

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-192436

(P2012-192436A)

(43) 公開日 平成24年10月11日(2012.10.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 26/34 (2006.01)	B 2 3 K 26/34	4 E 0 6 8
B 2 3 K 35/30 (2006.01)	B 2 3 K 35/30 3 4 O A	
B 2 3 K 26/14 (2006.01)	B 2 3 K 26/14 Z	
B 2 3 K 26/06 (2006.01)	B 2 3 K 26/06 A	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2011-58543 (P2011-58543)	(71) 出願人	508114454
(22) 出願日	平成23年3月16日 (2011. 3. 16)		地方独立行政法人 大阪市立工業研究所
(出願人による申告) 「国等の委託研究の成果に係る特許出願 (平成22年度経済産業省 戦略的基盤高度化支援事業木工用刃物の高性能化・長寿命化に資する金属組織ナノ化技術の開発)、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願)」			大阪府大阪市城東区森之宮1丁目6番50号
		(71) 出願人	509068356
			株式会社AMC
			大阪府大阪市大正区泉尾6丁目2番29号
		(74) 代理人	100129632
			弁理士 仲 晃一
		(72) 発明者	森貞 好昭
			大阪府大阪市城東区森之宮1-6-50
			地方独立行政法人大阪市立工業研究所内
		(72) 発明者	水野 雅
			大阪府大阪市大正区泉尾6丁目2番29号
			株式会社AMC内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザクラディング方法

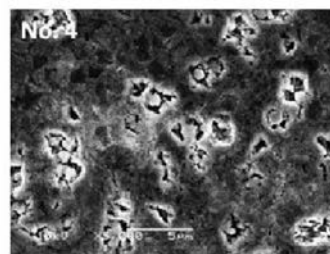
(57) 【要約】

【課題】本発明は、バナジウム炭化物を均一分散させたクラッド層を形成し得るレーザクラディング方法を提供する。

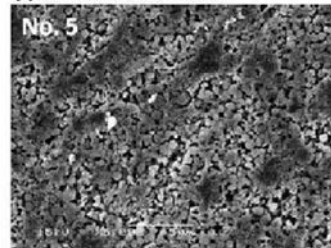
【解決手段】本レーザクラディングでは、クラディング材料粉末をレーザ光の光軸と同軸上に放出可能なレーザ加工ヘッドにより基材の表面にバナジウム炭化物を含有するクラッド層を形成する。このクラディング材料粉末は、mass%で、V：7～15%を含有する鉄系材料からなるが、好ましくはmass%で、V：10～15%を含有する鉄系材料からなる。

【選択図】図3

(d) バナジウム炭化物: 球状



(e) バナジウム炭化物: 球状



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

クラディング材料粉末をレーザ光の光軸と同軸上に放出可能なレーザ加工ヘッドにより基材の表面にバナジウム炭化物を含有するクラッド層を形成するレーザクラディング方法であって、

該クラディング材料粉末は、mass%で、V：7～15%を含有する鉄系材料からなることを特徴とするレーザクラディング方法。

【請求項 2】

前記クラディング材料粉末は、mass%で、V：10～15%を含有する鉄系材料からなることを特徴とする請求項 1 に記載のレーザクラディング方法。

10

【請求項 3】

前記クラディング材料粉末は、mass%で、

C：2.0～3.5、Cr：10.0～18.0、Mo：0.3～1.0、V：10.0～15.0を含み、残部の主成分を鉄系材料とすることを特徴とする請求項 2 に記載のレーザクラディング方法。

【請求項 4】

前記レーザ光は半導体レーザであることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載のレーザクラディング方法。

【請求項 5】

前記レーザ加工ヘッドは、

下端で基材に前記レーザ光を照射する照射口と、

前記レーザ光と略同軸で該照射口の近傍で前記クラディング材料粉末を放出するクラディング材料粉末供給管と、

前記レーザ光と略同軸で該照射口の近傍で不活性ガスを放出するシールドガス供給管と、を備えることを特徴とする請求項 1～5 に記載のクラディング方法。

20

【請求項 6】

クラディング材料粉末から基材の表面に形成したクラッド層であって、

該クラッド層は均一に分散されたバナジウム炭化物を含有し、

該バナジウム炭化物は、クラッド層内の40～70vol%を有し、それぞれ1μm以下の略球状の粒子を形成する、ことを特徴とするクラッド層。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、基材にバナジウム炭化物が均一に分散したクラッド層を形成することが可能なクラディング材料及びクラディング構成を採用したレーザクラディング方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

金属材の硬度や耐摩耗性を向上させるためには硬質セラミックス粒子を分散させることが効果的である。特に分散させるセラミックス粒子として、優れた機械的特性を有しているバナジウム炭化物を基材に大量に分散させる方法が種々検討されている。代表的な方法としては、鑄造、粉体肉盛溶接（クラディング方法）を利用する方法が存在する。

40

【0003】

しかしながら、鑄造の場合、5～10μm程度の粗大なバナジウム炭化物が残存するので、耐摩耗性の点では有利であるが所望の硬度を確保できない場合もあり、また、粗大なバナジウム炭化物により微細な形状の加工に用いる工具等への活用は難しい。また鑄造の場合、バナジウム炭化物が基材の結晶粒界に偏析してしまいこの点でも機械的特性を満足できないという問題がある。

【0004】

50

また、クラディング方法（肉盛溶接）を利用する場合として特許文献 1 では熱源にプラズマを用いる例が示されている。しかしながら、特許文献 1 に示すプラズマ粉体肉盛溶接は基材に大入熱を加え、基材の溶融池に硬質セラミック粉末を投入する必要がある。この方法の場合、割れ防止の観点から広範囲に溶かされた基材を除冷していく必要があり入熱制御が困難である。したがって、除冷過程において基材とクラッド層（肉盛層）とが混ざってしまい所望量のクラッド層を形成することができない。

【 0 0 0 5 】

一方、近年、クラディング方法の 1 つであり熱源にレーザを用いるレーザクラディング方法において基材の溶融量を低減する構成が提供されている。例えば、非特許文献 1 では、レーザ光と同軸に原材料を送り出すことで基材を少量のみ溶融し、溶融部分を急冷するレーザクラディング方法が示されている。今後、この方法を用いた種々の原材料のクラッド層の評価が期待されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特許第 3 8 9 6 4 7 8 号公報

【非特許文献】

【 0 0 0 7 】

【非特許文献 1】レーザーライン社のホームページ http://www.laserline.de/diode_laser/download_pdf/cladding-applications.pdf

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、大量の微細なバナジウム炭化物が均一に分散したクラッド層を容易に形成し得るクラディング材料及びクラディング構成を採用したレーザクラディング方法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 0 9 】

本発明は、レーザ光とクラディング材料粉末とを同軸上に放出可能なレーザ加工ヘッドにより基材の表面にバナジウム炭化物を含有するクラッド層を形成するレーザクラディング方法を提供する。この方法で使用するクラディング材料粉末は、mass% で、V : 7 ~ 1 5 % を含有する鉄系材料からなる。

30

【 0 0 1 0 】

また、前記クラディング材料粉末は、mass% で、V : 1 0 ~ 1 5 % を含有する鉄系材料からなることが好ましい。

【 0 0 1 1 】

レーザ光とクラディング材等を同軸上に放出するレーザ加工ヘッドを使用してバナジウム炭化物が均一分散されたクラッド層を形成するには、クラディング材料に 7 % 程度以上のバナジウムが含有することが好ましいことが理解された。このような同軸型のレーザ加工ヘッドを用いると基材への入熱を低くすることができる。

40

【 0 0 1 2 】

本発明では、このような低入熱でのレーザクラディングにおいてバナジウムの含有量を最適化することで微細なバナジウム炭化物が均一分散したクラッド層を確保することができる点で有利である。

【 0 0 1 3 】

上記クラディング材料に含有されるバナジウムの含有率のうちとりわけ 1 0 ~ 1 5 mass % のバナジウム含有量のクラディング材料粉末であることが好ましい。なお、1 5 mass % 以上のバナジウムを含有するクラディング材料粉末は製造が困難である。

【 0 0 1 4 】

前記クラディング材料粉末は、mass% で、C : 2 . 0 ~ 3 . 5 、C r : 1 0 . 0 ~ 1 8 .

50

0、Mo：0.3～1.0、V：10.0～15.0を含み、残部の主成分を鉄系材料とすることが好ましい。なお、レーザ光は半導体レーザであることが好ましい。

【0015】

上述するクラディング方法に使用するレーザ加工ヘッドは、下端で基材に前記レーザ光を照射する照射口と、前記レーザ光と略同軸で該照射口の近傍で前記クラディング材料粉末を放出するクラディング材料粉末供給管と、前記レーザ光と略同軸で該照射口の近傍で不活性ガスを放出するシールドガス供給管と、を備える構成である。

【0016】

また本発明は、クラディング材料粉末から基材の表面に形成したクラッド層も提供している。このクラッド層は均一に分散されたバナジウム炭化物を含有し、該バナジウム炭化物は、クラッド層内の40～70vol%を有し、それぞれ1μm以下の略球状の粒子を形成する。

【0017】

上記本発明のレーザクラディング方法を実施した場合、バナジウム炭化物粒子が均一に分散したクラッド層を形成することは上述した通りであるが、形成されたクラッド層にはバナジウム炭化物が均一分散されるだけでなくその粒子の形状、大きさに特殊性があり、粒子の占有量も非常に多い。したがって、このようなクラッド層の構成は本発明のレーザクラディング方法を実施したものであるということが出来る。

【発明の効果】

【0018】

本発明のレーザクラディング方法によれば、硬質セラミックス粒子として微細なバナジウム炭化物を大量に均一分散したクラッド層を基材表面に容易に形成することができるクラディング材料が提供される。これにより基材の機械的特性を簡単かつ確実に大幅に向上させることができ、高い耐摩耗性、耐食性等を要する部材への適正な材料を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明で用いるレーザクラディング方法の構成を示す概略図である。

【図2】図1のレーザクラディング方法で、種々の含有量のバナジウムを含む鉄系材料をクラディング材料に使った場合に形成されるクラッド層のSEM写真であり、バナジウム含有率が(a)は5.04mass%、(b)は7.57mass%、(c)は10.11mass%の場合を示している。

【図3】図1のレーザクラディング方法で、種々の含有量のバナジウムを含む鉄系材料をクラディング材料に使った場合に形成されるクラッド層のSEM写真であり、バナジウム含有率が(d)は12.52mass%、(e)は14.94mass%を示している。

【図4】(a)(b)は、それぞれ対応する図2(a)(c)に相当するクラッド層のTEM写真である。

【図5】従来のレーザクラディング方法の基本構成を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

従来型のレーザクラディング方法の基本構成（非同軸式）

まず、本発明のクラディング方法（肉盛溶接方法）を説明する前提としてレーザクラディングの基本構成について概説する。

【0021】

図5には従来のレーザクラディング方法を表す概略が示されている。図5に示すように、レーザ加工ヘッド101によって集光されたレーザ光102は集光点あるいはディフォーカスされたビームが基材103の表面に照射される。このとき基材103はレーザ光102の照射面に近傍の広範囲で溶かされて液体化した熔融池103aを形成する。一方、レーザ加工ヘッド101に隣接して設けられた粉末供給管104の下端部からはクラディングの原材料粉末105が基材103の表面に供給される。この基材103の表面上に

10

20

30

40

50

供給された原材料粉末 105 はレーザ光 102 によって溶融され、基材 103 の表面に接合されてクラッド層 106 を形成する。

【0022】

このような従来のレーザクラッディング方法では、図 5 に示すようにレーザ加工ヘッド 101 が基材 103 表面を横方向（矢印 X 方向）に移動しながらレーザ光 102 を照射し、粉末供給管 104 からレーザ光 102 の移動方向前方側に原材料粉末 105 を供給する。これによりレーザビーム 102 の進行方向後ろ側にクラッド層 106 が形成される。

【0023】

また、粉末供給管 104 の軸周りにはシールドガス供給管 107 が配設される。このシールドガス供給管 107 は上方からアルゴンガス等の不活性ガスが流入され下端部から放出される。不活性ガスが放出されるとプロセス部を外気と遮断し酸化を抑制する。

10

【0024】

しかしながら、図 5 に示す従来のレーザクラッディング方法の場合、原材料粉末 105 の供給位置とレーザ光 102 の焦点位置との位置決め制御が困難、すなわち入熱の制御が困難であり基材 103 も大きく溶かしてしまう（溶融池 103a が大きくなる）。これにより溶けた基材 103 に原材料粉末 105 が混ざりレーザ光 102 の照射位置に一定量の原材料粉末 105 が供給されなくなってしまう。その結果、クラッド層 106 の幅や高さが変化して均一なクラッド層 106 の生成が困難となってしまうという問題がある。

【0025】

本発明で用いるレーザクラッディング方法の構成（同軸クラッディングトーチ）
次に、本発明のレーザクラッディング方法の構成について概説する。

20

図 1 は本発明のレーザクラッディング方法を表す概略を示している。図 1 に示すように、レーザ加工ヘッド 11 は中心軸に沿って中空のレーザ光路 11a を形成しており、レーザ光 12 がこの光路に沿って内部を進行する。具体的には、レーザ光 12 がレーザ加工ヘッド 11 の入射口 11b から入射し、ミラー 21 により鉛直下方に反射して凸レンズ 22 まで到達する。凸レンズ 22 に到達したレーザ光 12 は集光されてレーザ加工ヘッド 11 の下端の照射口 11d から照射される。そして、レーザ光 12 は光軸 11c 上でレーザ加工ヘッド 12 の下端直下が集光点となって又はデフォーカスされて基材 13 の表面上に照射される。このとき基材 13 は、従来のレーザクラッディング方法と同様にレーザ光 12 の照射面が溶かされて液体化した溶融池 13a を形成する。但し、この溶融池 13a は小範囲である（後述）。

30

【0026】

一方、レーザ加工ヘッド 11 は、レーザ光路 11a と同軸（光軸 11c と同軸（共軸））に中心軸側から順に、クラッディング材料粉末（単に「クラッディング材料」とも称する）15 を下方に送り出すクラッディング材料粉末供給管 14 と、冷却水 20 を下方に送り出す冷却水供給管 19 と、不活性ガス 18 を下方に送り出すシールドガス供給管 17 と、が設けられている。詳細には、まず水平平面においてレーザ光路 11a の同心円状外側にクラッディング材料粉末供給管 14 が配置されており、上端からレーザ光 12 の集光に倣って光軸 11c 側に収束し、レーザ加工ヘッド 11 の下端の照射口 11d 近傍まで連通している。

40

【0027】

図示しないが、このクラッディング材料粉末供給管 14 は、水平平面において所定の角度ごとに配置された 1 以上の管であっても良く、周全体につながった環状の管であっても良い。したがって、クラッディング原材料粉末供給管 14 は、その上端からクラッディング材料粉末 15 を流入し、レーザ光 12 が基材 13 の表面上に照射される位置すなわち基材 13 表面の溶融池 13a に放出する。放出されたクラッディング材料粉末 15 はレーザ光 12 と基材 13 の溶融池 13a とで入熱され、レーザ加工ヘッド 11 の移動方向（矢印 Y 参照）の後側の基材 13 の表面にクラッド層 16 を形成する。

【0028】

とりわけ、このクラッディング方法ではレーザ光 12 の焦点等とクラッディング材料粉末

50

15 との両者ともに 1 つのレーザ加工ヘッド 11 の下端から放出されるためレーザ光 12 の照射位置（溶融池 13 a の位置）とクラディング材料粉末 15 の放出位置との位置決め制御を行う必要がない。したがって、レーザ加工ヘッド 11 が基材 13 の表面を走査してもクラッド層 16 の厚さ等を制御し易く加工プロセス回数も軽減できる点で有利である。なお、クラディング材料粉末の成分評価については後述する。

【0029】

また、水平平面におけるレーザ光路 11 a に対してクラディング材料粉末供給管 14 より同心円状外側（同軸外側）にはシールドガス供給管 17 が配置されており、その上端からレーザ光 12 の集光に倣って光軸 11 c 側に収束し、レーザ加工ヘッド 11 の下端の照射口 11 d 近傍まで連通している。したがって、シールドガス供給管 17 はその上端から流入したアルゴンガス等の不活性ガス 18 を下端で放出する。放出された不活性ガス 18 はクラディング材料粉末 15（ひいてはクラッド層 16）に吹き付けられるため、クラッド層 16 が基材 13 の表面に堆積されながら即ち酸化防止処理を施すこととなる。このシールドガス供給管 17 はクラッド層 16 の酸化防止可能な程度の量の不活性ガス 18 を吹き付けられるものであれば良く、複数の管や周全体につながった環状の管などが考えられる。

【0030】

さらに、シールドガス供給管 17 の同心円状外側には冷却水供給管 19 が配置されており、その上端からレーザ加工ヘッド 11 の下端から所定距離上方に位置まで連通している。なお、この冷却水供給管 19 はレーザ加工ヘッド 11 の必須部品ではなく、レーザ加工ヘッド 11 の冷却機能である。

【0031】

上記レーザクラディング方法で最適なクラディング材料粉末（原材料粉末）
上記レーザクラディング方法を用いて種々のクラディング材料によりバナジウム炭化物が分散したクラッド層 16 を形成した。以下、バナジウム V の含有量の異なる種々のクラディング材料粉末について図 1 に示すレーザクラディング方法でクラッド層を形成した場合のバナジウム炭化物の分散状態を評価した。

【0032】

実験条件

使用装置としては上述する図 1 のレーザ加工ヘッド 11 として Laserline 社製 Type Coax8 を使用した。また、レーザ光源としては、Laserline 社製（波長 810-980nm）の半導体レーザを使用した。

また、クラディング材料粉末 15 は、高耐食・耐磨耗工具鋼粉末（山陽特殊鋼社製）を 5 種類準備した。具体的には、C、Si、Mn、Cr、Mo、V、と Fe を主成分組成とし、詳細な成分は表 1 に示す。

【表 1】

	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Fe
No.1	2.19	0.29	0.38	17.78	0.40	5.04	Bal.
No.2	2.61	0.26	0.41	15.25	0.69	7.57	Bal.
No.3	3.03	0.28	0.36	12.72	0.98	10.11	Bal.
No.4	3.02	0.26	0.37	12.81	0.98	12.52	Bal.
No.5	3.01	0.27	0.40	12.91	0.98	14.94	Bal.

(Unit: mass%)

【0033】

また、基材 13 には SKD 61 板材（高さ 17 mm × 幅 175 mm × 長さ 230 mm）を使用した。

さらに、クラディング条件としては、レーザ出力が 600 w、レーザ加工ヘッド 11 の移動速度が 1000 mm/min、レーザ加工ヘッド 11 が送り量 0.5 mm であり、基

材 1 3 の表面にクラディングをラッピングさせることで、基材表面に高さ 2 mm × 幅 15 mm × 長さ 65 mm のクラッド層 16 を形成させた。

【 0 0 3 4 】

図 2 ~ 図 3 は、上記実験条件により形成されたクラッド層 16 の組織写真 (SEM 写真) を示している。具体的には図 2 ~ 図 3 の (a) ~ (e) はそれぞれ表 1 の No. 1 ~ No. 5 のクラディング材料粉末を使用した場合の SEM 写真であり、クラッド層断面を鏡面研磨後、エッチング (塩化第二鉄溶液) を施して撮影している。バナジウム : V の含有率に注目すると、それぞれ (a) は 5.04 mass%、(b) は 7.57 mass%、(c) は 10.11 mass%、(d) は 12.52 mass%、(e) は 14.94 mass% である。

【 0 0 3 5 】

10

表 1 のような鉄系材料をクラディング材料として使用する場合、主としてクロム炭化物とバナジウム炭化物とが形成される。このうちクロム炭化物は基材 (Fe) の結晶粒界に偏析するのが一般的である。一方、図 2 ~ 図 3 に示す通りバナジウム炭化物が形成される場所は、バナジウム含有量によって変化し、バナジウム含有率が低い場合はクロム炭化物と同様に基材の結晶粒界に偏析し、バナジウム含有率が高くなるにつれ基材中に均一に分散して形成される。詳細には (a) のようにバナジウム含有率が 5 mass% 程度のときには偏析した状態といえるが、(b) のようにバナジウム含有率が 7 ~ 10 mass% 程度では比較的良好に分散されており、(c) ~ (d) のようにバナジウム含有率が 10 ~ 15 mass% 程度では十分に均一分散していることがわかる。

【 0 0 3 6 】

20

また、図 2 ~ 図 3 に示すクラッド層 16 の組織写真 (SEM 写真) の画像解析を行った結果、

バナジウム炭化物粒子はクラッド層 16 内で均一に分散されており、その形状、大きさ、量は、

形状 : 球状

大きさ : 1 μm 以下

量 : 40 ~ 70 vol%

であることがわかる。

【 0 0 3 7 】

30

なお、(a) ~ (e) におけるバナジウム炭化物粒子は、それぞれ占有面積を検出した結果、(a) - (非分散ゆえ不検出)、(b) 43 vol%、(c) 61 vol%、(d) 45 vol%、(e) 67 vol% と検出された。

【 0 0 3 8 】

図 4 は、表 1 のクラディング材料のうちバナジウムの含有率が 5.04 mass%、10.11 mass% である No. 1 と No. 3 から形成されたクラッド層の断面の組織写真 (TEM 写真) を示している。すなわち、図 4 (b) の TEM 写真は図 2 (c) の SEM 写真に相当する。

この図 4 を参照すれば、上述のように、バナジウム含有率が高くなるとバナジウム炭化物が均一に分散されていることが分かる。

【 0 0 3 9 】

40

以上、本発明のレーザクラディング方法の実施形態およびその概念について説明してきたが本発明はこれに限定されるものではなく特許請求の範囲および明細書等に記載の精神や教示を逸脱しない範囲で他の変形例、改良例が得られることは当業者は理解できるであろう。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 0 】

11 レーザ加工ヘッド (レーザヘッド)

11a レーザ光路

11b 入射口

11c 光軸 (中心軸)

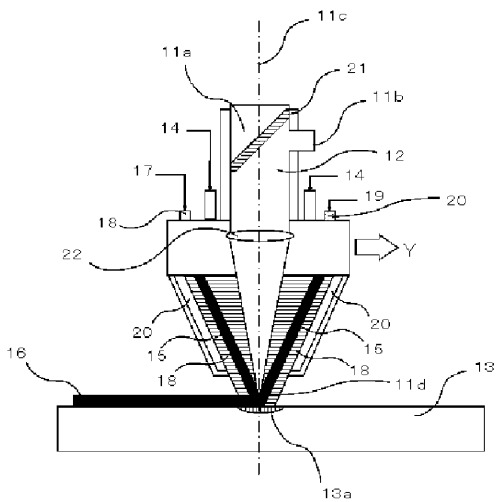
50

- 1 1 d 照射口
- 1 2 レーザ光 (レーザビーム)
- 1 3 基材
- 1 3 a 熔融池
- 1 4 クラディング材料粉末供給管
- 1 5 クラディング材料 (粉末)
- 1 6 クラッド層
- 1 7 シールドガス供給管
- 1 8 不活性ガス
- 1 9 冷却水供給管
- 2 0 冷却水
- 2 1 ミラー
- 2 2 凸レンズ
- 1 0 1 レーザ加工ヘッド
- 1 0 2 レーザビーム (レーザ光)
- 1 0 3 基材
- 1 0 3 a 熔融池 "
- 1 0 4 粉末供給管
- 1 0 5 原材料粉末
- 1 0 6 クラッド層
- 1 0 7 シールドガス供給管
- 1 0 8 不活性ガス

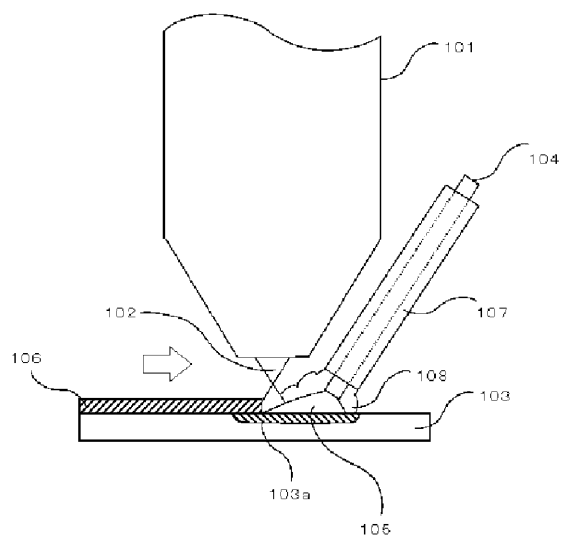
10

20

【 図 1 】

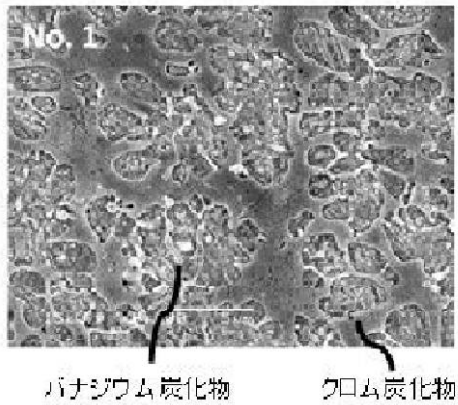


【 図 5 】

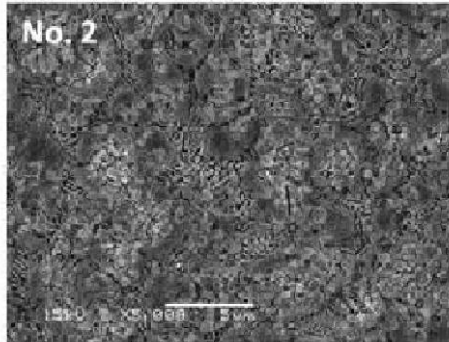


【 図 2 】

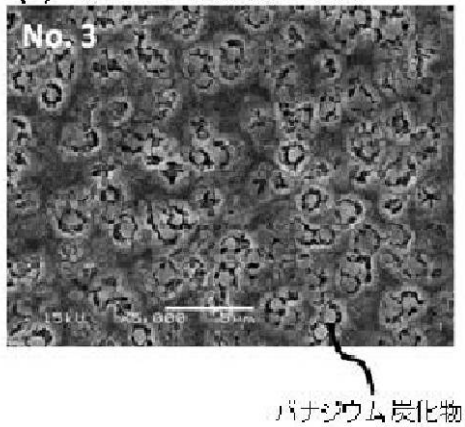
(a) バナジウム炭化物: 網目状



(b) バナジウム炭化物: 球状

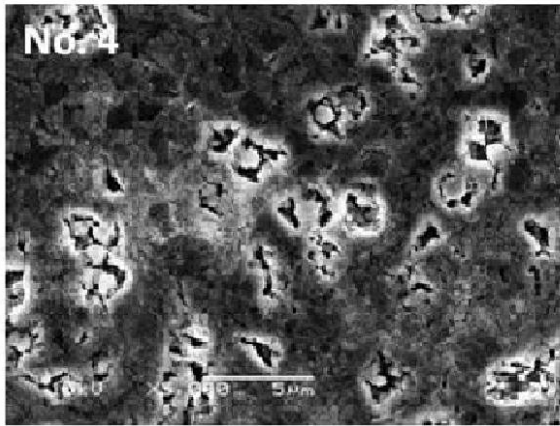


(c) バナジウム炭化物: 球状

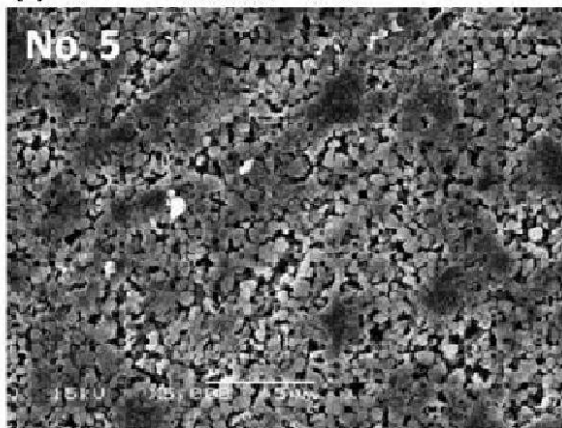


【 図 3 】

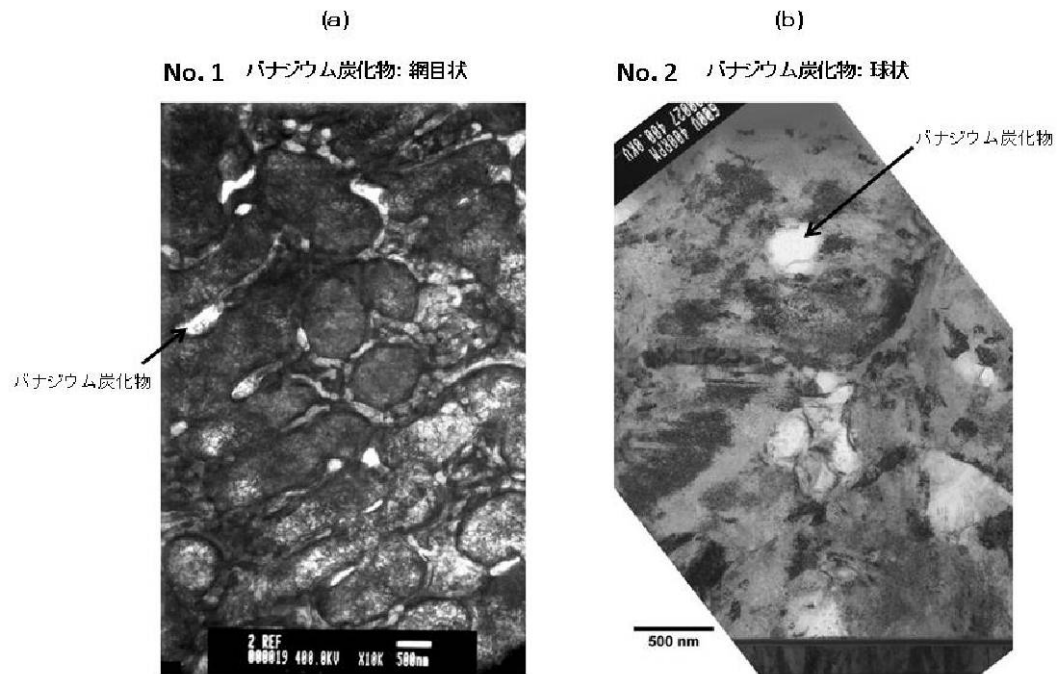
(d) バナジウム炭化物: 球状



(e) バナジウム炭化物: 球状



【 図 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 阿部 源隆
大阪府大阪市大正区泉尾6丁目2番29号 株式会社AMC内
- (72)発明者 北村 優介
大阪府大阪市大正区泉尾6丁目2番29号 株式会社AMC内
- (72)発明者 長岡 亨
大阪府大阪市城東区森之宮1-6-50 地方独立行政法人大阪市立工業研究所内
- (72)発明者 福角 真男
大阪府大阪市城東区森之宮1-6-50 地方独立行政法人大阪市立工業研究所内
- Fターム(参考) 4E068 BB00 CJ01 DA01 DB01