

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-510375

(P2016-510375A)

(43) 公表日 平成28年4月7日(2016.4.7)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)	
<b>F02M 61/18</b> (2006.01)	F 02M 61/18	3 60 D	3 G 06 6
<b>C25D 1/00</b> (2006.01)	F 02M 61/18	3 60 B	4 F 20 2
<b>B29C 45/26</b> (2006.01)	C 25 D 1/00	3 8 1	
<b>B29C 33/38</b> (2006.01)	C 25 D 1/00	3 6 1	
<b>B22D 17/22</b> (2006.01)	B 29 C 45/26		

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-549662 (P2015-549662)	(71) 出願人	505005049 スリーエム イノベイティブ プロパティ ズ カンパニー
(86) (22) 出願日	平成25年12月19日 (2013.12.19)		アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133 -3427, セントポール, ポストオ
(85) 翻訳文提出日	平成27年8月14日 (2015.8.14)		フィス ボックス 33427, スリーエ ム センター
(86) 國際出願番号	PCT/US2013/076321	(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(87) 國際公開番号	W02014/100299	(74) 代理人	100107456 弁理士 池田 成人
(87) 國際公開日	平成26年6月26日 (2014.6.26)	(74) 代理人	100128381 弁理士 清水 義憲
(31) 優先権主張番号	61/740,708	(74) 代理人	100162352 弁理士 酒巻 順一郎
(32) 優先日	平成24年12月21日 (2012.12.21)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】射出成形工程を含む、ノズルを製造する方法

## (57) 【要約】

燃料ノズルを製造する方法を説明する。より具体的には、射出成形工程を含む燃料ノズルを製造する方法を説明する。射出成形工程は、ポリマー射出成形、粉末射出成形、又は微細金属射出成形が含まれる微細粉末射出成形を含み得る。記載した方法での微細構造の形成は、多光子反応を受けることができる材料の選択的な露光を用いる場合がある。

【選択図】図3E

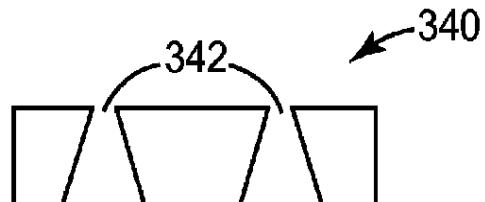


FIG. 3E

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

多光子反応を受けることができる第1の材料を準備する工程、  
 多光子プロセスを用いて前記第1の材料に第1の微細構造化パターンを形成する工程、  
 前記第1の微細構造化パターンを前記第1の材料と異なる第2の材料に複製して、第2の材料の第2の微細構造化パターンを含む第1の鋳型を作製する工程、  
 前記第2の微細構造化パターンを第3の材料に複製して、前記第3の材料に複数の微細構造を含む第3の微細構造化パターンを含む第2の鋳型を作製する工程、  
 前記第3の材料の複数の微細構造のピークに近接して前記第2の鋳型の上にプレートを位置づける工程、  
 前記第3の微細構造化パターンの周囲の前記第2の鋳型の上、かつ前記プレートの下の区域に、第4の材料を射出成形する工程、並びに  
 前記プレート及び前記第2の鋳型を取り除いて、前記第4の材料を含み、かつ複数の貫通穴を更に備える、燃料噴射ノズルを得る工程、  
 を含む、燃料噴射ノズルを製造する方法。

## 【請求項 2】

前記第4の材料が前記第3の材料と同じ材料である、又は前記第4の材料が前記第1、第2及び第3の材料と異なる、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 3】

第2の材料に前記第1の微細構造化パターンを複製する前記工程が、前記第1の微細構造化パターンを電鋳する工程を含む、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記第2の材料がニッケル又はニッケル合金を含む、請求項3に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記第4の材料がポリマー、金属、セラミック、又はその任意の組み合わせを含む、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記第1の材料がポリ(メチルメタクリレート)を含む、請求項1～5のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記第1の材料が2光子反応を受けることができる、請求項1～6のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 8】

前記2光子反応が、同時に2つの光子を吸収することを含む、請求項7に記載の方法。

## 【請求項 9】

前記微細構造が、三次元直線体か、三次元曲線体か、又はそれらの組み合わせを含む、請求項1～8のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 10】

前記複数の貫通穴を開けるために、前記燃料噴射ノズルの前記第4の材料の残っている部分を取り除く工程を更に含む、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 11】

多光子反応を受けることができる第1の材料を準備する工程、  
 多光子プロセスを用いて前記第1の材料に第1の微細構造化パターンを形成する工程、  
 前記第1の微細構造化パターンを前記第1の材料と異なる第2の材料に複製して、前記第2の材料の複数の微細構造を含む第2の微細構造化パターンを含む鋳型を作製する工程、  
 前記第2の材料の前記複数の微細構造のピークに近接して前記鋳型の上にプレートを位置づける工程、  
 前記第2の微細構造化パターンの周囲の前記鋳型の上、かつ前記プレートの下の区域に、第3の材料を射出成形する工程、並びに

10

20

30

40

50

前記プレート及び鋳型を取り除いて、前記第3の材料を含み、かつ複数の貫通穴を更に備える、燃料噴射ノズルを得る工程、を含む、燃料噴射ノズルを製造する方法。

【請求項12】

前記第3の材料が前記第1及び第2の材料と異なる、又は前記第3の材料が前記第2の材料と同じ材料である、請求項1又は11に記載の方法。

【請求項13】

前記複数の貫通穴を開けるために、前記燃料噴射ノズルの前記第3の材料の残っている部分を取り除く工程を更に含む、請求項11に記載の方法。

【請求項14】

第1の材料に微細構造化パターンを生成することにより鋳型を形成する工程であって、前記第1の微細構造化パターンが複数の微細構造を含んでいる、工程、

前記第1の材料の前記複数の微細構造のピークに近接して前記鋳型の上にプレートを位置づける工程、

前記微細構造化パターンの周囲の前記鋳型の上かつ前記プレートの下の区域に、前記第1の材料と異なる第2の材料を射出成形する工程、並びに

前記プレート及び鋳型を取り除いて、前記第2の材料を含み、かつ複数の貫通穴を更に備える、燃料噴射ノズルを得る工程、を含む、燃料噴射ノズルを製造する方法。

【請求項15】

微細構造化パターンの作製が、末端ミリング、研削、EDM、又はそれらの任意の組み合わせにより実現される、請求項14に記載の方法。

【請求項16】

前記複数の貫通穴を開けるために、前記燃料噴射ノズルの前記第2の材料の残っている部分を取り除く工程を更に含む、請求項14に記載の方法。

【請求項17】

多光子反応を受けることができる第1の材料を準備する工程、

多光子プロセスを用いて前記第1の材料に第1の微細構造化パターンを形成する工程、

前記第1の微細構造化パターンを前記第1の材料と異なる第2の材料に複製して、前記第2の材料の第2の微細構造化パターンを含む第1の工具を作製する工程、

前記工具を用いて、前記第2の微細構造化パターンの反転である複数の微細構造を含む第3の微細構造化パターンを金属基材に形成して鋳型を作る工程、

前記金属基材の複数の微細構造のピークに近接して前記第2の鋳型の上にプレートを位置づける工程、

前記第3の微細構造化パターンの周囲の前記鋳型の上、かつ前記プレートの下の区域に、第3の材料を射出成形する工程、並びに

前記プレート及び鋳型を取り除いて、前記第3の材料を含み、かつ複数の貫通穴を更に備える、燃料噴射ノズルを得る工程、を含む、燃料噴射ノズルを製造する方法。

【請求項18】

前記工具が電極である、請求項17に記載の方法。

【請求項19】

前記工具が、EDMにより金属基材に第3の微細構造化パターンを形成する、請求項17に記載の方法。

【請求項20】

前記複数の貫通穴を開けるために、前記燃料噴射ノズルの前記第3の材料の残っている部分を取り除く工程を更に含む、請求項17に記載の方法。

【請求項21】

前記残っている部分を取り除く工程が、裏面研削、EDM、又はそれらの組み合わせにより行われる、請求項10、13、16、及び20のいずれか一項に記載の方法。

【請求項22】

前記燃料噴射ノズルのデボンディング、前記燃料噴射ノズルの焼結、前記燃料噴射ノズルの表面への金属の適用、又はそれらの任意の組み合わせを更に含む、請求項1、11、

10

20

30

40

50

14、及び17のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ノズルを製造する方法に関する。より具体的には、本開示は、燃料噴射器又は燃料噴射システムの構成要素として使用することができるノズルを製造する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

多くの燃焼エンジンにおいて、燃料と空気の混合を正確に制御し最小限の残留炭化水素で効率的な燃焼を確保するために、噴射器は重要である。効率を最大限にし、排出ガスを最小限にするために、燃焼噴射システムの慎重な設計により、未燃焼の炭化水素を減少することができる。

【0003】

燃料噴射システムの設計及び全体効率の中心は、1つ以上の燃料噴射ノズルの構成であり、これがエンジンの燃焼部分への燃料の噴霧を方向付け、制御し、形成する。燃料噴射ノズルは、通常は複数のプロセスにより形成されるが、薄いゲージの金属スタンピングのような精密な設計要素又は複雑な構成をそれらのプロセスに高い信頼度で組み入れることは困難である。逆画像ノズルツールを形成するなど、その他の方法は、通常はコスト(経費及び時間の両方において)を要する複数の製造工程を必要とし、例えば、貫通穴を得るために、工具でスタンピングされた各ポリマープレフォームを電鋳し、更に各プレフォームを研削又は平坦化するなどしなくてはならない。ノズルの形状及び寸法の精密な制御を可能にしながらもコストのかかる製造工程を少なくするプロセスが必要とされている。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

一態様において、本開示は燃料噴射ノズルを製造する方法を説明する。より具体的には、本開示は、多光子反応を受けることができる第1の材料を準備する工程、多光子プロセスを用いて第1の材料に第1の微細構造化パターンを形成する工程、第1の微細構造化パターンを第1の材料と異なる第2の材料に複製して、第2の材料の第2の微細構造化パターンを含む第1の鋳型を作製する工程、及び第2の微細構造化パターンを第3の材料に複製して、第3の材料に複数の微細構造を含む第3の微細構造化パターンを含む第2の鋳型を作製する工程を含む方法を説明する。更に、本開示は、第3の材料の複数の微細構造のピークに近接して第2の鋳型の上にプレートを位置づける工程、第3の微細構造化パターンの周囲の第2の鋳型の上、かつプレートの下の区域に、第4の材料を射出成形する工程、及びプレート及び第2の鋳型を取り除いて、第4の材料を含み、かつ複数の貫通穴を更に含む、燃料噴射ノズルを得る工程を説明する。

【0005】

実施形態によっては、第3の材料は第1及び第2の材料と異なっていてよい。他の実施形態では、第3の材料は第2の材料と同じ材料であってよい。第4の材料は第3の材料と同じでもよく、又は第1、第2及び第3の材料と異なっていてもよい。実施形態によっては、第2の材料に第1の微細構造化パターンを複製する工程は、第1の微細構造化パターンを電鋳する工程を含む。そのような実施形態では、第2の材料はニッケル又はニッケル合金であり得る。実施形態によっては、第4の材料はポリマー、金属又はセラミックで構成され得る。第1の材料はポリ(メチルメタクリレート)で構成されてもよく、及び/又は2光子反応を受けることができる(同時に2つの光子を吸収する可能性がある)材料であってもよい。記載の微細構造は、いくつかの実施形態では、三次元直線体、又は三次元曲線体であり得る。

【0006】

加えて、記載の方法は、複数の貫通穴を開けるために、燃料噴射ノズルの第4の材料の

10

20

30

40

50

残っている部分を取り除く工程を更に含む場合がある。そのような工程は、裏面研削又はE D Mにより達成され得る。プロセスの更なる工程として、燃料噴射器のデポンディング、燃料噴射器の焼結、及び燃料噴射ノズルの表面への金属の適用が含まれ得る。

#### 【0007】

別の態様では、本開示は、多光子反応を受けることができる第1の材料を準備する工程、及び多光子プロセスを用いて第1の材料に第1の微細構造化パターンを形成する工程を含む、燃料噴射ノズルを製造する方法を説明する。更に、本方法は、第1の微細構造化パターンを第1の材料と異なる第2の材料に複製して、第2の材料の複数の微細構造を含む第2の微細構造化パターンを含む鋳型を作製する工程、第2の材料の複数の微細構造のピークに近接して鋳型の上にプレートを位置づける工程、第2の微細構造化パターンの周囲の鋳型の上、かつプレートの下の区域に、第3の材料を射出成形する工程、並びにプレート及び鋳型を取り除いて、第3の材料を含み、かつ複数の貫通穴を更に含む、燃料噴射ノズルを得る工程を含む。

10

#### 【0008】

実施形態によっては、第3の材料は、第1及び第2の材料と異なっていてよい。他の実施形態では、第3の材料は、第2の材料と同じ材料であってよい。記載の方法は、複数の貫通穴を開けるために、燃料噴射ノズルの第3の材料の残っている部分を取り除く工程を更に含み得る。そのような工程は、裏面研削又はE D Mにより達成され得る。プロセスの更なる工程として、燃料噴射器のデポンディング、燃料噴射器の焼結、及び燃料噴射ノズルの表面への金属の適用が含まれ得る。また別の態様では、本開示は、第1の材料に微細構造化パターンを生成することにより鋳型を形成する工程であって、第1の微細構造化パターンが複数の微細構造を含んでいる、工程、及び鋳型内の複数の微細構造のピークに近接して第1の鋳型の上にプレートを位置づける工程を含む、燃料噴射ノズルを製造する方法を説明する。更に、本方法は、微細構造化パターンの周囲の鋳型の上かつプレートの下の区域に、第1の材料と異なる第2の材料を射出成形する工程、並びにプレート及び鋳型を取り除いて、第2の材料を含み、かつ複数の貫通穴を更に含む、燃料噴射ノズルを得る工程を含む。

20

#### 【0009】

実施形態によっては、微細構造化パターンの生成は、末端ミリングにより行われ得る。他の実施形態では、微細構造化パターンの生成は、裏面研削又はE D Mにより行われ得る。記載の方法は、複数の貫通穴を開けるために、燃料噴射ノズルの第2の材料の残っている部分を取り除く工程を更に含み得る。そのような工程は、裏面研削又はE D Mにより達成され得る。プロセスの更なる工程として、燃料噴射器のデポンディング、燃料噴射器の焼結、及び燃料噴射ノズルの表面への金属の適用が含まれ得る。

30

#### 【0010】

また更に別の態様では、本開示は、この方法は、多光子反応を受けることができる第1の材料を準備する工程、及び多光子プロセスを用いて第1の材料に第1の微細構造化パターンを形成する工程を含む、燃料噴射ノズルを製造する方法を説明する。本方法は、第1の微細構造化パターンを第1の材料と異なる第2の材料に複製して、第2の材料の第2の微細構造化パターンを含む工具を作製する工程、この工具を用いて、第2の微細構造化パターンの反転である複数の微細構造を含む第3の微細構造化パターンを金属基材に形成して、鋳型を作る工程、金属基材の複数の微細構造のピークに近接して鋳型の上にプレートを位置づける工程、第3の微細構造化パターンの周囲の鋳型の上、かつプレートの下の区域に、第3の材料を射出成形する工程、並びにプレート及び鋳型を取り除いて、第4の材料を含み、かつ複数の貫通穴を更に含む、燃料噴射ノズルを得る工程も含む。

40

#### 【0011】

実施形態によっては、その工具は電極であり得る。この工具は、E D Mにより金属基材に微細構造化パターンを形成することができる。記載の方法は、複数の貫通穴を開けるために、燃料噴射ノズルの第3の材料の残っている部分を取り除く工程を更に含み得る。そのような工程は、裏面研削又はE D Mにより達成され得る。プロセスの更なる工程として

50

、燃料噴射器のデポンディング、燃料噴射器の焼結、及び燃料噴射ノズルの表面への金属の適用が含まれ得る。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1A】ノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図1B】ノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図1C】ノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図1D】ノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図1E】ノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図1F】ノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図1G】ノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図1H】ノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図1I】ノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図1J】ノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。

10

【図2A】別のノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図2B】別のノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図2C】別のノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図2D】別のノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図2E】別のノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図2F】別のノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図2G】別のノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図2H】別のノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図3A】別のノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図3B】別のノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図3C】別のノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図3D】別のノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。  
 【図3E】別のノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0013】

「ノズル」なる用語は、当該技術分野では多くの異なる意味を有し得る点を理解されたい。一部の特定の参考文献では、ノズルなる用語は幅広い定義を有している。例えば、米国特許公開第2009/0308953 A1号(Palestrantら)には、閉塞チャンバー50などの多くの要素を含む「噴霧ノズル」が開示されている。このノズルは、本明細書で提案するノズルの解釈及び定義とは異なるものである。例えば、この説明のノズルは、Palestrantらのオリフィスインサート24に概ね相当するであろう。一般に、この説明におけるノズルは、噴霧噴射システムのうちの、噴霧が最終的に排出される最後の先細部分として理解され得るものであり、例えば、Merriam Webster辞典のノズルの定義(「流体の流れを高速化又は案内するために(ホースなどで)用いられる先細り又は絞りを有する短い管」)を参照されたい。米国特許第5,716,009号(Ogiharaら)を参照することにより、更なる理解が得られよう。この文献においても、流体噴射「ノズル」は、組立型弁要素10として広義に定義されている(第4段落、第26~27行「流体噴射ノズルとして機能する燃料噴射弁10...」を参照)。本明細書で用いる「ノズル」という用語のここでの定義及び解釈は、第1及び第2のオリフィスプレート130及び132に、また場合によってはスリーブ138(Ogiharaの図14及び15を参照)に関するものであり、例えば、これは燃料噴霧にすぐ近接して位置する。本明細書で説明するものと似た、「ノズル」という用語の解釈が、米国特許第5,127,156号(Yokoyamaら)で用いられている。そこでは、ノズル10は、「旋回翼」12(図1(I)を参照)など、取り付けられ組み込まれた構造の要素とは別に定義されている。残りの説明及び特許請求の範囲全体を通して「ノズル」という用語が言及されるとき、上記に定義した解釈を念頭に置くべきである。ノ

30

40

50

ズルはまた、単一の部品の貫通穴の集合としてノズルプレート又はアレイとも呼ばれることがある。同様に、一式のノズル、ノズルアレイ、又はノズルプレートが一緒に製造され後に切断ないしは別 の方法で分離されたものもまた、このノズルの定義の範疇に入る場合がある。

【0014】

図1Aは、材料100の一部分の断面の概略立面図である。材料100は任意の好適な化合物又は物質であってよい。実施形態によつては、材料100の1つ以上の部分が多光子反応を受けることができる場合がある。「多光子反応を受けることができる」という表現は、その材料が同時に複数の光子を吸収することにより多光子反応を受けることができることを意味すると理解されるべきである。例えば、材料100は、2つの光子を同時に吸収することによって2光子反応を受けることが可能である。多光子反応を受けることができる好適な材料及び材料系は、例えば、米国特許第7,583,444号(De Voeら)、米国特許第7,941,013号(Marttilaら)、及び国際特許公開第WO2009/048705A1号(「Highly Functional Multiphoton Curable Reactive Species」と題する)に説明されている。

10

【0015】

場合によつては、材料100は、酸又はラジカル開始化学反応を受けることが可能な少なくとも1つの反応種と、少なくとも1つの多光子光開始剤系と、を含む、光反応性組成物であつてもよい。光反応組成物で使用するのに好適な反応種としては、硬化性及び非硬化性の化学種の両方が挙げられる。例示的な硬化性の化学種には、付加重合性モノマー及びオリゴマー、並びに付加架橋性ポリマー(例えば、アクリレート、メタクリレート、ポリ(メチルメタクリレート)、及びスチレンなどの特定のビニル化合物を含む、フリーラジカル重合性又は架橋性のエチレン不飽和性の化学種)、更には、カチオン重合性モノマー及びオリゴマー、並びにカチオン架橋性ポリマー(それらは最も一般的には酸開始されており、例えばエポキシ、ビニルエーテル、シアネットエステルなどが含まれる)、その他同種のもの、並びにそれらの混合物が挙げられる。例示的な非硬化性の化学種には、酸又はラジカル誘起反応の際に溶解度が増大し得る反応性ポリマーが挙げられる。そのような反応性ポリマーには、例えば、光生成した酸によって可溶性の酸基へと変換され得るエステル基を持つ非水溶性ポリマー(例えば、ポリ(4-t-ブトキシカルボニルオキシスチレン))が挙げられる。また、非硬化性の化学種には化学增幅フォトレジストが挙げられる。

20

【0016】

多光子光開始剤系により、第1の材料を露光させるために用いる光の集束ビームの焦点領域に重合化を制限又は限定することが可能となる。このような系は、好ましくは、少なくとも1つの多光子光増感剤、少なくとも1つの光開始剤(又は電子受容体)、及び場合によつては、少なくとも1つの電子供与体を含む2成分又は3成分系である。

30

【0017】

材料100は、基材102上に位置づけられ得る。材料100は、その特定の用途に好適な任意のコーティング法により基材102にコーティングすることができる。例えば、材料100はフラッドコーティングにより基材102にコーティングすることができる。他の例示的な方法には、ナイフコーティング、ノッチコーティング、リバースロールコーティング、グラビアコーティング、スプレーコーティング、バーコーティング、スピンコーティング、及びディップコーティングが挙げられる。

40

【0018】

基材102は、種々様々なフィルム、シート、及びその他の表面材(シリコンウェハ及びガラスプレートを含む)から、特定の用途及び用いる露光方法に応じて選定され得る。場合によつては、基材102は、材料100が均一な厚さを有するように十分に平坦である。場合によつては、材料100は大きい塊の形態で露光されてもよい。そのような場合、基材102は製作プロセスから除外されてもよい。プロセスが1つ以上の電鋳工程を含

50

む場合などでは、基材 102 は導電性又は半導電性であってよい。

【0019】

次に、材料 100 は、露光領域内の第 1 の材料による多光子の同時吸収を生じさせるのに十分な強度を有する入射光に、選択的に露光される。この露光は、十分な強度の光を供給することが可能な任意の方法で達成させることができる。代表的な露光法は、同一出願人が所有する、2007年3月23日出願の「Process For Making Microneedles, Microneedle Arrays, Masters, And Replication Tools」と題する、同一出願人による米国特許出願公開第2009/0099537号に記載されている。

【0020】

材料 100 を選択的に露光した後、露光した材料 100 を溶媒に入れて、溶媒への溶解度がより高い領域を溶解する。露光した第 1 の材料を現像するために使用され得る代表的な溶媒には、水（例えば、1~12 の範囲の pH を有する）及び水と有機溶媒との混和性配合物（例えば、メタノール、エタノール、プロパノール、アセトン、アセトニトリル、ジメチルホルムアミド、N-メチルピロリドンなど、及びそれらの混合物）などの水性溶媒、並びに有機溶媒が挙げられる。代表的な有用な有機溶媒としては、アルコール類（例えば、メタノール、エタノール、及びプロパノール）、ケトン類（例えば、アセトン、シクロヘキサン、及びメチルエチルケトン）、芳香族化合物類（例えば、トルエン）、ハロカーボン類（例えば、塩化メチレン、及びクロロホルム）、ニトリル類（例えば、アセトニトリル）、エステル類（例えば、ジエチルエーテル、及びテトラヒドロフラン）、アミド類（例えば、N-メチルピロリドン）など、及びこれらの混合物が挙げられる。

【0021】

図 1B は、露光及び溶解後の材料 100 に相当する多光子マスター 110 の断面概略立面図である。多光子マスター 110 は、少なくとも 1 つの第 1 の微細構造 114 を含む第 1 の微細構造化パターン 114 を含む。多光子マスター 110 の全体の寸法及び厚さに対する第 1 の微細構造 114 の寸法は、必ずしも縮尺通りではなく、例示を容易にするために割合で図 1B で示されている。第 1 の微細構造化パターン 112 は、任意のピッチ、形状及び寸法を含む任意の好適な微細構造の構成を有し得る。実施形態によっては、微細構造 114 は三次元直線形を有してもよく、又はそれらは三次元曲線形を有してもよい。各微細構造 114 は同じでもよく、あるいは、それらはランダム若しくは擬似ランダムに変えられてもよく、又は 1 つ以上の軸に沿った勾配で変えられてもよい。図 1A~1J に示されるように、仕上がったノズルの最終的な形状の一部にとって微細構造 114 は重要であるので、多光子マスター 110 の形成は精密な制御を必要とし得る。

【0022】

実施形態によっては、図 1A~1J には示されていないが、多光子マスター 110 は、薄い導電性のシード層で第 1 の微細構造化パターン 114 の上面をコーティングすることにより、金属塗装される、ないしは別の方法で導電性に作られる。導電性シード層は、例えば、銀、クロム、金、チタン等の任意の導電材を含むことができる。場合によっては、シード層は、約 50 nm 未満、又は約 40 nm 未満、又は約 30 nm 未満、又は約 20 nm 未満の厚さを有することができる。

【0023】

次に、シード層を用いて、多光子マスター 110、より具体的には第 1 の微細構造化パターン 112 を電鋳して、図 1C に示すように、多光子マスター 110 の上に堆積材料 120 を形成する。電鋳には、電鋳溶液の組成、電流密度、メッキ時間、及び基材速度などの、任意の好適なプロセス変数を用いることができる。実施形態によっては、電鋳溶液は、例えば、硫化ヒドロカルビル化合物、アリルスルホン酸、種々のポリエチレングリコール、及びバイオカルバメート又はチオ尿素を含むチオカルバメート、並びにそれらの誘導体等、有機レベラーを含有してもよい。堆積材料 120 は、銀、不動態化銀、金、ロジウム、アルミニウム、高反射率アルミニウム、銅、コバルト、インジウム、ニッケル、クロム、錫、並びにこれらの合金及びこれらの組合せなどの任意の好適な材料でよい。堆積

材料 120 は、一般には材料 100 と異なる材料である。

【0024】

電鋳処理の結果、堆積材料 120 の片面に粗い又は均一ではない電鋳表面 122 を得る場合がある。所望により、電鋳した表面 122 を研削又は研磨して、図 1D に示すような平滑な表面 124 の堆積材料 120 を得てもよい。好適な研削方法には、表面研削及びメカニカルミリングを挙げることができる。

【0025】

実施形態によっては、シード層で第 1 の微細構造化パターン 112 を最初にコーティングせずに、堆積材料 120 を多光子マスター 110 に直接に堆積してもよい。この工程を排除する好適なプロセスとしては、例えば、スパッタリング及び化学蒸着が挙げられる。換言すれば、堆積材料 120 は電鋳されなくてもよい。

10

【0026】

図 1E は、多光子マスター 110 から取り除かれた又は取り外された鋳型 130 (図 1D の堆積材料 120 に本質的に相当する) を示す。鋳型 130 の取り除き又は取り外しは、実施形態によっては手作業で行うことができる。用途によっては、鋳型 130 が多光子マスター 110 から取り除かれた後に、代わりに研削又は研磨工程 (図では、図 1C と図 1D との間で行われる) を行うことがある。多光子マスター 110 は、第 2 の微細構造化パターン 132 を形成する鋳型 130 に刻み込みを入れる。第 2 の微細構造化パターンは、第 1 の微細構造化パターン 112 の陰複製におおむね対応する。実施形態によっては、鋳型 130 が電鋳処理により形成されるので、鋳型 130 は、使用した金属の耐久性及び耐磨耗性を引き継いだ望ましい物理的特性を有することができる。

20

【0027】

図 1F は、下プレート 140 の形成に使用される鋳型 130 を示す。下プレート 140 は、金属、セラミック、又は高分子の基材などの任意の好適な材料で形成されてよく、後の処理工程中に耐えかつ形状を維持するように、耐久性及び高い融点又はガラス転移温度といった物理的特性を得るために選択することができる。下プレートの材料は、材料 100 及び堆積材料 120 の両方と異なっていてよい。他の実施形態では、下プレートの材料は堆積材料 120 と同じであってよい。

30

【0028】

下プレート 140 は、例えば鋳造及び硬化法又は射出成形といった任意の好適な方法により鋳型 130 のパターン化された表面 (図 1E の第 2 の微細構造化パターン 132 に対応する) とぴったり一致するようにインプリント法ないしは別の方法で刻まれる。実施形態によっては、鋳型 130 は、放電加工 (EDM) により下プレート 140 に第 2 の微細構造化パターン 132 を複製するために工具又は電極として機能することができる。鋳型 130 を複数回使用して、例えば、下プレート 140 を鋳型 130 の 2 倍の長さにしたい場合は、鋳型 130 を 2 回使用して、2 つの隣接した微細構造化パターンを形成することができ、更にそれを繰り返すことにより、下プレート 140 全体を形成することができる。同様に、下プレート 140 の一部分にパターンを形成するためだけに鋳型 130 を使用してもよく、換言すると、用途によっては、下プレート 140 の全体に満たない部分に微細構造化パターンを形成することができる。

40

【0029】

図 1G は、鋳型 130 から取り除かれた、ないしは別の方法で取り外された後の下プレート 140 を示す。下プレートは、第 1 の微細構造化パターン 112 と実質的に同じであり実質的に第 2 の微細構造化パターン 132 のネガティブであるべきである第 3 の微細構造化パターン 142 を含む。第 3 の微細構造化パターン 142 は、図 1B の多光子マスター 110 に生成された第 1 の微細構造化パターン 112 の微細構造 114 と実質的に同じであり得るピーク 144 を 1 つ以上含む。実際には、製造プロセスによって微細構造 114 とピーク 144 との間にわずかな変化が導入されてもよい。

【0030】

図 1H は、下プレート 140 及び上プレート 150 を示す。上プレート 150 は、任意

50

の好適な材料であってよく、任意の好適な形状又はサイズであってよい。実施形態によつては、上プレート150は下プレート140と同じ材料であつてよい。上プレート150もまた、例えば鋼など金属又は金属合金で形成され得る。実施形態によつては、プレートが繰り返しの使用に対して耐摩耗性及び耐久性を有するように上プレート150の寸法が選択されてもよい。上プレート150は、下プレート140のピークに近接して位置づけられることができ、実施形態によつてはそれら2つのプレートは接触している場合がある。実施形態によつては、上プレート150は、形状化、構造化、又は微細パターン化された表面を有し得る。下プレート140を鋳型インサートと呼ぶ場合がある。

#### 【0031】

図1Iは、射出成形工程を示す。射出された材料160は、下プレート140と上プレート150との間の空洞を充填する。図1Iの二次元表現が図解の簡易さを目的としており、下プレート140と上プレート150との間の区域が三次元の体積を表現し得ることは、当業者には明白であろう。言い換えれば、下プレート140のピークとピークとの間の中間空洞が単離されているように見えても、二次元では見えないチャネルが存在し得、単離しているかのように見える空間を射出された材料160が満たすことが可能である。

#### 【0032】

図1Iは、あくまで射出成形工程を表現する概略図であり、適切な流れ特性を樹脂から得るために必要な、例えば、側壁、射出ゲート、適した入力ライン、及び加熱要素といった、このプロセスに必要な他の構成要素が含まれ得る。射出された材料160は、射出された材料160が十分に剛性の部品を形成する温度以下に維持され得る、下プレート140と上プレート150との間に形成された空洞内に流れ込む。圧力を慎重に制御することは、プレート間の容積を完全に満たすための射出成形プロセスの好適なパラメータである。

#### 【0033】

射出された材料160は任意の材料でよく、材料の射出とともに使用されるプロセスによって異なり得る。例えば、射出成形工程は、ポリマー射出成形であり得る。したがつて、射出材料160は、部分的に又は完全にポリマー、高分子樹脂、又はフッ素化ポリマーであり得る。材料は、ガラス転移温度及び融点などの、そのレオロジー特性のために選定することができる。

#### 【0034】

実施形態によつては、射出成形工程は、金属射出成形(MIM)のような粉末射出成形工程を含むことがある。このプロセスでは、射出材料160は金属粉末及びバインダーの両方の化合物であり得、いくつかの高分子物質を含み得る。金属粉末及びバインダーを均質化し、次いで加熱し、標準的なポリマー射出成形で行われるようにダイ又は鋳型の中に射出し、その化合物を冷却して望みの形状にする。これで、いわゆる「グリーン」部品が作られる。バインダーは射出成形工程には必要であるが、成形後の完成部品には望ましくない場合がある。その場合は、熱劣化によりバインダーを除去するために、特定の慎重に制御された温度プロファイルにしたがつて、成形されたグリーン部品を加熱するデボンディング工程が必要である。実施形態によつては、デボンディングは、有機溶媒でバインダーを溶解することにより行われてもよいし、又は触媒含有雰囲気を提供することにより行われてもよい。バインダーを除去した後、部品を焼結する。焼結工程では、原子の拡散により成形部品の密度を増大させるために、金属の融点未満ではあるが加熱する必要がある。場合によつては、焼結は、理論上の最大密度の90%、95%、97%、又は99%を超える密度を達成することができる。

#### 【0035】

実施形態によつては、射出成形工程は、微細金属射出成形( $\mu$ MIM)を含む場合がある。微細金属射出成形は従来の金属射出成形と概ね同様であるが、特徴の寸法がより小さい(一般には数十ミクロン又は数百ミクロン単位)ために、鋳型形成プロセスのより精密な制御とともに、より小さい粒径の金属粉末が必要とされる。本明細書に記載した、精密な特徴の制御による鋳型形成のためのいくつかの技法は、例えば、多光子露光プロセスの

10

20

30

40

50

のような微細金属成形射出プロセスとともに有利に使用されることができる。これと関連した技法である微細セラミック射出成形(μCIM)(金属粉末の代わりにセラミック粉末を使用する)は、特に、より小さい粉末粒径を実現できるので、用途によっては有利であり得る。粉末の粒径が小さいと、忠実度の高い非常に精緻な特徴を再製する能力を高めることができる。μIM及びμCIMの一般的な名称は、微粉末射出成形(μPIM)である。

#### 【0036】

射出材料160は、下プレートの材料と同じ又は類似のものでよい。しかしながら、実施形態によっては、射出材料160は、材料100、堆積材料120、及び下プレート140の材料と異なる材料である。

10

#### 【0037】

完成部品を図1Jに示す。下プレート140及び上プレート150の形状のために、ノズルアレイ170は1つ以上の貫通穴172を含んでよい。図1Jもまた、三次元部品の二次元断面図であり、図でノズルアレイ170が3つの部品であるように見えていても、他の断面ではアレイはおそらく結合されている。貫通穴172は、多光子マスター110の第1の微細構造化パターン112を含む、プロセスのどこかで使用される微細構造化パターンと関係しているので、貫通穴172の形状及び輪郭の正確な制御は、各微細構造114の正確な制御により達成され得る。実施形態によっては、例えば貫通穴172を開くために裏面研削又はEDMを行う、又は化学抵抗性、耐摩耗性、若しくは付着汚れ防止といった望ましい特性を組み込むために任意の好適なプロセスによってノズルアレイ170の表面を金属で被覆若しくは塗装するなど、形成後の処理が望ましい場合がある。

20

#### 【0038】

注目すべきこととして、射出成形工程を迅速に、かつ高い信頼性で繰り返すことができ、高容量の工程(すなわち、各部品に行う必要のある工程)を、より時間のかからない作業と調整することができるので、部品を高容量で製造することが問題とならない。更に、本明細書に記載の方法は、各部品につきいくつかの工程が行われなければならない従来のプロセスと異なり、1つの高容量工程のみを含む場合がある。この記載の方法の効率は、従来のプロセスよりも時間及び費用を節約することができる。例えば、各部品を電鋳するのではなく、電鋳工程を1回行うだけで多くの部品を得ることが可能であり、高容量、時間、及びコストの節約がもたらされる。同様に、実施形態によっては、各部品を研削する必要のある従来のプロセスと異なり、射出成形された部品を更に研削して貫通穴を開ける必要がない。

30

#### 【0039】

図2A～2Hは、別のノズル製造方法の中間体の概略断面立面図である。冗長を避けるため、図1A～1Jに関する説明を図2A～2Hに関して繰り返さないが、それらに対応する説明は、対応する工程に適用するものと想定することができる。図2Aは図1Aに対応し、それには材料200(図1Aの材料100に当たる)及び基材202(図1Aの基材102に対応する)が含まれる。材料及び基材は、前述の方法と同じく、多光子反応を受けることができる材料を含む任意の材料を含むことができる。

40

#### 【0040】

材料200を好適な放射線に選択的に露光して溶解した後、図2Bに示すように、微細構造化パターン212を含む多光子マスター210が生成される。第1の微細構造化パターン212は本質的に図1Bの第1の微細構造化パターン112のネガティブであることに注意されたい。

#### 【0041】

次いで、多光子マスター210をシードし、堆積材料220で電鋳すると、図2Cに示すように粗い表面222が形成され得る。堆積材料220は、図1Cに関して上述したプロセス条件を含む任意のプロセス条件下で適用される任意の材料でよい。粗い表面222を研削又は研磨して、図2Dに示すように堆積材料220の平滑な表面224を形成することができる。

50

## 【0042】

図2Eは、下プレート230を示す（多光子マスター210から取り外された図2Dの平滑な表面224を有する堆積材料220に本質的に対応する）。下プレート230は、第1の微細構造化パターン212の実質的にネガティブである第2の微細構造化パターン232を含む。第2の微細構造化パターン232は微細構造234を含む。図2A～2Hに図示するネガティブプロセス（最初の多光子マスターは完成プレートのネガティブであるので、このように呼ぶ）は堆積材料から下プレートを生成し、一方、図1A～1Jに図示するポジティブプロセス（最初の多光子マスターは実質的に完成プレートと同じであるので、このように呼ぶ）は中間体鋳型を用いて下プレートを生成することに注意されたい。関係する用途及び製造プロセスに依存して、各アプローチが有利であり得る。

10

## 【0043】

図2Fは、下プレート230のピークに近接して位置づけられた上プレート240を示す。上プレートもまた、任意の好適な材料（鋼が挙げられる）でよく、任意の好適な大きさ又は寸法でよい。上及び下という用語は、本明細書では例示及び説明の便宜上使用されており、2つのプレートの特徴を限定する意味はなく、それらのプレートは用途に応じて異なる配向で置かれ得る。

## 【0044】

図2Gが図示する射出成形工程は、図1Iに対応する記述で説明されている工程と同じであってもよいし異なっていてもよい。前述の方法に関しては、射出材料250は、任意の好適なポリマー、金属粉末、セラミック、又はそれらのブレンドを含んでよく、その射出成形工程には、従来の射出成形又は粉末射出成形、例えば金属射出成形、微細金属射出成形若しくは微細セラミック射出成形が含まれ得る。

20

## 【0045】

完成したノズルアレイ260が図2Hに示されており、貫通穴262を含んでいる。ノズルアレイ260は、図1Jのノズルアレイ170に対応するものであり、いずれの方法でも同一の、実質的に同一の、又は少なくとも類似の部品が製造され得ることを示している。

## 【0046】

図3A～3Eは、燃料噴射ノズルの更に別の作製方法の中間体の概略断面図を示す。図2A～2Hの場合と同じく、既に説明した類似した処理工程の詳細な説明を全て繰り返すことはしないが、特に記載がない限り、それらの説明が適用することを想定することができる。

30

## 【0047】

図3Aは、基材302の上に位置づけられた材料300の一部分を示す。材料300は、任意の好適な材料又は材料の組み合わせであり得る。しかしながら、材料300は、多光子反応を受けられる能力のために選択されるのではなく、したがって、選択的に露光されない。その代わりに、材料300は、射出成形ダイの下プレートとしての使用に好適であり得る物質であるべきである。図3Aと3Bとの間で、材料300は、例えば末端ミリング、EDM、研削、エンボス等のような従来法のいずれかで形状化又は形成されて、図3Bに示すような下プレート310をもたらすことができる。実施形態によっては、下プレート310は、3D印刷のようなプロセスから直接に生成することができ、その場合、材料層が堆積されて所望の部品を形成する。

40

## 【0048】

下プレート310は、微細構造314を含む微細構造化パターン312を片面上に有する。微細構造のこのパターン及び一式は、任意の好適な大きさ、形状、及びピッチ又は構成であり得る。図3Cは、上プレート314が下プレートのピークに近接して置かれた下プレート310を示す。

## 【0049】

図3Dは、図2G又は図1Iのいずれかに対応する記述で説明されたのと同じ又は類似の工程であり得る射出成形工程を示す。それらの場合と同じく、この射出成形工程には、

50

従来のポリマー射出成形、粉末射出成形、又は微細金属射出成形及び微細セラミック射出成形などの微細粉末射出成形が含まれ得る。

【0050】

図3Eは、射出成形ダイから取り外された後の完成部品を示す。ノズルアレイ340は、燃料噴霧を適切に方向付け制御するために任意の好適な外形を有し得る貫通穴342を含む。ノズルアレイ340は、図2Hのノズルアレイ260及び図1Jのノズルアレイ170の両方に対応するものであり、この方法は、本明細書に記載の他の2つの一般的方法と実質的に同じ完成部品をもたらすことができることを実証している。

【0051】

様々な代表的実施形態

10

1.

多光子反応を受けることができる第1の材料を準備する工程、

多光子プロセスを用いて前記第1の材料に第1の微細構造化パターンを形成する工程、

前記第1の微細構造化パターンを前記第1の材料と異なる第2の材料に複製して、第2の材料の第2の微細構造化パターンを含む第1の鋳型を作製する工程、

前記第2の微細構造化パターンを第3の材料に複製して、前記第3の材料に複数の微細構造を含む第3の微細構造化パターンを含む第2の鋳型を作製する工程、

前記第3の材料の複数の微細構造のピークに近接して前記第2の鋳型の上にプレートを位置づける工程、

前記第3の微細構造化パターンの周囲の前記第2の鋳型の上、かつ前記プレートの下の区域に、第4の材料を射出成形する工程、及び

20

前記プレート及び第2の鋳型を取り除いて、前記第4の材料を含み、かつ複数の貫通穴を更に備える、燃料噴射ノズルを得る工程、を含む、燃料噴射ノズルを製造する方法。

2. 前記第3の材料が前記第1及び第2の材料と異なる、実施形態1に記載の方法。

3. 前記第3の材料が前記第2の材料と同じ材料である、実施形態1に記載の方法。

4. 前記第4の材料が前記第3の材料と同じ材料である、実施形態1に記載の方法。

5. 前記第4の材料が前記第1、第2及び第3の材料と異なる、実施形態1に記載の方法。

30

6. 第2の材料に前記第1の微細構造化パターンを複製する工程が、前記第1の微細構造化パターンを電鋳する工程を含む、実施形態1~5のいずれか一項に記載の方法。

7. 前記第2の材料がニッケル又はニッケル合金を含む、実施形態6に記載の方法。

8. 前記第4の材料がポリマーを含む、実施形態1~7のいずれか一項に記載の方法。

9. 前記第4の材料が金属を含む、実施形態1~7のいずれか一項に記載の方法。

10. 前記第4の材料がセラミックを含む、実施形態1~7のいずれか一項に記載の方法。

40

11. 前記第1の材料がポリ(メチルメタクリレート)を含む、実施形態1~10のいずれか一項に記載の方法。

12. 前記第1の材料が2光子反応を受けることができる、実施形態1~10のいずれか一項に記載の方法。

13. 前記2光子反応が、同時に2つの光子を吸収することを含む、実施形態12に記載の方法。

40

14. 前記微細構造が三次元直線体を含む、実施形態1~13のいずれか一項に記載の方法。

15. 前記微細構造が三次元曲線体を含む、実施形態1~13のいずれか一項に記載の方法。

16. 前記複数の貫通穴を開けるために、前記燃料噴射ノズルの残っている前記第4の材料の部分を取り除く工程を更に含む、実施形態1~15のいずれか一項に記載の方法。

17. 前記残っている部分を取り除く工程が裏面研削により行われる、実施形態16に記載の方法。

18. 前記残っている部分を取り除く工程がEDMにより行われる、実施形態16に記

50

載の方法。

19. 前記燃料噴射ノズルのデボンディングを更に含む、実施形態1～18のいずれか一項に記載の方法。

20. 前記燃料噴射ノズルの焼結を更に含む、実施形態1～19のいずれか一項に記載の方法。

21. 前記燃料噴射ノズルの表面への金属の適用を更に含む、実施形態1～20のいずれか一項に記載の方法。

22.

多光子反応を受けることができる第1の材料を準備する工程、

多光子プロセスを用いて前記第1の材料に第1の微細構造化パターンを形成する工程、

10

前記第1の微細構造化パターンを前記第1の材料と異なる第2の材料に複製して、前記第2の材料の複数の微細構造を含む第2の微細構造化パターンを含む鋳型を作製する工程、

前記第2の材料の複数の微細構造のピークに近接して前記鋳型の上にプレートを位置づける工程、

前記第2の微細構造化パターンの周囲の前記鋳型の上、かつ前記プレートの下の区域に、第3の材料を射出成形する工程、及び

前記プレート及び鋳型を取り除いて、前記第3の材料を含み、かつ複数の貫通穴を更に備える、燃料噴射ノズルを得る工程、を含む、燃料噴射ノズルを製造する方法。

23. 前記第3の材料が前記第1及び第2の材料と異なる、実施形態22に記載の方法

20

。

24. 前記第3の材料が前記第2の材料と同じ材料である、実施形態22に記載の方法

。

25. 前記複数の貫通穴を開けるために、前記燃料噴射ノズルの残っている前記第3の材料の部分を取り除く工程を更に含む、実施形態22に記載の方法。

26. 前記残っている部分を取り除く工程が裏面研削により行われる、実施形態25に記載の方法。

27. 前記残っている部分を取り除く工程がEDMにより行われる、実施形態25に記載の方法。

28. 前記燃料噴射ノズルのデボンディングを更に含む、実施形態22～27のいずれか一項に記載の方法。

30

29. 前記燃料噴射ノズルの焼結を更に含む、実施形態22～28のいずれか一項に記載の方法。

30. 前記燃料噴射ノズルの表面への金属の適用を更に含む、実施形態22～29のいずれか一項に記載の方法。

31. 燃料噴射ノズルの製造方法であって、

第1の材料に微細構造化パターンを生成することにより鋳型を形成する工程であって、前記第1の微細構造化パターンが複数の微細構造を含んでいる、工程、

前記第1の材料の複数の微細構造のピークに近接して前記鋳型の上にプレートを位置づける工程、

前記微細構造化パターンの周囲の前記鋳型の上かつ前記プレートの下の区域に、前記第1の材料と異なる第2の材料を射出成形する工程、及び

前記プレート及び鋳型を取り除いて、前記第2の材料を含み、かつ複数の貫通穴を更に備える、燃料噴射ノズルを得る工程、を含む、方法。

32. 微細構造化パターンを生成する工程が末端ミリングにより行われる、実施形態31に記載の方法。

33. 微細構造化パターンを生成する工程が研削により行われる、実施形態31又は32のいずれか一項に記載の方法。

34. 微細構造化パターンを生成する工程がEDMによって行われる、実施形態31～33のいずれか一項に記載の方法。

50

35. 前記複数の貫通穴を開けるために、前記燃料噴射ノズルの前記第2の材料の残っている部分を取り除く工程を更に含む、実施形態31～34のいずれか一項に記載の方法。

36. 前記残っている部分を取り除く工程が裏面研削により行われる、実施形態35に記載の方法。

37. 前記残っている部分を取り除く工程がEDMにより行われる、実施形態35に記載の方法。

38. 前記燃料噴射ノズルのデボンディングを更に含む、実施形態31～37のいずれか一項に記載の方法。

39. 前記燃料噴射ノズルの焼結を更に含む、実施形態31～38のいずれか一項に記載の方法。

40. 前記燃料噴射ノズルの表面への金属の適用を更に含む、実施形態31～39のいずれか一項に記載の方法。

41.

多光子反応を受けることができる第1の材料を準備する工程、

多光子プロセスを用いて前記第1の材料に第1の微細構造化パターンを形成する工程、

前記第1の微細構造化パターンを前記第1の材料と異なる第2の材料に複製して、前記第2の材料の第2の微細構造化パターンを含む第1の工具を作製する工程、

前記工具を用いて、前記第2の微細構造化パターンの反転である複数の微細構造を含む第3の微細構造化パターンを金属基材に形成して鋳型を作る工程、

前記金属基材の複数の微細構造のピークに近接して前記第2の鋳型の上にプレートを位置づける工程、

前記第3の微細構造化パターンの周囲の前記鋳型の上、かつ前記プレートの下の区域に、第3の材料を射出成形する工程、及び

前記プレート及び鋳型を取り除いて、前記第3の材料を含み、かつ複数の貫通穴を更に備える、燃料噴射ノズルを得る工程、を含む、燃料噴射ノズルを製造する方法。

42. 前記工具が電極である、実施形態41に記載の方法。

43. 前記工具が、EDMにより金属基材に第3の微細構造化パターンを形成する、実施形態41又は42に記載の方法。

44. 前記複数の貫通穴を開けるために、前記燃料噴射ノズルの残っている前記第3の材料の部分を取り除く工程を更に含む、実施形態41～43のいずれか一項に記載の方法。

45. 前記残っている部分を取り除く工程が裏面研削により行われる、実施形態44に記載の方法。

46. 前記残っている部分を取り除く工程がEDMにより行われる、実施形態44に記載の方法。

47. 前記燃料噴射ノズルのデボンディングを更に含む、実施形態41～46のいずれか一項に記載の方法。

48. 前記燃料噴射ノズルの焼結を更に含む、実施形態41～47のいずれか一項に記載の方法。

49. 前記燃料噴射ノズルの表面への金属の適用を更に含む、実施形態41～48のいずれか一項に記載の方法。

【0052】

本明細書に記載されている米国特許及び特許出願の全ては（本明細書で使用されるノズルの定義を明確にするために引用されている場合を除き）、あたかもそれらの全容が記載されているかのように、参照により組み込まれる。本発明は、先に記載された特定の実施例及び実施形態に限定されると考慮すべきではなく、このような実施形態は、本発明の様々な態様の説明を容易にするために詳細に記載される。むしろ、本発明は、添付の特許請求の範囲及びその等価物によって定義されるような本発明の範囲内に包含される様々な修正、同等のプロセス、及び代替的装置を含む、本発明のすべての態様を網羅するものと理

10

20

30

40

50

解すべきである。

【図 1 A】

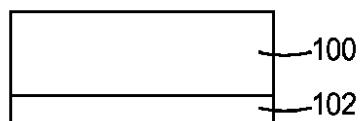


FIG. 1A

【図 1 B】

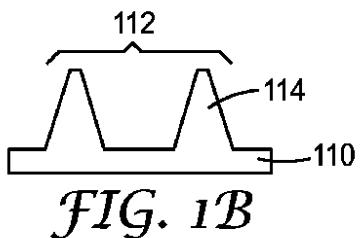


FIG. 1B

【図 1 C】

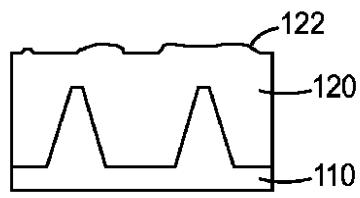


FIG. 1C

【図 1 D】

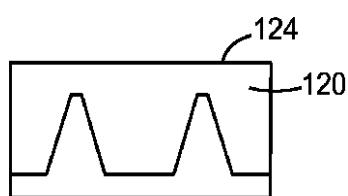


FIG. 1D

【図 1 E】

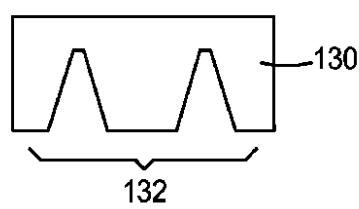


FIG. 1E

【図 1 F】

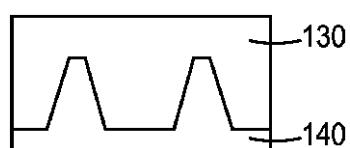


FIG. 1F

【図 1 G】

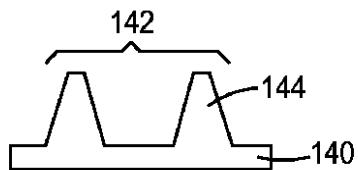


FIG. 1G

【図 1 H】

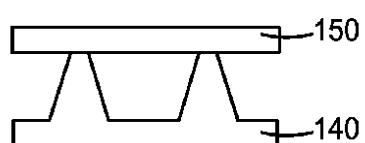


FIG. 1H

【図 1 I】

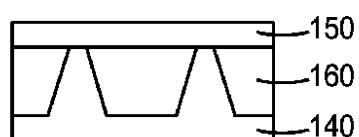


FIG. 1I

【図 2 A】

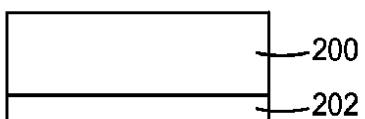


FIG. 2A

【図 1 J】

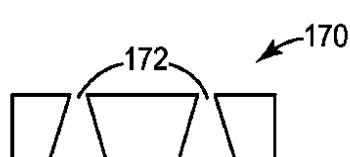


FIG. 1J

【図 2 B】

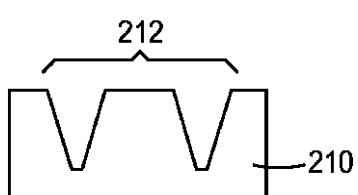


FIG. 2B

【図 2 C】

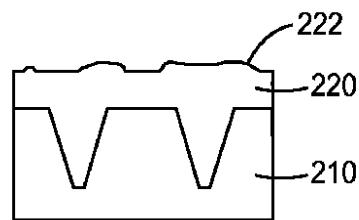


FIG. 2C

【図 2 D】

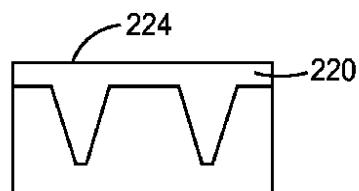


FIG. 2D

【図 2 E】

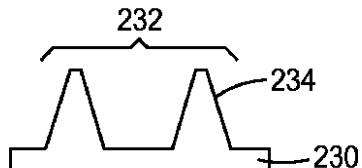


FIG. 2E

【図 2 F】

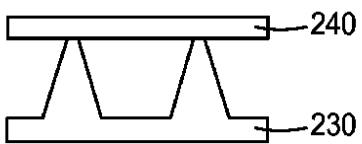


FIG. 2F

【図 2 G】

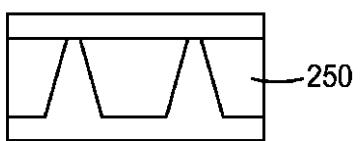


FIG. 2G

【図 2 H】

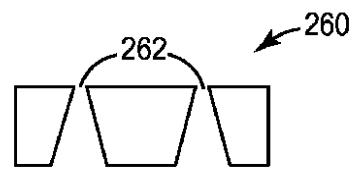


FIG. 2H

【図 3 B】

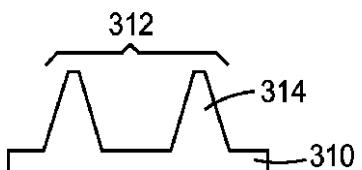


FIG. 3B

【図 3 A】

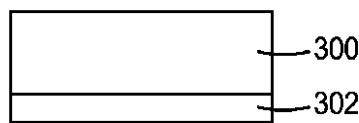


FIG. 3A

【図 3 C】

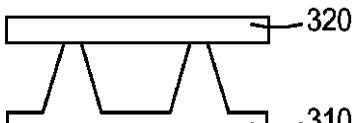


FIG. 3C

【図 3 D】

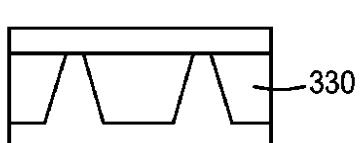


FIG. 3D

【図 3 E】

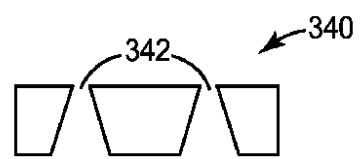


FIG. 3E

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2013/076321

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. F02M61/16 C25D1/10 F02M61/18  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F02M C25D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2012/106512 A2 (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO [US]; CARPENTER BARRY S [US]; SHIRK RYAN C) 9 August 2012 (2012-08-09) page 18, line 1 - page 26, line 2; figures 1a-1m abstract ----- WO 2011/014607 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO [US]; CARPENTER BARRY S [US]; WILLOUGHBY J) 3 February 2011 (2011-02-03) page 11, line 19 - page 18, line 16; figures 1a-1m abstract ----- DE 44 04 021 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10 August 1995 (1995-08-10) the whole document -----	1-22 1-14,17, 20 1-22



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

21 March 2014

27/03/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hermens, Sjoerd

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No  
PCT/US2013/076321

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 2012106512 A2	09-08-2012	CA 2826443 A1		09-08-2012
		CN 103459824 A		18-12-2013
		EP 2670972 A2		11-12-2013
		KR 20140003581 A		09-01-2014
		US 2013313339 A1		28-11-2013
		WO 2012106512 A2		09-08-2012
WO 2011014607 A1	03-02-2011	CN 102575630 A		11-07-2012
		EP 2459867 A1		06-06-2012
		EP 2657510 A1		30-10-2013
		JP 2013501185 A		10-01-2013
		KR 20120046757 A		10-05-2012
		US 2012126038 A1		24-05-2012
		WO 2011014607 A1		03-02-2011
DE 4404021 A1	10-08-1995	DE 4404021 A1		10-08-1995
		EP 0667450 A1		16-08-1995
		JP H07286571 A		31-10-1995

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	B 2 9 C 33/38	
	B 2 2 D 17/22	Z

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, T M), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 100154656

弁理士 鈴木 英彦

(72)発明者 マーティンソン, ポール エー.

アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427  
, スリーエム センター

(72)発明者 カーペンター, バリー エス.

アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427  
, スリーエム センター

(72)発明者 レディンガー, ディビッド エイチ.

アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427  
, スリーエム センター

(72)発明者 シュノブリヒ, スコット エム.

アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427  
, スリーエム センター

(72)発明者 シャーク, ライアン シー.

アメリカ合衆国, ミネソタ州, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427  
, スリーエム センター

F ターム(参考) 3G066 BA53 CC21 CD14 CD15 CD17 CD18

4F202 AA21 AA44 AG21 AH81 AJ02 AJ03 CA11 CB01 CD05 CK12