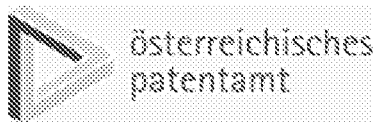


(19)



(10)

AT 518583 B1 2018-02-15

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50355/2016
(22) Anmeldetag: 21.04.2016
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2018

(51) Int. Cl.: **B29C 33/72** (2006.01)
B29C 45/26 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP 2590188 B2
JP 3057951 B2
EP 1312454 A2
JP S6377713 A

(73) Patentinhaber:
ENGEL AUSTRIA GmbH
4311 Schwertberg (AT)

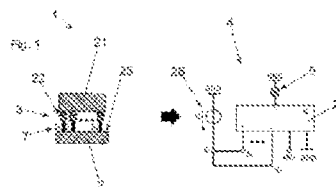
(72) Erfinder:
Hartung Gregor
4400 Steyr (AT)
Picheta Sebastian Dipl.Ing. (FH)
4490 St. Florian (AT)
Reith Lorenz Dipl.Ing. Dr.
4040 Linz (AT)

(74) Vertreter:
Torggler P. Mag.Dr., Hofinger St. Dipl.Ing. Dr.,
Gangl M. Mag. Dr., Maschler Ch. MMag. Dr.,
Hechenleitner B. Dipl.Ing. (FH) Dr., Lercher A.
Dipl.-Phys. Dr.
Innsbruck (AT)

(54) **Kunststoffformgebungsverfahren und Formgebungsmaschine**

(57) Vorrichtung zur Detektion von Verschmutzungen eines in Formgebungszyklen eingesetzten Formwerkzeugs (2) zur Herstellung eines Kunststoffbauteils, mit

- zumindest einem Messgerät (3) zur Detektion von durch die Verschmutzung nach einem Formgebungszyklus veränderten physikalischen Eigenschaften des Formwerkzeugs (2) und/oder einer Oberfläche (25) des Formwerkzeugs (2) und
- einer mit dem zumindest einen Messgerät (3) verbundenen Auswerteeinheit (4), welche dazu ausgebildet ist, Messwerte des zumindest einen Messgeräts (3) und/oder aus den Messwerten erstellte Verschmutzungsdaten über eine Schnittstelle (5) auszugeben.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Formgebungsmaschinen zur Durchführung von Kunststoffformgebungsverfahren.

[0002] Unter Formgebungsmaschinen sind Spritzgießmaschinen, Spritzpressen, Pressen und dergleichen zu verstehen.

[0003] Bei diversen Formgebungsverfahren zur Herstellung von Kunststoffbauteilen, beispielsweise bei der Herstellung von Faserkunststoffverbunden durch einen reaktiven Prozess, wie Harzinjektionsverfahren (RTM), SMC (sheet moulding compound) oder der anionischen Lactampolymerisation, kommt es zu prozessbedingten Verschmutzungen des Werkzeugs. Diese Verschmutzungen können sowohl aus Kunststoff- und Monomerresten, als auch Faser- und Trennmittelrückständen bestehen. Besonders vermehrt treten bedingt durch die Prozessführung und übliche geometrische Ausführung von Formgebungswerkzeugen sowie Dichtungskonzepte diese Verschmutzungen in den Randbereichen des Werkzeugs bzw. der Kavitäten auf; bei Injektionsverfahren (RTM oder Lactampolymerisation) insbesondere am Fließwegende.

[0004] Da diese Verschmutzungen die weitere Bauteilproduktion behindern und besonders Verschmutzungen der Dichtung oder etwaiger Tauchkanten das Fließverhalten des Kunststoffes bzw. des Reaktivsystems stark negativ beeinflussen oder sogar das Werkzeug beschädigen können ist es notwendig, zyklisch diese Rückstände zu entfernen. Je nach den spezifischen Prozessbedingungen muss diese Reinigung nach jedem Formgebungszyklus oder nach einer gewissen Anzahl von Formgebungszyklen erfolgen. Häufig wird dieser Reinigungsprozess durch einen Werker mit Hilfe von Bürsten, Spachteln, Druckluft etc. durchgeführt. Die optische Kontrolle durch den Werker ist dabei von entscheidender Bedeutung. Will man den Prozess vollautomatisiert betreiben so hat man das Problem, dass der Verschmutzungsgrad und die Anhaftung der Verschmutzung von Formgebungszyklus zu Formgebungszyklus nicht reproduzierbar sind. Ferner können sich von Formgebungszyklus zu Formgebungszyklus Schichten der üblicherweise verwendeten Entformungshilfsmittel aufbauen.

[0005] Alle gängigen, vollautomatisierten Lösungen wie zum Beispiel eine vom Roboter geführte, rotierende Bürste können nicht prozesssicher garantieren, dass das Werkzeug rückstandsfrei gereinigt wurde. Auch kann der Grad der Anhaftung von Rückständen so gravierend sein, dass solche Reinigungsverfahren die Verschmutzung nicht mehr vollständig beseitigen können. Eine Rückmeldung über den Erfolg der Reinigung wird nach derzeitigem Stand der Technik nicht gegeben, was eine weitere Kontrolle des Reinigungszustandes und eventuelle, manuelle Nacharbeiten durch den Werker unabdingbar macht. In einigen Fällen kann es dazu kommen, dass die Rückstände nur aus einer sehr dünnen, transparenten Kunststoffschicht bestehen, die für das menschliche Auge nur schwer zu erfassen ist. Die Gefahr, dass solche Rückstände vom Werker übersehen werden ist gegeben, was sich signifikant auf den nächsten Formgebungszyklus auswirken kann.

[0006] Es ist bekannt, Formgebungswerkzeuge für insbesondere Formgebungsprozesse zur Herstellung von Faserkunststoffverbundbauteilen mit reaktiver Prozessführung manuell nach jedem Formgebungszyklus oder periodisch zu reinigen. Da solche Verfahren in der Vergangenheit überwiegend bei nur geringen Stückzahlen mit unkritischer Zykluszeit zum Einsatz kamen, war diese Lösung praktikabel und ökonomisch vertretbar. Nach einer rein optischen Begutachtung des Werkzeugs muss der Werker mit Unterstützung diverser Hilfsmittel wie Bürsten, Spachtel, Druckluft usw. das Werkzeug, bedingt durch die Prozessführung und Werkzeuggeometrie besonders im Rand- bzw. Dichtungsbereich reinigen. Gegebenenfalls kann noch ein zusätzlicher Trennmittelauftrag durch den Werker manuell erfolgen. Für die gesamte Dauer der Reinigung steht der Produktionsprozess still.

[0007] Zur Erhöhung der Produktivität bei steigender Stückzahl gewinnt die halb- oder vollautomatische Prozessführung unter Reduktion des kostenintensiven Personaleinsatzes immer mehr an Bedeutung. Auch der Reinigungsprozess kann in diesem Fall automatisiert durchge-

führt werden. Beispielsweise kann eine Reinigungsvorrichtung von einem Roboter geführt werden. Die Vorrichtung selbst kann aus einem Bürstensystem bestehen.

[0008] In der Schrift DE 10 2013 109858 (A1) wird beispielsweise eine Vorrichtung zur Reinigung eines Werkzeugs zur Herstellung von Formteilen beschrieben die dadurch gekennzeichnet ist, dass in der Reinigungsvorrichtung die Reinigungsmittel, z.B. Bürsten, entlang einer Führungsbahn bewegbar angeordnet sind, wobei die Führungsbahn in Teilen oder im Wesentlichen der Werkzeugkontur einer Werkzeughälfte entspricht. Die Vorrichtung muss dabei immer werkzeugspezifisch erstellt werden.

[0009] Die Schrift DE 10 2013 109 859 (A1) beschreibt im Wesentlichen ein Transfersystem das es ermöglicht, eine Reinigungsvorrichtung mit Reinigungsmitteln zum Beispiel durch ein Transfersystem derart in eine Formgebungsmaschine hinein- und hinauszufahren, dass sowohl die obere, als auch die untere Werkzeughälfte entsprechend gereinigt werden können.

[0010] Statt Bürsten kann auch mit Druckluft gearbeitet werden. In der Schrift DE 38 37 257 (A1) ist eine Vorrichtung zum Reinigen eines Formwerkzeugs mit Hilfe von Blasdüsen zur Unterstützung des Reinigungsprozesses beschrieben.

[0011] Ebenfalls bekannt ist eine Vielzahl von Off-Line-Reinigungsmethoden, die einen Ausbau des Formgebungswerkzeuges erfordern. Beispielhaft seien hier die Reinigung mit Festkörper- oder Diodenlaser, Ultraschall- oder Reinigungsbäder sowie diverse Strahlmethoden, wie etwa Sandstrahlreinigung erwähnt.

[0012] Alternativ können Werkzeugbeschichtungen zum Einsatz kommen, die Ablagerungen verhindern und das Eintrennen des Werkzeugs ersetzen. Die Schrift EP1301286 (B1) beschreibt das Aufbringen einer permanenten polymeren Entformungsschicht mittels Plasmapolymersation, welche das Eintrennen während des Prozess weitestgehend ersetzen soll.

[0013] Das relativ aufwendige, manuelle Reinigen, erfordert neben Personaleinsatz auch eine relativ lange Stillstandzeit, da während der Reinigung der Produktionsprozess ausgesetzt werden muss. Dies ist bei geforderter hoher Produktivität in der Produktion von großen Stückzahlen nicht mehr hinnehmbar. Der Reinigungsprozess muss voll- oder zumindest teilautomatisiert durchgeführt werden, um Großserien bedienen zu können.

[0014] Stillstandzeiten treten auch bei allen Off-Line-Reinigungsverfahren wie der Reinigung im Ultraschallbad oder der Reinigung mit Strahlverfahren auf, da dafür das Werkzeug ausgebaut werden muss und für die Dauer der Reinigung nicht zur Verfügung steht. Ein zyklisches Reinigen nach jedem Formgebungszyklus ist mit diesen Verfahren nicht wirtschaftlich durchführbar. Sie kommen nur für Grundreinigungen in Frage.

[0015] Alle vorrichtungsgeführten Verfahren, zum Beispiel das Führen von Reinigungsmitteln wie Bürsten, Laser oder Druckluft bringen einige Nachteile mit sich. Da der Grad der Verschmutzung und dessen lokale Verteilung sowie der Grad der Anhaftung nicht reproduzierbar sind, kann nicht sichergestellt werden, dass wirklich alle Verschmutzungen prozesssicher entfernt werden. So würden einige Bereiche des Werkzeugs einen höheren Reinigungsaufwand, andere Bereiche dafür nur wenig oder gar keinen Reinigungsaufwand benötigen. Alle bekannten Vorrichtungen sind nicht in der Lage, hier entsprechend zu differenzieren, was einerseits zu einem erhöhten Zeitaufwand bedingt durch die Reinigung von eigentlich sauberen Stellen führt und andererseits die Gefahr von zurückbleibenden Verschmutzungen mit sich bringt. Auch kommt es zu einer höheren Belastung des Werkzeugs, der Dichtung und der im Werkzeug verbauten Sensorik durch den Reinigungsvorgang. Es ist also ein Werker notwendig, der nach dem Reinigungszyklus das Reinigungsergebnis kontrolliert und gegebenenfalls nacharbeitet. Insbesondere bei sehr dünnen, transparenten Kunststoffrückständen wie beispielsweise beim Harzinjektionsverfahren oft an Dichtkanten zu beobachten, besteht die Gefahr, dass diese vom menschlichen Auge nicht erfasst werden und im Werkzeug verbleiben.

[0016] Die Verwendung von speziellen Werkzeugbeschichtungen verhindert zwar temporär das Anhaften von Rückständen, lose Rückstände können dennoch im Werkzeug zurückbleiben und

erfordern einen separaten Reinigungsprozess. Ferner ist das Versehen eines Werkzeugs einer solchen Beschichtung aufwändig, kostenintensiv und nur mit Spezialequipment möglich. Bei Beschichtungen besteht darüber hinaus immer die Gefahr, dass diese nicht Dauerbeständig sind, eine periodische Erneuerung muss daher ebenfalls oftmals extern durchgeführt werden was wiederum die Notwendigkeit mit sich bringt das Werkzeug auszubauen und extern zu verschicken.

[0017] In der JP 2590188 B2 wird eine Sonde zur Durchführung einer Widerstandsmessung bei einer Kavitätenoberfläche offenbart, wobei auf Basis der Messwerte eine Reinigungszeit festgelegt wird.

[0018] In der EP 1 312 454 A2 wird die Kavitätenoberfläche mit sichtbarem Licht bestrahlt, um Verschmutzungen zu detektieren.

[0019] In der JPS6377713 A wird vorgeschlagen, ein kavitätenbildendes Teil auszubauen und aus der Verschmutzung des Teils auf den Verschmutzungsgrad der ganzen Kavität zu schließen.

[0020] Alle bekannten, automatisierten Verfahren haben den Nachteil gemeinsam, dass es immer nur zu einer mehr oder weniger pauschalen Reinigung kommt, die keine Prozesssicherheit gewährleisten kann.

[0021] Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Reinigung des Formwerkzeugs bereitzustellen, welche eine höhere Prozesssicherheit bieten und trotzdem eine Automatisierung erlauben.

[0022] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zur Detektion von Verschmutzungen gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Verwendung einer Vorrichtung zur Detektion von Verschmutzungen gemäß den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

[0023] In Bezug auf die Vorrichtung geschieht dies durch

- zumindest ein Messgerät zur Detektion von durch die Verschmutzung nach einem Formgebungszyklus veränderten physikalischen Eigenschaften des Formwerkzeugs und/oder einer Oberfläche des Formwerkzeugs und
- eine mit dem zumindest einen Messgerät verbundene Auswerteeinheit, welche dazu ausgebildet ist, Messwerte des zumindest einen Messgeräts und/oder aus den Messwerten erstellte Verschmutzungsdaten über eine Schnittstelle auszugeben,

wobei eine Reinigungsvorrichtung in die Vorrichtung integriert ist.

[0024] In Bezug auf die Verwendung der Vorrichtung wird dies dadurch erreicht, dass

- Verschmutzungen nach einem Formgebungszyklus mittels wenigstens eines Messgeräts zur Detektion von durch die Verschmutzung veränderten physikalischen Eigenschaften des Formwerkzeugs und/oder einer Oberfläche des Formwerkzeugs detektiert werden und
- Messwerte des zumindest einen Messgeräts und/oder aus den Messwerten erstellte Verschmutzungsdaten ausgegeben werden,

eine Reinigungsvorrichtung in die Vorrichtung integriert ist.

[0025] Die Erfindung beschreibt also ein Verfahren zur Detektion von Verunreinigungen auf der Oberfläche von Formgebungswerkzeugen, insbesondere einsetzbar bei der Herstellung von Faserkunststoffverbundbauteilen. Die Detektion der Verunreinigungen kann auf Kontakt- bzw. abstandsabhängigen elektrischen oder elektromagnetischen Verfahren wie Widerstandsmessung, Wirbelstrommessung oder einer induktiven Messung basieren. In Kombination mit einem Reinigungsmittel kann das Verfahren zu einer Vorrichtung erweitert werden, die eine effiziente und prozesssichere Werkzeugreinigung ermöglicht.

[0026] Die Detektion der Verunreinigung kann vorzugsweise resistiv (Widerstands- bzw. Durchgangsmessung), induktiv oder mit Hilfe einer Wirbelstrommessung erfolgen.

[0027] Bei den veränderten physikalischen Eigenschaften kann es sich um solche physikalischen Eigenschaften handeln, welche einen direkten Einfluss auf das Formgebungsverfahren

haben, wie beispielsweise eine Dicke einer Verschmutzungsschicht, welche die Form der produzierten Kunststoffbauteile beeinflussen würde. Aber es kann sich auch um eine physikalische Eigenschaft handeln, die vom Formgebungsprozess normalerweise unabhängig ist, wie beispielsweise elektromagnetische Eigenschaften.

[0028] Zur Detektion von Verschmutzungen kann eine Referenzmessung zum Vergleich herangezogen werden, welche bei unverschmutztem Formwerkzeug aufgenommen wurde.

[0029] Es kann eine Bewegungsvorrichtung vorgesehen sein, welche dazu ausgebildet ist, das zumindest eine Messgerät nach einem Formgebungszyklus so zu bewegen und anzuordnen, dass ein potenziell verschmutzter Bereich des Formwerkzeugs vom zumindest einen Messgerät detektierbar ist. Insbesondere kann die Vorrichtung dabei zwischen die zwei Formhälften bewegt werden. Dies ermöglicht es, das zumindest eine Messgerät näher an die potenziell verschmutzten Bereiche heran zu bringen, wodurch in manchen Fällen die Genauigkeit der Messung gesteigert werden kann.

[0030] Es kann auch eine Bewegung entlang einer vorher definierten Trajektorie erfolgen, um mehrere Bereiche des Formwerkzeugs erfassen zu können.

[0031] Eine Bewegung des zumindest einen Messgeräts kann aber auch manuell erfolgen.

[0032] Die Bewegungsvorrichtung kann beispielsweise als Handlingroboter ausgeführt sein.

[0033] Das zumindest eine Messgerät kann zur Durchführung eines induktiven, resistiven, magnetischen und/oder kapazitiven Detektionsverfahrens ausgebildet sein.

[0034] Das zumindest eine Messgerät kann über einen Schleifkontakt, einen Magnet, eine Messspule und/oder einen Hall-Sensor verfügen. Insbesondere Schleifkontakte können gefedert gelagert sein, um sich der Oberfläche des Formwerkzeugs anzupassen.

[0035] Es können zumindest zwei Messgeräte vorgesehen sein, welche dazu ausgebildet sind, Verschmutzungen an verschiedenen Stellen des Formgebungswerkzeugs zu detektieren. Dadurch kann nicht nur festgestellt werden, dass eine Verschmutzung vorliegt, sondern es kann bestimmt werden, welcher Bereich des Formwerkzeugs verschmutzt ist.

[0036] Dafür können die zumindest zwei Messgeräte im Wesentlichen in einer Linie oder einer Fläche angeordnet sein und auf diese Weise gemeinsam gelagert sein. Die (jeweils gedachte) Linie oder die Fläche (kann dann auch als „Array“ bezeichnet werden), an der die zumindest zwei Messgeräte angeordnet sind, können dabei gekrümmt sein, insbesondere, um eine Anpassung an die Kontur des Formwerkzeugs zu erreichen.

[0037] Die so gemeinsam gelagerten zumindest zwei Messgeräte können zur Detektion von Verschmutzungen über vordefinierte Trajektorien über das Formwerkzeug geführt bzw. verfahren werden. Über den Zeitpunkt, an dem eine Verschmutzung detektiert wird, kann dann auch eine räumliche Information über die Verschmutzung entstehen und über die Schnittstelle weitergegeben werden.

[0038] In die erfindungsgemäße Vorrichtung kann eine Reinigungsvorrichtung integriert sein, welche dazu ausgebildet ist, das Formwerkzeug zu reinigen, und die Vorrichtung kann dazu ausgebildet sein, die Messwerte und/oder die Verschmutzungsdaten über die Schnittstelle an die Reinigungsvorrichtung auszugeben. Die Reinigungsvorrichtung kann dann beispielsweise genau an den verschmutzten Bereichen automatisiert eine Reinigung durchführen.

[0039] Es kann aber auch zumindest eine Reinigung des Formwerkzeugs davor oder während der Detektion der durch die Verschmutzung veränderten physikalischen Eigenschaften des Formwerkzeugs durchgeführt werden. Beispielsweise kann eine nach der Reinigung durchgeführte Detektion der Überprüfung der Reinigung dienen. Falls beispielsweise gewisse Bereiche des Formwerkzeugs unabhängig von der Detektion gereinigt werden, kann auch eine mit der Detektion gleichzeitige Reinigung vorteilhaft sein, um zu überprüfen, ob andere Bereiche ebenfalls zu reinigen sind.

[0040] Natürlich kann auch die Reinigung des gesamten Formwerkzeugs vorgesehen sein.

[0041] Die Reinigungsvorrichtung kann über Reinigungsmittel wie beispielsweise Laser, Bürsten, Spachteln, Druckluft und dergleichen verfügen.

[0042] Die Vorrichtung kann außerdem über eine Auftragvorrichtung verfügen, welche dazu ausgebildet ist, ein Trennmittel auf das Formwerkzeug aufzutragen, um das Entformen zu erleichtern und der Bildung von Verschmutzungen vorzubeugen. Dies kann auch gleichzeitig mit der Reinigung oder der Detektion geschehen. Dies bietet den Vorteil, dass besonders oft oder hartnäckig verschmutzte Bereiche individuell mit dem Trennmittel behandelt werden können.

[0043] Es kann zusätzlich eine Absaugvorrichtung vorgesehen sein, welche überschüssiges Trennmittel und/oder bei der Reinigung anfallende Aerosole, Partikel und dergleichen absaugen kann.

[0044] Die Schnittstelle kann eine Visualisierungsvorrichtung - insbesondere einen Bildschirm - umfassen, mittels welcher die detektierte Verschmutzung für einen Menschen visualisierbar ist. Die Visualisierung kann dabei an einer Maschinensteuerung der Formgebungsmaschine oder separat geschehen.

[0045] In einer bevorzugten Ausführungsform können die ermittelten Messwerte mit Referenzmesswerten am Formgebungswerkzeug in gereinigtem Zustand verglichen werden. Diese Referenzmessung kann einmalig, aber auch zyklisch vor jedem Formgebungszyklus stattfindenden.

[0046] Eine Kombination einer dieser Ausführungsformen mit einem nachgelagerten automatischen oder manuellen Reinigungsprozess kann besonders bevorzugt sein.

[0047] Schutz wird ebenfalls begehrt für eine Formgebungsmaschine mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung sowie die Verwendung bei einem Kunststoffformgebungsverfahren, wobei in Formgebungszyklen Kunststoffbauteile - vorzugsweise mittels eines reaktiven Formgebungsverfahrens - hergestellt werden.

[0048] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich anhand der Figuren sowie der dazu gehörigen Figurenbeschreibung. Dabei zeigen:

[0049] Fig. 1 und 2 Darstellungen zur Veranschaulichung eines erfindungsgemäßen Verfahrens und einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0050] Fig. 3 bis 7 Darstellungen weiterer Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0051] Fig. 8 eine Darstellung einer erfindungsgemäßen Formgebungsmaschine sowie

[0052] Fig. 9 eine Darstellung einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

[0053] Ein mögliches Verfahren für die Verschmutzungsdetektion, insbesondere vorteilhaft zur Bestimmung elektrisch isolierender Verschmutzungen auf Werkzeugen aus einem elektrisch leitenden Werkstoff, funktioniert auf Basis einer resistiven Messung. Bei der resistiven Messung nach den Fig. 1 und 2 macht man sich die elektrisch isolierende Eigenschaft der Verschmutzungen 28 (insbesondere Kunststoffverschmutzungen) zu nutze.

[0054] Dafür sind an einer Halterung 21 der Vorrichtung 1 mehrere Schleifkontakte 7 (durchnummeriert als S_1 bis S_n) angebracht, welche Messgeräte 3 bilden (linke Darstellungen der Fig. 1 und 2). Diese Schleifkontakte 7 stehen im Kontakt mit der Oberfläche 25 des Formwerkzeugs 2. In den rechten Darstellungen der Fig. 1 und 2 ist die elektrische Verschaltung der Schleifkontakte 7 in der Auswerteeinheit 4 dargestellt.

[0055] Über die Spannungsquelle 26 wird zwischen den Kontakten S_1 und S_2 bis S_n jeweils die Quellenspannung U_q angelegt. Im Entscheidungsblock 27 sind die Kontakte S_2 bis S_n UND-verknüpft, wodurch das Ausgangssignal an der Schnittstelle 5 produziert wird.

[0056] Solange alle Schleifkontakte 7 mit der metallischen Oberfläche 25 des Formwerkzeugs 2 in leitendem Kontakt stehen, liefern diese auch ein elektrisches Signal (Bei Fig. 1 ohne Verschmutzung „1“). Wird einer der Schleifkontakte 7 über eine Verschmutzung 28 nach Fig. 2

geführt, kommt es durch deren isolierende Eigenschaft zur Unterbrechung des elektrischen Signals, welche detektiert wird (mit Verschmutzung: „0“). Es liegt also die Information vor, dass eine Verschmutzung 28 des Formwerkzeugs 2 vorhanden ist.

[0057] Es ist zu bemerken, dass die gefederte Lagerung der Schleifkontakte 7 jeweils mittels einer Feder 22 dafür sorgt, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 nicht an Verschmutzungen 28 stecken bleibt oder gar beschädigt wird. Weiters wird durch die gefederte Lagerung erreicht, dass sich die Schleifkontakte 7 der Oberfläche 25 des Formwerkzeugs 2 anpassen. Die Schleifkontakte 7 lassen sich auch einzeln auswerten. Auf diese Weise kann eine Verschmutzung 28 lokal identifiziert werden, d.h. räumlich aufgelöst detektiert werden. Es lassen sich beliebig viele solcher Kontakte S_1 bis S_n anordnen.

[0058] In einer vorteilhaften Ausführungsform können die Schleifkontakte 7 in einer Linie angeordnet werden und von einer beispielhaften Vorrichtung nach Fig. 3, zum Beispiel von einem Roboter über das Formwerkzeug 2 geführt werden.

[0059] Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, bei der eine Reinigungsvorrichtung 8 integriert ist. Die Reinigungsvorrichtung 8 verfügt dabei beispielhaft über eine Bürste 31 als Reinigungsmittel.

[0060] Der Schleifkontakt 7 ist dabei außerdem intrinsisch federnd als Blattfeder ausgebildet.

[0061] Eine weitere Ausführungsform der Verschmutzungsdetektion basiert auf einem magnetisch-induktiven Messprinzip nach Fig. 4. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft einsetzbar wenn das Formwerkzeug 2 aus einem ferromagnetischen Werkstoff besteht. Bei der induktiven Messung wird mit Hilfe eines Schwingkreises 35 (Oszillators) durch Anlegen einer Spannung ein Magnetfeld erzeugt. Der Schwingkreis 35 ist in Fig. 4 rein schematisch dargestellt.

[0062] Durch einen Ferritkern in der Spule wird dieses Magnetfeld in die gewünschte Richtung, also in Richtung der Oberfläche 25 des Formwerkzeugs 2 gerichtet. Wird ein Betätigungsobjekt am Sensor vorbeigeführt, wird dem Oszillator Energie entzogen und die Oszillatorspannung fällt ab. Wird der Sensor über eine Verschmutzung 28 geführt, ergibt sich eine andere Oszillatorspannung, als wenn der Sensor über die saubere Oberfläche 25 geführt wird. Mit Hilfe eines Komparators 36 lässt sich diese Spannungsänderung detektieren und eine entsprechende Ausgangsstufe relativ zu einer definierbaren Schaltschwelle setzen, wodurch die Verschmutzung 28 erkannt wird und ein entsprechendes Signal wird über die Schnittstelle 5 ausgegeben.

[0063] Eine weitere in Fig. 5 dargestellte Ausführungsform der Erfindung basiert auf einem magnetischen Messverfahren. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn das verwendete Formwerkzeug 2, auf welchem Verschmutzungen 28 detektiert werden sollen, aus einem magnetischen, insbesondere einem ferromagnetischen, Werkstoff besteht. Messgröße ist hierbei die benötigte Abzugskraft eines Magneten 37 (Permanent- oder Elektromagnet) welcher von der Oberfläche 25 des Formwerkzeugs 2 bzw. der aufliegenden Verschmutzung 28 entfernt bzw. abgezogen wird. Die Haft- bzw. benötigte Abzugskraft ist hierbei abhängig vom Material des Werkzeug-Grundkörpers und von der Dicke der Verschmutzungsschicht. Die Abhängigkeit vom Werkzeug-Grundkörper lässt sich hierbei durch eine Referenzmessung des nicht-verunreinigten Formwerkzeugs 2 eliminieren. Eine Verunreinigung des Formwerkzeugs 2 äußert sich somit durch eine geringere Abzugskraft.

[0064] Eine weitere in Fig. 6 dargestellte Ausführungsform der Erfindung basiert auf einem Wirbelstromverfahren. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft einsetzbar wenn das Formwerkzeug 2 aus einem metallischen, aber nicht magnetisierbaren Werkstoff besteht. Im Folgenden ist das Grundprinzip erklärt:

[0065] Durch Anlegen eines Wechselstroms wird in einer Messspule 38 ein magnetisches Wechselfeld erzeugt und so im Werkzeugmaterial Wirbelströme induziert. Dies führt wiederum zur Modulation des Magnetfelds der Spule und zu einer Reduktion der Induktivität. Die beeinflusste Messgröße ist die Änderung des induktiven Widerstandes der Messspule 38 durch die Schichtdicke der Verschmutzung 28. Zur Verwendung als Detektionsmethode kann diese bei-

spielsweise durch Anordnung der Messspule 38 in einem Schwingkreis 35 detektiert werden.

[0066] Auch bei dieser Ausführung ist eine, wenngleich konstante, Abhängigkeit vom Werkzeugmaterial gegeben, welche beispielsweise mit einer Referenzmessung eliminiert werden kann. Diese Referenzmessung kann einmalig, aber auch zyklisch vor jedem Formgebungszyklus stattfindenden.

[0067] In Figur 7 ist eine Ausführung mit einem Hall-Sensor 39 zur Messung einer Komponente eines Magnetfelds am Ort der Hall-Sonde 39 dargestellt. Denn Verschmutzungen 28 ändern auch das ohnehin vorhandene Magnetfeld, wodurch die Verschmutzungen 28 detektiert werden können. Es wird also kein zusätzliches Magnetfeld erzeugt wie bei den Ausführungen nach Fig. 4 bis 6. Das bei nicht-verschmutztem Formwerkzeug 2 vorhandene Magnetfeld kann - wie bei den vorherigen Ausführungsformen durch eine Referenzmessung ermittelt werden.

[0068] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform können oben beschriebene Detektionsverfahren auf die Weise umgesetzt werden, indem die jeweiligen Messgeräte (Schleifkontakte, Magnete, Messspulen, Hallsensoren,...) großflächig auf einer Matrize oder einem Array angeordnet sind, welches plattenförmig, oder aber auch Teilen der, oder der gesamten Topologie des Werkzeuges nachempfunden ist. Mit einem Handhabungsgerät als Bewegungsvorrichtung lässt sich mit dieser Matrize automatisiert die Ober- und / oder Unterseite der Form abfahren.

[0069] Insbesondere bei Nachbildung der Werkzeugtopologie durch das Array hat diese Ausführungsform den Vorteil, dass die Detektion der Verschmutzung besonders schnell erfolgen kann.

[0070] In einer alternativen Ausführungsform können die Detektionsverfahren derart angewendet werden, in dem die beschriebenen Messmittel mittels einer Bewegungsvorrichtung 6 über eine oder beide Formhälften oder Teile derselben geführt werden. Dies kann beispielsweise an Hand einer vorher programmierten Trajektorie geschehen. Wie in Figur 5 dargestellt, kann die Bewegungsvorrichtung als Handhabungsgerät bzw. Handlingroboter ausgeführt sein.

[0071] Fig. 5 zeigt eine Formgebungsmaschine 11 mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1. Die Schnittstelle 5 kann dabei eine Verbindung mit einer Maschinensteuerung der Formgebungsmaschine 11 herstellen.

[0072] Das Ergebnis der Detektion kann dadurch mit Hilfe der Maschinensteuerung ausgewertet und bei Bedarf visualisiert werden. Bei einer solchen Ausführung kann der Bediener durch die Maschinensteuerung der Formgebungsmaschine über den lokalen oder gesamten Reinigungs- oder Verschmutzungszustand des Formwerkzeuges 2 informiert werden.

[0073] Natürlich kann auch eine Visualisierung separat von der Maschinensteuerung vorgesehen sein.

[0074] Das erfindungsgemäße Verfahren kann in Kombination mit einer vor- und / oder nachgeschalteten Formreinigung mit einem oder mehreren Reinigungsmitteln, beispielsweise einem oder mehreren Lasern, Bürsten, Spachteln oder Druckluft durchgeführt werden. Detektions- und Reinigungsprozess können gemeinsam in einer Vorrichtung 1, aber auch in getrennten Vorrichtungen realisiert werden.

[0075] Die lokale Applikation von Entformungshilfsmitteln (Trennmittel) oder Reinigern, vor, während oder nach der Reinigung kann ebenfalls vorgesehen sein. Besonders bevorzugt ist hierbei ein Auftrag des entsprechenden Trennmittels auf einer Reinigungsbürste 31 nach Fig. 5 und Fig. 6 und somit eine Kombination von Reinigungsprozess und Trennmittelauftrag.

[0076] Für das Auftragen des Trennmittels ist eine Auftragvorrichtung 9 vorgesehen, welche eine aus einem Vorratsbehälter 44 beschickte Düse 43 aufweist. Wie Fig. 6 zu entnehmen ist, wird das Trennmittel durch die Düse 43 auf die Bürste 31 gesprüht und durch die Bürste 31 auf die Oberfläche 25 des Formwerkzeuges 2 aufgetragen.

[0077] Zum Nachfüllen des Vorratsbehälters 44 verfügt die Auftragvorrichtung über eine

Trennmittelzufuhr 45, welche beispielsweise über einen Tank 42 und eine Leitung 41 gespeist werden kann (siehe Fig. 5).

[0078] Es kann zusätzlich eine Absaugvorrichtung 46 vorgesehen sein, welche überschüssiges Trennmittel und/oder bei der Reinigung anfallende Aerosole, Partikel und dergleichen absaugen kann.

[0079] Mit den gewonnenen Informationen aus der Verschmutzungsdetektion ist es möglich, nur die verschmutzten Bereiche partiell mit der benötigten Intensität zu reinigen und das Ergebnis anschließend vollautomatisch zu verifizieren. Nicht nur die Zykluszeit wird dadurch signifikant verkürzt, auch die Oberfläche 25 des Formwerkzeugs 2, Dichtungen und werkzeugintegrierte Sensorik werden geschont. Sollte sich eine Verschmutzung 28 nicht entfernen lassen, kann ein Warnsignal ausgegeben und der Maschinenablauf unterbrochen werden. Somit kann das Maß an Prozesssicherheit erreicht werden, dass ein vollautomatisierter Prozess erfordert.

[0080] Soll die Reinigung nicht vollautomatisiert, sondern durch einen Werker erfolgen, so kann die Visualisierung der Verschmutzung als Orientierung dienen um die Verschmutzungen besonders von Verschmutzungen 28 in Form von für das menschliche Auge schwer erkennbaren Rückständen zu detektieren, wodurch die manuelle Reinigung effizienter und schneller erfolgen kann.

[0081] Des Weiteren kann es vorgesehen sein, dass sowohl das zur Verschmutzungsdetektion verwendete zumindest ein Messgerät 3, als auch das zur Werkzeugreinigung verwendete Reinigungsmittel auf einem Übernahmekopf ausgebildet sind und somit der Detektions- und Reinigungsvorgang direkt nacheinander oder auch zeitgleich erfolgen kann. Dies kann derart realisiert sein, dass das Detektionsverfahren nachgeschaltet eingesetzt wird, um den Erfolg des Reinigungsschrittes zu überprüfen. Denkbar ist ebenfalls ein Einsatz des Messmittels vor der Reinigung, so dass auch in diesem Fall die Option besteht, nur jene Stellen zu reinigen, an welchen vorher auch Verschmutzungen detektiert wurden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Detektion von Verschmutzungen eines in Formgebungszyklen eingesetzten Formwerkzeugs (2) zur Herstellung eines Kunststoffbauteils, mit
 - zumindest einem Messgerät (3) zur Detektion von durch die Verschmutzung nach einem Formgebungszyklus veränderten physikalischen Eigenschaften des Formwerkzeugs (2) und/oder einer Oberfläche (25) des Formwerkzeugs (2) und
 - einer mit dem zumindest einen Messgerät (3) verbundenen Auswerteeinheit (4), welche dazu ausgebildet ist, Messwerte des zumindest einen Messgeräts (3) und/oder aus den Messwerten erstellte Verschmutzungsdaten über eine Schnittstelle (5) auszugeben, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Reinigungsvorrichtung (8) in die Vorrichtung integriert ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine Bewegungsvorrichtung (6), welche dazu ausgebildet ist, das zumindest eine Messgerät (3) nach einem Formgebungszyklus so zu bewegen und anzuordnen, dass ein potenziell verschmutzter Bereich des Formwerkzeugs (2) vom zumindest einen Messgerät (3) detektierbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zumindest eine Messgerät (3) zur Durchführung eines induktiven, resistiven, magnetischen und/oder kapazitiven Detektionsverfahrens ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zumindest eine Messgerät (3) über einen Schleifkontakt (7), einen Magnet (37), eine Messspule (38) und/oder einen Hall-Sensor (39) verfügt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schleifkontakt (7) gefedert gelagert ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Messgeräte (3) vorgesehen sind, welche dazu ausgebildet sind, Verschmutzungen an verschiedenen Stellen des Formgebungswerkzeugs (2) zu detektieren.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest zwei Messgeräte (3) im Wesentlichen in einer Linie oder einer Fläche angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Reinigungsvorrichtung (8) vorgesehen ist, welche dazu ausgebildet ist, das Formwerkzeug (2) zu reinigen, und dass die Vorrichtung dazu ausgebildet ist, die Messwerte und/oder die Verschmutzungsdaten über die Schnittstelle (5) an die Reinigungsvorrichtung (8) auszugeben.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung über eine Auftragvorrichtung (9) verfügt, welche dazu ausgebildet ist, ein Trennmittel auf das Formwerkzeug (2) aufzutragen.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schnittstelle (5) eine Visualisierungsvorrichtung - insbesondere einen Bildschirm - umfasst, mittels welcher die detektierte Verschmutzung für einen Menschen visualisierbar ist.
11. Formgebungsmaschine mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10.
12. Verwendung einer Vorrichtung zur Detektion von Verschmutzungen eines in Formgebungszyklen eingesetzten Formwerkzeugs (2) zur Herstellung eines Kunststoffbauteils, wobei
 - Verschmutzungen nach einem Formgebungszyklus mittels wenigstens eines Messgeräts (3) zur Detektion von durch die Verschmutzung veränderten physikalischen Eigenschaften des Formwerkzeugs (2) und/oder einer Oberfläche (25) des Formwerkzeugs (2) detektiert werden und
 - Messwerte des zumindest einen Messgeräts und/oder aus den Messwerten erstellte Verschmutzungsdaten ausgegeben werden,

dadurch gekennzeichnet, dass eine Reinigungsvorrichtung (8) in die Vorrichtung integriert ist.

13. Verwendung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zumindest ein Messgerät (3) nach dem Formgebungszyklus so bewegt und angeordnet wird, dass ein potenziell verschmutzter Bereich des Formwerkzeugs (2) vom zumindest einen Messgerät (3) detektiert werden kann.
14. Verwendung nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass von Verschmutzungen betroffene Bereiche des Formwerkzeugs (2) - vorzugsweise automatisiert - gereinigt werden.
15. Verwendung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Reinigung des Formwerkzeugs (2) durchgeführt wird, wobei die zumindest eine Reinigung vor, während und/oder nach der Detektion der durch die Verschmutzung veränderten physikalischen Eigenschaften des Formwerkzeugs (2) durchgeführt werden.
16. Verwendung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, bei einem Kunststoffformgebungsverfahren, wobei in Formgebungszyklen Kunststoffbauteile - vorzugsweise mittels eines reaktiven Formgebungsverfahrens - hergestellt werden.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

1/5

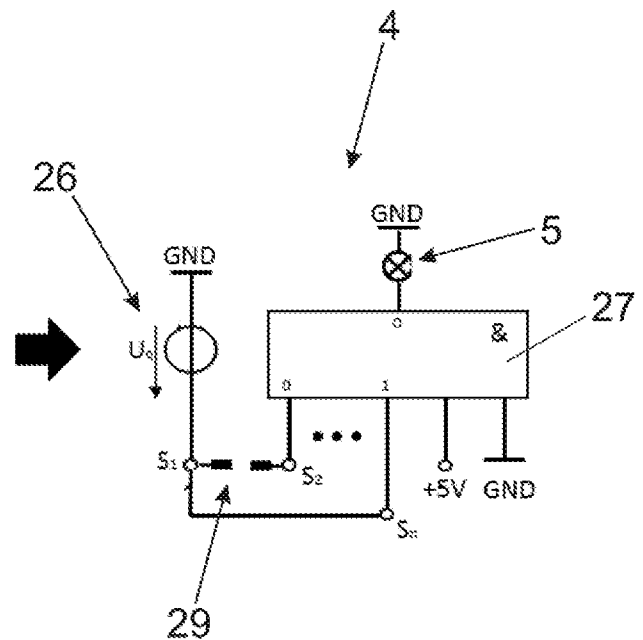
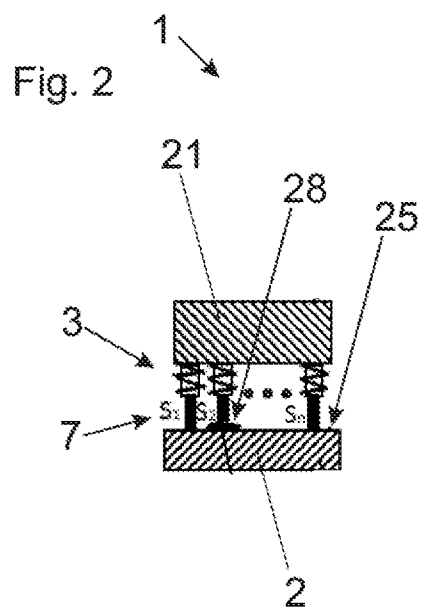
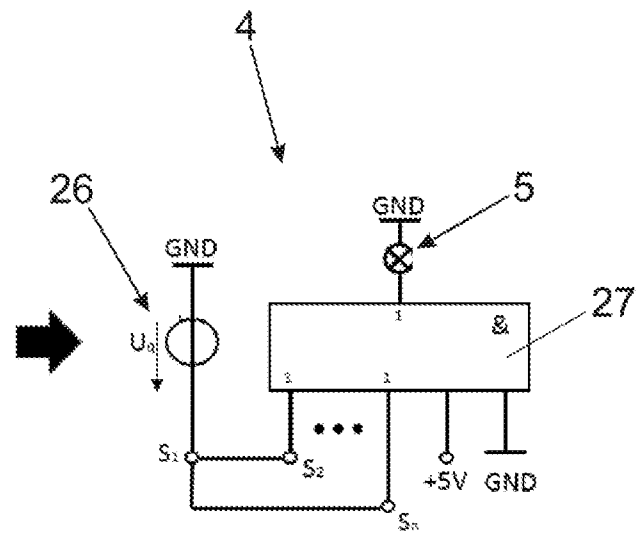
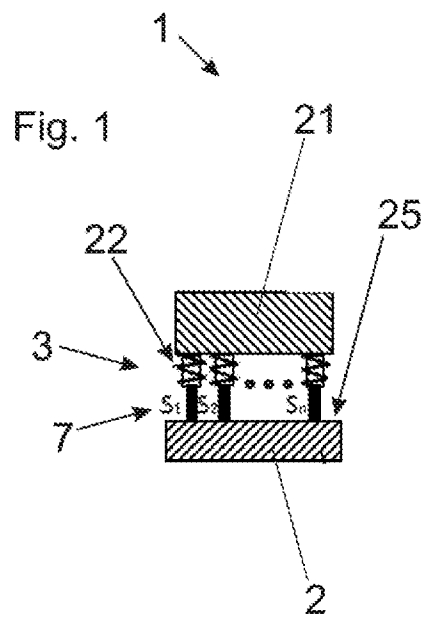


Fig. 3

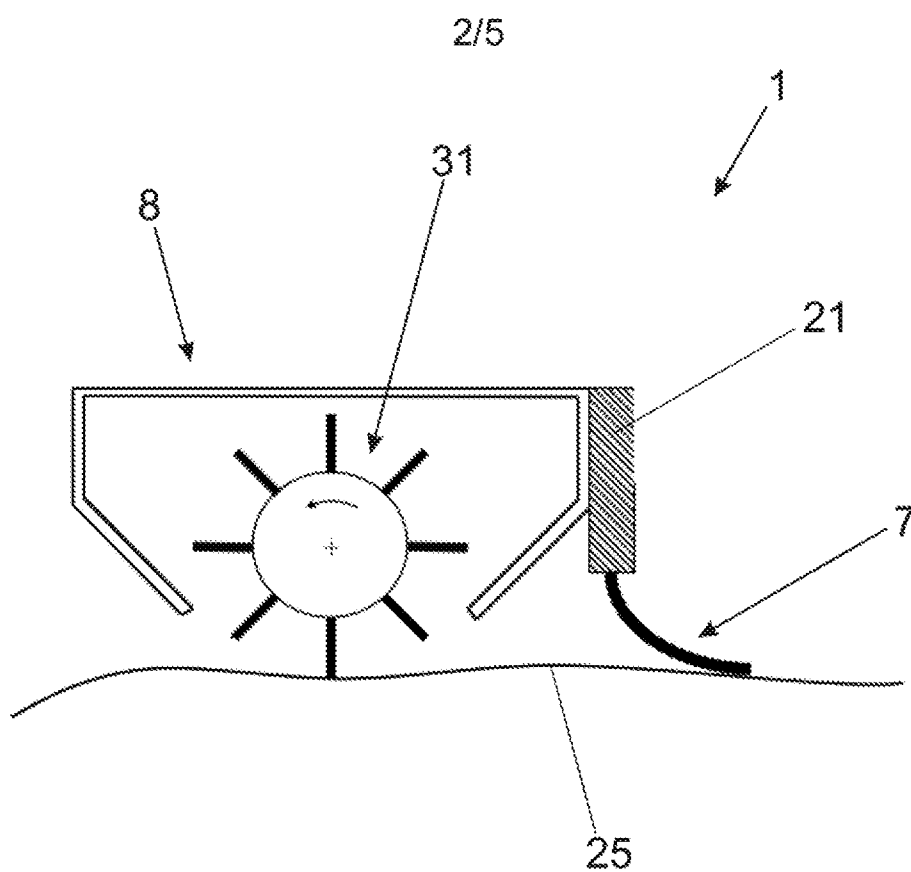
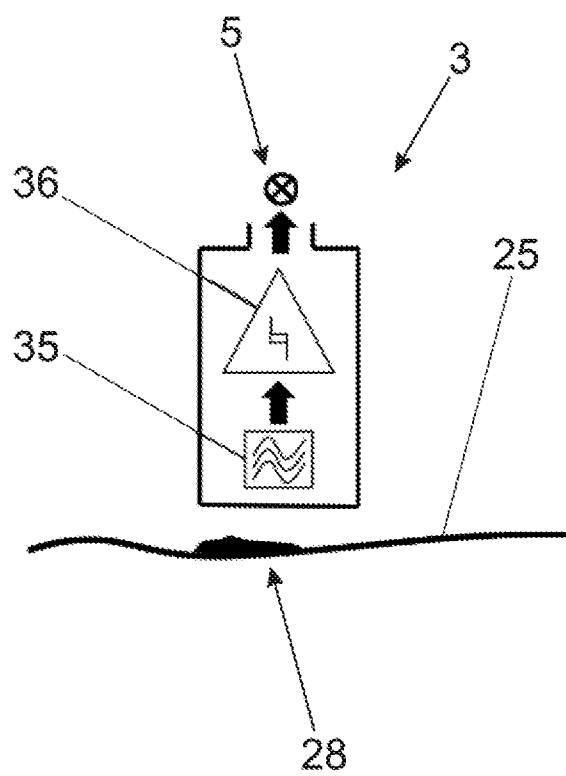


Fig. 4



3/5

Fig. 5

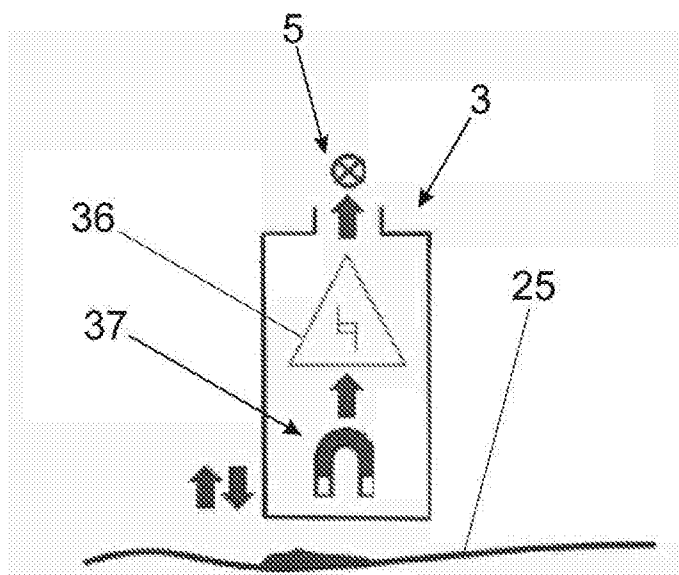
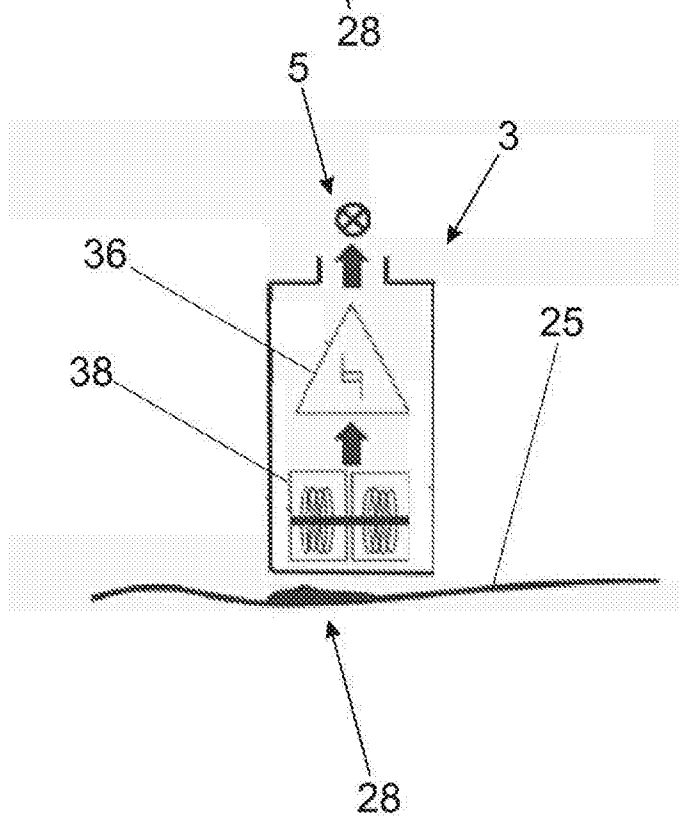


Fig. 6



4/5

Fig. 7

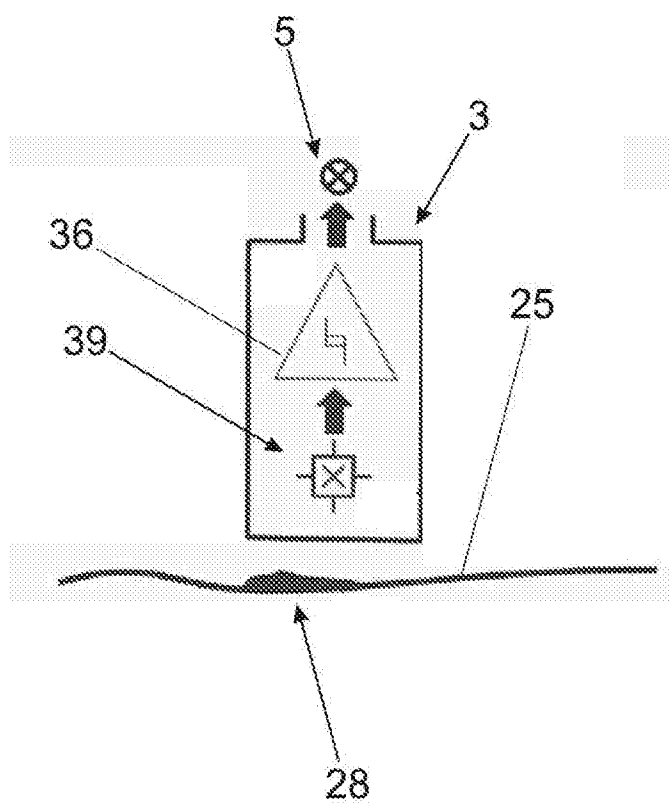
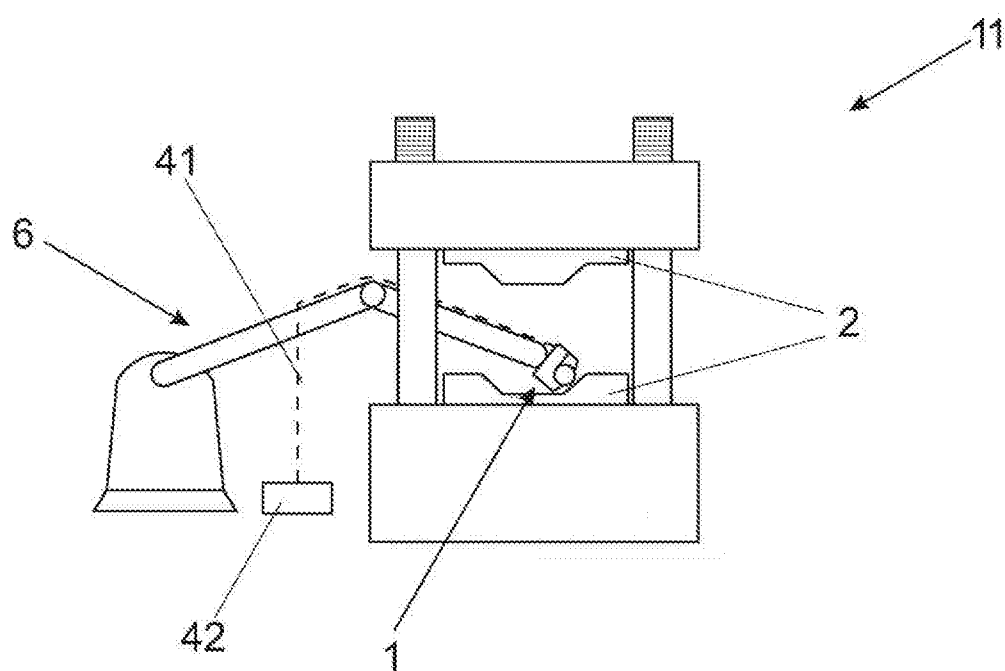


Fig. 8



5/5

Fig. 9

