(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2016 206 518 A1** 2017.10.19

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 206 518.1**
(22) Anmeldetag: **19.04.2016**
(43) Offenlegungstag: **19.10.2017**

(51) Int Cl.: ***B21D 37/20*** (2006.01)
B23K 26/34 (2006.01)
B22F 3/105 (2006.01)
C21D 7/13 (2006.01)

(71) Anmelder:
Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft, 80809 München, DE

(72) Erfinder:
Dünckelmeyer, Matthias, Dr., 80333 München, DE;
Sperl, Christian, 86807 Buchloe, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

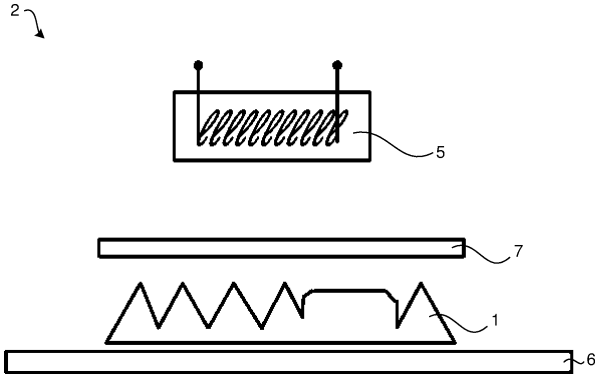
DE	**197 07 906**	**A1**
DE	**10 2013 013 335**	**A1**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines Umformwerkzeugs für einen Magnetumformprozess sowie Verfahren zum Umformen eines Werkstückes**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Umformwerkzeugs (1) für einen Magnetumformprozess, insbesondere Verfahren zur Herstellung einer Matrize einer Magnetumformvorrichtung (2), wobei zumindest ein formgebender Teilkörper (3) des Umformwerkzeugs (1), welcher eine formgebende Oberfläche (4) des Umformwerkzeugs (1) umfasst, durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt wird. Weiterhin werden ein Umformwerkzeug (1) für einen Magnetumformprozess, eine Magnetumformvorrichtung (2) sowie ein Verfahren zum Umformen eines Werkstückes (7) angegeben.



Beschreibung

[0001] Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Umformwerkzeugs für einen Magnetumformprozess angegeben. Weiterhin werden ein Umformwerkzeug für einen Magnetumformprozess, eine Magnetumformvorrichtung sowie ein Verfahren zum Umformen eines Werkstückes mittels eines Magnetumformprozesses angegeben.

[0002] Unter Magnetumformung versteht man ein elektrodynamisches Hochenergieumformungsverfahren zur Kaltumformung flacher und zylindrischer Halbzeuge aus elektrisch leitfähigen Materialien mittels gepulster Magnetfelder. Das in der Nähe der Spule positionierte Werkstück wird durch die Krafteinwirkung eines gepulsten Magnetfeldes von sehr hoher Intensität berührungslos umgeformt, das heißt ohne mechanischen Kontakt zu einem Werkzeug auf der Magnet-zugewandten Seite. Dadurch treten weder Oberflächenverunreinigungen noch Werkzeugabdrücke auf.

[0003] Das Magnetumformverfahren beruht auf der physikalischen Tatsache, dass ein zeitlich veränderliches Magnetfeld in benachbarten elektrisch leitenden Körpern Wirbelströme induziert. Die Stärke der induzierten Ströme und damit die Kraftwirkung auf das Werkstück hängen entscheidend von der elektrischen Leitfähigkeit des verwendeten Werkstoffes ab. Auf diese Ströme übt das Magnetfeld Kräfte aus, deren Stärke vom räumlichen Gradienten der magnetischen Flussdichte und von der Größe der induzierten Ströme abhängt, sodass der umzuformende, leitende Körper eine Kraft entgegengesetzt zur Spulenrichtung erfährt. Diese Kraft wirkt nur einige Mikrosekunden, während die Entladung der Kondensatoren stattfindet. In dieser Zeit nimmt das Werkstück die benötigte Umformenergie in Form eines Impulses auf, wodurch es beschleunigt wird und Geschwindigkeiten bis 300 m/s erreicht. In der Folge werden die im Werkstück auftretenden Spannungen so hoch, dass ein Fließen im Sinne der Umformtechnik eintritt und die Form des unter dem Werkstück liegenden Werkzeuges angenommen wird.

[0004] Für die Magnetumformung geeignete Magnetfelder werden beispielsweise erzeugt, indem geladene Kondensatoren im Verlauf von einigen zehn Mikrosekunden über eine an die Werkstückgeometrie angepasste Spule entladen werden, wodurch im Bereich der Werkstückoberfläche ein sehr hoher Magnetfeld-Impuls entsteht. Die magnetischen Kräfte bewirken eine Expansion der Spule und eine Bewegung des Werkstücks hin zu niedrigeren Feldern.

[0005] Je nach Anordnung der beiden Wirkpartner, d.h. Spule und Umformwerkzeug, sind drei Grundformen des Verfahrens zu unterscheiden, und zwar Kompression, Expansion und das Flachumformen. Beim Flachumformen wird üblicherweise eine ebene, spiralförmige Spule parallel zu einem flachen Blechwerkstück, welches auf einem darunter liegenden Umformwerkzeug bzw. einer Matrize liegt, angeordnet. Wird das Magnetfeld direkt über dem Material erzeugt, wird es durch die elektromagnetischen Kräfte in die Vertiefungen des Umformwerkzeugs bzw. der Matrize gedrückt. Das Magnetfeld wirkt dabei wie ein herkömmlicher Pressen-Stempel.

[0006] Das gepulste Magnetfeld kann sehr genau dosiert werden, wodurch ein Aufpressen von Metallen auf Glas, Kunststoffe, Verbundstoffe oder Metalle bei hoher Wiederholgenauigkeit möglich ist. Magnetfelder und magnetische Kräfte wirken ungehindert durch Materialien wie Glas, Keramik und Kunststoff hindurch, daher lässt sich das Magnetumformen auch unter Vakuum, einer Schutzgasatmosphäre oder unter Reinraumbedingungen anwenden. Ebenfalls ist die Umformung in einer Flüssigkeit möglich (z.B. Wasser). Dabei wird der magnetische Impuls in Wellenform durch das Fluid übertragen. Der Vorteil hierbei ist, dass nur einseitig ein Werkzeug erforderlich ist und dass hohe Umformgrade realisiert werden können. Die sehr kurzen Prozesszeiten von kleiner als 0,1 Sekunden ermöglichen eine schnelle Massenfertigung von Bauteilen, insofern die benötigte Energie von Kondensatoren zur Verfügung steht. Voraussetzung für die Anwendung des Verfahrens ist eine gute Leitfähigkeit des umzuformenden Materials.

[0007] Durch Magnetumformen können beispielsweise hochfeste Stahl- und Aluminiumlegierungen nahezu beliebig kalt umgeformt werden, ohne dass es zu Rissen im Material kommt.

[0008] Werkzeuge, welche für umformende Verfahren verwendet werden haben eine hohe Anforderung an Präzision und Maßhaltigkeit. Meist werden die Umformwerkzeuge durch spanende Verfahren aus einem Vollmaterial hergestellt, wobei je nach Werkzeuggeometrie ein hohes zerspantes Volumen entsteht. Je nach Einsatzzweck werden die Umformwerkzeuge aus Aluminium, beispielsweise insbesondere im Prototypenbau, oder Werkzeugstahl, z.B. insbesondere in der Serienfertigung, gefertigt. Der schwer zu bearbeitende Werkzeugstahl führt dabei zu einem hohen Verschleiß der Bearbeitungswerkzeuge. Oftmals werden komplexe Geometrien benötigt, welche mit einem häufigen Werkzeugwechsel beim Fräsen verbunden sind, um die benötigte Oberflächenqualität und Präzision zu erreichen. Anschließend werden die formgebenden Umformwerkzeuge bzw. deren Oberflächen meist von Hand geschliffen und poliert, um eine möglichst glatte Oberfläche zu erhalten. Die Fertigung ist somit mit hohen Kosten und einer langen Fertigungszeit verbunden.

[0009] Ausgehend vom Stand der Technik ist es daher eine Aufgabe zumindest einiger Ausführungsformen, ein Verfahren zur Herstellung eines Umformwerkzeugs für einen Magnetumformprozess anzugeben, welches eine schnelle und kostengünstige Fertigung ermöglicht. Weitere Aufgaben sind es, ein Umformwerkzeug zum Magnetumformen, eine Magnetumformvorrichtung sowie ein Verfahren zum Umformen eines Werkstückes anzugeben.

[0010] Diese Aufgaben werden durch die Gegenstände gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen gehen weiterhin aus den abhängigen Patentansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung und aus den Zeichnungen hervor.

[0011] Bei einem hier beschriebenen Verfahren zur Herstellung eines Umformwerkzeugs für einen Magnetumformprozess wird zumindest ein formgebender Teilkörper des Umformwerkzeugs durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt. Der formgebende Teilkörper des Umformwerkzeugs umfasst vorzugsweise eine formgebende Oberfläche zur Umformung eines Werkstücks. Bei dem Umformwerkzeug kann es sich insbesondere um eine Matrize eine Magnetumformvorrichtung handeln. Vorzugsweise ist das durch das Verfahren herzustellende bzw. hergestellte Umformwerkzeug frei von Wicklungen und/oder Spulenteilen. Mit anderen Worten soll es sich bei dem Umformwerkzeug zum Magnetumformen nicht um eine Spule einer Magnetumformvorrichtung handeln. Das Umformwerkzeug bzw. der Teilkörper kann beispielsweise aus einem Metall oder aus einer Metalllegierung bestehen. Alternativ kann das Umformwerkzeug bzw. der Teilkörper beispielsweise auch einen Kunststoff aufweisen oder aus einem Kunststoff bestehen.

[0012] Gemäß einer weiteren Ausführungsform erfolgt das additive Fertigungsverfahren durch selektives Laserschmelzen (SLM), selektives Lasersintern (SLS), Laser Engineered Net Shaping (LENS) und/oder Direct Metal Deposition (DMD). Durch die Herstellung des formgebenden Umformwerkzeugs zum Magnetumformen mittels eines additiven Fertigungsverfahrens kann das Umformwerkzeug vorteilhafterweise kostengünstig und mit einer geringen Fertigungszeit hergestellt werden. Dies eignet sich insbesondere zur Herstellung von Prototypen. Auch komplexe Werkzeuggeometrien, beispielsweise mit Hinterschnitten oder dergleichen, sind mit geringem Aufwand herstellbar.

[0013] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird das Umformwerkzeug vollständig mittels des additiven Fertigungsverfahrens hergestellt. Mit anderen Worten können nicht nur einzelne Teilabschnitte, sondern das gesamte formgebende Umformwerkzeug durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt werden. Der formgebende Teilkörper des Umformwerkzeugs kann somit beispielsweise einstückig mit dem Rest des Umformwerkzeugs ausgebildet sein. Weiterhin kann das Umformwerkzeug aus dem formgebenden Teilkörper bestehen.

[0014] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird zumindest der formgebende Teilkörper des Umformwerkzeugs nach seiner Herstellung durch ein additives Fertigungsverfahren in einem Nachbearbeitungsverfahren zur Erhöhung der Härte und/oder der Festigkeit des formgebenden Teilkörpers bearbeitet. Beispielsweise kann der formgebende Teilkörper des Umformwerkzeugs durch heißisostatisches Pressen (HIPen) bearbeitet werden. Des Weiteren ist eine Nachbearbeitung durch Bonding, d.h. Verbindungsprozesse unter hohen Drücken, möglich.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird zumindest der formgebende Teilkörper des Umformwerkzeugs nach seiner Herstellung einer Wärmebehandlung unterzogen. Beispielsweise kann der formgebende Teilkörper bzw. die Oberfläche des formgebenden Teilkörpers durch ein Wärmebehandlungsverfahren gehärtet werden. Insbesondere bei formgebenden Teilkörpern aus Metall eignet sich ein solches Härteverfahren.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird zumindest der formgebende Teilkörper des Umformwerkzeugs nach seiner Herstellung mit einer Beschichtung versehen. Beispielsweise kann eine Beschichtung auf die formgebende Oberfläche des Teilkörpers des Umformwerkzeugs aufgebracht werden. Bei Teilkörpern aus Metall kann die Oberfläche beispielsweise mittels Diamond-Like Carbon Beschichtungsprozesses (DLC Coating) beschichtet werden. Bei Teilkörpern aus Kunststoff kann die Oberfläche beispielsweise durch ein sogenanntes Nano-Based-Surface-Treatment (NBST) Verfahren beschichtet werden.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird bei dem hier beschriebenen Verfahren zumindest ein vorgefertigter Basiskörper bereitgestellt. Der vorgefertigte Basiskörper kann beispielsweise durch ein herkömmliches bzw. konventionelles Fertigungsverfahren, wie z.B. durch Gießen, Schneiden, Fräsen etc., hergestellt werden. Mit den Begriffen „herkömmliches Fertigungsverfahren“ bzw. „konventionelles Fertigungsverfahren“ werden hierbei Fertigungsverfahren bezeichnet, bei denen additive Fertigungsverfahren keine Anwendung finden. Der vorgefertigte Basiskörper kann z.B. eine Quaderform aufweisen. Weiterhin wird zumindest ein formgebender Teilkörper mit einer formgebenden Oberfläche durch ein additives Fertigungsverfahren, beispielsweise durch eines der oben beschriebenen additiven Fertigungsverfahren, hergestellt. Anschließend werden der Basiskörper und der formgebende Teilkör-

per gefügt, wobei eine der formgebenden Oberfläche abgewandt die Oberfläche des formgebenden Teilkörpers mit dem Basiskörper verbunden wird. Besonders bevorzugt erfolgt das Herstellen des formgebenden Teilkörpers durch ein additives Fertigungsverfahren derart, dass eine der formgebenden Oberfläche abgewandte Oberfläche des formgebenden Teilkörpers nach der Herstellung des Teilkörpers an die mit dem formgebenden Teilkörper zu verbindende Oberfläche des Basiskörpers angepasst ist. Die Anpassung der Oberfläche des Teilkörpers an die Oberfläche des Basiskörpers kann insbesondere hinsichtlich der Oberflächenform bzw. der Oberflächenstruktur des Basiskörpers erfolgen, so dass der Basiskörper und der Teilkörper ohne Zwischenräume verbunden werden können. Der Basiskörper kann z.B. aus einem Metall bzw. einer Metalllegierung bestehen. Dadurch kann vorteilhafterweise die Gesamtfestigkeit des Umformwerkzeugs erhöht werden. Weiterhin ist der Basiskörper vorteilhafterweise mehrfach verwendbar, d.h. er kann zusammen mit einer Vielzahl von verschiedenen formgebenden Teilkörpern eingesetzt werden. Dadurch wird der im Zusammenhang mit dem additiven Fertigungsverfahren benötigte Aufwand verringert, da mit dem additiven Fertigungsverfahren nur die endnahe Werkzeuggeometrie darzustellen ist.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird eine Mehrzahl von vorgefertigten Basiskörpern, welche vorzugsweise durch herkömmliche Fertigungsverfahren hergestellt sind, bereitgestellt. Die Basiskörper können beispielsweise jeweils eine, z.B. voneinander verschiedene, Quaderform aufweisen und können z.B jeweils aus einem Metall oder einer Metalllegierung bestehen. Weiterhin kann eine Mehrzahl von formgebenden Teilkörpern mittels eines additiven Fertigungsverfahrens hergestellt werden. Anschließend können die vorgefertigten Basiskörper direkt nebeneinander angeordnet werden, sodass sie in unmittelbarem Kontakt zueinander stehen. Anschließend können die formgebenden Teilkörper mit den Basiskörpern verbunden werden. Die formgebenden Teilkörper weisen nach dem Verbinden vorzugsweise eine den Basiskörpern abgewandte, durchgängige Oberfläche auf, welche derart ausgebildet ist, dass sie als formgebende Oberfläche bei einem Magnetumformungsvorgang eingesetzt werden kann.

[0019] Der an den Basiskörper angepasste formgebende Teilkörper bzw. die an die Basiskörper angepassten formgebenden Teilkörper können nach ihrer Herstellung mittels eines additiven Fertigungsverfahrens jeweils zur Erhöhung der Härte bzw. Festigkeit durch heißisostatisches Pressen und/oder eine oder mehrere Wärmebehandlungen bearbeitet werden. Weiterhin kann der Teilkörper bzw. können die Teilkörper mit einer Beschichtung, insbesondere mit einer Härte erhöhenden Beschichtung versehen werden.

[0020] Weiterhin wird ein Umformwerkzeug für einen Magnetumformprozess angegeben, welches zumindest einen formgebenden Teilkörper mit einer formgebenden Oberfläche umfasst. Das Umformwerkzeug kann beispielsweise als Matrize, insbesondere als Matrize für eine Magnetumformvorrichtung, ausgebildet sein. Das Umformwerkzeug kann durch das vorangehend beschriebene Verfahren herstellbar bzw. hergestellt sein und somit ein oder mehrere Merkmale der im Zusammenhang mit dem Verfahren zur Herstellung eines Umformwerkzeuges genannten Ausführungsformen aufweisen. Insbesondere ist zumindest der formgebende Teilkörper des Umformwerkzeugs durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt. Weiterhin kann das gesamte Umformwerkzeug vollständig durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt sein. Vorzugsweise ist der formgebende Teilkörper des Umformwerkzeugs frei von Spulenteilen bzw. Spulenwicklungen.

[0021] Des Weiteren wird eine Magnetumformvorrichtung mit zumindest einer Spule und zumindest einem hier beschriebenen Umformwerkzeug, das einen formgebenden Teilkörper mit einer formgebenden Oberfläche aufweist, angegeben. Das Umformwerkzeug der Magnetumformvorrichtung kann wiederum ein oder mehrere Merkmale der im Zusammenhang mit dem Verfahren und/oder im Zusammenhang mit dem vorangehend beschriebenen Umformwerkzeug genannten Ausführungsformen aufweisen.

[0022] Darüber hinaus wird ein Verfahren zum Umformen eines Werkstücks angegeben, bei dem das Werkstück mittels einer Magnetumformvorrichtung umgeformt wird, wobei die Magnetumformvorrichtung eine Spule und ein hier beschriebenes Umformwerkzeug, welches zumindest einen additiv gefertigten Teilkörper aufweist, umfasst. Bei dem Werkstück kann es sich insbesondere um ein Metallblech handeln.

[0023] Das hier beschriebene Verfahren bzw. das hier beschriebene Umformwerkzeug zeichnen sich insbesondere durch geringe Herstellungskosten und schnelle Fertigungszeiten aus. Darüber hinaus sind komplexe Werkzeuggeometrien mit geringem Aufwand erstellbar.

[0024] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen des hier beschriebenen Verfahrens zur Herstellung eines Umformwerkzeugs für einen Magnetumformprozess, des hier beschriebenen Umformwerkzeugs sowie des hier beschriebenen Verfahrens zum Umformen eines Werkstückes ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung mit den

Fig. 1 bis **Fig.** 3 beschriebenen Ausführungsformen. Es zeigen:

[0025] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Umformwerkzeugs zum Magnetumformen gemäß einem Ausführungsbeispiel,

[0026] Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Magnetumformvorrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel, und

[0027] Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Umformwerkzeugs gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

[0028] In den Ausführungsbeispielen und Figuren können gleiche oder gleich wirkende Bestandteile jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein. Die dargestellten Elemente und deren Größenverhältnisse untereinander sind grundsätzlich nicht als maßstabsgerecht anzusehen. Vielmehr können einzelne Elemente zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben dick oder groß dimensioniert dargestellt sein.

[0029] Die **Fig.** 1 zeigt ein Umformwerkzeug **1** zum Magnetumformen, welches durch ein hier beschriebenes Verfahren hergestellt ist. Bei dem Umformwerkzeug **1** handelt es sich insbesondere um eine Matrize für einen Magnetumformprozess. Im gezeigten Ausführungsbeispiel besteht das Umformwerkzeug **1** aus einem formgebenden Teilkörper **3**, welcher eine formgebende Oberfläche **4** aufweist. Bei einem Magnetumformprozess wird ein Werkstück derart umgeformt, dass es nach dem Umformen eine durch die Oberfläche **4** ausgebildete Form bzw. Struktur aufweist.

[0030] Erfindungsgemäß ist das Umformwerkzeug **1** bzw. der formgebende Teilkörper **3** des Umformwerkzeugs **1** durch ein additives Fertigungsverfahren, wie z.B. durch selektives Laserschmelzen oder selektives Lasersintern, hergestellt. Dadurch lässt sich vorteilhafterweise eine teure und zeitintensive Werkzeugherstellung vermeiden.

[0031] Die formgebende Oberfläche **4** des Umformwerkzeugs **1** kann z.B. mittels eines Härteverfahrens gehärtet sein. Beispielsweise kann die Oberfläche **4** durch heißisostatisches Pressen und/oder durch eine Wärmebehandlung bearbeitet sein. Weiterhin kann die Oberfläche **4** mit einer Beschichtung versehen sein, durch welche dem Umformwerkzeug **1** eine größere Oberflächenhärte verliehen wird.

[0032] In der **Fig.** 2 ist eine Magnetumformvorrichtung **2** dargestellt, die eine Spule **5** und ein Umformwerkzeug **1** gemäß der **Fig.** 1 aufweist. Das Umformwerkzeug **1** ist im gezeigten Ausführungsbeispiel auf einem Werkzeugtisch bzw. Fundament angeordnet. Mittels der Magnetumformvorrichtung **2** kann ein Werkstück **7**, wie z.B. ein Metallblech, umgeformt werden. Bei dem umgeformten Werkstück kann es sich z.B. um ein Karosseriestrukturteil handeln. Das Umformwerkzeug **1** wird beim Magnetumformprozess als Matrize der Magnetumformvorrichtung **2** verwendet.

[0033] Die **Fig.** 3 zeigt ein Umformwerkzeug **1** gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel. Das Umformwerkzeug **1** weist eine Mehrzahl von Basiskörpern **8** auf, welche jeweils eine Quaderform aufweisen.

[0034] Vorzugsweise sind die Basiskörper **8** durch ein herkömmliches Fertigungsverfahren hergestellt. Weiterhin weist das Umformwerkzeug **1** eine Mehrzahl von formgebenden Teilkörpern **3** auf, welche jeweils auf den Basiskörpern **8** befestigt sind. Die Teilkörper **3** sind erfindungsgemäß durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt. Vorzugsweise bilden die Teilkörper **3** eine gemeinsame durchgängige Oberfläche **4** aus, durch deren Struktur die Umformung eines Werkstückes **7** definiert wird. Die einzelnen Teilkörper **3** können beispielsweise zur Erhöhung der Härte bzw. Festigkeit einem Härteverfahren, wie z.B. einer Wärmebehandlung unterzogen worden sein. Weiterhin können die einzelnen Teilkörper **3** eine Härte erhöhende Beschichtung aufweisen.

[0035] Die in den gezeigten Ausführungsbeispielen beschriebenen Merkmale können gemäß weiteren Ausführungsbeispielen auch miteinander kombiniert sein. Alternativ oder zusätzlich können die in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele weitere Merkmale gemäß den Ausführungsformen der allgemeinen Beschreibung aufweisen.

Bezugszeichenliste

1	Umformwerkzeug
2	Magnetumformvorrichtung
3	formgebender Teilkörper
4	Oberfläche des Umformwerkzeugs
5	Spule
6	Werkzeugtisch
7	Werkstück
8	Basiskörper

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Umformwerkzeugs (**1**) für einen Magnetumformprozess, insbesondere Verfahren zur Herstellung einer Matrize einer Magnetumformvorrichtung (**2**), **dadurch gekennzeichnet,** dass zumindest ein formgebender Teilkörper (**3**) des Umformwerkzeugs (**1**), welcher eine formgebende Oberfläche (**4**) des Umformwerkzeugs (**1**) umfasst, durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Umformwerkzeug frei von Wicklungen und/oder Spulenteilen ist.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei das additive Fertigungsverfahren durch selektives Laserschmelzen, selektives Lasersintern, Laser Engineered Net Shaping und/oder Direct Metal Deposition erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Umformwerkzeug vollständig mittels des additiven Fertigungsverfahrens hergestellt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest der formgebende Teilkörper (**3**) des Umformwerkzeugs (**1**) nach der Herstellung durch das additive Fertigungsverfahren mit einem Nachbearbeitungsverfahren zur Erhöhung der Härte und/oder Festigkeit bearbeitet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest der formgebende Teilkörper (**3**) des Umformwerkzeugs (**1**) nach dessen Herstellung mittels heißisostatischem Pressen bearbeitet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest der formgebende Teilkörper (**3**) des Umformwerkzeugs (**1**) nach dessen Herstellung wärmebehandelt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest der formgebende Teilkörper (**3**) des Umformwerkzeugs (**1**) nach dessen Herstellung mit einer Beschichtung versehen wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend die folgenden Schritte:
– Bereitstellen zumindest eines vorgefertigten Basiskörpers (**8**),
– Herstellen zumindest eines formgebenden Teilkörpers (**3**) mit einer formgebenden Oberfläche (**4**) durch ein additives Fertigungsverfahren,
– Fügen des Basiskörpers (**8**) und des formgebenden Teilkörpers (**3**) durch Verbinden einer der formgebenden Oberfläche (**4**) abgewandten Oberfläche des formgebenden Teilkörpers (**3**) mit dem Basiskörper (**8**).

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der Basiskörper (**8**) durch ein herkömmliches Fertigungsverfahren hergestellt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, wobei die Herstellung des formgebenden Teilkörpers (**3**) durch ein additives Fertigungsverfahren derart erfolgt, dass eine der formgebenden Oberfläche (**4**) abgewandte Oberfläche des formgebenden Teilkörpers (**3**) an die mit dem formgebenden Teilkörper (**3**) zu verbindende Oberfläche des Basiskörpers (**8**) angepasst ist.

12. Umformwerkzeug (**1**) für einen Magnetumformprozess, insbesondere durch ein Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche hergestelltes Umformwerkzeug, aufweisend zumindest einen formgebenden Teilkörper (**3**), welcher eine formgebende Oberfläche (**4**) des Umformwerkzeugs (**1**) umfasst, **dadurch gekennzeichnet,** dass der formgebende Teilkörper (**3**) durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt ist.

13. Umformwerkzeug nach Anspruch 12, wobei der formgebende Teilkörper (**3**) frei von Wicklungen und/oder Spulenteilen ist.

14. Magnetumformvorrichtung (**2**), aufweisend zumindest eine Spule (**5**) sowie zumindest ein Umformwerkzeug (**1**) gemäß einem der Ansprüche 12 oder 13.

15. Verfahren zum Umformen eines Werkstückes (**7**), insbesondere eines Metallblechs, **dadurch gekennzeichnet,** dass das Werkstück (**7**) mittels einer Magnetumformvorrichtung (**2**) umgeformt wird, welche eine Spule (**5**) sowie ein Umformwerkzeug (**1**) gemäß einem der Ansprüche 12 oder 13 aufweist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

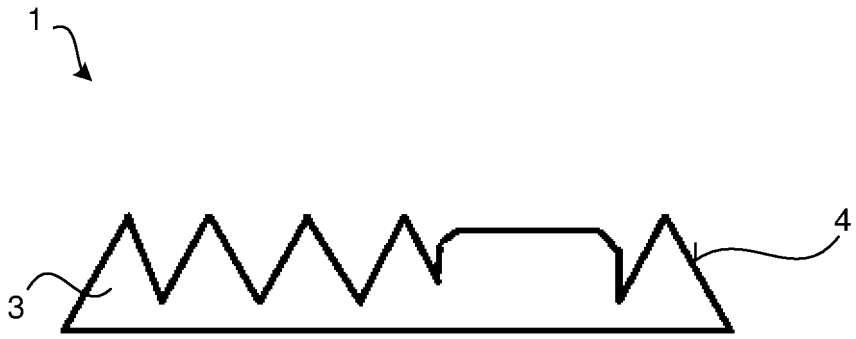


Fig. 2

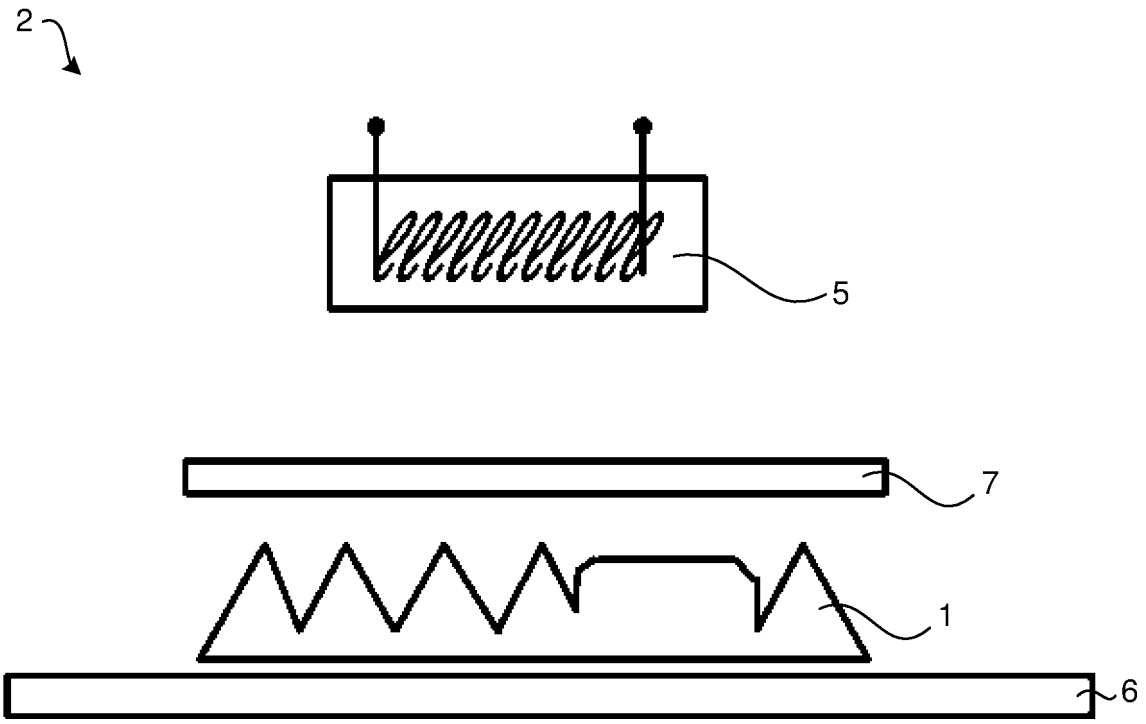


Fig. 3

