(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
2023年5月25日(25.05.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/090226 A1

(51) 国際特許分類:
G01R 15/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/041777

(22) 国際出願日： 2022年11月9日(09.11.2022)

(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 2021-186438 2021年11月16日(16.11.2021) JP
特願 2022-063126 2022年4月5日(05.04.2022) JP
特願 2022-107381 2022年7月1日(01.07.2022) JP
特願 2022-161915 2022年10月6日(06.10.2022) JP

(71) 出願人: 株式会社デンソー (**DENSO CORPORATION**) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 Aichi (JP).

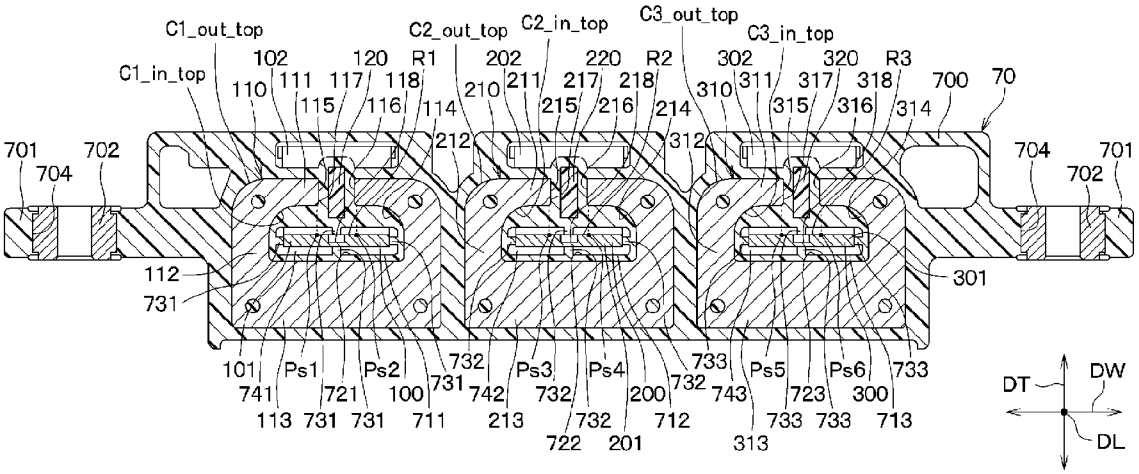
(72) 発明者: 宮本 稜 (**MIYAMOTO Ryo**); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 佐々木 章人 (**SASAKI Akito**); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). ▲徳▼永 憲司 (**TOKUNAGA Kenji**); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人ゆうあい特許事務所 (**YOU-I PATENT FIRM**); 〒4600008 愛知県名古屋市中区栄二丁目１１番７号 伏見大島ビル８階 Aichi (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY,

(54) **Title:** CURRENT SENSOR

(54) 発明の名称： 電流センサ



(57) **Abstract:** This current sensor comprises bus bars (100, 200, 300), cores (110, 120, 130) each including a core hole (114, 214, 314), a gap-forming portion (111, 211, 311), core lateral portions (112, 212, 312), and a core bottom portion (113, 213, 313), detecting portions (120, 220, 320) disposed in gaps (117, 217, 317), and a case (70) accommodating the cores, wherein: the case has opening portions (711, 712, 713) which are inserted into the core holes (114, 214, 314) and into which the bus bars are inserted; the opening portions each include an opposing surface (721, 722, 723) facing the bus bar, and a projecting portion (731, 732, 733) which projects from the opposing surface toward the bus bar, thereby coming into contact with the bus bar; and spaces (741, 742, 743) are formed between the opposing surfaces and the bus bars.

WO 2023/090226 A1

[続葉有]

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, CV, 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, ME, 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：電流センサは、バスバ（１００、２００、３００）と、コア穴（１１４、２１４、３１４）とギャップ形成部（１１１、２１１、３１１）とコア横部（１１２、２１２、３１２）とコア底部（１１３、２１３、３１３）とを有するコア（１１０、１２０、１３０）と、ギャップ（１１７、２１７、３１７）に配置されている検出部（１２０、２２０、３２０）と、コアを収容しているケース（７０）と、を備え、ケースは、コア穴（１１４、２１４、３１４）に挿入されているとともにバスバが挿入されている開口部（７１１、７１２、７１３）を有し、開口部は、バスバと対向している対向面（７２１、７２２、７２３）と、対向面からバスバに向かって突出していることによりバスバと接触している突出部（７３１、７３２、７３３）と、を含み、対向面およびバスバの間には、空間（７４１、７４２、７４３）が形成されている。

明　細　書

発明の名称 ： 電流センサ

関連出願への相互参照

[0001] 本出願は、２０２１年１１月１６日に出願された日本特許出願番号２０２１－１８６４３８号と、２０２２年４月５日に出願された日本特許出願番号２０２２－０６３１２６号と、２０２２年７月１日に出願された日本特許出願番号２０２２－１０７３８１号と、２０２２年１０月６日に出願された日本特許出願番号２０２２－１６１９１５号と、に基づくもので、ここにその記載内容が参照により組み入れられる。

技術分野

[0002] 本開示は、電流センサに関するものである。

背景技術

[0003] 従来、特許文献１に記載されているように、ハイブリッド車や電気自動車用の交流モータを駆動するためのインバータに流れる交流電流を検出する電流センサが知られている。この電流センサは、インバータの交流電流が流れるバスバと、このバスバを流れる交流電流によって発生する磁界が通過するコアと、コアに形成されたギャップに配置されたセンサチップとを備える。そして、このコアギャップを通過する磁界をセンサチップが検出することにより、電流センサは、インバータに流れる交流電流を検出する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００８－５１７０４号公報

発明の概要

[0005] バスバに電流が流れることにより、バスバは、発熱する。このため、特許文献１に記載されたような電流センサでは、バスバによって発生した熱が、バスバを収容するケースを介して、検出部としてのセンサチップに伝わる。これにより、センサチップの特性変化および故障が生じることがある。

本開示は、検出部に熱が伝わることを抑制する電流センサを提供することを目的とする。

[0006] 本開示の１つの観点によれば、電流センサであって、板状に形成されているバスバと、バスバが挿入されているコア穴と、バスバの幅方向を向いている第１端面、第１端面と幅方向に対向している第２端面、および、第１端面と第２端面とによって形成されているとともにコア穴と外部とに連通するギャップを含むギャップ形成部と、ギャップ形成部に接続されているとともにバスバの厚み方向に延びているコア横部と、コア横部に接続されて幅方向に延びているとともにギャップ形成部およびコア横部とでコア穴を形成するコア底部と、を有するコアと、ギャップに配置されているとともに、バスバに流れる電流によってギャップに発生する磁界の強さを検出する検出部と、コアを収容しているケースと、を備え、ケースは、コア穴に挿入されているとともにバスバが挿入されている開口部を有し、開口部は、バスバと対向している対向面と、対向面からバスバに向かって突出していることによりバスバと接触している突出部と、を含み、対向面およびバスバの間には、空間が形成されている電流センサである。

[0007] また、本開示の１つの観点によれば、電流センサであって、板状に形成されているバスバと、バスバが挿入されているコア穴と、バスバの幅方向を向いている第１端面、第１端面と幅方向に対向している第２端面、および、第１端面と第２端面とによって形成されているとともにコア穴と外部とに連通するギャップを含むギャップ形成部と、ギャップ形成部に接続されているとともにバスバの厚み方向に延びているコア横部と、コア横部に接続されて幅方向に延びているとともにギャップ形成部およびコア横部とでコア穴を形成するコア底部と、を有するコアと、ギャップに配置されているとともに、バスバに流れる電流によってギャップに発生する磁界の強さを検出する検出部と、コアを収容しているケースと、を備え、ケースは、コア穴に挿入されているとともにバスバが挿入されている開口部を有し、バスバは、開口部と対向する面から開口部に向かって突出していることにより、開口部と接触して

いる突出部を有し、開口部およびバスバの間には、空間が形成されている電流センサである。

[0008] これにより、バスバによって発生した熱がケースに伝わりにくくなる。このため、ケースから検出部に熱が伝わりにくくなる。したがって、検出部に熱が伝わることが抑制される。

[0009] なお、各構成要素等に付された括弧付きの参照符号は、その構成要素等と後述する実施形態に記載の具体的な構成要素等との対応関係の一例を示すものである。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第１実施形態の電流センサの斜視図。

[図2]図１のＩＩ－ＩＩ線断面図。

[図3]電流センサのバスバ、コア、検出部、リード線、基板およびターミナルの上面図。

[図4]磁界の強さ、第１容易軸部にかかる磁束密度および第１困難軸部にかかる磁束密度の関係図。

[図5]第２実施形態の電流センサの断面図。

[図6]第３実施形態の電流センサの断面図。

[図7]電流センサのバスバ、コア、検出部、リード線、基板およびターミナルの上面図。

[図8]第４実施形態の電流センサの断面図。

[図9]第５実施形態の電流センサの断面図。

[図10]第６実施形態の電流センサの断面図。

[図11]第７実施形態の電流センサの断面図。

[図12]第８実施形態の電流センサの断面図。

[図13]第９実施形態の電流センサの断面図。

[図14]第１０実施形態の電流センサの断面図。

[図15]第１１実施形態の電流センサの断面図。

[図16]第１２実施形態の電流センサの第１コアおよび第１検出部の断面図。

[図17]電流センサの第２コアおよび第２検出部の断面図。

[図18]電流センサの第３コアおよび第３検出部の断面図。

[図19]第１３実施形態の電流センサの第１コアおよび第１検出部の断面図。

[図20]電流センサの第２コアおよび第２検出部の断面図。

[図21]電流センサの第３コアおよび第３検出部の断面図。

[図22]第１４実施形態の電流センサの第１コアおよび第１検出部の断面図。

[図23]電流センサの第２コアおよび第２検出部の断面図。

[図24]電流センサの第３コアおよび第３検出部の断面図。

[図25]第１５実施形態の電流センサの第１コアの断面図。

[図26]電流センサの第２コアの断面図。

[図27]電流センサの第３コアの断面図。

[図28]第１６実施形態の電流センサの第１コアの断面図。

[図29]電流センサの第２コアの断面図。

[図30]電流センサの第３コアの断面図。

[図31]第１７実施形態の電流センサにおける第１コア、第２コアおよび第３コアの断面図。

[図32]第１８実施形態の電流センサにおける第１コア、第２コアおよび第３コアの断面図。

[図33]第１９実施形態の電流センサにおける第１コア、第２コアおよび第３コアの断面図。

[図34]第２０実施形態の電流センサにおける第１コア、第２コアおよび第３コアの断面図。

[図35]第２１実施形態の電流センサにおける第１バスバの第１板部およびケースの第１開口部の断面図。

[図36]図３５のＸＸＸＶＩ－ＸＸＸＶＩ線断面図。

[図37]図３５のＸＸＸＶＩＩ－ＸＸＸＶＩＩ線断面図。

[図38]電流センサにおける第２バスバの第２板部およびケースの第２開口部の断面図。

[図39]図３８のＸＸＸＩＸ－ＸＸＸＩＸ線断面図。

[図40]図３８のＸＬ－ＸＬ線断面図。

[図41]電流センサにおける第３バスバの第３板部およびケースの第３開口部の断面図。

[図42]図４１のＸＬＩＩ－ＸＬＩＩ線断面図。

[図43]図４１のＸＬＩＩＩ－ＸＬＩＩＩ線断面図。

[図44]第２２実施形態の電流センサにおける第１バスバの第１板部およびケースの第１開口部の断面図。

[図45]電流センサにおける第２バスバの第２板部およびケースの第２開口部の断面図。

[図46]電流センサにおける第３バスバの第３板部およびケースの第３開口部の断面図。

[図47]第２３実施形態の電流センサにおける第１バスバの第１板部およびケースの第１開口部の断面図。

[図48]電流センサにおける第２バスバの第２板部およびケースの第２開口部の断面図。

[図49]電流センサにおける第３バスバの第３板部およびケースの第３開口部の断面図。

[図50]第２４実施形態の電流センサにおける第１バスバの第１板部およびケースの第１開口部の断面図。

[図51]電流センサにおける第２バスバの第２板部およびケースの第２開口部の断面図。

[図52]電流センサにおける第３バスバの第３板部およびケースの第３開口部の断面図。

[図53]第２５実施形態の電流センサにおける第１バスバの第１板部およびケースの第１開口部の断面図。

[図54]電流センサにおける第２バスバの第２板部およびケースの第２開口部の断面図。

[図55]電流センサにおける第３バスバの第３板部およびケースの第３開口部の断面図。

[図56]第２６実施形態の電流センサにおける第１バスバ、第１コア、第１検出部およびケースの断面図。

[図57]電流センサにおける第２バスバ、第２コア、第２検出部およびケースの断面図。

[図58]電流センサにおける第３バスバ、第３コア、第３検出部およびケースの断面図。

[図59]電流センサにおける第１比および振幅比の関係図。

[図60]第２７実施形態の電流センサにおける第１バスバ、第１コアおよび第１検出部の断面図。

[図61]電流センサにおける第２バスバ、第２コアおよび第２検出部の断面図。

[図62]電流センサにおける第３バスバ、第３コアおよび第３検出部の断面図。

[図63]第２８実施形態の電流センサにおける第１バスバおよびケースの第１開口部の断面図。

[図64]図６３のＬＸＩＶ－ＬＸＩＶ線断面図。

[図65]電流センサにおける第２バスバおよびケースの第２開口部の断面図。

[図66]図６５のＬＸＶＩ－ＬＸＶＩ線断面図。

[図67]電流センサにおける第３バスバおよびケースの第３開口部の断面図。

[図68]図６７のＬＸＶＩＩＩ－ＬＸＶＩＩＩ線断面図。

[図69]第２９実施形態の電流センサにおける第１バスバおよびケースの第１開口部の断面図。

[図70]電流センサにおける第２バスバおよびケースの第２開口部の断面図。

[図71]電流センサにおける第３バスバおよびケースの第３開口部の断面図。

[図72]第３０実施形態の電流センサにおける第１バスバおよびケースの第１開口部の断面図。

[図73]電流センサにおける第２バスバおよびケースの第２開口部の断面図。

[図74]電流センサにおける第３バスバおよびケースの第３開口部の断面図。

[図75]第３１実施形態の電流センサにおける第１バスバおよびケースの第１開口部の断面図。

[図76]電流センサにおける第２バスバおよびケースの第２開口部の断面図。

[図77]電流センサにおける第３バスバおよびケースの第３開口部の断面図。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、実施形態について図面を参照しつつ説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、同一符号を付し、その説明を省略する。

[0012] （第１実施形態）

本実施形態の電流センサ５は、図示しない車両に搭載される３相交流モータを駆動するインバータに用いられる。具体的には、電流センサ５は、図１～図３に示すように、第１センサ１０、第２センサ２０、第３センサ３０、基板５０、複数のターミナル６０およびケース７０を備える。

[0013] 第１センサ１０は、第１バスバ１００、第１コア１１０、第１検出部１２０および第１リード線１３０を有する。

[0014] 第１バスバ１００は、銅等で板状に形成されている。また、第１バスバ１００の表面には、必要に応じて表面の酸化を防ぐためのメッキが施されている。さらに、第１バスバ１００は、第１板部１０１、第１延長部１０２および第２延長部１０３を有する。

[0015] 第１板部１０１は、ボルト用第１穴１０４を含む。ボルト用第１穴１０４およびインバータに設けられた穴には、図示しないボルトが挿入されている。これにより、第１板部１０１は、インバータの一部と接続されている。

[0016] ここで、以下では、便宜的に、第１板部１０１の長手方向ＤＬを、単に長手方向ＤＬと記載する。また、第１板部１０１の幅方向ＤＷを、単に幅方向ＤＷと記載する。さらに、第１板部１０１の厚み方向ＤＴを、単に厚み方向ＤＴと記載する。

[0017] 第１延長部１０２は、第１板部１０１のうちボルト用第１穴１０４とは反対側と接続されている。また、第１延長部１０２は、第１延長部１０２と第１板部１０１との境界部から厚み方向ＤＴに延びている。

[0018] 第２延長部１０３は、第１延長部１０２のうち第１板部１０１とは反対側と接続されている。また、第２延長部１０３は、第２延長部１０３と第１延長部１０２との境界部から長手方向ＤＬに延びている。さらに、第２延長部１０３は、インバータの一部と溶接されることにより、インバータの一部と接続されている。

[0019] 第１コア１１０は、パーマロイや方向性電磁鋼板等の軟磁性材料でＣ字状に形成されている。例えば、第１コア１１０は、板状の軟磁性材料がＣ字状に曲げ加工されることにより形成されている。また、第１コア１１０は、第１ギャップ形成部１１１、第１容易軸部１１２、第１困難軸部１１３および第１コア穴１１４を含む。

[0020] 第１ギャップ形成部１１１は、幅方向ＤＷに延びる板状に形成されている。また、第１ギャップ形成部１１１は、厚み方向ＤＴにおいて第１バスバ１００と離れている。さらに、第１ギャップ形成部１１１のうち幅方向ＤＷ外側の角部である第１横外側角部Ｃ１＿ｏｕｔ＿ｔｏｐがＲ形状になっている。また、第１ギャップ形成部１１１は、第１コア端面１１５、第２コア端面１１６および第１ギャップ１１７を含む。第１コア端面１１５は、第２コア端面１１６を幅方向ＤＷに投影したとき、投影した第２コア端面１１６と重なる。第１ギャップ１１７は、第１コア端面１１５および第２コア端面１１６によって区画形成されている空間である。さらに、第１ギャップ１１７は、第１コア穴１１４および第１コア１１０の外部に連通している。

[0021] ここで、第１コア端面１１５および第２コア端面１１６と厚み方向ＤＴに対向する第１板部１０１の面を第１板面Ｓ１とする。第１コア端面１１５を厚み方向ＤＴへ第１板面Ｓ１に投影したときに、投影した第１コア端面１１５と重なる第１板面Ｓ１の部分を第１投影部Ｐｓ１とする。また、第２コア端面１１６を厚み方向ＤＴへ第１板面Ｓ１に投影したときに、投影した第２

コア端面１１６と重なる第１板面Ｓ１の部分を第２投影部Ｐｓ２とする。さらに、第１投影部Ｐｓ１および第２投影部Ｐｓ２によって区画形成されている第１板面Ｓ１の領域を第１領域Ｒ１とする。そして、第１領域Ｒ１の少なくとも一部から厚み方向ＤＴに凹む第１凹部１１８が形成されている。また、第１凹部１１８は、長方形形状に形成されている。なお、第１凹部１１８は、長方形形状に形成されていることに限定されないで、多角形形状および円形状に形成されてもよい。

[0022] 第１容易軸部１１２は、第１ギャップ形成部１１１に接続されている。また、第１容易軸部１１２は、第１容易軸部１１２と第１ギャップ形成部１１１との境界部から厚み方向ＤＴに延びている。さらに、第１容易軸部１１２と第１ギャップ形成部１１１との境界部における内側の第１横内側角部Ｃ１＿ｉｎ＿ｔｏｐがＲ形状になっている。また、第１容易軸部１１２は、幅方向ＤＷにおいて第１バスバ１００と離れている。

[0023] 第１困難軸部１１３は、第１容易軸部１１２に接続されている。さらに、第１困難軸部１１３は、幅方向ＤＷに延びている。また、第１困難軸部１１３の透磁率は、第１容易軸部１１２の透磁率よりも小さくなっている。さらに、第１困難軸部１１３の飽和磁束密度は、第１容易軸部１１２の飽和磁束密度よりも小さくなる。また、第１困難軸部１１３の厚み方向ＤＴの長さは、第１容易軸部１１２の幅方向ＤＷの長さよりも長くなっている。なお、ここでは、透磁率とは、例えば、磁界の強さに対する磁束密度の変化量の最大値である最大透磁率をいう。

[0024] 第１コア穴１１４は、これらの第１ギャップ形成部１１１、第１容易軸部１１２および第１困難軸部１１３によって形成されている空間である。第１コア穴１１４には、第１バスバ１００の第１板部１０１の一部が挿入されている。

[0025] 第１検出部１２０は、第１ギャップ１１７に配置されている。このため、第１検出部１２０は、第１コア端面１１５を幅方向ＤＷに投影したとき、投影した第１コア端面１１５と重なる。さらに、第１検出部１２０は、第２コ

ア端面１１６を幅方向ＤＷに投影したとき、投影した第２コア端面１１６と重なる。また、第１検出部１２０は、例えば、図示しないホール素子、ＴＭＲ素子、ＧＭＲ素子、ＡＭＲ素子を有する。これらの素子により、第１検出部１２０は、第１検出部１２０にかかる幅方向ＤＷの磁界の強さを検出する。さらに、第１検出部１２０は、この検出した磁界の強さに応じた信号を外部に出力する。第１リード線１３０は、第１検出部１２０に接続されている。なお、ＴＭＲは、Tunnel Magneto Resistiveの略である。ＧＭＲは、Giant Magneto Resistiveの略である。ＡＭＲは、Anisotropic Magneto Resistiveの略である。

[0026] 第２センサ２０は、第２バスバ２００、第２コア２１０、第２検出部２２０および第２リード線２３０を有する。

[0027] 第２バスバ２００は、銅等で板状に形成されている。また、第２バスバ２００の表面には、必要に応じて表面の酸化を防ぐためのメッキが施されている。さらに、第２バスバ２００は、第２板部２０１、第３延長部２０２および第４延長部２０３を有する。

[0028] 第２板部２０１は、ボルト用第２穴２０４を含む。ボルト用第２穴２０４およびインバータに設けられた穴には、図示しないボルトが挿入されている。これにより、第２板部２０１は、インバータの一部と接続されている。

[0029] 第３延長部２０２は、第２板部２０１のうちボルト用第２穴２０４とは反対側と接続されている。また、第３延長部２０２は、第３延長部２０２と第２板部２０１との境界部から厚み方向ＤＴに延びている。

[0030] 第４延長部２０３は、第３延長部２０２のうち第２板部２０１とは反対側と接続されている。また、第４延長部２０３は、第４延長部２０３と第３延長部２０２との境界部から長手方向ＤＬに延びている。さらに、第４延長部２０３は、インバータの一部と溶接されることにより、インバータの一部と接続されている。

[0031] 第２コア２１０は、パーマロイや方向性電磁鋼板等の軟磁性材料でＣ字状に形成されている。例えば、第２コア２１０は、板状の軟磁性材料がＣ字状

に曲げ加工されることにより形成されている。また、第２コア２１０は、第２ギャップ形成部２１１、第２容易軸部２１２、第２困難軸部２１３および第２コア穴２１４を含む。

[0032] 第２ギャップ形成部２１１は、幅方向ＤＷに延びる板状に形成されている。また、第２ギャップ形成部２１１は、厚み方向ＤＴにおいて第２バスバ２００と離れている。さらに、第２ギャップ形成部２１１のうち幅方向ＤＷ外側の角部である第２横外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｔｏｐがＲ形状になっている。また、第２横外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｔｏｐと、第１横外側角部Ｃ１＿ｏｕｔ＿ｔｏｐとは、互いに幅方向ＤＷに向き合っている。さらに、第２ギャップ形成部２１１は、第３コア端面２１５、第４コア端面２１６および第２ギャップ２１７を含む。第３コア端面２１５は、第４コア端面２１６を幅方向ＤＷに投影したとき、投影した第４コア端面２１６と重なる。第２ギャップ２１７は、第３コア端面２１５および第４コア端面２１６によって区画形成されている空間である。さらに、第２ギャップ２１７は、第２コア穴２１４および第２コア２１０の外部に連通している。

[0033] ここで、第３コア端面２１５および第４コア端面２１６と厚み方向ＤＴに対向する第２板部２０１の面を第２板面Ｓ２とする。第３コア端面２１５を厚み方向ＤＴへ第２板面Ｓ２に投影したときに、投影した第３コア端面２１５と重なる第２板面Ｓ２の部分を第３投影部Ｐｓ３とする。また、第４コア端面２１６を厚み方向ＤＴへ第２板面Ｓ２に投影したときに、投影した第４コア端面２１６と重なる第２板面Ｓ２の部分を第４投影部Ｐｓ４とする。さらに、第３投影部Ｐｓ３および第４投影部Ｐｓ４によって区画形成されている第２板面Ｓ２の領域を第２領域Ｒ２とする。そして、第２領域Ｒ２の少なくとも一部から厚み方向ＤＴに凹む第２凹部２１８が形成されている。また、第２凹部２１８は、長方形形状に形成されている。なお、第２凹部２１８は、長方形形状に形成されていることに限定されないで、多角形形状および円形状に形成されてもよい。

[0034] 第２容易軸部２１２は、第２ギャップ形成部２１１に接続されている。ま

た、第２容易軸部２１２は、第２容易軸部２１２と第２ギャップ形成部２１１との境界部から厚み方向ＤＴに延びている。さらに、第２容易軸部２１２と第２ギャップ形成部２１１との境界部における内側の第２横内側角部Ｃ２＿ｉｎ＿ｔｏｐがＲ形状になっている。また、第２容易軸部２１２は、幅方向ＤＷにおいて第２バスバ２００と離れている。

[0035] 第２困難軸部２１３は、第２容易軸部２１２に接続されている。さらに、第２困難軸部２１３は、幅方向ＤＷに延びている。また、第２困難軸部２１３の透磁率は、第２容易軸部２１２の透磁率よりも小さくなっている。さらに、第２困難軸部２１３の飽和磁束密度は、第２容易軸部２１２の飽和磁束密度よりも小さくなる。また、第２困難軸部２１３の厚み方向ＤＴの長さは、第２容易軸部２１２の幅方向ＤＷの長さよりも長くなっている。

[0036] 第２コア穴２１４は、これらの第２ギャップ形成部２１１、第２容易軸部２１２および第２困難軸部２１３によって形成されている空間である。第２コア穴２１４には、第２バスバ２００の第２板部２０１の一部が挿入されている。

[0037] 第２検出部２２０は、第２ギャップ２１７に配置されている。このため、第２検出部２２０は、第３コア端面２１５を幅方向ＤＷに投影したとき、投影した第３コア端面２１５と重なる。さらに、第２検出部２２０は、第４コア端面２１６を幅方向ＤＷに投影したとき、投影した第４コア端面２１６と重なる。また、第２検出部２２０は、例えば、図示しないホール素子、ＴＭＲ素子、ＧＭＲ素子、ＡＭＲ素子を有する。これらの素子により、第２検出部２２０は、第２検出部２２０にかかる幅方向ＤＷの磁界の強さを検出する。さらに、第２検出部２２０は、この検出した磁界の強さに応じた信号を外部に出力する。第２リード線２３０は、第２検出部２２０に接続されている。

[0038] 第３センサ３０は、第３バスバ３００、第３コア３１０、第３検出部３２０および第３リード線３３０を有する。

[0039] 第３バスバ３００は、銅等で板状に形成されている。また、第３バスバ３

００の表面には、必要に応じて表面の酸化を防ぐためのメッキが施されている。さらに、第３バスバ３００は、第３板部３０１、第５延長部３０２および第６延長部３０３を有する。

[0040] 第３板部３０１は、ボルト用第３穴３０４を含む。ボルト用第３穴３０４およびインバータに設けられた穴には、図示しないボルトが挿入されている。これにより、第３板部３０１は、インバータの一部と接続されている。

[0041] 第５延長部３０２は、第３板部３０１のうちボルト用第３穴３０４とは反対側と接続されている。また、第５延長部３０２は、第５延長部３０２と第３板部３０１との境界部から厚み方向ＤＴに延びている。

[0042] 第６延長部３０３は、第５延長部３０２のうち第３板部３０１とは反対側と接続されている。また、第６延長部３０３は、第６延長部３０３と第５延長部３０２との境界部から長手方向ＤＬに延びている。さらに、第６延長部３０３は、インバータの一部と溶接されることにより、インバータの一部と接続されている。

[0043] 第３コア３１０は、パーマロイや方向性電磁鋼板等の軟磁性材料でＣ字状に形成されている。例えば、第３コア３１０は、板状の軟磁性材料がＣ字状に曲げ加工されることにより形成されている。また、第３コア３１０は、第３ギャップ形成部３１１、第３容易軸部３１２、第３困難軸部３１３および第３コア穴３１４を含む。

[0044] 第３ギャップ形成部３１１は、幅方向ＤＷに延びる板状に形成されている。また、第３ギャップ形成部３１１は、厚み方向ＤＴにおいて第３バスバ３００と離れている。さらに、第３ギャップ形成部３１１のうち幅方向ＤＷ外側の角部である第３横外側角部Ｃ３＿ｏｕｔ＿ｔｏｐがＲ形状になっている。また、第３横外側角部Ｃ３＿ｏｕｔ＿ｔｏｐと、第２横外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｔｏｐとは、互いに幅方向ＤＷに向き合っている。また、第３ギャップ形成部３１１は、第５コア端面３１５、第６コア端面３１６および第３ギャップ３１７を含む。第５コア端面３１５は、第６コア端面３１６を幅方向ＤＷに投影したとき、投影した第６コア端面３１６と重なる。第３ギャップ

３１７は、第５コア端面３１５および第６コア端面３１６によって区画形成されている空間である。さらに、第３ギャップ３１７は、第３コア穴３１４および第３コア３１０の外部に連通している。

[0045] ここで、第５コア端面３１５および第６コア端面３１６と厚み方向ＤＴに対向する第３板部３０１の面を第３板面Ｓ３とする。第５コア端面３１５を厚み方向ＤＴへ第３板面Ｓ３に投影したときに、投影した第５コア端面３１５と重なる第３板面Ｓ３の部分を第５投影部Ｐｓ５とする。また、第６コア端面３１６を厚み方向ＤＴへ第３板面Ｓ３に投影したときに、投影した第６コア端面３１６と重なる第３板面Ｓ３の部分を第６投影部Ｐｓ６とする。さらに、第５投影部Ｐｓ５および第６投影部Ｐｓ６によって区画形成されている第３板面Ｓ３の領域を第３領域Ｒ３とする。そして、第３領域Ｒ３の少なくとも一部から厚み方向ＤＴに凹む第３凹部３１８が形成されている。また、第３凹部３１８は、長方形形状に形成されている。なお、第３凹部３１８は、長方形形状に形成されていることに限定されないで、多角形形状および円形状に形成されてもよい。

[0046] 第３容易軸部３１２は、第３ギャップ形成部３１１に接続されている。また、第３容易軸部３１２は、第３容易軸部３１２と第３ギャップ形成部３１１との境界部から厚み方向ＤＴに延びている。さらに、第３容易軸部３１２と第３ギャップ形成部３１１との境界部における内側の第３横内側角部Ｃ３＿ｉｎ＿ｔｏｐがＲ形状になっている。また、第３容易軸部３１２は、幅方向ＤＷにおいて第３バスバ３００と離れている。

[0047] 第３困難軸部３１３は、第３容易軸部３１２に接続されている。さらに、第３困難軸部３１３は、幅方向ＤＷに延びている。また、第３困難軸部３１３の透磁率は、第３容易軸部３１２の透磁率よりも小さくなっている。さらに、第３困難軸部３１３の飽和磁束密度は、第３容易軸部３１２の飽和磁束密度よりも小さくなる。また、第３困難軸部３１３の厚み方向ＤＴの長さは、第３容易軸部３１２の幅方向ＤＷの長さよりも長くなっている。

[0048] 第３コア穴３１４は、これらの第３ギャップ形成部３１１、第３容易軸部

３１２および第３困難軸部３１３によって形成されている空間である。第３コア穴３１４には、第３バスバ３００の第３板部３０１の一部が挿入されている。

[0049] 第３検出部３２０は、第３ギャップ３１７に配置されている。このため、第３検出部３２０は、第５コア端面３１５を幅方向ＤＷに投影したとき、投影した第５コア端面３１５と重なる。さらに、第３検出部３２０は、第６コア端面３１６を幅方向ＤＷに投影したとき、投影した第６コア端面３１６と重なる。また、第３検出部３２０は、例えば、図示しないホール素子、ＴＭＲ素子、ＧＭＲ素子、ＡＭＲ素子を有する。これらの素子により、第３検出部３２０は、第３検出部３２０にかかる幅方向ＤＷの磁界の強さを検出する。さらに、第３検出部３２０は、この検出した磁界の強さに応じた信号を外部に出力する。第３リード線３３０は、第３検出部３２０に接続されている。

[0050] 基板５０は、プリント基板である。また、基板５０は、はんだ付け等により第１リード線１３０、第２リード線２３０および第３リード線３３０と接続されている。

[0051] ターミナル６０は、はんだ付け等により基板５０と接続されている。さらに、ターミナル６０は、図示しない演算装置と接続されている。

[0052] ケース７０は、ＰＢＴ等の熱可塑性樹脂で形成されている。例えば、ケース７０は、射出成形されることにより形成されている。また、ケース７０は、収容部７００、鍔部７０１および固定用カラー７０２を有する。なお、ＰＢＴは、Poly Butylene Terephthalateの略である。

[0053] 収容部７００は、四角筒状に形成されている。また、収容部７００は、第１コア１１０、第２コア２１０、第３コア３１０、第１検出部１２０、第２検出部２２０、第３検出部３２０、第１リード線１３０、第２リード線２３０および第３リード線３３０を収容している。さらに、収容部７００は、基板５０と、ターミナル６０の一部とを収容している。また、図示しないウレタン等の樹脂が収容部７００の空間に充填される。これにより、収容部７０

０の内部が封止されることから、収容部７００に収容される各部品が保護される。さらに、収容部７００は、第１バスバ１００の第１延長部１０２と、第２延長部１０３の一部と、第２バスバ２００の第３延長部２０２と、第４延長部２０３の一部と、第３バスバ３００の第５延長部３０２と、第６延長部３０３の一部とを収容している。また、収容部７００は、第１開口部７１１、第２開口部７１２および第３開口部７１３を含む。

[0054] 第１開口部７１１の一部は、第１コア穴１１４に挿入されている。また、第１開口部７１１の空間には、第１バスバ１００の第１板部１０１の一部が挿入されている。さらに、第１開口部７１１は、第１対向面７２１および第１突出部７３１を含む。第１対向面７２１は、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴに第１板部１０１と対向している。第１突出部７３１は、第１対向面７２１から厚み方向ＤＴおよび幅方向ＤＷに突出している。また、第１突出部７３１は、第１板部１０１と接触している。これにより、ケース７０と第１バスバ１００との位置決めがされる。さらに、第１対向面７２１および第１板部１０１の間に第１空間７４１が形成されている。

[0055] 第２開口部７１２の一部は、第２コア穴２１４に挿入されている。また、第２開口部７１２の空間には、第２バスバ２００の第２板部２０１の一部が挿入されている。さらに、第２開口部７１２は、第２対向面７２２および第２突出部７３２を含む。第２対向面７２２は、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴに第２板部２０１と対向している。第２突出部７３２は、第２対向面７２２から厚み方向ＤＴおよび幅方向ＤＷに突出している。また、第２突出部７３２は、第２板部２０１と接触している。このため、ケース７０と第２バスバ２００との位置決めがされる。さらに、第２対向面７２２および第２板部２０１の間に第２空間７４２が形成されている。

[0056] 第３開口部７１３の一部は、第３コア穴３１４に挿入されている。また、第３開口部７１３の空間には、第３バスバ３００の第３板部３０１の一部が挿入されている。さらに、第３開口部７１３は、第３対向面７２３および第３突出部７３３を含む。第３対向面７２３は、幅方向ＤＷおよび厚み方向Ｄ

Ｔに第３板部３０１と対向している。第３突出部７３３は、第３対向面７２３から厚み方向ＤＴおよび幅方向ＤＷに突出している。また、第３突出部７３３は、第３板部３０１と接触している。これにより、ケース７０と第３バスバ３００との位置決めがされる。さらに、第３対向面７２３および第３板部３０１の間に第３空間７４３が形成されている。

[0057] 鍔部７０１は、収容部７００のうち幅方向ＤＷ側の部位から幅方向ＤＷに突出している。また、鍔部７０１は、鍔部穴７０４を含む。鍔部穴７０４は、厚み方向ＤＴに外部と連通している。さらに、鍔部穴７０４には、固定用カラー７０２が挿入されている。そして、この固定用カラー７０２に図示しない外部のシャフトが挿入されることにより、ケース７０と外部とが接続されることから、電流センサ５が外部と固定される。

[0058] 以上のように、第１実施形態の電流センサ５は、構成されている。次に、電流センサ５によるインバータの３相交流電流の検出について説明する。

[0059] 第１センサ１０における第１バスバ１００の第１板部１０１がインバータの一部と接続されている。また、第１バスバ１００の第２延長部１０３がインバータの一部と接続されている。このため、インバータからの交流電流は、第１板部１０１を流れる。このとき、第１板部１０１を流れる交流電流により、第１板部１０１を通りつつ長手方向ＤＬに延びる軸を中心とする周方向の磁界が発生する。また、この発生した磁界により、磁力線が第１コア１１０を通過するため、第１ギャップ１１７を通過する。したがって、この磁力線は、第１検出部１２０を通過する。よって、第１検出部１２０は、幅方向ＤＷの磁界の強さを検出する。これにより、第１検出部１２０は、この磁界の強さに対応するインバータからの電流を検出する。また、第１検出部１２０は、この検出した磁界の強さに応じた信号を、第１リード線１３０、基板５０およびターミナル６０を経由して、外部の図示しない演算装置に出力する。そして、この演算装置は、第１検出部１２０からの信号に基づいてインバータからの電流を演算する。

[0060] ここで、第１ギャップ１１７から漏れる磁界が第１板部１０１に侵入して

、インバータの交流電流の周波数の変化により磁界の時間変化が生じることから、インバータから第１板部１０１に流れる電流の方向とは逆方向の誘導起電力が発生する。この誘導起電力による電流が第１板部１０１に流れることにて発生する磁界によって、第１ギャップ１１７にかかる磁界が変化する。このため、電流センサ５によって検出される電流の誤差が生じる。また、インバータの交流電流の周波数が大きくなることに伴い、表皮効果により、上記誘導起電力による第１板部１０１の表面を流れる電流が大きくなることから、第１ギャップ１１７にかかる磁界が変化しやすくなる。これにより、電流センサ５によって検出される電流の誤差が生じやすい。しかし、第１センサ１０では、第１板部１０１の第１領域Ｒ１に第１凹部１１８が形成されていることから、第１板部１０１が第１ギャップ１１７から離れやすくなっている。このため、第１ギャップ１１７から第１板部１０１に侵入する磁力線が抑制されることから、第１板部１０１に流れる電流の方向とは逆方向の誘導起電力の発生が抑制される。したがって、電流センサ５によって検出される電流の誤差が生じにくくなるため、電流センサ５の周波数特性が向上している。

[0061] このように、第１センサ１０は、インバータの３相交流電流のうちの１相を検出する。また、第２センサ２０は、第１センサ１０と同様に、インバータの３相交流電流のうちの１相を検出する。したがって、第２センサ２０の説明では、第１センサ１０が第２センサ２０に読み替えられる。第１バスバ１００が第２バスバ２００に読み替えられる。第１板部１０１が第２板部２０１に読み替えられる。第２延長部１０３が第４延長部２０３に読み替えられる。第１コア１１０が第２コア２１０に読み替えられる。第１ギャップ１１７が第２ギャップ２１７に読み替えられる。第１検出部１２０が第２検出部２２０に読み替えられる。第１リード線１３０が第２リード線２３０に読み替えられる。第１領域Ｒ１が第２領域Ｒ２に読み替えられる。第１凹部１１８が第２凹部２１８に読み替えられる。また、第３センサ３０は、第１センサ１０と同様に、インバータの３相交流電流のうちの１相を検出する。よ

って、第３センサ３０の説明では、第１センサ１０が第３センサ３０に読み替えられる。第１バスバ１００が第３バスバ３００に読み替えられる。第１板部１０１が第３板部３０１に読み替えられる。第２延長部１０３が第６延長部３０３に読み替えられる。第１コア１１０が第３コア３１０に読み替えられる。第１ギャップ１１７が第３ギャップ３１７に読み替えられる。第１検出部１２０が第３検出部３２０に読み替えられる。第１リード線１３０が第３リード線３３０に読み替えられる。第１領域Ｒ１が第３領域Ｒ３に読み替えられる。第１凹部１１８が第３凹部３１８に読み替えられる。

[0062] 以上のように、電流センサ５は、インバータの３相交流電流を検出する。次に、電流センサ５では、周波数特性が向上することについて説明する。

[0063] ここで、特許文献１に記載されたような比較用電流センサでは、コアギャップから漏れる磁界がバスバに侵入して、交流電流の周波数の変化により磁界の時間変化が生じることから、バスバに流れる電流の方向とは逆方向の誘導起電力が発生する。この誘導起電力による電流がバスバに流れることにて発生する磁界によって、コアギャップにかかる磁界が変化する。このため、比較用電流センサによって検出される電流の誤差が生じる。したがって、比較用電流センサの周波数特性が低下する。

[0064] これに対して、電流センサ５は、インバータの交流電流を検出する。また、電流センサ５は、第１バスバ１００と、第２バスバ２００と、第３バスバ３００と、第１コア１１０と、第２コア２１０と、第３コア３１０と、第１検出部１２０と、第２検出部２２０と、第３検出部３２０と、を備える。第１バスバ１００、第２バスバ２００および第３バスバ３００は、板状に形成されている。第１コア１１０は、第１コア穴１１４と、第１ギャップ形成部１１１とを有する。第１コア穴１１４は、第１バスバ１００が挿入されている。第１ギャップ形成部１１１は、第１コア端面１１５、第２コア端面１１６および第１ギャップ１１７を含む。第１コア端面１１５は、幅方向ＤＷを向いている。第２コア端面１１６は、第１コア端面１１５と幅方向ＤＷに対向している。第１ギャップ１１７は、第１コア端面１１５と第２コア端面１

１６とによって形成されているとともに第１コア穴１１４と外部とに連通する。第２コア２１０は、第２コア穴２１４と、第２ギャップ形成部２１１とを有する。第２コア穴２１４は、第２バスバ２００が挿入されている。第２ギャップ形成部２１１は、第３コア端面２１５、第４コア端面２１６および第２ギャップ２１７を含む。第３コア端面２１５は、幅方向ＤＷを向いている。第４コア端面２１６は、第３コア端面２１５と幅方向ＤＷに対向している。第２ギャップ２１７は、第３コア端面２１５と第４コア端面２１６とによって形成されているとともに第２コア穴２１４と外部とに連通する。第３コア３１０は、第３コア穴３１４と、第３ギャップ形成部３１１とを有する。第３コア穴３１４は、第３バスバ３００が挿入されている。第３ギャップ形成部３１１は、第５コア端面３１５、第６コア端面３１６および第３ギャップ３１７を含む。第５コア端面３１５は、幅方向ＤＷを向いている。第６コア端面３１６は、第５コア端面３１５と幅方向ＤＷに対向している。第３ギャップ３１７は、第５コア端面３１５と第６コア端面３１６とによって形成されているとともに第３コア穴３１４と外部とに連通する。また、第１バスバ１００は、第１投影部Ｐｓ１と、第２投影部Ｐｓ２と、第１領域Ｒ１と、第１凹部１１８と、を有する。第１投影部Ｐｓ１は、第１コア端面１１５を厚み方向ＤＴへ第１バスバ１００に投影したとき、投影した第１コア端面１１５と重なる第１バスバ１００の部分である。第２投影部Ｐｓ２は、第２コア端面１１６を厚み方向ＤＴへ第１バスバ１００に投影したとき、投影した第２コア端面１１６と重なる第１バスバ１００の部分である。第１領域Ｒ１は、第１投影部Ｐｓ１および第２投影部Ｐｓ２の間の領域である。第１凹部１１８は、第１領域Ｒ１から厚み方向ＤＴに凹む。さらに、第２バスバ２００は、第３投影部Ｐｓ３と、第４投影部Ｐｓ４と、第２領域Ｒ２と、第２凹部２１８と、を有する。第３投影部Ｐｓ３は、第３コア端面２１５を厚み方向ＤＴへ第２バスバ２００に投影したとき、投影した第３コア端面２１５と重なる第２バスバ２００の部分である。第４投影部Ｐｓ４は、第４コア端面２１６を厚み方向ＤＴへ第２バスバ２００に投影したとき、投影した第４

コア端面２１６と重なる第２バスバ２００の部分である。第２領域Ｒ２は、第３投影部Ｐｓ３および第４投影部Ｐｓ４の間の領域である。第２凹部２１８は、第２領域Ｒ２から厚み方向ＤＴに凹む。また、第３バスバ３００は、第５投影部Ｐｓ５と、第６投影部Ｐｓ６と、第３領域Ｒ３と、第３凹部３１８と、を有する。第５投影部Ｐｓ５は、第５コア端面３１５を厚み方向ＤＴへ第３バスバ３００に投影したとき、投影した第５コア端面３１５と重なる第３バスバ３００の部分である。第６投影部Ｐｓ６は、第６コア端面３１６を厚み方向ＤＴへ第３バスバ３００に投影したとき、投影した第６コア端面３１６と重なる第３バスバ３００の部分である。第３領域Ｒ３は、第５投影部Ｐｓ５および第６投影部Ｐｓ６の間の領域である。第３凹部３１８は、第３領域Ｒ３から厚み方向ＤＴに凹む。なお、第１バスバ１００、第２バスバ２００および第３バスバ３００は、バスバに対応する。第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０は、コアに対応する。第１検出部１２０、第２検出部２２０および第３検出部３２０は、検出部に対応する。第１コア穴１１４、第２コア穴２１４および第３コア穴３１４は、コア穴に対応する。第１ギャップ形成部１１１、第２ギャップ形成部２１１および第３ギャップ形成部３１１は、ギャップ形成部に対応する。第１コア端面１１５、第３コア端面２１５および第５コア端面３１５は、第１端面に対応する。第２コア端面１１６、第４コア端面２１６および第６コア端面３１６は、第２端面に対応する。第１ギャップ１１７、第２ギャップ２１７および第３ギャップ３１７は、ギャップに対応する。第３投影部Ｐｓ３および第５投影部Ｐｓ５は、第１投影部Ｐｓ１に対応する。第４投影部Ｐｓ４および第６投影部Ｐｓ６は、第２投影部Ｐｓ２に対応する。第１領域Ｒ１、第２領域Ｒ２および第３領域Ｒ３は、領域に対応する。第１凹部１１８、第２凹部２１８および第３凹部３１８は、凹部に対応する。

[0065] 第１凹部１１８により、第１板部１０１が第１ギャップ１１７から離れやすくなっている。このため、第１ギャップ１１７から第１板部１０１に侵入する磁力線が抑制される。また、第２凹部２１８により、第２板部２０１が

第２ギャップ２１７から離れやすくなっている。これにより、第２ギャップ２１７から第２板部２０１に侵入する磁力線が抑制される。さらに、第３凹部３１８により、第３板部３０１が第３ギャップ３１７から離れやすくなっている。このため、第３ギャップ３１７から第３板部３０１に侵入する磁力線が抑制される。これらにより、第１板部１０１、第２板部２０１および第３板部３０１に流れる電流の方向とは逆方向の誘導起電力の発生が抑制される。したがって、電流センサ５によって検出される電流の誤差が生じにくくなるため、電流センサ５の周波数特性が向上している。

[0066] また、電流センサ５では、下記に記載する効果も奏する。

[0067] ［１－１］上記したように、第１困難軸部１１３の透磁率が第１容易軸部１１２の透磁率よりも小さくなっていることから、第１容易軸部１１２の透磁率は、第１困難軸部１１３の透磁率よりも大きい。これにより、図４に示すように、磁界の強さに対する第１容易軸部１１２の磁束密度の線形領域は、磁界の強さに対する第１困難軸部１１３の磁束密度の線形領域よりも大きくなる。このため、第１容易軸部１１２の磁気飽和が抑制されることから、第１容易軸部１１２の幅方向ＤＷおよび長手方向ＤＬの長さを小さくすることができる。また、第２容易軸部２１２の透磁率は、第２困難軸部２１３の透磁率よりも大きい。これにより、第２容易軸部２１２の磁気飽和が抑制されることから、第２容易軸部２１２の幅方向ＤＷおよび長手方向ＤＬの長さを小さくすることができる。さらに、第３容易軸部３１２の透磁率は、第３困難軸部３１３の透磁率よりも大きい。このため、第３容易軸部３１２の磁気飽和が抑制されることから、第３容易軸部３１２の幅方向ＤＷおよび長手方向ＤＬの長さを小さくすることができる。したがって、電流センサ５の体格を小さくすることができる。なお、図４において、磁界の強さに対する第１容易軸部１１２の磁束密度がＢｅ１で示されている。また、磁界の強さに対する第１困難軸部１１３の磁束密度がＢｄ１で示されている。さらに、第１容易軸部１１２、第２容易軸部２１２および第３容易軸部３１２は、コア横部に対応する。また、第１困難軸部１１３、第２困難軸部２１３および第

３困難軸部３１３は、コア底部に対応する。

[0068] また、第１容易軸部１１２、第２容易軸部２１２および第３容易軸部３１２の磁気飽和が抑制されるため、インバータからの電流に対して電流センサ５によって検出される磁気の強さの範囲が大きくなる。これにより、電流センサ５によって検出される電流の大きさの範囲が大きくなる。

[0069] ［１－２］第１容易軸部１１２の飽和磁束密度は、第１困難軸部１１３の飽和磁束密度よりも大きい。これにより、磁界の強さに対する第１容易軸部１１２の磁束密度の線形領域は、磁界の強さに対する第１困難軸部１１３の磁束密度の線形領域よりも大きくなる。このため、第１容易軸部１１２の磁気飽和が抑制されることから、第１容易軸部１１２の幅方向ＤＷおよび長手方向ＤＬの長さを小さくすることができる。また、第２容易軸部２１２の飽和磁束密度は、第２困難軸部２１３の飽和磁束密度よりも大きい。これにより、第２容易軸部２１２の磁気飽和が抑制されることから、第２容易軸部２１２の幅方向ＤＷおよび長手方向ＤＬの長さを小さくすることができる。さらに、第３容易軸部３１２の飽和磁束密度は、第３困難軸部３１３の飽和磁束密度よりも大きい。このため、第３容易軸部３１２の磁気飽和が抑制されることから、第３容易軸部３１２の幅方向ＤＷおよび長手方向ＤＬの長さを小さくすることができる。したがって、電流センサ５の体格を小さくすることができる。

[0070] また、第１容易軸部１１２、第２容易軸部２１２および第３容易軸部３１２の磁気飽和が抑制されるため、インバータからの電流に対して電流センサ５によって検出される磁気の強さの範囲が大きくなる。これにより、電流センサ５によって検出される電流の大きさの範囲が大きくなる。

[0071] ［１－３］第１困難軸部１１３の厚み方向ＤＴの長さは、第１容易軸部１１２の幅方向ＤＷの長さ以上である。これにより、第１困難軸部１１３にかかる磁束密度は、第１容易軸部１１２にかかる磁束密度よりも低くなる。このため、第１困難軸部１１３の磁気飽和が抑制される。また、第２困難軸部２１３の厚み方向ＤＴの長さは、第２容易軸部２１２の幅方向ＤＷの長さ以

上である。これにより、第２困難軸部２１３にかかる磁束密度は、第２容易軸部２１２にかかる磁束密度よりも低くなる。このため、第２困難軸部２１３の磁気飽和が抑制される。さらに、第３困難軸部３１３の厚み方向ＤＴの長さは、第３容易軸部３１２の幅方向ＤＷの長さ以上である。これにより、第３困難軸部３１３にかかる磁束密度は、第３容易軸部３１２にかかる磁束密度よりも低くなる。このため、第３困難軸部３１３の磁気飽和が抑制される。

[0072] また、第１困難軸部１１３、第２困難軸部２１３および第３困難軸部３１３の磁気飽和が抑制されるため、インバータからの電流に対して電流センサ５によって検出される磁気の強さの範囲が大きくなる。これにより、電流センサ５によって検出される電流の大きさの範囲が大きくなる。

[0073] ［１－４］電流センサ５は、ケース７０をさらに備える。ケース７０は、第２コア２１０、第２コア２１０および第３コア３１０を収容している。さらに、ケース７０は、第１開口部７１１、第２開口部７１２および第３開口部７１３を有する。第１開口部７１１は、第１コア穴１１４に挿入されているとともに、第１バスバ１００が挿入されている。また、第１開口部７１１は、第１対向面７２１と、第１突出部７３１と、を含む。第１対向面７２１は、第１板部１０１と対向している。第１突出部７３１は、第１対向面７２１から第１バスバ１００に向かって突出していることにより第１バスバ１００と接触している。さらに、第１対向面７２１および第１バスバ１００の間に第１空間７４１が形成されている。第２開口部７１２は、第２コア穴２１４に挿入されているとともに、第２バスバ２００に挿入されている。また、第２開口部７１２は、第２対向面７２２と、第２突出部７３２と、を含む。第２対向面７２２は、第２板部２０１と対向している。第２突出部７３２は、第２対向面７２２から第２バスバ２００に向かって突出していることにより第２バスバ２００と接触している。さらに、第２対向面７２２および第２板部２０１の間に第２空間７４２が形成されている。第３開口部７１３は、第３コア穴３１４に挿入されているとともに、第３バスバ３００が挿入され

ている。また、第３開口部７１３は、第３対向面７２３と、第３突出部７３３と、を含む。第３対向面７２３は、第３板部３０１と対向している。第３突出部７３３は、第３対向面７２３から第３バスバ３００に向かって突出していることにより第３バスバ３００と接触している。さらに、第３対向面７２３および第３バスバ３００の間に第３空間７４３が形成されている。なお、第１開口部７１１、第２開口部７１２および第３開口部７１３は、開口部に対応している。第１対向面７２１、第２対向面７２２および第３対向面７２３は、対向面に対応している。第１突出部７３１、第２突出部７３２および第３突出部７３３は、突出部に対応している。

[0074] ここで、第１バスバ１００、第２バスバ２００および第３バスバ３００に電流が流れることにより、第１バスバ１００、第２バスバ２００および第３バスバ３００は、発熱する。しかし、電流センサ５では、第１突出部７３１、第２突出部７３２および第３突出部７３３により、第１空間７４１、第２空間７４２および第３空間７４３が形成されている。これにより、第１バスバ１００、第２バスバ２００および第３バスバ３００によって発生した熱がケース７０に伝わりにくくなる。このため、ケース７０から第１検出部１２０、第２検出部２２０および第３検出部３２０に熱が伝わりにくくなる。したがって、第１検出部１２０、第２検出部２２０および第３検出部３２０の素子の特性変化および故障が抑制される。

[0075] さらに、第１突出部７３１が第１板部１０１と接触していることにより、ケース７０と第１バスバ１００との位置決めがされる。これにより、ケース７０と第１バスバ１００との位置バラつきが低減する。また、第２突出部７３２が第２板部２０１と接触していることにより、ケース７０と第２バスバ２００との位置決めがされる。このため、ケース７０と第２バスバ２００との位置バラつきが低減する。さらに、第３突出部７３３が第３板部３０１と接触していることにより、ケース７０と第３バスバ３００との位置決めがされる。これにより、ケース７０と第３バスバ３００との位置バラつきが低減する。

[0076] （第２実施形態）

第２実施形態では、図５に示すように、第１板部１０１、第２板部２０１および第３板部３０１の形態が第１実施形態と異なる。これら以外は、第１実施形態と同様である。

[0077] 第１板部１０１は、第１凹部１１８に代えて、第１貫通穴１１９を含む。第１貫通穴１１９は、第１領域Ｒ１の少なくとも一部から厚み方向ＤＴに貫通している。第２板部２０１は、第２凹部２１８に代えて、第２貫通穴２１９を含む。第２貫通穴２１９は、第２領域Ｒ２の少なくとも一部から厚み方向ＤＴに貫通している。第３板部３０１は、第３凹部３１８に代えて、第３貫通穴３１９を含む。第３貫通穴３１９は、第３領域Ｒ３の少なくとも一部から厚み方向ＤＴに貫通している。また、第１貫通穴１１９、第２貫通穴２１９および第３貫通穴３１９は、長方形形状に形成されている。なお、第１貫通穴１１９、第２貫通穴２１９および第３貫通穴３１９は、貫通穴に対応する。さらに、第１貫通穴１１９、第２貫通穴２１９および第３貫通穴３１９は、長方形形状に形成されていることに限定されないで、多角形形状および円形状に形成されてもよい。

[0078] 以上のように、第２実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第２実施形態においても、第１実施形態と同様の効果を奏する。

[0079] （第３実施形態）

第３実施形態では、図６および図７に示すように、第１ギャップ形成部１１１、第２ギャップ形成部２１１および第３ギャップ形成部３１１の形態が第１実施形態と異なる。これら以外は、第１実施形態と同様である。

[0080] 第１ギャップ形成部１１１は、第１コア端面１１５、第２コア端面１１６および第１ギャップ１１７に加えて、第１傾斜面１５１および第２傾斜面１５２を含む。

[0081] 第１傾斜面１５１は、第１コア端面１１５の縁に接続されている。また、第１傾斜面１５１は、第１コア端面１１５の縁から第１コア端面１１５と交差する方向に延びている。これにより、第１傾斜面１５１は、第１ギャップ

１１７から遠ざかる方向に第１コア端面１１５に対して傾斜している。

[0082] 第２傾斜面１５２は、第２コア端面１１６の縁に接続されている。さらに、第２傾斜面１５２は、第２コア端面１１６の縁から第２コア端面１１６と交差する方向に延びている。このため、第２傾斜面１５２は、第２ギャップ２１７から遠ざかる方向に第２コア端面１１６に対して傾斜している。

[0083] 第２ギャップ形成部２１１は、第３コア端面２１５、第４コア端面２１６および第２ギャップ２１７に加えて、第３傾斜面２５１および第４傾斜面２５２を含む。

[0084] 第３傾斜面２５１は、第３コア端面２１５の縁に接続されている。また、第３傾斜面２５１は、第３コア端面２１５の縁から第３コア端面２１５と交差する方向に延びている。これにより、第３傾斜面２５１は、第２ギャップ２１７から遠ざかる方向に第３コア端面２１５に対して傾斜している。

[0085] 第４傾斜面２５２は、第４コア端面２１６の縁に接続されている。さらに、第４傾斜面２５２は、第４コア端面２１６の縁から第４コア端面２１６と交差する方向に延びている。このため、第４傾斜面２５２は、第２ギャップ２１７から遠ざかる方向に第４コア端面２１６に対して傾斜している。

[0086] 第３ギャップ形成部３１１は、第５コア端面３１５、第６コア端面３１６および第３ギャップ３１７に加えて、第５傾斜面３５１および第６傾斜面３５２を含む。

[0087] 第５傾斜面３５１は、第５コア端面３１５の縁に接続されている。また、第５傾斜面３５１は、第５コア端面３１５の縁から第５コア端面３１５と交差する方向に延びている。これにより、第５傾斜面３５１は、第３ギャップ３１７から遠ざかる方向に第５コア端面３１５に対して傾斜している。

[0088] 第６傾斜面３５２は、第６コア端面３１６の縁に接続されている。さらに、第６傾斜面３５２は、第６コア端面３１６の縁から第６コア端面３１６と交差する方向に延びている。このため、第６傾斜面３５２は、第３ギャップ３１７から遠ざかる方向に第６コア端面３１６に対して傾斜している。

[0089] 以上のように、第３実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第

３実施形態においても、第１実施形態と同様の効果を奏する。また、第３実施形態は、下記に記載する効果も奏する。

[0090] ［２］ここで、第１傾斜面１５１および第２傾斜面１５２がない場合、第１ギャップ形成部１１１の角から余分な磁力線が第１ギャップ１１７を通過する。しかし、第３実施形態では、第１傾斜面１５１および第２傾斜面１５２により、第１ギャップ形成部１１１の角が第１ギャップ１１７から離れやすくなる。このため、第１傾斜面１５１および第２傾斜面１５２がない場合と比較して、第１ギャップ形成部１１１の角から第１ギャップ１１７を通過する余分な磁力線の数が減少する。これにより、第１ギャップ形成部１１１の磁気飽和が抑制される。また、第３傾斜面２５１および第４傾斜面２５２により、第２ギャップ形成部２１１の角が第２ギャップ２１７から離れやすくなる。このため、第３傾斜面２５１および第４傾斜面２５２がない場合と比較して、第２ギャップ形成部２１１の角から第２ギャップ２１７を通過する余分な磁力線の数が減少する。これにより、第２ギャップ形成部２１１の磁気飽和が抑制される。さらに、第５傾斜面３５１および第６傾斜面３５２により、第３ギャップ形成部３１１の角が第３ギャップ３１７から離れやすくなる。このため、第５傾斜面３５１および第６傾斜面３５２がない場合と比較して、第３ギャップ形成部３１１の角から第３ギャップ３１７を通過する余分な磁力線の数が減少する。これにより、第３ギャップ形成部３１１の磁気飽和が抑制される。したがって、第１ギャップ形成部１１１、第２ギャップ形成部２１１および第３ギャップ形成部３１１の磁気飽和が抑制されるため、インバータからの電流に対して電流センサ５によって検出される磁気の強さの範囲が大きくなる。このため、電流センサ５によって検出される電流の大きさの範囲が大きくなる。なお、第１傾斜面１５１、第３傾斜面２５１および第５傾斜面３５１は、第１端面の縁に接続されているとともにギャップから遠ざかる方向に第１端面の縁から延びている第１面に対応する。また、第２傾斜面１５２、第４傾斜面２５２および第６傾斜面３５２は、第２端面の縁に接続されているとともにギャップから遠ざかる方向に第２端面の

縁から延びている第２面に対応する。さらに、第１傾斜面１５１と第１コア端面１１５とのなす角度は、９０度であってもよい。また、第２傾斜面１５２と第２コア端面１１６とのなす角度は、９０度であってもよい。さらに、第３傾斜面２５１と第３コア端面２１５とのなす角度は、９０度であってもよい。また、第４傾斜面２５２と第４コア端面２１６とのなす角度は、９０度であってもよい。さらに、第５傾斜面３５１と第５コア端面３１５とのなす角度は、９０度であってもよい。また、第６傾斜面３５２と第６コア端面３１６とのなす角度は、９０度であってもよい。

[0091] （第４実施形態）

第４実施形態では、図８に示すように、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の形態が第１実施形態と異なる。これら以外は、第１実施形態と同様である。

[0092] 第１コア１１０は、第１容易軸部１１２および第１困難軸部１１３に代えて、第１コア横部１１２１および第１コア底部１１３１を含む。

[0093] 第１コア横部１１２１は、第１ギャップ形成部１１１に接続されている。また、第１コア横部１１２１は、第１コア横部１１２１と第１ギャップ形成部１１１との境界部から厚み方向ＤＴに延びている。さらに、第１コア横部１１２１と第１ギャップ形成部１１１との境界部における内側の第１横内側角部Ｃ１＿ｉｎ＿ｔｏｐがＲ形状になっている。また、第１コア横部１１２１は、幅方向ＤＷにおいて第１バスバ１００と離れている。

[0094] 第１コア底部１１３１は、第１コア横部１１２１に接続されている。さらに、第１コア底部１１３１は、幅方向ＤＷに延びている。また、第１コア底部１１３１の透磁率は、第１コア横部１１２１の透磁率よりも大きくなっている。さらに、第１コア底部１１３１の飽和磁束密度は、第１コア横部１１２１の飽和磁束密度よりも大きくなる。また、第１コア底部１１３１の厚み方向ＤＴの長さは、第１コア横部１１２１の幅方向ＤＷの長さよりも短くなっている。なお、第１コア穴１１４は、第１ギャップ形成部１１１、第１コア横部１１２１および第１コア底部１１３１によって形成されている空間で

ある。

[0095] 第２コア２１０は、第２容易軸部２１２および第２困難軸部２１３に代えて、第２コア横部２１２２および第２コア底部２１３２を含む。

[0096] 第２コア横部２１２２は、第２ギャップ形成部２１１に接続されている。また、第２コア横部２１２２は、厚み方向ＤＴに延びている。さらに、第２コア横部２１２２と第２ギャップ形成部２１１との境界部における内側の第２横内側角部Ｃ２＿ｉｎ＿ｔｏｐがＲ形状になっている。また、第２コア横部２１２２は、幅方向ＤＷにおいて第２バスバ２００と離れている。

[0097] 第２コア底部２１３２は、第２コア横部２１２２に接続されている。さらに、第２コア底部２１３２は、幅方向ＤＷに延びている。また、第２コア底部２１３２の透磁率は、第２コア横部２１２２の透磁率よりも大きくなっている。さらに、第２コア底部２１３２の飽和磁束密度は、第２コア横部２１２２の飽和磁束密度よりも大きくなる。また、第２コア底部２１３２の厚み方向ＤＴの長さは、第２コア横部２１２２の幅方向ＤＷの長さよりも短くなっている。なお、第２コア穴２１４は、第２ギャップ形成部２１１、第２コア横部２１２２および第２コア底部２１３２によって形成されている空間である。

[0098] 第３コア３１０は、第３容易軸部３１２および第３困難軸部３１３に代えて、第３コア横部３１２３および第３コア底部３１３３を含む。

[0099] 第３コア横部３１２３は、第３ギャップ形成部３１１に接続されている。また、第３コア横部３１２３は、第３コア横部３１２３と第３ギャップ形成部３１１との境界部から厚み方向ＤＴに延びている。さらに、第３コア横部３１２３と第３ギャップ形成部３１１との境界部における内側の第３横内側角部Ｃ３＿ｉｎ＿ｔｏｐがＲ形状になっている。また、第３コア横部３１２３は、幅方向ＤＷにおいて第３バスバ３００と離れている。

[0100] 第３コア底部３１３３は、第３コア横部３１２３に接続されている。さらに、第３コア底部３１３３は、幅方向ＤＷに延びている。また、第３コア底部３１３３の透磁率は、第３コア横部３１２３の透磁率よりも大きくなって

いる。さらに、第３コア底部３１３３の飽和磁束密度は、第３コア横部３１２３の飽和磁束密度よりも大きくなる。また、第３コア底部３１３３の厚み方向ＤＴの長さは、第３コア横部３１２３の幅方向ＤＷの長さよりも短くなっている。なお、第３コア穴３１４は、第３ギャップ形成部３１１、第３コア横部３１２３および第３コア底部３１３３によって形成されている空間である。

[0101] 以上のように、第４実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第４実施形態においても、第１実施形態と同様の効果を奏する。また、第４実施形態は、以下に記載する効果も奏する。

[0102] ［３］厚み方向ＤＴにおける第１コア底部１１３１の長さが、幅方向ＤＷにおける第１コア横部１１２１の長さよりも小さくなっている。これにより、第１コア横部１１２１にかかる磁束密度は、第１コア底部１１３１にかかる磁束密度よりも低くなる。このため、第１コア横部１１２１の磁気飽和が抑制される。また、厚み方向ＤＴにおける第２コア底部２１３２の長さが、幅方向ＤＷにおける第２コア横部２１２２の長さよりも小さくなっている。これにより、第２コア横部２１２２にかかる磁束密度は、第２コア底部２１３２にかかる磁束密度よりも低くなる。このため、第２コア横部２１２２の磁気飽和が抑制される。さらに、厚み方向ＤＴにおける第３コア底部３１３３の長さが、幅方向ＤＷにおける第３コア横部３１２３の長さよりも小さくなっている。これにより、第３コア横部３１２３にかかる磁束密度は、第３コア底部３１３３にかかる磁束密度よりも低くなる。このため、第３コア横部３１２３の磁気飽和が抑制される。

[0103] また、第１コア横部１１２１の透磁率は、第１コア底部１１３１の透磁率よりも小さくなっている。これにより、磁界の強さに対する第１コア底部１１３１の磁束密度の線形領域は、磁界の強さに対する第１コア横部１１２１の磁束密度の線形領域よりも大きくなる。このため、第１コア底部１１３１の磁気飽和が抑制されることから、第１コア底部１１３１の厚み方向ＤＴおよび長手方向ＤＬの長さを小さくすることができる。さらに、第２コア横部

２１２２の透磁率は、第２コア底部２１３２の透磁率よりも小さくなっている。これにより、磁界の強さに対する第２コア底部２１３２の磁束密度の線形領域は、磁界の強さに対する第２コア横部２１２２の磁束密度の線形領域よりも大きくなる。このため、第２コア底部２１３２の磁気飽和が抑制されることから、第２コア底部２１３２の厚み方向ＤＴおよび長手方向ＤＬの長さを小さくすることができる。また、第３コア横部３１２３の透磁率は、第３コア底部３１３３の透磁率よりも小さくなっている。これにより、磁界の強さに対する第３コア底部３１３３の磁束密度の線形領域は、磁界の強さに対する第３コア横部３１２３の磁束密度の線形領域よりも大きくなる。このため、第３コア底部３１３３の磁気飽和が抑制されることから、第３コア底部３１３３の厚み方向ＤＴおよび長手方向ＤＬの長さを小さくすることができる。

[0104] （第５実施形態）

第５実施形態では、図９に示すように、第１コア横部１１２１、第１コア底部１１３１、第２コア横部２１２２、第２コア底部２１３２、第３コア横部３１２３および第３コア底部３１３３の形態が第４実施形態と異なる。これら以外は、第４実施形態と同様である。

[0105] 第５実施形態では、厚み方向ＤＴにおける第１コア底部１１３１の長さと、幅方向ＤＷにおける第１コア横部１１２１の長さとが同じになっている。また、第１コア横部１１２１の透磁率と、第１コア底部１１３１の透磁率とは、異なっている。例えば、第１コア横部１１２１の透磁率が、第１コア底部１１３１の透磁率が大きくなっている。なお、ここでは、「同じ」とは、製造誤差範囲を含む。また、第１コア横部１１２１の透磁率が、第１コア底部１１３１の透磁率が小さくてもよい。

[0106] 厚み方向ＤＴにおける第２コア底部２１３２の長さと、幅方向ＤＷにおける第２コア横部２１２２の長さとが同じになっている。また、第２コア横部２１２２の透磁率と、第２コア底部２１３２の透磁率とは、異なっている。例えば、第２コア横部２１２２の透磁率が、第２コア底部２１３２の透磁率

が大きくなっている。なお、第２コア横部２１２２の透磁率が、第２コア底部２１３２の透磁率が小さくてもよい。

[0107] 厚み方向ＤＴにおける第３コア底部３１３３の長さと、幅方向ＤＷにおける第３コア横部３１２３の長さとが同じになっている。また、第３コア横部３１２３の透磁率と、第３コア底部３１３３の透磁率とは、異なっている。例えば、第３コア横部３１２３の透磁率が、第３コア底部３１３３の透磁率が大きくなっている。なお、第３コア横部３１２３の透磁率が、第３コア底部３１３３の透磁率が小さくてもよい。

[0108] 以上のように、第５実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第５実施形態においても、第４実施形態と同様の効果を奏する。また、第５実施形態は、以下に記載する効果も奏する。

[0109] ［４］第１コア横部１１２１の透磁率と第１コア底部１１３１の透磁率とが異なっていることから、第１コア横部１１２１および第１コア底部１１３１のどちらかの透磁率が大きい。これにより、第１コア横部１１２１および第１コア底部１１３１のどちらかにおいて、磁界の強さに対する磁束密度の線形領域を大きくすることができる。このため、第１コア横部１１２１および第１コア底部１１３１のどちらかの磁気飽和が抑制される。これに伴い、第１コア横部１１２１および第１コア底部１１３１のどちらかを小さくすることができる。また、第２コア横部２１２２の透磁率と第２コア底部２１３２の透磁率とが異なっていることから、第２コア横部２１２２および第２コア底部２１３２のどちらかの透磁率を大きくすることができる。これにより、第２コア横部２１２２および第２コア底部２１３２のどちらかにおいて、磁界の強さに対する磁束密度の線形領域を大きくすることができる。このため、第２コア横部２１２２および第２コア底部２１３２のどちらかの磁気飽和が抑制される。これに伴い、第２コア横部２１２２および第２コア底部２１３２のどちらかを小さくすることができる。さらに、第３コア横部３１２３の透磁率と第３コア底部３１３３の透磁率とが異なっていることから、第３コア横部３１２３および第３コア底部３１３３のどちらかの透磁率を大き

くすることができる。これにより、第３コア横部３１２３および第３コア底部３１３３のどちらかにおいて、磁界の強さに対する磁束密度の線形領域を大きくすることができる。このため、第３コア横部３１２３および第３コア底部３１３３のどちらかの磁気飽和が抑制される。これに伴い、第３コア横部３１２３および第３コア底部３１３３のどちらかを小さくできる。

[0110] （第６実施形態）

第６実施形態では、図１０に示すように、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の形態が第１実施形態と異なる。これら以外は、第１実施形態と同様である。

[0111] 第１コア１１０は、第１容易軸部１１２および第１困難軸部１１３に代えて、第１コア横部１１２１および第１コア底部１１３１を含む。

[0112] 第１コア横部１１２１は、第１ギャップ形成部１１１に接続されている。また、第１コア横部１１２１は、第１コア横部１１２１と第１ギャップ形成部１１１との境界部から厚み方向ＤＴに延びている。さらに、第１コア横部１１２１と第１ギャップ形成部１１１との境界部における内側の第１横内側角部Ｃ１＿ｉｎ＿ｔｏｐがＲ形状になっている。また、第１コア横部１１２１は、幅方向ＤＷにおいて第１バスバ１００と離れている。なお、上記と同様に、第１ギャップ形成部１１１は、厚み方向ＤＴにおいて第１バスバ１００と離れている。

[0113] 第１コア底部１１３１は、第１コア横部１１２１に接続されている。さらに、第１コア底部１１３１は、幅方向ＤＷに延びている。また、第１コア底部１１３１の透磁率は、第１コア横部１１２１の透磁率よりも小さくなっている。さらに、第１コア底部１１３１の飽和磁束密度は、第１コア横部１１２１の飽和磁束密度よりも小さくなる。また、第１コア底部１１３１の厚み方向ＤＴの長さは、第１コア横部１１２１の幅方向ＤＷの長さよりも長くなっている。なお、上記と同様に、第１コア穴１１４は、第１ギャップ形成部１１１、第１コア横部１１２１および第１コア底部１１３１によって形成されている空間である。

[0114] 第２コア２１０は、第２容易軸部２１２および第２困難軸部２１３に代えて、第２コア横部２１２２および第２コア底部２１３２を含む。

[0115] 第２コア横部２１２２は、第２ギャップ形成部２１１に接続されている。また、第２コア横部２１２２は、第２コア横部２１２２と第２ギャップ形成部２１１との境界部から厚み方向ＤＴに延びている。さらに、第２コア横部２１２２と第２ギャップ形成部２１１との境界部における内側の第２横内側角部Ｃ２＿ｉｎ＿ｔｏｐがＲ形状になっている。また、第２コア横部２１２２は、幅方向ＤＷにおいて第２バスバ２００と離れている。なお、上記と同様に、第２ギャップ形成部２１１は、厚み方向ＤＴにおいて第２バスバ２００と離れている。

[0116] 第２コア底部２１３２は、第２コア横部２１２２に接続されている。さらに、第２コア底部２１３２は、幅方向ＤＷに延びている。また、第２コア底部２１３２の透磁率は、第２コア横部２１２２の透磁率よりも小さくなっている。さらに、第２コア底部２１３２の飽和磁束密度は、第２コア横部２１２２の飽和磁束密度よりも小さくなる。また、第２コア底部２１３２の厚み方向ＤＴの長さは、第２コア横部２１２２の幅方向ＤＷの長さよりも長くなっている。なお、上記と同様に、第２コア穴２１４は、第２ギャップ形成部２１１、第２コア横部２１２２および第２コア底部２１３２によって形成されている空間である。

[0117] 第３コア３１０は、第３容易軸部３１２および第３困難軸部３１３に代えて、第３コア横部３１２３および第３コア底部３１３３を含む。

[0118] 第３コア横部３１２３は、第３ギャップ形成部３１１に接続されている。また、第３コア横部３１２３は、第３コア横部３１２３と第３ギャップ形成部３１１との境界部から厚み方向ＤＴに延びている。さらに、第３コア横部３１２３と第３ギャップ形成部３１１との境界部における内側の第３横内側角部Ｃ３＿ｉｎ＿ｔｏｐがＲ形状になっている。また、第３コア横部３１２３は、幅方向ＤＷにおいて第３バスバ３００と離れている。なお、上記と同様に、第３ギャップ形成部３１１は、厚み方向ＤＴにおいて第３バスバ３０

０と離れている。

[0119] 第３コア底部３１３３は、第３コア横部３１２３に接続されている。さらに、第３コア底部３１３３は、幅方向ＤＷに延びている。また、第３コア底部３１３３の透磁率は、第３コア横部３１２３の透磁率よりも小さくなっている。さらに、第３コア底部３１３３の飽和磁束密度は、第３コア横部３１２３の飽和磁束密度よりも小さくなる。また、第３コア底部３１３３の厚み方向ＤＴの長さは、第３コア横部３１２３の幅方向ＤＷの長さよりも長くなっている。なお、上記と同様に、第３コア穴３１４は、第３ギャップ形成部３１１、第３コア横部３１２３および第３コア底部３１３３によって形成されている空間である。

[0120] 以上のように、第６実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第６実施形態においても、第１実施形態と同様の効果を奏する。また、第６実施形態は、以下に記載する効果も奏する。

[0121] ［５－１］第１横内側角部Ｃ１＿ｉｎ＿ｔｏｐ、第２横内側角部Ｃ２＿ｉｎ＿ｔｏｐおよび第３横内側角部Ｃ３＿ｉｎ＿ｔｏｐがＲ形状になっている。これにより、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの内部の磁路長が短くなることから、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの内部の反磁界の強さが大きくなる。このため、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの磁束密度が抑制される。したがって、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの磁気飽和が抑制される。

[0122] ［５－２］第１ギャップ形成部１１１が厚み方向ＤＴにおいて第１バスバ１００と離れているとともに、第１コア横部１１２１は、幅方向ＤＷにおいて第１バスバ１００と離れている。これにより、第１バスバ１００と第１コア１１０と接触が抑制される。また、第２ギャップ形成部２１１が厚み方向ＤＴにおいて第２バスバ２００と離れているとともに、第２コア横部２１２２は、幅方向ＤＷにおいて第２バスバ２００と離れている。このため、第２バスバ２００と第２コア２１０との接触が抑制される。さらに、第３ギャッ

プ形成部３１１が厚み方向ＤＴにおいて第３バスバ３００と離れているとともに、第３コア横部３１２３は、幅方向ＤＷにおいて第３バスバ３００と離れている。これによって、第３バスバ３００と第３コア３１０との接触が抑制される。

[0123] （第７実施形態）

第７実施形態では、図１１に示すように、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の形態が第１実施形態と異なる。これら以外は、第６実施形態と同様である。

[0124] 第１コア１１０は、第１横内側角部Ｃ１＿ｉｎ＿ｔｏｐに加えて、第１底内側角部Ｃ１＿ｉｎ＿ｂｔｍを有する。第１底内側角部Ｃ１＿ｉｎ＿ｂｔｍは、第１コア横部１１２１と第１コア底部１１３１との境界部における内側の角部であって、Ｒ形状に形成されている。また、第１コア底部１１３１は、厚み方向ＤＴにおいて第１バスバ１００と離れている。

[0125] 第２コア２１０は、第２横内側角部Ｃ２＿ｉｎ＿ｔｏｐに加えて、第２底内側角部Ｃ２＿ｉｎ＿ｂｔｍを有する。第２底内側角部Ｃ２＿ｉｎ＿ｂｔｍは、第２コア横部２１２２と第２コア底部２１３２との境界部における内側の角部であって、Ｒ形状に形成されている。また、第２コア底部２１３２は、厚み方向ＤＴにおいて第２バスバ２００と離れている。

[0126] 第３コア３１０は、第３横内側角部Ｃ３＿ｉｎ＿ｔｏｐに加えて、第３底内側角部Ｃ３＿ｉｎ＿ｂｔｍを有する。第３底内側角部Ｃ３＿ｉｎ＿ｂｔｍは、第３コア横部３１２３と第３コア底部３１３３との境界部における内側の角部であって、Ｒ形状に形成されている。また、第３コア底部３１３３は、厚み方向ＤＴにおいて第３バスバ３００と離れている。

[0127] 以上のように、第７実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第７実施形態においても、第６実施形態と同様の効果を奏する。また、第７実施形態は、以下に記載する効果も奏する。

[0128] ［６－１］第１底内側角部Ｃ１＿ｉｎ＿ｂｔｍ、第２底内側角部Ｃ２＿ｉｎ＿ｂｔｍおよび第３底内側角部Ｃ３＿ｉｎ＿ｂｔｍがＲ形状になっている

。これにより、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの内部の磁路長が短くなることから、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの内部の反磁界の強さが大きくなる。このため、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの磁束密度が抑制される。よって、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの磁気飽和が抑制される。

[0129] ［６－２］第１コア底部１１３１が厚み方向ＤＴにおいて第１バスバ１００と離れている。これにより、第１バスバ１００と第１コア底部１１３１との接触が抑制される。また、第２コア底部２１３２が厚み方向ＤＴにおいて第２バスバ２００と離れている。このため、第２バスバ２００と第２コア底部２１３２との接触が抑制される。さらに、第３コア底部３１３３が厚み方向ＤＴにおいて第３バスバ３００と離れている。これによって、第３バスバ３００と第３コア底部３１３３との接触が抑制される。

[0130] （第８実施形態）

第８実施形態では、図１２に示すように、第１横内側角部Ｃ１＿ｉｎ＿ｔｏｐおよび第１底内側角部Ｃ１＿ｉｎ＿ｂｔｍの形態が第７実施形態と異なる。また、第２横内側角部Ｃ２＿ｉｎ＿ｔｏｐおよび第２底内側角部Ｃ２＿ｉｎ＿ｂｔｍの形態が第７実施形態と異なる。さらに、第３横内側角部Ｃ３＿ｉｎ＿ｔｏｐおよび第３底内側角部Ｃ３＿ｉｎ＿ｂｔｍの形態が第７実施形態と異なる。これら以外は、第７実施形態と同様である。

[0131] 第１横内側角部Ｃ１＿ｉｎ＿ｔｏｐは、第１ギャップ形成部１１１の内面および第１コア横部１１２１の内面に接続されているとともに、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴに対して傾斜する傾斜面になっている。第１底内側角部Ｃ１＿ｉｎ＿ｂｔｍは、第１コア横部１１２１の内面および第１コア底部１１３１の内面に接続されているとともに、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴに対して傾斜する傾斜面になっている。

[0132] 第２横内側角部Ｃ２＿ｉｎ＿ｔｏｐは、第２ギャップ形成部２１１の内面および第２コア横部２１２２の内面に接続されているとともに、幅方向ＤＷ

および厚み方向ＤＴに対して傾斜する傾斜面になっている。第２底内側角部Ｃ２＿ｉｎ＿ｂｔｍは、第２コア横部２１２２の内面および第２コア底部２１３２の内面に接続されているとともに、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴに対して傾斜する傾斜面になっている。

[0133] 第３横内側角部Ｃ３＿ｉｎ＿ｔｏｐは、第３ギャップ形成部３１１の内面および第３コア横部３１２３の内面に接続されているとともに、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴに対して傾斜する傾斜面になっている。第３底内側角部Ｃ３＿ｉｎ＿ｂｔｍは、第３コア横部３１２３の内面および第３コア底部３１３３の内面に接続されているとともに、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴに対して傾斜する傾斜面になっている。

[0134] 以上のように、第８実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第８実施形態においても、第７実施形態と同様の効果を奏する。

[0135] （第９実施形態）

第９実施形態では、図１３に示すように、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の形態が第１実施形態と異なる。これら以外は、第１実施形態と同様である。

[0136] 第１コア１１０は、第１ギャップ形成部１１１および第１コア穴１１４を含みつつ、第１容易軸部１１２および第１困難軸部１１３に代えて、第１コア横部１１２１および第１コア底部１１３１を含む。

[0137] 第１コア横部１１２１は、第１ギャップ形成部１１１に接続されている。また、第１コア横部１１２１は、第１コア横部１１２１と第１ギャップ形成部１１１との境界部から厚み方向ＤＴに延びている。なお、上記と同様に、第１ギャップ形成部１１１のうち幅方向ＤＷ外側の角部である第１横外側角部Ｃ１＿ｏｕｔ＿ｔｏｐがＲ形状になっている。

[0138] 第１コア底部１１３１は、第１コア横部１１２１に接続されている。さらに、第１コア底部１１３１は、幅方向ＤＷに延びている。また、第１コア底部１１３１の透磁率は、第１コア横部１１２１の透磁率よりも小さくなっている。さらに、第１コア底部１１３１の飽和磁束密度は、第１コア横部１１

２１の飽和磁束密度よりも小さくなる。また、第１コア底部１１３１の厚み方向ＤＴの長さは、第１コア横部１１２１の幅方向ＤＷの長さよりも長くなっている。なお、上記と同様に、第１コア穴１１４は、第１ギャップ形成部１１１、第１コア横部１１２１および第１コア底部１１３１によって形成されている空間である。

[0139] 第２コア２１０は、第２ギャップ形成部２１１および第２コア穴２１４を含みつつ、第２容易軸部２１２および第２困難軸部２１３に代えて、第２コア横部２１２２および第２コア底部２１３２を含む。

[0140] 第２コア横部２１２２は、第２ギャップ形成部２１１に接続されている。また、第２コア横部２１２２は、第２コア横部２１２２と第２ギャップ形成部２１１との境界部から厚み方向ＤＴに延びている。なお、上記と同様に、第２ギャップ形成部２１１のうち幅方向ＤＷ外側の角部である第２横外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｔｏｐがＲ形状になっている。また、第２横外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｔｏｐと、第１横外側角部Ｃ１＿ｏｕｔ＿ｔｏｐとは、互いに幅方向ＤＷに向き合っている。

[0141] 第２コア底部２１３２は、第２コア横部２１２２に接続されている。さらに、第２コア底部２１３２は、幅方向ＤＷに延びている。また、第２コア底部２１３２の透磁率は、第２コア横部２１２２の透磁率よりも小さくなっている。さらに、第２コア底部２１３２の飽和磁束密度は、第２コア横部２１２２の飽和磁束密度よりも小さくなる。また、第２コア底部２１３２の厚み方向ＤＴの長さは、第２コア横部２１２２の幅方向ＤＷの長さよりも長くなっている。なお、上記と同様に、第２コア穴２１４は、第２ギャップ形成部２１１、第２コア横部２１２２および第２コア底部２１３２によって形成されている空間である。

[0142] 第３コア３１０は、第３ギャップ形成部３１１および第３コア穴３１４を含みつつ、第３容易軸部３１２および第３困難軸部３１３に代えて、第３コア横部３１２３および第３コア底部３１３３を含む。

[0143] 第３コア横部３１２３は、第３ギャップ形成部３１１に接続されている。

また、第３コア横部３１２３は、第３コア横部３１２３と第３ギャップ形成部３１１との境界部から厚み方向ＤＴに延びている。なお、上記と同様に、第３ギャップ形成部３１１のうち幅方向ＤＷ外側の角部である第３横外側角部Ｃ３＿ｏｕｔ＿ｔｏｐがＲ形状になっている。さらに、第３横外側角部Ｃ３＿ｏｕｔ＿ｔｏｐと、第２横外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｔｏｐとは、互いに幅方向ＤＷに向き合っている。

[0144] 第３コア底部３１３３は、第３コア横部３１２３に接続されている。さらに、第３コア底部３１３３は、幅方向ＤＷに延びている。また、第３コア底部３１３３の透磁率は、第３コア横部３１２３の透磁率よりも小さくなっている。さらに、第３コア底部３１３３の飽和磁束密度は、第３コア横部３１２３の飽和磁束密度よりも小さくなる。また、第３コア底部３１３３の厚み方向ＤＴの長さは、第３コア横部３１２３の幅方向ＤＷの長さよりも長くなっている。なお、上記と同様に、第３コア穴３１４は、第３ギャップ形成部３１１、第３コア横部３１２３および第３コア底部３１３３によって形成されている空間である。

[0145] 以上のように、第９実施形態の電流センサ５は、構成されている。第９実施形態においても、第１実施形態と同様の効果を奏する。また、第９実施形態は、以下に記載する効果も奏する。

[0146] ［７］第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０は、幅方向ＤＷに、第１コア１１０、第２コア２１０、第３コア３１０の順に並んでいる。また、互いに幅方向ＤＷに向き合っている第１横外側角部Ｃ１＿ｏｕｔ＿ｔｏｐおよび第２横外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｔｏｐは、Ｒ形状になっている。これにより、第１ギャップ形成部１１１および第２ギャップ形成部２１１の間における幅方向ＤＷの最大距離が、Ｒ形状となっていない場合と比較して大きくなる。さらに、互いに幅方向ＤＷに向き合っている第２横外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｔｏｐおよび第３横外側角部Ｃ３＿ｏｕｔ＿ｔｏｐは、Ｒ形状になっている。これによって、第２ギャップ形成部２１１および第３ギャップ形成部３１１の間における幅方向ＤＷの最大距離が、Ｒ形状となって

いない場合と比較して大きくなる。これらのため、互いに隣り合う第１コア１１０および第２コア２１０の間、ならびに、互いに隣り合う第２コア２１０および第３コア３１０の間の磁気抵抗が高くなる。したがって、互いに隣り合う第１コア１１０および第２コア２１０、ならびに、互いに隣り合う第２コア２１０および第３コア３１０にて磁気経路が形成されにくくなる。よって、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の全体における磁気抵抗の低下が抑制される。したがって、互いに隣り合うコア間の影響による第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの磁束密度の上昇が抑制されることから、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの磁気飽和が抑制される。

[0147] （第１０実施形態）

第１０実施形態では、図１４に示すように、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の形態が第９実施形態と異なる。これら以外は、第９実施形態と同様である。

[0148] 第１コア１１０は、第１横外側角部Ｃ１＿ｏｕｔ＿ｔｏｐに加えて、第１底外側角部Ｃ１＿ｏｕｔ＿ｂｔｍを有する。第１底外側角部Ｃ１＿ｏｕｔ＿ｂｔｍは、第１コア底部１１３１のうち幅方向ＤＷ外側の角部であって、Ｒ形状に形成されている。

[0149] 第２コア２１０は、第２横外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｔｏｐに加えて、第２底外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｂｔｍを有する。第２底外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｂｔｍは、第２コア底部２１３２のうち幅方向ＤＷ外側の角部であって、Ｒ形状に形成されている。また、第２底外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｂｔｍと、第１底外側角部Ｃ１＿ｏｕｔ＿ｂｔｍとは、互いに幅方向ＤＷに向き合っている。

[0150] 第３コア３１０は、第３横外側角部Ｃ３＿ｏｕｔ＿ｔｏｐに加えて、第３底外側角部Ｃ３＿ｏｕｔ＿ｂｔｍを有する。第３底外側角部Ｃ３＿ｏｕｔ＿ｂｔｍは、第３コア底部３１３３のうち幅方向ＤＷ外側の角部であって、Ｒ形状に形成されている。また、第３底外側角部Ｃ３＿ｏｕｔ＿ｂｔｍと、第

２底外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｂｔｍとは、互いに幅方向ＤＷに向き合っている。

[0151] 以上のように、第１０実施形態の電流センサ５は、構成されている。第１０実施形態においても、第９実施形態と同様の効果を奏する。また、第１０実施形態は、以下に記載する効果も奏する。

[0152] ［８］互いに幅方向ＤＷに向き合っている第１底外側角部Ｃ１＿ｏｕｔ＿ｂｔｍおよび第２底外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｂｔｍは、Ｒ形状になっている。これにより、第１コア底部１１３１および第２コア底部２１３２の間における幅方向ＤＷの最大距離が、Ｒ形状となっていない場合と比較して大きくなる。また、互いに幅方向ＤＷに向き合っている第２底外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｂｔｍおよび第３底外側角部Ｃ３＿ｏｕｔ＿ｂｔｍは、Ｒ形状になっている。これによって、第２コア底部２１３２および第３コア底部３１３３の間における幅方向ＤＷの最大距離が、Ｒ形状となっていない場合と比較して大きくなる。これらのため、互いに隣り合う第１コア１１０および第２コア２１０の間、ならびに、互いに隣り合う第２コア２１０および第３コア３１０の間の磁気抵抗が高くなる。したがって、互いに隣り合う第１コア１１０および第２コア２１０、ならびに、互いに隣り合う第２コア２１０および第３コア３１０にて磁気経路が形成されにくくなる。よって、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の全体における磁気抵抗の低下が抑制される。したがって、互いに隣り合うコア間の影響による第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの磁束密度の上昇が抑制されることから、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの磁気飽和が抑制される。

[0153] （第１１実施形態）

第１１実施形態では、図１５に示すように、第１横外側角部Ｃ１＿ｏｕｔ＿ｔｏｐおよび第１底外側角部Ｃ１＿ｏｕｔ＿ｂｔｍが第１０実施形態と異なる。また、第２横外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｔｏｐおよび第２底外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｂｔｍが第１０実施形態と異なる。さらに、第３横外側角部Ｃ

３＿ｏｕｔ＿ｔｏｐおよび第３底外側角部Ｃ３＿ｏｕｔ＿ｂｔｍの形態が第１０実施形態と異なる。これら以外は、第１０実施形態と同様である。

[0154] 第１横外側角部Ｃ１＿ｏｕｔ＿ｔｏｐは、第１ギャップ形成部１１１の外面および第１コア横部１１２１の外面に接続されているとともに、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴに対して傾斜する傾斜面になっている。第１底外側角部Ｃ１＿ｏｕｔ＿ｂｔｍは、第１コア横部１１２１の外面および第１コア底部１１３１の外面に接続されているとともに、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴに対して傾斜する傾斜面になっている。

[0155] 第２横外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｔｏｐは、第２ギャップ形成部２１１の外面および第２コア横部２１２２の外面に接続されているとともに、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴに対して傾斜する傾斜面になっている。第２底外側角部Ｃ２＿ｏｕｔ＿ｂｔｍは、第２コア横部２１２２の外面および第２コア底部２１３２の外面に接続されているとともに、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴに対して傾斜する傾斜面になっている。

[0156] 第３横外側角部Ｃ３＿ｏｕｔ＿ｔｏｐは、第３ギャップ形成部３１１の外面および第３コア横部３１２３の外面に接続されているとともに、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴに対して傾斜する傾斜面になっている。第３底外側角部Ｃ３＿ｏｕｔ＿ｂｔｍは、第３コア横部３１２３の外面および第３コア底部３１３３の外面に接続されているとともに、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴに対して傾斜する傾斜面になっている。

[0157] 以上のように、第１１実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第１１実施形態においても、第１０実施形態と同様の効果を奏する。

[0158] （第１２実施形態）

第１２実施形態では、図１６～図１８に示すように、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の形態が第６実施形態と異なる。これら以外は、第６実施形態と同様である。なお、図１６～図１８では、煩雑さを避けるため、第１バスバ１００、第２バスバ２００、第３バスバ３００およびケース７０等の図示が省略されている。

[0159] 第１コア１１０は、図１６に示すように、第１ギャップ形成部１１１、第１コア横部１１２１、第１コア底部１１３１および第１コア穴１１４に加えて、第１突起部１１５１および第２突起部１１５２を含む。

[0160] 第１突起部１１５１および第２突起部１１５２は、厚み方向ＤＴ外側を向く第１ギャップ形成部１１１の外面から厚み方向ＤＴに向かって突出している。また、幅方向ＤＷ内側を向く第１突起部１１５１の面である第１突起面１１６１は、第１コア端面１１５に接続されている。さらに、幅方向ＤＷ内側を向く第２突起部１１５２の面である第２突起面１１６２は、第２コア端面１１６に接続されている。したがって、第１コア端面１１５および第２コア端面１１６に加えて、第１突起面１１６１および第２突起面１１６２により、第１ギャップ１１７が形成されている。なお、第１突起部１１５１および第２突起部１１５２の数は、それぞれ１つであるところ、これに限定されないで、これらの数は、それぞれ、２以上であってもよい。また、第１突起部１１５１および第２突起部１１５２の形状は、それぞれ四角柱形状であるところ、これに限定されないで、これらの形状は、それぞれ、多角柱形状や円柱形状等であってもよい。

[0161] 第２コア２１０は、図１７に示すように、第２ギャップ形成部２１１、第２コア横部２１２２、第２コア底部２１３２および第２コア穴２１４に加えて、第３突起部２１５１および第４突起部２１５２を含む。

[0162] 第３突起部２１５１および第４突起部２１５２は、厚み方向ＤＴ外側を向く第２ギャップ形成部２１１の外面から厚み方向ＤＴに向かって突出している。また、幅方向ＤＷ内側を向く第３突起部２１５１の面である第３突起面２１６１は、第３コア端面２１５に接続されている。さらに、幅方向ＤＷ内側を向く第４突起部２１５２の面である第４突起面２１６２は、第４コア端面２１６に接続されている。よって、第３コア端面２１５および第４コア端面２１６に加えて、第３突起面２１６１および第４突起面２１６２により、第２ギャップ２１７が形成されている。なお、第３突起部２１５１および第４突起部２１５２の数は、それぞれ１つであるところ、これに限定されない

で、これらの数は、それぞれ、２以上であってもよい。また、第３突起部２１５１および第４突起部２１５２の形状は、それぞれ四角柱形状であるところ、これに限定されないで、これらの形状は、それぞれ、多角柱形状や円柱形状等であってもよい。

[0163] 第３コア３１０は、図１８に示すように、第３ギャップ形成部３１１、第３コア横部３１２３、第３コア底部３１３３および第３コア穴３１４に加えて、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２を含む。

[0164] 第５突起部３１５１および第６突起部３１５２は、厚み方向ＤＴ外側を向く第３ギャップ形成部３１１の外面から厚み方向ＤＴに向かって突出している。また、幅方向ＤＷ内側を向く第５突起部３１５１の面である第５突起面３１６１は、第５コア端面３１５に接続されている。さらに、幅方向ＤＷ内側を向く第６突起部３１５２の面である第６突起面３１６２は、第６コア端面３１６に接続されている。したがって、第５コア端面３１５および第６コア端面３１６に加えて、第５突起面３１６１および第６突起面３１６２により、第３ギャップ３１７が形成されている。なお、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２の数は、それぞれ１つであるところ、これに限定されないで、これらの数は、それぞれ、２以上であってもよい。また、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２の形状は、それぞれ四角柱形状であるところ、これに限定されないで、これらの形状は、それぞれ、多角柱形状や円柱形状等であってもよい。

[0165] ここで、第１コア１１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第１コア１１０の断面において、第１コア横部１１２１の厚み方向ＤＴに延びている内縁を通るとともに厚み方向ＤＴに延びる線を第１仮想線Ｌ１とする。また、第２コア２１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第２コア２１０の断面において、第２コア横部２１２２の厚み方向ＤＴに延びている内縁を通るとともに厚み方向ＤＴに延びる線を第２仮想線Ｌ２とする。さらに、第３コア３１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第３コア３１０の断面において、第３コア横部３１２３の厚み方向ＤＴに

延びている内縁を通るとともに厚み方向ＤＴに延びる線を第３仮想線Ｌ３とする。

[0166] そして、第１突起部１１５１および第２突起部１１５２は、第１仮想線Ｌ１よりも幅方向ＤＷ内側に位置している。また、第３突起部２１５１および第４突起部２１５２は、第２仮想線Ｌ２よりも幅方向ＤＷ内側に位置している。さらに、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２は、第３仮想線Ｌ３よりも幅方向ＤＷ内側に位置している。

[0167] また、ここで、第１突起面１１６１および第１コア端面１１５を合わせた面の厚み方向ＤＴにおける中心を通るとともに幅方向ＤＷに延びる線を、第１中心線Ｏ１とする。さらに、第１中心線Ｏ１は、第２突起面１１６２および第２コア端面１１６を合わせた面の厚み方向ＤＴにおける中心を通る。また、第３突起面２１６１および第３コア端面２１５を合わせた面の厚み方向ＤＴにおける中心を通るとともに幅方向ＤＷに延びる線を、第２中心線Ｏ２とする。さらに、第２中心線Ｏ２は、第４突起面２１６２および第４コア端面２１６を合わせた面の厚み方向ＤＴにおける中心を通る。また、第５突起面３１６１および第５コア端面３１５を合わせた面の厚み方向ＤＴにおける中心を通るとともに幅方向ＤＷに延びる線を、第３中心線Ｏ３とする。さらに、第３中心線Ｏ３は、第６突起面３１６２および第６コア端面３１６を合わせた面の厚み方向ＤＴにおける中心を通る。

[0168] そして、第１中心線Ｏ１よりも第１コア穴１１４側に第１検出部１２０が配置されていることにより、第１検出部１２０は、厚み方向ＤＴにおいて、第１中心線Ｏ１および第１バスバ１００の間に配置されている。また、第２中心線Ｏ２よりも第２コア穴２１４側に第２検出部２２０が配置されていることにより、第２検出部２２０は、厚み方向ＤＴにおいて、第２中心線Ｏ２および第２バスバ２００の間に配置されている。さらに、第３中心線Ｏ３よりも第３コア穴３１４側に第３検出部３２０が配置されていることにより、第３検出部３２０は、厚み方向ＤＴにおいて、第３中心線Ｏ３および第３バスバ３００の間に配置されている。

[0169] 以上のように、第１２実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第１２実施形態においても、第６実施形態と同様の効果を奏する。また、第１２実施形態は、以下に記載する効果も奏する。

[0170] ［９－１］ここで、第１検出部１２０は、第１ギャップ１１７の磁界の強さを検出するところ、外乱磁界の強さ、例えば、第２コア２１０から漏れる磁力線による磁界の強さを誤検出することがある。また、第２検出部２２０は、第２ギャップ２１７の磁界の強さを検出するところ、外乱磁界の強さ、例えば、第１コア１１０および第３コア３１０から漏れる磁力線による磁界の強さを誤検出することがある。さらに、第３検出部３２０は、第３ギャップ３１７の磁界の強さを検出するところ、外乱磁界の強さ、例えば、第２コア２１０から漏れる磁力線による磁界の強さを誤検出することがある。

[0171] これに対して、第１ギャップ１１７、第２ギャップ２１７および第３ギャップ３１７の大きさを小さくすることで、外乱磁界の影響を受けにくくすることが考えられる。しかし、第１ギャップ１１７、第２ギャップ２１７および第３ギャップ３１７の大きさを小さくすると、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の大きさが小さくなる。これにより、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の磁気抵抗が低下することで第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０にかかる磁束密度が大きくなる。このため、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の磁気飽和が生じやすくなる。

[0172] そこで、第１コア１１０は、第１突起部１１５１および第２突起部１１５２を有する。第１突起部１１５１および第２突起部１１５２は、第１ギャップ形成部１１１から厚み方向ＤＴに向かって突出している。これにより、第１突起部１１５１および第２突起部１１５２がない場合と比較して、第１コア１１０全体の磁気抵抗に対する第１ギャップ形成部１１１の磁気抵抗が低くなる。このため、外乱磁界による磁力線、例えば、第２コア２１０から漏れる磁力線が第１検出部１２０を通過しないで第１突起部１１５１および第２突起部１１５２を経由して第１ギャップ形成部１１１を通過しやすい。し

たがって、第１検出部１２０が外乱磁界の影響を受けにくくなるため、第１検出部１２０の検出精度が向上する。また、第１突起部１１５１および第２突起部１１５２により、第１突起部１１５１および第２突起部１１５２がない場合と比較して第１ギャップ１１７の大きさが大きくなることから、第１コア１１０の磁気抵抗が大きくなる。このため、第１コア１１０の磁束密度の上昇が抑制される。さらに、第１突起部１１５１および第２突起部１１５２により、第１コア１１０全体の大きさを大きくする必要がなくなる。よって、第１コア１１０の大型化が抑制されつつ、第１コア１１０の磁気飽和が抑制される。

[0173] また、第２コア２１０は、第３突起部２１５１および第４突起部２１５２を有する。第３突起部２１５１および第４突起部２１５２は、第２ギャップ形成部２１１から厚み方向ＤＴに向かって突出している。これにより、第３突起部２１５１および第４突起部２１５２がない場合と比較して、第２コア２１０全体の磁気抵抗に対する第２ギャップ形成部２１１の磁気抵抗が低くなる。このため、外乱磁界による磁力線、例えば、第１コア１１０および第３コア３１０から漏れる磁力線が第２検出部２２０を通過しないで第３突起部２１５１および第４突起部２１５２を経由して第２ギャップ形成部２１１を通過しやすい。よって、第２検出部２２０が外乱磁界の影響を受けにくくなるため、第２検出部２２０の検出精度が向上する。また、第３突起部２１５１および第４突起部２１５２により、第３突起部２１５１および第４突起部２１５２がない場合と比較して第２ギャップ２１７の大きさが大きくなることから、第２コア２１０の磁気抵抗が大きくなる。よって、第２コア２１０の磁束密度の上昇が抑制される。さらに、第３突起部２１５１および第４突起部２１５２により、第２コア２１０全体の大きさを大きくする必要がなくなる。よって、第２コア２１０の大型化が抑制されつつ、第２コア２１０の磁気飽和が抑制される。

[0174] さらに、第３コア３１０は、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２を有する。第５突起部３１５１および第６突起部３１５２は、第３ギャッ

プ形成部３１１から厚み方向ＤＴに向かって突出している。これにより、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２がない場合と比較して、第３コア３１０全体の磁気抵抗に対する第３ギャップ形成部３１１の磁気抵抗が低くなる。このため、外乱磁界による磁力線、例えば、第２コア２１０から漏れる磁力線が第３検出部３２０を通過しないで第５突起部３１５１および第６突起部３１５２を経由して第３ギャップ形成部３１１を通過しやすい。したがって、第３検出部３２０が外乱磁界の影響を受けにくくなるため、第３検出部３２０の検出精度が向上する。また、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２により、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２がない場合と比較して第３ギャップ３１７の大きさが大きくなることから、第３コア３１０の磁気抵抗が大きくなる。よって、第３コア３１０の磁束密度の上昇が抑制される。さらに、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２により、第３コア３１０全体の大きさを大きくする必要がなくなる。よって、第３コア３１０の大型化が抑制されつつ、第３コア３１０の磁気飽和が抑制される。

[0175] ［９－２］第１検出部１２０は、厚み方向ＤＴにおいて、第１中心線Ｏ１および第１バスバ１００の間に配置されている。これにより、厚み方向ＤＴにおいて、第１検出部１２０が第１コア１１０の外部から離れるため、外乱磁界による磁力線が第１検出部１２０を通過しにくくなる。したがって、第１検出部１２０が外乱磁界の影響を受けにくくなるため、第１検出部１２０の検出精度が向上する。また、第２検出部２２０は、厚み方向ＤＴにおいて、第２中心線Ｏ２および第２バスバ２００の間に配置されている。これにより、厚み方向ＤＴにおいて、第２検出部２２０が第２コア２１０の外部から離れるため、外乱磁界による磁力線が第２検出部２２０を通過しにくくなる。よって、第２検出部２２０が外乱磁界の影響を受けにくくなるため、第２検出部２２０の検出精度が向上する。さらに、第３検出部３２０は、厚み方向ＤＴにおいて、第３中心線Ｏ３および第３バスバ３００の間に配置されている。これにより、厚み方向ＤＴにおいて、第３検出部３２０が第３コア３

１０の外部から離れるため、外乱磁界による磁力線が第３検出部３２０を通過しにくくなる。よって、第３検出部３２０が外乱磁界の影響を受けにくくなるため、第３検出部３２０の検出精度が向上する。

[0176] （第１３実施形態）

第１３実施形態では、図１９～図２１に示すように、第１突起部１１５１、第２突起部１１５２、第３突起部２１５１、第４突起部２１５２、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２の形態が第１２実施形態と異なる。これら以外は、第１２実施形態と同様である。なお、図１９～図２１では、煩雑さを避けるため、第１バスバ１００、第２バスバ２００、第３バスバ３００およびケース７０等の図示が省略されている。

[0177] 第１突起面１１６１および第２突起面１１６２は、第１コア端面１１５および第２コア端面１１６に接続されていないで、厚み方向ＤＴ外側を向く第１ギャップ形成部１１１の外面に接続されている。また、第３突起部２１５１および第４突起部２１５２は、第３コア端面２１５および第４コア端面２１６に接続されていないで、厚み方向ＤＴ外側を向く第２ギャップ形成部２１１の外面に接続されている。さらに、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２は、第５コア端面３１５および第６コア端面３１６に接続されていないで、厚み方向ＤＴ外側を向く第３ギャップ形成部３１１の外面に接続されている。

[0178] 以上のように、第１３実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第１３実施形態においても、第１２実施形態と同様の効果を奏する。

[0179] （第１４実施形態）

第１４実施形態では、図２２～図２４に示すように、第１突起部１１５１、第２突起部１１５２、第３突起部２１５１、第４突起部２１５２、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２の形態が第１２実施形態と異なる。これら以外は、第１２実施形態と同様である。なお、図２２～図２４では、煩雑さを避けるため、第１バスバ１００、第２バスバ２００、第３バスバ３００およびケース７０等の図示が省略されている。

[0180] 第１突起部１１５１および第２突起部１１５２は、厚み方向ＤＴ内側を向く第１ギャップ形成部１１１の内面から厚み方向ＤＴに向かって突出している。また、第３突起部２１５１および第４突起部２１５２は、厚み方向ＤＴ内側を向く第２ギャップ形成部２１１の内面から厚み方向ＤＴに向かって突出している。さらに、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２は、厚み方向ＤＴ内側を向く第３ギャップ形成部３１１の内面から厚み方向ＤＴに向かって突出している。

[0181] 以上のように、第１４実施形態の電流センサ５は、構成されている。この場合、外乱磁界による磁力線は、外部から第１突起部１１５１および第２突起部１１５２を経由しないで第１ギャップ形成部１１１を通過しやすい。また、外乱磁界による磁力線は、外部から第３突起部２１５１および第４突起部２１５２を経由しないで第２ギャップ形成部２１１を通過しやすい。さらに、外乱磁界による磁力線は、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２を経由しないで第３ギャップ形成部３１１を通過しやすい。したがって、第１４実施形態においても、第１２実施形態と同様の効果を奏する。

[0182] （第１５実施形態）

第１５実施形態では、図２５～図２７に示すように、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の形態が第６実施形態と異なる。これら以外は、第６実施形態と同様である。なお、図２５～図２７では、煩雑さを避けるため、第１バスバ１００、第２バスバ２００、第３バスバ３００、第１検出部１２０、第２検出部２２０、第３検出部３２０およびケース７０等の図示が省略されている。

[0183] 第１コア１１０は、図２５に示すように、第１ギャップ形成部１１１、第１コア横部１１２１、第１コア底部１１３１および第１コア穴１１４に加えて、第１コア凹部１１５５を含む。

[0184] 第１コア凹部１１５５は、第１コア１１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第１コア１１０の断面において、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴ外側の第１コア１１０の外縁から第１コア１１０の内部に向かって凹

んでいる。例えば、第１コア凹部１１５５は、その断面において、幅方向ＤＷ外側の第１ギャップ形成部１１１および第１コア横部１１２１の外縁から第１コア１１０の内部に向かって凹んでいる。なお、第１コア凹部１１５５は、その断面において、第１ギャップ形成部１１１および第１コア横部１１２１の外縁から凹んでいるところ、これに限定されない。第１コア凹部１１５５は、その断面において、第１コア底部１１３１の外縁から凹んでいてもよい。また、第１コア凹部１１５５の数は、２つであるところ、これに限定されないで、少なくとも１つあればよい。さらに、第１コア凹部１１５５の断面形状は、四角形状であるところ、これに限定されないで、例えば、多角形状および円弧形状等であってもよい。

[0185] 第２コア２１０は、図２６に示すように、第２ギャップ形成部２１１、第２コア横部２１２２、第２コア底部２１３２および第２コア穴２１４に加えて、第２コア凹部２１５５を含む。

[0186] 第２コア凹部２１５５は、第２コア２１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第２コア２１０の断面において、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴ外側の第２コア２１０の外縁から第２コア２１０の内部に向かって凹んでいる。例えば、第２コア凹部２１５５は、その断面において、幅方向ＤＷ外側の第２ギャップ形成部２１１および第２コア横部２１２２の外縁から第２コア２１０の内部に向かって凹んでいる。なお、第２コア凹部２１５５は、その断面において、第２ギャップ形成部２１１および第２コア横部２１２２の外縁から凹んでいるところ、これに限定されない。第２コア凹部２１５５は、その断面において、第２コア底部２１３２の外縁から凹んでいてもよい。また、第２コア凹部２１５５の数は、２つであるところ、これに限定されないで、少なくとも１つあればよい。さらに、第２コア凹部２１５５の断面形状は、四角形状であるところ、これに限定されないで、例えば、多角形状および円弧形状等であってもよい。

[0187] 第３コア３１０は、図２７に示すように、第３ギャップ形成部３１１、第３コア横部３１２３、第３コア底部３１３３および第３コア穴３１４に加え

て、第３コア凹部３１５５を含む。

[0188] 第３コア凹部３１５５は、第３コア３１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第３コア３１０の断面において、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴ外側の第３コア３１０の外縁から第３コア３１０の内部に向かって凹んでいる。例えば、第３コア凹部３１５５は、その断面において、幅方向ＤＷ外側の第３ギャップ形成部３１１および第３コア横部３１２３の外縁から第３コア３１０の内部に向かって凹んでいる。なお、第３コア凹部３１５５は、その断面において、第３ギャップ形成部３１１および第３コア横部３１２３の外縁から凹んでいるところ、これに限定されない。第３コア凹部３１５５は、その断面において、第３コア底部３１３３の外縁から凹んでいてもよい。また、第３コア凹部３１５５の数は、２つであるところ、これに限定されないで、少なくとも１つあればよい。さらに、第３コア凹部３１５５の断面形状は、四角形状であるところ、これに限定されないで、例えば、多角形状および円弧形状等であってもよい。

[0189] ここで、図２５に示すように、第１コア１１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第１コア１１０の断面において、厚み方向ＤＴにおける第１ギャップ形成部１１１の中心を通るとともに幅方向ＤＷに延びる線分を第１ギャップ中心線分Ｏｇ１とする。また、幅方向ＤＷにおける第１コア横部１１２１の中心を通るとともに厚み方向ＤＴに延びる線分を第１横中心線分Ｏｓ１とする。さらに、厚み方向ＤＴにおける第１コア底部１１３１の中心を通るとともに幅方向ＤＷに延びる線分を第１底中心線分Ｏｂ１とする。また、第１ギャップ中心線分Ｏｇ１は、幅方向ＤＷに並ぶ第１横中心線分Ｏｓ１を結んだ線分になっている。さらに、第１横中心線分Ｏｓ１は、第１ギャップ中心線分Ｏｇ１と第１底中心線分Ｏｂ１とを結んだ線分になっている。また、第１底中心線分Ｏｂ１は、幅方向ＤＷに並ぶ第１横中心線分Ｏｓ１を結んだ線分になっている。さらに、第１ギャップ中心線分Ｏｇ１、第１横中心線分Ｏｓ１および第１底中心線分Ｏｂ１よりも外側の領域を第１コア領域Ｒｃ１とする。

[0190] また、図２６に示すように、第２コア２１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第２コア２１０の断面において、厚み方向ＤＴにおける第２ギャップ形成部２１１の中心を通るとともに幅方向ＤＷに延びる線分を第２ギャップ中心線分Ｏｇ２とする。さらに、幅方向ＤＷにおける第２コア横部２１２２の中心を通るとともに厚み方向ＤＴに延びる線分を第２横中心線分Ｏｓ２とする。また、厚み方向ＤＴにおける第２コア底部２１３２の中心を通るとともに幅方向ＤＷに延びる線分を第２底中心線分Ｏｂ２とする。さらに、第２ギャップ中心線分Ｏｇ２は、幅方向ＤＷに並ぶ第２横中心線分Ｏｓ２を結んだ線分になっている。また、第２横中心線分Ｏｓ２は、第２ギャップ中心線分Ｏｇ２と第２底中心線分Ｏｂ２とを結んだ線分になっている。さらに、第２底中心線分Ｏｂ２は、幅方向ＤＷに並ぶ第２横中心線分Ｏｓ２を結んだ線分になっている。また、第２ギャップ中心線分Ｏｇ２、第２横中心線分Ｏｓ２および第２底中心線分Ｏｂ２よりも外側の領域を第２コア領域Ｒｃ２とする。

[0191] さらに、図２７に示すように、第３コア３１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第３コア３１０の断面において、厚み方向ＤＴにおける第３ギャップ形成部３１１の中心を通るとともに幅方向ＤＷに延びる線分を第３ギャップ中心線分Ｏｇ３とする。また、幅方向ＤＷにおける第３コア横部３１２３の中心を通るとともに厚み方向ＤＴに延びる線分を第３横中心線分Ｏｓ３とする。さらに、厚み方向ＤＴにおける第３コア底部３１３３の中心を通るとともに幅方向ＤＷに延びる線分を第３底中心線分Ｏｂ３とする。また、第３ギャップ中心線分Ｏｇ３は、幅方向ＤＷに並ぶ第３横中心線分Ｏｓ３を結んだ線分になっている。さらに、第３横中心線分Ｏｓ３は、第３ギャップ中心線分Ｏｇ３と第３底中心線分Ｏｂ３とを結んだ線分になっている。また、第３底中心線分Ｏｂ３は、幅方向ＤＷに並ぶ第３横中心線分Ｏｓ３を結んだ線分になっている。さらに、第３ギャップ中心線分Ｏｇ３、第３横中心線分Ｏｓ３および第３底中心線分Ｏｂ３よりも外側の領域を第３コア領域Ｒｃ３とする。

[0192] そして、第１コア凹部１１５５は、第１コア領域Ｒｃ１に位置している。また、第２コア凹部２１５５は、第２コア領域Ｒｃ２に位置している。さらに、第３コア凹部３１５５は、第３コア領域Ｒｃ３に位置している。

[0193] 以上のように、第１５実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第１５実施形態においても、第６実施形態と同様の効果を奏する。また、第１５実施形態は、以下に記載する効果も奏する。

[0194] ［１０－１］ここで、ケース７０の射出成形等がされるときに、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０に応力がかかる。このため、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の結晶構造が変化することがある。これにより、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のＢＨ特性等の磁気特性が低下する、例えば、磁界の強さに対する磁束密度の線形領域が小さくなることがある。なお、ＢＨ特性のＢは、磁束密度を意味する。また、ＢＨ特性のＨは、磁界を意味する。

[0195] これに対して、第１コア１１０は、第１コア凹部１１５５を含む。第１コア凹部１１５５は、第１コア１１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第１コア１１０の断面において、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴ外側の第１コア１１０の外縁から第１コア１１０の内部に向かって凹んでいる。これにより、第１コア１１０にかかる応力が緩和される。このため、第１コア１１０の結晶構造の変化が抑制されることから、第１コア１１０の磁気特性の低下が抑制される。また、第２コア２１０は、第２コア凹部２１５５を含む。第２コア凹部２１５５は、第２コア２１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第２コア２１０の断面において、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴ外側の第２コア２１０の外縁から第２コア２１０の内部に向かって凹んでいる。これにより、第２コア２１０にかかる応力が緩和される。このため、第２コア２１０の結晶構造の変化が抑制されることから、第２コア２１０の磁気特性の低下が抑制される。さらに、第３コア３１０は、第３コア凹部３１５５を含む。第３コア凹部３１５５は、第３コア３１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第３コア３１０の断面において、

幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴ外側の第３コア３１０の外縁から第３コア３１０の内部に向かって凹んでいる。これにより、第３コア３１０にかかる応力が緩和される。このため、第３コア３１０の結晶構造の変化が抑制されることから、第３コア３１０の磁気特性の低下が抑制される。

[0196] ［１０－２］第１コア１１０の磁力線が第１コア１１０の内側を通過しやすいところ、第１コア凹部１１５５は、第１コア領域Ｒｃ１に位置している。これにより、第１コア凹部１１５５の位置が第１コア１１０の磁力線が通過しにくい位置となるため、第１コア１１０内の磁力線の通過が第１コア凹部１１５５によって妨げられることが抑制される。また、第２コア２１０内の磁力線が第２コア２１０の内側を通過しやすいところ、第２コア凹部２１５５は、第２コア領域Ｒｃ２に位置している。このため、第２コア凹部２１５５の位置が第２コア２１０の磁力線が通過しにくい位置となることから、第２コア２１０の磁力線の通過が第２コア凹部２１５５によって妨げられることが抑制される。さらに、第３コア３１０の磁力線が第３コア３１０の内側を通過しやすいところ、第３コア凹部３１５５は、第３コア領域Ｒｃ３に位置している。これによって、第３コア凹部３１５５の位置が第３コア３１０の磁力線が通過しにくい位置となるため、第３コア３１０内の磁力線の通過が第３コア凹部３１５５によって妨げられることが抑制される。

[0197] ［１０－３］ケース７０は、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０を覆うとともに、第１コア凹部１１５５、第２コア凹部２１５５および第３コア凹部３１５５と接触する。これにより、第１コア凹部１１５５、第２コア凹部２１５５および第３コア凹部３１５５がない場合と比較して、ケース７０と第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０との接触面積が増加する。このため、ケース７０と第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０とが支持されやすくなることから、幅方向ＤＷおよび厚み方向ＤＴにおけるケース７０に対する第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の相対位置のズレが抑制される。

[0198] （第１６実施形態）

第１６実施形態では、図２８～図３０に示すように、第１コア１１０は、第１コア凹部１１５５に代えて、第１コア貫通穴１１５６を含む。第２コア２１０は、第２コア凹部２１５５に代えて、第２コア貫通穴２１５６を含む。第３コア３１０は、第３コア凹部３１５５に代えて、第３コア貫通穴３１５６を含む。これら以外は、第１５実施形態と同様である。なお、図２８～図３０では、煩雑さを避けるため、第１バスバ１００、第２バスバ２００、第３バスバ３００、第１検出部１２０、第２検出部２２０、第３検出部３２０およびケース７０等の図示が省略されている。

[0199] 第１コア貫通穴１１５６は、長手方向ＤＬに貫通している。また、第１コア貫通穴１１５６は、第１コア領域Ｒｃ１に位置しているとともに、例えば、第１ギャップ形成部１１１の内部に形成されている。なお、第１コア貫通穴１１５６は、第１ギャップ形成部１１１に形成されているところ、これに限定されない。第１コア貫通穴１１５６は、第１コア横部１１２１および第１コア底部１１３１に形成されてもよい。さらに、第１コア貫通穴１１５６の数は、１つであるところ、これに限定されないで、２つ以上であってもよい。また、第１コア貫通穴１１５６の断面形状は、円形状であるところ、これに限定されないで、多角形状および楕円形状等であってもよい。

[0200] 第２コア貫通穴２１５６は、長手方向ＤＬに貫通している。また、第２コア貫通穴２１５６は、第２コア領域Ｒｃ２に位置しているとともに、例えば、第２ギャップ形成部２１１の内部に形成されている。なお、第２コア貫通穴２１５６は、第２ギャップ形成部２１１に形成されているところ、これに限定されない。第２コア貫通穴２１５６は、第２コア横部２１２２および第２コア底部２１３２に形成されてもよい。さらに、第２コア貫通穴２１５６の数は、１つであるところ、これに限定されないで、２つ以上であってもよい。また、第２コア貫通穴２１５６の断面形状は、円形状であるところ、これに限定されないで、多角形状および楕円形状等であってもよい。

[0201] 第３コア貫通穴３１５６は、長手方向ＤＬに貫通している。また、第３コア貫通穴３１５６は、第３コア領域Ｒｃ３に位置しているとともに、例えば

、第３ギャップ形成部３１１の内部に形成されている。なお、第３コア貫通穴３１５６は、第３ギャップ形成部３１１に形成されているところ、これに限定されない。第３コア貫通穴３１５６は、第３コア横部３１２３および第３コア底部３１３３に形成されてもよい。さらに、第３コア貫通穴３１５６の数は、１つであるところ、これに限定されないで、２つ以上であってもよい。また、第３コア貫通穴３１５６の断面形状は、円形状であるところ、これに限定されないで、多角形状および楕円形状等であってもよい。

[0202] 以上のように、第１６実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第１６実施形態においても、第１５実施形態と同様の効果を奏する。

[0203] （第１７実施形態）

第１７実施形態では、図３１に示すように、第１コア凹部１１５５、第２コア凹部２１５５および第３コア凹部３１５５の形態が第１５実施形態と異なる。これら以外は、第１５実施形態と同様である。なお、図３１では、煩雑さを避けるため、第１バスバ１００、第２バスバ２００、第３バスバ３００、第１検出部１２０、第２検出部２２０、第３検出部３２０およびケース７０等の図示が省略されている。

[0204] 第１コア凹部１１５５は、第１コア１１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第１コア１１０の断面において、第１コア１１０のうち第２コア２１０と幅方向ＤＷに対向する外縁から第１コア１１０の内部に向かって凹んでいる。具体的には、第１コア凹部１１５５は、その断面において、第２コア２１０と幅方向ＤＷに対向する第１ギャップ形成部１１１、第１コア横部１１２１および第１コア底部１１３１の外縁から第１コア１１０の内部に向かって凹んでいる。なお、第１コア凹部１１５５の数は、２つであるところ、これに限定されないで、少なくとも１つあればよい。また、第１コア凹部１１５５の断面形状は、四角形状であるところ、これに限定されないで、多角形状および円弧形状等であってもよい。

[0205] 第２コア凹部２１５５は、第２コア２１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第２コア２１０の断面において、第２コア２１０のうち第

１コア１１０と幅方向ＤＷに対向する外縁から第２コア２１０の内部に向かって凹んでいる。具体的には、第２コア凹部２１５５は、その断面において、第１コア１１０と幅方向ＤＷに対向する第２ギャップ形成部２１１、第２コア横部２１２２および第２コア底部２１３２の外縁から第２コア２１０の内部に向かって凹んでいる。また、第２コア凹部２１５５は、その断面において、第２コア２１０のうち第３コア３１０と幅方向ＤＷに対向する外縁から第２コア２１０の内部に向かって凹んでいる。具体的には、第２コア凹部２１５５は、その断面において、第３コア３１０と幅方向ＤＷに対向する第２ギャップ形成部２１１、第２コア横部２１２２および第２コア底部２１３２の外縁から第２コア２１０の内部に向かって凹んでいる。なお、第２コア凹部２１５５の数は、４つであるところ、これに限定されないで、第１コア１１０側および第３コア３１０側のそれぞれに少なくとも１つあればよい。また、第２コア凹部２１５５の断面形状は、四角形状であるところ、これに限定されないで、多角形状および円弧形状等であってもよい。

[0206] 第３コア凹部３１５５は、第３コア３１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第３コア３１０の断面において、第３コア３１０のうち第２コア２１０と幅方向ＤＷに対向する外縁から第３コア３１０の内部に向かって凹んでいる。具体的には、第３コア凹部３１５５は、その断面において、第２コア２１０と幅方向ＤＷに対向する第３ギャップ形成部３１１、第３コア横部３１２３および第３コア底部３１３３の外縁から第３コア３１０の内部に向かって凹んでいる。なお、第３コア凹部３１５５の数は、２つであるところ、これに限定されないで、少なくとも１つあればよい。また、第３コア凹部３１５５の断面形状は、四角形状であるところ、これに限定されないで、多角形状および円弧形状等であってもよい。

[0207] また、第１コア凹部１１５５は、第１横中心線分Ｏｓ１よりも幅方向ＤＷ外側に位置している。さらに、第２コア凹部２１５５は、第２横中心線分Ｏｓ２よりも幅方向ＤＷ外側に位置している。また、第３コア凹部３１５５は、第３横中心線分Ｏｓ３よりも幅方向ＤＷ外側に位置している。

[0208] 以上のように、第１７実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第１７実施形態においても、第１５実施形態と同様の効果を奏する。また、第１７実施形態は、以下に記載する効果も奏する。

[0209] ［１１］ここで、第１コア横部１１２１、第２コア横部２１２２、第３コア横部３１２３の磁気飽和を抑制するため、第１コア横部１１２１、第２コア横部２１２２、第３コア横部３１２３の幅方向ＤＷの長さを大きくすることが考えられる。このとき、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０が幅方向ＤＷに順に並ぶと、互いに隣り合うコアが近づきやすくなるため、互いに隣り合うコア間の磁気抵抗が低下する。これにより、互いに隣り合うコア間にて磁気経路が形成されやすくなることから、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の全体における磁気抵抗が低下する。このため、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの磁束密度が上昇しやすくなることから、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの磁気飽和が生じやすくなる。

[0210] これに対して、第１コア１１０は、第１コア凹部１１５５を含む。第１コア凹部１１５５は、第１コア１１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第１コア１１０の断面において、第１コア１１０のうち第２コア２１０と幅方向ＤＷに対向する外縁から第１コア１１０の内部に向かって凹んでいる。また、第２コア２１０は、第２コア凹部２１５５を含む。第２コア凹部２１５５は、第２コア２１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第２コア２１０の断面において、第２コア２１０のうち第１コア１１０または第３コア３１０と幅方向ＤＷに対向する外縁から第２コア２１０の内部に向かって凹んでいる。さらに、第３コア３１０は、第３コア凹部３１５５を含む。第３コア凹部３１５５は、第３コア３１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第３コア３１０の断面において、第３コア３１０のうち第２コア２１０と幅方向ＤＷに対向する外縁から第３コア３１０の内部に向かって凹んでいる。

[0211] これにより、互いに隣り合う第１コア１１０および第２コア２１０の間、

ならびに、互いに隣り合う第２コア２１０および第３コア３１０の間の幅方向ＤＷにおける最大距離が大きくなる。このため、互いに隣り合う第１コア１１０および第２コア２１０の間、ならびに、互いに隣り合う第２コア２１０および第３コア３１０の間の磁気抵抗が高くなる。したがって、互いに隣り合う第１コア１１０および第２コア２１０、ならびに、互いに隣り合う第２コア２１０および第３コア３１０にて磁気経路が形成されにくくなる。よって、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の全体における磁気抵抗の低下が抑制される。したがって、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの磁束密度の上昇が抑制されることから、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの磁気飽和が抑制される。

[0212] （第１８実施形態）

第１８実施形態では、図３２に示すように、第１コア１１０は、第１コア凹部１１５５に代えて、第１コア貫通穴１１５６を含む。第２コア２１０は、第２コア凹部２１５５に代えて、第２コア貫通穴２１５６を含む。第３コア３１０は、第３コア凹部３１５５に代えて、第３コア貫通穴３１５６を含む。これら以外は、第１７実施形態と同様である。なお、図３２では、煩雑さを避けるため、第１バスバ１００、第２バスバ２００、第３バスバ３００、第１検出部１２０、第２検出部２２０、第３検出部３２０およびケース７０等の図示が省略されている。

[0213] 第１コア貫通穴１１５６は、長手方向ＤＬに貫通している。また、第１コア貫通穴１１５６は、第１横中心線分Ｏｓ１よりも幅方向ＤＷ外側に位置しているとともに、第２コア２１０と幅方向ＤＷに対向する第１コア横部１１２１および第１コア底部１１３１に形成されている。なお、第１コア貫通穴１１５６は、第１コア横部１１２１および第１コア底部１１３１に形成されているところ、これに限定されないで、第２コア２１０と幅方向ＤＷに対向する第１ギャップ形成部１１１に形成されてもよい。また、第１コア貫通穴１１５６の数は、２つであるところ、これに限定されないで、少なくとも１

つあればよい。さらに、第１コア貫通穴１１５６の断面形状は、円形状であるところ、これに限定されないで、多角形状および楕円形状等であってもよい。

[0214] 第２コア貫通穴２１５６は、長手方向ＤＬに貫通している。また、第２コア貫通穴２１５６は、第２横中心線分Ｏｓ２よりも幅方向ＤＷ外側に位置しているとともに、第１コア１１０と幅方向ＤＷに対向する第２コア横部２１２２および第２コア底部２１３２に形成されている。さらに、第２コア貫通穴２１５６は、第２横中心線分Ｏｓ２よりも幅方向ＤＷ外側に位置しているとともに、第３コア３１０と幅方向ＤＷに対向する第２コア横部２１２２および第２コア底部２１３２に形成されている。なお、第２コア貫通穴２１５６は、第２コア横部２１２２および第２コア底部２１３２に形成されているところ、これに限定されない。第２コア貫通穴２１５６は、第１コア１１０と幅方向ＤＷに対向する第２ギャップ形成部２１１に形成されてもよい。さらに、第２コア貫通穴２１５６は、第３コア３１０と幅方向ＤＷに対向する第２ギャップ形成部２１１に形成されてもよい。また、第２コア貫通穴２１５６の数は、４つであるところ、これに限定されないで、第１コア１１０側および第３コア３１０側のそれぞれに少なくとも１つあればよい。また、第２コア貫通穴２１５６の断面形状は、円形状であるところ、これに限定されないで、多角形状および楕円形状等であってもよい。

[0215] 第３コア貫通穴３１５６は、長手方向ＤＬに貫通している。また、第３コア貫通穴３１５６は、第３横中心線分Ｏｓ３よりも幅方向ＤＷ外側に位置しているとともに、第２コア２１０と幅方向ＤＷに対向する第３コア横部３１２３および第３コア底部３１３３に形成されている。なお、第３コア貫通穴３１５６は、第３コア横部３１２３および第３コア底部３１３３に形成されているところ、これに限定されないで、第２コア２１０と幅方向ＤＷに対向する第３ギャップ形成部３１１に形成されてもよい。また、第３コア貫通穴３１５６の数は、２つであるところ、これに限定されないで、少なくとも１つあればよい。さらに、第３コア貫通穴３１５６の断面形状は、円形状であ

るところ、これに限定されないで、多角形状および楕円形状等であってもよい。

[0216] 以上のように、第１８実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第１８実施形態においても、第１７実施形態と同様の効果を奏する。

[0217] （第１９実施形態）

第１９実施形態では、第１５実施形態と第１７実施形態とが組み合わされた形態とされている。

[0218] 具体的には、第１コア１１０は、図３３に示すように、第１ギャップ形成部１１１、第１コア横部１１２１、第１コア底部１１３１および第１コア穴１１４に加えて、第１コア凹部１１５５を含む。なお、図３３では、煩雑さを避けるため、第１バスバ１００、第２バスバ２００、第３バスバ３００、第１検出部１２０、第２検出部２２０、第３検出部３２０およびケース７０等の図示が省略されている。

[0219] 第１コア凹部１１５５は、第１コア１１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第１コア１１０の断面において、幅方向ＤＷ外側の第１ギャップ形成部１１１および第１コア横部１１２１の外縁から第１コア１１０の内部に向かって凹んでいる。また、第１コア凹部１１５５は、第１横中心線分Ｏｓ１よりも幅方向ＤＷ外側に位置している。さらに、第１コア凹部１１５５の断面形状は、円弧形状である。なお、第１コア凹部１１５５の断面形状は、円弧形状であるところ、これに限定されないで、例えば、多角形状等であってもよい。

[0220] 第２コア２１０は、第２ギャップ形成部２１１、第２コア横部２１２２、第２コア底部２１３２および第２コア穴２１４に加えて、第２コア凹部２１５５を含む。

[0221] 第２コア凹部２１５５は、第２コア２１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第２コア２１０の断面において、幅方向ＤＷ外側の第２ギャップ形成部２１１および第２コア横部２１２２の外縁から第２コア２１０の内部に向かって凹んでいる。また、第２コア凹部２１５５は、第２横中心

線分Ｏｓ２よりも幅方向ＤＷ外側に位置している。さらに、第２コア凹部２１５５の断面形状は、円弧形状である。なお、第２コア凹部２１５５の断面形状は、円弧形状であるところ、これに限定されないで、例えば、多角形状等であってもよい。

[0222] 第３コア３１０は、第３ギャップ形成部３１１、第３コア横部３１２３、第３コア底部３１３３および第３コア穴３１４に加えて、第３コア凹部３１５５を含む。

[0223] 第３コア凹部３１５５は、第３コア３１０を長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの第３コア３１０の断面において、幅方向ＤＷ外側の第３ギャップ形成部３１１および第３コア横部３１２３の外縁から第３コア３１０の内部に向かって凹んでいる。また、第３コア凹部３１５５は、第３横中心線分Ｏｓ３よりも幅方向ＤＷ外側に位置している。さらに、第３コア凹部３１５５の断面形状は、円弧形状である。なお、第３コア凹部３１５５の断面形状は、円弧形状であるところ、これに限定されないで、例えば、多角形状等であってもよい。

[0224] また、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０は、同一形状に形成されている。さらに、第２コア２１０は、幅方向ＤＷにおいて、第１コア１１０および第３コア３１０の間に位置している。また、第２コア２１０側の第１コア凹部１１５５は、第１コア１１０側の第２コア凹部２１５５を幅方向ＤＷに投影したとき、投影した第２コア凹部２１５５と重なる。さらに、第２コア２１０側の第３コア凹部３１５５は、第３コア３１０側の第２コア凹部２１５５を幅方向ＤＷに投影したとき、投影した第２コア凹部２１５５と重なる。これらにより、重ならない場合と比較して、互いに隣り合う第１コア１１０および第２コア２１０の間、ならびに、互いに隣り合う第２コア２１０および第３コア３１０の間の幅方向ＤＷにおける最大距離が大きくなる。このため、互いに隣り合う第１コア１１０および第２コア２１０の間、ならびに、互いに隣り合う第２コア２１０および第３コア３１０の間の磁気抵抗が高くなる。したがって、互いに隣り合う第１コア１１０およ

び第２コア２１０、ならびに、互いに隣り合う第２コア２１０および第３コア３１０にて磁気経路が形成されにくくなる。よって、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の全体における磁気抵抗の低下が抑制される。したがって、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの磁束密度の上昇が抑制されることから、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０のそれぞれの磁気飽和が抑制される。

[0225] 以上のように、第１９実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第１９実施形態においても、第１５実施形態および第１７実施形態と同様の効果を奏する。また、第１９実施形態は、以下に記載する効果も奏する。

[0226] ［１２］第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０は、同一形状に形成されている。

[0227] これにより、電流センサ５を製造する際において、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の製造がしやすくなる。このため、電流センサ５の製造がしやすくなる。

[0228] （第２０実施形態）

第２０実施形態では、第１６実施形態と第１８実施形態とが組み合わされた形態とされている。

[0229] 具体的には、第１コア１１０は、図３４に示すように、第１コア凹部１１５５に代えて、第１コア貫通穴１１５６を含む。第１コア貫通穴１１５６は、長手方向ＤＬに貫通している。また、第１コア貫通穴１１５６は、第１横中心線分Ｏｓ１よりも幅方向ＤＷ外側に位置している。さらに、第１コア貫通穴１１５６の断面形状は、円形状であるところ、これに限定されないで、多角形状および楕円形状等であってもよい。なお、図３４では、煩雑さを避けるため、第１バスバ１００、第２バスバ２００、第３バスバ３００、第１検出部１２０、第２検出部２２０、第３検出部３２０およびケース７０等の図示が省略されている。

[0230] 第２コア２１０は、第２コア凹部２１５５に代えて、第２コア貫通穴２１５６を含む。第２コア貫通穴２１５６は、長手方向ＤＬに貫通している。ま

た、第２コア貫通穴２１５６は、第２横中心線分Ｏｓ２よりも幅方向ＤＷ外側に位置している。さらに、第２コア貫通穴２１５６の断面形状は、円形状であるところ、これに限定されないで、多角形状および楕円形状等であってもよい。

[0231] 第３コア３１０は、第３コア凹部３１５５に代えて、第３コア貫通穴３１５６を含む。第３コア貫通穴３１５６は、長手方向ＤＬに貫通している。また、第３コア貫通穴３１５６は、第３横中心線分Ｏｓ３よりも幅方向ＤＷ外側に位置している。さらに、第３コア貫通穴３１５６の断面形状は、円形状であるところ、これに限定されないで、多角形状および楕円形状等であってもよい。

[0232] また、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０は、同一形状に形成されている。さらに、第２コア２１０は、幅方向ＤＷにおいて、第１コア１１０および第３コア３１０の間に位置している。また、第２コア２１０側の第１コア貫通穴１１５６は、第１コア１１０側の第２コア貫通穴２１５６を幅方向ＤＷに投影したとき、投影した第２コア貫通穴２１５６と重なる。さらに、第２コア２１０側の第３コア貫通穴３１５６は、第３コア３１０側の第２コア貫通穴２１５６を幅方向ＤＷに投影したとき、投影した第２コア貫通穴２１５６と重なる。

[0233] 以上のように、第２０実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第２０実施形態においても、第１６実施形態および第１８実施形態と同様の効果を奏する。また、第２０実施形態では、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０は、同一形状に形成されている。

[0234] これにより、上記したように、電流センサ５を製造する際において、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０の製造がしやすくなる。このため、電流センサ５の製造がしやすくなる。

[0235] （第２１実施形態）

第２１実施形態では、図３５～図４３に示すように、第１突出部７３１、第２突出部７３２および第３突出部７３３の形態が第６実施形態と異なる。

また、第２１実施形態では、第１凹部１１８、第２凹部２１８および第３凹部３１８が形成されていない。これら以外は、第６実施形態と同様である。

[0236] 第１突出部７３１は、図３５に示すように、第１対向面７２１から厚み方向ＤＴおよび幅方向ＤＷに突出している。また、第１突出部７３１は、図３６および図３７に示すように、第１接触面７３１０および第１突出部傾斜面７３１１を含む。

[0237] 第１接触面７３１０は、第１板部１０１と接触している。第１突出部傾斜面７３１１は、第１接触面７３１０のうちボルト用第１穴１０４とは反対側、ここでは、第１延長部１０２側と接続されている。また、第１突出部傾斜面７３１１は、第１突出部傾斜面７３１１と第１接触面７３１０との境界部から離れるにつれて第１開口部７１１の空間の大きさが大きくなる方向に傾斜している。これにより、第１突出部傾斜面７３１１は、テーパ状に形成されている。

[0238] 第２突出部７３２は、図３８に示すように、第２対向面７２２から厚み方向ＤＴおよび幅方向ＤＷに突出している。また、第２突出部７３２は、図３９および図４０に示すように、第２接触面７３２０および第２突出部傾斜面７３２１を含む。

[0239] 第２接触面７３２０は、第２板部２０１と接触している。第２突出部傾斜面７３２１は、第２接触面７３２０のうちボルト用第２穴２０４とは反対側、ここでは、第３延長部２０２側と接続されている。また、第２突出部傾斜面７３２１は、第２突出部傾斜面７３２１と第２接触面７３２０との境界部から離れるにつれて第２開口部７１２の空間の大きさが大きくなる方向に傾斜している。これにより、第２突出部傾斜面７３２１は、テーパ状に形成されている。

[0240] 第３突出部７３３は、図４１に示すように、第３対向面７２３から厚み方向ＤＴおよび幅方向ＤＷに突出している。また、第３突出部７３３は、図４２および図４３に示すように、第３接触面７３３０および第３突出部傾斜面７３３１を含む。

[0241] 第３接触面７３３０は、第３板部３０１と接触している。第３突出部傾斜面７３３１は、第３接触面７３３０のうちボルト用第３穴３０４とは反対側、ここでは、第５延長部３０２側と接続されている。また、第３突出部傾斜面７３３１は、第３突出部傾斜面７３３１と第３接触面７３３０との境界部から離れるにつれて第３開口部７１３の空間の大きさが大きくなる方向に傾斜している。これにより、第３突出部傾斜面７３３１は、テーパ状に形成されている。

[0242] また、ここで、図３６に示すように、基板５０および第１リード線１３０を通りつつ長手方向ＤＬと直交する平面を第１仮想面Ｓｉ１とする。さらに、図３９に示すように、基板５０および第２リード線２３０を通りつつ長手方向ＤＬと直交する平面を第２仮想面Ｓｉ２とする。また、図４２に示すように、基板５０および第３リード線３３０を通りつつ長手方向ＤＬと直交する平面を第３仮想面Ｓｉ３とする。

[0243] そして、第１突出部７３１は、図３６に示すように、第１仮想面Ｓｉ１上に位置している。また、第２突出部７３２は、図３９に示すように、第２仮想面Ｓｉ２上に位置している。さらに、第３突出部７３３は、図４２に示すように、第３仮想面Ｓｉ３上に位置している。

[0244] 以上のように、第２１実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第２１実施形態においても、第６実施形態と同様の効果を奏する。また、第２１実施形態は、以下に記載する効果も奏する。

[0245] ［１３－１］第１突出部７３１は、第１接触面７３１０および第１突出部傾斜面７３１１を含む。第１接触面７３１０は、第１板部１０１と接触している。第１突出部傾斜面７３１１は、第１接触面７３１０のうちボルト用第１穴１０４とは反対側と接続されている。また、第１突出部傾斜面７３１１は、第１突出部傾斜面７３１１と第１接触面７３１０との境界部から離れるにつれて第１開口部７１１の空間の大きさが大きくなる方向に傾斜している。

[0246] これにより、第１延長部１０２側から第１板部１０１を第１開口部７１１

の空間に挿入するときに、第１板部１０１が第１突出部傾斜面７３１１に案内されるため、第１板部１０１の挿入がされやすくなる。また、このことから、第１板部１０１と第１突出部７３１との接触による摩耗が抑制される。このため、第１板部１０１と第１突出部７３１との接触による摩耗粉がボルト用第１穴１０４に入り込むことが抑制される。したがって、ボルト用第１穴１０４およびインバータに設けられた穴にボルトを挿入することにより第１板部１０１とインバータの一部等の外部とを接続するときに、摩耗粉が噛みこむことで第１板部１０１が破損することが抑制される。

[0247] また、第２突出部７３２は、第２接触面７３２０および第２突出部傾斜面７３２１を含む。第２接触面７３２０は、第２板部２０１と接触している。第２突出部傾斜面７３２１は、第２接触面７３２０のうちボルト用第２穴２０４とは反対側と接続されている。さらに、第２突出部傾斜面７３２１は、第２突出部傾斜面７３２１と第２接触面７３２０との境界部から離れるにつれて第２開口部７１２の空間の大きさが大きくなる方向に傾斜している。

[0248] これにより、第３延長部２０２側から第２板部２０１を第２開口部７１２の空間に挿入するときに、第２板部２０１が第２突出部傾斜面７３２１に案内されるため、第２板部２０１の挿入がされやすくなる。また、このことから、第２板部２０１と第２突出部７３２との接触による摩耗が抑制される。このため、第２板部２０１と第２突出部７３２との接触による摩耗粉がボルト用第２穴２０４に入り込むことが抑制される。よって、ボルト用第２穴２０４およびインバータに設けられた穴にボルトを挿入することにより第２板部２０１とインバータの一部等の外部とを接続するときに、摩耗粉が噛みこむことで第２板部２０１が破損することが抑制される。

[0249] また、第３突出部７３３は、第３接触面７３３０および第３突出部傾斜面７３３１を含む。第３接触面７３３０は、第３板部３０１と接触している。第３突出部傾斜面７３３１は、第３接触面７３３０のうちボルト用第３穴３０４とは反対側と接続されている。さらに、第３突出部傾斜面７３３１は、第３突出部傾斜面７３３１と第３接触面７３３０との境界部から離れるにつ

れて第３開口部７１３の空間の大きさが大きくなる方向に傾斜している。

[0250] これにより、第５延長部３０２側から第３板部３０１を第３開口部７１３の空間に挿入するときに、第３板部３０１が第３突出部傾斜面７３３１に案内されるため、第３板部３０１の挿入がされやすくなる。また、このことから、第３板部３０１と第３突出部７３３との接触による摩耗が抑制される。このため、第３板部３０１と第３突出部７３３との接触による摩耗粉がボルト用第３穴３０４に入り込むことが抑制される。したがって、ボルト用第３穴３０４およびインバータに設けられた穴にボルトを挿入することにより第３板部３０１とインバータの一部等の外部とを接続するときに、摩耗粉が噛みこむことで第３板部３０１が破損することが抑制される。

[0251] ［１３－２］第１突出部７３１は、第１仮想面Ｓｉ１上に位置している。これにより、第１突出部７３１が第１仮想面Ｓｉ１上に位置していない場合と比較して、基板５０、第１リード線１３０、ケース７０を通りつつ長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの断面積が大きくなる。このため、第１突出部７３１が第１仮想面Ｓｉ１上に位置していない場合と比較して、基板５０、第１リード線１３０およびケース７０の断面係数および剛性が高くなる。また、第１板部１０１とインバータの一部等の外部とを接続する場合に第１板部１０１が変位するときにおける基板５０および第１リード線１３０にかかる応力が小さくなる。したがって、基板５０および第１リード線１３０の変形や破損が抑制される。

[0252] また、第２突出部７３２は、第２仮想面Ｓｉ２上に位置している。これにより、第２突出部７３２が第２仮想面Ｓｉ２上に位置していない場合と比較して、基板５０、第２リード線２３０、ケース７０を通りつつ長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの断面積が大きくなる。このため、第２突出部７３２が第２仮想面Ｓｉ２上に位置していない場合と比較して、基板５０、第２リード線２３０およびケース７０の断面係数および剛性が高くなる。また、第２板部２０１とインバータの一部等の外部とを接続する場合に第２板部２０１が変位するときにおける基板５０および第２リード線２３０にか

かる応力が小さくなる。よって、基板５０および第２リード線２３０の変形や破損が抑制される。

[0253] さらに、第３突出部７３３は、第３仮想面Ｓｉ３上に位置している。これにより、第３突出部７３３が第３仮想面Ｓｉ３上に位置していない場合と比較して、基板５０、第３リード線３３０、ケース７０を通りつつ長手方向ＤＬと直交する方向に切断したときの断面積が大きくなる。このため、第３突出部７３３が第３仮想面Ｓｉ３上に位置していない場合と比較して、基板５０、第３リード線３３０およびケース７０の断面係数および剛性が高くなる。また、第３板部３０１とインバータの一部等の外部とを接続する場合に第３板部３０１が変位するときにおける基板５０および第３リード線３３０にかかる応力が小さくなる。したがって、基板５０および第３リード線３３０の変形や破損が抑制される。

[0254] （第２２実施形態）

第２２実施形態では、図４４～図４６に示すように、第１突出部７３１、第２突出部７３２および第３突出部７３３の形態が第２１実施形態と異なる。これら以外は、第２１実施形態と同様である。

[0255] 第１突出部７３１は、図４４に示すように、第１対向面７２１から厚み方向ＤＴおよび幅方向ＤＷに突出している。さらに、第１突出部７３１は、第１突出部傾斜面７３１１を含まないで、第１接触面７３１０を含む。第１接触面７３１０は、第１板部１０１と接触している。また、第１接触面７３１０は、第１板部１０１側に凸の凸面状、例えば、半球面状に形成されている。このため、第１接触面７３１０と第１板部１０１とは点接触している。なお、第１接触面７３１０は、半球面状に形成されているところ、これに限定されないで、円弧柱側面状、長球面状および楕円弧柱側面状等に形成されてもよい。

[0256] 第２突出部７３２は、図４５に示すように、第２対向面７２２から厚み方向ＤＴおよび幅方向ＤＷに突出している。さらに、第２突出部７３２は、第２突出部傾斜面７３２１を含まないで、第２接触面７３２０を含む。第２接

触面７３２０は、第２板部２０１と接触している。また、第２接触面７３２０は、第２板部２０１側に凸の凸面状、例えば、半球面状に形成されている。このため、第２接触面７３２０と第２板部２０１とは点接触している。なお、第２接触面７３２０は、半球面状に形成されているところ、これに限定されないで、円弧柱側面状、長球面状および楕円弧柱側面状等に形成されてもよい。

[0257] 第３突出部７３３は、図４６に示すように、第３対向面７２３から厚み方向ＤＴおよび幅方向ＤＷに突出している。さらに、第３突出部７３３は、第３突出部傾斜面７３３１を含まないで、第３接触面７３３０を含む。第３接触面７３３０は、第３板部３０１と接触している。また、第３接触面７３３０は、第３板部３０１側に凸の凸面状、例えば、半球面状に形成されている。このため、第３接触面７３３０と第３板部３０１とは点接触している。なお、第３接触面７３３０は、半球面状に形成されているところ、これに限定されないで、円弧柱側面状、長球面状および楕円弧柱側面状等に形成されてもよい。

[0258] 以上のように、第２２実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第２２実施形態においても、第２１実施形態と同様の効果を奏する。

[0259] （第２３実施形態）

第２３実施形態では、図４７～図４９に示すように、第１突出部７３１、第２突出部７３２および第３突出部７３３の形態が第２１実施形態と異なる。これ以外は、第２１実施形態と同様である。

[0260] 第１突出部７３１は、図４７に示すように、厚み方向ＤＴおよび幅方向ＤＷにおける第１板部１０１の中心を通る位置に形成されていることに代えて、その第１板部１０１の中心から離れた位置に形成されている。また、厚み方向ＤＴに突出している第１突出部７３１は、幅方向ＤＷにおいて、ボルト用第１穴１０４よりも外側に位置している。このため、厚み方向ＤＴに突出している第１突出部７３１は、ボルト用第１穴１０４を通りつつ幅方向ＤＷと直交する面を通過しない。したがって、厚み方向ＤＴに突出している第１

突出部７３１は、ボルト用第１穴１０４と離れやすくなっている。

[0261] 第２突出部７３２は、図４８に示すように、厚み方向ＤＴおよび幅方向ＤＷにおける第２板部２０１の中心を通る位置に形成されていることに代えて、その第２板部２０１の中心から離れた位置に形成されている。さらに、厚み方向ＤＴに突出している第２突出部７３２は、幅方向ＤＷにおいて、ボルト用第２穴２０４よりも外側に位置している。このため、厚み方向ＤＴに突出している第２突出部７３２は、ボルト用第２穴２０４を通りつつ幅方向ＤＷと直交する面を通過しない。よって、厚み方向ＤＴに突出している第２突出部７３２は、ボルト用第２穴２０４と離れやすくなっている。

[0262] 第３突出部７３３は、図４９に示すように、厚み方向ＤＴおよび幅方向ＤＷにおける第３板部３０１の中心を通る位置に形成されていることに代えて、その第３板部３０１の中心から離れた位置に形成されている。また、厚み方向ＤＴに突出している第３突出部７３３は、幅方向ＤＷにおいて、ボルト用第３穴３０４よりも外側に位置している。このため、厚み方向ＤＴに突出している第３突出部７３３は、ボルト用第３穴３０４を通りつつ幅方向ＤＷと直交する面を通過しない。したがって、厚み方向ＤＴに突出している第３突出部７３３は、ボルト用第３穴３０４と離れやすくなっている。

[0263] 以上のように、第２３実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第２３実施形態においても、第２１実施形態と同様の効果を奏する。

[0264] （第２４実施形態）

第２４実施形態では、図５０～図５２に示すように、第１突出部７３１、第２突出部７３２および第３突出部７３３の形態が第２１実施形態と異なる。これ以外は、第２１実施形態と同様である。

[0265] 厚み方向ＤＴに突出している第１突出部７３１は、図５０に示すように、厚み方向ＤＴおよび幅方向ＤＷにおける第１板部１０１の中心を通る位置に形成されていることに代えて、その第１板部１０１の中心から離れた位置に形成されている。また、厚み方向ＤＴに突出している第１突出部７３１は、幅方向ＤＷにおいて、ボルト用第１穴１０４よりも外側に位置している。こ

のため、厚み方向ＤＴに突出している第１突出部７３１は、ボルト用第１穴１０４を通りつつ幅方向ＤＷと直交する面を通過しないことから、ボルト用第１穴１０４と離れやすくなっている。

[0266] 厚み方向ＤＴに突出している第２突出部７３２は、図５１に示すように、厚み方向ＤＴおよび幅方向ＤＷにおける第２板部２０１の中心を通る位置に形成されていることに代えて、その第２板部２０１の中心から離れた位置に形成されている。さらに、厚み方向ＤＴに突出している第２突出部７３２は、幅方向ＤＷにおいて、ボルト用第２穴２０４よりも外側に位置している。このため、厚み方向ＤＴに突出している第２突出部７３２は、ボルト用第２穴２０４を通りつつ幅方向ＤＷと直交する面を通過しないことから、ボルト用第２穴２０４と離れやすくなっている。

[0267] 厚み方向ＤＴに突出している第３突出部７３３は、図５２に示すように、厚み方向ＤＴおよび幅方向ＤＷにおける第３板部３０１の中心を通る位置に形成されていることに代えて、その第３板部３０１の中心から離れた位置に形成されている。また、厚み方向ＤＴに突出している第３突出部７３３は、幅方向ＤＷにおいて、ボルト用第３穴３０４よりも外側に位置している。このため、厚み方向ＤＴに突出している第３突出部７３３は、ボルト用第３穴３０４を通りつつ幅方向ＤＷと直交する面を通過しないことから、ボルト用第３穴３０４と離れやすくなっている。

[0268] 以上のように、第２４実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第２４実施形態においても、第２１実施形態と同様の効果を奏する。

[0269] （第２５実施形態）

第２５実施形態では、図５３～図５５に示すように、第１突出部７３１、第２突出部７３２および第３突出部７３３の形態が第２１実施形態と異なる。これ以外は、第２１実施形態と同様である。

[0270] 第１突出部７３１は、第１仮想面Ｓｉ１上に位置していることに代えて、図５３に示すように、第１仮想面Ｓｉ１よりもボルト用第１穴１０４とは反対側、すなわち、第１延長部１０２側に位置している。また、第２突出部７

３２は、第２仮想面Ｓｉ２上に位置していることに代えて、図５４に示すように、第２仮想面Ｓｉ２よりもボルト用第２穴２０４とは反対側、すなわち、第３延長部２０２側に位置している。さらに、第３突出部７３３は、第３仮想面Ｓｉ３上に位置していることに代えて、図５５に示すように、第３仮想面Ｓｉ３よりもボルト用第３穴３０４とは反対側、すなわち、第５延長部３０２側に位置している。

[0271] 以上のように、第２５実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第２５実施形態においても、第２１実施形態と同様の効果を奏する。また、第２５実施形態では、以下に記載する効果も奏する。

[0272] ［１４］第１突出部７３１は、第１仮想面Ｓｉ１よりもボルト用第１穴１０４とは反対側、すなわち、第１延長部１０２側に位置している。

[0273] これにより、第１突出部７３１は、ボルト用第１穴１０４と離れやすくなる。このため、第１板部１０１とインバータの一部等の外部とを接続する場合に第１板部１０１の変位量を一定としたときに、第１突出部７３１が第１仮想面Ｓｉ１よりもボルト用第１穴１０４側に位置する場合と比較して、第１板部１０１の回転角度が小さくなる。したがって、第１板部１０１とインバータの一部等の外部とを接続する場合に第１板部１０１が変位するときに第１板部１０１にかかる回転力が小さくなる。よって、第１板部１０１とインバータの一部等の外部とを接続する場合に第１板部１０１が変位するときにおけるケース７０、基板５０および第１リード線１３０にかかる回転力および応力が小さくなる。したがって、基板５０および第１リード線１３０の変形や破損が抑制される。

[0274] また、第２突出部７３２は、第２仮想面Ｓｉ２よりもボルト用第２穴２０４とは反対側、すなわち、第３延長部２０２側に位置している。

[0275] これにより、第２突出部７３２は、ボルト用第２穴２０４と離れやすくなる。このため、第２板部２０１とインバータの一部等の外部とを接続する場合に第２板部２０１の変位量を一定としたときに、第２突出部７３２が第２仮想面Ｓｉ２よりもボルト用第２穴２０４側に位置する場合と比較して、第

２板部２０１の回転角度が小さくなる。したがって、第２板部２０１とインバータの一部等の外部とを接続する場合に第２板部２０１が変位するときに第２板部２０１にかかる回転力が小さくなる。よって、第２板部２０１とインバータの一部等の外部とを接続する場合に第２板部２０１が変位するときにおけるケース７０、基板５０および第２リード線２３０にかかる回転力および応力が小さくなる。したがって、基板５０および第２リード線２３０の変形や破損が抑制される。

[0276] さらに、第３突出部７３３は、第３仮想面Ｓｉ３よりもボルト用第３穴３０４とは反対側、すなわち、第５延長部３０２側に位置している。

[0277] これにより、第３突出部７３３は、ボルト用第３穴３０４と離れやすくなる。このため、第３板部３０１とインバータの一部等の外部とを接続する場合に第３板部３０１の変位量を一定としたときに、第３突出部７３３が第３仮想面Ｓｉ３よりもボルト用第３穴３０４側に位置する場合と比較して、第３板部３０１の回転角度が小さくなる。したがって、第３板部３０１とインバータの一部等の外部とを接続する場合に第３板部３０１が変位するときに第３板部３０１にかかる回転力が小さくなる。よって、第３板部３０１とインバータの一部等の外部とを接続する場合に第３板部３０１が変位するときにおけるケース７０、基板５０および第３リード線３３０にかかる回転力および応力が小さくなる。したがって、基板５０および第３リード線３３０の変形や破損が抑制される。

[0278] （第２６実施形態）

第２６実施形態では、図５６～図５８に示すように、第１コア１１０、第２コア２１０、第３コア３１０、第１バスバ１００、第２バスバ２００、第３バスバ３００の形態が第６実施形態と異なる。また、第２６実施形態では、第１凹部１１８、第２凹部２１８および第３凹部３１８が形成されていない。これら以外は、第６実施形態と同様である。

[0279] ここで、図５６に示すように、幅方向ＤＷにおける第１コア端面１１５から第２コア端面１１６までの最小距離を第１距離Ｇａｐ１とする。厚み方向

ＤＴにおける第１板部１０１から第１ギャップ形成部１１１までの最大距離を第１クリアランス距離Ｃｌｒ１＿ｔｏｐとする。第１クリアランス距離Ｃｌｒ１＿ｔｏｐを第１距離Ｇａｐ１で除算した値を、第１比Ｃｌｒ１／Ｇａｐ１とする。また、図５７に示すように、幅方向ＤＷにおける第３コア端面２１５から第４コア端面２１６までの最小距離を第２距離Ｇａｐ２とする。厚み方向ＤＴにおける第２板部２０１から第２ギャップ形成部２１１までの最大距離を第２クリアランス距離Ｃｌｒ２＿ｔｏｐとする。第２クリアランス距離Ｃｌｒ２＿ｔｏｐを第２距離Ｇａｐ２で除算した値を、第２比Ｃｌｒ２／Ｇａｐ２とする。さらに、図５８に示すように、幅方向ＤＷにおける第５コア端面３１５から第６コア端面３１６までの最小距離を第３距離Ｇａｐ３とする。厚み方向ＤＴにおける第３板部３０１から第３ギャップ形成部３１１までの最大距離を第３クリアランス距離Ｃｌｒ３＿ｔｏｐとする。第３クリアランス距離Ｃｌｒ３＿ｔｏｐを第３距離Ｇａｐ３で除算した値を、第３比Ｃｌｒ３／Ｇａｐ３とする。

[0280] そして、第１距離Ｇａｐ１は、例えば、５．０～１０．０ｍｍとされている。また、第１クリアランス距離Ｃｌｒ１＿ｔｏｐは、例えば、２．０～６．０ｍｍとされている。さらに、第１比Ｃｌｒ１／Ｇａｐ１は、０．２０以上、１．００以下とされている。また、第２距離Ｇａｐ２は、例えば、５．０～１０．０ｍｍとされている。さらに、第２クリアランス距離Ｃｌｒ２＿ｔｏｐは、例えば、２．０～６．０ｍｍとされている。また、第２比Ｃｌｒ２／Ｇａｐ２は、０．２０以上、１．００以下とされている。さらに、第３距離Ｇａｐ３は、例えば、５．０～１０．０ｍｍとされている。また、第３クリアランス距離Ｃｌｒ３＿ｔｏｐは、例えば、２．０～６．０ｍｍとされている。さらに、第３比Ｃｌｒ２／Ｇａｐ３は、０．２０以上、１．００以下とされている。

[0281] 以上のように、第２６実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第２６実施形態においても、第６実施形態と同様の効果を奏する。また、第２６実施形態では、以下に記載する効果も奏する。

[0282] ［１５］ここで、周波数が１Ｈｚ～数ｋＨｚであって、振幅が０～２０００Ａの交流電流が第１バスバ１００に流れたとする。また、この交流電流の振幅と同じ値となる直流電流が第１バスバ１００に流れたとする。さらに、この交流電流の振幅をＩａとする。また、この交流電流の振幅と同じ値となる直流電流の値をＩｄとする。ＩａをＩｄで除算した値を振幅比Ｉａ／Ｉｄとする。また、ＩａおよびＩｄが、第１検出部１２０によって検出されたとする。

[0283] さらに、第１距離Ｇａｐ１の値が固定されているとともに第１比ＣＩｒ１／Ｇａｐ１が０．２０未満であるとする。このとき、第１クリアランス距離ＣＩｒ１＿ｔｏｐが比較的短いことから、第１板部１０１と第１ギャップ形成部１１１とが比較的近い。これにより、第１板部１０１と第１ギャップ１１７とが比較的近くなるため、第１ギャップ１１７から漏れる磁界が第１板部１０１に侵入しやすい。このため、第１ギャップ１１７から漏れる磁界が第１板部１０１に侵入して、インバータの交流電流の周波数の変化により磁界の時間変化が生じることから、インバータから第１板部１０１に流れる電流の方向とは逆方向の誘導起電力が発生しやすい。この誘導起電力による電流が第１板部１０１に流れることにて発生する磁界によって、第１ギャップ１１７にかかる磁界が変化しやすい。したがって、電流センサ５によって検出される電流の誤差が生じやすい。また、インバータの交流電流の周波数が大きくなることに伴い、表皮効果により、上記誘導起電力による第１板部１０１の表面を流れる電流が大きくなることから、第１ギャップ１１７にかかる磁界が変化しやすくなる。これにより、電流センサ５によって検出される電流の誤差が生じやすい。

[0284] これに対して、第２６実施形態では、第１比ＣＩｒ１／Ｇａｐ１は、０．２０以上とされている。

[0285] これにより、第１距離Ｇａｐ１の値が固定されているとともに第１比ＣＩｒ１／Ｇａｐ１が０．２０未満である場合と比較して、第１クリアランス距離ＣＩｒ１＿ｔｏｐが長くなる。このため、第１距離Ｇａｐ１の値が固定さ

れているとともに第１比Ｃｌｒｌ／Ｇａｐ１が０．２０未満である場合と比較して、第１板部１０１と第１ギャップ形成部１１１とが離れる。したがって、第１距離Ｇａｐ１の値が固定されているとともに第１比ＣｌｒｌＧａｐ１が０．２０未満である場合と比較して、第１板部１０１と第１ギャップ１１７とが離れることから、第１ギャップ１１７から第１板部１０１に侵入する磁力線が抑制される。よって、第１板部１０１に流れる電流の方向とは逆方向の誘導起電力の発生が抑制される。これにより、電流センサ５によって検出される電流の誤差が生じにくくなるため、電流センサ５の周波数特性が向上する。

[0286] このため、図５９に示すように、第１比ＣｌｒｌＧａｐ１が０．２０以上であるときの振幅比Ｉａ／Ｉｄは、第１比ＣｌｒｌＧａｐ１が０．２０未満である場合の振幅比Ｉａ／Ｉｄよりも１００％に近くなっており、第１許容値以下となる。また、第１比ＣｌｒｌＧａｐ１は、０．３０以上とされていることがより好ましい。第１比ＣｌｒｌＧａｐ１が０．３０以上とされていることで、第１比ＣｌｒｌＧａｐ１が０．２０以上、０．３０未満である場合と比較して、振幅比Ｉａ／Ｉｄが１００％に近くなっている。したがって、第１比ＣｌｒｌＧａｐ１が０．３０以上とされていることで、第１比ＣｌｒｌＧａｐ１が０．２０以上、０．３０未満である場合と比較して、電流センサ５によって検出される電流の誤差が０に近くなっている。なお、第１許容値および第２許容値は、電流センサ５に許容される誤差に関する値である。第１許容値は、例えば、１００．０３％である。第２許容値は、例えば、１００．０１％である。

[0287] また、ここで、第１比ＣｌｒｌＧａｐ１が１．００よりも大きい、すなわち、ＣｌｒｌＧａｐ１＞１であるとする。このとき、第１クリアランス距離Ｃｌｒ１＿ｔｏｐが第１距離Ｇａｐ１よりも大きい。これにより、第１比ＣｌｒｌＧａｐ１が１．００以下である場合と比較して、厚み方向ＤＴにおける第１コア１１０の体格が大きくなる。したがって、第１比ＣｌｒｌＧａｐ１が１．００以下である場合と比較して、電流センサ５の体格が大

きくなる。

[0288] このため、第２６実施形態では、第１比Ｃｌｒ１／Ｇａｐ１は、１．００以下とされている。

[0289] これにより、第１比Ｃｌｒ１／Ｇａｐ１が１．００よりも大きい場合と比較して、厚み方向ＤＴにおける第１コア１１０の体格が小さくなる。このため、第１比Ｃｌｒ１／Ｇａｐ１が１．００よりも大きい場合と比較して、電流センサ５の体格が小さくなる。したがって、電流センサ５の体格が大きくなることが抑制される。

[0290] また、第２６実施形態では、第２比Ｃｌｒ２／Ｇａｐ２は、０．２０以上、１．００以下とされている。

[0291] これにより、上記と同様に、第２距離Ｇａｐ２の値が固定されているとともに第２比Ｃｌｒ２／Ｇａｐ２が０．２０未満である場合と比較して、電流センサ５によって検出される電流の誤差が生じにくくなるため、電流センサ５の周波数特性が向上する。また、第２比Ｃｌｒ２／Ｇａｐ２が１．００よりも大きい場合と比較して、電流センサ５の体格が大きくなることが抑制される。

[0292] さらに、第２６実施形態では、第３比Ｃｌｒ３／Ｇａｐ３は、０．２０以上、１．００以下とされている。

[0293] これにより、上記と同様に、第３距離Ｇａｐ３の値が固定されているとともに第３比Ｃｌｒ３／Ｇａｐ３が０．２０未満である場合と比較して、電流センサ５によって検出される電流の誤差が生じにくくなるため、電流センサ５の周波数特性が向上する。また、第３比Ｃｌｒ３／Ｇａｐ３が１．００よりも大きい場合と比較して、電流センサ５の体格が大きくなることが抑制される。

[0294] （第２７実施形態）

第２７実施形態は、図６０～図６２に示すように、第１２実施形態と同様の構成となっている。また、第２７実施形態では、以下に記載する効果も奏する。なお、図６０～図６２では、煩雑さを避けるため、ケース７０等の図

示が省略されている。

[0295] ［１６］第１突起部１１５１および第２突起部１１５２は、厚み方向ＤＴ外側を向く第１ギャップ形成部１１１の外面から厚み方向ＤＴに向かって突出している。このため、第１突起部１１５１および第２突起部１１５２は、第１ギャップ形成部１１１のうち第１板部１０１とは反対側の面から厚み方向ＤＴに向かって突出している。

[0296] ここで、第１ギャップ形成部１１１を通過する磁力線は、第１コア１１０の外部に出ていくことよりも第１突起部１１５１および第２突起部１１５２を通過しやすい。また、上記したように、第１突起部１１５１および第２突起部１１５２は、厚み方向ＤＴ外側を向く第１ギャップ形成部１１１の外面から厚み方向ＤＴに向かって突出している。このため、第１突起部１１５１および第２突起部１１５２は、厚み方向ＤＴ内側を向く第１ギャップ形成部１１１の内面から第１板部１０１に向かって突出している場合と比較して、第１板部１０１と離れる。したがって、第１突起部１１５１および第２突起部１１５２を通過する磁力線は、第１板部１０１を通過しにくい。よって、第１ギャップ１１７から第１板部１０１に侵入する磁力線が抑制される。このため、第１板部１０１に流れる電流の方向とは逆方向の誘導起電力の発生が抑制される。これにより、電流センサ５によって検出される電流の誤差が生じにくくなるため、電流センサ５の周波数特性が向上する。

[0297] また、第３突起部２１５１および第４突起部２１５２は、厚み方向ＤＴ外側を向く第２ギャップ形成部２１１の外面から厚み方向ＤＴに向かって突出している。このため、第３突起部２１５１および第４突起部２１５２は、第２ギャップ形成部２１１のうち第２板部２０１とは反対側の面から厚み方向ＤＴに向かって突出している。

[0298] さらに、ここで、第２ギャップ形成部２１１を通過する磁力線は、第２コア２１０の外部に出ていくことよりも第３突起部２１５１および第４突起部２１５２を通過しやすい。また、上記したように、第３突起部２１５１および第４突起部２１５２は、厚み方向ＤＴ外側を向く第２ギャップ形成部２１

１の外面から厚み方向ＤＴに向かって突出している。このため、第３突起部２１５１および第４突起部２１５２は、厚み方向ＤＴ内側を向く第２ギャップ形成部２１１の内面から第２板部２０１に向かって突出している場合と比較して、第２板部２０１と離れる。したがって、第３突起部２１５１および第４突起部２１５２を通過する磁力線は、第２板部２０１を通過しにくい。よって、第２ギャップ２１７から第２板部２０１に侵入する磁力線が抑制される。このため、第２板部２０１に流れる電流の方向とは逆方向の誘導起電力の発生が抑制される。これにより、電流センサ５によって検出される電流の誤差が生じにくくなるため、電流センサ５の周波数特性が向上する。

[0299] さらに、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２は、厚み方向ＤＴ外側を向く第３ギャップ形成部３１１の外面から厚み方向ＤＴに向かって突出している。このため、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２は、第３ギャップ形成部３１１のうち第３板部３０１とは反対側の面から厚み方向ＤＴに向かって突出している。

[0300] また、ここで、第３ギャップ形成部３１１を通過する磁力線は、第３コア３１０の外部に出ていくことよりも第５突起部３１５１および第６突起部３１５２を通過しやすい。さらに、上記したように、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２は、厚み方向ＤＴ外側を向く第３ギャップ形成部３１１の外面から厚み方向ＤＴに向かって突出している。このため、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２は、厚み方向ＤＴ内側を向く第３ギャップ形成部３１１の内面から第３板部３０１に向かって突出している場合と比較して、第３板部３０１と離れる。したがって、第５突起部３１５１および第６突起部３１５２を通過する磁力線は、第３板部３０１を通過しにくい。よって、第３ギャップ３１７から第３板部３０１に侵入する磁力線が抑制される。このため、第３板部３０１に流れる電流の方向とは逆方向の誘導起電力の発生が抑制される。これにより、電流センサ５によって検出される電流の誤差が生じにくくなるため、電流センサ５の周波数特性が向上する。

[0301] （第２８実施形態）

第２８実施形態では、図６３～図６８に示すように、第１バスバ１００、第２バスバ２００および第３バスバ３００の形態が第２４実施形態と異なる。また、第１突出部７３１、第２突出部７３２および第３突出部７３３の形態が第２４実施形態と異なる。これら以外は、第２４実施形態と同様である。

[0302] 第１バスバ１００は、図６３および図６４に示すように、第１板部１０１、第１延長部１０２および第２延長部１０３に加えて、第１バスバ突起部１０５を有する。

[0303] 第１バスバ突起部１０５は、第１バスバ１００のうち第１開口部７１１と対向する面から第１開口部７１１に向かって突出している。具体的には、第１バスバ突起部１０５は、第１板部１０１の第１側面１０６から幅方向ＤＷに突出している。なお、第１側面１０６は、第１板部１０１のうち幅方向ＤＷと直交する面であって、第１板部１０１のうち幅方向ＤＷと交差する面に対応する。また、ここでは、第１バスバ突起部１０５は、四角柱状に形成されているところ、これに限定されない。第１バスバ突起部１０５は、多角柱状、円柱状および半球状等に形成されてもよい。

[0304] また、幅方向ＤＷに突出している第１突出部７３１は、第１バスバ突起部１０５と幅方向ＤＷに接触している。さらに、厚み方向ＤＴに突出している第１突出部７３１は、第１バスバ突起部１０５と厚み方向ＤＴに接触している。また、第１突出部７３１のヤング率は、第１バスバ突起部１０５のヤング率よりも小さい。これにより、第１突出部７３１は、第１バスバ突起部１０５よりも変形しやすくなっている。なお、第１突出部７３１のヤング率は、例えば、ケース７０の材料のヤング率から推定される。また、第１バスバ突起部１０５のヤング率は、例えば、第１バスバ１００の材料のヤング率から推定される。

[0305] 第２バスバ２００は、図６５および図６６に示すように、第２板部２０１、第３延長部２０２および第４延長部２０３に加えて、第２バスバ突起部２０５を有する。

[0306] 第２バスバ突起部２０５は、第２バスバ２００のうち第２開口部７１２と対向する面から第２開口部７１２に向かって突出している。具体的には、第２バスバ突起部２０５は、第２板部２０１の第２側面２０６から幅方向ＤＷに突出している。なお、第２側面２０６は、第２板部２０１のうち幅方向ＤＷと直交する面であって、第２板部２０１のうち幅方向ＤＷと交差する面に対応する。また、ここでは、第２バスバ突起部２０５は、四角柱状に形成されているところ、これに限定されない。第２バスバ突起部２０５は、多角柱状、円柱状および半球状等に形成されてもよい。

[0307] また、幅方向ＤＷに突出している第２突出部７３２は、第２バスバ突起部２０５と幅方向ＤＷに接触している。さらに、厚み方向ＤＴに突出している第２突出部７３２は、第２バスバ突起部２０５と厚み方向ＤＴに接触している。また、第２突出部７３２のヤング率は、第２バスバ突起部２０５のヤング率よりも小さい。これにより、第２突出部７３２は、第２バスバ突起部２０５よりも変形しやすくなっている。なお、第２突出部７３２のヤング率は、例えば、ケース７０の材料のヤング率から推定される。また、第２バスバ突起部２０５のヤング率は、例えば、第２バスバ２００の材料のヤング率から推定される。

[0308] 第３バスバ３００は、図６７および図６８に示すように、第３板部３０１、第５延長部３０２および第６延長部３０３に加えて、第３バスバ突起部３０５を有する。

[0309] 第３バスバ突起部３０５は、第３バスバ３００のうち第３開口部７１３と対向する面から第３開口部７１３に向かって突出している。具体的には、第３バスバ突起部３０５は、第３板部３０１の第３側面３０６から幅方向ＤＷに突出している。なお、第３側面３０６は、第３板部３０１のうち幅方向ＤＷと直交する面であって、第３板部３０１のうち幅方向ＤＷと交差する面に対応する。また、ここでは、第３バスバ突起部３０５は、四角柱状に形成されているところ、これに限定されない。第３バスバ突起部３０５は、多角柱状、円柱状および半球状に形成されてもよい。

[0310] また、幅方向ＤＷに突出している第３突出部７３３は、第３バスバ突起部３０５と幅方向ＤＷに接触している。さらに、厚み方向ＤＴに突出している第３突出部７３３は、第３バスバ突起部３０５と厚み方向ＤＴに接触している。また、第３突出部７３３のヤング率は、第３バスバ突起部３０５のヤング率よりも小さい。これにより、第３突出部７３３は、第３バスバ突起部３０５よりも変形しやすくなっている。なお、第３突出部７３３のヤング率は、例えば、ケース７０の材料のヤング率から推定される。また、第３バスバ突起部３０５のヤング率は、例えば、第３バスバ３００の材料のヤング率から推定される。

[0311] 以上のように、第２８実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第２８実施形態においても、第２４実施形態と同様の効果を奏する。また、第２８実施形態では、以下に記載する効果も奏する。

[0312] ［１７－１］第１バスバ１００は、第１バスバ突起部１０５を有する。第１バスバ突起部１０５は、第１側面１０６から幅方向ＤＷに向かって突出していることにより第１突出部７３１と幅方向ＤＷに接触している。また、第２バスバ２００は、第２バスバ突起部２０５を有する。第２バスバ突起部２０５は、第２側面２０６から幅方向ＤＷに向かって突出していることにより第２突出部７３２と幅方向ＤＷに接触している。さらに、第３バスバ３００は、第３バスバ突起部３０５を有する。第３バスバ突起部３０５は、第３側面３０６から幅方向ＤＷに向かって突出していることにより第３突出部７３３と幅方向ＤＷに接触している。

[0313] ここで、第１バスバ１００、第２バスバ２００および第３バスバ３００に電流が流れることにより、第１バスバ１００、第２バスバ２００および第３バスバ３００は、発熱する。そこで、第２８実施形態では、第１突出部７３１および第１バスバ突起部１０５により、第１空間７４１が形成されている。また、第２突出部７３２および第２バスバ突起部２０５により、第２空間７４２が形成されている。さらに、第３突出部７３３および第３バスバ突起部３０５により、第３空間７４３が形成されている。また、第１バスバ突起

部１０５と第１突出部７３１とが幅方向ＤＷに接触している場合の第１空間７４１の大きさは、第１側面１０６と第１突出部７３１とが幅方向ＤＷに接触している場合の第１空間７４１の大きさと比較して大きくなる。さらに、第２バスバ突起部２０５と第２突出部７３２とが幅方向ＤＷに接触している場合の第２空間７４２の大きさは、第２側面２０６と第２突出部７３２とが幅方向ＤＷに接触している場合の第２空間７４２の大きさと比較して大きくなる。また、第３バスバ突起部３０５と第３突出部７３３とが幅方向ＤＷに接触している場合の第３空間７４３の大きさは、第３側面３０６と第３突出部７３３とが幅方向ＤＷに接触している場合の第３空間７４３の大きさと比較して大きくなる。

[0314] これにより、第１バスバ１００、第２バスバ２００および第３バスバ３００によって発生した熱がケース７０に伝わりにくくなる。このため、ケース７０から第１検出部１２０、第２検出部２２０および第３検出部３２０に熱が伝わりにくくなる。したがって、第１検出部１２０、第２検出部２２０および第３検出部３２０の素子の特性変化および故障が抑制される。

[0315] また、第１バスバ突起部１０５が第１突出部７３１と幅方向ＤＷに接触していることにより、幅方向ＤＷにおけるケース７０と第１バスバ１００との位置決めがされやすくなる。さらに、第２バスバ突起部２０５が第２突出部７３２と幅方向ＤＷに接触していることにより、幅方向ＤＷにおけるケース７０と第２バスバ２００との位置決めがされやすくなる。また、第３バスバ突起部３０５が第３突出部７３３と幅方向ＤＷに接触していることにより、幅方向ＤＷにおけるケース７０と第３バスバ３００との位置決めがされやすくなる。

[0316] ［１７－２］第１突出部７３１は、第１対向面７２１から厚み方向ＤＴに向かって突出している。厚み方向ＤＴに突出している第１突出部７３１は、第１バスバ突起部１０５と厚み方向ＤＴに接触している。

[0317] これにより、厚み方向ＤＴにおけるケース７０と第１バスバ１００との位置決めがされやすくなる。

[0318] また、第２突出部７３２は、第２対向面７２２から厚み方向ＤＴに向かって突出している。厚み方向ＤＴに突出している第２突出部７３２は、第２バスバ突起部２０５と厚み方向ＤＴに接触している。

[0319] このため、厚み方向ＤＴにおけるケース７０と第２バスバ２００との位置決めがされやすくなる。

[0320] さらに、第３突出部７３３は、第３対向面７２３から厚み方向ＤＴに向かって突出している。厚み方向ＤＴに突出している第３突出部７３３は、第３バスバ突起部３０５と厚み方向ＤＴに接触している。

[0321] これにより、厚み方向ＤＴにおけるケース７０と第３バスバ３００との位置決めがされやすくなる。

[0322] ［１７－３］第１突出部７３１のヤング率は、第１バスバ突起部１０５のヤング率よりも小さくなっている。

[0323] これにより、第１突出部７３１は、第１バスバ突起部１０５よりも変形しやすい。このため、第１板部１０１とインバータの一部等の外部とを接続する場合に第１板部１０１が変位するときに発生する応力エネルギーを第１突出部７３１が吸収しやすい。したがって、ケース７０の本体の破損が抑制される。

[0324] 第２突出部７３２のヤング率は、第２バスバ突起部２０５のヤング率よりも小さくなっている。

[0325] これにより、第２突出部７３２は、第２バスバ突起部２０５よりも変形しやすい。このため、第２板部２０１とインバータの一部等の外部とを接続する場合に第２板部２０１が変位するときに発生する応力エネルギーを第２突出部７３２が吸収しやすい。よって、ケース７０の本体の破損が抑制される。

[0326] 第３突出部７３３のヤング率は、第３バスバ突起部３０５のヤング率よりも小さくなっている。

[0327] これにより、第３突出部７３３は、第３バスバ突起部３０５よりも変形しやすい。このため、第３板部３０１とインバータの一部等の外部とを接続す

る場合に第３板部３０１が変位するときに発生する応力エネルギーを第３突出部７３３が吸収しやすい。したがって、ケース７０の本体の破損が抑制される。

[0328] （第２９実施形態）

第２９実施形態では、図６９～図７１に示すように、第１開口部７１１は、第１突出部７３１を含まない。第２開口部７１２は、第２突出部７３２を含まない。第３開口部７１３は、第３突出部７３３を含まない。また、第１バスバ突起部１０５、第２バスバ突起部２０５および第３バスバ突起部３０５の形態が第２８実施形態と異なる。これら以外は、第２８実施形態と同様である。

[0329] 第１バスバ突起部１０５は、図６９に示すように、第１側面１０６から幅方向ＤＷに向かって突出していることにより、第１対向面７２１と接触している。また、第１バスバ突起部１０５は、第１板面Ｓ１から厚み方向に向かって突出していることにより、第１対向面７２１と接触している。なお、ここでは、第１板面Ｓ１は、第１板部１０１のうち厚み方向ＤＴと直交する面であって、第１板部１０１のうち厚み方向ＤＴと交差する面に対応する

[0330] 第２バスバ突起部２０５は、図７０に示すように、第２側面２０６から幅方向ＤＷに向かって突出していることにより、第２対向面７２２と接触している。さらに、第２バスバ突起部２０５は、第２板面Ｓ２から厚み方向に向かって突出していることにより、第２対向面７２２と接触している。なお、ここでは、第２板面Ｓ２は、第２板部２０１のうち厚み方向ＤＴと直交する面であって、第２板部２０１のうち厚み方向ＤＴと交差する面に対応する

[0331] 第３バスバ突起部３０５は、図７１に示すように、第３側面３０６から幅方向ＤＷに向かって突出していることにより、第３対向面７２３と接触している。さらに、第３バスバ突起部３０５は、第３板面Ｓ３から厚み方向に向かって突出していることにより、第３対向面７２３と接触している。なお、ここでは、第３板面Ｓ３は、第３板部３０１のうち厚み方向ＤＴと直交する面であって、第３板部３０１のうち厚み方向ＤＴと交差する面に対応する

[0332] 以上のように、第２９実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第２９実施形態においても、第２８実施形態と同様の効果を奏する。また、第２９実施形態では、以下に記載する効果も奏する。

[0333] ［１８］第１バスバ突起部１０５は、第１バスバ１００のうち第１開口部７１１と対向する面から第１開口部７１１に向かって突出していることにより、第１開口部７１１の第１対向面７２１と接触している。また、第２バスバ突起部２０５は、第２バスバ２００のうち第２開口部７１２と対向する面から第２開口部７１２に向かって突出していることにより、第２開口部７１２の第２対向面７２２と接触している。さらに、第３バスバ突起部３０５は、第３バスバ３００のうち第３開口部７１３と対向する面から第３開口部７１３に向かって突出していることにより、第３開口部７１３の第３対向面７２３と接触している。

[0334] これらにより、上記と同様に、第１空間７４１、第２空間７４２および第３空間７４３が形成されることから、第１バスバ１００、第２バスバ２００および第３バスバ３００によって発生した熱がケース７０に伝わりにくくなる。また、上記と同様に、ケース７０と、第１バスバ１００、第２バスバ２００および第３バスバ３００との位置決めがされやすくなる。

[0335] （第３０実施形態）

第３０実施形態では、図７２～図７４に示すように、第１対向面７２１、第２対向面７２２および第３対向面７２３の形態が第２９実施形態と異なる。これ以外は、第２９実施形態と同様である。

[0336] 第３０実施形態では、第１対向面７２１は、長手方向ＤＬに対して傾斜していることにより、テーパ状に形成されている。また、第２対向面７２２は、長手方向ＤＬに対して傾斜していることにより、テーパ状に形成されている。さらに、第３対向面７２３は、長手方向ＤＬに対して傾斜していることにより、テーパ状に形成されている。

[0337] 以上のように、第３０実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第３０実施形態においても、第２９実施形態と同様の効果を奏する。

[0338] （第３１実施形態）

第３１実施形態では、図７５～図７７に示すように、第１突出部７３１、第２突出部７３２、第３突出部７３３、第１バスバ突起部１０５、第２バスバ突起部２０５および第３バスバ突起部３０５の形態が第２８実施形態と異なる。これ以外は、第２８実施形態と同様である。

[0339] 幅方向ＤＷに突出している第１突出部７３１は、長手方向ＤＬに並んでいる。また、第１バスバ突起部１０５は、互いに隣り合う第１突出部７３１に挟まれている。これにより、第１バスバ突起部１０５と幅方向ＤＷに突出している第１突出部７３１とが長手方向ＤＬに接触している。

[0340] 幅方向ＤＷに突出している第２突出部７３２は、長手方向ＤＬに並んでいる。また、第２バスバ突起部２０５は、互いに隣り合う第２突出部７３２に挟まれている。このため、第２バスバ突起部２０５と幅方向ＤＷに突出している第２突出部７３２とが長手方向ＤＬに接触している。

[0341] 幅方向ＤＷに突出している第３突出部７３３は、長手方向ＤＬに並んでいる。また、第３バスバ突起部３０５は、互いに隣り合う第３突出部７３３に挟まれている。これにより、第３バスバ突起部３０５と幅方向ＤＷに突出している第３突出部７３３とが長手方向ＤＬに接触している。

[0342] 以上のように、第３１実施形態の電流センサ５は、構成されている。この第３１実施形態においても、第２８実施形態と同様の効果を奏する。

[0343] （他の実施形態）

本開示は、上記実施形態に限定されるものではなく、上記実施形態に対して、適宜変更が可能である。また、上記各実施形態において、実施形態を構成する要素は、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

[0344] 上記実施形態では、電流センサ５は、インバータの３相交流電流を検出する。これに対して、電流センサ５によって検出されるインバータの相数は、３つに限定されないで、１つ以上であればよい。

[0345] 上記実施形態では、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０は、板状の軟磁性材料がＣ字状に曲げ加工されることにより形成されている。これに対して、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０は、板状の軟磁性材料がＣ字状に曲げ加工されることにより形成されていることに限定されない。例えば、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０は、板状の軟磁性材料がワイヤカットされることにより形成されてもよい。また、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０は、シート状の軟磁性材料が巻き付けられることにより形成されてもよい。この場合、軟磁性材料間の剥離を防ぐために接着材料が用いられる。さらに、第１コア１１０、第２コア２１０および第３コア３１０は、シート状の軟磁性材料が重ね合わされて積層されることにより形成されてもよい。この場合、複数の軟磁性材料がプレス加工されることによりシート状に形成され、シート状の軟磁性材料がダボカシメされることにより、積層される。

[0346] また、第１コア１１０、第２コア２１０、第３コア３１０が板状のパーマロイで積層されたとする。このとき、第１コア１１０、第２コア２１０、第３コア３１０が板状の方向性電磁鋼板で積層されるときと比較して、第１コア１１０、第２コア２１０、第３コア３１０のヒステリシス特性が向上する。さらに、第１コア１１０、第２コア２１０、第３コア３１０が板状の方向性電磁鋼板で形成されたとする。このとき、第１コア１１０、第２コア２１０、第３コア３１０がパーマロイで形成されるときと比較して、材料費が削減されるため、電流センサ５のコストを削減することができる。

[0347] 上記実施形態では、第１開口部７１１、第２開口部７１２および第３開口部７１３は、四角筒状に形成されている。これに対して、第１開口部７１１、第２開口部７１２および第３開口部７１３は、四角筒状に形成されていることに限定されないで、多角筒状および円筒状等に形成されてもよい。

[0348] 上記実施形態では、第１突出部７３１、第２突出部７３２および第３突出部７３３は、四角柱状に形成されている。これに対して、第１突出部７３１、第２突出部７３２および第３突出部７３３は、四角柱状に形成されている

ことに限定されないで、多角柱状、円柱状および半球状に形成されてもよい。

[0349] 上記実施形態では、第１コア端面１１５、第２コア端面１１６、第３コア端面２１５、第４コア端面２１６、第５コア端面３１５および第６コア端面３１６は、平面状に形成されている。これに対して、第１コア端面１１５、第２コア端面１１６、第３コア端面２１５、第４コア端面２１６、第５コア端面３１５および第６コア端面３１６は、平面状に形成されていることに限定されない。第１コア端面１１５、第２コア端面１１６、第３コア端面２１５、第４コア端面２１６、第５コア端面３１５および第６コア端面３１６は、球面状および曲面状に形成されてもよい。

[0350] 上記第１および第３実施形態では、第１凹部１１８、第２凹部２１８および第３凹部３１８の数は、１つである。これに対して、第１凹部１１８、第２凹部２１８および第３凹部３１８の数は、１つであることに限定されない。第１凹部１１８、第２凹部２１８および第３凹部３１８の数は、２つ以上であってもよい。

[0351] 上記第２実施形態では、第１貫通穴１１９、第２貫通穴２１９および第３貫通穴３１９の数は、１つである。これに対して、第１貫通穴１１９、第２貫通穴２１９および第３貫通穴３１９の数は、１つであることに限定されない。第１貫通穴１１９、第２貫通穴２１９および第３貫通穴３１９の数は、２つ以上であってもよい。

[0352] 上記各実施形態では、電流センサ５は、インバータに用いられるところ、これに限定されないで、例えば、ＢＭＳに用いられてもよい。なお、ＢＭＳは、Battery Management Systemの略である。

[0353] 上記各実施形態では、第１バスバ１００、第２バスバ２００、第３バスバ３００は、厚みよりも幅が大きくなっているところ、これに限定されないで、幅よりも厚みが大きくなっていてもよい。

[0354] 上記各実施形態は、適宜組み合わされてもよい。

[0355] （本開示の特徴）

（課題）

発明者等の検討によれば、電流センサによって検出される電流の大きさの範囲拡大が求められている。しかし、電流センサによって検出される電流の大きさが大きくなると、特許文献１に記載されたような電流センサでは、コアの磁気飽和が生じるため、電流センサによって検出される電流の大きさの範囲を拡大することが困難となる。

本開示は、磁気飽和を抑制する電流センサを提供することを目的とする。

[0356] ［第１の観点］

電流センサであって、

板状に形成されているバスバ（１００、２００、３００）と、

前記バスバが挿入されているコア穴（１１４、２１４、３１４）と、前記バスバの幅方向（ＤＷ）を向いている第１端面（１１５、２１５、３１５）、前記第１端面と前記幅方向に対向している第２端面（１１６、２１６、３１６）、および、前記第１端面と前記第２端面とによって形成されているとともに前記コア穴と外部とに連通するギャップ（１１７、２１７、３１７）を含むギャップ形成部（１１１、２１１、３１１）と、前記ギャップ形成部に接続されているとともに前記バスバの厚み方向（ＤＴ）に延びているコア横部（１１２、２１２、３１２、１１２１、２１２２、３１２３）と、前記コア横部に接続されて前記幅方向に延びているとともに前記ギャップ形成部および前記コア横部とで前記コア穴を形成するコア底部（１１３、２１３、３１３、１１３１、２１３２、３１３３）と、を有するコア（１１０、１２０、１３０）と、

前記ギャップに配置されているとともに、前記バスバに流れる電流によって前記ギャップに発生する磁界の強さを検出する検出部（１２０、２２０、３２０）と、

を備え、

前記コア横部の透磁率は、前記コア底部の透磁率よりも大きくなっている電流センサ。

［第２の観点］

電流センサであって、

板状に形成されているバスバ（１００、２００、３００）と、

前記バスバが挿入されているコア穴（１１４、２１４、３１４）と、前記バスバの幅方向（ＤＷ）を向いている第１端面（１１５、２１５、３１５）、前記第１端面と前記幅方向に対向している第２端面（１１６、２１６、３１６）、および、前記第１端面と前記第２端面とによって形成されているとともに前記コア穴と外部とに連通するギャップ（１１７、２１７、３１７）を含むギャップ形成部（１１１、２１１、３１１）と、前記ギャップ形成部に接続されているとともに前記バスバの厚み方向（ＤＴ）に延びているコア横部（１１２１、２１２２、３１２３）と、前記コア横部に接続されて前記幅方向に延びているとともに前記ギャップ形成部および前記コア横部とで前記コア穴を形成するコア底部（１１３１、２１３２、３１３３）と、を有するコア（１１０、１２０、１３０）と、

前記ギャップに配置されているとともに、前記バスバに流れる電流によって前記ギャップに発生する磁界の強さを検出する検出部（１２０、２２０、３２０）と、

を備え、

前記コア横部の透磁率は、前記コア底部の透磁率よりも小さくなっている電流センサ。

［第３の観点］

電流センサであって、

板状に形成されているバスバ（１００、２００、３００）と、

前記バスバが挿入されているコア穴（１１４、２１４、３１４）と、前記バスバの幅方向（ＤＷ）を向いている第１端面（１１５、２１５、３１５）、前記第１端面と前記幅方向に対向している第２端面（１１６、２１６、３１６）、および、前記第１端面と前記第２端面とによって形成されているとともに前記コア穴と外部とに連通するギャップ（１１７、２１７、３１７）

を含むギャップ形成部（１１１、２１１、３１１）と、前記ギャップ形成部に接続されているとともに前記バスバの厚み方向（ＤＴ）に延びているコア横部（１１２１、２１２２、３１２３）と、前記コア横部に接続されて前記幅方向に延びているとともに前記ギャップ形成部および前記コア横部とで前記コア穴を形成するコア底部（１１３１、２１３２、３１３３）と、を有するコア（１１０、１２０、１３０）と、

前記ギャップに配置されているとともに、前記バスバに流れる電流によって前記ギャップに発生する磁界の強さを検出する検出部（１２０、２２０、３２０）と、

を備え、

前記厚み方向における前記コア底部の長さと前記幅方向における前記コア横部の長さとが同じであり、

前記コア横部の透磁率と前記コア底部の透磁率とが異なっている電流センサ。

［第４の観点］

前記ギャップ形成部は、

前記第１端面の縁に接続されているとともに前記ギャップから遠ざかる方向に前記第１端面の縁から延びている第１面（１５１、２５１、３５１）と、

前記第２端面の縁に接続されているとともに前記ギャップから遠ざかる方向に前記第２端面の縁から延びている第２面（１５２、２５２、３５２）と、

を含む第１ないし第３の観点のいずれか１つに記載の電流センサ。

［第５の観点］

前記ギャップ形成部と前記コア横部との境界部における内側の角部である横内側角部（Ｃ１＿ｉｎ＿ｔｏｐ、Ｃ２＿ｉｎ＿ｔｏｐ、Ｃ３＿ｉｎ＿ｔｏｐ）がＲ形状になっている第１ないし第４の観点のいずれか１つに記載の電流センサ。

［第６の観点］

前記ギャップ形成部と前記コア横部との境界部における内側の角部である横内側角部（Ｃ１＿ｉｎ＿ｔｏｐ、Ｃ２＿ｉｎ＿ｔｏｐ、Ｃ３＿ｉｎ＿ｔｏｐ）が前記幅方向および前記厚み方向に対して傾斜する傾斜面になっている第１ないし第４の観点のいずれか１つに記載の電流センサ。

［第７の観点］

前記コア横部と前記コア底部との境界部における内側の角部である底内側角部（Ｃ１＿ｉｎ＿ｂｔｍ、Ｃ２＿ｉｎ＿ｂｔｍ、Ｃ３＿ｉｎ＿ｂｔｍ）がＲ形状になっている第１ないし第６の観点のいずれか１つに記載の電流センサ。

［第８の観点］

前記コア横部と前記コア底部との境界部における内側の角部である底内側角部（Ｃ１＿ｉｎ＿ｂｔｍ、Ｃ２＿ｉｎ＿ｂｔｍ、Ｃ３＿ｉｎ＿ｂｔｍ）が前記幅方向および前記厚み方向に対して傾斜する傾斜面になっている第１ないし第６の観点のいずれか１つに記載の電流センサ。

［第９の観点］

前記コアは、コア凹部（１１５５、２１５５、３１５５）を含み、

前記コア凹部は、前記コアを前記バスバの長手方向（ＤＬ）と直交する方向に切断したときの前記コアの断面において、前記幅方向および前記厚み方向外側の前記コアの外縁から前記コアの内部に向かって凹んでいる第１ないし第８の観点のいずれか１つに記載の電流センサ。

［第１０の観点］

前記コアを前記長手方向と直交する方向に切断したときの前記コアの断面において、前記厚み方向における前記ギャップ形成部の中心を通るとともに前記幅方向に延びる線分をギャップ中心線分（Ｏｇ１、Ｏｇ２、Ｏｇ３）とし、

前記コアを前記長手方向と直交する方向に切断したときの前記コアの断面において、前記幅方向における前記コア横部の中心を通るとともに前記厚み

方向に延びる線分を横中心線分（Ｏｓ１、Ｏｓ２、Ｏｓ３）とし、

前記コアを前記長手方向と直交する方向に切断したときの前記コアの断面において、前記厚み方向における前記コア底部の中心を通るとともに前記幅方向に延びる線分を底中心線分（Ｏｂ１、Ｏｂ２、Ｏｂ３）とし、

前記ギャップ中心線分は、前記幅方向に並ぶ前記横中心線分を結んだ線分になっており、

前記横中心線分は、前記ギャップ中心線分と前記底中心線分とを結んだ線分になっており、

前記底中心線分は、前記幅方向に並ぶ前記横中心線分を結んだ線分になっており、

前記コア凹部は、前記ギャップ中心線分、前記横中心線分および前記底中心線分よりも外側の領域（Ｒｃ１、Ｒｃ２、Ｒｃ３）に位置している第９の観点に記載の電流センサ。

［第１１の観点］

前記コアは、コア貫通穴（１１５６、２１５６、３１５６）を前記コアの内部に含み、

前記コア貫通穴は、前記バスバの長手方向（ＤＬ）に貫通している第１ないし第８の観点のいずれか１つに記載の電流センサ。

［第１２の観点］

前記コアを前記長手方向と直交する方向に切断したときの前記コアの断面において、前記厚み方向における前記ギャップ形成部の中心を通るとともに前記幅方向に延びる線分をギャップ中心線分（Ｏｇ１、Ｏｇ２、Ｏｇ３）とし、

前記コアを前記長手方向と直交する方向に切断したときの前記コアの断面において、前記幅方向における前記コア横部の中心を通るとともに前記厚み方向に延びる線分を横中心線分（Ｏｓ１、Ｏｓ２、Ｏｓ３）とし、

前記コアを前記長手方向と直交する方向に切断したときの前記コアの断面において、前記厚み方向における前記コア底部の中心を通るとともに前記幅

方向に延びる線分を底中心線分（Ｏｂ１、Ｏｂ２、Ｏｂ３）とし、

前記ギャップ中心線分は、前記幅方向に並ぶ前記横中心線分を結んだ線分になっており、

前記横中心線分は、前記ギャップ中心線分と前記底中心線分とを結んだ線分になっており、

前記底中心線分は、前記幅方向に並ぶ前記横中心線分を結んだ線分になっており、

前記コア貫通穴は、前記ギャップ中心線分、前記横中心線分および前記底中心線分よりも外側の領域（Ｒｃ１、Ｒｃ２、Ｒｃ３）に位置している第１１の観点に記載の電流センサ。

[0357] （課題）

特許文献１に記載されたような電流センサでは、コアギャップから漏れる磁界がバスバに侵入して、交流電流の周波数の変化により磁界の時間変化が生じることから、バスバに流れる電流の方向とは逆方向の誘導起電力が発生する。この誘導起電力による電流がバスバに流れることにて発生する磁界によって、コアギャップにかかる磁界が変化する。このため、電流センサによって検出される電流の誤差が生じる。したがって、電流センサの周波数特性が低下する。

本開示は、周波数特性を向上させる電流センサを提供することを目的とする。

[0358] ［第１の観点］

電流センサであって、

板状に形成されているバスバ（１００、２００、３００）と、

前記バスバが挿入されているコア穴（１１４、２１４、３１４）と、前記バスバの幅方向（ＤＷ）を向いている第１端面（１１５、２１５、３１５）、前記第１端面と前記幅方向に対向している第２端面（１１６、２１６、３１６）、および、前記第１端面と前記第２端面とによって形成されているとともに前記コア穴と外部とに連通するギャップ（１１７、２１７、３１７）

を含むギャップ形成部（１１１、２１１、３１１）と、前記ギャップ形成部に接続されているとともに前記バスバの厚み方向（ＤＴ）に延びているコア横部（１１２、２１２、３１２、１１２１、２１２２、３１２３）と、前記コア横部に接続されて前記幅方向に延びているとともに前記ギャップ形成部および前記コア横部とで前記コア穴を形成するコア底部（１１３、２１３、３１３、１１３１、２１３２、３１３３）と、を有するコア（１１０、１２０、１３０）と、

前記ギャップに配置されているとともに、前記バスバに流れる電流によって前記ギャップに発生する磁界の強さを検出する検出部（１２０、２２０、３２０）と、

を備え、

前記バスバは、

前記第１端面を前記バスバの厚み方向（ＤＴ）へ前記バスバに投影したときに、投影した前記第１端面と重なる前記バスバの部分である第１投影部（Ｐｓ１、Ｐｓ３、Ｐｓ５）と、

前記第２端面を前記厚み方向へ前記バスバに投影したときに、投影した前記第２端面と重なる前記バスバの部分である第２投影部（Ｐｓ２、Ｐｓ４、Ｐｓ６）と、

前記第１投影部および前記第２投影部の間の領域（Ｒ１、Ｒ２、Ｒ３）と、

前記領域から前記厚み方向に凹む凹部（１１８、２１８、３１８）と、

を有する電流センサ。

［第２の観点］

電流センサであって、

板状に形成されているバスバ（１００、２００、３００）と、

前記バスバが挿入されているコア穴（１１４、２１４、３１４）と、前記バスバの幅方向（ＤＷ）を向いている第１端面（１１５、２１５、３１５）、前記第１端面と前記幅方向に対向している第２端面（１１６、２１６、３

１６）、および、前記第１端面と前記第２端面とによって形成されているとともに前記コア穴と外部とに連通するギャップ（１１７、２１７、３１７）を含むギャップ形成部（１１１、２１１、３１１）と、前記ギャップ形成部に接続されているとともに前記バスバの厚み方向（ＤＴ）に延びているコア横部（１１２、２１２、３１２、１１２１、２１２２、３１２３）と、前記コア横部に接続されて前記幅方向に延びているとともに前記ギャップ形成部および前記コア横部とで前記コア穴を形成するコア底部（１１３、２１３、３１３、１１３１、２１３２、３１３３）と、を有するコア（１１０、１２０、１３０）と、

前記ギャップに配置されているとともに、前記バスバに流れる電流によって前記ギャップに発生する磁界の強さを検出する検出部（１２０、２２０、３２０）と、

を備え、

前記バスバは、

前記第１端面を前記バスバの厚み方向（ＤＴ）へ前記バスバに投影したときに、投影した前記第１端面と重なる前記バスバの部分である第１投影部（Ｐｓ１、Ｐｓ３、Ｐｓ５）と、

前記第２端面を前記厚み方向へ前記バスバに投影したときに、投影した前記第２端面と重なる前記バスバの部分である第２投影部（Ｐｓ２、Ｐｓ４、Ｐｓ６）と、

前記第１投影部および前記第２投影部の間の領域（Ｒ１、Ｒ２、Ｒ３）と、

前記領域から前記厚み方向に貫通している貫通穴（１１９、２１９、３１９）と、

を有する電流センサ。

[0359] （課題）

特許文献１に記載されたような電流センサでは、コアギャップから漏れる磁界がバスバに侵入して、交流電流の周波数の変化により磁界の時間変化が

生じることから、バスバに流れる電流の方向とは逆方向の誘導起電力が発生する。この誘導起電力による電流がバスバに流れることにて発生する磁界によって、コアギャップにかかる磁界が変化する。このため、電流センサによって検出される電流の誤差が生じる。したがって、電流センサの周波数特性が低下する。

本開示は、周波数特性を向上させる電流センサを提供することを目的とする。

[0360] ［第１の観点］

電流センサであって、

板状に形成されているバスバ（１００、２００、３００）と、

前記バスバが挿入されているコア穴（１１４、２１４、３１４）と、前記バスバの幅方向（ＤＷ）を向いている第１端面（１１５、２１５、３１５）、前記第１端面と前記幅方向に対向している第２端面（１１６、２１６、３１６）、および、前記第１端面と前記第２端面とによって形成されているとともに前記コア穴と外部とに連通するギャップ（１１７、２１７、３１７）を含むギャップ形成部（１１１、２１１、３１１）と、前記ギャップ形成部に接続されているとともに前記バスバの厚み方向（ＤＴ）に延びているコア横部（１１２、２１２、３１２、１１２１、２１２２、３１２３）と、前記コア横部に接続されて前記幅方向に延びているとともに前記ギャップ形成部および前記コア横部とで前記コア穴を形成するコア底部（１１３、２１３、３１３、１１３１、２１３２、３１３３）と、を有するコア（１１０、１２０、１３０）と、

前記ギャップに配置されているとともに、前記バスバに流れる電流によって前記ギャップに発生する磁界の強さを検出する検出部（１２０、２２０、３２０）と、

を備え、

前記厚み方向における前記バスバから前記ギャップ形成部までの距離（Ｃｌｒ１＿ｔｏｐ、Ｃｌｒ２＿ｔｏｐ、Ｃｌｒ３＿ｔｏｐ）を、前記幅方向に

おける前記第１端面から前記第２端面までの距離（Ｇａｐ１、Ｇａｐ２、Ｇａｐ３）で除算した値（Ｃｌｒ１／Ｇａｐ１、Ｃｌｒ２／Ｇａｐ２、Ｃｌｒ３／Ｇａｐ３）が０．２０以上、１．００以下とされている電流センサ。

[0361] （課題）

バスバに電流が流れることにより、バスバは、発熱する。このため、特許文献１に記載されたような電流センサでは、バスバによって発生した熱が、バスバを収容するケースを介して、検出部としてのセンサチップに伝わる。これにより、センサチップの特性変化および故障が生じることがある。

本開示は、検出部に熱が伝わることを抑制する電流センサを提供することを目的とする。

[0362] ［第１の観点］

電流センサであって、

板状に形成されているバスバ（１００、２００、３００）と、

前記バスバが挿入されているコア穴（１１４、２１４、３１４）と、前記バスバの幅方向（ＤＷ）を向いている第１端面（１１５、２１５、３１５）、前記第１端面と前記幅方向に対向している第２端面（１１６、２１６、３１６）、および、前記第１端面と前記第２端面とによって形成されているとともに前記コア穴と外部とに連通するギャップ（１１７、２１７、３１７）を含むギャップ形成部（１１１、２１１、３１１）と、前記ギャップ形成部に接続されているとともに前記バスバの厚み方向（ＤＴ）に延びているコア横部（１１２、２１２、３１２、１１２１、２１２２、３１２３）と、前記コア横部に接続されて前記幅方向に延びているとともに前記ギャップ形成部および前記コア横部とで前記コア穴を形成するコア底部（１１３、２１３、３１３、１１３１、２１３２、３１３３）と、を有するコア（１１０、１２０、１３０）と、

前記ギャップに配置されているとともに、前記バスバに流れる電流によって前記ギャップに発生する磁界の強さを検出する検出部（１２０、２２０、３２０）と、

前記コアを収容しているケース（７０）と、

を備え、

前記ケースは、前記コア穴に挿入されているとともに前記バスバが挿入されている開口部（７１１、７１２、７１３）を有し、

前記開口部は、

前記バスバと対向している対向面（７２１、７２２、７２３）と、

前記対向面から前記バスバに向かって突出していることにより前記バスバと接触している突出部（７３１、７３２、７３３）と、

を含み、

前記対向面および前記バスバの間には、空間（７４１、７４２、７４３）が形成されている電流センサ。

［第２の観点］

前記電流センサは、

基板（５０）と、

前記基板および前記検出部に接続されているリード線（１３０、２３０、３３０）と、

を備え、

前記突出部は、前記基板、前記リード線および前記ケースを通りつつ前記バスバの長手方向（ＤＬ）と直交する平面（Ｓｉ１、Ｓｉ２、Ｓｉ３）上に位置している第１の観点に記載の電流センサ。

［第３の観点］

前記電流センサは、

基板（５０）と、

前記基板および前記検出部に接続されているリード線（１３０、２３０、３３０）と、

を備え、

前記バスバは、外部装置と接続される接続部（１０４，２０４、３０４）を有し、

前記突出部は、前記基板、前記リード線および前記ケースを通りつつ前記バスバの長手方向（ＤＬ）と直交する平面（Ｓｉ１、Ｓｉ２、Ｓｉ３）よりも前記接続部とは反対側に位置している第１の観点に記載の電流センサ。

［第４の観点］

前記バスバは、前記幅方向と交差する側面（１０６、２０６、３０６）と、前記側面から突出していることにより前記突出部と接触しているバスバ突起部（１０５、２０５、３０５）と、を有する第１ないし第３の観点のいずれか１つに記載の電流センサ。

［第５の観点］

前記突出部は、前記幅方向に突出していることにより、前記バスバ突起部と前記幅方向に接触している第４の観点に記載の電流センサ。

［第６の観点］

前記突出部は、前記厚み方向に突出していることにより、前記バスバ突起部と前記厚み方向に接触している第４または第５の観点に記載の電流センサ。

［第７の観点］

前記突出部のヤング率は、前記バスバ突起部のヤング率よりも小さくなっている第４ないし第６の観点のいずれか１つに記載の電流センサ。

［第８の観点］

電流センサであって、

板状に形成されているバスバ（１００、２００、３００）と、

前記バスバが挿入されているコア穴（１１４、２１４、３１４）と、前記バスバの幅方向（ＤＷ）を向いている第１端面（１１５、２１５、３１５）、前記第１端面と前記幅方向に対向している第２端面（１１６、２１６、３１６）、および、前記第１端面と前記第２端面とによって形成されているとともに前記コア穴と外部とに連通するギャップ（１１７、２１７、３１７）を含むギャップ形成部（１１１、２１１、３１１）と、前記ギャップ形成部に接続されているとともに前記バスバの厚み方向（ＤＴ）に延びているコア

横部（１１２、２１２、３１２、１１２１、２１２２、３１２３）と、前記コア横部に接続されて前記幅方向に延びているとともに前記ギャップ形成部および前記コア横部とで前記コア穴を形成するコア底部（１１３、２１３、３１３、１１３１、２１３２、３１３３）と、を有するコア（１１０、１２０、１３０）と、

前記ギャップに配置されているとともに、前記バスバに流れる電流によって前記ギャップに発生する磁界の強さを検出する検出部（１２０、２２０、３２０）と、

前記コアを収容しているケース（７０）と、

を備え、

前記ケースは、前記コア穴に挿入されているとともに前記バスバが挿入されている開口部（７１１、７１２、７１３）を有し、

前記バスバは、前記開口部と対向する面から前記開口部に向かって突出していることにより、前記開口部と接触している突出部（１０５、２０５、３０５）を有し、

前記開口部および前記バスバの間には、空間（７４１、７４２、７４３）が形成されている電流センサ。

[0363] （課題）

特許文献１に記載されたような電流センサでは、電流センサが製造されるとき等に、コアに応力がかかる。このため、コアの結晶構造が変化することがある。これにより、コアのＢＨ特性等の磁気特性が低下する。

本開示は、磁気特性低下を抑制する電流センサを提供することを目的とする。

[0364] ［第１の観点］

電流センサであって、

板状に形成されているバスバ（１００、２００、３００）と、

前記バスバが挿入されているコア穴（１１４、２１４、３１４）と、前記バスバの幅方向（ＤＷ）を向いている第１端面（１１５、２１５、３１５）

、前記第１端面と前記幅方向に対向している第２端面（１１６、２１６、３１６）、および、前記第１端面と前記第２端面とによって形成されているとともに前記コア穴と外部とに連通するギャップ（１１７、２１７、３１７）を含むギャップ形成部（１１１、２１１、３１１）と、前記ギャップ形成部に接続されているとともに前記バスバの厚み方向（ＤＴ）に延びているコア横部（１１２、２１２、３１２、１１２１、２１２２、３１２３）と、前記コア横部に接続されて前記幅方向に延びているとともに前記ギャップ形成部および前記コア横部とで前記コア穴を形成するコア底部（１１３、２１３、３１３、１１３１、２１３２、３１３３）と、を有するコア（１１０、１２０、１３０）と、

前記ギャップに配置されているとともに、前記バスバに流れる電流によって前記ギャップに発生する磁界の強さを検出する検出部（１２０、２２０、３２０）と、

を備え、

前記コアは、コア凹部（１１５５、２１５５、３１５５）を含み、

前記コア凹部は、前記コアを前記バスバの長手方向（ＤＬ）と直交する方向に切断したときの前記コアの断面において、前記幅方向および前記厚み方向外側の前記コアの外縁から前記コアの内部に向かって凹んでいる電流センサ。

［第２の観点］

電流センサであって、

板状に形成されているバスバ（１００、２００、３００）と、

前記バスバが挿入されているコア穴（１１４、２１４、３１４）と、前記バスバの幅方向（ＤＷ）を向いている第１端面（１１５、２１５、３１５）、前記第１端面と前記幅方向に対向している第２端面（１１６、２１６、３１６）、および、前記第１端面と前記第２端面とによって形成されているとともに前記コア穴と外部とに連通するギャップ（１１７、２１７、３１７）を含むギャップ形成部（１１１、２１１、３１１）と、前記ギャップ形成部

に接続されているとともに前記バスバの厚み方向（ＤＴ）に延びているコア横部（１１２、２１２、３１２、１１２１、２１２２、３１２３）と、前記コア横部に接続されて前記幅方向に延びているとともに前記ギャップ形成部および前記コア横部とで前記コア穴を形成するコア底部（１１３、２１３、３１３、１１３１、２１３２、３１３３）と、を有するコア（１１０、１２０、１３０）と、

前記ギャップに配置されているとともに、前記バスバに流れる電流によって前記ギャップに発生する磁界の強さを検出する検出部（１２０、２２０、３２０）と、

を備え、

前記コアは、コア貫通穴（１１５６、２１５６、３１５６）を前記コアの内部に含み、

前記コア貫通穴は、前記バスバの長手方向（ＤＬ）に貫通している電流センサ。

[0365] （課題）

発明者等の検討によれば、電流センサによって検出される電流の大きさの範囲拡大が求められている。しかし、電流センサによって検出される電流の大きさが大きくなると、特許文献１に記載されたような電流センサでは、コアの磁気飽和が生じるため、電流センサによって検出される電流の大きさの範囲を拡大することが困難となる。

本開示は、磁気飽和を抑制する電流センサを提供することを目的とする。

[0366] ［第１の観点］

電流センサであって、

板状に形成されているバスバ（１００、２００、３００）と、

前記バスバが挿入されているコア穴（１１４、２１４、３１４）と、前記バスバの幅方向（ＤＷ）を向いている第１端面（１１５、２１５、３１５）、前記第１端面と前記幅方向に対向している第２端面（１１６、２１６、３１６）、および、前記第１端面と前記第２端面とによって形成されていると

ともに前記コア穴と外部とに連通するギャップ（１１７、２１７、３１７）を含むギャップ形成部（１１１、２１１、３１１）と、前記ギャップ形成部に接続されているとともに前記バスバの厚み方向（ＤＴ）に延びているコア横部（１１２、２１２、３１２、１１２１、２１２２、３１２３）と、前記コア横部に接続されて前記幅方向に延びているとともに前記ギャップ形成部および前記コア横部とで前記コア穴を形成するコア底部（１１３、２１３、３１３、１１３１、２１３２、３１３３）と、を有するコア（１１０、１２０、１３０）と、

前記ギャップに配置されているとともに、前記バスバに流れる電流によって前記ギャップに発生する磁界の強さを検出する検出部（１２０、２２０、３２０）と、

を備え、

前記コアは、前記ギャップ形成部から前記厚み方向に向かって突出している突起部（１１５１、１１５２、２１５１、２１５２、３１５１、３１５２）を有する電流センサ。

請求の範囲

[請求項1] 電流センサであって、

板状に形成されているバスバ（１００、２００、３００）と、

前記バスバが挿入されているコア穴（１１４、２１４、３１４）と、前記バスバの幅方向（ＤＷ）を向いている第１端面（１１５、２１５、３１５）、前記第１端面と前記幅方向に対向している第２端面（１１６、２１６、３１６）、および、前記第１端面と前記第２端面とによって形成されているとともに前記コア穴と外部とに連通するギャップ（１１７、２１７、３１７）を含むギャップ形成部（１１１、２１１、３１１）と、前記ギャップ形成部に接続されているとともに前記バスバの厚み方向（ＤＴ）に延びているコア横部（１１２、２１２、３１２、１１２１、２１２２、３１２３）と、前記コア横部に接続されて前記幅方向に延びているとともに前記ギャップ形成部および前記コア横部とで前記コア穴を形成するコア底部（１１３、２１３、３１３、１１３１、２１３２、３１３３）と、を有するコア（１１０、１２０、１３０）と、

前記ギャップに配置されているとともに、前記バスバに流れる電流によって前記ギャップに発生する磁界の強さを検出する検出部（１２０、２２０、３２０）と、

前記コアを収容しているケース（７０）と、

を備え、

前記ケースは、前記コア穴に挿入されているとともに前記バスバが挿入されている開口部（７１１、７１２、７１３）を有し、

前記開口部は、

前記バスバと対向している対向面（７２１、７２２、７２３）と、

前記対向面から前記バスバに向かって突出していることにより前記バスバと接触している突出部（７３１、７３２、７３３）と、

を含み、

前記対向面および前記バスバの間には、空間（７４１、７４２、７４３）が形成されている電流センサ。

[請求項2] 前記電流センサは、

基板（５０）と、

前記基板および前記検出部に接続されているリード線（１３０、２３０、３３０）と、

を備え、

前記突出部は、前記基板、前記リード線および前記ケースを通りつつ前記バスバの長手方向（ＤＬ）と直交する平面（Ｓｉ１、Ｓｉ２、Ｓｉ３）上に位置している請求項１に記載の電流センサ。

[請求項3] 前記電流センサは、

基板（５０）と、

前記基板および前記検出部に接続されているリード線（１３０、２３０、３３０）と、

を備え、

前記バスバは、外部装置と接続される接続部（１０４，２０４、３０４）を有し、

前記突出部は、前記基板、前記リード線および前記ケースを通りつつ前記バスバの長手方向（ＤＬ）と直交する平面（Ｓｉ１、Ｓｉ２、Ｓｉ３）よりも前記接続部とは反対側に位置している請求項１に記載の電流センサ。

[請求項4] 前記バスバは、前記幅方向と交差する側面（１０６、２０６、３０６）と、前記側面から突出していることにより前記突出部と接触しているバスバ突起部（１０５、２０５、３０５）と、を有する請求項１ないし３のいずれか１つに記載の電流センサ。

[請求項5] 前記突出部は、前記幅方向に突出していることにより、前記バスバ突起部と前記幅方向に接触している請求項４に記載の電流センサ。

[請求項6] 前記突出部は、前記厚み方向に突出していることにより、前記バス

バ突起部と前記厚み方向に接触している請求項４に記載の電流センサ。

[請求項7] 前記突出部のヤング率は、前記バスバ突起部のヤング率よりも小さくなっている請求項４に記載の電流センサ。

[請求項8] 電流センサであって、

板状に形成されているバスバ（１００、２００、３００）と、

前記バスバが挿入されているコア穴（１１４、２１４、３１４）と、前記バスバの幅方向（ＤＷ）を向いている第１端面（１１５、２１５、３１５）、前記第１端面と前記幅方向に対向している第２端面（１１６、２１６、３１６）、および、前記第１端面と前記第２端面とによって形成されているとともに前記コア穴と外部とに連通するギャップ（１１７、２１７、３１７）を含むギャップ形成部（１１１、２１１、３１１）と、前記ギャップ形成部に接続されているとともに前記バスバの厚み方向（ＤＴ）に延びているコア横部（１１２、２１２、３１２、１１２１、２１２２、３１２３）と、前記コア横部に接続されて前記幅方向に延びているとともに前記ギャップ形成部および前記コア横部とで前記コア穴を形成するコア底部（１１３、２１３、３１３、１１３１、２１３２、３１３３）と、を有するコア（１１０、１２０、１３０）と、

前記ギャップに配置されているとともに、前記バスバに流れる電流によって前記ギャップに発生する磁界の強さを検出する検出部（１２０、２２０、３２０）と、

前記コアを収容しているケース（７０）と、

を備え、

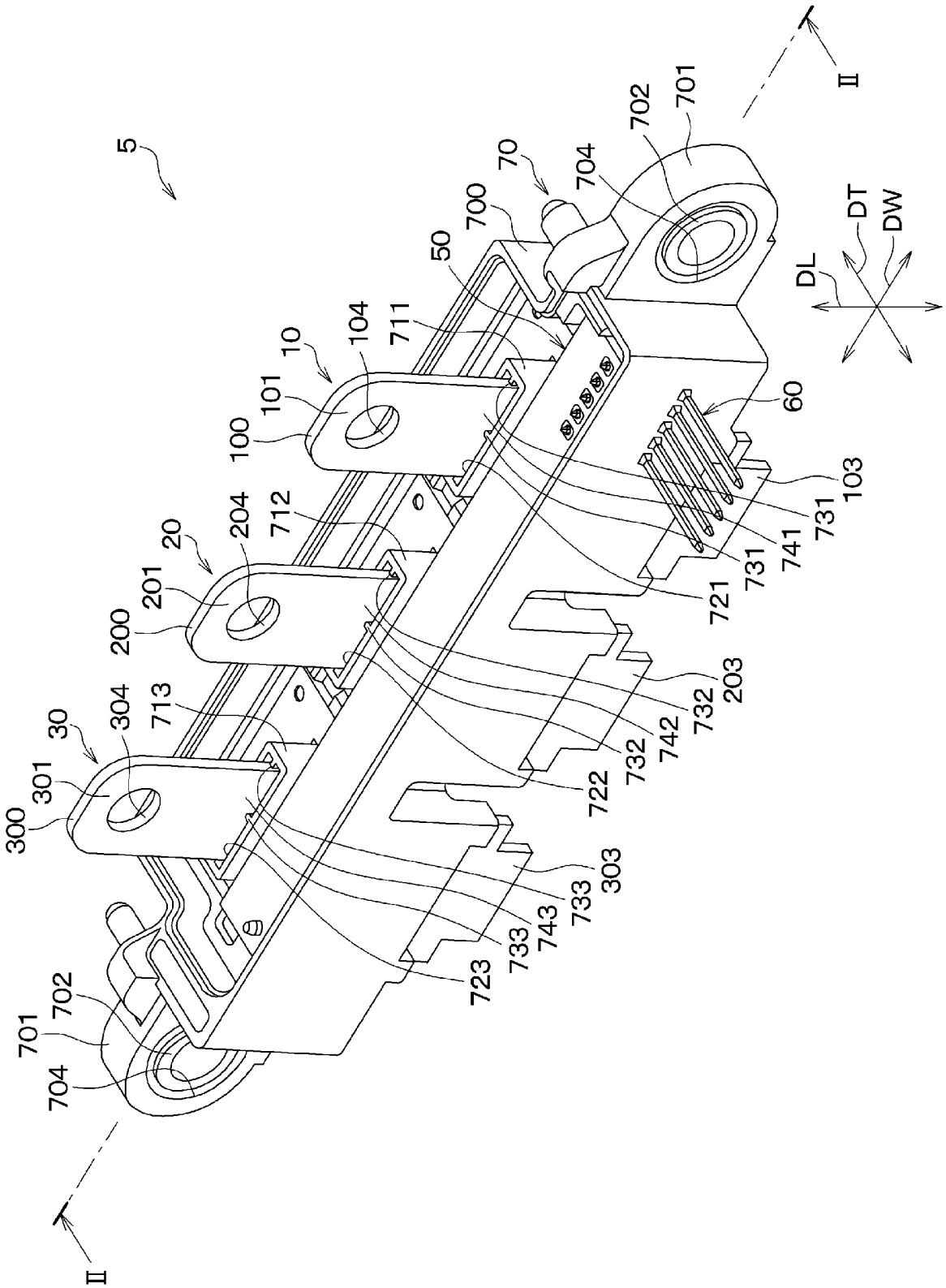
前記ケースは、前記コア穴に挿入されているとともに前記バスバが挿入されている開口部（７１１、７１２、７１３）を有し、

前記バスバは、前記開口部と対向する面から前記開口部に向かって突出していることにより、前記開口部と接触している突出部（１０５

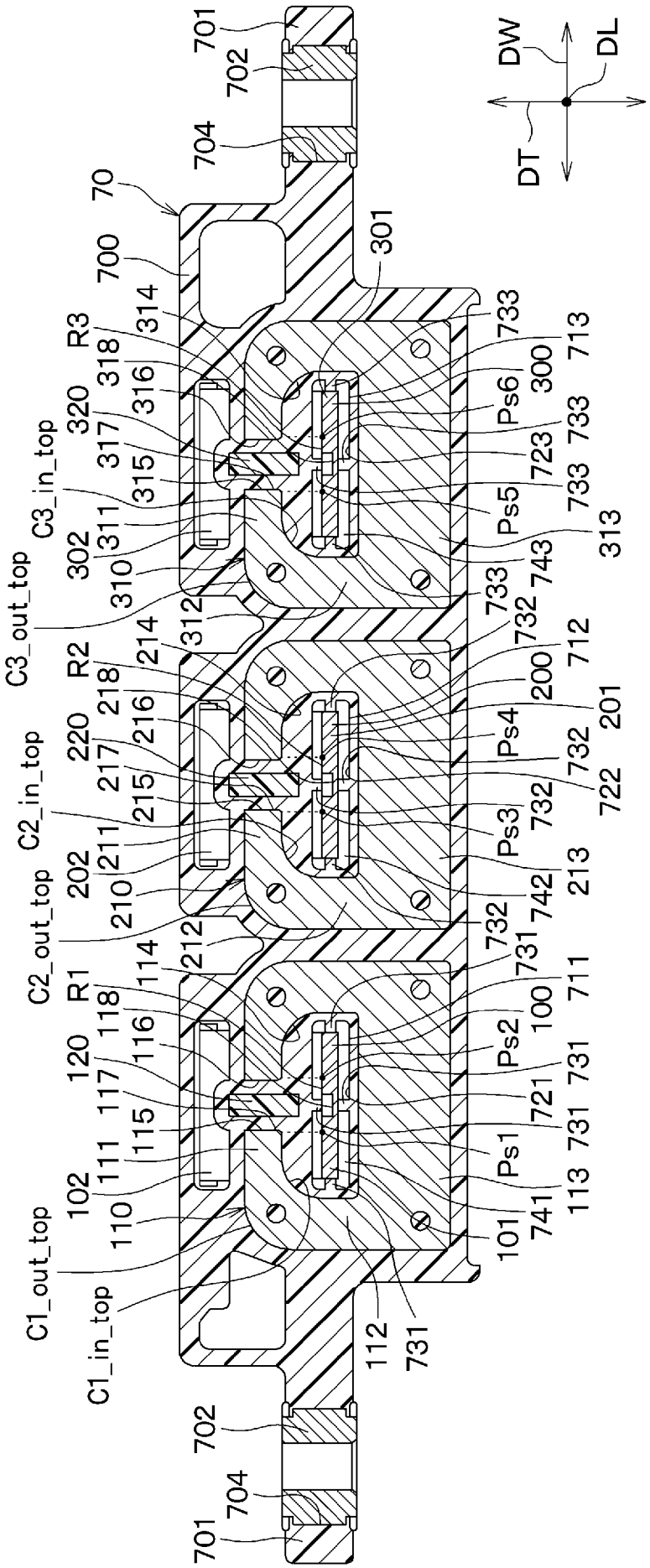
、２０５、３０５）を有し、

前記開口部および前記バスバの間には、空間（７４１、７４２、７４３）が形成されている電流センサ。

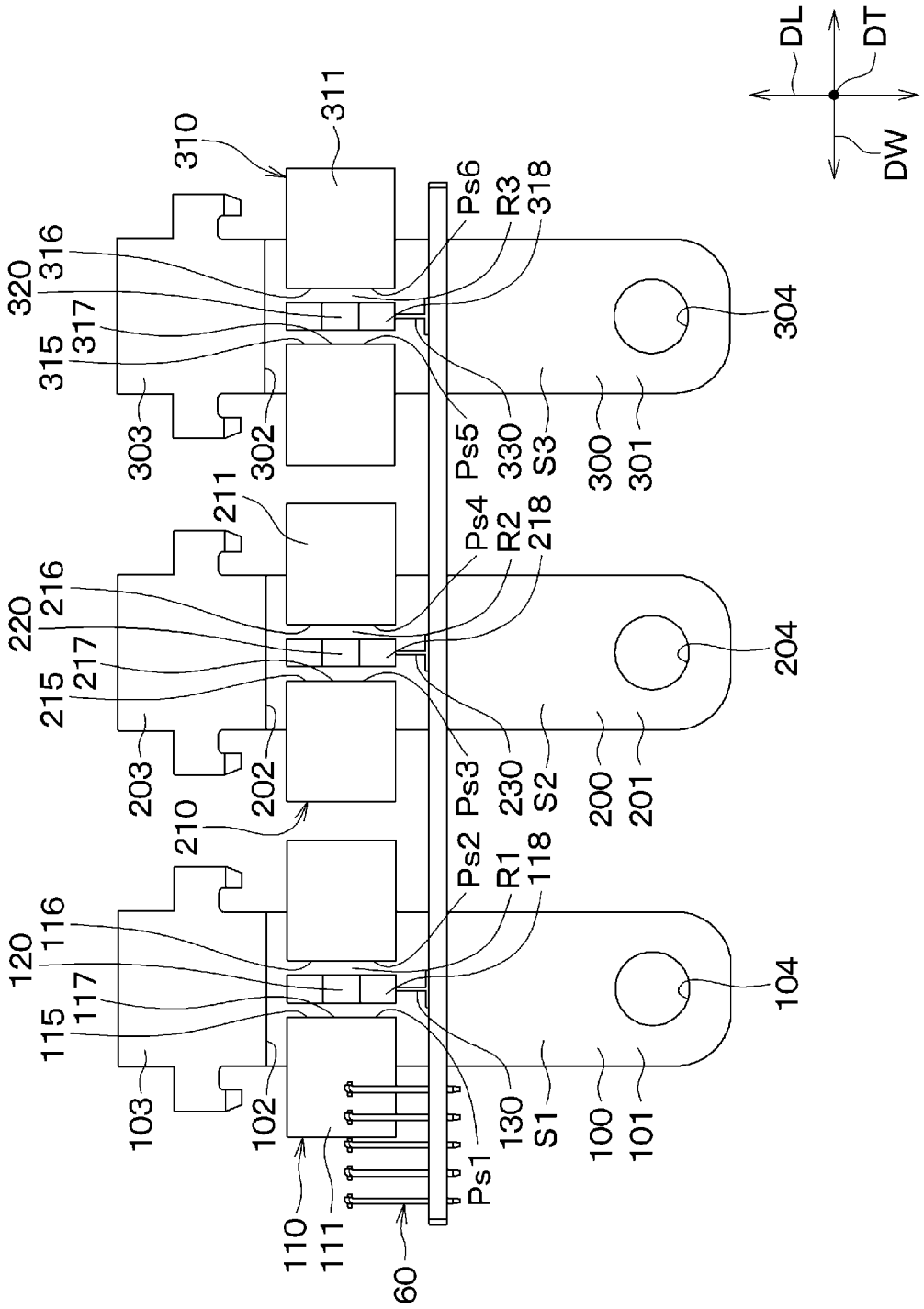
[図1]


5
II
702
701
70
704
700
50
711
104
10
101
100
712
204
20
201
200
713
304
30
301
300
701
702
704
II
DT
DW
DL
60
103
731
741
731
721
203
732
742
732
722
303
733
743
733
723

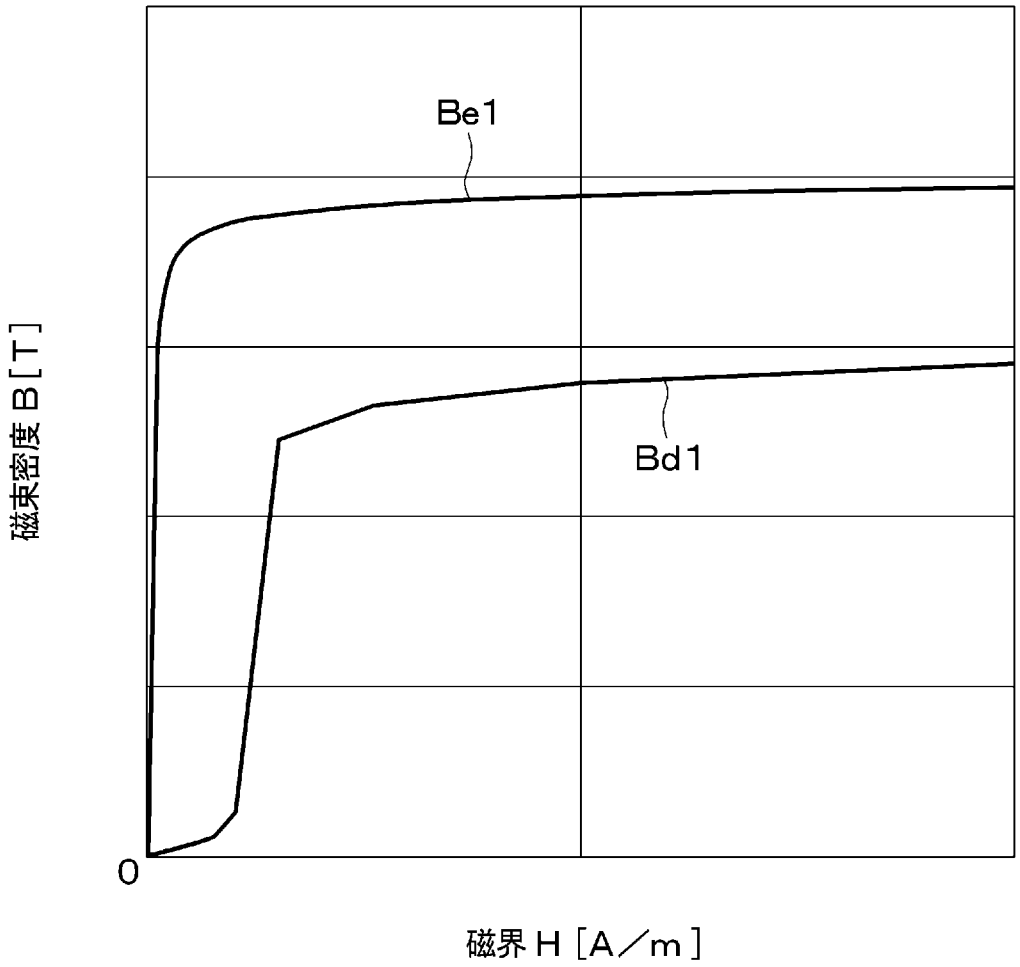
[図2]


DW
DL
DT
70
700
701
702
704
301
R3
R2
R1
C3_in_top
C3_out_top
C2_in_top
C2_out_top
C1_in_top
C1_out_top
Ps1
Ps2
Ps3
Ps4
Ps5
Ps6
100
101
102
110
111
112
113
114
115
116
117
118
120
200
201
202
210
211
212
213
214
215
216
217
218
220
300
301
302
310
311
312
313
314
315
316
317
318
320
711
712
713
721
722
723
731
732
733
741
742
743

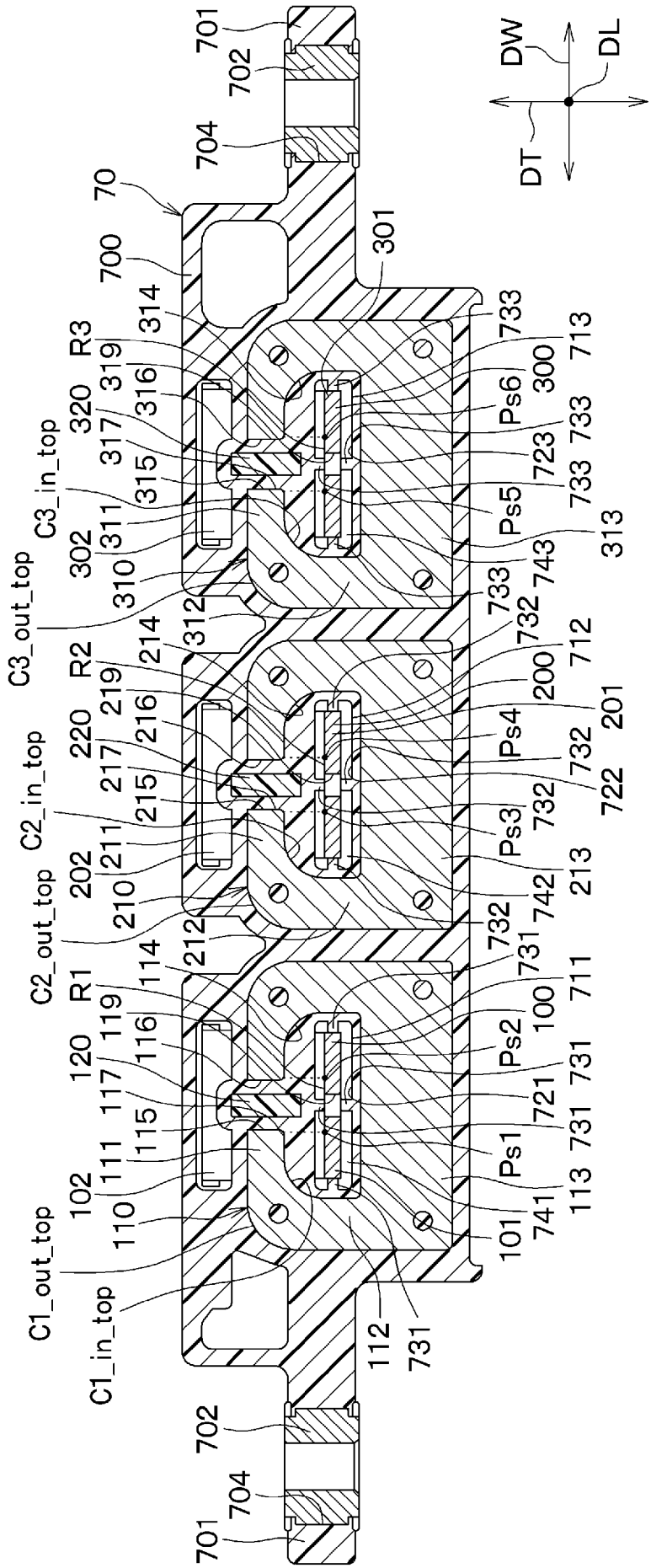
[図3]


DL
DT
DW
310
311
316
320
317
315
303
302
Ps6
R3
318
304
Ps5
330
S3
300
301
211
Ps4
R2
218
216
220
217
215
203
202
204
Ps3
230
S2
200
201
210
Ps2
R1
118
116
120
117
115
103
102
104
130
S1
100
101
Ps1
110
111
60

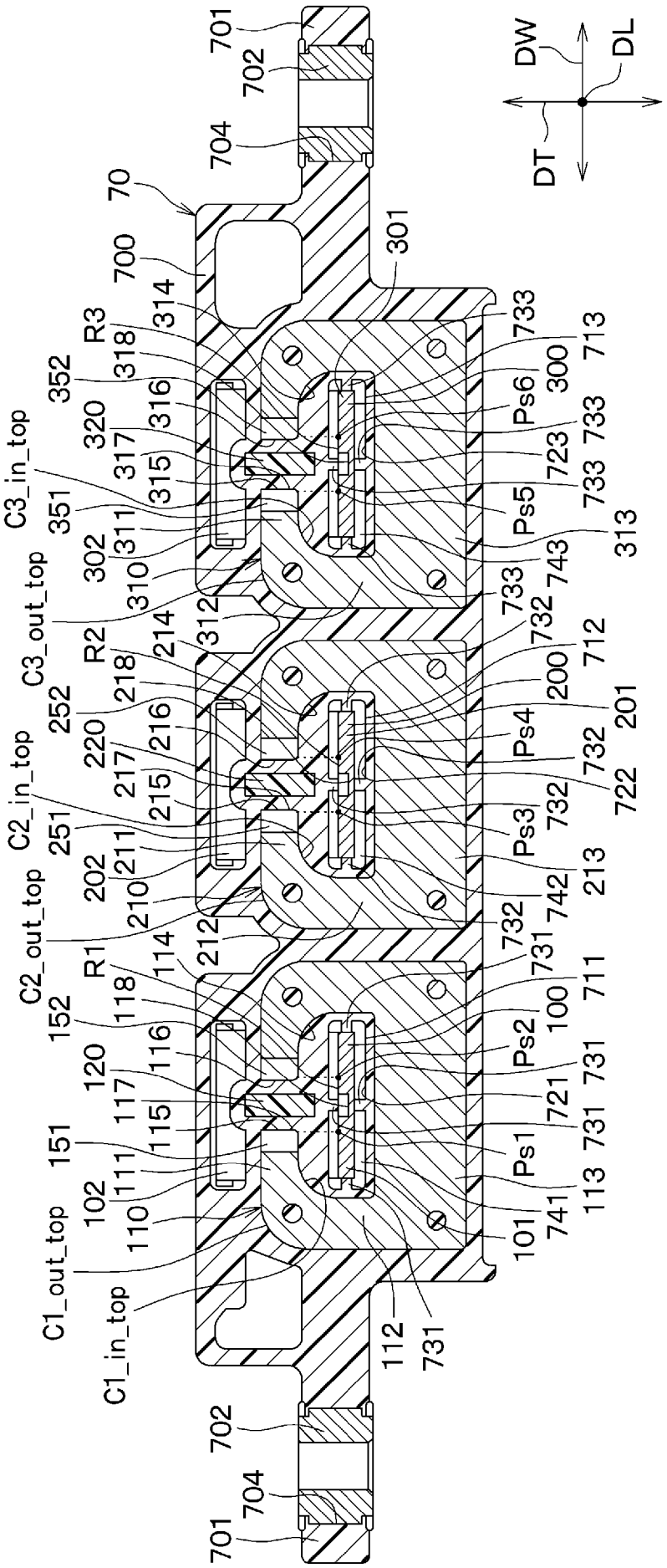
[図4]



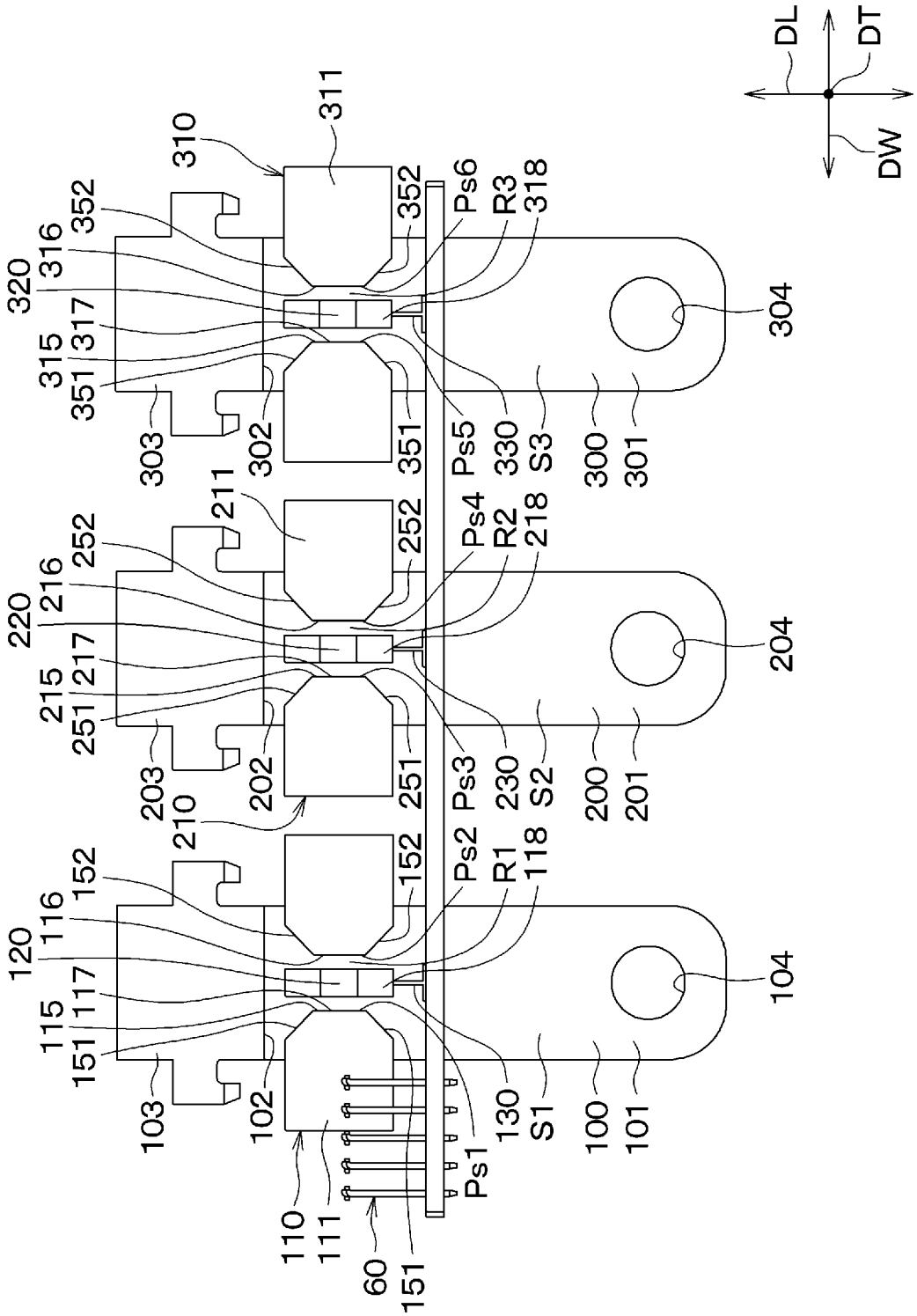
[図5]


DW
DL
DT
701
702
704
70
700
301
314
R3
319
316
320
317
315
C3_in_top
311
302
310
C3_out_top
312
214
R2
219
216
220
217
215
C2_in_top
211
202
210
C2_out_top
212
114
R1
119
116
120
117
115
111
102
110
C1_out_top
C1_in_top
112
731
101
741
113
731
Ps1
721
731
731
Ps2
100
711
731
732
731
742
213
Ps3
732
722
732
Ps4
200
712
201
732
733
743
313
733
Ps5
723
733
733
Ps6
300
713
733

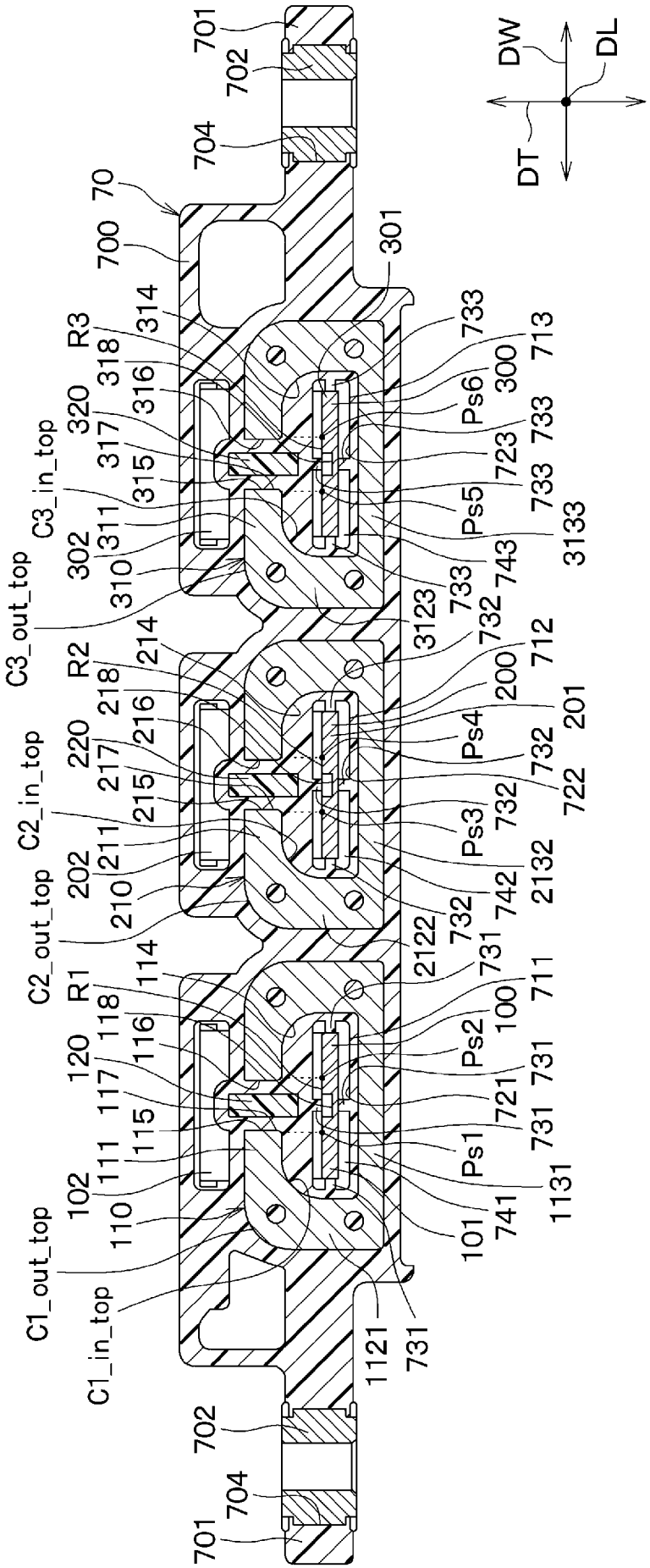
[図6]


DW
DL
DT
70
700
701
702
704
301
314
R3
318
316
320
317
315
352
351
311
302
310
312
C3_in_top
C3_out_top
214
R2
218
216
220
217
215
252
251
211
202
210
212
C2_in_top
C2_out_top
114
R1
118
116
120
117
115
152
151
111
102
110
C1_out_top
C1_in_top
112
731
101
741
113
731
731
721
731
100
711
731
731
722
732
732
213
742
732
731
200
712
732
201
733
743
733
723
733
733
300
713
733
313
Ps1
Ps2
Ps3
Ps4
Ps5
Ps6

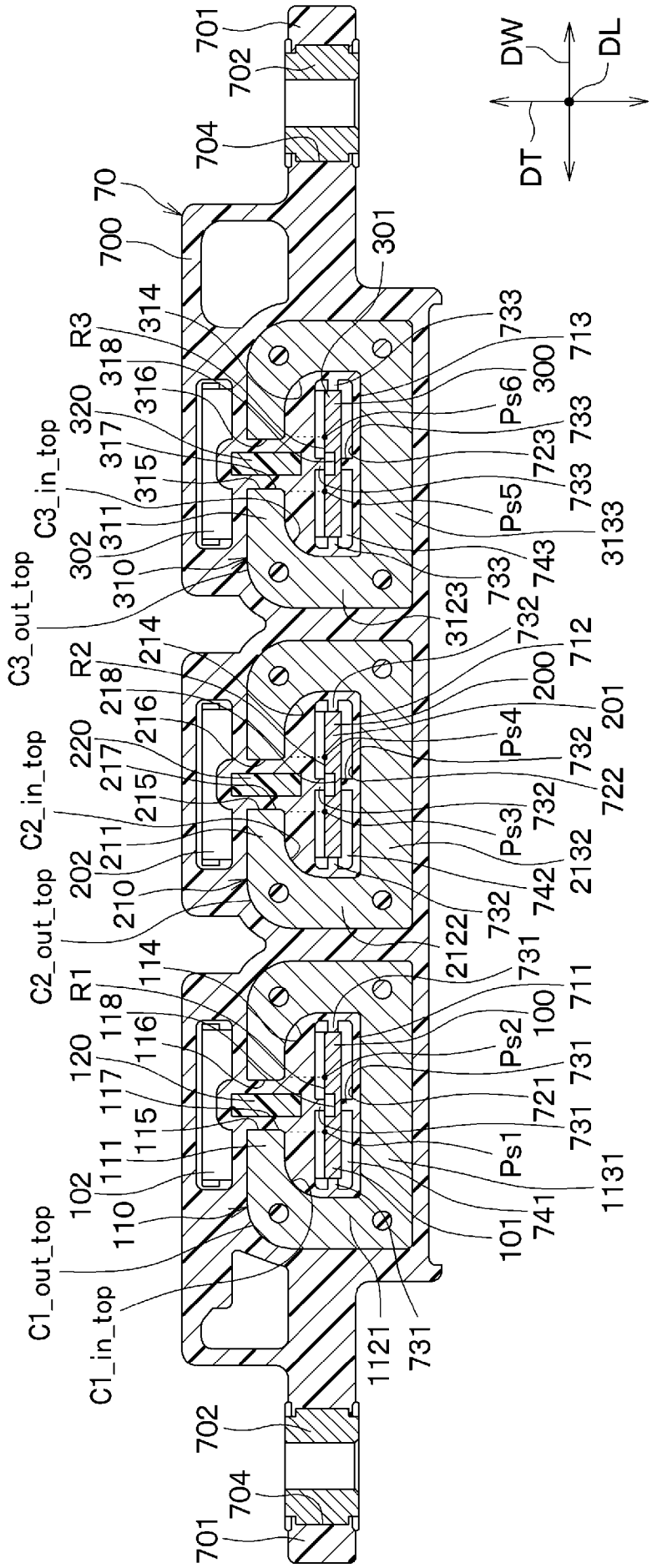
[図7]


DL
DT
DW
311
310
352
316
320
317
315
351
303
302
Ps6
R3
318
304
Ps5
330
S3
300
301
211
252
216
220
217
215
251
203
202
Ps4
R2
218
204
Ps3
230
S2
200
201
210
152
116
120
117
115
151
103
102
Ps2
R1
118
104
130
S1
100
101
Ps1
110
111
60
151

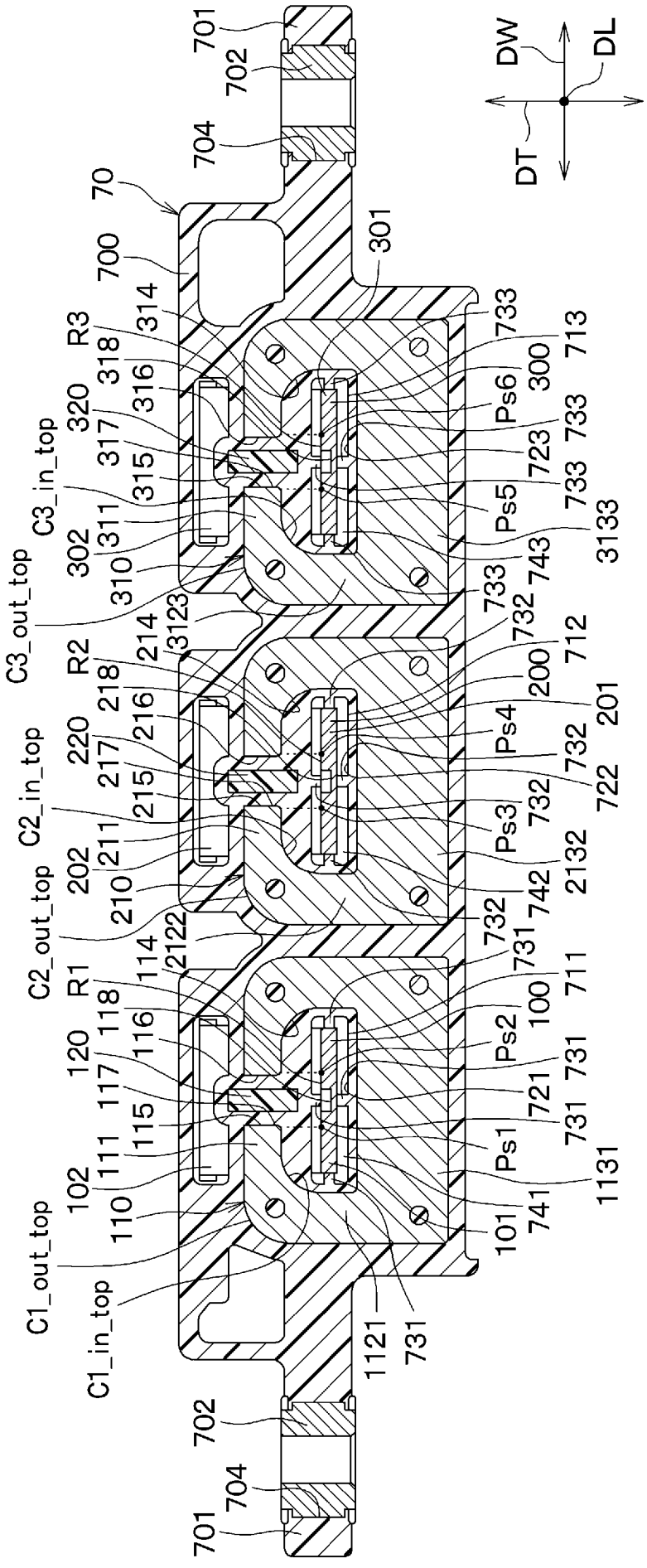
[図8]


DW
DL
DT
701
702
704
70
700
301
314
R3
318
316
320
317
315
C3_in_top
311
302
310
C3_out_top
214
R2
218
216
220
217
215
C2_in_top
211
202
210
C2_out_top
114
R1
118
116
120
117
115
111
102
110
C1_out_top
C1_in_top
1121
731
733
713
300
Ps6
723
733
733
Ps5
743
3133
3123
732
712
200
201
Ps4
732
722
732
Ps3
742
2132
2122
732
731
711
100
Ps2
721
731
731
Ps1
741
1131
101

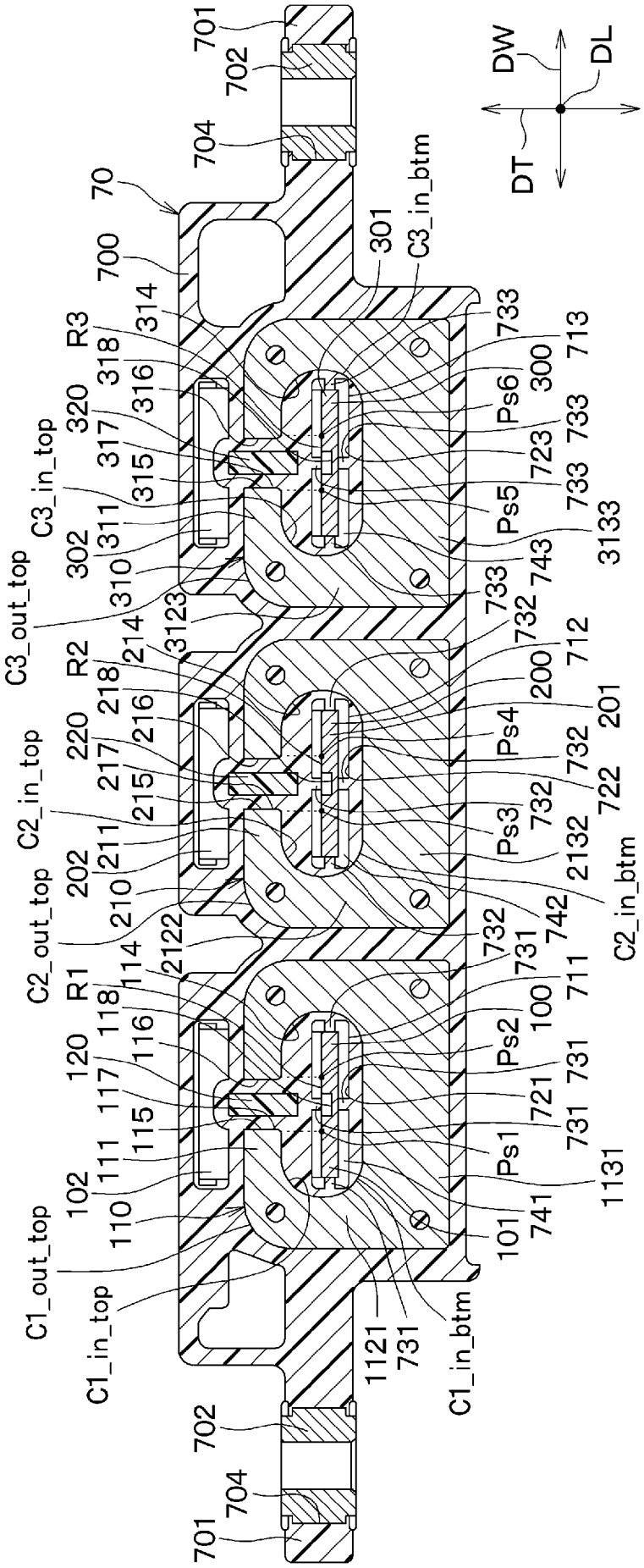
[図9]


DW
DL
DT
C1_out_top
C1_in_top
C2_out_top
C2_in_top
C3_out_top
C3_in_top
R1
R2
R3
Ps1
Ps2
Ps3
Ps4
Ps5
Ps6
70
700
701
702
704
100
101
102
110
111
114
115
116
117
118
120
200
201
202
210
211
214
215
216
217
218
220
300
301
302
310
311
314
315
316
317
318
320
711
712
713
721
722
723
731
732
733
741
742
743
1121
1131
2122
2132
3123
3133

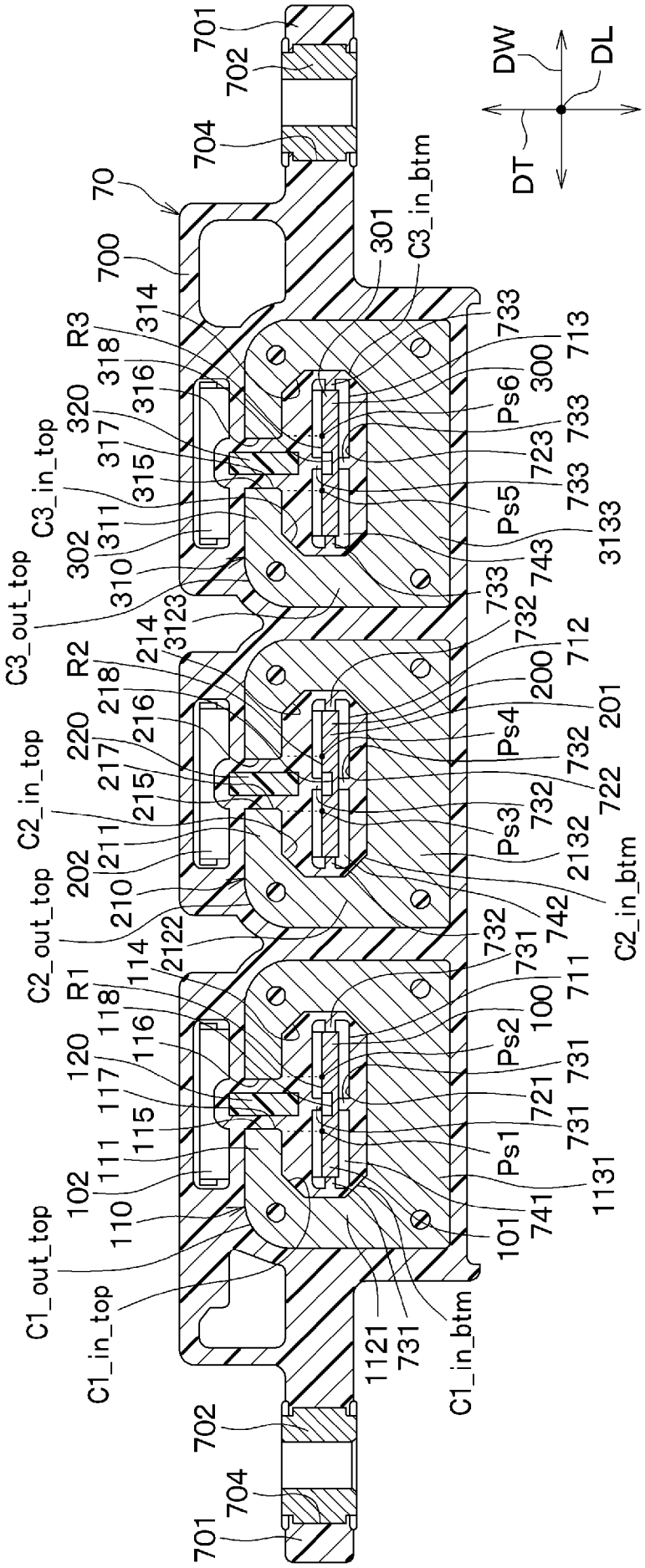
[図10]


DW
DL
DT
70
700
701
702
704
301
R3
R2
R1
C3_in_top
C3_out_top
C2_in_top
C2_out_top
C1_in_top
C1_out_top
Ps1
Ps2
Ps3
Ps4
Ps5
Ps6
100
101
102
110
111
114
115
116
117
118
120
200
201
202
210
211
214
215
216
217
218
220
300
302
310
311
314
315
316
317
318
320
700
701
702
704
711
712
713
721
722
723
731
732
733
741
742
743
1121
1131
2122
2132
3123
3133

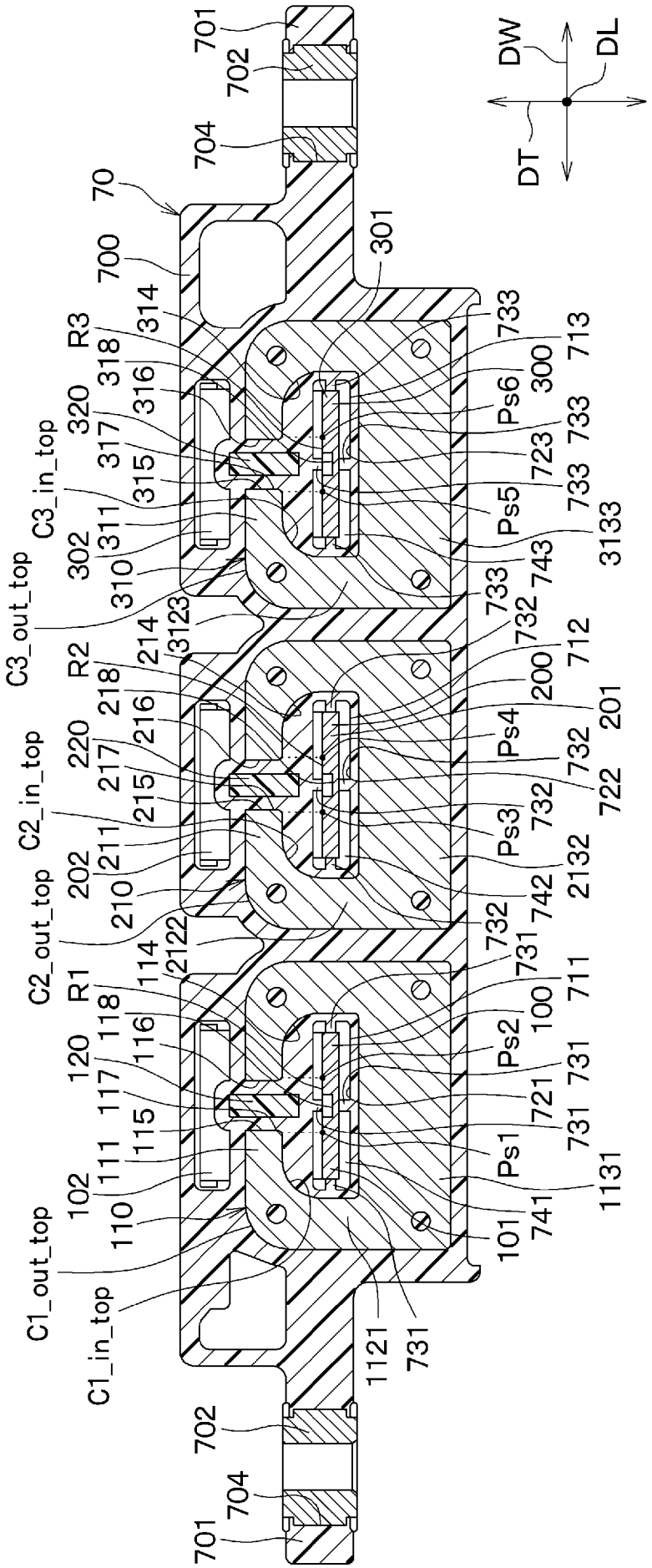
[図11]


DW
DL
DT
70
700
701
702
704
301
C3_in_btm
314
R3
318
316
320
317
315
311
C3_in_top
302
310
C3_out_top
3123
214
R2
218
216
220
217
215
211
C2_in_top
202
210
C2_out_top
2122
114
R1
118
116
120
117
115
111
102
110
C1_out_top
C1_in_top
1121
731
C1_in_btm
101
741
1131
731
731
721
731
731
100
711
731
732
742
2132
C2_in_btm
722
732
732
Ps3
Ps4
200
712
201
732
733
743
3133
733
733
723
733
Ps5
Ps6
300
713
733

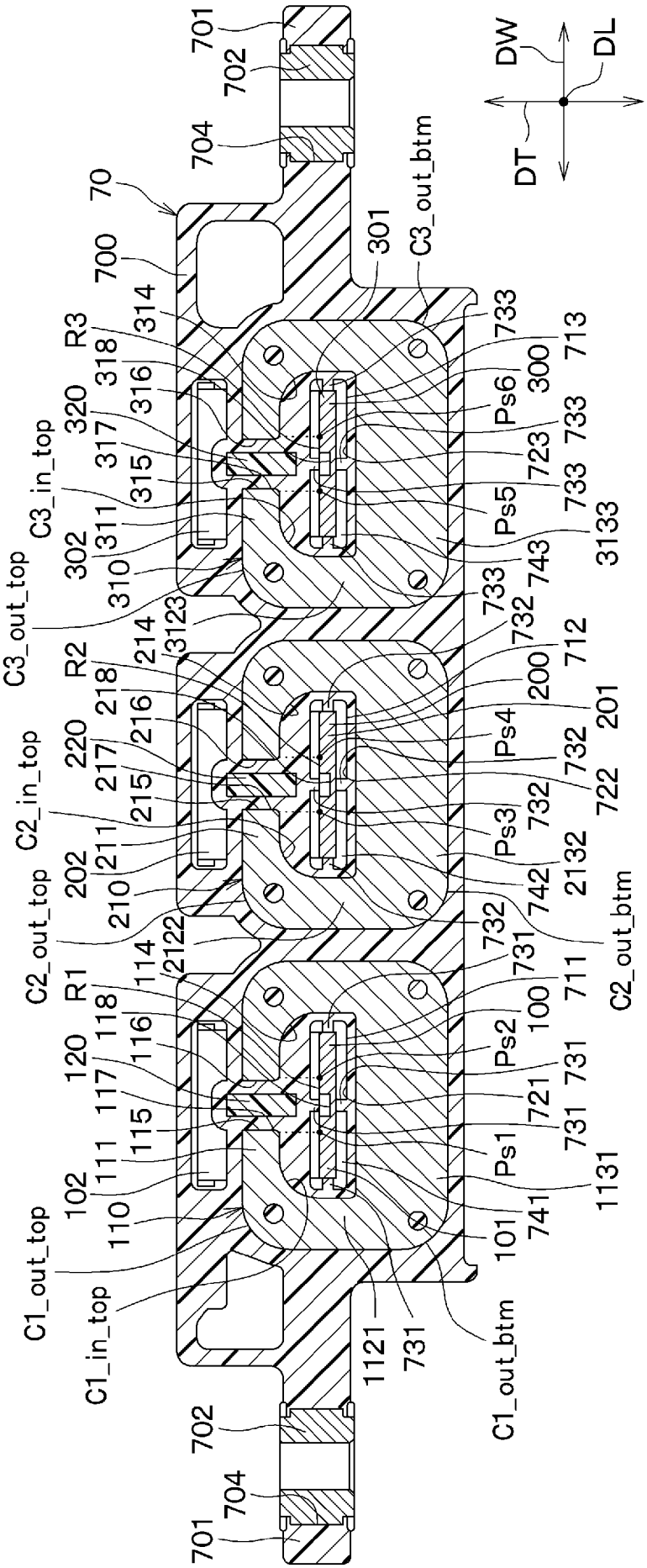
[図12]


DW
DL
DT
70
700
701
702
704
301
C3_in_btm
C3_in_top
C3_out_top
C2_in_top
C2_out_top
C2_in_btm
C1_out_top
C1_in_top
C1_in_btm
R3
R2
R1
Ps6
Ps5
Ps4
Ps3
Ps2
Ps1
300
713
733
723
3133
743
3123
712
200
201
732
722
2132
742
711
100
731
721
1131
741
101
1121
102
110
111
115
117
120
116
118
114
2122
210
202
211
215
217
220
216
218
214
310
302
311
315
317
320
316
318
314

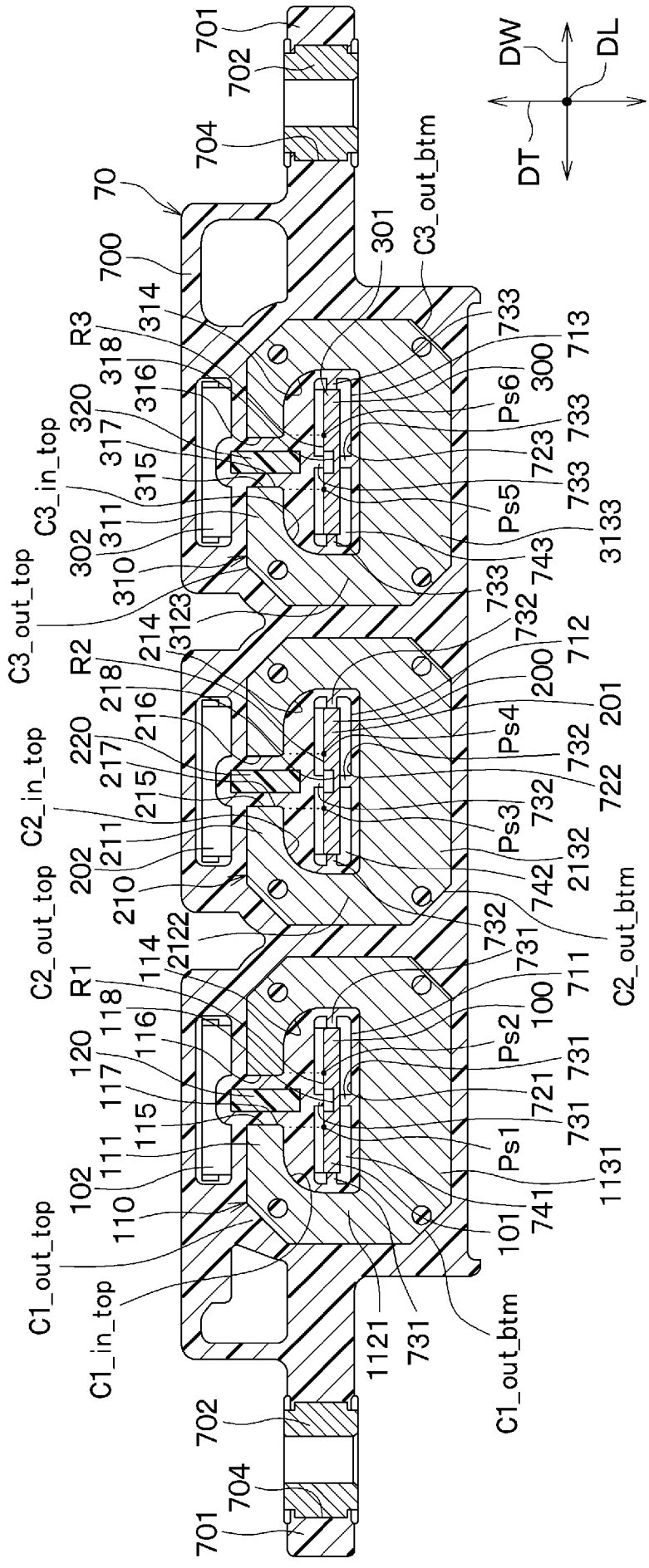
[図13]


DW
DL
DT
701
702
704
70
700
301
R3
R2
R1
C3_in_top
C3_out_top
C2_in_top
C2_out_top
C1_out_top
C1_in_top
Ps1
Ps2
Ps3
Ps4
Ps5
Ps6
1131
2132
3133
1121
731
732
733

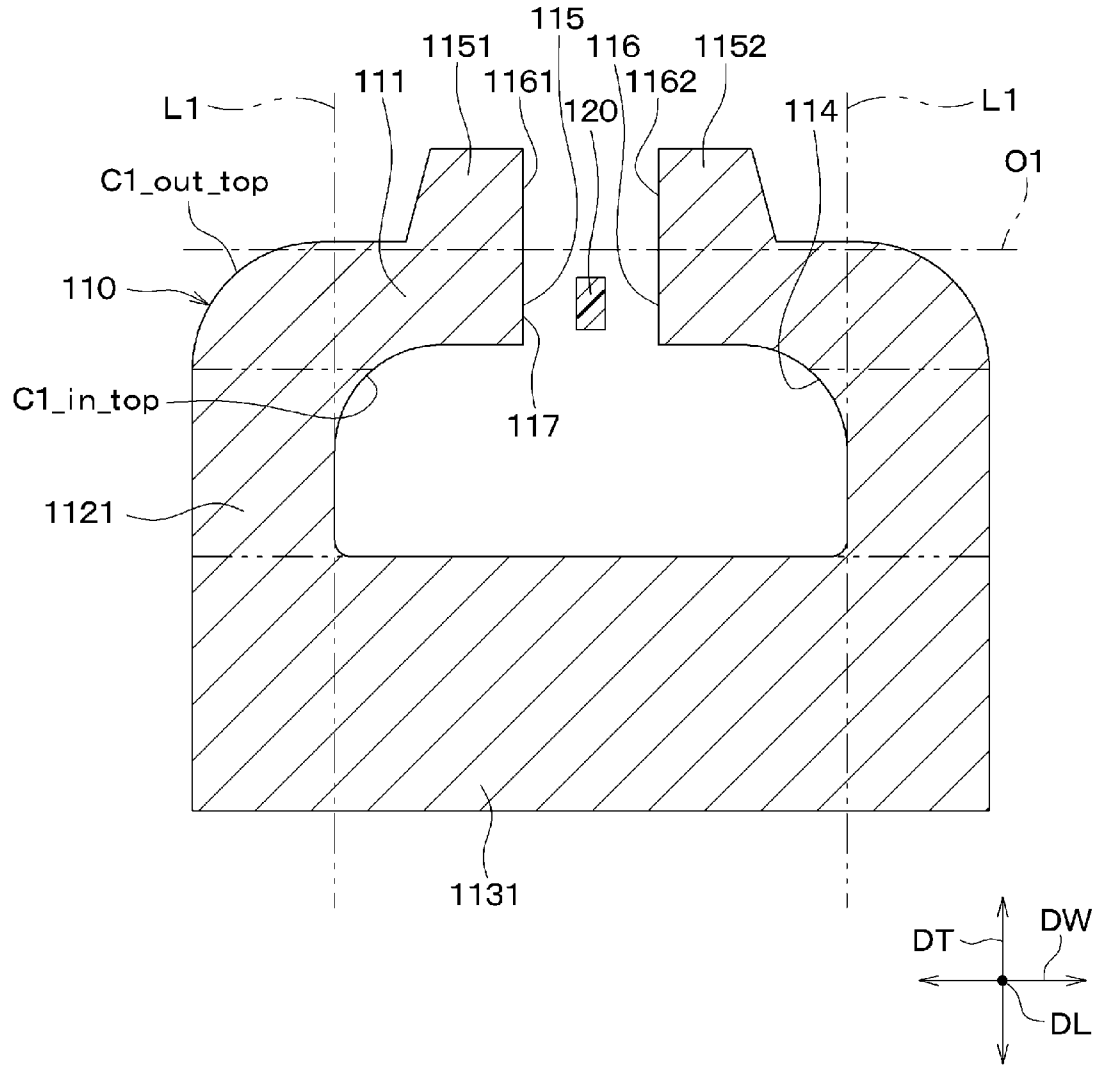
[図14]


DW
DL
DT
70
700
701
702
704
301
C3_out_btm
C3_in_top
C3_out_top
C2_in_top
C2_out_top
C2_out_btm
C1_out_top
C1_in_top
C1_out_btm
R3
R2
R1
Ps6
Ps5
Ps4
Ps3
Ps2
Ps1
300
200
100
3133
2132
2122
1131
1121
3123
2131
2121
1111
1101
302
202
102
201
101
314
318
316
320
317
315
311
310
214
218
216
220
217
215
211
210
114
118
116
120
117
115
111
110
733
713
723
743
732
712
722
742
731
711
721
741

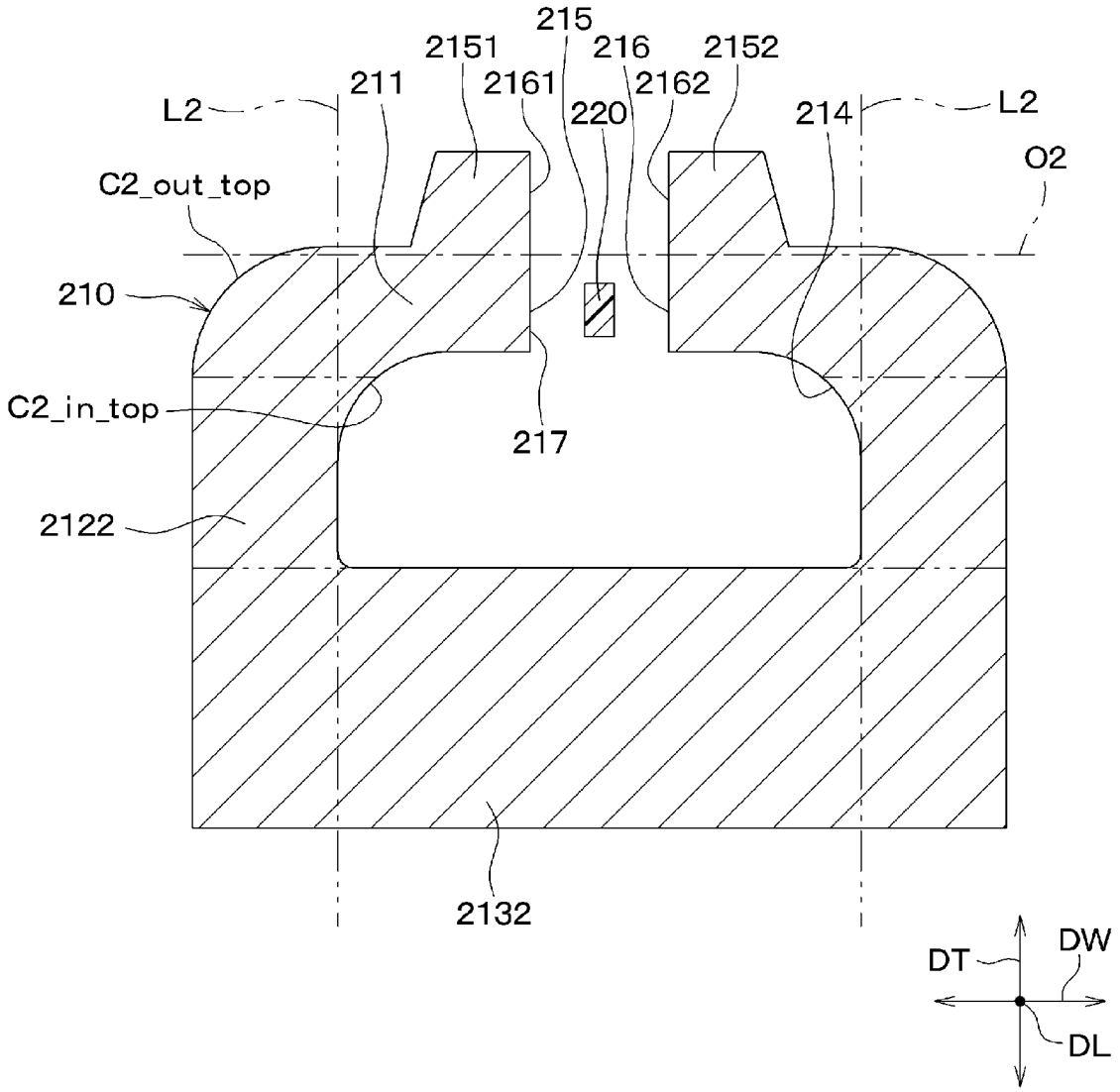
[図15]


DW
DL
DT
70
700
701
702
704
301
C3_out_btm
C3_in_top
C3_out_top
C2_in_top
C2_out_top
C2_out_btm
C1_out_top
C1_in_top
C1_out_btm
R3
R2
R1
Ps6
Ps5
Ps4
Ps3
Ps2
Ps1
300
100
200
201
1131
1121
2122
2132
3123
3133

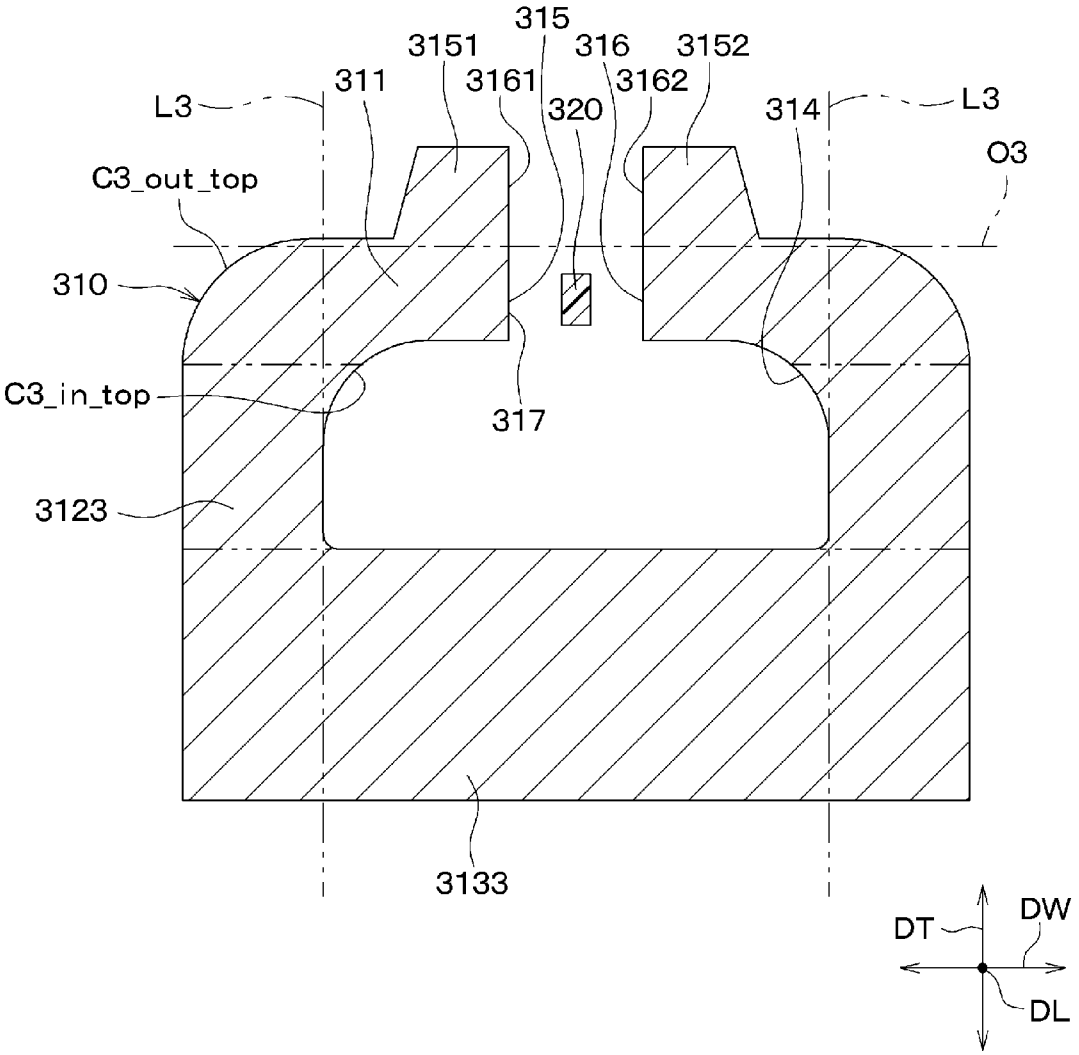
[図16]


115
1151
116
1152
111
1161
1162
L1
120
114
L1
O1
C1_out_top
110
C1_in_top
117
1121
1131
DT
DW
DL

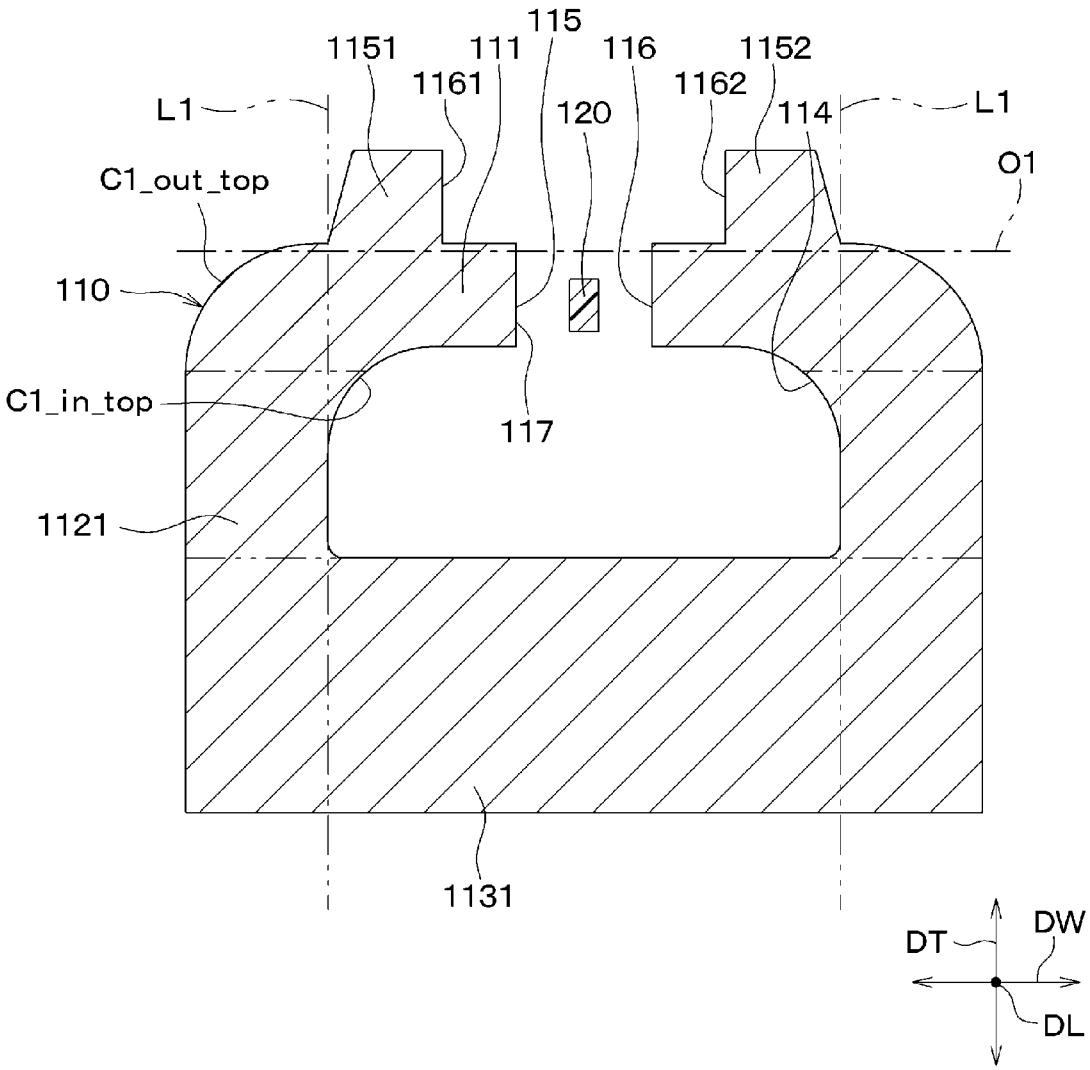
[図17]


215
2151
216
2152
211
2161
2162
220
214
L2
L2
O2
C2_out_top
210
C2_in_top
217
2122
2132
DT
DW
DL

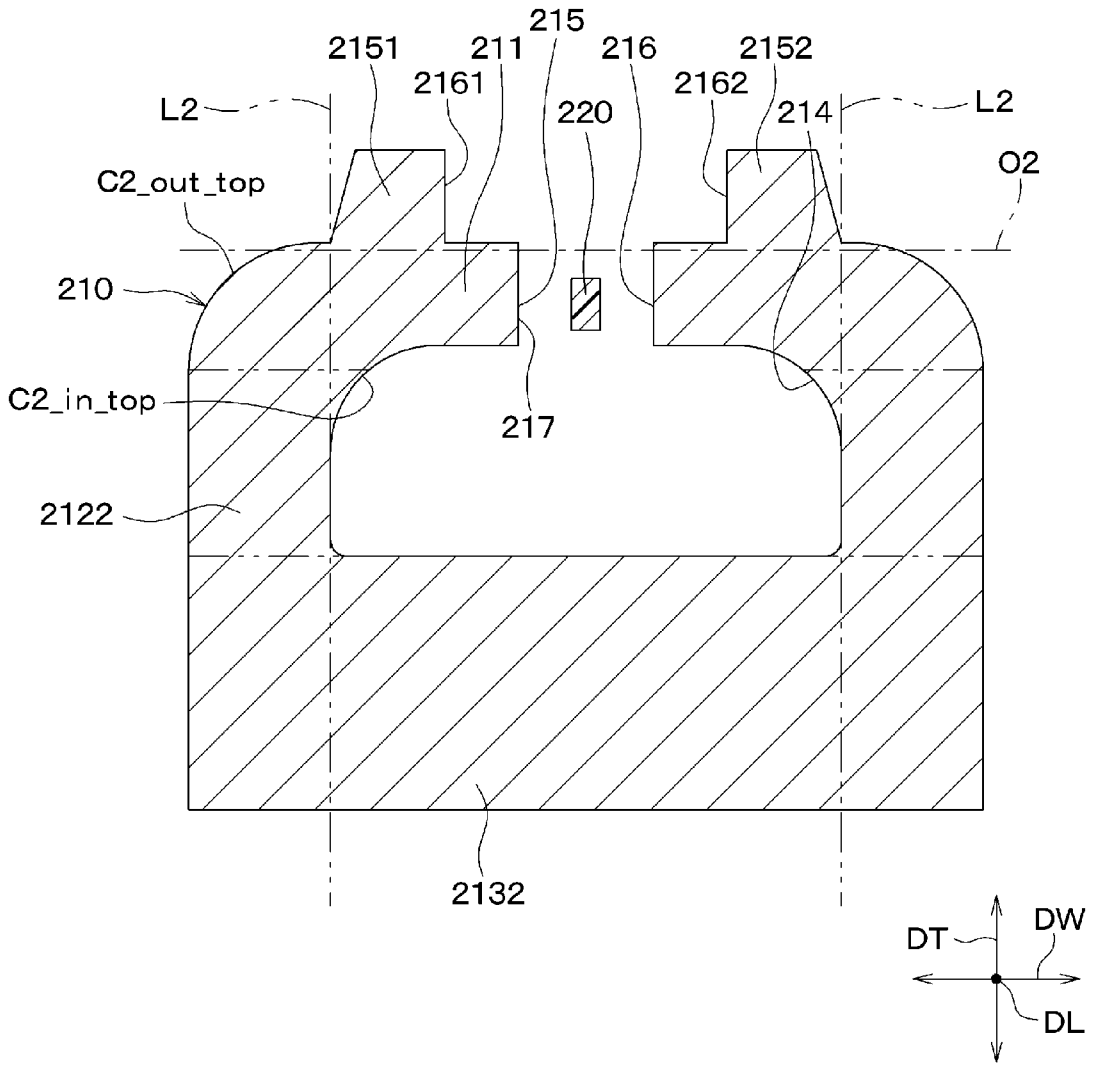
[図18]


315
3151
316
3152
311
3161
3162
L3
320
314
L3
O3
C3_out_top
310
C3_in_top
317
3123
3133
DT
DW
DL

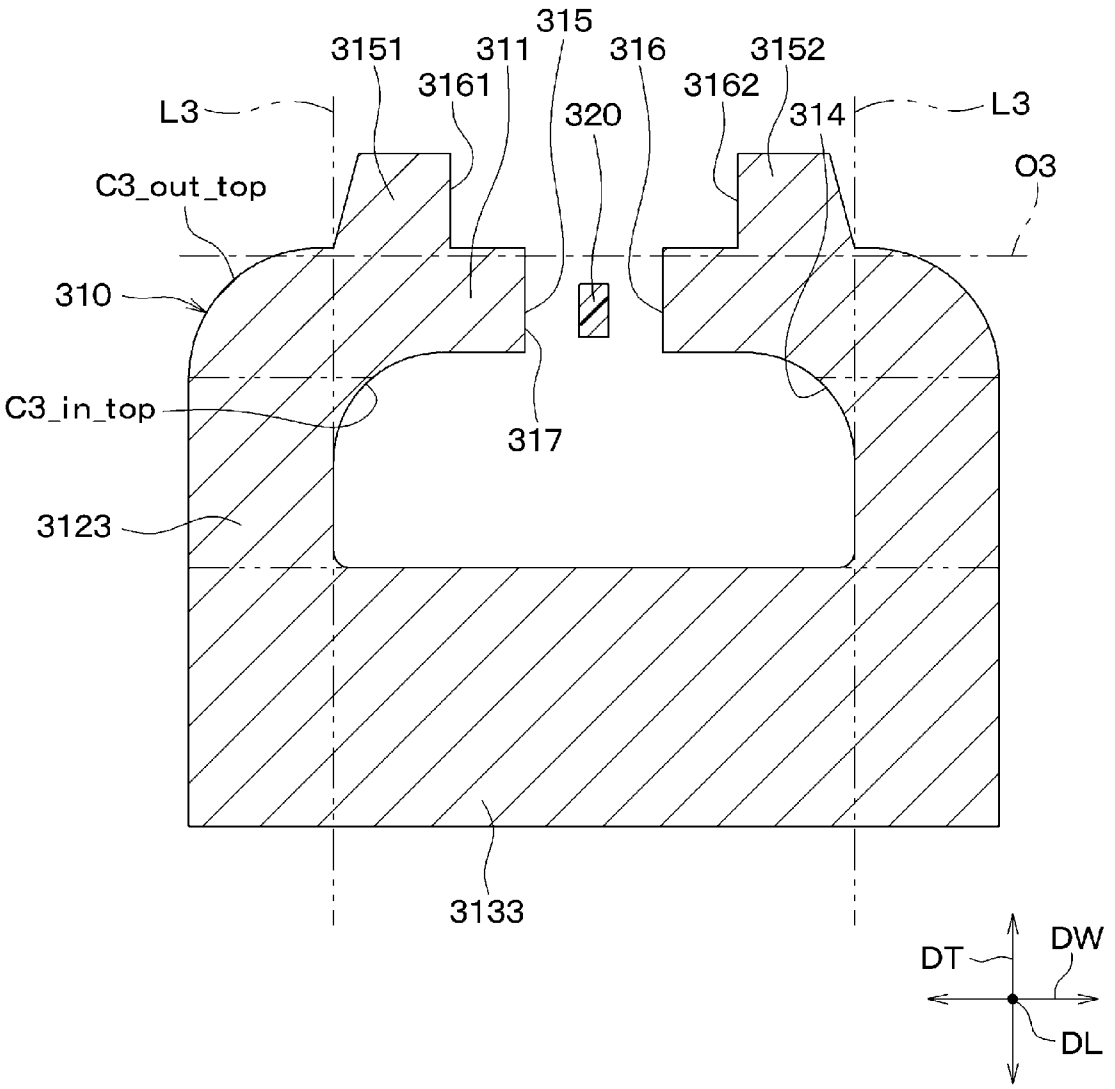
[図19]


115
1151
111
116
1152
1161
1162
L1
120
114
L1
O1
C1_out_top
110
C1_in_top
117
1121
1131
DT
DW
DL

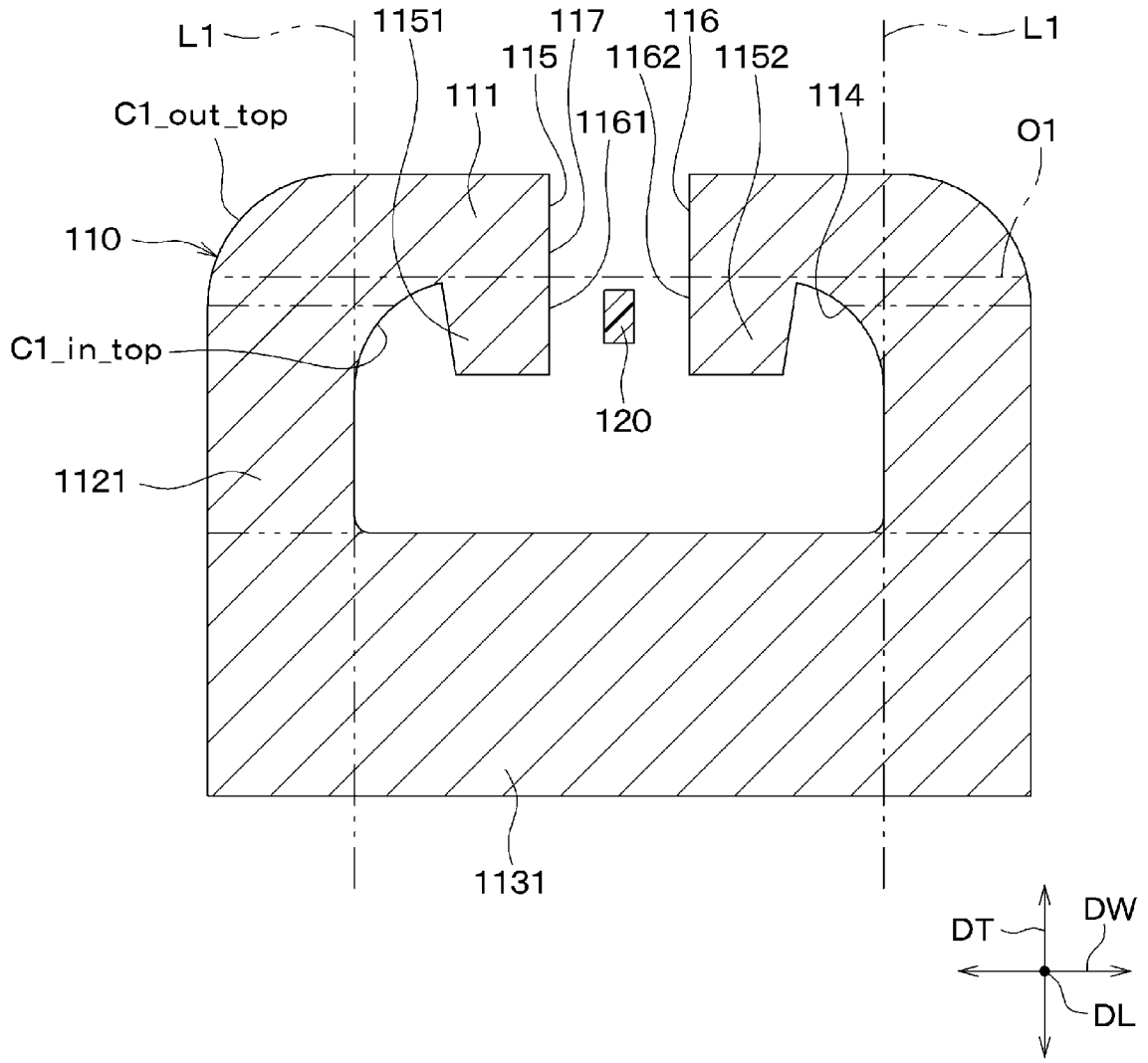
[図20]


215
2151
211
216
2152
2161
2162
L2
220
214
L2
O2
C2_out_top
210
C2_in_top
217
2122
2132
DT
DW
DL

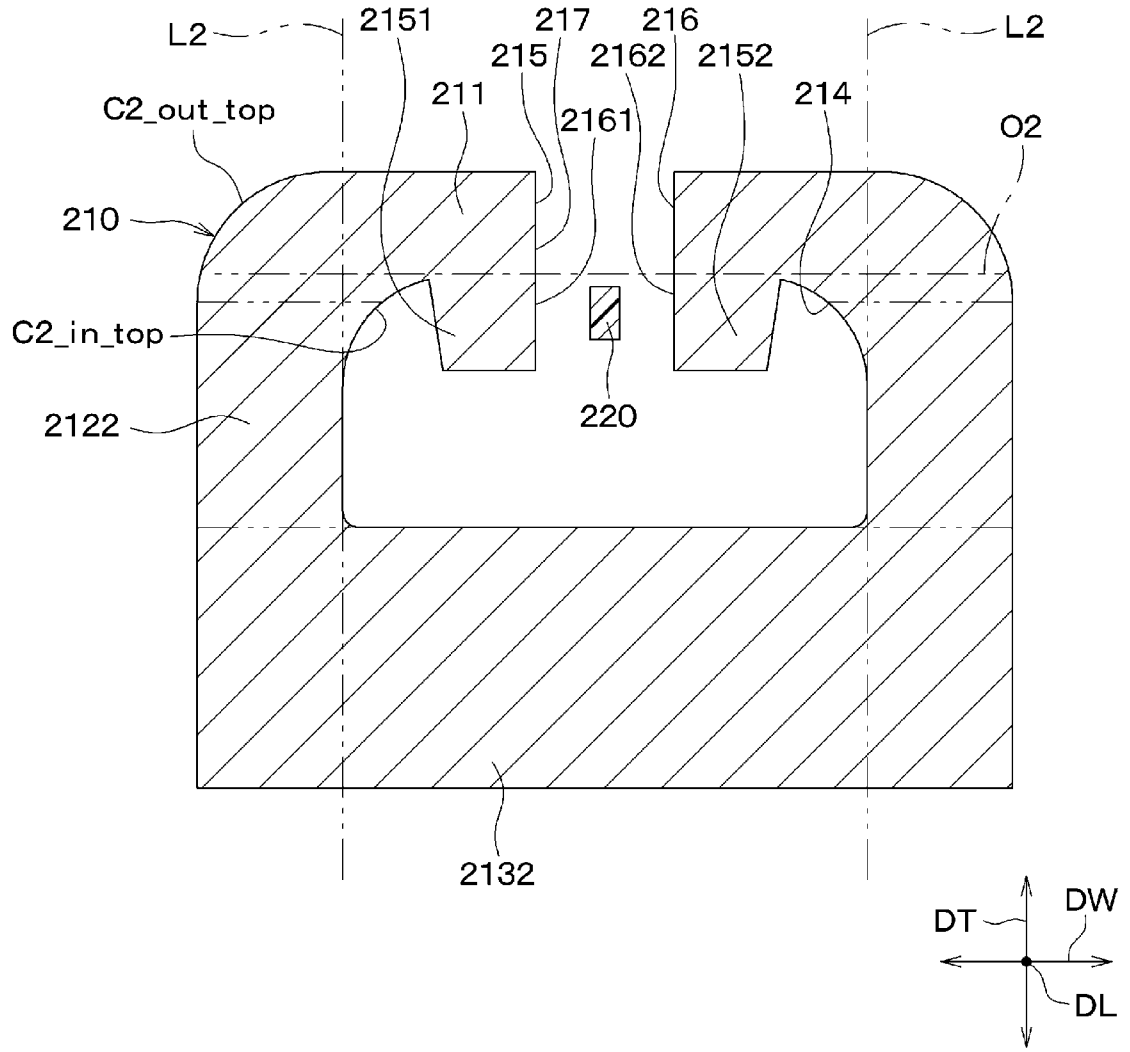
[図21]


315
3151
311
316
3152
3161
3162
L3
320
314
L3
O3
C3_out_top
310
C3_in_top
317
3123
3133
DT
DW
DL

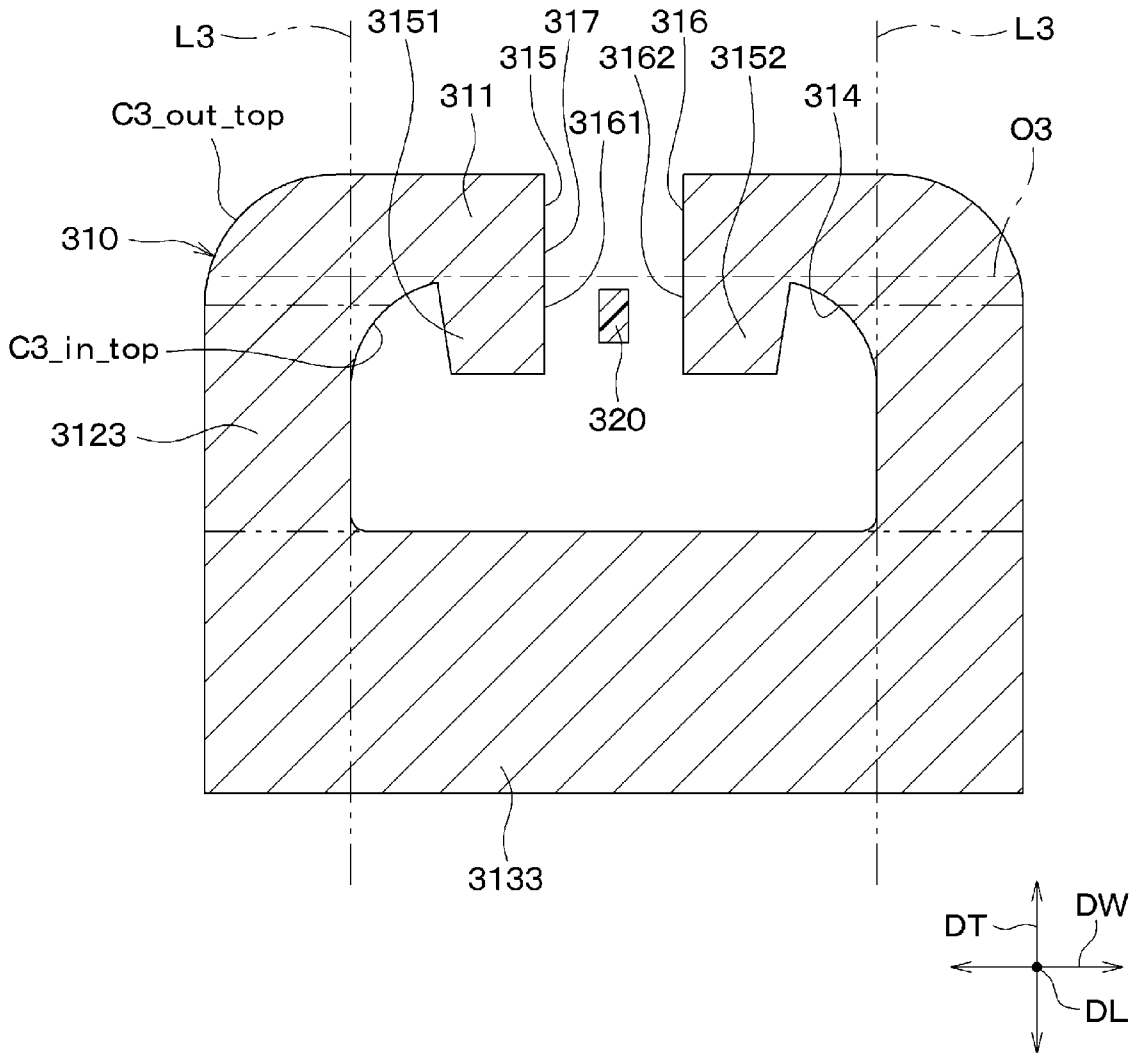
[図22]


L1
1151
117
116
115
1162
1152
L1
111
1161
114
C1_out_top
O1
110
C1_in_top
120
1121
1131
DT
DW
DL

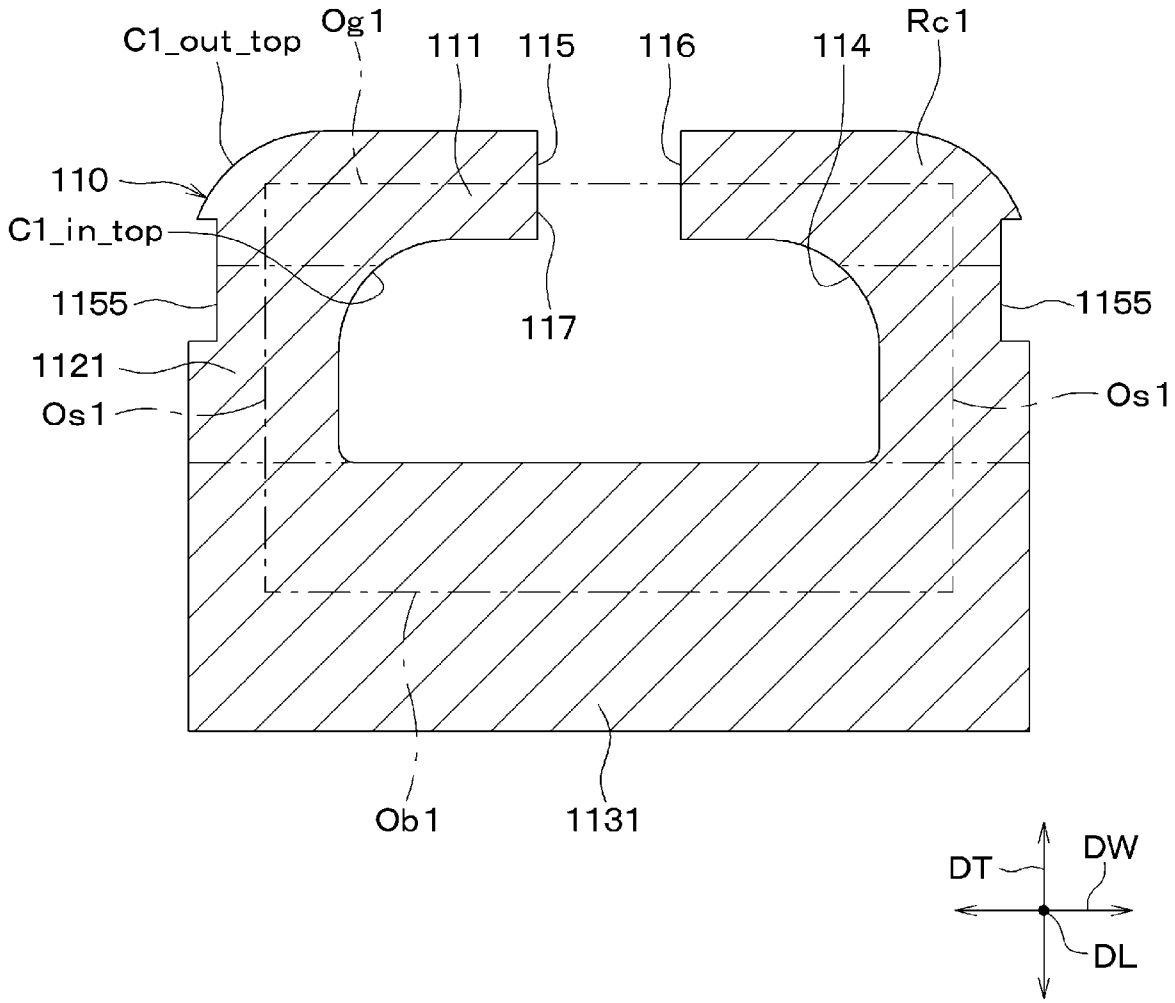
[図23]


L2
2151
217
216
215
2162
2152
L2
211
214
C2_out_top
2161
O2
210
C2_in_top
220
2122
2132
DT
DW
DL

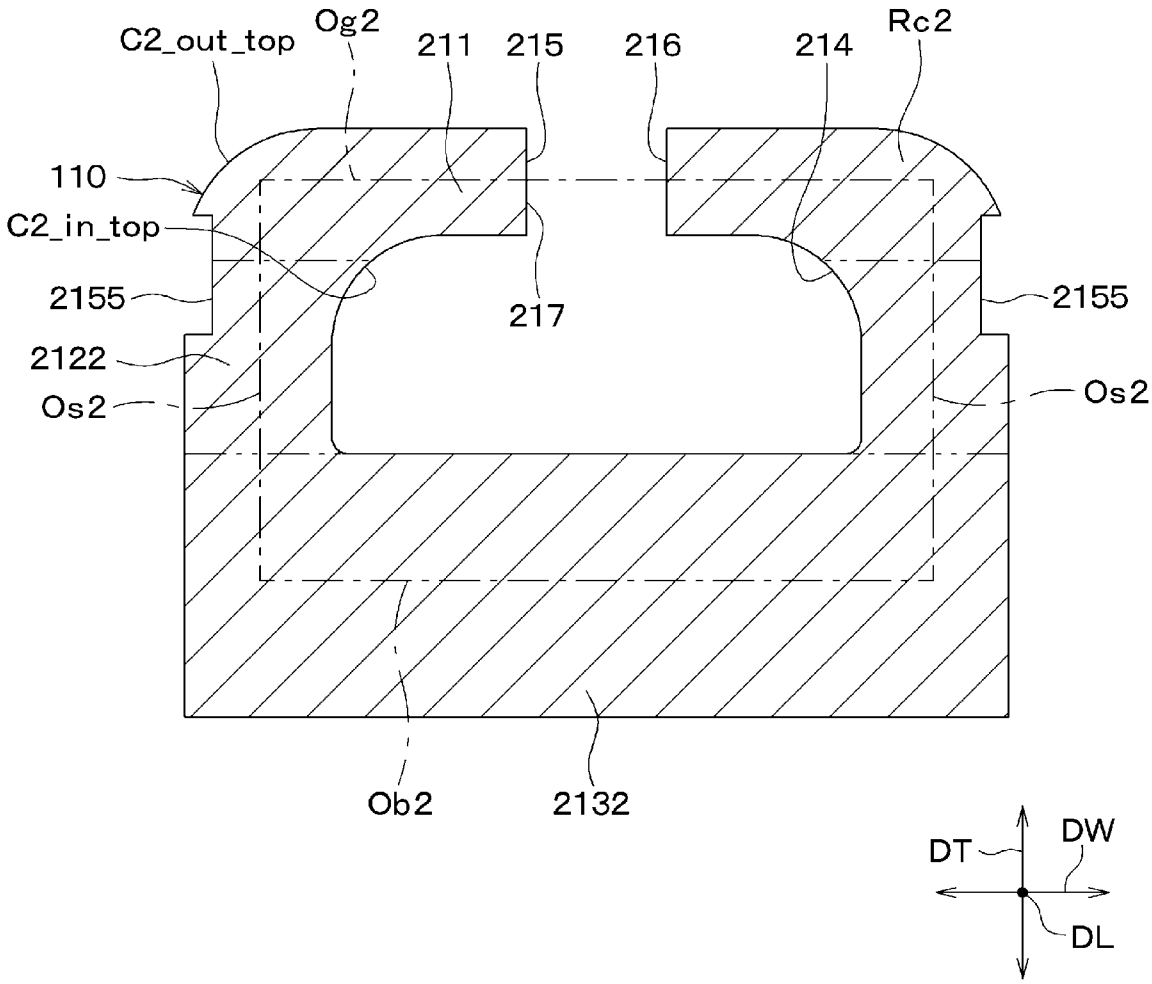
[図24]


L3
3151
317
316
315
3162
3152
L3
311
314
C3_out_top
3161
O3
310
C3_in_top
320
3123
3133
DW
DT
DL

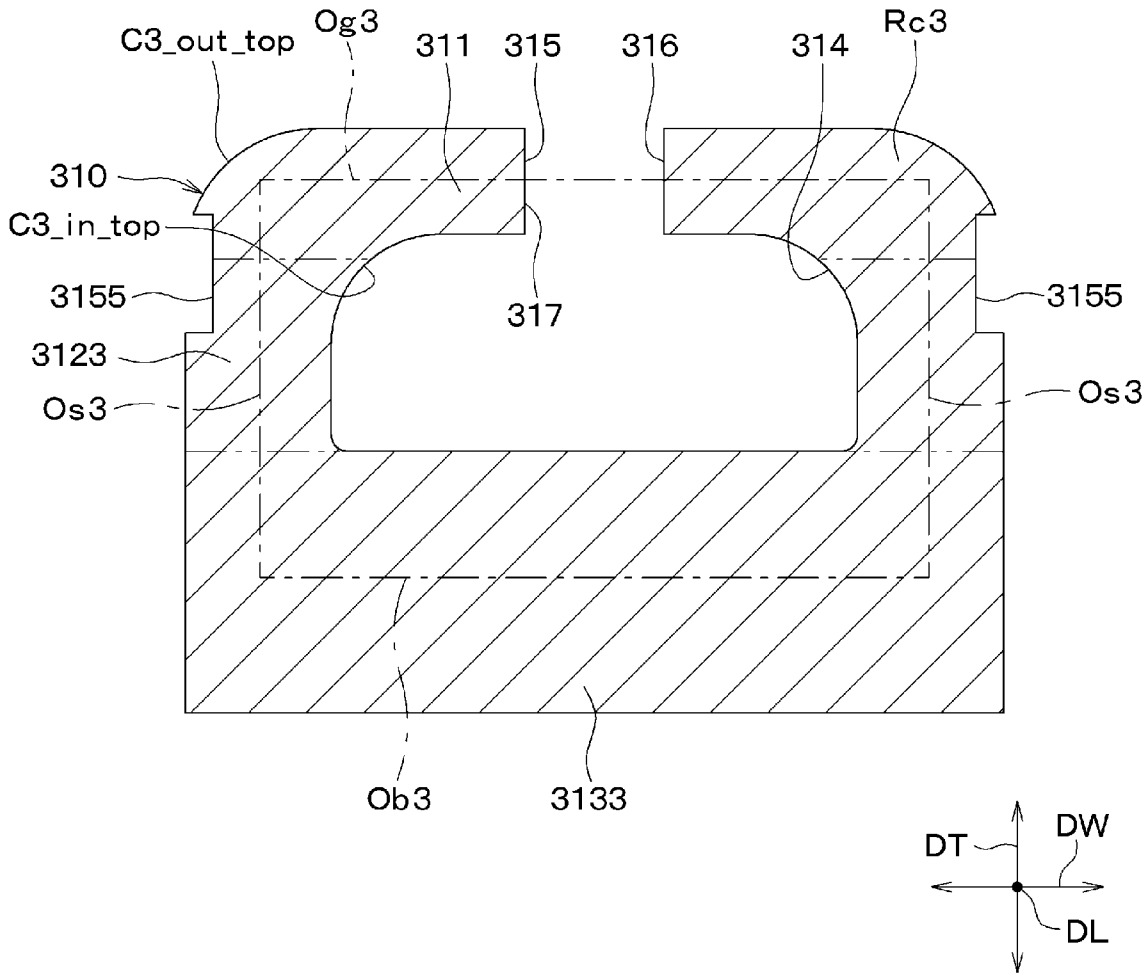
[図25]


C1_out_top
Og1
111
115
116
114
Rc1
110
C1_in_top
1155
117
1155
1121
Os1
Os1
Ob1
1131
DT
DW
DL

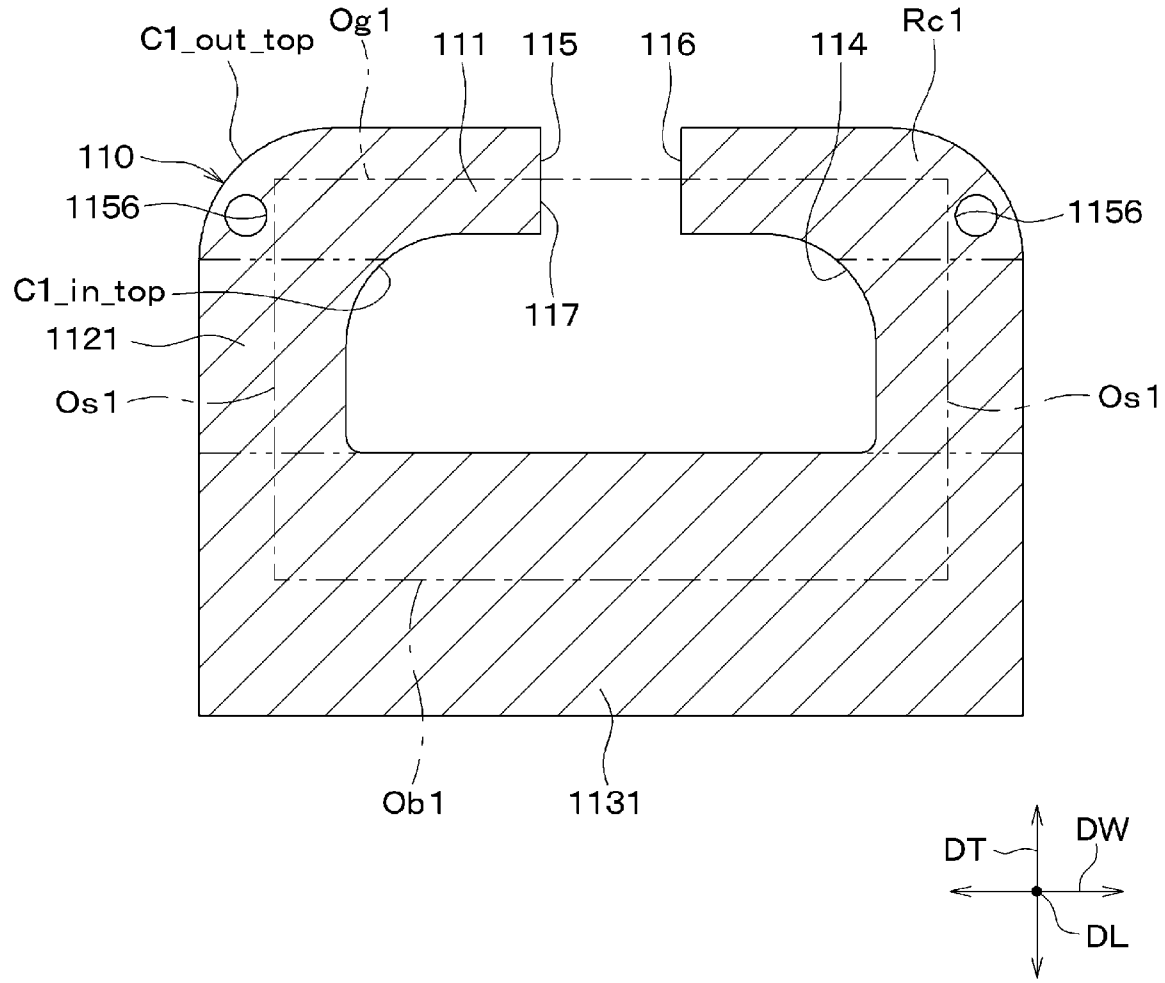
[図26]


C2_out_top
Og2
211
215
216
214
Rc2
110
C2_in_top
2155
217
2155
2122
Os2
Os2
Ob2
2132
DT
DW
DL

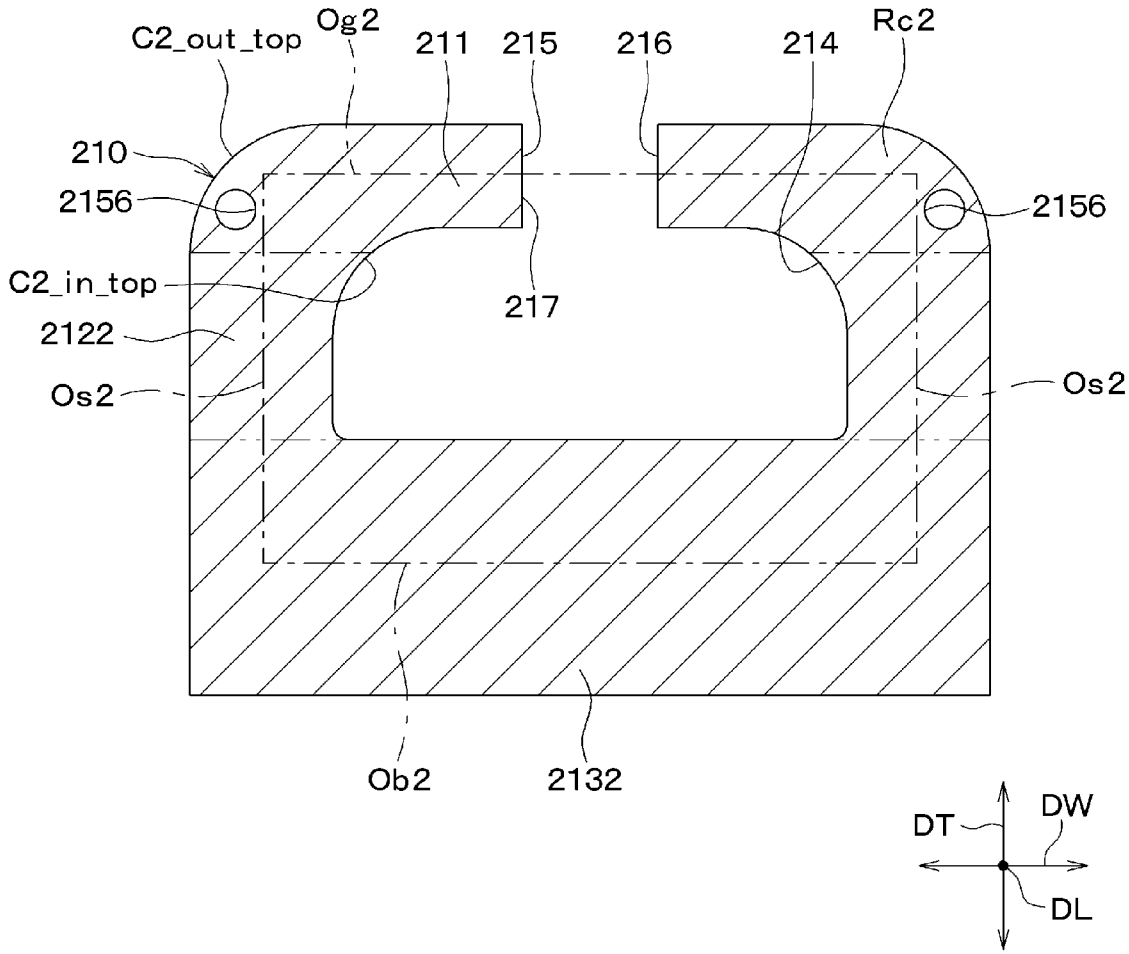
[図27]


C3_out_top
Og3
311
315
316
314
Rc3
310
C3_in_top
3155
317
3155
3123
Os3
Os3
Ob3
3133
DT
DW
DL

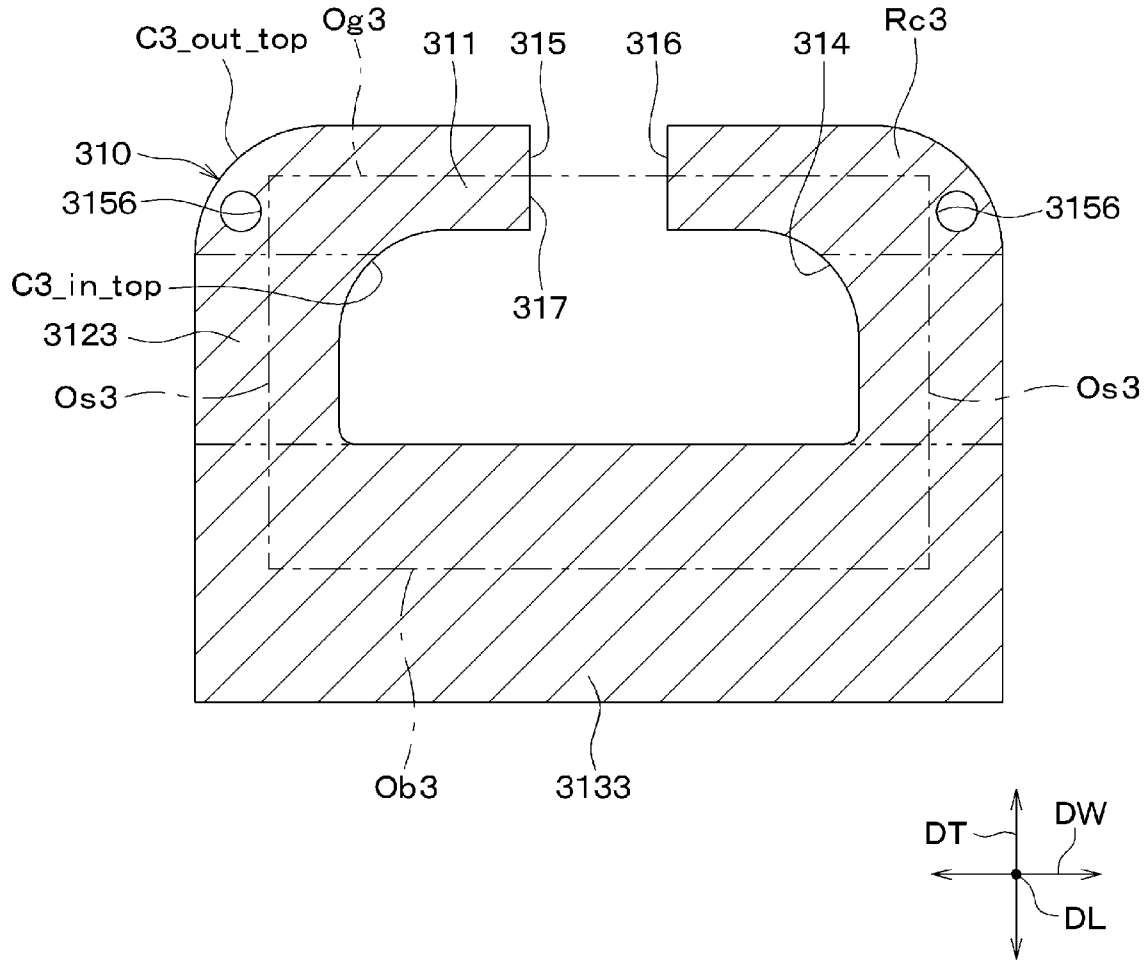
[図28]


C1_out_top
Og1
111
115
116
114
Rc1
110
1156
1156
C1_in_top
117
1121
Os1
Os1
Ob1
1131
DT
DW
DL

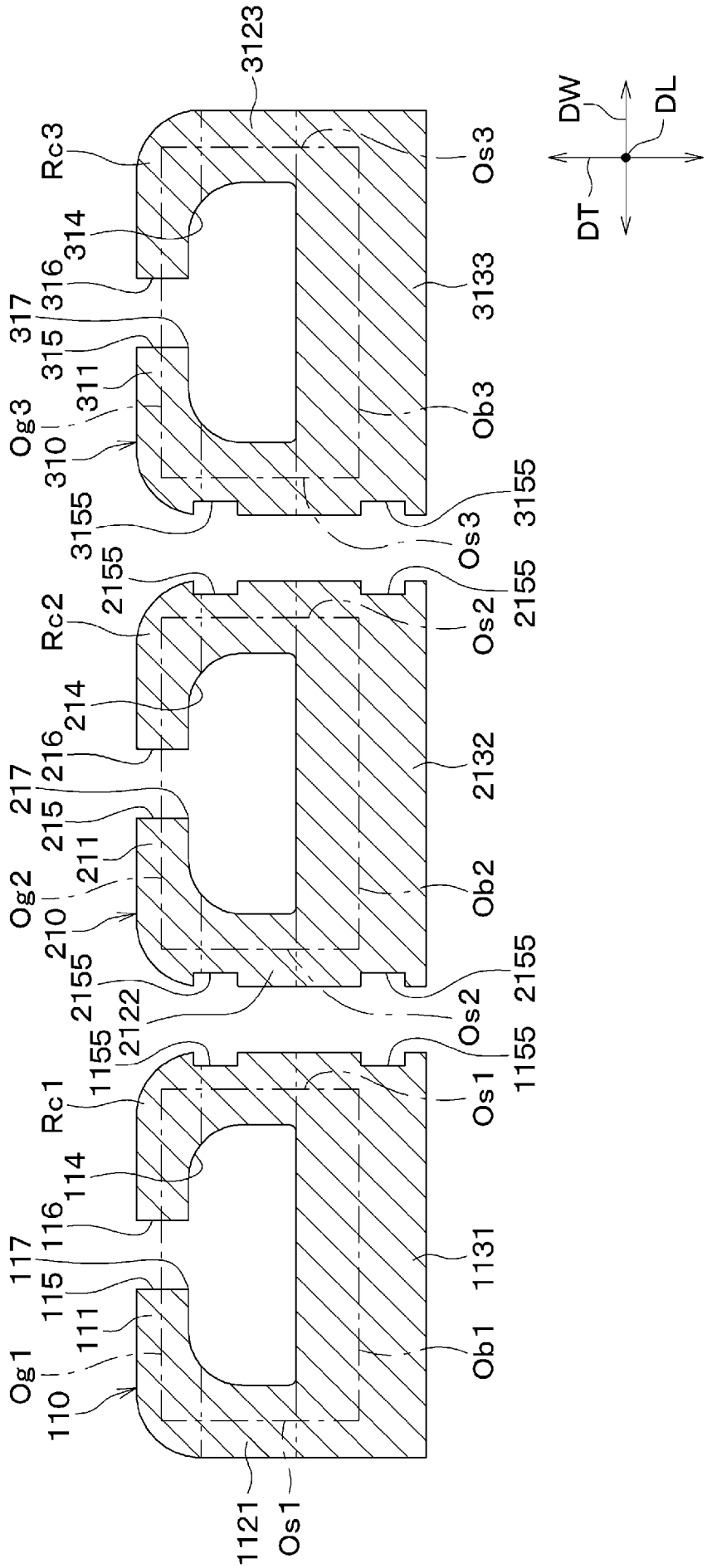
[図29]


C2_out_top
Og2
211
215
216
214
Rc2
210
2156
2156
C2_in_top
217
2122
Os2
Os2
Ob2
2132
DT
DW
DL

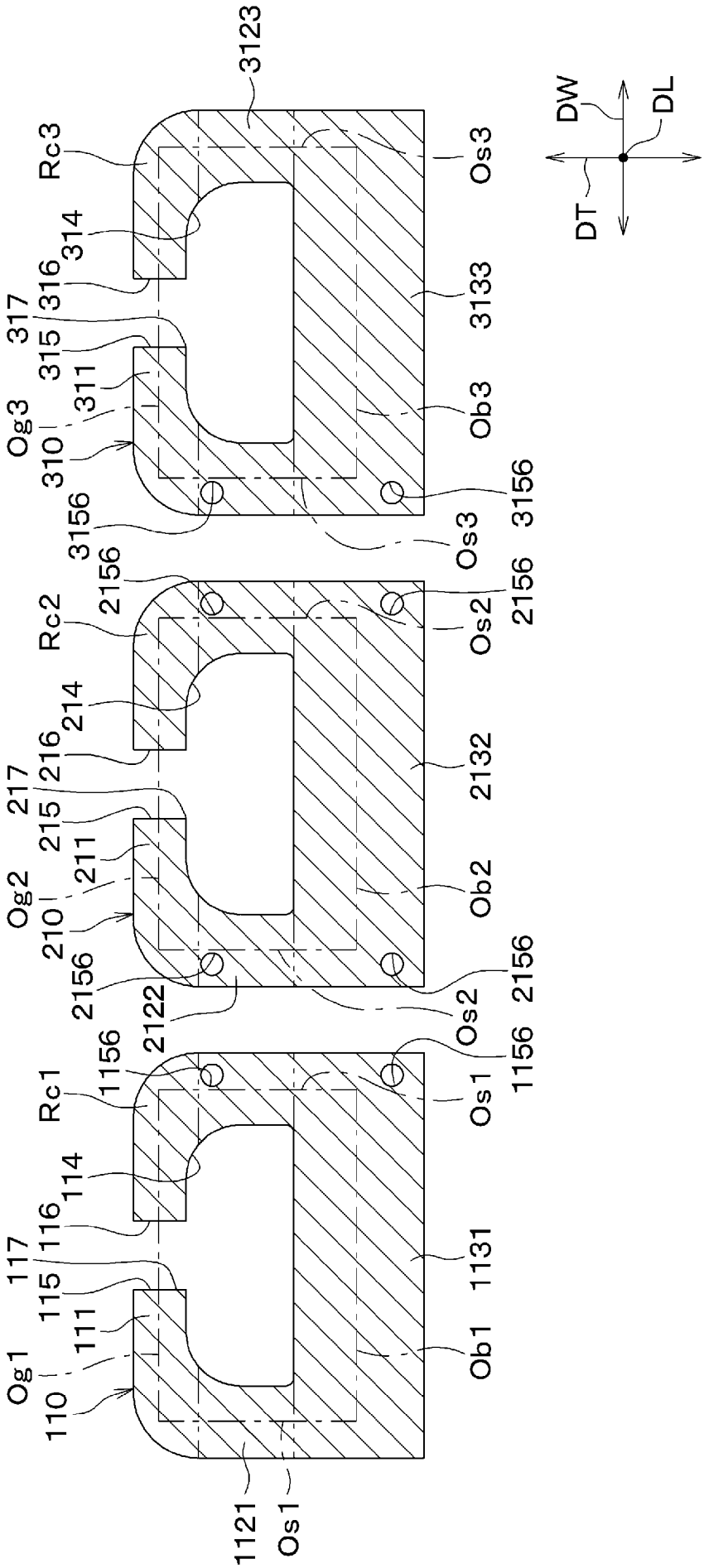
[図30]


C3_out_top
Og3
311
315
316
314
Rc3
310
3156
3156
C3_in_top
317
3123
Os3
Os3
Ob3
3133
DT
DW
DL

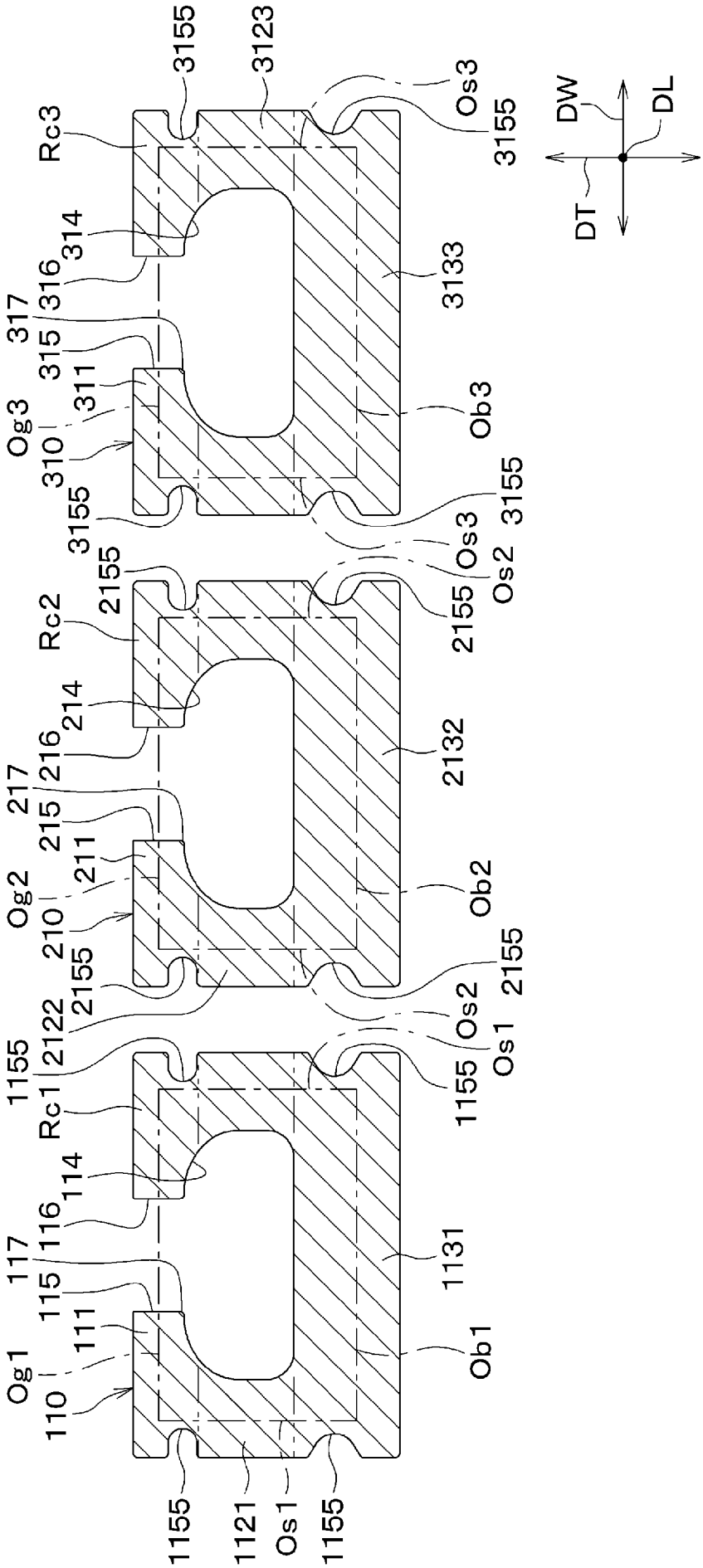
[図31]


3123
Rc3
Os3
314
316
317
3133
315
311
Og3
Ob3
310
3155
3155
Os3
3155
2155
Rc2
Os2
2155
214
216
217
2132
215
211
Og2
Ob2
210
2155
2155
2122
Os2
1155
1155
Rc1
Os1
114
116
117
1131
115
111
Og1
Ob1
110
1121
Os1
DW
DL
DT

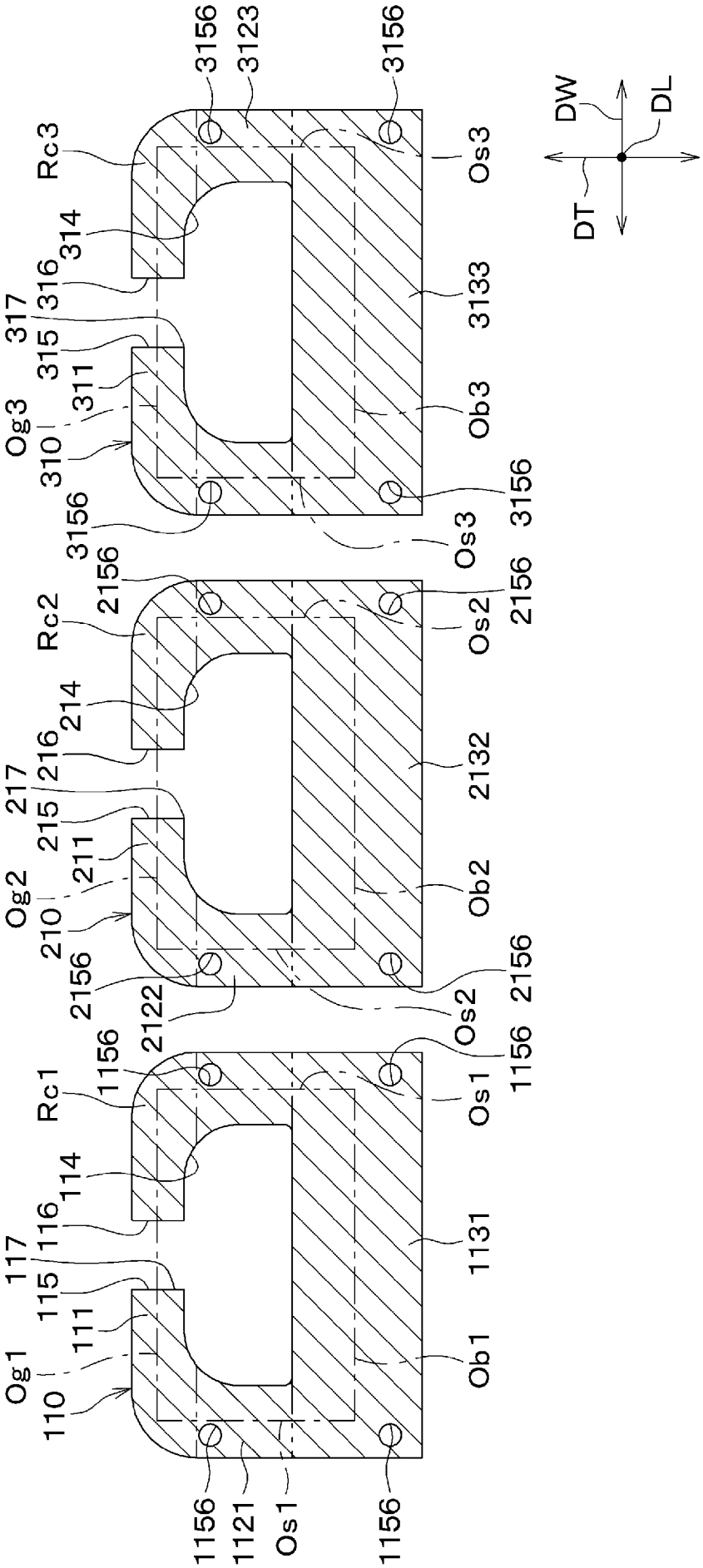
[図32]


3123
Rc3
Os3
314
316
317
315
311
Og3
310
3156
3133
Ob3
Os3
2156
Rc2
Os2
214
216
217
215
211
Og2
210
2156
2132
Ob2
2122
Os2
1156
Rc1
Os1
114
116
117
115
111
Og1
110
1131
Ob1
1121
Os1
DW
DL
DT

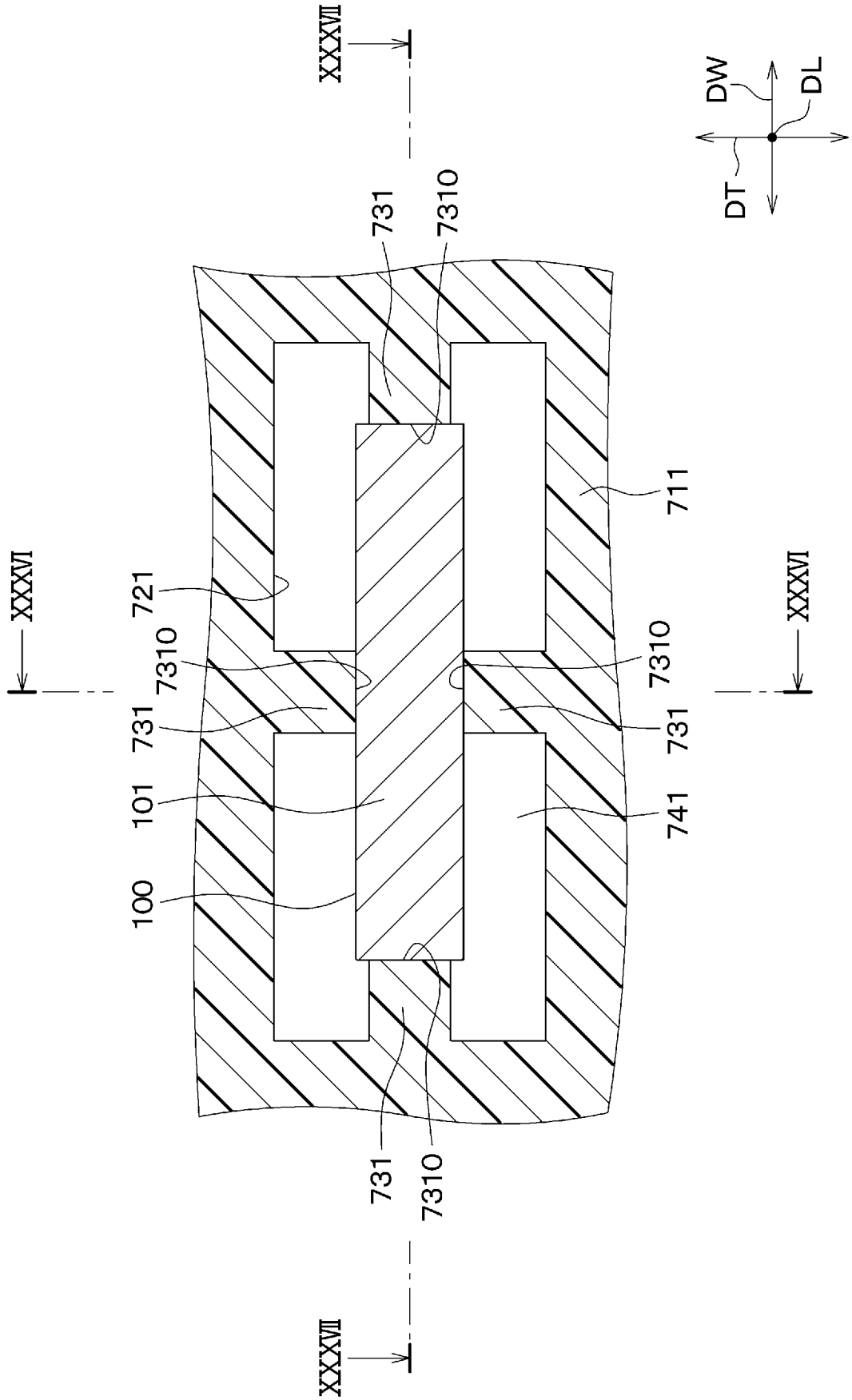
[図33]


3155
3123
Os3
3155
DW
DL
DT
Rc3
314
316
317
315
311
Og3
310
3155
3133
Ob3
3155
3155
Os3
Os2
2155
2155
Rc2
214
216
217
215
211
Og2
210
2155
2132
Ob2
2155
2122
1155
Os2
Os1
1155
Rc1
114
116
117
115
111
Og1
110
1131
Ob1
1155
1121
Os1
1155

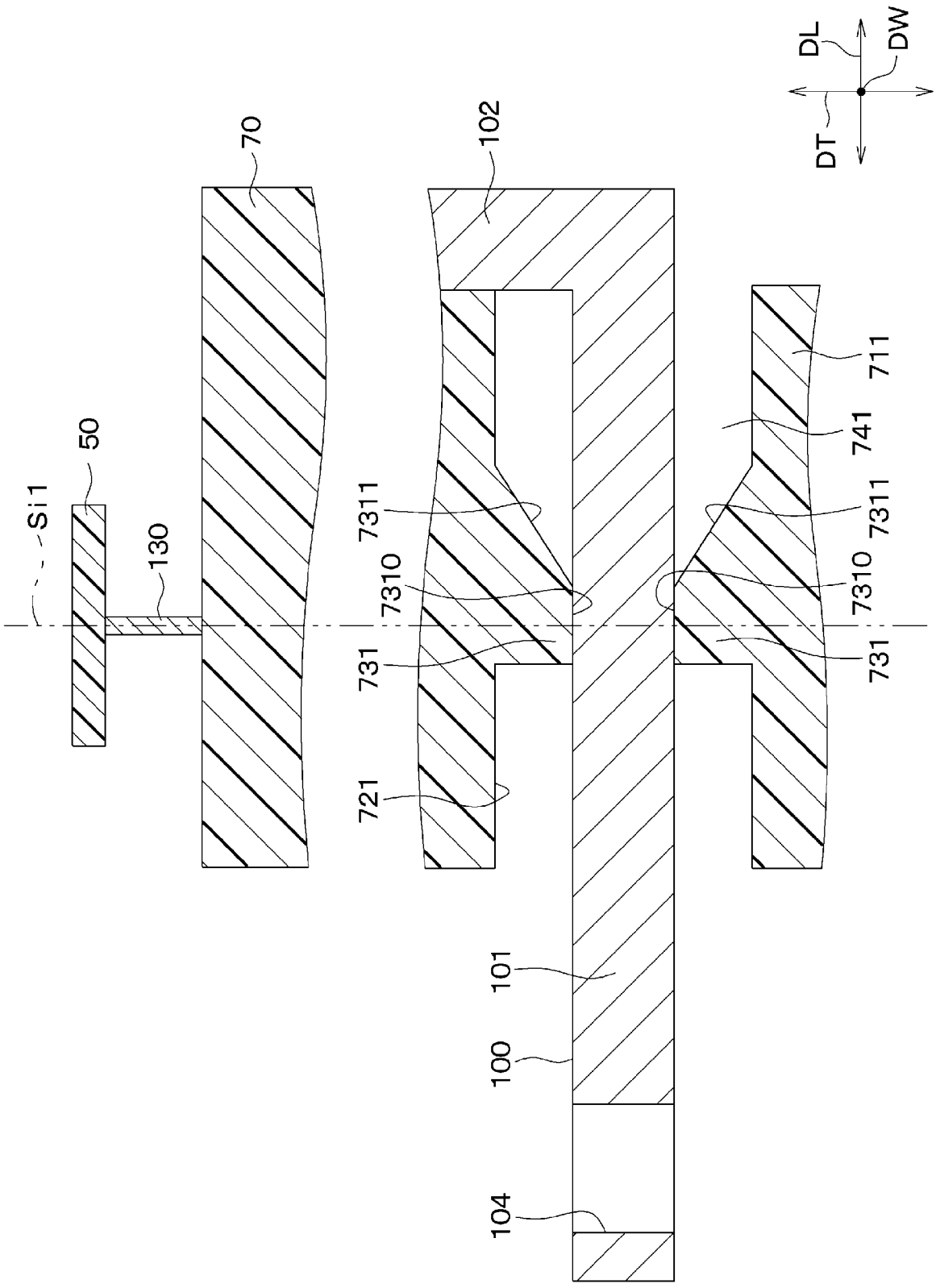
[図34]


DW
DL
DT
3156
3123
Rc3
Os3
314
316
3133
317
315
311
Ob3
Og3
310
2156
Rc2
Os2
214
216
2132
217
215
211
Ob2
Og2
210
2122
1156
Rc1
Os1
114
116
1131
117
115
111
Ob1
Og1
110
1121

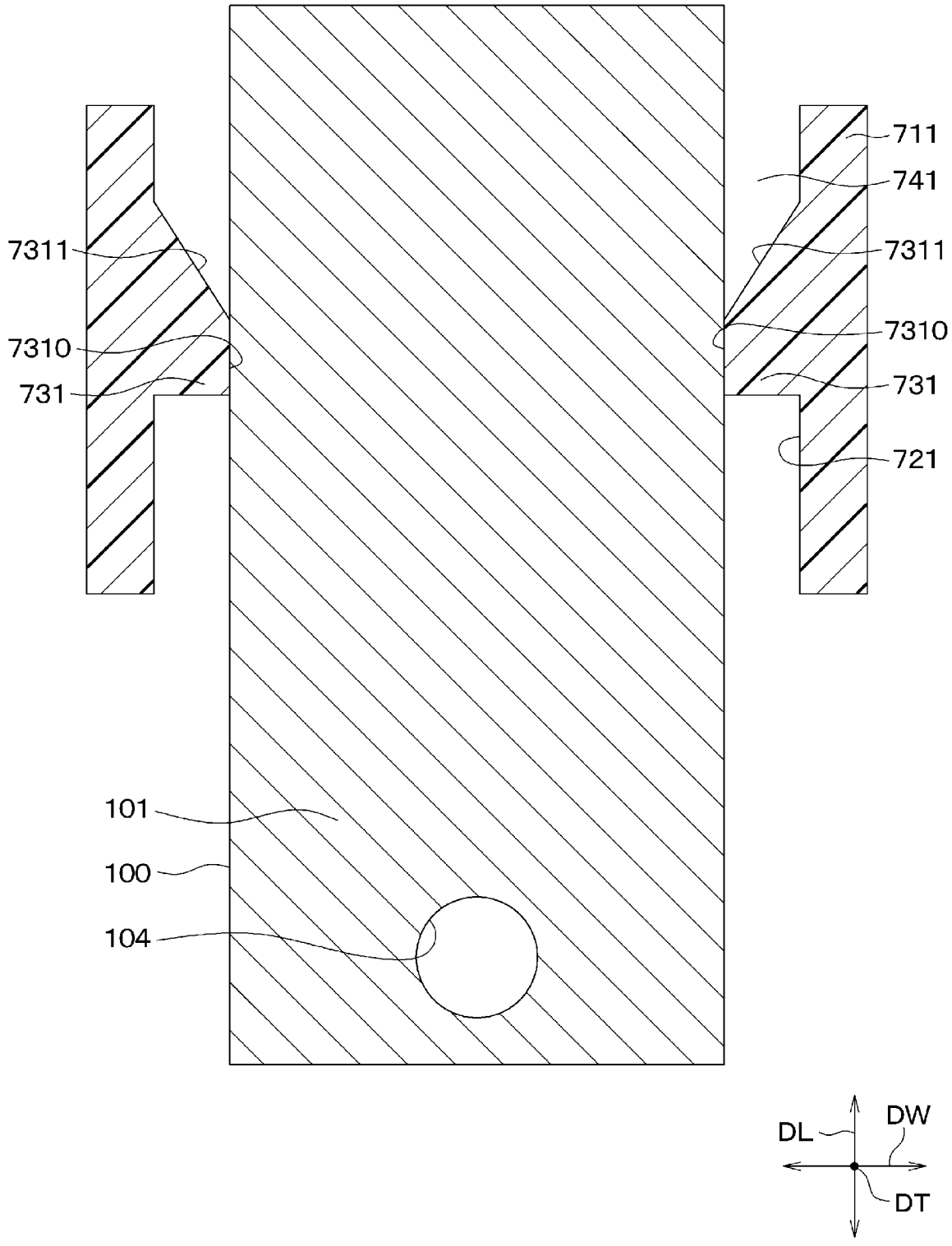
[図35]


XXXVII
DW
DL
DT
731
7310
711
XXXVI
721
7310
731
101
100
7310
731
741
XXXVI
731
7310
XXXVII

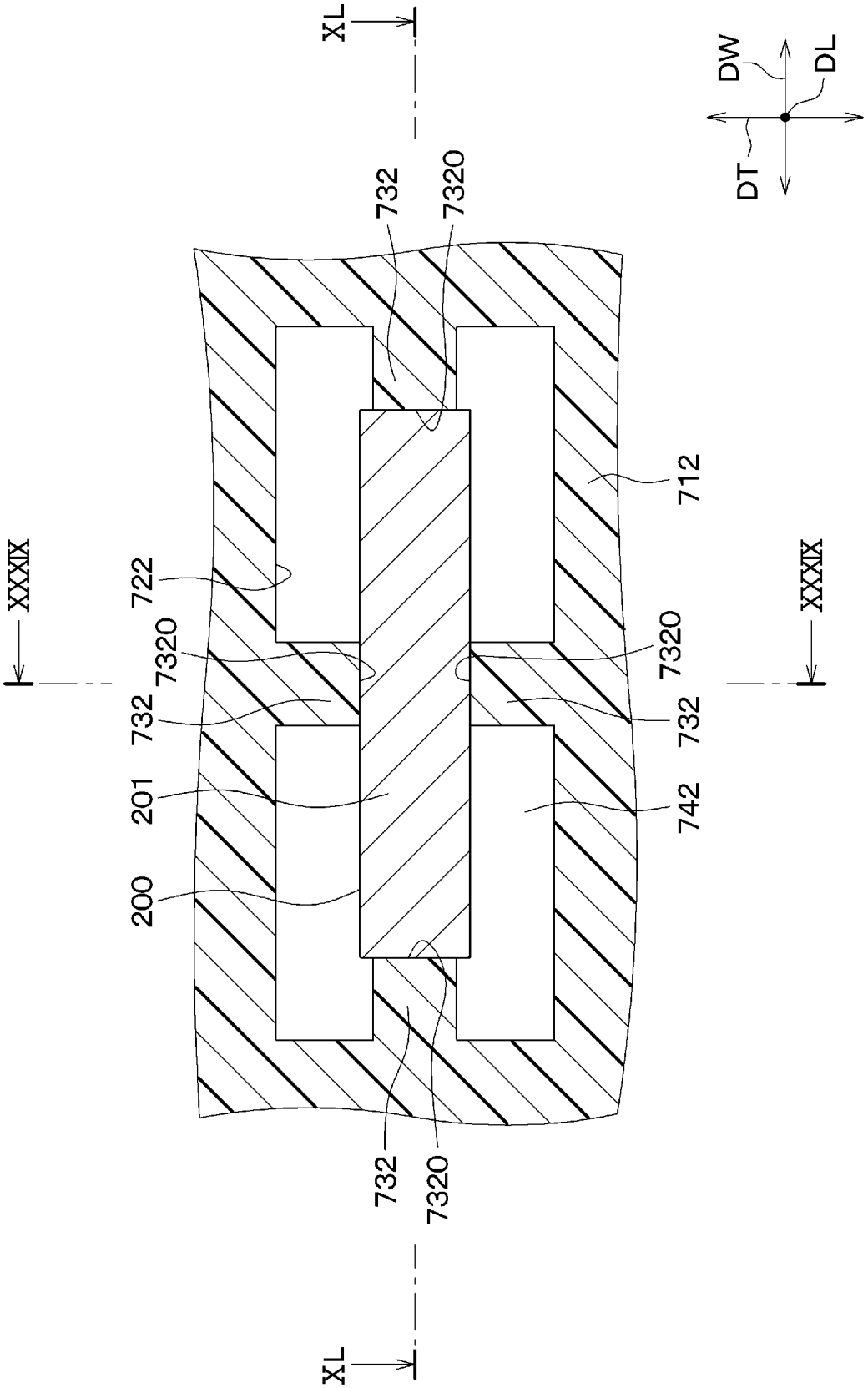
[図36]


DL
DW
DT
70
102
50
Si1
130
7311
7310
731
721
711
741
7311
7310
731
101
100
104

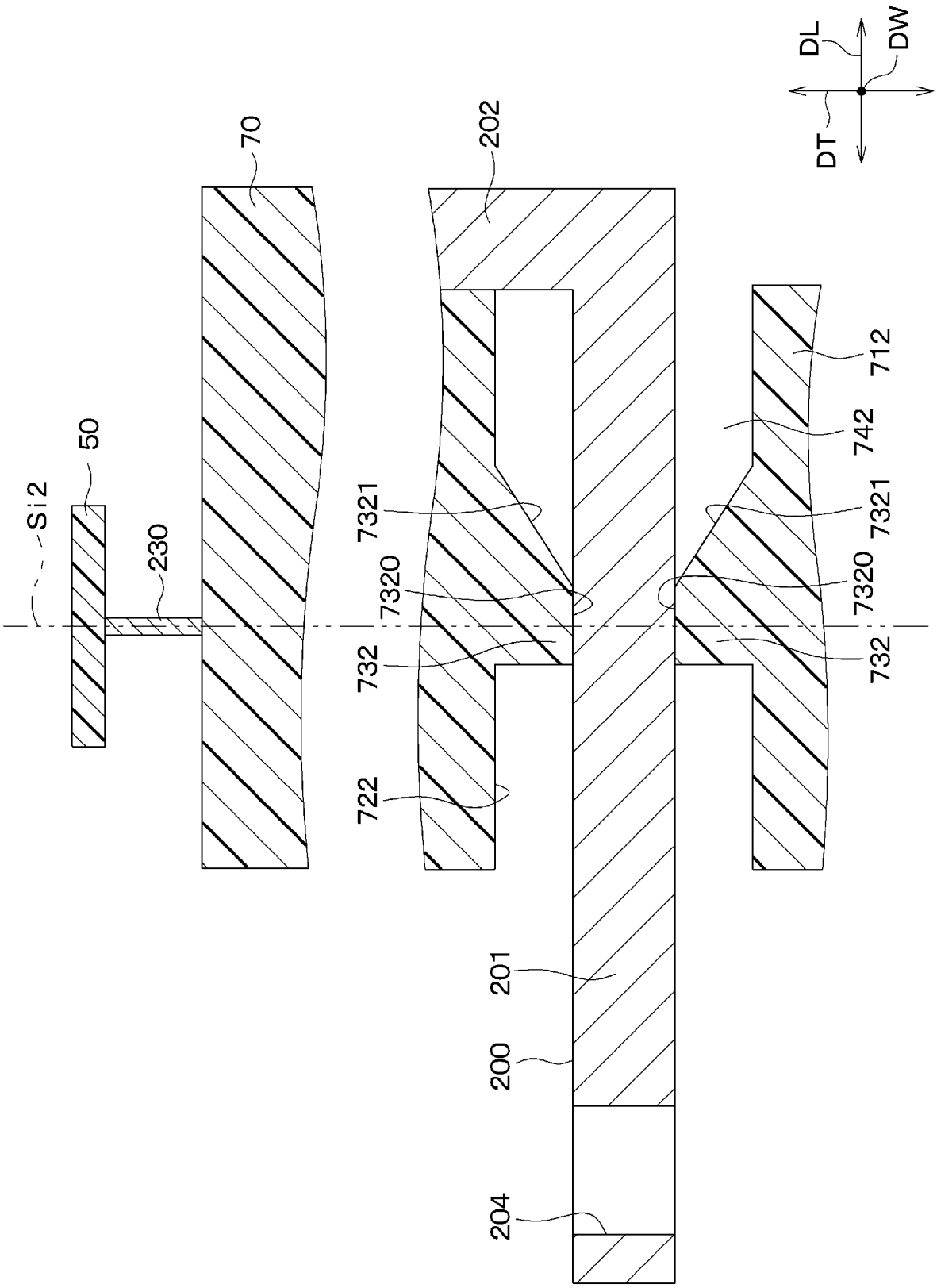
[図37]



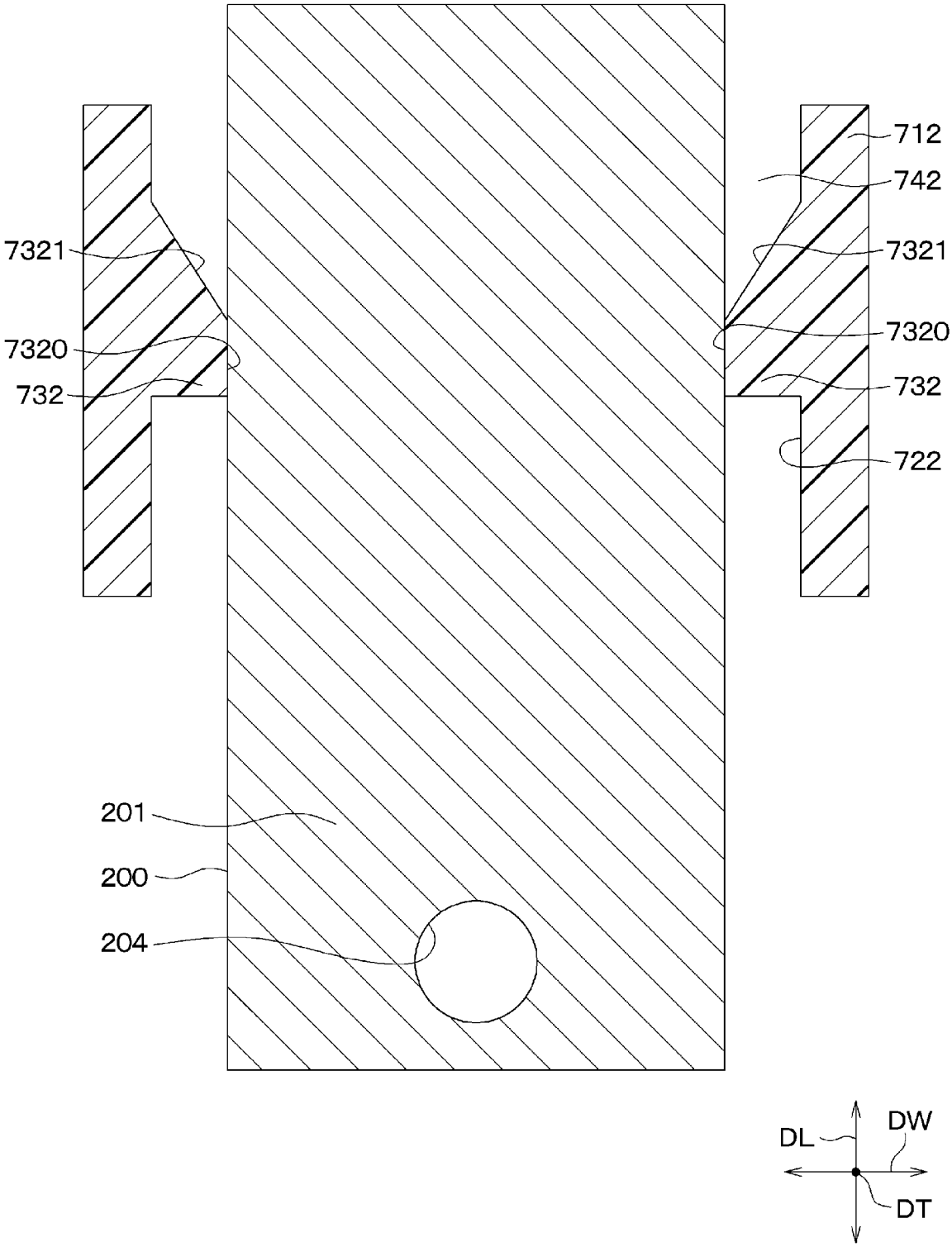
[図38]


XL
DW
DL
DT
732
7320
712
XXXIX
722
7320
732
201
200
7320
732
742
XXXIX
732
7320
XL

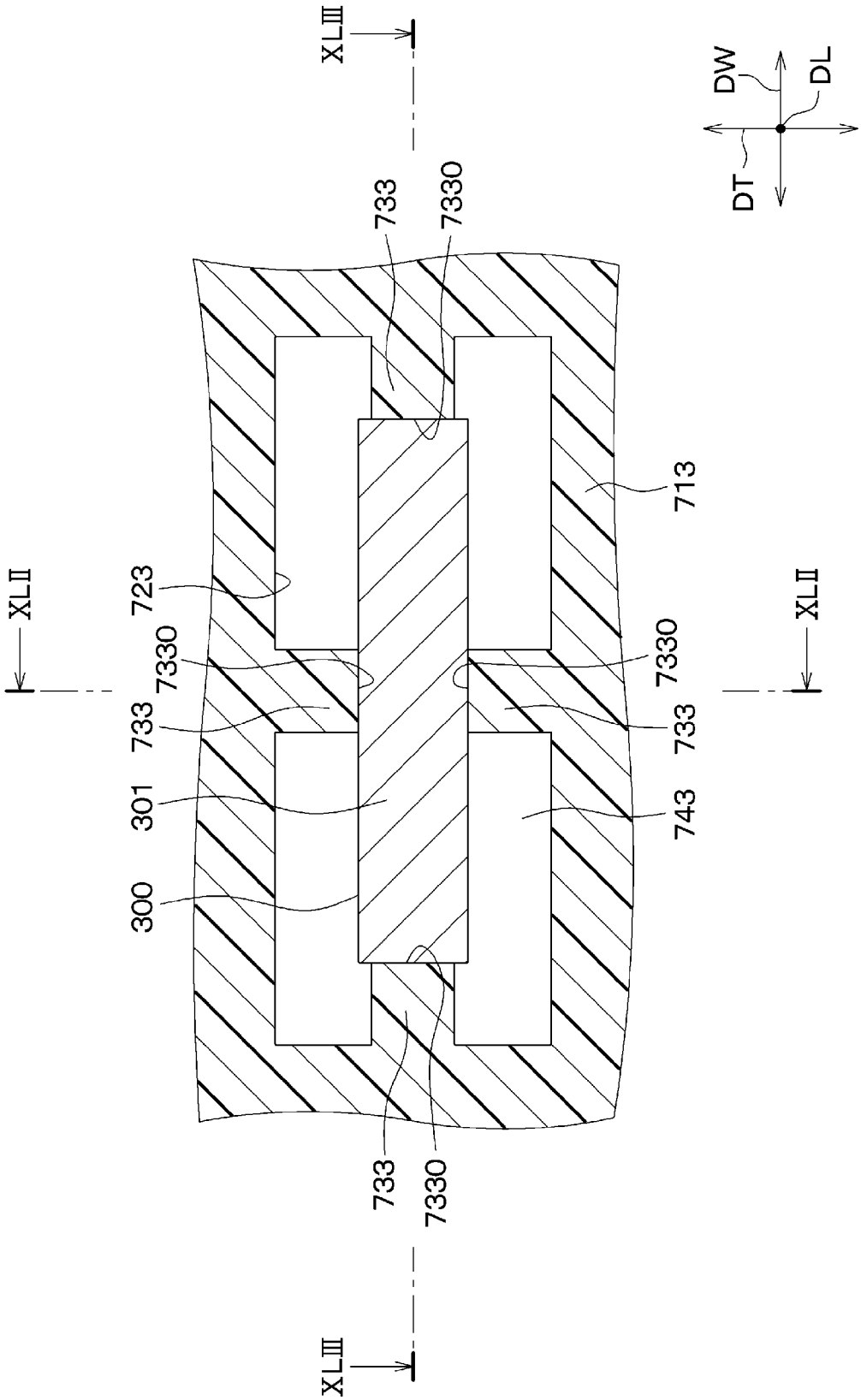
[図39]


DL
DW
DT
70
202
50
Si2
230
7321
7320
732
722
712
742
7321
7320
732
201
200
204

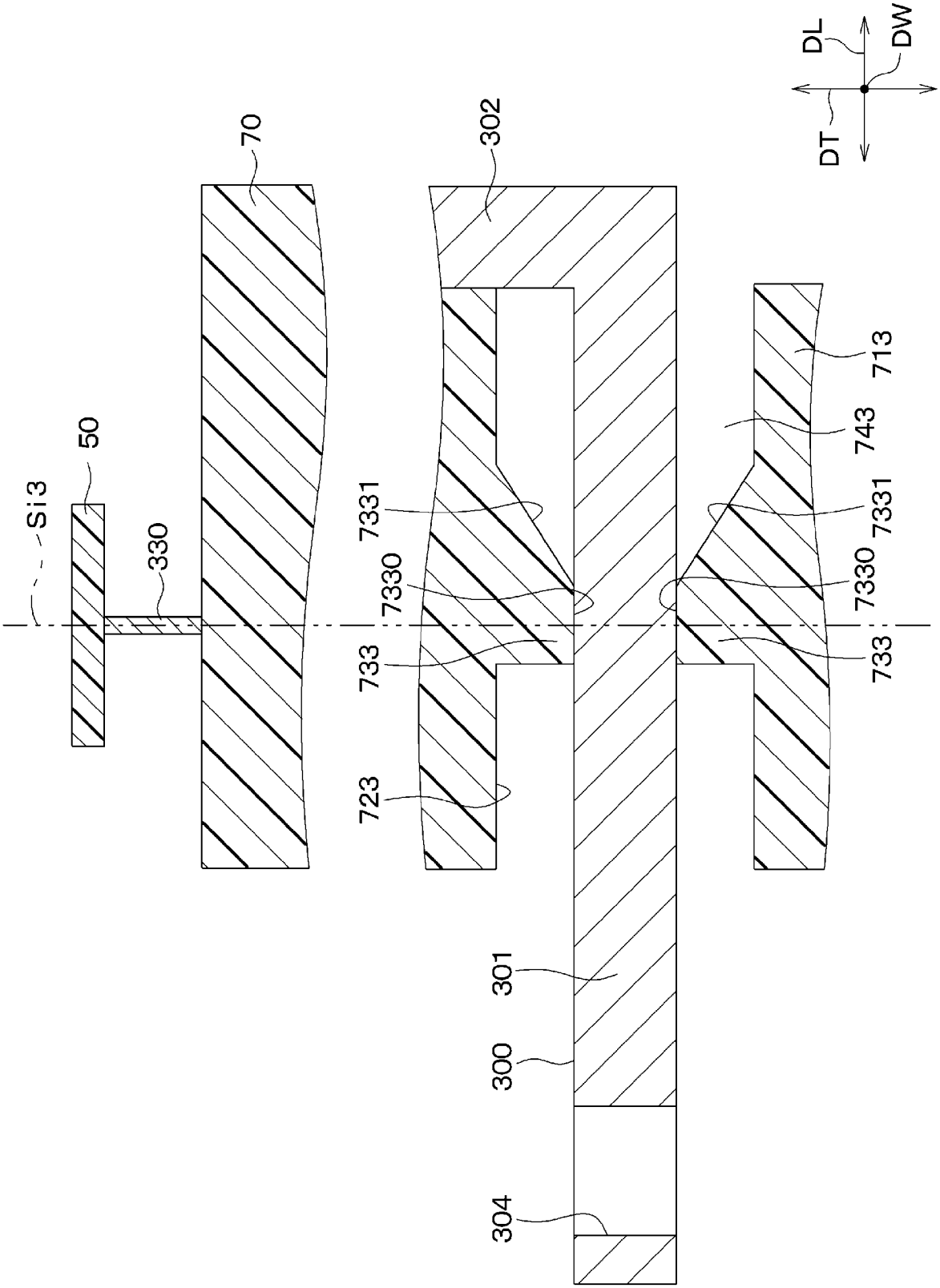
[図40]



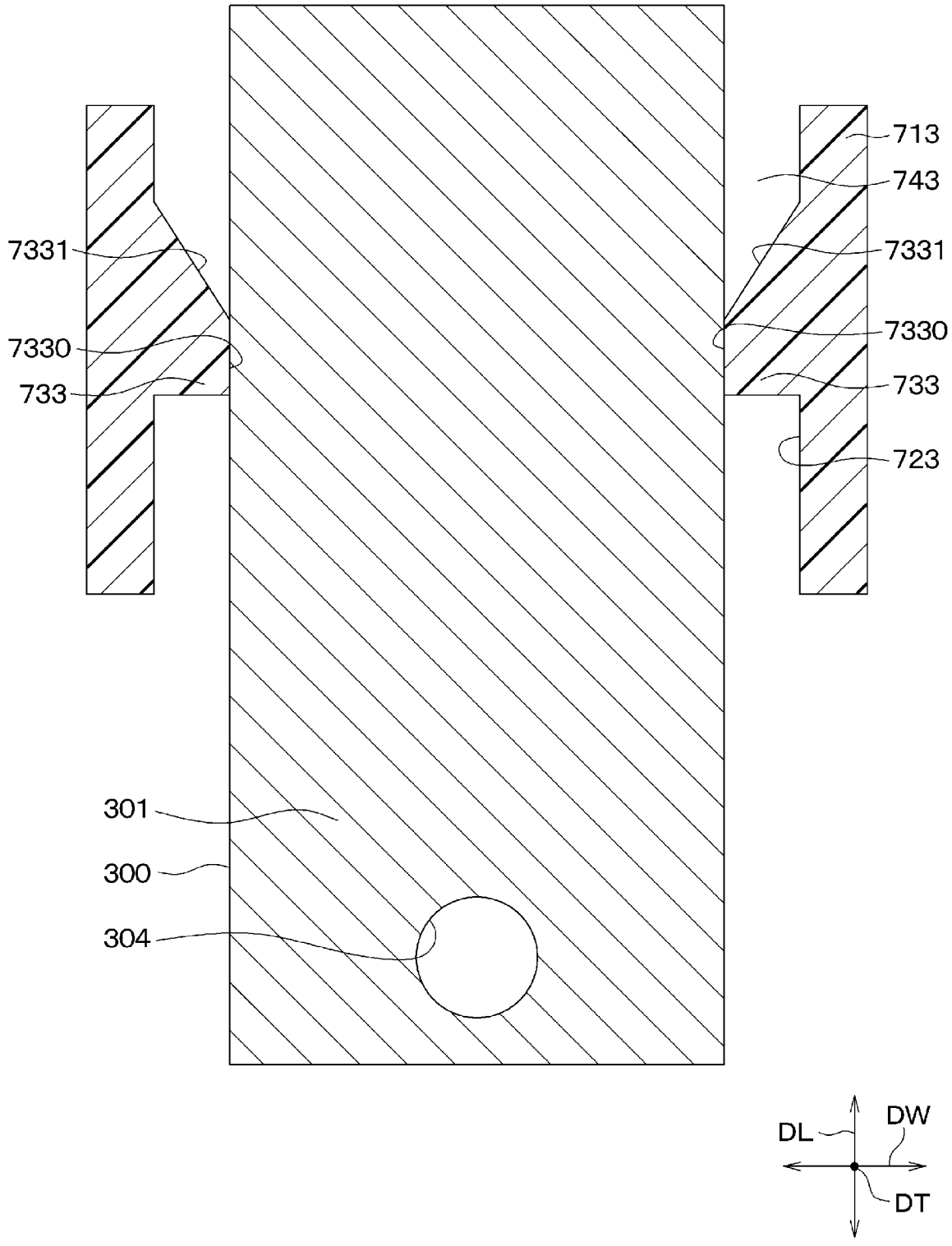
[図41]


XLIII
DW
DL
DT
733
7330
713
XLII
723
7330
7330
733
733
301
743
300
733
7330
XLIII

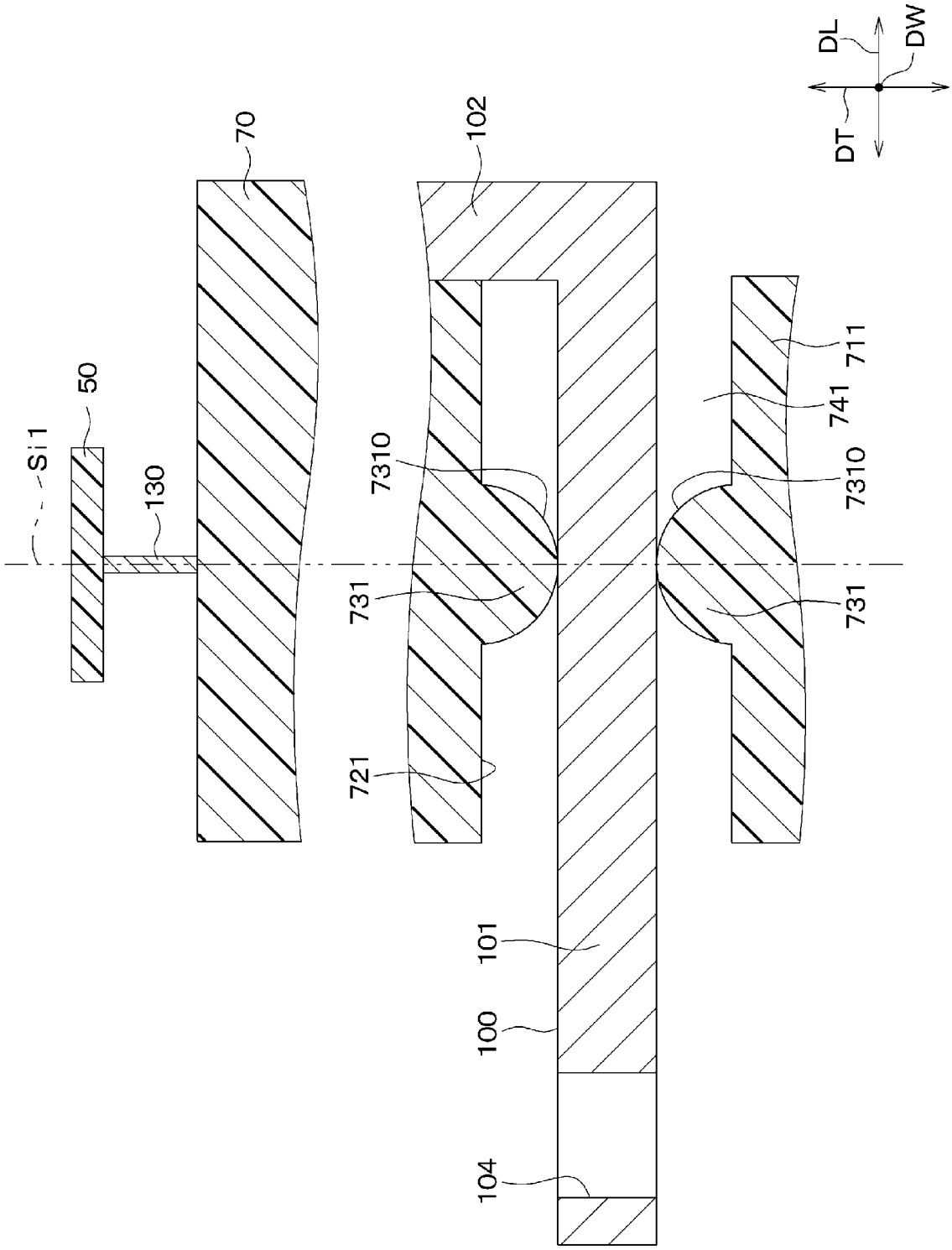
[図42]


DL
DW
DT
70
302
50
Si3
330
7331
7330
733
723
713
743
7331
7330
733
301
300
304

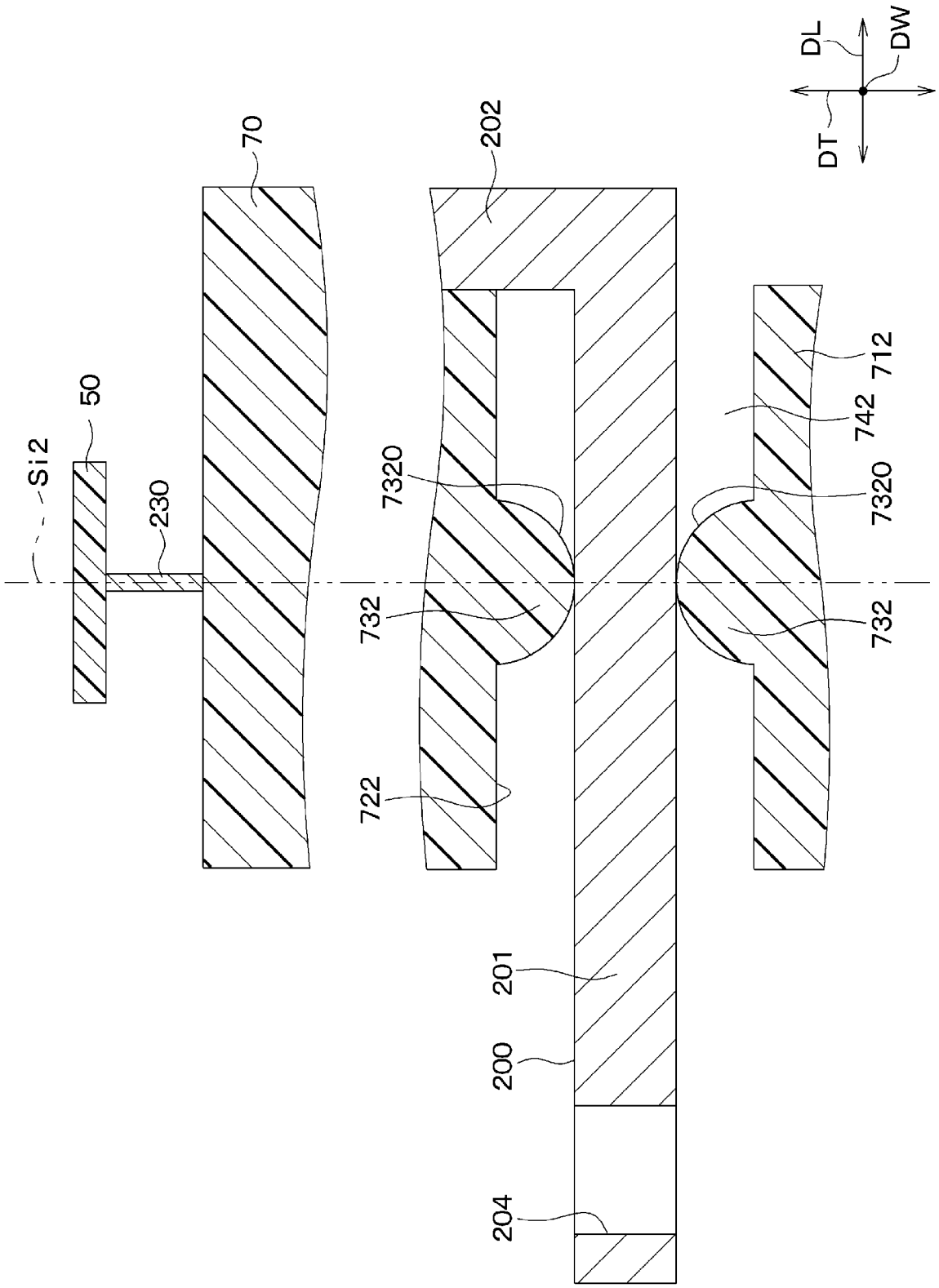
[図43]



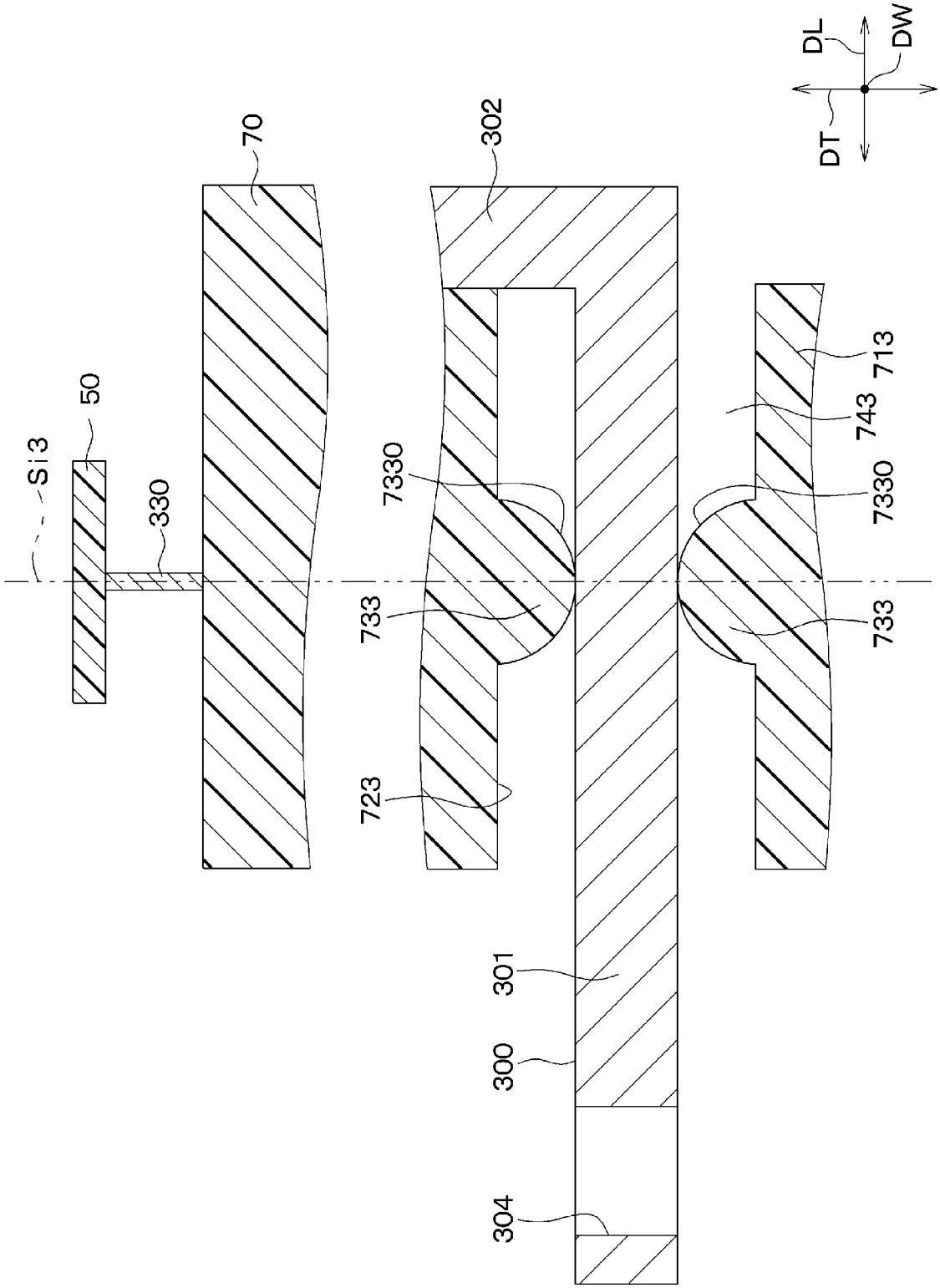
[図44]


DL
DW
DT
70
102
50
Si1
130
7310
731
721
711
741
7310
731
101
100
104

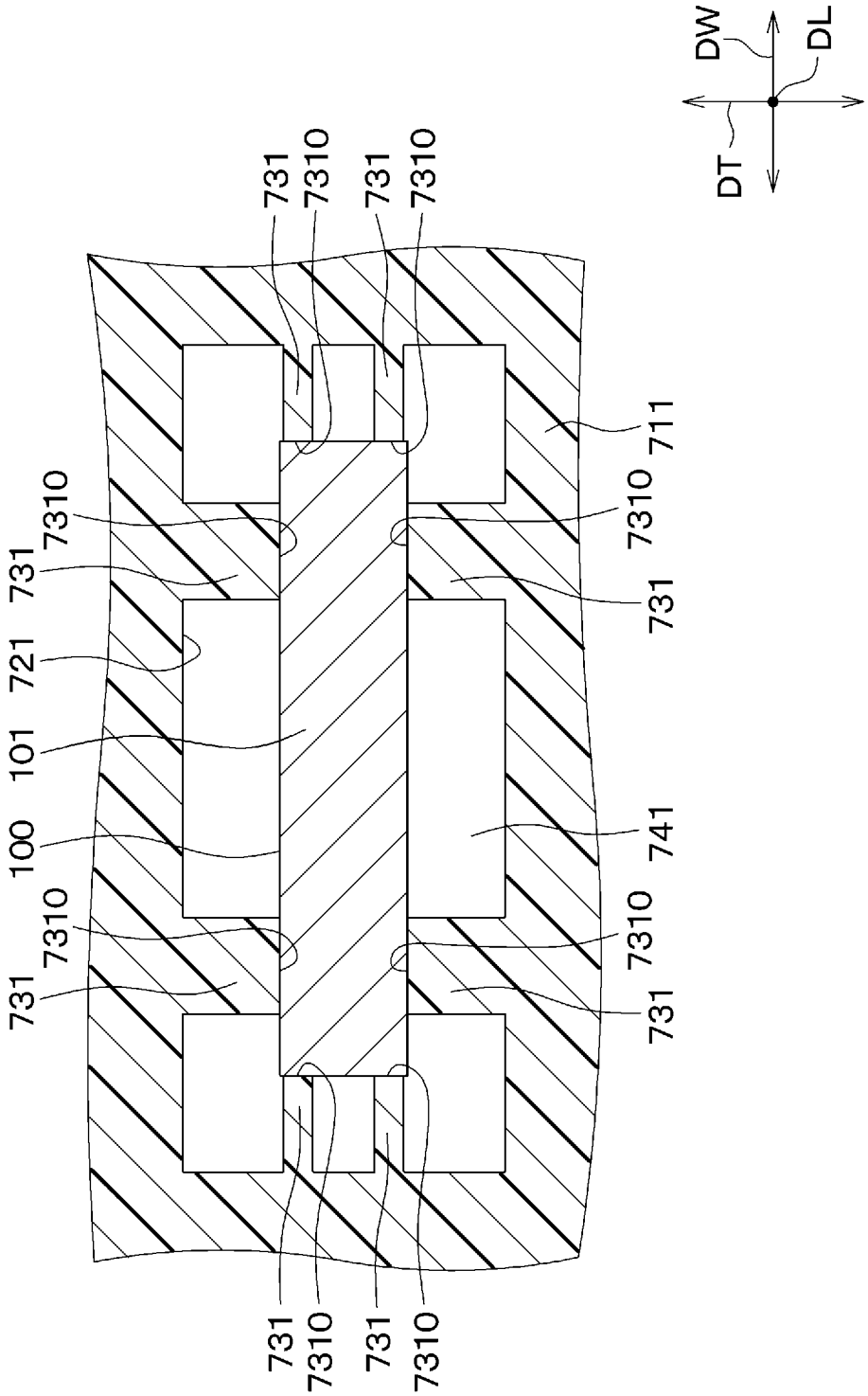
[図45]


DL
DW
DT
70
202
50
Si2
230
7320
712
742
7320
732
732
722
201
200
204

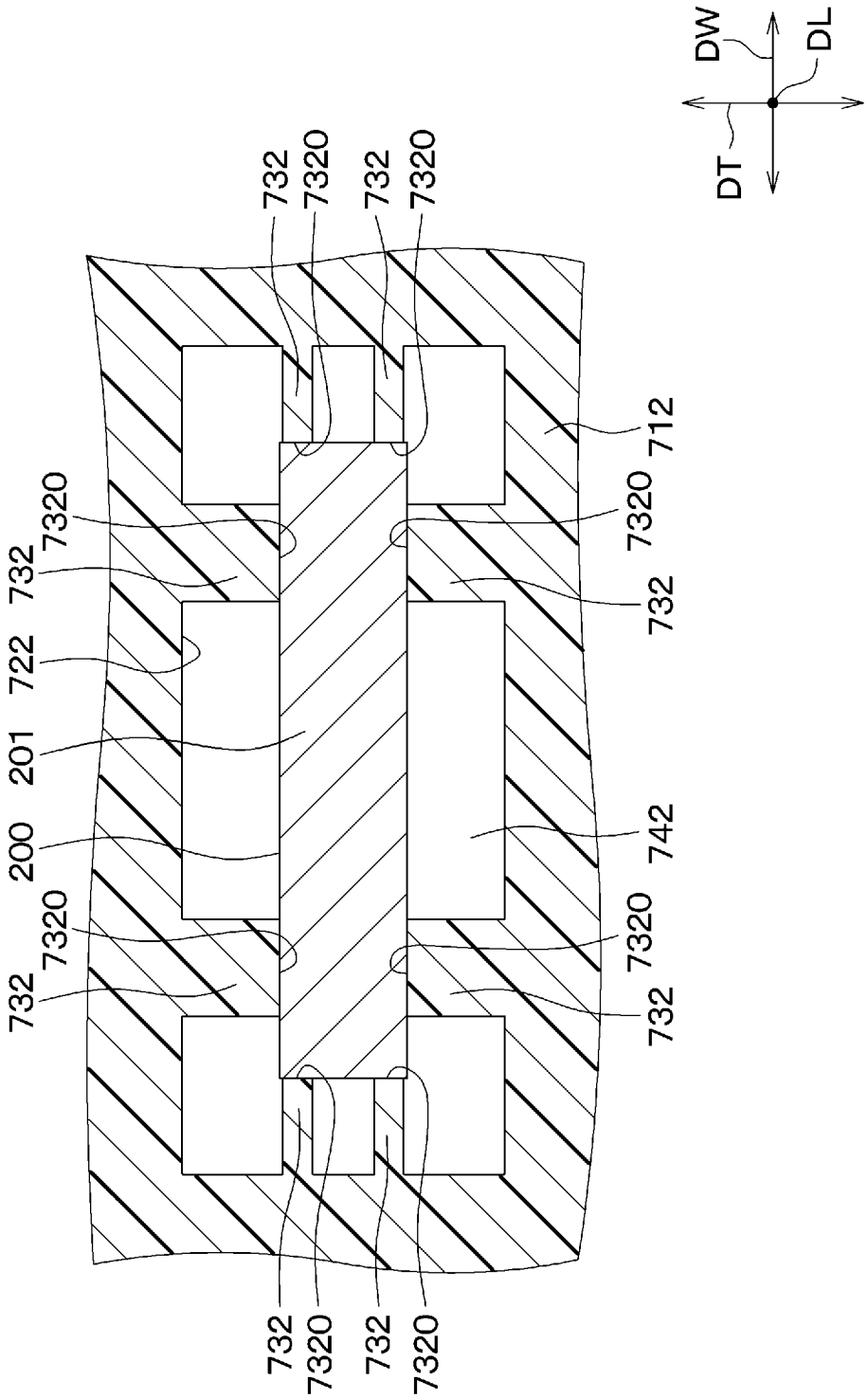
[図46]


DL
DW
DT
70
302
50
Si3
330
7330
713
743
7330
733
733
723
301
300
304

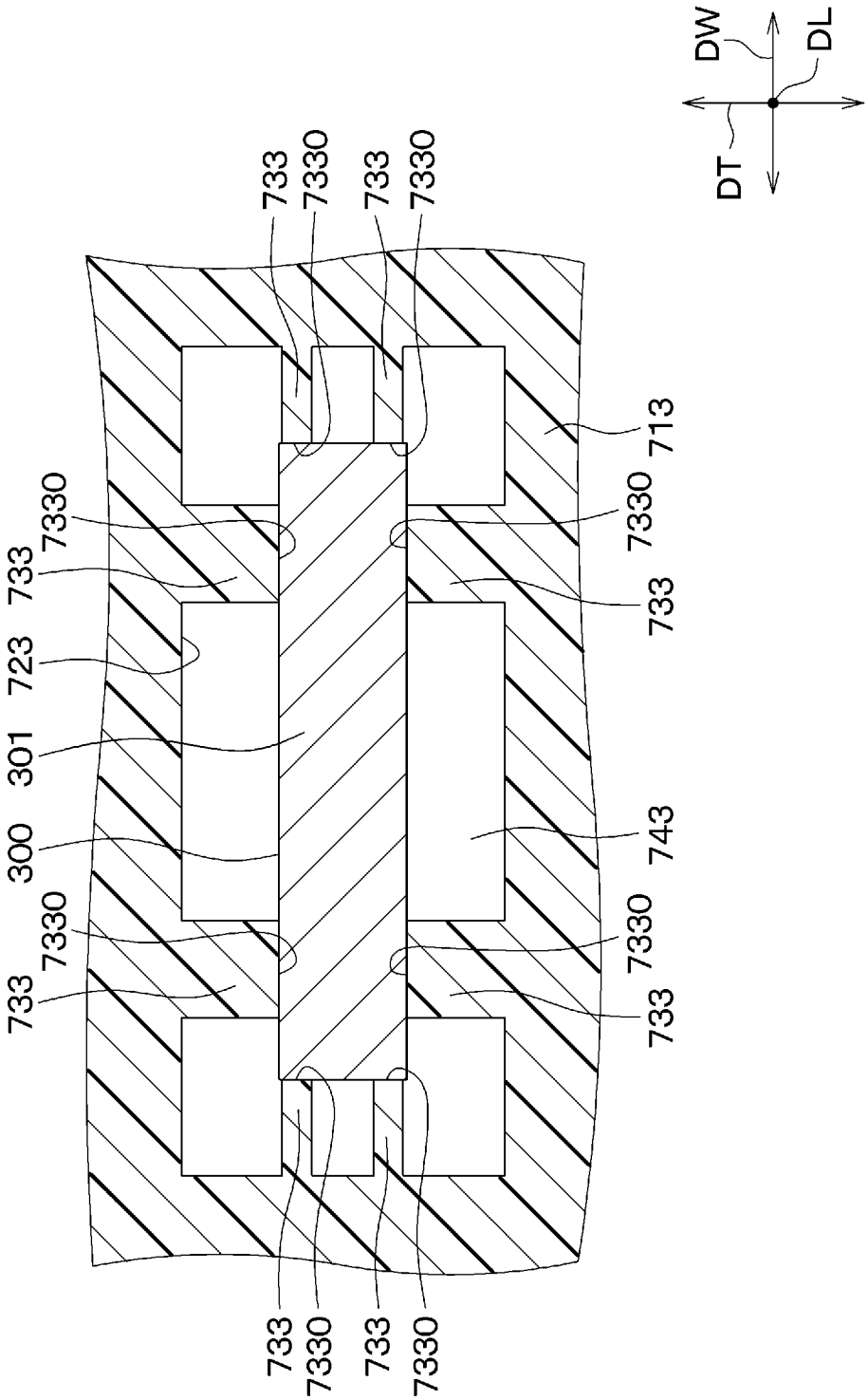
[図47]


DW
DL
DT
731
7310
731
7310
711
7310
731
721
101
100
741
731
7310
731
7310
731
7310
731
7310

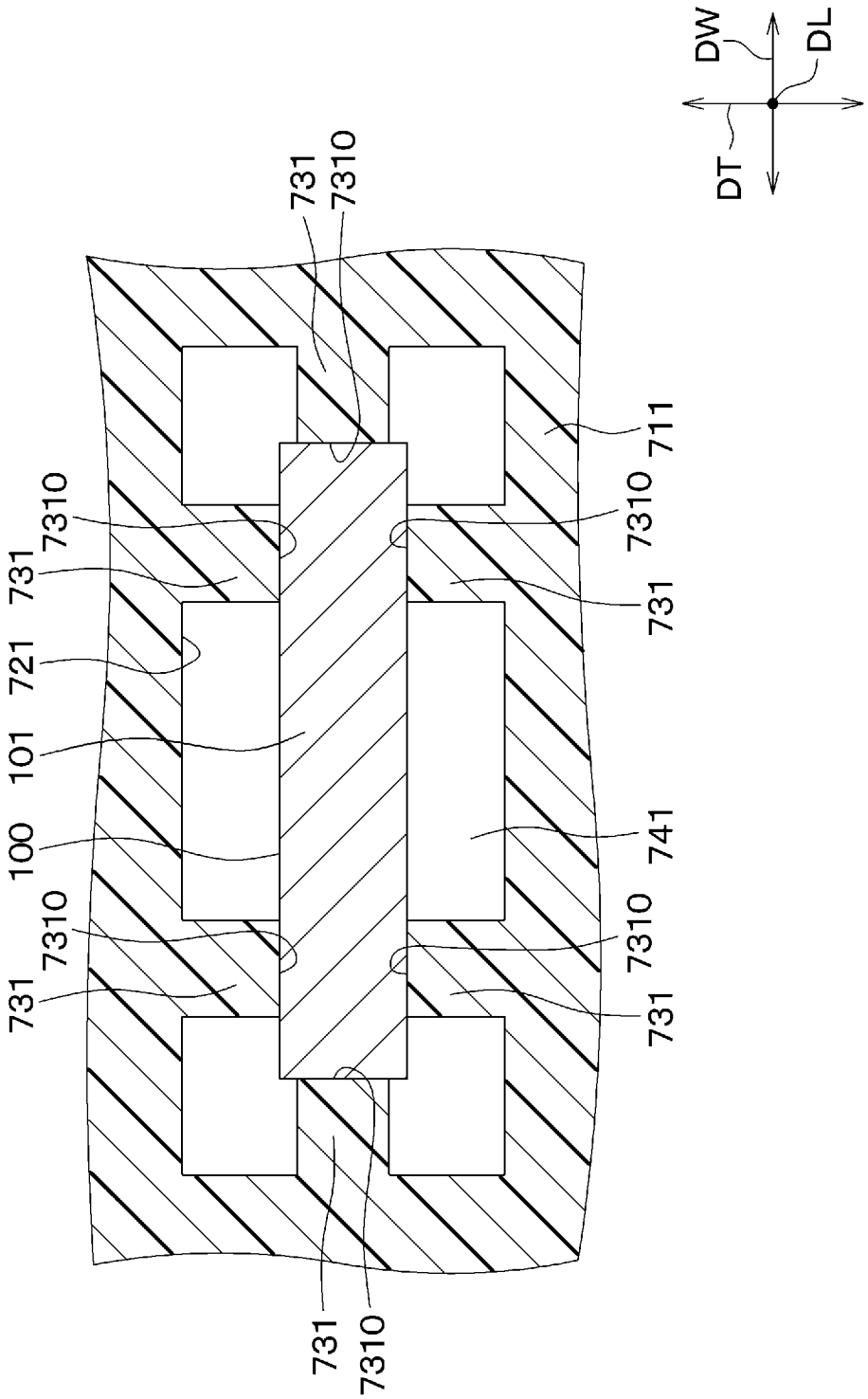
[図48]


DW
DL
DT
732
7320
732
7320
712
7320
732
722
201
200
742
7320
732
732
7320
732
7320

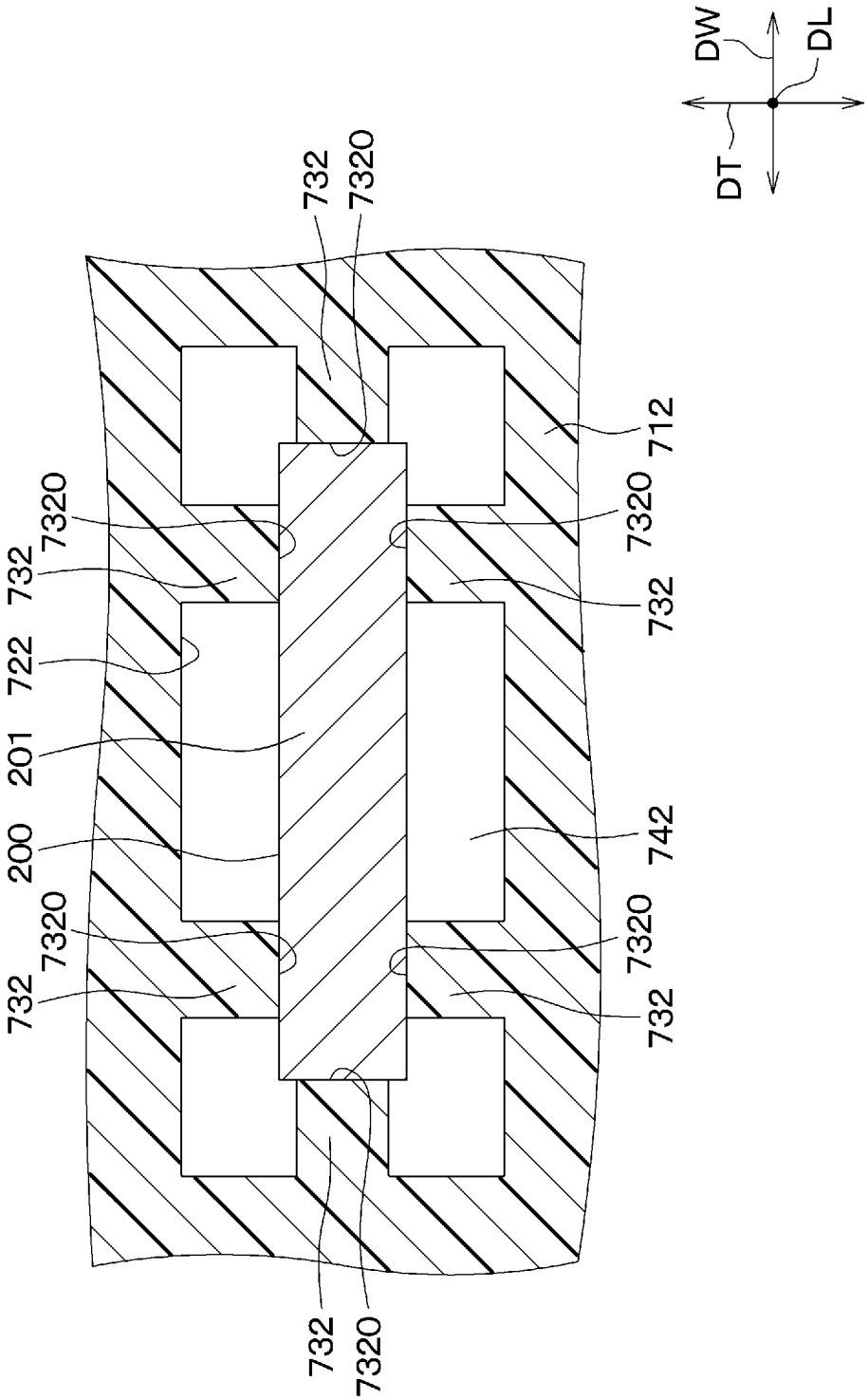
[図49]


DW
DL
DT
733
7330
733
7330
713
7330
733
723
301
300
743
7330
733
7330
733
733
7330
733
7330

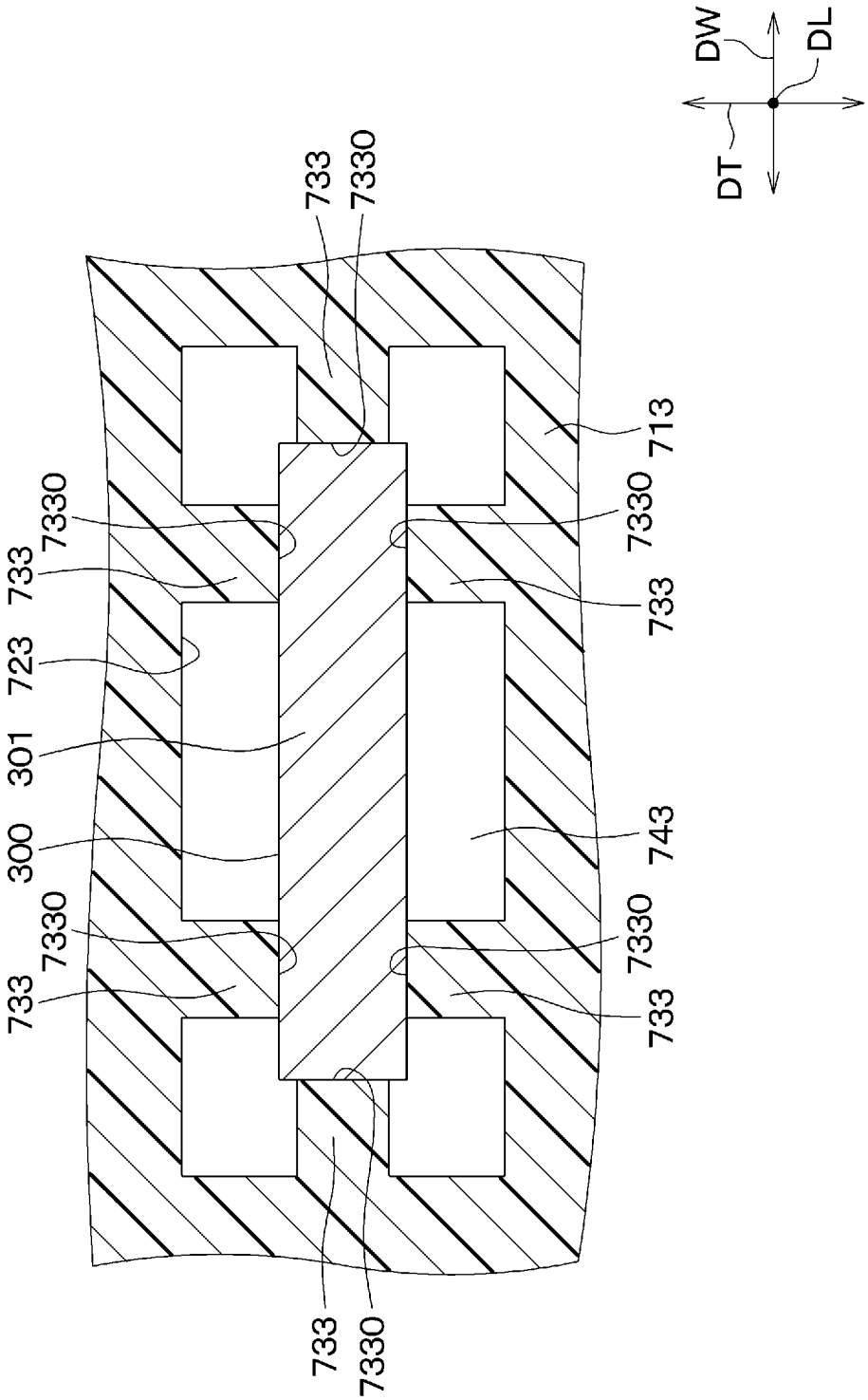
[図50]



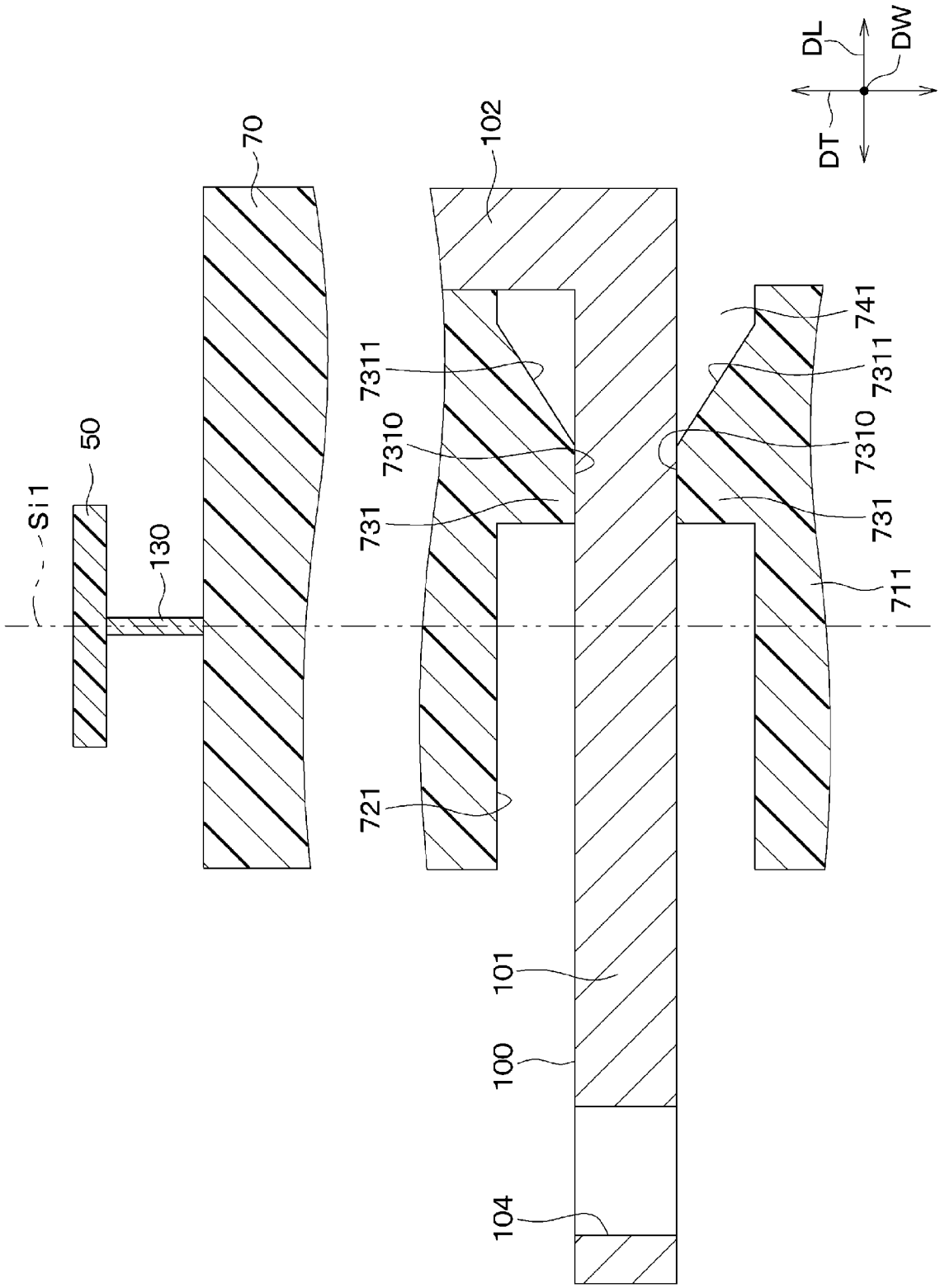
[図51]



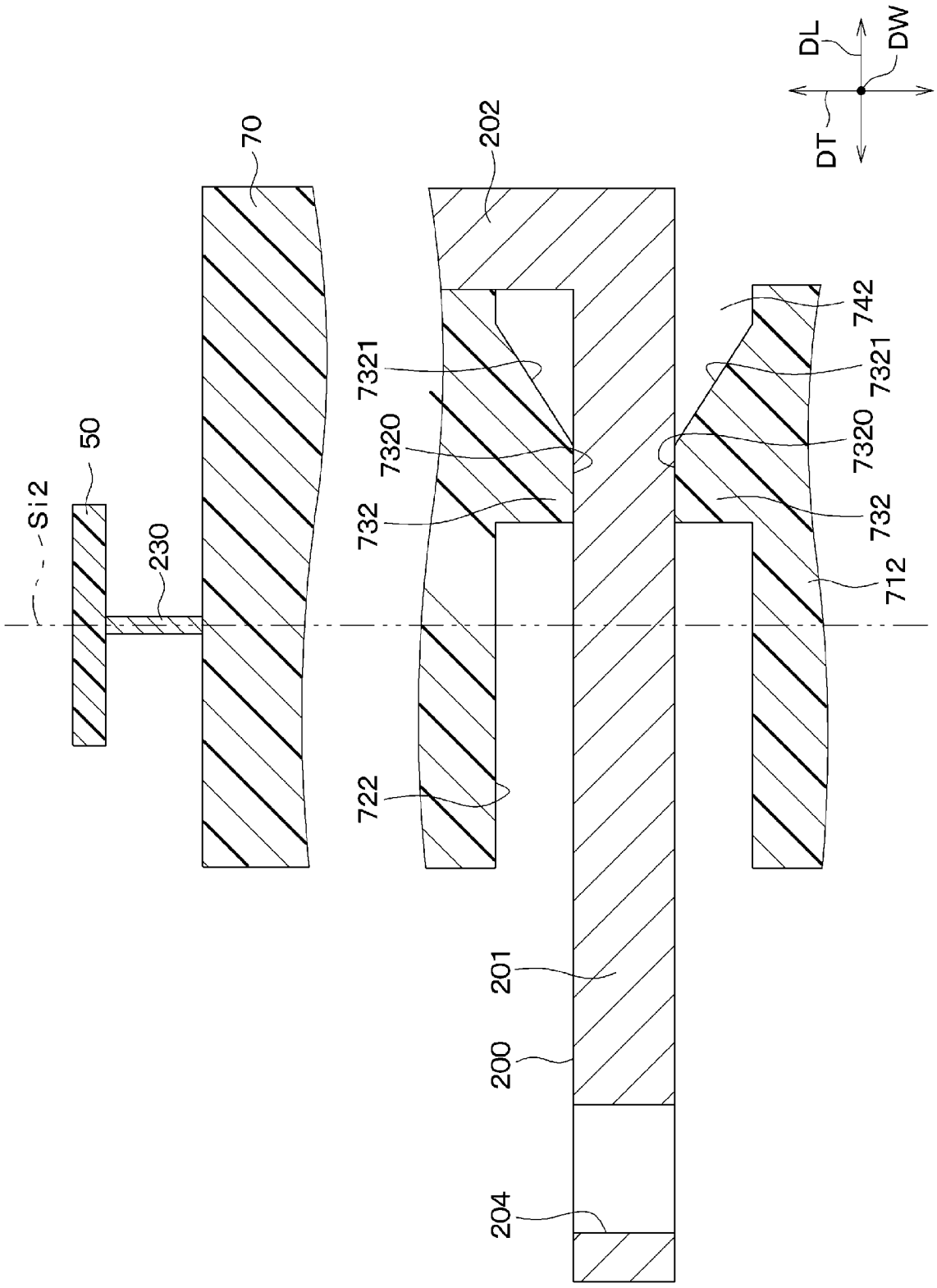
[図52]



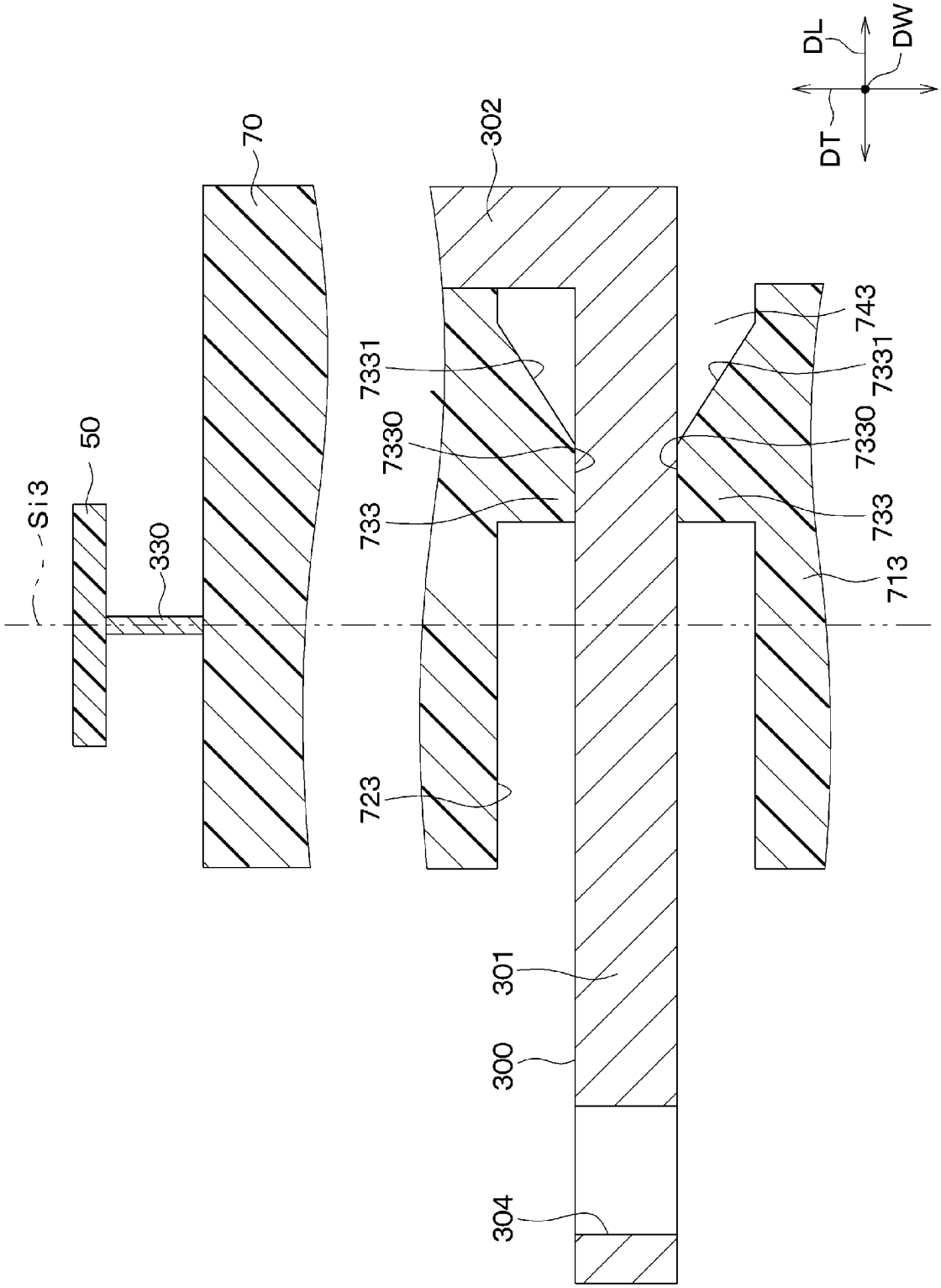
[図53]


DL
DW
DT
70
102
741
7311
7311
7310
7310
50
Si1
731
731
130
711
721
101
100
104

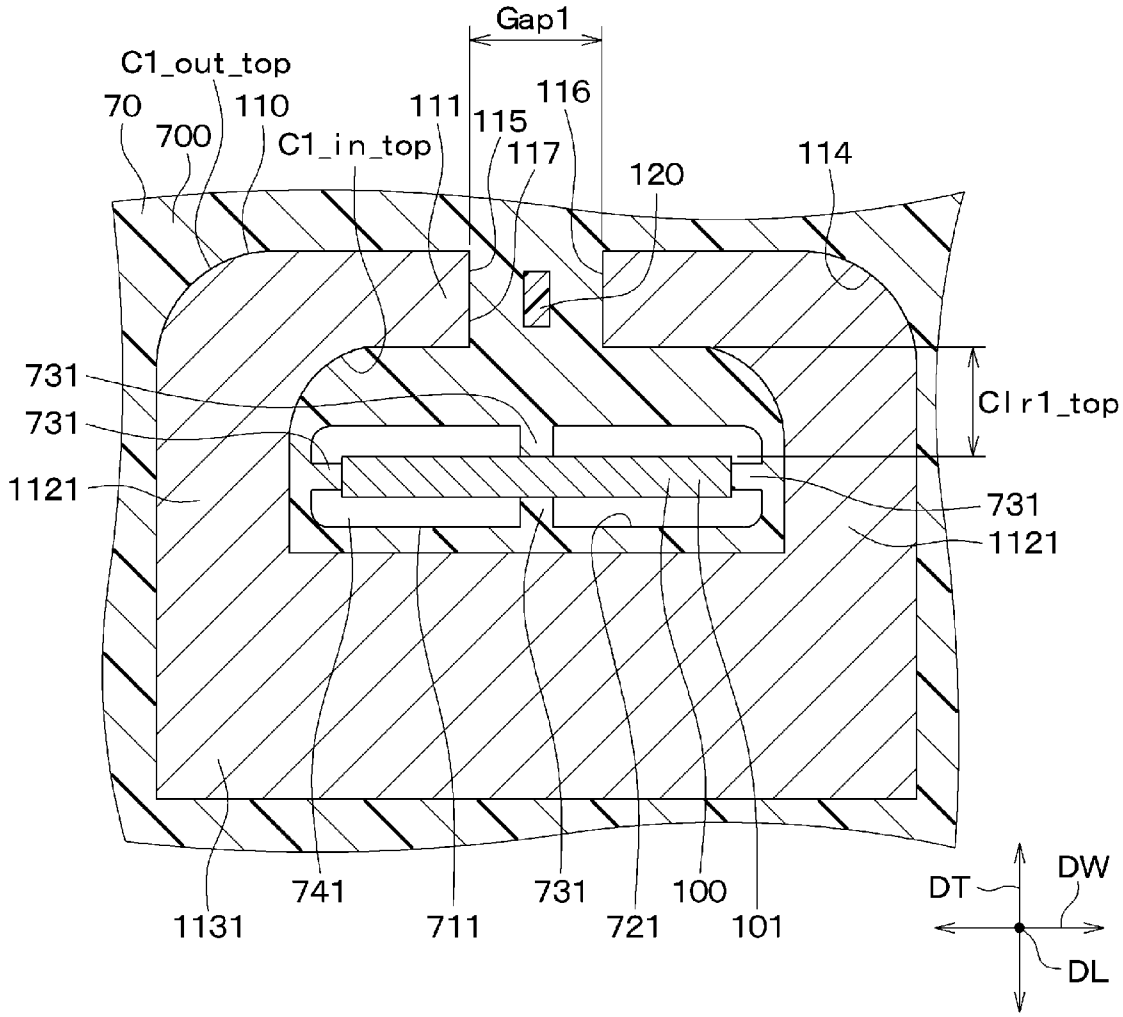
[図54]


DL
DW
DT
70
202
742
7321
7321
7320
7320
50
Si2
732
732
230
712
722
201
200
204

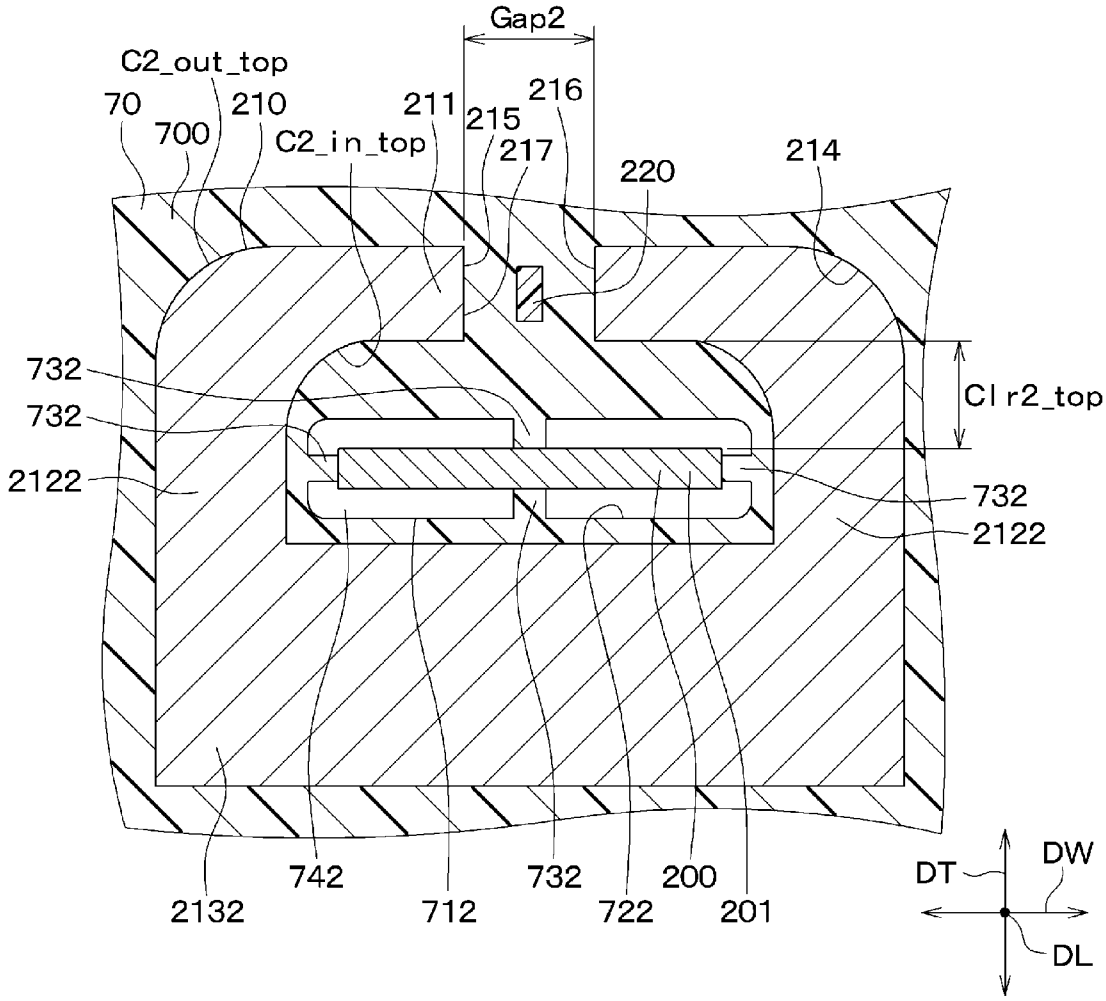
[図55]


DL
DW
DT
70
302
50
Si3
330
7331
7330
733
723
743
7331
7330
733
713
301
300
304

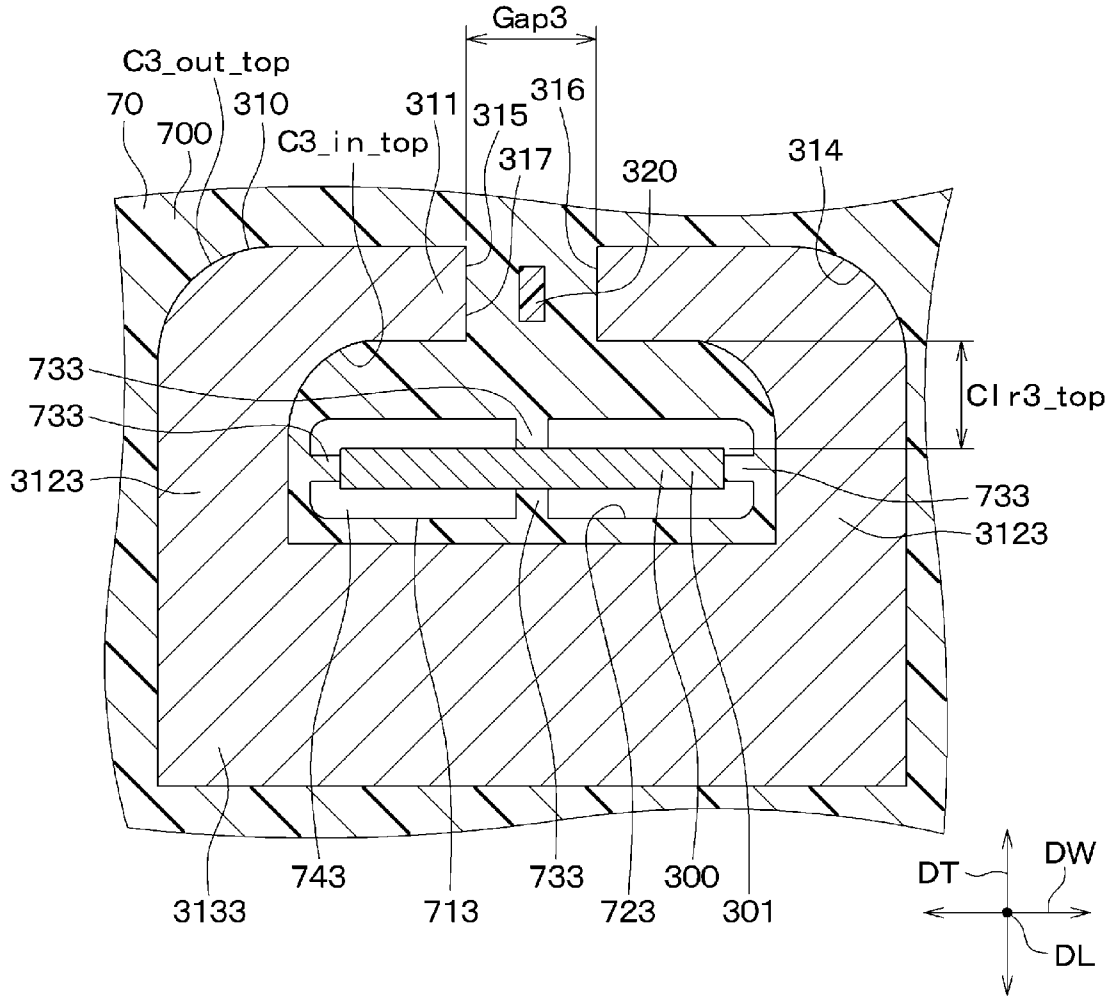
[図56]


Gap1
C1_out_top
70
700
110
C1_in_top
111
115
116
117
120
114
731
731
1121
Clr1_top
731
1121
1131
741
711
731
721
100
101
DT
DW
DL

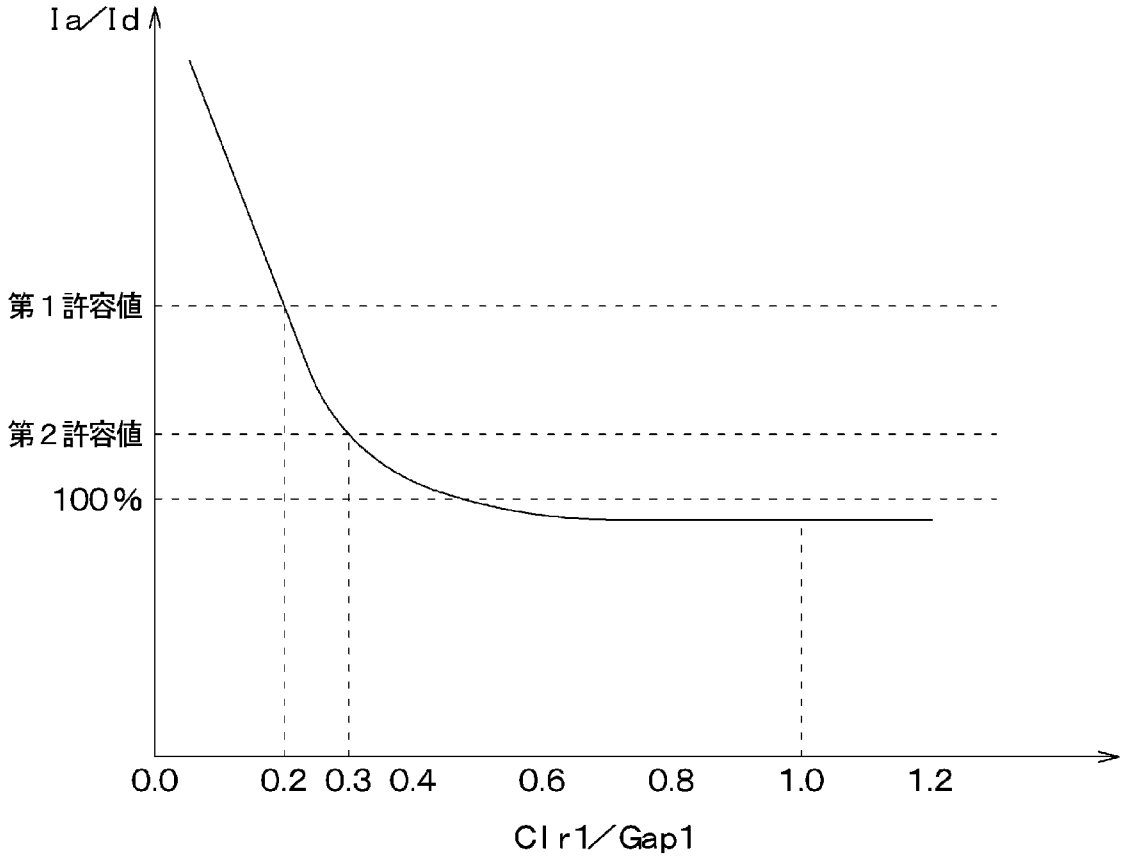
[図57]


Gap2
C2_out_top
70
700
210
C2_in_top
211
215
216
217
220
214
732
732
2122
Clr2_top
732
2122
2132
742
712
732
722
200
201
DT
DW
DL

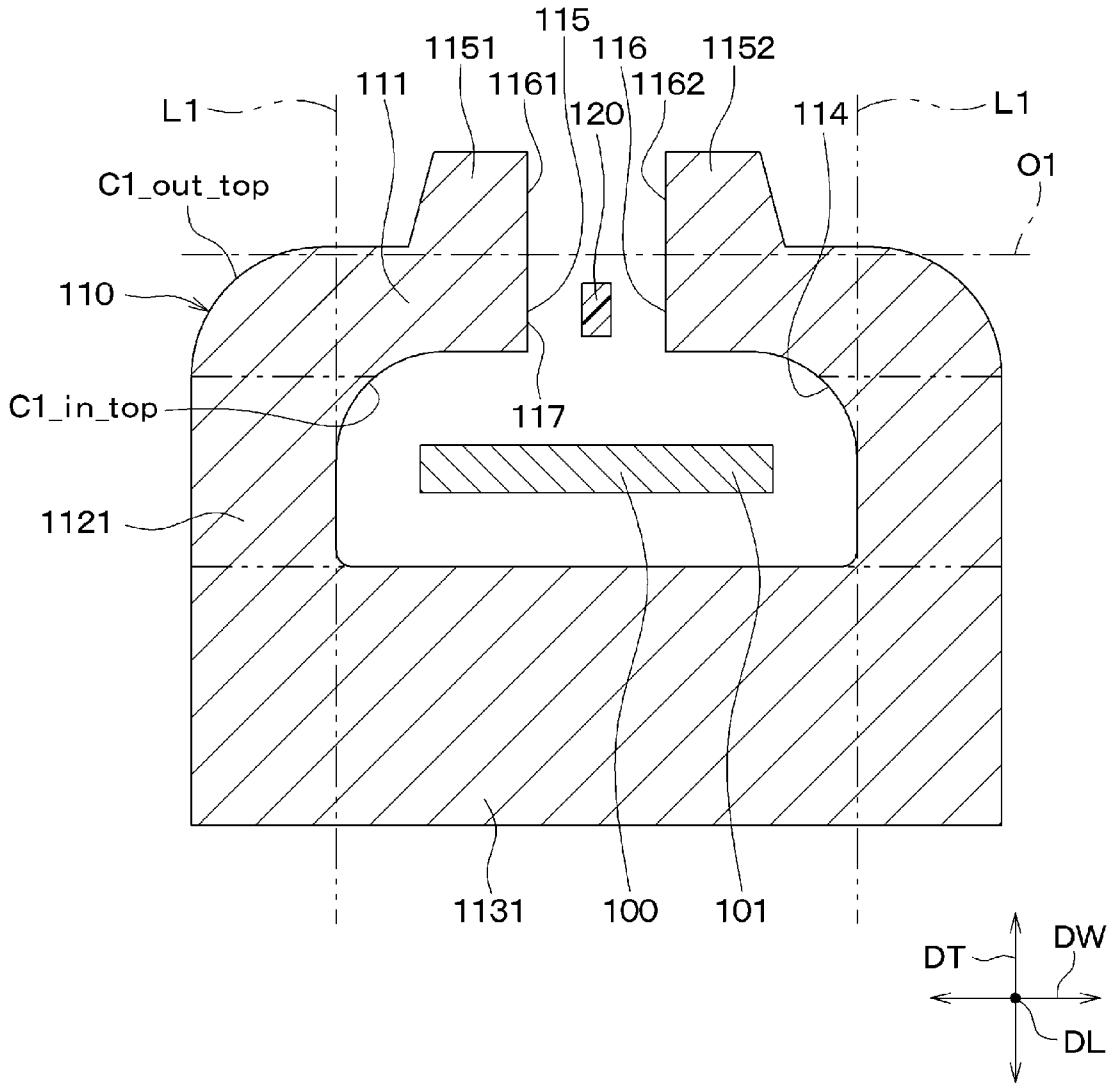
[図58]


Gap3
C3_out_top
70
700
310
311
315
316
C3_in_top
317
320
314
733
733
3123
Clr3_top
733
3123
3133
743
713
733
723
300
301
DT
DW
DL

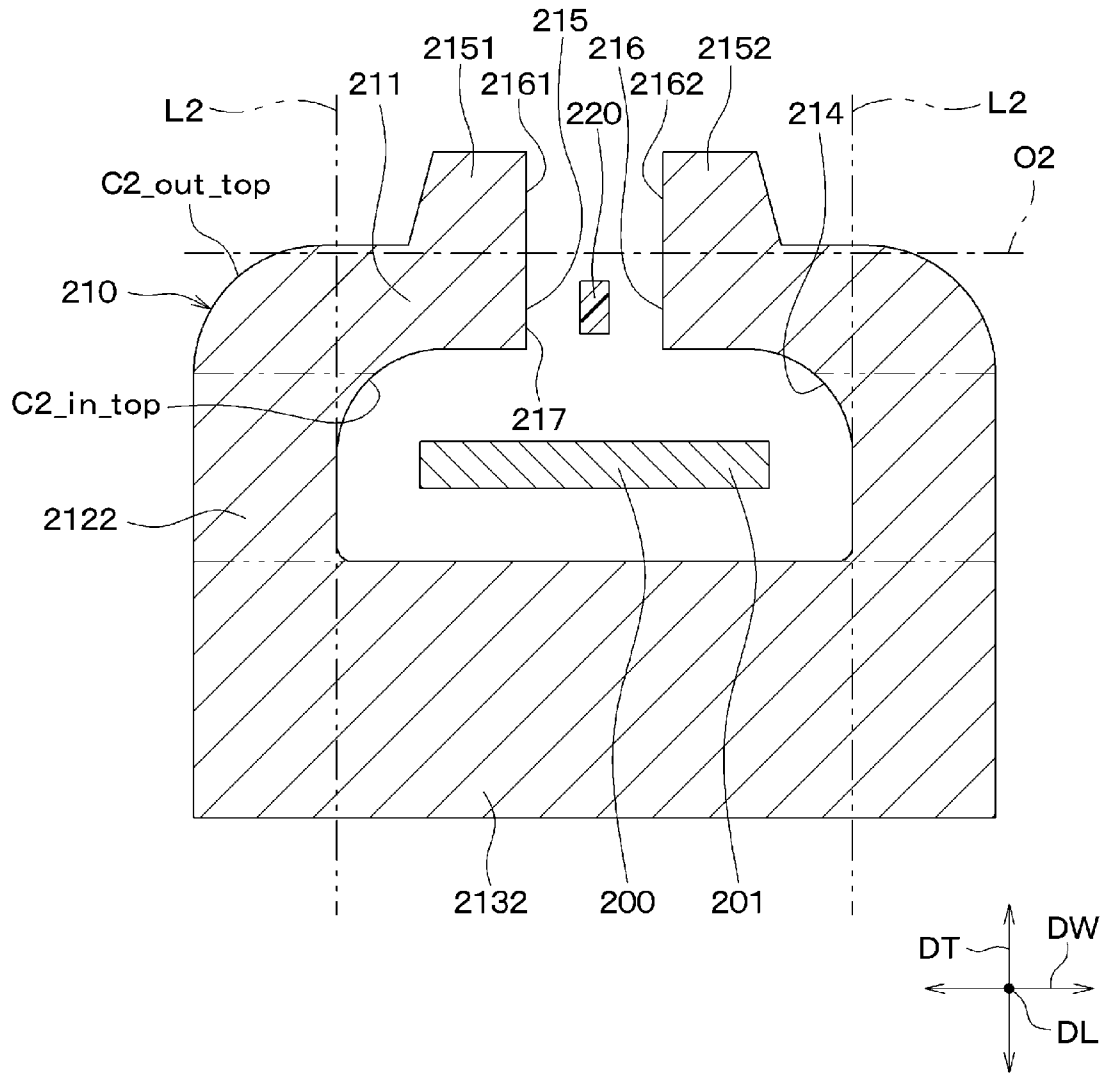
[図59]



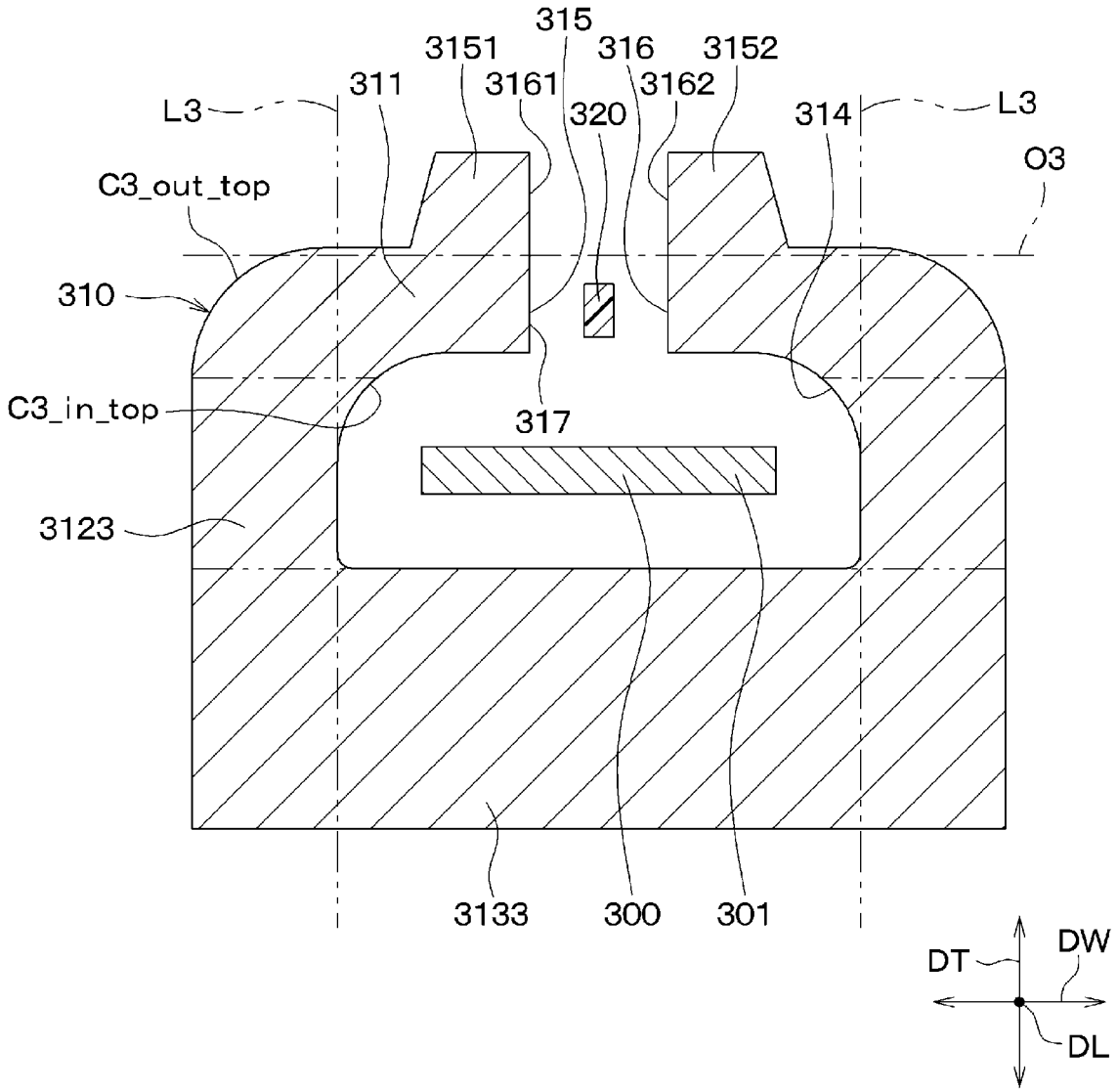
[図60]


115
1151
116
1152
111
1161
1162
120
L1
114
L1
O1
C1_out_top
110
C1_in_top
117
1121
1131
100
101
DT
DW
DL

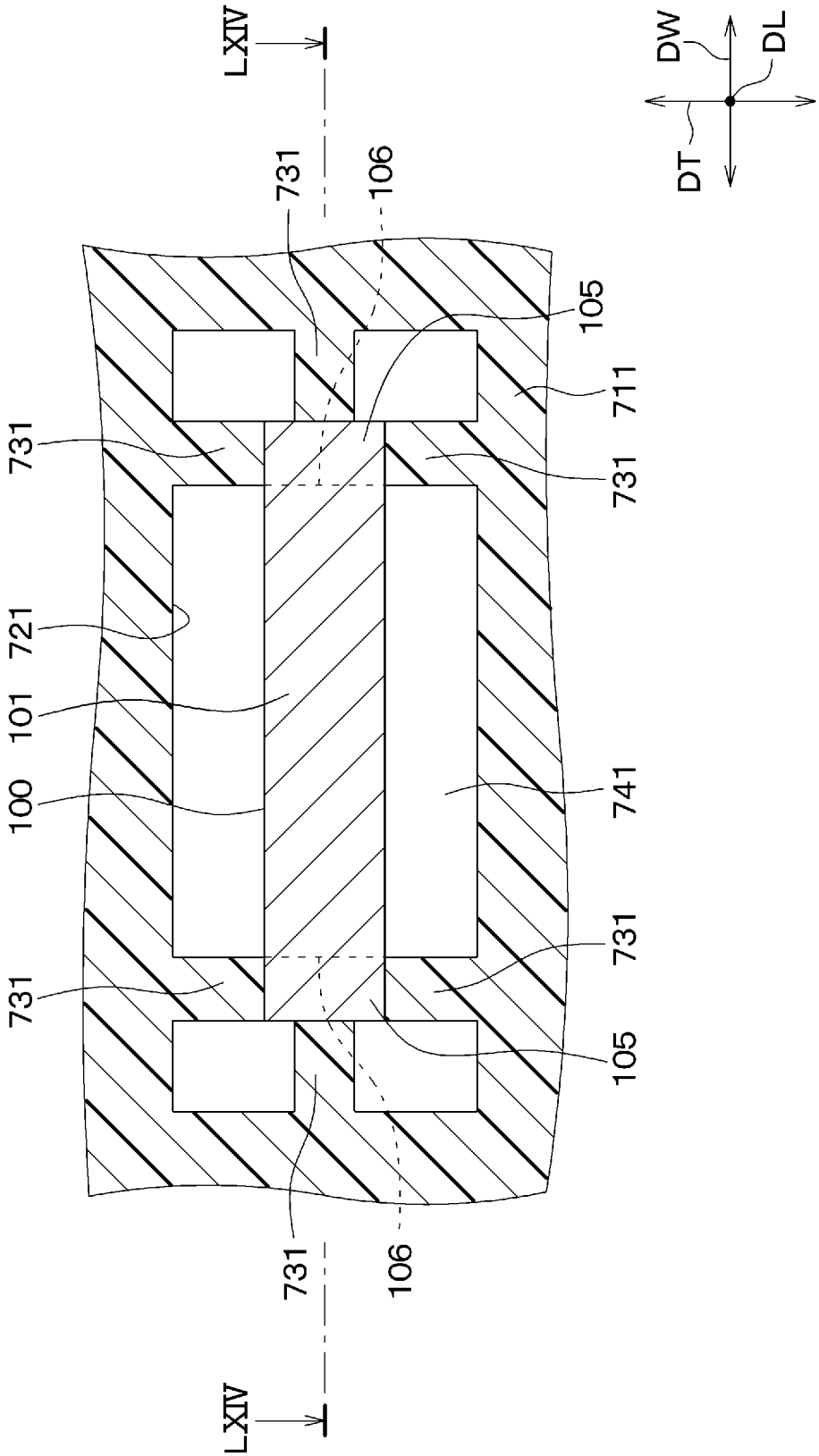
[図61]


215
2151
216
2152
211
2161
2162
L2
220
214
L2
O2
C2_out_top
210
C2_in_top
217
2122
2132
200
201
DW
DT
DL

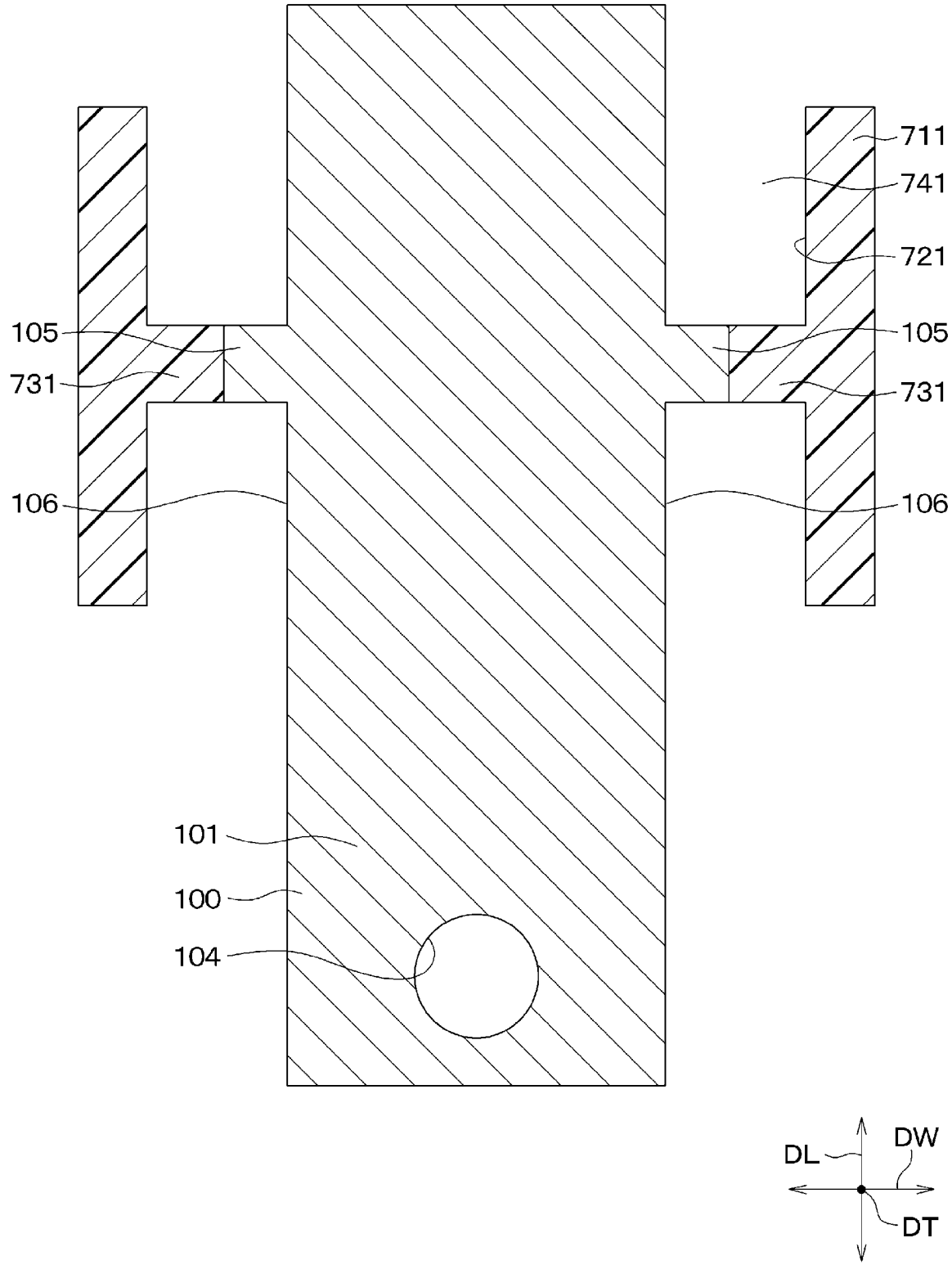
[図62]


315
3151
316
3152
311
3161
3162
L3
320
314
L3
O3
C3_out_top
310
C3_in_top
317
3123
3133
300
301
DW
DT
DL

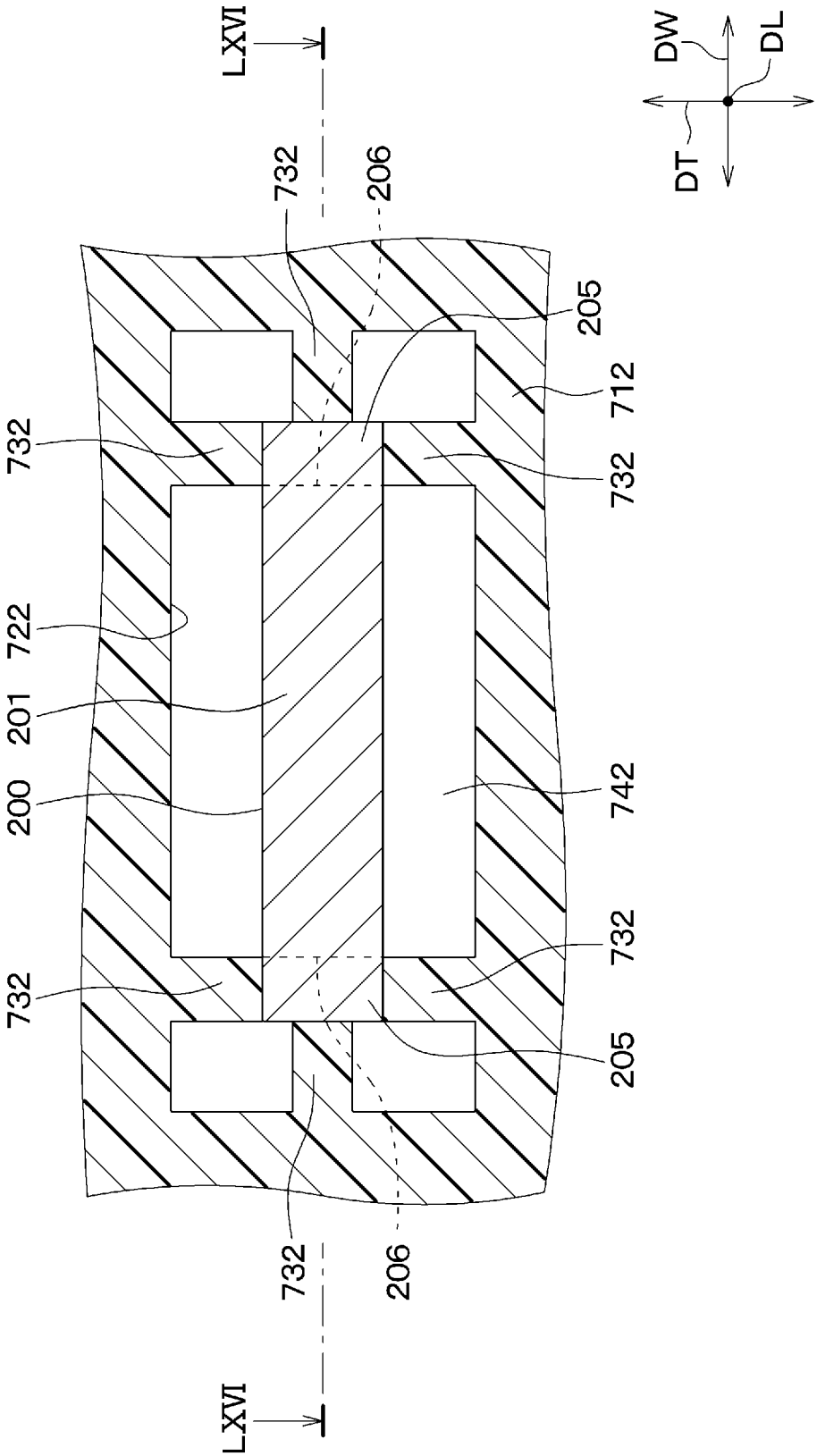
[図63]


LXIV
731
106
DW
DL
DT
105
711
731
731
721
101
100
741
731
731
105
731
106
LXIV

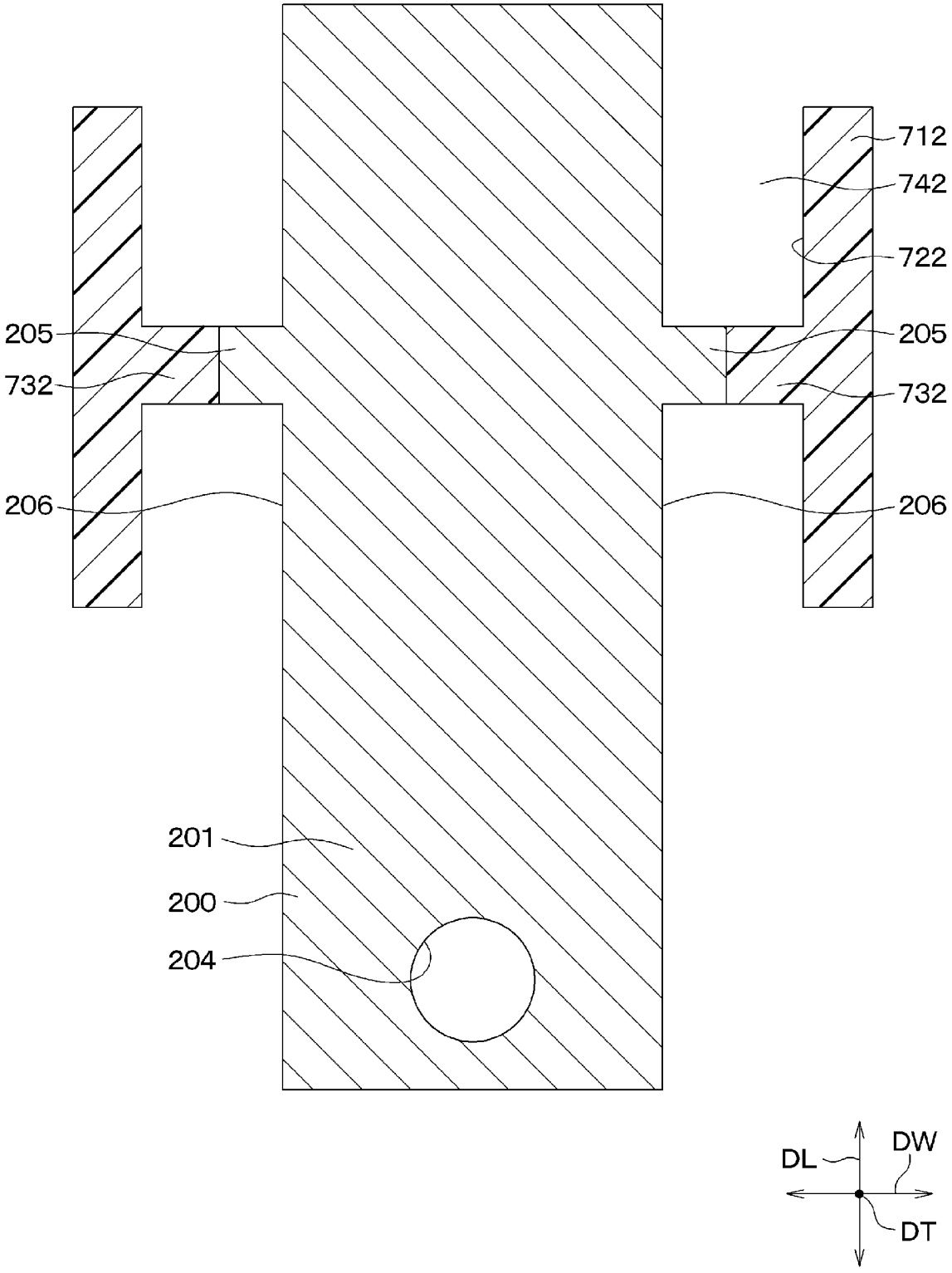
[図64]



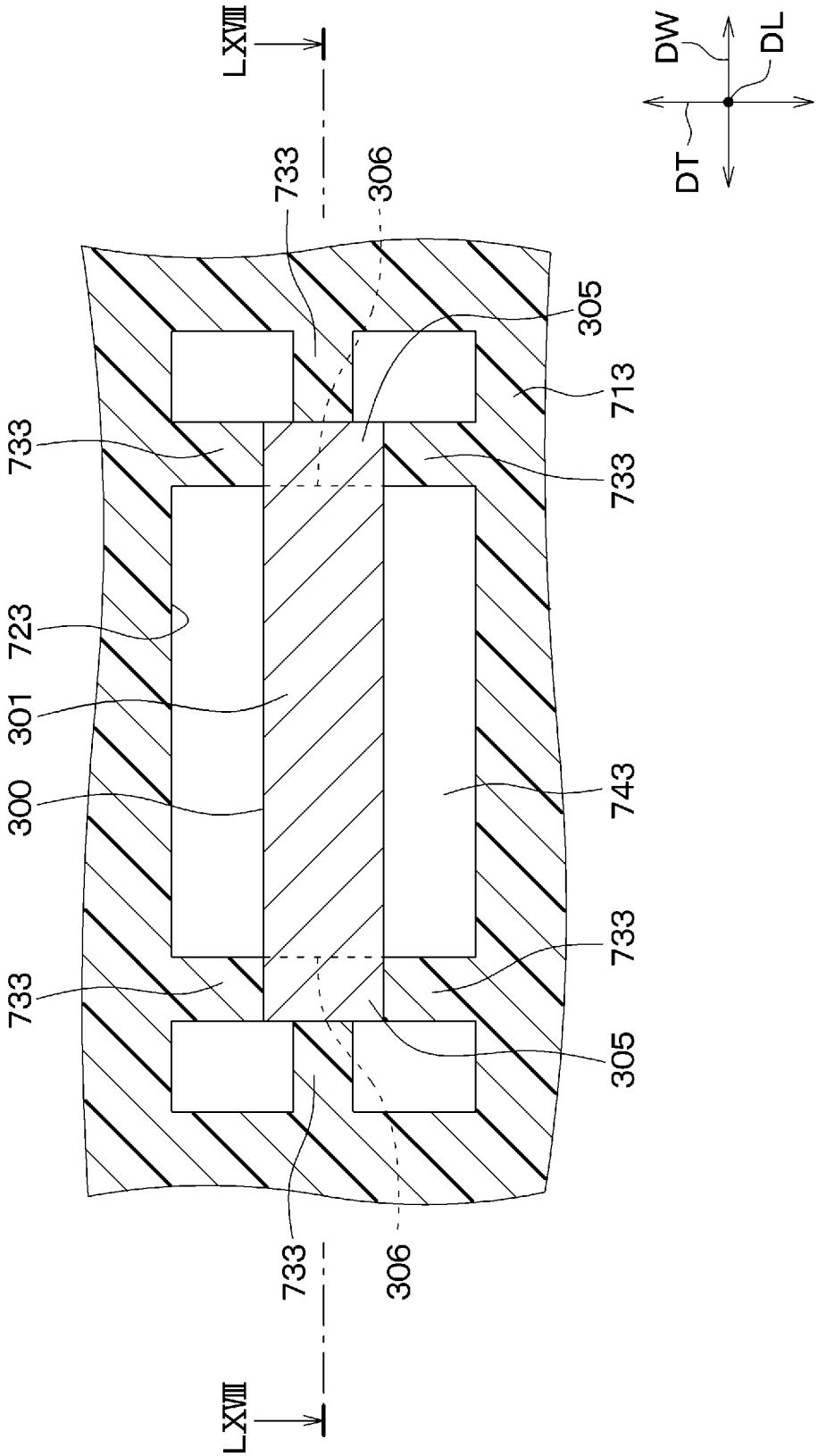
[図65]


LXVI
732
206
DW
DL
DT
205
712
732
732
722
201
200
742
732
732
205
732
206
LXVI

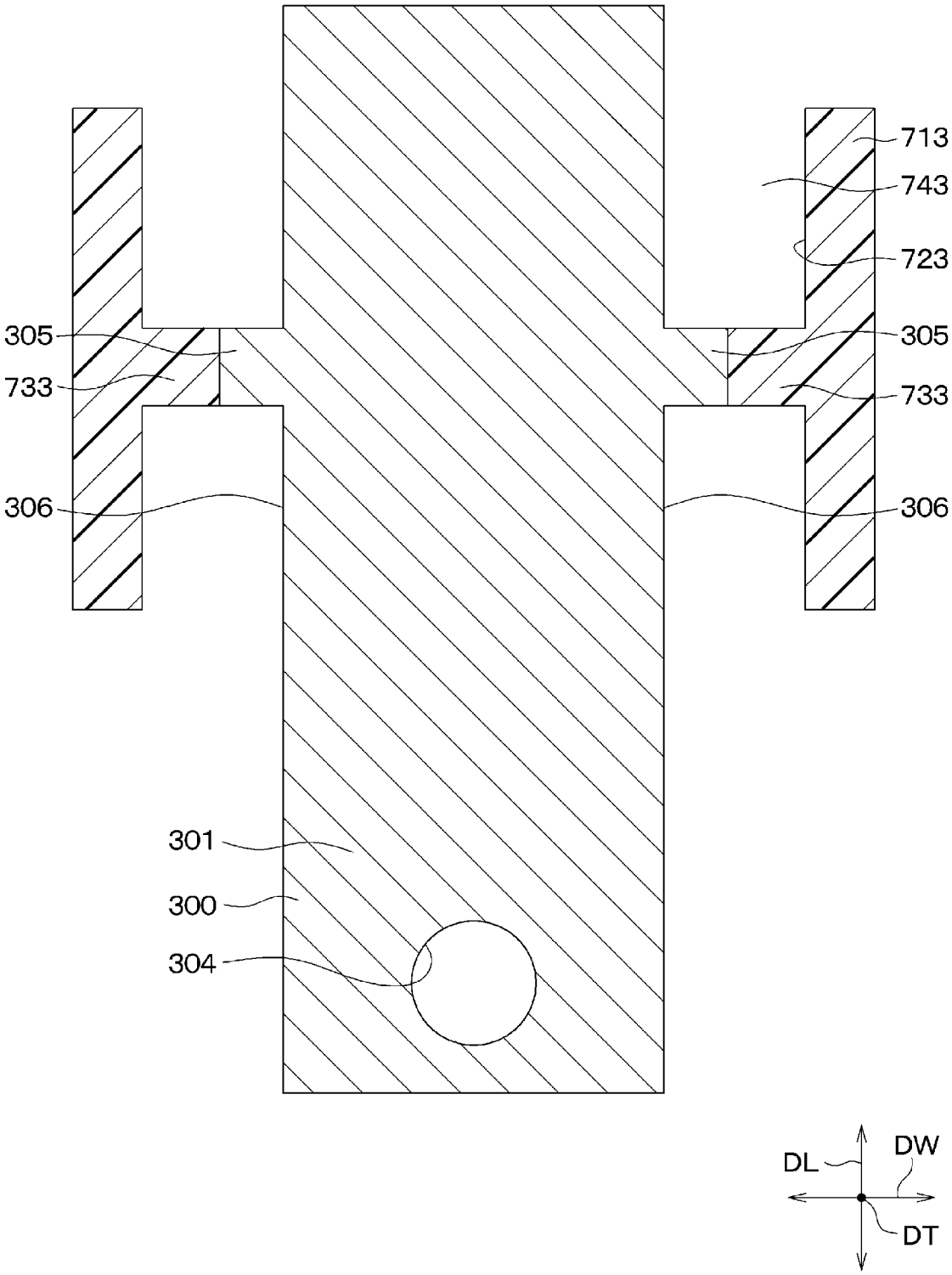
[図66]



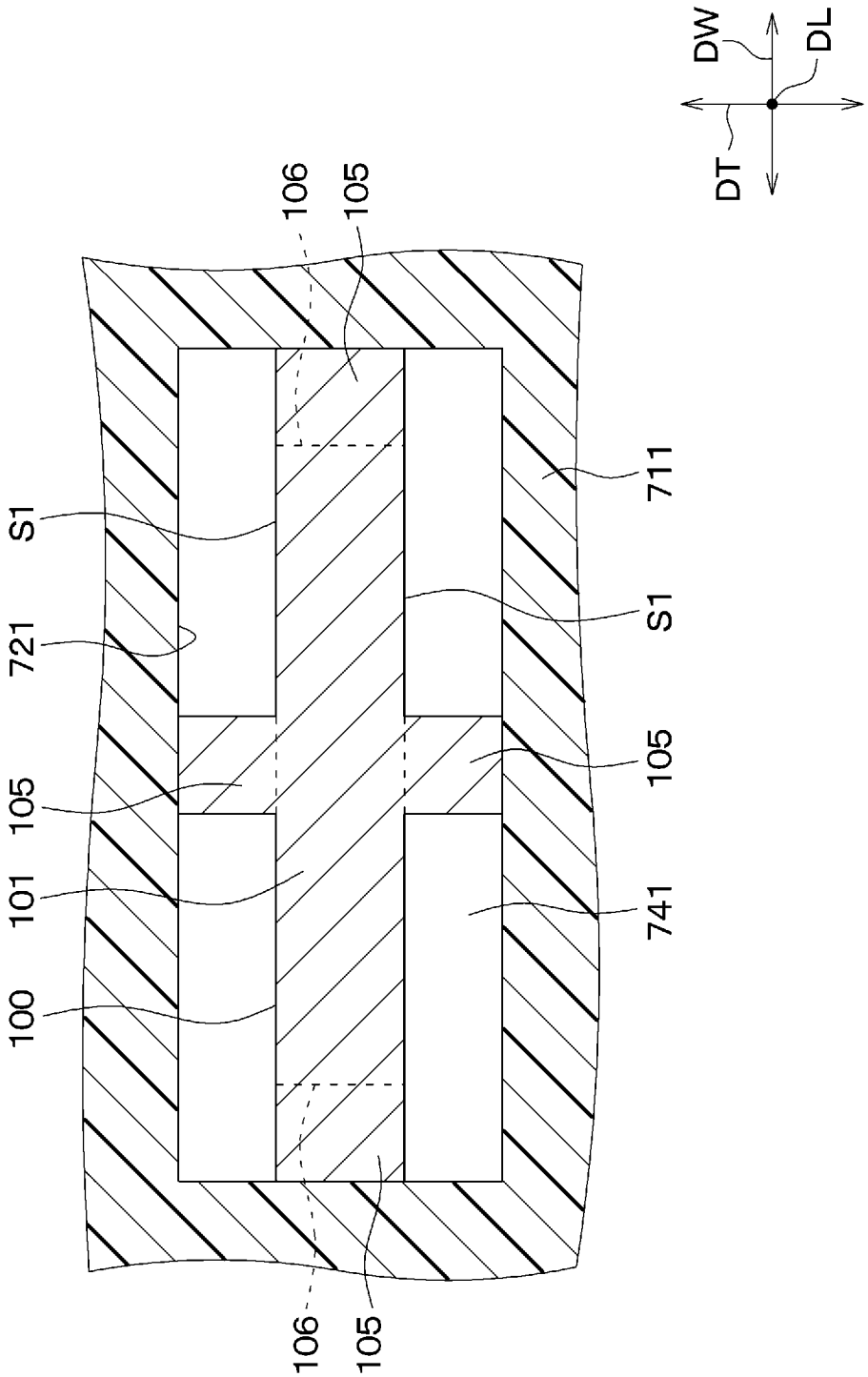
[図67]


LXVIII
733
306
DW
DL
DT
305
713
733
733
723
301
300
743
733
733
305
733
306
LXVIII

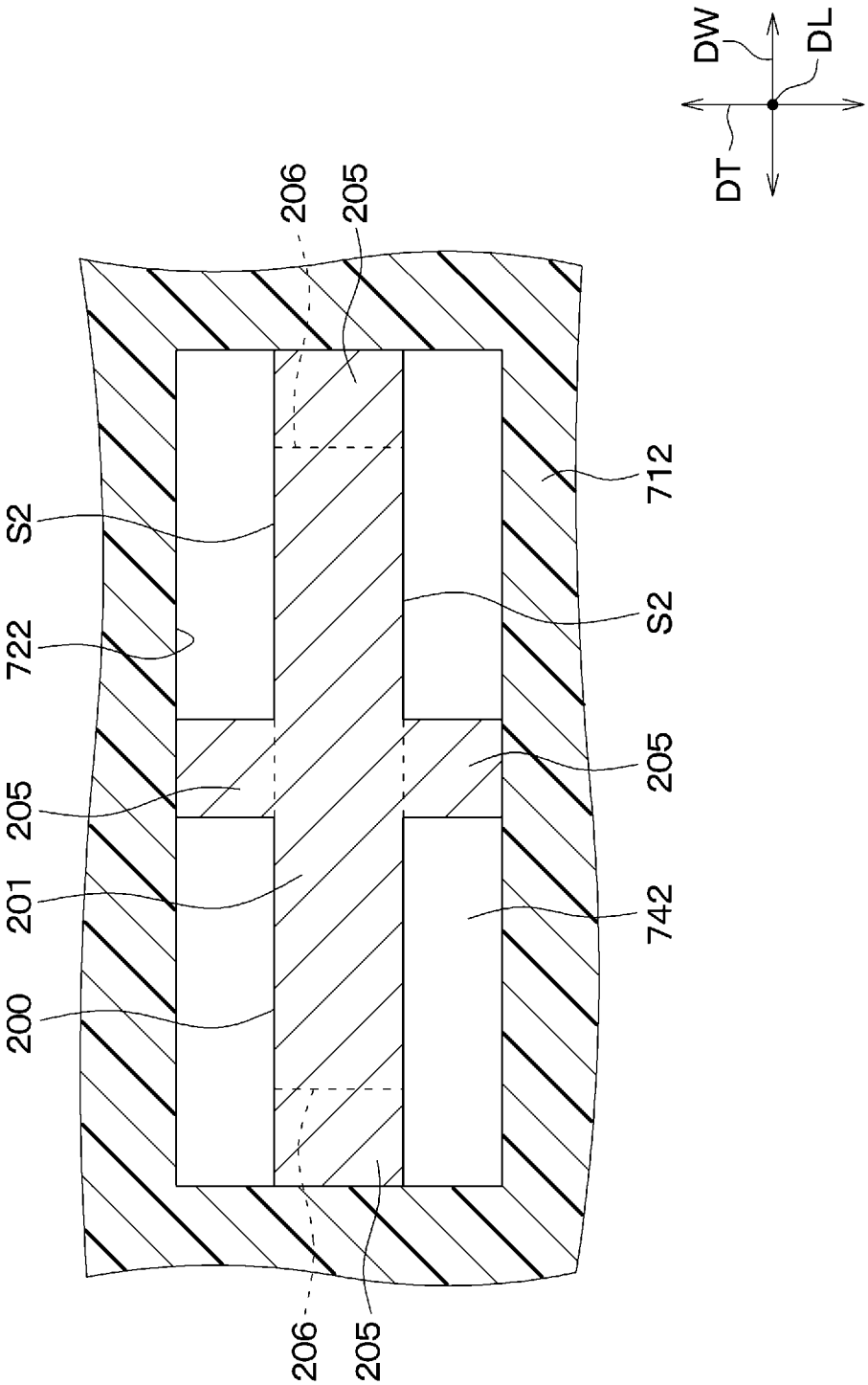
[図68]



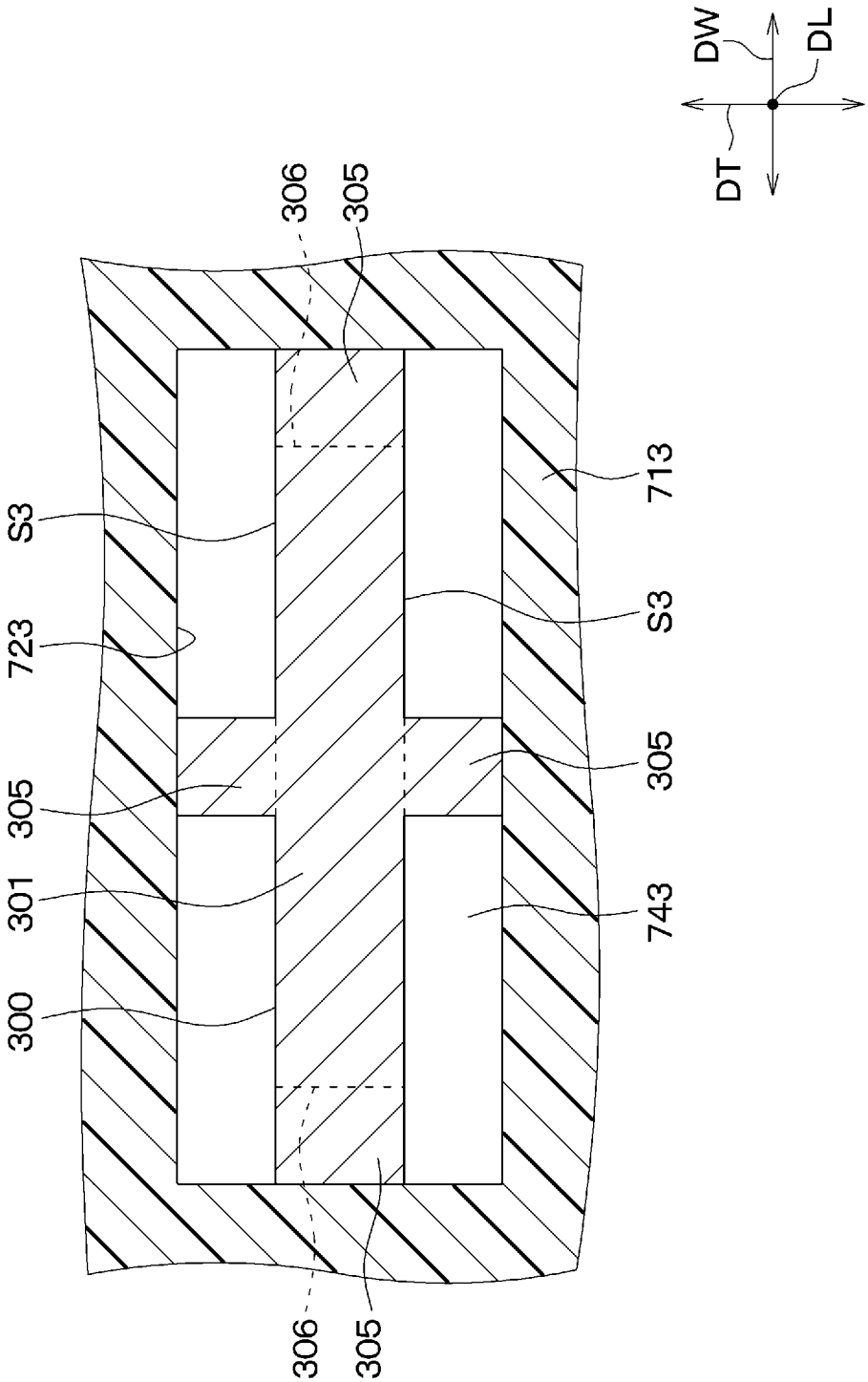
[図69]



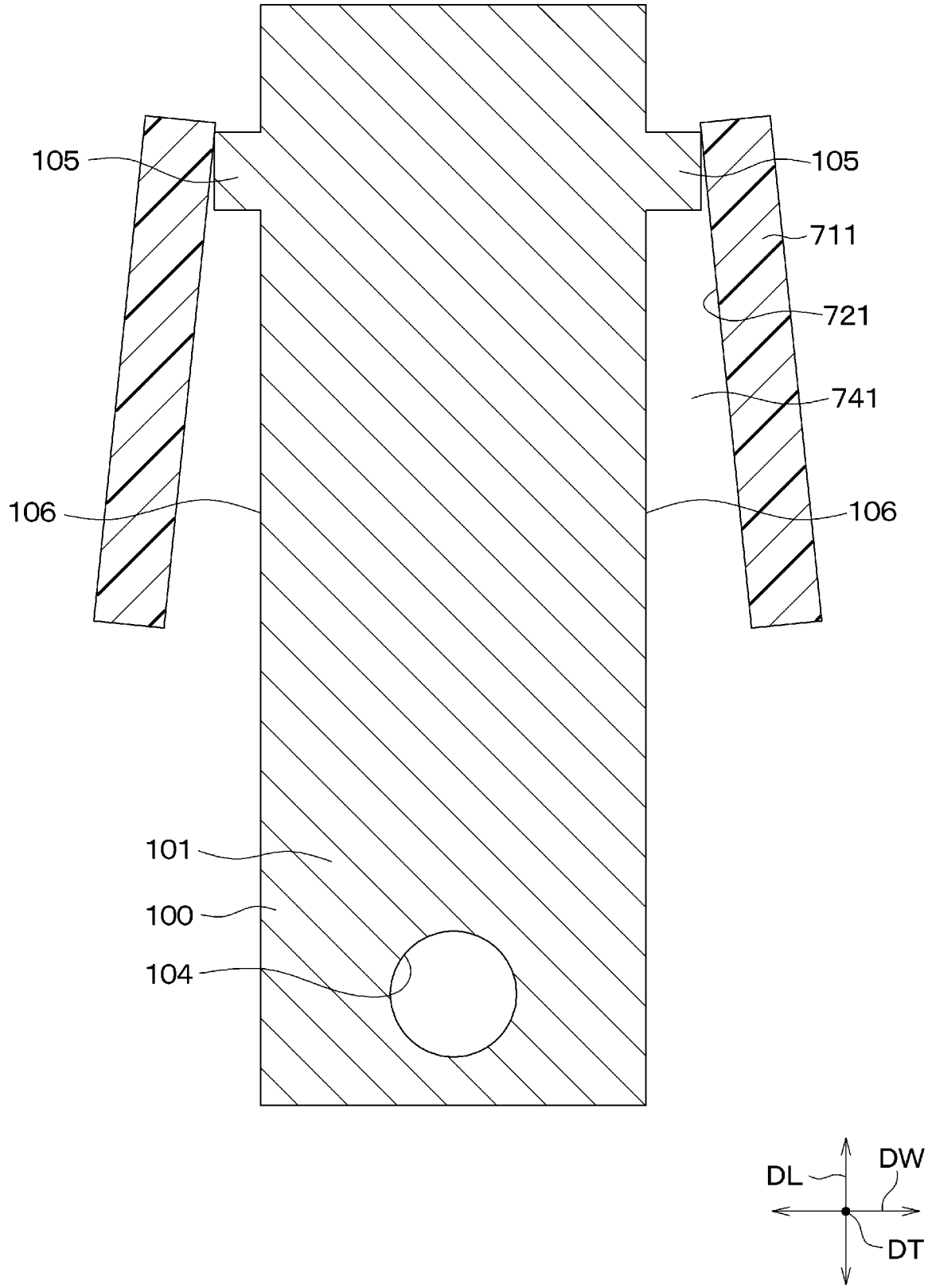
[図70]



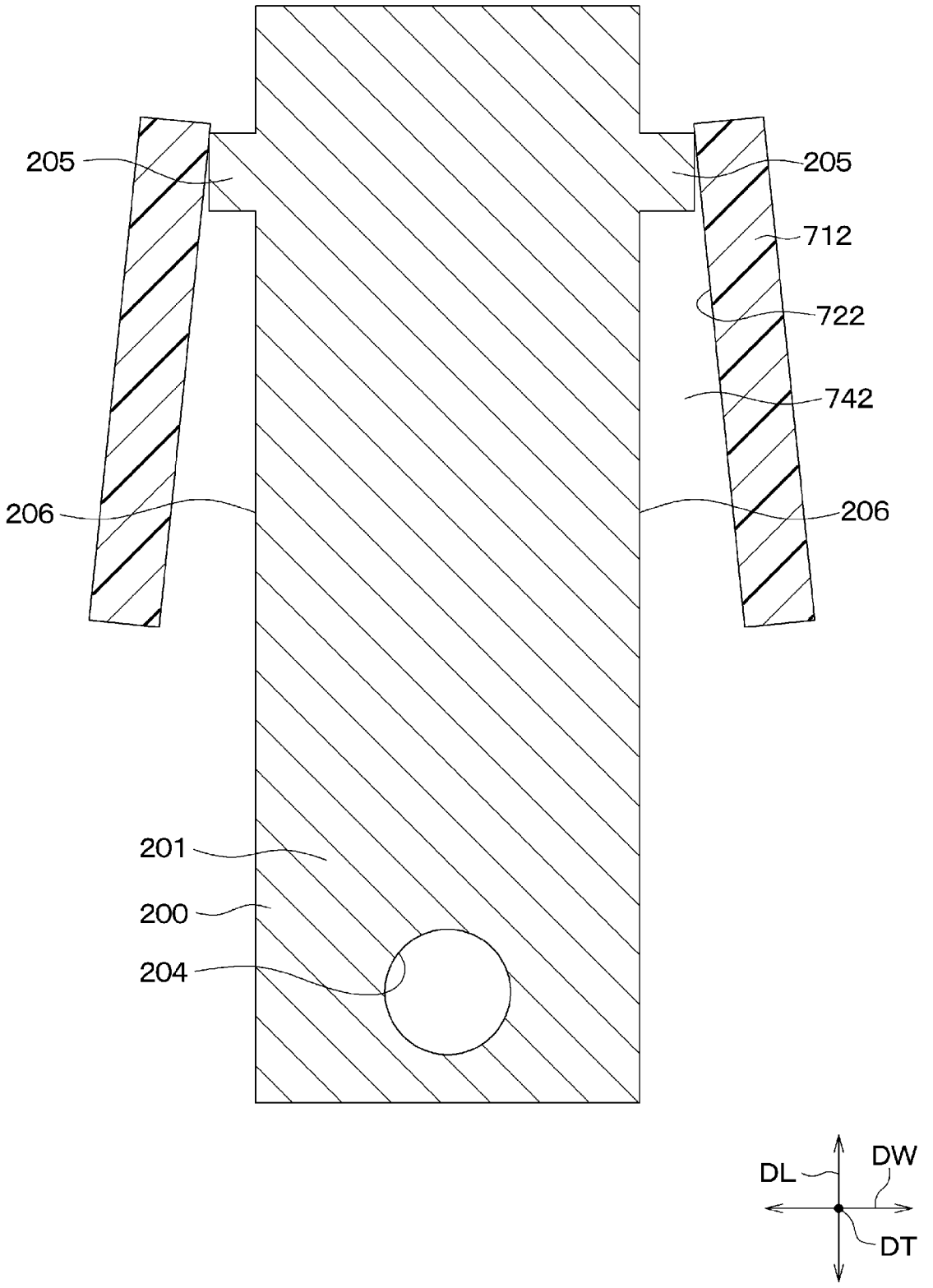
[図71]



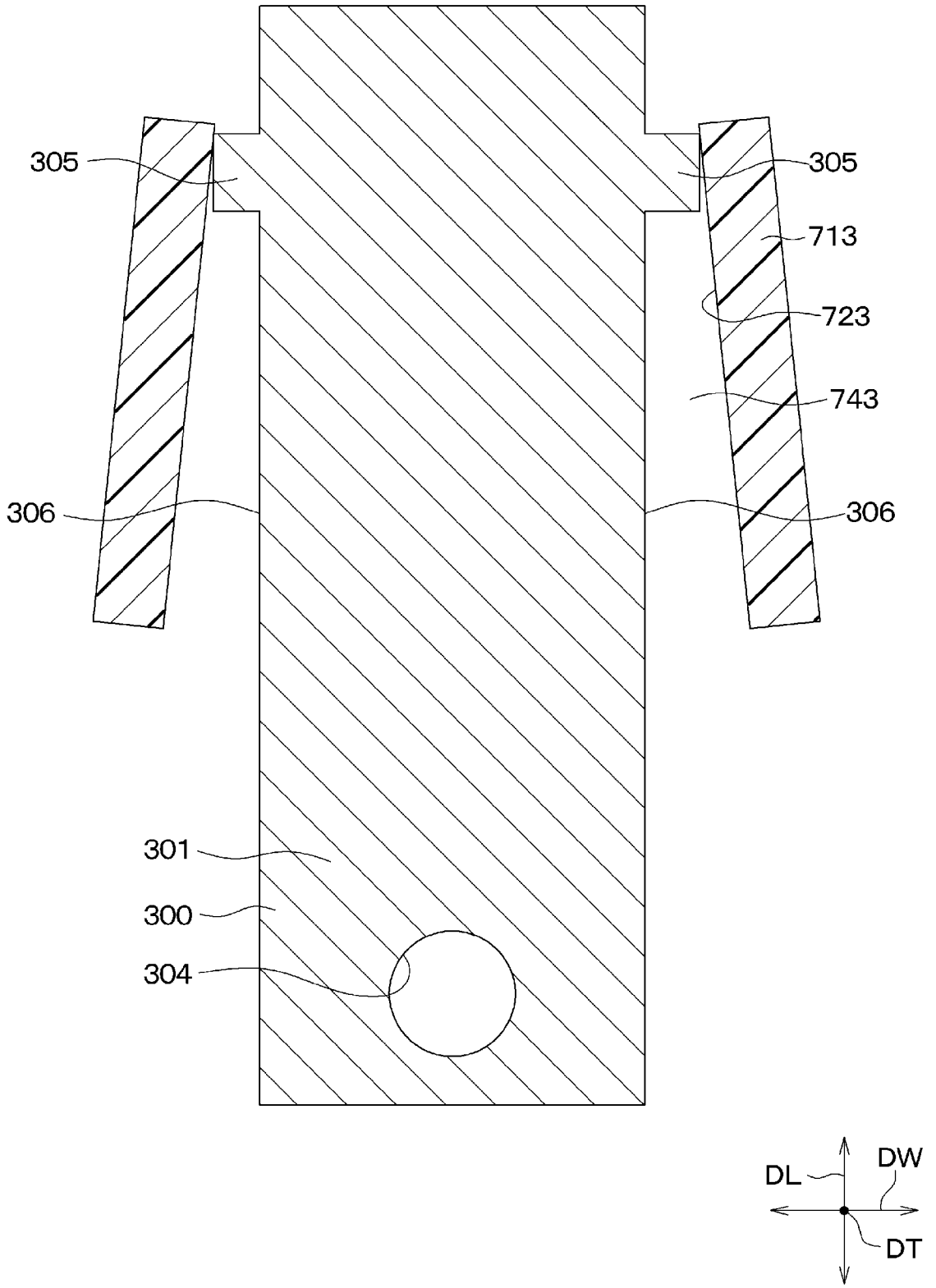
[図72]



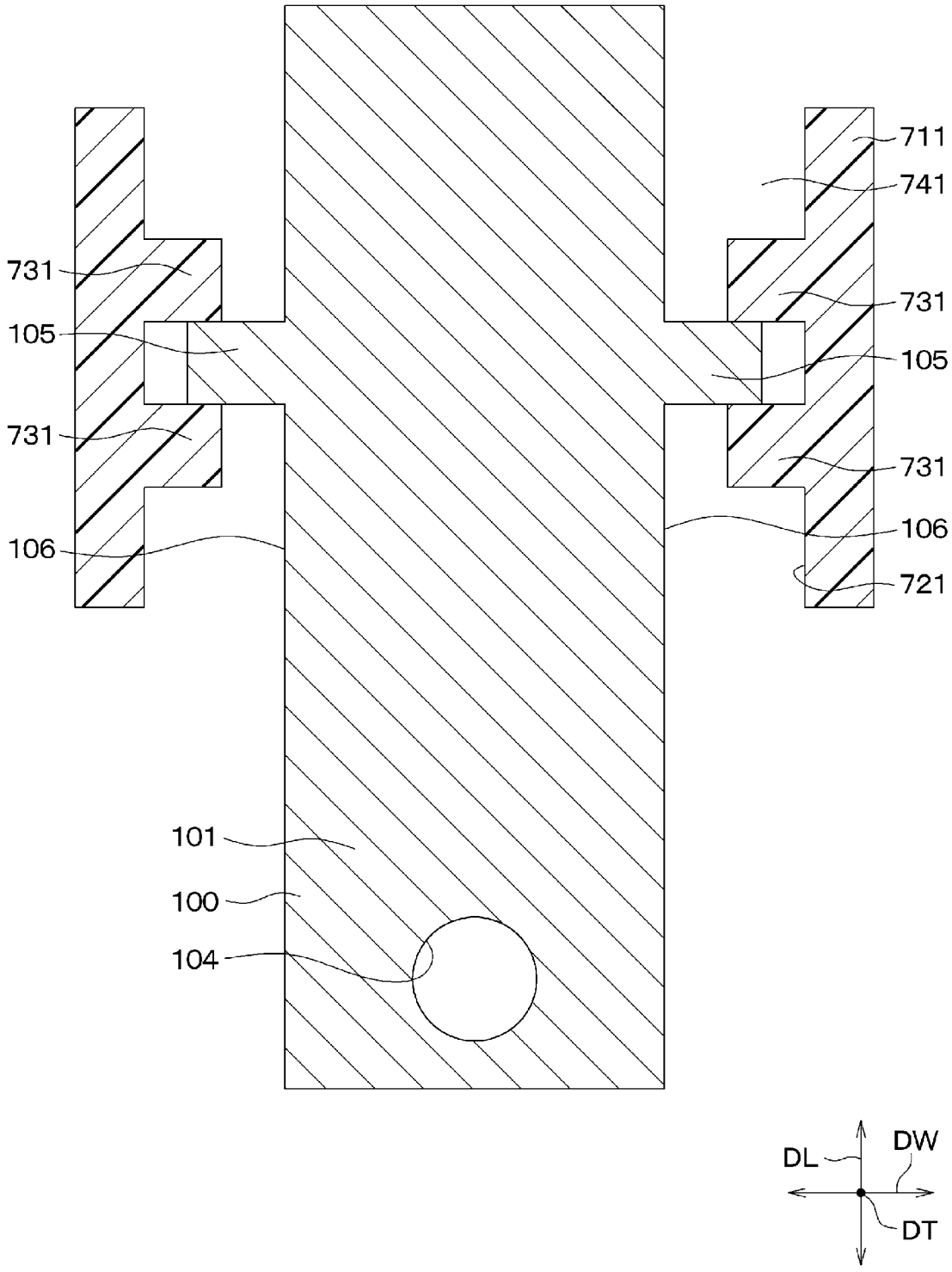
[図73]



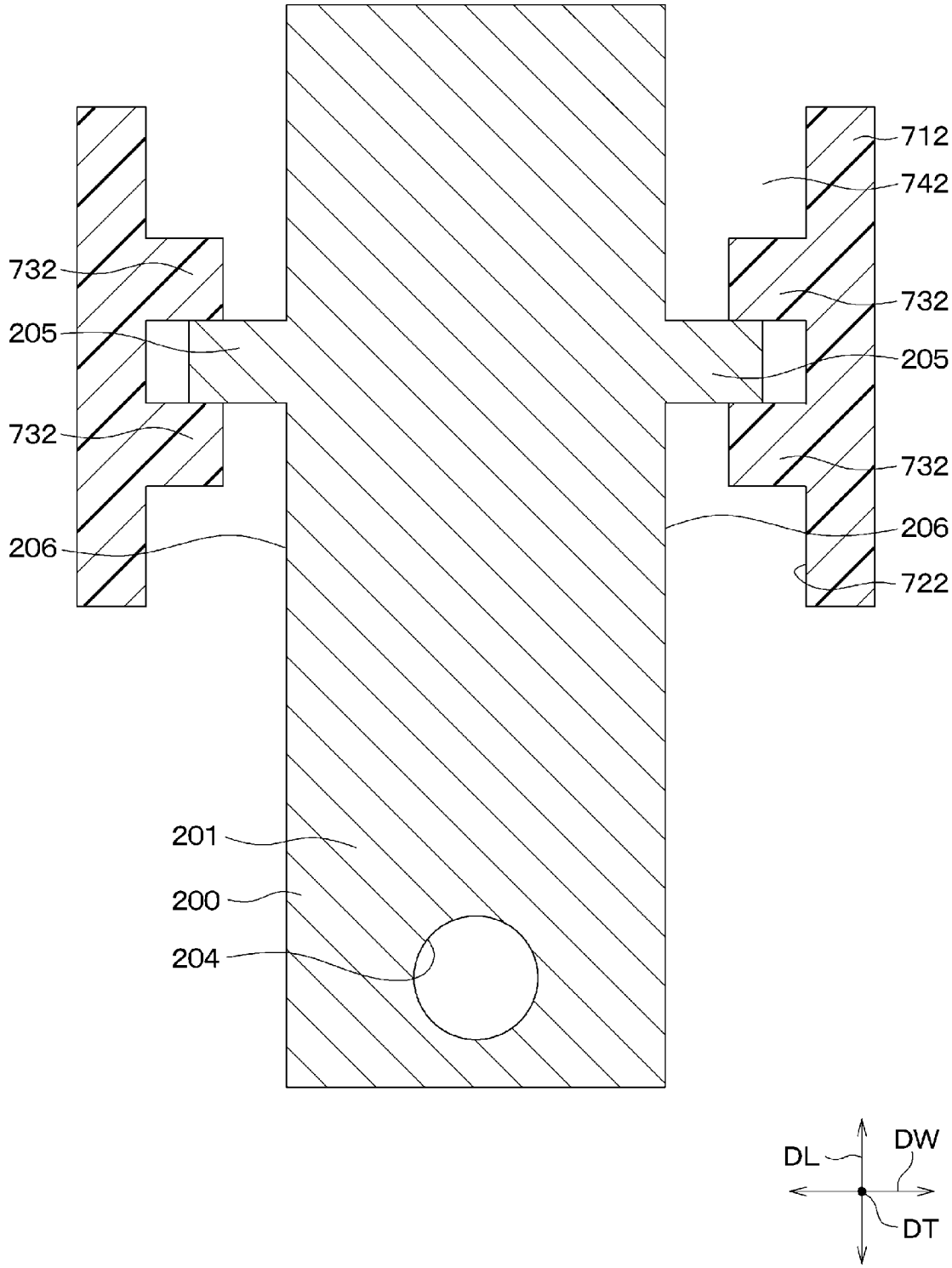
[図74]



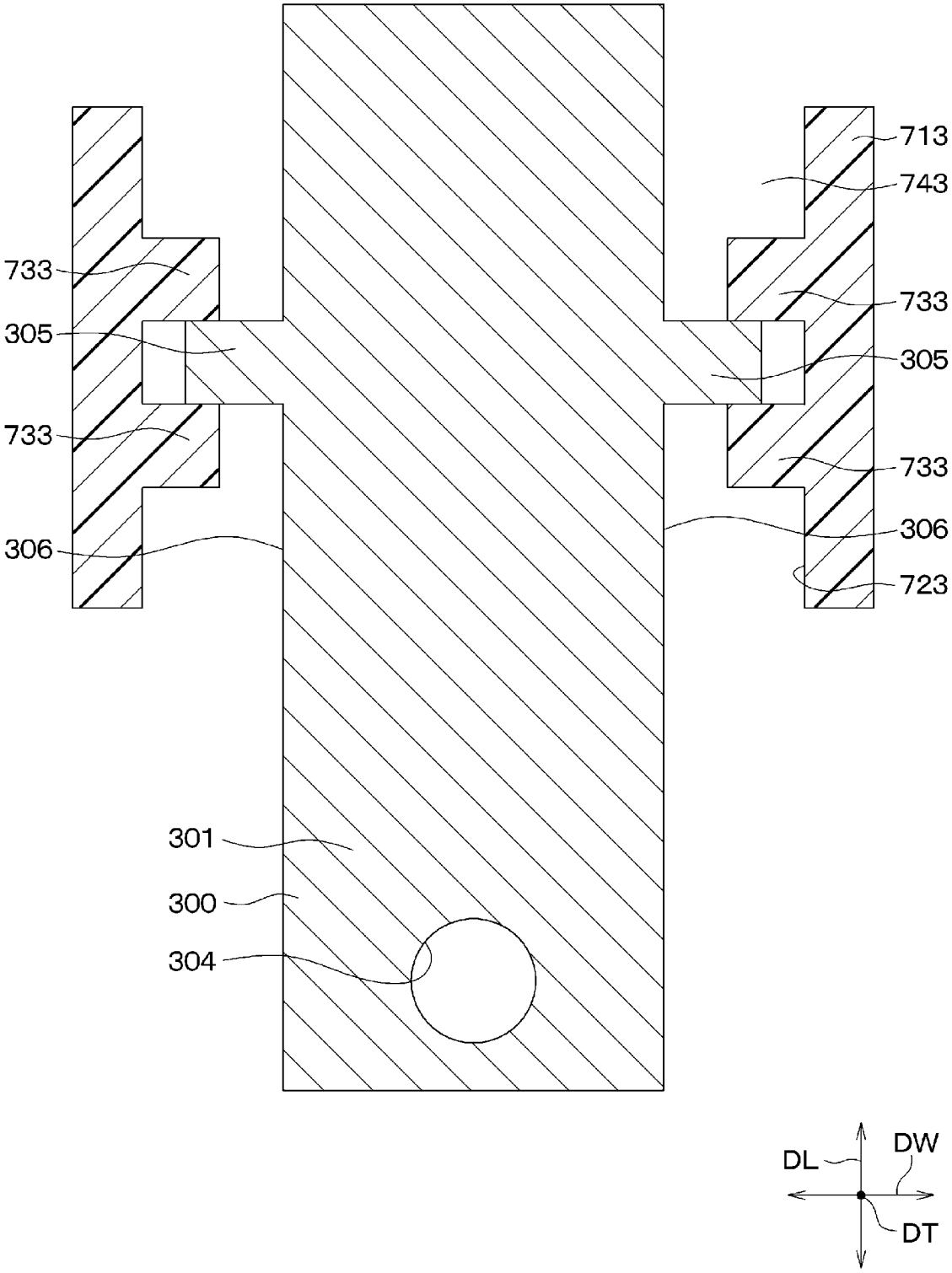
[図75]



[図76]



[図77]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/041777

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 15/20(2006.01)i
FI: G01R15/20 C; G01R15/20 A

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)

G01R15/20

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
X Y	JP 2018-189504 A (YAZAKI CORP) 29 November 2018 (2018-11-29) paragraphs [0013]-[0018], [0029]-[0040], fig. 1-6	1-3 4-8
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 24269/1990 (Laid-open No. 113822/1991) (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD) 26 October 1991 (1991-11-21), p. 8. line 5 to p. 9, line 6, fig. 6-8	4-7
Y	JP 2021-32796 A (DENSO CORP) 01 March 2021 (2021-03-01) paragraph [0040], fig. 2-4	8
A	JP 2013-205194 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 07 October 2013 (2013-10-07) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2012-2690 A (AISIN SEIKI CO LTD) 05 January 2012 (2012-01-05) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2021-152515 A (KOHSHIN ELECTRIC CORP) 30 September 2021 (2021-09-30) entire text, all drawings	1-8

☑ 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	Date of mailing of the international search report
21 December 2022	**10 January 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/041777

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-2277 A (TDK CORP) 07 January 2010 (2010-01-07) entire text, all drawings	1-8
A	US 2020/0132725 A1 (MAGLAB LIMITED) 30 April 2020 (2020-04-30) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2015-224883 A (FUJIKURA LTD) 14 December 2015 (2015-12-14) entire text, all drawings	4-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/041777

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2018-189504 A	29 November 2018	US 2018/0321281 A1 paragraphs [0018]-[0023], [0034]-[0045], fig. 1-6 DE 102018206867 A1 CN 109001516 A	
JP 3-113822 U1	21 November 1991	(Family: none)	
JP 2021-32796 A	01 March 2021	(Family: none)	
JP 2013-205194 A	07 October 2013	(Family: none)	
JP 2012-2690 A	05 January 2012	WO 2011/158633 A1 entire text, all drawings	
JP 2021-152515 A	30 September 2021	(Family: none)	
JP 2010-2277 A	07 January 2010	(Family: none)	
US 2020/0132725 A1	30 April 2020	WO 2019/016822 A1 entire text, all drawings	
JP 2015-224883 A	14 December 2015	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/041777

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01R 15/20(2006.01)i
FI: G01R15/20 C; G01R15/20 A

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（ＩＰＣ））

G01R15/20

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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
X	JP 2018-189504 A (矢崎総業株式会社) 29.11.2018 (2018-11-29) 段落００１３－００１８、００２９－００４０，図１－６	1-3
Y		4-8
Y	日本国実用新案登録出願2-24269号(日本国実用新案登録出願公開3-113822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（古河電気工業株式会社）21.11.1991 (1991-11-21) 第８頁第５行目－第９頁第６行目，第６－８図	4-7
Y	JP 2021-32796 A (株式会社デンソー) 01.03.2021 (2021-03-01) 段落００４０，図２－４	8
A	JP 2013-205194 A (住友電気工業株式会社) 07.10.2013 (2013-10-07) 全文，全図	1-8
A	JP 2012-2690 A (アイシン精機株式会社) 05.01.2012 (2012-01-05) 全文，全図	1-8
A	JP 2021-152515 A (甲神電機株式会社) 30.09.2021 (2021-09-30) 全文，全図	1-8

☑ 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	国際調査報告の発送日
21.12.2022	10.01.2023

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）

島▲崎▼　純一　2S 9107

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/041777

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
A	JP 2010-2277 A (ＴＤＫ株式会社) 07.01.2010 (2010-01-07) 全文，全図	1-8
A	US 2020/0132725 A1 (MAGLAB LIMITED) 30.04.2020 (2020-04-30) 全文，全図	1-8
A	JP 2015-224883 A (株式会社フジクラ) 14.12.2015 (2015-12-14) 全文，全図	4-7

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/JP2022/041777

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2018-189504 A	29.11.2018	US 2018/0321281 A1 段落００１８－００２３，００３４－００４５，Ｆｉｇｓ．１－６ DE 102018206867 A1 CN 109001516 A	
JP 3-113822 U1	21.11.1991	（ファミリーなし）	
JP 2021-32796 A	01.03.2021	（ファミリーなし）	
JP 2013-205194 A	07.10.2013	（ファミリーなし）	
JP 2012-2690 A	05.01.2012	WO 2011/158633 A1 全文，全図	
JP 2021-152515 A	30.09.2021	（ファミリーなし）	
JP 2010-2277 A	07.01.2010	（ファミリーなし）	
US 2020/0132725 A1	30.04.2020	WO 2019/016822 A1 全文，全図	
JP 2015-224883 A	14.12.2015	（ファミリーなし）	