

(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
2014 年 4 月 3 日(03.04.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/050284 A1

(51) 国際特許分類:

C22C 9/00 (2006.01) H01F 5/00 (2006.01)
B23K 1/00 (2006.01) B23K 35/30 (2006.01)
B23K 1/19 (2006.01) B23K 101/36 (2006.01)
B23K 9/00 (2006.01) B23K 103/12 (2006.01)
B23K 20/12 (2006.01) C22F 1/00 (2006.01)
C22F 1/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2013/070272

(22) 国際出願日:

2013 年 7 月 26 日(26.07.2013)

(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 2012-213378 2012 年 9 月 27 日(27.09.2012) JP

(71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6 番 6 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 春山 博司(HARUYAMA Hiroshi); 〒
1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号
株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 森 誉延

(MORI Takanobu); 〒1008280 東京都千代田区丸の
内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内
Tokyo (JP).

(74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒
1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号
株式会社日立製作所内 Tokyo (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, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

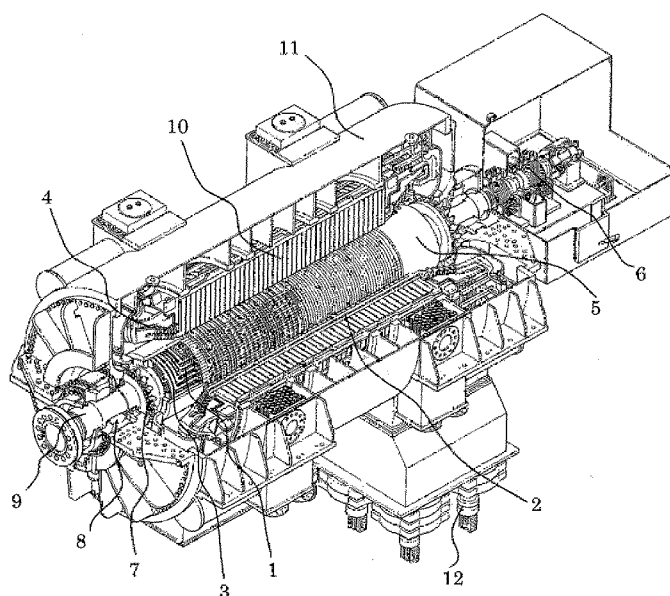
[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC ROTATING MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機

[図1]

図 1



(57) Abstract: Provided is an electric rotating machine having a coil conductor material in which a fault is less susceptible to occurring in a connection part even in a case wherein a copper material that has a high oxygen content and thus contains cuprous oxide particles is used in the coil conductor material. An electric rotating machine characterized in that the coil of a stator and/or a rotor is composed of a conductor material which contains, in mass%, 0.0001 to 0.0500% of oxygen, 0.0001 to 0.5000% of silver and 0.0001 to 0.0200% of magnesium with the balance being unavoidable impurities and copper.

(57) 要約: コイルの導体材料に酸素含有量が大きく亜酸化銅粒子を含む銅を用いた場合でも、接続部に欠陥が発生し難いコイル導体材料を有する回転電機を提供する。質量%で、酸素が0.0001~0.0500%、銀が0.0001~0.5000%、マグネシウムが0.0001~0.0200%、残部が不可避不純物及び銅からなる導体材料で、固定子及び/または回転子のコイルを構成したことを特徴とする回転電機。



(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 回転電機

技術分野

[0001] 本発明は、発電機、モータなどの回転電機に関する。

背景技術

[0002] これまで、発電機、モータなどの回転電機において、固定子および回転子のコイルを形成する銅系導体材料の接続方法に導体材料を溶かし込むアーク溶接、TIG溶接などの溶融溶接を用いる場合、導体材料の溶接欠陥を防止するために、導体材料に酸素含有量の少ない銅を用いていた（下記特許文献）。

[0003] 従来の発電機、モータなどの回転電機において、固定子及び回転子のコイルを構成する導体材料に酸素含有量が多く亜酸化銅粒子を含む銅を用いた場合、その接続にアーク溶接、TIG溶接などの溶融溶接を適用すると溶接欠陥が発生しやすい。また、溶融溶接による溶接欠陥を防止するために固定子及び回転子のコイルの導体材料に酸素含有量が少なく亜酸化銅粒子を含まない銅を用いた場合、焼鈍状態では、亜酸化銅粒子を含む銅に比べて定常クリープ速度が速くてクリープ変形しやすい。また、導体材料に亜酸化銅粒子を含んでいても、微量の硫黄（S）を含んでいるので、この硫黄が結晶粒界に偏析してクリープ強度を低くしている。このためコイルが運転寿命期間中にクリープ変形あるいはクリープ破断しないよう構造設計する必要があり、その結果、コイルの支持構造が複雑になる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2001-231205号公報

特許文献2：特開2003-268466号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明の目的は、コイルの導体材料に酸素含有量が多く亜酸化銅粒子を含む銅を用いた場合でも、接続部に欠陥が発生し難いコイル導体材料を有する回転電機を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 回転電機は、質量%で、酸素が0.0001～0.0500%、銀が0.0001～0.5000%、マグネシウムが0.0001～0.0200%、残部が不可避不純物及び銅からなる導体材料で、固定子及び／または回転子のコイルを構成することを特徴とする。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、コイルの導体材料に酸素含有量が多く亜酸化銅粒子を含む銅を用いた場合でも、接続部に欠陥が発生し難いコイル導体材料を有する回転電機を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の一実施形態であるタービン発電機の構造を示す図。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明を詳細に説明する。

[0010] 本発明は、回転電機における固定子及び回転子のコイル導体材料に組成範囲を限定した銅を用いることにあり、その導体材料を溶接または摩擦撹拌接合またはろう付けして接続することにより作製されたコイルを用いた回転電機である。

[0011] 具体的には、質量%で、酸素が0.0001～0.0500%、銀が0.0001～0.5000%、マグネシウムが0.0001～0.0200%、残部が不可避不純物及び銅からなる導体材料をコイルに用いた回転電機である。

[0012] また、上記導体材料をアーク溶接、TIG溶接、などで熔融溶接あるいは摩擦撹拌接合（FSW）あるいはリンが4.8～6.0%、銀が9.0～15.5%、残部が不可避不純物及び銅からなるリン銅ろうでろう付けして接続す

ることにより作製されたコイルを用いた回転電機である。

[0013] 溶融溶接は導体材料の酸素が0.0001～0.0050%の場合に適用し、摩擦攪拌接合及びロウ付けは導体材料の酸素が0.0001～0.050%の場合に適用する。

[0014] 本発明の導体材料の断面形状は、板、帯、条、棒、線、管などのいずれでもよい。

[0015] また、本発明は、上記に述べられている接続構造を使用している発電機、モータなどの回転電機である。

[0016] 本発明の導体材料は、マグネシウム添加により硫化物を形成して粒界に偏析する硫黄（S）が少ないため、引張応力が作用しても粒界のボイド形成が抑制されるので室温から300℃でのクリープ強度が高い。

[0017] また、本発明の導体材料をリン銅ロウでロウ付けした接続構造は、導体材料の接続にリン銅ロウを用いるので、フラックスを必要としない。このため、フラックス除去の工程が省略できる。また、リン銅ロウによって導体材料を接続する場合には、導体材料の接続構造にリン銅ロウを設置（置きロウ）または供給（挿しロウ）し、アセチレンガスバーナ、プロパンガスバーナ、誘導コイル、TIGトーチなどによって、700～850℃の温度で10～200秒加熱して、リン銅ロウを溶かすが、母材への入熱が少ないため母材の局部的溶融・凝固が起きないので割れる懸念が無い。

[0018] また、本発明の導体材料を摩擦攪拌接合した接続構造は、母材を溶かさないので割れる懸念が無い。

[0019] 以下に、導体材料に含まれている元素の効果と、その組成（単位は質量%）の範囲の限定理由について述べる。

[0020] 酸素（O）は、その素材製造工程から不可避免的に0.0001%以上含まれる。また酸素は導体材料の中に亜酸化銅粒子を生成して定常クリープ（二次クリープ）速度を遅くすることにより破断寿命を増してクリープ強度を高めるので0.0001%以上添加する。しかし、酸素は導体材料の導電率を低下させる元素である。このため、酸素の範囲は0.0001～0.050

0%である。

[0021] 銀 (A g) は、その素材製造工程から不可避免的に 0.0001%以上含まれる。また銀は導体材料の銅に固溶して定常クリープ（二次クリープ）速度を遅くすることにより破断寿命を増してクリープ強度を高めるので 0.0001%以上添加する。しかし、銀は導体材料の導電率を低下させる元素である。このため、銀の範囲は 0.0001～0.5000%とする。

[0022] マグネシウム (M g) は、導体材料の硫黄 (S) と結合して硫化物を生成して粒界に偏析する硫黄濃度を低めて導体材料の粒界での結合力を増すことによりクリープ強度を高める元素であり、0.0001%以上必要である。しかし、0.0200%を超えと導体材料の導電率を低下させる。このため、マグネシウムの範囲は 0.0001～0.0200%とする。

[0023] 本発明の導体材料をリン銅ロウでロウ付けした接続構造を使用している発電機、モータなどの回転電機はクリープ強度が高く、母材の割れなどの欠陥が無いので、接続部の信頼性が高いという効果がある。

[0024] 以下、表 1、表 2 を用いて説明する。

[0025] 表 1 に示す化学成分の導体材料を溶解、鑄造、熱間鍛造後、焼鈍、冷間加工、焼鈍の繰返し工程によって厚さ 2 mm、幅 20 mm の線材として製作した。最終状態は 600℃で1時間の焼鈍状態である。本発明の No. 3～No. 8 の導体材料及び比較材の No. 1 及び No. 2 の導体材料から長さ 100 mm の試験片を採取し、試験温度 130℃において 127 MPa の公称応力を負荷させて破断時間を測定する方法によってクリープ強度を評価した。

[0026]

[表1]

表 1

	N o .	C u	O	P	A g	M g	S
比較材	1	残部	0. 0028	0. 0003	0. 0010	<0. 0001	0. 0007
比較材	2	残部	0. 0002	0. 0002	0. 0008	<0. 0001	0. 0008
本発明	3	残部	0. 0301	0. 0003	0. 0012	0. 0103	0. 0009
本発明	4	残部	0. 0292	0. 0002	0. 0009	0. 0212	0. 0018
本発明	5	残部	0. 0283	0. 0003	0. 0290	0. 0196	0. 0016
本発明	6	残部	0. 0002	0. 0002	0. 0007	0. 0125	0. 0007
本発明	7	残部	0. 0003	0. 0003	0. 0009	0. 0218	0. 0020
本発明	8	残部	0. 0002	0. 0002	0. 0881	0. 0253	0. 0019

[0027] その結果を表2に示す。

[0028] 比較材のN o . 2はN o . 1よりも酸素含有量が多く組織中に亜酸化銅粒子を生成するために結晶粒が微細となりクリープ破断時間が長くクリープ強度が高い。本発明の導体材料でも酸素を含むN o . 3～N o . 5は酸素を含まないN o . 6～N o . 8よりもクリープ破断時間が長くクリープ強度が高い。また本発明の導体材料は酸素量がほぼ同じのマグネシウムを含まない比較材に比べて、クリープ破断時間が長いことから高いクリープ強度が得られている。

[0029] [表2]

表 2

	N o .	クリープ破断時間 (h)
比較材	1	1406
比較材	2	8
本発明	3	2012
本発明	4	2114
本発明	5	9238
本発明	6	76
本発明	7	93
本発明	8	7305

[0030] 図1は本発明の回転電機の一例としてタービン発電機の例を示している。

1回転子コイル及び2固定子コイルに本発明の導体材料を用いる。また、3回転子コイル接続部及び4固定子コイル接続部にロウ付けまたは摩擦撹拌接

合または溶融溶接を適用する。本発明によれば信頼性の高い回転電機が得られる。

[0031] 本発明のコイル導体材料および接続構造を用いた回転電機は、ディーゼルエンジン、風力、ガスタービン、蒸気タービンなどによって駆動される発電機や、電気で駆動されるモータなどに利用できる。

符号の説明

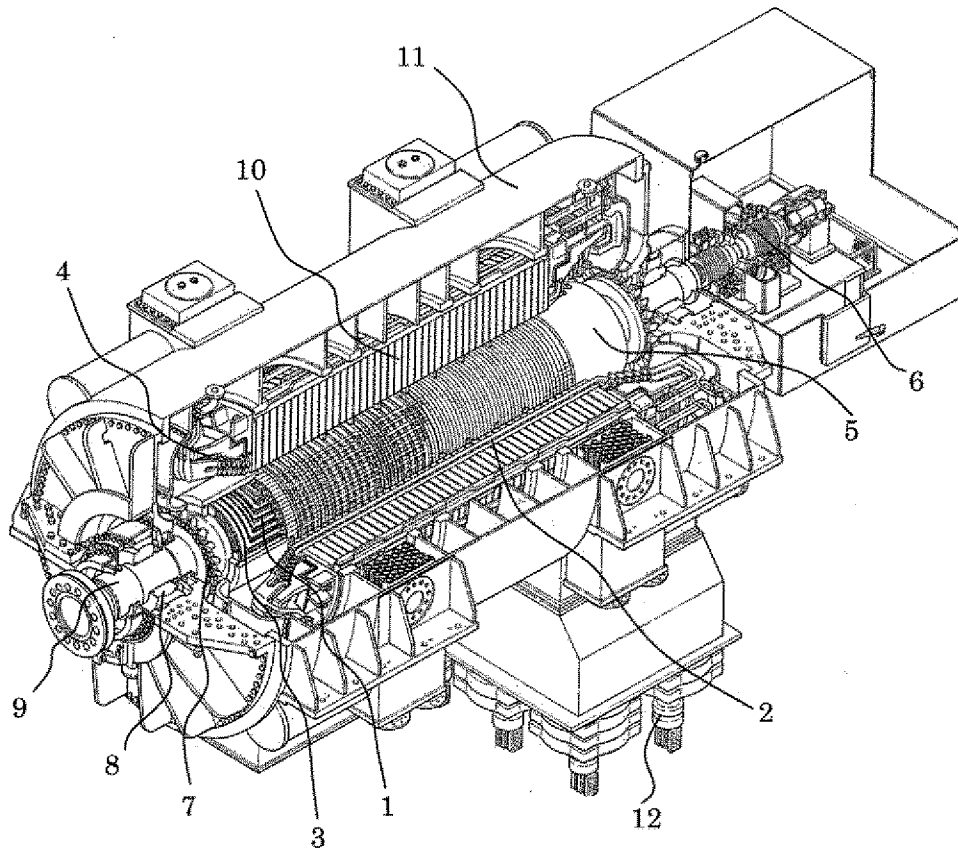
[0032] 1…回転子コイル、2…固定子コイル、3…回転子コイル接続部、4…固定子コイル接続部、5…リテイニングリング、6…コレクタリング、7…本体ラジアルファン、8…軸受、9…回転子軸、10…鉄心、11…固定子フレーム、12…高電圧ブッシング。

請求の範囲

- [請求項1] 質量%で、酸素が0.0001～0.0500%、銀が0.0001～0.5000%、マグネシウムが0.0001～0.0200%、残部が不可避不純物及び銅からなる導体材料で、固定子及び／または回転子のコイルを構成したことを特徴とする回転電機。
- [請求項2] 請求項1において、ろう付け、摩擦攪拌接合または溶融溶接のいずれかを用いて、前記固定子及び／または回転子の接続部に、前記導体材料を接続することを特徴とする回転電機。
- [請求項3] 請求項2において、前記導体材料の酸素が0.0001～0.0050質量%の場合に、溶融溶接を用いることを特徴とする回転電機。
- [請求項4] 請求項1乃至3のいずれかにおいて、前記回転電機が、発電機またはモータであることを特徴とする回転電機。

[図1]

図 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070272

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C9/00(2006.01)i, B23K1/00(2006.01)i, B23K1/19(2006.01)i, B23K9/00(2006.01)i, B23K20/12(2006.01)i, C22F1/08(2006.01)i, H01F5/00(2006.01)i, B23K35/30(2006.01)n, B23K101/36(2006.01)n, B23K103/12(2006.01)n,
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)

C22C9/00, B23K1/00, B23K1/19, B23K9/00, B23K20/12, C22F1/08, H01F5/00, B23K35/30, B23K101/36, B23K103/12, C22F1/00

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 1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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	JP 03-226242 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 07 October 1991 (07.10.1991), page 1, lower left column, lines 18 to 20; page 1, lower right column, line 10 to page 2, upper left column, line 7; page 2, lower left column, lines 10 to 20; table 1(example 9) (Family: none)	1-4
A	JP 03-226241 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 07 October 1991 (07.10.1991), entire text (Family: none)	1-4

☒ 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
20 August, 2013 (20.08.13)

Date of mailing of the international search report
03 September, 2013 (03.09.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070272

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 06-150722 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 31 May 1994 (31.05.1994), entire text (Family: none)	1-4
A	JP 2002-129262 A (Hitachi Cable, Ltd.), 09 May 2002 (09.05.2002), entire text (Family: none)	1-4
A	WO 2010/147018 A1 (Autonetwoks Technologies, Ltd.), 23 December 2010 (23.12.2010), entire text & JP 2011-1566 A & US 2012/0061122 A1 & DE 112010002552 T & CN 102459669 A	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070272

Continuation of A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
(International Patent Classification (IPC))

C22F1/00(2006.01)n

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

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C22C9/00(2006.01)i, B23K1/00(2006.01)i, B23K1/19(2006.01)i, B23K9/00(2006.01)i, B23K20/12(2006.01)i, C22F1/08(2006.01)i, H01F5/00(2006.01)i, B23K35/30(2006.01)n, B23K101/36(2006.01)n, B23K103/12(2006.01)n, C22F1/00(2006.01)n

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（I P C））

Int.Cl. C22C9/00, B23K1/00, B23K1/19, B23K9/00, B23K20/12, C22F1/08, H01F5/00, B23K35/30, B23K101/36, B23K103/12, C22F1/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 請求項の番号
X	JP 03-226242 A（古河電気工業株式会社）1991. 10. 07, 第1頁左下欄第18～20行、第1頁右下欄第10行～第2頁左上 欄第7行、第2頁左下欄第10～20行、第1表（実施例9） （ファミリーなし）	1-4
A	JP 03-226241 A（古河電気工業株式会社）1991. 10. 07, 全文 （ファミリーなし）	1-4

☒ 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

2 0 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 9 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

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）

馳平 憲一

4 K

3 2 3 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5

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 請求項の番号
A	JP 06-150722 A (古河電気工業株式会社) 1994.05.31, 全文 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2002-129262 A (日立電線株式会社) 2002.05.09, 全文 (ファミリーなし)	1-4
A	WO 2010/147018 A1 (株式会社オートネットワーク技術研究所) 2010.12.23, 全文 & JP 2011-1566 A & US 2012/0061122 A1 & DE 112010002552 T & CN 102459669 A	1-4