



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.04.2010 Patentblatt 2010/14

(51) Int Cl.:
B21D 28/34 (2006.01) B26F 1/44 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09401016.2**

(22) Anmeldetag: **27.08.2009**

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

(71) Anmelder: **Miehlke, Rolf-Dieter**
27404 Zeven (DE)

(72) Erfinder: **Miehlke, Rolf-Dieter**
27404 Zeven (DE)

(74) Vertreter: **Hansen, Jochen**
Patentanwaltskanzlei Hansen
Eisenbahnstrasse 5
21680 Stade (DE)

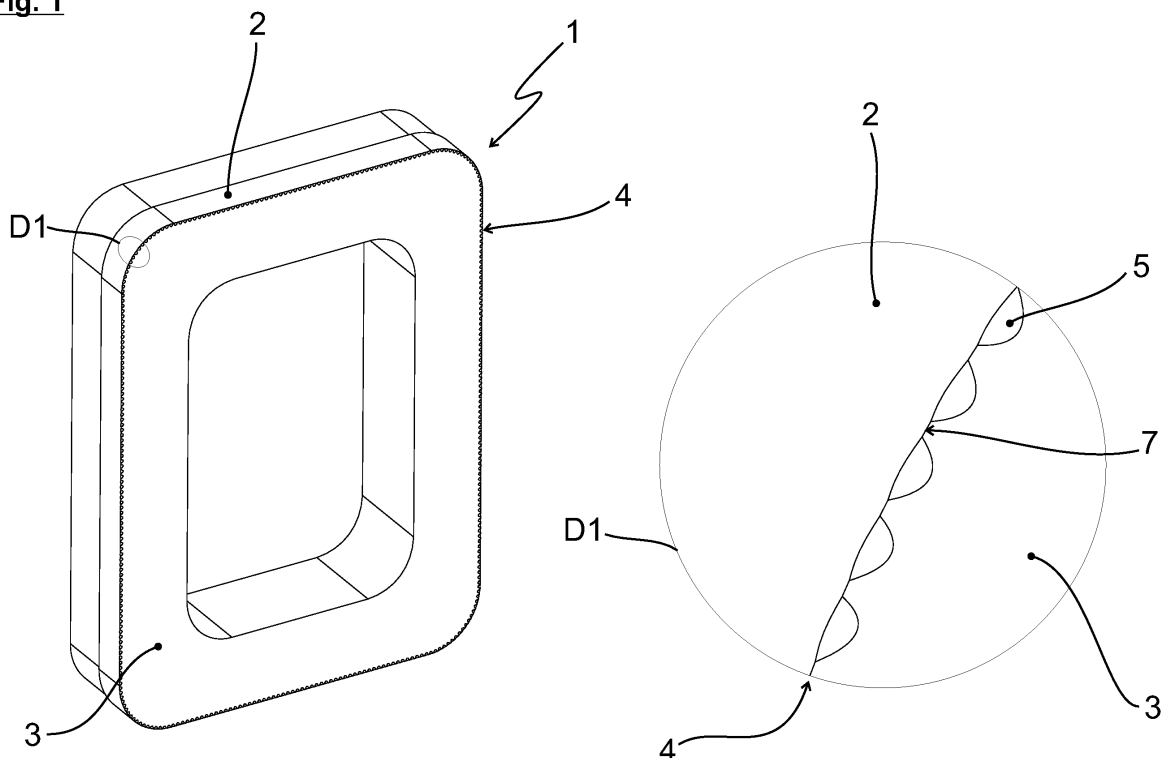
(30) Priorität: **29.08.2008 DE 202008008823 U**

(54) **Stanzwerkzeug**

(57) Die Erfindung betrifft ein Stanzwerkzeug zum Ausstanzen eines Werkstückes, insbesondere Kunststoffformteils, umfassend ein erstes und ein zweites Werkzeugteil (1), wobei eines der beiden Werkzeugteile (1) den Stempel mit einer umlaufenden äußeren Seitenwandung (2) und das andere Werkzeugteil (1) die Matrize mit einer umlaufenden inneren Seitenwandung (2) bildet, wobei das erste und das zweite Werkzeugteil (1) jeweils

eine Werkstückseite (3), die zum Werkstück orientiert ist und in Richtung des Werkstückes diesem am nächsten ist, und eine Schneidkante (4) zum Ausstanzen des Werkstückes aufweisen, wobei die Schneidkante (4) von der Werkstückseite (3) und der jeweiligen Seitenwandung (2) gebildet wird, wobei die Schneidkante (4) des ersten und/oder des zweiten Werkzeugteils (1) eine Vielzahl von Einzelfräsungen (5) aufweist.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Stanzwerkzeug zum Ausstanzen eines Werkstückes, insbesondere Kunststoffformteils, umfassend ein erstes und ein zweites Werkzeugteil, wobei eines der beiden Werkzeugteile den Stempel mit einer umlaufenden äußeren Seitenwandung und das andere Werkzeugteil die Matrize mit einer umlaufenden inneren Seitenwandung bildet, wobei das erste und das zweite Werkzeugteil jeweils eine Werkstückseite, die zum Werkstück orientiert ist und in Richtung des Werkstückes diesem am nächsten ist, und eine Schneidkante zum Ausstanzen des Werkstückes aufweisen, wobei die Schneidkante von der Werkstückseite und der jeweiligen Seitenwandung gebildet wird.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind unterschiedliche Anordnungen bekannt, um innerhalb einer Produktionsanordnung Werkstücke auszustanzen.

[0003] Zum Ausstanzen von Werkstücken dienen vor allem Schneidmesser oder Stanzanordnungen mit Schneidkanten, die geradlinig sind. Diese Schneidkanten wirken auf das auszustanzende Werkstück ein und bewirken so ein Abschneiden der Ränder, bzw. ein Ausstanzen des Werkstückes. Das Ausstanzen erfolgt hierbei beispielsweise in einem Zusammenführen zweier Werkzeugteile, die als Stempel und Matrize ausgebildet sind, so dass der Stempel in die Matrize eingreifen kann und zugleich noch Raum für das auszustanzende Werkstück zwischen Stempel und Matrize erhalten bleibt. Das Schneiden erfolgt dabei beim Aneinanderentlangführen der beiden genau ineinander passenden Schneidkanten.

[0004] Als Anwendungsgebiet derartiger Stanzwerkzeuge sei exemplarisch hier das Ausstanzen von Lebensmittelschalen aus expandiertem Polystyrol genannt.

[0005] Hierzu werden allgemein Folien aus expandierbarem Polystyrol oder dergleichen über eine Tiefziehmaschine geführt, wobei die Tiefziehmaschine mittels eines Druckstempels, der in eine Ziehmatrize eingreift, die Formung der Folien aus expandierbarem Polystyrol vollzieht. Im Anschluss an die Formung erfolgt eine Ausstanzung der geformten Werkstücke mit einer gesonderten oder aber auch der gleichen Stempel-Matrizen-Anordnung.

[0006] Problematisch an den bekannten Anordnungen und Verfahren ist, dass die im Stand der Technik verwendeten Stempel-Matrizen-Anordnungen während des Ausstanzens sehr viel Stanzstaub produzieren. Insbesondere stellt dieses ein großes Problem bei Lebensmittelverpackungen dar, da diese Kontaminationen aufwendig entfernt werden müssen.

[0007] Weiterhin besteht konstruktionsbedingt nicht die Möglichkeit, Messerklingen oder dergleichen an die im Stand der Technik bekannten Stempel-Matrizen-Anordnungen anzuordnen, die ein Schneiden der Werkstücke ermöglichen würden, um entsprechenden Anforderungen an ein besseres Schneidresultat nachzukommen.

[0008] Ebenfalls spielt die Standzeit derartiger Stem-

pel-Matrizen-Anordnungen eine große Rolle, da diese durch die enormen Belastungen während des Ausstanzens des Materials einem hohen Materialverschleiß unterliegen.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Stanzanordnung aufzuzeigen, die konstruktiv einfach, wartungsarm und einem geringen Verschleiß unterliegend ausgebildet ist, mittels der eine Reduzierung der Kontamination des Werkstückes mit Stanzstaub und eine Reduzierung der beim Stanzen auftretenden Punktlast erzielt wird.

[0010] Gelöst wird diese Aufgabe mit einer Stanzanordnung nach Anspruch 1.

[0011] Dadurch, dass die Schneidkante des ersten und/oder des zweiten Werkzeugteils eine Vielzahl von Einzelfräsungen aufweist, wird die Schneidkante in mehrere kleinere Abschnitte aufgeteilt. Einzelfräsung bedeutet dabei eine örtlich begrenzte Ausnehmung, die in das Material des Werkzeugteils bzw. der Werkzeugteile an der Schneidkante eingeformt bzw. eingebracht ist. Bevorzugt wird diese Ausnehmung mit einem Fräser spanabhebend in das Material des Werkzeugs eingeformt. Dies kann fertigungstechnisch durch einen kurzen Hub des Fräasers in Richtung seiner Drehachse oder senkrecht zur Drehachse auf das Werkzeugteil hin gerichtet erfolgen.

[0012] Diese durch die Einzelfräsungen gebildeten Abschnitte beginnen und enden hierbei immer mit einer Ecke oder Bogen, die jede Einzelfräsung entlang der Schneidkante begrenzt. Durch diese Ecken oder Bögen in der Schneidkante erfolgt ein sanfteres Ausstanzen des Werkstückes während des Ein- bzw. Durchdringensvorganges der Schneidkante in das Werkstück. Das weichere und sanftere Austanzen des Werkstückes führt zu einem zu einer wesentlichen Reduzierung des Verschleißes der Stanzanordnung und zum anderen zu einer sehr starken Reduzierung des Stanzstaubes. Durch die Verteilung des Ausstanzvorgangs auf einen kleinen Hubweg der beiden Werkzeugteile zueinander, wird somit die beim Stanzen sonst entstehende erhebliche Punktlast verringert und quasi auf diesen Hubweg verteilt.

[0013] Die Standzeit einer derartigen Stanzanordnung verlängert sich bei gleichem Werkstoff von 4 Millionen Hübe auf etwa das vierfache, nämlich 16 Millionen Hübe, so dass hieraus ein großer wirtschaftlicher Vorteil gezogen werden kann, der zu einer direkten Kosteneinsparung führt. Die Reduktion des Stanzstaubes bei Einsatz einer derartig ausgebildeten Stanzanordnung liegt bei etwa 80%, so dass aufwendige Nacharbeiten, wie die nachgelagerte Reinigung der Werkstücke, entfallen können.

[0014] Dadurch, dass die Einzelfräsungen in einem oder mehreren Teilabschnitten oder verteilt auf der gesamten Schneidkante in der Schneidkante angeordnet sind, kann die Stanzanordnung auf das Werkstück und dessen Material ausgerichtet werden. Da es sich um Massenproduktion von Werkstücken handelt, ist eine individuelle Anpassung durchaus sinnvoll, wodurch eine

nur in Abschnitten ausgebildete Einzelfräsung sinnvoll ist. Insbesondere können die Einzelfräsungen aber auch umlaufend in die Schneidkante eingefräst sein, um so bei feinporigen Werkstücken effizient und sauber zu arbeiten.

[0015] Wenn die Einzelfräsungen einen Abstand untereinander aufweisen, lässt sich das Schnitt- bzw. Stanzergebnis verfeinern. Die Berandung des Werkstückes wirkt sauberer, wenn größere Abstände zwischen den Einzelfräsungen vorgesehen sind. Bei kleineren Abständen der Einzelfräsungen wird die Standzeit erhöht und der Stanzstaub reduziert.

[0016] Dadurch, dass die Einzelfräsungen in einem periodischen Muster angeordnet sind, lässt sich hierdurch die Stanzanordnung leichter herstellen. Gleichwohl ist eine chaotische Anbringung der Einzelfräsungen durchaus möglich.

[0017] Um ein gutes und sauberes Schnitt- oder Stanzergebnis zu erhalten, ist die Einzelfräsung in der Oberfläche der umlaufenden inneren oder äußeren Seitenwandung eingebracht ist, wobei ein Winkel α zwischen der Frässpur der Einzelfräsung mit der Oberfläche der jeweiligen Seitenwandung im Bereich von 2° bis 20° , bevorzugt 4° bis 10° , besonders bevorzugt 5° liegt.

[0018] Alternativ ist die Einzelfräsung in der Oberfläche der Werkstückseite eingebracht, wobei ein Winkel zwischen der Frässpur der Einzelfräsung mit der Oberfläche der Werkstückseite im Bereich von 2° bis 20° , bevorzugt 4° bis 10° , besonders bevorzugt 5° liegt. Hierdurch wird ein noch besseres Schneid- bzw. Stanzergebnis erzielt.

[0019] Wenn die Einzelfräsungen oder mehrere aufeinander folgende Einzelfräsungen abwechselnd in die Oberfläche der Werkstückseite und die Oberfläche der jeweiligen Seitenwandung eingebracht sind, erfolgt eine auf das Werkstückmaterial angepasste Auslegung der Schneidkante. Es können hierdurch auch Materialmischungen innerhalb eines Werkstückes sehr gut bearbeitet werden, da unterschiedliche Materialbereiche des Werkstückes unterschiedlich ausgestaltete Bereiche der Schneidkante der Stanzanordnung erfordern.

[0020] Dadurch, dass die Einzelfräsungen des ersten und des zweiten Werkzeugteils ein identisches Fräsmuster aufweisen, erfolgt ein sauberes Ineinandergreifen der Schneidkante des Stempels an der Schneidkante der Matrize.

[0021] Insbesondere ist es besonders vorteilhaft für das Schnittergebnis, wenn die identischen Fräsmuster des ersten und des zweiten Werkzeugteils keine Phasenverschiebung gegeneinander aufweisen, da hierbei die Kräfte und Gegenkräfte gleiche Vektoren aufweisen und so besonders effizient und materialschonend das Werkstück ausstanzen.

[0022] Wenn zwischen einer Einzelfräsung und der nächsten Einzelfräsung ein unbearbeiteter Bereich der Schneidkante ist, erfolgt ein einfaches Eindringen und dann ein sauberer Schnitt in das Material. Je nach Material kann die Länge des unbearbeiteten Bereiches der

Schneidkante variieren.

[0023] Dadurch, dass die Tiefe der Einzelfräsung an der Schneidkante am größten ist und sich entlang der Frässpur verringert, wird ein möglichst geringes Einwirken auf nicht zu behandelnde Teile des Werkstückes erzielt.

[0024] Wenn die Frässpur der Einzelfräsung einen konkaven Querschnitt aufweist, wird die Schneidkante weiter optimiert. Ein Fräsen mit einem Kugelfräser ist für ein solches Fräsergebnis mit einer konkaven Frässpur am Besten geeignet. Das Ergebnis beim Ausstanzen ist bei dieser Ausgestaltung am saubersten, da die auftretenden Kräfte sich entlang der konkav ausgebildeten Frässpur und insbesondere dem annähernd stetigen Übergang im Beginn und Ende der Einzelfräsung auf der Schneidkante verteilen.

[0025] Von besonderer Bedeutung bei einer Frässpur mit einem konkaven Querschnitt ist der Radius. Der Radius der konkaven Einzelfräsung liegt im Bereich von 1 mm bis 8 mm, bevorzugt im Bereich von 2 mm bis 6 mm und besonders bevorzugt im Bereich von 3 mm bis 5 mm. Insbesondere beträgt der Radius bei expandiertem Polystyrol als Werkstückmaterial 4 mm.

[0026] Dadurch, dass die Tiefe der Einzelfräsung an der Schneidkante im Bereich von 0,02 mm bis 0,8 mm, bevorzugt 0,05 mm bis 0,15 mm liegt, ist das Schneid- und Stanzergebnis besonders sauber. Bei expandiertem Polystyrol als Werkstückmaterial beträgt die Tiefe der Einzelfräsung bevorzugt 0,1 mm.

[0027] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Stanzanordnung anhand der beiliegenden Zeichnungen detailliert beschrieben.

[0028] Darin zeigen:

Fig. 1 eine räumliche Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines einzelnen Werkzeugteils des Stanzwerkzeuges mit einem vergrößerten Ausschnitt der Schneidkante im Detail,

Fig. 2 eine Draufsicht auf die Werkstückseite des in Fig. 1 dargestellten Werkzeugteils mit detaillierter Darstellung der Schneidkante,

Fig. 3 eine Seitenansicht auf die äußere Seitenwandung des in Fig. 1 und 2 dargestellten Werkzeugteils mit detaillierter Darstellung der Schneidkante und

Fig. 4 ein Schnitt entlang der in Fig. 2 eingezeichneten Schnittrlinie A-A des in Fig. 1, 2 und 3 dargestellten Werkzeugteils mit detaillierter Darstellung der Frässpur einer Einzelfräsung.

[0029] Das Stanzwerkzeug besteht aus einem Stempel und einer Matrize, die im Stand der Technik wohl bekannt sind. Aus diesem Grund braucht diese Stempel-Matrizen-Anordnung hier nicht weiter dargestellt oder beschrieben zu werden.

[0030] In Fig. 1 ist eine räumliche Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines einzelnen Werkzeugteils 1 des Stanzwerkzeuges mit einem vergrößerten Ausschnitt D1 der Schneidkante 4 im Detail gezeigt. Dieses einzelne Werkzeugteil 1 stellt in diesem Ausführungsbeispiel den oben genannten Stempel einer Stempel-Matrizen-Anordnung dar.

[0031] Das Werkzeugteil 1 weist eine Seitenwandung 2, in diesem Ausführungsbeispiel eine äußere Seitenwandung 2, auf. Die Seitenwandung 2 bildet die seitliche Begrenzung des Werkzeugteils 1. Weiter weist das Werkzeugteil 1 eine Werkstückseite 3 auf, die die Arbeitsfläche zum Werkstück bildet. An der Schnittlinie der äußeren Seitenwandung 2 und Werkstückseite 3 des Werkzeugteils 1 ist die Schneidkante 4 ausgebildet. Die Schneidkante 4 weist Einzelfräsungen 5 auf, die in einem Abstand Δs zueinander beabstandet sind.

[0032] Die Einzelfräsungen 5 haben eine Tiefe T, eine Länge L und eine Breite b. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Einzelfräsungen 5 konkav ausgebildet. Für die Beschreibung der konkaven Einzelfräsung 5 ist ein Radius r vorhanden. Der Radius r beschreibt die Größe des Radius eines Kugelfräskopfes, der für die Herstellung der Einzelfräsungen 5 in diesem Ausführungsbeispiel verwendet werden kann.

[0033] Im Innenraum des Werkzeugteils 1 ist ein Freiraum frei gelassen, um räumliche Werkstücke bearbeiten zu können. Hier können Erhebungen oder Ausbuchtungen des dreidimensionalen Werkstückes während des Ausstanzvorganges ungehindert verweilen. Die Detailansicht D1 in Fig. 1 zeigt die Schneidkante 4 detailliert in einer räumlichen Darstellung, so dass eine durch die in der Schneidkante 4 eingefrästen Einzelfräsungen 5 entstehende Wellenform erkennbar ist.

[0034] Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf die Werkstückseite 3 des in Fig. 1 dargestellten Werkzeugteils 1 mit einer vergrößerten detaillierten Darstellung D2 der Schneidkante 4. In der Draufsicht auf die Werkstückoberfläche 3 des Werkzeugteils 1 erkennt man die Form und Ausgestaltung der Einzelfräsungen 5, die ebenfalls in der Detaildarstellung D2 genauer zu sehen ist.

[0035] In Fig. 3 ist eine Seitenansicht auf die äußere Seitenwandung 3 des in Fig. 1 und 2 dargestellten Werkzeugteils 1 mit vergrößerter detaillierter Darstellung D3 der Schneidkante 4 dargestellt. Insbesondere ist hier die geringe Tiefe T der Einzelfräsungen 5 erkennbar, die einen oder wenige 1/10 mm betragen. Aufgrund dieser sehr geringen Tiefe T der Einzelfräsungen findet keine bleibende Deformierung der Werkstücksoberfläche während des Ausstanzvorganges statt. Der Radius r ist hier nur verkürzt dargestellt. Er beträgt beispielsweise 4 mm, wobei die Tiefe der Einzelfräsung etwa 0,1 mm beträgt.

[0036] Fig. 4 zeigt einen Schnitt entlang der in Fig. 2 eingezeichneten Schnittlinie A-A des in Fig. 1, 2 und 3 dargestellten Werkzeugteils 1 mit detaillierter vergrößerter Darstellung D4 der Frässpur 6 einer Einzelfräsung 5. Hier ist insbesondere detailliert die Frässpur 6 dargestellt, die in einem Winkel α in das Werkzeugteil 1 ein-

gebracht wurde. Die Länge L und die Tiefe T der Frässpur 6 der Einzelfräsung 5 sind ebenfalls deutlich dargestellt.

[0037] Der Schneid- bzw. Ausstanzvorgang wird nachfolgend kurz beschrieben.

[0038] Zum Ausstanzen bzw. Ausschneiden des Werkstückes bewegt sich der Stempel innerhalb der Stanzanordnung in Richtung der dazugehörigen negativen Matrize. Zwischen Stempel und Matrize ist das Werkstück angeordnet. Die Matrize ist derart ausgebildet, dass diese den Stempel in einer Ausnehmung aufnehmen kann, wobei soviel Platz zwischen Matrize und Stempel verbleibt, dass das Werkstück unbeschadet zwischen Matrize und Stempel während und nach dem Ausstanzen bzw. Ausschneiden verweilt.

[0039] Während des Schnittes bzw. der Ausstanzung verteilt sich die Schneidkraft, die zwischen dem Stempel und der Matrize entsteht, bei einer Ausführung mit Einzelfräsungen sowohl am ersten wie auch zweiten Werkzeugteil auf eine Hublänge von der zweifachen Tiefe T der Einzelfräsungen 5. Hierdurch wird der Schneid- bzw. Ausstanzvorgang zeitlich in die Länge gezogen, was zu den oben genannten Vorteilen führt.

Bezugszeichenliste

25

[0040]

1	Werkzeugteil
2	Seitenwandung
3	Werkstückseite
4	Schneidkante
5	Einzelfräsung
6	Frässpur
7	unbearbeiteter Bereich
b	Breite
Δs	Abstand
T	Tiefe
r	Radius
L	Länge
α	Winkel

Patentansprüche

1. Stanzwerkzeug zum Ausstanzen eines Werkstückes, insbesondere Kunststoffformteils, umfassend

- ein erstes und ein zweites Werkzeugteil (1), wobei eines der beiden Werkzeugteile (1) den Stempel mit einer umlaufenden äußeren Seitenwandung (2) und das andere Werkzeugteil (1) die Matrize mit einer umlaufenden inneren Seitenwandung (2) bildet, wobei das erste und das zweite Werkzeugteil (1) jeweils eine Werkstückseite (3), die zum Werkstück orientiert ist und in Richtung des Werkstückes diesem am nächsten ist, und eine Schneidkante (4) zum Ausstanzen des Werkstückes aufweisen, wobei die Schneidkante (4) von der Werkstückseite (3) und der jeweiligen Seitenwandung (2) gebildet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schneidkante (4) des ersten und/oder des zweiten Werkzeugteils (1) eine Vielzahl von Einzelfräsungen (5) aufweist.
2. Stanzwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelfräsungen (5) in einem oder mehreren Teilabschnitten oder entlang der gesamten Schneidkante in der Schneidkante (4) angeordnet sind.
 3. Stanzwerkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelfräsungen (5) einen Abstand (Δs) untereinander aufweisen.
 4. Stanzwerkzeug nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelfräsungen (5) in einem periodischen Muster angeordnet sind.
 5. Stanzwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelfräsung (5) in der Oberfläche der umlaufenden inneren oder äußeren Seitenwandung (2) eingebracht ist, wobei ein Winkel (α) zwischen der Frässpur (6) der Einzelfräsung (5) und der Oberfläche der jeweiligen Seitenwandung (2) im Bereich von 2° bis 20° , bevorzugt 4° bis 10° , besonders bevorzugt 5° liegt.
 6. Stanzwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelfräsung (5) in der Oberfläche der Werkstückseite (3) eingebracht ist, wobei ein Winkel (α) zwischen der Frässpur (6) der Einzelfräsung (5) und der Oberfläche der Werkstückseite (3) im Bereich von 2° bis 20° , bevorzugt 4° bis 10° , besonders bevorzugt 5° liegt.
 7. Stanzwerkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelfräsungen (5) oder mehrere aufeinander folgende Einzelfräsungen (5) abwechselnd in die Oberfläche der Werkstückseite (3) und die Oberfläche der jeweiligen Seitenwandung (2) eingebracht sind.
 8. Stanzwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelfräsungen (5) des ersten und des zweiten Werkzeugteils (1) ein identisches Fräsmuster aufweisen.
 9. Stanzwerkzeug nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die identischen Fräsmuster des ersten und des zweiten Werkzeugteils (1) keine Phasenverschiebung gegeneinander aufweisen.
 10. Stanzwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einer Einzelfräsung (5) und der nächsten Einzelfräsung (5) ein unbearbeiteter Bereich (7) der Schneidkante (4) ist.
 11. Stanzwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tiefe (T) der Einzelfräsung (5) an der Schneidkante (4) am größten ist und sich entlang der Frässpur (5) verringert.
 12. Stanzwerkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Frässpur (6) der Einzelfräsung (5) einen konkaven Querschnitt aufweist.
 13. Stanzwerkzeug nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Radius (r) der konkaven Einzelfräsung (5) im Bereich von 1 mm bis 8 mm, bevorzugt 2 mm bis 6 mm und besonders bevorzugt 3 mm bis 5 mm liegt, insbesondere 4 mm beträgt.
 14. Stanzwerkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tiefe (T) der Einzelfräsung (5) an der Schneidkante (4) im Bereich von 0,02 mm bis 0,8 mm, bevorzugt 0,05 mm bis 0,15 mm, besonders bevorzugt 0,1 mm beträgt.

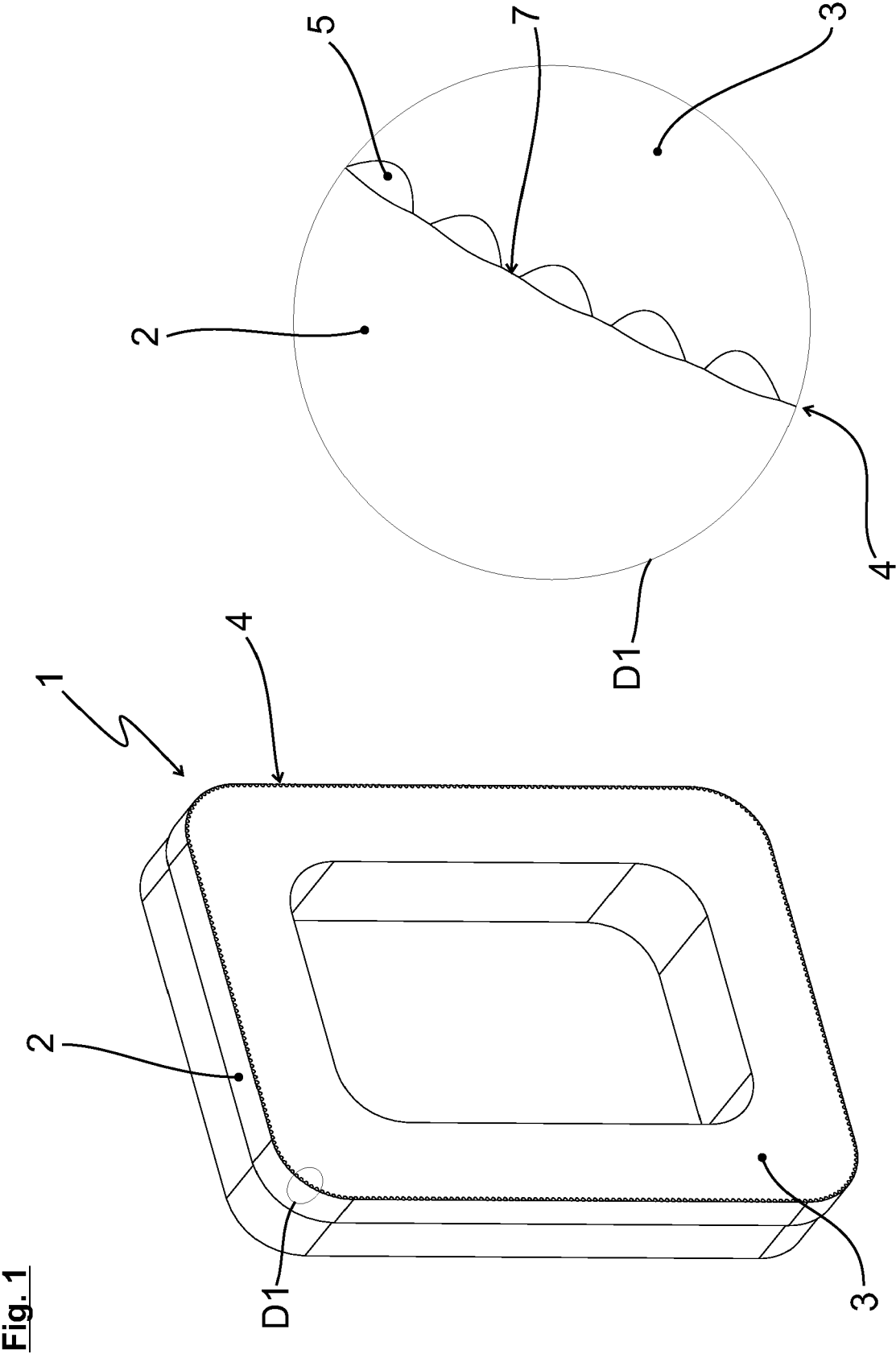
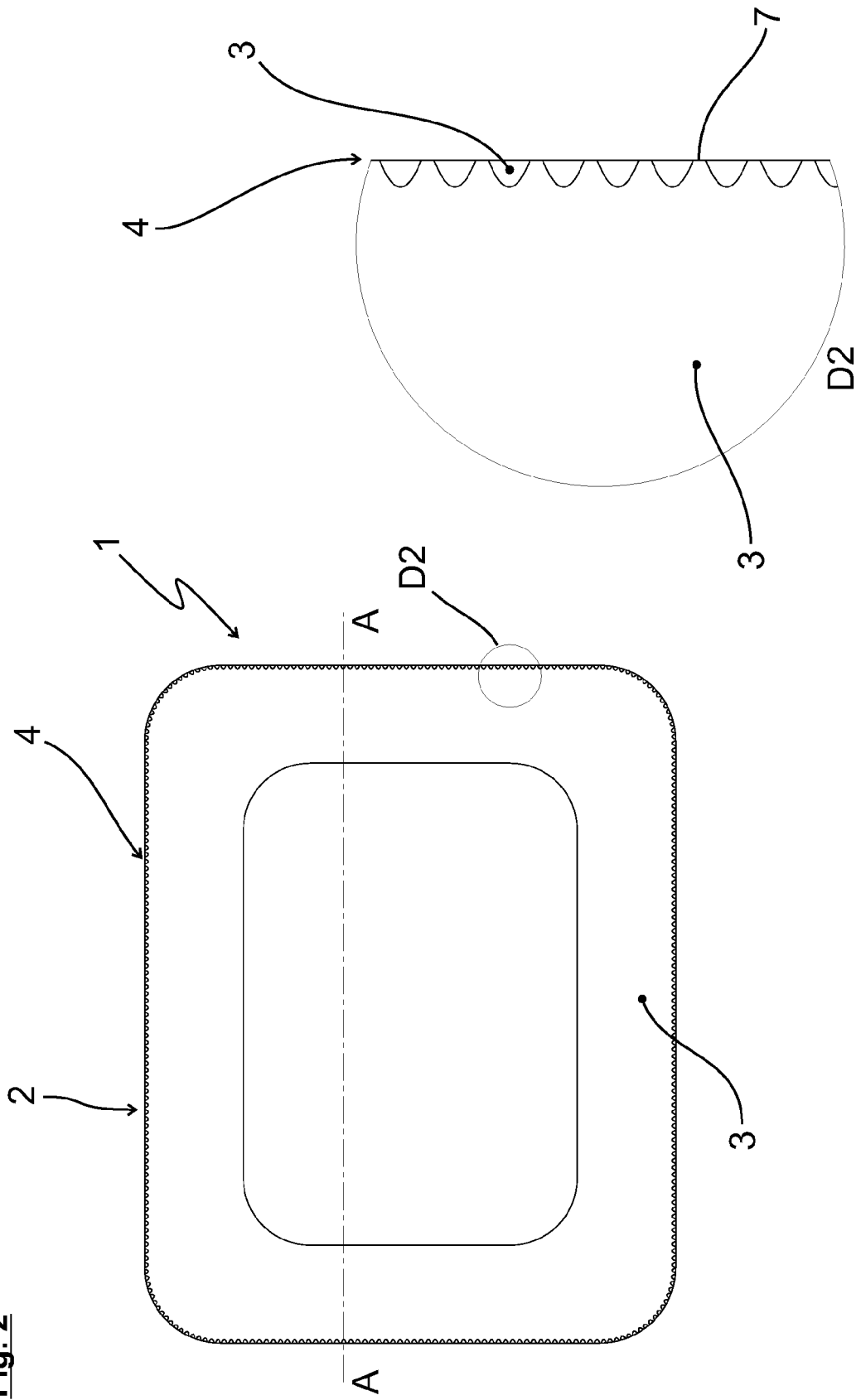


Fig. 2



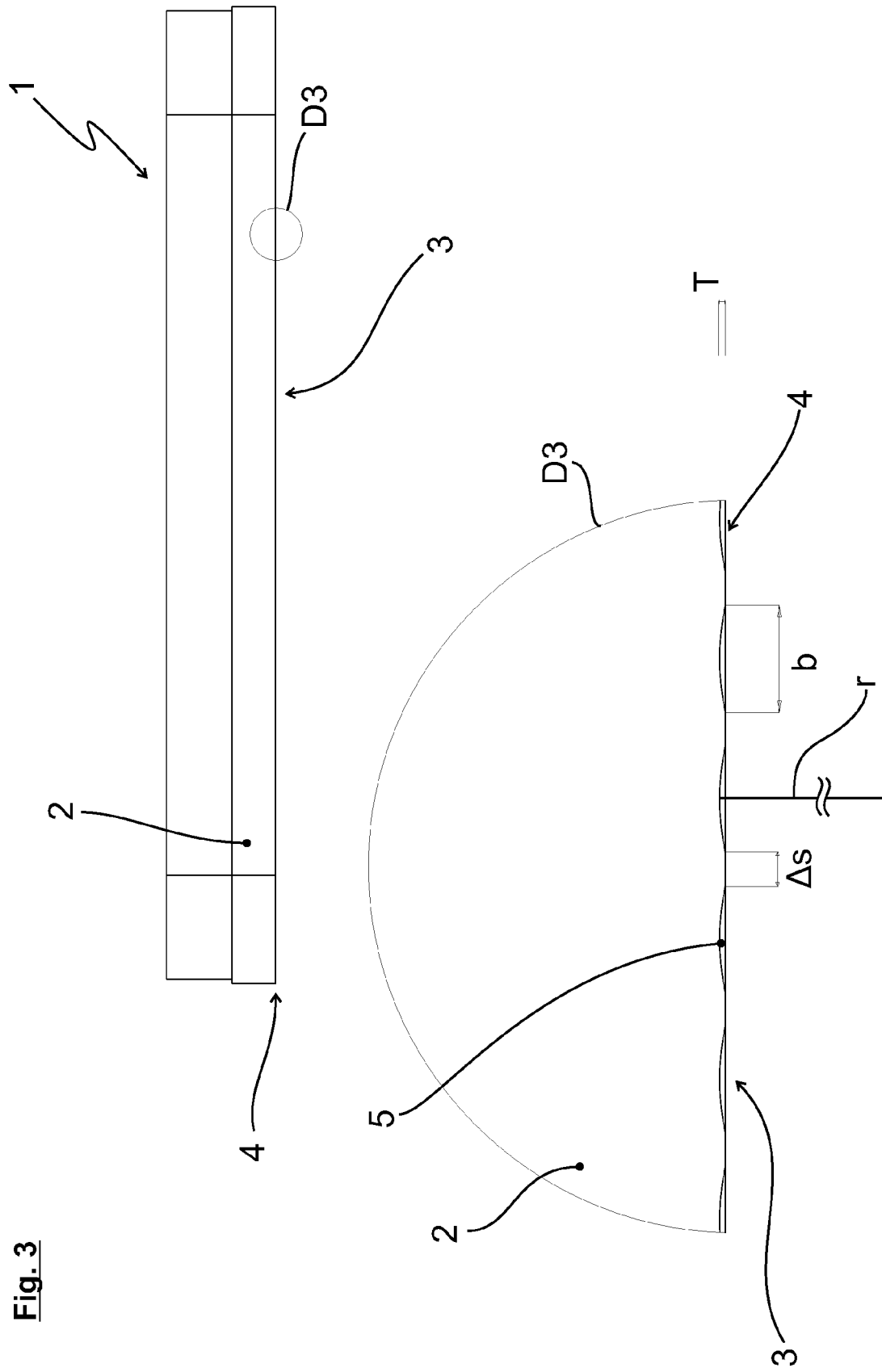


Fig. 4