

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4349580号  
(P4349580)

(45) 発行日 平成21年10月21日(2009.10.21)

(24) 登録日 平成21年7月31日(2009.7.31)

(51) Int.Cl.	F 1	
<b>B 6 0 B</b> 17/00 (2006.01)	B 6 0 B	17/00 B
<b>C 2 1 D</b> 1/06 (2006.01)	B 6 0 B	17/00 F
<b>C 2 1 D</b> 9/04 (2006.01)	C 2 1 D	1/06 A
<b>C 2 3 C</b> 8/26 (2006.01)	C 2 1 D	9/04 A
<b>B 6 1 K</b> 3/00 (2006.01)	C 2 3 C	8/26

請求項の数 2 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2004-229090 (P2004-229090)	(73) 特許権者	000173784
(22) 出願日	平成16年8月5日(2004.8.5)		財団法人鉄道総合技術研究所
(65) 公開番号	特開2006-44486 (P2006-44486A)		東京都国分寺市光町2丁目8番地38
(43) 公開日	平成18年2月16日(2006.2.16)	(74) 代理人	100104064
審査請求日	平成18年11月29日(2006.11.29)		弁理士 大熊 岳人
		(72) 発明者	松井 元英
			東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財
			団法人鉄道総合技術研究所内
		審査官	山内 康明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鉄道用車輪の表面処理方法及び鉄道用レールの表面処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

急曲線の鉄道用レールの頭側面と回転接触して摩擦抵抗を受ける鉄道用車輪のフランジ面を表面処理する鉄道用車輪の表面処理方法であって、

前記フランジ面を窒化処理して窒化処理層を形成する窒化処理工程と、

前記窒化処理層の気孔層に潤滑剤を含浸させる潤滑剤含浸工程を含み、

前記窒化処理工程は、アンモニアガス、窒素ガス又はこれらの混合ガスの雰囲気中で50

0～525℃で50～100時間保持して前記窒化処理層を形成する工程であること、

を特徴とする鉄道用車輪の表面処理方法。

【請求項2】

急曲線で鉄道用車輪のフランジ面と接触して摩擦抵抗を受ける鉄道用レールの頭側面を表面処理する鉄道用レールの表面処理方法であって、

前記頭側面を窒化処理して窒化処理層を形成する窒化処理工程と、

前記窒化処理層の気孔層に潤滑剤を含浸させる潤滑剤含浸工程を含み、

前記窒化処理工程は、アンモニアガス、窒素ガス又はこれらの混合ガスの雰囲気中で50

0～525℃で50～100時間保持して前記窒化処理層を形成する工程であること、

を特徴とする鉄道用レールの表面処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、急曲線の鉄道用レールの頭側面と回転接触して摩擦抵抗を受ける鉄道用車輪のフランジ面を表面処理する鉄道用車輪の表面処理方法、及び急曲線で鉄道用車輪のフランジ面と接触して摩擦抵抗を受ける鉄道用レールの頭側面を表面処理する鉄道用レールの表面処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

図7は、鉄道車両が急曲線を通過するときの鉄道用車輪と鉄道用レールとの状態を示す平面図である。図8は、図7のVIII部分を拡大して示す正面図である。

図7及び図8に示す車輪Wは、レールRと回転接触する鉄道用部材であり、レールRの頭頂面（頭部上面） $R_1$ と接触して摩擦抵抗を受ける踏面 $W_1$ と、鉄道車両が急曲線を通過するとき外軌側のレールRの頭側面 $R_2$ と接触して摩擦抵抗を受けるフランジ面 $W_2$ とを備えている。レールRは、車輪Wを案内する鉄道用部材であり、車輪Wを直接支持する頭頂面 $R_1$ と、この頭頂面 $R_1$ と連続する頭側面 $R_2$ とを備えている。

【0003】

このような鉄道用車輪及び鉄道用レールは、鉄道の基幹部品であるため、これらの材料には安全性と保守コストの削減とが求められている。図7及び図8に示すように、矢印方向に鉄道車両が急曲線を通過すると、フランジ面 $W_2$ と頭側面 $R_2$ との間に横圧Qが作用してこれらが激しく高面圧で高滑り接触を起こす。このため、フランジ面 $W_2$ 及び頭側面 $R_2$ は、摩耗の激しい場所となり、このような摩耗が進行すると踏面 $W_1$ 及び頭頂面 $R_1$ の形状が変化し、安全性や乗り心地が低下するとともに保守コストが増加する。このため、従来の鉄道用車輪では、レールの頭頂面と接触する踏面をガス浸炭焼き入れ処理した後に焼戻し処理している（例えば、特許文献1参照）。また、従来の鉄道用レールでは、車輪と接触する頭頂面を高温に加熱して熱処理した後に、オーステナイト域温度から所定の冷却速度で所定の温度まで冷却しその後放冷することによって製造されている（例えば、特許文献2参照）。

【0004】

【特許文献1】特開平5-42801号公報

【0005】

【特許文献2】特開平9-316598号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の鉄道用車輪では、フランジ面 $W_2$ に焼き入れを行うと車輪Wの大きさ及び冷却速度などの原因によって、安定的にフランジ面 $W_2$ を焼き入れすることが困難であった。また、従来の鉄道用レールでは、製品製造時に頭頂面 $R_1$ を焼き入れ処理しているが摩耗やきしみ割れなどの発生が問題となっている。このため、従来の鉄道用車輪及び鉄道用レールでは、形状の変化を防止するため定期的に削正して形状を整えているが作業回数が増えると保守コストが増大し運営上問題となる。特に、鉄道用車輪の場合には台車から取り外す作業が必要であるため削正作業に手間がかかるという問題があった。

【0007】

この発明の課題は、摩擦係数や摩耗を減少させて安全性と乗り心地を改善し保守コストを減少させることができる鉄道用車輪の表面処理方法及び鉄道用レールの表面処理方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明は、以下に記載するような解決手段により、前記課題を解決する。

なお、この発明の実施形態に対応する符号を付して説明するが、この実施形態に限定するものではない。

請求項1の発明は、急曲線の鉄道用レールの頭側面（ $R_2$ ）と回転接触して摩擦抵抗を受ける鉄道用車輪のフランジ面（ $W_2$ ）を表面処理する鉄道用車輪（W）の表面処理方法

10

20

30

40

50

であって、前記フランジ面を窒化処理して窒化処理層(1)を形成する窒化処理工程(#100)と、前記窒化処理層の気孔層(1c)に潤滑剤を含浸させる潤滑剤含浸工程(#101)を含み、前記窒化処理工程は、アンモニアガス、窒素ガス又はこれらの混合ガスの雰囲気中で500~525°Cで50~100時間保持して前記窒化処理層を形成する工程であることを特徴とする鉄道用車輪の表面処理方法である。

【0009】

請求項2の発明は、急曲線で鉄道用車輪のフランジ面( $W_2$ )と接触して摩擦抵抗を受ける鉄道用レールの頭側面( $R_2$ )を表面処理する鉄道用レール(R)の表面処理方法であって、前記頭側面を窒化処理して窒化処理層(1)を形成する窒化処理工程(#100)と、前記窒化処理層の気孔層(1c)に潤滑剤を含浸させる潤滑剤含浸工程(#101)を含み、前記窒化処理工程は、アンモニアガス、窒素ガス又はこれらの混合ガスの雰囲気中で500~525°Cで50~100時間保持して前記窒化処理層を形成する工程であることを特徴とする鉄道用レールの表面処理方法である。

【発明の効果】

【0012】

この発明によると、摩擦係数や摩耗を減少させて安全性と乗り心地を改善し保守コストを減少させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

(第1実施形態)

以下、図面を参照して、この発明の第1実施形態について詳しく説明する。

図1は、この発明の第1実施形態に係る鉄道用部材の正面図である。図2は、この発明の第1実施形態に係る鉄道用部材を模式的に示す部分断面図であり、図2(A)は表面処理前の状態を示す部分断面図であり、図2(B)は表面処理後の状態を示す部分断面図である。以下では、図7及び図8と同一の部分については、同一の番号を付して詳細な説明を省略する。

【0014】

車輪Wは、摩擦抵抗を受けるフランジ面 $W_2$ が表面処理された鉄道用車輪である。車輪Wは、例えば、高炭素鋼を材料とする圧延車輪又は鋳鋼を材料とする鋳鋼車輪などである。フランジ面 $W_2$ は、図1に示すように、急曲線のレールRの頭側面 $R_2$ と回転接触する接触面である。フランジ面 $W_2$ には、図1及び図2に示すように、円周方向に沿って所定の幅及び深さで窒化処理層1が形成されている。

【0015】

窒化処理層1は、フランジ面 $W_2$ を窒化処理して形成した部分である。窒化処理層1は、フランジ面 $W_2$ (母材)の表面層に窒素を拡散浸透させる窒化処理によって硬質の窒化層が形成されている。窒化処理層1は、通常、表面硬さが1000~1200HVと高く耐摩耗性及び耐食性に優れている。窒化処理層1は、例えば、アンモニアガス、窒素ガス又はこれらの混合ガスなどの雰囲気中で500~525°Cで50~100時間保持するガス窒化法などによって形成される。窒化処理層1には、図2(B)に示すように、拡散層1aと、反応層1bと、気孔層1cとが形成されている。

【0016】

拡散層1aは、フランジ面 $W_2$ に窒素を拡散させて形成した部分である。拡散層1aは、フランジ面 $W_2$ の内部に窒素を浸透拡散させて形成される。反応層1bは、鉄系金属である車輪Wと窒素とを熱化学反応させて形成した部分である。反応層1bは、拡散層1aと気孔層1cとの間に略均一な膜厚で形成されており、鉄系金属と窒素との熱化学反応によって形成された化合物層である。気孔層1cは、フランジ面 $W_2$ を窒化処理して形成された部分である。気孔層1cは、フランジ面 $W_2$ を窒化処理したときにこのフランジ面 $W_2$ の表面層に形成されるポーラス層である。気孔層1cには、この気孔層1cの表面に開口部1dを有する多数の微細な空隙部1eが形成されており、潤滑油、グリース又はワックスなどの潤滑剤がこの開口部1dから空隙部1e内に含浸されている。

## 【0017】

次に、この発明の第1実施形態に係る鉄道用部材の表面処理方法について説明する。

図3は、この発明の第1実施形態に係る鉄道用部材の表面処理方法の工程図である。

図3に示す窒化処理工程#100は、車輪Wのフランジ面 $W_2$ を窒化処理する工程である。例えば、車輪Wのフランジ面 $W_2$ を容器で覆い、 $520 \pm 10^\circ\text{C}$ で50~100時間程度加熱炉などで加熱しながらこの容器内にアンモニアガスなど通過させる。その後、アンモニアガスなどを通過させながら加熱炉内の温度を低下させて、フランジ面 $W_2$ の窒化処理を終了する。その結果、図2(B)に示すように、フランジ面 $W_2$ の内部に窒素が拡散して拡散層1aが形成される。また、鉄系金属である車輪Wと窒素とが熱化学反応して拡散層1aの上層に反応層1bが形成される。さらに、反応層1bの上層に気孔層1cが形成されて、フランジ面 $W_2$ に開口部1dを有する多数の微細な空隙がこの気孔層1cに形成される。

10

## 【0018】

図3に示す潤滑剤含浸工程#101は、気孔層1cに潤滑剤を含浸させる工程である。図2(B)に示す気孔層1cの表面から潤滑剤を加圧すると、気孔層1cの表面の開口部1dから気孔層1cの内部の空隙部1eに潤滑剤が押し込められ、気孔層1c内に潤滑剤が残留し保持される。

## 【0019】

この発明の第1実施形態に係る鉄道用部材とその表面処理方法には、以下に記載するような効果がある。

20

(1) この第1実施形態では、フランジ面 $W_2$ を窒化処理して形成した気孔層1cに潤滑剤が含浸されている。このため、フランジ面 $W_2$ の表面硬度及び保油効果が向上して摩擦係数及び摩擦を低減することができる。特に、従来の鉄道用車輪のように車輪全体を焼き入れなどによって熱処理する場合に比べて、フランジ面 $W_2$ を簡単に短時間で表面処理することができる。その結果、フランジ面 $W_2$ の摩擦抵抗を減少させ高面圧、高滑り条件下における摩擦を低減し、きしみ割れを防止することができる。例えば、規定の走行距離を列車が走行した後に電車区などの車両基地で車両を停車させて表面処理をすることができる。また、従来の鉄道用車輪のように踏面 $W_1$ の形状の変化を防止するために、車輪Wを定期的に削正して踏面 $W_1$ の形状を整える大規模な作業が必要なくなるため、保守コストを低減することができる。

30

## 【0020】

(2) この第1実施形態では、フランジ面 $W_2$ が窒化処理されてこのフランジ面 $W_2$ に窒化処理層1が形成されている。その結果、フランジ面 $W_2$ の耐摩耗性が向上するとともにフランジ面 $W_2$ の硬さが上昇するため、鉄道車両が急曲線を通過するときにフランジ面 $W_2$ と頭側面 $R_2$ とが激しく接触しても、フランジ面 $W_2$ に摩耗や傷が発生するのを可能な限り防止することができる。

## 【0021】

(第2実施形態)

図4は、この発明の第2実施形態に係る鉄道用部材の断面図である。図5は、この発明の第2実施形態に係る鉄道用部材を模式的に示す部分断面図であり、図5(A)は表面処理前の状態を示す部分断面図であり、図5(B)は表面処理後の状態を示す部分断面図である。以下では、図1及び図2に示す部分と同一の部分については、同一の番号を付して詳細な説明を省略する。

40

## 【0022】

レールRは、摩擦抵抗を受ける頭側面 $R_2$ が表面処理された鉄道用レールである。レールRは、例えば、高炭素鋼を材料とする圧延レールなどである。頭側面 $R_2$ は、図4に示すように、急曲線で車輪Wのフランジ面 $W_2$ と接触する接触面である。頭側面 $R_2$ には、図4及び図5に示すように、図3に示す窒化処理工程と同様の工程によって窒化処理層1が形成されている。

## 【0023】

50

この発明の第2実施形態に係る鉄道用部材とその表面処理方法には、第1実施形態の効果に加えて、以下に記載するような効果がある。

この第2実施形態では、頭側面 $R_2$ を窒化処理して形成した気孔層1cに潤滑剤が含浸されている。このため、鉄道車両が急曲線を通過するときに発生する頭側面 $R_2$ の摩擦抵抗を減少させ高面圧、高滑り条件下における摩擦を低減し、きしみ割れを防止することができる。また、従来の鉄道用レールの製造時に必要であった熱処理工程を省略することが期待できるとともに、レールRの寿命が延びるため低コスト化を図ることができる。

#### 【実施例】

##### 【0024】

次に、この発明の実施例について説明する。

図6は、この発明の実施例に係る車輪試験片及びレール試験片の摩擦係数の時間変化を示すグラフである。なお、図6に示す縦軸は摩擦係数であり横軸は時間(s)である。

##### 【0025】

##### (試験片)

実施例は、窒化処理され潤滑剤が含浸された車輪試験片であり、比較例は未処理の車輪試験片である。実施例については、車輪試験片に窒化処理を施した後に、この車輪試験片の表層の気孔層にギヤ油を超音波加振によって含浸させた。車輪試験片は、現在使用されている実際の車輪の組成及び硬さと同じにするために、組成が炭素0.60~0.75mass%、ケイ素0.15~0.35mass%、マンガン0.50~0.90mass%の炭素鋼であり、硬さが300~320HV程度に調整されたものを使用した。レール試験片は、窒化処理などの表面処理がされていないレールを使用した。レール試験片は、車輪試験片と同様に、急曲線部に敷設され現在使用されている実際のレールの組成及び硬さと同じにするために、急曲線部の実際のレールの頭頂面から切り出したものを使用した。このレール試験片は、組成が炭素0.72~0.82mass%、ケイ素0.10~0.55mass%、マンガン0.70~1.10mass%の炭素鋼であり、硬さが400HV程度に調整されたものを使用した。車輪試験片及びレール試験片は、直径30mm×厚さ8mmの円筒状であり、車輪試験片及びレール試験片の中央部には摩擦試験機に取り付けるために直径16mmの貫通孔が形成されている。

##### 【0026】

##### (試験方法)

急曲線における車輪のフランジ面とレールの頭側面との接触を模擬するために、2円筒西原式転がり摩擦試験機によってすべり率を9%（車輪試験片が9%多く回転する）、面圧を0.9GPaに設定して試験を実施した。試験は、窒化処理してギヤ油を含浸させた車輪試験片（実施例）と表面処理していないレール試験片とを接触させた場合と、表面処理していない車輪試験片（比較例）と表面処理していないレール試験片とを接触させた場合について実施した。そして、試験中に実施例及び比較例に加わるトルク( )を摩擦試験機から検出して、摩擦係数( $\mu$ ) = トルク( (kgf・cm)) / 荷重(W(kgf)) / 試験片の半径(cm)により摩擦係数( $\mu$ )の変化を測定した。ここで、荷重(W)は、車輪試験片とレール試験片とを加圧接触させたときに加えた荷重である。

##### 【0027】

##### (試験結果)

図6に示すように、窒化処理してギヤ油を含浸させた実施例の場合には、表面処理しない比較例の場合に比べて摩擦係数が減少しており非常に低い値で推移し、車輪試験片及びレール試験片の接触領域の摩擦係数が低いことが確認された。

##### 【0028】

##### (他の実施形態)

この発明は、以上説明した実施形態に限定するものではなく、以下に記載するように種々の変形又は変更が可能であり、これらもこの発明の範囲内である。

この実施形態では、鉄道用部材1として鉄道用車輪及び鉄道用レールを例に挙げて説明したがこれに限定するものではない。例えば、相対運動によって摩擦抵抗を受けるパンタグラフのピン及びピンブッシュなどの他の鉄道用部材又はシール、歯車、軸受け、工具、

10

20

30

40

50

刃物などについてもこの発明を適用することができる。また、この実施形態では、鉄道用車輪又は鉄道用レールのいずれか一方を表面処理した場合を例に挙げて説明したが、これらの両方を表面処理することもできる。さらに、この実施形態では、車輪Wのフランジ面 $W_2$ 又はレールRの頭側面 $R_2$ を表面処理する場合を例に挙げて説明したが、これらの箇所とは別に又はこれらの箇所とともに踏面 $W_1$ 又は頭頂面 $R_1$ を表面処理することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】この発明の第1実施形態に係る鉄道用部材の正面図である。

【図2】この発明の第1実施形態に係る鉄道用部材を模式的に示す部分断面図であり、(A)は表面処理前の状態を示す部分断面図であり、(B)は表面処理後の状態を示す部分断面図である。

10

【図3】この発明の第1実施形態に係る鉄道用部材の表面処理方法の工程図である。

【図4】この発明の第2実施形態に係る鉄道用部材の断面図である。

【図5】この発明の第2実施形態に係る鉄道用部材を模式的に示す部分断面図であり、(A)は表面処理前の状態を示す部分断面図であり、(B)は表面処理後の状態を示す部分断面図である。

【図6】この発明の実施例に係る車輪試験片及びレール試験片の摩擦係数の時間変化を示すグラフである。

【図7】鉄道車両が急曲線を通過するときの鉄道用車輪と鉄道用レールとの状態を示す平面図である。

20

【図8】図7のVIII部分を拡大して示す正面図である。

【符号の説明】

【0030】

1 窒化処理層

1 a 拡散層

1 b 反応層

1 c 気孔層

1 d 開口部

1 e 空隙部

W 車輪(鉄道用部材)

30

$W_1$  踏面

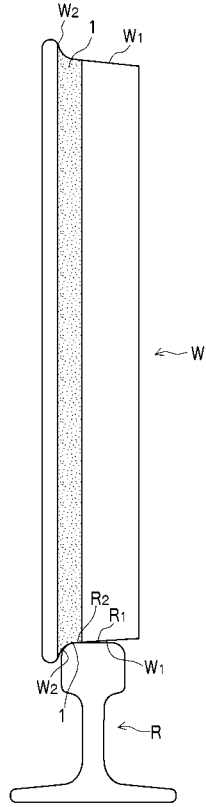
$W_2$  フランジ面(接触面)

R レール(鉄道用部材)

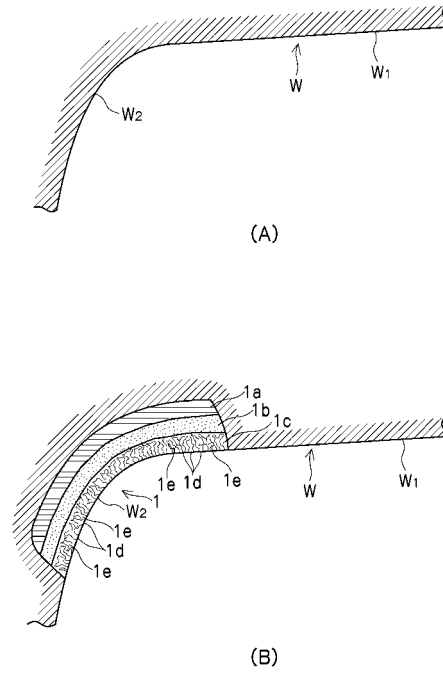
$R_1$  頭頂面

$R_2$  頭側面(接触面)

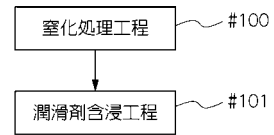
【 図 1 】



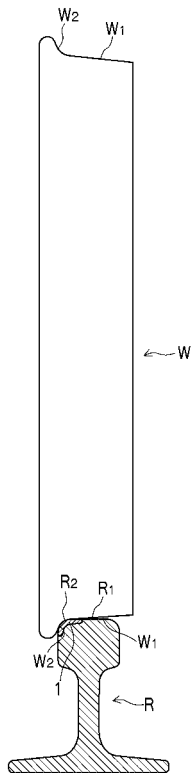
【 図 2 】



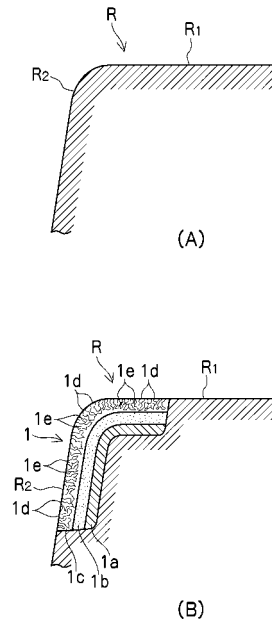
【 図 3 】



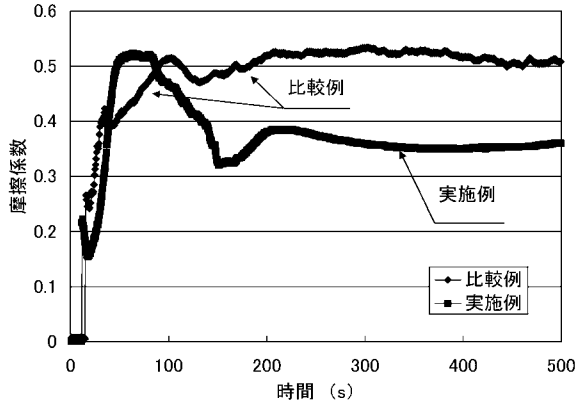
【 図 4 】



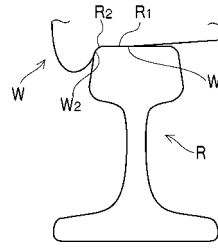
【 図 5 】



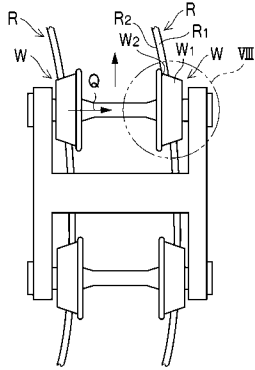
【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 7 】





## フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I  
E 0 1 B 5/02 (2006.01) B 6 1 K 3/00  
E 0 1 B 5/02

(56) 参考文献 特開平 0 2 - 2 4 6 8 0 1 ( J P , A )  
特開昭 6 2 - 0 5 0 4 5 6 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 1 4 7 8 5 5 ( J P , A )  
実開平 0 1 - 0 9 9 8 8 4 ( J P , U )  
特開昭 6 0 - 2 1 3 4 3 4 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 1 3 8 6 9 6 ( J P , A )

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B 6 0 B 1 7 / 0 0  
B 6 1 K 3 / 0 0  
C 2 1 D 1 / 0 6  
C 2 1 D 9 / 0 4  
C 2 3 C 8 / 2 6  
E 0 1 B 5 / 0 2