(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 517014 A2 2016-10-15**

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50291/2016
(22) Anmeldetag: 08.04.2016
(43) Veröffentlicht am: 15.10.2016

(51) Int. Cl.: ***B05D 1/02*** (2006.01)
B05C 11/10 (2006.01)

(30) Priorität:
08.04.2015 NL 2014597 beansprucht.

(71) Patentanmelder:
SUSS MICROTEC LITHOGRAPHY GMBH
85748 Garching (DE)

(74) Vertreter:
Sonn & Partner Patentanwälte
Wien (AT)

AT 517014 A2 2016-10-15

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Aufbringen einer Beschichtung auf ein Substrat

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Aufbringen einer Beschichtung auf ein Substrat (3), mit einer Dosiereinrichtung (5), mit der ein Beschichtungsfluid (2) als Strahl auf das Substrat (3) aufgebracht werden kann, und mit einem Lösungsmitteldispenser (10), der exzentrisch und seitlich des vorderen Endes der Dosiereinrichtung (5) angeordnet ist, so dass dem vorderen Ende der Dosiereinrichtung (5) eine vorbestimmte Menge Lösungsmittel (14) verabreicht werden kann. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Aufbringen einer Beschichtung auf ein Substrat (3) mittels einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei vor dem Aufbringen des Beschichtungsfluids (2) eine vorbestimmte Menge Lösungsmittel (14) auf das vordere Ende der Dosiereinrichtung (5) gebracht wird, so dass das Lösungsmittel (14) mit dem sich dort befindenden Beschichtungsfluid (2) in Kontakt gelangt, und nach einer Wartezeit das Beschichtungsfluid (2) mittels der Dosiereinrichtung (5) auf das Substrat (3) aufgebracht wird.

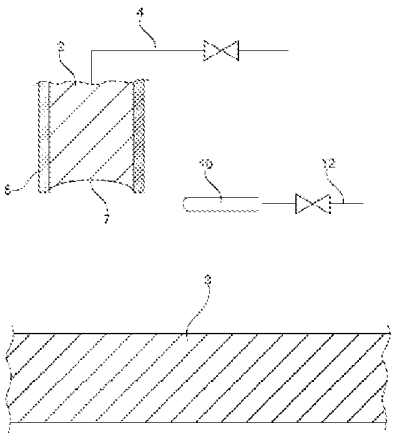


Fig. 1

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Aufbringen einer Beschichtung auf ein Substrat (3), mit einer Dosiereinrichtung (5), mit der ein Beschichtungsfluid (2) als Strahl auf das Substrat (3) aufgebracht werden kann, und mit einem Lösungsmitteldispenser (10), der exzentrisch und seitlich des vorderen Endes der Dosiereinrichtung (5) angeordnet ist, so dass dem vorderen Ende der Dosiereinrichtung (5) eine vorbestimmte Menge Lösungsmittel (14) verabreicht werden kann. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Aufbringen einer Beschichtung auf ein Substrat (3) mittels einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei vor dem Aufbringen des Beschichtungsfluids (2) eine vorbestimmte Menge Lösungsmittel (14) auf das vordere Ende der Dosiereinrichtung (5) gebracht wird, so dass das Lösungsmittel (14) mit dem sich dort befindenden Beschichtungsfluid (2) in Kontakt gelangt, und nach einer Wartezeit das Beschichtungsfluid (2) mittels der Dosiereinrichtung (5) auf das Substrat (3) aufgebracht wird.

(Fig. 1)

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, mit der ein Beschichtungsfluid als Strahl auf das Substrat aufgebracht werden kann, sowie ein Verfahren zum Aufbringen einer Beschichtung auf ein Substrat.

Beim Substrat kann es sich insbesondere um einen sogenannten Wafer handeln, mit dem später beispielsweise Chips oder MEMS („Microelectromechanical Systems“) hergestellt werden. Hierzu können beispielsweise Fotolithografieprozesse verwendet werden. In diesem Fall handelt es sich bei der Beschichtung um einen Fotolack („Resist“), der gleichmäßig auf das Substrat aufgebracht werden soll. Ein Beispiel für einen Prozess zum Aufbringen des Fotolacks ist das Rotationsbeschichten ("Spincoaten"), bei dem das Substrat gedreht wird, während der Fotolack aufgebracht wird. Unter der Wirkung der Fliehkraft verteilt sich der Fotolack gleichmäßig auf der Oberfläche des Substrats.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren sind jedoch nicht auf das Beschichten eines Wafers mit Fotolack beschränkt, sondern betreffen grundsätzlich jede Beschichtung, bei der das Beschichtungsfluid als Strahl auf ein Substrat aufgebracht wird, so dass es dort eine homogene Beschichtung mit möglichst gleichmäßiger Schichtdicke und planer Oberfläche bildet.

Es hat sich herausgestellt, dass der Beginn des Beschichtungsvorgangs dahingehend problematisch ist, dass beim Auftreffen des Beschichtungsfluidstrahls auf das Substrat Luftblasen (oder beim Beschichten in einer Gasatmosphäre auch Gasblasen) entstehen können, die sich dann innerhalb der Beschichtung befinden. Abhängig von der Viskosität des Beschichtungsfluids und den weiteren Verarbeitungsschritten (beispielsweise einer Ruhezeit) ist nicht immer gewährleistet, dass diese Luftblasen an die Oberfläche der aufgebrachten Beschichtung aufsteigen und sich auflösen. Falls Luftblasen in der Beschichtung verbleiben, stellen sie eine Inhomogenität innerhalb der Beschichtung dar. Ferner besteht das Risiko, dass sie zu lokalen Erhöhungen in der Oberfläche der Beschichtung führen, da sie ein gewisses Volumen einnehmen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Aufbringen einer Beschichtung auf ein Substrat zu schaffen, mit denen das Entstehen von Luft- oder Gasblasen beim Auftreffen des Beschichtungsfluidstrahls auf das Substrat verhindert wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß eine Vorrichtung mit einer Dosiereinrichtung, mit der ein Beschichtungsfluid als Strahl auf das Substrat aufgebracht werden kann, und einem Lösungsmitteldispenser vorgesehen, der exzentrisch und seitlich des vorderen Endes der Dosiereinrichtung angeordnet ist, sodass dem vorderen Ende der Dosiereinrichtung eine vorbestimmte Menge Lösungsmittel verabreicht werden kann. Beim erfindungsgemäßen

Verfahren ist vorgesehen, dass vor dem Aufbringen des Beschichtungsfluids eine vorbestimmte Menge Lösungsmittel auf das vordere Ende der Dosiereinrichtung gebracht wird, sodass das Lösungsmittel mit dem sich dort befindenden Beschichtungsfluid in Kontakt gelangt. Nach einer Wartezeit wird dann das Beschichtungsfluid mittels der Dosiereinrichtung auf das Substrat aufgebracht. „Exzentrisch und seitlich des vorderen Endes der Dosiereinrichtung angeordnet" bedeutet dabei, dass der Lösungsmitteldispenser nicht in die Dosiereinrichtung oder die Düse integriert ist, die Teil der Dosiereinrichtung ist, sondern dass er separat von der Dosiereinrichtung angeordnet ist.

Die Erfindung beruht auf dem Grundgedanken, den vorderen Abschnitt des Strahls aus Beschichtungsfluid, der auf das Substrat trifft, mittels des Lösungsmittels geringfügig zu verdünnen. Hierdurch wird zum einen die Neigung des Beschichtungsfluids verringert, Luftblasen zu bilden, wenn es auf das Substrat trifft. Das Lösungsmittel scheint hier wie ein „Schmiermittel" zu wirken. Zum anderen führt das Lösungsmittel zu einer geringfügigen Verdünnung des Beschichtungsfluids, sodass eventuell doch entstandene Luftblasen leichter an die Oberfläche der Beschichtung steigen und sich auflösen können. Da der Lösungsmitteldispenser exzentrisch und seitlich des vorderen Endes der Dosiereinrichtung angeordnet ist, stört er den normalen Beschichtungsvorgang nicht. Weiterhin nimmt er nur sehr wenig Platz ein, sodass um die Dosiereinrichtung herum genügend Raum für gegebenenfalls nötige andere Bauteile verbleibt.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist der Lösungsmitteldispenser eine Sprühdüse, die auf das vordere Ende der Dosiereinrichtung gerichtet ist und Lösungsmittel dort aufsprühen kann. Dies hat den Vorteil, dass der Lösungsmitteldispenser im Abstand vom vorderen Ende der Dosiereinrichtung angeordnet sein kann.

Vorzugsweise sprüht die Sprühdüse das Lösungsmittel in einer Richtung auf, die im Wesentlichen parallel zu der Ebene ist, die vom vorderen Ende der Dosiereinrichtung definiert wird. Hierdurch wird das Lösungsmittel in tangentialer Richtung auf das sich in der Dosiereinrichtung befindende Beschichtungsfluid aufgebracht, sodass das Lösungsmittel als ein Tropfen auf dem Beschichtungsfluid verbleibt und nicht durch den Sprühdruck in der Form von kleinen Tröpfchen in das Beschichtungsfluid eindringt.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist der Lösungsmitteldispenser nach Art eines Darreichungsarms ausgeführt, der der Dosiereinrichtung einen Lösungsmitteltropfen anbieten kann. Bei dieser Ausführungsform wird am vorderen Ende des Lösungsmitteldispensers ein Lösungsmitteltropfen erzeugt, der in Kontakt mit dem vorderen Ende der Dosiereinrichtung gelangt und sich dann unter der Wirkung von Kapillarkräften auf das sich in der Dosiereinrichtung befindende Beschichtungsfluid bewegt.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Dosiereinrichtung und der Lösungsmitteldispenser relativ zueinander verstellbar sind. Dies ermöglicht, den am Lösungsmitteldispenser erzeugten Tropfen mit der Dosiereinrichtung in Kontakt zu bringen, indem der Lösungsmitteldispenser und die Dosiereinrichtung einander angenähert werden, und die beiden Bauteile dann wieder auseinanderzufahren, sodass der Lösungsmitteldispenser den Beschichtungsvorgang nicht stört.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Beschichtungsfluid am vorderen Ende der Dosiereinrichtung einen konkaven Meniskus bildet und das Lösungsmittel in den Meniskus gelangt. Ein solcher Meniskus kann, wenn er sich nicht bereits aufgrund der Oberflächenspannung des Beschichtungsfluids automatisch einstellt, dadurch erzeugt werden, dass das Beschichtungsfluid nach dem Ende des vorhergehenden Beschichtungsvorgangs geringfügig in die Dosiereinrichtung zurückgezogen wird. Der Meniskus erleichtert es dem Lösungsmittel, sich gleichmäßig am vorderen Ende des in der Dosiereinrichtung enthaltenen Beschichtungsfluids und damit dem beim Beschichten auf das Substrat auftreffenden vorderen Abschnittes des Beschichtungsfluidstrahls anzulegen.

Die Wartezeit kann in Abhängigkeit von den Eigenschaften des Beschichtungsfluids und des Lösungsmittels so eingestellt werden, dass die Entstehung von Luftblasen optimal vermieden ist. In Versuchen haben sich Wartezeiten im Bereich von 10 bis 120 s als geeignet herausgestellt, vorzugsweise in der Größenordnung von 20 bis 60 s.

Beim Beschichtungsfluid kann es sich um einen Fotolack handeln. In diesem Fall sind als Lösungsmittel all die Materialien geeignet, mit denen solche Fotolacke normalerweise verdünnt und/oder behandelt werden, beispielsweise Aceton.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand verschiedener Ausführungsformen beschrieben, die in den beigefügten Zeichnungen dargestellt sind. In diesen zeigen:

- Figur 1 in einer schematischen Ansicht eine Vorrichtung zum Aufbringen einer Beschichtung auf ein Substrat im Ausgangszustand;

- Figur 2 die Vorrichtung von Figur 1 beim Aufbringen von Lösungsmittel auf das vordere Ende der Dosiereinrichtung;

- Figur 3 in einer schematischen Ansicht eine zweite Ausführungsform einer Vorrichtung zum Aufbringen einer Beschichtung auf ein Substrat;

- Figur 4 in einer schematischen Schnittansicht einen Beschichtungsfluidstrahl im Moment des Auftreffens auf ein Substrat, wobei das Beschichtungsfluid mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelt wurde;

- Figur 5 in einer schematischen Schnittansicht die mit dem Beschichtungsfluidstrahl von Figur 4 erhaltene Beschichtung auf dem Substrat;

- Figur 6 in mehreren zeitlich aufeinanderfolgenden schematischen Schnittansichten einen Beschichtungsfluidstrahl im Moment des Auftreffens auf ein Substrat bei einem Beschichtungsvorgang nach dem Stand der Technik; und

- Figur 7 in einer Ansicht entsprechend derjenigen von Figur 5 die mit dem Beschichtungsvorgang von Figur 6 erhaltene Beschichtung.

In Figur 1 ist schematisch eine Vorrichtung gezeigt, mit der ein Beschichtungsfluid 2 auf ein Substrat 3 aufgebracht werden kann. Beim Beschichtungsfluid 2 kann es sich beispielsweise um einen Fotolack („Resist“) handeln.

Das Beschichtungsfluid 2 wird über ein Dosiersystem 4 bereitgestellt und kann von einer Dosiereinrichtung 5 in der Form eines Strahls auf das Substrat 3 aufgebracht werden. Beim Aufbringen können Dosiereinrichtung und Substrat geeignet relativ zueinander verstellt werden.

Mit der gezeigten Vorrichtung kann insbesondere ein Beschichtungsverfahren durchgeführt werden, das allgemein als „Spincoating“ bekannt ist.

In Figur 1 ist die Vorrichtung zwischen zwei Beschichtungsvorgängen gezeigt. Das Beschichtungsfluid 2 wurde nach Ende des vorhergehenden Beschichtungsvorgangs geringfügig zurückgesaugt, sodass die Stirnseite des sich in der Dosiereinrichtung 5 befindenden Beschichtungsfluids einen konkaven Meniskus 7 bildet.

Die Beschichtungsvorrichtung ist mit einem Lösungsmitteldispenser 10 versehen, mit dem dem vorderen Ende der Dosiereinrichtung 5 eine vorbestimmte Menge eines Lösungsmittels verabreicht werden kann, das von einem Versorgungssystem 12 bereitgestellt wird. Der Lösungsmitteldispenser 10 ist exzentrisch und seitlich des vorderen Endes der Dosiereinrichtung 5 angeordnet, also außerhalb des Wegs des Beschichtungsfluids 2 von der Dosiereinrichtung 5 zum Substrat 3.

Bei der in den Figuren 1 und 2 gezeigten ersten Ausführungsform ist der Lösungsmitteldispenser 10 eine Sprühdüse, mit der das Lösungsmittel von der Seite der Dosiereinrichtung 10 auf diese und/oder auf den Meniskus 7 gesprüht werden kann. Das Lösungsmittel kann entweder so auf die Dosiereinrichtung gesprüht werden, dass es unter der Wirkung von Kapillarkräften in den Meniskus 7 gelangt, oder das Lösungsmittel kann unmittelbar tangential in den Meniskus 7 eingesprüht werden.

Entscheidend ist, dass mittels des Lösungsmitteldispensers 10 eine geeignete Menge an Lösungsmittel 14 aufgebracht wird, das sich im Bereich des Meniskus 7 befindet (siehe Figur 2), also an der Stirnseite der sich in der Dosiereinrichtung 5 befindenden Säule aus Beschichtungsfluid.

In Figur 3 ist eine zweite Ausführungsform gezeigt. Für die von der ersten Ausführungsform bekannten Bauteile werden dieselben Bezugszeichen verwendet, und es wird insoweit auf die obigen Erläuterungen verwiesen.

Der Unterschied zur ersten Ausführungsform besteht darin, dass bei der zweiten Ausführungsform der Lösungsmitteldispenser 10 nach Art eines Darreichungsarms ausgeführt ist, an dessen vorderem Ende ein Tropfen des Lösungsmittels 14 erzeugt werden kann. Dieser Tropfen wird dann mit dem vorderen Ende der Dosiereinrichtung 5 bzw. dem Meniskus 7 an der Stirnseite der sich in der Dosiereinrichtung 5 befindenden Säule aus Beschichtungsfluid 2 in Kontakt gebracht. Hierzu werden die Dosiereinrichtung 5 und der Lösungsmitteldispenser 10 geeignet relativ zueinander verstellt, beispielsweise mit einer Kombination aus radialer und vertikaler Bewegung.

Wenn das Substrat 3 mit dem Beschichtungsfluid 2 beschichtet werden soll, wird zunächst das Lösungsmittel 14 auf die Stirnseite der sich in der Dosiereinrichtung 5 befindenden Säule aus Beschichtungsfluid 2 aufgebracht. Dies kann entweder durch Aufsprühen (siehe Figur 2) oder durch mechanisches Übertragen eines Lösungsmitteltropfens auf die Dosiereinrichtung 5 (siehe Figur 3) erfolgen.

Das Lösungsmittel wird eine vorbestimmte Zeitdauer vor dem Start des Beschichtungsvorgangs aufgebracht, sodass eine gewünschte Wartezeit verstreichen kann, bevor das Beschichtungsfluid 2 in der Form eines Strahls auf das Substrat 3 aufgebracht wird.

Der Moment des Auftreffens des vorderen Endes des Strahls aus Beschichtungsfluid 2 auf das Substrat 3 ist schematisch in Figur 4 zu sehen. In Figur 4 ist auch das Lösungsmittel 14 zu sehen, welches das vordere Ende des Strahls aus Beschichtungsfluid 2 umgibt. Es hat sich herausgestellt, dass mit dem Lösungsmittel verhindert werden kann, dass sich Luftblasen bilden, wenn das vordere Ende des Strahls aus Beschichtungsfluid 2 auf das Substrat 3 trifft. Dies liegt möglicherweise an der aufgrund des Lösungsmittels geänderten Viskosität. Möglicherweise wirkt das Lösungsmittel auch ähnlich wie ein Schmiermittel.

In Figur 5 ist schematisch das Beschichtungsfluid 2 gezeigt, das als Beschichtung auf das Substrat 3 aufgebracht wurde. Es ist zu sehen, dass keinerlei Luftblasen in der Beschichtung eingeschlossen sind und dass die Beschichtung eine konstante Schichtdicke mit ebener Oberfläche hat.

In den Figuren 6 ist schematisch das Auftreffen des vorderen Endes eines Strahls aus Beschichtungsfluid 2 auf ein Substrat 3 gezeigt, wobei sich kein Lösungsmittel am vorderen Ende des Strahls befindet.

Wenn das vordere Ende des Beschichtungsfluid-Strahls auf das Substrat 3 trifft, bildet sich ein Luftfilm (siehe Figur 6a), der seitlich vom Beschichtungsfluid 2 umschlossen wird. Diese Luft zieht sich zusammen, so dass sie über einen torusförmigen Zwischenzustand (siehe Figur 6b) eine Luftblase bildet (siehe Figur 6c), die dann als Luftblase 20 in der gebildeten Beschichtung verbleibt (siehe Figur 7). Solche Luftblasen stellen nicht nur eine Inhomogenität der Beschichtung dar, sondern führen auch zu einer lokalen Aufwölbung an der Oberfläche der Beschichtung (siehe den Bereich 22).

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Aufbringen einer Beschichtung auf ein Substrat (3), mit einer Dosiereinrichtung (5), mit der ein Beschichtungsfluid (2) als Strahl auf das Substrat (3) aufgebracht werden kann, und mit einem Lösungsmitteldispenser (10), der exzentrisch und seitlich des vorderen Endes der Dosiereinrichtung (5) angeordnet ist, so dass dem vorderen Ende der Dosiereinrichtung (5) eine vorbestimmte Menge Lösungsmittel (14) verabreicht werden kann.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Lösungsmitteldispenser eine Sprühdüse (10) ist, die auf das vordere Ende der Dosiereinrichtung (5) gerichtet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Lösungsmitteldispenser nach Art eines Darreichungsarms (10) ausgeführt ist, der der Dosiereinrichtung einen Lösungsmitteltropfen anbieten kann.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Dosiereinrichtung (5) und der Lösungsmitteldispenser (10) relativ zueinander verstellbar sind.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Beschichtungsfluid (2) ein Fotolack ist.

6. Verfahren zum Aufbringen einer Beschichtung auf ein Substrat (3) mittels einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

- vor dem Aufbringen des Beschichtungsfluids (2) eine vorbestimmte Menge Lösungsmittel (14) auf das vordere Ende der Dosiereinrichtung (5) gebracht wird, so dass das Lösungsmittel (14) mit dem sich dort befindenden Beschichtungsfluid (2) in Kontakt gelangt;

- nach einer Wartezeit das Beschichtungsfluid (2) mittels der Dosiereinrichtung (5) auf das Substrat (3) aufgebracht wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Beschichtungsfluid (2) am vorderen Ende der Dosiereinrichtung (5) einen konkaven Meniskus (7) bildet und das Lösungsmittel (14) in den Meniskus (7) gelangt.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Lösungsmittel (14) auf das vordere Ende der Dosiereinrichtung (5) aufgesprüht wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Lösungsmittel (14) in einer Richtung aufgesprüht wird, die im Wesentlichen parallel zu der Ebene ist, die vom vorderen Ende der Dosiereinrichtung (5) definiert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Dosiereinrichtung (5) und der Lösungsmitteldispenser (10) relativ zueinander so verstellt werden, dass das Lösungsmittel (14) an das vordere Ende der Dosiereinrichtung (5) gelangt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Wartezeit in der Größenordnung von 10 bis 120 sec beträgt, vorzugsweise in der Größenordnung von 20 bis 60 sec.

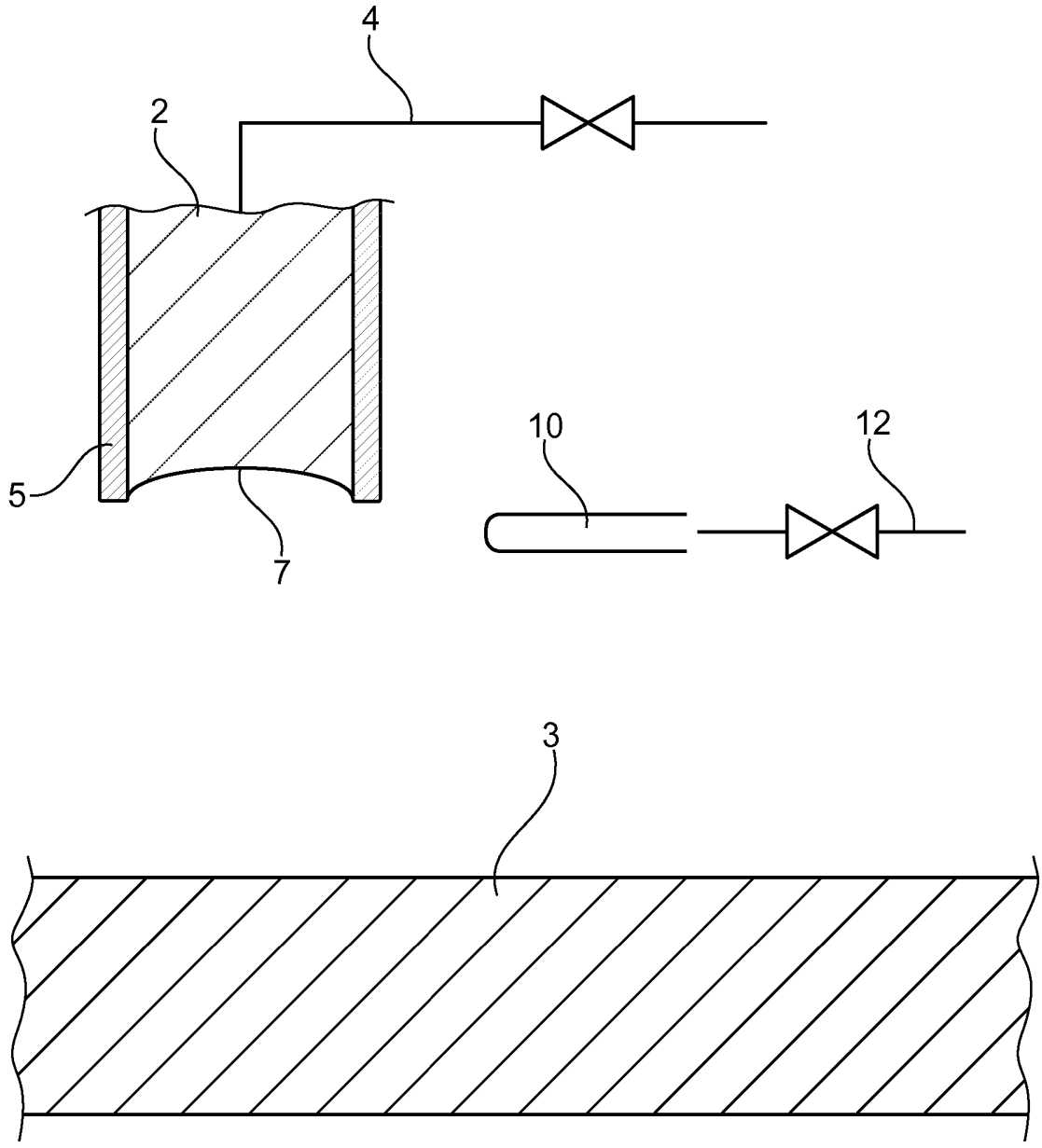


Fig. 1

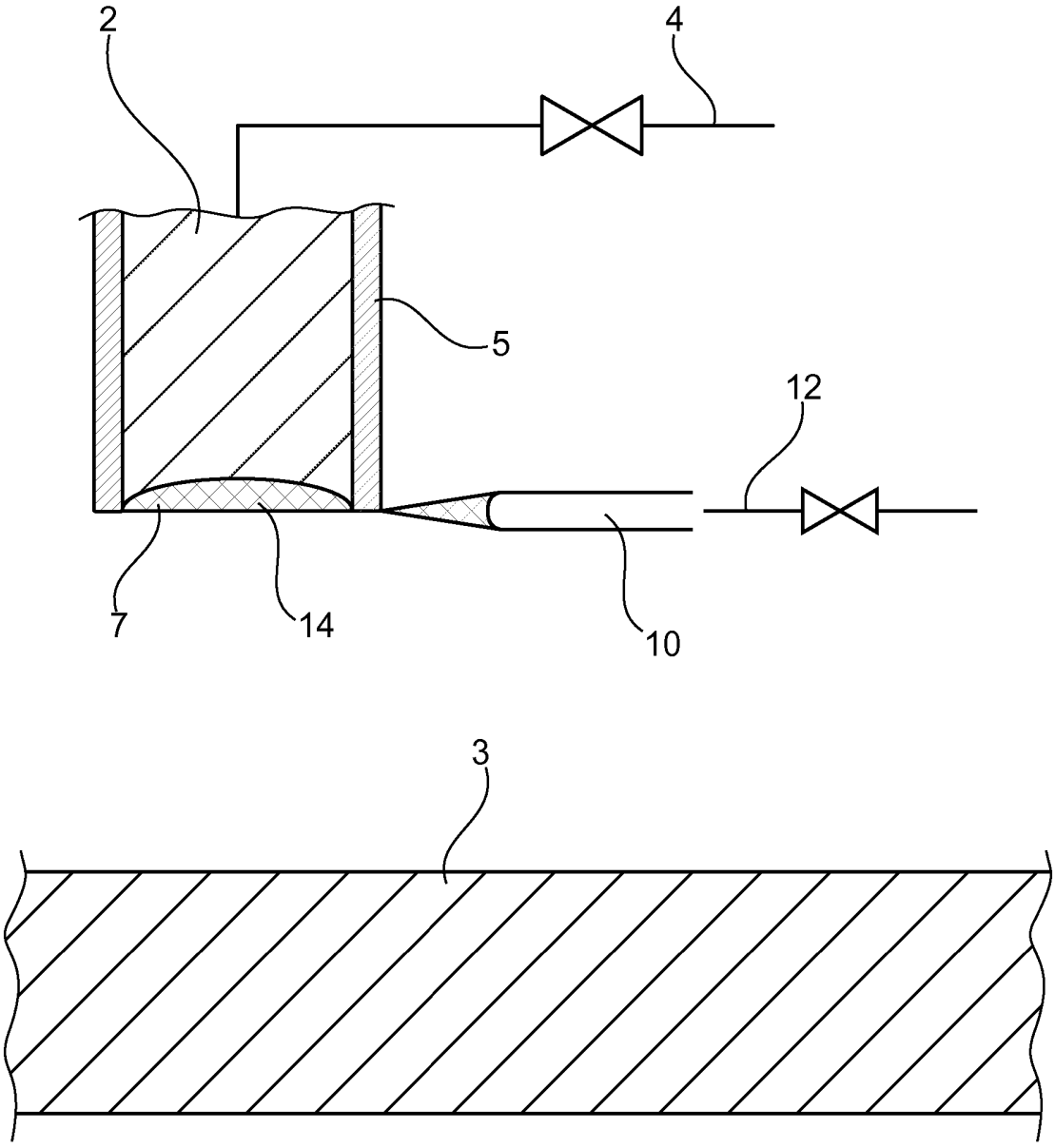
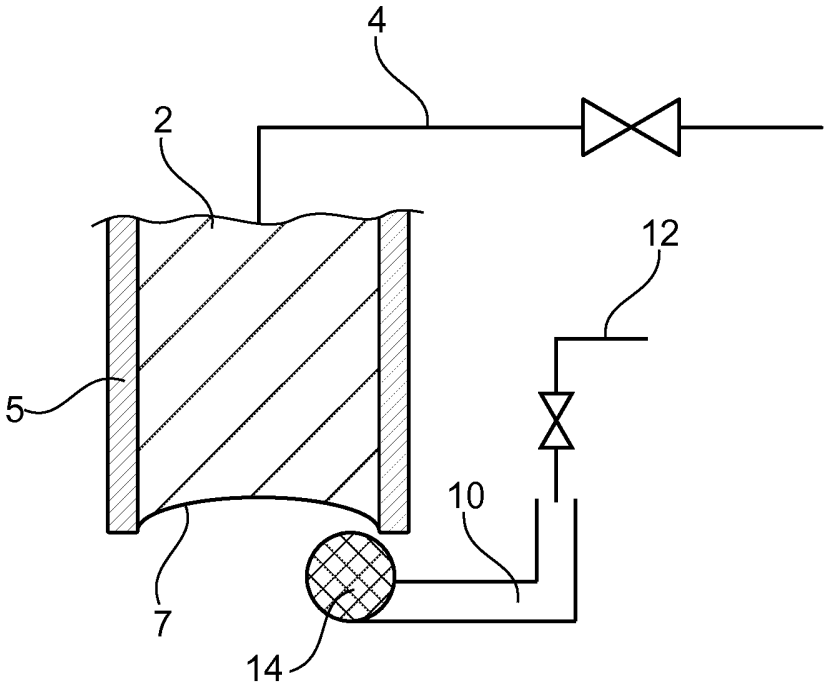


Fig. 2



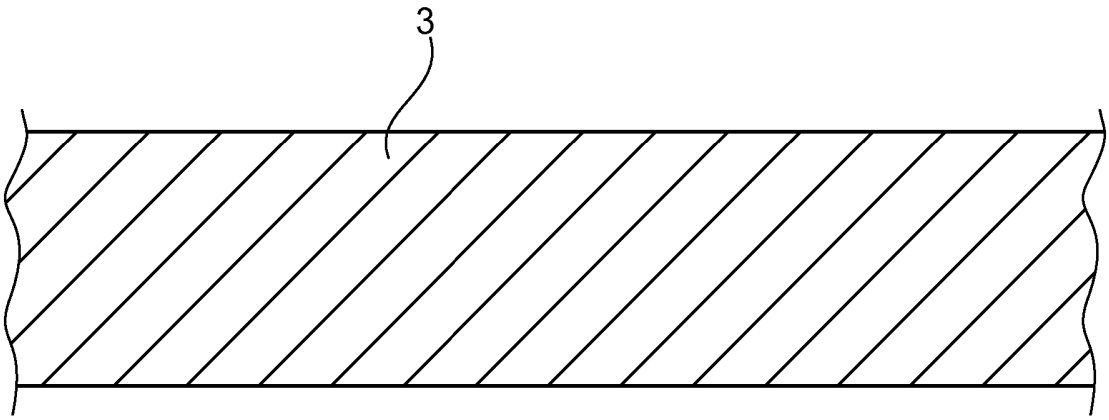


Fig. 3

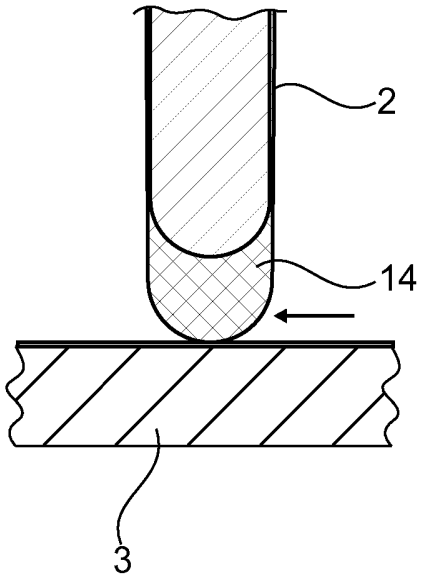


Fig. 4

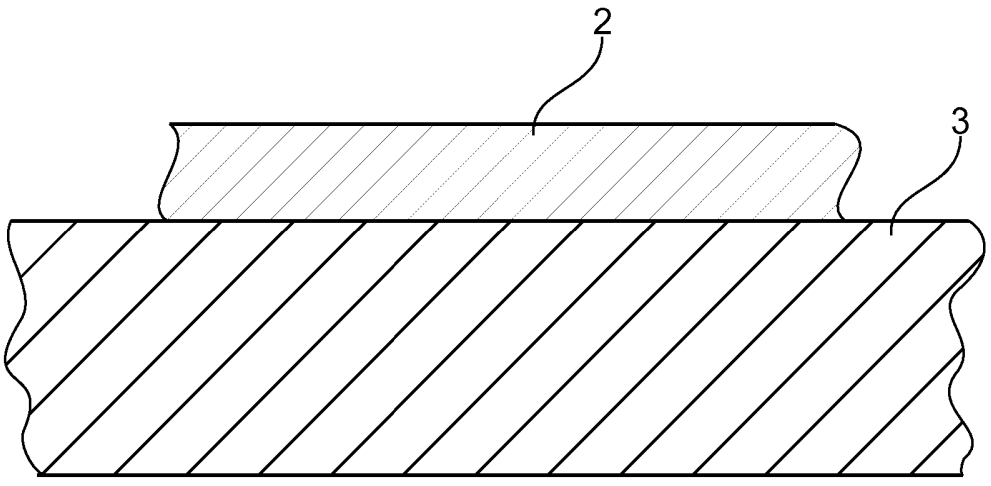


Fig. 5

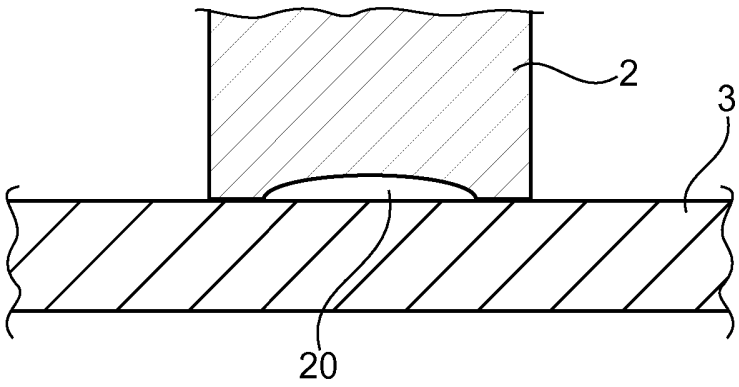


Fig. 6a

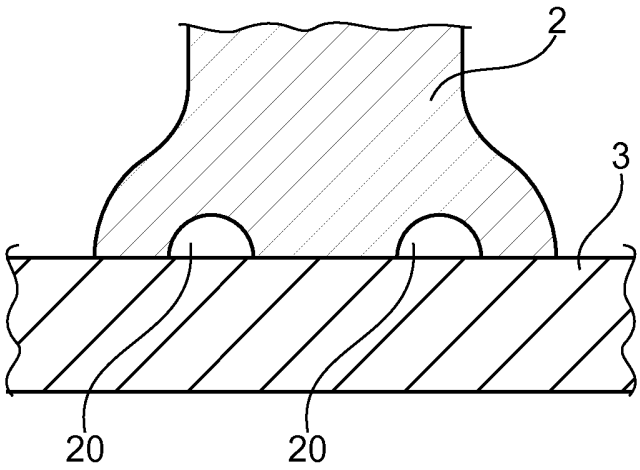


Fig. 6b

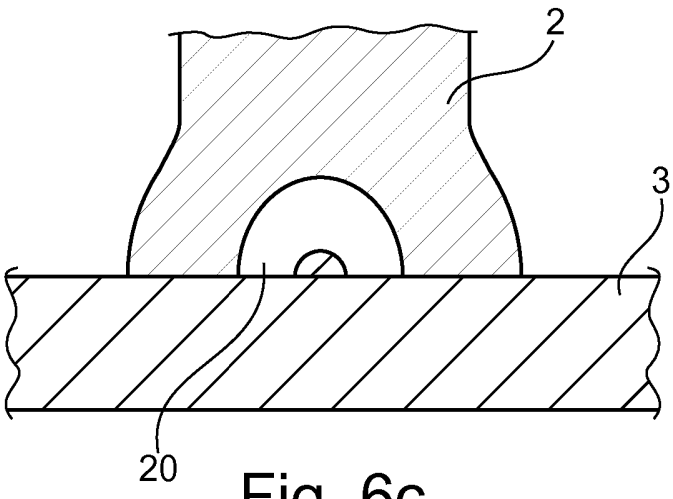


Fig. 6c

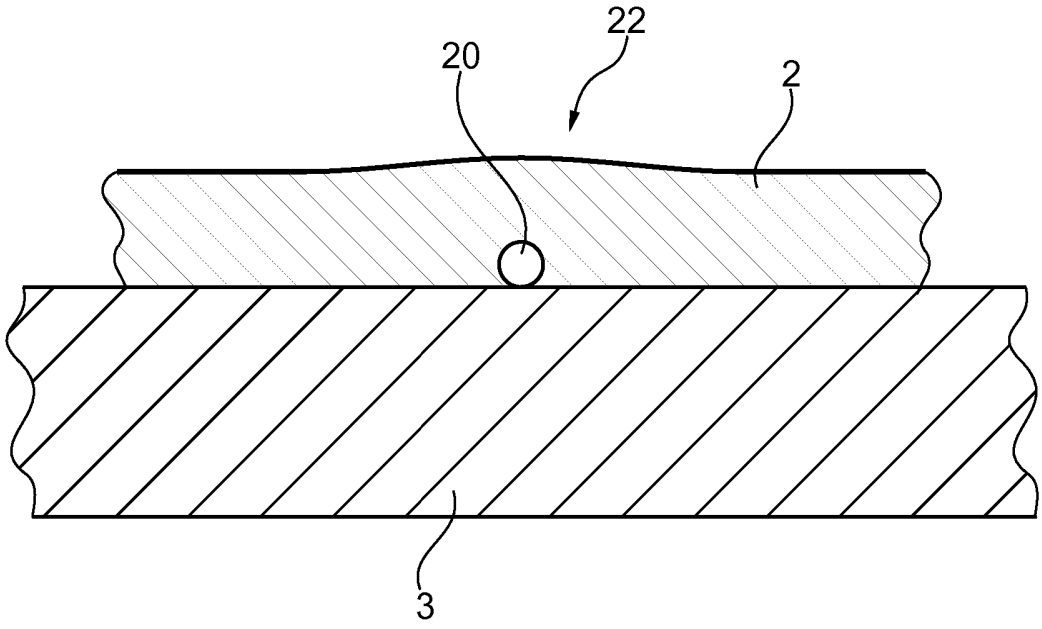


Fig. 7