



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 577 020 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.09.2005 Patentblatt 2005/38

(51) Int Cl.7: **B05B 17/06**, B05C 5/02,
C09J 5/00

(21) Anmeldenummer: **05004393.4**

(22) Anmeldetag: **01.03.2005**

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

(72) Erfinder:
• **Beretitsch, Konrad**
83352 Altenmarkt (DE)
• **von Czarnecki, Jürgen, Dr.**
85459 Berglern (DE)
• **von Hayek-Boeligen, Matthias, Dr.**
80803 München (DE)

(30) Priorität: **20.03.2004 DE 102004013845**

(71) Anmelder: **Henkel Kommanditgesellschaft auf
Aktien**
40589 Düsseldorf (DE)

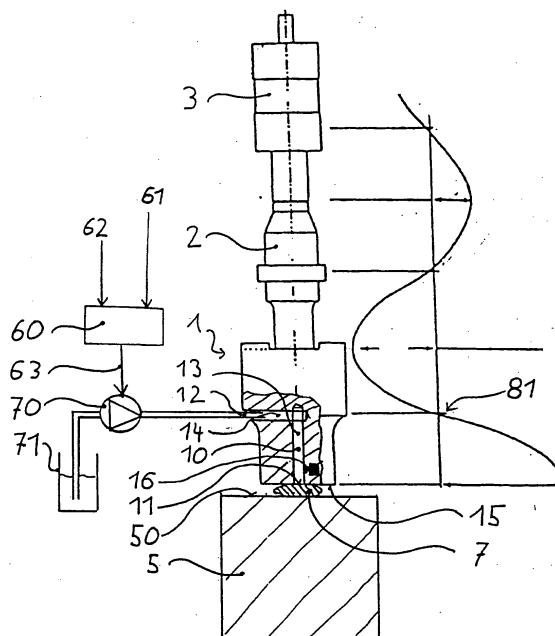
(54) **Vorrichtung zum Auftragen von Klebstoff**

(57) Es soll eine neue Vorrichtung zum Auftragen von Klebstoff auf eine Fügeoberfläche eines Fügeteils geschaffen werden, die aufwendige Reinigungs- und Oberflächenvorbehandlungsschritte vor dem Auftragen des Klebstoffs auf die Substatoberfläche vermeidet bzw. mit der sich auch bei nicht vermeidbarer Kontamination oder Rekontamination eine ausreichende Qualität von Klebungen sicherstellen lässt und die darüber hinaus effektiv arbeitet.

Die neue Vorrichtung zum Auftragen von Klebstoff auf eine insbesondere kontaminierte Fügeoberfläche (50) eines Fügeteils (5) weist folgende Merkmale auf:

- die Vorrichtung umfasst eine Sonotrode (1),
- in der Sonotrode (1) ist ein Kanal (10) für die Zuführung von Klebstoff angeordnet,
- der Kanal (10) weist eine Kleberaustrittsöffnung (11) auf, die im Bereich des freien Kopfendes der Sonotrode (1) angeordnet ist,
- die Sonotrode (1) ist so ausgebildet, dass im Betrieb die Schwingungen der Sonotrode (1) auf den aus der Kleberaustrittsöffnung (11) heraustretenden Klebstoff übertragen werden.

Fig. 1



EP 1 577 020 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Auftragen von Klebstoff auf eine insbesondere kontaminierte Fügeoberfläche eines Fügeteils.

[0002] Das Fügeverfahren "Kleben" ist gekennzeichnet durch eine steigende Zahl von Anwendungen und ein hohes Innovationspotenzial. Kleben ist prädestiniert für Leichtbauanwendungen und insbesondere für den Reparaturbereich. Die erreichbare Festigkeit einer Klebeverbindung wird von der "Adhäsion" zwischen dem Klebstoff und der Fügeeteiloberfläche bestimmt. Die Festigkeit ergibt sich aus der Adsorptionsarbeit, die in der Grenzfläche auf atomarer Ebene über kurzreichweitige Wechselwirkungen geleistet wird. Ein Problem der Klebtechnik sind haftungsmindernde Kontaminationen. Trotz aller Sorgfalt lassen sie sich in der Praxis nicht sicher ausschließen und die sich ergebende mangelhafte Adhäsion ist leider nicht zerstörungsfrei prüfbar. Das Vermeiden von haftungsmindernden Kontaminationen ist schon bei der Neuteilherstellung unter kontrollierten Industriebedingungen problematisch, noch schwieriger wird es aufgrund der höheren Zahl von möglichen unbekannten Kontaminationsquellen bei Reparaturanwendungen an gealterten und medienbelasteten Fügeteilen. Die Kontaminationstoleranz des klebtechnischen Prozesses ist daher eine unverzichtbare Forderung der Qualitätssicherung und eine Herausforderung für die klebtechnische Forschung. Nicht neue hochfeste Klebstoffe und die erreichbare Festigkeit einer Klebeverbindung stehen im Vordergrund, das Kriterium für die Anwendung ist Zuverlässigkeit.

[0003] Daher besteht ein Bedarf für Verfahren und entsprechende Vorrichtungen zum Kleben von kontaminierten Fügeteilen. Dabei sollen aufwendige Reinigungs- und Oberflächenvorbehandlungsschritte vor dem Auftrag des Klebstoffs auf die Substratoberfläche vermieden werden. Bei nicht vermeidbarer Kontamination oder Rekontamination soll ferner eine ausreichende Klebequalität sichergestellt sein.

[0004] Die Anmeldung des Aktenzeichens DE 103 12 815 A1 beschreibt ein Verfahren für das Kleben von kontaminierten Fügeteilen, bei dem die kontaminierenden Bestandteile der Fügeeteiloberflächen durch Einbringen von Vibrationsenergie/Ultraschall in die noch nicht ausgehärtete Klebstoffmatrix von der Grenzfläche entfernt werden und in der Klebstoffmatrix gelöst oder dispergiert werden und dadurch die Benetzung der Oberfläche verbessert wird. Dabei kann die Vorrichtung zum Auftragen von Klebstoff direkt mit der Sonotrode gekoppelt sein.

[0005] Die Verwendung von Ultraschall im Allgemeinen für die Behandlung von Klebstoffen in Klebefugen ist in der DE 42 26 312 A1, der JP 63132788 A, der JP 2000073031 und der US 6 544 364 B2 beschrieben. Im wesentlichen handelt es sich dabei zumindest um die Erzeugung lokal begrenzter thermischer Energie zur Aushärtung oder zum Aufschmelzen.

[0006] Die Anwendung von Ultraschall zum Vermischen von verschiedenen Beschichtungskomponenten auf den jeweiligen Fügeflächen geht aus der DD 205 180 und JP 01259080 A hervor. Dabei wird eine Klebstoffkomponente auf der einen Fügeflächen mit einer entsprechenden Härterkomponente auf der anderen Fügefläche vermischt, so dass eine Härtung stattfinden kann. Dass dies nicht nur für die Vermischung mit einer Härtungskomponente gilt, sondern auch für schlecht mit dem Klebstoff kompatible Komponenten, gibt die JP 06057229 A wieder.

[0007] Bestimmte Klebstoffe für die Verklebung von kontaminierten, im speziellen meistens mit Ölen versehenen Rückständen versehenen Bauteilen im Automobilrohbau sind durch die DE 198 58 921 A1 und die DE 195 02 381 A1 bekannt.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Auftragen von Klebstoff auf eine Fügeoberfläche eines Fügeteils zu schaffen, die aufwendige Reinigungs- und Oberflächenvorbehandlungsschritte vor dem Auftragen des Klebstoffs auf die Substratoberfläche vermeidet bzw. mit der sich auch bei nicht vermeidbarer Kontamination oder Rekontamination eine ausreichende Qualität von Klebungen sicherstellen lässt und die darüber hinaus effektiv arbeitet.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung zum Auftragen von Klebstoff auf eine insbesondere kontaminierte Fügeoberfläche eines Fügeteils gelöst, die folgenden Merkmale aufweist:

- die Vorrichtung umfasst eine Sonotrode,
- in der Sonotrode ist ein Kanal für die Zuführung von Klebstoff angeordnet,
- der Kanal weist eine Kleberaustrittsöffnung auf, die im Bereich des freien Kopfendes der Sonotrode angeordnet ist,
- die Sonotrode ist so ausgebildet, dass im Betrieb die Schwingungen der Sonotrode auf den aus der Kleberaustrittsöffnung heraustretenden Klebstoff übertragen werden.

[0010] Die Vorteile der Erfindung werden nachfolgend beschrieben.

[0011] Die Schwingungen der Sonotrode werden auf den aus der Kleberaustrittsöffnung heraustretenden Klebstoff übertragen. Dabei werden die kontaminierenden Bestandteile der Fügeeteiloberfläche durch das Einbringen der Vibrationsenergie bzw. des Ultraschalls in die noch nicht ausgehärtete Klebstoffmatrix von der Grenzfläche entfernt und in der Klebstoffmatrix gelöst oder dispergiert, wodurch die Benetzung der Oberfläche verbessert wird. Die Einkoppelung von Ultraschall in den nicht ausgehärteten Klebstoff führt dazu, dass der Klebstoff die Kontamination aufnimmt und eine ungestörte Wechselwirkung zwischen Klebstoff und Füge- teil entsteht.

[0012] Der letzte für die Festigkeit der Klebeverbindung entscheidende Reinigungsprozess wird direkt

dem eingesetzten Klebstoff übertragen und es werden weitere Rekontaminationsmöglichkeiten sicher ausgeschlossen. Die Feinreinigung der Fügeteiloberfläche erfolgt im Klebstoff unter dem Einfluss des Leistungsschalls der Sonotrode. Der Klebstoff dient dabei gleichzeitig als Koppel- und Reinigungsmedium. Haftungs-mindernde Grenzflächenkontaminationen werden dabei von der Grenzfläche entfernt. Erst danach härtet der Klebstoff aus und es entsteht eine lasttragende Verbindung.

[0013] Die kontaminationstolerante Wirkung des Verfahrens beruht auf mehreren Effekten. Die Einkopplung von Ultraschall führt zu einer verbesserten Füge­teil­be­netzung, dem Lösen und Abtransport von Kontaminationen unter Kavitation, dem Entfernen von Kapillareinschlüssen aus der Füge­teil­oberfläche und einer Homogenisierung des Klebstoffes.

[0014] Die Vorrichtung zum Auftragen von Klebstoff ist mit pastösen Klebstoffen generell einsetzbar. Sie eignet sich sowohl für warm- als auch insbesondere für kaltaushärtende Klebstoffsysteme, die einkomponentig als auch zweikomponentig ausgebildet sein können.

[0015] Die Vorrichtung zum Auftragen von Klebstoff ist sowohl manuell anwendbar, wie z.B. für den Reparaturbereich, als auch beliebig automatisierbar.

[0016] Dadurch, dass in der Sonotrode der Kanal für die Zuführung von Klebstoff angeordnet ist und der Kanal eine Kleberaustrittsöffnung aufweist, die im Bereich des freien Kopfendes der Sonotrode angeordnet ist, erzielt man eine hohe Effektivität und Wirtschaftlichkeit. Denn die Teilaufgabe des Klebstoffauftrags und die Teilaufgabe der Behandlung mit Ultraschall wird zusammengefasst in einen gemeinsamen Arbeitsschritt. Ferner erreicht man eine zuverlässige Ankopplung des Ultraschalls an den Klebstoff und damit an die zu behandelnde Grenzfläche. Die Sonotrode kann so ausgebildet sein, dass sie im Betrieb auf einem Klebstofffilm definierter Dicke über das Füge teil schwimmt. Mit der Zufuhr des Klebstoffes durch die Sonotrode tritt bereits in der Sonotrode eine verbesserte Durchmischung und Homogenisierung des Klebstoffes auf. Dieser Prozess verbessert wiederum zusätzlich die Eigenschaften der Fügeverbindung. Darüber hinaus verbessert sich die Qualität der Klebstoffraupe hinsichtlich der Form und des geforderten Volumens. Da die aufzubringende Klebstoffmenge genau eingestellt werden kann, reduziert sich die Klebstoffmenge auf das benötigte Maß. Man vermeidet, dass unnötig Klebstoff aus der Klebefuge herausgequetscht wird.

[0017] Gemäß einer Ausgestaltung der erfindungsge-
mäßen Vorrichtung zum Auftragen von Klebstoff weist
der Kanal eine Klebereintrittsöffnung auf, die in der
Mantelfläche der Sonotrode im Bereich des Schwin-
gungsknotens angeordnet ist. Mit dieser Maßnahme er-
reicht man, dass die Klebereintrittsöffnung, die bei-
spielsweise mit einem Schlauchanschluss versehen ist,
nur einer geringen mechanischen Belastung aufgrund
niedriger Schwingungsamplituden ausgesetzt ist.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Kleberaustrittsöffnung in der Stirnfläche des freien Kopfendes der Sonotrode angeordnet ist. Hierdurch ermöglicht man einen einfachen mechanischen Aufbau. Denn im Betrieb der Vorrichtung tritt der Klebstoff aus der Stirnfläche des freien Kopfendes heraus und wird auf eine kontaminierte Fügeoberfläche eines Fügeteils aufgetragen. Gleichzeitig erfolgt die Ultraschallbehandlung ebenfalls über die auf dem Klebstoff schwimmende Stirnfläche des freien Kopfendes der Sonotrode.

[0019] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist der Kanal aus einer sich durch, die Kleberaustrittsöffnung erstreckende Längsbohrung und einer sich durch eine Klebereintrittsöffnung erstreckende Querbohrung gebildet. Aufgrund dieses einfachen Aufbaus erreicht man eine kostengünstig zu fertigende Sonotrode mit integriertem Kanal für die Zuführung und Auftragung von Klebstoff.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die Vorrichtung eine Klebstoffpumpe auf, die an eine Regelungsschaltung zur Regelung der Fördermenge des Klebstoffes angeschlossen ist. Hierdurch schafft man die Voraussetzungen einer Automatisierung des Auftragens von Klebstoff bei gleichzeitiger Behandlung mit Ultraschall. Beispielsweise kann die Vorrichtung zum Auftragen von Klebstoff an einen Roboterarm montiert sein.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Regelungsschaltung so ausgebildet, dass sie im Betrieb mit einer Eingangsgröße beaufschlagt wird, die dem Wert der Leistungsaufnahme des Ultraschallerzeugers entspricht. Die Leistungsaufnahme der Sonotrode ist ein direktes Maß für die Einkopplung des Ultraschalls in den Klebstoff und die Qualität der Behandlung der Klebstoff/FügeteilGrenzfläche. Daher stellt die Leistungsaufnahme eine sehr wichtige Eingangsgröße zur Regelung der Fördermenge des Klebstoffes dar, um sicherzustellen, dass bezogen auf die Fördermenge des Klebstoffs auch eine ausreichend hohe Energie eingekoppelt wird. Die sich primär durch die Fördermenge und Viskosität ergebende Filmdicke kann somit mit einer reproduzierbaren Grenzflächenbehandlung durch eine ausreichende Leistungseinkopplung von Ultraschall behandelt werden.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist im Bereich des freien Kopfendes der Sonotrode ein Temperatursensor angeordnet ist. Vorzugsweise ist der Temperatursensor im Bereich der Kleberaustrittsöffnung angeordnet, um möglichst genau die Klebstofftemperatur erfassen zu können. Zur Verfeinerung der Regelung der Fördermenge des Klebstoffs kann die Regelungsschaltung im Betrieb mit einer weiteren Eingangsgröße beaufschlagt werden, die der Temperatur entspricht, wie sie von dem Temperatursensor ermittelt wurde. Die von dem Temperatursensor ermittelte Temperaturgröße stellt indirekt und zeitverzögert auch ein Maß für den Wert der Leistungsaufnahme

der Sonotrode dar. Die Diffusion, Lösung und/oder Dispersion der kontaminierenden Verunreinigungen der Substratoberfläche in der Klebstoffmatrix werden durch eine Erhöhung der Temperatur des Klebstoffs begünstigt. Neben der Größe der Leistungsaufnahme der Sonotrode eignet sich auch die von dem Temperatursensor ermittelte Temperaturgröße zur Sicherstellung der Qualität der Klebeverbindung.

Beispielsweise kann vorgegeben sein, dass ein Temperaturbereich von 50°C bis 60°C einzuhalten ist. Im automatisierten Betrieb kann die Größe der Temperatur und/oder die Größe der Leistungsaufnahme der Sonotrode im Rahmen der Qualitätssicherung aufgezeichnet werden.

[0023] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargelegten Ausführungsbeispiels näher beschrieben.

[0024] Die einzige Figur zeigt eine Vorrichtung zum Auftragen von Klebstoff auf eine insbesondere kontaminierte Fügeoberfläche 50 eines Fügeteils 5. Die Vorrichtung umfasst eine Sonotrode 1, in der ein Kanal 10 für die Zuführung von Klebstoff angeordnet ist. Dieser Kanal 10 weist eine Kleberaustrittsöffnung 11 auf, die im Bereich des freien Kopfendes der Sonotrode 1 angeordnet ist. Die Sonotrode 1 ist dabei so ausgebildet, dass im Betrieb die Schwingungen der Sonotrode 1 auf den aus der Kleberaustrittsöffnung 11 heraustretenden Klebstoff übertragen werden.

[0025] Die Sonotrode 1 ist Teil eines Ultraschallkopfes, der neben der Sonotrode 1 noch einen Piezoresonator 3 und ein Koppelstück 2 aufweist.

[0026] Der Kanal weist eine Klebereintrittsöffnung 12 auf, die in der Mantelfläche der Sonotrode im Bereich des Schwingungsknotens 81 angeordnet ist. Der Schwingungsknoten 81 ist durch eine grafische Darstellung illustriert, in der die Schwingungsamplituden über die Länge des Ultraschallkopfes aufgetragen sind.

[0027] Die Kleberaustrittsöffnung 11 ist in der Stirnfläche des freien Kopfendes der Sonotrode 1 angeordnet. Unterhalb der Kleberaustrittsöffnung 11 ist eine Klebstoffraupe 7 dargestellt, die auf eine kontaminierte Fügeoberfläche 50 aufgetragen wurde.

[0028] Der Kanal 10 ist aus einer sich durch die Kleberaustrittsöffnung 11 erstreckende Längsbohrung 13 und einer sich durch die Klebereintrittsöffnung 12 erstreckende Querbohrung 14 gebildet.

[0029] Die Vorrichtung weist eine Klebstoffpumpe 70 auf, die über eine Leitung 63 an eine Regelungsschaltung 60 zur Regelung der Fördermenge des Klebstoffes angeschlossen ist.

[0030] Die Regelungsschaltung 60 ist so ausgebildet ist, dass sie im Betrieb mit einer Eingangsgröße beaufschlagt wird, die dem Wert der Leistungsaufnahme der Sonotrode entspricht. Dies illustriert die Eingangsleitung 61.

[0031] Im Bereich des freien Kopfendes der Sonotrode 1 ist ein Temperatursensor 16 angeordnet. Gemäß der Darstellung befindet sich der Temperatursensor 16

im Bereich der Kleberaustrittsöffnung 11. Die Regelungsschaltung 60 wird im Betrieb mit einer weiteren Eingangsgröße beaufschlagt, die der Temperatur entspricht, wie sie von dem Temperatursensor 16 ermittelt wurde. Dies illustriert die Eingangsleitung 62. Im Rahmen der Qualitätssicherung ist die Regelungsschaltung 60 mit einer elektronischen Speicherung versehen, um die Größe der Temperatur als auch die Größe der Leistungsaufnahme der Sonotrode aufzuzeichnen.

[0032] Durch das nachfolgende Beispiel soll verdeutlicht werden, dass sich mit der Vorrichtung zum Auftragen von Klebstoff auch bei einer kontaminierten Fügeoberfläche eine hochfeste Klebeverbindung erzielen lässt.

Im Beispiel wird eine DCB(double cantilever beam)-Probe verwendet, die aus zwei miteinander zu verklebenden Schenkeln besteht. Einer der Schenkel weist auf der Fügeoberfläche Rückstände von Hydrauliköl auf, und zwar 3 Gramm/m². Als Klebstoff wird Terokal 5045® verwendet. Der Klebstoff wurde mit der in der Fig. dargestellten Vorrichtung unter gleichzeitiger Aufbringung von Ultraschall auf die Fügeoberfläche des kontaminierten Schenkels aufgetragen. Die Sonotrode hatte während des Klebstoffauftrags eine Leistungsaufnahme von 100 Watt. Die Kleberaustrittsöffnung 11 hatte einen Durchmesser von 3 mm. Der Kopf der Sonotrode 1 schwamm auf einer Klebstoffdicke von ungefähr 0,9 mm. Danach wurde der nicht kontaminierte Schenkel auf den kontaminierten Schenkel gedrückt und fixiert. Nach der Aushärtung wurde die Qualität der Verklebung im DCB-Versuch ermittelt. Hierbei trat ein Kohäsionsbruch auf, der auf eine ungestörte Adhäsionswirkung zwischen Klebstoff und Fügeenteil schließen lässt. Eine weitere DCB-Probe wurde zum Vergleich ohne eine Ultraschalleinkoppelung hergestellt. Diese zeigte im DCB-Versuch gegenüber der zuvor beschriebenen, mit Ultraschall behandelten Probe einen Adhäsionsbruch an der kontaminierten Fügeoberfläche des kontaminierten Schenkels. Die Energiefreisetzungsrate der nicht mit Ultraschall behandelten Probe betrug weniger als 1/5 (0,109 N/mm²) als die der mit Ultraschall behandelten Probe (0,590 N/mm²).

Bezugszeichenliste

[0033]

- | | |
|----|------------------------|
| 1 | Sonotrode |
| 10 | Kanal für Klebstoff |
| 11 | Kleberaustrittsöffnung |
| 12 | Klereintrittsöffnung |
| 13 | Längsbohrung |
| 14 | Querbohrung |
| 15 | Stirnfläche |
| 2 | Koppelstück |
| 3 | Piezoresonator |

5	Fügeteil	
50	Fügeoberfläche	
60	Regelungsschaltung	
61	Eingangsleitung (Größe der Leistungsaufnahme des Ultraschallerzeugers)	5
62	Eingangsleitung (Temperaturgröße)	
63	Leitung (Beaufschlagung der Klebstoffpumpe)	
7	Klebstoffpumpe	10
70	Klebstoffpumpe 71 Klebstoffbehälter	
81	Schwingungsknoten	

15

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Auftragen von Klebstoff auf eine insbesondere kontaminierte Fügeoberfläche (50) eines Fügeteils (5), mit folgenden Merkmalen: 20
 - die Vorrichtung umfasst eine Sonotrode (1),
 - in der Sonotrode (1) ist ein Kanal (10) für die Zuführung von Klebstoff angeordnet,
 - der Kanal (10) weist eine Kleberaustrittsöffnung (11) auf, die im Bereich des freien Kopfendes der Sonotrode (1) angeordnet ist, 25
 - die Sonotrode (1) ist so ausgebildet, dass im Betrieb die Schwingungen der Sonotrode (1) auf den aus der Kleberaustrittsöffnung (11) austretenden Klebstoff übertragen werden. 30
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Kanal (10) eine Klebereintrittsöffnung (12) aufweist, die in der Mantelfläche der Sonotrode (1) im Bereich des Schwingungsknotens (81) angeordnet ist. 35
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Kleberaustrittsöffnung (11) in der Stirnfläche des freien Kopfendes der Sonotrode (1) angeordnet ist. 40
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der der Kanal (10) sich aus einer durch die Kleberaustrittsöffnung (11) erstreckende Längsbohrung (13) und einer sich durch eine bzw. sich durch die Klebereintrittsöffnung (12) erstreckende Querbohrung (14) gebildet ist. 45
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, die eine Klebstoffpumpe (70) aufweist, die an eine Regelungsschaltung (60) zur Regelung der Fördermenge des Klebstoffes angeschlossen ist. 50
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, bei der die Regelungsschaltung (60) so ausgebildet ist, dass sie im Betrieb mit einer Eingangsgröße beaufschlagt wird, die dem Wert der Leistungsaufnahme der Sonotrode (1) entspricht. 55

Fig. 1

