(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4802895号
(P4802895)

(45)発行日　平成23年10月26日(2011.10.26)　(24)登録日　平成23年8月19日(2011.8.19)

(51)Int.Cl.		F I		
B23K 26/34	(2006.01)	B23K	26/34	
B23K 26/20	(2006.01)	B23K	26/20	310W
C22C 9/06	(2006.01)	C22C	9/06	
C21D 1/09	(2006.01)	C21D	1/09	L
C21D 5/00	(2006.01)	C21D	5/00	D

請求項の数 10　(全 13 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2006-185846(P2006-185846)
(22)出願日　平成18年7月5日(2006.7.5)
(65)公開番号　特開2008-12564(P2008-12564A)
(43)公開日　平成20年1月24日(2008.1.24)
審査請求日　平成20年10月13日(2008.10.13)

(73)特許権者　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　100091096
弁理士　平木　祐輔
(74)代理人　100105463
弁理士　関谷　三男
(74)代理人　100099128
弁理士　早川　康
(72)発明者　河崎　稔
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者　谷中　耕平
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】鋳鉄部材の製造方法、鋳鉄部材、及び車両用エンジン

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

肉盛のための材料をレーザ照射装置からのレーザの照射により溶融し、該溶融した材料を鋳鉄材料の一部の表面に溶着させて肉盛層を形成する工程を含む鋳鉄部材の製造方法であって、

前記肉盛のための材料として銅元素を主材とした材料を用い、前記肉盛層が形成されたときに、０．０１～２．０ｍｍの厚さの焼入れ層が前記鋳鉄材料の前記表面に形成されるようにして、前記肉盛層を形成する工程を行い、

前記肉盛層を形成する工程は、

前記鋳鉄材料の表面に、０．１～１．０ｍｍの厚み範囲となるように第一肉盛層を形成する工程と、

該第一肉盛層の表面に、前記第一肉盛層の厚みの１．０倍～１９倍の厚み範囲となるように第二肉盛層を形成する工程と、を少なくとも含むことを特徴とする鋳鉄部材の製造方法。

【請求項２】

前記肉盛のための材料として、酸素含有量が２００ｐｐｍ以下の材料を用いることを特徴とする請求項１に記載の鋳鉄部材の製造方法。

【請求項３】

前記レーザの照射強度を２００Ｗ／ｍｍ^{2}以上に調整して、前記肉盛層を形成する工程を行うことを特徴とする請求項１又は２に記載の鋳鉄部材の製造方法。

【請求項４】
前記第二肉盛層を形成する工程を、前記第二肉盛層が前記第一肉盛層の表面から外れないようにして行うことを特徴とする請求項１～３のいずれかに記載の鋳鉄部材の製造方法。
【請求項５】
前記肉盛層を形成する工程の前処理として、前記鋳鉄材料の表面が溶融しないように、前記鋳鉄材料の表面にレーザを照射することにより、前記鋳鉄材料の表面層に含まれる黒鉛を除去することを特徴とする請求項１～４のいずれかに記載の鋳鉄部材の製造方法。
【請求項６】
前記鋳鉄材料の表面に照射されるレーザの入射エネルギが、１０～２０Ｊ／ｍｍ^{2}の範囲となるように前記レーザの照射強度を調整することを特徴とする請求項５に記載の鋳鉄部材の製造方法。
【請求項７】
前記レーザ照射装置と前記鋳鉄材料のいずれか一方又は双方を、相対的に１５０ｍｍ／ｍｉｎ～６００ｍｍ／ｍｉｎの速度範囲となるように移動させながら、前記肉盛層を形成する工程を行うことを特徴とする請求項１～６のいずれかに記載の鋳鉄部材の製造方法。
【請求項８】
請求項１～７のいずれかに記載の製造方法により肉盛層が形成された鋳鉄部材。
【請求項９】
鋳鉄材料の一部の表面に肉盛層を形成した鋳鉄部材であって、
前記肉盛層は銅元素を主材としており、前記鋳鉄材料の前記表面には０．０１～２．０ｍｍの厚さの焼入れ層が形成され、
前記肉盛層は、前記鋳鉄材料の表面に、０．１～１．０ｍｍの厚み範囲の第一肉盛層と、
該第一肉盛層の表面に、前記第一肉盛層の厚みの１．０倍～１９倍の厚み範囲の第二肉盛層と、を備えていることを特徴とする鋳鉄部材。
【請求項１０】
請求項８または９に記載の鋳鉄部材を備えた車両用エンジンであって、前記鋳鉄部材は、車両用エンジンを構成するシリンダヘッドであり、前記肉盛層は、前記シリンダヘッドを構成するバルブシートであることを特徴とする車両用エンジン。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、鋳鉄材料の表面に肉盛層（クラッド層）を形成する鋳鉄部材の製造方法に係り、特に、レーザにより溶融した肉盛材料を鋳鉄材料の表面に溶着させて肉盛層を形成する鋳鉄部材の製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来から、エンジン用シリンダヘッドのバルブシートの耐久性を向上させるために、吸気バルブ、排気バルブが接触する接触表面にバルブシートとして耐摩耗性の肉盛層を形成することが行われる。該肉盛層の形成は、例えばレーザなどの高密度熱源を用いて、耐摩耗性材料（肉盛のための材料）を溶融し、該溶融した材料を前記接触表面に溶着させることにより行なわれることが多い。
【０００３】
しかし、シリンダヘッド本体に鋳鉄材料を用いた場合には、鋳鉄材料は、カーボンの含有率が一般鋼材に比べて高く、特に表面には扁平状に長くて大きいＡ型黒鉛が存在するため、該黒鉛と大気に含まれる酸素とが肉盛時に反応し、二酸化炭素ガスが生成されることがある。このガス生成により、形成されるバルブシート（肉盛層）中にピンホール、ブローホールなどのガス欠陥が発生することがあった。
【０００４】

一方、肉盛時に溶融した材料が溶着することにより前記鋳鉄材料の表面は加熱され、この表面を含む表層がチル化することがある。このチル化により、鋳鉄材料の表層が凝固収縮し、肉盛層にビード割れが発生することがあった。

【０００５】

このような問題に鑑みて、鋳鉄材料の表面に肉盛層を形成する鋳鉄部材の製造方法の一例として、肉盛前に肉盛層を形成すべき鋳鉄材料の表面にブラスト処理を施して、鋳鉄材料の表面部にある黒鉛を予め除去し、この除去した表面部に肉盛層を形成する方法が提案されている（例えば、特許文献１参照）。該肉盛方法によれば、鋳鉄材料の表面部から黒鉛部を予め除去したことにより、肉盛時における二酸化炭素ガスの生成が抑えられ、肉盛層中にガス欠陥が発生するのを抑制することができる。

【０００６】

一方、前記ビード割れを防止する方法の一例として、Ｆｅよりも炭化物形成傾向が高い金属（例えば鋳鉄）とＮｉ，Ｃｏの合金を鋳鉄表面に配置し、レーザにより、これら材料を溶融凝固させて肉盛を行う方法（例えば、特許文献２参照）や、鋳鉄製シリンダーライナ内面の最も摩擦の大きい領域を予熱した後、該領域にエネルギ密度の高いレーザ光を照射することにより、耐摩耗性、耐焼付性に優れた材料を溶着させて溶着層を肉盛形成する方法（例えば、特許文献３参照）が提案されている。

【０００７】

【特許文献１】特開平１－１１１８５５号公報

【特許文献２】特開平１－１０４９０６号公報

【特許文献３】特開平１－１０４４８７号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

しかし、特許文献１のように鋳鉄材料の表面にブラスト処理を施したとしても、その表面部にある黒鉛部を完全に除去することはできず、ガス欠陥の発生を抑制することは難しい。特に、鋳鉄製シリンダヘッド本体にバルブシートとして肉盛層を形成する場合には、シリンダヘッド本体の形状が複雑であるため、肉盛をすべき箇所から的確に黒鉛部を除去することは難しい。さらに、大型ディーゼル系エンジンの場合には、バルブシートとして肉盛層が形成される範囲が広く、肉盛層の凝固形態のバランスが崩れ易いため、わずかなピンホールの発生が肉盛層の割れに繋がるおそれもあった。

【０００９】

一方、特許文献２のように肉盛をした場合には、肉盛材と鋳鉄材とを合金化させてビード割れを抑制し、特許文献３のように肉盛をした場合には、材料の溶融にレーザを用いることにより鋳鉄部材の熱影響領域を低減しビード割れを抑制することができるが、これらの肉盛方法を単に行っただけでは、黒鉛と酸素ガスとの反応を抑制しているわけではないので、肉盛層中のガス欠陥の発生を充分に抑制することができない。

【００１０】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、鋳鉄材料の表面に形成される肉盛層中のブローホール又はピンホールなどのガス欠陥の発生を低減すると共に前記肉盛層のビード割れの発生を抑制することができる鋳鉄部材の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

本発明に係る鋳鉄部材の製造方法は、肉盛のための材料（肉盛材料）をレーザ照射装置からのレーザの照射により溶融し、該溶融した材料を鋳鉄材料の一部の表面に溶着させて肉盛層を形成する工程を含む鋳鉄部材の製造方法であって、前記肉盛のための材料として銅元素を主材とした材料を用い、前記肉盛層が形成されたときに、０．０１～２．０ｍｍの厚さの焼入れ層が前記鋳鉄材料の前記表面に形成されるようにして、前記肉盛層を形成する工程を行うことを特徴とする。

【００１２】
前記の如く鋳鉄材料に肉盛層を形成することにより、肉盛層中のガス欠陥の発生を低減し、かつ肉盛層のビード割れの発生を抑制することができる。下記の実施例に示すように、焼入れ層の厚さが０．０１ｍｍよりも薄い場合には、肉盛層のビードが上手く形成され難く、焼入れ層の厚さが２．０ｍｍよりも厚い場合には、肉盛層中にガス欠陥が発生し易く、肉盛層にビード割れも発生し易い。なお、このような厚さの焼き入層の形成は、肉盛層の形成を行う工程において、レーザの照射強度を調整したり、肉盛層が形成される速度を調整したりして行うことができる。
【００１３】
本発明に係る肉盛方法において、前記肉盛のための材料として、酸素含有量が２００ｐｐｍ以下の材料を用いることがより好ましい。このように、酸素含有量を２００ｐｐｍ以下にすることにより、肉盛層中にガス欠陥が発生したとしても、車両用エンジンの使用環境に十分耐え得るバルブシート（肉盛層）を得ることができ、肉盛層にビード割れが発生することもない。そして、酸素含有量が２００ｐｐｍよりも多い場合には、下記の実施例に示すように、その含有量の増加に伴ってガス欠陥が増加し、前記バルブシートとして用いるに充分な肉盛層を得ることができない。
【００１４】
さらに、前記の如き肉盛をする場合には、アルゴン等の不活性ガスを肉盛すべき面に流しながら行うことがより好ましい。このようにして肉盛を行うことにより、大気中の酸素ガスの巻き込みを低減することができる。これにより、上述した肉盛材料の酸素含有量の低減と、不活性ガスによる大気中の酸素ガスの巻き込み量の低減の相乗効果により、肉盛層中のガス欠陥の発生をさらに低減することができる。
【００１５】
本発明の鋳鉄部材の製造方法において、前記レーザの照射強度を、２００Ｗ／ｍｍ^{2}以上に調整して、前記肉盛層を形成する工程を行うことが好ましい。該照射強度が２００Ｗ／ｍｍ^{2}よりも小さい場合には、肉盛層のビードが形成され難い。
【００１６】
また、別の態様としては、前記肉盛層を形成する工程は、前記鋳鉄材料の表面に、０．１～１．０ｍｍの厚み範囲となるように第一肉盛層を形成する工程と、該第一肉盛層の表面に、前記第一肉盛層の厚みの１.０倍～１９倍の厚み範囲となるように第二肉盛層を形成する工程と、を少なくとも含むことが好ましい。
【００１７】
上記二つの工程を含む肉盛方法を行うことにより、第一肉盛層が鋳鉄材料の表面層にある黒鉛を封じ込め、ガス欠陥の発生を抑制することができる。さらに、第一肉盛層と第二肉盛層との二層の肉盛層を形成することにより、肉盛層の内部応力が緩和され、肉盛層のビード割れを抑制することができる。
【００１８】
下記の実施例に示すように、第一肉盛層の厚みを０．１ｍｍよりも薄くした場合には、第二肉盛層の形成後の肉盛層にビード割れが発生し易く、第二肉盛層の厚みを１．０ｍｍよりも厚くした場合には、第二肉盛層の形成後の肉盛層中にガス欠陥が発生し易い。さらに、下記の実施例に示すように、第二肉盛層の厚みを第一肉盛層の厚みの１９倍よりも厚くした場合には、第二肉盛層の凝固収縮時の応力によりビード割れを誘発するおそれがある。また、第二肉盛層の厚みを第一肉盛層の厚みの１．０倍よりも薄くした場合には、ガス欠陥の発生を充分に抑制することができない。
【００１９】
前記第二肉盛層を形成する工程を、前記第二肉盛層が前記第一肉盛層の表面から外れないようにして行うことが好ましい。前記第一肉盛層の表面から外れないように、具体的には、第二肉盛層の溶けダレ等が第一肉盛層上から流れ出して鋳鉄材料に接触しないように、第二肉盛層を形成することにより、ガス欠陥の発生を防止することができる。
【００２０】

前記肉盛層を形成する工程の前処理工程として、前記鋳鉄材料の表面層に含まれる黒鉛及び該黒鉛中の油分を除去することができる強度以上、かつ、前記鋳鉄材料の表面が溶融する強度よりも小さい強度となるように、照射強度を調整したレーザを前記鋳鉄材料の表面に照射する工程を行うことが好ましい。前記前処理工程を行って黒鉛を除去することにより、酸素と黒鉛による二酸化炭素ガスの生成反応を低減することができる。また、レーザの照射強度は、鋳鉄材料の表面が溶融する強度よりも小さくなるように調整されているので、鋳鉄材料の最表面は、溶融によりチル化されることなく、母材となる鋳鉄材料表面の亀裂発生を防止することができる。さらに、このような前処理工程を、前記レーザ照射装置を用いて行えば、新たに設備投資をすること無く安価に実施可能である。

【００２１】

特に、前記前処理工程において、前記鋳鉄材料の表面に照射されるレーザの入射エネルギが、１０～２０Ｊ／ｍｍ^{2}の範囲となるように前記レーザの照射強度を調整することが好ましい。入射エネルギが１０Ｊ／ｍｍ^{2}よりも小さい場合には、熱量が不足するため鋳鉄材料の最表面の黒鉛及び黒鉛中に含まれる油分を除去することができない。一方、入射エネルギが２０Ｊ／ｍｍ^{2}よりも大きい場合には、鋳鉄材料の最表面が溶融によりチル化し、鋳造材料の表面に亀裂が発生する。

【００２２】

より好ましい鋳鉄部材の製造方法としては、前記レーザ照射装置と前記鋳鉄材料のいずれか一方又は双方を、相対的に１５０ｍｍ／ｍｉｎ～６００ｍｍ／ｍｉｎの速度範囲となるように移動させながら、前記肉盛層を形成する工程を行う。

【００２３】

このような速度条件で肉盛層を形成することにより、確実にビード割れを低減することができる。前記相対的な速度（相対速度）が、１５０ｍｍ／ｍｉｎよりも小さい場合には、肉盛層を構成するビードのリップ部が断続的となってしまうおそれがある。さらに、６００ｍｍ／ｍｉｎよりも大きい場合には、前記レーザ照射装置の移動方向に沿ってビード割れが発生するおそれがある。

【００２４】

さらに、本発明は、上記肉盛方法により得られた鋳造部材として、鋳鉄材料の一部の表面に肉盛層を形成した鋳鉄部材であって、前記肉盛層は銅元素を主材としており、前記鋳鉄材料の前記表面には０．０１～２．０ｍｍの厚さの焼入れ層が形成されていることを特徴とする鋳鉄部材をも開示する。前記鋳鉄部材の肉盛層は、限定されるものではないが前記鋳鉄材料の表面に、０．１～１．０ｍｍの厚み範囲の第一肉盛層と、該第一肉盛層の表面に、前記第一肉盛層の厚みの１．０倍～１９倍の厚み範囲の第二肉盛層と、を備えていることが好ましい。

【００２５】

前記鋳造部材は、ピンホール、ブローホールなどのガス欠陥、及び、肉盛層のビード割れが無いので、使用環境が厳しく安全性が重視される車両のエンジンなどに特に好適である。具体的には、前記鋳鉄部材が、車両のエンジンを構成するシリンダヘッドであり、この鋳鉄部材の表面に形成される肉盛層は、シリンダヘッドを構成するバルブシートであることが好ましい。

【発明の効果】

【００２６】

本発明の鋳鉄部材の製造方法によれば、鋳鉄材料の表面に形成される肉盛層中のガス欠陥の発生及び前記肉盛層のビード割れの発生を抑制することができる。

【実施例】

【００２７】

以下に、本発明を実施例により説明する。

【００２８】

尚、以下の実施例では、図１に示すような鋳鉄材料（例えば、図１の場合はシリンダヘッド本体２１）の表面２２に、肉盛装置１を用いて、肉盛層（例えば図１の場合はバルブ

シート）２３を形成することにより、鋳鉄部材２０を製作している。

【００２９】

［実施例１］

肉盛寸法２００ｍｍ×５００×１５０ｍｍの鋳鉄材料（ＪＩＳ規格：ＦＣ２５相当）を準備し、この表面に肉盛のための材料(肉盛材料）として下記の表１に示すような銅元素を主材とした耐摩耗性材料の粉末を用いて肉盛した。具体的には、図１に示すように、粉末を不活性ガス（アルゴンガス）と共に搬送し、搬送した粉末にビーム照射面積が６．５×１．０ｍｍのレーザ照射装置１０からのレーザを照射することにより、前記粉末を溶融し、溶融した材料を鋳鉄材料の一部の表面に溶着させて肉盛層を形成した。また、レーザの照射強度は、肉盛層下層（鋳鉄材料の表面）に形成される焼入れ層が０．０１～２．０ｍｍの範囲となるように、２．０ｋｗとし、肉盛時における鋳鉄材料とレーザ照射装置との相対速度（加工速度）Ｖが５００ｍｍ／ｍｉｎとなるように、移動させながら肉盛層を形成した。このようにして製造された鋳鉄部材の断面を顕微鏡で観察した。この結果を図２に示す。さらに、鋳鉄部材の肉盛層に対して、摺動速度０．３ｍ／ｓ，押付け荷重１．１５ＭＰａの条件で摩耗試験を行った。

【表１】

成分（%）							
Cu	Ni	Si	Mo	Fe	Nb	Co	その他・備考
Bal	15.0～18.0	2.3～3.3	(6.0)～10.0	8.0～10.0	0.7～1.3	0.1以下	C=0.07～0.13 C=0.08～0.023

【００３０】

［実施例２，３］

実施例１と同じようにして、鋳鉄材料の表面に肉盛層を形成し、鋳鉄部材を製作した。実施例２が、実施例１と異なる点は、レーザの照射強度を２．５ｋｗとして、加工速度を５００ｍｍ／ｍｉｎとした点である。また、実施例３が、実施例１と異なる点は、レーザの照射強度を２．５ｋｗとして、加工速度を１０００ｍｍ／ｍｉｎとした点である。このように製作された鋳鉄部材の断面を実施例１と同様に顕微鏡で観察した。これらの結果を図２に示す。

【００３１】

［比較例１］

実施例１と同じようにして、鋳鉄材料の表面に肉盛層を形成し、鋳鉄部材を製作した。実施例１と異なる点は、焼入れ層が０．０１ｍｍよりも小さくなるように、レーザの照射強度を調整して鋳鉄材料の表面に肉盛した点である。

【００３２】

［比較例２］

実施例１と同じようにして、鋳鉄材料の表面に肉盛層を形成し、鋳鉄部材を製作した。実施例１と異なる点は、焼入れ層が２．０ｍｍよりも大きくなるように、レーザの照射強度を調整して鋳鉄材料の表面に肉盛した点である。

【００３３】

［比較例３］

従来、バルブシートとしてシリンダヘッドに圧入する焼結材（ＪＩＳ規格：ＳＭＦ３０相当）を準備し、実施例１と同じ条件で摩耗試験を行った。

【００３４】

［結果１］

図２に示すように、実施例１～３の肉盛層を形成した鋳鉄部材は、ガス欠陥もなく、ビード割れもなかった。しかし、比較例１の場合には、肉盛層のビードが形成され難かった。また、比較例２の場合には、肉盛層中にガス欠陥が含まれ、肉盛層にビード割れが発生した。また、図３に示すように、実施例１の鋳鉄部材は、比較例３のものに比べて耐摩耗性が向上した。

【００３５】

［考察１］
このような肉盛層は、肉盛のための材料を溶融させる温度（１７００℃以上）まで加熱して、鋳鉄材料の表面に溶着させることにより形成されるので、形成された肉盛層は、鋳鉄材料の表面（下地）の熱伝導によって自己冷却・凝固し形成される。その際に、鋳鉄材料は、焼入れ変態点温度以上に加熱され且つ冷却されるために、肉盛層下層に焼入れ層が形成される。そして、結果１より、０．０１～２．０ｍｍの厚さの焼入れ層ができるような条件で肉盛を行えば、ピンホールなどのガス欠陥を低減させることができると共に、肉盛層のビード割れを抑制することができると考えられる。さらに、０．０１ｍｍ以上の厚さの焼入れ層を形成するためには、少なくとも、レーザの照射強度を、２００Ｗ／ｍｍ^{2}以上に調整することが望ましい。また、実施例１の鋳鉄部材が、比較例３のものに比べて耐摩耗性が向上したのは、材質そのものの影響と、肉盛層中のガス欠陥、肉盛層のビード割れがなかったことによると考えられる。

【００３６】
［実施例４］
実施例１と同じようにして、鋳鉄材料の表面に肉盛層を形成し、鋳鉄部材を製作した。実施例１と相違する点は、前記肉盛材料として、酸素含有量が２００ｐｐｍ以下の材料（具体的には、酸素含有量が１００ｐｐｍ，２００ｐｐｍ）を用いた点である。そして、この鋳鉄部材の肉盛層の断面において、平均径が０．２ｍｍ以上のガス欠陥の個数と、平均径が０．４ｍｍ以上のガス欠陥の個数と、を測定した。この結果を図４に示す。尚、バルブシートに有害なガス欠陥（ピンホール）は、０．５ｍｍ以上のものである。

【００３７】
［比較例４］
実施例４と同じようにして、鋳鉄材料の表面に肉盛層を形成し、鋳鉄部材を製作した。実施例４と相違する点は、前記肉盛のための材料として、酸素含有量が２００ｐｐｍを超えた材料（具体的には、酸素含有量が２５０ｐｐｍ，３００ｐｐｍ，３５０ｐｐｍ，４００ｐｐｍ）を用いた点である。そして、実施例４と同じようにして、ガス欠陥の個数を測定した。この結果を図４に示す。

【００３８】
［結果２］
図４に示すように、実施例４のように酸素含有量が２００ｐｐｍ以下の材料を肉盛材料として用いた場合には、平均径が０．４ｍｍ以上のガス欠陥はなかった。また、酸素含有量が１００ｐｐｍ以下の材料を用いた場合には、平均径が０．２ｍｍ以上のガス欠陥はなかった。実施例４，比較例４の結果からわかるように肉盛材料の酸素含有量が増加するに従って、ガス欠陥の個数が増加した。

【００３９】
［考察２］
結果２から、肉盛層中に形成されるガス欠陥は、粉末（肉盛のための材料）に含まれる酸素と鋳鉄材料の黒鉛とが反応して生成される二酸化炭素により発生すると考えられ、前記酸素含有量を低くすることによってガス欠陥の発生は大部分が抑制できると考えられる。そして、酸素含有量が２００ｐｐｍ以下であれば、バルブシートに有害な０．５ｍｍ以上のピンホールを抑制することができ、酸素含有量が１００ｐｐｍ以下であれば、平均径０．２ｍｍ以下のピンホールを抑制でき、さらに良質の肉盛層を形成することができる。

【００４０】
［実施例５］
実施例１と同じようにして、鋳鉄材料の表面に肉盛層を形成し、鋳鉄部材を製作した。実施例１と異なる点は、図１に示すようなエンジンを構成するシリンダヘッドの本体（鋳鉄材料）２１の表面２２に肉盛層２３を形成した点と、以下に示す二層からなる肉盛層を形成した点である。具体的には、肉盛層を形成する工程として、まず、鋳鉄材料の表面に、０．１ｍｍの厚みとなるように第一肉盛層（一層目）を形成する工程を行った。次に、該第一肉盛層の表面に、厚みが１．９ｍｍ（第一肉盛層の１９倍の厚み）となるように第

二肉盛層（二層目）を形成する工程を行った。尚、第一肉盛層と第二肉盛層の材質は同じである。そして、この二層からなる肉盛層が形成された鋳鉄部材の断面を観察した。この結果を図５に示す。尚、図５に示す○は、ビード割れが無い場合、又は、ガス欠陥が殆ど無い場合である。また、△は、バルブシートの使用に支障が無いビード割れがある場合、又は、バルブシートの使用に支障が無いガス欠陥がある場合である。×は、バルブシートの使用には好ましくないビード割れがある場合、又は、バルブシートの使用には好ましくないガス欠陥がある場合である。

【００４１】

［実施例６～８］

実施例５と同じようにして、シリンダヘッド本体（鋳鉄材料）の表面に肉盛層を形成し、鋳鉄部材を製作した。実施例６が、実施例５と相違する点は、第一肉盛層の厚みを０．５ｍｍに、第二肉盛層の厚みを１．５ｍｍ（第一肉盛層の３．０倍の厚み）にした点である。実施例７が、実施例５と相違する点は、第一肉盛層の厚みを０．８ｍｍに、第二肉盛層の厚みを１．２ｍｍ（第一肉盛層の１．５倍の厚み）にした点である。さらに、実施例８が、実施例５と相違する点は、第一肉盛層を１．０ｍｍに、第二肉盛層の厚みを１．０ｍｍ（第一肉盛層の１．０倍の厚み）にした点である。そして、これらの肉盛を行った鋳鉄部材に対しても、実施例５と同じ断面観察を行った。この結果を図５に示す。また、実施例６の鋳鉄部材の断面写真を図６に示す。

【００４２】

［比較例５～８］

実施例５と同じようにして、シリンダヘッド本体（鋳鉄材料）の表面に肉盛層を形成し、鋳鉄部材を製作した。比較例５～８が、実施例５と相違する点は、図５に示すように、第一肉盛層の厚みを、０．１ｍｍよりも薄くした（比較例５）、又は、１．０ｍｍよりも厚くした（比較例６～８）点であり、さらに、第二肉盛層の厚みを、第一肉盛層の厚みの３.０倍よりも厚くした（比較例５）、又は、第一肉盛層の厚みの１．０倍よりも薄くした（比較例６～８）点である。そして、これらの肉盛層を形成した鋳鉄部材に対しても、実施例５と同じように断面観察を行った。この結果を図５に示す。

【００４３】

[比較例９]

比較例２と同じようにして、一層のみの肉盛層を形成した。この鋳鉄部材の断面写真を図６に示す。

【００４４】

［結果３］

図５、図６に示すように、実施例５～８の鋳鉄部材の肉盛層には、バルブシートに用いるに支障のあるビード割れ、ガス欠陥は無かった。しかし、比較例５～９の鋳鉄部材の肉盛層には、ビード割れ、ガス欠陥のいずれか一方があり、バルブシートとして使用できないものであった。

【００４５】

［考察３］

第一肉盛層を、０．１～１．０ｍｍの厚み範囲にすれば、第二肉盛層へのカーボンの希釈を低減することができ、ガスの発生を封じ込めることができると考えられる。そして、比較例５の如く、第一肉盛層の厚さが第二肉盛層の厚さに比べて薄い（二層目が一層目の厚みの１９倍よりも厚い）場合には、第二肉盛層の凝固収縮時の応力によりビード割れを誘発したと考えられる。また、比較例６～８の如く、第一肉盛層の厚さが第二肉盛層の厚さに比べて厚い（二層目が一層目の厚みの１．０倍よりも薄い）場合には、比較例９のように、肉盛層にガス欠陥が含まれ、肉盛層を切削後のバルブシート最終形状表面に、ガス欠陥が空孔欠陥として露呈する場合もあり得る。よって、第一肉盛層の厚みの１．０倍～１９倍の厚み範囲となるように第二肉盛層を形成すれば、第二肉盛層の肉盛時の熱影響による割れの誘発も低減することができる。さらに、割れ、ガス欠陥の発生が無いより良質な肉盛層を形成するには、鋳鉄材料の表面に、０．５～０．８ｍｍの厚み範囲となるよう

に第一肉盛層を形成し、第一肉盛層の厚みの１．５倍～３．０倍の厚み範囲となるように第二肉盛層を形成することがより好ましいと考えられる。なお、第一肉盛層と第二肉盛層の材質が異なっていても、融点、熱膨張率等の材料特性が近いものであれば、略同様の結果が得られるものと考えられる。

【００４６】

［実施例９］

実施例５と同じように、鋳鉄材料の表面に二層からなる肉盛層を形成し、鋳鉄部材を製造した。実施例５と相違する点は、図７に示すように第二肉盛層を形成する工程を、前記第二肉盛層が前記第一肉盛層の表面から外れないようにして行った（幅ａ＞幅ｂとした）点である。そして、この肉盛層を形成した鋳鉄部材の断面を観察した。この結果を図７に示す。

【００４７】

［比較例１０］

実施例９と同じように、鋳鉄材料の表面に二層からなる肉盛層を形成し、鋳鉄部材を製造した。実施例５と相違する点は、図７に示すように、第二肉盛層を形成する工程を、前記第二肉盛層が前記第一肉盛層の表面から外れるようにして行った（幅ａ＜幅ｂとした）点である。そして、この肉盛層を形成した鋳鉄部材の断面を観察した。この結果を図７に示す。

【００４８】

［結果４］

図７に示すように、実施例９の肉盛層にはガス欠陥が無かったが、比較例１０の肉盛層のはみ出し部分の近傍には、ガス欠陥ピンホール（ピンホール）が発生していた。

【００４９】

［考察４］

比較例１０のように、第二肉盛層の幅ｂが第一肉盛層の幅ａよりも大きい場合には、その両端（はみ出し部分）で鋳鉄材料の黒鉛の巻き込みが起こり、その結果として、第二肉盛層中にガス欠陥が発生しやすい。また、肉盛材料は、肉盛時には溶融するため、溶けダレが発生することがある。よって、第一肉盛層の表面にあわせて、その表面上に同じ面積の第二肉盛層を肉盛った場合であっても、第二肉盛層の溶けダレが鋳鉄材料の表面に流れ込み、ガス欠陥を誘発するおそれも考えられる。よって、このような溶融、溶けダレをも想定して、第二肉盛層を形成する工程を、第二肉盛層が第一肉盛層の表面から外れないようにして行うことが望ましいと考えられる。

【００５０】

［実施例１０］

肉盛層の形成の前処理工程として、実施例１に用いたのと同様の鋳鉄材料の表面層に含まれる黒鉛及び該黒鉛中の油分を除去することができる強度以上、かつ、前記鋳鉄材料の表面が溶融する強度よりも小さい強度となるように、照射強度を調整したレーザを、前記鋳鉄材料の表面に照射した。具体的には、図８に示すように、レーザの出力を１．０ｋＷ又は１．５ｋＷとし、鋳鉄材料の表面におけるレーザの入射エネルギが、１０～２０Ｊ／ｍｍ^{2}の範囲となるように、レーザの調整を行った。そして、これらの鋳鉄材料の断面を観察した。この結果を図８に示す。さらに、実施例１と同様の肉盛層を形成して鋳鉄部材を製作し、該鋳鉄部材の断面を観察した。

【００５１】

［比較例１１］

実施例１０と同じように前処理工程を行った。実施例１０と異なる点は、鋳鉄材料の表面におけるレーザの入射エネルギを、１０Ｊ／ｍｍ^{2}よりも小さくした、又は、２０Ｊ／ｍｍ^{2}よりも大きくした点である。そして、実施例１０と同様に、鋳鉄材料の断面を観察した。この結果を図８に示す。さらに、実施例１０と同様に肉盛層を形成して鋳鉄部材を製作し、該鋳鉄部材の断面を観察した。

【００５２】

［結果５］
実施例１０の鋳鉄部材は、いずれもガス欠陥及び亀裂のない肉盛層が形成されたが、比較例１１の鋳鉄部材のうち、前処理工程において２０Ｊ／ｍｍ^{2}よりも大きいものは、最表面が溶融し、チル化が起こり母材表面に亀裂が発生し、肉盛層にビード割れが発生した。また、前処理工程において１０Ｊ／ｍｍ^{2}よりも小さいものは、肉盛層中にガス欠陥が発生した。
【００５３】
［考察５］
比較例１１の如く、１０Ｊ／ｍｍ^{2}よりも小さい場合には、黒鉛及び黒鉛中の油分を除去することができなかったため、肉盛層にガス欠陥が発生したと考えられる。一方、２０Ｊ／ｍｍ^{2}よりも大きい場合には、鋳鉄材料のチル化により亀裂が発生し易く、この亀裂の発生により肉盛層にもビード割れが発生したものと考えられる。よって、実施例１０の如く、鋳鉄材料の表面におけるレーザの入射エネルギが、１０～２０Ｊ／ｍｍ^{2}の範囲となるようにレーザの調整を行えば、鋳鉄材料の表面に介在する黒鉛及び黒鉛中の油分を除去することができ、鋳鉄材料の表面が溶融しチル化することもないので、高品質の肉盛層を形成することができると考えられる。
【００５４】
[実施例１１]
実施例９と同じように、鋳鉄材料の表面に肉盛層を形成し、鋳鉄部材を製作した。実施例９と相違する点は、図１に示すレーザ照射装置１０と鋳鉄材料（シリンダヘッド本体）２１とを相対的に移動させる速度（加工速度）Ｖを、図９に示すように（●印に示すように）、１５０ｍｍ／ｍｉｎ～６００ｍｍ／ｍｉｎの範囲にして肉盛層を形成した点である。そして、鋳鉄部材の外観及び断面の観察を行った。この結果を図９に示す。尚、本実施形態では、レーザ出力が、１．５ｋＷ以下のものは、ビードが形成されないので、それ以上のレーザ出力で肉盛を行っている。
【００５５】
[比較例１２]
実施例１１と同じようにして、鋳鉄材料の表面に肉盛層を形成し、鋳鉄部材を製作した。実施例１１と相違する点は、図９に示すように（×印に示すように）、相対移動速度（加工速度）Ｖを１５０ｍｍ／ｍｉｎよりも小さい又は６００ｍｍ／ｍｉｎよりも大きい条件で、肉盛を行った点である。そして、肉盛層の外観及び断面の観察を行った。この結果を図９に示す。
【００５６】
［結果６］
実施例１１の鋳鉄部材には、肉盛層にはガス欠陥、ビード割れは見られなかった。比較例１２のうち、下降速度が１５０ｍｍ／ｍｉｎよりも小さい場合には、ビードのリップルが断続的となり（凹凸が激しくなり）、バルブシートとして使用可能な肉盛層が得られなかった。また、従来の一般的な一層の肉盛の場合には、バルブシート円周に対して垂直方向の不確定な位置に、図１０の（ａ）に示すようにバルブシート（肉盛層のビード）を横断する横断割れが発生していたが、比較例１２のうち加工速度が６００ｍｍ／ｍｉｎよりも大きい場合には、図１０の（ｂ）に示すようにバルブシートを縦断する縦断割れが発生した。
【００５７】
［考察６］
比較例１２の如き縦断割れは、ビードに対して円周並行に連続的に発生する割れ（現象）であるため、ビード全体への応力増加が原因と考えられる。このような割れの発生は、二層肉盛によって、ガス欠陥・局部横断割れ（ビード割れ）を抑制する一方で、ビード全体への応力が増加したことによるものと考えられる。そして、加工速度に対する影響が非常に顕著に表れるのは、冷却速度を主因として、前記割れの要因となる応力が発生するからであると考えられる。よって、実施例１１に示すように、加工速度が、１５０ｍｍ／ｍ

ｉｎ～６００ｍｍ／ｍｉｎの範囲にすることにより（具体的には従来の一層盛りの一般的な加工速度（９００ｍｍ／ｍｉｎ）よりも低下させて）肉盛層の冷却速度を低下し、肉盛層ビード全体に発生する応力を低減し、ビード割れの発生を回避できたと考えられる。

【図面の簡単な説明】

【００５８】

【図１】本発明に係る鋳鉄部材の製造方法を説明するための図。

【図２】実施例１～３の肉盛層の断面図。

【図３】実施例１と比較例３の耐摩耗試験の結果を示した図。

【図４】実施例４と比較例４における肉盛材料に含有する酸素含有量と、肉盛層におけるガス欠陥との関係を示した図。

【図５】実施例５～７と比較例５～８の肉盛層のガス欠陥（ピンホール）とビード割れとの結果を示した図。

【図６】実施例６と比較例９の肉盛層の断面を示した図。

【図７】実施例９と比較例１０の肉盛層の断面を示した図。

【図８】実施例１０と比較例１１により、前処理工程において、レーザの最適な入射エネルギの条件を説明するための図。

【図９】実施例１１と比較例１２により、最適加工速度を説明するための図。

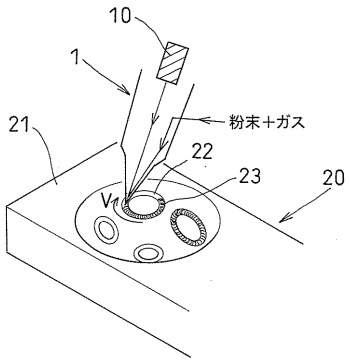
【図１０】肉盛層の割れの形態を説明するための図。

【符号の説明】

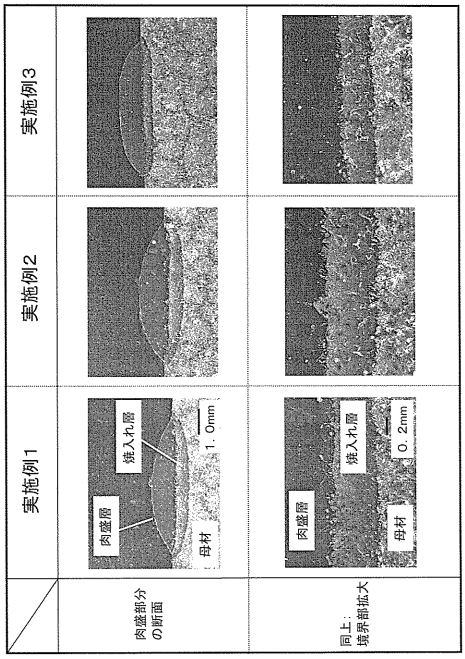
【００５９】

１：肉盛装置，１０：レーザ照射装置，２０：鋳鉄部材（シリンダヘッド），２１：鋳鉄材料（シリンダヘッド本体），２３：肉盛層（バルブシート）

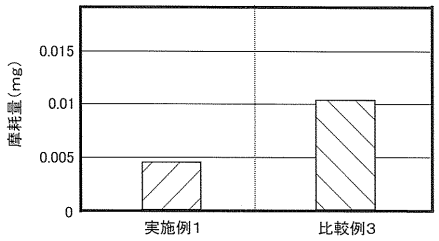
【図１】



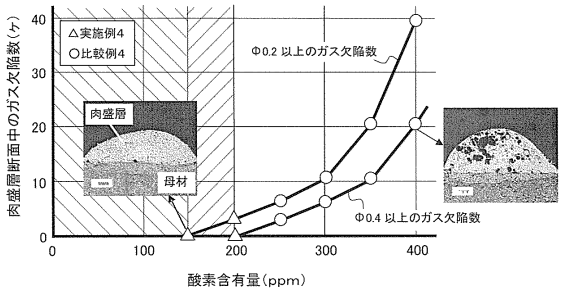
【図２】



【図３】



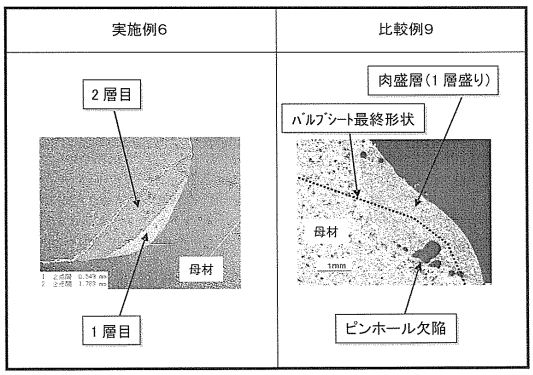
【図４】



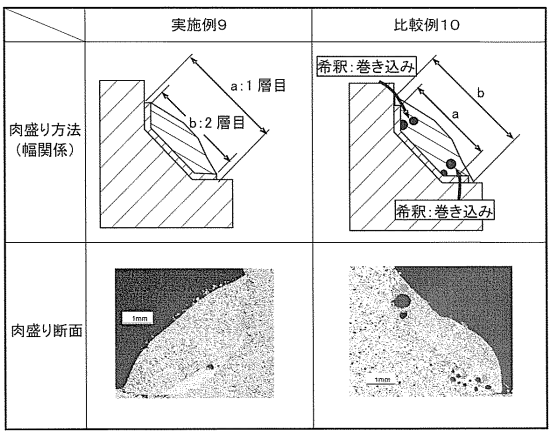
【図５】

	1層目厚さ(mm)	2層目厚さ(mm)	ワレ	ピンホール
比較例5	0.05	1.95	×	○
実施例5	0.1	1.90	△	○
実施例6	0.5	1.50	○	○
実施例7	0.8	1.20	○	○
実施例8	1.0	1.0	○	△
比較例6	1.5	0.5	○	×
比較例7	1.90	0.10	△	×
比較例8	1.95	0.05	×	×

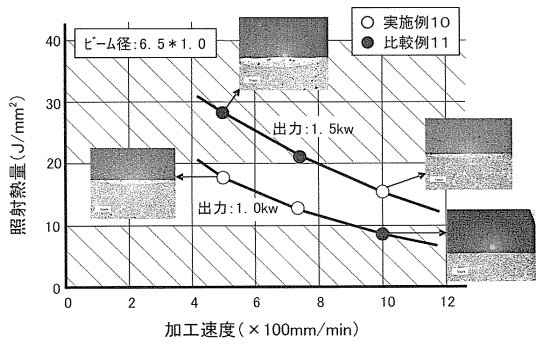
【図６】



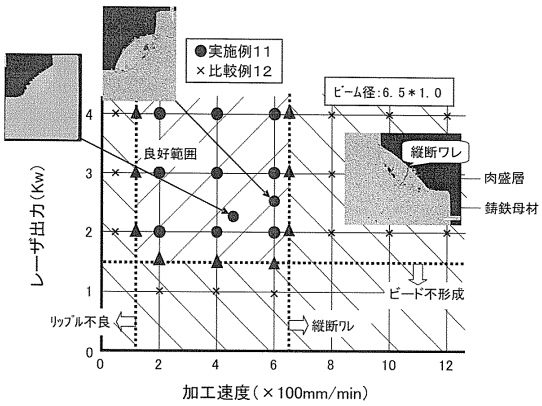
【図７】



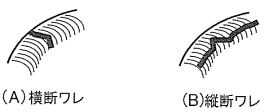
【図８】



【図９】



【図１０】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		FI		
B23K 35/30	***(2006.01)***	B23K	35/30	340Z
F01L 3/02	***(2006.01)***	F01L	3/02	H
B23K 103/06	*(2006.01)*	C21D	1/09	M
		B23K	103:06	

(72)発明者 木寺 健治
愛知県豊田市トヨタ町１番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 石川 善統
愛知県豊田市トヨタ町１番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 松本 公一

(56)参考文献 特開平０７－０３２１７３（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－２７０３３５（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－１０１３９２（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－１１２７８６（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－２９６９８３（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－２２４８９０（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－１０４４８７（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－１０４９０６（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－１１１８５５（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－２９１１８３（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－０８６２８４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２３Ｋ ２６／００－ ２６／４２
Ｃ２１Ｄ １／０９
Ｃ２１Ｄ ５／００
Ｆ０１Ｌ ３／０２－ ３／０４