



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 61 119 A1** 2005.07.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 61 119.3**

(22) Anmeldetag: **22.12.2003**

(43) Offenlegungstag: **14.07.2005**

(51) Int Cl.⁷: **C25D 5/02**
C25D 1/10

(71) Anmelder:
Solidtool GmbH, 64807 Dieburg, DE

(72) Erfinder:
Kurenbach, Torsten, 34131 Kassel, DE

(74) Vertreter:
**COHAUSZ DAWIDOWICZ HANNIG & PARTNER,
40237 Düsseldorf**

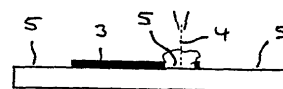
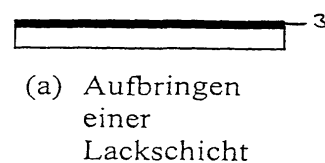
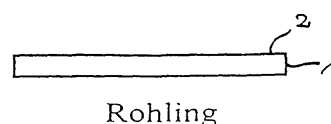
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:
DE 199 36 036 A1
US2002/00 36 356 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines metallischen Körpers**

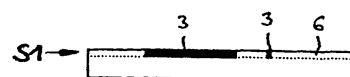
(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines metallischen Körpers, bei dem Metall durch galvanische Abscheidung aus einer Elektrolytlösung auf eine zumindest bereichsweise elektrisch leitende, insbesondere metallische Fläche abgeschieden wird, insbesondere auf einer zumindest teilweise elektrisch leitenden, insbesondere planen, Fläche eines Körpers eine Maske angeordnet wird, welche die darunter liegende Fläche gegenüber der Elektrolytlösung schützt und partiell freigibt, und wobei auf die durch die Maske partiell freigegebene Fläche durch galvanische Abscheidung von Metall aus der Elektrolytlösung eine metallische Schicht aufgetragen wird, insbesondere so, dass sich mit der Maske eine neue zumindest teilweise elektrisch leitende, insbesondere metallische Schicht bildet. Die Erfindung betrifft weiterhin einen nach dem Verfahren hergestellten Metallkörper, insbesondere eine metallische Kunststoffspritzgussform.



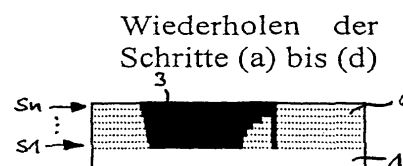
(b) Selektives Entfernen der
Lackschicht mittels Laser



(c) Galvanisches Auffüllen
der freigelaserten
Zwischenräume



(d) Planen



Schichtweiser Aufbau
des Formnests

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines metallischen Körpers, bei dem Metall durch galvanische Abscheidung aus einer Elektrolytlösung auf eine zumindest bereichsweise elektrisch leitende, insbesondere metallische Fläche abgeschieden wird.

Stand der Technik

[0002] Die Abscheidung von Metall aus einer Elektrolytlösung, beispielsweise auf eine metallische Fläche, ist im Stand der Technik bekannt. Zur Herstellung metallischer Körper mit einer bestimmten Geometrie werden zum Beispiel unter anderem galvanische Verfahren eingesetzt, bei denen Metall aus einer metallsalzhaltigen Lösung, einer Elektrolytlösung, durch Einsatz von elektrischem Strom an einer Elektrode niedergeschlagen wird.

[0003] Hierbei wird zur Formgebung als Elektrode ein elektrisch leitendes Abbild der späteren gewünschten Geometrie verwendet, auf dessen Oberfläche der galvanische Prozess stattfindet. Ist dieses leitende Abbild ungünstig geformt, beispielsweise mit Spitzen oder stark gerundeten Flächen, an denen es zu verschiedenen Feldstärken kommt, so können ungleichmäßig dicke Schichten des abgeschiedenen Metalls auf dem abzuformenden Teil entstehen.

[0004] Die Verteilung der Schichtdicke ist in der Regel nur durch Versuche zu ermitteln und zu optimieren. In der Praxis muss auch die Metallsalzlösung durch spezielle chemische Zutaten auf den jeweiligen Anwendungsfall optimiert werden. Weiterhin ist in tiefen Löchern oder Spalten die Geschwindigkeit des Metallwachstums so langsam, dass die bekannten Verfahren unwirtschaftlich sind. Das Resultat einer Abscheidung mit diesem bekannten Verfahren ist beispielsweise eine Schale mit einer Rückseite, deren Geometrie nicht kontrolliert werden kann und deren Vorderseite im Wesentlichen dem elektrisch leitenden Abbild entspricht. Eine derart undefinierte Geometrie der Schalenrückseite führt beispielsweise zu Handhabungsproblemen und macht eine spätere Nachbearbeitung nötig. Darüber hinaus muss das formgebende elektrisch leitende Abbild der späteren Geometrie zuerst hergestellt werden, was zu weiteren Verzögerungen im Herstellungsprozess führt. Daher ist das gesamte Verfahren nicht automatisierbar und an vielen Stellen muss mit Erfahrungswerten gearbeitet werden, was die Reproduzierbarkeit beeinflusst.

[0005] Im Stand der Technik ist es weiterhin bekannt, zur Herstellung metallischer Körper, beispielsweise von Prototypen, das Verfahren des selektiven Lasersinterns einzusetzen. Hierfür wird ein Metallpulver durch einen Laser lokal so weit erhitzt, dass die

Körner des Pulvers aufschmelzen. Beim Erkalten entsteht durch thermische Kristallbildung eine zusammenhängende Schicht, die auch mit ihrer Unterschicht verschmolzen ist. Durch mehrfaches Wiederholen dieses Vorgangs in immer neuen Schichten wächst der gewünschte Körper in die Höhe und erhält dabei Schicht für Schicht die gewünschte Form.

[0006] Dieses bekannte Verfahren führt jedoch zu wesentlichen Problemen durch die thermische Schwindung bei der Erstarrung. Hierdurch können Eigenspannungen und auch Verzüge entstehen, wenn die geschmolzene Schicht auf einer festen Unterschicht erstarrt. Festigkeit und Genauigkeit eines derart hergestellten Körpers sind deswegen üblicherweise nicht ausreichend. Außerdem findet sich die im Ausgangspulver vorhandene Luft in Form von kleinen Kanälen oder Blasen im Metall wieder, so dass der erstellte Körper porös ist. Für viele Anwendungen ist diese Eigenschaft nicht erwünscht.

[0007] Ebenso ist es bekannt, zur Herstellung metallischer Körper eine spanabhebende Bearbeitung zu verwenden, wofür aus einem größeren, vollen Metallmaterial durch Fräsen alles überschüssige Material entfernt wird. Ein Fräser führt hierbei eine kreisbogenförmige Schnittbewegung aus, wobei die Geometrie und Formgebung des gewünschten Körpers durch die Vorschubbewegung hergestellt wird, mit der der Fräser relativ zum Werkstück bewegt wird.

[0008] Eine derartige Fräsbearbeitung führt zu Zerspanungskräften, die auf die Vorschubbewegung rückwirken. Es werden hohe Anforderungen an die Steifigkeit der Maschine gestellt, damit die Präzision des bearbeiteten Werkstücks ausreichend ist. Für die Berechnung der Vorschubbewegung ist eine hohe Rechenleistung notwendig, um beispielsweise zu verhindern, dass der Fräser oder andere Teile der Fräsmaschine mit dem Werkstück kollidieren. Das kleinste herstellbare Detail liegt in der Größenordnung des Fräserdurchmessers und somit bei nur wenigen Zehntel Millimetern. Für derart feine Details muss der Fräskopf sehr dünn ausgeführt sein, was bei den für die Bearbeitung notwendigen Drehzahlen zu Schwingungen des Fräasers führt, worunter wiederum die Präzision des Herstellungsprozesses leidet.

Aufgabenstellung

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren bereitzustellen, mit dem präzise metallische Körper unabhängig von ihrer externen und internen Formgebung, insbesondere voll automatisiert und insbesondere schichtweise hergestellt werden können.

[0010] Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, dass auf einer zumindest teilweise elektrisch leitenden, insbesondere planen Fläche eines

Körpers, insbesondere eines Grundkörpers, eine Maske angeordnet wird, welche die darunter liegende Fläche gegenüber der Elektrolytlösung schützt und/oder partiell freigibt.

[0011] Wird ein derartiger Körper insbesondere kopfüber in die Elektrolytlösung getaucht, so dass bevorzugt nur die zu beschichtende Fläche benetzt wird, so kann bei einem entsprechenden Stromfluss Metall aus der Elektrolytlösung an die Stellen der zu beschichtenden elektrisch leitenden und hierbei insbesondere metallischen Fläche des Körpers galvanisch abgeschieden werden, die durch die Maske gegenüber der Elektrolytlösung freigeblieben sind. Letztendlich wird somit durch den genannten Verfahrensschritt eine bzw. sämtliche in einer Maske angeordneten Aussparungen durch abgeschiedenes Metall aufgefüllt.

[0012] Hierdurch bildet sich insbesondere zusammen mit der Maske eine neue, zumindest teilweise elektrisch leitende, insbesondere metallische Schicht auf der ursprünglichen Schicht der Ursprungsfläche. Dadurch, dass in der nach der Abscheidung entstandenen Schicht sowohl metallische Anteile als auch Maskenmaterialanteile vorhanden sind, kann die sich ergebende Fläche je nach Verwendung des Maskenmaterials vollständig elektrisch leitend oder auch nur partiell elektrisch leitend sein.

[0013] Durch den zuvor beschriebenen Verfahrensschritt wird im Wesentlichen auf eine zumindest teilweise elektrisch leitende Fläche, insbesondere auf deren leitende Flächenbereiche, eine (erste) Schicht von Metall abgeschieden, wobei dieses Metall die Kontur der in der Maske vorhandenen Ausnehmungen aufweist.

[0014] In einer Wiederholung des oben genannten Verfahrens kann es nunmehr vorgesehen sein, auf der neu ausgebildeten, wenigstens teilweise elektrisch leitenden Schicht eine weitere Schicht anzubringen, was dadurch erfolgen kann, dass erneut eine Maske aufgetragen wird, in deren Aussparungen wiederum Metall abgeschieden wird.

[0015] Auf diese Art und Weise kann Schicht für Schicht ein metallischer, dreidimensionaler Körper aufgebaut werden, dessen Formgebung durch die Überlagerung mehrerer verschiedener Schichten metallischen Materials gegeben ist.

[0016] Die Feinheit in der Oberflächenstruktur und auch der internen Formgebung des ausgebildeten Metallkörpers wird hierbei maßgeblich durch die Auswahl sowohl der Maskenschichtstärke als auch der galvanisch abgeschiedenen Stärke der Metallschicht bestimmt.

[0017] Da es bei der galvanischen Metallabschei-

dung z.B. aufgrund unterschiedlicher lokaler Elektrolytkonzentrationen sowie auch unterschiedlich starker lokaler Feldstärken zu verschieden starkem Schichtwachstum kommen kann, ist es in einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens vorgesehen, dass vor einer Anordnung einer Maske auf einer zumindest teilweise elektrisch leitenden, z.B. einer durch vorherige Abscheidung hergestellten, insbesondere metallischen Fläche, die Fläche eingeebnet wird.

[0018] Ein derartiges Einebnen kann sowohl bei der erstmalig zu beschichtenden Grundfläche als auch bei jeder, durch die galvanische Abscheidung hergestellten Schicht erfolgen. Dies hat darüber hinaus den besonderen Vorteil, dass jede abgetragene Schicht neben der Einebnung noch auf eine bestimmte definierte Schichtstärke abgetragen wird, so dass sich hierdurch letztendlich die Genauigkeit der Formgebung im Herstellungsprozess beeinflussen lässt. Weiterhin ergibt sich durch die ebene Ausgangsfläche für eine neu abzuschheidende Fläche ein gleichmäßigeres Schichtwachstum, wodurch sich auch insbesondere die Zusammensetzung der Elektrolytlösung (Metallsalzlösung) vereinfacht.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann es ergänzend vorgesehen sein, dass eine zumindest teilweise, insbesondere bereichsweise elektrisch leitende Fläche vor der galvanischen Abscheidung einer metallischen Schicht vorbehandelt wird, z.B. um diese Schicht zur Verbesserung der Haftung einer neu aufzutragenden Schicht von organischen und/oder anorganischen Verunreinigungen zu befreien. Hierfür kann der Fachmann verschiedene, ihm bekannte Maßnahmen ergreifen, wie beispielsweise die Behandlung mit entsprechenden Lösungsmitteln oder auch materialabtragende Behandlungen, insbesondere auch die Beleuchtung mit Laserlicht, um thermisch oder fotoablativ Verunreinigungen zu entfernen.

[0020] Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren kann es vorgesehen sein, dass die Maske durch ein elektrisch isolierendes Maskenmaterial oder auch durch ein elektrisch leitendes Maskenmaterial ausgebildet wird.

[0021] Insbesondere wenn ein elektrisch leitendes Material verwendet wird, kann es sich um ein Metall handeln, welches einen geringeren Schmelzpunkt aufweist als das abzuschheidende Metall. Dies hat insbesondere Vorteile bei der späteren Entformung des ausgebildeten Metallkörpers aus dem Maskenmaterial heraus und bei der Ausbildung von Hinterschneidungen oder Hohlräumen im herzustellenden Körper.

[0022] Bei der Verwendung eines elektrisch isolierenden Maskenmaterials wird der Vorteil erreicht,

dass sich bei einer galvanischen Abscheidung von Metall dieses Metall definitiv nur an den Stellen ablagert, an denen das isolierende Maskenmaterial die darunter liegende metallische Fläche freigibt. Eine Metallabscheidung an dem isolierenden Maskenmaterial selbst tritt nicht auf.

[0023] Dies hat jedoch den Nachteil, dass bei dem schichtweisen, in die Höhe verlaufenden Aufbau eines Metallkörpers in einer Schicht nur derartige Stellen weiter metallisiert werden können, die in einer darunter liegenden Schicht bereits Metall aufgewiesen haben. Bei einer Verwendung eines elektrisch isolierenden Maskenmaterials kann sich daher eine Struktur eines schichtweise gebildeten Körpers nach oben hin nur verjüngen oder in der Ausdehnung konstant bleiben.

[0024] Das Ausbilden von Hohlräumen oder Hinterschneidungen in einer Struktur des schichtweise aufgebauten Körpers kann bei der Verwendung eines elektrisch isolierenden Maskenmaterials z.B. dann erreicht werden, wenn das bereits in einer Fläche vorliegende isolierende Maskenmaterial zumindest bereichsweise mit einer elektrisch leitenden Beschichtung, z.B. einem Leitlack beschichtet wird, so dass bei der Abscheidung einer neuen Schicht sich das abzuscheidende Metall auch auf den ansonsten nicht leitenden Bereichen des Maskenmaterials abscheidet. Durch diese verfahrensmäßige Ausgestaltung besteht daher auch die Möglichkeit, Hohlräume und Hinterschneidungen bei der Verwendung von elektrisch nicht leitenden Maskenmaterialien auszubilden.

[0025] Diese Problematik stellt sich nicht, sofern als Maskenmaterial ein elektrisch leitendes Material wie beispielsweise ein Metall eingesetzt wird. Hierbei ist lediglich zu beachten, dass das als Maskenmaterial verwendete elektrisch leitende Material eine andere Materialeigenschaft als das abzuscheidende Material aufweist, um über diese differierenden Materialeigenschaften nach dem schichtweisen Aufbau des metallischen Körpers eine Entformung vornehmen zu können.

[0026] So kann beispielsweise bei der Verwendung eines elektrisch nicht leitenden Materials, wie beispielsweise eines Lackes, die Entformung durch eine Verbrennung des Maskenmaterials erfolgen, bei der nach dem Verbrennungsvorgang lediglich der schichtweise aufgebaute metallische Körper stehen bleibt.

[0027] Hingegen bei der Verwendung eines elektrisch leitenden Maskenmaterials, wie z.B. eines Metalls mit einem niedrigeren Schmelzpunkt als der des abzuscheidenden Materials kann eine Entformung durch Erhitzung stattfinden, da hierbei bei einer Erwärmung des hergestellten Körpers über den

Schmelzpunkt des Maskenmaterials und unterhalb des Schmelzpunktes des abgeschiedenen Metalls sich nur das Maskenmaterial verflüssigt und aus dem schichtweise aufgebauten Körper entfernt werden kann. Nach der Abkühlung bleibt somit lediglich ebenso der schichtweise aufgebaute Körper stehen.

[0028] Zur Ausbildung einer Maske kann in einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ein Maskenmaterial auf eine zu beschichtende Fläche beispielsweise vollständig aufgetragen werden, woraufhin dann anschließend die Maskenausnehmungen in das Maskenmaterial eingebracht werden. Dies kann beispielsweise durch übliche spanabhebende Bearbeitung oder bei dem erfindungsgemäßen Verfahren besonders bevorzugt mittels eines insbesondere fokussierten Laserstrahls erfolgen.

[0029] Da Laserstrahlung sich durch sehr kohärentes Licht auszeichnet, besteht die Möglichkeit, einen sehr kleinen Fokusfleck eines Laserstrahls zu erzielen, so dass auch besonders feine Maskenausnehmungen im Maskenmaterial z.B. durch den schreibenden Verlauf eines Laserstrahls hergestellt werden können. Hierfür können beispielsweise Laserbeschriftungsanlagen verwendet werden.

[0030] Der Materialabtrag aus dem Maskenmaterial zur Ausbildung von Maskenausnehmungen mittels eines Lasers kann hierbei beispielsweise durch eine thermische Wechselwirkung und das dadurch bedingte Verdampfen des Materials oder auch durch fotochemische Prozesse, wie beispielsweise eine Fotoblation erfolgen.

[0031] Ebenso kann es vorgesehen sein, zur vollflächigen Beschichtung einer galvanisch zu beschichtenden Fläche einen sogenannten Fotoresist zu verwenden, der zunächst auf die zu beschichtende Fläche gleichmäßig aufgetragen wird, anschließend entsprechend belichtet wird, beispielsweise mit UV-Licht durch eine entsprechende Belichtungsmaske hindurch oder aber auch direkt durch das Schreiben mittels eines Laserstrahls, woraufhin anschließend aus dem Fotoresist die belichteten oder je nach Verfahren auch die unbelichteten Maskenmaterialanteile beispielsweise chemisch ausgelöst werden. In die so dann entstehenden Maskenausnehmungen kann erneut galvanisch Metall abgeschieden werden.

[0032] In einer anderen Verfahrensvariante kann es ebenso vorgesehen sein, das Maskenmaterial nur partiell auf die beschichtete Fläche aufzutragen, beispielsweise durch eine Auftragsmaske, wie es vom Siebdruckverfahren her bekannt ist. So bleiben automatisch die später durch Metall zu beschichtenden Flächenanteile von Maskenmaterial frei.

[0033] Wie oben beschrieben, können die Ausneh-

mungen in ein Maskenmaterial beispielsweise durch Verwendung eines Lasers erzielt werden. Hierfür kann es vorgesehen sein, dass ein beispielsweise durch UV-Strahlung aushärtbarer Lack, ein Klebefilm oder ein durch Reibschweißen aufgebracht Ther-moplast auf die zu beschichtende Fläche aufge-bracht wird. Nach diesem Auftrag kann sodann die-ses Maskenmaterial mittels des Laserstrahls bear-beitet werden, um die gewünschten Ausnehmungen einzubringen.

[0034] Ebenso ist es möglich, ein Maskenmaterial in Form eines Lösungsmittellacks einzusetzen oder auch die Verfahren der Pulverbeschichtung oder des Wirbelsinterns einzusetzen.

[0035] Grundsätzlich kann der Fachmann zur Aus-bildung einer geeigneten Maske jedes ihm bekannte Verfahren einsetzen.

[0036] Durch das zuvor beschriebene Planen bzw. Einebnen einer durch Abscheidung erzeugten Flä-che, auf die durch die galvanische Abscheidung wei-tere Schichten aufgetragen werden sollen, wird be-sonders erreicht, dass die Verteilung der einzelnen Schichtdicken sehr gleichmäßig ist. Hierdurch vereinfacht sich insbesondere die Zusammensetzung der verwendeten Metallsalzlösung, wie beispielsweise Kupfersulfat oder Nickelsulfatamat, die gemäß dem Stand der Technik besonders angepasst werden musste, um gleichmäßige Schichtabscheidungen zu erreichen.

[0037] Das erfindungsgemäße Verfahren kann wei-terhin vorteilhaft dadurch weiter gebildet werden, dass die Stärke eines für die galvanische Abschei-dung vorgesehenen Stroms an die elektrisch leiten-den Flächenanteile der zu beschichtenden Fläche angepasst wird.

[0038] Beispielsweise ist davon auszugehen, dass bei einer metallischen Grundplatte, die als Aus-gangsfläche zur schichtweisen Abscheidung heran-gezogen wird, die ursprünglich erstmalig zu be-schichtende Fläche vollständig metallisch ausgebil-det ist.

[0039] Eine erstmals hierauf aufgetragene Maske wird dementsprechend bezogen auf das weitere Ver-fahren maximale Anteile von Ausnehmungen aufwei-sen, die bei der Verwendung nicht elektrisch leitender Maskenmaterialien mit jeder Schicht weiter abneh-men. Daher wird bevorzugt zur Erzielung einer gleichmäßigen Flächenstromdichte in jeder abzu-scheidenden Schicht die Stromstärke mit jedem wei-teren Aufbringen einer Schicht eine geringere Strom-stärke gewählt. Insbesondere kann die Stromstärke zur galvanischen Schichtabscheidung derart einge-stellt werden, dass bezüglich jeder Schicht eine kon-stante Flächenstromdichte erreicht wird.

[0040] In einer Weiterbildung des erfindungsgemä-ßen Verfahrens kann es vorgesehen sein, die Metall-abscheidung unter einem Umgebungsdruck stattfin-den zu lassen, der größer ist als der normale Atmos-phärendruck. Hierfür kann beispielsweise das Ver-fahren in einer Druckkammer durchgeführt werden, in der ein solcher erhöhter Umgebungsdruck einstell-bar ist. Vorteilhafterweise kann durch Erhöhung des Umgebungsdruckes erreicht werden, dass die Bil-dung von Gasblasen am metallischen Körper, der wie eine Elektrode wirkt, verringert oder gänzlich verhin-dert wird. Als Umgebungsdruck wird zu Durchfüh-rung des Verfahrens beispielsweise ein Druck größer als 2 bar, bevorzugt größer als 10 bar eingestellt.

[0041] Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Formgebung eines metallischen Körpers gleichzeitig mit dessen Herstellung. Es ist daher nicht notwendig, wie es im Stand der Technik bekannt ist, vorhergehende Herstellungsprozesse beispielsweise von Grundformen, von denen eine Abformung durch-geführt wird, abzuwarten.

[0042] Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich die Möglichkeit sehr fein strukturierte Oberflächen und Strukturen in dem metallisch schichtweise aufgebauten Körper zu erzielen, da die Feinstrukturen im Wesentlichen durch die Masken-ausnehmungen und hier gegebenenfalls bei Verwen-dung eines Lasers zur Erzeugung dieser Ausneh-mungen durch die Laserwellenlänge und die Fokus-sierbarkeit des Strahles gegeben ist. Es können da-her Strukturen erzielt werden, die wesentlich kleiner sind als die kleinsten derzeit verwendbaren Fräserra-dien.

[0043] Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens können so beispielsweise Kunststoffspritzgussfor-men hergestellt werden, die eine besonders hohe Genauigkeit und Feinheit der Strukturen aufweisen.

[0044] Der Ablauf des Verfahrens ist in der nachfol-genden Abbildung exemplarisch in der Art eines Flussdiagramms dargestellt.

[0045] Die Figur zeigt einen Rohling **1**, der bei-spielsweise aus einem Metall bestehen kann oder zu-mindest eine elektrisch leitende Oberfläche **2** auf-weist. Im Fall eines Metallrohlings **1** muss nicht not-wendigerweise dieser Rohling aus dem gleichen Me-tall bestehen wie die aufzutragenden Schichten. Die Materialwahl kann hierbei unter Gesichtspunkten, wie beispielsweise die gute Zerspanbarkeit, optimiert werden.

Ausführungsbeispiel

[0046] Auf die hier im Ausführungsbeispiel metalli-sche Oberfläche **2** des Rohlings **1** kann im weiteren Verfahrensschritt (a) eine Lackschicht **3** aufgebracht

werden, die beispielsweise aus einem UV-härtbaren Lack besteht. Nach dem Härten dieses Lacks mittels UV-Licht kann sodann im weiteren Verfahrensschritt (b) selektiv, beispielsweise durch den fokussierten Strahl 4 eines Lasers eine Maske erzeugt werden, die Ausnehmungen 5 aufweist, an denen das Maskenmaterial 3 den Kontakt zu einer Elektrolytlösung freigibt. Die Maskenausnehmungen 5 werden hier thermisch durch Aufschmelzen und Verdampfen der Lackschicht erzeugt. Um diesen Prozess zu optimieren können z.B. die Laserwellenlänge, die Pulsdauern der Laserpulse, die Fokussierung und andere Parameter geeignet gewählt werden.

[0047] Zur galvanischen Beschichtung kann nunmehr unter elektrischer Kontaktierung der Rohling 1 in eine hier nicht dargestellte galvanische Lösung eingetaucht werden, beispielsweise bevorzugt mit der Seite des Maskenmaterials nach unten, so dass nur die zu beschichtende Fläche 2 in die Elektrolytlösung eintaucht und die Rückseite des Rohlings 1 bei der Fortführung des Verfahrens nicht beschichtet wird.

[0048] Im Verfahrensschritt (c) wird sodann galvanisch durch die Aussparungen 5 des Maskenmaterials 3 hindurch die Oberfläche 2 des Rohlings 1 mit abzuscheidendem Metall 6 aufgefüllt. Das abgeschiedene Material 6 nimmt hierbei die Formgestaltung der Ausnehmungen 5 im Maskenmaterial 3 an. Hierbei kann es vorkommen, wie es in der Darstellung zum Verfahrensschritt (c) gezeigt ist, dass die abgeschiedene Metallschicht 6 unterschiedliche bzw. ungleichmäßige Höhen aufweist, so dass in einem bevorzugten Verfahrensschritt (d) die aufgebrachte Schicht durch einen weiteren Bearbeitungsprozess eingeebnet bzw. geplant wird. Hierfür können sämtliche, dem Fachmann bekannte Möglichkeiten zum Materialabtrag eingesetzt werden, so dass dies hier keiner weiteren Erläuterung bedarf.

[0049] Die Einebnung kann hierbei bis auf die Höhe des Maskenmaterial hinab erfolgen. Ggf. kann auch bei der Einebnung Maskenmaterial mit abgetragen werden.

[0050] Im Anschluss an den Verfahrensschritt (d) mit der eingeebneten ersten Schicht S1 kann sodann eine Wiederholung der Verfahrensschritte (a)–(d) erfolgen, d.h. es wird erneut eine Lackschicht 3 auf die Schicht S1 aufgebracht, UV-gehärtet, mit einem Laser Ausnehmungen 5 in die Lackschicht 3 eingebracht und sodann in diese Ausnehmungen 5 galvanisch erneut Metall 6 abgeschieden und wieder die Schicht eingeebnet, so dass mit jeder Wiederholung der Verfahrensschritte (a)–(d) ein schichtweiser Aufbau S1...Sn eines metallischen Körpers, beispielsweise eines Formnestes für die Kunststoffspritzgusstechnik entsteht.

[0051] In dem dargestellten Flussdiagramm der Figur ist ein weiterer bevorzugter Verfahrensschritt nicht bezeichnet, der besagt, dass für eine verbesserte Verbindung und Haftung der Schichten untereinander noch eine Vorbehandlung der Oberfläche einer jeden einzelnen Schicht erfolgen kann, um beispielsweise eine Reinigung von organischen und anorganischen Schmutzschichten zu erreichen. Hierdurch wird sicher gestellt, dass die zu beschichtende Oberfläche 2 mit Ausnahme des Maskenmaterials 3 vor einer erneuten galvanischen Abscheidung nur von einem reinen Metall 6 gebildet wird.

[0052] Da der herzustellende Körper zwischen den einzelnen Verfahrensschritten bewegt wird, insbesondere nach einer Aufbringung des Maskenmaterial mittels eines Laser die Ausnehmungen im Maskenmaterial anzufertigen sind ist es weiterhin bevorzugt vorgesehen in hierzu eingesetzten einer Laseranlage eine Nullpunktsjustage durchzuführen, um eine reproduzierbare Positionierung des herzustellenden Körpers in der Laseranlage zu gewährleisten. So kann sichergestellt werden, dass die einzelnen Schichten eine genügend exakte Positionierung zueinander erhalten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines metallischen Körpers, bei dem Metall durch galvanische Abscheidung aus einer Elektrolytlösung auf eine zumindest bereichsweise elektrisch leitende, insbesondere metallische Fläche abgeschieden wird, gekennzeichnet durch folgende, insbesondere wiederholt durchgeführte Schritte:

- Auf einer zumindest teilweise elektrisch leitenden, insbesondere planen, Fläche eines Körpers wird eine Maske angeordnet, welche die darunter liegende Fläche gegenüber der Elektrolytlösung schützt und/oder partiell freigibt,
- Auf die durch die Maske partiell freigegebene Fläche wird durch galvanische Abscheidung von Metall aus der Elektrolytlösung eine metallische Schicht aufgetragen, insbesondere so daß sich mit der Maske eine neue zumindest teilweise elektrisch leitende, insbesondere metallische Schicht bildet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf eine nach einer Metallabscheidung entstandene zumindest teilweise elektrisch leitende, insbesondere metallische Fläche erneut eine Maske angeordnet wird, um eine weitere metallische Schicht abzuscheiden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass durch wiederholte Metallabscheidung ausgehend von einer elektrisch leitenden Grundfläche ein über der Grundfläche aufgebauter dreidimensionaler Körper aus Metall gebildet wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vor einer Anordnung einer Maske auf einer zumindest teilweise elektrisch leitenden, insbesondere metallischen Fläche die Fläche eingeebnet wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine zumindest teilweise elektrisch leitende Fläche vor der galvanischen Abscheidung einer metallischen Schicht vorbehandelt, insbesondere von organischen und/oder anorganischen Verunreinigungen gereinigt wird zur Verbesserung der Schichthaftung.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Maske durch ein elektrisch isolierendes Maskenmaterial oder durch ein elektrisch leitendes Material, insbesondere ein Metall ausgebildet wird, wobei ein metallisches, leitendes Material einen geringeren Schmelzpunkt aufweist, also das abzuscheidende Metall.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ausbildung einer Maske ein Maskenmaterial auf eine zu beschichtende Fläche vollflächig aufgetragen wird und anschließend Maskenausnehmungen in das Maskenmaterial, insbesondere mittels eines Lasers, eingebracht werden.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Maskenmaterial partiell auf eine zu beschichtende Fläche aufgetragen wird, insbesondere durch eine Auftragsmaske.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Bereich der zu beschichtenden Fläche mit einem elektrisch isolierenden Maskenmaterial mit einem Leitlack beschichtet wird, insbesondere um ein einem hergestellten Metallkörper Hinterschneidungen und/oder Hohlräume auszubilden.

10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stärke eines für die galvanisch Abscheidung vorgesehenen Stromes an die elektrisch leitenden Flächenanteile der zu beschichtenden Fläche angepasst wird, insbesondere um bei jeder Schichtabscheidung eine konstante Flächenstromdichte zu erhalten.

11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es bei einem Druck größer als der normale Atmosphärendruck durchgeführt wird, insbesondere um die Bildung von Gasblasen am metallischen Körper zu verringern oder zu vermeiden.

12. Verfahren nach einem der vorherigen An-

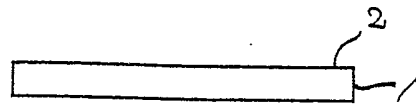
sprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der schichtweise aufgebaute metallischen Körper aus dem Verbund mit dem Maskenmaterial gelöst wird, insbesondere durch Verbrennung und/oder Aufschmelzung des Maskenmaterials.

13. Metallkörper, insbesondere Spritzgußform, hergestellt gemäß einem Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche.

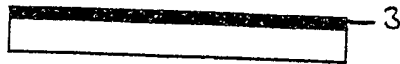
14. Verwendung eines Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche zur Herstellung einer metallischen Kunststoffspritzgußform.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

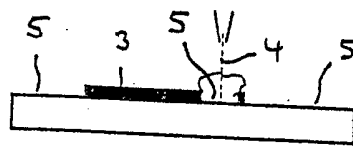
Anhängende Zeichnungen



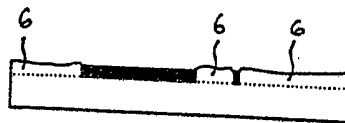
Rohling



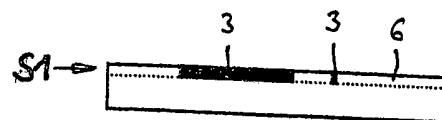
(a) Aufbringen einer Lackschicht



(b) Selektives Entfernen der Lackschicht mittels Laser

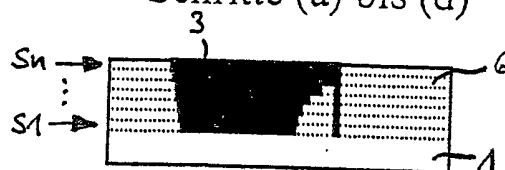


(c) Galvanisches Auffüllen der freigelaserten Zwischenräume



(d) Planen

Wiederholen der Schritte (a) bis (d)



Schichtweiser Aufbau des Formnests

Fig. 1