



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.03.2008 Patentblatt 2008/11

(51) Int Cl.:
B05B 5/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07016693.9**

(22) Anmeldetag: **25.08.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• **Marcon, Henry**
9436 Balgach (CH)
• **Mauri, Carlo**
23895 Nibionno (IT)

(30) Priorität: **05.09.2006 CH 14132006**

(74) Vertreter: **Römpler, Aldo**
Schützengasse 34,
Postfach 229
9410 Heiden (CH)

(71) Anmelder: **MS Oberflächentechnik AG**
9436 Balgach (CH)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum elektrostatischen Beschichten**

(57) Beim elektrostatischen Beschichten mit einem an einer elektrostatischen Sprüheinrichtung (3) angeschlossenen Spannungsgenerator ist eine Rückmeldung der Arbeitsspannung und/oder der Schwingung von der Sprüheinrichtung (3) zurück an eine Steuerungseinheit (8) vorgesehen. Bei der Sprüheinrichtung (3) handelt es sich um eine manuelle oder automatische Sprühpistole. In Abhängigkeit von dieser Rückmeldung wird die von der Steuerungseinheit (8) abgegebene oder die

vom Spannungsgenerator (16) erzeugte Ausgangsspannung kontrolliert und/oder geregelt, mit dem Zweck, an der Sprüheinrichtung (3) einen gewünschten Arbeitsspannungswert zu erreichen. Durch das Sicherstellen eines exakten und kontrollierten Arbeitsspannungswertes lassen sich unter anderem auch heikle Beschichtungsarbeiten ausführen, zum Beispiel das Beschichten von Werkstücken (4) aus MDF und Glas oder Beschichtungsarbeiten mit Metallpulver.

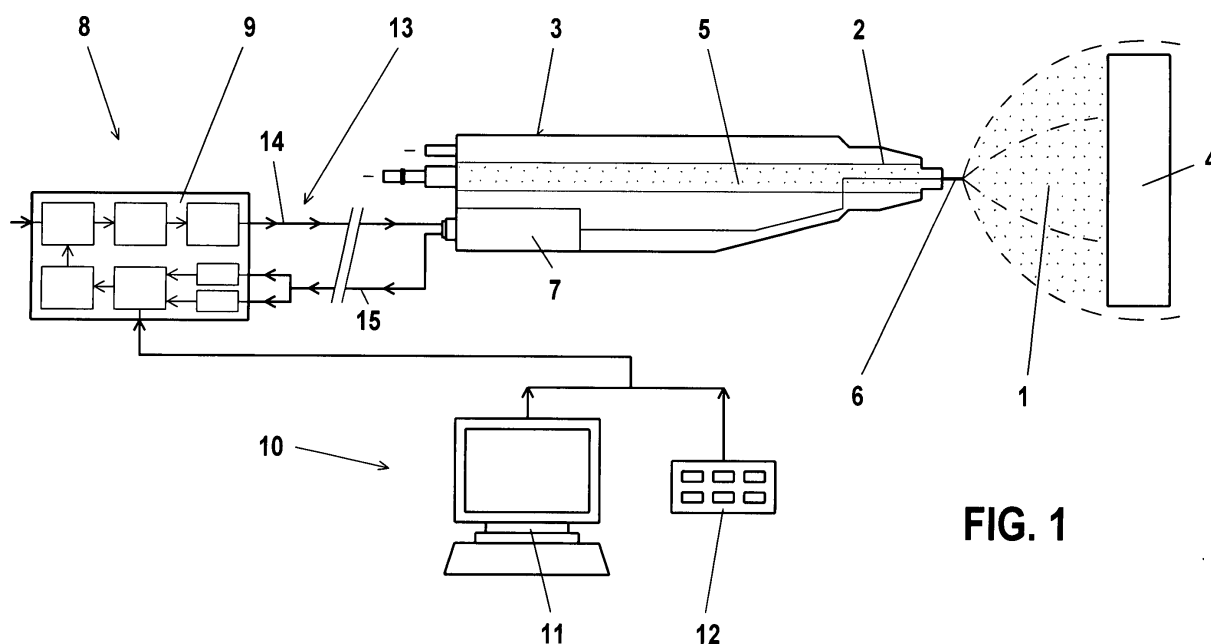


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum elektrostatischen Beschichten mit mindestens einem an eine elektrostatische Sprüheinrichtung angeschlossenen Spannungsgenerator. Weiter bezieht sich die Erfindung auf eine Beschichtungs-Vorrichtung zur Ausführung dieses Verfahrens.

[0002] Bei derartigen elektrostatischen Sprühvorrichtungen wird das pulverförmige oder flüssige Beschichtungsmedium zum Beispiel durch Druckluft über eine Düse versprüht und mittels mindestens einer an den Spannungsgenerator angeschlossenen Elektrode der Sprüheinrichtung elektrostatisch aufgeladen. Die Beschichtungspartikel, das heisst die Pulverpartikel oder Flüssigkeitströpfchen, sind geladen und werden durch das elektrische Feld zwischen der Elektrode der Sprüheinrichtung und dem zu lackierenden Werkstück gleichmässig auf das Werkstück verteilt.

[0003] Bei Korona-Sprüheinrichtungen erfolgt die Aufladung der Beschichtungspartikel durch Anlagerung freier Luftionen, die mittels einer oder mehrerer Hochspannung führender Korona-Elektroden erzeugt werden. Die meistens negative Hochspannung wird zum Beispiel mittels einer in die Sprüheinrichtung integrierten Kaskade erzeugt. Das starke elektrische Feld, das zwischen der Sprüheinrichtung und dem geerdeten Werkstück entsteht, bewirkt, dass die geladenen Beschichtungspartikel eine auf das Werkstück gerichtete Kraft erfahren, wodurch der Auftragswirkungsgrad verbessert wird.

[0004] Die Spannung ist beispielsweise zwischen 20 und 100 kV regelbar, wobei der benötigte Wert häufig um 80 kV liegen wird. Nicht zuletzt hängt das vom zu beschichtenden Werkstück ab. Es kann sich um Bauelemente, Heizkörper, Teile einer Autokarosserie, Maschinengehäuse und dergleichen mehr handeln. Theoretisch ist indessen auch das Beschichten von Nichtmetall-Werkstücken möglich, zum Beispiel von Teilen aus Holz oder aus Faserplatten, wie MDF oder auch von Werkstücken aus Glas. Das Lackieren derartiger Teile kommt im Innenausbau, im Möbelbau und insbesondere im Küchenbau vor. Ein elektrostatisches Beschichten ist hier aber aufgrund der ungenügenden oder ungleichmässigen Leitfähigkeit sehr schwierig. Es kann zur sogenannten Orangenhaut und zu Spiegelspannungen kommen, auch zur mangelhaften Beschichtung von Teilbereichen, zum Beispiel in Kantennähe.

[0005] Nicht nur, aber insbesondere in diesen speziellen Anwendungen, kommt es sehr stark darauf an, dass die an der Korona-Elektrode anliegende Spannung exakt festgelegt und geregelt werden kann. Bisher wird die Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom des Hochspannungsgenerators durch eine herkömmliche Spannungsregelschaltung gesteuert. Dennoch konnte besonders in denjenigen Fällen, in denen es auf eine sorgfältige Bestimmung der an der Korona-Elektrode anliegenden Arbeitsspannung ankommt, keine befriedigende Beschichtung erreicht werden. Wie sich in praktischen Ver-

suchen gezeigt hat, liegt ein wesentlicher Grund darin, dass die Ausgangsspannung des Hochspannungsgenerators nicht der tatsächlichen, für das Beschichtungsergebnis massgebenden Arbeitsspannung an der Korona-Elektrode entspricht. Unter anderem wird die Arbeitsspannung durch die Länge des Kabels beeinflusst, das die den Hochspannungsgenerator aufweisende Steuerungseinheit mit der Sprüheinrichtung verbindet. Bei der Sprüheinrichtung handelt es sich um eine manuelle oder automatische, das heisst, von einem Handhabungsautomaten geführten Sprühpistole. Wenn dieses Kabel beispielsweise 15 m lang ist, kann dies einen erheblichen, die benötigten Werte negativ verändernden Einfluss haben. Weitere Probleme ergeben sich hinsichtlich der Frequenz und der Amplitude sowie auch bezüglich der von der Steuerungseinheit hervorgerufenen Temperatur.

[0006] Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse setzt sich die Erfindung die Aufgabe, ein Verfahren zum elektrostatischen Beschichten mit einem an einer elektrostatischen Sprüheinrichtung angeschlossenen Spannungsgenerator zu schaffen, durch das die Sprüheinrichtung optimal angesteuert werden kann. Zudem soll eine Beschichtungs-Vorrichtung zur Ausführung dieses Verfahrens geschaffen werden.

[0007] Das erfindungsgemässe Verfahren entspricht den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1. Die Beschichtungs-Vorrichtung geht aus Anspruch 6 hervor. Weitere vorteilhafte Ausbildungen des Erfindungsgedankens sind aus den abhängigen Patentansprüchen ersichtlich.

[0008] Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher beschrieben.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Regelkreis einer elektrostatischen Beschichtungs-Vorrichtung;

Fig. 2 zeigt schematisch eine Steuerungseinheit für diesen Regelkreis;

Fig. 3 zeigt schematisch den für die Erfindung relevanten Teil der Sprüheinrichtung, beziehungsweise Sprühpistole.

[0009] Die Beschichtungspartikel 1, das heisst die Pulverpartikel oder Flüssigkeitströpfchen, werden durch einen Sprühkopf 2, beziehungsweise durch eine im vorliegenden Beispiel als automatische Sprühpistole dargestellte Sprüheinrichtung 3 auf ein zu beschichtendes, geerdetes Werkstück 4 aufgebracht. In der Sprüheinrichtung 3 wird ein Partikel-/Luftgemisch 5 gebildet, wobei die Beschichtungspartikel 1 mittels mindestens einer Elektrode 6 aufgeladen werden. Hierzu weist die Sprüheinrichtung 3 im vorliegenden Ausführungsbeispiel mindestens eine Kaskade 7 auf. Der Stromfluss wird von einer Steuerungseinheit 8 geregelt. Diese ist in Fig. 1 schematisch in Form einer Platine 9 dargestellt. Selbstverständlich ist mindestens ein Eingabegerät 10 vorhanden, das

hier als Computer 11 und Steuerungsmodul 12 dargestellt ist. Die Steuerungseinheit 8 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel mittels eines Kabels 13 mit der Sprüheinrichtung 3 verbunden, wobei mindestens eine erste Leitung 14 von der Steuerungseinheit 8 zur Sprüheinrichtung 3 und mindestens eine zweite Leitung 15 wieder von dieser zurück zur Steuerungseinheit 8 führt.

[0010] Die Steuerungseinheit 8, das heisst, die Platine 9, ist im Detail aus Fig. 2 ersichtlich, wobei zum besseren Verständnis auch hier das Kabel 13 mit den Leitungen 14 und 15 und die Kaskade 7 dargestellt sind. Wie bisher üblich, sind hier ein Spannungsgenerator 16 und mindestens ein Mikrocontroller 17 oder ein Mikroprozessor vorhanden. Neu sind ein Feldeffekttransistorsystem 18 mit vorgeschaltetem Treiber 19. Das Feldeffekttransistorsystem 18 weist in der vorliegenden Ausführung zwei Feldeffekttransistoren auf. Vorteilhaft ist zudem eine Einrichtung zur Modulation 20 vorgesehen, vorzugsweise eine Pulsweitenmodulation. Auf deren Funktion wird später eingegangen. Zudem kann mindestens ein intelligenter Sicherheits- oder Schutzschalter 21 vorgesehen werden. Möglich ist auch eine Schnittstelle 22, um den Mikrocontroller 17 an serielle Schnittstellen und/oder an das Ethernet anbinden zu können.

[0011] Der Mikrocontroller 17 oder Mikroprozessor wird mit Rückmeldungen bedient, nämlich einmal über einen üblichen Leiter 23 bezüglich der Ausgangsspannung des Hochspannungsgenerators 16. Ferner kann über einen zweiten Leiter 24 eine Rückmeldung in Ampere beziehungsweise μA über die Stromstärke der Kaskade 7 erfolgen. Für die Erfindung von wesentlicher Bedeutung ist die Rückmeldung in Volt über die Arbeitsspannung im Bereich der Sprüheinrichtung 3. Hierzu ist ein dritter Leiter 25 vorhanden. Es versteht sich, dass der Leiter 25 nur für das Erfassen eines Spannungswertes ausgelegt werden braucht, selbst aber nicht unbedingt unter dieser hohen Spannung stehen muss. Im Leiter 25 kann eine Spannung von zum Beispiel nur 1 V vorhanden sein.

[0012] Das Erfassen der Spannung in kV im Bereich der Sprüheinrichtung 3 geht im Detail aus Fig. 3 hervor. Der entsprechende Leiter 25 ist vor einem Transformator 26 an der von der Steuerungseinheit 8 zur Sprüheinrichtung 3 führenden Leitung 14 angesetzt. Dies wird in der Regel am hier nur annähernd angedeuteten, steuerungseinheitsseitigen Ende der Sprüheinrichtung 3 sein, vor der Kaskade 7. Dargestellt ist hier auch der am Transformator 26 angesetzte Leiter 24 zur Rückmeldung der Stromstärke der Kaskade in μA .

[0013] Die Rückmeldung der tatsächlichen Spannung an der Sprüheinrichtung 3 ermöglicht es nun, über die Steuerungseinheit 8 die an der Sprüheinrichtung 3 für ein optimales Beschichtungsergebnis benötigte Arbeitsspannung zu kontrollieren und zu erzeugen, beziehungsweise zu regeln. Man braucht also nicht mehr von einer der Steuerungseinheit 8 jeweils vorgegebenen Ausgangsspannung auszugehen. Eine Ausgangsspannung, die vielleicht am Ausgangsort regelbar ist, jedoch an der

Sprüheinrichtung 3 aufgrund verschiedener Umstände zu jeweils unterschiedlichen und oftmals unerwünschten Werten führt. Vielmehr macht es die Erfindung möglich, die Steuerungseinheit 8 so auszulegen, dass eine gespeicherte oder über ein Eingabegerät 10 eingegebene Spannung tatsächlich von der Sprühpistole 3, beziehungsweise von deren Elektrode 6 abgegeben wird. Somit wird sich die Ausgangsspannung an der Steuerungseinheit 8 in der Regel von der tatsächlichen Arbeitsspannung an der Sprüheinrichtung 3 unterscheiden. Üblicherweise wird eine höhere Ausgangsspannung gesteuert werden müssen, um die gewünschte Arbeitsspannung der Sprüheinrichtung 3 zu erzielen. Dabei braucht man sich nicht auf eine Faustregel bezüglich eines Verlustes zu verlassen. Ein Verlust, der von örtlich unterschiedlichen Faktoren abhängen kann, die vom Hersteller der elektrostatischen Beschichtungs-Vorrichtung meistens weder vorhersehbar noch überwachbar sind. Es sei hier noch ausdrücklich festgehalten, dass auch die Stromstärke der Kaskade 7 in Ampere, genauer gesagt in pA, einstellbar sein kann. Zum Beispiel könnte eine Spannung von 80 kV und eine Stromstärke von 50 μA voroder eingegeben werden. Es wird ausdrücklich nicht ausgeschlossen, dass die Steuerungseinheit 8 so ausgelegt sein kann, dass sie zunächst die ein- oder vorgegebenen Werte bezüglich der Spannung und/oder der Schwingung in jeweils eine entsprechende Ausgangsspannung oder Schwingung umrechnet und/oder einstellt. Nach Rückmeldung der tatsächlichen Arbeitsspannung oder Schwingung der Sprüheinrichtung 3 würde dann die Ausgangsspannung und/oder Schwingung in einem zweiten Schritt derart angepasst, dass die gewünschte Arbeitsspannung und/oder Schwingung erreicht wird.

[0014] Zum optimalen Funktionieren des vorgeschlagenen Verfahrens und der diesbezüglichen Vorrichtung dient auch die besondere Ausbildung der Steuerungseinheit 8. Diese weist, wie eingangs schon erwähnt, keinen herkömmlichen Transistor mit natürlicher Oszillation der Kaskade auf. Statt dessen ist ein FET-System, beziehungsweise ein Feldeffekttransistorsystem 18 vorgesehen. Es sei hier eingefügt, dass es verschiedene geeignete Typen von Feldeffekttransistor gibt. Möglich ist eine kontrollierte und variable Zwangsentladung. Zudem ist sowohl eine Positiv-Spannung als auch eine Negativ-Spannung schaltbar. Das Feldeffekttransistorsystem 18 ist in einer bevorzugten Ausführung mit einer Einrichtung zur Modulation 20 kombiniert, hier eine PWM, beziehungsweise Pulsweitenmodulation. Daraus ergeben sich mehrere Vorteile. Einerseits kann durch kurze Spannungsschaltzeiten die Verlustenergie, beziehungsweise die Temperatur gesenkt werden. Zum Vergleich: Bei bisherigen Steuerungseinheiten 8 konnten gänzlich unerwünschte Temperaturen von 70° - 80° C entstehen. Dieser Wert kann halbiert werden. Andererseits können in vorteilhafter Weise die Schwingungen geglättet werden, so wie dies in Fig. 2 im Diagramm 27 über dem Feldeffekttransistorsystem 18 schematisch angedeutet ist.

[0015] Wie sich in praktischen Versuchen gezeigt hat,

kann durch die gezielte Kontrolle der tatsächlichen Arbeitsspannung der Sprüheinrichtung 3 das Beschichtungsergebnis massgeblich verbessert werden. Unter der Voraussetzung entsprechender Testreihen, können dadurch auch problematische Werkstücke 4, beispielsweise Nichtmetall-Werkstücke aus MDF oder Glas, erfolgreich und in bester Qualität beschichtet werden. Ebenso gelingt dies bei der Beschichtung mit Metallpulver, wo bisher ebenfalls Probleme auftreten. Durch die zuverlässige Kontrolle und exakte Aufrechterhaltung der im jeweiligen, speziellen Anwendungsfall erforderlichen Arbeitsspannung, wird ein störungsfreier Einsatz in der industriellen Beschichtungsarbeit ermöglicht, beispielsweise in der Möbel- und Küchenfertigung. Unter anderem fallen auch Probleme bei der Verwendung unterschiedlich langer Kabel 3 weg, durch die das Beschichtungsergebnis unter Umständen verdorben würde.

[0016] Beispielsweise können bis über 1'000 anwendungsspezifische Beschichtungsprogramme gespeichert und jederzeit abgerufen werden. Dank des intelligenten, mitdenkenden Steuerungskonzeptes, lässt sich die erfindungsgemässe Vorrichtung für eine breite Anwenderschaft einsetzen, wobei die Beschichtungsergebnisse beliebig reproduzierbar sind.

[0017] Dank der vorgesehenen Schnittstelle 22, durch der Mikrocontroller 17 an eine serielle Schnittstelle oder an das Ethernet angebunden werden kann, ist auch eine Fernüberwachung oder -Ferndiagnose über das Internet denkbar. Zudem ist es möglich, eine drahtlose Fernbedienung vorzusehen, so dass die beschichtungsrelevanten Parameter mit Sichtkontakt zum Werkstück eingestellt werden können.

[0018] Es liegt im Rahmen der Erfindung das Verfahren und die Vorrichtung im einzelnen auch anders als gezeichnet und als Ausführungsbeispiel beschrieben auszubilden. Unter Leitung oder Leiter ist jeweils jede Form von Draht- oder Faserverbindung zwischen der Steuerungseinheit 8 und der Sprüheinrichtung 3 zu verstehen. Denkbar wäre theoretisch auch eine drahtlose Rückmeldung, obwohl zur Sprüheinrichtung in jedem Fall mindestens eine Leitung, beziehungsweise ein Schlauch zu führen ist. Die Steuerungseinheit 8 kann im übrigen die Rückmeldung einmalig, kontinuierlich oder in Zeitabständen verarbeiten und, falls erforderlich, jeweils eine entsprechende Ausgangsspannung regeln.

Patentansprüche

1. Verfahren zum elektrostatischen Beschichten mit einem an einer elektrostatischen Sprüheinrichtung (3) angeschlossenen Spannungsgenerator (16), **gekennzeichnet durch** eine Rückmeldung der Arbeitsspannung und/oder der Schwingung von der Sprüheinrichtung (3) an eine Steuerungseinheit (8).
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**

zeichnet, dass die Steuerungseinheit (8) in Abhängigkeit von der Rückmeldung der Arbeitsspannung der Sprüheinrichtung (3) die von der Steuerungseinheit (8) abgegebene oder die vom Spannungsgenerator (16) erzeugte Ausgangsspannung kontrolliert und/oder regelt, mit dem Zweck, einen gewünschten Arbeitsspannungswert zu erreichen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit (8) in Abhängigkeit von der Rückmeldung der Schwingung an der Sprüheinrichtung (3) die in der Steuerungseinheit (8) erzeugte Schwingung kontrolliert und/oder regelt, mit dem Zweck, einen gewünschten Schwingungswert zu erreichen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgangsspannung über ein Feldeffekttransistorsystem (18) kontrolliert wird, der zum Beispiel mit einer Pulsweitenmodulation verbunden ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit (8) ein- oder vorgegebene Werte bezüglich der Spannung und/oder der Schwingung in jeweils eine entsprechende Ausgangsspannung oder Schwingung umrechnet und/oder einstellt und nach Rückmeldung der tatsächlichen Arbeitsspannung oder Schwingung der Sprüheinrichtung (3) die Ausgangsspannung und/oder die Schwingung derart anpasst, dass die gewünschte Arbeitsspannung und/oder Schwingung erreicht wird.
6. Beschichtungs-Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** mindestens ein Mittel zur Datenübertragung zwischen einer Sprüheinrichtung (3) und einer Steuerungseinheit (8), zum Übermitteln einer Rückmeldung der Arbeitsspannung und/oder der Schwingung im Bereich der Sprüheinrichtung (3).
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch** mindestens eine Leitung (15), die von der Sprüheinrichtung (3) zur Steuerungseinheit (8) führt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **gekennzeichnet durch** mindestens eine erste Leitung (14), die von der Steuerungseinheit (8) zur Sprüheinrichtung (3) führt, und mindestens eine zweite Leitung (15), die von dieser wieder zurück zur Steuerungseinheit (8) führt.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von der Sprüheinrichtung (3) zur Steuerungseinheit (8) führende Leitung (15) mindestens einen Leiter (25) zur Rückmeldung der Arbeitsspannung der Sprüheinrichtung (3) aufweist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von der Sprüheinrichtung (3) zur Steuerungseinheit (8) führende Leitung (15) mindestens einen Leiter (24) zur Rückmeldung der Stromstärke einer Kaskade (7) aufweist. 5
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 - 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel zum Erfassen der Arbeitsspannung der Sprüheinrichtung (3) vor einem in dieser angeordneten Transistor (26) angesetzt ist. 10
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Leitung (15) oder ein Leiter (25) vor dem Transistor (26) angesetzt ist. 15
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 - 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leiter (24) zur Rückmeldung der Stromstärke der Kaskade an einem in der Sprüheinrichtung (3) angeordneten Transistor (26) angesetzt ist. 20
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 - 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit (8) mindestens ein Feldeffekttransistorsystem (18) aufweist oder mit einem solchen verbunden ist. 25
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Feldeffekttransistorsystem (18) zwei Feldeffekttransistore aufweist. 30
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 - 15, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung zur Modulation (20). 35
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung zur Pulsweitenmodulation.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 - 17, **gekennzeichnet durch** mindestens eine Schnittstelle (22), um die Steuerungseinheit (8) an serielle Schnittstellen und/oder an das Ethernet anbinden zu können. 40

45

50

55

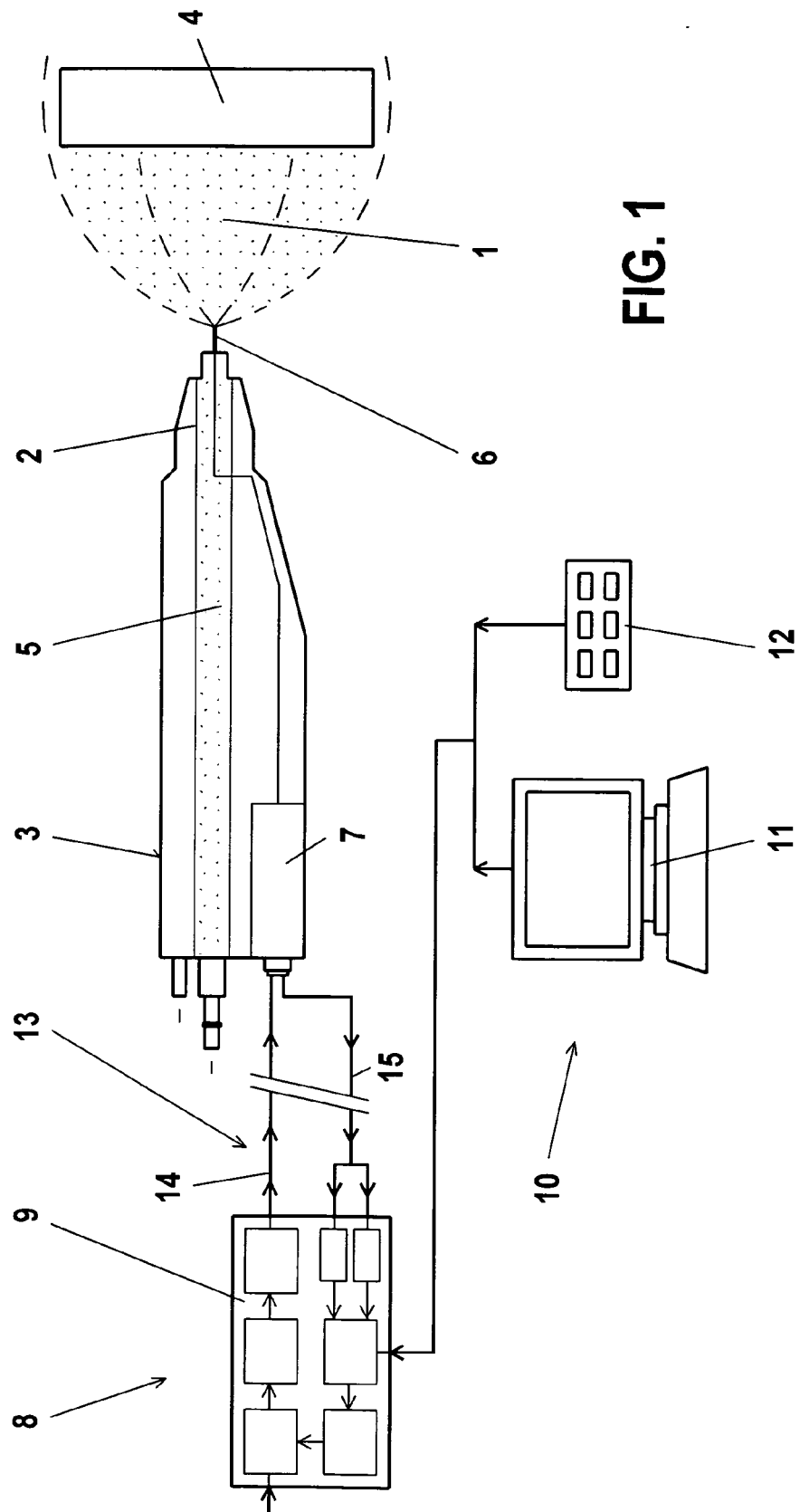


FIG. 1

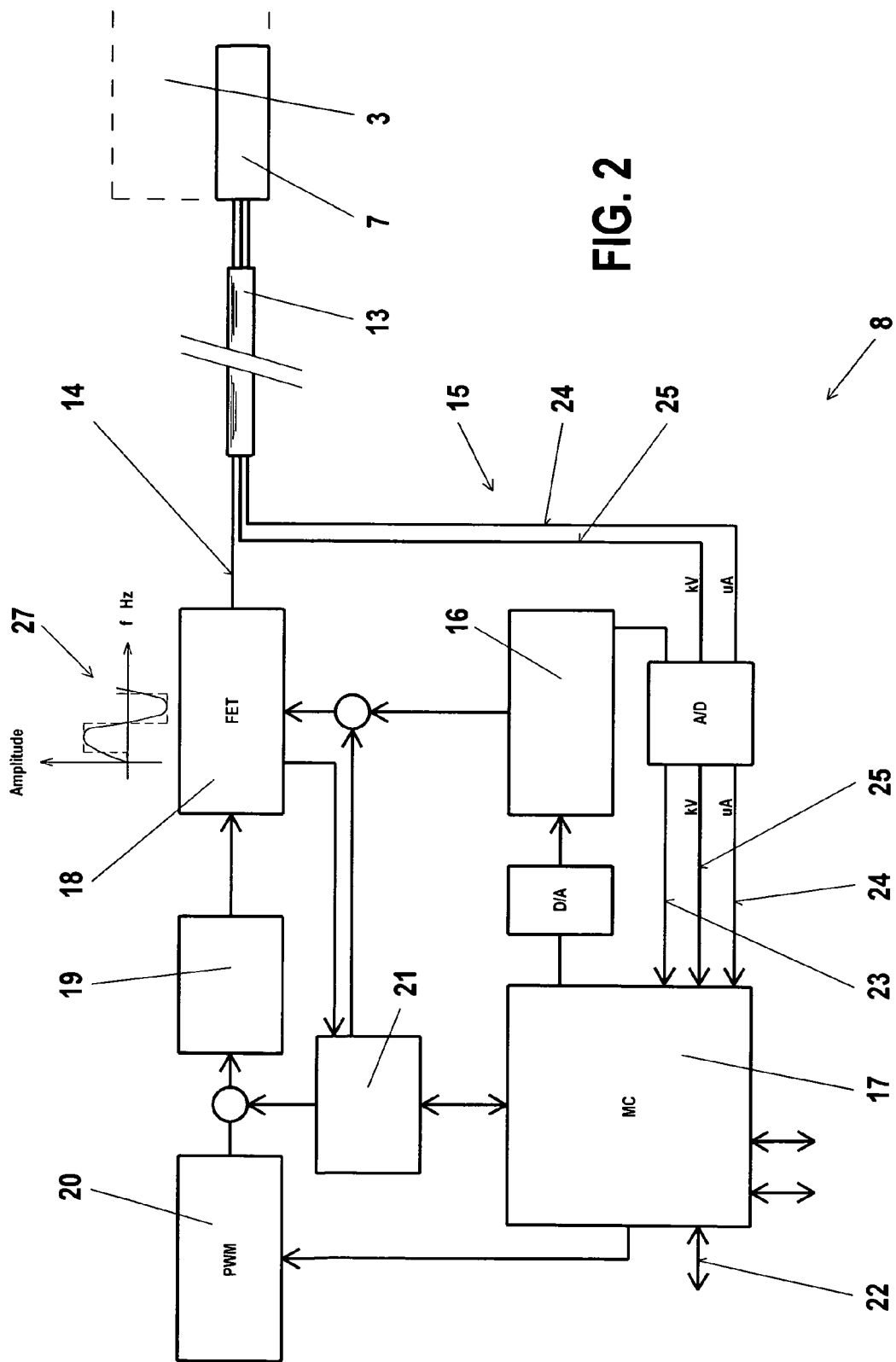


FIG. 2

