



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) 323725

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

G01S 3/805 (2006.01)

G01S 7/52 (2006.01)

G01S 15/89 (2006.01)

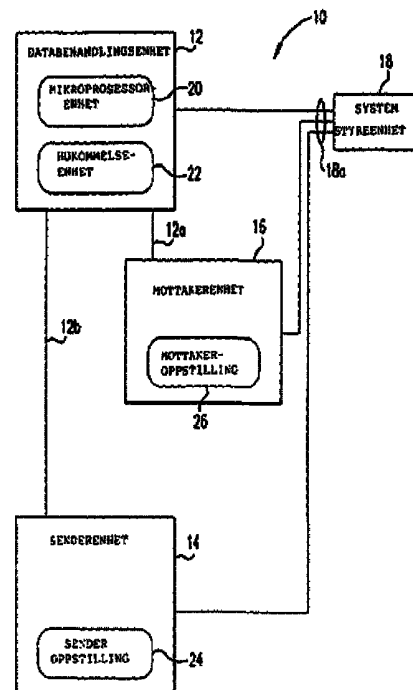
G10K 11/34 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19953208	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	1994.11.25 PCT/US94/13599
(22)	Inng.dag	1995.08.15	(85)	Videreføringsdag	1995.08.15
(24)	Løpedag	1994.11.25	(30)	Prioritet	1993.12.16, US, 167365
(41)	Alm.tilgj	1995.08.15			
(45)	Meddelt	2007.06.25			
(73)	Innehaver	Seabeam Instruments Inc, 141 Washington Street, East Walpole, MA 02032-1155, US			
(72)	Oppfinner	William Jack Capell Sr., Westwood, MA, US Christos Zaboundidis, North Grafton, MA, US Kushal Kanti Talukdar, North Providence, RI, US			
(74)	Fullmektig	Zacco Norway AS, Postboks 2003 Vika, 0125 OSLO			

- (54) Betydning **Fremgangsmåte og avfølingssystem for bruk med et flertall av fysiske avfølere**
(56) Anførte publikasjoner GB A 2 192 061
(57) Sammendrag

Den foreliggende oppfinnelse vedrører et system og teknikk for å redusere den effektive strålebredde av en mottaksstråle for et avfølingssystem, eksempelvis et sonar- eller radarsystem. Avfølingssystemet innbefatter et flertall av fysiske avfølere (26), der hver er beregnet for måling av et mottakssignal, idet hvert mottakssignal innbefatter en første og andre databehandlingsenhet. Avfølingssystemet (10) kan innbefatte middel for å beregne avfølerdata (12) for minst én ekstrapolert-avføler, innbefattende første ekstrapoleringsmiddel for å beregne en første ekstrapolert-avføler dataenhet av den i det minste ene ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av en første databehandlingsenhet for flertallet av fysiske avfølere, og andre ekstrapoleringsmiddel for å beregne en andre ekstrapolert-avføler dataenhet for den i det minste ene ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av en andre databehandlingsenhet for flertallet av fysiske avfølere. Systemet kan også innbefatte middel (812) for å kombinere de første og andre ekstrapolert-avføler dataenheter for den i det minste ene ekstrapolerte avføler med de første og andre databehandlingsenheter for flertallet av fysiske avfølere, for derved å generere en smalere, effektiv strålebredde for en mottaksstråle.



Denne oppfinnelse vedrører teknikker som involverer signalbehandling i enkelt- eller flerstråleavfølende systemer, særlig teknikker som involverer signalbehandling av mottakssignaler i enkelt- eller flerstrålesonar, radar og lidar (laserbaserte radarsystemer) systemer. Nærmere bestemt vedrører oppfinnelsen en fremgangsmåte for å redusere den effektive strålebredde hos en mottaksstråle for et avfølingssystem som har fysisk oppstilling av avfølere, samt et avfølingssystem med et flertall av fysiske avfølere som hver er beregnet for måling av et mottakssignal.

Til belysning av kjent teknikk vises det til GB-2192061-A som beskriver et sonarsystem med en flerhet av avfølere for deteksjon av retursignal, og for effektiv og nøyaktig beregning av retursignalet.

I korte trekk, som bakgrunn, kan et sonarsystem anvendes for å detektere, navigere, følge, klassifisere og lokalisere objekter i vann ved å anvende lydbølger. Forsvarsmessige og sivile applikasjoner av sonarsystemer er tallrike. Ved militære anvendelser brukes undervannslyd for dybde logging, navigasjon, skip og undervannsbåtdeteksjon, avstandsmåling ogfølging (passiv og aktiv), undervannskommunikasjoner, mine-deteksjon og/eller leding og styring av torpedoer og andre våpen. De fleste systemer er monostatisk, men bistatisk systemer kan også anvendes.

Sivile anvendelser av undervannslyddeteksjonssystemer er likeledes tallrike. Disse anvendelser fortsetter å øke ettersom oppmerksomhet fokuseres på hydrosfæren, havbunnen, og underbunnen. Sivile anvendelser innbefatter dybde logging, topografisk kartlegging av bunnen, objektlokalisering, undervannsfyr (pingere), bølgehøydemåling, dopplernavigering, fisk-leting, under-bunn profilering, undervanns bildedannelse for inspeksjonsformål, sted for nedgravet rørledning, undervannstelemetry og -styring, dykkerkommunikasjoner, skiphåndtering og dokkingshjelp, anti-grunnstøtende alarm for skip, strømflytmåling, og fartøyhastighetsmåling.

Et typisk aktivt sonarsystem innbefatter en sender (en transduser som vanligvis refereres til som en "kilde" eller "projektor") for å generere lydbølgene og en mottaker (en transduser som vanligvis refereres til som en "hydrofon") for å avføle og måle egenskapene for den reflekterte energi ("ekko") innbefattende eksempelvis amplitude og fase. I et typisk flerstråle sonarsystem er en første transduseroppstilling ("sender eller projektoroppstilling") montert langs kjølen på et skip og utstråler lyd. En andre transduseroppstilling ("mottaker eller hydrofonoppstilling") er montert perpendikulært på senderoppstillingen. Mottakeroppstillingen mottar "ekkoene" av den sendte lydimpulsen,

dvs. returene av lydbølgene som genereres av senderoppstillingen. Et vanlig sonar-system og sender- og mottakeroppstillingskonfigurasjon er beskrevet av Lustig et al. i US patent nr. 3114631.

- 5 I de tilfeller der senderoppstillingen er montert langs skipets kjø, projiserer senderoppstillingen en vifteformet lydstråle som er smal i for- og akterretningen, men bred tverrskips. Signalene som mottas av hydrofonene i mottakeroppstillingen summeres til å danne en mottaksstråle som er smal på tvers av følgeretningen, men bred langs følgeretningen. Skjæringen mellom sende- og mottaksstrålene definerer området i havbun-
- 10 nen hvorfra ekkoene har sin opprinnelse. Ved å anvende forskjellige tidsforsinkelser på de forskjellige hydrofonsignaler, kan mottaksstrålene styres i forskjellige retninger og når et antall av mottaksstråler dannes samtidig, definerer de sammen med sendestrålen flerstrålesonargeometrien.
- 15 Når den sendte lyden fra senderoppstillingen har en enkelt frekvens, kan tidsforsinkelsen omsettes i faseforsinkelser for stråleforming av hydrofonsignalene fra mottakeroppstillingen. For en gitt frekvens blir den smale bredden av mottaksstrålen påvirket av antallet av hydrofoner som omfatter mottakeroppstillingen (dvs. den fysiske lengden av mottakeroppstillingen) og retningen som strålen styres. En vanlig tommelfingerregel for
- 20 å bestemme mottaksstrålens bredde (i grader) er

$$bw = \frac{51\lambda}{a \cos \theta}$$

der:

- (1) "a" er oppstillingens lengde,
- 25 (2) "λ" er bølgelengden (bestemt av frekvensen for projektorens lydbølge) i de samme enheter som "a" (oppstillingens lengde), og
- (3) "θ" er strålestyringsretningen.

Således vil det sees at for smalere strålebredder bør lengden av mottakeroppstillingen

30 være større. Uttrykt på enkel måte øker "smalere" strålebredde hos mottakerstrålen den informasjon som kan oppnås om de reflekterende gjenstander, f.eks. objektoppløsning, nøyaktighet av objektretning, og avstandsdekning. I mange anvendelser av flerstrålesonarer er imidlertid de fysiske karakteristika for mottakeroppstillingen begrenset av de fysiske karakteristika for skipet. I mange tilfeller der mottakeroppstillingene er montert

35 tverrskips for flerstrålesonarer, er eksempelvis den maksimale fysiske lengde av oppstillingen begrenset av skipets bredde. De fysiske karakteristika for mottakeroppstill-

ingen kan også begrenses som et resultat av at skipets dybde er begrenset. Dette har tendens til å begrense dybden av mottakeroppstillingen og kan kreve segmentering av mottakeroppstilling.

- 5 I mange tilfeller kan opprettholdelse av den konstruksjonsmessige integritet av skipets kjøler dessuten ha betydning for de fysiske karakteristika for mottakeroppstillingen. Opprettholdelse av den konstruksjonsmessige integritet for kjølen er viktig for de skip som anvendes som "isbrytere". I denne situasjon kan hydrofonoppstillingen ikke installeres tverrskips som en enkelt enhet. I stedet må mottakeroppstillingen oppdeles i
10 to eller flere deloppstillinger, der hver oppstilling passer til skipets skrog. Installering av mottakeroppstillingen som to eller flere deloppstillinger, uten et kontinuerlig sted for data tverrskips for flerstrålesonarar kan imidlertid bevirke en økning i strålemønsterforvrengningene, f.eks. en økning i sidelobene for den beregnede mottaksstrålen.
- 15 Der finnes et behov for et signalbehandlingssystem og teknikk for å redusere den effektive strålebredden for mottaksstrålen uten å øke de fysiske dimensjoner av oppstilling. Videre eksisterer der et behov for et signalbehandlingssystem for et sonarsystem som overvinner mange typiske begrensninger som er pålagt de konstruksjonsmessige karakteristika for mottakeroppstillingen.
20 I et første prinsipielt aspekt gjelder den foreliggende oppfinnelse en løsning for å redusere den effektive strålebredden for en mottaksstråle for et avfølingssystem, eksempelvis en sonar eller et radarsystem.
- 25 Ifølge oppfinnelsen kjennetegnes den innledningsvis nevnte fremgangsmåte ved middel for å generere en første databehandlingsenhet og en andre databehandlingsenhet fra hvert mottakssignal, der hver av nevnte første og andre databehandlingsenheter tilsvarende et i-fase- og/eller ute-av-fasesignal i nevnte mottakssignal, eller tilsvarende størrelse og/eller fase i nevnte mottakssignal,
30 middel for å beregne avfølerdata for minst én ekstrapolert-avføler, idet nevnte middel innbefatter ekstrapoleringsmiddel for beregning av en første ekstrapolert-avføler dataenhet for den i det minste ene ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av en første databehandlingsenhet for flertallet av fysiske avfølere, og for beregning av en andre ekstrapolert-avføler dataenhet for den i det minste ene ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering
35 av en andre databehandlingsenhet for flertallet av fysiske avfølere, og midler for å kombinere de første og andre ekstrapolerte dataenheter for den i det minste ene ekstrapolert-avføler med de første og andre databehandlingsenheter for flertallet av fysiske

avfølere for derved å generere en smalere, effektiv strålebredde for en mottaksstråle, hvorved alle databehandlingsenheter som behandles ved hjelp av ovennevnte midler i systemet er tidsområde-signaler.

- 5 Ytterligere utførelsesformer av fremgangsmåten fremgår av de underordnende krav 2-21.

Ifølge oppfinnelsen kjennetegnes det innledningsvis nevnte avfølingssystem ved å måle et mottakssignal for hver avføler i oppstillingen av avfølere, å generere fra hvert
 10 mottakssignal en første databehandlingsenhet og en andre databehandlingsenhet, der hver av nevnte første og andre databehandlingsenheter tilsvarer et i fase og/eller et ute-av-fase-signal i nevnte mottakssignal, eller tilsvarer størrelse og/eller fase i nevnte mottakssignal,
 å beregne en første databehandlingsenhet i et mottakssignal for minst én ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av den første databehandlingsenheten i hvert mottakssignal
 15 for de fysiske avfølere i avføleroppstillingen,
 å beregne en andre databehandlingsenhet i mottakssignalet for den i det minste ene ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av den andre databehandlingsenheten i hvert mottakssignal for de fysiske avfølere i avføleroppstillingen,
 20 å kombinere de første og andre databehandlingsenhetene i mottakssignalet for den i det minste ene ekstrapolert-avføler med de første og andre databehandlingsenheter i hvert mottakssignal for de fysiske avfølere for å innsnevre den effektive strålebredde for en beregnet mottaksstråle, hvorved samtlige databehandlingsenheter på ovenstående trinn av fremgangsmåten er tidsområde-signaler.

- 25 Ytterligere utførelsesformer av avfølingssystemet fremgår av de underordnede krav 23-44.

De første og andre databehandlingsenhetene av mottakssignalene kan eksempelvis være
 30 (1) en reell (I) og en imaginær del (Q), eller (2) en størrelse, dvs. $\sqrt{I^2 + Q^2}$, og en fase, dvs. $\tan^{-1}(Q/I)$. I de tilfeller der databehandlingsenheten er den reelle og imaginære del av hvert mottakssignal, beregnes en reell del av mottakssignalet for ekstrapolert-avfølere ved ekstrapolering av en del eller hele den reelle del av mottakssignalene fra avføleroppstillingen. I tillegg beregnes en imaginær del av mottakssignalet for ekstrapolert-avfølere ved ekstrapolering av den imaginære del av mottakssignalene for avføleropp-
 35 stillingen.

I de tilfeller der databehandlingsenhetene er størrelse og fasedelen av hvert mottakssignal, beregnes en størrelsesdel av et mottakssignal for ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av en del eller hele størrelsene av mottakssignalene i avføleroppstillingen. Videre kan det beregnes en fasedel av mottakssignalet for ekstrapolert-avfølere ved ekstrapolering av fasene av mottakssignalene for avføleroppstillingen.

I en foretrukket utførelsesform beregner ekstrapoleringsmidlet ekstrapolert-avføler data for ekstrapolert-avføleren ved å anvende forutsigelsesligningen lik:

$$y_n = \sum_{k=1}^N d_k y_{n-k}$$

der:

N = filterordenen

y_n = verdien av den ekstrapolerte behandlingsenheten

y_{n-k} = verdien av ytterpunktene for den fysiske og/eller tidligere ekstrapolerte behandlingsenhet i ekstrapoleringsretningen,

d_k = N'te orden forutsigelseskoeffisienter som forutsier den neste verdien Y_n av den romlige rekke fra de tidligere N verdier y_{n-k} , $k=1$ til N av de ytterste fysiske og/eller ekstrapolerte behandlingsenheter,

M = antallet av fysiske avfølere i den fysiske oppstilling som bidrar til beregningen av forutsigelseskoeffisientene d_k , $k=1$ til N, og $N < M$, og der forutsigelseskoeffisientene d_k oppnås fra forholdet:

$$\begin{bmatrix} \phi_0 & \phi_1 & \phi_2 & \dots & \phi_N \\ \phi_1 & \phi_0 & \phi_1 & \dots & \phi_{N-1} \\ \phi_2 & \phi_1 & \phi_0 & \dots & \phi_{N-2} \\ \dots & & & \dots & \\ \phi_N & \phi_{N-1} & \phi_{N-2} & \dots & \phi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ d_1 \\ d_2 \\ \dots \\ d_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_0 \\ 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix}$$

25 der:

$$\phi_k = \frac{1}{M-k} \sum_{i=1}^{M-k} y_i y_{i+k}; \quad \text{og}$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, N.$$

Forutsigelseskoeffisientene kan beregnes ved å anvende en fremgangsmåte som er presentert av Andersen i "On the Calculation of Filter Coefficients for Maximum Entropy Spectral Analysis", Geophysics 39, 1 (1974).

- 5 I et annet prinsipielt aspekt vedrører oppfinnelsen et system og teknikk for å generere et relatert par av ekstrapolert-avfølerdataenheter i et avfølingssystem som har en oppstilling av fysiske avfølere. Oppstillingen av fysiske avfølere innbefatter en første deloppstilling av fysiske avfølere og en andre deloppstilling av fysiske avfølere, der hver deloppstilling innbefatter et flertall av innbyrdes eksklusive fysiske avfølere. Hver
- 10 fysiske avføler i deloppstillingene av fysiske avfølere tilveiebringer et mottakssignal som innbefatter første og andre databehandlingsenheter.

Oppfinnelsen muliggjør å beregne første ekstrapolert-avføler data enheter for en første oppstilling av ekstrapolerte avfølere ved ekstrapolering av nevnte første databehandlingsenheter hos de fysiske avfølere i den første deloppstillingen av fysiske avfølere.

15 Dessuten muliggjøres å beregne andre ekstrapolert-avfølerdataenheter i den første oppstillingen av ekstrapolert-avfølere ved ekstrapolering av de andre databehandlingsenhetene i den første deloppstillingen av fysiske avfølere.

- 20 I tillegg beregnes første ekstrapolert-avfølerdataenheter på en andre oppstilling av ekstrapolert-avfølere ved ekstrapolering av de første databehandlingsenhetene i den andre deloppstillingen av fysiske avfølere. Videre beregnes andre ekstrapolert-avfølerdataenheter i den andre oppstillingen av ekstrapolert-avfølere ved ekstrapolering av de andre databehandlingsenhetene i den andre deloppstillingen av fysiske avfølere.

25 I en foretrukket utførelsesform muliggjøres det ved oppfinnelsen å tilveiebringe et middel innrettet til å beregne første og andre ekstrapolert-avføler data for en første ekstrapolert-avføler ved å anvende: (1) første og andre databehandlingsenheter for en første sammensatt-avføler deloppstilling som innbefatter første og andre ekstrapolert-avfølerdataenheter for den første ekstrapolert-avføler deloppstillingen og minst en del av de første og andre databehandlingsenhetene i den første deloppstillingen av fysiske avfølere, (2) ved å anvende første og andre databehandlingsenheter i en andre sammensatt-avføler deloppstilling som innbefatter første og andre ekstrapolert-avfølerdataenheter i den andre ekstrapolert-avføler deloppstillingen og minst en del av første og andre

30 databehandlingsenheter i den andre deloppstillingen av fysiske avfølere.

35

Midlet for å beregne første og andre ekstrapolert-avføler data for den første ekstrapolert-avføleren innbefatter: (1) middel for å ta gjennomsnittet av de første databehandlings-enhetene for den første-sammensatte deloppstilling av avfølere og den andre sammensatte deloppstilling av avfølere ved å anvende veide gjennomsnitt. og (2) middel for å ta
5 gjennomsnitt av de andre databehandlingsenhetene for den første-sammensatte deloppstillingen av avfølere og den andre-sammensatte deloppstilling av avfølere ved bruk av veide gjennomsnitt. I en utførelsesform kan disse veide gjennomsnitt baseres på antallet av avfølere i nevnte første og andre sammensatte deloppstillinger.

10 Det vil være mulig å anordne de første og andre deloppstillinger i en hellende konfigurasjon. Den første ekstrapolert-avføler deloppstillingen er representativ for avfølerdata ved den konvergerende enden av den første fysiske deloppstilling, og den andre ekstrapolert-avføler deloppstillingen er representativ for avfølerdata ved den konvergerende enden av den andre fysiske deloppstillingen, slik at dataene i nevnte første og
15 andre sammensatte deloppstillingsdata gir en separasjon, ved de konvergerende ender, av en størrelse lik avstanden for en fysisk hydrofon. Dessuten er de første og andre ekstrapolert-avføler dataenheter representative for avfølerdata som tilsvarer avfølere som er plassert mellom de første og andre fysiske delstillinger.

20 Oppfinnelsen kan med fordel innbefatte middel for å detektere unøyaktige avfølerdata for en avføler som er fysisk plassert mellom første og andre avføler-oppstillingen, og for å la de beregnede første og andre ekstrapolert-avføler dataenheter for den første ekstrapolert-avføleren erstatte de unøyaktige avfølerdata.

25 Avfølingssystemet er fortrinnsvis et flerstråle-batymetrisk, bildedannende eller stereoskopisk sonarsystem.

Den foreliggende oppfinnelse muliggjør å beregne ekstrapolert-avføler dataenheter for et avfølingssystem som har en oppstilling av fysiske avfølere. Oppstillingen av fysiske
30 avfølere innbefatter en deloppstilling av fysisk-avfølere, der deloppstillingen innbefatter et flertall av fysiske avfølere. Hver fysiske avføler i deloppstillingen gir et mottakssignal som innbefatter en første databehandlingsenhet og en andre databehandlingsenhet.

35 Ekstrapoleringsberegningssmidler kan tilveiebringes for å beregne ekstrapolert-avføler dataene, der beregningssmidlet innbefatter: første beregningssmidler for å beregne en første ekstrapolert-avføler dataenhet for en første ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering

av den første databehandlingsenheten for avfølerne i deloppstillingen av fysiske avfølere. Ekstrapoleringsberegningsmidlet innbefatter også andre beregningsmiddel for å beregne en andre ekstrapolert-avføler dataenhet for den første ekstrapolert-avføleren ved ekstrapolering av den andre databehandlingsenheten for deloppstillingen av fysiske avfølere.

Ekstrapoleringsberegningsmidlet kan i henhold til dette aspekt av oppfinnelsen beregne ekstrapolert-avføler dataenhetene ved å anvende en forutsigelsesligning lik:

$$y_n = \sum_{k=1}^N d_k y_{n-k}$$

der:

- N = filterets orden
- y_n = verdien av ekstrapolerte behandlingsenheter
- 15 y_{n-k} = verdien av ytterpunktene for den fysiske og/eller tidligere ekstrapolerte behandlingsenhet i retningen av ekstrapoleringen,
- d_k = N'te ordens forutsigelseskoeffisienter som forutsier den neste verdien y_n av den romlige rekke fra de tidligere N verdier y_{n-k} , $k=1$ til N av de ytterste fysiske og/eller ekstrapolerte behandlingsenheter,
- 20 M = antallet av fysiske avfølere i den fysiske oppstilling som bidrar til beregningen av forutsigelseskoeffisientene d_k , $k=1$ til N, og $N < M$, og

der forutsigelseskoeffisientene d_k oppnås fra forholdet:

$$\begin{bmatrix} \phi_0 & \phi_1 & \phi_2 & \cdots & \phi_N \\ \phi_1 & \phi_0 & \phi_1 & \cdots & \phi_{N-1} \\ \phi_2 & \phi_1 & \phi_0 & \cdots & \phi_{N-2} \\ \cdots & & & \cdots & \\ \phi_N & \phi_{N-1} & \phi_{N-2} & \cdots & \phi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ d_1 \\ d_2 \\ \cdots \\ d_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_0 \\ 0 \\ 0 \\ \cdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

der:

$$\phi_k = \frac{1}{M-k} \sum_{i=1}^{M-k} y_i y_{i+k}; \quad \text{og}$$

$$k = 0, 1, 2, \dots N.$$

Avfølingssystemet kan dessuten innbefatte middel for å detektere unøyaktige avfølerdata fra en fysisk avføler som er plassert ved en fjerntliggende ende av deloppstillingen av fysisk-avfølere og for å la de beregnede første og andre ekstrapolert-avfølerdataenheter i den første ekstrapolert-avføleren erstatte de unøyaktige avfølerdata.

Ekstrapoleringsberegningssystemet kan dessuten innbefatte middel for å beregne en første ekstrapolert-avfølerdataenhet for en andre ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av nevnte første ekstrapolert-avfølerdataenhet for den første ekstrapolert-avføleren og de første databehandlingsenhetene for minst en del av avfølerne i deloppstillingen av fysiske avfølere. Det ekstrapolerende beregningssystemet beregner også en andre ekstrapolert-avfølerdataenhet for den andre ekstrapolert-avføleren ved ekstrapolering av den andre ekstrapolert-avføler dataenheter for den første ekstrapolert-avføleren og minst en del av de andre databehandlingsenhetene i deloppstillingen av fysiske avfølere.

I løpet av den detaljerte beskrivelse av foretrukne utførelsesformer som skal følge, skal det vises til de vedlagte tegninger der:

Fig. 1 er et skjematisk blokkskjema over et sonarsystem som innbefatter et signalbehandlingssystem ifølge den foreliggende oppfinnelse,

Fig. 2 er et planriss over en typisk plassering av sender- og mottakeroppstillingene på skroget av et skip i et flerstråle sonarsystem,

Fig. 3A-3C er tverrsnittriss som viser forskjellige monteringsutførelsesformer av mottakeroppstillingen for et flerstråle sonarsystem på skroget av et skip,

Fig. 4A-4C er blokkskjemaer som viser en del av flertallet av hydrofoner som omfatter mottakeroppstillingene i hhv. fig. 3A-3C,

Fig. 5A er et blokkskjema som viser en fysisk hydrofon i mottakeroppstillingen i forbindelse med en mottaker av superheterodyntypen og datasamplingselement,

Fig. 5B er et blokkskjema som viser en fysisk hydrofon i mottakeroppstillingen i forbindelse med et datasamplingselement,

Fig. 6-11 er hver funksjonsangivelser av en del av en mottakeroppstilling som viser et
 5 fysiske hydrofoner, ekstrapolerte-hydrofoner og/eller feilbeheftede hydrofoner i mottakeroppstillingen i et flerstrålesonarsystem, og

Fig. 12 er en funksjonell illustrasjon over elementene i en fasestyrt antenne i et fasestyrt radarsystem.

10

Den foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte og et avfølingssystem for anvendelse i aktive og passive enkelt- og flerstråleavfølingssystemer, eksempelvis en flerstrålesonar, radar og lidarsystemer. Den foreliggende oppfinnelse er beskrevet nedenfor i miljøet for et aktivt flerstråle-sonarsystem. Det vil forstås av fagfolk at
 15 oppfinnelsen kan realisere i passive sonarsystemer samt andre typer av aktive og/eller passive avfølingssystemer, eksempelvis radar og lidarsystemer.

Fremgangsmåten og avfølingssystemet ifølge den foreliggende oppfinnelse anvender data fra de fysiske avfølingselementer i mottakeroppstillingen for å ekstrapolere og, i
 20 visse tilfeller effektivt å interpolere data som er representative for "pseudo" avfølende elementer. Ekstrapoleringsteknikken anvendes for å generere ekstrapoleringsdata for pseudo-hydrofoner som er plassert ved forskjellige punkter langs mottakeroppstillingen. De ekstrapolerte data kan erstatte mottakssignaldata fra inoperative hydrofoner som generer feilaktige eller unøyaktige data. I det tilfellet kan de ekstrapolerte data erstatte
 25 de unøyaktige data.

I korte trekk innbefatter sonarsystemet en fysisk oppstilling av avfølere, eksempelvis hydrofoner. I en foretrukket utførelsesform måles det med denne teknikk et mottakssignal for hver avføler i oppstillingen av fysiske avfølere. Disse signaler kan beskrives
 30 som et relatert par av databehandlingsenheter, eksempelvis (1) en reell del (I) og en imaginær del (Q) av signalet, eller (2) en størrelse, dvs. $\sqrt{I^2 + Q^2}$, og en fase, dvs. $\tan^{-1}(Q/I)$ av signalet. Hvert mottakssignal kan også beskrives som et komplekst signal (dvs., $I+jQ$).

I en foretrukket utførelsesform anvender oppfinnelsen den reelle og imaginære del av mottakssignalet til å beregne ekstrapoleringsdataene. I særdeleshet beregnes det en reell del av et mottakssignal av ekstrapolert-avfølere ved ekstrapolering av den reelle del av

mottakssignalet i avføleroppstillingen. Dessuten beregnes det en imaginær del av mottakssignalet for ekstrapolert-avfølere ved ekstrapolering av den imaginære del av mottakssignalet for avføleroppstillingen.

- 5 I en annen foretrukket utførelsesform anvender oppfinnelsen størrelsen og fasen av mottakssignalet for å beregne ekstrapoleringsdataene. I denne utførelsesform beregnes det en størrelsesdel av et mottakssignal for ekstrapolert-avfølere ved ekstrapolering av størrelsene av mottakssignalet i avføleroppstillingen, samt en fasedel av mottakssignalet for ekstrapolert-avfølere ved ekstrapolering av fasene av mottakssignalet for avføleropp-
10 stillingen.

Løsningene ifølge oppfinnelsen kan også anvendes for "effektivt" å interpolere pseudo-hydrofon data ved å generere ekstrapolerings-data for et fysisk avfølingsselement i mottakeroppstillingen som tilveiebringer feilaktig eller unøyaktig informasjon. I denne
15 situasjon blir de inoperable hydrofondata utelatt fra dataen og genereres av mottakeroppstillingen, hvorved der etterlates et fravær av informasjon for det hydrofonstedet (posisjonen) langs mottakeroppstillingen. I realitet er mottakeroppstillingen segmentert i to deloppstillinger, hver inneholdende et flertall av opererbare, fysiske avfølingsselementer. "Hullet" fylles ved ekstrapolering av data fra de opererbare hydrofondata fra
20 hver deloppstilling i mottakeroppstillingen. Begge ekstrapolerte verdier blir så anvendt (eksempelvis ved bruk av veide gjennomsnitt) for å interpolere hydrofondata som er representative for data som tilsvarer posisjonen for den inoperable hydrofonen.

I denne situasjon vil generering av data for å substituere for de unøyaktige data forsyne
25 systemet med et kontinuerlig sted for pålitelige dataverdier langs mottakeroppstillingen og derved unngå en økning i strålemønsterforvrengningene, f.eks. en økning i side-lobene for mottaksstrålen.

Med henvisning til fig. 1 innbefatter et sonarsystem 10 ifølge den foreliggende opp-
30 finnelse en databehandlerenhet 12, en senderenhet 14, en mottakerenhet 16, og en systemstyreenhet 18. Databehandlerenheten 12 innbefatter en mikroprosessor-enhet 20 og en hukommelses-enhet 22. Databehandlerenheten 12 anvender mikroprosessor-enheten 20, i forbindelse med hukommelses-enheten 22, for å realisere teknikken ifølge den foreliggende oppfinnelse. Dvs. at mikroprosessor-enheten 20 behandler dataene fra
35 mottakerenheten 16 i henhold til behandlingsteknikken som er omtalt nedenfor. Hukommelses-enheten 22 lagrer programmet som utføres av mikroprosessor-enheten 20, samt de mottatte, behandlede og ekstrapolerte hydrofondata.

Sonarsystemet 10 anvender systemstyreenheten 18 som et brukergrensesnitt mellom brukeren og de forskjellige elementene i sonarsystemet 10. Brukeren styrer samtlige aspekter av systemet 10 via systemstyreenheten 18. Systemstyreenheten 18 kan inn-
 5 befatte en fremviser (ikke vist), en innmatningsanordning (tastatur og/eller pekeanordning) og andre styre og/eller tilpasnings(grensesnitt) mekanismer for de forskjellige elementer i systemet 10. Systemstyreenheten 18 er elektrisk koblet til databehandlings-enheten 12, senderenheten 14 og mottakerenheten 16 gjennom en flerledningsbuss 18a.

10 I korte trekk anvender sonarsystemet 10 senderenheten 14 for å generere og sende lydbølger (energi) inn i vannet. Senderenheten 14 innbefatter en senderoppstilling 24. Senderoppstillingen 24 innbefatter et flertall av individuelle senderelementer (generatorer) for å generere og sende energi. Med henvisning til fig. 2 kan senderoppstillingen 24 plasseres på bunnen av skipets 30 skrog 28. Slik det er vist kan senderoppstillingen
 15 24 innrettes parallelt med skipets 30 langsgående akse.

Med henvisning til fig. 1 anvendes mottakerenheten 16 for å avføle returekkoet. Mottakerenheten 16 demodulerer og behandler den målte, reflekterte energi, slik at databehandlingsenheten 12 kan utføre ytterligere behandling. Mottakerenheten 16
 20 innbefatter en mottakeroppstilling 26. Mottakeroppstillingen 26 innbefatter et flertall av hydrofoner for å avføle og måle egenskapene for den reflekterte energi (returekko) innbefattende eksempelvis størrelse og fase. Mottakerenheten 16, innbefattende dens avfølings-elementer, er omtalt nærmere nedenfor.

25 Med henvisning til fig. 2 kan mottakeroppstillingen 26 monteres på skroget 28 i en sideveis konfigurasjon i forhold til skipets 30 langsgående akse. Stedet for mottakeroppstillingen 26 er i en viss grad bestemt av flere retningslinjer, innbefattende : (1) plassering av mottakeroppstillingen 26 langt nok mot midten av skipet 30 for å tillate bruken av en stor oppstilling, og (2) plassering av mottakeroppstillingen 26 langt nok
 30 fremover for å unngå for stor støy fra fremdriftssystemet (ikke vist) på skipet 30.

Med henvisning til fig. 3A kan mottakeroppstillingen 26 utformes til å passe til det utvendige av skipets 30 skrog 28. Mottakeroppstillingen 26 som er vist i fig. 3A er "konform" i det henseende at elementene i oppstillingen er plassert så nær som mulig
 35 skroget 28 ved samtlige punkter, i stedet for langs en enklere kurve.

- Med henvisning til fig. 3B er mottakeroppstillingen 26 vist tilpasset det utvendige av skipets 30 skrog 28. Imidlertid er mottakeroppstillingen 26 ikke et enhetlig element. I stedet består mottakeroppstillingen 26 av to deloppstillinger 32 og 34. En mottakeroppstilling 26 som vist i fig. 3B kan være nødvendig for å opprettholde den konstruksjonsmessige integritet for skipets 30 kjøl 36. I denne situasjon er således mottakeroppstillingen 26 ikke installert tverrskips som en enkelt enhet, slik som i fig. 3A. I stedet kan mottakeroppstillingen 26 deles i to deloppstillinger 32 og 34, der hver oppstilling passer til skipets 30 skrog 28.
- 10 Med henvisning til fig. 3C er mottakeroppstillingen 26 montert til skipets 30 skrog 28 på en noe ikke-konform måte. Dessuten, tilsvarende mottakeroppstillingen 26 som er vist i fig. 3B, er mottakeroppstillingen 26 ikke et enhetlig element, men består av deloppstillinger 32 og 34 som er adskilt ved hjelp av skipets 30 kjøl 36.
- 15 Det bør bemerkes at selv om figurene 3A-3C viser tre monteringskonfigurasjoner av mottakeroppstillingen 26, vil det forstås av en fagmann at andre monteringskonfigurasjoner for mottakeroppstillingen 26 kan anvendes for utøvelse av den foreliggende oppfinnelse. I fig. 3A og 3B er eksempelvis mottakeroppstillingen 26 vist tilpasset både babord og styrbord side av skipet 30. Mottakeroppstillingen 26 trenger i visse tilfeller ikke å være montert på begge sider av skipet 30. I stedet kan mottakeroppstillingen 26 plasseres (monteres) på enten babord eller styrbord side av skipet 30.
- 20 Fig. 4A-4C er blokkskjemaer over en mottakeroppstillingsdel 26. Mottakeroppstillingen 26 innbefatter et flertall av fysiske hydrofoner 26a₁-26a_M. De fysiske hydrofoner 26a₁-26a_m strekker seg langs mottakeroppstillingen 26. De fysiske hydrofoner 26a₁-16a_M måler energien som reflekteres av omgivende objekter fra den energi som sendes av senderoppstillingen 24.
- Med henvisning til fig. 5A kan mottakerenheten 16 også innbefatte superheterodyn-mottaker 38. Mottakeren 38 oppnår mottakssignalene fra hydrofonene 26a og genererer et "i-fase" og "ute-av-fase" signal fra hvert mottakssignal i hydrofonene 26a. "I-fase" (I) og "ute-av-fase" (Q) signalene blir omformet analogt til digitalt, via analog-til-digital omformere 40 og 42. Den digitale representasjon av I og Q signalene leveres til data-behandlerenheten 12 for ytterligere behandling i henhold til teknikkene for den foreliggende oppfinnelse.
- 30
35

Med henvisning til fig. 5B blir, i visse tilfeller, signalene som genereres av hydrofonene 26a ikke initielt "behandlet" av en superheterodyn mottaker. Eksempelvis kan signalene fra hydrofonene 26a samples av en høyhastighets datasamplingkrets 40 (f.eks. en høyhastighets analog-til-digital omformer og en sample- og holdekrets) og databehandlingsenheten 12 kan "formulere" de relaterte I og Q signalpar. Deretter behandler databehandlingsenheten 12 dataene i henhold til teknikkene ifølge den foreliggende oppfinnelse.

Som nevnt ovenfor vedrører den foreliggende oppfinnelse et system og teknikk som ekstrapolerer data fra dataene fra de fysiske hydrofonene 26a. Med henvisning til fig. 6, genererer de fysiske hydrofoner 26a₁26a_M mottakssignaler som er representative for den målte, reflekterte energi. Databehandlingsenheten 12 behandler ekstrapoleringsdataene ved ekstrapolering fra mottakssignalene fra hydrofonene 26a₁-26a_M. De beregnede ekstrapolerte data er representative for mottakssignalene fra ekstrapolerte hydrofoner, eksempelvis ekstrapolerte "pseudo" hydrofoner 26a₁'-26a_g'. Fig. 6 viser de ekstrapolerte 26a₁'-26a_g' ved posisjoner (steder) på mottakeroppstillingen 26 som tilsvare de beregnede, ekstrapolerte data.

Ved fortsatt henvisning til fig. 6, kan den foreliggende oppfinnelse realiseres for å beregne ekstrapolerte hydrofondata som tilsvare ekstrapolerte hydrofoner 26a₁', 26a₂', 26a₇', og 26a_g'. Under denne omstendighet vil de fysiske hydrofoner og de ekstrapolerte hydrofoner effektivt øke den effektive lengde av mottakeroppstillingen 26 for å oppnå en nødvendig eller ønsket mottaksstrålebredde.

Dessuten kan den foreliggende oppfinnelse realiseres for å beregne ekstrapolerte hydrofondata som tilsvare ekstrapolerte hydrofoner 26a₃', 26a₄', 26a₅' og 26a₆'. Under denne omstendighet tilveiebringer de fysiske hydrofoner og de ekstrapolerte hydrofoner effektivt et sammenhengende hele av datapunkter for mottakeroppstillingen 26 når mottakeroppstillingen 26 ikke er et enhetlig element. Her består mottakeroppstillingen 26 av deloppstillinger 32 og 34. Som nevnt ovenfor kan en mottakeroppstilling 26, som vist i fig. 6 være nødvendig for derved å opprettholde den konstruksjonsmessige integritet av skipets 30 kjøler 36 (fig. 3b).

Det bør bemerkes at behandlingsenheten 12 kan anvende en del av de fysiske hydrofoners data for å beregne en ekstrapoleringsverdi som tilsvare en ekstrapolert-hydrofon, eksempelvis 26a₃'. Under denne omstendighet anvender behandlingsenheten 12

eksempelvis data fra hydrofoner 26a₃-26a_p for å utlede ekstrapoleringshydrofondata for hydrofon 26a₃'.

Med henvisning til fig. 7, kan den foreliggende oppfinnelse realiseres for å ekstrapolere hydrofondata for feilaktige eller unøyaktige data fra en "inoperativ" hydrofon, representert som hydrofon 26a_x. Dataene fra den inoperable hydrofon 26a_x blir hovedsakelig "skrapet" ut av de data som genereres av mottakeroppstillingen 26, hvorved etterlates et fravær av informasjon for den posisjonen langs mottakeroppstillingen 26. Databehandlingsenheten 12 kan ekstrapolere de fysiske hydrofondata fra deloppstillingen 32 (data fra hydrofoner 26a₁-26a_{x-1}) langs oppstillingen 26 mot "høyre". Den beregnede ekstrapoleringsverdi som representerer hydrofonen 26a_x kan så realiseres i den ytterligere behandling av det totale sonarsystem, f.eks. ved å kombinere samtlige av dataene for å generere en beregnet mottaksstråle.

Databehandlingsenheten 12 kan ekstrapolere de fysiske hydrofondata fra delstillingen 34 (data fra hydrofoner 26a_{x+1}- 26a_M) langs oppstillingen mot "venstre". Databehandlingsenhetene 12 kan så realisere den beregnede ekstrapoleringsverdi som representerer hydrofonen 26a_x i den ytterligere behandling i sonarsystemet 10.

Dessuten, med fortsatt henvisning til fig. 7, kan databehandlingsenheten 12 interpolere en pseudo-hydrofon verdi som tilsvarer (eller representerer) hydrofonen 26a_x fra de ekstrapolerte verdier fra de fysiske hydrofoner i deloppstillingen 32 og 34. I dette henseende kan databehandlere 12 anvende veide gjennomsnitt av hver ekstrapolerte verdi (den ekstrapolerte verdi fra deloppstilling 32 og den ekstrapolerte verdi fra deloppstilling 34). I korte trekk blir de ekstrapolerte verdier fra hydrofonene i deloppstillingene 32 og 34 anvendt for å interpolere hydrofondata som er representative for data som tilsvarer posisjonen for den inoperable hydrofon.

De veide gjennomsnitt kan være basert på, eller være funksjoner av, tallrike kriterier. I dette henseende kan den endelige forutsigelse av pseudo-hydrofonverdien som tilsvarer eller representerer hydrofonen 26a_x (bestemt fra de ekstrapolerte verdier av deloppstillinger 32 og 34) ta formen av :

$$y_f^p = C_0 \times [C_1 y_1^p + C_2 y_r^p]$$

35

der:

y_1^P = ekstrapoleringsverdien av de fysiske hydrofondata fra deloppstilling 34 langs oppstillingen mot "venstre" (data fra hydrofonene $26a_1$ - $26a_{x-1}$) og

y_r^P = ekstrapoleringsverdien av de fysiske hydrofondata fra deloppstilling 32 langs oppstillingen mot "høyre" (data fra hydrofoner $26a_{x+1}$ - $26a_M$).

Dessuten er C_0 , C_1 og C_2 konstanter som tilfredsstiller de følgende begrensninger:

$$0 \leq C_0 \times C_1 \leq 1$$

$$0 \leq C_0 \times C_2 \leq 1$$

$$C_0 \times [C_1 + C_2] = 1$$

Konstantene C_1 og C_2 kan være funksjoner av et antall av parametre. Som et resultat kan konstantene C_1 og C_2 uttrykkes som:

$$C_1, C_2 = f(N, \text{SNR}, p, x)$$

der:

N = antallet av fysiske elementer i deloppstillingen anvendt i forutsigelse beregningen,

SNR = signal/støyforholdet i deloppstillingen

p = filterkoeffisientens orden, og

x = distansen mellom den ekstrapolerte hydrofon og den nærmeste ende av deloppstillingen.

Slik det er beskrevet ovenfor kan de veide gjennomsnitt således baseres på et hvilket som helst antall av variabler. Eksempelvis kan de veide gjennomsnitt baseres ganske enkelt på antallet av hydrofoner i hver deloppstilling 32 og 34 som anvendes eller bidrar til beregningen av forutsigerkoeffisientene, N .

I realiteten blir mottakeroppstillingen således segmentert i to deloppstillinger, der hver inneholder et flertall av opererbare, fysiske avfølings-elementer. "Hullet" som skapes av den inoperable hydrofon $26a_x$ "fylles" ved ekstrapolering fra de opererbare hydrofondata fra enten deloppstilling 32, deloppstilling 34 eller begge.

Det bør bemerkes at behandlingsenheten 12 kan anvende en del av hydrofonens data for å beregne en ekstrapoleringsverdi som tilsvarer inoperabel hydrofon $26a_x$. Under denne

omstendighet anvender behandlingsenheten 12 eksempelvis data fra hydrofoner $26a_2$ - $26a_{x-1}$ for utledning av ekstrapolerings hydrofondata for hydrofon $26a_x$.

I en foretrukket utførelsesform detekterer databehandlingsenheten 12 en inoperabel
5 hydrofon $26a_x$ i reell tid. Under denne omstendighet kan databehandlingsenheten 12
kontinuerlig ignorere signaler fra hydrofon $26a_x$ og i stedet vedvarende ekstrapolere
og/eller interpolere ekstrapolert-hydrofondata som tilsvarer hydrofon $26a_x$.

Med henvisning til fig. 8, kan den foreliggende oppfinnelse realiseres for å ekstrapolere
10 hydrofondata for både feilaktige eller unøyaktige data fra hydrofonen $26a_x$, samt å
beregne ekstrapolert hydrofondata som tilsvarer ekstrapolerte hydrofoner $26a_1'$, $26a_2'$.
Under denne omstendighet øker de fysiske hydrofoner og de ekstrapolerte hydrofoner
effektivt lengden av mottakeroppstilling 26 samt genererer hydrofondata for en
"inoperativ" hydrofon $26a_x$. Som nevnt ovenfor kan ekstrapolering av hydrofondataene
15 mot "venstre" tilveiebringe en større, effektiv lengde av mottakeroppstillingen 26 i de
situasjoner der lengden er begrenset (der en ønsket eller nødvendig fysisk dimensjon av
mottakeroppstillingen ikke er tilgjengelig for å oppnå den ønskede mottaksstrålebredde).

I en foretrukket utførelsesform realiserer databehandlingsenheten 12 den følgende
20 teknikk for å generere de ekstrapolerte data fra de fysisk hydrofondata:

$$y_n = \sum_{k=1}^N d_k y_{n-k} \quad (1)$$

der:

- 25 N = filterets orden
 y_n = verdien av den ekstrapolerte behandlingsenhet
 y_{n-k} = verdien av ytterpunktene for den fysiske og/eller tidligere ekstrapolerte
 behandlingsenhet i ekstrapoleringsretning,
 d_k = N 'te ordens forutsigelseskoeffisienter som forutsier den neste verdien y_n
 30 av den romlige rekke fra de tidligere N verdier y_{n-k} , $k=1$ til N av de
 ytterste fysiske og /eller ekstrapolerte behandlingsenheter,
 M = antallet av fysiske avfølere i den fysiske oppstilling som bidrar til
 beregningen av forutsigelseskoeffisientene d_k , $k=1$ til N , og $N < M$,
 og
 35 der ekstrapoleringskoeffisientene d_k tilfredsstiller og oppnås fra forholdet:

$$\begin{bmatrix} \phi_0 & \phi_1 & \phi_2 & \dots & \phi_N \\ \phi_1 & \phi_0 & \phi_1 & \dots & \phi_{N-1} \\ \phi_2 & \phi_1 & \phi_0 & \dots & \phi_{N-2} \\ \dots & & & \dots & \\ \phi_N & \phi_{N-1} & \phi_{N-2} & \dots & \phi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ d_1 \\ d_2 \\ \dots \\ d_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_0 \\ 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix}$$

der:

$$\phi_k = \frac{1}{M-k} \sum_{i=1}^{M-k} y_i y_{i+k}; \quad \text{og}$$

5

$$k = 0, 1, 2, \dots, N.$$

Verdiene av y_k kan representeres som relaterte par av databehandlingsenheter, innbefattende:

- 10 (1a) den reelle del av hydrofonsignalet (I), og
 (1b) den imaginære del av hydrofonsignalet (Q),
 eller:
 (2a) størrelsen av hydrofonsignalet, dvs. $\sqrt{I^2 + Q^2}$,
 og
 15 (2b) fasen av hydrofonsignalet, dvs. $\tan^{-1}(Q/I)$

Dessuten kan verdiene av y_k også representeres som behandlingsdataenhet for det totale, komplekse signal av $I+jQ$.

- 20 Med henvisning til fig. 9, som en oversikt, måler hydrofonene 26a₁ - 26a_M mottakssignaler fra mottakeroppstilling 26. Hvert mottakssignal fra hydrofonene 26a₁ - 26a_M kan beskrives som et relatert par av databehandlingsenheter, eksempelvis en reell og en imaginær del. Databehandlingsenheten 12 beregner en reell del av et mottakssignal for en ekstrapolert-hydrofon 26a₂' med ekstrapolering av den reelle del av hvert mottakssignal fra de fysiske hydrofoner 26a₁ - 26a_M. I tillegg beregner databehandlingsenheten
 25 12 en imaginær del av mottakssignalet for nevnte ekstrapolert-hydrofon 26a₂' ved ekstrapolering av den imaginære del av hvert mottakssignal i mottakeroppstillingen 26.

Databehandlingsenheten 12 kombinerer så den reelle og imaginære del av mottaks-signalen fra nevnte ekstrapolert-hydrofon 26a₂' til den reelle og imaginære del av hvert mottakssignal for de fysiske hydrofoner 26a₁ - 26a_M. Under denne omstendighet erfarer sonarsystemet en økning i den "effektive" lengde av mottakeroppstillingen som
 5 innskrenker den effektive strålebredde av en beregnet mottaksstråle.

Under anvendelse, dersom oppstillingen 26 innbefatter "M" elementer (hydrofoner), er den første ekstrapolerte sample y_{M+1} (tilsvarende data for ekstrapolert-hydrofon 26a₂') gitt av ligning 1, under anvendelse av de ytterste N datasampler i den fysiske romlige
 10 rekke. På tilsvarende måte blir den neste, ekstrapolerte sample y_{M+2} (som tilsvarer data for ekstrapolert hydrofon 26a₁') oppnådd ved å innbefatte den første ekstrapolerte verdi (y_{M+1}) i ligning 1. Denne prosess kan fortsette inntil et ønsket eller nødvendig antall av elementer er blitt estimert (data for ekstrapolert-hydrofon 26a₃' og 26a₄').

15 Det bør bemerkes at teknikkene for den foreliggende oppfinnelse ikke krever at data fra samtlige av de fysiske elementer i mottakeroppstillingen 26 anvendes for beregning av ekstrapoleringsdataene. Dette betyr at teknikken krever kun at en del av dataene fra de fysiske hydrofoner (26a₁-26a_M) i mottakeroppstillingen 26 anvendes for beregning av ekstrapoleringsdata (som tilsvarer ekstrapolert-hydrofoner 26a₁', 26a₂', 26a₃' og 26a₄').

20 Forutsigerkoeffisientene d₁, d₂, ..., d_N i ligning 1 kan utledes ved å observere (se f.eks. Swingler et al., "Line-Array Beamforming Using Linear Prediction for Aperture Interpolation and Extrapolation", IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing 33, 1, (1989)) at overføringsfunksjonen, H(z) for "ekstrapoleringsfilteret" som er beskrevet av
 25 ligning 1 kan uttrykkes som:

$$H(z) = \frac{1}{1 - \sum_{k=1}^N d_k z^{-k}}$$

Dersom "z" erstattes av e^{jω} er så |H(e^{jω})|² en form for Maksimum Entropi eller
 30 Autoregressivt, Spektralt Estimat fra de gitte data. Som et resultat, tilfredsstiller ekstrapoleringskoeffisientene:

$$\begin{bmatrix} \phi_0 & \phi_1 & \phi_2 & \dots & \phi_N \\ \phi_1 & \phi_0 & \phi_1 & \dots & \phi_{N-1} \\ \phi_2 & \phi_1 & \phi_0 & \dots & \phi_{N-2} \\ \dots & & & \dots & \\ \phi_N & \phi_{N-1} & \phi_{N-2} & \dots & \phi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ d_1 \\ d_2 \\ \dots \\ d_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_0 \\ 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix}$$

der:

$$\phi_k = \frac{1}{M-k} \sum_{i=1}^{M-k} y_i y_{i+k}; \quad \text{og}$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, N.$$

5

Andersen, i "On the Calculation of Filter Coefficients for Maximum Entropy Spectral Analysis", Geophysics 39, 1 (1974), presenterte en fremgangsmåte for å estimere Maximum Entropy spektralkoeffisientene fra et sett av likt adskilte datapunkter. Det bemerkes at Andersen gir en noe hurtig og enkel fremgangsmåte for å invertere den ovenstående matriseligning.

10

Det bør ytterligere bemerkes at stabiliteten av koeffisienten som utledes ved Andersens fremgangsmåte kan være viktig. Særlig, ettersom de lineære forutsigelseskoeffisienter tilfredsstiller det karakteristiske polynom

15

$$z^N - \sum_{k=1}^N d_k z^{N-k} = 0 \quad (3)$$

er betingelsen at røttene av ligning 3 bør være innenfor enhetssirkelen for stabilitet. Dette betyr at røttene av ligning 3, Z_i , bør tilfredsstille kriteriet:

20

$$|Z_i| \leq 1$$

For røtter som faller utenfor enhetssirkelen, bør røttene "bringes" innenfor enhets-sirkelen med transformasjonen:

25

$$Z_i \rightarrow \frac{Z_i}{|Z_i|}$$

og koeffisienten omberegnes for å tilfredsstille det karakteristiske polynom som er gitt av ligning 3. En fordel med å anvende en slik transformasjon er at ettersom lengden av mottakeroppstillingen 26 er langt mindre enn dempningslengden for signalet i vann, kan det forventes at de fysiske hydrofonsignaler fra oppstillingen 26 er summen av
 5 udedempede sinus- og cosinusbølger.

Ettersom de reelle og de imaginære hydrofondata er sampler av den samme bølgeform med avvik kun 90° , kan denne fremgangsmåte anvendes separat på de reelle og imaginære hydrofondata.

10

Som nevnt ovenfor kan teknikken ifølge den foreliggende oppfinnelse også anvendes for effektivt å interpolere hydrofondata som er representative for hydrofoner som er plassert mellom deloppstillinger 32 og 34. Dette kan skyldes en feilbeheftet eller inoperativ fysisk hydrofon som er plassert innenfor mottakeroppstillingen 26. Med henvisning til
 15 fig. 10 er den feilbeheftede eller inoperative hydrofon representert ved fysisk hydrofon $26a_x$, deloppstillingen 32 innbefatter fysiske hydrofoner $26a_1$ til og med fysisk hydrofon $26a_{x-1}$, og deloppstilling 34 innbefatter fysiske hydrofoner $26a_{x+1}$ til og med fysisk hydrofon $26a_M$.

20 Under disse omstendigheter beregner databehandlingsenheten 12 koeffisientene d_k ($k=1$ til N), for de fysiske hydrofoner $26a_1$ til og med $26a_{x-1}$ i deloppstilling 32 ved anvendelse av ligning 2. Koeffisientene anvendes så med fysiske hydrofonverdier y_1 til y_{x-1} for å beregne den ekstrapolerte verdien y_x i deloppstilling 32. y_x i deloppstilling 32 er representativ for ekstrapolert-hydrofon $26a_x$ beregnet fra dataene for fysiske hydrofoner
 25 $26a_1$ - $26a_{x-1}$ i deloppstilling 32.

Databehandlingsenheten 12 kan også beregne koeffisientene d_k ($k=1$ til N) for de fysiske hydrofoner $26a_{x+1}$ til og med $26a_M$ i deloppstilling 34 ved å anvende ligning 2. Koeffisientene anvendes så med fysisk-hydrofonverdier y_{x-1} til y_M for å beregne den
 30 ekstrapolerte verdi y_x i deloppstilling 34. y_x i deloppstilling 34 er representativ for ekstrapolert-hydrofon $26a_x$ beregnet fra data for de fysiske hydrofoner $26a_{x+1}$ - $26a_M$ i deloppstilling 34.

Disse to ekstrapolert-verdier (y_x i deloppstilling 32 og y_x i deloppstilling 34) for ekstrapolert-hydrofon $26a_x$ kan så tas gjennomsnitt av ved å anvende kriteriet som er omtalt ovenfor vedrørende veining. Eksempelvis kan to ekstrapolert-verdier av ekstrapolert-hydrofon $26a_x$ tas gjennomsnitt av ved å anvende antallet av koeffisienter i hver opp-

35

stilling 32 og 34 som vekter for å bestemme en "effektiv" interpolert-verdi ved stedet i mottakeroppstillingen 26 som tilsvarer hydrofon 26a_x.

Det bør bemerkes at verdien av den inoperative eller feilbeheftede hydrofon 26a_x kan ansees som "null" og koeffisienten d_k ($k=1$ til N) vil bli utledet ved å anvende samtlige verdier fra fysisk hydrofon 26a₁ til og med 26a_M. Det gyldige sett av koeffisienter d_k ($k=1$ til N), kan så anvendes, i forbindelse med fysiske hydrofoner 26a₁ til og med 26a_{x-1} for å forutsi eller ekstrapolere verdien som tilsvarer hydrofon 26a_x. Det gyldige sett av koeffisienter d_k ($k=1$ til N) kan også anvendes, i forbindelse med fysiske hydrofoner 26a_{x+1} til og med 26a_M, for å forutsi eller ekstrapolere verdien som tilsvarer hydrofon 26a_x. Behandlingsenheten 12 kan så ta gjennomsnitt av disse to ekstrapolerte verdier for å finne den endelige, interpolerte verdi som tilsvarer hydrofon 26a_x ved å anvende kriteriet vedrørende veining som omtalt ovenfor.

Med henvisning til fig. 11 kan den foreliggende oppfinnelse realiseres for å beregne ekstrapolerte hydrofondata som tilsvarer ekstrapolerte hydrofoner 26a₃', 26a₄', 26a₅' og 26a₆'. Som nevnt ovenfor, under denne omstendighet, gir de fysiske hydrofoner og de ekstrapolerte hydrofoner effektivt et sammenhengende hele av datapunkter for mottakeroppstillingen 26 når mottakeroppstillingen 26 ikke er et enhetlig element.

Databehandlingsenheten 12 beregner koeffisientene d_k ($k=1$ til N), for de fysiske hydrofoner 26a₁ til og med 26a_p i deloppstillingen 32 ved å anvende ligning 2. Koeffisientene blir så anvendt med fysiske hydrofonverdier y_1 til y_p for å beregne den ekstrapolerte verdi Y_{a3}' . Den ekstrapolerte verdi y_{a3}' er representativ for dataene som tilsvarer ekstrapolert-hydrofon 26a₃'.

Databehandlingsenheten 12 anvender så disse d_k koeffisienter og de fysiske hydrofonverdier y_2 til y_p og ekstrapolert-hydrofon Y_{a3}' for å beregne ekstrapolert verdi y_{a4}' . Verdien y_{a4}' er data som representerer ekstrapolert-hydrofon 26a₄' fra deloppstilling 32.

Databehandlingsenheten kan også beregne koeffisientene d_k ($k=1$ til N) for de fysiske hydrofoner 26a_q til og med 26a_M i deloppstilling 34 ved å anvende ligning 2. Koeffisientene anvendes så med fysiske hydrofonverdier y_q til y_m for å beregne den ekstrapolerte verdi y_{a6}' . Den ekstrapolerte verdi y_{a6}' er representativ for dataene som tilsvarer ekstrapolert-hydrofon 26a₆'.

Databehandlingsenheten 12 anvender så disse d_k koeffisienter og de fysiske hydrofon-verdier y_q til y_{M-1} og ekstrapolert-hydrofon $y_{a6'}$ for å beregne den ekstrapolerte verdi $y_{a5'}$. Verdien $y_{a5'}$ er data som representerer ekstrapolert-hydrofon 26a5'.

- 5 Det bør bemerkes at det i de situasjoner der databehandlingsenheten 12 beregner en ekstrapolert hydrofonverdi som "overlapper" deloppstillingene 32 og 34, kan så de to verdiene som er representative for en ekstrapolert-hydrofon tas gjennomsnitt av ved å anvende passende veining, som omtalt ovenfor (f.eks. antallet av koeffisienter i hver oppstilling 32 og 34) for å bestemme en "effektiv" interpolert verdi ved stedet i
10 mottakeroppstillingen 26 som tilsvarer den ekstrapolert-hydrofon.

- Med fortsatt henvisning til fig. 11 kan koeffisientene d_k ($k=1$ til N) for de fysiske hydrofoner, samt de ekstrapolerte data, anvendes for å beregne ekstrapoleringsdata som er representative for ekstrapolerte-hydrofoner 26a1' og 26a2', og 26a7' og 26a8' ved de
15 fjerntliggende ender av deloppstillingene 32 og 34.

- Forskjellige foretrukne utførelsesformer av den foreliggende oppfinnelse er blitt beskrevet. Det forstås imidlertid at endringer og modifikasjoner kan foretas uten å avvike fra den foreliggende oppfinnelses sanne omfang og idé slik det er definert av de
20 etterfølgende patentkrav. Eksempelvis bør det bemerkes at den foreliggende oppfinnelse kan realiseres og utøves i tallrike omstillinger og situasjoner for generering av ekstrapolert-hydrofondata (hvorav kun en del er blitt beskrevet).

- Videre bør det bemerkes at den foreliggende oppfinnelse kan realiseres og utøves i
25 forbindelse med tallrike avfølingssystemer, innbefattende sonar, radar og lidar. Eksempelvis kan et radarsystem, likesom med sonar, anvendes for å detektere, navigere, følge, klassifisere og lokalisere objekter/gjenstander. Radarteknikk er en fremgangsmåte for å av søke det omgivende rom ved hjelp av høyfrekvens radiobølger som ut-sendes fra en kraftig sender og reflekteres av mange objekter/gjenstander som de
30 påtreffer. Det reflekterte signalet oppfanges av en mottaker. Karakteristikkene for det reflekterte signal, eksempelvis dets styrke og retning, gir informasjon vedrørende karakteristikkene for objektet/gjenstanden eksempelvis avstand eller høyde for objektet/gjenstanden.

- 35 Radarsystemer som kan anvende den foreliggende oppfinnelse er de typer som typisk klassifiseres som fasestyrt. En funksjonell visning av elementene i den fasestyrte oppstilling i vist i fig. 12.

Dessuten kan den foreliggende oppfinnelse realiseres og utøves ved å anvende talrike typer av sender- og mottakerkonfigurasjoner, innbefattende de som er omtalt av Lustig et al. i US patent 3114631. Mange variasjoner, modifikasjoner og forbedringer av
s sender- og mottakerkonfigurasjonene (innbefattende senderoppstillingene og mottakeroppstillingene) omtalt i US patent nr. 3114631 er også egnet.

Patentkrav

1.

5 Fremgangsmåte for å redusere den effektive strålebredde hos en mottaksstråle for et avfølingssystem som har fysisk oppstilling av avfølere (26; 32, 34), k a r a k - t e r i s e r t v e d :

10 å måle et mottakssignal for hver avføler i oppstillingen av avfølere, å generere fra hvert mottakssignal en første databehandlingsenhet og en andre databehandlingsenhet, der hver av nevnte første og andre databehandlingsenheter tilsvarer et i fase og/eller et ute-av-fase-signal i nevnte mottakssignal, eller tilsvarer størrelse og/eller fase i nevnte mottakssignal,

å beregne en første databehandlingsenhet i et mottakssignal for minst én ekstrapolert-avføler ($26a'_1 - 26a'_8$) ved ekstrapolering av den første databehandlingsenheten i hvert mottakssignal for de fysiske avfølere i avføleroppstillingen,

15 å beregne en andre databehandlingsenhet i mottakssignalet for den i det minste ene ekstrapolert-avføler ($26a'_1 - 26a'_8$) ved ekstrapolering av den andre databehandlingsenheten i hvert mottakssignal for de fysiske avfølere i avføleroppstillingen (26; 32, 34), å kombinere de første og andre databehandlingsenhetene i mottakssignalet for den i det minste ene ekstrapolert-avføler med de første og andre databehandlingsenheter i hvert mottakssignal for de fysiske avfølere ($26a'_1 - 26a'_8$) for å innsnevre den effektive stråle-
20 bredde for en beregnet mottaksstråle, hvorved samtlige databehandlingsenheter på ovenstående trinn av fremgangsmåten er tidsområde-signaler.

2.

25 Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d dessuten å innbefatte beregning av en første og en andre databehandlingsenhet i hvert mottakssignal for hver avføler i oppstillingen av avfølere (26; 32, 34).

3.

30 Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d dessuten å innbefatte:

å beregne en første databehandlingsenhet for en andre ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av den første databehandlingsenheten for den første ekstrapolert-avføler og minst en del av de første databehandlingsenhetene for de fysiske avfølere i oppstillingen, og

35 å beregne en andre databehandlingsenhet for den andre ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av den andre databehandlingsenheten for den første ekstrapolert-avføler og minst en del av de andre databehandlingsenhetene for de fysiske avfølere i oppstillingen.

4.

Fremgangsmåte som angitt i krav 3, k a r a k t e r i s e r t v e d
dessuten å innbefatte:

- 5 å kombinere den første databehandlingsenheten for den andre ekstrapolert-avføler med
den første databehandlingsenheten for den første ekstrapolert-avføler og de første data-
behandlingsenhetene for de fysiske avfølere i oppstillingen, og
å kombinere den andre databehandlingsenheten for den andre ekstrapolert-avføler med
den andre databehandlingsenheten for den første ekstrapolert-avføler og de andre data-
behandlingsenhetene for de fysiske avfølere i oppstillingen for å innsnevre den effektive
10 strålebredde for en beregnet mottaksstråle.

5.

- Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d
at nevnte avfølingssystem realiseres i et flerstrålebatymetrisk, bildedannende eller ste-
15 reoskopisk sonarsystem.

6.

- Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d
at nevnte ekstrapolering innbefatter å anvende en forutsigelsesligning lik:

20

$$y_n = \sum_{k=1}^N d_k y_{n-k}$$

der:

- N = filterets orden
 y_n = verdien av den ekstrapolerte behandlingsenheten
 25 y_{n-k} = verdien av ytterpunkter for den fysiske og/eller tidligere ekstrapolerte
 behandlingsenhet i ekstrapoleringsretningen,
 d_k = N'te ordens forutsigelseskoeffisienter som forutsier den neste verdien Y_n
 av den romlige rekke fra de tidligere N verdier y_{n-k} , $k=1$ til N for de
 ytterste fysiske og/eller ekstrapolerte behandlingsenheter,
 30 M = antallet av fysiske avfølere i den fysiske oppstilling som bidrar til
 beregningen av forutsigelseskoeffisientene d_k , $k=1$ til N, og $N < M$, og

der filterkoeffisientene d_k oppnås fra forholdet:

$$\begin{bmatrix} \phi_0 & \phi_1 & \phi_2 & \cdots & \phi_N \\ \phi_1 & \phi_0 & \phi_1 & \cdots & \phi_{N-1} \\ \phi_2 & \phi_1 & \phi_0 & \cdots & \phi_{N-2} \\ \cdots & & & \cdots & \cdots \\ \phi_N & \phi_{N-1} & \phi_{N-2} & \cdots & \phi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ d_1 \\ d_2 \\ \cdots \\ d_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_0 \\ 0 \\ 0 \\ \cdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

der:

$$\phi_k = \frac{1}{M-k} \sum_{i=1}^{M-k} y_i y_{i+k}; \quad \text{og}$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, N.$$

5

7.

Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d å generere ekstrapolert-avføler data i et avfølningssystem som har en fysisk oppstilling av avfølere, idet nevnte oppstilling av avfølere innbefatter en del-oppstilling (32, 34) av avfølere der del-oppstilling innbefatter et flertall av avfølere,

10

å måle et mottakssignal for hver avføler i deloppstillingen av avfølere, der hvert mottakssignal for hver avføler i deloppstillingen (32, 34) av avføleren innbefatter en første og andre databehandlingsenhet,

15

å beregne en første ekstrapolert-avføler dataenhet for en første ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av de første databehandlingsenhetene for avfølere i deloppstillingen (32, 34), og

å beregne den andre ekstrapolert-avfølerdataenheten for den første ekstrapolert-avføleren ved ekstrapolering av den andre databehandlingsenheten for deloppstillingen (32, 34).

20

8.

Fremgangsmåte som angitt i krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d a t dataekstrapoleringen innbefatter å anvende en forutsigelsesligning lik

25

$$y_n = \sum_{k=1}^N d_k y_{n-k}$$

der:

N = filterets orden

- y_n = verdien av den ekstrapolerte behandlingsenhet
 y_{n-k} = verdien av ytterpunktene for den fysiske og/eller tidligere ekstrapolerte behandlingsenhet i ekstrapoleringsretningen,
 d_k = N'te ordens forutsigelseskoeffisienter som forutsier den neste verdien y_n
 5 av den romlige rekke fra de tidligere N verdier y_{n-k} , $k=1$ til N for de ytterste fysiske og/eller ekstrapolerte behandlingsenheter,
 M = antallet av fysiske avfølere i den fysiske deloppstilling (32, 34) som bidrar til beregningen av forutsigelseskoeffisientene d_k , $k=1$ til N, og $N < M$, og
 10 der filterkoeffisientene d_k oppnås fra forholdet:

$$\begin{bmatrix} \phi_0 & \phi_1 & \phi_2 & \dots & \phi_N \\ \phi_1 & \phi_0 & \phi_1 & \dots & \phi_{N-1} \\ \phi_2 & \phi_1 & \phi_0 & \dots & \phi_{N-2} \\ \dots & & & \dots & \\ \phi_N & \phi_{N-1} & \phi_{N-2} & \dots & \phi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ d_1 \\ d_2 \\ \dots \\ d_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_0 \\ 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix}$$

der:

$$\phi_k = \frac{1}{M-k} \sum_{i=1}^{M-k} y_i y_{i+k}; \quad \text{og}$$

15

$$k = 0, 1, 2, \dots, N.$$

9.

Fremgangsmåte som angitt i krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d dessuten å innbefatte:

- 20 å detektere unøyaktige avfølerdata for en fysisk avføler plassert ved en fjernliggende ende av del-oppstillingen (32, 34), og
 å la de beregnede første og andre ekstrapolert-avføler dataenheter for nevnte første ekstrapolert-avføler erstatte de unøyaktige avfølerdata.

25 10.

Fremgangsmåte som angitt i krav 9, k a r a k t e r i s e r t v e d dessuten å innbefatte:

å beregne en første ekstrapolert-avføler enhet for en andre ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av den første ekstrapolert-avføler dataenheten for den første ekstrapolert-av-

føler og de første databehandlingsenhetene for minst en del av de fysiske avfølere i deloppstillingen (32, 34), og

- 5 å beregne en andre ekstrapolert-avføler dataenhet for en andre ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av den andre ekstrapolert-avfølerdataenheten for den første ekstrapolert-avføler og de andre databehandlingsenhetene for minst en del av de fysiske avfølere i deloppstillingen (32, 34).

11.

- 10 Fremgangsmåte som angitt i krav 10, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte avfølingssystem realiseres i et flerstrålebatymetrisk, flerstråle eller stereoskopisk sonarsystem.

12.

- 15 Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d å generere ekstrapolert-avføler dataenheter i et avfølingssystem som har en oppstilling av avfølere, idet nevnte oppstilling av avfølere innbefatter en første deloppstilling av fysiske avfølere og en andre deloppstilling av fysiske avfølere, der hver deloppstilling innbefatter et flertall av innbyrdes eksklusive avfølere,
- 20 å måle et mottakssignal for hver avføler i den første fysiske deloppstilling av avfølere, der hvert mottakssignal for hver avføler i den første fysiske deloppstilling av avfølere innbefatter et relatert par av databehandlingsenheter som innbefatter en første og en andre databehandlingsenhet,
- 25 å måle et mottakssignal for hver avføler i den andre fysiske deloppstilling av avfølere, der hvert mottakssignal for hver avføler i den andre fysiske deloppstilling av avfølere innbefatter et relatert par av databehandlingsenheter, innbefattende en første og en andre databehandlingsenhet,
- 30 å beregne en første ekstrapolert-avfølerdataenhet for en første ekstrapolert-avføler for den første deloppstilling ved ekstrapolering av minst en del av de første databehandlingsenhetene for den første deloppstilling av fysiske avfølere,
- å beregne andre ekstrapolert-avfølerdataenhet for den første ekstrapolert-avføler for den første deloppstilling ved ekstrapolering av minst en del av de andre databehandlingsenhetene i den første deloppstilling av fysiske avfølere,
- 35 å beregne en første ekstrapolert-avfølerdataenhet for en andre ekstrapolert-avføler for den andre deloppstilling ved ekstrapolering av minst en del av de første databehandlingsenhetene for den andre deloppstillingen av fysiske avfølere, og

å beregne andre ekstrapolert-avfølerdataenhet for den andre ekstrapolert-avføler for den andre deloppstilling ved ekstrapolering av minst en del av de andre databehandlingsenhetene for den andre deloppstillingen av fysiske avfølere.

5 13.

Fremgangsmåte som angitt i krav 12, k a r a k t e r i s e r t
v e d dessuten å innbefatte beregning av første og andre interpolert-avføler dataen-
heter for en interpolert-avføler ved å anvende et veiet gjennomsnitt av de første og andre
databehandlingsenheter for den første ekstrapolert-avføler og et veiet gjennomsnitt av de
10 første og andre databehandlingsenheter for den andre ekstrapolert-avføler, der de første
og andre deloppstillinger er anordnet langs to segmenter av en felles linje og dataene fra
den første og den andre ekstrapolert-avføler er representative for avfølerdata som ville
bli avfølt av en fysisk avføler på det samme stedet, og der den interpolert-avføler, første
deloppstilling, og andre deloppstilling danner en kontinuerlig linje av avfølere.

15

14.

Fremgangsmåte som angitt i krav 13, k a r a k t e r i s e r t
v e d dessuten å innbefatte:

15
20 å detektere unøyaktige avfølerdata fra en avføler i oppstillingen av avfølere som er fy-
sisk plassert mellom første og andre fysiske avføler deloppstillinger, og
å la et veiet gjennomsnitt av de beregnede første og andre ekstrapolert-avføler dataenhe-
ter for de første og andre ekstrapolert-avfølere erstatte de unøyaktige avfølerdata.

15.

25 Fremgangsmåte som angitt i krav 12, k a r a k t e r i s e r t
v e d dessuten å innbefatte:

30 å beregne en første ekstrapolert-avføler dataenhet for en tredje ekstrapolert-avføler ved å
anvende de første databehandlingsenhetene for en første sammensatt avfølerdeloppstil-
ling som innbefatter minst de første ekstrapolert-avføler dataenhetene for den første ek-
strapolert-avføleren og minst en del av første databehandlingsenheter for den første del-
oppstilling av fysiske avfølere,
å beregne en andre ekstrapolert-avføler dataenhet for den tredje ekstrapolert-avføler ved
å anvende de andre databehandlingsenhetene for en første sammensatt-avføler delopp-
stilling som innbefatter minst den andre ekstrapolert-avføler dataenheten for den første
35 ekstrapolert-avføler og minst en del av andre databehandlingsenheter for den første del-
oppstilling av fysiske avfølere,

å beregne en første ekstrapolert-avføler dataenhet for en fjerde ekstrapolert-avføler ved å anvende de første databehandlingsenhetene for en andre sammensatt-avføler deloppstilling som innbefatter minst en første ekstrapolert-avføler dataenhet for den andre ekstrapolert-avføler og minst en del av første behandlingsenheter for den andre deloppstilling av fysiske avfølere, og

å beregne en andre ekstrapolert-avføler dataenhet for en fjerde ekstrapolert-avføler ved å anvende de andre databehandlingsenhetene for en andre sammensatt-avføler deloppstilling som innbefatter minst den andre ekstrapolert-avføler dataenheten for den andre ekstrapolert-avføler og minst en del av de andre databehandlingsenhetene for den andre deloppstilling av fysiske avfølere.

16.

Fremgangsmåte som angitt i krav 15, k a r a k t e r i s e r t
v e d dessuten å innbefatte:

å beregne første og andre interpolert-avføler dataenheter for en interpolert-avføler ved å anvende et veiet gjennomsnitt av de første databehandlingsenhetene for nevnte tredje og fjerde ekstrapolert-avfølere og et veiet gjennomsnitt av de andre databehandlingsenhetene for nevnte tredje og fjerde ekstrapolerte avfølere, idet de første og andre sammensatte deloppstillinger anordnes langs to segmenter av en felles linje og dataene fra de tredje og fjerde ekstrapolerte avfølere er representative for avfølerdata som ville bli avfølt av en fysisk avføler på det samme stedet, og der den interpolert-avføler, første sammensatte deloppstilling, og andre sammensatte deloppstilling danner en kontinuerlig linje av avfølere.

17.

Fremgangsmåte som angitt i krav 15, k a r a k t e r i s e r t
v e d at de første og andre deloppstillinger (32, 34) er anordnet i en skrånende konfigurasjon, og den tredje ekstrapolert-avføler er representativ for avfølerdata ved den konvergerende ende av den første fysiske deloppstilling, og den fjerde ekstrapolert-avføler er representativ for avfølerdata ved den konvergerende ende av den andre fysiske deloppstilling, slik at dataene for de første og andre sammensatte deloppstillings data gir en adskillelse, ved de konvergerende ender med en størrelse lik avstanden for en fysisk avføler, og der de tredje og fjerde ekstrapolert-avføler dataenheter er representative for avfølerdata som tilsvarer en avføler plassert mellom de første og andre fysiske deloppstillinger (32, 34).

18.

Fremgangsmåte som angitt i krav 12, k a r a k t e r i s e r t

v e d at nevnte ekstrapolering innbefatter anvendelse av en forutsigelsesligning lik:

$$y_n = \sum_{k=1}^N d_k y_{n-k}$$

der:

N = filterets orden

 y_n = verdien av den ekstrapolerte behandlingsenhet10 y_{n-k} = verdien av ytterpunkter for den fysiske og/eller tidligere ekstrapolerte behandlingsenhet i ekstrapoleringsretningen, d_k = N'te ordens forutsigelseskoeffisienter som forutsier den neste verdien Y_n av den romlige rekke fra de tidligere N verdier y_{n-k} , $k=1$ til N for de ytterste fysiske og/eller ekstrapolerte behandlingsenheter,15 M = antallet av fysiske avfølere i den fysiske deloppstilling som bidrar til beregningen av forutsigelseskoeffisientene d_k , $k=1$ til N, og $N < M$, ogder filterkoeffisientene d_k oppnås fra forholdet:

$$\begin{bmatrix} \phi_0 & \phi_1 & \phi_2 & \dots & \phi_N \\ \phi_1 & \phi_0 & \phi_1 & \dots & \phi_{N-1} \\ \phi_2 & \phi_1 & \phi_0 & \dots & \phi_{N-2} \\ \dots & & & \dots & \\ \phi_N & \phi_{N-1} & \phi_{N-2} & \dots & \phi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ d_1 \\ d_2 \\ \dots \\ d_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_0 \\ 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix}$$

der:

$$\phi_k = \frac{1}{M-k} \sum_{i=1}^{M-k} y_i y_{i+k}; \quad \text{og}$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, N.$$

19.

Fremgangsmåte som angitt i krav 12, k a r a k t e r i s e r t
v e d at nevnte avfølingssystem realiseres i et flerstråle batymetrisk, bildedannende
eller stereoskopisk sonarsystem.

5

20.

Fremgangsmåte for å redusere den effektive strålebredde av en mottaksstråle for et
avfølingssystem som har en fysisk oppstilling av avfølere (26; 32, 34) som angitt i krav
1, k a r a k t e r i s e r t v e d:

- 10 å måle et mottakssignal for hver avføler i oppstillingen av avfølere, der hvert mottaks-
signal for hver avføler innbefatter et komplekst datasett, innbefattende en reell databe-
handlingsenhet og en imaginær behandlingsenhet,
å beregne et komplekst datasett, innbefattende en reell databehandlingsenhet og en ima-
ginær databehandlingsenhet, av et mottakssignal for minst én ekstrapolert-avføler ved
15 ekstrapolering av det komplekse datasettet av hvert mottakssignal for de fysiske avfølere
i avføleroppstillingen (26; 32, 34), og
å kombinere det komplekse datasettet av mottakssignal for den i det minste ene ekstra-
polert-avføler med det komplekse datasett av hvert mottakssignal for de fysiske avfølere
for å innsnevre den effektive strålebredde for en beregnet mottaksstråle.

20

21.

Fremgangsmåte som angitt i krav 20, k a r a k t e r i s e r t
v e d dessuten å innbefatte beregning av et komplekst datasett av hvert mottaks-
signal for hver avføler i oppstillingen av avfølere (26; 32, 34).

25

22.

- Avfølingssystem med et flertall av fysiske avfølere ($26a'_1 - 26a'_M$) som hver er beregnet
for måling av et mottakssignal, k a r a k t e r i s e r t v e d
middel (38; 40) for å generere en første databehandlingsenhet og en andre databehand-
lingsenhet fra hvert mottakssignal, der hver av nevnte første og andre databehandlings-
30 enheter tilsvarende et i-fase- og/eller ute-av-fasesignal i nevnte mottakssignal, eller
tilsvarende størrelse og/eller fase i nevnte mottakssignal,
middel (12) for å beregne avfølerdata for minst én ekstrapolert-avføler ($26a'_1 - 26a'_s$),
idet nevnte middel innbefatter
35 ekstrapoleringsmiddel (12) for beregning av en første ekstrapolert-avføler dataenhet for
den i det minste ene ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av en første databe-
handlingsenhet for flertallet av fysiske avfølere ($26a'_1 - 26a'_M$), og for beregning av en

andre ekstrapolert-avføler dataenhet for den i det minste ene ekstrapolert-avføler (26a'₁ – 26a'₈) ved ekstrapolering av en andre databehandlingsenhet for flertallet av fysiske avfølere, og

- midler (12) for å kombinere de første og andre ekstrapolerte dataenheter for den i
 5 det minste ene ekstrapolert-avføler med de første og andre databehandlingsenhetene for flertallet av fysiske avfølere for derved å generere en smalere, effektiv strålebredde for en mottaksstråle, hvorved alle databehandlingsenheter som behandles ved hjelp av ovennevnte midler i systemet er tidsområde-signaler.

10 23.

Avfølingssystem som angitt i krav 22, k a r a k t e r i s e r t
 v e d dessuten å innbefatte middel (12) for å beregne første og andre dataenheter fra hvert mottakssignal for de fysiske avfølere i oppstillingen.

15 24.

Avfølingssystem som angitt i krav 22, k a r a k t e r i s e r t
 v e d at nevnte ekstrapolering innbefatter å anvende en forutsigelsesligning lik

$$y_n = \sum_{k=1}^N d_k y_{n-k}$$

20 der:

N = filterets orden

y_n = verdien av den ekstrapolerte behandlingsenhet

y_{n-k} = verdien av ytterpunktene for den fysiske og/eller tidligere ekstrapolerte behandlingsenhet i ekstrapoleringsretning,

25 d_k = N'te ordens forutsigelseskoeffisienter som forutsier den neste verdien y_n av den romlige rekke fra de tidligere N verdier y_{n-k} , $k=1$ til N for de ytterste fysiske og /eller ekstrapolerte behandlingsenheter,

M = antallet av fysiske avfølere i den fysiske oppstilling som bidrar til beregningen av forutsigelseskoeffisientene d_k , $k=1$ til N, og $N < M$,

30 og

der filterkoeffisientene d_k oppnås fra forholdet:

$$\begin{bmatrix} \phi_0 & \phi_1 & \phi_2 & \dots & \phi_N \\ \phi_1 & \phi_0 & \phi_1 & \dots & \phi_{N-1} \\ \phi_2 & \phi_1 & \phi_0 & \dots & \phi_{N-2} \\ \dots & & & \dots & \dots \\ \phi_N & \phi_{N-1} & \phi_{N-2} & \dots & \phi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ d_1 \\ d_2 \\ \dots \\ d_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_0 \\ 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix}$$

der:

$$\phi_k = \frac{1}{M-k} \sum_{i=1}^{M-k} y_i y_{i+k}; \quad \text{og}$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, N.$$

5

25.

System som angitt i krav 22, k a r a k t e r i s e r t v e d a t nevnte avfølingssystem realiseres i et flerstråle-batymetrisk, bildedannende eller stereoskopisk sonarsystem.

10

26.

Avfølingssystem som angitt i krav 22, k a r a k t e r i s e r t v e d: middel (12) for å generere et relatert par av ekstrapolert-avføler dataenheter i et avfølingssystem som har en oppstilling av fysiske avfølere (26; 32, 34), idet nevnte oppstilling av fysiske avfølere innbefatter en første deloppstilling (32) av fysiske avfølere og en
15 andre deloppstilling (34) av fysiske avfølere, der hver deloppstilling innbefatter et flertall av innbyrdes eksklusive, fysiske avfølere og der hver fysisk avføler i deloppstillingen av fysiske avfølere gir et mottakssignal som innbefatter første og andre databehandlingsenheter,

20

middel (12) for å beregne en første ekstrapolert-avføler dataenhet for en første ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av minst en del av de første databehandlingsenhetene for de fysiske avfølerne i den første deloppstillingen (32) av fysiske avfølere,

25

middel (12) for å beregne en andre ekstrapolert-avføler dataenhet for den første ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av minst en del av de andre databehandlingsenhetene på den første deloppstilling (32) av fysiske avfølere,

middel for å beregne en første ekstrapolert-avføler dataenhet for en andre ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av minst en del av de første databehandlingsenhetene for den andre deloppstillingen (34) av fysiske avfølere, og

- 5 middel for å beregne en andre ekstrapolert-avføler dataenhet for den andre ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av minst en del av de andre databehandlingsenhetene for den andre deloppstilling (34) av fysiske avfølere.

27.

- Avfølingssystem som angitt i krav 26, k a r a k t e r i s e r t
 10 v e d dessuten å innbefatte middel (12) for å beregne første og andre interpolert-avføler dataenheter for en interpolert-avføler ved å anvende et veiet gjennomsnitt av de første databehandlingsenhetene for de første og andre ekstrapolert-avfølere og et veiet gjennomsnitt av de andre databehandlingsenhetene for de første og andre ekstrapolert-avfølere, der de første og andre deloppstillinger er anordnet langs to segmenter av en
 15 felles linje og dataene fra de første og andre ekstrapolert-avfølere er representative for avfølerdata som ville bli avfølt av en fysisk avføler på det samme stedet, og der en interpolert-avføler, første deloppstilling, og andre deloppstilling danner en kontinuerlig linje av avfølere.

20 28.

- Avfølingssystem som angitt i krav 26, k a r a k t e r i s e r t
 v e d dessuten å innbefatte middel (12) for å detektere unøyaktige avfølerdata fra en avføler i oppstillingen av avfølere som er fysisk plassert mellom nevnte første og andre fysiske avfølerdeloppstillinger og for å la et veiet gjennomsnitt av de beregnede første
 25 og andre ekstrapolert-avføler dataenheter for de første og andre ekstrapolert-avfølere erstatte de unøyaktige avfølerdata.

29.

- System som angitt i krav 26, k a r a k t e r i s e r t v e d
 30 dessuten å innbefatte:
 middel (12) for å beregne en første ekstrapolert-avføler dataenhet for en tredje ekstrapolert-avføler ved å anvende første databehandlingsenheter for en første sammensatt-avføler deloppstilling som innbefatter minst de første ekstrapolert-avføler dataenhetene for den første ekstrapolert-avføler og minst en del av de første databehandlingsenhetene
 35 for den første deloppstilling av fysiske avfølere,
 middel (12) for å beregne en andre ekstrapolert-avføler dataenhet for en tredje ekstrapolert-avføler som anvender andre databehandlingsenheter for en første sammensatt-

- avføler deloppstilling som innbefatter minst den andre ekstrapolert-avføler dataenheten for den første ekstrapolert-avføler og minst en del av de andre databehandlingsenhetene for den første deloppstilling av fysiske avfølere, middel (12) for å beregne en første ekstrapolert-avføler dataenhet for en fjerde ekstrapolert-avføler ved å anvende første databehandlingsenheter for en andre sammensatt avføler-deloppstilling som innbefatter minst den første ekstrapolert-avføler dataenheten for den andre ekstrapolert-avføler og minst en del av første databehandlingsenheter for den andre deloppstillingen av fysiske avfølere, og middel (12) for å beregne en andre ekstrapolert-avføler dataenhet for en fjerde ekstrapolert-avføler ved å anvende andre databehandlingsenheter for en andre sammensatt-avføler deloppstilling som innbefatter minst de andre ekstrapolert-avføler dataenhetene for den andre ekstrapolert-avføler og minst en del av andre databehandlingsenheter for den andre deloppstillingen av fysiske avfølere.
- 30.
- Avfølingssystem som angitt i krav 29, k a r a k t e r i s e r t v e d at de første og andre deloppstillinger (32, 34) er anordnet i en skrånende konfigurasjon, og den tredje ekstrapolert-avføler er representativ for avfølerdata ved den konvergerende ende av den første fysiske deloppstilling (32) , og den fjerde ekstrapolert-avføler er representativ for avfølerdata ved den konvergerende ende av den andre fysiske deloppstilling (34) , slik at dataene fra nevnte første og andre sammensatte deloppstillinger data tilveiebringer en adskillelse, ved de konvergerende ender av en størrelse lik avstanden for en fysisk avføler, og der de første og andre ekstrapolert-avføler dataenheter er representative for avfølerdata som tilsvarer avfølere plassert mellom de første og andre fysiske deloppstillinger (32, 34).
- 31.
- System som angitt i krav 31, k a r a k t e r i s e r t v e d dessuten å innbefatte middel (12) for å beregne første og andre interpolert-avføler dataenheter for en interpolert-avføler ved å anvende et veiet gjennomsnitt av de første databehandlingsenhetene for nevnte tredje og fjerde ekstrapolert-avfølere og et veiet gjennomsnitt av de andre databehandlingsenheten for nevnte tredje og fjerde ekstrapolert-avfølere, der de første og andre sammensatte deloppstillinger er anordnet langs to segmenter av en felles linje og dataene fra nevnte tredje og fjerde ekstrapolert-avfølere er representative for avfølerdata som ville bli avfølt av en fysisk avføler ved det samme stedet, og der den interpolert-avføler, første sammensatte deloppstilling, og andre sammensatte deloppstilling danner en kontinuerlig linje av avfølere.

32.

System som angitt i krav 26, k a r a k t e r i s e r t v e d a t dataekstrapoleringen innbefatter å anvende en forutsigelsesligning lik:

$$y_n = \sum_{k=1}^N d_k y_{n-k}$$

5 der:

N = filterets orden

 y_n = verdien av den ekstrapolerte behandlingsenhet y_{n-k} = verdien av ytterpunktene for den fysiske og/eller tidligere ekstrapolerte behandlingsenhet i ekstrapoleringsretning,10 d_k = N'te ordens forutsigelseskoeffisienter som forutsier den neste verdi y_n av den romlige rekke fra de tidligere N verdier y_{n-k} , $k=1$ til N av de ytterste fysiske og /eller ekstrapolerte behandlingsenheter,M = antallet av fysiske avfølere i den fysiske deloppstilling som bidrar til beregningen av forutsigelseskoeffisientene d_k , $k=1$ til N, og $N < M$,

15 og

der filterkoeffisientene d_k oppnås fra forholdet:

$$\begin{bmatrix} \phi_0 & \phi_1 & \phi_2 & \dots & \phi_N \\ \phi_1 & \phi_0 & \phi_1 & \dots & \phi_{N-1} \\ \phi_2 & \phi_1 & \phi_0 & \dots & \phi_{N-2} \\ \dots & & & \dots & \\ \phi_N & \phi_{N-1} & \phi_{N-2} & \dots & \phi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ d_1 \\ d_2 \\ \dots \\ d_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_0 \\ 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix}$$

20 der:

$$\phi_k = \frac{1}{M-k} \sum_{i=1}^{M-k} y_i y_{i+k}; \quad \text{og}$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, N.$$

33.

Avfølningssystem som angitt i krav 22, k a r a k t e r i s e r t v e d d: middel (12) for beregning av ekstrapolert-avføler dataenheter for et avfølningssystem

25

som har en oppstilling av fysiske avfølere, idet nevnte oppstilling av fysiske avfølere innbefatter en deloppstilling av fysisk-avfølere der deloppstillingen har et flertall av fysiske avfølere, og der hver fysiske avføler i deloppstillingen gir et mottakssignal som innbefatter første og andre databehandlingsenheter, og ekstrapoleringsberegningsmiddel
 5 for å beregne ekstrapolert-avføler dataene, idet nevnte beregningsmiddel innbefatter første beregningsmiddel for å beregne en første ekstrapolert-avføler dataenhet for en første ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av den første databehandlingsenheten for avfølerne i deloppstillingen av fysiske avfølere og andre beregningsmiddel for å beregne en andre ekstrapolert-avføler dataenhet for den første ekstrapolert-avføler ved ekstrapo-
 10 lering av den andre databehandlingsenheten for deloppstillingen av fysiske avfølere.

34.

Avfølingssystem som angitt i krav 33, k a r a k t e r i s e r t
 v e d at ekstrapoleringsberegningsmidlet (12) beregner de første og andre
 15 ekstrapolert-avføler dataenhetene ved å anvende en forutsigelsesligning lik:

$$y_n = \sum_{k=1}^N d_k y_{n-k}$$

der:

- N = filterets orden
 20 y_n = verdien av den ekstrapolerte behandlingsenhet
 y_{n-k} = verdien av ytterpunktene for den fysiske og/eller tidligere ekstrapolerte behandlingsenhet i ekstrapoleringsretning,
 d_k = N'te ordens forutsigelseskoeffisienter som forutsier den neste verdien y_n av den romlige rekke fra de tidligere N verdier y_{n-k} , $k=1$ til N av de yt-
 25 terste fysiske og /eller ekstrapolerte behandlingsenheter,
 M = antallet av fysiske avfølere i den fysiske deloppstilling som bidrar til be-
 regningen av forutsigelseskoeffisientene d_k , $k=1$ til N, og $N < M$,
 og

der filterkoeffisientene d_k oppnås fra forholdet:

$$\begin{bmatrix} \phi_0 & \phi_1 & \phi_2 & \dots & \phi_N \\ \phi_1 & \phi_0 & \phi_1 & \dots & \phi_{N-1} \\ \phi_2 & \phi_1 & \phi_0 & \dots & \phi_{N-2} \\ \dots & & & \dots & \\ \phi_N & \phi_{N-1} & \phi_{N-2} & \dots & \phi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ d_1 \\ d_2 \\ \dots \\ d_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_0 \\ 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix}$$

der:

$$\phi_k = \frac{1}{M-k} \sum_{i=1}^{M-k} y_i y_{i+k}, \quad \text{og}$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, N.$$

5

35.

Avfølningssystem som angitt i krav 33, k a r a k t e r i s e r t
v e d dessuten å innbefatte middel (12) for å detektere unøyaktige avfølerdata fra en
fysisk avføler som er plassert ved en fjerntliggende ende av den fysiske avfølerdel-
oppstilling og for å la de beregnede første og andre ekstrapolert-avfølerdataenheter for
10 nevnte første ekstrapolert-avføler erstatte de unøyaktige avfølerdata.

36.

Avfølningssystem som angitt i krav 35, k a r a k t e r i s e r t
15 v e d at ekstrapoleringsberegningsmidlet (12) dessuten innbefatter:
middel for å beregne en første ekstrapolert-avføler dataenhet for en andre ekstrapolert-
avføler ved ekstrapolering av den første ekstrapolert-avføler dataenheten for den første
ekstrapolert-avføler og de første databehandlingsenheter for minst en del av avfølerne i
deloppstillingen av fysiske avfølere, og for å beregne en andre ekstrapolert-avføler data-
20 enhet for den andre ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av den andre ekstrapolert-av-
føler dataenheten for den første ekstrapolert-avføler og minst en del av de andre databe-
handlingsenhetene for deloppstillingen av den fysiske avføler.

37.

25 Avfølningssystem som angitt i krav 34, k a r a k t e r i s e r t
v e d at nevnte avfølningssystem realiseres i det flerstråle batymetriske,
bildedannende eller stereoskopiske sonarsystem.

38.

Avfølingssystem som angitt i krav 22, k a r a k t e r i s e r t v e d:
 middel (12) for å generere ekstrapolert-avføler data i et avfølingssystem som har en fy-
 sisk oppstilling av avfølere, idet nevnte oppstilling av avfølere innbefatter en delopp-
 stilling av avfølere der deloppstillingen innbefatter et flertall av avfølere,
 middel (16; 38, 40) for å måle et mottakssignal for hver avføler i deloppstillingen av av-
 følere, der hvert mottakssignal for hver avføler i deloppstillingen av avføler innbefatter
 en første og andre databehandlingsenhet,
 første ekstrapoleringsberegningsmiddel (12) for beregning av en første ekstrapolert-av-
 føler dataenhet for en første ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av de første databe-
 handlingsenhetene for avfølerne i deloppstillingen, og
 andre ekstrapoleringsberegningsmiddel (12) for beregning av den andre ekstrapolert-av-
 føler dataenheten for den første ekstrapolert-avføler ved ekstrapolering av den andre
 databehandlingsenheten for deloppstillingen.

39.

Avfølingssystem som angitt i krav 38, k a r a k t e r i s e r t
 v e d at det første og andre ekstrapoleringsberegningsmidlet (12) beregner de første
 og andre ekstrapoler-avføler dataenhetene ved å anvende en forutsigelsesligning lik:

$$y_n = \sum_{k=1}^N d_k y_{n-k}$$

der:

N = filterets orden

 y_n = verdien av den ekstrapolerte behandlingsenheten

25 y_{n-k} = verdien av ytterpunktene for den fysiske og/eller tidligere ekstrapolerte
 behandlingsenhet i ekstrapoleringsretning,

d_k = N'te ordens forutsigelseskoeffisienter som forutsier den neste verdien y_n
 av den romlige rekke fra de tidligere N verdier y_{n-k} , $k=1$ til N av de yt-
 terste fysiske og /eller ekstrapolerte behandlingsenheter,

30 M = antallet av fysiske avfølere i den fysiske deloppstilling som bidrar til
 beregningen av forutsigelseskoeffisientene d_k , $k=1$ til N, og $N < M$,
 og

der filterkoeffisientene d_k oppnås fra forholdet:

$$\begin{bmatrix} \phi_0 & \phi_1 & \phi_2 & \dots & \phi_N \\ \phi_1 & \phi_0 & \phi_1 & \dots & \phi_{N-1} \\ \phi_2 & \phi_1 & \phi_0 & \dots & \phi_{N-2} \\ \dots & & & \dots & \\ \phi_N & \phi_{N-1} & \phi_{N-2} & \dots & \phi_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ d_1 \\ d_2 \\ \dots \\ d_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_0 \\ 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix}$$

der:

$$\phi_k = \frac{1}{M-k} \sum_{i=1}^{M-k} y_i y_{i+k}; \quad \text{og}$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, N.$$

5

40.

Avfølingssystem som angitt i krav 38, k a r a k t e r i s e r t
v e d dessuten å innbefatte middel (12) for å detektere unøyaktige avfølerdata for en
fysisk avføler som er plassert ved en fjernliggende ende av deloppstillingen og for å la
10 de beregnede første og andre ekstrapolert-avføler dataenheter for nevnte første
ekstrapolert-avføler erstatte de unøyaktige avfølerdata.

41.

Avfølingssystem som angitt i krav 40, k a r a k t e r i s e r t
15 v e d dessuten å innbefatte:
middel (12) for å beregne en første ekstrapolert-avføler dataenhet for en andre ekstrapo-
lert-avføler ved ekstrapolering av den første ekstrapolert-avføler dataenheten for den
første ekstrapolert-avføler og de første databehandlingsenhetene av minst en del av de
fysiske avfølere i deloppstillingen, og
20 middel (12) for å beregne en andre ekstrapolert-avføler dataenhet for den andre ekstra-
polert-avføler ved ekstrapolering av den andre ekstrapolert-avføler dataenheten for den
første ekstrapolert-avføler og den andre databehandlingsenheten for minst en del av de
fysiske avfølerne i deloppstillingen.

25

42.

Avfølingssystem som angitt i krav 41, k a r a k t e r i s e r t

v e d at nevnte avfølingssystem er realisert i et flerstråle batymetrisk, bildedannende eller stereoskopisk sonarsystem.

43.

- 5 Avfølingssystem som angitt i ett av de foregående krav 22 – 42, k a r a k -
t e r i s e r t v e d at nevnte første og andre databehandlingsenheter i
mottakssignalene er både en reell signaldel og en imaginær signaldel.

44.

- 10 Avfølingssystem som angitt i ett av de foregående krav 22 – 43, k a r a k -
t e r i s e r t v e d at nevnte første og andre databehandlingsenheter i
mottakssignalene er både en amplitude og en fase.

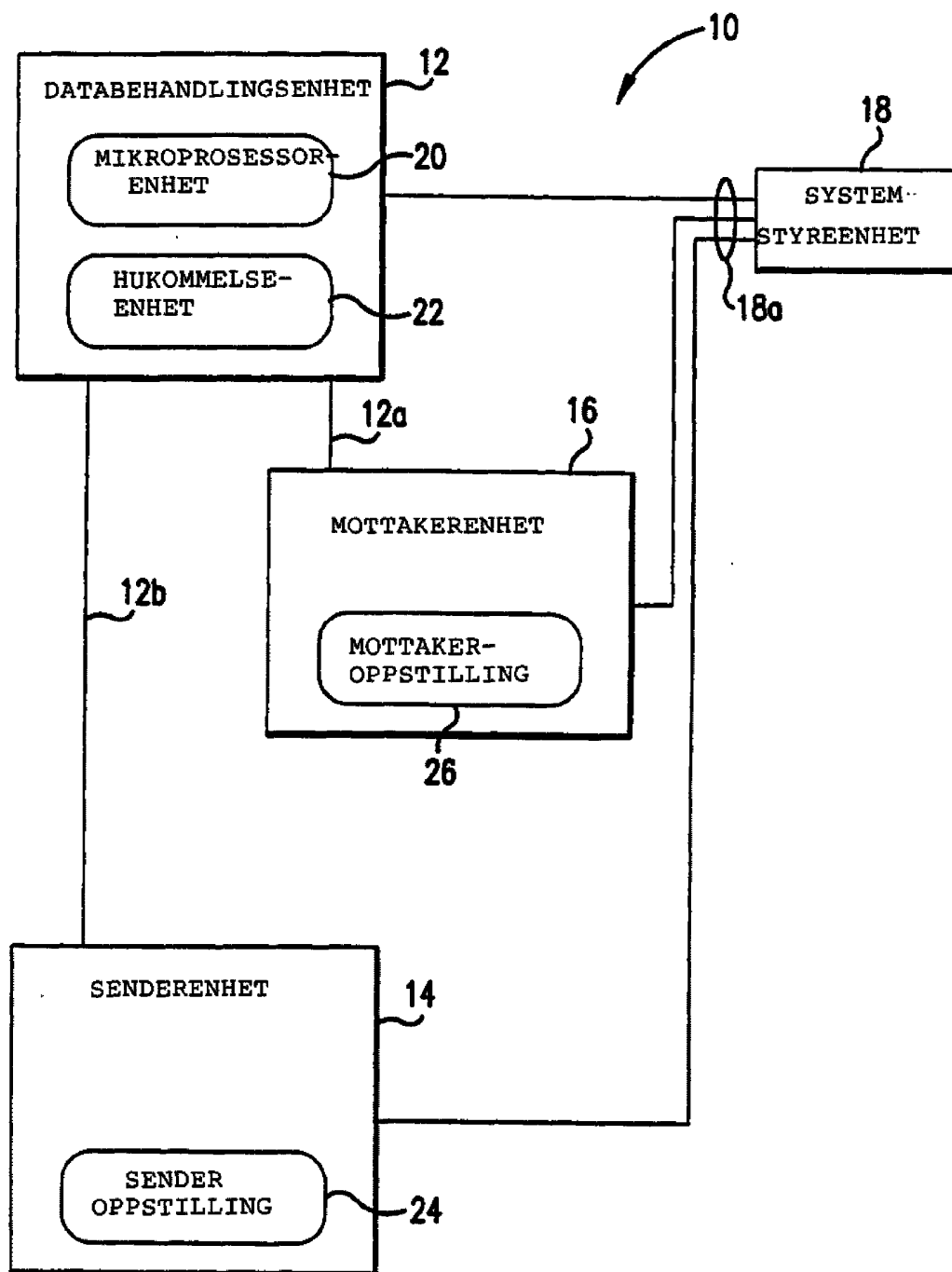


FIG.1

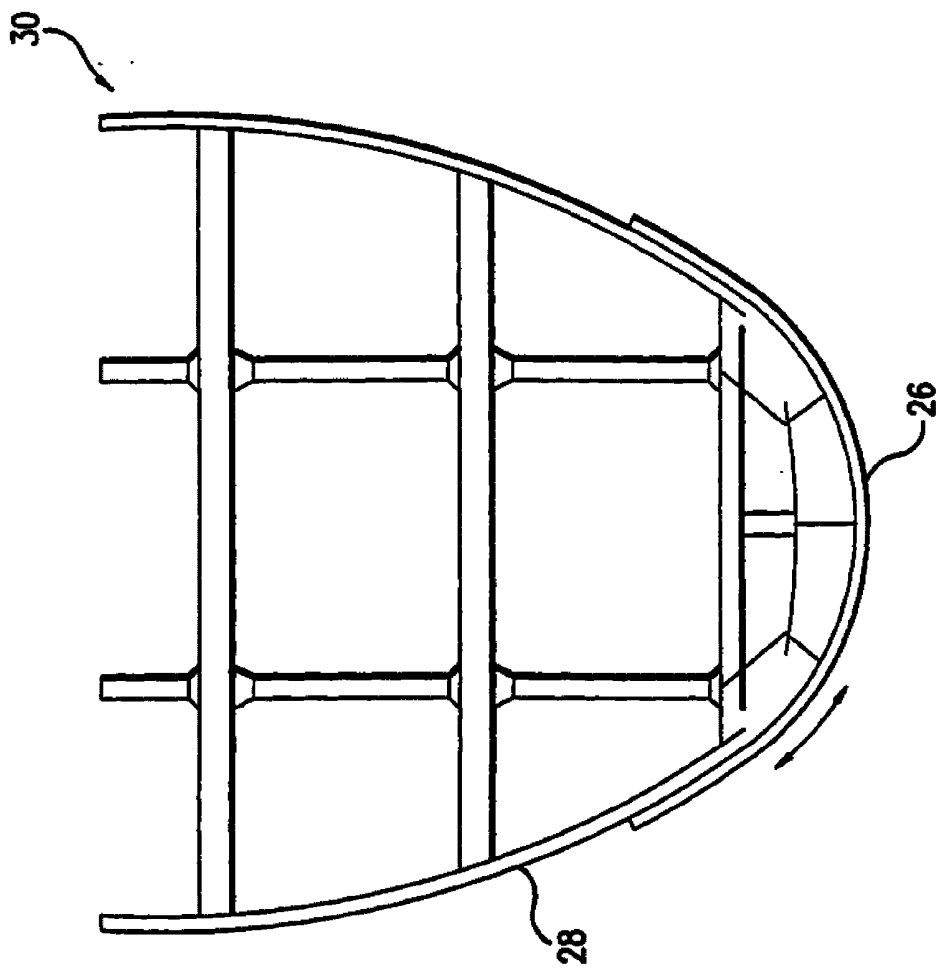


FIG. 3A

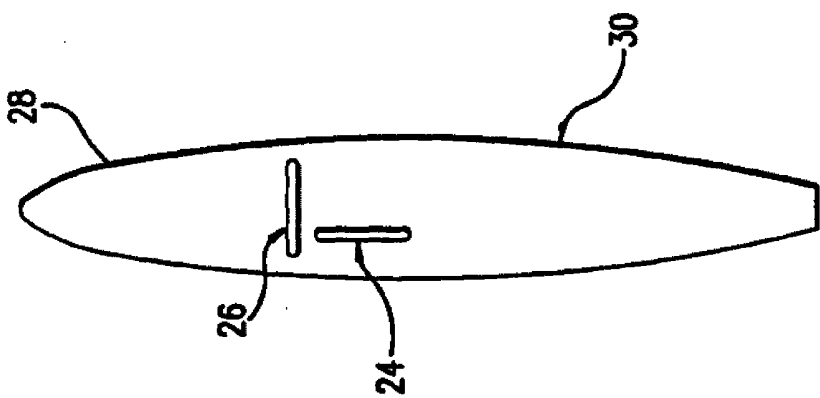


FIG. 2

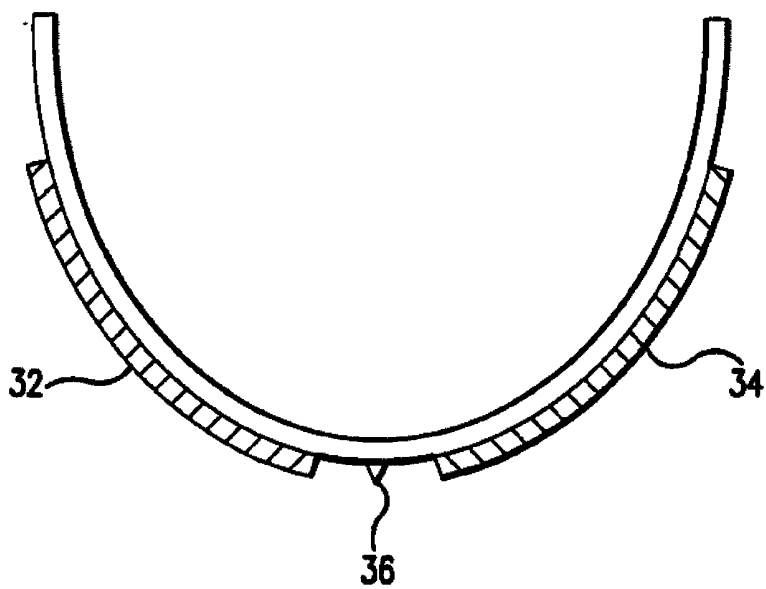


FIG. 3B

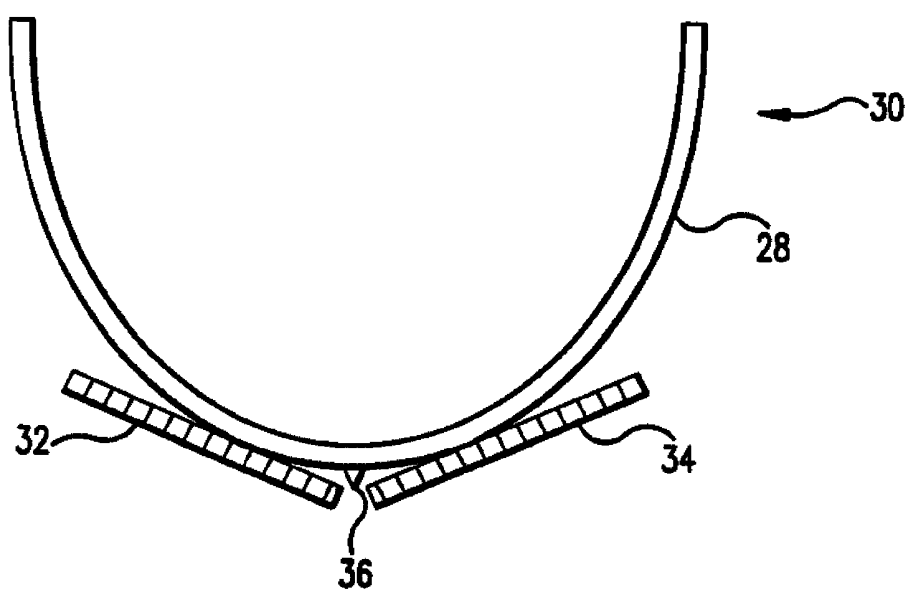


FIG. 3C

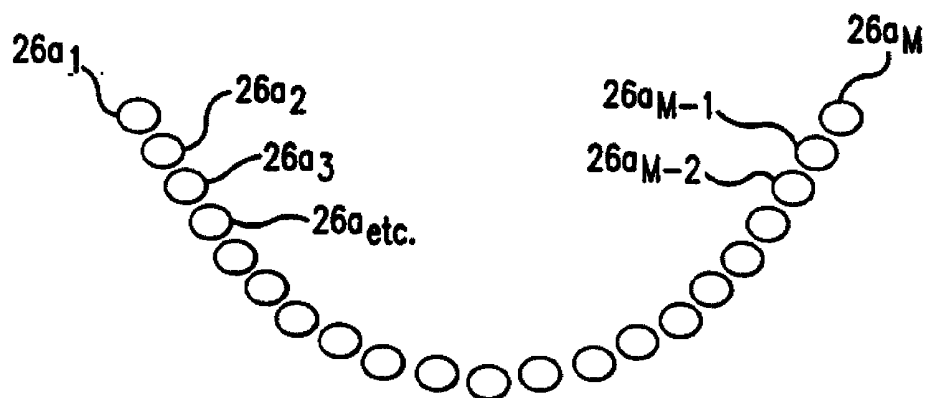


FIG.4A

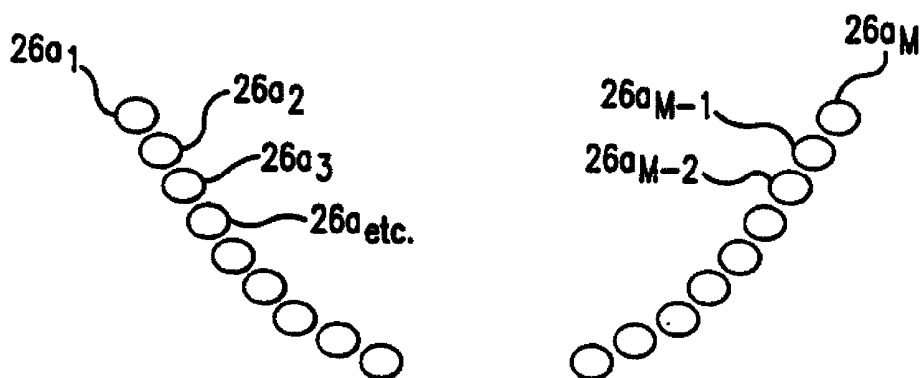


FIG.4B

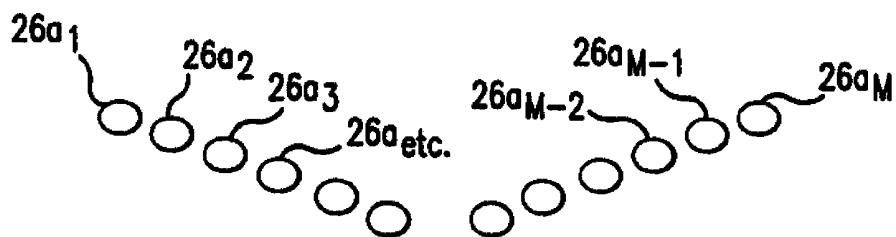


FIG.4C

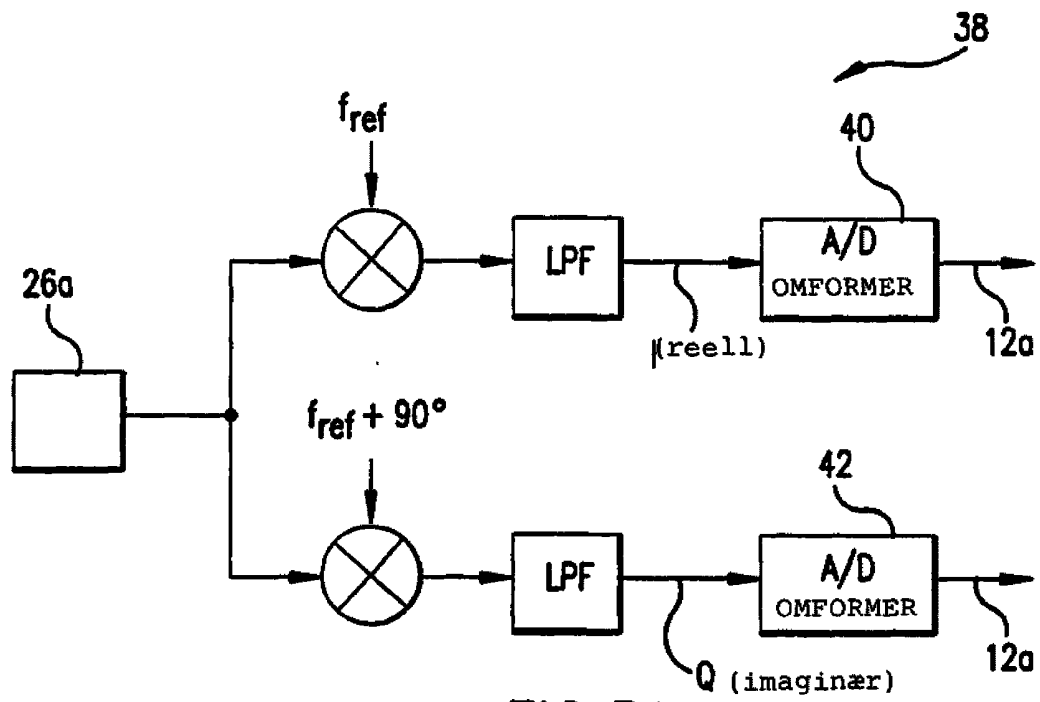


FIG. 5A

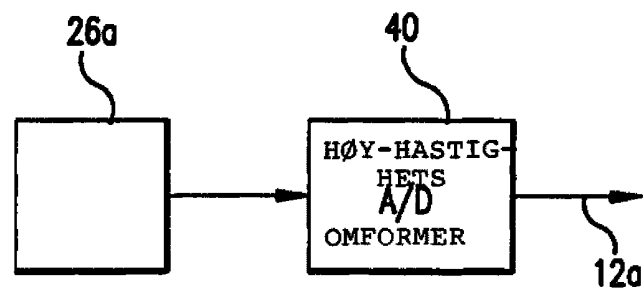
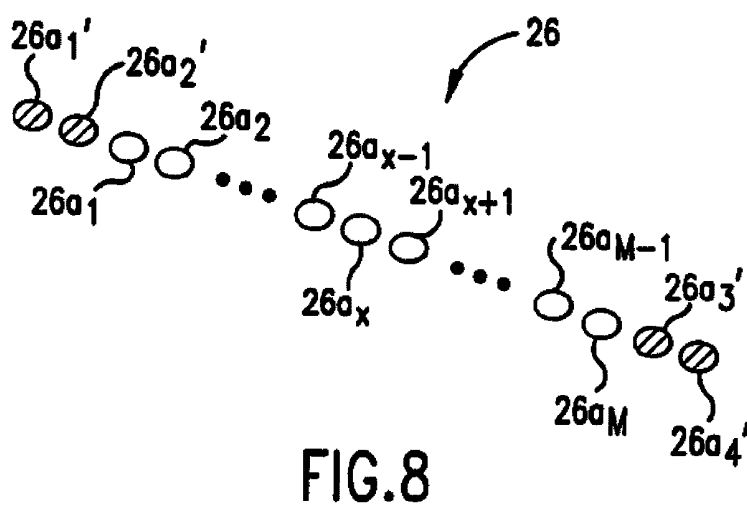
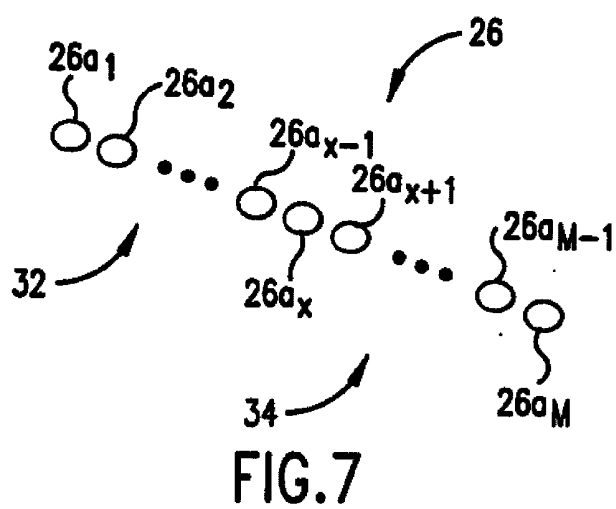
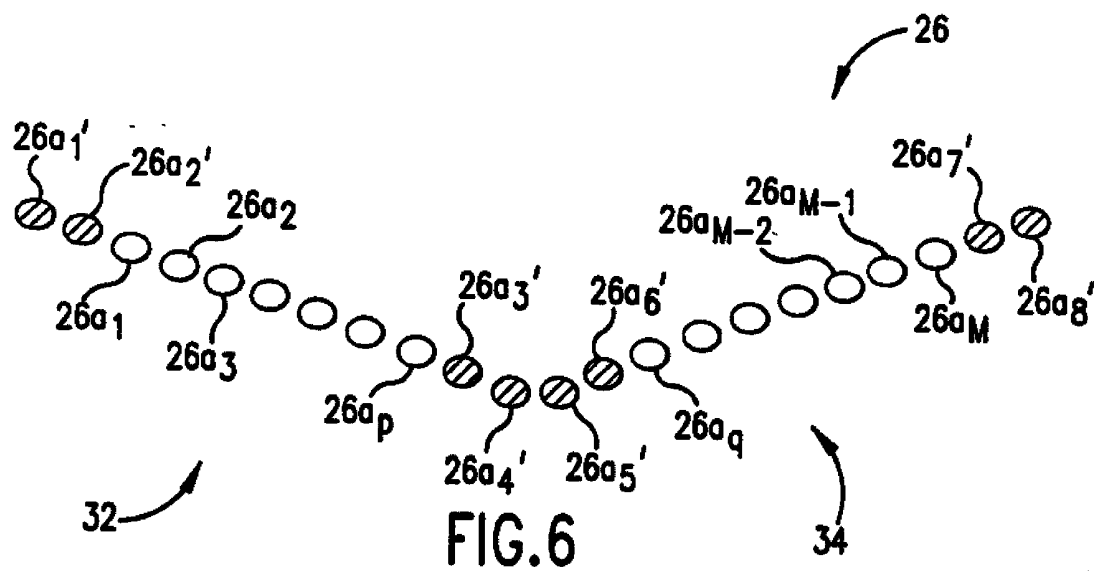


FIG. 5B



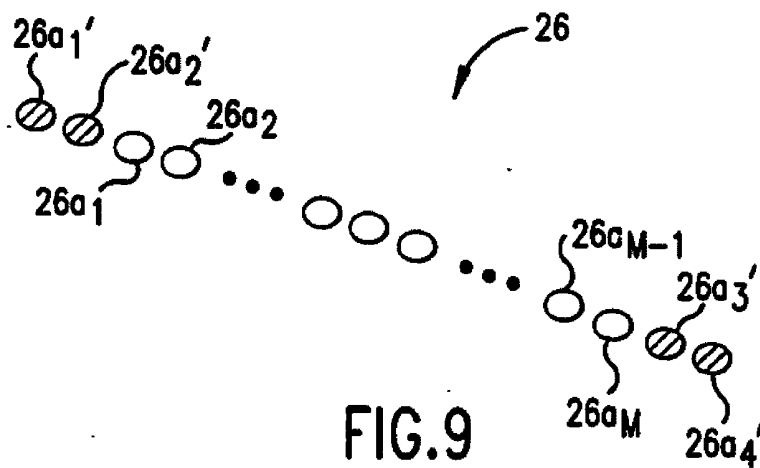


FIG. 9

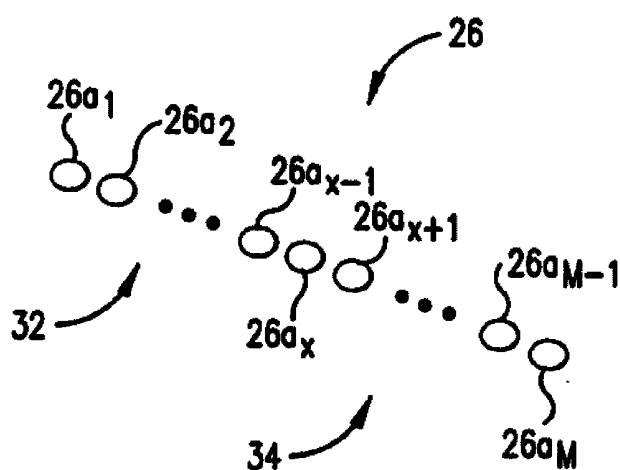


FIG. 10

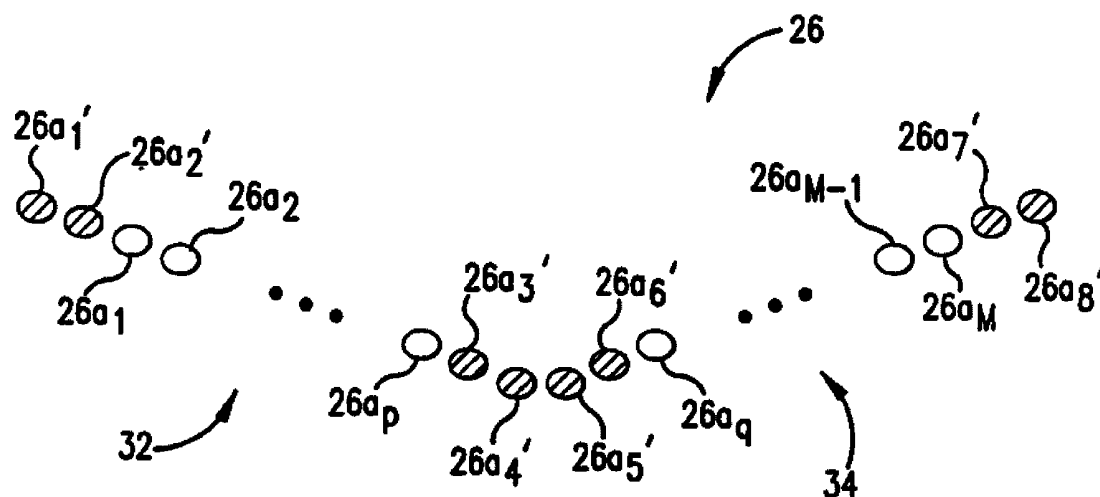


FIG. 11

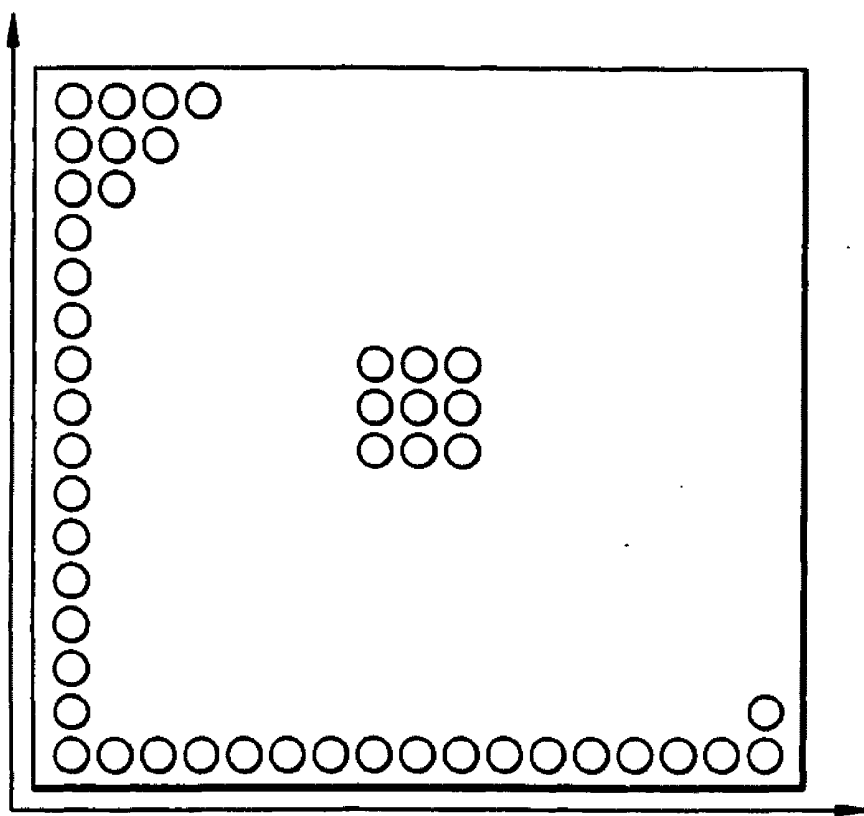


FIG.12