



(12) PATENT

(19) NO

(11) 326814

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

A61B 8/00 (2006.01)

A61B 8/14 (2006.01)

G01S 7/52 (2006.01)

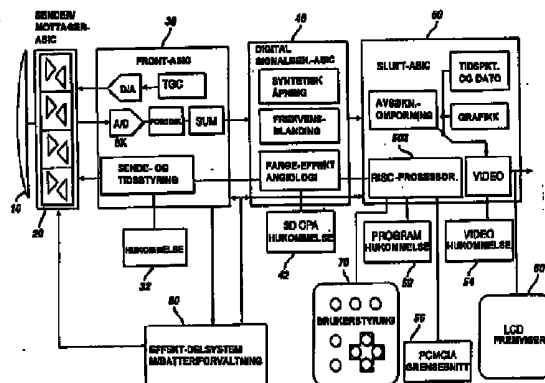
G01S 15/89 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19981475	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	1998.04.01	(85)	Videreføringssdag	
(24)	Løpedag	1998.04.01	(30)	Prioritet	1997.04.03, US, 826543
(41)	Alm.tilgj	1998.10.05			
(45)	Meddelt	2009.02.23			
(73)	Innehaver	Sonosite Inc, 21919 30th Drive SE, WA98021-3094 BOTHELL, US			
(72)	Oppfinner	Lauren S. Pflugrath, Seattle, WA, US Blake Little, Bothell, WA, US Juin-Jet Hwang, Mercer Island, WA, US			
(74)	Fullmektig	JK Thorsens Patentbureau AS, Postboks 9276 Grønland, 0134 OSLO			

(54)	Benevnelse	Håndholdt bildeddannende ultralydssystem
(56)	Anførte publikasjoner	US 5520187, WO 97/01768 A2
(57)	Sammendrag	

Et håndholdt ultralydinstrument som utfører både B-modus- og Doppler-billeddannelse er anordnet i en bærbar enhet. Instrumentet omfatter en transducerrekke montert i en håndholdt innkapsling sammen med en integrert sender/mottagerkrets anordnet like bak transduseren og forbundet med elementene i rekken. Sender/mottagerkretsen styres fra og gir mottatte ekkosignaler til en digital stråletilformer montert i den håndholdte innkapsling.



Denne oppfinnelse gjelder ultralydssystemer for å stille medisinsk diagnose, og særlig et fullstendig integrert, håndholdt bildeddannende ultralydssystem.

Slik det er kjent, er moderne diagnostiske ultralydssystemer store, kompliserte apparater. Skjønt de monteres på traller for å være flyttbare, fortsetter dagens fremste ultralyd-systemer å veie hundretalls kilogram. Tidligere var ultralydssystemer, slik som ultralyd-systemet ADR 4000 produsert av Advanced Technology Laboratories, Inc., som innehar foreliggende oppfinnelse, "skrivebordsenheter" på størrelse med en personlig data-maskin. Disse apparater manglet imidlertid mange av dagens fremste ultralydsystemers avanserte funksjoner, slik som Doppler-fargedannelse og tredimensjonal fremvisning. Ettersom ultralydsystemene er blitt mer sofistikerte, har de også blitt mer omfangsrike.

Med analoge og digitale elektroniske kretsers stadig økende "pakketetthet", er det imidlertid nå mulig å forutse en tid hvor ultralydssystemer vil være i stand til å bli miniaturisert til en størrelse som er enda mindre enn deres tidligere forløpere. En lege er vant til å arbeide med et håndholdt ultralydavsøkingshode med størrelse av en elektrisk barber-maskin. I samsvar med det vante avsøkingshode vil det være ønskelig å være i stand til å "presse" hele ultralydssystemet inn i en enhet med størrelse av et avsøkingshode. Det vil også være ønskelig at et sådant ultralydinstrument beholder så mange som mulig av dagens sofistikerte ultralydsystemers funksjoner, slik som evne til flekkreduksjon, Doppler-farger og tredimensjonal bildeddannelse.

I henhold til foreliggende oppfinnelse er det fremskaffet et håndholdt bildeddannende ultralydssystem som omfatter en transduserrekke, en stråletilformer og integrerte sender/-mottagerkretser koblet mellom transduserrekken og stråletilformeren, og som inneholder flere mottagningsmultipleksere koblet til individuelle elementer i transduserrekken for selektivt å lede ekkosignaler mottatt av transduserelementene til kanaler for stråletil-formeren.

På denne bakgrunn av prinsipielt kjent teknikk, særlig fra publikasjonene WO 1997/01768, and US 5 520 187, har da det håndholdte bildeddannende ultralydssystem i henhold til oppfinnelsen som særtrekk at hver integrert sender/mottagerkretser videre omfatter:

– flere sendemultipleksere som har utganger koblet til de enkelte transduserelementer for selektivt å eksitere elementer i transduserrekken som reaksjon på eksiterings-kommandosignaler,

- et styreregister for å styre sende- og mottagningsmultiplekserene som reaksjon på styresignaler mottatt fra stråletilformerer, idet stråletilformerer er innrettet for å sende styresignaler til de integrerte sender/mottagerkretser og styreregisteret er innrettet for å sende nevnte eksiteringskommandosignaler til sendemultiplekserene,
- 5 og hvor:
- de integrerte sender/mottagerkretser er koblet til transduserrekken og stråletilformerer for å multiplekse nevnte eksiteringskommandosignaler til elementer i transduserrekken og nevnte ekkosignaler fra transduserelementene til stråletilformerers kanaler, mens
- styreregisteret er koblet til en busslinje i en databuss for samtidig å motta nevnte
- 10 styresignaler fra stråletilformerer.

Systemet kan fremstilles som et instrumentet i form av en eneste enhet, men i en foretrukket utførelsesform, er instrumentet en todelt enhet, hvor den ene del inneholder en transduser, billedtilformer og billedprossessor, mens den annen del inneholder en

15 fremviser og en effektkilde for begge enheter. Med en sådan utførelsesform kan transduser/prosessorenheten manipuleres med den ene hånd mens en kabel mellom de to enheter gjør det mulig for video å bli vist på fremviserenheten samtidig som sistnevnte holdes eller plasseres for optimal betraktning av ultralydbildet. Kabelen sørger også for energitilførsel fra fremviserenheten til transducer/prosessorenheten.

20

Fortrinnsvis består ultralydssystemet i rekkefølge fra transduseren hele veien til en videoutgang, av fire typer applikasjonsspesifikke integrerte kretser (ASIC – Application Specific Integrated Circuit), nemlig en sender/mottager-ASIC som er forbundet med elementene i en transduserrekke, en front-ASIC som utfører og styrer stråletilformingen

25 ved sending og mottagning, en digital, signalbehandlende ASIC som sørger for behandling av ultralydsignaler, slik som filtrering, og en slutt-ASIC som mottar behandlede ultralydsignaler og frembringer ultralydbilleddata for fremvisning. Sender/mottager-ASIC'en kan være analog og ha en multiplekset N:1,1:M-konfigurasjon. Bildet kan vises frem

enten på en vanlig skjerm eller en skjerm med flytende krystaller (LCD – Liquid Crystal

30 Display). Siden enhetens elektroniske kretser består av ASIC'er kan de fremstilles på noen få, eller til og med på ett eneste trykt kretskort, hvilket fjerner de problemer som vanligvis opptrer ved tilkobling av kabler. Et sådant ultralydinstrument kan produseres som en håndholdt enhet som veier mindre enn 2,3 kg.

35 Ytterligere trekk ved det håndholdte billeddannende ultralydssystem i henhold til oppfinnelsen er angitt i de vedføyde patentkrav, og en mer fullstendig forståelse av opp-

finnelsen og dens fordeler vil kunne oppnås av den etterfølgende spesielle beskrivelse gitt med henvisning til de vedføyde tegninger, på hvilke:

- Fig. 1 i blokkskjematisk form anskueliggjør arkitekturen for et håndholdt ultralydsystem hvor foreliggende oppfinnelse inngår,
- 5 Fig. 2a og 2b er skisser av et håndholdt ultralydsystem i henhold til oppfinnelsen, som er ferdigmontert som en eneste enhet, sett henholdsvis forfra og fra siden,
- Fig. 3a og 3b er skisser av transduserenheten i et todelt håndholdt ultralydsystem i henhold til foreliggende oppfinnelse, sett henholdsvis forfra og fra siden,
- Fig. 4 viser de to enheter i et håndholdt ultralydsystem i henhold til foreliggende oppfinnelse, i en todelt ferdigmontering,
- 10 Fig. 5 anskueliggjør i blokkskjematisk form en utførelsesform av en sender/mottager-ASIC i henhold til foreliggende oppfinnelse,
- Fig. 6 anskueliggjør i blokkskjematisk form en utførelsesform av en front-ASIC i ultralydsystemet vist i fig. 1,
- 15 Fig. 7 anskueliggjør åpningsstyringen som ytes av sender/mottager- og front-ASIC'ene,
- Fig. 8 viser ASIC'ene vist i fig. 5 forbundet med en transduserrekke og en stråle-tilformer, og
- Fig. 9 viser en liste over brukerstyringene i ultralydsystemet vist i fig. 1

- 20 Det henvises først til fig. 1 som viser arkitekturen av et håndholdt ultralydsystem, hvor foreliggende oppfinnelse inngår. Bare ved skjønnsomt utvalg av funksjoner og trekk samt effektiv bruk av integrerte kretser og ultralydteknikk er det mulig å ferdigmontere et komplett ultralydsystem i en eneste håndholdt enhet. På grunn av dens evne til elektronisk styring i faststoff-form (solid state), dens varierende åpning, billedytelsen og
- 25 påliteligheten, brukes en transduserrekke 10. Det kan brukes enten en plan eller krum, lineær rekke. I en foretrukket utførelse er rekken 1 en krum rekke, hvilket gir et bredt sektoravsøkingsfelt. Skjønt den foretrukne utførelse gir en tilstrekkelig forsinkelsesevne til både å innstille og fokusere en plan rekke, slik som en faset rekke, reduserer den krumme rekkes geometriske krumning innstillingsforsinkelsen som fordres av stråle-
- 30 tilformerer. Elementene i rekken er forbundet med en sender/mottager-ASIC 20 som driver transduserelementene og mottar de ekkosignaler som elementene mottar. Sender-/mottager-ASIC'en 20 styrer også sende- og mottagningsåpningene i rekken 10 samt forsterkningen av de mottatte ekkosignaler. Sender/mottager-ASIC'en er fortrinnsvis plassert ikke mer enn noen centimeter fra transduserelementene, fortrinnsvis i den
- 35 samme innkapsling og like bak transduseren.

Ekkoer som mottas av sender/mottager-ASIC'en 20 formidles til den inntilliggende front-ASIC 30 som så stråletilformer ekkoene fra de enkelte transduserelementer til avsnøkningslinjesignaler. Front-ASIC'en 30 styrer sendebølgeformen, tidsinnstillingen, åpningen og fokuseringen av ultralydstrålen ved hjelp av styresignaler som frembringes for sender/mottager-ASIC'en. I den anskueliggjorte utførelse frembringer front-ASIC'en 30 tidsstyrende signaler for de øvrige ASIC'er samt for en forsterker med tidsvariabel forsterkningsfaktor. Et effekt- og batteriforvaltningsdelsystem 80 overvåker og styrer effekten tilført transduserrekken, for derved å regulere den akustiske energi som tilføres pasienten samtidig som enhetens effektforbruk gjøres så lav som mulig. Til front-ASIC'en 30 er det koblet en hukommelsesinnretning 32 som lagrer data som utnyttes av stråletilformereren.

De stråletilformede avsnøkningslinjer kobles så fra front-ASIC'en til den inntilliggende digitale, signalbehandlende ASIC 40. Den digitale, signalbehandlende ASIC 40 filtrerer avsnøkningslinjesignalene, og i den foretrukne utførelse gir den også flere avanserte funksjoner, innbefattet syntetisk åpningsdannelse, frekvensblanding, Doppler-behandling, slik som Doppler-effektbehandling (fargeeffekt-angiologi) og flekkreduksjon.

Informasjon om B-modus-ultralyd og Doppler kobles så til den inntilliggende slutt-ASIC 50 for avsnøkningskonvertering og frembringelse av videoutgangssignaler. En hukommelsesinnretning 42 er tilkoblet slutt-ASIC'en 50 for å utgjøre et lager som brukes under tredimensjonal Doppler-effektbilleddannelse (3D CPA). Slutt-ASIC'en setter også inn alfanumerisk informasjon til fremviseren, slik som klokkeslett, dato og pasientidentifikasjon. En grafisk prosessor overlager ultralydbildet med informasjon, slik som dybde- og fokusmerker, og markører. Rammer av ultralydbilder lagres i en videohukommelse 54 koblet til slutt-ASIC'en 50 for å tillate at de hentes frem på ny for å bli "avspilt" på ny i en sanntids, levende Cineloop-sekvens. På en videoutgang er videoinformasjon tilgjengelig i diverse formater, innbefattet fjernsynsformatene NTSC og PAL, og som RGB-driversignaler for en LCD-fremviser 60 eller en videoskjerm.

30

Slutt-ASIC'en 50 inneholder også ultralydsystemets hovedprossessor, dvs. en RISC-prossessor 502 (RISC – Reduced Instruction Set Controller). RISC-prossessoren er koblet til front-ASIC'en og den digitale, signalbehandlende ASIC for å styre og synkronisere de behandlende og styrende funksjoner i hele den håndholdte enhet. En programhukommelse 52 er koblet til slutt-ASIC'en 50 for å lagre programdata som utnyttes av RISC-prossessoren for å drive og styre enheten. Slutt-ASIC'en 50 er også tilkoblet en

35

dataport utformet som en infrarød sender eller som et PSMCIA-grensesnitt 56. Dette grensesnitt tillater andre moduler og funksjoner å bli knyttet til eller kommunisere med den håndholdte ultralydenhet. Grensesnittet 56 kan kobles til en modem- eller kommunikasjonsforbindelse for å sende og motta ultralydinformasjon til / fra fjerne steder.

- 5 Grensesnittet kan ta imot andre datalagringsinnretninger for å tilføre enheten ny funksjonalitet, slik som en analysepakke for ultralydinformasjon.

RISC-prosessorer er også tilkoblet enhetens brukerstyring 70 for å ta imot brukerens inngangssignaler som dirigerer og styrer det håndholdte ultralydsystems operasjoner.

10

I en foretrukket utførelse frembringes effekt for det håndholdte ultralydsystem av et oppladbart batteri. Batterieffekt tas vare på og tilføres enhetens komponenter fra et effektdelsystem 80. Effektdelsystemet 80 har en likestrømsomformer for å omforme den lave batterispenning til en høyere spenning som tilføres sender/mottager-ASIC'en 20 for

15

å drive elementene i transduserrekken 10.

Fig. 2a og 2b anskueliggjør en enhetlig enhet 80 som rommer ultralydsystemet vist i fig.

1. Forsiden av enheten, som er vist i fig. 2a, omfatter en øvre seksjon 83 som inneholder en LCD-fremviser 60. Den nedre seksjon 81 inneholder brukerstyringene, slik som angitt ved 86. Brukerstyringene gjør det mulig for brukeren å slå enheten på og av, velge driftsegenskaper, slik som modus (B-modus eller Doppler), Doppler-fargesektor eller rammerate og spesielle funksjoner, slik som tredimensjonal fremvisning. Brukerstyringene gjør det også mulig å innføre klokkeslett, dato og pasientdata. En fireveisstyring, som er vist som et kors, arbeider som en styrespak for å manøvrere markører
- 20 på skjermen eller velge funksjoner fra en brukermeny. Alternativt kan en "muse-kule" eller "spore-pute" brukes for å utgjøre en markørstyring og andre styringer i flere retninger. Flere av styringenes knapper og brytere er beregnet på bestemte funksjoner, slik som "frysing" av et bilde samt lagring og fornyet "avspilling" av en billedsekvens fra Cineloop-hukommelsen.

30

I bunnen av enheten 80 finnes åpningen 84 for den krumme transduserrekke 10. Under bruk holdes transduseråpningen mot pasienten for å av søke pasienten og ultralydbildet fremvises på LCD-fremviseren 60.

35

Fig. 2b er en sideskisse av enheten 80, som viser enhetens dybde. Enheten er omtrent 20,3 cm høy, 11,4 cm bred og 4,5 cm dyp. Denne enhet inneholder alle elementene i et

fullt ut drivbart ultralydssystem som har en krum transduserrekkesonde i en eneste ferdigmontert enhet som veier mindre enn 2,3 kg. En stor del av denne vekt tilskrives batteriet som er plassert inne i enheten.

- 5 Fig. 3 og 4 anskueliggjør en andre ferdigmontert utførelsesform hvor ultralydssystemet rommes i to adskilte seksjoner. En nedre seksjon 81 inneholder transduserrekken, de elektroniske kretser frem til videosignalutgangen og brukerstyringene. Denne nedre seksjon er vist i fig. 3a, hvor den krumme transduserrekkeåpning er synlig ved bunnen. En sideskisse av den nedre seksjon er vist i fig. 3b. Denne nedre seksjon er omtrent
- 10 11,4 cm høy, 9,8 cm bred og 2,5 cm dyp. Enheten har omtrent samme vekt som et konvensjonelt ultralydavsøkingshode. Slik som vist i fig. 4 er denne nedre seksjon tilkoblet en øvre seksjon 83 ved hjelp av en kabel 90. Den øvre seksjon 83 inneholder en LCD-fremviser 82 og en batteribank 88. Kabelen 90 kobler videosignaler fra den nedre enhet 81 til den øvre enhet for fremvisning, og sørger for effekt til den nedre enhet
- 15 fra batteribanken 88. Dette todelte utstyr er fordelaktig fordi brukeren kan manøvrere den nedre enhet med transduseren 84 over pasienten på samme måte som med et konvensjonelt avsøkingshode samtidig som den øvre enhet holdes i en bekvem, fast stilling for betraktning. Ved å plassere batteribanken i den øvre enhet mister den nedre enhet vekt og blir lettere manøvrerbar over pasientens kropp.

20

Andre måter å ferdigmontere systemet på, vil være ganske åpenbare. For eksempel kan front-ASIC'en 30, den digitale, signalbehandlende ASIC 40 og slutt-ASIC'en 50 plasseres i en felles innkapsling, idet front-ASIC'ens stråletilformer kan tilkobles forskjellige transduserrekker. Dette vil gjøre det mulig å utnytte forskjellige transdusere sammen med

25 den digitale stråletilformer, det digitale filter og bildeprossessoren for forskjellige diagnostiske, billeddannende prosedyrer. En fremviser kan plasseres i den samme innkapsling som de tre ASIC'er, eller utgangen fra slutt-ASIC'en kan kobles til en separat fremviserinnretning.

- 30 Fig. 5 viser et eksempel på en sender/mottager-ASIC 20a i henhold til foreliggende oppfinnelse. Signalveiene for ASIC'en 20a er inndelt i fire identiske seksjoner S1, S2, S3 og S4. I denne figur er seksjon S1 vist med indre detaljer. Seksjon S1 inneholder to sendemultiplekser 408 og 410 med et forhold på 2:1, som hver er innrettet for å reagere på et pulsgiversignal på en av åtte inngangslinjer for sending. Hver sendemulti-
- 35 plekser med forholdet 2:1 har to utganger som driver pulsgivere 402, 404 og 414, 416, hvis utganger er koblet til ASIC-tapper som transduserelementer er tilkoblet. I den viste

utførelse er sendemultiplekseren 408 med forholdet 2:1 koblet for å drive enten element 1 eller element 65, mens sendemultiplekseren 410 med forholdet 2:1 er koblet for å drive enten element 33 eller element 97. Sendemultiplekserene med forholdet 2:1 i de øvrige seksjoner av ASIC'en er hver enkelt likeledes koblet til fire transduserelementer. Med en
 5 separat pulsgiver for hvert transduserelement kan ASIC'en 20a på uavhengig måte og samtidig drive åtte av de seksten transduserelementer den er forbundet med.

De transduserelementtapper som pulsgiverene i hver seksjon er tilkoblet, er også koblet til inngangene for en mottagningsmultiplekser/svitsj 412 med et forhold på 4:1. Når puls-
 10 giverene driver transduserelementene under ultralydsendelsene, kobles et signal på SENDING "PÅ"-linjen til alle mottagningsmultiplekserene og -svitsjene med forholdet 4:1 på ASIC'ene og svitsjer dem alle til en tilstand som gir høy impedans for de høyspente driverpulser, for derved å isolere resten av veiene for mottatte signaler fra disse høyspente pulser. Alle ASIC'ens mottagningsmultipleksere og -svitsjer med forholdet 4:1
 15 også koblet til en mottagningsprøvetapp på den integrerte krets, over hvilken et prøvesignal kan føres inn i mottagningssignalveiene for å spre seg ut gjennom mottagnings-systemet. Under ekkomottagningen kobler hver mottagningsmultiplekser og -svitsj med forholdet 4:1 signalene fra en av de fire transduserelementer som de er tilknyttet, til en multiplekser 418 med et forhold på 1:16, ved hjelp av et første TGC-trinn 422, dvs. en
 20 forsterker med tidsvariabel forsterkningsfaktor (TGC – Time Gain Control). Forsterkningen i de første TGC-trinn på ASIC'en reguleres med en spenning tilført en TGS-tapp på ASIC'en, som i en konstruert utførelsesform omfatter to tapper for tilførsel av en differensiell styrespenning. Multiplekserene med forholdet 1:16 i hver seksjon av ASIC'en ruter ekkosignaler mottatt av hver enkelt, til en av de seksten linjer i en samle-
 25 buss 440. To av de seksten samlebusslinjer er vist på høyre side i figuren og er koblet til filterkretser 222. De filtrerte bussignaler kobles til inngangstapper som fører til to andre TGC-trinn 424 og 426 hvis forsterkning reguleres med en spenning tilført en eller to TGC-tapper. I det viste eksempel er utgangene fra disse andre TGC-trinn forbundet med utgangstapper som fører til kanal 1 og 2 for ultralydsystemets stråletilformer.

30

ASIC'en 20a har også et styreregister 430 som mottar styresignaler over en seriell buss fra stråletilformerer. Styreregisteret fordeler styresignaler til alle multiplekserene i ASIC'en, slik som antydnet med styringsinngangspilen.

35 En konstruert utførelsesform av ASIC'en 20a vil ha et antall tapper for forsynings-spenninger og forspenninger samt forbindelser til jord, som ikke er vist i figuren.

Et system som utnytter ASIC'ene i henhold til foreliggende oppfinnelse oppviser en arkitektur av typen $N:1,1:M$, hvor N er antallet transduserelementer dividert med den største åpningsstørrelse mens M er antallet stråletilformerkanaler. Disse ASIC'er kan på tallrike måter brukes for å forbinde mange slags transduserrekker bestående av forskjellige

5 antall elementer med stråletilformere som har forskjellige antall kanaler. Et eksempel på denne anvendelighet er anskueliggjort med systemet vist i fig. 8 som viser en transduser 10¹ som (slik som antydnet med pilene 506, 504) er koblet til åtte ASIC'er 20a - 20h, hvis samlebus 440 er koblet via seksten andre TGC-trinn i ASIC'ene, til en sekstenkanals stråletilformer 500. (Av hensyn til klarere anskueliggjørelse er de andre TGC-trinn vist

10 hver for seg, skjønt de i praksis er integrert på ASIC'ene.) I dette eksempel er de åtte ASIC'er som hver har seksten tapper for tilkobling til transduserelementer, koblet for hver for seg å drive alle 128 elementer i transduserrekken 10¹. De åtte ASIC'ers sendemultiplexere med forholdet 2:1 er i stand til på samme tid å drive 64 elementer og kan således arbeide slik at transduserrekken får en sendeåpning på 64 elementer representert

15 ved transduserelement 1 - 4, ... 26 - 36, ... 61 - 64 i figuren. Denne åpning på 64 elementer er midtstilt mellom elementene 32 og 33. Dette arrangement er i stand til å drive alle elementene i en åpning på 64 elementer for hver utsendt ultralydbølge. Styre-registerene for de åtte ASIC'er 20a - 20h kan være passende tilkoblet adskilte linjer i en åttelinjers databuss fra stråletilformen, idet hver linje tjener som en seriell buss for et

20 bestemt styreregister, for derved å gjøre det mulig for alle åtte styreregistre å bli lastet samtidig.

Mottagning av ekkosignaler over hele åpningen på 64 elementer kan realiseres på forskjellige måter. En måte er å anvende en foldet og syntetisk åpning, slik som beskrevet

25 nedenfor med hensyn til fig. 7. Etter en første bølgeutsendelse mottas ekkoene av element 17 - 32 og blir "brettet sammen med" ekkoene fra elementene 48 - 33. Det vil si at en samlebuslinje vil få ekkoer fra elementene 17 og 48 multiplekset i seg, mens en annen samlebuslinje vil få ekkoer fra elementene 18 og 47 multiplekset i seg, osv. Disse seksten foldede signaler er passende forsinket og kombinert til å utvikle et

30 fokusert signal. Etter en andre bølgeutsendelse utnyttes de ytre elementer i åpningen for foldet mottagelse, ved å bli forsinket og bli satt sammen med hverandre og med de første fokuserte signaler, for å fullføre åpningen.

Denne ASIC-arkitektur av typen $N:1,1:M$ kan brukes sammen med en åttekanals stråletilformer 500 i stedet for stråletilformeren med seksten kanaler, ved å utnytte den foldede og syntetiske åpningsteknikk eller ved å utnytte en grov åpningsmottagningsteknikk, slik

35

som beskrevet i US-patent nr. 4 542 653. Med denne teknikk blir inntilliggende elementer som ble uavhengig eksitert under stråleutsendelsen, parret under mottagningen ved å sette sammen deres mottatte signaler under bruk av den samme fokuserende forsinkelse på dem. I praksis betyr dette at transduserens "skrittforhold" (pitch) blir grovere under mottagning med en faktor på to. Skjønt dette vil heve nivået for gittersløyfene i det mottatte strålemønster, vil de sammensatte sende- og mottagningsstrålemønstre fortsatt være akseptable og systemet vil dra fordel av en større mottagningsåpnings høyere følsomhet. Dersom gittermønstersløyfene skulle vise seg å være forkastelige, kan de reduseres ved å bruke en aperiodisk åpning hvor antallet elementer som kombineres som grupper varierer fra gruppe til gruppe over åpningen. En aperiodisk åpning vil i praksis blande gittersløyfevirkningene inn i en jevn billedbakgrunn.

Med en sådan ordning blir signalene mottatt av fire transduserelementer dirigert til den samme samlebuslinje ved på passende måte å programmere multiplekserene med forholdet 1:16 for tilførsel til inngangene for hver av åtte stråletilformerkanaler. Dette tillater de mottatte signaler fra elementene 17 og 18 og bli sammenstilt med de mottatte signaler fra elementene 47 og 48 på den samme samlebuslinje, og alle fire signaler blir koblet til inngangen for en stråletilformerkanal. Således anvendes både den grove mottagningsteknikk og teknikken med foldet åpning samtidig. En åpning med trettito elementer kan bli mottatt etterfølgende en eneste utsendt bølge eller en åpning med sekstifire elementer dannet med den syntetiske åpningsteknikk, med to bølgeutsendelser. Dersom bare en fin mottagningsåpning benyttes, er mottagningsåpningen begrenset til de trettito elementer sammen med bruk av den foldede og syntetiske åpningsteknikk, eventuelt seksten elementer sammen med den foldede eller syntetiske åpningsteknikk alene.

Front-ASIC'en i fig. 6 (som forklares nærmere nedenfor) er vist med fire sendestyrerets-er for hver mottagningskanal, dvs. en sum på alt i alt trettito sendestyrerets-er. Disse trettito sendestyrerets-er kan kobles til de sekstifire pulsgiverinnnganger for de åtte sender/mottager-ASIC'er vist i fig. 8, ved å koble en sendestyrerets- til begge innganger for hvert par av sendemultipleksere 408, 410 og programmere en av sendemultipleksere slik at den åpnes mens den annen sperres ved hjelp av styresignaler fra styreregistret 430. Dette fører til at hvert par av sendemultipleksere med forholdet 2:1 omdannes til å arbeide som en sendemultiplekser med et forhold på 4:1, hvilket gir en største sendeåpning på trettito uavhengig styrte elementer.

De forutgående eksempler gjelder en mottatt stråle som er rettet ortogonalt i forhold til midten av rekkens åpning. Dersom den mottatte stråle skal innstilles bort fra den ortogonale linje og likevel være fokusert, kan ikke den foldede åpningsteknikk benyttes, fordi varierende forsinkelser da må anvendes over hele den aktive åpning.

5

Variasjoner med hensyn til ASIC'en 20a vil også være åpenbare for fagfolk på området. Multiplekserene med forholdet 1:16 kan utvides til et forhold på 1:32 for en trettitokanals stråletilformer som kan styre åpninger med sekstifire elementer ved hjelp av den foldede og grove åpningsteknikk, uten forringelse av rammeraten. Mottagningsmultiplekserene og -svitsjene med forholdet 4:1 kan deles opp i to mottagningsmultipleksere og -svitsjer med et forhold på 2:1, som hver enkelt er koblet til sin egen bussmultiplekser. Sådanne variasjoner vil ta hånd om forskjellige åpninger som arbeider ved forskjellige og høyere billedrammerater.

- 15 Fig. 6 viser detaljer ved front-ASIC'en 30. Denne figur viser en seksjon 30a av front-ASIC'en 30. I front-ASIC'en er det åtte sådanne seksjoner for å gi stråletilforming av de åtte utganger fra sender/mottager-ASIC'en 20. Hver ekkosignalutgang er koblet til inngangen for en A/D-omformer 310 hvor ekkosignalene konverteres til digitale data. De digitale data fra hvert element (eller hvert par av elementer i en foldet åpning) forskyves inn i et register 312 av typen først inn, først ut (FIFU) ved hjelp av et klokkesignal A/D-KLOKKE. A/D-KLOKKE-signalet frembringes ved hjelp av en tidsstyringskrets 314 for dynamisk fokus, som utsetter klokkesignalet start for å gi en innledningsvis forsinkelse, for så å styre signalprøvetagningstidene og gi dynamisk fokusering av de mottatte ekkosignaler. Lengden av FIFU-registeret 312 bestemmes av den innledningsvise
- 20 forsinkelse, transduserens senterfrekvens, åpningens størrelse, rekkens krumning, og forringene til innstilling av strålen. Som et eksempel vil en høyere senterfrekvens og en krum rekke minske forringene med hensyn til den innstilte forsinkelse og således lengden av FIFU-registeret. De forsinkede ekkosignaler fra FIFU-registeret 312 kobles til en multipliseringskrets 316 hvor ekkosignalene veies med dynamiske vektverdier lagret i et dynamisk vektregister 318. De dynamiske vektverdier veier ekkosignalene under hensyntagen til virkningene av en dynamisk mottagningsåpning, slik som antallet aktive elementer, et elements posisjon i åpningen og den ønskede apodiktiske funksjon, ettersom åpningen utvider seg ved innlemmelse av ytterligere utvendige elementer når ekko mottas fra økende dybder langs avsnøkningslinjen. De forsinkede og veide
- 30 ekkosignaler summeres så med passende forsinkede, sammen med veide ekkosignaler fra andre elementer samt ekkosignaler fra ethvert annet forsinkelsestrinn som er koblet i

kaskade med en summeringskrets 320. De stråletilformede ekkosignaler fremstilles så sammen med synkrone overstrømningsbiter, som utgående avsøkninglinjedata på en HF-databuss. Hver sekvens av avsøkninglinje-ekkosignaler ledsages av identifiserende informasjon frembragt av en HF-sekvensstyring for innledende felt på ASIC'en, som

5 identifiserer typen av avsøkninglinjedata som fremstilles. HF-innledningsfeltet kan for eksempel identifisere avsøkninglinjen som B-modus-ekodata eller Doppler-data.

Om ønskelig kan andre digitale lagringsinnretninger brukes for å frembringe stråletilformer-forsinkelser. En hurtighukommelse (RAM – Random Access Memory) med

10 dobbel portstyring brukes for å lagre de mottatte digitale ekkostikkprøver som så leses ut fra hukommelsen på tidspunkter eller i sekvenser som gir den ønskede forsinkelse av signalene fra transduserelementene.

Hver seksjon 30a i front-ASIC'en inneholder sendestyrekretser 302 - 308 for fire

15 transduserelementer i rekken. De åtte seksjoner gir således sendestyring for 32 elementer i rekken på samme tid og bestemmer derved den største sendeåpning. Sendestyrekretsene avgir pulsølgeformer ved den ønskede sendefrekvens og på de passende tidspunkter for å frembringe et utsendt akustisk signal som er fokusert på den ønskede dybdefokus.

20

Front-ASIC'en inneholder en felles styreseksjon 330 som gir den samlede sanntidsstyring for sende- og mottagningsfunksjonene. Styreseksjonen 330 styres av og mottar data under styring fra RISC-prosessoren som befinner seg på slutt-ASIC'en. Datatabeller for en spesiell billeddannende modus lastes inn i hurtighukommelsen (RAM)

25 32 forut for for avsøkning og lastes inn i styreseksjonen 330 etter ordre fra RISC-prosessoren. Styringen av avsøkningen av de enkelte linjer reguleres så og varieres i sann tid. Styreseksjonen 330 inneholder et antall sekvensstyringer for rekkefølgen av sende- og mottagningsfunksjoner. Rammesekvensstyringen 332 gir informasjon som utnyttes av de øvrige sekvensstyringer og som identifiserer den type billedramme som

30 skal frembringes. Rammefrekvensstyringen kan for eksempel lastes sammen med data som angir den neste ramme som avsøkninglinjer av typen B-modus innflettet mellom grupper av fire Doppler-avsøkninglinjer, slik at alle sekvenser av avsøkninglinjer vil være oddetallsnummererte avsøkninglinjer etterfulgt av bare liketallsnummererte avsøkninglinjer. Denne informasjon tilføres linjesekvensstyringen 334 som regulerer

35 avsøkninglinjene som sendes og mottas i den riktige rekkefølge. Under forberedelsene for en ny avsøkninglinje regulerer linjesekvensstyringen TGC-sekvensstyringen 336 slik

at den vil frembringe den ønskede sekvens av TGC-styredata. TGC-styredataene fra TGC-sekvensstyringen konverteres til et spenningssignal ved hjelp av en digital/analog-omformer (D/A-omformer) 338 og tilføres TGC-styringens inngangsklemme på sender/mottager-ASIC'en 20. Linjesekvensstyringen 334 styrer også sekvensstyringen 340 for

5 den serielle buss, som frembringer serielle data på en seriell buss for de logiske kretser 206 og 214 på sender/mottager-ASIC'en og som velger sende- og mottagningsåpning. En lasteinnretning 342 for mottagnings-/senderregisteret styrer lastingen av data for en ny avspøringslinje inn i forskjellige registre på begge ASIC'er, innbefattet de logiske kretser 206 og 214 for valg av åpning, sendestyrerekretsene 302 - 308, tidsstyringskretsen 314 for

10 dynamisk fokus og det dynamiske vektregister 318. Alle registre som utfører sanntids-funksjoner er dobbelt bufret. De forskjellige registre har et bufferlager, slik at data for den neste avspøringslinje kan mottas mens ASIC'en mottar ekkoe fra den løpende avspøringslinje og slik at styredata kan legges på den serielle buss og lastes inn i de forskjellige registre i løpet av den linje som kommer foran den avspøringslinje som

15 styredataene utnyttes for.

Front-ASIC'en 30 inneholder en strømovervåkningskrets 346 som ved hjelp av en A/D-omformer 348 tar stikkprøver av strømmen på høyspenningsbussen. Strømovervåkeren sikrer pasientens sikkerhet ved å minske eller fullstendig kutte ut høyspenningforsyning-

20 en dersom overskytende strømnivå påvises, for derved å beskytte pasienten mot en overopphetet transduser eller utillatelig høye akustiske utgangsnivåer. Strømovervåkningskretsen kan også plasseres i effekt- og batteriforvaltningsdelsystemet 80.

I sin styreseksjon har front-ASIC'en en klokkegenerator 350 som avgir flere synkrone

25 klokkesignaler som alle systemets operasjoner synkroniseres ut fra. For å hindre interferens og "krysstale" blant innretninger i systemet som befinner seg tett inntil hverandre, synkroniseres videoutgangssignalets frekvens med et klokkesignal fra klokkegenerator-en, slik at harmoniske av en frekvens ikke vil frembringe interfererende komponenter i en annen. En krystallosilator (ikke vist) er koblet til front-ASIC'en 30 for å frembringe en

30 høy grunnfrekvens, slik som 60 MHz, som alle systemets klokkesignaler kan utledes fra.

Hvordan sende/mottagnings- og front-ASIC'ene 20 og 30 virker for å frembringe en avspøringslinje med syntetisk foldet åpning ut fra 32 elementer i en krum rekke, er anskueliggjort med henvisning til fig. 7. I denne figur styrer ASIC'ene en transduser-

35 åpning som omfatter 32 elementer nummerert fra 25 til 32, og deretter fra 1 til 24 i den krumme rekke 10. Innsamling av den fulle åpning av avspøringslinje-informasjon fordrer

to sendesekvenser for alle de 32 elementer. For å sende, laster linjesekvensstyringen 334, sekvensstyringen 340 for den serielle buss og lasteinnretningen 342 for mottagnings-/senderegisteret de riktige sende-MUX-data inn i de seksten logiske kretser 206 for valg av sendeåpning, og de 32 sendestyringer på front-ASIC'en. Logikken for valg av

5 åpning styrer så de 32 sende-MUX'er slik at pulsgivere tilkobles elementene nummerert 25 - 32 og en 1 - 24, dvs. den ønskede sendeåpning. Pulsgiverne pulsstyres ved hjelp av sendestyrekretsene, slik at de frembringer en akustisk bølge som er fokusert ved punktet F i fig. 7.

10 Som følge av den første pulsutsendelse mottas ekkoer av den midtre gruppe av elementer nummerert 1 - 16 som på vedkommende tidspunkt over seksten mottagnings-MUX'er med forholdet 6:1 og mottagnings-MUX'er med forholdet 1:8 er forbundet med åtte utgangsdatalinjer. De seksten mottatte signaler er vist hver for seg når de passerer gjennom de innledningsvise TGC-forsterkere, av hvilke åtte er vist i en rad angitt ved

15 216' i fig. 7. Signaler med samme fase blir så kombinert i par ved hjelp av den foldede åpning, hvor linjepar kommer sammen ved inngangen for stråletilformerens forsinkelseslinjer, av hvilke fire er vist som angitt ved 370. I det viste eksempel strekker avsnøkningslinjen 360 seg fra midten av rekkeåpningen mellom element 8 og 9. Dette betyr at ekko-signaler mottatt av elementene 8 og 9 vil være i fase og kan settes sammen. Likeledes

20 kan ekkoer mottatt av de parrede elementer 7 og 10, parrede elementer 9 og 11 samt parrede elementer 5 og 12 også bli sammenstilt. Etter den først utsendte puls forsinkes således ekkoer mottatt av elementene 1 - 16 av de åtte forsinkende FIFU-registre, for å bli summert av summeringskretsen 320. Denne halve åpning lagres så for mottagelse av den andre halve åpning.

25 En andre akustisk puls sendes ut fra alle 32 elementer i åpningen. Deretter kobler mottagningspulsene ekkoer fra elementene 25 - 32 og 17 - 24 til stråletilformereren. På grunn av den foldede åpningsymmetri parres ekkoer fra element 32 med ekkoer fra element 17, og de to kombineres. Likeledes parres ekkoer fra element 31 med ekkoer fra

30 element 18, osv. ut til de mest sideveis beliggende parrede elementer 25 og 24.

De seksten mottatte ekkoer som er parret til åtte signaler på grunn av den foldede åpning, blir passende forsinket ved hjelp av de åtte forsinkende FIFU-registre og summert for å danne en andre halv åpning av avsnøkningslinjen. De to halvdeler av åpningen

35 summeres nå som en funksjon av ekkokomponentenes posisjon langs de to sekvensers avsnøkningslinjer. Således har den komplette åpning blitt dannet ved å kombinere

separate mottagninger av ekkoer fra de seksten indre elementer i åpningen og deretter fra de seksten ytre elementer. Et nøyaktig strålelignende, syntetisk åpningssignal frembringes ved å opprettholde identiske betingelse for TGC-styringen under begge mottagningsintervallene. Den dynamiske veiing og dynamiske fokusering påvirker de to mottagningssekvenser på forskjellig måte fordi de mottagende elementer under de to sekvenser har forskjellig plassering i åpningen. Forsinkelsene som innføres av FIFU-registrene under de to sekvenser vil være forskjellig på grunn av den forskjellige plassering i åpningen av de mottagende elementer fra en sekvens til den neste.

RISC-prosessen 502 som er plassert i slutt-ASIC'en 50 brukes for å samordne tidsstyringen av alle operasjonene i det håndholdte ultralydssystem. RISC-prosessen er forbundet med alle andre hovedfunksjonsområder i ASIC'ene for å samordne styringen av behandlingen og for å laste buffere og registre med de data som er nødvendig for å utføre den type behandling og fremvisning som ønskes av brukeren. Programdata for drift av RISC-prosessen lagres i en programhukommelse 52 som aksesseres av RISC-prosessen. Tidsstyring for RISC-prosessen frembringes ved hjelp av klokkesignaler fra klokkegeneratoren på front-ASIC'en 30. RISC-prosessen kommuniserer også via et infrarødt strålegrensesnitt, ved hjelp av hvilket prosessen kan aksessere tilleggsprogramdata eller sende billedinformasjon til et fjernt sted. Det infrarøde grensesnitt kan kobles til en telemitrforbindelse for, som et eksempel, å overføre ultralydbilder fra den håndholdte enhet til et fjernt sted. Et datagrensesnitt av typen PCMCIA kan i tillegg eller alternativt anvendes for datakommunikasjon, etter ønske.

RISC-prosessen arbeider under brukerstyring ved hjelp av kommandoer og inntastinger som gjøres av brukeren på brukerstyringen 70. En liste som viser styrefunksjoner samt type av styringer og deres beskrivelse, er vist i fig. 9. Det vil forstås at en rekke funksjoner, slik som innføring av pasientdata, Cineloop-drift og tredimensjonal fremvisning, vil arbeide via menystyring for å gjøre antallet taster eller knappestyringer på den lille håndholdte enhet så lite som mulig. For å forenkle enheten ytterligere er et antall arbeidsfunksjoner forhåndsprogrammert med tanke på spesielle diagnostiske anvendelser og vil arbeide automatisk når en spesiell anvendelse velges. Valg av modus-B-billeddannelse vil for eksempel automatisk påkalle frekvensblanding og dybdeavhengig filtrering, mens et firegangers multipliseringsfilter automatisk vil bli innstilt som et veggfilter når Doppler-drift velges. Menyvalg av spesielle kliniske anvendelser kan automatisk påkalle spesielle funksjonsinnstillinger, slik som for eksempel TGC-styringskarakteristika og fokale soner.

PATENTKRAV

1. Håndholdt bildeddannende ultralydssystem som omfatter en transduserrekke (10), en stråletilformer (30) og integrerte sender/mottagerkretser (20) koblet mellom transduserrekken (10) og stråletilformer (30), og som inneholder flere mottagningsmultipleksere (412) koblet til individuelle elementer i transduserrekken (10) for selektivt å lede ekkosignaler mottatt av transduserelementene til kanaler (kanal 1 og 2) for stråletilformer (30),

10 k a r a k t e r i s e r t v e d at hver integrert sender/mottagerkretser (20) videre omfatter:

- flere sendemultipleksere (408, 410) som har utganger koblet til de enkelte transduserelementer for selektivt å eksitere elementer i transduserrekken (10) som reaksjon på eksiteringskommandosignaler,
- et styreregister (430) for å styre sende- og mottagningsmultiplekserene (408, 410, 412) som reaksjon på styresignaler mottatt fra stråletilformer (30), idet stråletilformer (30) er innrettet for å sende styresignaler til de integrerte sender/mottagerkretser (20) og styreregisteret (430) er innrettet for å sende nevnte eksiteringskommandosignaler til sendemultiplekserene (408, 410),

og hvor:

- 20 – de integrerte sender/mottagerkretser (20) er koblet til transduserrekken (10) og stråletilformer (30) for å multiplekse nevnte eksiteringskommandosignaler til elementer i transduserrekken og nevnte ekkosignaler fra transduserelementene til stråletilformerens kanaler, mens
- styreregisteret (430) er koblet til en busslinje i en databuss (440) for samtidig å motta
- 25 nevnte styresignaler fra stråletilformer (30).

2. Håndholdt bildeddannende ultralydssystem som angitt i krav 1, og hvor hver av de integrerte kretser (20) også omfatter flere forsterkere (424, 426) med tidsvariabel forsterkningsfaktor (TGC-forsterkere) plassert på den enkelte integrerte krets for

30 varierbart å forsterke mottatte ekkosignaler.

3. Håndholdt bildeddannende ultralydssystem som angitt i krav 1, og som også omfatter utstyr for å lede ekkosignalene mottatt av to av nevnte transduserelementer til en felles linje i nevnte databuss (440).

4. Billeddannende ultralydssystem som angitt i krav 3, og hvor nevnte utstyr for å lede omfatter utstyr for å danne en foldet åpning for stråletilforming.

5. Billeddannende ultralydssystem som angitt i krav 3, og hvor nevnte utstyr for å lede
5 omfatter utstyr for, forut for stråletilforming, å kombinere ekkosignalene mottatt av inntil-
liggende transduserelementer.

6. Billeddannende ultralydssystem som angitt i krav 1, og som også omfatter utstyr for
å styre nevnte sendemultipleksere (408, 410) til å danne en sendeåpning med fint skritt-
10 forhold (pitch) og utstyr for å styre nevnte mottagningsmultipleksere (412) for å danne en
eller flere mottagningsåpninger med grovt skritthforhold (pitch), en foldet åpning eller en
syntetisk åpning.

* * * * *

FIG. 1

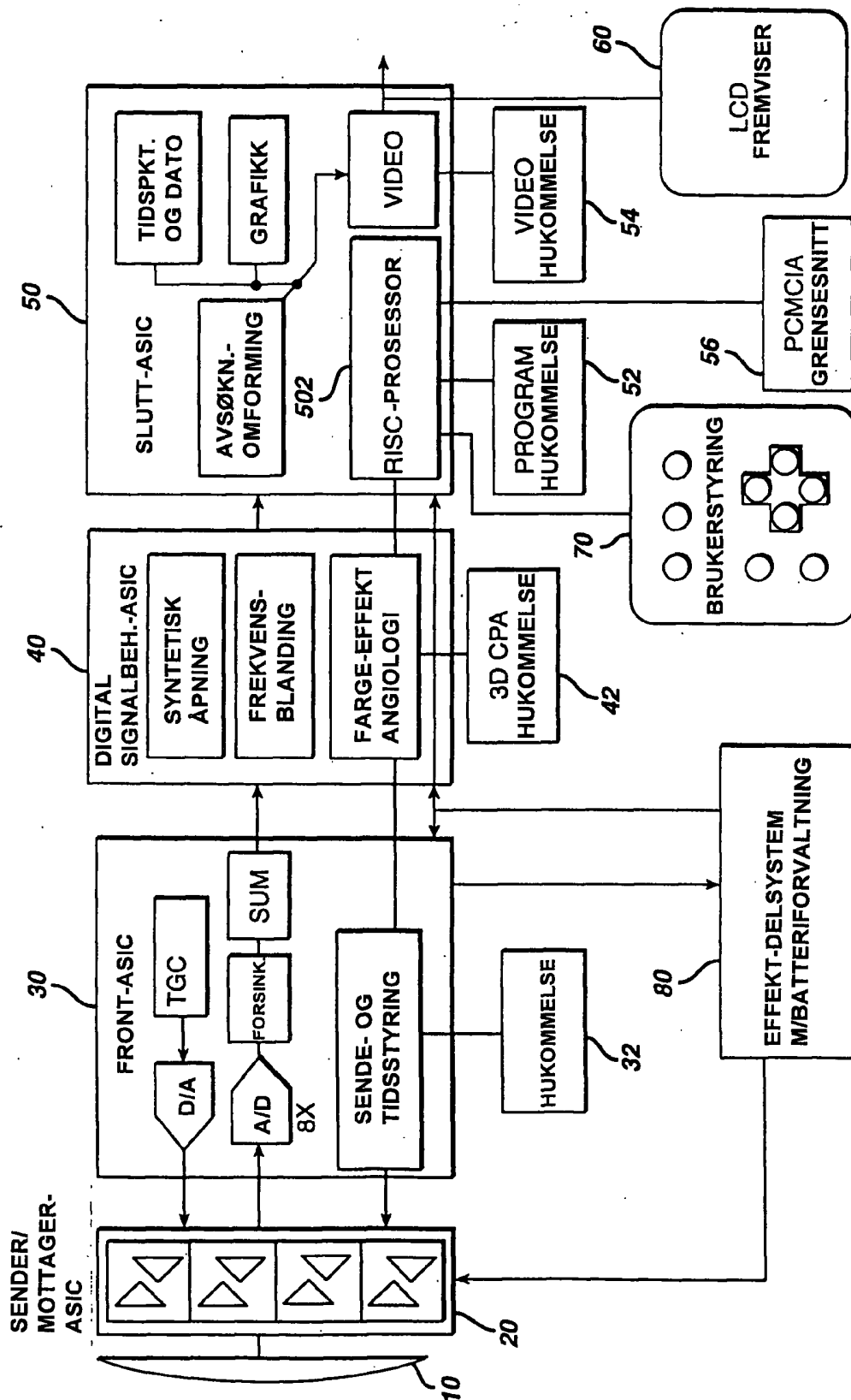


FIG. 2a

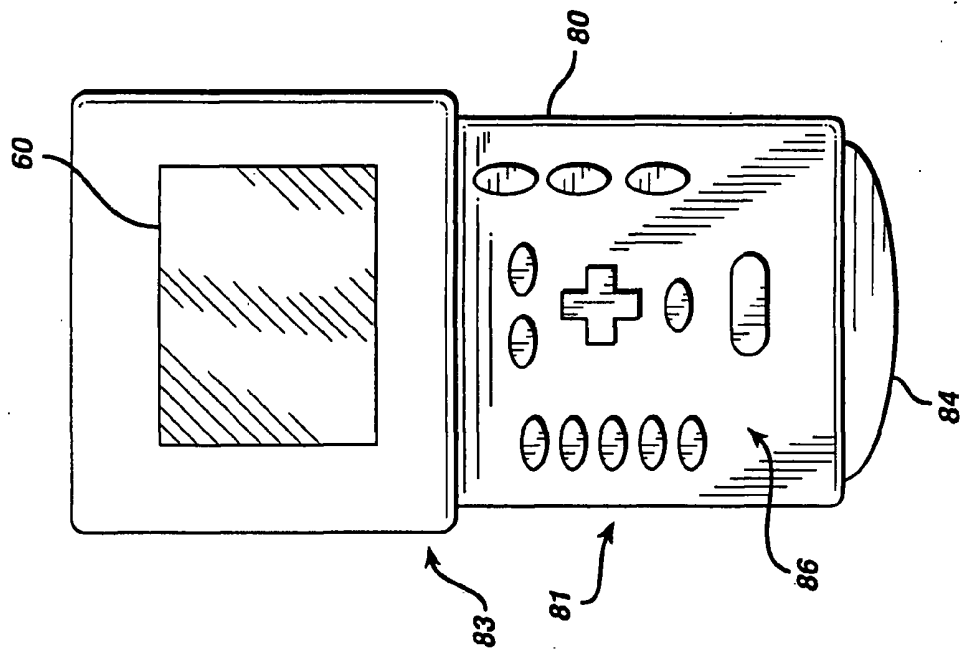


FIG. 2b

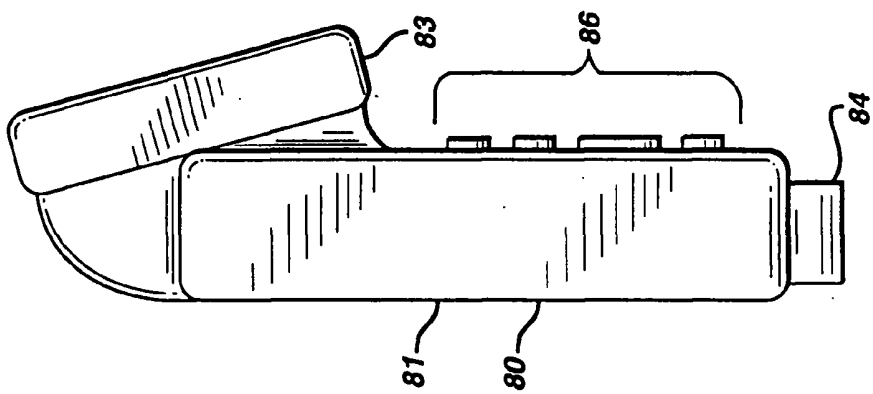


FIG. 3a

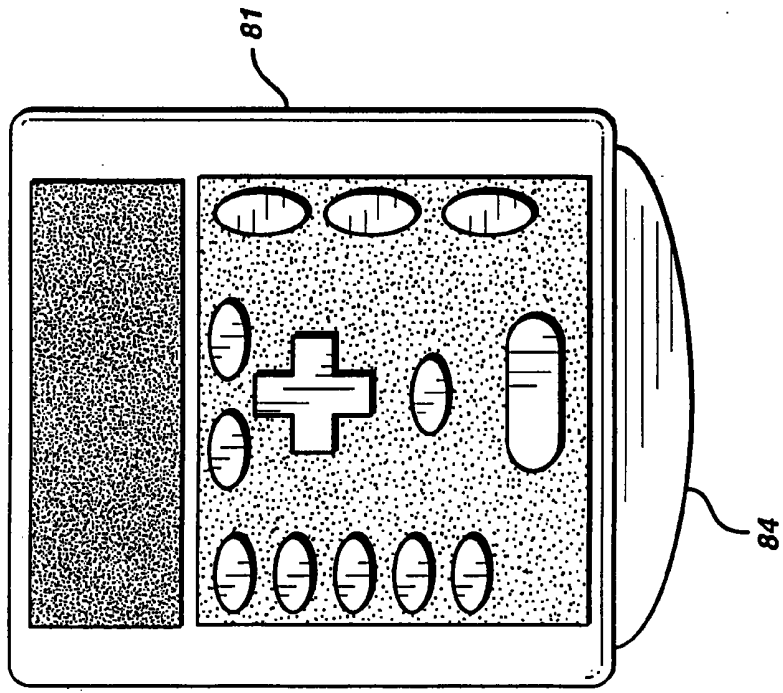


FIG. 3b

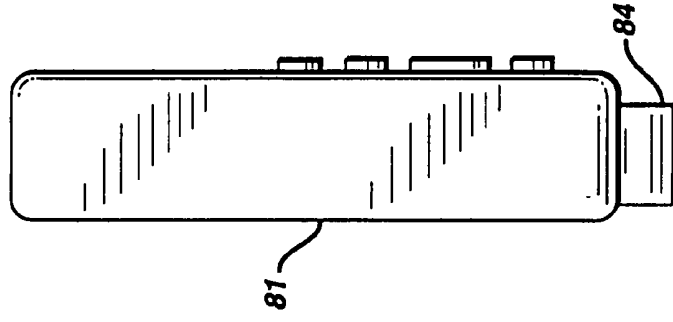


FIG. 4

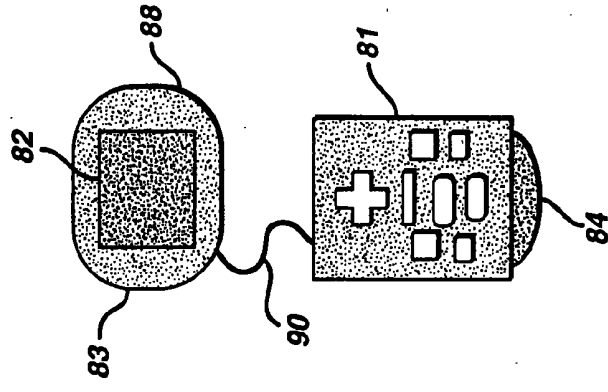


FIG. 5

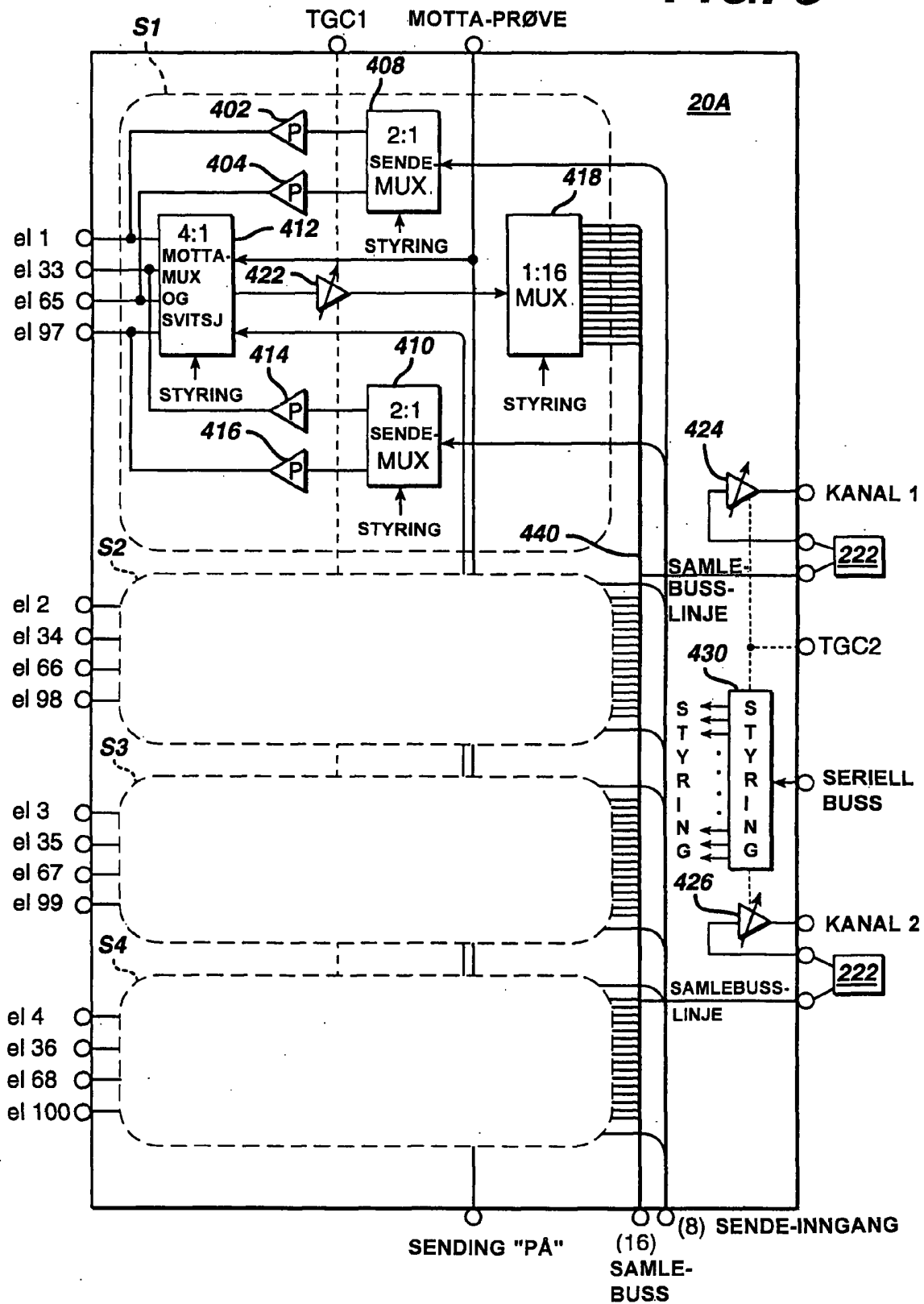


FIG. 6

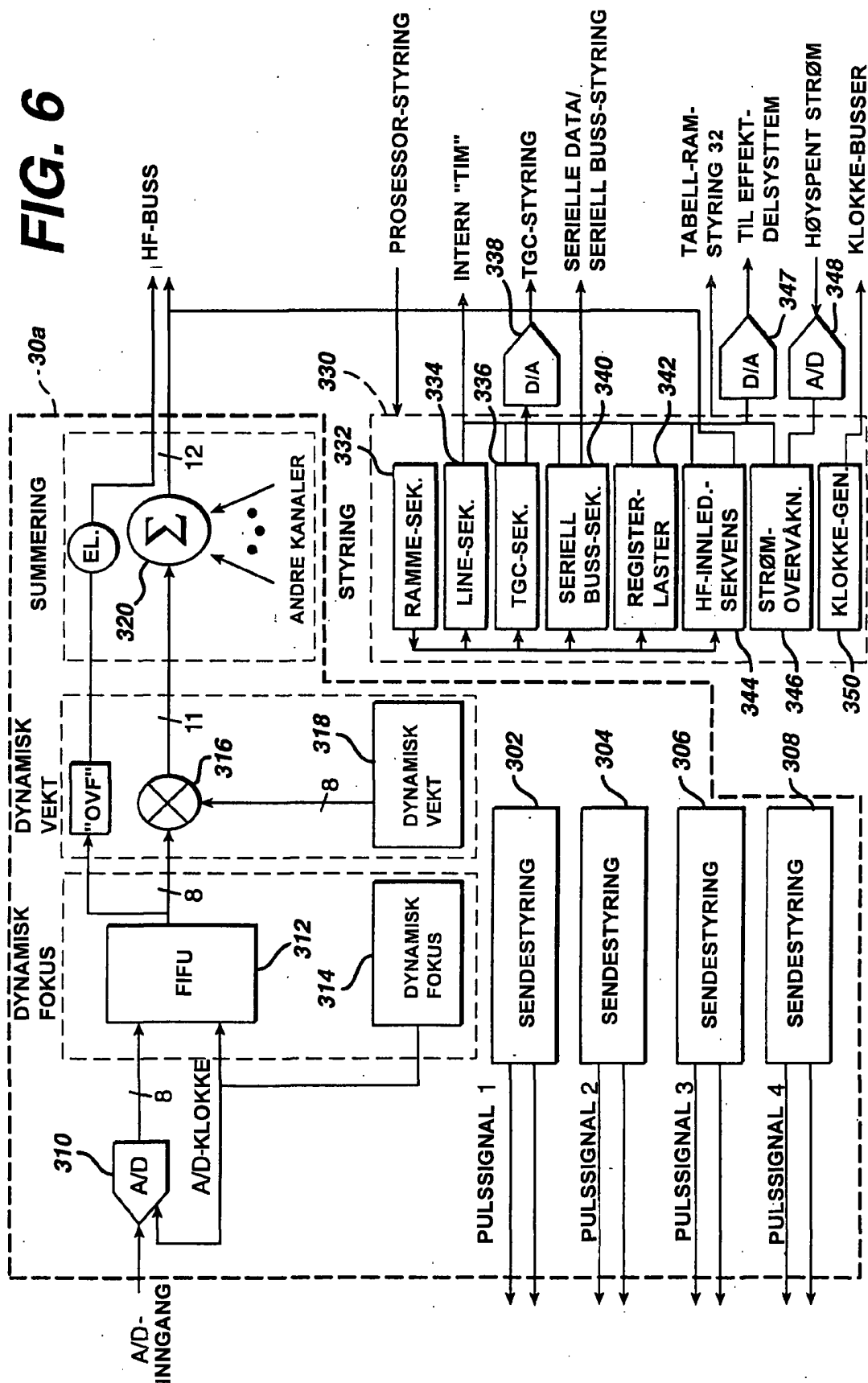


FIG. 7

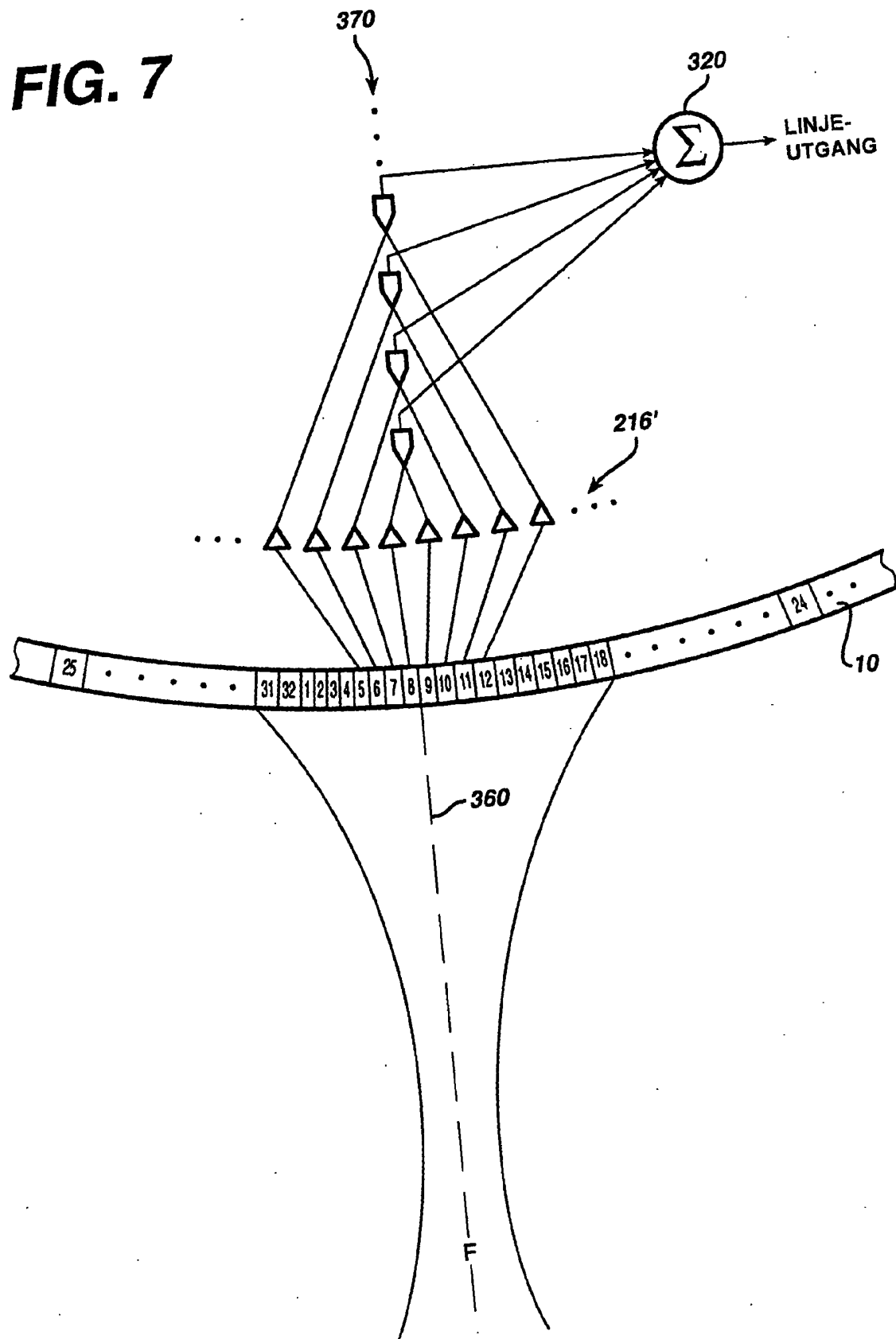


FIG. 8

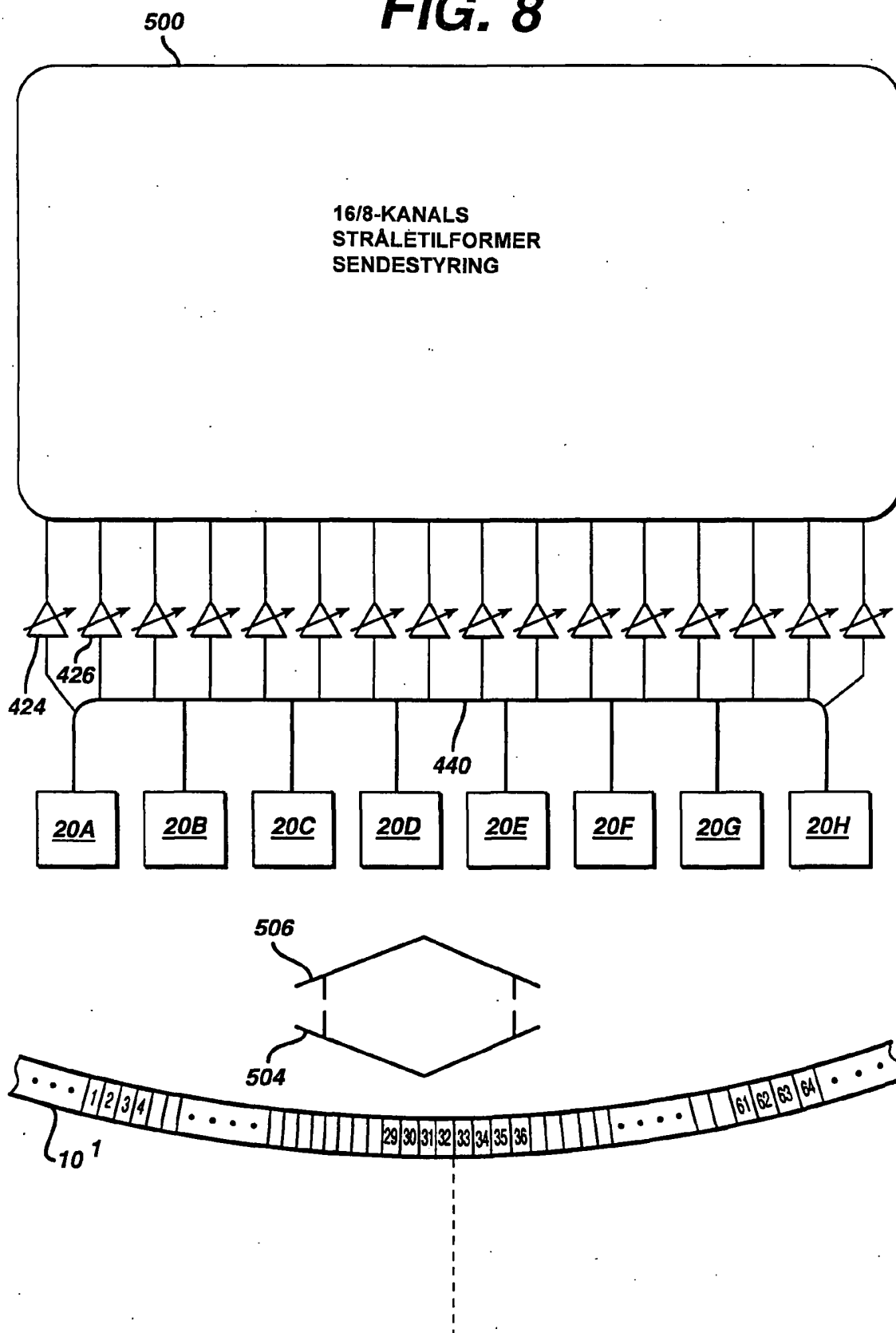


FIG. 9

BRYTERFUNKSJON		BESKRIVELSE	ANTALL KONTAKTER
EFFEKT PÅ/AV		GLIDEBRYTER	1
AKTIV AVSØK/FRYS		TRYKK OG HOLD FOR AKTIV AVSØKNING	1
"CPA"		FARGE-EFFEKT-ANGIOLOGI PÅ/AV	1
DOPPLER/"CPA"-FILTER		SYKLUS-KNAPP MED 3 VALG: HØY-MIDDELS-LAV	1
3D BILLED-MODUS		AKTIVERER 3D-INNFANGNING VED NEDTRYKKING FØR "AKTIV AVSØK/FRYS"	1
SKRIV UT		SENDER SERIELT SIGNAL TIL SKRIVER	1
MØRKØR-POSISJON		X/Y-PLASSERING AV MARKØR	4
UTFØR ("ENTER")		UTFØRER/LEGGER INN VALGT MULIGHET	1
MENY		SLÅR MENY-FUNKSJONER PÅ OG AV, UTNYTTER MARKØR OG "UTFØR". FUNKSJONER: ANVENDELSESVALG FOR INNFØRING AV ALFANUMERISKE DATA, PASIENT-ID OG -NAVN, CINE 2D- OG 3D- VISNING	1
MÅL		AKTIVERER MÅLINGER, UTNYTTER MARKØR OG "UTFØR".	1
FOKUS		AKTIVERER FOKUS-MODUS: MARKØR OPP OG NED PLASSERER FOKUS, MARKØR SIDEVEIS VELGER ANTALL SONER	1
BILDE		TILLATER VALG BLANT FLERE GRÅ- TONER OG FILTRE I ROM OG TID BLANT ET SETT AV FORHÅNDSINNSTILLINGER FOR VALGT ANVENDELSE	2
DYBDE		OPP/NED, 5 DYBDE-VALG	2
TGC-FORSTERKNING		OPP/NED	2
LYSSTYRKE		LCD-FREMVISER-STYRING OPP/NED	2
KONTRAST		LCD-FREMVISER-STYRING OPP/NED	2