

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5397966号
(P5397966)

(45) 発行日 平成26年1月22日 (2014. 1. 22)

(24) 登録日 平成25年11月1日 (2013. 11. 1)

(51) Int. Cl.

F I

C 2 2 C 9/00 (2006. 01)

C 2 2 C 9/00

F 2 7 B 3/20 (2006. 01)

F 2 7 B 3/20

H O 1 B 1/02 (2006. 01)

H O 1 B 1/02

A

H O 1 B 13/00 (2006. 01)

H O 1 B 13/00

Z

C 2 2 C 1/02 (2006. 01)

C 2 2 C 1/02

5 O 3 B

請求項の数 10 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-529952 (P2011-529952)

(86) (22) 出願日 平成22年9月3日 (2010. 9. 3)

(86) 国際出願番号 PCT/JP2010/065131

(87) 国際公開番号 W02011/027858

(87) 国際公開日 平成23年3月10日 (2011. 3. 10)

審査請求日 平成24年4月5日 (2012. 4. 5)

(31) 優先権主張番号 特願2009-206247 (P2009-206247)

(32) 優先日 平成21年9月7日 (2009. 9. 7)

(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 501485032

株式会社白金

栃木県那須烏山市中央1-5-32

(73) 特許権者 504171134

国立大学法人 筑波大学

茨城県つくば市天王台一丁目1番1

(74) 代理人 100117787

弁理士 勝沼 宏仁

(74) 代理人 100091982

弁理士 永井 浩之

(74) 代理人 100107537

弁理士 磯貝 克臣

(74) 代理人 100105795

弁理士 名塚 聡

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 銅合金並びにその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

銅合金であって、高温環境下で、溶融した銅に 0 . 0 1 ~ 0 . 6 w t % の範囲内にある所定量の炭素を添加させ、

前記高温環境が 1 2 0 0 ~ 1 2 5 0 の温度範囲内にあり、

前記炭素は、六方晶系のグラファイト型である

ことを特徴とする銅合金。

【請求項 2】

前記炭素が前記高温環境下にある銅へ混入することを促進させるための炭素添加促進剤が前記炭素とともに添加される

ことを特徴とする請求項 1 に記載の銅合金。

【請求項 3】

前記所定量の炭素が、 0 . 0 3 ~ 0 . 3 w t % の範囲内にある

ことを特徴とする請求項 1 に記載の銅合金。

【請求項 4】

銅合金の製造方法であって、

銅材料が投入された高温用金属溶融炉を高温環境にまで加熱させ、前記銅材料中の酸素を除去するとともに前記銅材料を溶融させる溶融工程と、

前記溶融工程により溶融され前記高温環境下にある銅へ所定量の炭素を添加する加炭工程と、

前記銅材料と前記炭素とを攪拌する攪拌工程と、
前記攪拌工程により攪拌された前記銅材料と前記炭素との混合物を鋳型に流し込んで前記混合物を冷却凝固させる冷却工程と、
を備え、

前記炭素は、六方晶系のグラファイト型であり、

前記高温環境が1200～1250の温度範囲内にあり、

前記所定量の炭素量が0.01～0.6wt%の範囲内である

ことを特徴とする銅合金の製造方法。

【請求項5】

前記加炭工程において、前記炭素が前記高温環境下にある銅へ混入することを促進させるための炭素添加促進剤が前記炭素とともに添加されることを特徴とする請求項4に記載の銅合金の製造方法。

10

【請求項6】

前記炭素添加促進剤は、前記高温用金属溶融炉において溶融した前記銅材料の表面に浮上し、回収されることを特徴とする請求項5に記載の銅合金の製造方法。

【請求項7】

前記炭素添加促進剤は、前記冷却工程において、前記高温用金属溶融炉の底部にある取り出し口から前記銅材料と前記炭素との混合物と共に鋳型に流し込ませ、冷却後に叩かれて前記混合物から分離されることを特徴とする請求項5に記載の銅合金の製造方法。

20

【請求項8】

前記所定量の炭素量が0.03～0.3wt%の範囲内である

ことを特徴とする請求項4に記載の銅合金の製造方法。

【請求項9】

前記高温用金属溶融炉は、前記銅材料及び前記炭素が投入される窯部と、前記窯部の上方位置に密閉加熱空間を形成する加熱空間部と、加熱燃料を前記密閉加熱空間内に供給し前記密閉加熱空間及び前記窯部を加熱する加熱部と、前記加熱空間部に形成された排気口とを備える

ことを特徴とする請求項4に記載の銅合金の製造方法。

30

【請求項10】

前記溶融工程において、前記高温用金属溶融炉の前記排気口から排出される酸素量が0になるように加熱燃料の供給量を調節する

ことを特徴とする請求項4に記載の銅合金の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願発明は、銅合金に関し、詳しくは銅材料に加炭することで得られる炭素添加銅合金に関するものである。

【背景技術】

40

【0002】

銅材は一般的な金属の中で電気伝導率が高い特性を有し、加工性にも優れており、電線等を含め種々の銅合金が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-92176号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

例えば電力を送電する電線においては、電線の電気抵抗をわずかにでも低く改良されるだけでも、送電距離が長いために、ジュール損失の低減効果は非常に大きい。このために、より低い電気抵抗を有する銅材は常に求められている。また、電線等に用いられる銅材としては、単に低い電気抵抗を有するというだけでは十分でなく、高い引っ張り強度を有する等の加工性に優れている必要がある。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、従来の銅材は高い電気抵抗と低い引っ張り強度を有するという問題があった。

また、銅材料に炭素を添加することを試みようとした場合に、どの程度の重量比 (w t %) の炭素量を添加することが可能であってかつ有益であり、また、どのような手法によって添加することが可能であるかについて、明確には示されていなかった。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本願発明は、銅に炭素を添加、とりわけ、銅に六方晶系のグラファイト型の炭素を実用性に耐える程に均一的に分布するように添加することを可能にした発明者の知見に基づくものである。

【 0 0 0 7 】

本願発明の目的は、上記従来技術の問題を解消し、従来に比べてより低い電気抵抗とより低い高い引っ張り強度を有する銅合金及びその製造方法を提供することである。

【 0 0 0 8 】

20

上記目的を達成するために、本願発明に係る銅合金は、銅合金であって、高温環境下で、溶融した銅に 0 . 0 1 ~ 0 . 6 w t % の範囲内にある所定量の炭素を添加させたことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

また、前記高温環境が 1 2 0 0 ~ 1 2 5 0 の温度範囲内にあることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

また、前記炭素は、六方晶系のグラファイト型であることを特徴とする。

また、前記炭素が前記高温環境下にある銅へ混入することを促進させるための炭素添加促進剤が前記炭素とともに添加されることを特徴とする。

30

また、より好ましくは、前記所定量の炭素が、 0 . 0 3 ~ 0 . 3 w t % の範囲内にあることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

また、本願発明に係る銅合金の製造方法は、銅合金の製造方法であって、

銅材料が投入された高温用金属溶融炉を高温環境にまで加熱させ、前記銅材料中の酸素を除去するとともに前記銅材料を溶融させる溶融工程と、

前記溶融工程により溶融され前記高温環境下にある銅へ所定量の炭素を添加する加炭工程と、

前記銅材料と前記炭素とを攪拌する攪拌工程と、

前記攪拌工程により攪拌された前記銅材料と前記炭素との混合物を鋳型に流し込んで前記混合物を冷却凝固させる冷却工程と、
を備えることを特徴とする。

40

【 0 0 1 2 】

また、前記加炭工程において、前記炭素が前記高温環境下にある銅へ混入することを促進させるための炭素添加促進剤が前記炭素とともに添加されることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

また、前記高温環境が 1 2 0 0 ~ 1 2 5 0 の温度範囲内にあることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

また、前記所定量の炭素量が 0 . 0 1 ~ 0 . 6 w t % の範囲内であることを特徴とする

50

。

また、より好ましくは、前記所定量の炭素が、 $0.03 \sim 0.3 \text{ wt} \%$ の範囲内にあることを特徴とする。

【0015】

また、前記高温用金属溶融炉は、前記銅材料及び前記炭素が投入される窯部と、前記窯部の上方位置に密閉加熱空間を形成する加熱空間部と、加熱燃料を前記密閉加熱空間内に供給し前記密閉加熱空間及び前記窯部を加熱する加熱部と、前記加熱空間部に形成された排気口とを備えることを特徴とする。

【0016】

また、前記溶融工程において、前記高温用金属溶融炉の前記排気口から排出される酸素量が0になるように加熱燃料の供給量を調節することを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】高温用金属溶融炉を示す平面図。

【図2】高温用金属溶融炉を示す断面図。

【図3】電気抵抗率の測定した結果を示す図。

【図4】引っ張り試験の結果を示す図。

【図5】図4における降伏応力(MPa)及び引っ張り強さ(MPa)の値を示す図。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下に本願発明の実施形態について説明する。

本実施形態に係る銅合金は、高温環境下で、溶融した銅に $0.01 \sim 0.6 \text{ wt} \%$ の範囲内にある所定量の炭素を添加させて構成したものである。

【0019】

ここで、高温環境とは、炭素を実用性に耐える程に均一的に分布するように添加することを可能にするものであり、この高温環境は $1200 \sim 1250$ の温度範囲内にあり、銅の融点温度である 1083 よりも高温である。

高温環境が 1200 より低い場合には、銅の溶融が不十分であり、添加する炭素が溶融した銅中に均一に拡散しにくい。特に、高温用金属溶融炉内の銅同材料の全体を均一的に溶融するためには、銅の融点温度である 1083 に比べて余裕のある高温環境である必要がある。また、高温環境が 1250 より高い場合には、添加する炭素が溶融した銅中において互いにはじかれ局在する傾向を有し均一に拡散しにくく、また沸騰する傾向を有し、現実的な製造に適さない。また、現実的には、高温用金属溶融炉を構成する炭素成分等の他の成分が溶出することを回避する必要もあり、 1250 より高くないことが好ましい。したがって、より高温環境の下で炭素を添加させる必要があるが、 1250 以内で理想とする炭素の形態を得られる。また、 1250 より高い高温環境においては、炭素を添加させたとしても、そのような極めて高温の高温環境下に高温用金属溶融炉を操作維持するためには、燃焼燃料コストがかかるということで不経済でもあり、また不純物の混入を回避するための管理面においても技術的に容易でないこともあり、有意な意味をなさない。

【0020】

また、所定量の炭素量は、 0.01 より小さい場合には、銅固有の電気抵抗と変わらず電気抵抗の値を有し炭素を添加した効果が生じない。 $0.6 \text{ wt} \%$ より大きい場合には、銅固有の電気抵抗より低い電気抵抗の値を有するが引っ張り強度が小さくなりすぎる。また、炭素量を $0.6 \text{ wt} \%$ より大きくした場合には、炭素を均一に拡散させることが非常に難しくなり、実用性に耐え得る品質を保証することが難しくなる。そこで、実験的な考察によれば、所定量の炭素量は、 $0.03 \sim 0.3 \text{ wt} \%$ の範囲内であることがより好ましい。ここで、炭素の原子量はCuに比べて小さいので、炭素量が $0.01 \sim 0.6 \text{ wt} \%$ の範囲であるとしても、添加される炭素の原子の数は必ずしも少なくはないのである。

したがって、炭素量の上限については、0.6wt%とする。なお、前記所定量の炭素量が0.03～0.3wt%の範囲内である場合は、低い電気伝導率と高い引っ張り特性を確実に備える上でより好ましい。

【0021】

なお、かかる炭素量については、銅合金の用途に応じて必要とする引っ張り強度や硬度、電気伝導率等から適宜決定される。

【0022】

また、添加する炭素は、六方晶系のグラファイト型であることが好ましい。炭素がグラファイトである場合には、炭素が柔らかい特性を有するために、1200～1250の温度範囲という高温環境)下で炭素を実用性に耐える程に均一的に分布するように添加することが可能になる。これに対して、炭素が立方晶系のダイヤモンド型である場合には非常に硬い特性を有するために、1200～1250の温度範囲という高温環境下であっても、炭素を実用性に耐える程に均一的に分布するように添加することができない。

【0023】

また、添加する炭素は、高温環境下にある銅へ炭素が局在することなく均一的に混入することを促進させるための炭素添加促進剤とともに前記銅へ添加される。

【0024】

次に、本願発明にかかる銅合金の製造方法について説明する。

図1は高温用金属溶融炉1を示す平面図であり、図2は高温用金属溶融炉1を示す断面図である。高温用金属溶融炉1は、反射型炉であり、断熱材壁で囲われた外壁部2の内側に鑄型として形成された窯部3を有する。窯部3の上方位置には密閉加熱空間4が形成されており、密閉加熱空間4の上部を形成する部位はドーム形状を有し、密閉加熱空間4の上部の輻射熱が窯部3の部位に反射し窯部3中の銅材料等に熱が集中するように構成されている。高温用金属溶融炉1の前側の外壁部2には、バーナー口5が形成されており、バーナー口5からバーナー7によって高温のガス炎9が投入され、ガス炎9は密閉加熱空間4中にガス炎流路9aを形成し、窯部3内を均一に加熱することを可能にする。1200～1250の温度範囲で加熱される。

【0025】

また、外壁部2にはバーナー口5に隣接する位置に、排気口11が形成されており、排気口11から窯部3の内部の炎の状態を観察することができる。例えば、排気口11から窯部3の内部の炎の状態が青白い色であることを観察することによって、窯部3内の銅材料中の酸素がほぼ除去されたことを経験的に確認できる。また、高温用金属溶融炉1の頂部には煙突13が設けられており、煙突13から排出されて煙あるいは炎の色等の状態を観察することによっても、窯部3内の銅材料中の酸素がほぼ除去されたことを確認できる。

【0026】

本願発明に係る銅合金の製造方法は、銅材料が投入された高温用金属溶融炉1を1200～1250の高温環境にまで加熱させ、銅材料を溶融させる溶融工程と、前記溶融工程により溶融され前記高温環境下にある銅材料へ所定量の炭素を粉末状あるいは顆粒状の炭素を炭素添加促進剤とともに添加する加炭工程と、銅材料と炭素と炭素添加促進剤加炭剤とを攪拌する攪拌工程と、前記攪拌工程により攪拌された前記銅材料と前記炭素との混合物を鑄型に流し込んで前記混合物を冷却凝固させる冷却工程と、を備えている。

冷却工程においては、前記攪拌工程により攪拌された前記銅材料と前記炭素との混合物は、高温用金属溶融炉1の底部に設けられた取り出し口から高温用金属溶融炉1の外部の鑄型に流し込まれ、冷却される。

【0027】

ここで、炭素添加促進剤は、粉末状あるいは顆粒状の形状を有し、粉末状あるいは顆粒状の炭素が互いに凝縮してしまうことを防止し、炭素が高温環境下にある銅へ混入することを促進する作用を有するものである。炭素添加促進剤は炭素と混合して供給され、供給される炭素添加促進剤は炭素の量は、重量比で、炭素の1倍から2倍の範囲の量である。

炭素添加促進剤を、溶融工程により溶融され高温環境下にある銅材料へ粉末状あるいは顆粒状の炭素とともに添加することによって、炭素添加促進剤の小さい塊に炭素が付着し、炭素が炭素添加促進剤に保持される。炭素を保持した炭素添加促進剤の小さい塊は、溶融した銅材料中を対流して上下し、この過程で炭素が溶融した銅材料中に分散させることができる。そして、炭素が炭素添加促進剤から分離して炭素のみが銅材料中に均一に混合される。この後、炭素を溶融した銅材料中に均一的に混合させるという役目を終えた炭素添加促進剤は、炭素添加促進剤は溶融した銅材料の表面に浮上する。炭素添加促進剤が炭素と共に溶融した銅材料に添加されてから、溶融した銅材料の表面に浮上するまでの時間は、例えば、数分間、例えば2分間という短時間である。

【0028】

10

炭素を溶融した銅材料中に均一的に混合させるという役目を終えて溶融した銅材料の表面に浮上し炭素添加促進剤は、耐高温性のひしゃく道具を用いて回収される。

また、ひしゃく道具を用いて回収する代わりに、次のようにして炭素添加促進剤を回収することも可能である。すなわち、溶融した銅材料の表面に浮上し炭素添加促進剤を、溶融した銅材料と共に高温用金属溶融炉1の底部に設けられた取り出し口から鑄型に流し込ませ冷却する。次に、冷却した炭素添加促進剤と、前記銅材料と前記炭素との混合物とを、ハンマーで叩くことによって、固化した炭素添加促進剤を、固化した前記銅材料と前記炭素との混合物から分離させることができる。

【0029】

炭素添加促進剤を用いず単に攪拌作用のみに頼る場合には、炭素が互いに凝縮してしまい銅材料中に均一に分散しない傾向を有するので、炭素添加促進剤を添加することがより好ましい。

20

【0030】

前記溶融工程において、高温用金属溶融炉1の排気口11から窯部3の内部あるいは密閉加熱空間4の炎の状態が青白い色であることを観察することによって、排気口11から排出される酸素量が0になるようにガスバーナー7の加熱燃料の供給量を調節することが行われる。これによって、窯部3内の銅材料に添加される炭素が酸化してしまい銅材料中に混入することが妨げられることを防止することができる。

【0031】

次に、前述の製造方法により製造した本願発明の実施形態に係る銅合金の電気抵抗と引っ張り強度について測定した結果について説明する。

30

【0032】

図3に四端子法で電気抵抗率の測定した結果を示す。試料としては、純粋な銅材(a)、0.03wt%の炭素を添加した銅合金(b)、0.3wt%の炭素を添加した銅合金(c)を用いた。測定の結果、純粋な銅材(a)の場合は 1.97×10^{-8} m)であった。0.03wt%の炭素を添加した銅合金(b)の場合は 1.89×10^{-8} m)であり、0.3wt%の炭素を添加した銅合金(c)の場合は 1.71×10^{-8} m)であり、ともに純粋な銅材(a)の場合に比べて、電気抵抗率がより低くなることが確認され、優れた電気抵抗率を有することが確認された。

【0033】

40

添加する炭素の量が0.3wt%よりも大きい場合でも、0.6wt%以内であれば、低い電気抵抗率を享受できるとともに、炭素を溶融する銅材中に均一に拡散させることができ、実用性に耐え得る品質を保証することができることが確認された。また、添加する炭素の量が0.03wt%よりも小さい場合でも、0.01wt%以上であれば、純粋な銅に比べて有意により低い電気抵抗率を享受できることが確認された。以上のように、実験を通じて、この低い電気抵抗率は、添加する炭素量が0.01~0.6wt%の範囲であれば可能であるという心証が得られた。

【0034】

図4は、引っ張り試験の結果を示す。試料としては、純粋な銅材(a)、0.03wt%の炭素を添加した銅合金(b)、0.3wt%の炭素を添加した銅合金(c)を用いた

50

。測定器としては、島津製作所製 A G S - 5 0 0 D を用いた。長さ 2 6 m m、幅 3 . 0 m m、厚み 0 . 2 3 m m の平板状試料を作成し、長さ方向にストレス (M P a) を加え、変形量としてストレイン (%) を測定した。

【 0 0 3 5 】

図 4 の (a)、(b)、(c) のいずれの場合においても、ストレス (M P a) をゼロから加えて増加させると、ストレス (M P a) とストレイン (%) との関係が最初は直線的に変化し、さらにストレス (M P a) とストレイン (%) との関係は緩慢に変化する関係になり、さらにストレス (M P a) を加えるとあるストレイン (%) の値でストレス (M P a) は急降下する。ストレス (M P a) とストレイン (%) との関係が直線的に変化する領域が弾性変形領域であり、ストレス (M P a) とストレイン (%) との関係が緩慢に変化する領域が塑性変形領域を示す。弾性変形領域から塑性変形領域に移行するストレス (M P a) の値が降伏応力 (M P a) を示す。あるストレイン (%) の値で急降下するストレス (M P a) の値が引っ張り強さ (M P a) を示す。

10

【 0 0 3 6 】

純粋な銅材 (a)、0 . 0 3 w t % の炭素を添加した銅合金 (b)、及び 0 . 3 w t % の炭素を添加した銅合金 (c) のサンプルについて、図 4 に示される降伏応力 (M P a) 及び引っ張り強さ (M P a) の値を図 5 に示す。

【 0 0 3 7 】

図 5 に示されるように、純粋な銅材 (a) の場合に比べて、0 . 0 3 w t % の炭素を添加した銅合金 (b) 及び 0 . 3 w t % の炭素を添加した銅合金 (c) のように炭素を添加した場合には、より高い降伏応力 (M P a) 及び引っ張り強さ (M P a) が得られることが認められ、より優れた銅材料を得ることができることが認められる。

20

【 0 0 3 8 】

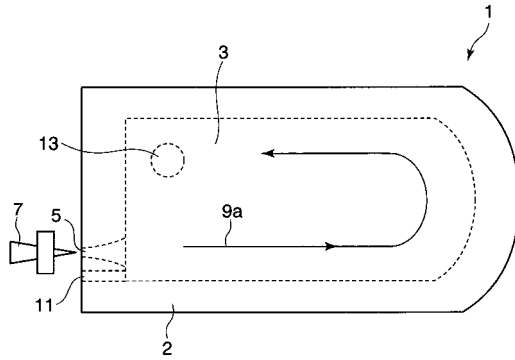
上述のように、0 . 0 3 w t % の炭素を添加した銅合金 (b) の場合と 0 . 3 w t % の炭素を添加した銅合金 (c) の場合は、ともに純粋な銅材 (a) の場合に比べて、より丈夫な材料特性を有し加工性に優れていることが確認された。また、実験を通じて、上述の丈夫な材料特性は、添加する炭素量が 0 . 0 1 ~ 0 . 6 w t % の範囲であれば可能であるという心証が得られた。

【 0 0 3 9 】

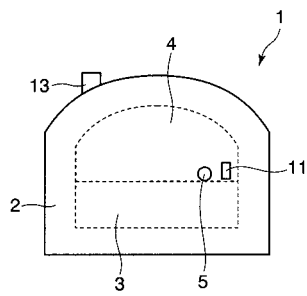
また、添加する炭素量が 0 . 6 w t % より大きい場合には、炭素を銅材料に均一的に分散させることが難しく不可能であることに起因すると思われることであるが、純粋な銅材 (a) の場合に比べて、より低い電気抵抗率を示す銅合金の存在を製造毎に定常的に安定して確認することができなかった。また、添加する炭素量が 0 . 0 1 より少ない場合には、純粋な銅材に比べて有意な引っ張り特性の変化は認められなかった。

30

【図 1】

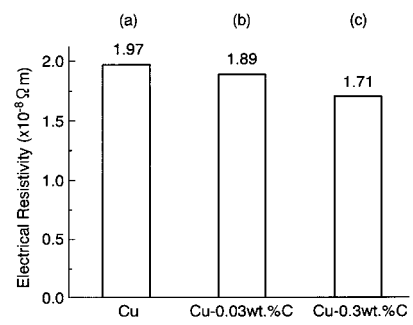


【図 2】

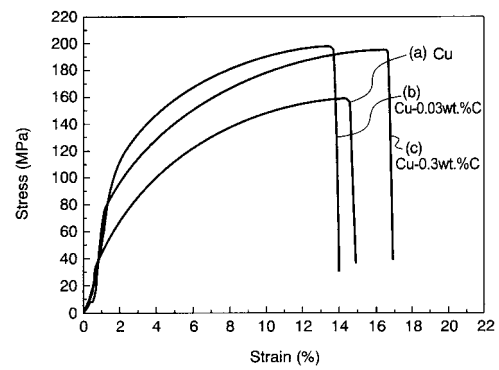


【図 3】

電気抵抗率測定の結果



【図 4】



【図 5】

サンプル	(a) : Cu	(b) : Cu-0.03wt.%	(c) : Cu-0.3wt.%
降伏応力 (MPa)	33	95	76
引っぱり強さ (MPa)	159	195	189

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
C 2 2 C	1/10	(2006.01)	C 2 2 C	1/10	E
B 2 2 D	1/00	(2006.01)	B 2 2 D	1/00	Z
B 2 2 D	21/00	(2006.01)	B 2 2 D	21/00	B
B 2 2 D	27/20	(2006.01)	B 2 2 D	27/20	Z

(74)代理人 100096895
弁理士 岡田 淳平

(74)代理人 100106655
弁理士 森 秀行

(74)代理人 100127465
弁理士 堀田 幸裕

(72)発明者 伊地知 祥 人
栃木県那須烏山市中央1丁目5番32号 株式会社白金内

(72)発明者 大 嶋 建 一
茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立大学法人筑波大学内

審査官 佐藤 陽一

(56)参考文献 国際公開第2009/075314(WO, A1)
特開昭62-267437(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C 2 2 C 9 / 0 0 - 9 / 1 0
C 2 2 C 1 / 0 2