

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-84467

(P2013-84467A)

(43) 公開日 平成25年5月9日(2013.5.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H05H 7/18 (2006.01)</b>	H05H 7/18	2G085
<b>H05H 13/04 (2006.01)</b>	H05H 13/04 D	4E167
<b>B23K 20/12 (2006.01)</b>	B23K 20/12 360	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2011-224097 (P2011-224097)	(71) 出願人	304021417 国立大学法人東京工業大学 東京都目黒区大岡山2丁目12番1号
(22) 出願日	平成23年10月11日 (2011.10.11)	(71) 出願人	504151365 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構 茨城県つくば市大穂1番地1
		(71) 出願人	508323311 タイム株式会社 広島県三原市沼田西町小原73-48
		(74) 代理人	100124257 弁理士 生井 和平
		(72) 発明者	林▲崎▼ 規託 東京都目黒区大岡山2-12-1 国立大学法人東京工業大学内

最終頁に続く

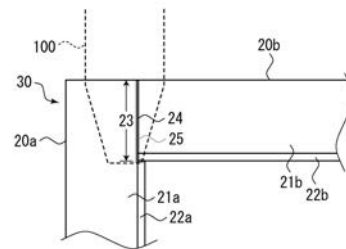
(54) 【発明の名称】 高周波加速器用の加速空洞

(57) 【要約】

【課題】 加速空洞の寸法精度を保証しつつ、加速空洞の内面に形成される金属薄膜の厚さを均一に構成でき、また高い電気伝導率の金属薄膜を用いることで電気的特性に優れた高周波加速器用の加速空洞を提供する。

【解決手段】 高周波加速器用の加速空洞10は、複数の板部材20と、角部30を有するように構成されている。複数の板部材20は、金属製の基板21と、基板表面上に予め積層され基板よりも高い電気伝導率の金属薄膜22とからなり、金属薄膜が空洞構造の内側に位置するように加速空洞の壁面を構成するものである。角部30は、板部材20の一部の金属薄膜が剥離され基板表面が露出する露出面23に、他の板部材の側端面が当接して当接面25を構成するように複数の板部材を組み合わせる。この当接面は、摩擦撈拌接合により接合されてなる。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

高周波加速器用の加速空洞であって、該加速空洞は、  
金属製の基板と、該基板表面上に予め積層され基板よりも高い電気伝導率の金属薄膜と  
からなり、該金属薄膜が加速空洞の内側に位置するように加速空洞の壁面を構成する複数  
の板部材と、

板部材の一部の金属薄膜が剥離され基板表面が露出する露出面に、他の板部材の側端面  
が当接して当接面を構成するように複数の板部材を組み合わせて構成される角部であって  
、当接面が摩擦撹拌接合により接合されてなる角部と、

を具備することを特徴とする高周波加速器用の加速空洞。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の高周波加速器用の加速空洞において、前記角部は、

板部材の一部の金属薄膜が剥離され基板表面が露出する露出面に、他の板部材の基板の  
側端面が当接し、

板部材の一部の金属薄膜が剥離され基板表面が露出する露出面近傍の金属薄膜の端部表  
面に、他の板部材の金属薄膜の側端面が当接する、

ように構成されることを特徴とする高周波加速器用の加速空洞。

**【請求項 3】**

請求項 1 又は請求項 2 に記載の高周波加速器用の加速空洞において、前記角部は、板部  
材の一部の金属薄膜が剥離され基板表面が露出する露出面が、金属薄膜が積層されていな  
い側に向かって切り欠かれるノッチ部を有するように構成されることを特徴とする高周波  
加速器用の加速空洞。

20

**【請求項 4】**

請求項 1 乃至請求項 3 の何れかに記載の高周波加速器用の加速空洞において、前記角部  
は、当接面を接合する摩擦撹拌接合に用いるプローブ先端を金属薄膜まで挿入することで  
摩擦撹拌接合により接合されてなることを特徴とする高周波加速器用の加速空洞。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は高周波加速器用の加速空洞に関し、特に、摩擦撹拌接合を用いて接合されてな  
る、高周波加速器用の加速空洞に関する。

30

**【背景技術】****【0002】**

高周波加速器は、高周波電場（電界）により荷電粒子を加速するために用いられる装置  
である。そして、高周波加速器では、高周波電場により荷電粒子を加速するために、金属  
製の加速空洞（空洞共振器、キャビティ）が用いられている。加速空洞は、内部が真空気  
密の状態で用いられるものである。このような高周波加速器に用いられる加速空洞は、構  
成材料の電気伝導率が高い方が効率の良い運転が可能であるため、電気伝導率の高い金属  
、例えば銅によって製作することが好ましい。しかしながら、加速空洞全体を銅で製作す  
ると、コストが非常に高くなり、また、重量も重くなるだけでなく、構成材料をロウ付け  
等により接合する必要がある等、加工も簡単ではなくなるという問題があった。そこで  
、従来では、アルミニウムや鉄、ステンレス鋼等を構成材料として用い、溶接により加速  
空洞を構成した後、めっき等により金属薄膜を形成することで、加速空洞の内側の電気伝  
導率を向上させる手法が採られていた。

40

**【0003】**

しかしながら、例えば溶接を用いた加速空洞の形成方法では、溶接による熱膨張と凝固  
収縮によって、加速空洞に大きな歪みが生じ得る。この歪みにより、加速空洞の寸法精度  
に問題が生じていた。さらに、高周波加速器用の加速空洞では、電気的特性が最も重要と  
なるが、歪みによる寸法変化は共振周波数の変化を引き起こし、また、溶接部分の表面劣  
化が消費電力の増加を招く場合もあった。

50

## 【 0 0 0 4 】

このような構成材料の接合時における寸法精度の問題や表面劣化の問題を解決する手法として、例えば特許文献1に記載のような摩擦攪拌接合が知られている。ここで、摩擦攪拌接合とは、アルミニウム合金等の軟質素材を突き合わせて拘束し、その突き合わせ部分に沿って硬質のピン型の回転工具を高速回転させながら移動させて、アルミニウム合金等を軟化させることでアルミニウム合金等を接合する手法である。この摩擦攪拌接合は、例えば特許文献2のように、2種の異なる金属が接着された接合材を平面で突き合わせて、摩擦攪拌接合により接合するものも知られている。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

10

## 【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 1 - 2 3 7 6 2 1 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 5 - 0 4 0 8 5 1 号 公 報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 6 】

特許文献1に記載の摩擦攪拌接合を用いた加速空洞の形成方法は、アルミニウム合金等の金属板や押出部材を組み合わせて、摩擦攪拌接合を行うものである。このようにして製作した加速空洞の空洞部に、電気伝導率を向上させるために高い電気伝導率の金属薄膜を形成する場合には、空洞部を製作後、内側にめっき等を施す必要があった。しかしながら、加速空洞の空洞部にめっき等により金属薄膜を形成する場合には、加速空洞の形状やめっきを施す位置によって、金属薄膜の厚さが不均一となり得る。そして、この不均一な厚さの金属薄膜により、加速空洞の電気伝導率もばらつき、高周波加速器としての機能が低下するという問題があった。

20

## 【 0 0 0 7 】

また、例えば特許文献2のように、2種類の異なる金属が接着された金属板同士を、摩擦攪拌接合を用いて接合する方法は、平面での突き合わせ、即ち、2種類の金属を積層した金属板の側端面同士を当接させ、裏面側から当て板を当てた上でその当接部分を摩擦攪拌接合するものである。しかしながら、例えば加速空洞の製作において、加速空洞の角部を構成するように金属板を組み合わせることはできなかった。即ち、角部を構成するように組み合わせた場合には、角部で異なる種類の金属同士を摩擦攪拌接合することになってしまうが、このような場合、接合欠陥が生じて適切に接合できないことが分かった。

30

## 【 0 0 0 8 】

本発明は、斯かる実情に鑑み、加速空洞の寸法精度を保証しつつ、加速空洞の内面に形成される金属薄膜の厚さを均一に構成でき、また高い電気伝導率の金属薄膜を用いることで電気的特性に優れた高周波加速器用の加速空洞を提供しようとするものである。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 9 】

上述した本発明の目的を達成するために、本発明による高周波加速器用の加速空洞は、金属製の基板と、該基板表面上に予め積層され基板よりも高い電気伝導率の金属薄膜とからなり、該金属薄膜が加速空洞の内側に位置するように加速空洞の壁面を構成する複数の板部材と、板部材の一部の金属薄膜が剥離され基板表面が露出する露出面に、他の板部材の側端面が当接して当接面を構成するように複数の板部材を組み合わせて構成される角部であって、当接面が摩擦攪拌接合により接合されてなる角部とを具備するものである。

40

## 【 0 0 1 0 】

また、角部は、板部材の一部の金属薄膜が剥離され基板表面が露出する露出面に、他の板部材の基板の側端面が当接し、板部材の一部の金属薄膜が剥離され基板表面が露出する露出面近傍の金属薄膜の端部表面に、他の板部材の金属薄膜の側端面が当接するように構成されれば良い。

## 【 0 0 1 1 】

50

また、角部は、板部材の一部の金属薄膜が剥離され基板表面が露出する露出面が、金属薄膜が積層されていない側に向かって切り欠かれるノッチ部を有するように構成されても良い。

【0012】

また、角部は、当接面を接合する摩擦撈拌接合に用いるプローブ先端を金属薄膜まで挿入することで摩擦撈拌接合により接合されれば良い。

【発明の効果】

【0013】

本発明の高周波加速器用の加速空洞には、加速空洞の寸法精度を保証しつつ、加速空洞の内面に形成される金属薄膜の厚さを均一に構成でき、また高い電気伝導率の金属薄膜を用いることで電気的特性が優れているという利点がある。

10

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、本発明の第1実施例の高周波加速器用の加速空洞を説明するための加速空洞の概略斜視図である。

【図2】図2は、本発明の第1実施例の高周波加速器用の加速空洞の角部を説明するための加速空洞の一部拡大概略側面図である。

【図3】図3は、本発明の第2実施例の高周波加速器用の加速空洞の角部を説明するための加速空洞の一部拡大概略側面図である。

【図4】図4は、本発明の第3実施例の高周波加速器用の加速空洞の角部を説明するための加速空洞の一部拡大概略側面図である。

20

【図5】図5は、本発明の第4実施例の高周波加速器用の加速空洞の角部を説明するための加速空洞の一部拡大概略側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明を実施するための形態を図示例と共に説明する。図1は、本発明の第1実施例の高周波加速器用の加速空洞を説明するための加速空洞の概略斜視図である。図示の通り、高周波加速器用の加速空洞10は、主に複数の板部材20から構成されるものであり、角部30を有している。加速空洞10には、実際には開口部に蓋(図示省略)をするためのねじ穴やビーム入射口等の穴が開いているが、図示は省略した。

30

【0016】

板部材20は、加速空洞10の壁面を構成するものであり、基板21と金属薄膜22とから構成されている。板部材20は、予め平板状態の基板21上に金属薄膜22が積層されてなるものである。基板21は、金属製であれば良く、例えばアルミニウム、鉄及びステンレス鋼等が用いられれば良い。また、金属薄膜22は、基板21の表面上に積層されるものである。図示例では、金属薄膜22はある程度の厚みを有するように示されているが、これは説明の都合上の表現である。より具体的には、金属薄膜22は、例えばめっき処理により平板状態の基板21上に予め設けられたものであり、その厚みは例えば0.2mm程度のものである。そして、金属薄膜22は、基板21よりも高い電気伝導率の材料からなっている。例えば、金属薄膜22には、銅や金等、高い電気伝導率の物質を用いられれば良い。また、金属薄膜22は、加速空洞10の内側に位置するように配置されている。即ち、加速空洞10の内面が金属薄膜22でコーティングされた状態となっている。金属薄膜22は、予め平板状態の基板21にめっき処理等により設けられるものであるため、膜厚の均一性を保つことが可能であると共に、高い電気伝導率の材料を用いることができるため、電気的特性に優れた加速空洞となる。

40

【0017】

そして、角部30は複数の板部材20を組み合わせて構成されている。以下、角部30について図2を用いてより詳細に説明する。図2は、本発明の第1実施例の高周波加速器用の加速空洞の角部を説明するための加速空洞の一部拡大概略側面図である。図中、図1と同一の符号を付した部分は概ね同一物を表している。角部30は、板部材20aと板部

50

材 20b との当接面が摩擦撈拌接合により接合されている。板部材 20a は、その表面上に積層された金属薄膜 22a の一部が剥離され、基板 21a の表面が露出する露出面 23 が構成されている。より具体的には、図示の通り、板部材 20b の厚み分だけ金属薄膜 22a が剥離され、露出面 23 が構成されている。即ち、露出面 23 の幅は、板部材 20b の厚み分と一致するように金属薄膜 22a が剥離されて設けられている。そして、板部材 20b の側端面 24 が、この露出面 23 に当接すると共に、金属薄膜 22a の側端面が金属薄膜 22b の端部表面に当接することで、当接面 25 が構成されている。本発明では、この当接面 25 が、摩擦撈拌接合により接合されている。本発明の加速空洞では、角部が上述のように構成されているため、同種の金属同士による摩擦撈拌接合となるので、接合欠陥も生じ得ず、空洞内側の表面劣化も防止可能である。さらに、加速空洞 10 の内側では、金属薄膜 22a と金属薄膜 22b も摩擦撈拌接合により接合されるため、電氣的に導通状態となり、加速空洞の内側の電気伝導率が均一化されることになる。

10

20

30

40

50

**【0018】**

ここで、摩擦撈拌接合についてより具体的に説明する。本発明の加速空洞の角部の摩擦撈拌接合では、図 2 に点線で示したように、摩擦撈拌接合に用いるプローブ 100 の先端を、金属薄膜 22a, 22b まで挿入すれば良い。この際、当接面 25 を中心にするのではなく、プローブ 100 の挿入方向に向いている板部材 20a 側に、プローブ 100 をオフセットすることが好ましい。これにより、摩擦撈拌接合で一般的に必要な、プローブ挿入面の裏面側の当て板等が不要となる。即ち、板部材 20a 自体が当て板の役割も有するようになる。そして、金属薄膜 22a, 22b までプローブ 100 を挿入することで、板部材 20a, 20b は、基板 21a, 21b 同士だけでなく金属薄膜 22a, 22b 同士も確実に摩擦撈拌接合されることとなる。なお、図示例では、側面の接合面を実線で表したが、摩擦撈拌接合により接合した場合には、実際には側面からは接合部の繋ぎ目は確認できない程度に接合されるものである。

**【0019】**

このように、本発明の加速空洞では、板部材として予め平板状態で金属薄膜を積層した基板を用いるため、金属薄膜の厚さの均一性や膜厚制御性が高いものとなる。そして、角部の当接面の金属薄膜を剥離しているため、角部における摩擦撈拌接合において接合欠陥が起こらない。さらに、摩擦撈拌接合により確実に接合されるため、空洞内側の表面劣化も起こらない。また、本発明の加速空洞は、予め平板状態で該基板表面上に金属薄膜を積層するため、溶接後に構造体の状態で金属薄膜を積層する場合よりも、金属薄膜積層時の作業性にも優れるものである。

**【0020】**

次に、本発明の第 2 実施例の高周波加速器用の加速空洞について説明する。図 3 は、本発明の第 2 実施例の高周波加速器用の加速空洞の角部を説明するための加速空洞の一部拡大略側面図である。図中、図 1 や図 2 と同一の符号を付した部分は概ね同一物を表している。図示の通り、第 2 実施例の加速空洞では、角部 30 における金属薄膜 22 の当接関係が、第 1 実施例のものとは異なるものである。

**【0021】**

具体的には、まず、板部材 20a の金属薄膜 22a が一部剥離され、基板 21a の表面が露出する露出面 23a が設けられている。そして、この露出面 23a に、板部材 20b の基板 21b の側端面 24b が当接している。さらに、露出面 23a の近傍の金属薄膜 22a の端部表面に、板部材 20b の金属薄膜 22b の側端面 24b' が当接している。このとき、板部材 20b の金属薄膜 22b が一部剥離され、基板 21b の表面が露出する露出面 23b が設けられており、金属薄膜 22a の側端面がこの露出面 23b に当接するように構成されている。即ち、基板 21a の露出面 23a の幅は、基板 21b の厚み分と一致するように金属薄膜 22a が剥離されて設けられている。そして、基板 21b の露出面 23b の幅は、金属薄膜 22a の厚み分と一致するように金属薄膜 22b が剥離されて設けられている。基板 21b の側端面 24b が露出面 23a に当接すると共に、金属薄膜 22b の側端面 24b' が金属薄膜 22a の端部の表面側に当接し、金属薄膜 22a の側端

面が基板 2 1 b の露出面 2 3 b に当接することで、当接面 2 5 が構成されている。このように、当接面 2 5 は、第 1 実施例では L 字状であったが、第 2 実施例では、クランク状になっている。本発明の高周波加速器用の加速空洞は、このように構成されても、角部 3 0 において、基板 2 1 a と基板 2 1 b とが当接すると共に、金属薄膜 2 2 a と金属薄膜 2 2 b とが当接するため、同種の金属同士の接合となるので角部 3 0 における摩擦攪拌接合において接合欠陥が起こらない。さらに、確実に接合されるため、密閉性も高いものとなる。

【 0 0 2 2 】

さらに、本発明の第 3 実施例の高周波加速器用の加速空洞について説明する。図 4 は、本発明の第 3 実施例の高周波加速器用の加速空洞の角部を説明するための加速空洞の一部拡大略側面図である。図中、図 1 乃至図 3 と同一の符号を付した部分は概ね同一物を表している。図示の通り、第 3 実施例の加速空洞では、角部 3 0 における基板の当接関係が、第 1 実施例や第 2 実施例のものとは異なるものである。

10

【 0 0 2 3 】

具体的には、板部材 2 0 b の幅で金属薄膜 2 2 a が剥離され基板 2 1 a 表面が露出した露出面 2 3 が、基板 2 1 a の金属薄膜が積層されていない側（裏面側方向）に向かって切り欠かれるノッチ部 2 6 を有するように構成されている。そして、板部材 2 0 b の側端面 2 4 が、このノッチ部 2 6 を有する露出面 2 3 に嵌合するように接合される。即ち、当接面 2 5 が、基板 2 1 a の空洞側面よりも基板内側にオフセットされることになる。これにより、摩擦攪拌接合でこの当接面 2 5 を接合する際に、プローブ 1 0 0 の挿入方向に向いている板部材 2 0 a 側に、プローブ 1 0 0 をよりオフセット可能となり、より安定的な摩擦攪拌接合が可能となる。

20

【 0 0 2 4 】

さらに、本発明の第 4 実施例の高周波加速器用の加速空洞について説明する。図 5 は、本発明の第 4 実施例の高周波加速器用の加速空洞の角部を説明するための加速空洞の一部拡大略側面図である。図中、図 1 乃至図 4 と同一の符号を付した部分は概ね同一物を表している。図示の通り、第 4 実施例の加速空洞では、角部 3 0 における基板の当接関係が、第 2 実施例と第 3 実施例を組み合わせたようなものである。

【 0 0 2 5 】

金属薄膜 2 2 a が剥離され基板 2 1 a 表面が露出した露出面 2 3 a が、基板 2 1 a の裏面側方向に切り欠かれるノッチ部 2 6 を有する点については、第 3 実施例と同様である。但し、第 3 実施例では金属薄膜 2 2 a が板部材 2 0 b の幅で剥離されていたが、第 4 実施例では、基板 2 1 b の幅で剥離されている。そして、露出面 2 3 に設けられたノッチ部 2 6 に、板部材 2 0 b の基板 2 1 b の側端面 2 4 b が当接している。さらに、露出面 2 3 a の近傍の金属薄膜 2 2 a の端部表面に、板部材 2 0 b の金属薄膜 2 2 b の側端面 2 4 b ' が当接している。基板 2 1 b の露出面 2 3 b の幅は、金属薄膜 2 2 a の厚み分にノッチ部 2 6 の切り欠かれた深さ分を加えた幅と一致するように金属薄膜 2 2 b が剥離されて設けられている。基板 2 1 b の側端面 2 4 b が、露出面 2 3 a、即ちノッチ部 2 6 に当接すると共に、金属薄膜 2 2 b の側端面 2 4 b ' が金属薄膜 2 2 a の端部表面に当接し、金属薄膜 2 2 a の側端面が基板 2 1 b の露出面 2 3 b に当接することで、当接面 2 5 が構成されている。本発明の第 4 実施例の高周波加速器用の加速空洞は、このような構造であってもこれまでの実施例と同様の作用効果が得られるものである。

30

40

【 0 0 2 6 】

なお、本発明の高周波加速器用の加速空洞は、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

【 符号の説明 】

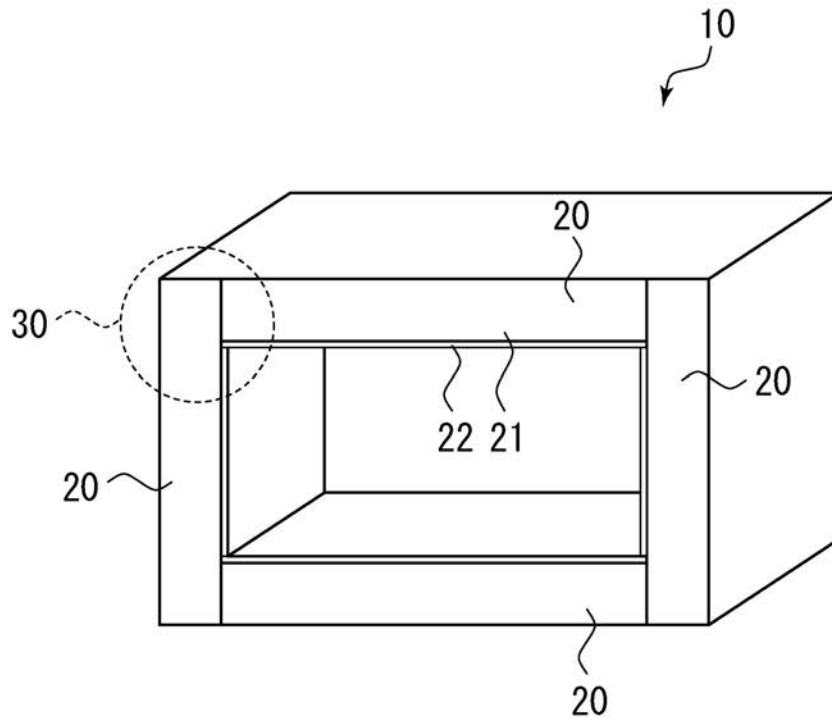
【 0 0 2 7 】

- 1 0 加速空洞
- 2 0 板部材
- 2 1 基板

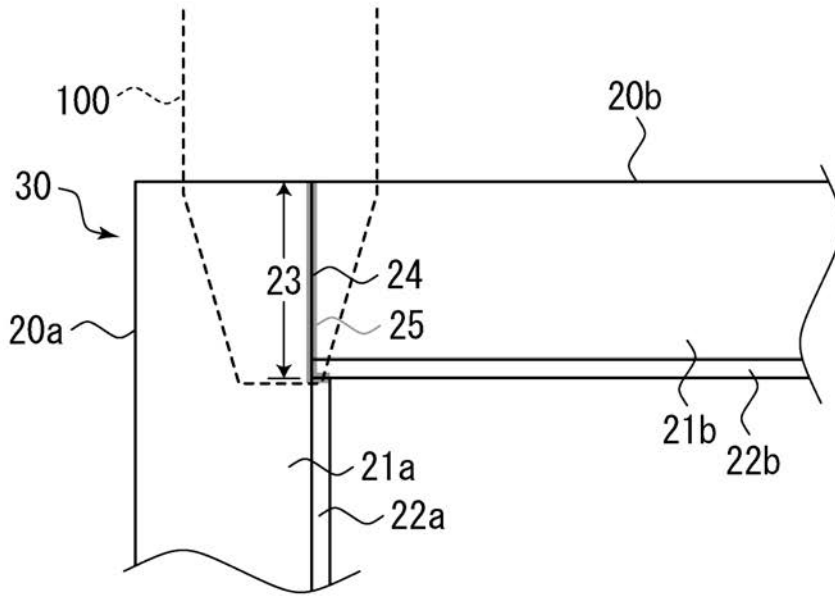
50

- 2 2 金属薄膜
- 2 3 露出面
- 2 4 側端面
- 2 5 当接面
- 2 6 ノッチ部
- 3 0 角部
- 1 0 0 プローブ

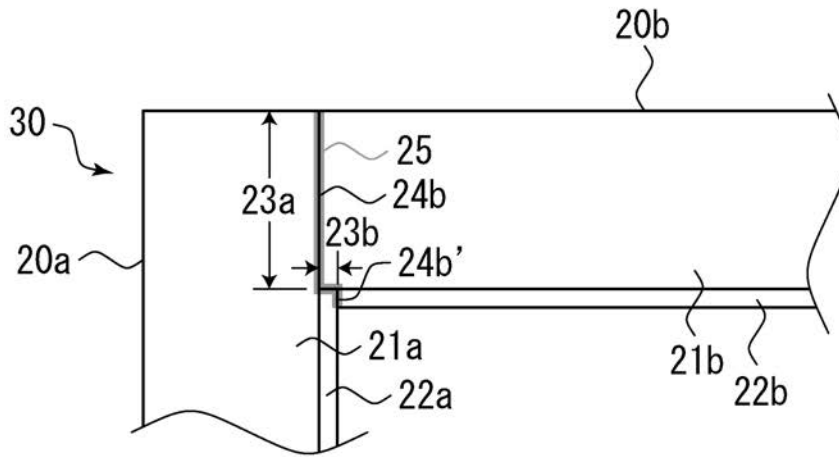
【 図 1 】



【 図 2 】

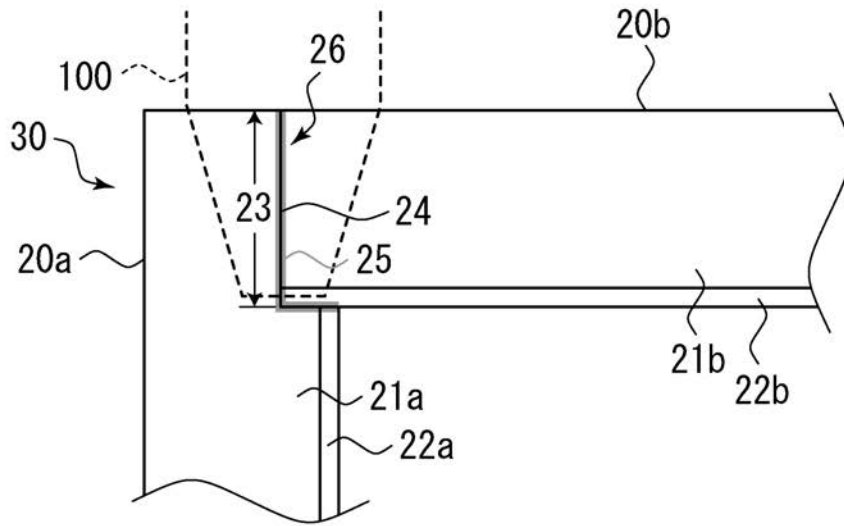


【 図 3 】

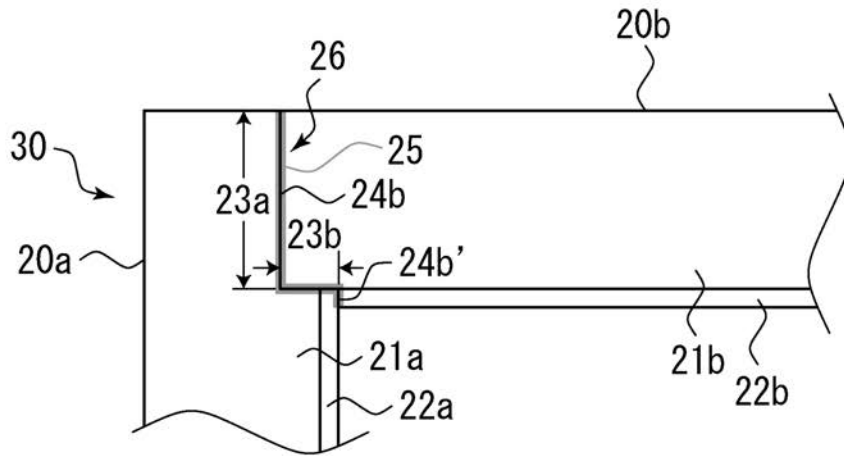




【 図 4 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 内藤 富士雄  
茨城県つくば市大穂1番地1 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構内
- (72)発明者 山内 英明  
広島県三原市沼田西町小原73-48 タイム株式会社内
- (72)発明者 川本 峻士  
広島県三原市沼田西町小原73-48 タイム株式会社内
- (72)発明者 式部 政彦  
広島県三原市沼田西町小原73-48 タイム株式会社内
- (72)発明者 深水 義弘  
広島県三原市沼田西町小原73-48 タイム株式会社内
- Fターム(参考) 2G085 AA13 BA05 EA04  
4E167 AA02 AA03 AA06 BG12 BG22 CA20 DA04 DB00