

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02015/045733

発行日 平成29年3月9日 (2017.3.9)

(43) 国際公開日 平成27年4月2日 (2015.4.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C22C 28/00 (2006.01)	C22C 28/00	Z A A B 5 G 3 2 1
C22C 1/00 (2006.01)	C22C 1/00	B
C22C 1/02 (2006.01)	C22C 1/02	5 O 3 N
H01B 12/00 (2006.01)	H01B 12/00	
H01B 13/00 (2006.01)	H01B 13/00	5 6 3 Z

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 14 頁)

出願番号 特願2015-539039 (P2015-539039)	(71) 出願人 504147243 国立大学法人 岡山大学 岡山県岡山市北区津島中一丁目1番1号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2014/072770	
(22) 国際出願日 平成26年8月29日 (2014.8.29)	
(31) 優先権主張番号 特願2013-199997 (P2013-199997)	(71) 出願人 504139662 国立大学法人名古屋大学 愛知県名古屋市千種区不老町1番
(32) 優先日 平成25年9月26日 (2013.9.26)	
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(71) 出願人 304021417 国立大学法人東京工業大学 東京都目黒区大岡山2丁目12番1号
	(74) 代理人 100108671 弁理士 西 義之
	(72) 発明者 澤 博 愛知県名古屋市千種区不老町1番 国立大 学法人名古屋大学内

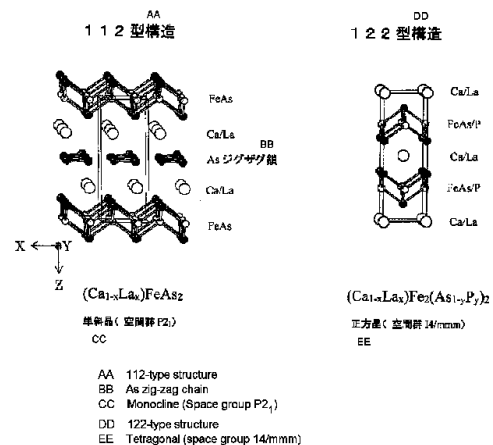
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鉄系超電導物質及びその製造方法

(57) 【要約】

希土類元素の含有率が少ない層間物質からなる鉄系超電導物質を提供すること。

化学式 $Ca_{1-x}R_xFeAs_2$ で示され、 $CaFeAs_2$ 型で、空間群 $P2_1$ の結晶構造を有し、 R は、 La 、 Ce 、 Pr 、 Nd から選ばれる少なくとも1つの軽希土類元素であり、原子比 x が $0.08 < x < 0.24$ であることを特徴とする超電導物質。 $CaFeAs_2$ 型構造は、 $FeAs$ 層と $Ca_{1-x}R_xAs$ 層の交互積層構造であり、 $Ca_{1-x}R_xAs$ 層が、 $Ca_{1-x}R_x$ 層 - As_2 層 - $Ca_{1-x}R_x$ 層の3層からなる層間物質であり、 R をドーピングすることにより前記超電導物質となる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

化学式 $Ca_{1-x}R_xFeAs_2$ で示され、 $CaFeAs_2$ 型で、空間群 $P2_1$ の結晶構造を有し、 R は、 La 、 Ce 、 Pr 、 Nd から選ばれる少なくとも 1 つの軽希土類元素であり、原子比 x が $0.08 < x < 0.24$ であることを特徴とする超電導物質。

【請求項 2】

前記 $CaFeAs_2$ 型構造は、 $FeAs$ 層と $Ca_{1-x}R_xAs$ 層の交互積層構造であり、 $Ca_{1-x}R_xAs$ 層が、 $Ca_{1-x}R_x$ 層 - As_2 層 - $Ca_{1-x}R_x$ 層の 3 層からなる層間物質であり、 R は、 La 、 Ce 、 Pr 、 Nd から選ばれる少なくとも 1 つの軽希土類元素であり、 R をドーピングすることにより前記超電導物質となることを特徴とする層状化合物。

10

【請求項 3】

原料として、 Ca の粒又は粉末、前記 R 元素の粒又は粉末、 $FeAs$ の粒又は粉末、 As の粒又は粉末を組成比が $Ca_{1-x}R_xFeAs_2$ (ただし、 $0.08 < x < 0.24$) となるように秤量し、混合し、混合粒又は混合粉末を不活性雰囲気又は真空中、 $1050 \sim 1100$ で熔融して合成反応させることを特徴とする請求項 1 に記載の超電導物質の製造法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鉄系超電導物質及びその製造方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

2006 年から 2008 年にかけて、東京工業大学の細野秀雄教授のグループにより、鉄系超電導物質が発見された(特許文献 1~4、非特許文献 1~3)。この発見を契機に、様々な鉄系超電導物質が開発された(非特許文献 4)。

【0003】

$FeAs$ 層を有する鉄系超電導物質は、超電導を担う $FeAs$ 層と層間物質が交互に積層した積層構造を特徴とする。この層間物質として、アルカリ金属イオン (Li 、 Na)、アルカリ土類金属イオン (Ca 、 Sr 、 Ba)、蛍石構造の酸化物 RO (ただし、 R は、 La 、 Ce 、 Pr 、 Nd 、 Sm 、 Gd から選ばれる希土類元素の少なくとも 1 種)、蛍石構造のフッ化物 AF (ただし、 A は、 Ca 、 Sr 、 Ba から選ばれるアルカリ土類元素の少なくとも 1 種)、ペロブスカイト構造及び岩塩構造からなる遷移金属酸化物 ($Sr_4V_2O_6$ など) などが知られている。

30

【0004】

これらの層間物質のうち、蛍石構造の酸化物 RO を層間物質とした $RFeAsO$ が最も高い温度で超電導を示す。しかしながら、 $RFeAsO$ は、組成比で 25% の希土類元素を含む。鉄系超電導物質を応用していくためには、高価な希土類元素の含有率が少ない層間物質を見出すことが望まれていた。

【0005】

$AeFe_2As_2$ ($Ae = Ca, Sr, Ba$) は、非ドーピングでは超電導を示さないが、希土類元素 R ($R = La, Ce, Pr, Nd$) をドーピングすることで超電導転移温度 (T_c) が 40 K 以上の高い温度で超電導を示すことが報告されている(非特許文献 5、6)。

40

【0006】

本発明者らは、 $FeAs$ 面を有する鉄系超伝導体において、 $FeAs$ 面の Fe を部分的に Pt に置換するとともに原子空孔を導入してコドーピングした鉄系超伝導体 $Ca(Fe_{1-x}Pt_x)_2As_2$ (x は、 $0.3 < x < 0.4$ 、 x は、 $0.4 < x < 0.6$) に係る発明を特許出願した(特許文献 5)。また、本発明者らは、 $CaFe_2As_2$ に La と P を同時ドーピングすることで T_c が 45 K の超電導が発現することを報告した(非特許文献 7)。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開2007-320829号公報

【特許文献 2】WO2009/104611

【特許文献 3】特開2009-234847号公報

【特許文献 4】WO2010/007929

【特許文献 5】特開2012-66960号公報

【非特許文献】

【 0 0 0 8 】

【非特許文献 1】Y.Kamihara, et al., J. Am. Chem. Soc. 128, 10012 (2006)

【非特許文献 2】Y.Kamihara, et al., J. Am. Chem. Soc. 130, 3296 (2008)

【非特許文献 3】H.Takahashi, et al., Nature 453, 376-378 (15 May 2008)

【非特許文献 4】S.Fujitsu, et al., International Materials Reviews VOL. 57, No. 6, 311-327 (2012)

【非特許文献 5】S.R.Saha, et al. Phys. Rev. B 85, 024525 (2012)

【非特許文献 6】B.Lv, et al. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 108, 15705-15709 (2011)

【非特許文献 7】K.Kudo, et al., Scientific Reports, 3:1478 DOI:10.1038/srep_01478, Published 18 March 2013

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

本発明は、希土類元素の含有率が少ない層間物質からなる鉄系超電導物質を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明の鉄系超電導物質は、化学式 $Ca_{1-x}R_xFeAs_2$ (ただし、RはLa、Ce、Pr、Ndから選ばれる少なくとも1つの希土類元素である。また、 $0.08 < x < 0.24$ である。)で示される化合物によって提供される。この化合物は、FeAs層と $Ca_{1-x}R_xAs$ 層の交互積層構造からなる $CaFeAs_2$ 型構造(空間群 $P2_1$)をとる。層間物質は、 $Ca_{1-x}R_x$ 層 - As_2 層 - $Ca_{1-x}R_x$ 層の3層からなる $Ca_{1-x}R_xAs$ 層である。

【 0 0 1 1 】

前記の化合物において、Caサイトに軽希土類元素Rをドーピングすることにより、 $CaFeAs_2$ 型構造が安定化される。さらに、軽希土類元素Rをドーピングすることにより、FeAs層にキャリアが注入され、超電導が発現する。

【 0 0 1 2 】

すなわち、本発明は、(1)化学式 $Ca_{1-x}R_xFeAs_2$ で示され、 $CaFeAs_2$ 型で、空間群 $P2_1$ の結晶構造を有し、Rは、La、Ce、Pr、Ndから選ばれる少なくとも1つの軽希土類元素であり、原子比xが $0.08 < x < 0.24$ であることを特徴とする超電導物質、である。

【 0 0 1 3 】

また、本発明は、(2)前記 $CaFeAs_2$ 型構造は、FeAs層と $Ca_{1-x}R_xAs$ 層の交互積層構造であり、 $Ca_{1-x}R_xAs$ 層が、 $Ca_{1-x}R_x$ 層 - As_2 層 - $Ca_{1-x}R_x$ 層の3層からなる層間物質であり、Rは、La、Ce、Pr、Ndから選ばれる少なくとも1つの軽希土類元素であり、Rをドーピングすることにより前記超電導物質となることを特徴とする層状化合物、である。

【 0 0 1 4 】

また、本発明は、(3)原料として、Caの粒又は粉末、前記R元素の粒又は粉末、FeAsの粒又は粉末、Asの粒又は粉末を組成比が $Ca_{1-x}R_xFeAs_2$ (ただし、 $0.08 < x < 0.24$)となるように秤量し、混合し、混合粒又は混合粉末を不活性雰囲気又は真空中、 $1050 \sim 1100$ で熔融して合成反応させることを特徴とする上記(

10

20

30

40

50

1)の超電導物質の製造法、である。

【0015】

CaFe₂As₂にLaとPを同時ドーピングした超電導物質は、5つの元素を用いるため試薬の調合が煩雑であり、また、可燃性のPを用いるという問題があった。本発明は、可燃性のPを用いることなく超電導物質を得る点に特徴がある。

【0016】

また、CaFe₂As₂にLaとPを同時ドーピングした超電導物質は、全てのAsがFeAs層に属しており、Asの価数はマイナス3である。一方で、本発明のCa_{1-x}R_xFeAs₂では、FeAs超電導層に属するAsの価数はマイナス3であるが、層間物質に属するAsの価数はマイナス1となる。これは、層間物質のAsが隣接するAsと直接化学結合を作るジグザグ1次元鎖の構造をとるからである(Zintlの化学)。一方で、FeAs超電導層のAsは、Asとの直接の化学結合を形成しないため、価数はマイナス3となる。

【発明の効果】

【0017】

本発明は、公知の鉄系層状化合物からなる超電導体と異なり、層間物質Ca_{1-x}R_xAsを含む新しい化合物群のT_c=20K級~35K級の鉄系超電導物質を提供する。この鉄系超電導物質は、希土類元素の含有率を低くできるので、安価に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の鉄系超電導物質を提供する112型構造の層状化合物(左側図)と公知の122型構造の層状化合物(右側図)の結晶構造である。

【図2】実施例1で得られた単結晶試料の電気抵抗率の温度変化を示すグラフである。

【図3】実施例1で得られた単結晶試料の磁化率の温度変化を示すグラフである。

【図4】比較例1で得られた単結晶試料の磁化率の温度変化を示すグラフである。

【図5】実施例2で得られた単結晶試料の磁化率の温度変化を示すグラフである。

【図6】実施例3で得られた単結晶試料の磁化率の温度変化を示すグラフである。

【図7】実施例4で得られた単結晶試料の磁化率の温度変化を示すグラフである。

【図8】実施例5で得られた単結晶試料の超電導転移温度を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

本発明の鉄系超電導物質は、化学式Ca_{1-x}R_xFeAs₂(ただし、RはLa、Ce、Pr、Ndから選ばれる少なくとも1つの軽希土類元素である。また、0.08 ≤ x ≤ 0.24である。)で示される化合物によって提供される。

【0020】

図1の左側図に、本発明の鉄系超電導物質を提供するCaFeAs₂で示される層状化合物の結晶構造を示す。CaFeAs₂で示される112型構造の化合物は、超電導層のFeAs層と、層間物質のCaAs層とが交互に重なる構造であり、単斜晶(空間群P2₁)である。層間物質のCaAs層は、Ca層、Asのジグザグ鎖からなるAs層、Ca層が積層した3層の積層構造からなる。一方で、AeFe₂As₂(Ae=Ca, Sr, Ba)で示される公知の122型構造の化合物は、図1の右側図に示すように、超電導層のFeAs層と、層間物質のCa層とが交互に重なる構造であり、正方晶(空間群14/mmm)である。すなわち、公知の122型構造の化合物の層間物質はAeからなる1層の構造である。

【0021】

RFeAsO(R=La, Ce, Pr, Nd, Sm)で示される公知の化合物は、いずれの希土類元素Rを用いても超電導を示す。これは、これらの希土類のイオン半径がほぼ等しいこと、共通して3価の価数を取ること、4f電子の数が異なるが原子核の近くに局在するので化学結合に関与しないことによる。希土類元素Rの作用は、Ca_{1-x}R_xFeAs₂においても同様であると考えられる。

10

20

30

40

50

【0022】

CaFeAs₂化合物のCaサイトに軽希土類元素Rをドーブすると超電導を示す。軽希土類元素Rは、La、Ce、Pr、Ndから選ばれる少なくとも1つであり、これらの元素は、Caとイオン半径が近い点で望ましい。R元素のドーブによって、層間物質は、Ca_{1-x}R_x層 - As層 - Ca_{1-x}R_x層の3層からなるCa_{1-x}R_xAs層となる。

【0023】

Ca_{1-x}R_xFeAs₂のxで示される軽希土類元素Rの濃度は、0.08 x 0.24、すなわちCaに対して8~24原子%程度、好ましくは0.10 x 0.22、すなわち10原子%以上、22原子%以下程度である。8原子%未満ではCaFeAs₂型構造がほとんど得られず、当該化合物の合成時に多量の不純物FeAsが析出する。25原子%以上では超電導を示さない。xが0.1~0.15、すなわちCaに対して10~15原子%程度でTcが最も高く、xの値が増えるとTcが低下する。

10

【0024】

RとしてCaとイオン半径が最も近いLaを用いた場合、15原子%程度の濃度で超電導転移温度(Tc)が最も高い温度になる。

【0025】

また、本発明の鉄系超電導物質は、原料として、Caの粒又は粉末、R元素の粒又は粉末、FeAsの粒又は粉末、Asの粒又は粉末を1-x : x : 1 : 1 (0.08 x 0.24)の割合で混合し、混合粒又は混合粉末を不活性雰囲気又は真空中で加熱して溶融し、合成反応させることでCa_{1-x}R_xFeAs₂を製造することができる。FeAsの粒又は粉末の代わりにFeとAsの粒又は粉末を用いて、Ca、R、Fe、Asを1-x : x : 1 : 2の割合で混合しても良い。なお、粒又は粉末は、混合に適するものであれば、その形状、サイズなどは限定されない。

20

【0026】

原料の粒又は粉末を混合して混合粒又は混合粉末を作製した後、当該混合粒又は混合粉末を加熱炉に入れて溶融し、合成反応させてから凝固することにより鉄系超電導体を得られる。反応容器として石英ガラス管を用いる場合には、Caが石英ガラス管と反応することを防ぐために、混合粒又は混合粉末をアルミナ坩堝へ入れ、これを石英ガラス管に入れて真空封入することが好ましい。

【0027】

混合粒又は混合粉末を合成反応させることができるのであれば、加熱、冷却条件は適宜調整してよい。例えば、800以上の温度で合成反応させることで超電導物質を得ることができるが、好ましくは、1050~1100で溶融する。例えば、20時間以上かけて1100まで昇温し、1100から1050まで加熱炉内で数十時間かけて溶融物を徐冷することが好ましい。その後、加熱炉内で自然冷却すればよい。

30

【実施例1】

【0028】

出発原料にCa粒、La粉末、FeAs粉末、As粒を用い、組成比がCa_{0.9}La_{0.1}FeAs₂となるように秤量した。

【0029】

La粉末とFeAs粉末をメノウ乳鉢で混合した。これをCa粒とAs粒と共にアルミナ坩堝(内径6mm、長さ60mm)に入れ、さらに石英ガラス管(内径11mm、肉厚1mm)に入れて真空封管した。これを電気炉に入れて、以下のように加熱処理を行った。室温から700まで15時間かけて上げた。700で3時間保持した。700から1100まで9時間かけて上げた。1100から1050まで40時間かけて徐冷した。その後、1050から室温まで炉冷した。

40

【0030】

上記方法により、1mm x 1mm x 0.1mm程度のCa_{0.9}La_{0.1}FeAs₂単結晶が得られた。不純物として、FeAsとLaAsが生成した。

【0031】

50

図 2 に、上記方法により得られた $\text{Ca}_{0.9}\text{La}_{0.1}\text{FeAs}_2$ 単結晶の電気抵抗率の温度依存性を示す。約 38 K で電気抵抗が減少しはじめ、約 35 K でゼロ抵抗を示した。

【0032】

図 3 に、上記方法により得られた $\text{Ca}_{0.9}\text{La}_{0.1}\text{FeAs}_2$ 単結晶の磁化率の温度依存性を示す。約 35 K 以下で負の値を示した。このように、この単結晶は T_c が約 35 K であることが分かる。

[比較例 1]

【0033】

実施例 1 で用いた組成比の代わりに $\text{Ca}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{FeAs}_2$ となるように秤量した以外は、実施例 1 と同じ条件で $\text{Ca}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{FeAs}_2$ 単結晶が得られた。不純物として、 FeAs と LaAs が生成した。

10

【0034】

図 4 に、上記方法により得られた $\text{Ca}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{FeAs}_2$ 単結晶の磁化率の温度依存性を示す。磁化率は負の値を示さなかった。このように、 La が Ca に対して 50 原子% の単結晶は超電導を示さないことが分かる。

【実施例 2】

【0035】

実施例 1 で用いた La 粉末の代わりに Ce 粉末を用いた以外は、実施例 1 と同じ条件で $\text{Ca}_{0.9}\text{Ce}_{0.1}\text{FeAs}_2$ 単結晶が得られた。不純物として、 FeAs と CeAs が生成した。

20

【0036】

図 5 に、上記方法により得られた $\text{Ca}_{0.9}\text{Ce}_{0.1}\text{FeAs}_2$ 単結晶の磁化率の温度依存性を示す。約 20 K 以下で負の値を示した。このように、この単結晶は T_c が約 20 K であることが分かる。

【実施例 3】

【0037】

実施例 1 で用いた La 粉末の代わりに Pr 粉末を用いた以外は、実施例 1 と同じ条件で $\text{Ca}_{0.9}\text{Pr}_{0.1}\text{FeAs}_2$ 単結晶が得られた。不純物として、 FeAs と PrAs が生成した。

30

【0038】

図 6 に、上記方法により得られた $\text{Ca}_{0.9}\text{Pr}_{0.1}\text{FeAs}_2$ 単結晶の磁化率の温度依存性を示す。約 21 K 以下で負の値を示した。このように、この単結晶は T_c が約 20 K であることが分かる。

【実施例 4】

【0039】

実施例 1 で用いた La 粉末の代わりに Nd 粉末を用いた以外は、実施例 1 と同じ条件で $\text{Ca}_{0.9}\text{Nd}_{0.1}\text{FeAs}_2$ 単結晶が得られた。不純物として、 FeAs と NdAs が生成した。

【0040】

図 7 に、上記方法により得られた $\text{Ca}_{0.9}\text{Nd}_{0.1}\text{FeAs}_2$ 単結晶の磁化率の温度依存性を示す。約 12 K 以下で負の値を示した。このように、この単結晶は T_c が約 12 K であることが分かる。

40

【実施例 5】

【0041】

実施例 1 で用いた組成比の代わりに $\text{Ca}_{1-x}\text{La}_x\text{FeAs}_2$ において x の値が 0.15、0.16、0.19、0.21、0.22 の各組成比で秤量した以外は、実施例 1 と同じ条件で単結晶を製造した。図 8 に、磁化率より決定した超電導転移温度と、蛍光 X 線分析により決定した La 量の関係を示す。 La 分析値 $x = 0.15$ の単結晶は T_c が約 35 K であることが分かる。 La の分析値がさらに増加すると、 T_c が低下し、 La 分析値 $x = 0.22$ の単結晶は T_c が約 22 K であることが分かる。 La 分析値 $x = 0.25$ の

50

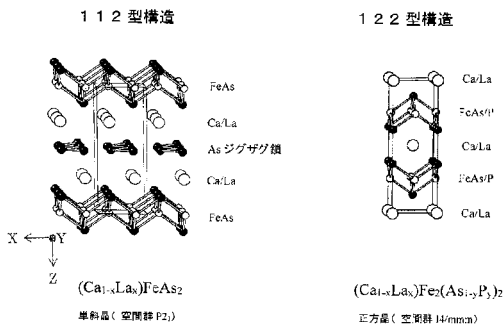
単結晶は超電導を示さなかった。

【産業上の利用可能性】

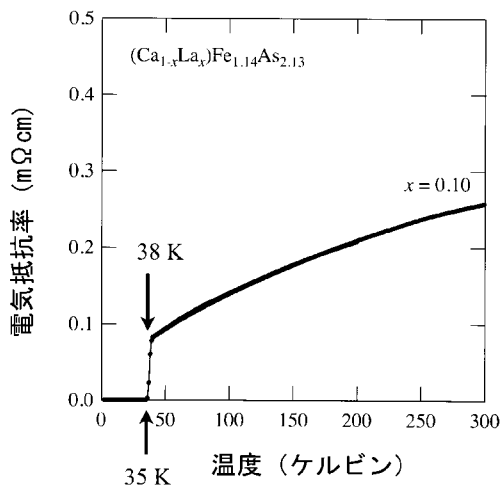
【0042】

本発明の鉄系超電導物質は、従来の鉄系超電導物質に較べて、希土類元素の含有量が少ないため、安価に製造できる $T_c = 10\text{ K} \sim 30\text{ K}$ 級の超電導物質を提供することができる。この超電導物質は、循環型冷凍機と組み合わせて、小型モーター材料、MRI - CT用磁石などへの用途がある。

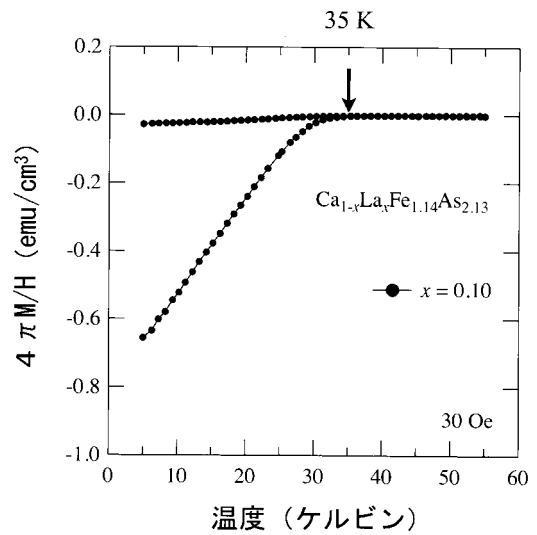
【図1】



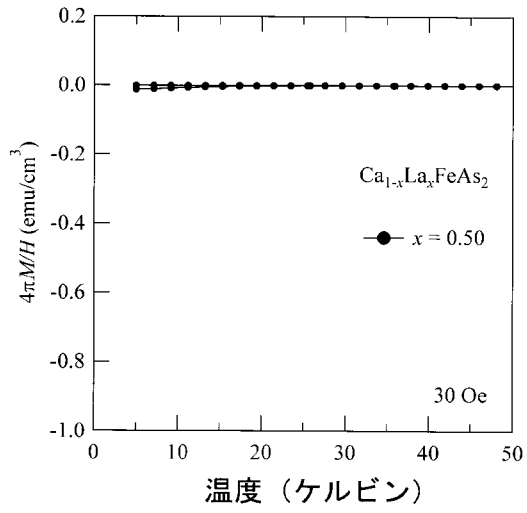
【図2】



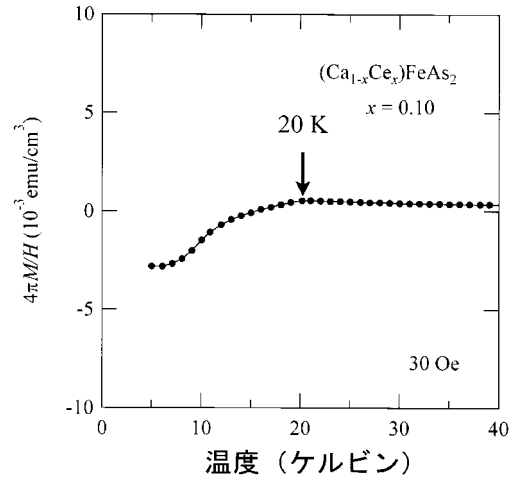
【図3】



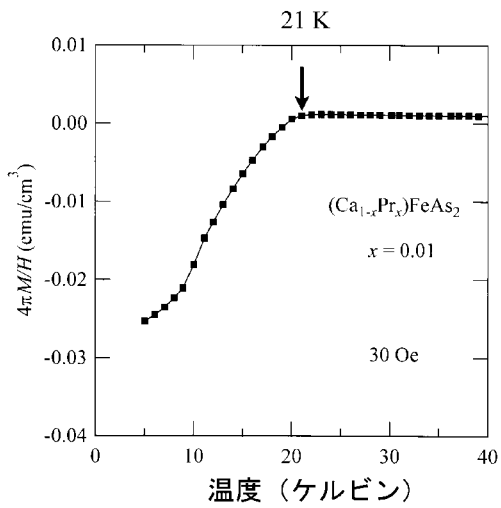
【 図 4 】



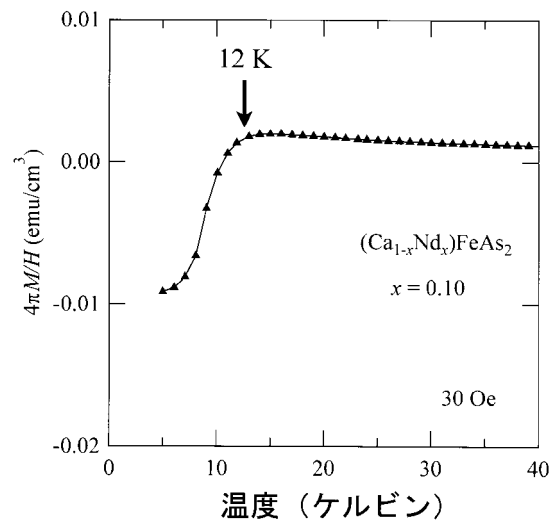
【 図 5 】



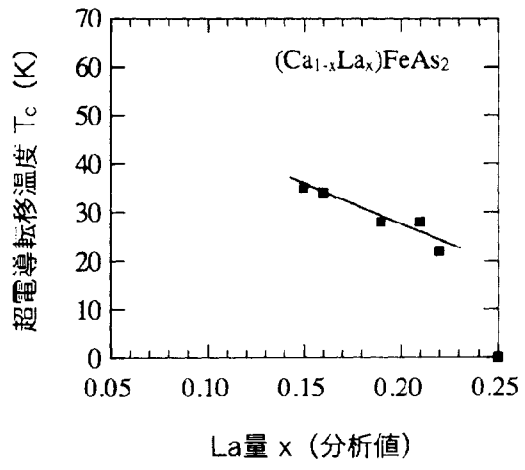
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2014/072770
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C22C28/00(2006.01)i, C22C1/00(2006.01)i, C22C1/02(2006.01)i, H01B12/02(2006.01)i, H01B13/00(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) C22C28/00, C22C1/00, C22C1/02, H01B12/02, H01B13/00 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 1996-2014 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Science Direct, JSTPlus(JDreamIII)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-234847 A (Japan Science and Technology Agency), 15 October 2009 (15.10.2009), entire text & US 2011/0045985 A1 & WO 2009/119216 A1	1-3
A	JP 2012-066960 A (Okayama University), 05 April 2012 (05.04.2012), entire text (Family: none)	1-3
A	WO 2010/007929 A1 (Japan Science and Technology Agency), 21 January 2010 (21.01.2010), entire text & US 2011/0111965 A1 & WO 2010/007929 A1	1-3
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 19 November, 2014 (19.11.14)		Date of mailing of the international search report 02 December, 2014 (02.12.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/072770

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2009/104611 A1 (Japan Science and Technology Agency), 27 August 2009 (27.08.2009), entire text & US 2011/0002832 A1	1-3
A	WO 2012/018850 A1 (BROOKHAVEN SCIENCE ASSOCIATES, LLC), 09 February 2012 (09.02.2012), entire text & US 2013/0196856 A1 & EP 2601693 A	1-3
A	J. H. Shim et al., Density-functional calculations of the electronic structures and magnetism of the pnictide superconductors BaFeAs ₂ and BaFeSb ₂ , PHYSICAL REVIEW B, 2009.02.02, Vol.79, p.060501-1-060501-4	1-3

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 4 / 0 7 2 7 7 0	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. C22C28/00(2006.01)i, C22C1/00(2006.01)i, C22C1/02(2006.01)i, H01B12/02(2006.01)i, H01B13/00(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. C22C28/00, C22C1/00, C22C1/02, H01B12/02, H01B13/00			
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014年			
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用了用語) Science Direct JSTPlus(JDreamIII)			
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	
A	JP 2009-234847 A (独立行政法人科学技術振興機構) 2009.10.15, 全文 & US 2011/0045985 A1 & WO 2009/119216 A1	1-3	
A	JP 2012-066960 A (国立大学法人 岡山大学) 2012.04.05, 全文 (ファミリーなし)	1-3	
A	WO 2010/007929 A1 (独立行政法人科学技術振興機構) 2010.01.21, 全文 & US 2011/0111965 A1 & WO 2010/007929 A1	1-3	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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者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 19.11.2014		国際調査報告の発送日 02.12.2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/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) 川村 裕二	4 K 3 3 4 9
		電話番号 03-3581-1101 内線 3435	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2014/072770
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	WO 2009/104611 A1 (独立行政法人科学技術振興機構) 2009.08.27, 全文 & US 2011/0002832 A1	1-3
A	WO 2012/018850 A1 (BROOKHAVEN SCIENCE ASSOCIATES, LLC) 2012.02.09, 全文 & US 2013/0196856 A1 & EP 2601693 A	1-3
A	J. H. Shim et al., Density-functional calculations of the electronic structures and magnetism of the pnictide superconductors BaFeAs ₂ and BaFeSb ₂ , PHYSICAL REVIEW B, 2009.02.02, Vol. 79, p. 060501-1-060501-4	1-3

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, IR, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG

(72)発明者 片山 尚幸

愛知県名古屋市千種区不老町1番 国立大学法人名古屋大学内

(72)発明者 細野 秀雄

東京都目黒区大岡山2丁目1番1号 国立大学法人東京工業大学内

(72)発明者 野原 実

岡山県岡山市北区津島中一丁目1番1号 国立大学法人岡山大学内

(72)発明者 工藤 一貴

岡山県岡山市北区津島中一丁目1番1号 国立大学法人岡山大学内

Fターム(参考) 5G321 AA99 CA03 CA05 DD02

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。