

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2021年7月1日(01.07.2021)



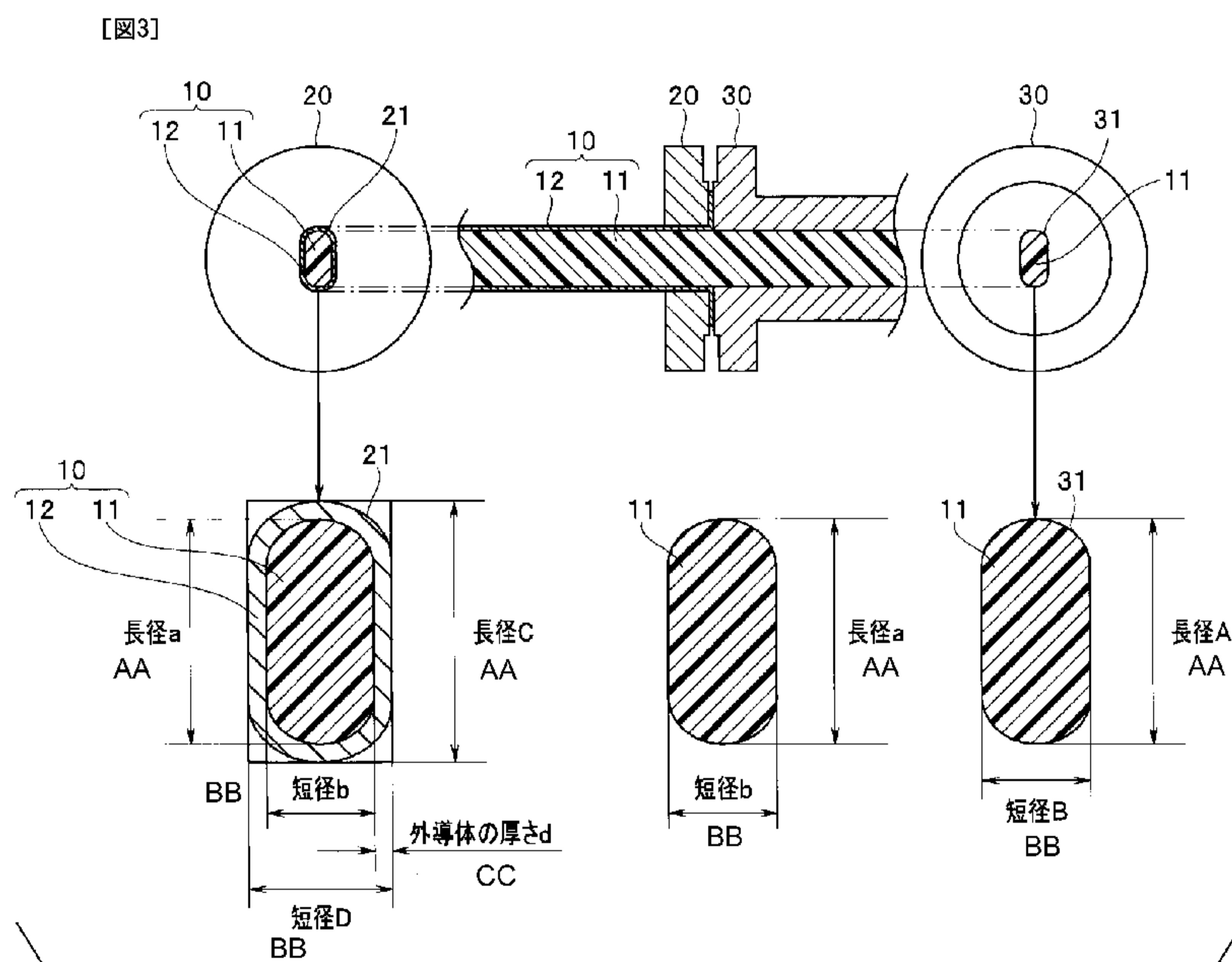
(10) 国際公開番号

WO 2021/131224 A1

- (51) 国際特許分類:  
*H01P 1/04* (2006.01)      *H01P 3/12* (2006.01)  
*H01P 5/08* (2006.01)      *H01P 3/14* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/037991
- (22) 国際出願日: 2020年10月7日(07.10.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
 特願 2019-233391 2019年12月24日(24.12.2019) JP
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 Tokyo (JP). 福井県(FUKUI PREFECTURAL GOVERNMENT)
- [JP/JP]; 〒9108580 福井県福井市大手3丁目17番1号 Fukui (JP).
- (72) 発明者: 渡邊 正 (WATANABE Tadashi); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 未定 新治 (SUESADA Shinji); 〒9100102 福井県福井市川合鷲塚町61-10 福井県工業技術センター内 Fukui (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人イトーシン国際特許事務所 (ITOH-SHIN PATENT OFFICE); 〒1600023 東京都新宿区西新宿七丁目4番4号 武蔵ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: WAVEGUIDE CONNECTION STRUCTURE, WAVEGUIDE CONNECTOR, MODE CONVERTER, AND WAVEGUIDE UNIT

(54) 発明の名称: 導波管の接続構造、導波管コネクタ、モード変換機、及び、導波管ユニット



AA Major axis  
 BB Minor axis  
 CC Thickness d of outer conductor

(57) Abstract: A waveguide connection structure that has: a rod-shaped dielectric 11; and an outer conductor 12 formed by braiding a plurality of flat foil threads that are conductive, into a plaited cord around the dielectric 11. A three-dimensional component 30 has: a connection face 33 having, in at least part thereof, a conductive area to which a connection expansion section 22 of the outer conductor 12 is connected; an insertion hole 31 that is conductive across the entire inner circumferential surface thereof; and an angular section 32 that is the opening edge that extends along the entire



BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

circumference of the insertion hole 31, in the connection face 33, and is conductive to the inner surface of the insertion hole 31. When the waveguide and the three-dimensional component 30 are connected, the connection expansion section 22 is: electrically conductive to the inner surface of the insertion hole 31 by being electrically connected to the connection face 33 and the angular section 32; and is configured so as to make the connection in the angular section 32 smooth.

(57) 要約 : 導波管の接続構造は、棒状の誘電体 1 1 と、誘電体 1 1 の周囲に導電性を有する複数の平箔糸を組紐状に組んで形成された外導体 1 2 とを有する。立体部品 3 0 は、外導体 1 2 の接続拡大部 2 2 が接続する導電性領域を少なくとも一部に有する接続面 3 3 と、内面全周に亘り導電性を有する挿入孔 3 1 と、接続面 3 3 における挿入孔 3 1 の全周に亘る開口縁であり、挿入孔 3 1 の内面と導通する導電性を有する角部 3 2 と、を有する。導波管と立体部品 3 0 の接続状態において、接続拡大部 2 2 は接続面 3 3 および角部 3 2 に対する電氣的接続を通じて挿入孔 3 1 内面と電氣的に導通し、かつ、角部 3 2 における接続が滑らかになるように構成されている。

## 明 細 書

発明の名称：

導波管の接続構造、導波管コネクタ、モード変換機、及び、導波管ユニット

### 技術分野

[0001] 本発明は、導波管の接続構造、導波管コネクタ、モード変換機、及び、導波管ユニットに関し、特に、組紐状の外導体を有する導波管の接続構造、導波管コネクタ、モード変換機、及び、導波管ユニットに関する。

### 背景技術

[0002] 近年、放送分野を皮切りに4 K / 8 K画像に代表される映像の高精細化に向けた取り組みが広く進んでいる。4 K / 8 K画像に代表される高精細な映像では、画素数の増加に起因して映像情報の容量が大きくなっているため、数十Gbps以上の通信速度が求められるようになってきている。

[0003] しかし、近距離の情報伝送において従来多く用いられてきた金属線による伝送方式、具体的には、同軸線路、ツイストペア線路、ツイナックス線路等を用いた伝送方式では、数十Gbps以上の通信速度への対応は困難であった。

[0004] 高精細な映像等の大容量情報の伝送には、従来から長距離伝送あるいはデータセンターでの高速通信において利用されてきた光通信技術を利用することも考えられる。しかし、光通信に用いられる送受信ユニットは非常に高価であり、近距離の情報通信における通信手段として、特に普及価格帯の製品では採用が難しいといった経済性の問題がある。

[0005] さらに、光通信の送受信ユニットは、線路の接続に数 $\mu$ m程度の高い精度での接続技術が必要であり、かつ、接続面に微細さ塵、埃が付着するだけで通信が断絶することがある。そのため、光通信の送受信ユニットは、特に繰り返しの接続が行われる製品において、信頼性を確保しにくいといった問題がある。すなわち、従来の近距離通信で用いられてきた金属線による伝送方

式の代替として、光通信技術は利用することが困難であった。

[0006] このような状況から、数十Gbps以上の高速通信、廉価性、及び、接続の信頼性を高いレベルで実現することができる有線通信手段として、可撓性導波管を用いてミリ波による高速通信を行う通信方式の開発が進められている。

[0007] 例えば、日本国特開2017-147548号公報には、中空の第1の筒状誘電体と、第1の筒状誘電体の外周に配置される筒状導電体と、筒状導電体の外周に配置される第2の筒状誘電体とを有する可撓性導波管が提案されている。

[0008] また、国際公開2014/162833号公報には、中空の筒状誘電体を配置するとともに、電界が交差する2面を覆う金属メッキ層と、金属メッキ層で覆われた2面を含む誘電体の周りを覆う保護層とを有する可撓性導波管が提案されている。

[0009] さらに、日本国特許第6343827号公報には、中心に棒状の誘電体を配置するとともに、誘電体の外側表面に平箔糸を組紐状に組んだ外導体を有する可撓性導波管が提案されている。

[0010] 本発明者は、上述した可撓性導波管の中で特に日本国特許第6343827号公報に開示されている可撓性導波管に着目し、特に実用性が高いとして鋭意研究を進めている。

[0011] しかしながら、日本国特許第6343827号公報に開示されている可撓性導波管は、外導体が組紐状の構造を有していることに起因して、従来の可撓性導波管と同等の接続構造では、特にミリ波帯域よりも高い周波数帯域の電波伝送において所望の性能を得ることが出来ないことが分かった。

[0012] より詳細には、組紐状の構造を持つ外導体を備えた可撓性導波管は、他の部材に接続する際に、特別な接続構造を施さないと接続点（あるいは接続面）において電波のロス（反射及び電波の漏出）が発生してしまう。この電波のロスは、周波数が上がるほど大きくなり、特にミリ波帯域よりも高い周波数帯域の電波伝送において実用上問題となる。そのため、組紐状の構造を持

つ外導体を備えた可撓性導波管は、特にミリ波帯域よりも高い周波数帯域の電波伝送には事実上適用できないという問題があった。すなわち、日本国特許第6343827号公報に開示されている可撓性導波管を有効に利用するためには、前記電波のロスを抑える特別な接続構造が必要となる。

[0013] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、組紐状の構造を持つ外導体を備えた導波管を他の部材に接続する際に、電波のロスを防止することができる導波管の接続構造、導波管コネクタ、モード変換機、及び、導波管ユニットを提供することを目的とする。

## 発明の開示

### 課題を解決するための手段

[0014] 本発明の一態様の導波管の接続構造は、ミリ波若しくはミリ波以上の周波数を有する電波の伝送に用いる導波管を他の部材に接続する接続構造であって、前記導波管は、棒状の誘電体と、前記棒状の誘電体の周囲に導電性を有する複数の平箔糸を組紐状に組んで形成された外導体と、を有し、前記他の部材である立体部品は、前記導波管との接続状態において前記外導体の接続拡大部が接続する導電性領域を少なくとも一部に有する接続面と、前記導波管との接続状態において前記導波管の接続拡大部において露出している棒状の誘電体が挿入される、前記接続面に開口し、内面全周に亘り導電性を有する挿入孔と、前記接続面における前記挿入孔の全周に亘る開口縁であり、前記挿入孔の内面と導通する導電性を有する角部と、を有し、前記導波管と前記他の部材の接続状態において、前記接続拡大部は前記接続面および前記角部に対する電氣的接続を通じて前記挿入孔内面と電氣的に導通し、かつ、前記角部における接続が滑らかであるように構成されている。

[0015] ここで角部における接続が滑らかなの意味を説明する。導波路は、内壁が導電性を有する管路において、電磁波が当該管路の中を内壁で閉じ込められながら進行することにより実現する。本発明では、角部において、導波管の外導体の内面（によって形成される導波路）と、挿入孔の内面（によって形成される導波路）が、連続的に、搬送波の中心波長 $\lambda$ の $1/50$ の誤差の範囲

で一致する態様で接続していることを「角部における接続が滑らか」という。この範囲の誤差内で導波管側の導波路と立体部材側の導波路が連続していれば、両者の境界における端点反射も問題ないレベルに十分に抑えられ、信号のロスも少ない。

[0016] 具体的には、角部において、導波管の外導体の内面と挿入孔の内面が接続境界において上記誤差を超える段差や溝が存在しない状態で連続していればよい。

[0017] また、本発明の一態様の導波管コネクタは、上記導波管の接続構造を備えている。

[0018] また、本発明の一態様のモード変換機は、上記導波管の接続構造を備えている。

[0019] また、本発明の一態様の導波管ユニットは、扁平した断面形状を有する棒状の誘電体と、長手方向に導電性を有する複数の平箔糸を前記棒状の誘電体の周囲に組紐状に組んで形成された外導体とを有する導波管と、前記導波管の両端に、それぞれ中空の方形導波管に接続可能な上記導波管コネクタを有する。

### 図面の簡単な説明

[0020] [図1A]ミリ波帯域の電波伝送に用いる可撓性導波管と、固定部材と、立体部品との外観を示し、可撓性導波管の端部を固定部材に組み合わせた状態を示す外観図である。

[図1B]可撓性導波管と、固定部材と、立体部品と、押圧補助部材との外観を示す外観図である。

[図1C]可撓性導波管と、固定部材と、立体部品と、押圧補助部材とを組み合わせた組立後の状態を示す外観図である。

[図2A]可撓性導波管における平箔糸を組紐形状に組んで形成された外導体の外観を示す外観図である。

[図2B]平箔糸を組紐形状に組んで形成された外導体の断面を示す断面図である。

[図3]可撓性導波管と、固定部材と、立体部品とを組み合わせた状態の断面を示す断面図である。

[図4]可撓性導波管と、固定部材と、立体部品とを組み合わせた状態の接続箇所を拡大した断面を示す断面図である。

[図5]第2の実施形態の可撓性導波管と、固定部材と、立体部品とを組み合わせた状態の断面を示す断面図である。

[図6A]誘電体の先端の形状の構成例Aを示す側面図である。

[図6B]誘電体の先端の形状の構成例Aを示す斜視図である。

[図7A]誘電体の先端の形状の構成例Bを示す側面図である。

[図7B]誘電体の先端の形状の構成例Bを示す斜視図である。

[図8A]誘電体の先端の形状の構成例Cを示す側面図である。

[図8B]誘電体の先端の形状の構成例Cを示す斜視図である。

[図9A]誘電体の先端の形状の構成例Dを示す側面図である。

[図9B]誘電体の先端の形状の構成例Dを示す斜視図である。

[図10A]誘電体の先端の形状の構成例Eを示す側面図である。

[図10B]誘電体の先端の形状の構成例Eを示す斜視図である。

[図11A]誘電体の先端の形状の比較例を示す側面図である。

[図11B]誘電体の先端の形状の比較例を示す斜視図である。

[図12]誘電体の先端の形状と反射の発生量を、実験的に確認した測定結果を示す図である。

[図13]第2の実施形態の変形例に係る可撓性導波管と、固定部材と、立体部品とを組み合わせた状態の断面を示す断面図である。

[図14A]可撓性導波管と、固定部材と、立体部品と、押圧補助部材との外観を示し、可撓性導波管の端部を固定部材に組み合わせた状態を示す外観図である。

[図14B]固定部材を立体部品に組み合わせる前の状態を示す外観図である。

[図15A]可撓性導波管と、固定部材と、立体部品との外観を示し、可撓性導波管の端部と固定部材と立体部品とを組み合わせた状態を示す外観図である。

[図15B]可撓性導波管と、固定部材と、立体部品と、押圧補助部材との外観を示す外観図である。

[図15C]可撓性導波管と、固定部材と、立体部品と、押圧補助部材との外観を示す外観図である。

[図16]可撓性導波管と、固定部材と、立体部品と、押圧補助部材との外観を示す外観図である。

[図17]可撓性導波管と、固定部材と、立体部品と、押圧補助部材とから成る導波管ユニットの外観を示す外観図である。

[図18A]誘電体の先端に構成例Aの形状を採用した際の導波管ユニットの伝送特性測定値の例を示す図である。

[図18B]誘電体の先端に構成例Eの形状を採用した際の導波管ユニットの伝送特性測定値の例を示す図である。

[図18C]誘電体の先端に比較例の形状を採用した際の導波管ユニットの伝送特性測定値の例を示す図である。

### 発明を実施するための最良の形態

[0021] 以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

[0022] なお、図面は、模式的なものであり、各部材の厚みと幅との関係、各部材の比率等は、現実と異なることに留意する必要がある。さらに、図面の相互間においても互いの寸法や比率が異なる部分が含まれている。

[0023] (第1の実施形態)

まず、第1の実施形態に係る導波管の接続構造の構成を図1から図4を用いて説明する。図1Aは、ミリ波帯域の電波伝送に用いる可撓性導波管と、固定部材と、立体部品との外観を示し、可撓性導波管の端部を固定部材に組み合わせた状態を示す外観図であり、図1Bは、可撓性導波管と、固定部材と、立体部品と、押圧補助部材との外観を示す外観図であり、図1Cは、可撓性導波管と、固定部材と、立体部品と、押圧補助部材とを組み合わせた組立後の状態を示す外観図である。

[0024] 図2Aは、可撓性導波管における平箔糸を組紐形状に組んで形成された外

導体の外観を示す外観図であり、図2Bは、平箔糸を組紐形状に組んで形成された外導体の断面を示す断面図である。図3は、可撓性導波管と、固定部材と、立体部品とを組み合わせた状態の断面を示す断面図である。図4は、可撓性導波管と、固定部材と、立体部品とを組み合わせた状態の接続箇所を拡大した断面を示す断面図である。

[0025] 図1A、図1B及び図1Cに示すように、導波管の接続構造は、可撓性を有する可撓性導波管10と、可撓性導波管10の端部に配置される固定部材20と、可撓性導波管10の端部が接続される立体部品30と、固定部材20と立体部品30とを押圧する押圧補助部材40とにより構成されている。なお、本実施形態の導波管の接続構造は、一例として可撓性を有する可撓性導波管10を用いて説明するが、可撓性を有することには限定されるものではなく、組紐状の外導体を有していれば、半可撓性、あるいは、剛性等の他の材質の導波管を用いてもよい。

[0026] 可撓性導波管10は、長径aと短径bとを有する扁平した断面形状を有する棒状に形成された、可撓性を有する誘電体11と、この誘電体11の周囲に設けられた外導体12とにより構成されている。

[0027] 外導体12は、図2A及び図2Bに示すように、長手方向に導電性を有する複数の平箔糸13を誘電体11の周囲に組紐状に組んで形成される。具体的には、外導体12は、誘電体11の外周面に巻き付けられ、互いの平箔糸13が組紐構造を形成するように編成されている。

[0028] 帯状の平箔糸13は、長手方向に垂直な断面が長方形断面を有し、非金属物質を含む樹脂フィルム14と、金属物質を含む金属箔15とを貼り合わせた構造を有する。組紐構造を構成する一つの平箔糸13の厚さを $2/d$ とした場合、外導体12の厚さは2倍のdとなる。

[0029] 平箔糸13は、金属箔15側（図2B向かって下側）が可撓性導波管10を構成する外導体12の内側となるように組紐状に組まれて配置される。すなわち、外導体12の金属箔15側が誘電体11の外側と接するように配置されている。

[0030] 固定部材 20 は、真鍮等により形成される金属部品であり、可撓性導波管 10 が挿入される貫通孔 21 を有する。ここで、可撓性導波管 10 の端部は、固定部材 20 の貫通孔 21 に外導体 12 ごと挿入される。外導体 12 の端部は、組紐構造のまま固定部材 20 に対して押し広げられる形で、接続拡大部 22 を形成する。また、固定部材 20 が有する貫通孔 21 は、長径 C と短径 D を有する扁平した断面を有する。

[0031] 立体部品 30 は、真鍮等により形成される金属部品であり、誘電体 11 を挿入可能な挿入孔 31 と、挿入孔 31 の挿入端となる角部 32 と、角部 32 に隣接する接続面 33 とを有する。立体部品 30 が有する挿入孔 31 は、挿入端である角部 32 において、長径 A と短径 B を有する扁平した断面を有する。ここで、立体部品 30 は、金属部品により形成されているため、挿入孔 31 の内部表面、角部 32、及び、接続面 33 が導電性を有し、電氣的にも繋がっている。なお、立体部品 30 は、金属部品に限定されることなく、樹脂成形品の表面に金属膜を形成した成型回路部品 (MID: Molded Interconnect Device) であってもよい。

[0032] 押圧補助部材 40 は、例えばバインダークリップである。本実施形態では、二つのバインダークリップを用いて固定部材 20 と立体部品 30 と挟み込んで押圧する。なお、バインダークリップは、特別な構造を備えている必要はなく、例えば市販されているものでもよい。なお、押圧補助部材 40 の一例としてバインダークリップを用いているが、これに限定されるものではなく、例えば、ねじやゴム等の弾性体、あるいは、粘着剤を用いて同等の機能を実現してもよい。

[0033] 可撓性導波管 10 の端部の誘電体 11 は、立体部品 30 の挿入孔 31 に挿入される。接続拡大部 22 は、立体部品 30 の有する接続面 33 と、固定部材 20 とで挟まれて固定される。

[0034] ここで、誘電体 11 の長径 a および短径 b は、それぞれ立体部品 30 の挿入孔 31 の長径 A および短径 B と概略等しい。これにより、可撓性導波管 10 の端部は、その位置が一意に決まる。

[0035] また、外導体 1 2 の端部により形成される接続拡大部 2 2 は、立体部品 3 0 の接続面 3 3 と固定部材 2 0 とで挟まれ固定される。そして、接続拡大部 2 2 は、立体部品 3 0 が有する角部 3 2 から接続面 3 3 に沿って、組紐状の構成を広げ、組紐状の構成を広げた状態で固定される。この際、接続拡大部 2 2 は、押圧補助部材 4 0 により固定部材 2 0 と立体部品 3 0 との間で押圧される。

[0036] ここで、固定部材 2 0 の扁平した貫通孔 2 1 の長径 C および短径 D は、誘電体 1 1 の断面における長径 a および短径 b に外導体 1 2 の厚さ d の 2 倍を加えた長径及び短径を有する。

[0037] 次に、このように構成された可撓性導波管の接続構造の作用について説明する。

[0038] 本実施形態の構成において、立体部品 3 0 が有する挿入孔 3 1 の内部表面は、全面が導電性を有するとともに、角部 3 2 から接続面 3 3 にわたって表面は全て導電性を有する。そのため、挿入孔 3 1 は導波管として機能し、電波を伝送することが可能となっている。

[0039] また、可撓性導波管 1 0 は、図 2 A 及び図 2 B に示すように、組紐構造の外導体 1 2 が機能することで、内部に電波を伝送する。すなわち、立体部品 3 0 の挿入孔 3 1 と可撓性導波管 1 0 とは、いずれも電波を伝送し、接続が角部 3 2 においてなされることになる。

[0040] 誘電体 1 1 の長径を a、短径を b とし、立体部品 3 0 の有する挿入孔 3 1 の長径を A、短径を B とし、固定部材 2 0 の有する貫通孔 2 1 の長径を C、短径を D とし、外導体 1 2 の厚さを d としたとき、本実施形態の A、B、C、D は、棒状可撓性の誘電体寸法 a、b を基準に以下のように設定される。

[0041] 立体部品 3 0 の挿入孔 3 1 の長径 A は、誘電体 1 1 の長径 a に概略等しい。

[0042] 立体部品 3 0 の挿入孔 3 1 の短径 B は、誘電体 1 1 の短径 b に概略等しい。

[0043] 固定部材 2 0 の貫通孔 2 1 の長径 C は、誘電体 1 1 の長径 a に外導体 1 2

の厚さ  $d$  の 2 倍を足した長さ  $(a + 2d)$  に概略等しい。

[0044] 固定部材 20 の貫通孔 21 の短径  $D$  は、誘電体 11 の短径  $b$  に外導体 12 の厚さ  $d$  の 2 倍を足した長さ  $(b + 2d)$  に概略等しい。

[0045] ここで、「概略等しい」は、立体部品 30 の挿入孔 31 に誘電体 11 を挿入可能かつガタツキが無い寸法設定、及び、固定部材 20 に可撓性導波管 10 を挿入可能かつガタツキが無い寸法設定を指す。

[0046] この関係により、それぞれの寸法を設定すると、図 3 に示すように、可撓性導波管が有する外導体 12 の内面寸法は、立体部品 30 が有する挿入孔 31 の端面である角部 32 の内側寸法と一致する。すなわち、上述した「誘電体 11 の長径  $a$  および短径  $b$  は、挿入孔 31 の長径  $A$  および短径  $B$  に概略等しく、これにより可撓性導波管 10 の端部は、その位置が一意に決まる」ことになる。更に、固定部材 20 の貫通孔 21 の長径  $C$  および短径  $D$  が誘電体 11 の長径  $a$  および短径  $b$  に外導体 12 の厚さ  $d$  の 2 倍  $(2 \times d)$  を加えた径に概略等しい寸法を有することで、外導体 12 は立体部品 30 の角部 32 に接するまで形状を保ち、接続部における段差を発生することなく接続することができる。これにより、図 4 に示すように、接続拡大部 22 は、立体部品 30 の角部 32 における接続が滑らかになり、立体部品 30 の角部 32 における接続において段差の発生を最小に抑えることができる。この段差の小ささは、導波管接続部における電波のロス（反射）を抑える要件である。特に、この段差は、可撓性導波管 10 の内部を伝搬する電波の波長の  $1/50$  以下とすることで、導波管接続部における電波のロス（反射）を抑えることができる。

[0047] また、前述の通り、接続拡大部 22 は、立体部品 30 の接続面 33 と固定部材 20 との間で、押圧補助部材 40 により押圧されることで固定される。このとき、接続拡大部 22 は、角部 32 から接続面 33 に沿って、組紐状の構造を広げている。そして、組紐状の構造を有する平箔糸 13 は、金属箔 15 を有する面が接続面 33 側を向いている。この結果、図 4 に示すように、可撓性導波管 10 の外導体 12 の金属（金属箔 15）と、導電性を有する立

体部品30の接続面33とが、角部32からの間に亘って接触し、両者の電氣的導通が図られる。この電氣的導通は、接続部における電波のロス（電波の漏出）を抑える要件である。

[0048] これら電波のロスは、特にミリ波若しくはミリ波よりも高い周波数帯域の電波において問題となりやすい。これは、ミリ波若しくはミリ波よりも高い周波数帯域の電波の波長が短いことに起因して、わずかな構造の凹凸でも電波の伝送に悪影響を与えることによる。より具体的には、電磁波に限らず波に対する媒体が有する構造（凹凸に限らず、媒質の不均質性等も含む）の影響は、構造の大きさが1/50程度までに収まれば十分に小さく抑えられることが判っている（例えば日本国特開2018-99172号公報の段落番号[0094]～[0102]参照）。例えば60GHzのミリ波の電波伝送について考えると、60GHzの電波の自由空間における波長は5mmであり、この1/50は0.1mmとなるが、本案で考慮するような導波管の接続構造において外導体12の段差を0.1mm以下に抑えることは容易ではない。これに対し、本案によれば、前記外導体12の段差を容易に0.1mm以下にまで抑え、本案で言う角部32における接続が滑らかな状態を実現することができる。

[0049] なお、接続拡大部22と立体部品30の接続面33とを導通性接着剤により接着し、接続拡大部22と立体部品30の接続面33との電氣的な導通を図るようにしてもよい。この場合、可撓性導波管10の接続構造は、固定部材20及び押圧補助部材40を有していなくてもよい。すなわち、例えば接着作業時に前記固定部材20及び押圧補助部材40を用いれば、容易に固定部材20及び押圧補助部材40を用いた場合と同等に段差を抑え、電氣的接合を図ることが可能であり、同等の効果を得ることが可能となる。

[0050] また、固定部材20の貫通孔21は本実施形態において、貫通孔21のすべての断面において長径Cおよび短径Cを有したが、少なくとも貫通孔21は立体部分30に接する側端において前記貫通孔の径が最も細い部位を有し、この最も細い部位における貫通孔の断面の長径および短径が、前記の条件

、すなわち  $C = a + 2d$  ,  $D = b + 2d$  を満たせば、同様の効果を得ることができる。

[0051] 以上の結果として、本実施形態の可撓性導波管 10 の接続構造は、電波のロス（反射及び電波の漏出）を防ぐようになっている。よって、本実施形態によれば、組紐状の構造を持つ外導体を備えた可撓性導波管を他の部材に接続する際に、電波のロスを防止することができる。

[0052] また、本実施形態の構成では、立体部品 30 の扁平した挿入孔 31 の寸法は、扁平した誘電体 11 の断面形状に合わせた寸法とすることで、正確な位置決めが可能であるため、組み立てが容易になっている。

[0053] さらに、組紐状に組まれた外導体 12 を押し広げて接続拡大部 22 を形成し、単に押圧するだけで立体部品 30 との電氣的導通を図ることで、従来の導波管から部材を増やさずに、電氣的な導通を図ることができている。

[0054] （第 2 の実施形態）

次に、第 2 の実施形態について説明する。

[0055] 図 5 は、第 2 の実施形態の可撓性導波管と、固定部材と、立体部品とを組み合わせた状態の断面を示す断面図である。

[0056] 図 5 に示すように、本実施形態の立体部品 30 の挿入孔 31 は誘電体 11 が挿入される面から反対側の開口 36 に向かって径が広がるテーパ構造を備えている。挿入孔 31 の接続面 33 側の長径 A 及び短径 B は、誘電体 11 の長径 a 及び短径 b と概略等しくすることで、可撓性導波管 10 と立体部品 30 との接続を容易にすることができる。

[0057] また、誘電体 11 の先端（端部）は尖った形状、すなわち前記挿入孔 31 の内部で、前記挿入孔 31 の角部 32 側の開口から、角部 32 とは反対側の開口 36 の間において、徐々にその断面積を減ずる形状を有している。このように、誘電体 11 の先端を尖らすことで、誘電体 11 の端部における電波のロス（反射）を抑え、可撓性導波管 10 と立体部品 30 との接続による電波のロスをより低減することができる。

[0058] なお、誘電体 11 の先端（端部）の形状は、図 5 に示す形状に限定される

ものではない。前記誘電体 11 の先端（端部）として、例えば図 6 A、図 6 B、図 7 A、図 7 B、図 8 A、図 8 B、図 9 A、図 9 B、図 10 A、図 10 B に示す形状を採用し得る。これらの形状は、いずれも図 11 A、図 11 B に示す形状に対して大幅に電波のロスを低減できる。

[0059] ここで、図 6 A は、誘電体の先端の形状の構成例 A を示す側面図であり、図 6 B は、誘電体の先端の形状の構成例 A を示す斜視図である。図 7 A は、誘電体の先端の形状の構成例 B を示す側面図であり、図 7 B は、誘電体の先端の形状の構成例 B を示す斜視図である。図 8 A は、誘電体の先端の形状の構成例 C を示す側面図であり、図 8 B は、誘電体の先端の形状の構成例 C を示す斜視図である。図 9 A は、誘電体の先端の形状の構成例 D を示す側面図であり、図 9 B は、誘電体の先端の形状の構成例 D を示す斜視図である。図 10 A は、誘電体の先端の形状の構成例 E を示す側面図であり、図 10 B は、誘電体の先端の形状の構成例 E を示す斜視図である。図 11 A は、誘電体の先端の形状の比較例を示す側面図であり、図 11 B は、誘電体の先端の形状の比較例を示す斜視図である。

[0060] また、図 12 は、誘電体の先端の形状と反射の発生量を、実験的に確認した測定結果を示す図である。図 12 の測定結果（反射の大きさ）は、誘電体 11 として延伸発泡 P T F E のロッド材の端部を、構成例 A ~ 構成例 E、比較例に示した形状に加工したうえで、ベクトルネットワークアナライザを用いたタイムドメインでの測定結果（49.8 ~ 75.8 GHz 帯域）から誘電体 11 の端部での反射の大きさを算定したもので、値が小さい（絶対値が大きい）ほど反射が小さいことを示す。

[0061] この測定結果から、比較例の形状における反射の大きさに比べて、構成例 A ~ 構成例 E の形状はそれぞれ大幅に反射の大きさ、すなわち電波のロスを減じていることが判る。更には構成例 E にある形状、すなわち誘電体 11 の先端に長径方向には一方の端から逆方の端に向けて断面積を減じ、短径方向にはその両端から中央に向けて断面積を減じる形状では、特に反射を減じることができることが判る。

[0062] 更に角部32とは反対側の開口36は、中空の導波管に接続可能な開口形状を有することができる。この場合、開口36側に接続フランジ37を設けることで、適切な中空の導波管に接続可能な導波管コネクタとすることもできる。例えば可撓性導波管10を60GHz帯域の電波を伝送可能なものとして、角部32とは反対側の開口36の内径寸法を長径が3.759mm、短径1.88mmの長方形とするならば、本案の可撓性導波管10を49.8~75.8GHz用の中空導波管に接続可能な導波管コネクタとして利用できる。同様に、例えば可撓性導波管10を90GHz帯域の電波を伝送可能なものとして、角部32とは反対側の開口36の内径寸法を長径が2.54mm、短径1.27mmの長方形とするならば、本実施形態の可撓性導波管10を73.8~112GHz用の中空導波管に接続可能な導波管コネクタとして利用できる。加えて接続フランジ37の形状を、一般にUG-385/Uとして規格化された形状とするならば、規格化され、一般に販売されている中空方形導波管に接続可能な導波管コネクタとして利用できる。

[0063] なお、導波管コネクタ内部の誘電体11は曲げる必要がないため、硬くてもよい。例えば、誘電体11を成形する場合、可撓性導波管10の誘電体11を固定部材20の貫通孔21から延伸して、構成例A~構成例Eのいずれかに示す形状にカットすることになる。このとき、誘電体11が柔らかいと、構成例A~構成例Eのいずれかに示す形状に成形するのが難しい。導波管コネクタの内部では、誘電体11は曲がる必要がないため、むしろ硬い方が成形し易いというメリットがある。そのため、導波管コネクタへの要求によっては、導波管コネクタ内部の誘電体11は硬い方が好まれる場面も想定できる。

[0064] なお、図5の構成の場合、外導体12と接続面33との間の接続部50において、僅かな窪みが形成される虞がある。この僅かな窪みは、電波のロス（反射）を発生させる原因となる。そこで、可撓性導波管、固定部材、及び、立体部品を図13に示す構成にしてもよい。

[0065] (変形例)

図13は、第2の実施形態の変形例に係る可撓性導波管と、固定部材と、立体部品とを組み合わせた状態の断面を示す断面図である。

[0066] 図13に示すように、立体部品30の挿入孔31は、前記誘電体11の断面における長径a及び短径bよりも大きい長径及び短径を有する孔形状を有するとともに接続面33は前方に突出するエッジ部34を備える。固定部材20の貫通孔21は前記立体部品30に接する側端から離れた位置に孔径が最も細く前記長径Cおよび短径Dを有する部位を有するとともに前記エッジ部34に外導体12を滑らかに接続するための押さえ27を備える。また、前記貫通孔21に内挿された可撓性導波管10の外導体12は、その組紐構造を保ちながら滑らかに径が拡げられテーパ形状を成し、立体部品30のエッジ部34に接続される。

[0067] このような構成により、外導体12の端部は、立体部品30のエッジ部34に沿ってカーブするように滑らかに曲げられ、接続されることになる。これにより、外導体12の端部と立体部品30との間の接続部50において、窪みが発生し難い構造となっており、電波のロス（反射）を抑えるようにしている。

[0068] なお、誘電体11の先端（端部）は、図5に示す形状と同様に尖った形状を有する。但しここでは、前記挿入孔31および前記貫通孔21の内部で、前記貫通孔21における前記径が最も細い部位から、前記挿入孔31が有する前記角部32とは反対側の開口36の間において、徐々にその断面積を減ずる形状を有している。ここでも図5の実施形態で示したように、誘電体11の先端を尖らすことで誘電体11の端部における電波のロス（反射）を抑え、接続による電波のロスをより低減することができる。

[0069] （第3の実施形態）

次に、第3の実施形態について説明する。

[0070] 第3の実施形態では、可撓性導波管10を例えば測定器等の別の機器に接続するための導波管コネクタについて説明する。

[0071] 図14Aは、可撓性導波管と、固定部材と、立体部品と、押圧補助部材と

の外観を示し、可撓性導波管の端部を固定部材に組み合わせた状態を示す外観図であり、図7Bは、固定部材を立体部品に組み合わせる前の状態を示す外観図である。

[0072] 図14A及び図14Bに示すように、本実施形態の導波管コネクタ60は、可撓性導波管10と、固定部材20と、立体部品30と、押圧補助部材40とにより構成されている。立体部品30の接続面33は、固定部材20に接続する際に固定部材20側に突出したテーパ構造を有している。また、固定部材20の先端面には、立体部品30の接続面33が接するように埋没した、テーパ構造の接続面23が形成されている。

[0073] また、立体部品30には、二つの雄ねじにより構成された押圧補助部材40が設けられている。固定部材20の先端面には、立体部品30の挿入孔31に誘電体11を挿入した際に、立体部品30に設けられた押圧補助部材40である二つの雄ねじ34に対向する位置に二つの雌ねじ24が設けられている。立体部品30に設けられた押圧補助部材40である雄ねじを固定部材20に設けられた雌ねじ24にねじ込むことで固定部材20と立体部品30とを押圧する。

[0074] 本実施形態では、テーパ構造を有した接続面33により、外導体12の端部である接続拡大部22が第1の実施形態よりも滑らかに広がるようになっている。これにより、固定部材20と立体部品30との接続部での段差が、第1の実施形態よりも生じ難くなっている。

[0075] そのため、本実施形態の導波管コネクタによれば、第1の実施形態と同様の効果を有するとともに、接続拡大部22が第1の実施形態よりも滑らかに広がるため、固定部材20と立体部品30との接続部での段差がより生じにくいことで、電波のロスの発生を第1の実施形態よりも抑えることができる。

[0076] (第4の実施形態)

次に、第4の実施形態について説明する。

[0077] 図15Aは、可撓性導波管と、固定部材と、立体部品との外観を示し、可

撓性導波管の端部と固定部材と立体部品とを組み合わせた状態を示す外観図であり、図15B及び図15Cは、可撓性導波管と、固定部材と、立体部品と、押圧補助部材との外観を示す外観図である。

[0078] 図15A、図15B及び図15Cに示すように、本実施形態の導波管コネクタ70は、可撓性導波管10と、固定部材20と、立体部品30と、押圧補助部材40とにより構成されている。本実施形態の固定部材20は、複数、本実施形態では二つに分割された固定部材20A及び20Bにより構成されている。なお、固定部材20は、二つの固定部材20A及び20Bにより構成されているが、三つ以上の固定部材により構成されていてもよい。また、押圧補助部材40は、複数、本実施形態では二つに分割された押圧補助部材40A及び40Bにより構成されている。

[0079] 上述した各実施形態では、組み立て時に可撓性導波管10を固定部材20の貫通孔21に予め挿入しておく必要があった。貫通孔21の長径C及び短径Dは、誘電体11の長径a及び短径bにそれぞれ外導体12の厚さdの2倍を足した長さに概略等しくなっている。そのため、組み立て時に可撓性導波管10を固定部材20の貫通孔21に挿入することに手間を要する可能性がある。

[0080] これに対し、本実施形態では、組み立て時に可撓性導波管10を二つの固定部材20A及び20Bによって挟むことで、一つの固定部材20を形成することができるため、組立性が大幅に向上する。

[0081] また、本実施形態では、押圧補助部材40A及び40Bが立体部品30と固定部材20とを包み込む形でねじ部材41により固定し、その弾性によって固定部材20と立体部品30の接続面33との間で接続拡大部22を挟む力を与えるようになっている。この結果、本実施形態の導波管コネクタは小型で自由な形状を採用することができる。

[0082] この結果、本実施形態の導波管コネクタによれば、第1の実施形態と同様の効果を有するとともに、組立性の向上、小型化のし易さを実現することができる。

[0083] なお、本実施形態の導波管コネクタ70は、図15Cの導波管コネクタ71と対となり、組み合わせて利用される。ここで導波管コネクタ71は導波管コネクタ70と概略同じ構造を有するが、導波管コネクタ70が立体部品30Aを突出させた突出部701を有するのに対して、導波管コネクタ71は立体部品30Bを内側に下げた差込部711を有する点が異なる。すなわち、導波管コネクタ70の突出部701を導波管コネクタ71の差込部711に差し込むことで、導波管コネクタ70が有する立体部品30Aと導波管コネクタ71が有する立体部品30Bとを互いに位置ずれなく接続できる。

[0084] なお、導波管コネクタ70および導波管コネクタ71における立体部品30Aおよび30Bの挿入孔31は、誘電体11の外形と概略同じ断面形状に加工された貫通孔であり、導波管コネクタ70および導波管コネクタ71が前記突出部701および差込部711とを合わせて差し込むことで、前記挿入孔31の孔位置がそれぞれ合致するように設計され、また前記挿入孔31には誘電体11が挿入孔31の内部に隙間なく内挿されている。

[0085] このとき立体部品30Aと立体部品30Bの挿入孔31はそれぞれ導波管として機能しており、これが位置ずれも隙間もなく接することで、ここでも電波のロスが発生することが無い。すなわち、本実施形態の導波管コネクタ70、71は、可撓性導波管と可撓性導波管とを接続するため導波管コネクタとして有効に機能する。

[0086] (第5の実施形態)

次に、第5の実施形態について説明する。

[0087] 第5の実施形態では、可撓性導波管10をモード変換機に接続するための接続構造について説明する。

[0088] 図16は、可撓性導波管と、固定部材と、立体部品と、押圧補助部材との外観を示す外観図である。

[0089] 図16に示すように、本実施形態のモード変換機80は、可撓性導波管10と、固定部材20と、立体部品30と、押圧補助部材40とにより構成されている。本実施形態の固定部材20は、第4の実施形態と同様に、複数、

本実施形態では二つに分割された固定部材 20C 及び 20D により構成されている。なお、固定部材 20 は、二つの固定部材 20C 及び 20D により構成されているが、三つ以上の固定部材により構成されていてもよい。

[0090] 固定部材 20C 及び 20D には、貫通孔 25, 26 が設けられており、押圧補助部材 40 を構成する雄ねじが貫通孔 25, 26 を貫通し、立体部品 30 が有する雌ねじ 35 にねじ込まれ、固定されることにより、二つの固定部材 20C 及び 20D が結合して固定部材 20 を形成する。

[0091] またここで、押圧補助部材 40 を構成する雄ねじが雌ねじ 35 にねじ込まれることにより、接続拡大部 22 は固定部材 20 と立体部品 30 の接続面 33 とで挟まれて固定される。

[0092] この結果、本実施形態のモード変換機によれば、第 1 の実施形態と同様の効果を有するとともに、組立性の向上、小型化のし易さを実現することができる。

[0093] (第 6 の実施形態)

次に、第 6 の実施形態について説明する。

[0094] 第 6 の実施形態では、可撓性導波管 10 の両端に、導波管コネクタを配した導波管ユニットについて説明する。

[0095] 図 17 は、可撓性導波管と、固定部材と、立体部品と、押圧補助部材により構成される導波管ユニットの外観を示す外観図である。

[0096] 図 17 に示すように、本実施形態の導波管ユニット 90 は、可撓性導波管 10 と、その両端に配置された、固定部材 20、立体部品 30、押圧補助部材 40 とから成る導波管コネクタにより構成されている。本実施形態の導波管コネクタは、それぞれ第 2 の実施形態にある接続構造を有し、立体部品 30 の挿入孔 31 は誘電体 11 が挿入される面から反対側の開口に向かって径が広がるテーパ構造を備えている。また、誘電体 11 の先端（端部）は尖った形状、すなわち前記挿入孔 31 の内部で、前記挿入孔の角部 32 側の開口から、角部 32 とは反対側の開口 36 の間において、徐々にその断面積を減ずる形状を有している。

- [0097] ここで可撓性導波管10は、60GHz帯域の電波を伝送可能な特性を有し、立体部品30は長径が3.759mm、短径1.88mmの長方形の開口36と、一般にUG-385/Uとして規格化された形状の接続フランジ37を有する。
- [0098] これにより、本実施形態の導波管ユニット90は、規格化され、一般に販売されている中空方形導波管と同様に利用できる。
- [0099] 本実施形態の導波管ユニット90の伝送特性測定値の例を図18A、図18B及び図18Cに示す。図18Aは、誘電体の先端に構成例Aの形状を採用した際の導波管ユニットの伝送特性測定値の例を示す図であり、図18Bは、誘電体の先端に構成例Eの形状を採用した際の導波管ユニットの伝送特性測定値の例を示す図であり、図18Cは、誘電体の先端に比較例の形状を採用した際の導波管ユニットの伝送特性測定値の例を示す図である。
- [0100] 図18Aに示すように、誘電体11の両端の形状として図6A及び図6Bに示す構成例Aの形状を採用した場合、反射特性(S11)は概ね-20dB程度、透過特性(S21)はコネクタ部反射に起因する波打ちも十分に小さく、実用可能な導波管となっている。
- [0101] また、図18Bに示すように、誘電体11の両端の形状として図10A及び図10Bに示す構成例Eの形状を採用した場合、反射特性(S11)は-20dBよりも小さく、また透過特性(S21)におけるコネクタ部反射に起因する波打ちは更に小さく、より実用的な導波管となっている。
- [0102] 一方、図18Cに示すように、誘電体11の両端の形状に図11A及び図11Bの比較例の形状を採用した場合、反射特性(S11)は-10dB程度にまで達し、透過特性(S21)もコネクタ部反射に起因する波打ちが大きく、導波管として実用可能な特性とは言えない。
- [0103] 上述した各実施形態では、扁平の断面を有する誘電体11と、誘電体11の周囲に形成される組紐状の外導体12とを有する可撓性導波管10において、電波のロス(反射および電波の漏出)の小ささと、接続の容易さを両立しながら、他の部材に接続するための、現実的な構造を得ることができる。

ここで、他の部材は、従来の導波管、導波管の太さを変換するテーパ導波管、導波管コネクタ、モード変換機等である。

[0104] 本発明の導波管の接続構造、導波管コネクタ、モード変換機、及び、導波管ユニットによれば、組紐状の構造を持つ外導体を備えた導波管を他の部材に接続する際に、電波のロスを防止することができる。

[0105] 本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を変えない範囲において、種々の変更、改変等が可能である。

[0106] 本出願は、2019年12月24日に日本国に出願された特願2019-233391号を優先権主張の基礎として出願するものであり、上記の開示内容は、本願明細書、請求の範囲に引用されるものとする。

## 請求の範囲

- [請求項1] ミリ波若しくはミリ波以上の周波数を有する電波の伝送に用いる導波管を他の部材に接続する接続構造であって、
- 前記導波管は、
- 棒状の誘電体と、
- 前記棒状の誘電体の周囲に導電性を有する複数の平箔糸を組紐状に組んで形成された外導体と、を有し、
- 前記他の部材である立体部品は、
- 前記導波管との接続状態において前記外導体の接続拡大部が接続する導電性領域を少なくとも一部に有する接続面と、
- 前記導波管との接続状態において前記導波管の接続拡大部において露出している棒状の誘電体が挿入される、前記接続面に開口し、内面全周に亘り導電性を有する挿入孔と、
- 前記接続面における前記挿入孔の全周に亘る開口縁であり、前記挿入孔の内面と導通する導電性を有する角部と、を有し、
- 前記導波管と前記他の部材の接続状態において、前記接続拡大部は前記接続面および前記角部に対する電氣的接続を通じて前記挿入孔内面と電氣的に導通し、かつ、前記角部における接続が滑らかであるように構成されていることを特徴とする導波管の接続構造。
- [請求項2] 前記角部において、前記導波管の外導体の内面によって形成される導波路と、前記挿入孔の内面によって形成される導波路とが、搬送波の中心波長 $\lambda$ の $1/50$ の誤差の範囲内で一致するよう連続的に接続していることを特徴とする、請求項1に記載の導波管の接続構造。
- [請求項3] 前記導波管を前記立体部品に固定する固定部材と、
- 前記固定部材と前記立体部品とを押圧する押圧補助部材と、を更に有し、
- 前記固定部材は、貫通孔を有し、前記貫通孔は孔径最も細い部位において前記棒状の誘電体の断面における長径と短径よりも前記外導体

の厚さの2倍の長さだけ大きい長径と短径を有する扁平した孔断面形状を有し、

前記貫通孔に前記導波管が挿入され、かつ、前記挿入孔に前記誘電体が挿入された際に、前記押圧補助部材によって前記固定部材が前記接続拡大部を前記接続面に押圧することで、前記接続拡大部が前記角部から前記接続面において電氣的に導通されることを特徴とする請求項1に記載の導波管の接続構造。

[請求項4]

前記固定部材は、複数の部材により構成され、

前記複数の部材を組み合わせることで、前記貫通孔が形成されることを特徴とする請求項3に記載の導波管の接続構造。

[請求項5]

前記立体部品の前記挿入孔は、少なくとも前記角部側端において前記棒状の誘電体の断面における長径及び短径と略同一の長径及び短径を有する扁平した断面形状を有し、前記固定部材の貫通孔は、少なくとも前記立体部品に接する側端において前記径が最も細い部位を有することを特徴とする請求項3に記載の導波管の接続構造。

[請求項6]

前記立体部品の前記挿入孔は、前記棒状の誘電体の断面における長径及び短径よりも大きい長径及び短径を有する扁平した断面形状を有し、前記固定部材が有する前記扁平した貫通孔は、前記立体部分に接する側端から離れた位置に前記孔径が最も細い部位を有し、

前記貫通孔に挿入される前記導波管の外導体は、前記固定部材の貫通孔における前記孔径が最も細い部位から、前記立体部品が有する角部に向けて広げられることを特徴とする請求項3に記載の導波管の接続構造。

[請求項7]

前記立体部品の前記接続面は、前方に突出するエッジ部を備え、

前記外導体は、前記エッジ部に沿って滑らかに広げられることを特徴とする請求項1に記載の導波管の接続構造。

[請求項8]

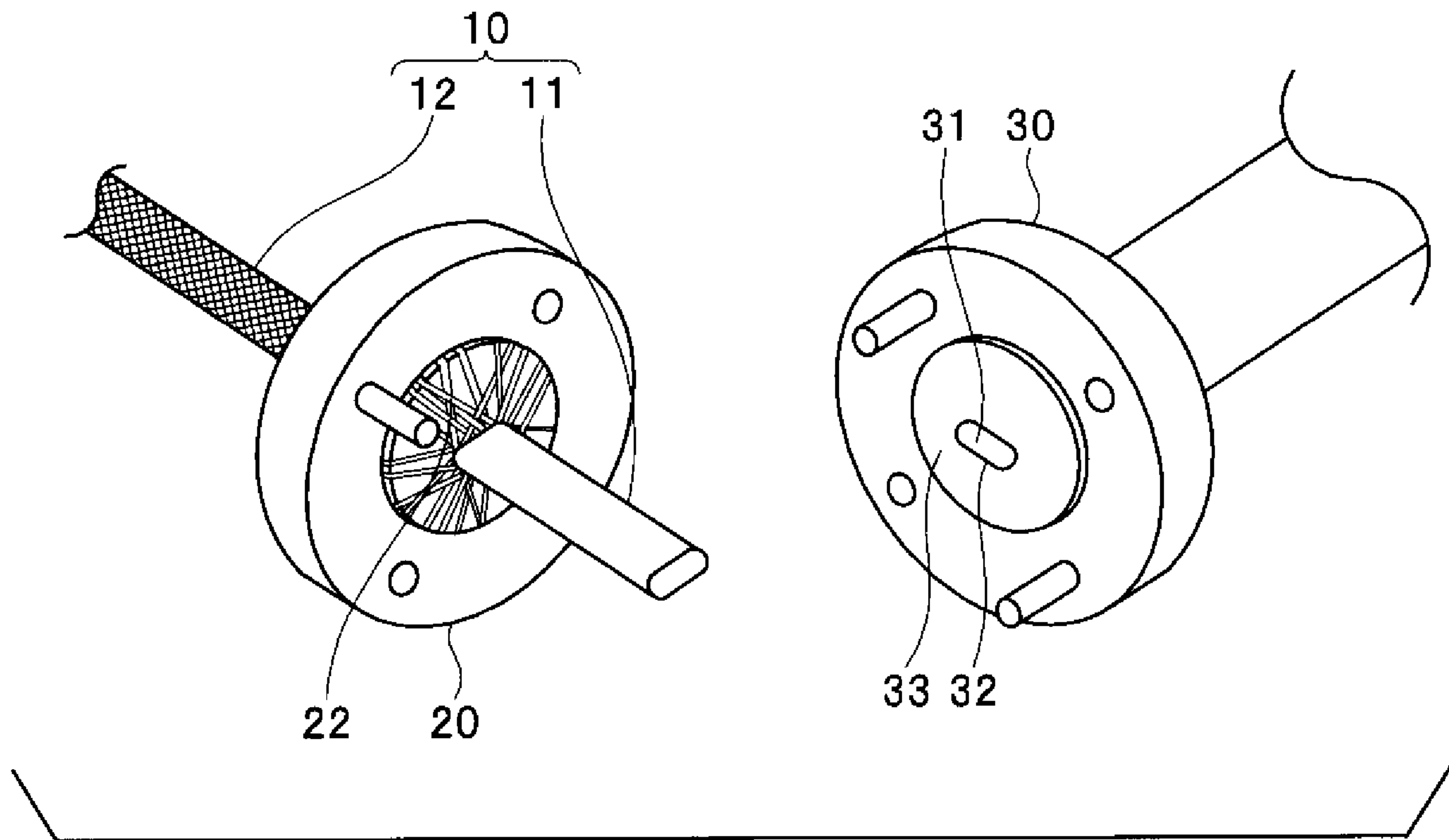
前記接続拡大部と前記立体部品が有する前記接続面とは、導電性接着剤により電氣的な導通が図られることを特徴とする請求項1に記載

の導波管の接続構造。

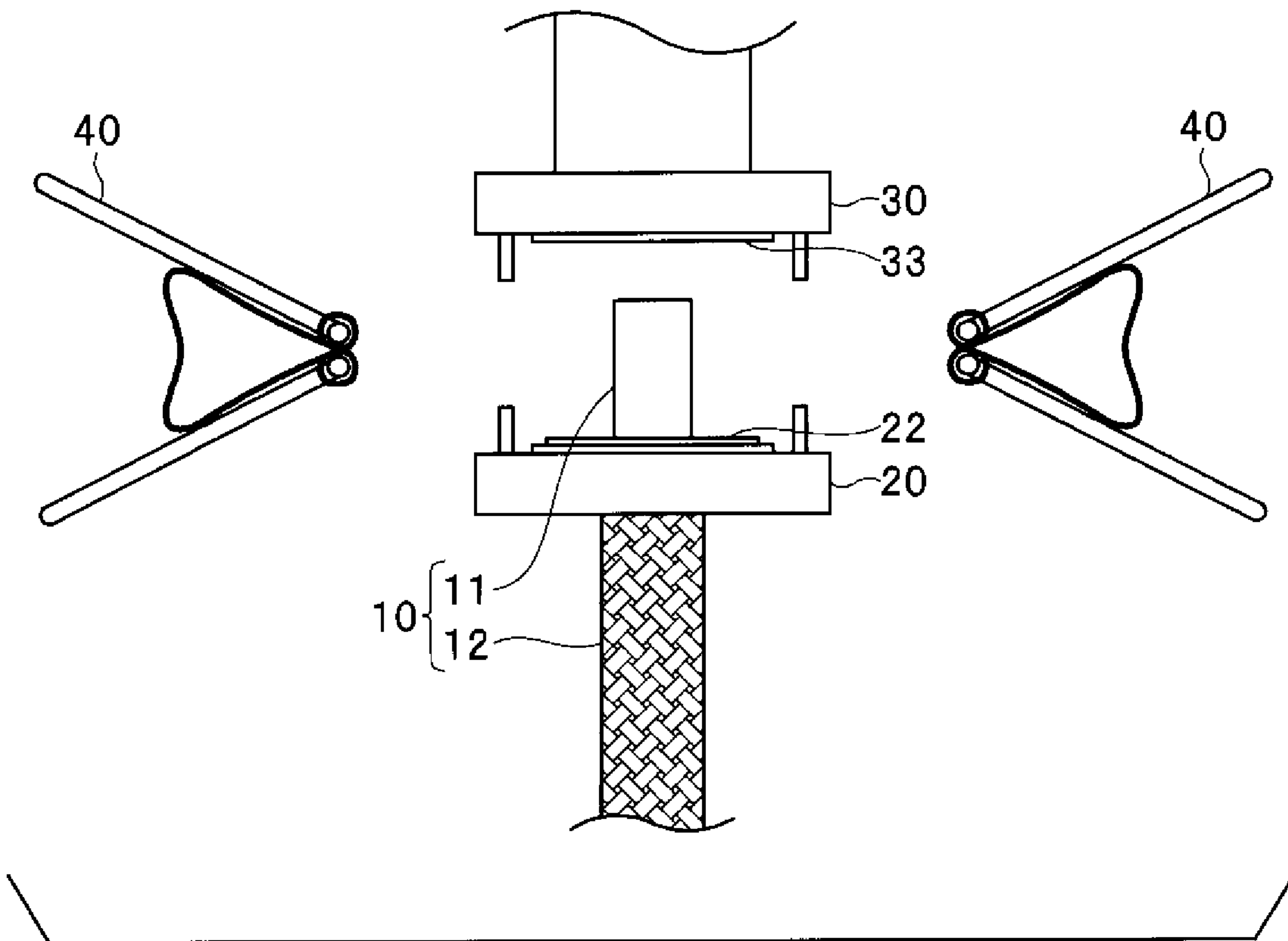
- [請求項9] 前記立体部品は、成型回路部品により構成されていることを特徴とする請求項1に記載の導波管の接続構造。
- [請求項10] 請求項1に記載の導波管の接続構造を備えたことを特徴とする導波管コネクタ。
- [請求項11] 中空の方形導波管に接続可能な導波管コネクタであって、請求項5に記載の導波管の接続構造を備えるとともに、前記立体部品が有する前記挿入孔が前記角部とは反対側の開口において中空の導波管に接続可能な開口形状を有し、前記棒状の誘電体が前記挿入孔の内部で、前記挿入孔における前記角部から前記角部とは反対側の開口の間において、徐々にその断面積を減ずる形状を有することを特徴とする導波管コネクタ。
- [請求項12] 中空の方形導波管に接続可能な導波管コネクタであって、請求項6に記載の導波管の接続構造を備えるとともに、前記立体部品の前記挿入孔が前記角部とは反対側の開口が中空の導波管に接続可能な開口形状を有し、前記棒状の誘電体が前記挿入孔および前記貫通孔の内部で、前記貫通孔における前記径が最も細い部位から前記挿入孔が有する前記角部とは反対側の開口の間において、徐々にその断面積を減ずる形状を有することを特徴とする導波管コネクタ。
- [請求項13] 前記徐々にその断面積を減ずる形状は、長径方向には一方の端から逆方の端に向けて断面積を減じ、短径方向にはその両端から中央に向けて断面積を減じる形状を有することを特徴とする請求項11に記載の導波管コネクタ。
- [請求項14] 請求項1に記載の導波管の接続構造を備えたことを特徴とするモード変換機。
- [請求項15] 扁平した断面形状を有する棒状の誘電体と、長手方向に導電性を有する複数の平箔糸を前記棒状の誘電体の周囲に組紐状に組んで形成された外導体とを有する導波管と、前記導波管の両端に、それぞれ請求

項 1 1 に記載の中空の方形導波管に接続可能な導波管コネクタを有することを特徴とする導波管ユニット。

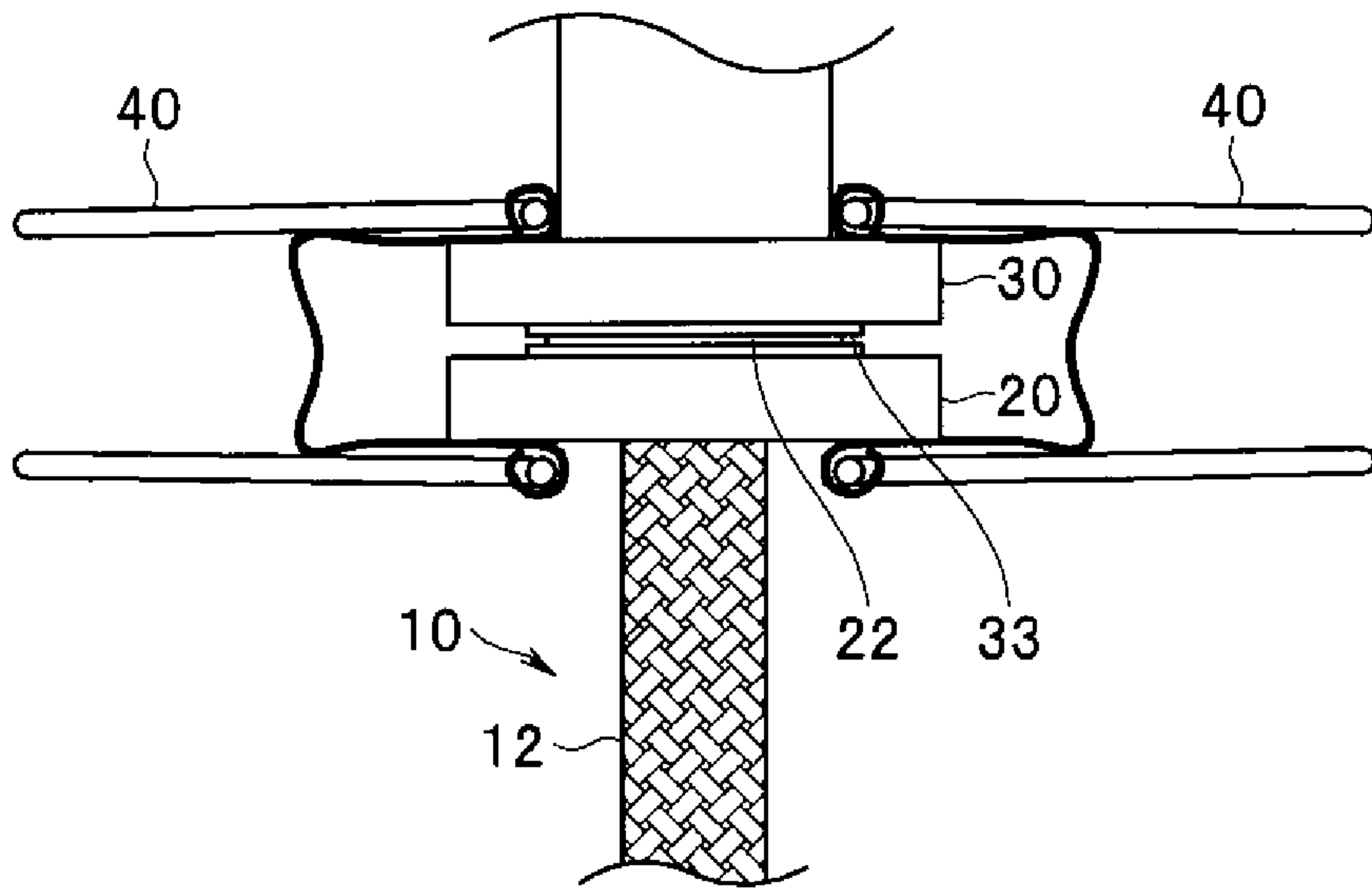
[図1A]



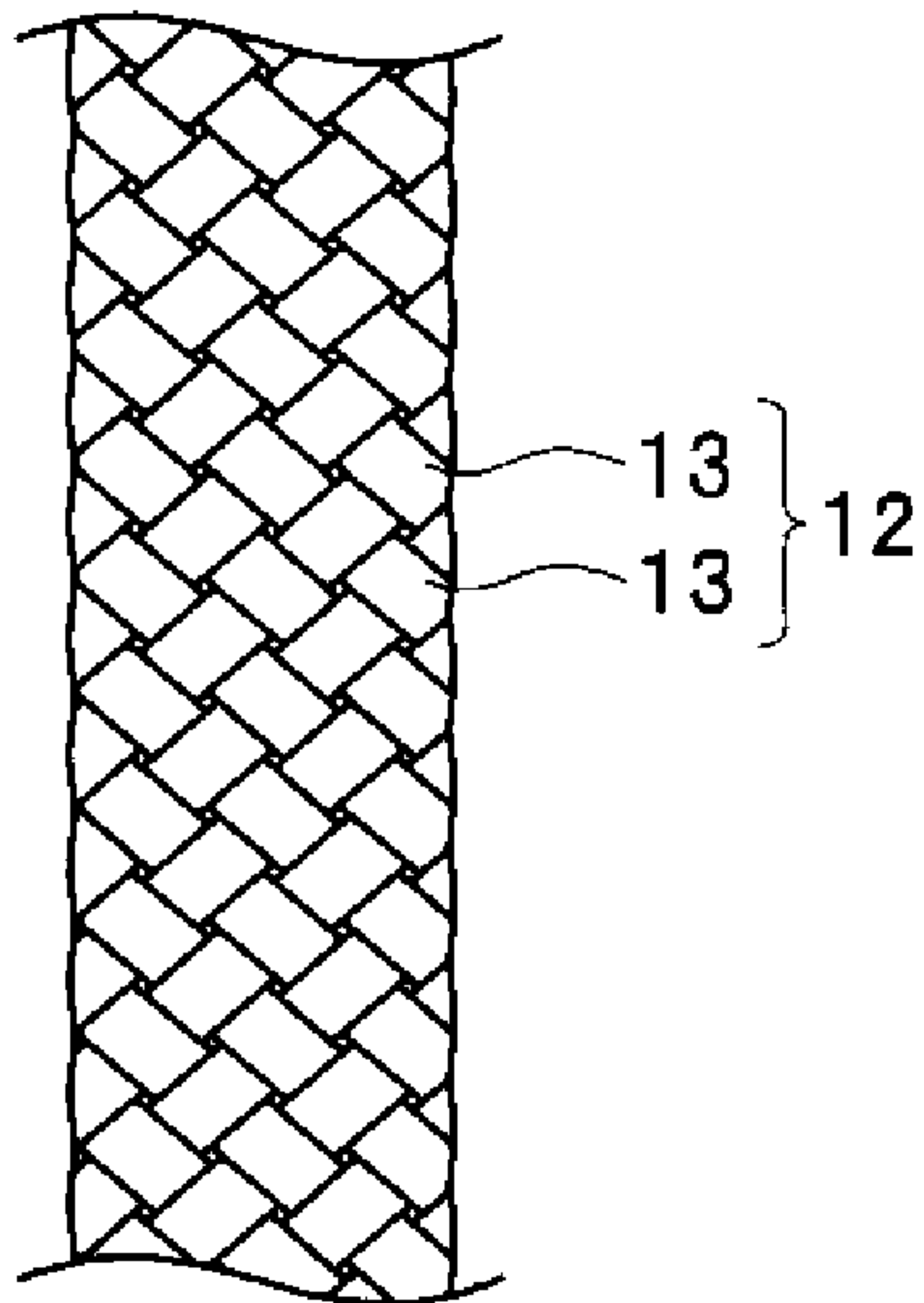
[図1B]



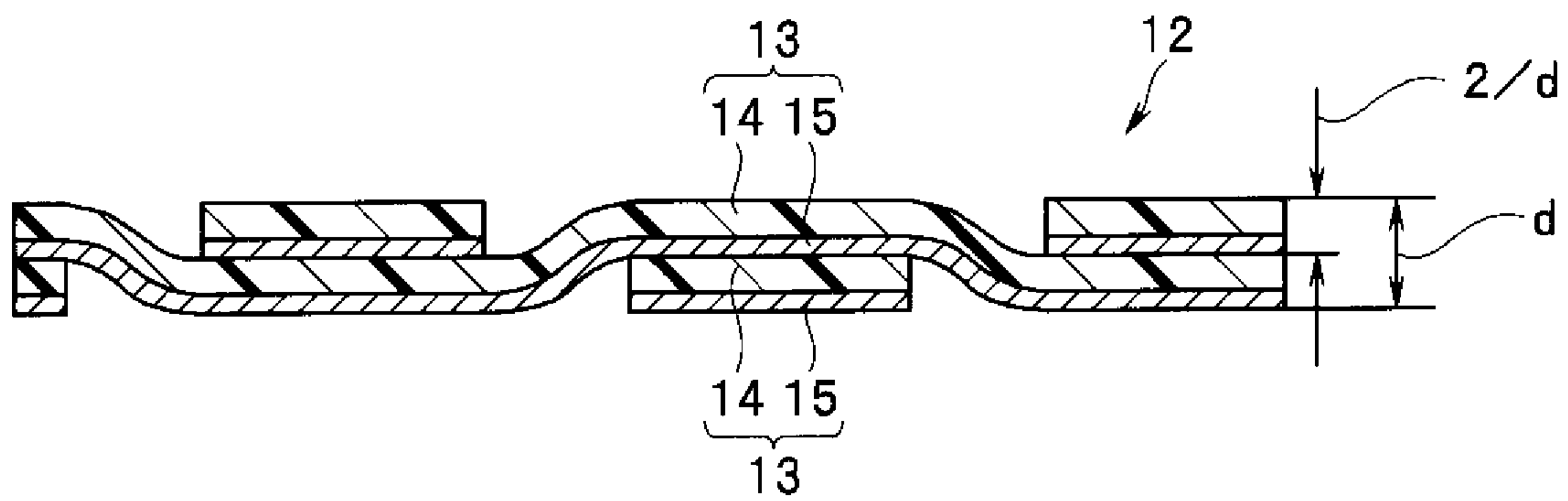
[図1C]



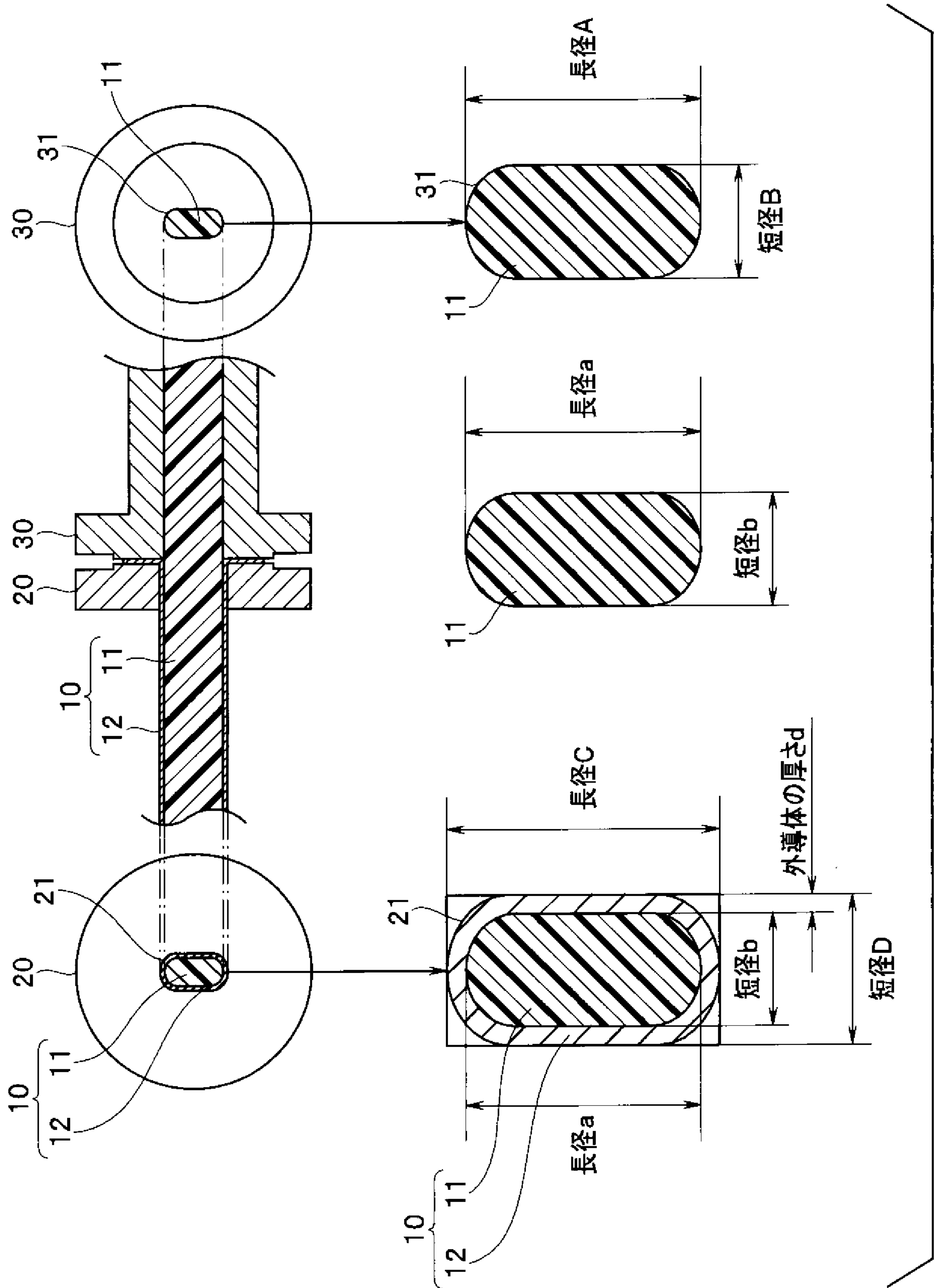
[図2A]



[図2B]

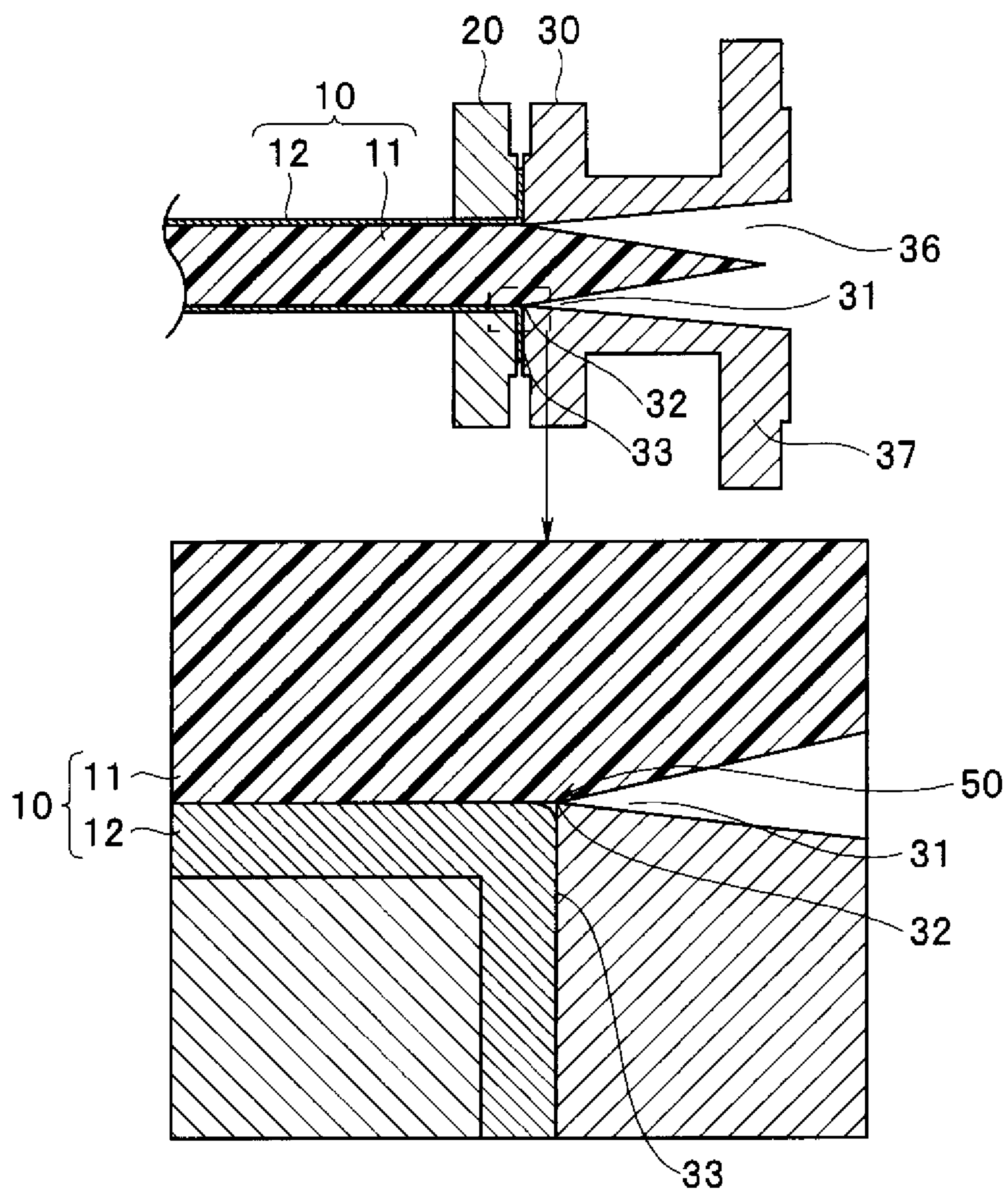


[図3]

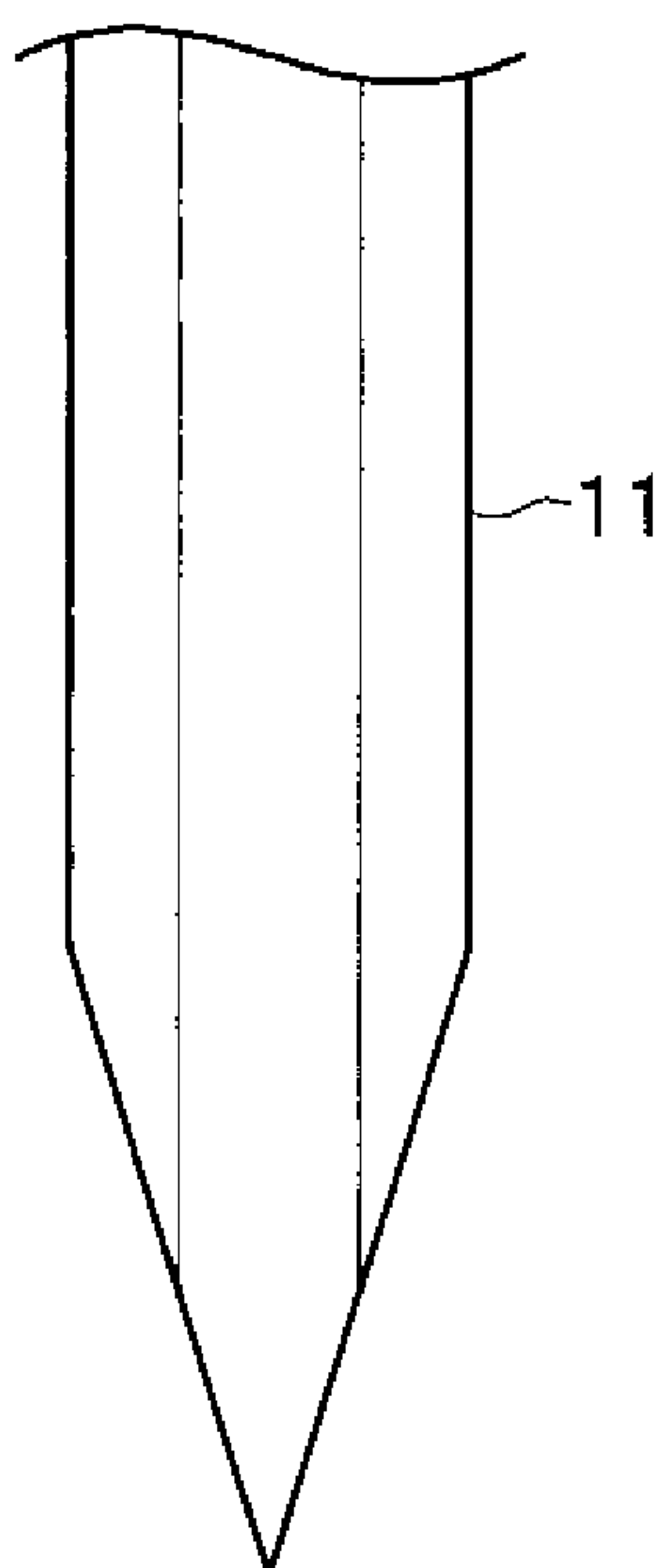




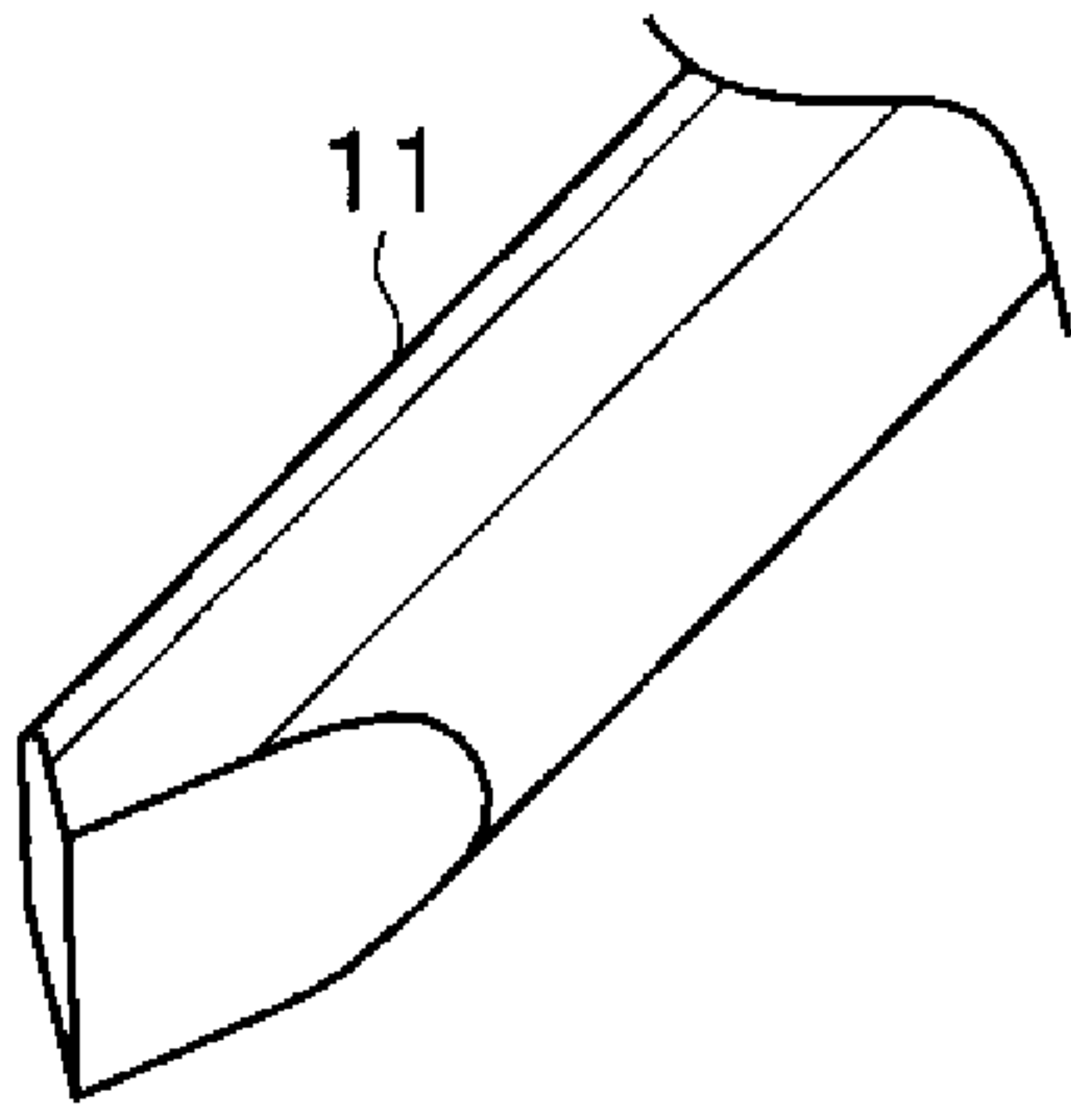
[図5]



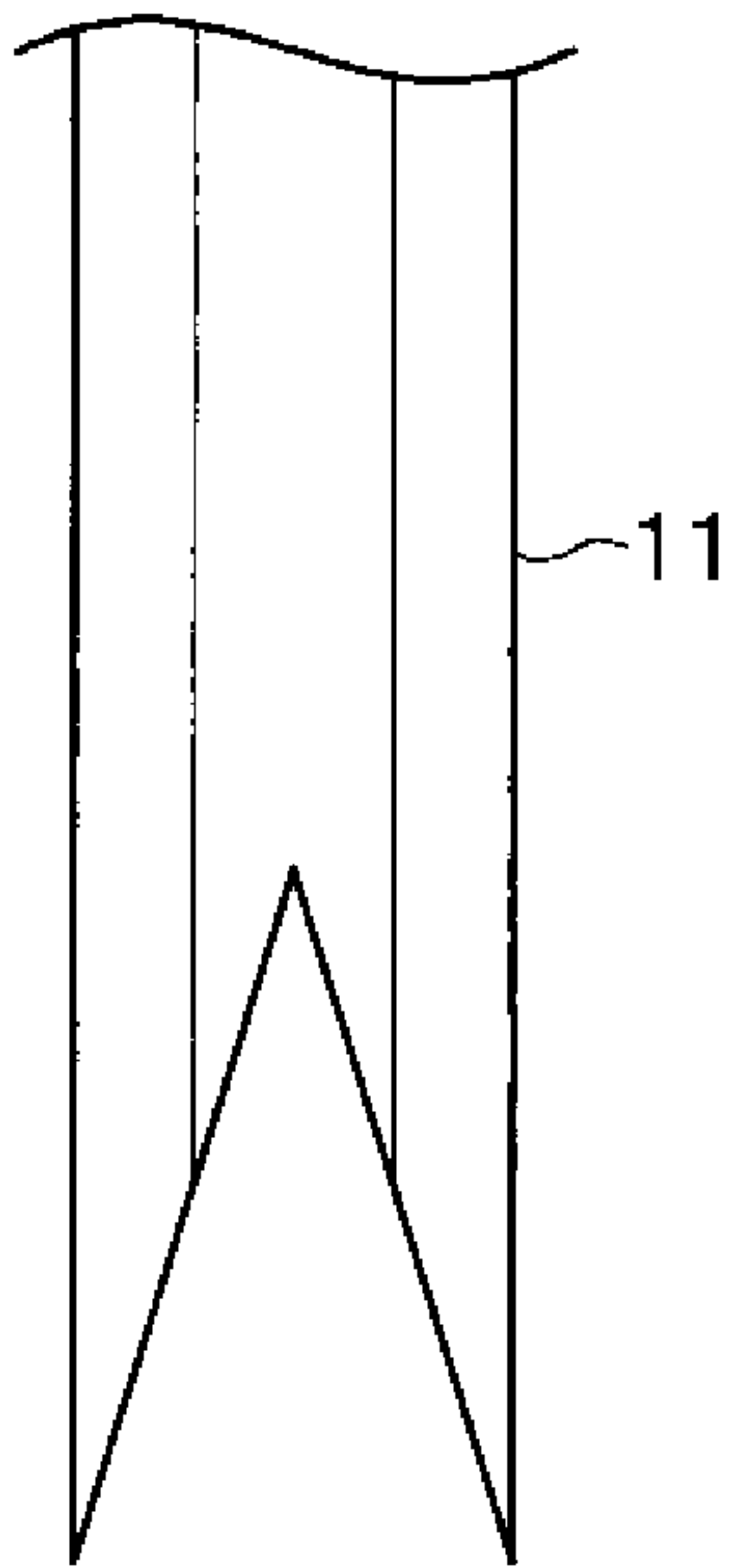
[図6A]



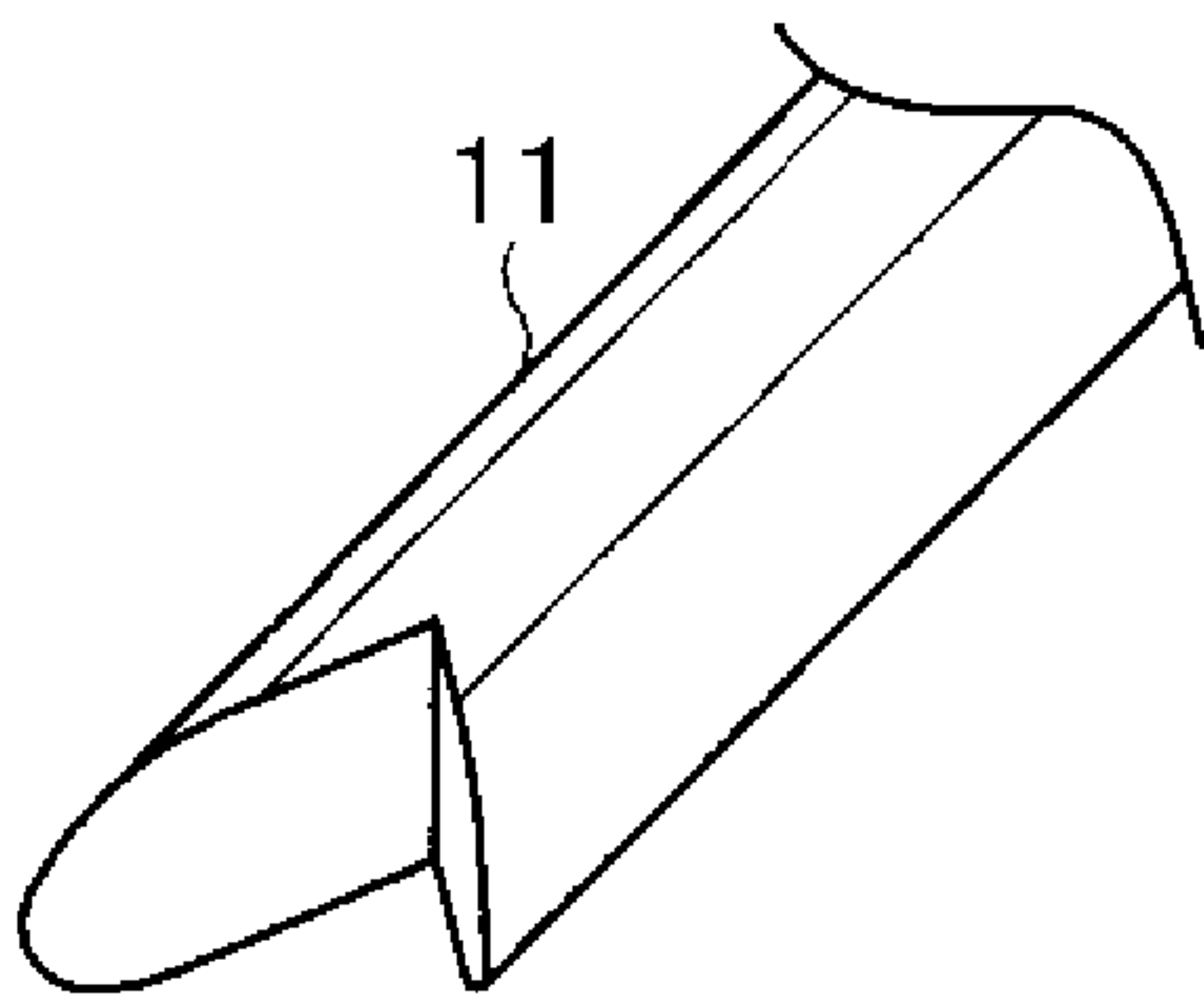
[図6B]



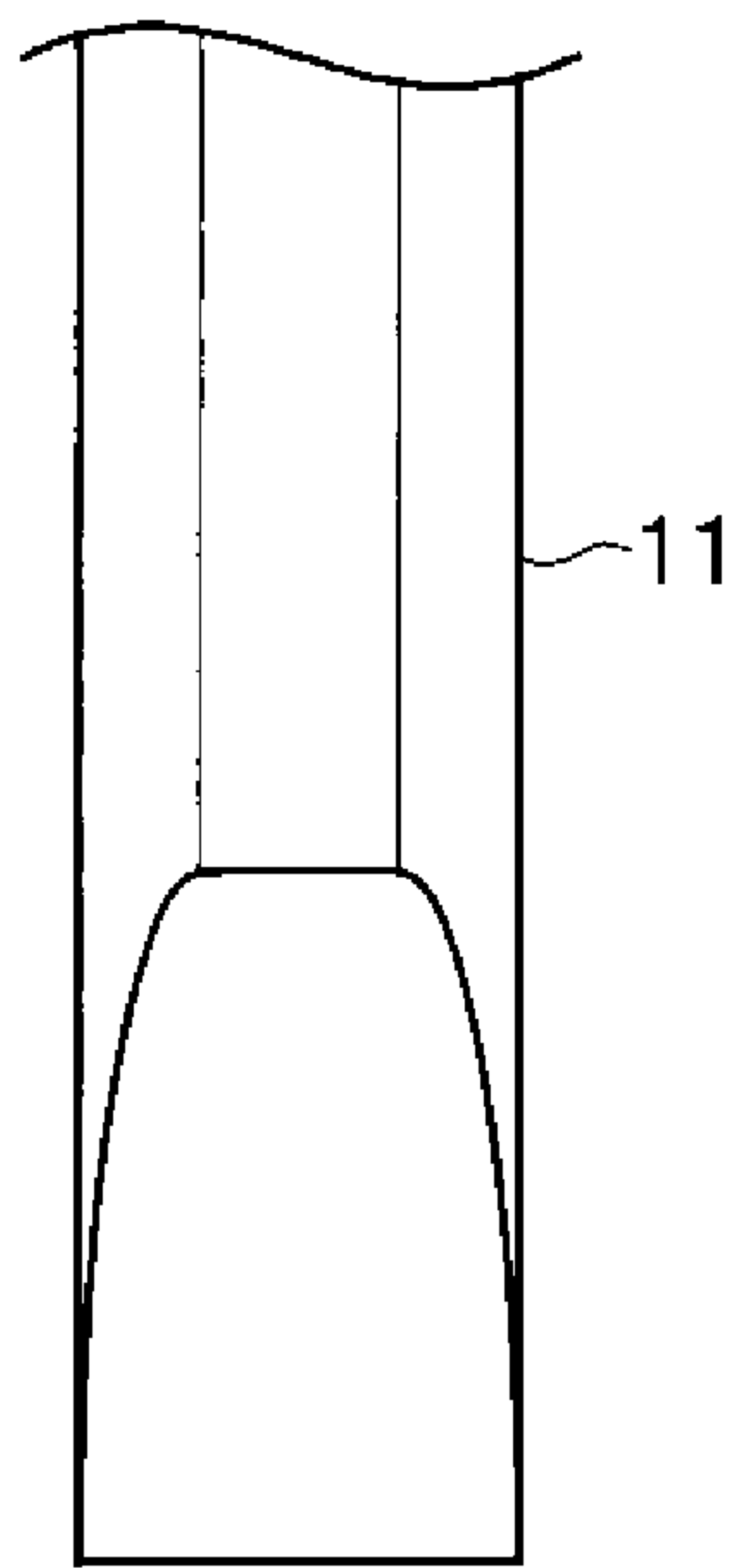
[図7A]



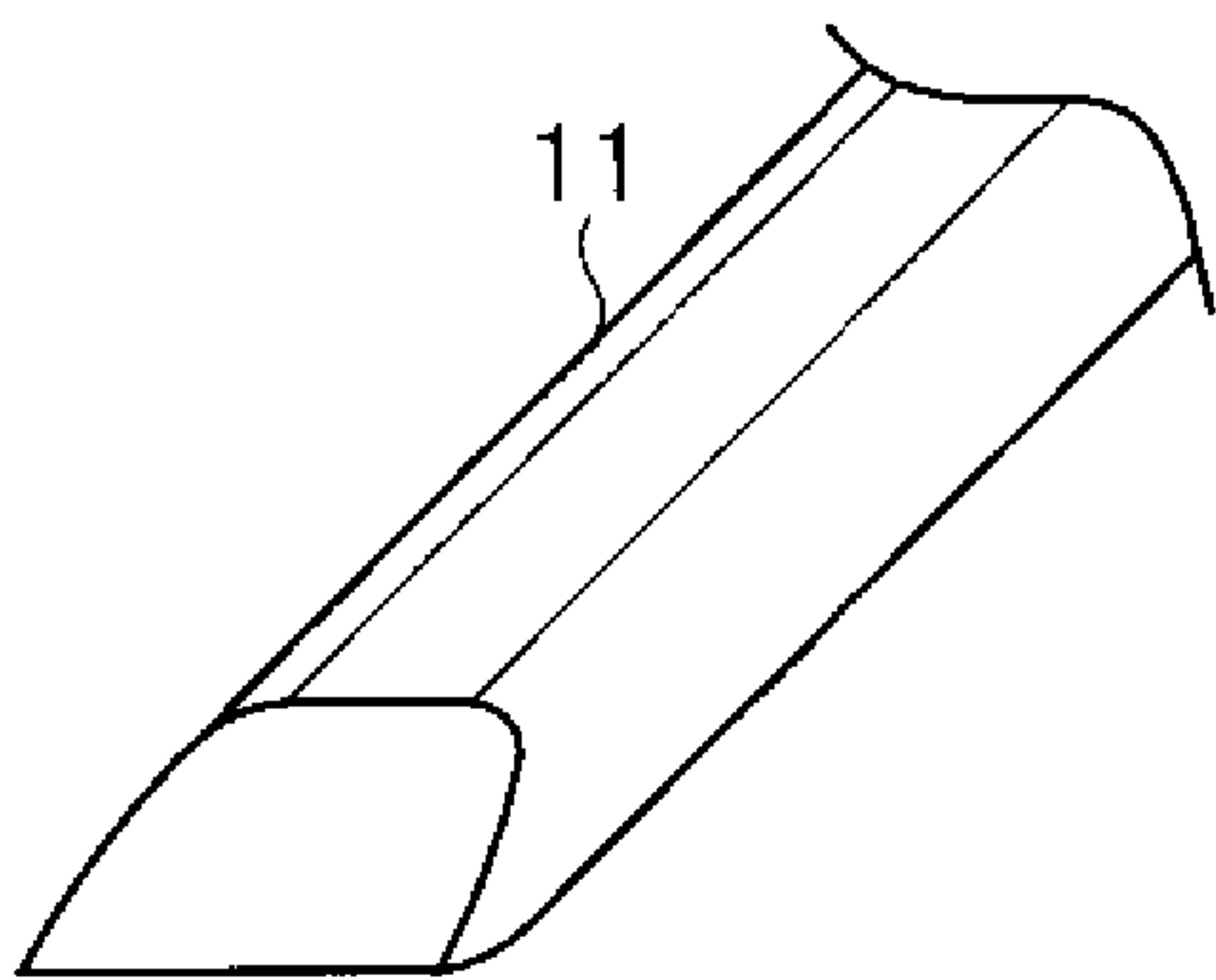
[図7B]



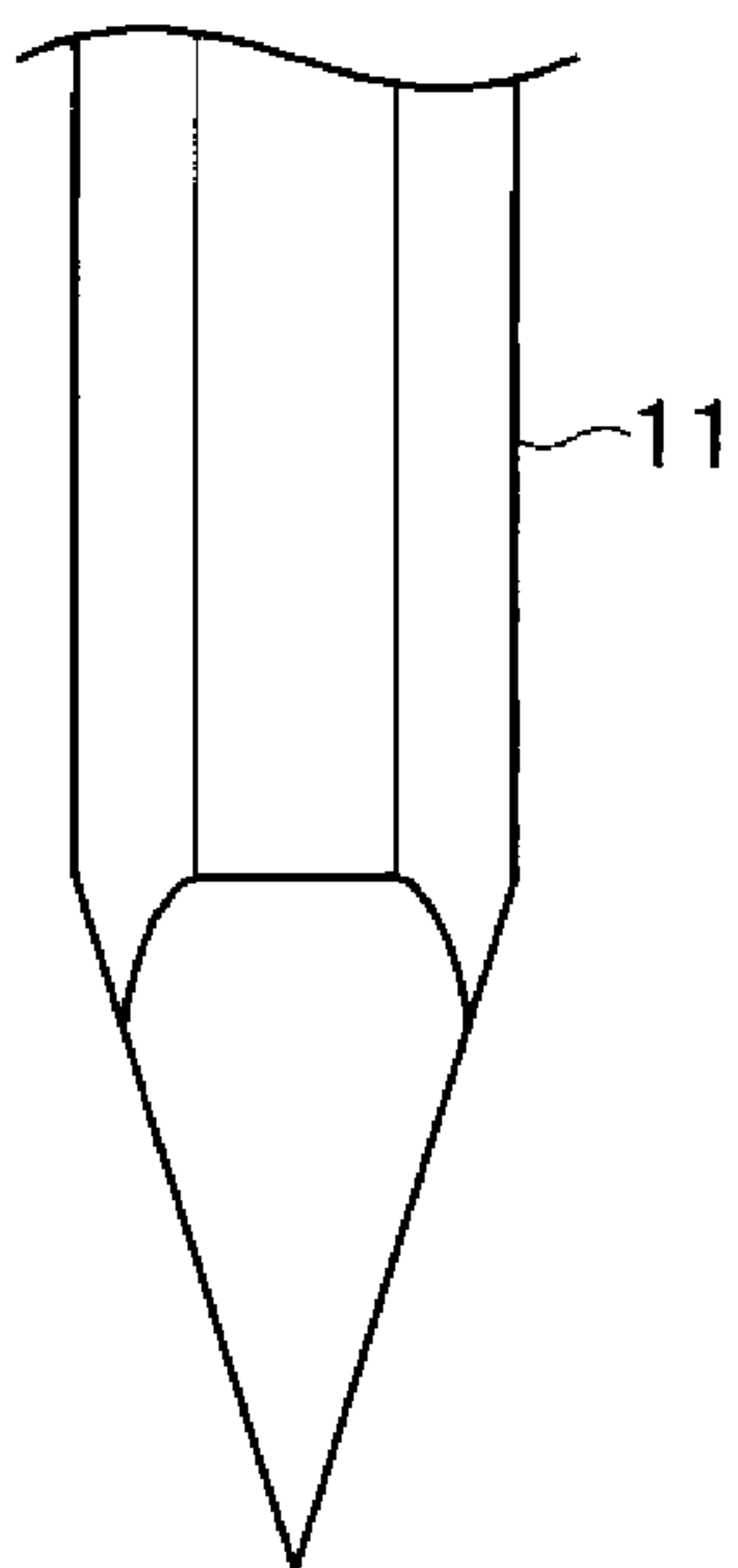
[図8A]



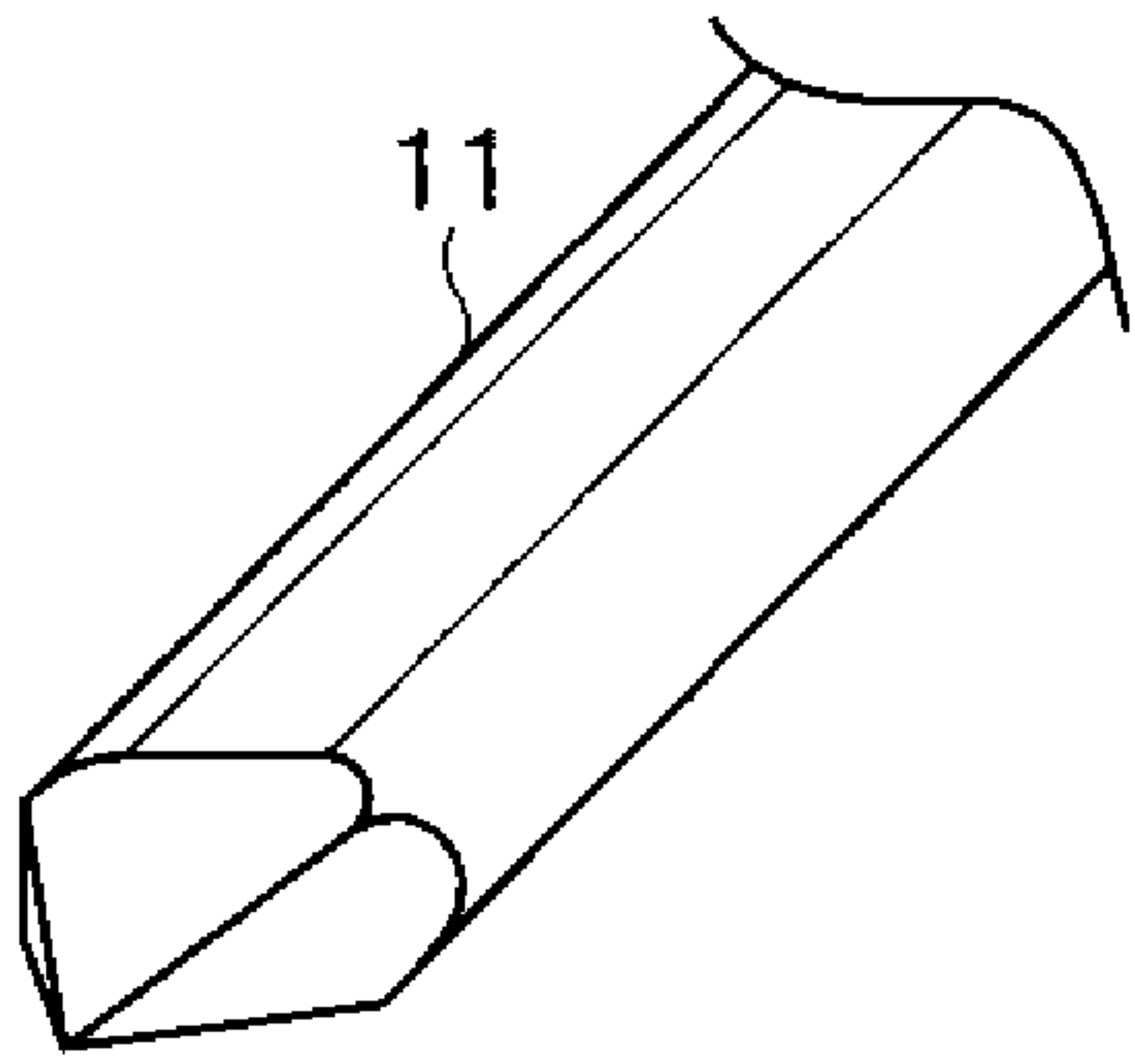
[図8B]



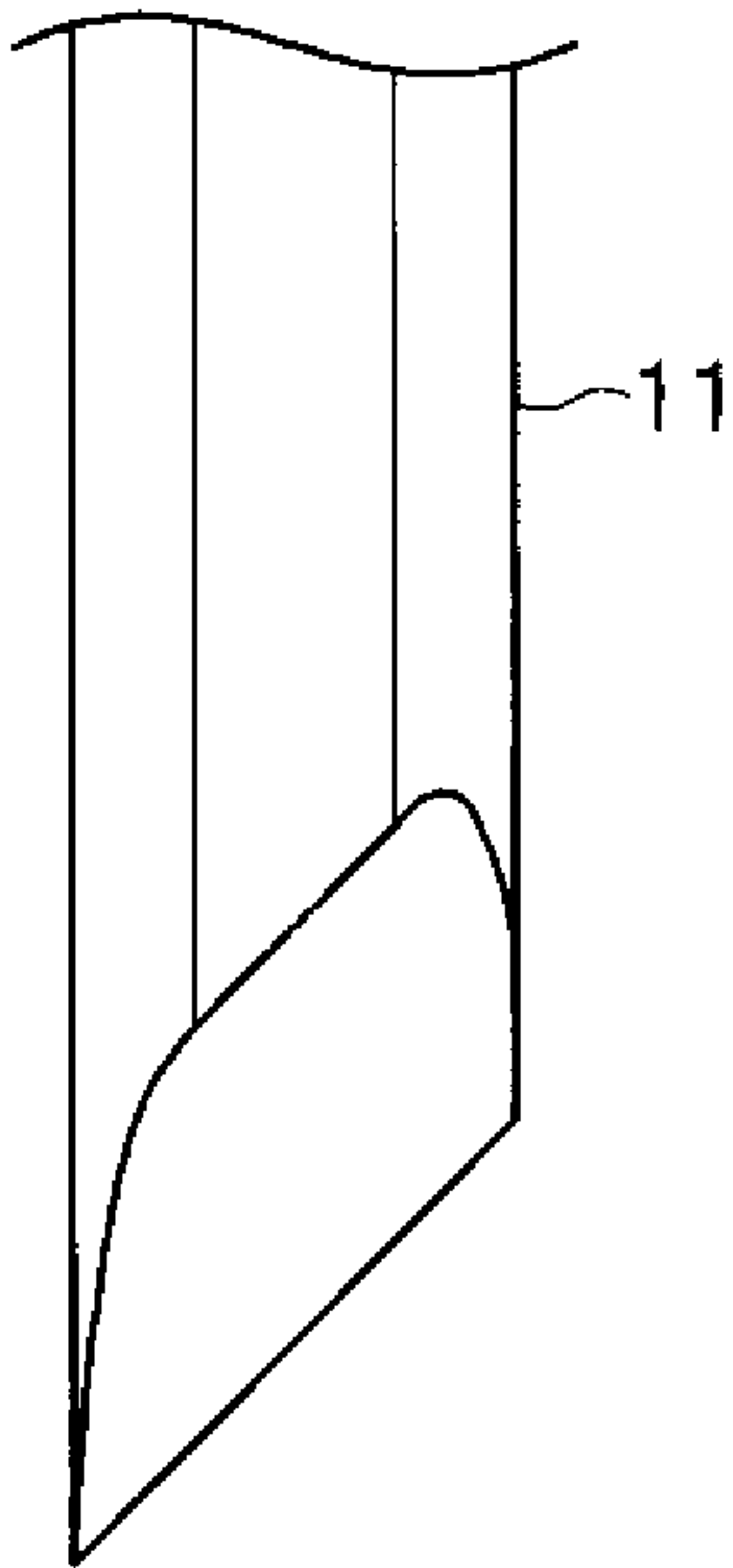
[図9A]



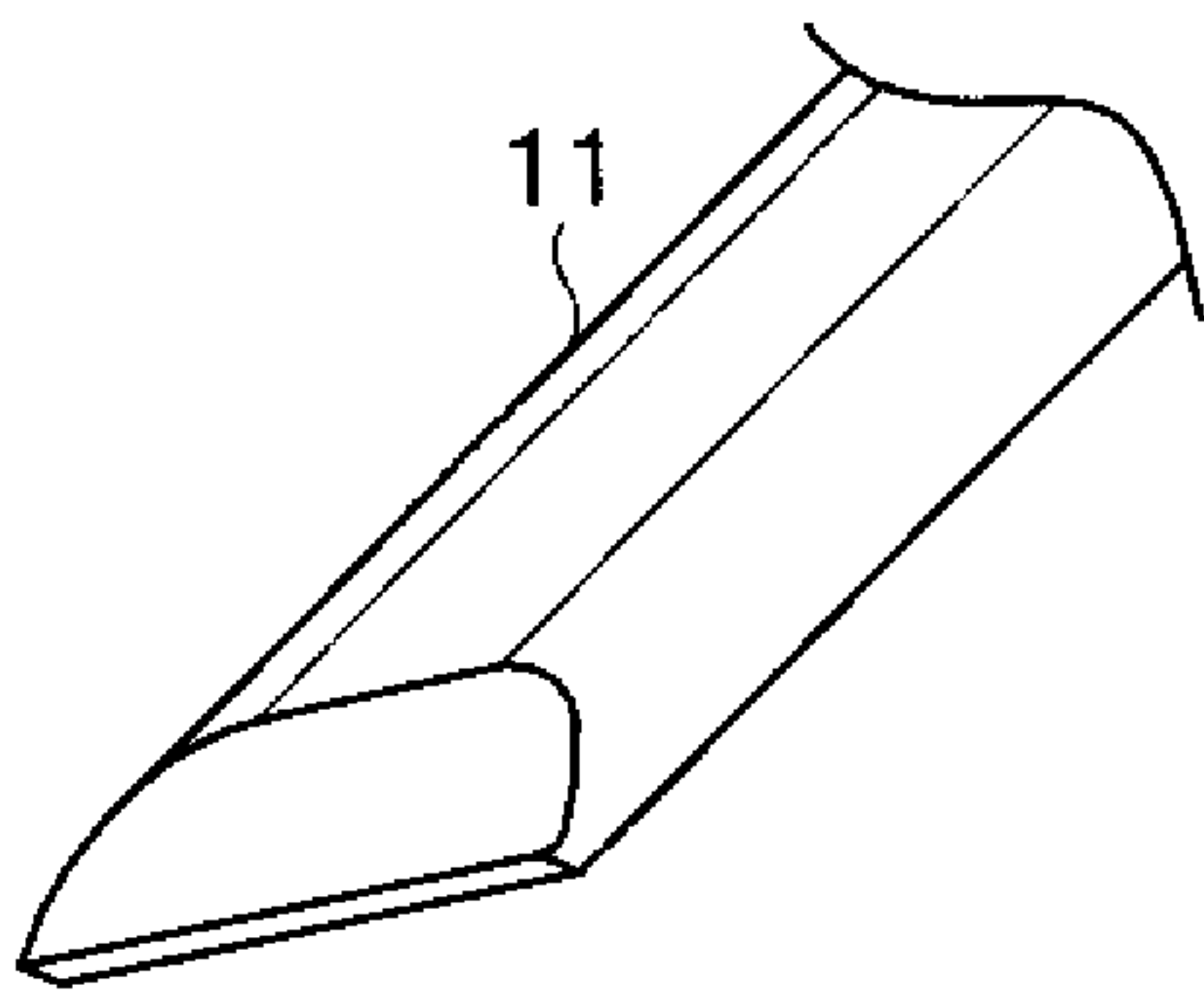
[図9B]



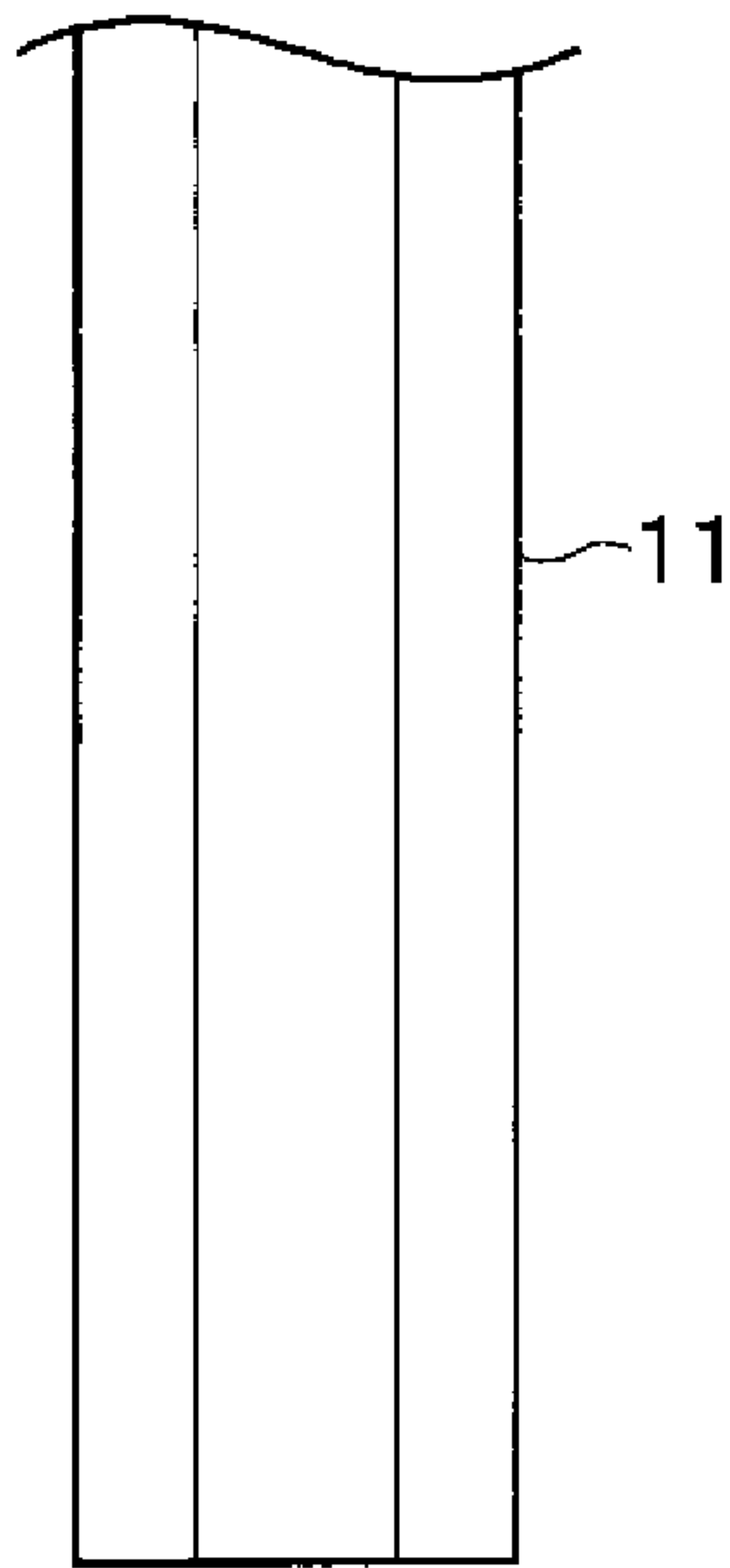
[図10A]



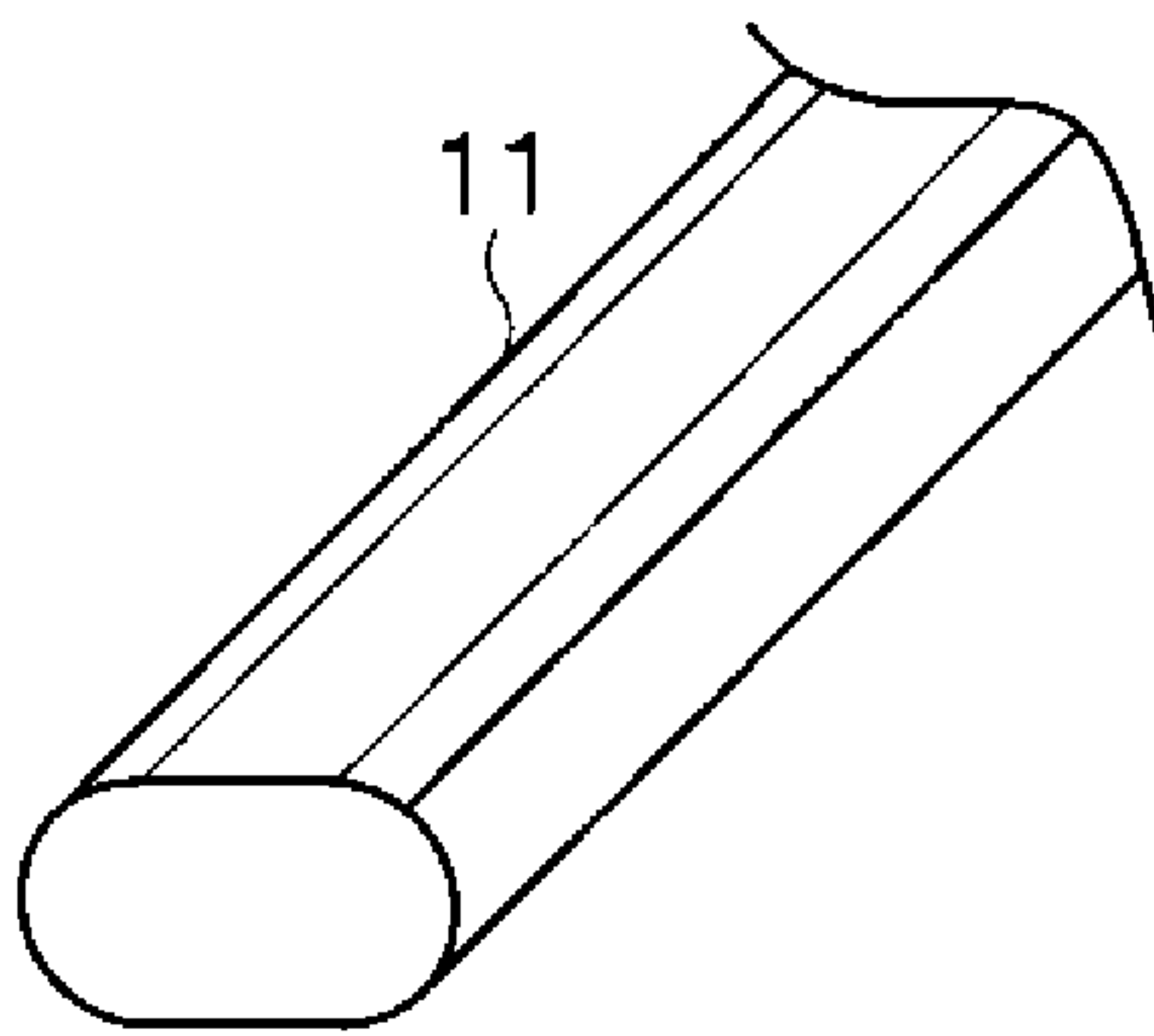
[図10B]



[図11A]



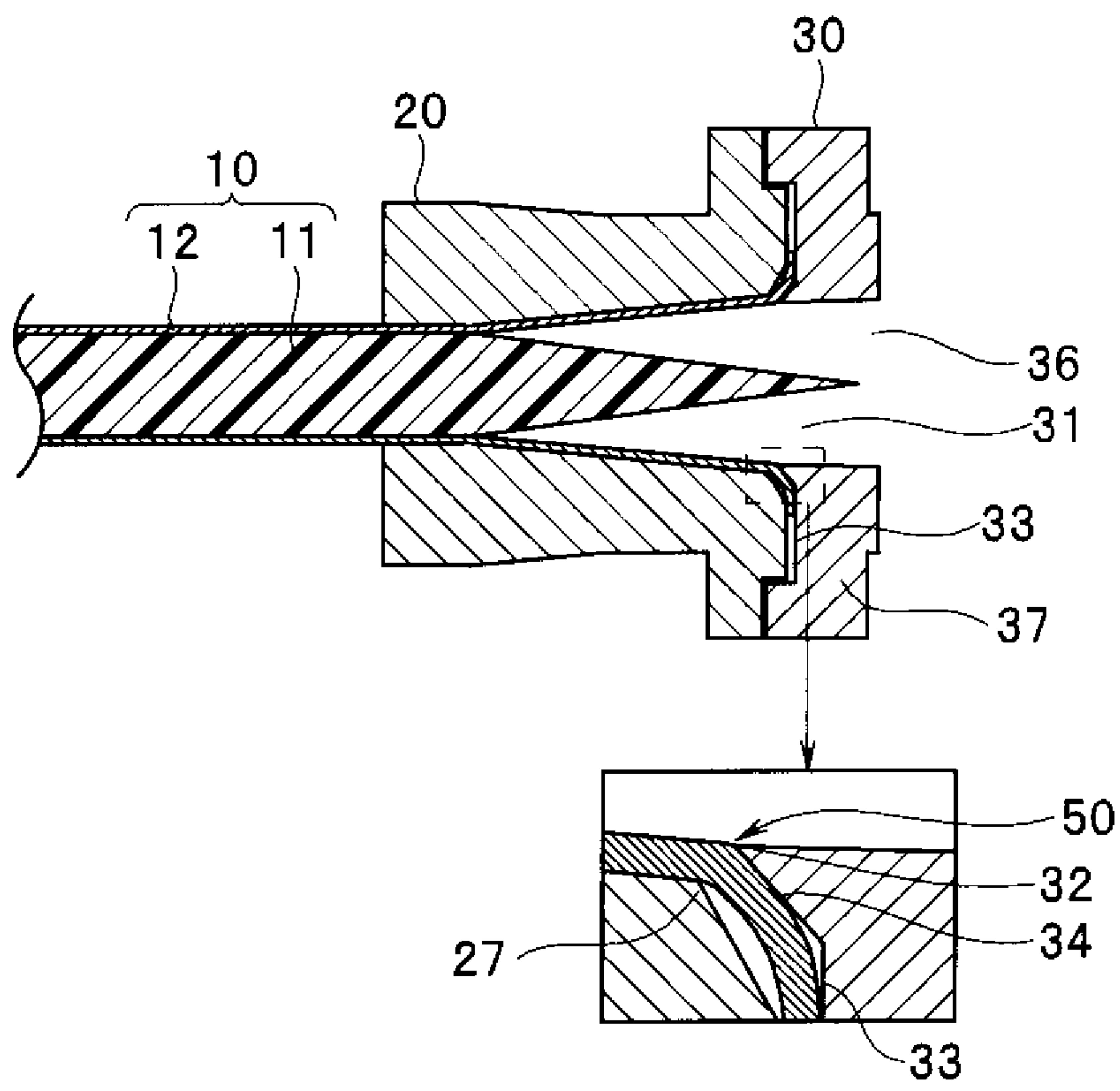
[図11B]



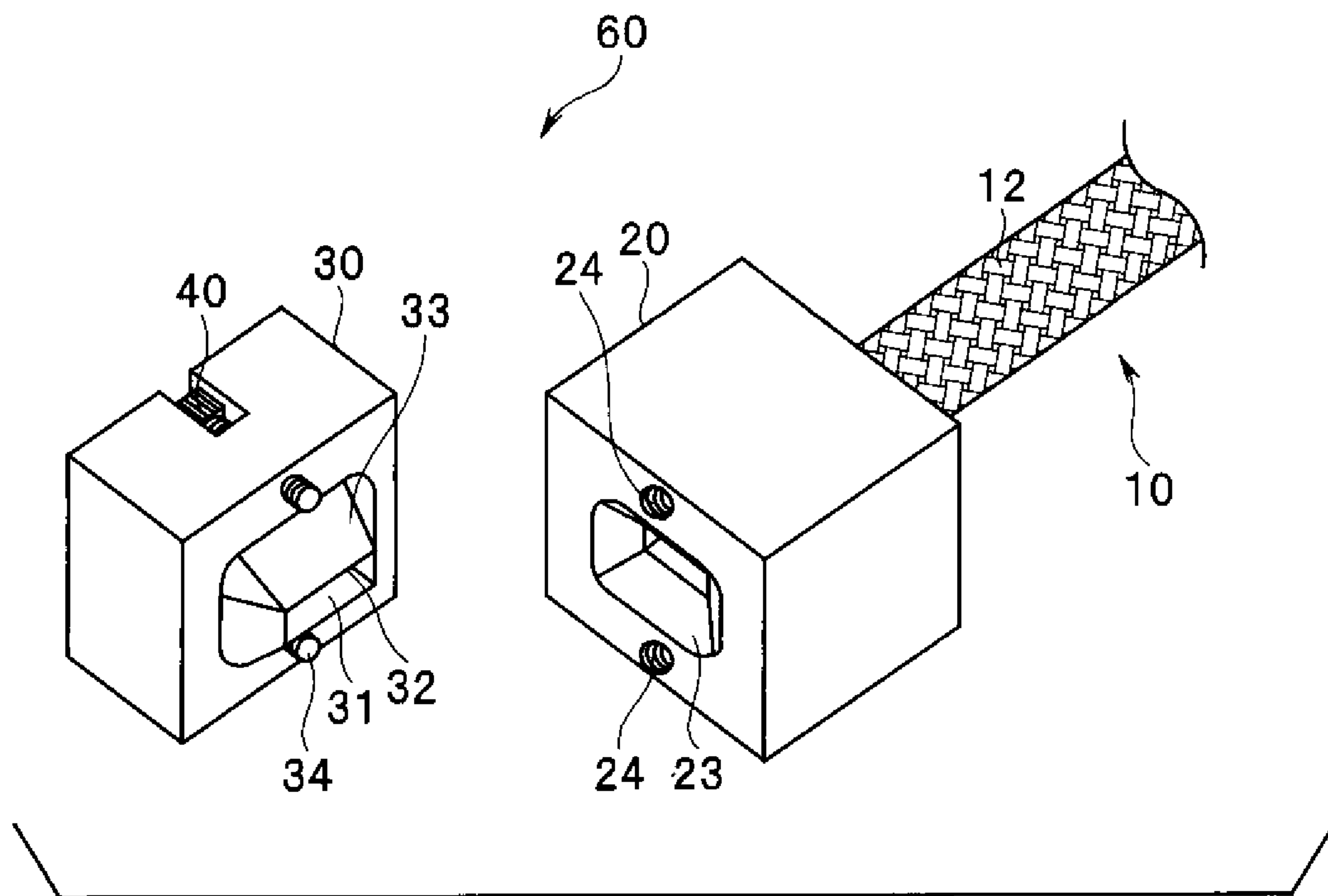
[図12]

誘電体の先端の形状	測定結果 (反射の大きさ)
比較例	-16.2 dB
構成例A	-28.4 dB
構成例B	-35.2 dB
構成例C	-35.2 dB
構成例D	-34.2 dB
構成例E	-42.3 dB

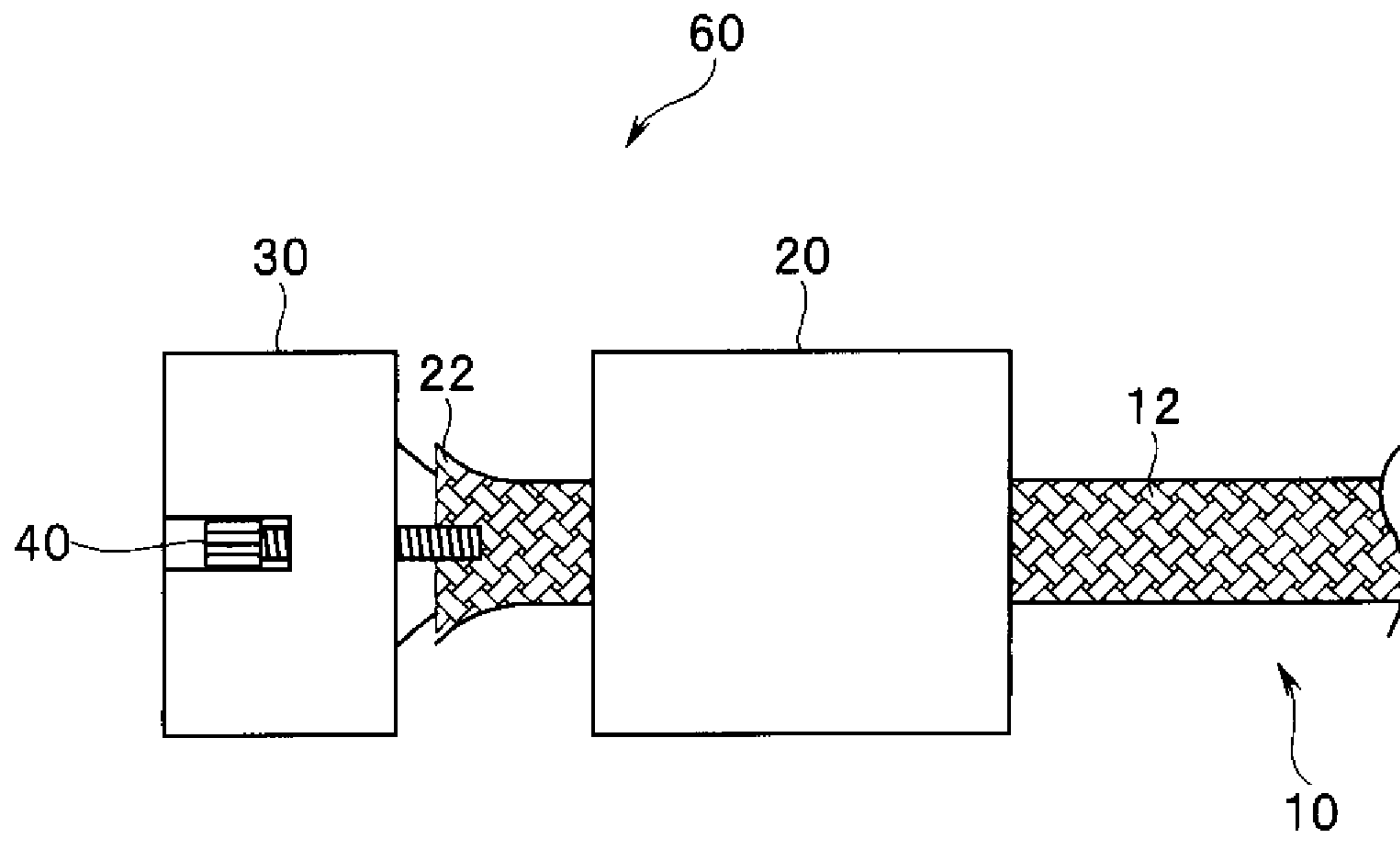
[図13]



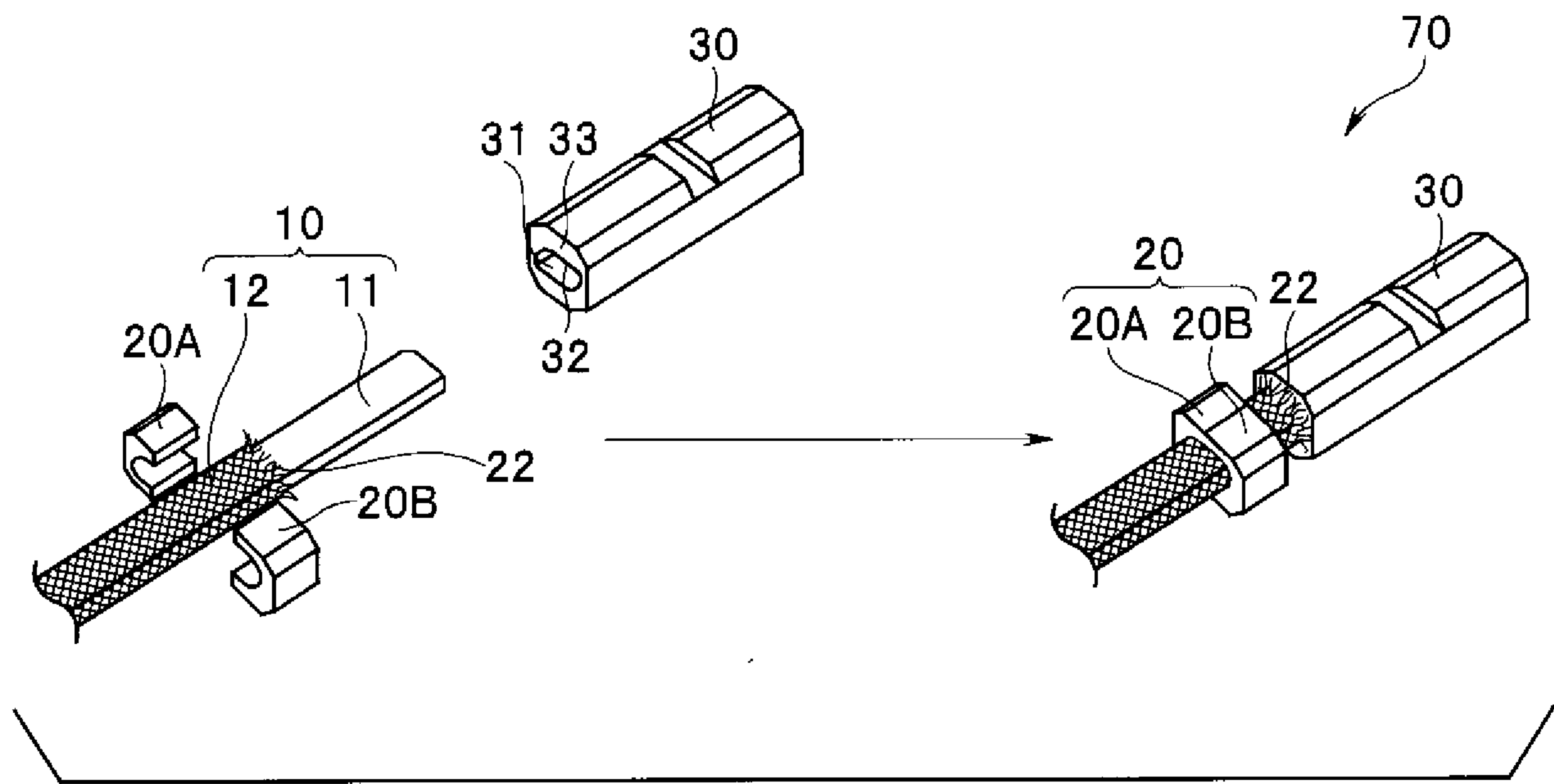
[図14A]



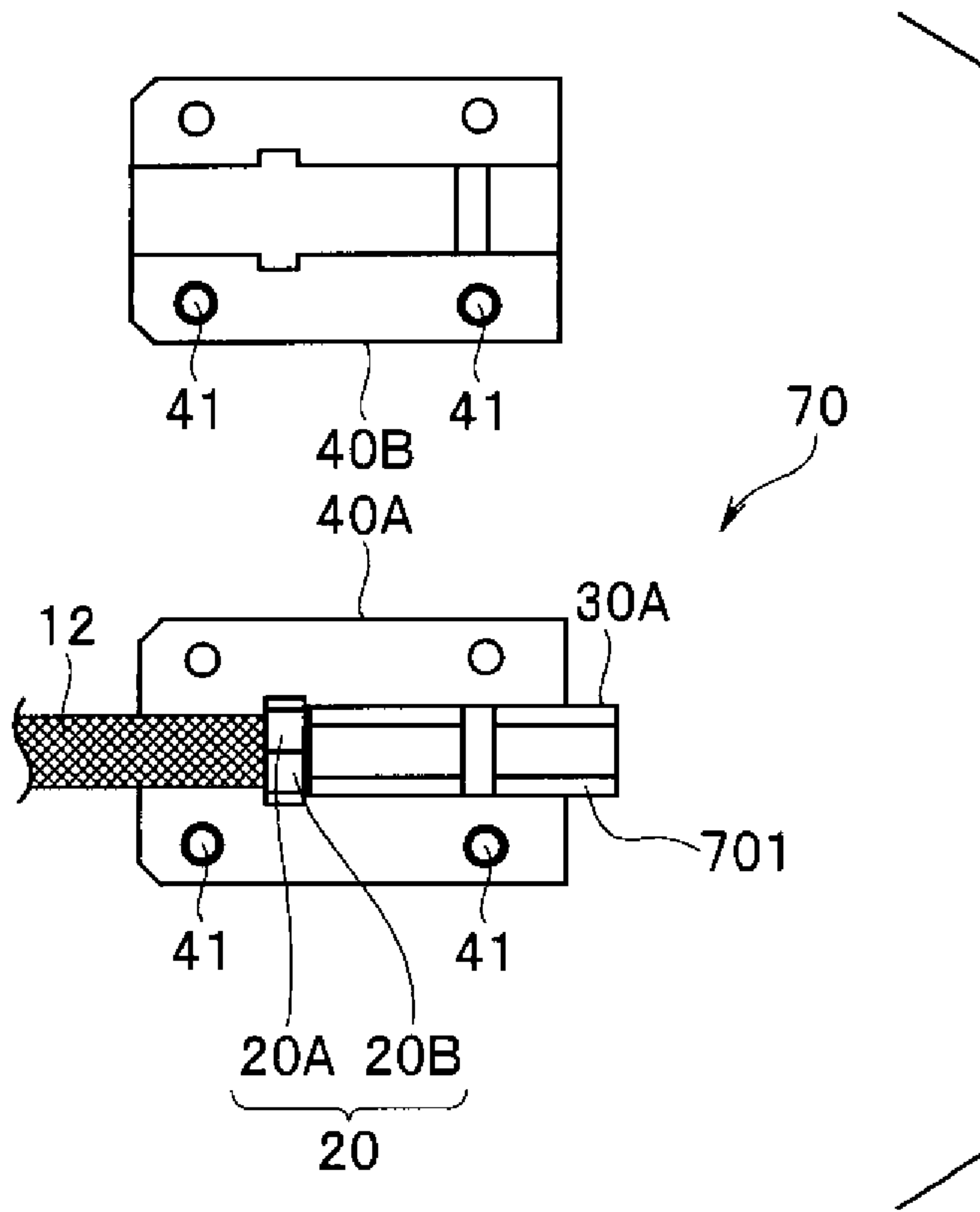
[図14B]



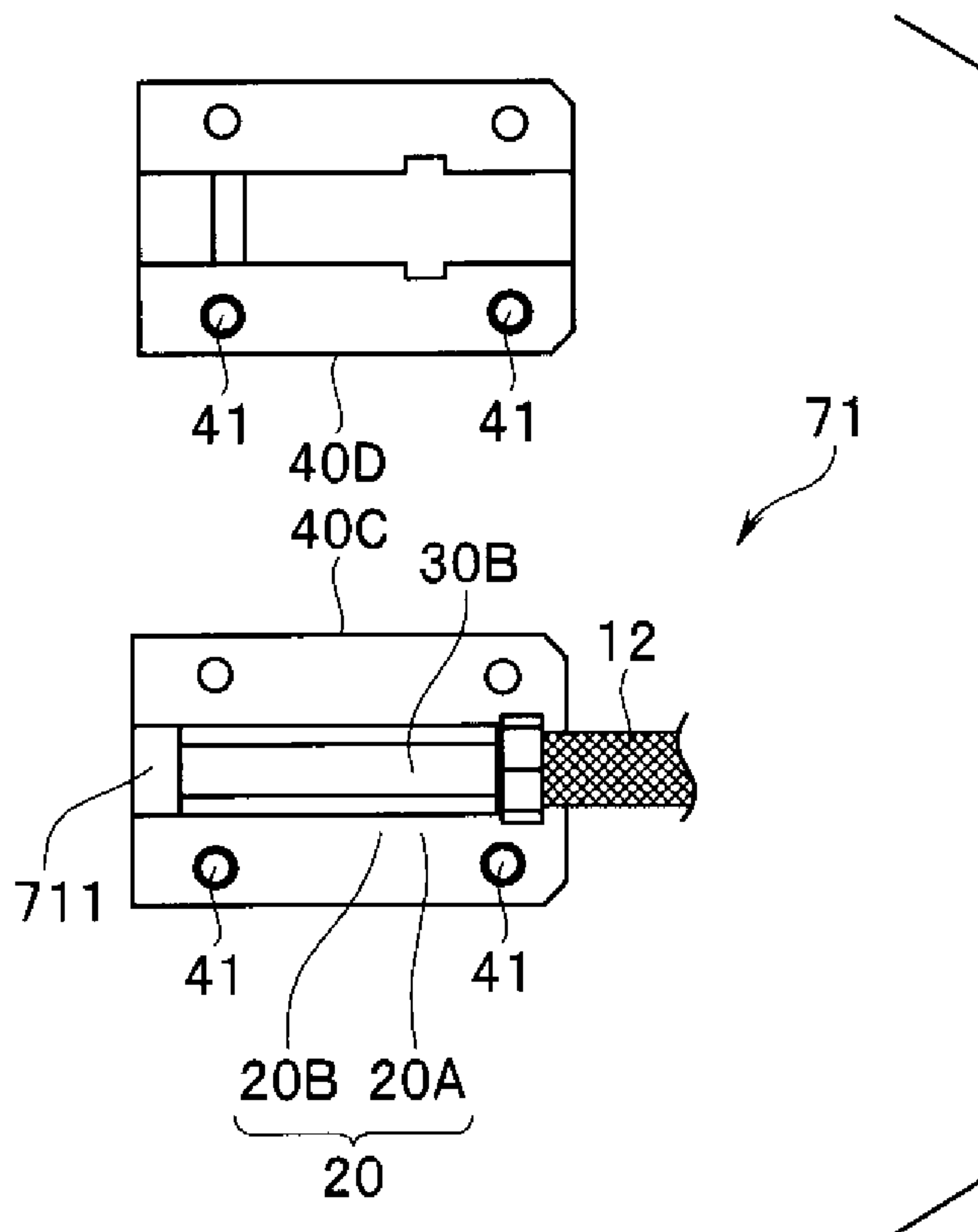
[図15A]



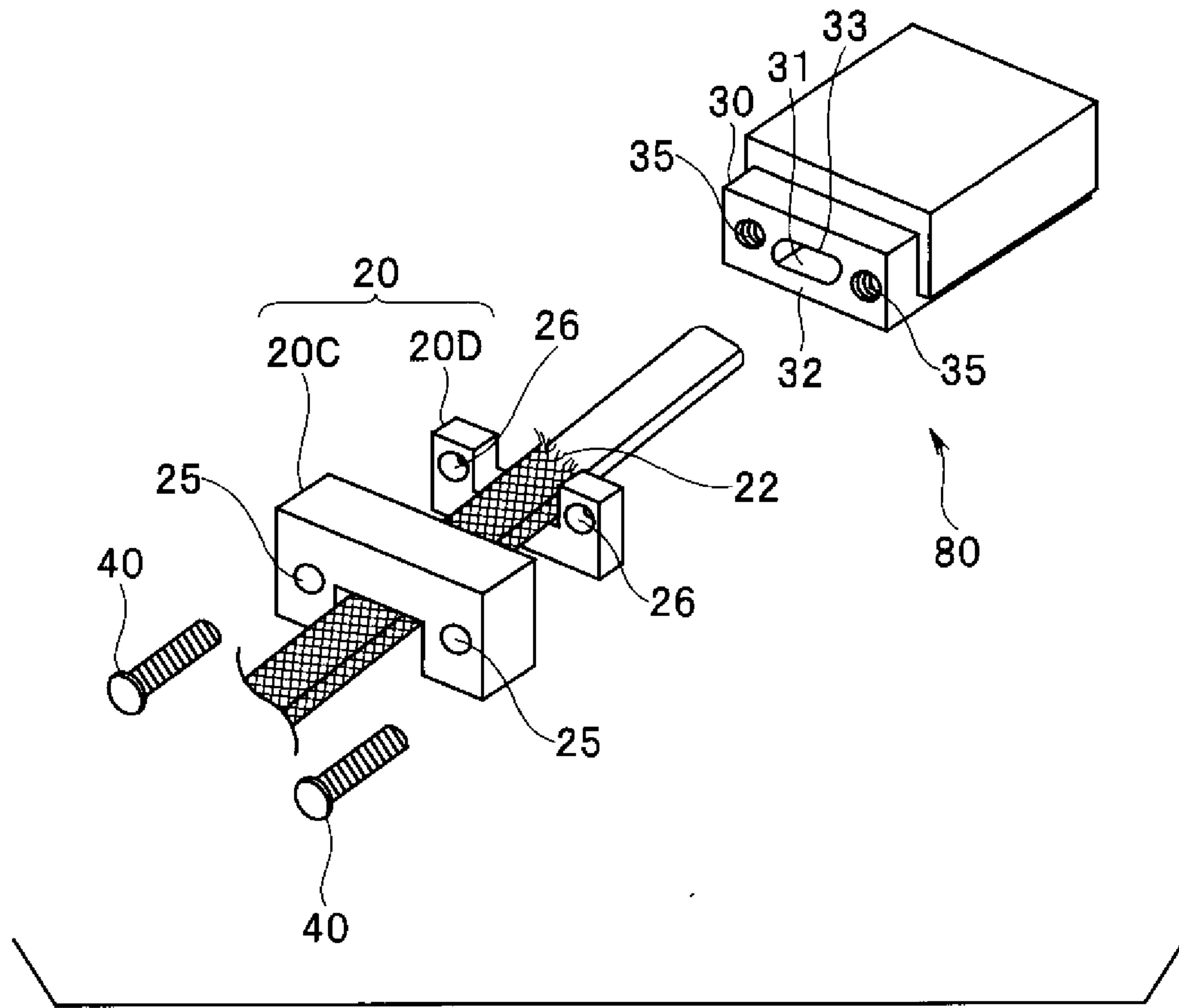
[図15B]



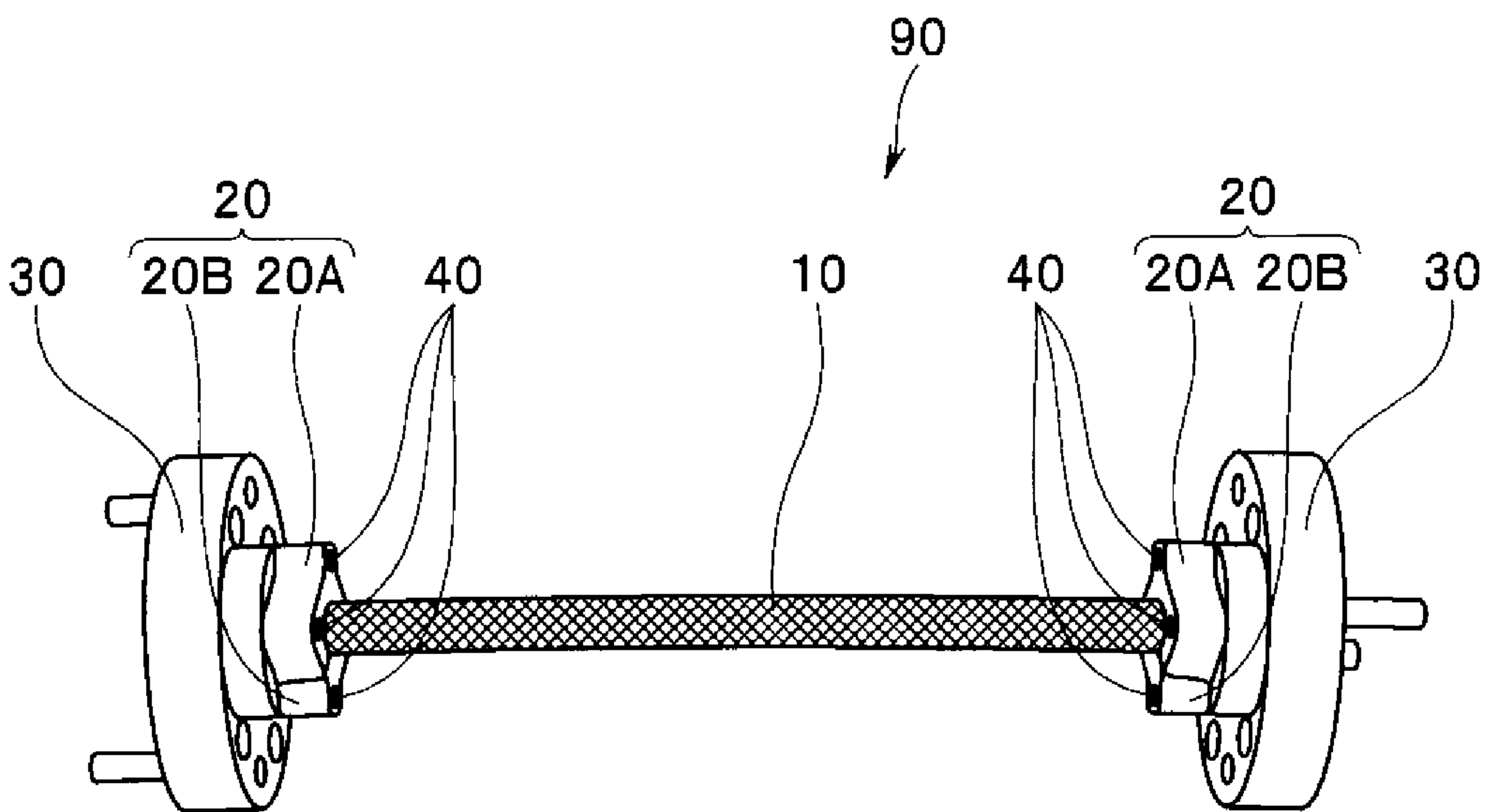
[図15C]



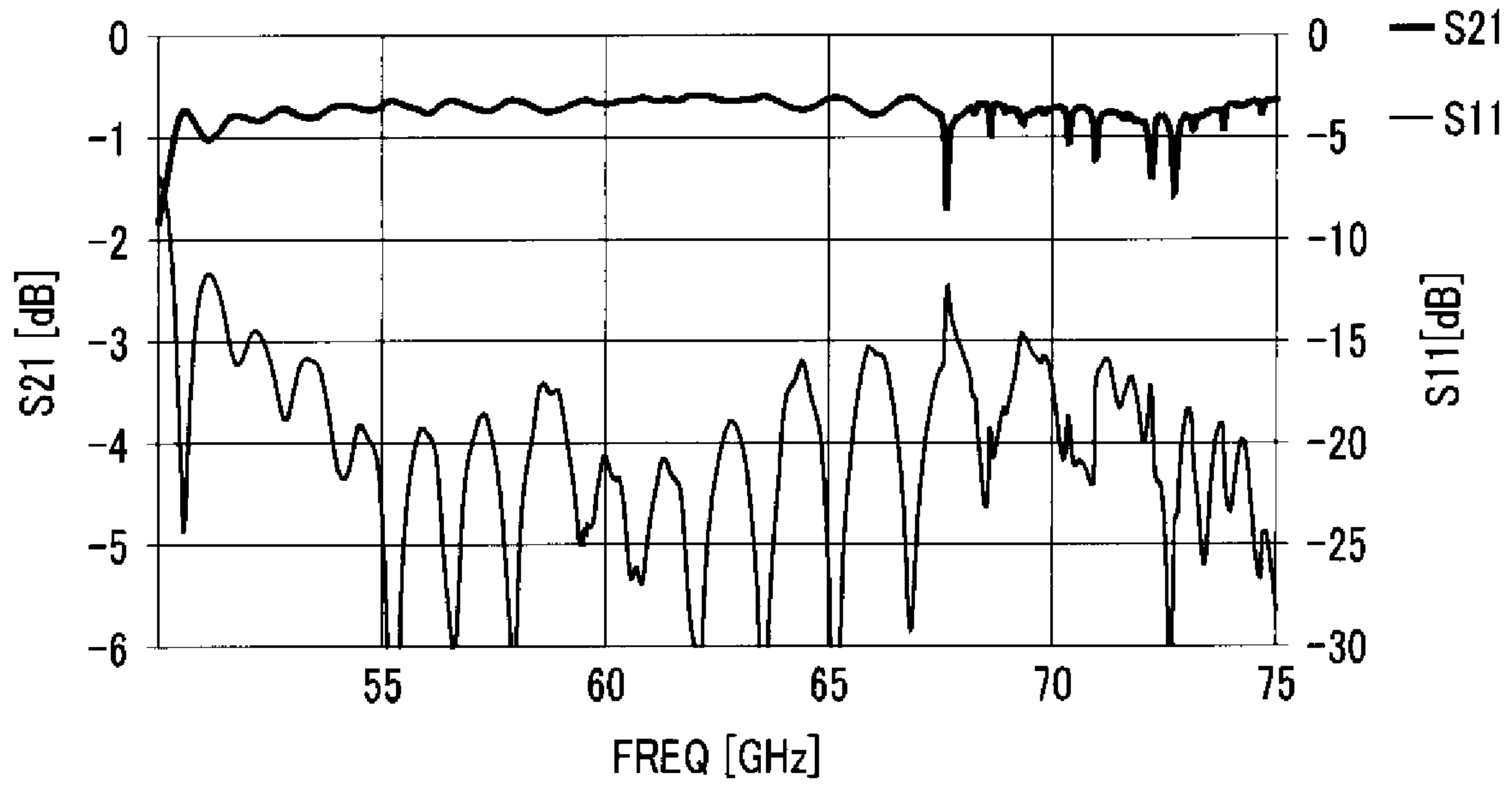
[図16]



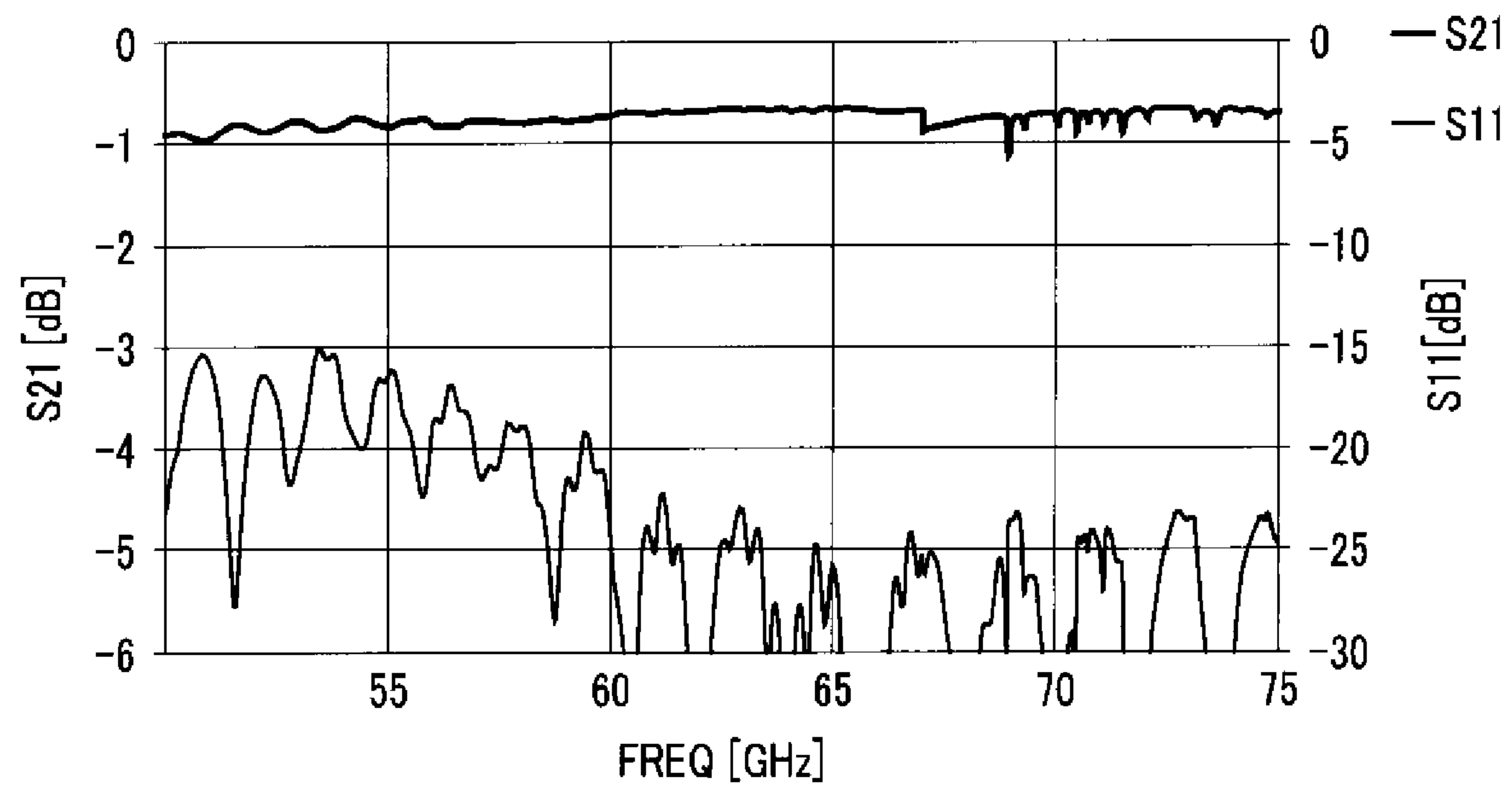
[図17]



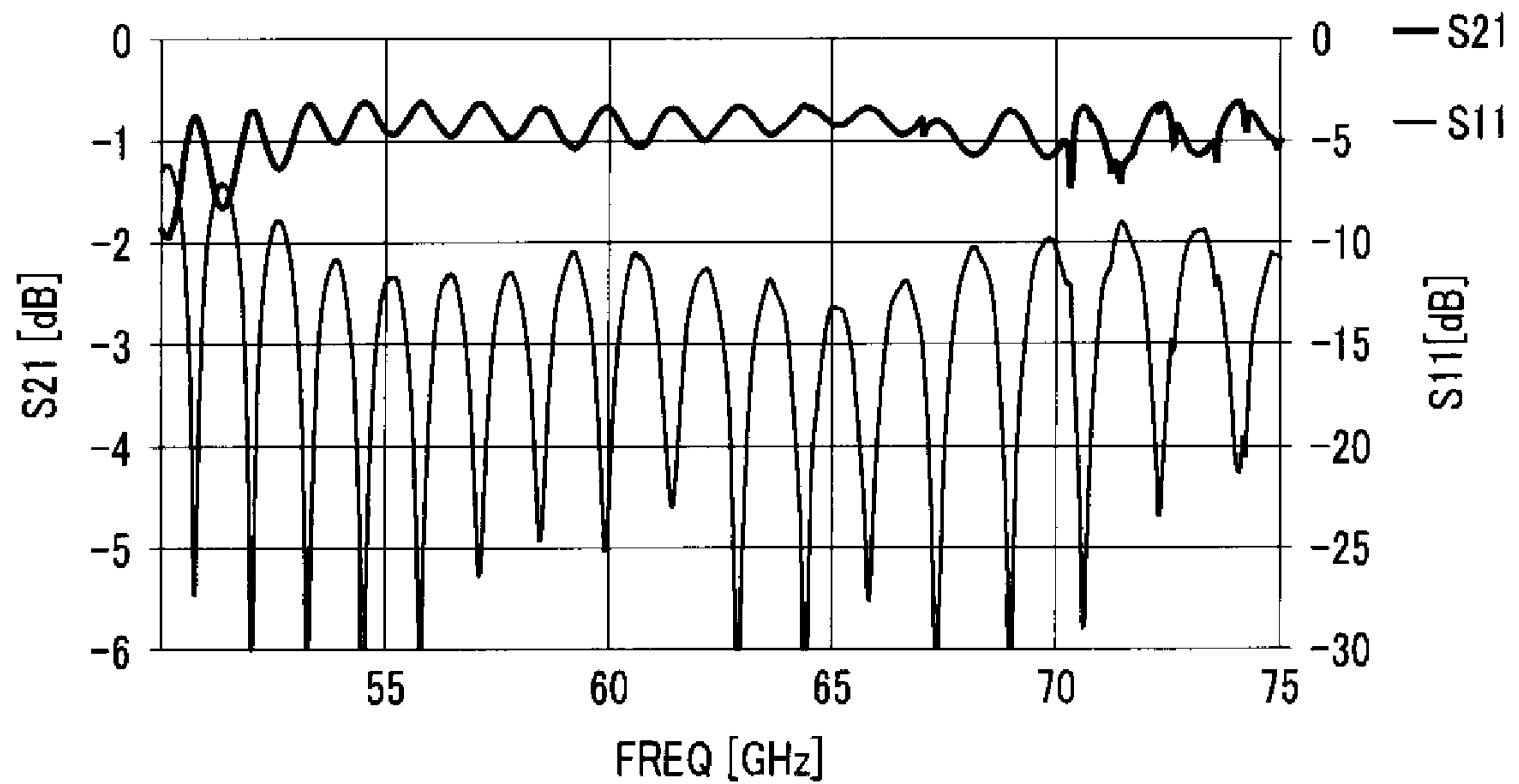
[圖18A]



[圖18B]



[圖18C]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2020/037991

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. H01P1/04(2006.01)i, H01P5/08(2006.01)i, H01P3/12(2006.01)i,  
H01P3/14(2006.01)i  
FI: H01P3/12200, H01P3/14, H01P5/08D, H01P1/04  
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)  
Int.Cl. H01P1/04, H01P5/08, H01P3/12, H01P3/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-44953 A (SONY CORPORATION) 03 March 2011 (2011-03-03)	1-15
A	JP 8-195605 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 30 July 1996 (1996-07-30)	1-15
A	US 2016/0126611 A1 (EMS WAVES LIMITED) 05 May 2016 (2016-05-05)	1-15
A	JP 2008-193481 A (HITACHI CABLE LTD.) 21 August 2008 (2008-08-21)	1-15
A	JP 2003-110313 A (ANDREW CORP.) 11 April 2003 (2003-04-11)	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search  
09 December 2020

Date of mailing of the international search report  
22 December 2020

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer  
  
Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/037991

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 041981/1978 (Laid-open No. 146144/1979) (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 11 October 1979 (1979-10-11)	1-15
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 97349/1983 (Laid-open No. 6302/1985) (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION, MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 17 January 1985 (1985-01-17)	1-15
A	JP 2017-147551 A (OSHIMA PROTOTYPE ENGINEERING CO.) 24 August 2017 (2017-08-24)	1-15

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/JP2020/037991

JP 2011-44953 A	03 March 2011	US 2011/0047588 A1 EP 2290740 A1
JP 8-195605 A	30 July 1996	(Family: none)
US 2016/0126611 A1	05 May 2016	WO 2014/188218 A1
JP 2008-193481 A	21 August 2008	(Family: none)
JP 2003-110313 A	11 April 2003	US 2003/0030503 A1 EP 1289048 A2
JP 54-146144 U1	11 October 1979	(Family: none)
JP 60-6302 U1	17 January 1985	(Family: none)
JP 2017-147551 A	24 August 2017	(Family: none)

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01P 1/04(2006.01)i; H01P 5/08(2006.01)i; H01P 3/12(2006.01)i; H01P 3/14(2006.01)i                  FI: H01P3/12 200; H01P3/14; H01P5/08 D; H01P1/04</p>																													
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01P1/04; H01P5/08; H01P3/12; H01P3/14</p> <p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table> <p>国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年																			
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																												
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年																												
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年																												
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年																												
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2011-44953 A (ソニー株式会社) 03.03.2011 (2011 - 03 - 03)</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 8-195605 A (日本電信電話株式会社) 30.07.1996 (1996 - 07 - 30)</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2016/0126611 A1 (EMS WAVES LIMITED) 05.05.2016 (2016 - 05 - 05)</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2008-193481 A (日立電線株式会社) 21.08.2008 (2008 - 08 - 21)</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2003-110313 A (アンドリュー・コーポレーション) 11.04.2003 (2003 - 04 - 11)</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>日本国実用新案登録出願53-041981号(日本国実用新案登録出願公開54-146144号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱電機株式会社) 11.10.1979 (1979-10-11)</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>日本国実用新案登録出願58-97349号(日本国実用新案登録出願公開60-6302号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日本電信電話株式会社, 三菱電機株式会社) 17.01.1985 (1985-01-17)</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2017-147551 A (株式会社雄鳥試作研究所) 24.08.2017 (2017 - 08 - 24)</td> <td>1-15</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	A	JP 2011-44953 A (ソニー株式会社) 03.03.2011 (2011 - 03 - 03)	1-15	A	JP 8-195605 A (日本電信電話株式会社) 30.07.1996 (1996 - 07 - 30)	1-15	A	US 2016/0126611 A1 (EMS WAVES LIMITED) 05.05.2016 (2016 - 05 - 05)	1-15	A	JP 2008-193481 A (日立電線株式会社) 21.08.2008 (2008 - 08 - 21)	1-15	A	JP 2003-110313 A (アンドリュー・コーポレーション) 11.04.2003 (2003 - 04 - 11)	1-15	A	日本国実用新案登録出願53-041981号(日本国実用新案登録出願公開54-146144号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱電機株式会社) 11.10.1979 (1979-10-11)	1-15	A	日本国実用新案登録出願58-97349号(日本国実用新案登録出願公開60-6302号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日本電信電話株式会社, 三菱電機株式会社) 17.01.1985 (1985-01-17)	1-15	A	JP 2017-147551 A (株式会社雄鳥試作研究所) 24.08.2017 (2017 - 08 - 24)	1-15
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号																											
A	JP 2011-44953 A (ソニー株式会社) 03.03.2011 (2011 - 03 - 03)	1-15																											
A	JP 8-195605 A (日本電信電話株式会社) 30.07.1996 (1996 - 07 - 30)	1-15																											
A	US 2016/0126611 A1 (EMS WAVES LIMITED) 05.05.2016 (2016 - 05 - 05)	1-15																											
A	JP 2008-193481 A (日立電線株式会社) 21.08.2008 (2008 - 08 - 21)	1-15																											
A	JP 2003-110313 A (アンドリュー・コーポレーション) 11.04.2003 (2003 - 04 - 11)	1-15																											
A	日本国実用新案登録出願53-041981号(日本国実用新案登録出願公開54-146144号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱電機株式会社) 11.10.1979 (1979-10-11)	1-15																											
A	日本国実用新案登録出願58-97349号(日本国実用新案登録出願公開60-6302号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日本電信電話株式会社, 三菱電機株式会社) 17.01.1985 (1985-01-17)	1-15																											
A	JP 2017-147551 A (株式会社雄鳥試作研究所) 24.08.2017 (2017 - 08 - 24)	1-15																											
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>																													
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献																
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの																												
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの																												
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの																												
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献																												
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献																													
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献																													
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日																												
09.12.2020	22.12.2020																												
名称及びあて先	権限のある職員（特許庁審査官）																												
日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	福田 正悟 5K 3861																												
	電話番号 03-3581-1101 内線 3556																												

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/037991

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2011-44953	A	03.03.2011	US	2011/0047588	A1	
				EP	2290740	A1	
JP	8-195605	A	30.07.1996	(ファミリーなし)			
US	2016/0126611	A1	05.05.2016	WO	2014/188218	A1	
JP	2008-193481	A	21.08.2008	(ファミリーなし)			
JP	2003-110313	A	11.04.2003	US	2003/0030503	A1	
				EP	1289048	A2	
JP	54-146144	U1	11.10.1979	(ファミリーなし)			
JP	60-6302	U1	17.01.1985	(ファミリーなし)			
JP	2017-147551	A	24.08.2017	(ファミリーなし)			