

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

0 068 092
A2

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 82103260.4

51

Int. Cl.³: **D 06 N 7/00**, **D 06 M 11/00**,
A 47 G 27/02, **H 05 B 3/34**

22

Anmeldetag: 19.04.82

30

Priorität: 30.04.81 DE 3117246
30.04.81 DE 3117245

71

Anmelder: **BAYER AG**, Zentralbereich Patente, Marken
und Lizenzen, D-5090 Leverkusen 1, Bayerwerk (DE)

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung: 05.01.83
Patentblatt 83/1

72

Erfinder: Ebner, Harold, Dr., Berta von-Suttner
Strasse 61, D-5090 Leverkusen (DE)
Erfinder: Fitzky, Hans Georg, Adolf-Kolping-Strasse 7,
D-5068 Odenthal (DE)
Erfinder: Wolf, Gerhard Dieter, Dr.,
Wilhelm-Busch-Strasse 29, D-4047 Dormagen 5 (DE)

84

Benannte Vertragsstaaten: DE FR GB

54

Mikrowellenabsorber mit sehr geringer Reflexion und ihre Verwendung.

57

Metallisierte textile Polwaren mit Metallschichtdicken von 0,02 bis 1 µm besitzen neben einer hohen Schirmdämpfung eine verminderte Reflexion von Mikrowellen und eignen sich daher für Bereiche des Strahlenschutzes, zur Unterdrückung unerwünschter Radarreflexionen, zur Tarnung von Objekten gegen Radarerkennung sowie zum Schutz von Objekten gegenüber elektromagnetischen Feldern.

EP 0 068 092 A2

BAYER AKTIENGESELLSCHAFT 5090 Leverkusen, Bayerwerk

Zentralbereich
Patente, Marken und Lizenzen Jo/bc/c

Mikrowellenabsorber mit sehr geringer Reflexion und
ihre Verwendung

Metallisierte textile Flächengebilde zeigen die Eigen-
schaft, je nach textiler Konstruktion bereits bei
sehr geringen Metallschichten, die z.B. naß-chemisch
gemäß DE-AS 2 743 768 ($\approx$ US-PS 4 201 825) auf die Ober-
5 fläche aufgebracht werden, eine hohe Schirmdämpfung,
verbunden mit einer hohen Reflexion, d.h. mit sehr ge-
ringem Reflexionsverlust.

Insbesondere vernickelte Filamentgarngewebe heben sich
gegenüber vernickeltem Fasergarngewebe bei gleicher
10 Metalldicke, Metallqualität und Menge pro Flächen-
einheit hinsichtlich ihres sehr geringen Reflexions-
verlustes, gepaart mit hoher Schirmdämpfung, hervor.

Die Werte eines vernickelten Filamentgarngewebes
zeigt z.B. folgendes Bild:

Tabelle 1

Le A 20 807

GHz 1 - 1,5 2 - 2,4 9 - 10 35 - 36 70

	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R
dB	58	0,02	53	0,02	59	0,02	62	0,02	45	0,5

T = Schirmdämpfung in db

R = Reflexionsverlust in db (dezibel)

GHz = Frequenz in Gigahertz

Aus der Tabelle erkennt man eindeutig neben einer sehr hohen Schirmdämpfung eine äußerst hohe Reflexion, die z.B. für aufzuspürende Gegenstände, z.B. Schwimmwesten, Seenotrettungsinseln, sehr wichtig ist.

- 5 Für gewisse Objekte ist jedoch gerade das Gegenteil wünschenswert, d.h. neben einer hohen Schirmdämpfung soll eine möglichst geringe Reflexion vorhanden sein.

- 10 Überraschenderweise wurde gefunden, daß metallisierte textile Polwaren mit Metallschichtdicken von 0,02 bis 2 μm neben einer hohen Schirmdämpfung eine verminderte Reflexion von Mikrowellen besitzen.

Gegenstand der Erfindung sind daher metallisierte textile Polwaren mit Metallschichtdicken von 0,02 bis 2 μm .

- 15 Als Polwaren sind insbesondere textile Waren zu verstehen, bei denen Einzelfasern von der Gewebeoberfläche abstehen, insbesondere senkrecht angeordnet sind. Dabei beträgt der Abstand zwischen den Polfasern höchstens 10 %, vorzugsweise 1 bis 5 % der
20 Polhöhe.

Geeignete Polwaren sind z.B. aufgerauhte Gewebe, Plüsch, Velours, Samt, elektrostatische beflockte Gewebe, Nadelfilze, Papiere und Vliese.

Als Metalle, die gemäß DE-OS 2 743 768 auf die Pol-
waren aufgebracht werden können, kommen z.B. Kupfer,
Nickel, Cobalt, Eisen und Gold einzeln oder in Kombi-
nation (z.B. Co/Ni, Ni/Fe oder Ni/Fe/Co) in Frage.
5 Cobalt und insbesondere Nickel sind bevorzugt.

Die Schichtdicke wird als Durchschnittsschichtdicke
aus Faseroberfläche, Warengewicht vor und nach der
Metallisierung und der spezifischen Dichte des Me-
talls bestimmt. Es gilt allgemein, daß bei kleinerer
10 Polhöhe eine dünnere Metallschicht und bei größerer
Polhöhe eine dickere Metallschicht um das Einzelfila-
ment den gewünschten Erfolg gibt.

Wichtig ist, daß diejenige Seite, die den Pol be-
sitzt, in Richtung zur einfallenden Mikrowelle zu
15 liegen kommt. Besonders augenfällig ist, daß ein
aufgerauhtes Spinnfasergewebe nur dann einen
hohen Reflexionsverlust besitzt, wenn die aufge-
rauhte Seite des Gewebes zum Mikrowellensender
sieht. Die glatte Rückseite besitzt die bekannte
20 hohe Reflexion, d.h. geringen Reflexionsverlust.

Der Effekt wird verstärkt, besonders bei längeren
Wellen, wenn das Grundgewebe der Polware mit einem
leitfähigen Polymeren beschichtet wird, das zu-
sätzlich dielektrisch und/oder magnetisch verlust-
25 behaftete Füllstoffe enthält. Derartige Füllstoffe,
wie Titandioxid, Titanate oder magnetische Ferrite
können auch als Pigmente in die Fasern des Pol-
materials eingearbeitet sein.

Als elektrisch leitfähige Füllstoffe kommen besonders bestimmte Arten von Leitruss oder Graphit in Frage, als magnetisch verlustbehaftete Materialien sind magnetische Ferrite, insbesondere Ni-, Mn-, Zn- und Ba-Ferrite geeignet.

Die elektrische Leitfähigkeit der Polymeren die zur Imprägnierung des Grundgewebes dient, liegt vorzugsweise im Bereich 10^{-3} bis 10^0 (Ohm.cm) $^{-1}$.

Das erfindungsgemäße Polmaterial erfüllt auf Grund seiner Struktur und durch die Art der Metallisierung die beiden Teilaufgaben reflexionsarme Absorption und hohe Schirmdämpfung. Die reflexionsarme Absorption wird vorwiegend durch die Eigenschaften des Pols, die Schirmdämpfung im wesentlichen durch das Grundgewebe, vorzugsweise in Verbindung mit einer Imprägnierung mit einem leitfähigen Polymer, geleistet.

Zum Einsatz als Fernfeldabsorber sind Metallisierungen im Bereich um 0,05 bis etwa 0,15 μm für die Polfasern und von etwa 0,2 bis 0,4 μm für das Grundgewebe optimal, vorzugsweise für den Frequenzbereich von 1 bis über 100 GHz. Die Höhe des Pols beeinflusst im wesentlichen die Lage der unteren Grenzfrequenz für reflexionsarme Absorption. Große Polhöhe gibt eine gute Absorption bei niedrigen Frequenzen. Die Polhöhe sollte etwa 5 bis 10 % der Wellenlänge nicht unterschreiten.

- Die Polhöhe kann bei gleichbleibender Absorptionsqualität (Reflexionsverlust) weiter auf etwa 1 % der Wellenlänge verringert werden, wenn die induktive Komponente der Polfasern und ihrer Verankerung im Grundgewebe, Gestrick, Gewirk oder Vlies besonders ausgeprägt ist, z.B. bei sog. Kettwirkvelours. Die elektrische Wirkungsweise der einzelnen Polfasern kann dann einem stark gedämpften $\lambda/4$ -Dipol mit induktiver Verkürzung der Dipollänge gleichgesetzt werden. Wirksame verlustbehaftete Mechanismen sind die hochohmige Metallisierung der Polfaser und die ohmschen Verluste im metallisierten Grundgewebe, Gewirk, Gestrick, etc. und die dielektrischen Verluste in der leitfähigen Imprägnierung.
- 15 Eine wetterfeste Ausrüstung kann auch durch eine Einbettung der Polfasern in einem geschlossenporigen Schaumstoff hergestellt werden, um ein Eindringen von z.B. Regenwasser, das den Reflexionsverlust vermindern kann, zu vermeiden. Bei Einbettung der Polware in den Schaumstoff wird bei mechanischer Belastung ein Umknicken der Polfasern möglichst vermieden. Bei Druckentlastung richten sich die Polfasern wieder in die ursprüngliche Richtung auf.
- 25 Damit bei Anwendungen auf Metallunterlage eine Verringerung der Absorption (Reflexionsverluste) vermieden wird, muß eine hinreichend hohe Schirmdämpfung durch das Grundgewebe erzielt werden. Bei 20 db Reflexionsverlust (99 % Absorption) sollte daher die Schirm-

dämpfung ebenfalls mindestens 20 db betragen, damit die von der dahinter liegenden Metalloberfläche reflektierte Teilkomponente vernachlässigbar bleibt.

5 Gegenstand der Erfindung ist weiterhin die Verwendung der metallisierten textilen Polwaren im Bereich des Strahlenschutzes (Schutzbekleidung, Schirmvorhänge), der Auskleidung reflexionsarmer Messräume, von Behandlungsräumen der medizinischen Diathermie und allgemein von Räumen die Hochfrequenzgeneratoren beinhalten
10 (z.B. Anwendung dieser Materialien in Form selbstklebender Flächen etwa bei der Abdeckung komplizierter geometrischer Gebilde), zur Unterdrückung unerwünschter Radar-Reflexionen durch metallische Objekte, z.B. Schiffsaufbauten oder andere ortsfeste oder bewegliche
15 Installationen in der Nähe von Radarstationen und zur Tarnung beliebiger, vorwiegend metallischer Objekte gegen Radar-Erkennung sowie zum Schutz beliebiger Objekte gegenüber elektromagnetischen Feldern.

20 Art der Polware und Dicke der Metallschicht können je nach gewünschter Absorption bzw. Reflexion bei unverändert hoher Schirmdämpfung individuell gewählt und eingestellt werden.

25 Die Aufgabenstellung bei der Tarnung erfordert eine Anpassung der Reflexionseigenschaften des Objektes an das umgebende Gelände oder den umgebenden Raum. Bei der Tarnung terrestrischer Objekte müssen die Tarnungsmaterialien zur Anpassung an die Umgebung

Reflexionsverluste von 3 bis 8 db aufweisen. Bei der Tarnung von Luftzielen müssen erheblich höhere Reflexionsverluste von ca. 20 bis 40 db und mehr erzielt werden, um eine hinreichende Kontrastverminderung gegenüber dem freien Raum zu ergeben. Weiterhin müssen zur Tarnung beweglicher Objekte auf der Erde höhere Reflexionsverluste von ca. 30 bis 50 db erzielt werden, wenn eine Ortung über Doppler-Radar vorgenommen wird. Das erfindungsgemäße Verfahren gestaltet in jedem Fall die Lösung der gestellten Aufgabe durch individuelle Anpassung von Absorption und Reflexion an den jeweils geforderten Bereich, wobei berücksichtigt werden kann, daß die üblicherweise zur Radarerkennung benutzten Geräte vorwiegend im kurzwelligeren Mikrowellengebiet, etwa bei 9,3 GHz, 35 GHz und 94 GHz arbeiten.

Aufgabe der Tarnung kann sein, neben der vollkommenen Unsichtbarmachung auch die Veränderung charakteristischer Silhouetten oder Profile zu bewirken.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich anwenden mit Tarnmatten für ortsfeste und bewegliche Erdziele in einer Form, wie sie schon für die Tarnung im sichtbaren und IR-Bereich üblich ist, für Fluggeräte mit Beschichtung wichtiger Partien mit derartigen Absorbern.

Bei allen derartigen Anwendungen ergeben die textilen Absorbermaterialien gegenüber den bisher meist übli-

chen starren und relativ dicken Absorbermaterialien folgende Vorteile: flexibler, textil-elastischer, robuster Aufbau, niedriges Gewicht, gutes Absorptionsvermögen über breite Frequenzbänder, relativ gute Wirkung in geringer Schichtdicke auch auf metallischer Unterlage, leichte Aufbringung auf nichtplanare Flächen, Möglichkeit der Kombination der Tarnwirkung für den sichtbaren und IR-Bereich.

Der Schutz beliebiger Objekte gegenüber elektromagnetischen Feldern besteht z.B. in der sog. electromagnetic pulse protection (EMP). Hierunter wird u.a. der Schutz von elektronischen Regel- und Steuereinrichtungen von erdgebundenen und Luftfahrzeugen gegenüber extrem starken elektromagnetischen Feldern, wie sie bei Kernexplosionen (NEMP) oder auch im Bereich stark fokussierter intensiver Mikrowellenstrahlen auftreten, verstanden. Durch derartige Felder werden örtlich sehr hohe Spannungen an Metallteilen induziert, z.B. auch bei Blitzeinschlag, die zu Überschlägen und zur Zerstörung von Elektronikschaltungen führen. Diese hohen Spannungen entstehen durch starke Oberflächenströme auf metallischen Teilen, insbesondere im Bereich von Spalten, Kontaktstellen, usw. Durch die Aufbringung von Absorbern in Form metallisierten Polymaterials können diese Oberflächenströme stark gedämpft und die entstehenden Spannungen auf ungefährliche Werte verringert werden.

Gegenüber konventionellen Schirm-Materialien aus metallischen Werkstoffen, wie Bleche, Geflechte, Gitter, usw., deren Schirmwirkung auf der beschränkten Eindringtiefe der Hochfrequenzströme in hoch leitfähiges Material beruht, und die deshalb eine starke Reflexion der Strahlung ergeben, bieten die absorbierend wirkenden Schirm-Materialien den Vorzug der nahezu vollständigen Umwandlung der auffallenden Strahlung in Wärme.

Durch die Unterdrückung der Reflexion werden sogenannte hot spots infolge möglicher Fokussierung der reflektierten Strahlung oder durch stehende Wellen vermieden. Weiterhin entfallen durch die extrem starke Dämpfung von Oberflächenströmen auf der Außenseite des Schirms die Probleme der Kontaktierung und der Erdung.

Neben der überwiegend ohm'schen Verlustdämpfung der Hochfrequenzströme, bedingt durch die relativ hochohmige Metallisierung der Polfasern, vorzugsweise mit Flächenimpedanzen von 20 bis 400 Ohm, und dielektrischen Verlusten in dem halbleitenden Kaschierungsmaterial des Grundgewebes, Gestrick, Gewirk, Vlies etc., mit Leitfähigkeiten im Bereich zwischen 10^{-3} und $10^0 (\text{Ohm.cm})^{-1}$ werden als dritte, verlustbehaftete magnetrische Absorber verwendet. Die magnetischen Absorber können in Form von z.B. Mn-Zn-Ferrit-Pigmenten in das Kaschierungsmaterial des Grundgewebes (5 - 20 Gew.-%) eingesetzt werden. Eine weitere Form des mag-

netischen Absorbers bietet die stromlose, naß-chemische Metallisierung der Polfasern und gegebenenfalls auch des Grundgewebes mit Cobalt oder mit Co/Ni- oder Ni-Fe- oder Ni-Fe-Co-Schichten, deren magnetische
5 Eigenschaften zusätzlich durch Tempern bei Temperaturen zwischen 200 und 500°C variiert werden können.

Derartige Metallschichten zeigen im Gegensatz zu Ferriten auch bei höheren magnetischen Feldstärken im Bereich bis 0,1 T im Mikrowellenbereich Maximalwerte des
10 magnetischen Verlustes und sind deshalb speziell für die Anwendung der "electromagnetic pulse protection" (EMP) geeignet.

Beispiel 1

Ein einseitig aufgerauhtes Gewebe aus textilen
 Spinnfasern wurde gemäß DE-OS 2 743 768 mit ca.
 7,4 g Ni/m² vernickelt. Der prozentuale Nickelge-
 5 halt betrug 5 % Ni. Das vernickelte Gewebe
 wurde einmal mit der aufgerauhten Seite zum Mikro-
 wellensender in 90° in Position gebracht. Dabei
 wurden folgende Reflexionsverluste gemessen:

GHz	9 - 10	35 - 36	70
Reflexions- verlust in db	0,5	3	10

10 Nach drehen des Gewebes um 180°, d.h. bei Position
 der glatten Seite des Gewebes in 90° zur Position
 des Mikrowellensenders:

GHz	9 - 10	35 - 36	70
Reflexions- verlust in db	0,02	0,5	1,5

15 Wenn das aufgerauhte Gewebe mit einem Einfallswinkel von 30° gemessen wurde, konnte folgender Reflexionsverlust gemessen werden:

Streifender Mikrowelleneinfall von 30°

GHz	9 - 10	35 - 36	70
Reflexions- verlust in db	20	20	20

Beispiel 2

- 5 Ein Samtgewebe aus kurzpoliger Baumwolle (Polhöhe ca. 3 mm) wurde vernickelt. Die Nickelmenge beträgt 50 g/m². Der so vernickelte Samt wurde 90° zum Mikrowellensender in Position gebracht. Dabei wurden folgende Reflexionsverluste in db gemessen:

GHz	9 - 10	35 - 36	70
Reflexions- verlust in db	0,7	3-4	9-10

- 10 Die glatte Rückseite des vernickelten Samtgewebes zeigte folgende Werte:

GHz	9 - 10	35 - 36	70
Reflexions- verlust in db	0,2	0,8	1,5

Beispiel 3

Ein Hochflor-Material mit einer Polhöhe von ca. 20 mm wurde vernickelt.

5 Grund- und Polfäden des eingesetzten Hochflor-Materials bestanden aus Poly-(1,4-bis-hydroxymethylcyclohexan)-terephthalat mit einem Titer von 6,7 dtex.

Die Nickelmenge betrug 168 g/m². Die Nickelschicht wurde im Bereich des Pols auf etwa die halbe Schichtdicke des Nickels im Grundgewebe beschränkt (ca. 0,2 µm). Die
10 Reflexionsverluste bei Einstrahlung auf die Polseite betrugen:

GHz	1 - 1,5	2 - 2,4	9 - 10	35 - 36	70
Reflexionsverlust in db	3,5	7	17	30	30

Die Schirmdämpfung lag im Bereich zwischen 1 und 70 GHz zwischen 9 und 50 db.

15 Beispiel 4

Ein Webpelzmaterial, bestehend aus einem Baumwollgrundgewebe und aus Polyacrylnitril-Grundfäden mit einem Titer von 7 dtex wurde gemäß dem im folgenden Absatz beschriebenen Verfahren vernickelt. Die abgeschiedene
20 Nickelmenge betrug 80 g/m².

Die Reflexionsverluste bei senkrechtem Strahlungseinfall betragen:

GHZ	1 - 1,5	2 - 2,4	9 - 10	35 - 36	70
Reflexionsverlust in db	3	3,5	8	7	8

Die Schirmdämpfung lag im gesamten Frequenzbereich über 10 db.

Das Webpelzmaterial wird gleichmäßig mit einer Lösung von 0,1 g Butadienpalladiumdichlorid pro l Chloroform besprüht (Treibmittel Frigen).

Anschließend wird es bei Raumtemperatur getrocknet und dann in ein alkalisches Vernickelungsbad getaucht, das 30 g/l Nickelchlorid, 3 g/l Dimethylaminboran und 10 g/l Citronensäure enthält und mit Ammoniak auf pH 8,1 eingestellt wurde. Nach etwa 30 Sekunden beginnt sich die Oberfläche dunkel zu färben und nach 10 Minuten war eine gut haftende, metallisch glänzende Nickelschicht abgeschieden worden.

Beispiel 5

Ein Polyester Kettwirkveluors mit einer Polhöhe von ca. 1 mm wurde vernickelt nach dem in DE-OS 27 43 768 beschriebenen Verfahren. Die abgeschiedene

Menge Nickel betrug 21 g/m². Der Velour mit einem Flächengewicht von 273 g/m² besteht im Grundgewebe aus Polyesterfilamentgarnen (167 dtex) mit 34 Einzelfilamenten (4,9 dtex). Das Garn der Polfäden besteht aus Polyester-spinnfasern Poly-(1,4-bis-hydroxymethylcyclohexan)-terephthalat, 250 dtex, matt, Nm 40/1, Einzelfadentiter 3,3 dtex).

Es ergaben sich folgende Reflexionsverluste:

GHz	1 - 1,5	2 - 2,4	9 - 10	35 - 36	70
Reflexionsverlust in db	6,5	5,5	4	7	17

- 10 Die Schirmdämpfung lag zwischen 7 und 14 db. Nach Imprägnierung des Grundgewebes mit einem leitfähigen Polymeren (Polyurethan mit 15 % Leitrußzusatz) konnte die Schirmdämpfung auf über 16 db angehoben werden.

Patentansprüche

1. Metallisierte textile Polwaren mit Metallschichtdicken von 0,02 bis 2µm.
- 5 2. Metallisierte textile Polwaren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Polwaren aufgeraute Gewebe, Plüsch, Velours, Samt, elektrostatisch beflockte Gewebe, Nadelfilze, Papiere oder Vliese sind.
- 10 3. Metallisierte textile Polwaren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen den Polfasern höchstens 10 %, vorzugsweise 1 bis 5 % der Polhöhe beträgt.
- 15 4. Metallisierte textile Polwaren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall Nickel oder Cobalt ist.
- 20 5. Metallisierte textile Polwaren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Grundgewebe mit einem leitfähigen Polymeren beschichtet ist, das zusätzlich dielektrisch und/oder magnetisch verlustbehaftete Füllstoffe enthält.
6. Metallisierte textile Polwaren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Polhöhe 5 bis 10 % der Wellenlänge der auftreffenden Mikrowellenstrahlung nicht unterschreitet.

- 5 7. Verwendung metallisierter textiler Polwaren gemäß Anspruch 1 im Bereich des Strahlenschutzes, zur Unterdrückung unerwünschter Radarreflexionen, zur Tarnung von Objekten gegen Radarerkennung sowie zum Schutz beliebiger Objekte gegenüber elektromagnetischen Feldern.
8. Verwendung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Polfasern in einen geschlossenporigen Schaumstoff eingebettet sind.