

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第1部門第2区分

【発行日】平成30年12月27日(2018.12.27)

【公開番号】特開2017-184935(P2017-184935A)

【公開日】平成29年10月12日(2017.10.12)

【年通号数】公開・登録公報2017-039

【出願番号】特願2016-75014(P2016-75014)

【国際特許分類】

A 6 1 B 5/055 (2006.01)

【F I】

A 6 1 B 5/05 3 8 2

A 6 1 B 5/05 3 8 0

【手続補正書】

【提出日】平成30年11月12日(2018.11.12)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】請求項2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項2】

請求項1に記載の磁気共鳴イメージング装置であって、

前記位相分布分離部は、

複数の前記低解像度画像について、画像間の位相差を算出する位相差算出部と、

前記位相差算出部が算出した位相差の位相折り返しを除去する折り返し除去部と、

前記折り返し除去部により折り返しが除去された位相差を、周波数に換算して周波数分布を算出する周波数変換部と、

前記周波数変換部が算出した周波数分布を、大域的周波数分布と局所的周波数分布とに分離する周波数分布分離部と、

前記低解像度画像と前記周波数変換部が算出した周波数分布とを用いて、オフセット位相分布を算出するオフセット位相分布算出部と、

を備えることを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0059

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0059】

[低解像度化：S1101]

低解像度変換部331は、計測したマルチエコー複素画像 $I(n)$ を線形補間やCubic補間など公知の手法を用いて、計測した複素画像 $I(n)$ の分解能以下となる所望の解像度に変換し、低解像度複素画像 $i(n)$ を算出する。なお、低解像度変換部331は、計測した被検体の構造に併せて、被検体内部の分解能を粗く、その辺縁を細かくするなど、領域によって任意の解像度に変換した低解像度複素画像 $i(n)$ を算出してもよい。あるいは、複数の解像度の複素画像 $i(n)$ を算出してもよい。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0081

【補正方法】変更

**【補正の内容】****【0081】****[SWI法を用いた磁化率強調画像の算出法]**

以下に、磁化率強調画像算出部720で行われる、SWI法による磁化率強調画像の算出法について説明する。

本実施形態では、まず、マスク生成部721が、局所的周波数分布 $F_{10_{c,a}}$ から磁化率を強調する磁化率強調マスクを作成する。具体的には、任意の周波数 $f_m$ 以下の値を0、周波数 $f_m$ より多い周波数を1、その間を線形に結んだ値に設定する強調マスクを作成する。

**【手続補正4】****【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0082****【補正方法】変更****【補正の内容】****【0082】**

その後、磁化率強調画像作成部722で、強調マスクを任意の回数乗算したのち、任意のTEの複素画像の絶対値成分（絶対値画像）に乗算することで、磁化率強調画像を算出する。

なお、本実施形態の磁化率強調画像の算出法は上記の方法に限られない。公知のさまざまな手法を適用してもよい。

**【手続補正5】****【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0083****【補正方法】変更****【補正の内容】****【0083】****[画像表示：S1005]**

分布画像算出部340が算出した定量的磁化率分布や磁化率強調画像は、ディスプレイ110（図2）に表示することができる。或いは外部記憶装置111に画像データとして格納し、所望の表示装置で表示されてもよい。

**【手続補正6】****【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0088****【補正方法】変更****【補正の内容】****【0088】**

また必須ではないが、本実施形態の計算機は、低解像オフセット位相分布及び/又は低解像大域的周波数分布を高解像度に変換する際に、平滑化する手段や辺縁のデータを外挿する手段を備えることができる。

**【手続補正7】****【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0094****【補正方法】変更****【補正の内容】****【0094】**

まず、位相分布分離部332は、低解像度変換部331にて複素画像 $I(n)$ を低解像度化した低解像複素画像 $i(n)$ において、隣り合うエコー間の位相差分布 $p(n)$ を $(N-1)$ セット算出する（S1201）。そして、算出した位相差分布 $p(n)$ を加重平均して一つの位相差分布 $p$ を算出する（S1202）。位相差分布 $p$ に対して位相アンラップ処理を実施し（S1203）、周波数成分に換算し静磁場不均一周波数分布

$f_{inhom}$  を算出する (S1204)。周波数分布分離による大域的周波数分布算出処理により、静磁場不均一周波数分布  $f_{inhom}$  から大域的周波数分布  $f_{globa_1}$  を算出する (S1205)。低解像複素画像  $i(TE_n)$  から、静磁場不均一周波数分布  $f_{inhom}$  による位相変化を除去することで、各エコーのオフセット位相分布  $p_{offset}(n)$  を算出する (S1206)。各エコーのオフセット位相分布  $p_{offset}(n)$  を加重平均することでオフセット位相分布  $p_{offset}$  を算出する (S1207)。以上の手順により、信号フィッティングを用いずに低解像大域的周波数分布  $f_{globa_1}$  と低解像オフセット位相分布  $p_{offset}$  を算出することができる。

#### 【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0097

【補正方法】変更

【補正の内容】

#### 【0097】

[位相差分布算出: S1201]

位相差算出部901において、低解像マルチエコー複素画像  $i(n)$  における隣り合うエコー間の位相差分布  $p(n)$  を  $(N-1)$  セット算出する。ここで、 $(n+1)$  番目のエコー時間  $TE_{n+1}$  における低解像複素画像  $i(n+1)$  と、 $n$  番目のエコー時間  $TE_n$  における低解像複素画像  $i(n)$  は、低解像度の静磁場不均一周波数分布  $f_{inhom}$  と、低解像オフセット位相  $p_{offset}$  を用いて、それぞれ式(14)と式(15)で表される。

#### 【数14】

$$i(n+1) = k_{n+1} M_0 \exp(j2\pi f_{inhom} TE_{n+1}) \exp(jp_{offset}) \quad \dots \quad (14)$$

#### 【数15】

$$i(n) = k_n M_0 \exp(j2\pi f_{inhom} TE_n) \exp(jp_{offset}) \quad \dots \quad (15)$$

#### 【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0115

【補正方法】変更

【補正の内容】

#### 【0115】

<第三の実施形態>

上述した第二の実施形態では、図8及び図9に示したように、位相分布分離部332は、まず低解像複素画像  $i(n)$  の位相差を求め、オフセット位相分布を除去してから位相アンラップ及び周波数変換を行って低解像大域的周波数分布を算出し、さらに低解像オフセット位相分布を算出した。

#### 【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0122

【補正方法】変更

【補正の内容】

#### 【0122】

[フィッティング: S1301]

信号フィッティング部911において、低解像マルチエコー複素画像  $i(n)$  をGRE法の信号モデルに信号フィッティングさせる。GRE法で計測した画素内の信号モデル  $S(n)$  は、画素内のプロトン密度分布を  $M_0$ 、見かけの横緩和速度分布を  $R_2^*$  とすると

、式(25)で表される。

【数25】

$$S(n) = M_0 \exp(-R_2^* TE_n) \exp(j2\pi f_{inhom} TE_n) \exp(jp_{offset}) \quad \dots \quad (25)$$

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0133

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0133】

位相分布分離部332は、低解像度変換部331にて複素画像I(n)を低解像度化した低解像複素画像i(n)において、GRE法の信号モデルを用いたフィッティングにより、水の信号強度Wと脂肪の信号強度F、静磁場不均一周波数分布 $f_{inhom}$ とゼロ次位相分布を算出する(S1401)。そして、信号フィッティングで算出したゼロ次位相成分をオフセット位相分布 $p_{offset}$ として設定する(S1402)。オフセット位相分布 $p_{offset}$ と、水と脂肪の周波数差 $F_{fat}$ に起因して $TE_n$ によって変化する位相成分 $p_{fat}(n)$ を合成して合成オフセット位相分布 $p_{add}(n)$ を算出する(S1403)。そして、信号フィッティングで算出した静磁場不均一周波数を周波数アンラップして静磁場不均一周波数分布 $f_{inhom}$ を算出する(S1404)。大域的周波数算出処理により、周波数アンラップした静磁場不均一周波数分布 $f_{inhom}$ から大域的周波数分布 $f_{global}$ を算出する(S1405)。以上の手順により、低解像大域的周波数分布 $f_{global}$ と、低解像オフセット位相分布 $p_{offset}$ (水と脂肪の周波数差に起因する位相差 $p_{fat}$ を含む)をそれぞれ算出することができる。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0140

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0140】

[周波数分布分離：S1405]

次に、大域的周波数分布算出部(周波数分布分離部)925において、静磁場不均一周波数分布 $f_{inhom}$ から、生体形状などに起因して生じる局所的周波数変化と大域的周波数変化とを分離し、大域的周波数分布 $f_{global}$ を算出する。この算出手法は、第二の実施形態の大域的周波数分布算出部(周波数分布分離部)904の処理(図8：S1205)と同様であり、例えば、SMVフィルタ処理や、その他の手法が採用できる。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0142

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0142】

その後、図4に示したように、図12に示す位相分布分離処理において算出した低解像大域的周波数分布と低解像合成オフセット位相分布とをもとの解像度に変換した後(図6：S1103)、これらを計測した複素画像I(n)から除去し(図6：S1104)、局所的周波数分布 $f_{local}$ を算出する。さらに局所的周波数分布を用いて、磁場分布や、定量的磁化率分布、磁化率強調画像などの分布画像を取得することができる(図4：S1004)。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0144

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0144】

100：MRI装置、101：被検体、102：静磁場コイル、103：傾斜磁場コイル、104：シムコイル、105：送信コイル、106：受信コイル、107：送信機、108：受信機、109：計算機、110：ディスプレイ、111：外部記憶装置、112：傾斜磁場用電源部、113：シム用電源部、114：シーケンス制御装置、115：入力装置、120：MRI装置、130：MRI装置、310：計測制御部、320：画像再構成部、330：局所的周波数分布算出部、331：低解像度変換部（第一の解像度変換部）、332：位相分布分離部、333：高解像度変換部（第二の解像度変換部）、334：位相除去部、335：加重平均部、340：分布画像算出部、901：位相差算出部、902：位相アンラップ部、903：周波数変換部、904：大域的周波数分布算出部（周波数分布分離部）、905：オフセット位相算出部、911：信号フィッティング部、912：オフセット位相分布設定部、913：周波数アンラップ部、914：大域的周波数分布算出部（周波数分布分離部）、921：信号フィッティング部、922：オフセット位相分布設定部、923：合成オフセット位相分布算出部、924：周波数アンラップ部、925：大域的周波数分布算出部（周波数分布分離部）

【手続補正15】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図3】

図3

109

