



**SUOMI-FINLAND**  
**(FI)**

Patentti- ja rekisterihallitus  
Patent- och registerstyrelsen

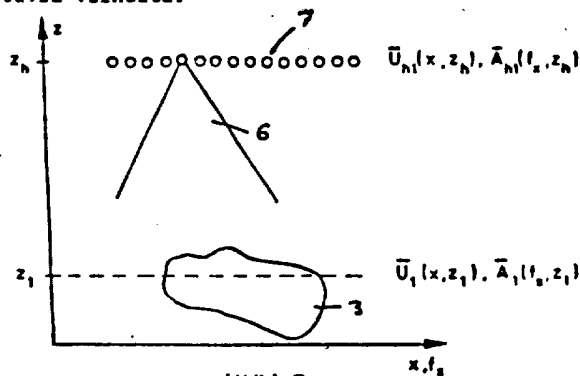
**[B] (11) KUULUTUSJULKAISU  
UTLÄGGNINGSSKRIFT 65677**

- C (45) Patentti- ja rekisterihallitus 11.10.1984  
Patent publicerat  
G 03 H 3/00 // A 61 B 10/00,  
(51) Kv.lk.<sup>3</sup>/Int.Cl.<sup>3</sup> G 01 N 29/04  
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan  
(21) Patentihakemus - Patentansöknng 810368  
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 09.02.81  
(23) Alkuperäpäivä - Giltighetsdag 09.02.81  
(41) Tulnut julkiseksi - Blivit offentlig 10.08.82  
(44) Nähtävölkäipanon ja kuul.julkaisun pvm. -  
Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad 29.02.84  
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus - Begärd prioritet

- (71)(72) Esko Alasaarela, 91410 Jokirinne, Suomi-Finland(FI)  
(74) Oy Kolster Ab  
(54) Holografinen B-kuvamenetelmä - Holografisk B-avbildningsmetod

(57) TIIVISTELMÄ

Keksintö liittyy ultraäänikuvaukseen ja käsittää holografisen B-kuvamenetelmän. Siinä yhdistetään B-kuvaus, jonka resoluutio on hyvä pitkittäissuunnassa ja holografinen kuvaus, jonka resoluutio on hyvä poikittaissuunnassa, jolloin saadaan kuvausmenetelmä, jonka resoluutio on hyvä molemmissa suunnissa. Kuvaus voidaan suorittaa kahdella tavalla. Ensiksi kuvaus voidaan suorittaa siten, että ensin suoritetaan tavanomainen B-kuvaus, jolla saavutetaan hyvä pitkittäisresoluutio, ja tämän jälkeen suoritetaan yksidimensiainen holografinen kuvaus kohteen (3) jokaiselle syvyydelle eli etäisyydelle anturista (7) ja lopuksi saadut kuvat yhdistetään kertomalla ne piste pisteeltä keskenään. Toiseksi kuvaus voidaan suorittaa siten, että B-kuvaus ja holografinen kuvaus suoritetaan samanaikaisesti lähettämällä hologrammitasolla olevan anturin (7) kustakin elementistä kohteeseen (3) ultraäänipursteja ja mittaamalla heijastuneen ultraäänien amplitudia ja vaihekulmaa kulkuajan funktiona. Näin saadusta mittausdatasta kuva rekonstruoidaan tietokoneella. Lisäksi keksintö käsittää jompaankumpaan edellä mainittuun menetelmään yhdistettävän kuvansuodatusprosessoinnin ja korjausprosessoinnin, jolla voidaan kompensoida ultraäänien etenemisessä tapahtuvia virheitä.



## (57) SAMMANDRAG

Uppfinningen hänför sig till ultraljudavbildning och omfattar en holografisk B-avbildningsmetod. I denna förenas en B-avbildning, vars resolution är god i längderiktningen och en holografisk avbildning, vars resolution är god i tvärriktningen, varigenom erhålls en avbildningsmetod, vars resolution är god i tvärriktningen, varigenom erhålls en avbildningsmetod, vars resolution är god i bägge riktningarna. Avbildningen kan för det första ske så, att man första utför en sedvanlig B-avbildning, med vilken erhålls en god längsresolution, varefter utföres en endimensionell holografisk avbildning på varje djup av objektet (3), dvs. för varje avstånd från givaren (7), och till slut förenas de bägge bilderna genom upprepande av desamma inbördes punkt för punkt. För det andra kan avbildningen utföras så, att B-avbildningen och den holografiska avbildningen utföres samtidigt genom att från varje element av den i hologramplanet belägna givaren (7) sänds ultraljudskurar mot objektet (3) och genom mätande av amplituden och fasvinkeln i det reflekterade ultraljudet som funktion av gångtiden. Bilden rekonstrueras sedan från de sålunda erhållna mätningdata med data-maskin. Dessutom omfattar uppfinningen en till någondera av nämnda metoder anslutbar bildfiltreringsbearbetning och korrigeringsbearbetning, med vilken i ultraljudgången uppkomna fel kan kompenseras.

## Holografinen B-kuvamenetelmä

Keksintö liittyy ultraäänikuvaukseen ja sen perustana ovat olleet nk. B-kuvamenetelmä ja holografiaperiaate.

5

Eräs B-kuvamenetelmän pahimmista heikkouksista on ollut sen huono poikittaissuuntainen resoluutio (erotuskyky), mikä johtaa huonoon kuvan laatuun. Käytännössä onkin havaittu, että mm. lääketieteen alueella tarvitaan

10 ultraäänikuvausmenetelmää, jolla saavutetaan parempi resoluutio kuin nykyisellä B-kuvamenetelmällä.

Keksinnön tarkoituksena on poistaa em. epäkohta ja aikaansaada uusi paremman resoluution ultraäänikuvausmenetelmä. Samalla, koska menetelmässä käytetään holografiaperiaatetta numeerisesti tapahtuvalla aaltorintaman palautusmenetelmällä, saadaan tehokkaasti käyttöön laaja valikoima erilaisia kuvansuodatusmenetelmiä ja menetelmiä, joilla voidaan kompensoida aaltorintaman etenemisessä tapahtuvia virheitä ja häiriöitä.

20

Keksinnön perusidean mukaisesti kohteelle suoritetaan sekä B-kuvaus että holografinen kuvaus.

Em. perusidean puitteissa keksinnön mukaiselle menetelmällä on pääasiallisesti tunnusomaista, että kuvauskohteelle suoritetaan ensin tavanomainen B-kuvaus hyvän

25 pitkittäisresoluution aikaansaamiseksi, että sen jälkeen kohteen jokaiselle syvyydelle eli etäisyydelle anturista suoritetaan holografinen ultraäänikuvaus, jossa rekonstruointi suoritetaan aaltorintaman palautuksen periaatetta käyttäen, hyvän poikittaisresoluution aikaansaamiseksi ja

30 että tuloksena saatavat kaksi kuvaa yhdistetään piste pisteeltä kertomalla tai muulla tavalla hyvän resoluution aikaansaamiseksi molemmissa suunnissa. Saman idean perusteella voi kuitenkin keksinnölle olla tunnusomaista, että kuvauskohteelle suoritetaan samanaikaisesti tavanomainen

35 B-kuvaus ja holografinen ultraäänikuvaus siten, että

kustakin hologrammialueen pisteestä lähetetään kohteeseen ultraäänipursti ja heijastuneesta ultraäänestä mitataan kulkuajan funktiona amplitudi ja vaihekulma-arvot sopivin näytevälein ja että saadusta amplitudi- ja vaihekulmadatasta rekonstruoidaan kuva tietokoneessa matemaattista prosessia käyttäen samaan tapaan kuin vastaavanlaisessa SAR-tutkassa, jolloin tarvitaan vain yksi kuvaus lopullisen kuvan aikaansaamiseksi.

Keksinnön mukaisessa kuvausmenetelmässä käytetyssä kuvan rekonstruointimenetelmässä kohteesta kultakin syvyydeltä anturille heijastunut aaltorintama palautetaan laskennallisesti tietokoneessa alkuperäiselle paikalleen, jolloin tämän palautetun aaltorintaman intensiteettikuva antaa kyseistä syvyyttä vastaavan juovan kuvaan. Aaltorintaman palauttaminen suoritetaan laskemalla anturilta saatavalle aaltorintamalle tilataajuusspektri (paikkariippuvainen taajuusspektri), siirtämällä tämä spektri kyseiselle kohteen syvyydelle ja laskemalla siirretystä spektristä käänteisesti ko. kohteen syvyyttä vastaava aaltorintama.

Keksinnön mukaisen kuvausmenetelmän pääasiallinen etu on sillä saavutettava hyvä resoluutio sekä pituus- että poikittaissuunnassa. Tämä johtuu siitä, että B-kuvaus antaa hyvän pitkittäisresoluution ja holografinen kuvaus suoritettuna kullekin kohteen etäisyydelle anturista antaa hyvän poikittaisresoluution. Keksinnön mukaisella menetelmällä saatu kuva vastaa normaalia B-kuvaa mutta on resoluutioltaan sitä parempi.

Keksintöä ryhdytään seuraavaksi kuvaamaan liitteinä olevien kuvien avulla, joissa

kuva 1 esittää tyypillistä B-kuvamenetelmän suoritusta ja näyttöä,

kuva 2 esittää yksinkertaistettuna numeerista rekonstruointimenetelmää, joka perustuu aaltorintaman palauttamiseen, ja

kuva 3 esittää holografiaperiaatetta yhdistettynä B-kuvamenetelmään.

Yksinkertaisin ultraäänikuvausmenetelmä on A-kuva-  
menetelmä, joka on yksidimensioiden. Tässä menetelmässä  
lähetetään kapeakeilaisella anturilla ultraäänipulsseja  
kohteeseen ja heijastuneet kaiut rekisteröidään kulku-  
ajan funktiona. Näyttö on kaksidimensioiden: vaakasuora  
5 akseli on verrannollinen kulku-aikaan ja sitä kautta etäi-  
syyteen anturista ja pystysuora akseli on verrannollinen  
heijastuneen kaiun amplitudiin.

B-kuvamenetelmä on kaksidimensioiden menetelmä.  
10 Ultraääniyksikkö vastaa A-kuvalaitteen anturi/lähetin/vas-  
taanotinyksikköä, mutta B-kuvauksessa anturi 1 liikkuu  
vaakasuoraa viivaa 2 pitkin kohteen 3 yläpuolella, kuten  
on esitetty kuvassa 1. Ultraäänipulsseja on esitetty pe-  
riaatteellisesti viitenumerolla 4. Kuva esitetään näyttö-  
15 laitteella 5, jossa vaaka-akseli on verrannollinen anturin  
asemaan pyyhkäisyruoralla 2, pysty-akseli on verrannollinen  
ultraäänin kulku-aikaan ja sitä kautta etäisyyteen antu-  
rista eli kohteen syvyyskoordinaattiin ja näyttöpisteiden  
kirkkaus on verrannollinen heijastuneiden kaikujen ampli-  
20 tudiin.

Tällaisen B-kuvamenetelmän antama pitkittäisreso-  
luutio määräytyy käytetyn anturin ja lähetin/vastaanotin-  
elektroniikan suorituskyvyn mukaan. Poikittaisresoluutio  
määräytyy kohteeseen tunkeutuvan ultraäänisäteiden leveydes-  
25 tä. Säteiden leveys puolestaan määräytyy anturin halkaisi-  
jasta, anturin fokuointiominaisuuksista ultraäänin aallon-  
pituudesta ja kuvasetäisyydestä. Sädettä ei voida foku-  
soida samanaikaisesti kaikille etäisyyksille. Tästä joh-  
tuen poikittaisresoluutio on hyvä ainoastaan fokuasetäisyy-  
30 dellä ja huonompi muilla etäisyyksillä.

Käytettäessä holografiaperiaatetta poikittaissuun-  
nassa voidaan resoluutio määrittellä seuraavasti:

$$r_{lat} = \lambda (z_h - z_o) / a$$

missä  $r_{lat}$  = poikittaisresoluutio

$\lambda$  = ultraäänen aallonpituus

$a$  = hologrammialueen pituus

$z_h - z_o$  = hologrammitason ja kohdetason välinen etäisyys.

5

Edellä esitetyn mukaisesti on mahdollista erottaa toisistaan kaksi pistettä, jotka ovat etäisyydellä  $\lambda$  toisistaan, jos kuvaussyvyys on pienempi kuin hologrammialue.

Edelleen holografiaperiaatetta käytettäessä on tärkeätä huomata, että ultraäänisäteeseen tulee olla leveä. Sen tulee pystyä valaisemaan koko kohde hologrammitason jokaisesta pisteestä, jotta saavutettaisiin paras resoluutio edellä esitetyn kaavan mukaan. Toinen tärkeä vaatimus on hologrammitason tasaisuus. Epätasaisuudet saavat olla ainoastaan murto-osa ultraäänen aallonpituudesta.

15

Keksinnön mukaisessa kuvausmenetelmässä on siis yhdistetty em. B-kuvamenetelmä ja holografiaperiaate, joka perustuu tietokoneella laskennallisesti tapahtuvaan aaltorintaman palauttamiseen hologrammitasolta kohteen tasoille, jolloin on saatu aikaan uusi kuvausmenetelmä, jota voidaan kutsua myös UHB-kuvaukseksi (ultrasonic holographie B-scan imaging).

20

Yhdistäminen voidaan suorittaa useallakin eri tavalla. Seuraavassa esitetään eräs yksinkertainen yhdistämistapa.

25

Kohteelle suoritetaan keksinnön mukaisesti kaksi kuvausta. Ensin suoritetaan tavanomainen B-kuvaus, jolla saavutetaan hyvä pitkittäisresoluutio. Käyttämällä sopivaa pulssikompressiotekniikkaa ja sovitettuja suodattimia päästään optimiresoluutioon. Seuraavaksi suoritetaan yksidimensioinen holografinen kuvaus kohteen jokaiselle syvyydelle, ts. jokaiselle etäisyydelle anturista. Syvyyskoordinaattia voidaan säädellä käyttämällä esimerkiksi nk. time-gating-menetelmää ja muuttamalla samalla rekonstruointietäisyyttä  $z_h - z_o$ , josta tarkemmin jäljempänä. Lopuksi

30

35

nämä kaksi kuvaa yhdistetään esimerkiksi suoraan kertomalla niiden intensiteetit tai amplitudit keskenään, jolloin saadaan hyvä resoluutio samanaikaisesti molemmissa suunnissa.

5           Optisessa holografiassa hologrammi sisältää interferenssikuvion muotoon tallennettuna amplitudi- ja vaihekulmainformaatiot kohteesta siroavasta aallosta hologrammitason paikan funktiona. Ultraääniholografiassa samat informaatiot voidaan mitata elektronisesti. Tällöin hologrammi on joukko amplitudin ja vaihekulman mittaustuloksia hologrammitason eri pisteistä mitattuina. Nämä tallennetaan käytettäessä kuten keksinnön mukaisessa menetelmässä, numeerista rekonstruointimenetelmää tietokoneen massamuistiin. Mittaustulosten muodostama data sisältää täydellisen informaation kohteesta siroavasta aaltorintamasta, joten se sisältää myös informaation itse kohteesta, jonka kuva voidaankin laskennallisesti rekonstruoida hologrammidatasta.

15           Numeerinen kuvan rekonstruointi voidaan suorittaa, kuten keksinnön mukaisessa menetelmässä tehdäänkin, käyttämällä aaltorintaman palautuksen periaatetta. Koska aaltorintama etenee väliaineessa noudattaen tunnettuja fysiikan lakeja, voidaan se palauttaa laskennallisesti hologrammitasolta kohteen tasolle. Tämä suoritetaan tilaspektri-  
20           muodossa käyttäen nk. spektrinsiirtoteoreemaa. Tällainen numeerinen rekonstruointi on esitetty yksinkertaistettuna kuvassa 2. Hologrammin (ts. aaltorintaman) tilataajuuspektri lasketaan käyttäen Fourier-muunnosta (vaihe I). Tämä spektri siirretään alkuperäiselle tasolleen kohteessa kertomalla se määrätyllä vaihekulmatekijällä (vaihe II) ja  
30           lopuksi kyseisen kohdetason aaltorintama lasketaan siirretystä spektristä käyttämällä Fourier-käänteismuunnosta (vaihe III). Tuloksena saatavan aaltorintaman intensiteetti antaa kuvaan kyseistä syvyyttä vastaavan juovan. Visualisointi voidaan suorittaa esimerkiksi televisiomonito-  
35           rilla.

Kuva 3 esittää tätä rekonstruointiprosessia sovellettuna keksinnön mukaiseen kuvausmenetelmään. Anturi 7 koostuu pienistä laajakeilaisista anturielementeistä hologrammitasolla  $z_h$ . Kohteesta 3 on valittu tarkasteltavaksi taso  $z_1$ . Hologrammidata mitataan lähettämällä kullakin anturin elementillä ultraäänipursti ja mittaamalla tasolta  $z_1$  heijastuneen ultraäänien amplitudi ja vaihekulma. Tasolta  $z_1$  heijastunut ultraääniaalto valitaan vastaanottimelle time-gating-menetelmällä: mittaus suoritetaan lähetyspurstista lukien sen ajan kuluttua, mikä ultraäänellä kuluu välin  $z_h - z_1$  edestakaiseen kulkemiseen.

Tasolta  $z_1$  saatava hologrammidata voidaan esittää matemaattisesti aaltorintamana

$$\bar{U}_{h1}(x, z_h) = U_{h1}(x, z_h) \exp [j\phi_{h1}(x, z_h)]$$

missä  $\bar{U}_{h1}(x, z_h)$  = kohteen tasosta  $z_1$  hologrammitasolle  $z_h$  heijastunut aaltorintama,

$U_{h1}(x, z_h)$  = aaltorintaman amplitudi,

$\phi_{h1}(x, z_h)$  = aaltorintaman vaihekulma,

$x$  = paikka hologrammilla,

$j$  = imaginaariyksikkö.

Tilataajuusspektri lasketaan käyttämällä yksidimensioista Fourier-muunnosta

$$\bar{A}_{h1}(f_x, z_h) = \mathcal{F}\{U_{h1}(x, z_h)\}$$

missä  $\bar{A}_{h1}(f_x, z_h)$  =  $\bar{U}_{h1}(x, z_h)$ :n tilataajuusspektri hologrammitasolla  $z_h$ ,

$\mathcal{F}$  = Fourier-muunnoksen operaattori,

$f_x$  = tilataajuusmuuttuja.



Tämä spektri siirretään kohteen tasolle  $z_1$  kertomalla se vaihekulmatekijällä

$$\exp\{j \Delta \phi(f_x)\} = \exp\{jk(z_h - z_1) \sqrt{1 - (\lambda f_x)^2}\}$$

5

missä  $k =$  aaltoluku  $= 2\pi / \lambda$  ja

$\Delta \phi(f_x)$  = tarvittava vaihesiirto tilataajuuden  $f_x$  funktiona, kun spektri siirretään hologrammitasolta  $z_h$  kohteen tasolle  $z_1$ .

10

Tällöin saadaan siirretyksi spektriksi

$$\bar{A}_1(f_x, z_1) = \bar{A}_{h1}(f_x, z_h) \exp\{jk(z_h - z_1) \sqrt{1 - (\lambda f_x)^2}\}$$

15

missä  $\bar{A}_1(f_x, z_1)$  = siirretty spektri.

Siirretystä spektristä saadaan aaltorintama kohdetasolla  $z_1$  suorittamalla sille Fourier-käänteismuunnos

$$\bar{U}_1(x, z_1) = \mathcal{F}^{-1} \{ \bar{A}_1(f_x, z_1) \}$$

20

missä  $\bar{U}_1(x, z_1)$  = aaltorintama kohteen tasolla  $z_1$

$\mathcal{F}^{-1}$  = Fourier-käänteismuunnoksen operaattori.

Muilta kohteen tasoilta heijastuneet aaltorintamat (hologrammit) rekonstruoidaan kuviksi samalla tavalla. Tuloksena saadaan eri kohteen syvyyksiä vastaavia juovia, joiden intensiteetit paikan  $x$  funktiona vastaavat kuvan eri pisteiden intensiteettejä. Pyyhkäisemällä juovat allekkain televisiomonitorille saadaan näkyviin koko kuva. Holografiakuvauksen pitkittäisresoluutio on huono, minkä vuoksi saatu kuva on kerrottava tavanomaisen B-kuvan kanssa. Näin saadaan aikaan kuva, jonka resoluutio on hyvä sekä pitkittäis- että poikittaissuunnassa.

Käytännössä edellä selostettu prosessi tapahtuu seuraavasti. Kultakin kohteen syvyydeltä mitataan kullakin

35

anturin elementillä saatavan ultraäänien amplitudi ja vaihekulma ja tallennetaan tietokoneen muistiin. Jos esimerkiksi anturissa on 100 elementtiä ja mitataan 100 eri syvyysjuovaa, saadaan hologrammidataksi 10 000 amplitudiarvoa ja yhtä monta vaihekulma-arvoa. Tämän datan kunkin juovaa vastaavalle osalle suoritetaan Fourier-muunnos tietokoneessa sopivaa FFT-aliohjelmalla käyttäen (fast Fourier transformation). Saadun spektrin vaihekulma-arvot kerrotaan tietokoneessa edellä esitetyllä vaihekulmatekijällä ja saadulle datalle suoritetaan Fourier-käänteismuunnos sopivalla aliohjelmalla. Tuloksena saatavasta datasta lasketaan intensiteetti kertomalla amplitudiarvot itsellään. Näin käydään läpi kaikki kuvan juovat ja tuloksena saatava kuva kerrotaan piste pisteeltä tavanomaisella B-kuvauksella mitatun kuvan kanssa.

Vastaava kuvausprosessi voidaan suorittaa myös siten, että holografinen kuvaus ja B-kuvaus suoritetaan samanaikaisesti. Tällöin kohteeseen 3 (kuva 3) lähetetään anturin 7 kullakin elementillä lyhyitä ultraäänipursteja ja samalla elementillä otetaan vastaan heijastunut ultraääni ja mitataan siitä kulkuajan funktiona amplitudi ja vaihekulma-arvot riittävän tihein näytevälein. Kun kaikilla anturin elementeillä on suoritettu vastaava operaatio, on saatu talteen data, josta kuva voidaan rekonstruoida tietokoneessa matemaattista prosessia käyttäen. Sopivia rekonstruointiprosesseja on kehitetty jo aiemmin SAR-tutkan (Synthetic Aperture Radar) yhteydessä. Etuna tässä menetelmässä on, että tarvitaan vain yksi kuvaus lopullisen kuvan aikaansaamiseksi.

Molemmissa kuvausmenetelmissä prosessointiin voidaan liittää kuvansuodatusprosesseja ja korjausprosesseja, joilla voidaan kompensoida aaltorintaman etenemisessä tapahtuvia virheitä. Näitä suodatus- ja korjausprosesseja voidaan suorittaa sekä aaltorintamille hologrammitasolla tai kohteen tasolla että niiden spektreille.

## Patenttivaatimukset:

1. Holografinen B-kuvamenetelmä, t u n n e t t u  
siitä, että kuvauskohteelle (3) suoritetaan ensin tavan-  
5 omainen B-kuvaus hyvän pitkittäisresoluution aikaansaami-  
seksi, että sen jälkeen kohteen (3) jokaiselle syvyydelle  
eli etäisyydelle anturista (7) suoritetaan holografinen  
ultraäänikuvaus, jossa rekonstruointi suoritetaan aalto-  
10 rintaman palautuksen periaatetta käyttäen, hyvän poikit-  
taisresoluution aikaansaamiseksi ja että tuloksena saata-  
vat kaksi kuvaa yhdistetään piste pisteeltä kertomalla tai  
muulla tavalla hyvän resoluution aikaansaamiseksi molem-  
missa suunnissa.

2. Holografinen B-kuvamenetelmä, t u n n e t t u  
15 siitä, että kuvauskohteelle (3) suoritetaan samanaikaises-  
ti tavanomainen B-kuvaus ja holografinen ultraäänikuvaus  
siten, että kustakin hologrammialueen pisteestä lähetetään  
kohteeseen ultraäänipursti ja heijastuneesta ultraäänestä  
mitataan kulkuajan funktiona amplitudi ja vaihekulma-arvot  
20 sopivin näyteväleihin ja että saadusta amplitudi- ja vaihe-  
kulmadatasta rekonstruoidaan kuva tietokoneessa matemaat-  
tista prosessia käyttäen samaan tapaan kuin vastaavanlai-  
sessa SAR-tutkassa, jolloin tarvitaan vain yksi kuvaus lo-  
pullisen kuvan aikaansaamiseksi.

25 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 holografinen B-kuva-  
menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmään on  
lisätty kuvansuodatusprosessointia tai korjausprosessoin-  
tia, jolla pyritään kompensoimaan kuvaukseen ultraääni-  
aaltorintaman etenemisen yhteydessä aiheutuvia virheitä.

## Patentkrav:

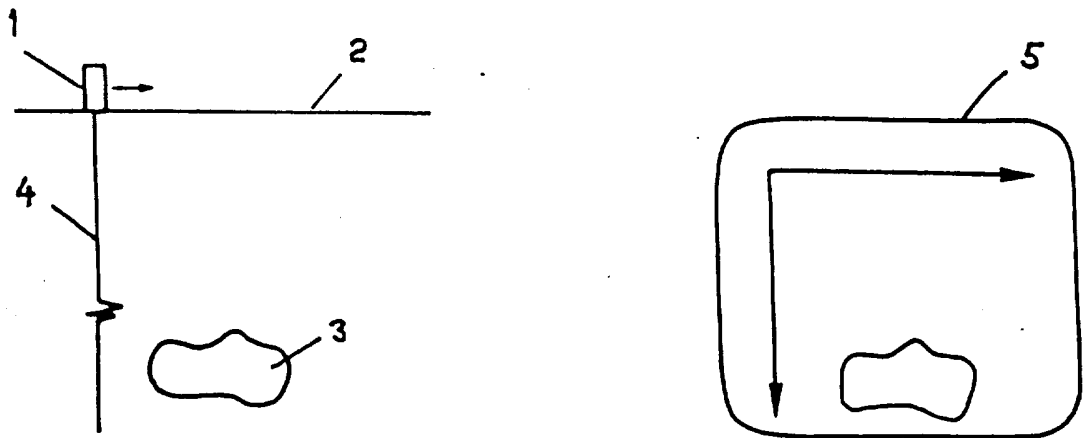
1. Holografisk B-avbildningsmetod, k ä n n e -  
t e c k n a d därav, att avbildningsobjektet (3) först  
5 utsätts för sedvanlig B-avbildning för erhållande av god  
längsresolution, att objektet (3) därefter för varje djup,  
dvs. för varje avstånd från givaren (7), utsätts för holo-  
grafisk ultraljudavbildning, enligt vilken rekonstruerin-  
gen utföres genom användande av vågfrontens returprincip,  
10 för erhållande av god tvärresolution, och att de två bil-  
der, som erhålls till resultat, förenas genom multiplika-  
tion punkt för punkt eller på annat sätt för erhållande av  
god resolution i bägge riktningarna.

2. Holografisk B-avbildningsmetod, k ä n n e -  
t e c k n a d därav, att avbildningsobjektet (3) samti-  
15 digt utsätts för sedvanlig B-avbildning och holografisk  
ultraljudavbildning så, att från varje punkt i hologram-  
området sänds en ultraljudskur mot objektet och ur det  
reflekterade ultraljudet mäts som funktion av gångtiden  
20 amplituden och fasvinkelvärdena med lämpliga provinter-  
valler, och att bilden rekonstrueras från de erhållna  
amplitud- och fasvinkeldata i en datamaskin med hjälp av  
en matematisk process på samma sätt som i en motsvarande  
SAR-radar, varvid man behöver endast en avbildning för  
25 åstadkommande av den slutliga bilden.

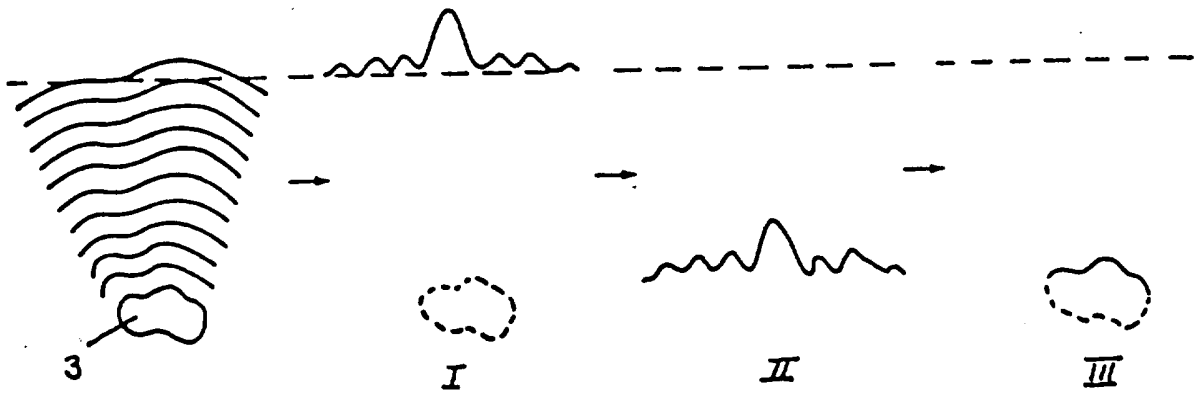
3. Holografisk B-avbildningsmetod enligt patent-  
kravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att  
med metoden inkluderats bildfiltreringsbehandling eller  
korrigeringsbehandling, medelst vilken i avbildningen kom-  
30 penseras i samband med ultraljudvågfrontens gång förör-  
sakade fel.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

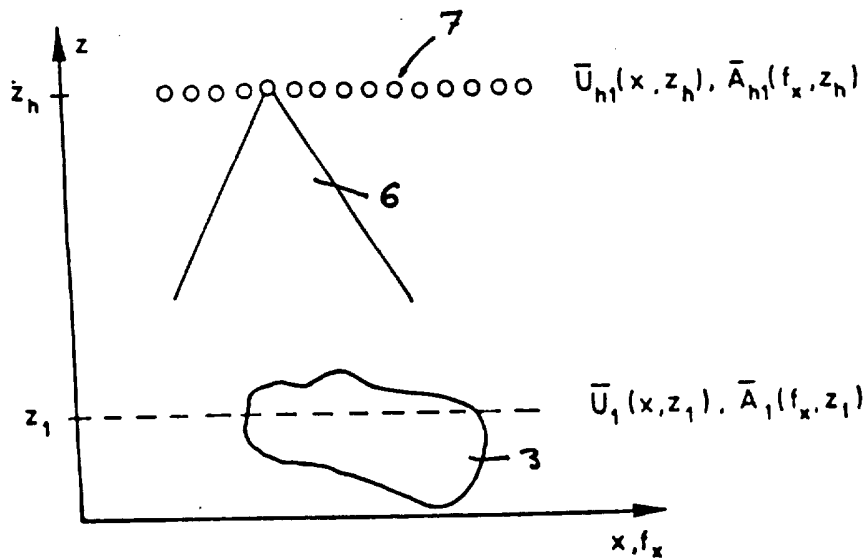
Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 4 170 142 (G 01 N 29/04).



KUV. 1



KUV. 2



KUV. 3