

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6219962号
(P6219962)

(45) 発行日 平成29年10月25日(2017.10.25)

(24) 登録日 平成29年10月6日(2017.10.6)

(51) Int.Cl.

F 1

B23K 26/00	(2014.01)	B 23 K	26/00	B
B23K 26/066	(2014.01)	B 23 K	26/066	
F02C 7/00	(2006.01)	B 23 K	26/00	N
F01D 25/00	(2006.01)	B 23 K	26/00	G
		F 02 C	7/00	A

請求項の数 9 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-536200 (P2015-536200)
 (86) (22) 出願日 平成25年10月7日 (2013.10.7)
 (65) 公表番号 特表2016-500577 (P2016-500577A)
 (43) 公表日 平成28年1月14日 (2016.1.14)
 (86) 國際出願番号 PCT/FR2013/052374
 (87) 國際公開番号 WO2014/057195
 (87) 國際公開日 平成26年4月17日 (2014.4.17)
 審査請求日 平成28年9月27日 (2016.9.27)
 (31) 優先権主張番号 1259546
 (32) 優先日 平成24年10月8日 (2012.10.8)
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(73) 特許権者 315008740
 サフラン エアークラフト エンジンズ
 フランス国, エフー 75015 パリ, ブ
 ルバール デュ ジェネラル マルシア
 ル バラン 2
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100123582
 弁理士 三橋 真二
 (74) 代理人 100153084
 弁理士 大橋 康史
 (74) 代理人 100160705
 弁理士 伊藤 健太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】機械的部品に裸眼で見ることにできる予め定めたグラフィック描写を表面マーキングする方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

機械的部品に予め定めたグラフィック描写を表面マーキングする方法において、
 該方法は、レーザー光源を用いてマーキング用部品の外表面に対して、前記レーザー光源と前記マーキング用部品の外表面との間に予め定めたグラフィック描写を有するマスクを挟んだ状態で、単一のレーザーパルスを当てるこを含み、前記レーザーパルスは少なくとも $20 \text{ MW} / \text{cm}^2$ の電力束密度と 100 nm 以下の継続期間を有することを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記レーザー光源と前記マスクの間には合焦レンズが介装される請求項 1 に記載の方法 10
 。

【請求項 3】

前記レーザー光源は Nd - YAG レーザーである請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記レーザーパルスは少なくとも 0.5 mm の衝撃径を有する請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

前記マーキング用部品は金属からなり、前記レーザーパルスは $0.04 \text{ MW} / \text{cm}^2$ ~ $0.55 \text{ MW} / \text{cm}^2$ の範囲内の電力束密度を有する請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記マーキング用部品はカーボン繊維とエポキシマトリックスを有する複合材料からなり、前記レーザーパルスは $0.15 \text{ GW/cm}^2 \sim 2 \text{ GW/cm}^2$ の範囲内の電力束密度を有する請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

前記マーキング用部品はセラミックからなり、前記レーザーパルスは $0.10 \text{ GW/cm}^2 \sim 0.34 \text{ GW/cm}^2$ の範囲内の電力束密度を有する請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 8】

更に、前記レーザー光源と前記部品の外表面との間に不透明マスクを挟むことを含み、
前記不透明マスクは、前記部品のマルチコントラストマーキングを達成するように複数の
カラーグラデーションを有する請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

航空タービンエンジンのファンブレード、タービンブレード又はコンプレッサブレード
を作るにあたり、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の方法の使用。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、機械的部品にマーキングする一般的分野に関する。

【0002】

本発明の適用分野は航空部品、特に航空タービンエンジン用部品をマーキングし、それ
らを識別かつ認証可能にする分野である。

【背景技術】**【0003】**

航空分野においては、あるエンジン部品にシリアルナンバー（16進ベースコード又は
データ行列コードの形態）を付けることで、それら部品を認識可能にすること（それらは
“マーク付き”と言われる）が既に知られている。そのようなナンバーを使用することで
、部品が本物であることを正確に知り、その素性を知ることができる。

【0004】

航空タービンエンジンのタービン及びコンプレッサのブレードにとってマーキングする
ことは特に望ましい。ブレードは重大な交換部品であるため、問題となっているタービン
やコンプレッサの寿命に対する、そのような部品を交換することの影響を考慮するため
にそれらの正確な素性を知ることは重要なことである。

【0005】

部品、特に航空タービンエンジンのためのタービンブレード又はコンプレッサブレード
は様々な方法でマーキングすることができる。即ち、材料を除去するパスを複数回行うこ
とでマーキング部品にインプリントを作るレーザー光を用いてマーキングを行うことが既
に知られている。又、連続して衝撃を与えることで部品上にシリアルナンバーのマーキング
を可能にするハンマー或は油圧ピストンを使って機械的マーキングを行うことも知られて
いる。又、手動又は自動フライス盤によってマーキングをすることも公知である。

【0006】

その上に所望のシリアルナンバーが付くように材料を除去したりマーキング用部品を変
形したりする方式に頼るマーキング技術には、マーキングされるべき部品の材料の安定性
という点で明白な欠点がある。具体的には、単結晶金属合金として作られた部品に対し
ては、その部品を変形したり、材料を除去することは、そのミクロ組織において局部的再結
晶や不可逆的欠陥を導く可能性がある。

【0007】

更に、タービンやコンプレッサのブレードでは、これら従来技術によるマーキングが通
常、ブレードの根元に対して行われる。ガスに晒されるブレードの一部分（例えば、その
翼）にマーキングを施すことは想定され得ない。つまり、そのような領域の表面上を吹き

10

20

30

40

50

抜けるガスは、浸食／酸化や材料剥離の作用によってシリアルナンバーを消してしまうリスクがある。更に、振動性疲労の結果として、マーキング部位に亀裂の起点となるものが現れる可能性がある。

【0008】

不幸にも、ブレードの根元にマーキングすることは、一旦ブレードが組み立てられるとそこが隠れてしまう領域であるために、エンジンに取り付けられるとブレードを認識できなくなってしまうという問題を生じる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

10

(原文に記載なし)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

従って、本発明の目的は、上述した様な欠点がなく、かつ簡単かつ迅速にマーキングを実施可能にする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】

本発明によれば、この目的は、機械的部品に予め定めたグラフィック描写を表面マーキングする方法であって、その方法は、レーザー光源を用いてマーキング用部品の外表面に對して、前記レーザー光源と前記部品の外表面との間に予め定めたグラフィック描写を有するマスクを挟んだ状態で、単一のレーザーパルスを当てるこを含み、前記レーザーパルスは少なくとも 20 メガワット / 平方センチメートル (MW / cm²) の電力束密度と 100 ナノセコンド (nm) 以下の継続期間を有するような上記方法によって達成される。

20

【0012】

出願人は、マスクを通して上記特定条件下でレーザーパルスを当てること、機械的部品上に(レーザーパルスの衝撃径に応じて、場合より裸眼でも見ることのできる)マークであって、特にガスタービンエンジン部品の場合、材料の摩耗が非常に少なく、高温の酸化条件にも耐える優れた能力を持ったマークを作ることが見いだした。特に、単一のレーザーパルスによりマーキング用部品の表面に残されるインプリントは深さが非常に表面的なもの (1 μ 以下) であることが判明した。又、高温 (約 1100) の高い酸化性雰囲気中に晒されても、そのレーザーパルスによって作られたインプリントは長持ちすることも確認されている。

30

【0013】

結果として、コンプレッサやタービンのブレードにマーキングする応用においては、本発明方法をガスに晒されるブレード部分に適用することで、ブレードの隠される領域にマーキングをすることの全ての欠点を回避しても良い。特に、ブレードがエンジンに取り付けられてもそれらのマーキングによりブレードを識別することが可能である。

【0014】

40

更に、マーキング用部品が金属製 (特に、ニッケル、アルミ、チタン、鉄等) であったり、複合材料製 (特に、カーボン纖維 + エポキシマトリクス) であったり、セラミック製 (特に、ジルコニア) である場合に關係なく、本発明方法は (摩耗がほとんど無く、かつ長寿命という点で) 唯々効果的であることが判明している。

【0015】

最後に、本発明方法は実施が迅速 (必要とされるのは単一のレーザーパルスだけ) かつ簡単 (材料に塗布処理を必要としない) であり、更に選択されたマスクに応じて複雑な形狀のマーク (例えば、会社のロゴ) 作成を可能にする。

【0016】

レーザー光源とマスクの間に合焦レンズを挟むことで、レーザー光源から放たれるビーム

50

ムのサイズを変えるようにしても良い。その光源はN d - Y A G レーザー光であっても良い。更にレーザーパルスの衝撃径を少なくとも0.5ミリメートル(m m)とすることでき、結果として生じるマークが裸眼で見れることを確実にしても良い。

【0017】

マーキング用部品が金属からなる場合、レーザーパルスは0.04MW/cm²~0.55MW/cm²の範囲内の電力束密度を有することが好ましい。

【0018】

マーキング用部品がカーボン繊維とエポキシマトリックスを有する複合材料からなる場合、レーザーパルスは0.15GW/cm²~2GW/cm²の範囲内の電力束密度を有することが好ましい。

10

【0019】

マーキング用部品がセラミックからなる場合、レーザーパルスは0.10GW/cm²~0.34GW/cm²の範囲内の電力束密度を有することが好ましい。

【0020】

有益な提供として、本方法は更に、レーザー光源と前記部品の外表面との間に不透明マスクを挟むことを含み、その不透明マスクは、前記部品のマルチコントラストマーキングを達成するように複数のカラーグラデーションを有する。そのような不透明マスクに頼ることで、作られるマークをより複雑なものとして、それらの複製を非常に困難なものにすることができる。

【0021】

20

本発明は又、航空タービンエンジンのファンブレードやタービンブレードやコンプレッサブレードを製造するにあたり、以上定義した方法の使用を提供する。

【0022】

本発明のその他の特徴と利点は添付図面を参照する以下の説明により明らかとなるが、それらの図面は制限的特徴を有さない実施態様を示している。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本方法を実行する装備例の図である。

【図2】本発明方法によってなされた様々なマーキング例を示す写真である。

【図3】本発明方法によってなされた様々なマーキング例を示す写真である。

30

【図4】本発明方法によってなされた様々なマーキング例を示す写真である。

【図5】本発明の変形実施態様を達成する不透明マスク例の図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

本発明は任意の機械的部品への予め定めたグラフィック描写の表面マーキングに適用するものであって、特に航空機用部品、さらに特にガスタービンエンジンの部品へのマーキングに適用するものである。

【0025】

用語“予め定めたグラフィック描写”は、例えばロゴ、シリアルナンバー、データ行列コードなど、任意の予め定めたデザイン又は幾何学形状を意味するものとして使用される。

40

【0026】

本発明の非限定的実例応用は、航空タービンエンジンのためのブレードやタービンブレードやコンプレッサブレードの表面にマーキングを施すことにある。

【0027】

本発明方法は、レーザー光源とマーキング用部品の外表面との間に、その部品にマーキングされるべき予め定めたグラフィック描写を持ったマスクを挟み、その外表面に单一のレーザーパルスを当てることを含んでいる。

【0028】

発明では、部品の外表面に当てられるレーザーパルスは少なくとも20MW/cm²の

50

電力束密度でかつ 100 ns 以下の継続時間を持っている。

【0029】

図1は本発明のマーキング方法を実行するにあたって使用に適する装備例を示す図である。

【0030】

マーキングが施されることになる外表面10aを有するマーキング用部品10(例:タービンブレード)はサポートスタンド12によって支持される。部品の外表面10aは上向きである。

【0031】

レーザー光源14、例えば波長1.064マイクロメートル(μm)、2倍周波数で放射するNd-YAG型レーザー光は、100 ns以下の期間に20 MW/cm²以下ではない電力束密度を持つパルスを送るように構成されている。

【0032】

更に、予め定めたグラフィック描写を有するマスク16がレーザー光源とマーキング用部品10の外表面10aとの間に介装される。同様に、レーザーから発せられた光線のサイズをマスクの寸法にマッチングさせるため、合焦レンズ18(収束又は分散型)がレーザー光源14とマスク16の間に位置決めされる。

【0033】

その結果、レーザー光源14は放射線を生成し、その放射線は合焦レンズ18によって、部品の外表面の選択域を照射する前にマスク16を通過する光線へと集束される。レーザー光源14によって生成されたレーザーパルスはこの領域においてプラズマを生成し、プラズマの拡大は大量の(熱機械及び音響の)エネルギー放出を引き起こし、それによりマーキング用部品の表面に局所変化を起こさせる。レーザー光によって生じたレーザーパルスが指定された上記条件(即ち、100 ns以下の期間内で、少なくとも20 MW/cm²の電力束密度)にセットされた時、部品表面上へのこの局所変化は、部品の表面に残されるインプリントを生じさせる。

【0034】

結果として、本発明方法によって得られるマーキングは部品の表面に残されたインプリントの形態をとり、そのインプリントは使用されたマスク(ここではマスクはネガとして作用する)のそれに相当にするデザインを有する。

【0035】

このインプリントは寸法、具体的にはレーザー光によって生じたレーザーパルスの衝撃の径に対応する直径を持つ。このようにして、レーザーパルスにつき少なくとも0.5 mmの直径の衝撃を以て、得られるマーキングは少なくとも(裸眼で見ることが可能な)0.5 mmの直径を有する。この直径は、必要なら分散型の合焦レンズ18を行使することで)最大150 mmまでとしてもよい。

【0036】

そのような条件下でレーザーパルスを当てた場合、部品にマーキングを施すために唯1つのパルスしか必要とされないことが判明している。特に、そのような結果を得るために同一領域に複数のレーザーパルスを当てる必要はない。

【0037】

また、プロフィル計を使用することで部品10の外表面10aに残ったインプリントは、衝撃径や部品の材料(金属、セラミック又は複合材)にかかわらず深さが非常に表面的(1 μ以下)であることも分かっている。

【0038】

また、非常に表面的な深さであっても、得られたマーキングはかなりの酸化性かつ高温の環境に耐えることも分かっている。特に、1100の空気中に1時間晒すという試験を700回実施した後においても、そのようなマーキング(ニッケル部品上)が残留したことが実験によって示されている。

【0039】

10

20

30

40

50

注目すべきは、レーザー光によって生じるプラズマを良く広がらせるために、使用されるレーザー光の波長を透過させる閉じ込め媒体（例えば、Nd-YAG型レーザー光に対する水やガラスのようなもの）を持つ必要なくマーキングができるということである。

【0040】

同様に、レーザー光によって生じるレーザーパルスの電力束密度が $10 \text{ GW} / \text{cm}^2$ （空気の破壊閾値に相当）に制限されるという条件付きなら、雰囲気中でマーキングを実施することができる場合もある。

【0041】

本発明によるマーキング法は如何なる種類の材料にも適用可能である。特に、それはマーキング部品が金属やセラミックや複合材料からなる場合に良好に適応する。また、それは部品のための如何なる表面コーティング材にも適用する。

10

【0042】

マーキング用部品が金属製の場合、適用されるべき電力束密度は、完全明瞭なインプリントを成すために $0.04 \text{ GW} / \text{cm}^2 \sim 0.55 \text{ GW} / \text{cm}^2$ の範囲内に収まることが好ましい。

【0043】

更に詳しく言えば、ニッケルからなる部品の場合、有効適用電力束密度は $0.10 \text{ GW} / \text{cm}^2 \sim 0.52 \text{ GW} / \text{cm}^2$ の範囲に含まれる。アルミニウムからなる部品の場合、適用されるべき電力束密度は $0.20 \text{ GW} / \text{cm}^2 \sim 0.55 \text{ GW} / \text{cm}^2$ の範囲内であり、スチールからなる部品の場合、適用されるべき電力束密度は $0.10 \text{ GW} / \text{cm}^2 \sim 0.50 \text{ GW} / \text{cm}^2$ の範囲内に収まることが好ましい。

20

【0044】

更に、カーボン繊維とエポキシマトリックスを有する複合材料からなるマーキング用部品の場合、レーザーパルスは完全明瞭なインプリントを得るために $0.15 \text{ GW} / \text{cm}^2 \sim 2 \text{ GW} / \text{cm}^2$ の範囲内に収まる電力束密度を有することが好ましい。

【0045】

最後に、セラミックからなるマーキング用部品の場合、レーザーパルスは完全明瞭なインプリントを得るために $0.10 \text{ GW} / \text{cm}^2 \sim 0.34 \text{ GW} / \text{cm}^2$ の範囲内に収まる電力束密度を有することが好ましい。

【0046】

30

図2～図4を参照し、本発明方法を用いてなされる様々なマーキング例を以下説明する。

【0047】

図2は炭素/炭素系の複合材料からなる基板に本発明方法によるレーザーパルスを当たした結果を示した写真（縮尺4:1）である。

【0048】

裸眼で見ることができかつ形状が丸い本図のマーキング20は衝撃径8.7mm、電力束密度99MW/cm²、継続期間5.2nsの単一レーザーパルスにより得られた。使用マスクは如何なるグラフィック描写をも有さなかった。

【0049】

40

同様に、図3は酸化ジルコニアからなる基板に本発明方法によるレーザーパルスを当たした結果を示した写真（縮尺4:1）である。

【0050】

裸眼で見ることができかつ形状が丸い本図のマーキング20'は衝撃径9.1mm、電力束密度135MW/cm²、継続期間5.2nsの単一レーザーパルスにより得られた。使用マスクは如何なるグラフィック描写をも有さなかった。

【0051】

最後に、図4はアルミニウムからなる基板に本発明方法によるレーザーパルスを当たした結果を示した写真（縮尺4:1）である。

【0052】

50

裸眼で見ることができかつ形状が丸い本図のマーキング 20" は衝撃径 13 mm、電力束密度 41 MW / cm²、継続期間 5.2 ns の単一レーザーパルスにより得られた。使用マスクは如何なるグラフィック描写をも有さなかった。

【0053】

同時にこれらの写真は、上記特定した電力束密度と継続期間の条件下で単一レーザーパルスを当てることで、マーキング対象となる部品（又はその被覆表面）の材料にかかわらず完全明瞭なマーキングであって、部品材料に無害かつ高温かつ酸化環境に耐えることができるマーキングを得ることができると表わしている。

【0054】

有益な提供として、レーザー光源とマーキング部品の外表面との間に“不透明”マスクと呼ばれる別マスクを挟むことが可能である。この不透明マスクは、上述した予め定めたグラフィック描写を有するマスク 16 に追加されるものである（不透明マスクはレーザー光線の進行方向でマスク 16 より上流側又は下流側に同様に良好に位置決めされる場合もある）。

10

【0055】

不透明マスクは、部品にマルチコントラストなマーキングを施すために複数のカラーラグランデーションを伴った媒体（例えば液体やガラス）を有するマスクの形態をとる。

【0056】

特に、不透明マスクは、部品上に再生するためのマスクパターンに応じてレーザー光源の強度の減衰を調整するような形で選択されるべきである。減衰度が少ししかない不透明マスクの領域ではより大きなレーザー光量をパスする一方、かなりの減衰度を有する領域は非常に小さなレーザー光量しかパスしない。

20

【0057】

図 5 はマーキングのコントラストにグラデーションを付けるに当たって使用に適する不透明マスク 22 の例を示している。本例では、不透明マスク 22 の中央域 22a の減衰度はほんの少ししかなく、周辺域 22b の減衰度はより大きくなっている。即ち、そのような不透明マスクを使用することで、描写の中央域と周辺域との間でコントラストにグラデーションの付いたグラフィック描写を得ることが可能になる。

【図1】

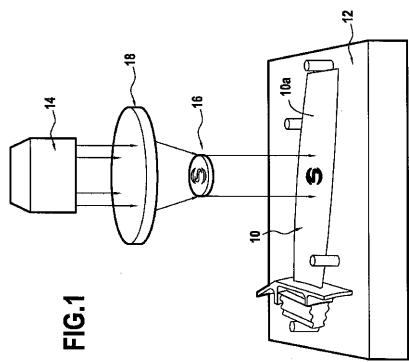
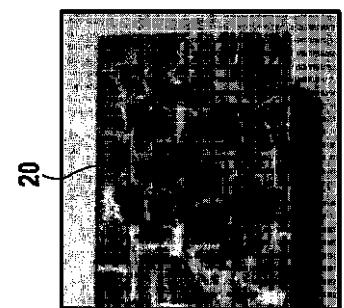


FIG.1

【図2】



【図5】

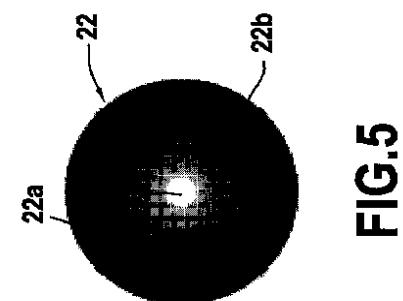


FIG.5

【図3】

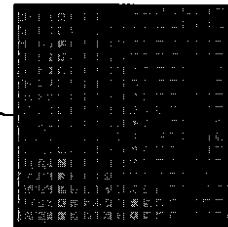


FIG.3

【図4】

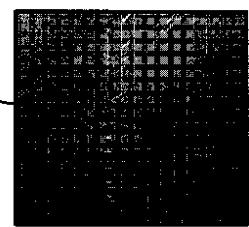


FIG.4

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

F 0 2 C	7/00	D
F 0 2 C	7/00	C
F 0 2 C	7/00	F
F 0 1 D	25/00	X
F 0 1 D	25/00	V

(74)代理人 100157211

弁理士 前島 一夫

(72)発明者 パスカル ピエー

フランス国, エフ - 7 7 5 5 0 モワシークラマイエル セデ, ロン - ポワン ルネ ラボ - レ
オ, セ / オ スネクマ ペイ (アジイー)

(72)発明者 ジョフレ ベーグ - デュチュ

フランス国, エフ - 7 7 5 5 0 モワシークラマイエル セデ, ロン - ポワン ルネ ラボ - レ
オ, セ / オ スネクマ ペイ (アジイー)

(72)発明者 バンサン ギポン

フランス国, エフ - 8 9 3 4 0 ビルブルパン, リュ デュ フラジー 1

審査官 岩見 勤

(56)参考文献 特開2003-84243 (JP, A)

特表2003-536266 (JP, A)

特表2010-516472 (JP, A)

米国特許出願公開第2011/0099809 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 3 K	2 6 / 0 0
B 2 3 K	2 6 / 0 6 6
F 0 2 C	7 / 0 0
F 0 1 D	2 5 / 0 0