

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

0 176 862
A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21)

Anmeldenummer: 85111763.0

(51)

Int. Cl.4: **B05B 5/08** , **B05B 13/02**

(22)

Anmeldetag: 17.09.85

(30)

Priorität: 20.09.84 DE 3434561

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.04.86 Patentblatt 86/15

(64)

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

(71)

Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
Berlin und München Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

(72)

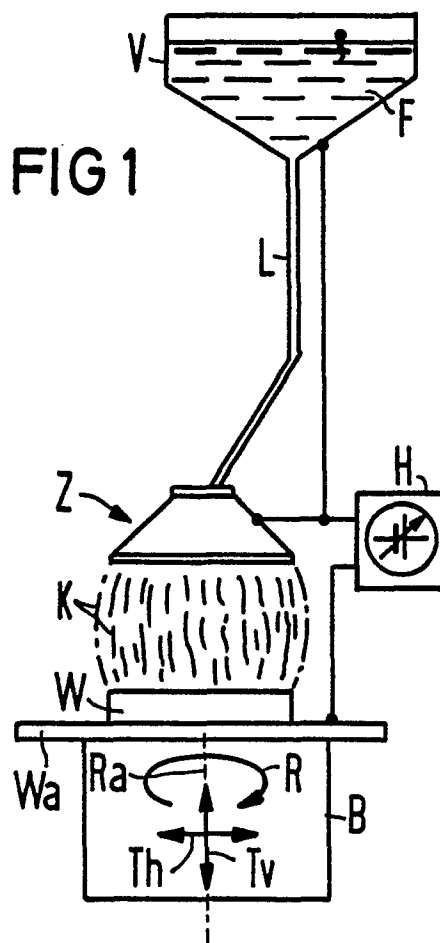
Erfinder: **Reichel, Hilmar, Dipl.-Ing.**
Rudolfstrasse 1/VII
D-8033 Planegg(DE)
Erfinder: **Raske, Hans**
Königsdorfer Strasse 13
D-8000 München 70(DE)

(54)

Elektrostatische Spritzeinrichtung.

(57)

Zum Auftragen von Flüssigkeiten (F), insbesondere von Lacken, auf die Oberfläche von Werkstücken (W) werden die Flüssigkeiten (F) einer Zerstäubungseinrichtung (Z) zugeführt und in einem elektrostatischen Hochspannungsfeld entlang dessen Kraftlinien (K) auf die Werkstückoberfläche transportiert, wo sie sich entladen und als Film das Werkstück (W) bedecken. Um die Vereinigung der Flüssigkeitströpfchen und damit die Filmbildung zu beschleunigen und sehr dünne und vollkommen gleichmäßige homogene Filme zu gewährleisten, wird den Werkstücken (W) durch eine Bewegungseinrichtung (B) eine periodische Translations- und/oder Rotationsbewegung (Tv, Th, R), vorzugsweise eine vertikal ausgerichtete Ultraschallschwingung, aufgeprägt. Eine derartige elektrostatische Spritzeinrichtung ist insbesondere für das Auftragen von Abdeck-, Dotier- und Antireflexlacken auf Halbleitersubstrate geeignet.



EP 0 176 862 A1

Elektrostatische Spritzeinrichtung

Die Erfindung betrifft eine elektrostatische Spritzeinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Derartige elektrostatische Spritzeinrichtungen für Lacke sind beispielsweise aus "Lueger Lexikon der Technik" Band 9, L-Z, Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart, 1968, S. 14 bis 16 bekannt. Zum Auftragen von Lacken werden die in einem elektrostatischen Hochspannungsfeld auftretenden Kräfte für den Transport der Lacktröpfchen zum Werkstück herangezogen, wobei die Zerstäubung des Lackes mechanisch oder ebenfalls mittels elektrischer Kräfte durchgeführt wird. Dabei besteht zwischen einer negativ gepolten Elektrode und dem positiv gepolten Werkstück eine Spannung von beispielsweise 100 bis 150 kV und dadurch ein Feld hoher elektrischer Feldstärke. Die sich in dem Hochspannungsfeld befindlichen Lacktröpfchen sind aufgeladen bzw. ionisiert, d.h. sie werden durch elektrische Feldkräfte längs der Kraftlinien des Feldes bewegt. Diese Bewegung endet dann an der Werkstückoberfläche, wo sich die Lacktröpfchen entladen und als Lackfilm das Werkstück bedecken.

In der Halbleitertechnik und insbesondere auch in der Solartechnik müssen beispielsweise auf Siliziumscheiben Flüssigkeiten derart aufgetragen werden, daß sich über der gesamten Fläche ein sehr dünner und vollkommen gleichmäßiger, homogener Film bildet. Das Auftragen dieser Flüssigkeiten, bei welchen es sich beispielsweise um Abdeck-, Dotier- oder Antireflexlacke handelt, erfolgte bisher durch Schleuderverfahren oder durch Tauchen. Durch diese Lackiermethoden konnten jedoch die in der Halbleitertechnik allgemein und speziell auch in der Solartechnik an die Qualität der Lackfilme gestellten Anforderungen nicht erfüllt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zum Lackieren von Werkstücken, insbesondere von Siliziumscheiben, zu schaffen, welche die Herstellung äußerst dünner, vollkommen gleichmäßiger, poren- und rißfreier Lackfilme ermöglicht.

Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen elektrostatischen Spritzeinrichtung durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß beim Auftragen von Flüssigkeiten durch elektrostatisches Spritzen werden können, sofern den Werkstücken während des Spritzvorganges eine periodische Translations- und/oder Rotationsbewegung aufgeprägt wird. Die auf der Werkstückoberfläche zunächst einzeln auftreffenden Flüssigkeitströpfchen vereinigen sich durch die periodische Bewegung des Werkstücks sehr rasch und bilden somit innerhalb kürzester Zeit einen zusammenhängenden, gleichmäßigen Film. Durch diese beschleunigte Filmbildung können dann aber auch bei wesentlich geringeren Schichtdicken als bisher geschlossene und porenfreie Filme gewährleistet werden. Außerdem wird beispielsweise beim Lackieren von Siliziumscheiben eine Lackausbeute von über 90 % erreicht, während bei den bisher gebräuchlichen Schleuderverfahren nur Lackausbeuten von allenfalls 30 % erreicht wurden. Durch diese hohe Lackausbeute und die entsprechend geringe Verunreinigung der elektrostatischen Spritzeinrichtung konnte dann auch die Wirtschaftlichkeit der Lackierung wesentlich gesteigert werden.

Die erfindungsgemäße elektrostatische Spritzeinrichtung kann mit Vorteil überall dort eingesetzt werden, wo auf der Oberfläche von Werkstücken sehr dünne und vollkommen gleichmäßige, homogene Filme erzeugt werden sollen. Neben dem Auftragen von Lacken sind dabei als weitere Einsatzgebiete das Auftragen von Klebern, von Kunstharzen oder von Schmierstoffen zu nennen.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist den Werkstücken durch die Bewegungseinrichtung eine periodische Translationsbewegung in Auftragsrichtung der Flüssigkeit aufprägbar. Eine derartige senkrecht zur Werkstückoberfläche ausgerichtete periodische Translationsbewegung hat sich im Hinblick auf die Beschleunigung der Filmbildung als besonders günstig herausgestellt.

Es ist aber auch für die Filmbildung vorteilhaft, wenn den Werkstücken durch die Bewegungseinrichtung eine zur Auftragsrichtung der Flüssigkeit normale periodische Translationsbewegung aufgeprägt wird. Ferner kann dem Werkstück zur Beschleunigung der Filmbildung durch die Bewegungseinrichtung eine Rotationsbewegung aufgeprägt werden, deren Rotationsachse in Auftragsrichtung der Flüssigkeit und zentrisch zum elektrostatischen Hochspannungsfeld ausgerichtet ist.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß den Werkstücken durch die Bewegungseinrichtung eine Translations- und/oder Rotationsbewegung in Form einer hochfrequenten Schwingung aufprägbar ist. Durch eine derartige hochfrequente Schwingung kann die Vereinigung der Flüssigkeitströpfchen und die Filmbildung weiter beschleunigt werden. Die Bewegungseinrichtung ist dann vorzugsweise als piezoelektrische Schwingeinrichtung ausgebildet, mit welcher auf relativ einfache Weise Ultra schallschwingungen erzeugt werden können.

Die Bewegungseinrichtung ist dann zweckmäßigerweise über einen Schwingungswandler an eine Werkstückauflage angekoppelt. Die Schwingung kann dann mit Hilfe des Schwingungswandlers den jeweiligen Erfordernissen entsprechend verstärkt werden.

Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Schwingungswandler an die Unterseite einer horizontal ausgerichteten Werkstückauflage angebracht. Diese horizontale Anordnung wirkt sich insbesondere bei Werkstücken mit ebenen Oberflächen auf die Gleichmäßigkeit des Films besonders günstig aus, da hierdurch die Vereinigung der Lacktröpfchen begünstigt aber ein ungleichmäßiges Verfließen verhindert wird.

Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn aus einer im Abstand zur Werkstückoberfläche angeordneten Inertgas-Dusche eine Vielzahl von Inertgas-Strahlen auf die Werkstückoberfläche richtbar ist. Besonders wirtschaftlich ist es dann, wenn der Inertgas-Dusche Stickstoff als Inertgas zuführbar ist. Die Inertgas-Dusche verringert dabei eine bei manchen aufzutragenden Flüssigkeiten bestehende Explosionsgefahr. Außerdem verhindert die Inertgas-Dusche schädliche Einwirkungen des Luftsauerstoffs auf die Flüssigkeitströpfchen und auf die Bildung des Films auf der Werkstückoberfläche.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 das Grundprinzip einer erfindungsgemäßen elektrostatischen Lackspritzeinrichtung,

Figur 2 eine erste Ausführungsform einer elektrostatischen Lackspritzeinrichtung in stark vereinfachter schematischer Darstellung,

Figur 3 das Prinzip der Lackzerstäubung bei der ersten Ausführungsform nach Figur 2 und

Figur 4 eine zweite Ausführungsform einer elektrostatischen Lackspritzeinrichtung in stark vereinfachter schematischer Darstellung.

Gemäß Figur 1 ist das Werkstück W, bei welchem es sich um eine Siliziumscheibe handelt, auf einer horizontal ausgerichteten Werkstückauflage Wa angeordnet. Unterhalb der Werkstückauflage Wa befindet sich eine rein schematisch dargestellte Bewegungseinrichtung B, welche die Aufgabe hat, der Werkstückauflage Wa und damit dem Werkstück W während des Lackiervorganges eine periodische Translations- und/oder Rotationsbewegung aufzuprägen. Dabei ist durch Doppelpfeile Tv und Th angedeutet, daß es sich bei der periodischen Translationsbewegung um eine Schwingung in vertikaler Richtung bzw. um eine Schwingung in horizontaler Richtung handeln kann, wobei auch eine Überlagerung beider Schwingungsformen möglich ist. Durch einen Pfeil R ist angedeutet, daß die Werkstückauflage Wa während des Lackiervorganges auch um eine vertikal ausgerichtete, zentrische Rotationsachse Ra gedreht werden kann. Bei dieser den Translationsbewegungen Tv bzw. Th ggf. überlagerten Rotationsbewegung kann es sich um eine oszillierende Drehbewegung oder um eine kontinuierliche Drehung handeln, wobei in letzterem Fall aber eine Umdrehung pro Lackiervorgang nicht überschritten werden sollte.

Der in Form einer Flüssigkeit F in einem Vorratsbehälter V untergebrachte Antireflexlack wird über eine Leitung L einer Zerstäubungseinrichtung Z zugeführt, welche einen Nebel von feinen Flüssigkeitströpfchen erzeugt. Ein auf verschiedene Spannungswerte einstellbarer Hochspannungsgenerator H mit einer maximalen Spannung von beispielsweise 100 kV ist mit seinem positiven Pol an die geerdete Werkstückauflage Wa und mit seinem negativen Pol an die Zerstäubungseinrichtung Z und den Vorratsbehälter V angeschlossen. Hierdurch entsteht zwischen der Zerstäubungseinrichtung Z und dem elektrisch leitend mit der Werkstückauflage Wa verbundenen Werkstück W ein elektrostatisches Hochspannungsfeld, entlang dessen Kraftlinien K die negativ aufgeladenen Flüssigkeitströpfchen durch die elektrischen Feldkräfte gezielt zur Werkstückoberfläche bewegt werden. Dort entladen sich die Flüssigkeitströpfchen und vereinigen sich zu einem zusammenhängenden Film. Durch die mit Hilfe der Bewegungseinrichtung B dem Werkstück W aufgeprägte periodische Bewegung wird dabei die Vereinigung der Flüssigkeitströpfchen und die Vergleichmäßigung der Schicht stark begünstigt, so daß der Lackiervorgang rasch beendet werden kann und ein sehr dünner und vollkommen gleichmäßiger Film über der gesamten Fläche entsteht.

Figur 2 zeigt eine erste Ausführungsform einer elektrostatischen Lackspritzeinrichtung, bei welcher die hier mit B' bezeichnete Bewegungseinrichtung als piezoelektrische Schwingeinrichtung ausgebildet ist, welche über einen zur Schwingungsübertragung und Schwingungsverstärkung dienenden Schwingungswandler Sw an die Unterseite der Werkstückauflage Wa angekoppelt ist. Die piezoelektrische Schwingeinrichtung ist an einen Ultraschallgenerator US angeschlossen, der auf Frequenzen zwischen 20 und 100 kHz eingestellt werden kann und dessen Zuleitungen mit einer Elektrode E der Piezokeramik und dem Schwingungswandler Sw verbunden sind. Die piezoelektrische Schwingeinrichtung erzeugt eine in vertikaler Richtung wirkende hochfrequente Translationsbewegung Tv, welche über den als massives Aluminiumteil ausgebildeten Schwingungswandler Sw und die Werkstückauflage Wa auf das Werkstück W übertragen wird.

Zur Erläuterung des Prinzips der Flüssigkeitszerstäubung in der Zerstäubungseinrichtung Z wird zusätzlich auf die Figur 3 verwiesen. Wie dort zu erkennen ist, tropft die über die Leitung L aus dem Vorratsbehälter V zugeführte Flüssigkeit F durch die obere Öffnung eines sich nach unten erweiternden Trichters T und gelangt dann auf die Oberseite einer rotierenden und horizontal ausgerichteten Scheibe S. Diese Scheibe S wird über eine Magnetkupplung M und einen Luftmotor LM angetrieben, welcher über eine Preßluftversorgung Pv mit variablem Druck auf 20000 bis 70000 U/min eingestellt werden kann. Die auf der rotierenden Scheibe S auftreffenden Flüssigkeitströpfchen werden gegen die Innenwandung des Trichters T geschleudert, welcher an den Minuspol des Hochfrequenzgenerators H angeschlossen ist. Durch rein elektrische Kräfte aufgeladen, zerstäubt die Flüssigkeit F dann an der unteren Kante des Trichters T, da die elektrischen Kräfte die Oberflächenkräfte übersteigen. Die der unteren Kante des Trichters T als feiner Film zugeführte Flüssigkeitsmenge zerfällt in einzelne kleine Flüssigkeitströpfchen, die ionisiert sind, und entlang der Kraftlinien K des Hochspannungsfeldes zwischen der Sprühkante des Trichters T und dem Werkstück W wandern. Die Aufladung der Flüssigkeitströpfchen ist dabei sehr hoch, was zu einem Abscheidegrad bzw. einer Lackausbeute von weit über 90% führt.

In Figur 2 ist ferner noch eine oberhalb der Sprühkante des Trichters T angeordnete Inertgas-Dusche ID zu erkennen, aus welcher eine Vielzahl von Inertgas-Strahlen IS auf die Werkstückoberfläche gerichtet werden. Diese Inertgas-Dusche ID verhindert einerseits die Gefahr einer Explosion und andererseits eine Oxydation der fein zerstäubten Flüssigkeitströpfchen bzw. des aus diesen Flüssigkeitströpfchen gebildeten Films. Als Inertgas wird der Inertgas-Dusche ID dabei Stickstoff aus einer Stickstoffversorgung Sv zugeführt, deren Druck auf beispielsweise 4 bar eingestellt wird.

Figur 4 zeigt eine zweite Ausführungsform einer elektrostatischen Lackspritzeinrichtung, bei welcher wieder die im Zusammenhang mit der Figur 2 bereits erläuterte Bewegungseinrichtung B' eingesetzt wird. Die bei dieser zweiten Ausführungsform verwendete Zerstäubungseinrichtung Z' umfaßt eine automatische Spritzpistole Sp mit verlängertem Spritzrohr Sr mit radialer Spritzwirkung. Der Spritzpistole Sp wird über eine erste Leitung der Lack in Form einer Flüssigkeit F und über eine zweite Leitung die für die Zerstäubung erforderliche Spritzluft Sl zugeführt. Außerdem wird in ein das Spritzrohr Sr konzentrisch umgebendes Rohr Ro Preßluft Pl zur zusätzlichen Regulierung des Spritzstrahles eingeleitet. Anstelle dieser Preßluft Pl kann in das Rohr Ro aber auch ein Inertgas, insbesondere Stickstoff eingeleitet werden, um ähnliche Wirkungen wie die in Figur 2 dargestellte Inertgas-Dusche ID zu erzeugen. Eine um den Pistolenausgang angeordnete Ringelektrode Re ist an den Minuspol des Hochspannungsgenerators H angeschlossen, so daß zwischen dieser Ringelektrode Re und dem Werkstück W ein elektrostatisches Hochspannungsfeld erzeugt wird, dessen Kraftlinien wieder mit K bezeichnet sind. Die von der Spritzpistole Sp erzeugten Flüssigkeitströpfchen werden durch den Koronaeffekt an der Unterkante der Ringelektrode Re ionisiert und gelangen als negativ geladene Schwebeteilchen in das elektrostatische Hochspannungsfeld, wo sie entlang der Kraftlinien K zum Werkstück W wandern, sich dort entladen und auf der Oberfläche einen geschlossenen, äußerst dünnen und gleichmäßigen homogenen Film bilden.

Ansprüche

1. Elektrostatische Spritzeinrichtung zum Auftragen von Flüssigkeiten, insbesondere von Lacken, auf die Oberfläche von Werkstücken, wobei die Flüssigkeiten einer Zerstäubungseinrichtung zuführbar und in einem elektrostatischen Hochspannungsfeld in Form feiner Tröpfchen auf die Werkstückoberfläche transportierbar sind, dadurch **gekennzeichnet**, daß den Werkstücken (W) durch eine Bewegungseinrichtung (B; B') eine periodische Translations- und/oder Rotationsbewegung (Tv, Th, R) aufprägar ist. 5
2. Elektrostatische Spritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß den Werkstücken (W) durch die Bewegungseinrichtung (B; B') eine periodische Translationsbewegung (Tv) in Auftragsrichtung der Flüssigkeit (F) aufprägar ist. 10
3. Elektrostatische Spritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß den Werkstücken (W) durch die Bewegungseinrichtung (B) eine zur Auftragsrichtung der Flüssigkeit (F) normale periodische Translationsbewegung (Th) aufprägar ist. 15
4. Elektrostatische Spritzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß den Werkstücken (W) durch die Bewegungseinrichtung (B) eine Rotationsbewegung (R) aufprägar ist, deren Rotationsachse (Ra) in Auftragsrichtung der Flüssigkeit (F) und zentrisch zum elektrostatischen Hochspannungsfeld (Hsf) ausgerichtet ist. 20
5. Elektrostatische Spritzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß den Werkstücken (W) durch die Bewegungseinrichtung (B; B') eine Translations- und/oder Rotationsbewegung (Tv, Th, R) in Form einer hochfrequenten Schwingung aufprägar ist. 25
6. Elektrostatische Spritzeinrichtung nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Bewegungseinrichtung (B') als piezoelektrische Schwingeinrichtung ausgebildet ist. 30
7. Elektrostatische Spritzeinrichtung nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Bewegungseinrichtung (B') über einen Schwingungswandler (Sw) an eine Werkstückauflage (Wa) angekoppelt ist. 35
8. Elektrostatische Spritzeinrichtung nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Schwingungswandler (Sw) an die Unterseite einer horizontal ausgerichteten Werkstückauflage (Wa) angebracht ist. 40
9. Elektrostatische Spritzeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß aus einer im Abstand zur Werkstückoberfläche angeordneten Inertgas-Dusche (ID) eine Vielzahl von Inertgas-Strahlen (IS) auf die Werkstückoberfläche richtbar ist. 45
- Elektrostatische Spritzeinrichtung nach Anspruch 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Inertgas-Dusche (ID) Stickstoff als Inertgas zuführbar ist. 50

55

60

65

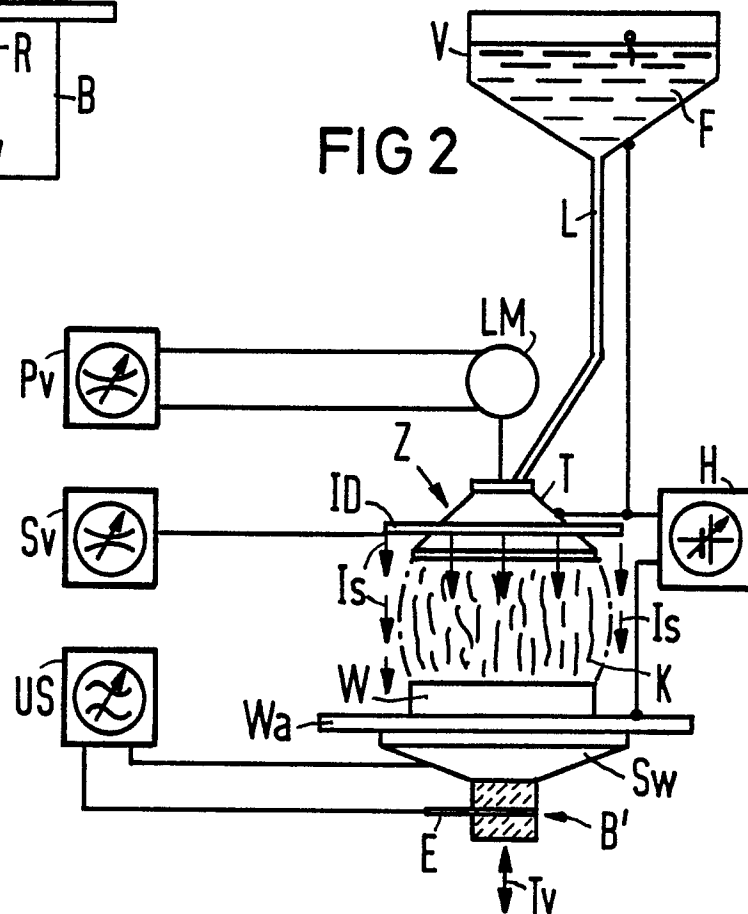
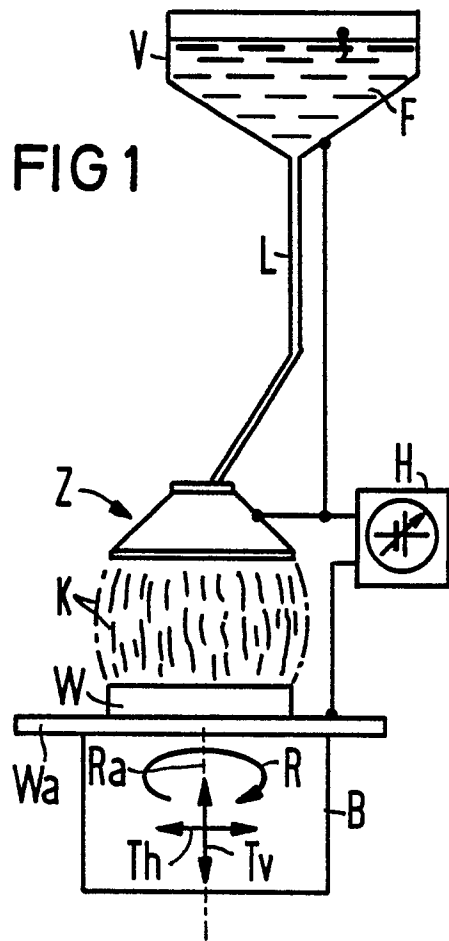


FIG 3

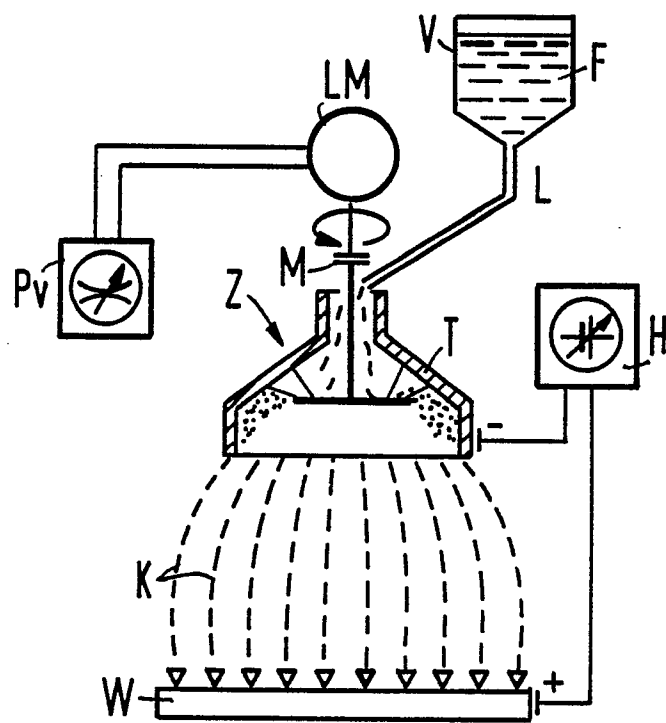
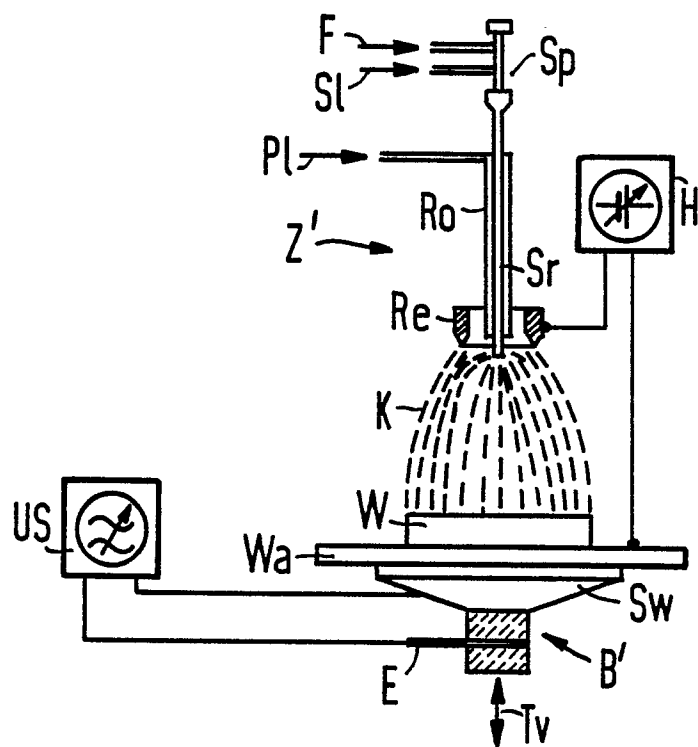


FIG 4





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	FR-A-1 272 250 (G.E.C.) * Seite 3, rechte Spalte, Absatz 4 - Seite 4, rechte Spalte, Absatz 2; Figuren *	1, 2, 4	B 05 B 5/08 B 05 B 13/02
Y		3	
Y	CH-A- 615 356 (Dr. F. KREUZIG) * Patentansprüche *	3	
A	EP-A-0 066 837 (E. ORTMEIER) * Seite 3, Zeile 14 - Seite 4, Zeile 12 *	9, 10	
A	GB-A-2 021 979 (F.S.I. CORP.)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			B 05 B B 05 C B 05 D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10-12-1985	
		Prüfer ERNST R.T.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			