(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2007 年10 月4 日 (04.10.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/111150 A1

(51) 国際特許分類:
G01R 33/34 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/055248

(22) 国際出願日: 2007 年3 月15 日 (15.03.2007)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2006-086230 2006 年3 月27 日 (27.03.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社神戸製鋼所 (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) [JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜町２丁目１０番２６号 Hyogo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 井上 浩司 (INOUE, Koji). 三木 孝史 (MIKI, Takashi). 前田 秀明 (MAEDA, Hideaki). 高橋 雅人 (TAKAHASHI, Masato). 横山 茂之 (YOKOYAMA, Shigeyuki).

(74) 代理人: 小谷 悦司, 外 (KOTANI, Etsuji et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島２丁目２番２号ニチメンビル２階 Osaka (JP).

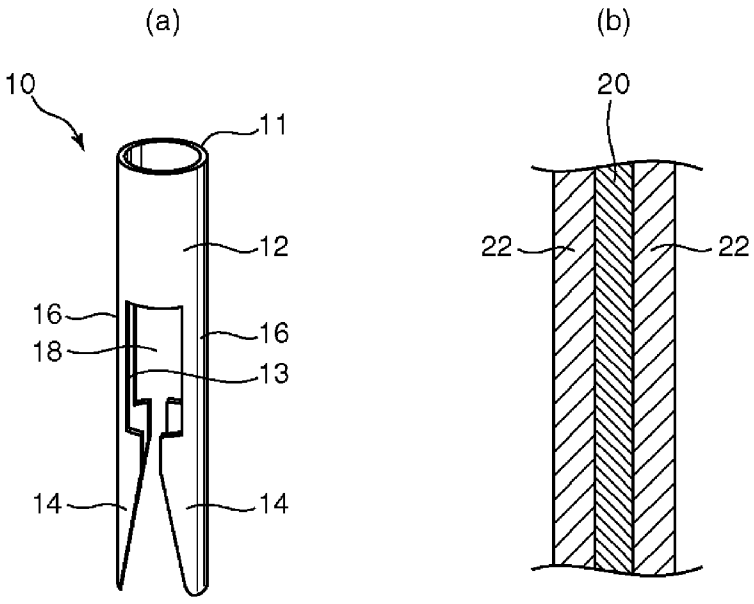
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有]

(54) **Title:** MAGNETIC RESONANCE DETECTION COIL AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(54) 発明の名称: 磁気共鳴検出用コイル及びその製造方法



(57) **Abstract:** A magnetic resonance detection coil, which can stably provide good magnetic properties, can be easily manufactured. A magnetic resonance detection coil (10) has a peripheral wall comprising a body layer (20) and a covering layer (22) covering the surface of the body layer (20). The body layer (20) is formed of a high-purity aluminum, and the covering layer (22) is formed of a diamagnetic material, which negates the magnetic susceptibility of aluminum, for example, gold. The covering layer (22) can easily be formed on the body layer (20) by means such as vapor deposition or plating.

(57) 要約: 本発明は、良好な磁気特性を安定して得ることができる磁気共鳴検出用コイルの製造を容易にすることを目的とする。そのための手段として、本発明に係る磁気

[続葉有]

WO 2007/111150 A1

SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

共鳴検出用コイル１０は、本体層２０と、その表面を覆う被覆層２２とを有する周壁を備え、本体層２０には高純度アルミニウムが、被覆層２２には金のようにアルミニウムの磁化率を打ち消す反磁性材料が、それぞれ用いられる。被覆層２２は、蒸着やメッキ等の手段により前記本体層２０上に容易に形成される。

明 細 書

磁気共鳴検出用コイル及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、NMR(Nuclear Magnetic Resonance)をはじめとする磁気共鳴の検出に用いられる磁気共鳴検出用コイルとその製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 一般に、NMRをはじめとする磁気共鳴の検出は、略筒状の磁気共鳴検出用コイルからその内側に挿入されたサンプルに高周波パルスを照射することと、その照射から一定時間が経過した後に前記サンプルから放出される磁気共鳴信号を前記磁気共鳴プローブによってピックアップすることとにより、行われる。前記磁気共鳴信号は微弱であることから、その検出感度を高める必要がある。この検出感度を高めるために熱雑音を低減させる方法が用いられる。この熱雑音の低減は、例えば、前記磁気共鳴プローブ内に設けられた冷却配管にヘリウム等の冷媒を流して前記磁気共鳴検出用コイルを極低温まで冷却することにより行われる。

[0003] 従来、このような磁気共鳴検出用コイルとして、特許文献1に記載されたものが知られている。この特許文献1に記載されるのは、NMRプローブ用RFコイルであり、このRFコイルは、内部層及びその表裏両面を覆う外部層を有する板材により成形される。前記外部層を構成する材料には、特に極低温状態において優れた比抵抗特性(比抵抗の磁界依存性が低い特性)を有する高純度アルミニウムが用いられる一方、前記内部層を構成する材料には、例えば銅のように、前記外部層を構成するアルミニウムの磁化率と反対の符号の磁化率をもつ材料すなわち反磁性材料が用いられる。

[0004] 前記高純度アルミニウムにより構成される外部層は、極低温状態で強い磁界が形成される環境下においてもコイルの比抵抗を十分小さく抑えることを可能にする。そして、このアルミニウムの磁化率が、前記反磁性材料により構成される内部層の反磁性により打ち消される。この磁化率の打ち消しが、磁気共鳴の検出精度をさらに高める。

[0005] しかし、前記特許文献1に記載されるコイルでは、その外部層を構成する高純度アルミニウムの表面が酸化しやすく、その酸化膜の形成が良好な磁気特性に悪影響を与えるおそれがあるという課題がある。

[0006] また、前記特許文献1は、前記コイルを成形する方法として、通常の合板成形と同様にアルミニウム板と銅板とをホットプレスで一体化する方法を開示するが、このようなホットプレスを利用する方法で前記コイルを低コストで生産することは難しい。何故ならば、前記磁気共鳴検出用コイルの生産量は通常の合板に比べるときわめて低く、また板厚もきわめて小さいからである。

特許文献1:特開2002－162455号公報

発明の開示

[0007] 本発明は、前記の事情に鑑み、良好な磁気特性を安定して得ることが可能な磁気共鳴検出用コイルを提供することを目的とする。さらに好ましくはその製造を容易に行うことができる磁気共鳴検出用コイル及びその製造方法を提供することを目的とする。

[0008] この目的を達成するため、本発明は、磁気共鳴検出用コイルであって、サンプルが挿入されるための空間を内側に形成する略筒状の周壁を備え、この周壁は、アルミニウムからなる本体層と、この本体層の表面を覆う被覆層とを含み、この被覆層は、前記本体層を形成するアルミニウムの磁化率と符号が反対の磁化率をもつ反磁性材料により構成される。

[0009] 前記反磁性材料からなる被覆層は、前記本体層を構成するアルミニウムの磁化率を打ち消すことにより、コイル自身の磁化率を有効に低減して精度の高い磁気共鳴実験を可能にする。しかも、この被覆層はアルミニウムからなる本体層の表面を覆うように形成されるので、当該本体層の表面が大気に触れるのを阻止して当該表面にアルミニウムの酸化膜が形成されるのを防ぎ、この酸化膜の形成による磁気特性の影響を有効に抑止する。

[0010] また本発明は、前記磁気共鳴検出用コイルを製造するための方法であって、前記本体層を構成するアルミニウムの表面に金を蒸着させ、または金メッキすることによって被覆層を形成する被覆工程と、この被覆工程の前または後に前記本体層を筒状

に成形するコイル成形工程と、を含む。

図面の簡単な説明

[0011] [図1](a)は本発明の実施の形態に係るNMR検出用コイルの斜視図、(b)は同コイルを構成する板材の構造を示す断面図である。

[図2](a)は前記NMR検出用コイルを含むNMR装置の断面正面図、(b)は同装置に組み込まれるNMRプローブの内部構造を示す断面平面図である。

[図3]各種材料で形成された磁気共鳴検出用コイルの磁場強度分布を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

[0012] 本発明の好ましい実施の形態を図1及び図2を参照しながら説明する。

[0013] 図2(a)は、この実施の形態に係るNMR(核磁気共鳴)装置の概略を示したものである。この装置は、液体ヘリウム等の冷媒を収容する容器30と、この容器30内の冷媒中に収容される超電導コイル32とを備える。この超電導コイル32は、鉛直軸回りに筒状に巻回された超電導線材を有する。前記容器30は、前記超電導コイル32を径方向内側から覆うようなドーナツ状をなし、内側に鉛直方向に延びる内側空間34を形成している。

[0014] 前記内側空間34内には、NMRプローブ36が挿入される。このNMRプローブ36は、電極部38と、この電極部38につながる筒状のプローブ本体40とを有し、このプローブ本体40が前記内側空間34内に下側から挿入される。

[0015] 前記プローブ本体40は、本発明にかかる磁気共鳴検出用コイル(この実施の形態ではNMR検出用コイル10)を保持するものであり、図2(b)に示すように、径方向の内側に配されてその内側に試料挿入空間46を囲む内側管42と、この内側管42の径方向の外側に配される外側管44とを有する。これらの管42, 44は磁界に影響を与えない石英ガラス等の非磁性材料により構成され、両管42, 44の間に本発明にかかる磁気共鳴検出用コイル(この実施の形態ではNMR検出用コイル10)を径方向の内外から挟み込む。

[0016] 前記NMR検出用コイル10は、図1(a)に示すような略円筒状の周壁を有する。この周壁は、例えば、金属薄板を丸めることによって形成される。

[0017] この周壁は、上側の円筒部12と、下側の一対のスカート部14と、一対の連結部16とを有する。前記スカート部14は、前記金属薄板が周方向に分断されることにより形成されたもので、互いに周方向に離間する。前記各連結部16は、前記各スカート部14と前記円筒部12とを連結し、相手方の連結部16との間に側方に開放された試料空間18を形成する。

[0018] 前記両スカート部14は前記電極部38を介して図略の電源に接続される。前記NMRプローブ36内には図略の冷却用配管が配され、この冷却用配管内を流れる冷媒が前記NMR検出用コイル10を極低温まで冷却する。

[0019] 本発明では、コイルの具体的な形状が限定されない。この形状は、磁気共鳴検出に用いられる高周波パルスの周波数その他の仕様に応じて適宜設定されることが可能である。本発明に係る磁気共鳴検出用コイルの形状は、例えば前記特許文献1に記載されるコイルの形状と同等の形状であってもよい。

[0020] この実施の形態に係るNMR検出用コイル10の特徴は、当該コイル10の周壁を構成する板材の構造にある。この板材は、図2(b)に示すように、本体層20と、この本体層20の表面を表側、裏側の両側からそれぞれ被覆する表裏一対の被覆層22とで構成される。

[0021] 前記本体層20は、高純度アルミニウムからなる。高純度アルミニウムは、特に極低温状態において優れた比抵抗特性を示すものであり、当該極低温状態では磁界の変化にかかわらず低い比抵抗を維持する。例えば銅と比較すると、銅は周囲の磁界が強くなるにつれて比抵抗が顕著に上昇する特性を有する一方、高純度アルミニウムは、磁界がある程度のレベルに達するとそれ以上は磁界が強くなっても比抵抗を低い値に維持する特性を有する。しかも、この特性はアルミニウムの純度が高いほど顕著になる。

[0022] 従って、本発明では、本体層20に使用するアルミニウムの純度が高いほど特性的には好ましい。しかし、比較的入手が容易でコストの低い99．99%純度レベルのアルミニウムも十分に本発明に適用されることができる。

[0023] 前記各被覆層22は、前記高純度アルミニウムのもつ磁化率を相殺する役目を担う。そのために、当該被覆層22には前記高純度アルミニウムの磁化率(温度300Kで

$+21\times10^{-6}$)と反対の符号(マイナス)の磁化率をもつ反磁性材料が用いられる。

[0024] 前記各被覆層22の材質は、前記高純度アルミニウムの磁化率を打ち消す特性を有するものであればよい。従って、その材質には例えば銀や銅、ベリリウム等が選ばれてもよい。しかし、当該材質には特に金が好適である。この金には次のような利点がある。

[0025] 1)金は特に反磁性が強い。例えば温度300Kでは、銅の磁化率が-9.8×10^{-6}、銀の磁化率が-24×10^{-6}であるのに対し、金の磁化率は-34×10^{-6}である。この金を前記各被覆層22に使用することは、当該被覆層22の前記本体層20を構成する高純度アルミニウムに対する体積比率を小さく抑えながら、当該被覆層22が前記高純度アルミニウムの磁化率を有効に打ち消すことを可能にする。コイル径に比べて各層20, 22の厚みが十分に小さく、各層20, 22の体積比率が層の厚み比と同等であるとすると、両被覆層22に金が用いられた場合、これらの被覆層22の厚みの総和はアルミニウム製の本体層20の約2/3で足り、片側の被覆層22の厚みは前記本体層20の厚みの1/3でよいことになる。NMR検出用コイル10が極低温下で使用される場合、その温度下での当該コイル10を構成する各材料の磁化率が考慮されなければならないが、その極低温下の使用においても銀や銅に比して金の層厚を小さく設定することが可能であることに変わりはない。

[0026] 本発明において、被覆層22の本体層20に対する体積比率は、必ずしも磁化率を相殺するように正確に設定されていなくてもよい。少なくとも前記磁化率の絶対値を低減させることが可能となるように前記本体層20及び前記被覆層22の体積比率が設定されればよい。

[0027] 2)金によって被覆層22を形成することが容易である。具体的には、金の蒸着や金メッキといったごく一般的な手法で本体層20の両面に被覆層22を形成することが可能である。特に金の蒸着の採用は、その蒸着時間の管理によって所望の層厚を正確にかつ容易に得ることを可能にする。

[0028] 前記NMR検出用コイル10の成形手順は限定されない。前記本体層20の表裏両面に前記被覆層22を形成する被覆層形成工程が行われてから、両層20, 22をまとめて筒状(コイル状)に成形するコイル成形工程が行われてもよいし、逆に、本体層2

0を筒状に成形する工程が行われてから当該本体層20の表裏両面に被覆層22を積層する工程が行われてもよい。

[0029] 成形後のコイルの端面（例えば、前記図1（a）に示すNMR検出用コイル10の上端面11や側部開口を囲む縁面13）には、本体層20を構成するアルミニウムが僅かに露出するが、その露出面積は極めて微小であるため磁性に影響を与えず、よって、本発明の効果が十分発揮されることを許容する。この端面に露出する本体層20は他の面と同様に被覆層22によって覆われることも可能である。

[0030] 前記被覆層22は、必ずしも本体層20の表側面及び裏側面を全面にわたって被覆するように形成されていなくてもよく、本体層20の部分的な露出を許容するものであってもよい。しかし、被覆層22が本体層20の表裏全面を覆うことは、より高い磁化率相殺効果を実現するとともに、アルミニウム製の本体層20の表面に酸化膜が形成されるのをより有効に抑止し、これにより、当該酸化膜の形成に起因する磁気特性の変動をより確実に防ぐ。

[0031] 以上説明したように、本発明に係る磁気共鳴検出用コイルは、サンプルが挿入されるための空間を内側に形成する略筒状の周壁を備え、この周壁が、アルミニウムからなる本体層と、この本体層の表面を覆う被覆層とを含み、この被覆層は前記本体層を形成するアルミニウムの磁化率と符号が反対の磁化率をもつ反磁性材料により構成される。

[0032] この磁気共鳴検出用コイルでは、前記被覆層を構成する反磁性材料が、前記本体層を構成するアルミニウムの磁化率を打ち消すことにより、コイル自身の磁化率を有効に低減して精度の高い磁気共鳴実験を可能にする。さらに、前記被覆層は、アルミニウムからなる本体層の表面を覆うことにより、当該本体層の表面が大気に触れるのを阻止して当該表面にアルミニウムの酸化膜が形成されるのを防ぎ、この酸化膜の形成による磁気特性の影響を有効に抑止する。

[0033] さらに、前記本体層を構成するアルミニウムの磁化率と前記被覆層を構成する反磁性材料の磁化率とが相殺されるように当該本体層と被覆層の体積比率が設定されることにより、より優れた磁気特性を実現することが可能になる。

[0034] 前記被覆層は、前記本体層の表裏面のうちのいずれか一方の面を覆うものでもよ

いが、当該被覆層として、側面を覆う層と前記本体層の裏側面を覆う層とを有するものが、より好適である。このように本体層の表裏両面を覆う被覆層は、いずれか一方の面のみを覆う被覆層に比べ、より高い磁化率相殺効果と、より高い酸化膜(本体層表面上の酸化膜)形成抑止効果とを発揮する。

[0035] 前記被覆層を構成する反磁性材料は、例えば銀、銅、ベリリウム等でもよいが、特に金が好適である。この金は、反磁性が高く、この金が構成する被覆層の前記本体層に対する体積比率が低くても優れた磁化率打消し効果を発揮し得る。また、当該金を用いた被覆層の形成は容易である。

[0036] 具体的に、この金が前記被覆層に用いられる磁気共鳴検出用コイルは、前記本体層を構成するアルミニウムの表面に金を蒸着させ、または金メッキすることによって被覆層を形成する被覆工程と、この被覆工程の前または後に前記本体層を筒状に成形するコイル成形工程とを含む方法によって容易に製造されることができる。

[0037] 特に、前記被覆工程で金の蒸着が用いられる方法では、その蒸着時間の設定により、前記本体層を構成するアルミニウムの磁化率と前記被覆層を構成する反磁性材料の磁化率とが相殺されるような本体層と被覆層の体積比率を正確かつ容易に得ることが可能である。

実施例

[0038] A. 本発明に係るNMR検出用コイルの製造について

前記図1(a)(b)に示すようなNMR検出用コイル10の製造のために、次の各工程が実行される。

[0039] 1)本体層形成工程

前記本体層20を構成する金属薄板として、99.99%のアルミニウムからなる厚み30μmのアルミフォイルが用意される。このフォイルは、最終的に50mm四方程度の大きさを有するものとなっていればよい。ただし、当該フォイルが薄板材料からXY二軸NC加工機などで所定形状(例えば図1(a)に示すコイルを展開した形状)に切り出される場合には、前記金属薄板の大きさに余裕をみて100mm四方程度の大きさのものが用意されることが好ましい。

[0040] 2)被覆層形成工程

前記アルミフォイルの表裏両面に金を蒸着することによって被覆層22が形成される。その前処理として、前記アルミフォイルの表面に形成されている酸化膜や付着物(空気中の有機物等)を除去すべく、当該フォイルの表裏両面をスパッタ処理等で5μmほど損耗させる処理が行われる。この処理は、前記アルミフォイルの厚みを30μm－5μm×2＝20μmにする。このアルミフォイルを構成する高純度アルミニウムの磁化率の絶対値と、被覆層22を構成する金の磁化率の絶対値との比は約2:3であるので、両磁化率の相殺のために、前記本体層20の表裏両面にそれぞれ約6．7μm(表裏両側で約13．3μm)の厚みの被覆層22が形成される。この被覆層22の厚みは前記金の蒸着時間の管理によって正確かつ容易に実現される。

[0041] 前記高純度アルミニウムの磁化率と金の磁化率との相殺のためには、厳密には両者の体積比率が考慮される必要がある。しかし、この実施例に係るNMR検出用コイル10での各層の厚みは一定でかつ当該層の曲率(すなわちコイル径)に比べて十分小さいため、前記体積比率は層厚比に十分近似する。

[0042] 3)コイル成形工程

前記本体層20及び被覆層22が積層された板材を図1(a)に示すような筒状に丸めることにより磁気共鳴検出用コイル10が形成される。このコイル10は、前記図2(b)に示すような内側管42と外側管44との間に挟み込まれる。

[0043] B. 本発明に係るNMR検出用コイルの効果について

下記の各種金属リング1，2，3が模擬コイルとしてサンプルの一部に巻き付けられ、その軸方向についての磁場強度分布が測定される。具体的には、NMR装置において前記模擬コイルを挿入する前の状態で前記磁場強度が軸方向に均一となるように超電導コイルが調整され、その後に各種コイルが挿入され、その挿入状態での磁場強度が測定される。

[0044] 金属リング1(第1実施例):厚み30μmのアルミニウム製本体層と、その表裏両面を覆う厚み10μmの金製被覆層とを有する。

[0045] 金属リング2(第2実施例):厚み100μmのアルミニウム製本体層と、その表裏両面を覆う厚み30μmの銅製被覆層とを有する。

[0046] 金属リング3(比較例):厚み100μmの銅板のみによって構成される。

[0047] 前記測定の結果が図3に示される。この図において、曲線L1，L2，L3がそれぞれ前記金属リング1，2，3による磁場強度分布を示す。

[0048] 前記曲線L1～L3は、前記各例の効果の相違を明確に示している。比較例である前記金属リング3により形成される磁場強度分布には、前記曲線L3（一点鎖線）に示されるように、当該金属リング3を構成する銅の反磁性がそのまま反映される。従って、当該分布は著しい負側の磁場ひずみを含む。これに対し、本発明の第2実施例に相当する金属リング2による磁場強度分布では、前記曲線L2（破線）に示されるように、前記金属リング3による磁場強度分布に比べて磁場ひずみが有効に低減される。これは、前記銅の反磁性とアルミニウムの磁性との相殺によるものである。さらに、本発明の第1実施例に相当する金属リング1は、前記曲線L1に示されるように、前記金属リング2よりもさらに前記磁場ひずみが低減させる磁場強度分布を形成することが可能である。

請求の範囲

[1] 磁気共鳴検出用コイルであって、

サンプルが挿入されるための空間を内側に形成する略筒状の周壁を備え、

この周壁は、アルミニウムからなる本体層と、この本体層の表面を覆う被覆層とを含み、

この被覆層は、前記本体層を形成するアルミニウムの磁化率と符号が反対の磁化率をもつ反磁性材料により構成される。

[2] 請求項1記載の磁気共鳴検出用コイルにおいて、

前記本体層を構成するアルミニウムの磁化率と前記被覆層を構成する反磁性材料の磁化率とが相殺されるように当該本体層と被覆層の体積比率が設定される。

[3] 請求項1または2記載の磁気共鳴検出用コイルにおいて、

前記被覆層として、前記本体層の表側面を覆う層と前記本体層の裏側面を覆う層とを有する。

[4] 請求項1～3のいずれかに記載の磁気共鳴検出用コイルにおいて、

前記被覆層が金により構成される。

[5] 請求項4記載の磁気共鳴検出用コイルを製造するための磁気共鳴検出用コイルの製造方法であって、

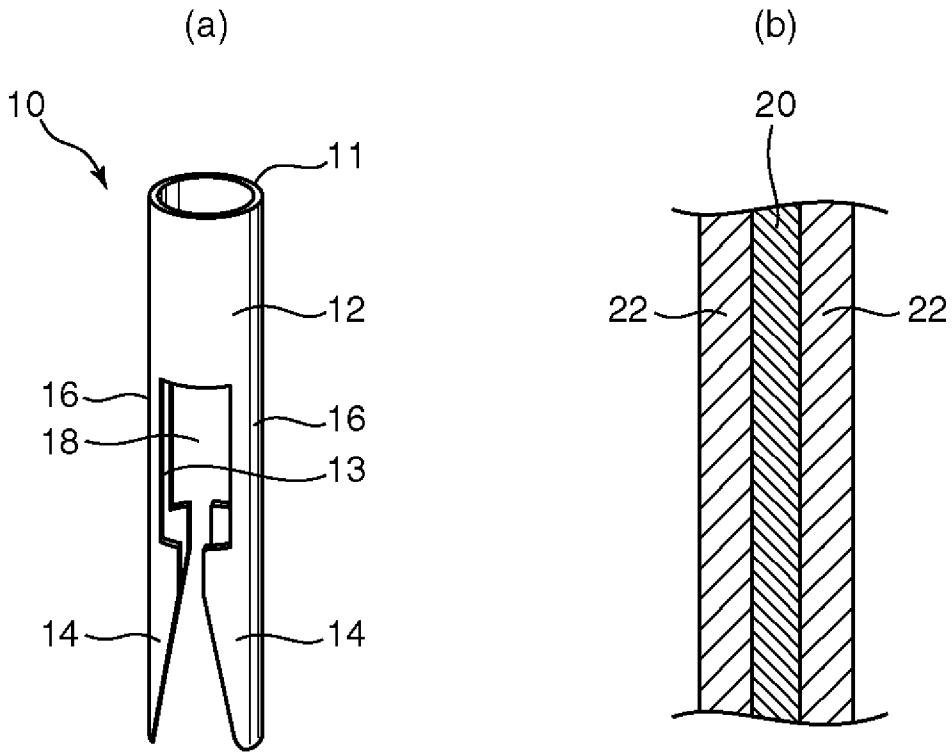
前記本体層を構成するアルミニウムの表面に金を蒸着させ、または金メッキすることによって被覆層を形成する被覆工程と、

この被覆工程の前または後に前記本体層を筒状に成形するコイル成形工程と、を含む。

[6] 請求項5記載の磁気共鳴検出用コイルの製造方法において、

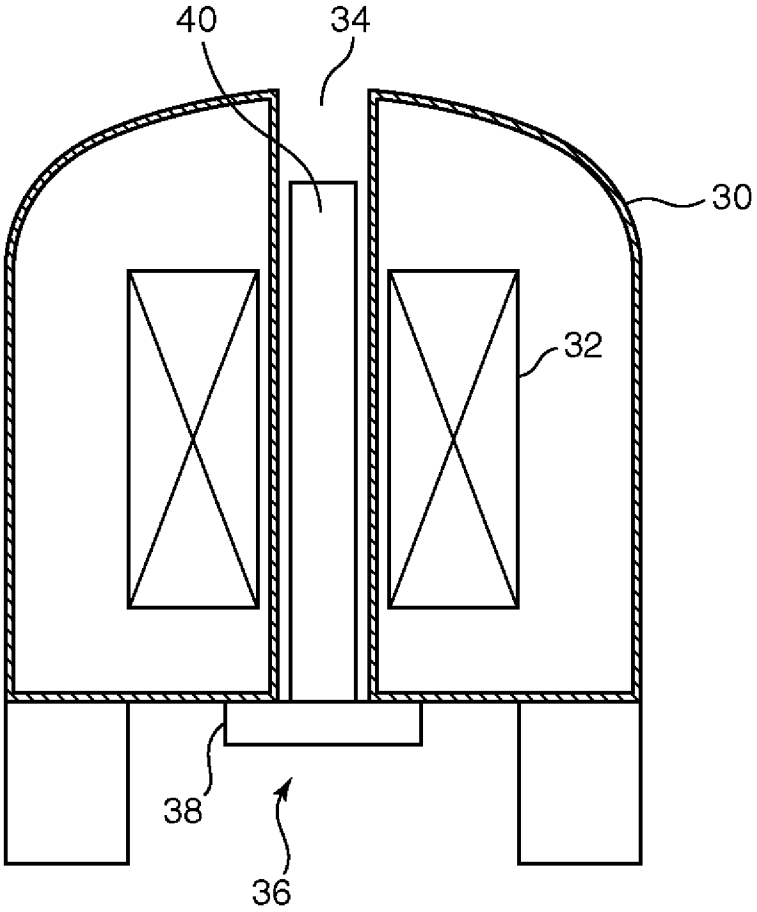
前記被覆工程では、前記本体層の表面に前記被覆層を構成するための金が蒸着され、前記本体層を構成するアルミニウムの磁化率と前記被覆層を構成する金の磁化率とが相殺されるような本体層と被覆層の体積比率が得られるように前記金の蒸着時間が設定される。

[図1]

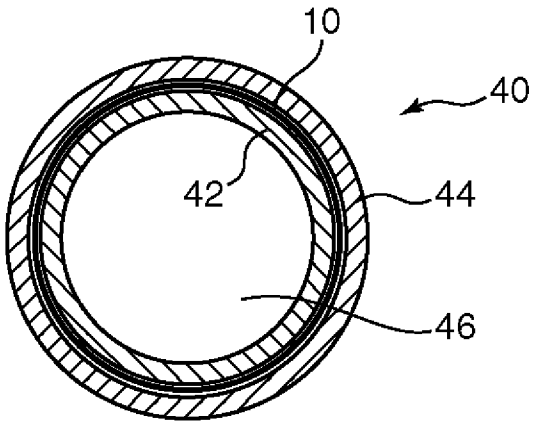


[図2]

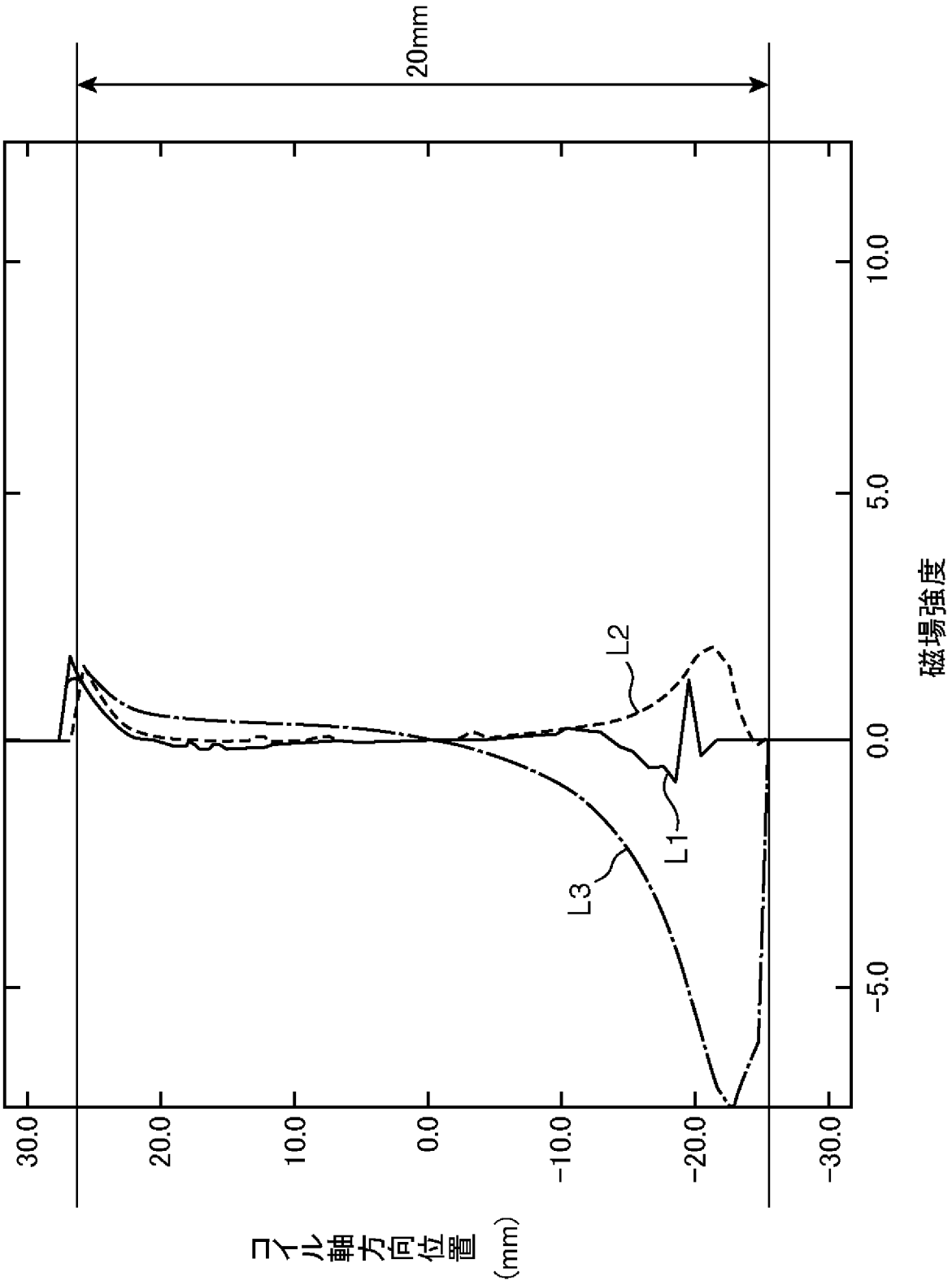
(a)



(b)



[図3]


20mm
L1
L2
L3
30.0
20.0
10.0
0.0
−10.0
−20.0
−30.0
10.0
5.0
0.0
−5.0
コイル幅方向位置 (mm)
磁場強度

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/055248

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01R33/34(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01N24/00-24/14, G01R33/20-33/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2002-162455 A (Varian, Inc.), 07 June, 2002 (07.06.02), Full text; all drawings & US 6411092 B & EP 1193505 A2 & EP 1279967 A2	1-3 4-6
Y	JP 46-34274 B1 (Hitachi, Ltd.), 07 October, 1971 (07.10.71), Full text; all drawings (Family: none)	4-6
A	JP 2000-284033 A (JEOL Ltd.), 13 October, 2000 (13.10.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
05 June, 2007 (05.06.07)	19 June, 2007 (19.06.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/055248

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-508004 A (Varian, Inc.), 24 March, 2005 (24.03.05), Par. No. [0007] & WO 03/38460 A1 & US 2003-80740 A	1-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００７／０５５２４８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01R33/34(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N24/00-24/14, G01R33/20-33/64

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
X	JP 2002-162455 A（ヴァリアン　インコーポレーテッド）2002.06.07, 全文、	1-3
Y	全図 & US 6411092 B & EP 1193505 A2 & EP 1279967 A2	4-6
Y	JP 46-34274 B1（株式会社日立製作所）1971.10.07, 全文、全図 （ファミリーなし）	4-6
A	JP 2000-284033 A（日本電子株式会社）2000.10.13, 全文、全図 （ファミリーなし）	1-6

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０５．０６．２００７	１９．０６．２００７

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）

郵便番号１００－８９１５

東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｗ　３００９

田中　洋介

電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９２

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	JP 2005-508004 A（ヴァリアン　インコーポレーテッド）2005.03.24, 【０００７】段落 & WO 03/38460 A1 & US 2003-80740 A	1-6