



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119452441 A

(43) 申请公布日 2025. 02. 14

(21) 申请号 202380050191.X

(22) 申请日 2023.06.30

(30) 优先权数据

2022-107152 2022.07.01 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.12.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/024473 2023.06.30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/005200 JA 2024.01.04

(71) 申请人 大日本印刷株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 冈部将人

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 谢辰

(51) Int.Cl.

H01F 38/14 (2006.01)

H01F 27/36 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

H02J 50/10 (2006.01)

H02J 50/12 (2006.01)

H02J 50/70 (2006.01)

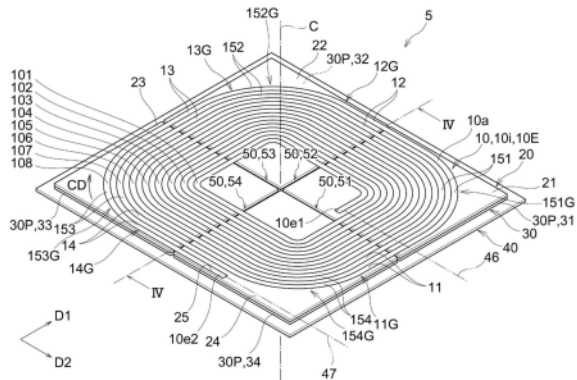
权利要求书7页 说明书73页 附图62页

(54) 发明名称

线圈单元、送电装置、受电装置、电力传输系统以及移动体

(57) 摘要

线圈单元(5)具备:包括绕任意的中心轴线C形成为螺旋形状的线圈元件(10i)的线圈(10)、磁性体树脂层(20)、第一屏蔽部件(30)以及第二屏蔽部件(40)。线圈(10)具有第一主面(10a)和与第一主面(10a)相反的一侧的面即第二主面(10b)。磁性体树脂层(20)与线圈(10)的第二主面(10b)直接接触。线圈(10)和磁性体树脂层(20)、第一屏蔽部件(30)以及第二屏蔽部件(40)在从第一主面(10a)朝向第二主面(10b)的方向上依次层叠。第一屏蔽部件(30)被分割为多个屏蔽小片(30P)。



1. 一种线圈单元,其中,
所述线圈单元具备:包括绕任意的中心轴线形成螺旋形状的线圈元件的线圈、磁性体树脂层、第一屏蔽部件以及第二屏蔽部件,
所述线圈具有第一主面和与所述第一主面相反的一侧的面即第二主面,
所述磁性体树脂层与所述线圈的所述第二主面直接接触,
所述线圈和所述磁性体树脂层、所述第一屏蔽部件以及所述第二屏蔽部件在从所述第一主面朝向所述第二主面的方向上依次层叠,
所述第一屏蔽部件被分割为多个屏蔽小片。
2. 如权利要求1所述的线圈单元,其中,
所述线圈元件包括具有螺旋形状的导体,
所述磁性体树脂层与所述导体直接接触。
3. 如权利要求1或2所述的线圈单元,其中,
所述第一屏蔽部件包含铁氧体。
4. 如权利要求1~3中任一项所述的线圈单元,其中,
所述第一屏蔽部件与所述第二屏蔽部件之间的距离为2mm以下。
5. 如权利要求1~4中任一项所述的线圈单元,其中,
在所述第一屏蔽部件与所述第二屏蔽部件之间配置有导热部件。
6. 如权利要求1~5中任一项所述的线圈单元,其中,
所述线圈元件包括:第一直线部组,所述第一直线部组由沿径向排列且沿第一方向延伸的多个第一直线部构成;第二直线部组,所述第二直线部组由沿径向排列且沿与所述第一方向不平行的第二方向延伸的多个第二直线部构成,各第二直线部与相邻的所述第一直线部连接,
在所述第一屏蔽部件形成有间隙,所述间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸,且沿轴向观察横穿所述第一直线部组的至少一部分。
7. 如权利要求6所述的线圈单元,其中,
沿轴向观察,所述间隙与所述第一直线部组的至少一部分所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。
8. 如权利要求6或7所述的线圈单元,其中,
沿轴向观察,所述间隙与所述第一直线部组的至少一部分正交。
9. 如权利要求6~8中任一项所述的线圈单元,其中,
所述间隙从比所述第一直线部组靠径向内侧的位置延伸至比所述第一直线部组靠径向外侧的位置。
10. 如权利要求6~9中任一项所述的线圈单元,其中,
沿轴向观察,所述间隙在所述第二直线部组与所述中心轴线之间延伸。
11. 如权利要求6~9中任一项所述的线圈单元,其中,
沿轴向观察,所述间隙或其延长线与所述中心轴线重叠。
12. 如权利要求6~11中任一项所述的线圈单元,其中,
在所述第一屏蔽部件形成有其他间隙,所述其他间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸,且沿轴向观察在所述第一直线部组内沿着所述第一直线部延伸,
所述其他间隙在比从所述多个第一直线部中的最内侧的第一直线部数起第最小整数

个的第一直线部靠所述中心轴线侧的位置延伸,所述最小整数是所述多个第一直线部的总数除以3得到的值以上的最小整数。

13. 如权利要求6~11中任一项所述的线圈单元,其中,

在所述第一屏蔽部件形成有其他间隙,所述其他间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸,且沿轴向观察在所述第二直线部组内沿着所述第二直线部延伸,

所述其他间隙在比从所述多个第二直线部中的最内侧的第二直线部数起第最小整数个的第二直线部靠所述中心轴线侧的位置延伸,所述最小整数是所述多个第二直线部的总数除以3得到的值以上的最小整数。

14. 如权利要求6~11中任一项所述的线圈单元,其中,

在所述第一屏蔽部件形成有其他间隙,所述其他间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸,且沿轴向观察在所述第一直线部组内沿着所述第一直线部延伸,

所述其他间隙在比从所述多个第一直线部中的最外侧的第一直线部数起第最小整数个的第一直线部靠与所述中心轴线侧相反侧的位置延伸,所述最小整数是所述多个第一直线部的总数除以3得到的值以上的最小整数。

15. 如权利要求6~11中任一项所述的线圈单元,其中,

在所述第一屏蔽部件形成有其他间隙,所述其他间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸,且沿轴向观察在所述第二直线部组内沿着所述第二直线部延伸,

所述其他间隙在比从所述多个第二直线部中的最外侧的第二直线部数起第最小整数个的第二直线部靠与所述中心轴线侧相反侧的位置延伸,所述最小整数是所述多个第二直线部的总数除以3得到的值以上的最小整数。

16. 如权利要求1所述的线圈单元,其中,

所述线圈元件还包括:

第一直线部组,所述第一直线部组由沿径向排列且沿第一方向延伸的多个第一直线部构成;

第二直线部组,所述第二直线部组由沿径向排列且沿与所述第一方向不平行的第二方向延伸的多个第二直线部构成;

中间曲线部组,所述中间曲线部组配置在所述第一直线部组与所述第二直线部组之间,由多个中间曲线部构成;

所述第一直线部和所述第二直线部的相邻的端部经由所述中间曲线部连接。

17. 如权利要求16所述的线圈单元,其中,

在所述第一屏蔽部件形成有间隙,所述间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸,且沿轴向观察横穿所述中间曲线部组的至少一部分。

18. 如权利要求17所述的线圈单元,其中,

沿轴向观察,所述间隙与所述中间曲线部组的所述至少一部分的切线所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。

19. 如权利要求18所述的线圈单元,其中,

沿轴向观察,所述间隙与所述切线正交。

20. 如权利要求1所述的线圈单元,其中,

所述线圈元件还包括:

第一直线部组,所述第一直线部组由沿径向排列且沿第一方向延伸的多个第一直线部构成;

第二直线部组,所述第二直线部组由沿径向排列且沿与所述第一方向不平行的第二方向延伸的多个第二直线部构成;

第一中间直线部组,所述第一中间直线部组配置在所述第一直线部组与所述第二直线部组之间,由多个第一中间直线部构成;

所述第一直线部和所述第二直线部的相邻的端部经由所述第一中间直线部连接。

21. 如权利要求20所述的线圈单元,其中,

沿轴向观察,所述第一直线部与所述第一中间直线部所成的角度为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$,

沿轴向观察,所述第二直线部与所述第一中间直线部所成的角度为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$ 。

22. 如权利要求20或21所述的线圈单元,其中,

沿轴向观察,所述第一直线部与所述第一中间直线部所成的角度为 135° ,

沿轴向观察,所述第二直线部与所述第一中间直线部所成的角度为 135° 。

23. 如权利要求20~22中任一项所述的线圈单元,其中,

所述线圈元件整体为八边形状。

24. 如权利要求20~23中任一项所述的线圈单元,其中,

所述线圈元件整体为正八边形状。

25. 如权利要求20~24中任一项所述的线圈单元,其中,

在所述第一屏蔽部件形成有间隙,所述间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸,且沿轴向观察横穿所述第一中间直线部组的至少一部分。

26. 如权利要求25所述的线圈单元,其中,

沿轴向观察,所述间隙与所述第一中间直线部组的所述至少一部分所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。

27. 如权利要求25或26所述的线圈单元,其中,

沿轴向观察,所述间隙与所述第一中间直线部组的所述至少一部分正交。

28. 如权利要求1所述的线圈单元,其中,

所述线圈元件还包括:

第一直线部组,所述第一直线部组由沿径向排列且沿第一方向延伸的多个第一直线部构成;

第二直线部组,所述第二直线部组由沿径向排列且沿与所述第一方向不平行的第二方向延伸的多个第二直线部构成;

第一中间直线部组,所述第一中间直线部组配置在所述第一直线部组与所述第二直线部组之间,由多个第一中间直线部构成;

第二中间直线部组,所述第二中间直线部组配置在所述第一中间直线部组与所述第二直线部组之间,由多个第二中间直线部构成;

所述第一直线部和所述第二直线部的相邻的端部经由所述第一中间直线部连接,

所述第一中间直线部和所述第二直线部的相邻的端部经由所述第二中间直线部连接。

29. 如权利要求28所述的线圈单元,其中,

沿轴向观察,所述第一直线部与所述第一中间直线部所成的角度为 $140^{\circ} \sim 160^{\circ}$,

- 沿轴向观察,所述第一中间直线部与所述第二中间直线部所成的角度为 $140^{\circ} \sim 160^{\circ}$,
沿轴向观察,所述第二中间直线部与所述第二直线部所成的角度为 $140^{\circ} \sim 160^{\circ}$ 。
30. 如权利要求28或29所述的线圈单元,其中,
沿轴向观察,所述第一直线部与所述第一中间直线部所成的角度为 150° ,
沿轴向观察,所述第一中间直线部与所述第二中间直线部所成的角度为 150° ,
沿轴向观察,所述第二中间直线部与所述第二直线部所成的角度为 150° 。
31. 如权利要求28~30中任一项所述的线圈单元,其中,
所述线圈元件整体为十二边形状。
32. 如权利要求28~31中任一项所述的线圈单元,其中,
所述线圈元件整体为正十二边形状。
33. 如权利要求28~32中任一项所述的线圈单元,其中,
在所述第一屏蔽部件形成有间隙,所述间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸,且
沿轴向观察横穿所述第一中间直线部组的至少一部分或所述第二中间直线部组的至少一部分。
34. 如权利要求33所述的线圈单元,其中,
沿轴向观察,所述间隙与所述第一中间直线部组的所述至少一部分或所述第二中间直线部组的所述至少一部分所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。
35. 如权利要求33或34所述的线圈单元,其中,
沿轴向观察,所述间隙与所述第一中间直线部组的所述至少一部分或所述第二中间直线部组的所述至少一部分正交。
36. 如权利要求1所述的线圈单元,其中,
在所述第一屏蔽部件形成有间隙,所述间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸,且
沿轴向观察横穿所述线圈元件的至少一部分,
沿轴向观察,所述间隙与形成所述线圈元件的多个匝部的至少一部分交叉,
沿轴向观察,在所述间隙与所述匝部交叉的点处,所述间隙与该匝部或该匝部的切线所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。
37. 如权利要求36所述的线圈单元,其中,
沿轴向观察,在所述间隙与所述匝部交叉的点处,所述间隙与该匝部或该匝部的切线正交。
38. 如权利要求1所述的线圈单元,其中,
所述线圈单元还具备与所述线圈连接的第一连接端子,
所述线圈具有靠近所述中心轴线的内侧端部和远离所述中心轴线的内侧端部,
所述第一连接端子与所述内侧端部连接,并从所述线圈的内侧向外侧延伸,
在所述第一屏蔽部件形成有间隙,所述间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸,且
从所述线圈的内侧向外侧延伸,
沿轴向观察,所述第一连接端子在所述间隙内或形成于所述屏蔽小片的切口内延伸。
39. 如权利要求38所述的线圈单元,其中,
在所述线圈单元的侧视时,所述第一连接端子在与所述屏蔽小片重叠的高度位置从所述线圈的内侧向外侧延伸。

40. 如权利要求38或39所述的线圈单元,其中,
所述线圈元件具有沿径向排列的多个匝部,
沿轴向观察,在所述第一连接端子与各匝部交叉的点处,所述第一连接端子与该匝部或该匝部的切线所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。

41. 如权利要求38~40中任一项所述的线圈单元,其中,
沿轴向观察,在所述第一连接端子与各匝部交叉的点处,所述第一连接端子与该匝部或该匝部的切线正交。

42. 如权利要求38~41中任一项所述的线圈单元,其中,
所述线圈元件还包括直线部组,所述直线部组由沿径向排列且沿同一方向延伸的多个直线部构成,

沿轴向观察,所述第一连接端子与所述直线部组交叉。

43. 如权利要求42所述的线圈单元,其中,
沿轴向观察,所述第一连接端子与所述直线部组所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。

44. 如权利要求42或43所述的线圈单元,其中,
沿轴向观察,所述第一连接端子与所述直线部组正交。

45. 如权利要求38所述的线圈单元,其中,
所述线圈元件还包括曲线部组,所述曲线部组由沿径向排列且相互平行地延伸的多个曲线部构成,

沿轴向观察,所述第一连接端子与所述曲线部组交叉。

46. 如权利要求45所述的线圈单元,其中,
沿轴向观察,所述第一连接端子与所述曲线部组的切线所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。

47. 如权利要求45或46所述的线圈单元,其中,
沿轴向观察,所述第一连接端子与所述曲线部组的切线正交。

48. 如权利要求38~47中任一项所述的线圈单元,其中,
沿轴向观察,将所述第一连接端子与所述第一屏蔽部件的外周缘重叠的点设为第一点,

沿轴向观察,将连接到所述外侧端部的第二连接端子与所述第一屏蔽部件的外周缘重叠的点设为第二点,

沿轴向观察,连结所述第一点和所述中心轴线的第一假想线与连结所述第二点和所述中心轴线的第二假想线所成的角度为 90° 以下。

49. 如权利要求48所述的线圈单元,其中,
所述第一假想线与所述第二假想线所成的角度为 45° 以下。

50. 如权利要求38~49中任一项所述的线圈单元,其中,
沿轴向观察,将所述第一连接端子与所述第一屏蔽部件的外周缘重叠的点设为第一点,

沿轴向观察,将连接到所述外侧端部的第二连接端子与所述第一屏蔽部件的外周缘重叠的点设为第二点,

所述第一点与所述第二点之间的距离为100mm以下。

51. 如权利要求50所述的线圈单元,其中,

所述第一点与所述第二点之间的距离为50mm以下。

52. 如权利要求38~51中任一项所述的线圈单元,其中,所述线圈单元还具备与所述线圈连接的第二连接端子,沿轴向观察,所述第二屏蔽部件呈四边形,所述第一连接端子和所述第二连接端子从所述第二屏蔽部件的同一边延伸出。

53. 如权利要求38~52中任一项所述的线圈单元,其中,所述线圈元件从其外侧端部朝向内侧端部沿第一环绕方向绕所述中心轴线环绕,所述外侧端部从所述内侧端部向所述第一环绕方向偏移。

54. 如权利要求38~53中任一项所述的线圈单元,其中,所述线圈元件包括:第一匝部,所述第一匝部包括所述内侧端部;第二匝部,所述第二匝部在径向上与所述第一匝部相邻,且配置在比所述第一匝部靠径向外侧的位置;第三匝部,所述第三匝部在径向上与所述第二匝部相邻,且配置在比所述第二匝部靠径向外侧的位置;

所述内侧端部与所述第二匝部之间的距离大于所述第二匝部与所述第三匝部之间的距离。

55. 一种线圈单元,其中,所述线圈单元具备线圈,所述线圈包括绕任意的中心轴线形成为螺旋形状 of 线圈元件,

沿轴向观察,所述线圈元件整体为八边形状。

56. 如权利要求55所述的线圈单元,其中,所述线圈元件包括沿着八边形的8条边中的7条边延伸的7个直线部组,相邻的所述直线部组所成的角度为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$ 。

57. 如权利要求56所述的线圈单元,其中,相邻的所述直线部组所成的角度为 135° 。

58. 如权利要求55~57中任一项所述的线圈单元,其中,所述线圈元件整体为正八边形状。

59. 一种线圈单元,其中,所述线圈单元具备线圈,所述线圈包括绕任意的中心轴线形成为螺旋形状 of 线圈元件,

沿轴向观察,所述线圈元件整体为十二边形状。

60. 如权利要求59所述的线圈单元,其中,所述线圈元件包括沿着十二边形的12条边中的11条边延伸的11个直线部组,相邻的所述直线部组所成的角度为 $140^{\circ} \sim 160^{\circ}$ 。

61. 如权利要求60所述的线圈单元,其中,相邻的所述直线部组所成的角度为 150° 。

62. 如权利要求59~61中任一项所述的线圈单元,其中,所述线圈元件整体为正十二边形状。

63. 如权利要求55~62中任一项所述的线圈单元,其中,所述线圈单元还具备第一屏蔽部件,

- 所述第一屏蔽部件被分割为多个屏蔽小片，
在所述第一屏蔽部件形成有在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸的间隙，
所述线圈元件包括由沿径向排列且沿同一方向延伸的多个直线部构成的直线部组，
沿轴向观察，所述间隙横穿所述直线部组的至少一部分。
64. 如权利要求63所述的线圈单元，其中，
沿轴向观察，所述间隙与所述直线部组的所述至少一部分所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。
65. 如权利要求63或64所述的线圈单元，其中，
沿轴向观察，所述间隙与所述直线部组的所述至少一部分正交。
66. 一种送电装置，其中，
所述送电装置具备权利要求1~65中任一项所述的线圈单元。
67. 一种受电装置，其中，
所述受电装置具备权利要求1~65中任一项所述的线圈单元。
68. 一种电力传输系统，其中，
所述电力传输系统具备送电装置和受电装置，
所述送电装置和所述受电装置中的至少任一个具备权利要求1~65中任一项所述的线圈单元。
69. 一种移动体，其中，
所述移动体具备权利要求1~65中任一项所述的线圈单元。

线圈单元、送电装置、受电装置、电力传输系统以及移动体

技术领域

[0001] 本公开涉及线圈单元、送电装置、受电装置、电力传输系统以及移动体。

背景技术

[0002] 以非接触的方式传输电力的无线电力传输系统正在普及。在JP2021-27112A中公开了在无线电力传输系统的送电装置以及受电装置中使用的线圈单元。线圈单元具备形成螺旋状的线圈。当向送电装置的线圈供给电力时,在该线圈产生磁场。由于该磁场的影响,在受电装置的线圈中流过电流。

[0003] 在以非接触的方式传输大电力的情况下,在包括线圈的谐振电路中流过高频的大电流。此时,线圈的发热量变大。线圈的发热量例如因趋肤效应而增加。

[0004] 在使用绞合线作为线圈的情况下,趋肤效应被抑制。因此,能够抑制线圈的发热。但是,由于绞合线是将多根漆包线绞合而形成的,因此,制造成本高且制造花费功夫。在大电力的系统中,线圈可能变大,因此,制造成本以及制造花费的功夫可能进一步增加。

[0005] 另一方面,如JP2021-27112A所公开的那样,也已知有采用螺旋形状且为板状、导线截面为矩形的平面线圈的技术。根据这样的平面线圈,能够减小线圈的厚度。

[0006] 然而,在电动汽车用的无线电力传输系统中,送电装置设置于停车场等的路面,受电装置设置于电动汽车。这样的送电装置和/或受电装置为了产生磁场,或者为了通过磁场的影响而产生电流,具备线圈单元。在车辆领域中,由于线圈单元的设置空间的制约严格,因此,期望减小线圈单元的尺寸。因此,正在研究在线圈单元中使用上述平面线圈。但是,仅通过减小线圈的厚度,无法充分地减小线圈单元的尺寸。

[0007] 第一发明是考虑到这一点而完成的,其目的在于减小线圈单元的尺寸。

[0008] 另外,在无线电力传输系统中,期望提高线圈单元的性能而进行高效的电力传输。

[0009] 第二发明是考虑到这一点而完成的,其目的在于实现高效的电力传输。

[0010] 发明的公开

[0011] <第一发明>

[0012] 第一发明的目的在于减小线圈单元的尺寸。

[0013] 第一发明的线圈单元具备:包括绕任意的中心轴线形成为螺旋形状的线圈元件的线圈、磁性体树脂层、第一屏蔽部件以及第二屏蔽部件,

[0014] 所述线圈具有第一主面和与所述第一主面相反的一侧的面即第二主面,

[0015] 所述磁性体树脂层与所述线圈的所述第二主面直接接触,

[0016] 所述线圈和所述磁性体树脂层、所述第一屏蔽部件以及所述第二屏蔽部件在从所述第一主面朝向所述第二主面的方向上依次层叠,

[0017] 所述第一屏蔽部件被分割为多个屏蔽小片。

[0018] 在第一发明的线圈单元中,

[0019] 所述线圈元件也可以包括具有螺旋形状的导体,

[0020] 所述磁性体树脂层也可以与所述导体直接接触。

- [0021] 在第一发明的线圈单元中，
- [0022] 所述第一屏蔽部件也可以包含铁氧体。
- [0023] 在第一发明的线圈单元中，
- [0024] 所述第一屏蔽部件与所述第二屏蔽部件之间的距离也可以为2mm以下。
- [0025] 在第一发明的线圈单元中，
- [0026] 也可以在所述第一屏蔽部件与所述第二屏蔽部件之间配置有导热部件。
- [0027] 在第一发明的线圈单元中，
- [0028] 所述线圈元件也可以包括：第一直线部组，所述第一直线部组由沿径向排列且沿第一方向延伸的多个第一直线部构成；第二直线部组，所述第二直线部组由沿径向排列且沿与所述第一方向不平行的第二方向延伸的多个第二直线部构成，各第二直线部与相邻的所述第一直线部连接，
- [0029] 也可以在所述第一屏蔽部件形成有间隙，所述间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸，且沿轴向观察横穿所述第一直线部组的至少一部分。
- [0030] 在第一发明的线圈单元中，
- [0031] 沿轴向观察，所述间隙与所述第一直线部组的至少一部分所成的角度也可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。
- [0032] 在第一发明的线圈单元中，
- [0033] 沿轴向观察，所述间隙与所述第一直线部组的至少一部分也可以正交。
- [0034] 在第一发明的线圈单元中，
- [0035] 所述间隙也可以从比所述第一直线部组靠径向内侧的位置延伸至比所述第一直线部组靠径向外侧的位置。
- [0036] 在第一发明的线圈单元中，
- [0037] 沿轴向观察，所述间隙也可以在所述第二直线部组与所述中心轴线之间延伸。
- [0038] 在第一发明的线圈单元中，
- [0039] 沿轴向观察，所述间隙或其延长线也可以与所述中心轴线重叠。
- [0040] 在第一发明的线圈单元中，
- [0041] 也可以在所述第一屏蔽部件形成有其他间隙，所述其他间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸，且沿轴向观察在所述第一直线部组内沿着所述第一直线部延伸，
- [0042] 所述其他间隙也可以在比从所述多个第一直线部中的最内侧的第一直线部数起第最小整数个的第一直线部靠所述中心轴线侧的位置延伸，所述最小整数是所述多个第一直线部的总数除以3得到的值以上的最小整数。
- [0043] 在第一发明的线圈单元中，
- [0044] 也可以在所述第一屏蔽部件形成有其他间隙，所述其他间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸，且沿轴向观察在所述第二直线部组内沿着所述第二直线部延伸，
- [0045] 所述其他间隙也可以在比从所述多个第二直线部中的最内侧的第二直线部数起第最小整数个的第二直线部靠所述中心轴线侧的位置延伸，所述最小整数是所述多个第二直线部的总数除以3得到的值以上的最小整数。
- [0046] 在第一发明的线圈单元中，
- [0047] 也可以在所述第一屏蔽部件形成有其他间隙，所述其他间隙在相邻的屏蔽小片之

间呈直线状延伸,且沿轴向观察在所述第一直线部组内沿着所述第一直线部延伸,

[0048] 所述其他间隙也可以在比从所述多个所述第一直线部中的最外侧的第一直线部数起第最小整数个的第一直线部靠与所述中心轴线侧相反侧的位置延伸,所述最小整数是所述多个所述第一直线部的总数除以3得到的值以上的最小整数。

[0049] 在第一发明的线圈单元中,

[0050] 也可以在所述第一屏蔽部件形成有其他间隙,所述其他间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸,且沿轴向观察在所述第二直线部组内沿着所述第二直线部延伸,

[0051] 所述其他间隙也可以在比从所述多个所述第二直线部中的最外侧的第二直线部数起第最小整数个的第二直线部靠与所述中心轴线侧相反侧的位置延伸,所述最小整数是所述多个所述第二直线部的总数除以3得到的值以上的最小整数。

[0052] 在第一发明的线圈单元中,

[0053] 所述线圈元件也可以还包括:

[0054] 第一直线部组,所述第一直线部组由沿径向排列且沿第一方向延伸的多个第一直线部构成;

[0055] 第二直线部组,所述第二直线部组由沿径向排列且沿与所述第一方向不平行的第二方向延伸的多个第二直线部构成;

[0056] 中间曲线部组,所述中间曲线部组配置在所述第一直线部组与所述第二直线部组之间,由多个中间曲线部构成;

[0057] 所述第一直线部和所述第二直线部的相邻的端部也可以经由所述中间曲线部连接。

[0058] 在第一发明的线圈单元中,

[0059] 也可以在所述第一屏蔽部件形成有间隙,所述间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸,且沿轴向观察横穿所述中间曲线部组的至少一部分。

[0060] 在第一发明的线圈单元中,

[0061] 沿轴向观察,所述间隙与所述中间曲线部组的所述至少一部分的切线所成的角度也可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。

[0062] 在第一发明的线圈单元中,

[0063] 沿轴向观察,所述间隙与所述切线也可以正交。

[0064] 在第一发明的线圈单元中,

[0065] 所述线圈元件也可以还包括:

[0066] 第一直线部组,所述第一直线部组由沿径向排列且沿第一方向延伸的多个第一直线部构成;

[0067] 第二直线部组,所述第二直线部组由沿径向排列且沿与所述第一方向不平行的第二方向延伸的多个第二直线部构成;

[0068] 第一中间直线部组,所述第一中间直线部组配置在所述第一直线部组与所述第二直线部组之间,由多个第一中间直线部构成;

[0069] 所述第一直线部和所述第二直线部的相邻的端部也可以经由所述第一中间直线部连接。

[0070] 在第一发明的线圈单元中,

- [0071] 沿轴向观察,所述第一直线部与所述第一中间直线部所成的角度也可以为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$,
- [0072] 沿轴向观察,所述第二直线部与所述第一中间直线部所成的角度也可以为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$ 。
- [0073] 在第一发明的线圈单元中,
- [0074] 沿轴向观察,所述第一直线部与所述第一中间直线部所成的角度也可以为 135° ,
- [0075] 沿轴向观察,所述第二直线部与所述第一中间直线部所成的角度也可以为 135° 。
- [0076] 在第一发明的线圈单元中,
- [0077] 所述线圈元件也可以整体为八边形状。
- [0078] 在第一发明的线圈单元中,
- [0079] 所述线圈元件也可以整体为正八边形状。
- [0080] 在第一发明的线圈单元中,
- [0081] 也可以在所述第一屏蔽部件形成有间隙,所述间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸,且沿轴向观察横穿所述第一中间直线部组的至少一部分。
- [0082] 在第一发明的线圈单元中,
- [0083] 沿轴向观察,所述间隙与所述第一中间直线部组的所述至少一部分所成的角度也可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。
- [0084] 在第一发明的线圈单元中,
- [0085] 沿轴向观察,所述间隙与所述第一中间直线部组的所述至少一部分也可以正交。
- [0086] 在第一发明的线圈单元中,
- [0087] 所述线圈元件也可以还包括:
- [0088] 第一直线部组,所述第一直线部组由沿径向排列且沿第一方向延伸的多个第一直线部构成;
- [0089] 第二直线部组,所述第二直线部组由沿径向排列且沿与所述第一方向不平行的第二方向延伸的多个第二直线部构成;
- [0090] 第一中间直线部组,所述第一中间直线部组配置在所述第一直线部组与所述第二直线部组之间,由多个第一中间直线部构成;
- [0091] 第二中间直线部组,所述第二中间直线部组配置在所述第一中间直线部组与所述第二直线部组之间,由多个第二中间直线部构成;
- [0092] 所述第一直线部和所述第二直线部的相邻的端部也可以经由所述第一中间直线部连接,
- [0093] 所述第一中间直线部和所述第二直线部的相邻的端部也可以经由所述第二中间直线部连接。
- [0094] 在第一发明的线圈单元中,
- [0095] 沿轴向观察,所述第一直线部与所述第一中间直线部所成的角度也可以为 $140^{\circ} \sim 160^{\circ}$,
- [0096] 沿轴向观察,所述第一中间直线部与所述第二中间直线部所成的角度也可以为 $140^{\circ} \sim 160^{\circ}$,
- [0097] 沿轴向观察,所述第二中间直线部与所述第二直线部所成的角度也可以为 $140^{\circ} \sim$

160°。

[0098] 在第一发明的线圈单元中，

[0099] 沿轴向观察，所述第一直线部与所述第一中间直线部所成的角度也可以为150°，

[0100] 沿轴向观察，所述第一中间直线部与所述第二中间直线部所成的角度也可以为150°，

[0101] 沿轴向观察，所述第二中间直线部与所述第二直线部所成的角度也可以为150°。

[0102] 在第一发明的线圈单元中，

[0103] 所述线圈元件也可以整体为十二边形状。

[0104] 在第一发明的线圈单元中，

[0105] 所述线圈元件也可以整体为正十二边形状。

[0106] 在第一发明的线圈单元中，

[0107] 也可以在所述第一屏蔽部件形成有间隙，所述间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸，且沿轴向观察横穿所述第一中间直线部组的至少一部分或所述第二中间直线部组的至少一部分。

[0108] 在第一发明的线圈单元中，

[0109] 沿轴向观察，所述间隙与所述第一中间直线部组的所述至少一部分或所述第二中间直线部组的所述至少一部分所成的角度也可以为80°~100°。

[0110] 在第一发明的线圈单元中，

[0111] 沿轴向观察，所述间隙与所述第一中间直线部组的所述至少一部分或所述第二中间直线部组的所述至少一部分也可以正交。

[0112] 在第一发明的线圈单元中，

[0113] 也可以在所述第一屏蔽部件形成有间隙，所述间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸，且沿轴向观察横穿所述线圈元件的至少一部分，

[0114] 沿轴向观察，所述间隙与形成所述线圈元件的多个匝部的至少一部分也可以交叉，

[0115] 沿轴向观察，在所述间隙与所述匝部交叉的点处，所述间隙与该匝部或该匝部的切线所成的角度也可以为80°~100°。

[0116] 在第一发明的线圈单元中，

[0117] 沿轴向观察，在所述间隙与所述匝部交叉的点处，所述间隙也可以与该匝部或该匝部的切线正交。

[0118] 第一发明的线圈单元也可以还具备与所述线圈连接的第一连接端子，

[0119] 所述线圈也可以具有靠近所述中心轴线的内侧端部和远离所述中心轴线的外侧端部，

[0120] 所述第一连接端子也可以与所述内侧端部连接，并从所述线圈的内侧向外侧延伸，

[0121] 也可以在所述第一屏蔽部件形成有间隙，所述间隙在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸，且从所述线圈的内侧向外侧延伸，

[0122] 沿轴向观察，所述第一连接端子也可以在所述间隙内或形成于所述屏蔽小片的切口内延伸。

- [0123] 在第一发明的线圈单元中，
- [0124] 在所述线圈单元的侧视时，所述第一连接端子也可以在与所述屏蔽小片重叠的高度位置从所述线圈的内侧向外侧延伸。
- [0125] 在第一发明的线圈单元中，
- [0126] 所述线圈元件也可以具有沿径向排列的多个匝部，
- [0127] 沿轴向观察，在所述第一连接端子与各匝部交叉的点处，所述第一连接端子与该匝部或该匝部的切线所成的角度也可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。
- [0128] 在第一发明的线圈单元中，
- [0129] 沿轴向观察，在所述第一连接端子与各匝部交叉的点处，所述第一连接端子也可以与该匝部或该匝部的切线正交。
- [0130] 在第一发明的线圈单元中，
- [0131] 所述线圈元件也可以还包括直线部组，所述直线部组由沿径向排列且沿同一方向延伸的多个直线部构成，
- [0132] 沿轴向观察，所述第一连接端子也可以与所述直线部组交叉。
- [0133] 在第一发明的线圈单元中，
- [0134] 沿轴向观察，所述第一连接端子与所述直线部组所成的角度也可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。
- [0135] 在第一发明的线圈单元中，
- [0136] 沿轴向观察，所述第一连接端子也可以与所述直线部组正交。
- [0137] 在第一发明的线圈单元中，
- [0138] 所述线圈元件也可以还包括曲线部组，所述曲线部组由沿径向排列且相互平行地延伸的多个曲线部构成，
- [0139] 沿轴向观察，所述第一连接端子也可以与所述曲线部组交叉。
- [0140] 在第一发明的线圈单元中，
- [0141] 沿轴向观察，所述第一连接端子与所述曲线部组的切线所成的角度也可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。
- [0142] 在第一发明的线圈单元中，
- [0143] 沿轴向观察，所述第一连接端子也可以与所述曲线部组的切线正交。
- [0144] 在第一发明的线圈单元中，
- [0145] 沿轴向观察，也可以将所述第一连接端子与所述第一屏蔽部件的外周缘重叠的点设为第一点，
- [0146] 沿轴向观察，也可以将连接到所述外侧端部的第二连接端子与所述第一屏蔽部件的外周缘重叠的点设为第二点，
- [0147] 沿轴向观察，连结所述第一点和所述中心轴线的第二假想线与连结所述第二点和所述中心轴线的第二假想线所成的角度也可以为 90° 以下。
- [0148] 在第一发明的线圈单元中，
- [0149] 所述第一假想线与所述第二假想线所成的角度也可以为 45° 以下。
- [0150] 在第一发明的线圈单元中，
- [0151] 沿轴向观察，也可以将所述第一连接端子与所述第一屏蔽部件的外周缘重叠的点设为第一点，

- [0152] 沿轴向观察,也可以将连接到所述外侧端部的第二连接端子与所述第一屏蔽部件的外周缘重叠的点设为第二点,
- [0153] 所述第一点与所述第二点之间的距离也可以为100mm以下。
- [0154] 在第一发明的线圈单元中,
- [0155] 所述第一点与所述第二点之间的距离也可以为50mm以下。
- [0156] 第一发明的线圈单元也可以还具备与所述线圈连接的第二连接端子,
- [0157] 沿轴向观察,所述第二屏蔽部件也可以呈四边形,所述第一连接端子和所述第二连接端子也可以从所述第二屏蔽部件的同一边延伸出。
- [0158] 在第一发明的线圈单元中,
- [0159] 所述线圈元件也可以从其外侧端部朝向内侧端部沿第一环绕方向绕所述中心轴线环绕,
- [0160] 所述外侧端部也可以从所述内侧端部向所述第一环绕方向偏移。
- [0161] 在第一发明的线圈单元中,
- [0162] 所述线圈元件也可以包括:第一匝部,所述第一匝部包括所述内侧端部;第二匝部,所述第二匝部在径向上与所述第一匝部相邻,且配置在比所述第一匝部靠径向外侧的位置;第三匝部,所述第三匝部在径向上与所述第二匝部相邻,且配置在比所述第二匝部靠径向外侧的位置;
- [0163] 所述内侧端部与所述第二匝部之间的距离也可以大于所述第二匝部与所述第三匝部之间的距离。
- [0164] 第一发明的送电装置具备第一发明的线圈单元。
- [0165] 第一发明的受电装置具备第一发明的线圈单元。
- [0166] 第一发明的电力传输系统具备送电装置和受电装置,
- [0167] 所述送电装置和所述受电装置中的至少任一个具备第一发明的线圈单元。
- [0168] 第一发明的移动体具备第一发明的线圈单元。
- [0169] 根据第一发明,能够减小线圈单元的尺寸。
- [0170] <第二发明>
- [0171] 第二发明的目的在于实现高效的电力传输。
- [0172] 第二发明的线圈单元具备包括绕任意的中心轴线形成为螺旋形状的线圈元件的线圈,
- [0173] 沿轴向观察,所述线圈元件整体为八边形状。
- [0174] 在第二发明的线圈单元中,
- [0175] 所述线圈元件也可以包括沿着八边形的8条边中的7条边延伸的7个直线部组,
- [0176] 相邻的所述直线部组所成的角度也可以为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$ 。
- [0177] 在第二发明的线圈单元中,
- [0178] 相邻的所述直线部组所成的角度也可以为 135° 。
- [0179] 在第二发明的线圈单元中,
- [0180] 所述线圈元件也可以整体为正八边形状。
- [0181] 或者,第二发明的线圈单元具备包括绕任意的中心轴线形成为螺旋形状的线圈元件的线圈,

- [0182] 沿轴向观察,所述线圈元件整体为十二边形状。
- [0183] 在第二发明的线圈单元中,
- [0184] 所述线圈元件也可以包括沿着十二边形的12条边中的11条边延伸的11个直线部组,
- [0185] 相邻的所述直线部组所成的角度也可以为 $140^{\circ} \sim 160^{\circ}$ 。
- [0186] 在第二发明的线圈单元中,
- [0187] 相邻的所述直线部组所成的角度也可以为 150° 。
- [0188] 在第二发明的线圈单元中,
- [0189] 所述线圈元件也可以整体为正十二边形状。
- [0190] 第二发明的线圈单元也可以还具备第一屏蔽部件,
- [0191] 所述第一屏蔽部件也可以被分割为多个屏蔽小片,
- [0192] 也可以在所述第一屏蔽部件形成有在相邻的屏蔽小片之间呈直线状延伸的间隙,
- [0193] 所述线圈元件也可以包括由沿径向排列且沿同一方向延伸的多个直线部构成的直线部组,
- [0194] 沿轴向观察,所述间隙也可以横穿所述直线部组的至少一部分。
- [0195] 在第二发明的线圈单元中,
- [0196] 沿轴向观察,所述间隙与所述直线部组的所述至少一部分所成的角度也可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。
- [0197] 在第二发明的线圈单元中,
- [0198] 沿轴向观察,所述间隙也可以与所述直线部组的所述至少一部分正交。
- [0199] 第二发明的送电装置具备第二发明的线圈单元。
- [0200] 第二发明的受电装置具备第二发明的线圈单元。
- [0201] 第二发明的电力传输系统具备送电装置和受电装置,
- [0202] 所述送电装置和所述受电装置中的至少任一个具备第二发明的线圈单元。
- [0203] 第二发明的移动体具备第二发明的线圈单元。
- [0204] 根据第二发明,能够实现高效的电力传输。

附图说明

- [0205] 图1是示意性地示出可以应用一实施方式的线圈单元的无线电力传输系统的图。
- [0206] 图2是在图1所示的无线电力传输系统中使用的线圈单元的立体图。
- [0207] 图3是图2所示的线圈单元的分解立体图。
- [0208] 图4是沿着图2的IV-IV线的线圈单元的剖视图。
- [0209] 图5A是图2所示的线圈单元的俯视图。
- [0210] 图5B是示出图5A所示的线圈单元中的第一点、第二点、第一假想线以及第二假想线的图。
- [0211] 图6A是与图5A对应的图,是示出线圈单元变形例的图。
- [0212] 图6B是示出图6A所示的线圈单元中的第一点、第二点、第一假想线以及第二假想线的图。
- [0213] 图7是沿着图6A的VII-VII线的线圈单元的剖视图。

- [0214] 图8是与图5A对应的图,是示出线圈单元的另一变形例的图。
- [0215] 图9是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0216] 图10是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0217] 图11是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0218] 图12是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0219] 图13是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0220] 图14是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0221] 图15是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0222] 图16是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0223] 图17是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0224] 图18是沿着图17的XVIII-XVIII线的线圈单元的剖视图。
- [0225] 图19是图17所示的线圈的分解立体图。
- [0226] 图20是与图17对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0227] 图21是与图17对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0228] 图22是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0229] 图23是与图17对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0230] 图24是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0231] 图25是与图17对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0232] 图26是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0233] 图27是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0234] 图28是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0235] 图29是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0236] 图30是与图17对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0237] 图31是与图17对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0238] 图32是与图17对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0239] 图33是与图17对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0240] 图34是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0241] 图35是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0242] 图36是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0243] 图37是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0244] 图38是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0245] 图39是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0246] 图40是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0247] 图41是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0248] 图42是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0249] 图43是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0250] 图44是与图17对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0251] 图45是与图5A对应的图,是示出线圈单元的又一变形例的图。
- [0252] 图46是示出实施例1-1~1-7的线圈单元的Q值以及损耗的表。

- [0253] 图47是示出实施例2和比较例2-1~2-4的线圈单元的Q值以及损耗的表。
- [0254] 图48是示出实施例3的线圈单元的评价结果的表。
- [0255] 图49是示出实施例4的线圈单元的评价结果的表。
- [0256] 图50是示出实施例3以及实施例4的线圈单元的比较结果的表。
- [0257] 图51是示出实施例5的线圈单元的评价结果的表。
- [0258] 图52是示出实施例6的线圈单元的评价结果的表。
- [0259] 图53是示出实施例5以及实施例6的线圈单元的比较结果的表。
- [0260] 图54是示出实施例7的线圈单元的Q值的表。
- [0261] 图55是示出实施例7的线圈单元的Q值的比较结果的表。
- [0262] 图56是与图17对应的图,是用于说明实施例8的图。
- [0263] 图57是用于说明实施例8-1的线圈单元的线圈的形状的图。
- [0264] 图58是用于说明实施例8-2的线圈单元的线圈的形状的图。
- [0265] 图59是用于说明实施例8-3的线圈单元的线圈的形状的图。
- [0266] 图60是用于说明实施例8-4的线圈单元的线圈的形状的图。
- [0267] 图61是示出实施例8-1~8-4的线圈单元的Q值的图表。
- [0268] 图62是示出实施例8-1~8-4的线圈单元的耦合系数的图表。
- [0269] 图63是示出实施例8-1~8-4的线圈单元的耦合系数与Q值之积的图表。

具体实施方式

[0270] 以下,参照附图对各实施方式对进行说明。需要说明的是,在本说明书所附的附图中,为了便于图示和理解,适当地将比例尺以及纵横的尺寸比等从实物的比例尺以及纵横的尺寸比进行变更并夸张地示出。

[0271] 另外,在本说明书中,“片”、“膜”、“板”等用语并非仅基于称呼的不同而相互区分。因此,例如“片”是也包括可称为膜或板的部件的概念。

[0272] 另外,在本说明书中,“片面(板面、膜面)”是指在整体且全局地观察作为对象的片状(板状、膜状)的部件的情况下,与作为对象的片状(板状、膜状)的部件的平面方向(面方向)一致的面。并且,在本说明书中,片状(板状、膜状)的部件的法线方向是指相对于作为对象的片状(板状、膜状)的部件的片面(板面、膜面)的法线方向。

[0273] <无线电力传输系统>

[0274] 图1示意性地示出可以应用后述的实施方式的线圈单元的无线电力传输系统S。首先,参照图1对无线电力传输系统S(以下,简称为电力传输系统S)进行说明。

[0275] 电力传输系统S具备送电装置1和受电装置2。送电装置1包括线圈单元5和高频电流供给部1A。送电装置1中的线圈单元5作为送电线圈单元发挥功能。高频电流供给部1A向作为送电线圈单元的线圈单元5供给高频电流。

[0276] 受电装置2包括线圈单元5和转换部2A。受电装置2中的线圈单元5作为受电线圈单元发挥功能。转换部2A对由线圈单元5产生的高频电流进行整形。转换部2A具有将高频电流转换为直流电流的整流电路等。

[0277] 在从送电装置1向受电装置2以无线(非接触)方式传输电力时,送电装置1从高频电流供给部1A向作为送电线圈单元的线圈单元5供给规定频率的高频电流。此时,在线圈单

元5中,通过电磁感应产生磁场。而且,由于该磁场的影响,在受电装置2中,在作为受电线圈单元的线圈单元5中产生高频电流。转换部2A将该高频电流转换为直流电流,并将转换后的直流电流供给到例如未图示的电池。

[0278] 图1所示的电力传输系统S采用磁场共振方式作为电力传输方式。但是,电力传输系统S也可以构成为电磁感应方式的电力传输系统。在此,以电力传输系统S构成为以无线方式向电动汽车传输电力的系统的情况为例进行说明。在该情况下,送电装置1设置于道路或停车场等。受电装置2设置于电动汽车。

[0279] 但是,电力传输系统S的用途并不限于向电动汽车的电力传输。例如,电力传输系统S也可以用于向无人机等飞行体、机器人的电力传输。另外,电力传输系统S也可以用于向海中的潜水艇、探测机器人的电力传输。这样,电力传输系统S能够用于向电动汽车、飞行体、机器人、潜水艇等各种移动体的电力传输。需要说明的是,实施方式的线圈单元的用途不限于无线电力传输系统。例如,实施方式的线圈单元也可以用于变压器、DC-DC转换器、天线等。

[0280] 电力传输系统S分别具备后述的第一和第二实施方式以及它们的变形例的线圈单元5中的任一个作为线圈单元5。需要说明的是,在送电装置1和受电装置2中,也可以分别使用相同的线圈单元5。另外,在送电装置1和受电装置2中,也可以分别使用互不相同的线圈单元5。另外,也可以在送电装置1和受电装置2中的一方中使用第一和第二实施方式以及它们的变形例的线圈单元5,在另一方中使用其他形式的线圈单元。以下,对第一和第二实施方式以及它们的变形例的线圈单元5进行说明。

[0281] <<第一实施方式>>

[0282] 以下,参照附图对本发明的第一实施方式进行说明。

[0283] <线圈单元>

[0284] 图2是第一实施方式的线圈单元5的立体图。图3是线圈单元5的分解立体图。图4是沿着图2的IV-IV线的线圈单元5的剖视图。图5A以及图5B是线圈单元5的俯视图。在图3以及图5A中,省略了后述的第一连接端子46和第二连接端子47的图示。

[0285] 如图2至图4所示,线圈单元5具备线圈10、磁性体树脂层20、第一屏蔽部件30以及第二屏蔽部件40。在图示的例子中,线圈单元5还具备第一连接端子46和第二连接端子47。如图2所示,第一连接端子46和第二连接端子47分别与线圈10的一个端部10e1和另一个端部10e2连接。

[0286] 如图4所示,线圈10具有第一主面10a和第二主面10b。第二主面10b是与第一主面10a相反的一侧的面。线圈10和磁性体树脂层20、第一屏蔽部件30以及第二屏蔽部件40在从第一主面10a朝向第二主面10b的方向上依次配置。以下,对于线圈单元5及其构成元件所使用的“第一侧”以及“第二侧”的用语分别是指第一主面10a朝向的一侧和第二主面10b朝向的一侧。

[0287] (线圈)

[0288] 如图5A所示,线圈10包括绕任意的中心轴线C形成螺旋形状的线圈元件10i。螺旋形状是指随着回旋而远离中心(或随着回旋而接近中心)的平面曲线的形状。在此所说的平面曲线也包括弯曲成折线状而相连的平面图案。在图示的本实施方式中,螺旋形状位于与中心轴线正交的假想平面上。线圈元件10i由导电材料形成。在本实施方式中,线圈元

件10i由铜形成,但并不限于此。线圈元件10i也可以由铜合金、铝、铝合金等其他导电材料形成。

[0289] 在图2至图5B所示的例子中,线圈10由单一的线圈元件10i构成。线圈元件10i为板状。即,线圈元件10i是平面线圈。详细而言,线圈元件10i是非绞合线的平面线圈元件。如图4所示,在与线圈元件10i的螺旋形状的环绕方向正交的方向上的导线截面形状为矩形。

[0290] 图2至图5B所示的附图标记C示出通过线圈元件10i的螺旋形状的中心线圈元件10i(或线圈10)的中心轴线。以下,轴向是指在中心轴线C上延伸的方向或与中心轴线C平行的方向。另外,径向是指以中心轴线C为中心的圆的径向。另外,周向是指沿着以中心轴线C为中心的圆的方向(该圆的周向)。

[0291] 线圈元件10i包括具有螺旋形状的导体10E。导体10E包括沿径向排列的多个匝部101~108。在图示的例子中,导体10E包括第一~第八匝部101~108。第一~第八匝部101~108从径向的内侧朝向外侧依次排列。换言之,第一匝部101位于径向的最内侧,第八匝部108位于径向的最外侧。进一步换言之,第一匝部101形成线圈元件10i的最内周部。另外,第八匝部108形成线圈元件10i的最外周部。需要说明的是,某个部件的径向内侧是指比该部件靠近中心轴线C的位置。另外,某个部件的径向外侧是指比该部件向径向外侧远离的位置。例如,在提到“线圈元件10i的径向内侧”的情况下,这意味着比最内周的匝部101靠近中心轴线C的位置。在提到“线圈元件10i的径向外侧”的情况下,这意味着比最外周的匝部108向径向外侧远离的位置。

[0292] 各匝部101~108在上述假想平面上延伸。第一~第八匝部101~108依次相连,由此,线圈元件10i形成螺旋形状。在图示的例子中,线圈元件10i(导体10E)以各匝部101~108呈大致四边形的方式卷绕,但并不限于此。各匝部101~108也可以以大致呈四边形以外的多边形的方式卷绕。

[0293] 各匝部101~108的一个端部位于比该匝部的101~108的另一个端部靠径向内侧的位置。换言之,各匝部101~108的另一个端部位于比该匝部的101~108的一个端部靠径向外侧的位置。

[0294] 各匝部101~108包括绕中心轴线C配置的多个直线部11~14。在以中心轴线C为中心的圆的周向上相邻的直线部11~14相互连接。在图示的例子中,在周向上相邻的直线部经由沿着周向弯曲的第一中间曲线部151~154连接。在图示的例子中,第一~第八匝部101~108包括沿第一方向D1延伸的第一直线部11和第三直线部13、以及沿第二方向D2延伸的第二直线部12和第四直线部14。第一方向D1和第二方向D2彼此不平行。在图示的例子中,第一方向D1和第二方向D2正交。在各匝部101~108中,第一直线部11和第三直线部13配置成中心轴线C通过它们之间。另外,在各匝部101~108中,第二直线部12和第四直线部14配置成中心轴线C通过它们之间。在各匝部101~108中,第一直线部11和第二直线部12的相邻的端部经由第一A中间曲线部151连接。同样地,在各匝部101~108中,第二直线部12和第三直线部13的相邻的端部经由第一B中间曲线部152连接。另外,在各匝部101~108中,第三直线部13和第四直线部14的相邻的端部经由第一C中间曲线部153连接。

[0295] 并且,在径向上相邻的匝部101、102;...;107、108的第四直线部14和第一直线部11的相邻的端部经由第一D中间曲线部154连接。例如,第一匝部101的第四直线部14和第二匝部102的第一直线部11的相邻的端部经由第一D中间曲线部154连接。另外,第二匝部102

的第四直线部14和第三匝部103的第一直线部11的相邻的端部经由第一D中间曲线部154连接。如图2所示,第一连接端子46与位于最内侧的第一匝部101的第一直线部11连接。第二连接端子47与位于最外侧的第八匝部108的第四直线部14连接。

[0296] 多个匝部101~108的第一直线部11沿径向排列而形成第一直线部组11G。另外,多个匝部101~108的第二直线部12沿径向排列而形成第二直线部组12G。另外,多个匝部101~108的第三直线部13沿径向排列而形成第三直线部组13G。另外,多个匝部101~108的第四直线部14沿径向排列而形成第四直线部组14G。在径向上相邻的直线部11、11;12、12;13、13;14、14彼此在径向上分离。第一~第四直线部组11G~14G分别是由多个第一~第四直线部11~14构成的平行直线组。

[0297] 多个匝部101~108的第一A中间曲线部151沿径向排列而形成第一A中间曲线部组151G。多个匝部101~108的第一B中间曲线部152沿径向排列而形成第一B中间曲线部组152G。多个匝部101~108的第一C中间曲线部153沿径向排列而形成第一C中间曲线部组153G。多个匝部101~108的第一D中间曲线部154沿径向排列而形成第一D中间曲线部组154G。在径向上相邻的第一中间曲线部151、151;152、152;153、153;154、154彼此在径向上分离。第一A~第一D中间曲线部组151G~154G分别是由多个第一A~第一D中间曲线部151~154构成的平行曲线组。

[0298] 在图2至图5B所示的例子中,多个匝部101~108的间距相等。因此,第一匝部101与第二匝部102之间的距离和第二匝部102与第三匝部103之间的距离相等。另外,在各直线部组11G~14G中,多个直线部11~14的间距相等。因此,第一匝部101的第一直线部11与第二匝部102的第一直线部11之间的距离和第二匝部102的第一直线部11与第三匝部103的第一直线部11之间的距离相等。另外,在各第一中间曲线部组151G~154G中,多个第一中间曲线部151~154的间距相等。因此,第一匝部101的第一中间曲线部151与第二匝部102的第一中间曲线部151之间的距离和第二匝部102的第一中间曲线部151与第三匝部103的第一中间曲线部151之间的距离相等。

[0299] 作为一例,以上说明的线圈元件10i通过从铜板等金属板冲压成螺旋形状而形成。另一方面,线圈元件10i也可以通过将铜箔等金属箔蚀刻成螺旋形状而形成。在该情况下,能够以复杂的螺旋形状图案形成线圈元件10i。但是,在蚀刻中,确保能够实施大电力的传输的线圈元件10i的厚度花费功夫。因此,从制造效率的观点出发,优选冲压。

[0300] 另外,线圈元件10i中的导体10E的厚度例如也可以为0.2mm以上且1.0mm以下。另外,线圈元件10i的半径(从中心轴线C到径向最远的部分的距离)也可以为200mm以上。在线圈10用于以磁场共振方式向电动汽车传输电力的电力传输系统S的送电线圈单元或受电线圈单元的情况下,线圈元件10i的半径(从中心轴线C到径向最远的部分的距离)通常为200mm以上且350mm以下。在本实施方式中,线圈元件10i整体为长方形。在该情况下,线圈元件10i的长边方向的最大尺寸也可以为300mm以上且700mm以下,与长边方向正交的短边方向的最大尺寸也可以为200mm以上且650mm以下。例如,在线圈10用于送电线圈单元的情况下,线圈元件10i的长边方向的尺寸也可以为550mm以上且700mm以下,线圈元件10i的短边方向的尺寸也可以为400mm以上且550mm以下。另外,在线圈10用于受电线圈单元的情况下,线圈元件10i的长边方向的尺寸也可以为350mm以上且500mm以下,线圈元件10i的短边方向的尺寸也可以为200mm以上且350mm以下。

[0301] 另外,在以磁场共振方式向电动汽车传输电力的情况下,优选能够在10kHz至200kHz、特别是79kHz至90kHz的高频电流的频域中传输1kW以上、优选5kW以上的电力。在该情况下,由铜形成的线圈元件10i的厚度优选为0.4mm以上。需要说明的是,若线圈元件10i的厚度过大,则线圈10的重量增加,例如不适合车载。因此,线圈元件10i的厚度例如可以为2.0mm以下,也可以为1.5mm以下,还可以为1.0mm以下。

[0302] 线圈元件10i中的导电体10E的线宽没有特别限定。但是,考虑到例如能够在79kHz至90kHz的高频电流的频域中传输1kW以上、优选5kW以上的电力,各匝部101~108的线宽可以为2mm以上且20mm以下,也可以为2mm以上且16mm以下、2mm以上且12mm以下、2mm以上且8mm以下。需要说明的是,线宽是指与导电体10E环绕的方向正交的截面上的导电体10E的内周面与外周面之间的距离。

[0303] 需要说明的是,上述螺旋形状的中心轴线C在本说明书中如下确定。首先,从最内周的匝部101的径向内侧的端部向径向的内侧以呈螺旋形状的方式依次描绘与最内周的匝部101相似的形状的线状的假想匝部。然后,继续描绘,直到能够描绘容纳在直径1cm内的假想匝部为止。然后,将在与螺旋形状的周向以及径向正交的方向上通过容纳在直径1cm内的假想匝部的径向内侧的线确定为中心轴线C。

[0304] 线圈10具有与第一连接端子46连接的端部10e1和与第二连接端子47连接的10e2。在图示的例子中,线圈10由单一的线圈元件10i构成。因此,一个端部10e1是位于线圈10的径向内侧的内侧端部。另外,另一个端部10e2是位于线圈10的径向外侧的外侧端部。内侧端部10e1是线圈元件10i的第一匝部101的端部。外侧端部10e2是线圈元件10i的第八匝部108的端部。

[0305] (磁性体树脂层)

[0306] 磁性体树脂层20是为了抑制磁的透过和/或漏磁场而设置的。磁性体树脂层20在线圈10的轴向上与线圈10重叠。在该状态下,磁性体树脂层20与线圈10的第二主面10b直接接触。换言之,磁性体树脂层20与导电体10E直接接触。在图示的例子中,磁性体树脂层20与线圈10的第二主面10b紧贴。换言之,磁性体树脂层20与导电体10E紧贴。磁性体树脂层20覆盖第二主面10b。更详细地说,磁性体树脂层20形成为其外周缘沿轴向观察位于线圈10的外侧。

[0307] 磁性体树脂层20具有磁性。由线圈单元5产生的磁场以相对于线圈10的中心轴线C向所有方向扩展的方式产生。此时,磁性体树脂层20具有磁性,从而能够使欲扩展的磁通线在中心轴线C侧取向。另外,当由线圈单元5产生的磁场到达位于线圈单元5的周边的周边部件时,有时会对周边部件产生不良影响。因此,磁性体树脂层20是为了抑制磁力线到达周边部件而设置的。由此,磁性体树脂层20能够抑制无助于电流的产生的漏磁场。

[0308] 磁性体树脂层20包含磁性体。磁性体树脂层20优选包含软磁性体。更具体地说,磁性体树脂层20包含铁氧体,优选为包含软铁氧体。另外,磁性体树脂层20也可以包含纳米结晶磁性体。

[0309] 另外,磁性体树脂层20包含树脂。作为用于形成磁性体树脂层20的树脂,例如可以采用环氧树脂或聚酰亚胺等热固性树脂。在该情况下,如后所述,在通过热压使线圈10和磁性体树脂层20一体化时,容易使磁性体树脂层20的树脂在热固化的过程中沿着线圈10的形状变形。另外,作为用于形成磁性体树脂层20的树脂,也可以采用尼龙等热塑性树脂。在该

情况下,也容易使磁性体树脂层20的树脂沿着线圈10的形状变形。

[0310] 如图2以及图4所示,磁性体树脂层20具有与线圈10的螺旋形状对应的螺旋形状的凹部25。凹部25是磁性体树脂层20中的向线圈10的轴向、换言之磁性体树脂层20的厚度方向凹陷的部分。凹部25在线圈10的轴向上观察是螺旋形状。而且,线圈10的至少一部分在使其螺旋形状与凹部25的螺旋形状匹配的状态下被收纳在凹部25内。详细而言,凹部25收纳导体10E的整体。因此,如图4所示,磁性体树脂层20与线圈10的第一主面10a以外的3个面直接接触。

[0311] 在本实施方式中,导体10E不从磁性体树脂层20突出。换言之,线圈10的第一主面10a与朝向磁性体树脂层20的第一侧的面共面。但是,也可以仅将线圈10的一部分收纳在凹部25内,以使线圈10的一部分从磁性体树脂层20突出。另外,也可以不在磁性体树脂层20形成凹部25,而在平坦的磁性体树脂层20的面上设置线圈10。另外,导体10E也可以在不向外部露出的状态下埋入磁性体树脂层20。

[0312] 如上所述,在图示的例子中,磁性体树脂层20与线圈10的第二主面10b紧贴。具体而言,磁性体树脂层20在凹部25处熔敷于线圈10。即,线圈10和磁性体树脂层20在凹部25处通过锚定效应而接合。线圈10和磁性体树脂层20例如通过热压而一体化。此时,磁性体树脂层20的一部分进入线圈10的表面的凹处,之后固化。由此,线圈10和磁性体树脂层20被熔敷,磁性体树脂层20与线圈10紧贴。

[0313] 在图示的例子中,磁性体树脂层20与后述的第一屏蔽部件30同样地被分割为多个。磁性体树脂层20包括多个磁性体树脂元件21~24。在图示的例子中,磁性体树脂层20包括第一~第四磁性体树脂元件21~24。在磁性体树脂层20,形成有在相邻的磁性体树脂元件21、22;22、23;23、24;24、21之间呈线状延伸的间隙。在图示的例子中,在磁性体树脂元件21~24之间延伸的间隙,沿轴向观察与在后述的屏蔽小片31~34之间延伸的间隙51~54一致。需要说明的是,磁性体树脂层20也可以不被分割为多个磁性体树脂元件21~24。换言之,也可以不在磁性体树脂层20形成间隙。

[0314] (第一屏蔽部件)

[0315] 第一屏蔽部件30是为了抑制磁的透过和/或漏磁场而设置的。第一屏蔽部件30形成为板状,沿着与线圈10的轴向垂直的面扩展。第一屏蔽部件30在轴向上观察时,具有其外周缘位于磁性体树脂层20以及线圈10的外侧的大小。第一屏蔽部件30设置在第二屏蔽部件40与线圈10和磁性体树脂层20之间。

[0316] 第一屏蔽部件30包含磁性体。如上所述,由线圈单元5产生的磁场以相对于线圈10的中心轴线C向所有方向扩展的方式产生。此时,第一屏蔽部件30具有磁性,从而能够使欲扩展的磁通线在中心轴线C侧取向。另外,第一屏蔽部件30是为了抑制磁力线到达周边部件而设置的。由此,第一屏蔽部件30能够抑制无助于电流的产生的漏磁场。

[0317] 第一屏蔽部件30优选包含软磁性体。更具体地说,第一屏蔽部件30包含铁氧体,优选包含软铁氧体。另外,第一屏蔽部件30也可以包含纳米结晶磁性体。

[0318] 在图4所示的例子中,第一屏蔽部件30与磁性体树脂层20分开配置,但并不限于此。第一屏蔽部件30也可以与磁性体树脂层20接触。在第一屏蔽部件30与磁性体树脂层20分开配置的情况下,也可以在第一屏蔽部件30与磁性体树脂层20之间配置未图示的间隔件。由此,能够将第一屏蔽部件30与磁性体树脂层20之间的距离维持为规定的距离。第一屏

蔽部件30与磁性体树脂层20之间的距离没有特别限定,例如为3mm以下。需要说明的是,第一屏蔽部件30与磁性体树脂层20之间的距离越长,越难以从线圈单元5散热,线圈单元5有可能成为高温。因此,第一屏蔽部件30与磁性体树脂层20之间的距离优选为1mm以下。第一屏蔽部件30与磁性体树脂层20之间的距离也可以为0mm。换言之,第一屏蔽部件30和磁性体树脂层20也可以直接接触或紧贴。为了减小线圈单元5的尺寸(特别是,沿着轴向的尺寸),也优选减小第一屏蔽部件30与磁性体树脂层20之间的距离。

[0319] 第一屏蔽部件30被确定尺寸,以使其外周缘沿轴向观察位于线圈10的外侧。在此,如上所述,在用于向电动汽车传输电力的电力传输系统S的送电线圈单元或受电线圈单元的线圈10的情况下,沿轴向观察的线圈10的尺寸(长边方向的尺寸×短边方向的尺寸)通常为200mm以上×200mm以上。因此,在该情况下,第一屏蔽部件30的外部尺寸也为200mm以上×200mm以上。但是,有时难以用一张板实现这样的尺寸的第一屏蔽部件30。例如,在第一屏蔽部件30为铁氧体板的情况下,一般难以形成其长边方向的尺寸以及短边方向的尺寸都超过150mm的尺寸的一张铁氧体板。另外,即使能够形成长边方向的尺寸以及短边方向的尺寸都超过150mm的尺寸的一张铁氧体板,这样的铁氧体板也容易破裂。若线圈单元5内的第一屏蔽部件30破裂,则线圈单元5的性能有可能降低。

[0320] 考虑到这一点,本实施方式的线圈单元5进行了如下所述的研究。首先,第一屏蔽部件30被分割为多个屏蔽小片30P。换言之,第一屏蔽部件30包括配置在同一平面内的多个屏蔽小片30P。沿轴向观察的各屏蔽小片30P的尺寸也可以为150mm以下×150mm以下。由此,尺寸大的第一屏蔽部件30的形成变得容易,另外,能够抑制各个屏蔽小片30P破裂的可能性。

[0321] 在图2至图5B所示的例子中,第一屏蔽部件30包括第一~第四屏蔽小片31~34。各屏蔽小片31~34具有四边形的形状。在图示的例子中,各屏蔽小片31~34包含铁氧体。更具体地说,各屏蔽小片31~34由铁氧体板形成。

[0322] 在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、31之间形成有间隙50。间隙50的宽度是任意的,但考虑到屏蔽小片31~34的制造公差,间隙50的宽度优选为1mm以上。间隙50的宽度可以为2mm以上,也可以为3mm以上,还可以为4mm以上。但是,从抑制通过间隙50的磁力线的透过的观点出发,间隙的宽度优选为6mm以下。

[0323] 在图示的例子中,在第一屏蔽部件30形成有多个间隙50。各间隙50呈直线状延伸。在图示的例子中,在第一屏蔽部件30形成有第一~第四间隙51~54。

[0324] 第一间隙51在第一屏蔽小片31与第四屏蔽小片34之间沿着第二方向D2延伸。第一间隙51沿轴向观察横穿第一直线部组11G的至少一部分。在图5A所示的例子中,第一间隙51沿轴向观察横穿第二~第八匝部102~108的第一直线部11。换言之,第一间隙51沿轴向观察从比第二匝部102靠径向内侧的位置延伸至第八匝部108的径向外侧。通过以第一间隙51横穿第一直线部11的方式配置屏蔽小片31、34,能够抑制在各第一直线部11的周围形成的磁力线通过第一间隙51到达第二屏蔽部件40。由此,能够抑制由于在第一直线部11的周围形成的磁力线而在第二屏蔽部件40产生涡电流。这意味着能够抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,意味着能够抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0325] 沿轴向观察,第一间隙51与第二~第八匝部102~108的第一直线部11所成的角度

例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在该情况下,能够有效地抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。并且,从图5A可以理解,沿轴向观察,第一间隙51也可以与第二~第八匝部102~108的第一直线部11正交。在该情况下,能够更有效地抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0326] 第二间隙52在第一屏蔽小片31与第二屏蔽小片32之间沿着第一方向D1延伸。第二间隙52沿轴向观察横穿第二直线部组12G的至少一部分。在图5A所示的例子中,第二间隙52沿轴向观察横穿第一~第八匝部101~108的第二直线部12。换言之,第二间隙52沿轴向观察从比第一匝部101靠径向内侧的位置延伸至第八匝部108的径向外侧。通过以第二间隙52横穿第二直线部12的方式配置屏蔽小片31、32,能够抑制在各第二直线部12的周围形成的磁力线通过第二间隙52到达第二屏蔽部件40。由此,能够抑制由于在第二直线部12的周围形成的磁力线而在第二屏蔽部件40产生涡电流。这意味着能够抑制因第二间隙52的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,意味着能够抑制因第二间隙52的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0327] 沿轴向观察,第二间隙52与第一~第八匝部101~108的第二直线部12所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在该情况下,能够有效地抑制因第二间隙52的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因第二间隙52的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。并且,从图5A可以理解,沿轴向观察,第二间隙52也可以与第一~第八匝部101~108的第二直线部12正交。在该情况下,能够更有效地抑制因第二间隙52的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因第二间隙52的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0328] 第三间隙53在第二屏蔽小片32与第三屏蔽小片33之间沿着第二方向D2延伸。第三间隙53沿轴向观察横穿第三直线部组13G的至少一部分。在图5A所示的例子中,第三间隙53沿轴向观察横穿第一~第八匝部101~108的第三直线部13。换言之,第三间隙53沿轴向观察从比第一匝部101靠径向内侧的位置延伸至第八匝部108的径向外侧。通过以第三间隙53横穿第三直线部13的方式配置屏蔽小片32、33,能够抑制在各第三直线部13的周围形成的磁力线通过第三间隙53到达第二屏蔽部件40。由此,能够抑制由于在第三直线部13的周围形成的磁力线而在第二屏蔽部件40产生涡电流。这意味着能够抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,意味着能够抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0329] 沿轴向观察,第三间隙53与第一~第八匝部101~108的第三直线部13所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在该情况下,能够有效地抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。并且,从图5A可以理解,沿轴向观察,第三间隙53也可以与第一~第八匝部101~108的第三直线部13正交。在该情况下,能够更有效地抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0330] 第四间隙54在第三屏蔽小片33与第四屏蔽小片34之间沿着第一方向D1延伸。第四

间隙54沿轴向观察横穿第四直线部组14G的至少一部分。在图5A所示的例子中,第四间隙54沿轴向观察横穿第一~第八匝部101~108的第四直线部14。换言之,第四间隙54沿轴向观察从比第一匝部101靠径向内侧的位置延伸至第八匝部108的径向外侧。通过以第四间隙54横穿第四直线部14的方式配置屏蔽小片33、34,能够抑制在各第四直线部14的周围形成的磁力线通过第四间隙54到达第二屏蔽部件40。由此,能够抑制由于在第四直线部14的周围形成的磁力线而在第二屏蔽部件40产生涡电流。这意味着能够抑制因第四间隙54的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,意味着能够抑制因第四间隙54的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0331] 沿轴向观察,第四间隙54与第一~第八匝部101~108的第四直线部14所成的角度例如可以为 80° ~ 100° 。在该情况下,能够有效地抑制因第四间隙54的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因第四间隙54的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。并且,从图5A可以理解,沿轴向观察,第四间隙54也可以与第一~第八匝部101~108的第四直线部14正交。在该情况下,能够更有效地抑制因第四间隙54的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因第四间隙54的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0332] 各间隙51~54延伸到由形成线圈元件10i的最内周部的匝部101包围的区域内。在图示的例子中,第一间隙51和第三间隙53在第一方向D1上的位置一致。因此,第一间隙51和第三间隙53在第二方向D2上连续延伸。另外,第二间隙52和第四间隙54在第二方向D2上的位置一致。因此,第二间隙52和第四间隙54在第一方向D1上连续延伸。但是,并不限于此。第一间隙51和第三间隙53在第一方向D1上的位置也可以不同。另外,第二间隙52和第四间隙54在第二方向D2上的位置也可以不同。

[0333] 沿轴向观察,第一间隙51和第三间隙53形成为其延长线通过中心轴线C。换言之,第一间隙51和第三间隙53形成在与形成线圈元件10i的最内周部的匝部101的第二直线部12和第四直线部14最远离的位置。由此,能够有效地抑制在各第二直线部12以及各第四直线部14的周围形成的磁力线通过第一间隙51以及第三间隙53到达第二屏蔽部件40。由此,能够有效地抑制因第一间隙51以及第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因第一间隙51以及第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0334] 另外,沿轴向观察,第二间隙52和第四间隙54形成为其延长线通过中心轴线C。换言之,第二间隙52和第四间隙54形成在与形成线圈元件10i的最内周部的匝部101的第一直线部11和第三直线部13最远离的位置。由此,能够有效地抑制在各第一直线部11以及各第三直线部13的周围形成的磁力线通过第二间隙52以及第四间隙54到达第二屏蔽部件40。由此,能够有效地抑制因第二间隙52以及第四间隙54的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因第二间隙52以及第四间隙54的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0335] (第二屏蔽部件)

[0336] 第二屏蔽部件40配置在线圈10的第二侧。第二屏蔽部件40从第二侧屏蔽线圈10发出的电磁波。通过由第二屏蔽部件40切断线圈单元5发出的电磁波,能够抑制该电磁波对其他电子部件、人体等产生影响。作为形成第二屏蔽部件40的材料,例如可以采用铝等金属。

在将线圈单元5安装于汽车的情况下,第二屏蔽部件40可以是构成汽车的车身(车体)的金属板。

[0337] 如图4所示,第二屏蔽部件40与第一屏蔽部件30分开配置。在第二屏蔽部件40与第一屏蔽部件30之间可以配置间隔件45。由此,能够将第二屏蔽部件40与第一屏蔽部件30之间的距离维持为规定的距离。间隔件45只要是绝缘性的部件就没有特别限定,但优选为导热部件。由此,能够通过间隔件45促进从线圈单元5的散热。第一屏蔽部件30和第二屏蔽部件40也可以经由作为间隔件45的导热部件接合。

[0338] 作为间隔件45的导热部件例如可以由通过在绝缘性的树脂中分散导热性高的材料而制作的绝缘性散热材料形成。另外,在对间隔件45要求高导热性的情况下,间隔件45也可以使用上述绝缘性散热材料和金属制的部件来制作。例如,通过用由上述绝缘性散热材料制作的膜夹持由铝等金属制作的金属制块,能够制作具有高导热性的间隔件45。这样制作的间隔件45以上述膜位于第一屏蔽部件30与金属制块之间、以及第二屏蔽部件40与金属制块之间的方式,配置在第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间,从而能够确保第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的绝缘性,并且有效地促进从线圈单元5的散热。

[0339] 在此,若将第二屏蔽部件40接近第一屏蔽部件30配置,则例如当将第二屏蔽部件40与第一屏蔽部件30之间的距离设为10mm以下时,由线圈10产生的磁力线容易到达第二屏蔽部件40,由此,可认为在第二屏蔽部件40容易产生涡电流。若在第二屏蔽部件40容易产生涡电流,则第二屏蔽部件40的损耗变大,线圈单元5的损耗变大。特别是,在本实施方式的线圈单元5中,在第一屏蔽部件30形成有间隙51~54。因此,可认为上述磁力线通过第一屏蔽部件30的间隙51~54到达第二屏蔽部件40。因此,在本实施方式的线圈单元5中,当使第二屏蔽部件40接近第一屏蔽部件30时,与在第一屏蔽部件30未形成间隙50的线圈单元相比,可认为线圈单元5的损耗变大。

[0340] 但是,根据本申请发明人得到的见解,通过使线圈单元5包括与线圈10的第二主面10b直接接触(或紧贴)的磁性体树脂层20,能够抑制因使第二屏蔽部件40接近第一屏蔽部件30而导致的线圈单元5的损耗的增大。并且,根据本申请发明人得到的见解,通过使线圈10与屏蔽小片31~34之间的间隙51~54的位置关系为上述位置关系,能够抑制因使第二屏蔽部件40接近第一屏蔽部件30而导致的线圈单元5的损耗的增大。这有助于减小线圈单元5的尺寸(特别是,沿着轴向的尺寸)。

[0341] 需要说明的是,在将线圈单元5搭载于汽车的情况下,其可设置的空间受到限制。因此,减小线圈单元5的尺寸是有利的。因此,在本实施方式中,在线圈单元5是设置于汽车的受电线圈单元的情况下,第二屏蔽部件40与第一屏蔽部件30之间的距离L1可以为10mm以下,也可以为5mm以下,还可以为3mm以下,还可以为2mm以下,还可以为1mm以下。另一方面,在线圈单元5是设置于道路或停车场的送电线圈单元的情况下,第二屏蔽部件40与第一屏蔽部件30之间的距离L1可以为10mm以上,也可以为15mm以上,还可以为20mm以上。但是,第二屏蔽部件40与第一屏蔽部件30之间的距离L1越长,越难以从线圈单元5散热,线圈单元5有可能成为高温。因此,即使在线圈单元5设置于道路或停车场的情况下,第二屏蔽部件40与第一屏蔽部件30之间的距离L1也优选为10mm以下,更优选为5mm以下,进一步优选为3mm以下,进一步优选为2mm以下,进一步优选为1mm以下。另外,在第二屏蔽部件40与第一屏蔽部件30之间的距离L1为1mm以上的情况下,作为间隔件45,优选使用上述具有高导热性的间

隔件。

[0342] 通过使第二屏蔽部件40与第一屏蔽部件30接近配置,能够使本实施方式的线圈10的第一主面10a与第二屏蔽部件40的第一侧的面之间的距离L2为10mm以下,能够使上述距离L2为5mm以下,能够使上述距离L2为3mm以下。

[0343] (连接端子)

[0344] 第一连接端子46和第二连接端子47例如可以在与高频电流供给部1A或转换部2A连接时使用。第一连接端子46与第一匝部101的连接以及第二连接端子47与第八匝部108的连接通过超声波接合来进行。但是,其连接方法不受限制,例如也可以采用基于导电性粘接剂的连接。

[0345] 在使用线圈单元5作为送电线圈单元的情况下,第一连接端子46和第二连接端子47与图1所示的高频电流供给部1A或交流电源连接。当向线圈单元5供给高频电流时,能够使电流从第一连接端子46流向线圈10后,从第二连接端子47流向高频电流供给部1A或交流电源。另外,能够使电流从第二连接端子47流向线圈10后,从第一连接端子46流向高频电流供给部1A或交流电源。由此,能够产生包含沿着线圈10的中心轴线的磁力线的磁场。

[0346] 另一方面,在使用线圈单元5作为受电线圈单元的情况下,通过接受包含沿着线圈10的中心轴线的磁力线的磁场,能够在线圈10产生高频电流。而且,能够将该高频电流从第一连接端子46或第二连接端子47向外部的装置供给。

[0347] 在图示的例子中,第一连接端子46与线圈10的内侧端部10e1连接。换言之,第一连接端子46与形成线圈元件10i的最内周部的第一匝部101的第一直线部11连接。第二连接端子47与线圈10的外侧端部10e2连接。换言之,第二连接端子47与形成线圈元件10i的最外周部的第八匝部108的第四直线部14连接。

[0348] 如图2所示,第一连接端子46从线圈10的径向内侧向外侧延伸。第一连接端子46沿轴向观察横穿线圈元件10i的直线部组11G~14G中的一个而向线圈10的径向外侧延伸出。为了确保第一连接端子46与线圈10以及第一屏蔽部件30之间的绝缘性,也可以在第一连接端子46与线圈10以及第一屏蔽部件30之间配置绝缘性材料。更具体地说,第一连接端子46可以由绝缘性材料覆盖。同样地,也可以在第二连接端子47与线圈10以及第一屏蔽部件30之间配置绝缘性材料。更具体地说,第二连接端子47可以由绝缘性材料覆盖。作为覆盖第一连接端子46和/或第二连接端子47的绝缘性材料,例如可以采用氟树脂。由此,能够确保第一连接端子46和/或第二连接端子47与线圈10以及第一屏蔽部件30之间的绝缘性,并且有效地促进从第一连接端子46和/或第二连接端子47的散热。

[0349] 如图6A所示,在第一连接端子46与线圈10的内侧端部10e1连接的情况下,沿轴向观察,第一连接端子46也可以与从线圈10的内侧向外侧延伸的间隙50重叠地延伸。在该情况下,如图7所示,第一连接端子46也可以在线圈单元5的侧视时,在与屏蔽小片30P重叠的高度位置从线圈10的内侧向外侧延伸。在该情况下,能够抑制第一屏蔽部件30的损耗(发热)。从图7可以理解,连接端子46、47可以经由导电性的连接部48与线圈10连接。

[0350] 在第一连接端子46在从线圈10的内侧向外侧延伸的间隙50内延伸的情况下,沿轴向观察第一连接端子46横穿的直线部11与第一连接端子46所成的角度例如可以为 80° ~ 100° 。并且,如图6A所示,第一连接端子46也可以与上述直线部11正交。在该情况下,能够抑制在上述直线部11的周围形成的磁力线通过第一连接端子46所通过的间隙50到达第二屏

蔽部件40。

[0351] 在第二屏蔽部件40为四边形的情况下,沿轴向观察,第一连接端子46和第二连接端子47优选从第二屏蔽部件40的同一边延伸出(参照图2)。在该情况下,容易进行与第一连接端子46和第二连接端子47连接的配线的引绕。

[0352] 另外,不限于第二屏蔽部件40的形状,只要第一连接端子46和第二连接端子47为如下的位置关系,则与第一连接端子46和第二连接端子47连接的配线的引绕就容易。即,如图6B所示,沿轴向观察,将第一连接端子46与第一屏蔽部件30的外周缘重叠的点设为第一点IP1。另外,沿轴向观察,将第二连接端子47与第一屏蔽部件30的外周缘重叠的点设为第二点IP2。而且,沿轴向观察,连结第一点IP1和中心轴线C的第一假想线IL1与连结第二点IP2和C中心轴线的第二假想线IL2所成的角度 θ 为 90° 以下,优选为 60° 以下,更优选为 45° 以下,进一步优选为 30° 以下。

[0353] 另外,不限于第二屏蔽部件40的形状,第一点IP1与第二点IP2之间的距离优选为100mm以下,更优选为50mm以下。这样,通过使第一点IP1与第二点IP2接近,容易进行与第一连接端子46和第二连接端子47连接的配线的引绕。

[0354] 另外,在图2至图5B所示的例子中,线圈元件10i的端部10e1以及10e2处于如下的位置关系。即,在将线圈元件10i从其外侧端部10e2朝向内侧端部10e1绕中心轴线C环绕的方向设为第一环绕方向CD的情况下,外侧端部10e2从内侧端部10e1向第一环绕方向CD偏移。由此,沿轴向观察,能够不使线圈元件10i的外侧端部区域(在图5B所示的例子中,为第八匝部的第四直线部14)与第一连接端子46交叉地使第一点IP1与第二点IP2接近。通过使线圈元件10i的外侧端部区域与第一连接端子46不交叉,能够降低线圈单元5的损耗(发热)。

[0355] 需要说明的是,在上述实施方式以及后述的几个变形例中,第一直线部11和第四直线部14形成线圈元件10i的端部,但并不限于此。第一~第四直线部11~14中的任意直线部可以形成线圈元件10i的端部。

[0356] <<变形例>>

[0357] 需要说明的是,可以对上述第一实施方式施加各种变更。以下,参照图8至图42,对第一实施方式的变形例进行说明。

[0358] 首先,参照图8至图16,对线圈10与间隙50的位置关系的变形例进行说明。在图8至图16中,省略了第一连接端子46和第二连接端子47的图示。

[0359] 例如,在图8所示的线圈单元5中,第一屏蔽部件30包括2个屏蔽小片31~32。各屏蔽小片31~32具有四边形的形状。沿轴向观察,在相邻的屏蔽小片31、32之间形成的间隙50横穿第一直线部组11G的一部分和第三直线部组13G。间隙50形成在沿轴向观察与中心轴线C重叠的位置。通过这样的线圈单元5,也能够抑制因间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够抑制因间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。需要说明的是,在图8所示的例子中,间隙50沿轴向观察与第一直线部组11G以及第三直线部组13G正交。

[0360] 另外,在图9所示的例子中,第一屏蔽部件30包括6个屏蔽小片31~36。各屏蔽小片31~36具有四边形的形状。在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、31;32、35之间形成的7个间隙50中的2个沿轴向观察在第一直线部组11G与中心轴线C之间延

伸。另外,上述7个间隙50中的2个沿轴向观察在第三直线部组13G与中心轴线C之间延伸。通过使间隙50在形成线圈元件10i的最内周部的第一匝部101的内侧延伸,能够抑制因该间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够抑制因该间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。需要说明的是,在图9所示的例子中,7个间隙50中的6个沿轴向观察与第一~第四直线部组11G~14G中的任一个正交。

[0361] 另外,在图10以及图11所示的例子中,第一屏蔽部件30包括4个屏蔽小片31~34。各屏蔽小片31~34具有四边形的形状。在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34之间形成的3个间隙50中的1个沿轴向观察横穿第一直线部组11G。该间隙50沿轴向观察与第一直线部组11G正交。另外,另外2个间隙50中的1个沿轴向观察在第二直线部组12G内沿着第二直线部12延伸。另外,另外2个间隙50中的另1个在第四直线部组14内沿着第四直线部14延伸。这样,沿轴向观察,形成于第一屏蔽部件30的多个间隙50的一部分也可以在形成线圈10的任一个直线部组11G~14G内沿着构成该直线部组11G~14G的直线部11~14延伸。在该情况下,也至少能够抑制因横穿第一直线部组11G的间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够抑制因该间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0362] 需要说明的是,根据发明人得到的见解,在间隙50沿轴向观察在任一个直线部组11G~14G内沿着构成该直线部组11G~14G的直线部11~14延伸的情况下,该间隙50越接近直线部组11G~14G的径向上的中央,因该间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大越大。因此,如图10所示,在第二直线部组12G内延伸的间隙50优选在比从第二直线部组12G的多个第二直线部12中的最内侧的第二直线部12(第一匝部101的第二直线部12)数起第最小整数个的第二直线部12靠中心轴线C侧(径向内侧)的位置延伸,上述最小整数是该多个第二直线部12的总数除以3得到的值以上的最小整数。或者,如图11所示,在第二直线部组12G内延伸的间隙50优选在比从第二直线部组12G的多个第二直线部12中的最外侧的第二直线部12(第八匝部108的第二直线部12)数起第最小整数个的第二直线部12靠与中心轴线C侧相反侧(径向外侧)的位置延伸,上述最小整数是该多个第二直线部12的总数除以3得到的值以上的最小整数。具体而言,在图10以及图11所示的例子中,第二直线部组12G的第二直线部12的总数为8。8除以3得到的值以上的最小整数为3。因此,如图10所示,在第二直线部组12G内延伸的间隙50优选位于比第三匝部103的第二直线部12靠径向内侧的位置。或者,如图11所示,在第二直线部组12G内延伸的间隙50优选位于比第六匝部106的第二直线部12靠径向外侧的位置。

[0363] 同样地,如图10所示,在第四直线部组14G内延伸的间隙50优选在比从第四直线部组14G的多个第四直线部14中的最内侧的第四直线部14(第一匝部101的第四直线部14)数起第最小整数个的第四直线部14靠中心轴线C侧(径向内侧)的位置延伸,上述最小整数是该多个第四直线部14的总数除以3得到的值以上的最小整数。或者,如图11所示,在第四直线部组14G内延伸的间隙50优选在比从第四直线部组14G的多个第四直线部14中的最外侧的第四直线部14(第八匝部108的第四直线部14)数起第最小整数个的第四直线部14靠与中心轴线C侧相反侧(径向外侧)的位置延伸,上述最小整数是该多个第四直线部14的总数除以3得到的值以上的最小整数。具体而言,在图10以及图11所示的例子中,第四直线部组14G的第四直线部14的总数为8。8除以3得到的值以上的最小的整数为3。因此,如图10所示,在第四直线部组14G内延伸的间隙50优选位于比第三匝部103的第四直线部14靠径向内侧的

位置。或者,如图11所示,在第四直线部组14G内延伸的间隙50优选位于比第六匝部106的第四直线部14靠径向外侧的位置。

[0364] 这也同样适用于在第一屏蔽部件30形成有沿轴向观察在第一直线部组11G内沿着第一直线部11延伸的间隙50的情况、形成有沿轴向观察在第三直线部组13G内沿着第三直线部13延伸的间隙50的情况。在图12至图16所示的例子中,第一屏蔽部件30包括6个屏蔽小片31~36。各屏蔽小片31~36具有四边形的形状。在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、31;32、35之间形成的7个间隙50中的3个沿轴向观察横穿第一直线部组11G的一部分和/或第三直线部组13G的一部分。这3个间隙50沿轴向观察与第一直线部组11G的一部分和/或第三直线部组13G的一部分正交。另外,其他间隙50中的1个沿轴向观察在第一直线部组11G内沿着第一直线部11延伸。另外,其他间隙中的另外2个在第三直线部组13G内沿着第三直线部13延伸。

[0365] 如图12以及图13所示,在第一直线部组11G内延伸的间隙50优选在比从第一直线部组11G的多个第一直线部11中的最内侧的第一直线部11(第一匝部101的第一直线部11)数起第最小整数个的第一直线部11靠中心轴线C侧(径向内侧)的位置延伸,上述最小整数是该多个第一直线部11的总数除以3得到的值以上的最小整数。或者,如图15以及图16所示,在第一直线部组11G内延伸的间隙50优选在比从第一直线部组11G的多个第一直线部11中的最外侧的第一直线部11(第八匝部108的第一直线部11)数起第最小整数个的第一直线部11靠与中心轴线C侧相反侧(径向外侧)的位置延伸,上述最小整数是该多个第一直线部11的总数除以3得到的值以上的最小整数。具体而言,在图12至图16所示的例子中,第一直线部组11G的第一直线部11的总数为8。8除以3得到的值以上的最小的整数为3。因此,如图12以及图13所示,在第一直线部组11G内延伸的间隙50优选位于比第三匝部103的第一直线部11靠径向内侧的位置。或者,如图15以及图16所示,在第一直线部组11G内延伸的间隙50优选位于比第六匝部106的第一直线部11靠径向外侧的位置。

[0366] 同样地,如图12以及图13所示,在第三直线部组13G内延伸的间隙50优选在比从第三直线部组13G的多个第三直线部13中的最内侧的第三直线部13(第一匝部101的第三直线部13)数起第最小整数个的第三直线部13靠中心轴线C侧(径向内侧)的位置延伸,上述最小整数是该多个第三直线部13的总数除以3得到的值以上的最小整数。或者,如图15以及图16所示,在第三直线部组13G内延伸的间隙50优选在比从第三直线部组13G的多个第三直线部13中的最外侧的第三直线部13(第八匝部108的第三直线部13)数起第最小整数个的第三直线部13靠与中心轴线C侧相反侧(径向外侧)的位置延伸,上述最小整数是该多个第三直线部13的总数除以3得到的值以上的最小整数。具体而言,在图12至图16所示的例子中,第三直线部组13G的第三直线部13的总数为8。8除以3得到的值以上的最小的整数为3。因此,如图12以及图13所示,在第三直线部组13G内延伸的间隙50优选位于比第三匝部103的第三直线部13靠径向内侧的位置。或者,如图15以及图16所示,在第三直线部组13G内延伸的间隙50优选位于比第六匝部106的第三直线部13靠径向外侧的位置。

[0367] 另外,如图17至图19所示,线圈10也可以包括多个螺旋形状的线圈元件10j、10jj。在图17至图19所示的例子中,线圈10包括沿轴向排列的2个第一线圈元件10j和第二线圈元件10jj。第一线圈元件10j和第二线圈元件10jj的沿着轴向的间距P例如为5mm以上且40mm以下。

[0368] 在图示的例子中,各线圈元件10j、10jj包括具有螺旋形状的导体10E。导体10E包括沿径向排列的多个匝部101~105。在图示的例子中,导体10E包括第一~第五匝部101~105。第一~第五匝部101~105从径向的内侧朝向外侧依次排列。换言之,第一匝部101位于径向的最内侧,第五匝部105位于径向的最外侧。进一步换言之,第一匝部101形成各线圈元件10j、10jj的最内周部。另外,第五匝部105形成各线圈元件10j、10jj的最外周部。

[0369] 各线圈元件10j、10jj的各匝部101~105在与轴向垂直的假想平面上延伸。第一~第五匝部101~105依次相连,由此,线圈元件10j、10jj绕中心轴线C形成螺旋形状。在图示的例子中,各线圈元件10j、10jj(导体10E)以各匝部101~105呈大致四边形的方式卷绕,但并不限于此。各匝部101~105也可以以大致呈四边形以外的多边形的方式卷绕。从图17以及图18可以理解,第一线圈元件10j的第一~第五匝部101~105分别与第二线圈元件10jj的第一~第五匝部101~105在轴向上整齐排列。

[0370] 各线圈元件10j、10jj的各匝部101~105包括绕中心轴线C配置的多个直线部11~13。在以中心轴线C为中心的圆的周向上相邻的直线部11~13相互连接。在图示的例子中,第一~第五匝部101~105包括沿第一方向D1延伸的第一直线部11和第三直线部13、以及沿第二方向D2延伸的第二直线部12。另外,各线圈元件10j、10jj的第一~第四匝部101~104包括匝连接部16。第一~第四匝部101~104分别在其匝连接部16与第二~第五匝部102~105连接。

[0371] 第一方向D1和第二方向D2彼此不平行。在图示的例子中,第一方向D1和第二方向D2正交。在各匝部101~105中,第一直线部11和第三直线部13配置成中心轴线C通过它们之间。另外,在各匝部101~105中,第二直线部12和匝连接部16配置成中心轴线C通过它们之间。

[0372] 另外,在第一线圈元件10j的各匝部101~105中,第一直线部11和第二直线部12的相邻的端部经由沿着周向弯曲的第一A中间曲线部151连接。同样地,在第一线圈元件10j的各匝部101~105中,第二直线部12和第三直线部13的相邻的端部经由沿着周向弯曲的第一B中间曲线部152连接。另外,在第一线圈元件10j的第一~第四匝部101~104中,第一直线部11和匝连接部16的相邻的端部经由沿着周向弯曲的第一D中间曲线部154连接。并且,第一线圈元件10j的第一~第四匝部101~104的匝连接部16分别经由沿着周向弯曲的第一C中间曲线部153与第一线圈元件10j的第二~第五匝部102~105的第三直线部13连接。

[0373] 另外,在第二线圈元件10jj的各匝部101~105中,第一直线部11和第二直线部12的相邻的端部经由第一A中间曲线部151连接。同样地,在第二线圈元件10jj的各匝部101~105中,第二直线部12和第三直线部13的相邻的端部经由第一B中间曲线部152连接。另外,在第二线圈元件10jj的第一~第四匝部101~104中,第三直线部13和匝连接部16的相邻的端部经由第一C中间曲线部153连接。并且,第二线圈元件10jj的第一~第四匝部101~104的匝连接部16分别经由第一D中间曲线部154与第二线圈元件10jj的第二~第五匝部102~105的第一直线部11连接。

[0374] 从图17可以理解,第一线圈元件10j的第一匝部101的第一~第三直线部11~13以及匝连接部16分别与第二线圈元件10jj的第一匝部101的第一~第三直线部11~13以及匝连接部16在轴向上整齐排列。另外,第一线圈元件10j的第二匝部102的第一~第三直线部

11~13以及匝连接部16分别与第二线圈元件10jj的第二匝部102的第一~第三直线部11~13以及匝连接部16在轴向上整齐排列。另外,第一线圈元件10j的第三匝部103的第一~第三直线部11~13以及匝连接部16分别与第二线圈元件10jj的第三匝部103的第一~第三直线部11~13以及匝连接部16在轴向上整齐排列。另外,第一线圈元件10j的第四匝部104的第一~第三直线部11~13以及匝连接部16分别与第二线圈元件10jj的第四匝部104的第一~第三直线部11~13以及匝连接部16在轴向上整齐排列。另外,第一线圈元件10j的第五匝部105的第一~第三直线部11~13分别与第二线圈元件10jj的第五匝部105的第一~第三直线部11~13在轴向上整齐排列。

[0375] 从图17可以理解,位于第一线圈元件10j的最内侧的第一匝部101的第三直线部13与位于第二线圈元件10jj的最内侧的第一匝部101的第一直线部11电连接。另外,第一连接端子46与位于第一线圈元件10j的最外侧的第五匝部105的第一直线部11连接。另外,第二连接端子47与位于第二线圈元件10jj的最外侧的第五匝部105的第三直线部13连接。

[0376] 如图18所示,第一线圈元件10j形成线圈10的第一主面10a。另外,第二线圈元件10jj形成线圈10的第二主面10b。磁性体树脂层20与线圈10的第二主面10b直接接触。换言之,磁性体树脂层20与第二线圈元件10jj的导体10E直接接触。在图示的例子中,磁性体树脂层20与线圈10的第二主面10b紧贴。换言之,磁性体树脂层20与第二线圈元件10jj的导体10E紧贴。在图18所示的例子中,线圈10埋入磁性体树脂层20。在图18所示的例子中,磁性体树脂层20也与第一线圈元件10j的朝向第二侧的面直接接触或紧贴。但是,并不限于此,磁性体树脂层20也可以不与第一线圈元件10j的朝向第二侧的面直接接触或紧贴。

[0377] 在图17至图19所示的例子中,第一屏蔽部件30包括9个屏蔽小片31~39。各屏蔽小片31~39具有四边形的形状。在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、37;37、38;38、31;32、39;34、39;36、39;38、39之间形成的12个间隙50中的2个,沿轴向观察横穿第一线圈元件10j以及第二线圈元件10jj的第一直线部组11G。这2个间隙50沿轴向观察与第一线圈元件10j以及第二线圈元件10jj的第一直线部组11G正交。另外,上述12个间隙50中的2个沿轴向观察横穿第一线圈元件10j以及第二线圈元件10jj的第二直线部组12G。这2个间隙50沿轴向观察与第一线圈元件10j以及第二线圈元件10jj的第二直线部组12G正交。另外,上述12个间隙50中的2个沿轴向观察横穿第一线圈元件10j以及第二线圈元件10jj的第三直线部组13G。这2个间隙50沿轴向观察与第一线圈元件10j以及第二线圈元件10jj的第三直线部组13G正交。另外,上述12个间隙50中的4个沿轴向观察位于比位于线圈元件10j、10jj的最内侧的第一匝部101靠径向内侧的位置。

[0378] 在上述的例子中,第一屏蔽部件30包括横穿线圈元件10i;10j、10jj的直线部组11G~14G中的任一个的间隙50,但并不限于此。第一屏蔽部件30也可以不包括横穿直线部组11G~14G的间隙50。在图20所示的例子中,第一屏蔽部件30未包括横穿线圈元件10j、10jj的第一~第四直线部组11G~14G的间隙50。

[0379] 在图20所示的例子中,第一屏蔽部件30包括9个屏蔽小片31~39。各屏蔽小片31~39具有四边形的形状。在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、37;37、38;38、31;32、39;34、39;36、39;38、39之间形成的12个间隙50中的2个,沿轴向观察横穿第一线圈元件10j以及第二线圈元件10jj的第一A中间曲线部组151G。另外,上述12个间隙50中的2个沿轴向观察横穿第一线圈元件10j以及第二线圈元件10jj的第一B中间曲线部组152G。另

外,上述12个间隙50中的2个沿轴向观察横穿第一线圈元件10j以及第二线圈元件10jj的第一C中间曲线部组153G。另外,上述12个间隙50中的2个沿轴向观察横穿第一线圈元件10j以及第二线圈元件10jj的第一D中间曲线部组154G。

[0380] 当然,如图21~图25所示,第一屏蔽部件30也可以包括横穿线圈元件10i、10j的第一~第四直线部组11G~14G的间隙50和横穿第一A~第一D中间曲线部组151G~154G的间隙50这两者。

[0381] 在图22以及图23所示的例子中,第一屏蔽部件30包括8个屏蔽小片31~38。各屏蔽小片31~38具有三角形的形状。更具体地说,各屏蔽小片31~38具有直角三角形的形状。在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、37;37、38;38、31之间形成的第一~第八间隙51~58从中心轴线C呈放射状延伸。沿轴向观察,间隙51、53、55、57分别横穿第一A~第一D中间曲线部组151G~154G的至少一部分。在图示的例子中,沿轴向观察,间隙51、53、55、57分别横穿第一A~第一D中间曲线部组151G~154G。换言之,沿轴向观察,间隙51、53、55、57分别从比第一A~第一D中间曲线部组151G~154G靠径向内侧的位置延伸至径向的外侧。

[0382] 通过以第一间隙51横穿第一A中间曲线部151的方式配置屏蔽小片31、32,能够抑制在各第一A中间曲线部151的周围形成的磁力线通过第二间隙52到达第二屏蔽部件40。由此,能够抑制由于在第一A中间曲线部151的周围形成的磁力线而在第二屏蔽部件40产生涡电流。这意味着能够抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,意味着能够抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0383] 沿轴向观察,第一间隙51与第一A中间曲线部组151G的切线TL1所成的角度例如可以为 80° ~ 100° 。在该情况下,能够有效地抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。并且,从图22以及图23可以理解,沿轴向观察,第一间隙51也可以与第一A中间曲线部组151G的切线TL1正交。在该情况下,能够更有效地抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0384] 并且,通过以第三间隙53横穿第一B中间曲线部152的方式配置屏蔽小片33、34,能够抑制在各第一B中间曲线部152的周围形成的磁力线通过第三间隙53到达第二屏蔽部件40。由此,能够抑制由于在第一B中间曲线部152的周围形成的磁力线而在第二屏蔽部件40产生涡电流。这意味着能够抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,意味着能够抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0385] 沿轴向观察,第三间隙53与第一B中间曲线部组152G的切线TL2所成的角度例如可以为 80° ~ 100° 。在该情况下,能够有效地抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。并且,从图22以及图23可以理解,沿轴向观察,第三间隙53也可以与第一B中间曲线部组152G的切线TL2正交。在该情况下,能够更有效地抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0386] 并且,通过以第五间隙55横穿第一C中间曲线部153的方式配置屏蔽小片35、36,能

够抑制在各第一C中间曲线部153的周围形成的磁力线通过第五间隙55到达第二屏蔽部件40。由此,能够抑制由于在第一C中间曲线部153的周围形成的磁力线而在第二屏蔽部件40产生涡电流。这意味着能够抑制因第五间隙55的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,意味着能够抑制因第五间隙55的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0387] 沿轴向观察,第五间隙55与第一C中间曲线部组153G的切线TL3所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在该情况下,能够有效地抑制因第五间隙55的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因第五间隙55的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。并且,从图22以及图23可以理解,沿轴向观察,第五间隙55也可以与第一C中间曲线部组153G的切线TL3正交。在该情况下,能够更有效地抑制因第五间隙55的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因第五间隙55的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0388] 并且,通过以第七间隙57横穿第一D中间曲线部154的方式配置屏蔽小片37、38,能够抑制在各第一D中间曲线部154的周围形成的磁力线通过第七间隙57到达第二屏蔽部件40。由此,能够抑制由于在第一D中间曲线部154的周围形成的磁力线而在第二屏蔽部件40产生涡电流。这意味着能够抑制因第七间隙57的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,意味着能够抑制因第七间隙57的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0389] 沿轴向观察,第七间隙57与第一D中间曲线部组154G的切线TL4所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在该情况下,能够有效地抑制因第七间隙57的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因第七间隙57的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。并且,从图22以及图23可以理解,沿轴向观察,第七间隙57也可以与第一D中间曲线部组154G的切线TL4正交。在该情况下,能够更有效地抑制因第七间隙57的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因第七间隙57的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0390] 需要说明的是,在本说明书中,曲线部组的切线是指沿轴向观察构成该曲线部组的曲线部的切线。因此,第一A~第一D中间曲线部组151G~154G的切线TL1~TL4分别是第一A~第一D中间曲线部151~154的切线。

[0391] 在图22以及图23所示的例子中,沿轴向观察,间隙52、54、58分别横穿第一~第三直线部组11G~13G的至少一部分。在图示的例子中,间隙52、54、58分别横穿第一~第三直线部组11G~13G。换言之,沿轴向观察,间隙52、54、58分别从比第一~第三直线部组11G~13G靠径向内侧的位置延伸至径向的外侧。

[0392] 沿轴向观察,第八间隙58与第一直线部11所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,第八间隙58与第一直线部11正交。另外,沿轴向观察,第二间隙52与第二直线部12所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,第二间隙52与第二直线部12正交。另外,沿轴向观察,第四间隙54与第三直线部13所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,第四间隙54与第三直线部13正交。

[0393] 并且,在图22所示的例子中,沿轴向观察,第六间隙56横穿第四直线部组14G的至少一部分。在图示的例子中,第六间隙56横穿第四直线部组14G。换言之,沿轴向观察,第六间隙56分别从比第四直线部组14G靠径向内侧的位置延伸至径向的外侧。沿轴向观察,第六间隙56与第四直线部14所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,第六间隙56与第四直线部14

正交。

[0394] 在图24以及图25所示的例子中,沿轴向观察,横穿第一中间曲线部组151G~154G的间隙50与第一中间曲线部组151G~154G的切线TL1~TL4所成的角度也是 80° ~ 100° 。在图24以及图25所示的例子中,沿轴向观察,横穿第一中间曲线部组151G~154G的间隙50与第一中间曲线部组151G~154G的切线TL1~TL4正交。这样,作为横穿第一中间曲线部组151G~154G的间隙50与第一中间曲线部组151G~154G的切线TL1~TL4所成的角度为 80° ~ 100° 的多个屏蔽小片30P的布局(或者,第一屏蔽部件30的分割的方式),可以采用各种布局(或者,各种分割的方式)。

[0395] 接着,对图26至图29所示的变形例进行说明。在上述的例子中,在周向上相邻的直线部组11G、12G;12G、13G;13G、14G;14G、11G经由第一中间曲线部组151G~154G连接,但并不限于此。在图26至图29所示的例子中,在周向上相邻的直线部组11G、12G;12G、13G;13G、14G;14G、11G经由第一中间直线部组161G~164G连接。

[0396] 在图26至图29所示的例子中,线圈元件10i整体为八边形状。线圈元件10i(导体10E)以各匝部101~108呈大致八边形的方式卷绕。

[0397] 在图26至图29所示的例子中,第一~第八匝部101~108除了第一~第四直线部11~14之外,还包括第一中间直线部161~164。第一A中间直线部161和第一C中间直线部163沿第三方向D3延伸。第三方向D3与第一~第二方向D1~D2中的任一个都不平行。第一B中间直线部162和第一D中间直线部164沿第四方向D4延伸。第四方向D4与第一~第三方向D1~D3中的任一个都不平行。

[0398] 在各匝部101~108中,第一直线部11和第二直线部12的相邻的端部经由第一A中间直线部161连接。同样地,在各匝部101~108中,第二直线部12和第三直线部13的相邻的端部经由第一B中间直线部162连接。另外,在各匝部101~108中,第三直线部13和第四直线部14的相邻的端部经由第一C中间直线部163连接。

[0399] 并且,在径向上相邻的匝部101、102;...;107、108的第四直线部14和第一直线部11的相邻的端部经由第一D中间直线部164连接。例如,第一匝部101的第四直线部14和第二匝部102的第一直线部11的相邻的端部经由第一D中间直线部164连接。另外,第二匝部102的第四直线部14和第三匝部103的第一直线部11的相邻的端部经由第一D中间直线部164连接。

[0400] 多个匝部101~108的第一A中间直线部161沿径向排列而形成第一A中间直线部组161G。另外,多个匝部101~108的第一B中间直线部162沿径向排列而形成第一B中间直线部组162G。另外,多个匝部101~108的第一C中间直线部163沿径向排列而形成第一C中间直线部组163G。另外,多个匝部101~108的第一D中间直线部164沿径向排列而形成第一D中间直线部组164G。在径向上相邻的第一中间直线部161、161;162、162;163、163;164、164彼此在径向上分离。第一A~第一D中间直线部组161G~164G分别是由多个第一A~第一D中间直线部161~164构成的平行直线组。

[0401] 如上所述,线圈元件10i整体为八边形状。线圈元件10i(导体10E)以各匝部101~108呈大致八边形的方式卷绕。换言之,线圈元件10i包括沿着八边形的8条边延伸的8个直线部组11~14、161~164。在图示的例子中,沿轴向观察,第一直线部11与第一A中间直线部161所成的角度为 125° ~ 145° 。另外,沿轴向观察,第一A中间直线部161与第二直线部12

所成的角度为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$ 。另外,沿轴向观察,第二直线部12与第一B中间直线部162所成的角度为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$ 。另外,沿轴向观察,第一B中间直线部162与第三直线部13所成的角度为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$ 。另外,沿轴向观察,第三直线部13与第一C中间直线部163所成的角度为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$ 。另外,沿轴向观察,第一C中间直线部163与第四直线部14所成的角度为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$ 。另外,沿轴向观察,第四直线部14与第一D中间直线部164所成的角度为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$ 。另外,沿轴向观察,第一D中间直线部164与第一直线部11所成的角度为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$ 。

[0402] 特别是,在图26至图29所示的例子中,沿轴向观察,第一直线部11与第一A中间直线部161所成的角度为 135° 。另外,沿轴向观察,第一A中间直线部161与第二直线部12所成的角度为 135° 。另外,沿轴向观察,第二直线部12与第一B中间直线部162所成的角度为 135° 。另外,沿轴向观察,第一B中间直线部162与第三直线部13所成的角度为 135° 。另外,沿轴向观察,第三直线部13与第一C中间直线部163所成的角度为 135° 。另外,沿轴向观察,第一C中间直线部163与第四直线部14所成的角度为 135° 。另外,沿轴向观察,第四直线部14与第一D中间直线部164所成的角度为 135° 。另外,沿轴向观察,第一D中间直线部164与第一直线部11所成的角度为 135° 。

[0403] 并且,在图26至图29所示的例子中,线圈元件10i整体为正八边形状。线圈元件10i(导体10E)以各匝部101~108呈大致正八边形的方式卷绕。换言之,线圈元件10i包括沿着正八边形的8条边延伸的8个直线部组11~14、161~164。由此,能够提高线圈10的性能。

[0404] 需要说明的是,在周向上相邻的直线部11~14和第一中间直线部161~164也可以通过曲线部连接。

[0405] 在图26所示的例子中,第一屏蔽部件30与图2至图5B所示的例子同样地,包括第一~第四屏蔽小片31~34。各屏蔽小片31~34具有四边形的形状。在第一屏蔽部件30形成有第一~第四间隙51~54。沿轴向观察,第一~第四间隙51~54分别横穿第一~第四直线部组11G~14G的至少一部分。在图26所示的例子中,沿轴向观察,第一~第四间隙51~54分别横穿第一~第四直线部组11G~14G。

[0406] 在图26所示的例子中,沿轴向观察,第一间隙51与第一直线部组11G的第一直线部11所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。同样地,沿轴向观察,第二间隙52与第二直线部组12G的第二直线部12所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。另外,沿轴向观察,第三间隙53与第三直线部组13G的第三直线部13所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。另外,沿轴向观察,第四间隙54与第四直线部组14G的第四直线部14所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。

[0407] 在图26所示的例子中,沿轴向观察,第一间隙51也可以与第一直线部组11G的第一直线部11正交。另外,沿轴向观察,第二间隙52也可以与第二直线部组12G的第二直线部12正交。另外,沿轴向观察,第三间隙53也可以与第三直线部组13G的第三直线部13正交。另外,沿轴向观察,第四间隙54也可以与第四直线部组14G的第四直线部14正交。

[0408] 在图27所示的例子中,第一屏蔽部件30包括12个屏蔽小片30P。在第一屏蔽部件30形成有17个间隙50。在图27所示的例子中,沿轴向观察,上述17个间隙50中的14个间隙50横穿第一~第四直线部组11G~14G和/或第一A~第一D中间直线部组161G~164G的至少一部分。上述14个间隙50中的2个横穿第一直线部组11G或第三直线部组13G。在图27所示的例子中,沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的间隙50与第一直线部组11G所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$,更具体地说为 90° 。另外,在图27所示的例子中,沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的

间隙50与第三直线部组13G所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$,更具体地说为 90° 。

[0409] 在图27所示的例子中,上述17个间隙50中的1个在第二直线部组12G内沿着第二直线部组12G延伸。在第二直线部组12G内延伸的间隙50在比从第二直线部组12G的多个第二直线部12中的最内侧的第二直线部12(第一匝部101的第二直线部12)数起第最小整数个的第二直线部12靠中心轴线C侧(径向内侧)的位置延伸,上述最小整数是该多个第二直线部12的总数除以3得到的值以上的最小整数。

[0410] 在图27所示的例子中,上述17个间隙50中的1个在第四直线部组14G内沿着第二直线部组14G延伸。在第四直线部组14G内延伸的间隙50在比从第四直线部组14G的多个第四直线部14中的最内侧的第四直线部14(第一匝部101的第四直线部14)数起第最小整数个的第四直线部14靠中心轴线C侧(径向内侧)的位置延伸,上述最小整数是该多个第四直线部14的总数除以3得到的值以上的最小整数。

[0411] 在图27所示的例子中,上述17个间隙50中的1个未横穿线圈10。

[0412] 在图28所示的例子中,第一屏蔽部件30包括8个屏蔽小片31~38。各屏蔽小片31~38具有三角形的形状。更具体地说,各屏蔽小片31~38具有直角三角形的形状。在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、37;37、38;38、31之间形成的第一~第八间隙51~58从中心轴线C呈放射状延伸。沿轴向观察,间隙51、53、55、57分别横穿第一A~第一D中间直线部组161G~164G的至少一部分。在图示的例子中,沿轴向观察,间隙51、53、55、57分别横穿第一A~第一D中间直线部组161G~164G。换言之,沿轴向观察,间隙51、53、55、57分别从比第一A~第一D中间直线部组161G~164G靠径向内侧的位置延伸至径向的外侧。

[0413] 通过以第一间隙51横穿第一A中间直线部161的方式配置屏蔽小片31、32,能够抑制在各第一A中间直线部161的周围形成的磁力线通过第一间隙51到达第二屏蔽部件40。由此,能够抑制由于在第一A中间直线部161的周围形成的磁力线而在第二屏蔽部件40产生涡电流。这意味着能够抑制因第二间隙52的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,意味着能够抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0414] 沿轴向观察,第一间隙51与第一A中间直线部161所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在该情况下,能够有效地抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。并且,从图28可以理解,沿轴向观察,第一间隙51也可以与第一A中间直线部161正交。在该情况下,能够更有效地抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因第一间隙51的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0415] 并且,通过以第三间隙53横穿第一B中间直线部162的方式配置屏蔽小片33、34,能够抑制在各第一B中间直线部162的周围形成的磁力线通过第三间隙53到达第二屏蔽部件40。由此,能够抑制由于在第一B中间直线部162的周围形成的磁力线而在第二屏蔽部件40产生涡电流。这意味着能够抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,意味着能够抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0416] 沿轴向观察,第三间隙53与第一B中间直线部162所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在该情况下,能够有效地抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。并且,从图28可以理解,沿轴向观察,第三间隙53也可以与第一B中间直线部162正交。在该情况下,

能够更有效地抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因第三间隙53的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0417] 并且,通过以第五间隙55横穿第一C中间直线部163的方式配置屏蔽小片35、36,能够抑制在各第一C中间直线部163的周围形成的磁力线通过第五间隙55到达第二屏蔽部件40。由此,能够抑制由于在第一C中间直线部163的周围形成的磁力线而在第二屏蔽部件40产生涡电流。这意味着能够抑制因第五间隙55的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,意味着能够抑制因第五间隙55的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0418] 沿轴向观察,第五间隙55与第一C中间直线部163所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在该情况下,能够更有效地抑制因第五间隙55的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因第五间隙55的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。并且,从图28可以理解,沿轴向观察,第五间隙55也可以与第一C中间直线部163正交。在该情况下,能够更有效地抑制因第五间隙55的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因第五间隙55的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0419] 并且,通过以第七间隙57横穿第一D中间直线部164的方式配置屏蔽小片37、38,能够抑制在各第一D中间直线部164的周围形成的磁力线通过第七间隙57到达第二屏蔽部件40。由此,能够抑制由于在第一D中间直线部164的周围形成的磁力线而在第二屏蔽部件40产生涡电流。这意味着能够抑制因第七间隙57的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,意味着能够抑制因第七间隙57的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0420] 沿轴向观察,第七间隙57与第一D中间直线部164所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在该情况下,能够更有效地抑制因第七间隙57的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因第七间隙57的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。并且,从图28可以理解,沿轴向观察,第七间隙57也可以与第一D中间直线部164正交。在该情况下,能够更有效地抑制因第七间隙57的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因第七间隙57的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0421] 在图28所示的例子中,沿轴向观察,间隙58、52、54、56分别横穿第一~第四直线部组11G~14G的至少一部分。在图示的例子中,间隙58、52、54、56分别横穿第一~第四直线部组11G~14G。换言之,沿轴向观察,间隙58、52、54、56分别从比第一~第四直线部组11G~14G靠径向内侧的位置延伸至径向的外侧。

[0422] 沿轴向观察,第八间隙58与第一直线部11所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,第八间隙58与第一直线部11正交。另外,沿轴向观察,第二间隙52与第二直线部12所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,第二间隙52与第二直线部12正交。另外,沿轴向观察,第四间隙54与第三直线部13所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,第四间隙54与第三直线部13正交。另外,沿轴向观察,第六间隙56与第四直线部14所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,第六间隙56与第四直线部14正交。

[0423] 在图29所示的例子中,沿轴向观察,横穿第一中间直线部组161G~164G的间隙50与第一中间直线部161~164所成的角度也是 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在图28所示的例子中,沿轴向观察,横穿第一中间直线部组161G~164G的间隙50与第一中间直线部161~164正交。这样,作为横穿第一中间直线部组161G~164G的间隙50与第一中间直线部161~164所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 的多个屏蔽小片30P的布局(或者,第一屏蔽部件30的分割的方式),可以采用各

种布局(或者,各种分割的方式)。

[0424] 接着,对图30至图33所示的变形例进行说明。在图30至图33所示的例子中,线圈10与图17至图19所示的线圈10同样地,包括多个螺旋形状的线圈元件10j、10jj。

[0425] 图30至图33所示的线圈元件10j、10jj与图26至图29所示的线圈元件10i同样地,整体为八边形状。线圈元件10j、10jj(导体10E)以各匝部101~108呈大致八边形的方式卷绕。

[0426] 在图30至图33所示的例子中,各线圈元件10j、10jj的第一~第五匝部101~105除了第一~第三直线部11~13以及多个匝连接部16之外,还包括第一中间直线部161~164。第一A中间直线部161和第一C中间直线部163沿第三方向D3延伸。第三方向D3与第一~第二方向D1~D2中的任一个都不平行。第一B中间直线部162和第一D中间直线部164沿第四方向D4延伸。第四方向D4与第一~第三方向D1~D3中的任一个都不平行。

[0427] 在各线圈元件10j、10jj的各匝部101~105中,第一直线部11和第二直线部12的相邻的端部经由第一A中间直线部161连接。同样地,在各线圈元件10j、10jj的各匝部101~105中,第二直线部12和第三直线部13的相邻的端部经由第一B中间直线部162连接。另外,在各线圈元件10j、10jj的各匝部101~105中,第三直线部13和多个匝连接部16的相邻的端部经由第一C中间直线部163连接。另外,在各线圈元件10j、10jj的各匝部101~105中,第一直线部11和多个匝连接部16的相邻的端部经由第一D中间直线部164连接。

[0428] 在图30至图33所示的例子中,多个匝部101~105的第一A中间直线部161也沿径向排列而形成第一A中间直线部组161G。另外,多个匝部101~105的第一B中间直线部162沿径向排列而形成第一B中间直线部组162G。另外,多个匝部101~105的第一C中间直线部163沿径向排列而形成第一C中间直线部组163G。另外,多个匝部101~105的第一D中间直线部164沿径向排列而形成第一D中间直线部组164G。在径向上相邻的第一中间直线部161、161;162、162;163、163;164、164彼此在径向上分离。第一A~第一D中间直线部组161G~164G分别是由多个第一A~第一D中间直线部161~164构成的平行直线组。

[0429] 如上所述,线圈元件10j、10jj整体为八边形状。线圈元件10j、10jj(导体10E)以各匝部101~105呈大致八边形的方式卷绕。换言之,线圈元件10j、10jj包括沿着八边形的8条边中的7条边延伸的7个直线部组11~13、161~164。在图示的例子中,沿轴向观察,第一直线部11与第一A中间直线部161所成的角度为 125° ~ 145° 。另外,沿轴向观察,第一A中间直线部161与第二直线部12所成的角度为 125° ~ 145° 。另外,沿轴向观察,第二直线部12与第一B中间直线部162所成的角度为 125° ~ 145° 。另外,沿轴向观察,第一B中间直线部162与第三直线部13所成的角度为 125° ~ 145° 。另外,沿轴向观察,第三直线部13与第一C中间直线部163所成的角度为 125° ~ 145° 。另外,沿轴向观察,第一D中间直线部164与第一直线部11所成的角度为 125° ~ 145° 。

[0430] 特别是,在图30至图33所示的例子中,沿轴向观察,第一直线部11与第一A中间直线部161所成的角度为 135° 。另外,沿轴向观察,第一A中间直线部161与第二直线部12所成的角度为 135° 。另外,沿轴向观察,第二直线部12与第一B中间直线部162所成的角度为 135° 。另外,沿轴向观察,第一B中间直线部162与第三直线部13所成的角度为 135° 。另外,沿轴向观察,第三直线部13与第一C中间直线部163所成的角度为 135° 。另外,沿轴向观察,第一D中间直线部164与第一直线部11所成的角度为 135° 。

[0431] 并且,在图30至图33所示的例子中,线圈元件10j、10jj整体为正八边形状。线圈元件10j、10jj(导体10E)以各匝部101~105呈大致正八边形的方式卷绕。换言之,线圈元件10j、10jj包括沿着正八边形的8条边中的7条边延伸的7个直线部组11~13、161~164。由此,能够提高线圈10的性能。

[0432] 需要说明的是,在图30至图33所示的例子中,在周向上相邻的直线部11~13和第一中间直线部161~164也可以通过曲线部连接。另外,在周向上相邻的第一C中间直线部163和匝连接部16也可以通过曲线部连接。另外,在周向上相邻的第一D中间直线部164和匝连接部16也可以通过曲线部连接。

[0433] 在图30所示的例子中,第一屏蔽部件30包括9个屏蔽小片30P。在第一屏蔽部件30形成有12个间隙50。在图30所示的例子中,沿轴向观察,上述12个间隙50横穿各线圈元件10j、10jj的第一~第三直线部组11G~13G和/或第一A~第一D中间直线部组161G~164G的至少一部分。

[0434] 在图31所示的例子中,第一屏蔽部件30包括12个屏蔽小片30P。在第一屏蔽部件30形成有17个间隙50。在图31所示的例子中,沿轴向观察,上述17个间隙50中的13个间隙50横穿各线圈元件10j、10jj的第一~第三直线部组11G~13G和/或第一A~第一D中间直线部组161G~164G的至少一部分。上述13个间隙50中的1个横穿各线圈元件10j、10jj的第二直线部组12G。在图31所示的例子中,沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部组12G所成的角度为 80° ~ 100° ,更具体地说为 90° 。

[0435] 在图31所示的例子中,上述17个间隙50中的1个在各线圈元件10j、10jj的第一直线部组11G内沿着第一直线部组11G延伸。在第一直线部组11G内延伸的间隙50在比从第一直线部组11G的多个第一直线部11中的最内侧的第一直线部11(第一匝部101的第一直线部11)数起第最小整数个的第一直线部11靠中心轴线C侧(径向内侧)的位置延伸,上述最小整数是该多个第一直线部11的总数除以3得到的值以上的最小整数。

[0436] 在图31所示的例子中,上述17个间隙50中的1个在各线圈元件10j、10jj的第三直线部组13G内沿着第三直线部组13G延伸。在第三直线部组13G内延伸的间隙50在比从第三直线部组13G的多个第三直线部13中的最内侧的第三直线部13(第一匝部101的第三直线部13)数起第最小整数个的第三直线部13靠中心轴线C侧(径向内侧)的位置延伸,上述最小整数是该多个第三直线部13的总数除以3得到的值以上的最小整数。

[0437] 在图32所示的例子中,与图28所示的例子同样地,第一屏蔽部件30包括8个屏蔽小片31~38。各屏蔽小片31~38具有三角形的形状。更具体地说,各屏蔽小片31~38具有直角三角形的形状。在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、37;37、38;38、31之间形成的第一~第八间隙51~58从中心轴线C呈放射状延伸。沿轴向观察,间隙51、53、55、57分别横穿各线圈元件10j、10jj的第一A~第一D中间直线部组161G~164G的至少一部分。在图示的例子中,沿轴向观察,间隙51、53、55、57分别横穿各线圈元件10j、10jj的第一A~第一D中间直线部组161G~164G。换言之,沿轴向观察,间隙51、53、55、57分别从比各线圈元件10j、10jj的第一A~第一D中间直线部组161G~164G靠径向内侧的位置延伸至径向的外侧。由此,能够抑制在各线圈元件10j、10jj的各第一中间直线部161~164的周围形成的磁力线通过横穿该第一中间直线部161~164的间隙51、53、55或57而到达第二屏蔽部件40。

[0438] 沿轴向观察,第一间隙51与各线圈元件10j、10jj的第一A中间直线部161所成的角

度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。并且,从图32可以理解,沿轴向观察,第一间隙51也可以与各线圈元件10j、10jj的第一A中间直线部161正交。

[0439] 沿轴向观察,第三间隙53与各线圈元件10j、10jj的第一B中间直线部162所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。并且,从图32可以理解,沿轴向观察,第三间隙53也可以与各线圈元件10j、10jj的第一B中间直线部162正交。

[0440] 沿轴向观察,第五间隙55与各线圈元件10j、10jj的第一C中间直线部163所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。并且,从图32可以理解,沿轴向观察,第五间隙55也可以与各线圈元件10j、10jj的第一C中间直线部163正交。

[0441] 沿轴向观察,第七间隙57与各线圈元件10j、10jj的第一D中间直线部164所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。并且,从图32可以理解,沿轴向观察,第七间隙57也可以与各线圈元件10j、10jj的第一D中间直线部164正交。

[0442] 在图32所示的例子中,沿轴向观察,间隙58、52、54分别横穿各线圈元件10j、10jj的第一~第三直线部组11G~13G的至少一部分。在图示的例子中,间隙58、52、54分别横穿各线圈元件10j、10jj的第一~第三直线部组11G~13G。换言之,沿轴向观察,间隙58、52、54分别从比各线圈元件10j、10jj的第一~第三直线部组11G~13G靠径向内侧的位置延伸至径向的外侧。

[0443] 沿轴向观察,第八间隙58与各线圈元件10j、10jj的第一直线部11所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,第八间隙58与各线圈元件10j、10jj的第一直线部11正交。另外,沿轴向观察,第二间隙52与各线圈元件10j、10jj的第二直线部12所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,第二间隙52与各线圈元件10j、10jj的第二直线部12正交。另外,沿轴向观察,第四间隙54与各线圈元件10j、10jj的第三直线部13所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,第四间隙54与各线圈元件10j、10jj的第三直线部13正交。

[0444] 在图33所示的例子中,沿轴向观察,横穿各线圈元件10j、10jj的第一中间直线部组161G~164G的间隙50与该第一中间直线部161~164所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在图33所示的例子中,沿轴向观察,横穿各线圈元件10j、10jj的第一中间直线部组161G~164G的间隙50与该第一中间直线部161~164正交。这样,作为横穿各线圈元件10j、10jj的第一中间直线部组161G~164G的间隙50与该第一中间直线部161~164所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 的多个屏蔽小片30P的布局(或者,第一屏蔽部件30的分割的方式),可以采用各种布局(或者,各种分割的方式)。

[0445] 接着,对图34以及图35所示的变形例进行说明。在图34以及图35所示的例子中,第一中间直线部组161G、162G、163G、164G经由第二中间直线部组171G、172G、173G、174G与直线部组12G、13G、14G、11G连接。

[0446] 在图34以及图35所示的例子中,线圈元件10i包括具有螺旋形状的导体10E。导体10E包括沿径向排列的多个匝部101~107。在图示的例子中,导体10E包括第一~第七匝部101~107。第一~第七匝部101~107从径向的内侧朝向外侧依次排列。换言之,第一匝部101位于径向的最内侧,第七匝部107位于径向的最外侧。进一步换言之,第一匝部101形成线圈元件10i的最内周部。另外,第七匝部107形成线圈元件10i的最外周部。

[0447] 线圈元件10i的各匝部101~107在与轴向垂直的假想平面上延伸。第一~第七匝部101~107依次相连,由此,线圈元件10i绕中心轴线C形成螺旋形状。

[0448] 在图34以及图35所示的例子中,线圈元件10i整体为十二边形状。线圈元件10i(导体10E)以各匝部101~107呈大致十二边形的方式卷绕。

[0449] 线圈元件10i的各匝部101~107包括绕中心轴线C配置的多个直线部11~14。在以中心轴线C为中心的圆的周向上相邻的直线部11~14相互连接。在图示的例子中,第一~第七匝部101~107包括沿第一方向D1延伸的第一直线部11和第三直线部13、以及沿第二方向D2延伸的第二直线部12和第四直线部14。

[0450] 第一方向D1和第二方向D2彼此不平行。在图34以及图35所示的例子中,第一方向D1和第二方向D2正交。在各匝部101~107中,第一直线部11和第三直线部13配置成中心轴线C通过它们之间。另外,在各匝部101~107中,第二直线部12和第四直线部14配置成中心轴线C通过它们之间。

[0451] 在图34以及图35所示的例子中,第一~第七匝部101~107除了第一~第四直线部11~14之外,还包括第一中间直线部161~164和第二中间直线部171~174。第一A中间直线部161和第一C中间直线部163沿第三方向D3延伸。第三方向D3与第一~第二方向D1~D2中的任一个都不平行。第一B中间直线部162和第一D中间直线部164沿第四方向D4延伸。第四方向D4与第一~第三方向D1~D3中的任一个都不平行。第二A中间直线部171和第二C中间直线部173沿第五方向D5延伸。第五方向D5与第一~第四方向D1~D4中的任一个都不平行。第二B中间直线部172和第二D中间直线部174沿第六方向D6延伸。第六方向D6与第一~第五方向D1~D5中的任一个都不平行。

[0452] 在各匝部101~107中,第一直线部11和第二直线部12的相邻的端部经由第一A中间直线部161连接。在各匝部101~107中,第一A中间直线部161和第二直线部12的相邻的端部经由第二A中间直线部171连接。

[0453] 另外,在各匝部101~107中,第二直线部12和第三直线部13的相邻的端部经由第一B中间直线部162连接。在各匝部101~107中,第一B中间直线部162和第三直线部13的相邻的端部经由第二B中间直线部172连接。

[0454] 另外,在各匝部101~107中,第三直线部13和第四直线部14的相邻的端部经由第一C中间直线部163连接。在各匝部101~107中,第一C中间直线部163和第四直线部14的相邻的端部经由第二C中间直线部173连接。

[0455] 并且,在径向上相邻的匝部101、102;...;106,107的第四直线部14和第一直线部11的相邻的端部经由第一D中间直线部164连接。另外,在径向上相邻的匝部101、102;...;106,107的第一D中间直线部164和第一直线部11的相邻的端部经由第二D中间直线部174连接。例如,第一匝部101的第四直线部14和第二匝部102的第一直线部11的相邻的端部经由第一D中间直线部164和第二D中间直线部174连接。另外,第二匝部102的第四直线部14和第三匝部103的第一直线部11的相邻的端部经由第一D中间直线部164和第二D中间直线部174连接。

[0456] 多个匝部101~107的第一A中间直线部161沿径向排列而形成第一A中间直线部组161G。另外,多个匝部101~107的第一B中间直线部162沿径向排列而形成第一B中间直线部组162G。另外,多个匝部101~107的第一C中间直线部163沿径向排列而形成第一C中间直线部组163G。另外,多个匝部101~107的第一D中间直线部164沿径向排列而形成第一D中间直线部组164G。在径向上相邻的第一中间直线部161、161;162、162;163、163;164、164彼此在径向

上分离。第一A~第一D中间直线部组161G~164G分别是由多个第一A~第一D中间直线部161~164构成的平行直线组。

[0457] 多个匝部101~107的第二A中间直线部171沿径向排列而形成第二A中间直线部组171G。另外,多个匝部101~107的第二B中间直线部172沿径向排列而形成第二B中间直线部组172G。另外,多个匝部101~107的第二C中间直线部173沿径向排列而形成第二C中间直线部组173G。另外,多个匝部101~107的第二D中间直线部174沿径向排列而形成第二D中间直线部组174G。在径向上相邻的第二中间直线部171、171;172、172;173、173;174、174彼此在径向上分离。第二A~第二D中间直线部组171G~174G分别是由多个第二A~第二D中间直线部171~174构成的平行直线组。

[0458] 如上所述,图34以及图35的线圈元件10i整体为十二边形状。线圈元件10i(导体10E)以各匝部101~107呈大致十二边形的方式卷绕。换言之,线圈元件10i包括沿着十二边形的12条边延伸的12个直线部组11~14、161~164、171~174。在图示的例子中,沿轴向观察,第一直线部11与第一A中间直线部161所成的角度为 140° ~ 160° 。另外,沿轴向观察,第一A中间直线部161与第二A中间直线部171所成的角度为 140° ~ 160° 。另外,沿轴向观察,第二A中间直线部171与第二直线部12所成的角度为 140° ~ 160° 。另外,沿轴向观察,第二直线部12与第一B中间直线部162所成的角度为 140° ~ 160° 。另外,沿轴向观察,第一B中间直线部162与第二B中间直线部172所成的角度为 140° ~ 160° 。另外,沿轴向观察,第二B中间直线部172与第三直线部13所成的角度为 140° ~ 160° 。另外,沿轴向观察,第三直线部13与第一C中间直线部163所成的角度为 140° ~ 160° 。另外,沿轴向观察,第一C中间直线部163与第二C中间直线部173所成的角度为 140° ~ 160° 。另外,沿轴向观察,第二C中间直线部173与第四直线部14所成的角度为 140° ~ 160° 。另外,沿轴向观察,第四直线部14与第一D中间直线部164所成的角度为 140° ~ 160° 。另外,沿轴向观察,第一D中间直线部164与第二D中间直线部174所成的角度为 140° ~ 160° 。另外,沿轴向观察,第二D中间直线部174与第一直线部11所成的角度为 140° ~ 160° 。

[0459] 特别是,在图34以及图35所示的例子中,沿轴向观察,第一直线部11与第一A中间直线部161所成的角度为 150° 。另外,沿轴向观察,第一A中间直线部161与第二A中间直线部171所成的角度为 150° 。另外,沿轴向观察,第二A中间直线部171与第二直线部12所成的角度为 150° 。另外,沿轴向观察,第二直线部12与第一B中间直线部162所成的角度为 150° 。另外,沿轴向观察,第一B中间直线部162与第二B中间直线部172所成的角度为 150° 。另外,沿轴向观察,第二B中间直线部172与第三直线部13所成的角度为 150° 。另外,沿轴向观察,第三直线部13与第一C中间直线部163所成的角度为 150° 。另外,沿轴向观察,第一C中间直线部163与第二C中间直线部173所成的角度为 150° 。另外,沿轴向观察,第二C中间直线部173与第四直线部14所成的角度为 150° 。另外,沿轴向观察,第四直线部14与第一D中间直线部164所成的角度为 150° 。另外,沿轴向观察,第一D中间直线部164与第二D中间直线部174所成的角度为 150° 。另外,沿轴向观察,第二D中间直线部174与第一直线部11所成的角度为 150° 。

[0460] 并且,在图34以及图35所示的例子中,线圈元件10i也可以整体为正十二边形状。线圈元件10i(导体10E)也可以以各匝部101~107呈大致正十二边形的方式卷绕。换言之,线圈元件10i也可以包括沿着正十二边形的12条边延伸的12个直线部组11~14、161~

164、171 ~ 174。在该情况下,能够提高线圈10的性能。

[0461] 在此,如图30等所示,在线圈10包括线圈元件10j、10jj且线圈元件10j、10jj整体为十二边形状的情况下,各线圈元件10j、10jj只要包括沿着十二边形的12条边中的11条边延伸的11个直线部组11 ~ 13、161 ~ 164、171 ~ 174即可。同样地,在线圈10包括线圈元件10j、10jj且线圈元件10j、10jj整体为正十二边形状的情况下,各线圈元件10j、10jj只要包括沿着正十二边形的12条边中的11条边延伸的11个直线部组11 ~ 13、161 ~ 164、171 ~ 174即可。

[0462] 在图34以及图35所示的例子中,在周向上相邻的直线部11 ~ 14、第一中间直线部161 ~ 164以及第二中间直线部171 ~ 184也可以通过曲线部连接。

[0463] 在图34所示的例子中,第一屏蔽部件30包括18个屏蔽小片30P。各屏蔽小片30P具有四边形的形状。在第一屏蔽部件30形成有24个间隙50。沿轴向观察,24个间隙中的20个横穿直线部组11G ~ 14G、第一中间直线部组161G ~ 164G和/或第二中间直线部组171G ~ 174G的至少一部分。

[0464] 在图35所示的例子中,第一屏蔽部件30包括24个屏蔽小片30P。在第一屏蔽部件30形成有28个间隙50。28个间隙中的16个从中心轴线C呈放射状延伸。上述16个间隙中的4个沿轴向观察横穿第二中间直线部组171G ~ 174G的至少一部分。在图35所示的例子中,上述4个间隙50沿轴向观察横穿第二中间直线部组171G ~ 174G。换言之,沿轴向观察,上述4个间隙50从比第二中间直线部组171G ~ 174G靠径向内侧的位置延伸至径向的外侧。

[0465] 通过上述4个间隙50中的1个横穿第二A中间直线部171的方式配置屏蔽小片30P,能够抑制在各第二A中间直线部171的周围形成的磁力线通过该间隙50到达第二屏蔽部件40。由此,能够抑制由于在第二A中间直线部171的周围形成的磁力线而在第二屏蔽部件40产生涡电流。这意味着能够抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,意味着能够抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0466] 沿轴向观察,横穿第二A中间直线部171的间隙50与第二A中间直线部171所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在该情况下,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。并且,从图35可以理解,沿轴向观察,上述间隙50也可以与第二A中间直线部171正交。在该情况下,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0467] 并且,通过上述4个间隙50中的1个横穿第二B中间直线部172的方式配置屏蔽小片30P,能够抑制在各第二B中间直线部172的周围形成的磁力线通过该间隙50到达第二屏蔽部件40。由此,能够抑制由于在第二B中间直线部172的周围形成的磁力线而在第二屏蔽部件40产生涡电流。这意味着能够抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,意味着能够抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0468] 沿轴向观察,横穿第二B中间直线部172的间隙50与第二B中间直线部172所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在该情况下,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。并且,从图35可以理解,沿轴向观察,上述间隙50也可以与第二B中间直线部172正交。在该情况下,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发

热)的增大,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0469] 并且,通过上述4个间隙50中的1个横穿第二C中间直线部173的方式配置屏蔽小片30P,能够抑制在各第二C中间直线部173的周围形成的磁力线通过该间隙50到达第二屏蔽部件40。由此,能够抑制由于在第二C中间直线部173的周围形成的磁力线而在第二屏蔽部件40产生涡电流。这意味着能够抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,意味着能够抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0470] 沿轴向观察,横穿第二C中间直线部173的间隙50与第二C中间直线部173所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在该情况下,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。并且,从图35可以理解,沿轴向观察,上述间隙50也可以与第二C中间直线部173正交。在该情况下,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0471] 并且,通过上述4个间隙50中的1个横穿第二D中间直线部174的方式配置屏蔽小片30P,能够抑制在各第二D中间直线部174的周围形成的磁力线通过该间隙50到达第二屏蔽部件40。由此,能够抑制由于在第二D中间直线部174的周围形成的磁力线而在第二屏蔽部件40产生涡电流。这意味着能够抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,意味着能够抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0472] 沿轴向观察,横穿第二D中间直线部174的间隙50与第二D中间直线部174所成的角度例如可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在该情况下,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。并且,从图35可以理解,沿轴向观察,上述间隙50也可以与第二D中间直线部174正交。在该情况下,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0473] 在图35所示的例子中,沿轴向观察,上述16个间隙50中的8个横穿第一~第四直线部组11G~14G中的任一个的至少一部分。在图示的例子中,上述8个间隙50横穿第一~第四直线部组11G~14G中的任一个。换言之,沿轴向观察,上述8个间隙50从比第一~第四直线部组11G~14G中的任一个靠径向内侧的位置延伸至径向的外侧。

[0474] 沿轴向观察,横穿第一直线部11的间隙50与第一直线部11所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,上述间隙50与第一直线部11正交。另外,沿轴向观察,横穿第二直线部12的间隙50与第二直线部12所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,上述间隙50与第二直线部12正交。另外,沿轴向观察,横穿第三直线部13的间隙50与第三直线部13所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,上述间隙50与第三直线部13正交。另外,沿轴向观察,横穿第四直线部14的间隙50与第四直线部14所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,上述间隙50与第四直线部14正交。

[0475] 并且,在图35所示的例子中,沿轴向观察,上述16个间隙50中的4个横穿第一A~第一D中间直线部组161G~164G中的任一个的至少一部分。在图示的例子中,上述4个间隙50横穿第一A~第一D中间直线部组161G~164G中的任一个。换言之,沿轴向观察,上述4个间隙50从比第一A~第一D中间直线部组161G~164G中的任一个靠径向内侧的位置延伸至径向的外侧。

[0476] 沿轴向观察,横穿第一A中间直线部161的间隙50与第一A中间直线部161所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,上述间隙50与第一A中间直线部161正交。另外,沿轴向观察,横穿第一B中间直线部162的间隙50与第一B中间直线部162所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,上述间隙50与第一B中间直线部162正交。另外,沿轴向观察,横穿第一C中间直线部163的间隙50与第一C中间直线部163所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,上述间隙50与第一C中间直线部163正交。另外,沿轴向观察,横穿第一D中间直线部164的间隙50与第一D中间直线部164所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。更具体地说,上述间隙50与第一D中间直线部164正交。

[0477] 横穿第二中间直线部组171G~174G的间隙50与第二中间直线部171~174所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 的多个屏蔽小片30P的布局(或者,第一屏蔽部件30的分割的方式)不限于图35所示的布局(或者,分割的方式)。在线圈元件10i;10j、10jj整体为十二边形状的情况下,作为横穿第二中间直线部组171G~174G的间隙50与第二中间直线部171~174所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 的多个屏蔽小片30P的布局(或者,第一屏蔽部件30的分割的方式),也可以采用各种布局(或者,各种分割的方式)。

[0478] 接着,对图36以及图37所示的变形例进行说明。在图6A所示的例子中,在第一连接端子46与线圈元件10i的内侧端部10e1连接的情况下,第一连接端子46沿轴向观察在间隙50内延伸,但并不限于此。如图34以及图35所示,第一连接端子46也可以沿轴向观察在形成于屏蔽小片30P的切口N内延伸。在该情况下,如图7所示,第一连接端子46也可以在线圈单元5的侧视时,在与屏蔽小片30P重叠的高度位置从线圈10的内侧向外侧延伸。

[0479] 在第一连接端子46在形成于屏蔽小片30P的切口N内延伸的情况下,沿轴向观察,第一连接端子46横穿的直线部11与第一连接端子46所成的角度例如也可以为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。并且,如图36以及图37所示,第一连接端子46也可以与上述直线部11正交。在该情况下,能够抑制在上述直线部11的周围形成的磁力线通过上述切口N到达第二屏蔽部件40。

[0480] 接着,对图38以及图39所示的变形例进行说明。在图38所示的例子中,与图24所示的例子相比,沿轴向观察,包括线圈元件10i的内侧端部10e1的内侧端部区域(在图24以及图38所示的例子中,为第一匝部101的第一直线部11)重叠的屏蔽小片30P中的最靠近内侧端部10e1的屏蔽小片31与上述内侧端部区域的重叠长度较长。在该情况下,能够使图38的第一屏蔽部件30的损耗(发热)(特别是,上述屏蔽小片31的损耗)比图24的第一屏蔽部件30的损耗(发热)(特别是,上述屏蔽小片31的损耗)更有效地减小。需要说明的是,在此的第一屏蔽部件30的损耗包括由第一屏蔽部件30的磁通产生的损耗(所谓的“铁损”)。

[0481] 另外,在图39所示的例子中,与图29所示的例子相比,沿轴向观察,与包括线圈元件10i的内侧端部10e1的内侧端部区域(在图29以及图39所示的例子中,为第一匝部101的第一直线部11)重叠的屏蔽小片3130P中的最靠近内侧端部10e1的屏蔽小片和上述内侧端部区域的重叠长度较长。在该情况下,能够使图39的第一屏蔽部件30的损耗(发热)(特别是,上述屏蔽小片31的损耗)比图29的第一屏蔽部件30的损耗(发热)(特别是,上述屏蔽小片31的损耗)更有效地减小。

[0482] 接着,对图40以及图41所示的变形例进行说明。在图2至图5B所示的例子中,与线圈元件10i的内侧端部10e1连接的第一连接端子46沿轴向观察横穿第一~第四直线部组11G~14G中的一个而向线圈10的径向外侧延伸出,但并不限于此。如图40所示,第一连接端

子46也可以沿轴向观察横穿第一A~第一D中间曲线部组151G~154G中的一个而向线圈10的径向外侧延伸出。在该情况下,容易使第一连接端子46接近第二连接端子47。换言之,容易使第一点IP1与第二点IP2之间的距离为100mm以下或50mm以下。因此,容易使第一假想线IL1与第二假想线IL2之间的角度 θ 为 90° 以下、或 60° 以下、或 45° 以下、或 30° 以下。

[0483] 在图40所示的例子中,沿轴向观察,第一连接端子46与第一连接端子46横穿的第一中间曲线部组154G的切线TL4所成的角度例如可以为 $80^\circ \sim 100^\circ$ 。并且,从图40可以理解,沿轴向观察,第一连接端子46也可以与上述第一中间曲线部组154G的切线TL4正交。在该情况下,能够抑制在线圈10的各匝部101~108的周围形成的磁力线通过第一连接端子46所通过的间隙50或切口N到达第二屏蔽部件40。

[0484] 或者,如图41所示,第一连接端子46也可以沿轴向观察横穿中间直线部组161G~164G或171G~174G中的一个而向线圈10的径向外侧延伸出。在该情况下,容易使第一连接端子46接近第二连接端子47。换言之,容易使第一点IP1与第二点IP2之间的距离为100mm以下或50mm以下。因此,容易使第一假想线IL1与第二假想线IL2之间的角度 θ 为 90° 以下、或 60° 以下、或 45° 以下、或 30° 以下。

[0485] 在图41所示的例子中,沿轴向观察,第一连接端子46与第一连接端子46横穿的中间直线部组164G所成的角度例如可以为 $80^\circ \sim 100^\circ$ 。并且,从图41可以理解,沿轴向观察,第一连接端子46也可以与上述中间直线部组164G正交。在该情况下,能够抑制在线圈10的各匝部101~108的周围形成的磁力线通过第一连接端子46所通过的间隙50或切口N到达第二屏蔽部件40。

[0486] 接着,对图42所示的变形例进行说明。在图2至图5B所示的例子中,多个匝部101~108的间距相等。因此,线圈元件10i的内侧端部10e1与第二匝部102的第一直线部11之间的距离等于第二匝部102的第一直线部11与第三匝部103的第一直线部11之间的距离。与此相对,在图42所示的例子中,线圈元件10i的内侧端部10e1与第二匝部102的第一直线部11之间的距离大于第二匝部102的第一直线部11与第三匝部103的第一直线部11之间的距离。更具体地说,包括内侧端部10e1的线圈元件10i的内侧端部区域(在图42所示的例子中,为第一匝部101的第一直线部11)与第二匝部102的第一直线部11之间的距离大于第二匝部102的第一直线部11与第三匝部103的第一直线部11之间的距离。在第一连接端子46与线圈元件10i的内侧端部10e1连接的例子中,通过使内侧端部10e1与第二匝部102分离,能够抑制第一屏蔽部件30的损耗(发热)(包括所谓的铁损在内的损耗)。特别是,沿轴向观察,能够有效地抑制与线圈元件10i的上述内侧端部区域(在图42所示的例子中,为第一匝部101的第一直线部11)重叠的屏蔽小片30P(在图42所示的例子中,为屏蔽小片31)的损耗(发热)。

[0487] <<第二实施方式>>

[0488] 接着,参照图43,对第二实施方式及其变形例进行说明。图43所示的线圈单元5与图26所示的线圈单元5相比,不同之处在于第一屏蔽部件30未被分割为多个屏蔽小片30P。其他结构与图26所示的线圈单元5大致相同。在图43所示的第二实施方式中,对与图26所示的线圈单元5同样的部分标注相同的附图标记,并省略详细的说明。

[0489] 在图43所示的例子中,与图26所示的例子同样地,线圈元件10i整体为八边形。更具体地说,线圈元件10i包括沿着八边形的8条边延伸的8个直线部组(直线部组11G~14G以及中间直线部组161G~164G)。由此,与线圈元件10i为图2至图5B所示的形状的情况相比,

能够提高线圈单元5的性能。即,包括整体为八边形的线圈元件10i的线圈单元5的性能比包括整体为四边形且包含第一中间曲线部组151G~154G在内的线圈元件10i的线圈单元5高。

[0490] 在图43所示的例子中,相邻的直线部组11G、161G;161G、12G;12G、162G;162G、13G;13G、163G;163G、14G;14G、164G;164G、11G所成的角度可以为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$ 。在图43所示的例子中,相邻的直线部组11G、161G;161G、12G;12G、162G;162G、13G;13G、163G;163G、14G;14G、164G;164G、11G所成的角度可以为 135° 。另外,在图43所示的例子中,线圈元件10i也可以整体为正八边形。根据本申请发明人得到的见解,通过使线圈10为正八边形状,能够有效地提高线圈单元5的性能。

[0491] 需要说明的是,在图43所示的例子中,第一屏蔽部件30未被分割为多个屏蔽小片30P。因此,在第一屏蔽部件30未形成间隙50。当然,在线圈元件10i整体为八边形状的情况下,如图26至图29所示,第一屏蔽部件30也可以被分割为多个屏蔽小片30P。在第一屏蔽部件30被分割为多个屏蔽小片30P的情况下,如果线圈元件10i的形状以外的条件相同,则包括整体为八边形状的线圈元件10i的线圈单元5的性能也比包括图2至图5B所示的线圈元件10i的线圈单元5的性能高。例如,图28所示的线圈单元5的性能比图22所示的线圈单元5的性能高。另外,图29所示的线圈单元5的性能比图24所示的线圈单元5的性能高。

[0492] <<变形例>>

[0493] 需要说明的是,可以对上述第二实施方式施加各种变更。以下,参照图44以及图45,对第二实施方式的变形例进行说明。

[0494] 在图44所示的例子中,与图30至图33所示的例子同样地,线圈元件10j、10jj整体为八边形。更具体地说,线圈元件10j、10jj包括沿着八边形的8条边中的7条边延伸的7个直线部组(直线部组11G~13G以及中间直线部组161G~164G)。由此,与线圈元件10j、10jj为图17至图21所示的形状的情况相比,能够提高线圈单元5的性能。即,包括整体为八边形的线圈元件10j、10jj的线圈单元5的性能比包括整体为四边形且包含第一中间曲线部151G~154G在内的线圈元件10j、10jj的线圈单元5高。

[0495] 在图44所示的例子中,相邻的直线部组11G、161G;161G、12G;12G、162G;162G、13G;13G、163G;164G、11G所成的角度可以为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$ 。在图44所示的例子中,相邻的直线部组11G、161G;161G、12G;12G、162G;162G、13G;13G、163G;164G、11G所成的角度可以为 135° 。另外,在图44所示的例子中,线圈元件10j、10jj也可以整体为正八边形。更具体地说,线圈元件10j、10jj也可以包括沿着正八边形的8条边中的7条边延伸的7个直线部组(直线部组11G~13G以及第一中间直线部组161G~164G)。根据本申请发明人得到的见解,通过使线圈10为正八边形状,能够有效地提高线圈单元5的性能。

[0496] 需要说明的是,在图44所示的例子中,第一屏蔽部件30未被分割为多个屏蔽小片30P。因此,在第一屏蔽部件30未形成间隙50。当然,在线圈元件10j、10jj整体为八边形状的情况下,如图30至图33所示,第一屏蔽部件30也可以被分割为多个屏蔽小片30P。在第一屏蔽部件30被分割为多个屏蔽小片30P的情况下,如果线圈元件10j、10jj的形状以外的条件相同,则包括整体为八边形状的线圈元件10j、10jj的线圈单元5的性能也比包括图17至图19所示的线圈元件10j、10jj的线圈单元5的性能高。例如,图31所示的线圈单元5的性能比图21所示的线圈单元5的性能高。

[0497] 在图45所示的例子中,与图34以及图35所示的例子同样地,线圈元件10i整体为十

二边形。更具体地说,线圈元件10i包括沿着十二边形的12条边中的11条边延伸的11个直线部组(直线部组11G~13G、第一中间直线部组161G~164G以及第二中间直线部组171G~174G)。在图45所示的例子中,线圈元件10i包括沿着十二边形的12条边延伸的直线部组(直线部组11G~14G、第一中间直线部组161G~164G以及第二中间直线部组171G~174G)。由此,与线圈元件10i为图2至图5B所示的形状的情况相比,能够提高线圈单元5的性能。即,包括整体为十二边形的线圈元件10i的线圈单元5的性能比包括整体为四边形且包含第一中间曲线部151G~154G在内的线圈元件10i的线圈单元5高。

[0498] 在图45所示的例子中,相邻的直线部组11G、161G;161G、171G;171G、12G;12G、162G;162G、172G;172G、13G;13G、163G;163G、173G;164G、174G;174G、11G所成的角度可以为 125° ~ 145° 。在图45所示的例子中,相邻的直线部组173G、14G;14G、164G所成的角度也可以为 125° ~ 145° 。在图45所示的例子中,相邻的直线部组11G、161G;161G、171G;171G、12G;12G、162G;162G、172G;172G、13G;13G、163G;163G、173G;164G、174G;174G、11G所成的角度可以为 135° 。在图45所示的例子中,相邻的直线部组173G、14G;14G、164G所成的角度也可以为 135° 。另外,在图45所示的例子中,线圈元件10i也可以整体为正十二边形。更具体地说,线圈元件10i可以包括沿着正十二边形的12条边中的11条边延伸的11个直线部组(直线部组11G~13G、第一中间直线部组161G~164G以及第二中间直线部组171G~174G)。根据本申请发明人得到的见解,通过使线圈10为正十二边形状,能够有效地提高线圈单元5的性能。

[0499] 需要说明的是,在图45所示的例子中,第一屏蔽部件30未被分割为多个屏蔽小片30P。因此,在第一屏蔽部件30未形成间隙50。当然,在线圈元件10i整体为十二边形状的情况下,如图34以及图35所示,第一屏蔽部件30也可以被分割为多个屏蔽小片30P。在第一屏蔽部件30被分割为多个屏蔽小片30P的情况下,如果线圈元件10i的形状以外的条件相同,则包括整体为十二边形状的线圈元件10i的线圈单元5的性能也比包括图2至图5B所示的形状的线圈元件10i的线圈单元5的性能高。

[0500] 另外,在图45所示的例子中,线圈元件10i包括沿着十二边形的12条边延伸的12个直线部组(直线部组11G~14G、第一中间直线部组161G~164G以及第二中间直线部组171G~174G)。但是,如图30等所示,在线圈10包括线圈元件10j、10jj且线圈元件10j、10jj整体为十二边形状的情况下,各线圈元件10j、10jj只要包括沿着十二边形的12条边中的11条边延伸的11个直线部组11~13、161~164、171~174即可。同样地,在线圈10包括线圈元件10j、10jj且线圈元件10j、10jj整体为正十二边形状的情况下,各线圈元件10j、10jj只要包括沿着正十二边形的12条边中的11条边延伸的11个直线部组11~13、161~164、171~174即可。

[0501] <<实施例1>>

[0502] 接着,对由形成于第一屏蔽部件30的间隙50的位置差异引起的线圈单元5的损耗差异进行说明。

[0503] <实施例1-1>

[0504] 作为实施例1-1的线圈单元5,如图2至图5B所示,准备由形成为螺旋状的线圈10、磁性体树脂层20、第一屏蔽部件30以及第二屏蔽部件40构成的线圈单元5。

[0505] 线圈10与图2至图5B所示的线圈10同样地形成。线圈10由铜形成,其线宽为6mm,厚度为0.5mm。另外,相邻的匝部101、102;...;107、108之间的距离为6mm。线圈10沿着第一方

向D1和第二方向D2的尺寸分别为295mm和295mm。

[0506] 磁性体树脂层20是使混合了磁性体粉的二液固化性环氧树脂固化而形成的。如图4所示,线圈10被收纳在磁性体树脂层20的凹部25内,线圈10的第二主面10b与磁性体树脂层20紧贴。

[0507] 第一屏蔽部件30被分割为4个屏蔽小片31~34而形成。各屏蔽小片31~34为铁氧体板。第一屏蔽部件30在第一方向D1和第二方向D2上的尺寸分别为300mm和300mm。另外,磁性体树脂层20与第一屏蔽部件30之间的距离为1mm。

[0508] 相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、31之间的间隙50的宽度为5mm。在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、31之间形成的4个间隙50的1个(第一间隙51)沿轴向观察横穿第二~第八匝部102~108的第一直线部11。该间隙50沿轴向观察与第二~第八匝部102~108的第一直线部11正交。其他3个间隙50(第二~第四间隙52~54)沿轴向观察分别横穿第一~第八匝部101~108的第二~第四直线部12~14。这3个间隙50沿轴向观察分别与第一~第八匝部101~108的第二~第四直线部12~14正交。4个间隙50(第一~第四间隙51~54)形成为其延长线通过中心轴线C。

[0509] 第二屏蔽部件40由铝形成。第二屏蔽部件40在第一方向D1和第二方向D2上的尺寸分别为320mm和320mm。另外,第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离为1mm。

[0510] (评价)

[0511] 接着,使85kHz的高频电流流过这样制作的实施例1-1的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值以及损耗。

[0512] 实施例1-1的线圈单元5的Q值以及损耗分别为121.0以及87.7W。

[0513] <实施例1-2>

[0514] 除了与图9所示的例子同样地将第一屏蔽部件30分割为6个屏蔽小片31~36而形成以外,与实施例1-1的情况同样地制作实施例1-2的线圈单元5。

[0515] 各屏蔽小片31~36为铁氧体板。

[0516] 相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、31;32、35之间的间隙50的宽度为5mm。

[0517] 在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、31;32、35之间形成的7个间隙50中的2个沿轴向观察横穿第二~第八匝部102~108的第一直线部11或第一~第八匝部101~108的第三直线部13。这2个间隙50沿轴向观察与第二~第八匝部102~108的第一直线部11或第一~第八匝部101~108的第三直线部13正交。另外,这2个间隙50形成为其延长线通过中心轴线C。

[0518] 另外,上述7个间隙50中的1个在由第一匝部101包围的区域内沿着第二方向D2延伸。该间隙50沿轴向观察与中心轴线C重叠。

[0519] 另外,剩下的4个间隙50沿轴向观察横穿第一~第八匝部101~108的第二直线部12或第四直线部14。这4个间隙50沿轴向观察与第一~第八匝部101~108的第二直线部12或第四直线部14正交。另外,这4个间隙50中的2个沿轴向观察在第一直线部组11G与中心轴线C之间延伸。另外,这4个间隙50中的另外2个沿轴向观察在第三直线部组13G与中心轴线C之间延伸。

[0520] (评价)

[0521] 接着,使85kHz的高频电流流过这样制作的实施例1-2的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值以及损耗。

[0522] 实施例1-2的线圈单元5的Q值以及损耗分别为115.0以及91.3W。

[0523] <实施例1-3>

[0524] 如图12所示,除了将第一屏蔽部件30分割为6个屏蔽小片31~36而形成以外,与实施例1-1的情况同样地制作实施例1-3的线圈单元5。

[0525] 各屏蔽小片31~36为铁氧体板。

[0526] 相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、31;32、35之间的间隙50的宽度为5mm。

[0527] 在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、31;32、35之间形成的7个间隙50中的2个沿轴向观察横穿第二~第八匝部102~108的第一直线部11或第一~第八匝部101~108的第三直线部13。这2个间隙50沿轴向观察与第二~第八匝部102~108的第一直线部11或第一~第八匝部101~108的第三直线部13正交。另外,这2个间隙50形成为其延长线通过中心轴线C。

[0528] 另外,上述7个间隙50中的1个在由第一匝部101包围的区域内沿着第二方向D2延伸。该间隙50沿轴向观察与中心轴线C重叠。

[0529] 另外,剩下的4个间隙50中的3个沿轴向观察沿着第二方向D2延伸,与第一匝部101的第一直线部11或第三直线部13重叠。另外,该4个间隙50中的另1个沿轴向观察在第一直线部11的延长线上延伸。

[0530] (评价)

[0531] 接着,使85kHz的高频电流流过这样制作的实施例1-3的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值以及损耗。

[0532] 实施例1-3的线圈10的线圈单元5的Q值以及损耗分别为102.0以及99.5W。

[0533] <实施例1-4>

[0534] 如图13所示,除了将第一屏蔽部件30分割为6个屏蔽小片31~36而形成以外,与实施例1-1的情况同样地制作实施例1-4的线圈单元5。

[0535] 各屏蔽小片31~36为铁氧体板。

[0536] 相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、31;32、35之间的间隙50的宽度为5mm。

[0537] 在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、31;32、35之间形成的7个间隙50中的3个沿轴向观察横穿第二~第八匝部102~108的第一直线部11的一部分和/或第一~第八匝部101~108的第三直线部13的一部分。这3个间隙50沿轴向观察与第二~第八匝部102~108的第一直线部11的一部分和/或第一~第八匝部101~108的第三直线部13的一部分正交。另外,这3个间隙50中的1个沿轴向观察与中心轴线C重叠。另外,这3个间隙50的另外2个形成为其延长线通过中心轴线C。

[0538] 另外,剩下的4个间隙50中的2个沿轴向观察在第一直线部组11G内沿着第一直线部11延伸。更具体地说,这些间隙50在第二匝部102和第三匝部103的第一直线部11之间延伸。另外,该4个间隙50中的另外2个沿轴向观察在第三直线部组13G内沿着第三直线部13延伸。更具体地说,这些间隙50在第二匝部102和第三匝部103的第三直线部13之间延伸。

[0539] (评价)

[0540] 接着,使85kHz的高频电流流过这样制作的实施例1-4的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值以及损耗。

[0541] 实施例1-4的线圈单元5的Q值以及损耗分别为94.5以及104.0W。

[0542] <实施例1-5>

[0543] 如图14所示,除了将第一屏蔽部件30分割为6个屏蔽小片31~36而形成以外,与实施例1-1的情况同样地制作实施例1-5的线圈单元5。

[0544] 各屏蔽小片31~36为铁氧体板。

[0545] 相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、31;32、35之间的间隙50的宽度为5mm。

[0546] 在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、31;32、35之间形成的7个间隙50中的3个沿轴向观察横穿第二~第八匝部102~108的第一直线部11的一部分和/或第一~第八匝部101~108的第三直线部13的一部分。这3个间隙50沿轴向观察与第二~第八匝部102~108的第一直线部11的一部分和/或第一~第八匝部101~108的第三直线部13的一部分正交。另外,这3个间隙50中的1个沿轴向观察与中心轴线C重叠。另外,这3个间隙50的另外2个形成为其延长线通过中心轴线C。

[0547] 另外,剩下的4个间隙50中的2个沿轴向观察在第一直线部组11G内沿着第一直线部11延伸。更具体地说,这些间隙50在第三匝部103和第四匝部104的第一直线部11之间延伸。另外,该4个间隙50中的另外2个沿轴向观察在第三直线部组13G内沿着第三直线部13延伸。更具体地说,这些间隙50在第三匝部103和第四匝部104的第三直线部13之间延伸。

[0548] (评价)

[0549] 接着,使85kHz的高频电流流过这样制作的实施例1-5的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值以及损耗。

[0550] 实施例1-5的线圈单元5的Q值以及损耗分别为89.7以及103.0W。

[0551] <实施例1-6>

[0552] 如图15所示,除了将第一屏蔽部件30分割为6个屏蔽小片31~36而形成以外,与实施例1-1的情况同样地制作实施例1-6的线圈单元5。

[0553] 各屏蔽小片31~36为铁氧体板。

[0554] 相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、31;32、35之间的间隙50的宽度为5mm。

[0555] 在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、31;32、35之间形成的7个间隙50中的3个沿轴向观察横穿第二~第八匝部102~108的第一直线部11的一部分和/或第一~第八匝部101~108的第三直线部13的一部分。这3个间隙50沿轴向观察与第二~第八匝部102~108的第一直线部11的一部分和/或第一~第八匝部101~108的第三直线部13的一部分正交。另外,这3个间隙50中的1个沿轴向观察与中心轴线C重叠。另外,这3个间隙50的另外2个形成为其延长线通过中心轴线C。

[0556] 另外,剩下的4个间隙50中的2个沿轴向观察在第一直线部组11G内沿着第一直线部11延伸。更具体地说,这些间隙50在第六匝部106和第七匝部107的第一直线部11之间延伸。另外,该4个间隙50中的另外2个沿轴向观察在第三直线部组13G内沿着第三直线部13延

伸。更具体地说,这些间隙50在第六匝部106和第七匝部107的第三直线部13之间延伸。

[0557] (评价)

[0558] 接着,使85kHz的高频电流流过这样制作的实施例1-6的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值以及损耗。

[0559] 实施例1-6的线圈单元5的Q值以及损耗分别为95.4以及100.0W。

[0560] <实施例1-7>

[0561] 如图16所示,除了将第一屏蔽部件30分割为6个屏蔽小片31~36而形成以外,与实施例1-1的情况同样地制作实施例1-7的线圈单元5。

[0562] 各屏蔽小片31~36为铁氧体板。

[0563] 相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、31;32、35之间的间隙50的宽度为5mm。

[0564] 在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、31;32、35之间形成的7个间隙50中的3个沿轴向观察横穿第二~第八匝部102~108的第一直线部11的一部分和/或第一~第八匝部101~108的第三直线部13的一部分。这3个间隙50沿轴向观察与第二~第八匝部102~108的第一直线部11的一部分和/或第一~第八匝部101~108的第三直线部13的一部分正交。另外,这3个间隙50中的1个沿轴向观察与中心轴线C重叠。另外,这3个间隙50的另外2个形成为其延长线通过中心轴线C。

[0565] 另外,剩下的4个间隙50中的2个沿轴向观察在第一直线部组11G内沿着第一直线部11延伸。更具体地说,这些间隙50与第八匝部108的第一直线部11重叠。另外,该4个间隙50中的另外2个沿轴向观察在第三直线部组13G内沿着第三直线部13延伸。更具体地说,这些间隙50与第八匝部108的第三直线部13重叠。

[0566] (评价)

[0567] 接着,使85kHz的高频电流流过这样制作的实施例1-7的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值以及损耗。

[0568] 实施例1-7的线圈单元5的Q值以及损耗分别为120.5以及88.0W。

[0569] 图46示出实施例1-1~1-7的线圈单元5的Q值以及损耗。

[0570] 从图46可以理解,与实施例1-1的线圈单元5中的第一屏蔽部件30的间隙50的数量相比,实施例1-2的线圈单元5中的第一屏蔽部件30的间隙50的数量多,但在实施例1-1和实施例1-2的线圈单元5之间,Q值以及损耗没有大的差异。根据该结果可以理解,沿轴向观察,在第一屏蔽部件30的间隙50设置成横穿线圈元件10i的直线部组的情况下,由于该间隙50的存在,线圈10的性能不会大幅受损,另外,线圈单元5的损耗不会大幅增大。

[0571] 另外,根据实施例1-1~1-7的结果可以理解存在如下倾向:沿轴向观察,以第一屏蔽部件30的所有间隙50横穿任一个直线部组11G~14G的方式形成的线圈单元(实施例1-1以及1-2的线圈单元5)的Q值,比以第一屏蔽部件30的间隙50的一部分在任一个直线部组11G~14G内与构成该直线部组11G~14G的直线部11~14平行地延伸的方式形成的线圈单元(实施例1-3~1-7的线圈单元5)的Q值高。

[0572] 需要说明的是,根据实施例1-3~1-7的结果可以理解,在形成于第一屏蔽部件30的间隙50沿轴向观察在任一个直线部组11G~14G内沿着构成该直线部组11G~14G的直线部11~14延伸的情况下,该间隙50越接近直线部组11G~14G的径向上的中央,该线圈单元5

的Q值越低。

[0573] 另外,根据实施例1-2~1-7的结果可以理解存在如下倾向:沿轴向观察,以第一屏蔽部件30的间隙50在形成线圈10的最内周部的第一匝部101与中心轴线C之间延伸的方式形成的线圈单元(实施例1-2的线圈单元5)的Q值,比以第一屏蔽部件30的间隙50在比形成线圈10的最内周部的第一匝部101靠外侧的位置延伸的方式形成的线圈单元(实施例1-3~1-7的线圈单元5)的Q值高。

[0574] 另外,根据实施例1-1~1-7的结果可以理解存在如下倾向:沿轴向观察,以第一屏蔽部件30的间隙50的延长线与中心轴线C重叠的方式形成的线圈单元(实施例1-1的线圈单元5)的Q值,比以第一屏蔽部件30的间隙50的延长线从中心轴线C偏离的方式形成的线圈单元(实施例1-2~1-7的线圈单元5)的Q值高。

[0575] <<实施例2>>

[0576] 接着,对由线圈10的第二主面10b与磁性体树脂层20之间的距离差异引起的线圈单元5的损耗差异进行说明。

[0577] <实施例2-1>

[0578] 作为实施例2-1的线圈单元5,如图17至图19所示,准备由包括形成为螺旋状的线圈元件10j、10jj的线圈10、磁性体树脂层20、第一屏蔽部件30以及第二屏蔽部件40构成的线圈单元5。

[0579] 线圈10与图17至图19所示的线圈10同样地形成。线圈元件10j、10jj由铜形成,其线宽为6mm,厚度为0.5。另外,在各线圈元件10j、10jj中,相邻的匝部101、102;...;104、105之间的距离为6mm。线圈10沿着第一方向D1和第二方向D2的尺寸分别为295mm和295mm。

[0580] 磁性体树脂层20是使混合了磁性体粉的二液固化性环氧树脂固化而形成的。如图18所示,线圈10埋入磁性体树脂层20,线圈10的第二主面10b与磁性体树脂层20紧贴。

[0581] 第一屏蔽部件30被分割为9个屏蔽小片31~39而形成。各屏蔽小片31~39为铁氧体板。第一屏蔽部件30在第一方向D1和第二方向D2上的尺寸分别为300mm和300mm。

[0582] 另外,磁性体树脂层20与第一屏蔽部件30之间的距离为0mm。即,磁性体树脂层20与第一屏蔽部件30紧贴。

[0583] 相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、37;37、38;38、31;32、39;34、39;36、39;38、39之间的间隙50的宽度为5mm。在相邻的屏蔽小片31、32;32、33;33、34;34、35;35、36;36、37;37、38;38、31;32、39;34、39;36、39;38、39之间形成的12个间隙50中的2个沿轴向观察横穿第一~第五匝部101~105的第一直线部11。这2个间隙沿轴向观察与第一~第五匝部101~105的第一直线部11正交。另外,上述12个间隙50中的2个沿轴向观察横穿第一~第五匝部101~105的第二直线部12。这2个间隙50沿轴向观察与第一~第五匝部101~105的第二直线部12正交。另外,上述12个间隙50中的2个沿轴向观察横穿第一~第五匝部101~105的第三直线部13。这2个间隙50沿轴向观察与第一~第五匝部101~105的第三直线部13正交。另外,上述12个间隙50中的2个沿轴向观察横穿第一~第四匝部101~104的匝连接部16。另外,上述12个间隙50中的4个沿轴向观察在位于最内侧的第一匝部101的径向内侧沿着第一方向D1或第二方向D2延伸。

[0584] 第二屏蔽部件40由铝形成。第二屏蔽部件40在第一方向D1和第二方向D2上的尺寸分别为320mm和320mm。另外,第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离为1mm。

[0585] (评价)

[0586] 接着,使85kHz的高频电流流过这样制作的实施例2-1的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值以及损耗。

[0587] 实施例2-1的线圈单元5的Q值以及损耗分别为121.2以及87.7W。

[0588] <实施例2-2>

[0589] 除了将磁性体树脂层20与第一屏蔽部件30之间的距离设为1mm以外,与实施例2-1的情况同样地制作实施例2-2的线圈单元5。

[0590] (评价)

[0591] 接着,使85kHz的高频电流流过这样制作的实施例2-2的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值以及损耗。

[0592] 实施例2-2的线圈单元5的Q值以及损耗分别为122.0以及85.0W。

[0593] <比较例2-1>

[0594] 除了将磁性体树脂层20与线圈10分开配置以外,与实施例2-1的情况同样地制作比较例2-1的线圈单元5。线圈10的第二主面10b与磁性体树脂层20之间的距离为0.1mm。

[0595] (评价)

[0596] 接着,使85kHz的高频电流流过这样制作的比较例2-1的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值以及损耗。

[0597] 比较例2-1的线圈单元5的Q值以及损耗分别为90.5以及116.3W。

[0598] <比较例2-2>

[0599] 除了将线圈10的第二主面10b与磁性体树脂层20之间的距离设为1mm以外,与比较例2-1的情况同样地制作比较例2-2的线圈单元5。

[0600] (评价)

[0601] 接着,使85kHz的高频电流流过这样制作的比较例2-2的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值以及损耗。

[0602] 比较例2-2的线圈单元5的Q值以及损耗分别为96.6以及106.4W。

[0603] <比较例2-3>

[0604] 除了未设置磁性体树脂层20以外,与实施例2-1的情况同样地制作比较例2-3的线圈单元5。

[0605] (评价)

[0606] 接着,使85kHz的高频电流流过这样制作的比较例2-3的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值以及损耗。

[0607] 比较例2-3的线圈单元5的Q值以及损耗分别为97.0以及105.2W。

[0608] <比较例2-4>

[0609] 除了将第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离设为6mm以外,与比较例2-3的情况同样地制作比较例2-4的线圈单元5。

[0610] (评价)

[0611] 接着,使85kHz的高频电流流过这样制作的比较例2-4的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值以及损耗。

[0612] 比较例2-4的线圈单元5的Q值以及损耗分别为104.0以及100.9W。

[0613] <比较例2-5>

[0614] 除了将第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离设为10mm以外,与比较例2-3的情况同样地制作比较例2-5的线圈单元5。

[0615] (评价)

[0616] 接着,使85kHz的高频电流流过这样制作的比较例2-5的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值以及损耗。

[0617] 比较例2-5的线圈单元5的Q值以及损耗分别为106.0以及99.6W。

[0618] <比较例2-6>

[0619] 除了将第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离设为15mm以外,与比较例2-3的情况同样地制作比较例2-6的线圈单元5。

[0620] (评价)

[0621] 接着,使85kHz的高频电流流过这样制作的比较例2-6的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值以及损耗。

[0622] 比较例2-6的线圈单元5的Q值以及损耗分别为108.0以及98.3W。

[0623] 图47示出实施例2-1~2-2以及比较例2-1~2-6的线圈单元的Q值以及损耗。

[0624] 从图47可以理解,实施例2-1的线圈单元5的损耗与比较例2-1~2-2的线圈单元5的损耗相比,大幅降低。由此可知,通过使线圈10的第二主面10b与磁性体树脂层20紧贴,能够大幅降低线圈单元5的损耗。换言之,在线圈10的第二主面10b与磁性体树脂层20分离的情况下,例如即使第二主面10b与磁性体树脂层20之间的距离为0.1mm这样小的距离,线圈单元5的损耗也会大幅增大。另外,在实施例2-1和实施例2-2中,线圈单元5的损耗没有大的差异。由此可知,在使线圈10的第二主面10b与磁性体树脂层20紧贴的情况下,能够抑制因使第一屏蔽部件30接近线圈10而导致的线圈单元5的损耗的增大。需要说明的是,通过对比比较例2-3~2-6的线圈单元5的损耗进行比较,可知通过使第二屏蔽部件40接近第一屏蔽部件30,线圈单元5的损耗增大。

[0625] <<实施例3至实施例6>>

[0626] 接着,对由线圈10的形状差异引起的线圈单元5的性能差异进行说明。

[0627] <实施例3-1>

[0628] 作为实施例3-1的线圈单元5,如图2至图5B所示,准备由形成为螺旋状的线圈10、磁性体树脂层20、第一屏蔽部件30以及第二屏蔽部件40构成的线圈单元5。

[0629] 线圈10与图2至图5B所示的线圈10同样地形成。线圈10由铜形成,其线宽为6mm,厚度为0.5mm。另外,相邻的匝部101、102;...;107、108之间的距离为6mm。线圈10沿着第一方向D1和第二方向D2的尺寸分别为295mm和295mm。

[0630] 磁性体树脂层20是使混合了磁性体粉的二液固化性环氧树脂固化而形成的。如图4所示,线圈10被收纳在磁性体树脂层20的凹部25内,线圈10的第二主面10b与磁性体树脂层20紧贴。

[0631] 第一屏蔽部件30未被分割为多个屏蔽小片30P。换言之,在第一屏蔽部件30未形成间隙50。第一屏蔽部件30为铁氧体板。第一屏蔽部件30在第一方向D1和第二方向D2上的尺寸分别为300mm和300mm。另外,磁性体树脂层20与第一屏蔽部件30之间的距离为1mm。

[0632] 第二屏蔽部件40由铝形成。第二屏蔽部件40在第一方向D1和第二方向D2上的尺寸

分别为320mm和320mm。另外,第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离为1mm。

[0633] <实施例3-2>

[0634] 除了与图36所示的例子同样地将第一屏蔽部件30分割为9个屏蔽小片30P以外,与实施例3-1的情况同样地制作实施例3-2的线圈单元5。第一屏蔽部件30在第一方向D1上被分割为3部分,在第二方向D2上被分割为3部分。

[0635] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。9个屏蔽小片30P都是四边形。9个屏蔽小片30P在第一方向D1上的尺寸彼此相等。另外,9个屏蔽小片30P在第二方向D2上的尺寸彼此相等。

[0636] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0637] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的12个间隙50中的8个沿轴向观察横穿第一~第四直线部组11G~14G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的间隙50与第三直线部13正交。沿轴向观察,横穿第四直线部组14G的间隙50与第四直线部14正交。

[0638] 剩下的4个间隙50沿轴向观察在第一~第四直线部组11G~14G中的任一个与中心轴线C之间沿着第一方向D1或第二方向D2延伸。

[0639] <实施例3-3>

[0640] 除了将第一屏蔽部件30分割为12个屏蔽小片30P以外,与实施例3-1的情况同样地制作实施例3-3的线圈单元5。第一屏蔽部件30在第一方向D1上被分割为4部分,在第二方向D2上被分割为3部分。

[0641] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。12个屏蔽小片30P都是四边形。12个屏蔽小片30P在第一方向D1上的尺寸彼此相等。另外,12个屏蔽小片30P在第二方向D2上的尺寸彼此相等。

[0642] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0643] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的17个间隙50中的2个沿轴向观察横穿第一直线部组11G或第三直线部组13G。沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的间隙50与第三直线部13正交。

[0644] 上述17个间隙50中的12个沿轴向观察部分地横穿第一A~第一D中间曲线部151G~154G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一中间曲线部组151G的间隙50与第一A中间曲线部组151G的切线TL1所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一B中间曲线部组152G的间隙50与第一B中间曲线部组152G的切线TL2所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一C中间曲线部组153G的间隙50与第一C中间曲线部组153G的切线TL3所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一D中间曲线部组154G的间隙50与第一D中间曲线部组154G的切线TL4所成的角度为 45° 。

[0645] 上述17个间隙50中的2个沿轴向观察在第二直线部组12G内或第四直线部组14G内沿着第二方向D2延伸。这些间隙50与第二匝部102的第二直线部12或第四直线部14重叠。

[0646] 剩下的1个间隙50沿轴向观察在第二直线部组12G与第四直线部组14G之间沿着第二方向D2延伸。该间隙50沿轴向观察与中心轴线C重叠。

[0647] <实施例3-4>

[0648] 如图2所示,除了将第一屏蔽部件30分割为4个屏蔽小片30P以外,与实施例3-1的情况同样地制作实施例3-4的线圈单元5。第一屏蔽部件30在第一方向D1上被分割为2部分,在第二方向D2上被分割为2部分。

[0649] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。4个屏蔽小片30P都是四边形。4个屏蔽小片30P在第一方向D1上的尺寸彼此相等。另外,4个屏蔽小片30P在第二方向D2上的尺寸彼此相等。

[0650] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0651] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的4个间隙50沿轴向观察横穿第一~第四直线部组11G~14G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的间隙50与第三直线部13正交。沿轴向观察,横穿第四直线部组14G的间隙50与第四直线部14正交。4个间隙50形成为其延长线通过中心轴线C。

[0652] <实施例3-5>

[0653] 如图22所示,除了将第一屏蔽部件30分割为8个屏蔽小片30P以外,与实施例3-1的情况同样地制作实施例3-5的线圈单元5。形成于第一屏蔽部件30的8个间隙50沿轴向观察从中心轴线C呈放射状延伸。

[0654] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。8个屏蔽小片30P都是直角三角形。8个屏蔽小片30P在第一方向D1上的尺寸彼此相等。另外,8个屏蔽小片30P在第二方向D2上的尺寸彼此相等。

[0655] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0656] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的8个间隙50中的4个沿轴向观察横穿第一~第四直线部组11G~14G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的间隙50与第三直线部13正交。沿轴向观察,横穿第四直线部组14G的间隙50与第四直线部14正交。这4个间隙50形成为其延长线通过中心轴线C。

[0657] 剩下的4个间隙沿轴向观察横穿第一A~第一D中间曲线部组151G~154G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一A中间曲线部组151G的间隙50与第一A中间曲线部组151G的切线TL1正交。沿轴向观察,横穿第一B中间曲线部组152G的间隙50与第一B中间曲线部组152G的切线TL2正交。沿轴向观察,横穿第一C中间曲线部组153G的间隙50与第一C中间曲线部组153G的切线TL3正交。沿轴向观察,横穿第一D中间曲线部组154G的间隙50与第一D中间曲线部组154G的切线TL4正交。这4个间隙50形成为其延长线通过中心轴线C。

[0658] <实施例3-6>

[0659] 如图38所示,除了将第一屏蔽部件30分割为12个屏蔽小片30P以外,与实施例3-1的情况同样地制作实施例3-6的线圈单元5。

[0660] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。12个屏蔽小片30P中的4个为四边形。剩下的8个屏蔽小片30P为直角三角形。

[0661] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0662] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的13个间隙50中的8个沿轴向观察横穿第一~第四直线部组11G~14G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的间隙50与第三直线部13正交。沿轴向观察,横穿第四直线部组14G的间隙50与第四直线部14正交。这4个间隙50形成为其延长线通过中心轴线C。

[0663] 上述13个间隙50中的4个沿轴向观察横穿第一A~第一D中间曲线部组151G~154G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一A中间曲线部组151G的间隙50与第一A中间曲线部组

151G的切线TL1正交。沿轴向观察,横穿第一B中间曲线部组152G的间隙50与第一B中间曲线部组152G的切线TL2正交。沿轴向观察,横穿第一C中间曲线部组153G的间隙50与第一C中间曲线部组153G的切线TL3正交。沿轴向观察,横穿第一D中间曲线部组154G的间隙50与第一D中间曲线部组154G的切线TL4正交。

[0664] 剩下的1个间隙50沿轴向观察在第二直线部组12G与第四直线部组14G之间沿着第二方向D2延伸。该间隙50沿轴向观察与中心轴线C重叠。

[0665] <实施例3-7>

[0666] 如图24所示,除了将第一屏蔽部件30分割为13个屏蔽小片30P以外,与实施例3-1的情况同样地制作实施例3-7的线圈单元5。

[0667] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。13个屏蔽小片30P中的5个为四边形。剩下的8个屏蔽小片30P为直角三角形。

[0668] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0669] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的14个间隙50中的9个沿轴向观察横穿第一~第四直线部组11G~14G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的间隙50与第三直线部13正交。沿轴向观察,横穿第四直线部组14G的间隙50与第四直线部14正交。

[0670] 上述14个间隙50中的4个沿轴向观察横穿第一A~第一D中间曲线部组151G~154G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一A中间曲线部组151G的间隙50与第一A中间曲线部组151G的切线TL1正交。沿轴向观察,横穿第一B中间曲线部组152G的间隙50与第一B中间曲线部组152G的切线TL2正交。沿轴向观察,横穿第一C中间曲线部组153G的间隙50与第一C中间曲线部组153G的切线TL3正交。沿轴向观察,横穿第一D中间曲线部组154G的间隙50与第一D中间曲线部组154G的切线TL4正交。

[0671] 剩下的1个间隙50沿轴向观察在第二直线部组12G与第四直线部组14G之间沿着第二方向D2延伸。该间隙50沿轴向观察与中心轴线C重叠。

[0672] (实施例3的评价)

[0673] 使85kHz的高频电流流过这样制作的实施例3-1~3-7的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值、损耗、阻抗以及电感。图48示出测定结果。在图48中,“Q值”、“阻抗”以及“电感”表示线圈单元5的Q值、阻抗以及电感。“SLD2”表示第二屏蔽部件40。“焦耳损耗”表示由线圈10或第二屏蔽部件40的电流产生的损耗。“铁损”表示由第一屏蔽部件30的磁通产生的损耗。“总损耗”是“焦耳损耗”和“铁损”的合计。“NP”是第一屏蔽部件30的分割数(第一屏蔽部件30所包含的屏蔽小片30P的数量)。例如,“NP9”表示第一屏蔽部件30被分割为9个,“NP12”表示第一屏蔽部件30被分割为12个。其中,“NP1”表示第一屏蔽部件30未被分割。

[0674] <实施例4-1>

[0675] 除了与图43所示的例子同样地将线圈元件10i整体形成为正八边形状以外,与实施例3-1的情况同样地制作实施例4-1的线圈单元5。第一屏蔽部件30未被分割为多个屏蔽小片30P。换言之,在第一屏蔽部件30未形成间隙50。

[0676] 线圈10由铜形成,其线宽为6mm,厚度为0.5mm。另外,相邻的匝部101、102;...;107、108之间的距离为6mm。线圈10沿着第一方向D1和第二方向D2的尺寸分别为295mm和

295mm。

[0677] 第一屏蔽部件30为铁氧体板。第一屏蔽部件30在第一方向D1和第二方向D2上的尺寸分别为300mm和300mm。

[0678] <实施例4-2>

[0679] 除了将第一屏蔽部件30与实施例3-2同样地分割为9个屏蔽小片30P以外,与实施例4-1的情况同样地制作实施例4-2的线圈单元5。第一屏蔽部件30在第一方向D1上被分割为3部分,在第二方向D2上被分割为3部分。

[0680] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。9个屏蔽小片30P都是四边形。9个屏蔽小片30P在第一方向D1上的尺寸彼此相等。另外,9个屏蔽小片30P在第二方向D2上的尺寸彼此相等。

[0681] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0682] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的12个间隙50沿轴向观察横穿第一~第四直线部组11G~14G以及第一A~第一D中间直线部组161G~164G中的任一个的至少一部分。

[0683] 沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的至少一部分的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的至少一部分的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的至少一部分的间隙50与第三直线部13正交。沿轴向观察,横穿第四直线部组14G的至少一部分的间隙50与第四直线部14正交。

[0684] 沿轴向观察,横穿第一A中间直线部组161G的至少一部分的间隙50与第一A中间直线部组161G所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一B中间直线部组162G的至少一部分的间隙50与第一B中间直线部组162G所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一C中间直线部组163G的至少一部分的间隙50与第一C中间直线部组163G所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一D中间直线部组164G的至少一部分的间隙50与第一D中间直线部组164G所成的角度为 45° 。

[0685] <实施例4-3>

[0686] 除了将第一屏蔽部件30与实施例3-3同样地分割为12个屏蔽小片30P以外,与实施例4-1的情况同样地制作实施例4-3的线圈单元5。第一屏蔽部件30在第一方向D1上被分割为4部分,在第二方向D2上被分割为3部分。

[0687] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。12个屏蔽小片30P都是四边形。12个屏蔽小片30P在第一方向D1上的尺寸彼此相等。另外,12个屏蔽小片30P在第二方向D2上的尺寸彼此相等。

[0688] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0689] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的17个间隙50中的16个沿轴向观察横穿第一~第四直线部组11G~14G以及第一A~第一D中间直线部组161G~164G中的任一个的至少一部分。

[0690] 沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的至少一部分的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的至少一部分的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的至少一部分的间隙50与第三直线部13正交。沿轴向观察,横穿第四直线部组14G的至少一部分的间隙50与第四直线部14正交。

[0691] 沿轴向观察,横穿第一A中间直线部组161G的至少一部分的间隙50与第一A中间直线部组161G所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一B中间直线部组162G的至少一部分的间隙50与第一B中间直线部组162G所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一C中间直线部组

163G的至少一部分的间隙50与第一C中间直线部组163G所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一D中间直线部组164G的至少一部分的间隙50与第一D中间直线部组164G所成的角度为 45° 。

[0692] 剩下的1个间隙50沿轴向观察在第二直线部组12G与第四直线部组14G之间沿着第二方向D2延伸。该间隙50沿轴向观察与中心轴线C重叠。

[0693] <实施例4-4>

[0694] 除了将第一屏蔽部件30与实施例3-4同样地分割为4个屏蔽小片30P以外,与实施例4-1的情况同样地制作实施例4-4的线圈单元5。第一屏蔽部件30在第一方向D1上被分割为2部分,在第二方向D2上被分割为2部分。

[0695] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。4个屏蔽小片30P都是四边形。4个屏蔽小片30P在第一方向D1上的尺寸彼此相等。另外,4个屏蔽小片30P在第二方向D2上的尺寸彼此相等。

[0696] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0697] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的4个间隙50沿轴向观察横穿第一~第四直线部组11G~14G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的间隙50与第三直线部13正交。沿轴向观察,横穿第四直线部组14G的间隙50与第四直线部14正交。4个间隙50形成为其延长线通过中心轴线C。

[0698] <实施例4-5>

[0699] 除了将第一屏蔽部件30与实施例3-5同样地分割为8个屏蔽小片30P以外,与实施例4-1的情况同样地制作实施例4-5的线圈单元5。形成于第一屏蔽部件30的8个间隙50沿轴向观察从中心轴线C呈放射状延伸。

[0700] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。8个屏蔽小片30P都是直角三角形。8个屏蔽小片30P在第一方向D1上的尺寸彼此相等。另外,8个屏蔽小片30P在第二方向D2上的尺寸彼此相等。

[0701] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0702] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的8个间隙50中的4个沿轴向观察横穿第一~第四直线部组11G~14G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的间隙50与第三直线部13正交。沿轴向观察,横穿第四直线部组14G的间隙50与第四直线部14正交。这4个间隙50形成为其延长线通过中心轴线C。

[0703] 剩下的4个间隙沿轴向观察横穿第一A~第一D中间直线部组161G~164G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一A中间直线部组161G的间隙50与第一A中间直线部组161G正交。沿轴向观察,横穿第一B中间直线部组162G的间隙50与第一B中间直线部组162G正交。沿轴向观察,横穿第一C中间直线部组163G的间隙50与第一C中间直线部组163G正交。沿轴向观察,横穿第一D中间直线部组164G的间隙50与第一D中间直线部组164G正交。这4个间隙50形成为其延长线通过中心轴线C。

[0704] <实施例4-6>

[0705] 除了将第一屏蔽部件30与实施例3-6同样地分割为12个屏蔽小片30P以外,与实施例4-1的情况同样地制作实施例4-6的线圈单元5。

[0706] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。12个屏蔽小片30P中的4个为四边形。剩下的8个屏蔽

小片30P为直角三角形。

[0707] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0708] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的13个间隙50中的8个沿轴向观察横穿第一~第四直线部组11G~14G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的间隙50与第三直线部13正交。沿轴向观察,横穿第四直线部组14G的间隙50与第四直线部14正交。这4个间隙50形成为其延长线通过中心轴线C。

[0709] 上述13个间隙50中的4个沿轴向观察横穿第一A~第一D中间直线部组161G~164G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一A中间直线部组161G的间隙50与第一A中间直线部组161G正交。沿轴向观察,横穿第一B中间直线部组162G的间隙50与第一B中间直线部组162G正交。沿轴向观察,横穿第一C中间直线部组163G的间隙50与第一C中间直线部组163G正交。沿轴向观察,横穿第一D中间直线部组164G的间隙50与第一D中间直线部组164G正交。

[0710] 剩下的1个间隙50沿轴向观察在第二直线部组12G与第四直线部组14G之间沿着第二方向D2延伸。该间隙50沿轴向观察与中心轴线C重叠。

[0711] <实施例4-7>

[0712] 除了将第一屏蔽部件30与实施例3-7同样地分割为13个屏蔽小片30P以外,与实施例4-1的情况同样地制作实施例4-7的线圈单元5。

[0713] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。13个屏蔽小片30P中的5个为四边形。剩下的8个屏蔽小片30P为直角三角形。

[0714] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0715] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的14个间隙50中的9个沿轴向观察横穿第一~第四直线部组11G~14G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的间隙50与第三直线部13正交。沿轴向观察,横穿第四直线部组14G的间隙50与第四直线部14正交。

[0716] 上述14个间隙50中的4个沿轴向观察横穿第一A~第一D中间曲线部组151G~154G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一A中间曲线部组151G的间隙50与第一A中间曲线部组151G的切线TL1正交。沿轴向观察,横穿第一B中间曲线部组152G的间隙50与第一B中间曲线部组152G的切线TL2正交。沿轴向观察,横穿第一C中间曲线部组153G的间隙50与第一C中间曲线部组153G的切线TL3正交。沿轴向观察,横穿第一D中间曲线部组154G的间隙50与第一D中间曲线部组154G的切线TL4正交。

[0717] 剩下的1个间隙50沿轴向观察在第二直线部组12G与第四直线部组14G之间沿着第二方向D2延伸。该间隙50沿轴向观察与中心轴线C重叠。

[0718] (实施例4的评价)

[0719] 使85kHz的高频电流流过这样制作的实施例4-1~4-7的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值、损耗、阻抗以及电感。图49示出测定结果。在图49中,“Q值”、“阻抗”以及“电感”表示线圈单元5的Q值、阻抗以及电感。“SLD2”表示第二屏蔽部件40。“焦耳损耗”表示由线圈10或第二屏蔽部件40的电流产生的损耗。“铁损”表示由第一屏蔽部件30的磁通产生的损耗。“总损耗”是“焦耳损耗”和“铁损”的合计。“NP”是第一屏蔽部件30的分割数(第一屏

蔽部件30所包含的屏蔽小片30P的数量)。例如,“NP9”表示第一屏蔽部件30被分割为9个,“NP12”表示第一屏蔽部件30被分割为12个。其中,“NP1”表示第一屏蔽部件30未被分割。

[0720] (实施例3与实施例4的比较)

[0721] 图50示出实施例3-1~3-7以及实施例4-1~4-7的线圈单元5的Q值。在图50中,E3-1~E3-7分别表示实施例3-1~3-7。另外,在图50中,E4-1~E4-7分别表示实施例4-1~4-7。从图50可以理解,如果其他条件相同,则具备整体为八边形状的线圈10的线圈单元5的Q值比具备整体为四边形且包含第一中间曲线部151G~154G在内的线圈10的线圈单元5的Q值高。

[0722] <实施例5-1>

[0723] 接着,作为实施例5-1的线圈单元5,如图17至图19所示,准备由包括形成为螺旋状的线圈元件10j、10jj的线圈10、磁性体树脂层20、第一屏蔽部件30以及第二屏蔽部件40构成的线圈单元5。

[0724] 线圈10与图17至图19所示的线圈10同样地形成。线圈元件10j、10jj由铜形成,其线宽为6mm,厚度为0.5。另外,在各线圈元件10j、10jj中,相邻的匝部101、102;...;104、105之间的距离为6mm。线圈10沿着第一方向D1和第二方向D2的尺寸分别为295mm和295mm。

[0725] 磁性体树脂层20是使混合了磁性体粉的二液固化性环氧树脂固化而形成的。如图18所示,线圈10埋入磁性体树脂层20,线圈10的第二主面10b与磁性体树脂层20紧贴。

[0726] 第一屏蔽部件30未被分割为多个屏蔽小片30P。换言之,在第一屏蔽部件30未形成间隙50。第一屏蔽部件30为铁氧体板。第一屏蔽部件30在第一方向D1和第二方向D2上的尺寸分别为300mm和300mm。

[0727] 另外,磁性体树脂层20与第一屏蔽部件30之间的距离为0mm。即,磁性体树脂层20与第一屏蔽部件30紧贴。

[0728] 第二屏蔽部件40由铝形成。第二屏蔽部件40在第一方向D1和第二方向D2上的尺寸分别为320mm和320mm。另外,第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离为1mm。

[0729] <实施例5-2>

[0730] 除了与图20所示的例子同样地将第一屏蔽部件30分割为9个屏蔽小片30P以外,与实施例5-1的情况同样地制作实施例5-2的线圈单元5。第一屏蔽部件30在第一方向D1上被分割为3部分,在第二方向D2上被分割为3部分。

[0731] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。9个屏蔽小片30P都是四边形。9个屏蔽小片30P在第一方向D1上的尺寸彼此相等。另外,9个屏蔽小片30P在第二方向D2上的尺寸彼此相等。

[0732] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0733] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的12个间隙50中的6个沿轴向观察横穿第一~第三直线部组11G~13G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的间隙50与第三直线部13正交。

[0734] 上述12个间隙50中的2个横穿多个匝连接部16。

[0735] 剩下的4个间隙50沿轴向观察在第一~第四直线部组11G~14G中的任一个与中心轴线C之间延伸。

[0736] <实施例5-3>

[0737] 除了将第一屏蔽部件30分割为12个屏蔽小片30P以外,与实施例5-1的情况同样地制作实施例5-3的线圈单元5。第一屏蔽部件30在第一方向D1上被分割为3部分,在第二方向D2上被分割为4部分。

[0738] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。12个屏蔽小片30P都是四边形。12个屏蔽小片30P在第一方向D1上的尺寸彼此相等。另外,12个屏蔽小片30P在第二方向D2上的尺寸彼此相等。

[0739] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0740] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的17个间隙50中的1个沿轴向观察横穿第二直线部组12G。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部12正交。

[0741] 上述17个间隙50中的12个沿轴向观察横穿第一A~第一D中间曲线部151G~154G中的任一个的至少一部分。沿轴向观察,横穿第一A中间曲线部组151G的至少一部分的间隙50与第一A中间曲线部组151G的切线TL1所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一B中间曲线部组152G的至少一部分的间隙50与第一B中间曲线部组152G的切线TL2所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一C中间曲线部组153G的至少一部分的间隙50与第一C中间曲线部组153G的切线TL3所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一D中间曲线部组154G的至少一部分的间隙50与第一D中间曲线部组154G的切线TL4所成的角度为 45° 。

[0742] 上述17个间隙50中的1个沿轴向观察横穿多个匝连接部16。

[0743] 上述17个间隙50中的2个沿轴向观察在第一直线部组11G内或第三直线部组13G内沿着第一方向D1延伸。这些间隙50与第二匝部102的第一直线部11或第三直线部13重叠。

[0744] 剩下的1个间隙50沿轴向观察在第一直线部组11G与第三直线部组13G之间沿着第一方向D1延伸。该间隙50沿轴向观察与中心轴线C重叠。

[0745] <实施例5-4>

[0746] 如图23所示,除了将第一屏蔽部件30分割为8个屏蔽小片30P而形成以外,与实施例5-1的情况同样地制作实施例5-4的线圈单元5。形成于第一屏蔽部件30的8个间隙50沿轴向观察从中心轴线C呈放射状延伸。

[0747] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。8个屏蔽小片30P都是直角三角形。8个屏蔽小片30P在第一方向D1上的尺寸彼此相等。另外,8个屏蔽小片30P在第二方向D2上的尺寸彼此相等。

[0748] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0749] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的8个间隙50中的3个沿轴向观察横穿第一~第三直线部组11G~13G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的间隙50与第三直线部13正交。这4个间隙50形成为其延长线通过中心轴线C。

[0750] 上述8个间隙50中的1个沿轴向观察横穿多个匝连接部16。该间隙50形成为其延长线通过中心轴线C。

[0751] 剩下的4个间隙沿轴向观察横穿第一A~第一D中间曲线部组151G~154G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一A中间曲线部组151G的间隙50与第一A中间曲线部组151G的切线TL1正交。沿轴向观察,横穿第一B中间曲线部组152G的间隙50与第一B中间曲线部组152G的切线TL2正交。沿轴向观察,横穿第一C中间曲线部组153G的间隙50与第一C中间曲线部组153G的切线TL3正交。沿轴向观察,横穿第一D中间曲线部组154G的间隙50与第一D中间曲线

部组154G的切线TL4正交。这4个间隙50形成为其延长线通过中心轴线C。

[0752] <实施例5-5>

[0753] 如图33所示,除了将第一屏蔽部件30分割为12个屏蔽小片30P而形成以外,与实施例5-1的情况同样地制作实施例5-5的线圈单元5。

[0754] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。12个屏蔽小片30P中的4个为四边形。剩下的8个屏蔽小片30P为直角三角形。

[0755] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0756] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的13个间隙50中的6个沿轴向观察横穿第一~第三直线部组11G~13G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的间隙50与第三直线部13正交。

[0757] 上述13个间隙50中的2个沿轴向观察横穿多个匝连接部16。

[0758] 上述13个间隙50中的4个沿轴向观察横穿第一A~第一D中间曲线部组151G~154G的至少一部分。沿轴向观察,横穿第一A中间曲线部组151G的间隙50与第一A中间曲线部组151G的切线TL1正交。沿轴向观察,横穿第一B中间曲线部组152G的间隙50与第一B中间曲线部组152G的切线TL2正交。沿轴向观察,横穿第一C中间曲线部组153G的间隙50与第一C中间曲线部组153G的切线TL3正交。沿轴向观察,横穿第一D中间曲线部组154G的间隙50与第一D中间曲线部组154G的切线TL4正交。

[0759] 剩下的1个间隙50沿轴向观察在第二直线部组12G与多个匝连接部16之间沿着第二方向D2延伸。该间隙50沿轴向观察与中心轴线C重叠。

[0760] (实施例5的评价)

[0761] 使85kHz的高频电流流过这样制作的实施例5-1~5-5的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值、损耗、阻抗以及电感。图51示出测定结果。在图51中,“Q值”、“阻抗”以及“电感”表示线圈单元5的Q值、阻抗以及电感。“SLD2”表示第二屏蔽部件40。“焦耳损耗”表示由线圈10或第二屏蔽部件40的电流产生的损耗。“铁损”表示由第一屏蔽部件30的磁通产生的损耗。“总损耗”是“焦耳损耗”和“铁损”的合计。“NP”是第一屏蔽部件30的分割数(第一屏蔽部件30所包含的屏蔽小片30P的数量)。例如,“NP9”表示第一屏蔽部件30被分割为9个,“NP12”表示第一屏蔽部件30被分割为12个。其中,“NP1”表示第一屏蔽部件30未被分割。

[0762] <实施例6-1>

[0763] 除了与图45所示的例子同样地将线圈元件10j、10jj整体形成为正八边形状以外,与实施例5-1的情况同样地制作实施例6-1的线圈单元5。第一屏蔽部件30未被分割为多个屏蔽小片30P。换言之,在第一屏蔽部件30未形成间隙50。

[0764] 线圈10由铜形成,其线宽为6mm,厚度为0.5mm。另外,相邻的匝部101、102;...;104、105之间的距离为6mm。线圈10沿着第一方向D1和第二方向D2的尺寸分别为295mm和295mm。

[0765] 第一屏蔽部件30为铁氧体板。第一屏蔽部件30在第一方向D1和第二方向D2上的尺寸分别为300mm和300mm。

[0766] <实施例6-2>

[0767] 除了将第一屏蔽部件30与实施例5-2同样地分割为9个屏蔽小片30P以外,与实施

例6-1的情况同样地制作实施例6-2的线圈单元5。第一屏蔽部件30在第一方向D1上被分割为3部分,在第二方向D2上被分割为3部分。

[0768] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。9个屏蔽小片30P都是四边形。9个屏蔽小片30P在第一方向D1上的尺寸彼此相等。另外,9个屏蔽小片30P在第二方向D2上的尺寸彼此相等。

[0769] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0770] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的12个间隙50沿轴向观察横穿第一~第三直线部组11G~13G以及第一A~第一D中间直线部组161G~164G中的任一个的至少一部分。

[0771] 沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的至少一部分的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的至少一部分的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的至少一部分的间隙50与第三直线部13正交。

[0772] 沿轴向观察,横穿第一A中间直线部组161G的至少一部分的间隙50与第一A中间直线部组161G所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一B中间直线部组162G的至少一部分的间隙50与第一B中间直线部组162G所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一C中间直线部组163G的至少一部分的间隙50与第一C中间直线部组163G所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一D中间直线部组164G的至少一部分的间隙50与第一D中间直线部组164G所成的角度为 45° 。

[0773] <实施例6-3>

[0774] 除了将第一屏蔽部件30分割为实施例5-3的12个屏蔽小片30P以外,与实施例6-1的情况同样地制作实施例6-3的线圈单元5。第一屏蔽部件30在第一方向D1上被分割为3部分,在第二方向D2上被分割为4部分。

[0775] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。12个屏蔽小片30P都是四边形。12个屏蔽小片30P在第一方向D1上的尺寸彼此相等。另外,12个屏蔽小片30P在第二方向D2上的尺寸彼此相等。

[0776] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0777] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的17个间隙50中的1个沿轴向观察横穿第二直线部组12G。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部12正交。

[0778] 上述17个间隙50中的12个沿轴向观察横穿第一~第三直线部组11G~13G以及第一A~第一D中间直线部组161G~164G中的任一个的至少一部分。

[0779] 沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的至少一部分的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的至少一部分的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的至少一部分的间隙50与第三直线部13正交。

[0780] 沿轴向观察,横穿第一A中间直线部组161G的至少一部分的间隙50与第一A中间直线部组161G所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一B中间直线部组162G的至少一部分的间隙50与第一B中间直线部组162G所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一C中间直线部组163G的至少一部分的间隙50与第一C中间直线部组163G所成的角度为 45° 。沿轴向观察,横穿第一D中间直线部组164G的至少一部分的间隙50与第一D中间直线部组164G所成的角度为 45° 。

[0781] 上述12个间隙50中的2个沿轴向观察在第一直线部组11G内或第三直线部组13G内沿着第一方向D1延伸。这些间隙50与第二匝部102的第一直线部11或第三直线部13重叠。

[0782] 上述17个间隙50中的1个沿轴向观察横穿多个匝连接部16。

[0783] 剩下的1个间隙50沿轴向观察在第一直线部组11G与第三直线部组13G之间沿着第一方向D1延伸。该间隙50沿轴向观察与中心轴线C重叠。

[0784] <实施例6-4>

[0785] 除了将第一屏蔽部件30与实施例5-4同样地分割为8个屏蔽小片30P以外,与实施例6-1的情况同样地制作实施例6-4的线圈单元5。形成于第一屏蔽部件30的8个间隙50沿轴向观察从中心轴线C呈放射状延伸。

[0786] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。8个屏蔽小片30P都是直角三角形。8个屏蔽小片30P在第一方向D1上的尺寸彼此相等。另外,8个屏蔽小片30P在第二方向D2上的尺寸彼此相等。

[0787] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0788] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的8个间隙50中的3个沿轴向观察横穿第一~第三直线部组11G~13G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的间隙50与第三直线部13正交。

[0789] 上述8个间隙50中的1个沿轴向观察横穿多个匝连接部16。

[0790] 剩下的4个间隙沿轴向观察横穿第一A~第一D中间直线部组161G~164G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一A中间直线部组161G的间隙50与第一A中间直线部组161G正交。沿轴向观察,横穿第一B中间直线部组162G的间隙50与第一B中间直线部组162G正交。沿轴向观察,横穿第一C中间直线部组163G的间隙50与第一C中间直线部组163G正交。沿轴向观察,横穿第一D中间直线部组164G的间隙50与第一D中间直线部组164G正交。

[0791] <实施例6-5>

[0792] 除了将第一屏蔽部件30与实施例5-5同样地分割为12个屏蔽小片30P以外,与实施例6-1的情况同样地制作实施例6-5的线圈单元5。

[0793] 各屏蔽小片30P为铁氧体板。12个屏蔽小片30P中的4个为四边形。剩下的8个屏蔽小片30P为直角三角形。

[0794] 相邻的屏蔽小片30P之间的间隙50的宽度为5mm。

[0795] 在相邻的屏蔽小片30P之间形成的13个间隙50中的6个沿轴向观察横穿第一~第三直线部组11G~13G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一直线部组11G的间隙50与第一直线部11正交。沿轴向观察,横穿第二直线部组12G的间隙50与第二直线部12正交。沿轴向观察,横穿第三直线部组13G的间隙50与第三直线部13正交。

[0796] 上述13个间隙50中的2个沿轴向观察横穿多个匝连接部16。

[0797] 上述13个间隙50中的4个沿轴向观察横穿第一A~第一D中间直线部组161G~164G中的任一个。沿轴向观察,横穿第一A中间直线部组161G的间隙50与第一A中间直线部组161G正交。沿轴向观察,横穿第一B中间直线部组162G的间隙50与第一B中间直线部组162G正交。沿轴向观察,横穿第一C中间直线部组163G的间隙50与第一C中间直线部组163G正交。沿轴向观察,横穿第一D中间直线部组164G的间隙50与第一D中间直线部组164G正交。

[0798] 剩下的1个间隙50沿轴向观察在第一直线部组11G与第三直线部组13G之间沿着第一方向D1延伸。该间隙50沿轴向观察与中心轴线C重叠。

[0799] (实施例6的评价)

[0800] 使85kHz的高频电流流过这样制作的实施例6-1~6-5的线圈单元5的线圈10,测定

线圈单元5的Q值、损耗、阻抗以及电感。图52示出测定结果。在图52中，“Q值”、“阻抗”以及“电感”表示线圈单元5的Q值、阻抗以及电感。“SLD2”表示第二屏蔽部件40。“焦耳损耗”表示由线圈10或第二屏蔽部件40的电流产生的损耗。“铁损”表示由第一屏蔽部件30的磁通产生的损耗。“总损耗”是“焦耳损耗”和“铁损”的合计。“NP”是第一屏蔽部件30的分割数（第一屏蔽部件30所包含的屏蔽小片30P的数量）。例如，“NP9”表示第一屏蔽部件30被分割为9个，“NP12”表示第一屏蔽部件30被分割为12个。其中，“NP1”表示第一屏蔽部件30未被分割。

[0801] (实施例5与实施例6的比较)

[0802] 图53示出实施例5-1~5-5以及实施例6-1~6-5的线圈单元5的Q值。在图53中，E5-1~E5-5分别表示实施例5-1~5-5。另外，在图53中，E6-1~E6-5分别表示实施例6-1~6-5。从图53可以理解，如果其他条件相同，则具备整体为八边形状的线圈10的线圈单元5的Q值比具备整体为四边形且包含第一中间曲线部151G~154G在内的线圈10的线圈单元5的Q值高。

[0803] <<实施例7>>

[0804] 接着，对线圈10为板状的情况和为绞合线圈的情况下的线圈单元5的性能的差异进行说明。

[0805] <实施例7-1>

[0806] 与实施例3-2的情况同样地制作实施例7-1的线圈单元5。第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离与实施例3-2的情况相同，为1mm。

[0807] <实施例7-2>

[0808] 除了将第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离设为10mm以外，与实施例7-1的情况同样地制作实施例7-2的线圈单元5。

[0809] <实施例7-3>

[0810] 与实施例3-5的情况同样地制作实施例7-3的线圈单元5。第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离与实施例7-1的情况相同，为1mm。

[0811] <实施例7-4>

[0812] 除了将第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离设为10mm以外，与实施例7-3的情况同样地制作实施例7-4的线圈单元5。

[0813] <比较例7-1>

[0814] 除了由绞合线形成线圈10以外，与实施例7-1的情况同样地制作比较例7-1的线圈单元5。绞合线使用将1600根直径0.05mm的漆包线绞合而成的绞合线。线圈10由具有8个匝部101~108的单一的线圈元件构成。绞合线的粗细（直径）为3.0mm。相邻的匝部101、102；...；107、108之间的距离为6mm。线圈10沿着第一方向D1和第二方向D2的尺寸分别为295mm和295mm。

[0815] 磁性体树脂层20与绞合线直接接触。但是，由于绞合线由漆包线构成，因此，磁性体树脂层20与绞合线的导体未直接接触。

[0816] 第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离与实施例7-1的情况相同，为1mm。

[0817] 沿轴向观察，比较例7-1的线圈10的轮廓的形状以及尺寸与实施例7-1的线圈10的轮廓大致相同。

[0818] <比较例7-2>

[0819] 除了将第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离设为10mm以外,与比较例7-1的情况同样地制作比较例7-2的线圈单元5。

[0820] <比较例7-3>

[0821] 除了由绞合线形成线圈10以外,与实施例7-3的情况同样地制作比较例7-3的线圈单元5。线圈10与比较例7-1的线圈10同样地制作。

[0822] 第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离与实施例7-1的情况相同,为1mm。

[0823] <比较例7-4>

[0824] 除了将第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离设为10mm以外,与比较例7-3的情况同样地制作比较例7-4的线圈单元5。

[0825] (评价)

[0826] 使85kHz的高频电流流过这样制作的实施例7-1~7-4以及比较例7-1~7-4的线圈单元5的线圈10,测定线圈单元5的Q值。图54示出测定结果。另外,图55示出由第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离差异引起的Q值的变化。在图54以及图55中,“SLD1”表示第一屏蔽部件30,“SLD2”表示第二屏蔽部件40。

[0827] 另外,在图54以及图55中,图示出第一屏蔽部件30的分割方式。在图54以及图55中,(a)表示实施例7-1~7-2以及比较例7-1~7-2的第一屏蔽部件30的分割方式。在图54以及图55中,(b)表示实施例7-3~7-4以及比较例7-3~7-4的第一屏蔽部件30的分割方式。在图54以及图55的(a)以及(b)中,用实线表示第一屏蔽部件30以及屏蔽小片30P,用虚线表示线圈10的轮廓线。图54以及图55的(a)以及(b)是沿轴向观察第一屏蔽部件30以及线圈10的图。

[0828] 如图54所示,实施例7-1~7-4的线圈单元5的Q值分别为110、150、187以及205。另外,比较例7-1~7-4的线圈单元的Q值分别为300、396、335以及426。

[0829] 图55示出实施例7-1及实施例7-2的Q值的比较结果,实施例7-3及实施例7-4的Q值的比较结果,比较例7-1及比较例7-2的Q值的比较结果、以及比较例7-3及比较例7-4的Q值的比较结果。如图55所示,实施例7-1的Q值为实施例7-2的Q值的73%。实施例7-3的Q值为实施例7-4的Q值的91%。比较例7-1的Q值为比较例7-2的Q值的76%。比较例7-3的Q值为比较例7-4的Q值的79%。

[0830] 根据图55的实施例7-1以及实施例7-2的Q值的比较结果和比较例7-1以及比较例7-2的Q值的比较结果可以理解如下内容。即,在第一屏蔽部件30的分割方式为(a)的情况下,且在将第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离从10mm变更为1mm的情况下,即使线圈10由绞合线形成,即使如上述实施方式那样线圈10由板状的线圈元件10i形成,Q值的降低也为相同程度。

[0831] 根据图55的实施例7-3以及实施例7-4的Q值的比较结果和比较例7-3以及比较例7-4的Q值的比较结果可以理解如下内容。即,在第一屏蔽部件30的分割方式为(b)的情况下,且在将第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离从10mm变更为1mm的情况下,如果如上述实施方式那样线圈10由板状的线圈元件10i形成,则与线圈10由绞合线形成的情况相比,Q值的降低被显著抑制。

[0832] <<实施例8>>

[0833] 接着,对线圈10整体形成为正八边形状的情况和线圈10整体形成为正八边形状以

外的八边形状的情况下的线圈单元5的性能的差异进行说明。

[0834] 图56是将图44所示的线圈单元5与线圈10的内轮廓线0L一起示出的图。内轮廓线0L沿着构成线圈元件10j、10jj的第一匝部101的直线部中的直线部11~13以及第一中间直线部161~164。将内轮廓线0L的8条边中的与直线部11~13平行的边的长度设为a,将与中间直线部161~164平行的边的长度设为b。以下,参照图57至图63,对不变更内轮廓线0L在第一方向D1和第二方向D2上的尺寸而变更长度a和长度b的情况下的线圈单元5的性能的差异进行说明。在图57至图60中,线SS表示正四边形。正四边形SS在第一方向D1和第二方向D2上的尺寸与内轮廓线0L在第一方向D1和第二方向D2上的尺寸相同。图57至图60所示的正四边形SS在第一方向D1和第二方向D2上的尺寸彼此相等。换言之,图57至图60所示的内轮廓线0L在第一方向D1和第二方向D2上的尺寸彼此相等。

[0835] <实施例8-1>

[0836] 作为实施例8-1的线圈单元5,准备2个与实施例4-1的线圈单元5同样地制作的线圈单元。如图57所示,线圈10的内轮廓线0L的长度a和长度b相等。换言之,线圈10沿轴向观察整体形成为正八边形状。长度b为57.7mm。

[0837] 接着,将这样制作的实施例8-1的线圈单元5中的一个作为送电线圈单元,将另一个作为受电线圈单元,以送电线圈单元5的线圈10与受电线圈单元5的线圈10相对的方式,配置送电线圈单元5和受电线圈单元5。接着,使85kHz的高频电流流过送电线圈单元5的线圈10,使送电线圈单元5与受电线圈单元5电磁耦合。然后,在送电线圈单元5与受电线圈单元5电磁耦合的状态下,测定送电线圈单元5的Q值以及送电线圈单元5的耦合系数。

[0838] <实施例8-2>

[0839] 如图58所示,准备2个除了长度b比长度a长以外与实施例8-1的情况同样地制作的线圈单元5作为实施例8-2的线圈单元。长度b为70mm。

[0840] 接着,将这样制作的实施例8-2的线圈单元5中的一个作为送电线圈单元,将另一个作为受电线圈单元,以送电线圈单元5的线圈10与受电线圈单元5的线圈10相对的方式,配置送电线圈单元5和受电线圈单元5。接着,使85kHz的高频电流流过送电线圈单元5的线圈10,使送电线圈单元5与受电线圈单元5电磁耦合。然后,在送电线圈单元5与受电线圈单元5电磁耦合的状态下,测定送电线圈单元5的Q值以及送电线圈单元5的耦合系数。

[0841] <实施例8-3>

[0842] 如图59所示,准备2个除了长度b比长度a短以外与实施例8-1的情况同样地制作的线圈单元5作为实施例8-3的线圈单元。长度b为40mm。

[0843] 接着,将这样制作的实施例8-3的线圈单元5中的一个作为送电线圈单元,将另一个作为受电线圈单元,以送电线圈单元5的线圈10与受电线圈单元5的线圈10相对的方式,配置送电线圈单元5和受电线圈单元5。接着,使85kHz的高频电流流过送电线圈单元5的线圈10,使送电线圈单元5与受电线圈单元5电磁耦合。然后,在送电线圈单元5与受电线圈单元5电磁耦合的状态下,测定送电线圈单元5的Q值以及送电线圈单元5的耦合系数。

[0844] <实施例8-4>

[0845] 如图60所示,准备2个除了与实施例8-3相比长度b更短以外与实施例8-1的情况同样地制作的线圈单元5作为实施例8-4的线圈单元。长度b为20mm。

[0846] 接着,将这样制作的实施例8-4的线圈单元5中的一个作为送电线圈单元,将另一

个作为受电线圈单元,以送电线圈单元5的线圈10与受电线圈单元5的线圈10相对的方式,配置送电线圈单元5和受电线圈单元5。接着,使85kHz的高频电流流过送电线圈单元5的线圈10,使送电线圈单元5与受电线圈单元5电磁耦合。然后,在送电线圈单元5与受电线圈单元5电磁耦合的状态下,测定送电线圈单元5的Q值以及送电线圈单元5的耦合系数。

[0847] 图61示出实施例8-1~8-4的线圈单元5的Q值。图62示出实施例8-1~8-4的线圈单元5的耦合系数。图63示出实施例8-1~8-4的线圈单元5的耦合系数与Q值之积。在图61至图63中,E8-1~E8-4分别表示实施例8-1~8-4。从图61至图63可以理解,在线圈10的内轮廓线OL的长度a和长度b相等的情况下(因此,线圈10沿轴向观察形成为正八边形状的情况下),线圈单元5的Q值、耦合系数、以及耦合系数与Q值之积都较高。

[0848] 以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5具备:包括绕任意的中心轴线C形成为螺旋形状的线圈元件 $10i$; $10j$ 、 $10jj$ 的线圈10、磁性体树脂层20、第一屏蔽部件30以及第二屏蔽部件40。线圈10具有第一主面10a和与第一主面10a相反的一侧的面即第二主面10b。磁性体树脂层20与线圈10的第二主面10b直接接触。线圈10和磁性体树脂层20、第一屏蔽部件30以及第二屏蔽部件40在从第一主面10a朝向第二主面10b的方向上依次层叠。第一屏蔽部件30被分割为多个屏蔽小片30P。根据这样的线圈单元5,由于第一屏蔽部件30被分割为屏蔽小片30P,因此,第一屏蔽部件30的制作容易。这有助于提高线圈单元5的制造效率。另外,如上所述,线圈单元5包括与线圈10的第二主面10b直接接触的磁性体树脂层20。由此,能够抑制因在第一屏蔽部件30形成的间隙50的存在而导致的、和/或因减小第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大。因此,能够抑制线圈单元5的损耗的增大,并且减小线圈单元5的尺寸。

[0849] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,线圈元件 $10i$; $10j$ 、 $10jj$ 包括具有螺旋形状的导体10E。磁性体树脂层20与导体10E直接接触。

[0850] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,第一屏蔽部件30包含铁氧体。

[0851] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离可以为2mm以下。在以上说明的一实施方式及其变形例中,通过使线圈单元5包括与线圈10的第二主面10b直接接触的磁性体树脂层20,能够抑制因使第二屏蔽部件40与第一屏蔽部件30接近而导致的线圈单元5的损耗的增大。因此,能够使第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间的距离为2mm以下,减小线圈单元5的沿着轴向的尺寸。

[0852] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,在第一屏蔽部件30与第二屏蔽部件40之间配置有导热部件45。在该情况下,能够通过间隔件45促进从线圈单元5的散热。

[0853] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,线圈元件 $10i$; $10j$ 、 $10jj$ 包括:由沿径向排列且沿第一方向D1延伸的多个第一直线部11构成的第一直线部组11G;以及由沿径向排列且沿与第一方向D1不平行的第二方向D2延伸的多个第二直线部12构成且各第二直线部12与相邻的第一直线部11连接的第二直线部组12G。在第一屏蔽部件30形成有间隙50,该间隙50在相邻的屏蔽小片30P之间呈直线状延伸,且沿轴向观察横穿第一直线部组11G的至少一部分。根据这样的线圈单元5,能够有效地抑制因形成于第一屏蔽部件30的间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大。因此,能够抑制线圈单元

5的损耗的增大,并且有效地减小线圈单元5的尺寸。

[0854] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,上述间隙50与第一直线部组11G的至少一部分所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在该情况下,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0855] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,上述间隙50与第一直线部组11G的至少一部分正交。在该情况下,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0856] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,上述间隙50从比第一直线部组11G靠径向内侧的位置延伸至比第一直线部组11G靠径向外侧的位置。

[0857] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,第一屏蔽部件30的间隙50在第二直线部组12G与中心轴线C之间延伸。根据这样的线圈单元5,能够有效地抑制因形成于第一屏蔽部件30的间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大。因此,能够抑制线圈单元5的损耗的增大,并且有效地减小线圈单元5的尺寸。

[0858] 另外,在以上说明的第一实施方式的线圈单元5中,沿轴向观察,上述间隙50或其延长线与中心轴线C重叠。根据这样的线圈单元5,能够有效地抑制因形成于第一屏蔽部件30的间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大。因此,能够抑制线圈单元5的损耗的增大,并且有效地减小线圈单元5的尺寸。

[0859] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,在第一屏蔽部件30形成有其他间隙50,上述其他间隙50在相邻的屏蔽小片30P之间呈直线状延伸,且沿轴向观察在第一直线部组11G内沿着第一直线部11延伸。该其他间隙50在比从多个第一直线部11中的最内侧的第一直线部11数起第最小整数个的第一直线部11靠中心轴线C侧的位置延伸,上述最小整数是该多个第一直线部11的总数除以3得到的值以上的最小整数。根据这样的线圈单元5,能够有效地抑制因形成于第一屏蔽部件30的间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大。因此,能够抑制线圈单元5的损耗的增大,并且有效地减小线圈单元5的尺寸。

[0860] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,在第一屏蔽部件30形成有其他间隙50,上述其他间隙50在相邻的屏蔽小片30P之间呈直线状延伸,且沿轴向观察在第二直线部组12G内沿着第二直线部12延伸。该其他间隙50在比从多个第二直线部12中的最内侧的第二直线部12数起第最小整数个的第二直线部12靠中心轴线C侧的位置延伸,上述最小整数是该多个第二直线部12的总数除以3得到的值以上的最小整数。根据这样的线圈单元5,能够有效地抑制因形成于第一屏蔽部件30的间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大。因此,能够抑制线圈单元5的损耗的增大,并且有效地减小线圈单元5的尺寸。

[0861] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,在第一屏蔽部件30形成有其他间隙50,上述其他间隙50在相邻的屏蔽小片30P之间呈直线状延伸,且沿轴向观察在第一直线部组11G内沿着第一直线部11延伸。该其他间隙50在比从多个第一直线部11中的最外侧的第一直线部11数起第最小整数个的第一直线部11靠与中心轴线C侧相反侧的位

置延伸,上述最小整数是该多个第一直线部11的总数除以3得到的值以上的最小整数。根据这样的线圈单元5,能够有效地抑制因形成于第一屏蔽部件30的间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大。因此,能够抑制线圈单元5的损耗的增大,并且有效地减小线圈单元5的尺寸。

[0862] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,在第一屏蔽部件30形成有其他间隙50,上述其他间隙50在相邻的屏蔽小片30P之间呈直线状延伸,且沿轴向观察在第二直线部组12G内沿着第二直线部12延伸。该其他间隙50在比从多个第二直线部12中的最外侧的第二直线部12数起第最小整数个的第二直线部12靠与中心轴线C侧相反侧的位置延伸,上述最小整数是该多个第二直线部12的总数除以3得到的值以上的最小整数。根据这样的线圈单元5,能够有效地抑制因形成于第一屏蔽部件30的间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大。因此,能够抑制线圈单元5的损耗的增大,并且有效地减小线圈单元5的尺寸。

[0863] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,线圈元件 $10i;10j;10jj$ 还包括第一直线部组11G、第二直线部组12G以及中间曲线部组151G。第一直线部组11G由沿径向排列且沿第一方向D1延伸的多个第一直线部11构成。第二直线部组12G由沿径向排列且沿与第一方向D1不平行的第二方向D2延伸的多个第二直线部12构成。中间曲线部组151G配置在第一直线部组11G与第二直线部组12G之间,由多个中间曲线部151构成。第一直线部11和第二直线部12的相邻的端部经由中间曲线部151连接。

[0864] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,在第一屏蔽部件30形成有在相邻的屏蔽小片30P之间呈直线状延伸的间隙50。沿轴向观察,间隙50横穿中间曲线部组151G的至少一部分。根据这样的线圈单元5,能够有效地抑制因形成于第一屏蔽部件30的间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大。因此,能够抑制线圈单元5的损耗的增大,并且有效地减小线圈单元5的尺寸。

[0865] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,间隙50与中间曲线部组151G的至少一部分的切线TL1所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在该情况下,在该情况下,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0866] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,间隙50与上述切线TL1正交。在该情况下,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0867] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,线圈元件 $10i;10j;10jj$ 还包括第一直线部组11G、第二直线部组12G以及第一中间直线部组161G。第一直线部组11G由沿径向排列且沿第一方向D1延伸的多个第一直线部11构成。第二直线部组12G由沿径向排列且沿与第一方向D1不平行的第二方向D2延伸的多个第二直线部12构成。第一中间直线部组161G配置在第一直线部组11G与第二直线部组12G之间,由多个第一中间直线部161构成。第一直线部11和第二直线部12的相邻的端部经由第一中间直线部161连接。

[0868] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,第一直线部11与第一中间直线部161所成的角度为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$ 。另外,沿轴向观察,第二直线部12

与第一中间直线部161所成的角度为 $125^{\circ} \sim 145^{\circ}$ 。在该情况下,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0869] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,第一直线部11与第一中间直线部161所成的角度为 135° 。另外,沿轴向观察,第二直线部12与第一中间直线部161所成的角度为 135° 。在该情况下,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0870] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,线圈元件 $10i; 10j; 10j$ 整体为八边形状。在该情况下,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0871] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,线圈元件 $10i; 10j; 10j$ 整体为正八边形状。在该情况下,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0872] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,在第一屏蔽部件30形成有在相邻的屏蔽小片30P之间呈直线状延伸的间隙50。沿轴向观察,间隙50横穿第一中间直线部组161G的至少一部分。根据这样的线圈单元5,能够有效地抑制因形成于第一屏蔽部件30的间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大。因此,能够抑制线圈单元5的损耗的增大,并且有效地减小线圈单元5的尺寸。

[0873] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,上述间隙50与第一中间直线部组161G的上述至少一部分所成的角度为 $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 。在该情况下,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0874] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,上述间隙50与第一中间直线部组161G的上述至少一部分正交。在该情况下,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0875] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,线圈元件 $10i; 10j; 10j$ 还包括第一直线部组11G、第二直线部组12G、第一中间直线部组161G以及第二中间直线部组171G。第一直线部组11G由沿径向排列且沿第一方向D1延伸的多个第一直线部11构成。第二直线部组12G由沿径向排列且沿与第一方向D1不平行的第二方向D2延伸的多个第二直线部12构成。第一中间直线部组161G配置在第一直线部组11G与第二直线部组12G之间,由多个第一中间直线部161构成。第二中间直线部组171G配置在第一中间直线部组161G与第二直线部组12G之间,由多个第二中间直线部171构成。第一直线部11和第二直线部12的相邻的端部经由第一中间直线部161连接。第一中间直线部161和第二直线部12的相邻的端部经由第二中间直线部171连接。

[0876] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,第一直线部11与第一中间直线部161所成的角度为 $140^{\circ} \sim 160^{\circ}$ 。另外,沿轴向观察,第一中间直线部161与第二中间直线部171所成的角度为 $140^{\circ} \sim 160^{\circ}$ 。另外,沿轴向观察,第二中间直线部171与第二直线部12所成的角度为 $140^{\circ} \sim 160^{\circ}$ 。在该情况下,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0877] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,第一直线部11与第一中间直线部161所成的角度为 150° 。另外,沿轴向观察,第一中间直线部161与第二中间直线部171所成的角度为 150° 。另外,沿轴向观察,第二中间直线部171与第二直线部12所成的角度为 150° 。在该情况下,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0878] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,线圈元件 $10i;10j;10jj$ 整体为十二边形状。在该情况下,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0879] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,线圈元件 $10i;10j;10jj$ 整体为正十二边形状。在该情况下,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0880] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,在第一屏蔽部件30形成有在相邻的屏蔽小片30P之间呈直线状延伸的间隙50。沿轴向观察,间隙50横穿第一中间直线部组161G的至少一部分或第二中间直线部组171G的至少一部分。根据这样的线圈单元5,能够有效地抑制因形成于第一屏蔽部件30的间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大。因此,能够抑制线圈单元5的损耗的增大,并且有效地减小线圈单元5的尺寸。

[0881] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,上述间隙50与第一中间直线部组161G的上述至少一部分或第二中间直线部组171G的上述至少一部分所成的角度为 $80^\circ \sim 100^\circ$ 。在该情况下,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0882] 另外,在以上说明的第一实施方式的变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,上述间隙与第一中间直线部组161G的上述至少一部分或第二中间直线部组171G的上述至少一部分正交。在该情况下,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0883] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,在第一屏蔽部件30形成有在相邻的屏蔽小片30P之间呈直线状延伸的间隙50。沿轴向观察,间隙50横穿线圈元件 $10i;10j;10jj$ 的至少一部分。沿轴向观察,上述间隙50与形成线圈元件 $10i;10j;10jj$ 的多个匝部 $101 \sim 108;101 \sim 105;101 \sim 107$ 的至少一部分交叉。沿轴向观察,在上述间隙50与匝部 $101 \sim 108;101 \sim 105;101 \sim 107$ 交叉的点处,上述间隙50与该匝部 $101 \sim 108;101 \sim 105;101 \sim 107$ 或该匝部 $101 \sim 108;101 \sim 105;101 \sim 107$ 的切线 $TL1 \sim TL4$ 所成的角度为 $80^\circ \sim 100^\circ$ 。在该情况下,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0884] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,在上述间隙50与匝部 $101 \sim 108;101 \sim 105;101 \sim 107$ 交叉的点处,上述间隙50与该匝部 $101 \sim 108;101 \sim 105;101 \sim 107$ 或该匝部 $101 \sim 108;101 \sim 105;101 \sim 107$ 的切线 $TL1 \sim TL4$ 正交。在该情况下,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0885] 另外,以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5还具备与线圈10连接的第一连接端子46。线圈10具有靠近中心轴线C的内侧端部10e1和远离中心轴线C的外侧端部10e2。第一连接端子46与内侧端部10e1连接,从线圈10的内侧向外侧延伸。在第一屏蔽部件30形成有在相邻的屏蔽小片30P之间呈直线状延伸的间隙50。间隙50从线圈10的内侧向外侧延伸。沿轴向观察,第一连接端子46在上述间隙50内或形成于屏蔽小片30P的切口N内延伸。在该情况下,能够抑制屏蔽小片30P的损耗(发热)。

[0886] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,第一连接端子46在线圈单元5的侧视时,在与屏蔽小片30P重叠的高度位置从线圈10的内侧向外侧延伸。

[0887] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,线圈元件10i;10j、10jj具有沿径向排列的多个匝部101~108;101~105;101~107。沿轴向观察,在第一连接端子46与各匝部101~108;101~105;101~107交叉的点处,第一连接端子46与该匝部101~108;101~105;101~107或该匝部101~108;101~105;101~107的切线TL1~TL4所成的角度为 80° ~ 100° 。在该情况下,能够有效地抑制因第一连接端子46延伸的间隙50或切口N的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因在第一屏蔽部件30存在供第一连接端子46延伸的间隙50或切口N而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0888] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,在第一连接端子46与各匝部101~108;101~105;101~107交叉的点处,第一连接端子46与该匝部101~108;101~105;101~107或该匝部101~108;101~105;101~107的切线TL1~TL4正交。在该情况下,能够更有效地抑制因在第一屏蔽部件30存在供第一连接端子46延伸的间隙50或切口N而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因间隙50或切口N的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0889] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,线圈元件10i;10j、10jj包括直线部组11G~14G;11G~13G;11G~14G、161G~164G;11G~13G、161G~164G;11G~14G、161G~164G、171G~174G。直线部组11G~14G;11G~13G;11G~14G、161G~164G;11G~13G、161G~164G;11G~14G、161G~164G、171G~174G由沿径向排列且沿同一方向延伸的多个直线部11~14;11~13;11~14、161~164;11~13、161~164;11~14、161~164、171~174构成。沿轴向观察,第一连接端子46与直线部组11G~14G;11G~13G;11G~14G、161G~164G;11G~13G、161G~164G;11G~14G、161G~164G、171G~174G中的任一个交叉。在该情况下,能够更有效地抑制因在第一屏蔽部件30存在供第一连接端子46延伸的间隙50或切口N而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因间隙50或切口N的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0890] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,第一连接端子46与直线部组11G~14G;11G~13G;11G~14G、161G~164G;11G~13G、161G~164G;11G~14G、161G~164G、171G~174G中的任一个所成的角度为 80° ~ 100° 。在该情况下,能够有效地抑制因在第一屏蔽部件30存在供第一连接端子46延伸的间隙50或切口N而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因间隙50或切口N的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0891] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,第一连接端子46与直线部组11G~14G;11G~13G;11G~14G、161G~164G;11G~13G、161G~

164G;11G~14G、161G~164G、171G~174G中的任一个正交。在该情况下,能够更有效地抑制因在第一屏蔽部件30存在第一连接端子46延伸的间隙50或切口N而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因间隙50或切口N的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0892] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,线圈元件10i;10j、10jj还包括曲线部组151G~154G。曲线部组151G~154G由沿径向排列且相互平行地延伸的多个曲线部151~154构成。沿轴向观察,第一连接端子46与曲线部组151G~154G中的任一个交叉。在该情况下,能够更有效地抑制因在第一屏蔽部件30存在供第一连接端子46延伸的间隙50或切口N而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因间隙50或切口N的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0893] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,第一连接端子46与曲线部组151G~154G中的任一个的切线TL1~TL4所成的角度为 80° ~ 100° 。在该情况下,能够有效地抑制因在第一屏蔽部件30存在供第一连接端子46延伸的间隙50或切口N而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因间隙50或切口N的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0894] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,第一连接端子46与曲线部组151G~154G中的任一个的切线TL1~TL4正交。在该情况下,能够更有效地抑制因在第一屏蔽部件30存在供第一连接端子46延伸的间隙50或切口N而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因间隙50或切口N的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0895] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,将第一连接端子46与第一屏蔽部件30的外周缘重叠的点设为第一点IP1。另外,沿轴向观察,将与线圈元件10i的外侧端部10e2连接的第二连接端子47和第一屏蔽部件30的外周缘重叠的点设为第二点IP2。沿轴向观察,连结第一点IP1和中心轴线C的第一假想线IL1与连结第二点IP2和中心轴线C的第二假想线IL2所成的角度 θ 为 90° 以下。在该情况下,容易进行与第一连接端子46和第二连接端子47连接的配线的引绕。

[0896] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,第一假想线IL1与第二假想线IL2所成的角度 θ 为 45° 以下。在该情况下,更容易进行与第一连接端子46和第二连接端子47连接的配线的引绕。

[0897] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,将第一连接端子46与第一屏蔽部件30的外周缘重叠的点设为第一点IP1。另外,沿轴向观察,将与线圈元件10i的外侧端部10e2连接的第二连接端子47和第一屏蔽部件30的外周缘重叠的点设为第二点IP2。第一点IP1与第二点IP2之间的距离为100mm以下。在该情况下,容易进行与第一连接端子46和第二连接端子47连接的配线的引绕。

[0898] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,第一点IP1与第二点IP2之间的距离为50mm以下。在该情况下,更容易进行与第一连接端子46和第二连接端子47连接的配线的引绕。

[0899] 另外,以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5还具备与线圈10连接的第二连接端子47。沿轴向观察,第二屏蔽部件40呈四边形。第一连接端子46和第二连接端子

47从第二屏蔽部件40的同一边延伸出。在该情况下,容易进行与第一连接端子46和第二连接端子47连接的配线的引绕。

[0900] 另外,以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,线圈元件10i从其外侧端部10e2朝向内侧端部10e1沿第一环绕方向CD绕中心轴线C环绕。外侧端部10e2从内侧端部10e1向第一环绕方向CD偏移。在该情况下,沿轴向观察,容易不使线圈元件10i的外侧端部区域(在图5B所示的例子中,为第八匝部的第四直线部14)与第一连接端子46交叉,而以第一点IP1与第二点IP2接近的方式将第一连接端子46向线圈10的外侧引出。通过使线圈元件10i的外侧端部区域与第一连接端子46不交叉,能够降低线圈单元5的损耗(发热)。

[0901] 另外,在以上说明的第一实施方式及其变形例的线圈单元5中,线圈元件10i包括第一匝部101、第二匝部102以及第三匝部103。第一匝部101包括内侧端部10e1。第二匝部102与第一匝部101在径向上相邻,配置在比第一匝部101靠径向外侧的位置。第三匝部103与第二匝部102在径向上相邻,配置在比第二匝部102靠径向外侧的位置。内侧端部10e1与第二匝部102之间的距离大于第二匝部102与第三匝部103之间的距离。在该情况下,能够抑制线圈单元5的损耗(发热)。

[0902] 另外,以上说明的第一和第二实施方式及其变形例的线圈单元5具备线圈10。线圈10包括绕任意的中心轴线C形成为螺旋形状的线圈元件10i;10j、10jj。沿轴向观察,线圈元件10i;10j、10jj整体为八边形状。在该情况下,能够提高线圈单元5的性能。

[0903] 另外,在以上说明的第一和第二实施方式及其变形例的线圈单元5中,线圈元件10i;10j、10jj包括沿着八边形的8条边中的7条边延伸的7个直线部组11G~13G、161G~164G。相邻的直线部组11G~13G、161G~164G所成的角度为 125° ~ 145° 。在该情况下,能够有效地提高线圈单元5的性能。

[0904] 另外,在以上说明的第一和第二实施方式及其变形例的线圈单元5中,相邻的直线部组11G~13G、161G~164G所成的角度为 135° 。在该情况下,能够有效地提高线圈单元5的性能。

[0905] 另外,在以上说明的第一和第二实施方式及其变形例的线圈单元5中,线圈元件10i;10j、10jj整体为正八边形。具体而言,线圈元件10i;10j、10jj包括沿着正八边形的8条边中的7条边延伸的7个直线部组11G~13G、161G~164G。在该情况下,能够有效地提高线圈单元5的性能。

[0906] 另外,以上说明的第一和第二实施方式及其变形例的线圈单元5具备线圈10。线圈10包括绕任意的中心轴线C形成为螺旋形状的线圈元件10i;10j、10jj。沿轴向观察,线圈元件10i;10j、10jj整体为十二边形状。在该情况下,能够提高线圈单元5的性能。

[0907] 另外,在以上说明的第一和第二实施方式及其变形例的线圈单元5中,线圈元件10i;10j、10jj包括沿着十二边形的12条边中的11条边延伸的11个直线部组11G~13G、161G~164G、171G~174G。相邻的直线部组11G~13G、161G~164G、171G~174G所成的角度为 140° ~ 160° 。在该情况下,能够有效地提高线圈单元5的性能。

[0908] 另外,在以上说明的第一和第二实施方式及其变形例的线圈单元5中,相邻的上述直线部组11G~13G、161G~164G、171G~174G所成的角度为 150° 。在该情况下,能够有效地提高线圈单元5的性能。

[0909] 另外,在以上说明的第一和第二实施方式及其变形例的线圈单元5中,线圈元件

10i;10j、10jj整体为正十二边形状。具体而言,线圈元件10i;10j、10jj包括沿着正十二边形的12条边中的11条边延伸的11个直线部组11G~13G、161G~164G、171G~174G。在该情况下,能够有效地提高线圈单元5的性能。

[0910] 另外,以上说明的第一和第二实施方式及其变形例的线圈单元5具备第一屏蔽部件30。第一屏蔽部件30被分割为多个屏蔽小片30P。在第一屏蔽部件30形成有在相邻的屏蔽小片30P之间呈直线状延伸的间隙50。线圈元件10i;10j、10jj包括直线部组11G~14G;11G~13G;11G~14G、161G~164G;11G~13G、161G~164G;11G~14G、161G~164G、171G~174G。直线部组11G~14G;11G~13G;11G~14G、161G~164G;11G~13G、161G~164G;11G~14G、161G~164G、171G~174G由沿径向排列且沿同一方向延伸的多个直线部11~14;11~13;11~14、161~164;11~13、161~164;11~14、161~164、171~174构成。沿轴向观察,上述间隙50横穿任一个直线部组11G~14G;11G~13G;11G~14G、161G~164G;11G~13G、161G~164G;11G~14G、161G~164G、171G~174G的至少一部分。根据这样的线圈单元5,能够有效地抑制因形成于第一屏蔽部件30的间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大。因此,能够抑制线圈单元5的损耗的增大,并且有效地减小线圈单元5的尺寸。

[0911] 另外,在以上说明的第一和第二实施方式及其变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,上述间隙50与上述任一个直线部组11G~14G;11G~13G;11G~14G、161G~164G;11G~13G、161G~164G;11G~14G、161G~164G、171G~174G的上述至少一部分所成的角度为 80° ~ 100° 。在该情况下,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0912] 另外,在以上说明的第一和第二实施方式及其变形例的线圈单元5中,沿轴向观察,上述间隙50与上述任一个直线部组11G~14G;11G~13G;11G~14G、161G~164G;11G~13G、161G~164G;11G~14G、161G~164G、171G~174G的上述至少一部分正交。在该情况下,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的损耗(发热)的增大,能够更有效地抑制因上述间隙50的存在而导致的线圈单元5的性能的降低。

[0913] 以上说明的第一和第二实施方式以及它们的变形例的送电装置1和/或受电装置2具备上述线圈单元5。

[0914] 以上说明的第一和第二实施方式以及它们的变形例的电力传输系统S具备送电装置1和受电装置2。送电装置1和受电装置2中的至少任一个具备上述线圈单元5。

[0915] 以上说明的第一和第二实施方式以及它们的变形例的移动体具备上述线圈单元5。

[0916] 需要说明的是,以上说明了针对上述实施方式的几个变形例,但当然也能够适当组合多个变形例来应用。

[0917] 附图标记说明

[0918] 5:线圈单元、10:线圈、10i、10j、10jj:线圈元件、11:第一直线部、11G:第一直线部组、12:第二直线部、12G:第二直线部组、13:第三直线部、13G:第三直线部组、14:第四直线部、14G:第四直线部组、16:匝连接部、20:磁性体树脂层、30:第一屏蔽部件、30P:屏蔽小片、40:第二屏蔽部件、45:间隔件、46:第一连接端子、47:第二连接端子、50:间隙、101:第一匝部、102:第二匝部、103:第三匝部、104:第四匝部、105:第五匝部、106:第六匝部、107:第七匝部、108:第八匝部、151:第一A中间曲线部、151G:第一A中间曲线部组、152:第一B中间曲

线部、152G:第一B中间曲线部组、153:第一C中间曲线部、153G:第一C中间曲线部组、154:第一D中间曲线部、154G:第一D中间曲线部组、161:第一A中间直线部、161G:第一A中间直线部组、162:第一B中间直线部、162G:第一B中间直线部组、163:第一C中间直线部、163G:第一C中间直线部组、1614:第一D中间直线部、164G:第一D中间直线部组、171:第二A中间直线部、171G:第二A中间直线部组、172:第二B中间直线部、172G:第二B中间直线部组、173:第二C中间直线部、173G:第二C中间直线部组、174:第二D中间直线部、174G:第二D中间直线部组。

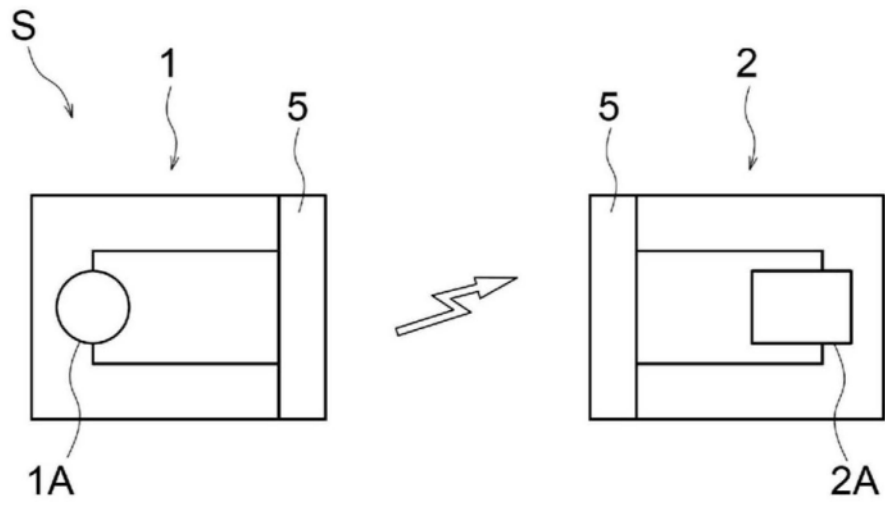


图1

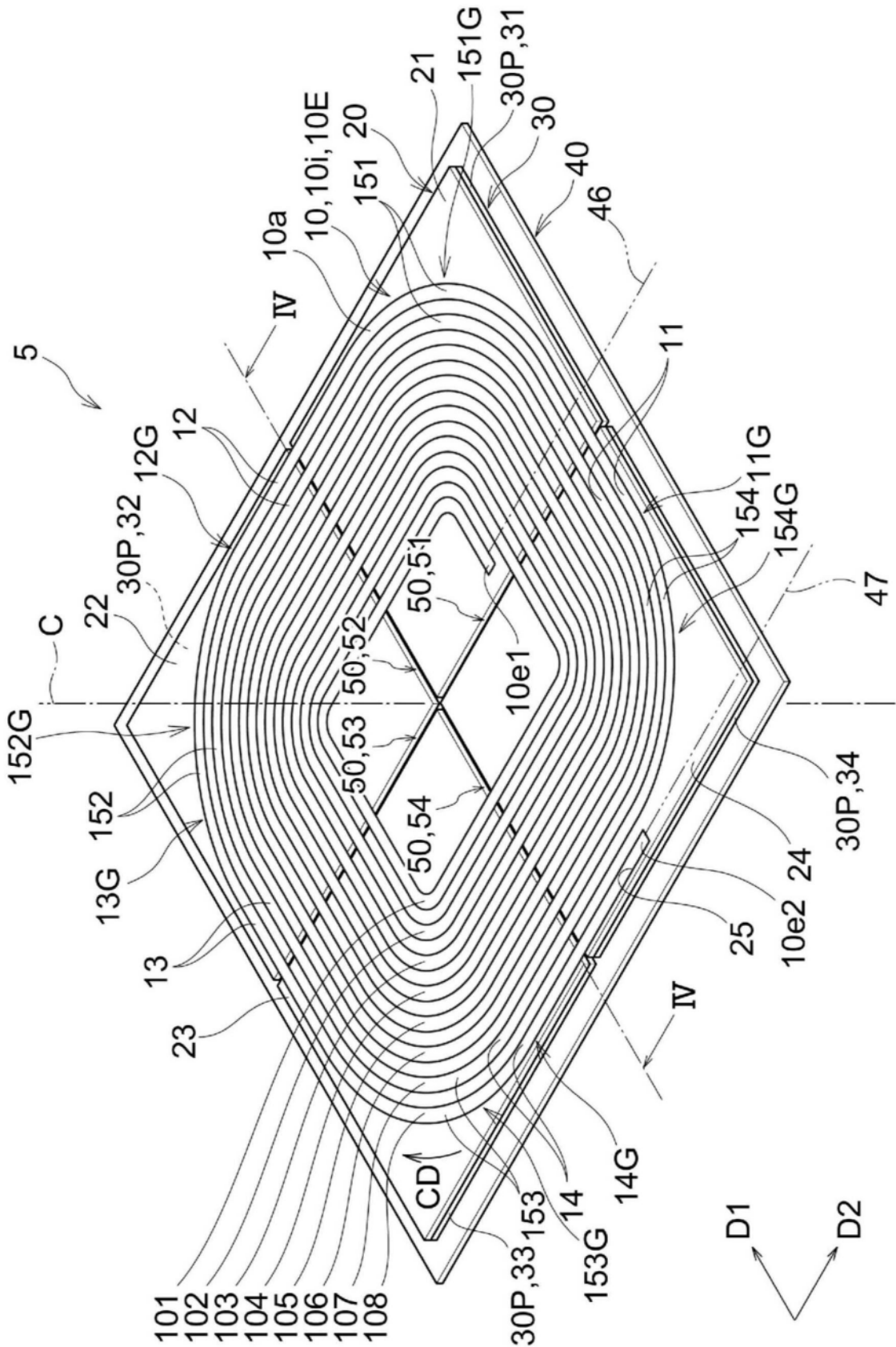


图2

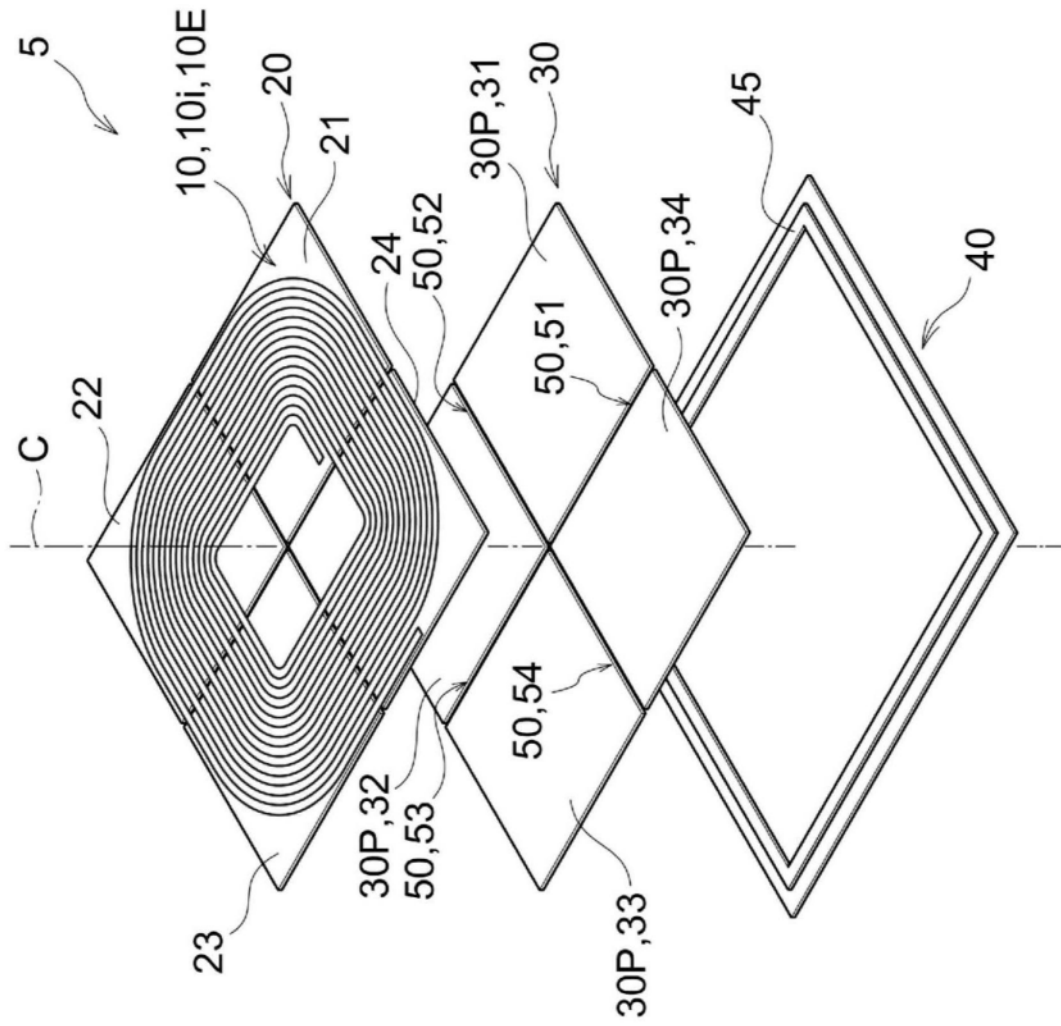


图3

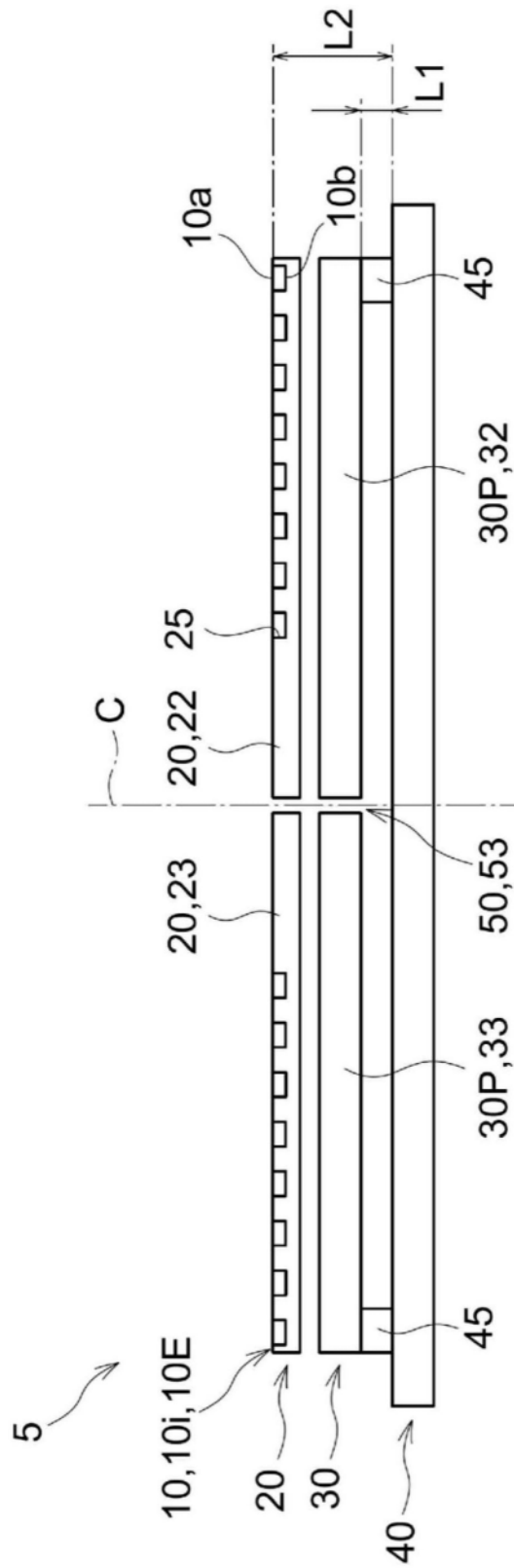


图4

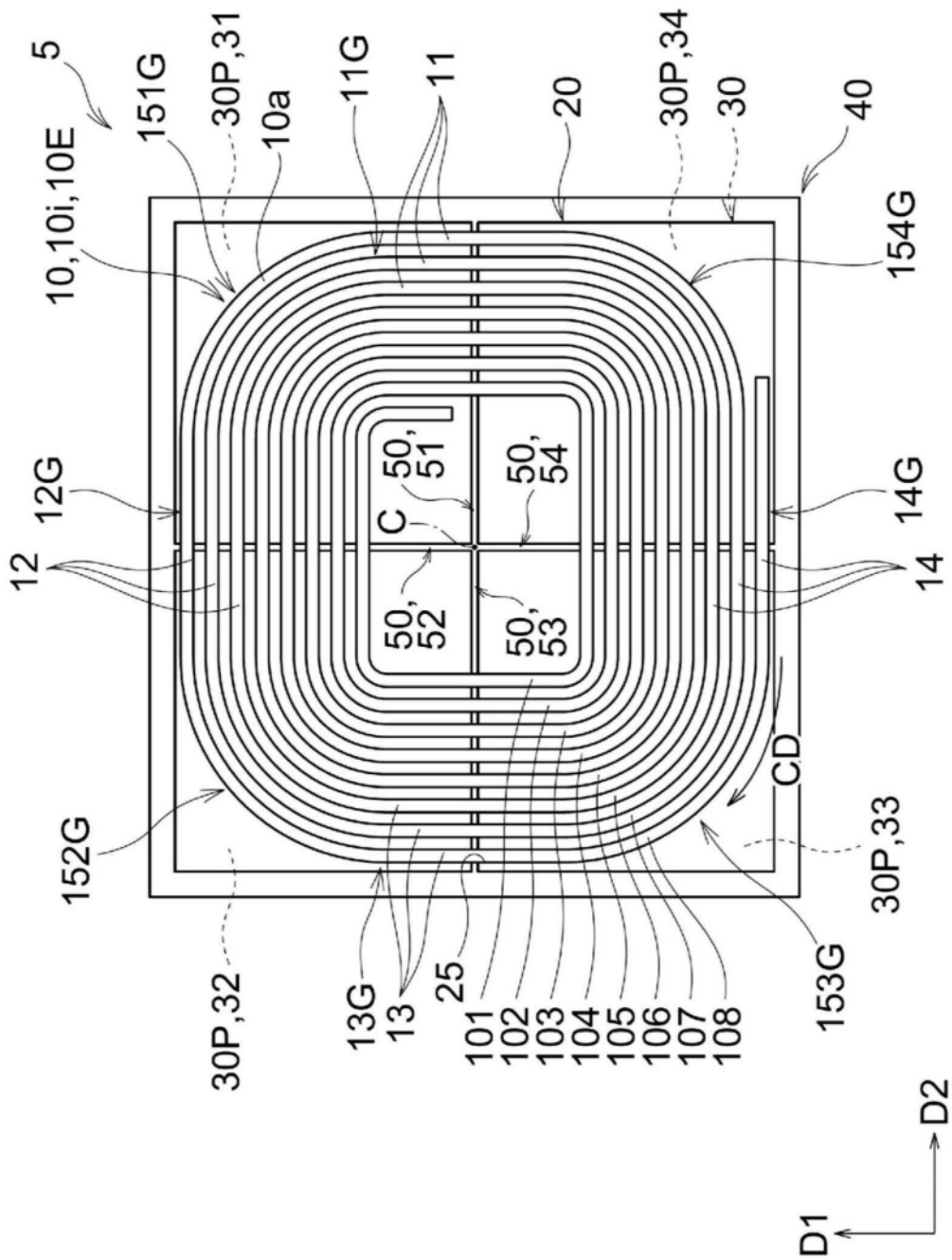


图5A

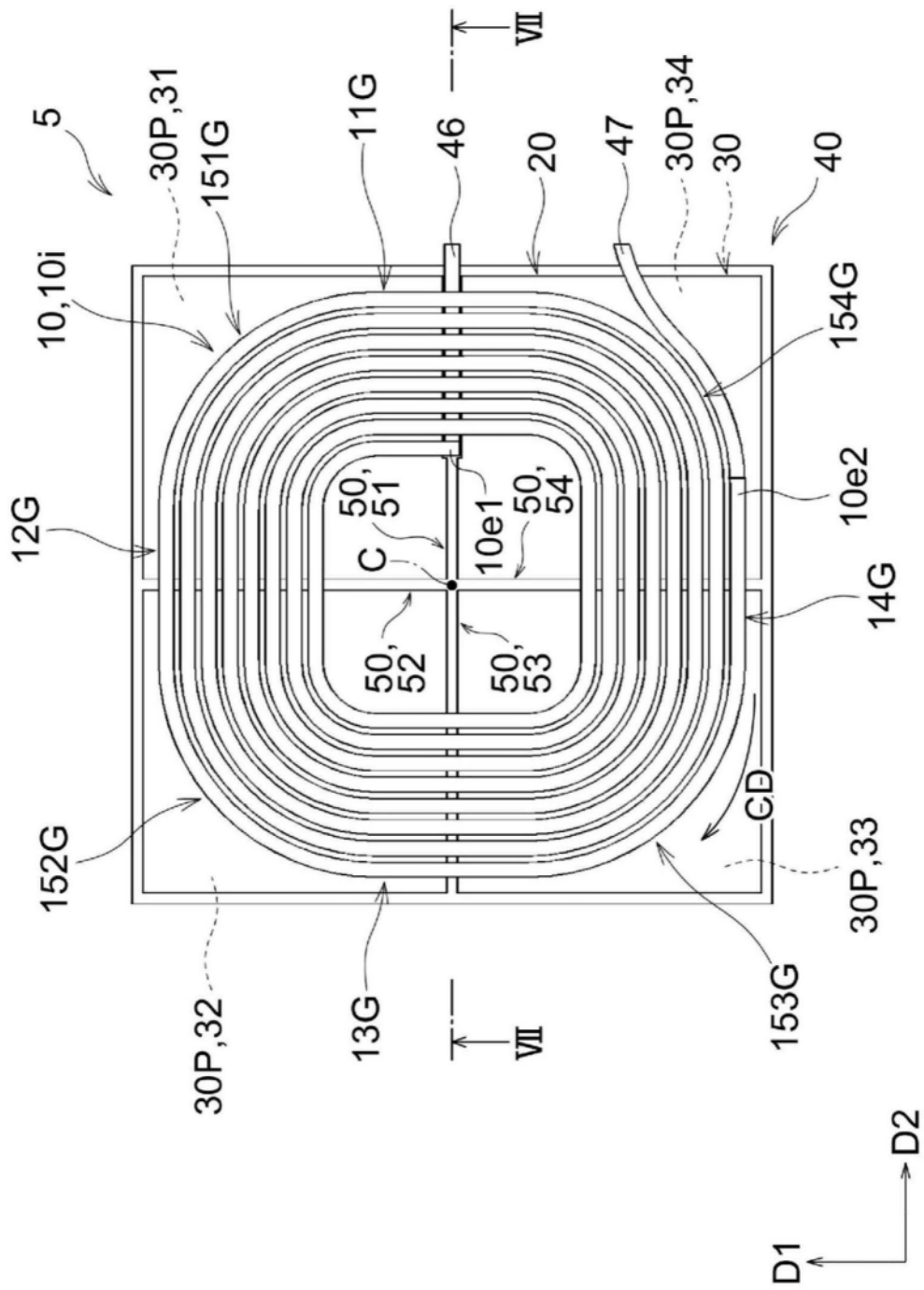


图6A

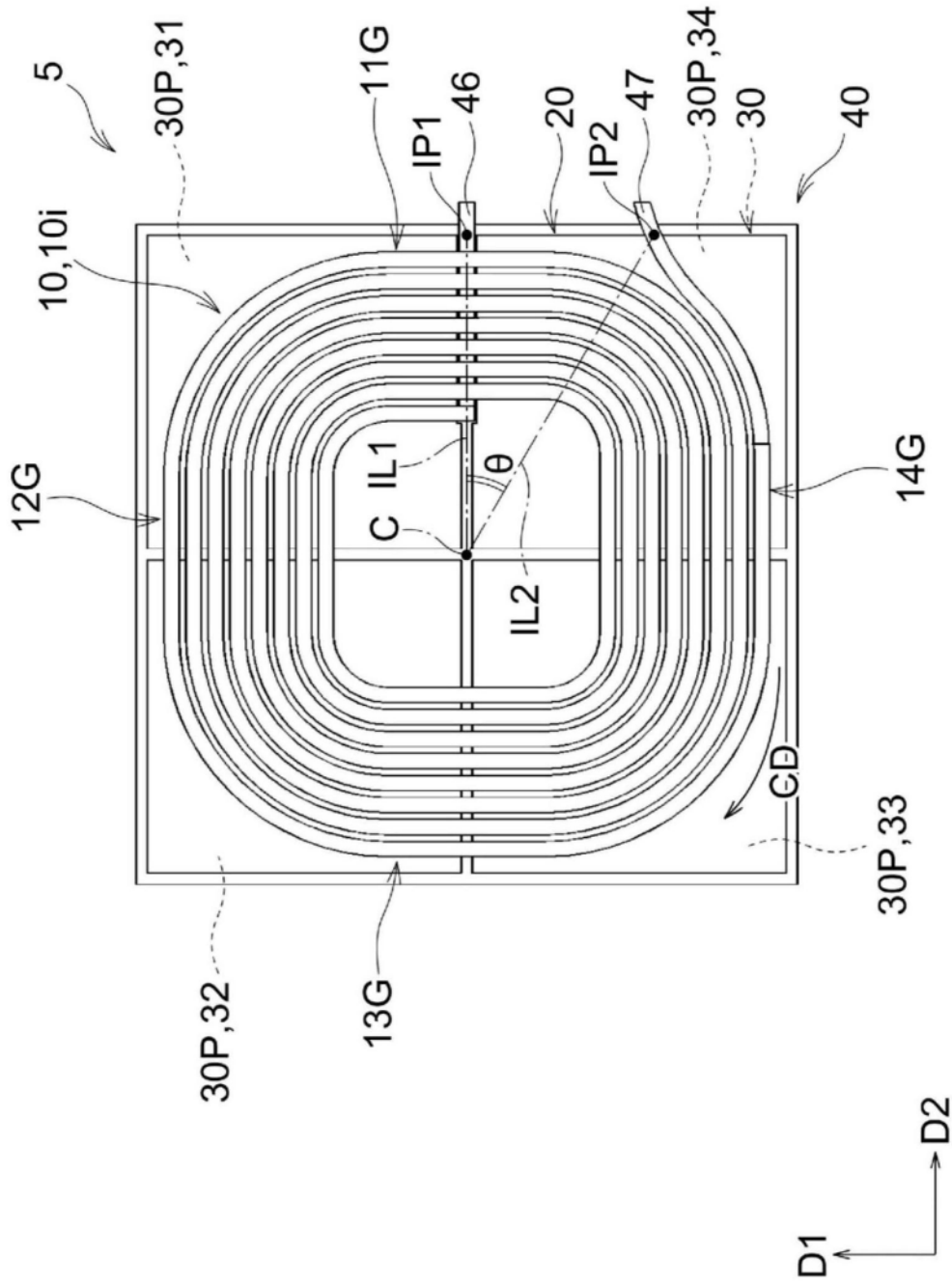


图6B

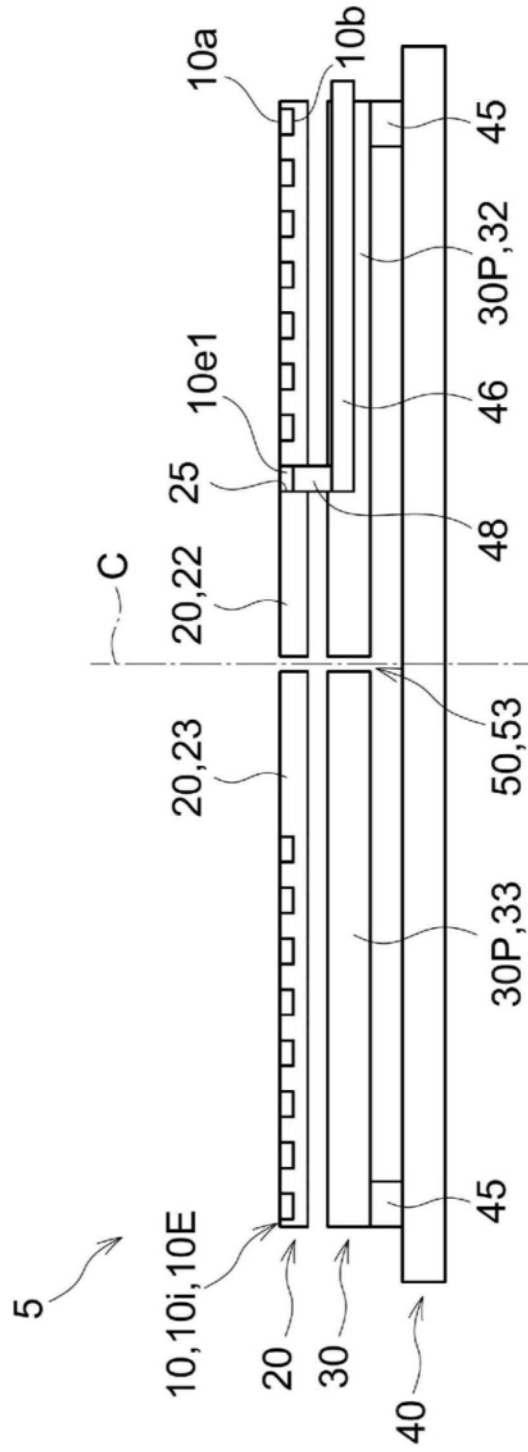


图7

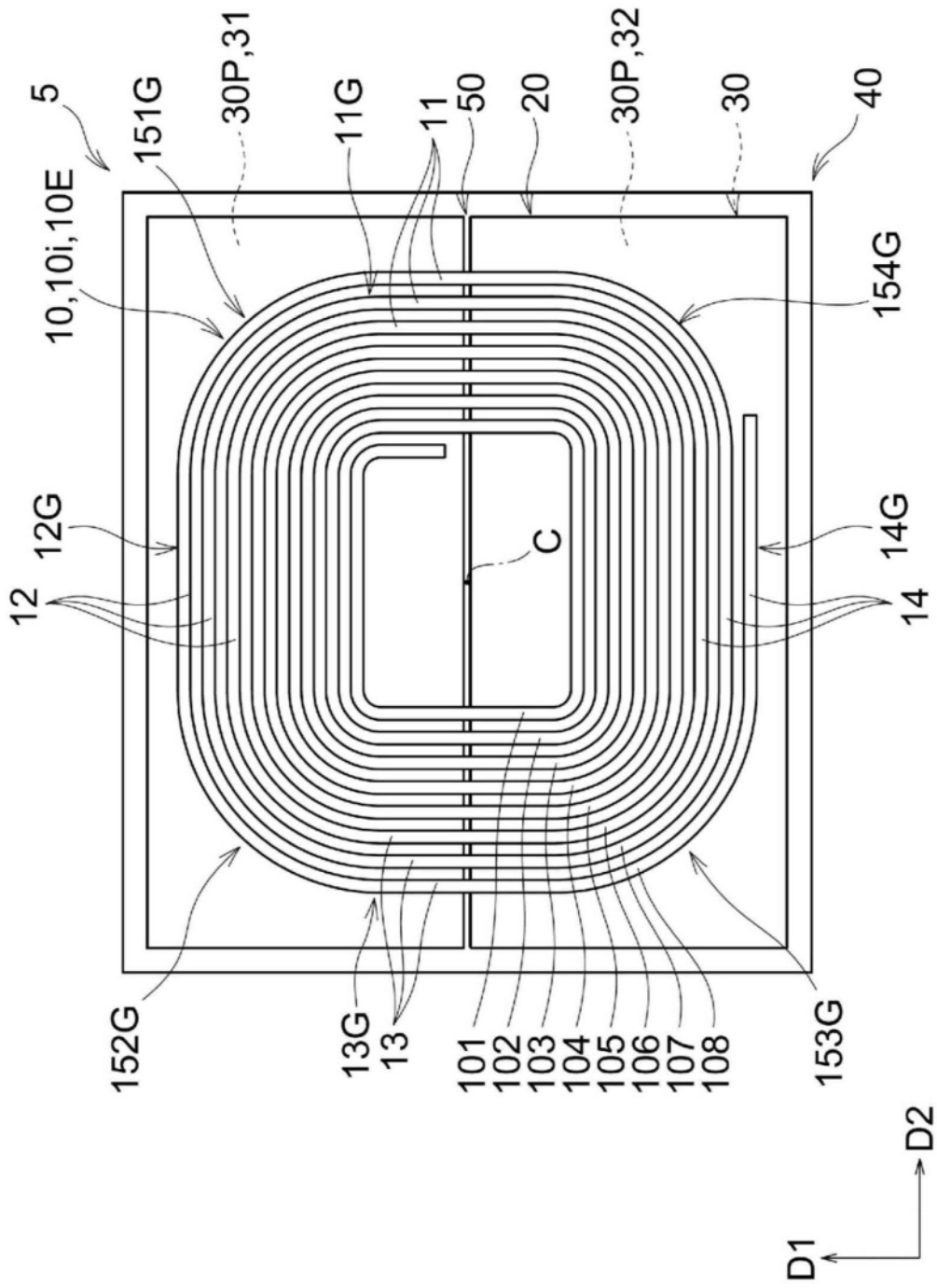


图8

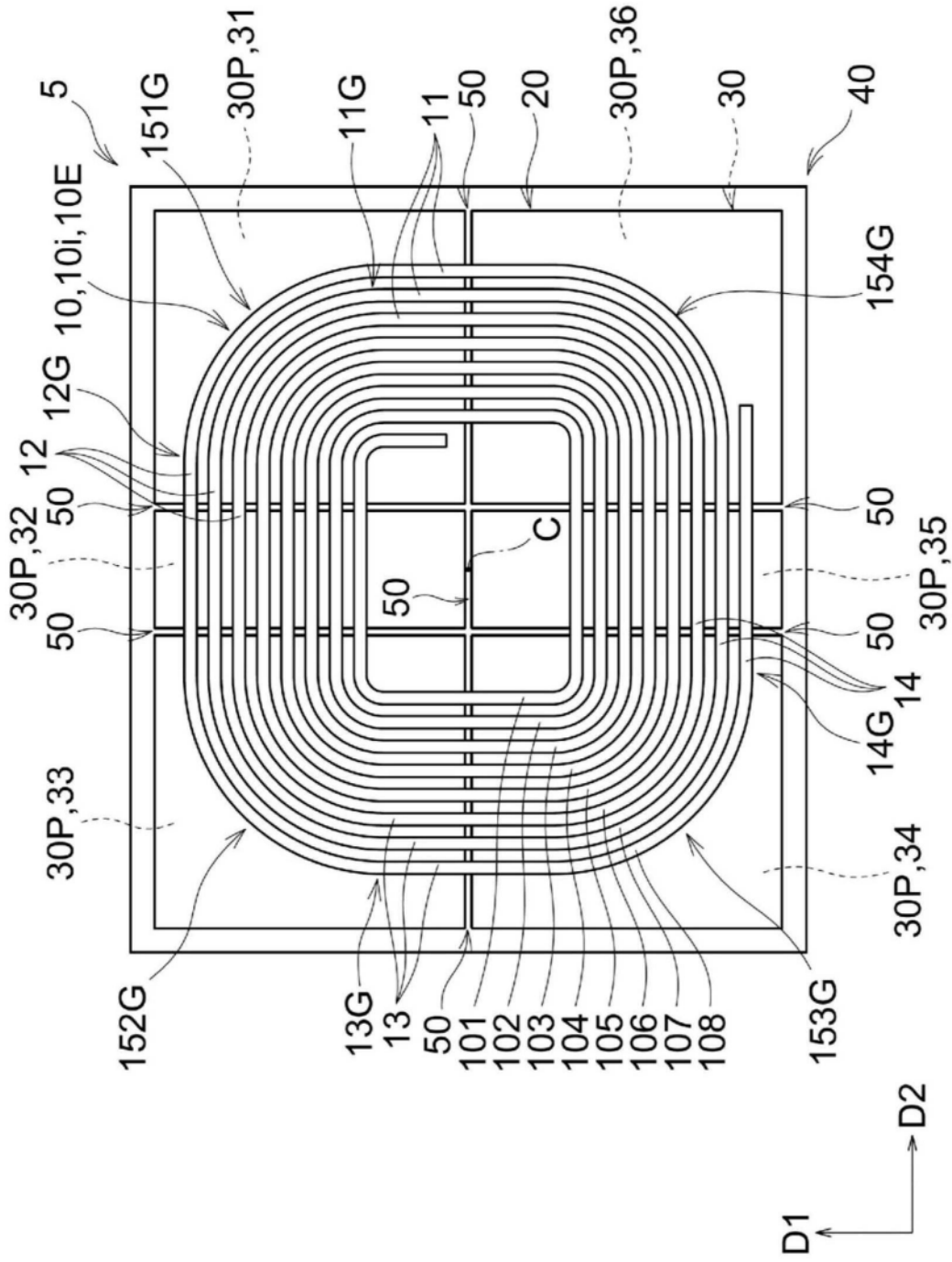


图9

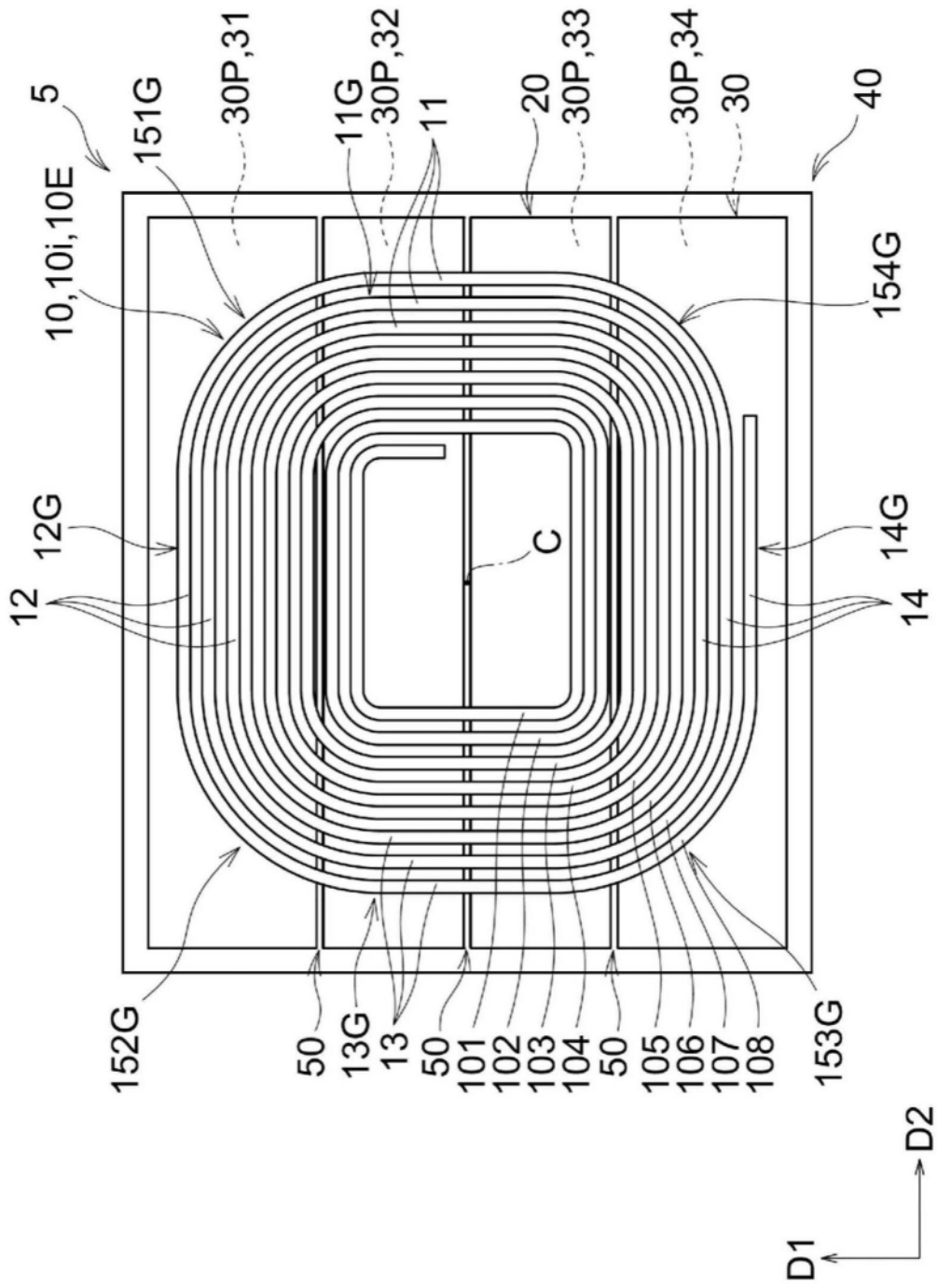


图10

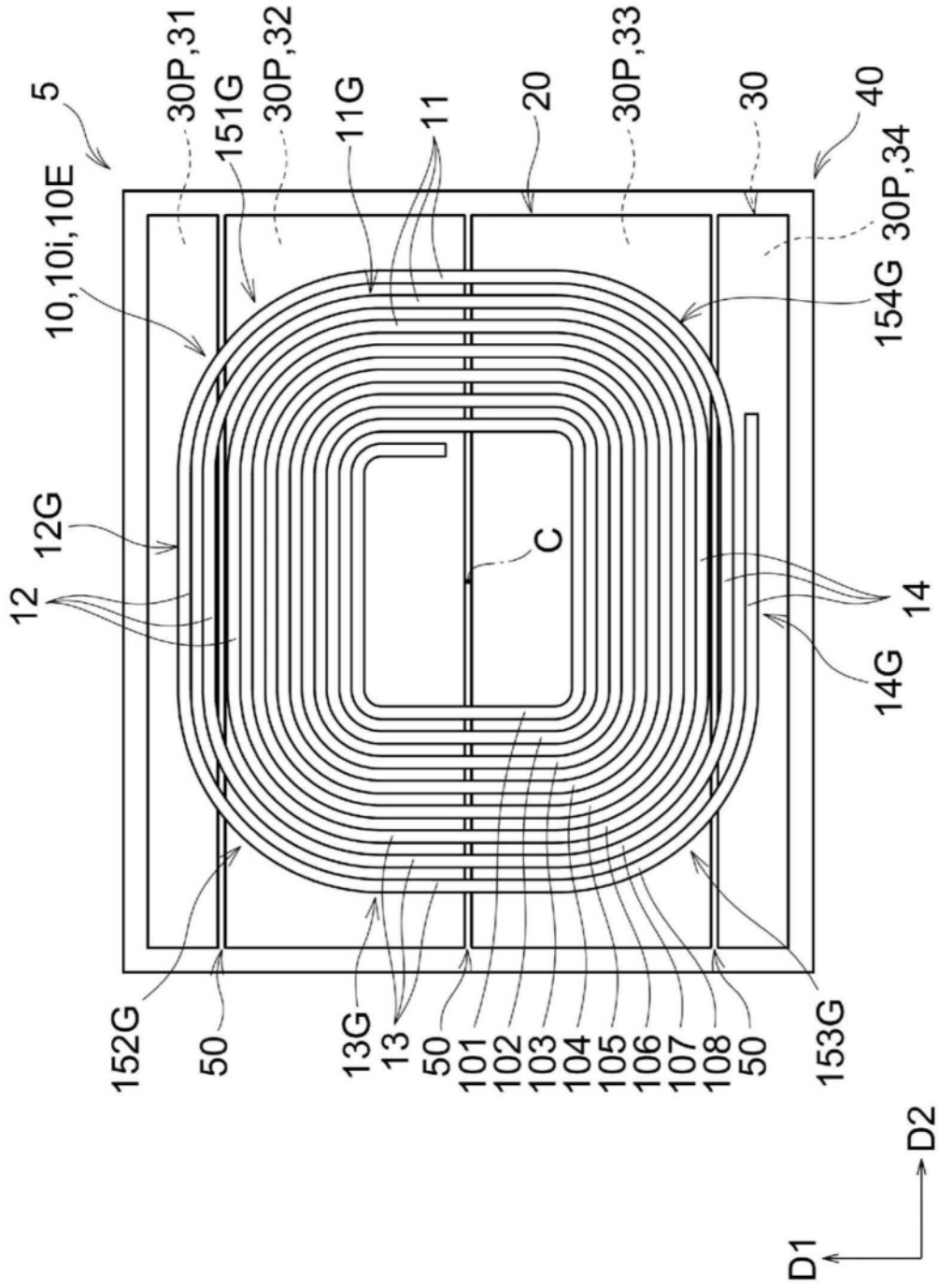


图11

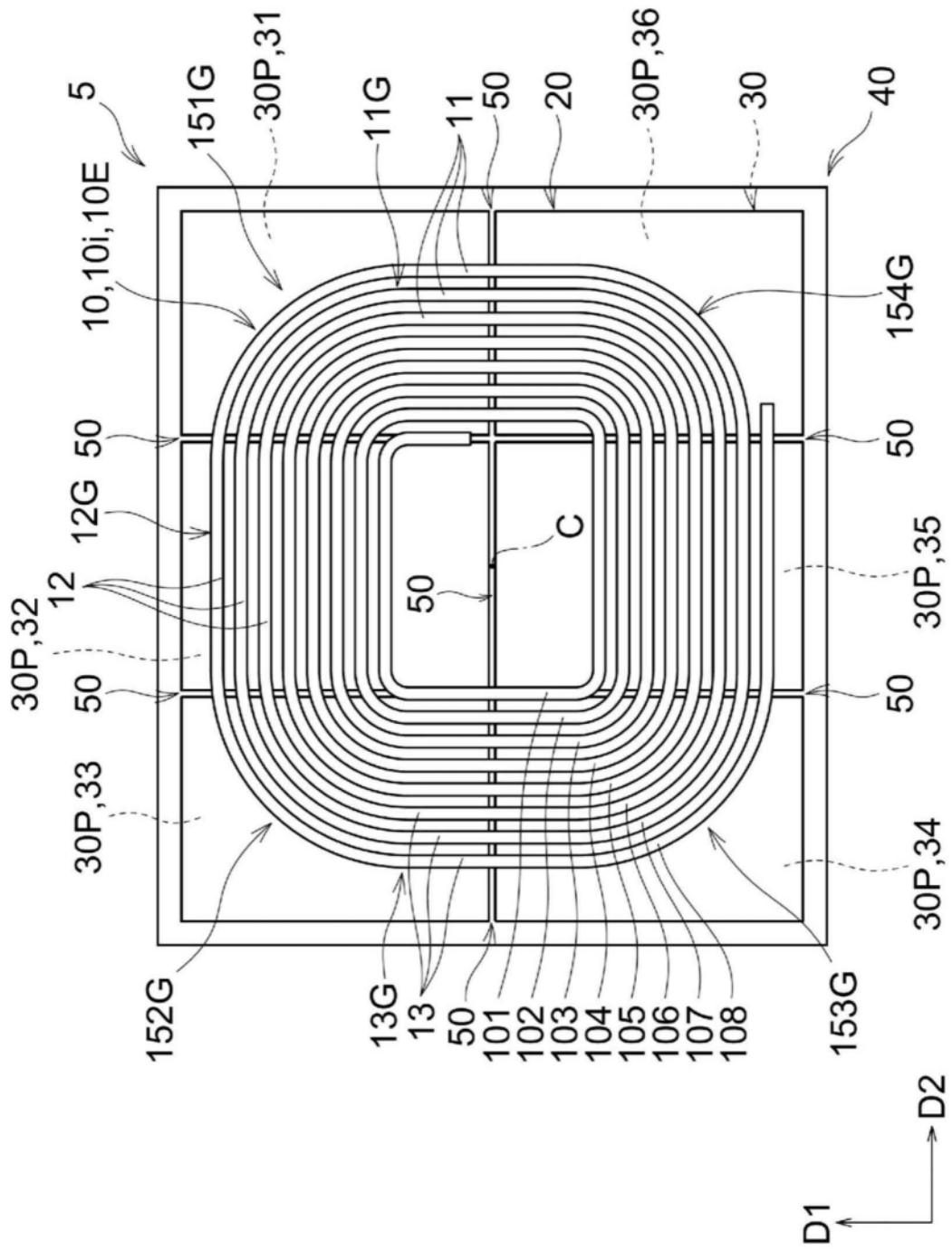


图12

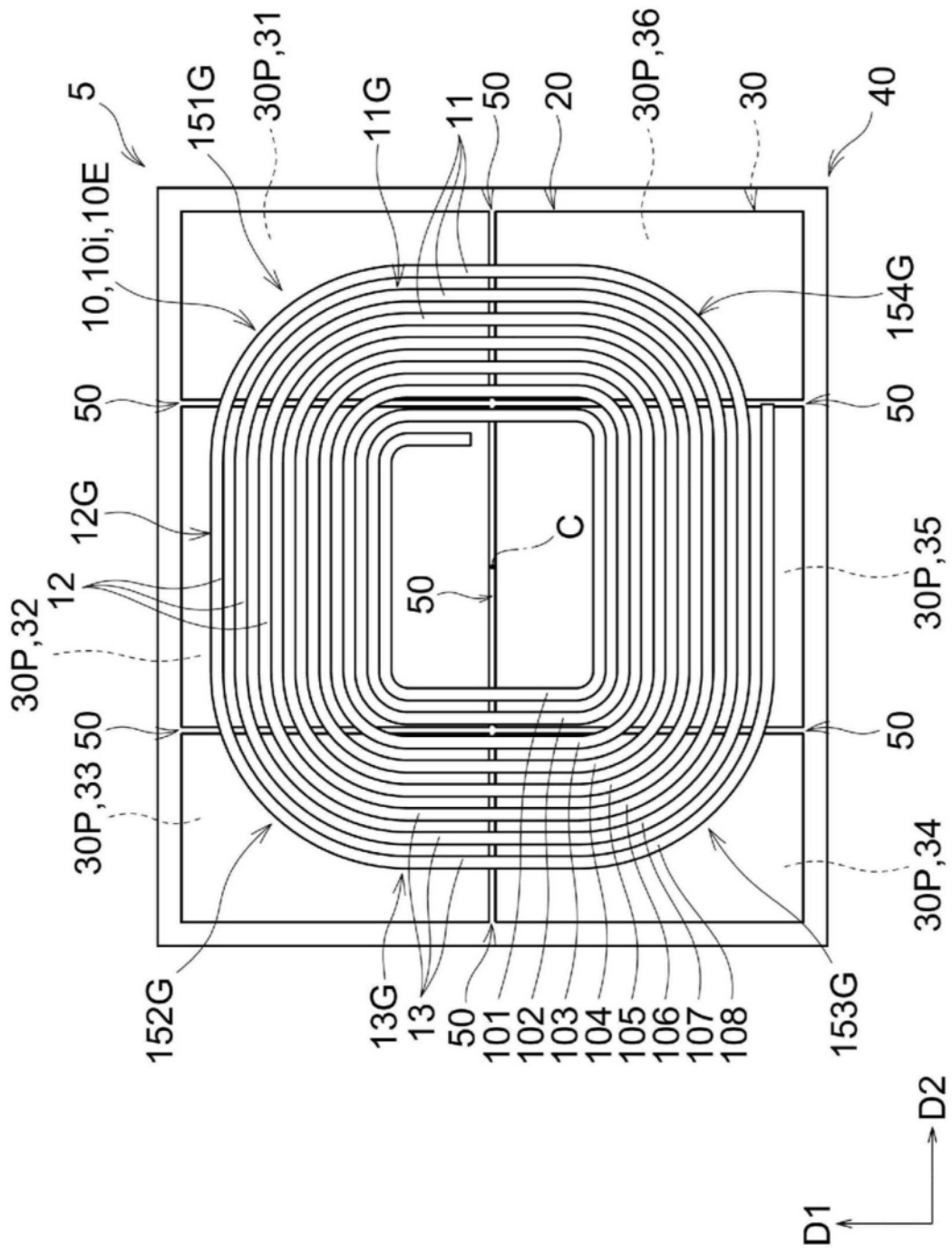


图13

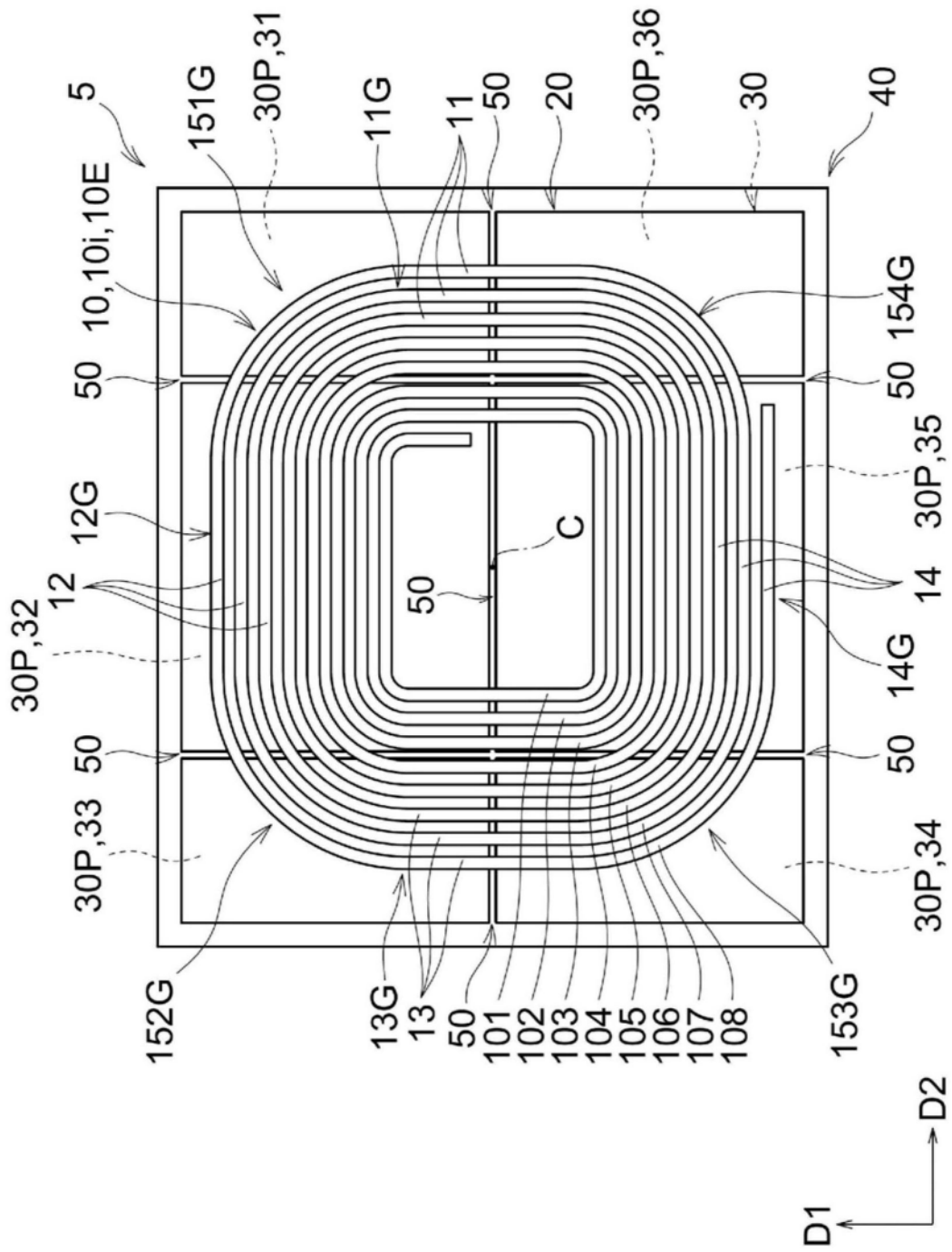


图14

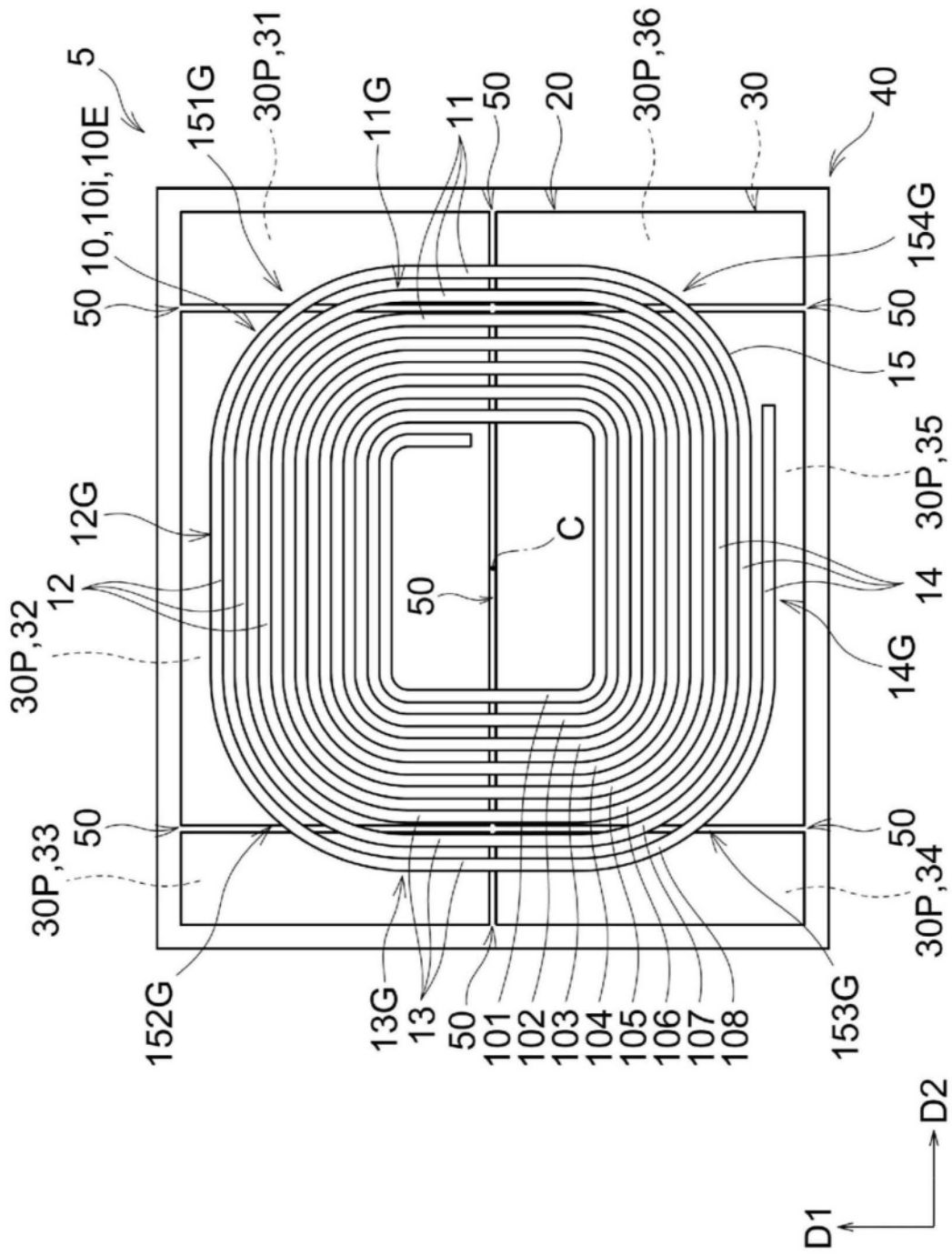


图15

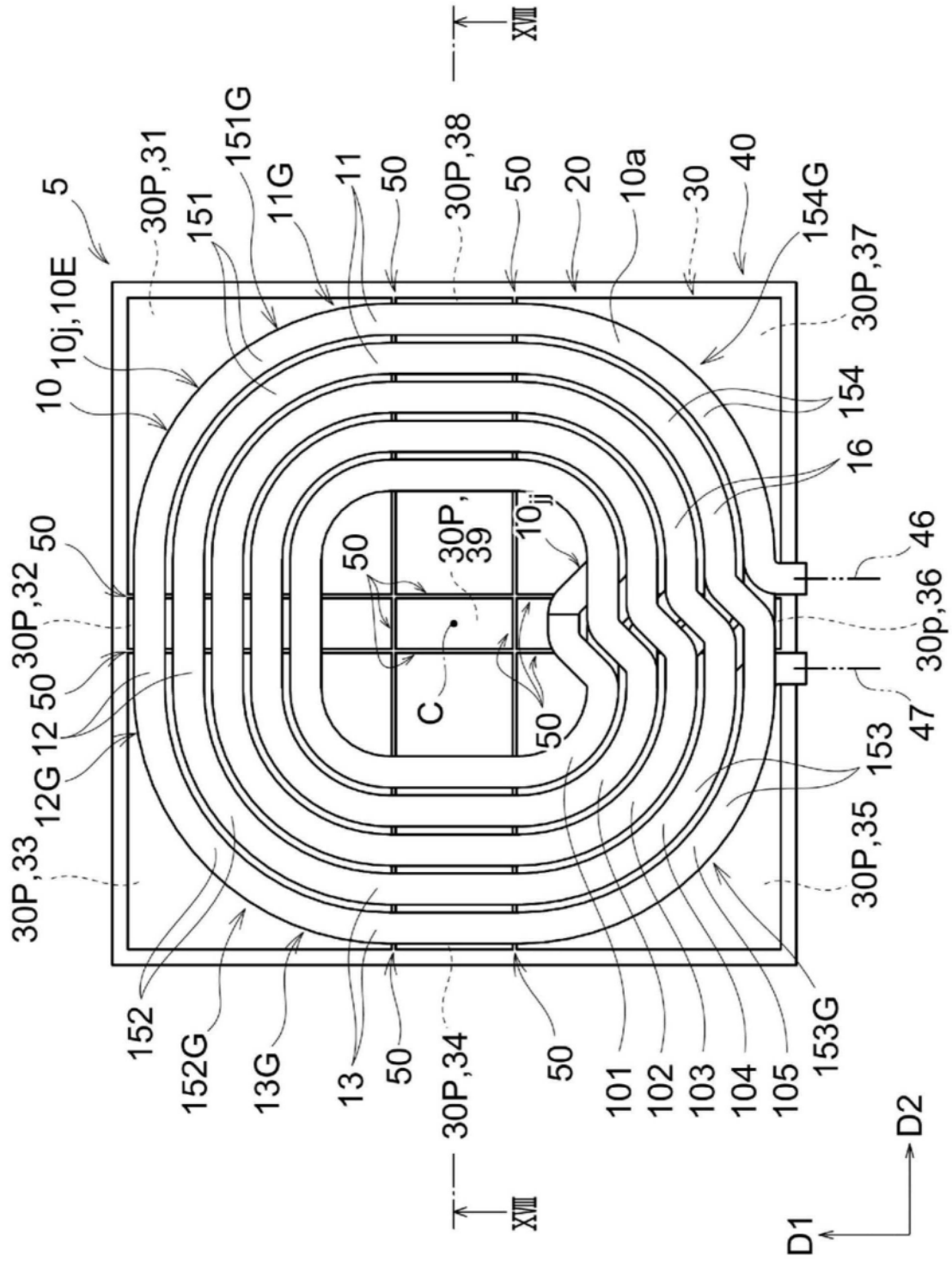


图17

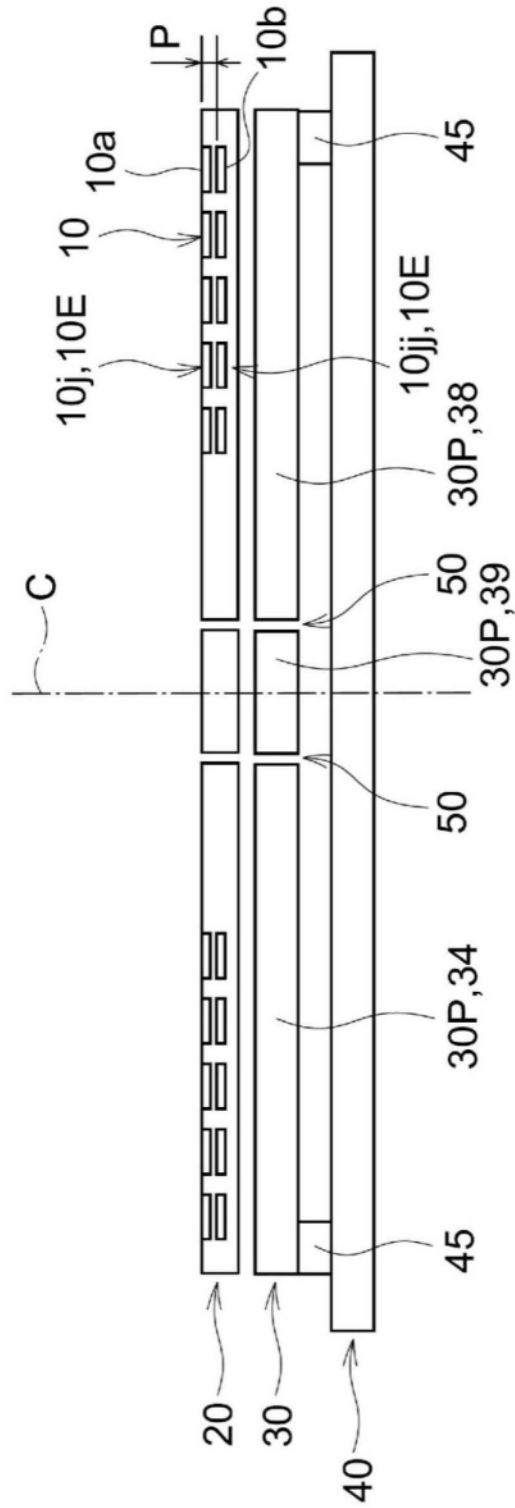


图18

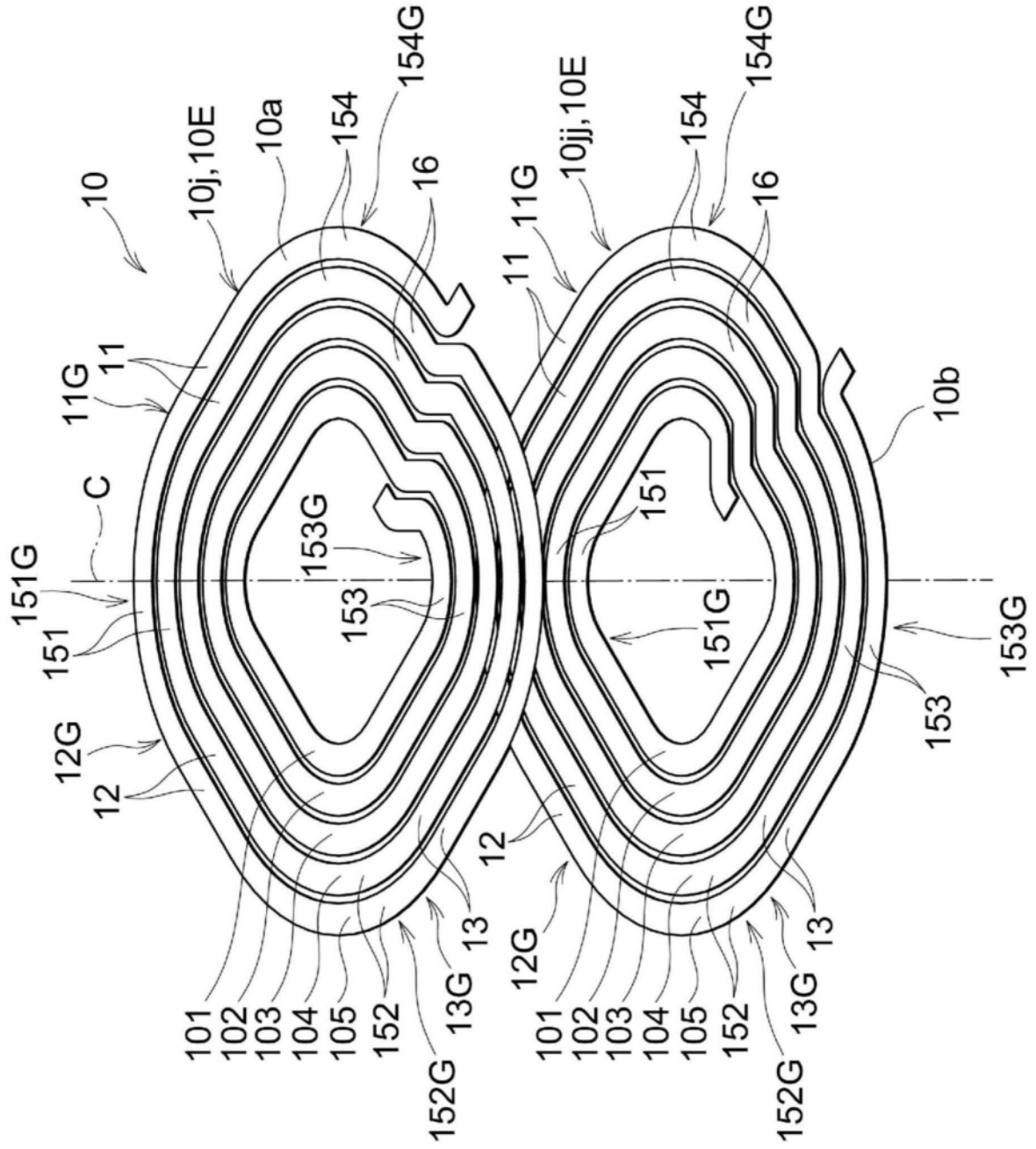


图19

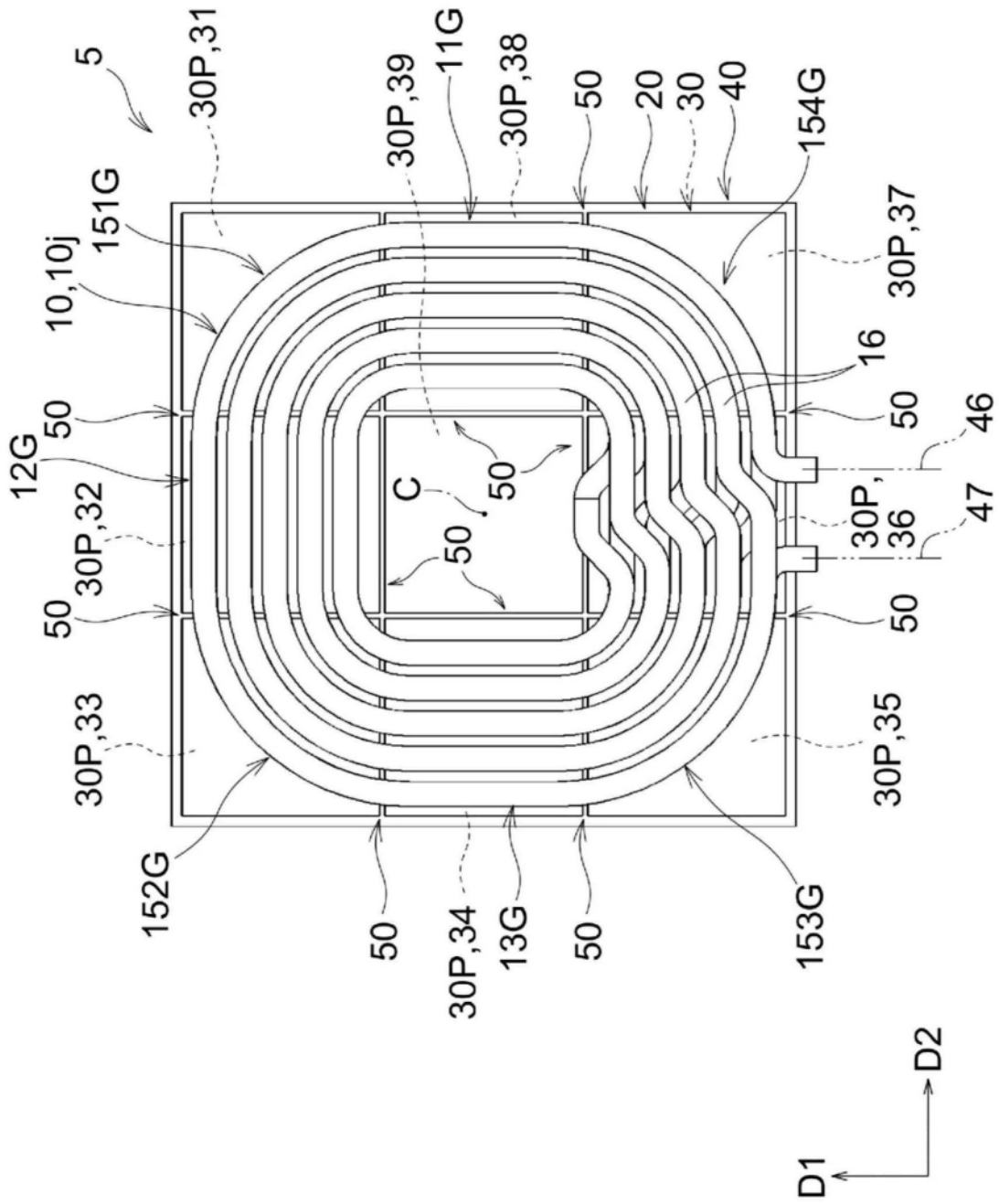


图20

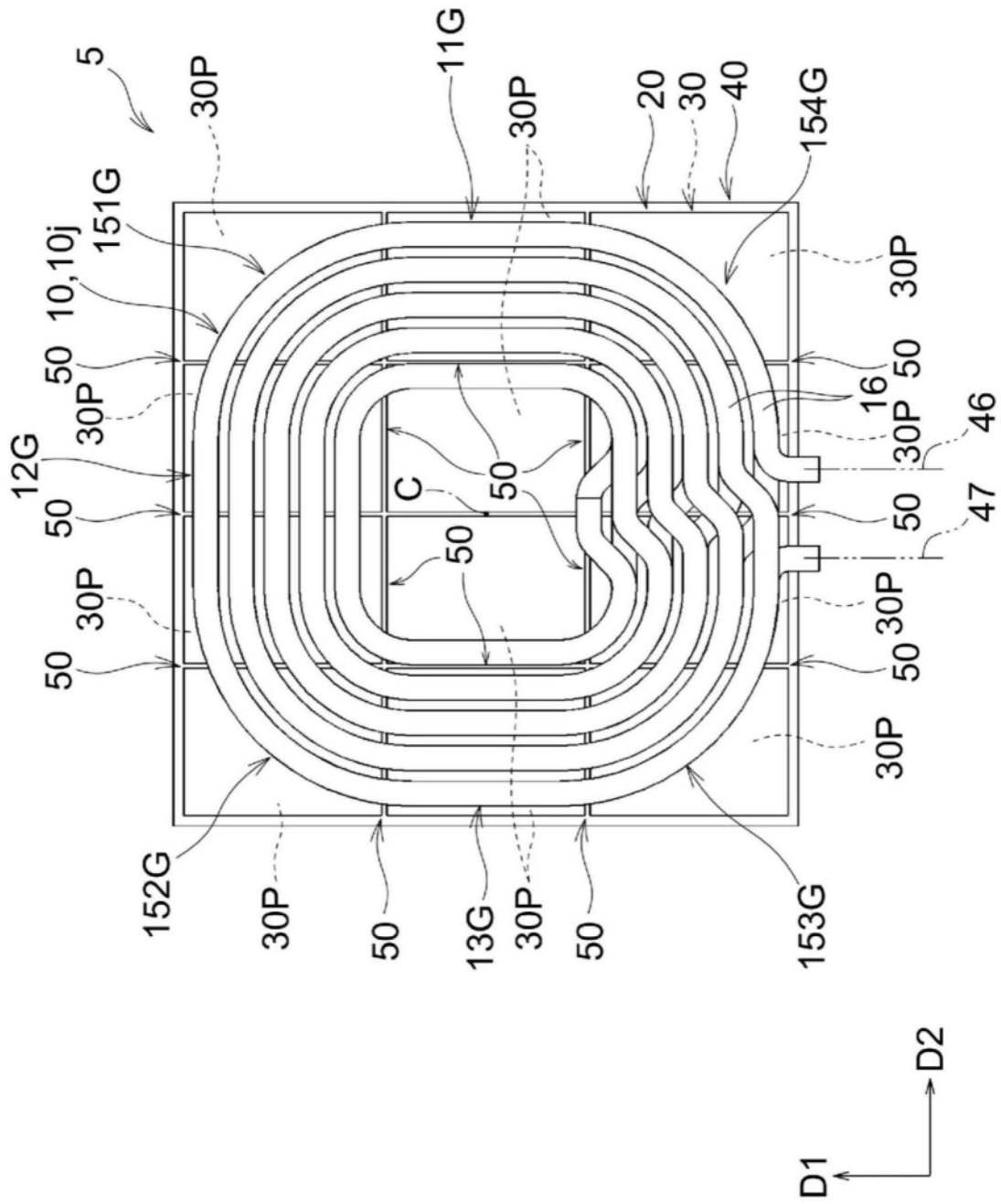


图21

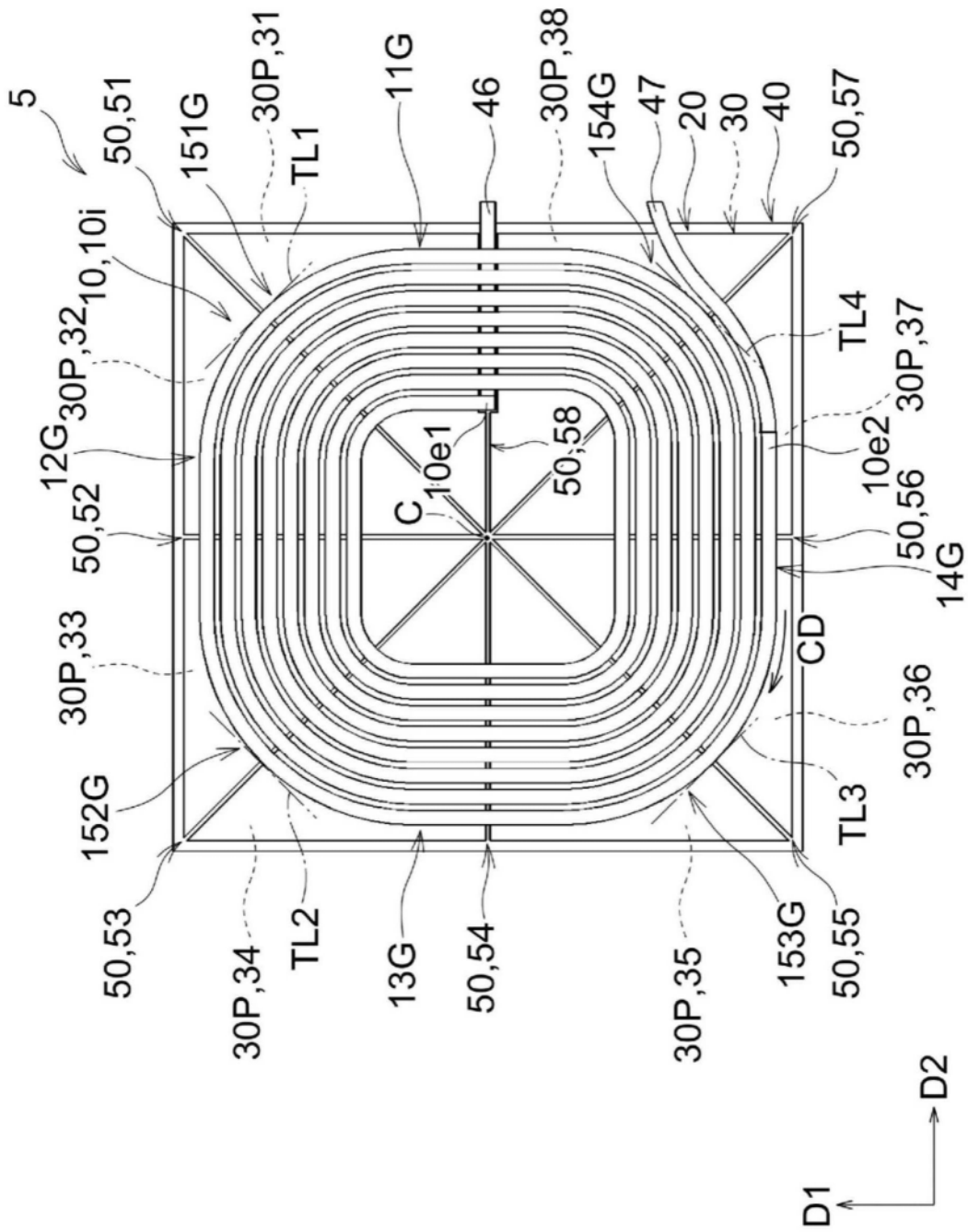


图22

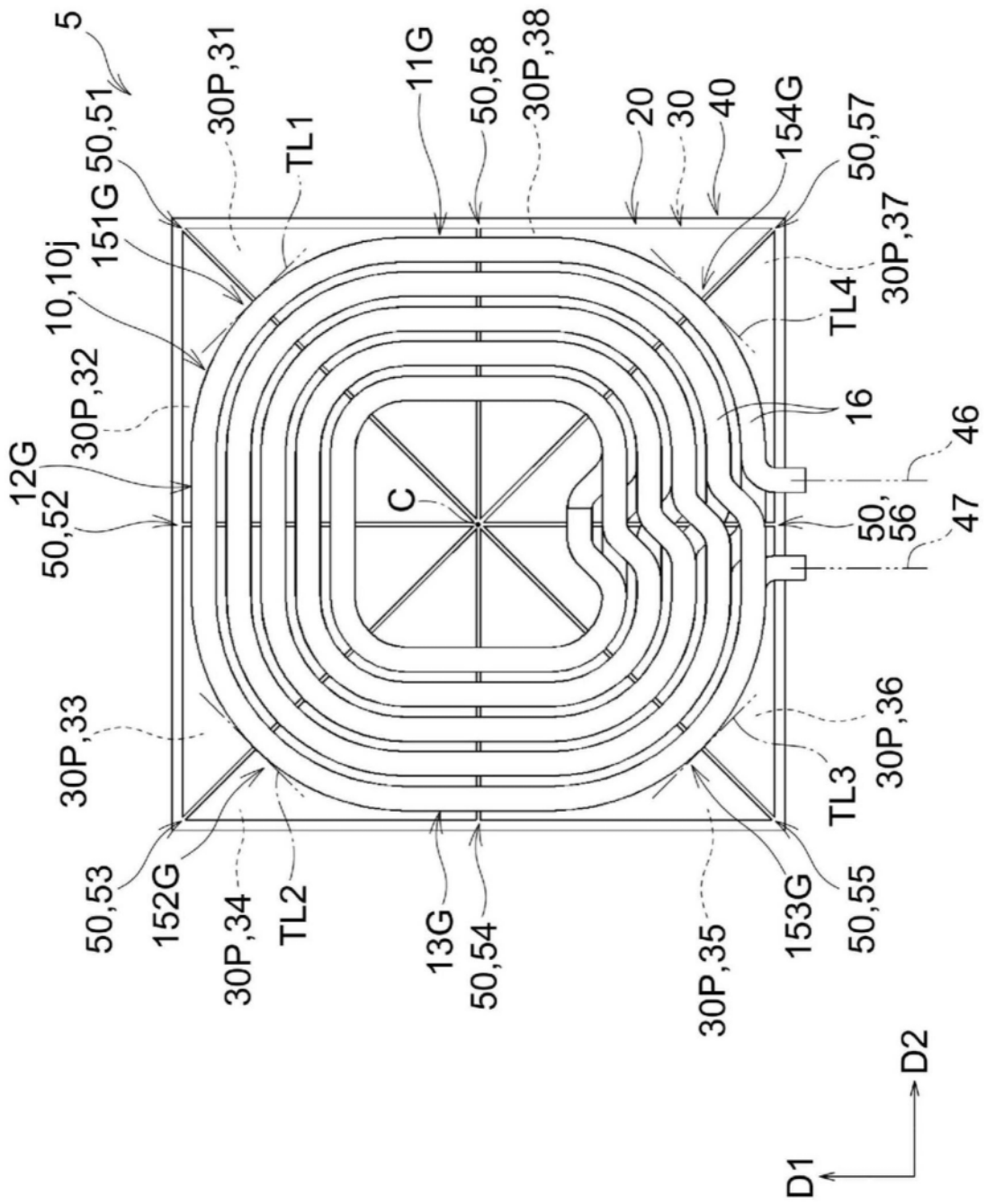


图23

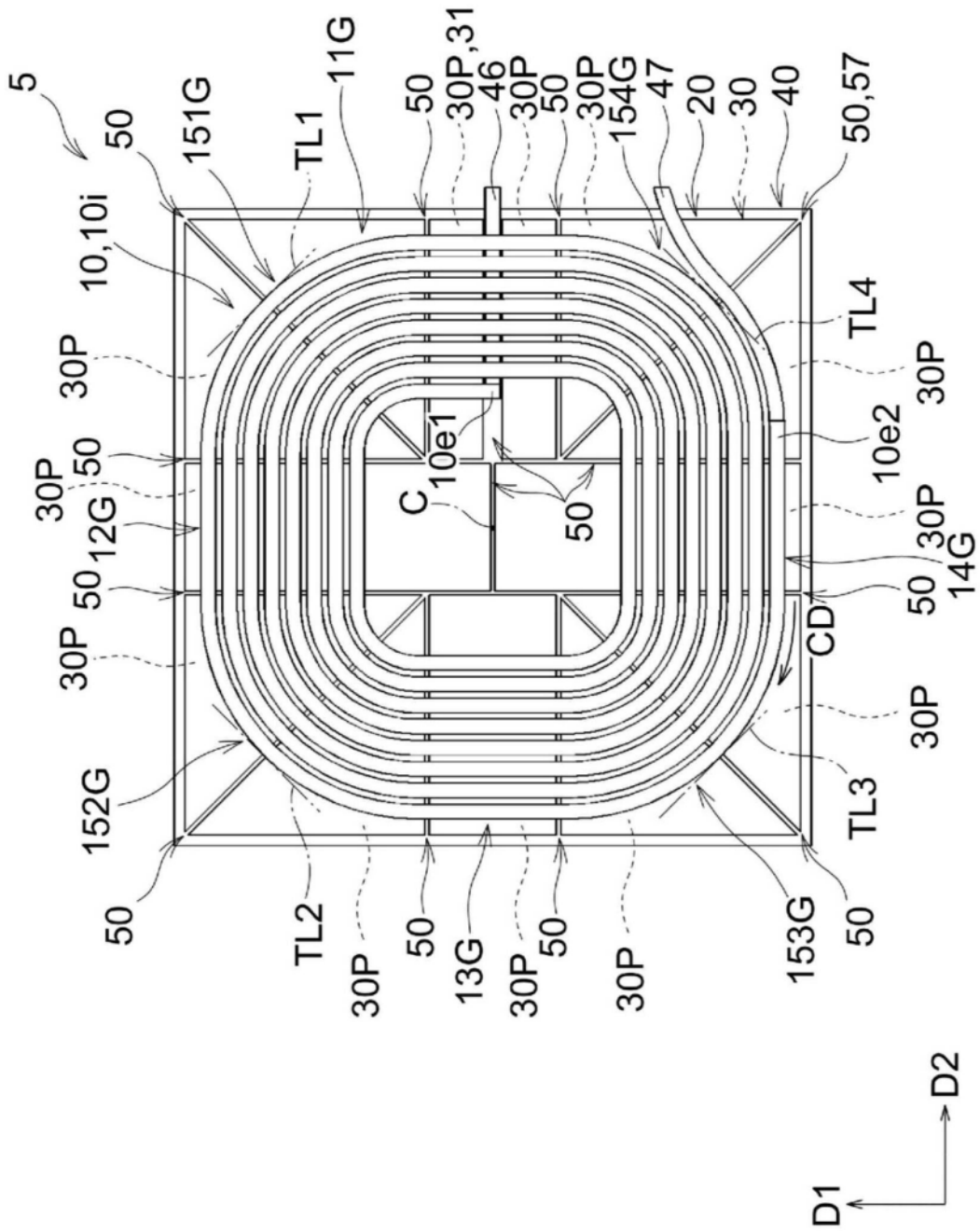


图24

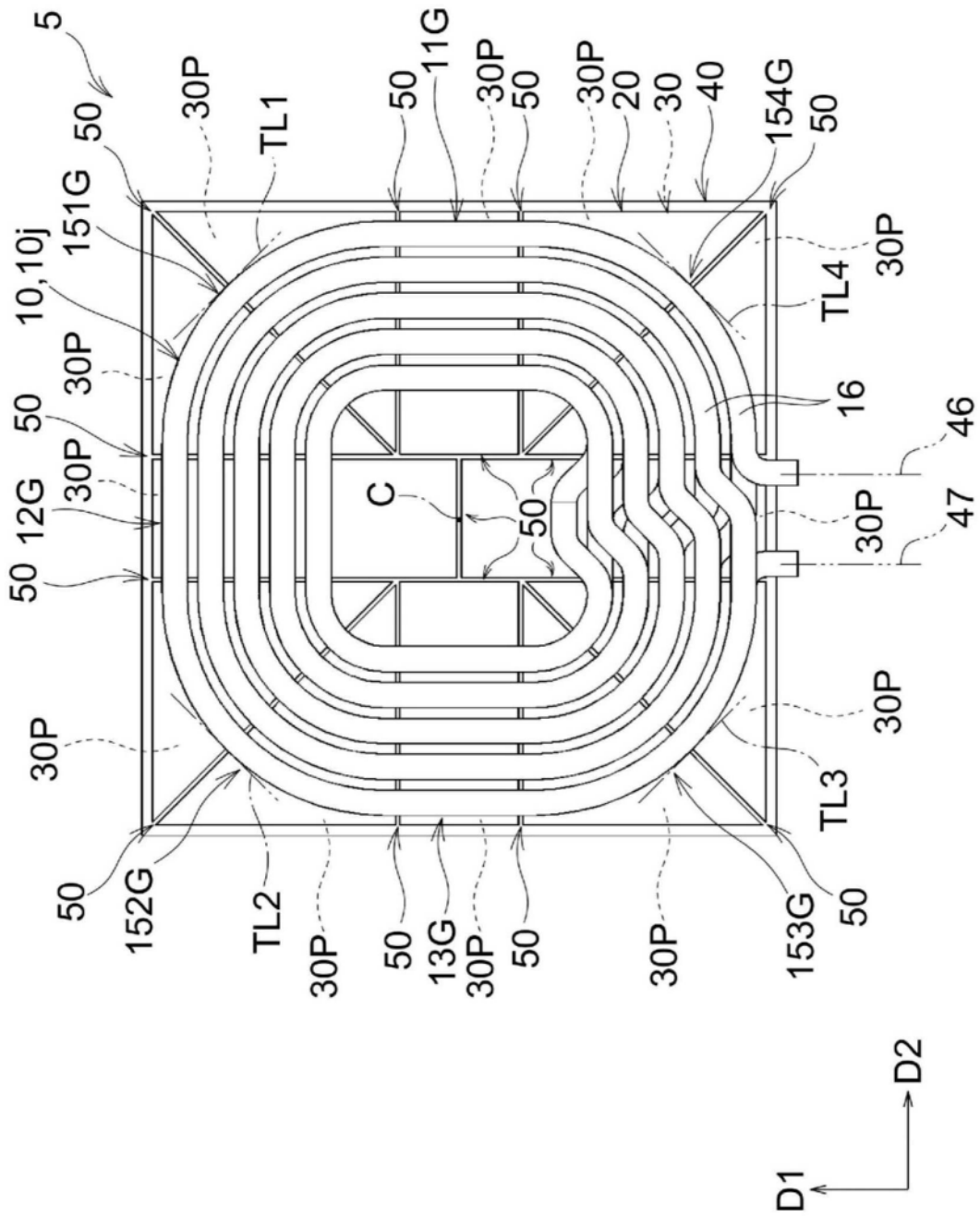


图25

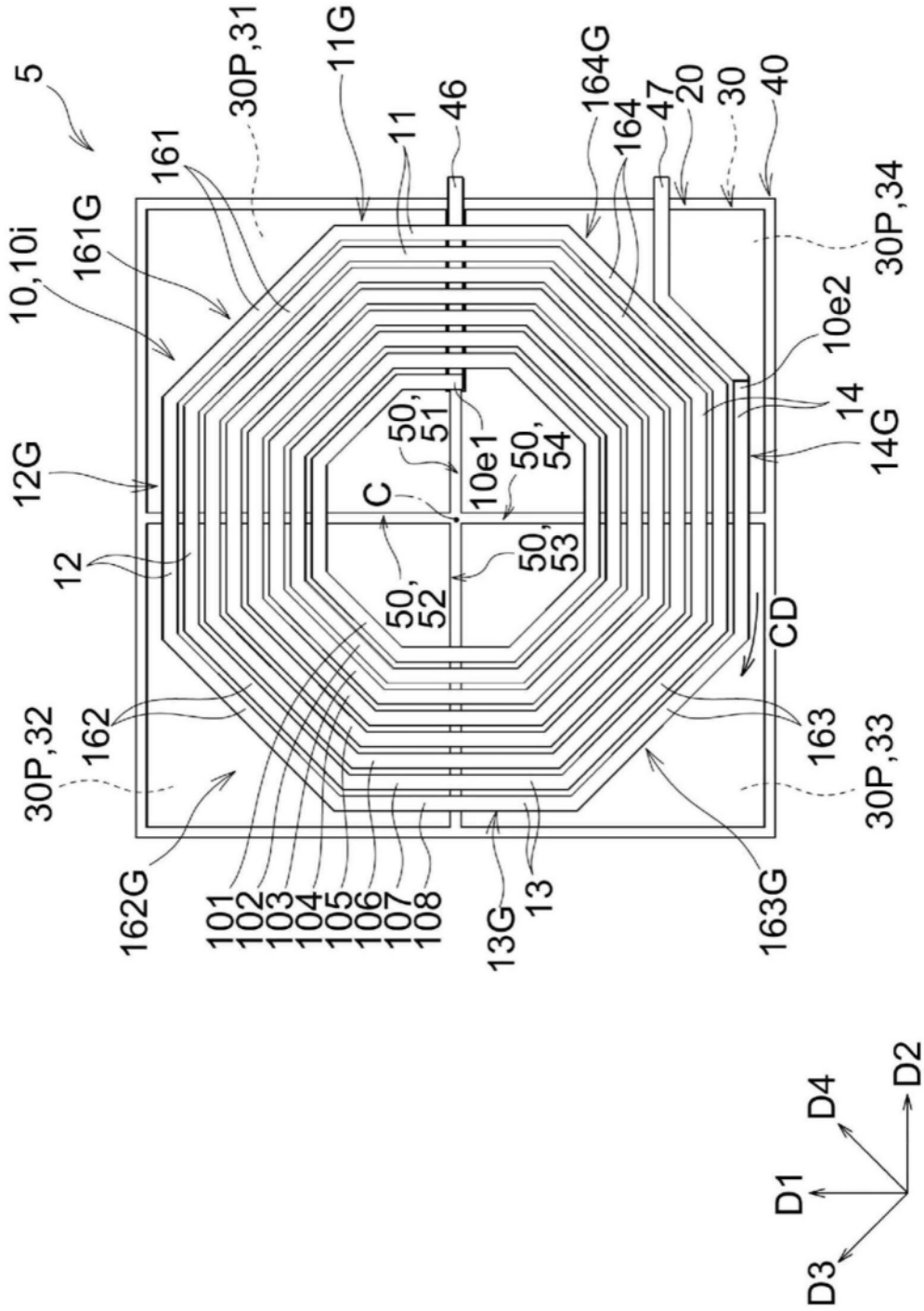


图26

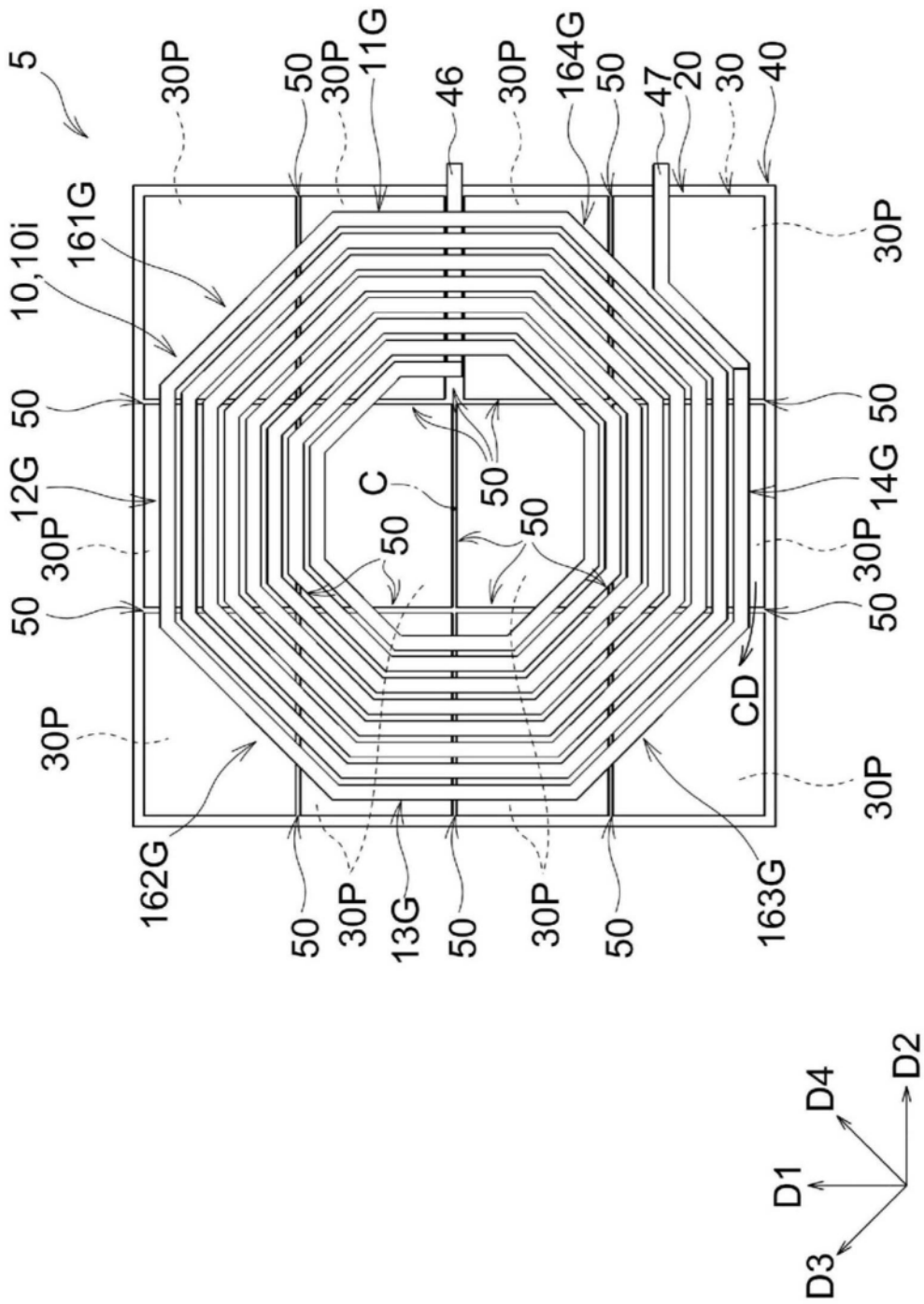


图27

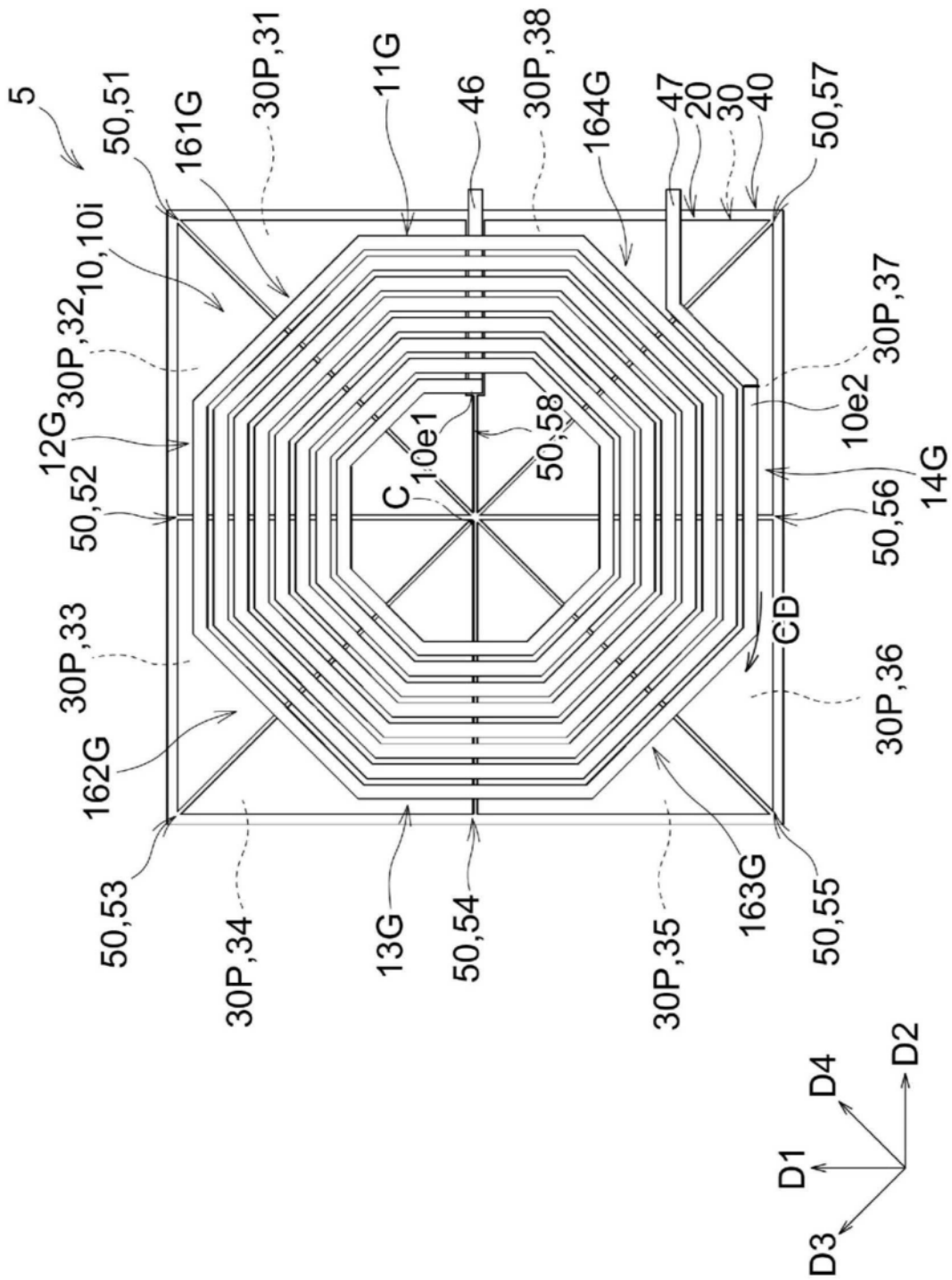


图28

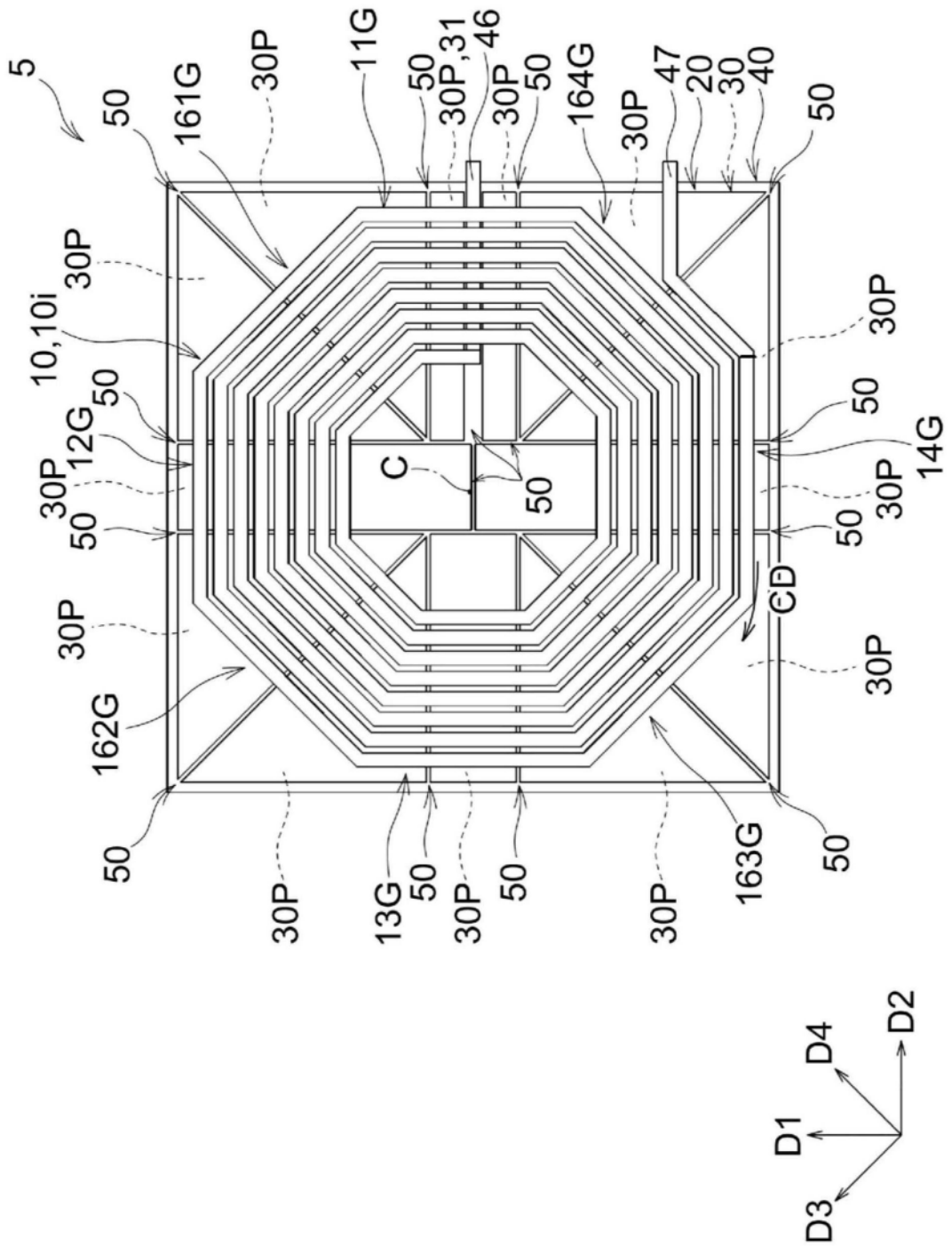


图29

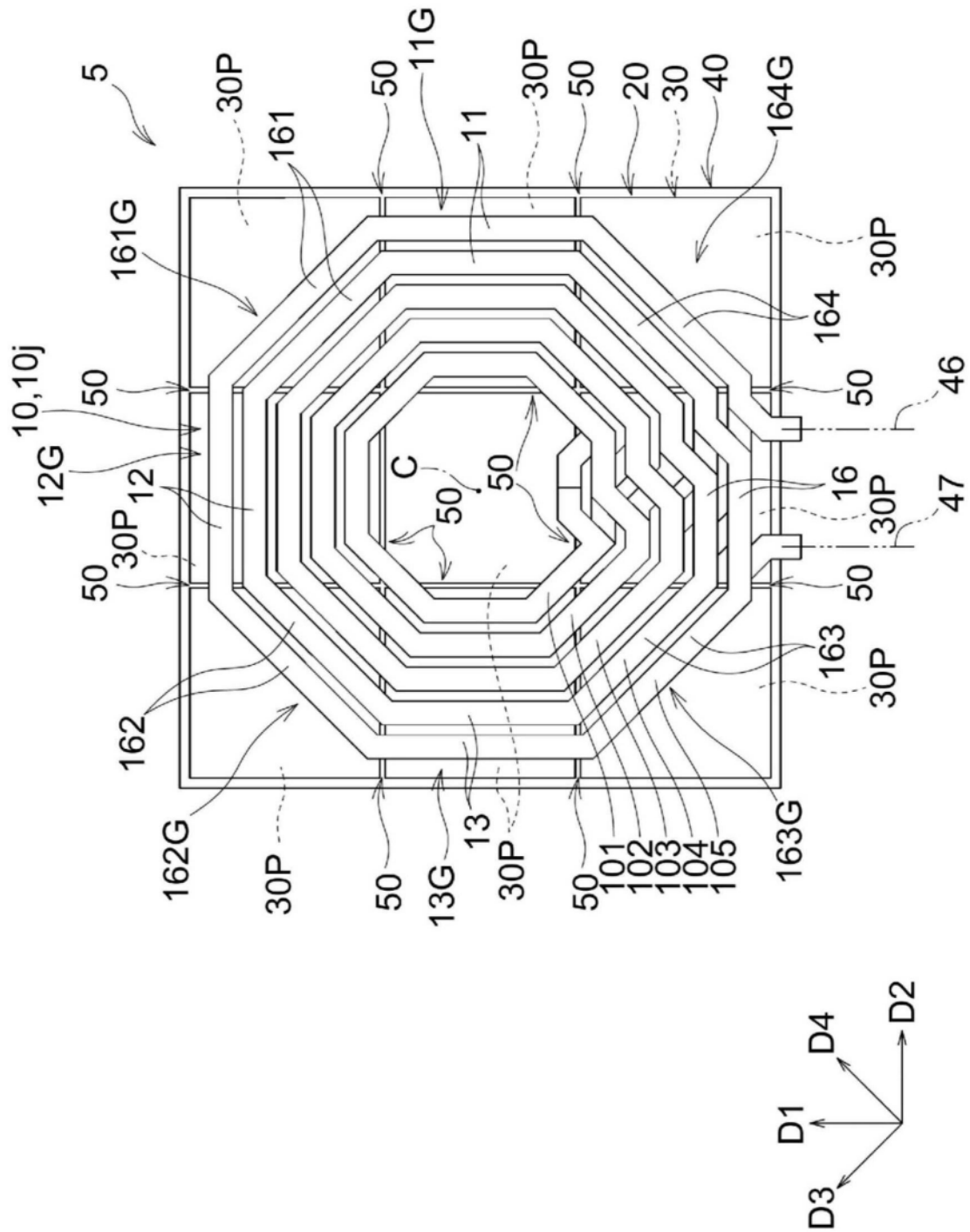


图30

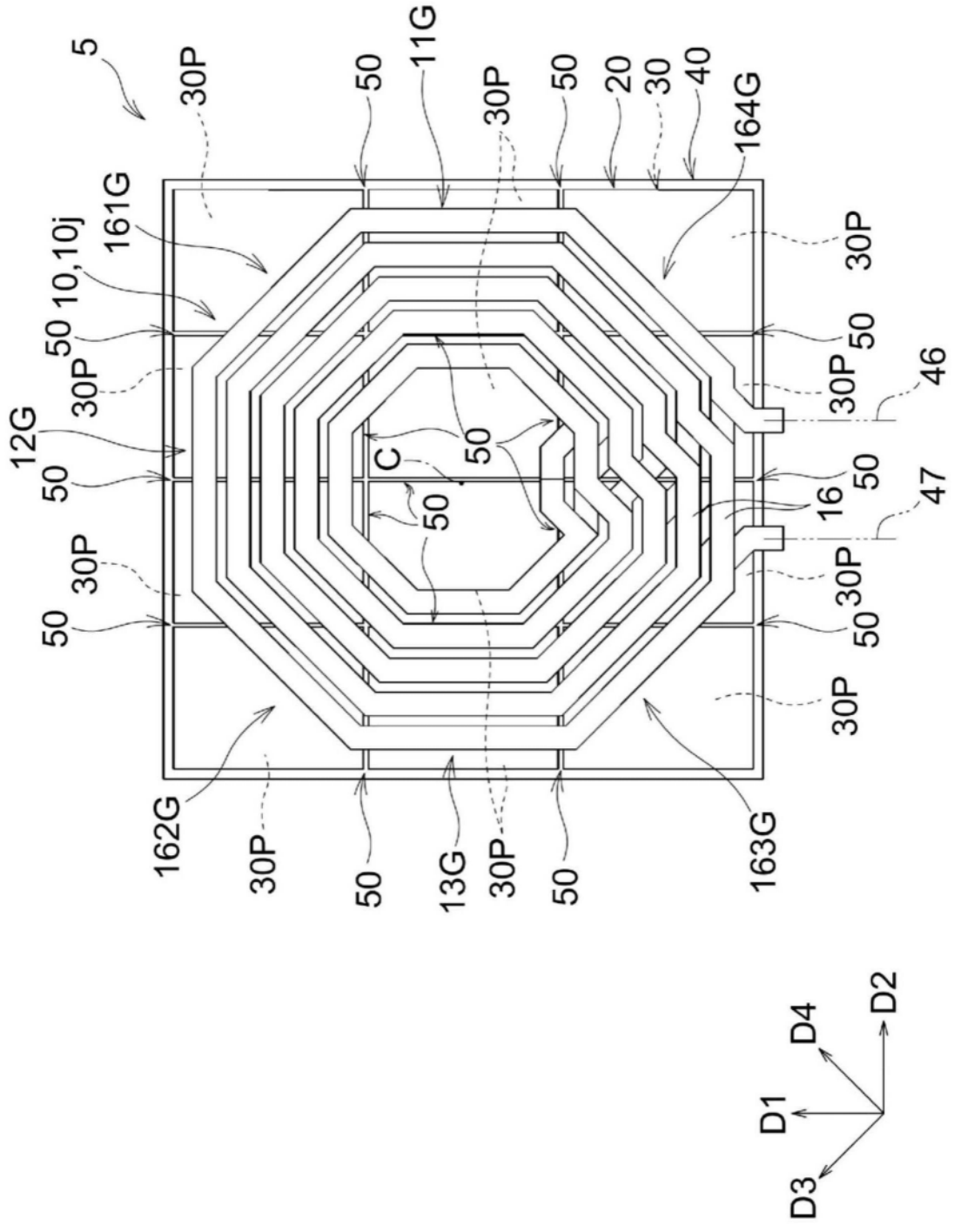


图31

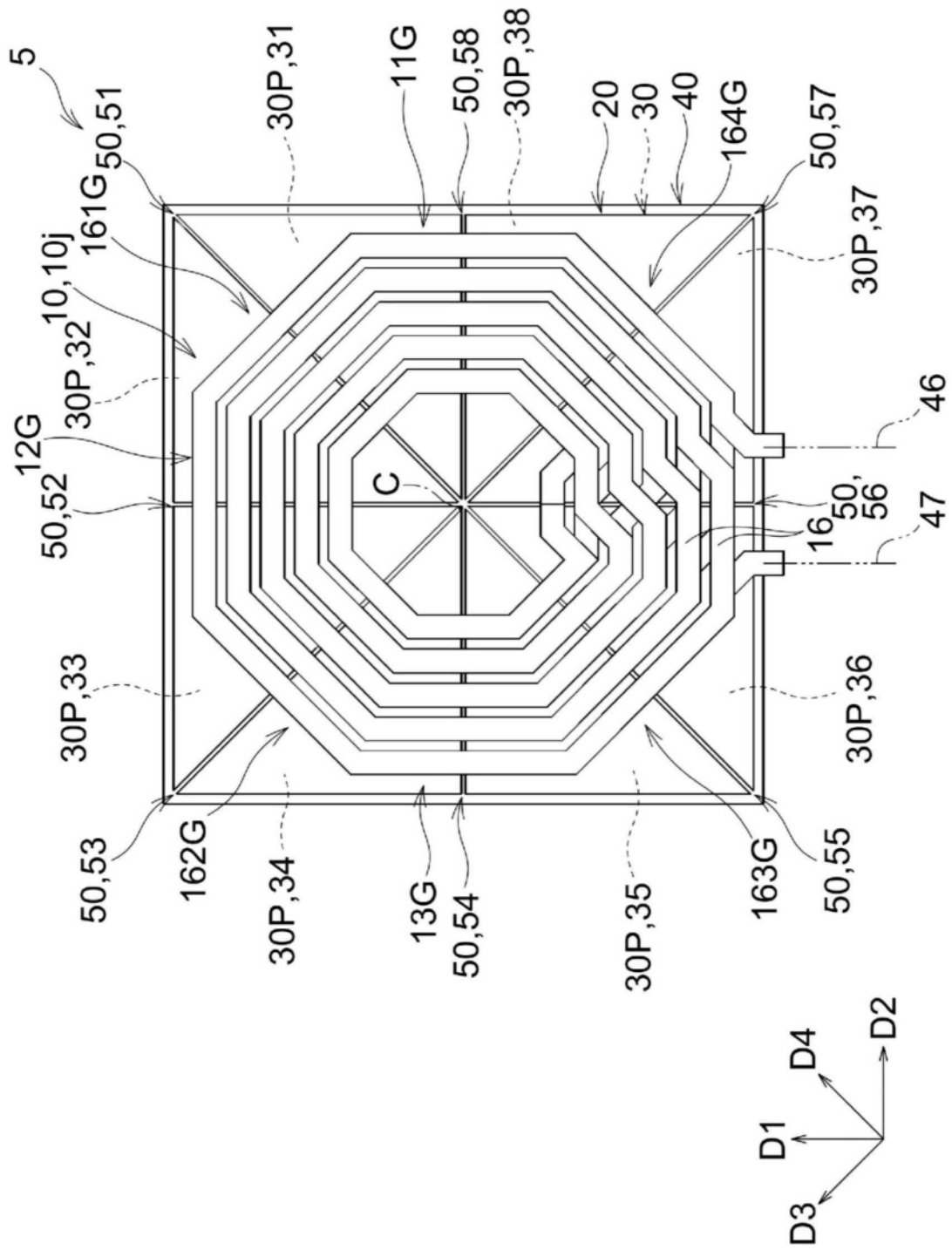


图32

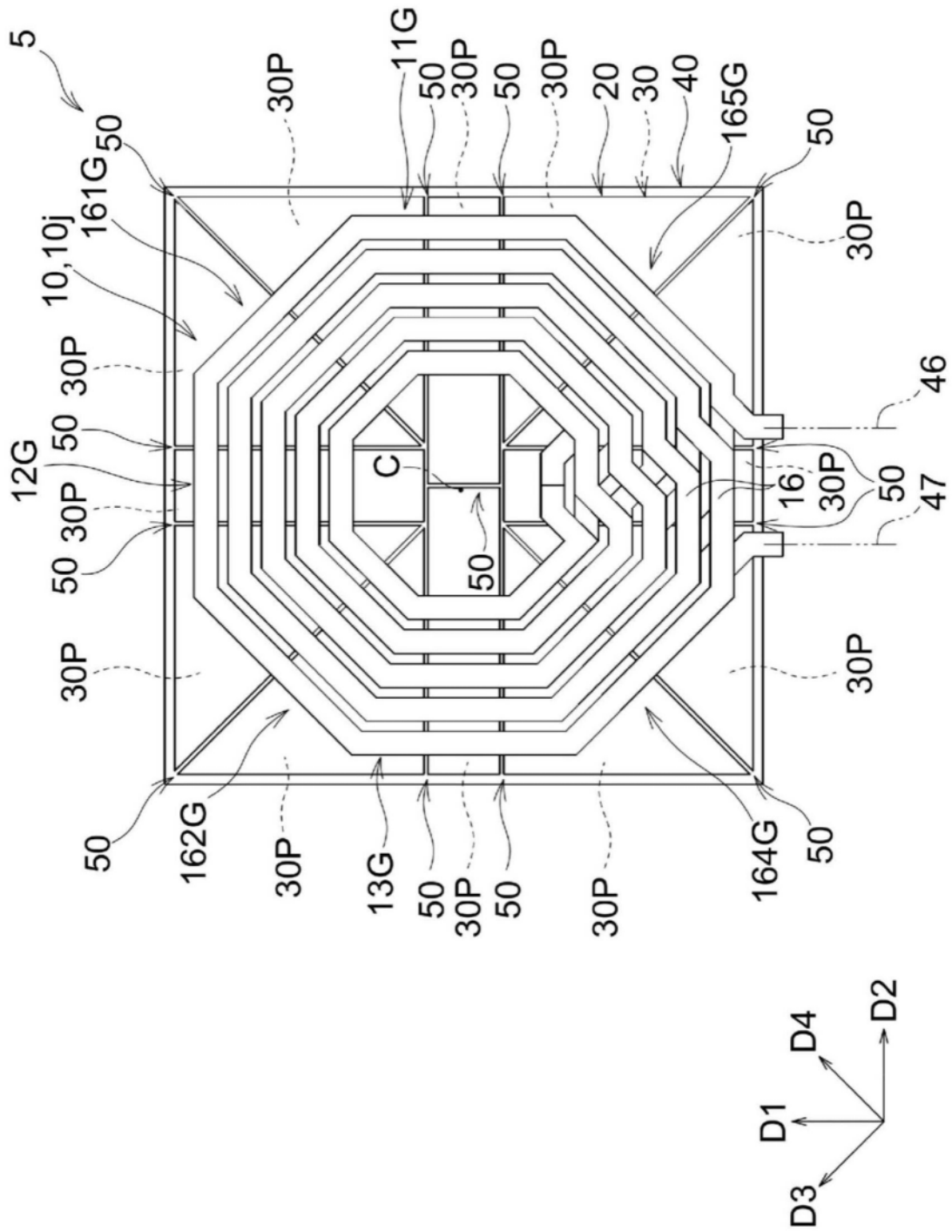


图33

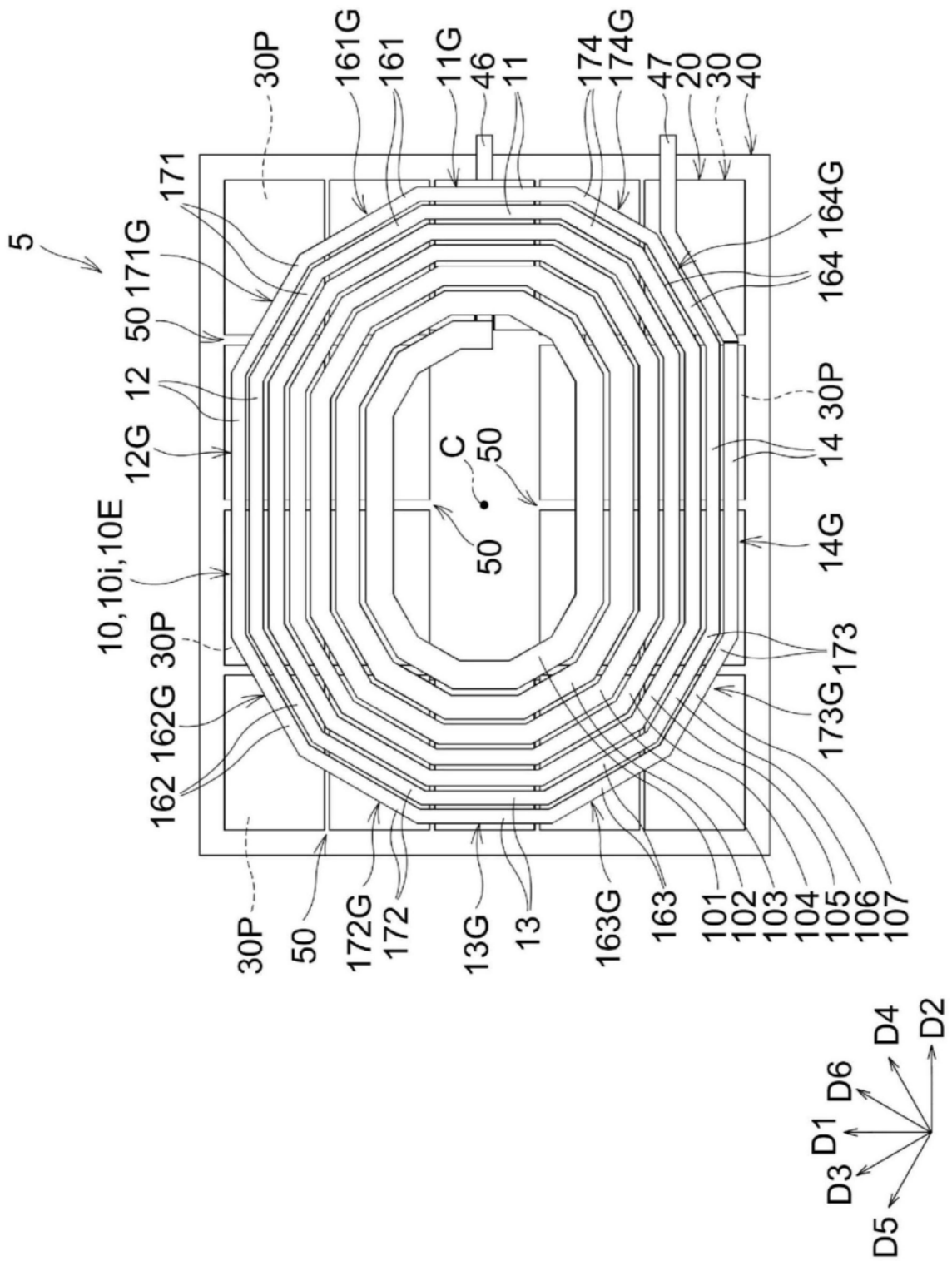


图34

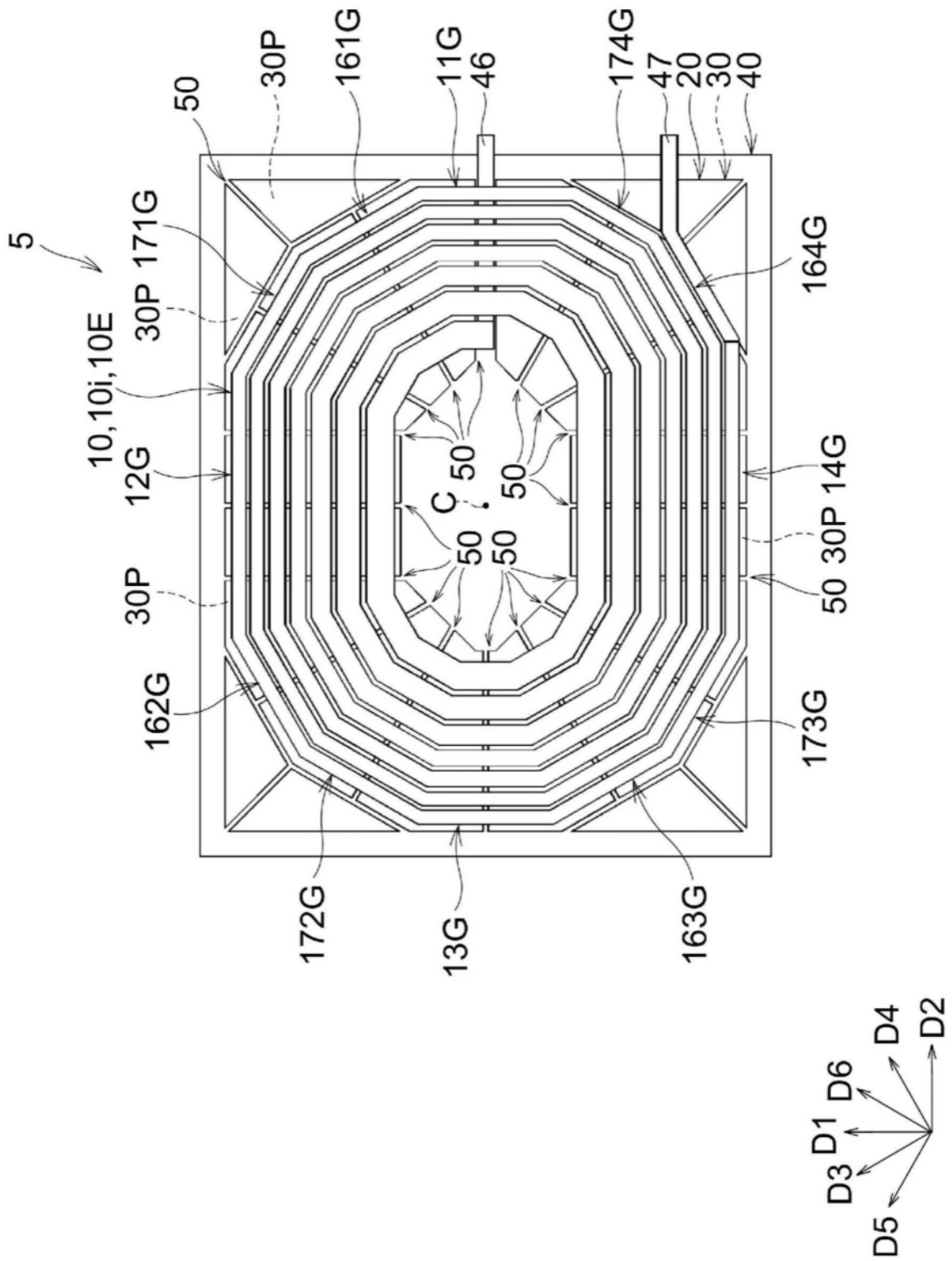


图35

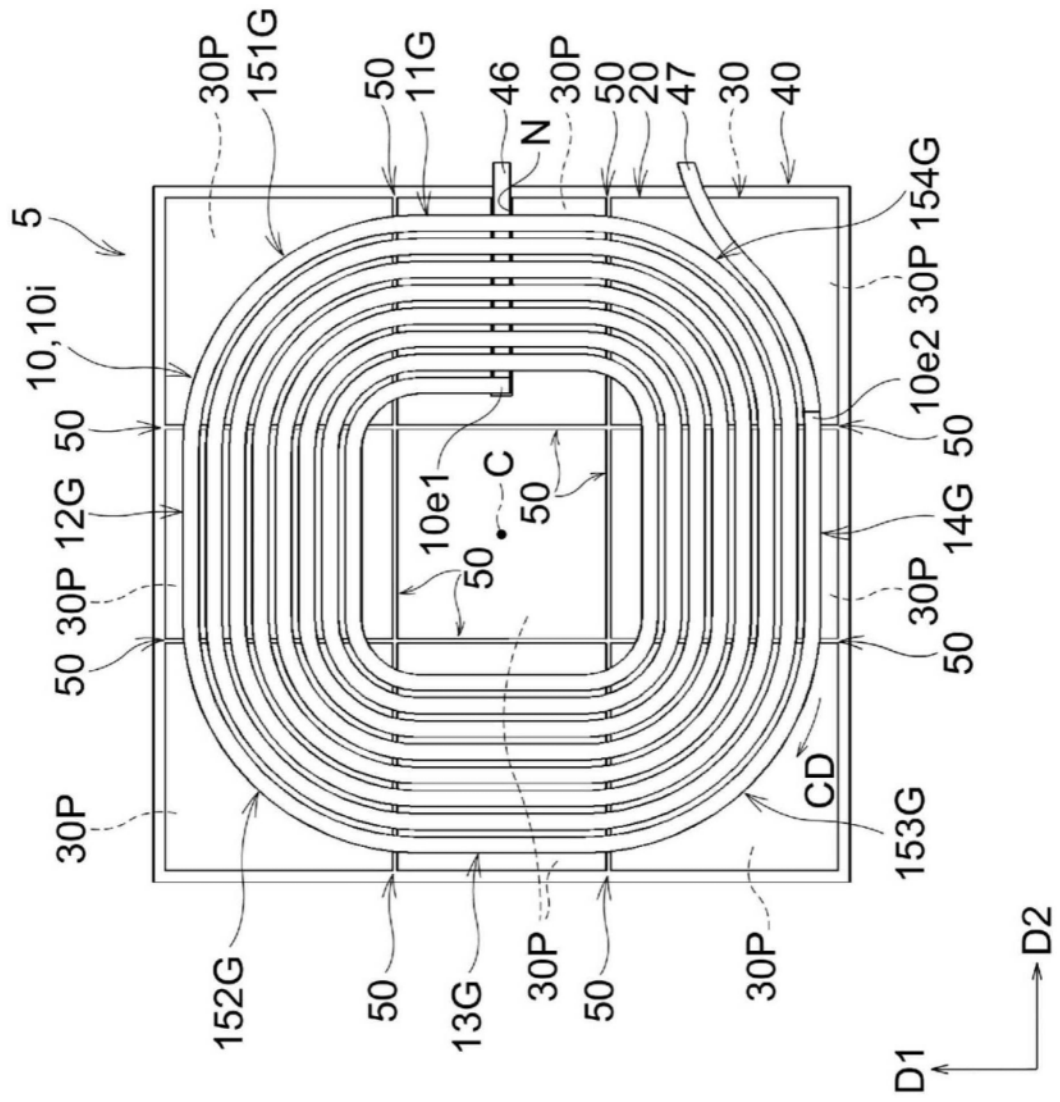


图36

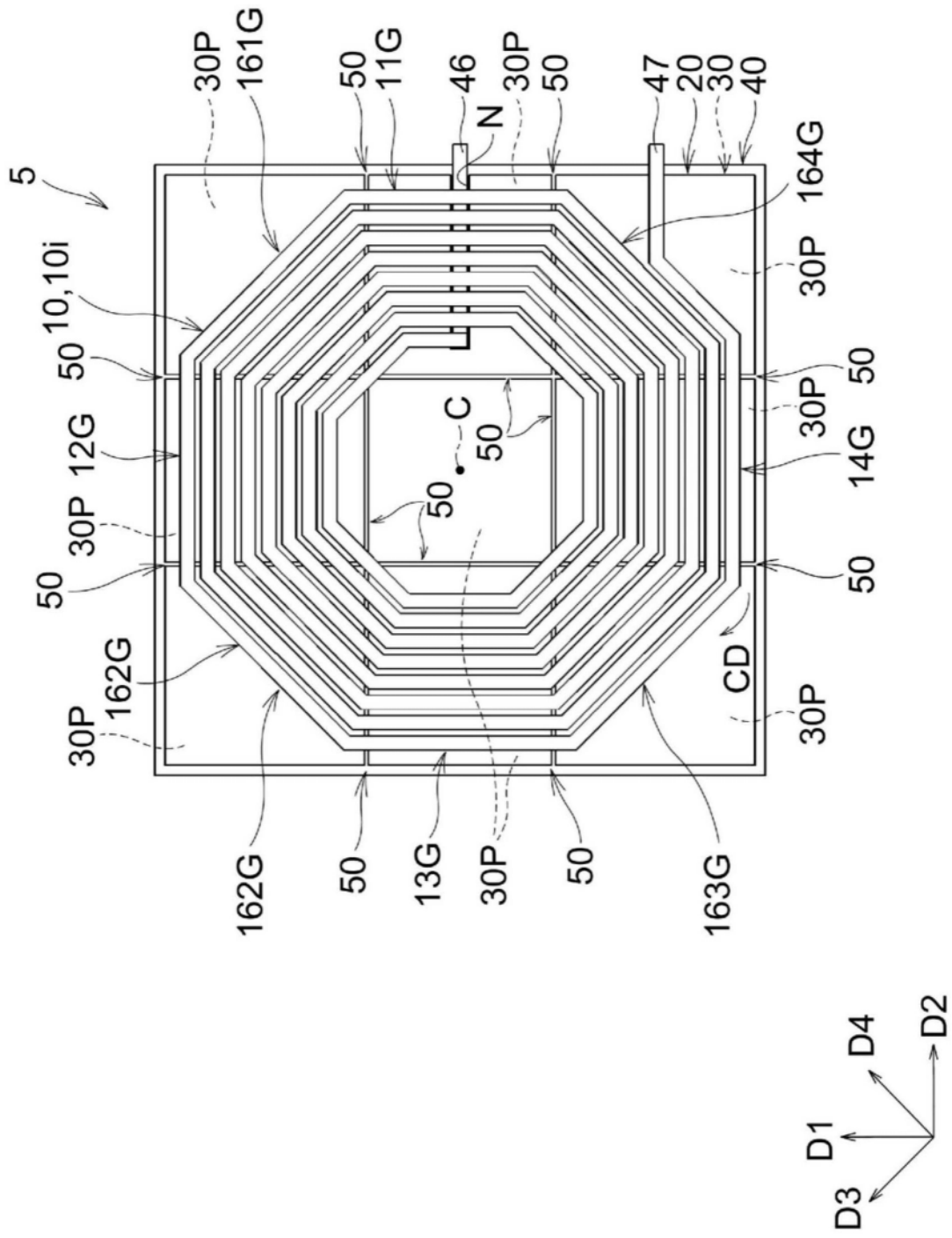


图37

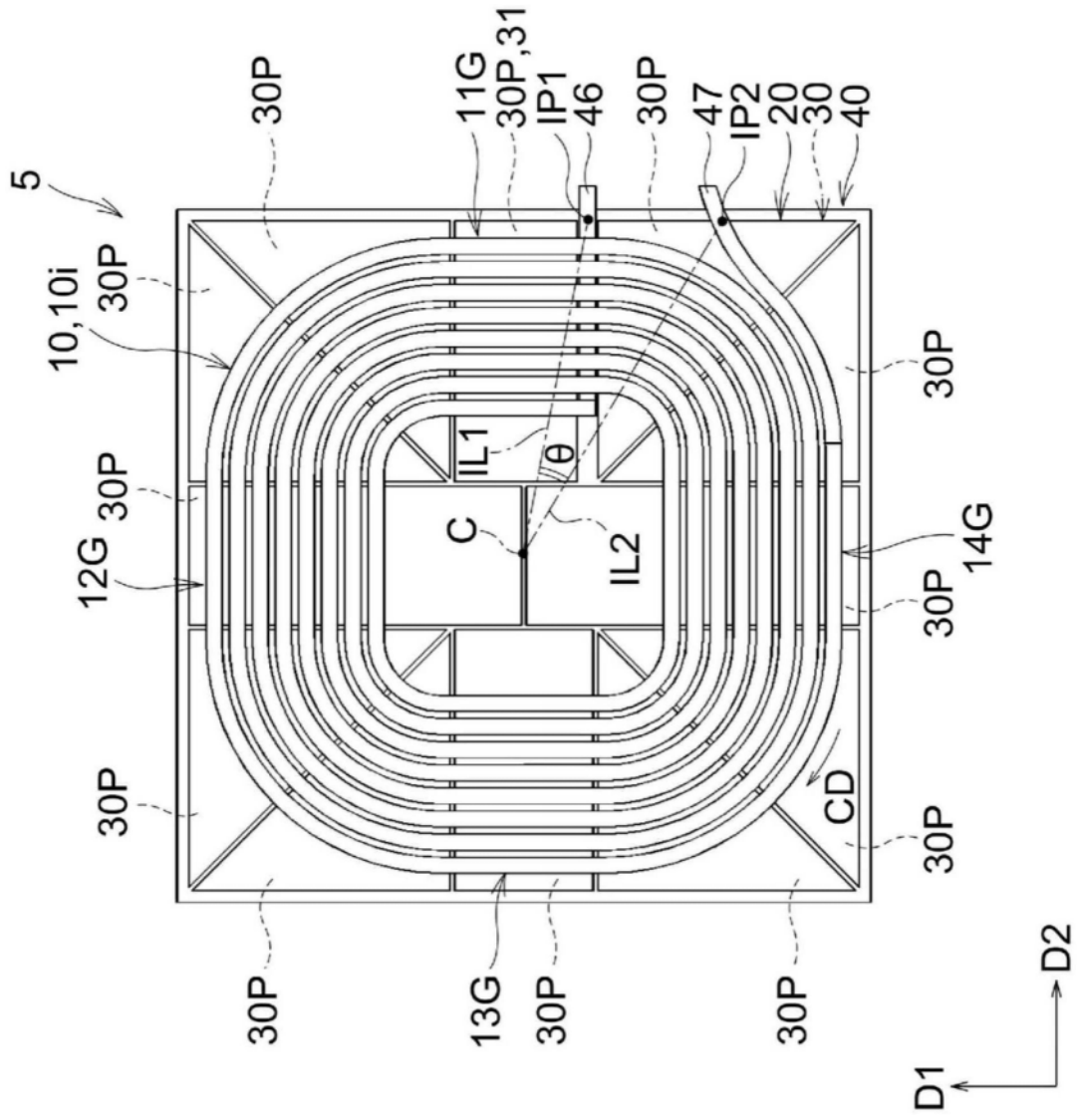


图38

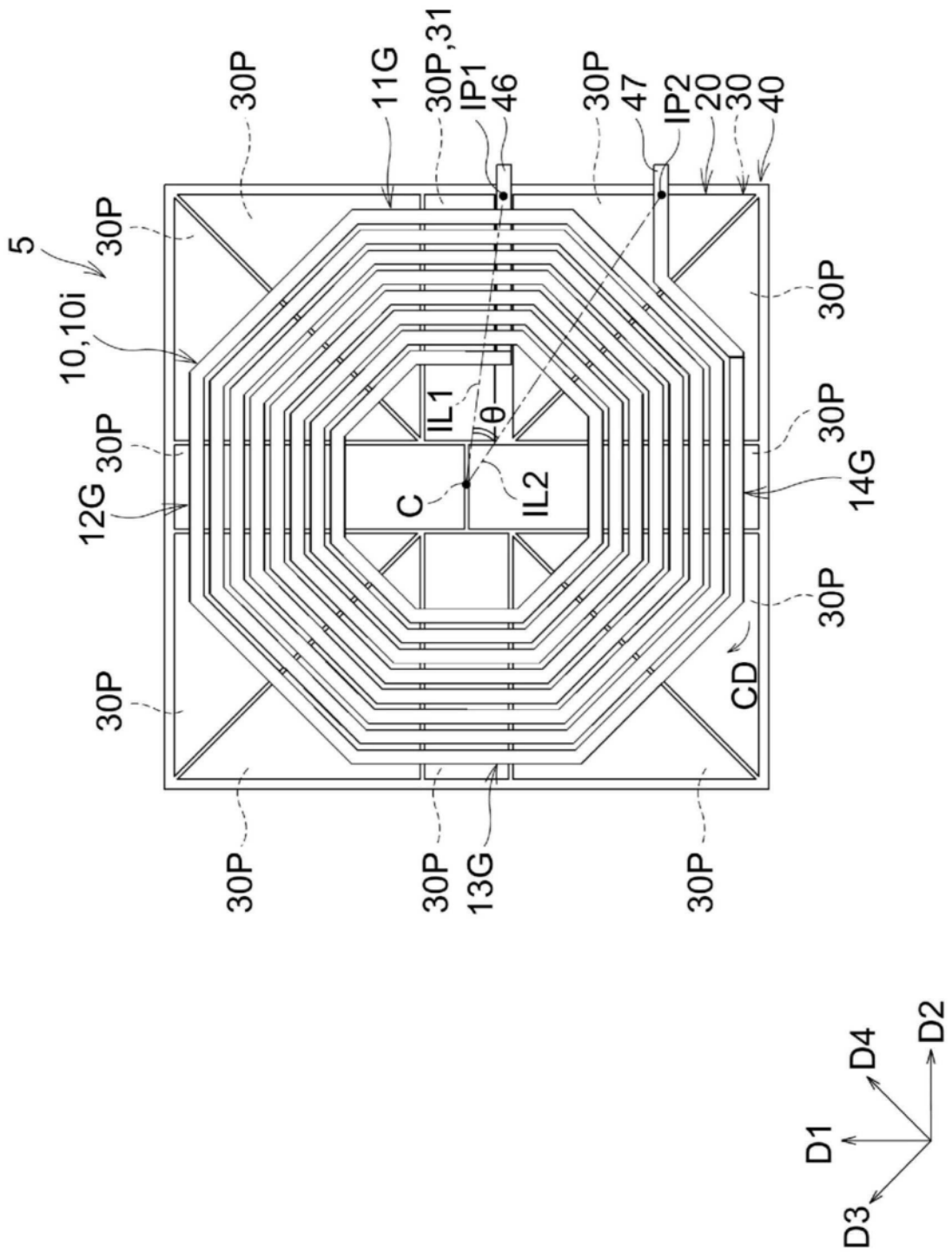


图39

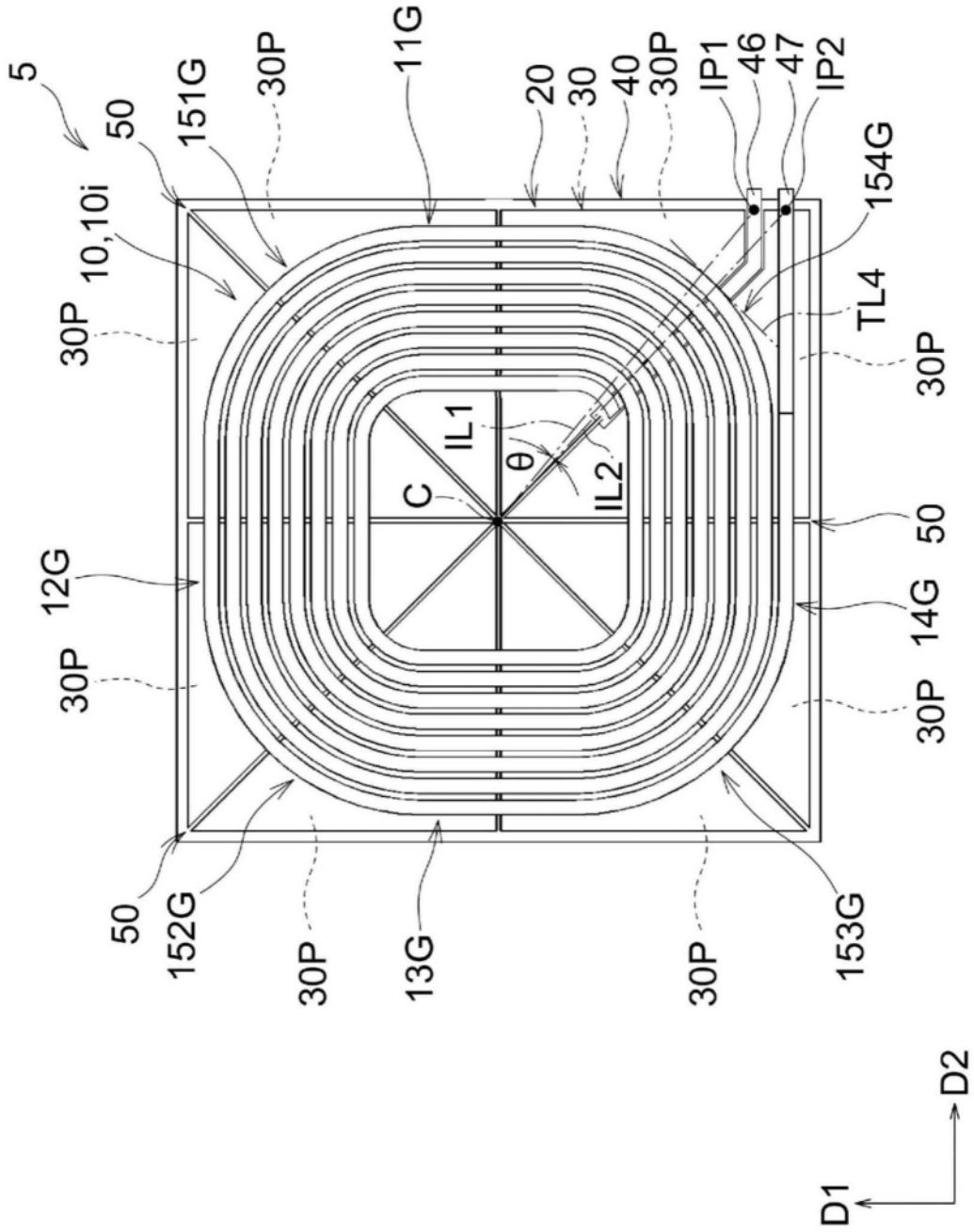


图40

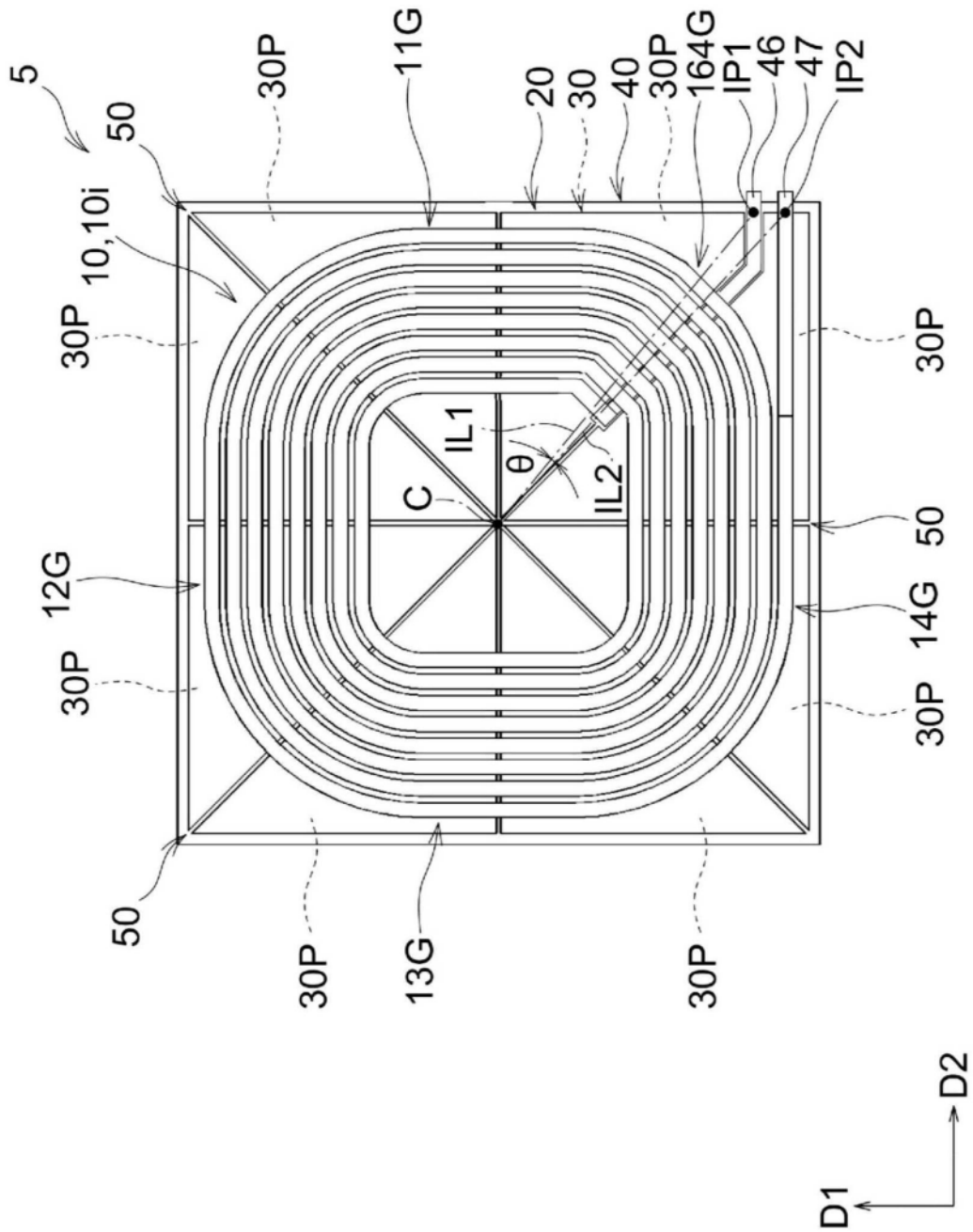


图41

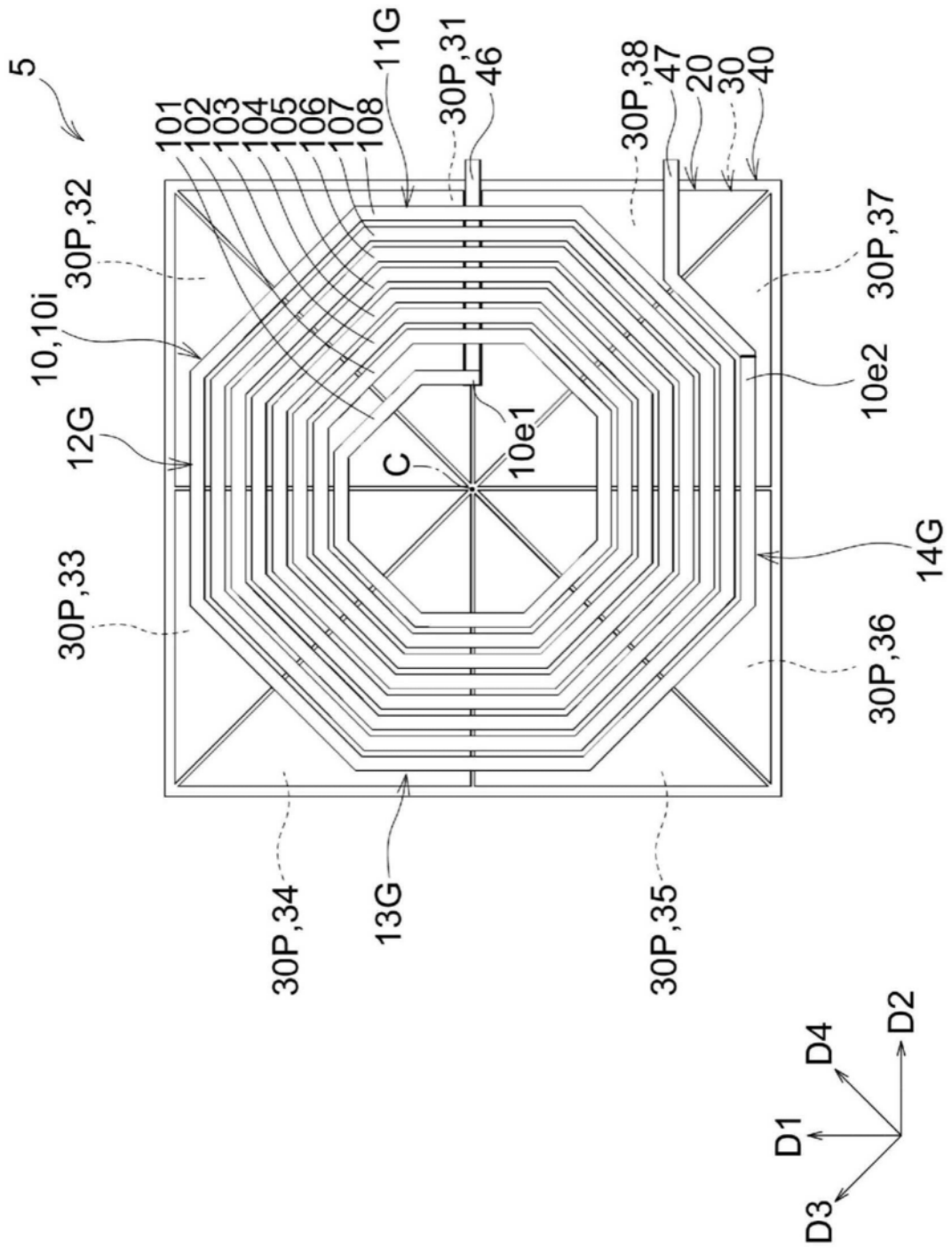


图42

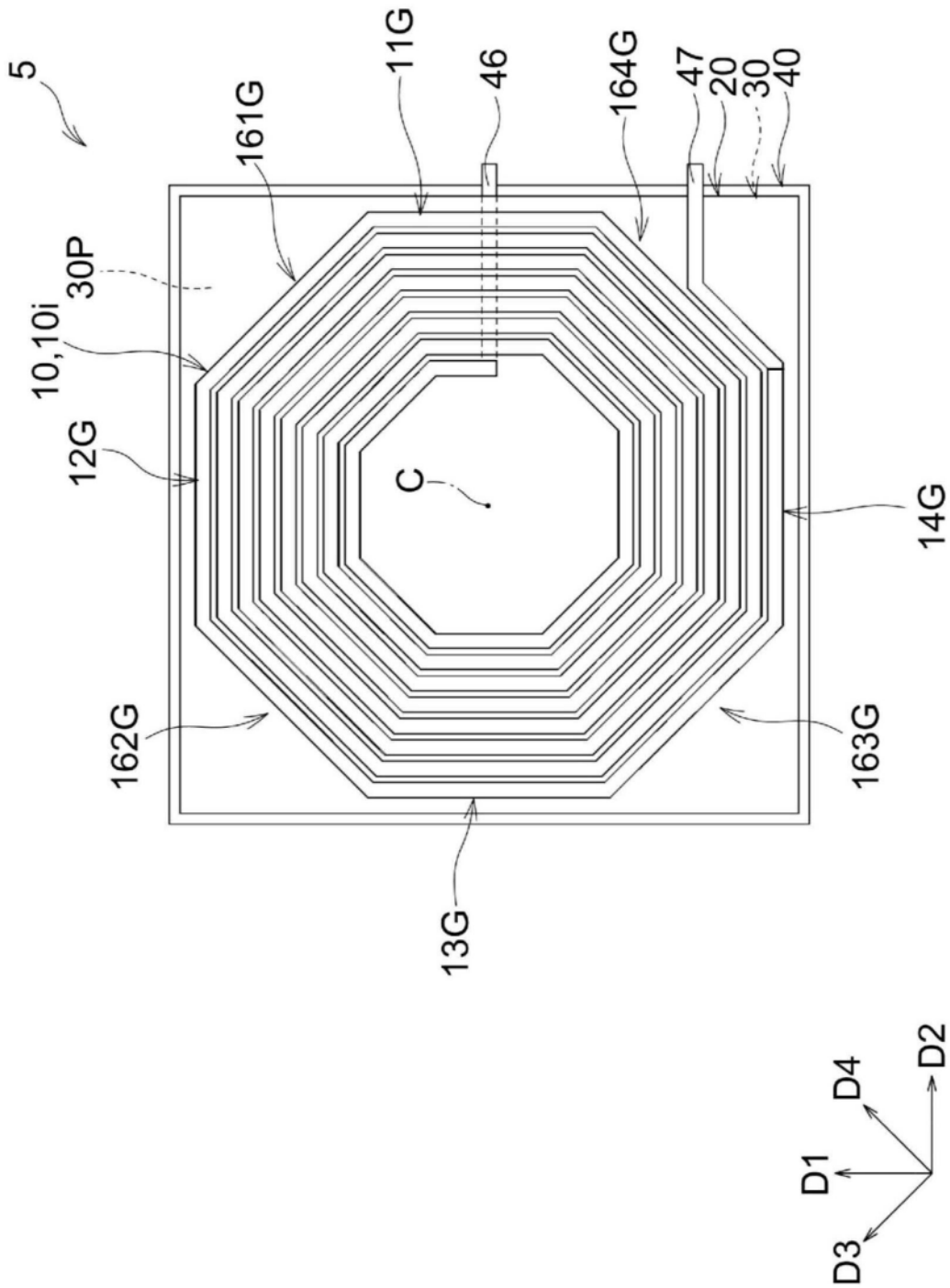


图43

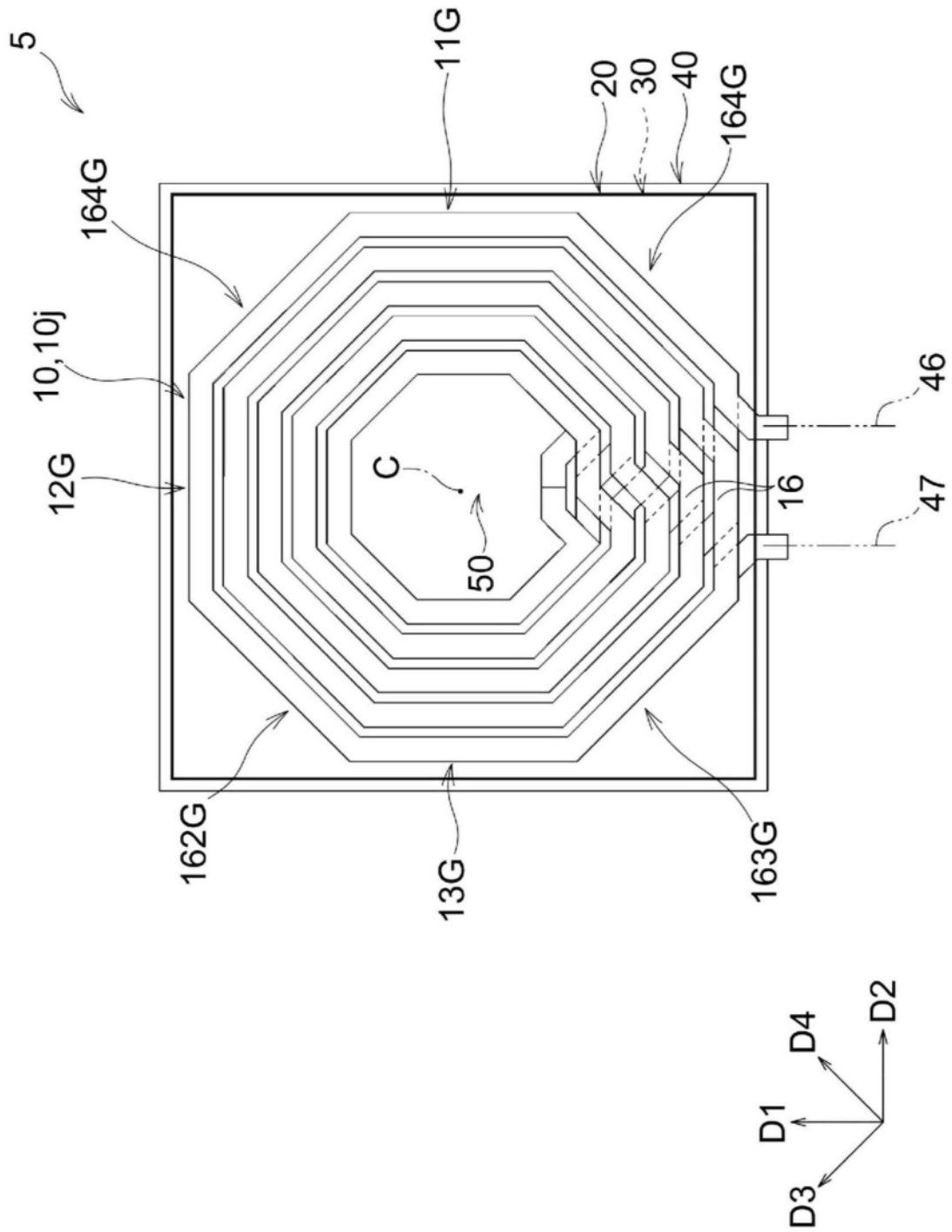


图44

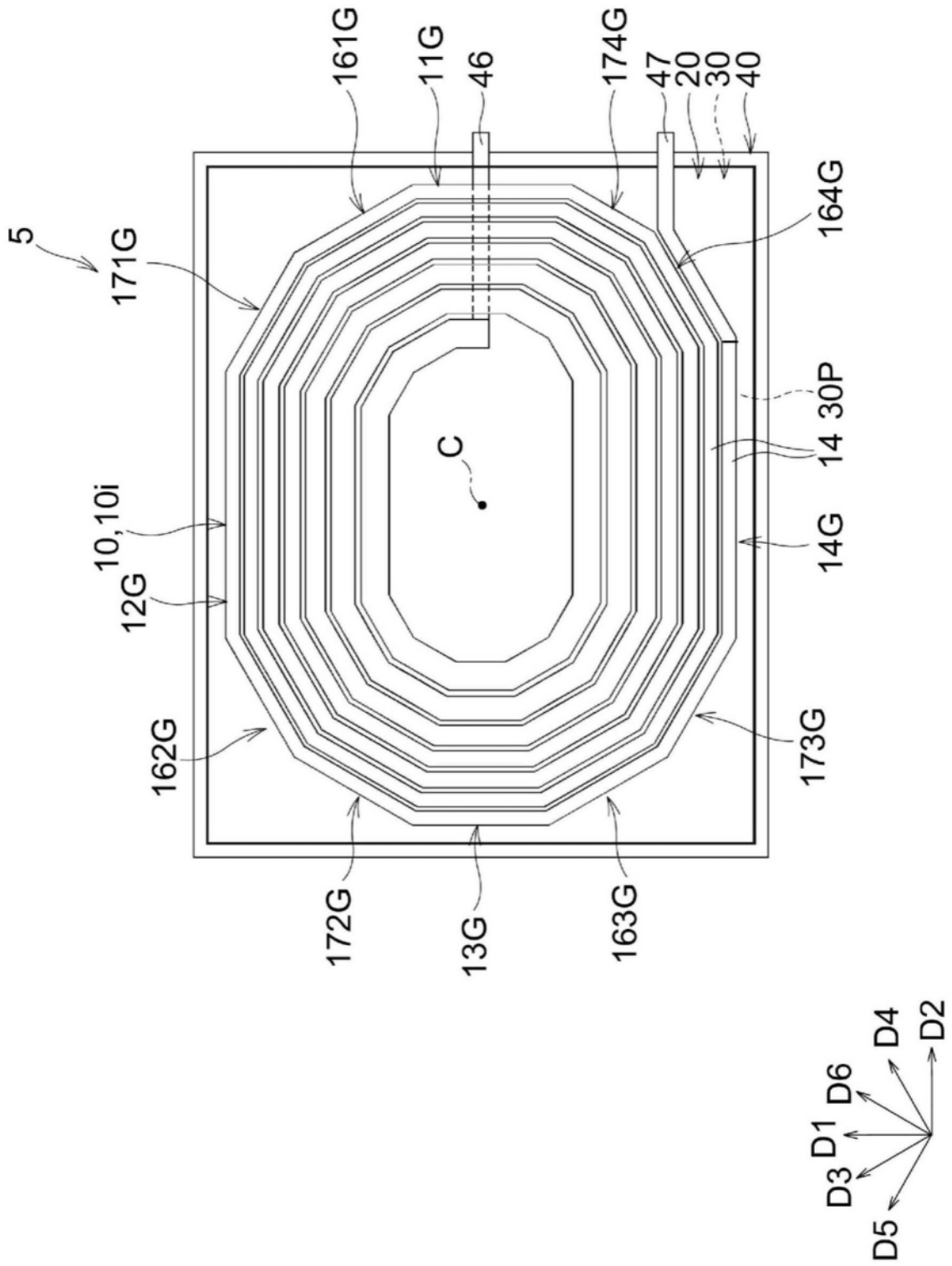


图45

	Q值	损耗	备注
实施例1-1	121.0	87.7W	图5A的例子
实施例1-2	115.0	91.3W	图9的例子
实施例1-3	102.0	99.5W	图12的例子
实施例1-4	94.5	104.0W	图13的例子
实施例1-5	89.7	103.0W	图14的例子
实施例1-6	95.4	100.0W	图15的例子
实施例1-7	120.5	88.0W	图16的例子

图46

	Q值	损耗
实施例2-1	121.2	87.7W
实施例2-2	122.0	85.0W
比较例2-1	90.5	116.3W
比较例2-2	96.6	106.4W
比较例2-3	97.0	105.2W
比较例2-4	104.0	100.9W
比较例2-5	106.0	99.6W
比较例2-6	108.0	98.3W

图47

	Q 值	焦耳损耗 [W]			铁损 [W]	总损耗 [W]	阻抗 [Ω]	电感 [μ H]
		SLD 2	线圈	合计				
实施例3-1	175.4	14.0	89.1	103.1	7.6	110.7	0.089	29.1
实施例3-2	168.3	14.9	89.5	104.4	8.4	112.8	0.090	28.4
实施例3-3	164.1	17.8	86.6	104.5	6.3	110.8	0.089	27.2
实施例3-4	176.0	14.2	88.4	102.6	7.3	110.0	0.088	29.0
实施例3-5	176.1	14.1	88.4	102.5	7.4	109.9	0.088	29.0
实施例3-6	174.0	14.2	89.5	103.7	7.2	110.8	0.089	28.9
实施例3-7	173.4	14.6	88.9	103.5	7.3	110.7	0.089	28.8

图48

	Q 值	焦耳损耗 [W]			铁损 [W]	总损耗 [W]	阻抗 [Ω]	电感 [μH]
		SLD 2	线圈	合计				
实施例4-1	176.5	11.3	85.4	96.7	7.3	104.0	0.083	27.5
实施例4-2	166.2	13.4	84.6	97.9	8.1	106.0	0.085	26.4
实施例4-3	163.0	15.7	82.4	98.1	5.9	104.1	0.083	25.4
实施例4-4	177.2	11.6	84.6	96.2	7.0	103.2	0.083	27.4
实施例4-5	177.0	11.4	84.8	96.2	7.1	103.3	0.083	27.4
实施例4-6	174.8	11.5	85.7	97.2	6.9	104.1	0.083	27.3
实施例4-7	170.7	14.8	89.9	104.7	6.8	111.5	0.089	28.5

图49

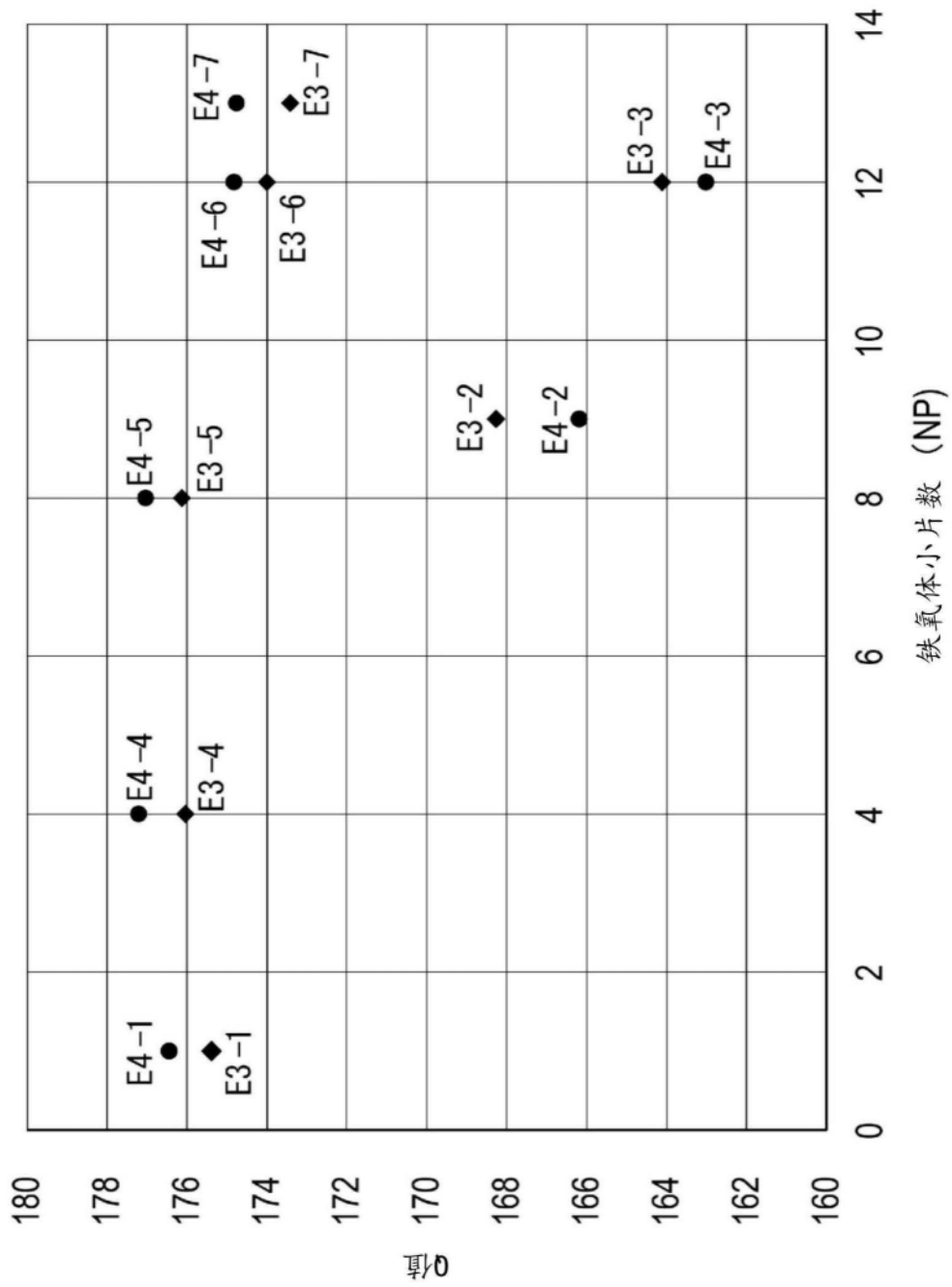
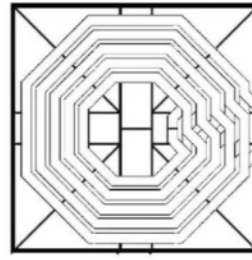


图50

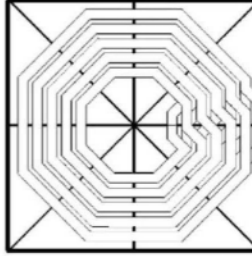
	Q 值	焦耳损耗 [W]			铁损 [W]	总损耗 [W]	阻抗 [Ω]	电感 [μ H]
		SLD2	线圈	合计				
实施例5-1	233.6	20.8	98.0	118.8	13.3	132.1	0.106	46.2
实施例5-2	220.3	23.1	100.1	123.1	12.6	135.7	0.109	44.8
实施例5-3	212.1	25.5	99.6	125.0	12.1	137.1	0.110	43.6
实施例5-4	232.6	20.8	98.0	118.9	13.7	132.6	0.106	46.2
实施例5-5	229.8	21.1	98.7	119.7	13.7	133.4	0.107	45.9

图51

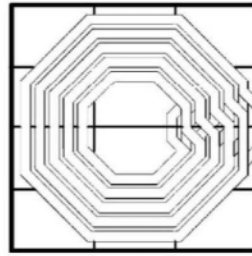
	Q值	焦耳损耗 [W]			铁损 [W]	总损耗 [W]	阻抗 [Ω]	电感 [μ H]
		SLD 2	线圈	合计				
实施例6-1	241	13.2	89.1	102.3	11.8	114.1	0.091	41.1
实施例6-2	216	18.5	90.1	108.6	10.9	119.5	0.096	38.6
实施例6-3	207	20.4	90.8	111.1	10.4	121.5	0.097	37.6
实施例6-4	240	13.1	89.0	102.1	12.2	114.3	0.091	41.1
实施例6-5	238	13.4	89.1	102.5	12.3	114.9	0.092	40.9



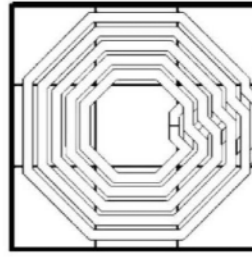
实施例6-5
(NP12)



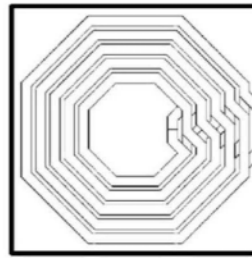
实施例6-4
(NP8)



实施例6-3
(NP12)



实施例6-2
(NP9)



实施例6-1
(NP1)

图52

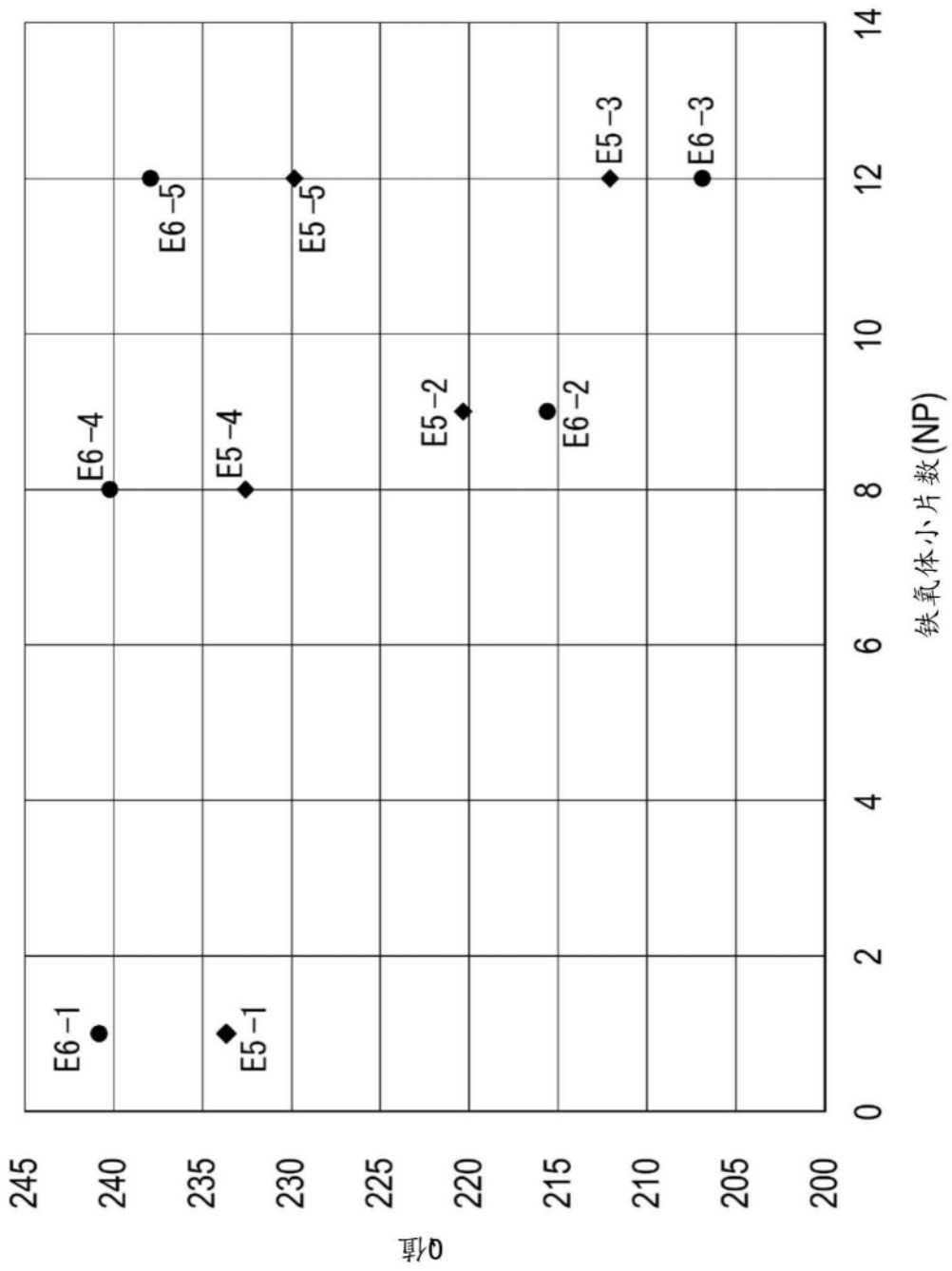


图53

	绞合线线圈		板状线圈	
	(a)	(b)	(a)	(b)
SLD1与SLD2之间的距离				
1mm	300	335	110	187
10mm	396	426	150	205

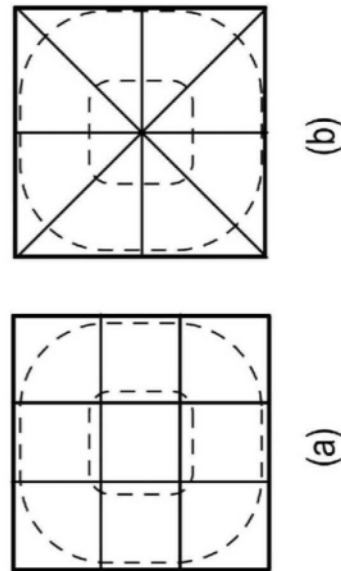


图54

	绞合线圈		板状线圈	
	(a)	(b)	(a)	(b)
SLD1 与 SLD2 之间的距离				
1mm	76%	79%	73%	91%
10mm	100%	100%	100%	100%

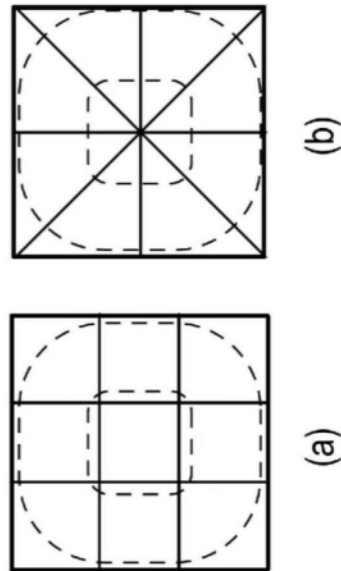


图55

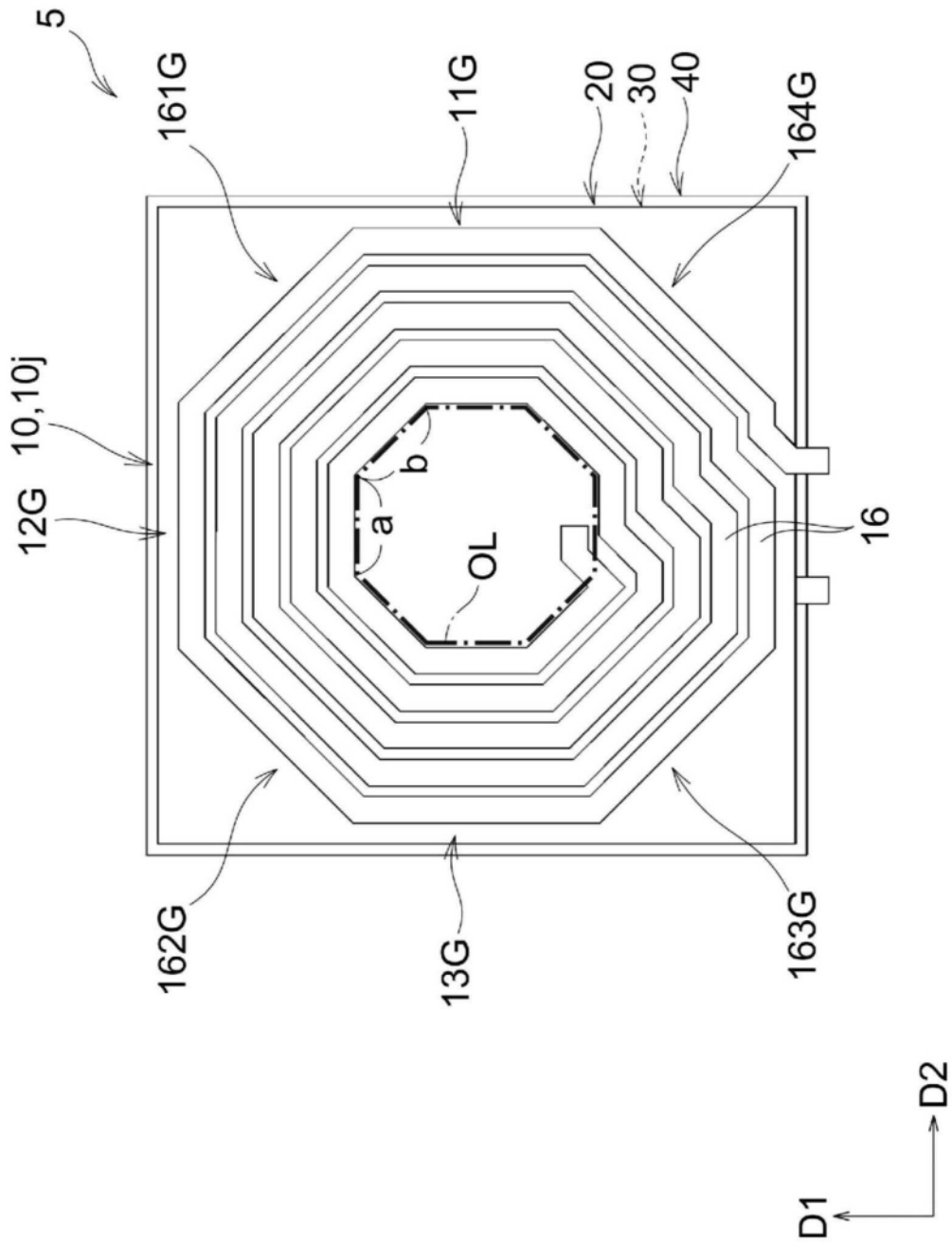


图56

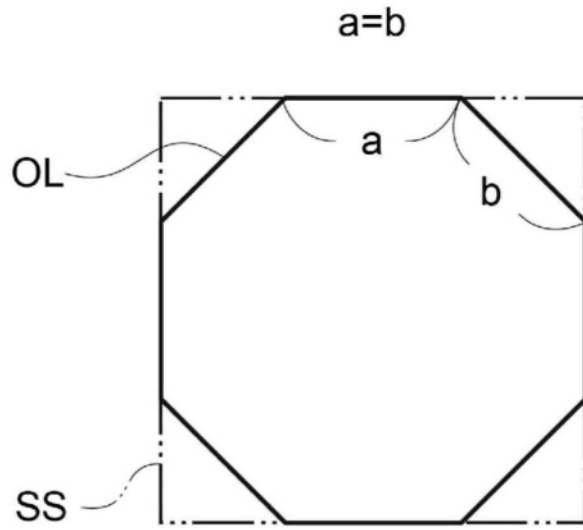


图57

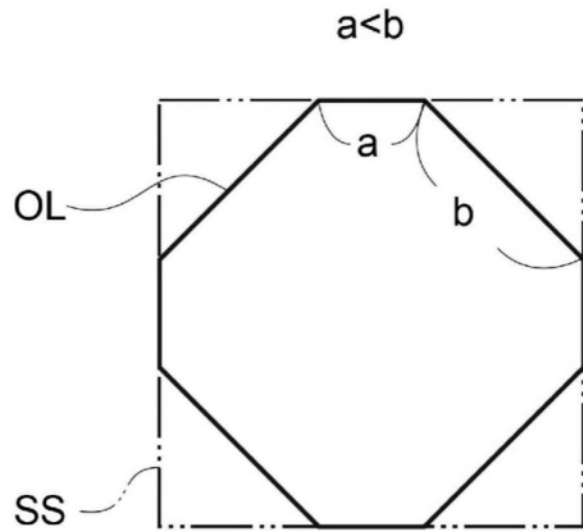


图58

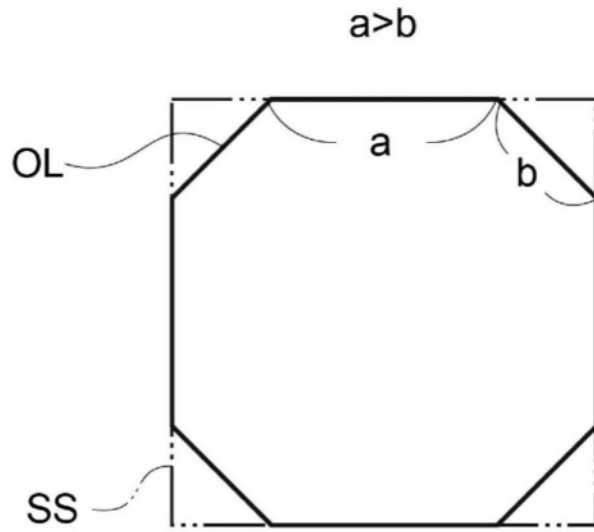


图59

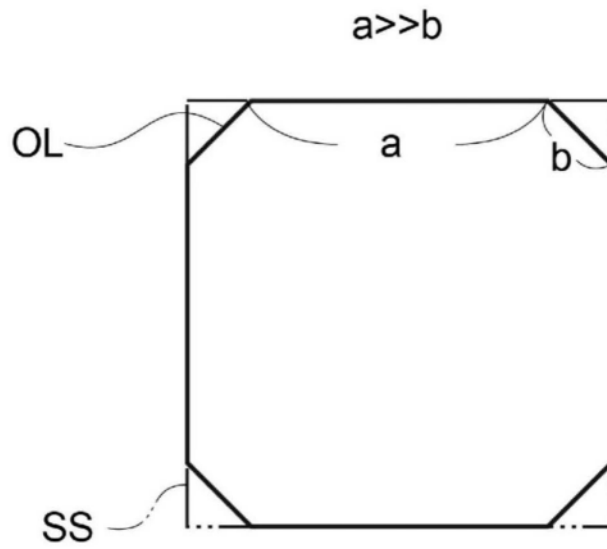


图60

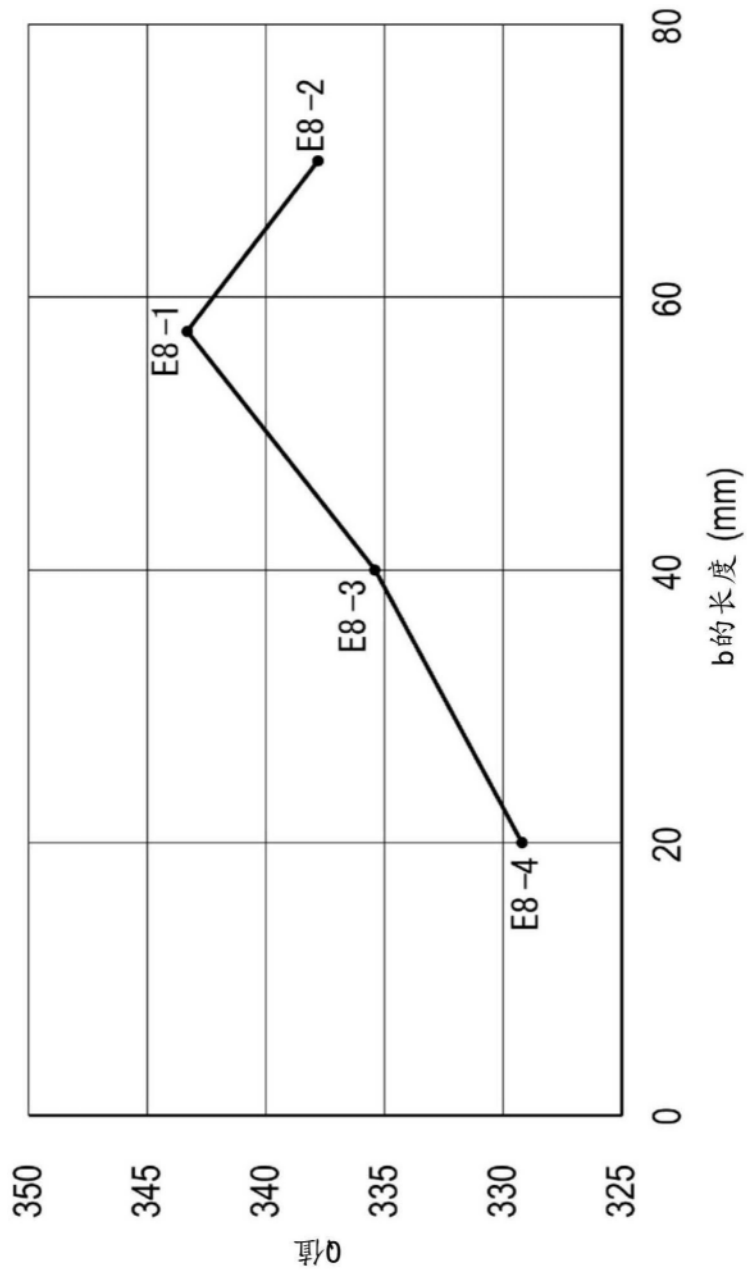


图61

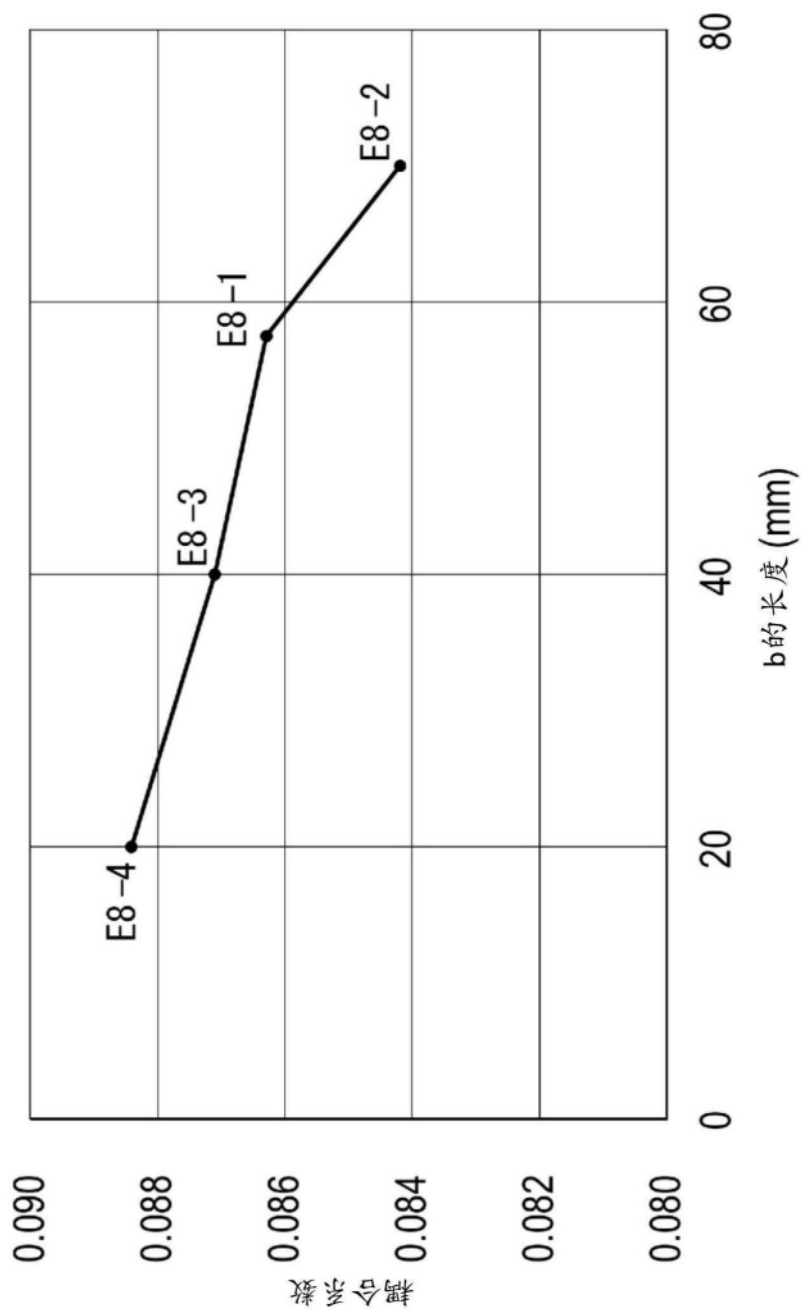


图62

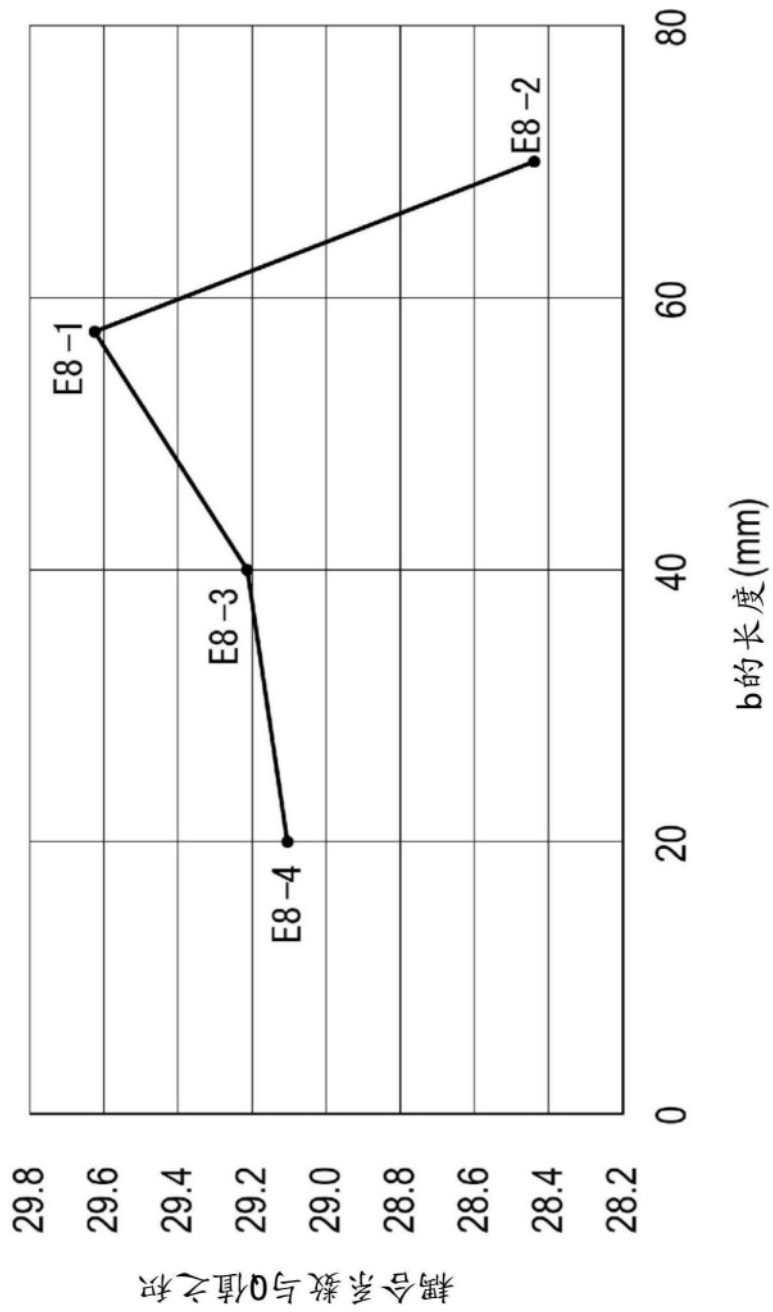


图63