(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 4 458 478 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.11.2024 Patentblatt 2024/45

(21) Anmeldenummer: **24173407.8**

(22) Anmeldetag: **30.04.2024**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B05D 1/40 *(2006.01)* ***B05D 5/02*** *(2006.01)*
B05D 3/02 *(2006.01)* *B05D 3/06* *(2006.01)*
B05D 3/12 *(2006.01)* *B05D 5/00* *(2006.01)*

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B05D 1/40; B05D 5/02; B05D 3/0254; B05D 3/06; B05D 3/12; B05D 5/00; B05D 2601/00; B05D 2602/00

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(30) Priorität: **03.05.2023 DE 102023111441**

(71) Anmelder: **AMO GmbH**
52074 Aachen (DE)

(72) Erfinder:
- **Plachetka, Ulrich**
  41199 Mönchengladbach (DE)
- **Daskalova, Desislava**
  52062 Aachen (DE)
- **Ku, Benny**
  52066 Aachen (DE)
- **Ruhkopf, Jasper**
  52074 Aachen (DE)
- **Gonzalo, Aguila Flores**
  52062 Aachen (DE)
- **Lemme, Max Christian**
  51069 Köln (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Bauer Vorberg Kayser Partnerschaft mbB**
Goltsteinstraße 87
50968 Köln (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES STRUKTURIERTEN BAUTEILS, SOWIE STRUKTURIERTES BAUTEIL**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren zur Herstellung eines strukturierten Bauteils (1), umfassend die folgenden Schritte:
a. Bereitstellen eines Substrats (2);
b. Aufbringen eines Kompositmaterials auf das Substrat (2) unter Ausbildung einer Schicht (3), wobei das Kompositmaterial ein Matrixmaterial (M) und darin eingebrachte Feststoffpartikel (F) aufweist,
c. Aushärten der Schicht (3);
d. zumindest teilweises Entfernen des Matrixmaterials (M) aus der Schicht (3), wobei vorangehend, während und/oder nachfolgend zum Aushärten der Schicht (3) eine Struktur (4) in die Schicht (3) eingebracht wird, um aus der Schicht (3) eine Strukturschicht (5) zu bilden.

Mit einem solchen Verfahren kann ein multifunktional einsetzbares Bauteil hergestellt werden.

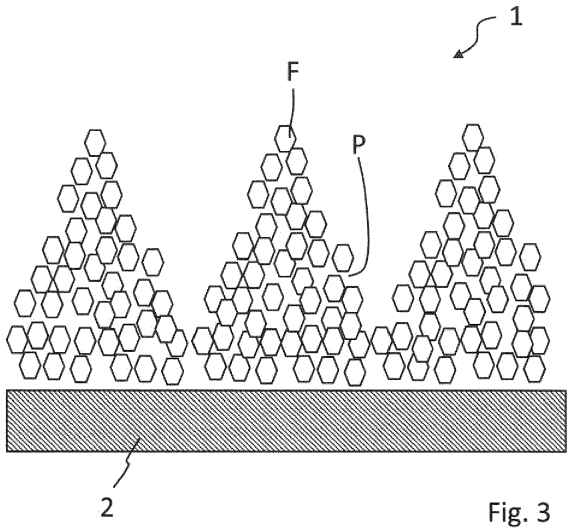

Fig. 3

EP 4 458 478 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines strukturierten Bauteils. Ferner betrifft die Erfindung ein strukturiertes Bauteil.

[0002] Insbesondere befasst sich die vorliegende Erfindung mit der Strukturierung von beschichteten Bauteilen, d.h. Bauteilen, bei denen ein Substrat mit einer Beschichtung versehen und bei denen in oder auf der Beschichtung eine Struktur ausgebildet ist bzw. wird.

[0003] Die Beschichtung von Gegenständen (Substraten) aus Metall, Keramik, Glas oder Kunststoff ist allgemein bekannt. Mit Hilfe von Beschichtungen können die Lebensdauer, bestimmte Funktionen oder mechanische Eigenschaften des Bauteils verbessert werden. Beispielsweise kann mit Hilfe einer Beschichtung die Korrosions-, Kratz- oder Verschleißbeständigkeit verbessert werden. Ferner kann eine Beschichtung dekorative oder optische Eigenschaften des Bauteils beeinflussen.

[0004] Neben der Beschichtung als solcher kann auch eine in oder auf einer solchen Beschichtung vorgesehene Struktur unterschiedliche Funktionen bereitstellen. Durch eine solche Struktur können beispielsweise optische Funktionen bereitgestellt werden. Ferner kann eine Struktur zum gerichteten Leiten von Fluiden (z. B. Flüssigkeiten oder Gasen) entlang einer Bauteil-Oberfläche eingesetzt werden. Strukturen von Bauteilen können zudem deren optischen Eindruck oder die Bauteilhaptik beeinflussen. Auch können solche Strukturen auch Poren oder Porensysteme bereitstellen. Derartige Strukturen können (in Verbindung mit einem geeigneten Beschichtungsmaterial) den Ablauf chemischer Reaktionen oder katalytischer Prozesse fördern oder diese gar erst ermöglichen.

[0005] Aus dem Stand der Technik sind vielfältige Verfahren zur Herstellung von strukturierten Bauteilen bekannt. Zur Bereitstellung bestimmter Bauteilfunktionen bzw. Applikationsbereiche für ein Bauteil ist es häufig erforderlich auf Feststoffpartikel (z. B. anorganische Partikel, metallische Partikel, halbmetallische Partikel, organische Partikel oder anderweitige Partikel mit festem Aggregatszustand) zurückzugreifen und diese in die Beschichtung einzubringen.

[0006] Bekannt sind dabei Herstellungsverfahren, bei denen Feststoffe (z. B. in Form von Pulvern) auf einer Oberfläche (eines Substrats) adsorbiert werden. Die Feststoffe können sodann durch Einbrennen in Schichten umgewandelt werden. Dabei neigen Pulver jedoch dazu zu zerstäuben, zu migrieren und sich im Raum zu verteilen. Ferner stellen Feststoffe - oft in Abhängigkeit ihrer Partikelgröße - zum Teil eine Gefahr für die Umwelt und die Gesundheit von Lebewesen dar. Bei den bekannten Herstellungsverfahren lässt sich zudem lediglich eine Feststoffart in eine Schicht einbringen, was bestimmte Funktionsszenarien und Einsatzgebiete der so gefertigten Bauteile limitieren kann. Ferner kommt es bei diesen Herstellungsverfahren häufig zur unkontrollierten Agglomeration von Feststoffpartikeln, weshalb eine gezielte Einstellung von Porosität und Oberflächengrößen erschwert wird. Ferner sei berücksichtigt, dass die Haftung von derartigen Beschichtungen abhängig von der Wechselwirkung des jeweiligen Feststoffs mit der Oberfläche ist, sodass viele Oberflächenbehandlungen nur wenig stabil sind.

[0007] Basierend auf diesen Vorkenntnissen ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines strukturierten Bauteils vorzuschlagen, welches die zuvor genannten Nachteile nicht aufweist, im Vergleich zu bekannten Verfahren zumindest aber eine Alternative bereitstellt. Ferner ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein strukturiertes Bauteil bereitzustellen, welches multifunktional einsetzbar ist.

[0008] Gelöst wird diese Aufgabe mit einem Verfahren gemäß Anspruch 1 und einem Bauteil gemäß Anspruch 13.

[0009] Zunächst betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines strukturierten Bauteils, umfassend die folgenden Schritte:

a. Bereitstellen eines Substrats;
b. Aufbringen eines Kompositmaterials auf das Substrat unter Ausbildung einer Schicht, wobei das Kompositmaterial ein Matrixmaterial und darin eingebrachte Feststoffpartikel aufweist,
c. Aushärten der Schicht;
d. zumindest teilweises Entfernen des Matrixmaterials aus der Schicht.

[0010] Erfindungsgemäß wird vorangehend, während und/oder nachfolgend zum Aushärten der Schicht eine Struktur in die Schicht eingebracht wird, um aus der Schicht eine Strukturschicht zu bilden.

[0011] Bei dem Substrat kann es sich um einen geeigneten Körper handeln, auf den ein Kompositmaterial aufgebracht werden kann. Das Substrat kann starr oder flexibel (z. B. biegsam, faltbar, rollbar etc.) sein. Das Substrat kann ein Flachkörper sein, also eine plane (ebene) Oberfläche aufweisen. Das Substrat kann in Form einer Folie ausgebildet sein. Das Substrat kann eine von einem Flachkörper abweichende Form aufweisen. Das Substrat kann ein Oberflächenprofil aufweisen. Das Substrat kann stellenweise oder vollständig eine glatte Oberfläche oder eine raue Oberfläche aufweisen. Das Substrat kann ein dreidimensionaler Gegenstand sein.

[0012] Das Substrat kann beispielsweise auf Silizium, Metall, Glas, Keramik oder einem Kunststoff basieren bzw. daraus gebildet sein. Das Substrat kann einlagig oder mehrlagig ausgebildet sein. Die Lagen können aus demselben oder unterschiedlichen Materialien gebildet sein. Das Substrat kann als Halter/Träger für eine darauf platzierte (bzw. zu platzierende) Schicht fungieren. Bei dem Substrat kann es sich um einen Si- oder Glas-Wafer handeln. Das Substrat kann derart ausgebildet sein, dass es auf einer Rolle aufrollbar ist.

[0013] Das Kompositmaterial kann in jeglicher Form vorliegen, in welcher es auf das Substrat aufgebracht werden kann. Beispielsweise kann das Kompositmaterial fließfähig, insbesondere flüssig vorliegen. Die Fließfähigkeit wird insbesondere durch das Matrixmaterial bereitgestellt. Dabei können die Feststoffpartikel in dem Matrixmaterial verteilt vorliegen, beispielsweise dispergiert oder suspendiert. Das Kompositmaterial kann auch zähflüssig sein.

[0014] Die Feststoffpartikel können bereits vor dem Aufbringen des Kompositmaterials auf das Substrat in das Matrixmaterial eingebracht worden sein. Das Kompositmaterial setzt sich dann also initial aus Matrixmaterial und darin eingebrachten Feststoffpartikeln zusammen.

[0015] Alternativ oder zusätzlich können Feststoffpartikel auch beim Aufbringen des Kompositmaterials auf das Substrat in das Matrixmaterial eingebracht werden. Werden Feststoffpartikel erst beim Aufbringen des Kompositmaterials auf das Substrat in das Matrixmaterial eingebracht, so versteht sich von selbst, dass das "Kompositmaterial" sozusagen "in-situ" beim Aufbringen auf das Substrat erzeugt wird.

[0016] Es kann auch vorgesehen sein, zunächst lediglich das Matrixmaterial auf das Substrat aufzubringen und erst danach die Feststoffpartikel in das - auf das Substrat aufgebrachte - Matrixmaterial einzubringen.

[0017] Unabhängig vom Zeitpunkt der Einbringung der Feststoffpartikel in das Matrixmaterial, wird bei jeder der vorangehend beschriebenen Varianten letztlich ein Kompositmaterial auf das Substrat aufgebracht.

[0018] Unter einem "Aushärten" kann ein vollständiges Aushärten oder ein teilweises Aushärten verstanden werden. Ein teilweises Aushärten kann bedeuten, dass ein Aushärtungsvorgang bis zu einem gewissen Grad (in zeitlicher Hinsicht) abgeschlossen ist (z. B. die Aushärtung ist zu 80 % vollzogen), gleichsam kann ein teilweises Aushärten bedeuten, dass bestimmte (örtliche) Bereiche der Schicht vollständig ausgehärtet sind, andere Bereiche aber noch nicht vollständig ausgehärtet sind. In diesem Fall kann das teilweise Aushärten also einen örtlichen Aushärtungszustand betreffen.

[0019] Der Vorgang des Aushärtens meint insbesondere ein "Verfestigen" der Schicht. Aushärten kann durch Trocknungsprozesse erfolgen, also z. B. durch Verdampfen von Lösungsmittel (welches Bestandteil des Kompositmaterials sein kann), jedoch auch durch chemische Prozesse wie eine Polymerisation. Die Aushärtung kann initiiert oder beschleunigt werden durch Beaufschlagen der Schicht mit thermischer Energie oder Bestrahlung mit elektromagnetischer Strahlung (geeigneter Wellenlänge). Je nach Material, kann dadurch die Aushärtung erst ausgelöst oder beschleunigt werden.

[0020] Unter einer "Struktur" kann eine Oberflächenstruktur oder Tiefenstruktur in der Schicht zu verstehen sein. Eine Struktur kann regelmäßig oder unregelmäßig sein. Eine Struktur kann Höhenstrukturen und Tiefenstrukturen aufweisen. Eine Struktur kann Muster aufweisen, die sich beispielsweise periodisch wiederholen. Eine Struktur kann ein Oberflächenprofil bereitstellen. Eine Struktur ist insbesondere durch Strukturelemente gebildet, die benachbart zueinander bzw. in einem Muster angeordnet sind. Strukturelemente können regelmäßig oder unregelmäßig angeordnet sein. Eine Struktur kann auch von unterschiedlichen Strukturelementen gebildet sein, die beispielsweise in ihren Größenabmessungen oder ihrer Form voneinander abweichen können. Die erwähnte Schicht kann stellenweise eine Struktur aufweisen und stellenweise keine Struktur aufweisen. Die Schicht kann aber auch durchgängig strukturiert sein.

[0021] Wie erwähnt, kann die Struktur vorangehend zum Aushärten der Schicht in diese eingebracht werden. In diesem Fall kann die Struktur besonders einfach in die Schicht eingebracht werden, da das Kompositmaterial aufgrund der noch nicht erfolgten Aushärtung leicht formbar und somit strukturierbar ist. Die Aushärtung erfolgt in diesem Fall zeitlich nachgelagert zur Strukturierung. Allerdings kann vorgesehen sein, dass ein zur Strukturierung verwendetes Werkzeug beim Aushärten in der Schicht verbleibt und erst im Nachgang dazu entfernt wird (im Sinne einer Maske).

[0022] Wie erwähnt, kann die Struktur auch während des Aushärtens der Schicht in diese eingebracht werden. Auch in diesem Fall kann die Struktur besonders einfach in die Schicht eingebracht werden, da das Kompositmaterial aufgrund der noch nicht vollständig erfolgten Aushärtung leicht formbar und somit strukturierbar ist. Vorteilhaft kann eine Strukturierung während des Aushärtens sein, da das zu strukturierende Medium (hier das Kompositmaterial) bereits eine gewisse Festigkeit (Aushärtungsgrad) aufweisen kann und somit ein "Zerfließen" in Folge der Formgebung vermieden/reduziert werden kann. Die Stabilität bei der Formgebung kann dadurch verbessert werden.

[0023] Eine einfache Form der Strukturierung kann beispielsweise durch Stempeln oder Prägung erfolgen. Ein Stempelwerkzeug, ein Prägewerkzeug oder ein anderweitiges formgebendes Werkzeug (z. B. eine Maske) kann zur Strukturierung in der Schicht platziert werden. Nach der Struktureinbringung kann das Werkzeug entfernt und der Aushärtungsvorgang gestartet werden. Auch kann vorgesehen sein, das Werkzeug während des Aushärtungsvorgangs in der Schicht zu belassen.

[0024] Auch kann die Struktur nach dem Aushärten der Schicht in diese eingebracht werden. Dies meint, dass die Schicht bereits vollständig ausgehärtet ist, bevor die Strukturierung erfolgt. In diesem Fall erfolgt eine Strukturierung insbesondere durch Materialablation, also Materialabtragung. Die Materialablation kann chemisch und/oder mechanisch erfolgen. Eine mechanische Materialablation kann beispielsweise eine Gravur sein, jedoch auch durch eine Laserbearbeitung (Laserstrukturierung) erfolgen. Eine chemische Materialablation kann beispielsweise ein nasschemisches Verfahren, insbesondere ein Ätz- oder Beizverfahren betreffen. Auch kann eine Strukturierung durch teilweises (selektives)

Herauslösen des Kompositmaterials erfolgen, z. B. mit einem Lösungsmittel. Das Lösungsmittel löst dann das Matrixmaterial, welches die darin angeordneten Feststoffpartikel mitschleppt.

[0025] Auch Kombinationen der vorangehenden Strukturierungsvarianten sind möglich, sodass eine Strukturierung

(i) vorangehend und während, oder
(ii) vorangehend, während und nachfolgend, oder
(iii) während und nachfolgend, oder
(iv) vorangehend und nachfolgend

zum Aushärten der Schicht erfolgen kann.

[0026] Die Art und Weise des Entfernens von Matrixmaterial aus der Schicht kann von der Art des Matrixmaterials abhängen. Ist das Matrixmaterial flüchtig, so kann dieses beispielsweise unter Beaufschlagung mit thermischer Energie entfernt werden (beispielsweise durch Verflüssigen, Verdampfen oder Sublimieren). Die Entfernung des Matrixmaterials kann auch durch Bestrahlung mit elektromagnetischer Strahlung (z. B. Licht geeigneter Wellenlänge), chemisch oder mechanisch erfolgen. Eine mechanische Entfernung kann auch mittels Laserbearbeitung erfolgen.

[0027] Es ist grundsätzlich vorstellbar, dass die zumindest teilweise Entfernung des Matrixmaterials aus der Schicht auch schon vor und/oder während des Aushärtens der Schicht (also den o.g. Schritt c) erfolgt.

[0028] Wie erwähnt, sind in das Kompositmaterial Feststoffpartikel eingebracht. Diese verbleiben nach dem Aushärten und der zumindest teilweisen Entfernung des Matrixmaterials in der Schicht. Sie sind ferner in der Strukturschicht enthalten, die durch Einbringung der Struktur in die Schicht ausgebildet wird.

[0029] Das vorliegende Verfahren ermöglicht somit nicht nur Feststoffpartikel auf eine schonende und umweltfreundliche Weise in eine auf einem Substrat aufgebrachte Schicht einzubringen, sondern auch Feststoffpartikel in eine strukturierte Schicht (Strukturschicht) einzubringen. Die Feststoffpartikel ermöglichen also eine gezielte Einstellung bestimmter Eigenschaften der Schicht, beispielsweise eine gezielte Einstellung der Porosität, der Porengrößen(-verteilung), von Porenformen etc. Auf makroskopischer Ebene hingegen kann die in die Schicht eingebrachte Struktur dem Bauteil bestimmte Funktionen verleihen. Das besagte Verfahren ermöglicht es zudem, verschiedene Arten von Feststoffen in eine Schicht einzubringen.

[0030] Das vorgeschlagene Verfahren ermöglicht die maßgeschneiderte Auslegung und Einstellung bestimmter Bauteileigenschaften bzw. Bauteilfunktionalitäten, nämlich einerseits durch die Feststoffpartikel in der Schicht und andererseits durch die in die Schicht eingebrachte Struktur. Bestimmte Eigenschaften können dabei sowohl von den Feststoffpartikeln als auch von der Struktur beeinflusst sein, andere Eigenschaften bzw. Funktionalitäten jeweils nur von den Feststoffpartikeln oder der Struktur.

[0031] Durch die in die Schicht eingebrachte Struktur kann die Oberfläche des Bauteils vergrößert werden, was vorteilhaft beim Einsatz als Katalysator, insbesondere Photo-Katalysator sein kann. Die katalytisch aktive (zugängliche) Oberfläche wird damit vergrößert. Eine katalytische Aktivität der Schicht kann insbesondere dann gegeben sein, wenn die Feststoffpartikel aus einem Metall, insbesondere einem Leiter oder Halbleiter gebildet ist.

[0032] Auch kann durch die Struktur die Absorptionsoberfläche für einfallendes Licht vergrößert werden. Die Struktur kann ferner zur Bereitstellung bestimmter optischer Funktionen verwendet werden. Einstellparameter können die Schichtdicke der die Struktur ausbildenden Strukturelemente, die Form der Strukturelemente sowie deren Abmessungen sein.

[0033] Weitere Ausgestaltungen des vorgeschlagenen Verfahrens sind in den Unteransprüchen sowie in der nachfolgenden Beschreibung angegeben. Nachfolgend seien die in den Unteransprüchen angegebenen Merkmale im Detail beschrieben. Ferner wird auf weitere mögliche Ausgestaltungen eingegangen. Die beschriebenen und in den Unteransprüchen angegebenen Ausgestaltungen und Merkmale können die Erfindung Kategorie-übergreifend spezifizieren. Dies bedeutet, dass jene Merkmale, die im Zusammenhang des vorgeschlagenen Verfahrens beansprucht oder beschrieben sind zugleich Ausgestaltungen oder Merkmale des vorgeschlagenen Bauteils sein können und umgekehrt.

[0034] Nach einer ersten Ausgestaltung eines mit der Erfindung vorgeschlagenen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass die Struktur eine Nanostruktur ist. Damit ist insbesondere gemeint, dass es sich bei den die Struktur bildenden Strukturelementen um Nanostrukturelemente handelt. Nanostrukturelemente haben Dimensionen, die in der Regel Größenabmessungen von kleiner 100 nm aufweisen. Die Strukturelemente können aber auch Größenabmessungen von 100 nm oder größer bis hin zu einigen Mikrometern aufweisen, können also in diesem Fall auch als Mikrostrukturelemente bezeichnet werden. Strukturelemente können (unabhängig von ihrer Größe) unterschiedliche Formen aufweisen, beispielsweise eine Scheibenform, eine Stäbchenform, eine Zylinderform, eine Röhrenform, eine pyramidale Form, eine Kegelform, eine Quaderform etc. Im Querschnitt können Strukturelemente eine Polygonform oder eine abgerundete Form (z. B. Kreisform, Ovalform etc.) aufweisen. Jegliche anderen Formen sind möglich.

[0035] Strukturelemente können in Bezug zur Schicht oder dem Substrat erhaben sein. In diesem Fall ragt ein jeweiliges Strukturelement ausgehend von einer Oberfläche der Schicht bzw. einer Oberfläche des Substrats von dieser Oberfläche weg. Dadurch wird die Bauteiloberfläche unmittelbar vergrößert. Eine in Bezug zu einer Oberfläche erhabene Anordnung der Strukturelemente kann vorteilhafte optische Eigenschaften mit sich bringen. Dadurch kann beispielsweise gezielt eine Beu-

gungsgitterstruktur, eine gewünschte Reflexionsoberflächenstruktur oder eine optische Falle ausgebildet werden. Die Strukturelemente können auch in die Schicht eingebettet sein. Beispielsweise kann darunter zu verstehen sein, dass die Strukturelemente in Form von in der Schicht ausgebildeten Löchern verwirklicht sind. Die Struktur kann dahingehend ausgebildet sein, dass elektromagnetische Strahlung bestimmter Wellenlängen oder Wellenlängenbereiche absorbiert oder reflektiert wird.

[0036] Es ist aber nicht zwingend erforderlich, dass die Struktur aus lediglich Nanostrukturelementen oder Mikrostrukturelementen gebildet ist. Auch eine Mischform aus Nanostrukturelementen und Mikrostrukturelementen ist möglich.

[0037] Die Strukturelemente können geordnet oder ungeordnet (d.h. statistisch) angeordnet sein. Bei einer geordneten Anordnung können die Strukturelemente in einem Muster angeordnet sein. Es kann sich dabei z. B. um ein sich periodisch wiederholendes Muster handeln.

[0038] Ferner muss die Struktur nicht zwingend aus klar abgrenzbaren Strukturelementen wie Nanostrukturelementen oder Mikrostrukturelementen gebildet sein. Die Struktur kann sich auch allgemein als Nanostruktur oder Mikrostruktur ausgebildet sein. Eine Mikrostruktur ist eine mikroskopisch auflösbare Feinstruktur, die beispielsweise ein Gefüge eines Materials bezeichnet. Eine Nanostruktur bezeichnet kleinste Anordnungen, deren Größenordnungen zwischen Mikrostrukturen und molekularen Strukturen liegen. Auch eine Nanostruktur kann eine Feinstruktur umfassen. Eine Feinstruktur kann regelmäßig oder unregelmäßig sein.

[0039] Nach einer weiteren Ausgestaltung eines mit der Erfindung vorgeschlagenen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass ein organisches Material, insbesondere ein organischer Lack, als Matrixmaterial verwendet wird. Organische Materialien basieren auf Verbindungen des Kohlenstoffs. Die Verwendung eines organischen Materials bzw. eines organischen Lacks als Matrixmaterial bedeutet nicht, dass die Matrix neben organischen Materialien nicht auch andere Komponenten (z. B. anorganischer Natur) enthalten kann. Ein Lack, auch ein organischer Lack, kann zudem Bindemittel, Filmbildner, nichtflüchtige oder flüchtige Hilfsstoffe, Lösemittel (organisch oder wasserbasiert), Pigmente, Füllstoffe etc. umfassen.

[0040] Ein Lack, unabhängig davon, ob dieser ein organischer oder anorganischer Lack ist, kann als flüssiger oder pulverförmiger Lack vorliegen. Ein Lack kann auf einen Gegenstand wie ein Substrat aufgebracht und durch chemische und/oder physikalische Vorgänge (z. B. dem Verdampfen eines Lösemittels) zu einem festen Film (einer Schicht) aufgebaut werden. Bei dem Lack kann es sich um einen Fotolack handeln.

[0041] Nach einer weiteren Ausgestaltung eines mit der Erfindung vorgeschlagenen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass anorganische oder organische Partikel als Feststoffpartikel verwendet werden. Bei den Feststoffpartikeln kann es sich um Halbleitermaterialien, isolierende Materialien, oder leitfähige Materialien handeln. Es können auch verschiedene der vorangehend genannten Feststoffpartikeln vorgesehen sein. Die Feststoffpartikel können Graphen umfassen.

[0042] Handelt es sich bei den Feststoffpartikeln um Halbleitermaterialien, so kann es sich bei dem Halbleitermaterial um Metalloxide, Nitride, Carbonverbindungen ($g\text{-}C_3N_4$), Übergangsmetall-Dichalkogenide (TMDs), MXENE etc. und deren Kombination handeln.

[0043] Nach einer weiteren Ausgestaltung eines mit der Erfindung vorgeschlagenen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass das Kompositmaterial auf das Substrat aufgebracht wird durch Aufsprühen, Aufschleudern, Aufgießen, Aufstreichen, Aufdrucken, Bespülen oder durch Eintauchen des Substrats in das Kompositmaterial. Unter einem "Aufsprühen" kann eine Sprühbeschichtung verstanden werden. Dabei kann das in fließfähigem, z. B. flüssigem, Zustand (die Feststoffpartikel können in dem flüssigen Matrixmaterial dispergiert sein) vorliegende Kompositmaterial in einen Nebel zerstäubt und auf das Substrat gesprüht werden. Dabei kann ein Luftsprühsystem, ein Ultraschallsprühsystem oder auch ein elektrostatisches Sprühsystem (sog. Elektrospray) zum Einsatz kommen. Unter einem "Aufschleudern" kann beispielsweise "Spin Coating" verstanden werden. Beim "Aufgießen" wird das fließfähige Kompositmaterial vollständig oder stellenweise auf das Substrat aufgegossen. Das Kompositmaterial kann sich, je nach Fließfähigkeit und Oberflächenspannung, zu einem bestimmten Maß selbstständig auf der Oberfläche des Substrats verteilen (zerfließen). Ein "Aufstreichen" von Kompositmaterial erfolgt in der Regel unter Einsatz eines Aufstreichwerkzeugs, z. B. einem Flächenstreicher, einer Bürste, einem Roller, einem Pinsel oder dergleichen. Ein Aufdrucken kann ein Hochdruck, Tiefdruck, Flachdruck, Durchdruck, Tampondruck, Stempeldruck, Prägedruck, Thermodirektdruck, Thermotransferdruck, Thermosublimationsdruck, Siebdruck oder 3D-Druck sein. Drucken kann einen Digitaldruck umfassen. Unter einem "Bespülen" kann eine Schlitzdüsen-Beschichtung (sog. "slot die") verstanden werden. Beim "Eintauchen" wird ein Substrat in vorgelegtes Kompositmaterial getaucht. Es kann sich dabei um ein Dip Coating handeln. Ferner kann das Kompositmaterial durch eine Fluttechnik (Fluten des Substrats mit Kompositmaterial) aufgebracht werden. Das Kompositmaterial kann auch auf das Substrat aufgewalzt werden.

[0044] Nach einer weiteren Ausgestaltung eines mit der Erfindung vorgeschlagenen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass die Schicht beim Aushärten erwärmt und/oder belichtet wird. Im einfachsten Fall wird das Substrat samt darauf aufgebrachter Schicht zum Aushärten in einem Raum oder Behältnis angeordnet, in welchem eine im Vergleich zur Raumtemperatur (Normaltemperatur) erhöhte Temperatur vorliegt (Erwärmen). Ein Erwärmen kann auch gezielt mittels einer Heizeinrichtung oder Heizbehältnisses erfolgen. Ein Erwärmen kann auch durch Bestrahlen mit elektromagnetischer Strah-

lung erfolgen, z. B. bei Bestrahlung mit Infrarotstrahlung. Ein Erwärmen kann Aushärteprozesse ermöglichen oder beschleunigen, z. B. durch Verdampfen von Lösemittel. Erwärmen wie auch eine Belichtung kann zudem chemische Aushärtungsreaktionen initiieren oder beschleunigen. Damit kann beispielsweise eine für eine chemische Reaktion benötigte Aktivierungsenergie bereitgestellt werden. Belichten meint Bestrahlen mit elektromagnetischer Strahlung geeigneter Wellenlänge.

[0045] Nach einer weiteren Ausgestaltung eines mit der Erfindung vorgeschlagenen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass das Matrixmaterial zumindest teilweise entfernt wird durch thermische Behandlung, chemische Behandlung, physikalische Behandlung und/oder mechanische Bearbeitung der Schicht. Eine thermische Behandlung kann im einfachsten Fall bedeuten, dass das Matrixmaterial einer Umgebungstemperatur oberhalb der Raumtemperatur (Normaltemperatur) ausgesetzt wird. Dies kann auch in einer geeigneten Heizeinrichtung oder einem entsprechenden Heizbehältnis erfolgen. Auch durch Applizieren elektromagnetischer Strahlung kann eine thermische Behandlung erfolgen. Denn je nach Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung kann mit der Applikation der Strahlung auch thermische Energie eingetragen werden (z. B. beim Bestrahlen mit IR-Strahlung). Auch eine Applikation von Laserstrahlung oder Elektronenstrahlung kann als thermische Behandlung verstanden werden, gleichsam aber auch eine mechanische Bearbeitung sein (Laserablation). Eine Laserbearbeitung ist daher eine Mischform aus thermischer und mechanischer Behandlung bzw. Bearbeitung. Eine chemische Behandlung kann insbesondere eine nasschemische Behandlung sein, z. B. mit einer Säure (Ätzen), einer Lauge (z. B. NaOH oder KOH) oder einem anderen geeigneten Mittel. Das Matrixmaterial kann auch mit einem Lösemittel (als Remover) herausgelöst bzw. entfernt werden, beispielsweise mit Aceton, 1-Methyl-2-pyrrolidon, Dimethylsulfoxid etc. Als chemische Behandlung kann auch eine Entfernung des Matrixmaterials im Wege einer trockenchemischen Verbrennung im Sauerstoff-Plasma erfolgen (sog. O_2-Veraschung). Eine Mischform aus chemischer und physikalischer Behandlung ist das Plasmaätzen, was hier als beispielhafte Behandlungsmöglichkeit genannt sei. Eine physikalische Behandlung kann beispielsweise als simple Druckbeaufschlagung verstanden werden. Unter einem bestimmten Druck können sich ggf. bestimmte Stoffe verflüchtigen. Unter einer mechanischen Bearbeitung kann beispielsweise Fräsen, Bohren, Schneiden oder wie erwähnt eine Laserbearbeitung etc. verstanden werden. Das Matrixmaterial kann dabei vollständig oder nur teilweise entfernt werden. Bei nur teilweiser Entfernung verbleibt ein Anteil des Matrixmaterials in der Schicht. Über die Entfernung des Matrixmaterials kann eine Porosität der Schicht eingestellt werden. Als weitere Möglichkeiten zur vollständigen oder teilweisen Entfernung des Matrixmaterials seien die folgenden Verfahren genannt: Materialablation (z. B. Laserablation, Elektronenstrahlablation), Einsatz von Ionenstrahlen (z. B. Focused Ion Beams, kurz FIB), Sputtern (z. B. Ar- oder He-Sputtern) als rein physikalisches Verfahren, der Einsatz radiologischer Strahlung (z. B. alpha oder beta Strahlung) oder Mikrowellenstrahlung, Plasmaverfahren (z. B. Reactive Ion Etching, kurz RIE).

[0046] Nach einer weiteren Ausgestaltung eines mit der Erfindung vorgeschlagenen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass durch Einstellen eines initialen Anteils der Feststoffpartikel im Kompositmaterial und/oder durch die Menge von aus der Schicht entferntem Matrixmaterial eine Porosität in der Schicht eingestellt wird. Eine gezielte Einstellung der Porosität kann für vielfältige Anwendungen von Bedeutung sein, beispielsweise bei katalytischen Anwendungen. Denn viele chemisch-katalytisch Vorgänge sind abhängig vom Porensystem, insbesondere der Porosität. Auch die Absorption von Gasmolekülen oder Flüssigkeit wird durch die Porosität beeinflusst. Neben der Porosität als solcher kann auch eine Porengrößenverteilung oder bestimmte Porenformen darüber eingestellt werden.

[0047] Nach einer weiteren Ausgestaltung eines mit der Erfindung vorgeschlagenen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass die Struktur, insbesondere die Nanostruktur oder Mikrostruktur, derart in die Schicht eingebracht wird, dass sie eine spezifische Oberflächenfunktionalität, beispielsweise eine optische Funktionalität, aufweist. Mit einer Oberflächenfunktionalität kann eine Funktionalität einer Oberfläche in Bezug auf das Zusammenwirken mit darauf angeordneten Stoffen oder Umgebungsstoffen meinen. Beispielsweise kann eine spezifische Oberflächenfunktionalität hydrophile, hydrophobe, lipophile, lipophobe Eigenschaften der Oberfläche meinen. Die spezifische Oberflächenfunktionalität kann die Benetzbarkeit mit bestimmten Stoffen meinen. Die Bereitstellung eines Lotuseffekts kann ein Beispiel für eine spezifische Oberflächenfunktionalität sein. Auch Absorptionseigenschaften der Struktur (bzw. der Oberfläche) in Bezug auf die Anlagerung und Wechselwirkung von Stoffen (z. B. Gasen, Flüssigkeiten oder einzelner Moleküle) oder elektromagnetischer Strahlung können eine spezifische Oberflächenfunktionalität bereitstellen, beispielsweise die gezielte Absorption elektromagnetischer Strahlung (z. B. Radarwellen, Mikrowellen etc.) bestimmter Wellenlängen oder Wellenlängenbereichen. Auch elektrische Eigenschaften der Struktur bzw. Oberfläche können spezifische Oberflächenfunktionalitäten bereitstellen, z. B. kann die Oberfläche eine Transistorfunktion bereitstellen und durch elektromagnetische Strahlung aktiviert werden. Magnetische Eigenschaften können ebenfalls eine spezifische Oberflächenfunktionalität bereitstellen.

[0048] Nach einer weiteren Ausgestaltung eines mit der Erfindung vorgeschlagenen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass das Material der Feststoffpartikel, die Größe der Feststoffpartikel, die Form der Feststoffpartikel, und/oder der Anteil der Feststoffpartikel im Kompositmaterial dahingehend ausgewählt wird, dass die Fest-

stoffpartikel eine katalytische, insbesondere photo-katalytische Funktion, eine elektrisch leitende Funktion, eine Materialtransport-Funktion, und/oder eine Elektroden-Funktion ausbilden. Die vorgenannte Auswahl des Materials, der Größe, der Form und oder des Anteils der Feststoffpartikel im Kompositmaterial kann auch dahingehend erfolgen, dass bestimmte Absorptionseigenschaften der Struktur bereitgestellt werden können, sei dies in Bezug auf eine Absorption von Stoffen (z. B. Gasen, Flüssigkeiten oder einzelner Moleküle) oder die Absorption elektromagnetischer Strahlung bestimmter Wellenlängen oder Wellenlängenbereiche (z. B. Radarwellen oder Mikrowellen). Dies kann auch für die gezielte Reflexion von elektromagnetischer Strahlung gelten.

[0049] Für die vorliegende Erfindung ist wesentlich, dass gerade das Zusammenspiel der erzeugten (makroskopischen) Struktur mit (intrinsischen) Eigenschaften der eingebrachten Feststoffpartikel, also z. B. dem Material der eingebrachten Feststoffpartikel, der Größe der Feststoffpartikel, der Form der Feststoffpartikel, und/oder dem Anteil der Feststoffpartikel im Kompositmaterial, die Möglichkeit eröffnet, bestimmte der vorgenannten Eigenschaften (z. B. die erwähnten spezifischen Oberflächenfunktionalitäten) maßgeschneidert einstellen zu können.

[0050] Nach einer weiteren Ausgestaltung eines mit der Erfindung vorgeschlagenen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass in Bezug auf das Material, die Größe, und/oder die Form verschiedenartige Feststoffpartikel verwendet werden. Dabei können die verschiedenartigen Feststoffpartikel in vorgegebenen Anteilen (die voneinander abweichen können) in Bezug auf das Matrixmaterial vorliegen. Die Verwendung verschiedenartiger Feststoffpartikel erhöht die multifunktionale Ausbildung des Bauteils, also deren multifunktionale Einsetzbarkeit.

[0051] Nach einer weiteren Ausgestaltung eines mit der Erfindung vorgeschlagenen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass auf die Schicht eine funktionale Metallstruktur aufgebracht wird, insbesondere aufgedampft oder aufgesputtert wird, wobei die funktionale Metallstruktur insbesondere inselartig ausgebildet wird, und wobei die funktionale Metallstruktur insbesondere eine plasmonische Funktion und/oder eine ko-katalytische Funktion aufweist. Es sei aber betont, dass die vorgenannten Eigenschaften auch bereits durch die Feststoffpartikel per se bereitgestellt werden können, also eine Aufbringung einer gesonderten funktionalen Metallstruktur nicht zwingend ist, sondern nur optional.

[0052] Zur Bereitstellung einer plasmonischen Funktion kann die funktionale Metallstruktur oder die Feststoffpartikel beispielsweise aus Gold, Silber, Platin, Palladium, Kupfer, Aluminium, Ruthenium, eine Mischung aus den aufgezählten Metallen, oder einer dotierten Halbleiterverbindung gebildet sein. Insbesondere Gold und Silber weisen vorteilhafte plasmonische Eigenschaften auf.

[0053] Die Feststoffpartikel können aus einem elektrochemisch, insbesondere photoelektrochemisch, aktiven Material gebildet sein bzw. eine solche Schicht bereitstellen. Die Photo-Elektrochemie befasst sich mit Halbleiter-Elektrolyt Systemen bei Bestrahlung mit Licht. Der Halbleiter stellt dabei eine Elektrode dar, so auch die hier erwähnte Schicht, die gemeinsam mit einem Elektrolyt eine Halbzelle bildet. Beim Einstrahlen von Licht bildet sich ein Elektronen-Loch-Paar, das in einer folgenden elektrochemischen Reaktion beteiligt ist. Das mit der Erfindung vorgeschlagene Bauteil kann somit als Elektrode in einer Halbzelle verwendet werden. Die Elektrodenoberfläche bildet dabei die Schicht für sich genommen aus, oder aber die Schicht gemeinsam mit der darin eingebrachten Struktur. Letztere bewirken dabei zugleich eine effizientere (leichtere) Ausbildung von Elektronen-Loch-Paaren bei Bestrahlung mit Licht bestimmter Wellenlängen.

[0054] Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Schicht mit der darin eingebrachten Struktur ein optisches Gitter, und/oder eine Nanoantennen-Struktur, und/oder einen Leiter, und/oder eine Materialtransportschicht, und/oder eine Elektrode ausbildet.

[0055] Ein optisches Gitter kann auch als Beugungsgitter bezeichnet werden. Jene die Struktur ausbildenden Strukturelemente bzw. die Nanostruktur oder Mikrostruktur bilden dabei Strukturen zur Beugung von Licht aus.

[0056] Die Nanoantennen-Struktur kann eine plasmonische Nanoantennen-Struktur sein. Plasmonische Nanoantennen sind metallische Strukturen mit typischen Abmessungen die kleiner sind als die Wellenlänge des Lichtes (z. B. von einigen zehn oder hundert Nanometern bis einige Mikrometer), die es ermöglichen, die auf eine Oberfläche auftreffende optische Strahlung in sehr intensive, lokale Felder auf der Oberfläche selbst umzuwandeln. In den die plasmonische Nanoantennen-Struktur ausbildenden Strukturelementen werden dabei die Elektronen zu kollektiven Schwingungen - den Plasmonen - angeregt, die wiederrum zu hohen Felderhöhungen an den Kanten einer Subwellenlängenstruktur führen können. In den Nanoantennen bilden sich stehende Wellen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des einfallenden Lichts aus; das evaneszente Feld ragt dabei über die physikalischen Grenzen der Struktur hinaus. Diese stehenden Wellen können als zwei Ladungsträgerdichteoszillationen mit entgegengesetzter Richtung und sich daher aufhebenden Impulsen betrachtet werden. Auslöser für die stehende Welle ist das oszillierende elektrische Feld, dessen Frequenz durch Material und Geometrie der Nanoantenne bestimmt wird. Die genaue Geometrie ermöglicht eine diskrete Anzahl an möglichen Resonanzen.

[0057] Unter einem "Leiter" kann ein elektrischer Leiter verstanden werden. Ein elektrischer Leiter ist zum Leiten von elektrischem Strom eingerichtet und basiert auf der elektrischen Leitfähigkeit der eingesetzten Materialien.

[0058] Die Schicht kann aufgrund ihrer Struktur auch zur Leitung (insbesondere Strömungsleitung) von Materialien (Stoffen) eingesetzt werden. Je nach Struktur können Vorzugsströmungsflächen oder Kanäle definiert

werden, entlang welcher ein Stoff (gerichtet) transportiert werden bzw. strömen kann. Insbesondere kann die Schicht zur Leitung von Fluiden wie Gasen oder Flüssigkeiten eingesetzt werden. Über die Struktur können beispielsweise auch Strömungsgeschwindigkeiten, Rückhalteraten, Turbulenzgrade etc. von Fluiden gezielt eingestellt werden.

[0059] Wie erwähnt betrifft die Erfindung zudem ein strukturiertes Bauteil als solches.

[0060] Das erfindungsgemäße strukturierte Bauteil weist auf:

a. ein Substrat, und
b. eine auf dem Substrat ausgebildete Strukturschicht, die Feststoffpartikel und optional ein die Feststoffpartikel zumindest teilweise umgebendes Matrixmaterial aufweist.

[0061] Die Strukturschicht weist eine Porosität auf, die durch einen initialen Anteil der Feststoffpartikel im Kompositmaterial und/oder durch selektives Entfernen von Matrixmaterial gezielt eingestellt wird.

[0062] Es kann vorgesehen sein, dass in die Strukturschicht eine Struktur eine optische Funktionalität eingebracht ist.

[0063] Das strukturierte Bauteil kann mit einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt sein.

[0064] Die vorliegende Erfindung wird durch die in den Figuren angegebenen Ausführungsbeispiele und Merkmale weiter spezifiziert. Die in den Figuren dargestellten Merkmale und Ausführungsbeispiele können vorteilhafte Ausgestaltungen des vorgeschlagenen strukturierten Bauteils sowie des vorgeschlagenen Verfahrens sein. In den Figuren zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Substrats, auf dem ein Kompositmaterial aufgebracht ist;

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Substrats mit Kompositmaterial aus Fig. 1, wobei in die Schicht eine Struktur eingebracht ist;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Bauteils, wobei das Matrixmaterial vollständig entfernt wurde;

[0065] Die Figuren 1 bis 3 illustrieren die wesentlichen Schritte des mit der hiesigen Erfindung vorgeschlagenen Verfahrens schematisch.

[0066] Es handelt sich dabei um ein Verfahren zur Herstellung eines strukturierten Bauteils 1 (das Bauteil ist in Fig. 3 gezeigt).

[0067] Nach Bereitstellung eines Substrats 2 wird ein Kompositmaterial auf das Substrat 2 aufgebracht unter Ausbildung einer Schicht 3, wobei das Kompositmaterial ein Matrixmaterial M und darin eingebrachte Feststoffpartikel F aufweist, vgl. Fig. 1. Die Feststoffpartikel F sind in dem Matrixmaterial M verteilt, z. B. darin dispergiert.

[0068] Danach kann die Schicht 3 aushärten (nicht dargestellt). Das Matrixmaterial M kann aus der Schicht 3 (zumindest teilweise) entfernt werden.

[0069] Fig. 3 zeigt beispielhaft das Bauteil mit vollständig aus der Schicht 3 entferntem Matrixmaterial M.

[0070] Gemäß dem vorliegenden Verfahren wird vorangehend, während und/oder nachfolgend zum Aushärten der Schicht 3, eine Struktur 4 in die Schicht 3 eingebracht, um aus der Schicht 3 eine Strukturschicht 5 zu bilden. Figur 2 illustriert eine in die Schicht 3 eingebrachte Struktur 4 vor Entfernung des Matrixmaterials M. Die Struktur 4 ist mit gestrichelten Linien angedeutet, hier in Form einer Dreieck-Struktur. Beliebige Strukturformen sind möglich.

[0071] Durch das Entfernen von Matrixmaterial können Poren in der Schicht 3 gezielt ausgebildet und eine Porosität entsprechend eingestellt werden (Fig. 3).

Hinweis auf Förderung

[0072] Die Erfinder danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz der Bundesrepublik Deutschland für seine finanzielle Unterstützung (COSMOS, 49VF210041).

Bezugszeichenliste

[0073]

1	Bauteil
2	Substrat
3	Schicht
4	Struktur
5	Strukturschicht
F	Feststoffpartikel
M	Matrix
P	Pore

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines strukturierten Bauteils (1), umfassend die folgenden Schritte:

   a. Bereitstellen eines Substrats (2);
   b. Aufbringen eines Kompositmaterials auf das Substrat (2) unter Ausbildung einer Schicht (3), wobei das Kompositmaterial ein Matrixmaterial (M) und darin eingebrachte Feststoffpartikel (F) aufweist,
   c. Aushärten der Schicht (3);
   d. zumindest teilweises Entfernen des Matrixmaterials (M) aus der Schicht (3),

   wobei vorangehend, während und/oder nachfolgend zum Aushärten der Schicht (3) eine Struktur (4) in die Schicht (3) eingebracht wird, um aus der Schicht

(3) eine Strukturschicht (5) zu bilden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Struktur (4) eine Nanostruktur oder Mikrostruktur ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei ein organisches Material, insbesondere ein organischer Lack, als Matrixmaterial (M) verwendet wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei anorganische oder organische Partikel als Feststoffpartikel (F) verwendet werden.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Kompositmaterial auf das Substrat (2) aufgebracht wird durch Aufsprühen, Aufschleudern, Aufgießen, Aufstreichen, Aufdrucken, Bespülen, oder durch Eintauchen des Substrats (2) in das Kompositmaterial.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Schicht (3) beim Aushärten erwärmt und/oder belichtet wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Matrixmaterial (M) zumindest teilweise entfernt wird durch thermische Behandlung, chemische Behandlung, physikalische Behandlung, und/oder mechanische Bearbeitung der Schicht (3).

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei durch Einstellen eines initialen Anteils der Feststoffpartikel (F) im Kompositmaterial und/oder durch die Menge von aus der Schicht (3) entferntem Matrixmaterial (M) eine Porosität in der Schicht (3) eingestellt wird.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Struktur (4), insbesondere die Nanostruktur oder Mikrostruktur, derart in die Schicht (3) eingebracht wird, dass sie eine spezifische Oberflächenfunktionalität, beispielsweise eine optische Funktionalität, aufweist.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Material der Feststoffpartikel (F), die Größe der Feststoffpartikel (F), die Form der Feststoffpartikel (F), und/oder der Anteil der Feststoffpartikel (F) im Kompositmaterial dahingehend ausgewählt wird, dass die Feststoffpartikel (F) eine katalytische, insbesondere photo-katalytische Funktion, eine elektrisch leitende Funktion, eine Materialtransport-Funktion, und/oder eine Elektroden-Funktion ausbilden.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei in Bezug auf das Material, die Größe, und/oder die Form verschiedenartige Feststoffpartikel (F) verwendet werden.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei auf die Schicht (3) eine funktionale Metallstruktur aufgebracht wird, insbesondere aufgedampft oder aufgesputtert wird, wobei die funktionale Metallstruktur insbesondere inselartig ausgebildet wird, und wobei die funktionale Metallstruktur insbesondere eine plasmonische Funktion und/oder eine ko-katalytische Funktion aufweist.

13. Strukturiertes Bauteil (1), aufweisend

a. ein Substrat (2), und
b. eine auf dem Substrat (2) ausgebildete Strukturschicht (5), die Feststoffpartikel (F) und optional ein die Feststoffpartikel (F) zumindest teilweise umgebendes Matrixmaterial (M) aufweist.

wobei die Strukturschicht (5) eine Porosität aufweist, die durch einen initialen Anteil der Feststoffpartikel (F) im Kompositmaterial und/oder durch selektives Entfernen von Matrixmaterial (M) gezielt eingestellt wird.

14. Strukturiertes Bauteil (1) nach Anspruch 13, wobei in die Strukturschicht (5) eine Struktur (4) mit einer optischen Funktionalität eingebracht ist.

15. Strukturiertes Bauteil (1) nach Anspruch 13, wobei dieses hergestellt ist mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

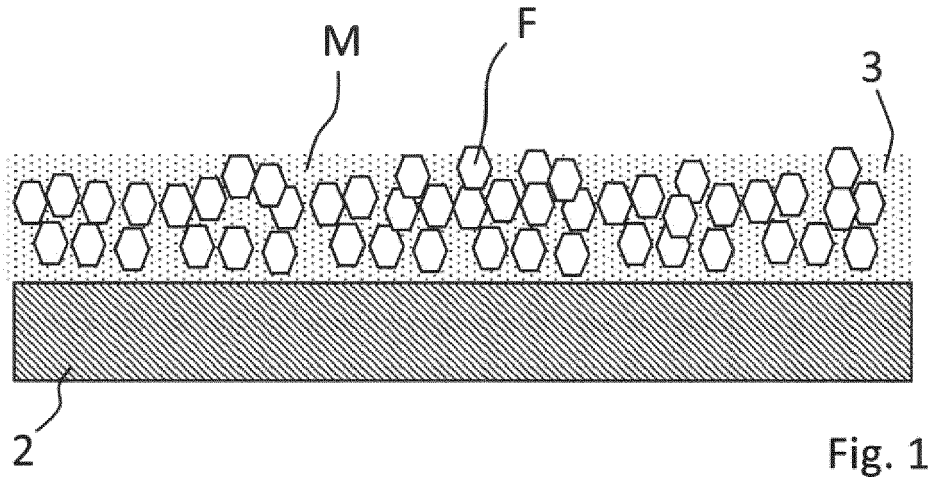

Fig. 1

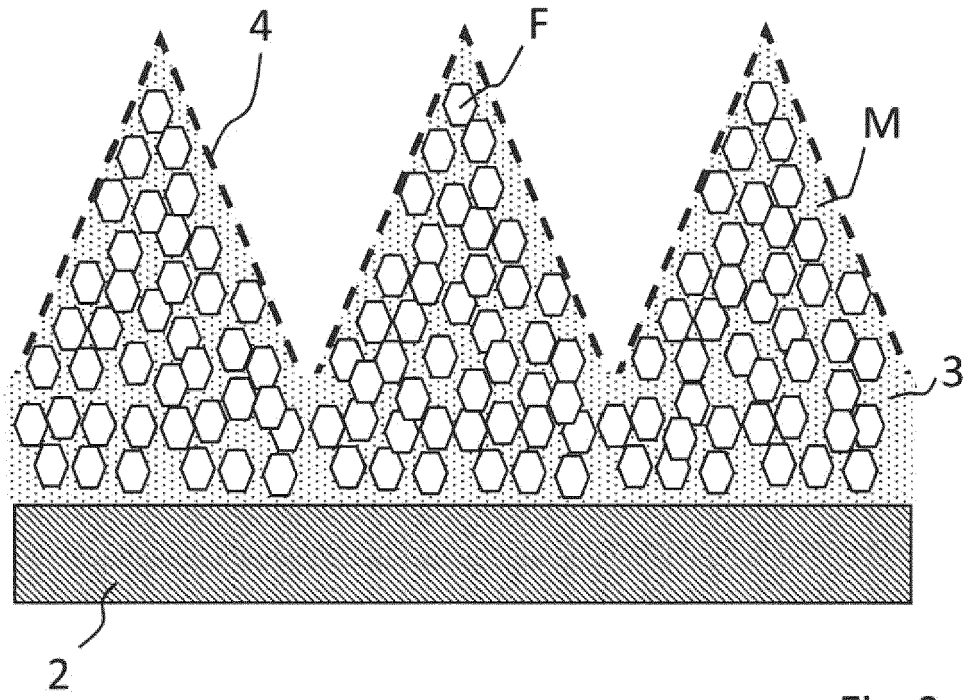

Fig. 2

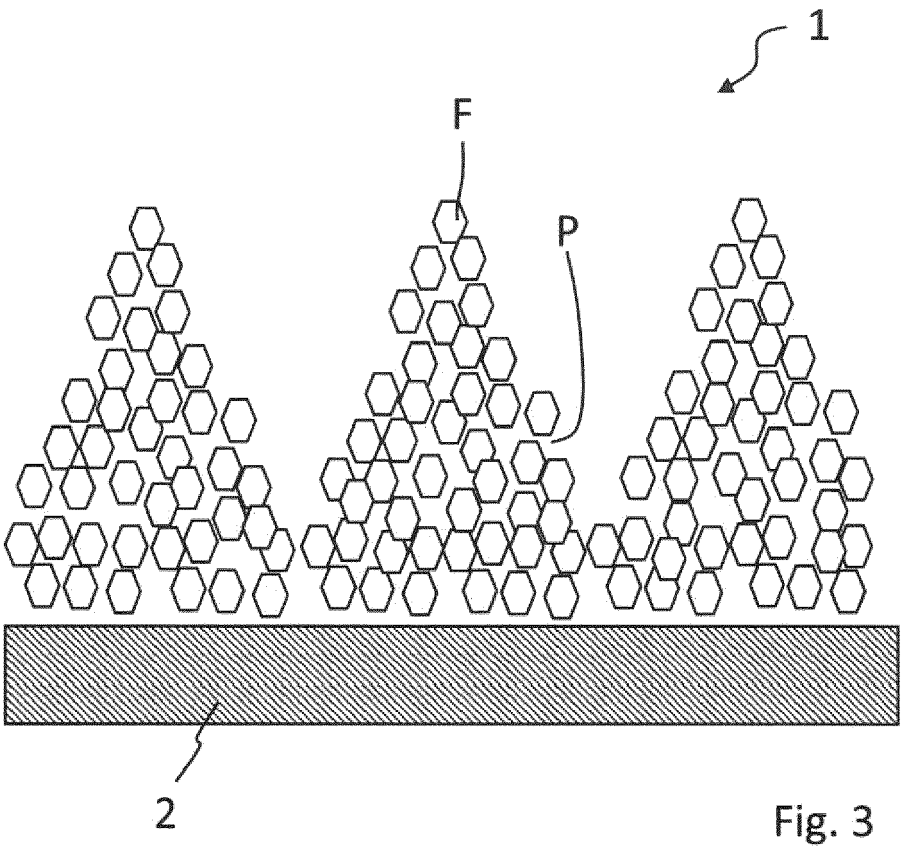

Fig. 3