



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(11) 323042

(13) B1

(51) Int Cl.

G01V 9/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19984391	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	1998.09.21	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	1998.09.21	(30)	Prioritet	1997.09.22, FR, 9712182
(41)	Alm.tilgj	1999.03.23			
(45)	Meddelt	2006.12.27			
(73)	Innehaver	Institut Francais du Petrole , 1 & 4, avenue de Bois-Préau, 92852 RUEIL MALMAISON CEDEX, FR			
(72)	Oppfinner	Frédéric Fournier, Cormeilles en Parisis, FR			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS , Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, NO			

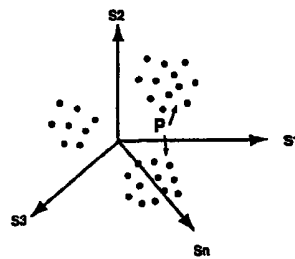
(54) Benevnelse **Statistisk fremgangsmåte for klassifisering av hendelse knyttet til de fysiske egenskaper ved et komplekst medium, slik som undergrunnen**

(56) Anførte publikasjoner US 5638269

(57) Sammendrag

Det er beskrevet en fremgangsmåte for å detektere potensielle klasser i en populasjon av hendelser knyttet til de fysiske egenskaper ved et komplekst medium, slik som undergrunnen, lokalisert fra data fremskaffet ved undergrunnsundersøkelse eller målinger på stedet (hendelser av geologisk /geofysisk beskaffenhet, hendelser forbundet med fluid-produksjonsdata, osv.) hvor disse hendelser er markert ved punkter i et multivariabelt rom og definert av en attributtvektor.

Den multivariable sannsynlighetslov som følges av attributtvektoren, blir først anslått, og forskjellige modi blir valgt ved analyse og tolkning (høydensitetssoner Z1 til Z5), idet antallet av slike modi gir antallet potensielle klasser i populasjonen av hendelser, og for hver modus et visst antall punkter som representerer hendelsene, de mest representative i hver klasse. En klassifiseringsfunksjon som vil gjøre det mulig å bestemme sannsynligheten av de andre punkter som tilhører de forskjellige klasser, blir bestemt fra disse punktene som utgjør kjernene i disse klassene. Fremgangsmåten kan anvendes i forbindelse med hydrokarbonreservoarer.



Foreliggende oppfinnelse vedrører generelt en statistisk fremgangsmåte for klassifisering av forskjellige hendelser definert ved attributter som er forbundet med de fysiske egenskaper ved et komplekst medium, slik som undergrunnen. Det kan være hendelser av geologisk beskaffenhet, geofysisk beskaffenhet, data vedrørende produksjon av fluider, osv.

Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen finner spesielt anvendelse på det område som omfatter undersøkelse av oljeførende reservoarer.

Tolkning av målinger på det geovitenskapelige området (geologi, geofysikk eller reservoar-teknikk) krever behandling av et stort antall data, ofte karakterisert ved mange parametere. Multivariable statistiske metoder blir da brukt til å løse forskjellige målekarakterings- og tolknings-problemer. Et problem som spesielt forekommer ofte, er bestemmelsen av en topologi for geologiske eller geofysiske objekter ut fra indirekte målinger utført på disse. Eksempler på dette er karakteriseringen av seismiske facies på trasepartier ved reservoarnivået ut fra seismiske attributter, eller bestemmelse av elektrofacier fra logger.

a) Seismiske facier: Parameterne eller attributtene som karakteriserer dem, blir f.eks. tatt fra seismiske registreringer. Den således definerte attributtvektor gjør det mulig å representere trasene som punkter i rommet for de forskjellige attributter som er generert. I dette rommet er koordinatene til hver trase gitt av de verdier som er tatt av attributtene på denne trasen (se fig. 1). For å gruppere trasene sammen i henhold til deres nærhet i rommet til attributtene, blir det anvendt velkjente statistiske mønstergjenkjenningsteknikker, som f.eks. beskrevet av:

- Dumay J., Founier F., 1988, "Multivariate Statistical Analyses applied to Seismic Facies recognition", *Geophysics*, 53, No. 9, pp. 1151-1159.

Hver gruppe representerer seismiske facies, dvs. et sett med traser som er like m.h.t. den seismiske beskaffenhet i betydningen av de betraktede attributter. Tolkning av de seismiske facies leder til å karakterisere de geologiske variasjoner i reservoaret mellom brønnene, eller til å identifisere soner hvor de seismiske data viser innsamlings-, behandlings-artefakter, osv. Denne tolkningen blir utført i etterkant ved å analysere overensstemmelser med de geologiske data som er tilgjengelige (brønn, reservoarmodell, osv.) når de anvendte statistiske teknikker er klassifiseringsverktøy (ikke overvåket mønstergjenkjenning). En geologisk tolkning er derimot innbefattet i facies-bestemmelsen via en forutgående

informasjon, med diskriminantanalyse-verktøy (overvåket mønstergjenkjennelse).

To løsninger, overvåket, er ganske komplementære som f.eks. vist av:

- Déquirez P.Y., et al, 1995, "Integrated Stratigraphic and Lithological Interpretation of the Estat-Senlac Heavy Oil Pool", 65th Ann. Intern. Mtg. Soc.

5 Expl. Geophys., pp. 104-107.

b) Elektrofacies: De svarer til et sett med punkter (dybdepunkter tatt fra forskjellige brønner, på et valgt undersøkelsesintervall) som oppviser homogene karakteristikk for et utvalg av logger. Elektrofacies har oftest en geologisk betydning (spesielt litologi, petrofysiske egenskaper, fluidinnhold, osv.). Som for 10 den seismiske faciesanalyse, blir statistiske (overvåkede og ikke-overvåkede) mønstergjenkjennelesmetoder anvendt for automatisk å bestemme, for hver brønn på et felt, en elektrofacies-kolonne.

Uansett anvendelsesområde muliggjør bruk av statistiske mønstergjenkjenningsteknikker, i tillegg til klassifisering av et objekt i en familie, 15 evaluering av den riktige klassifiseringssannsynlighet. I virkeligheten er det en sannsynlighetsvektor som blir anslått, som gir sannsynligheten for tildeling i de forskjellige klasser, idet objektet da tildeles klassen med den maksimale sannsynlighet. Denne karakterisering av den usikkerhet som er tilknyttet prediksjonen av den tilhørende klasse, er særlig interessant for kvantifisering av 20 risiko.

En hovedvanskelighet med statistisk mønstergjenkjennelse er bestemmelsen av det korrekte antall "naturlige" klasser underliggende populasjonen. Denne vanskeligheten er særlig problematisk i geovitenskaper hvor geologisk tolkning i den vide betydning av uttrykket, består i å sammenligne en 25 viss modell av undergrunnen, som kan oppnås a priori, med de indirekte målinger som er registrert ved reservoarnivået. Det er derfor meget viktig å kunne karakterisere den naturlige strukturen for de tilgjengelige målinger. Klassifiseringsmetodene som anvendes på geovitenskap-feltet gjør det ikke mulig å løse dette problemet. Ved læring blir antallet klasser påført ved hjelp av den 30 forutgående informasjon som blir tatt i betraktning, som derfor kan påvirke resultatene i en viss retning. Uten læring blir det som oftest brukt inndelingsmetoder hvor antallet klasser fastsettes av brukeren. Det er derfor meget vanskelig å velge denne parameteren på optimal måte, dvs. å tilpasse den til populasjonsstrukturen. Konvensjonelt blir flere tester utført med forskjellige

antall klasser, og klasseskille-kriterier blir beregnet for å beholde den beste testen, men kriteriene er bare effektive under sterke hypoteser på dataene (i h.h.t. hvilke klassene f.eks. er Gaussiske, osv.). Den her nevnte teknikk er f.eks. beskrevet i:

- Milligan et al., 1985, "An Examination of Procedures for Determining the Number of Clusters in a Data Set", Psychometrika, 50, 159-179.

Det er videre kjent fra US patent nr 5.638.269 en fremgangsmåte for seismisk traseanalyse ved benyttelse av en statistisk kalibreringsteknikk for å kartlegge geologiske egenskaper i undergrunnen. Nevnte US-patent går imidlertid ikke så langt som til å anslå noen multivariabel sannsynlighetslov som følges av en attributtvektor.

Formålet med fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen er å detektere potensielle klasser i en populasjon av hendelser forbundet med de fysiske egenskapene til et komplekst medium, slik som undergrunnen, mens det eventuelt er mulig å innføre en forhåndstolkning for å bekrefte eller avkrefte noen av disse klassene.

De potensielle klasser blir detektert i en befolkning av hendelser lokalisert fra data oppnådd ved undergrunnsundersøkelser eller ved målinger på stedet (hendelser av geologisk/geofysisk art, hendelser forbundet med fluidproduksjonsdata, osv.), idet disse hendelser er markert ved punkter i et multivariabelt rom og definert ved en attributtvektor, hvor koordinatene for disse punktene er attributter tilknyttet disse hendelsene. En multivariabel sannsynlighetslov som kan anvendes på populasjonen, blir estimert.

Fremgangsmåten er karakterisert ved at den omfatter følgende trinn:

- a) den multivariabel sannsynlighetsloven som attributtvektoren følger, blir estimert gjennom hele den analyserte populasjonen;
- b) ved analyse og tolkning velges forskjellige modi som tilsvarer høydensitetssoner (Z1-Z5) for densitetsfunksjonen som uttrykker den nevnte sannsynlighetsloven, idet antallet av disse modi er resultat av antallet potensielle klasser i populasjonen av hendelser, og for hver modus velges et visst antall punkter som representerer hendelsene, de mest representative i hver klasse; og
- c) ut fra disse representative punktene bestemmes så en klassifiseringsfunksjon, og klassifiseringsfunksjonen benyttes til å bestemme sannsynligheten for de andre punkter som tilhører de forskjellige potensielle klasser. Helt presis defineres oppfinnelsen i det vedføyde patentkrav 1.

Attributtene til hendelsene er f.eks. av geologisk eller geofysisk beskaffenhet (seismiske attributter f.eks.), eller de er forbundet med målinger utført under produksjon av fluider fra mediet, eller definert ved logging i en eller flere brønner gjennom mediet, osv.

5 For å velge de forskjellige modi som svarer til høydensitetssoner, blir densitetsfunksjonen f.eks. projisert på minst en akse ("kartlegging" av funksjonen) som uttrykker en fremgang i hendelsene avhengig av densitetsfunksjonen, og modi som svarer til betydelige toppe i densitetsfunksjonen blir valgt.

Med fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen blir ingen
10 sannsynlighetshypotese gjort om de lover som følges av attributtene; de klasser som er funnet, kan derfor oppvise et hvert mønster.

Andre trekk og fordeler ved fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen vil fremgå av den etterfølgende beskrivelse, gitt som ikke begrensende eksempler, under henvisning til de vedføyde tegninger, hvor:

15 - Figurene 1a til 1c illustrerer posisjoneringen av de punkter som er representative for objekter i det multivariable rom for deres attributter og deres projeksjoner i underrom;

- Figur 2 viser "kartleggingen" av densitetsfunksjonens modi, anslått i et tredimensjonalt rom generert fra målinger utført ved hjelp av flere
20 loggeanordninger;

- Figur 3 illustrerer trinnet med interaktiv tolkning ved hjelp av diagrammer, f.eks. et diagram RHOB-NPHI (densitet d som funksjon av polaritet pr) som gjør det mulig å danne tilhørende klasser og først velge de mest representative punkter for disse klasser;

25 - Figur 4 illustrerer det neste trinn hvor alle de andre punktene er fordelt i de således dannede klasser, og de er representert med den samme type diagram, med følgende grafiske symboler i forhold til disses tilhørighet til klassene; Δ (sort) $\Leftrightarrow Z1$, $+$ $\Leftrightarrow Z2$, Δ $\Leftrightarrow Z3$, $\Leftrightarrow Z4$ og $*$ $\Leftrightarrow Z5$;

30 - Figurene 5a til 5e viser ytterligere logger målt i brønnen ved hjelp av de forskjellige måleapparater (figurene 5b til 5d) som ble brukt til å bestemme elektrofasiene, en representasjon av klassifiseringsresultatene i form av

pseudolitologiske logger ved brønnivå (fig. 5a), idet sannsynligheten er representert som en ytterligere logg som kvantifiserer usikkerheten i den litologiske prediksjonen (fig. 5e);

- Figurene 6a, 6b, 6c illustrerer et eksempel på tolkning av de seismiske sampler i mulige litologier;

- Figurene 7a, 7b viser henholdsvis en registreringsseksjon før inversjon, og refleksjonskoeffisientene etter inversjon av den samme registreringsseksjon;

- Figur 8a viser et eksempel på tolkning av trasepartier i klasser forbundet med forskjellige reservoaregenskaper som h.h.v. er tilknyttet forskjellige grånyanser g1 til g4, hvor g1 som er mørkest grå, representerer den dårligste kvalitet, g2 den skraverte mørke grå, en gjennomsnittlig kvalitet, g3, den mørke grå, en god kvalitet og g4 den lyse grå, en utmerket kvalitet;

- Figur 8b viser det typiske mønster ("fototilpasningsbilder") for de forskjellige klasser eller facier.

De objekter som skal klassifiseres, er representert i det multivariable rom av attributtene (eller parameterne) som brukes til å karakterisere dem. Metodologien for klassedeteksjon omfatter tre hovedtrinn.

Det første hovedtrinn består i å anslå den multivariable sannsynlighetslov som følges av attributtvektoren. Ikke-parametriske teknikker for å anslå populasjonsdensiteten blir implementert, slik som kjernetype-metodene eller "nærmeste nabo"-metoder, som beskrevet av:

- Silverman, 1986, "Density Estimation for Statistics and Data Analysis", Chapman & Hall.

Det annet trinn er et trinn for analyse og tolkning av de modi (eller høydensitetssoner) som er detektert for denne sannsynlighetsloven. Antallet modi som er tilstede på densitetsfunksjonen, gir antallet potensielle klasser i den undersøkte populasjon. Dette trinn medfører kartlegging av den multivariable sannsynlighetsdensitet på en akse ("kartlegging" av sannsynlighetsdensiteten). Det er ved dette trinn at en tolkende analyse av modiene er mulig.

De individer som f.eks. utgjør en modus, blir identifisert i diagrammer som medfører signifikante attributter med hensyn til tolkning, for å bekrefte at det er mulig å holde dette modus som grunnkjerne for en klasse. Et modus kan på den annen side ikke holdes i det neste trinn hvis det viser seg å være bare en statistisk svingning uten relevans for tolkningen. For hvert modus blir det fastsatt en terskel

på densitetsfunksjonen, som gjør det mulig å velge de mest representative punkter for dette modus, eller den fremtidig tilknyttede klasse, vanligvis de som er i den tetteste sone.

Det tredje trinn består i å bruke de punktene som er de mest typiske for de 5 valgte modi som læreindivider for diskriminantanalyse-teknikker. Forskjellige diskrimineringsmetoder kan brukes (lineær, kvadratisk, ikke-parametrisk, osv.), som fører til utvikling av en klassifiseringsfunksjon som muliggjør tildeling av en klasse til de individer som ikke tilhører modiene (individer i soner med lav tetthet i attributtrommet). Sannsynligheter for å tilhøre de forskjellige modi blir beregnet ut 10 fra denne funksjonen, som så gjør det mulig å tildele attributter til de gjenværende individer.

De forskjellige trinn i fremgangsmåten er tydelig illustrert på figurene.

Posisjonen av punktene i et multivariabelt rom er illustrert på figurene 1a 15 til 1c. De objekter som kan tas i betraktning (fig. 1a) er seismiske trasepartier eller bildeelementer i en registrert seksjon som svarer til trasesamplere ved forskjellige suksessive tidsintervaller i et analysert tidsvindu TW eller brønndybde-punktene i tilfelle med elektrofacies, osv.

De er representert som punkter P i det multidimensjonale rom som er generert av de forskjellige parametere eller attributter S_1, S_2, S_3, S_n (fig. 1b) som 20 karakteriserer dem. Disse parameterne er f.eks. de seismiske attributter (amplituder, faser, øyeblikksfrekvenser, osv.) i tilfelle med bestemmelse av de seismiske facier, eller tilgjengelige logger mål langs brønnen gjennom reservoaret i tilfelle av bestemmelse av elektrofaciesene. I rommet S_1 til S_n for parameterne, vil det dannes klynger ved hjelp av de forannevnte 25 mønstergjenkjennelsesteknikker, der hver klynge representerer en seismisk facies eller en elektrofacies (fig. 1c) i det valgte illustrerende eksempel.

En anvendelse av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen til automatisk bestemmelse av elektrofacies ut fra logger frembrakt i brønner som er båret gjennom reservoaret, er illustrert på figurene 2-5. Disse loggene er blitt frembrakt 30 ved hjelp av følgende fire målesonder: en densitetssonde, en sonde av sonisk type, en porøsitetsmålede nøytronsonde og en gammastråle-sonde. Ved hvert dybdepunkt, med et samplingsintervall mellom suksessive dybdepunkter på en halv fot f.eks., er de objekter som skal klassifiseres, representert som punkter i en

firedimensjonalt rom hvis koordinater er de målinger som er tilveiebrakt av hver av de fire sondene.

Det første trinn i fremgangsmåten består i å anslå sannsynlighetsdensitet-funksjonen. Denne funksjonen blir så projisert på en spesiell akse som vist på figur 2, idet verdien DP av sannsynlighetsdensitets-funksjonen blir benyttet som ordinat og antallet N av objekter som skal klassifiseres i den valgte projeksjonssekvens blir avsatt som absisise, en operasjon kalt "kartlegging". I forskjellige toppe på denne "kartleggingen" av sannsynlighetsdensitet-funksjonen svarer til høydensitetssonene, idet hver sone Z1 til Z6 representerer en klasse, og punktene i disse høydensitetssonene følgelig representerer de mest typiske objekter i disse klassene.

Den litologiske betydning av de således dannede klasser, må så bestemmes. For dette formål blir det utført en sammenlignende analyse med de forskjellige representasjoner som kan oppnås ved å projisere punktene i et todimensjonalt underrom eller delrom. I projeksjonen på figur 3 som er et diagram (densitet d som funksjon av porøsitet pr), svarer f.eks. konfigurasjonen av disse punktene til en spesiell litologisk tolkning. Den blir brukt til å bekrefte den litologiske betydning av klyngene. Punktene i sone Z5 i "kartleggingen" på figur 2 svarer til punkter posisjonert i sone Z5 på figur 3, punkter som heller svarer til leirholdig sandsten på betraktning av densitets- og porøsitets-verdiområde d og pr .

Ved hjelp av identisk sammenlignende analyse for punktene i sonene Z3, Z4, Z1 på figur 2 og den tilsvarende posisjonen av disse soner på figur 3, blir det anslått at disse punktene svarer til ren sandsten som i økende grad blir porøs fra sone Z3 til sone Z1. Klasse Z4 svarer heller til sementert sandsten.

"Kartleggingen" eller projeksjonen av sannsynlighetsdensitet-funksjonen og analysen av denne, gjør det dermed mulig å tilveiebringe:

- antallet klasser i den undersøkte populasjonen; det er så mange klasser som det er toppe i sannsynlighetsdensitet-funksjonen (figur 2);
- de mest typiske representanter for hver klasse, midtpunktene av densitetstoppene, som kan tilveiebringes med identifikasjonsmerker slik som koding med forskjellige farger eller en variant av forskjellige gråtoner, som på figurene 2 og 3.

Trinn nr. 3 består i å bruke disse typiske punkter som representerer "kjernene" av faciesene for å konstruere en klassifiseringsfunksjon som muliggjør sortering (tilhørighetsbestemmelse) av de punkter som ennå ikke er blitt klassifisert (i sort på figur 3). Denne funksjonen er konstruert ved hjelp av en velkjent diskrimineringsanalyse-teknikk.

Ved slutten av dette trinn blir alle punktene selektivt gruppert sammen i de forskjellige klasser som er detektert på projeksjonen av sannsynlighetstetthetsfunksjonen (figur 2), og det er da mulig å tildele hver av dem identifikasjonsmerket i forhold til den klasse de tilhører, som nevnt ovenfor i figuroversikten.

Densitet/porøsitet-diagrammet som oppnås, er maken til det på figur 4.

De logger som er oppnådd ved hjelp av de forskjellige målesonder (figurene 5b til 5d), kan således fullføres ved hjelp av en "pseudo litologi"-kolonne (figur 5a) som representerer, som en funksjon av dybden dp , de forskjellige modi (typiske punkter) og den endelige klassen til objektene i modiene, samt den tilforordnede riktige klassifikasjonssannsynlighet pb (figur 5e).

Figurene 6 til 8 vedrører anvendelser av den metologi som er beskrevet på objekter av seismisk natur, enten bildeelementer i et seismisk bilde eller en terning (figurene 6a, 6b, 6c), eller trasepartier avgrenset mellom to markører.

Den akustiske impedansen til en seksjon (figur 6c), som er et resultat av stratigrafisk poststakkingsinversjon av amplitudene, blir undersøkt ved å bruke den fremgangsmåte som er beskrevet i patent EP-0,354,112 inngitt av søkeren. Hvert bildeelement i seksjonen, og dermed hver sampele, er tidsklassifisert. Et endimensjonalt rom blir brukt her fordi det eneste seismiske attributt som brukes til å karakterisere bildeelementene, er den akustiske impedans. Den samme prosedyre som den som er blitt beskrevet ovenfor, fører til deteksjon av to klasser kodet V (mørk grå) og R (lys grå), respektive, på seksjonen på figur 6a, hvor V svarer til kystslette og R til kanal-fyllmateriale.

På figur 6b er en terskel blitt påført på den høyre klassifiserings sannsynlighet for å representere bare de sikrest klassifiserte seismiske bildeelementer. Sammenligning av utvalgene på figur 6a, 6b med den litologiske logg for reservoaret (figur 6c), viser at klasse R heller svarer til sandholdige facies og klasse V til leirholdige facies.

På figurene 7a, 7b, er de objekter som blir klassifisert, nå trasepartier bestemt mellom markørene "Topp" og U_3/U_2 på det seismiske bildet, på en

seismisk poststakk-kube. De parametere som karakteriserer disse trasepartiene, er koeffisientene i en rekkeutvikling av orden 6 for rekkefølgen av de seismiske amplituder i tidsvinduet mellom Topp og U_3/U_2 . Trasepartiene blir således representert i et rom med dimensjon 6.

5 Ved fremdeles å bruke den samme prosedyre, er fire klasser med trasepartier (facies 1,, facies 4) svarende til svært forskjellige morfologier eller seismiske kjennetegn, blitt dannet (figur 8b). For hver klasse blir middelveiden av amplitudene til de traser som utgjør klassen, utarbeidet, noe som gir et slags "fototilpasnings"-bilde av hver klasse. Når en klasse tildeles hvert traseparti, kan
10 resultatet representeres på den tredimensjonale seismikk i form av et facieskart.

En tolkning i etterkant av dette kartet i forhold til de geologiske data som var tilgjengelige ved brønnivået, fører til tro på at de forskjelliges facier må tilsvare:

- et reservoar av dårlig kvalitet med mange mergler (facies 1),
- et reservoar av middels kvalitet med fine turbiditter (sand/leire-veksling)
15 (facies 2),
- et reservoar av god kvalitet med sandsten som det fremherskende trekk (facies 3), og
- et reservoar av utmerket kvalitet som nesten utelukkende utgjøres av
meget porøs sandsten (facies 4).

20 En anvendelse av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen på klassifisering av hendelser forbundet med egenskapene og strukturen til undergrunnen for spesielt å lette reservoarutnyttelse, er blitt beskrevet. Uten å avvike fra oppfinnelsens ramme, kan fremgangsmåten også anvendes på undersøkelse av bilder av et hvert sammensatt medium, slik som f.eks. det menneskelige legemet.

PATENTKRAV

1. Statistisk fremgangsmåte for klassifisering av en populasjon av hendelser knyttet til de fysiske egenskaper ved et komplekst medium, slik som under-
5 grunnen, detektert ved undersøkelse av mediet eller ved målinger på stedet, for å
detektere potensielle klasser som finnes i populasjonen, idet disse hendelsene er
markert ved punkter (P) i et multivariabelt rom (S_1-S_n) og definert ved hjelp av en
attributtvektor, hvor disse punktenes koordinater er attributter tilknyttet disse
hendelsene, og hvor en multivariabel sannsynlighetslov som kan anvendes på
10 populasjonen, blir estimert, k a r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten
omfatter de følgende trinn:
 - a) den multivariable sannsynlighetsloven som attributtvektoren følger, blir
estimert gjennom hele den analyserte populasjonen;
 - b) ved analyse og tolkning velges forskjellige modi som tilsvarer
15 høydensitetssoner (Z_1-Z_5) for densitetsfunksjonen som uttrykker den nevnte
sannsynlighetsloven, idet antallet av disse modi er resultat av antallet potensielle
klasser i populasjonen av hendelser, og for hver modus velges et visst antall
punkter som representerer hendelsene, de mest representative i hver klasse; og
 - c) ut fra disse representative punktene bestemmes så en
20 klassifiseringsfunksjon, og klassifiseringsfunksjonen benyttes til å bestemme
sannsynligheten for de andre punkter som tilhører de forskjellige potensielle
klasser.

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1,
25 k a r a k t e r i s e r t v e d at hendelsene er av geologisk eller geofysisk type.

3. Fremgangsmåte ifølge ett av de foregående krav,
k a r a k t e r i s e r t v e d at hendelsene er knyttet til produksjon av fluider som
strømmer ut fra mediet.
30

4. Fremgangsmåte ifølge ett av de foregående krav,
k a r a k t e r i s e r t v e d at attributtene blir definert ved hjelp av
brønnloggings-målinger i én eller flere brønner gjennom mediet.

5. Fremgangsmåte ifølge ett av de foregående krav,
karakterisert ved at attributtene er seismiske attributter.
6. Fremgangsmåte ifølge ett av de foregående krav,
5 karakterisert ved at attributtene defineres ved hjelp av
produksjonsmålinger.
7. Fremgangsmåte ifølge ett av de foregående krav,
karakterisert ved at de forskjellige modi blir valgt i samsvar med
10 høydensitets-soner (Z1-Z5), ved å projisere sannsynlighetsdensitetsfunksjonen på
en akse som uttrykker en utvikling i hendelsene, avhengig av densitetsfunksjonen,
og at modi som tilsvarer signifikante topper i densitetsfunksjonen, blir valgt.

FIG.1A



FIG.1B

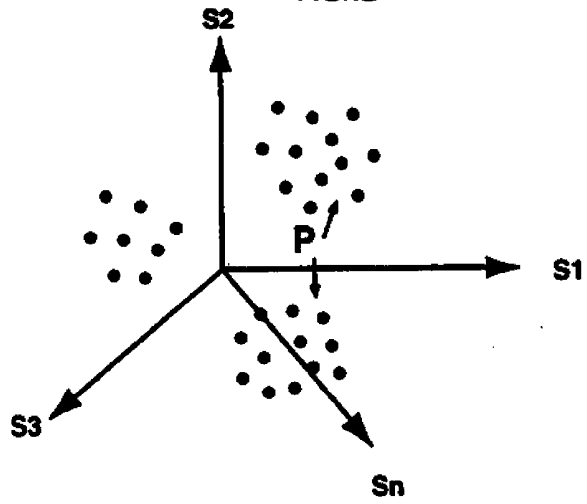
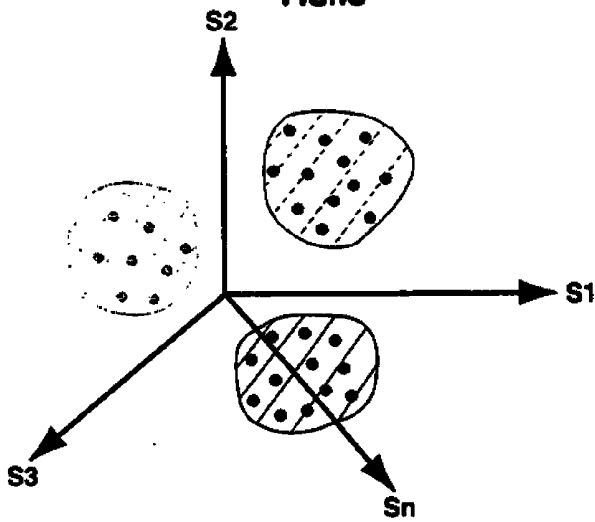
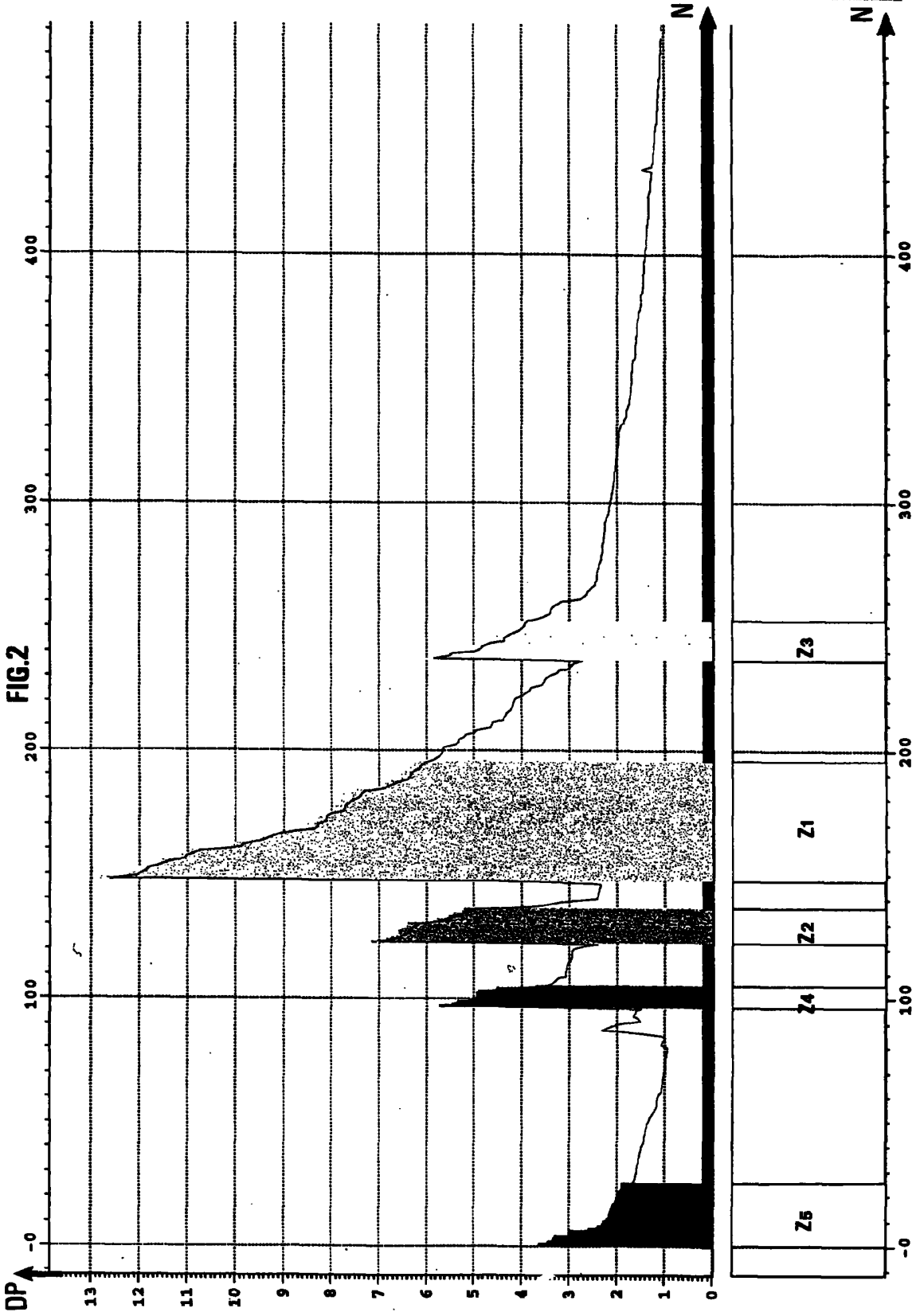
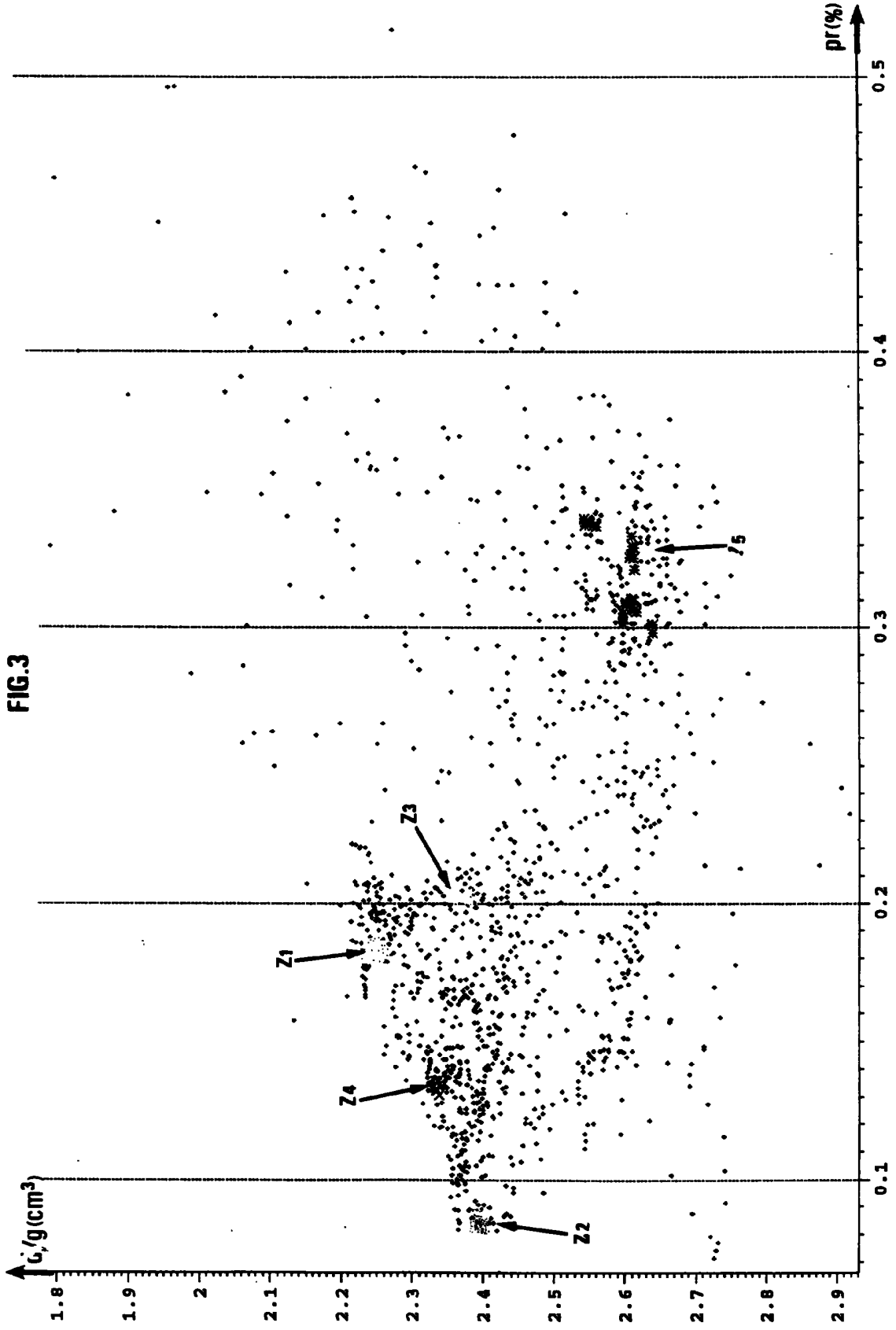
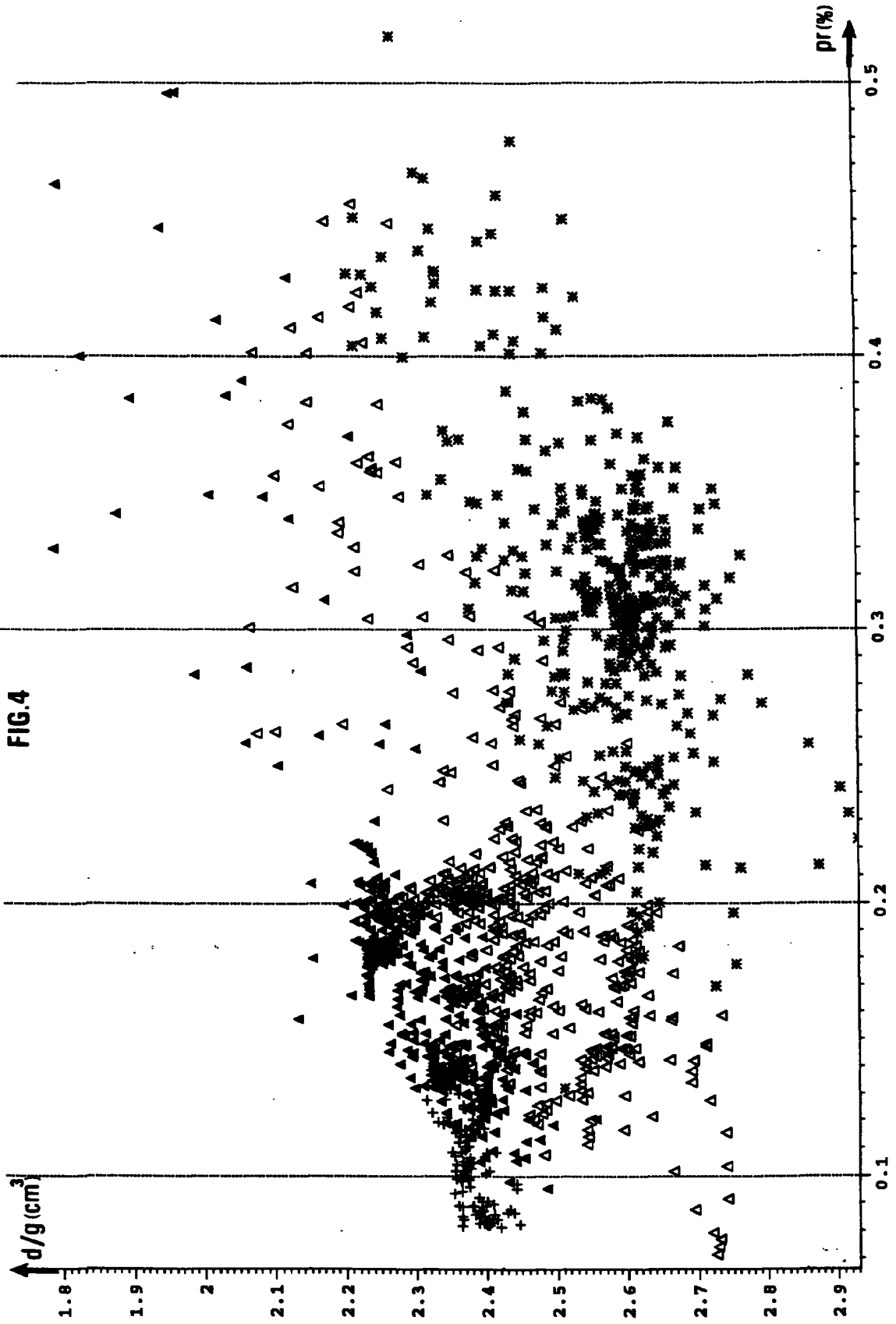


FIG.1C









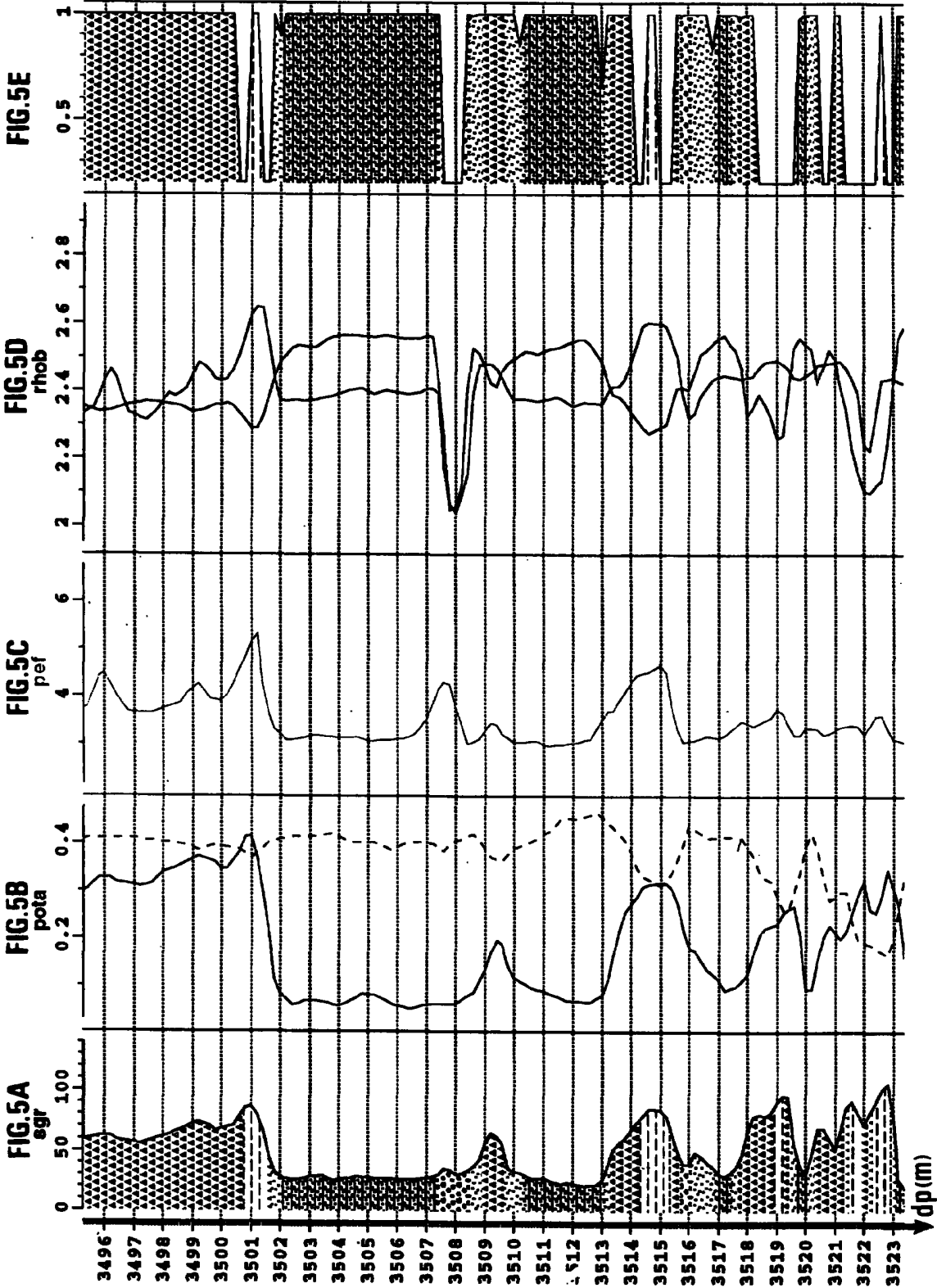


FIG.6A

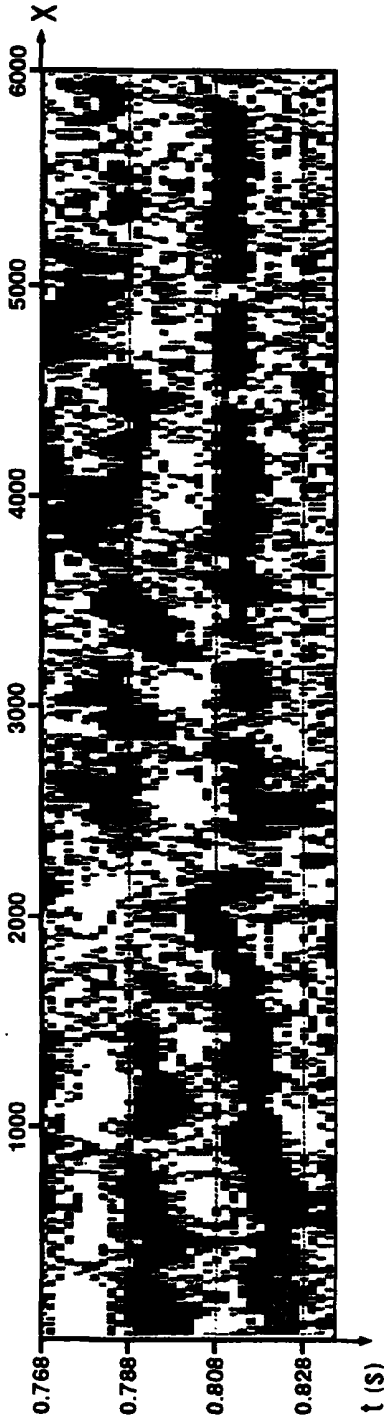
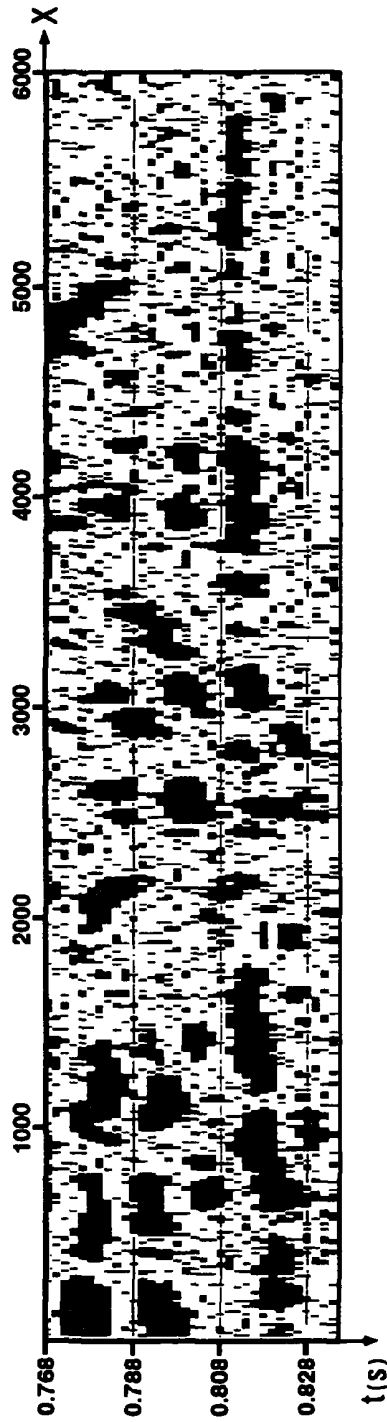


FIG.6B



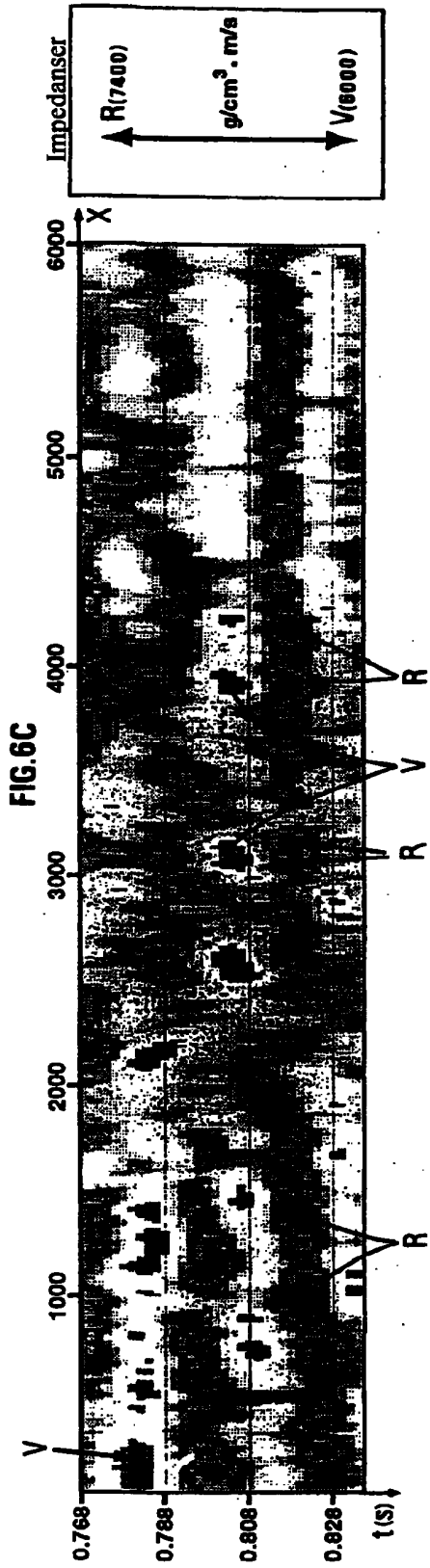


FIG. 8A

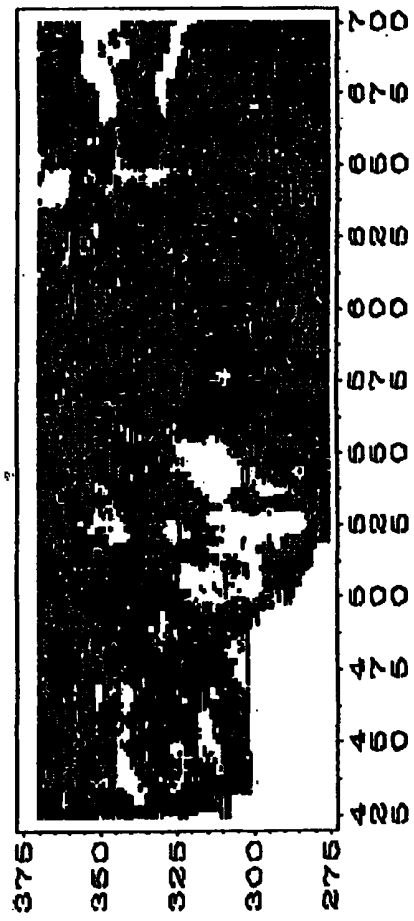


FIG. 8B

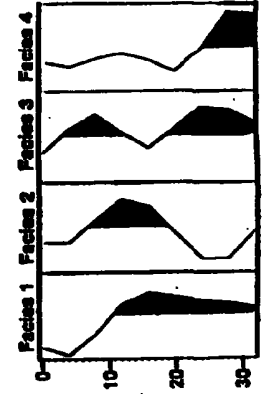


FIG. 7A

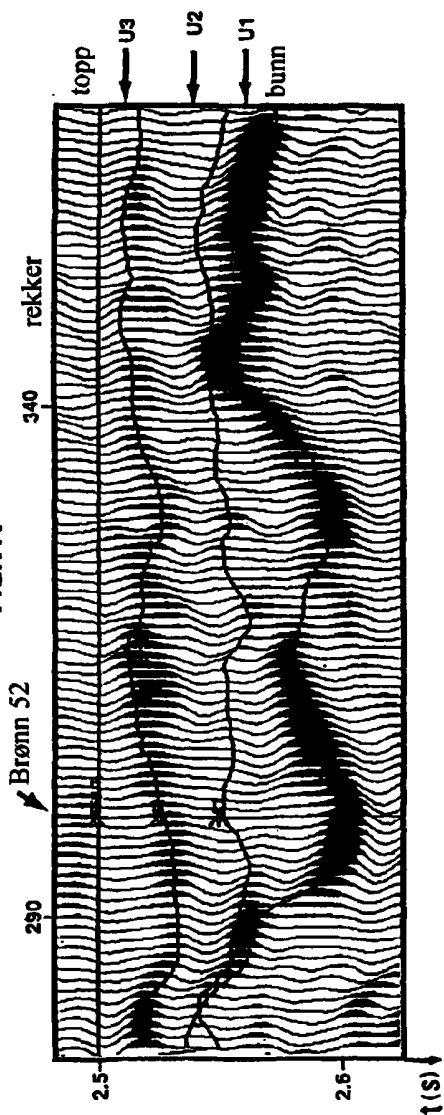


FIG. 7B

