

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-516333

(P2009-516333A)

(43) 公表日 平成21年4月16日(2009.4.16)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
H 0 5 H 9/00 (2006.01) H 0 5 H 9/00 B 2 G 0 8 5

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2008-540288 (P2008-540288)
(86) (22) 出願日 平成18年11月14日(2006.11.14)
(85) 翻訳文提出日 平成20年7月9日(2008.7.9)
(86) 国際出願番号 PCT/US2006/044297
(87) 国際公開番号 W02007/120211
(87) 国際公開日 平成19年10月25日(2007.10.25)
(31) 優先権主張番号 60/737,028
(32) 優先日 平成17年11月14日(2005.11.14)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 308032150
ローレンス リヴァーモア ナショナル
セキュリティ, エルエルシー
アメリカ合衆国, 91551-9234
カリフォルニア州, リヴァーモア, エル
703, イースト アヴェニュー 700
0, ローレンス リヴァーモア ナショナ
ル ラボラトリー

(71) 出願人 308032161
ティーピーエル, アイエヌシー
アメリカ合衆国, 87109 ニューメキ
シコ州, アルブクエルク, エヌ. イー.,
アカデミー パークウェイ プールヴァー
ード ノース 3921

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 成型誘電複合線形加速器

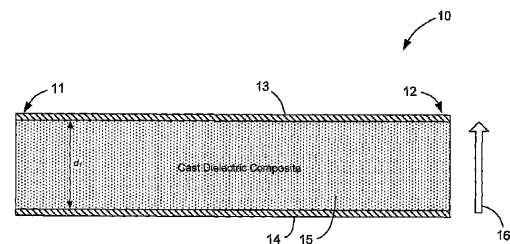
(57) 【要約】

【課題】

【解決手段】

無溶媒製造プロセスで導体電極と一体形成される成型誘電複合層を有し、成型誘電複合体が好ましくは熱硬化性樹脂などの有機高分子中にナノ粒子充填材を有している線形加速器。この成型誘電複合体を組み入れることにより、加速器の伝送ラインの臨界絶縁層の誘電定数が高められると同時に、加速器において高い誘電強度が維持される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の端部から第 2 の端部へと横方向加速軸へ向かって延び、電氣的な波面を伝搬して、横方向加速軸に沿ってパルス状の勾配を与えるための少なくとも 1 つの伝送ラインを備えるコンパクト線形加速器であって、各伝送ラインが、

第 1 の端部、および、前記加速軸に隣接する第 2 の端部を有する第 1 の導体と、

第 1 の導体に隣接し、そして、第 1 の端部、および、前記加速軸に隣接する第 2 の端部を有する第 2 の導体と、

前記第 1 の導体と前記第 2 の導体との間の空間を満たし、そして、少なくとも 1 つの有機高分子と、前記有機高分子の誘電定数よりも大きい誘電定数を有する少なくとも 1 つの粒子充填材とを備える成型誘電複合体とを備えるところのコンパクト線形加速器。

10

【請求項 2】

前記第 1 および第 2 の導体、並びに、前記成型誘電複合体は、第 1 の端部から第 2 の端部へと長手方向に延びる平行板ストリップ状に構成されている、請求項 1 に記載のコンパクト線形加速器。

【請求項 3】

2 つの伝送ラインが横方向加速軸へ向かって延びて、ブルームラインモジュールを形成しており、前記ブルームラインモジュールは、前記第 1 の導体と、前記第 2 の導体と、これらの導体間に設けられた誘電複合体と、前記第 2 の導体に隣接しており、そして、第 1 の端部と、前記加速軸に隣接する第 2 の端部とを有する第 3 の導体と、前記第 2 の導体と前記第 3 の導体との間の空間を満たし、そして、少なくとも 1 つの有機高分子と、前記有機高分子よりも大きい誘電定数を有する少なくとも 1 つの粒子充填材とを備える第 2 の誘電複合体とを備える、請求項 1 に記載のコンパクト線形加速器。

20

【請求項 4】

前記第 1 および第 2 の誘電複合体が、異なる誘電定数を有して、非対称ブルームラインを形成する、請求項 3 に記載のコンパクト線形加速器。

【請求項 5】

前記第 1 および第 2 の誘電複合体が、等しい誘電定数を有して意、対称ブルームラインを形成する、請求項 3 に記載のコンパクト線形加速器。

30

【請求項 6】

第 1 のブルームラインモジュールと位置合わせされて積層される少なくとも 1 つの更なるブルームラインモジュールを更に備える、請求項 3 に記載のコンパクト線形加速器。

【請求項 7】

前記第 1 および第 2 の導体は、導電層、半導電層、半絶縁層、絶縁層から成るグループから選択される材料でコーティングされる、請求項 1 に記載のコンパクト線形加速器。

【請求項 8】

前記成型誘電複合体は、0.005 インチよりも大きい厚さを有している、請求項 1 に記載のコンパクト線形加速器。

【請求項 9】

前記成型誘電複合体は、2～40 の誘電定数を有している、請求項 1 に記載のコンパクト線形加速器。

40

【請求項 10】

前記成型誘電複合体は、前記複合体が $-55\sim 125^{\circ}\text{C}$ の温度に晒されるときに、15%未満変化する誘電定数を有している、請求項 1 に記載のコンパクト線形加速器。

【請求項 11】

前記成型誘電複合体は、 100 kV/cm よりも大きい絶縁破壊電圧を有している、請求項 1 に記載のコンパクト線形加速器。

【請求項 12】

前記少なくとも 1 つの粒子充填材は、実質的に約 $20\sim 150$ ナノメートルの範囲内の

50

粒径を有している、請求項 1 に記載のコンパクト線形加速器。

【請求項 1 3】

前記少なくとも 1 つの粒子充填材は、立方晶構造の非耐熱強誘電体粒子を含む、請求項 1 2 に記載のコンパクト線形加速器。

【請求項 1 4】

前記複合体は、約 1 0 ～約 8 0 重量 % の強誘電体粒子を含む、請求項 1 3 に記載のコンパクト線形加速器。

【請求項 1 5】

前記強誘電体粒子は、バリウム系セラミック粒子である、請求項 1 3 に記載のコンパクト線形加速器。

【請求項 1 6】

前記強誘電体粒子は、チタン酸バリウム、チタン酸ストロンチウム、および、その混合物から成るグループから選択される、請求項 1 3 に記載のコンパクト線形加速器。

【請求項 1 7】

線形加速器を製造する方法であって、

少なくとも 1 つの有機高分子と、前記有機高分子の誘電定数よりも大きい誘電定数を有する少なくとも 1 つの粒子充填材とを含む少なくとも 1 つの誘電複合スラブを成型し、

成型された前記誘電複合スラブの誘電定数よりも大きい誘電定数を有する第 2 の誘電複合材料によって、成型された前記誘電複合スラブをコーティングし、

前記第 2 の誘電複合材料でコーティングされた成型誘電複合スラブのそれぞれに対して 2 つの導体押し付けて、第 2 の誘電複合材料を前記導体間から押し出すことにより、三重点領域 (triple point region) を第 2 の誘電複合材料で完全に満たす、

ことを含む方法。

【請求項 1 8】

少なくとも 2 つの誘電複合スラブを成型し、これを第 2 の誘電複合材料でコーティングし、少なくとも 3 つの導体が、第 2 の誘電複合材料でコーティングされた成型誘電複合スラブと交互に層状配列された状態で配置されて押圧される、請求項 1 7 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記第 2 の誘電複合材料が、より高い濃度の高誘電定数ナノ粒子を更に含む、請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 0】

線形加速器を製造する方法であって、

モールドキャビティ内に少なくとも 1 つの導体を位置決めし、

前記モールドキャビティを、少なくとも 1 つの有機高分子と、有機高分子の誘電定数よりも大きい誘電定数を有する少なくとも 1 つの粒子充填材とを含む誘電複合体で満たして、前記誘電複合体内に前記導体を少なくとも部分的に浸し、

前記誘電複合体を硬化させて、前記誘電複合体を前記導体と一体成型する、

ことを含む方法。

【請求項 2 1】

少なくとも 2 つの導体が、前記成型誘電複合体との交互の層状配列を形成するために、モールドキャビティ内で互いに間隔を空けて配置される、請求項 2 0 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

米国政府は、ローレンスリバーモア国立研究所の業務における米国エネルギー省とカリフォルニア大学との間の規約 W-7405-ENG-48 にしたがってこの発明の権利を有する。

【0002】

I. 従来出願に対する参照

10

20

30

40

50

この出願は、参照することにより本願に組み入れられる2005年11月14日に出願された米国仮出願第60/737,028号の利益を主張する。

【0003】

I I. 発明の分野

本発明は、線形加速器に関し、特に、加速器伝送ラインにおける導体電極間の空間を満たすように成型される誘電複合体であって、成型誘電複合体の誘電定数が、高電圧パルス勾配を粒子加速軸に沿ってもたらすことができるように高い線形加速器に関する。

【背景技術】

【0004】

I I I. 発明の背景

10

粒子加速器は、帯電した原子粒子、例えば電子、陽子、または、帯電した原子核のエネルギーを増大させ、それにより、それらを原子物理学者および粒子物理学者が研究できるようにするために使用される。高エネルギー帯電原子粒子は、ターゲット原子と衝突するように加速され、また、結果として得られる生成物は検出器を用いて観察される。非常に高いエネルギーにおいて、荷電粒子は、ターゲット原子の原子核を破壊でき、他の粒子と相互に作用することができる。物質の基本単位の性質および挙動の手がかりとなる変換が引き起こされる。また、粒子加速器は、核融合装置を開発する上でも、また、癌治療などの医学的用途においても重要なツールである。

【0005】

コンパクトな構造中で高電圧パルス勾配を生み出してコンパクトユニットでの加速粒子の生成、加速および制御を可能にする改良された線形加速器アーキテクチャおよび構造の必要性が存在する。特に、電氣的な波面の伝搬を可能にする高誘電定数材料をコンパクトブルームラインベースの線形加速器内で組み込んで、高電圧パルス勾配を形成することが非常に望ましい。

20

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の1つの態様は、横方向加速軸に沿ってパルス状の勾配を与えるべく電氣的な波面を伝搬して通すための、第1の端部から第2の端部へと横方向加速軸へ向かって延びる少なくとも1つの伝送ラインを備え、各伝送ラインは、第1および第2の端部を有し且つ第2の端部が加速軸に隣接する第1の導体と、第1の導体に隣接するとともに第1および第2の端部を有し且つ第2の端部が加速軸に隣接する第2の導体と、第1の導体と第2の導体との間の空間を満たし且つ少なくとも1つの有機高分子と有機高分子の誘電定数よりも誘電定数が大きい少なくとも1つの粒子充填材とを備える成型誘電複合体と、を備えるコンパクト線形加速器を含んでいる。

30

【0007】

本発明の他の態様は、線形加速器を製造する方法であって、少なくとも1つの有機高分子と、有機高分子の誘電定数よりも誘電定数が大きい少なくとも1つの粒子充填材とを含む少なくとも1つの誘電複合スラブを成型し、成型誘電スラブの誘電定数よりも誘電定数が大きい第2の誘電複合材料によって、成型誘電複合スラブをコーティングし、第2の誘電複合材料でコーティングされた成型誘電複合スラブのそれぞれに対して2つの導体押し付けて、第2の誘電複合材料を前記導体間から押し出すことにより、三重点領域を第2の誘電複合材料で完全に満たすことを備える方法を含んでいる。

40

【0008】

また、本発明の他の態様は、線形加速器を製造する方法であって、モールドキャビティ内に少なくとも1つの導体を位置決めし、少なくとも1つの有機高分子と、有機高分子の誘電定数よりも誘電定数が大きい少なくとも1つの粒子充填材とを含む誘電複合体でモールドキャビティを満たして、当該複合体内に当該導体を少なくとも部分的に浸し、誘電複合体を硬化させて、誘電複合体を当該導体と一体成型することを備える方法を含んでいる。

50

【0009】

開示内容に組み入れられ且つ開示内容の一部を形成する添付図面は以下の通りである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

ここで、図面を参照すると、図1-2は、参照符号10で全体的に示される本発明の線形加速器の典型的な伝送ラインを示しており、線形加速器は一般にそのような伝送ラインの少なくとも1つを備えている。伝送ライン構造は、第1の導体13と、第1の導体に隣接する第2の導体14と、導体間の空間を満たし且つ本明細書中で説明される態様で成型される誘電複合材料15とを含んでいる。

【0011】

図示のように、伝送ライン10は、典型的には均一な幅であるが必ずしもそうである必要はない平行板ストリップ状に構成されていること、すなわち、長くて狭い幾何学的形状であることが好ましい。図1および図2に示される特定の伝送ラインは、第1の端部11と第2の端部12との間に延び、且つ長さ1と比べて比較的狭い幅 w_n である細長いビームまたは板状の直線形態を成している。伝送ラインのこのストリップ状の形態は、第1の端部11から第2の端部12へと伝搬電気信号波を案内し、それにより、第2の端部で出力パルスを制御するように作用する。具体的には、波面の形状は、モジュールの幅を適切に設定することにより、例えば幅を次第に細くする（図示せず）ことにより制御されてもよい。ストリップ形状の形態により、コンパクト加速器は、パルスを歪めることなく平坦な出力（電圧）パルスを生成することができ、それにより、粒子ビームが経時変化するエネルギー利得を受けないようにすることができる。本明細書中および請求項中で使用されるように、第1の端部11は、スイッチ（例えば、図3における28）に接続される端部として特徴付けられ、また、第2の端部12は、粒子加速のための加速軸16に隣接する出力パルス領域などの負荷領域に隣接する端部として特徴付けられる。

【0012】

図3および図4は、非対称ブルームライン動作および対称ブルームライン動作のための本発明の成型誘電複合線形加速器の2つの典型的な実施形態を示している。典型的なブルームラインモジュールは、第1、第2および第3の導体を備える2つの伝送ラインを有しており、第1の導体と第2の導体との間の空間を満たす第1の誘電体と、第2の導体と第3の導体との間の空間を満たす第2の誘電体とを伴っている。図3および図4に示されていないが、線形加速器は、第2の導体ストリップを高電位まで帯電させるために接続された高電圧電源と、第2の導体ストリップにおける高電位を第1および第3の導体ストリップのうちの少なくとも一方へ切り換えて対応する誘電層において伝搬逆極性波面を起こすスイッチ（例えば、図3における28）とを含んでいることは言うまでもない。

【0013】

図3は、特に、全体的に参照符号20で示され且つスイッチ28に接続される単一の非対称ブルームラインモジュール（すなわち、2つの伝送ライン）を備えるコンパクト線形加速器の第1の典型的な実施形態を示している。図3に示されるように、好ましい非対称ブルームラインモジュールの狭いビーム状構造は、薄いストリップの状態に形成され、こちらも細長い、より厚いストリップとして示される誘電複合材料によって分離される3つの平面導体を含んでいる。具体的には、第1の平面導体ストリップ23および真ん中の第2の平面導体ストリップ25は、それらの間の空間を満たす第1の誘電体材料24によって分離される。また、第2の平面導体ストリップ25および第3の平面導体ストリップ26は、それらの間の空間を満たす第2の誘電体材料27によって分離される。誘電体材料によって成される分離は、図示のように平面導体ストリップ23、25、26を互いに平行となるように位置決めすることが好ましい。

【0014】

平面導体ストリップおよび誘電複合ストリップ23-27に接続されてこれらの端部を覆う随意的な第3の誘電体材料29も示されている。このように第3の誘電体材料29は、誘電スリーブ若しくは当該技術分野において、“誘電壁加速器”すなわち“DWA”と

10

20

30

40

50

して知られるこのタイプの加速器の壁特性である。この第3の誘電体材料29は、波を組み合わせてパルス電圧のみが真空壁の両端間にかけてられるようにする役目を果たし、それにより、その壁に対して応力が加えられる時間が減少され、更に高い勾配が可能になる。また、第3の誘電体材料は、波を加速器に対して加える前に波を変形させる、すなわち、電圧を上げ、インピーダンスを変化させるなどする領域として使用することもできる。したがって、第3の誘電体材料29および第2の端部22は、一般に、矢印16により示される負荷領域に隣接して示されている。具体的には、矢印16は、粒子加速の方向を向く粒子加速器の加速軸を表わしている。加速の方向が2つの誘電体ストリップを通る速い伝送ラインおよび遅い伝送ラインの経路に依存していることは言うまでもない。

【0015】

図3において、スイッチ28は、第1の端部において、すなわち、ブルームラインモジュールの第1の端部21において、平面導体ストリップ23、25、26のそれぞれに接続されて示されている。スイッチは、最初に、外側の平面導体ストリップ23、26をグラウンド電位に接続し且つ真ん中の導体ストリップ25を高電圧源（図示せず）に接続する働きをする。その後、スイッチ28は、第1の端部で短絡させるように動作し、それによってブルームラインモジュールを通して伝搬する電圧波面を起こし、第2の端部で出力パルスを生成する。具体的には、スイッチ28は、ブルームラインモジュールが対称動作のために構成されているか或いは非対称動作のために構成されているかに応じて、誘電体のうちの少なくとも1つにおいて伝搬逆極性波面を第1の端部から第2の端部へと起こすことができる。

【0016】

図3に示されるように非対称動作のために構成される場合、ブルームラインモジュールは、誘電複合層24、27の誘電定数および厚さ（ $d_1 \neq d_2$ ）が異なる。ブルームラインの非対称動作は、誘電層を通る伝搬波速度を異なるものとする。また、好ましくは、第2の誘電複合ストリップ27は、例えば3:1など、第1の誘電ストリップ24よりもかなり伝搬速度が低い。この場合、伝搬速度は v_2 および v_1 のそれぞれによって規定される。ここで、 $v_2 = (\mu_2 \epsilon_2)^{-0.5}$ 、 $v_1 = (\mu_1 \epsilon_1)^{-0.5}$ であり、透過率 μ_1 および誘電率 ϵ_1 は第1の誘電体材料の材料定数であり、また、透過率 μ_2 および誘電率 ϵ_2 は第2の誘電体材料の材料定数である。これは、第1の誘電ストリップの誘電定数すなわち $\mu_2 \epsilon_2$ よりも大きい誘電定数すなわち $\mu_1 \epsilon_1$ を有する材料を第2の誘電ストリップのために選択することによって得ることができる。図3に示されるように、例えば、第1の誘電ストリップの厚さが d_1 として示され、第2の誘電ストリップの厚さが d_2 として示され、 d_2 が d_1 よりも大きくなるように示されている。 d_2 を d_1 よりも大きく設定することにより、異なる配置と異なる誘電定数との組み合わせが第2の平面導体ストリップ25の両側に同じ特性インピーダンス Z をもたらす。なお、特性インピーダンスは両方の半体において同じであってもよいが、各半体を通る信号の伝搬速度は必ずしも同じではなくてもよい。

【0017】

図4は、全体的に参照符号30で示され且つ第1および第2の成型誘電複合体34、37と交互に積層配置される第1の導体34と第2の導体35と第3の導体36とを有する対称ブルームライン構造の線形加速器を示している。しかしながら、ブルームラインモジュールが対称動作のために構成される場合には、誘電複合ストリップ34、35の誘電定数が等しく、幅および厚さ（ $d_1 = d_2$ ）も等しくなる。また、図4に示されるように、磁性材料40も第2の誘電複合ストリップ37に極めて接近して配置され、それにより、そのストリップ内では波面の伝搬が妨げられる。このようにして、スイッチは、第1の誘電複合ストリップ34においてのみ伝搬逆極性波面を起こすようになっている。

【0018】

スイッチ28、38が例えばガス放電閉塞スイッチ、表面フラッシュオーバー閉塞スイッチ、固体スイッチ、光伝導スイッチなどの非対称または対称ブルームラインモジュール動作に適したスイッチであることは言うまでもない。また、スイッチおよび誘電体材料の

10

20

30

40

50

タイプ／寸法の選択は、例えば20メガボルト／mを越える勾配を含む様々な加速勾配でコンパクト加速器が動作できるように適切に選択できることもまた、言うまでもない。しかしながら、設計の問題として更に低い勾配を達成することもできる。また、この発明の誘電複合材料を使用して形成されるブルームラインモジュールは、単一の加速セル、すなわち、第1のブルームラインモジュールと位置合わせされて積み重ねられる少なくとも1つの更なるブルームラインモジュールを備える加速セルを形成するように積層できることは言うまでもない。積層体の層は、誘電定数および厚さが異なってもよい。

【0019】

一般に、図1の層15、図3の層24、27、および、図4の層34、37のために使用される成型誘電複合材料は、参照することにより本願に組み入れられる米国特許第6, 608, 760号に概ね記載されるタイプのものであるが、誘電定数を高く、好ましくは高エネルギー粒子加速においては2～40の誘電定数にするように成型プロセスを使用して製造され、ロール成形によって製造されるものではない。このように、成型誘電複合体は、複合材料マトリクス状態で一緒に成型される少なくとも1つの有機高分子と少なくとも1つの粒子充填材とを備えている。粒子充填材は、有機高分子よりも誘電定数が高い。また、好ましくは、少なくとも1つの有機高分子は T_g が140℃よりも高く、成型誘電複合体は誘電定数が-55～125℃の温度範囲にわたって15%未満変化する。そのような誘電複合体を成型することにより、本発明の伝送ラインでは、100kV/cmを越える極めて高い絶縁破壊電圧が得られる。

【0020】

粒子充填材は、幅広い範囲の温度にわたって高い非常に安定した誘電定数を示す、立方晶構造の非耐熱強誘電体粒子であることが好ましい。用語“非耐熱強誘電体粒子”は、本明細書中では、1つ以上の強誘電体材料から形成される粒子を示すために使用される。好ましい強誘電体材料としては、チタン酸バリウム、チタン酸ストロンチウム、チタン酸バリウムネオジム、チタン酸バリウムストロンチウム、ジルコン酸マグネシウム、二酸化チタン、チタン酸カルシウム、チタン酸バリウムマグネシウム、チタン酸ジルコニウム、および、これらの混合物が挙げられる。

【0021】

また、本発明において有用な強誘電体粒子は、粒径が約20～約150ナノメートルの範囲であってもよい。粒子は基本的にすべて、ナノ粒子であることが好ましく、このことは、粒子の粒径が100ナノメートル未満、好ましくは約50ナノメートル未満であることを意味する。また、強誘電体粒子の少なくとも50%が50～100ナノメートル、好ましくは40～60ナノメートルの範囲のサイズであることも好ましい。本発明において有用な強誘電体粒子は、例えばTPL社によって製造される50ナノメートルのチタン酸バリウムまたはストロンチウムナノ粒子などのように、降下(precipitation)プロセスなどの非耐熱プロセスによって製造されることが好ましい。

【0022】

強誘電体粒子は、少なくとも1つの高分子と組み合わせられて誘電層を形成する。強誘電体粒子は、誘電層の好ましくは約10～約80重量%の範囲の量、あるいは、好ましくは約15～50体積%の範囲の量、最も好ましくは約20～40体積%の範囲の量で誘電層中に存在し、誘電層の残りの部分は1つ以上の樹脂系を供えていてもよい。強誘電体粒子は、誘電プリント回路基板層を形成するために一般に使用される1つ以上の樹脂と組み合わせることが好ましい。樹脂は、シリコン樹脂、シアノ酸エステル樹脂、エポキシ樹脂、ポリアミド樹脂、カプトン材料、ビスマレイミドトリアジン樹脂、ウレタン樹脂、これらの樹脂の混合物、および、誘電基板材料を形成するのに有用な任意の他の樹脂などの材料を含んでいてもよい。樹脂は、高 T_g 樹脂であることが好ましい。高 T_g とは、使用される樹脂系の硬化 T_g が約140℃を上回ることを意味している。樹脂 T_g は、160℃を超えることがより好ましく、180℃を超えることが最も好ましい。好ましい樹脂系は、Allied Signal社により製造される406-N Resinである。

【0023】

本発明で使用される誘電複合材料は米国特許第 6, 608, 760 号に開示される材料とほぼ同じであるが、本発明における製造方法は、線形加速器で用いる成型誘電複合体のスラブ層を形成するために成型方法を利用する。

【0024】

図 5～図 7 には、線形加速器を製造する第 1 の典型的な方法が示されている。モールドキャビティ 51 を有する型枠 50 が設けられ、モールドキャビティ 51 内には、導体スラブ／ストリップ 52 などの導体が間隔を空けて配置されている。図 6 においては、導体を少なくとも部分的に浸すため、未だ硬化されていない流状誘電複合スラリーがモールドキャビティ内に注がれ或いは導入される。その後、誘電複合体は、適切な温度および圧力で硬化される。硬化温度および圧力は例えば約 50～約 150℃の範囲をとることができ、また、圧力は約 100 から約 1500 p s i まで変化可能である。硬化後、図 7 に示されるように、ほぼモールドキャビティの形状を成す成型モノリシック体 54 が生成される。ここで、縁部における電界を最小にするために成型誘電複合体が導体電極を取り囲んでいる。

【0025】

図 8～図 11 は、本発明の線形加速器を製造する第 2 の典型的な方法を示している。図 8 においては、型枠 60 が設けられ、この型枠内に誘電複合スラリー 61 が注がれ或いは導入され、これにより、図 9 の誘電複合スラブ 61 が型枠の形状を成すように成型される。図 10 において、成型誘電複合体 61 は、導体電極 71, 72, 73 と交互に配置された状態の更なる成型誘電複合体（参照符号 62, 63, 64）と積層されて示されている。しかしながら、層を組み合わせる前に、図 10 は、誘電スラブの接触面上にコーティングされ、誘電定数が、より高い第 2 の材料（参照符号 65, 66, 67, 68, 69）も示している。また、第 2 の誘電体材料は、本明細書中で説明されるタイプの誘電複合体であるが、更に高い濃度の高誘電定数ナノ粒子を有していることが好ましい。導体 71, 72, 73 は、その後、矢印 74, 75 で示されるように、第 2 の誘電体コーティングされた誘電スラブ 61, 62, 63, 64 に対して押し付けられ、それにより、第 2 の誘電体材料が導体と誘電複合スラブとの間から押し出される。導体電極は、導電層、半導電層、絶縁層、または、半絶縁層のうちの 1 つでコーティングされることが好ましい。図 11 は、このようにして形成された線形加速器の最終形態 80 であって、第 2 の誘電体材料 81－83 が、導体と誘電複合スラブとの分離部分にある三重点領域（t r i p l e p o i n t r e g i o n）を満たしているものを示している。このようにすると、縁部で電界を減少させることができ、性能が向上する。

【0026】

誘電層は、誘電層に対して強度を与えるために随意的な第 2 の充填材料を含んでもよい。第 2 の充填材料の例としては、石英、シリカガラス、電子グレードガラス、および、セラミックなどの織材料または不織材料、アラミド、液晶高分子、芳香族ポリアミド、または、ポリエステルなどの高分子、セラミックポリマーなどの粒子材料、および、その他、プリント配線基板を製造するために一般に使用される充填材および補強材料が挙げられる。随意的に、約 20～70 w t % の範囲の量、好ましくは約 35～約 65 w t % の範囲の量の第 2 の充填材料が、誘電層中に存在してもよい。

【0027】

この発明の誘電体材料は随意的に、誘電層の形成で一般に使用される他の材料を含んでもよい。例えば、誘電体粒子及び／又は第 2 の充填材料は、充填材と樹脂材料との間を結合して誘電層を補強するために結合剤を含むことができる。また、この発明において有用な樹脂組成は、シラン結合剤などの結合剤、ジルコン酸塩、チタン酸塩を含んでもよい。更に、この発明において有用な樹脂組成は、粒子凝集度またはコーティングされた外観を制御するために界面活性剤および湿潤剤を含んでもよい。この発明の樹脂／強誘電体粒子を使用して形成される誘電層は、0.005 インチよりも大きい厚さであることが好ましい。

【0028】

特定の動作シーケンス、材料、温度、パラメータ、および、特定の実施形態を説明し或いは図示してきたが、そのようなものは限定を意図するものではない。改良および変更は当業者にとって明らかであり、また、本発明は添付の請求項の範囲によってのみ限定されるものである。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の線形加速器の単一の伝送ラインの側断面図である。

【図2】図1の伝送ラインの平面図である。

【図3】第1および第2の成型誘電複合層の誘電定数および厚さが異なる、本発明の線形加速器の単一の非対称ブルームラインモジュールの第1の例示的实施形態の側断面図である。

10

【図4】第1および第2の成型誘電複合体の誘電定数および同じ厚さが等しい、本発明の単一の対称ブルームラインモジュールの第2の例示的实施形態の側断面図である。

【図5】本発明の第1の典型的な加速器製造方法における、導体が内部に位置決めされて成る型枠の平面図である。

【図6】型枠のモールドキャビティ内に誘電複合材料を導入した後における図5に続く平面図である。

【図7】一体成形された誘電複合体および導体を型枠から取り出した後における図6に続く平面図である。

【図8】本発明の第2の典型的な加速器製造方法における、誘電複合材料を内部に有する型枠の側面図である。

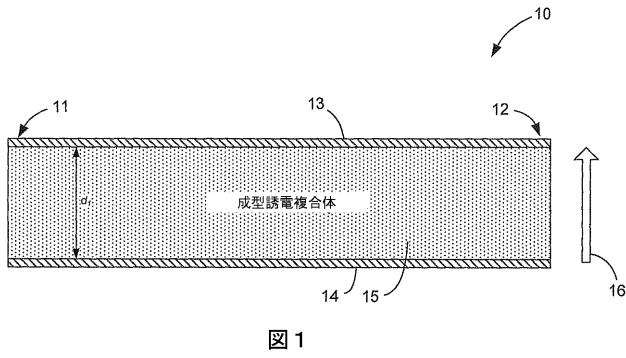
20

【図9】型枠からの成型された誘電複合生成物の、図8に続く側面図である。

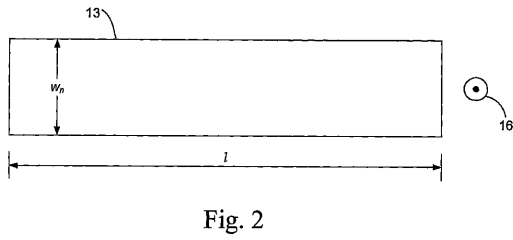
【図10】押圧されて多層状になるように、第2の誘電体材料でコーティングされ且つ導体電極と交互に配列された状態で位置決めされる2つの成型誘電複合層の図9に続く側面図である。

【図11】第2の誘電体が三重点の領域を満たすように押し出される最終形態すなわち線形加速器を示す図10に続く側面図である。

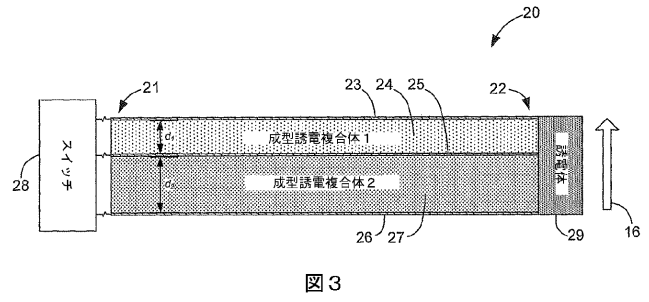
【図 1】



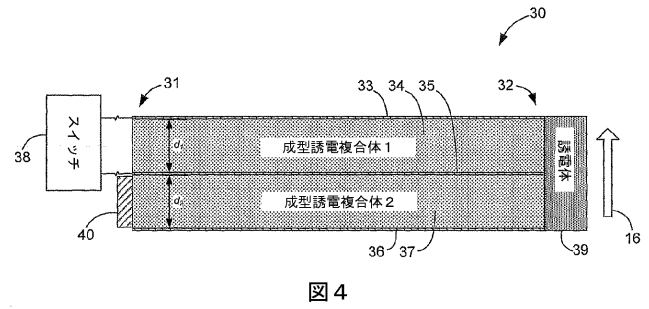
【図 2】



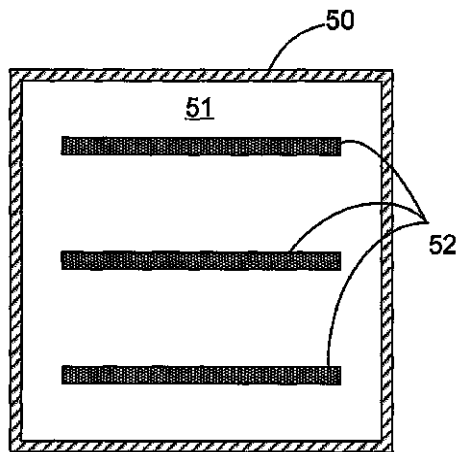
【図 3】



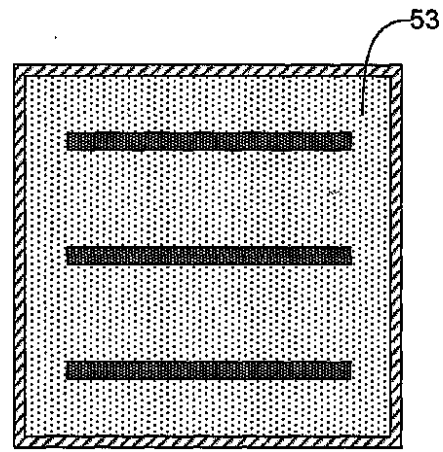
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

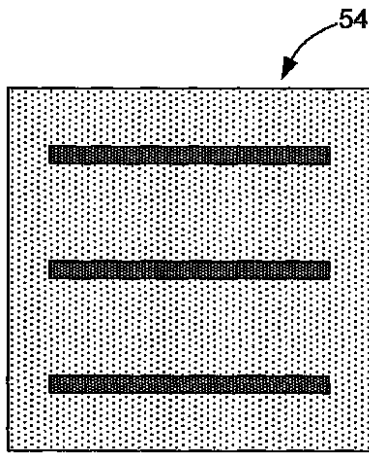


Fig. 7

【図 8】

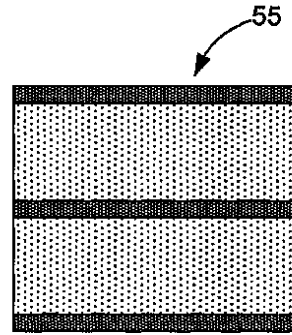


Fig. 8

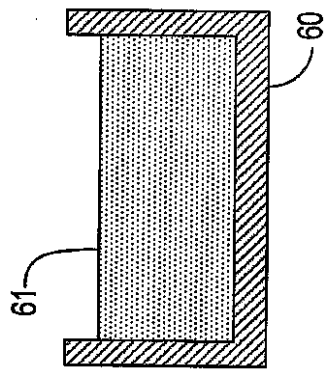


Fig. 8

【図 9】

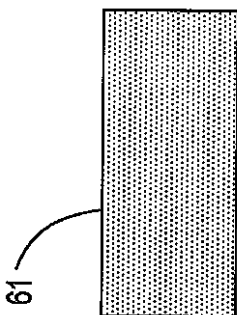


Fig. 9

【図 10】

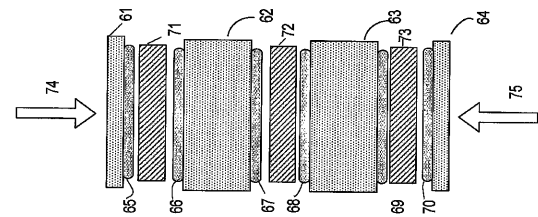


Fig. 10

【図 11】

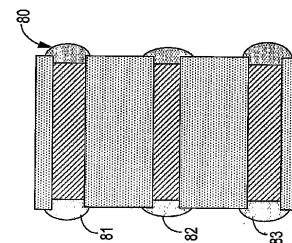


Fig. 11

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/US2006/044297
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H05H7/22 H05H9/00 H05H9/02		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H05H		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SAMPAYAN S ET AL: "Development of a Compact Radiography Accelerator Using Dielectric Wall Accelerator Technology" PULSED POWER CONFERENCE, 2005 IEEE, IEEE, PI, June 2005 (2005-06), pages 50-53, XP031014888 ISBN: 0-7803-9189-6 abstract; figures 1,2 page 52, column 1, line 6 - column 2, line 17	1-6, 11, 20, 21
Y	----- -/-	7-10, 12-16
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 November 2007		Date of mailing of the international search report 27/11/2007
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Crescenti, Massimo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2006/044297

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MATTHEW T DOMONKOS ET AL: "A Ceramic Loaded Polymer Blumlein Pulsar for Compact, Rep-Rated Pulsed Power Applications" PULSED POWER CONFERENCE, 2005 IEEE, IEEE, PI, June 2005 (2005-06), pages 1322-1325, XP031015208 ISBN: 0-7803-9189-6 abstract; figure 5 page 1323, lines 25-39	20,21
Y	US 6 608 760 B2 (HARTMAN WILLIAM F [US] ET AL) 19 August 2003 (2003-08-19) cited in the application column 3, lines 12-36 column 4, lines 13,14 column 6, lines 1-5; figure 1	7-10, 12-16
A	WO 2005/072028 A (UNIV CALIFORNIA [US]; CAPORASO GEORGE J [US]; SAMPAYAN STEPHEN E [US];) 4 August 2005 (2005-08-04) abstract; figures 1-5	1-16
A	US 6 331 194 B1 (SAMPAYAN STEPHEN E [US] ET AL) 18 December 2001 (2001-12-18) the whole document	1-21
A	US 5 811 944 A (SAMPAYAN STEPHEN E [US] ET AL) 22 September 1998 (1998-09-22) abstract; figures 1-4	17-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2006/044297

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6608760	B2	19-08-2003	US 2001036052 A1	01-11-2001
WO 2005072028	A	04-08-2005	CA 2550552 A1	04-08-2005
			EP 1704757 A2	27-09-2006
			JP 2007518248 T	05-07-2007
			US 2005184686 A1	25-08-2005
			US 2007145916 A1	28-06-2007
US 6331194	B1	18-12-2001	NONE	
US 5811944	A	22-09-1998	US 6278239 B1	21-08-2001
			US 5821705 A	13-10-1998

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100083839

弁理士 石川 泰男

(74)代理人 100109139

弁理士 今井 孝弘

(74)代理人 100120237

弁理士 石橋 良規

(72)発明者 サンダース, デイヴィッド, エム.

アメリカ合衆国, 9 4 5 5 0 カリフォルニア州, ラヴァーモア, ヴァンクーヴァー ウェイ 1
3 4 8

(72)発明者 サムバヤン, ステファン

アメリカ合衆国, 9 5 3 3 7 カリフォルニア州, マンテカ, タイトリスト ウェイ 1 4 5 6

(72)発明者 スレネス, カーク

アメリカ合衆国, 8 7 1 2 2 ニューメキシコ州, アルブクエルク, デル アロヨ アヴェニュー
9 4 0 4

(72)発明者 ストラー, エイッチ., エム.

アメリカ合衆国, 8 7 1 1 1 ニューメキシコ州, アルブクエルク, ズインファンデル レーン
1 1 6 0 8

Fターム(参考) 2G085 AA03 BA04