



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 287 615 A7

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) C 23 C 14/54
C 23 C 14/30

DEUTSCHES PATENTAMT

(21)	DD C 23 C / 315 108 0	(22)	27.04.88	(45)	07.03.91
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71)	siehe (73)
(72)	Zeißig, Gerhard, Dipl.-Phys.; Neumann, Manfred, Dr. rer. nat. Dipl.-Phys.; Ihle, Karl-Heinz; Mädler, Eckehard, Dipl.-Ing.; Schiller, Siegfried, Prof. Dr. rer. nat. Dipl.-Phys.; Schroller, Rudolf, Dipl.-Ing., DE
(73)	Forschungsinstitut Manfred von Ardenne, Zeppelinstraße 7, O - 8051 Dresden, DE

(54) Verfahren zur Bandbedampfung mit einem Elektronenstrahllinienverdampfer

(55) Folienbedampfung; Papierbedampfung; Metallverdampfung; Bandbedampfung; Elektronenstrahllinienverdampfer; Wickelkondensator; Reflexionsfolie; Verpackungsindustrie; Grundprogramm; Elektronenstrahl; Korrekturprogramm; Meßsonden
(57) Das Verfahren zur Bandbedampfung mit einem Elektronenstrahllinienverdampfer dient zum Bedampfen von Folien und Papier zur Herstellung von Wickelkondensatoren und Reflexionsfolien sowie für die Verpackungsindustrie. Erfindungsgemäß wird dem zeitlich konstanten Grundprogramm für die Ablenkung des Elektronenstrahls auf einer geraden Ablenklinie ein zeitlich veränderbares Korrekturprogramm mit angepaßten Verweilzeiten an einzelnen Punkten überlagert. Das Korrekturprogramm wirkt nur auf bestimmte Punkte, die den senkrecht zur Bandlaufrichtung verteilt angeordneten Meßsonden zugeordnet sind. Das Grundprogramm und Korrekturprogramm bilden das gesamte Verdampfungsprogramm, wobei vorteilhafter Weise im Korrekturprogramm eine Wobbelung des Elektronenstrahls möglich ist.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Bandbedampfung mit einem Elektronenstrahllinienverdampfer, auf dem der Elektronenstrahl senkrecht zur Bandlaufrichtung programmiert abgelenkt wird, wobei zur Kontrolle und Steuerung der Schichtdickenverteilung mehrere Meßsonden senkrecht zur Bandlaufrichtung angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem zeitlich konstanten Grundprogramm für die Ablenkung des Elektronenstrahles ein zeitlich veränderbares Korrekturprogramm überlagert wird, welches entsprechend der gemessenen Schichtdickenverteilung ständig automatisch korrigiert wird, wobei das Grundprogramm auf alle Punkte der Ablenklinie und das Korrekturprogramm nur auf bestimmte, den Meßsonden räumlich zugeordnete Punkte wirkt, daß zwischen je zwei vom Korrekturprogramm durch den Elektronenstrahl beaufschlagten Punkten mindestens ein Punkt liegt, der nur vom Grundprogramm beaufschlagt wird und daß die Verweilzeiten des Grundprogrammes so eingestellt werden, daß im zeitlichen Mittel eine annähernd gleichmäßige Schichtdickenverteilung erreicht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verweilzeiten des Korrekturprogramms zu den Verweilzeiten des Grundprogramms addiert werden, wobei die Verweilzeit des Korrekturprogramms für den Punkt mit der größten gemessenen Schichtdicke gleich Null gesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ablenkung des Elektronenstrahls von Punkt zu Punkt längs der Ablenklinie eine hochfrequente Wobbel-Ablenkung überlagert wird, wobei die Wobbelamplitude maximal gleich dem Abstand zwischen zwei Punkten und die Periodendauer einer Wobbelschwingung maximal gleich der kürzesten einstellbaren Verweilzeit des Grundprogramms eingestellt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ablenklinie statt aus Punkten aus Linienabschnitten zusammengesetzt wird, wobei die Ablenkgeschwindigkeit für jeden Linienabschnitt so programmiert wird, daß die Zeit zum Durchlaufen eines Linienabschnittes der Verweilzeit des entsprechenden Punktes bei punktförmiger Ablenkung entspricht.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bedampfen von bandförmigem Material, insbesondere aus Kunststofffolien und Papier, mit einem Elektronenstrahllinienverdampfer. Das bedampfte Material findet insbesondere zur Herstellung von Wickelkondensatoren, Reflexionsfolien und in der Verpackungsindustrie Anwendung.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

In Bandbedampfungsanlagen mit Elektronenstrahllinienverdampfer wird der Elektronenstrahl längs einer Linie auf dem Verdampfertiegel hin- und zurückgeführt, um das Verdampfungsgut gleichmäßig zu erhitzen. Die Verdampfung erfolgt zum Teil von der Auftrefflinie des Elektronenstrahls, wo eine überhöhte Temperatur herrscht, und zum Teil von der übrigen Schmelzbadoberfläche. Wie die Praxis zeigt, kann allein durch gleichförmige Ablenkung des Elektronenstrahles längs des Verdampfertiegels keine gleichmäßige Schichtdicke quer zur Bandlaufrichtung erzeugt werden. Die Ursache hierfür ist die unterschiedliche Fokussierung des Elektronenstrahles längs der Auftrefflinie. Dadurch ist die Leistungsdichte und somit die Verdampfungsrate unterschiedlich. Ursache für eine ungleiche Schichtdicke quer zur Bandlaufrichtung können auch Temperaturunterschiede längs des Tiegels durch thermische Inhomogenitäten des Tiegelmateriale sein. Eine weitere Ursache für unterschiedliche Schichtdicken ist die begrenzte Länge des Verdampfertiegels und damit ein Schichtdickenabfall am Brandrand.

Es ist bekannt, zeitlich konstante Schichtdickungenungleichmäßigkeiten über die Bandbreite dadurch zu korrigieren, daß die Ablenkung des Elektronenstrahls längs des Verdampfertiegels nicht gleichmäßig erfolgt, sondern daß die Ablenkgeschwindigkeit an den Stellen zu geringer Schichtdicke verringert und an den Stellen zu hoher Schichtdicke erhöht wird, bis die Schichtdickenverteilung annähernd gleichmäßig ist. Hierfür ist eine elektronisch programmierbare Ablenksteuerung erforderlich, mit deren Hilfe die Ablenkgeschwindigkeit des Elektronenstrahls längs der gesamten Ablenklinie programmiert werden kann.

Es hat auch Vorschläge gegeben, zeitlich veränderliche Schichtdickenschwankungen über die Bandbreite zu korrigieren, indem dieses Ablenkprogramm während der Bedampfung entsprechend der gemessenen Schichtdickenverteilung ständig automatisch geändert wird.

Diese Vorschläge waren bisher in der Praxis nicht realisierbar, weil sich bei Veränderung der Ablenkgeschwindigkeit in einem bestimmten Bereich der Ablenklinie die Schichtdicke nicht nur in diesem Bereich, sondern zu stark auch in den Nachbarbereichen änderte. Die Folge war eine gegenseitige Beeinflussung und Instabilität der Regelkreise, so daß eine praktische Nutzung dieser Vorschläge nicht möglich war.

Ziel der Erfindung

Es ist ein Verfahren zu schaffen, das mit geringem Aufwand eine gleichmäßige Schichtdickenverteilung bei der Bandbedampfung mittels Elektronenstrahl gewährleistet und schnell bei Schichtdickenschwankungen reagiert. Die Ausschussquote soll gesenkt werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bandbedampfung mit dem Elektronenstrahl mittels Linienverdampfer zu schaffen, das sowohl in der Anfahrphase der Bedampfung, als auch bei lokalen Änderungen der Verdampfungsrates eine gleichmäßige Schichtdickenverteilung garantiert.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einem Linienverdampfer, auf dem programmiert ein Elektronenstrahl abgelenkt wird, und mit nach dem Linienverdampfer in Bandaufrichtung angeordneten Meßsonden dadurch gelöst, daß dem Programm für die Ablenkung des Elektronenstrahls längs des Verdampfertiegels als zeitlich konstantes Grundprogramm ein zeitlich veränderbares Korrekturprogramm überlagert wird. Das Grundprogramm entspricht dem bisher bekannten Ablenkprogramm, mit dem zeitlich konstante Schichtdickenungleichmäßigkeiten, wie der Schichtdickenabfall an den Bandrändern infolge der endlichen Tiegelgröße, korrigiert werden. Das überlagerte Korrekturprogramm wirkt nicht über die ganze Länge der Ablenklinie, sondern nur an den diskreten Stellen der Ablenklinie, an denen sich Schichtdickenmeßsonden befinden.

Der Elektronenstrahl-Linienverdampfer besteht somit aus einer zeitlich konstanten Linienquelle und einer Reihe zeitlich veränderbarer lokalisierter Quellen in Form von Punktquellen. Überraschenderweise führen diese sogenannten Korrektur-Punktquellen nicht zu der für Punktquellen typischen Schichtdickenungleichmäßigkeit, wie sie von Bandbedampfungsanlagen mit Schiffschenverdampfern bekannt ist. Vermutlich ist das dadurch bedingt, daß der Hauptanteil des Materials von der zeitlich konstanten Linienquelle verdampft und von den zeitlich veränderbaren Punktquellen nur ein Korrekturanteil verdampft.

Das zeitlich konstante Grundprogramm für die Ablenklinie kann in an sich bekannter Weise aus einer Reihe von Punkten mit programmierbarer Verweilzeit bestehen, wobei der Elektronenstrahl schnell von einem zum anderen Punkt springt. Dabei muß die Zahl dieser Punkte mindestens doppelt so groß sein, wie die Zahl der Punkte des Korrekturprogramms.

Um die punktförmige Struktur der Ablenklinie zu einer annähernd homogenen Linie zu verwischen und örtliche Überhitzungen und Spritzerbildung längs der Ablenklinie zu vermeiden, ist es vorteilhaft, der programmierten Ablenkung des Elektronenstrahls eine hochfrequente Wobbel-Ablenkung zu überlagern, durch welche die einzelnen Punkte zu kurzen Strichen auseinandergezogen werden. Wählt man die Wobbelamplitude gleich dem Punktabstand, so entsteht eine quasikontinuierliche Ablenklinie.

Es ist auch möglich, die Ablenklinie aus Linienabschnitten statt aus gewobbelten oder nicht gewobbelten Punkten zusammenzusetzen, wobei die Linienabschnitte vom Elektronenstrahl mit unterschiedlichen, programmierbaren Ablenkgeschwindigkeiten durchlaufen werden. Dieses Verfahren ist aufwendiger, ergibt aber die höchste Homogenität für die Ablenklinie. In diesem Fall ist es vorteilhaft, auch das Korrekturprogramm aus Linienabschnitten zu bilden, wobei die Zahl der Linienabschnitte des Grundprogramms mindestens doppelt so hoch wie die Zahl der Linienabschnitte des Korrekturprogramms sein sollte.

Es ist zweckmäßig, wenn das dem zeitlich konstanten Grundprogramm überlagerte, zeitlich veränderbare Korrekturprogramm aus so vielen gewobbelten oder nicht gewobbelten Punkten oder aus so vielen Linienabschnitten besteht, wie Schichtdicken-Meßstellen über die Bahnbreite angeordnet sind. Die Verweilzeit des Elektronenstrahls an den einzelnen Punkten bzw. die Ablenkgeschwindigkeit innerhalb der einzelnen Linienabschnitte des Korrekturprogramms wird direkt durch das Meßsignal der jeweils zugeordneten Schichtdicken-Meßsonde in der Weise gesteuert, daß an allen Meßstellen die gleiche Schichtdicke erreicht wird.

Ausführungsbeispiel

Die zugehörigen Zeichnungen zeigen in

Fig. 1: eine Anordnung des Elektronenstrahl-Linienverdampfers als Draufsicht,

Fig. 2: ein Diagramm des Grundprogramms und Korrekturprogramms.

Durch programmierte Ablenkung des in einer Elektronenkanone 1 erzeugten Elektronenstrahls 2 längs der Ablenklinie 3 auf der Oberfläche des Verdampfertiegels 4 wird das Verdampfungsgut 5 aufgeschmolzen und verdampft. Dadurch entsteht auf der über dem Verdampfertiegel 4 geführten bandförmigen Kunststoffolie 6 eine Aufdampfschicht, deren Dicke in sechs nebeneinanderliegenden Spuren A bis F durch sechs nebeneinanderliegende Meßsonden 7 (optische Transmissions-Meßsonden) gemessen wird.

Die Ablenklinie 3 besteht aus 13 Punkten, P_1 – P_{13} , die vom Elektronenstrahl 2 nacheinander durchlaufen werden, wobei der Elektronenstrahl 2 mit seiner maximalen Ablenkgeschwindigkeit von Punkt zu Punkt springt und an jedem Punkt eine programmierbare Zeit t_{G1} bis t_{G13} entsprechend dem im Diagramm dargestellten Grundprogramm I verweilt. Die Zeiten t_{G1} bis t_{G13} des Grundprogramms I werden so programmiert, daß abgesehen von zeitlichen Schwankungen im Mittel eine gute Schichtdickenkonstanz erreicht wird.

Diesem zeitlich konstanten Grundprogramm I wird ein zeitlich veränderbares Korrekturprogramm II überlagert (s. Fig. 2). Dieses Korrekturprogramm wirkt nur auf die den sechs Spuren A bis F geometrisch exakt zugeordneten sechs Verdampfungspunkten P_2 ; P_4 ; P_6 ; P_8 ; P_{10} ; P_{12} . Entsprechend den an den Meßsonden 7 gemessenen Schichtdicken in den Spuren A bis F werden zu den Verweilzeiten t_{G2} bis t_{G12} der sechs zugehörigen Verdampfungspunkte P_2 bis P_{12} entsprechende Korrekturzeiten t_{K2} bis t_{K12} addiert, bis in allen sechs Spuren A bis F die gleiche Schichtdicke erreicht ist. Als Bezugsspur dient dabei die Spur, an der trotz

kurzer Verweilzeit die größte Schichtdicke gemessen wird. Im vorliegenden Beispiel ist das zum Zeitpunkt der Darstellung die Spur C. An dem für diese Spur verantwortlichen Verdampfungspunkt P_6 wird die Korrekturzeit t_{K6} gleich Null gesetzt. In den anderen fünf Verdampfungspunkten werden zu den Zeiten t_{G2} bis t_{G12} des Grundprogramms I entsprechende Korrekturzeiten t_{K2} bis t_{K12} hinzugefügt, bis die Schichtdicke in allen sechs Spuren A bis F gleich ist.

Die Gesamtverweilzeiten t_{S1} bis t_{S13} für die Punkte P_1 bis P_{13} , die sich durch Addition der Verweilzeiten des Grundprogramms I t_{G1} bis t_{G13} und des Korrekturprogramms II t_{K2} bis t_{K12} ergeben, sind in Diagramm III des Gesamtprogrammes dargestellt. Damit die Schichtdicken in den Spuren A bis F nicht nur gleich sind, sondern auch den vorgegebenen Sollwerten entsprechen, wird in an sich bekannter Weise die Leistung der Elektronenkanone 1 oder die Transportgeschwindigkeit der bandförmigen Kunststoffolie 6 entsprechend geregelt.

Im rechten Teil der Ablenklinie 3 und der Diagramme I bis III (Punkte 8 bis 13) ist angedeutet, wie durch Überlagerung einer hochfrequenten Wobbelablenkung die Ablenkpunkte zu kurzen Strichen auseinandergezogen werden können, um die Ablenklinie homogener zu gestalten. Die Periodendauer einer Wobbelschwingung soll dabei kürzer als die kürzeste einstellbare Verweilzeit t_G des Grundprogramms sein und die Wobbelamplitude soll kleiner oder gleich dem Abstand zwischen den Punkten sein.

Erfindungsgemäß können das Grundprogramm I und das Korrekturprogramm II auch so gestaltet werden, daß anstelle der gewobbelten Punkte Linienabschnitte vorgesehen sind, die vom Elektronenstrahl 2 gleichmäßig mit programmierbarer Ablenkgeschwindigkeit durchlaufen werden. Dabei sind die entsprechenden Ablenkgeschwindigkeiten so zu programmieren, daß die für das Durchlaufen eines Linienabschnittes erforderlichen Zeiten gleich den genannten Verweilzeiten t_{G1} bis t_{G13} bzw. t_{K2} bis t_{K12} bei punktförmiger Ablenkung sind.

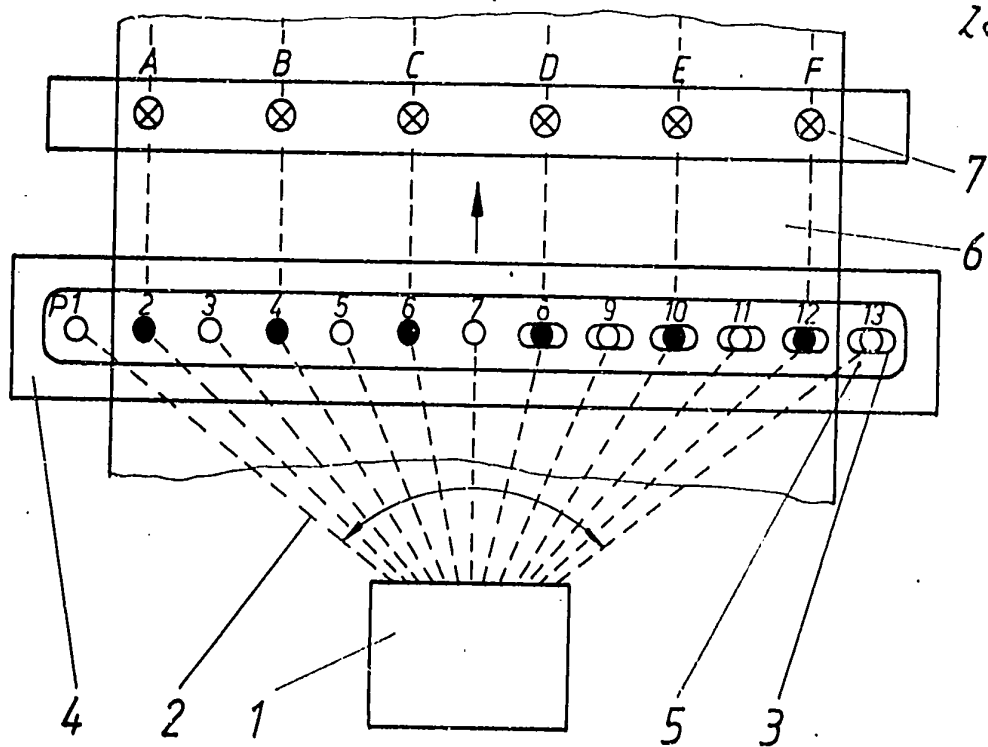


Fig. 1

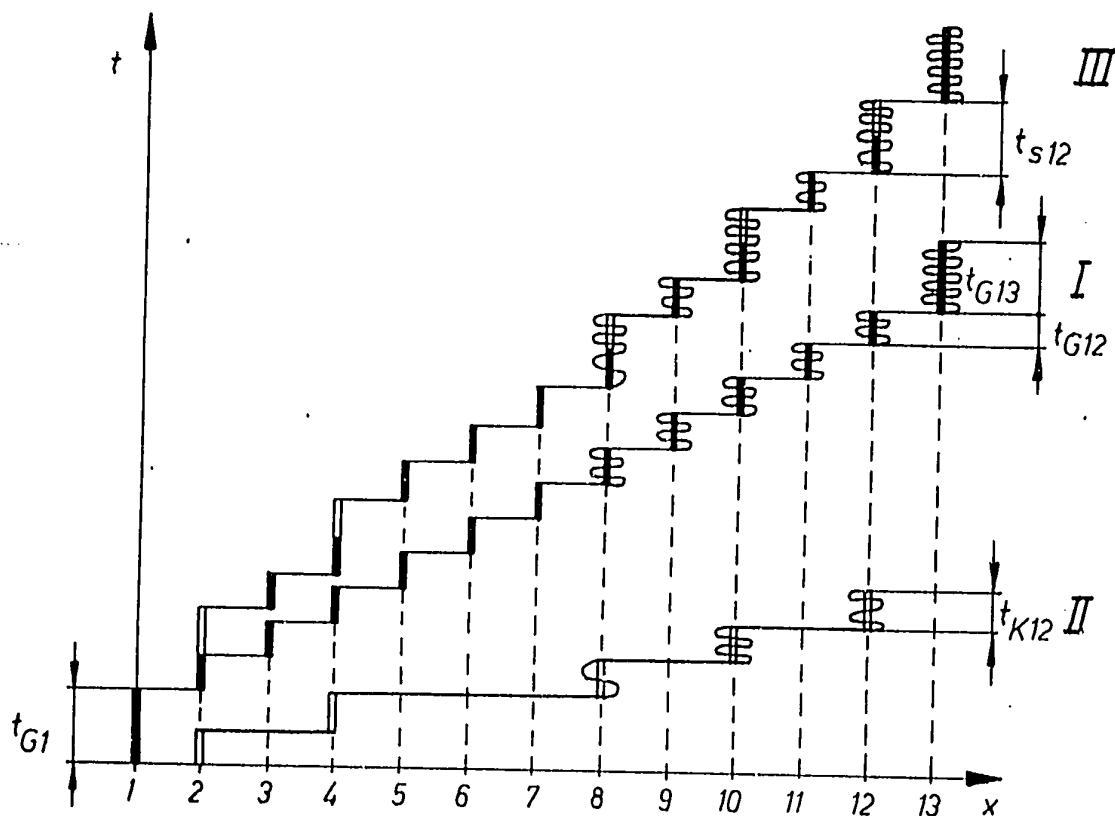


Fig. 2