

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6567232号  
(P6567232)

(45) 発行日 令和1年8月28日(2019.8.28)

(24) 登録日 令和1年8月9日(2019.8.9)

(51) Int.Cl. F I  
G O 1 S 13/90 (2006.01) G O 1 S 13/90 1 1 1

請求項の数 9 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2019-523220 (P2019-523220)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成29年6月5日(2017.6.5)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/020817		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87) 国際公開番号	W02018/225127	(74) 代理人	100123434
(87) 国際公開日	平成30年12月13日(2018.12.13)		弁理士 田澤 英昭
審査請求日	令和1年6月11日(2019.6.11)	(74) 代理人	100101133
早期審査対象出願			弁理士 濱田 初音
		(74) 代理人	100199749
			弁理士 中島 成
		(74) 代理人	100197767
			弁理士 辻岡 将昭
		(74) 代理人	100201743
			弁理士 井上 和真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像再生器、信号処理装置及び画像再生方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

合成開口レーダによる観測データを複数の局所領域の信号に分割するデータ分割部と、  
フーリエ変換処理の処理方向又は逆フーリエ変換処理の処理方向に合わせて、前記データ分割部により分割された複数の局所領域の信号のメモリレイアウトを設定するレイアウト設定部と、

前記レイアウト設定部によりメモリレイアウトがフーリエ変換処理の処理方向に合わされた複数の局所領域の信号を多次元フーリエ変換するフーリエ変換部と、

前記レイアウト設定部によりメモリレイアウトが逆フーリエ変換処理の処理方向に合わされた複数の局所領域の信号を多次元逆フーリエ変換する逆フーリエ変換部と、

前記フーリエ変換部により多次元フーリエ変換された局所領域の信号又は前記逆フーリエ変換部により多次元逆フーリエ変換された局所領域の信号から合成開口レーダ画像を再生する信号処理部と

を備えた画像再生器。

【請求項2】

前記合成開口レーダによる観測データがメインメモリに格納されており、

前記データ分割部は、前記メインメモリにより格納されている観測データを分割して、分割した観測データを局所領域の信号としてローカルメモリに格納し、

前記レイアウト設定部によるメモリレイアウトの設定処理、前記フーリエ変換部によるフーリエ変換処理、前記逆フーリエ変換部による逆フーリエ変換処理及び前記信号処理部

10

20

による画像再生の処理のうち、1つ以上の処理が前記ローカルメモリ上で実施されることを特徴とする請求項1記載の画像再生器。

【請求項3】

前記合成開口レーダによる観測データがメインメモリに格納されており、  
前記データ分割部は、前記メインメモリにより格納されている観測データを分割して、分割した観測データを局所領域の信号としてローカルメモリに格納し、  
前記レイアウト設定部によるメモリレイアウトの設定処理、前記フーリエ変換部によるフーリエ変換処理、前記逆フーリエ変換部による逆フーリエ変換処理及び前記信号処理部による画像再生の処理のそれぞれが前記ローカルメモリ上で実施されることを特徴とする請求項1記載の画像再生器。

10

【請求項4】

前記レイアウト設定部は、前記フーリエ変換処理の処理方向又は前記逆フーリエ変換処理の処理方向が変更される際、複数の局所領域の信号のメモリレイアウトを設定する前に、前記ローカルメモリにより格納されている局所領域の信号を前記メインメモリに転送することを特徴とする請求項3記載の画像再生器。

【請求項5】

複数のローカルメモリが設けられており、  
前記複数のローカルメモリのうち、いずれか1つのローカルメモリと前記メインメモリとの間の局所領域の信号の転送処理と、前記転送処理される局所領域の信号と異なる局所領域の信号について、前記1つのローカルメモリと異なるローカルメモリ上での処理とが並列に実行されることを特徴とする請求項4記載の画像再生器。

20

【請求項6】

前記フーリエ変換部は、前記データ分割部により分割された複数の局所領域の信号を重ね合わせ、重ね合わせた局所領域の信号に対して2次元のフーリエ変換処理を実施することを特徴とする請求項1記載の画像再生器。

【請求項7】

合成開口レーダによる観測データを管理するデータ管理部と、  
前記データ管理部により管理されている観測データから合成開口レーダ画像を再生する画像再生器と、  
前記画像再生器により再生された合成開口レーダ画像を管理する画像管理部とを備え、  
前記画像再生器は、  
前記データ管理部により管理されている観測データを複数の局所領域の信号に分割するデータ分割部と、

30

フーリエ変換処理の処理方向又は逆フーリエ変換処理の処理方向に合わせて、前記データ分割部により分割された複数の局所領域の信号のメモリレイアウトを設定するレイアウト設定部と、

前記レイアウト設定部によりメモリレイアウトがフーリエ変換処理の処理方向に合わされた複数の局所領域の信号を多次元フーリエ変換するフーリエ変換部と、

前記レイアウト設定部によりメモリレイアウトが逆フーリエ変換処理の処理方向に合わされた複数の局所領域の信号を多次元逆フーリエ変換する逆フーリエ変換部と、

40

前記フーリエ変換部により多次元フーリエ変換された局所領域の信号又は前記逆フーリエ変換部により多次元逆フーリエ変換された局所領域の信号から合成開口レーダ画像を再生する信号処理部とを備えていることを特徴とする信号処理装置。

【請求項8】

前記画像再生器を複数実装しており、複数の画像再生器が合成開口レーダ画像の再生処理を並列に実行することを特徴とする請求項7記載の信号処理装置。

【請求項9】

データ分割部が、合成開口レーダによる観測データを複数の局所領域の信号に分割し、  
レイアウト設定部が、フーリエ変換処理の処理方向又は逆フーリエ変換処理の処理方向に合わせて、前記データ分割部により分割された複数の局所領域の信号のメモリレイアウト

50

トを設定し、

フーリエ変換部が、前記レイアウト設定部によりメモリレイアウトがフーリエ変換処理の処理方向に合わされた複数の局所領域の信号を多次元フーリエ変換し、

逆フーリエ変換部が、前記レイアウト設定部によりメモリレイアウトが逆フーリエ変換処理の処理方向に合わされた複数の局所領域の信号を多次元逆フーリエ変換し、

信号処理部が、前記フーリエ変換部により多次元フーリエ変換された局所領域の信号又は前記逆フーリエ変換部により多次元逆フーリエ変換された局所領域の信号から合成開口レーダ画像を再生する

画像再生方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

この発明は、合成開口レーダ(SAR: Synthetic Aperture Radar)による観測データから合成開口レーダ画像を再生する画像再生器、信号処理装置及び画像再生方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

SARは、衛星又は航空機などのアンテナプラットフォームが進行するアジマス(Azimuth)方向に沿って、電波を観測対象に向けて繰り返し放射し、観測対象に反射された電波である反射信号を受信する。

20

SARは、反射信号のサンプリング数をM、反射波の数をNとすると、観測対象までの距離を表すレンジ(Range)方向及びアジマス方向に関する観測データとして、M行N列の複素行列で表される観測データを得ることができる。

【0003】

SARにより得られた観測データからSAR画像を再生する信号処理装置は、例えば、以下の画像再生アルゴリズムを実行する。

画像再生アルゴリズムは、例えば、以下に示すような信号処理を組み合わせることで、SAR画像データにおける各々の画素の輝度値を積み上げるアルゴリズムである。

(1) 観測データである時間領域の信号をフーリエ変換することで、時間領域の信号を周波数領域の信号に変換する処理

30

(2) 周波数領域の信号を逆フーリエ変換することで、周波数領域の信号を時間領域の信号に変換する処理

(3) 時間領域の信号又は周波数領域の信号に対する信号処理を実施して、SAR画像を再生する処理

【0004】

画像再生アルゴリズムの中に、上記の(1)~(3)の処理が含まれている場合、M行N列の複素行列で表される観測データである時間領域の信号は、行あるいは列を単位として、フーリエ変換されることで、周波数領域の信号に変換される。

また、周波数領域の信号は、行あるいは列を単位として、逆フーリエ変換されることで、時間領域の信号に変換される。

40

フーリエ変換後の周波数領域の信号における行列要素同士は、互いに独立して計算される。また、逆フーリエ変換後の時間領域の信号における行列要素同士は、互いに独立して計算される。

したがって、画像再生アルゴリズムは、列毎のM点のフーリエ変換、あるいは、列毎のM点の逆フーリエ変換をN列分だけ繰り返した後に信号処理する手順と、行毎のN点のフーリエ変換、あるいは、行毎のN点の逆フーリエ変換をM行分だけ繰り返した後に信号処理する手順とを組み合わせた構成となる。

この画像再生アルゴリズムでは、フーリエ変換の処理方向及び逆フーリエ変換の処理方向が、行方向又は列方向に切り替えられる。

【0005】

50

SAR画像を再生する信号処理装置が、一般的なコンピュータと同様の構成である場合、コンピュータの演算性能と比べて、メモリに対する入出力性能が低いため、相対的にメモリに対する入出力処理に長時間を要する。

具体的には、信号処理装置は、信号データを大容量で高遅延のメインメモリに格納し、メインメモリに格納されている信号データを小容量で低遅延のローカルメモリに転送する処理(1)を行う。

また、信号処理装置は、ローカルメモリに格納されている信号データに対する演算処理を実施し、その演算処理の処理結果、あるいは、ローカルメモリに収まらない演算処理の途中の中間データをメインメモリに転送する処理(2)を行う。信号処理装置は、処理(1)と処理(2)とを繰り返し実施する。

10

#### 【0006】

したがって、信号処理装置では、メモリに対する入出力処理において、処理待ちの信号データが生じるため、持っている演算性能を十分に活用することができないことがある。

このため、信号処理装置では、信号データをローカルメモリに転送する回数が最小になるようにして、メモリに対する1回の入出力処理毎の演算量が最大になるようにすることが望ましい。

メモリに対する1回の入出力処理毎の演算量を最大にすることで、持っている演算性能を十分に活用することができ、短時間で画像再生処理を完了することができる。

#### 【0007】

また、信号処理装置のメインメモリは、一般的に1次元的なデータ管理を採るため、SARの観測データなどの2次元的なデータは、メインメモリ上では1次元的なデータとして並ぶことになる。このため、観測データの行あるいは列のうち、いずれか一方は、メインメモリにおいて、連続した局所領域に並ぶことになるが、他方は、行サイズあるいは列サイズ分だけ離れた位置に並ぶことになる。

20

一般的なローカルメモリは、参照したデータ位置から連続する局所領域を単位として、メインメモリとの間で入出力処理を行うため、メインメモリの不連続方向に対する処理は低速となる。

#### 【0008】

このため、M行N列の信号データのうち、連続するM点がNセット並ぶ順序(Column-Major)でメインメモリに格納されている場合、M方向の処理は高速になるが、N方向の処理は低速となる。

30

逆に、連続するN点がMセット並ぶ順序(Row-Major)でメインメモリに格納されている場合は、N方向の処理は高速になるが、M方向の処理は低速となる。

そこで、メモリに対する入出力処理を複数回要する処理を実施する場合は、処理に移行する前処理として、行列転置で信号データのメモリレイアウトを入れ替える入替処理を実施することで、常に信号データが連続領域に並ぶようになり、高速な演算が可能になる。

#### 【0009】

SARの画像再生処理では、列あるいは行を単位とする方向毎の処理を繰り返すため、観測データのメモリレイアウトを入れ替える入替処理を多用する必要がある。

また、信号処理の種類が多数あり、また、データ量が数ギガバイト(GB)から数十GBである巨大な観測データを取り扱うため、画像再生を完了するまでに長時間を要する。

40

このため、観測データを複数の小領域に分割し、複数のプロセッサが、分割した小領域の観測データからSAR画像を再生する処理を並列に行う信号処理装置が以下の特許文献1に開示されている。

以下の特許文献1には、通信で接続されている複数のプロセッサに対して、小領域の観測データを与える際の通信ボトルネックの改善法が開示されている。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0010】

【特許文献1】特開2014-202670号公報

50

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0011】**

従来の信号処理装置は以上のように構成されているので、通信で接続されている複数のプロセッサに対して、小領域の観測データを与える際の通信ボトルネックを改善することができる。しかし、複数のプロセッサによるフーリエ変換処理及び逆フーリエ変換処理の効率化を図るために、多次元フーリエ変換処理及び多次元逆フーリエ変換処理の実施が可能になるように、時間領域の信号及び周波数領域の信号のメモリレイアウトを設定するものではない。このため、多次元フーリエ変換処理及び多次元逆フーリエ変換処理を実施することができず、観測データからSAR画像の再生が完了するまでに長時間を要してしまうことがあるという課題があった。

10

**【0012】**

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、観測データからSAR画像の再生が完了するまでに要する時間を短縮することができる画像再生器、信号処理装置及び画像再生方法を得ることを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0013】**

この発明に係る画像再生器は、合成開口レーダによる観測データを複数の局所領域の信号に分割するデータ分割部と、フーリエ変換処理の処理方向又は逆フーリエ変換処理の処理方向に合わせて、データ分割部により分割された複数の局所領域の信号のメモリレイアウトを設定するレイアウト設定部と、レイアウト設定部によりメモリレイアウトがフーリエ変換処理の処理方向に合わされた複数の局所領域の信号を多次元フーリエ変換するフーリエ変換部と、レイアウト設定部によりメモリレイアウトが逆フーリエ変換処理の処理方向に合わされた複数の局所領域の信号を多次元逆フーリエ変換する逆フーリエ変換部と、フーリエ変換部により多次元フーリエ変換された局所領域の信号又は逆フーリエ変換部により多次元逆フーリエ変換された局所領域の信号から合成開口レーダ画像を再生する信号処理部とを備えるようにしたものである。

20

**【発明の効果】****【0014】**

この発明によれば、フーリエ変換処理の処理方向又は逆フーリエ変換処理の処理方向に合わせて、データ分割部により分割された複数の局所領域の信号のメモリレイアウトを設定するレイアウト設定部を備え、フーリエ変換部が、レイアウト設定部によりメモリレイアウトがフーリエ変換処理の処理方向に合わされた複数の局所領域の信号を多次元フーリエ変換し、逆フーリエ変換部が、レイアウト設定部によりメモリレイアウトが逆フーリエ変換処理の処理方向に合わされた複数の局所領域の信号を多次元逆フーリエ変換するように構成したので、観測データから合成開口レーダ画像の再生が完了するまでに要する時間を短縮することができる効果がある。

30

**【図面の簡単な説明】****【0015】**

【図1】この発明の実施の形態1による信号処理装置を示す構成図である。

40

【図2】この発明の実施の形態1による信号処理装置を示すハードウェア構成図である。

【図3】信号処理装置がソフトウェア又はファームウェアなどで実現される場合のコンピュータのハードウェア構成図である。

【図4】信号処理装置がソフトウェア又はファームウェアなどで実現される場合の処理手順である画像再生方法を示すフローチャートである。

【図5】SARによる観測データの一例を示す説明図である。

【図6】Az方向のN点1次元フーリエ変換を実施するに際して、信号データ101をP分割している例を示す説明図である。

【図7】Rg方向のM点1次元フーリエ変換を実施するに際して、信号データ101をQ分割している例を示す説明図である。

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0016】

以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための形態について、添付の図面に従って説明する。

## 【0017】

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1による信号処理装置を示す構成図である。図2は、この発明の実施の形態1による信号処理装置を示すハードウェア構成図である。

図1及び図2において、データ管理部1は、例えば図2に示すデータ管理回路21で実現される。

データ管理部1は、合成開口レーダ(SAR: Synthetic Aperture Radar)による観測データである時間領域の信号をメインメモリ2に格納し、時間領域の信号を管理する。

メインメモリ2は、例えば図2に示すメイン記録回路28で実現される。

メインメモリ2は、SARによる観測データである時間領域の信号を格納する記録媒体である。

また、メインメモリ2は、画像再生器3a, 3bによる再生途中の信号などを格納する

## 【0018】

画像再生器3a, 3bは、互いに並列に処理を実施する。

画像再生器3a, 3bは、データ管理部1により管理されている時間領域の信号からSAR画像を再生する処理を実施する。

この実施の形態1では、信号処理装置が、2つの画像再生器3a, 3bを実装している例を説明するが、1つ以上の画像再生器を実装していればよく、2つの画像再生器3a, 3bを実装している例に限るものではない。

データ分割部11a, 11bは、例えば図2に示すデータ分割回路22で実現される。

データ分割部11a, 11bは、メインメモリ2により格納されている時間領域の信号を複数の局所領域の信号に分割し、分割した局所領域の信号をローカルメモリ12a, 12bに格納する処理を実施する。

ローカルメモリ12a, 12bは、例えば図2に示すローカル記録回路29で実現される。

ローカルメモリ12a, 12bは、データ分割部11a, 11bにより分割された局所領域を格納する記録媒体である。

## 【0019】

レイアウト設定部13a, 13bは、例えば図2に示すレイアウト設定回路23で実現される。

レイアウト設定部13a, 13bは、フーリエ変換部14a, 14bによるフーリエ変換処理の処理方向又は逆フーリエ変換部15a, 15bによる逆フーリエ変換処理の処理方向に合わせて、データ分割部11a, 11bにより分割された複数の局所領域の信号のメモリレイアウトを設定する処理を実施する。

また、レイアウト設定部13a, 13bは、フーリエ変換処理の処理方向又は逆フーリエ変換処理の処理方向が変更される際、複数の局所領域の信号のメモリレイアウトを設定する前に、ローカルメモリ12a, 12bにより格納されている再生途中の信号をメインメモリ2に転送する処理を実施する。

レイアウト設定部13a, 13bによるメモリレイアウトの設定処理は、ローカルメモリ12a, 12b上で実施される。

## 【0020】

フーリエ変換部14a, 14bは、例えば図2に示すフーリエ変換回路24で実現される。

フーリエ変換部14a, 14bは、レイアウト設定部13a, 13bによりメモリレイ

10

20

30

40

50

アウトがフーリエ変換処理の処理方向に合わされた複数の局所領域の信号を多次元フーリエ変換する処理を実施する。フーリエ変換部 14 a , 14 b によるフーリエ変換処理は、ローカルメモリ 12 a , 12 b 上で実施される。

逆フーリエ変換部 15 a , 15 b は、例えば図 2 に示す逆フーリエ変換回路 25 で実現される。

逆フーリエ変換部 15 a , 15 b は、レイアウト設定部 13 a , 13 b によりメモリレイアウトが逆フーリエ変換処理の処理方向に合わされた複数の局所領域の信号を多次元逆フーリエ変換する処理を実施する。逆フーリエ変換部 15 a , 15 b による逆フーリエ変換処理は、ローカルメモリ 12 a , 12 b 上で実施される。

#### 【0021】

信号処理部 16 a , 16 b は、例えば図 2 に示す信号処理回路 26 で実現される。

信号処理部 16 a , 16 b は、フーリエ変換部 14 a , 14 b により多次元フーリエ変換された局所領域の信号又は逆フーリエ変換部 15 a , 15 b により多次元逆フーリエ変換された局所領域の信号に対する信号処理を実施して、合成開口レーダ画像を再生する処理を実施する。信号処理部 16 a , 16 b による信号処理は、ローカルメモリ 12 a , 12 b 上で実施される。

#### 【0022】

画像管理部 4 は、例えば図 2 に示す画像管理回路 27 で実現される。

画像管理部 4 は、画像再生器 3 a , 3 b により再生された合成開口レーダ画像をメインメモリ 5 に格納し、合成開口レーダ画像を管理する。

メインメモリ 5 は、例えば図 2 に示すメイン記録回路 28 で実現される。

メインメモリ 5 は、合成開口レーダ画像を格納する記録媒体である。

図 1 では、メインメモリ 2 とメインメモリ 5 が別々のメモリとして、メインメモリ 2 がデータ管理部 1 に内蔵され、メインメモリ 5 が画像管理部 4 に内蔵されているように描いている例を示している。ただし、これは一例に過ぎず、例えば、メインメモリ 2 とメインメモリ 5 が同一のメモリとして、データ管理部 1 又は画像管理部 4 の内部、あるいは、データ管理部 1 及び画像管理部 4 の外部に設けられているものであってもよい。

#### 【0023】

図 1 では、信号処理装置の構成要素であるデータ管理部 1、メインメモリ 2 , 5、データ分割部 11 a , 11 b、ローカルメモリ 12 a , 12 b、レイアウト設定部 13 a , 13 b、フーリエ変換部 14 a , 14 b、逆フーリエ変換部 15 a , 15 b、信号処理部 16 a , 16 b 及び画像管理部 4 のそれぞれが、図 2 に示すような専用のハードウェアで実現されるものを想定している。即ち、データ管理回路 21、メイン記録回路 28、データ分割回路 22、ローカル記録回路 29、レイアウト設定回路 23、フーリエ変換回路 24、逆フーリエ変換回路 25、信号処理回路 26 及び画像管理回路 27 で実現されるものを想定している。

#### 【0024】

ここで、メイン記録回路 28 及びローカル記録回路 29 は、例えば、RAM ( Random Access Memory )、ROM ( Read Only Memory )、フラッシュメモリ、EPROM ( Erasable Programmable Read Only Memory )、EEPROM ( Electrically Erasable Programmable Read Only Memory ) などの不揮発性又は揮発性の半導体メモリや、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVD ( Digital Versatile Disc ) などが該当する。

また、データ管理回路 21、データ分割回路 22、レイアウト設定回路 23、フーリエ変換回路 24、逆フーリエ変換回路 25、信号処理回路 26 及び画像管理回路 27 は、例えば、単一回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC ( Application Specific Integrated Circuit )、FPGA ( Field-Programmable Gate Ar

10

20

30

40

50

ray)、または、これらを組み合わせたものが該当する。

【0025】

信号処理装置の構成要素は、専用のハードウェアで実現されるものに限るものではなく、信号処理装置がソフトウェア、ファームウェア、または、ソフトウェアとファームウェアとの組み合わせで実現されるものであってもよい。

ソフトウェア又はファームウェアはプログラムとして、コンピュータのメモリに格納される。コンピュータは、プログラムを実行するハードウェアを意味し、例えば、CPU (Central Processing Unit)、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、プロセッサ、DSP (Digital Signal Processor) などが該当する。

10

図3は、信号処理装置がソフトウェア又はファームウェアなどで実現される場合のコンピュータのハードウェア構成図である。

【0026】

信号処理装置がソフトウェア又はファームウェアなどで実現される場合、メインメモリ2、5及びローカルメモリ12a、12bをコンピュータのメモリ31上に構成するとともに、データ管理部1、データ分割部11a、11b、レイアウト設定部13a、13b、フーリエ変換部14a、14b、逆フーリエ変換部15a、15b、信号処理部16a、16b及び画像管理部4の処理手順をコンピュータに実行させるためのプログラムをメモリ31に格納し、コンピュータのプロセッサ32がメモリ31に格納されているプログラムを実行するようにすればよい。

20

【0027】

図4は、信号処理装置がソフトウェア又はファームウェアなどで実現される場合の処理手順である画像再生方法を示すフローチャートである。

また、図2では、信号処理装置の構成要素のそれぞれが専用のハードウェアで実現される例を示し、図3では、信号処理装置がソフトウェアやファームウェアなどで実現される例を示しているが、信号処理装置における一部の構成要素が専用のハードウェアで実現され、残りの構成要素がソフトウェアやファームウェアなどで実現されるものであってもよい。

【0028】

SARによる観測データは、データ管理部1に入力されて、メインメモリ2に格納される。

30

図5は、SARによる観測データの一例を示す説明図である。

図5において、SARによる観測データである信号データ101は、M行N列の複素行列で表され、列がレンジ(Rg: Range)方向の信号、行がアジマス(Az: Azimuth)方向の信号である。

ここでは、説明の便宜上、メインメモリ2上では、信号データ101のRg方向が連続するレイアウト(Column-Major)を採用するものとするが、Az方向が連続するレイアウト(Row-Major)であっても構わない。

【0029】

時間領域あるいは周波数領域で行われる各々の信号処理は、M行1列の実数又は複素数の行列である係数データ102と、1行N列の実数又は複素数の行列である係数データ103とが1つ以上使用される。

40

係数データ102におけるm行目の値 $f_m$ は、信号データ101におけるm行n列目の信号成分 $S_{m,n}$ に対して、以下の式(1)のように乗算される。m行目の値 $f_m$ を乗算する信号処理は、信号データ101の全ての列に対して繰り返される。

$$S'_{m,n} = S_{m,n} f_m \quad (1)$$

50

また、係数データ103におけるn列目の値 $f_n$ は、信号データ101におけるm行n列目の信号成分 $S_{m,n}$ に対して、以下の式(2)のように乗算される。n列目の値 $f_n$ を乗算する信号処理は、信号データ101の全ての行に対して繰り返される。

$$S'_{m,n} = S_{m,n} f_n \quad (2)$$

#### 【0030】

このため、信号データ101に対する信号処理は、信号成分毎に独立した計算となるため、任意の形状の局所領域に分割して計算することができる。

Az方向とRg方向のうち、少なくとも1つの方向に時間領域の信号を周波数領域の信号に変換する場合は、1つの方向毎に、1列あるいは1行全ての信号成分を参照して、信号成分を更新するフーリエ変換処理を実施する必要がある。

10

また、Az方向とRg方向のうち、少なくとも1つの方向に、周波数領域の信号を時間領域の信号に変換する場合は、1つの方向毎に、1列あるいは1行全ての信号成分を参照して、信号成分を更新する逆フーリエ変換処理を実施する必要がある。

#### 【0031】

フーリエ変換処理又は逆フーリエ変換処理をRg方向に行う場合は、互いに独立して処理可能なAz方向に信号データ101を分割し、分割領域毎に、当該分割領域の信号データをRg方向にフーリエ変換処理又は逆フーリエ変換処理する。Az方向への信号データ101の分割として、分割箇所を示す分割線104~106で4分割される例が考えられる。

20

また、フーリエ変換処理又は逆フーリエ変換処理をAz方向に行う場合は、互いに独立して処理可能なRg方向に信号データ101を分割し、分割領域毎に、当該分割領域の信号データをAz方向にフーリエ変換処理又は逆フーリエ変換処理する。Rg方向への信号データ101の分割として、分割箇所を示す分割線107~108で3分割される例が考えられる。

フーリエ変換処理の処理方向又は逆フーリエ変換処理の処理方向が変わる際には、前段のAz方向又はRg方向におけるフーリエ変換処理の処理結果又は逆フーリエ変換処理の処理結果が揃っていないければ、フーリエ変換処理又は逆フーリエ変換処理を開始することができない。

30

このため、前段のAz方向又はRg方向におけるフーリエ変換処理の処理結果又は逆フーリエ変換処理の処理結果である途中演算結果をストアし、信号データ101を分割し直してから演算を行う必要がある。

#### 【0032】

例えば、1つの方向の1次元フーリエ変換が、 $W \times H$ 点の1次元フーリエ変換であるとするれば、 $W \times H$ 点の1次元フーリエ変換と同じ演算量で同じ演算結果となる2次元フーリエ変換を扱うものとする。

$W \times H$ 点の1次元フーリエ変換と同じ演算量で同じ演算結果となる2次元フーリエ変換としては、 $W$ 点の1次元フーリエ変換と、 $H$ 点の1次元フーリエ変換とからなる2次元フーリエ変換が考えられる。

40

ここでは、1次元フーリエ変換を2次元フーリエ変換として扱う例を説明するが、3次元以上の多次元フーリエ変換として扱うようにしてもよい。

#### 【0033】

図6は、Az方向のN点1次元フーリエ変換を実施するに際して、信号データ101をP分割している例を示す説明図である。

信号データ101がP分割されることで、Az方向のN点の1次元フーリエ変換は、Az(2)方向におけるP点の1次元フーリエ変換と、Az(1)方向における $N/P$ 点の1次元フーリエ変換とからなる2次元フーリエ変換となる。

P点及び $N/P$ 点のそれぞれは、1回の2次元フーリエ変換で処理を完了することが可能なサイズである局所領域サイズに収まるように設定される。

50

図6において、信号データ201~204は、信号データ101がAz方向に4分割された信号データである。

信号データ205は、4つの信号データ201~204が重ね合された局所領域の信号データであり、1回の2次元フーリエ変換で処理を完了することが可能なサイズの信号データである。

#### 【0034】

図7は、Rg方向のM点1次元フーリエ変換を実施するに際して、信号データ101をQ分割している例を示す説明図である。

信号データ101がQ分割されることで、Rg方向のM点の1次元フーリエ変換は、Rg(2)方向におけるQ点の1次元フーリエ変換と、Rg(1)方向におけるM/Q点の1次元フーリエ変換とからなる2次元フーリエ変換となる。

Q点及びM/Q点のそれぞれは、1回の2次元フーリエ変換で処理を完了することが可能なサイズである局所領域サイズに収まるように設定される。

図7において、信号データ301~303は、信号データ101がRg方向に3分割された信号データである。

信号データ304は、3つの信号データ301~303が重ね合された局所領域の信号データであり、1回の2次元フーリエ変換で処理を完了することが可能なサイズの信号データである。

#### 【0035】

この実施の形態1では、方向毎の2次元フーリエ変換のうち、分割数に関するフーリエ変換であるAz(2)方向における2次元フーリエ変換と、分割数に関するフーリエ変換であるRg(2)方向におけるフーリエ変換とを先に実施する。

次に、Az方向がP分割され、Rg方向がQ分割されることで得られる(M/Q)×(N/P)点の局所領域に対し、Rg(1)方向における残るM/Q点の1次元フーリエ変換と、Rg(1)方向における残るN/P点の1次元フーリエ変換とを実施する。

その後、(M/Q)×(N/P)点の信号処理と、Rg(1)方向におけるM/Q点の1次元逆フーリエ変換と、Az(1)方向におけるN/P点の1次元逆フーリエ変換とをローカルメモリ上で実施する。

次の処理方向に適するメモリレイアウトになるように、メモリレイアウトの設定処理をローカルメモリ上で実施してからメインメモリに信号データをストアする。

ここでは、説明の便宜上、Ra方向とAz方向の両方向にフーリエ変換を実施してから信号処理を実施しているが、Ra方向あるいはAz方向のいずれか一方、あるいは、両方が時間領域で処理する信号処理の場合は、信号データの分割処理だけを実施して、対応するフーリエ変換を実施しないようにしてもよい。

#### 【0036】

次に動作について説明する。

データ管理部1は、SARによる観測データである信号データ101をメインメモリ2に格納する。

画像再生器3a, 3bは、データ管理部1により管理されている信号データ101からSAR画像を再生する。

画像再生器3a及び画像再生器3bによるSAR画像の再生処理は、並列に行われる。

画像管理部4は、画像再生器3a, 3bにより再生された合成開口レーダ画像をメインメモリ5に格納し、合成開口レーダ画像を管理する。

以下、画像再生器3a, 3bによるSAR画像の再生処理を具体的に説明する。

ただし、画像再生器3aによるSAR画像の再生処理と、画像再生器3bによるSAR画像の再生処理とは同様であるため、以下、図4を参照しながら、画像再生器3aによるSAR画像の再生処理の一例を説明する。

#### 【0037】

画像再生器3aのデータ分割部11aは、図6に示すように、メインメモリ2により格納されている信号データ101をAz方向にP分割する。

レイアウト設定部 13 a は、データ分割部 11 a により分割された信号データを Az 方向に連続させるメモリレイアウトの入替処理として、データ分割部 11 a によって Az 方向に P 分割された各々の信号データを Az (2) 方向に重ねる処理を行う (図 4 のステップ S T 1)。

図 6 の例では、4 つの信号データ 201 ~ 204 が Az (2) 方向に重ねられている。

【0038】

レイアウト設定部 13 a は、Az (2) 方向に重ねている複数の信号データの中から、Az (2) 方向の局所領域の信号データとして、サイズが  $M \times (N/P)$  である P 点の信号データ 205 をそれぞれ選択し、選択した P 点の局所領域の信号データ 205 のそれぞれをローカルメモリ 12 a に格納する (図 4 のステップ S T 2)。

10

選択した P 点の局所領域の信号データは、1 回の 2 次元フーリエ変換で処理を完了することが可能なサイズの信号データである。

【0039】

フーリエ変換部 14 a は、ローカルメモリ 12 a により格納されている P 点の局所領域の信号データのそれぞれを Az (2) 方向に 2 次元フーリエ変換する (図 4 のステップ S T 3)。

レイアウト設定部 13 a は、次の Rg (2) 方向のフーリエ変換処理に備えて、フーリエ変換部 14 a によりそれぞれ変換された P 点の局所領域の信号データが Rg (2) 方向に連続するようにメモリレイアウトの入替処理を実施し、入替処理後の P 点の局所領域の信号データをメインメモリ 2 に格納する (図 4 のステップ S T 4)。

20

【0040】

次に、データ分割部 11 a は、メインメモリ 2 により格納されている入替処理後の局所領域の信号データの中から、Az (1) 方向の局所領域の信号データとして、局所領域サイズが  $M \times (N/P)$  である P 点の信号データのそれぞれを選択し (図 4 のステップ S T 5)、選択した P 点の信号データのそれぞれを Rg 方向に Q 分割する。

レイアウト設定部 13 a は、データ分割部 11 a によって分割された信号データの中から、Rg (2) 方向の局所領域の信号データとして、局所領域サイズが  $Q \times (N/P)$  である Q 点の信号データをそれぞれ選択し、選択した Q 点の局所領域のそれぞれをローカルメモリ 12 a に格納する (図 4 のステップ S T 6)。

【0041】

30

フーリエ変換部 14 a は、ローカルメモリ 12 a により格納されている Q 点の局所領域の信号データのそれぞれを Rg (2) 方向に 2 次元フーリエ変換する (図 4 のステップ S T 7)。即ち、フーリエ変換部 14 a は、 $N/P$  回の Q 点フーリエ変換を実施する。

レイアウト設定部 13 a は、次の Rg (1) 方向のフーリエ変換処理に備えて、フーリエ変換部 14 a によりそれぞれ変換された Q 点の信号データが Rg (1) 方向に連続するようにメモリレイアウトの入替処理を実施し、入替処理後の Q 点の局所領域の信号データをメインメモリ 2 に格納する (図 4 のステップ S T 8)。

【0042】

次に、レイアウト設定部 13 a は、メインメモリ 2 により格納されている入替処理後の局所領域の信号データの中から、Rg (1) 方向の局所領域の信号データとして、局所領域サイズが  $(M/Q) \times (N/P)$  である Q 点の信号データのそれぞれを選択し、選択した Q 点の信号データのそれぞれをローカルメモリ 12 a に格納する (図 4 のステップ S T 9)。

40

フーリエ変換部 14 a は、ローカルメモリ 12 a により格納されている Q 点の局所領域の信号データのそれぞれを Rg (1) 方向に 2 次元フーリエ変換する (図 4 のステップ S T 10)。即ち、フーリエ変換部 14 a は、Rg (1) 方向の  $M/Q$  点フーリエ変換を実施する。

【0043】

レイアウト設定部 13 a は、次の Az (1) 方向のフーリエ変換処理に備えて、フーリエ変換部 14 a によりそれぞれ変換された  $M/Q$  点の信号データが Az (1) 方向に連続

50

するようにメモリレイアウトの入替処理を実施し、入替処理後の局所領域サイズが  $(M/Q) \times (N/P)$  である  $M/Q$  点の信号データをメインメモリ 2 に格納する (図 4 のステップ ST 11)。

次に、レイアウト設定部 13 a は、メインメモリ 2 により格納されている入替処理後の局所領域の信号データの中から、Az (1) 方向の局所領域の信号データとして、局所領域サイズが  $(M/Q) \times (N/P)$  である  $N/P$  点の信号データのそれぞれを選択し、選択した  $N/P$  点の信号データのそれぞれをローカルメモリ 12 a に格納する。

【0044】

フーリエ変換部 14 a は、ローカルメモリ 12 a により格納されている  $N/P$  点の局所領域の信号データのそれぞれを Az (1) 方向に 2 次元フーリエ変換する (図 4 のステップ ST 12)。即ち、フーリエ変換部 14 a は、Az (1) 方向の  $N/P$  点フーリエ変換を実施する。

10

信号処理部 16 a は、フーリエ変換部 14 a によって、Az (2) 方向、Rg (2) 方向、Rg (1) 方向及び Az (1) 方向に 2 次元フーリエ変換された信号データである周波数領域の信号に対する信号処理 A を実施して、合成開口レーダ画像を再生する (図 4 のステップ ST 13)。

【0045】

レイアウト設定部 13 a は、Rg (1) 方向の逆フーリエ変換処理に備えて、 $M/Q$  点の信号データが Rg (1) 方向に連続するようにメモリレイアウトの入替処理を実施し、入替処理後の  $M/Q$  点の信号データをメインメモリ 2 に格納する (図 4 のステップ ST 14)。

20

次に、レイアウト設定部 13 a は、メインメモリ 2 により格納されている入替処理後の局所領域の信号データの中から、Rg (1) 方向の局所領域の信号データとして、 $M/Q$  点の信号データのそれぞれを選択し、選択した  $M/Q$  点の信号データのそれぞれをローカルメモリ 12 a に格納する。

【0046】

逆フーリエ変換部 15 a は、ローカルメモリ 12 a により格納されている  $M/Q$  点の局所領域の信号データのそれぞれを Rg (1) 方向に 2 次元逆フーリエ変換する (図 4 のステップ ST 15)。即ち、逆フーリエ変換部 15 a は、Rg (1) 方向の  $M/Q$  点逆フーリエ変換を実施する。

30

レイアウト設定部 13 a は、Rg (2) 方向の逆フーリエ変換処理に備えて、 $M/Q$  点の信号データが Rg (2) 方向に連続するようにメモリレイアウトの入替処理を実施し、入替処理後の  $M/Q$  点の信号データをメインメモリ 2 に格納する (図 4 のステップ ST 16)。

【0047】

次に、レイアウト設定部 13 a は、メインメモリ 2 により格納されている入替処理後の局所領域の信号データの中から、Rg (2) 方向の局所領域の信号データとして、 $M/Q$  点の信号データのそれぞれを選択し、選択した  $M/Q$  点の信号データのそれぞれをローカルメモリ 12 a に格納する (図 4 のステップ ST 17)。

逆フーリエ変換部 15 a は、ローカルメモリ 12 a により格納されている  $M/Q$  点の局所領域の信号データのそれぞれを Rg (2) 方向に 2 次元逆フーリエ変換する (図 4 のステップ ST 18)。即ち、逆フーリエ変換部 15 a は、Rg (2) 方向の  $M/Q$  点逆フーリエ変換を実施する。

40

信号処理部 16 a は、逆フーリエ変換部 15 a によって、Rg (1) 方向及び Rg (2) 方向に逆フーリエ変換された信号データである時間領域の信号に対する信号処理 B を実施して、合成開口レーダ画像を再生する (図 4 のステップ ST 19)。

【0048】

フーリエ変換部 14 a は、逆フーリエ変換部 15 a によって逆フーリエ変換された局所領域の信号データのそれぞれを Rg (2) 方向に 2 次元フーリエ変換する (図 4 のステップ ST 20)。即ち、フーリエ変換部 14 a は、Rg (2) 方向の  $M/Q$  点フーリエ変換を実

50

施する。

レイアウト設定部 13 a は、 $R_g(1)$  方向の逆フーリエ変換処理に備えて、 $M/Q$  点の信号データが  $R_g(1)$  方向に連続するようにメモリレイアウトの入替処理を実施し、入替処理後の  $M/Q$  点の信号データをメインメモリ 2 に格納する (図 4 のステップ ST 21)。

【0049】

次に、レイアウト設定部 13 a は、メインメモリ 2 により格納されている入替処理後の局所領域の信号データの中から、 $R_g(1)$  方向の局所領域の信号データとして、局所領域サイズが  $(N/P) \times (M/Q)$  である  $Q$  点の信号データのそれぞれを選択し、選択した  $Q$  点の信号データのそれぞれをローカルメモリ 12 a に格納する (図 4 のステップ ST 22)。

10

フーリエ変換部 14 a は、ローカルメモリ 12 a により格納されている  $Q$  点の局所領域の信号データのそれぞれを  $R_g(1)$  方向に 2 次元フーリエ変換する (図 4 のステップ ST 23)。即ち、フーリエ変換部 14 a は、 $R_g(1)$  方向の  $M/Q$  点フーリエ変換を実施する。

信号処理部 16 a は、フーリエ変換部 14 a によって、 $R_g(2)$  方向及び  $R_g(1)$  方向に 2 次元フーリエ変換された信号データである周波数領域の信号に対する信号処理 C を実施して、合成開口レーダ画像を再生する (図 4 のステップ ST 24)。

【0050】

逆フーリエ変換部 15 a は、フーリエ変換部 14 a によってフーリエ変換された  $R_g(1)$  方向の局所領域の信号データのそれぞれを  $R_g(1)$  方向に 2 次元逆フーリエ変換する (図 4 のステップ ST 25)。即ち、逆フーリエ変換部 15 a は、 $R_g(1)$  方向の  $M/Q$  点逆フーリエ変換を実施する。

20

レイアウト設定部 13 a は、 $A_z(1)$  方向の逆フーリエ変換処理に備えて、 $N/P$  点の信号データが  $A_z(1)$  方向に連続するようにメモリレイアウトの入替処理を実施し、入替処理後の局所領域の信号データをメインメモリ 2 に格納する (図 4 のステップ ST 26)。

【0051】

次に、レイアウト設定部 13 a は、メインメモリ 2 により格納されている入替処理後の局所領域の信号データの中から、 $A_z(1)$  方向の局所領域の信号データとして、 $N/P$  点の信号データのそれぞれを選択し、選択した  $N/P$  点の信号データのそれぞれをローカルメモリ 12 a に格納する。

30

逆フーリエ変換部 15 a は、ローカルメモリ 12 a により格納されている  $N/P$  点の局所領域の信号データのそれぞれを  $A_z(1)$  方向に 2 次元逆フーリエ変換する (図 4 のステップ ST 27)。即ち、逆フーリエ変換部 15 a は、 $A_z(1)$  方向の  $N/P$  点逆フーリエ変換を実施する。

レイアウト設定部 13 a は、 $A_z(2)$  方向の逆フーリエ変換処理に備えて、 $Q$  点の信号データが  $A_z(2)$  方向に連続するようにメモリレイアウトの入替処理を実施し、入替処理後の  $Q$  点の信号データをメインメモリ 2 に格納する (図 4 のステップ ST 28)。

【0052】

40

次に、レイアウト設定部 13 a は、メインメモリ 2 により格納されている入替処理後の局所領域の信号データの中から、 $A_z(2)$  方向の局所領域の信号データとして、 $Q$  点の信号データのそれぞれを選択し、選択した  $Q$  点の信号データのそれぞれをローカルメモリ 12 a に格納する (図 4 のステップ ST 29)。

逆フーリエ変換部 15 a は、ローカルメモリ 12 a により格納されている  $Q$  点の局所領域の信号データのそれぞれを  $A_z(2)$  方向に逆フーリエ変換する (図 4 のステップ ST 30)。即ち、逆フーリエ変換部 15 a は、 $A_z(2)$  方向の  $Q$  点逆フーリエ変換を実施する。

レイアウト設定部 13 a は、図 4 に示す処理前と同様に、 $Q$  点の信号データが  $R_g$  方向に連続するようにメモリレイアウトの入替処理を実施し、入替処理後の  $Q$  点の信号データ

50

をメインメモリ 2 に格納する（図 4 のステップ S T 3 1 ）。

【 0 0 5 3 】

以上で明らかのように、この実施の形態 1 によれば、フーリエ変換処理の処理方向又は逆フーリエ変換処理の処理方向に合わせて、データ分割部 1 1 a , 1 1 b により分割された複数の局所領域の信号のメモリレイアウトを設定するレイアウト設定部 1 3 a , 1 3 b を備え、フーリエ変換部 1 4 a , 1 4 b が、レイアウト設定部 1 3 a , 1 3 b によりメモリレイアウトがフーリエ変換処理の処理方向に合わされた複数の局所領域の信号を多次元フーリエ変換し、逆フーリエ変換部 1 5 a , 1 5 b が、レイアウト設定部 1 3 a , 1 3 b によりメモリレイアウトが逆フーリエ変換処理の処理方向に合わされた複数の局所領域の信号を多次元逆フーリエ変換するように構成したので、観測データから合成開口レーダ画像の再生が完了するまでに要する時間を短縮することができる効果を奏する。

10

【 0 0 5 4 】

図 4 のフローチャートでは、信号データを A z 方向の周波数領域及び R g 方向の周波数領域にそれぞれ変換してから、信号処理が 1 回実施されている。また、信号データを R g 方向の時間領域に逆変換してから、信号処理が 1 回実施され、信号データを再度 R g 方向の周波数領域に変換してから、信号処理が 1 回実施されており、合計 3 回の信号処理が実施されている例を示している。

フーリエ変換処理の処理方向又は逆フーリエ変換処理の処理方向が変更される毎に、多次元化されたフーリエ変換又は逆フーリエ変換を実施して、処理全体が局所化される構成になっていけばよく、信号データに対する信号処理の実施回数は、3 回に限るものではない。また、信号データに対する信号処理の実施領域は、上記の領域に限るものではない。

20

このように、この実施の形態 1 では、多次元化されたフーリエ変換又は逆フーリエ変換を実施して、処理全体を局所化した構成としている。このため、可能な限りローカルメモリ 1 2 a , 1 2 b 上で局所演算を実施し、この局所演算を複数の画像再生器 3 a , 3 b で同時に実行することで、画像再生処理を短時間で完了することができる。

【 0 0 5 5 】

また、メインメモリ 2 とローカルメモリ 1 2 a , 1 2 b との間の入出力処理と、ローカルメモリ 1 2 a , 1 2 b 上での処理とは、同時に実行されてもよく、また、異なる局所領域の信号を並列処理で同時実行されても構わない。

したがって、メインメモリ 2 とローカルメモリ 1 2 a , 1 2 b との間の或る局所領域の信号データの転送処理と、或る局所領域の信号データと異なる局所領域の信号データについてのローカルメモリ 1 2 a , 1 2 b 上での処理とが並列に実行されるものであってもよい。

30

【 0 0 5 6 】

この実施の形態 1 では、画像再生器 3 a による S A R 画像の再生処理が、図 4 のフローチャートが示す処理である例を示している。

これは一例に過ぎず、画像再生器 3 a が、合成開口レーダ画像を再生する際、特許文献 1 に開示されているサブアパーチャ法を用いて、最初に信号データを A z 方向に分割し、分割した信号データ毎に、図 4 のフローチャートが示す処理を実施するようにしてもよい。

40

【 0 0 5 7 】

この実施の形態 1 では、画像再生器 3 a がローカルメモリ 1 2 a を備え、画像再生器 3 b がローカルメモリ 1 2 b を備えている例を示している。

これは一例に過ぎず、画像再生器 3 a , 3 b のそれぞれが、メモリサイズが異なる複数のローカルメモリを備え、複数のローカルメモリが、メモリサイズ順に配置されているものであってもよい。

この場合、フーリエ変換部 1 4 a , 1 4 b が、複数のローカルメモリのメモリサイズに合わせて、階層的にフーリエ変換を実施するようにしてもよい。

例えば、データ分割部 1 1 a , 1 1 b が、信号データを 1 段階目のローカルメモリのメモリサイズに対応する局所領域サイズに分割し、フーリエ変換部 1 4 a , 1 4 b が、信号

50

データの分割数に対応する  $A_z(2)$  方向及び  $R_g(2)$  方向のフーリエ変換を実施する。

また、データ分割部 11a, 11b が、分割した局所領域サイズの信号データを 2 段階目のローカルメモリのメモリサイズに対応する局所領域サイズに分割し、フーリエ変換部 14a, 14b が、信号データの分割数に対応する  $A_z(2)$  方向及び  $R_g(2)$  方向のフーリエ変換を実施し、また、分割した局所領域サイズに対応する  $A_z(1)$  方向及び  $R_g(1)$  方向のフーリエ変換を実施する。

【0058】

この実施の形態 1 では、信号処理装置が、画像再生器 3a, 3b を備えている例を示しているが、信号処理装置が、例えば、汎用計算機で実現されるものであってもよい。

10

信号処理装置が汎用計算機で実現される場合、汎用計算機が備えている CPU マルチコアのうち、各々の画像再生器に 1 つ以上のコアが割り付けられ、CPU のメインメモリ上にデータ管理部 1 及び画像管理部 4 が構成される。また、汎用計算機が備えているキャッシュメモリ及びレジスタが、各々の画像再生器のローカルメモリに相当するものとしてもよい。

また、2 台以上の汎用計算機が通信で接続される場合、任意の 1 台の汎用計算機が備えるメインメモリが、データ管理部 1 及び画像管理部 4 に相当し、各々の汎用計算機が備えているキャッシュメモリ及びレジスタが、各々の画像再生器のローカルメモリに相当するものとしてもよい。

また、各々の汎用計算機が GPU を備えている場合、GPU のメインメモリがローカルメモリに相当し、GPU が備えているコアが、画像再生器を構成しているものとしてもよい。

20

【0059】

この実施の形態 1 では、レイアウト設定部 13a, 13b によるメモリレイアウトの設定処理、フーリエ変換部 14a, 14b によるフーリエ変換処理、逆フーリエ変換部 15a, 15b による逆フーリエ変換処理及び信号処理部 16a, 16b による画像再生の処理のそれぞれがローカルメモリ 12a, 12b 上で実施される例を示している。

これは一例に過ぎず、レイアウト設定部 13a, 13b によるメモリレイアウトの設定処理、フーリエ変換部 14a, 14b によるフーリエ変換処理、逆フーリエ変換部 15a, 15b による逆フーリエ変換処理及び信号処理部 16a, 16b による画像再生の処理のうち、少なくとも 1 つ以上の処理がローカルメモリ 12a, 12b 上で実施されるものであればよい。

30

【0060】

なお、本願発明はその発明の範囲内において、実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは実施の形態の任意の構成要素の省略が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0061】

この発明は、合成開口レーダによる観測データから合成開口レーダ画像を再生する画像再生器、信号処理装置及び画像再生方法に適している。

【符号の説明】

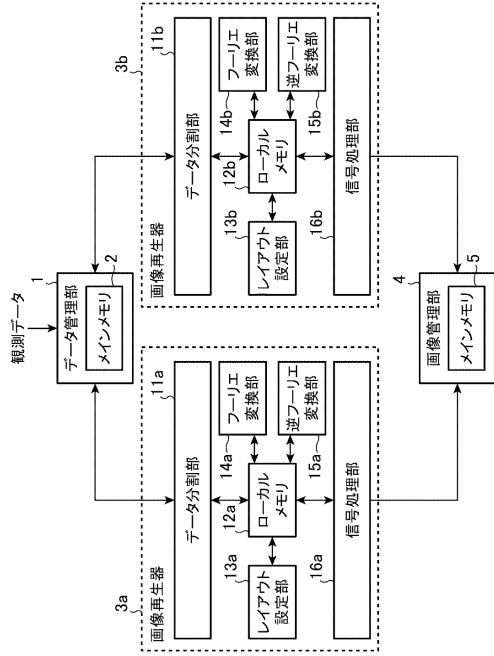
40

【0062】

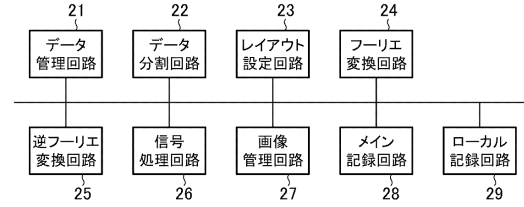
1 データ管理部、2 メインメモリ、3a, 3b 画像再生器、4 画像管理部、5 メインメモリ、11a, 11b データ分割部、12a, 12b ローカルメモリ、13a, 13b レイアウト設定部、14a, 14b フーリエ変換部、15a, 15b 逆フーリエ変換部、16a, 16b 信号処理部、21 データ管理回路、22 データ分割回路、23 レイアウト設定回路、24 フーリエ変換回路、25 逆フーリエ変換回路、26 信号処理回路、27 画像管理回路、28 メイン記録回路、29 ローカル記録回路、31 メモリ、32 プロセッサ、101 信号データ、102, 103 係数データ、104 ~ 108 分割線、201 ~ 204 信号データ、205 局所領域の信号データ、301 ~ 303 信号データ、304 局所領域の信号データ。

50

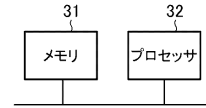
【図1】



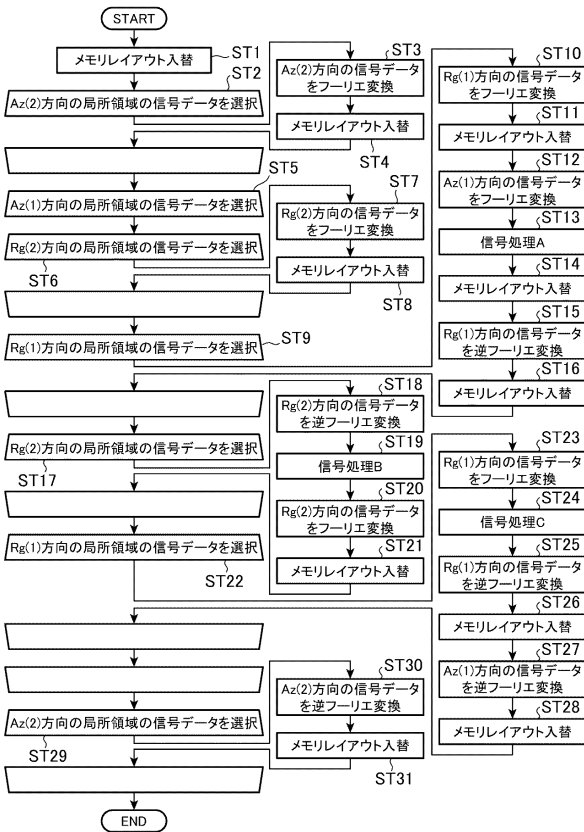
【図2】



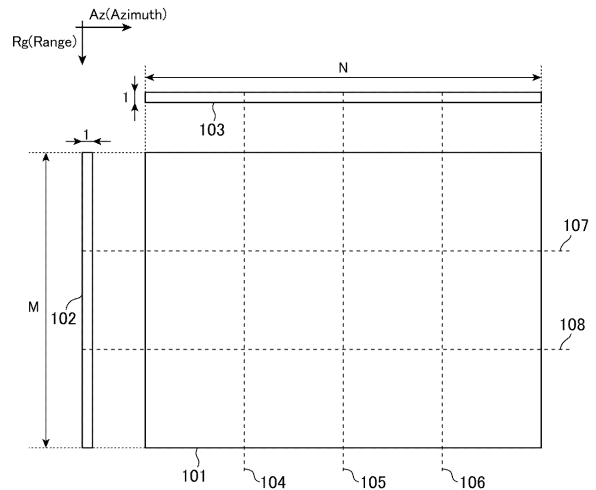
【図3】



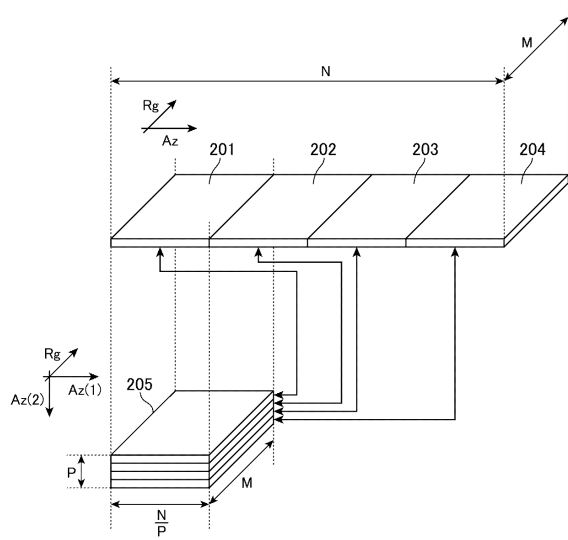
【図4】



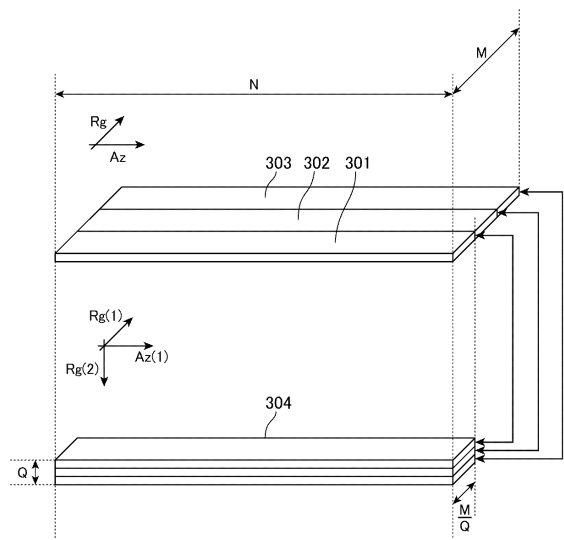
【図5】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 後町 将人  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 大 瀬 裕久

(56)参考文献 特開平4 - 250567 (JP, A)  
特開2016 - 95764 (JP, A)  
米国特許第5751616 (US, A)  
後町将人、外2名, “SAR画像再生におけるGPU向けFBP方式の検討”, 電子情報通信学会2015年通信ソサイエティ大会講演論文集1, 2015年 8月25日, p.167

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00 - 7/42  
13/00 - 13/95

G06F 9/38  
17/00 - 17/18

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)