

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7351441号
(P7351441)

(45)発行日 令和5年9月27日(2023.9.27)

(24)登録日 令和5年9月19日(2023.9.19)

| | | | |
|-------------------------|---------------|-------|---|
| (51)国際特許分類 | F I | | |
| H 0 1 F 17/00 (2006.01) | H 0 1 F 17/00 | | D |
| H 0 1 F 17/04 (2006.01) | H 0 1 F 17/04 | | A |
| H 0 1 F 27/28 (2006.01) | H 0 1 F 27/28 | | K |
| H 0 1 F 41/04 (2006.01) | H 0 1 F 27/28 | 1 0 4 | |
| | H 0 1 F 41/04 | | C |
| 請求項の数 11 (全24頁) | | | |

| | | | |
|-------------------|-----------------------------|----------|--|
| (21)出願番号 | 特願2023-540834(P2023-540834) | (73)特許権者 | 000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 |
| (86)(22)出願日 | 令和4年7月20日(2022.7.20) | (74)代理人 | 110000970 弁理士法人 楓国際特許事務所 |
| (86)国際出願番号 | PCT/JP2022/028172 | (72)発明者 | 西尾 恒亮 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 |
| (87)国際公開番号 | WO2023/021909 | (72)発明者 | 池本 伸郎 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 |
| (87)国際公開日 | 令和5年2月23日(2023.2.23) | (72)発明者 | 用水 邦明 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 |
| 審査請求日 | 令和5年7月3日(2023.7.3) | 審査官 | 古河 雅輝 |
| (31)優先権主張番号 | 特願2021-132218(P2021-132218) | | |
| (32)優先日 | 令和3年8月16日(2021.8.16) | | |
| (33)優先権主張国・地域又は機関 | 日本国(JP) | | |
| 早期審査対象出願 | | | 最終頁に続く |

(54)【発明の名称】 コイル部品及びコイル部品の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

上下方向の一方の方向が第1方向であり、上下方向の他方の方向が第2方向であり、複数の樹脂層が上下方向に積層された構造を有する積層体と、
上下方向に見て線形状を有する複数のコイル導体を含んでいるコイルであって、上下方向に延びる中心軸線の周囲を周回する螺旋形状を有しているコイルであって、前記複数のコイル導体は、前記第2方向にこの順に並ぶ第1コイル導体、第2コイル導体及び第3コイル導体を含んでいる、コイルと、
を備えており、
前記第1コイル導体は、前記複数のコイル導体の中で最も前記第1方向に位置しており、上下方向に見て、前記第1コイル導体、前記第2コイル導体及び前記第3コイル導体のそれぞれが延びる方向に直交する方向は、線幅方向であり、
前記第1コイル導体の外縁は、前記第1コイル導体の外縁において最も前記第2方向に位置する平面である第1ボトム部、及び、前記第1コイル導体の外縁において最も前記第1方向に位置する平面である第1トップ部を有しており、
前記第1トップ部の前記線幅方向の幅は、前記第1ボトム部の前記線幅方向の幅より小さく、
前記第2コイル導体の外縁は、前記第1コイル導体の外縁において最も前記第2方向に位置する平面である第2ボトム部、及び、前記第2コイル導体の外縁において最も前記第1方向に位置する平面である第2トップ部を有しており、

10

20

前記第 2 トップ部の前記線幅方向の幅は、前記第 2 ボトム部の前記線幅方向の幅より小さく、

前記第 1 トップ部と前記第 1 ボトム部との最短距離は、前記第 2 トップ部と前記第 2 ボトム部との最短距離より長く、

前記第 1 トップ部の前記線幅方向の幅を前記第 1 ボトム部の前記線幅方向の幅で割って得られる第 1 割合は、前記第 2 トップ部の前記線幅方向の幅を前記第 2 ボトム部の前記線幅方向の幅で割って得られる第 2 割合より小さい、

コイル部品。

【請求項 2】

前記第 1 ボトム部の前記線幅方向の幅は、前記第 2 ボトム部の前記線幅方向の幅より小さい、

10

請求項 1 に記載のコイル部品。

【請求項 3】

前記第 1 ボトム部の前記線幅方向の幅は、前記第 2 ボトム部の前記線幅方向の幅より大きい、

請求項 1 に記載のコイル部品。

【請求項 4】

前記第 1 コイル導体、前記第 2 コイル導体及び前記第 3 コイル導体のそれぞれは、上下方向に見て、前記中心軸線を中心に 1 周以上にわたって周回する渦巻形状を有しており、

前記線幅方向に隣り合う前記第 1 コイル導体同士の間隔は、前記線幅方向に隣り合う前記第 2 コイル導体同士の間隔より小さい、

20

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載のコイル部品。

【請求項 5】

前記第 3 コイル導体は、前記複数のコイル導体の中で最も前記第 2 方向に位置しており、

前記第 3 コイル導体の外縁は、前記第 3 コイル導体の外縁において最も前記第 2 方向に位置する平面である第 3 ボトム部、及び、前記第 3 コイル導体の外縁において最も前記第 1 方向に位置する平面である第 3 トップ部を有しており、

前記第 3 トップ部の前記線幅方向の幅は、前記第 3 ボトム部の前記線幅方向の幅より小さく、

前記第 3 トップ部と前記第 3 ボトム部との最短距離は、前記第 2 トップ部と前記第 2 ボトム部との最短距離より長く、

30

前記第 3 トップ部の前記線幅方向の幅を前記第 3 ボトム部の前記線幅方向の幅で割って得られる第 3 割合は、前記第 2 割合より小さい、

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載のコイル部品。

【請求項 6】

前記第 3 ボトム部の前記線幅方向の幅は、前記第 2 ボトム部の前記線幅方向の幅より小さい、

請求項 5 に記載のコイル部品。

【請求項 7】

前記第 3 ボトム部の前記線幅方向の幅は、前記第 2 ボトム部の前記線幅方向の幅より大きい、

40

請求項 5 に記載のコイル部品。

【請求項 8】

前記第 1 コイル導体、前記第 2 コイル導体及び前記第 3 コイル導体は、上下方向に見て、前記中心軸線を中心に 1 周以上にわたって周回する渦巻形状を有しており、

前記線幅方向に隣り合う前記第 3 コイル導体同士の間隔は、前記線幅方向に隣り合う前記第 2 コイル導体同士の間隔より小さい、

請求項 5 に記載のコイル部品。

【請求項 9】

前記第 3 コイル導体の外縁は、前記第 3 コイル導体の外縁において最も前記第 2 方向に

50

位置する平面である第3ボトム部、及び、前記第3コイル導体の外縁において最も前記第1方向に位置する平面である第3トップ部を有しており、

前記第3トップ部の前記線幅方向の幅は、前記第3ボトム部の前記線幅方向の幅より小さく、

前記第1トップ部と前記第1ボトム部との最短距離は、前記第3トップ部と前記第3ボトム部との最短距離より長く、

前記第1割合は、前記第3トップ部の前記線幅方向の幅を前記第3ボトム部の前記線幅方向の幅で割って得られる第3割合より小さい、

請求項1ないし請求項3のいずれかに記載のコイル部品。

【請求項10】

上下方向の一方の方向が第1方向であり、上下方向の他方の方向が第2方向であり、

複数の樹脂層が上下方向に積層された構造を有する積層体と、

上下方向に見て線形状を有する複数のコイル導体を含んでいるコイルであって、上下方向に延びる中心軸線の周囲を周回する螺旋形状を有しているコイルであって、前記複数のコイル導体は、前記第2方向にこの順に並ぶ第1コイル導体、第2コイル導体及び第3コイル導体を含んでいる、コイルと、

を備える、

コイル部品の製造方法であって、

前記樹脂層に前記第2コイル導体を形成する第2コイル導体形成工程と、

前記第2コイル導体形成工程の後に、前記複数の樹脂層を熱圧着する熱圧着工程と、

前記熱圧着工程の後に、前記熱圧着工程において熱圧着した前記複数の樹脂層の中で最も前記第1方向に位置する前記樹脂層に位置する前記第1コイル導体の上下方向の厚みを大きくする第1コイル導体形成工程と、

前記熱圧着工程の後に、前記熱圧着工程において熱圧着した前記複数の樹脂層の中で最も前記第2方向に位置する前記樹脂層に位置する前記第3コイル導体の上下方向の厚みを大きくする第3コイル導体形成工程と、

を備えており、

上下方向に見て、前記第1コイル導体、前記第2コイル導体及び前記第3コイル導体のそれぞれが延びる方向に直交する方向は、線幅方向であり、

前記第1コイル導体の外縁は、前記第1コイル導体の外縁において最も前記第2方向に位置する平面である第1ボトム部、及び、前記第1コイル導体の外縁において最も前記第1方向に位置する平面である第1トップ部を有しており、

前記第1トップ部の前記線幅方向の幅は、前記第1ボトム部の前記線幅方向の幅より小さく、

前記第2コイル導体の外縁は、前記第2コイル導体の外縁において最も前記第2方向に位置する平面である第2ボトム部、及び、前記第2コイル導体の外縁において最も前記第1方向に位置する平面である第2トップ部を有しており、

前記第2トップ部の前記線幅方向の幅は、前記第2ボトム部の前記線幅方向の幅より小さく、

前記第1トップ部と前記第1ボトム部との最短距離は、前記第2トップ部と前記第2ボトム部との最短距離より長く、

前記第1トップ部の前記線幅方向の幅を前記第1ボトム部の前記線幅方向の幅で割って得られる第1割合は、前記第2トップ部の前記線幅方向の幅を前記第2ボトム部の前記線幅方向の幅で割って得られる第2割合より小さい、

コイル部品の製造方法。

【請求項11】

上下方向の一方の方向が第1方向であり、上下方向の他方の方向が第2方向であり、

複数の樹脂層が上下方向に積層された構造を有する積層体と、

上下方向に見て線形状を有する複数のコイル導体を含んでいるコイルであって、上下方向に延びる中心軸線の周囲を周回する螺旋形状を有しているコイルであって、前記複数の

10

20

30

40

50

コイル導体は、前記第 2 方向にこの順に並ぶ第 1 コイル導体、第 2 コイル導体及び第 3 コイル導体を含んでいる、コイルと、

を備える、

コイル部品の製造方法であって、

前記樹脂層に前記第 2 コイル導体を形成する第 2 コイル導体形成工程と、

前記樹脂層に前記第 3 コイル導体を形成する第 3 コイル導体形成工程と、

前記第 2 コイル導体形成工程及び前記第 3 コイル導体形成工程の後に、前記第 2 コイル導体及び前記第 3 コイル導体が前記第 2 方向にこの順に並ぶように前記複数の樹脂層を熱圧着する熱圧着工程と、

前記熱圧着工程の後に、前記熱圧着工程において熱圧着した前記複数の樹脂層の中で最も前記第 1 方向に位置する前記樹脂層に位置する前記第 1 コイル導体の上下方向の厚みを大きくする第 1 コイル導体形成工程と、

を備えており、

上下方向に見て、前記第 1 コイル導体、前記第 2 コイル導体及び前記第 3 コイル導体のそれぞれが延びる方向に直交する方向は、線幅方向であり、

前記第 1 コイル導体の外縁は、前記第 1 コイル導体の外縁において最も前記第 2 方向に位置する平面である第 1 ボトム部、及び、前記第 1 コイル導体の外縁において最も前記第 1 方向に位置する平面である第 1 トップ部を有しており、

前記第 1 トップ部の前記線幅方向の幅は、前記第 1 ボトム部の前記線幅方向の幅より小さく、

前記第 2 コイル導体の外縁は、前記第 2 コイル導体の外縁において最も前記第 2 方向に位置する平面である第 2 ボトム部、及び、前記第 2 コイル導体の外縁において最も前記第 1 方向に位置する平面である第 2 トップ部を有しており、

前記第 2 トップ部の前記線幅方向の幅は、前記第 2 ボトム部の前記線幅方向の幅より小さく、

前記第 1 トップ部と前記第 1 ボトム部との最短距離は、前記第 2 トップ部と前記第 2 ボトム部との最短距離より長く、

前記第 1 トップ部の前記線幅方向の幅を前記第 1 ボトム部の前記線幅方向の幅で割って得られる第 1 割合は、前記第 2 トップ部の前記線幅方向の幅を前記第 2 ボトム部の前記線幅方向の幅で割って得られる第 2 割合より小さい、

コイル部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コイルを備えるコイル部品に関する。

【背景技術】

【0002】

従来のコイル部品に関する発明としては、例えば、特許文献 1 に記載の多層基板が知られている。この多層基板は、積層体及びコイルを備えている。積層体は、複数の基材層が積層された構造を有している。複数の基材層の材料は熱可塑性樹脂である。コイルは、積層体内に設けられている。コイルは、複数の基材層と共に積層されている複数のコイル導体パターンが層間接続導体により接続された構造を有している。このような多層基板は、熱可塑性樹脂を材料とする複数の基材層が熱圧着によって一体化されることにより、作製される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特願 2020 - 72163 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0004】

ところで、特許文献1に記載の多層基板において、複数のコイル導体パターンの位置が設計値からずれることを抑制すると共に、コイルの直流抵抗値を低減したいという要望がある。

【0005】

そこで、本発明の目的は、複数のコイル導体の位置が設計値からずれることを抑制できると共に、コイルの直流抵抗値を低減できるコイル部品及びコイル部品の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一形態に係るコイル部品は、
上下方向の一方の方向が第1方向であり、上下方向の他方の方向が第2方向であり、
複数の樹脂層が上下方向に積層された構造を有する積層体と、
上下方向に見て線形状を有する複数のコイル導体を含んでいるコイルであって、上下方向に延びる中心軸線の周囲を周回する螺旋形状を有しているコイルであって、前記複数のコイル導体は、前記第2方向にこの順に並ぶ第1コイル導体、第2コイル導体及び第3コイル導体を含んでいる、コイルと、
を備えており、

前記第1コイル導体は、前記複数のコイル導体の中で最も前記第1方向に位置しており、
上下方向に見て、前記第1コイル導体、前記第2コイル導体及び前記第3コイル導体の
それぞれが延びる方向に直交する方向は、線幅方向であり、

前記第1コイル導体の外縁は、前記第1コイル導体の外縁において最も前記第2方向に位置する平面である第1ボトム部、及び、前記第1コイル導体の外縁において最も前記第1方向に位置する平面である第1トップ部を有しており、

前記第1トップ部の前記線幅方向の幅は、前記第1ボトム部の前記線幅方向の幅より小さく、

前記第2コイル導体の外縁は、前記第2コイル導体の外縁において最も前記第2方向に位置する平面である第2ボトム部、及び、前記第2コイル導体の外縁において最も前記第1方向に位置する平面である第2トップ部を有しており、

前記第2トップ部の前記線幅方向の幅は、前記第2ボトム部の前記線幅方向の幅より小さく、

前記第1トップ部と前記第1ボトム部との最短距離は、前記第2トップ部と前記第2ボトム部との最短距離より長く、

前記第1トップ部の前記線幅方向の幅を前記第1ボトム部の前記線幅方向の幅で割って得られる第1割合は、前記第2トップ部の前記線幅方向の幅を前記第2ボトム部の前記線幅方向の幅で割って得られる第2割合より小さい。

【0007】

本発明の一形態に係るコイル部品の製造方法は、
上下方向の一方の方向が第1方向であり、上下方向の他方の方向が第2方向であり、
複数の樹脂層が上下方向に積層された構造を有する積層体と、
上下方向に見て線形状を有する複数のコイル導体を含んでいるコイルであって、上下方向に延びる中心軸線の周囲を周回する螺旋形状を有しているコイルであって、前記複数のコイル導体は、前記第2方向にこの順に並ぶ第1コイル導体、第2コイル導体及び第3コイル導体を含んでいる、コイルと、

を備える、
コイル部品の製造方法であって、
前記樹脂層に前記第2コイル導体を形成する第2コイル導体形成工程と、
前記第2コイル導体形成工程の後に、前記複数の樹脂層を熱圧着する熱圧着工程と、
前記熱圧着工程の後に、前記熱圧着工程において熱圧着した前記複数の樹脂層の中で最も前記第1方向に位置する前記樹脂層に位置する前記第1コイル導体の上下方向の厚みを

10

20

30

40

50

大きくする第 1 コイル導体形成工程と、

前記熱圧着工程の後に、前記熱圧着工程において熱圧着した前記複数の樹脂層の中で最も前記第 2 方向に位置する前記樹脂層に位置する前記第 3 コイル導体の上下方向の厚みを大きくする第 3 コイル導体形成工程と、

を備えており、

上下方向に見て、前記第 1 コイル導体、前記第 2 コイル導体及び前記第 3 コイル導体のそれぞれが延びる方向に直交する方向は、線幅方向であり、

前記第 1 コイル導体の外縁は、前記第 1 コイル導体の外縁において最も前記第 2 方向に位置する平面である第 1 ボトム部、及び、前記第 1 コイル導体の外縁において最も前記第 1 方向に位置する平面である第 1 トップ部を有しており、

前記第 1 トップ部の前記線幅方向の幅は、前記第 1 ボトム部の前記線幅方向の幅より小さく、

前記第 2 コイル導体の外縁は、前記第 2 コイル導体の外縁において最も前記第 2 方向に位置する平面である第 2 ボトム部、及び、前記第 2 コイル導体の外縁において最も前記第 1 方向に位置する平面である第 2 トップ部を有しており、

前記第 2 トップ部の前記線幅方向の幅は、前記第 2 ボトム部の前記線幅方向の幅より小さく、

前記第 1 トップ部と前記第 1 ボトム部との最短距離は、前記第 2 トップ部と前記第 2 ボトム部との最短距離より長く、

前記第 1 トップ部の前記線幅方向の幅を前記第 1 ボトム部の前記線幅方向の幅で割って得られる第 1 割合は、前記第 2 トップ部の前記線幅方向の幅を前記第 2 ボトム部の前記線幅方向の幅で割って得られる第 2 割合より小さい。

【 0 0 0 8 】

本発明の一形態に係るコイル部品の製造方法は、

上下方向の一方の方向が第 1 方向であり、上下方向の他方の方向が第 2 方向であり、

複数の樹脂層が上下方向に積層された構造を有する積層体と、

上下方向に見て線形状を有する複数のコイル導体を含んでいるコイルであって、上下方向に延びる中心軸線の周囲を周回する螺旋形状を有しているコイルであって、前記複数のコイル導体は、前記第 2 方向にこの順に並ぶ第 1 コイル導体、第 2 コイル導体及び第 3 コイル導体を含んでいる、コイルと、

を備える、

コイル部品の製造方法であって、

前記樹脂層に前記第 2 コイル導体を形成する第 2 コイル導体形成工程と、

前記樹脂層に前記第 3 コイル導体を形成する第 3 コイル導体形成工程と、

前記第 2 コイル導体形成工程及び前記第 3 コイル導体形成工程の後に、前記第 2 コイル導体及び前記第 3 コイル導体が前記第 2 方向にこの順に並ぶように前記複数の樹脂層を熱圧着する熱圧着工程と、

前記熱圧着工程の後に、前記熱圧着工程において熱圧着した前記複数の樹脂層の中で最も前記第 1 方向に位置する前記樹脂層に位置する前記第 1 コイル導体の上下方向の厚みを大きくする第 1 コイル導体形成工程と、

を備えており、

上下方向に見て、前記第 1 コイル導体、前記第 2 コイル導体及び前記第 3 コイル導体のそれぞれが延びる方向に直交する方向は、線幅方向であり、

前記第 1 コイル導体の外縁は、前記第 1 コイル導体の外縁において最も前記第 2 方向に位置する平面である第 1 ボトム部、及び、前記第 1 コイル導体の外縁において最も前記第 1 方向に位置する平面である第 1 トップ部を有しており、

前記第 1 トップ部の前記線幅方向の幅は、前記第 1 ボトム部の前記線幅方向の幅より小さく、

前記第 2 コイル導体の外縁は、前記第 2 コイル導体の外縁において最も前記第 2 方向に位置する平面である第 2 ボトム部、及び、前記第 2 コイル導体の外縁において最も前記第

10

20

30

40

50

1 方向に位置する平面である第 2 トップ部を有しており、

前記第 2 トップ部の前記線幅方向の幅は、前記第 2 ボトム部の前記線幅方向の幅より小さく、

前記第 1 トップ部と前記第 1 ボトム部との最短距離は、前記第 2 トップ部と前記第 2 ボトム部との最短距離より長く、

前記第 1 トップ部の前記線幅方向の幅を前記第 1 ボトム部の前記線幅方向の幅で割って得られる第 1 割合は、前記第 2 トップ部の前記線幅方向の幅を前記第 2 ボトム部の前記線幅方向の幅で割って得られる第 2 割合より小さい。

【発明の効果】

【0009】

本発明に係るコイル部品によれば、複数のコイル導体が設計値からずれることを抑制できると共に、コイルの直流抵抗値を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】図 1 は、コイル部品 11 を備える駆動モジュール 10 の断面図である。

【図 2】図 2 は、コイル部品 11 の分解斜視図である。

【図 3】図 3 は、コイル部品 11 の製造工程を示す断面図である。

【図 4】図 4 は、コイル部品 11 の製造工程を示す断面図である。

【図 5】図 5 は、コイル部品 11 の製造工程を示す断面図である。

【図 6】図 6 は、コイル部品 11 a の断面図である。

【図 7】図 7 は、コイル部品 11 a の分解斜視図である。

【図 8】図 8 は、コイル部品 11 b の断面図である。

【図 9】図 9 は、コイル部品 11 b の分解斜視図である。

【図 10】図 10 は、コイル部品 11 c の断面図である。

【図 11】図 11 は、コイル部品 11 d の断面図である。

【図 12】図 12 は、コイル部品 11 d の製造工程を示す断面図である。

【図 13】図 13 は、コイル部品 11 d の製造工程を示す断面図である。

【図 14】図 14 は、コイル部品 11 d の製造工程を示す断面図である。

【図 15】図 15 は、コイル部品 11 e の断面図である。

【図 16】図 16 は、コイル部品 11 f の断面図である。

【図 17】図 17 は、コイル部品 11 f の製造工程を示す断面図である。

【図 18】図 18 は、コイル部品 11 f の製造工程を示す断面図である。

【図 19】図 19 は、コイル部品 11 f の製造工程を示す断面図である。

【図 20】図 20 は、コイル部品 11 g の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

(実施形態)

[駆動モジュールの構造]

以下に、本発明の実施形態に係る駆動モジュール 10 の構造について図面を参照しながら説明する。図 1 は、コイル部品 11 を備える駆動モジュール 10 の断面図である。図 2 は、コイル部品 11 の分解斜視図である。

【0012】

本明細書において、方向を以下のように定義する。コイル部品 11 の積層体 12 の積層方向を上下方向と定義する。上下方向の一方である上方向が第 1 方向 D I R 1 である。上下方向の他方である下方向が第 2 方向 D I R 2 である。また、左右方向及び前後方向は、上下方向に直交している。左右方向は、前後方向に直交している。なお、本実施形態における上下方向、前後方向及び左右方向は、駆動モジュール 10 の使用時における上下方向、前後方向及び左右方向と一致していなくてもよい。

【0013】

以下では、X は、駆動モジュール 10 の部品又は部材である。本明細書において、特に

10

20

30

40

50

断りのない場合には、Xの各部について以下のように定義する。Xの前部とは、Xの前半分を意味する。Xの後部とは、Xの後半分を意味する。Xの左部とは、Xの左半分を意味する。Xの右部とは、Xの右半分を意味する。Xの上部とは、Xの上半分を意味する。Xの下部とは、Xの下半分を意味する。Xの前端とは、Xの前方向の端を意味する。Xの後端とは、Xの後方向の端を意味する。Xの左端とは、Xの左方向の端を意味する。Xの右端とは、Xの右方向の端を意味する。Xの上端とは、Xの上方向の端を意味する。Xの下端とは、Xの下方向の端を意味する。Xの前端部とは、Xの前端及びその近傍を意味する。Xの後端部とは、Xの後端及びその近傍を意味する。Xの左端部とは、Xの左端及びその近傍を意味する。Xの右端部とは、Xの右端及びその近傍を意味する。Xの上端部とは、Xの上端及びその近傍を意味する。Xの下端部とは、Xの下端及びその近傍を意味する。

10

【0014】

まず、図1を参照しながら、駆動モジュール10及びコイル部品11の構造について説明する。駆動モジュール10は、例えば、スマートフォン等の無線通信端末に用いられる。

【0015】

駆動モジュール10は、図1及び図2に示すように、コイル部品11及び磁石50を備えている。コイル部品11は、積層体12、コイルL及び引き出し導体20a, 20bを備えている。積層体12は、樹脂層15a~15fが上下方向に積層された構造を有している。本実施形態では、積層体12は、樹脂層15a~15f及び保護層16a, 16bを含んでいる。保護層16a、樹脂層15a~15f及び保護層16bは、上から下へとこの順に並んでいる。

20

【0016】

樹脂層15a~15fのそれぞれは、図2に示すように、上下方向に並ぶ上主面及び下主面を有している。樹脂層15a~15fの材料は、熱可塑性樹脂である。熱可塑性樹脂は、例えば、液晶ポリマー、PTFE(ポリテトラフルオロエチレン)等の熱可塑性樹脂である。樹脂層15a~15fの材料は、ポリイミドであってもよい。従って、積層体12の材料は、非磁性材料である。

【0017】

保護層16a, 16bは、レジスト層である。保護層16aは、樹脂層15aの上主面に位置している。保護層16aは、樹脂層15aの上主面に位置するコイル導体18aを保護している。保護層16bは、樹脂層15fの下主面に位置している。保護層16bは、樹脂層15fの下主面に位置するコイル導体18fを保護している。保護層16a, 16bのそれぞれは、絶縁性のシートが樹脂層15aの上主面及び樹脂層15fの下主面に貼り付けられることにより形成されてもよいし、絶縁性の樹脂ペーストが樹脂層15aの上主面及び樹脂層15bの下主面に印刷されることにより形成されてもよい。

30

【0018】

コイルLは、積層体12に設けられている。コイルLは、図1及び図2に示すように、上下方向に延びる中心軸線Ax1の周囲を周回する螺旋形状を有している。本実施形態では、コイルLは、時計回りに周回しながら上方向に進行する螺旋形状を有している。コイルLは、上下方向に見て線形状を有する複数のコイル導体を含んでいる。複数のコイル導体は、下方向(第2方向DIR2)にこの順に並ぶコイル導体18a(第1コイル導体)、コイル導体18b~18e(第2コイル導体)及びコイル導体18f(第3コイル導体)を含んでいる。本実施形態では、コイルLは、図2に示すように、コイル導体18a~18f及び層間接続導体v1~v6を含んでいる。

40

【0019】

コイル導体18a~18fは、樹脂層15a~15fと共に上下方向に積層されている。より詳細には、コイル導体18a~18eのそれぞれは、樹脂層15a~15eの上主面に位置している。コイル導体18fは、樹脂層15fの下主面に位置している。これにより、コイル導体18a~18fは、上から下へとこの順に並んでいる。また、コイル導体18a(第1コイル導体)は、コイル導体18a~18fの中で最も上(第1方向DIR1)に位置している。コイル導体18f(第3コイル導体)は、コイル導体18a~1

50

8 f の中で最も下（第 2 方向 D I R 2）に位置している。

【 0 0 2 0 】

コイル導体 1 8 a ~ 1 8 f（第 1 コイル導体、第 2 コイル導体及び第 3 コイル導体）のそれぞれは、上下方向に見て、中心軸線 A x 1 を中心に 1 周以上にわたって周回する渦巻形状を有している。本実施形態では、コイル導体 1 8 a , 1 8 c , 1 8 e は、下方向に見て、反時計回りに周回しながら中心に近づく渦巻形状を有している。コイル導体 1 8 b , 1 8 d , 1 8 f は、下方向に見て、時計回りに周回しながら中心に近づく渦巻形状を有している。以下では、コイル導体 1 8 a ~ 1 8 f の外周側の端部を外周端部と呼ぶ。コイル導体 1 8 a ~ 1 8 f の内周側の端部を内周端部と呼ぶ。

【 0 0 2 1 】

層間接続導体 v 1 ~ v 6 のそれぞれは、樹脂層 1 5 a ~ 1 5 f を上下方向に貫通している。層間接続導体 v 1 は、コイル導体 1 8 a の内周端部とコイル導体 1 8 b の内周端部とを電氣的に接続している。層間接続導体 v 2 は、コイル導体 1 8 b の外周端部とコイル導体 1 8 c の外周端部とを電氣的に接続している。層間接続導体 v 3 は、コイル導体 1 8 c の内周端部とコイル導体 1 8 d の内周端部とを電氣的に接続している。層間接続導体 v 4 は、コイル導体 1 8 d の外周端部とコイル導体 1 8 e の外周端部とを電氣的に接続している。層間接続導体 v 5 と層間接続導体 v 6 は、直列に接続されている。層間接続導体 v 5 , v 6 は、コイル導体 1 8 e の内周端部とコイル導体 1 8 f の内周端部とを電氣的に接続している。

【 0 0 2 2 】

引き出し導体 2 0 a は、樹脂層 1 5 a の上主面に位置している。引き出し導体 2 0 a は、コイル導体 1 8 a の外周端部に接続されている。また、引き出し導体 2 0 a は、コイル導体 1 8 a の外周端部から右方向に延びている。これにより、引き出し導体 2 0 a は、コイル導体 1 8 a ~ 1 8 f の周回軌道から離脱することにより、コイル L から離れている。

【 0 0 2 3 】

引き出し導体 2 0 b は、樹脂層 1 5 f の下主面に位置している。引き出し導体 2 0 b は、コイル導体 1 8 f の外周端部に接続されている。また、引き出し導体 2 0 b は、コイル導体 1 8 f の外周端部から右方向に延びている。これにより、引き出し導体 2 0 b は、コイル導体 1 8 a ~ 1 8 f の周回軌道から離脱することにより、コイル L から離れている。

【 0 0 2 4 】

以上のようなコイル導体 1 8 b ~ 1 8 e のそれぞれは、樹脂層 1 5 b ~ 1 5 e の上主面に貼り付けられた金属箔にエッチングが施されることにより形成された導体層である。金属箔は、例えば、銅箔である。コイル導体 1 8 a , 1 8 f のそれぞれは、樹脂層 1 5 a の上主面及び樹脂層 1 5 b の下主面にメッキが施されることにより形成された導体層である。メッキは、例えば、銅メッキである。また、層間接続導体 v 1 ~ v 6 は、樹脂層 1 5 a ~ 1 5 e に形成した貫通孔に導電性ペーストを充填し、加熱により導電性ペーストを固化させることにより形成される。導電性ペーストは、例えば、金属粉末と樹脂との混合物である。なお、層間接続導体 v 1 ~ v 6 は、樹脂層 1 5 a ~ 1 5 e に形成した貫通孔の内周面にメッキを施すことにより形成されてもよい。

【 0 0 2 5 】

ここで、図 1 に示すように、コイル導体 1 8 a（第 1 コイル導体）の上下方向の厚み T 1 は、コイル導体 1 8 b ~ 1 8 e（第 2 コイル導体）の上下方向の厚み T 2 より大きい（長い）（関係 1）。厚み T 1 は、後述する第 1 トップ部 S 2 と第 1 ボトム部 S 1 との最短距離である。厚み T 2 は、後述する第 2 トップ部 S 4 と第 2 ボトム部 S 3 との最短距離である。また、コイル導体 1 8 f（第 3 コイル導体）の上下方向の厚み T 3 は、コイル導体 1 8 b ~ 1 8 e（第 2 コイル導体）の上下方向の厚み T 2 より大きい（長い）（関係 2）。厚み T 3 は、後述する第 3 トップ部 S 6 と第 3 ボトム部 S 5 との最短距離である。コイル導体 1 8 b ~ 1 8 e（第 2 コイル導体）は、コイル導体 1 8 a ~ 1 8 f の内の最も上に位置するコイル導体 1 8 a 及び最も下に位置するコイル導体 1 8 f を除いたコイル導体を指している。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

また、上記関係 1 及び関係 2 は、上下方向に平行なコイル部品 1 1 の複数の断面の内の全ての断面において成立していてもよいし、上下方向に平行なコイル部品 1 1 の複数の断面の内の少なくとも 1 つの断面において成立していてもよい。また、コイル導体 1 8 a の上下方向の厚み T 1 は、コイル導体 1 8 a の上下方向の厚み T 1 の平均値である。なお、厚み T 2 , T 3 の定義も、厚み T 1 の定義と同様である。

【 0 0 2 7 】

ところで、上下方向に見て、コイル導体 1 8 a ~ 1 8 f (第 1 コイル導体、第 2 コイル導体及び第 3 コイル導体) のそれぞれが延びる方向に直交する方向は、線幅方向である。コイル導体 1 8 a (第 1 コイル導体) の外縁は、コイル導体 1 8 a (第 1 コイル導体) の外縁において最も下 (第 2 方向) に位置する平面である第 1 ボトム部 S 1、及び、コイル導体 1 8 a (第 1 コイル導体) の外縁において最も上 (第 1 方向) に位置する平面である第 1 トップ部 S 2 を有している。第 1 トップ部 S 2 は、第 1 ボトム部 S 1 より上 (第 1 方向 D I R 1) に位置し、第 1 ボトム部 S 1 と平行な法線を有している。本実施形態では、第 1 トップ部 S 2 は、平面である。第 1 ボトム部 S 1 は、樹脂層 1 5 a の上主面に固定されている。また、第 1 ボトム部 S 1 の表面粗さは、第 1 トップ部 S 2 の表面粗さよりも大きい。そして、第 1 トップ部 S 2 の線幅方向の幅 W 2 は、第 1 ボトム部 S 1 の線幅方向の幅 W 1 より小さい。

10

【 0 0 2 8 】

コイル導体 1 8 b ~ 1 8 e (第 2 コイル導体) の外縁のそれぞれは、コイル導体 1 8 b ~ 1 8 e (第 2 コイル導体) の外縁において最も下 (第 2 方向) に位置する平面である第 2 ボトム部 S 3、及び、コイル導体 1 8 b ~ 1 8 e (第 2 コイル導体) の外縁において最も上 (第 1 方向) に位置する平面である第 2 トップ部 S 4 を有している。第 2 トップ部 S 4 は、第 2 ボトム部 S 3 より上 (第 1 方向 D I R 1) に位置し、第 2 ボトム部 S 3 と平行な法線を有している。コイル導体 1 8 b ~ 1 8 e の第 2 ボトム部 S 3 のそれぞれは、樹脂層 1 5 b ~ 1 5 e の上主面に固定されている。また、第 2 ボトム部 S 3 の表面粗さは、第 2 トップ部 S 4 の表面粗さよりも大きい。そして、第 2 トップ部 S 4 の線幅方向の幅 W 4 は、第 2 ボトム部 S 3 の線幅方向の幅 W 3 より小さい。また、本実施形態では、第 2 ボトム部 S 3 の線幅方向の幅 W 3 は、第 1 ボトム部 S 1 の線幅方向の幅 W 1 と等しい。第 2 トップ部 S 4 の線幅方向の幅 W 4 は、第 1 トップ部 S 2 の線幅方向の幅 W 2 より大きい。従って、第 1 トップ部 S 2 の線幅方向の幅 W 2 を第 1 ボトム部 S 1 の線幅方向の幅 W 1 で割って得られる第 1 割合 P 1 は、第 2 トップ部 S 4 の線幅方向の幅 W 4 を第 2 ボトム部 S 3 の線幅方向の幅 W 3 で割って得られる第 2 割合 P 2 より小さい (関係 3) 。

20

30

【 0 0 2 9 】

コイル導体 1 8 f (第 3 コイル導体) の外縁は、コイル導体 1 8 f (第 3 コイル導体) の外縁において最も下 (第 2 方向) に位置する平面である第 3 ボトム部 S 5、及び、コイル導体 1 8 f (第 3 コイル導体) の外縁において最も上 (第 1 方向) に位置する平面である第 3 トップ部 S 6 を有している。第 3 トップ部 S 6 は、第 3 ボトム部 S 5 より上 (第 1 方向 D I R 1) に位置し、第 3 ボトム部 S 5 と平行な法線を有している。第 3 ボトム部 S 5 は、樹脂層 1 5 f の下主面に固定されている。また、第 3 ボトム部 S 5 の表面粗さは、第 3 トップ部 S 6 の表面粗さよりも大きい。そして、第 3 トップ部 S 6 の線幅方向の幅 W 6 は、第 3 ボトム部 S 5 の線幅方向の幅 W 5 より小さい。また、本実施形態では、第 2 ボトム部 S 3 の線幅方向の幅 W 3 は、第 3 ボトム部 S 5 の線幅方向の幅 W 5 と等しい。第 2 トップ部 S 4 の線幅方向の幅 W 4 は、第 3 トップ部 S 6 の線幅方向の幅 W 6 より大きい。従って、第 3 トップ部 S 6 の線幅方向の幅 W 6 を第 3 ボトム部 S 5 の線幅方向の幅 W 5 で割って得られる第 3 割合 P 3 は、第 2 割合 P 2 より小さい (関係 4) 。

40

【 0 0 3 0 】

なお、上記関係 3 及び関係 4 は、上下方向に平行なコイル部品 1 1 の複数の断面の内の全ての断面において成立していてもよいし、上下方向に平行なコイル部品 1 1 の複数の断面の内の少なくとも 1 つの断面において成立していてもよい。また、第 1 ボトム部 S 1 の

50

線幅方向の幅 W_1 は、コイル導体 18 a の線幅方向の幅 W_1 の平均値であってもよい。幅 $W_2 \sim W_6$ の定義も、幅 W_1 の定義と同じである。

【0031】

磁石 50 は、図 1 に示すように、コイル L より上（第 1 方向 DIR_1 ）に位置している。磁石 50 は、上下方向に見て、コイル L と重なっている。以上のような磁石 50 は、左右方向に延びている。磁石 50 の左部は、N 極である。磁石 50 の右部は、S 極である。

【0032】

また、駆動モジュール 10 は、図示しない磁気センサを更に備えている。磁気センサは、磁石 50 の磁力を検知する。磁気センサは、例えば、積層体 12 に実装されている。

【0033】

以上のような駆動モジュール 10 は、図示しない制御回路を備えている。磁気センサ及びコイル L は、制御回路に電氣的に接続されている。磁気センサは、磁気センサにより検知された磁力の大きさに応じた出力信号を生成する。制御回路は、磁気センサが生成した出力信号に基づいて、コイル L に流す電流の大きさを制御する。例えば、下方向に見て、コイル L に時計回り方向の電流が流れると、コイル L の左部に位置する導体には前方向に電流が流れ、コイル L の右部に位置する導体には後方向に電流が流れる。磁石 50 では、N 極から磁力線が出ると共に、S 極へと磁力線が入る。従って、コイル L の左部に位置する導体に前方向に電流が流れると、コイル L の左部に位置する導体は、左方向にローレンツ力を受ける。コイル L の右部に位置する導体に後方向に電流が流れると、コイル L の右部に位置する導体は、左方向にローレンツ力を受ける。すなわち、コイル L は、磁石 50 から左方向に力を受ける。換言すれば、磁石 50 は、コイル L から右方向に力を受ける。その結果、磁石 50 は、コイル L に対して右方向に変位する。ただし、コイル L が、磁石 50 に対して左方向に変位してもよい。

【0034】

一方、下方向に見て、コイル L に反時計回り方向の電流が流れると、コイル L の左部に位置する導体には後方向に電流が流れ、コイル L の右部に位置する導体には前方向に電流が流れる。コイル L の左部に位置する導体に後方向に電流が流れると、コイル L の左部に位置する導体は、右方向にローレンツ力を受ける。コイル L の右部に位置する導体に前方向に電流が流れると、コイル L の右部に位置する導体は、右方向にローレンツ力を受ける。すなわち、コイル L は、磁石 50 から右方向に力を受ける。換言すれば、磁石 50 は、コイル L から左方向に力を受ける。その結果、磁石 50 は、コイル L に対して左方向に変位する。以上のように、コイル L が発生する磁力により、磁石 50 のコイル L に対する位置が変化する。ただし、コイル L が、磁石 50 に対して右方向に変位してもよい。

【0035】

[コイル部品 11 の製造方法]

以下に、コイル部品 11 の製造方法について図面を参照しながら説明する。図 3 ないし図 5 は、コイル部品 11 の製造工程を示す断面図である。

【0036】

まず、図 3 に示すように、樹脂層 15 b ~ 15 e のそれぞれにコイル導体 18 b ~ 18 e（第 2 コイル導体）を形成する（第 2 コイル導体形成工程）。具体的には、樹脂層 15 b ~ 15 e の上主面には金属箔が張り付けられている。この金属箔にマスクを形成する。そして、マスクを介してエッチングを施すことにより、コイル導体 18 b ~ 18 e を形成する。また、樹脂層 15 a の上主面及び樹脂層 15 f の下主面には金属膜 200 a, 200 b が設けられている。金属膜 200 a, 200 b は、金属箔に比べて薄い。

【0037】

更に、樹脂層 15 a ~ 15 f に層間接続導体 $v_1 \sim v_6$ を形成する。具体的には、樹脂層 15 a ~ 15 f のそれぞれにレーザービームを照射して貫通孔を形成する。その後、貫通孔に導電性ペーストを充填する。

【0038】

図 4 に示すように、第 2 コイル導体形成工程の後に、樹脂層 15 a ~ 15 f を熱圧着す

る（熱圧着工程）。これにより、樹脂層 15 a ~ 15 f が軟化及び流動化する。そして、樹脂層 15 a ~ 15 f が冷却されると、樹脂層 15 a ~ 15 f が一体化される。更に、熱圧着により、貫通孔内の導電性ペーストが固化する。

【0039】

図 5 に示すように、熱圧着工程の後に、熱圧着工程において熱圧着した複数の樹脂層 15 a ~ 15 f の中で最も上（第 1 方向 D I R 1）に位置する樹脂層 15 a に位置するコイル導体 18 a（第 1 コイル導体）の上下方向の厚みを大きくする（第 1 コイル導体形成工程）。更に、熱圧着工程の後に、熱圧着工程において熱圧着した複数の樹脂層 15 a ~ 15 f の中で最も下（第 2 方向 D I R 2）に位置する樹脂層 15 f に位置するコイル導体 18 f（第 3 コイル導体）の上下方向の厚みを大きくする（第 3 コイル導体形成工程）。これにより、コイル導体 18 a, 18 f が完成する。コイル導体 18 a, 18 f は、例えば、MSAP（Modified Semi Additive Process）により形成される。MSAPでは、金属膜 200 a, 200 b の上にマスクを形成する。そして、金属膜 200 a, 200 b の上にメッキを施すことにより、メッキ層を形成する。その後、マスクを除去する。更に、エッチングにより、マスクと重なっていた不要な金属膜 200 a, 200 b を除去する。

10

【0040】

最後に、樹脂層 15 a の上主面に保護層 16 a を形成する。樹脂層 15 f の下主面に保護層 16 b を形成する。これにより、コイル部品 11 が完成する。

【0041】

[効果]

コイル部品 11 によれば、コイル導体 18 a ~ 18 f の位置が設計値からずれることを抑制できると共に、コイル L の直流抵抗値を低減できる。より詳細には、コイル L の直流抵抗値を低減するためには、例えば、コイル導体 18 a ~ 18 f の上下方向の厚みを大きくすればよい。これにより、コイル導体 18 a ~ 18 f の断面積が大きくなり、コイル導体 18 a ~ 18 f の直流抵抗値が低減される。しかしながら、コイル導体 18 a ~ 18 f の上下方向の厚みが大きくなると、樹脂層 15 a ~ 15 f の熱圧着の際に、コイル導体 18 a ~ 18 f は、流動化した樹脂層 15 a ~ 15 f から前後方向及び左右方向に大きな力を受けやすい。その結果、コイル導体 18 a ~ 18 f の位置が設計値からずれてしまう。以上のように、コイル導体 18 a ~ 18 f の位置が設計値からずれることを抑制することと、コイル L の直流抵抗値を低減することとの両立は難しい。

20

30

【0042】

そこで、本願発明者は、創意工夫の結果、以下の関係 1 及び関係 3 をコイル部品 11 に適用することに思い至った。

【0043】

関係 1：コイル導体 18 a（第 1 コイル導体）の上下方向の厚み T_1 は、コイル導体 18 b ~ 18 e（第 2 コイル導体）の上下方向の厚み T_2 より大きい。

関係 3：第 1 トップ部 S 2 の線幅方向の幅 W_2 を第 1 ボトム部 S 1 の線幅方向の幅 W_1 で割って得られる第 1 割合 P_1 は、第 2 トップ部 S 4 の線幅方向の幅 W_4 を第 2 ボトム部 S 3 の線幅方向の幅 W_3 で割って得られる第 2 割合 P_2 より小さい。

40

【0044】

関係 1 が成立することにより、コイル導体 18 a の断面積が大きくなるので、コイル導体 18 a の直流抵抗値が小さくなる。更に、関係 1 及び関係 3 が成立することにより、コイル導体 18 b ~ 18 e の位置が設計値からずれることが抑制される。より詳細には、コイル導体 18 b ~ 18 e は、熱圧着時に樹脂層 15 a ~ 15 f の内部に位置する。そのため、樹脂層 15 a ~ 15 f が流動化すると、コイル導体 18 c ~ 18 e の位置が設計値からずれやすい。そこで、関係 1 及び関係 3 が成立している。これにより、コイル導体 18 b の平坦性が向上する。より詳細には、関係 1 が成立することにより、コイル導体 18 b の上下方向の厚み T_2 が小さくなる。更に、関係 3 が成立することにより、コイル導体 18 b の第 2 トップ部 S 4 が広がる。このように、関係 1 及び関係 3 が成立することによ

50

り、コイル導体 18b が扁平な断面形状を有するようになる。すなわち、コイル導体 18b の平坦性が向上する。同じ理由により、コイル導体 18c ~ 18e の平坦性が向上する。このようにコイル導体 18b ~ 18e の平坦性が向上すると、コイル導体 18b ~ 18e は、熱圧着時に流動化した樹脂層 15a ~ 15f から前後方向及び左右方向に力を受けにくくなる。その結果、コイル導体 18a ~ 18f の位置が設計値からずれることが抑制される。

【0045】

なお、関係 2 及び関係 4 が成立する場合も、関係 1 及び関係 3 が成立する場合と同じ理由により、コイル導体 18a ~ 18f の位置が設計値からずれることを抑制できると共に、コイル L の直流抵抗値を低減できる。

【0046】

金属膜 200a, 200b は、金属箔に比べて薄い。これにより、MSAP により、コイル導体 18a, 18f を形成する際に、エッチングにより、マスクと重なっていた不要な金属膜 200a, 200b を除去することが容易になる。

【0047】

(第1変形例)

以下に、第1変形例に係るコイル部品 11a について図面を参照しながら説明する。図 6 は、コイル部品 11a の断面図である。図 7 は、コイル部品 11a の分解斜視図である。

【0048】

コイル部品 11a は、コイル導体 18a, 18f の線幅方向の幅がコイル導体 18b ~ 18e の線幅方向の幅より大きい点においてコイル部品 11 と相違する。これにより、第1ボトム部 S1 の線幅方向の幅 W1 は、第2ボトム部 S3 の線幅方向の幅 W3 より大きい。第3ボトム部 S5 の線幅方向の幅 W5 は、第2ボトム部 S3 の線幅方向の幅 W3 より大きい。線幅方向に隣り合うコイル導体 18a (第1コイル導体) 同士の間隔 d1 は、線幅方向に隣り合うコイル導体 18b ~ 18e (第2コイル導体) 同士の間隔 d2 より小さい。同様に、線幅方向に隣り合うコイル導体 18f (第3コイル導体) 同士の間隔 d3 は、線幅方向に隣り合うコイル導体 18b ~ 18e (第2コイル導体) 同士の間隔 d2 より小さい。これにより、線幅方向に隣り合うコイル導体 18b ~ 18e (第2コイル導体) 同士の間を樹脂層 15a ~ 15f が流動しやすくなる。その結果、線幅方向に隣り合うコイル導体 18b ~ 18e (第2コイル導体) 同士の間に空孔が形成されることが抑制される。コイル部品 11a のその他の構造は、コイル部品 11 と同じであるので説明を省略する。コイル部品 11a は、コイル部品 11 と同じ作用効果を奏することができる。

【0049】

(第2変形例)

以下に、第2変形例に係るコイル部品 11b について図面を参照しながら説明する。図 8 は、コイル部品 11b の断面図である。図 9 は、コイル部品 11b の分解斜視図である。

【0050】

コイル部品 11b は、コイル導体 18a, 18f の形状においてコイル部品 11 と相違する。より詳細には、コイル導体 18a, 18f のそれぞれの周回数は、コイル導体 18b ~ 18e のそれぞれの周回数より多い。本実施形態では、コイル導体 18a, 18f のそれぞれの周回数は、コイル導体 18b ~ 18e のそれぞれの周回数の約 2 倍である。そして、コイル導体 18a, 18f の線幅方向の幅は、コイル導体 18b ~ 18e の線幅方向の幅より小さい。すなわち、第1ボトム部 S1 の線幅方向の幅 W1 は、第2ボトム部 S3 の線幅方向の幅 W3 より小さい。第3ボトム部 S5 の線幅方向の幅 W5 は、第2ボトム部 S3 の線幅方向の幅 W3 より小さい。そして、上下方向に見て、コイル導体 18a の略全体は、コイル導体 18b ~ 18e と重なっている。同様に、コイル導体 18f の略全体は、コイル導体 18b ~ 18e と重なっている。

【0051】

また、コイル部品 11b では、以下の数式(1)及び数式(2)が成立する。

【0052】

10

20

30

40

50

$W1 / T1 \times 2 < W3 / T2 \dots (1)$

$W5 / T3 \times 2 < W3 / T2 \dots (2)$

コイル部品 11b のその他の構造は、コイル部品 11 と同じであるので説明を省略する。コイル部品 11b は、コイル部品 11 と同じ作用効果を奏することができる。

【0053】

また、コイル部品 11b では、コイル導体 18a, 18f のそれぞれの周回数は、コイル導体 18b ~ 18e のそれぞれの周回数より多い。これにより、コイル L のインダクタンス値が大きくなる。

【0054】

(第3変形例)

以下に、第3変形例に係るコイル部品 11c について図面を参照しながら説明する。図 10 は、コイル部品 11c の断面図である。

【0055】

コイル部品 11c は、線幅方向に隣り合うコイル導体 18a 同士の間隔が均一である点、及び、線幅方向に隣り合うコイル導体 18f 同士の間隔が均一である点においてコイル部品 11b と相違する。コイル部品 11c のその他の構造は、コイル部品 11b と同じであるので説明を省略する。コイル部品 11c は、コイル部品 11b と同じ作用効果を奏することができる。

【0056】

(第4変形例)

以下に、第4変形例に係るコイル部品 11d について図面を参照しながら説明する。図 11 は、コイル部品 11d の断面図である。

【0057】

コイル部品 11d は、コイル導体 18d ~ 18f を備えていない点においてコイル部品 11 と相違する。コイル導体 18b (第2コイル導体) は、樹脂層 15a の下主面に位置している。そのため、コイル導体 18b では、第2ボトム部 S3 は、第2トップ部 S4 より上に位置している。そして、第2ボトム部 S3 は、樹脂層 15a の下主面に固定されている。

【0058】

また、コイル導体 18a (第1コイル導体) の上下方向の厚み T1 は、コイル導体 18c (第3コイル導体) の上下方向の厚み T3 より大きい。コイル導体 18c (第3コイル導体) の外縁は、コイル導体 18c (第3コイル導体) の外縁において最も下 (第2方向) に位置する平面である第3ボトム部 S5、及び、コイル導体 18c (第3コイル導体) の外縁において最も上 (第1方向) に位置する平面である第3トップ部 S6 を有している。第3トップ部 S6 は、第3ボトム部 S5 より上 (第1方向 DIR1) に位置し、第3ボトム部 S5 と平行な法線を有している。第3トップ部 S6 の線幅方向の幅 W6 は、第3ボトム部 S5 の線幅方向の幅 W5 より小さい。第1割合 P1 は、第3トップ部 S6 の線幅方向の幅 W6 を第3ボトム部 S5 の線幅方向の幅 W5 で割って得られる第3割合 P3 より小さい。

【0059】

コイル部品 11d のその他の構造は、コイル部品 11 と同じであるので説明を省略する。コイル部品 11d は、コイル部品 11 と同じ作用効果を奏することができる。

【0060】

以下に、コイル部品 11d の製造方法について図面を参照しながら説明する。図 12 ないし図 14 は、コイル部品 11d の製造工程を示す断面図である。

【0061】

まず、図 12 に示すように、樹脂層 15a にコイル導体 18b (第2コイル導体) を形成する (第2コイル導体形成工程)。樹脂層 15b にコイル導体 18c (第3コイル導体) を形成する (第3コイル導体形成工程)。具体的には、樹脂層 15a の上主面及び樹脂層 15b の上主面のそれぞれには金属箔が張り付けられている。この金属箔にマスクを形

10

20

30

40

50

成する。そして、マスクを介してエッチングを施すことにより、コイル導体 18 b , 18 c を形成する。また、樹脂層 15 a の上主面には金属膜 200 a が設けられている。金属膜 200 a は、金属箔に比べて薄い。

【0062】

更に、樹脂層 15 a , 15 b に層間接続導体 v 1 , v 2 を形成する。具体的には、樹脂層 15 a , 15 b のそれぞれにレーザービームを照射して貫通孔を形成する。その後、貫通孔に導電性ペーストを充填する。

【0063】

図 13 に示すように、第 2 コイル導体形成工程及び第 3 コイル導体形成工程の後に、コイル導体 18 b (第 2 コイル導体) 及びコイル導体 18 c (第 3 コイル導体) が下方向 (第 2 方向 DIR 2) にこの順に並ぶように樹脂層 15 a ~ 15 c を熱圧着する (熱圧着工程)。これにより、樹脂層 15 a ~ 15 c が軟化及び流動化する。そして、樹脂層 15 a ~ 15 c が冷却されると、樹脂層 15 a ~ 15 c が一体化される。更に、熱圧着により、貫通孔内の導電性ペーストが固化する。

10

【0064】

図 14 に示すように、熱圧着工程の後に、熱圧着工程において熱圧着した複数の樹脂層 15 a ~ 15 c の中で最も上 (第 1 方向 DIR 1) に位置する樹脂層 15 a に位置するコイル導体 18 a (第 1 コイル導体) の上下方向の厚みを大きくする (第 1 コイル導体形成工程)。コイル導体 18 a は、例えば、MSAP により形成される。MSAP では、金属膜 200 a の上にマスクを形成する。そして、金属膜 200 a の上にメッキを施すことにより、メッキ層を形成する。その後、マスクを除去する。更に、エッチングにより、マスクと重なっていた不要な金属膜 200 a を除去する。

20

【0065】

最後に、樹脂層 15 a の上主面に保護層 16 a を形成する。これにより、コイル部品 11 d が完成する。

【0066】

(第 5 変形例)

以下に、第 5 変形例に係るコイル部品 11 e について図面を参照しながら説明する。図 15 は、コイル部品 11 e の断面図である。

【0067】

コイル部品 11 e は、樹脂層 15 g 及び層間接続導体 v 11 を更に備えている点及びコイル導体 18 b , 18 c の位置が異なる点においてコイル部品 11 d と相違する。より詳細には、樹脂層 15 g は、樹脂層 15 a と樹脂層 15 b との間に位置している。コイル導体 18 b は、樹脂層 15 g の下主面に位置している。コイル導体 18 c は、樹脂層 15 b の下主面に位置している。そのため、コイル導体 18 b では、第 3 ボトム部 S 5 は、第 3 トップ部 S 6 より上に位置している。そして、第 3 ボトム部 S 5 は、樹脂層 15 g の下主面に固定されている。層間接続導体 v 11 は、層間接続導体 v 1 と直列に接続されている。層間接続導体 v 1 , v 11 は、コイル導体 18 a の内周端部とコイル導体 18 b の内周端部とを電氣的に接続している。コイル部品 11 e のその他の構造は、コイル部品 11 d と同じであるので説明を省略する。コイル部品 11 e は、コイル部品 11 d と同じ作用効果を奏することができる。

30

40

【0068】

(第 6 変形例)

以下に、第 6 変形例に係るコイル部品 11 f について図面を参照しながら説明する。図 16 は、コイル部品 11 f の断面図である。

【0069】

コイル部品 11 f は、コイル導体 18 a , 18 f の構造においてコイル部品 11 と相違する。より詳細には、コイル部品 11 f では、コイル導体 18 a は、ベース導体 181 a 及びメッキ層 182 a を含んでいる。ベース導体 181 a は、金属箔により作製されている。メッキ層 182 a は、ベース導体 181 a を覆っている。コイル導体 18 f は、ベー

50

ス導体 1 8 1 f 及びメッキ層 1 8 2 f を含んでいる。ベース導体 1 8 1 f は、金属箔により作製されている。メッキ層 1 8 2 f は、ベース導体 1 8 1 f を覆っている。コイル部品 1 1 f のその他の構造は、コイル部品 1 1 と同じであるので説明を省略する。コイル部品 1 1 f は、コイル部品 1 1 と同じ作用効果を奏することができる。

【 0 0 7 0 】

また、コイル部品 1 1 f では、上下方向に見て、コイル導体 1 8 a の略全体は、コイル導体 1 8 b ~ 1 8 e と重なっている。同様に、コイル導体 1 8 f の略全体は、コイル導体 1 8 b ~ 1 8 e と重なっている。これにより、樹脂層 1 5 a ~ 1 5 f の熱圧着時に、コイル導体 1 8 a ~ 1 8 f に上下方向に力が加わりやすくなり、コイル導体 1 8 a ~ 1 8 f に前後方向及び左右方向に力が加わりにくくなる。その結果、コイル導体 1 8 a ~ 1 8 f の位置が設計値からずれることが抑制される。

10

【 0 0 7 1 】

次に、コイル部品 1 1 f の製造方法について図面を参照しながら説明する。図 1 7 ないし図 1 9 は、コイル部品 1 1 f の製造工程を示す断面図である。

【 0 0 7 2 】

まず、図 1 7 に示すように、樹脂層 1 5 b ~ 1 5 e のそれぞれにコイル導体 1 8 b ~ 1 8 e (第 2 コイル導体) を形成する (第 2 コイル導体形成工程) 。具体的には、樹脂層 1 5 a ~ 1 5 f の上主面には金属箔が張り付けられている。この金属箔にマスクを形成する。そして、マスクを介してエッチングを施すことにより、コイル導体 1 8 b ~ 1 8 e を形成する。

20

【 0 0 7 3 】

また、樹脂層 1 5 a の上主面及び樹脂層 1 5 f の下主面のそれぞれにベース導体 1 8 1 a , 1 8 1 f を形成する。具体的には、樹脂層 1 5 a の上主面及び樹脂層 1 5 f の下主面のそれぞれには金属箔が張り付けられている。この金属箔にマスクを形成する。そして、マスクを介してエッチングを施すことにより、ベース導体 1 8 1 a , 1 8 1 f を形成する。

【 0 0 7 4 】

更に、樹脂層 1 5 b ~ 1 5 e に層間接続導体 v 1 ~ v 6 を形成する。具体的には、樹脂層 1 5 b ~ 1 5 e のそれぞれにレーザービームを照射して貫通孔を形成する。その後、貫通孔に導電性ペーストを充填する。

【 0 0 7 5 】

図 1 8 に示すように、樹脂層 1 5 a ~ 1 5 f を熱圧着する (熱圧着工程) 。これにより、樹脂層 1 5 a ~ 1 5 f が軟化及び流動化する。そして、樹脂層 1 5 a ~ 1 5 f が冷却されると、樹脂層 1 5 a ~ 1 5 f が一体化される。更に、熱圧着により、貫通孔内の導電性ペーストが固化する。

30

【 0 0 7 6 】

図 1 9 に示すように、熱圧着工程において熱圧着した複数の樹脂層 1 5 a ~ 1 5 f の中で最も上 (第 1 方向 D I R 1) に位置する樹脂層 1 5 a に位置するコイル導体 1 8 a (第 1 コイル導体) の上下方向の厚みを大きくする (第 1 コイル導体形成工程) 。更に、熱圧着工程の後に、熱圧着工程において熱圧着した複数の樹脂層 1 5 a ~ 1 5 f の中で最も下 (第 2 方向 D I R 2) に位置する樹脂層 1 5 f に位置するコイル導体 1 8 f (第 3 コイル導体) の厚みを大きくする (第 3 コイル導体形成工程) 。具体的には、ベース導体 1 8 1 a , 1 8 1 f のそれぞれにメッキを施すことにより、メッキ層 1 8 2 a , 1 8 2 f を完成させる。

40

【 0 0 7 7 】

最後に、樹脂層 1 5 a の上主面に保護層 1 6 a を形成する。樹脂層 1 5 f の下主面に保護層 1 6 b を形成する。これにより、コイル部品 1 1 f が完成する。

【 0 0 7 8 】

(第 7 変形例)

以下に、第 7 変形例に係るコイル部品 1 1 g について図面を参照しながら説明する。図 2 0 は、コイル部品 1 1 g の断面図である。

50

【0079】

コイル部品11gは、コイル部品11h, 11iを含んでいる。コイル部品11h, 11iのそれぞれは、コイル部品11と同じ構造を有している。コイル部品11hは、コイル部品11iの上主面に実装されている。これにより、コイル部品11hのコイル導体18fとコイル部品11iのコイル導体18aとが半田により電氣的に接続されている。

【0080】

これにより、コイル部品11gは、コイル部品11hのコイルL1とコイル部品11iのコイルL2とが直列に接続された構造を有するようになる。その結果、コイル部品11gでは、コイルLのインダクタンス値が大きくなる。

【0081】

(その他の実施形態)

本発明に係るコイル部品は、コイル部品11, 11a~11gに限らず、その要旨の範囲内において変更可能である。なお、コイル部品11, 11a~11gの構成を任意に組み合わせてもよい。

【0082】

なお、コイルLは、複数の渦巻状のコイル導体が接続された構造を有している。しかしながら、コイルLが螺旋形状を有していれば、複数のコイル導体の周回数は1周以下であってもよい。

【0083】

なお、駆動モジュール10において、磁石50の左部がS極であり、磁石50の右部がN極であってもよい。なお、磁石50は、永久磁石であってもよいし、電磁石であってもよい。

【0084】

なお、樹脂層15a~15fの材料は、磁性体材料であってもよい。

【0085】

なお、樹脂層15a~15fの材料は、熱可塑性樹脂以外の樹脂であってもよい。

【0086】

なお、樹脂層15aの上に更に樹脂層が積層されてもよい。樹脂層15fの下に更に樹脂層が積層されてもよい。

【0087】

なお、下方向が第1方向DIR1であり、上方向が第2方向DIR2であってもよい。

【0088】

なお、第1ボトム部S1の線幅方向の幅W1は、第2ボトム部S3の線幅方向の幅W3以上であってもよい。

【0089】

なお、線幅方向に隣り合うコイル導体18a(第1コイル導体)同士の間隔は、線幅方向に隣り合うコイル導体18b~18e(第2コイル導体)同士の間隔以上であってもよい。

【0090】

なお、コイル部品11, 11a~11c, 11f, 11gにおいて、第3割合P3は、第2割合P2以上であってもよい。

【0091】

なお、コイル部品11, 11a~11c, 11f, 11gにおいて、第3ボトム部S5の線幅方向の幅W5は、第2ボトム部S3の線幅方向の幅W3以上であってもよい。

【0092】

なお、コイル部品11, 11a~11c, 11f, 11gにおいて、線幅方向に隣り合うコイル導体18f(第3コイル導体)同士の間隔は、線幅方向に隣り合うコイル導体18b~18e(第2コイル導体)同士の間隔以上であってもよい。

【0093】

なお、コイル部品11d, 11eにおいて、第1割合P1は、第3割合P3以上であっ

10

20

30

40

50

てもよい。

【 0 0 9 4 】

なお、コイル部品 1 1 , 1 1 a ~ 1 1 f は、駆動モジュールに適用されている。しかしながら、コイル部品 1 1 , 1 1 a ~ 1 1 f は、駆動モジュール以外の用途に用いられてもよい。コイル部品 1 1 , 1 1 a ~ 1 1 f は、例えば、アンテナ素子として用いられてもよい。この場合、コイル L は、通信用のアンテナ又はワイヤレス給電用のアンテナとして機能する。

【 符号の説明 】

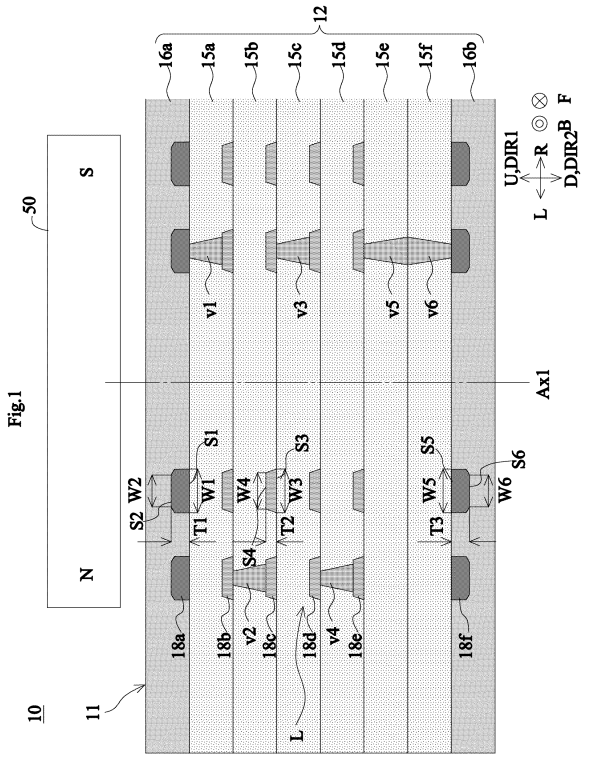
【 0 0 9 5 】

| | |
|-----------------------------|----|
| 1 0 : 駆動モジュール | 10 |
| 1 1 , 1 1 a ~ 1 1 i : コイル部品 | |
| 1 2 : 積層体 | |
| 1 5 a ~ 1 5 f : 樹脂層 | |
| 1 6 a , 1 6 b : 保護層 | |
| 1 8 a ~ 1 8 f : コイル導体 | |
| 2 0 a , 2 0 b : 引き出し導体 | |
| 5 0 : 磁石 | |
| 1 8 1 a , 1 8 1 f : ベース導体 | |
| 1 8 2 a , 1 8 2 f : メッキ層 | |
| A x 1 : 中心軸線 | 20 |
| L : コイル | |
| L 1 : コイル | |
| L 2 : コイル | |
| S 1 : 第 1 ボトム部 | |
| S 2 : 第 1 トップ部 | |
| S 3 : 第 2 ボトム部 | |
| S 4 : 第 2 トップ部 | |
| S 5 : 第 3 ボトム部 | |
| S 6 : 第 3 トップ部 | |
| v 1 ~ v 6 : 層間接続導体 | 30 |

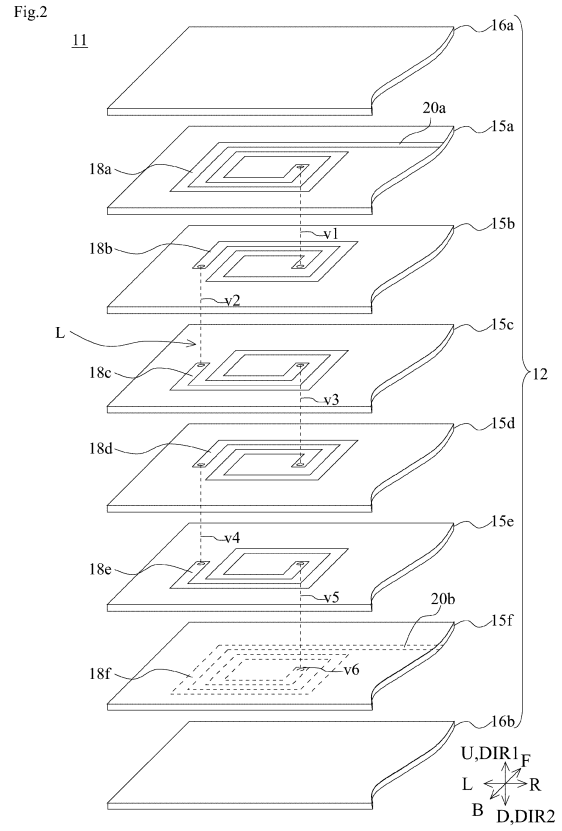
40

50

【 図 面 】
【 図 1 】



【 図 2 】



10

20

【 図 3 】

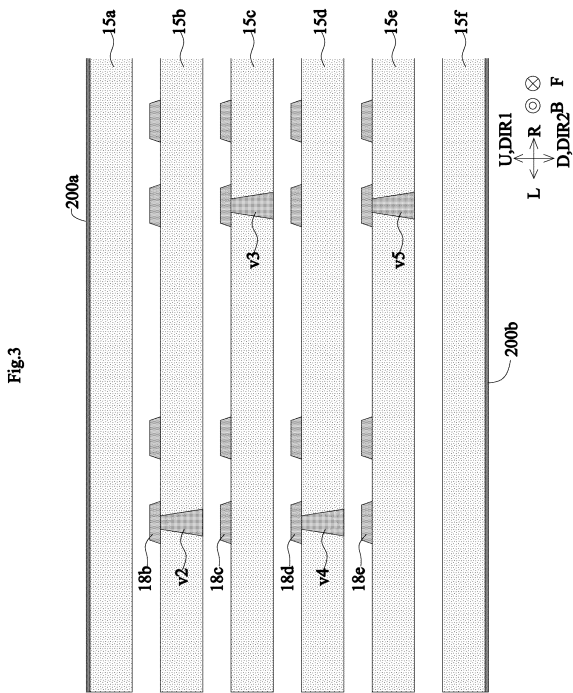


Fig. 3

【 図 4 】

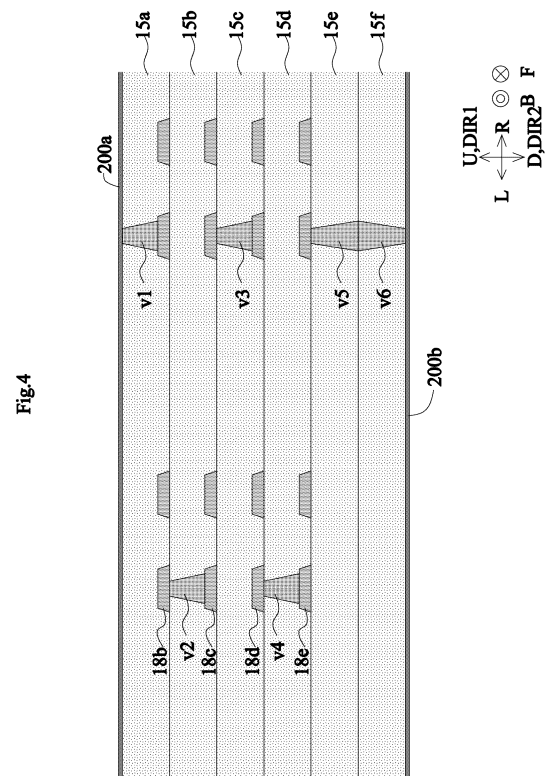


Fig. 4

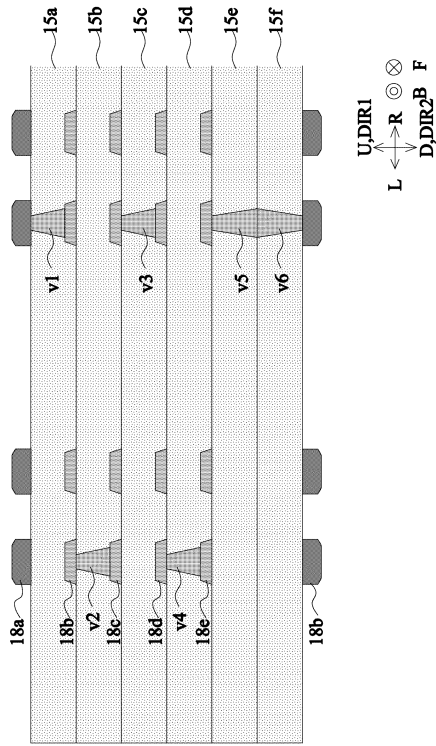
30

40

50

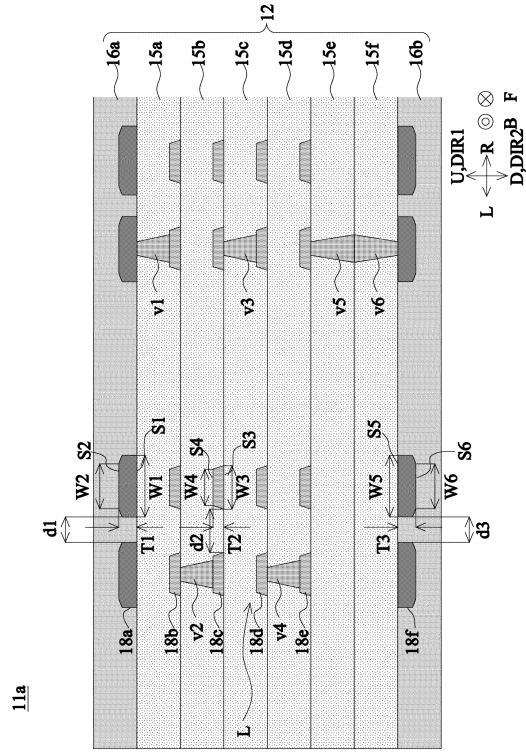
【 図 5 】

Fig.5



【 図 6 】

Fig.6

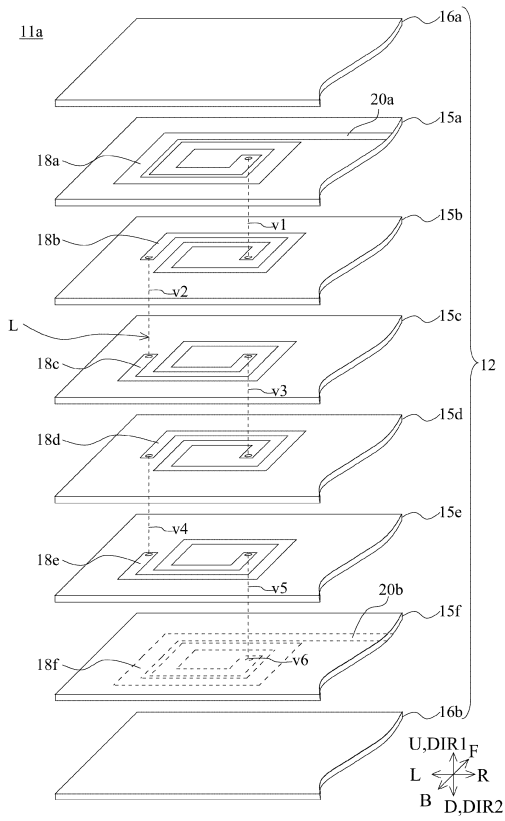


10

20

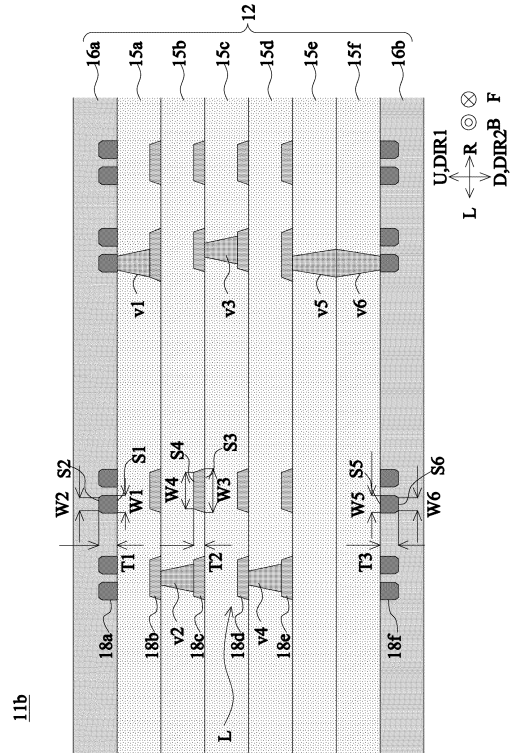
【 図 7 】

Fig.7



【 図 8 】

Fig.8



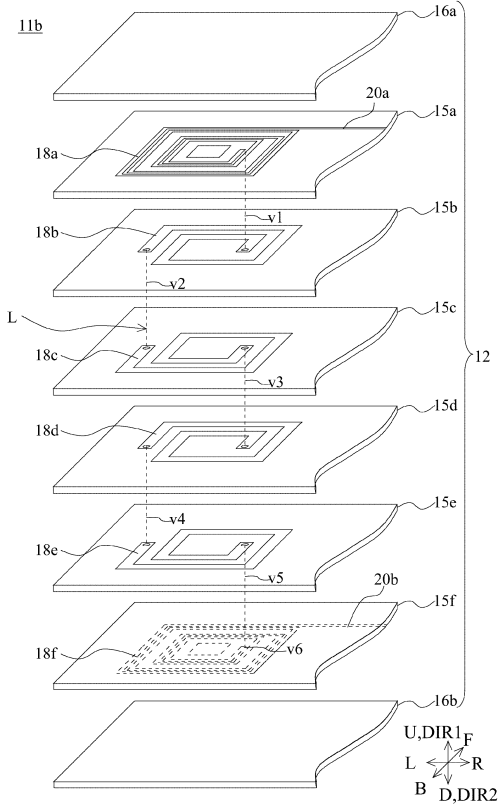
30

40

50

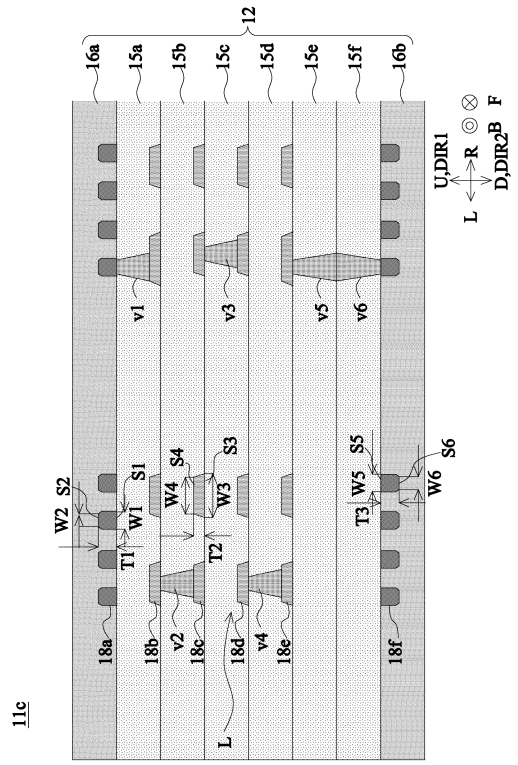
【 図 9 】

Fig.9



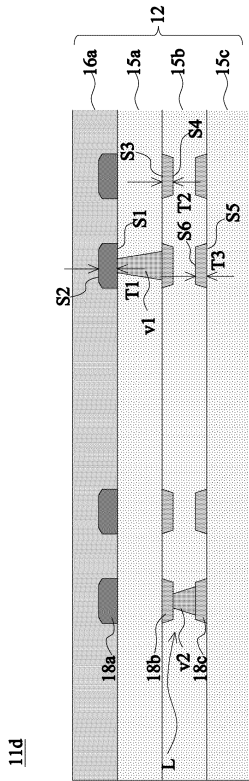
【 図 1 0 】

Fig.10



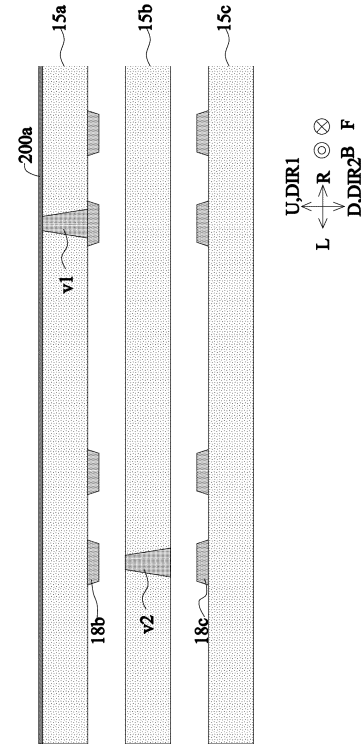
【 図 1 1 】

Fig.11



【 図 1 2 】

Fig.12



10

20

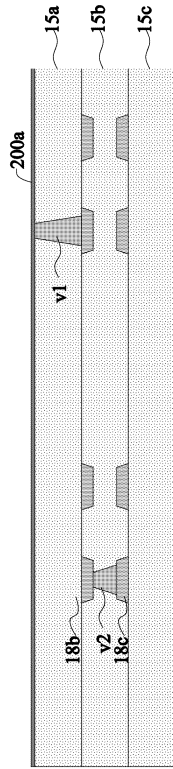
30

40

50

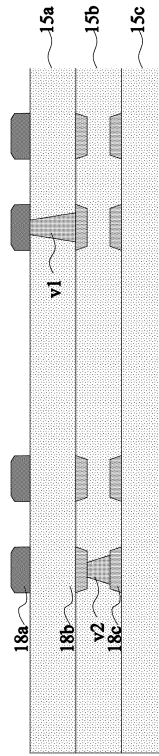
【 図 1 3 】

Fig.13



【 図 1 4 】

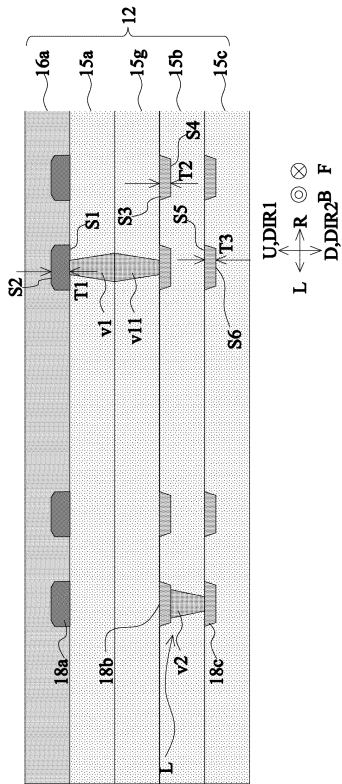
Fig.14



【 図 1 5 】

Fig.15

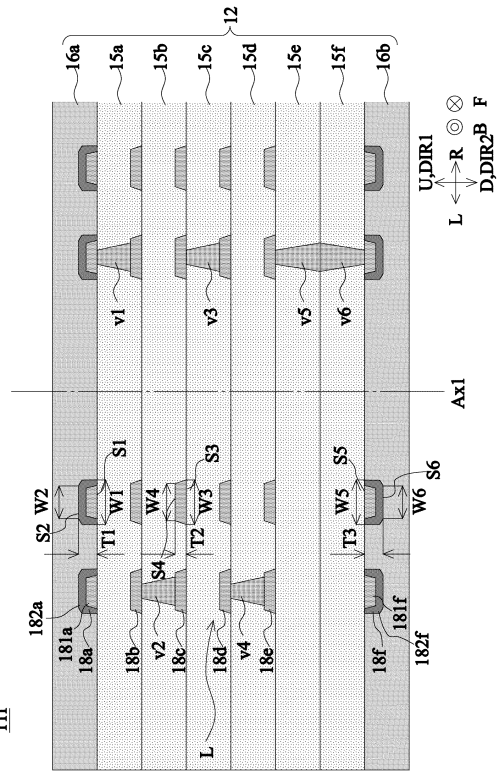
11e



【 図 1 6 】

Fig.16

11f



10

20

30

40

50

【 図 1 7 】

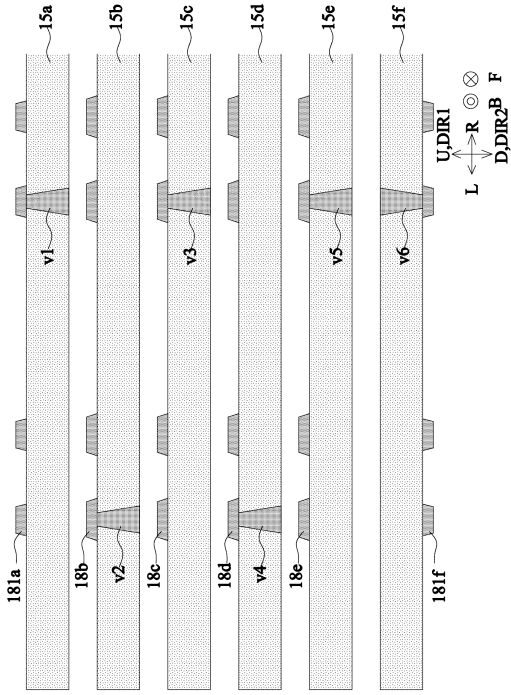


Fig.17

【 図 1 8 】

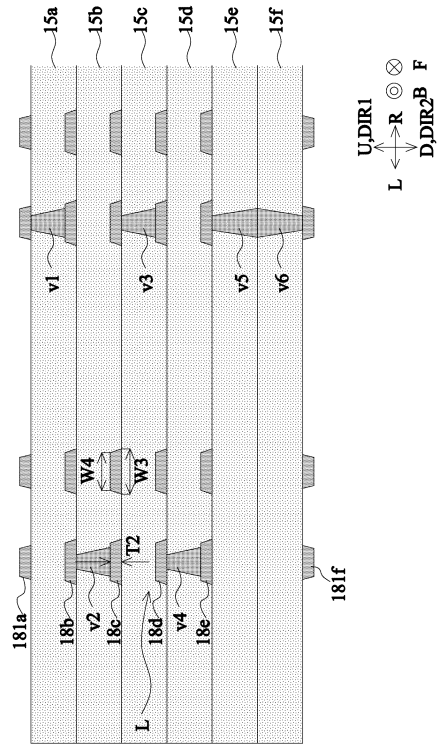


Fig.18

【 図 1 9 】

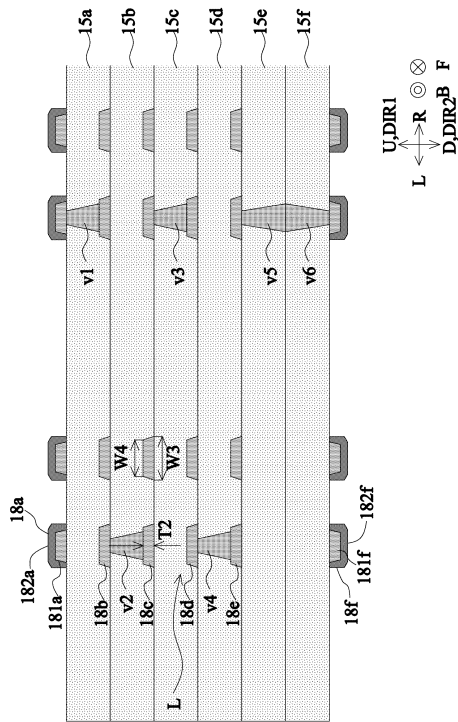


Fig.19

【 図 2 0 】

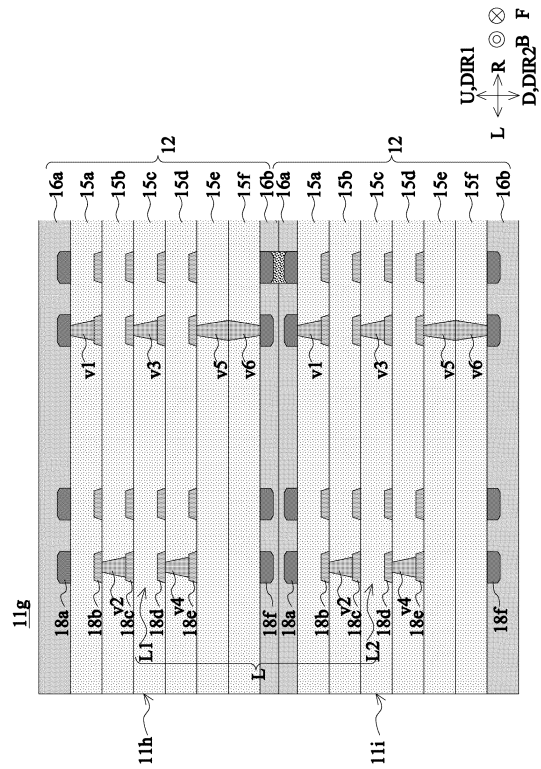


Fig.20

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2017 - 59749 (JP, A)
特開 2020 - 13826 (JP, A)
特開 2019 - 9211 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- H01F 5/00 - 5/06
 - H01F 17/00 - 21/12
 - H01F 27/00
 - H01F 27/02
 - H01F 27/06
 - H01F 27/08
 - H01F 27/23
 - H01F 27/26 - 27/30
 - H01F 27/32
 - H01F 27/36
 - H01F 27/42
 - H01F 38/42 - 41/04
 - H01F 41/08
 - H01F 41/10
 - H05K 1/09
 - H05K 1/16