

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5594946号
(P5594946)

(45) 発行日 平成26年9月24日 (2014.9.24)

(24) 登録日 平成26年8月15日 (2014.8.15)

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

請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-212713 (P2008-212713)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成20年8月21日 (2008.8.21)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2010-48651 (P2010-48651A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成22年3月4日 (2010.3.4)	(74) 代理人	100110423
審査請求日	平成23年5月31日 (2011.5.31)		弁理士 曾我 道治
		(74) 代理人	100084010
			弁理士 古川 秀利
		(74) 代理人	100094695
			弁理士 鈴木 憲七
		(74) 代理人	100111648
			弁理士 梶並 順
		(74) 代理人	100122437
			弁理士 大宅 一宏
		(74) 代理人	100147566
			弁理士 上田 俊一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーダ画像処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

観測対象に対して異なる複数の照射角度から送信され、前記観測対象で反射されたレーダビームを合成開口レーダで受信して得られた記録データに基づいて、合成開口レーダ画像を再生するレーダ画像処理装置であって、

画像再生過程において、前記記録データに対して、レンジ方向のサンプリング間隔の伸縮変更を実行するとともに、観測時のスクイント角に対応するドップラー中心周波数のオフセット補正を実行する画像再生手段を備えたことを特徴とするレーダ画像処理装置。

【請求項2】

前記画像再生手段は、前記サンプリング間隔の伸縮変更を実行するレンジスケージング関数に、前記ドップラー中心周波数のオフセットを補正するためのパラメータを組み込むことで、画像再生過程において、前記記録データに対して、前記サンプリング間隔の伸縮変更を実行するとともに、前記ドップラー中心周波数のオフセット補正を実行することを特徴とする請求項1に記載のレーダ画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、観測対象に対して異なる複数の方向から送信されて観測対象で反射されたレーダビームを合成開口レーダで受信し、得られた記録データに基づいてレーダ画像を再生するレーダ画像処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の合成開口レーダ装置は、レーダビームの照射角度が異なる複数の合成開口レーダ画像を、その干渉性が最大となるようにリサンプルすることにより、画像間の位置合わせ（レジストレーション）を実行している（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

ここで、従来の合成開口レーダ装置では、再生後のレーダ画像に対してリサンプリングを実行しているが、リサンプリングの際に実行される補間処理において誤差を生じる恐れがある。そのため、リサンプリング後のデータに処理誤差が重畳し、レジストレーション精度が低下するという問題点があった。また、補間処理の処理負荷が高いという問題点も

10

【0004】

そこで、上記の問題点を解決するものとして、例えば以下のものが挙げられる。

従来のレーダ画像処理方法は、再生後のレーダ画像に対してリサンプリングを実行するのではなく、レーダ画像を再生する過程でリサンプリングを実行し、画像再生におけるパラメータを調整することにより、レーダビームの照射角度に伴うデータのサンプリング間隔の違いを補償し、レジストレーションを実行している（例えば、非特許文献1参照）。

【0005】

【特許文献1】特開2004-191053号公報

【非特許文献1】A. Moreira, J. Mittermayer, and R. Scheiber, "Extended Chirp Scaling Algorithm for Air- and Spaceborne SAR Data Processing in Stripmap and ScanSAR Imaging Modes", IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 34, No. 5, Sep 1996, pp. 1123-1136

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、従来技術には、次のような問題点があった。

30

従来のレーダ画像処理方法では、スクイント角が存在する場合に、リサンプリングを実行するためのレンジの伸縮変更機能を、スクイント角に対応したドップラー中心周波数のオフセット補償に転化している。ここで、ドップラー中心周波数のオフセット補償を実行した場合には、レンジの伸縮変更を実行することができず、画像再生過程においてリサンプリングを実行することができない。

そのため、例えば合成開口レーダの観測自由度を向上させるために、スクイント角を含む記録データを用いてレーダ画像を再生しようとした場合には、画像再生過程においてリサンプリングを実行することができず、レジストレーションを実行することができないという問題点があった。

【0007】

40

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あって、その目的は、スクイント角を含む記録データに対しても、画像再生過程においてレンジ方向のリサンプリングを実行し、高精度なレーダ画像のレジストレーションを実現することができるレーダ画像処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明に係るレーダ画像処理装置は、観測対象に対して異なる複数の照射角度から送信され、観測対象で反射されたレーダビームを合成開口レーダで受信して得られた記録データに基づいて、合成開口レーダ画像を再生するレーダ画像処理装置であって、画像再生過程において、記録データに対して、レンジ方向のサンプリング間隔の伸縮変更を実行す

50

るとともに、観測時のスクイント角に対応するドップラー中心周波数のオフセット補正を実行する画像再生手段を備えたものである。

【発明の効果】

【0009】

この発明のレーダ画像処理装置によれば、画像再生手段は、画像再生過程において、記録データに対して、レンジ方向のサンプリング間隔の伸縮変更を実行するとともに、観測時のスクイント角に対応するドップラー中心周波数のオフセット補正を実行する。

そのため、スクイント角を含む記録データに対しても、画像再生過程においてレンジ方向のリサンプリングを実行し、高精度なレーダ画像のレジストレーションを実現することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、この発明の各実施の形態について図に基づいて説明するが、各図において同一、または相当する部分については、同一符号を付して説明する。

【0011】

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1に係るレーダ画像処理装置を示すブロック構成図である。

図1において、このレーダ画像処理装置は、記録データ格納部1と、画像再生部2（画像再生手段）と、出力格納部3とを備えている。

20

【0012】

記録データ格納部1は、観測対象に対して異なる複数の方向（照射角度）から送信されて観測対象で反射されたレーダビームを合成開口レーダで受信し、得られた記録データ（生データとも呼ばれる）を格納する。

画像再生部2は、記録データ格納部1と出力格納部3との間に設けられ、記録データ格納部1または出力格納部3とのデータのやりとり、または画像再生部2を構成する各部位（後述する）間のデータのやりとりを制御する。

出力格納部3は、画像再生部2からの出力を格納する。

【0013】

画像再生部2は、1次動揺補償部21、アジマススペクトル拡張部22、チャープスケーリング部23、バルクRCM補正・レンジ圧縮部24、剰余位相補償部25、アジマススペクトル収縮部26、2次動揺補償部27、近似位相誤差補償部28、アジマス圧縮部29、および参照レンジ調整部30を備えている。

30

【0014】

なお、この実施の形態1において、部位という言葉は、専用の電子回路または素子のことを意味しているが、これに限定されず、汎用的な中央演算装置（CPU：Central Processing Unit）を搭載したコンピュータに構成され、所定の処理を実行するコンピュータプログラムモジュールのことを意味してもよい。

【0015】

続いて、画像再生部2の各部位の機能について説明する。

40

1次動揺補償部21は、記録データの参照レンジに対する動揺補償を実行する。ここで、参照レンジとは、観測中心のレンジのことをいう。

アジマススペクトル拡張部22は、1次動揺補償部21からの出力に対して、全レンジにおけるドップラー周波数に折り返しが生じないように、アジマススペクトル帯域を拡張する。

【0016】

チャープスケーリング部23は、アジマススペクトル拡張部22からの出力に対して、画像再生過程において、レンジ方向のサンプリング間隔の伸縮変更を実行するとともに、観測時のスクイント角に対応するドップラー中心周波数のオフセット補正を実行する。

バルクRCM（Range Cell Migration）補正・レンジ圧縮部24

50

は、チャープスケーリング部 2 3 からの出力に対して、レンジマイグレーション補正およびレンジ圧縮を実行する。

【 0 0 1 7 】

剰余位相補償部 2 5 は、パルク R C M 補正・レンジ圧縮部 2 4 からの出力に対して、剰余位相補償を実行し、チャープスケーリング部 2 3 での処理によって発生した剰余位相を取り除く。

アジマススペクトル収縮部 2 6 は、剰余位相補償部 2 5 からの出力に対して、複数のレーダ画像間でアジマス方向のサンプリング間隔が等しくなるように、アジマススペクトル帯域を収縮させる。

【 0 0 1 8 】

2 次動揺補償部 2 7 は、アジマススペクトル収縮部 2 6 の出力に対して、参照レンジ以外のレンジに対する動揺補償を実行する。

近似位相誤差補償部 2 8 は、2 次動揺補償部 2 7 からの出力に対して、近似位相誤差補償を実行し、チャープスケーリング部 2 3 での処理おける近似によって発生した誤差を補償する。

【 0 0 1 9 】

アジマス圧縮部 2 9 は、近似位相誤差補償部 2 8 からの出力に対して、アジマス圧縮を実行する。

参照レンジ調整部 3 0 は、アジマス圧縮部 2 9 からの出力に対して、スクイント角の違いに伴う参照レンジの結像位置の差異を調整する。

【 0 0 2 0 】

次に、図 2 のフローチャートを参照しながら、上記構成のレーダ画像処理装置の動作について説明する。

まず、画像再生部 2 は、記録データ格納部 1 に格納された記録データを読み込む（ステップ S 1）。ここで、この記録データには、レーダのアンテナで受信されたデータに加えて、観測時のレーダの姿勢や航跡情報が含まれている。

【 0 0 2 1 】

続いて、1 次動揺補償部 2 1 は、記録データの参照レンジ（観測中心のレンジ）に対して、動揺補償を実行する（ステップ S 2）。この結果、記録データは、参照レンジに対して直線状の航跡で得られたデータとなる。このとき、参照レンジ以外のレンジについては、レンジの差異に応じたずれが残っているが、このずれは、後段の 2 次動揺補償部 2 7 によって補償される。

【 0 0 2 2 】

次に、アジマススペクトル拡張部 2 2 は、1 次動揺補償部 2 1 からの出力に対して、アジマス方向にフーリエ変換を実行する（ステップ S 3）。

また、アジマススペクトル拡張部 2 2 は、全てのレンジにおいてアジマス方向スペクトルの折り返しが発生しないように、アジマス方向スペクトルの帯域を拡張する（ステップ S 4）。このレンジドブラー領域における信号は、非特許文献 1 にも示されているように、次式（1）で表される。

【 0 0 2 3 】

【数1】

$$\begin{aligned}
 S(\tau, f_a; r_0) = & C \cdot w_r \left(\tau - \frac{2R(f_a; r_0)}{c} \right) w_a \left(-\frac{r_0 \lambda f_a}{2v^2 \beta(f_a)} \right) \\
 & \cdot \exp \left[-j\pi k(f_a; r_0) \left(\tau - \frac{2R(f_a; r_0)}{c} \right)^2 \right] \\
 & \cdot \exp \left[-j \frac{4\pi}{\lambda} r_0 \beta(f_a) \right] \quad (1)
 \end{aligned}$$

10

【0024】

式(1)において、 τ はレンジ方向時間、 v はレーダと地表面上の観測対象との相対速度、 r_0 はレーダが観測対象に最近接するときのレンジ、 λ はレーダビームの波長、 c は光速、 C は複素定数、 w_a は送受信のアジマスアンテナパターン、 w_r は送信されるレンジ方向パルスの抱絡線、 f_a はドップラー周波数を示している。

また、 $R(f_a; r_0)$ はレンジドップラー領域におけるドップラー周波数 f_a でのレンジマイグレーション、 $k(f_a; r_0)$ はレンジ方向チャープの変更後のレート(modified modulation rate)を示している。

ここで、 $\beta(f_a)$ はレンジマイグレーションを表す因数であり、次式(2)に表す関係式が成立する。 20

【0025】

【数2】

$$R(f_a; r_0) = \frac{r_0}{\beta(f_a)} \quad (2)$$

【0026】

続いて、チャープスケール部23は、次式(3)で表されるスケール関数 H_1 を生成し、アジマススペクトル拡張部22からの出力に対して乗算する(ステップS5)。

30

【0027】

【数3】

$$H_1(f_a, \tau) = \exp \left[-j\pi k(f_a; r_{ref}) \cdot \left(\frac{1}{\alpha} \frac{\beta(f_{a_ref})}{\beta(f_a)} - 1 \right) \left(\tau - \frac{2R(f_a; r_{ref})}{c} \right)^2 \right] \quad (3)$$

【0028】

式(3)において、 r_{ref} は参照レンジ、 f_{a_ref} は参照アジマス周波数を示している。ここで、参照アジマス周波数 f_{a_ref} は、スクイント角に対応したドップラー中心周波数のオフセット相当に設定される。また、 α はレンジの伸縮を変更するためのパラメータである。 40

【0029】

なお、式(3)のスケール関数 H_1 は、サンプリング間隔の伸縮変更を実行するレンジスケール関数に、ドップラー中心周波数のオフセットを補正するためのパラメータを組み込むことによって生成される。

すなわち、スケール関数 H_1 は、上述した非特許文献1で与えられたレンジスケール関数において、変数 $a(f_a)$ を次式(4)のように置き換え、変数 $a_{sc1}(f_a)$ を次式(5)のように置き換えることによって得られる。

【0030】

【数4】

$$a(f_a) = \frac{\beta(f_{a_ref})}{\beta(f_a)} - 1 \quad (4)$$

【0031】

【数5】

$$a_{scf}(f_a) = \frac{\beta(f_{a_ref})}{\alpha \beta(f_a)} - 1 \quad (5)$$

【0032】

式(3)において、ドップラー中心周波数のオフセットがない場合、すなわち $f_{a_ref} = 0$ の場合に、式(4)および式(5)は、非特許文献1中の変数設定と等価になる。この式(3)を用いることにより、画像再生過程において、レンジ方向のサンプリング間隔の伸縮変更を実行するとともに、観測時のスクイント角に対応するドップラー中心周波数のオフセット補正を同時に実行することができる。

10

【0033】

ここで、式(3)に示されたパラメータの設定について、図3を参照して説明する。

図3は、レーダ観測の幾何と再生結果の歪みとの関係を示す説明図である。

図3において、レーダA51は、スクイント角 θ_A で、レーダB52は、スクイント角 θ_B で、それぞれ地表面を観測している。また、スクイント角は、レーダに設けられた角度センサによって得ることができる。なお、ここでは、説明を簡潔にするために、スクイント角 $\theta_B = 0^\circ$ として説明する。

20

地表面上の散乱点53は、レーダB52の画像中で、アジマス位置 x に間隔 y で結像している。一方、散乱点53は、レーダA51の画像中で、アジマス位置 x に間隔 $y \cos \theta_A$ で結像している。

このように、地表面上の同一の散乱点53であっても、スクイント角の違いに応じて、レンジ方向の間隔が互いに異なる。そこで、パラメータ α を、各レーダ観測のスクイント角 θ を用いて、次式(6)に示されるように設定する。パラメータ α を式(6)のように設定することにより、レンジ方向の間隔をスクイント角によらず統一することができる。

【0034】

30

【数6】

$$\alpha = \frac{1}{\cos \theta} \quad (6)$$

【0035】

図2に戻って、次に、バルクRCM補正・レンジ圧縮部24は、チャープスケールリング部23からの出力に対して、レンジ方向にフーリエ変換を実行する(ステップS6)。

また、バルクRCM補正・レンジ圧縮部24は、次式(7)で表される参照関数 H_2 を乗算し、レンジ方向のチャープとバルクRCMとの除去を実行する(ステップS7)。

【0036】

40

【数7】

$$H_2(f_a, f_r) = \exp \left[-j\pi \frac{\beta(f_a)}{k(f_a; r_{ref}) \beta(f_{a_ref})} f_r^2 \right] \cdot \exp \left[j \frac{4\pi r_{ref}}{c} \left(\frac{1}{\beta(f_a)} - \frac{1}{\beta(f_{a_ref})} \right) f_r \right] \quad (7)$$

【0037】

式(7)において、 f_r はレンジ周波数を示している。また、式(7)の参照関数 H_2

50

には、上記式(3)のスケーリング関数 H_1 において示された、非特許文献1のレンジスケーリング関数からの変更に対応した変更が含まれている。

【0038】

続いて、バルクRCM補正・レンジ圧縮部24は、レンジ方向逆フーリエ変換を実行する(ステップS8)。

このレンジ方向逆フーリエ変換により、バルクRCMの補正およびレンジ圧縮が完了する。

【0039】

次に、剰余位相補償部25は、バルクRCM補正・レンジ圧縮部24からの出力に対して、次式(8)で表される参照関数 H_3 を乗算し、チャープスケーリング操作によって発生した剰余位相を補償する(ステップS9)。

【0040】

【数8】

$$H_3 = \exp[j\Delta\phi] \quad (8)$$

$$\Delta\phi = 4\pi \frac{k(f_a; r_{ref})}{c^2} \left(1 - \alpha \frac{\beta(f_a)}{\beta(f_{a_ref})} \right) \frac{1}{\beta^2(f_a)} (r_0 - r_{ref})^2$$

【0041】

続いて、アジマススペクトル収縮部26は、剰余位相補償部25からの出力に対して、上記ステップS4で拡張したアジマススペクトル帯域を収縮させる(ステップS10)。

ここでは、元のアジマススペクトル帯域幅まで収縮させるのではなく、画像再生対象とする複数の記録データの再生結果におけるアジマスピクセル間隔が等価になるように、複数の記録データ間で統一したアジマススペクトル帯域幅まで収縮させる。

この統一したアジマススペクトル帯域幅は、対象とする記録データ間におけるアジマススペクトル帯域幅の最大値以上であれば、任意に設定してよい。

【0042】

次に、2次動揺補償部27は、アジマススペクトル収縮部26の出力に対して、2次動揺補償処理を実行する(ステップS11)。

2次動揺補償処理では、まず、アジマススペクトル収縮部26の出力に対してアジマス方向逆フーリエ変換を実行する。続いて、上記ステップS2で補償できなかった参照レンジ以外の各レンジに対する動揺補償を実行する。次に、再度アジマス方向逆フーリエ変換を実行する。

【0043】

続いて、近似位相誤差補償部28は、2次動揺補償部27からの出力に対して、次式(9)で表される補償関数 E を乗算し、上記ステップS5におけるスケーリング関数 H_1 の近似によって発生した近似位相誤差を補償する(ステップS12)。

【0044】

【数9】

$$E[f_a, r_0; r_{ref}] = \exp \left[-j\alpha F_r \frac{2\pi\lambda(\beta^2(f_a)-1)}{c^2\beta^3(f_a)} \frac{\beta(f_a)}{\beta(f_{a_ref})} (r_0 - r_{ref}) \left(\frac{B_r}{2} \right)^2 \right] \quad (9)$$

【0045】

式(9)において、 F_r はレンジ方向の窓関数に応じて変化するパラメータであり、窓関数がない場合は、 $1/3$ で与えられる。また、 B_r はレンジ方向周波数帯域幅を示している。

【0046】

なお、この近似位相誤差は、例えば「J. Mittermayer, A. Moreira and R. Scheiber, "Reduction of phase erro

10

20

30

40

50

rs arising from the approximations in the chirp scaling algorithm”, I G A R S S ’ 9 8 , v o l . 2 , 1 9 9 8 p p . 1 1 8 0 - 1 1 8 2」に示されるように、本来レンジ毎に更新されるべき2次レンジ圧縮項を、参照レンジ r_{ref} の値で近似することにより発生する。

【0047】

次に、アジマス圧縮部29は、近似位相誤差補償部28からの出力に対して、次式(10)で表される参照関数 H_4 を乗算し、アジマス方向の周波数変調を除去する(ステップS13)。

【0048】

【数10】

$$H_4(f_a) = \exp\left[j \frac{4\pi r_{0,scl}}{\lambda} (\beta(f_a) - 1)\right] \quad (10)$$

10

【0049】

式(10)において、 $r_{0,scl}$ は伸縮された後のレンジを表す変数であり、次式(11)で表される。

【0050】

【数11】

$$r_{0,scl} = r_{ref} + \frac{r_0 - r_{ref}}{\alpha} \quad (11)$$

20

【0051】

続いて、アジマス圧縮部29は、アジマス方向逆フーリエ変換を実行する(ステップS14)。

このアジマス方向逆フーリエ変換により、アジマス圧縮が完了する。

【0052】

次に、参照レンジ調整部30は、アジマス圧縮部29からの出力に対して、レンジ周波数領域において、次式(12)で表されるシフト関数 H_{shift} を乗算し、スクイント角に応じた参照レンジの位置のずれを補償する(ステップS15)。

【0053】

【数12】

$$H_{shift}(f_r) = \exp\left[j \frac{4\pi}{c} \left(\frac{r_{ref}}{\beta(f_{a_ref})} - r_{ref} \right)\right] \quad (12)$$

30

【0054】

続いて、画像再生部2は、参照レンジ調整部30からの出力を出力格納部3に出力し(ステップS16)、図2に処理を終了する。

なお、この実施の形態1では、レーダ観測時の軌道および姿勢情報に基づいて各パラメータを設定したが、これに限定されるものではない。例えば、ドップラー周波数推定や画像間の干渉性に基づいて推定した画像間のずれ量をもとにして、各パラメータを設定してもよい。

40

【0055】

この発明の実施の形態1に係るレーダ画像処理装置によれば、画像再生手段は、画像再生過程において、記録データに対して、レンジ方向のサンプリング間隔の伸縮変更を実行するとともに、観測時のスクイント角に対応するドップラー中心周波数のオフセット補正を実行する。

すなわち、画像再生手段は、レンジ方向のサンプリング間隔の伸縮変更を実行するレンジスケーリング関数に、観測時のスクイント角に対応するドップラー中心周波数のオフセットを補正するためのパラメータを組み込むことで、画像再生過程において、記録データに対して、サンプリング間隔の伸縮変更を実行するとともに、ドップラー中心周波数のオ

50

フセット補正を実行する。

そのため、スクイント角を含む記録データに対しても、画像再生過程においてレンジ方向のリサンプリングを実行し、レンジ方向のサンプリング間隔を揃えて、高精度なレーダ画像のレジストレーションを実現することができる。

【0056】

また、アジマススペクトル収縮部が、複数の記録データ間で統一するようにアジマススペクトルの帯域幅を収縮させるので、画像間のアジマスサンプリング間隔を揃えることができ、さらに高精度なレーダ画像のレジストレーションを実現することができる。

また、画像再生手段は、画像再生処理に用いられるパラメータのみを変更することによって再生画像のリサンプリングを実行しているので、従来技術と比較して、追加的な処理を必要とせず、高速に処理を実行することができる。

10

【0057】

また、画像再生手段は、複素乗算およびフーリエ変換のみで画像再処理を実行しているので、計算機効率が高く、高速化のための最適化を容易に行うことができる。

また、バルクRCM補正・レンジ圧縮部が、レンジマイグレーション補正を実行することにより、誤差の大きな補間処理を実行する必要がなくなるので、画像再生処理を高精度に実行することができる。

また、近似位相誤差補償部が、チャープスケーリング部での処理おける近似によって発生した誤差を補償するので、画像再生処理を高精度に実行することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】この発明の実施の形態1に係るレーダ画像処理装置を示すブロック構成図である。

【図2】この発明の実施の形態1に係るレーダ画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図3】レーダ観測の幾何と再生結果の歪みとの関係を示す説明図である。

【符号の説明】

【0059】

1 記録データ格納部、2 画像再生部（画像再生手段）、3 出力格納部、21 1次動揺補償部、22 アジマススペクトル拡張部、23 チャープスケーリング部、24 バルクRCM補正・レンジ圧縮部、25 剰余位相補償部、26 アジマススペクトル収縮部、27 2次動揺補償部、28 近似位相誤差補償部、29 アジマス圧縮部、30 参照レンジ調整部。

30

フロントページの続き

- (72)発明者 土田 正芳
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
- (72)発明者 若山 俊夫
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 山下 雅人

- (56)参考文献 特開平07-199804(JP,A)
特開2004-191053(JP,A)
特開平10-232282(JP,A)
特開昭61-187079(JP,A)
特開2008-216132(JP,A)
特開平09-281231(JP,A)
特開2001-141821(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01S7/00-17/95