



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104166111 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 01

(21) 申请号 201310202603. 5

(22) 申请日 2013. 05. 28

(73) 专利权人 上海联影医疗科技有限公司

地址 201815 上海市嘉定区嘉定工业区兴贤路 1180 号 8 幢

(72) 发明人 张卫国

(51) Int. Cl.

G01R 33/56(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102798829 A, 2012. 11. 28,

CN 101846731 A, 2010. 09. 29,

CN 101236237 A, 2008. 08. 06,

CN 102955142 A, 2013. 03. 06,

WO 2012085810 A2, 2012. 06. 28,

黄鑫 等. 一种并行磁共振成像伪影消除方法. 《电路与系统学报》. 2008, 第 13 卷 (第 1 期),

审查员 祝晔

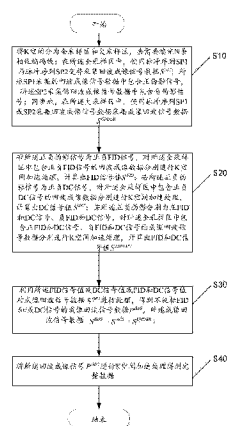
权利要求书4页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

磁共振图像采集与重建方法及装置

(57) 摘要

本发明提供的磁共振图像采集与重建的方法及装置,使得在磁共振成像系统在采集 K 空间数据时,采用并行加速采集方法的同时能结合使用射频脉冲相位循环法将 FID 和 / 或 DC 伪影彻底消除,不但实现采集的加速,同时保证了 FID 和 / 或 DC 伪影的消除,确保图像质量。



1. 一种磁共振图像采集与重建的方法,其特征在于,包括如下步骤:

将 K 空间分为全采样区和欠采样区,共需要填充 N 条相位编码线;在所述全采样区中,使用脉冲序列 SP1 与脉冲序列 SP2 交替采集成像回波信号数据  $S^{ACS}$ ,所述 SP1 采集的成像回波信号数据中包含正伪影信号,所述 SP2 采集的成像回波信号数据中包含负伪影信号;同步地,在所述欠采样区中,使用所述脉冲序列 SP1 或者 SP2 采集成像回波信号数据  $S^{UNDER}$ ;

若所述正负伪影信号为正负 FID 信号,对所述全采样区中包含正负 FID 信号的回波成像数据分别进行 K 空间加速处理,计算出 FID 信号值  $S^{FID}$ ;若所述正负伪影信号为正负 DC 信号,对所述全采样区中包含正负 DC 信号的回波成像数据分别进行 K 空间加速处理,计算出 DC 信号值  $S^{DC}$ ;若所述正负伪影分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号,对所述全采样区中包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 K 空间加速处理,计算出 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ ;

利用所述 FID 信号值  $S^{FID}$  或 DC 信号值  $S^{DC}$  或 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$  对成像回波信号数据  $S^{IMG}$  进行处理,得到不包括 FID 和 / 或 DC 信号的成像回波信号数据  $P^{IMG}$ ,所述成像回波信号数据  $S^{IMG} = S^{ACS} + S^{UNDER}$ ;

将所述成像回波信号数据  $P^{IMG}$  进行 K 空间加速处理得到完整数据。

2. 如权利要求 1 所述的磁共振图像采集与重建的方法,其特征在于,

若所述正负伪影信号为正负 FID 信号,对所述全采样区中包含正负 FID 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-}^{ACS}$ ,并通过公式

$$S^{FID} = \frac{S_{FID+}^{ACS} - S_{FID-}^{ACS}}{2} \text{ 计算出所述 FID 信号值 } S^{FID};$$

若所述正负伪影信号为正负 DC 信号,对所述全采样区中包含正负 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{DC+}^{ACS}$ 、 $S_{DC-}^{ACS}$ ,并通过公式

$$S^{DC} = \frac{S_{DC+}^{ACS} - S_{DC-}^{ACS}}{2} \text{ 计算出所述 DC 信号值 } S^{DC};$$

若所述正负伪影分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号,对所述全采样区中包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中

间数据  $S_{FID+/DC+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-/DC-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{FID+DC} = \frac{S_{FID+/DC+}^{ACS} - S_{FID-/DC-}^{ACS}}{2}$  计算出

所述 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ 。

3. 如权利要求 2 所述的磁共振图像采集与重建方法,其特征在于,

利用公式  $P^{IMG} = S^{IMG} + \text{sign} * S^{FID}$  得到不包括 FID 信号的成像回波信号数据  $P^{IMG}$ ;

或者利用公式  $P^{IMG} = S^{IMG} + \text{sign} * S^{DC}$  得到不包括 DC 信号的成像回波信号数据  $P^{IMG}$ ;

或者利用公式  $P^{IMG} = S^{IMG} + \text{sign} * S^{FID+DC}$  得到不包括 FID 及 DC 信号的成像回波信号数据  $P^{IMG}$ ;

其中,  $\text{sign} = -1$  对应正 FID、DC 信号,  $\text{sign} = 1$  对应负 FID、DC 信号。

4. 如权利要求 1 所述的磁共振图像采集与重建的方法,其特征在于,采用 GRAPPA 法进行所述 K 空间加速处理,所述全采样区位于所述 K 空间的中心,包含偶数 L 条相位编码线;

所述欠采样区含有其余的  $N-L$  条相位编码线。

5. 如权利要求 4 所述的磁共振成像图像采集与重建方法, 其特征在于,

所述 SP1 序列为: 使用具有 0 度相位角的 90 度射频脉冲激发样本, 经过  $TE/2$  时间之后使用具有 90 度相位角的 180 度射频脉冲激发样本, 再经过  $TE/2$  时间之后使用具有 0 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据, 所述成像回波信号数据中包含正 FID 和 / 或 DC 信号数据;

所述 SP2 序列为: 使用具有 180 度相位角的 90 度射频脉冲激发样本, 经过  $TE/2$  时间之后使用具有 90 度相位角的 180 度射频脉冲激发样本, 再经过  $TE/2$  时间之后使用具有 180 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据, 所述成像回波信号数据中包含负 FID 和 / 或 DC 信号数据。

6. 如权利要求 4 所述的磁共振图像采集与重建方法, 其特征在于,

所述 SP1 序列为: 使用具有 0 度发射相位角的射频脉冲激发样本, 经过  $TE$  时间之后使用具有 0 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据, 所述成像回波信号数据中包含正 DC 信号数据;

所述 SP2 序列为: 使用具有 180 度发射相位角的射频脉冲激发样本, 经过  $TE$  时间之后使用具有 180 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据, 所述成像回波信号数据中包含负 DC 信号数据。

7. 如权利要求 1-6 任一项所述的磁共振图像采集与重建方法, 所述方法进一步还包括:

将所述  $P^{IMG}$  经过  $K$  空间加速处理之后填入  $K$  空间中的相位编码线得到完整的  $K$  空间数据, 所述完整的  $K$  空间数据经过傅里叶变换后得到图像。

8. 一种磁共振图像采集与重建的装置, 其特征在于, 包括:

成像信号采集模块, 用于将  $K$  空间分为全采样区和欠采样区, 共需要填充  $N$  条相位编码线; 在所述全采样区中, 使用脉冲序列 SP1 与脉冲序列 SP2 交替采集成像回波信号数据  $S^{ACS}$ , 所述 SP1 采集的成像回波信号数据中包含正伪影信号, 所述 SP2 采集的成像回波信号数据中包含负伪影信号; 同步地, 在所述欠采样区中, 使用所述脉冲序列 SP1 或者 SP2 采集成像回波信号数据  $S^{UNDER}$ ;

第一  $K$  空间加速处理模块, 用于若所述正负伪影信号为正负 FID 信号, 对所述全采样区中包含正负 FID 信号的成像回波信号数据分别进行  $K$  空间加速处理, 计算出 FID 信号值  $S^{FID}$ ; 用于若所述正负伪影信号为正负 DC 信号, 对所述全采样区中包含正负 DC 信号的成像回波信号数据分别进行  $K$  空间加速处理, 计算出 DC 信号值  $S^{DC}$ ; 用于若所述正负伪影信号分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号, 对所述全采样区中包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行  $K$  空间加速处理, 计算出 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ ;

伪影信号消除模块, 用于利用所述 FID 信号值  $S^{FID}$  或 DC 信号值  $S^{DC}$  或 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$  对成像回波信号数据  $S^{IMG}$  进行处理, 得到不包括 FID 和 / 或 DC 信号的成像回波信号数据  $P^{IMG}$ , 所述成像回波信号数据  $S^{IMG} = S^{ACS} + S^{UNDER}$ ;

第二  $K$  空间加速处理模块, 用于将所述成像回波信号数据  $P^{IMG}$  进行  $K$  空间加速处理得到完整数据。

9. 如权利要求 8 所述的磁共振图像采集与重建的装置, 其特征在于, 具体地, 所述第一

K 空间加速处理模块用于：

若所述正负伪影信号为正负 FID 信号,对所述全采样区中包含正负 FID 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-}^{ACS}$ ,并通过公式

$$S^{FID} = \frac{S_{FID+}^{ACS} - S_{FID-}^{ACS}}{2} \text{ 计算出所述 FID 信号值 } S^{FID};$$

若所述正负伪影信号为正负 DC 信号,对所述全采样区中包含正负 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{DC+}^{ACS}$ 、 $S_{DC-}^{ACS}$ ,并通过公式

$$S^{DC} = \frac{S_{DC+}^{ACS} - S_{DC-}^{ACS}}{2} \text{ 计算出所述 DC 信号值 } S^{DC};$$

若所述正负伪影分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号,对所述全采样区中包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中

间数据  $S_{FID+/DC+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-/DC-}^{ACS}$ , 并通过公式  $S^{FID+DC} = \frac{S_{FID+/DC+}^{ACS} - S_{FID-/DC-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ 。

10. 如权利要求 9 所述的磁共振图像采集与重建装置,其特征在于,具体地,所述伪影信号消除模块用于,

利用公式  $P^{IMG} = S^{IMG} + \text{sign} * S^{FID}$  得到不包括 FID 信号的成像回波信号数据  $P^{IMG}$ ;

或者利用公式  $P^{IMG} = S^{IMG} + \text{sign} * S^{DC}$  得到不包括 DC 信号的成像回波信号数据  $P^{IMG}$ ;

或者利用公式  $P^{IMG} = S^{IMG} + \text{sign} * S^{FID+DC}$  得到不包括 FID 及 DC 信号的成像回波信号数据  $P^{IMG}$ ;

其中,  $\text{sign} = -1$  对应正 FID、DC 信号,  $\text{sign} = 1$  对应负 FID、DC 信号。

11. 如权利要求 8 所述的磁共振图像采集与重建的装置,其特征在于,采用 GRAPPA 法进行所述 K 空间加速处理,所述全采样区位于所述 K 空间的中心,包含偶数 L 条相位编码线;所述欠采样区含有其余的 N-L 条相位编码线。

12. 如权利要求 11 所述的磁共振成像图像采集与重建装置,其特征在于,

所述 SP1 序列为:使用具有 0 度相位角的 90 度射频脉冲激发样本,经过 TE/2 时间之后使用具有 90 度相位角的 180 度射频脉冲激发样本,再经过 TE/2 时间之后使用具有 0 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据,所述成像回波信号数据中包含正 FID 和 / 或 DC 信号数据;

所述 SP2 序列为:使用具有 180 度相位角的 90 度射频脉冲激发样本,经过 TE/2 时间之后使用具有 90 度相位角的 180 度射频脉冲激发样本,再经过 TE/2 时间之后使用具有 180 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据,所述成像回波信号数据中包含负 FID 和 / 或 DC 信号数据。

13. 如权利要求 11 所述的磁共振图像采集与重建装置,其特征在于,

所述 SP1 序列为:使用具有 0 度发射相位角的射频脉冲激发样本,经过 TE 时间之后使用具有 0 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据,所述成像回波信号数据中包含正 DC 信号数据;

所述 SP2 序列为:使用具有 180 度发射相位角的射频脉冲激发样本,经过 TE 时间之后使用具有 180 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据,所述成像回波信号数据中包含负 DC 信号数据。

14. 如权利要求 8-13 任一项所述的磁共振图像采集与重建装置,所述装置进一步还包括:

图像生成单元,用于将所述  $P^{IMG}$  经过 K 空间加速处理之后填入 K 空间中的相位编码线得到完整的 K 空间数据,所述完整的 K 空间数据经过傅里叶变换后得到图像。

## 磁共振图像采集与重建方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及磁共振成像领域,尤其涉及一种磁共振图像采集与重建方法及装置。

### 背景技术

[0002] 目前,磁共振成像技术 (Magnetic Resonance Imaging, MRI) 作为一种集中了物理学、化学、生物学、医学等多领域研究成果在内的计算机成像技术,已被广泛应用于医学影像学检查中。基于不同序列的磁共振成像,一般都会伴随成像数据信号而产生一些干扰信号,其中部分在图像上表现为伪影,比如基于自旋回波序列 (SE) 以及快速自旋回波序列 (FSE) 成像过程中,由于回聚脉冲一般都会偏离理想的 180 度翻转角,伴随而产生 FID 伪影。FID 伪影在图像中为沿读出方向的一条白线,位于相位编码方向中心。它的存在严重影响图像质量,干扰图像的解读和诊断。同时,磁共振成像系统的信号接收子系统如果有直流偏置,还会有位于图像中心的 DC 点状伪影。

[0003] 通常有两种方法消除 FID 伪影:(1) 使用位于回聚脉冲之后的扰相梯度来削弱 FID 信号;(2) 采用射频脉冲的相位循环法将 FID 伪影移至图像边缘。由于前者通常不能完全消除 FID 信号,一般会将这二种方法结合使用。同时,消除 DC 伪影方法之一也是采用射频脉冲的相位循环将 DC 伪影移至图像边缘。

[0004] 采用射频脉冲相位循环将 FID 和 / 或 DC 伪影移至图像边缘,其原理是通过改变射频发射脉冲和接收的相位,使 FID 和 / 或 DC 信号在 K 空间沿相位方向正负交替改变。这样在图像重建后,剩余的 FID 和 / 或 DC 伪影从图像中心移至图像边缘,避免了对图像解读的干扰。

[0005] 目前 K 空间的数据采集,经常会使用并行加速方法来提高采样速度,减少成像时间。常用的 K 空间并行加速方法,如 GRAPPA,是通过在 K 空间小范围内全部采集,而在其他部分跳跃间隔采集数据,之后通过重建方法填充欠采的数据。但是,当采用这种 K 空间并行加速采集数据时,用射频脉冲相位循环将 FID 及 DC 伪影移至图像边缘的方法不再有效。

[0006] 即使针对此问题,找到解决方案,也只是将 FID 和 / 或 DC 伪影移至图像的边缘,其对图像质量还是有一定的影响,因而有必要研究和开发新的方法,使得在采用 K 空间并行加速采集的同时能结合使用射频脉冲相位循环方法将 FID 和 / 或 DC 伪影彻底消除。

### 发明内容

[0007] 本发明所要解决的技术问题是磁共振成像过程中,采用 K 空间加速采集方法与重建时,FID 和 / 或 DC 伪影对图像的影响。

[0008] 为了解决上述问题,本发明提供了一种磁共振图像采集与重建方法,包括如下步骤:

[0009] 将 K 空间分为全采样区和欠采样区,共需要填充 N 条相位编码线;在所述全采样区中,使用脉冲序列 SP1 与脉冲序列 SP2 交替采集成像回波信号数据  $S^{ACS}$ ,所述 SP1 采集的成像回波信号数据中包含正伪影信号,所述 SP2 采集的成像回波信号数据中包含负伪影信

号；同步地，在所述欠采样区中，使用所述脉冲序列 SP1 或者 SP2 采集成像回波信号数据  $S^{\text{UNDER}}$ ；

[0010] 若所述正负伪影信号为正负 FID 信号，对所述全采样区中包含正负 FID 信号的回波成像数据分别进行 K 空间加速处理，计算出 FID 信号值  $S^{\text{FID}}$ ；若所述正负伪影信号为正负 DC 信号，对所述全采样区中包含正负 DC 信号的回波成像数据分别进行 K 空间加速处理，计算出 DC 信号值  $S^{\text{DC}}$ ；若所述正负伪影分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号，对所述全采样区中包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 K 空间加速处理，计算出 FID 和 DC 信号值  $S^{\text{FID+DC}}$ ；

[0011] 利用所述 FID 信号值  $S^{\text{FID}}$  或 DC 信号值  $S^{\text{DC}}$  或 FID 和 DC 信号值  $S^{\text{FID+DC}}$  对成像回波信号数据  $S^{\text{IMG}}$  进行处理，得到不包括 FID 和 / 或 DC 信号的成像回波信号数据  $P^{\text{IMG}}$ ，所述成像回波信号数据  $S^{\text{IMG}} = S^{\text{ACS}} + S^{\text{UNDER}}$ ；

[0012] 将所述成像回波信号数据  $P^{\text{IMG}}$  进行 K 空间加速处理得到完整数据。

[0013] 在一个实施例中，若所述正负伪影信号为正负 FID 信号，对所述全采样区中包含正负 FID 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据

$S^{\text{ACS}}_{\text{FID+}}$ 、 $S^{\text{ACS}}_{\text{FID-}}$ ，并通过公式  $S^{\text{FID}} = \frac{S^{\text{ACS}}_{\text{FID+}} - S^{\text{ACS}}_{\text{FID-}}}{2}$  计算出所述 FID 信号值  $S^{\text{FID}}$ ；

[0014] 若所述正负伪影信号为正负 DC 信号，对所述全采样区中包含正负 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S^{\text{ACS}}_{\text{DC+}}$ 、 $S^{\text{ACS}}_{\text{DC-}}$ ，并通过公式

$S^{\text{DC}} = \frac{S^{\text{ACS}}_{\text{DC+}} - S^{\text{ACS}}_{\text{DC-}}}{2}$  计算出所述 DC 信号值  $S^{\text{DC}}$ ；

[0015] 若所述正负伪影分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号，对所述全采样区中包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理

得到中间数据  $S^{\text{ACS}}_{\text{FID+}/\text{DC+}}$ 、 $S^{\text{ACS}}_{\text{FID-}/\text{DC-}}$ ，并通过公式  $S^{\text{FID+DC}} = \frac{S^{\text{ACS}}_{\text{FID+}/\text{DC+}} - S^{\text{ACS}}_{\text{FID-}/\text{DC-}}}{2}$ ；

计算出所述 FID 和 DC 信号值  $S^{\text{FID+DC}}$ 。

[0016] 在一个实施例中，利用公式  $P^{\text{IMG}} = S^{\text{IMG}} + \text{sign} * S^{\text{FID}}$  得到不包括 FID 信号的成像回波信号数据  $P^{\text{IMG}}$ ；

[0017] 或者利用公式  $P^{\text{IMG}} = S^{\text{IMG}} + \text{sign} * S^{\text{DC}}$  得到不包括 DC 信号的成像回波信号数据  $P^{\text{IMG}}$ ；

[0018] 或者利用公式  $P^{\text{IMG}} = S^{\text{IMG}} + \text{sign} * S^{\text{FID+DC}}$  得到不包括 FID 及 DC 信号的成像回波信号数据  $P^{\text{IMG}}$ ；

[0019] 其中， $\text{sign} = -1$  对应正 FID、DC 信号， $\text{sign} = 1$  对应负 FID、DC 信号。

[0020] 在一个实施例中，采用 GRAPPA 法进行所述 K 空间加速处理，所述全采样区位于所述 K 空间的中心，包含偶数 L 条相位编码线；所述欠采样区含有其余的 N-L 条相位编码线。

[0021] 在一个实施例中，所述 SP1 序列为：使用具有 0 度相位角的 90 度射频脉冲激发样本，经过 TE/2 时间之后使用具有 90 度相位角的 180 度射频脉冲激发样本，再经过 TE/2 时间之后使用具有 0 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据，所述成像回波信号数据中包含正 FID 和 / 或 DC 信号数据；

[0022] 所述 SP2 序列为：使用具有 180 度相位角的 90 度射频脉冲激发样本，经过 TE/2

时间之后使用具有 90 度相位角的 180 度射频脉冲激发样本,再经过 TE/2 时间之后使用具有 180 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据,所述成像回波信号数据中包含负 FID 和 / 或 DC 信号数据;

[0023] 在一个实施例中,所述 SP1 序列为:使用具有 0 度发射相位角的射频脉冲激发样本,经过 TE 时间之后使用具有 0 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据,所述成像回波信号数据中包含正 DC 信号数据;

[0024] 所述 SP2 序列为:使用具有 180 度发射相位角的射频脉冲激发样本,经过 TE 时间之后使用具有 180 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据,所述成像回波信号数据中包含负 DC 信号数据。

[0025] 在一个实施例中,所述方法进一步还包括:将所述  $P^{IMG}$  经过 K 空间加速处理之后填入 K 空间中的相位编码线得到完整的 K 空间数据,所述完整的 K 空间数据经过傅里叶变换后得到图像。

[0026] 本发明还提供了一种磁共振图像采集与重建装置,包括:

[0027] 成像信号采集模块,用于将 K 空间分为全采样区和欠采样区,共需要填充 N 条相位编码线;在所述全采样区中,使用脉冲序列 SP1 与脉冲序列 SP2 交替采集成像回波信号数据  $S^{ACS}$ ,所述 SP1 采集的成像回波信号数据中包含正伪影信号,所述 SP2 采集的成像回波信号数据中包含负伪影信号;同步地,在所述欠采样区中,使用所述脉冲序列 SP1 或者 SP2 采集成像回波信号数据  $S^{UNDER}$ ;

[0028] 第一 K 空间加速处理模块,用于若所述正负伪影信号为正负 FID 信号,对所述全采样区中包含正负 FID 信号的成像回波信号数据分别进行 K 空间加速处理,计算出 FID 信号值  $S^{FID}$ ;用于若所述正负伪影信号为正负 DC 信号,对所述全采样区中包含正负 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 K 空间加速处理,计算出 DC 信号值  $S^{DC}$ ;用于若所述正负伪影信号分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号,对所述全采样区中包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 K 空间加速处理,计算出 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ 。

[0029] 伪影信号消除模块,用于利用所述 FID 信号值  $S^{FID}$  或 DC 信号值  $S^{DC}$  或 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$  对成像回波信号数据  $S^{IMG}$  进行处理,得到不包括 FID 和 / 或 DC 信号的成像回波信号数据  $P^{IMG}$ ,所述成像回波信号数据  $S^{IMG} = S^{ACS} + S^{UNDER}$ ;

[0030] 第二 K 空间加速处理模块,用于将所述成像回波信号数据  $P^{IMG}$  进行 K 空间加速处理得到完整数据。

[0031] 在一个实施例中,具体地,所述第一 K 空间加速处理模块用于:

[0032] 若所述正负伪影信号为正负 FID 信号,对所述全采样区中包含正负 FID 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-}^{ACS}$ ,并通过公式

$$S^{FID} = \frac{S_{FID+}^{ACS} - S_{FID-}^{ACS}}{2} \text{ 计算出所述 FID 信号值 } S^{FID};$$

[0033] 若所述正负伪影信号为正负 DC 信号,对所述全采样区中包含正负 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{DC+}^{ACS}$ 、 $S_{DC-}^{ACS}$ ,并通过公式



$S^{DC} = \frac{S_{DC+}^{ACS} - S_{DC-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 DC 信号值  $S^{DC}$ ;

[0034] 若所述正负伪影分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号,对所述全采样区中包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理

得到中间数据  $S_{FID+/DC+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-/DC-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{FID+DC} = \frac{S_{FID+/DC+}^{ACS} - S_{FID-/DC-}^{ACS}}{2}$

计算出所述 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ 。

[0035] 在一个实施例中,具体地,所述伪影信号消除模块用于,

[0036] 利用公式  $P^{IMG} = S^{IMG} + sign * S^{FID}$  得到不包括 FID 信号的成像回波信号数据  $P^{IMG}$ ;

[0037] 或者利用公式  $P^{IMG} = S^{IMG} + sign * S^{DC}$  得到不包括 DC 信号的成像回波信号数据  $P^{IMG}$ ;

[0038] 或者利用公式  $P^{IMG} = S^{IMG} + sign * S^{FID+DC}$  得到不包括 FID 及 DC 信号的成像回波信号数据  $P^{IMG}$ ;

[0039] 其中,  $sign = -1$  对应正 FID、DC 信号,  $sign = 1$  对应负 FID、DC 信号。

[0040] 在一个实施例中,采用 GRAPPA 法进行所述 K 空间加速处理,所述全采样区位于所述 K 空间的中心,包含偶数 L 条相位编码线;所述欠采样区含有其余的 N-L 条相位编码线。

[0041] 在一个实施例中,所述 SP1 序列为:使用具有 0 度相位角的 90 度射频脉冲激发样本,经过 TE/2 时间之后使用具有 90 度相位角的 180 度射频脉冲激发样本,再经过 TE/2 时间之后使用具有 0 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据,所述成像回波信号数据中包含正的 FID 和 / 或 DC 信号数据;

[0042] 所述 SP2 序列为:使用具有 180 度相位角的 90 度射频脉冲激发样本,经过 TE/2 时间之后使用具有 90 度相位角的 180 度射频脉冲激发样本,再经过 TE/2 时间之后使用具有 180 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据,所述成像回波信号数据中包含负 FID 和 / 或 DC 信号数据。

[0043] 在一个实施例中,所述 SP1 序列为:使用具有 0 度发射相位角的射频脉冲激发样本,经过 TE 时间之后使用具有 0 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据,所述成像回波信号数据中包含正 DC 信号数据;

[0044] 所述 SP2 序列为:使用具有 180 度发射相位角的射频脉冲激发样本,经过 TE 时间之后使用具有 180 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据,所述成像回波信号数据中包含负 DC 信号数据。

[0045] 在一个实施例中,所述装置进一步还包括:图像生成单元,用于将所述  $P^{IMG}$  经过 K 空间加速处理之后填入 K 空间中的相位编码线得到完整的 K 空间数据,所述完整的 K 空间数据经过傅里叶变换后得到图像。

[0046] 与现有技术相比,本发明提供的磁共振图像采集与重建方法及装置,使得磁共振成像系统在采集 K 空间数据时,采用并行加速采集方法的同时能结合使用射频脉冲相位循环法将 FID 和 / 或 DC 伪影彻底消除,不但实现采集的加速,同时保证了 FID 和 / 或 DC 伪影的消除,确保图像质量。

## 附图说明

[0047] 图 1 为磁共振扫描中自旋回波序列示意图;

- [0048] 图 2 为自旋回波成像的 K 空间和图像域中回波信号及 FID 和 / 或 DC 信号示意图；
- [0049] 图 3 为现有技术中基于自旋回波的，采用并行加速采集方法进行成像的 K 空间和图像域中回波信号及 FID 和 / 或 DC 信号示意图；
- [0050] 图 4 为本发明提供的一种磁共振图像采集与重建方法的流程示意图；
- [0051] 图 5 为采用本发明中技术方案，基于自旋回波的，采用并行加速采集方法进行成像的 K 空间中回波信号及 FID 和 / 或 DC 信号示意图；
- [0052] 图 6(a)–图 6(d) 分别为采用不同方法采集与重建的磁共振图像；
- [0053] 图 7 为本发明提供的一种磁共振图像采集与重建装置的结构示意图。

### 具体实施方式

[0054] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明。但是本发明能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施，本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似推广，因此本发明不受下面公开的具体实施的限制。

[0055] 其次，本发明利用示意图进行详细描述，在详述本发明实施例时，为便于说明，所述示意图只是实例，其在此不应限制本发明保护的范围。

[0056] 如图 1 所示，在自旋回波成像序列中，首先使用 90 度射频脉冲激发样本，在 TE/2 时间之后，使用 180 度回聚脉冲再次激发样本，之后开始采集成像回波信号。如果回聚脉冲偏离理想的 180 度翻转角时，会伴随有 FID 信号产生。在常规成像中，FID 信号在图像中以一条沿读出方向的线条出现，该线条位于相位编码方向的中心，FID 信号的存在严重影响图像质量问题，干扰图像的解读和诊断。同时，磁共振成像系统的信号接收子系统如果有直流偏置，还会有位于图像中心的 DC 点状伪影。

[0057] 现有技术中，一般采用射频脉冲的相位循环法将 FID 和 / 或 DC 信号移至图像的边缘，其原理是通过改变射频发射脉冲和接收脉冲的相位，使 FID 和 / 或 DC 信号在 K 空间沿相位方向正负交替改变。这样在图像重建后，剩余的 FID 和 / 或 DC 伪影从图像中心移至图像边缘，避免了对图像解读的干扰。如图 2(A) 所示，采用相位循环，将激发脉冲相位和接收脉冲相位同时交替改变 180 度，使 FID 和 / 或 DC 信号在 K 空间交替改变符合，如图 2(B) 所示，图像重建之后，FID 和 / 或 DC 信号被移至图像的边缘。目前为了提高成像的速度，进行数据采集经常会使用并行加速方法来提高采样速度，减少成像时间。常用的 K 空间并行加速方法，如 GRAPPA，是通过在 K 空间小范围内全部采集，而在其他部分跳跃间隔采集数据，之后通过重建方法填充欠采样的数据。但是，如图 3 所示，当采用这种 K 空间并行加速采集数据时，用射频脉冲相位循环将 FID 和 / 或 DC 伪影移至图像边缘的方法不再有效。即便针对此问题找到解决方案，也只是将 FID 和 / 或 DC 伪影移至图像的边缘，其对图像质量还是有一定的影响。这里说明作如下说明：附图 2、附图 3 以及下述的附图 5 中展示了 FID 和 DC 信号共存的情形，实际如全文中所述的还包括只含有 FID 信号的以及只含有 DC 信号的情形。

[0058] 为了解决上述问题，在采用 K 空间并行加速采集的同时能结合使用射频脉冲相位循环方法将 FID 和 / 或 DC 伪影彻底消除，本发明提供了一种磁共振图像采集与重建的方法。

[0059] 如图 4 所示，一种磁共振图像采集与重建的方法，包括如下步骤：

[0060] 步骤 S10, 将 K 空间分为全采样区和欠采样区, 共需要填充 N 条相位编码线; 在所述全采样区中, 使用脉冲序列 SP1 与脉冲序列 SP2 交替采集成像回波信号数据  $S^{ACS}$ , 所述 SP1 采集的成像回波信号数据中包含正伪影信号, 所述 SP2 采集的成像回波信号数据中包含负伪影信号; 同时, 在所述欠采样区中, 使用脉冲序列 SP1 或者 SP2 采集成像回波信号数据  $S^{UNDER}$ 。

[0061] 步骤 S20, 若所述正负伪影信号为正负 FID 信号, 对所述全采样区中包含正负 FID 信号的成像回波信号数据分别进行 K 空间加速处理, 计算出 FID 信号  $S^{FID}$ ; 若所述正负伪影信号为正负 DC 信号, 对所述全采样区中包含正负 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 K 空间加速处理, 计算出 DC 信号值  $S^{DC}$ ; 若所述正负伪影信号分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号, 对所述全采样区中包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的的成像回波信号数据分别进行 K 空间加速处理, 计算出 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ 。

[0062] 步骤 S30, 利用所述 FID 信号值  $S^{FID}$  或 DC 信号值  $S^{DC}$  或 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$  对成像回波信号数据  $S^{IMG}$  进行处理, 得到不包括 FID 和 / 或 DC 信号的成像回波信号  $P^{IMG}$ , 所述成像回波信号数据  $S^{IMG} = S^{ACS} + S^{UNDER}$ 。

[0063] 步骤 S40, 将所述成像回波信号  $P^{IMG}$  进行 K 空间加速处理得到完整数据。

[0064] 下面结合附图 5 具体说明本发明磁共振图像采集与重建方法的流程。

[0065] 执行步骤 S10, 将 K 空间分为全采样区和欠采样区, 共需要填充 N 条相位编码线; 在所述全采样区中, 使用脉冲序列 SP1 与脉冲序列 SP2 交替采集成像回波信号数据  $S^{ACS}$ , 所述 SP1 采集的成像回波信号数据中包含正伪影信号, 所述 SP2 采集的成像回波信号数据中包含负伪影信号; 同时, 在所述欠采样区中, 使用脉冲序列 SP1 或者 SP2 采集成像回波信号数据  $S^{UNDER}$ 。

[0066] 在一个实施例中, 所述伪影信号包括 FID 和 / 或 DC 信号, 如图 5 所示, 采用 GRAPPA 法进行并行加速处理, 所述全采样区位于所述 K 空间的中心 (深色部分), 包含偶数 L 条相位编码线; 所述欠采样区含有其余的  $N-L$  条相位编码线。成像回波信号数据进行采集时, 只对全采集区进行相位循环采集, 即使用脉冲序列 SP1 与脉冲序列 SP2 交替采集成像回波信号数据  $S^{ACS}$ , 所述 SP1 采集的成像回波信号数据中包含正 FID 和 / 或 DC 信号, 所述 SP2 采集的成像回波信号数据中包含负 FID 和 / 或 DC 信号; 而对于欠采样区, 使用所述脉冲序列 SP1 或者 SP2 采集回波成像数据信号。

[0067] 若基于自旋回波 (SE) 类成像序列进行磁共振成像, 则在本实施例中, 所述 SP1 序列为: 使用具有 0 度相位角的 90 度射频脉冲激发样本, 经过  $TE/2$  时间之后使用具有 90 度相位角的 180 度射频脉冲激发样本, 再经过  $TE/2$  时间之后使用具有 0 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据, 所述成像回波信号数据中包含正的 FID 和 / 或 DC 信号数据; 所述 SP2 序列为: 使用具有 180 度相位角的 90 度射频脉冲激发样本, 经过  $TE/2$  时间之后使用具有 90 度相位角的 180 度射频脉冲激发样本, 再经过  $TE/2$  时间之后使用具有 180 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据, 所述成像回波信号数据中包含负 FID 和 / 或 DC 信号数据。

[0068] 若基于场回波 (GRE) 类成像序列进行磁共振成像, 没有 FID 伪影产生, 则在本实施例中, 所述 SP1 序列为: 使用具有 0 度相位角的射频脉冲激发样本, 经过  $TE$  时间之后使用具有 0 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据, 所述成像回波信号数据中包含正

的 DC 信号数据 ;所述 SP2 序列为 :使用具有 180 度相位角的射频脉冲激发样本,经过 TE 时间之后使用具有 180 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据,所述成像回波信号数据中包包含负的 DC 信号数据。

[0069] 需要说明的是,上述只是列举了两种脉冲序列,所述 SP1 与 SP2 不限于上述的种类的脉冲序列。同时,只有在使用自旋回波类序列进行磁共振成像时,才会出现 FID 伪影,而 DC 伪影也是在磁共振信号接收子系统有直流偏置的情况下产生的。

[0070] 执行步骤 S20,若所述正负伪影信号为正负 FID 信号,对所述全采样区中包含正负 FID 信号的回波成像数据分别进行 K 空间加速处理,计算出 FID 信号值  $S^{FID}$ ;在一个实施例中,具体地,若所述正负伪影信号为正负 FID 信号,对所述全采样区中包含正负 FID 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-}^{ACS}$ ,并通过公式

$$S^{FID} = \frac{S_{FID+}^{ACS} - S_{FID-}^{ACS}}{2} \text{ 计算出所述 FID 信号值 } S^{FID}。$$

[0071] 若所述正负伪影信号为正负 DC 信号,对所述全采样区中包含正负 DC 信号的回波成像数据分别进行 K 空间加速处理,计算出 DC 信号值  $S^{DC}$ ;在一个实施例中,具体地,若所述正负伪影信号为正负 DC 信号,对所述全采样区中包含正负 DC 信号的成像回波信号数据分

别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{DC+}^{ACS}$ 、 $S_{DC-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{DC} = \frac{S_{DC+}^{ACS} - S_{DC-}^{ACS}}{2}$

计算出所述 DC 信号值  $S^{DC}$ 。

[0072] 当成像回波信号数据中同时存在 FID 和 DC 信号时,可以将 FID 和 DC 信号整体进行计算并且消除,但是无法单独计算与消除这两个伪影信号。因此,若所述正负伪影分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号,对所述全采样区中包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 K 空间加速处理,计算出 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ ;在一个实施例中,具体地,若所述正负伪影分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号,对所述全采样区中包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+/DC+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-/DC-}^{ACS}$ ,并通过公式

$$S^{FID+DC} = \frac{S_{FID+/DC+}^{ACS} - S_{FID-/DC-}^{ACS}}{2} \text{ 计算出所述 FID 和 DC 信号值 } S^{FID+DC}。$$

[0073] 执行步骤 S30,利用所述 FID 信号值  $S^{FID}$ 或 DC 信号值  $S^{DC}$ 或 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ 对成像回波信号数据  $S^{IMG}$ 进行处理,得到不包括 FID 和 / 或 DC 信号的成像回波信号  $P^{IMG}$ ,所述成像回波信号数据  $S^{IMG} = S^{ACS} + S^{UNDER}$ 。

[0074] 具体地,利用公式  $P^{IMG} = S^{IMG} + \text{sign} * S^{FID}$ 得到不包括 FID 信号的成像回波信号  $P^{IMG}$ ,或者利用公式  $P^{IMG} = S^{IMG} + \text{sign} * S^{DC}$ 得到不包括 DC 信号的成像回波信号  $P^{IMG}$ ,或者利用公式  $P^{IMG} = S^{IMG} + \text{sign} * S^{FID+DC}$ 得到不包括 FID 及 DC 信号的成像回波信号  $P^{IMG}$ 。

[0075] 其中,  $\text{sign} = -1$  对应正 FID 及 DC 信号,  $\text{sign} = 1$  对应负 FID 及 DC 信号。

[0076] 执行步骤 S40,将所述成像回波信号  $P^{IMG}$ 进行 K 空间加速处理得到完整数据。

[0077] 所述不包括 FID 和 / 或者 DC 信号的成像回波信号  $P^{IMG}$ 进行 K 空间加速处理的过程包括计算出拟合系数,根据拟合系数以及邻近的已采集数据计算出未采集的数据,将采

集到数据以及计算出的数据全部填充至 K 空间中的相位编码线,得到完整的 K 空间数据。

[0078] 上述磁共振采集的与重建的方法,进一步还包括步骤 S50,将所述  $P^{IMG}$  经过 K 空间加速处理之后填入 K 空间中的相位编码线得到完整的 K 空间数据,经过傅里叶变换后得到图像。

[0079] 图 6(a) 为没有采用没有去除 FID 伪影的原始图片;图 6(b) 采用相位循环法去除了 FID 伪影的图像,图中 FID 伪影已经被移至图像的边缘;图 6(c) 采用相位循环法以及 K 空间并行加速处理方法图像,图中 FID 伪影不但没有去除,反而出现了一对 FID 伪影;图 6(d) 采用相位循环法以及 K 空间并行加速处理方法采集重建之后得到的图像,图中 FID 伪影已经完全消除。

[0080] 需要说明的是,通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到本发明的部分或全部可借助软件并结合必需的通用硬件平台来实现。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可包括其上存储有机器可执行指令的一个或多个机器可读介质,这些指令在由诸如计算机、计算机网络或其他电子设备等一个或多个机器执行时可使得该一个或多个机器根据本发明的实施例来执行操作。机器可读介质可包括,但不限于,软盘、光盘、CD-ROM(紧致盘-只读存储器)、磁光盘、ROM(只读存储器)、RAM(随机存取存储器)、EPROM(可擦除可编程只读存储器)、EEPROM(电可擦除可编程只读存储器)、磁卡或光卡、闪存、或适于存储机器可执行指令的其他类型的介质/机器可读介质。

[0081] 本发明可用于众多通用或专用的计算系统环境或配置中。例如:个人计算机、服务器计算机、手持设备或便携式设备、平板型设备、多处理器系统、基于微处理器的系统、置顶盒、可编程的消费电子设备、网络 PC、小型计算机、大型计算机、包括以上任何系统或设备的分布式计算环境等。

[0082] 如图 7 所示,本发明还提供了一种磁共振图像采集与重建的装置,包括成像信号采集模块 10、第一 K 空间加速处理模块 11、伪影信号消除模块 12、第二 K 空间加速处理模块 13。

[0083] 所述成像信号采集模块 10,用于将 K 空间分为全采样区和欠采样区,共需要填充 N 条相位编码线;在所述全采样区中,使用脉冲序列 SP1 与脉冲序列 SP2 交替采集成像回波信号数据  $S^{ACS}$ ,所述 SP1 采集的成像回波信号数据中包含正伪影信号,所述 SP2 采集的成像回波信号数据中包含负伪影信号;同步地,在所述欠采样区中,使用所述脉冲序列 SP1 或者 SP2 采集成像回波信号数据  $S^{UNDR}$ 。

[0084] 采用 GRAPPA 法进行所述 K 空间加速处理,所述全采样区位于所述 K 空间的中心,包含偶数 L 条相位编码线;所述欠采样区含有其余的 N-L 条相位编码线。

[0085] 在一个实施例中,所述正负伪影为正负 FID 和 / 或 DC 伪影。

[0086] 若基于自旋回波(SE)类成像序列进行磁共振成像,则在本实施例中,所述 SP1 序列为:使用具有 0 度相位角的 90 度射频脉冲激发样本,经过  $TE/2$  时间之后使用具有 90 度相位角的 180 度射频脉冲激发样本,再经过  $TE/2$  时间之后使用具有 0 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据,所述成像回波信号数据中包含正的 FID 和 / 或 DC 信号数据;所述 SP2 序列为:使用具有 180 度相位角的 90 度射频脉冲激发样本,经过  $TE/2$  时间之后使用具有 90 度相位角的 180 度射频脉冲激发样本,再经过  $TE/2$  时间之后使用具有 180 度相

位角的采集控制信号采集成像回波信号数据,所述成像回波信号数据中包含负 FID 和 / 或 DC 信号数据。

[0087] 若基于场回波 (GRE) 类成像序列进行磁共振成像,没有 FID 伪影产生,则在本实施例中,所述 SP1 序列为:使用具有 0 度相位角的射频脉冲激发样本,经过 TE 时间之后使用具有 0 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据,所述成像回波信号数据中包含正的 DC 信号数据;所述 SP2 序列为:使用具有 180 度相位角的射频脉冲激发样本,经过 TE 时间之后使用具有 180 度相位角的采集控制信号采集成像回波信号数据,所述成像回波信号数据中包含负的 DC 信号数据。

[0088] 需要说明的是,上述只是列举了两种脉冲序列,所述 SP1 与 SP2 不限于上述的种类的脉冲序列。同时,只有在使用自旋回波类序列进行磁共振成像时,才会产生 FID 伪影,而 DC 伪影只是在磁共振信号接收子系统有直流偏置的情况下产生的。

[0089] 所述第一 K 空间加速处理模块 11,用于若所述正负伪影为正负 FID 信号,对所述全采样区中包含正负 FID 信号的成像回波信号数据分别进行 K 空间加速处理,计算出 FID 信号值  $S^{FID}$ ;若所述正负伪影为正负 DC 信号,对所述全采样区中包含正负 DC 信号成像回波信号数据分别进行 K 空间加速处理,计算出和 / 或 DC 信号值  $S^{DC}$ ;若所述正负伪影信号分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号,对所述全采样区中包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 K 空间加速处理,计算出 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ 。

[0090] 具体地,所述第一 K 空间加速处理模块 11 用于若所述正负伪影信号为正负 FID 信号,对所述全采样区中包含正负 FID 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{FID} = \frac{S_{FID+}^{ACS} - S_{FID-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 FID 信号值  $S^{FID}$ ;若所述正负伪影信号为正负 DC 信号,对所述全采样区中包含正负 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{DC+}^{ACS}$ 、 $S_{DC-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{DC} = \frac{S_{DC+}^{ACS} - S_{DC-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 DC 信号值  $S^{DC}$ ;若所述正负伪影分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号,对所述全采样区包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍的 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+/DC+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-/DC-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{FID+DC} = \frac{S_{FID+/DC+}^{ACS} - S_{FID-/DC-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ 。

具体地,所述第一 K 空间加速处理模块 11 用于若所述正负伪影信号为正负 FID 信号,对所述全采样区中包含正负 FID 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{FID} = \frac{S_{FID+}^{ACS} - S_{FID-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 FID 信号值  $S^{FID}$ ;若所述正负伪影信号为正负 DC 信号,对所述全采样区中包含正负 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{DC+}^{ACS}$ 、 $S_{DC-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{DC} = \frac{S_{DC+}^{ACS} - S_{DC-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 DC 信号值  $S^{DC}$ ;若所述正负伪影分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号,对所述全采样区包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍的 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+/DC+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-/DC-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{FID+DC} = \frac{S_{FID+/DC+}^{ACS} - S_{FID-/DC-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ 。

具体地,所述第一 K 空间加速处理模块 11 用于若所述正负伪影信号为正负 FID 信号,对所述全采样区中包含正负 FID 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{FID} = \frac{S_{FID+}^{ACS} - S_{FID-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 FID 信号值  $S^{FID}$ ;若所述正负伪影信号为正负 DC 信号,对所述全采样区中包含正负 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{DC+}^{ACS}$ 、 $S_{DC-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{DC} = \frac{S_{DC+}^{ACS} - S_{DC-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 DC 信号值  $S^{DC}$ ;若所述正负伪影分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号,对所述全采样区包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍的 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+/DC+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-/DC-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{FID+DC} = \frac{S_{FID+/DC+}^{ACS} - S_{FID-/DC-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ 。

具体地,所述第一 K 空间加速处理模块 11 用于若所述正负伪影信号为正负 FID 信号,对所述全采样区中包含正负 FID 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{FID} = \frac{S_{FID+}^{ACS} - S_{FID-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 FID 信号值  $S^{FID}$ ;若所述正负伪影信号为正负 DC 信号,对所述全采样区中包含正负 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{DC+}^{ACS}$ 、 $S_{DC-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{DC} = \frac{S_{DC+}^{ACS} - S_{DC-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 DC 信号值  $S^{DC}$ ;若所述正负伪影分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号,对所述全采样区包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍的 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+/DC+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-/DC-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{FID+DC} = \frac{S_{FID+/DC+}^{ACS} - S_{FID-/DC-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ 。

具体地,所述第一 K 空间加速处理模块 11 用于若所述正负伪影信号为正负 FID 信号,对所述全采样区中包含正负 FID 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{FID} = \frac{S_{FID+}^{ACS} - S_{FID-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 FID 信号值  $S^{FID}$ ;若所述正负伪影信号为正负 DC 信号,对所述全采样区中包含正负 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{DC+}^{ACS}$ 、 $S_{DC-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{DC} = \frac{S_{DC+}^{ACS} - S_{DC-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 DC 信号值  $S^{DC}$ ;若所述正负伪影分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号,对所述全采样区包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍的 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+/DC+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-/DC-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{FID+DC} = \frac{S_{FID+/DC+}^{ACS} - S_{FID-/DC-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ 。

具体地,所述第一 K 空间加速处理模块 11 用于若所述正负伪影信号为正负 FID 信号,对所述全采样区中包含正负 FID 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{FID} = \frac{S_{FID+}^{ACS} - S_{FID-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 FID 信号值  $S^{FID}$ ;若所述正负伪影信号为正负 DC 信号,对所述全采样区中包含正负 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{DC+}^{ACS}$ 、 $S_{DC-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{DC} = \frac{S_{DC+}^{ACS} - S_{DC-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 DC 信号值  $S^{DC}$ ;若所述正负伪影分别为正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号,对所述全采样区包含正 FID 和 DC 信号、负 FID 和 DC 信号的成像回波信号数据分别进行 2 倍的 K 空间加速处理得到中间数据  $S_{FID+/DC+}^{ACS}$ 、 $S_{FID-/DC-}^{ACS}$ ,并通过公式  $S^{FID+DC} = \frac{S_{FID+/DC+}^{ACS} - S_{FID-/DC-}^{ACS}}{2}$  计算出所述 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ 。

[0091] 伪影信号消除模块 12,用于利用所述 FID 信号值  $S^{FID}$ 或 DC 信号值  $S^{DC}$ 或 FID 和 DC 信号值  $S^{FID+DC}$ 对成像回波信号数据  $S^{IMG}$ 进行处理,得到不包括 FID 和 / 或 DC 信号的成像回波信号数据  $P^{IMG}$ ,所述成像回波信号数据  $S^{IMG} = S^{ACS} + S^{UNDER}$ 。

[0092] 具体地,所述伪影信号消除模块 12,利用公式  $P^{IMG} = S^{IMG} + \text{sign} * S^{FID}$  得到不包括 FID 信号的成像回波信号数据  $P^{IMG}$ ,或者利用公式  $P^{IMG} = S^{IMG} + \text{sign} * S^{DC}$  得到不包括 DC 信号的成像回波信号数据  $P^{IMG}$ ,或者利用公式  $P^{IMG} = S^{IMG} + \text{sign} * (S^{FID} + S^{DC})$  得到不包括 FID 及 DC 信号的成像回波信号数据  $P^{IMG}$ ,其中,  $\text{sign} = -1$  对应正 FID 及 DC 信号,  $\text{sign} = 1$  对应负 FID 及 DC 信号。

[0093] 所述第二 K 空间加速处理模块 13,用于将所述成像回波信号数据  $P^{IMG}$  进行 K 空间加速处理得到完整数据。

[0094] 所述图像采集与重建装置进一步还包括:图像生成单元 14,用于将所述成像回波信号数据  $P^{IMG}$  经过 K 空间加速处理之后填入 K 空间中的相位编码线得到完整的 K 空间数据,所述完整的 K 空间数据经过傅里叶变换后得到图像。

[0095] 与现有技术相比,本发明提供的磁共振图像采集与重建的方法及装置,使得磁共振成像系统在采集 K 空间数据时,采用并行加速采集方法的同时能结合使用射频脉冲相位循环法将 FID 和 / 或 DC 伪影彻底消除,不但实现采集的加速,同时保证 FID 和 / 或 DC 伪影的消除,确保图像质量。

[0096] 本发明虽然已以较佳实施例公开如上,但其并不是用来限定本发明,任何本领域技术人员在不脱离本发明的精神和范围内,都可以利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出可能的变动和修改,因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化及修饰,均属于本发明技术方案的保护范围。

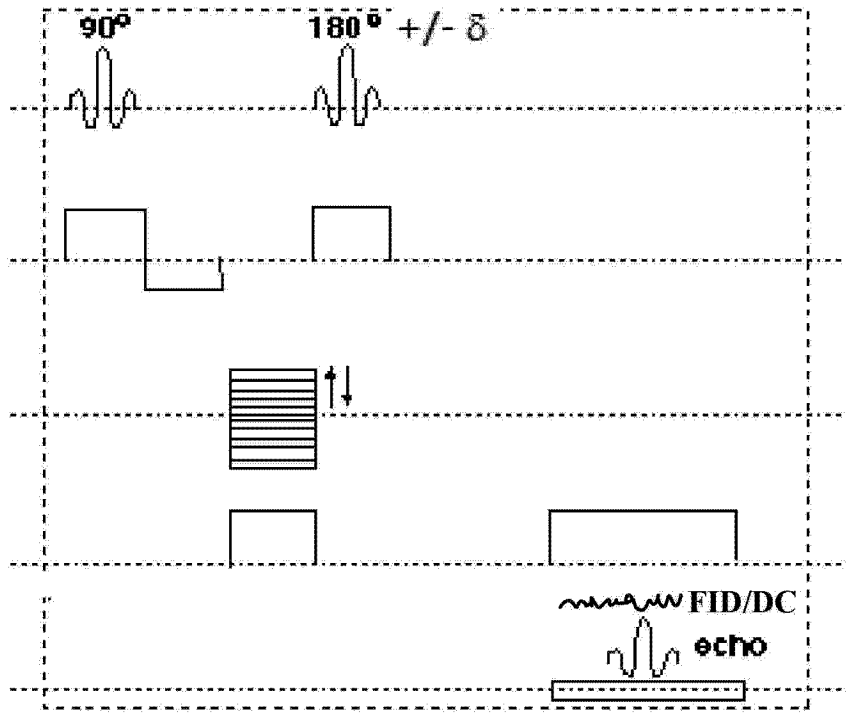


图 1

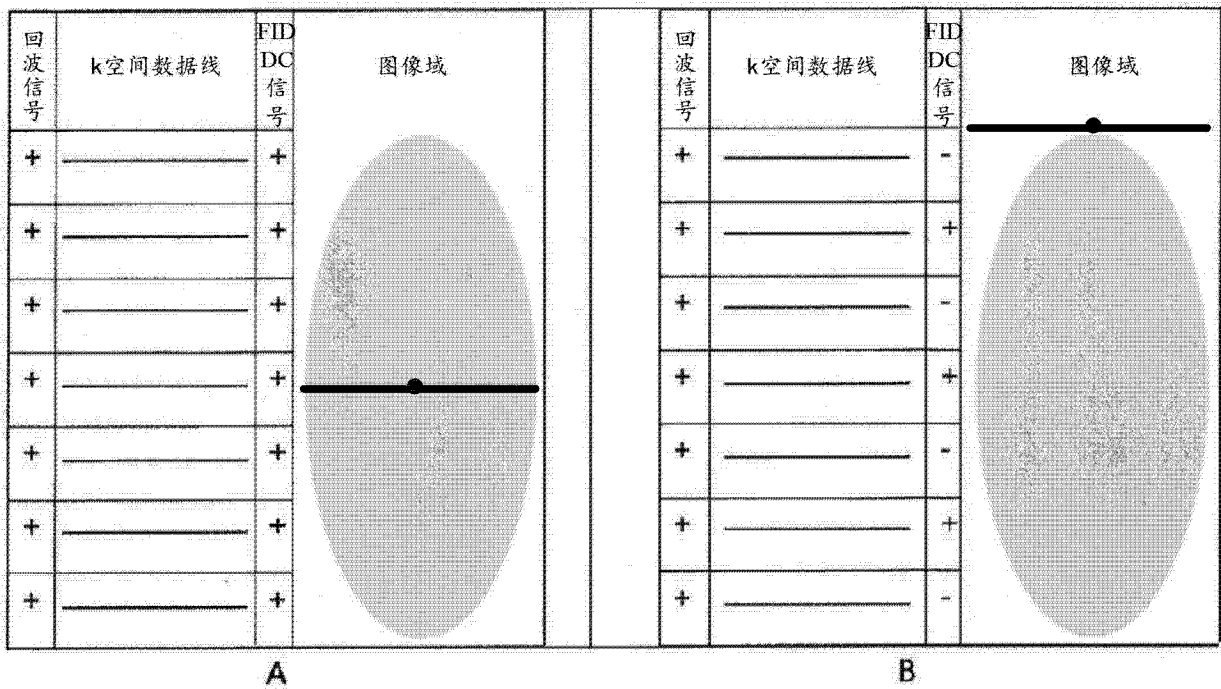


图 2



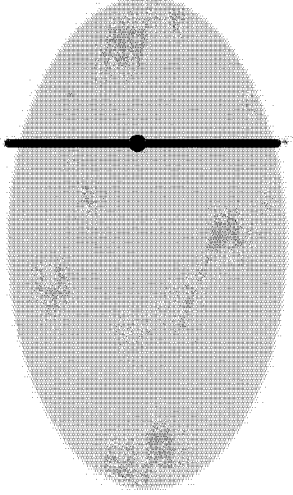
回波信号	k空间数据线	FID DC 信号	回波信号	k空间数据线	FID DC 信号	图像域
+	—————	-	+	—————	- +/-	
+	—————	+	+	—————	+	
+	—————	-	+	—————	- +/-	
+	—————	+	+	—————	+	
+	—————	-	+	—————	-	
+	—————	+	+	—————	+/-	
+	—————	-	+	—————	+	
+	—————	+	+	—————	+/-	
<b>A</b>			<b>B</b>			<b>C</b>

图 3

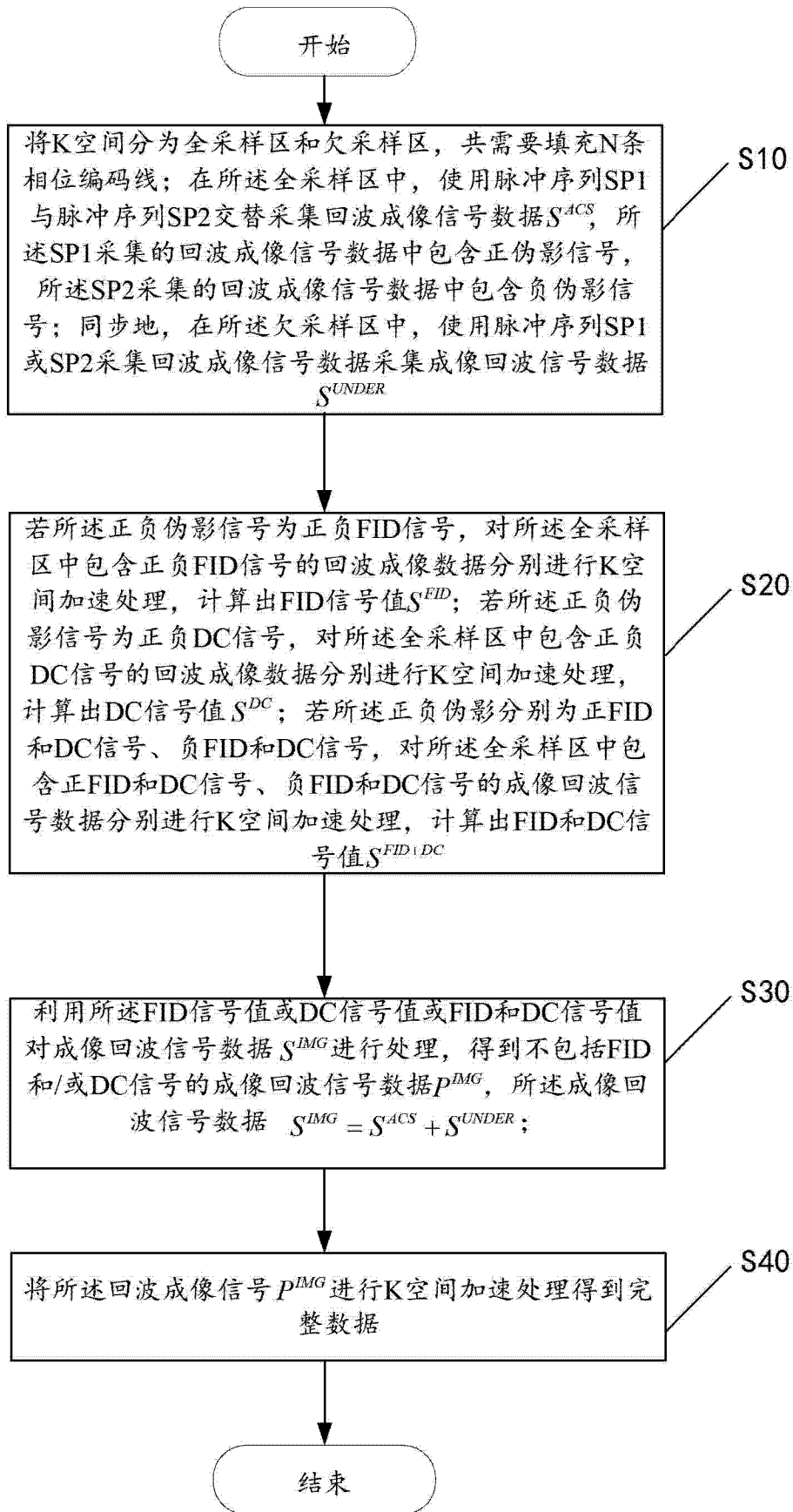


图 4

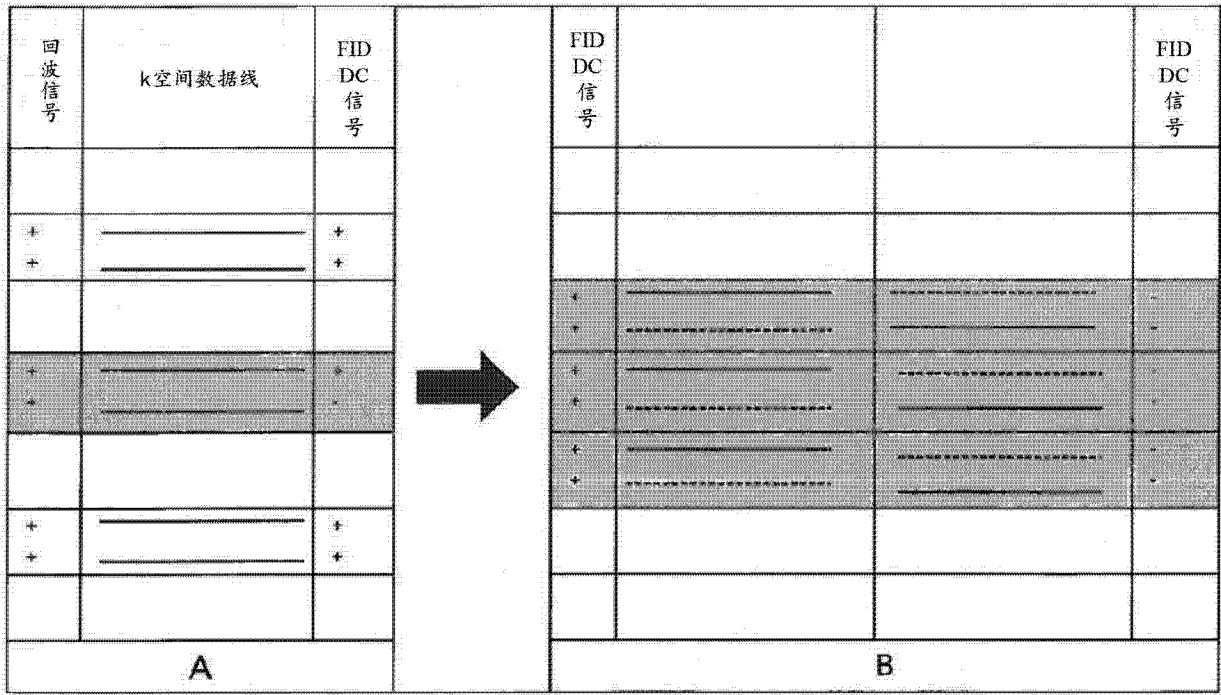


图 5

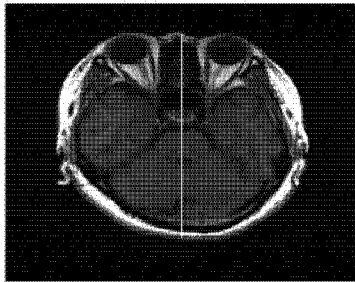


图 6(a)



图 6(b)



图 6(c)

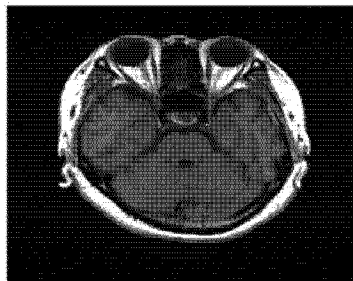


图 6(d)

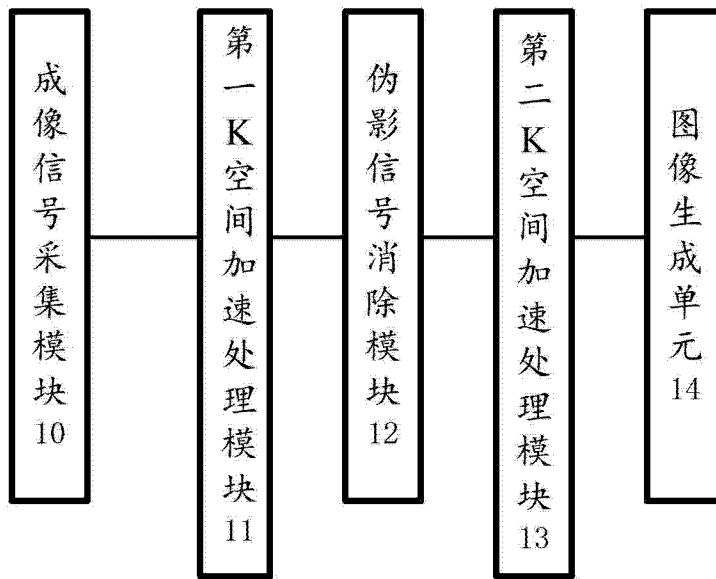


图 7