

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-212678

(P2008-212678A)

(43) 公開日 平成20年9月18日(2008.9.18)

(51) Int.Cl.
A 6 1 B 8/00 (2006.01)F 1
A 6 1 B 8/00テーマコード (参考)
4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2008-48245 (P2008-48245)
 (22) 出願日 平成20年2月28日 (2008.2.28)
 (31) 優先権主張番号 10-2007-0020623
 (32) 優先日 平成19年2月28日 (2007.2.28)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)
 (31) 優先権主張番号 10-2008-0017426
 (32) 優先日 平成20年2月26日 (2008.2.26)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 597096909
 株式会社 メディソン
 MEDISON CO., LTD.
 大韓民国 250-870 江原道 洪川
 郡 南面陽▲徳▼院里 114
 114 Yangdukwon-ri, N
 am-myun, Hongchun-gu
 n, Kangwon-do 250-87
 0, Republic of Korea
 (74) 代理人 100071526
 弁理士 平田 忠雄
 (72) 発明者 ▲鄭▼ 木 根
 大韓民国 ソウル特別市蘆原区上溪9洞ボ
 ラムアパート203-907

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 周波数領域でデジタルスキャン変換を実施して超音波映像を形成する方法

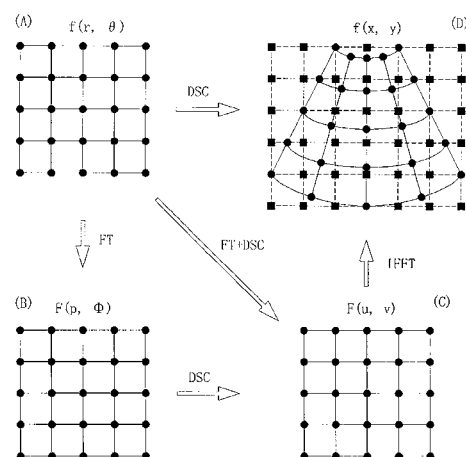
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】周波数領域でデジタルスキャン変換を実施して超音波映像を形成する方法を提供する。

【解決手段】プローブから入力された受信信号で円筒座標系の空間映像データを形成し、前記空間映像データに周波数領域でスキャン変換されたフーリエ変換式を適用して直交座標系にスキャン変換された周波数領域の映像データを形成し、前記直交座標系にスキャン変換された周波数領域の映像データを逆フーリエ変換して直交座標系の空間映像データを形成し、前記直交座標系の空間映像データから超音波映像を形成する。

【選択図】 図3

図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プローブから入力された受信信号から円筒座標系の空間映像データを形成し、
 前記空間映像データに周波数領域でスキャン変換されたフーリエ変換式を適用して直交座標系にスキャン変換された周波数領域の映像データを形成し、
 前記直交座標系にスキャン変換された周波数領域の映像データを逆フーリエ変換して直交座標系の空間映像データを形成し、
 前記直交座標系の空間映像データから超音波映像を形成することを特徴とする超音波映像形成方法。

【請求項 2】

前記空間映像データが $f(r, \theta)$ で表現される時、前記空間映像データ $f(r, \theta)$ に周波数領域でスキャン変換されたフーリエ変換式を次の式のように適用して前記スキャン変換された周波数領域の映像データを形成し、

$$F_{sc}(u, v) = F(\rho, \phi) \Big|_{\rho = \sqrt{u^2 + v^2}, \phi = \tan^{-1}(v/u)} = \int_{-\pi}^{\pi} \int_0^{\infty} f(r, \theta) e^{-j2\pi(\rho r \cos(\theta - \phi))} r dr d\theta$$

前記式内の u 、 v 、 ρ 及び ϕ は周波数領域の座標系で

$$u = \rho \sin \phi$$

及び

$$v = \rho \cos \phi$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波映像形成方法。

【請求項 3】

前記プローブはコンベックスプローブ(convex probe)、位相配列プローブ(phased array probe)またはセクタプローブ(sector probe)であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の超音波映像形成方法。

【請求項 4】

前記スキャン変換された周波数領域の映像データをゼロ挿入(zero padding)した後、前記逆フーリエ変換を実施することを特徴とする請求項 3 に記載の超音波映像形成方法。

【請求項 5】

前記逆フーリエ変換は、高速逆フーリエ変換であることを特徴とする請求項 4 に記載の超音波映像形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波映像形成分野に関するものであって、特に周波数領域でデジタルスキャン変換(digital scan conversion)を実施して超音波映像を形成する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断システムは超音波を用いて非破壊、非侵襲方式で対象体の内部構造を示す。超音波診断システムは超音波信号を送受信するためのプローブ、ビームフォーマ、アナログ-デジタル変換器、映像処理部を含む。スキャン方法または類型に応じて、プローブはコンベックスプローブ(convex probe)、位相配列プローブ(phased array probe)またはセクタプローブ(sector probe)になり得る。プローブは超音波信号と電気信号を相互変換するための多数の変換子(transducer)を含む。1回の超音波送信時にプローブの各変換子は別途に超音波信号を発生したり、複数の変換子が同時に超音波信号を発生させることもある。各変換子から送信された超音波信号は対象体内部の音響インピーダンス(acoustic im

10

20

30

40

50

pedance)の不連続面(反射体表面)で反射される。各変換子は個別に反射された超音波信号を電氣的受信信号に変換する。アナログ-デジタル変換器は、受信信号をデジタル信号に変換し、ビームフォーマは超音波信号の集束点と各変換子の位置を考慮して送信集束及び受信集束する。映像処理部は集束された受信信号に基づいて超音波映像データを形成する。

【 0 0 0 3 】

コンベックスプローブ(convex probe)、位相配列プローブ(phased array probe)、セクタプローブ(sector probe)から得られる受信信号は円筒座標系で表現される信号である。映像処理部は受信信号を処理して空間領域(spatial domain)の円筒座標系映像データを形成する。直交座標系の画面に超音波映像をディスプレイするためには円筒座標系の空間映像データを直交座標系の空間映像データに変換しなければならない。このようなデータの座標変換をデジタルスキャン変換(digital scan conversion)という。

10

【 0 0 0 4 】

図1を参照すると、従来、デジタルスキャン変換器(digital scan converter)は方眼紙のような格子状の格納領域を有する半導体メモリで具現される。普通、デジタルスキャン変換器は水平に512、垂直に512の格納領域を有するメモリで具現される。各格納領域は画面の一つの画素に該当する。各格納領域には任意の大きさのビットで表現される映像データが格納される。例えば、8ビット映像の場合、一つの格納領域に格納される映像データの表現範囲は0から255に至る。

【 0 0 0 5 】

20

図2を参照すると、従来のスキャン変換ではメモリに格納されている円筒座標系の空間映像データ $f(r, \theta)$ を直交座標系の空間映像データ $f(x, y)$ に変換する。この時、直交座標系の一つの画素Rの空間映像データは、画素R周辺の円筒座標系上の四つの画素A、B、C、Dのデータを双線形補間(bilinear interpolation)して得る。

【 0 0 0 6 】

このように、従来のデジタルスキャン変換では、円筒座標系の空間映像データを補間して直交座標系の空間映像データを得るので非常に多量のデータ計算が必要である。また、円筒座標系で表現される扇状映像の場合、プローブから遠くなるほど(即ち、映像の深さが深くなるほど)スキャンライン(SL)間の間隔が広くなり($d1 < d2$)、広い間隔に任意の値を作って埋めていかなければならないので、計算誤差が増加する問題がある。

30

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

本発明は、周波数領域でデジタルスキャン変換を実施して超音波映像を形成する方法を提供する。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本発明は、プローブから入力された受信信号から円筒座標系の空間映像データを形成し、前記空間映像データに周波数領域でスキャン変換されたフーリエ変換式を適用して直交座標系にスキャン変換された周波数領域の映像データを形成し、前記直交座標系にスキャン変換された周波数領域の映像データを逆フーリエ変換して直交座標系の空間映像データを形成し、前記直交座標系の空間映像データから超音波映像を形成する超音波映像形成方法を提供する。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 0 9 】

本発明は、周波数領域でスキャン変換することによってスキャン変換時に映像の位置情報に対する依存性を減らすことができる。これによって、映像深さによって計算誤差が増加する問題を解決することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 0 】

50

以下、添付した図面を参照して本発明の実施例を説明する。本発明の実施例で、空間映像データ $f(r, \theta)$ はコンベックスプローブ(convex probe)、位相配列プローブ(phased array probe)またはセクタプローブ(sector probe)から得られた受信信号をデジタル変換して集束して得られたデータである。本発明は、円筒座標系の空間映像データ $f(r, \theta)$ に周波数領域(frequency domain)でスキャン変換された(直交座標系に変換された)フーリエ変換式 $F_{sc}(u, v)$ を適用してスキャン変換された周波数領域の映像データを形成し、スキャン変換された周波数領域の映像データを逆フーリエ変換(Inverse Fourier Transformation, IFT)して直交座標系の空間映像データ $f(x, y)$ を得ることにその特徴がある。

【 0 0 1 1 】

図3は、本発明によるスキャン変換過程を概略的に示す。本発明は図3の(A)の通り扇状で表現される円筒座標系の空間領域(spatial domain)を長方形の周波数領域に変換してスキャン変換を実施することによって、プローブから遠くなるほど(即ち、映像の深さが深くなるほど)スキャンライン間の間隔が広くなるのに伴って必要なデータ計算量を映像深さに関係なく一定にすることができ、計算誤差を減少させることができる。

【 0 0 1 2 】

以下、周波数領域でスキャン変換されたフーリエ変換式 $F_{sc}(u, v)$ を得るための方法を説明する。

直交座標系のフーリエ変換(FT)式は、次の式1のように表現される。

【 0 0 1 3 】

【 数 1 】

$$F(u, v) = \iint f(x, y) e^{-j2\pi(ux+vy)} dx dy \quad \text{---式 1}$$

図4a及び図4bを参照すると、一点Pの円筒座標系と直交座標系の座標変換式は、次の式2の通りである。

【 0 0 1 4 】

【 数 2 】

$$\begin{aligned} x &= r \sin \theta & u &= \rho \sin \phi \\ y &= r \cos \theta & v &= \rho \cos \phi \end{aligned} \quad \text{---式 2}$$

式2から式1の指数部分は、数式3のように表現される。

【 0 0 1 5 】

【 数 3 】

$$ux + vy = \rho r \sin \theta \sin \phi + \rho r \cos \theta \cos \phi = \rho r \cos(\theta - \phi) \quad \text{---式 3}$$

式2及び3を用いて円筒座標系の空間映像データ $f(r, \theta)$ をフーリエ変換(FT)すると、周波数領域(frequency domain)のフーリエ変換式 $F(\rho, \phi)$ は、式4のように表現される。

【 0 0 1 6 】

【 数 4 】

$$F(\rho, \phi) = \int_{-\pi}^{\pi} \int_0^{r_0} f(r, \theta) e^{-j2\pi(\rho r \cos(\theta - \phi))} r dr d\theta \quad \text{---式 4}$$

$F(\rho, \phi)$ をスキャン変換し、 $F_{sc}(u, v)$ (スキャン変換されたフーリエ変換式)を得るために、式4で位置 (u, v) に対応する (ρ, ϕ) でフーリエ係数を直接計算する。次の式5のような座標変換に従えば、周波数領域のスキャン変換された(直交座標系の)フーリエ変換式 $F_{sc}(u, v)$ は式6のように表現される。

【 0 0 1 7 】

10

20

30

40

50

【数 5】

$$\rho = \sqrt{u^2 + v^2}$$

$$\phi = \tan^{-1}(v/u)$$

---式 5

【0 0 1 8】

【数 6】

$$F_{sc}(u, v) = F(\rho, \phi) \Big|_{\rho=\sqrt{u^2+v^2}, \phi=\tan^{-1}(v/u)} = \int_{-\pi}^{\pi} \int_0^{\rho_0} f(r, \theta) e^{-j2\pi(\rho r \cos(\theta-\phi))} r dr d\theta$$

---式 6

前述した過程に従って円筒座標系の空間映像データ $f(r, \theta)$ に周波数領域 (frequency domain) のスキャン変換された (直交座標系に変換された) フーリエ変換式 $F_{sc}(u, v)$ を適用する。式6のように表現される $F_{sc}(u, v)$ は、周波数領域の変換式であるので、空間領域 (spatial domain) の映像データ $f(x, y)$ を得るためにフーリエ変換式 $F_{sc}(u, v)$ を逆変換する。本発明の実施例では式7のようにフーリエ逆変換の例として高速計算のための IFFT (inverse fast Fourier transformation) を用いる。

【0 0 1 9】

【数 7】

$$f(x, y) = IFFT\{F_{sc}(u, v)\}$$

---式 7

一方、数式7で $F_{sc}(u, v)$ をゼロ挿入 (zero padding) した後、IFFTを実施すると、周期が拡張されて任意の倍率で拡大された空間映像データ $f(x, y)$ を得ることができる。

【0 0 2 0】

空間映像データ $f(r, \theta)$ が実数である場合、周波数領域で $F_{sc}(u, v)$ は、次の式8を満たすので、対称関係を用いて周波数領域映像データの1/2のみ計算すればいいので、計算量を減少させることができる。

【0 0 2 1】

【数 8】

$$F_{sc}(u, v) = F_{sc}^*(-u, -v)$$

---式 8

また、ノイズ (noise) を除去するために周波数領域で次の式9のような低域通過フィルタを適用することができる。

【0 0 2 2】

【数 9】

$$F_{sc}(u, v) = F(\rho, \phi) \Big|_{\rho=\sqrt{u^2+v^2}, \phi=\tan^{-1}(v/u)} = 0, \text{ for } \rho > \rho_{\text{threshold}}$$

---式 9

式9で

 $\rho_{\text{threshold}}$

は、遮断周波数を示す。

【0 0 2 3】

以下、図5～図9を参照して従来技術と本発明を具体的に対比して説明する。

図5は、各スキャンライン別にメモリに格納された円筒座標系の空間映像データ $f(r, \theta)$ で形成された映像 (A 乃至 E) を示す。図6に示したデジタルスキャン変換映像 (A 1 乃

10

20

30

40

50

至 E 1) は従来技術によって映像データ $f(r, \theta)$ を空間領域 (spatial domain) で双線形補間 (bilinear transform) して得た映像である。図 7 は、本発明によって空間領域の映像データをフーリエ変換して周波数領域のデータを得、周波数領域でデジタルスキャン変換し、逆フーリエ変換して得た映像 (A 2 乃至 E 2) を示す。図 8 は、本発明によって前述した式 7 のフーリエ変換 $F_{sc}(u, v)$ で得たスペクトルである。図 8 に示したスペクトルは双線形補間でスキャン変換した後、フーリエ変換して得たスペクトル (図 9) と同一または非常に類似することが分かる。図 8 と図 9 との比較から、本発明による周波数領域でのスキャン変換によって情報の損失なく超音波映像を得ることができることを予測することができる。

上述した実施例は、本発明の原理を応用した多様な実施例の一部を示したものに過ぎないことを理解しなければならない。本技術分野で通常の知識を有する者は、本発明の本質から逸脱することなく様々な変形が可能であることが明確に分かる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図 1】 スキャン変換器 (digital scan converter) の格納領域を示す概略図である。

【図 2】 従来技術による円筒座標系と直交座標系との座標変換を説明するための概略図である。

【図 3】 本発明による周波数領域でのスキャン変換を用いた超音波映像形成過程を示す概略図である。

【図 4 a】 図 4 a は座標変換のための空間座標系及び周波数座標系を示す概略図である。

【図 4 b】 図 4 b は座標変換のための空間座標系及び周波数座標系を示す概略図である。

【図 5】 円筒座標系の空間映像データがスキャンライン別にメモリに格納される例を示す例示図である。

【図 6】 従来技術によって映像データを空間領域で双線形補間して得たデジタルスキャン変換映像の例示図である。

【図 7】 本発明によって空間領域の映像データをフーリエ変換して周波数領域のデータを得、周波数領域でデジタルスキャン変換し、逆フーリエ変換して得た映像の例示図である。

【図 8】 本発明によってスキャン変換されたフーリエ変換で得たスペクトルを示す例示図である。

【図 9】 双線形補間でスキャン変換した後、フーリエ変換して得たスペクトルを示す例示図である。

【符号の説明】

【0025】

A ~ E: 円筒座標系の映像データ $f(r, \theta)$ で形成された空間映像

A1 ~ E1: 従来技術によってスキャン変換された映像

A2 ~ E2: 本発明によってスキャン変換された映像

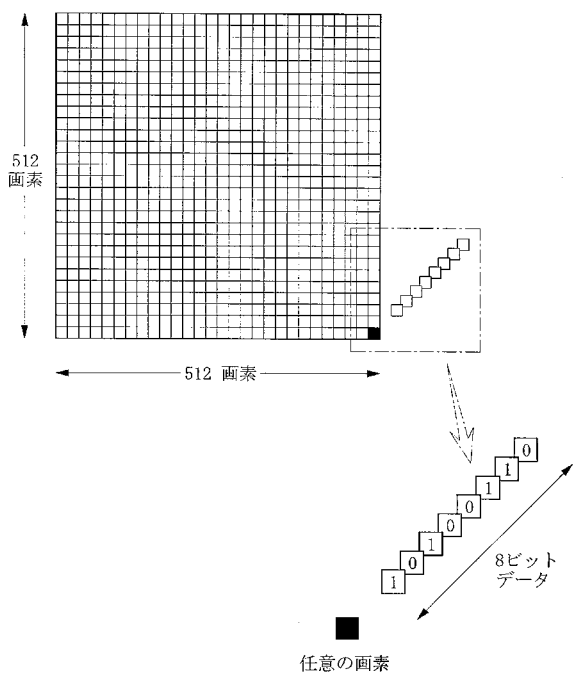
10

20

30

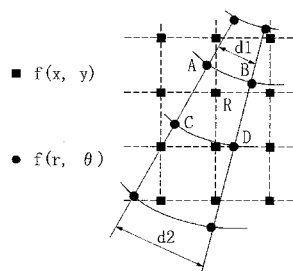
【図 1】

図 1



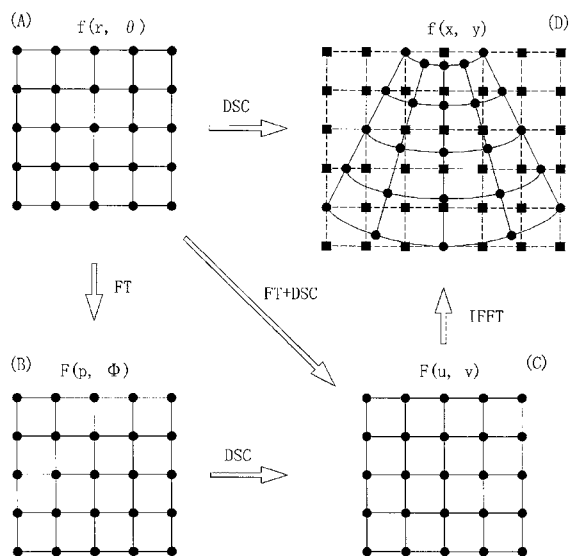
【図 2】

図 2



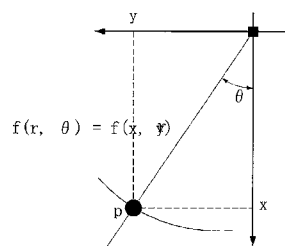
【図 3】

図 3



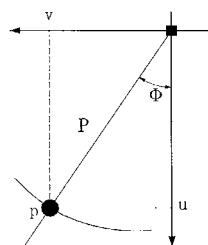
【図 4 a】

図 4a



【図 4 b】

図 4b

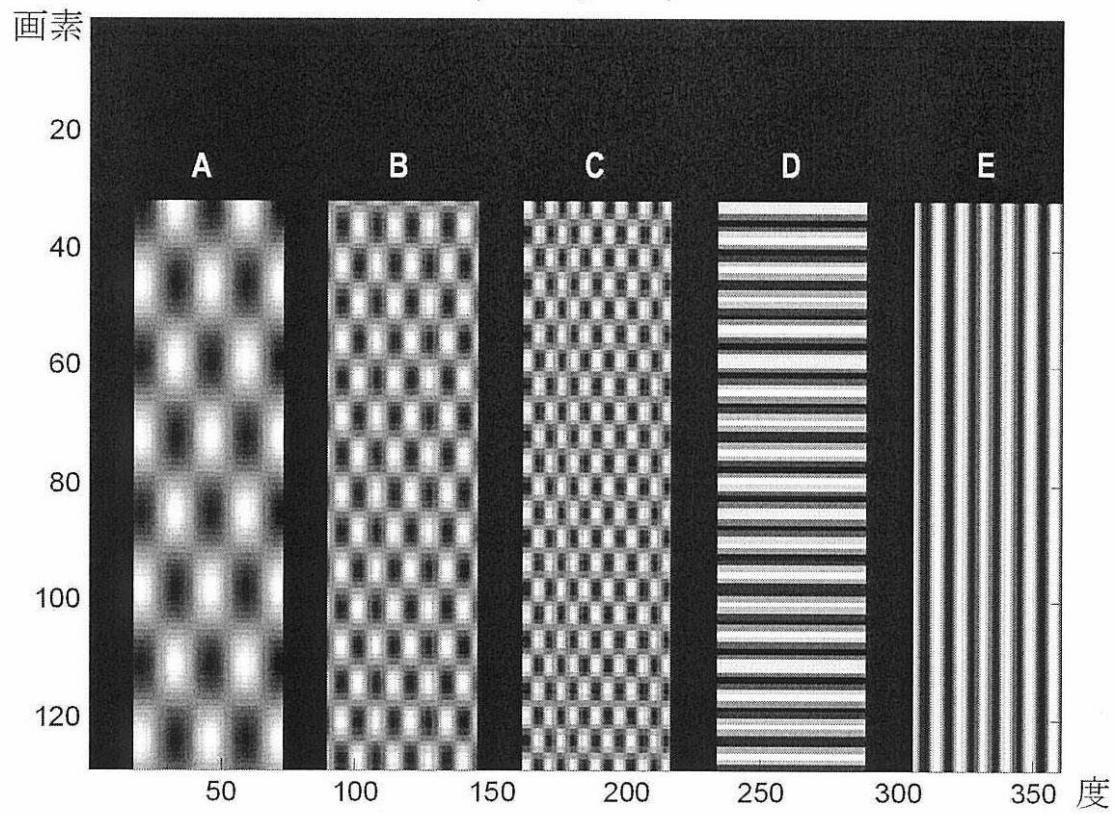


【図 5】

図 5

メモリデータ

(memory data)

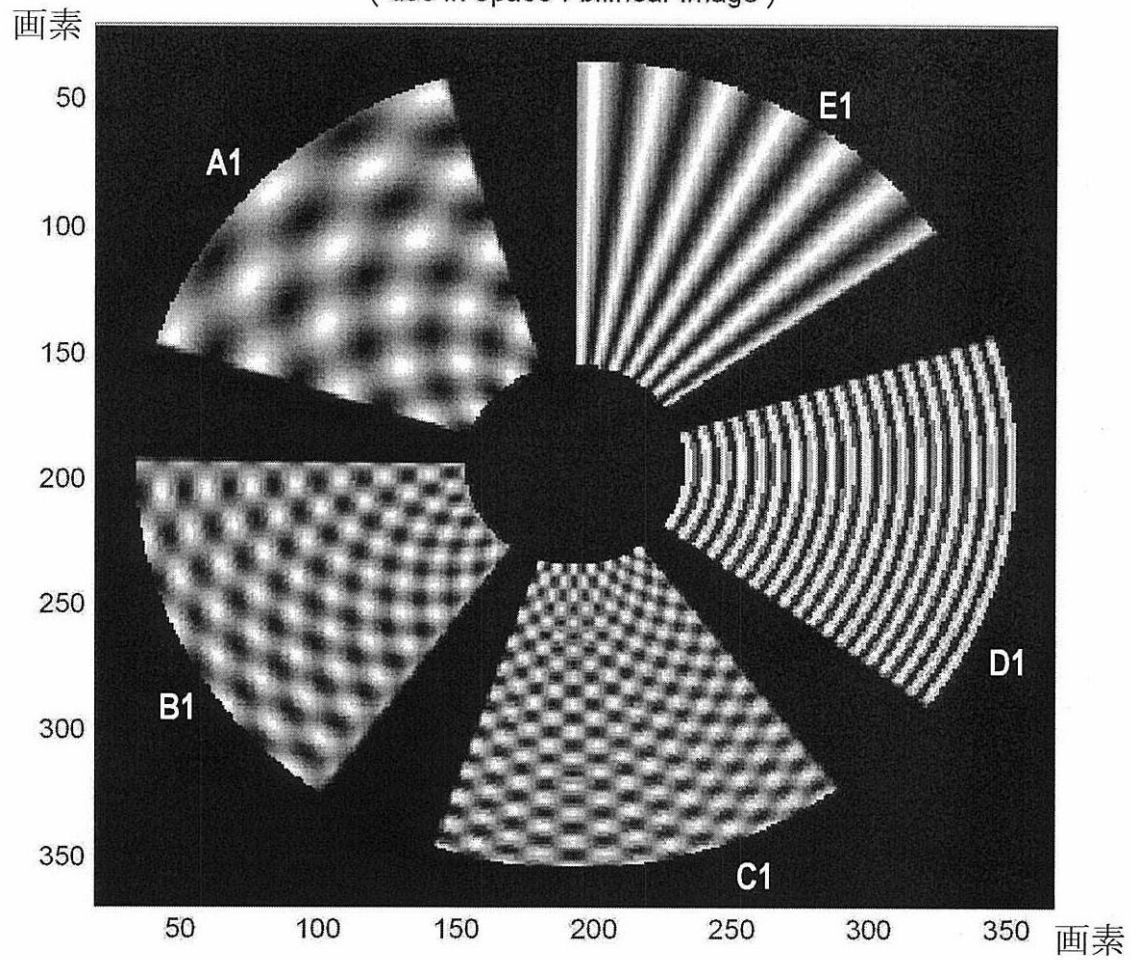


【図 6】

図 6

空間でのデジタルスキャン変換: 双線形イメージ

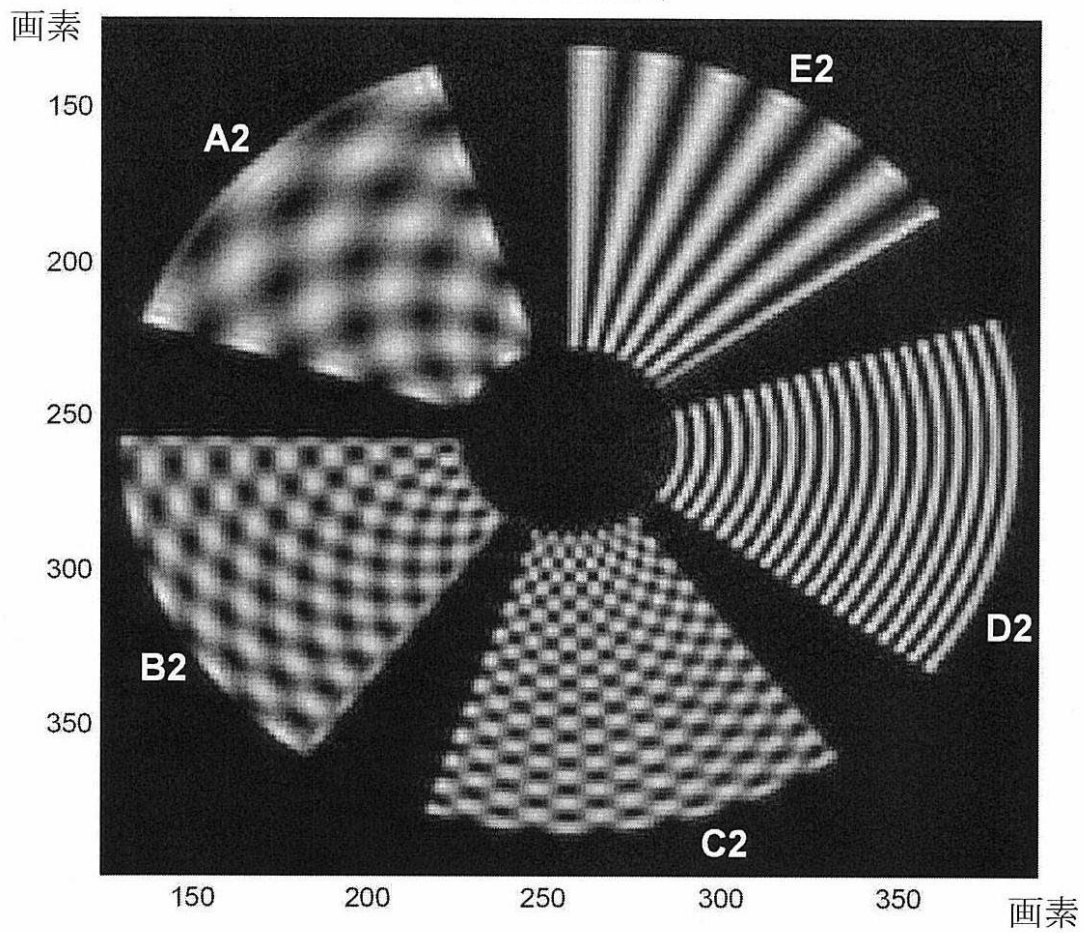
(dsc in space : bilinear image)



【 図 7 】

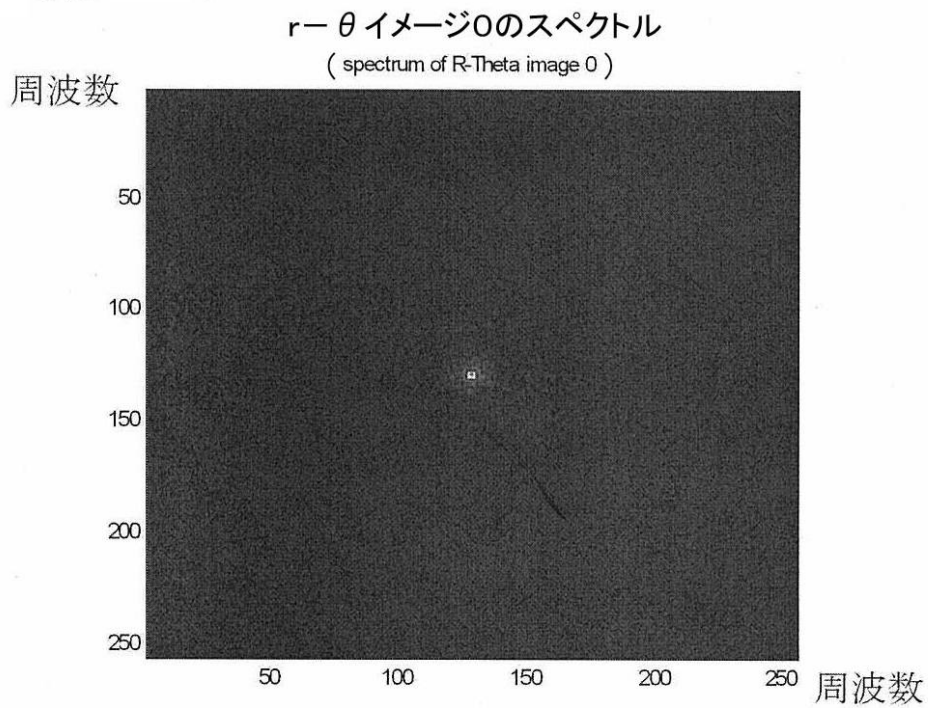
図 7

フーリエ変換デジタルスキャン変換イメージ
(FT DSC image)



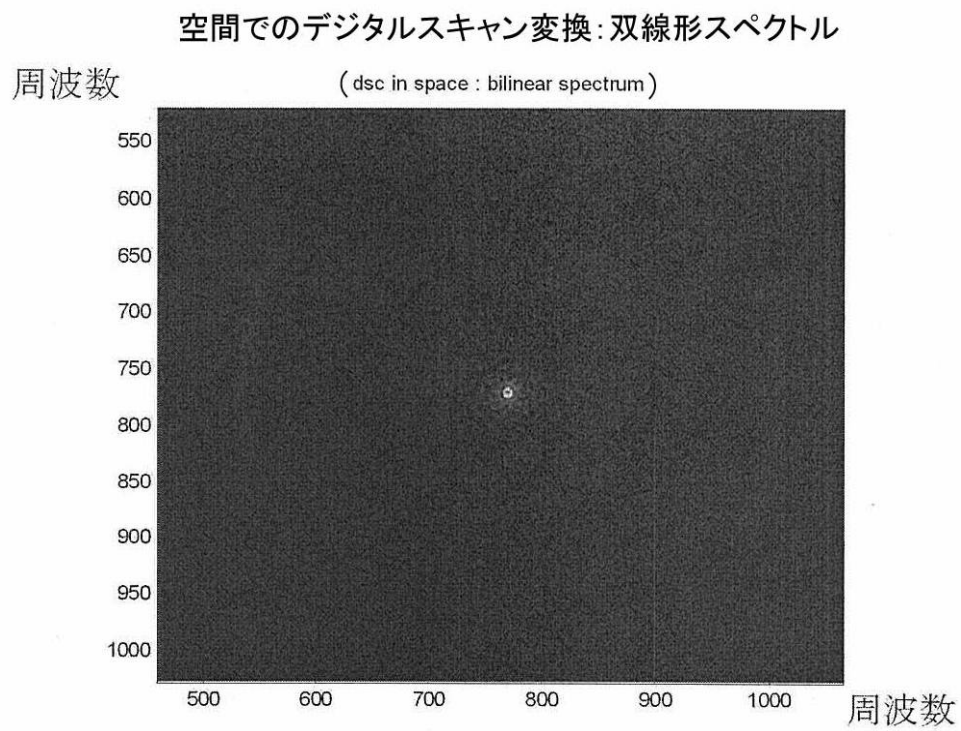
【 図 8 】

図 8



【 図 9 】

図 9



フロントページの続き

F ターム(参考) 4C601 BB02 BB22 BB23 EE09 EE12 GB04 JB49 JB55 JB56 JB57
JC02

专利名称(译)	通过在频域中实现数字扫描转换来形成超声图像的方法		
公开(公告)号	JP2008212678A	公开(公告)日	2008-09-18
申请号	JP2008048245	申请日	2008-02-28
[标]申请(专利权)人(译)	三星麦迪森株式会社		
申请(专利权)人(译)	株式会社 メディソン		
[标]发明人	鄭木根		
发明人	▲鄭▼ 木 根		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	G06T3/4084 G01S7/52044 G06F7/548		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/BB22 4C601/BB23 4C601/EE09 4C601/EE12 4C601/GB04 4C601/JB49 4C601/JB55 4C601/JB56 4C601/JB57 4C601/JC02		
代理人(译)	平田忠雄		
优先权	1020070020623 2007-02-28 KR 1020080017426 2008-02-26 KR		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种通过在频域中执行数字扫描转换来形成超声图像的方法。 解决方案：圆柱坐标系的空间图像数据由从探头输入接收信号形成，并且将在频域中进行扫描转换的傅立叶变换公式应用于空间图像数据，然后进行扫描转换为正交坐标系。 形成频域中的图像数据，并且将经扫描转换为正交坐标系的频域中的图像数据进行傅立叶逆变换，以形成正交坐标系中的空间图像数据。 形成声音图像。 [选择图]图3

