



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT**  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤ Int. Cl. 3: **B 26 F**  
**A 24 D**

1/28  
3/02

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

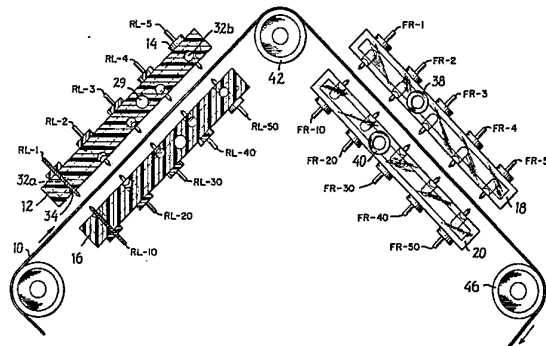
⑪

**639 028**

<p>⑳ Gesuchsnummer: 4758/82</p> <p>㉓ Teilgesuch von: 4353/78</p> <p>㉔ Anmeldungsdatum: 21.04.1978</p> <p>㉕ Priorität(en): 21.04.1977 US 789367 21.04.1977 US 789687</p> <p>㉖ Patent erteilt: 31.10.1983</p> <p>㉗ Patentschrift veröffentlicht: 31.10.1983</p>	<p>㉘ Inhaber: Philip Morris Incorporated, New York/NY (US)</p> <p>㉙ Erfinder: Arnys Clifton Lilly, jun., Richmond/VA (US) Warren Edward Claflin, Bon Air/VA (US) William Rollins Hardesty, Richmond/VA (US) Harry Vincent Lanzillotti, Richmond/VA (US) George Robert Scott, Mechanicsville/VA (US) Roger Lee Hopkins, Richmond/VA (US)</p> <p>㉚ Vertreter: Bovard AG, Bern 25</p>
---	--

⑤④ **Vorrichtung zum Perforieren einer ebenen Bahn, insbesondere eines Zigarettenpapiers.**

⑤⑦ Zum elektrischen Perforieren einer Papierbahn (10) mit hoher Lochdichte wird die Papierbahn mit konstanter Geschwindigkeit zwischen zwei Gruppen von Elektroden (RL; FR) bewegt. Die Elektroden werden durch Platten (12, 16, 18, 20) aus elektrisch isolierendem Material so gehalten, dass die Spitzen von je zwei Elektroden gegeneinander gerichtet sind. Innerhalb jeder Platte sind Längsleitungen (30) und Zweigleitungen (32b) zum Hindurchführen von Druckluft zu Ausgangsöffnungen (34) vorhanden. Jeder Elektrodenspitze sind zwei der Ausgangsöffnungen gegenüberliegend angeordnet zum Erzeugen von zwei gegeneinander gerichteten Druckluftströmungen. Eine Spannungsquelle liefert eine Wechselspannung zum Anlegen an die einander gegenüberliegenden Elektroden. Mit dieser Vorrichtung wird eine Perforation mit hoher Lochdichte erhalten.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Perforieren einer ebenen Bahn, mit einer Elektrodenanordnung, die wenigstens ein Paar Elektroden (RL-1, RL-10) enthält, die im Abstand einander gegenüberliegen und zwischen sich einen Spalt zum Durchtritt der Bahn (10) bilden, einer Einrichtung (48, 50, 60) zur Erzeugung einer Spannung mit einer Folge von Spannungsausschlägen, wovon jeder zu einem Zeitpunkt beginnt und endet, die um eine vorgewählte Zeitspanne im Abstand voneinander liegen, und einer Einrichtung zur Förderung der Bahn längs eines gestreckten Weges durch den Spalt mit einer solchen Geschwindigkeit, dass ein vorgegebener Bahnabschnitt während der genannten Zeitspanne durch den Spalt hindurchtritt, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (22, 24, 26, 27, 32, 34) zur Abgabe von Druckgas auf die dem Spalt benachbarten Oberflächen der Elektroden unter einem spitzen Winkel gegenüber der Bahnebene mit einer solchen Strömungsmenge und eine Spannungszuführvorrichtung (68, 76) zum Anlegen der Spannung an die Elektroden mit einer solchen Amplitude, dass in der Bahn Perforationen erzeugt werden, die längs der Bahn in einem Abstand voneinander liegen, der kleiner ist als der vorgegebene Bahnabschnitt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrodenanordnung eine Gruppe von n Paaren von einander gegenüberliegenden Elektroden (RL-1, RL-10) aufweist, um eine kontinuierliche Zone der Hälfte  $W/2$  der Breite  $W$  des Bahnmaterials zu perforieren, wobei die Elektrodenpaare der genannten Gruppe der genannten Zone gegenüberliegend gehalten werden und benachbarte Elektrodenpaare seitlich um einen Abstand von  $W/2$  geteilt durch n gegeneinander versetzt sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrodenanordnung eine zweite Gruppe von n Paaren von einander gegenüberliegenden Elektroden (RR-1, RR-10) aufweist, die einer seitlich an der genannten Zone anschliessenden Zone gegenüberliegend gehalten werden und in Längsrichtung der Bahn von der erstgenannten Gruppe getrennt sind, wobei benachbarte Elektrodenpaare der genannten zweiten Gruppe seitlich um einen Abstand von  $W/2$  geteilt durch n gegeneinander versetzt sind, und die genannte zweite Gruppe seitlich gegenüber der erstgenannten Gruppe so versetzt ist, dass eine kontinuierliche Zone der Breite  $W$  perforiert wird.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (48, 50, 60) zur Spannungserzeugung eine Wechselstromspannung erzeugt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrodenanordnung die Elektrodenpaare in Längsrichtung aufeinanderfolgend gegenüber der Bahn hält und eine Einrichtung (68, 76, 84, 86, 88, 90) zum Anlegen der Spannung an die Elektrodenpaare vorhanden ist, welche Einrichtung die Spannung an die erste Elektrode (RL-1) der Elektrodenpaarfolge und die letzte Elektrode (RL-50) der Elektrodenpaarfolge anlegt und die Elektrodenpaare in Serie schaltet.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Abgabe von Druckgas eine Anzahl getrennt angeordneter Öffnungen (34) zur Abgabe seitlich gegeneinander gerichteter Druckgasströme in den Spalt enthält.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein Paar von Platten (12, 16), die das genannte Elektrodenpaar (RL-1, RL-10) tragen, wobei die Einrichtung zur Zufuhr von Druckgas Leitungen (28, 29, 30) aufweist, die sich jeweils innerhalb der ersten und zweiten Platte (12, 16) des Paares getrennt zu Austrittsöffnungen (34) neben dem genannten Elektrodenpaar erstrecken.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,

net, dass die genannten Leitungen und die genannten Austrittsöffnungen jeweils baulich einstückig mit den genannten Platten ausgebildet sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch eine Bahnfördervorrichtung, die eine Bahnaufwickelwalze (108) enthält, und eine Antriebsvorrichtung für diese Walze, die eine Antriebswalze (110), eine Antriebsanordnung (122, 124) zum Antrieb dieser Walze, einen Steuerarm (114) zur Halterung der Antriebswalze (110) an vorgegebener Stelle zwecks treibender Anlage der Antriebswalze (110) an der Aufwickelwalze (108) aufweist, sowie eine Einrichtung zur kraftschlüssigen Halterung des Steuerarms (114) an einer weiteren Stelle desselben, die von der genannten Stelle entfernt liegt, und eine Einrichtung (134, 136), um den Steuerarm vorzuspannen, um dadurch die Antriebsverbindung zwischen der Antriebswalze (110) mit der Aufwickelwalze (108) während der Schwenkbewegung des Steuerarms im Laufe des Aufwickelns der Bahn durch die Aufwickelwalze aufrechtzuerhalten.

25 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Bei der Herstellung von Tabakerzeugnissen haben die Bemühungen zur Verdünnung des Rauches, d.h. zur gesteuerten Zufuhr von Luft, im Verlauf des Rauchens zur Untersuchung der Perforation der Tabakumhüllung und der Perforation des Filter- oder Zigaretten-Filterende-Papiers geführt. Da das Filterende-Papier eine wesentlich kleinere Fläche als die Tabakumhüllung aufweist und Teile dieser Fläche nicht nutzbar perforierbar sind, da sie vom Raucher erfasst werden oder mit Klebstoff beschichtet sind, muss die perforierte Fläche je Längeneinheit brauchbarer Fläche erhöht werden, um die gewünschten Verdünnungspegel zu erreichen. Dabei sind Überlegungen am Platz, da bei der Erhöhung der Lochfläche je Perforation sich die unterdrückte Lochsichtbarkeit verringert und der Rauchaustritt durch das Filterende-Papier während der Rauchpausen ansteigt. Ein geeigneter Kompromiss besteht darin, die Dichte von Löchern einer ausreichend kleinen Einzelgrösse zu erhöhen, um das Filterende-Papier anscheinend unperforiert und im wesentlichen für 30 Rauch nicht durchlässig zu machen.

Für die verhältnismässig hohen interessierenden Verdünnungspegel und unter Berücksichtigung der für die Perforierung verwendbaren Filterende-Papierfläche kommen die Anmelder zu dem Schluss, dass Löcher in einer Grösse von 10 50 Mikron bis 100 Mikron Durchmesser und in einem gegenseitigen Abstand von weniger 1 mm erforderlich sind. Bei der Prüfung von Filterende-Papieren, die von Handelshäusern mit ausreichender Porosität (d.h. perforierter Fläche) geliefert wurden, fand die Anmelderin, dass die Produkte entweder 55 bezüglich der Lochdichte ungenügend waren oder nicht in einem Fertigungsvolumen zur Verfügung standen. Zwar hat die Anmelderin keine Kenntnis bezüglich der Einzelheiten der Verfahren, mittels welchen diese untersuchten Zigaretten-Filterende-Papiere hergestellt wurden, jedoch war es aus den 60 Locheigenschaften und der Lochdichte offensichtlich, dass die Papiere elektrisch perforiert waren. Gegenüber einem Probepapier, bei dem eine ausreichende Lochdichte ermittelt wurde, hatten anschliessend erhaltene Fertigungsproben des Papiers eine erheblich geringere Lochdichte, was zu dem Schluss 65 führte, dass das Probepapier labormässig hergestellt wurde und bei Massenfertigung nicht reproduzierbar war.

Was die elektrische Perforation von Bahnen betrifft, so ist eine grosse Anzahl früherer Bemühungen bekannt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Vorrichtung zur elektrischen Perforierung von Bahnen mit hoher Lochdichte zu schaffen.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung ist durch den Patentanspruch 1 gekennzeichnet.

Mit der erfindungsgemässen Vorrichtung kann ein Zigaretten-Filterende-Papier hergestellt werden, das Löcher einer Grösse aufweist, die von 10 bis zu 100 Mikron im Durchmesser liegen und deren Dichte 155/cm<sup>2</sup> überschreitet. Hinsichtlich der Porosität liegt ein derartiges Papier in einem Bereich von 10 bis 2500 Coresta-Durchlässigkeitseinheiten und ermöglicht seine Verwendung in Zigaretten mit Verdünnungsgraden von 5 bis 70%.

Die Erfindung ist nachstehend mit Bezugnahme auf die Zeichnung beispielsweise näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Bahnperforiervorrichtung,

Fig. 2 eine Vorderansicht, zum Teil im Schnitt längs der Linie II-II der Fig. 1,

Fig. 3 ein schematisches elektrisches Schaltbild der Stromkreiselemente für die bevorzugte Ausführungsform der Erfindung, und

Fig. 4 eine mechanische schematische Darstellung der Bahnrückspulvorrichtung.

Gemäss den Fig. 1 und 2 kann die Bahn 10 eine kontinuierliche Folie eines Zigaretten-Filterende-Papiers sein und wird in den Zeichnungen aus einer nicht dargestellten Bahnvorratsrolle nach rechts bewegt. Unter Bezug auf den ganz rechts liegenden Abschnitt der Fig. 1 sind auf der Bahn 10 zwei punktiert dargestellte Zonen A und B angegeben. Diese Zonen haben näherungsweise eine Breite W von 5 mm und einen Abstand S von näherungsweise 24 mm und werden als die Zonen der Bahn 10 bezeichnet, die mit hoher Lochdichte perforiert sind.

Entsprechend der üblichen Verfahrensweise bei der Zigarettenherstellung werden einander gegenüberliegende Tabakstangenabschnitte und ein dazwischenliegendes Doppelfilter-Verbindungsstück endseitig in Anlage gegeneinander gebracht und mit Zigaretten-Filterende-Papier versehen, um die beiden Tabakstangenabschnitte und das dazwischenliegende Doppelfilterverbindungsstück miteinander zu verbinden. Anschliessend erfolgt ein symmetrischer Schnitt, beispielsweise zwischen den punktierten Zonen A und B in Fig. 1, um die zusammengebaute Einheit in zwei unabhängige Zigaretten aufzutrennen. Ein derartiges Zigarettenherstellungsverfahren bildet keinen Teil der vorliegenden Erfindung, dient jedoch dazu, zu zeigen, dass bei der schliesslich gefertigten Zigarette, die erfindungsgemäss angebrachten Perforationsflächen im Filterende-Papier eine Lage einnehmen, die in einem wesentlichen Abstand von dem vom Raucher erfassten Ende des Filters liegt.

Beim elektrischen Perforieren der punktierten Zonen A und B der länglichen Bahn 10 werden vier Elektrodengruppen verwendet, die mit RL (hinten links), RR (hinten rechts), FL (vorne links) und FR (vorne rechts) bezeichnet sind. Die rechten und linken Paare der Elektrodengruppen sind in ihren Bauelementen identisch, aber gegenseitig seitlich versetzt, so dass jede Gruppe eine Hälfte einer jeden der punktierten Zonen A und B perforiert. Dadurch wird die nicht abgestützte Weglänge bei der Bewegung der länglichen Bahn 10 durch das Perforierungssystem verkürzt. Jede Elektrodengruppe enthält fünf Elektroden, die durch die Bezugsziffern -1 bis -5 bezeichnet sind, die zusammen mit der Elektrodengruppenbezeichnung verwendet wird. Die Elektroden in jeder Gruppe sind gleichförmig längs der Bahn 10 im Abstand angeordnet und ferner gegenüber einander seitlich versetzt. Unter Bezugnahme auf die Elektrodengruppe RR liegen die Elektroden RR-1 und RR-2 in einem seitlichen Abstand D1 zu einander, der näherungsweise 1/10 der beabsichtigten

Breite der punktierten Zone A bildet. Ein gleicher seitlicher Abstand ist zwischen dem Rest der Elektroden der Gruppe RR vorhanden und das gleiche gilt für die Elektroden der Gruppe RL bezüglich der Zone A und für die Elektroden der Gruppen FL und FR bezüglich der Zone B. Seitlich nebeneinander liegende Elektroden in den Gruppen RR und RL, d.h. RR-1 und RL-5, sind in einem seitlichen Abstand von D2 angeordnet, der ebenfalls näherungsweise 1/10 der Breite der punktierten Zone A entspricht, und das gleiche gilt für die Elektroden FR-1 und FL-5 bezüglich der Zone B. Daher liegt jede Elektrode der Reihen der zwanzig Elektroden, die der Bahn 10 im Laufe ihrer Förderung durch die Vorrichtung gemäss den Fig. 1 und 2 gegenüberliegen, der einzigen seitlichen Zone A bzw. B gegenüber. Anstelle der beiden rechten und linken Gruppen kann auch eine einzelne Elektrodengruppe zur Perforierung der vollen Breite der Zone A bzw. B verwendet werden.

Die Elektroden RL-1 bis RL-5 und FL-1 bis FL-5 werden in einer elektrisch isolierenden Platte 12 gehalten, und sind durch Halterungen 14 lösbar mit der Oberseite der Platte verbunden. Die Elektroden erstrecken sich sowohl von den Halterungen 14 nach oben, um von nicht dargestellten elektrischen Leitern erfasst zu werden, als auch von der Platte 12 nach unten, um in nadelförmigen Enden neben der Oberfläche der Bahn 10 zu enden. Eine weitere, elektrisch isolierende Platte 16 ist neben der Unterseite der Bahn 10 angeordnet und trägt Elektroden in einer spaltbildenden Fluchtung mit den von der Platte 12 gehaltenen Elektroden. In dem im Schnitt gezeigten linken Teil der Fig. 2 sind diese unteren Elektroden RL-10 bis RL-50 jeweils in Fluchtung mit den Elektroden RL-1 bis RL-5. Die Elektroden RR-1 bis RR-5 und FR-1 bis FR-5 werden in einer Platte 18 neben der Oberfläche der Bahn 10 gehalten und eine weitere Platte 20 trägt Elektroden in spaltbildender Fluchtung mit jeder dieser Elektroden. Gemäss Fig. 2 weist die Platte 20 vordere Elektroden FR-10 bis FR-50 auf, die jeweils fluchtend zu den Elektroden FR-1 bis FR-5 liegen.

Jede der Platten 12, 16, 18 und 20 enthält ein identisch ausgebildetes Luftleitungs-Netzwerk zur Abgabe von Druckluft oder eines anderen Druckgases auf die Bahn 10 und auf die neben der Bahn 10 liegenden Elektrodenenden. Es wird diesbezüglich auf die Platte 12 Bezug genommen. Eine Einlassleitung 22 erstreckt sich von einem Anschluss 24 weg, um eine Längsleitung 26 und eine Querleitung 27 zu versorgen, die ihrerseits die Längsleitung 28 versorgen. Die Leitung 28 steht mit einer Querleitung 29 in Verbindung, die ihrerseits eine Längsleitung 30 versorgt. Zweigleitungen, die auf die Elektroden münden, sind jeder der Längsleitungen 26 und 30 zugeordnet. Beispielsweise erstreckt sich die Zweigleitung 32a von der Längsleitung 30 nach unten zu einer Austrittsöffnung 34, um die dem Anschluss 24 zugeführte Druckluft auf die Oberfläche der Elektrode RL-1 abzugeben. Eine Zweigleitung 32b erstreckt sich zu einer nicht dargestellten Austrittsöffnung gegenüberliegend der Austrittsöffnung 34, so dass weitere Druckluft auf die Elektrode RL-1 auftrifft. Anschlüsse 36, 38 und 40 sind jeweils für die Platten 16, 18 und 20 vorgesehen. Unter Vervollständigung der Beschreibung der in Fig. 1 und 2 dargestellten Vorrichtung ist eine Walze 42 drehbar an einer Welle 44 befestigt und liegt an der Bahn 10 an, um die Bahn im Laufe ihrer Bewegungen jeweils zwischen den Platten 12 und 16 und den Platten 18 und 20 zu führen. Eine Austrittswalze 46 (Fig. 2) stützt die Bahn 10 bei ihrem Austritt aus dem Raum zwischen den Platten 18 und 20 ab. Ein nicht dargestelltes Gehäuse ist schwenkbar gehalten, um im wesentlichen die Vorrichtung gemäss den Fig. 1 und 2 zu umschliessen und ist mit einer Vakuumpumpe verbunden, um Ozon und andere Gase abzuführen und wegzuleiten, die während des Betriebs

der Vorrichtung erzeugt werden. Das Gehäuse hat seitliche Öffnungen für den Ein- und Austritt der Bahn.

Es wird auf Fig. 3 Bezug genommen. Das Elektroden-Energieversorgungssystem ist vorzugsweise ein Wechselstromsystem und weist einen Motor 48 auf, der einen Generator 50 über eine mechanische Verbindung 52 antreibt. Die Generatorausgangsspannung wird über Leitungen 54, 56 und 58 parallel geschalteten Spartransformatoren 60, 62, 64 und 66 zugeführt, die übliche Regeltransformatoren sein können und eine wählbare veränderliche Spannung jeweils an die Primärwindungen von Transformatoren 68, 70, 72 und 74 liefern. Die Sekundärwicklungen der Transformatoren sind über die Widerstände 76, 78, 80 und 82 mit den Elektroden gemäss den Fig. 1 und 2 verbunden. Jeder Transformator versorgt eine bestimmte Elektrodengruppe. Entsprechend ist der Widerstand 76 mit der Elektrode RL-1 verbunden, der Widerstand 78 mit der Elektrode RR-1, der Widerstand 80 mit der Elektrode FL-1 und der Widerstand 82 mit der Elektrode FR-1. Die Elektroden in jeder Gruppe sind entsprechend verbunden, wie dies für die Elektrodengruppe RL in Fig. 3 dargestellt ist. Für diese Gruppe sind die Elektroden RL-10 und RL-20 durch einen Leiter 84 verbunden, die Elektroden RL-30 und RL-40 durch einen Leiter 86, die Elektroden RL-2 und RL-3 durch einen Leiter 88 und die Elektroden RL-4 und RL-5 durch einen Leiter 90. Die Elektrode RL-50 ist geerdet. In der dargestellten Schaltkreisordnung sind die Funkenstrecken zwischen fluchtenden Elektroden einer jeden Gruppe in Reihe an jeder Transformator-Sekundärwicklung angeschlossen. Die Wicklungen aller Spartransformatoren und Transformatoren sind wie dargestellt geerdet.

Zur Beschreibung der beim Perforieren der Bahn verwendeten Vorrichtung wird auf Fig. 4 Bezug genommen. Die Bahn 10 wird von der Walze 46 (die vorausgehend in Verbindung mit Fig. 2 beschrieben wurde) nach unten um eine Walze 92 gefördert und von hier aus nach oben. Bei der Aufwärtsbewegung der Bahn von der Walze 92 weg wird sie geringfügig durch eine Walze 94 belastet. Diese Walze ist drehbar an einem Hebel 96 gelagert, der selbst um einen Zapfen 98 schwenkbar gehalten ist. Ein Arm 100 ist starr mit dem Hebel 96 zur Drehung mit demselben verbunden. Bei Bruch der Bahn 10 oder einer vorgegebenen Verringerung der Längsspannung der Bahn dreht sich der Hebel 96 unter Schwerkrafteinwirkung im Gegenzeigersinn und bewegt den Arm 100 in Anlage an das Betätigungselement 102 eines Schalters 104, so dass der Schalter geöffnet und die Bahnförderung sowie die Spannungsversorgung zu den Elektrodengruppen unterbrochen werden. Jenseits der Walze 94 ist die Bahn 10 über eine Walze 106 geführt und gelangt zur Aufwickel- oder Rückspulwalze 108.

Die Antriebsanordnung für die Bahnaufwicklung enthält eine angetriebene, mit einer Welle 112 verkeilte Walze 110, die drehbar am rechten Ende eines Aufwicklungs-Steuerarms 114 angeordnet ist. Die Welle 112 ist vorzugsweise an ihrem Umfang mit einer Zahnriemenscheibe verkeilt, die im Eingriff mit einem Zahnriemen 116 steht, so dass die Walze 110 bei der Bewegung des Riemens 116 in der durch die Pfeile in Fig. 4 gezeigten Richtung im Gegenzeigersinn angetrieben wird. Der Steuerarm 114 trägt an seinem linken Ende eine Zahnriemenscheibe 118 zwecks relativer Drehung zu ihm, wobei die Zahnriemenscheibe 118 mit einer Übertragungswelle 120 verkeilt ist.

Die Welle 120 weist eine umfangsseitig an ihr verkeilte Zahnriemenscheibe auf, die in Anlage mit einem zweiten Zahnriemen 122 steht. Der Zahnriemen 122 wird in der durch die Pfeile angegebenen Richtung durch einen von einem Tachometer gesteuerten Motor 124 angetrieben, wobei die Ausgangswelle 126 mit einer umfangsseitigen Zahnriemenscheibe verkeilt ist, die in Anlage mit dem Zahnriemen 122

steht. Die Feldwicklung des Motors 124 ist mit einer Erregerquelle V durch einen Regelwiderstand 128 verbunden, wodurch die Fördergeschwindigkeit der Bahn 10 vorwählbar ist. Wurde die Wahl getroffen, so wird die Bahngeschwindigkeit durch die Tachometersteuerung im Motor 124 konstant gehalten.

Ein Gehäuse 130 trägt den Steuerarm 114 zur Drehung um das linksseitige Steuerarmende. Die Winkelstellung des Arms 114 wird durch die Einstellung eines Hebels 132 gesteuert, der einstückig mit dem Arm 114 ausgebildet ist und der drehbar mit dem ausgangsseitigen Betätigungselement 134 eines Luftzylinders 136 verbunden ist. Der Zylinder wird über den Einlass 138 mit Druckluft versorgt, so dass der Arm 114 gedreht wird, um die Walze 110 in Antriebsverbindung mit der Bahn 10 zu bringen, nachdem diese um die Walze 108 gelegt wurde. Beim Betrieb wird der Motor 124 mittels einer geeigneten Zeitverzögerungsschaltung verzögert eingeschaltet, bis im Zylinder 136 ein ausreichender Luftdruck aufgebaut wurde, um zu gewährleisten, dass sich die Walze 110 in Antriebsverbindung mit der Bahn 10 befindet. Im Laufe der Aufwicklung der Bahn dient der Zylinder 136 dazu, dem Steuerarm 114 eine Spannung zu erteilen, um die Antriebsverbindung der Walze 110 mit der Walze 108 aufrechtzuerhalten.

Zur weiteren Erläuterung der Betriebsweise sei eine Wechselstromquelle betrachtet, die betrieben wird, um eine Spannung mit einer Frequenz von 1000 Hz zu liefern. Die Periode je Vollwelle beträgt 0,001 Sekunden oder 1 Millisekunde. Die Halbperiode, d.h. die Dauer eines jeden Halbzyklus ist 0,5 ms. Es sei angenommen, dass beim Anlegen einer derartigen Spannung an die einander gegenüberliegenden, einen Spalt bildenden Elektroden die Bahn den Spalt mit einer linearen Geschwindigkeit von 274 m/min durchläuft. Die lineare Erstreckung der Bahn, die in einer Halbzyklus-Periode durch die Elektroden hindurchtritt, kann als 2,29 mm errechnet werden. Bei einer derartigen Frequenz der Spannungsquelle und Bahngeschwindigkeit erzielt man einen Mindestlochabstand von 2,29 mm je Elektrode. Bei bekannten Verfahren werden die Frequenz der Spannungsquelle und die Bahngeschwindigkeit vorgewählt, um den gewünschten gleichmässigen Lochabstand zu erhalten und die Spannung der Spannungsquelle wird eingestellt, um die gewünschte Lochgrösse zu erzielen. Dabei kann die Möglichkeit vorgesehen sein, einen der genannten Parameter oder mehrere derselben zu ändern, um für eine Änderung in einem anderen dieser Parameter einen Ausgleich zu schaffen, damit die Gleichmässigkeit des Lochabstands oder die Konstanz der Porosität aufrechterhalten wird.

Bei der nachstehend erörterten Betriebsweise wird ein Abstand benachbarter Löcher von 0,79 mm bei dem vorausgehend genannten Parametern der Bahngeschwindigkeit (274 m/min) und Frequenz der Spannungsquelle (1000 Hz) erhalten, was eine Verbesserung der Lochdichte von etwa 2,9 gegenüber der durch bekannte Verfahren erzielbaren Lochdichte bedeutet. Eine derartige Verbesserung um einen Faktor von nahezu drei ermöglicht Porositätswerte in einem Zigaretten-Filterende-Papier, das für die gegenwärtig interessierenden Zigaretten mit hohem Verdünnungsgrad ausreicht.

Bei der Annäherung an das vorliegende Problem wurden Bedingungen gesucht, bei denen schneller aufeinander folgende Lichtbogen erhalten werden konnten, als dies beim Einzelbogen je Halbzyklus oder einer anderen Spannungsschwingung gemäss bekannten Verfahren möglich war. Gemäss einem Aspekt der zugrunde liegenden Studie wurde das Ausblasen des Funkens in Betracht gezogen, d.h. die Zuführung von Druckgas durch die Funkenstrecke, um das Löschen des Lichtbogens durch die Entfernung ionisierter Medien in der Funkenstrecke zu fördern. Zusätzlich wurde

eine erhöhte Spannung an die Elektroden angelegt, d.h. das Anlegen einer Spannung an die Elektroden mit einer Amplitude, die erheblich über der Amplitude lag, die zum Zünden eines Lichtbogens mit einer gegebenen Funkenstreckenlänge durch eine Bahn gegebener Dielektrizitätskonstante erforderlich ist. Wie die nachstehend aufgeführten Ergebnisse zeigen, liefert die richtige Koordinierung dieser beiden Parameter, nämlich Gasströmungspegel und Spannungsamplitude für eine gegebene Funkenstreckenlänge und dielektrische Durchschlagsfestigkeit, das Phänomen eines Mehrfach-Durchschlags je Halbzyklus oder eine äquivalente Spannungsschwingung. Umgekehrt führen Verringerungen irgendeines dieser Parameter gegenüber den koordinierten Werten, die einen Mehrfach-Funkenüberschlag erzeugen, zu einer asymptotischen Annäherung an den üblichen Zustand mit Einzellichtbogen.

Bei einer Gasströmung von 11,3 dm<sup>3</sup>/min je Elektrode wird die Wechselspannung an den Elektroden gemäss der unten stehenden Tabelle mit den angegebenen Ergebnissen verändert. Die Frequenz der Spannungsquelle wird mit 1000 Hz festgelegt und die Papiergeschwindigkeit mit 122 m/min. Die Elektroden haben ein konisches Ende mit einem Innenwinkel von 60° und der zwischen ihnen vorhandene Spalt beträgt 0,76 mm. Die Bahn besteht aus im Handel erhältlichen Ecusta-Kork 52 mm Zigaretten-Filterende-Papier mit 36 g/m Grundgewicht.

Wechselspannung	Löcher	R1	R2	R3
5000 V	38	1,0	1,0	1,0
6000 V	45	1,06	1,18	1,11
7000 V	49	1,12	1,29	1,15
7500 V	51	1,15	1,34	1,17
8500 V	58	1,19	1,53	1,29

Für die angegebene Frequenz der Spannungsquelle und die angegebene Bahngeschwindigkeit kann der Betrieb mit einem Einzelbogen derart berechnet werden, dass je mm ein Loch erhalten wird, oder 38 Löcher je 40 mm Länge. Wie in der Tabelle angegeben ist, bezieht sich der Betrieb mit Einzellichtbogen bei einer Spannung von 5000 Volt, was einem Spannungswert entspricht, der etwa das Zweifache der Spalt-Durchschlagsspannung (näherungsweise 2500 Volt) entspricht. R1 bestimmt die Zeit (Ein-Zeit) je Halbzyklus, während welcher der Momentenwert der angelegten Wechselspannung die Spalt-Durchschlagsspannung überschreitet, gegenüber der entsprechenden Zeit für 5000 Volt Wechselspannung. R2 bestimmt das Verhältnis der ermittelten Löcher zur Zahl der Löcher, die beim Überschlag eines Einzelbogens erhalten werden. R3 ist das Verhältnis von R2 zu R1. Bei 6000 Volt steigt die Zahl der ermittelten Löcher in einer Bahnlänge von 40 mm auf 45 an, was eine Verbesserung von 1,18 darstellt. Wie man sieht, ergeben erhöhte Wechselspannungen einen Anstieg zu erhöhten Lochdichten, wobei ein Anstieg, der das 1½fache überschreitet, bei einer Wechselspannung von 8500 Volt erhalten wird. Die Werte für R2 und R3 verdeutlichen ferner das Phänomen, wonach die Änderung in der Anzahl Löcher um einen erheblichen Wert ansteigt, der grösser ist als die Verbesserung, die lediglich infolge der erhöhten Ein-Zeit erwartet werden könnte. Somit steigt bei einer Wechselspannung von 8500 Volt die Ein-Zeit um 1,19 (R1) an, während die Lochdichte um einen Faktor von 1,53 (R2) verbessert wird, wobei die Verbesserung des Verhältnisses R3 = R2 : R1 mit 1,29 angegeben ist.

Man hat eine praktische Grenze für die maximale Lochdichte gefunden, die von der perforierten Papierart abhängt. So hat sich für ein bestimmtes Papier gezeigt, dass ein Punkt erreicht wird, wo eine grössere Lochdichte trotz weiteren Anstiegs der Steuerparameter aus Spannungsamplitude und Gasströmung nicht erhalten werden kann. Zwar steigt die Lichtbogenfrequenz an, jedoch nehmen die Lichtbogen ihren Weg durch vorausgehend perforierte Löcher und nicht durch das unperforierte Papier, das unmittelbar zwischen einem Elektrodenpaar liegt. In diesem Falle ist die dielektrische Durchschlagsfestigkeit der Luft durch einen Weg, der ein vorheriges Loch einschliesst, kleiner als die dielektrische Durchschlagsfestigkeit eines geradlinigen Wegs einschliesslich des unperforierten zwischen den Elektroden liegenden Papiers. Dieser Zustand, d.h. eine Lichtbogenbildung ohne Perforation, wird aufrechterhalten, bis der geradlinige Weg zum Weg des geringsten Widerstand wird.

Es wurde ein Verständnis gewisser Papierparameter erhalten, das die Bestimmung der optimalen Papierart für eine bestimmte Verwendung erleichtert. Die dielektrische Durchschlagsfestigkeit ist dem Grundgewicht einer jeweiligen Papierart proportional, da mehr Material (Stärke) den Unterschied zwischen dem geradlinigen Weg zusätzlich Papier und dem längeren Weg durch Luft und ein vorausgehend perforiertes Loch erhöht. Die bevorzugte Stärke für Zigaretten-Filterende-Papier ist im Bereich von 0,0127 mm bis 0,254 mm.

Es hat sich gezeigt, dass auch die chemische Zusammensetzung des Papiers einen Einfluss auf die maximal erzielbare Lochdichte aufweist, und desgleichen zu einem Materialaufbau an den Elektroden während des Betriebs beiträgt. Dieser Aufbau kann abhängig von seiner Menge und Zusammensetzung die elektrischen Eigenschaften des Lichtbogens verändern und ferner die perforierte Bahn tatsächlich physikalisch einreissen oder durchbrechen. Als bevorzugte Papierbestandteile haben sich, abgesehen von den vorherrschenden strukturellen Fasern, beispielsweise Cellulosefasern, nicht-saure Bestandteile, wie beispielsweise CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub> und TiO<sub>2</sub>, erwiesen. Zigaretten-Filterende-Papier, das chemisch nicht-sauer gemacht wurde, wird entsprechend bei der erfindungsgemässen Praxis bevorzugt. Saure Stoffe, wie beispielsweise Eisenoxid und Lehm (Kaolinit) verbinden sich leichter mit den Metallelektroden (d.h. Wolfram oder einem anderen geeigneten Metall) und führen zu härteren Aufbaustoffen, die durch das sich bewegende Papier nicht mühelos entfernt werden können und dazu tendieren, schliesslich die Bahn zu durchbrechen. Die basischen oder neutralen Papierbestandteile, wie beispielsweise CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub> und TiO<sub>2</sub>, haften im Gegensatz zu den sauren nicht so leicht an derartigen Metallelektroden. Daher werden an den Elektroden auftretende Ablagerungen leichter durch die sich bewegende Bahn von den Elektroden entfernt und ein Bahnbruch wird deshalb so klein wie möglich gehalten.

Vorzugsweise wird eine in Längsrichtung und seitlich im Abstand liegende Gruppe von n Elektrodenpaaren verwendet, wobei für jede der Elektrodengruppen gemäss Fig. 1 n gleich fünf ist. Wie dies für die hinteren und vorderen Elektroden gezeigt ist, folgt eine hintere Gruppe seitlich auf die andere hintere Gruppe und eine vordere Gruppe seitlich auf die andere vordere Gruppe.

Zwar ist eine vollständige theoretische Erklärung der Erscheinungen, die durch die beschriebene Betriebsweise gemäss dem erstgenannten Aspekt derselben erreicht werden, gegenwärtig nicht bekannt, jedoch wurde gefunden, dass die Erzielung von Löchern in grösserer Anzahl als es durch bekannte Verfahren möglich war, auf einem Mehrfach-Lichtbogenüberschlag beruht, der durch Ausführungsbeispiele und oszilloskopische Beobachtungen nachgewiesen wurde. Dabei

wurde gefunden, dass eine Annäherung an den Betrieb mit Einzelbogen zusammen mit einer Änderung der Steuerparameter der Gasströmung und Spannungsamplitude auftritt.

Wie erwähnt wurde, wird bei der Durchführung der Perforation vorzugsweise eine Wechsellspannung verwendet, so dass zwei Spannungsamplituden-Schwingungen je Zyklus durch den positiven und negativen Halb-Zyklus bestimmt werden, wobei der erstere bei 0° beginnt und bei 180° endet, während der letztere bei 180° beginnt und bei 360° endet. Jeder Halb-Zyklus kann gleichgerichtet werden, damit in einer Richtung liegende Halb-Zyklen erhalten werden. Ferner schliesst die Betriebsweise die Verwendung einer gepulsten Gleichspannung ein, die ebenfalls Spannungsamplituden-Schwingungen liefert, die zur Verwendung bei der Erzielung eines Mehrfach-Lichtbogenüberschlags geeignet sind.

Hinsichtlich der Austrittsöffnung 34 (Fig. 2) wurden die tabellarischen Ergebnisse mit einer Düse von 0,785 mm für jedes gegenüberliegende Düsenpaar für jede gegenüberlie-

gende Elektrode erhalten, die mit Luft von 1,38 bar beaufschlagt wurde. Andere verwendete Düsen hatten eine Grösse von 0,392 und 1,59 mm und lieferten Gasströmungspegel von 5,66 dm<sup>3</sup> bis 85 dm<sup>3</sup> je Elektrode.

- 5 „Gemäss der elektrischen Schaltkreisanordnung nach Fig. 3 legen die Sekundär-Wicklungen eines jeden der Transformatoren 68-74 vorzugsweise 12 000 Volt an die Serienschaltung der fünf Elektrodenpaare. Bei einem Lichtbogen ist die Spannung an jedem Elektrodenspalt in der Grössenordnung von 10 400 Volt, wodurch eine Überspannung von 10 000 Volt vorgesehen ist. Bei einer Spalt-Durchschlagsspannung von 1500 bis 2500 Volt für typische Zigaretten-Filterende-Papiere, liegt das Überspannungs-Mehrfache zwischen vier und etwa sieben während des Lichtbogenüberschlags. Bei einer alternativen 15 Stromkreisanordnung ist ein Transformator für jedes Elektrodenpaar vorgesehen, der 6000 Volt am Elektrodenpaar liefert und somit ein Überspannungs-Mehrfaches von etwa zwei bis vier.



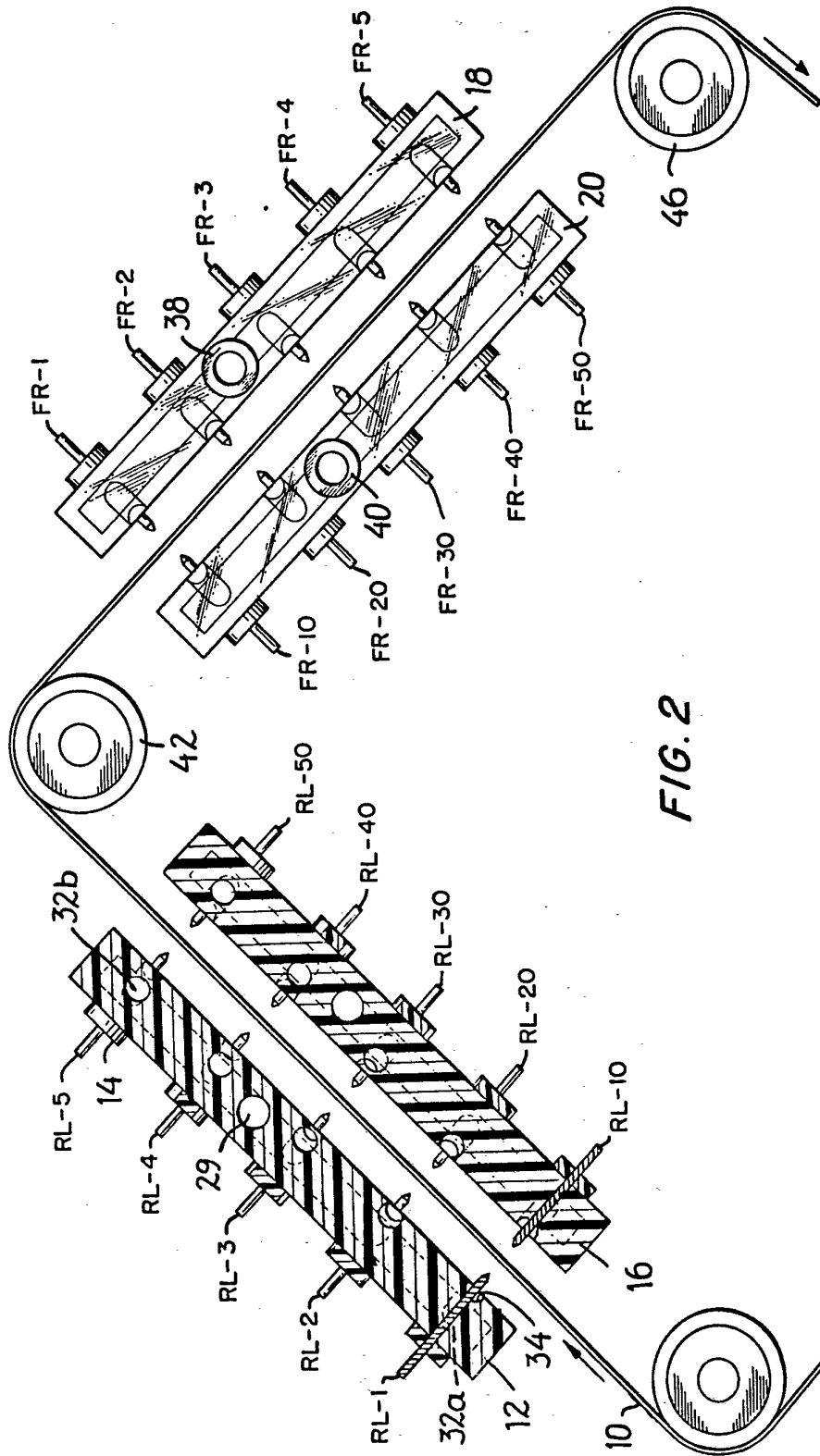


FIG. 2

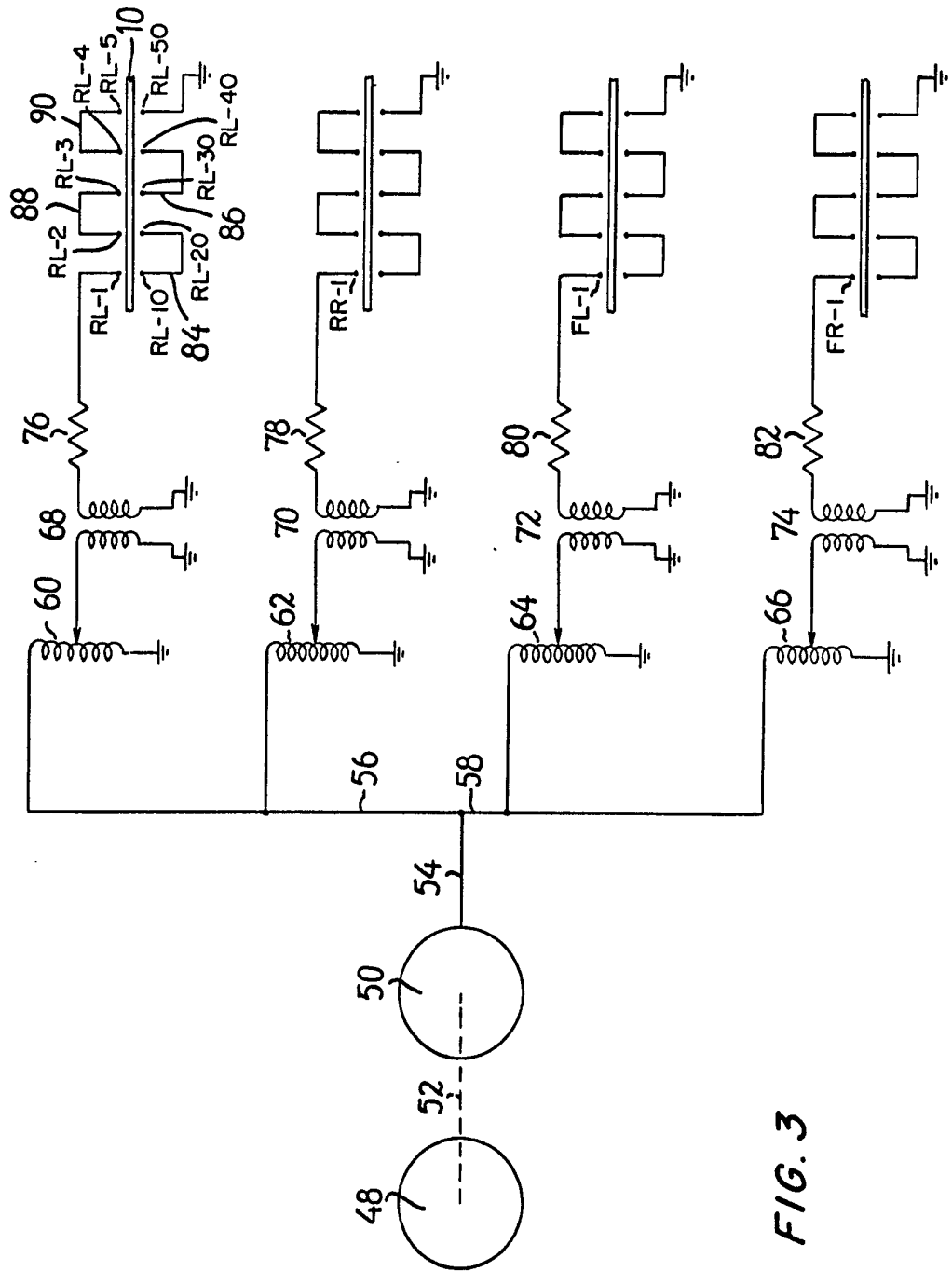


FIG. 3

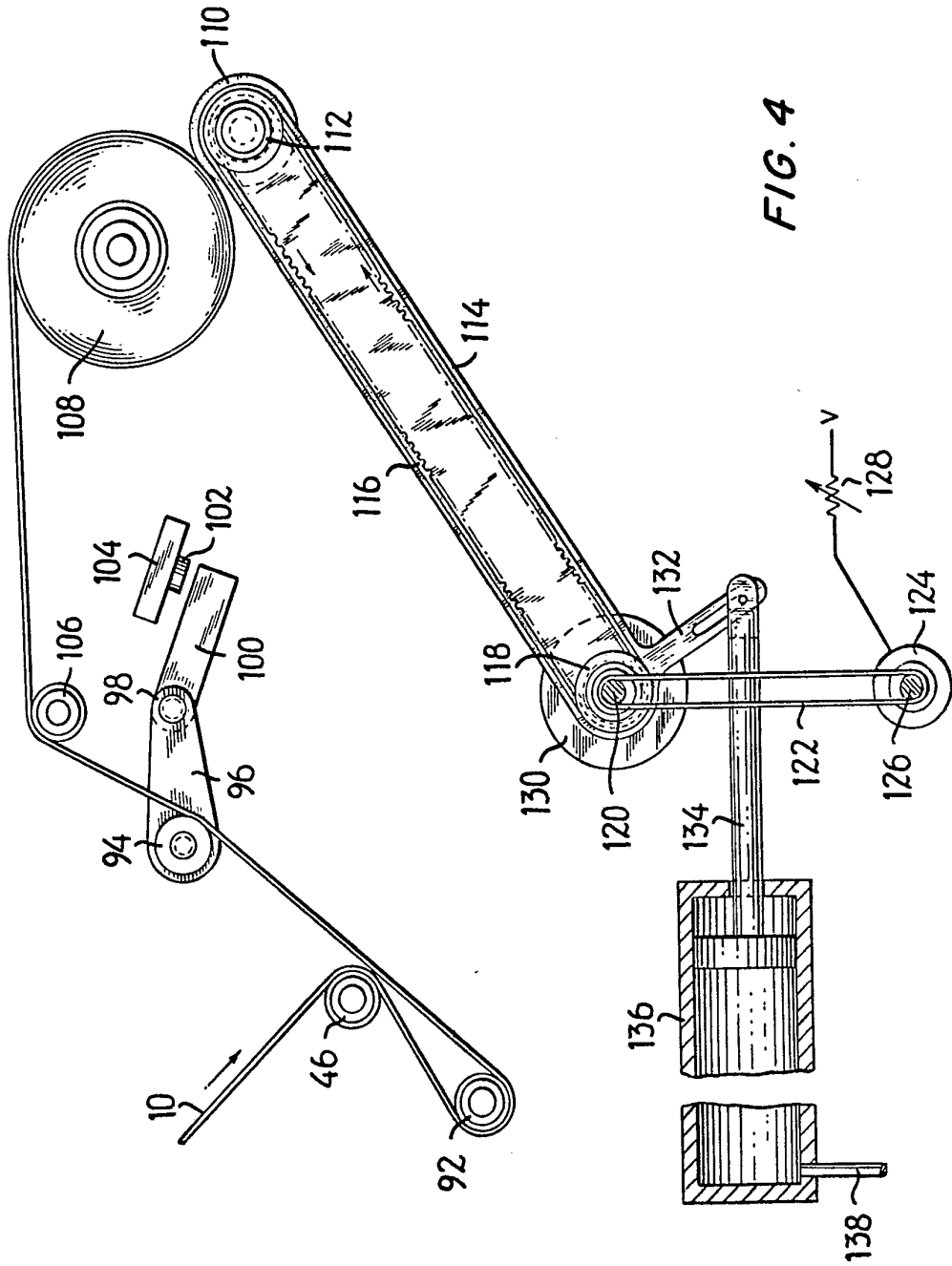


FIG. 4