

51

Int. Cl. 2:

G 21 K 5/00

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 27 20 514 A 1



11

# Offenlegungsschrift 27 20 514

21

Aktenzeichen: P 27 20 514.7

22

Anmeldetag: 6. 5. 77

43

Offenlegungstag: 24. 11. 77

31

Unionspriorität:

32 33 31

12. 5. 76 Sowjetunion 2359068

54

**Bezeichnung:** Verfahren zur Bestrahlung von kreiszylindrischen Gegenständen mit beschleunigten Elektronen

71

**Anmelder:** Institut jadernoj fiziki siborskogo otdelenija Akademii Nauk SSSR, Nowosibirsk (Sowjetunion)

74

**Vertreter:** Beetz sen., R., Dipl.-Ing.; Lamprecht, K., Dipl.-Ing.;  
Beetz jun., R., Dr.-Ing.; Heidrich, U., Dipl.-Phys., Rechtsanw.;  
Timpe, W., Dr.-Ing.; Siegfried, J., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte,  
8000 München

72

**Erfinder:** Auslender, Vadim Leonidovitsch; Budker, Gersch Itskovitsch;  
Glagolev, Georgy Borisovitsch; Livschits, Anatoly Aleksandrovitsch;  
Nowosibirsk; Perepelkin, Vitaly Petrovitsch, Moskau;  
Polyakov, Vladimir Archipovitsch, Nowosibirsk;  
Chapel, Lev Vladimirovitsch, Moskau; Chertok, Ilya Lvovitsch;  
Cheskidov, Vladimir Georgievitsch; Nowosibirsk (Sowjetunion)

Recherchantrag gem. § 28 a PatG ist gestellt

DEUTSCHES PATENTAMT

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestrahlung von kreiszylindrischen Gegenständen mit beschleunigten Elektronen unter Anordnung der Gegenstände im Kreuzungsbereich dreier, unter einem Winkel von  $120^{\circ}$  zueinander geneigter ebener Elektronenstrahlenbündel,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß in den Kreuzungsbereich (9) die drei Gegenstände (13, 14, 15) gleichzeitig eingebracht

und derart angeordnet werden, daß ihre Querschnittsmittelpunkte mit den Ecken eines gedachten gleichseitigen Dreieckes (ABC) zusammenfallen,

dessen jede Seite senkrecht zur Richtung eines der ebenen Elektronenstrahlenbündel (10, 11, 12) verläuft und mindestens zwei Durchmesser (d) des Gegenstandsquerschnittes lang ist, und

daß die Breite (1) jedes ebenen Elektronenstrahlenbündels (10, 11, 12) mindestens gleich der Dreiecksseitenlänge (AB, BC, CA) plus dem Durchmesser (d) des Gegenstandsquerschnittes gewählt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Stromdichte (I) in Breitenrichtung jedes ebenen Elektronenstrahlenbündels (10, 11, 12) im dem Spalt zwischen den zu bestrahlenden, an der jeweiligen Seite (z. B. AB) des Dreieckes (ABC) befindlichen Gegenständen (13, 14, 15) gegenüberliegenden Bereich (DE in Fig. 3) maximal gewählt wird.

709847/0954

ORIGINAL INSPECTED

**BEETZ - LAMPRECHT - BEETZ**  
8000 München 22 - Steinsdorfstr. 10  
TELEFON (089) 22 72 01 - 22 72 44 - 29 59 10  
Telex 522 048 - Telegramm Allpatent München

2720514  
2

**PATENTANWÄLTE**  
Dipl.-Ing. R. BEETZ sen.  
Dipl.-Ing. K. LAMPRECHT  
Dr.-Ing. R. BEETZ Jr.  
Dipl.-Phys. U. HEIDRICH  
auch Rechtsanwalt  
Dr.-Ing. W. TIMPE  
Dipl.-Ing. J. SIEGFRIED

530-26.894P

6. 5. 1977

Institut Yadernoi Fiziki Sibirskogo Otdelenia Akademii  
Nauk SSSR, Novosibirsk - UdSSR  
-----

Verfahren zur Bestrahlung von kreiszylindrischen  
Gegenständen mit beschleunigten Elektronen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur  
Strahlungsbehandlung von verschiedenartigen Gegenständen,  
insbesondere zur Bestrahlung von kreiszylindrischen Ge-  
genständen, wie Kunststoffrohren, zwecks Verbesserung  
von deren Betriebseigenschaften, mit beschleunigten  
Elektronen.

Es gibt bereits ein Verfahren zur Bestrahlung von  
kreisförmigen Gegenständen mit beschleunigten

530-(P68542-E-61)-HdS1

709847/0954

Elektronen, bei dem Gegenstände durch zwei entgegengesetzt gerichtete, eindimensional aufgefächerte ebene Strahlenbündel behandelt werden. Jedoch wird durch die beidseitige Bestrahlung der Gegenstände keine für die meisten praktischen Anwendungsfälle erforderliche gleichmäßige Bestrahlung gewährleistet.

Weiterhin ist ein Verfahren zur Bestrahlung von kreiszylindrischen Gegenständen mit beschleunigten Elektronen bekannt, bei dem Gegenstände in den Kreuzungsbereich dreier, unter einem Winkel von  $120^{\circ}$  zueinander geneigter ebener Elektronenstrahlenbündel gesetzt werden (vgl. z. B. US-PS 2 741 704, Kl. 250-49.5).

Dieses Verfahren sichert zwar die für die meisten praktischen Anwendungsfälle geforderte gleichmäßige Bestrahlung von kreisrunden Gegenständen, gilt aber als wenig wirksam, wenn die Ausbeute der Bestrahlung nicht durch die Leistung der verwendeten Strahlungsquelle, also des Elektronenbeschleunigers, sondern durch die Zuführgeschwindigkeit der Gegenstände zum Bestrahlungsbereich begrenzt wird, indem sie z. B. von der Ablaufgeschwindigkeit des technologischen Prozesses zur Herstellung der Gegenstände bzw. von der Verschlechterung der Festigkeitswerte der Gegenstände infolge deren Erwärmung bei der Bestrahlung abhängig ist. Z. B. bei der Herstellung von Kunststoffrohren, bei einer Absorptionsdosis von 20Mrad, die einen größtmöglichen bzw. günstigen Wert für die Strahlungsmodifikation der meisten Kunststoffe auf Polyolefingrundlage darstellt, und bei modernen Extrudern mit einer Leistung von 60 bis 90 kg/h beträgt die genutzte Leistung des Elektronenstrahlenbündels lediglich 3 bis 5 kW, was um eine Größenordnung niedriger ist als die Leistung der heutigen Elektronenbeschleuniger.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Bestrahlung von kreiszylindrischen Gegenständen mit beschleunigten Elektronen zu schaffen, das unter Verwendung von modernen Beschleunigern mit einer Strahlenbündelleistung von mehreren 10 kW als Strahlungsquelle die höchstzulässige Stromdichte an der Oberfläche der zu bestrahlenden Gegenstände bei deren begrenzter Zuführungsgeschwindigkeit zum Bestrahlungsbereich und ohne Verminderung der Beschleunigerleistung sicherstellt.

Ein Verfahren zur Bestrahlung von kreiszylindrischen Gegenständen mit beschleunigten Elektronen unter Anordnung der Gegenstände im Kreuzungsbereich dreier, unter einem Winkel von  $120^{\circ}$  zueinander geneigter ebener Elektronenstrahlenbündel ist zur Lösung dieser Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß in den Kreuzungsbereich die drei Gegenstände gleichzeitig eingebracht und derart angeordnet werden, daß ihre Querschnittsmittelpunkte mit den Ecken eines gedachten gleichseitigen Dreieckes zusammenfallen, dessen jede Seite senkrecht zur Richtung eines der ebenen Elektronenstrahlenbündel verläuft und mindestens zwei Durchmesser des Gegenstandsquerschnittes lang ist, und daß die Breite jedes ebenen Elektronenstrahlenbündels mindestens gleich der Dreiecksseitenlänge plus dem Durchmesser des Gegenstandsquerschnittes gewählt wird.

Zur gleichmäßigen Bestrahlung jedes Gegenstandes aus allen drei Richtungen ist es zweckmäßig, daß die Stromdichte in Breitenrichtung jedes ebenen Elektronenstrahlenbündels im dem Spalt zwischen den zu bestrahlenden, an der jeweiligen Seite des Dreieckes befindlichen Gegenständen gegenüberliegenden Bereich maximal gewählt wird.

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung beispielsweise näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Bestrahlung von kreiszylindrischen Gegenständen mit beschleunigten Elektronen;

Fig. 2 schematisch den erfindungsgemäßen Bestrahlungsbereich in größerem Maßstab;

Fig. 3 ein Diagramm für die Elektronenstromdichteverteilung über die Breite des ebenen Elektronenstrahlenbündels.

Die in Fig. 1 abgebildete Vorrichtung umfaßt einen beliebigen, vorzugsweise impulsbetriebenen Elektronenbeschleuniger 1 als Strahlungsquelle, einen Elektronenleiter 2, durch den der Elektronenbeschleuniger 1 mit einem Magnetverteiler 3 zur Verteilung des Elektronenstrahls über drei Kanäle, nämlich einen Mittenkanal 4 und zwei Seitenkanäle 5, verbunden ist. Am Eingang jedes der Kanäle 4 und 5 ist ein Magnetsystem 6 zur Elektronenstrahl-auffächerung(ablenkung) vorgesehen. Die Kanäle 4 und 5 enden mit je einem Austrittsfenster 7. In jedem der Seitenkanäle 5 befindet sich darüber hinaus ein Magnetsystem 8 zur Elektronenstrahlenbündel-Umlenkung. Die Austrittsfenster 7 sind in einem Winkel von  $60^\circ$  zueinander angeordnet und bilden dadurch einen Bestrahlungsbereich 9.

In Fig. 2 sind mit Pfeilen die Richtungen dreier, unter einem Winkel von  $120^\circ$  zueinander geneigter ebener Elektronenstrahlenbündel 10, 11 und 12 im Bestrahlungsbereich 9 angedeutet. Außerdem sind im Bestrahlungsbereich 9 die Querschnitte von drei Gegenständen 13, 14 und 15 mit einem Durchmesser  $d$  veranschaulicht.

In Fig. 3 ist ein Diagramm der Verteilung der Elektronenstromdichte (Ordinate) über die Breite  $l$  des ebenen

Elektronenstrahlenbündels (Abszisse) gezeigt.

Die Vorrichtung hat folgende Wirkungsweise:

Ein Strahl beschleunigter Elektronen gelangt aus dem Beschleuniger 1 (Fig. 1) über den Elektronenleiter 2 in den Magnetverteiler 3, durch den der Strahl abwechselnd in jeden von drei Kanälen 4, 5 geleitet wird. Beim Durchgang des Elektronenstrahls durch den Mittenkanal 4 wird dieses mittels des Magnetsystems 6 eindimensional abgelenkt bzw. aufgefächert und zu einem ebenen Elektronenstrahlenbündel beim Eintritt in die Atmosphäre durch das Fenster 7 aufgefächert.

Während der Elektronenstrahl jeden der Seitenkanäle 5 durchläuft, wird er ebenfalls mittels des Magnetsystems 6 abgelenkt bzw. aufgefächert sowie außerdem mit Hilfe des Magnetsystems 8 umgelenkt, wonach das Elektronenstrahlenbündel durch das Fenster 7 in die Atmosphäre hinausgeführt wird.

Die Magnetsysteme 8 zur Elektronenstrahlenbündel-Umlenkung sorgen dafür, daß die ebenen Elektronenstrahlenbündel 11 und 12 (Fig. 2) die Seitenkanäle 5 (Fig. 1) unter einem Winkel von  $120^\circ$  zueinander und zum aus dem Mittenkanal 4 (Fig. 1) austretenden ebenen Elektronenstrahlenbündel 10 (Fig. 2) verlassen.

In dieser Weise wird der Bestrahlungsbereich 9 der Vorrichtung durch drei, sich unter einem Winkel von  $120^\circ$  kreuzenden ebenen Elektronenstrahlenbündel gebildet.

Das Verfahren zur Bestrahlung der kreiszylindrischen Gegenstände 13, 14 und 15 (Fig. 2) mit beschleunigten Elektronen besteht erfindungsgemäß in folgendem:

Die drei kreiszylindrischen Gegenstände 13, 14, 15 werden gleichzeitig in den Bestrahlungsbereich 9 eingebracht und dermaßen angeordnet, daß deren Querschnittsmittelpunkte mit den Ecken eines gedachten gleichseitigen Dreieckes ABC zusammenfallen, dessen jede Seite AB, BC, CA senkrecht zur Richtung eines der Elektronenstrahlenbündel 10, 11, 12 verläuft und eine Länge von mindestens zwei Durchmessern  $d$  des Gegenstandsquerschnittes aufweist. Die Breite  $l$  jedes Elektronenstrahlenbündels 10, 11, 12 wird zumindest gleich der Seitenlänge des Dreieckes ABC plus dem Durchmesser  $d$  der Gegenstände 13, 14, 15 gewählt. In Fig. 2 ist der Fall  $AB=BC=CA=2d$  und  $l \approx 3d$  abgebildet. Für eine gleichmäßige Bestrahlung jedes der Gegenstände 13, 14, 15 von drei Seiten her wird die Stromdichte  $i$  (Fig. 3) in Breitenrichtung jedes ebenen Elektronenstrahlenbündels im Bereich DE (Fig. 2) erhöht (um etwa 30 % im beschriebenen Ausführungsbeispiel), der gegenüber dem Spalt zwischen den Gegenständen 13 und 14 liegt, die sich an der Seite AB des Dreieckes ABC befinden, um dadurch eine Verminderung der Bestrahlung in den dem Mittelpunkt des Bestrahlungsbereiches 9 zugewandten Gegenstandssektoren infolge Elektronenstreuung auszugleichen.

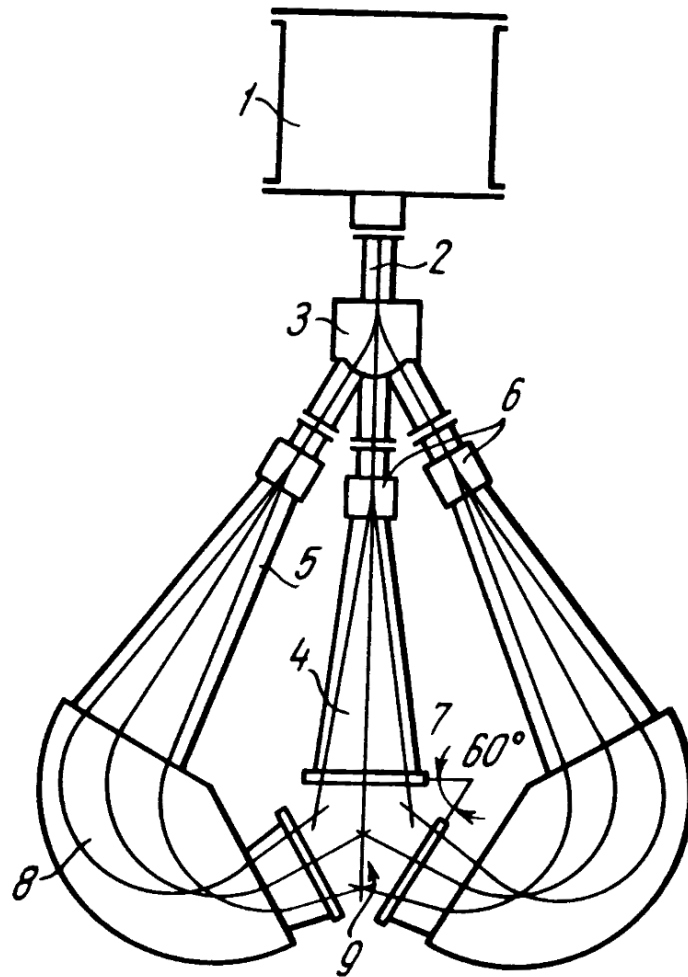
Bei der getroffenen Anordnung der Gegenstände 13, 14, 15 im Kreuzungsbereich der drei ebenen Elektronenstrahlenbündel 10, 11, 12 (im Bestrahlungsbereich 9) vermindert sich etwa um das Dreifache die Bestrahlungsdosisleistung wegen Herabsetzung der Stromdichte an der Oberfläche der zu bestrahlenden Gegenstände 13, 14, 15. Dadurch wird erreicht, daß die Gegenstände 13, 14, 15 dem Bestrahlungsbereich 9 mit begrenzter Geschwindigkeit zugeführt werden. Weiter besteht die Möglichkeit, Elektronenbeschleuniger mit dreimal so hoher Leistung einzusetzen, so daß die Produktionsleistung einer auf Grundlage eines solchen Beschleunigers entwickelten Bestrahlungsanlage verbessert und die



Fertigungskosten der Gegenstände herabgesetzt werden können, da die Kosten des Beschleunigers nicht linear mit der Elektronenstrahlenbündelleistung anwachsen.

-9-  
Leerseite

- 11 -  
2720514



**FIG. 1**

709847/0954

