(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5946449号
(P5946449)
(45)発行日　平成28年7月6日(2016.7.6)　(24)登録日　平成28年6月10日(2016.6.10)

(51)Int.Cl.　　F I
B29C 67/00 (2006.01)　　B29C 67/00
B33Y 50/00 (2015.01)　　B33Y 50/00

請求項の数 14　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願2013-520966(P2013-520966)
(86)(22)出願日　平成23年5月19日(2011.5.19)
(65)公表番号　特表2013-532592(P2013-532592A)
(43)公表日　平成25年8月19日(2013.8.19)
(86)国際出願番号　PCT/DE2011/001088
(87)国際公開番号　WO2012/019577
(87)国際公開日　平成24年2月16日(2012.2.16)
審査請求日　平成26年3月14日(2014.3.14)
(31)優先権主張番号　202010010771.7
(32)優先日　平成22年7月28日(2010.7.28)
(33)優先権主張国　ドイツ(DE)

前置審査

(73)特許権者　506154834
ツェーエル・シュッツレヒツフェアヴァルトゥングス・ゲゼルシャフト・ミト・ベシュレンクテル・ハフツング
ドイツ連邦共和国、９６２１５　リヒテンフェルス、アン・デア・ツァイル、２
(73)特許権者　513018062
カトリーケ・ウニヴェルシテト・ルーヴェン
ベルギー国、３０００　ルーヴェン、ミンデルブルッデルスストラート、８アー、ブス・５１０５
(74)代理人　100069556
弁理士　江崎　光史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】三次元部品の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
レーザー溶融法によって三次元部品（１）を製造するための方法であって、前記部品（１）が肉盛り材料（４）を溶融することによって、ビームの作用で固化可能な前記肉盛り材料（４）からなる個々の層を連続的に固化することにより製造され、点状および／または線状のエネルギー入力によって発生した溶融領域（５）が、センサ装置（６、１１、１２、１８）によって検出され、それからセンサ値が部品品質を評価するために求められる、上記方法において、
前記部品品質を評価するために検出された前記センサ値が、前記部品（１）内のセンサ値の場所を示す座標値と共に記憶され、かつ視覚化装置（２９）によって、部品内の前記センサ値の検出場所に関連して二次元および／または多次元的に表示され、
専ら部品領域を示すセンサ値が視覚的に二次元および／または多次元表示され、および／または際立たされ、この部品領域が少なくとも１つの特定可能な目標固化率あるいは目標温度値または目標密度に対して異なる、特に低下した固化率、温度値または密度を示すかあるいは目標エネルギー入力または目標溶融プール寸法に対して偏差を示すことを特徴とする方法。
【請求項２】
二次元表示の場合、層（２）に一致する部品平面のセンサ値が表示され、この層が肉盛り材料（４）で新たにコーティングされる前にビームの作用によって固化されることを特徴とする請求項１に記載の方法。

【請求項３】
二次元表示の場合、ビーム作用によって連続的に固化された層に対して角度をなして延在する自由に選択可能な部品切断平面のセンサ値が表示されることを特徴とする請求項１に記載の方法。
【請求項４】
前記センサ値を表示するために、前記肉盛り材料に関して最適な値を示すセンサ値が第１の色、第１の灰色段階、第１の透明度および／または第１の表面構造体で表示され、この最適値に関して下側または上側へ異なる値が、灰色値に関して、透明度に関しておよび／または表面構造体に関して色彩的に異なるように表示されることを特徴とする請求項１～３のいずれか一項に記載の方法。
【請求項５】
前記部品（１）内での前記センサ値の場所を示す座標値の少なくとも一部が、部品を製造するために使用される肉盛り座標値であることを特徴とする請求項１～４のいずれか一項に記載の方法。
【請求項６】
前記部品（１）内での前記センサ値の場所を示す座標値の少なくとも一部が、前記センサ値を検出する際に新たに得られることを特徴とする請求項１～５のいずれか一項に記載の方法。
【請求項７】
前記部品（１）内での前記センサ値の場所を示す座標値の獲得が、肉盛り平面全体または部品領域を含む肉盛り平面の部分の面状検出によって行われることを特徴とする請求項６に記載の方法。
【請求項８】
前記センサ値の座標割り当てが照射データまたはスキャナデータを介して行われることを特徴とする請求項１～７のいずれか一項に記載の方法。
【請求項９】
前記センサ値の少なくとも一部の検出がエネルギー入力の時点に関して時間的に遅らせて行われ、視覚化によって表示される値が溶融領域の温度状態の時間的な経過を示す（サンプリング方法）ことを特徴とする請求項１～８のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１０】
エネルギー入力に関して、部品平面の同一個所で、多数のセンサ値がエネルギー入力からのいろいろな時間間隔でもって検出されることを特徴とする請求項１～９のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１１】
請求項１～１０のいずれか一項に記載の方法を実施するための装置、すなわちレーザー溶融装置であって、部品（１）が肉盛り材料（４）を溶融することによって、ビーム（３）、特にレーザービームの作用によって固化可能な前記肉盛り材料（４）からなる個々の層（２）を連続的に固化することにより製造され、点状または線状のエネルギー入力によって発生した溶融領域（５）が、センサ装置（６、１１、１２、１８）によってその寸法、形状および／または温度を検出可能であり、それからセンサ値が部品品質を評価するために求められる、上記装置において、
前記部品品質を評価するために検出された前記センサ値を、前記部品（１）内の前記センサ値の場所を示す座標値と共に記憶することができる記憶装置と、
この記憶装置に接続され、記憶された前記センサ値を前記部品（１）内の前記センサ値の検出場所に関連して二次元および／または多次元的に色彩表示することができる視覚化装置（２９）とを備えていることを特徴とする装置。
【請求項１２】
視覚化されたセンサ値が前記肉盛り材料（４）の固化時に前記肉盛り材料（４）の溶融の程度を示すことを特徴とする請求項１１に記載の装置。
【請求項１３】

視覚化されたセンサ値が前記肉盛り材料（４）の固化時の前記肉盛り材料（４）の溶融プール内の温度または温度変化を示すことを特徴とする請求項１１または１２に記載の装置。

【請求項１４】

粉末状肉盛り材料（４）に対するビームの作用によって製造される部品（１）の領域、特に部品内部領域の部品品質を二次元または多次元表示するための視覚化装置の使用であって、この部品品質がビームによって誘起される粉末材料の固化時に、エネルギー入力時またはエネルギー入力後間もない時期の肉盛り材料の溶融プールを表すセンサ値から求められ、このセンサ値に部品座標が割り当てられ、この部品座標が生産的な肉盛り過程に基づいているかまたは生産的な肉盛り過程の間に部品層に関連して求められ、設定可能な目標値からの部品品質の偏差が色の差、灰色段階、透明度および／または表面構造体の違いによって表される上記使用。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、肉盛り材料を溶融し、ビームの作用によって固化可能な肉盛り材料からなる個々の層を連続的に固化することによって、部品が製造される、レーザー溶融法によって三次元部品を製造するための、請求項１の前提部分の他の特徴を有する方法に関する。

【０００２】

本発明はさらに、この方法を実施するための装置並びに粉末状肉盛り材料に対するビームの作用によって生産される部品の領域の部品品質を二次元または多次元、特に２Ｄまたは３Ｄ表示するための視覚化装置の使用に関する。

【背景技術】

【０００３】

特許文献１により、選択的レーザー溶融肉盛り過程を観察およびコントロールするための方法および装置が知られている。選択的レーザー粉末加工のための図示装置は、粉末床を有する肉盛りプラットホームと、肉盛りプラットホーム上に粉末表面を塗布するための粉末コーティングシステムと、レーザーを備えている。このレーザーの焦点合わせされたレーザービームは粉末表面に当たり、溶融領域内に粉末の溶融物を生じる。レーザービームはスキャナ装置によって粉末表面上に案内される。さらに、電磁ビームを検出するための検出器が設けられている。この電磁ビームは粉末表面から放出されるかまたは反射され、光学系と協働する。この光学系はレーザービームにならって検出器の方へ電磁ビームを案内するために適している。

【０００４】

公知の装置の検出器は、可動の観察領域から粉末表面に放出されるかまたは反射される電磁ビームを検出することができるように形成されている。この場合、可動の観察領域はレーザービームの最小レーザー斑点よりも大きい。それによって、粉末床内に発生する溶融プールを検出することができる。

【０００５】

検出器を介して、溶融領域の大きさ、特に長さと幅と幅に対する長さの比が検出可能である。さらに、溶融プールから放出されたビームの電磁スペクトルから、特別な部分を選択することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【特許文献１】国際公開第２００７／１４７２２１号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

本発明の根底をなす課題は、検出した値を簡単に評価することができるように、請求項

１の前提部分の特徴を有する方法と、この方法を実施するための関連する装置を改良することである。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

この課題は、部品品質を評価するために検出されたセンサ値が、部品内のセンサ値の場所を示す座標値と共に記憶され、そして視覚化装置によって、部品内のセンサ値の検出場所に関連して２Ｄまたは３Ｄで表示されることによって解決される。

【０００９】

換言すると、課題は、部品品質を評価するために検出されたセンサ値が、部品内のセンサ値の場所を示す座標値と共に記憶され、そして視覚化装置によって、部品内のセンサ値の検出場所に関連して二次元および／または多次元で表示されることによって解決される。センサ装置は好ましくは、溶融領域内で検出される、点状または線状のエネルギー入力の作用の寸法、形状および／または温度を検出することができる。

【００１０】

有利な実施形では、二次元表示の場合、層に一致する部品平面のセンサ値が二次元で表示され、この層が肉盛り材料で新たにコーティングされる前にビームの作用によって固化される。特に、二次元表示の場合、ビーム作用によって連続的に固化された層に対して角度をなして（例えば直角または３０°未満の角度をなして）延在する自由に選択可能な部品切断平面のセンサ値が表示されると有利である。特に、切断平面は、市販の２Ｄ／３Ｄ－ＣＡＤコンピュータプログラムの場合に一般的であるのと同様に、仮想の肉盛り空間内のその角度およびその位置が視覚化装置のディスプレイ上で自由に選択可能である。

【００１１】

さらに、専ら、部品領域を示すセンサ値が視覚的に二次元および／または多次元表示および／または強調され、この部品領域が少なくとも１つの特定可能な（予め定めることができる）目標固化率あるいは目標温度値または目標密度に対して異なる特に低下した固化率、温度値または密度を示すと有利である。同様に、固化率、温度値または密度のほかに、目標エネルギー入力および／または目標溶融プール寸法について偏差表示および／または強調される。

【００１２】

この領域の強調は例えば、いろいろな色、灰色段階、透明度および／または表面構造（点付き、異なる角度の斜めの線等のようなハッチング方式）の適切な選択によって行うことができる。

【００１３】

さらに、部品内のセンサ値の場所を示す座標値の少なくとも一部は、部品の製造のために使用される部品座標であってもよい。座標値に対するセンサ値の場所特定または場所確認または割り当ては、肉盛り座標値（肉盛りプロセスに基づく情報）を使用することによって並びに専らまたは付加的に、肉盛りプロセス中に他のセンサを用いて検出された場所特定センサを使用して行うことができる。

【００１４】

他の有利な実施形では、センサ値の座標割り当てが照射データまたはスキャナデータを介して行われる。それに加えてまたはその代わりに、肉盛り平面全体または部品横断面を取り囲む部分の平面状検出の際、部品平面のビームエネルギー入力の座標が検出され、センサ値が割り当てられ、部品平面の位置（Ｚ座標）が別々に検出されると有利である。

【００１５】

視覚化装置は今日ではレントゲン技術やコンピュータ断層写真技術に関連して使用され、一般的に上記の方法に基づいて既存の物体、すなわち完成している物体内で測定技術的に検出されるセンサ値を表示するために役立つ。

【００１６】

本発明は、生産方法に関連して、視覚化方法とそれに属する視覚化装置（ソフトウェア）を使用し、そして製造直後および／または肉盛り過程中に、固化した部品層が溶融、温

度変化、素材強度等に関する、部品に課せられる要求を満たすかどうかを、このようなレーザー溶融装置の操作者に明らかにするために、肉盛り過程の際に溶融プールで検出された値を良好に表示するために使用される。製造された部品が固化されていることが十分に実証されず、後で使用者による苦情の原因になるときには、例えば肉盛り規定に対応する金型の切欠き部が実際に作られたかどうかあるいは（例えば公差範囲から）上方または下方への偏差が存在したかどうかをきわめて迅速に検査するために、例えば記録保存された肉盛り歴史的な視覚化情報を用いることができる。特に部品内に精巧繊細な構造が存在するときには、そこに溶融程度、熱降下後の温度変化、部品密度等が、破壊を回避するように生じているかどうかを検査することができる。将来の肉盛り計画のために、このような認識を、工作物破壊および／または材料ミスを回避するために用いることができる。

【００１７】

請求項１において二次元または多次元の表示に言及するとき、これは、視覚化されたセンサ値の二次元画像が表示され、この場合センサ値が一つの切断平面、例えば部品平面または肉盛り平面に対して角度をなして延在する平面内にあることあるいは３Ｄ表示の場合部品がほとんど透明に表示され、部品品質の調整が、検出されたセンサ値およびそれに関連する座標値、例えば肉盛り座標値に基づいて表示されることを意味する。

【００１８】

方法の発展形態では、２Ｄ表示または３Ｄ表示の際に、特定可能な予定固化程度と比べて、異なる固化程度、特に低下した固化程度を有する部品領域を示すセンサ値だけを視覚的にろ波することができる。勿論、同じことが例えば溶融温度、密度等の表示にも当てはまる。

【００１９】

その際、最適な値を、第１の色、灰色段階および／または表面構造体で表示することができ、この最適値に関連して異なる下側または上側の値を、灰色値に関してまたは表面構造体（ハッチング方式）に関して色彩的に異なるように表示することができる。これにより、このような２Ｄ画像または３Ｄ画像の観察者が、肉盛り過程が最適に経過しているかどうかあるいは部品が事情によっては弱体部を有するかどうかについて、直ちに認識することができる。

【００２０】

部品内でのセンサ値の位置を示す座標値は、部品を製造するために使用される肉盛り座標値である。これは、レーザービームを粉末表面上に案内するために使用される値並びに層番号に関するＺ座標を示す値である。しかしながら、部品内でのセンサ値の位置を示す座標値を、センサ値を検出する際に新たに得ることができる。すなわち、適当な走査方法によって、固化される部品表面を走査し、層内の固化場所（粉末床へのエネルギー入力場所）に相当する値を記憶することができる。これは、肉盛り平面全体の面状検出を行うかまたは部品領域を含む肉盛り平面の関連する部分を検出することによって行われる。

【００２１】

本発明の範囲内ではさらに、センサ値をエネルギー入力の瞬間に検出しないで、それに加えてまたはその代わりに時間的に後にずらして検出してもよい。例えば溶融プール内の温度が時点Ｔｏ（エネルギー入力時）で検出され、そして時間的にその後で、例えば０．５秒、１秒、１．５秒等の後で検出されると、このように視覚化されるセンサ値から、例えばきわめて精巧繊細な部品内部領域の場合に過熱現象を回避するために、部品内の熱の流れについて情報を得ることができる。このように時間的にずらした検出方法は例えば顕微鏡検査ではサンプリング顕微鏡法と呼ばれる。

【００２２】

方法を実施するための装置は、特許文献１記載のセンサ装置を備えたレーザー溶融装置の一般的な構成要素のほかにさらに、記憶装置と、この記憶装置に接続された視覚化装置を備え、この記憶装置内には、部品を評価するために検出されたセンサ値が、部品内でセンサ値の場所を示す座標と共に記憶され、そして視覚化装置によって、記憶されたセンサ値が、部品内のセンサ値の検出場所に関連して、例えば色彩でまたは灰色段階で２Ｄまた

は３Ｄ表示可能である。
【００２３】
図に示した実施例に基づいて本発明を詳しく説明する。
【図面の簡単な説明】
【００２４】
【図１】従来技術に係る２つのベクトルを用いた同軸式監視プロセスシステムを概略的に示す。
【図２】センサ値を検出および評価するための本発明に係る手段を備えた代表的な選択的レーザープロセス機械の概略図である。
【図３】本発明に係る有利な方法の重要なプロセス経過を示すフローチャートである。
【発明を実施するための形態】
【００２５】
図１には、従来技術に係る装置が示してある。この装置はレーザー溶融法による三次元部品１を製造するための方法を含んでいる。部品１は肉盛り材料４を溶融することによって、ビーム３の作用によって固化可能な肉盛り材料４からなる個々の層２（破線で示した）を連続して固化することによって製造される。点状または線状のエネルギー入力によって発生した溶融領域５は、センサ装置６（例えばカメラ１１やフォトダイオード１２）によってその寸法、形状および／または温度が検出され、それから生じるセンサ値が部品品質を評価するために求められる。
【００２６】
図１に示した従来技術の実施形では、ビーム３がレーザー源７（レーザー）によって発生させられる。続いて、ビームは半透明鏡８を介して向きを変えられ、そして好ましくは焦点合わせレンズを有するスキャナ９を介して、肉盛り材料４の固化すべき層２に適切に案内される。溶融領域５で発生したビームはこの経路を反対方向に進み、半透明鏡８を真っ直ぐ通過し、ビームスプリッタ１０に達し、そこで向きを変えて第１検出器、好ましくはカメラ１１に案内され、そしてビームスプリッタ６を真っ直ぐに通過して第２検出器、例えばフォトダイオード１２に案内される。
【００２７】
図２には、従来技術で知られているシステムの拡張が示してある。高さ方向に移動可能な支持体１３上の肉盛り領域において基礎板１４を使用してこの基礎板上に築かれる部品１は、粉末状肉盛り材料４の粉末床内に層状に（層２参照）築かれる。コーティング装置１５は肉盛り材料４を配量室２６から肉盛り領域に搬送する。
【００２８】
ビーム３はレーザー７から出発して、片側から通過可能な鏡１６を真っ直ぐに通過した後で、スキャナ９を介して部品１に向けられる。部品から反射したビームはスキャナ９と、この方向で全反射する鏡１６とを経て、他の向き変え鏡１７に案内され、そして最後にセンサ装置６、１１、１２、１８の検出器に案内される。この検出器は信号をプロセッサ１９、好ましくはマイクロプロセッサに送る。このプロセッサの出力は記憶装置２０に達する。
【００２９】
レーザー７は好ましくはビーム操作装置２１を備えている。このビーム操作装置は例えば一種のモードシャッタ、ワイヤ格子または他の光学素子として形成されている。このビーム操作装置２１はコントローラ２２を介して制御される。このコントローラの制御データは、記憶装置２０に記憶されたプロセッサ１９のプロセッサデータと同様に、データ結合ユニットおよび／またはデータ割り当てユニット２３に集まる。データ結合ユニットおよび／またはデータ割り当てユニット２３には同様に、スキャナ９の制御データおよび／または支持体１３の高さ方向移動に関する制御データが好ましくはサーボモータ２４を経て集められ、互いに割り当てられる。勿論、コーティング装置１５のコーティング機器の制御データおよび／または適当な部品層２への肉盛り材料の供給機構の制御データ（これは例えば配量室２６のサーボモータ２５の制御データによって実現可能である）を、デー

タ結合ユニットおよび／またはデータ割り当てユニット２３に供給することができる。スキャナ９とデータ結合ユニットおよび／またはデータ割り当てユニット２３の間にはスキャナの制御モジュール２７を配置することができる。データ結合ユニットおよび／またはデータ割り当てユニット２３に集められ、互いに割り当てられたデータ（例えばデータタプル）は他のデータ処理装置２８でさらに処理され、および／または表示要素２９を介して視覚化される。データ処理装置２８の代わりに、データ記憶装置用インターフェースを設けることができる。表示装置として、ディスプレイ、ビーマ（Ｂｅａｍｅｒ）またはホログラフィを使用することができる。

【００３０】

部品品質を評価するために検出されたセンサ値は、部品１内のセンサ値の場所を示す座標値と共に記憶され、視覚化装置２９によって部品１内のセンサ値の検出場所に関連して二次元および／または多次元的に表示される。

【００３１】

図３には、本発明に係る方法の有利なプロセス経過が例示的に示してある。プロセス制御装置はレーザー７および／またはスキャナ９に作用し、レーザーベクトルを介してレーザービーム３の特性を制御する。スキャナ９から出発して、肉盛り材料４が照射され、それによって溶融物または溶融領域５が形成される。溶融領域５からビームが放出される。このビームはセンサ装置６、１１、１２、１８によって検出される。この検出の結果、（例えば長さ、幅、面積等に従って）評価される。この評価は評価装置の一時記憶装置に案内される。この一時記憶された評価はいわゆるマッピングに委ねられる。このマッピングには好ましくは定めることができる／変更することができるマッピングパラメータ（コントラスト、色、検出器選択、閾値領域等）が基づいている。マッピングの後で、このマッピングは視覚化装置２９に表示および／または記憶される。この場合、記憶および／または表示がマッピングパラメータに基づいて行われる、すなわちマッピングパラメータが記憶されるかまたは視覚化装置２９によって一緒に表示されると有利である。

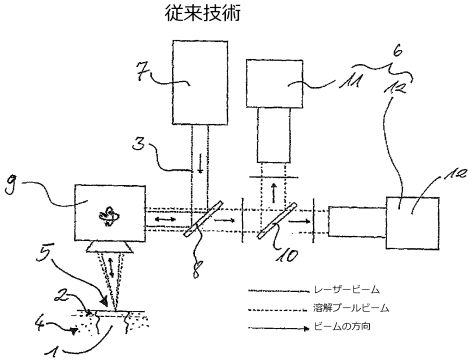
【符号の説明】

【００３２】

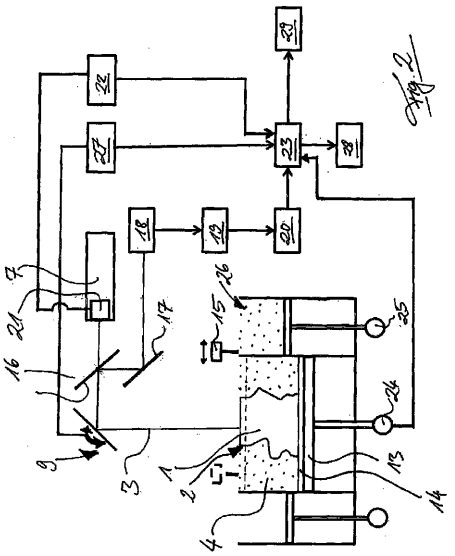
| | |
|---|---|
| １ | 部品 |
| ２ | 層 |
| ３ | ビーム |
| ４ | 肉盛り材料 |
| ５ | 溶融領域 |
| ６ | センサ装置 |
| ７ | レーザー |
| ８ | 半透明鏡 |
| ９ | スキャナ |
| １０ | ビームスプリッタ |
| １１ | カメラ |
| １２ | フォトダイオード |
| １３ | 支持体 |
| １４ | 基礎板 |
| １５ | コーティング装置 |
| １６ | 鏡 |
| １７ | 鏡 |
| １８ | センサ装置 |
| １９ | プロセッサ |
| ２０ | 記憶装置 |
| ２１ | ビーム操作装置 |
| ２２ | ビーム操作装置２１のコントローラ |
| ２３ | データ結合ユニット／データ割り当てユニット |

２４　　支持体１３のサーボモータ
２５　　配量室２６のサーボモータ
２６　　配量室
２７　　制御モジュール
２８　　データ処理装置
２９　　視覚化装置

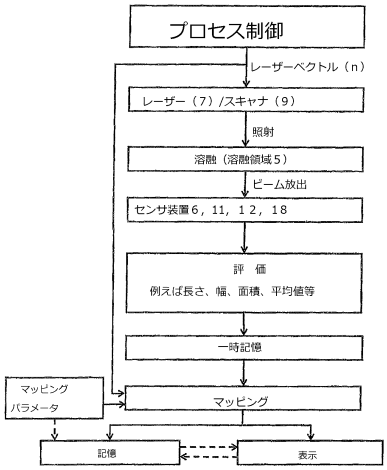
【図１】




【図２】



【図３】


プロセス制御
レーザーベクトル（ｎ）
レーザー（７）/スキャナ（９）
照射
溶融（溶融領域５）
ビーム放出
センサ装置６，１１，１２，１８
評　価
例えば長さ、幅、面積、平均値等
一時記憶
マッピング
パラメータ
マッピング
記憶
表示

フロントページの続き

(74)代理人 100111486
弁理士 鍛冶澤 實
(74)代理人 100173521
弁理士 篠原 淳司
(74)代理人 100153419
弁理士 清田 栄章
(72)発明者 ヘルツォーク・フランク
ドイツ連邦共和国、９６２１５ リヒテンフェルス、レンラインスヴェーク、２４
(72)発明者 ベックマン・フローリアーン
ドイツ連邦共和国、９６２１５ リヒテンフェルス、リンデンプラッツ、１５
(72)発明者 ベルメン・ゼバスティアン
ドイツ連邦共和国、９６１７９ ミュルスバッハ、レントヴァインスドルファー・ストラーセ、１５
(72)発明者 クルト・ジャン・ピエール
ベルギー王国、３００１ ルーヴェン、フェアビーストラーン・（フェルディナンド）、１１
(72)発明者 クレグス・トム
ベルギー王国、３００１ ヘフェルレー、トウェークライネフェフェンストラート、４２

審査官 深草 祐一

(56)参考文献 特開２００４－２２３７８９（ＪＰ，Ａ）
特表平０９－５０４０５４（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－００６５０９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２９Ｃ ６７／００－６７／０６