

NORGE

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 129169



(51) Int. Cl. G 01 b 11/24

(52) Kl. 42b-26/03

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

(21) Patentsøknad nr. 4112/72

(22) Inngitt 14.11.1972

(23) Løpedag 14.11.1972

(41) Søknaden alment tilgjengelig fra 4.3.1974

(44) Søknaden utlagt og
utlegningsskrift utgitt 4.3.1974

(30) Prioritet begjært fra: -

(71)(73) A/S Kongsberg Våpenfabrikk,
Postboks 25, 3601 Kongsberg.

(72) Ola Westby, Utlervegen 37 E,
7055 Nardosletta.

(74) Siv.ing. Henrik Levkowetz.

(54) Fremgangsmåte og anordning for bestemmelse
av en overflates geometriske utformning.

Foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte og en anordning for bestemmelse av en overflates geometriske utformning, særlig for gjenstander som skal bearbeides, sveises, måles eller kontrolleres.

I verksted-industrien anvendes utrustninger av forskjellig slag for måling av utformningen av arbeidsstykkers overflate. Sådanne utrustning benyttes vanligvis som hjelpemidler ved kontroll av ferdige produkters utformning eller ved styring av prosesser, som f.eks. automatisk bearbeidning ved såkalt adaptiv styring. Innenfor sveiseteknikken er det aktuelt å anvende sådanne

129169

overflateanvisninger for automatisk føring av sveisehodet langs en sveisefuge (såkalt fugefølging), for å styre sveiseapparatets arbeidsparametre (f.eks. strøm, spenning, hastighet og så videre) under en såkalt prosess-styring, samt for å kontrollere den ferdige sveisefuge med hensyn til utseende eller kvalitet.

For en del forskjellige industrielle anvendelsesområder finnes det tilgjengelig foto-elektrisk utrustning, som vanligvis omfatter et TV-kamera og utnyttes på en slik måte at beliggenheten av kontrastlinjer (dvs. grensene mellom lyse og mørke partier) i et TV-bilde kan registreres av viserinstrumenter, skrivere eller datamaskiner. Dette innebærer at det f.eks. vil være mulig å måle visse dimensjoner og posisjoner for mørke partier i et forøvrig lyst TV-bilde. Dette prinsipp med utnyttelse av fotoelektrisk overvåking av belyste overflater er i verksted-industrien utnyttet på flere forskjellige måter, f.eks.:

a. Ved dreining av arbeidsstykker er et TV-kamera rettet mot vedkommende arbeidsstykke som er anbragt mot en lys bakgrunn, slik at det oppnås en silhuett av arbeidsstykket. Føringen av skjærstålet i dreiebenken kan da styres på grunnlag av elektriske utgangssignaler fra TV-kamera, og som representerer kontrastlinjer i silhuetten.

b. I russisk faglitteratur er det beskrevet utstyr for automatisk fugefølging ved sveising, idet en lyskilde er plassert på baksiden av sveisefugen med åpen spalt og et TV-kamera på forsiden er rettet mot den lysende spalt i fugen. Kontrastlinjene i TV-bilde utgjøres i dette tilfelle av kantene på denne lysende spalt. Sveishodet føres automatisk langs den anviste spalt, hvilket vil si langs sveisefugen.

c. Det amerikanske patent nr. 3.532.807 angir også en styring av et sveishode langs en sveisefuge. I dette tilfelle er en kant langs sveisefugen bearbeidet på forhånd slik at den kan reflektere innfallende lys inn i TV-kameraet, som derved vil registrere en lysende linje langs sveisefugen, hvilket vil si parallelt med senterlinjen for sveisebevegelsen.

129169

De største mangler ved de kjente anordninger av foreliggende art, er at dei mange viktige tilfeller i praksis ikke gir tilstrekkelig opplysning om overflatens utforming. Det gis således bare anvisning om beliggenheten av spesielle linjer som danner naturlige grenser mellom fysisk adskilte soner, f.eks. en grense mellom blank og matt overflate (punkt c ovenfor) eller grenser mellom et arbeidsstykke og dets bakgrunn (løsning a og b ovenfor). Disse kjente anordninger gir imidlertid ingen opplysninger om overflatens utforming på de deler av vedkommende gjenstand som ikke er utstyrt med noen markert kant som en naturlig kontrastlinje. Sådanne apparater gir f.eks. ingen anvisning om en sveisefuges utseende normalt på sveiseretningen.

I mange tilfeller er også de ovenfor angitte kjente anordninger upraktiske. De krever således f.eks. enten overflatepreparering (punkt c ovenfor) eller tilgjengelighet på baksiden av et arbeidsstykke (punkt a og b ovenfor).

På denne bakgrunn er det derfor et formål for oppfinnelsen å angi en fremgangsmåte av ovenfor angitt art for bestemmelse av en overflates geometriske utforming, men som ikke er beheftet med de ovenfor nevnte mangler og ulemper. Denne fremgangsmåte benytter seg av innfallende lys mot overflaten fra en lyskilde og fotoelektriske omformere rettet mot overflaten eller en avbildning av denne, hvorved overflatens særtrekk i henhold til oppfinnelsen består i at nevnte innfallende lys fra lyskilden avgrenses av minst en lysskjerm for dannelse av et skyggebilde med skarpt avgrenset kontur mellom et belyst og et lysavskjermet område på vedkommende overflate, idet lysskjermens konturdannende kant anbringes i kortere avstand fra nevnte overflate enn fra lyskilden, og nevnte fotoelektriske omformere anordnes og innrettes for frembringelse av elektriske signaler som angir forløpet av den avgrensende kontur langs overflaten.

Ved den ovenfor angitte fremgangsmåte bringes i henhold til oppfinnelsen fortrinnsvis det innfallende lys fra lyskilden og det lys som utnyttes av de fotoelektriske omformere til å danne vesentlig forskjellige vinkler med overflatens normaler langs

129169

dens skarpt avgrensende kontur.

Et viktig trekk ved oppfinnelsens fremgangsmåte er at lysskjermen anbringes i nærheten av arbeidsstykket, mens lyskilden befinner seg forholdsvis langt borte. Dette gir skyggebildet en skarp overgang mellom belyst og avskygget område, og tillater en meget god målenøyaktighet. Når det gjelder sveisning er det krav om toleranser i området 0,1-0,5 mm, og dette er fullt oppnåelig med foreliggende fremgangsmåte. Skyggebildet blir faktisk så godt at det blir de fotoelektriske omformere som blir avgjørende for nøyaktigheten.

Det ovenfor angitte forhold at innfallende lys fra lyskilden og det lys som utnyttes danner vesentlig forskjellige vinkler med overflatens normaler i det aktuelle område, innebærer også en vesentlig fordel, idet uønskede dominerende refleksjoner derved elimineres. Hvis arbeidsstykkets overflate er ujevn med hensyn til refleksjonsevne kan det nemlig lett oppstå reflekser som gir forstyrrende virkninger ved den fotoelektriske omformning. Dette kan forekomme for arbeidsstykker med slipte partier, freste sveisefuger, blanke sveiser, påmalt tekst eller lignende. Uønskede reflekser fremkommer særskilt ofte når det benyttes lysskjermer som står langt fra objektet, og spesielt hvis de fotoelektriske omformere er plassert slik at lysets innfalls-vinkel og utfallsvinkel fra vedkommende plate er omtrent like store.

Ved oppfinnelsens fremgangsmåte kan også nevnte fotoelektriske omformere anvendes for avsøkning av nevnte skyggebilde eller dets avbildning, og frembringelse av analoge eller digitale signaler som uttrykk for konturens beliggenhet ved avsøkningens passering av den skarpt avgrensende kontur.

De frembragte elektriske signaler kan databehandles for utnyttelse ved styring av bearbeidnings-, sveise-, måle- eller kontrollprosesser.

129169

Videre kan også i visse tilfeller en del av selve gjenstandens overflate utnyttes som lysskjerm.

Oppfinnelsen har også som formål å fremskaffe et apparat for utførelse av den ovenfor angitte fremgangsmåte i henhold til oppfinnelsen, og som er utstyrt med en lyskilde som avgir innfallende lys mot nevnte overflate, samt fotoelektriske detektorer rettet mot overflaten eller en avbildning av denne frembragt ved hjelp av en bildeprojeksjonsanordning.

På denne bakgrunn har apparatet som særtrekk i henhold til oppfinnelsen at det videre omfatter en lysskjerm anordnet for dannelse av et skyggebilde med skarpt avgrensende kontur mellom belyst og lysavskjermet område av vedkommende overflate, idet lysskjermens konturdannende kant er anbragt i vesentlig kortere avstand fra nevnte overflate enn fra lyskilden; mens de fotoelektriske omformere er montert og innrettet for frembringelse av elektriske signaler som angir forløpet av den avgrensende kontur langs overflaten.

Oppfinnelsens apparat er fortrinnsvis utformet slik at avbildnings-skjermen og de fotoelektriske omformere utgjæes av henholdsvis bildeskjermen og de fotoelektriske komponenter i et televisjons-kamera, som er rettet i en vinkel som avviker fra lysets innfallsvinkel, i forhold til overflatenormalene langs den skarpt avgrensede kontur.

Det spesielle særtrekk at oppfinnelsens apparat er utstyrt med en spesielt utformet lysskjerm for anbringelse nær overflaten av vedkommende gjenstand, har blant annet den fordel at apparatet lett kan tilpasses spesialoppgaver ved å gi skjermens konturdannende kant en spesiell fasong tilpasset oppgaven.

I de fleste tilfeller oppnås dette ved at kanten utformes slik at den stort sett følger gjenstandens overflate. Det vil lett innsees at en sådan anordning medfører vesentlige fordeler hvis den overflate som skal undersøkes er komplisert, som f.eks. ved sveiser inn i hjørner mellom stålplater.

129169

Tilsvarende overflåtemålinger ved hjelp av kjent utrustning ville kreve komplisert, motorisert styring av lyspunkter etter et bestemt mønster.

Videre kan apparatet i henhold til oppfinnelsen benyttes selv om vedkommende arbeidsstykkets form er så komplisert at overflaten ikke uten videre er tilgjengelig for en operatør, f.eks. inne i sveisede beholdere eller trange skipsseksjoner. Fordelen ved et skyggebildeapparat er i dette tilfelle at det utgjør en relativt liten, letthåndterlig enhet som blant annet kan gi et visuelt bilde av motivet. Apparatet kan benyttes i vakuunkammer, hvilket blir stadig mer aktuelt ved sveising, og det kan benyttes i alle arbeidsstillinger, som f.eks. horisontalt, vertikalt og opp-ned.

Oppfinnelsen vil nå bli nærmere forklart ved hjelp av utførelses-eksempler og under henvisning til de vedføyde tegninger, hvorpå:

Fig. 1 viser en prinsippskisse for oppfinnelsens apparat;

Fig. 2 viser en utførelse av oppfinnelsens apparat anvendt for undersøkelse av uregelmessigheter på en forövrig plan overflate;

Fig. 3 viser et utførelseseksempel av oppfinnelsens apparat anvendt for prosess-styring av et sveiseforlop, og

Fig. 4 viser en anvendelse av oppfinnelsens apparat i det tilfelle lyskjermen utgjøres av en del av gjenstandens overflate.

I fig. 1 er det vist at skyggebildeapparatet i henhold til oppfinnelsen prinsipielt består av en lyskilde 1 som avgir innfallende lys mot en gjenstand 4, hvis overflate skal undersøkes. En lysskjerm 2 er anordnet i kortere avstand fra gjenstanden 4 enn fra lyskilden 1, for dannelsen av et skyggebilde med skarpt avgrenset kontur mellom belyst og lysavskjermet område på gjenstandens overflate. Mot dette skyggebilde på overflaten er det rettet en anordning for fotoelektrisk omformning

129169

fortrinnsvis et TV-kamera 3. Det frembragte skyggebilde kan være stillestående, eller bringes til bevegelse langs gjenstandens overflate ved bevegelse av lyskilden og/eller skjermen i forhold til gjenstanden 4. Ved relativ bevegelse mellom gjenstanden 4 og en eller flere av apparatets komponenter 1, 2 og 3 kan det oppnås TV-bilder som over en tidsperiode gir en fullstendig tredimensjonal beskrivelse av overflaten.

Fig. 2 viser et utførelseseksempel for et skyggebildeapparat i henhold til oppfinnelsen. For at skyggebildet på gjenstanden 4 skal få skarp kontur er lyskilden 1 tilnærmet punktformet, mens lysskjermen 2 er anbragt i god avstand fra lyskilden, men i umiddelbar nærhet av den flate på gjenstanden 4 som skal undersøkes. I lysskjermen 2 er det anordnet en rettlinjet spalt 2A som belyses av det innfallende lys 1A fra lyskilden 1. Kanten rundt denne spalt vil derved danne en skarp kontur mellom et lyst område omgitt av skygger på overflaten av gjenstanden 4. Det lyse område blir et rettlinjet på de steder hvor gjenstandens overflate er plan, mens skyggebildet utenfor de plane deler vil gjengi overflatens uregelmessigheter. Et TV-kamera 3 er rettet mot skyggebildet for gjengivelse av dette på sin skjerm, hvorved det i kameraet dannes video-signaler som tilføres signalbehandlingsutstyr 7, hvori tidspunktene for endringer i det mottatte video-signal registreres. Fra utstyret 7 avgis da et elektrisk utgangssignal som er direkte uttrykk for skyggebildets form og posisjon i TV-bildet. Oscilloskopet 6 og TV-monitoren 5 er ikke nødvendige bestanddeler av apparatet, men utgjør praktiske hjelpemidler for anskueliggjøring av henhv. video-signalet og selve TV-bildet. Monteringsjiggen G med lyskilden 1, lysskjermen 2 og TV-kameraet 3 kan bevegese i forhold til gjenstanden 4.

I fig. 3 er det vist et anvendelseseksempel for skyggebildeindikatoren. Lyskilden 1 står rett over en rettlinjet kant på lysskjermen 2, hvilket gjør at TV-kameraet 3 kan registrere et skyggebilde med en konturlinje som viser formen på overflaten av gjenstanden 4 vinkelrett på sveiseretningen. Dette er vist ved hjelp av monitoren 5 som angir et skyggebilde

129169

med en V-formet figur, som tilsvarende V-fugen mellom de to plater 4 som skal sveises sammen. Kurveformen for video-signalet fra TV-kameraet 3 er vist på oscilloskopet 6.

Videosignalet omformes i signalbehandlingsutstyret 7, som over en viss tidsperiode vil være i stand til å avgi til datamaskinen 8 en fullstendig tredimensjonal beskrivelse av formen på gjenstandens overflate. Ut fra disse opplysninger om sveisefugens form og beliggenhet styres sveiseautomaten 11 av datamaskinen 8. Overgangsledd 9 og 10 er innkoblet for å muliggjøre overføring av signaler over kabel fra datamaskinen 8 til sveiseautomaten 11. Skjermen 12 er montert på sveiseautomaten for å hindre at lys fra sveiselysbuen kan forstyrre det skyggebilde som TV-kameraet 3 skal registrere. Ved å føre skyggebildeapparatet langs sveisefugen slik det er vist i fig. 3, oppnås en fullstendig beskrivelse av arbeidsstykkets overflate. Dette forutsetter hurtig og fullstendig registrering i datamaskinen 8 av den informasjon TV-bildet gir, hvilket kan oppnås ved kjent teknikk. Dermed er det ved hjelp av oppfinnelsens fremgangsmåte og anordning oppnådd en registrering av blant annet fugens beliggenhet, form og størrelse, heftsveisens form, størrelse og beliggenhet, den foreliggende platesaksning (forskyvning av platene i forhold til hverandre), samt den foreliggende vinkel mellom platene og tidligere sveisestrengers geometri. Dermed erstatter foreliggende skyggebildeapparat en stor mengde kommersielle spesialindikatorer av mekanisk, pneumatisk, magnetisk og elektronisk art.

Generelt kan det sies at med skyggebildeindikatoren kan hele arbeidsstykkets overflate registreres, og denne registrering kan skje raskt fordi det kan innleses et TV-registrert skyggebilde i datamaskinen hvert 1/50 sekund.

Som det er angitt ovenfor og fremgår av TV-bildet på monitoren 5 i fig. 3, gir skyggebildekonturen opplysning både om fugens form, (V-form på bildet), størrelse og beliggenhet. På dette grunnlag vil det således være mulig å styre så vel sveiseautomatens prosessparametre (spenning, strøm, trådmåtningshastighet, føringshastighet og så videre) som dens bevegelse,

129169

nemlig den såkalte fugefølging. Etter som det under alle omstendigheter må bygges inn en forsinkelsesmekanisme i data-maskingsprogrammet, nemlig tilsvarende den tid det tar fra fugen lokalt er registrert ved hjelp av skyggebildeapparatet til sveiseautomaten kommer frem til samme sted, kan selvfølgelig hele kameraets TV-opptak kjøres ferdig langs hele sveisefugen og lagres for senere styring av sveiseautomaten.

Hvis det skulle være ønskelig å styre selve skyggebildeapparatet for følging av fugen, kan dette lett gjøres ved å lage et hakk i kanten 2A av lysskjermen 2. Dette hakk kan f.eks. utføres som et V-spor som på monitoren 5 i fig. 3 vil vise seg som et V-spor ved den vertikale høyre avgrensningslinje til det belyste område. Styringen kan deretter gjennomføres ved at datamaskinen (eller operatøren) sørger for en sådan plassering av skyggebildeapparatet at de to V-formete spor til enhver tid står rett overfor hverandre.

Fig. 4 viser et eksempel på bruk av skyggebildeapparatet i et tilfelle der en del av selve arbeidsstykket 4 utnytttes som lysskjerm. Lyskilden 1, som i dette tilfelle utgjøres av et halogenrør utstyrt med en reflektor 13, er montert omtrent parallelt med sveisefugen, som her er en I-fuge, og således at det innfallende lys avskjermes av fugens kant 2A og selve fugen følgelig blir liggende i skygge. TV-kameraet 3 er rettet mot fugeområdet og vil gjengi et skyggebilde, som vist på monitoren 5. Dette bilde er best egnet for fugefølging, hvilket vil si styring av et sveisehode langs fugen. Bredden på det mørke bånd på TV-bilde er et mål på fugens rotåpning, hvilket betyr at bildet også kan utnytttes for prosess-styring.

Signalet fra TV-kameraet 3 kan omformes i signalbehandlingsutstyret 7, hvori tidspunktene for video-signalets omslag fra hvitt til sort og vice versa registreres, slik at utgangssignalet fra utstyret 7 vil være en spenningskurve som beskriver sveisens beliggenhet. På figuren er dette illustrert ved at den horisontale linje på oscilloskopet 6 tilsvarer den venstre vertikale skyggekontur på monitoren 5.

129169

Forøvrig kan det utstyr som er vist i fig. 4 utnytted på samme måte som angitt i fig. 3, enten sammen med en sveiseautomat eller en halvautomat montert i en jigg.

PATENTKRAV.

1. Fremgangsmåte for bestemmelse av en overflates geometriske utformning, særlig for gjenstander som skal bearbeides, sveises, måles eller kontrolleres, ved hjelp av innfallende lys mot overflaten fra en lyskilde (1) og fotoelektriske omformere (3) rettet mot overflaten eller en avbildning av denne, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte innfallende lys fra lyskilden (1) avgrenses av minst en lysskjerm (2) for dannelse av et skyggebilde med skarpt avgrensende kontur mellom et belyst og et lysavskjernet område på vedkommende overflate, idet lys-skjermens konturdannende kant (2A) anbringes i kortere avstand fra nevnte overflate enn fra lyskilden, og nevnte fotoelektriske omformere (3) anordnes og innrettes for frembringelse av elektriske signaler som angir forløpet av den avgrensende kontur langs overflaten.

2. Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det innfallende lys (1A) fra lyskilden (1) og retningen av det lys som utnytted av de fotoelektriske omformere (3) bringes til å danne vesentlig forskjellige vinkler med overflatens normaler langs den skarpt avgrensende kontur.

3. Fremgangsmåte som angitt i krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte fotoelektriske omformere (3) anvendes for avsøkning av nevnte skyggebilde eller dets avbildning, og frembringelse av analoge eller digitale signaler, som uttrykk for konturens beliggenhet, ved avsøkningens passering av nevnte skarpt avgrensende kontur.

4. Fremgangsmåte som angitt i krav 1-3, k a r a k t e r i s e r t v e d at de frembragte signaler databehandles for utnytted ved styring av bearbeidnings-,

129169

sveise-, måle- eller kontroll-prosesser.

5. Fremgangsmåte som angitt i krav 1-4, karakterisert ved at en del av selve gjenstandens overflate utnyttetes som lysskjerm (2).

6. Apparat for utførelse av den fremgangsmåte som er angitt i krav 1-5 for bestemmelse av en overflates geometriske utformning, særlig for gjenstander (4) som skal bearbeides, sveises, måles eller kontrolleres, og som er utstyrt med en lyskilde (1) som avgir innfallende lys (1A) mot nevnte overflate, samt fotoelektriske detektorer (3) rettet mot overflaten eller en avbildning av denne frembragt ved hjelp av en bildeprojeksjonsanordning, karakterisert ved at apparatet videre omfatter en lysskjerm (2) anordnet for dannelselse av et skyggebilde med skarpt avgrensende kontur mellom belyst og lysavskjermet område på vedkommende overflate, idet lysskjermens konturdannende kant (2A) er anbragt i vesentlig kortere avstand fra nevnte overflate enn fra lyskilden (1); mens de fotoelektriske omformere (3) er anordnet og innrettet for frembringelse av elektriske signaler som avgir forløpet av den avgrensende kontur langs overflaten.

7. Apparat som angitt i krav 6, karakterisert ved at avbildningsskjermen og de fotoelektriske omformere utgjøres av henholdsvis bilde-skjermen og de fotoelektriske komponenter i et televisjonskamera, (3), som er rettet i en vinkel som vesentlig avviker fra lysets innfallsvinkel, i forhold til overflatenormalene langs den skarpt avgrensete kontur.

8. Apparat som angitt i krav 6, karakterisert ved at lyskilden (1) og/eller lysskjermen (2) er bevegelig anordnet for sveiping av nevnte avgrensete bestråling av overflaten.

129169

9. Apparat som angitt i krav 6,
k a r a k t e r i s e r t v e d at lyskilden (1) avgir
pulserende lys.

(56) Anførte publikasjoner: Ingen.

129169

FIG.1.

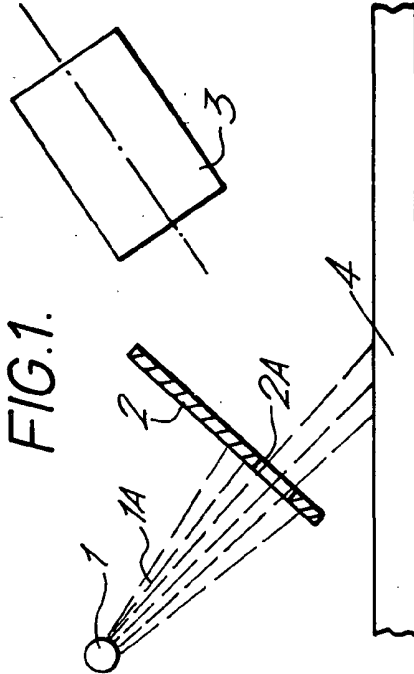
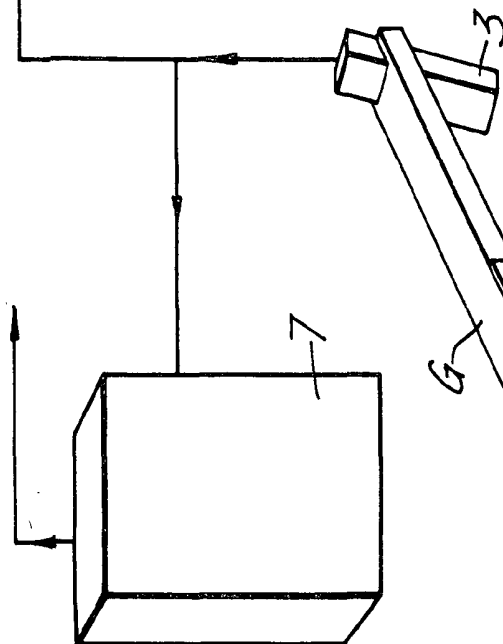
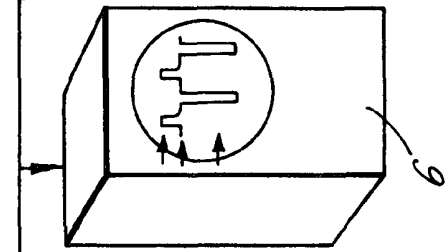
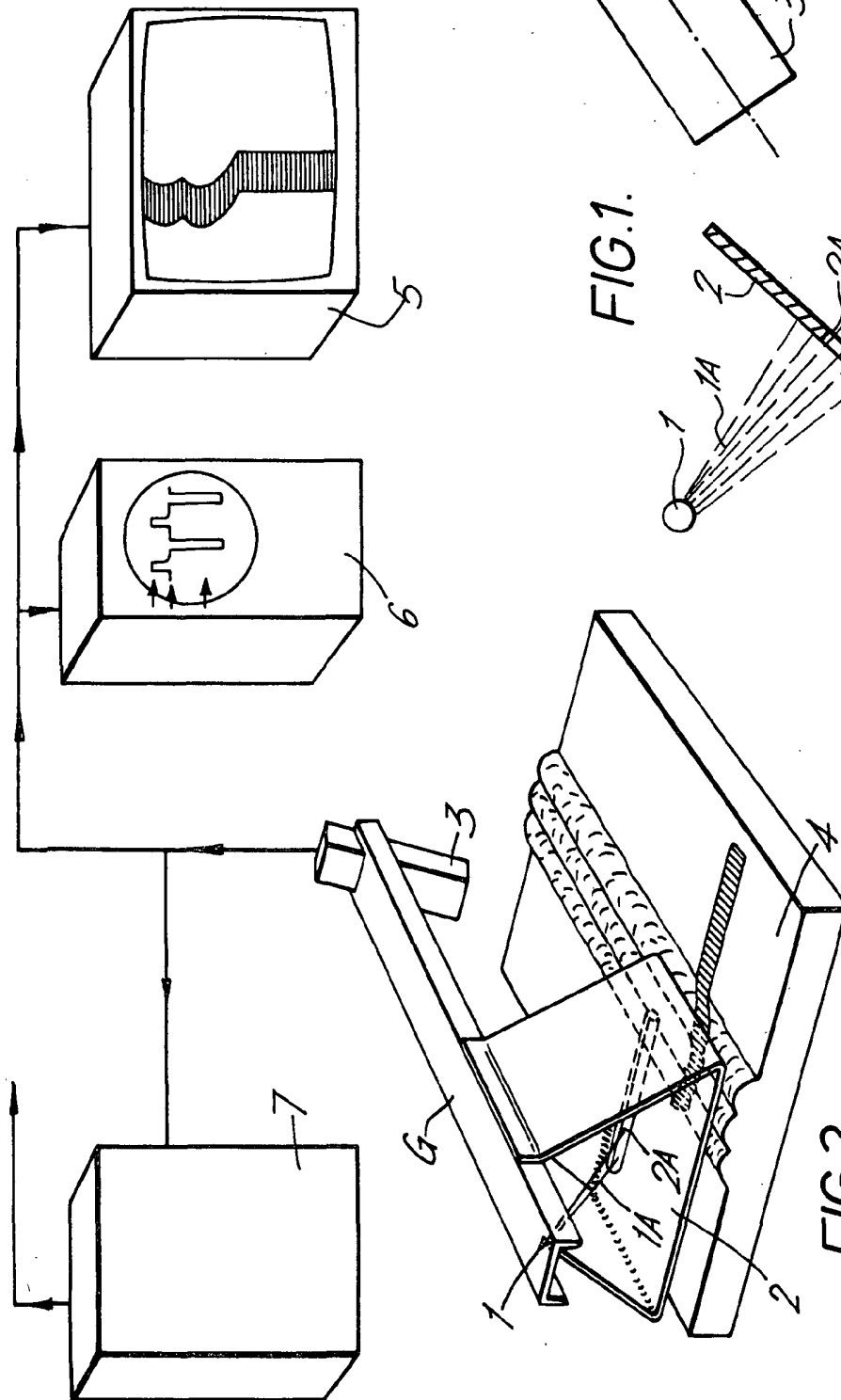
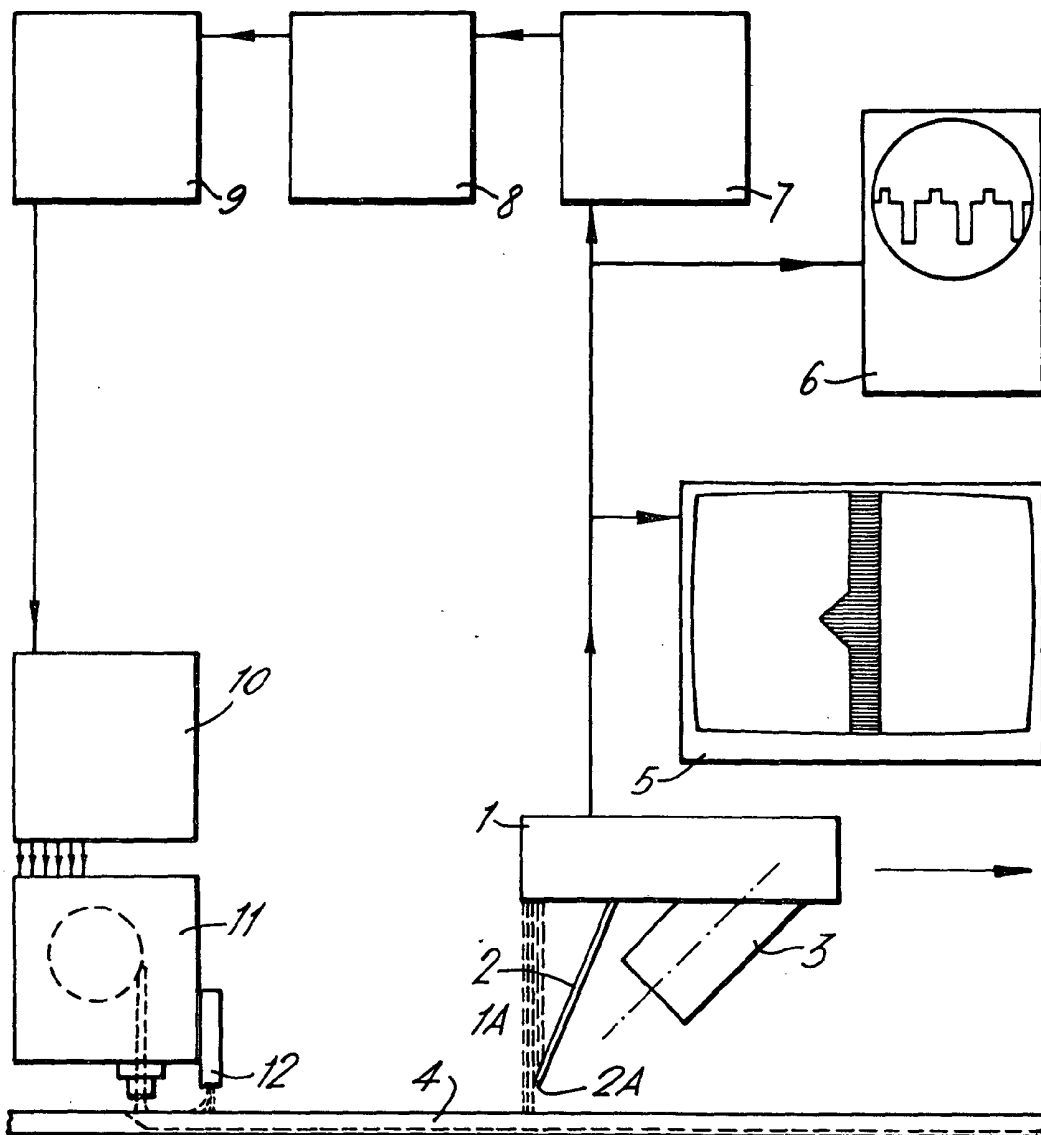


FIG.2.



129169

FIG.3.



129169

FIG. 4.

