

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6188268号
(P6188268)

(45) 発行日 平成29年8月30日(2017.8.30)

(24) 登録日 平成29年8月10日(2017.8.10)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 B 5/05 (2006.01)
 A 6 1 B 5/05 3 5 0
 A 6 1 B 5/05 3 5 5

請求項の数 10 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2010-539033 (P2010-539033)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成20年12月22日(2008.12.22)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(65) 公表番号	特表2011-507588 (P2011-507588A)		KONINKLIJKE PHILIPS N. V.
(43) 公表日	平成23年3月10日(2011.3.10)		オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5
(86) 国際出願番号	PCT/IB2008/055480		High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhoven
(87) 国際公開番号	W02009/081378	(74) 代理人	100122769
(87) 国際公開日	平成21年7月2日(2009.7.2)		弁理士 笛田 秀仙
審査請求日	平成23年12月19日(2011.12.19)	(72) 発明者	サエス マルク パウル
審査番号	不服2015-17538 (P2015-17538/J1)		オランダ国 5741 セ ベーク エン ドンク カベルストラート 26
審査請求日	平成27年9月28日(2015.9.28)		最終頁に続く
(31) 優先権主張番号	07123896.8		
(32) 優先日	平成19年12月21日(2007.12.21)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

(54) 【発明の名称】 ワイヤレス送受信MRIコイル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

医用磁気共鳴イメージングシステム用のワイヤレス局所コイルであって、
 1 又は複数のコイル素子を有するRFコイルと、
 検査領域にRFパルスを送信するために、前記RFコイルにRF信号を印加する少なく
 とも1の送信増幅器と、
 前記送信増幅器に電力のパルスを供給するピーク電源と、
 局所コイル電源からの電力により、前記ピーク電源をトリクル充電する充電装置と、
 前記局所コイル電源と、
 前記局所コイル電源を再充電するコイル電源再充電ユニットと、
 前記1 又は複数のコイル素子において受け取られる磁気共鳴信号を増幅することが可能
 なプリアンプと、
 局所コイルクロックと、
 を有し、前記コイル電源再充電ユニットが、ワイヤレスで電力供給され、
 MRシステム制御部からの制御信号が、ワイヤレス伝送媒体を通じて、前記局所コイル
 上の回路にワイヤレスで通信され、
 前記回路が、前記制御信号を入力して、前記送信増幅器及び前記局所コイルクロックに
 よって生成される送信RF信号の波形を制御する波形発生器を有し、
 前記送信増幅器が、前記波形発生器からの波形信号及び前記ピーク電源からの電力供給
 を受けて前記RF信号を生成し、

10

20

前記局所コイルクロックは、前記送信増幅器による R F 送信及び前記プリアンプによる共鳴信号の受信をクロックするために、マスタクロックとして機能する、局所コイル。

【請求項 2】

前記コイル電源再充電ユニットに電力をワイヤレスで伝送する前記電力伝送装置を有する、請求項 1 に記載の局所コイル。

【請求項 3】

前記局所コイルクロックは、ワイヤレス伝送媒体を通じてシステムクロックと通信し、前記システムクロックが、前記局所コイルクロックに対するスレーブクロックとして機能し、前記システムクロックが、勾配コイルを制御する、請求項 1 に記載の局所コイル。

【請求項 4】

検査領域に主磁界を生成する主磁石と、
前記検査領域を横切って磁界勾配を印加する勾配磁界コイルと、
請求項 1 に記載の局所コイルと、
前記ワイヤレス伝送媒体を介して前記局所コイルの前記送信増幅器を制御するとともに、前記勾配磁界コイルを制御するコントローラと、
を有する医用磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項 5】

受信された磁気共鳴信号を、表示装置に表示するために磁気共鳴画像に再構成する磁気共鳴再構成プロセッサを更に有し、

前記プリアンプは、前記 1 又は複数のコイル素子によって受信された磁気共鳴信号を増幅し、前記受信された磁気共鳴信号を前記ワイヤレス伝送媒体を介して前記磁気共鳴再構成プロセッサに送信する、請求項 4 に記載の医用磁気共鳴イメージングシステム。

【請求項 6】

ワイヤレス局所コイルによって、磁気共鳴を励起し又は操作するために検査領域に R F パルスを送信するステップと、

磁気共鳴信号を受信するステップと、

前記受信された磁気共鳴信号を、可視表示に変換するために画像に再構成するステップと、

前記局所コイルに接続された少なくとも 1 の送信増幅器に電力供給するために、前記局所コイルに電力をワイヤレスで伝送するステップであって、前記局所コイル上の低電力コイル電源にワイヤレスに電力が伝送されることを含む、ステップと、

を含む医用磁気共鳴イメージング方法であって、前記方法が、

前記低電力コイル電源からの電力により、ピーク電力ストレージ装置をトリクル充電するステップと、

前記低電力コイル電源をワイヤレスに再充電するステップと、

R F 送信パルスを生成するために、前記ピーク電力ストレージ装置からの電力を周期的に使用して、前記送信増幅器に電力供給するステップと、

を更に含み、MR システム制御部からの制御信号が、前記ワイヤレス伝送媒体を通じて、前記局所コイル上の回路にワイヤレスで通信され、前記回路に配された波形発生器が、前記制御信号を入力して、前記送信増幅器及び前記局所コイルに搭載された局所コイルクロックによって生成される R F 送信パルスの波形を制御し、前記送信増幅器が、前記波形発生器からの波形信号及び前記ピーク電力ストレージ装置から供給される電力を受けて、前記局所コイルに印加される R F 信号を生成し、

前記方法が、前記局所コイルクロックにより、送信される R F 信号の送信及び磁気共鳴エコーの受信のタイミングをクロックするステップを更に含み、前記局所コイルクロックがマスタクロックとして機能する、医用磁気共鳴イメージング方法。

前記方法が、前記局所コイルクロックにより、送信される R F 信号の送信及び磁気共鳴エコーの受信のタイミングをクロックするステップを更に含み、前記局所コイルクロックがマスタクロックとして機能する、医用磁気共鳴イメージング方法。

【請求項 7】

前記ワイヤレス伝送媒体を通じた伝送のサービス品質を監視するステップと、

前記サービス品質に従って、信号が前記ワイヤレス伝送媒体を介して送信される帯域幅を調整するステップと、

10

20

30

40

50

を含む、請求項 6 に記載の医用磁気共鳴イメージング方法。

【請求項 8】

1 又は複数のコイル素子によって、磁気共鳴信号を受信するステップと、
前記局所コイルにおいて、前記受信された共鳴信号を増幅するステップと、
前記増幅された共鳴信号を、前記ワイヤレス伝送媒体を介して再構成プロセッサに送信するステップと、

を更に含む、請求項 6 に記載の医用磁気共鳴イメージング方法。

【請求項 9】

前記局所コイルから遠隔に配されるシステムクロックによって制御されるタイミングによって、勾配磁界を印加するステップと、

前記局所コイルクロック及び前記システムクロックを相互接続するステップであって、前記システムクロックが、前記マスタクロックとしての前記局所コイルに対するスレーブクロックとして機能する、ステップと、

を含む、請求項 6 に記載の医用磁気共鳴イメージング方法。

【請求項 10】

請求項 6 に記載の医用磁気共鳴イメージング方法の各ステップを磁気共鳴装置の 1 又は複数のプロセッサに実行させるコンピュータプログラムを記憶したコンピュータ可読媒体

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気共鳴の分野に関する。本発明は、被検体の画像診断と関連して特定の用途を見出し、それを特に参照して記述される。しかしながら、以下に記述される概念が、例えば磁気共鳴スペクトルスコピー、前臨床医学イメージング等の他のアプリケーションを有することが認められるべきである。

【背景技術】

【0002】

磁気共鳴イメージングにおいて、患者は、 B_0 磁界とも呼ばれる主磁界に置かれる。高電力のラジオ周波数信号が、患者へ送信され、被検体内の双極子を励起して、選択された双極子を共鳴させ操作する。共鳴している双極子からの低電力の信号が、受け取られ、処理される。磁気共鳴イメージングにおいて、例えば位相又は周波数符号化によって、共鳴する双極子の空間位置を符号化するために、磁界勾配が、撮像領域を横切って印加される。

【0003】

多くのアプリケーションにおいて、撮像されるべき被検体の領域の可能な限り近くにラジオ周波数送信コイル及び/又はラジオ周波数受信コイルを配置することが有利である。この目的で、例えば頭部コイル、脊椎コイル、表面コイルのような様々な局所コイル、及び撮像されるべき領域に隣接して患者の表面上に又は表面の近くに置かれる様々な他のコイルが、開発されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

受信コイルは、プリアンプ用の電力を受信するために、ケーブルによって、システムの残りのものと接続されるとともに、受け取った信号を処理し、コイルを制御するための制御信号を運び、受け取った磁気共鳴信号を運ぶために、他の電子部品と接続される。ケーブルは、RF 送信器からコイルの送信部分に RF パルスを運ぶ。送信及び受信コイルへ/からつながるケーブルは、例えば被検体の不快さ、セットアップ中の不便、及び患者スルーットの低下、のような多くの欠点をもつ。更に、RF 磁界は、これらのケーブルに電流を誘導することが可能であり、これは、被検体をやけどさせ又は負傷させ、送信又は受信コイル上の電子部品に損害を与え、画質を低下させる等を生じさせうる。

【 0 0 0 5 】

このケーブル接続を低減するための努力において、ワイヤレス受信コイルに関する多くの提案がある。受信コイルは、プリアンプ、アナログデジタル変換器及び他の相対的に低い電力を消費する電子回路のための非常に小さい電力要求をもつ。一般に、数ワットの電力が、ワイヤレス受信コイルに電力供給するのに充分である。ポアに内蔵される全身RF送信コイルが、多くの場合、共鳴を励起し操作するために使用され、共鳴信号は、ワイヤレス受信コイルによって受信される。1パルスにつき数キロワット程度でRFパルスを送信する局所送信コイルは、概して、ワイヤレスであるようにされるにはあまりに電力を消費しすぎると考えられる。

【 0 0 0 6 】

本願の目的は、磁気共鳴研究のためのワイヤレスの送信又は送受信RFコイルを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本出願の一見地により、磁気共鳴システム用の局所コイルが提供される。局所コイルは、1又は複数のコイル素子をもつRFコイルを有する。少なくとも1の送信増幅器が、RF信号を送信するために、RF信号をRFコイルに印加する。ピーク電源は、電力のパルスを送信増幅器に供給する。充電装置は、局所コイル電源からピーク電源を充電する。

【 0 0 0 8 】

他の見地により、磁気共鳴方法が提供される。RFパルスが、共鳴を励起し操作するために、ワイヤレス局所コイルにより、検査領域に送信される。磁気共鳴信号が、受信され、人間可読の表示に変換するために画像に再構成される。

【 0 0 0 9 】

1つの利点は、局所コイルまで走るケーブルの排除又は低減にある。

【 0 0 1 0 】

別の利点は、改善された患者安全性にある。

【 0 0 1 1 】

別の利点は、簡略化されたセットアッププロシージャ及び改善された患者スルーットにある。

【 0 0 1 2 】

更に別の利点は、以下の詳細な説明を読み理解することにより、明らかになる。

【 0 0 1 3 】

これら及び他の見地は、添付の図面を参照して、以下の実施例に基づいて、例示によって以下に詳しく記述される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図1】磁気共鳴イメージングシステムの概略図。

【図2】図1に示される送信コイルに電力供給し、該コイルと通信する回路を示す図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

対応する参照数字は、それらがさまざまな図において使用されるとき、図の中の対応する構成要素を表す。

【 0 0 1 6 】

図1を参照して、磁気共鳴イメージングシステム10は、例えば超電導磁石のような主磁石12を有し、主磁石は、検査領域14を通る主磁界又は B_0 磁界を生成する。検査領域は、ポアとして図示されているが、オープン磁石システム、C磁石システム、4ポスト磁石システム等が更に企図される。勾配磁界コイル16は、一般に3つの直交する方向に沿って、検査領域を横切って磁界勾配又は勾配パルスを生成する。任意には、全身RFコイル18が、検査領域14にRFパルスを送信し、検査領域から磁気共鳴RF信号を受信する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

被検体支持部又はパレット 2 0 は、検査領域 1 4 の中へ又は検査領域 1 4 から外へ、選択的に被検体（図示せず）を移動する。図示される実施例では頭部コイルである局所コイル 2 2 は、検査領域内の被検体の近くに位置付けられる。例えば頭部コイル、首コイル、肩コイル、脊椎コイル、表面コイル、膝コイル、挿入可能なカテーテル等の多様な局所コイルが更に企図される。損失媒体 2 4 は、局所コイル 2 2 と検査領域の外側に配置されたシステムの一部との間で、電力及び情報をワイヤレスで伝送する。

【 0 0 1 8 】

システムコントローラ 3 0 は、システムクロック 3 2、及び選択された磁気共鳴シーケンスを実現するための適当な制御信号を供給する手順制御部 3 4 を有する。制御信号は、ワイヤによって全身勾配コイル 1 6 と接続される勾配増幅器 3 6 に供給される。システムコントローラ 3 0 は更に、ワイヤによって、任意の全身 R F コイル 1 8 と接続される。更に、システムコントローラは、局所コイル 2 2 の送信コイル部分に命令を伝えるために、ワイヤレスの又は他の損失媒体 2 4 に接続される。

10

【 0 0 1 9 】

サンプリングバッファ又は記憶装置 4 0 は、局所コイル 2 2 の受信コイルセクションから共鳴信号をワイヤレスで受信するために、ワイヤレス媒体又は損失媒体 2 4 と接続される。磁気共鳴再構成プロセッサ 4 2 は、受信された信号を、ポリウム磁気共鳴画像表現に再構成し、ポリウム磁気共鳴画像表現は、M R 画像メモリ 4 4 に記憶される。ビデオプロセッサ 4 6 は、ポリウム画像表現の一部を、スライス画像、ポリウムレンダリング等のモニタ 4 8 上に表示するための適当な形に変換する。

20

【 0 0 2 0 】

更に図 2 を参照して、局所コイル 2 2 は、任意に受信コイルとしても使用される送信コイル 5 0 を有する。送信コイルが R F パルスを送信しようとするとき、適当な制御信号が、システムコントローラ 3 0 から損失媒体 2 4 を介して局所コイル 2 2 上の波形発生器 5 2 に送信される。送信 / 受信コイルクロック 5 4 によって局所コイルに供給されるタイミング及びピーク電力ストレージ装置 5 6 から受け取られる電力によって、送信増幅器 5 8 は、適当な R F パルスを送信コイル 5 0 に印加するようにされる。

【 0 0 2 1 】

－実施例において、R F 送信コイル 5 0 は、複数の個別の送信ロッド又は他の個別に動作されるコイル素子 $5 0_1, \dots, 5 0_n$ を有する。類似して、送信増幅器 5 8 は、各送信ロッド又はコイル素子が個別に、すなわちマルチ送信モードで制御されるように、複数の分散増幅器 $5 8_1, \dots, 5 8_n$ を有する。これは、各々の増幅器が、単一の電力段によって実現されることを可能にし、単一の電力段は、電力を消費する大きい結合フィルタを排除する。このマルチ送信方法は更に、より正確に送信磁界を形づくる利点を提供する。この組み合わせにおいて、印加される電力は、局所コイルによって変わる。頭部コイルにおいて、例えばピーク要求は、約 2 kW である。しかしながら、ピーク電力は、磁気共鳴パルスシーケンスの各々の繰り返しの一部について、又は取得間隔の約 1 % のオーダーで、要求されるだけである。従って、全体の取得間隔にわたって消費される平均電力は、約 2 0 - 3 0 ワットのレンジである。

30

40

【 0 0 2 2 】

コイル電源 6 0 は、送信コイル又は送受信コイルのための平均電力要求、例えば約 3 0 ワット、を供給するように構成される。コイル電源 6 0 は、例えば電池、充電ステーション上の送信 / 受信コイルの配備間で充電される充電可能電池、ワイヤレスで再充電される充電可能電池等のさまざまな形をとりうる。図示される実施例において、勾配磁界タッピングシステム、すなわち印加される磁界勾配によって電流が誘導されるコイルのような、オンボード再充電システム 6 2 が、提供されており、かかる電流は、コイル電源 6 0 の充電可能電池、キャパシタ又は同様のものを再充電するために使用される。別の実施例において、特に全身 R F コイル 1 8 からの R F 磁界のような R F 磁界が、タップされる。別の実施例において、充電電流は、例えば外部電源 6 4 から再充電システム 6 2 への誘導性、

50

容量性又はRF電力伝送によって、ワイヤレスリンクを介して供給される。

【0023】

トリクル又は他の充電回路66は、コイル電源60から電力を受け取り、それを使用してピーク電力ストレージ装置56を充電する。ピーク電力ストレージ装置56は、多くの送信/リロードサイクルにわたって上述のピーク電力デリバリ要求を満たすことができる。例えばゆっくり充電され、すばやくそれらの電荷を放出することが可能なスーパーキャパシタのような、多様なピーク電力ストレージ装置が企図される。コイル電源60は更に、波形発生器52、クロック54、受信された磁気共鳴信号用のプリアンプ68、及び例えばワイヤレス媒体又は損失媒体を通じて通信するための送信/受信ユニットのような、局所コイル22に位置する他の電子部品に電力供給する。

10

【0024】

送信増幅器58の制御は、例えば損失媒体24の光ファイバ、RF信号、デジタル又はデジタル変調されるRF又は他の光スペクトル等を介して、ワイヤレスで実施される。システムコントローラ30内のマスタクロック32からのクロック信号は、MR手順制御部34等からの他の選択されたシーケンス制御パラメータと共に運ばれることができる。時間ストレッチ制御は、FIFOによってデカップルされ、データ損失の特定のレベルに対処することができる。しかしながら、雰囲気を通して送信されるワイヤレス接続を通じたサービス品質(QoS)は、一時的な大きいバリエーションをより受けやすい。このサービス品質問題の制御部分を解決するために、制御/状態FIFOは、より大きい通信アウトページに対処するために拡大されることができる。しかしながら、これは、フィードバックによるスキャンの場合、より長いフィードバックサイクルの結果をもたらす。別の方法は、ある時間にわたる制御をパラメータ化し、スクリプトし、局所コイルへの送信RFのための波形を生成することによって、データ帯域幅を制御することである。損失媒体の送受信ユニットは、信号の明瞭さが高い場合は帯域幅を増大し、信号の明瞭さが低い場合は帯域幅を低減する。

20

【0025】

データストリーム上にクロックを分布させる場合、一時的な予測不可能なリンクアウトページが、スパイク、反射又は他のワイヤレスリンク障害により、発生することがある。一実施例において、リンクアウトページは、例えばワイヤレスチャネル状態が改善するまで、付加のデータトランジションエッジを位相同期ループにフォードバックさせるか、又は局所コイル発振器を自由にランさせるかを決定する、キーリアルタイムワイヤレスチャネル特性に基づいて、より高いレベルのストラテジーを使用して対処される。

30

【0026】

別の実施例において、局所送信/受信コイル22の局所コイルクロック54は、マスタクロックになり、システムコントローラ30のシステムクロック32は、マスタクロックである局所コイルに対するスレーブとして機能する。勾配磁界は、RF受信及び送信と整合するための仕様に対して、RF磁界の方へずっと緩和した仕様を有するので、これは、クロックジッタに関するより緩和した仕様を与える。勾配磁界パルスに対するタイミングは、スリップすることがあり、例えばマイクロ秒のオーダーでのみ正確でありうるので、これは、RF送信と共鳴周波数サンプリングとの間のタイミングがピコ秒のオーダーで正確に維持されることを確実にする。従って、局所コイル22が、送信/受信コイルとして使用される場合、コイルクロック54は、システム用のマスタクロックになる。しかしながら、受信専用の局所コイルが、全身送信コイル18と組み合わせられて使用される場合、システムクロック32は、マスタクロックのままでありえ、受信コイルクロックは、それにロックされるスレーブクロックとして機能しうる。この方法は、システムと送信/受信コイルとの間のクロックジッタタイミング要求を緩和する。

40

【0027】

送信/受信コイルとして使用される場合、コイル50は更に、受信コイルとして機能する。戻ってきた共鳴信号は、プリアンプ68によってプリ増幅され、損失媒体を横切ってサンプリングバッファ40に通信される。コイル50が、複数の独立して制御可能な素子

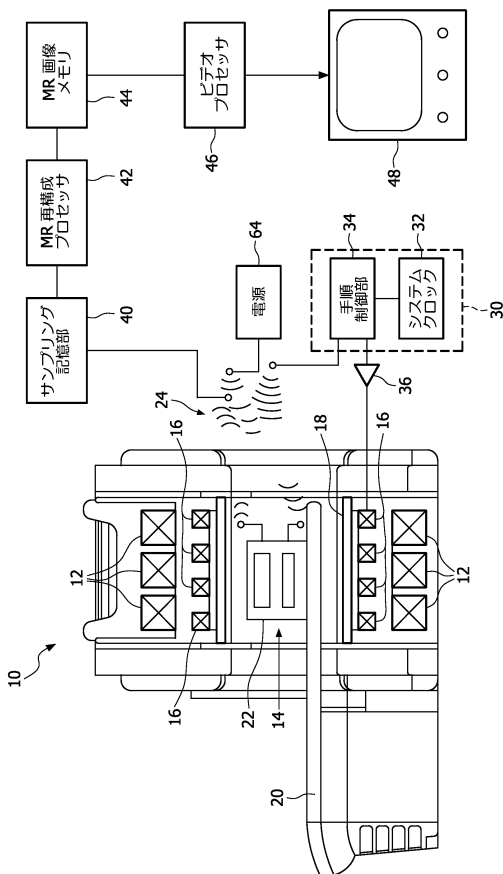
50

50₁、50₂...50_nを有する場合、同じ数のプリアンプが設けられる。個別のコイル素子からの共鳴信号は、再構成の前の組み合わせのために損失媒体を通じてそれぞれ送信されることができ、又は局所コイルにおいて組み合わせられることができる。

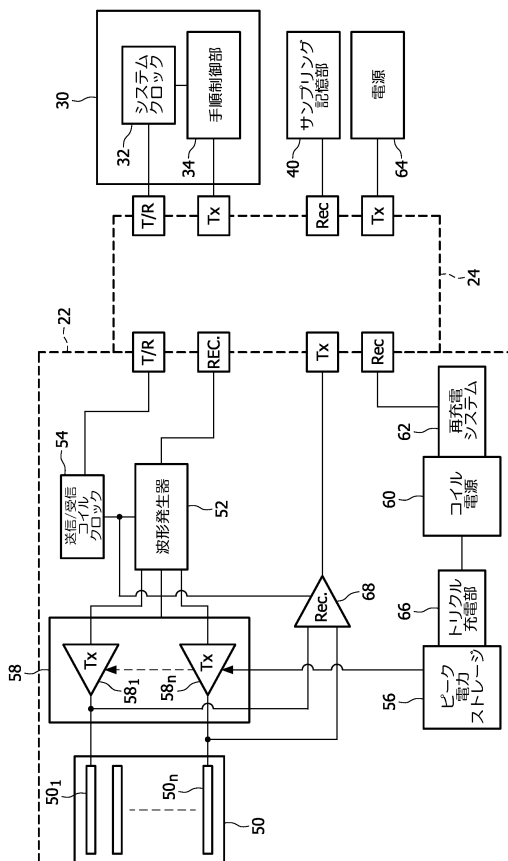
【0028】

本発明は、好適な実施例を参照して記述された。変形及び変更が、先行する詳細な説明を読み、理解することにより、当業者に思いつくであろう。本発明は、すべてのそのような変形及び変更が添付の請求項又はその同等のもの範囲内にある限り、それらを含むものとして解釈されるべきであることが意図される。請求項において、括弧内におかれる任意の参照符号は、請求項を制限するものとして解釈されるべきではない。「含む、有する」なる語は、請求項に列挙されるもの以外の構成要素又はステップの存在を除外しない。構成要素に先行する「a」又は「an」なる語は、このような構成要素の複数の存在を除外しない。開示される方法は、いくつかの個別の構成要素を含むハードウェアによって、及び適切にプログラムされたコンピュータによって、実現されることができる。いくつかの手段を列挙するシステムの請求項において、これらの手段のいくつかは、コンピュータ可読ソフトウェア又はハードウェアの同じ1つのアイテムによって具体化されることができる。特定の手段が相互に異なる従属請求項に列挙されているという単なる事実は、これらの手段の組み合わせが有利に使用されることができないことを示さない。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 ファン ヘルフォールト マリヌス ヨハネス アドリアヌス マリア
オランダ国 5682 ベスト ウィルグ 14

合議体

審判長 福島 浩司

審判官 高 橋 祐介

審判官 松岡 智也

(56)参考文献 国際公開第2006/008665(WO, A1)
特開平10-229977(JP, A)
特開2002-325095(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 5/055