

(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)



(10) 国際公開番号

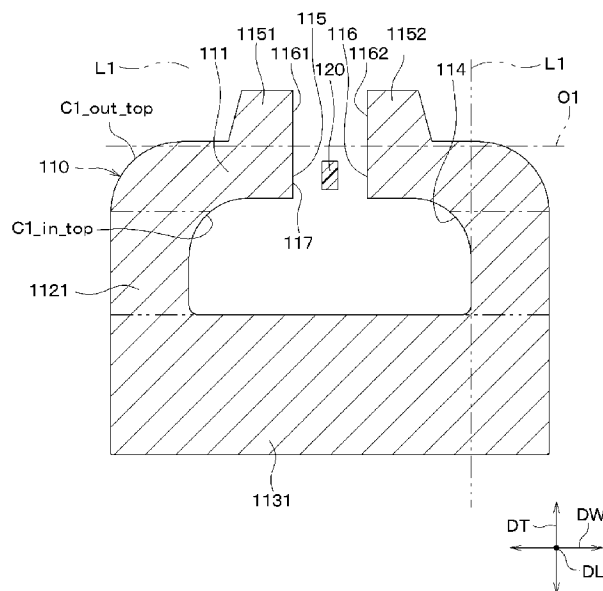
WO 2023/090228 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01R 15/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/041779
- (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

(54) Title: CURRENT SENSOR

(54) 発明の名称: 電流センサ

[図16]



(57) Abstract: This current sensor comprises a bus bar, a core (110) including a gap-forming portion (111), core lateral portions (1121), a core bottom portion (1131), and a core hole (114), and a detecting portion (120) which is disposed in a gap (117) formed by the gap-forming portion (111) and which detects the strength of a magnetic field generated in the gap (117) by means of a current flowing through the bus bar, wherein the core (110) includes projecting portions (1151, 1152) which project in a thickness direction (DT) from the gap-forming portion (117).

[続葉有]



WO 2023/090228 A1

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, 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、バスバと、ギャップ形成部(111)とコア横部(1121)とコア底部(1131)とコア穴(114)とを有するコア(110)と、ギャップ形成部(111)によって形成されたギャップ(117)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(117)に発生する磁界の強さを検出する検出部(120)と、を備え、コア(110)は、ギャップ形成部(117)から厚み方向(DT)に向かって突出している突起部(1151、1152)を有する。

## 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] 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。

[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、を備え、コアは、ギャップ形成部から厚み方向に向かって突出している突起部を有する電流センサである。

[0007] 突起部により、突起部がない場合と比較してギャップの大きさが大きくなることから、コアの磁気抵抗が大きくなる。このため、コアの磁束密度の上昇が抑制される。よって、コアの磁気飽和が抑制される。

[0008] 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

[0009] [図1]第1実施形態の電流センサの斜視図。

[図2]図1の||-||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XXXV | - XXXV | 線断面図。

[図37]図35のXXXV | | - XXXV | | 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XXX | X - XXX | X 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XL | | - XL | | 線断面図。

[図43]図41のXL | | | - XL | | | 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LXVII-LXVII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

[0010] 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。

[0011] (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。

[0012] 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。

- [0013] 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。
- [0014] 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。
- [0015] 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。
- [0016] 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。
- [0017] 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。
- [0018] 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。
- [0019] 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。

[0020] 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くて、多角形状および円形状に形成されてもよい。

[0021] 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。

[0022] 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。

[0023] 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。

[0024] 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。

[0025] 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。

[0026] 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。

[0027] 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。

[0028] 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。

[0029] 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。

[0030] 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。

[0031] 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。

[0032] 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くて、多角形状および円形状に形成されてもよい。

[0033] 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\_\_i n\_\_t o p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。

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 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。

- [0037] 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。
- [0038] 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300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。
- [0039] 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。
- [0040] 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。
- [0041] 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。
- [0042] 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

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。

[0043] 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。

[0044] 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くて、多角形状および円形状に形成されてもよい。

[0045] 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31

1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\_\_i n\_\_t o p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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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。

[0051] 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、鏝部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。

[0052] 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700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。

[0053] 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。

[0054] 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。

[0055] 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DT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。

[0056] 鏝部701は、收容部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、鏝部701は、鏝部穴704を含む。鏝部穴704は、厚み方向DTに外部と連通している。さらに、鏝部穴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。

[0057] 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。

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] 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。

[0061] 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。

[0062] 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。

[0063] 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116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。

[0064] 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。

[0065] また、電流センサ5では、下記に記載する効果も奏する。

[0066] [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 $B_{e1}$ 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 $B_{d1}$ 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。

[0067] 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。

[0068] [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。

[0069] 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。

[0070] [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。

[0071] 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。

[0072] [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。

[0073] 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。

[0074] 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。

[0075] (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。

[0076] 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ず、多角形状および円形状に形成されてもよい。

[0077] 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。

[0078] (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。

[0079] 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。

[0080] 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。

[0081] 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。

[0082] 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。

[0083] 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。

[0084] 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。

[0085] 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。

[0086] 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。

[0087] 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。

[0088] 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。

[0089] [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増加する。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。

[0090] (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。

[0091] 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。

[0092] 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\_\_i n\_\_t o p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。

[0093] 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。

[0094] 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。

[0095] 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\_\_i n\_\_t o p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。

[0096] 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。

- [0097] 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。
- [0098] 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。
- [0099] 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。
- [0100] 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。
- [0101] [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。

[0102] 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。

[0103] (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。

- [0104] 第5実施形態では、厚み方向D Tにおける第1コア底部1 1 3 1の長さ、幅方向DWにおける第1コア横部1 1 2 1の長さと同じになっている。また、第1コア横部1 1 2 1の透磁率と、第1コア底部1 1 3 1の透磁率とは、異なっている。例えば、第1コア横部1 1 2 1の透磁率が、第1コア底部1 1 3 1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1 1 2 1の透磁率が、第1コア底部1 1 3 1の透磁率が小さくてもよい。
- [0105] 厚み方向D Tにおける第2コア底部2 1 3 2の長さ、幅方向DWにおける第2コア横部2 1 2 2の長さと同じになっている。また、第2コア横部2 1 2 2の透磁率と、第2コア底部2 1 3 2の透磁率とは、異なっている。例えば、第2コア横部2 1 2 2の透磁率が、第2コア底部2 1 3 2の透磁率が大きくなっている。なお、第2コア横部2 1 2 2の透磁率が、第2コア底部2 1 3 2の透磁率が小さくてもよい。
- [0106] 厚み方向D Tにおける第3コア底部3 1 3 3の長さ、幅方向DWにおける第3コア横部3 1 2 3の長さと同じになっている。また、第3コア横部3 1 2 3の透磁率と、第3コア底部3 1 3 3の透磁率とは、異なっている。例えば、第3コア横部3 1 2 3の透磁率が、第3コア底部3 1 3 3の透磁率が大きくなっている。なお、第3コア横部3 1 2 3の透磁率が、第3コア底部3 1 3 3の透磁率が小さくてもよい。
- [0107] 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。
- [0108] [4] 第1コア横部1 1 2 1の透磁率と第1コア底部1 1 3 1の透磁率とが異なっていることから、第1コア横部1 1 2 1および第1コア底部1 1 3 1のどちらかの透磁率が大きい。これにより、第1コア横部1 1 2 1および第1コア底部1 1 3 1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1 1 2 1および第1コア底部1 1 3 1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。

[0109] (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。

[0110] 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。

[0111] 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<sub>in\_top</sub>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。

[0112] 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。

[0113] 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。

[0114] 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\_\_i n\_\_t o p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。

[0115] 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。

[0116] 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。

[0117] 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\_\_i n\_\_t o p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300と離れている。

[0118] 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。

[0119] 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。

[0120] [5-1] 第1横内側角部C1\_\_i n\_\_t o p、第2横内側角部C2\_\_i n\_\_t o pおよび第3横内側角部C3\_\_i n\_\_t o p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21

0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。

[0121] [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。

[0122] (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。

[0123] 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。

[0124] 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D Tにおいて第2バスバ200と離れている。

[0125] 第3コア310は、第3横内側角部C3\_\_i n\_\_t o pに加えて、第3底内側角部C3\_\_i n\_\_b t mを有する。第3底内側角部C3\_\_i n\_\_b t m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D Tにおいて第3バスバ300と離れている。

[0126] 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。

[0127] [6-1] 第1底内側角部C1\_\_i n\_\_b t m、第2底内側角部C2\_\_i n\_\_b t mおよび第3底内側角部C3\_\_i n\_\_b t m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。

[0128] [6-2] 第1コア底部1131が厚み方向D T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D T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D T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。

[0129] (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\_\_i n\_\_t o pおよび第1底内側角部C1\_\_i n\_\_b t mの形態が第7実施形態と異なる。また、第2横内側角部C2\_\_i n\_\_t o pおよび第2底内側角部C2\_\_

$i n\_b t m$ の形態が第7実施形態と異なる。さらに、第3横内側角部  $C 3\_i n\_t o p$  および第3底内側角部  $C 3\_i n\_b t m$  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。

[0130] 第1横内側角部  $C 1\_i n\_t o p$  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  $D W$  および厚み方向  $D T$  に対して傾斜する傾斜面になっている。第1底内側角部  $C 1\_i n\_b t m$  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  $D W$  および厚み方向  $D T$  に対して傾斜する傾斜面になっている。

[0131] 第2横内側角部  $C 2\_i n\_t o p$  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  $D W$  および厚み方向  $D T$  に対して傾斜する傾斜面になっている。第2底内側角部  $C 2\_i n\_b t m$  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  $D W$  および厚み方向  $D T$  に対して傾斜する傾斜面になっている。

[0132] 第3横内側角部  $C 3\_i n\_t o p$  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  $D W$  および厚み方向  $D T$  に対して傾斜する傾斜面になっている。第3底内側角部  $C 3\_i n\_b t m$  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  $D W$  および厚み方向  $D T$  に対して傾斜する傾斜面になっている。

[0133] 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。

[0134] (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。

[0135] 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。

[0136] 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。

[0137] 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。

[0138] 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。

[0139] 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。

[0140] 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。

[0141] 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。

[0142] 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。

[0143] 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。

[0144] 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。

[0145] [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。

[0146] (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。

[0147] 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。

[0148] 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。

[0149] 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。

[0150] 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。

[0151] [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。

[0152] (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C3\_\_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。

[0153] 第1横外側角部C1\_\_out\_\_topは、第1ギャップ形成部111の外表面および第1コア横部1121の外表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の外表面および第1コア底部1131の外表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。

[0154] 第2横外側角部C2\_\_out\_\_topは、第2ギャップ形成部211の外表面および第2コア横部2122の外表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の外表面および第2コア底部2132の外表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3横外側角部C3\_\_out\_\_topは、第3ギャップ形成部311の外表面および第3コア横部3123の外表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。

[0156] 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。

[0157] (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。

[0158] 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。

[0159] 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、これに限定されず、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、これに限定されず、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。

[0160] 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。

[0161] 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の外側から厚み方向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。

[0162] 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。

[0163] 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の外側から厚み方向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。

[0164] 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。

[0165] 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。

[0166] 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。

[0167] 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。

[0168] 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。

[0169] [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。

[0170] 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。

[0171] 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。

[0172] 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。

[0173] 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を經由して第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。

[0174] [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310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。

[0175] (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。

[0176] 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D T外側を向く第3ギャップ形成部3 1 1の外面に接続されている。

[0177] 以上のように、第1 3実施形態の電流センサ5は、構成されている。この第1 3実施形態においても、第1 2実施形態と同様の効果を奏する。

[0178] (第1 4実施形態)

第1 4実施形態では、図2 2～図2 4に示すように、第1突起部1 1 5 1、第2突起部1 1 5 2、第3突起部2 1 5 1、第4突起部2 1 5 2、第5突起部3 1 5 1および第6突起部3 1 5 2の形態が第1 2実施形態と異なる。これら以外は、第1 2実施形態と同様である。なお、図2 2～図2 4では、煩雑さを避けるため、第1バスバ1 0 0、第2バスバ2 0 0、第3バスバ3 0 0およびケース7 0等の図示が省略されている。

[0179] 第1突起部1 1 5 1および第2突起部1 1 5 2は、厚み方向D T内側を向く第1ギャップ形成部1 1 1の内面から厚み方向D Tに向かって突出している。また、第3突起部2 1 5 1および第4突起部2 1 5 2は、厚み方向D T内側を向く第2ギャップ形成部2 1 1の内面から厚み方向D Tに向かって突出している。さらに、第5突起部3 1 5 1および第6突起部3 1 5 2は、厚み方向D T内側を向く第3ギャップ形成部3 1 1の内面から厚み方向D Tに向かって突出している。

[0180] 以上のように、第1 4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1 1 5 1および第2突起部1 1 5 2を経由しないで第1ギャップ形成部1 1 1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2 1 5 1および第4突起部2 1 5 2を経由しないで第2ギャップ形成部2 1 1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3 1 5 1および第6突起部3 1 5 2を経由しないで第3ギャップ形成部3 1 1を通過しやすい。したがって、第1 4実施形態においても、第1 2実施形態と同様の効果を奏する。

[0181] (第1 5実施形態)

第1 5実施形態では、図2 5～図2 7に示すように、第1コア1 1 0、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。

[0182] 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。

[0183] 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。

[0184] 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。

[0185] 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D

W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。

[0186] 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。

[0187] 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。

[0188] 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 $O_{g1}$ 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 $O_{s1}$ 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 $O_{b1}$ とする。また、第1ギャップ中心線分 $O_{g1}$ は、幅方向 $DW$ に並ぶ第1横中心線分 $O_{s1}$ を結んだ線分になっている。さらに、第1横中心線分 $O_{s1}$ は、第1ギャップ中心線分 $O_{g1}$ と第1底中心線分 $O_{b1}$ とを結んだ線分になっている。また、第1底中心線分 $O_{b1}$ は、幅方向 $DW$ に並ぶ第1横中心線分 $O_{s1}$ 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 $O_{g1}$ 、第1横中心線分 $O_{s1}$ および第1底中心線分 $O_{b1}$ よりも外側の領域を第1コア領域 $R_{c1}$ とする。

[0189] 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 $O_{g2}$ 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 $O_{s2}$ 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 $O_{b2}$ とする。さらに、第2ギャップ中心線分 $O_{g2}$ は、幅方向 $DW$ に並ぶ第2横中心線分 $O_{s2}$ を結んだ線分になっている。また、第2横中心線分 $O_{s2}$ は、第2ギャップ中心線分 $O_{g2}$ と第2底中心線分 $O_{b2}$ とを結んだ線分になっている。さらに、第2底中心線分 $O_{b2}$ は、幅方向 $DW$ に並ぶ第2横中心線分 $O_{s2}$ を結んだ線分になっている。また、第2ギャップ中心線分 $O_{g2}$ 、第2横中心線分 $O_{s2}$ および第2底中心線分 $O_{b2}$ よりも外側の領域を第2コア領域 $R_{c2}$ とする。

[0190] 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。

[0191] 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。

[0192] 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。

[0193] [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。

[0194] 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。

[0195] [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。

[0196] [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。

[0197] (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。

[0198] 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。

[0199] 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。

[0200] 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。

[0201] 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。

[0202] (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。

[0203] 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。

[0204] 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。

[0205] 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。

[0206] また、第1コア凹部1155は、第1横中心線分O<sub>s</sub>1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O<sub>s</sub>2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O<sub>s</sub>3よりも幅方向DW外側に位置している。

[0207] 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。

[0208] [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。

[0209] 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2

10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。

[0210] 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。

[0211] (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。

[0212] 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。

[0213] 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。

[0214] 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。

[0215] 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。

[0216] (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せられた形態とされている。

[0217] 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。

[0218] 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O s 1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。

[0219] 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。

[0220] 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O s 2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。

[0221] 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。

[0222] 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O s 3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。

[0223] 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。

[0224] 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。

[0225] [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。

[0226] 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。

[0227] (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せられた形態とされている。

[0228] 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。

[0229] 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。

[0230] 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。

[0231] 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。

[0232] 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。

[0233] 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。

[0234] (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。

[0235] 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。

[0236] 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。

[0237] 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。

- [0238] 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。
- [0239] 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。
- [0240] 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。
- [0241] 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。
- [0242] 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。

- [0243] 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。
- [0244] [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。
- [0245] 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、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、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。
- [0246] 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。
- [0247] 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、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、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。

[0248] 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。

[0249] 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、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、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。

[0250] [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。

[0251] また、第2突出部732は、第2仮想面S<sub>i</sub>2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S<sub>i</sub>2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S<sub>i</sub>2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。

[0252] さらに、第3突出部733は、第3仮想面S<sub>i</sub>3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S<sub>i</sub>3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S<sub>i</sub>3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。

[0253] (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。

[0254] 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うで、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。

[0255] 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うで、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うで、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] 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。

[0258] (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。

[0259] 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。

[0260] 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。

[0261] 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。

[0262] 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。

[0263] (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。

[0264] 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。

[0265] 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。

[0266] 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。

[0267] 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。

[0268] (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。

[0269] 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732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。

[0270] 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。

[0271] [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。

[0272] 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。

[0273] 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。

[0274] 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。

[0275] 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。

[0276] 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。

[0277] (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。

[0278] 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。

[0279] 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。

[0280] 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。

[0281] [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。

[0282] 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Clr1/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Clr1\_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。

[0283] これに対して、第26実施形態では、第1比 $C|r1/Gap1$ は、0.20以上とされている。

[0284] 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 $C|r1/Gap1$ 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 $C|r1\_top$ 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 $C|r1/Gap1$ 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 $C|r1/Gap1$ 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。

[0285] このため、図59に示すように、第1比 $C|r1/Gap1$ が0.20以上であるときの振幅比 $Ia/I d$ は、第1比 $C|r1/Gap1$ が0.20未満である場合の振幅比 $Ia/I d$ 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 $C|r1/Gap1$ は、0.30以上とされていることがより好ましい。第1比 $C|r1/Gap1$ が0.30以上とされていることで、第1比 $C|r1/Gap1$ が0.20以上、0.30未満である場合と比較して、振幅比 $Ia/I d$ が100%に近くなっている。したがって、第1比 $C|r1/Gap1$ が0.30以上とされていることで

、第1比 $C_{lr1}/Gap1$ 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に近づいている。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。

[0286] また、ここで、第1比 $C_{lr1}/Gap1$ が1.00よりも大きい、すなわち、 $C_{lr1}/Gap1 > 1$ であるとする。このとき、第1クリアランス距離 $C_{lr1\_top}$ が第1距離 $Gap1$ よりも大きい。これにより、第1比 $C_{lr1}/Gap1$ 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 $C_{lr1}/Gap1$ 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。

[0287] このため、第26実施形態では、第1比 $C_{lr1}/Gap1$ は、1.00以下とされている。

[0288] これにより、第1比 $C_{lr1}/Gap1$ 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 $C_{lr1}/Gap1$ 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。

[0289] また、第26実施形態では、第2比 $C_{lr2}/Gap2$ は、0.20以上、1.00以下とされている。

[0290] 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 $C_{lr2}/Gap2$ 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 $C_{lr2}/Gap2$ 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。

[0291] さらに、第26実施形態では、第3比 $C_{lr3}/Gap3$ は、0.20以

上、1.00以下とされている。

[0292] 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。

[0293] (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。

[0294] [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の外側から厚み方向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。

[0295] 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の外側から厚み方向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。

[0296] 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の外側から厚み方向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。

[0297] 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211の外側から厚み方向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の内側から第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。

[0298] 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の外側から厚み方向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。

[0299] 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。

[0300] (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。

[0301] 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。

[0302] 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。

[0303] 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。

[0304] 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。

[0305] 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。

[0306] 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。

- [0307] 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。
- [0308] 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。
- [0309] 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。
- [0310] 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。
- [0311] [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。

[0312] 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。

[0313] 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。

[0314] 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。

[0315] [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。

[0316] 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。

[0317] 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。

[0318] 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。

[0319] 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。

[0320] 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。

[0321] [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。

[0322] 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。

[0323] 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。

[0324] 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。

[0325] 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。

[0326] 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。

[0327] (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。

[0328] 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

[0329] 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

[0330] 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

[0331] 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。

[0332] [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。

[0333] 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。

[0334] (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。

[0335] 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。

[0336] 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。

[0337] (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。

[0338] 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。

[0339] 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。

[0340] 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。

[0341] 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。

[0342] (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。

[0343] 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。

[0344] 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。

[0345] 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。

[0346] 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ずに、多角筒状および円筒状等に形成されてもよい。

[0347] 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ずに、多角柱状、円柱状および半球状に形成されてもよい。

[0348] 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。

[0349] 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。

[0350] 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



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同幅方向における前記コア横部の長さと同じであり、

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の観点到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1の観点に記載の電流センサ。

[0356] （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。

[0357] [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、

P s 6) と、

前記第 1 投影部および前記第 2 投影部の間の領域 (R 1、R 2、R 3) と

、

前記領域から前記厚み方向に凹む凹部 (1 1 8、2 1 8、3 1 8) 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 (1 0 0、2 0 0、3 0 0) と、

前記バスバが挿入されているコア穴 (1 1 4、2 1 4、3 1 4) と、前記バスバの幅方向 (D W) を向いている第 1 端面 (1 1 5、2 1 5、3 1 5)、前記第 1 端面と前記幅方向に対向している第 2 端面 (1 1 6、2 1 6、3 1 6)、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 (1 1 7、2 1 7、3 1 7) を含むギャップ形成部 (1 1 1、2 1 1、3 1 1) 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 (D T) に延びているコア横部 (1 1 2、2 1 2、3 1 2、1 1 2 1、2 1 2 2、3 1 2 3) 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 (1 1 3、2 1 3、3 1 3、1 1 3 1、2 1 3 2、3 1 3 3) と、を有するコア (1 1 0、1 2 0、1 3 0) 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 (1 2 0、2 2 0、3 2 0) 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 (D T) 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 (P s 1、P s 3、P s 5) 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（P s 2、P s 4、P s 6）と、

前記第1投影部および前記第2投影部の間の領域（R 1、R 2、R 3）と、

前記領域から前記厚み方向に貫通している貫通穴（1 1 9、2 1 9、3 1 9）と、

を有する電流センサ。

[0358] （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。

[0359] [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（1 0 0、2 0 0、3 0 0）と、

前記バスバが挿入されているコア穴（1 1 4、2 1 4、3 1 4）と、前記バスバの幅方向（DW）を向いている第1端面（1 1 5、2 1 5、3 1 5）、前記第1端面と前記幅方向に対向している第2端面（1 1 6、2 1 6、3 1 6）、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るとともに前記コア穴と外部とに連通するギャップ（1 1 7、2 1 7、3 1 7）を含むギャップ形成部（1 1 1、2 1 1、3 1 1）と、前記ギャップ形成部に接続され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。

[0360] （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。

[0361] [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]

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、

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部の間には、空間(741、742、743)が形成されている電流センサ。

[0362] (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時等に、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。

[0363] [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。

[0364] （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。

[0365] [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。

[第2の観点]

前記突起部は、前記幅方向を向いている突起面（1161、1162、2161、2162、3161、3162）を含み、

前記検出部は、前記突起面および前記第1端面を合わせた面の前記厚み方向における中心を通るとともに前記幅方向に延びる中心線（O1、O2、O3）よりも前記コア穴側に配置されている第1の観点到に記載の電流センサ。

[第3の観点]

前記突起部は、前記コアを前記バスバの長手方向（DL）と直交する方向において切断したときの前記コアの断面において前記コア横部の前記厚み方

向に延びている内縁を通るとともに前記厚み方向に延びる線（L 1、L 2、L 3）よりも前記幅方向内側に位置している第 1 または第 2 の観点に記載の電流センサ。

[第 4 の観点]

前記突起部は、前記厚み方向外側を向く前記ギャップ形成部の外面から前記厚み方向に突出している第 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]

前記バスバは、第 1 バスバ（100）であって、  
前記コア穴は、第 1 コア穴（114）であって、  
前記ギャップは、第 1 ギャップ（117）であって、  
前記ギャップ形成部は、第 1 ギャップ形成部（111）であって、  
前記コア横部は、第 1 コア横部（112、1121）であって、  
前記コア底部は、第 1 コア底部（113、1131）であって、  
前記コアは、第 1 コア（110）であって、  
前記検出部は、第 1 検出部（120）であって、  
前記電流センサは、  
板状に形成されている第 2 バスバ（200）と、  
前記バスバが挿入されている第 2 コア穴（214）と、前記幅方向を向いている第 3 端面（215）、前記第 3 端面と前記幅方向に対向している第 4 端面（216）、および、前記第 3 端面と前記第 4 端面とによって形成されているとともに前記第 2 コア穴と外部とに連通する第 2 ギャップ（217）を含む第 2 ギャップ形成部（211）と、前記第 2 ギャップ形成部に接続されているとともに前記厚み方向に延びている第 2 コア横部（212、2122）と、前記第 2 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第 2 ギャップ形成部および前記第 2 コア横部とで前記第 2 コア穴を形成する第 2 コア底部（213、2132）と、を有する第 2 コア（120）と、  
前記第 2 ギャップに配置されているとともに、前記第 2 バスバに流れる電

流によって前記第2ギャップに発生する磁界の強さを検出する第2検出部（220）と、

を備え、

前記第1コアおよび前記第2コアは、前記幅方向に並んでおり、

前記第1ギャップ形成部のうち前記幅方向外側の角部である第1横外側角部（C1\_\_out\_\_top）および前記第2ギャップ形成部のうち前記幅方向外側の角部である第2横外側角部（C2\_\_out\_\_top）は、互いに前記幅方向に向き合っているとともに、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]

前記バスバは、第1バスバ（100）であって、

前記コア穴は、第1コア穴（114）であって、

前記ギャップは、第1ギャップ（117）であって、

前記ギャップ形成部は、第1ギャップ形成部（111）であって、

前記コア横部は、第1コア横部（112、1121）であって、

前記コア底部は、第1コア底部（113、1131）であって、

前記コアは、第1コア（110）であって、

前記検出部は、第1検出部（120）であって、

前記電流センサは、

板状に形成されている第2バスバ（200）と、

前記バスバが挿入されている第2コア穴（214）と、前記幅方向を向いている第3端面（215）、前記第3端面と前記幅方向に対向している第4端面（216）、および、前記第3端面と前記第4端面とによって形成されているとともに前記第2コア穴と外部とに連通する第2ギャップ（217）を含む第2ギャップ形成部（211）と、前記第2ギャップ形成部に接続されているとともに前記厚み方向に延びている第2コア横部（212、2122）と、前記第2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第2ギャップ形成部および前記第2コア横部とで前記第2コア穴を形成す

る第2コア底部（213、2132）と、を有する第2コア（120）と、  
前記第2ギャップに配置されているとともに、前記第2バスバに流れる電  
流によって前記第2ギャップに発生する磁界の強さを検出する第2検出部（  
220）と、  
を備え、  
前記第1コアおよび前記第2コアは、前記幅方向に並んでおり、  
前記第1コア底部のうち前記幅方向外側の角部である第1底外側角部（C  
1\_\_o u t\_\_b t m）および前記第2コア底部のうち前記幅方向外側の角部  
である第2底外側角部（C2\_\_o u t\_\_b t m）は、互いに前記幅方向に向  
き合っているととも、R形状になっている第1ないし第5の観点のいずれ  
か1つに記載の電流センサ。

## 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、  
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。

### [請求項2]

前記突起部は、前記幅方向を向いている突起面（1161、1162、2161、2162、3161、3162）を含み、  
前記検出部は、前記突起面および前記第1端面を合わせた面の前記厚み方向における中心を通るとともに前記幅方向に延びる中心線（O1、O2、O3）よりも前記コア穴側に配置されている請求項1に記

載の電流センサ。

[請求項3] 前記突起部は、前記コアを前記バスバの長手方向（DL）と直交する方向において切断したときの前記コアの断面において前記コア横部の前記厚み方向に延びている内縁を通るとともに前記厚み方向に延びる線（L1、L2、L3）よりも前記幅方向内側に位置している請求項1または2に記載の電流センサ。

[請求項4] 前記突起部は、前記厚み方向外側を向く前記ギャップ形成部の外面から前記厚み方向に突出している請求項1または2に記載の電流センサ。

[請求項5] 前記バスバは、第1バスバ（100）であって、  
前記コア穴は、第1コア穴（114）であって、  
前記ギャップは、第1ギャップ（117）であって、  
前記ギャップ形成部は、第1ギャップ形成部（111）であって、  
前記コア横部は、第1コア横部（112、1121）であって、  
前記コア底部は、第1コア底部（113、1131）であって、  
前記コアは、第1コア（110）であって、  
前記検出部は、第1検出部（120）であって、  
前記電流センサは、  
板状に形成されている第2バスバ（200）と、  
前記バスバが挿入されている第2コア穴（214）と、前記幅方向を向いている第3端面（215）、前記第3端面と前記幅方向に対向している第4端面（216）、および、前記第3端面と前記第4端面とによって形成されているとともに前記第2コア穴と外部とに連通する第2ギャップ（217）を含む第2ギャップ形成部（211）と、  
前記第2ギャップ形成部に接続されているとともに前記厚み方向に延びている第2コア横部（212、2122）と、前記第2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第2ギャップ形成部および前記第2コア横部とで前記第2コア穴を形成する第2コア底部

(213、2132)と、を有する第2コア(120)と、

前記第2ギャップに配置されているとともに、前記第2バスバに流れる電流によって前記第2ギャップに発生する磁界の強さを検出する第2検出部(220)と、

を備え、

前記第1コアおよび前記第2コアは、前記幅方向に並んでおり、

前記第1ギャップ形成部のうち前記幅方向外側の角部である第1横外側角部(C1\_\_out\_\_top)および前記第2ギャップ形成部のうち前記幅方向外側の角部である第2横外側角部(C2\_\_out\_\_top)は、互いに前記幅方向に向き合っているととも、R形状になっている請求項1または2に記載の電流センサ。

[請求項6]

前記バスバは、第1バスバ(100)であって、

前記コア穴は、第1コア穴(114)であって、

前記ギャップは、第1ギャップ(117)であって、

前記ギャップ形成部は、第1ギャップ形成部(111)であって、

前記コア横部は、第1コア横部(112、1121)であって、

前記コア底部は、第1コア底部(113、1131)であって、

前記コアは、第1コア(110)であって、

前記検出部は、第1検出部(120)であって、

前記電流センサは、

板状に形成されている第2バスバ(200)と、

前記バスバが挿入されている第2コア穴(214)と、前記幅方向を向いている第3端面(215)、前記第3端面と前記幅方向に対向している第4端面(216)、および、前記第3端面と前記第4端面とによって形成されているとともに前記第2コア穴と外部とに連通する第2ギャップ(217)を含む第2ギャップ形成部(211)と、前記第2ギャップ形成部に接続されているとともに前記厚み方向に延びている第2コア横部(212、2122)と、前記第2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第2ギャップ形成部および前記第2コア横部とで前記第2コア穴を形成する第2コア底部(213、2132)と、を有する第2コア(120)と、

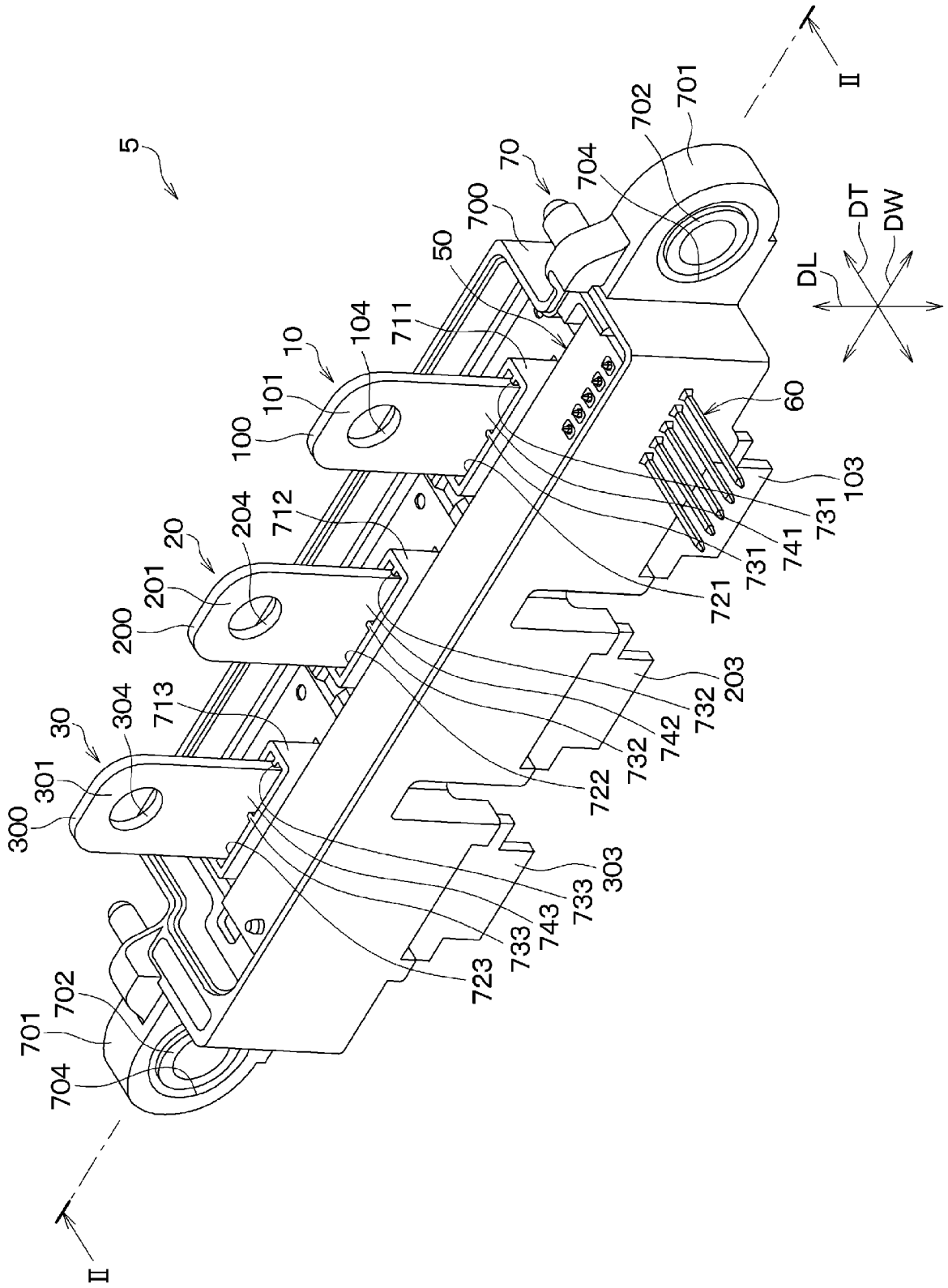
前記第2ギャップに配置されているとともに、前記第2バスバに流れる電流によって前記第2ギャップに発生する磁界の強さを検出する第2検出部(220)と、

を備え、

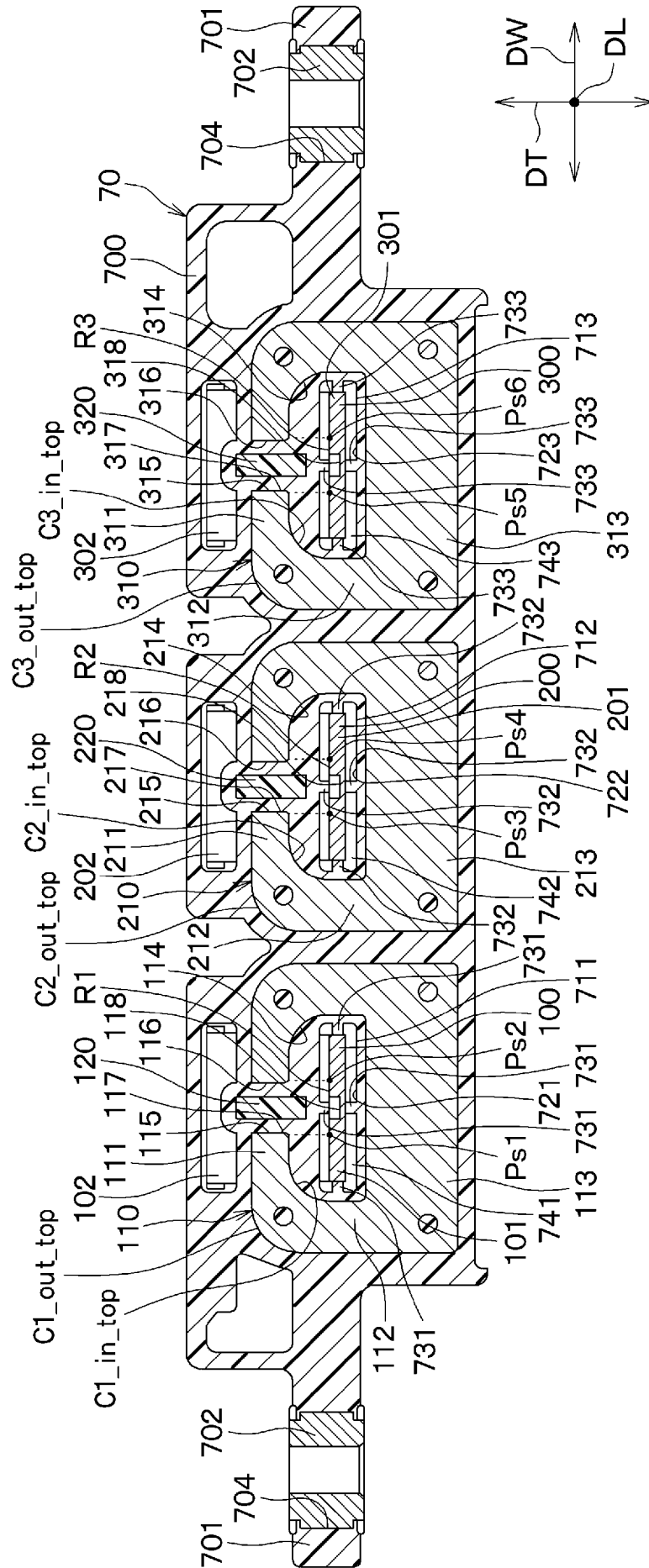
前記第1コアおよび前記第2コアは、前記幅方向に並んでおり、

前記第1コア底部のうち前記幅方向外側の角部である第1底外側角部(C1\_\_out\_\_btm)および前記第2コア底部のうち前記幅方向外側の角部である第2底外側角部(C2\_\_out\_\_btm)は、互いに前記幅方向に向き合っているとともに、R形状になっている請求項1または2に記載の電流センサ。

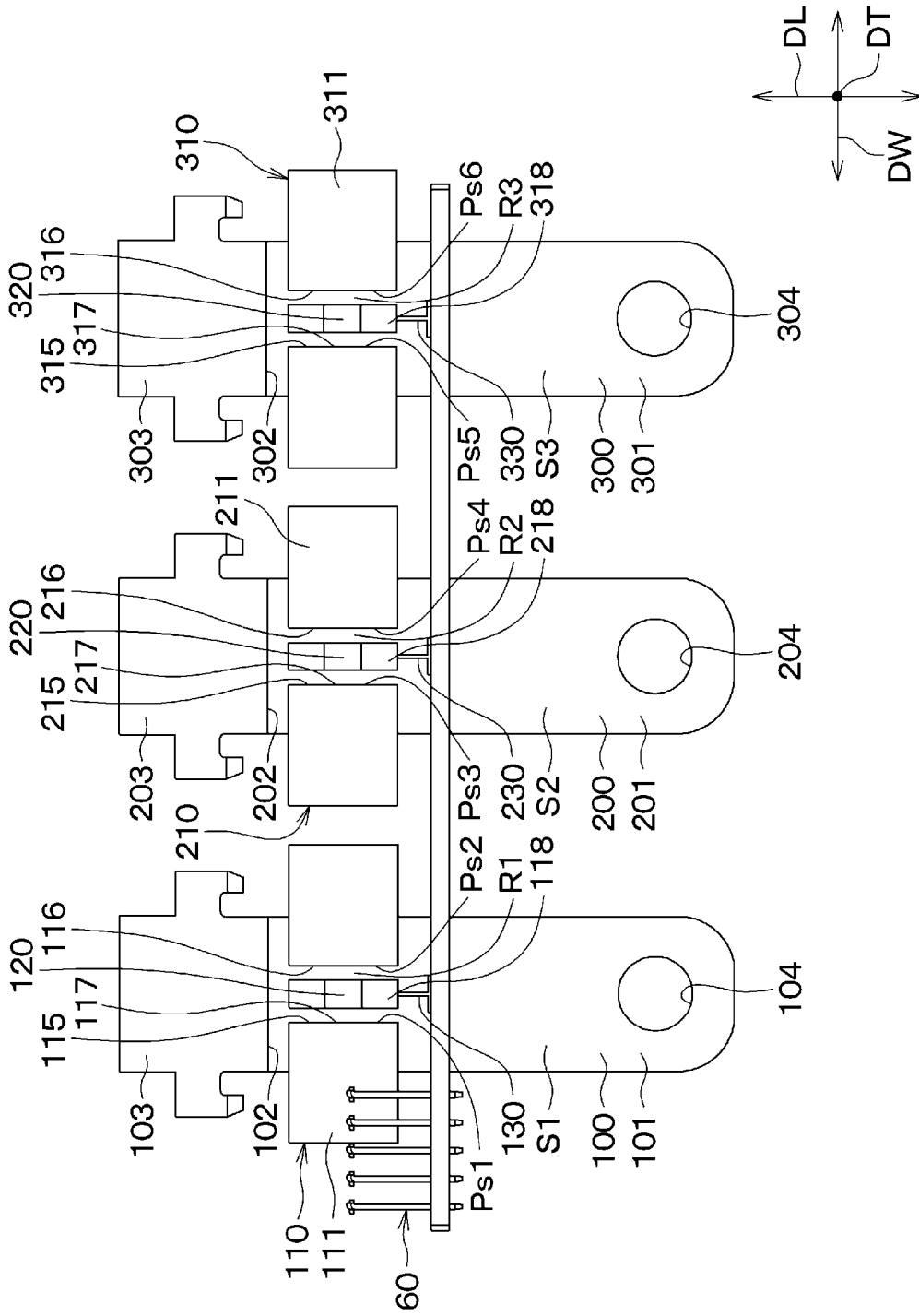
[図1]



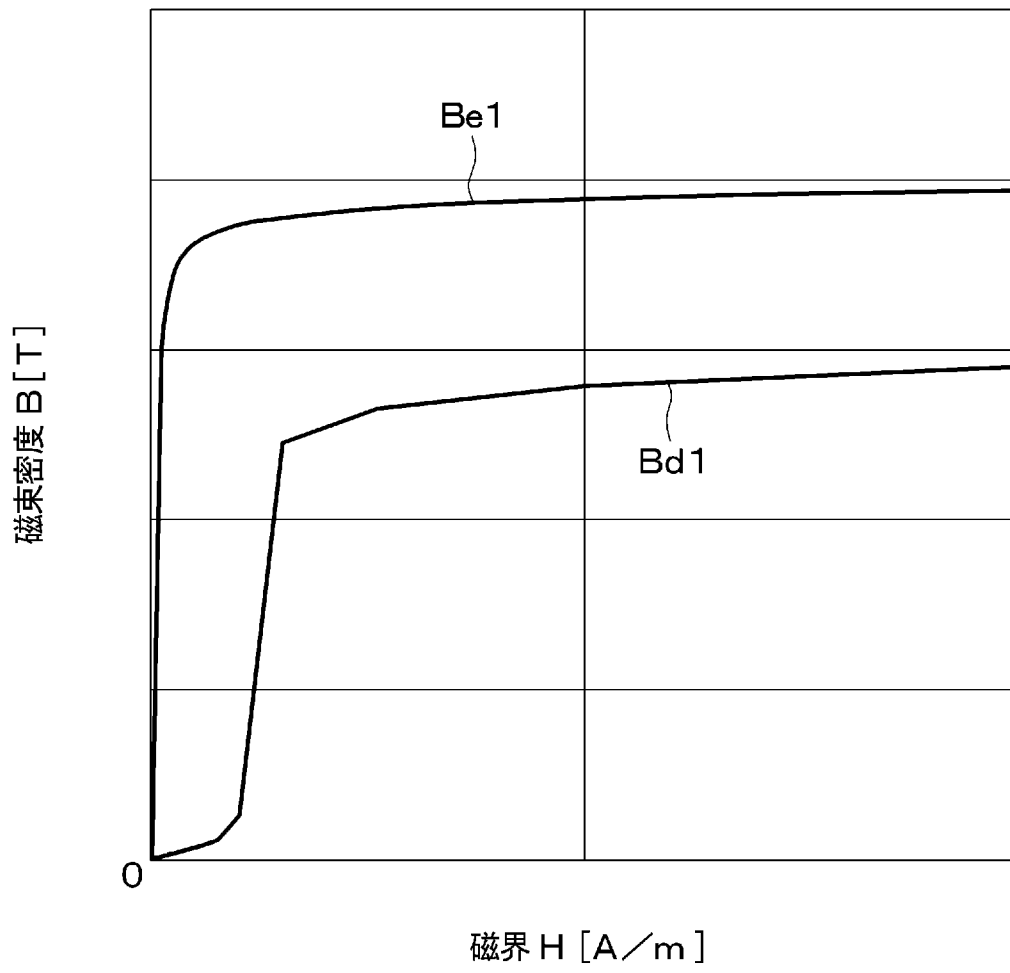
[図2]



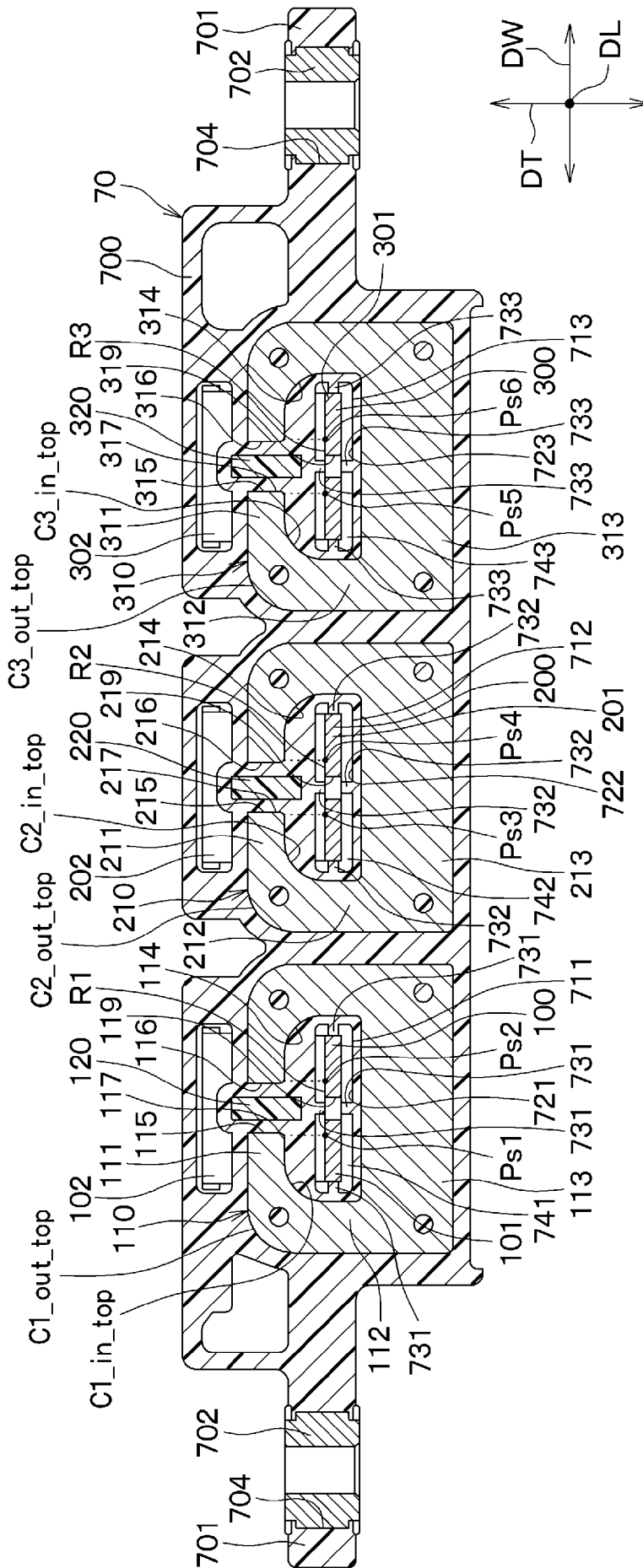
[図3]



[図4]



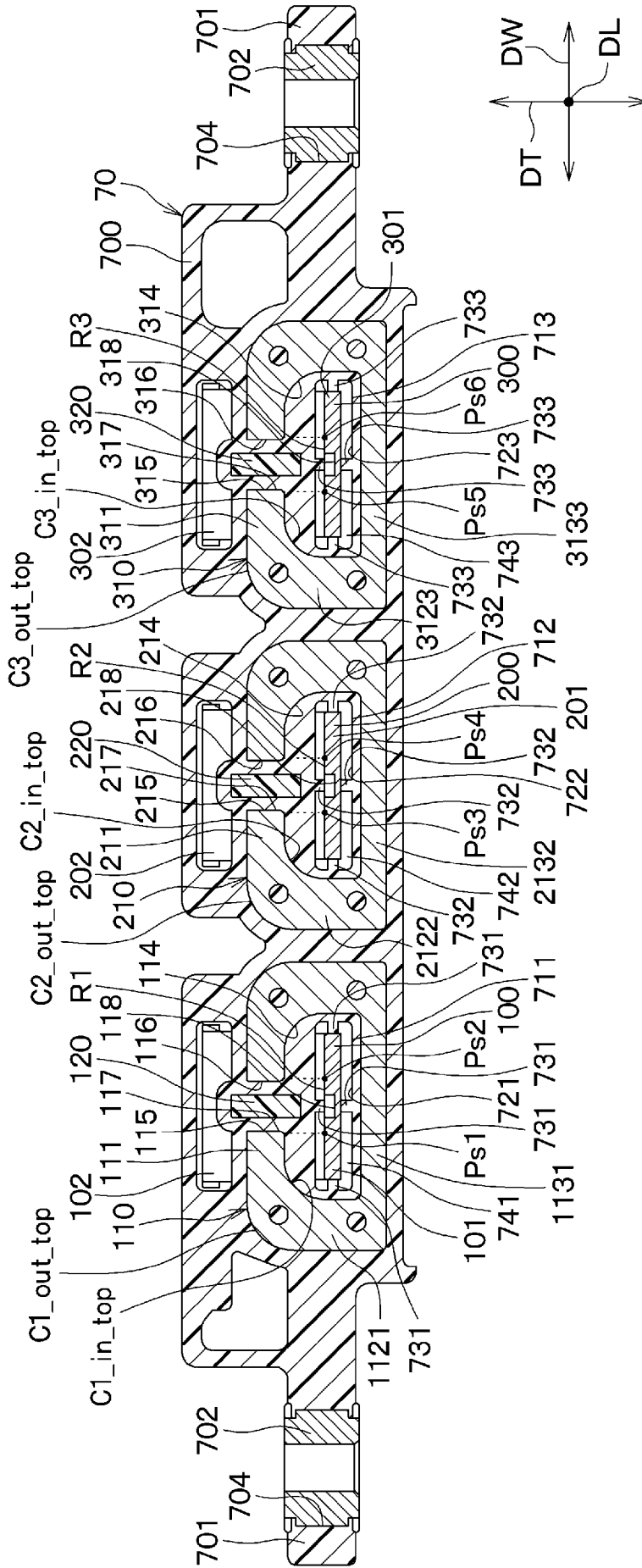
[5]





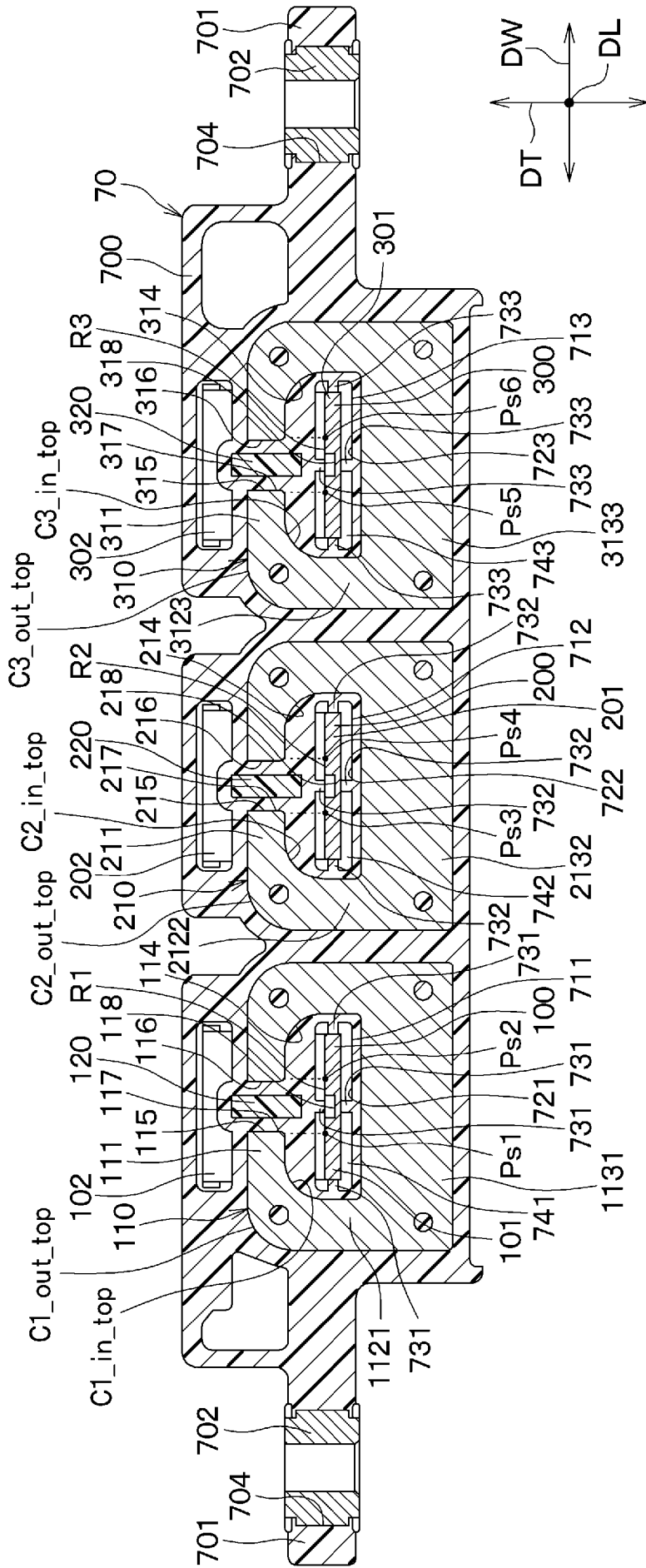


[8]

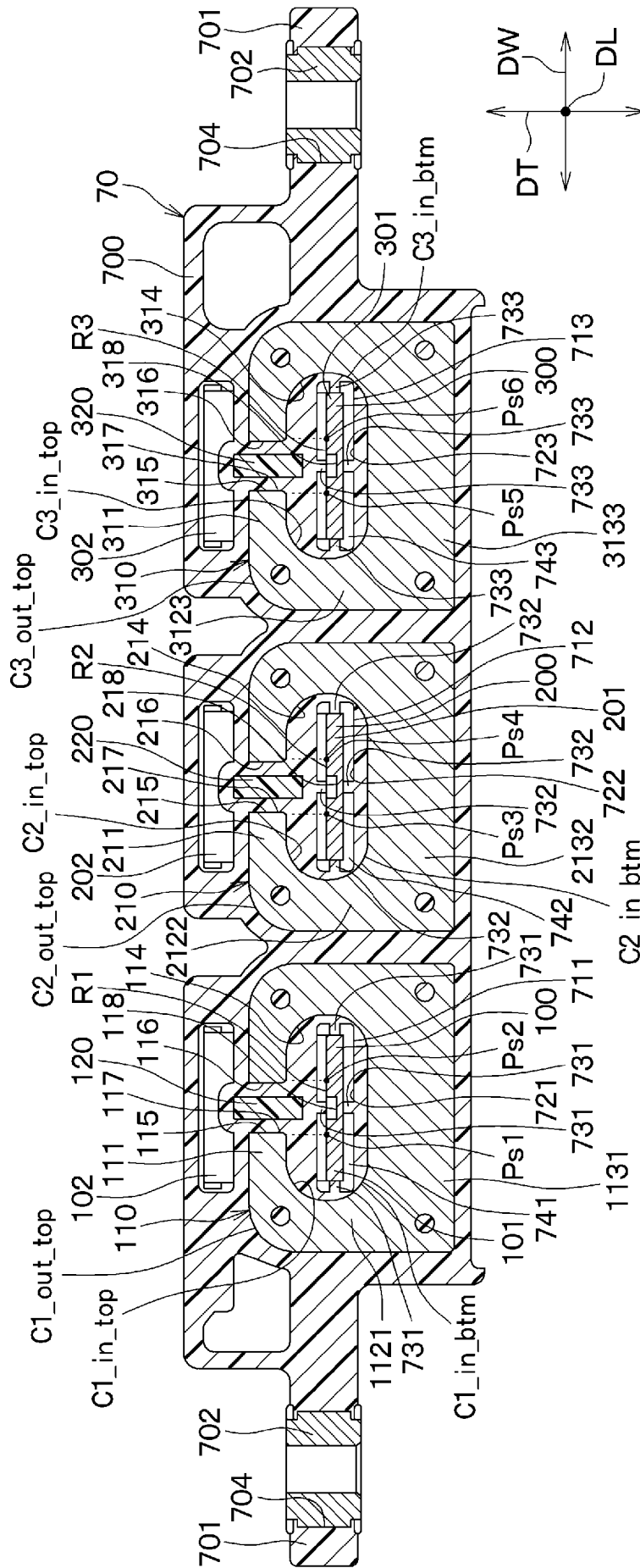




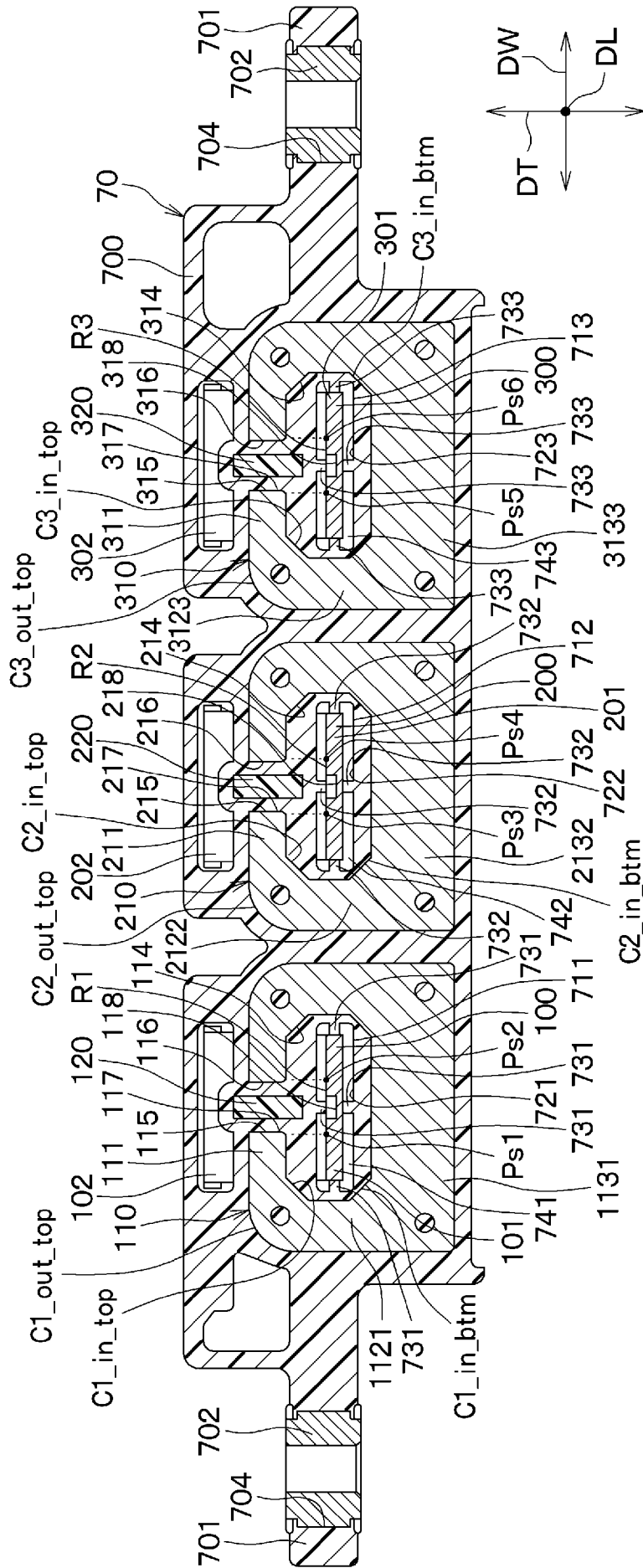
[図10]



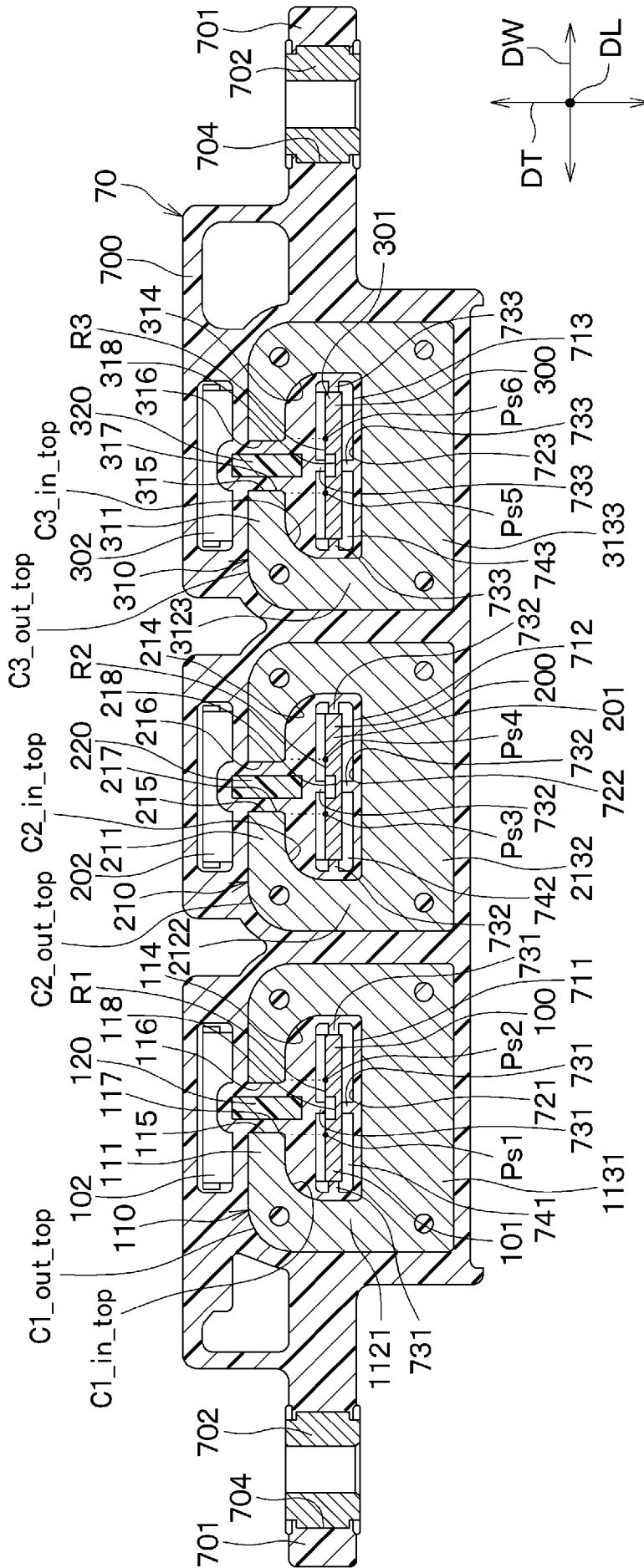
[11]



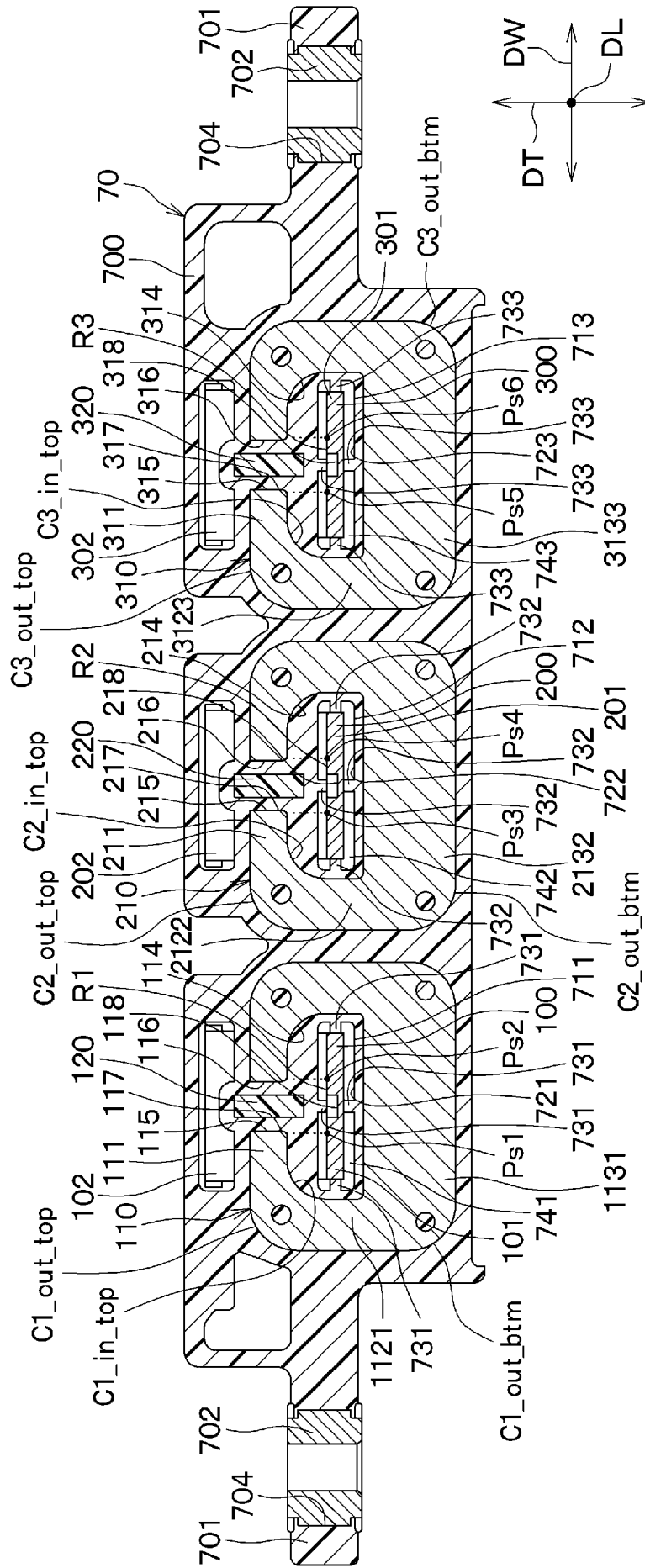
[12]



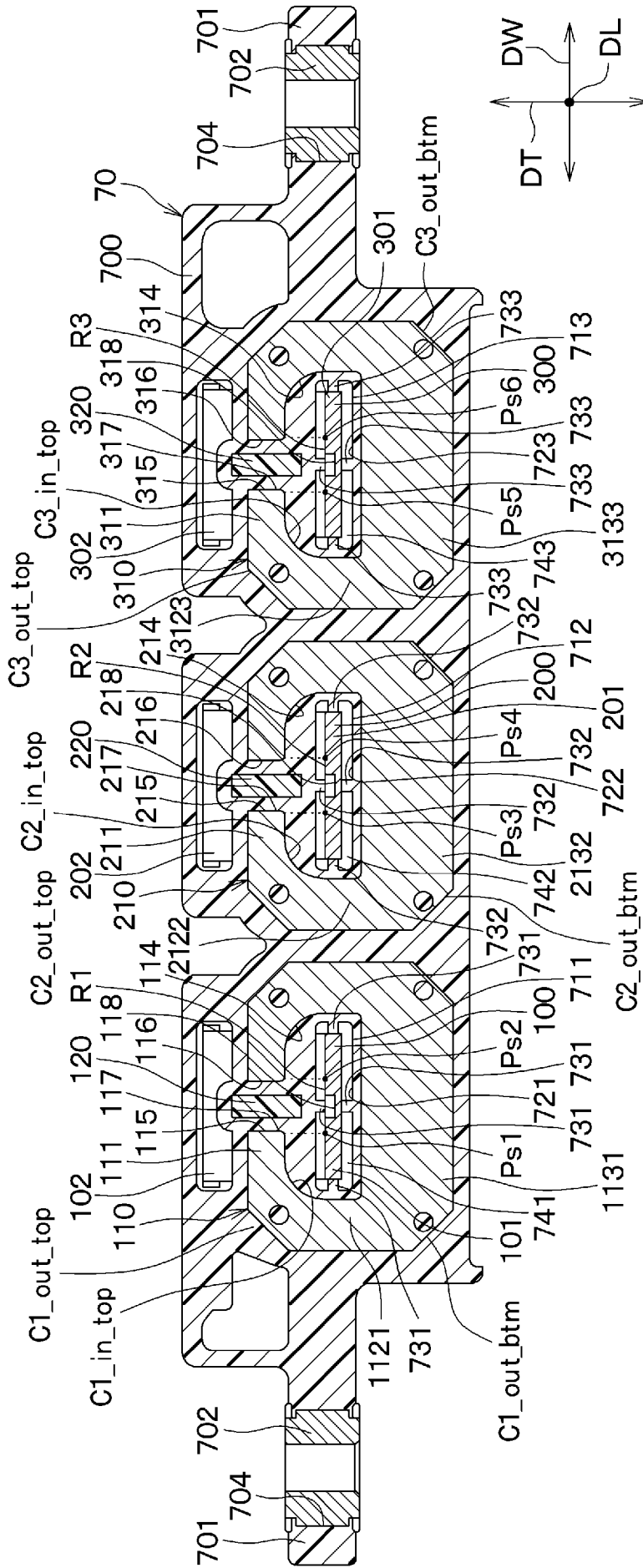
[13]



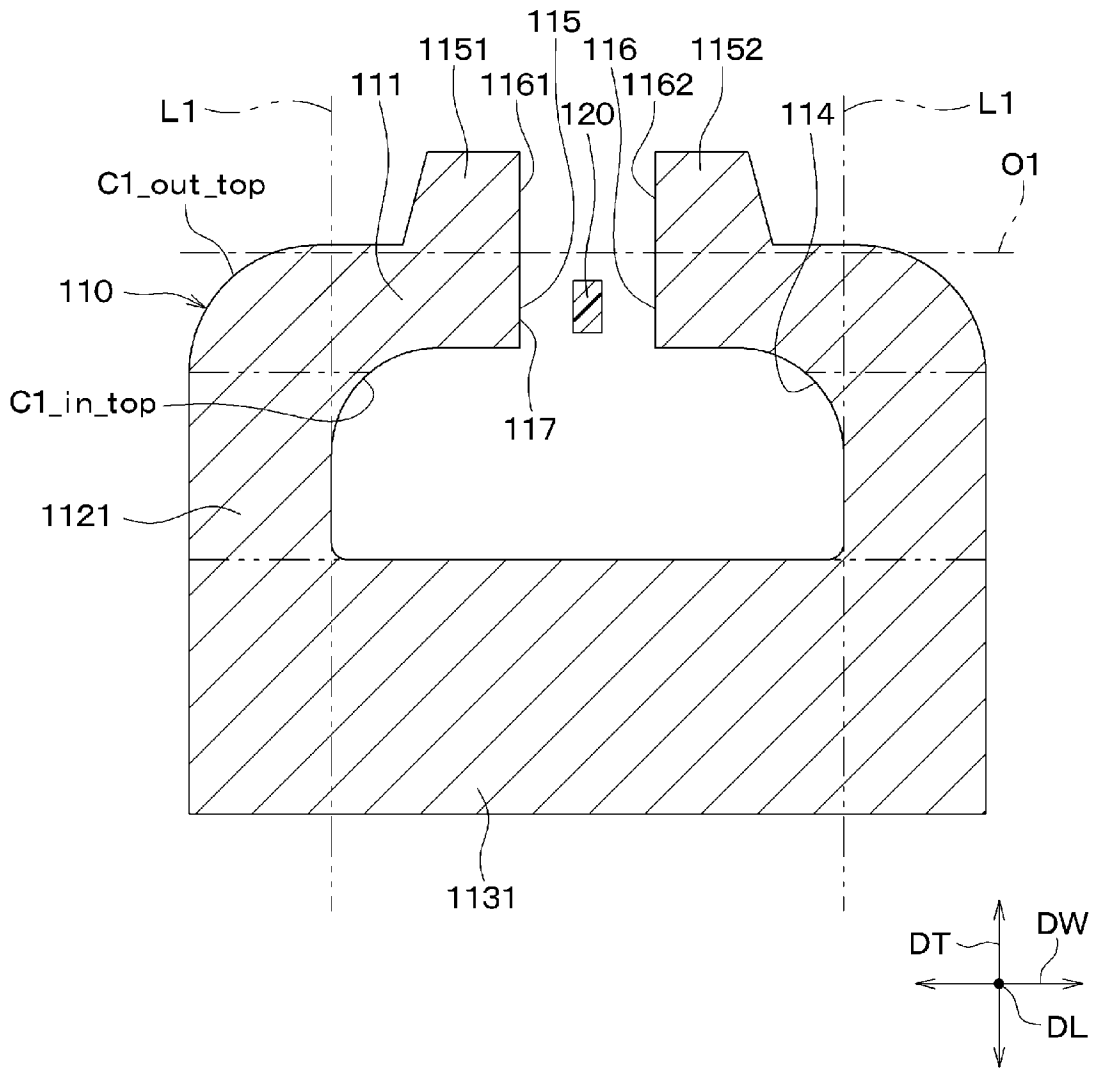
[図14]



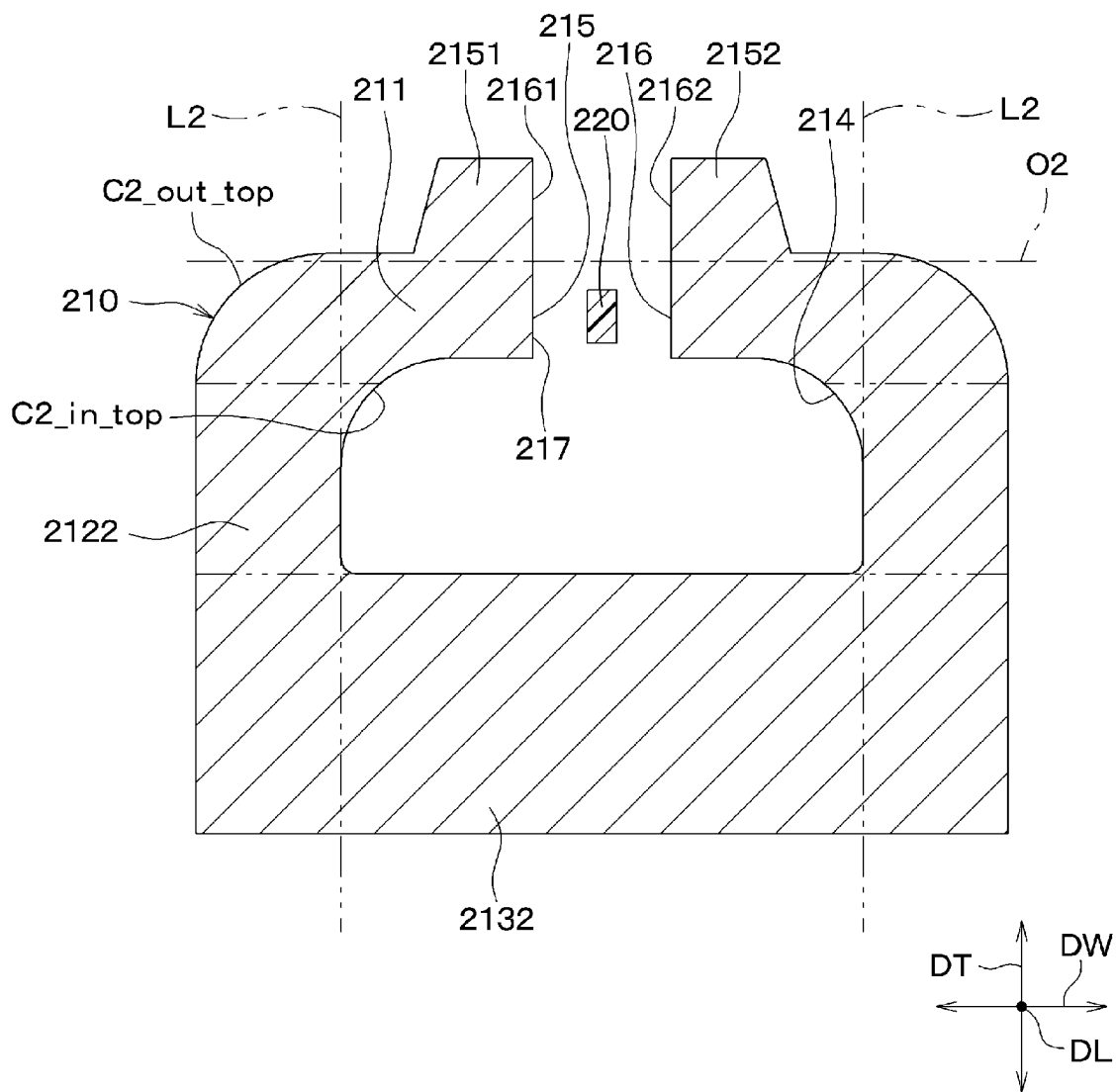
[15]



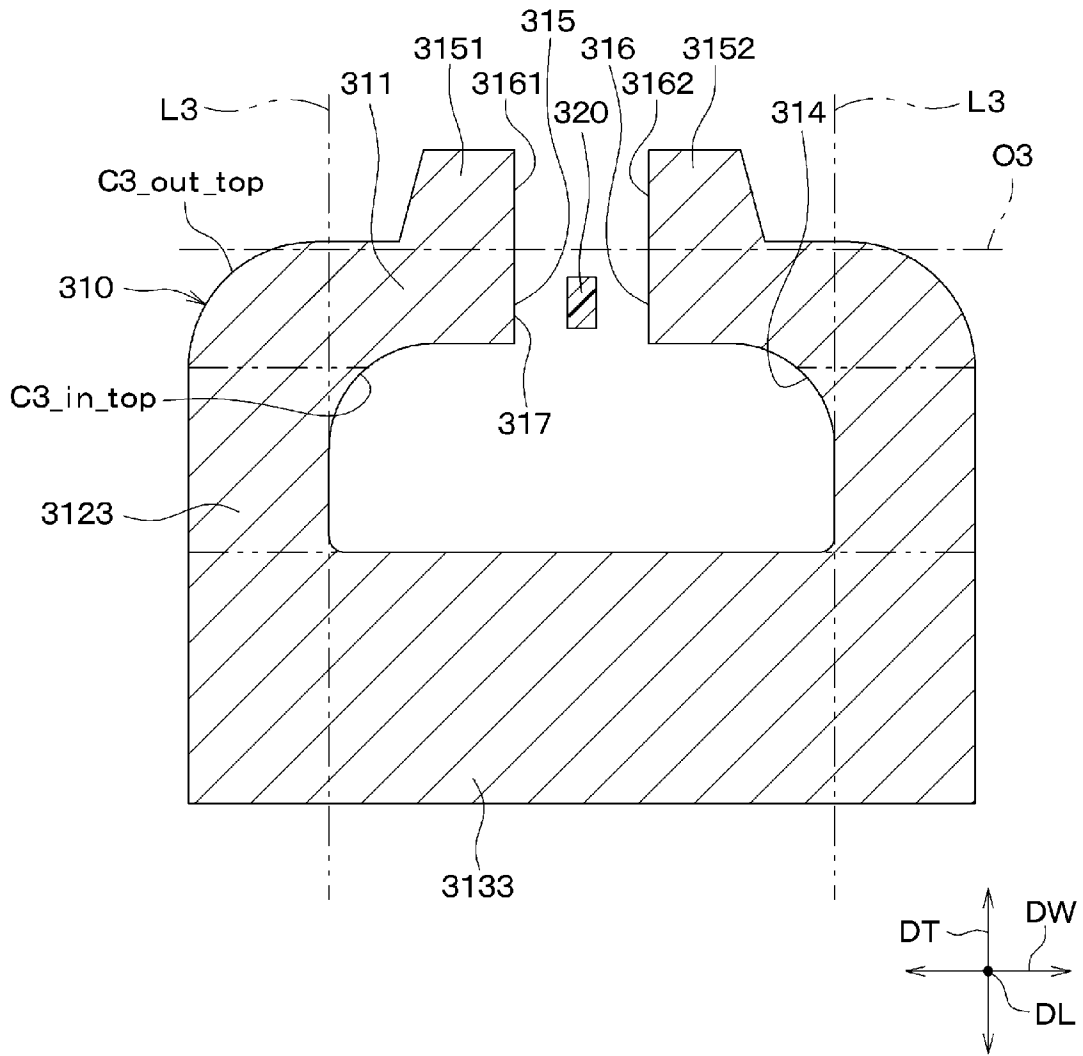
[図16]



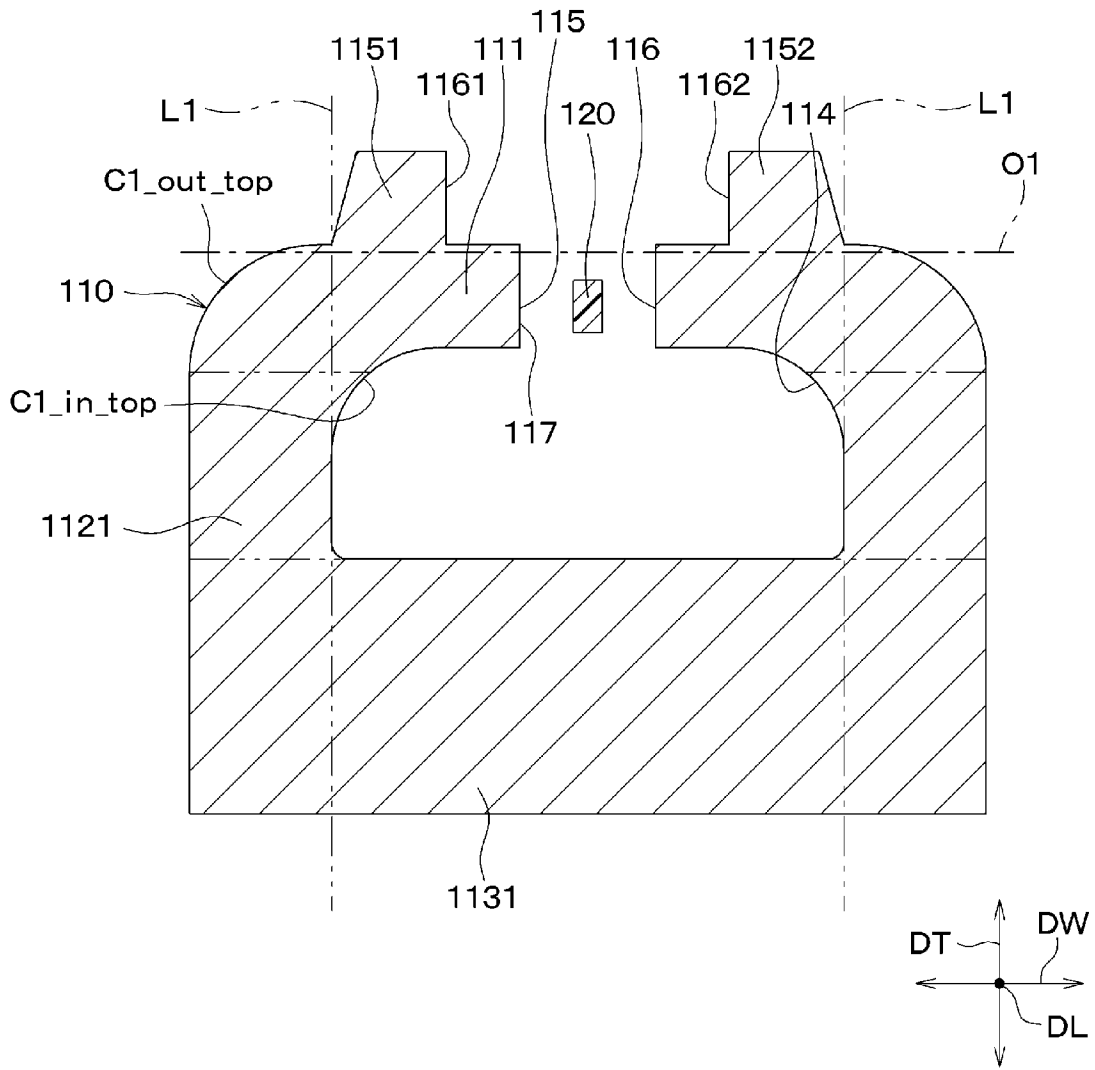
[図17]



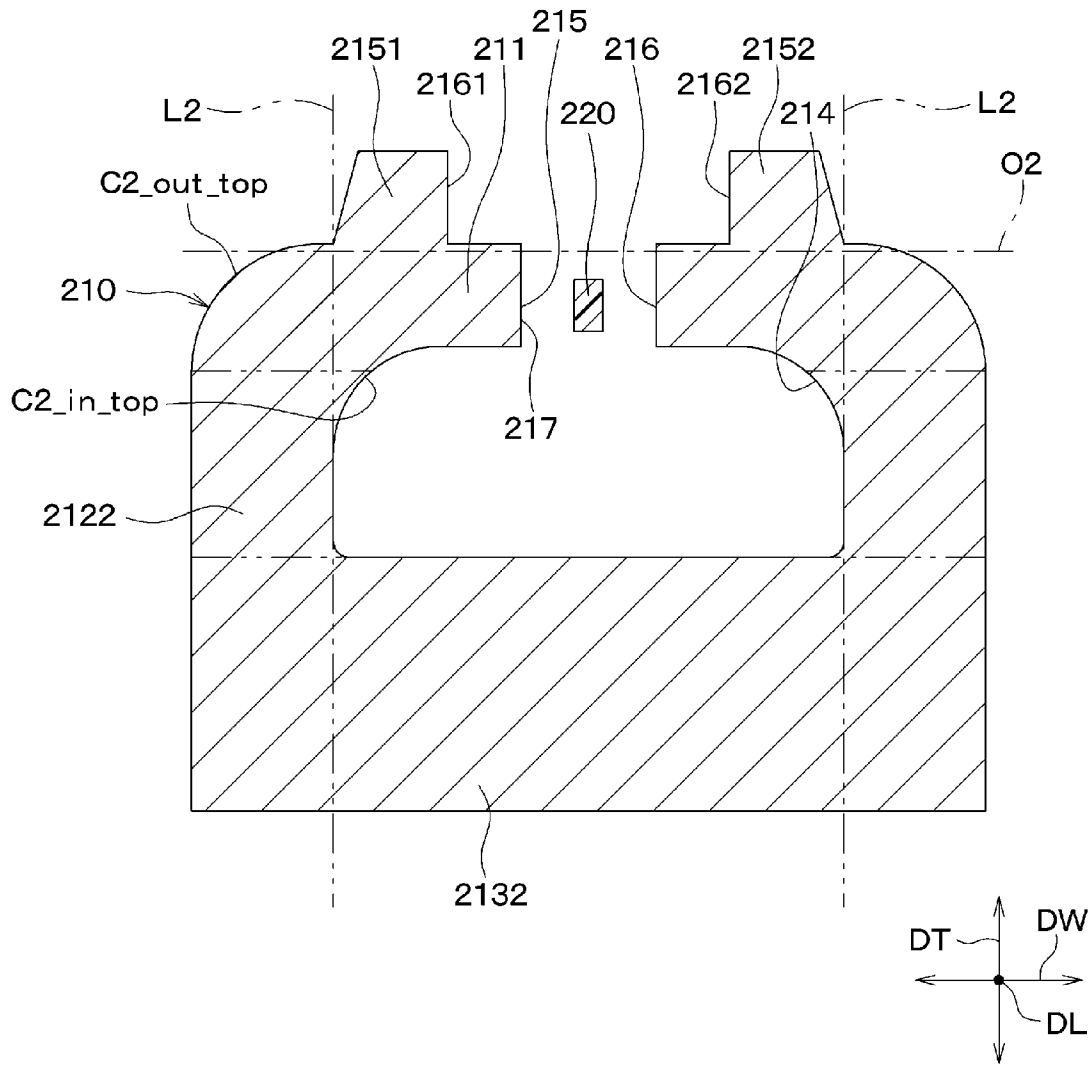
[図18]



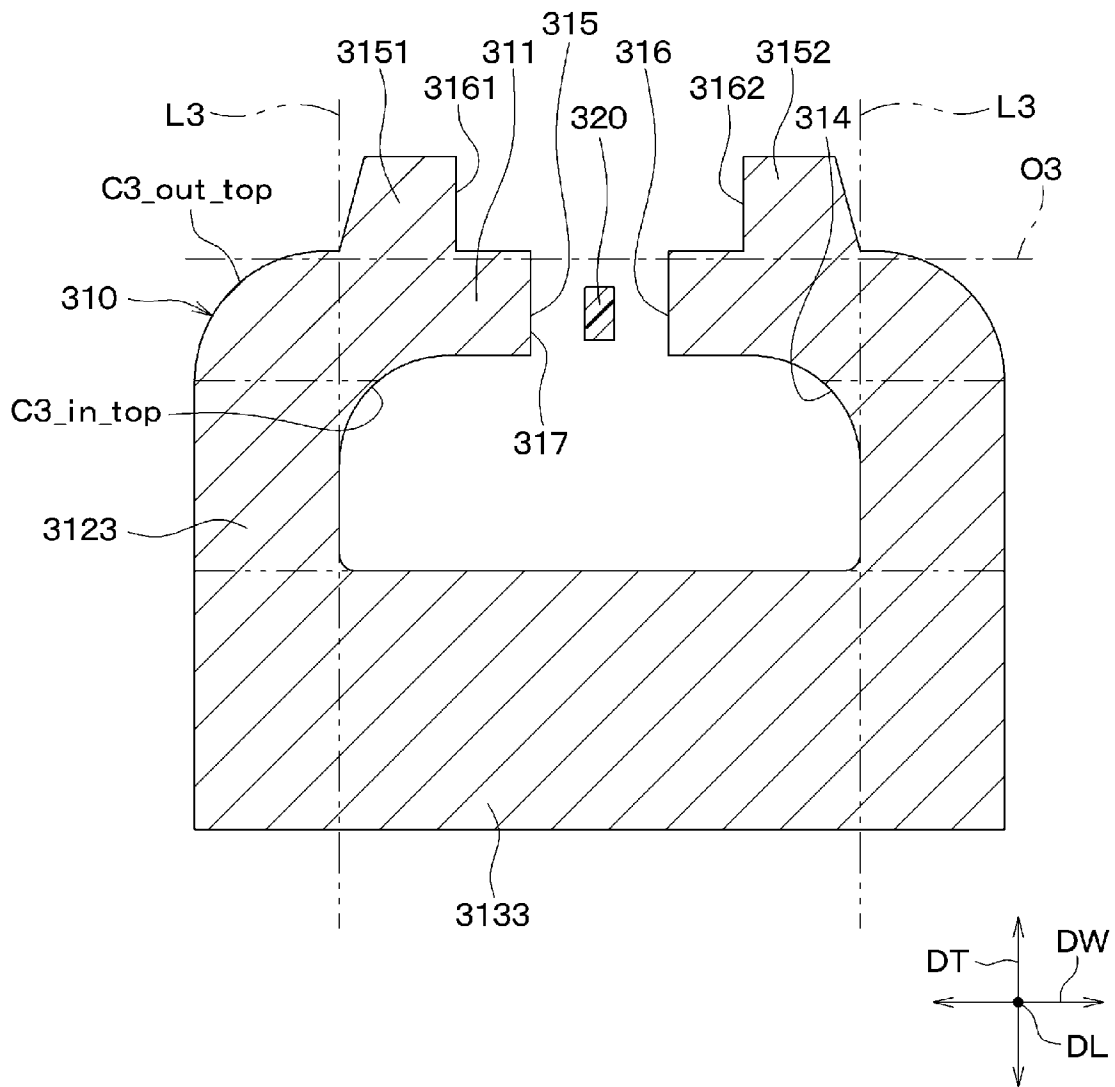
[図19]



[図20]

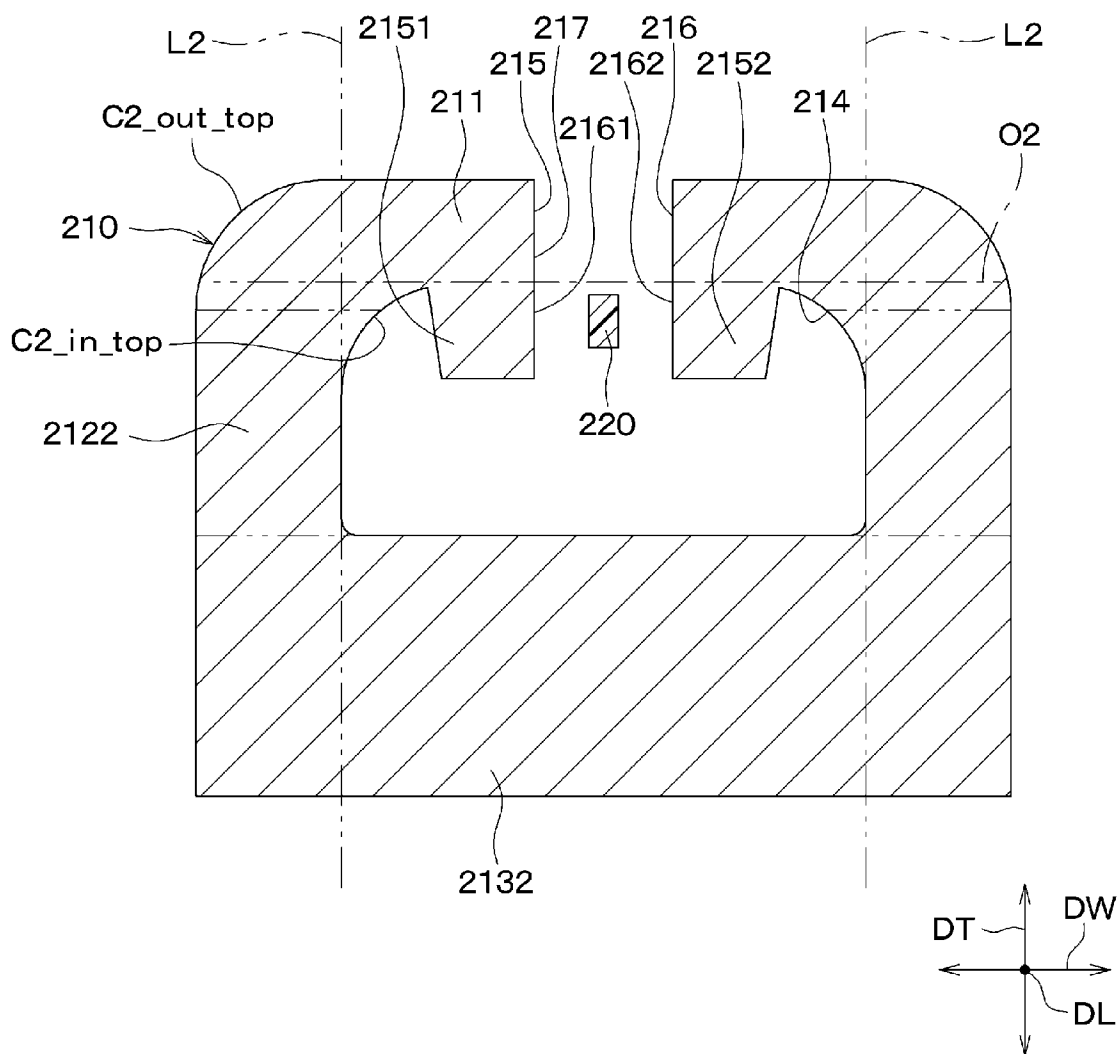


[図21]



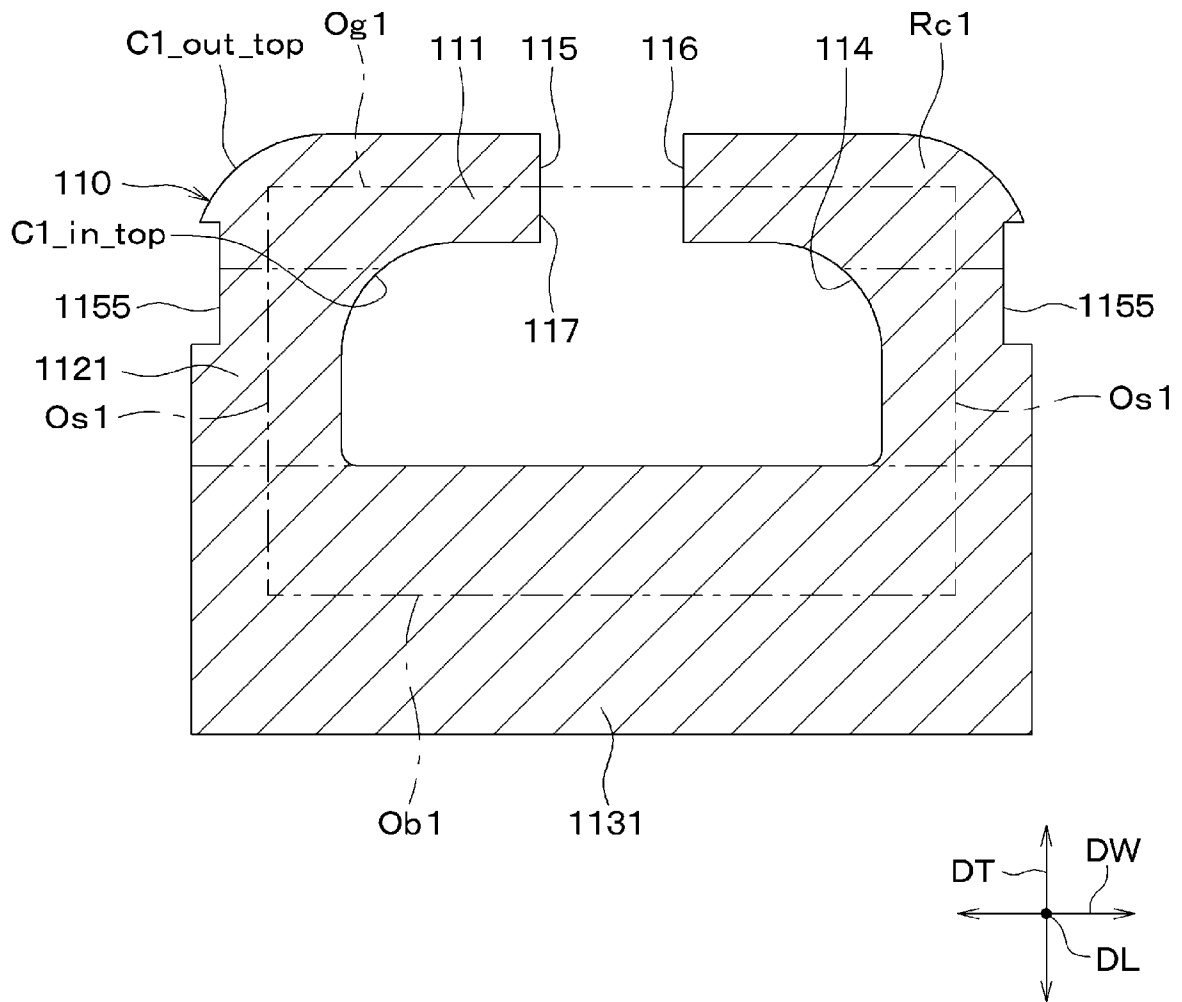


[図23]

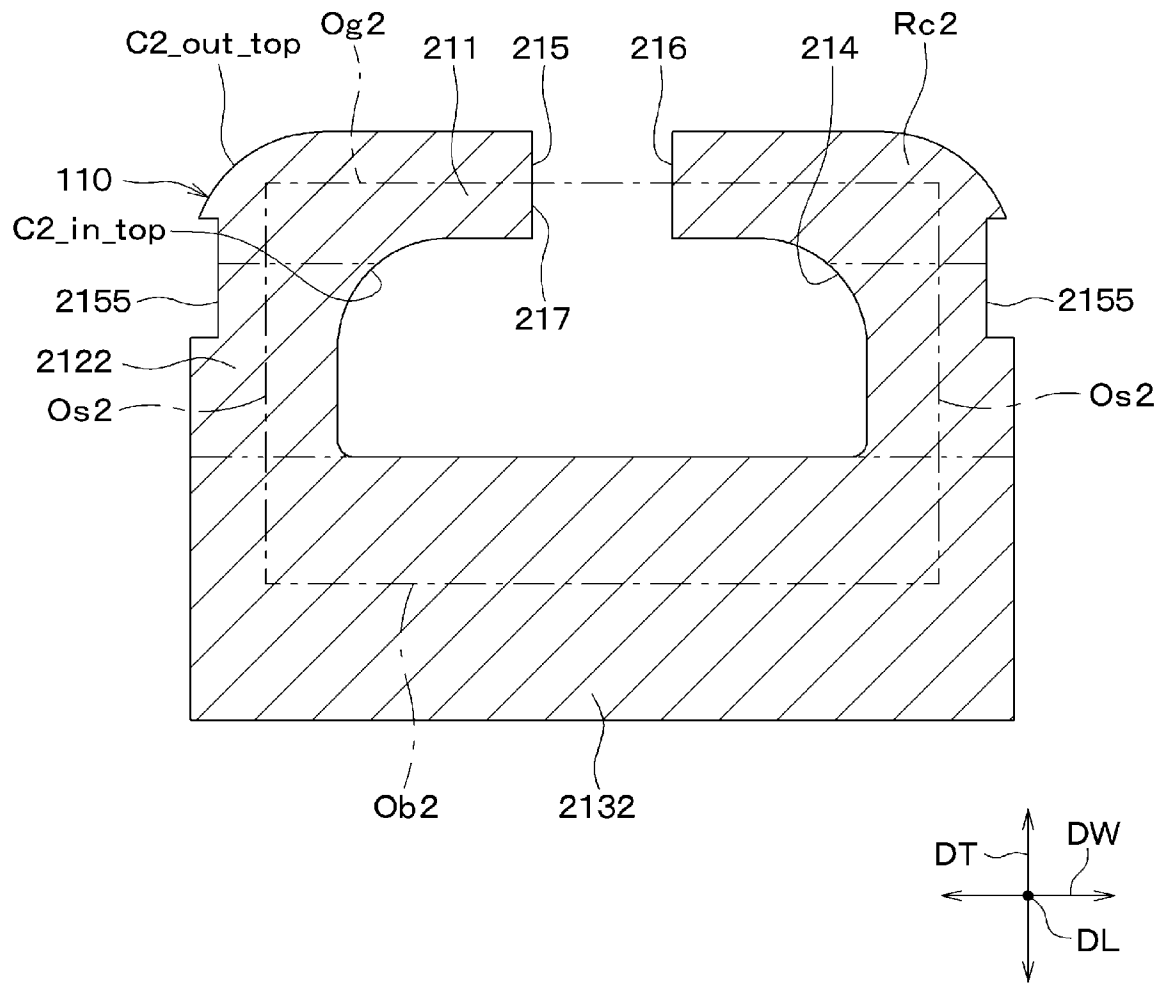




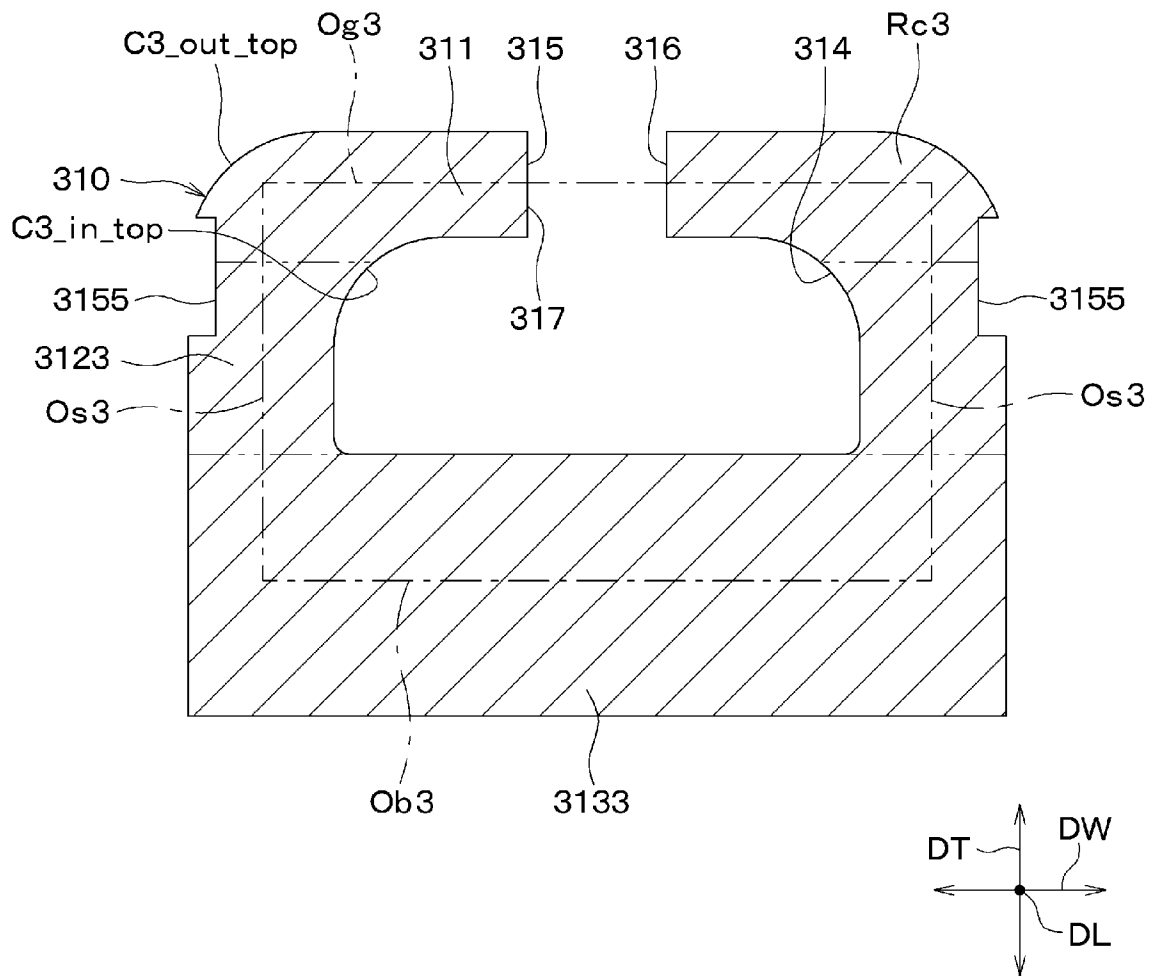
[図25]



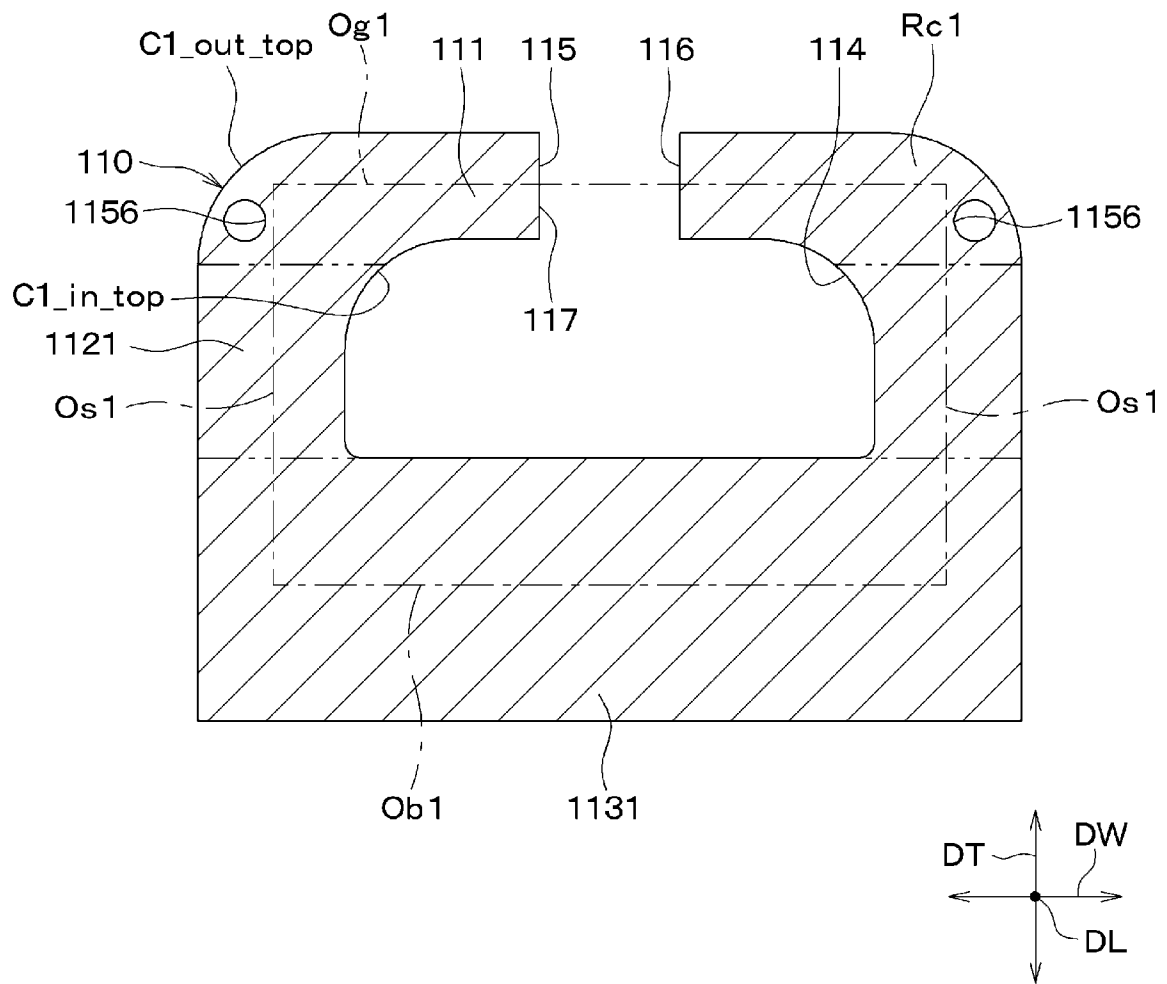
[図26]



[図27]



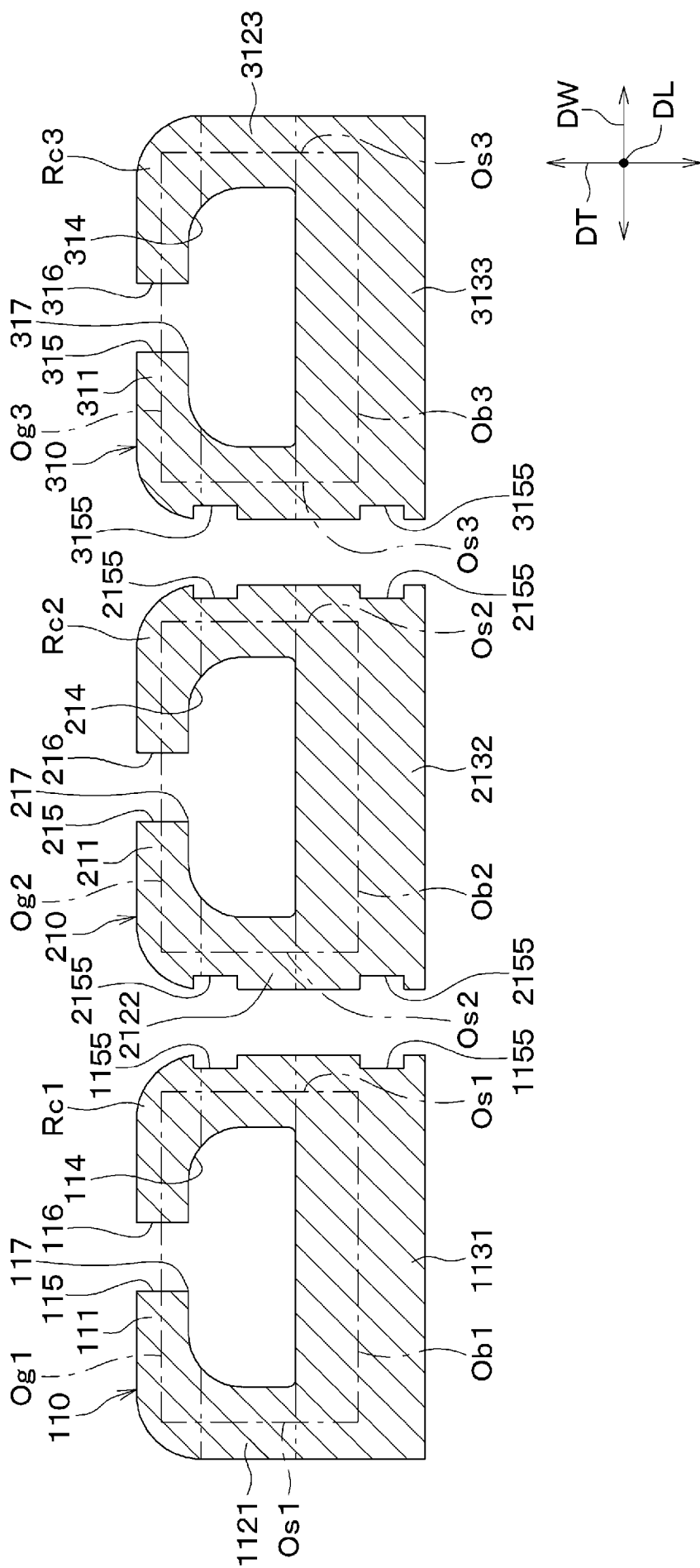
[図28]



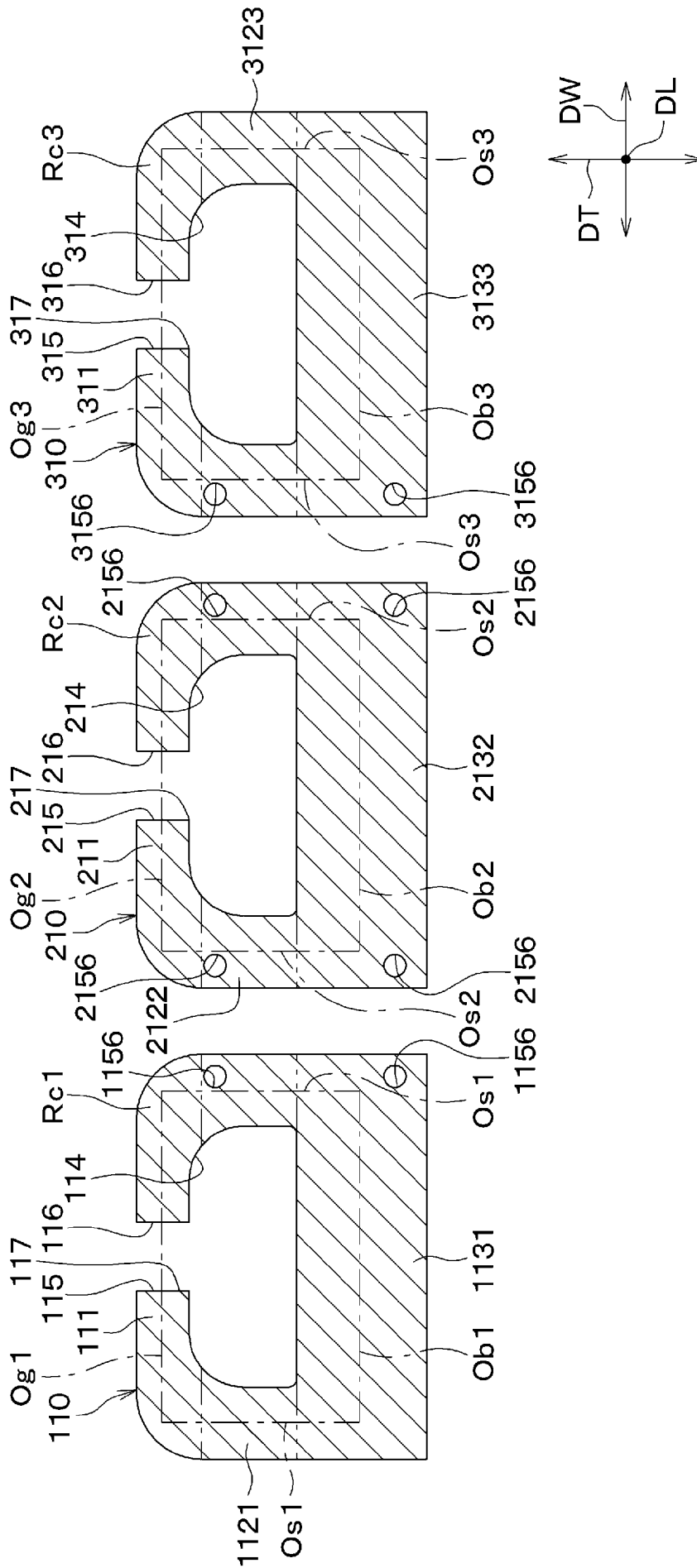




[図31]



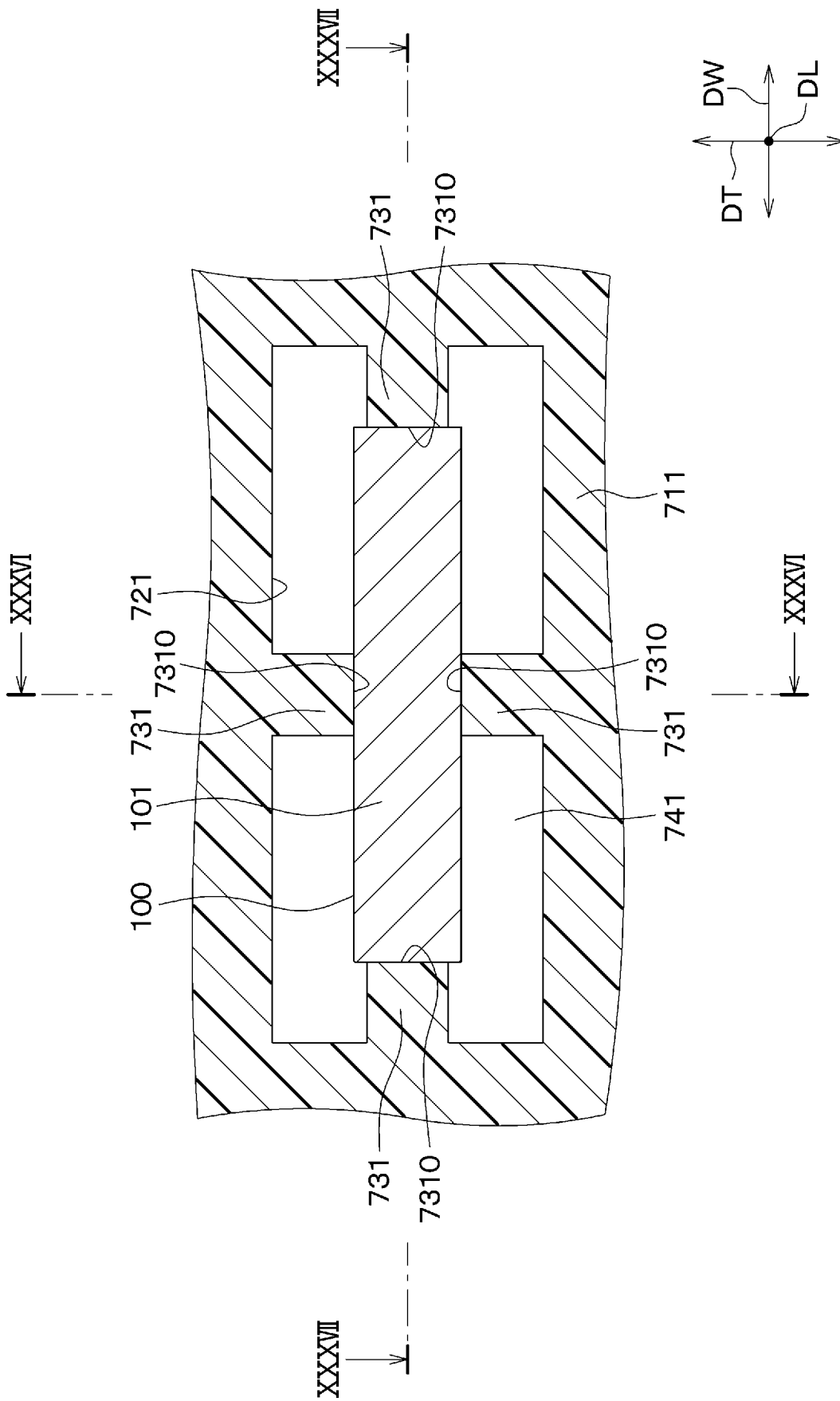
[図32]



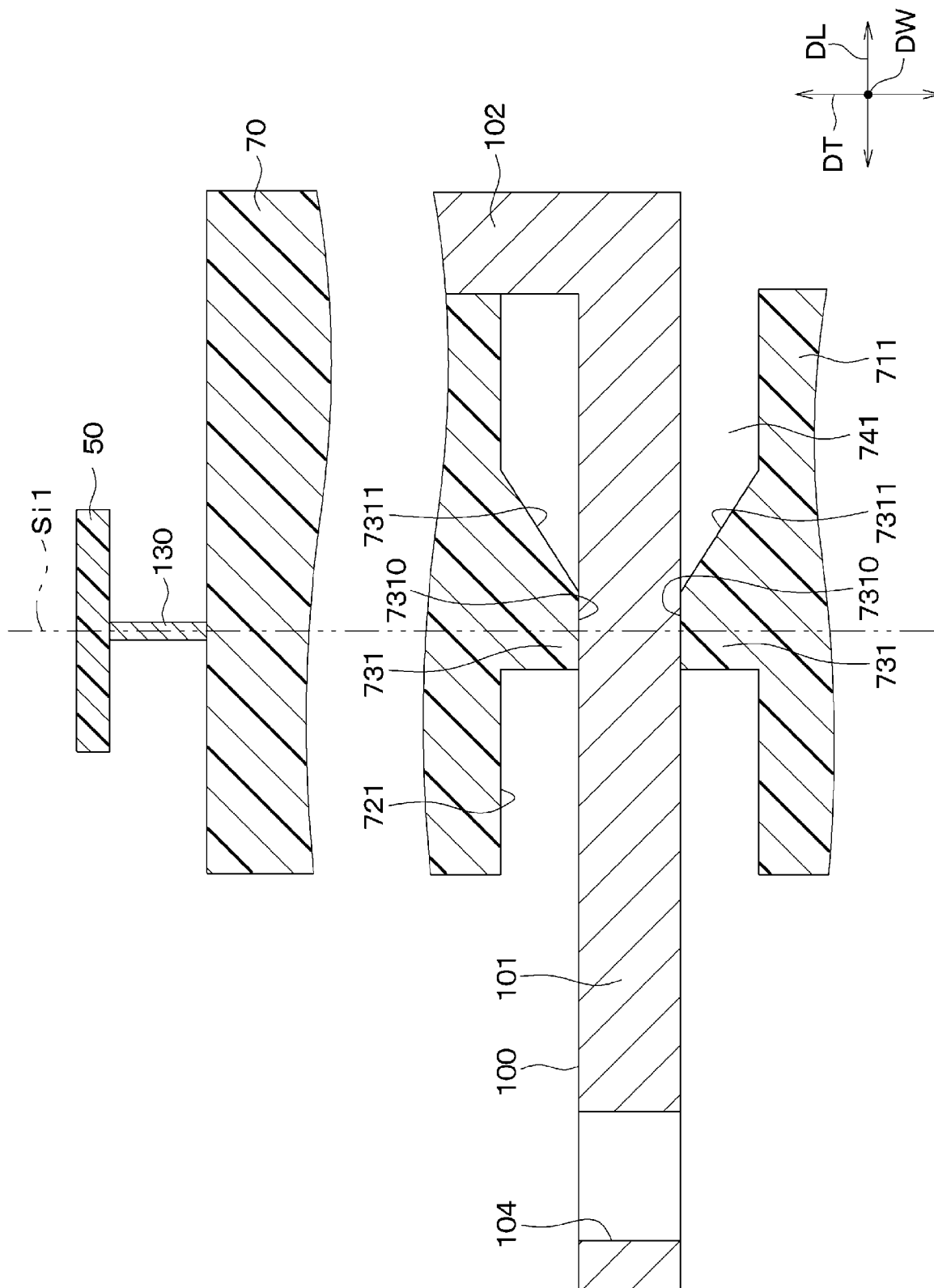




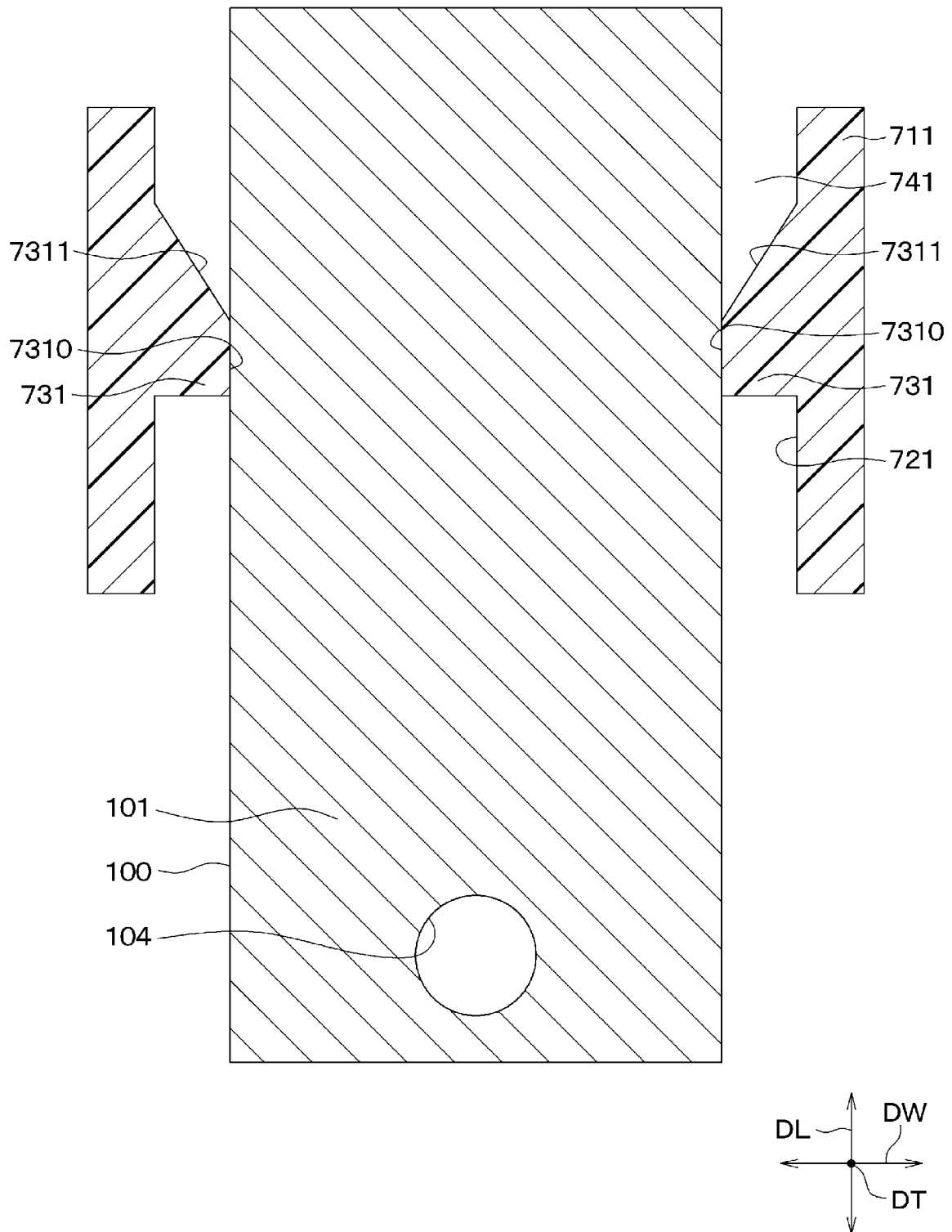
[図35]



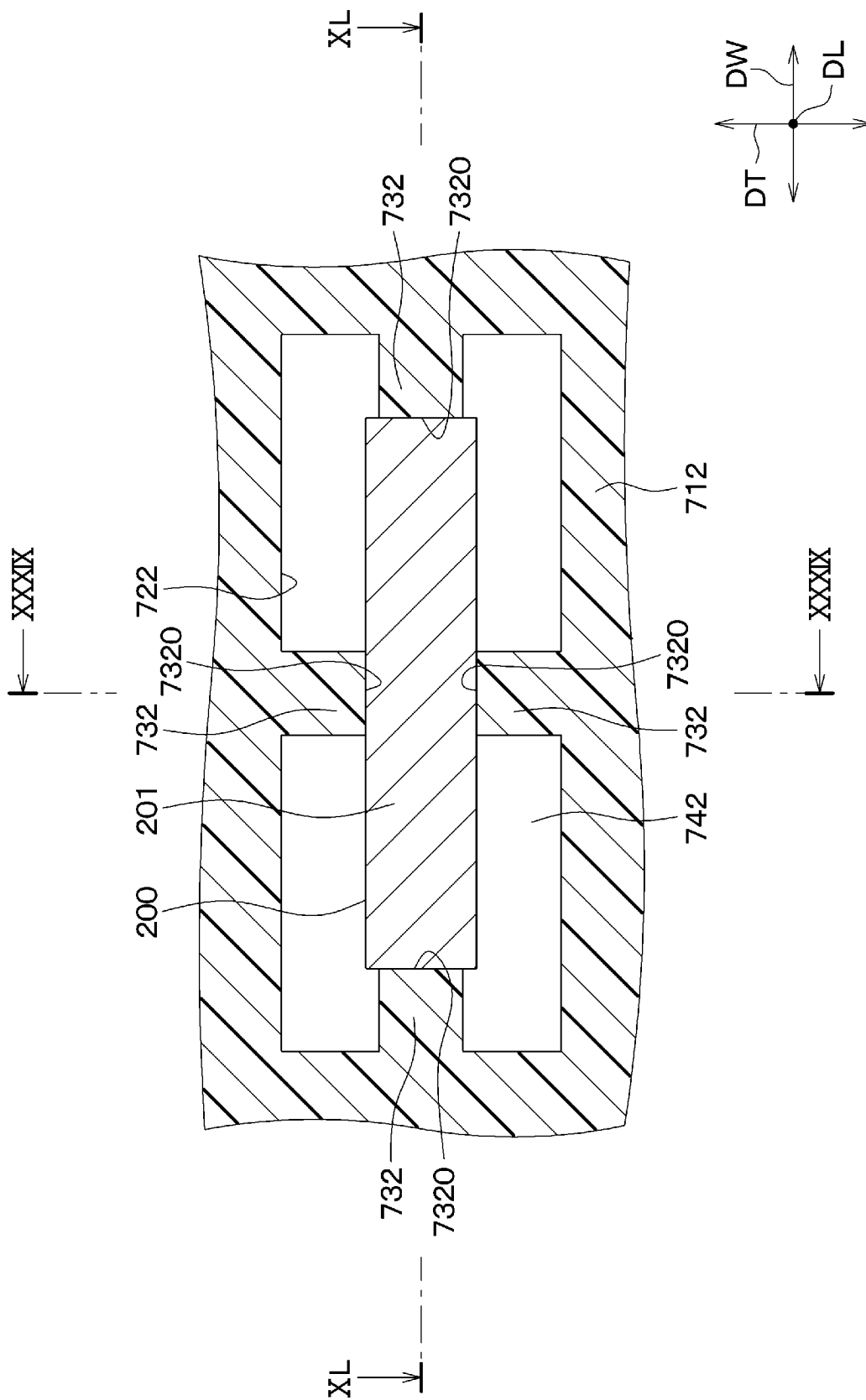
[ 36]



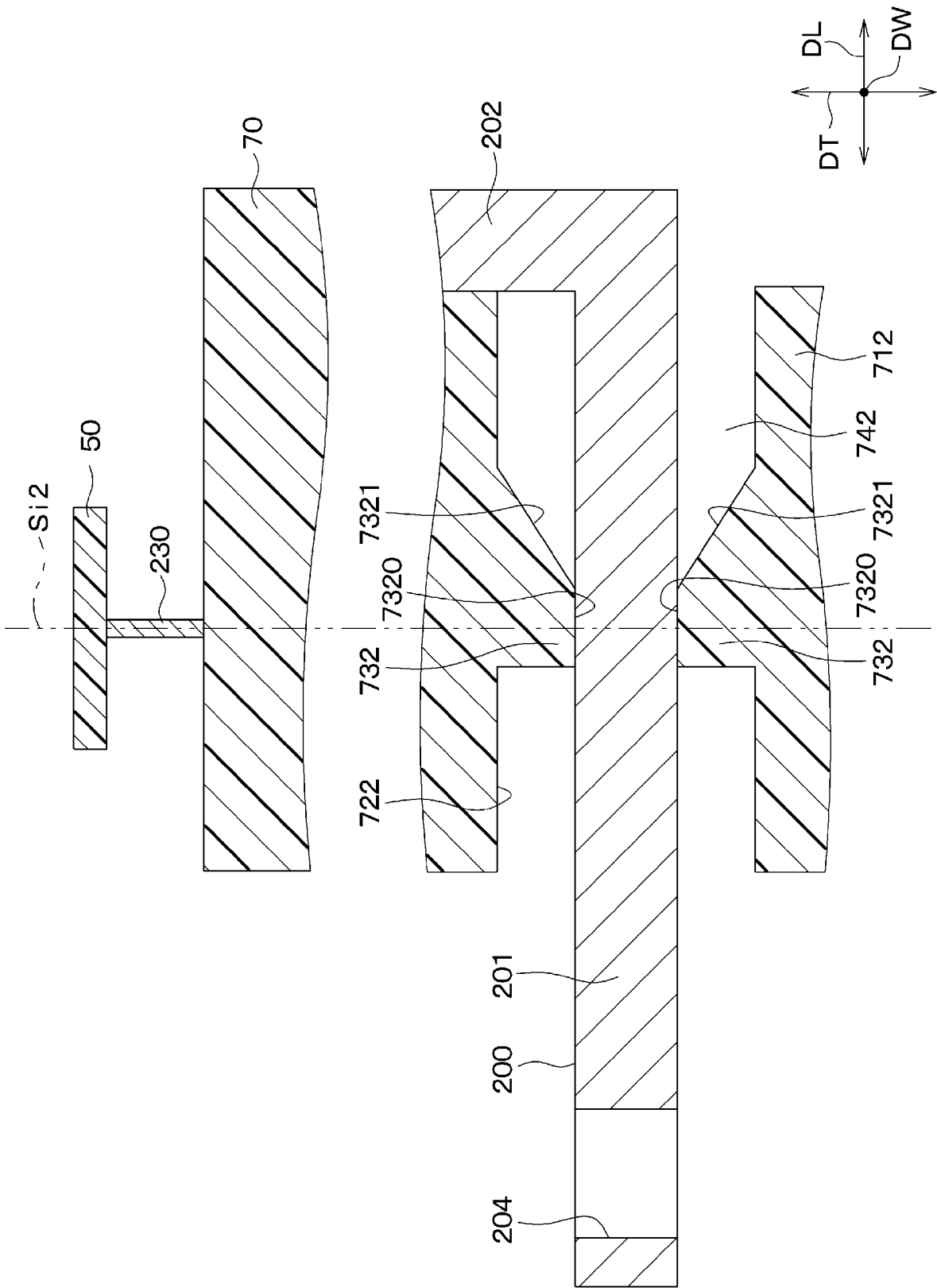
[図37]



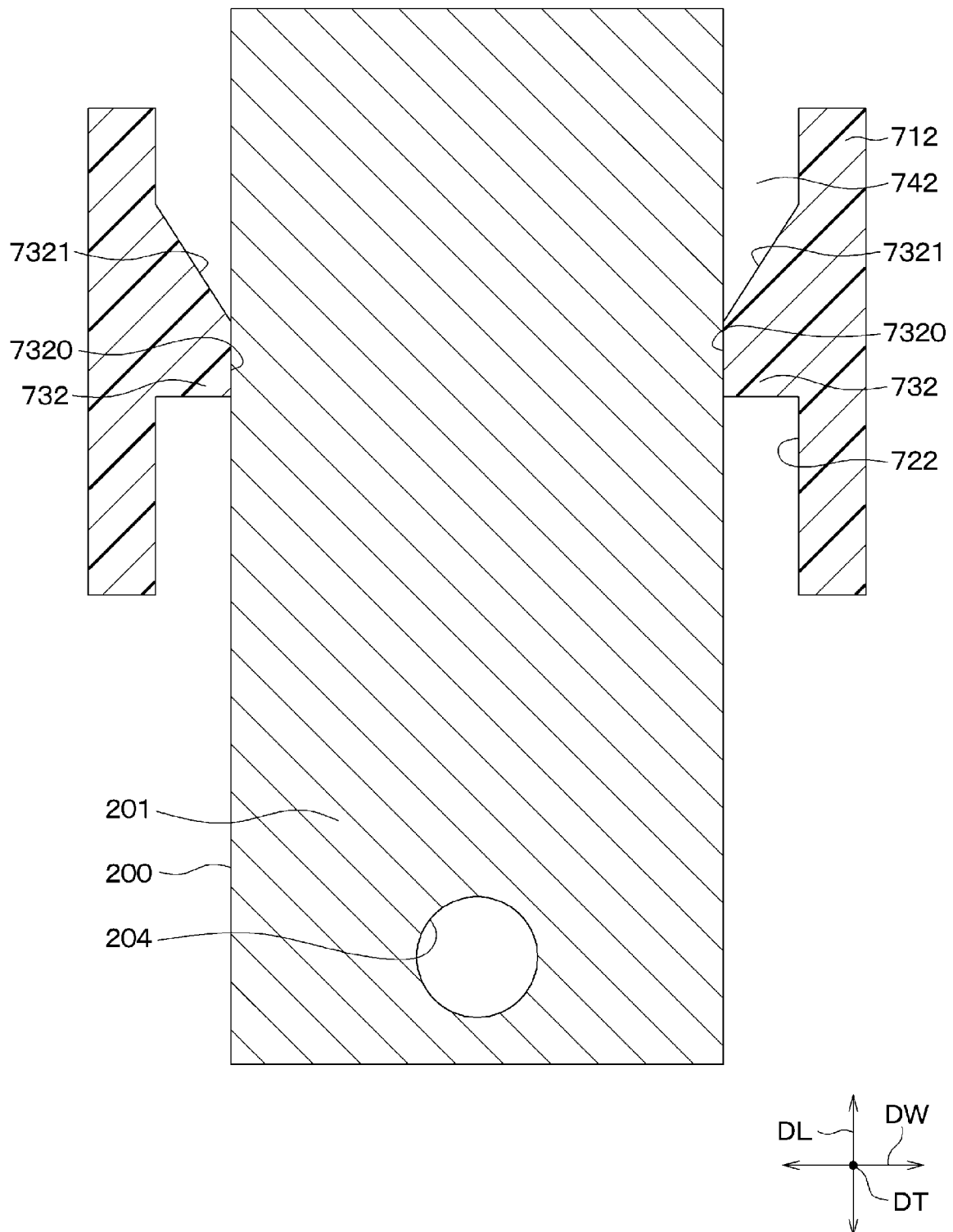
[図38]



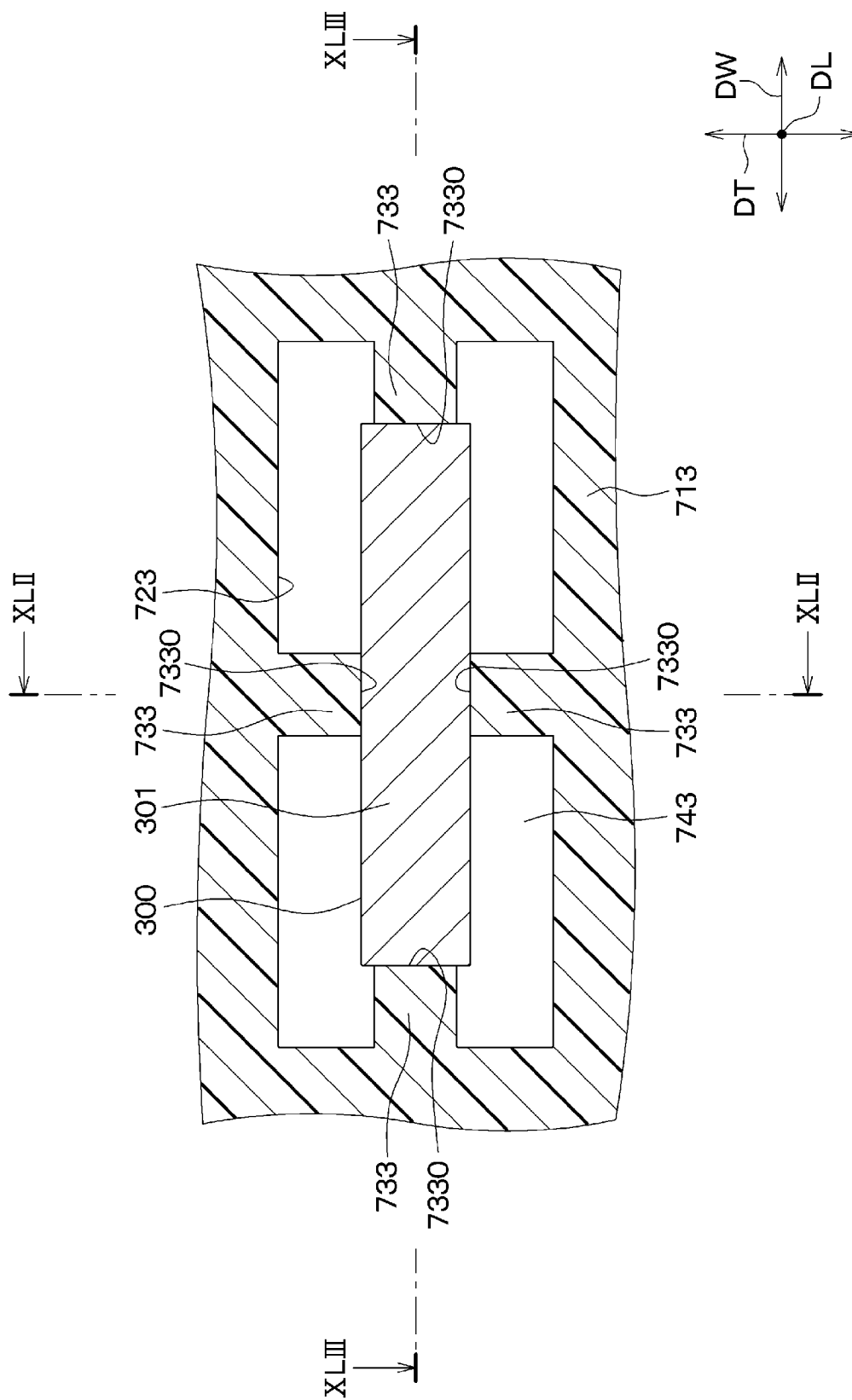
[ 39]



[図40]

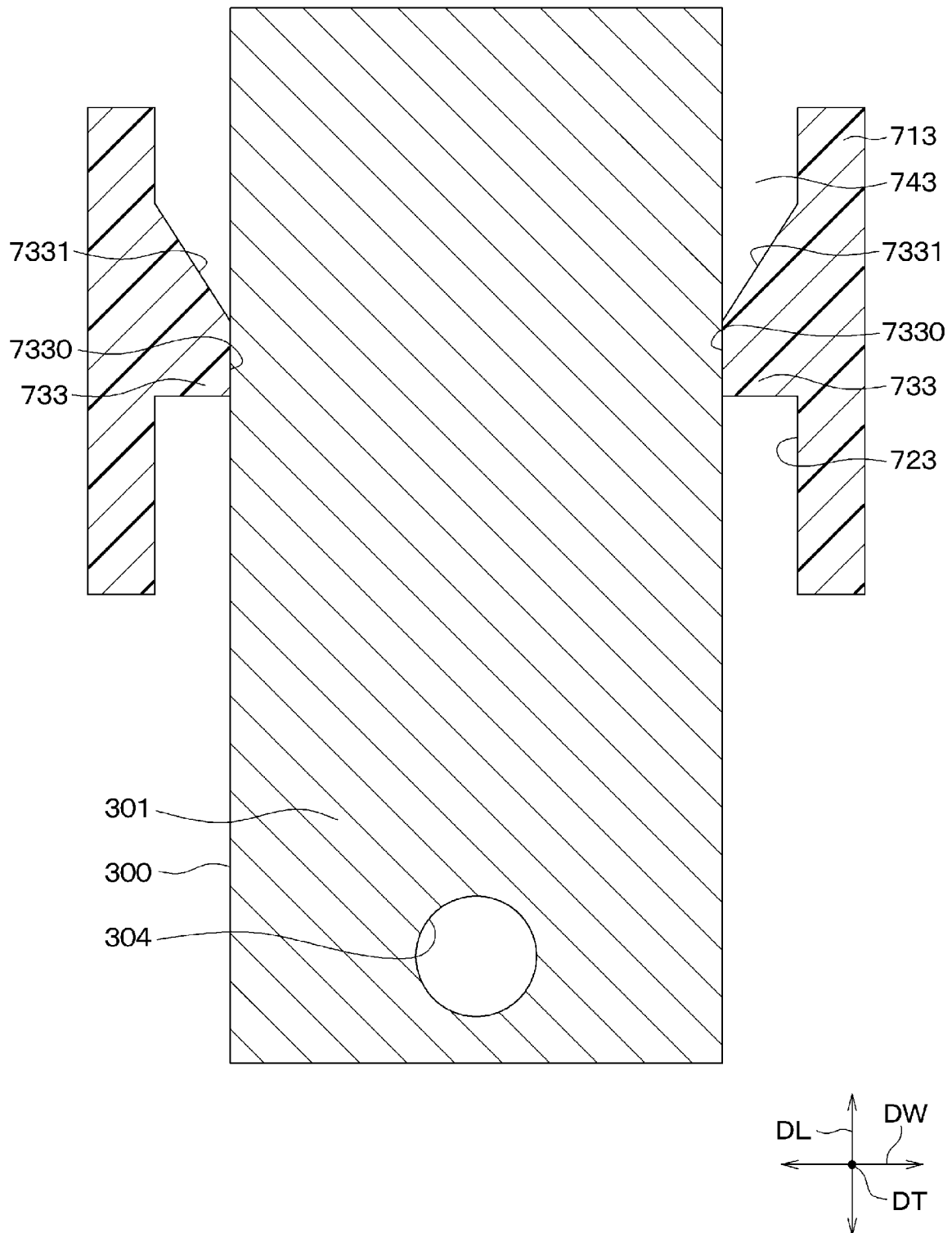


[図41]



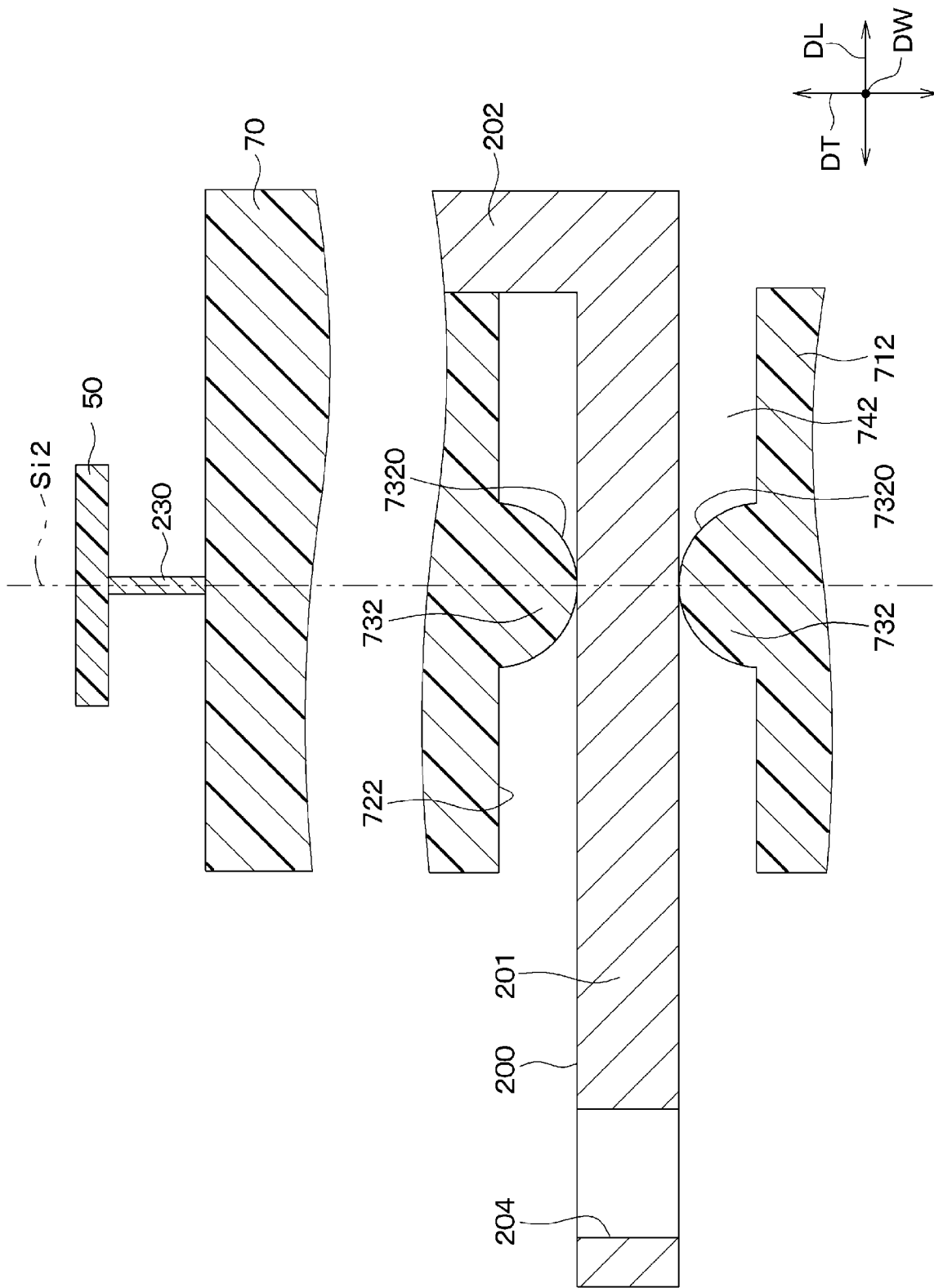


[図43]

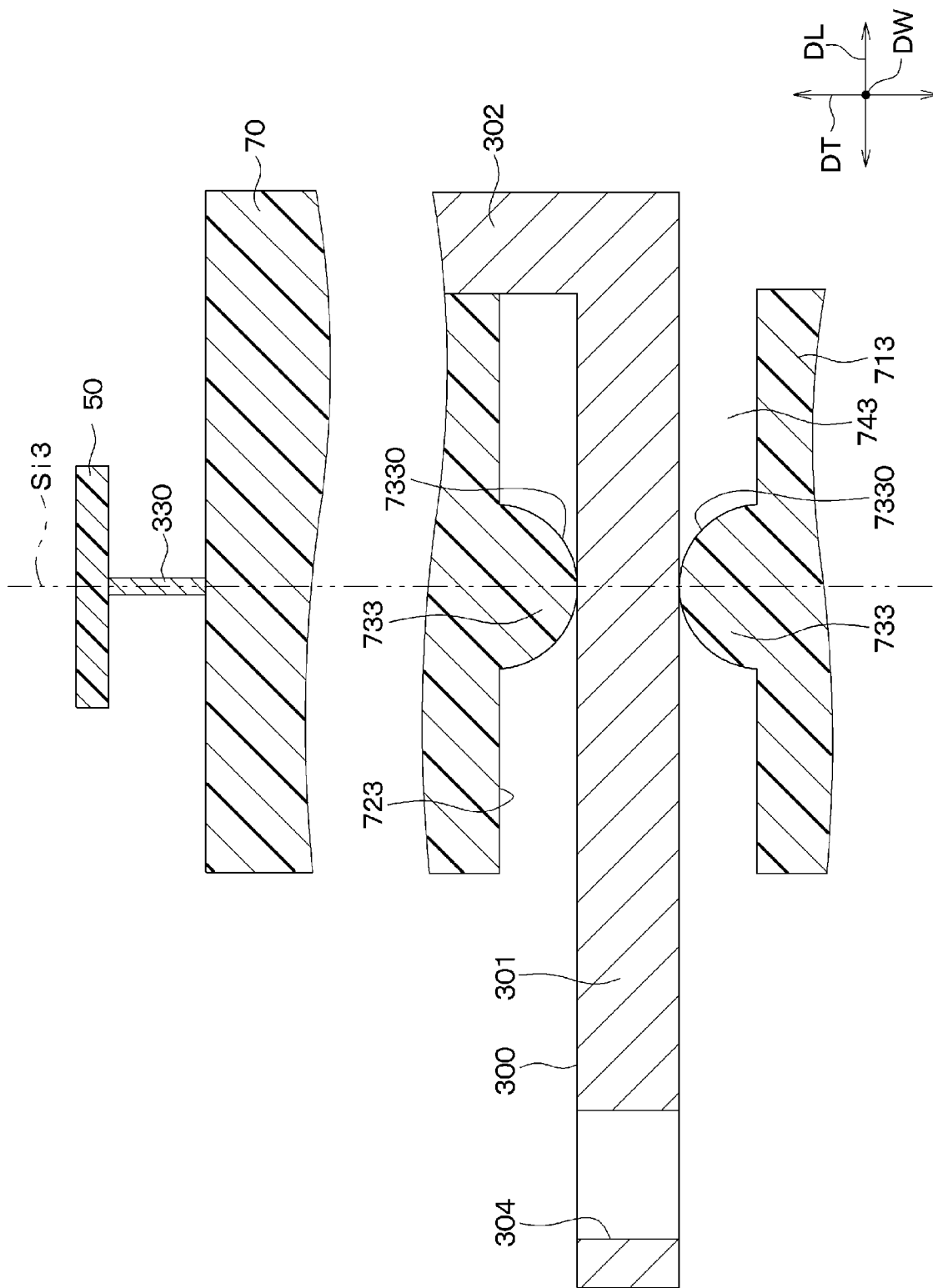




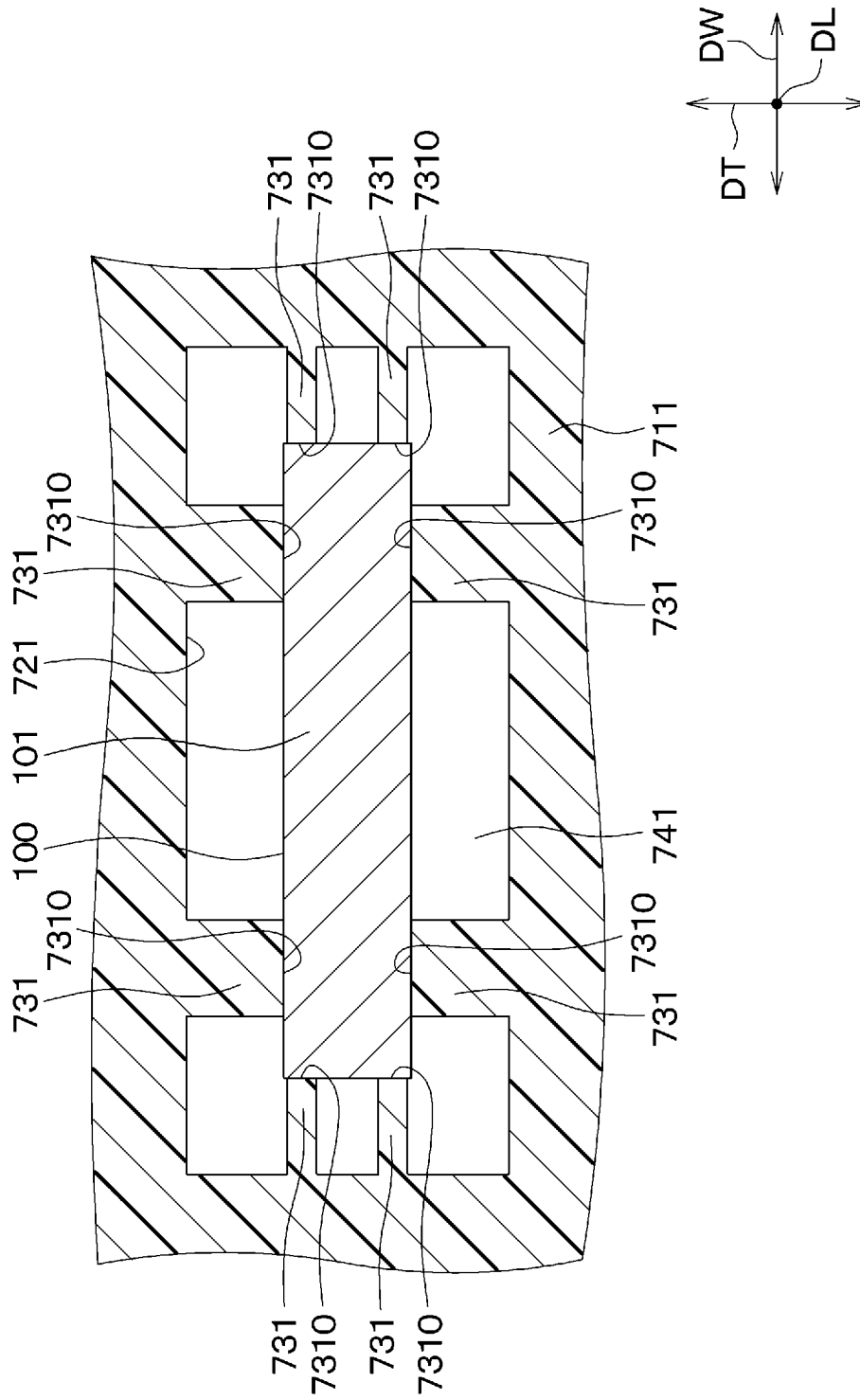
[図45]



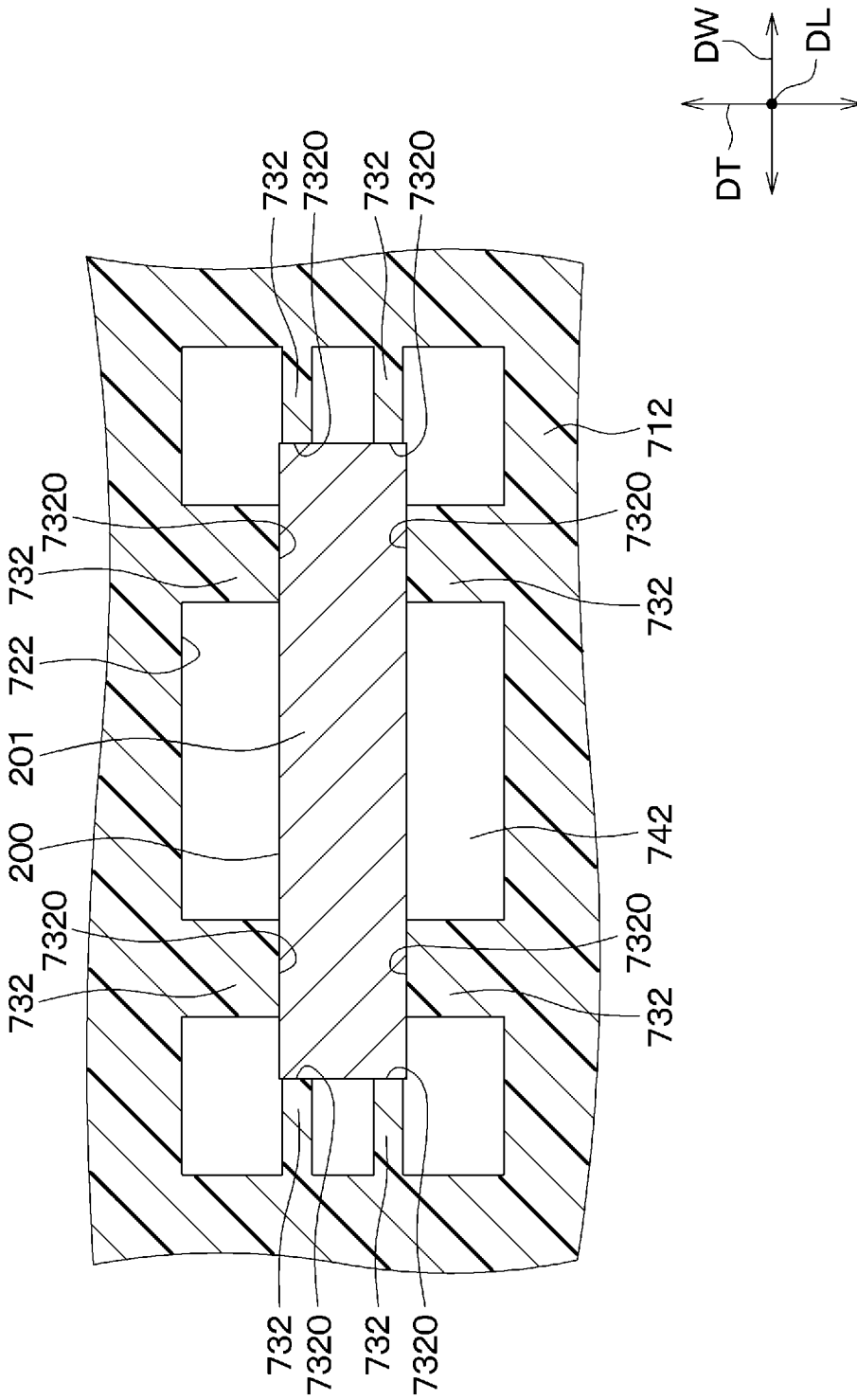
[図46]



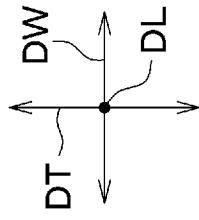
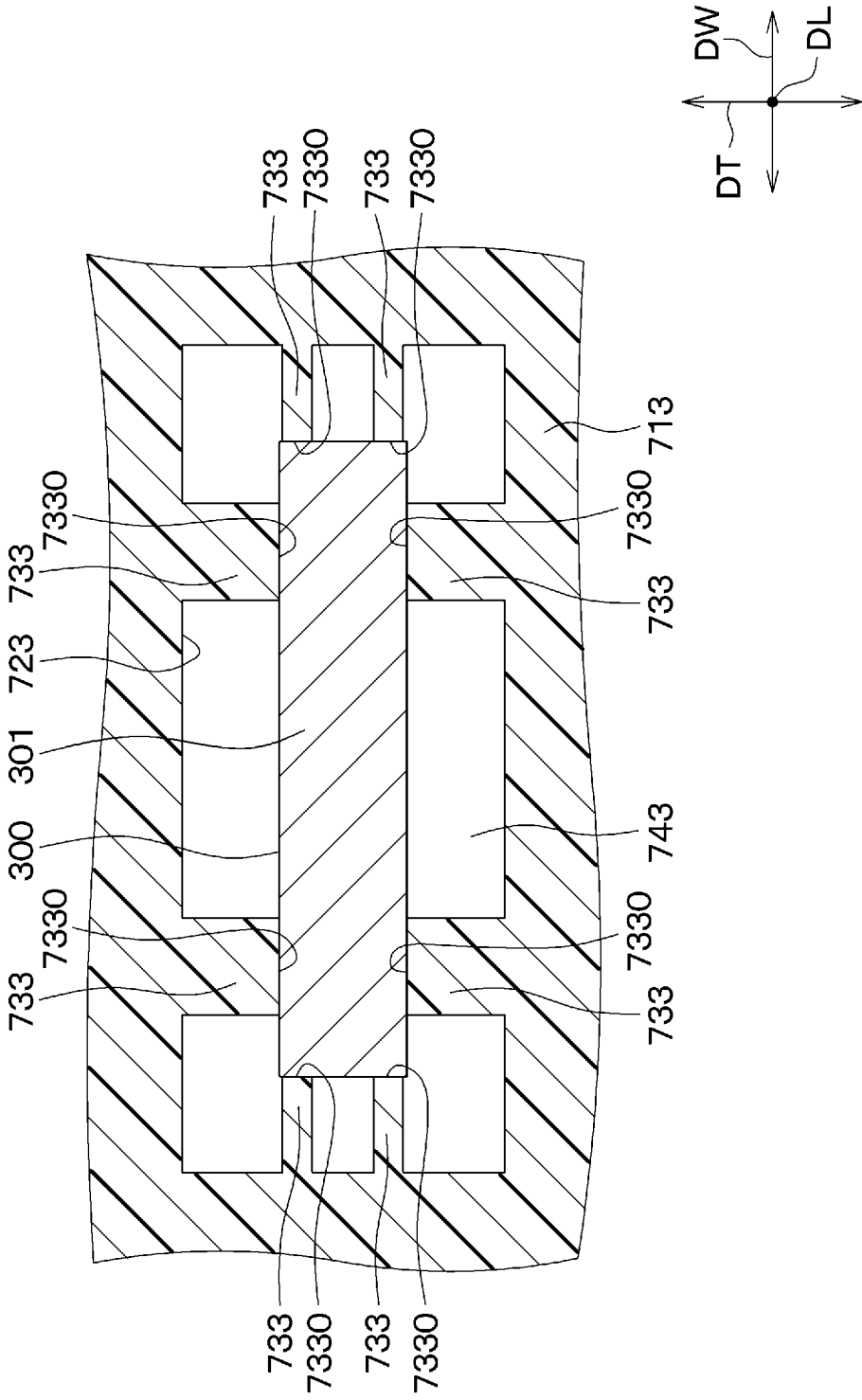
[図47]



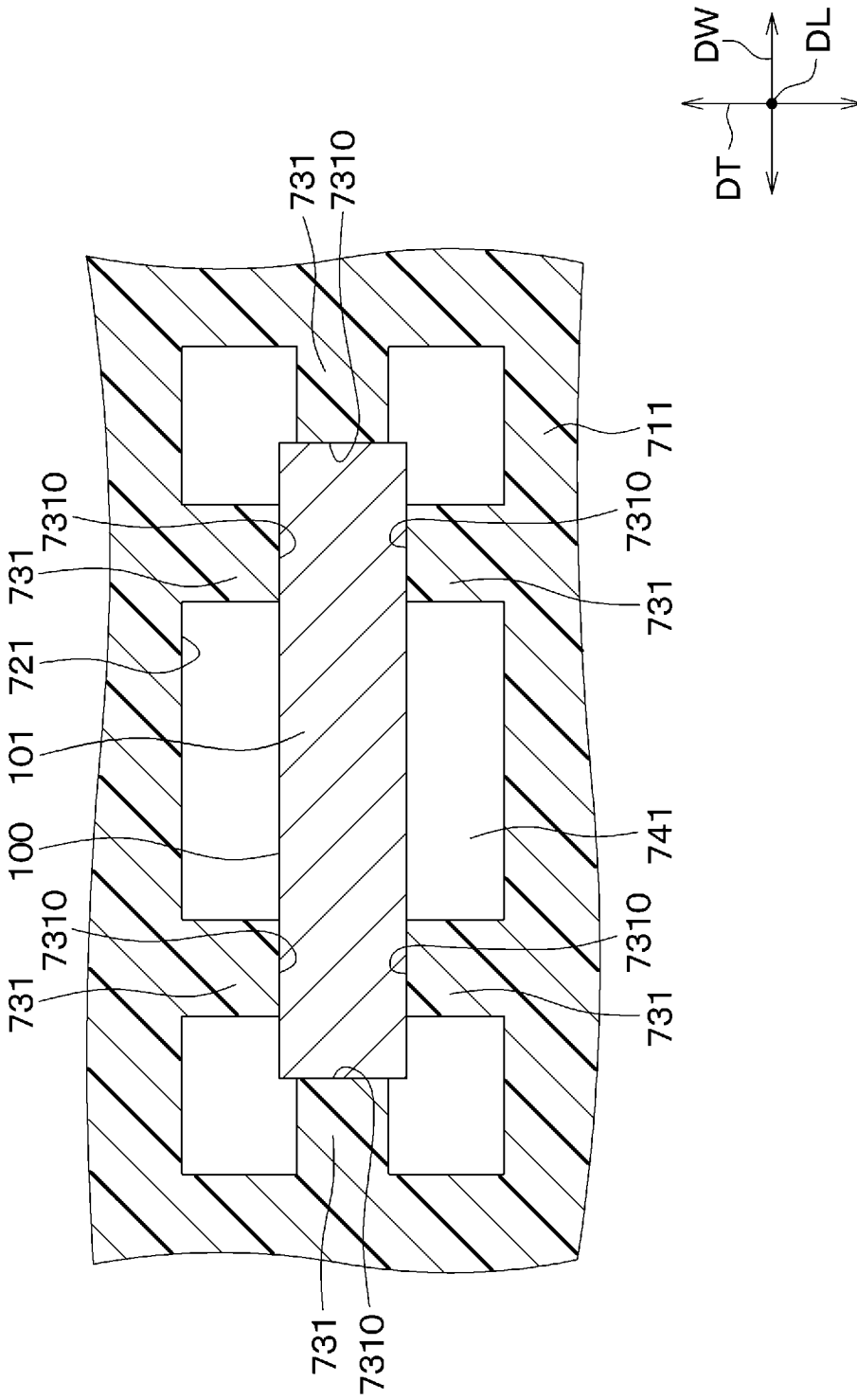
[図48]



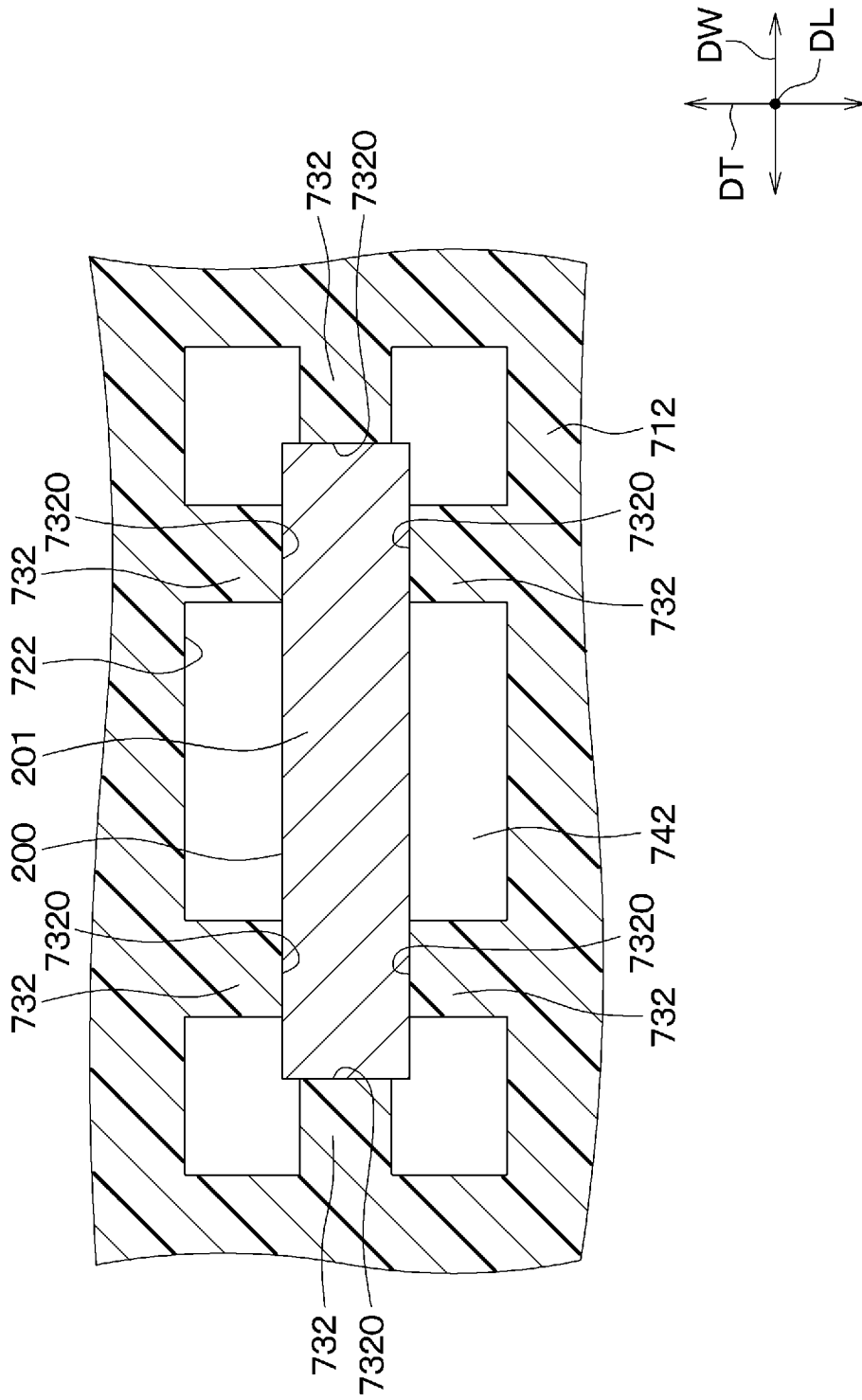
[図49]



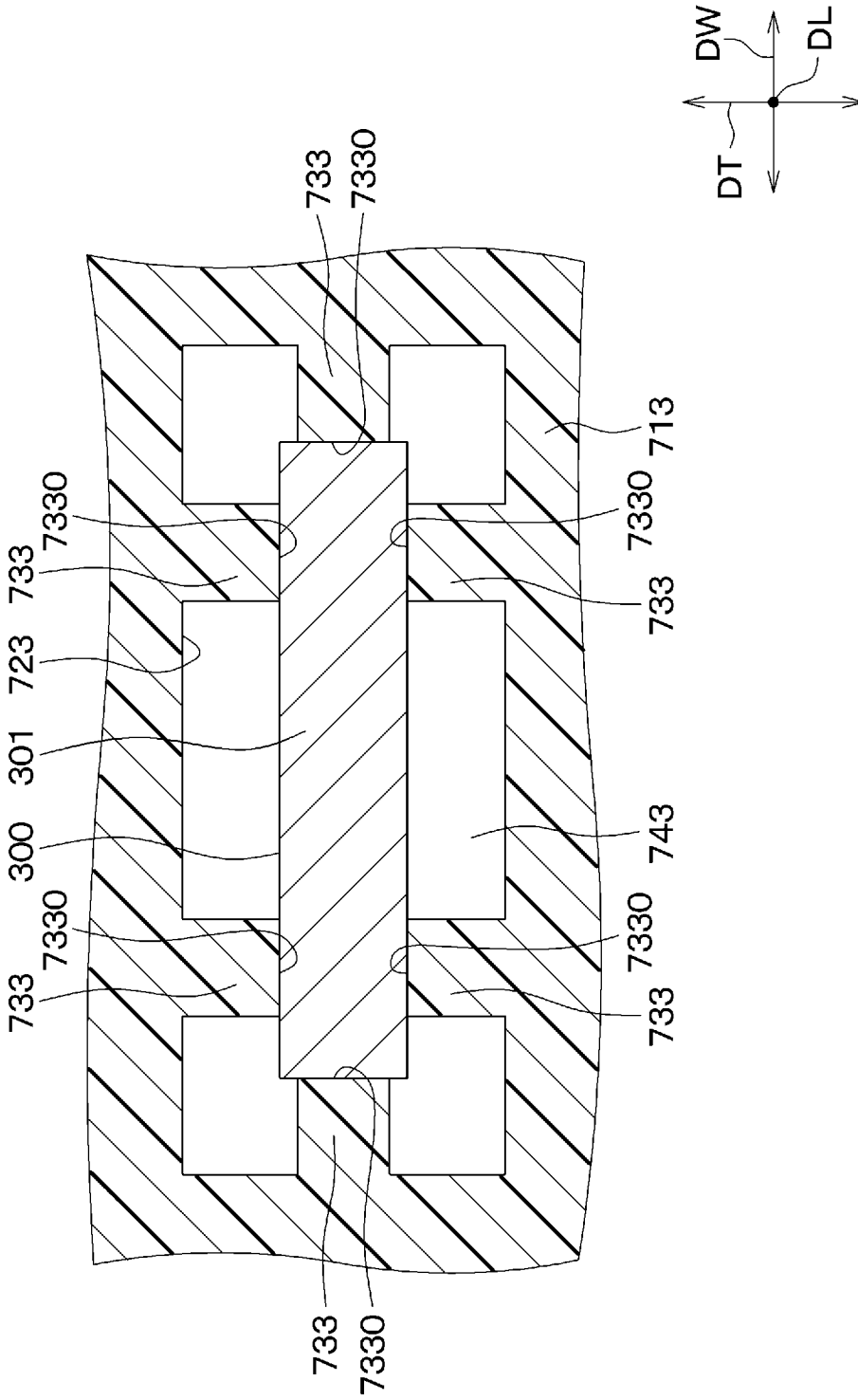
[図50]



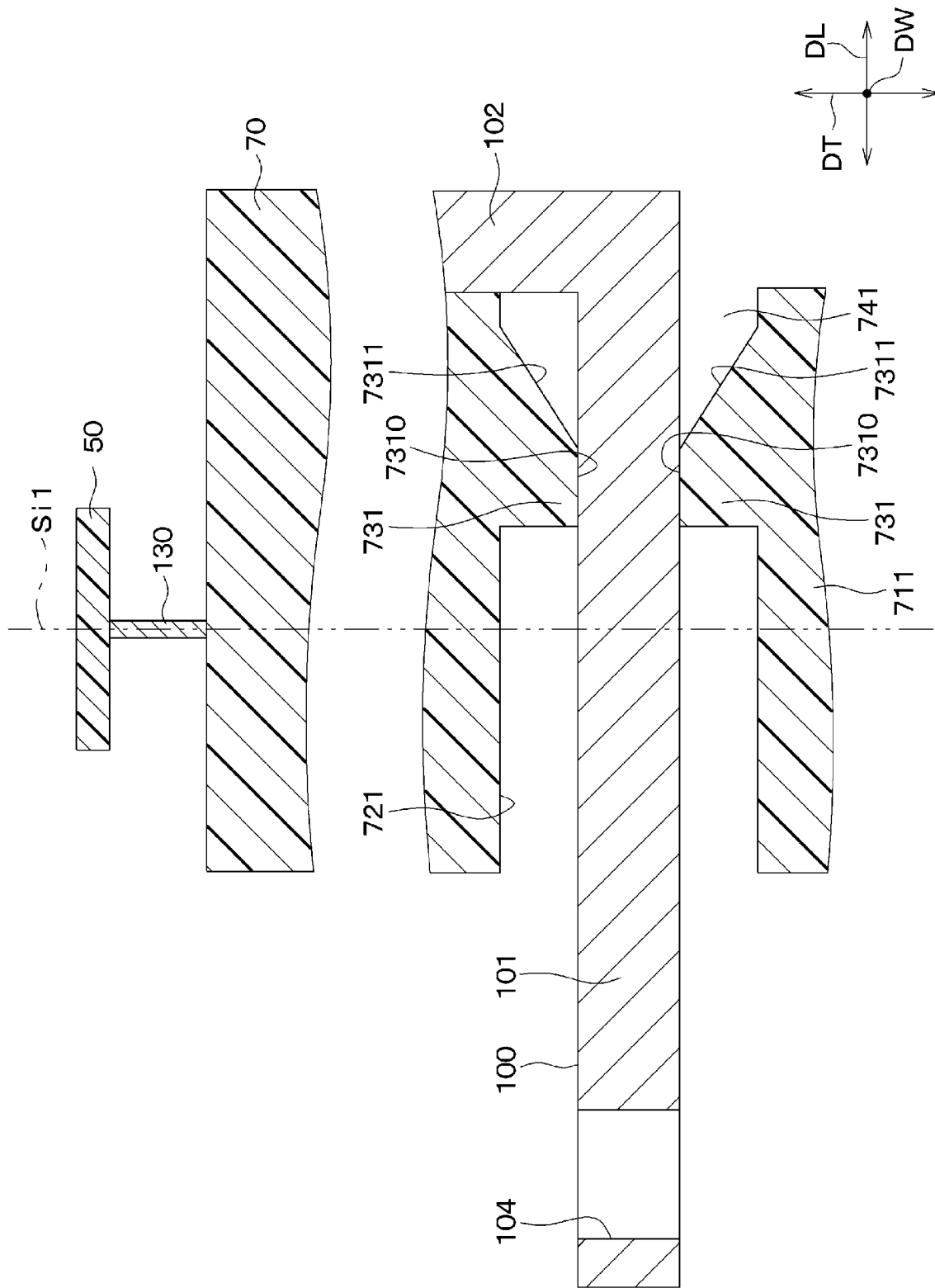
[図51]



[図52]



[図53]

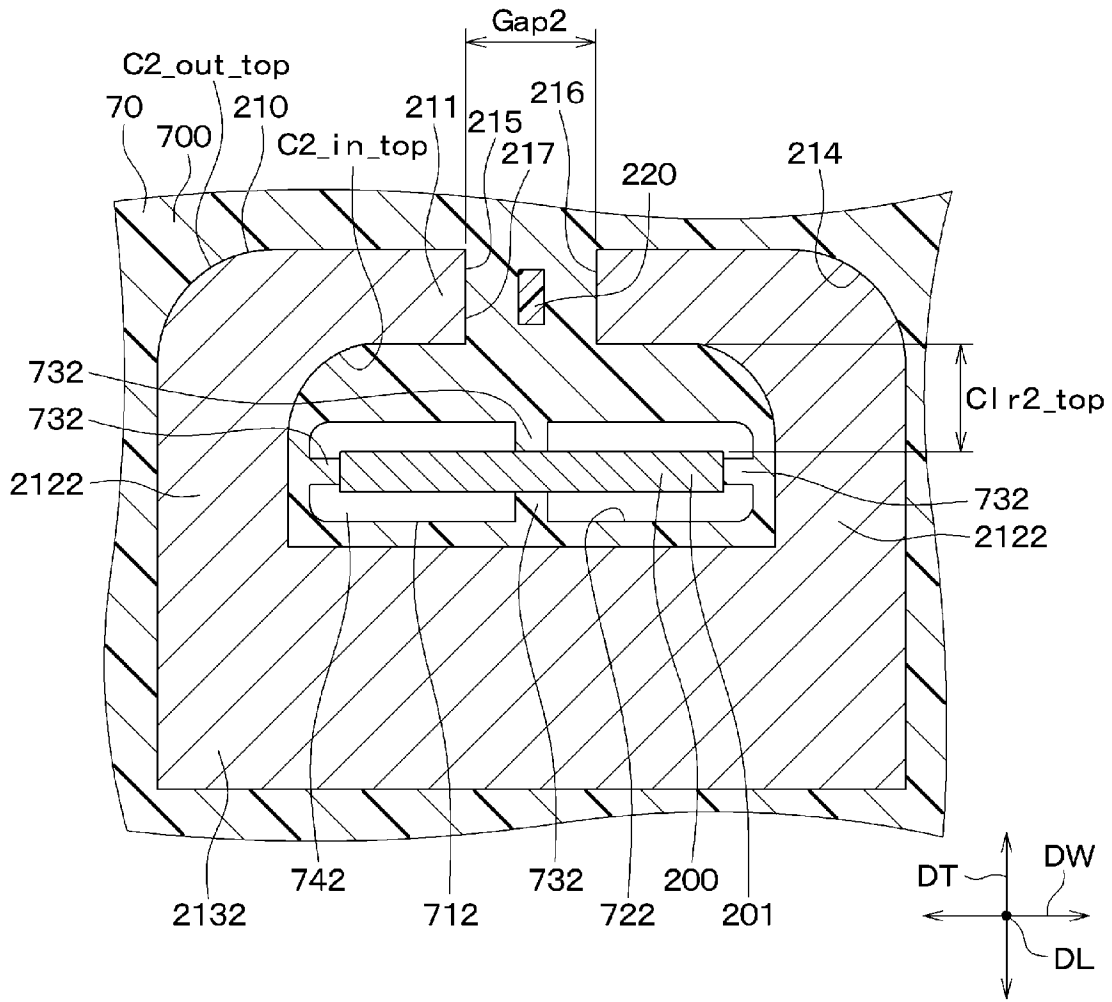




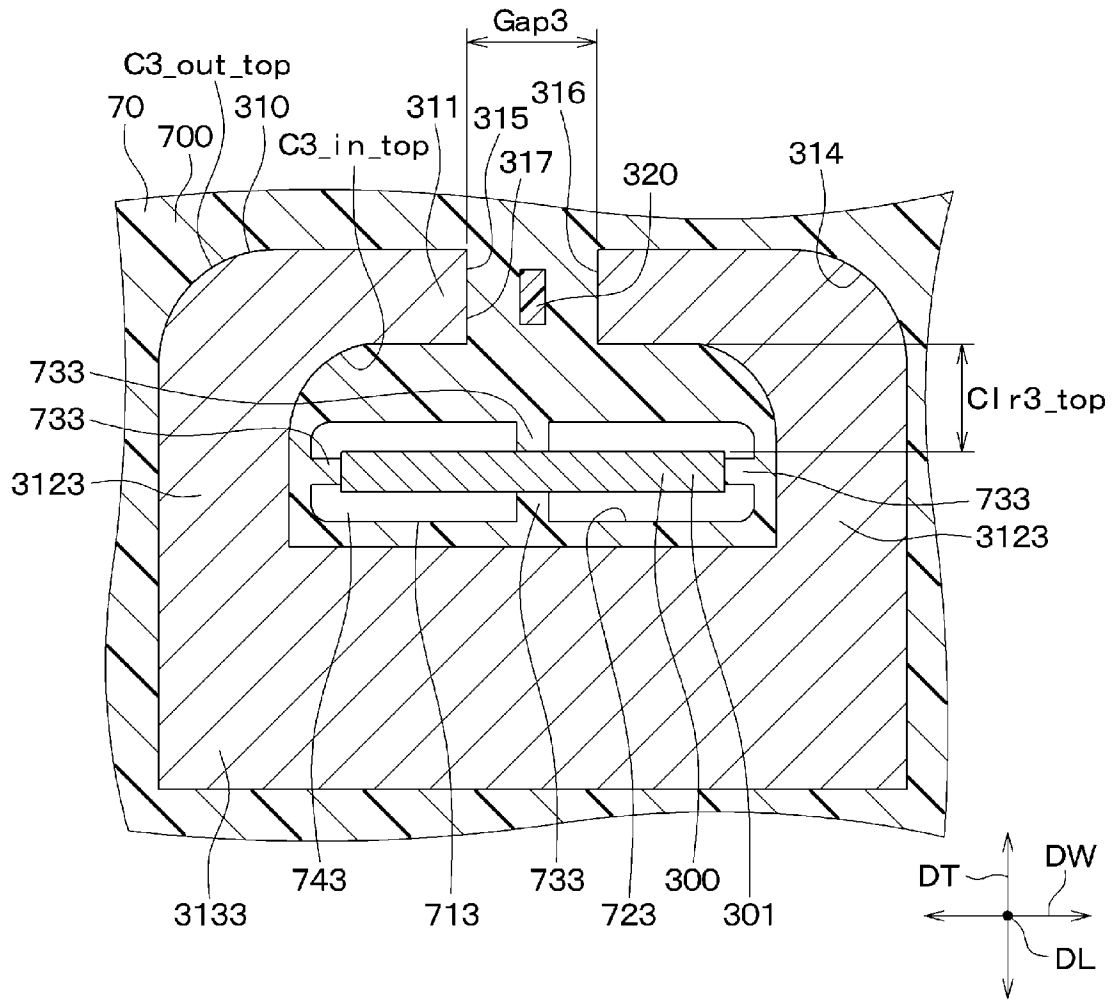




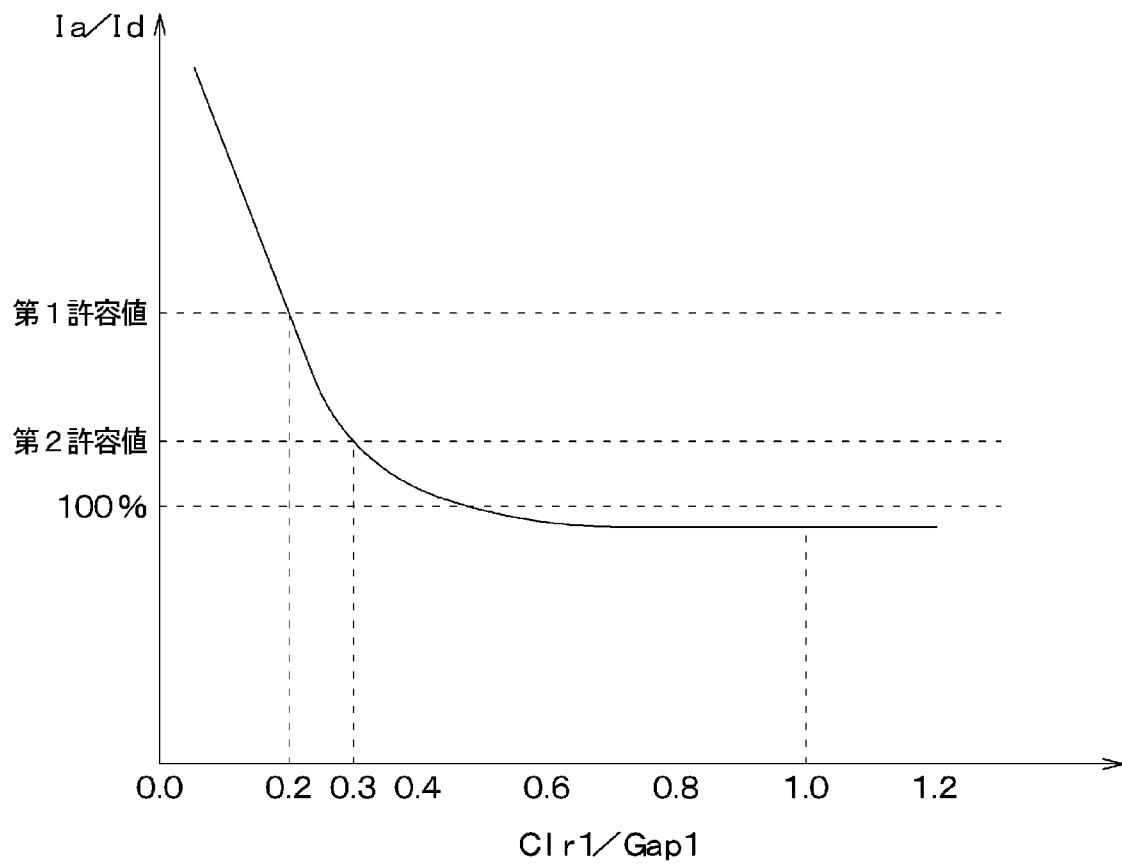
[図57]



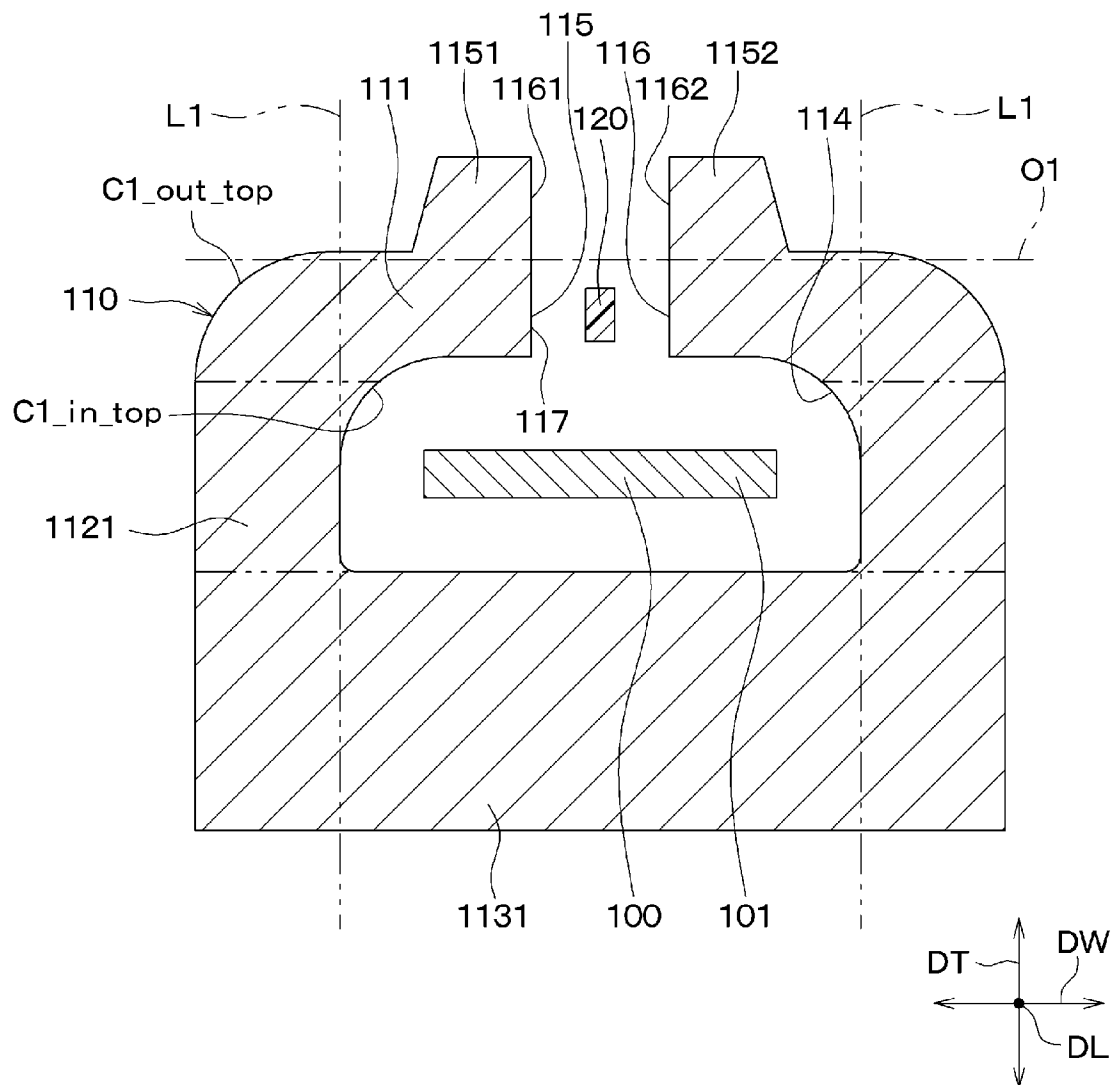
[図58]



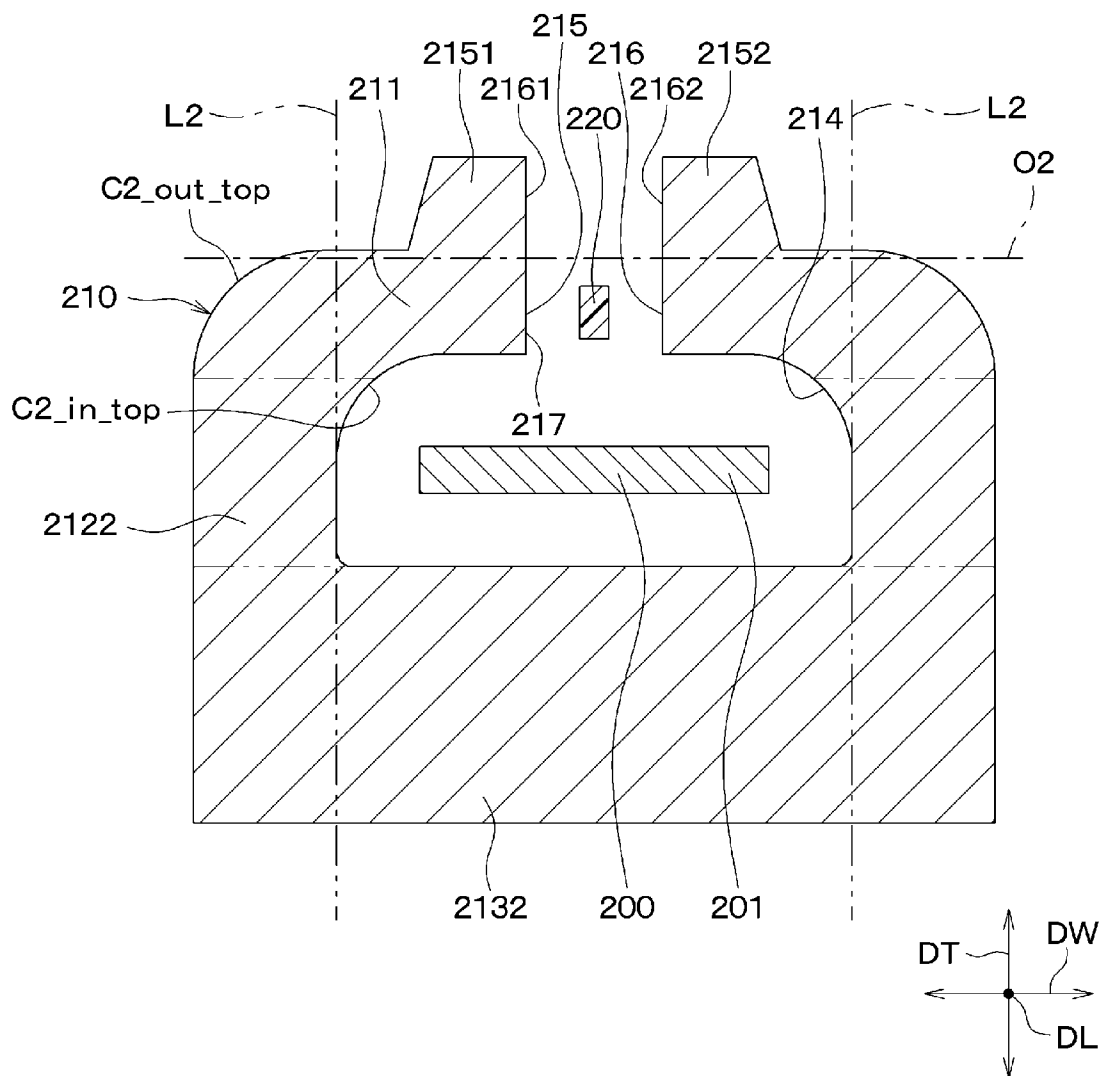
[図59]



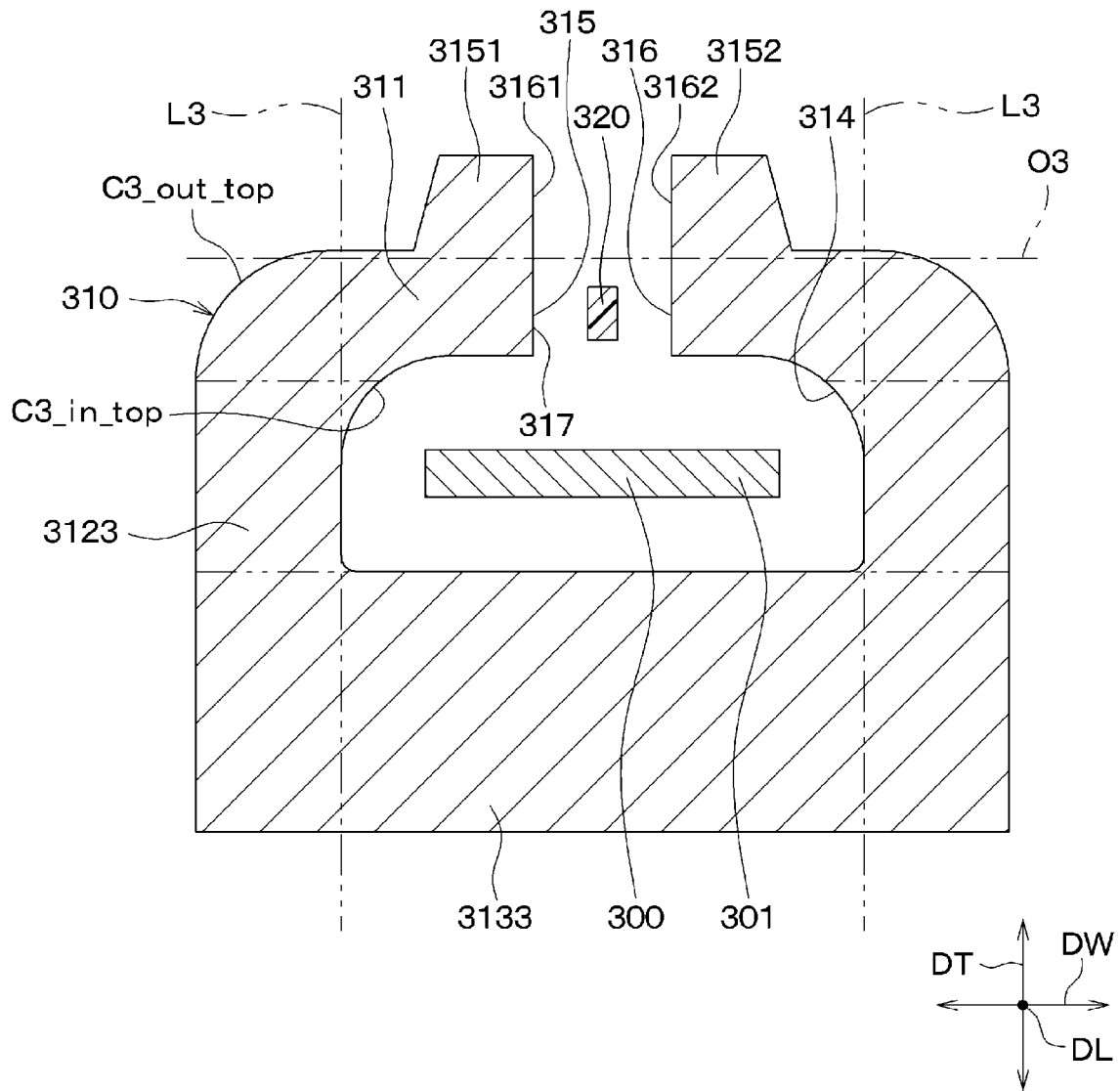
[図60]



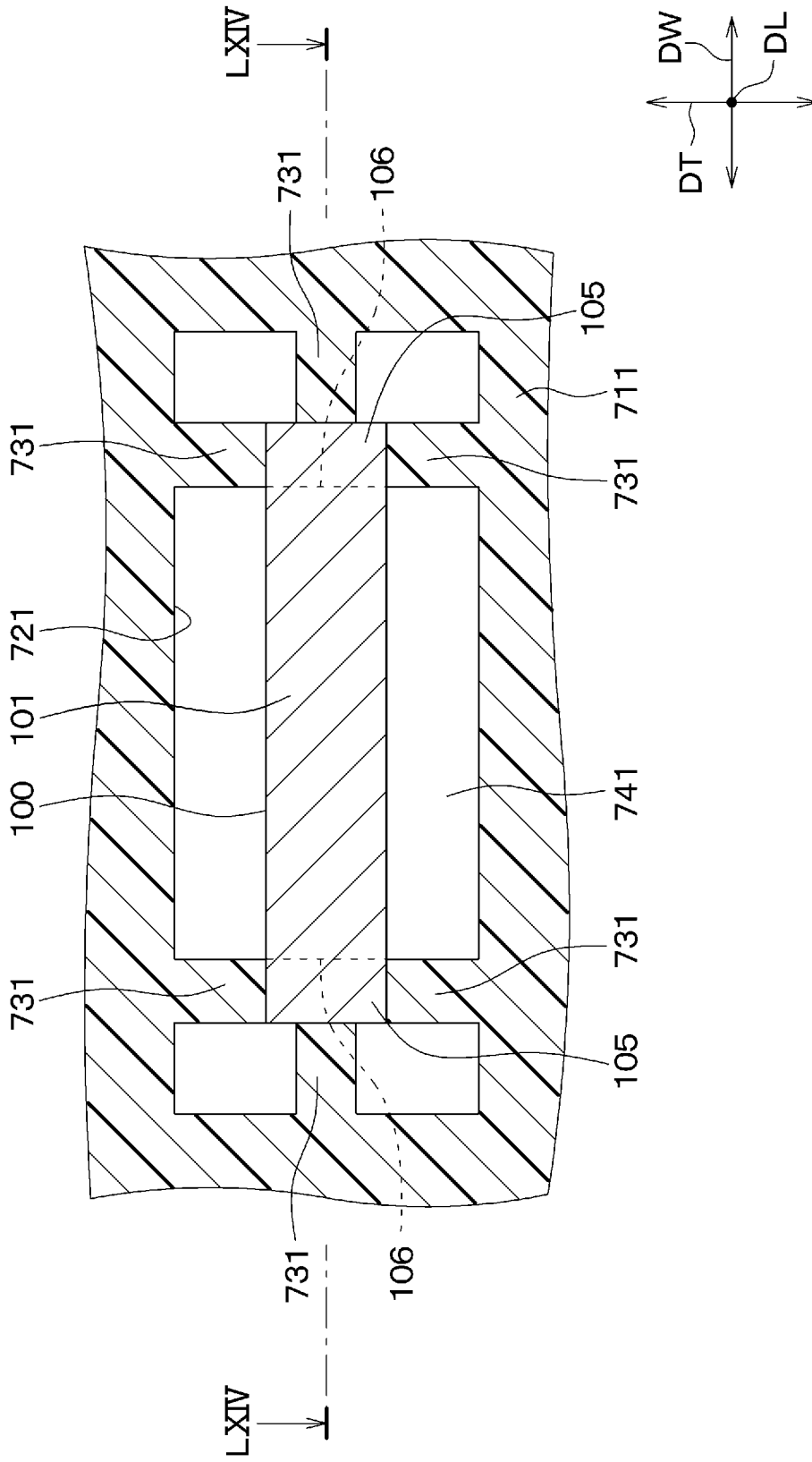
[図61]



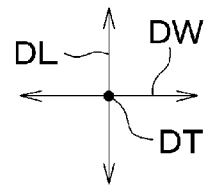
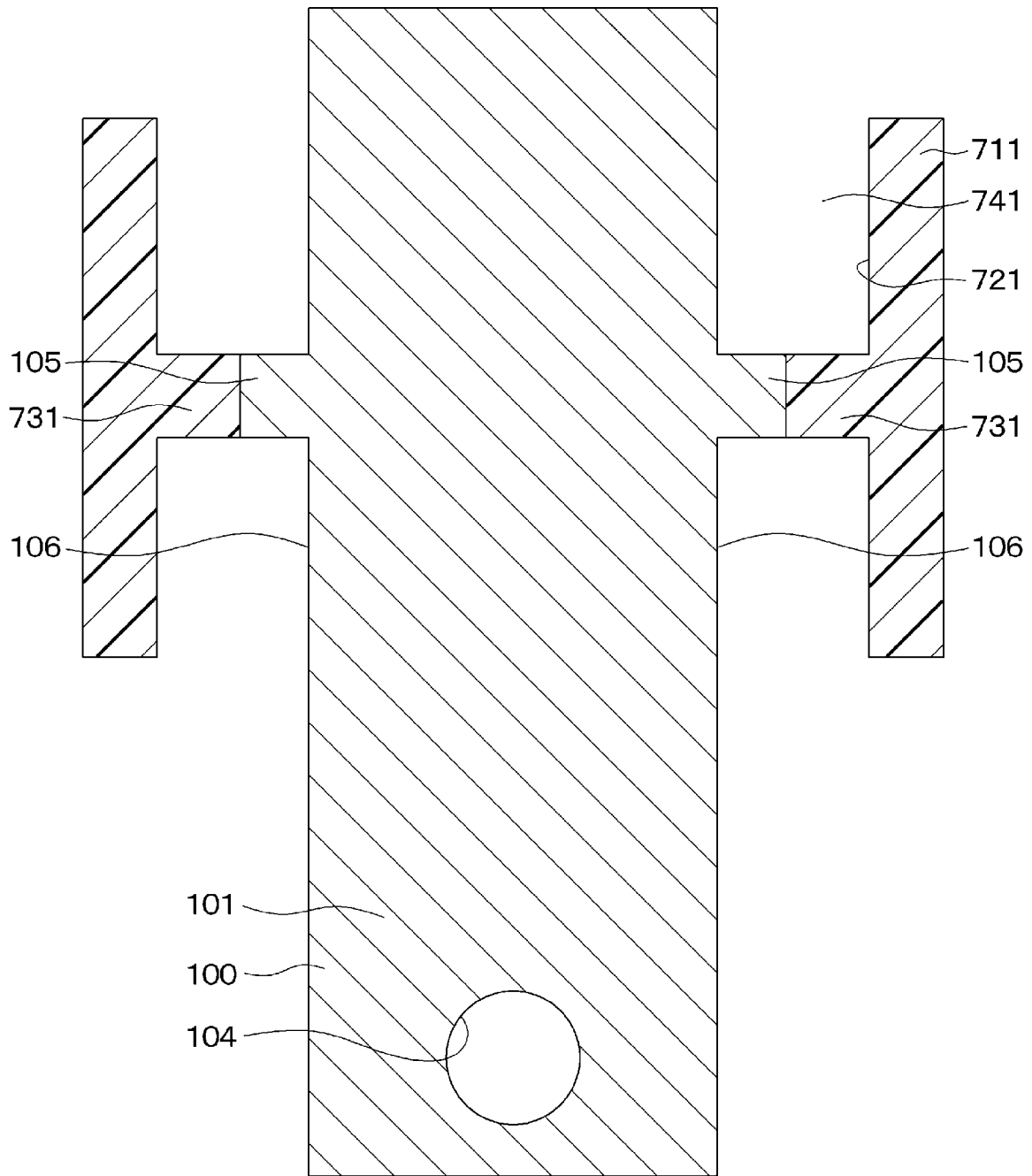
[図62]



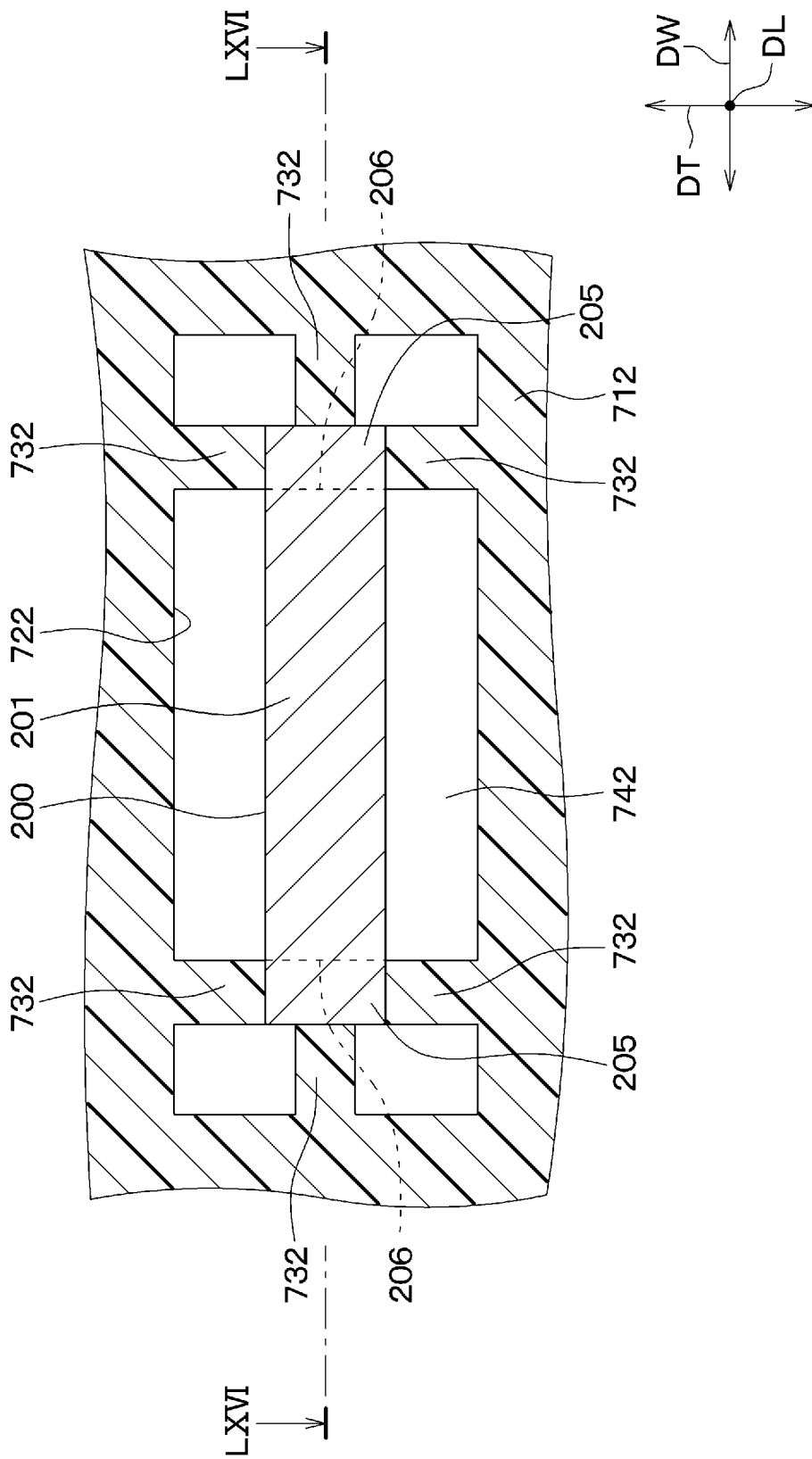
[図63]



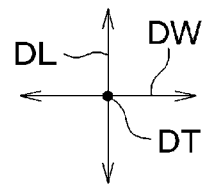
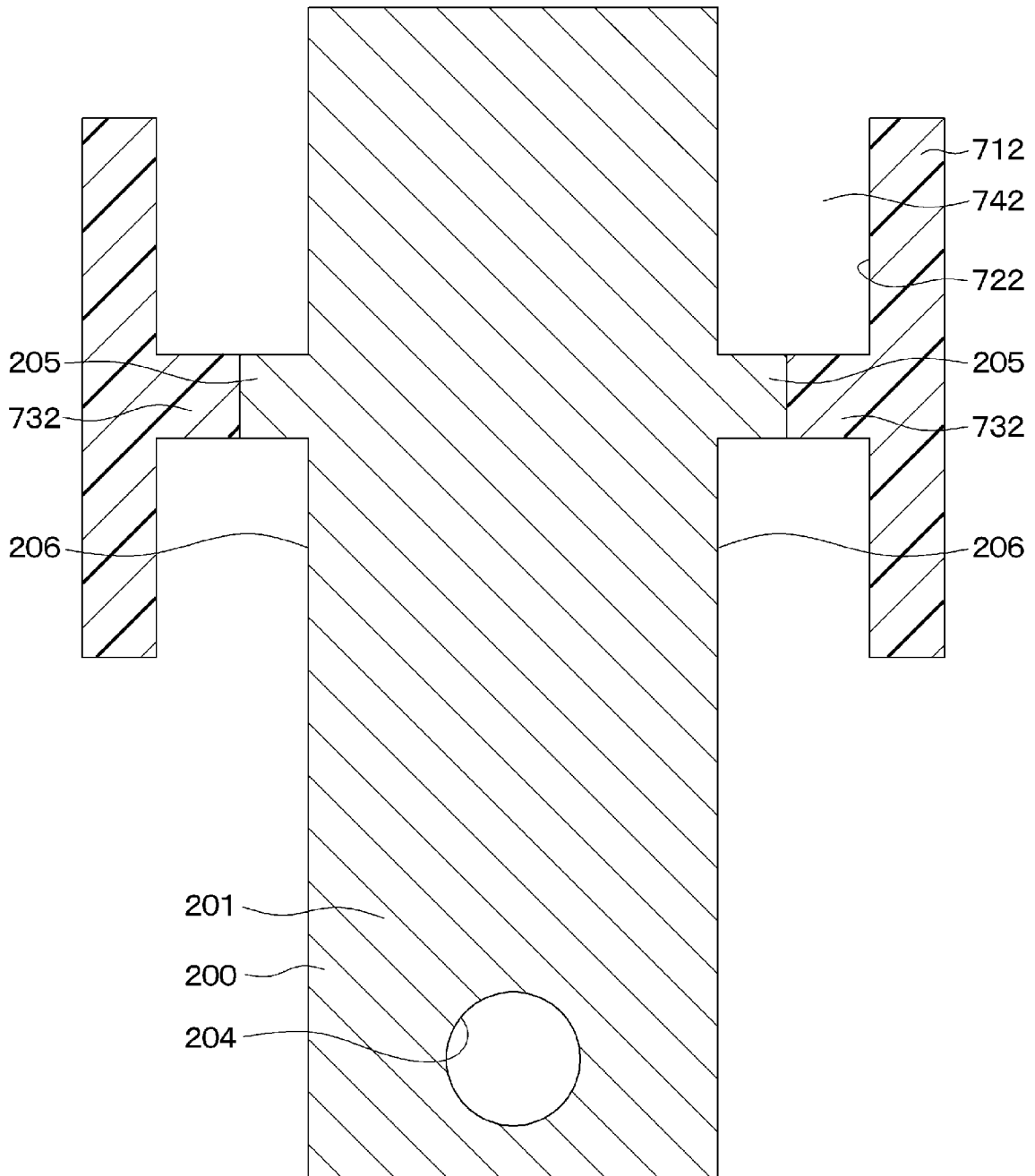
[図64]



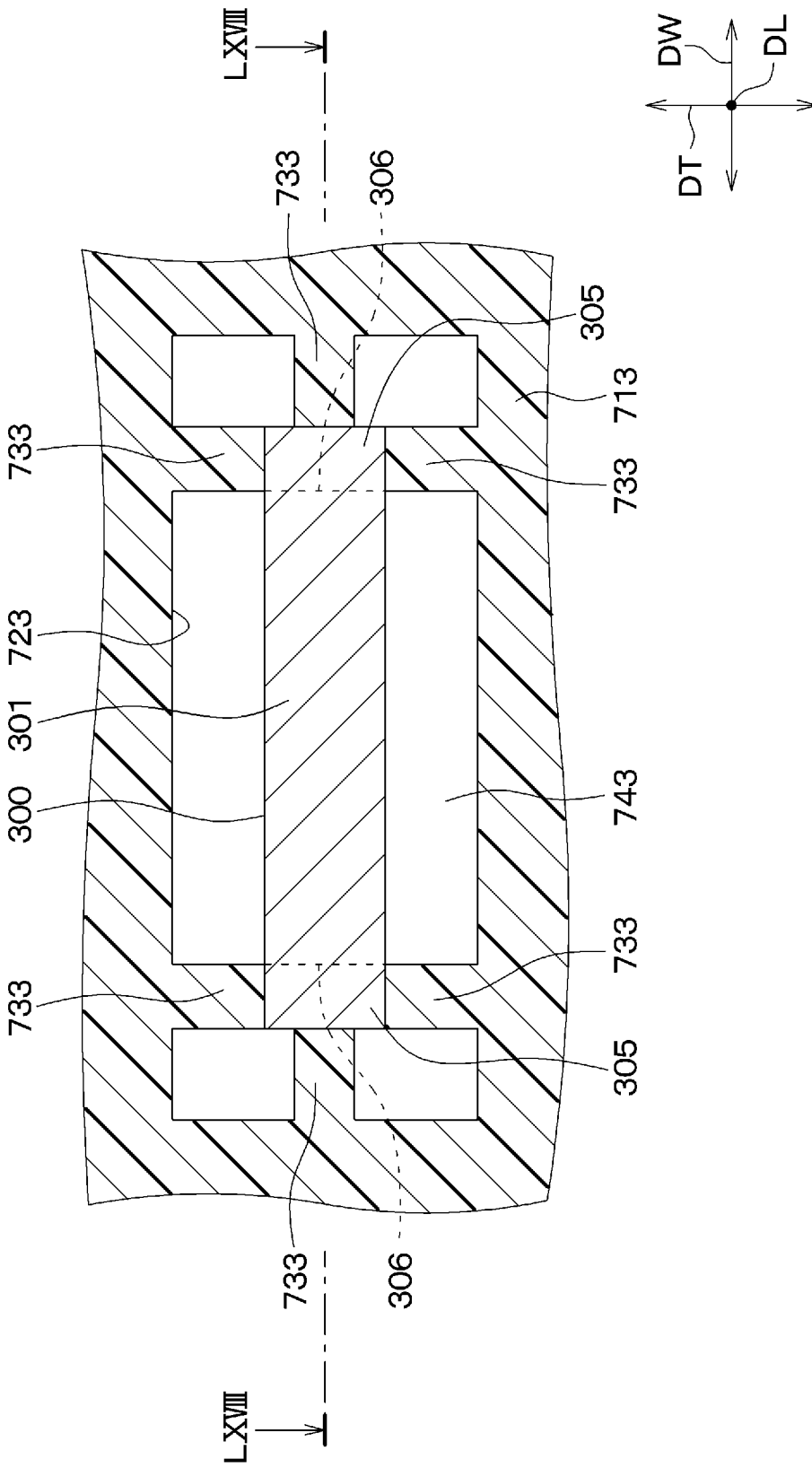
[図65]



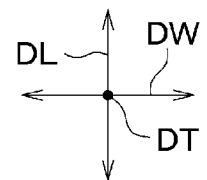
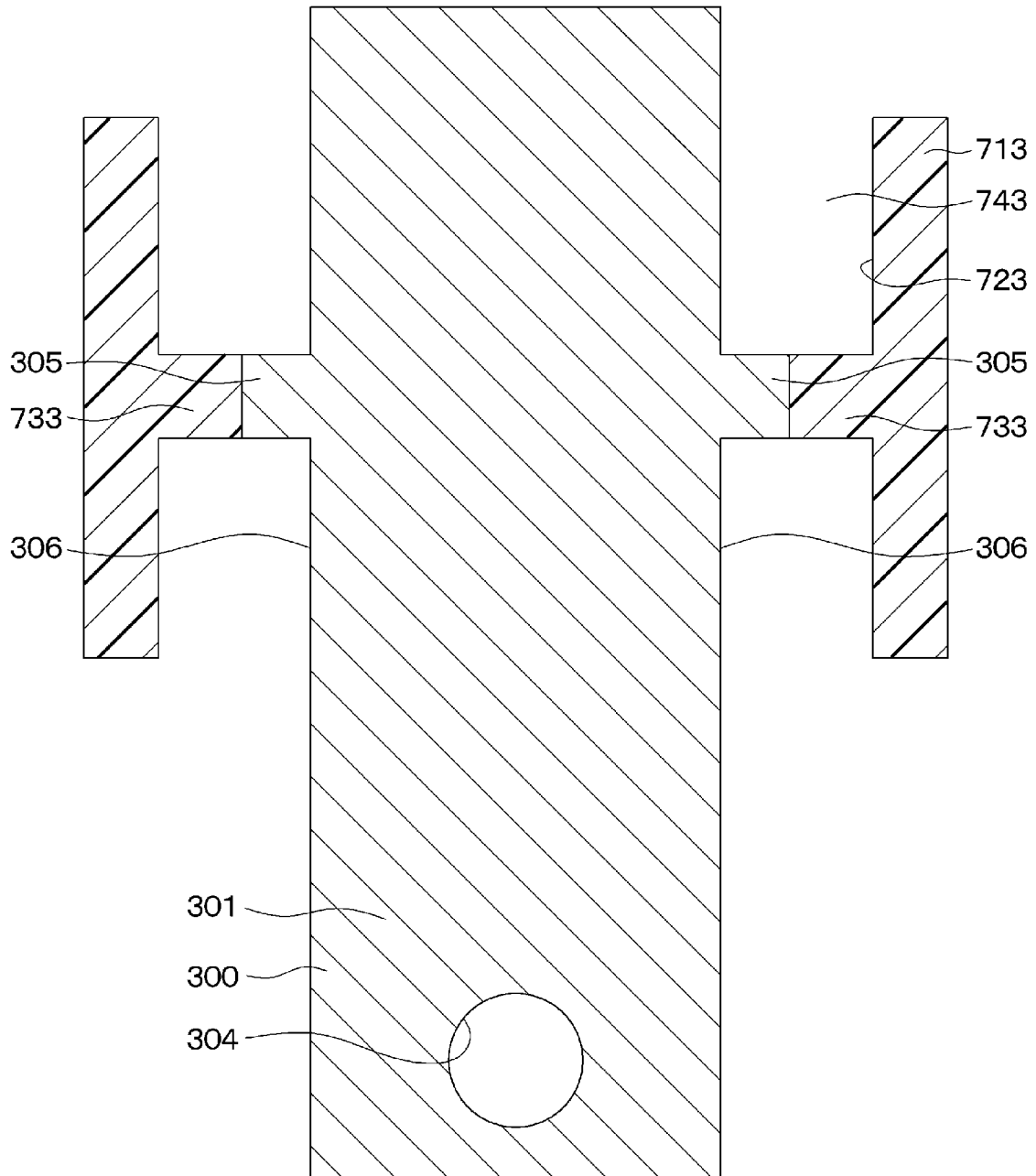
[図66]



[図67]

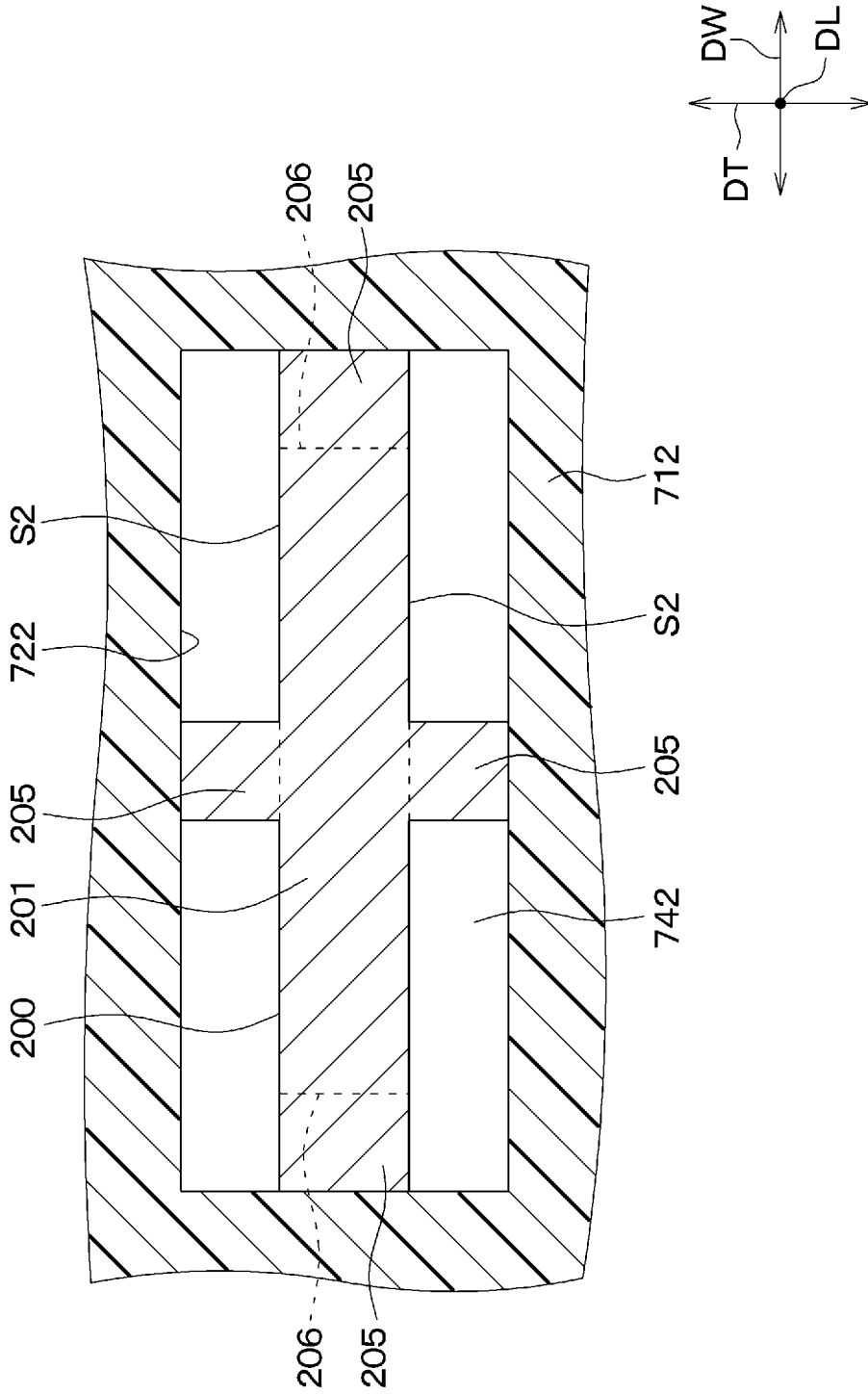


[図68]

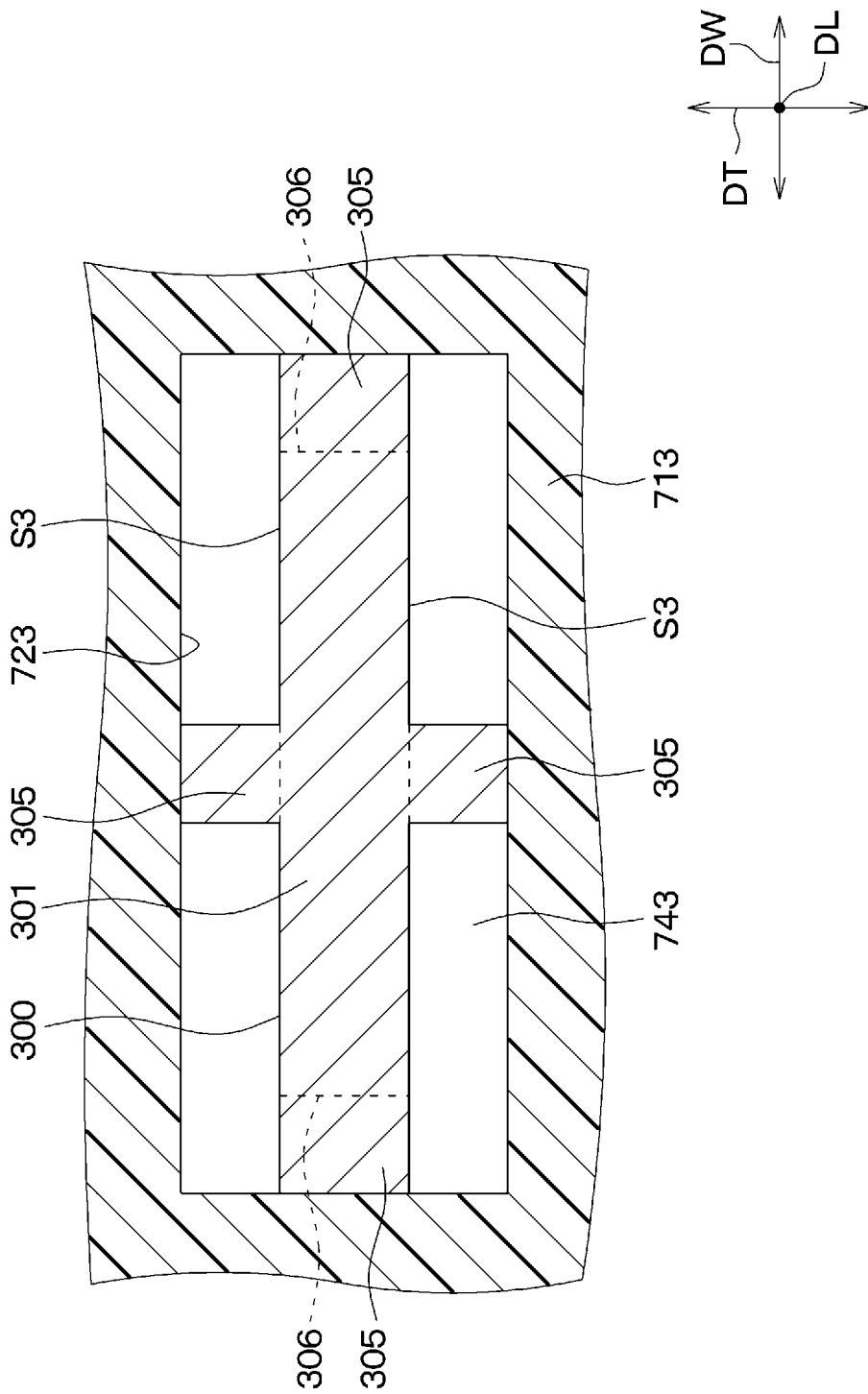




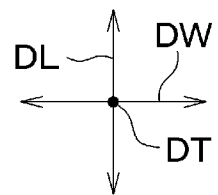
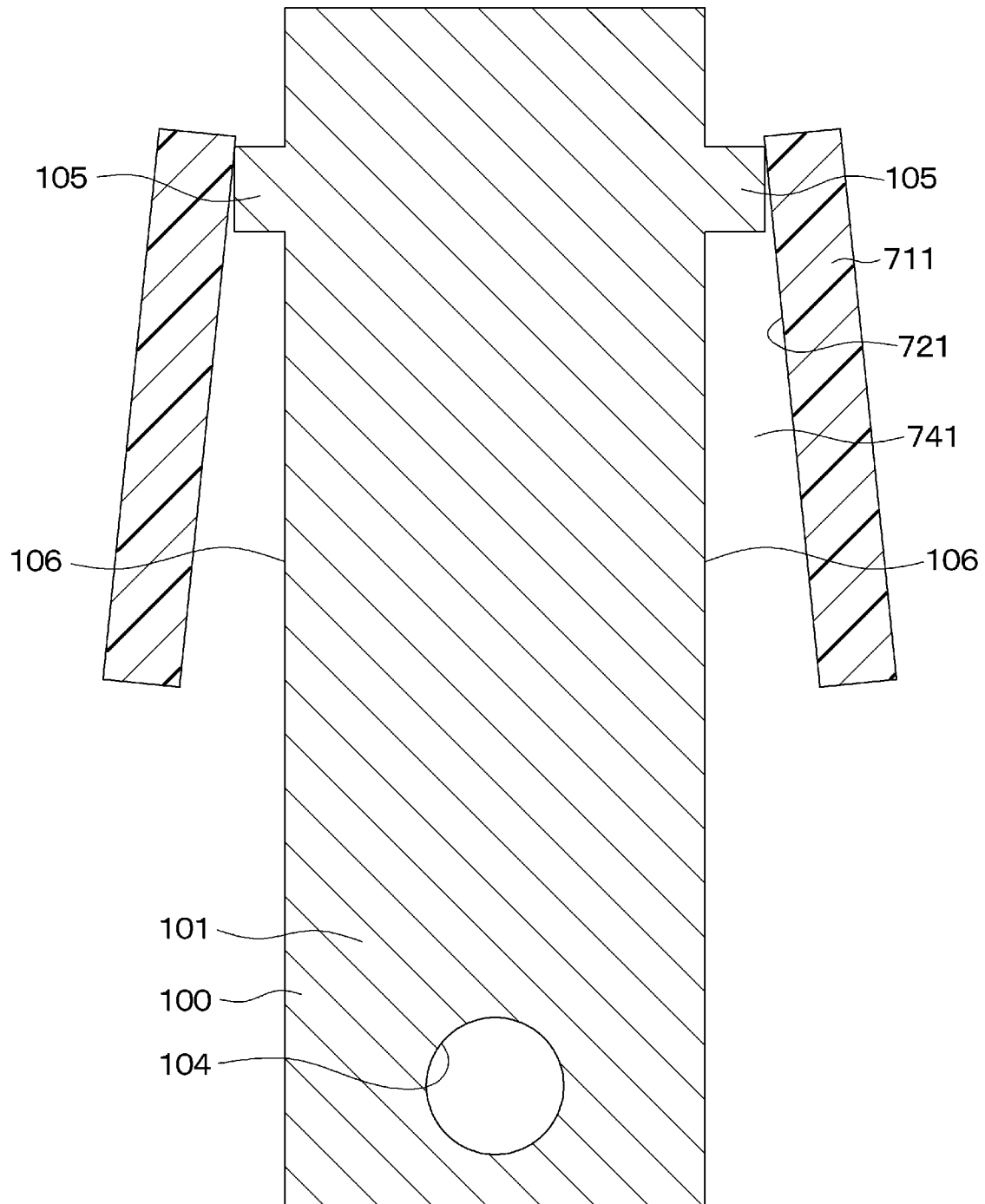
[図70]



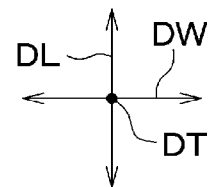
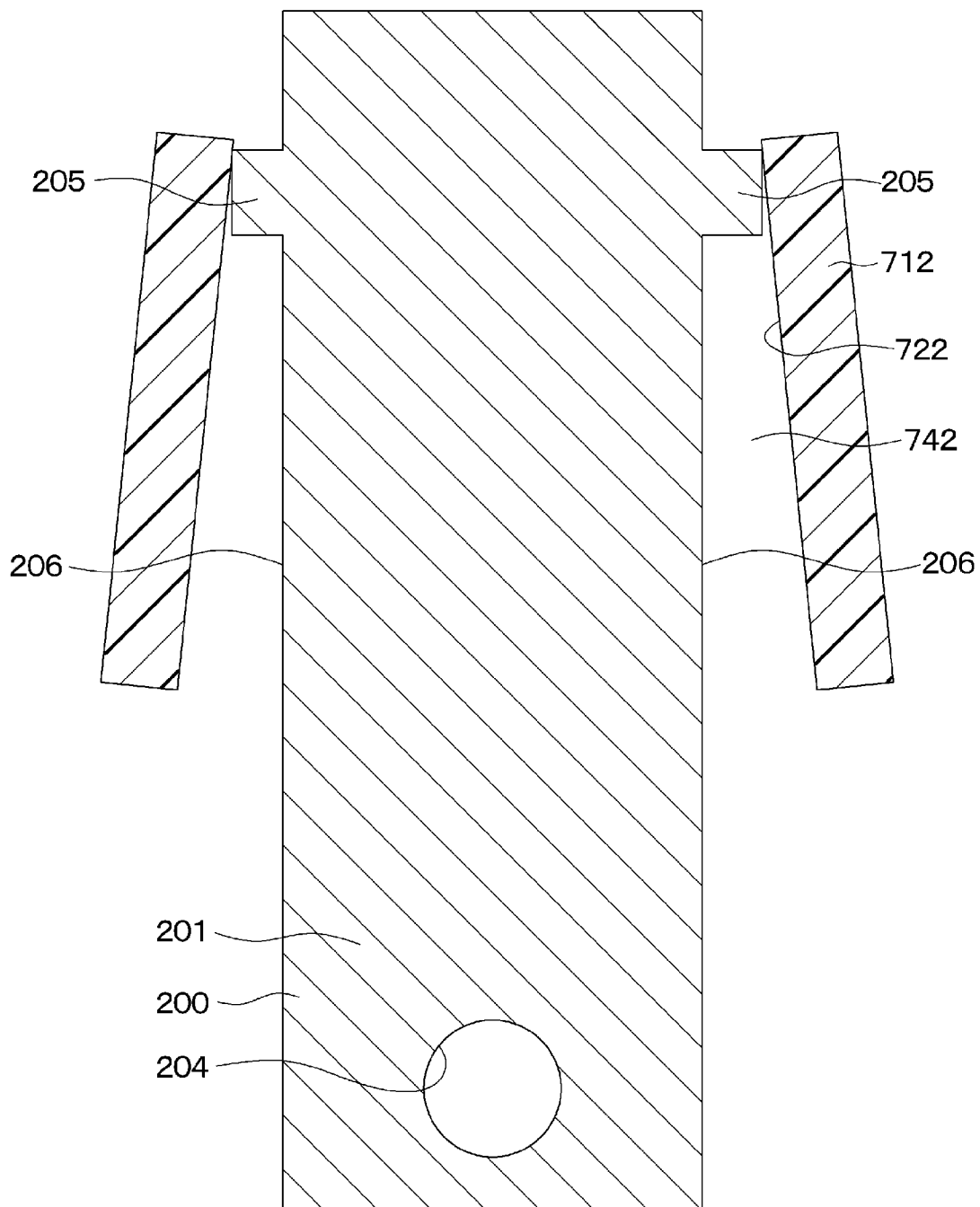
[図71]



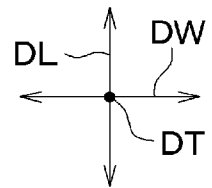
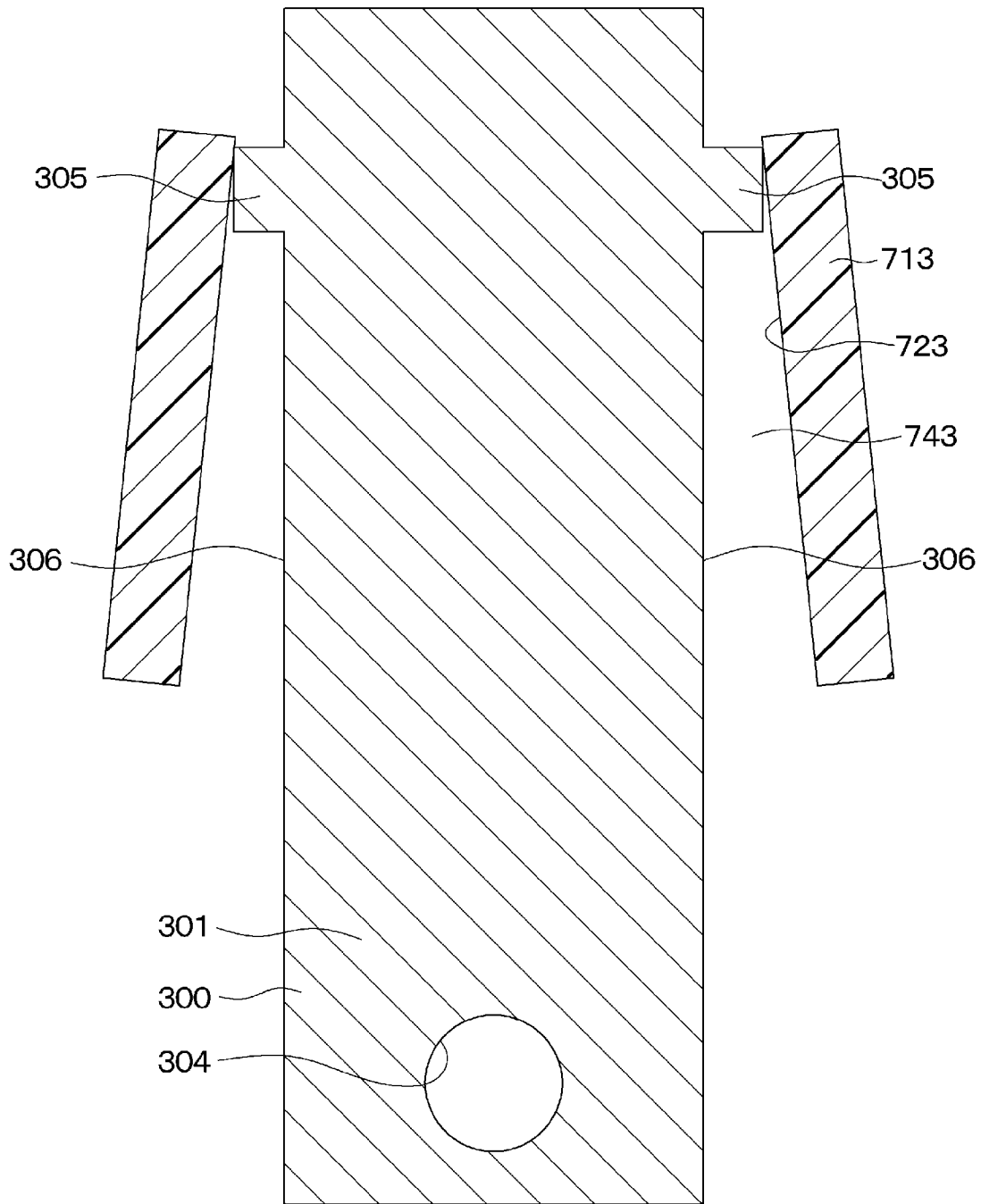
[図72]



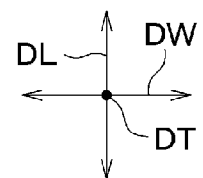
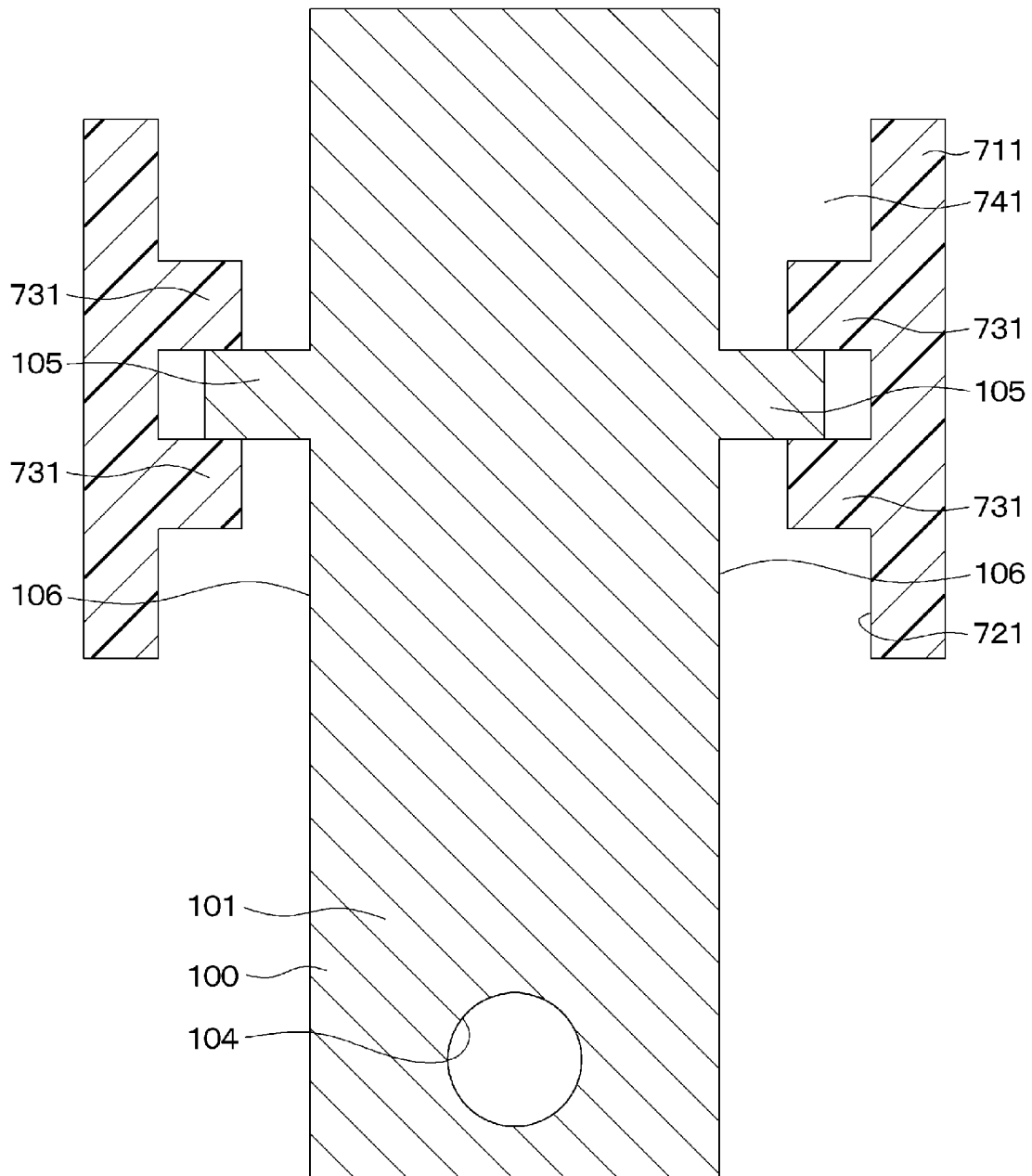
[図73]



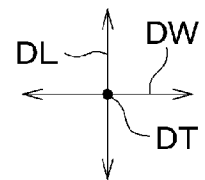
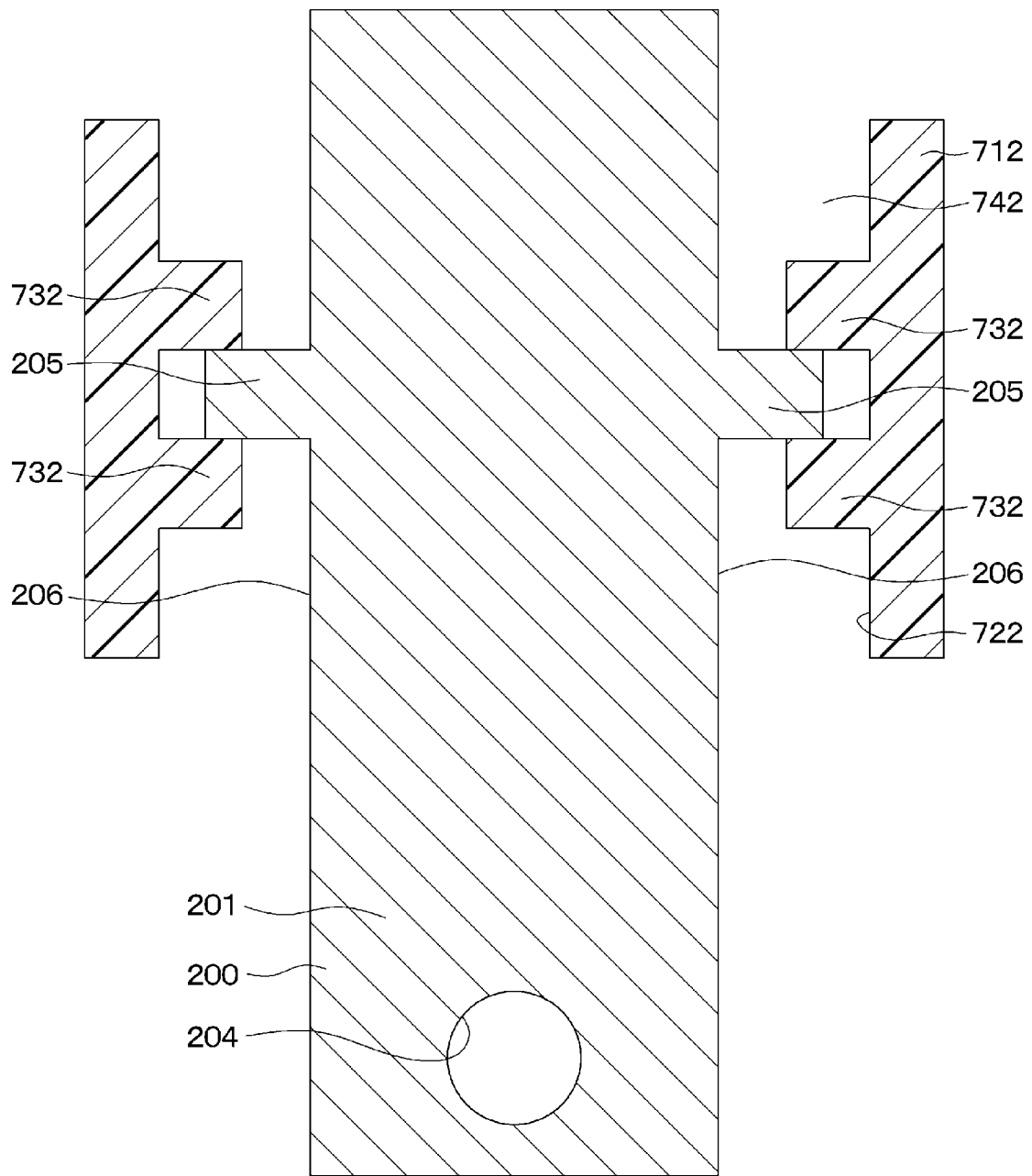
[図74]



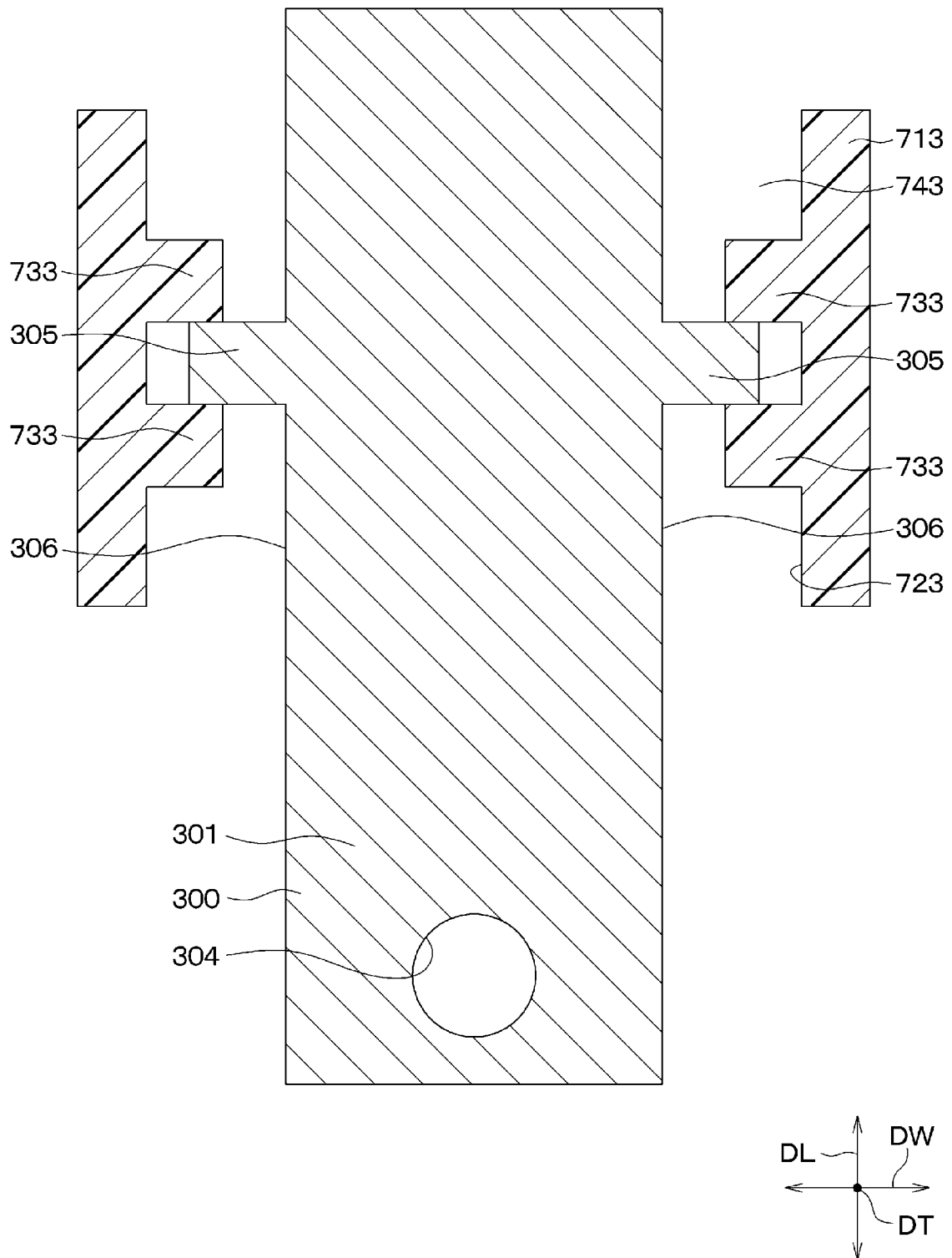
[図75]



[図76]



[図77]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/041779

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
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>B. FIELDS SEARCHED</b>		
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 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-109518 A (YAZAKI CORP) 12 June 2014 (2014-06-12) paragraphs [0004]-[0064], fig. 1-11	1-6
Y	JP 2014-106101 A (TOYOTA INDUSTRIES CORP) 09 June 2014 (2014-06-09) paragraphs [0013]-[0041], fig. 1-5	1-6
A	JP 2014-219221 A (FUJITSU COMPONENT LTD) 20 November 2014 (2014-11-20)	1-6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>11 January 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>24 January 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

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

International application No.

**PCT/JP2022/041779**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2014-109518	A	12 June 2014	US 2015/0260762 A1 paragraphs [0007]-[0110], fig. 1-11	
				WO 2014/087987 A1	
				CN 104823059 A	
JP	2014-106101	A	09 June 2014	(Family: none)	
JP	2014-219221	A	20 November 2014	(Family: none)	

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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2014-109518 A（矢崎総業株式会社）12.06.2014（2014-06-12） 第0004-0064段落,第1-11図	1-6
Y	JP 2014-106101 A（株式会社豊田自動織機）09.06.2014（2014-06-09） 第0013-0041段落,第1-5図	1-6
A	JP 2014-219221 A（富士通コンポーネント株式会社）20.11.2014（2014-11-20）	1-6
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 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	11.01.2023	国際調査報告の発送日 24.01.2023
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）  青木 洋平 2S 3104  電話番号 03-3581-1101 内線 3216	

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/JP2022/041779

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2014-109518 A	12.06.2014	US 2015/0260762 A1 第0007-0110段落, 第1-11図 WO 2014/087987 A1 CN 104823059 A	
JP 2014-106101 A	09.06.2014	(ファミリーなし)	
JP 2014-219221 A	20.11.2014	(ファミリーなし)	