



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 217 461 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.06.2002 Patentblatt 2002/26

(51) Int Cl.7: **G03G 15/20**

(21) Anmeldenummer: **01127899.1**

(22) Anmeldetag: **23.11.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **22.12.2000 DE 10064565
12.09.2001 DE 10145005**

(71) Anmelder: **NexPress Solutions LLC
Rochester, New York 14653-7001 (US)**

(72) Erfinder:
• **Behnke, Knut
24118 Kiel (DE)**
• **Krause, Hans-Otto
24340 Eckernförde (DE)**

- **Morgenweck, Frank-Michael
24113 Molfsee (DE)**
- **Rohde, Domingo
24111 Kiel (DE)**
- **Schulze-Hagenenst, Detlef
24113 Molfsee (DE)**
- **Bartscher, Gerhard, Dr.
50674 Köln (DE)**
- **Preissig, Kai-Uwe
44339 Dortmund (DE)**
- **Tyagi, Dinesh
Fairport, New York 14450-2625 (DE)**

(74) Vertreter: **Lauerwald, Jörg
Heidelberger Druckmaschinen AG
TPT-R4
Dr.-Hell-Strasse
24107 Kiel (DE)**

(54) **Verfahren und Einrichtung zur Fixierung von Toner auf einem Träger bzw. einem Bedruckstoff**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fixierung von Toner auf einem Träger bzw. einem Bedruckstoff, insbesondere einem blattförmigen Bedruckstoff, vorzugsweise für eine digitale Druckmaschine, daß dadurch gekennzeichnet ist, daß der Toner aufweisende Bedruckstoff mit Mikrowellen aus wenigstens einem Mikrowellensender bestrahlt und für das Schmelzen des Toners erhitzt wird und daß ein Toner verwendet wird, der einen starken Abfall des elastischen Moduls G' von seinem festen zu seinem flüssigen Zustand beim Erhitzen zeigt.

Vorzugsweise beträgt das Verhältnis des Wertes

des elastischen Moduls G' des erfindungsgemäßen Toners bei dem Referenztemperaturwert, errechnet aus der Anfangstemperatur beim Beginn des Glasübergangs des Toners plus 50°C , zu dem Wert des elastischen Moduls G' bei der Anfangstemperatur selbst $< 10^{-5}$.

Des weiteren betrifft die Erfindung eine Einrichtung zur Fixierung von Toner, vorzugsweise zur Durchführung des genannten Verfahrens, mit wenigstens einem Mikrowellen abgebenden Sender.

EP 1 217 461 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fixierung von Toner auf einem Träger bzw. einem Bedruckstoff, insbesondere einem blattförmigen oder einem bandförmigen Bedruckstoff, vorzugsweise für eine digitale Druckmaschine.

[0002] Des weiteren betrifft die Erfindung eine Einrichtung zur Fixierung von Toner auf einem Träger bzw. einem Bedruckstoff, insbesondere einem blattförmigen oder einem bandförmigen Bedruckstoff, vorzugsweise für eine digitale Druckmaschine, vorzugsweise zur Durchführung des vorgenannten Verfahrens.

[0003] Beim digitalen, insbesondere elektrostatischen oder elektrophotografischen Drucken wird ein latentes elektrostatisches Bild erzeugt, das mittels geladener Tonerpartikel entwickelt wird, die ihrerseits auf einen das Bild aufnehmenden Bedruckstoff, z.B. Papier, übertragen werden. Das auf den Bedruckstoff übertragene Bild wird dort durch Erhitzen und Erweichen des Toners und/oder Erhitzen des Bedruckstoffes fixiert. Durch und während dieses Prozesses verbinden sich Tonerpartikel mit dem Bedruckstoff und ggf. auch miteinander.

[0004] Für das Fixieren des Toners auf dem Bedruckstoff ist die Nutzung von Mikrowellen prinzipiell bekannt. Da die Absorption von Mikrowellenenergie im Toner üblicherweise um mindestens eine Größenordnung kleiner ist als im Bedruckstoff, wird bevorzugt der Bedruckstoff durch die Mikrowellen aufgeheizt und der Bedruckstoff erhitzt seinerseits den auf ihm befindlichen Toner, und zwar bis auf eine Temperatur, bei der sich der Toner mit dem Bedruckstoff verbindet. Bekanntermaßen sind bei der Nutzung von Mikrowellen für die Fixierung des Toners charakteristische Werte des verwendeten Bedruckstoffes, wie zum Beispiel Gewicht, Feuchte und Zusammensetzung, kritisch und zu berücksichtigen.

[0005] So ist beispielsweise aus der US-A- 4 511 778 eine Bildfixierungseinrichtung bekannt, die ein Bild aus Toner unter Nutzung von Hochfrequenzwellen, insbesondere Mikrowellen, auf einem Bedruckstoff, insbesondere einem Blatt Papier, fixiert. Ein Aspekt der bekannten Einrichtung ist dabei die Möglichkeit, die Mikrowellen in Abhängigkeit von der Größe des Bedruckstoffes abzugeben, um unter Berücksichtigung dieser Größe als charakteristischen Wert des Bedruckstoffes eine sachgerechte Aufschmelzung und Fixierung des Toners zu gewährleisten.

[0006] Dies ist eine Vorgehensweise, die recht pauschal ist und nur eine unmittelbar offensichtliche Größe des Bedruckstoffes berücksichtigt und vor der Fixierung für den Betrieb der Einrichtung vorgibt, etwa gemäß einer Überlegung, daß ein größeres zu erwärmendes Stück aufgrund seiner größeren Wärmekapazität insgesamt mehr Energie benötigt als ein kleineres zu erwärmendes Stück.

[0007] Durch diese pauschale Vorgabe bleiben aber weitere kritische Aspekte bei der Nutzung von Mikrowel-

len für die Fixierung von Toner unberücksichtigt. So ist zum Beispiel die zitierte Vorgehensweise nur beim Schwarz-Weiß-Druck mit Papiergewichten von einer geringen Variationsbreite verwendbar, während das eventuell unterschiedliche Verhalten unterschiedlich farbiger Toner und unterschiedlicher Papiergewichte mit eventuell auch noch unterschiedlichem Wassergehalt in dieser pauschalen, auf die Größe des Bedruckstoffes abgestimmten Weise nicht berücksichtigt ist. Bei einem Farbdruck kann das Tonerbild beispielsweise vier verschiedene Tonerschichten aufweisen. Dabei beträgt die maximale Dichte jeder Tonerschicht auf dem Bildträgersubstrat bzw. Bedruckstoff 100%, wobei sich eine maximale Gesamtdichte der Tonerschichten im Tonerbild von 400% ergibt. Üblicherweise liegt die Dichte eines einfarbigen Tonerbildes im Bereich von 0% bis 100% Dichte, eines farbigen Tonerbildes im Bereich von 0% bis 290%. Außerdem beinhaltet die zitierte Einrichtung keinen an sich bekannten Mikrowellenresonator, der bei Mikrowellenanwendung im Hinblick auf eine homogene Aufheizung erfindungsgemäß als wünschenswert erscheint.

[0008] Zudem kann bei der Verwendung von blattförmigem Bedruckstoff das Problem auftreten, daß in dem mit Mikrowellen bestrahlten Bereich der Randbereich des Blattes energetisch anders bearbeitet wird als der mittlere Blattbereich, so daß es zu einem ungleichmäßig erstellten Druckprodukt kommen kann.

[0009] Hinzu kommt, daß bei dem Fixieren von herkömmlichem Toner nur unter Verwendung von Mikrowellen unter Umständen nur eine unvollständige Verschmelzung des Toners, je nach dessen Lagendicke, erzielt wird oder es zu Aufheizungen mit Blasenbildung in Bereichen des Toners kommt. Auch die Anhaftung des Toners auf dem Bedruckstoff ist unter Umständen unzureichend, weil bspw. die Verbindung mit dem Bedruckstoff durch die zu hohe Viskosität des geschmolzenen Toners nicht hinreichend erzeugt wird. Probleme können vor allem dann auftreten, wenn ein Bedruckstoff in zwei nacheinander ausgeführten Druckvorgängen beidseitig bedruckt wird.

[0010] Wegen dieser geschilderten möglichen Probleme wird üblicherweise nicht auf den Einsatz einer Mikrowellenbestrahlung beim Fixieren vertraut, sondern es wird der Toner in der Praxis ohne Mikrowellenbestrahlung erhitzt und mit einem geheizten Walzenpaar unter Druckbeaufschlagung mit dem Bedruckstoff verbunden.

[0011] Eine berührungslose Fixierung ist prinzipiell aber zur Schonung des Druckbildes wünschenswert. Weitere Vorteile der berührungslosen Fixierung sind die Vermeidung von adhesivem Verschleiß und die dadurch erhöhte Standzeit der verwendeten Einrichtung, sowie eine bessere Verlässlichkeit der Einrichtung.

[0012] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine adäquate Fixierung von Toner auf einem Bedruckstoff mittels Mikrowellennutzung, vorzugsweise auch für einen mehrfarbigen Druck auf blattförmigem

Bedruckstoff und unter Verwendung eines Resonators und bevorzugt unter Abstimmung auf die herrschenden besonderen Verhältnisse, zu ermöglichen.

[0013] Diese Aufgabe wird in Verfahrenshinsicht erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Toner aufweisende Bedruckstoff mit Mikrowellen aus wenigstens einem Mikrowellensender bestrahlt und für das Schmelzen des Toners erhitzt wird und daß ein Toner verwendet wird, der einen scharfen Übergang von seinem festen zu seinem flüssigen Zustand beim Erhitzen zeigt.

[0014] Auf diese erfindungsgemäße Weise kann zum Beispiel ein Trockentoner verwendet werden, der bei einer mittleren Temperatur von etwa 50°C bis 70°C noch recht hart ist, so daß er über konventionelle Verfahren zu einer gewünschten mittleren Tonergröße von z. B. 8 - 4 Mikrometer gemahlen werden kann und auch bei Entwicklungstemperaturen noch nicht klebrig wird oder schmilzt, aber bei höherer Temperatur von z.B. etwa 90°C schon sehr dünnflüssig mit niedriger Viskosität ist, so daß er ggfls. unter Ausnutzung von Kapillaritäten sich auch ohne äußeren Druck und berührungslos auf und in dem Bedruckstoff absetzt und haftet und bei einem Erkalten dann sehr schnell wieder hart wird und fixiert ist, und zwar mit einem guten, dem Bedruckstoff angepaßten Oberflächenglanz, insbesondere mangels ausgebildeter Korngrenzen. Letzteres spielt gerade auch bei farbigem Toner für die Farbsättigung eine bedeutsame Rolle.

[0015] Dabei kann im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Toner das Verhältnis des Wertes des elastischen Moduls G' bei dem Referenztemperaturwert, errechnet aus der Anfangstemperatur beim Beginn des Glasübergangs des Toners plus 50°C, zu dem Wert des elastischen Moduls bei der Anfangstemperatur selbst $< 1 E-5$, vorzugsweise sogar $< 1 E-7$ sein, wobei E für Exponent auf Basis 10 stehen soll.

[0016] Die Anfangstemperatur des Beginns des Glasübergangs des Toners wird bevorzugt bestimmt als derjenige Temperaturwert, bei dem sich die Tangenten an den Funktionsverlauf des elastischen Moduls G' als Funktion der Temperatur vor und nach dem Glasübergang schneiden.

[0017] Bevorzugt soll der Übergang des Toners von seinem festen in seinen flüssigen Zustand in einem Temperaturintervall bzw. Temperaturfenster von etwa 30° bis 50°K Größe stattfinden. Dieser Bereich soll oberhalb von 60°C, vorzugsweise etwa zwischen 70°C bis 130°C, ganz bevorzugt zwischen 75°C und 125°C liegen.

[0018] Eine nächste Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens, für die auch selbständiger Schutz beansprucht wird, zeichnet sich zur Anpassung an besondere Verhältnisse dadurch aus, daß wenigstens ein physikalischer Verfahrensparameter in Abhängigkeit von einem mit dem Energieeintrag in den Toner aufweisenden Bedruckstoff korrelierenden Parameter gesteuert und/oder geregelt wird.

[0019] Erfindungsgemäß ist also nicht eine einfache

pauschale Vorgabe vorgesehen, sondern mit Vorteil eine auf die tatsächlichen, vorzugsweise gemessenen Verhältnisse abgestimmte Regelung.

[0020] Dabei kann der genannte Energieeintrag im wesentlichen einer vom Gesamtsystem aus Bedruckstoff und Toner aufgenommenen Mikrowellenleistung entsprechen, so daß erfindungsgemäß, den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend, die abgegebene Leistung mit der aufgenommenen Leistung verglichen und abgestimmt wird. Dies entspricht wiederum im wesentlichen einer Wirkungsgradkontrolle und/oder -einstellung. Dabei kommt insbesondere allgemein in Betracht, eine Regelung auf Seiten des Senders im weitesten Sinne, der auch als Mikrowellenquelle angesprochen werden kann, und/oder auf Seiten des empfangenden Toner-Bedruckstoff-Systems bzw. dessen Handhabung vorzunehmen.

[0021] Dazu schlägt die Erfindung im einzelnen bevorzugt vor, die Leistung des Mikrowellensenders zu regeln und/oder die Geschwindigkeit der Bewegung des Bedruckstoffes zu regeln und/oder den Resonator abzustimmen und/oder die Frequenz der Mikrowellen abzustimmen, letztere beiden Maßnahmen vorzugsweise auch, um eine höhere Energieabsorption unmittelbar im Toner selbst zu erreichen, und dadurch einen präziseren Einfluß auf dessen Verschmelzung zu nehmen als mittelbar und problematischer über den Bedruckstoff.

[0022] Als meßbare Parameter für die abhängige Regelung schlägt die Erfindung bevorzugt die Temperatur des Bedruckstoffes oder die vom Toner-Bedruckstoff-System reflektierte und also nicht absorbierte Mikrowellenenergie vor. Weitere meßbare Parameter können - ohne Begrenzung darauf - das Gewicht/ die Dicke oder der Wassergehalt des Bedruckstoffes oder Dichte und Glanz der Tonerschicht sein.

[0023] Prinzipiell können alle Frequenzen des Mikrowellenbereiches von 100 MHz bis 100 GHz verwendet werden. Üblicherweise werden die zur industriellen, wissenschaftlichen oder medizinischen Nutzung freigegebenen ISM-Frequenzen, vorzugsweise 2,45 GHz, genutzt. Eine Verwendung anderer Frequenzen in dem genannten weiten Frequenzbereich kann aber mit Vorteil dazu führen, daß ein größerer Anteil der Strahlungsenergie als üblich vom Toner und nicht nur vom Bedruckstoff absorbiert wird.

[0024] Für eine Einrichtung der eingangs genannten Gattung, die sich in selbständiger Lösung der gestellten Aufgabe dadurch auszeichnet, daß zur Bestrahlung und Erhitzung des einen scharfen Übergang von seinem festen zu seinem flüssigen Zustand bei seinem Erhitzen zeigenden Toners wenigstens ein Mikrowellen abgebender Sender vorgesehen ist, wird unabhängiger Schutz beansprucht.

[0025] Bevorzugt wird zudem ein oder mehrere Betriebsparameter regelbar vorgesehen.

[0026] Die sich erfindungsgemäß ergebenden Vorteile sind sinngemäß bereits im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren geschildert worden, wo-

bei der dortige Verfahrensparameter dem Betriebsparameter der Einrichtung entspricht.

[0027] Eine Weiterentwicklung der erfindungsgemäßen Einrichtung, für die auch unabhängiger Schutz beansprucht wird, zeichnet sich aus durch wenigstens einen Resonator für vom Sender (Mikrowellenquelle) ausgesandte Mikrowellen, der eine stehende Mikrowelle etwa lotrecht zur Ebene des Bedruckstoffes erzeugt.

[0028] Ein solch senkrecht angeordneter Resonator hat den Vorteil, daß er eine besonders günstige Intensitätsverteilung des elektrischen Feldes in der Bedruckstoffebene bereitstellt. Es kann nämlich erreicht werden, daß über eine nicht allzu groß gewählte Resonatorbreite in der Bedruckstoffebene und quer zu dessen Transportrichtung eine sehr homogene Intensität des elektrischen Feldes erzeugt wird und damit der Bedruckstoff bzw. der von ihm getragene Toner über diese Breite, und bei gleichförmigem Vorschub des Bedruckstoffes in Transportrichtung auch über dessen Länge, gleichmäßig erwärmt wird. Mit einem erfindungsgemäßen Resonator kann also über die Länge des Bedruckstoffes ein der Breite des Resonators entsprechend breiter Streifen zeitlich nach und nach erfolgreicher, gleichmäßiger Erwärmung bearbeitet werden.

[0029] Eine nächste Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß mehr als ein Resonator verwendet wird und die Resonatoren über die Breite des Bedruckstoffes verteilt angeordnet sind, wobei sich die Arbeitsbreiten einander benachbarter Resonatoren vorsorglich vorzugsweise überlappen, so daß der Bedruckstoff bzw. der von ihm getragene Toner rest- und lückenlos über die ganze Fläche des Bedruckstoffes gleichmäßig erwärmt wird. Dabei wird, wie erwähnt, bevorzugt dafür Sorge getragen, daß der Resonator über seine Breite ein möglichst homogenes elektrische Feld liefert, was insbesondere bei einer Resonatorbreite bis zu etwa 20 cm gut gewährleistet ist, wobei eine Resonatorbreite von etwa 4 cm bis etwa 8 cm bevorzugt wird.

[0030] Die Resonatoren sind vorzugsweise zueinander gestaffelt angeordnet, wobei unterschiedliche Formationen in Betracht kommen. Beispielsweise könnten die Resonatoren in zwei Reihen hintereinander jeweils auf Lücke zueinander angeordnet sein, was eine kompakte, platzsparende Anordnung ergibt. Die Resonatoren können aber beispielsweise auch in Treppenformation oder in V - Formation angeordnet sein. Diese Formationen haben den Vorteil, daß der Toner in den Überlappungsbereichen der Arbeitsbreiten der Resonatoren nicht zwischen dem Passieren aufeinanderfolgender Resonatoren erkaltet. Damit wird einer möglichen sichtbaren Grenzschichtbildung durch erneutes Aufschmelzen der Tonerschicht in den Überlappungsbereichen vorgebeugt. Außerdem bieten die genannten Formationen den Vorteil, daß genügend Platz für Führungselemente für den Bedruckstoff im Bereich der erfindungsgemäßen Einrichtung verbleibt.

[0031] Im Prinzip könnten alle vorhandenen Resonatoren aus einer einzigen Mikrowellenquelle gespeist

werden. Dabei kann die Energie beispielsweise mittels T-Stücken auf die einzelnen Systeme verteilt werden.

[0032] Eine homogene Erwärmung des zu fixierenden Bildes läßt sich jedoch zuverlässiger gewährleisten, wenn jeder Resonator aus einer eigenen Mikrowellenquelle gespeist wird. So läßt sich eine unterschiedliche Erwärmung des zu fixierenden Bildes, verursacht durch einen unterschiedlichen Füllgrad der Resonatoren im Randbereich des Bedruckstoffes, durch eine jeweilige Anpassung der Mikrowellenleistung des jeweiligen Resonators kompensieren, indem die Mikrowellenleistung dem jeweiligen Füllgrad des Resonators angepaßt wird.

[0033] Eine sinnvolle Minimierung der Anzahl der Mikrowellenquellen läßt sich aber gegebenenfalls dennoch erzielen, indem die Leistung eines Mikrowellengenerators über T - Stücke in jeweils zwei Resonatoren verteilt wird, wobei bevorzugt darauf zu achten ist, daß die beiden jeweils miteinander verbundenen Resonatoren etwa den gleichen Füllgrad aufweisen. Beispielsweise könnten in einer Reihe von vier Resonatoren, die über die Breite des Bedruckstoffes angeordnet sind, jeweils die beiden mittleren Resonatoren und die beiden äußeren Resonatoren miteinander verbunden werden, die jeweils bezüglich einer zwischen den beiden inneren Resonatoren verlaufenden Symmetrieachse einen symmetrischen Füllgrad aufweisen. So lassen sich die Hälfte der Mikrowellenquellen oder Magnetrons einsparen.

[0034] In der Trennebene des jeweiligen Resonators durch die der Bedruckstoff transportiert wird und die damit der Bedruckstoffebene entspricht, fließen auf der Kammerinnenwand des Resonators keine oder nur geringe Querströme, so daß es zu keiner hohen Streustrahlung kommt. Um elektrischen Kontakt zwischen den jeweiligen Resonatorteilbereichen (Halbschalen) herzustellen, kann ein geeigneter leitfähiger Verbinder verwendet werden. Allerdings könnten Verbinder geometrisch schwierig zu realisieren sein, wenn mehrere Resonatoren nebeneinander angeordnet sind. Es kann daher sinnvoll sein, den elektrischen Kontakt mittels in geeigneter Weise zusammengeschalteter Verbinder herzustellen. Diese Zusammenschaltung führt nicht zu einer Beeinflussung der einzelnen Resonatoren. Dabei ist gegebenenfalls darauf zu achten, daß Kontaktpunkte von Gabelungen an Stellen sind, an denen eine hohe Stromdichte an der Innenseite der Resonatoren vorhanden ist.

[0035] Eine unabhängige Justage der einzelnen Resonatoren auf maximale Absorption könnte unter Umständen nicht zu befriedigenden Ergebnissen führen. Das Fixierergebnis könnte ungleichmäßig sein. Die Absorption des Bedruckstoffes in den aufeinander folgenden Resonatoren könnte daher bei jeweils eingeschalteten vorangehenden Resonatoren optimiert werden, um ein gleichmäßiges Fixierergebnis zu erhalten.

[0036] Die Streustrahlung, die aus Durchlaßöffnungen der Resonatoren austritt, läßt sich zudem durch Aufbau einer sogenannten Chokestruktur und/oder

durch Verwendung von absorbierenden Materialien außerhalb des Resonators reduzieren.

[0037] Die erfindungsgemäße Einrichtung ist nicht nur selbst als Fixiereinrichtung bzw. Fuser geeignet, sondern sie könnte auch als Vorwärmeinrichtung für eine nachfolgende Fixiereinrichtung mit Vorteil verwendet werden. Sie wäre auch als Konditioniereinrichtung zum Konditionieren von Bedruckstoff, insbesondere von Papier, geeignet. Eine Veränderung des Bedruckstoffes kann durch Wärmebeaufschlagung dann bereits vor Beginn des Druckprozesses erfolgen.

[0038] Es wird die Verwendung mindestens eines Resonators bevorzugt, der in Bewegungsrichtung des Bedruckstoffes eine Länge von etwa 1 bis etwa 20 cm aufweist, um die Handhabung des Bedruckstoffes zu vereinfachen, andererseits aber eine genügende Leistung (beispielsweise 1 - 10 kW pro Resonator) zu ermöglichen, ohne daß es zu Spannungsdurchbrüchen kommt. Dabei sollte die Breite des Resonators auch auf die Geschwindigkeit des Bedruckstoffes abgestimmt sein. Es handelt sich dabei um eine relative Geschwindigkeit (zum Beispiel bis zu 100 cm/s), in der Weise, daß sich auch in kinematischer Umkehrung die Fixiereinrichtung relativ zum ruhenden Bedruckstoff bewegen könnte oder auch beide Komponenten. Auch eine stationäre Fixierung ohne jegliche Bewegung wäre denkbar.

[0039] Die erfindungsgemäße Einrichtung ist bevorzugt für eine digitale Mehrfarbendruckmaschine vorgesehen, so daß auch für eine derart ausgerüstete Druckmaschine Schutz im Rahmen der Erfindung beansprucht wird.

[0040] Beispielhafte Erläuterungen der Erfindung erfolgen nachfolgend im Zusammenhang mit 7 Abbildungen, aus denen sich weitere erfinderische Maßnahmen ergeben, ohne daß die Erfindung auf die erläuterten Beispiele oder Abbildungen beschränkt ist.

[0041] Es zeigen:

Abb. 1 den Funktionalverlauf des elastischen Moduls G' eines Toners als Funktion der Temperatur zur Definition der Anfangstemperatur des Glasübergangs des Toners,

Abb. 2 die gemessenen Funktionalverläufe gemäß Abb. 1 eines erfindungsgemäßen Toners und zweier Toner nach dem Stand der Technik zum Vergleich,

Abb. 3 eine schematische Perspektivansicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Resonators zum Fixieren eines Tonerbildes,

Abb. 4 eine bevorzugte Anordnung von 8 Resonatoren einer erfindungsgemäßen Einrichtung zum Fixieren eines Tonerbildes in zwei Reihen in schematischer Draufsicht,

Abb. 5 eine zweite Anordnung von 7 Resonatoren, angeordnet in einer V-Formation in schematischer Draufsicht,

5 Abb. 6 eine dritte Anordnung von 8 Resonatoren einer erfindungsgemäßen Einrichtung zum Fixieren eines Tonerbildes in treppenartiger Staffelung in der Draufsicht und

10 Abb. 7 eine perspektivische Ansicht eines Resonators gemäß Abb. 3 mit Verbindern.

[0042] Das G' -Verhältnis ist das Verhältnis des elastischen Moduls G' bei der Anfangstemperatur des Glasübergangs plus 50°C zu G' bei der Anfangstemperatur des Glasübergangs. Die Anfangstemperatur des Glasübergangs wird gemäß Abb. 1 aus dem Schnittpunkt der Tangenten an G' vor und nach dem Glasübergang bestimmt und liegt im dargestellten Beispiel bei knapp 70°C .

[0043] In Abb. 2 ist der gemessene Funktionalverlauf von G' gemäß Abb. 1 für drei beispielhafte Toner dargestellt. Die Funktionalwerte von G' wurden durch eine rheologische Messung mit einem Bolin-Rheometer, ausgerüstet mit parallelen Platten von 40 mm Durchmesser bestimmt. Es wurde eine kontinuierliche Temperaturänderung bei einer Frequenz von 1 rad/s entsprechend 0,16 Hz zwischen 50°C und 200°C durchgeführt. Die Spannung (strain) der Messung wurde so gewählt, daß die Probe keine Schubverdünnung zeigt (Newton'sches Verhalten).

[0044] Nur der erfindungsgemäße Toner zeigt einen scharfen Übergang von festem zu flüssigem Zustand mit einem End- G' -Wert von etwa $1.00\text{E}-02$. Daraus resultiert ein G' -Verhältnis von $5.0\text{E}-08$.

[0045] Abb. 3 zeigt schematisch in perspektivischer Ansicht einen Resonator 1, der erfindungsgemäß lotrecht zur Transportebene eines in Transportrichtung 2 durch einen Trennspace 3 des Resonator 1 zu transportierenden, nicht näher dargestellten Bedruckstoffes angeordnet ist. Durch den Trennspace 3, der gleichzeitig die Transportebene des Bedruckstoffes vorgibt, ist der Resonator 1 in Teilbereiche 1a, 1b geteilt.

[0046] Eine Mikrowelleneinspeisung in den Resonator 1 aus einer nicht dargestellten Mikrowellenquelle kann in Richtung des Pfeiles 4 erfolgen, wobei im Resonator-Teilbereich 1a ein verschiebbarer Abschlußschieber 5 angedeutet ist.

[0047] Um den Resonator 1 ist in Abb. 3 ein Koordinatensystem mit einer x-, einer y- und einer z-Achse dargestellt, in dem der Resonator 1 orientiert sein soll. Die Transportrichtung 2 für den Bedruckstoff fällt mit der y-Achse zusammen, die Breite des Bedruckstoffes erstreckt sich in Richtung der x-Achse und die Antriebsrichtung der stehenden Mikrowelle in dem Resonator 1 erstreckt sich lotrecht in Richtung der z-Achse.

[0048] Über den Achsen des Koordinatensystems sind jeweils die Intensitäten E_x , E_y und E_z der Kompo-

nennten des elektrischen Feldes des Resonators qualitativ aufgetragen, die sich als Funktion der jeweiligen Koordinate ergeben. Dabei zeigt sich, daß der Verlauf der Intensität des elektrischen Feldes E_x in Richtung der x - Achse, also in Richtung der Breite des Bedruckstoffes, nahezu rechteckig ist, was bedeutet, daß diese Intensität über die Breite des Resonators 1 im wesentlichen konstant bzw. homogen ist. Dies bewirkt eine der Intensitätsverteilung proportionale Erwärmung des Toner tragenden Bedruckstoffes, und zwar wird der Bedruckstoff bei seinem Transport in Transportrichtung 2 über die X - Breite des Resonators 1 homogen erwärmt. Dabei ist allerdings die X - Breite des Resonators 1 durch den Umstand begrenzt, daß die Feldverteilung sich bei zu starker Verbreiterung ändert. Dies könnte zur Folge haben, daß das Erwärmungsprofil in X - Richtung nicht mehr homogen ist. Daher sollte die X - Breite der Resonatoren 1 auf kleiner als 20 cm begrenzt sein, vorzugsweise etwa 4 cm bis 8 cm betragen.

[0049] Es ist daher nötig, mehrere Resonatoren über die Breite des Bedruckstoffes verteilt anzuordnen, um die gesamte X - Breite des Bedruckstoffes zu erfassen. Eine gestaffelte Anordnung der Resonatoren 1 bietet zudem den Vorteil, daß die Resonatoren so angeordnet werden können, daß zwischen ihnen genug Platz ist, um Elemente einer Führung für den Bedruckstoff unterzubringen. Dadurch kann der Bedruckstoff immer in mechanischem Kontakt zur Führung gehalten werden. Damit ist eine sichere Führung gewährleistet.

[0050] Die Abb. 4 bis 6 zeigen jeweils in schematischer Draufsicht bevorzugte Anordnungen von Resonatoren 1, um einen Bedruckstoff über seine ganze Breite homogen zu erwärmen. Unter den dargestellten Arbeitsbereichen der Resonatoren ist ein Transportband 6 angedeutet, daß sich in Transportrichtung 2 bewegt und vorgesehen ist, den Bedruckstoff jeweils zu tragen und durch die Trennspalte 3 der Resonatoren 1 zu transportieren.

[0051] Die Abb. 4 zeigt eine besonders kompakte Anordnung. Die Resonatoren 1 sind je zu viert in einer Reihe nebeneinander und in zwei Reihen hintereinander, bezogen auf die Transportrichtung 2, angeordnet, wobei die Resonatoren 1 jeweils auf Lücke angeordnet sind.

[0052] In der Abb. 5 sind die Resonatoren 1 in einer v - förmigen Formation gestaffelt hintereinander angeordnet, wobei auch hier die Gesamtheit der Resonatoren 1 die ganze Breite des Transportbandes 6 erfaßt.

[0053] In der Abb. 6 sind die Resonatoren 1 treppenartig gestaffelt hintereinander angeordnet, ebenfalls wiederum in ihrer Gesamtheit die gesamte Breite des Transportbandes erfassend.

[0054] Bei den drei Abbildungen 4 bis 6 sind die Längskanten von Resonatoren 1, die aufeinanderfolgend jeweils den nächsten Abschnitt der Breite des Transportbandes 6 erfassen, jeweils fluchtend zueinander gezeichnet. Es ist aber für eine homogene Erwärmung des Toner tragenden Bedruckstoffes besser, wenn die Arbeitsbreiten der Resonatoren 1 und die von

ihnen überstrichenen Arbeitsbereiche einander überlappen. Ein solcher Überlappungsbereich kann vorzugsweise eine Breite von 1 mm bis 30 mm, bevorzugt von 1 mm bis 10 mm, haben. Die bevorzugte Anzahl der Resonatoren 1 richtet sich dann nach der Breite des einzelnen Resonators 1, der Größe des Überlappungsbereiches und der Breite des Bedruckstoffes bzw. des Transportbandes 6. Beispielsweise können gemäß der Anordnung nach Abb. 4 für einen Papierbogen als Bedruckstoff mit einer Papierbreite von maximal 383 mm 8 Resonatoren in zwei Reihen zu je 4 Resonatoren 1 angeordnet werden. Jeder dieser Resonatoren 1 kann quer zur Transportrichtung 2 eine Arbeitsbreite von 54 mm haben. Die beiden Reihen von Resonatoren 1 können in Transportrichtung 2 einen Abstand von 525 mm voneinander haben. In Querrichtung zur Transportrichtung 2 können die Resonatoren 1 der beiden Reihen auf Lücke angeordnet sein, und zwar um 47 mm zueinander versetzt. Unter Berücksichtigung der angegebenen Arbeitsbreite, ergibt sich dadurch jeweils ein Überlapp der Arbeitsbreiten in Transportrichtung 2 aufeinanderfolgender Resonatoren 1 von 7 mm.

[0055] Die Anordnungen gemäß den Abbildungen 5 und 6 haben zudem den Vorteil, daß der Toner in Überlappungsbereichen der Resonatoren 1 beim Übergang vom Arbeitsbereich eines Resonators zu dem des nächsten Resonators 1 beim Weitertransport des Bedruckstoffes in Transportrichtung 2 nicht erkaltet. Damit wird einer möglichen sichtbaren Grenzschichtbildung durch erneutes Aufschmelzen der Tonerschicht in den Überlappungsbereichen der Resonatoren 1 vorgebeugt.

[0056] Die Anordnungen gemäß den Abb. 5 und 6 sind auch dahingehend optimiert, daß nur eine minimale Fläche nicht mit der Führung des Bedruckstoffes in Berührung kommt.

[0057] Abb. 7 zeigt in schematischer perspektivischer Ansicht noch einmal einen Resonator 1 entsprechend Abb. 3, nunmehr mit elektrisch leitfähigen Verbindungselementen 7 zur Verbindung der Teilbereiche 1a und 1b des Resonators 1. Dies dient der elektrischen Verbindung der Teilbereiche 1a und 1b, damit Ausgleichsströme fließen können.

[0058] Verfahren zur Fixierung von Toner auf einem Träger bzw. einem Bedruckstoff, insbesondere einem blattförmigen Bedruckstoff, vorzugsweise für eine digitale Druckmaschine,

dadurch gekennzeichnet, daß der Toner aufweisende Bedruckstoff mit Mikrowellen aus wenigstens einem Mikrowellensender bestrahlt und für das Schmelzen des Toners erhitzt wird und daß ein Toner verwendet wird, der einen starken Abfall des elastischen Moduls G' von seinem festen zu seinem flüssigen Zustand beim Erhitzen zeigt.

Patentansprüche

1. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-**

- zeichnet, daß** das Verhältnis des Wertes des elastischen Moduls G' bei dem Referenztemperaturwert, errechnet aus der Anfangstemperatur beim Beginn des Glasübergangs des Toners plus 50°C , zu dem Wert des elastischen Moduls bei der Anfangstemperatur $<10^{-5}$, bevorzugt $<10^{-7}$ beträgt.
2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Übergang des Toners von seinem festen in seinen flüssigen Zustand in einem Temperaturintervall von etwa 50°K oder kleiner stattfindet.
3. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich das genannte Temperaturintervall des Zustandswechsels des Toners oberhalb 60°C , bevorzugt im Bereich von etwa 75°C bis etwa 125°C erstreckt.
4. Verfahren zur Fixierung eines Toner, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens ein physikalischer Verfahrensparameter in Abhängigkeit von einem mit dem Energieeintrag in den Toner aufweisenden Bedruckstoff korrelierenden Parameter gesteuert und/oder geregelt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Leistung des Mikrowellensenders in Abhängigkeit vom Energieeintrag geregelt wird, in der Weise, daß bei zu niedrigem Energieeintrag die Leistung erhöht und bei zu hohem Energieeintrag die Leistung verringert wird, um im Mittel einen im wesentlichen konstanten, sachgerechten Energieeintrag zu erhalten.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Geschwindigkeit der Bewegung des Bedruckstoffes durch einen mit den Mikrowellen bestrahlten Bereich in Abhängigkeit vom Energieeintrag geregelt wird, in der Weise, daß bei zu niedrigem Energieeintrag der Bedruckstoff mit einer geringeren Geschwindigkeit fixiert wird und bei zu hohem Energieeintrag der Bedruckstoff mit einer höheren Geschwindigkeit fixiert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Mikrowellensender in Abhängigkeit vom Energieeintrag getunt bzw. bezüglich der Frequenz der von ihm ausgesandten Mikrowellen abgestimmt wird.
8. Verfahren nach Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** als mit dem Energieeintrag korrelierender Parameter die Temperatur des Bedruckstoffes genommen wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** als mit dem Energieeintrag korrelierender Parameter der Wirkungsgrad des Energieeintrags genommen wird.
10. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** als mit dem Energieeintrag korrelierender Parameter die reflektierte Leistung bzw. Energie des teilweise oder ganz einen Bedruckstoff enthaltenden Resonators gemessen wird und mit der durch den Mikrowellensender abgegebenen Leistung verglichen bzw. ins Verhältnis gesetzt wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** in einem Mikrowellenfrequenzbereich von 100 MHz bis 100GHz außerhalb der freigegebenen ISM-Frequenzen eine Frequenz ausgewählt wird, bei der der Anteil der Absorption der Mikrowellenenergie durch den Toner gemessen an der Gesamtabsorption zugunsten einer höheren Absorption des Toners gewählt ist.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein farbiger Toner verwendet wird.
13. Einrichtung zur Fixierung von Toner auf einem Träger bzw. einem Bedruckstoff, insbesondere einem blattförmigen Bedruckstoff, vorzugsweise für eine digitale Druckmaschine, vorzugsweise zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Bestrahlung und Erhitzung des einen starken Abfall des elastischen Moduls G' von seinem festen zu seinem flüssigen Zustand bei seinem Erhitzen zeigenden Toners wenigstens ein Mikrowellen abgebender Sender vorgesehen ist.
14. Einrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens ein die Bestrahlung beeinflussender physikalischer Betriebsparameter in Abhängigkeit von einem mit dem Energieeintrag in die Toner-Bedruckstoff-Anordnung korrelierenden Parameter regelbar ist.
15. Einrichtung zur Erwärmung von Bedruckstoff und/oder Toner, insbesondere zur Fixierung von Toner, vorzugsweise nach Anspruch 14 oder 15, **gekennzeichnet durch** wenigstens einen Resonator für vom Sender (Mikrowellenquelle) ausgesandte Mikrowellen, der eine stehende Mikrowelle etwa lotrecht zur Ebene des Bedruckstoffes erzeugt.
16. Einrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** mehr als ein Resonator verwendet

wird und die Resonatoren über die Breite des Bedruckstoffes verteilt angeordnet sind.

17. Einrichtung nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** mehr als ein Resonator verwendet wird und die Resonatoren gestaffelt zueinander angeordnet sind. 5
18. Einrichtung nach einem der Ansprüche 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Resonatoren mit einander überlappenden Arbeitsbreiten angeordnet sind. 10
19. Einrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Absorption von Mikrowellenenergie des Bedruckstoffes in den folgenden Resonatoren bei eingeschalteten vorherigen Resonatoren optimierbar ist. 15
20. Einrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Breite des Resonators quer zum Weg des Bedruckstoffes so gewählt ist, daß eine relativ homogene Mikrowellenfeldstärke über diese Breite gewährleistet ist. 20
25
21. Einrichtung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Resonator eine Breite bis zu etwa 20 cm, vorzugsweise von etwa 4 bis etwa 8 cm, aufweist. 30
22. Einrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Länge des Resonators in Transportrichtung des Bedruckstoffes etwa 1 cm bis etwa 20 cm beträgt. 35
23. Einrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** mehrere Resonatoren, vorzugsweise je zwei Resonatoren, mit einer gemeinsamen Mikrowellenquelle in Wirkverbindung stehen. 40
24. Einrichtung nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Füllgrad der mit derselben Mikrowellenquelle verbundenen Resonatoren symmetrisch bzw. jeweils gleich ist. 45
25. Einrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie für eine Mehrfarbendruckmaschine vorgesehen ist oder Bestandteil einer solchen Mehrfarbendruckmaschine ist, die nach einem elektrofotographischen Druckverfahren arbeitet. 50
26. Einrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, daß** Maßnahmen zur Verringerung der Streustrahlung ergriffen werden. 55
27. Einrichtung nach Anspruch 27, **dadurch gekenn-**

zeichnet, daß Resonatorteilbereiche eines Resonators, die durch den zwischen ihnen hindurch führenden Transportweg des Bedruckstoffes geteilt sind, mit einem geeigneten elektrisch leitfähigen Verbinder miteinander verbunden sind.

Abb. 1

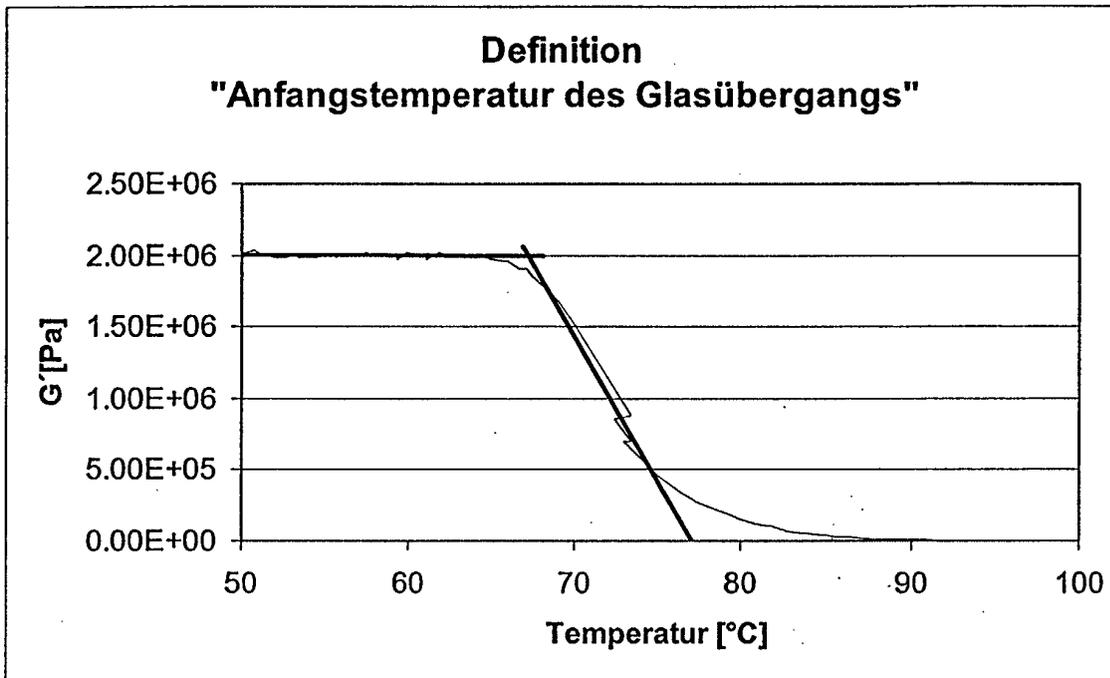


Abb. 2

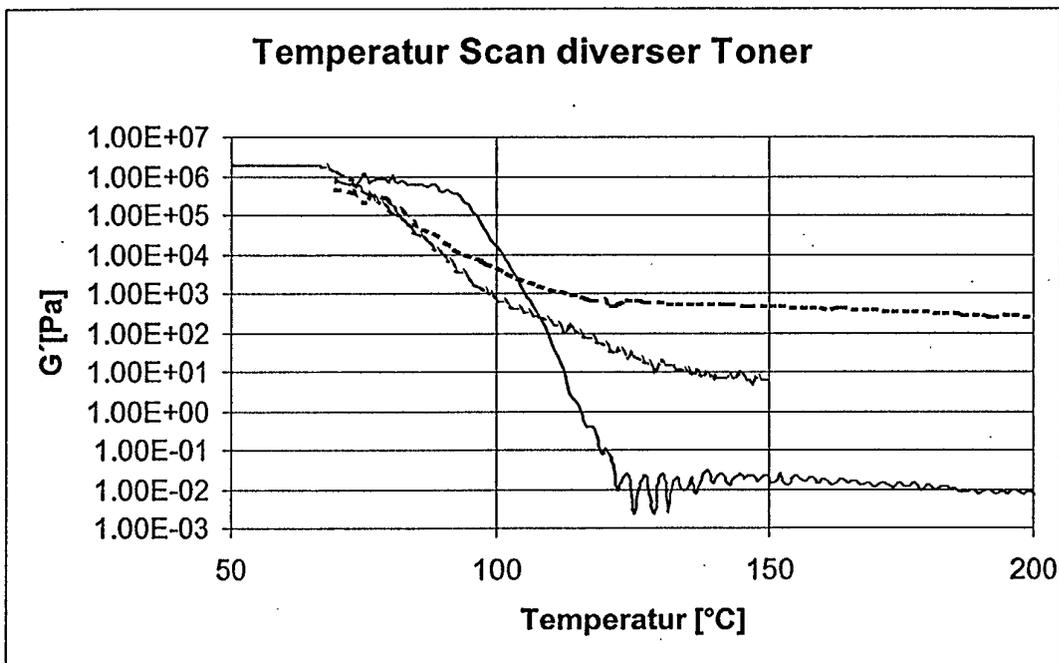


Abb. 3

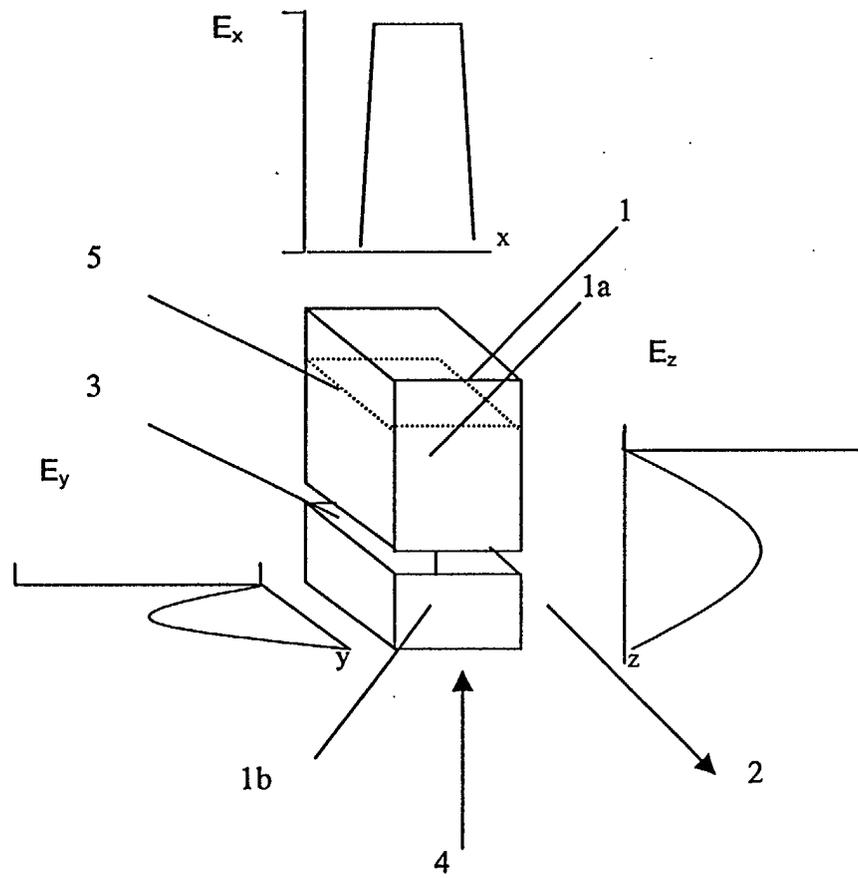


Abb. 4

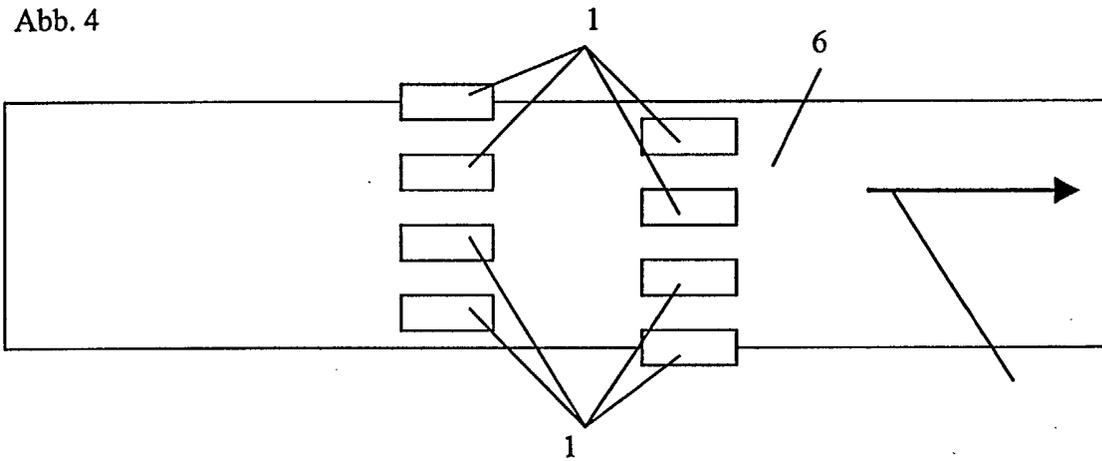


Abb. 5

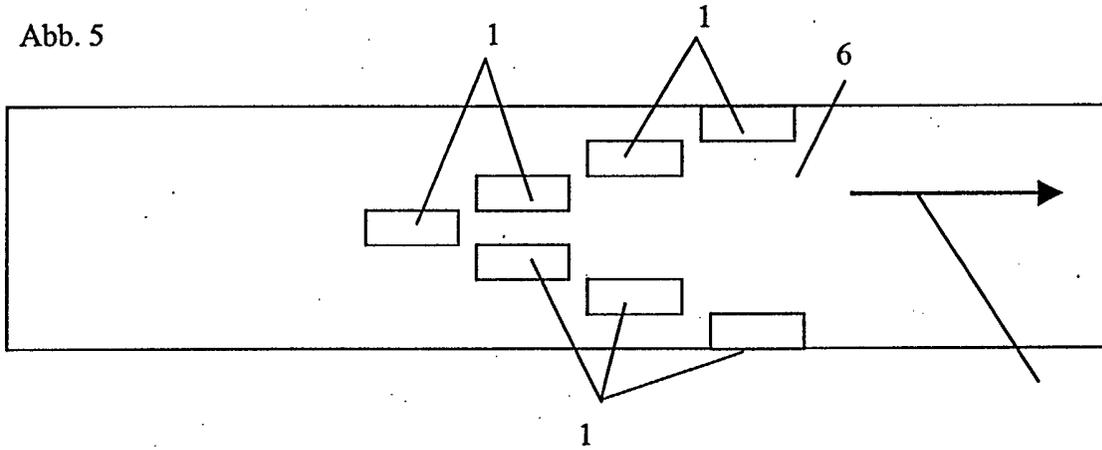


Abb. 6

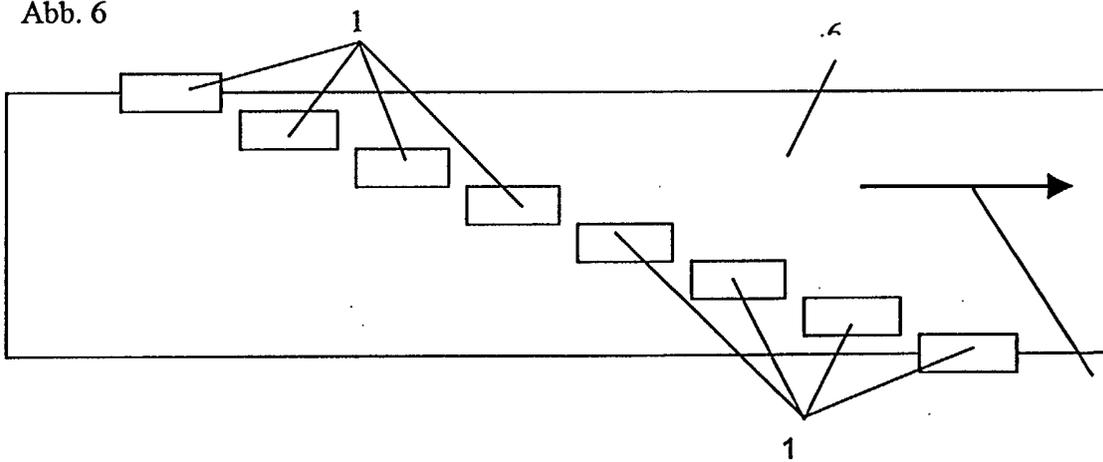


Abb. 7

