

(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 2021/131171 A1

(51) 国際特許分類:

H01S 5/022 (2021.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2020/033897

(22) 国際出願日:

2020年9月8日(08.09.2020)

(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 2019-236440 2019年12月26日(26.12.2019) JP

特願 2020-114674 2020年7月2日(02.07.2020) JP

(71) 出願人: 日亜化学工業株式会社 (NICHIA CORPORATION) [JP/JP]; 〒7748601 徳島県阿南市上中町岡491番地100 Tokushima (JP).

(72) 発明者: 出島 範宏 (DEJIMA Norihiro); 〒7748601 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内 Tokushima (JP). 竹田 英明 (TAKEDA Hideaki); 〒7748601 徳島県阿南市上中町岡491番地100

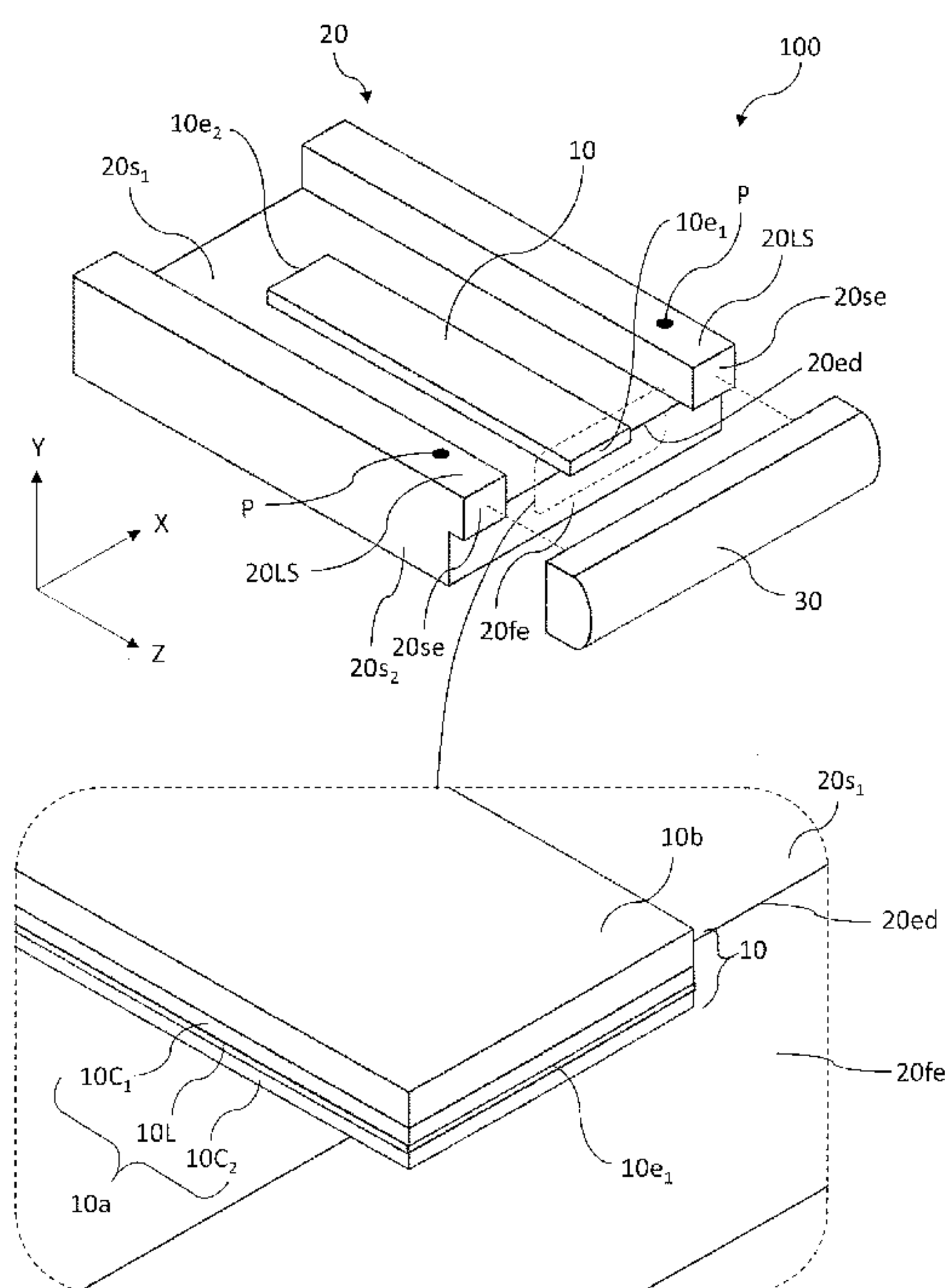
日亜化学工業株式会社内 Tokushima (JP). 松尾 英典 (MATSUO Hidenori); 〒7748601 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内 Tokushima (JP). 大森 雅樹 (OMORI Masaki); 〒7748601 徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内 Tokushima (JP).

(74) 代理人: 奥田 誠司 (OKUDA Seiji); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜一丁目8番16号 大阪証券取引所ビル10階 奥田国際特許事務所 Osaka (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, 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, JP, 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,

(54) Title: LASER LIGHT SOURCE

(54) 発明の名称: レーザ光源



(57) Abstract: Provided is a laser light source in which a positional offset between the lens and the laser diode chip is unlikely to occur. A laser light source equipped with a laser diode chip having a light-emitting layer, a substrate for supporting the light-emitting layer and an emission end surface for emitting a laser beam produced by the light-emitting layer, also equipped with a submount having a main surface to which the laser diode chip is mounted and a pair of lens support parts positioned on both sides of the emission end surface of the laser diode chip, and further equipped with a lens bonded to the end surfaces of the pair of lens support parts, and a semiconductor laser package for housing the same, wherein: the laser diode chip is affixed to the submount in a state in which the light-emitting layer is nearer the submount than is the substrate; the emission end surface of the laser diode chip projects beyond the edge of the main surface; and the end surfaces of the pair of lens support parts project beyond the first end surface of the laser diode chip.

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))

(57) 要約: レーザダイオードチップとレンズとの位置ずれが生じにくいレーザ光源を提供する。レーザ光源は、発光層と、前記発光層を支持する基板と、前記発光層で発生したレーザ光を出射する出射端面を有する、レーザダイオードチップと、前記レーザダイオードチップが固着された主平面と、前記レーザダイオードチップの前記出射端面の両側に位置する一对のレンズ支持部とを持つサブマウントと、前記一对のレンズ支持部の端面と接合されたレンズと、これらを収容する半導体レーザパッケージと、を備え、前記発光層が、前記基板と比較して、前記サブマウントに近い状態で、前記レーザダイオードチップが前記サブマウントに固着されており、前記レーザダイオードチップの前記出射端面は、前記主平面のエッジよりも突出し、前記一对のレンズ支持部の前記端面は、前記レーザダイオードチップの前記第1の端面よりも突出する。

明 細 書

発明の名称： レーザ光源

技術分野

[0001] 本開示は、レーザ光源に関する。

背景技術

[0002] レーザ光源は、加工、プロジェクタ、および照明器具などの様々な用途に利用される。このようなレーザ光源の典型例は、レーザダイオードチップ、レーザダイオードチップを支持するサブマウント、レーザダイオードチップから出射されるレーザ光の発散角を低減するコリメートレンズを備える（例えば、特許文献1）。レーザダイオードチップ、サブマウントおよびコリメートレンズ等のレンズが半導体レーザパッケージに収容される場合、レーザ光が大きく発散する前に、小さいレンズによってレーザ光をコリメート等することが可能になる。一方で、レーザダイオードチップとレンズとの少しの位置ずれにより、レーザ光源から外部に出射されるレーザ光の光軸の向きが大きくずれる可能性がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2000-98190号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] レーザダイオードチップとレンズとの位置ずれが生じにくいレーザ光源が求められている。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示のレーザ光源は、一実施形態において、発光層を含む半導体積層構造体と、前記半導体積層構造体を支持する基板と、前記発光層で発生したレーザ光を出射する第1の端面と、前記第1の端面とは反対側の第2の端面と、を有し、前記第1の端面から前記第2の端面までの距離によって共振器長

が規定される、端面出射型のレーザダイオードチップと、前記レーザダイオードチップが固着された主平面と、前記レーザダイオードチップの前記第1の端面の両側に位置する一対のレンズ支持部と、前記主平面の反対側に位置する裏面と、を持つサブマウントと、前記一対のレンズ支持部の端面と接合されたレンズと、前記レーザダイオードチップ、前記レンズ、および前記サブマウントを収容する半導体レーザパッケージと、を備え、前記レーザダイオードチップの前記基板よりも前記発光層が前記サブマウントに近い状態で前記レーザダイオードチップが前記サブマウントに固着されており、前記レーザダイオードチップの前記第1の端面は、前記主平面のエッジよりも前記共振器長の方向に突出し、前記一対のレンズ支持部の前記端面は、前記レーザダイオードチップの前記第1の端面よりも前記共振器長の方向に突出する。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、レーザダイオードチップとレンズとの位置ずれが生じにくいレーザ光源を実現することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1A]図1Aは、本開示の実施形態1におけるレーザ光源100の構成例を模式的に示す斜視図である。

[図1B]図1Bは、図1Aのレーザ光源100の平面構成を模式的に示す図である。

[図2A]図2Aは、図1Aのレーザ光源100から半導体レーザパッケージ40および一対のリード端子50を省略した構成のより詳細を示す斜視図である。

[図2B]図2Bは、図2Aのレーザ光源100を模式的に示す上面図である。

[図2C]図2Cは、図2Bの構成のYZ平面に平行なI-I'-I-I'線断面図である。

[図3A]図3Aは、本開示の実施形態1の変形例1におけるレーザ光源110の構成例を模式的に示す斜視図である。

[図3B]図3 Bは、図3 Aのレーザ光源1 1 0を模式的に示す上面図である。

[図3C]図3 Cは、図3 Bの構成のY Z平面に平行なI I I C－I I I C線断面図である。

[図4A]図4 Aは、本開示の実施形態1の変形例2におけるレーザ光源1 2 0の構成例を模式的に示す斜視図である。

[図4B]図4 Bは、図4 Aのレーザ光源1 2 0を模式的に示す上面図である。

[図4C]図4 Cは、図4 Bの構成のY Z平面に平行なI V C－I V C線断面図である。

[図5A]図5 Aは、本開示の実施形態1の変形例3におけるレーザ光源1 3 0の構成例を模式的に示す斜視図である。

[図5B]図5 Bは、図5 Aのレーザ光源1 3 0を模式的に示す上面図である。

[図5C]図5 Cは、図5 Bの構成のY Z平面に平行なV C－V C線断面図である。

[図6A]図6 Aは、本開示の実施形態1の変形例4におけるレーザ光源1 4 0の構成例を模式的に示す斜視図である。

[図6B]図6 Bは、図6 Aのレーザ光源1 4 0を模式的に示す上面図である。

[図6C]図6 Cは、図6 Bの構成のY Z平面に平行なV I C－V I C線断面図である。

[図7A]図7 Aは、本開示の実施形態1の変形例5におけるレーザ光源1 5 0の構成例を模式的に示す斜視図である。

[図7B]図7 Bは、図7 Aのレーザ光源1 5 0を模式的に示す上面図である。

[図7C]図7 Cは、図7 Bの構成のY Z平面に平行なV I I C－V I I C線断面図である。

[図7D]図7 Dは、コレット6 0を用いて、図7 Aのレーザ光源1 5 0におけるコリメートレンズ3 0をサブマウント2 0に接合する様子を模式的に示す斜視図である。

[図8A]図8 Aは、本開示の実施形態2におけるレーザ光源2 0 0の構成例を模式的に示す斜視図である。

[図8B]図8Bは、図8Aのレーザ光源200を模式的に示す上面図である。

[図8C]図8Cは、図8Bの構成のYZ平面に平行なV-I-I-C-V-I-I-C線断面図である。

[図8D]図8Dは、図8Aのレーザ光源200を模式的に示す背面図である。

[図9A]図9Aは、本開示の実施形態2の変形例1におけるレーザ光源210の構成例を模式的に示す斜視図である。

[図9B]図9Bは、図9Aのレーザ光源210を模式的に示す上面図である。

[図9C]図9Cは、図9Bの構成のYZ平面に平行なI-X-C-I-X-C線断面図である。

[図9D]図9Dは、図9Aのレーザ光源210を模式的に示す背面図である。

[図10A]図10Aは、本開示の実施形態2の変形例2におけるレーザ光源220の構成例を模式的に示す斜視図である。

[図10B]図10Bは、図10Aのレーザ光源220を模式的に示す上面図である。

[図10C]図10Cは、図10Bの構成のYZ平面に平行なX-C-X-C線断面図である。

[図10D]図10Dは、図10Aの第4のサブマウント部分20p₄およびコリメートレンズ30を模式的に示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図面を参照しながら、本開示の実施形態におけるレーザ光源を詳細に説明する。複数の図面に表れる同一符号の部分は同一または同等の部分を示す。

[0009] さらに以下は、本開示の技術思想を具体化するために例示しているのであって、本開示を以下に限定しない。また、構成要素の寸法、材質、形状、その相対的配置などの記載は、本開示の範囲をそれのみに限定する趣旨ではなく、例示することを意図している。各図面が示す部材の大きさや位置関係などは、理解を容易にするなどのために誇張している場合がある。

[0010] (実施形態1)

まず、図 1 A および図 1 B、ならびに図 2 A から図 2 C を参照して、本開示の実施形態 1 におけるレーザ光源の基本的な構成例を説明する。

[0011] 図 1 A は、本開示の実施形態 1 におけるレーザ光源 100 の構成例を模式的に示す斜視図である。図 1 B は、図 1 A のレーザ光源 100 の平面構成を模式的に示す図である。本実施形態におけるレーザ光源 100 は、レーザダイオードチップ 10 と、レーザダイオードチップ 10 を支持するサブマウント 20 と、サブマウント 20 に支持されたコリメートレンズ 30 と、これらの素子または部品を収容する半導体レーザパッケージ 40 と、を備える。また、本実施形態におけるレーザ光源 100 は、半導体レーザパッケージ 40 を貫通し、レーザダイオードチップ 10 に電力を供給する一対のリード端子 50 を備える。半導体レーザパッケージ 40 は、蓋体 40 L、基体 40 b、および透光窓 40 w を含む。本実施形態におけるレーザ光源 100 において、レーザダイオードチップ 10 から出射され、コリメートレンズ 30 によってコリメートされたレーザ光が、透光窓 40 w から外部に取り出される。

[0012] 図 1 A では、説明のわかりやすさのために半導体レーザパッケージ 40 における蓋体 40 L、基体 40 b、および透光窓 40 w が分離された状態で記載されているが、実際にはこれらは接合されている。図 1 B では、半導体レーザパッケージ 40 における蓋体 40 L の記載が省略されている。

[0013] 図面では、参考のために、互いに直交する X 軸、Y 軸および Z 軸が模式的に示されている。説明のわかりやすさのため、本開示では、基体 40 b 内におけるレーザダイオードチップ 10、サブマウント 20、およびコリメートレンズ 30 が位置する側を「上」と表現する場合がある。このことは、レーザ光源 100 の使用時における向きを制限するわけではなく、レーザ光源 100 の向きは任意である。

[0014] 図 2 A は、図 1 A のレーザ光源 100 から半導体レーザパッケージ 40 および一対のリード端子 50 を省略した構成のより詳細を示す斜視図である。図 2 A において破線によって囲まれた領域は、サブマウント 20 に配置されたレーザダイオードチップ 10 の詳細な構造の例を表している。図 2 A では

、サブマウント 20 およびコリメートレンズ 30 は分離された状態で記載されているが、実際にはこれらは接合されている。図 2 B は、図 2 A のレーザー光源 100 を模式的に示す上面図である。図 2 C は、図 2 B の構成の Y Z 平面に平行な I I C - I I C 線断面図である。本開示では、サブマウント 20 を基準として、コリメートレンズ 30 が位置する側を「前方」と表現する場合がある。

[0015] 図 2 A に示すように、レーザーダイオードチップ 10 は、端面出射型のレーザーダイオードチップであり、第 1 のクラッド層 $10C_1$ 、第 2 のクラッド層 $10C_2$ 、および発光層 $10L$ を含む半導体積層構造体 $10a$ と、半導体積層構造体 $10a$ を支持する基板 $10b$ と、発光層 $10L$ で発生した高出力のレーザー光を出射する出射端面 $10e_1$ と、出射端面 $10e_1$ とは反対側の後方端面 $10e_2$ とを有する。発光層 $10L$ は、第 1 のクラッド層 $10C_1$ と第 2 のクラッド層 $10C_2$ との間に位置する。レーザーダイオードチップ 10 は、バッファ層およびコンタクト層などの他の層を含み得る。本開示では、「出射端面 $10e_1$ 」を「第 1 の端面 $10e_1$ 」と称し、「後方端面 $10e_2$ 」を「第 2 の端面 $10e_2$ 」と称することがある。

[0016] レーザーダイオードチップ 10 は、基板 $10b$ よりも発光層 $10L$ がサブマウント 20 に近いフェイスダウンの状態、サブマウント 20 に固定されている。レーザーダイオードチップ 10 における半導体積層構造体 $10a$ および基板 $10b$ の Y 方向における合計のサイズは、 $80\mu m$ 程度である。基板 $10b$ および第 1 のクラッド層 $10C_1$ の Y 方向における合計のサイズは、第 2 のクラッド層 $10C_2$ の Y 方向におけるサイズよりも大きい。フェイスダウンの状態では、基板 $10b$ よりも発光層 $10L$ がサブマウント 20 から遠いフェイスアップの状態と比較して、発光層 $10L$ とサブマウント 20 との距離が約 10 分の 1 である。したがって、フェイスダウンの状態では、発光層 $10L$ から高出力のレーザー光が出射されても、発光層 $10L$ で発生した熱を効率よくサブマウント 20 に伝えることができる。本実施形態におけるレーザー光の出力は、例えば 3 W 以上 50 W 以下である。

[0017] 半導体積層構造体 10a は、例えば量子井戸のエネルギー準位を形成するダブルヘテロ構造を有し得る。発光層 10L のバンドギャップは、第 1 のクラッド層 10C₁ および第 2 のクラッド層 10C₂ のバンドギャップよりも小さい。本実施形態において、基板 10b、および基板 10b 上の第 1 のクラッド層 10C₁ は、それぞれ n 型半導体から形成され得る。発光層 10L は、真性半導体、n 型半導体、または p 型半導体から形成され、発光層 10L 上の第 2 のクラッド層 10C₂ は p 型半導体から形成され得る。n 型および p 型は逆であってもよい。p 型クラッド層から n 型クラッド層への電流注入によって発光層 10L でキャリアの反転分布が生じ、発光層 10L から光が誘導放出される。発光層 10L の屈折率は第 1 のクラッド層 10C₁ および第 2 のクラッド層 10C₂ の屈折率よりも高く設計されており、発光層 10L で発生した光は、全反射によって発光層 10L 内に閉じ込められる。発光層 10L は共振器として機能し、発光層 10L の出射端面 10e₁ からレーザ光が出射される。発光層 10L の共振器長は、出射端面 10e₁ から後方端面 10e₂ までの距離によって規定される。共振器長の方向は Z 方向に対して平行である。共振器長は、例えば 500 μm 以上 5000 μm 以下である。共振器長が長い場合、レーザダイオードチップ 10 とサブマウント 20 との接触面積を広くすることができるので、発光層 10L で発生した熱を効率よくサブマウント 20 に伝えることができる。

[0018] レーザダイオードチップ 10 の出射端面 10e₁ から出射されたレーザ光は、伝搬するにつれて YZ 平面において速く発散し、XZ 平面において遅く発散する。レーザ光のスポットは、コリメートしない場合、ファーフールドで、XY 平面において Y 方向が長軸であり X 方向が短軸である楕円形状を有している。

[0019] レーザダイオードチップ 10 は、可視領域における紫色、青色、緑色もしくは赤色のレーザ光、または赤外もしくは紫外のレーザ光を出射し得る。紫色の発光ピーク波長は、350 nm 以上 419 nm 以下の範囲内にあることが望ましく、400 nm 以上 415 nm 以下の範囲内にあることがより望ま

しい。青色光の発光ピーク波長は、420 nm以上494 nm以下の範囲内にあることが望ましく、440 nm以上475 nm以下の範囲内にあることがより望ましい。紫色または青色のレーザ光を出射する半導体レーザ素子としては、窒化物半導体を含む半導体レーザ素子が挙げられる。窒化物半導体としては、例えば、GaN、InGaN、およびAlGaNを用いることができる。緑色光の発光ピーク波長は、495 nm以上570 nm以下の範囲内にあることが望ましく、510 nm以上550 nm以下の範囲内にあることがより望ましい。緑色のレーザ光を出射する半導体レーザ素子としては、窒化物半導体を含む半導体レーザ素子が挙げられる。窒化物半導体としては、例えば、GaN、InGaN、およびAlGaNを用いることができる。赤色光の発光ピーク波長は、605 nm以上750 nm以下の範囲内にあることが望ましく、610 nm以上700 nm以下の範囲内にあることがより望ましい。赤色のレーザ光を出射する半導体レーザ素子としては、例えば、InAlGaP系、GaInP系、GaAs系およびAlGaAs系の半導体を含む半導体レーザ素子が挙げられる。赤色光の半導体レーザ素子として、2以上の導波路領域を備える半導体レーザ素子が用いられ得る。これらの半導体を含む半導体レーザ素子は、窒化物半導体を含む半導体レーザ素子と比べて、熱により出力が低下しやすい。導波路領域を増やすことによって熱を分散させて半導体レーザ素子の出力低下を低減することができる。

[0020] サブマウント20は、レーザダイオードチップ10が固着された主平面20s₁と、レーザダイオードチップ10の出射端面10e₁の両側に位置する一対のレンズ支持部20LSと、主平面20s₁の反対側に位置する裏面20s₂と、主平面20s₁と裏面20s₂とをつなぐ前方端面20feとを有する。主平面20s₁および前方端面20feが主平面20s₁のエッジ20edを規定する。図2Aに示す例において、一対のレンズ支持部20LSは、レーザダイオードチップ10の両側に位置してZ方向に延びる一対の凸部である。サブマウント20は、前方端面20feよりも後ろでは、Z方向に延びる以下のU字型形状を有する。このU字型形状は、YZ平面に平行な平面に

関して鏡面对称でありZ方向に延びる角筒体をXZ平面に平行な平面によって分割して形成される。一对のレンズ支持部20LSの端面20seは、レーザダイオードチップ10の出射端面10e₁よりも共振器長方向に突出している。主平面20s₁の法線方向は、Y方向に対して平行である。

[0021] 一对のレンズ支持部20LSの端面20seと、レーザダイオードチップ10の出射端面10e₁とのZ方向における距離は、コリメートレンズ30の焦点距離にほぼ等しくなるように設計され得る。一对のレンズ支持部20LSの端面20seと、レーザダイオードチップ10の出射端面10e₁とのZ方向における距離は、例えば50μm以上100μm以下である。一对のレンズ支持部20LSのY方向におけるサイズは、コリメートレンズ30のY方向におけるサイズと同程度であり得る。一对のレンズ支持部20LSのY方向におけるサイズは、コリメートレンズ30のY方向におけるサイズよりも大きくてもよいし、等しくてもよいし、小さくてもよい。一对のレンズ支持部20LSのY方向におけるサイズは、例えば100μm以上500μm以下である。

[0022] サブマウント20のX方向におけるサイズは、例えば1mm以上3mm以下であり、サブマウント20のうち、一对のレンズ支持部20LS以外の部分のY方向におけるサイズは、例えば100μm以上500μm以下であり、一对のレンズ支持部20LS以外の部分のZ方向におけるサイズは、例えば1mm以上6mm以下である。本開示において、サイズの上限は、レーザ光源100の小型化の観点から決定され得る。

[0023] サブマウント20において、レーザダイオードチップ10の出射端面10e₁は、主平面20s₁のエッジ20edよりも共振器長方向に突出している。レーザダイオードチップ10の出射端面10e₁と、主平面20s₁のエッジ20edとのZ方向における距離は、例えば2μm以上50μm以下である。この配置により、フェイスダウンの状態、レーザダイオードチップ10とサブマウント20の主平面20s₁とが、例えば金すずなどの無機材料の接合材で固着されても、接合材が発光層10Lの出射端面10e₁にせり上が

ることを抑制することができる。特許文献1に開示されているレーザ光源では、レーザダイオードチップがフェイスダウンの状態では配置される場合、レーザダイオードチップとサブマウントとを接合する接合材が、レーザダイオードチップにおける発光層の出射端面にせり上がる可能性がある。その結果、レーザダイオードチップから出射されるレーザ光の出力が低下し得る。本実施形態におけるレーザ光源100では、このようなレーザ光の出力の低下を抑制することができる。

[0024] サブマウント20の一部または全体は、例えば、AlN、SiC、およびアルミナからなる群から選択される少なくとも1つを含むセラミックおよびCuWなどの合金から形成され得る。サブマウント20は、例えばセラミックの粉末を焼結することによって作製することができる。セラミックの熱伝導率は、例えば、10 [W/m・K] 以上500 [W/m・K] 以下であり得る。また、レーザダイオードチップ10の固着時に加えられる熱による変形を抑制するために、セラミックは低い熱膨張率を有し得る。熱膨張率は、 2×10^{-6} [1/K] 以上 1×10^{-5} [1/K] 以下であり得る。サブマウント20における主平面20s₁および裏面20s₂には、厚さが例えば0.5 μm以上10 μm以下である金めっきなどの金属膜が形成されていてもよい。主平面20s₁に形成された金属膜により、レーザダイオードチップ10を主平面20s₁に例えば金すずで接合することができる。裏面20s₂に形成された金属膜により、サブマウント20を底部40b₁に例えば金すずで接合することができる。

[0025] コリメートレンズ30は、レーザダイオードチップ10から出射されたレーザ光のうち、YZ平面において大きく発散する成分をコリメートする、いわゆるFAC (Fast Axis Collimator) レンズである。レーザ光のうち、XZ平面において小さく発散する成分をコリメートする、不図示のいわゆるSAC (Slow Axis Collimator) レンズは必要に応じてレーザ光源100の外部に配置され得る。本開示において、「コリメートする」とは、レーザ光を平行光にすることだけでなく

、レーザ光の発散角を低減することを含む。なお、用途によっては、コリメートレンズ30の代わりに、集光レンズなどの他のレンズを用いてもよい。

[0026] コリメートレンズ30は、X方向に延びる構造を有するシリンдриカルレンズであり、X軸方向には曲率を持たず、Y方向に曲率を持っている。コリメートレンズ30が延びる方向は、サブマウント20の主平面 $20s_1$ の法線方向、および共振器長方向の両方に垂直な方向である。コリメートレンズ30および一对のレンズ支持部20LSのY方向におけるサイズは同程度であるので、コリメートレンズ30の重心が、共振器長方向から見たとき、一对のレンズ支持部20LSの間に位置するように設けることが容易である。コリメートレンズ30の重心のこの配置関係により、コリメートレンズ30を安定的に精度よくサブマウント20に設けることができる。

[0027] 本実施形態では、サブマウント20における裏面 $20s_2$ を基準とした場合、一对のレンズ支持部20LSの上面のY方向における高さは、コリメートレンズ30の上面のY方向における高さにほぼ等しい。一对のレンズ支持部20LSに対するコリメートレンズ30の位置は、上記の2つの高さがほぼ等しくなるように粗調整される。その後、レーザダイオードチップ10からレーザ光を出射させながら、当該レーザ光が適切にコリメートされるように、一对のレンズ支持部20LSに対するコリメートレンズ30の位置が微調整される。なお、上記の2つの高さは必ずしもほぼ等しい必要はなく、異なってもよい。

[0028] 本実施形態におけるコリメートレンズ30はX方向に沿って一様であるので、レーザダイオードチップ10の出射端面 $10e_1$ と、コリメートレンズ30とのX方向における位置合わせを考慮する必要はない。コリメートレンズ30のうち、レーザダイオードチップ10の出射端面 $10e_1$ に対向する対向部分およびその周辺部分だけがX方向に沿って一様であればよい。したがって、それ以外の両側部分は、必ずしもX方向に沿って一様である必要はなく、透明である必要もない。コリメートレンズ30の両側部分のY方向におけるサイズは、対向部分およびその周辺部分のY方向におけるサイズよりも大

きくてもよいし、等しくてもよいし、小さくてもよい。コリメートレンズ30は、例えば、ガラス、石英、合成石英、サファイア、透明セラミック、およびプラスチックの少なくとも1つから形成され得る。

[0029] コリメートレンズ30は、一对のレンズ支持部20LSの端面20seに、Z方向に接合されている。コリメートレンズ30と一对のレンズ支持部20LSの端面20seとを接合する接合材の厚さに多少のばらつきがあっても、そのばらつきはコリメートレンズ30のY方向における位置にはほとんど影響を及ぼさない。本実施形態の構成とは異なり、主平面20s₁に平行な平面を有する台座をサブマウント20の前に配置し、その台座の平面上にコリメートレンズ30を設けることも可能である。しかし、そのような構成では、コリメートレンズ30と台座の平面との間の接合材の厚さにばらつきが生じると、レーザダイオードチップ10とコリメートレンズ30とのY方向における位置ずれが生じ、レーザ光源100から外部に出射されたレーザ光の光軸の向きが大きくずれる可能性がある。これに対し、本実施形態では、レーザダイオードチップ10とコリメートレンズ30とのY方向における位置ずれが生じにくくなり、レーザ光源100から外部に出射されたレーザ光の光軸を設計通りの方向に向けることができる。接合材の厚さに多少のばらつきが発生しても、コリメートレンズ30の位置はレーザ光の光軸に沿って多少変化するだけなので、そのばらつきはレーザ光の光軸の向きにほとんど影響を及ぼさない。

[0030] コリメートレンズ30と、一对のレンズ支持部20LSの端面20seとは、例えば金すずなどの無機材料の接合材で接合され得る。コリメートレンズ30の接合面、および一对のレンズ支持部20LSの端面20seには、前もって金属膜が形成されていてもよい。これらの金属膜により、例えば金すずでの接合が可能になる。金すずの接合温度は、約280℃である。サブマウント20を形成するセラミックの熱伝導率が低ければ、コリメートレンズ30と、一对のレンズ支持部20LSの端面20seとの接合時の熱がレーザダイオードチップ10に与える影響を低減することができる。

[0031] 他の例として、コリメートレンズ30と、一对のレンズ支持部20LSの端面20seとは、熱硬化樹脂を含む接合材で接合され得る。熱硬化樹脂の接合温度は約100℃であり、無機材料の接合温度よりも低い。したがって、コリメートレンズ30と、一对のレンズ支持部20LSの端面20seとの接合時の熱がレーザダイオードチップ10に与える影響をさらに低減することができる。コリメートレンズ30と、一对のレンズ支持部20LSの端面20seとの接合では、熱硬化樹脂は、例えば、図2Aに示す点Pの位置をレーザ光で照射することによって加熱され得る。点Pの位置と、一对のレンズ支持部20LSの端面20seとのZ方における距離は、例えば50μm以上500μm以下である。本実施形態では、上面視で、レーザダイオードチップ10から出射されたレーザ光の光軸と、接合材とが重ならないので、熱硬化樹脂を含む接合材からアウトガスが発生したとしても、アウトガスがレーザダイオードチップ10に近づくことを抑制することができる。その結果、レーザダイオードチップ10の出射端面10e₁において後述する集塵が生じることを抑制することができる。

[0032] 一部の無機材料の接合材は、バインダとして有機物を含み得る。コリメートレンズ30と一对のレンズ支持部20LSの端面20seとの接合に当該接合材を用いても、加熱によって発生するアウトガスがレーザダイオードチップ10に近づくことを抑制することができる。

[0033] コリメートレンズ30と一对のレンズ支持部20LSの端面20seとを、接合材を用いずに、直接接合(direct bonding)によって接合してもよい。直接接合の例は、拡散接合、常温接合、および陽極接合を含む。

[0034] 接合材を用いる実施形態の説明から明らかなように、直接接合による接合でも、接合材を用いた接合と同様に、コリメートレンズ30のY方向における位置ずれを抑制することができる。

[0035] 本実施形態におけるレーザ光源100では、サブマウント20が、レーザダイオードチップ10およびコリメートレンズ30を支持している。レーザ

ダイオードチップ10の出射端面10e₁とコリメートレンズ30との距離が短いことから、レーザダイオードチップ10から出射されたレーザ光が大きく発散する前に、小さいコリメートレンズ30によってその発散を低減することができる。したがって、小型のレーザ光源100を実現することが可能になる。また、コリメートレンズ30を通過したコリメートビームの直径を小さくすることが可能になる。

[0036] 半導体レーザパッケージ40は、レーザダイオードチップ10、サブマウント20、およびコリメートレンズ30を気密に封止してもよい。レーザダイオードチップ10が、例えば350nm以上570nm以下の短波長のレーザ光を出射する場合、雰囲気に含まれる有機ガス成分などがレーザ光によって分解され、分解物がレーザダイオードチップ10の出射端面10e₁に付着することがある。また、レーザダイオードチップ10の出射端面10e₁が外気に接していると、集塵などにより、動作中に端面劣化が進行していく可能性もある。このような端面劣化は、レーザダイオードチップ10の光出力の低下を招き得る。レーザダイオードチップ10の信頼性を高めて寿命を延ばすため、半導体レーザパッケージ40は、レーザダイオードチップ10を気密に封止していることが望ましい。半導体レーザパッケージ40による気密封止は、レーザダイオードチップ10から出射されるレーザ光の波長の長短にかかわらず行われてもよい。

[0037] 半導体レーザパッケージ40における基体40bは、サブマウント20の裏面20s₂に熱的に接触する。基体40bは、熱伝導率の高い材料から形成され得る。当該材料は、例えば、Cu、Al、Ag、Fe、Ni、Mo、Cu、W、およびCuMoからなる群から選択される少なくとも1つを含む金属である。レーザダイオードチップ10の出射端面10e₁と透光窓40wとの高さを合わせるために、基体40bにおける底面40btと、サブマウント20との間に、図1Bに示すように、熱伝導率が高い部材40mが設けられていてもよい。部材40mは、基体40bの底面40btを含む部分と同じ材料から形成され得る。あるいは、基体40bにおける底面40btの少

なくとも一部が盛り上がっており、その盛り上がった底面40bt上にサブマウント20を配置してもよい。基体40bにおける底面40btを含む部分は、例えば銅から形成され得る。基体40bにおけるレーザダイオード10、サブマウント20およびコリメートレンズ30を囲む部分は、例えばコバールから形成され得る。コバール(kovar)は、主成分である鉄にニッケルおよびコバルトを加えた合金である。半導体レーザパッケージ40における蓋体40Lは、基体40bと同じ材料から形成されてもよいし、異なる材料から形成されてもよい。半導体レーザパッケージ40における透光窓40wは、基体40bに取り付けられ、レーザダイオードチップ10から出射されたレーザ光を透過させる。半導体レーザパッケージ40における透光窓40wは、コリメートレンズ30と同様に、例えば、ガラス、石英、合成石英、サファイア、透明セラミック、およびプラスチックの少なくとも1つから形成され得る。

[0038] 一対のリード端子50は、それぞれ、レーザダイオードチップ10に、ワイヤによって以下のように電氣的に接続されている。図2Aに示す例において、レーザダイオードチップ10の上面には金メッキなどの金属膜が形成される。当該金属膜と一対のリード端子50の一方とがワイヤによって電氣的に接続される。同様に、サブマウント20の主平面20s₁にも金メッキなどの金属膜が形成される。当該金属膜と一対のリード端子50の他方とがワイヤによって電氣的に接続される。一対のリード端子50によってレーザダイオードチップ10における第2のクラッド層10C₂から第1のクラッド層10C₁に電流が注入される。一対のリード端子50は、レーザダイオードチップ10から出射されるレーザ光の出射タイミングおよび出力を調整する不図示の外部回路に電氣的に接続されている。一対のリード端子50は、導通性のよい材料から形成されている。当該材料として、例えばFe-Ni合金、またはCu合金などの金属が挙げられる。

[0039] 本実施形態におけるレーザ光源100では、サブマウント20が、一対のレンズ支持部20LSの間の主平面20s₁によってレーザダイオードチップ

10を支持し、一对のレンズ支持部20LSの端面20seによってコリメートレンズ30を支持している。これにより、前述したように、レーザダイオードチップ10とコリメートレンズ30との位置合わせが容易になり、小型のレーザ光源100を実現することが可能になる。さらに、本実施形態におけるレーザ光源100では、レーザダイオードチップ10がサブマウント20にフェイスダウンの状態でも配置されても、接合材がレーザダイオードチップ10の出射端面10e₁にせり上がることを抑制することができる。

[0040] (実施形態1の変形例)

次に、本開示の実施形態1におけるレーザ光源100の変形例1から変形例5を説明する。以下の変形例では、半導体レーザパッケージ40、および一对のリード端子50の記載が省略されている。前述と重複する説明は省略することがある。

[0041] 図3Aから図3Cを参照して、本開示の実施形態1の変形例1におけるレーザ光源110の構成例を説明する。図3Aは、本開示の実施形態1の変形例1におけるレーザ光源110の構成例を模式的に示す斜視図である。図3Bは、図3Aのレーザ光源110を模式的に示す上面図である。図3Cは、図3Bの構成のYZ平面に平行なI-I'線断面図である。実施形態1の変形例1におけるレーザ光源110が実施形態1におけるレーザ光源100と異なる点は、サブマウント20の形状である。サブマウント20における前方端面20feは、中央端面20fe₁、および中央端面20fe₁の両側に位置する両側端面20fe₂を有する。中央端面20fe₁は、両側端面20fe₂よりも共振器長方向に窪んでいる。実施形態1の変形例1における主平面20s₁のエッジ20edは、主平面20s₁と中央端面20fe₁とによって規定されている。中央端面20fe₁の窪みのZ方向におけるサイズは、例えば5μm以上100μm以下であり、X方向におけるサイズは、例えば50μm以上200μm以下であり、Y向における主平面20s₁からのサイズは、例えば100μm以上500μm以下である。窪みは、必ずしもY方向に貫通する必要はない。

[0042] レーザダイオードチップ10の出射端面10e₁は、主平面20s₁と中央端面20fe₁とによって規定される主平面20s₁のエッジ20edよりも共振器長方向に突出している。サブマウント20における両側端面20fe₂は、一对のレンズ支持部20LSの端面20seと同様に、レーザダイオードチップ10の出射端面10e₁よりも共振器長方向に突出している。主平面20s₁と中央端面20fe₁とによって規定される主平面20s₁のエッジ20edにより、接合材がレーザダイオードチップ10の出射端面10e₁にせり上がることを抑制することができる。実施形態1の変形例1におけるサブマウント20は、Z方向に延びる前述したU字型形状において前方端面20feの一部だけを除去すればよいので作製が容易であり得る。また、コリメートレンズ30は、一对のレンズ支持部20LSの端面20seおよび両側端面20fe₂を含むL字型の端面に接合されるため、コリメートレンズ30とサブマウント20との接触面積が広くなり、接合が容易になり得る。

[0043] 次に、図4Aから図4Cを参照して、本開示の実施形態1の変形例2におけるレーザ光源120の構成例を説明する。図4Aは、本開示の実施形態1の変形例2におけるレーザ光源120の構成例を模式的に示す斜視図である。図4Bは、図4Aのレーザ光源120を模式的に示す上面図である。図4Cは、図4Bの構成のYZ平面に平行なIVC-IVC線断面図である。実施形態1の変形例2におけるレーザ光源120が実施形態1におけるレーザ光源100と異なる点は、サブマウント20の形状である。実施形態1の変形例2におけるサブマウント20は、一对のレンズ支持部20LSのそれぞれとレーザダイオードチップ10との間に、共振器長方向に沿って延びる溝20dを有している。図4Bに示す例では、溝20dは、一对のレンズ支持部20LSに隣接しているが、必ずしも隣接する必要はない。溝20dのX方向におけるサイズは、例えば100μm以上500μm以下であり、Y方向におけるサイズは、例えば50μm以上300μm以下であり、Z方向における主平面20s₁のエッジ20edからのサイズは、例えば1mm以上6mm以下である。溝20dは、必ずしもZ方向に貫通する必要はない。溝2

0 dにより、コリメートレンズ3 0と一对のレンズ支持部2 0 L Sの端面2 0 s eとの接合時における熱がレーザダイオードチップ1 0に与える影響を低減することができる。

[0044] 次に、図5 Aから図5 Cを参照して、本開示の実施形態1の変形例3におけるレーザ光源1 3 0の構成例を説明する。図5 Aは、本開示の実施形態1の変形例3におけるレーザ光源1 3 0の構成例を模式的に示す斜視図である。図5 Bは、図5 Aのレーザ光源1 3 0を模式的に示す上面図である。図5 Cは、図5 Bの構成のY Z平面に平行なV C－V C線断面図である。実施形態1の変形例3におけるレーザ光源1 3 0が実施形態1におけるレーザ光源1 0 0と異なる点は、サブマウント2 0の構成である。実施形態1の変形例3におけるサブマウント2 0は、第1のサブマウント部分2 0 p₁と、第2のサブマウント部分2 0 p₂とを含む。第1のサブマウント部分2 0 p₁は、一对のレンズ支持部2 0 L Sを上面2 0 u sに有する。第1のサブマウント部分2 0 p₁は、Z方向に延びる前述したU字型形状を有する。第1のサブマウント部分2 0 p₁は、例えばA l N、S i C、およびアルミナからなる群から選択される少なくとも1つを含むセラミックおよびC u Wなどの合金から形成され得る。第2のサブマウント部分2 0 p₂は、第1のサブマウント部分2 0 p₁の上面2 0 u sに固定され、一对のレンズ支持部2 0 L Sの間に位置する。第2のサブマウント部分2 0 p₂は、レーザダイオードチップ1 0を搭載する主平面2 0 s₁と、コリメートレンズ3 0に対向する前方端面2 0 f eとを有する。主平面2 0 s₁は、第1のサブマウント部分2 0 p₁のうち、上面2 0 u sに固定された面とは反対の側の面である。本開示において、前方端面2 0 f eと裏面2 0 s₂とは直接つながる必要はない。本開示では、前方端面2 0 f eの一辺と、主平面2 0 s₁の一辺とが接触しており、前方端面2 0 f eと主平面2 0 s₁とが接触した一辺が、主平面2 0 s₁のエッジ2 0 e dを規定する。第2のサブマウント部分2 0 p₂の熱伝導率が、第1のサブマウント部分2 0 p₁の熱伝導率よりも高ければ、レーザダイオードチップ1 0から発せられた熱を効率よく外部に伝えることができる。第2のサブマウント

部分 20 p₂は、例えばCu、Al、Ag、Fe、Ni、Mo、Cu、W、CuW、CuMo、AlN、SiCおよびアルミナからなる群から選択される少なくとも1つから形成され得る。第2のサブマウント部分 20 p₂のX方向におけるサイズは、例えば0.5 mm以上1.5 mm以下であり、Y方向におけるサイズは、例えば0.1 mm以上0.5 mm以下であり、Z方向におけるサイズは、例えば1 mm以上6 mm以下である。

[0045] このサブマウント 20では、別体である第1のサブマウント部分 20 p₁および第2のサブマウント部分 20 p₂により、第1のサブマウント部分 20 p₁上で第2のサブマウント部分 20 p₂の位置を調整することができる。このサブマウント 20のように、主平面 20 s₁を有する部分と、一对のレンズ支持部 20 L Sを有する部分とが別体になっていてもよい。このサブマウント 20では、一对のレンズ支持部 20 L Sのそれぞれと第2のサブマウント部分 20 p₂との間には、空隙 20 gが存在する。空隙 20 gのX方向におけるサイズは、例えば50 μm以上300 μm以下である。空隙 20 gのY方向およびZ方向におけるサイズは、それぞれ、第2のサブマウント部分 20 p₂のY方向およびZ方向におけるサイズによって決まる。空隙 20 gにより、実施形態1の変形例2におけるレーザ光源 120と同様に、コリメートレンズ 30と一对のレンズ支持部 20 L Sの端面 20 s_eとの接合時における熱がレーザダイオードチップ 10に与える影響を低減することができる。

[0046] 次に、図6Aから図6Cを参照して、本開示の実施形態1の変形例4におけるレーザ光源 140の構成例を説明する。図6Aは、本開示の実施形態1の変形例4におけるレーザ光源 140の構成例を模式的に示す斜視図である。図6Aでは、レーザダイオードチップ 10と、サブマウント 20と、コリメートレンズ 30とが分離された状態で記載されているが、実際にはこれらは接合されている。図6Bは、図6Aのレーザ光源 140を模式的に示す上面図である。図6Cは、図6Bの構成のYZ平面に平行なV I C - V I C線断面図である。実施形態1の変形例4におけるレーザ光源 140が実施形態1におけるレーザ光源 100と異なる点は、サブマウント 20の構成である

。実施形態1の変形例4におけるサブマウント20は、主平面20s₁から裏面20s₂に達する貫通孔20hと、貫通孔20hを埋める金属20mとを有している。このサブマウント20の貫通孔20h以外の部分は、例えばセラミックから形成され得る。金属20mは、高い熱伝導率を有し、例えばCu、Al、Ag、Fe、Ni、Mo、Cu、W、およびCuMoからなる群から選択される少なくとも1つを含み得る。金属20mのX方向における最大のサイズは、例えば0.5mm以上1.5mm以下であり、Z方向における最大のサイズは、例えば1mm以上6mm以下である。金属20mは、上面視で、レーザダイオードチップ10にすべてが重なっていてもよいし、一部が重なっていてもよい。レーザダイオードチップ10をサブマウント20における金属20mに接触して配置することにより、レーザダイオードチップ10から発せられた熱を、金属20mを介して半導体レーザパッケージ40に効率よく伝えることができる。

[0047] 次に、図7Aから図7Cを参照して、本開示の実施形態1の変形例5におけるレーザ光源150の構成例を説明する。図7Aは、本開示の実施形態1の変形例5におけるレーザ光源150の構成例を模式的に示す斜視図である。図7Bは、図7Aのレーザ光源150を模式的に示す上面図である。図7Cは、図7Bの構成のYZ平面に平行なV-I-C-V-I-C線断面図である。実施形態1の変形例5におけるレーザ光源150が実施形態1におけるレーザ光源100と異なる点は、コリメートレンズ30の形状である。実施形態1の変形例5におけるコリメートレンズ30は、一对の平坦部30f、および一对の平坦部30fによって挟まれたレンズ曲面部30cを有する。実施形態1の変形例5におけるレンズ曲面部30cは、実施形態1におけるコリメートレンズ30と同様に、FACレンズとして機能する。

[0048] 次に、図7Dを参照して、コリメートレンズ30における一对の平坦部30fの利点を説明する。図7Dは、コレット60を用いて、図7Aのレーザ光源150におけるコリメートレンズ30をサブマウント20に接合する様子を模式的に示す斜視図である。コレット60は、二又部分60aおよび二

又部分60aに接続された支持部分60bを有する。コレット60は中空構造を有し、コリメートレンズ30を吸着して支持することができる。具体的には、コレット60における二又部分60aの先端部が、コリメートレンズ30における一对の平坦部30fを吸着する。実装装置によって支持部分60bを保持し、二又部分60aによってコリメートレンズ30を支持しながら、そのコリメートレンズ30をサブマウント20に接合することにより、一对のレンズ支持部20LSの端面20seに対して垂直な方向に、安定して荷重をかけることができる。荷重をかけた状態で、コリメートレンズ30と一对のレンズ支持部20LSの端面20seとの間の接合材が加熱される。

[0049] コレット60における二又部分60aの間に不図示のミラーを設けてもよい。レーザダイオードチップ10からレーザ光をZ方向に出射させながらコリメートレンズ30をサブマウント20に接合し、不図示のミラーによってY方向に反射されたレーザ光を受光装置によって受けることにより、コリメートレンズ30とレーザダイオードチップ10の出射端面10e₁との位置合わせを精度よく行うことができる。受光装置は、例えば、パワーメータ、平行度測定器、または、ビームプロファイラであり得る。

[0050] (実施形態2)

次に、図8Aから図8Dを参照して、本開示の実施形態2におけるレーザ光源の基本的な構成例を説明する。

[0051] 図8Aは、本開示の実施形態2におけるレーザ光源200の構成例を模式的に示す斜視図である。図8Bは、図8Aのレーザ光源200を模式的に示す上面図である。図8Cは、図8Bの構成のYZ平面に平行なV-I-I-C-V-I-I-C線断面図である。図8Dは、図8Aのレーザ光源200を模式的に示す背面図である。実施形態2におけるレーザ光源200が実施形態1におけるレーザ光源100と異なる点は、サブマウント20の構成である。実施形態2におけるサブマウント20は、第3のサブマウント部分20p₃と、第4のサブマウント部分20p₄とを含む。第3のサブマウント部分20p₃

は、主平面 $20s_1$ 、裏面 $20s_2$ 、および前方端面 $20fe$ を有する。第4のサブマウント部分 $20p_4$ は、第3のサブマウント部分 $20p_3$ の主平面 $20s_1$ に固定される一対のレンズ支持部 $20LS$ 、および一対のレンズ支持部 $20LS$ を連結する連結部 $20L$ を有する。連結部 $20L$ は、レーザダイオードチップ 10 の出射端面 $10e_1$ から出射されるレーザ光の伝搬を妨げないように一対のレンズ支持部 $20LS$ を連結する。このサブマウント 20 では、第3のサブマウント部分 $20p_3$ 、および第4のサブマウント部分 $20p_4$ が別体になっている。このサブマウント 20 のように、主平面 $20s_1$ を有する部分と、一対のレンズ支持部 $20LS$ を有する部分とが別体になっていてもよい。図8Aでは、第3のサブマウント部分 $20p_3$ 、第4のサブマウント部分 $20p_4$ 、およびコリメートレンズ 30 は分離された状態で記載されているが、実際にはこれらは接合されている。第4のサブマウント部分 $20p_4$ における一対のレンズ支持部 $20LS$ 、および連結部 $20L$ は一体成型されている。

[0052] 図8Bおよび図8Cに示すように、連結部 $20L$ は、上面視で、レーザダイオードチップ 10 の出射端面 $10e_1$ と重なる。図8Dに示すように、第4のサブマウント部分 $20p_4$ は、レーザダイオードチップ 10 を跨ぐように第3のサブマウント部分 $20p_3$ の主平面 $20s_1$ に配置されている。第4のサブマウント部分 $20p_4$ のX方向におけるサイズは、第3のサブマウント部分 $20p_3$ のX方向におけるサイズよりも大きいので、一対のレンズ支持部 $20LS$ の端面 $20se$ の面積を広くすることができる。その結果、コリメートレンズ 30 を一対のレンズ支持部 $20LS$ の端面 $20se$ に接合することが容易になる。第4のサブマウント部分 $20p_4$ の一対のレンズ支持部 $20LS$ のY方向におけるサイズは、コリメートレンズ 30 のY方向におけるサイズと同程度であり得る。第4のサブマウント部分 $20p_4$ の一対のレンズ支持部 $20LS$ のY方向におけるサイズは、コリメートレンズ 30 のY方向におけるサイズよりも大きくてもよいし、等しくてもよいし、小さくてもよい。第4のサブマウント部分 $20p_4$ のX方向におけるサイズは、例えば 0.5 mm

以上 4 mm 以下であり、Y 方向における最大のサイズは、例えば 0.5 mm 以上 2 mm 以下であり、Z 方向におけるサイズは、例えば 0.5 mm 以上 1 mm 以下である。

[0053] 実施形態 2 におけるレーザ光源 200 の作製では、第 3 のサブマウント部分 20p₃ の主平面 20s₁ にレーザダイオードチップ 10 を接合する工程と、レーザダイオードチップ 10 を跨ぐように第 3 のサブマウント部分 20p₃ の主平面 20s₁ に第 4 のサブマウント部分 20p₄ を接合する工程と、第 4 のサブマウント部分 20p₄ における一对のレンズ支持部 20LS の端面 20se にコリメートレンズ 30 を接合する工程とを、この順で実行してもよい。あるいは、レーザダイオードチップ 10 が主平面 20s₁ に接合された第 3 のサブマウント部分 20p₃ に、コリメートレンズ 30 が接合された第 4 のサブマウント部分 20p₄ を接合してもよい。

[0054] 実施形態 2 におけるレーザ光源 200 では、実施形態 1 におけるレーザ光源 100 と同様に、サブマウント 20 が、一对のレンズ支持部 20LS の間の主平面 20s₁ によってレーザダイオードチップ 10 を支持し、一对のレンズ支持部 20LS の端面 20se によってコリメートレンズ 30 を支持している。これにより、レーザダイオードチップ 10 とコリメートレンズ 30 との位置合わせが容易になり、小型のレーザ光源 200 を実現することが可能になる。さらに、実施形態 2 におけるレーザ光源 200 では、実施形態 1 におけるレーザ光源 100 と同様に、レーザダイオードチップ 10 がサブマウント 20 にフェイスダウンの状態に配置されても、接合材がレーザダイオードチップ 10 の出射端面 10e₁ にせり上がることを抑制することができる。

[0055] (実施形態 2 の変形例)

次に、本開示の実施形態 2 におけるレーザ光源 200 の変形例 1 および変形例 2 を説明する。前述と重複する説明は省略することがある。

[0056] 図 9A から図 9D を参照して、本開示の実施形態 2 の変形例 1 におけるレーザ光源 210 の構成例を説明する。図 9A は、本開示の実施形態 2 の変形例 1 におけるレーザ光源 210 の構成例を模式的に示す斜視図である。図 9

Bは、図9Aのレーザ光源210を模式的に示す上面図である。図9Cは、図9Bの構成のYZ平面に平行なIXC-IXC線断面図である。図9Dは、図9Aのレーザ光源210を模式的に示す背面図である。実施形態2の変形例1におけるレーザ光源210が実施形態2におけるレーザ光源200と異なる点は、サブマウント20における第4のサブマウント部分20p₄の形状である。実施形態2の変形例1における第4のサブマウント部分20p₄は、実施形態2における第4のサブマウント部分20p₄において、一对のレンズ支持部20LSの間に切り欠き20coを有する。切り欠き20coにより、図9Bおよび図9Cに示すように、連結部20Lは、上面視で、レーザダイオードチップ10の出射端面10e₁とは重ならない。切り欠き20coのX方向におけるサイズは、例えば0.2mm以上3mm以下であり、Z方向におけるサイズは、例えば0.5mm以上1mm以下である。切り欠き20coのZ方向におけるサイズは、一对のレンズ支持部20LSの端面20seと、第3のサブマウント部分20p₃における主平面20s₁のエッジ20edとのZ方向におけるサイズよりも大きい。実施形態2の変形例1におけるレーザ光源210の作製では、切り欠き20coを通じて、レーザダイオードチップ10の出射端面10e₁と、第4のサブマウント部分20p₄との位置合わせ、および、レーザダイオードチップ10の出射端面10e₁と、コリメートレンズ30との位置合わせが容易になる。

[0057] 次に、図10Aから図10Dを参照して、本開示の実施形態2の変形例2におけるレーザ光源220の構成例を説明する。図10Aは、本開示の実施形態2の変形例2におけるレーザ光源220の構成例を模式的に示す斜視図である。図10Bは、図10Aのレーザ光源220を模式的に示す上面図である。図10Cは、図10Bの構成のYZ平面に平行なXC-XC線断面図である。図10Dは、図10Aに示す第4のサブマウント部分20p₄およびコリメートレンズ30を模式的に示す斜視図である。実施形態2の変形例2におけるレーザ光源220が実施形態2におけるレーザ光源200と異なる点は、サブマウント20における第4のサブマウント部分20p₄、およびコ

リメートルレンズ30である。図10Dに示すように、実施形態2の変形例2における第4のサブマウント部分20p₄、およびコリメートルレンズ30は一体成型されている。第4のサブマウント部分20p₄およびコリメートルレンズ30を接合する必要がないので、実施形態2の変形例2における第4のサブマウント部分20p₄のX方向におけるサイズは、実施形態2における第4のサブマウント部分20p₄のX方向におけるサイズほど大きくなくてもよい。実施形態2の変形例2における第4のサブマウント部分20p₄のX方向におけるサイズは、例えば0.2mm以上3mm以下であり、Y方向における最大のサイズは、例えば0.3mm以上1mm以下であり、Z方向におけるサイズは、例えば0.5mm以上1mm以下である。

[0058] 一体成型された第4のサブマウント部分20p₄およびコリメートルレンズ30は、例えば、ガラス、石英、合成石英、サファイア、透明セラミック、およびプラスチックの少なくとも1つから形成され得る。一体成型された第4のサブマウント部分20p₄およびコリメートルレンズ30が透明である場合、レーザダイオードチップ10の出射端面10e₁と、コリメートルレンズ30との位置合わせが容易になる。

[0059] 前述した実施形態およびその変形例における構成要素を任意に組み合わせてもよい。

[0060] (応用例)

本開示のレーザ光源は、例えば、複数のレーザビームを結合して出力を高めるダイレクトダイオードレーザの光源として用いられ得る。ビーム結合は、複数のレーザ光源から出射されたレーザビームを正確に結合することによって行われる。波長が570nm以下の高強度のレーザビームによれば、例えば銅などの金属をも加工することが容易になる。本開示のレーザ光源では、レーザダイオードチップとレンズとの位置ずれが生じにくいので、レーザ光源から外部に出射されるレーザ光の光軸の向きが大きくずれることはない。複数のレーザ光源から出射されたレーザビームを正確に結合させ、ビーム品質を高めることが可能になる。

産業上の利用可能性

[0061] 本開示のレーザ光源は、例えば、プロジェクタ、および照明器具にも利用され得る。

符号の説明

[0062]	1 0	レーザダイオードチップ
	1 0 a	半導体積層構造体
	1 0 b	基板
	1 0 C ₁	第1のクラッド層
	1 0 C ₂	第2のクラッド層
	1 0 e ₁	出射端面
	1 0 e ₂	後方端面
	1 0 L	発光層
	2 0	サブマウント
	2 0 c o	切り欠き
	2 0 d	溝
	2 0 e d	エッジ
	2 0 f e	前方端面
	2 0 f e ₁	中央端面
	2 0 f e ₂	両側端面
	2 0 L	連結部
	2 0 L S	レンズ支持部
	2 0 p ₁	第1のサブマウント部分
	2 0 p ₂	第2のサブマウント部分
	2 0 p ₃	第3のサブマウント部分
	2 0 p ₄	第4のサブマウント部分
	2 0 s ₁	主平面
	2 0 s ₂	裏面
	2 0 s e	一对のレンズ支持部の端面

2 0 u s	第 1 のサブマウント部分の上面	
3 0	コリメートレンズ	
3 0 c	レンズ曲面部	
3 0 f	平坦部	
4 0	半導体レーザパッケージ	
4 0 b	基体	
4 0 L	蓋体	
4 0 w	透光窓	
5 0	リード端子	
6 0	コレット	
6 0 a	二又部分	
6 0 b	支持部分	
1 0 0、1 1 0、1 2 0、1 3 0、1 4 0、1 5 0	レーザ光源	
2 0 0、2 1 0、2 2 0	レーザ光源	

請求の範囲

〔請求項1〕 発光層を含む半導体積層構造体と、前記半導体積層構造体を支持する基板と、前記発光層で発生したレーザ光を出射する第1の端面と、前記第1の端面とは反対側の第2の端面と、を有し、前記第1の端面から前記第2の端面までの距離によって共振器長が規定される、端面出射型のレーザダイオードチップと、

前記レーザダイオードチップが固着された主平面と、前記レーザダイオードチップの前記第1の端面の両側に位置する一対のレンズ支持部と、前記主平面の反対側に位置する裏面と、を持つサブマウントと、

前記一対のレンズ支持部の端面と接合されたレンズと、

前記レーザダイオードチップ、前記レンズ、および前記サブマウントを収容する半導体レーザパッケージと、
を備え、

前記発光層が、前記レーザダイオードチップの前記基板と比較して、前記サブマウントに近い状態で、前記レーザダイオードチップが前記サブマウントに固着されており、

前記レーザダイオードチップの前記第1の端面は、前記主平面のエッジよりも前記共振器長の方向に突出し、

前記一対のレンズ支持部の前記端面は、前記レーザダイオードチップの前記第1の端面よりも前記共振器長の方向に突出する、レーザ光源。

〔請求項2〕 前記半導体レーザパッケージは、前記サブマウントの前記裏面に熱的に接触する基体を有し、前記レーザダイオードチップ、前記サブマウント、および前記レンズを気密に封止している、請求項1に記載のレーザ光源。

〔請求項3〕 前記サブマウントは、前記主平面および前記裏面をつなぐ前方端面を有し、

前記前方端面は、中央端面、および前記中央端面の両側に位置する両側端面を有し、

前記中央端面は、前記両側端面よりも前記共振器長の方向に窪み、

前記主平面の前記エッジは、前記サブマウントにおける前記主平面と前記中央端面とによって規定される、請求項 1 または 2 に記載のレーザ光源。

[請求項4]

前記サブマウントは、

前記一对のレンズ支持部を上面に有する第 1 のサブマウント部分と、

前記第 1 のサブマウント部分の前記上面に固定され、前記主平面を有する第 2 のサブマウント部分と、

を含む、請求項 1 または 2 に記載のレーザ光源。

[請求項5]

前記一对のレンズ支持部のそれぞれと前記第 2 のサブマウント部分との間には、空隙が存在する、請求項 4 に記載のレーザ光源。

[請求項6]

前記サブマウントは、前記一对のレンズ支持部のそれぞれと前記レーザダイオードチップとの間に、前記共振器長の方向に沿って延びる溝を有している、請求項 1 または 2 に記載のレーザ光源。

[請求項7]

前記レンズは、無機材料によって、前記一对のレンズ支持部の前記端面に接合されている、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のレーザ光源。

[請求項8]

前記サブマウントの一部または全体は、セラミックから形成されている、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載のレーザ光源。

[請求項9]

前記サブマウントは、前記主平面から前記裏面に達する貫通孔と、前記貫通孔を埋める金属とを有している、請求項 8 に記載のレーザ光源。

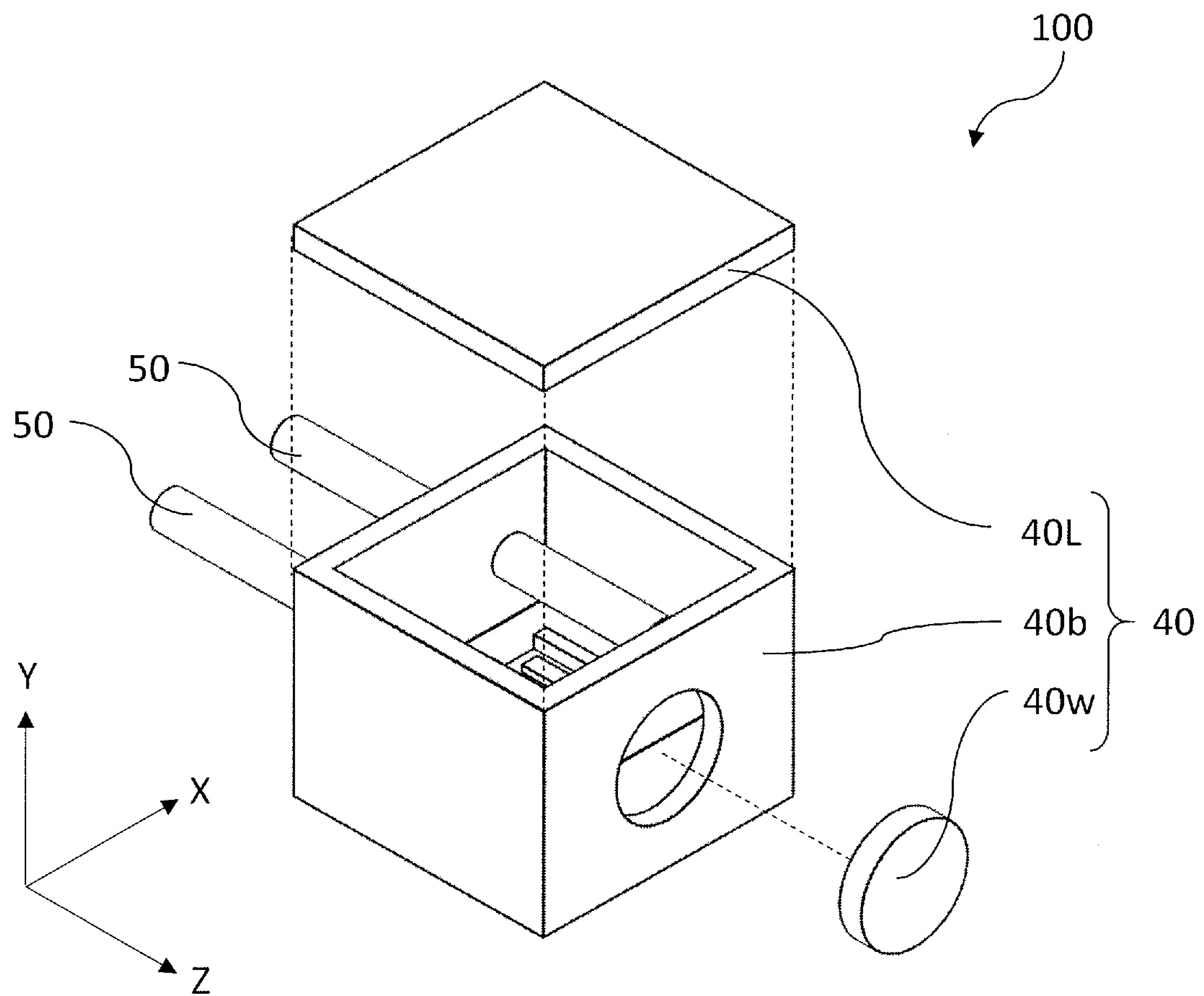
[請求項10]

前記共振器長の方向から見たとき、前記レンズの重心は前記一对のレンズ支持部の間に位置する、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載のレーザ光源。

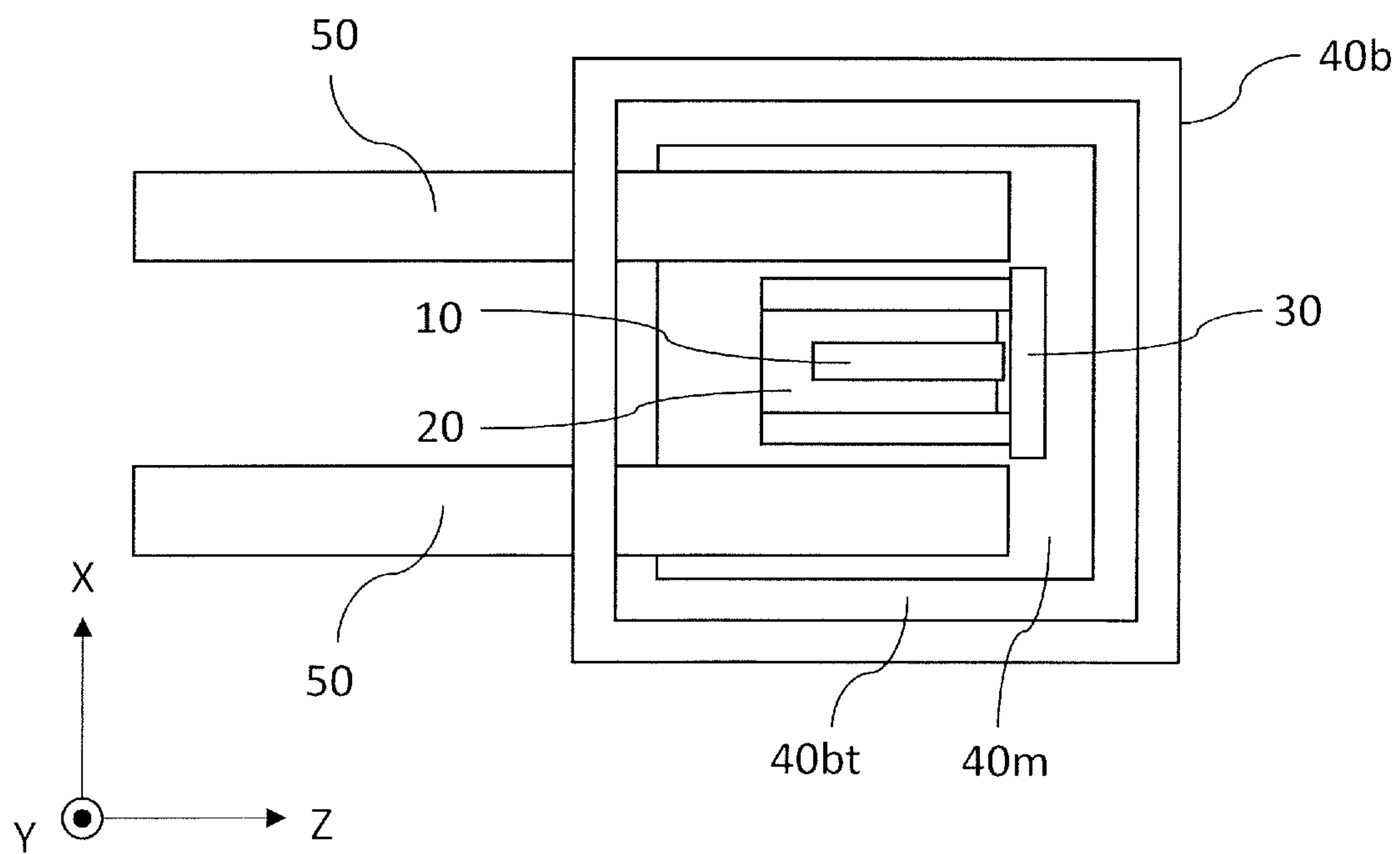
- [請求項11] 前記レーザ光の波長は、350nm以上570nm以下である、請求項1から10のいずれか一項に記載のレーザ光源。
- [請求項12] 前記レンズは、前記主平面の法線方向および前記共振器長の方向の両方に垂直な方向に沿って延びる構造を有し、
前記レンズは、前記主平面の法線方向および前記共振器長の方向の両方を含む平面内における前記レーザ光の発散角を低減する、請求項1から11のいずれか一項に記載のレーザ光源。
- [請求項13] 前記レンズは、一对の平坦部、および前記一对の平坦部によって挟まれたレンズ曲面部を有する、請求項1から12のいずれか一項に記載のレーザ光源。
- [請求項14] 前記一对のレンズ支持部は、前記レーザダイオードチップの両側において前記共振器長の方向に延びている、請求項1から13のいずれか一項に記載のレーザ光源。
- [請求項15] 前記サブマウントは、前記レーザダイオードチップの前記第1の端面から出射される前記レーザ光の伝搬を妨げないように前記一对のレンズ支持部を連結する連結部をさらに有する、請求項1から13のいずれか一項に記載のレーザ光源。
- [請求項16] 前記連結部は、上面視で、前記レーザダイオードチップの前記第1の端面と重なる、請求項15に記載のレーザ光源。
- [請求項17] 前記一对のレンズ支持部、および前記連結部は一体成型されている、請求項15または16に記載のレーザ光源。
- [請求項18] 前記一对のレンズ支持部、前記連結部、および前記レンズは一体成型されている、請求項15または16に記載のレーザ光源。
- [請求項19] 前記サブマウントは、前記主平面を備える第3のサブマウント部分と、前記一对のレンズ支持部を備える第4のサブマウント部分とを有し、
前記第3のサブマウント部分と前記第4のサブマウント部分とは別体である、請求項1または2に記載のレーザ光源。

[請求項20] 前記レンズと前記一对のレンズ支持部の端面とは、接合材を介して接合されている、請求項 1 から 1 9 のいずれか一項に記載のレーザ光源。

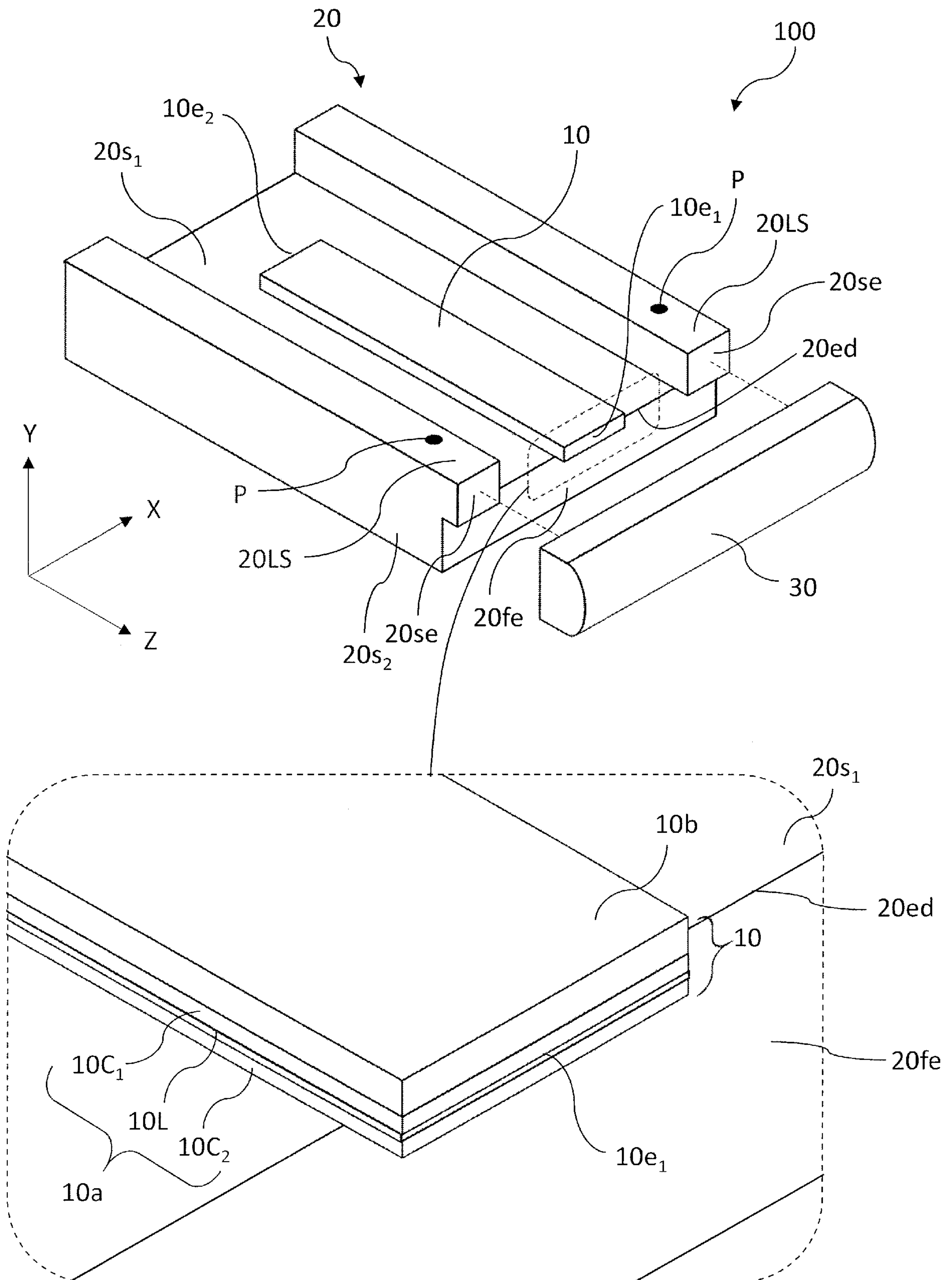
[図1A]



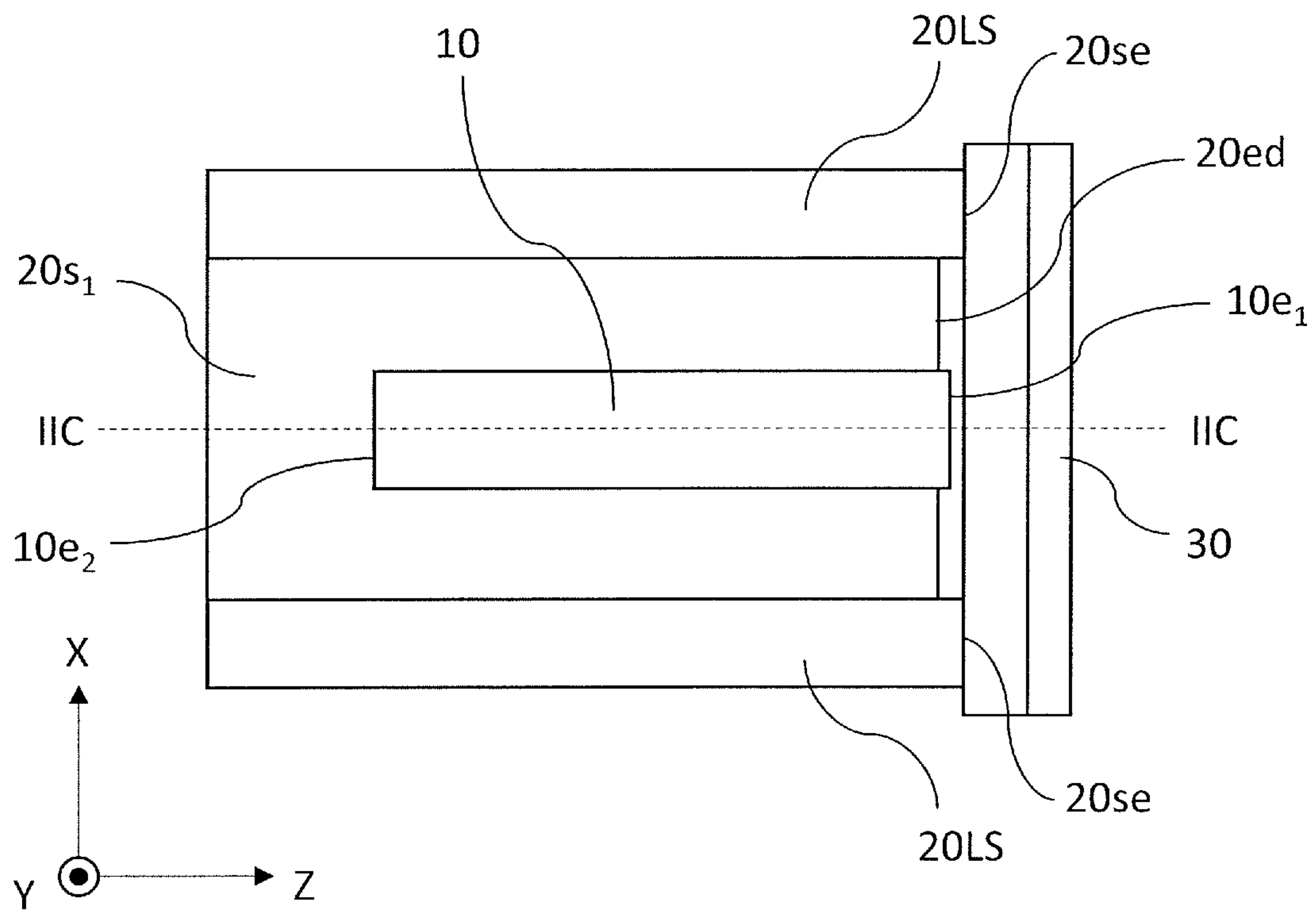
[図1B]



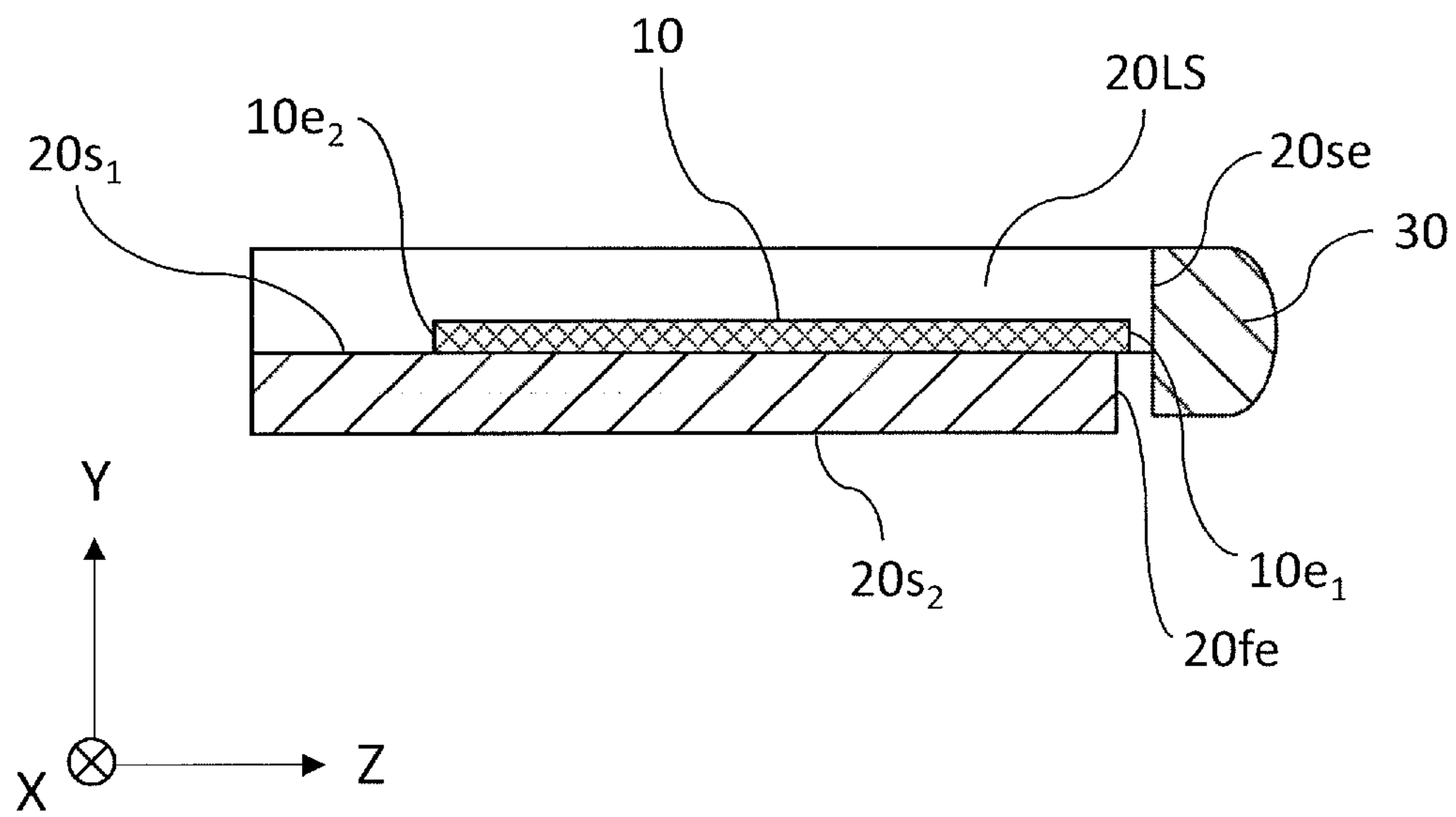
[図2A]



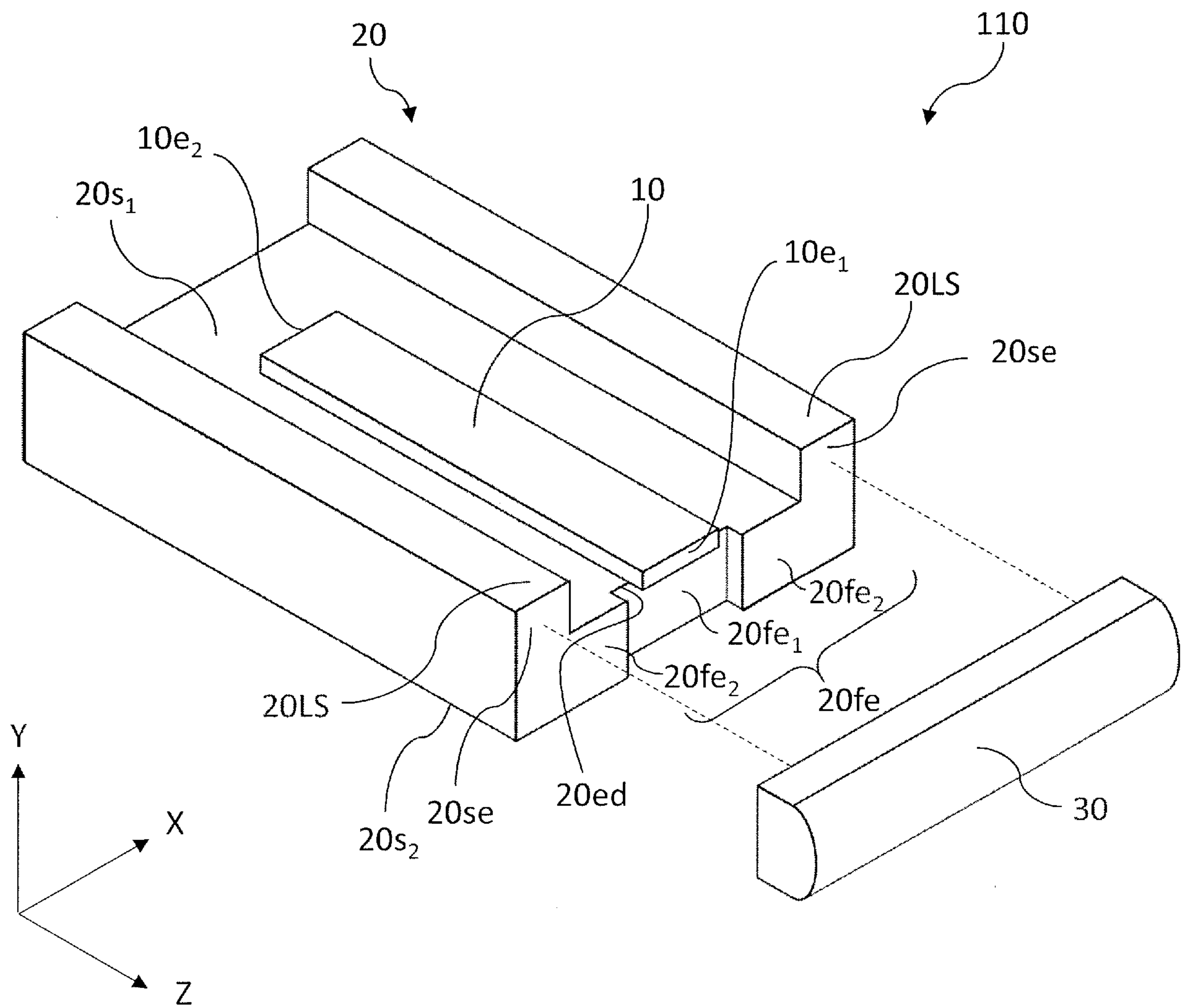
[図2B]



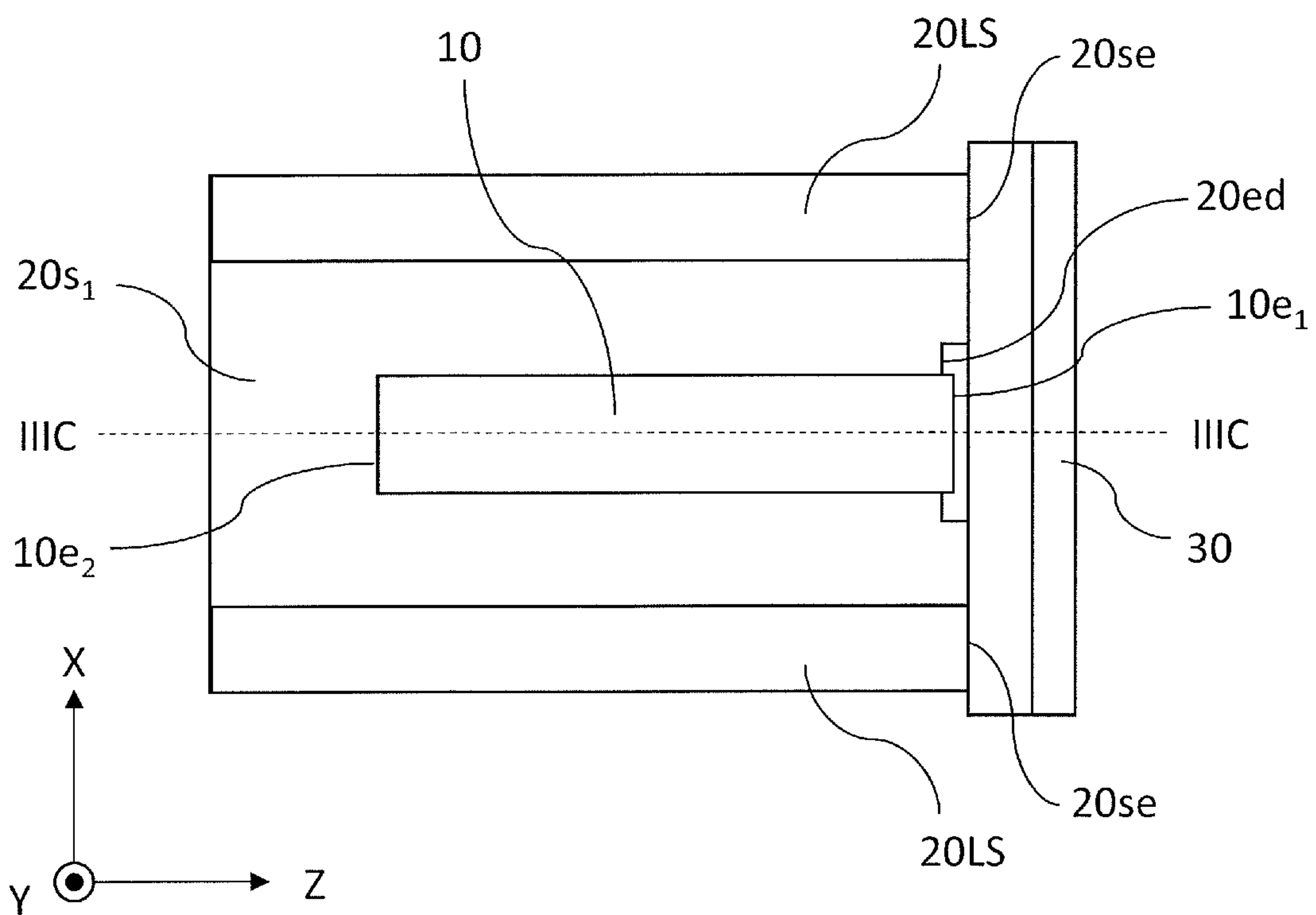
[図2C]



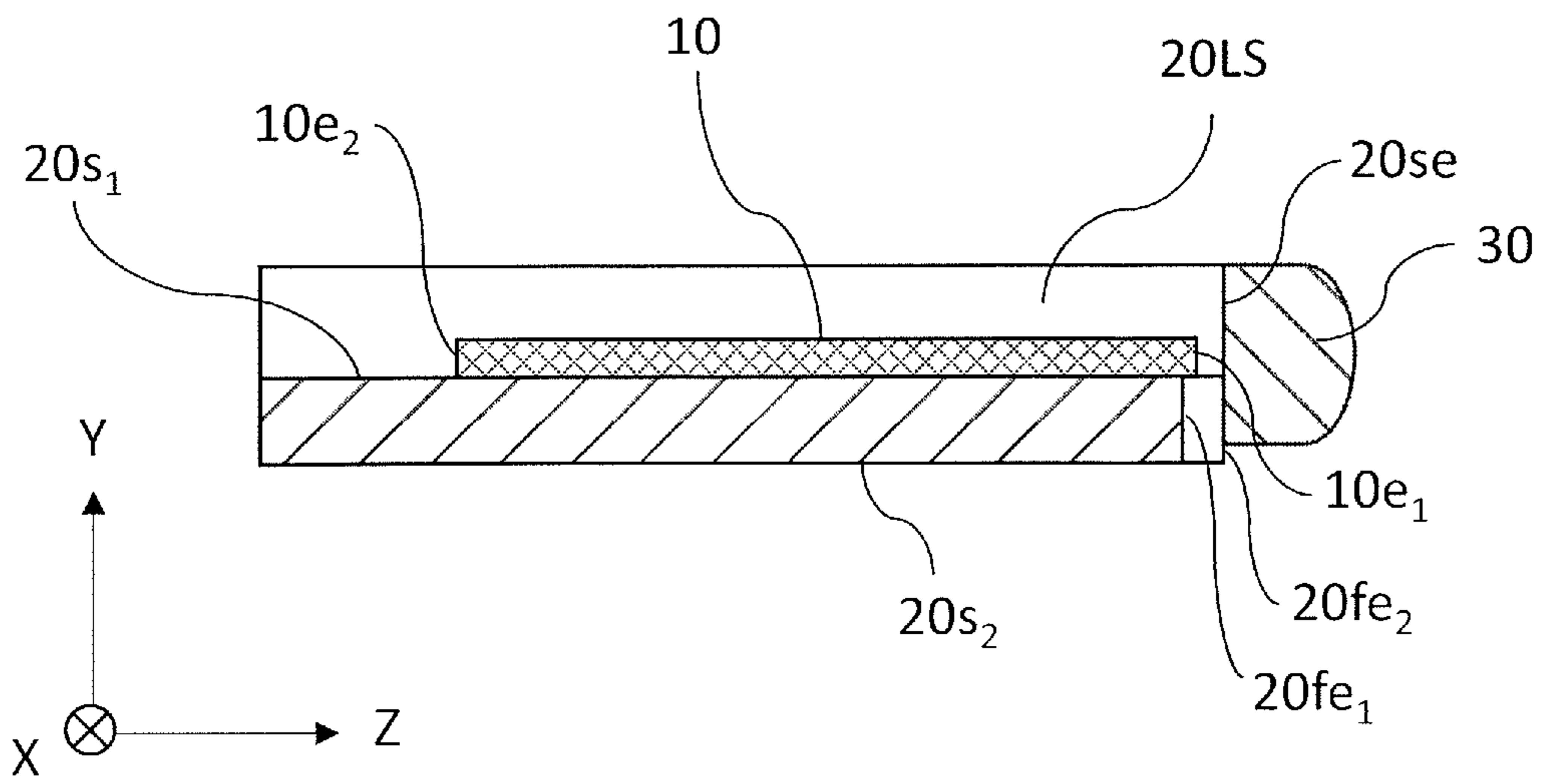
[図3A]



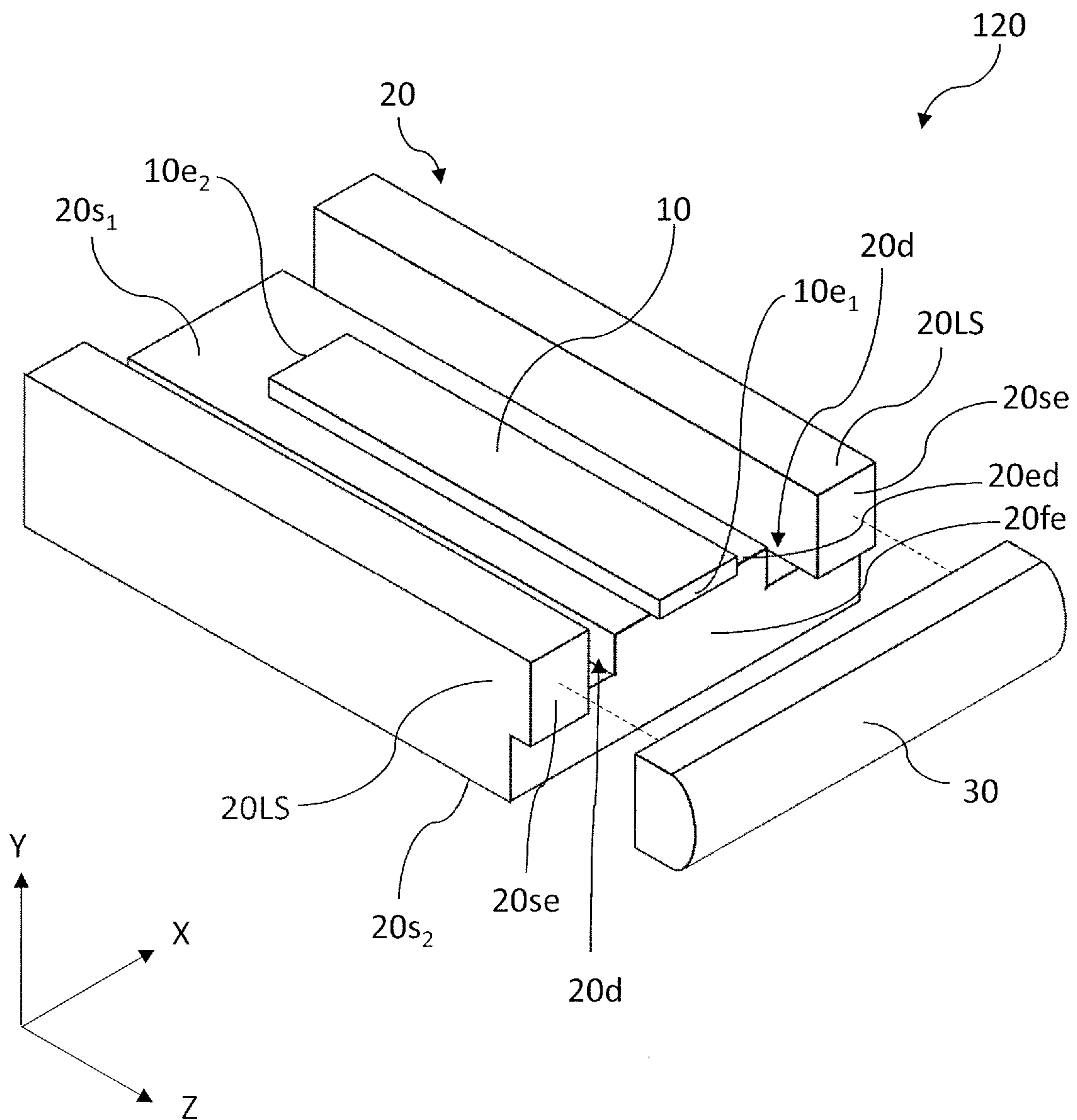
[図3B]



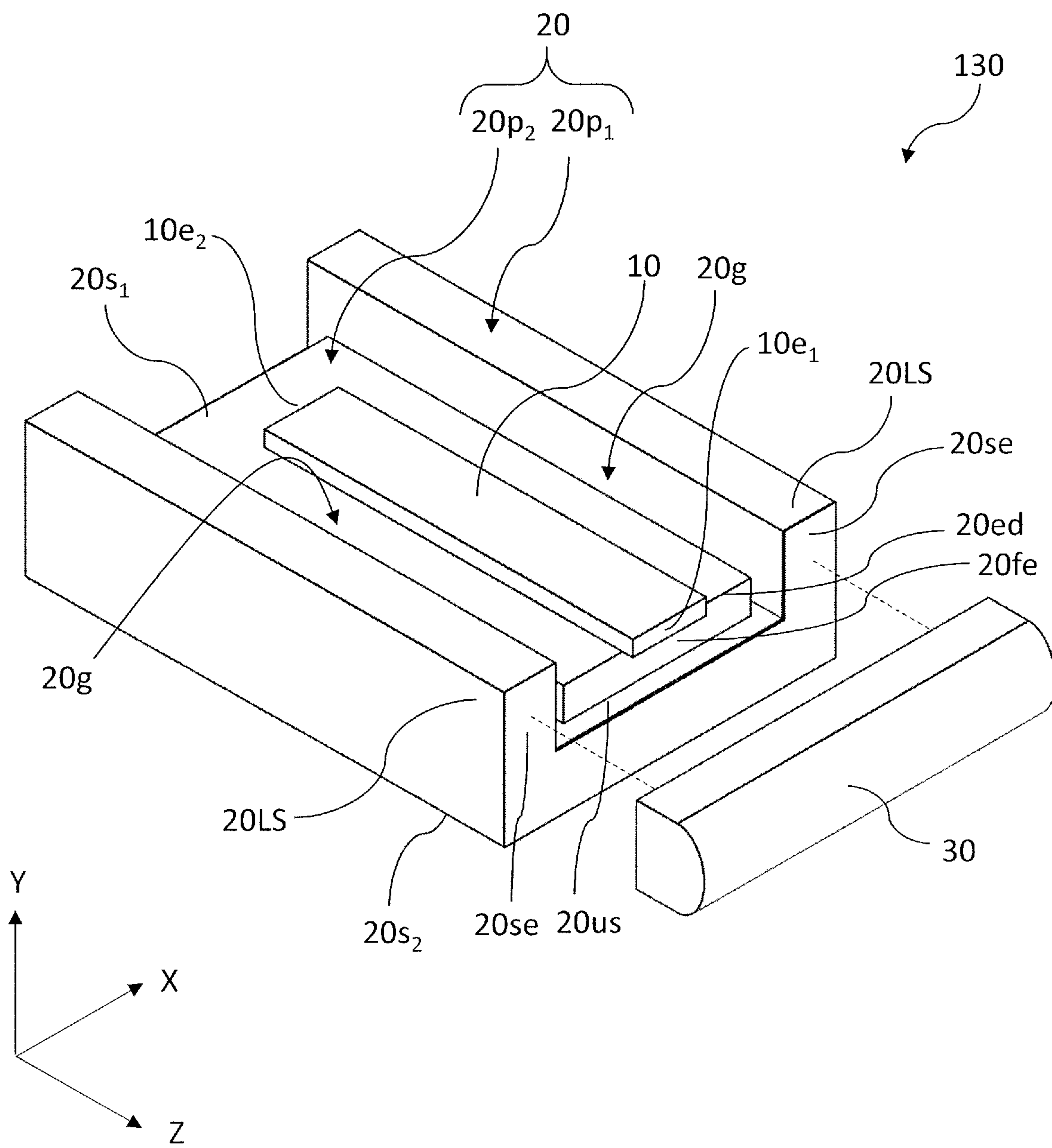
[図3C]



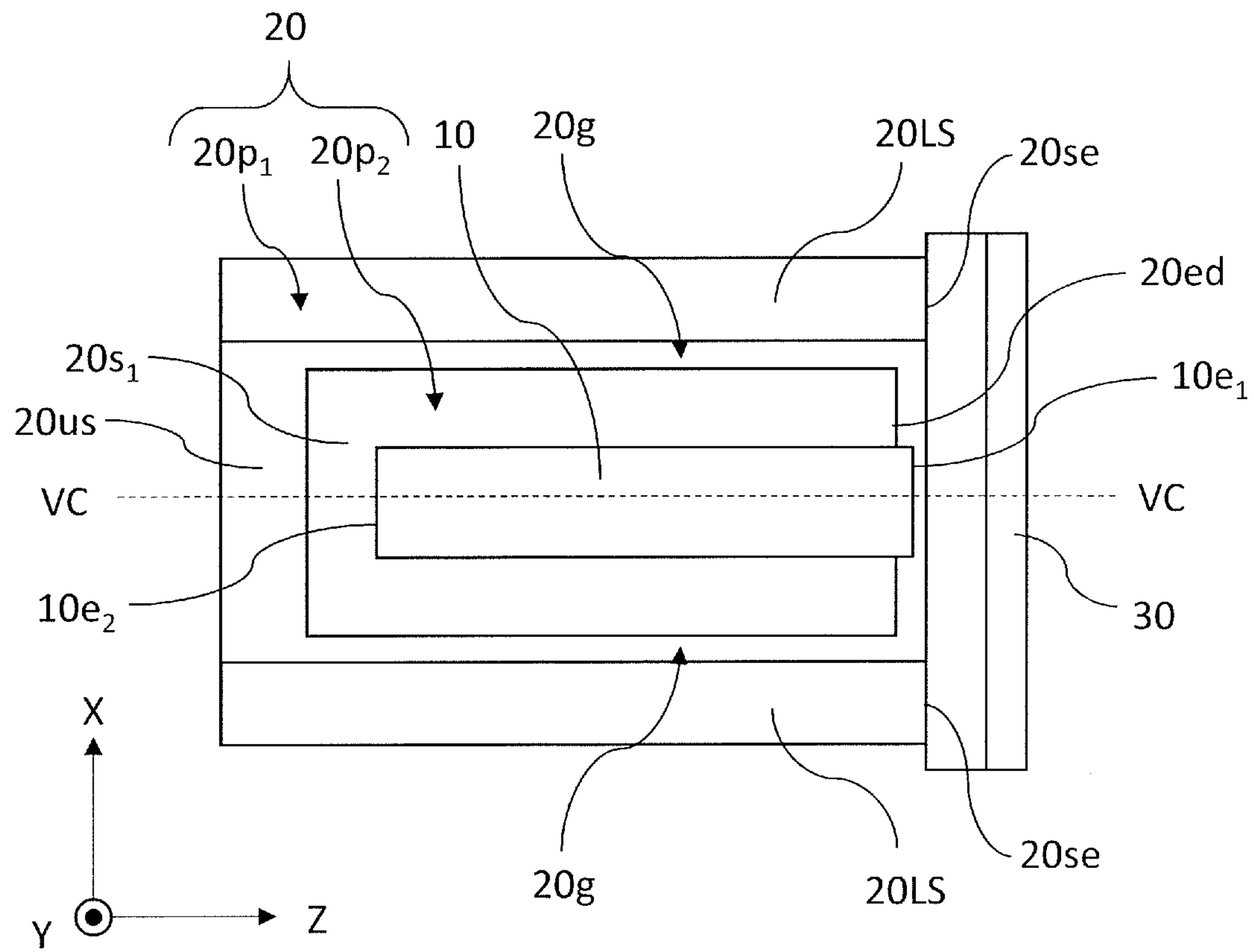
[図4A]



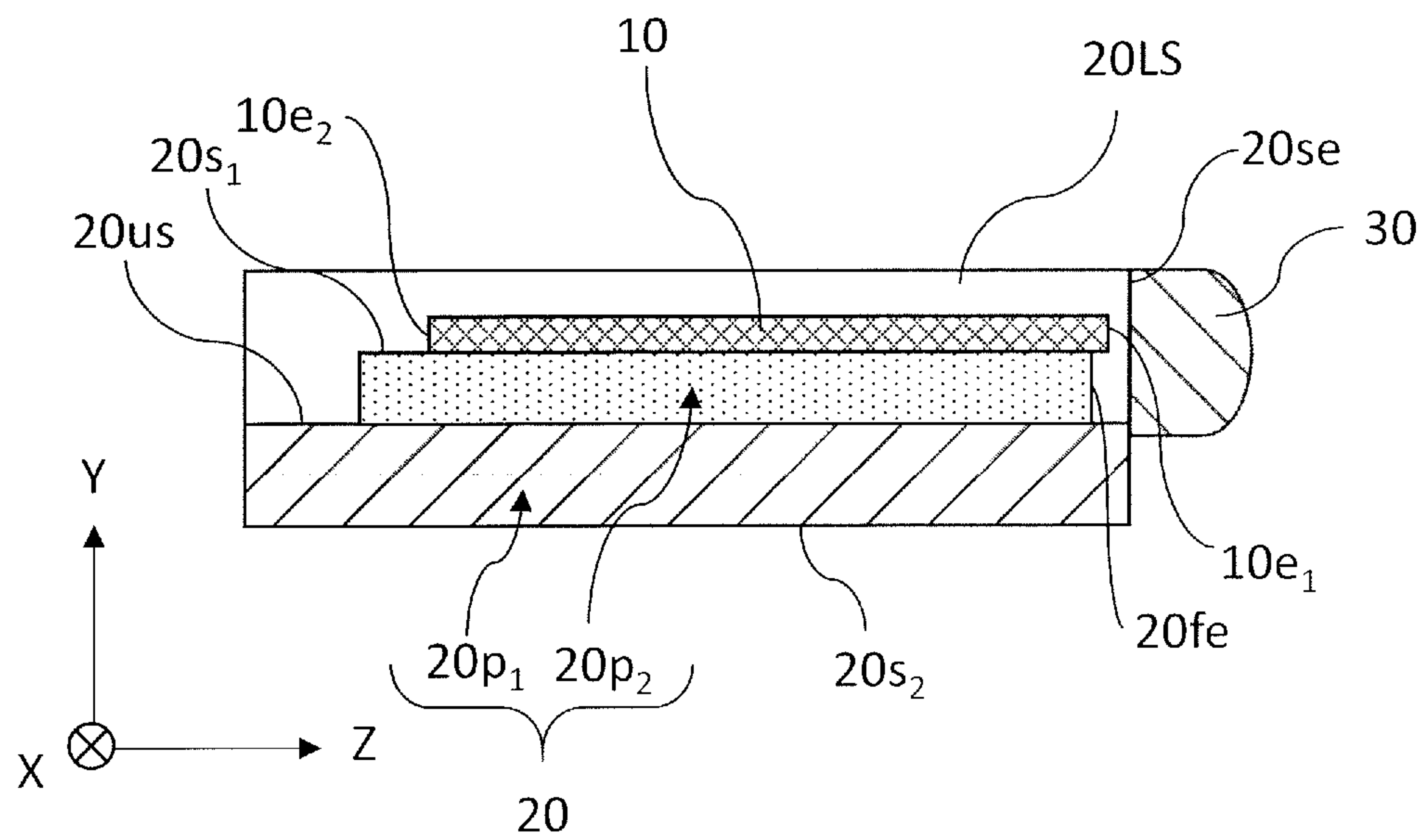
[図5A]



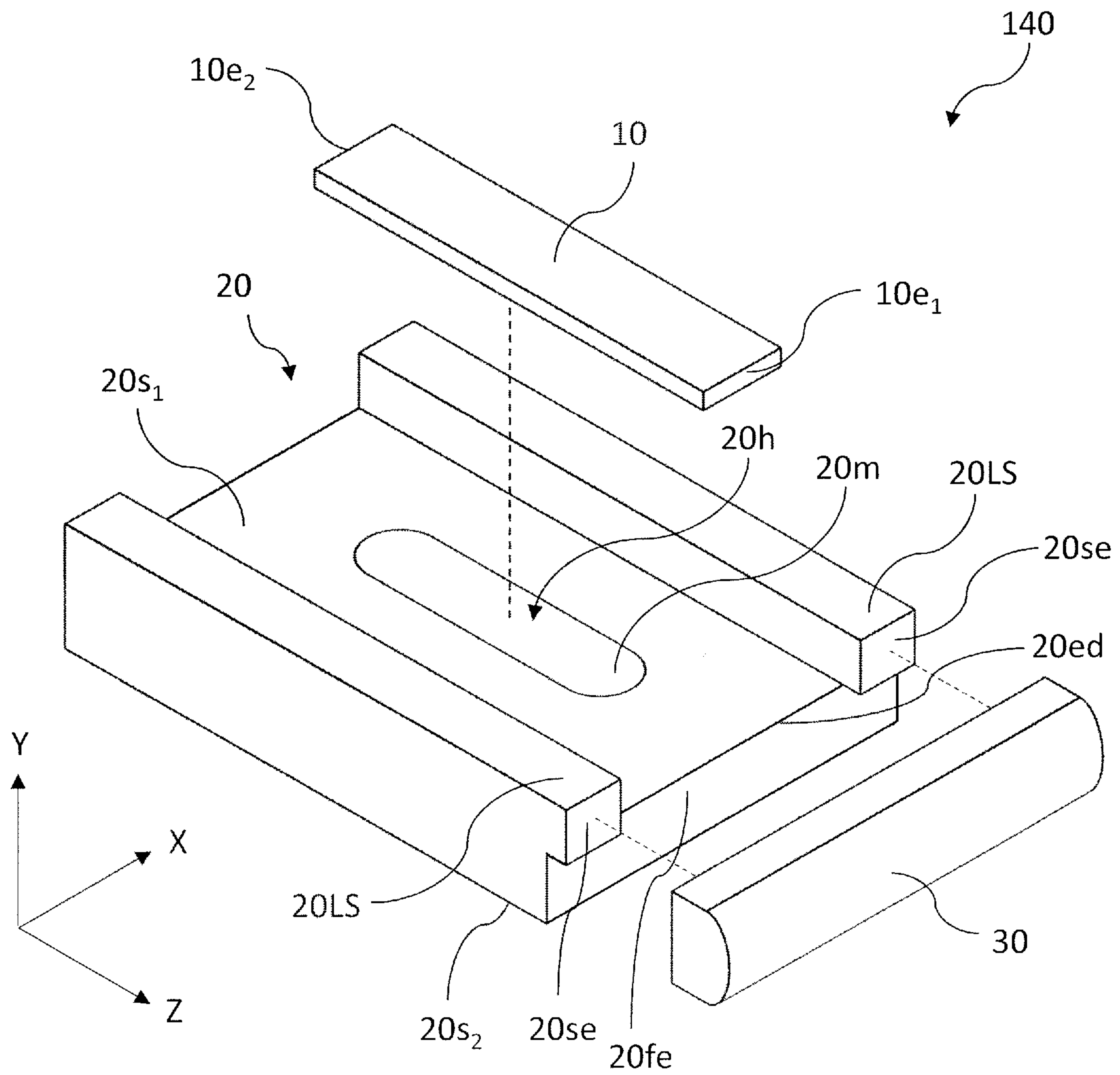
[図5B]



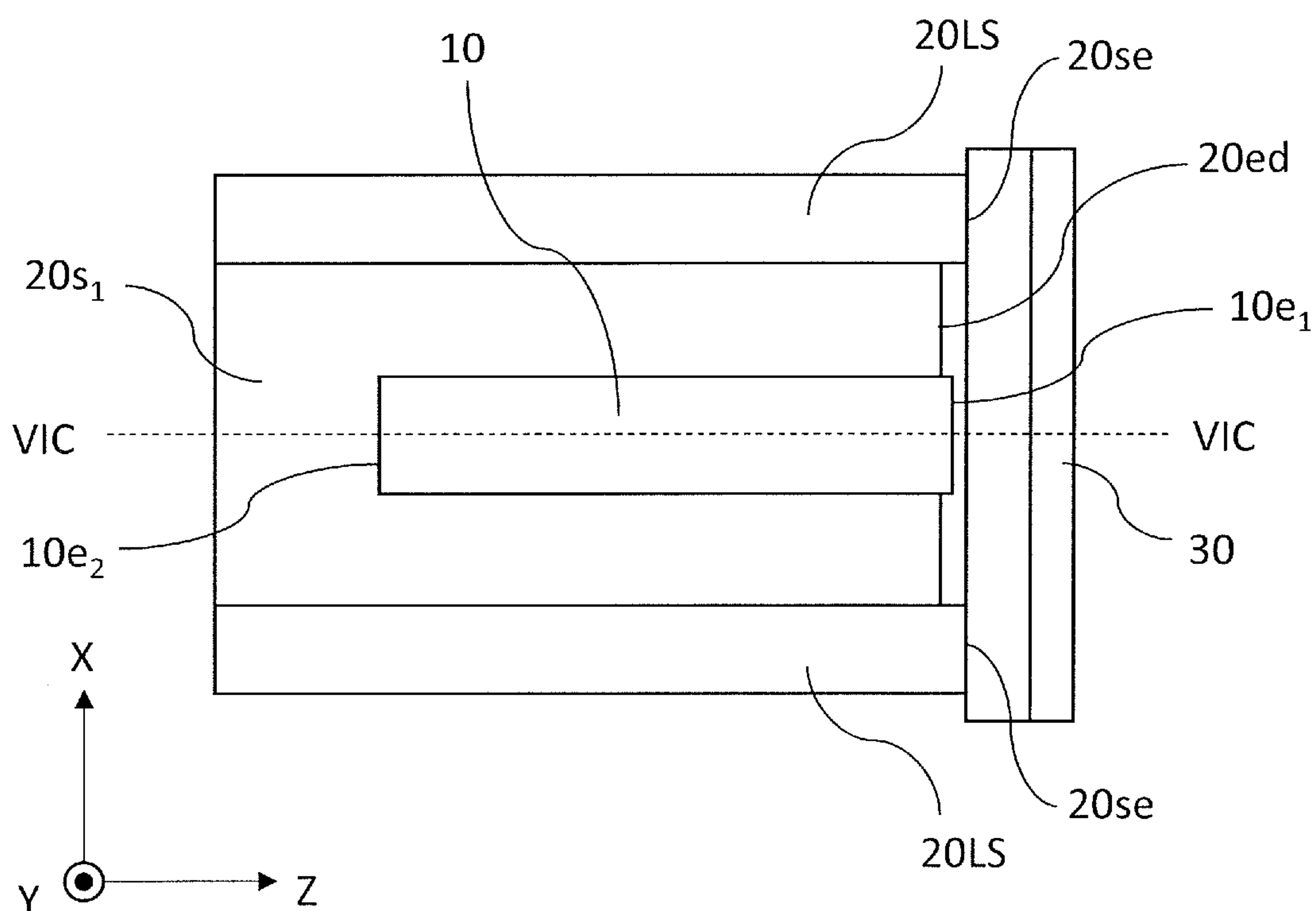
[図5C]



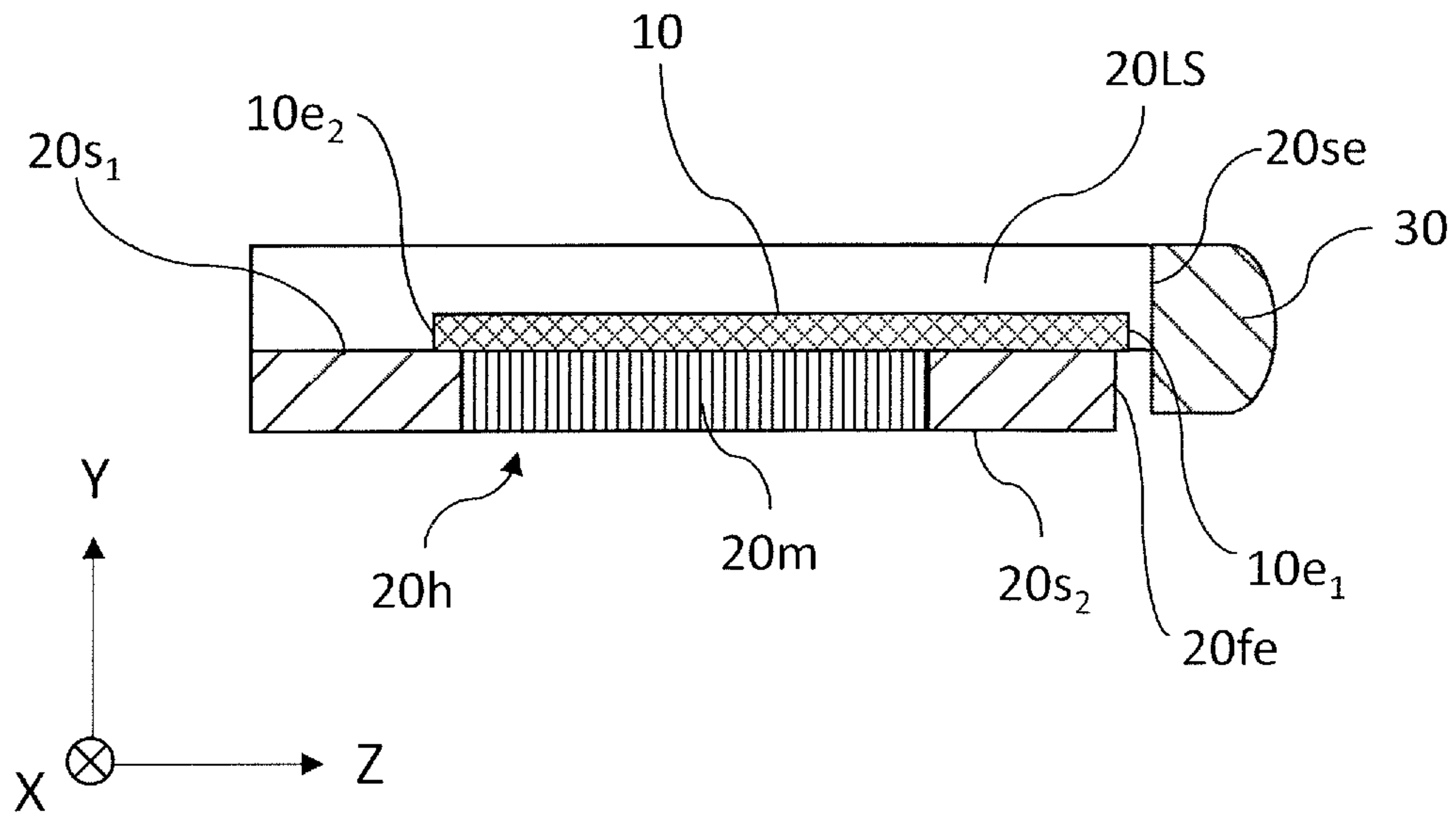
[図6A]



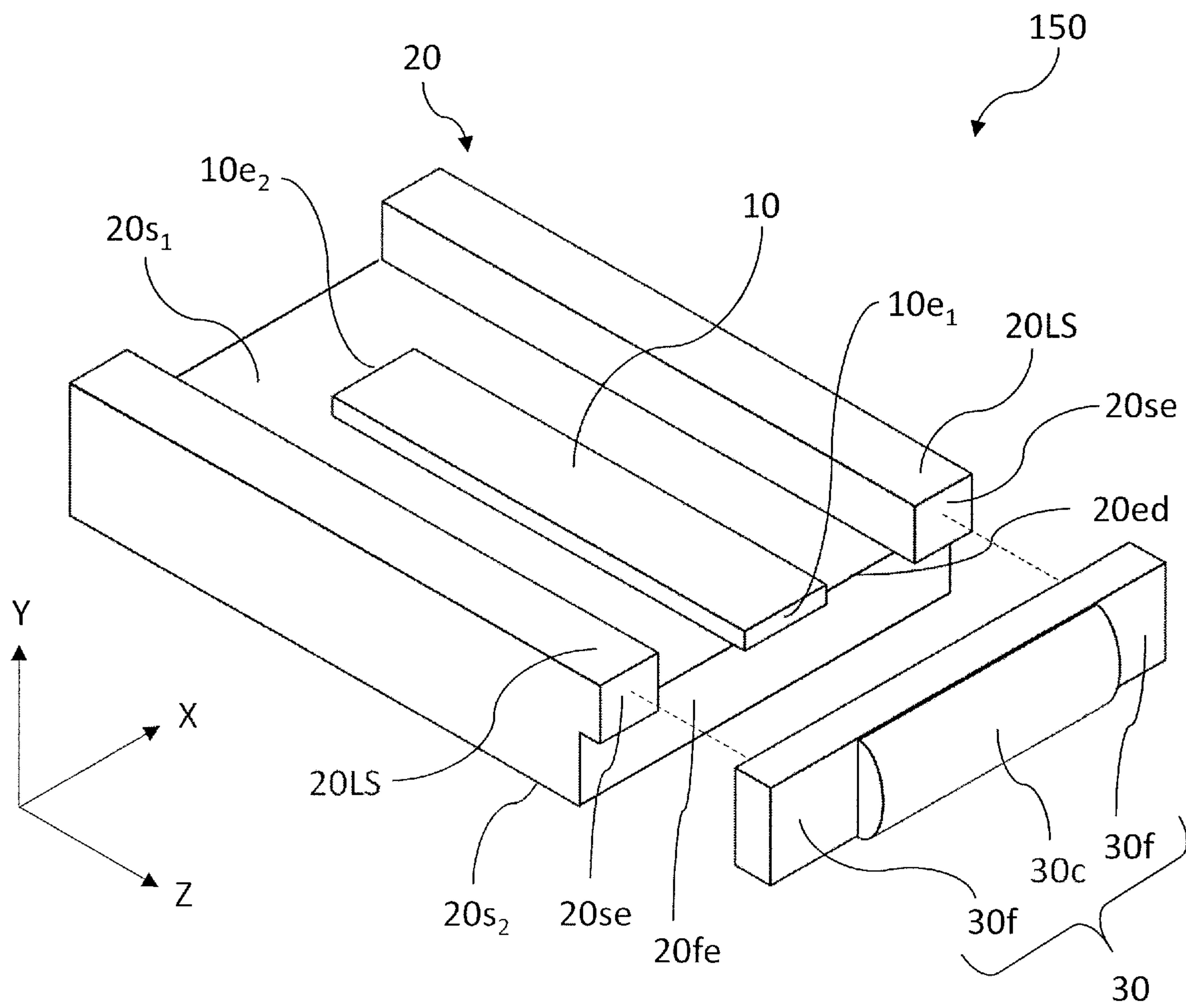
[図6B]



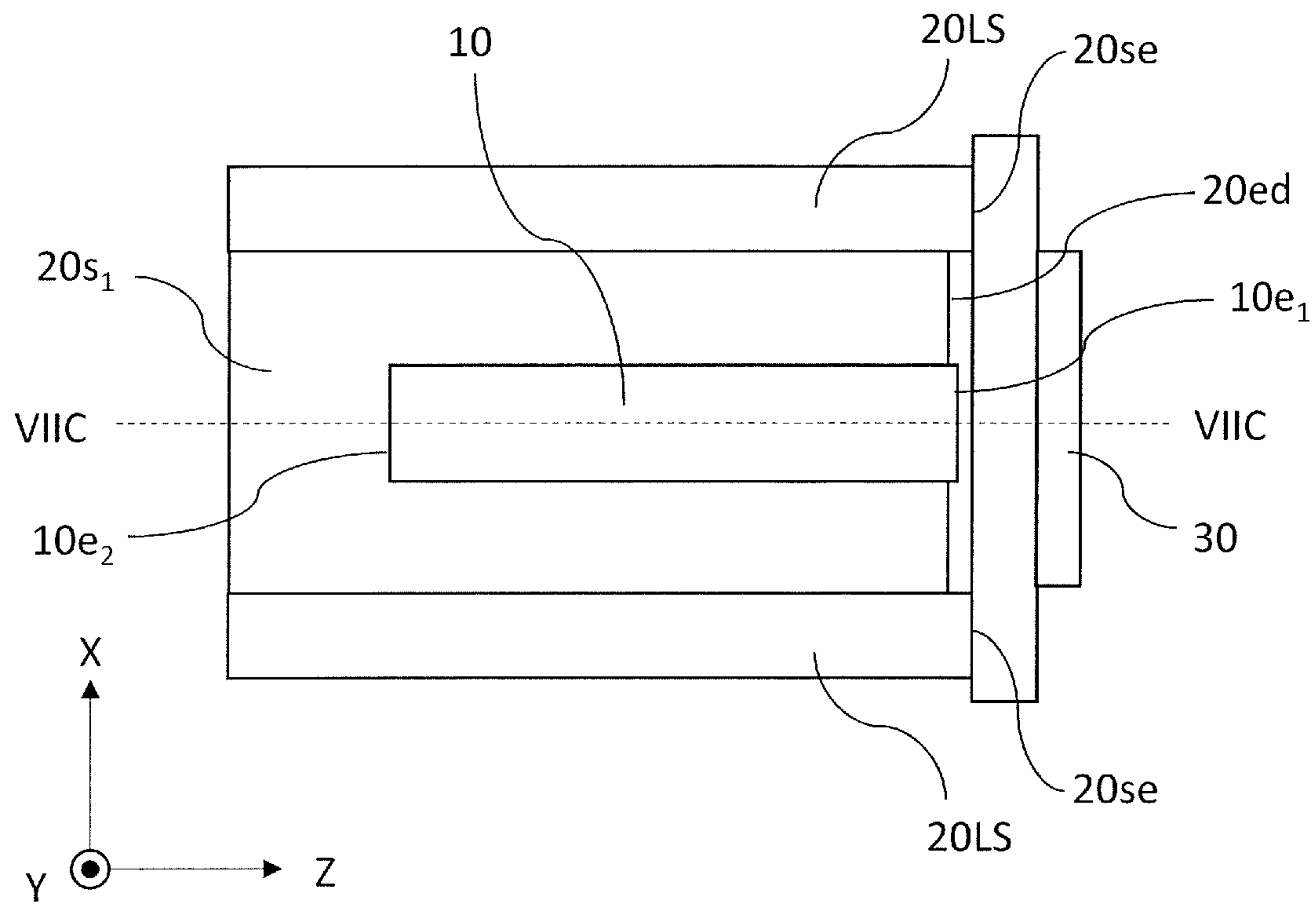
[図6C]



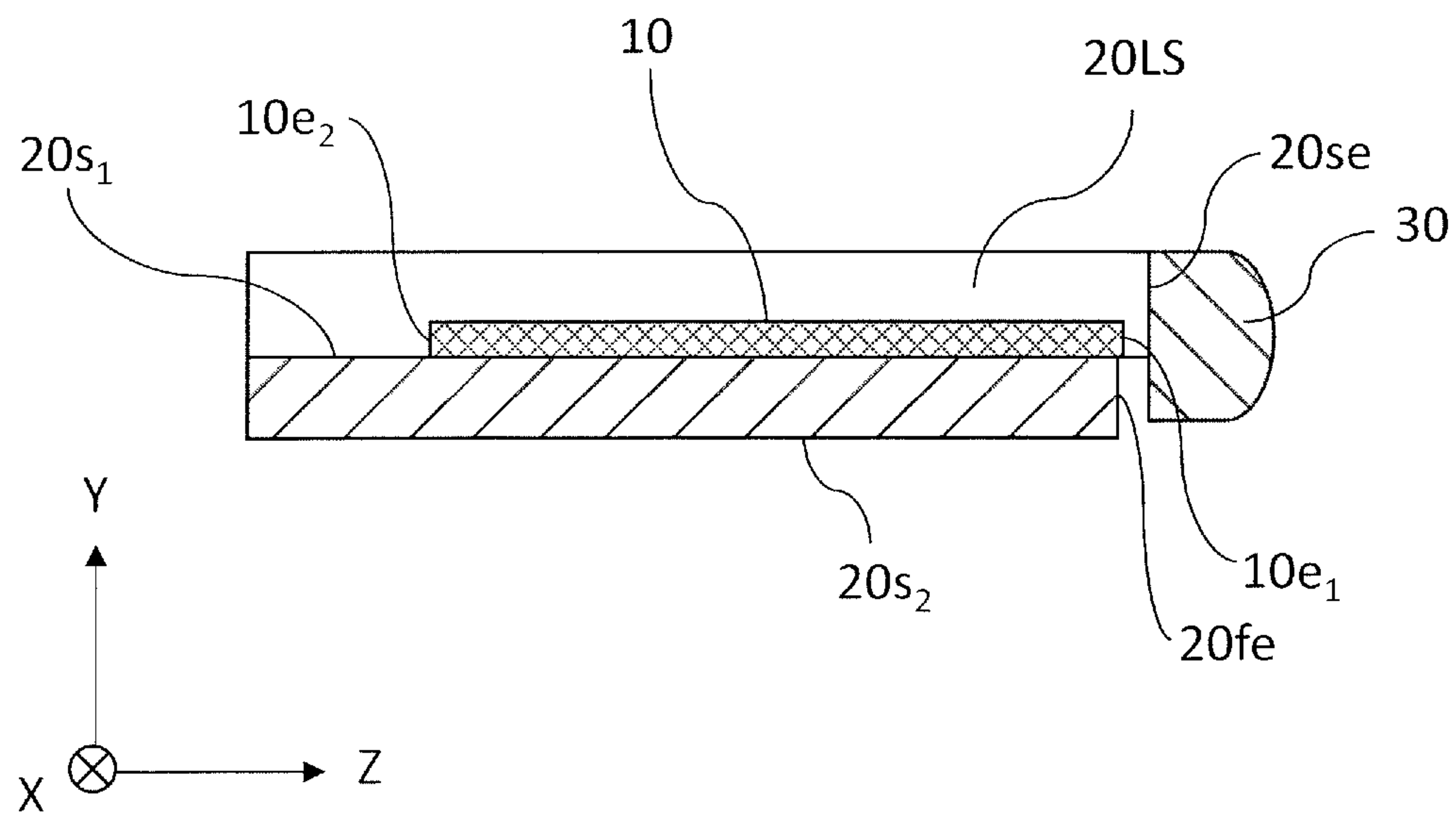
[図7A]



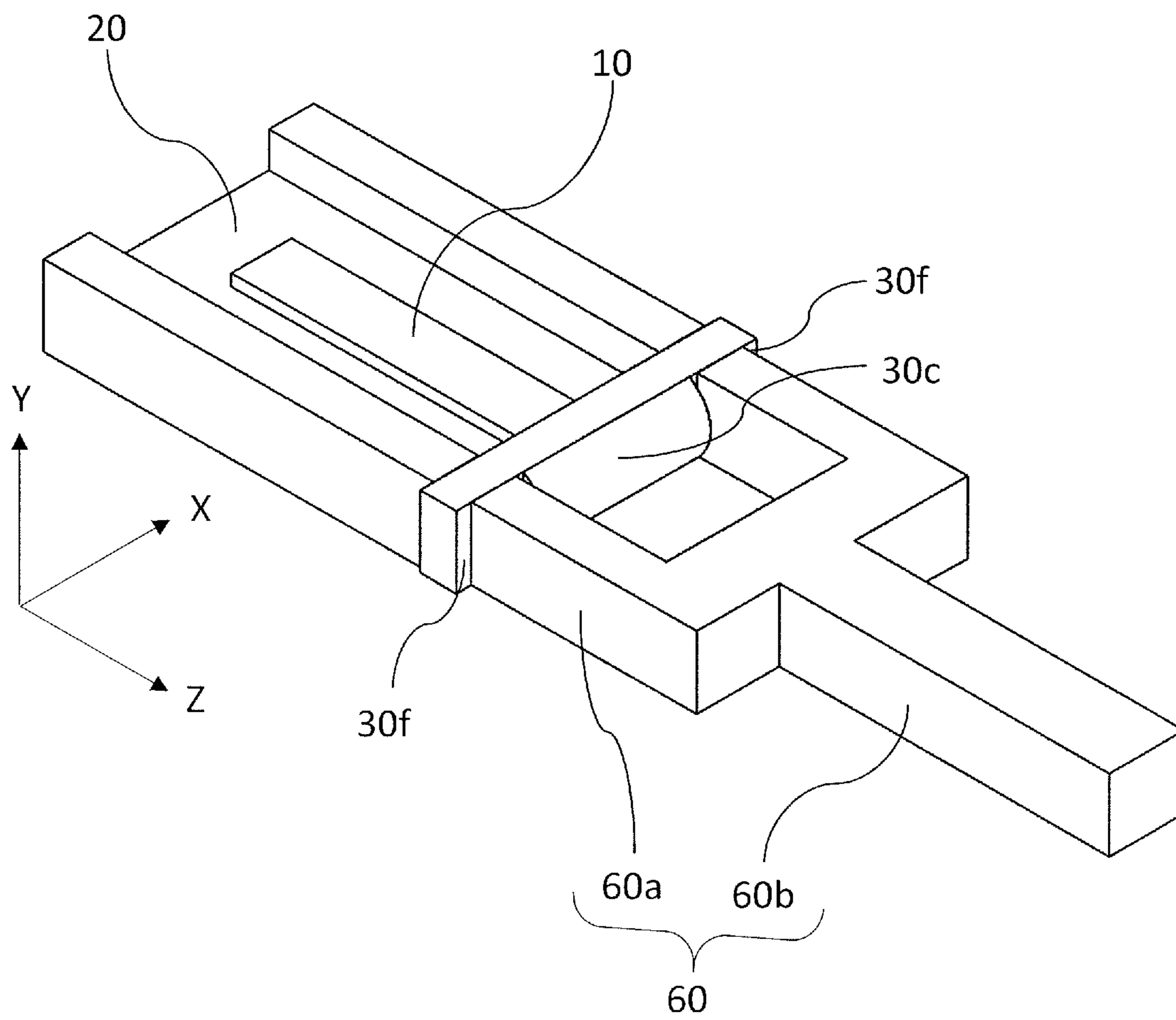
[図7B]



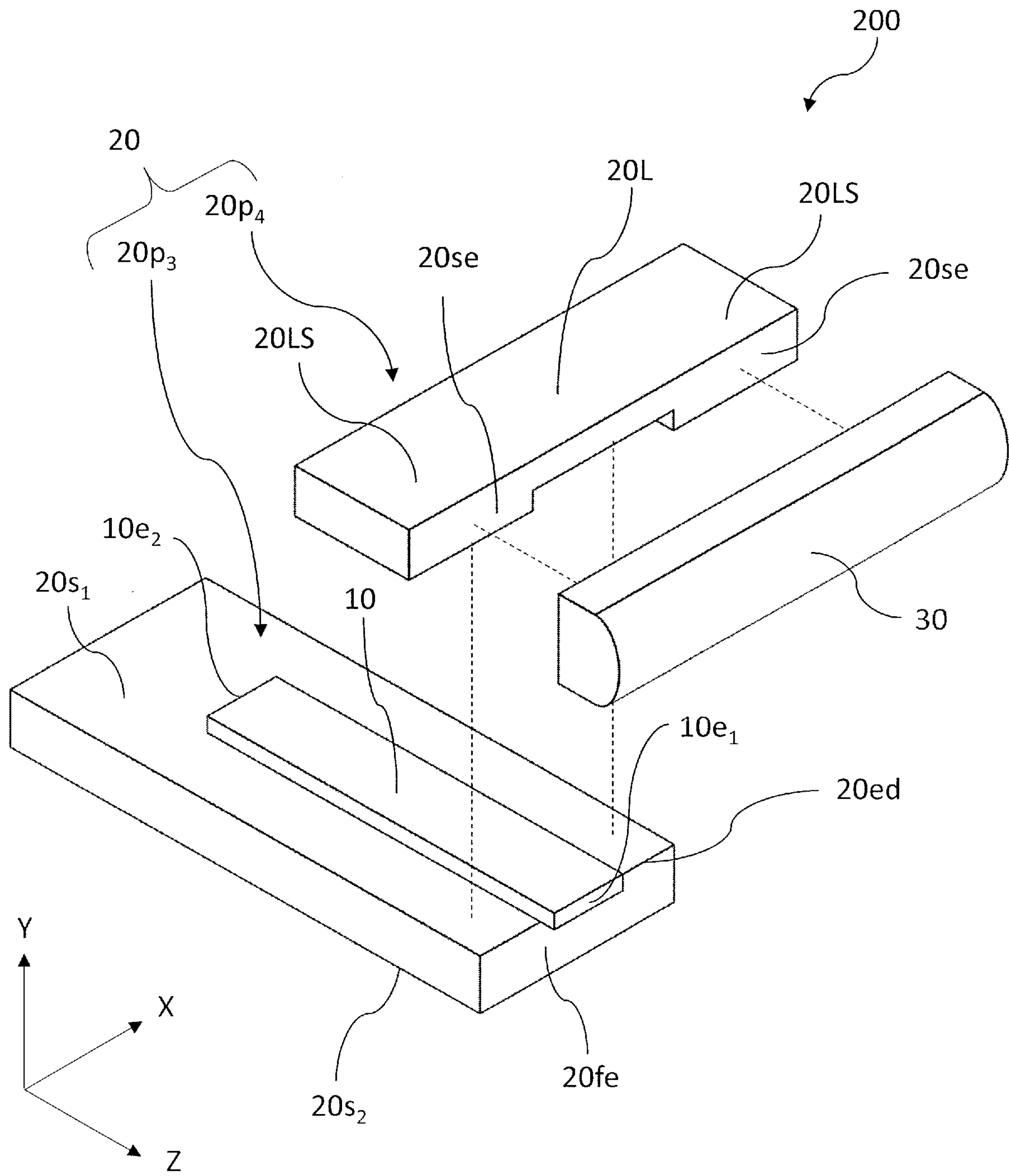
[図7C]



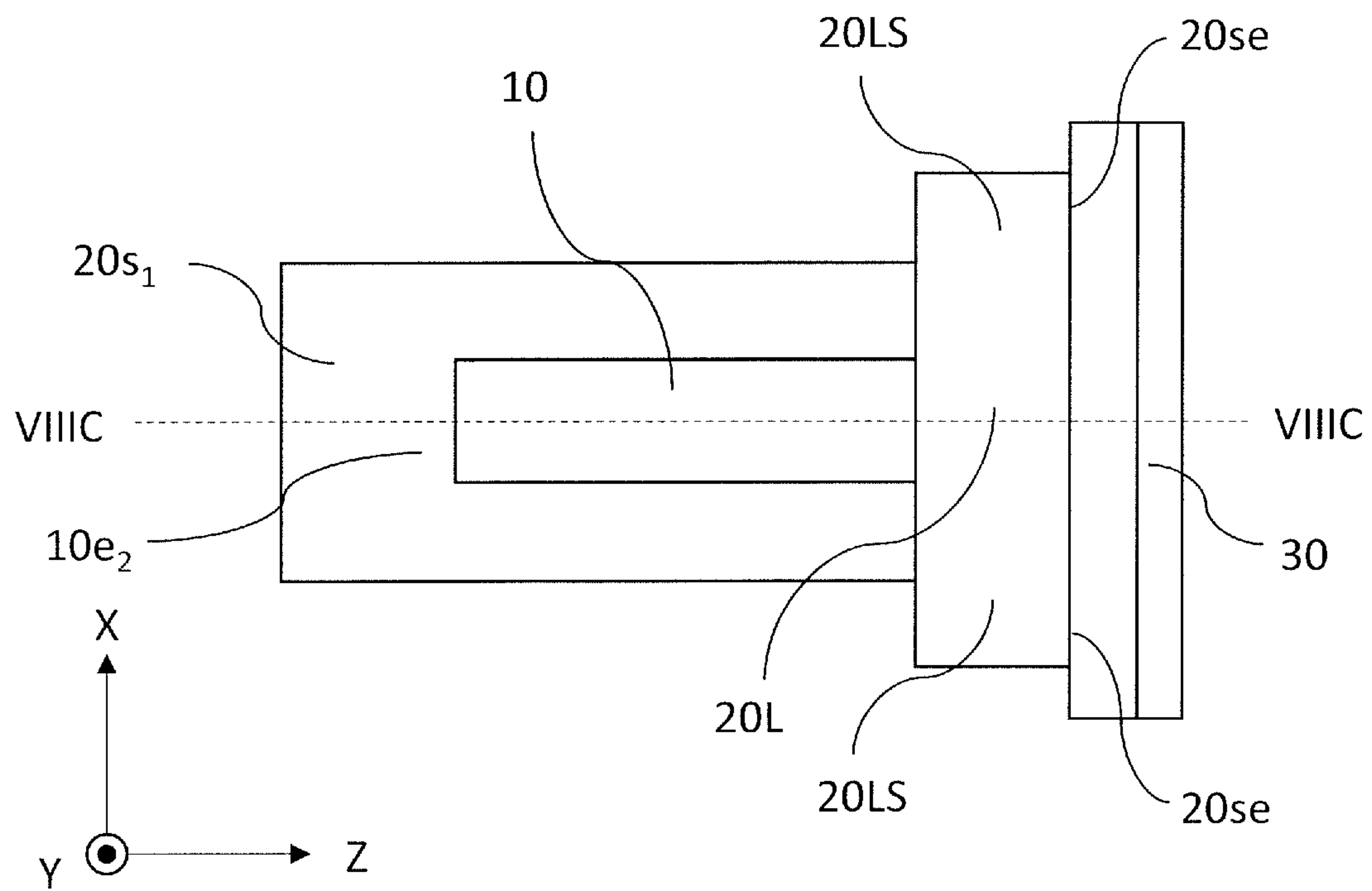
[図7D]



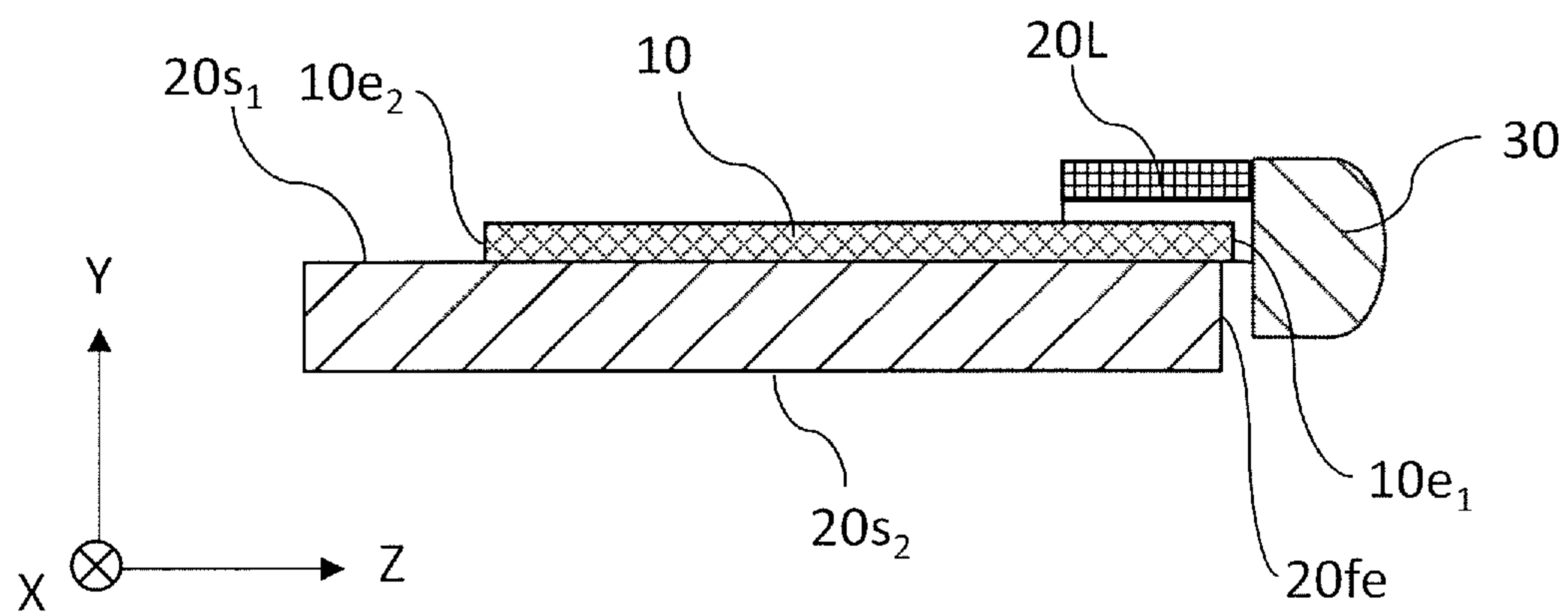
[図8A]



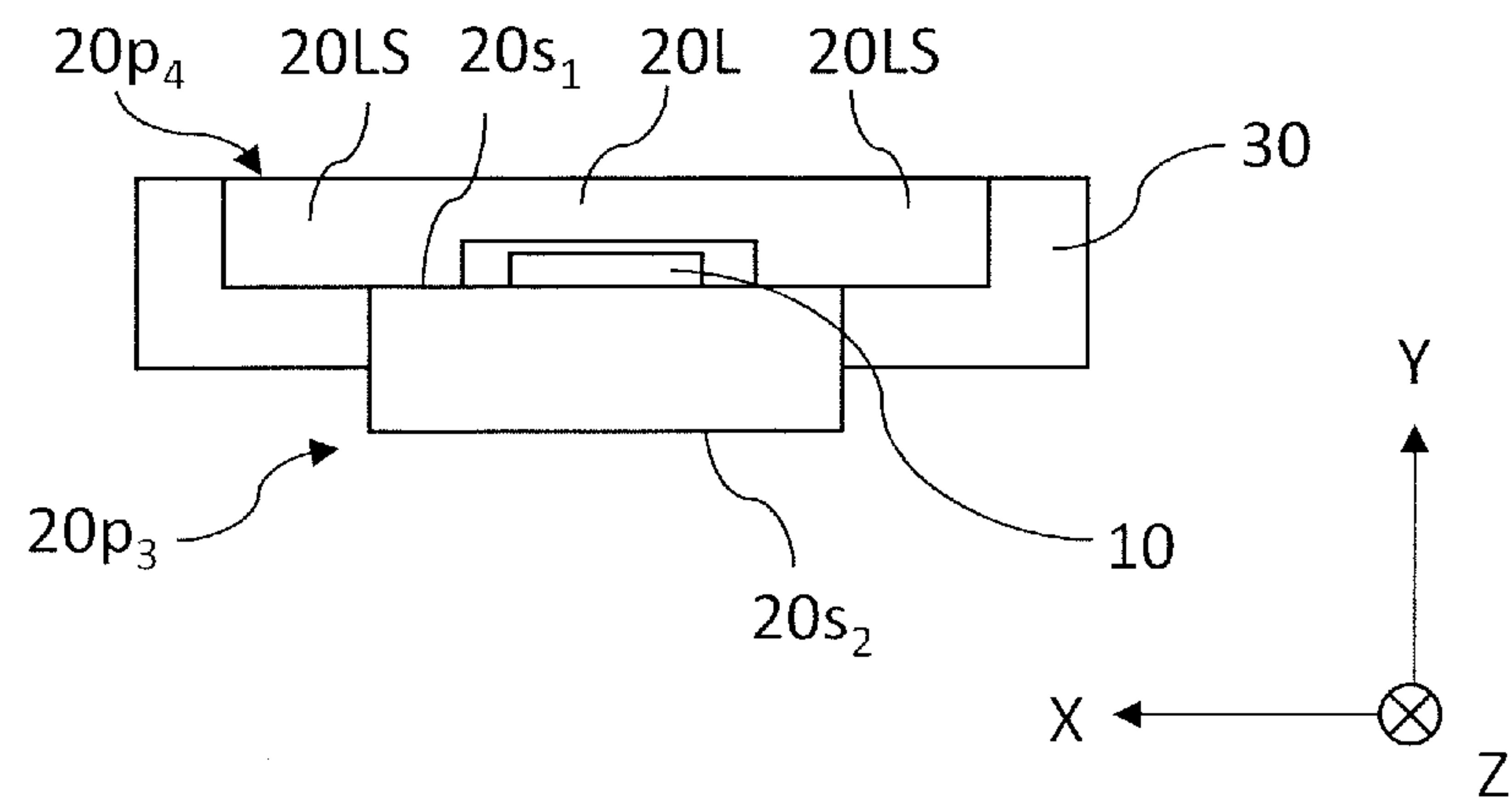
[図8B]



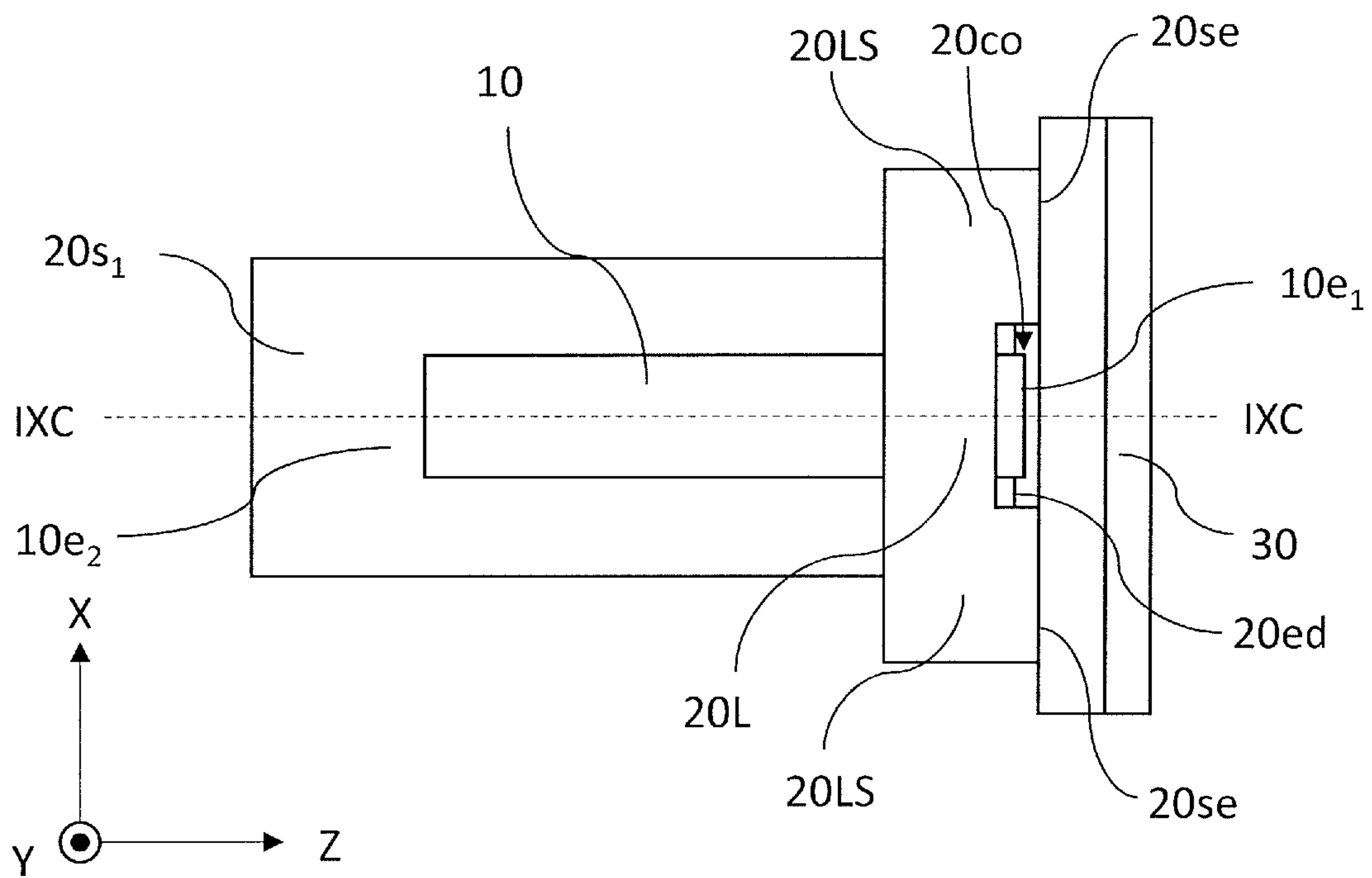
[図8C]



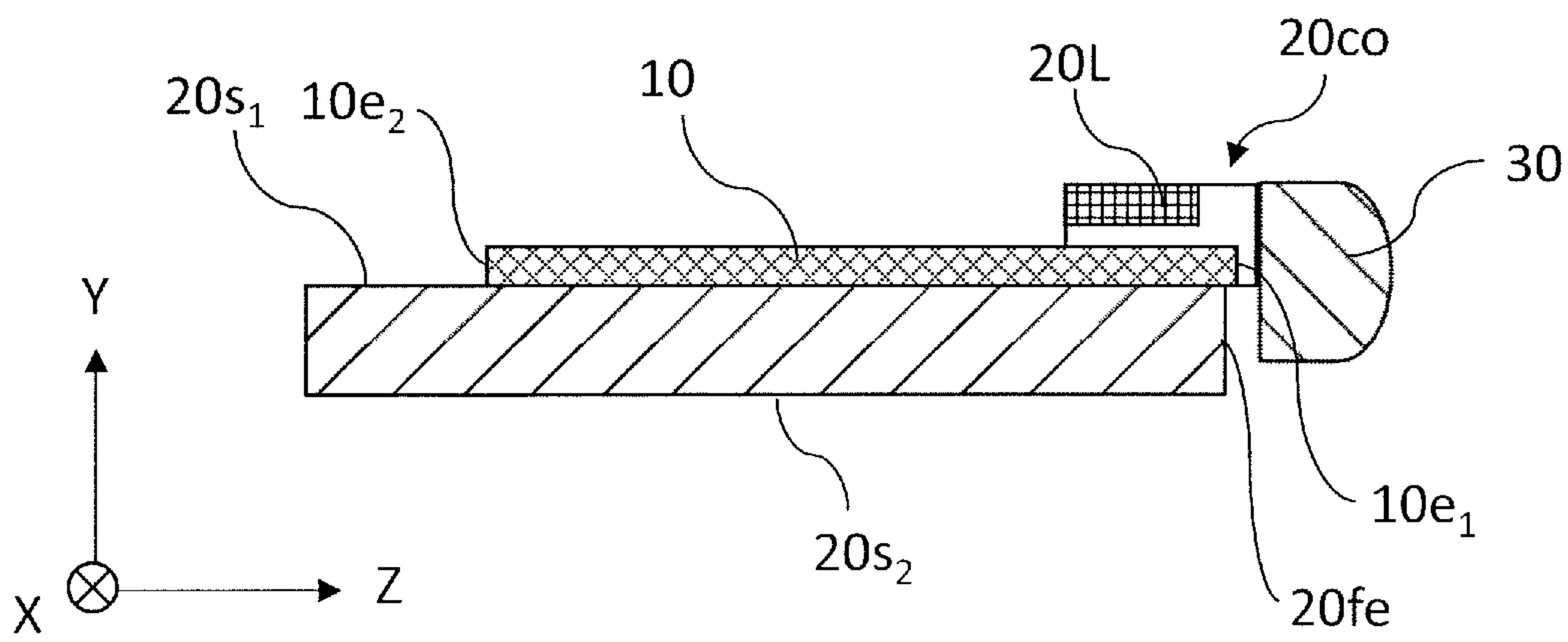
[図8D]



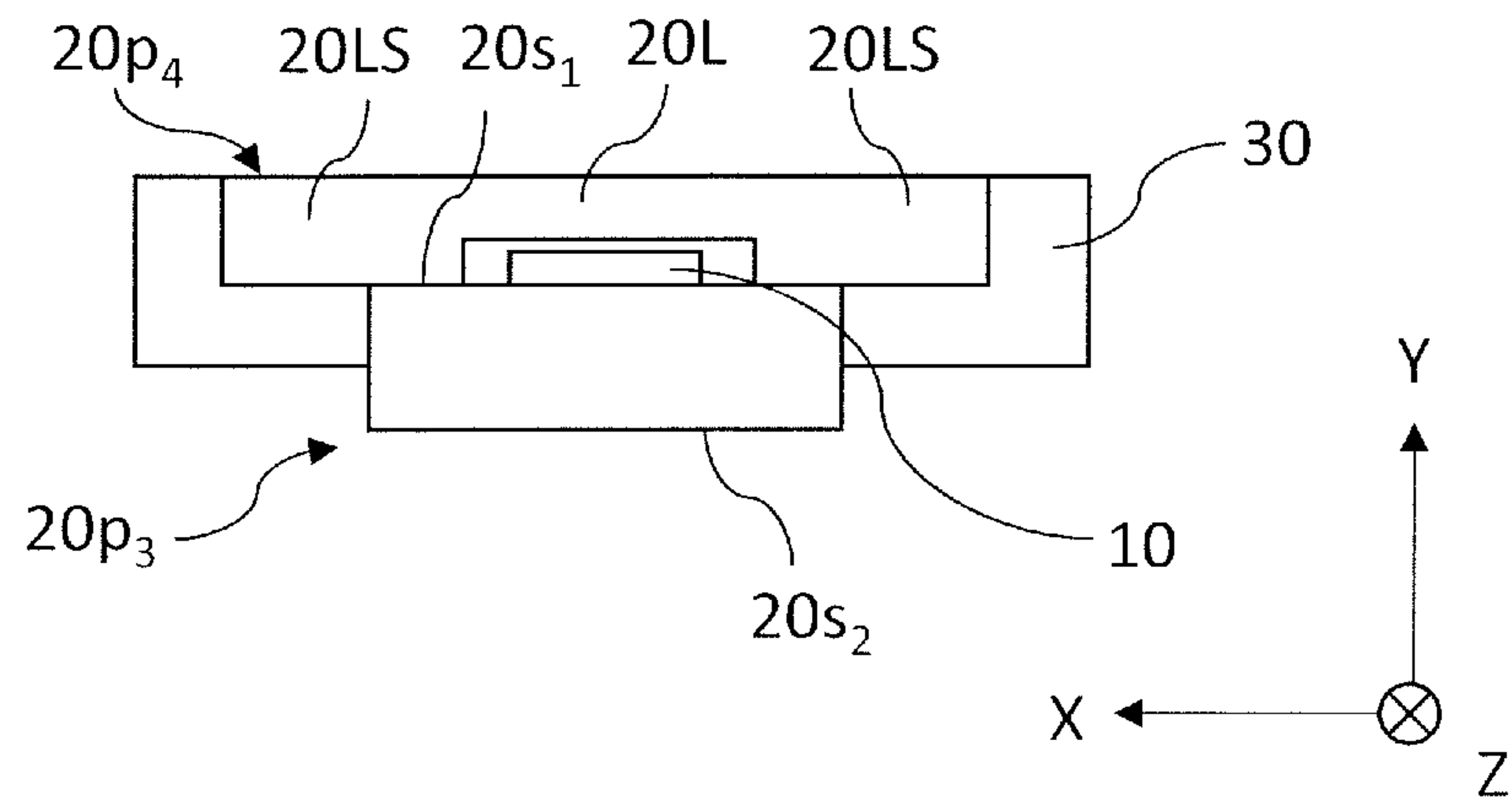
[図9B]



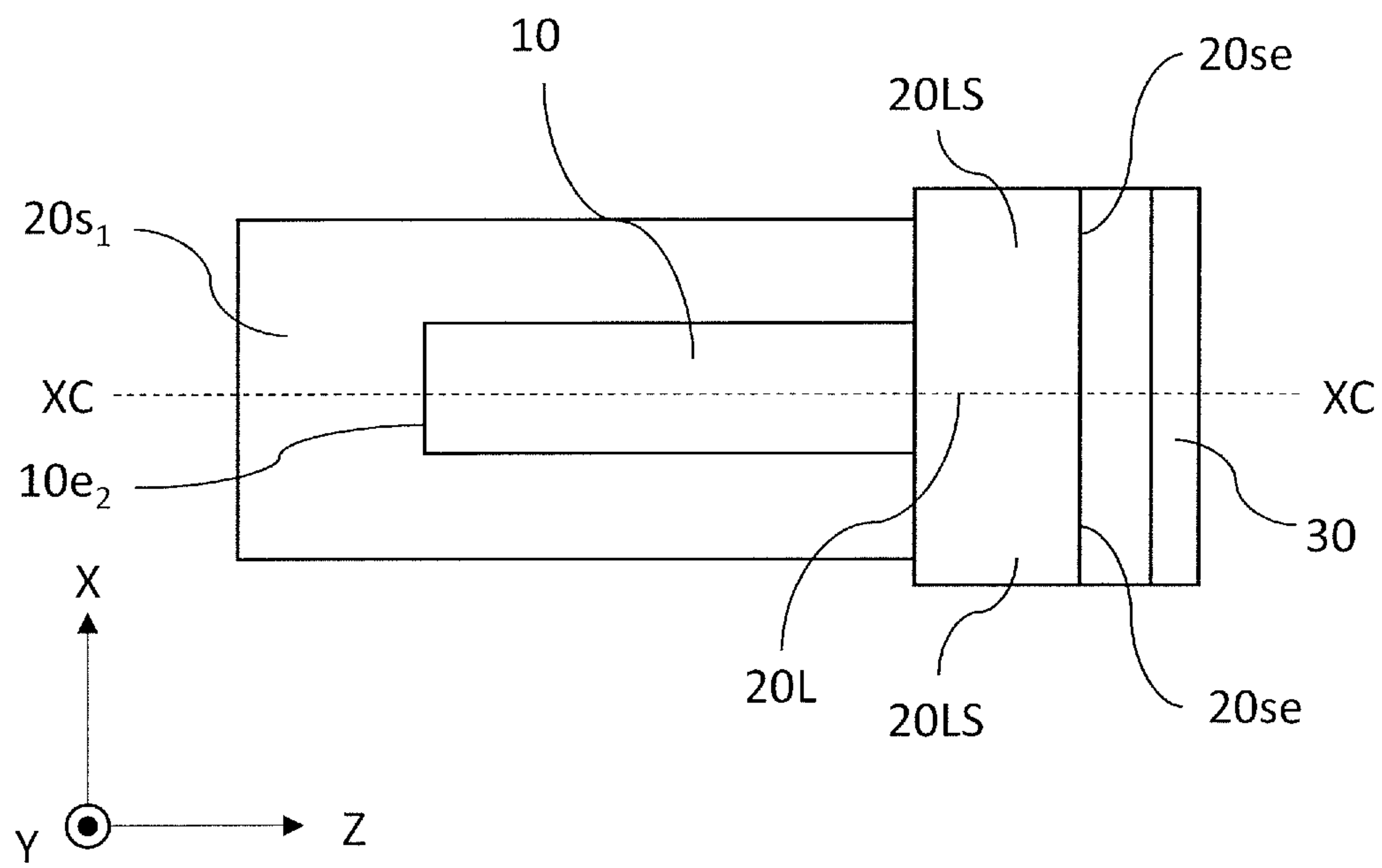
[図9C]



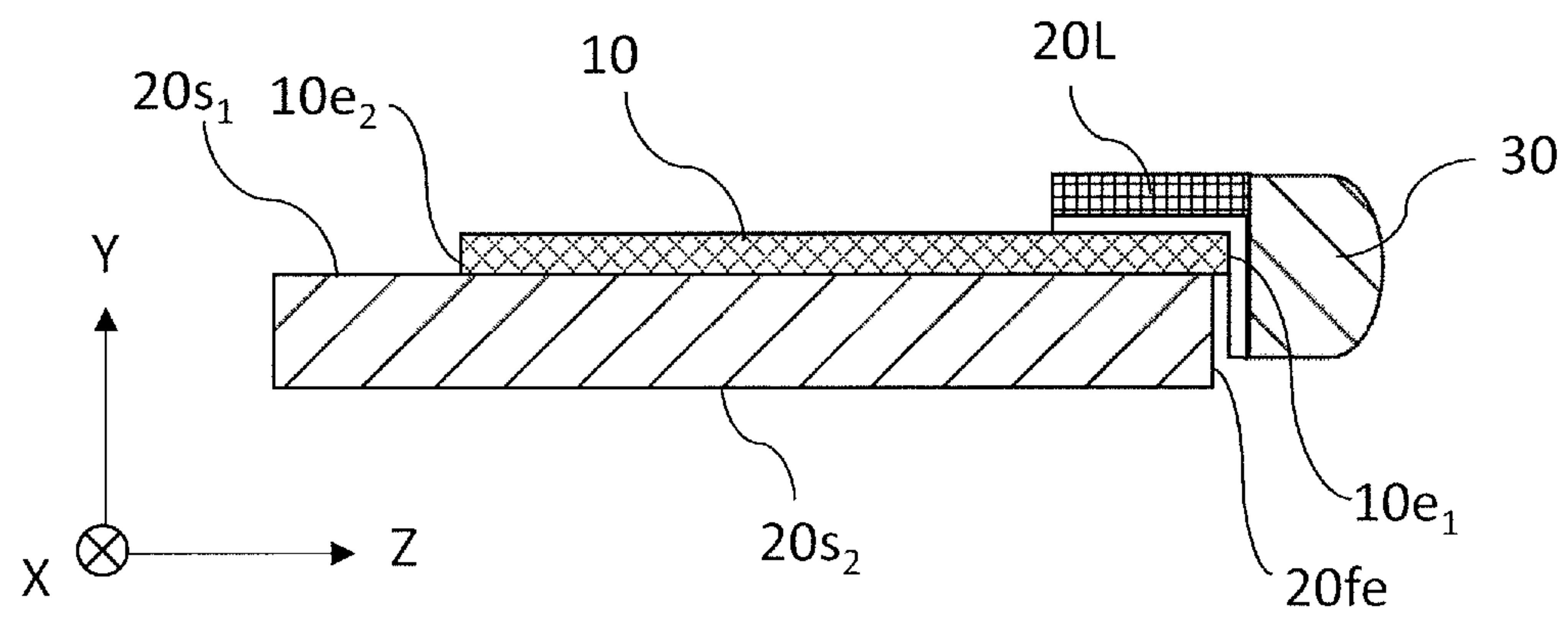
[図9D]



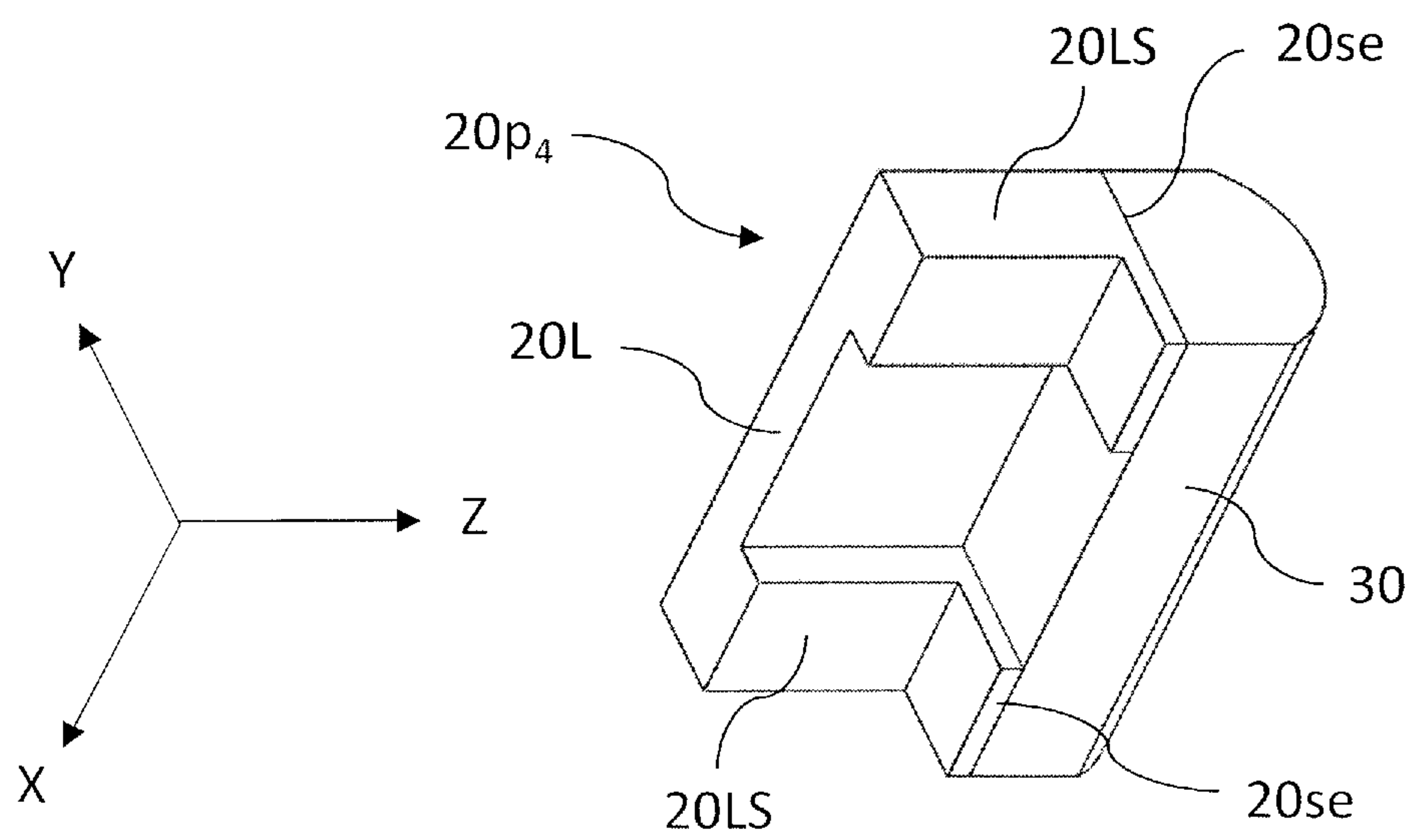
[図10B]



[図10C]



[図10D]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/033897

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int. Cl. H01S5/022 (2021.01) i FI: H01S5/022 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. H01S5/00-5/50 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.
Y	JP 2002-368320 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 20 December 2002, paragraphs [0027]-[0034], fig. 1, 2	1-20
Y	JP 2004-47650 A (FUJI PHOTO FILM CO., LTD.) 12 February 2004, paragraphs [0013], [0036]-[0053], fig. 1-3	1-20
Y	JP 2019-62033 A (PANASONIC CORP.) 18 April 2019, paragraphs [0050]-[0052]	1-20
Y	JP 2010-73758 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 02 April 2010, paragraphs [0017]-[0019], fig. 1	1-20
☒ 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 application or patent 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 12.11.2020		Date of mailing of the international search report 01.12.2020
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/JP2020/033897

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-267794 A (ANDO ELECTRIC CO., LTD.) 15 October 1993, paragraphs [0009], [0010], fig. 1	4-20
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 172835/1980 (Laid-open No. 94968/1982) (NEC CORP.) 11 June 1982, p. 4, line 15 to p. 6, line 1	7-20
Y	JP 9-36274 A (TOKUYAMA CORP.) 07 February 1997, paragraphs [0016], [0017], [0026], [0032]	9-20
Y	WO 2019/009086 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 10 January 2019, paragraphs [0026]-[0036], fig. 3	16-20
Y	JP 4-264789 A (SONY CORP.) 21 September 1992, paragraphs [0021]-[0027], fig. 3, 4	16-20
Y	JP 2014-6476 A (RICOH CO., LTD.) 16 January 2014, paragraph [0047]	18-20
Y	JP 8-152549 A (RICOH CO., LTD.) 11 June 1996, paragraph [0016]	18-20
Y	JP 2005-243659 A (TOSHIBA CORP.) 08 September 2005, paragraphs [0010]-[0015], [0018], fig. 1, 3	19-20
A	WO 2014/166616 A2 (JENOPTIK LASER GMBH) 16 October 2014, entire text, all drawings	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/033897

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2002-368320 A	20.12.2002	(Family: none)	
JP 2004-47650 A	12.02.2004	US 2004/0027631 A1 paragraphs [0019], [0137]-[0154], fig. 1-3	
JP 2019-62033 A	18.04.2019	(Family: none)	
JP 2010-73758 A	02.04.2010	(Family: none)	
JP 5-267794 A	15.10.1993	(Family: none)	
JP 57-94968 U1	11.06.1982	(Family: none)	
JP 9-36274 A	07.02.1997	US 5770821 A column 4, lines 21- 43, column 6, line 51 to column 7, line 5, column 8, lines 36-50	
WO 2019/009086 A1	10.01.2019	EP 755074 A2 CN 110832715 A paragraphs [0047]- [0057], fig. 3	
JP 4-264789 A	21.09.1992	(Family: none)	
JP 2014-6476 A	16.01.2014	US 2014/0003062 A1 paragraph [0072] EP 2679887 A1	
JP 8-152549 A	11.06.1996	(Family: none)	
JP 2005-243659 A	08.09.2005	US 2005/0147149 A1 paragraphs [0021]- [0026], [0029], fig. 1, 3	
WO 2014/166616 A2	16.10.2014	DE 102013006316 A1 entire text, all drawings	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2020/033897
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） H01S 5/022(2021.01)i FI: H01S5/022		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） H01S5/00-5/50		
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 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 2 0 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 2 0 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 2 0 年		
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）		
C. 関連すると認められる文献		
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
Y	JP 2002-368320 A（松下電器産業株式会社）20.12.2002（2002 - 12 - 20） [0027]-[0034], 図1-2	1-20
Y	JP 2004-47650 A（富士写真フイルム株式会社）12.02.2004（2004 - 02 - 12） [0013], [0036]-[0053], 図1-3	1-20
Y	JP 2019-62033 A（パナソニック株式会社）18.04.2019（2019 - 04 - 18） [0050]-[0052]	1-20
Y	JP 2010-73758 A（古河電気工業株式会社）02.04.2010（2010 - 04 - 02） [0017]-[0019], 図1	1-20
Y	JP 5-267794 A（安藤電気株式会社）15.10.1993（1993 - 10 - 15） [0009]-[0010], 図1	4-20
Y	日本国実用新案登録出願55-172835号（日本国実用新案登録出願公開57-94968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（日本電気株式会社）11.06.1982（1982-06-11）第4項第15行-第6項第1行	7-20
Y	JP 9-36274 A（株式会社トクヤマ）07.02.1997（1997 - 02 - 07） [0016]-[0017], [0026], [0032]	9-20
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “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 “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 “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） “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		“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 “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 “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 “&” 同一パテントファミリー文献
国際調査を完了した日 12. 11. 2020		国際調査報告の発送日 01. 12. 2020
名称及びあて先 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		権限のある職員（特許庁審査官） 百瀬 正之 2K 4084 電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C. 関連すると認められる文献

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
Y	WO 2019/009086 A1 (パナソニック I P マネジメント株式会社) 10.01.2019 (2019 - 01 - 10) [0026]-[0036], 図3	16-20
Y	JP 4-264789 A (ソニー株式会社) 21.09.1992 (1992 - 09 - 21) [0021]-[0027], 図3-4	16-20
Y	JP 2014-6476 A (株式会社リコー) 16.01.2014 (2014 - 01 - 16) [0047]	18-20
Y	JP 8-152549 A (株式会社リコー) 11.06.1996 (1996 - 06 - 11) [0016]	18-20
Y	JP 2005-243659 A (株式会社東芝) 08.09.2005 (2005 - 09 - 08) [0010]-[0015], [0018], 図1, 3	19-20
A	WO 2014/166616 A2 (JENOPTIK LASER GMBH) 16.10.2014 (2014 - 10 - 16) 全文, 全図	1-20

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2002-368320	A	20.12.2002	(ファミリーなし)	
JP	2004-47650	A	12.02.2004	US 2004/0027631 A1	
				[0019],[0137]-[0154],	
				FIGs.1-3	
JP	2019-62033	A	18.04.2019	(ファミリーなし)	
JP	2010-73758	A	02.04.2010	(ファミリーなし)	
JP	5-267794	A	15.10.1993	(ファミリーなし)	
JP	57-94968	U1	11.06.1982	(ファミリーなし)	
JP	9-36274	A	07.02.1997	US 5770821 A	
				第4欄第21行-第43行,第6欄	
				第51行-第7欄第5行,第8欄第	
				36行-第50行	
				EP 755074 A2	
WO	2019/009086	A1	10.01.2019	CN 110832715 A	
				[0047]-[0057], 図3	
JP	4-264789	A	21.09.1992	(ファミリーなし)	
JP	2014-6476	A	16.01.2014	US 2014/0003062 A1	
				[0072]	
				EP 2679887 A1	
JP	8-152549	A	11.06.1996	(ファミリーなし)	
JP	2005-243659	A	08.09.2005	US 2005/0147149 A1	
				[0021]-[0026],[0029],	
				FIGs.1,3	
WO	2014/166616	A2	16.10.2014	DE 102013006316 A1	
				全文,全図	