrisesti kollimaattorin molemmilla puolilla ja detektoripinta (10) käsittää osat (10a, 10b; 41), joilla detektoripintaan osunut röntgensäteily muutetaan fotosignaaleiksi. Laitteisto käsittää edelleen yksikön, joilla fotosignaaleista johdetaan mitattavat jännitykset.

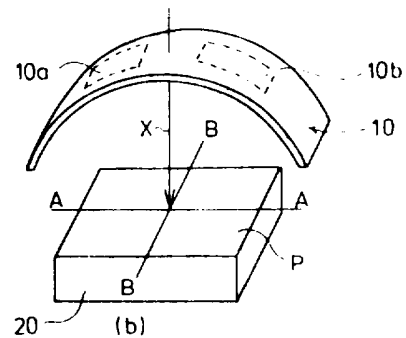


FIG. 4

(57) Sammandrag

Förfarande som baserar sig på röntgendiffraktion för mätning av spänningstillståndet hos metaller, speciellt austenitiskt stål eller motsvarande. Vid förfarandet lutas detektorytan (10) genom en sådan på ytan av det undersökta provet (20) löpande axel (A-A), som står väsentligen vinkelrätt mot riktningen av de undersökta spänningarna ( $\sigma_{xx}$ ). Genom förmedling av detektorytan (10) registrerar man med två eller flera lutningsvinklar ( $\psi$ ) de med de undersökta sk. Debye-ringarnas ytor parallella diametrar ( $2S_{ab}$ ). Detektorytan (10) är i förhållande till nämnda lutningsaxel (A-A) ur vinkelrät riktning sett (B-B) bågformig, och i riktningen av lutningsaxeln (A-A) avlång och i motsatt riktning tillräckligt smal så, att en ur metodens synpunkt tillräckligt stor lutningsvinkel ( $\psi$ ) till detektorytan (10) är möjlig. Vid förfarandet använder man en sådan detektoryta (10), med vilken röntgenstrålarna som reflekterats från provet omvandlas till fotosignaler, på basen av vilka fotosignaler man bestämmer spänningarna som skall mätas. Dessutom presenteras en mätninganordning i vilken detektorytan (10) är belägen symmetriskt på båda sidor om kollimatoren och att detektorytan (10) innefattar delar (10a, 10b; 41) med vilka röntgenstrålarna som träffat detektorytan omvandlas till fotosignaler. Anordningen innefattar vidare en enhet eller enheter med vilka de mätta spänningarna leds från fotosignalerna.

67956

Röntgendiffraktioon perustuva menetelmä ja laitteisto  
jännitysten mittaamiseksi  
På röntgendiffraktion sig grundande förfarande och  
anordning för mätning av spänningar

Keksinnön kohteena on röntgendiffraktioon perustuva menetelmä metallien, etenkin austeniittisten terästen tai vastaavien jännitystilan mittaamiseksi, jossa menetelmässä detektoripintaa kallistetaan tutkittavan näytteen pinnalla kulkevan sellaisen akselin kautta, joka on olennaisesti  
5 kohtisuorassa tutkittavien jännitysten suuntaan nähden ja jonka detektoripinnan välityksellä rekisteröidään kahdella tai useammalla kallistuskulmalla ns. Debye-renkaiden tutkittavan pinnan suuntaiset halkaisijat tai vastaavat, ja joka detektoripinta on mainittuun kallistusakseliin nähden kohtisuorassa suunnassa katsottuna kaaren muotoinen, ja jossa  
10 menetelmässä käytetään sellaista mainitun kallistusakselin suunnassa pitkänomaista ja vastakkaisessa suunnassa riittävän kapeaa kaaren muotoista detektoripintaa, että menetelmän toteutuksen kannalta riittävän suuri detektoripinnan kallistuskulma on mahdollinen.

15 Keksinnön kohteena on lisäksi keksinnön mukaisen menetelmän toteuttamiseen tarkoitettu mittauslaite, joka käsittää röntgenputken, joka muine laitteineen on järjestetty kierrettäväksi kyseisen kallistusakselin ympäri, joka akseli kulkee tutkittavan näytteen tutkittavan kohdan kautta ja johon laitteeseen kuuluu mainittuun akseliin nähden kohtisuorasta suunnasta nähtynä kaareva, sopivimmin ympyrän kaaren muotoinen,  
20 detektoripinta.

Ainetta rikkomaton jännitysmittauksen tarve on kasvanut voimakkaasti viime vuosina. Ainoa ainetta rikkomaton jännitysmittausmenetelmä, joka  
25 on laajemmassa käytössä, perustuu röntgensäteiden diffraktioon kiteisessä materiaalissa. Mittauslaitteiden suurin puute on niiden monimutkainen rakenne ja suuri koko, mikä vaikeuttaa työskentelyä kenttäolosuhteissa.

Röntgendiffraktioon perustuvat jännitysmittausmenetelmät mittaavat kiteisen materiaalin pinnan jännityksiä. Röntgensäteiden tunkeutumasyvyys  
30

on noin 5-25 um:n luokkaa. Pinnassa olevat jännitykset ovat rakenteiden kestävyyskannalta merkittäviä, koska vauriot saavat alkunsa yleensä pintakerroksista; esimerkiksi jännityskorroosio, haurasmurtuma, väsyminen, jne.

5

Kansainvälisten arvioiden mukaan materiaalitekniikkateknisten vaurioiden aiheuttamat vuotuiset kustannukset ovat noin viisikymmentä miljardia markkaa, joista huomattava osa on jäännösjännitysten aiheuttamia.

10

Jäännösjännitykset syntyvät aina epähomogeenisen deformaation tuloksena, joka voi olla seurausta mm. seuraavista tekijöistä: muokkaus, lämpötilaerot, faasitransformaatiot, eri faasien erilaiset lämpölaajenemiskertoimet. Tärkeimpiä metallien käsittelyjä, joissa jäännösjännityksiä muodostuu, ovat hitsaus, lämpökäsittelyt ja työstäminen esimerkiksi hiomalla.

15

Jäännösjännitykset jaotellaan tavallisesti kahteen eri ryhmään riippuen niiden vaikutusetaisyydestä: makro- ja mikrojäännityksiin. Makrojäännitysten vaikutusalue ulottuu vähintään useiden rakeiden alueelle, kun taas mikrojäännitykset keskittyvät vain yhden rakeen alueelle. Röntgendiffraktiolla mitataan makrojäännityksiä, jotka ovat joko puristus- tai vetojäännösjännityksiä. Rakenteiden kannalta epäedullisia ovat pinnassa olevat vetojäännösjännitykset; sen sijaan puristusjäännösjännitykset parantavat mm. metallien väsymiskestävyyttä, minkä johdosta usein pyritään saamaan metalliosien pintaan puristusjäännitys. Tärkeimmät menetelmät, joilla puristusjäännösjännitystila voidaan saada aikaan, ovat kuula-  
25 puhallus, valssaus, vasaroiminen ja yleensä menetelmä, jolla metallin pintaa muokataan plastisesti.

25

30

35

Ainetta rikkomattomia ennestään tunnettuja jännitysmittausmenetelmiä ja -laitteita on sovellettu käytännön olosuhteisiin suhteellisen vähän, koska ei ole ollut käytettävissä sopivia mittausvälineitä. Nytemmin on kuitenkin alettu kiinnittää yhä enenevässä määrin huomiota jäännösjännityksiin, koska käytännön kokemusten perusteella on todettu, että jäännösjännityksillä on usein yhtä olennainen merkitys rakenteiden kestävyydelle kuin rakenteissa olevilla säröillä ja muilla epäjatkuvuuskohdilla. Erään japanilaisen I13 vauriotapausta käsittävän tutkimuksen mukaan 80 %:ssa jännityskorroosiotapauksista ovat jäännösjännitykset,

jotka ovat syntyneet hitsauksen tai muiden valmistusmenetelmien seurauksena, olleet vaurion aiheuttavana jännityskomponenttina. Rakenteiden koon kasvu ja turvallisuuden korostuminen (esim. energia- ja offshore-teknologia) ovat lisänneet myös jännitysmittausten tarvetta.

5

Edellä ilmenneiden haittojen eliminoimiseksi hakija on esittänyt (FI-pat. n:o 61 248) ns. parannetun kameramenetelmän, jonka vaatimien laitteiden koko on pieni ja rakenne yksinkertainen verrattuna sitä ennen yleisessä käytössä olleisiin diffraktometrilaitteisiin.

10

Röntgensäteiden diffraktioon perustuvia jännitysmittauslaitteita on periaatteeltaan kahdentyyppisiä: kamera- ja diffraktometrilaitteita. Kamera-konstruktioilla päästään kaikkein yksinkertaisempaan ja pienimpään laitekonstruktion, mutta sen haittana on filmin valotuksen ja kehityksen vaatima suhteellisen pitkä aika. Diffraktometreillä mitataan röntgensäteiden intensiteettiä 20-kulman funktiona joko verrannollisuus- ja tuikelaskurilla. Laskurilla joudutaan pyyhkäisemään tietyn 20-kulman alueen yli, mikä vaatii tarkan goniometrilaitteen, josta johtuen diffraktometrit ovat melko suuria, monimutkaisia ja kalliita laitteita kenttätyöskentelyyn. Diffraktometrien kokoa on saatu jonkin verran pienennettyä ja mittausnopeutta lisättyä ns. paikan tuntevilla detektoreilla. Koska em. FI-patentissa n:o 61 248 esitetyn kameramenetelmän käyttöön liittyy filmin valotuksen ja kehityksen vaatima suhteellisen pitkä aika, tämän keksinnön tavoitteena on kehittää jännitysmittausmenetelmä ja -laitteisto, joka on samaa kokoluokkaa kuin kamerakonstruktio, mutta olennaisesti nopeakäyttöisempi.

20

25

Edellä esitettyihin ja myöhemmin selviäviin päämääriin pääsemiseksi keksinnön mukaisen menetelmän ensimmäiselle toteutusmuodolle on pääasiallisesti tunnusomaista se, että menetelmässä käytetään detektoripintana tuikepinnoitteita tai vastaavia, joilla näytteestä heijastuneet röntgensäteet muunnetaan fotosignaaleiksi, jotka siirretään optisten kuitujen avulla ilmaisimelle, sopivimmin vahvistinyksikön kautta.

30

Keksinnön menetelmän toiselle toteutusmuodolle on pääasiallisesti tunnusomaista se, että menetelmässä käytetään integroitujen piirien valmistustekniikalla tehtyä detektoripintaa, jonka rakenteessa näytteestä heijas-

35

tuneet röntgensäteet aikaansaavat sähkösignaalin joko suoraan tai välillisesti.

5 Keksinnön mukaiselle laitteelle on puolestaan pääasiallisesti tunnus-  
omaista se, että mainittu detektoripinta sijaitsee symmetrisesti maini-  
tun kollimaattorin molemmin puolin ja, että detektoripinnalla on tuike-  
pinnoitteista muodostuvat tai integroitujen piirien valmistustekniikalla  
tehdyt osat, joilla detektoripintaan osunut röntgensäteily muutetaan  
10 fotosignaaleiksi ja/tai sähkösignaaleiksi ja että laite käsittää edel-  
leen yksikön tai yksiköt joilla fotosignaalin ja/tai sähkösignaalin  
perusteella johdetaan mitattavat jännitykset.

Tämän keksinnön mukainen jännitysmittausmenetelmä ja -laite on kehitetty  
hakijan em. FI-patentin 61 248 mukaisen parannetun kameramenetelmän poh-  
15 jalta, jonka etuna on ideaalinen Schultz'in tyyppiä oleva fokuointi,  
joka minimoii fokuointi- ja absorptiovirheet. Toinen tekijä, joka vähen-  
tää satunnaisia ja monia laitevirheitä on se, että parannetussa kamera-  
menetelmässä mitataan Debye-renkaiden säteiden sijasta halkaisijat.  
Tässä keksinnössä korvataan FI-patentissa 61 248 käytettävä filmi tuike-  
20 pinnoitteella tai vastaavalla integroidulla pinnoitepiirillä, joka muut-  
taa röntgensäteet fotosignaaleiksi. Koska diffraktoituneiden röntgensätei-  
den intensiteetti on pieni ja esim. tuikepinnoitteen tehokkuus on vain  
15-20 %, valoa on edullista vahvistaa. Valo siirretään tuikepinnoit-  
teesta vahvistimeen esim. optisten kuitujen avulla.

25 Tuikepinnoitteiden ja erillisten elektroniikkayksikköjen asemesta voi-  
daan käyttää integroitujen piirien valmistustekniikalla toteutettuja  
detektiopintoja, joilla ilman optisten kuitujen käyttöä saadaan aikaan  
suoraan sähkösignaali, joka voidaan rekisteröidä nopealla scannerilla  
30 ja syöttää näin aikaansaatu signaali tietokoneeseen. Mainitun scannerin  
tilalla voidaan käyttää myös suoraan digitaalista laskuria, joka rekis-  
teröi integroitujen piirien tekniikalla valmistetusta detektoripinnasta  
tulevien jännitepulssien määrän. Tällä tekniikalla voidaan toteuttaa niin  
laajalle sektorille ulottuva detektoripinta, ettei välttämättä tarvita  
35 myöhemmin kuvattavia kelkkalaitteita, joilla detektoripintaa tarvitsisi  
siirtää.

Keksinnön mukaisella uudella laitekonstruktiolla, jolla päästään samaan kokoluokkaan kuin kameralaitteilla, mittausta on oleellisesti kameramene-  
 telmää nopeampi - muutamista sekunneista yhteen minuuttiin - kun se en-  
 nestään tunnetulla kameramenetelmällä on viidestä minuutista ylöspäin,  
 5 johon tulee lisäksi filmin kehittämisen ja fotometriintiin kuluva aika.

Tämän keksinnön mukaisella röntgendiffraktioon perustuvalla jännitys-  
 mittaamenetelmällä voidaan selvittää mm. seuraavia kysymyksiä:

- 10 - hitsauksessa ja lämpökäsittelyssä syntyvien jäännösjännitysten esiintymistä ja määrää
- jännitystenpoistoheikutuskäsittelyn tarpeellisuutta ja tehokkuutta mm. hitsausaumoille ja valukappaleille
- kuormitustenalaisten konstruktioiden suunnittelun avustaminen
- 15 - kuormitettujen konstruktioiden (esim. paineastiat, reaktorit, jne.) vastaanottotarkastukset ja uusintatarkastukset.

Laitteiston siirrettävyys tekee mahdolliseksi mittausten suorittamisen todellisissa kenttäolosuhteissa, joista esimerkkeinä voidaan mainita  
 20 materiaalikysymykset seuraavilla teollisuuden aloilla:

- offshore- ja meriteknologia
- energiatuotanto
- raskas konepajateollisuus
- 25 - vuoriteollisuus
- prosessiteollisuus

Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti viittaamalla oheisen piirustuksen kaaviokuvaan sekä laite-esimerkkeihin.

30

Kuvio 1A esittää kaaviollisesti tietyn aineen atomitasojen keskinäistä etäisyyttä jännityksettömässä tilassa ja kuvio 1B esittää vastaavaa etäisyyttä jännityksen  $\sigma_{xx}$  alaisessa tilassa.

35

Kuvio 2 havainnollistaa röntgensäteiden tutkittavasta kohteesta heijastumisen periaatetta.

Kuvio 3 havainnollistaa röntgenmenetelmässä käytettyjä eri parametreja.

Kuvio 4 esittää keksinnössä sovellettavaa sylinterin osan muotoista detektoripintaa.

5

Kuvio 5 esittää keksinnön mukaisen menetelmän lohkokaaaviota ja keksinnön mukaisen laitteen toteutuksen periaatetta.

10

Kuvio 6 esittää yleiskuvaa keksinnön mukaisesta mittauslaitteistosta sivulta nähtynä.

Kuvio 7 esittää samaa kuin kuvio 6 laitteen päädyistä päin nähtynä.

15

Kuvio 8 esittää tuikepinnoitteista muodostuvaa detektorilaitetta, jolla vastaanotetaan näytteestä heijastuvaa röntgensäteilyä, kaaviollisena sivukuvana.

20

Kuvio 9 esittää samaa kuin kuvio 8 tuikepinnoitteen valon herkän pinnan puolelta nähtynä.

Kuvio 10 esittää esimerkkiä mittauksessa tietokoneeseen liitettyyn näyttöpäätteeseen saatavasta graafisesta esityksestä, jossa pystyakselina on pulssien määrä/kanava ja vaaka-akselina kanavien lukumäärä.

25

Kuvio 11 esittää kaaviollisesti sellaista keksinnön toteutusta, jossa käytetty detektoripinta voidaan toteuttaa integroitujen piirien tekniikalla siten, että suuri osa laitteissa tarvittavaa elektroniikkaa sisältyy itse detektoripinnan struktuuriin.

30

Tämän keksinnön perustana olevassa röntgenmenetelmässä käytetään atomitasojen välistä etäisyyttä  $d$  mittapituutena (kuvio 1). Aallonpituuden omaavat röntgensäteet heijastuvat atomitasoista osuessaan tasoihin kulmassa  $\theta$ , joka saadaan Braggin laista

35

$$(1) \quad 2 d \sin \theta = \lambda$$

kuten kuvio 2 esittää.

Tarkastelkaamme nyt kuvion 1 esittämää tapausta, jossa atomitasoja vastaan kohtisuora normaalijännitys  $\sigma_{xx}$  suurentaa atomitasojen välin arvoa  $d_0$  arvoon  $d_\sigma$ . Braggin lain avulla voidaan molemmat etäisyydet  $d_0$  ja  $d_\sigma$  laskea käyttämällä ao. Braggin kulmaa  $\theta$ , joka mitataan röntgensädediffraktion avulla, ja täten saadaan normaali muodonmuutos laske-  
 5 tuksi kaavasta

$$(2) \quad e_{xx} = \frac{d - d_0}{d_0}$$

10 Vastaava jännitys  $\sigma_{xx}$ , joka aiheuttaa muodonmuutoksen  $e_{xx}$ , on nyt määritettävissä Hooken lain

$$(3) \quad \sigma_{xx} = E e_{xx},$$

15 avulla, missä E on kimmomoduli.

Yleisemmin röntgenmenetelmä tuottaa normaalijännityskomponentin  $\sigma_{xx}$  valitussa suunnassa x, kun vähintään kaksi xz-tasossa olevaa muodonmuutosta  $e(\psi)$  mitataan (kuvio 3). Yleisestä Hooken laista saadaan  
 20

$$(4) \quad \sigma_{xx} = \frac{E}{1 + \nu} \frac{e(\psi_2) - e(\psi_1)}{\sin^2 \psi_2 - \sin^2 \psi_1}$$

25 missä  $\nu$  on Poissonin suhdeluku.

Yleisen kimmo-opin mukaisesti on koko jännitystila määritelty, kun tunnetaan kolme erisuuntaista jännityskomponenttia.  
 30

Kun keksinnön lähtökohdan mukaisesti heijastusten säteet rekisteröidään mitattavan halkaisijan A-A suuntaisella sylinterimäisellä tai vastaavalla (kuvio 4) detektoripinnalla  $l_0$ , voidaan austeniittisten terästen heijastukset, esim.  $(220)_{Cr-K\alpha}$  ja  $(310)_{Cr-K\beta}$ , rekisteröidä käyttäen tarpeeksi erisuuria kallistuskulmia  $\psi_1$  ja  $\psi_2$  (yhtälö (4)) niin, että voidaan saavuttaa riittävä jännitysmäärityksen tarkkuus.  
 35

Koska kuitenkin 20-kulma (kuvio 2) on hieman liian pieni, on Debye-halkaisijat mitattava vastaavasti tarkemmin, jotta saavutettaisiin tarkkuus, joka on luonteenomainen ennestään tunnetuille tavallisille kameramenetelmille ferriittisten terästen jännitystilaa määritettäessä. Tämä onkin  
5 keksinnön perustana olevassa parannetussa kameramenetelmässä mahdollista, koska siinä eri kallistuksilla otetut kuvat saadaan fokusoiduiksi, absorptiotekijä ei riipu kallistuksesta, useat laitetekniset tekijät eivät aiheuta virhettä mitattaessa halkaisijoita ja halkaisijamittauksen avulla saadun 20-kulman satunnaisvirheet ovat pienemmät kuin vertikaalisäteitä mitattaessa.  
10

Täten keksinnön mukaisella parannetulla kameramenetelmällä, jossa käytetään erityistä austeniittisten terästen tutkimiseen soveltuvaa, myöhemmin tarkemmin selostettavaa detektoripintaa, on mahdollista mitata austeniittisten terästen jännitystiloja tarkkuudella, joka on tyypillinen  
15 tutkittaessa ferriittisten terästen jännitystiloja tavallisilla tunnetuilla kameramenetelmillä, joilla austeniittisten terästen jännitystilojen määrittäminen käytännössä riittävällä tarkkuudella on aiemmin ollut mahdotonta.

20 Kuvioissa 4-9 esitetty keksinnön mukainen laite käsittää röntgenputken 16, joka on sovitettu käännettäväksi kuviossa 4 esitetyn kiertoakselin A-A ympäri. Akseli A-A on kohtisuorassa mitattavan jännityksen siirtymävaikutussuuntaan nähden. Akseli A-A kulkee tutkittavan näytteen 20 tutkittavan kohdan P kautta tai sen läheisyydessä. Laitteen kääntämiseksi akselin A-A ympäri kuuluu jalustaan pyöreäpoikkipintainen kiertoakseli, jonka ympärillä on kiristettävä ja lukittava rengas (ei esitetty), kuten hakijan em. FI-patentista 61 248 tarkemmin näkyy.

30 Esillä olevassa keksinnössä em. FI-patentin 61 248 mukainen röntgenfilmi ja sen kasetti on korvattu tuikepinnoitteilla 10a ja 10b varustetulla detektoripinnalla 10, joka on kaaren muotoinen. Detektoripinnalla 10 tuikepinnoitteet 10a ja 10b ovat symmetrisesti röntgensäteiden kollimaattorin 11 molemmiin puolin, kuten kuviosta 5 näkyy.

35 Röntgenputki 16 käsittää tunnetusti hehkukatodin 18 ja anodin 17, johon jännitteellä U kiihdytetyt elektronit törmäävät synnyttäen röntgensätei-

lyä. Jännite U on yleensä välillä 40-50 kV. Anodi 17 on kiinnitetty tuki- ja jäähdytinlaitteisiin 19. Anodin 17 pinta on kulmassa  $\alpha$  viis-  
 5 tossa asennossa kollimaattorin 11 suuntaan nähden. Kulma  $\alpha$  on sopi-  
 vimmin noin  $6^\circ$ , millä aikaansaadaan edullinen röntgensäteiden X kohdis-  
 tus näytteeseen 20. Röntgenputkessa 16 on anodina 17 esim. Cr-anodi.  
 Röntgenputkeen 16 kuuluvat sinänsä tunnetusti jäähdytinlaitteet 15. Ku-  
 vioiden 6 ja 7 mukaisesti laitteeseen kuuluvat tuikepinnoitteet 10a ja  
 10b ovat säteellä R kulmassa  $\beta$  tutkittavan kohdan P ollessa keskipis-  
 teenä. Röntgenputken 16 yhteyteen on sovitettu tuikepinnoitteisiin 10a  
 10 ja 10b yhdistetty koteloitu kuituoptiikka 12, esivahvistin 13 ja puoli-  
 johdeilmaisin 14.

Kuviosta 5 selviää laitteen elektroniikan toteutusmerkki. Tuikepin-  
 noitteet 10a ja 10b on yhdistetty kuituoptisilla valokaapeleilla 21a ja  
 15 21b valomonistimeen 22, joka toimii sinänsä tunnetusti vahvistimena.  
 Valomonistimelta 22 saatavan valosignaalin intensiteetti mitataan loh-  
 kossa 23 sijaitsevien Si-valodiodien sarjan avulla. Em. FI-patentissa 61  
 248 vastaava mittaustulos, siis röntgensäteiden intensiteettijakautuma, mi-  
 tattiin filmiltä fotometrin avulla. Si-valodiodisarjan 23 mittaustulok-  
 20 set johdetaan analogidigitaalimuuntimen 24 jälkeen monikanava-analy-  
 saattorille 25. Monikanava-analyysaattorin 25 antama informaatio johde-  
 taan tietokoneelle 27, joka on yhteydessä mittaustulosten graafiseen  
 näyttöön 28 ja kirjoittimeen 29. Lisäksi tietokone 27 ohjaa ohjelmansa  
 perusteella röntgenputken suurjännitelähdettä 26 mittaustulosten  
 25 sopivan toimintasekvenssin aikaansaamiseksi varten.

Kuvioissa 8 ja 9 näkyy detektorilaitteen 10 tarkempi toteutus. Detektorip-  
 pinta 10 muodostuu kaarevuussäteellä R olevasta johteesta 35, jonka  
 keskipiste sijaitsee näytteen 20 tutkittavassa kohdassa P. Johteessa 35  
 30 on röntgensäteiden x kollimaattorin 11 molemmin puolin symmetrisesti  
 urat 34a ja 34b, joihin siirrettäväksi on sovitettu tuikepinnoitteiden  
 10a ja 10b kelkkaosat 30. Tuikepinnoitteet 10a, 10b on tehty suoraan valo-  
 kaapelien 21a, 21b optisten kuitujen päihin esim. höyrystämällä, millä  
 päästään pieniin ja tasaisesti jakautuneisiin rakeisiin. Tuikepinnoit-  
 35 teet 10a, 10b ovat esim. kadmiumsinkkisulfidia ( $CdZnS$ ), joka muuttaa  
 röntgensäteet näkyväksi valoksi. Valokaapelit 21a, 21b ovat esim. suo-  
 rakaiteen muotoisia ja kooltaan esim. noin  $2 \times 10$  mm. Kuviossa 9 kaa-

pellien 21a, 21b kuitujen päät 21' on esitetty selvyyden vuoksi luonnollista kokoa huomattavasti suurempina.

5 Kuvioiden 8 ja 9 mukaisesti kelkka 30 on sen salvalla 33 kiinnitetty yläasentoon, jossa salvan 33 kärkikieleke lukitsee kelkan 30 johteen 35 ylemmän lukitusuran 31 määräämään asemaan. Tässä yläasennossa voidaan havaita röntgensäteiden heijastuksia  $X_a, X_b$  kulman 20 ollessa noin 156-160°. Tämä asento sopii esim.  $\alpha$ -Fe-, Ti-, Al-mittauksiin. Tuikepinnotteiden 10a, 10b kelkat 30 voidaan siirtää myös ala-asentoon 30', 10 jossa salvat 33 lukitsevat kelkat 30' ja niiden tuikepinnoitteet 10a', 10b' johteen 35 urien 32 yhteyteen. Tässä ala-asennossa, jossa kulma 20 on noin 126-130°, voidaan suorittaa  $\gamma$ -Fe-, Ni-seosten mittauksia.

15 Seuraavassa selostetaan yksityiskohtaisemmin keksinnön perustana olevaa parannettua kameramenetelmää, jota esillä olevassa keksinnössä on tarkoitus aiemmin ilmoitettujen päämäärien saavuttamiseksi kehittää edelleen.

20 Tuikepinnoitteilla 10a ja 10b mitataan Debye- renkaiden akselinsuuntaiset halkaisijat 2S suoraan. Näistä halkaisijoista saadaan heijastuskulman  $180^\circ - 2\theta = 2\bar{\theta}$  tangenti kaavasta

$$(5) \quad \text{tg } 2\bar{\theta} = \frac{2S}{2D}$$

25

missä D on koekappaleen 20 ja detektoripinnan 10 väli. Muodonmuutokset saadaan siten kaavasta

30

$$(6) \quad e(\psi) = \frac{\cos^2 2\theta}{2 \text{tg } \theta} (\text{tg } 2\theta_\psi - \text{tg } 2\bar{\theta}_c),$$

minkä sijoittamisella yhtälöön (4) saadaan keksinnön menetelmän työskentely-yhtälö

$$(7) \quad x_x = K_2 (S_{\psi_2} - S_{\psi_1}),$$

5

missä jännityskerroin on

$$(8) \quad K_2 = \frac{E \cos^2 2\theta}{2D(1+\nu)tg} \frac{1}{\sin^2 \psi_2 - \sin^2 \psi_1}$$

10

Kuviossa 10 on esitetty mittauksissa näyttöruutuun saatava graafinen esitys, jossa on yksi käyrä kerrallaan. Kuviossa 1 pystyakselina on monikanava-analysaattorilta 25 saatavien pulssien määrä/kanava ja vaak-  
 15 ka-akselilla kanavien lukumäärä. Mittaamalla kuviossa 10 esitettyjen käyrien huippujen välinen etäisyys  $S$  kahdella eri kallistuskulmalla  $\psi$  saadaan jännitys lasketuksi edellä esitetystä kaavasta (7). Tietokone 27 voidaan ohjelmoida laskemaan mitatut jännitykset edellä esitettyihin kaavoihin perustuen suoraan, ja jännityksen mittaustulokset voidaan saada suoraan graafiselta näytöltä ja/tai kirjoittimelta 29.

20

Kuten aiemmin on todettu, voidaan edellä selostetut tuikepinnoitteet 10a ja 10b korvata yhtenäisellä detektoripinnalla, joka voi ulottua kuviossa 6 esitetylle koko sektorille  $\beta$ . Tällainen detektoripinta  
 25 voidaan toteuttaa esimerkiksi integroitujen piirien valmistustekniikalla siten, että itse detektoripinnan struktuuriin voidaan sijoittaa useita niitä toimintoja, jotka kuviossa 5 ovat elektroniikkayksikköjen 22, 23, 24 ja 25 tehtävinä. Tällöin ei myöskään tarvita valokaapeleita 21a ja 21b, vaan mainitusta pinnoitteesta saadaan aikaan suoraan sähkö-  
 30 signaali, jonka perusteella mitattavat jännitykset voidaan ilmaista. Edellä selostetun kaltainen keksinnön toteutus esimerkki on kaaviollisesti hahmoteltu kuviossa 11, jonka mukaisesti käytetään detektoripintana 10 fotodiodien sarjaa 42, johon sarjaan on integroitu fluoroisoiva kalvo 41. Kun röntgensäde osuu mainittuun kalvoon 41, lähettää se foto-  
 35 nin, jolloin fotodiodi 42 päästää läpi jännitteen, joka syötetään sakaraaltogeneraattorista 40. Mainittu jännitepulssi muuttaa bistabiilin multivibraattorin 43 tai vastaavan tilaa, silloin kun röntgensäde herättää

- fotonin diodissa 42. Multivibraattori 43 tai vastaava voi kuulua detektoripinnan 10 integroituun rakenteeseen, joka on edellä esitetyllä tavalla kaaren muotoinen. Multivibraattorin 43 tilanmuutokset rekisteröidään nopealla scannerilla 44 ja näin aikaansaatu sähkösignaali syötetään tietokoneeseen 45.
- 5 Edellä mainitun bistabiilin multivibraattorin 43 ja scannerin 44 tilalla voidaan käyttää suoraan digitaalista laskuria, joka rekisteröi detektoripinnalta 10 tulevien jännitepulssien määrän.
- 10 Seuraavassa esitetään patenttivaatimukset, joiden määrittelemän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa keksinnön eri yksityiskohdat voivat vaihdella.

## Patenttivaatimukset

1. Röntgendiffraktioon perustuva menetelmä metallien, etenkin austeniittisten terästen tai vastaavien jännitystilän mittaamiseksi, jossa menetelmässä detektoripintaa (10) kallistetaan tutkittavan näytteen (20) pinnalla kulkevan sellaisen akselin (A-A) kautta, joka on olennaisesti kohtisuorassa tutkittavien jännitysten ( $\sigma_{xx}$ ) suuntaan nähden ja jonka detektoripinnan (10) välityksellä rekisteröidään kahdella tai useammalla kallituskulmalla ( $\psi$ ) ns. Debye-renkaiden tutkittavan pinnan suuntaiset halkaisijat ( $2S_{ax}$ ) tai vastaavat, ja joka detektoripinta (10) on mainittuun kallistusakseliin (A-A) nähden kohtisuorassa suunnassa (B-B) katsottuna kaaren muotoinen, ja jossa menetelmässä käytetään sellaista mainitun kallistusakselin (A-A) suunnassa pitkänomaista ja vastakkaisessa suunnassa riittävän kapeaa kaaren muotoista detektoripintaa (10), että menetelmän toteutuksen kannalta riittävän suuri detektoripinnan (10) kallituskulma ( $\psi$ ) on mahdollinen, t u n n e t t u siitä, että menetelmässä käytetään detektoripintana (10) tukepinnoitteita tai vastaavia (10a, 10b), joilla näytteestä heijastuneet röntgensäteet muunnetaan fotosignaaleiksi, jotka siirretään optisten kuitujen avulla ilmaisimelle (23), sopivimmin vahvistinyksikön (22) kautta.

2. Röntgendiffraktioon perustuva menetelmä metallien, etenkin austeniittisten terästen tai vastaavien jännitystilän mittaamiseksi, jossa menetelmässä detektoripintaa (10) kallistetaan tutkittavan näytteen (20) pinnalla kulkevan sellaisen akselin (A-A) kautta, joka on olennaisesti kohtisuorassa tutkittavien jännitysten ( $\sigma_{xx}$ ) suuntaan nähden ja jonka detektoripinnan (10) välityksellä rekisteröidään kahdella tai useammalla kallituskulmalla ( $\psi$ ) ns. Debye-renkaiden tutkittavan pinnan suuntaiset halkaisijat ( $2S_{ax}$ ) tai vastaavat, ja joka detektoripinta (10) on mainittuun kallistusakseliin (A-A) nähden kohtisuorassa suunnassa (B-B) katsottuna kaaren muotoinen, ja jossa menetelmässä käytetään sellaista mainitun kallistusakselin (A-A) suunnassa pitkänomaista ja vastakkaisessa suunnassa riittävän kapeaa kaaren muotoista detektoripintaa (10), että menetelmän toteutuksen kannalta riittävän suuri detektoripinnan (10) kallituskulma ( $\psi$ ) on mahdollinen, t u n n e t t u siitä, että menetelmässä käytetään integroitujen piirien valmistustekniikalla tehtyä detektoripintaa (41, 42, 43), jonka rakenteessa näytteestä heijastuneet

röntgensäteet aikaansaavat sähkösignaalin joko suoraan tai välillisesti.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu sähkösignaali rekisteröidään nopealla scannerilla tai  
5 suoraan digitaalisella laskurilla tai vastaavalla, joista signaali johdetaan tietokoneelle, joka sopivan ohjelman perusteella tulostaa mitattavan jännityksen.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittuna vahvistinyksikkönä (22) käytetään valomonistinta.  
10

5. Patenttivaatimuksen 2 tai 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittuna detektorina (23) käytetään Si-valodiodien sarjaa tai vastaavaa, jota sopivimmin jäähdytetään tarvittavan herkkyuden ai-  
15 kaansaamiseksi.

6. Jonkin patenttivaatimuksen 2, 4 tai 5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainitulta valodiodisarjalta (23) tai vastaavalta saatu mittaussignaali johdetaan analogidigitaalimuuntimeen (24),  
20 jonka digitaalisignaali johdetaan monikanava-analysoittorille (25) ja että mainitun monikanava-analysoittorin (25) lähtösignaali syötetään tietokoneelle (27), joka sopivan ohjelman perusteella antaa jännityksen mittaustulokset graafisessa näytössä (28) ja/tai kirjoittimen (29) kautta printattuna.  
25

7. Jonkin patenttivaatimuksen 1-6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmässä käytetään tietokonetta (27), joka sovitetaan ohjaamaan laitteen röntgenputken (16) suurjännitelähdettä (26) sopivan mittaussäksenssin aikaansaamista varten.  
30

8. Jonkin patenttivaatimuksen 1, 2, 4, 5, 6 tai 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainitut tuikepinnoitet (10a,10b) on järjestetty siirrettäväksi ainakin kahteen eri positioon (10a,10a') mainitulla detektoripinnalla (10) erilaisten tutkittavien materiaalien eri-  
35 suuruisten heijastuskulmien mukaisesti.

9. Jonkin patenttivaatimuksen 1-8 mukaisen menetelmän toteuttamiseen

tarkoitettu mittauslaite, joka käsittää röntgenputken (16), joka muine laitteineen on järjestetty kierrettäväksi kyseisen kallistusakselin (A-A) ympäri, joka akseli (A-A) kulkee tutkittavan näytteen (20) tutkittavan kohdan (P) kautta ja johon laitteeseen kuuluu mainittuun akseliin (A-A) nähden kohtisuorasta suunnasta nähtynä kaareva, sopivimmin ympyrän kaaren muotoinen, detektoripinta (10), t u n n e t t u siitä, että mainittu detektoripinta (10) sijaitsee symmetrisesti mainitun kollimaattorin molemmin puolin ja, että detektoripinnalla (10) on tuikepinnoitteista muodostuvat tai integroitujen piirien valmistustekniikalla tehdyt osat (10a, 10b; 41), joilla detektoripintaan osunut röntgensäteily muutetaan fotosignaaleiksi ja/tai sähkösignaaleiksi ja että laite käsittää edelleen yksikön tai yksiköt joilla fotosignaalin ja/tai sähkösignaalin perusteella johdetaan mitattavat jännitykset.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mainittu detektoripinta (10) käsittää kaaren, sopivimmin ympyrän kaaren (säde R), muotoisen johdeosan (35), jonka keskikohdalla on röntgensäteiden kollimaattori (11),

että mainitun kollimaattorin (11) molemmin puolin symmetrisesti on sovitettu tuikepinnoitteet (10a,10b) tai vastaavat,

että mainitut tuikepinnoitteet (10a,10b) on yhdistetty optisten kuitukaapelien (21a,21b) avulla detektoriin (23), sopivimmin vahvistimen (22), kautta ja

että laitteessa on elektroniikkaosa, johon kuuluu kuuluu detektorin (23) lisäksi analogidigitaalimuunnin (24), monikanava-analysaattori (25) sekä tietokone (27) näyttö- ja/tai tulostuslaitteineen (28,29).

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mainitut tuikepinnoitteet (10a,10b) on järjestetty siirrettäväksi mainitulla kaarevalla johteella (35) kelkkalaittein (30), jotka ovat lukittavissa mainitun johteen (35) yhteyteen ainakin kahteen eri asemaan (30;30') erilaisten materiaalien mittausta varten (kuviot 8 ja 9).

12. Patenttivaatimuksen 10 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että

mainitut kelkkalaitteet (30) ovat lukittavissa mainitun johteen (35) yhteyteen salvalla (33) tai vastaavalla mainitun johteen (35) yhteydessä olevaan vasteeseen, kuten lukitusuraan (31,32) tai vastaavaan.

- 5 13. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että laitteeseen kuuluu detektoripinta (41, 42, 43), joka on valmistettu integroitujen piirien valmistustekniikan tapaan niin, että mainitusta detektoripinnasta (41, 42, 43) saadaan suoraan sähkösignaali (kuvio 11).
- 10 14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mainittu puolijohdedetektoripinta (41, 42, 43) käsittää fotodiodien (42) tai vastaavien sarjan, joka on varustettu fluorisovalla kalvolla (41), johon röntgensäteily kohdistuu, että detektoripintaan kuuluu edelleen bistabiilien multivibraattorien tai vastaavien sarja (43) ja että lait-
- 15 teeseen kuuluu scanneri (44), digitaalilaskuri (11) tai vastaava, joka on yhdistettävissä tietokoneeseen (45).

## Patentkrav

1. Förfarande som baserar sig på röntgendiffraktion för mätning av spänningstillståndet hos metaller, speciellt austenitiskt stål eller motsvarande, vid vilket förfarande detektorytan (10) lutas genom en sådan på ytan av det undersökta provet (20) löpande axel (A-A), som står väsentligen vinkelrätt mot riktningen av de undersökta spänningarna ( $\sigma_{xx}$ ) och genom förmedling av vilken detektoryta (10) man med två eller flera lutningsvinklar ( $\psi$ ) registrerar de med de undersökta sk. Debye-ringarnas ytor parallella diametrar ( $2S_{as}$ ) eller motsvarande, och vilken detektoryta (10) i förhållande till nämnda lutningsaxel (A-A) ur vinkelrät riktning sett (B-B) är bågformig, och vid vilket förfarande man använder en sådan i riktningen av nämnda lutningsaxel (A-A) avlång och i motsatt riktning tillräckligt smal bågformig detektoryta (10), att en ur metodens synpunkt tillräckligt stor lutningsvinkel ( $\psi$ ) på detektorytan (10) är möjlig, k ä n n e t e c k n a t därav, att man vid förfarandet använder scintillationsbeläggningar eller motsvarande (10a,10b) som detektoryta (10), med vilka röntgenstrålarna som reflekterats från provet omvandlas till fotosignaler, som med hjälp av optiska fibrer överförs till detektorn (23), lämpligast via en förstärkarenhet (22).
2. Förfarande som baserar sig på röntgendiffraktion för mätning av spänningstillståndet hos metaller, speciellt austenitiskt stål eller motsvarande, vid vilket förfarande detektorytan (10) lutas genom en sådan på ytan av det undersökta provet (20) löpande axel (A-A), som står väsentligen vinkelrätt mot riktningen av de undersökta spänningarna ( $\sigma_{xx}$ ) och genom förmedling av vilken detektoryta (10) man med två eller flera lutningsvinklar ( $\psi$ ) registrerar de med de undersökta sk. Debye-ringarnas ytor parallella diametrar ( $2S_{as}$ ) eller motsvarande, och vilken detektoryta (10) i förhållande till nämnda lutningsaxel (A-A) ur vinkelrät riktning sett (B-B) är bågformig, och vid vilket förfarande man använder en sådan i riktningen av nämnda lutningsaxel (A-A) avlång och i motsatt riktning tillräckligt smal bågformig detektoryta (10), att en ur metodens synpunkt tillräckligt stor lutningsvinkel ( $\psi$ ) på detektorytan (10) är möjlig, k ä n n e t e c k n a t därav, att man vid förfarandet använder en detektoryta (41,42,43) som har gjorts med en framställningsteknik med integrerade kretsar, i vars konstruktion de från

provet reflekterade röntgenstrålarna åstadkommer en elektrisk signal antingen direkt eller indirekt.

3. Förfarande enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a t därav,  
5 att nämnda elsignal registreras med en snabb avsökare eller direkt med en digitalräknare eller motsvarande, från vilka signalen leds till en datamaskin, som på basen av ett lämpligt program matar ut den mätta spänningen.
- 10 4. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att en ljusduplikator används som nämnda förstärkarenhet (22).
5. Förfarande enligt patentkravet 2 eller 4, k ä n n e t e c k n a t därav, att en serie Si-ljusdioder eller motsvarande används som nämnda  
15 detektor (23), vilken lämpligast avkyls för att åstadkomma behövlig känslighet.
6. Förfarande enligt något av patentkraven 2, 5 eller 5, k ä n n e t e c k n a t därav, att den från nämnda ljusdiodserie (23) eller motsvarande erhållna mätningssignalen leds till en analog-digitalomvandlare  
20 (24), vars digitalsignal leds till en flerkanalsanalysator (25) och att utgångssignalen av nämnda flerkanalsanalysator (25) matas till en datamaskin (27) som på basen av ett lämpligt program ger ut mätningresultaten av spänningen i en grafisk dokumentering (28) och/eiler tryckta  
25 via skrivarna (29).
7. Förfarande enligt något av patentkraven 1-6, k ä n n e t e c k n a t därav, att man vid förfarandet använder en datamaskin (27), som anordnas att styra högspänningskällan (26) hos anordningens röntgenrör  
30 (16) för att åstadkomma en lämplig mätningsssekvens.
8. Förfarande enligt något av patentkraven 1,2,4,5,6 eller 7, k ä n n e t e c k n a t därav, att nämnda scintillationsbeläggningar (10a,10b) har anordnats att förflyttas i åtminstone två olika positioner (10a,10a')  
35 på nämnda detektoryta (10) efter olika stora reflektionsvinklar hos de olika undersökta materialen.

9. Mätninganordning avsedd för att förverkliga förfarandet enligt något av patentkraven 1-8, vilken innefattar ett röntgenrör (16), som med sina anordningar har anordnats vridbart kring ifrågavarande lutningsaxel (A-A), vilken axel (A-A) går genom det undersökta stället (P) av det undersökta provet (20) och till vilken anordning hör en ur vinkelrät riktning i förhållande till nämnda axel (A-A) sedd krökt detektoryta (10), lämpligast med formen av en cirkelbåge, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda detektoryta (10) är belägen symmetriskt på båda sidor om nämnda kollimator och att på detektorytan (10) finns delar (10a,10b;41) som bildas av scintillationsbeläggningar eller gjorda med en framställningsteknik med integrerade kretsar, med vilka delar röntgenstrålarna som träffat detektorytan omvandlas till fotosignaler och/eller elsignaler och att anordningen vidare innefattar en enhet eller enheter med vilka de mätta spänningarna leds på basen av fotosignalen och/eller elsignalen.

10. Anordning enligt patentkravet 9, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda detektoryta (10) innefattar en båge, lämpligast ett ledstykke (35) med formen av en cirkelbåge (radien R), på vars mittställe finns en kollimator (11) för röntgenstrålarna, att man symmetriskt på båda sidor om nämnda kollimator har anordnat scintillationsbeläggningar (10a,10b) eller motsvarande, att nämnda scintillationsbeläggningar (10,10b) har förenats med detektorn (23) med hjälp av optiska fiberkablar (21a, 21b), lämpligast via en förstärkare (22) och att det i anordningen finns en elektronikdel, till vilken utom detektorn (23) hör en analog-digital-omvandlare (24), en flerkanalsanalysator (25) samt en datamaskin (27) med sina avläsningsstreck och/eller resultat-anordningar (28,29).

11. Anordning enligt patentkravet 10, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda scintillationsbeläggningar (10a,10b) har anordnats flyttbart på nämnda krökta ledning (35) medelst kälkanordningar (30), som kan låsas i förbindelse med nämnda ledning (35) åtminstone i två olika lägen (30;30') för mätning av olika slags material (fig. 8 och 9).

12. Anordning enligt patentkravet 10, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda kälkanordningar (30) kan låsas i förbindelse med nämnda ledning (35) med salva (33) eller motsvarande till en spärr, t.ex. ett

låsningsspår (31,32) eller motsvarande, som är i förbindelse med nämnda ledning (35).

13. Anordning enligt patentkravet 9, k ä n n e t e c k n a d därav,  
 5 att till anordningen hör en detektoryta (41,42,43) som har framställts på ett sätt enligt framställningstekniken med integrerade kretsar så att man direkt får en elsignal från nämnda detektoryta (41,42,43) (fig. 11).
- 10 14. Anordning enligt patentkravet 13, k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda halvledardetektoryta (41,42,43) innefattar en serie av fotodioder eller motsvarande, som är försedd med en fluoricerande film (41), till vilken röntgenstrålningen riktar sig, att till  
 15 detektorytan vidare hör en serie bistabila multivibratorer eller motsvarande (43) och att till anordningen hör en avsökare (44), digitalräknare (11) eller motsvarande som kan förenas till datamaskinen (45).

#### Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 3 236 109 (G 01 N 23/20).  
 Kuulusjulkaisuja:-Utläggningsskrifter: Ruotsi-Sverige(SE) 355 078 (G 01 N 23/20).  
 Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Suomi-Finland(FI) 61 248 (G 01 N 23/205). USA(US) 4 131 794 (G 01 N 23/20), 3 663 812 (G 01 N 23/20).

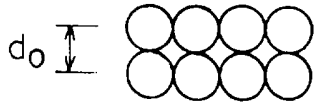


FIG. 1A

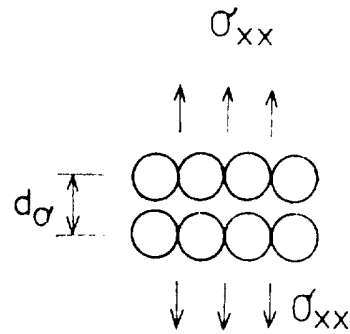


FIG. 1B

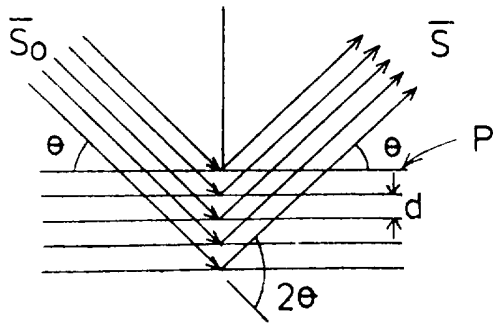


FIG. 2

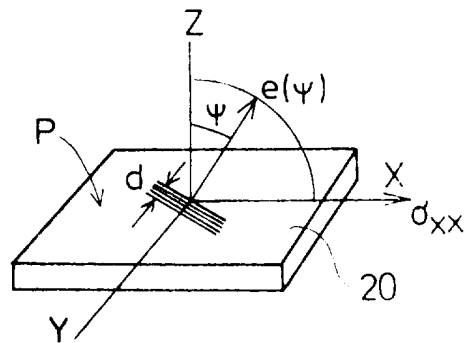


FIG. 3

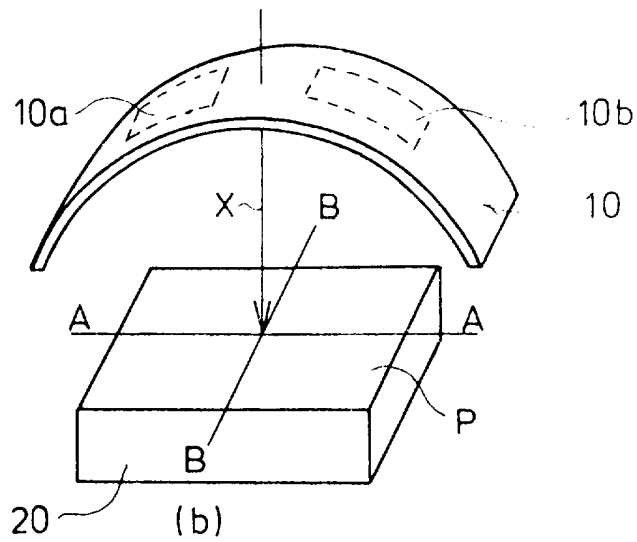


FIG. 4

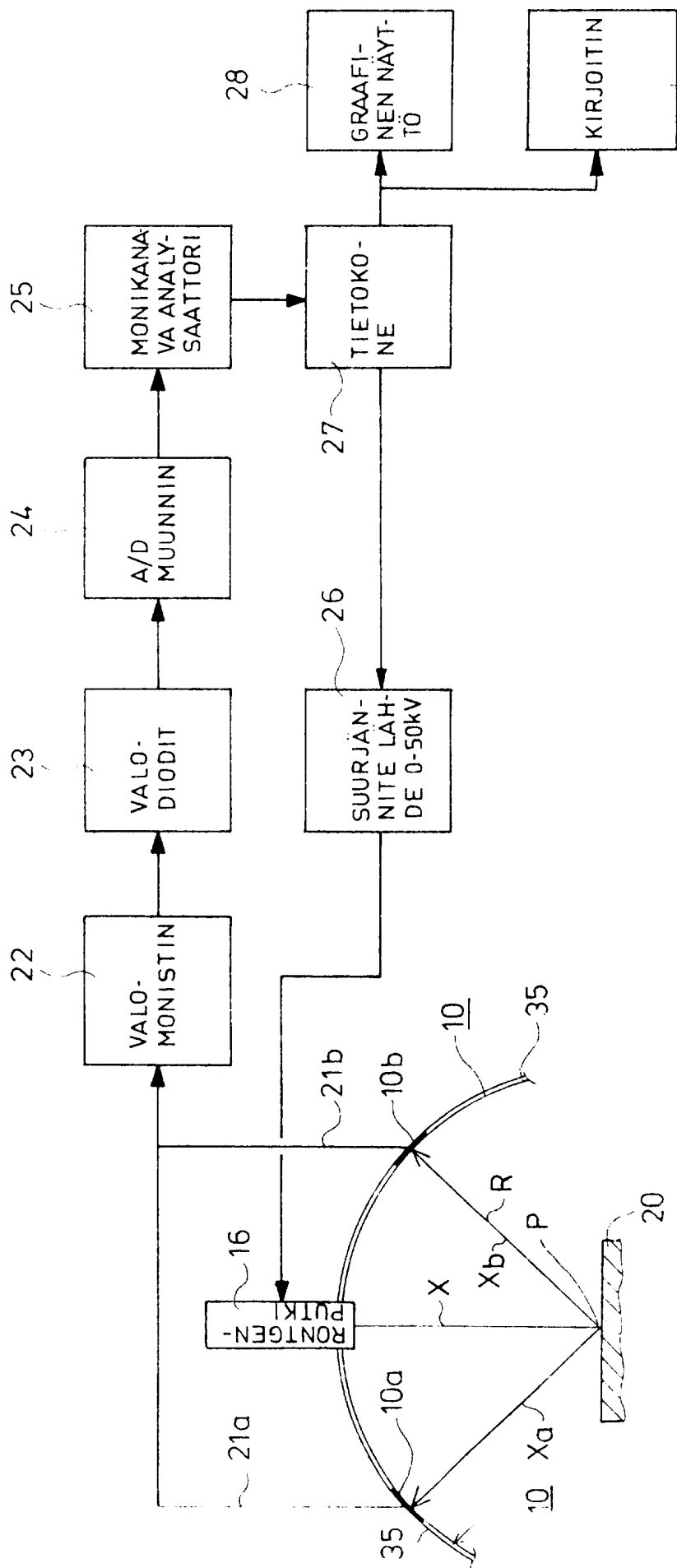
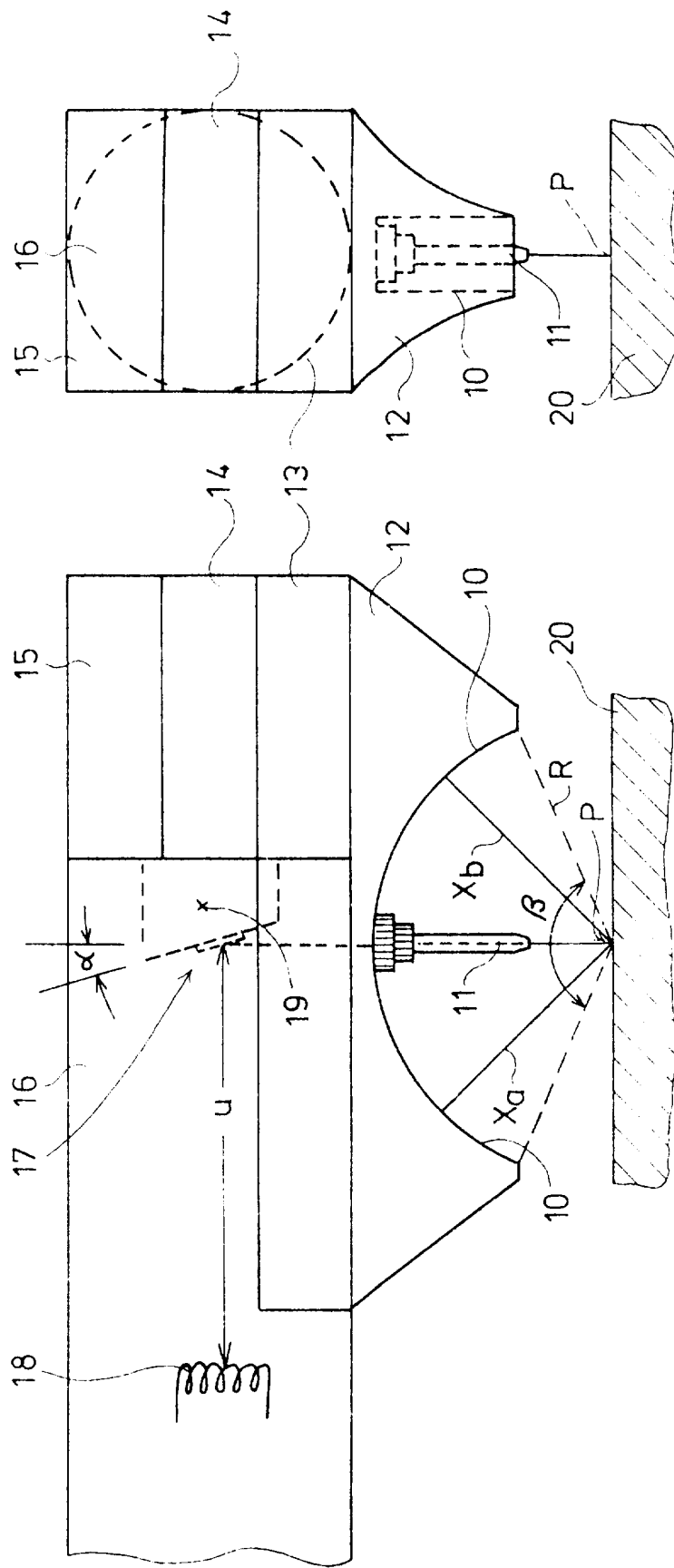


FIG. 5

67956



67956

FIG. 7

FIG. 6

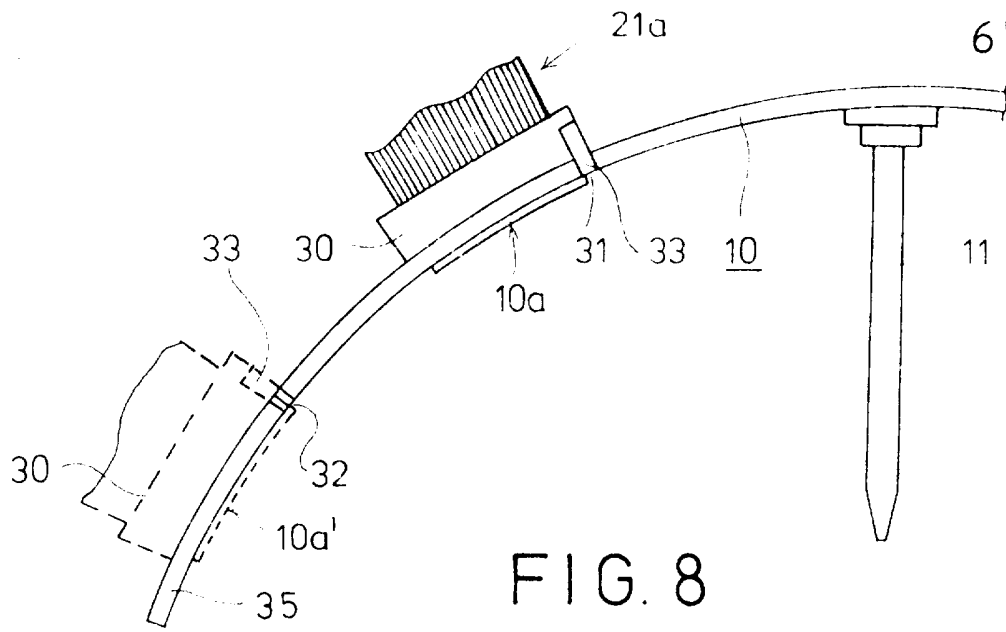


FIG. 8

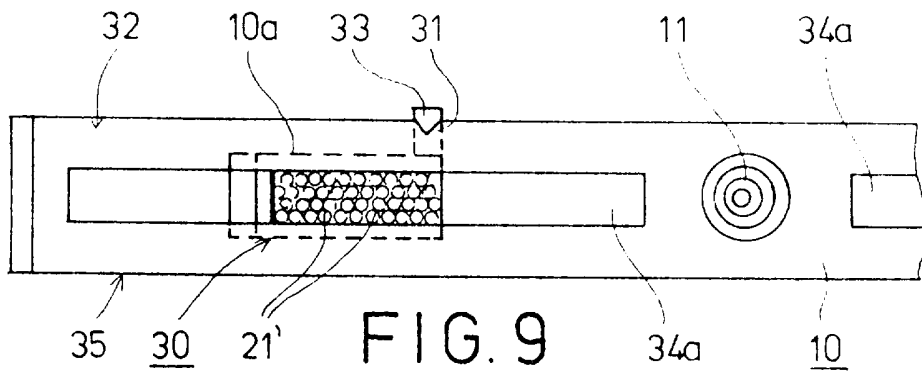


FIG. 9

pulssia/kanava

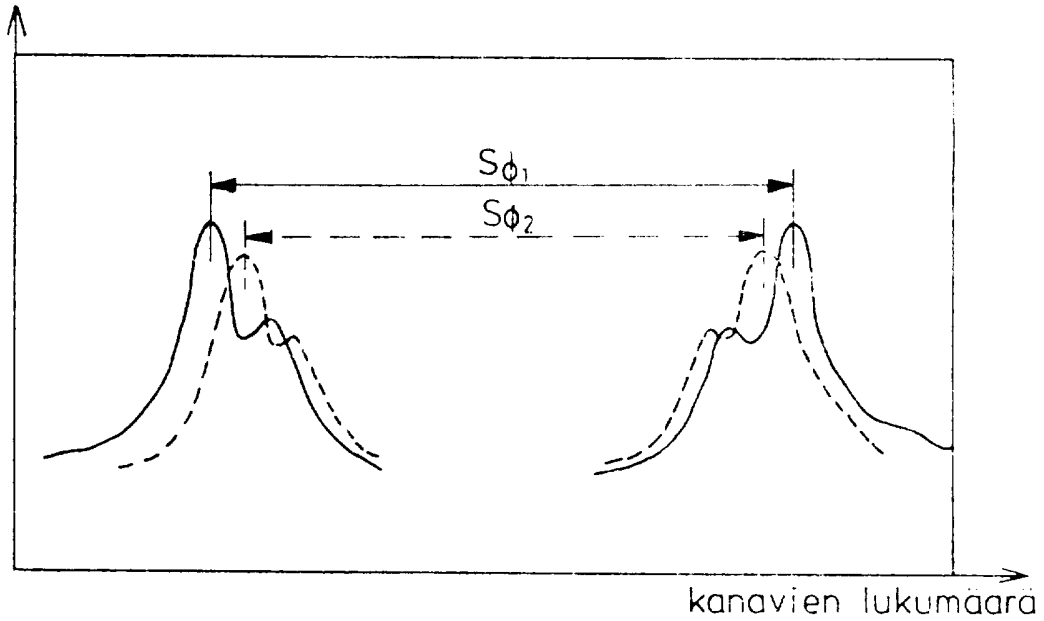


FIG. 10

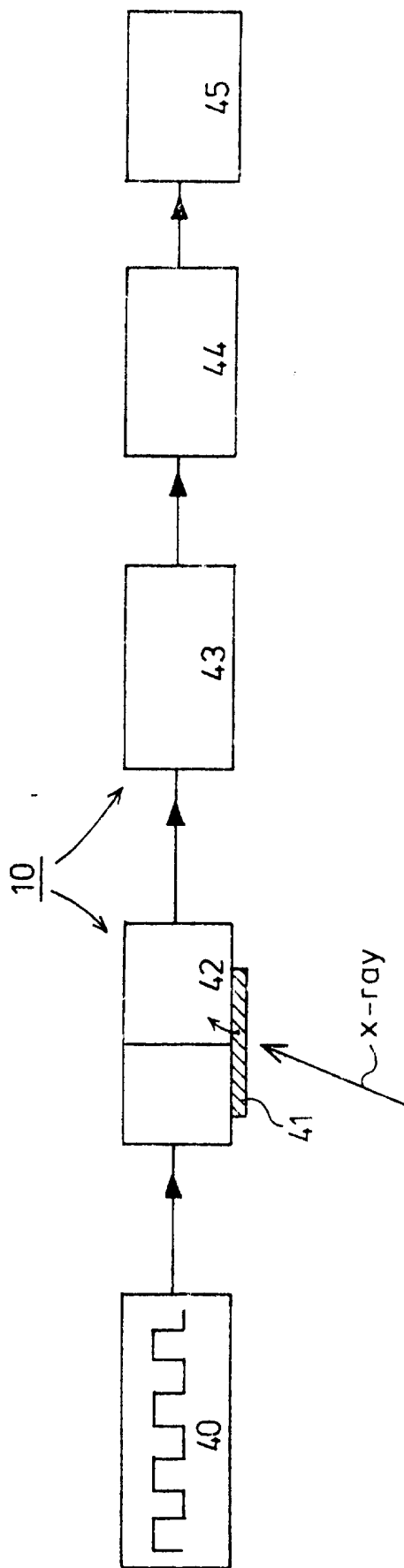


FIG.11