

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6568638号
(P6568638)

(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
GO 1 N 24/00 (2006.01)	GO 1 N 24/00 6 1 0 J
HO 1 F 5/00 (2006.01)	HO 1 F 5/00 C

請求項の数 12 外国語出願 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2018-239445 (P2018-239445)	(73) 特許権者	591148048
(22) 出願日	平成30年12月21日 (2018.12.21)		ブルーカー バイオシュピン アー・ゲー
(65) 公開番号	特開2019-132832 (P2019-132832A)		スイス国、フェルアンデン ツェー・ハー
(43) 公開日	令和1年8月8日 (2019.8.8)		ー 8 1 1 7、インドゥストリーシュトラ
審査請求日	平成31年4月17日 (2019.4.17)		セ 2 6
(31) 優先権主張番号	10 2018 200 098.0	(74) 代理人	100125254
(32) 優先日	平成30年1月4日 (2018.1.4)		弁理士 別役 重尚
(33) 優先権主張国・地域又は機関	ドイツ (DE)	(74) 代理人	100118278
			弁理士 村松 聡
早期審査対象出願		(72) 発明者	マルクス マイヤー
			スイス連邦 8 6 2 5 ゴッサウ ハーゼ
			ンビューエルシュトラーセ 2 4
		審査官	田中 秀直
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 NMRシムシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

NMRシステムの磁場に影響を及ぼして均一化するためのシムシステムであって、コイル枠（１）と、延長管（２）と、接続ユニット（３）と、部分コイル（４，４a）を前記接続ユニット（３）に結合するための接続導線（６；６a，６b）を備える前記コイル枠（１）に装着された部分コイル（４，４a）とを有するシムシステムにおいて、

前記接続導線（６a，６b）が前記コイル枠（１）と前記延長管（２）の間で分割され、これらの間に配置された、結合導線（５a，５b，５c，５d）を有する配線板（５）によって再び互いに結合されることを特徴とするシムシステム。

【請求項 2】

前記コイル枠（１）と前記延長管（２）の間で分割された前記接続導線（６a，６b）は、これらの間に配置された、はんだ付け点及び接続導線（５a，５b，５c，５d）を有する配線板（５）によってはんだ付け可能なように再び互いに結合されることを特徴とする請求項 1 に記載のシムシステム。

【請求項 3】

前記コイル枠（１）と前記延長管（２）の間で分割された前記接続導線（６a，６b）は、これらの間に配置された配線板（５）によって、クランプ結合、ねじ結合、又は差込結合で再び電氣的に互いに結合されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のシムシステム。

【請求項 4】

10

20

前記配線板（５）が、前記部分コイル（４）への前記接続導線（６ a）及び前記接続ユニット（３）への前記接続導線（６ b）の結合導線（５ a）を含むだけでなく、個々の部分コイル（４）の直列結合のための追加の結合導線（５ b）も含んでいることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうちいずれか 1 項に記載のシムシステム。

【請求項 5】

前記配線板（５）がフレキシブル配線板として構成され、前記コイル枠（１）の下側端部の円周に取り付けられることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のうちいずれか 1 項に記載のシムシステム。

【請求項 6】

前記フレキシブル配線板は、前記延長管（２）の組み付け後に前記部分コイル（４）とセンサ（８）への接続導線（６ a）のはんだ付け結合が保護されて前記配線板（５）の上に配置されるように、前記コイル枠（１）に配置されることを特徴とする請求項 5 に記載のシムシステム。

【請求項 7】

前記部分コイル（４）のための前記はんだ付け点及び前記結合導線（５ a）に加えて、温度センサ（８）といった、別の目的のためのはんだ付け点と補足の結合導線（５ d）とが前記配線板（５）の上に配置されることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のうちいずれか 1 項に記載のシムシステム。

【請求項 8】

前記配線板（５）が、前記接続導線（６）のためのはんだ付けパッドに加えて、巻付けが完了した前記部分コイル（４）をテストするための、対応する別の結合導線（５ c）との接触箇所も含んでいることを特徴とする、請求項 1 乃至 7 のうちいずれか 1 項に記載のシムシステム。

【請求項 9】

前記配線板（５）から前記接続ユニット（３）への前記接続導線（６ b）が前記部分コイル（４）から前記配線板（５）への前記接続導線（６ a）とは異なる、好ましくはこれよりも大きいワイヤ直径を有することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のうちいずれか 1 項に記載のシムシステム。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のうちいずれか 1 項に記載のシムシステムのためのコイル枠（１）において、前記部分コイル（４）のための溝及び前記配線板（５）のためのスペースに続いてワイヤ保持装置（７）が配置されることを特徴とするコイル枠。

【請求項 11】

請求項 10 に記載のコイル枠（１）を有する請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のシムシステムを製造する方法であって、次の各ステップを含む方法：

- a) コイル枠（１）をその上にある配線板（５）とともに設ける、
- b) 接続導線（６ a）を前記コイル枠（１）のワイヤ保持装置（７）のうちの 1 つと結合する、
- c) 前記接続導線（６ a）を、奇数の層を有する部分コイル（４）のための部分コイル領域の上側部分に、又は偶数の層を有する部分コイル（４）のための部分コイル領域の下側端部に敷設する、
- d) 前記配線板（５）に面する前記部分コイル領域の下側端部に向かって 1 つ又は複数の層を有する前記部分コイル（４）を巻き付ける、
- e) 前記ワイヤ固定装置（７）のうちの 1 つに前記接続導線（６ a）を敷設する、
- f) 次の部分コイル（４）のための次のワイヤ保持装置（７）に前記接続導線（６ a）を敷設する、
- g) 各々の部分コイル（４）について前記ステップ c) から f) を繰り返す、
- h) 全ての前記接続導線（６ a）を前記配線板（５）に結合する、
- i) 前記配線板（５）と前記ワイヤ保持装置（７）との間の接続導線部分を取り外す、
- j) 延長管（２）、接続ユニット（３）を組み付け、前記配線板（５）への全ての前記

10

20

30

40

50

接続導線（6b）を前記接続ユニット（3）に結合する。

【請求項12】

製造ステップb）からg）が完全に自動化されて処理されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、NMRシステムの磁場に影響を及ぼして均一化するためのシムシステムであって、コイル枠と、延長管と、接続ユニットと、接続ユニットへの接続導線を備えコイル枠に装着された部分コイルとを有するシムシステム、特にコイルシステムに関し、及び、
10
このようなシムシステムを製造する方法に関する。

【0002】

このようなシムシステムは、たとえばWUHAN ZHONGKE MR TECHNOLOGY CO LTDの特許文献1（＝参考文献[1]）及びVARIAN ASSOCIATES, INC.の特許文献2又は特許文献3（＝参考文献[2]）から公知である。

【背景技術】

【0003】

発明の背景

試料組成を分析するために、又は試料中の物質の構造決定をするために、NMR法が用いられる。NMR分光法は機器分析の高性能な方法である。このようなNMR法では、試料が強力な静磁場 B_0 にz方向で暴露され、これに対して直交する高周波の電磁パルスがx方向又はy方向で試料に照射される。このときに試料材料の核スピンの相互作用が起こる。試料のこのような核スピンの経時的な動向が、ひいては高周波の電磁場を生成し、これがNMR器具で検知される。検知されたHF場から、試料の特性に関する情報を得ることができる。特にNMR線の位置と強度から、試料中での化学的な結合状況を推定することができる。

20

【0004】

強力な静磁場 B_0 のz方向における均一性が測定品質にとって決定的に重要となる。NMRシステムの磁場に影響を及ぼして均一化するために、複雑なコイルシステム、いわゆるシムシステムが利用される。

30

【0005】

従来技術

図1は、これまでの従来技術に基づくシムシステムを簡略化して示している。ここにはz方向で静磁場 B_0 に影響を及ぼす部分コイルだけが図示されている。

【0006】

部分コイルの製作、及びこのような部分コイルの接続ユニットとの結合は巻線機で行われる。この目的のために、コイル枠、延長管、及び結合ユニットの一部が事前に組み合わされ、この予め組まれたユニットが巻線機でクランプされる。

【0007】

40

そして、結合導線としてのワイヤが接続ユニットに固定され、これから延長管とコイル枠に沿ってその長手方向溝の中において、接続ユニットからもっとも遠く離れている、第1の部分コイルの第1の円周溝まで案内されるように、巻付けが行われる。次いで、同一のワイヤによってこの部分コイルが巻き付けられ、ワイヤが再び結合導線として同様の仕方で再び接続ユニットへ戻るように案内されて、そこで固定される。

【0008】

引き続き、同様の仕方で次の部分コイルが作成される。前の部分コイルへの接続導線が、こうして次の部分コイルの下に位置することになる。

【0009】

隣接しない2つの部分コイルを直列につながなくてはならない場合、プロセスがいっそ

50

う複雑になる。その場合、まず両方の部分コイルのうち第1の部分コイルに、上に説明したように巻付けをしなければならない。しかし、それから接続導線が接続ユニットに戻るように案内されるのではなく、接続導線のためのワイヤが繰り出されているワイヤロールを接続ユニットの近傍で暫定的に固定して、次の部分コイルの巻付けのときに一緒に回転するが、さらに繰り出されることがないようにしなければならない。次いで、直列につながるべき部分コイルの間に位置する部分コイルが作成される。引き続き、ワイヤロールを再度巻き取り、直列につながるべきコイルのうち第2のコイルが巻き付けられてから、ワイヤが接続導線として接続ユニットへと案内されて固定される。直列につながる2つの部分コイルがそれぞれ異なる極性を与えられることになる場合、両方の部分コイルがそれぞれ異なる巻線方向で巻き付けられなければならない。

10

【0010】

その際の欠点は、こうした手順が非常に複雑であるためこのような製造プロセスの自動化を是認可能な努力で具体化することができないことである。

【0011】

上に説明した従来技術に基づいて製作されるシムコイルのさらに別の欠点は、時間コストのかかる巻付けプロセスの前に、コイル枠が延長管に結合されていなければならないことにある。シムシステムが必要とする長さに応じて異なる長さの延長管が存在するので、それに応じて、どのような長さのシムシステムが製造されるべきであるかが、この時点ですでに最終的に決定されていなければならない。

20

【0012】

現在、時間コストのかかる部分コイルの巻線を事前に製作してストックしておくことは可能ではない。仮にそうすれば、受注後にシムコイルを大幅に迅速に製作できることになる。それは、部分コイルをすでに装備しているコイル枠を、正しい延長管及びその他の部位品と組み付けるだけでよくなるからである。それに反して従来技術では、上に説明した仕方でのコストのかかる手作業による製作しか可能でない。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0013】**

【特許文献1】 中国特許出願公開第104865544A号明細書

【特許文献2】 米国特許第3735306A号明細書

30

【特許文献3】 ドイツ特許第2152006C2号明細書

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0014】**

それに対して本発明の課題は、簡単な標準部品を使用した技術的手段によって、さほどの追加のコストを要することなく、コイル枠での部分巻線の製作をすでに組み付けられている延長管なしに、且つ可能な限り経済的に簡単な仕方ですべて自動化して行うことができるように、シムシステムを、その機械的構造に関して改変することにある。

【課題を解決するための手段】**【0015】**

40

発明の簡単な説明

この課題は、接続導線がコイル枠と延長管の間で分割され、これらの間に配置された、結合導線を有する配線板によって再び互いに結合されることによって、驚くほど簡素であるとともに効率的な仕方ですべて解決される。

【0016】

それにより、接続導線の端部を固定できるようにするために延長管と接続ユニットの各部分とを事前に組み付けておく必要なしに、部分コイルがコイル枠へ巻き付けられるようにすることが可能となる。その上、全ての部分コイルについての製造プロセスが標準化される。さらに、直列につながる複数の部分コイルについての複雑なプロセスがなくなる。直列につながる2つの部分コイルが異なる極性を与えられることになる場合、これは

50

、配線板に結合導線を適切に配置することによって行うことができる。

【0017】

発明の好ましい実施形態

本発明に係るシムコイルの1つの好ましい実施形態では、コイル枠と延長管との間で分割された接続導線が、これらの間に配置された、はんだ付け点及び結合導線を有する配線板によってはんだ付け可能なように再び互いに結合される。この目的のために、配線板は、追加の補足的な別の結合導線、並びに部分コイルからの接続導線を結合するためのはんだ付け点を、2つ又はそれ以上の部分コイルの直列の結合のために担持しうる。

【0018】

別の好ましい実施形態は、コイル枠と延長管との間で分割された接続導線は、これらの間に配置された配線板によって、クランプ結合、ねじ結合、又は差込結合で再び電氣的に互いに結合されることを特徴とする。これにより、さまざまに異なる結合の技術を、それらが自動化されて行われるべきである場合も含めて、考慮の対象にすることができる。

【0019】

配線板が、部分コイルへの接続導線及び接続ユニットへの接続導線の結合導線を含むだけでなく、個々の部分コイルの直列結合のための追加の結合導線も含んでいる実施形態が特別に好ましい。それにより、直列に結合される複数の部分コイルの製作が、ただ1つのコイルの製作とまったく同様に行われ、このことは、特に、自動化された製作の場合に簡素化をもたらす。

【0020】

また、本発明による1つの種別のシムコイルの実施形態では、配線板がフレキシブル配線板として構成され、コイル枠の下側端部の円周に配置されていてよい。このことは、利用可能なスペースの最善の活用を可能にする。全てののはんだ付け点のために十分な間隔を利用することができ、軸方向で多くのスペースを必要とすることがない。

【0021】

部分コイルのためのはんだ付け点及び結合導線に追加して、たとえば温度センサなどの別の目的のためのはんだ付け点と結合導線もフレキシブル配線板の上に配置されている本発明の実施形態が特別に好ましい。このことは、部分コイルだけでなくその他の部材も含めたコイル枠へのさらなる事前の組み付けを可能にする。

【0022】

配線板が、接続導線のためのはんだ付けパッドに加えて、巻付けが完了した部分コイルをテストするための、対応する結合導線との接触箇所も含んでいると、本発明のさらに別の好ましい実施形態が得られる。それにより、全ての部分コイル及びその他の部材を装備したコイル枠を容易にテストすることができるテスト装置を構成することが可能となる。

【0023】

延長管の組み付け後に部分コイルとセンサへの接続導線のはんだ付け結合が保護されて配線板の上の配置される、一好ましくはフレキシブルな配線板の構造が特別に好ましい。このことは、(図2に示すように)フレキシブル配線板が取り付けられているコイル枠の領域から延長管が突出することによって、設計的に実現される。それにより、特に、磁石へのシムコイルの搬送のときやこれへの取付けのときの損傷が予防される。

【0024】

配線板から接続ユニットへの接続導線が、部分コイルから配線板への接続導線よりも大きい直径で製作されることによって、従来技術に対する性能のさらなる向上を具体化することができる。部分コイルから配線板への接続導線は部分導線そのものと一体的に製作されるので、その導線直径は部分コイルのスペース状況によって制約される。そこで接続導線の分割は、2つの部分でそれぞれ異なるワイヤ直径を適用することを可能にする。このことは、それぞれの接続導線も含めた個々の部分コイルの全体の電気抵抗を引き下げ、それにより、所与の供給電圧でいっそう大きい電流を流すことができ、それによって部分コイルの性能を向上させることができる。

【0025】

部分コイルのための溝と配線板のためのスペースとに続いてワイヤ保持装置が配置されていると、部分コイルの自動化された製作のために利点がもたらされる。それにより、部分コイルのための、及び部分コイルから配線板への接続導線のためのワイヤを1回の作業工程で中断なく装着して巻き付けることができる。その際には、ワイヤがまず第1のワイヤ保持装置に固定され、第1の部分コイル位置へと案内され、第1の部分コイルが巻き付けられ、次いで第2のワイヤ保持装置へと戻るように案内されて固定される。それからワイヤが第3のワイヤ保持装置へと案内されて固定され、第2の部分コイル位置へと案内され、第2の部分コイルが巻き付けられ、次いで第4のワイヤ保持装置へと戻るように案内されて固定される。その他の部分コイルでも同様に手順が進められる。このときワイヤは常に配線板を介して、厳密にはそれぞれのはんだ付け点を介して案内される。それからこのワイヤを全てのはんだ付け点ではんだ付けすることができ、最終的に、点からワイヤ保持装置へのワイヤ片を再び取り外すことができる。それにより、コイルはんだ付け枠での部分巻線の製作を可能な限り経済的に自動化して行うことができる。

10

【0026】

上述した種類のコイル枠を有する本発明によるシムシステムを製造する方法も本発明の範囲に含まれ、次の各ステップを含んでいる：

- a) コイル枠をその上にある配線板とともに設ける、
- b) 接続導線をコイル枠のワイヤ保持装置のうちの1つと結合する、
- c) 接続導線を、奇数の層を有する部分コイルのための部分コイル領域の上側部分に、又は偶数の層を有する部分コイルのための部分コイル領域の下側端部に敷設する、
- d) 配線板に面する部分コイル領域の下側端部に向かって1つ又は複数の層を有する部分コイルを巻き付ける、
- e) ワイヤ固定装置のうちの1つに接続導線を敷設する、
- f) 次の部分コイルのための次のワイヤ保持装置(7)に接続導線を敷設する、
- g) 各々の部分コイルについてステップc)からf)を繰り返す、
- h) 全ての接続導線を配線板に結合する、
- i) 配線板とワイヤ保持装置との間の接続導線部分を取り外す、
- j) 延長管、接続ユニットを組み付け、配線板への全ての接続導線を接続ユニットに結合する。

20

【0027】

この方法の利点は、全ての部分コイルをただ1つのワイヤによって一続きのプロセスで巻き付けることができることにあり、このことは特別に効率的である。

30

【0028】

製造ステップb)からg)が完全に自動化されて処理される、この方法の変形例が特別に好ましい。それにより、従来技術よりも短い時間と少ないコストで、改良された品質のシムコイルを製造することができる。

【0029】

本発明のその他の利点は、発明の詳細な説明及び図面から明らかとなる。同様に、本発明に係る上に挙げた構成要件及びこれから以下に記載する構成要件は、それぞれ単独で、又は任意の組み合わせとして複数で適用することができる。図示及び記載されている実施形態は網羅的な列举として理解されるものではなく、むしろ、本発明を記述するための一例としての性質を有する。

40

【0030】

発明の詳細な説明と図面

本発明が図面に示されており、実施例を用いてさらに詳しく説明する。

図面は次のものを示す。

【図面の簡単な説明】**【0031】**

【図1】従来技術に基づくシムシステムを示す模式的な側面図である。

【図2】本発明に係るシムシステムである。

50

【図 3】本発明に係るシムシステムの配線板を示す模式的な平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

図 1 は、従来技術に基づくこれまでの設計形態のシムシステムを系統的に示している。これはコイル枠 1 と、延長管 2 と、接続ユニット 3 とで構成されている。コイル枠 1 に装着される個々の部分コイル 4 及び接続導線 6 は、それぞれ連続する 1 本のワイヤからなる。このことは、直列につながれた部分コイル 4 a についても当てはまる。センサ 8 への接続導線は 2 本の連続するワイヤからなる。これらの接続導線は接続ユニット 3 まで連続して通じている。直列につながれた部分コイル 4 a は、直接的に直列に巻き付けられる。

【0033】

図 2 は、本発明に基づくシムシステムの考えられる実施形態を系統的に示している。これも同じくコイル枠 1 と、延長管 2 と、接続ユニット 3 とで構成されている。これに加えて、本発明では配線板 5 が設けられる。さらに接続導線は、本発明では、従来技術に基づく連続する接続導線 6 とは異なり、部分コイル 4、4 a から配線板 5 への接続導線 6 a と、配線板 5 から接続ユニット 3 への接続導線 6 b とに分割されている。コイル枠 1 に装着された部分コイル 4 と接続導線 6 a は、連続する 1 本のワイヤからなる。直列につながれた部分コイル 4 a においても、接続導線 6 a、6 b が同様の仕方で配置される。直列の結合は配線板 5 のみで行われる。部分コイル 4 のための溝、及び配線板 5 のためのスペースに続いて、ワイヤ保持装置 7 が配置されている。

【0034】

図 3 は、本発明によるシムシステムの配線板 5 を模式的に示している。ここには、接続導線 6 a 及び 6 b のためのはんだ付け点を有する結合導線 5 a、直列につながれた 2 つの部分コイル 4 a の接続導線 6 a のためのはんだ付け点を有する追加の結合導線 5 b、テスト器具と部分コイル 4、4 a とを結合するための接触箇所を有する別の結合導線 5 c、並びに、たとえば温度センサ 8 への接続導線 6 a 及び 6 b のための補足の結合導線 5 d、がある。

【0035】

参考文献リスト

特許性の判定のために斟酌された刊行物：

[1] 中国特許出願公開第 104865544 A 号明細書

[2] 米国特許第 3735306 A 号明細書、ドイツ特許第 2152006 C 2 号明細書

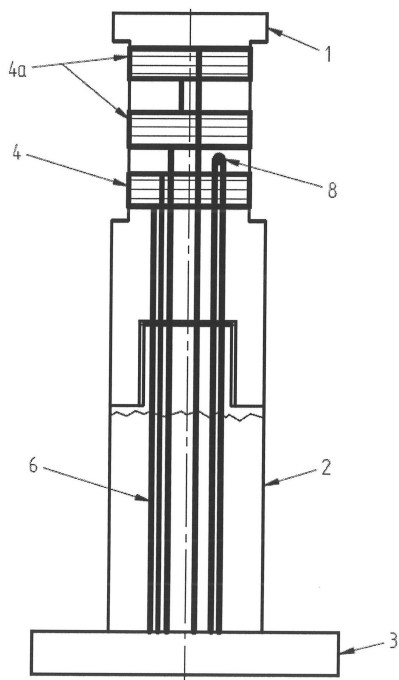
【符号の説明】

【0036】

- 1 コイル枠
- 2 延長管
- 3 接続ユニット
- 4 部分コイル
- 4 a 直列につながれた 2 つ又はそれ以上の部分コイル
- 5 検査されるべき物質を導入した M A S ロータ
- 5 配線板
- 5 a 部分コイルから接続ユニットへの接続導線 (6 a) 及び (6 b) のためのはんだ付け点を有する配線板の上の結合導線
- 5 b 2 つの部分コイルの接続導線 (6 a) の直列の結合のためのはんだ付け点を有する配線板の上の追加の結合導線
- 5 c 部分コイルをテスト器具に結合するための接触箇所を有する配線板の上の別の結合導線
- 5 d たとえば温度センサ (8) への接続導線 (6 a) 及び (6 b) のためのはんだ付け点を有する配線板の上の補足の結合導線
- 6 部分コイルから接続ユニットへの接続導線
- 6 a 部分コイルから配線板への接続導線

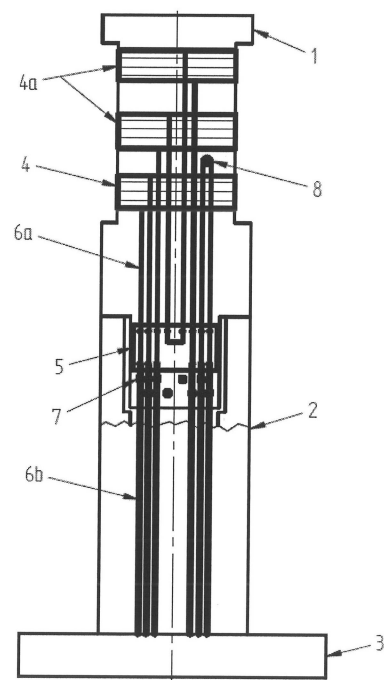
- 6 b 配線板から接続ユニットへの接続導線
- 7 ワイヤ保持装置
- 8 センサ、たとえば温度センサ

【図 1】

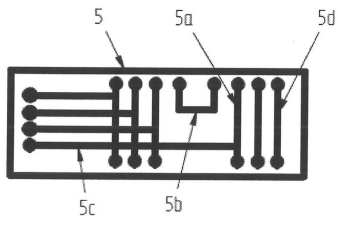


先行技術

【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-305736 (JP, A)
特開昭60-153111 (JP, A)
中国特許出願公開第104865544 (CN, A)
米国特許出願公開第2011/0316535 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N	24/00-24/14
G01R	33/28-33/64
A61B	5/055
H01F	5/00