(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2022-547945
(P2022-547945A)
(43)公表日　令和4年11月16日(2022.11.16)

(51)国際特許分類			FI			テーマコード（参考）
Ｇ０１Ｒ	*33/02*	*(2006.01)*	Ｇ０１Ｒ	33/02	Ｖ	２Ｇ０１７
Ｇ０１Ｒ	*33/07*	*(2006.01)*	Ｇ０１Ｒ	33/07		

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全18頁）

(21)出願番号　特願2022-515619(P2022-515619)
(86)(22)出願日　令和2年9月8日(2020.9.8)
(85)翻訳文提出日　令和4年5月9日(2022.5.9)
(86)国際出願番号　PCT/US2020/049640
(87)国際公開番号　WO2021/050406
(87)国際公開日　令和3年3月18日(2021.3.18)
(31)優先権主張番号　16/565,130
(32)優先日　令和1年9月9日(2019.9.9)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,
最終頁に続く

(71)出願人　507107291
テキサス インスツルメンツ インコーポレイテッド
アメリカ合衆国 テキサス州 ７５２６５－５４７４ ダラス メイル ステイション ３９９９ ピーオーボックス ６５５４７４
(74)代理人　230129078
弁護士　佐藤 仁
(71)出願人　390020248
日本テキサス・インスツルメンツ合同会社
東京都港区港南一丁目２番７０号
(72)発明者　美藤 成
アメリカ合衆国 ７５２４３ テキサス州 ダラス， シルバー クリーク ロード ９
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　面外方向磁場集中のための磁束コンセントレータ

(57)【要約】
構造（１００）が、表面を含む基板（１１０）を含む。また、構造（１００）は、基板（１１０）内であり、基板（１１０）の表面の下方に配置される水平型ホールセンサ（１２０）を含む。構造（１００）はさらに、基板（１１０）の表面の上方に配置される保護オーバーコート層（１４０）と、保護オーバーコート層（１４０）の上方に配置される球形状磁気コンセントレータ（１３４）とを含む。球形状磁気コンセントレータ（１３４）の代わりに、又は、球形状磁気コンセントレータ（１３４）に加えて、構造（１００）は、基板（１１０）内であり、水平型ホールセンサ（１２０）の下方に配置される埋め込み磁気コンセントレータ（１３２）を含み得る。

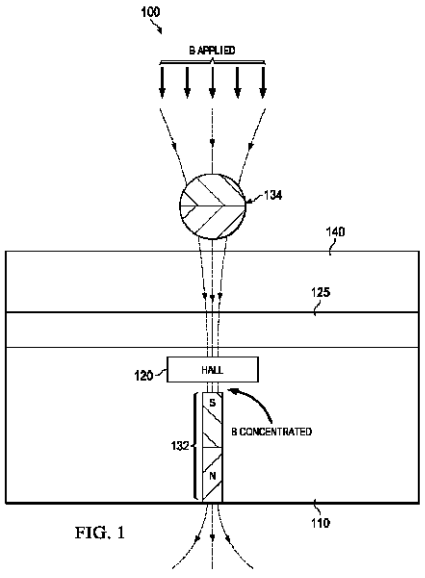


FIG. 1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
構造であって、
表面を含む基板と、
前記基板内であり、前記基板の前記表面の下方に配置される水平型ホールセンサと、
前記基板の前記表面の上方に配置される保護オーバーコート層と、
前記保護オーバーコート層の上方に配置される球形状磁気コンセントレータと、
を含む、構造。
【請求項２】
請求項１に記載の構造であって、前記球形状磁気コンセントレータが前記水平型ホールセンサの上方に配置される、構造。
【請求項３】
請求項１に記載の構造であって、さらに、前記基板内であり、前記基板の前記表面の下方に配置される水平型ホールセンサのアレイと、前記保護オーバーコート層の上方に配置される球形状磁気コンセントレータのアレイとを含む、構造。
【請求項４】
請求項３に記載の構造であって、前記球形状磁気コンセントレータが、それぞれ、前記水平型ホールセンサの上方に配置される、構造。
【請求項５】
構造であって、
表面を含む基板と、
前記基板内であり、前記基板の前記表面の下方に配置される水平型ホールセンサと、
前記基板内であり、前記水平型ホールセンサの下方に配置される埋め込み磁気コンセントレータと、
を含む、構造。
【請求項６】
請求項５に記載の構造であって、前記埋め込み磁気コンセントレータが、棒、角錐、円筒、及びそれらの組み合わせから成るグループから選択される形状を含む、構造。
【請求項７】
請求項５に記載の構造であって、前記基板内であり、前記基板の前記表面の下方に配置される水平型ホールセンサのアレイと、前記基板内に配置される埋め込み磁気コンセントレータのアレイとをさらに含み、前記埋め込み磁気コンセントレータが、それぞれ、前記水平型ホールセンサの下方に配置される、構造。
【請求項８】
請求項５に記載の構造であって、さらに、
前記基板の前記表面の上方に配置される保護オーバーコート層と、
前記保護オーバーコート層の上方であり、前記水平型ホールセンサの上方に配置される球形状磁気コンセントレータと、
を含む、構造。
【請求項９】
請求項８に記載の構造であって、前記基板内であり、前記基板の前記表面の下方に配置される水平型ホールセンサのアレイと、前記保護オーバーコート層の上方に配置される球形状磁気コンセントレータのアレイとをさらに含み、前記球形状磁気コンセントレータが、それぞれ、前記水平型ホールセンサの上方に配置される、構造。
【請求項１０】
請求項５に記載の構造であって、さらに、
前記基板の前記表面の上方に配置される保護オーバーコート層と、
前記基板の前記表面の上方であり、前記保護オーバーコート層の下方に配置されるパターン化された磁気コンセントレータと、
を含む、構造。

【請求項１１】
請求項１０に記載の構造であって、前記基板内であり、前記基板の前記表面の下方に配置される水平型ホールセンサのアレイと、前記基板内に配置される埋め込み磁気コンセントレータのアレイとをさらに含み、前記埋め込み磁気コンセントレータが、それぞれ、前記水平型ホールセンサの下方に配置される、構造。
【請求項１２】
構造を形成する方法であって、
表面を含む基板を形成することと、
前記基板内であり、前記基板の前記表面の下方に、水平型ホールセンサを配置することと、
前記基板の前記表面の上方に保護オーバーコート層を形成することと、
前記保護オーバーコート層の上方に球形状磁気コンセントレータを置くことと、
を含む、方法。
【請求項１３】
請求項１２に記載の方法であって、前記置く工程が、前記水平型ホールセンサの上方に前記球形状磁気コンセントレータを置くことを含む、方法。
【請求項１４】
請求項１２に記載の方法であって、さらに、前記基板内であり、前記基板の前記表面の下方に水平型ホールセンサのアレイを配置することと、前記保護オーバーコート層の上方に球形状磁気コンセントレータのアレイを置くこととを含む、方法。
【請求項１５】
請求項１４に記載の方法であって、前記保護オーバーコート層の上方に球形状磁気コンセントレータの前記アレイを置く工程が、前記水平型ホールセンサの上方に前記球形状磁気コンセントレータをそれぞれ配置することを含む、方法。
【請求項１６】
構造を形成する方法であって、
表面を含む基板を形成することと、
前記基板内であり、前記基板の前記表面の下方に水平型ホールセンサを配置することと、
前記基板内であり、前記水平型ホールセンサの下方に埋め込み磁気コンセントレータを形成することと、
を含む、方法。
【請求項１７】
請求項１６に記載の方法であって、前記埋め込み磁気コンセントレータが、棒、角錐、円筒、及びそれらの組み合わせから成るグループから選択される形状を含む、方法。
【請求項１８】
請求項１６に記載の方法であって、前記基板内であり、前記基板の前記表面の下方に水平型ホールセンサのアレイを配置することと、前記基板内に埋め込み磁気コンセントレータのアレイを形成することとをさらに含み、前記基板内に埋め込み磁気コンセントレータの前記アレイを形成する工程が、前記水平型ホールセンサの下方に前記埋め込み磁気コンセントレータをそれぞれ配置することを含む、方法。
【請求項１９】
請求項１６に記載の方法であって、さらに、
前記基板の前記表面の上方に保護オーバーコート層を形成することと、
前記保護オーバーコート層の上方であり、前記水平型ホールセンサの上方に球形状磁気コンセントレータを置くことと、
を含む、方法。
【請求項２０】
請求項１９に記載の方法であって、前記基板内であり、前記基板の前記表面の下方に水平型ホールセンサのアレイを配置することと、前記保護オーバーコート層の上方に球形状

磁気コンセントレータのアレイを置くこととをさらに含み、前記保護オーバーコート層の上方に球形状磁気コンセントレータの前記アレイを置く工程が、前記水平型ホールセンサの上方に前記球形状磁気コンセントレータをそれぞれ配置することを含む、方法。

【請求項２１】

請求項１６に記載の方法であって、さらに、

前記基板の前記表面の上方に保護オーバーコート層を形成することと、

前記基板の前記表面の上方であり、前記保護オーバーコート層の下方に、パターン化された磁気コンセントレータを形成することと、

を含む、方法。

【請求項２２】

請求項２１に記載の方法であって、前記基板内であり、前記基板の前記表面の下方に水平型ホールセンサのアレイを配置することと、前記基板内に埋め込み磁気コンセントレータのアレイを形成することとをさらに含み、前記基板内に埋め込み磁気コンセントレータの前記アレイを形成する　　工程が、前記水平型ホールセンサの下方に前記埋め込み磁気コンセントレータをそれぞれ配置することを含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【０００１】

二次元（２Ｄ）速度及び方向センサは、水平ホールセンサと垂直ホールセンサの両方を用いる。ホールセンサは、磁場の大きさを測定するために用いられる。その出力電圧は、ホールセンサを介する磁場の強さに正比例する。ホールセンサは、近接感知、位置、速度検出、及び電流感知応用例のために用いられ得る。また、２Ｄパルスエンコーダも水平ホールセンサを用いるが、例えば、磁気コンセントレータディスクのピックアンドプレースを介して、パッケージレベルの堆積を介して形成される感度向上磁気コンセントレータと共に用いる。磁気コンセントレータはディスク形状であるので、ホールセンサ付近の磁場強度は弱く、低い構造感度となる。

【発明の概要】

【０００２】

少なくとも一つの例において、或る構造が、或る表面を含む基板を含む。また、この構造は、基板内及び基板の表面の下方に配置される水平型ホールセンサを含む。この構造はさらに、基板の表面の上方に配置される保護オーバーコート層と、保護オーバーコート層の上方に配置される球形状磁気コンセントレータとを含む。

【０００３】

別の例において、或る構造が、或る表面を含む基板を含む。また、この構造は、基板内及び基板の表面の下方に配置される水平型ホールセンサを含む。この構造はさらに、基板内及び水平型ホールセンサの下方に配置される埋め込み磁気コンセントレータを含む。

【０００４】

さらに別の例において、或る構造を形成する方法が、表面を含む基板を形成することと、基板内及び基板の表面の下方に水平型ホールセンサを配置することと、基板の表面の上方に保護オーバーコート層を形成することと、保護オーバーコート層の上方に球形状磁気コンセントレータを置くこととを含む。

【０００５】

さらに別の例において、或る構造を形成する方法が、表面を含む基板を形成することと、基板内及び基板の表面の下方に水平型ホールセンサを配置することと、基板内であり、水平型ホールセンサの下方に埋め込み磁気コンセントレータを形成することとを含む。

【図面の簡単な説明】

【０００６】

次に、種々の例の詳細な説明について、添付の図面を参照する。

【０００７】

【図１】基板と、水平型ホールセンサと、レベル間誘電体酸化物層と、保護オーバーコー

ト層と、埋め込み磁気コンセントレータと、球形状磁気コンセントレータとを含む構造の断面概略側面図である。

【０００８】

【図２】基板と、水平型ホールセンサと、レベル間誘電体酸化物層と、保護オーバーコート層と、埋め込み磁気コンセントレータと、パターン化された磁気コンセントレータとを含む構造の断面概略側面図である。

【０００９】

【図３】保護オーバーコート層の上方に配置される球形状磁気コンセントレータを含む構造の頂部側斜視図である。

【００１０】

【図４】基板内及び（図１の向きに対して）水平型ホールセンサの下方に配置される円筒又は棒形状埋め込み磁気コンセントレータを含む構造の底部側斜視図である。

【００１１】

【図５】基板内に配置される角錐形状埋め込み磁気コンセントレータを含む構造の底部側斜視図である。図１の向きに対して（すなわち、図１に示す棒形状埋め込み磁気コンセントレータを角錐形状埋め込み磁気コンセントレータで置き換えることによって）、角錐形状埋め込み磁気コンセントレータは、水平型ホールセンサの下方に配置される。

【００１２】

【図６】基板内に配置される円筒円錐形状埋め込み磁気コンセントレータを含む構造の底部側斜視図である。図１の向きに対して（すなわち、図１に示す棒形状埋め込み磁気コンセントレータを円筒円錐形状埋め込み磁気コンセントレータで置き換えることによって）、円筒円錐形状埋め込み磁気コンセントレータは、水平型ホールセンサの下方に配置される。

【００１３】

【図７】保護オーバーコート層の下方に配置されるパターン化された磁気コンセントレータを含む構造の頂部側斜視図である。保護オーバーコート層は図示しない。

【００１４】

【図８】保護オーバーコート層の上方に配置される球形状磁気コンセントレータのアレイを含む構造の頂部側概略斜視図である。

【００１５】

【図９】基板内に配置される棒形状埋め込み磁気コンセントレータのアレイを含む構造の頂部側概略斜視図である。

【００１６】

【図１０Ａ】基板内に配置される棒形状埋め込み磁気コンセントレータのアレイと、棒形状埋め込み磁気コンセントレータのアレイの上方に配置されるパターン化された磁気コンセントレータとを含む構造の頂部側概略斜視図である。

【００１７】

【図１０Ｂ】図１０Ａに示す構造の上面概略図である。

【発明を実施するための形態】

【００１８】

本記載の或る態様が、磁気コンセントレータと、少なくとも一つの水平ホールセンサとの組み合わせを用いて、ホールセンサの感度を向上させるためのものである。ホールセンサは、磁場の大きさを測定するために用いられるデバイスである。その出力電圧は、ホールセンサを介する磁場の強さに正比例する。ホールセンサは、近接感知、位置、速度検出、方向検出、回転検出、及び電流感知応用例のために用いられる。ホールセンサは、磁気スイッチにおいて、又は回転スイッチ或いはシフタにおいて用いられ得、そこでは、ホールセンサが、そうしたスイッチ或いはシフタの方向又は回転の変化を測定する。

【００１９】

水平ホールセンサは長手方向軸を有し、この長手方向軸は、水平であり、同じく水平方向に延在する基板の平坦な上側表面に対して平行である。同様に、垂直ホールセンサは長

手方向軸を有し、この長手方向軸は、垂直であり、基板の平坦な上側水平表面に対して垂直である。水平ホールセンサが垂直磁場を測定し、反対に、垂直ホールセンサが水平磁場を測定する。「水平」及び「垂直」という用語の使用は、地表面のみを参照して限定されると解釈されるべきでない。そうした使用は、構造の要素に対して解釈されるべきである。例えば、図１における構造は、例えば９０度回転され得る。このように回転されても、水平ホールセンサ１２０は、依然として「水平ホールセンサ」と考えられ、依然として垂直磁場を測定する。「頂部」、「底部」、「上方」、及び「下方」などのその他の用語も同様に解釈されるべきである。

【００２０】

一例において、図１は、基板１１０と、水平型ホールセンサ１２０と、レベル間誘電体酸化物層１２５と、埋め込み磁気コンセントレータ１３２と、保護オーバーコート層１４０と、球形状磁気コンセントレータ１３４とを含む構造１００の断面概略側面図を示す。図１に図示されるように、磁場が面外に（すなわち、垂直方向に）印加される。基板１１０は、Ｓｉ、ガラス、セラミック等を含み得る。基板１１０の表面の下方に、水平型ホールセンサ１２０が在る。水平型ホールセンサ１２０は、ホールセンサ１２０が磁場を測定し得るように、回路（図示せず）に電気的に接続される。回路要素は、基板１１０上に、例えば、レベル間誘電体酸化物層１２５内に集積され得る。レベル間誘電体酸化物層１２５は、ホールセンサ及び関連する集積回路のための金属配路を含む。代替として、回路要素は、離れた場所に（例えば、別の基板上に）配置され得る。図１は、埋め込み磁気コンセントレータ１３２と球形状磁気コンセントレータ１３４の両方が用いられることを図示するが、いずれかの磁気コンセントレータが単独で用いられてもよい。両方の磁気コンセントレータが用いられる場合、磁気コンセントレータの一つのみが用いられる場合よりも、磁場の集中効果がさらに増幅／増大される。

【００２１】

ウエハ処理の間、保護オーバーコート層１４０が形成される前に、例えば、ビア又は孔が形成される、基板１１０の底部表面を介する（シリコン貫通ビア（ＴＳＶ）などの）エッチングプロセスと、その後に続く、強磁性材料（例えば、ＮｉＦｅ）のスパッタリング又は噴霧などによる、エッチングされた／ビア領域を充填するための堆積プロセスとによって、埋め込み磁気コンセントレータ１３２が形成される。充填材料（すなわち、その結果の埋め込み磁気コンセントレータ１３２の材料）は後述される。

【００２２】

埋め込み磁気コンセントレータ１３２は棒形状であり、（例えば、１０μｍ～１００μｍの水平方向の厚さ（直径）及び６０μｍ～８００μｍの垂直方向の高さの）ＮｉＦｅなどの強磁性材料を含む。埋め込み磁気コンセントレータ１３２の頂部表面は、ホールセンサ１２０の下方に、１０μｍ～１００μｍの範囲の距離、離間される一方、埋め込み磁気コンセントレータ１３２の底部表面は、基板１１０の底部表面まで延在する。

【００２３】

埋め込み磁気コンセントレータ１３２をホールセンサ１２０の下方に配置することによって、ホールセンサ１２０の上方から実質的に垂直に印加される磁場が、ホールセンサ１２０の表面に垂直に当たり、ホールセンサ１２０において集中され、それにより、ホールセンサ１２０に達する前に、磁場の増幅／増大を提供する。ホールセンサ１２０は、増幅された磁場を受け取る。言い換えると、埋め込み磁気コンセントレータ１３２をホールセンサ１２０の下方に有することで、磁場がホールセンサ１２０の底部を出るとき、及び、磁場が基板１１０の底部表面を出る前に、磁場が集中した状態に保たれる。

【００２４】

一例において、球形状磁気コンセントレータ１３４は、図１の構造１００に含まれ得る。球形状磁気コンセントレータ１３４は、ピックアンドプレース又は他の堆積プロセスによって形成され得る。球形状磁気コンセントレータ１３４は、ＮｉＦｅなどの強磁性材料を含み、３０μｍ～４５０μｍの範囲内の直径を備えて形成される。球形状磁気コンセントレータ１３４の底部表面は、水平型ホールセンサ１２０の上方に、４μｍ～５０μｍの

範囲の距離を離間される。

【００２５】

球形状磁気コンセントレータ１３４は、保護オーバーコート層１４０の上方に、任意選択で、例えば、ポリアミドの層（これは、１０～３０μｍの厚さであり得る）内に置かれる。ポリアミド層（図示せず）は、用いられる場合は、保護オーバーコート層１４０の上に形成される。球形状磁気コンセントレータ１３４は、ポリアミド層内に形成され得、或いは代替として、ポリアミド層の上方に形成され得る。ポリアミドは、接合、温度安定性を助け、ダイの機械的安定性を助ける、良好な機械的伸び及び引っ張りの強さを有し、その結果、ダイは、モールド化合物からの圧力／応力の変化に影響を受けにくくなる。

【００２６】

球形状磁気コンセントレータ１３４をホールセンサ１２０の上方に配置することによって、及び球形状によって、球形状磁気コンセントレータ１３４の上方から実質的に垂直に印加される磁場が、ホールセンサ１２０の表面に垂直に当たり、ホールセンサ１２０において集中され、それにより、ホールセンサ１２０に達する前に磁場の増幅／増大を提供する。ホールセンサ１２０は、増幅された磁場を受け取る。

【００２７】

一実装において、保護オーバーコート層１４０は（例えば、２．８μｍの厚さの）ＳｉＯＮ又はその他の誘電性材料の層であるが、その他の厚さが代替として用いられ得る。

【００２８】

一例において、図２は、基板２１０と、水平型ホールセンサと、レベル間誘電体酸化物層２２５と、保護オーバーコート層２４０と、パターン化された磁気コンセントレータ２３０、２３１とを含む構造２００の断面概略側面図を示す。図２に図示するように、磁場が面内に（すなわち、水平方向に）印加される。埋め込み磁気コンセントレータ２３２は、図１において用いられている埋め込み磁気コンセントレータ１３２と同じものであり得る。埋め込み磁気コンセントレータ２３２に加えて、パターン化された磁気コンセントレータ２３０、２３１のいずれか又は両方が用いられ得る。

【００２９】

パターン化された磁気コンセントレータ２３０（すなわち、保護オーバーコート層２４０の下方に形成されているもの）は、２０１９年７月２４日に出願された同時係属中の米国出願、出願番号第１６／５２１，０５３（’０５３出願）において開示されたタイプ（例えば、サイズ、形状、及び／又は、磁性材料の多層を含む）であり得る。’０５３出願における磁気コンセントレータの近傍の層も、この例において同様に用いられ得る。パターン化された磁気コンセントレータ２３０は、’０５３出願において磁気コンセントレータを形成するために記載されたプロセスの任意のものを用いて形成され得る。付加的な水平ホールセンサが、’０５３出願において開示されたものと同様に、パターン化された磁気コンセントレータ２３０の下方（すなわち、基板２１０内）に置かれてもよい。

【特許文献１】米国出願番号第１６／５２１，０５３

【００３０】

パターン化された磁気コンセントレータ２３０の代替として、又はこれに加えて、パターン化された磁気コンセントレータ２３１が用いられ得る。パターン化された磁気コンセントレータ２３１が保護オーバーコート層２４０の上方に形成されているが、パターン化された磁気コンセントレータ２３１は、’０５３出願において開示されたタイプ（例えば、サイズ、形状、及び／又は磁性材料の多層を含む）であり得る。’０５３出願における磁気コンセントレータの近傍の層も、この例において同様に用いられ得る。パターン化された磁気コンセントレータ２３１は、’０５３出願において磁気コンセントレータを形成するために記載されたプロセスの任意のものを用いて形成され得る。付加的な水平ホールセンサが、’０５３出願において開示されたものと同様に、パターン化された磁気コンセントレータ２３１の下方（すなわち、基板２１０内）に置かれてもよい。

【００３１】

’０５３出願においても開示されているように、パターン化された磁気コンセントレー

タ２３０、２３１の一方又は両方を用いる結果として、入力磁場は、水平から垂直に向け直されるか又は変換される。

【００３２】

埋め込み磁気コンセントレータ２３２と、パターン化された磁気コンセントレータ２３０、２３１のいずれか又は両方との組み合わせが用いられるとき、磁気コンセントレータの任意の一つが用いられる場合より、磁場の集中効果が、ホールセンサに達する前にさらに増幅／増大される。

【００３３】

一例において、図３は、基板３１０と、保護オーバーコート層３４０の上方に配置される球形状磁気コンセントレータ３３４とを含む構造３００の頂部側斜視図を示す。簡潔さの目的で、水平ホールセンサ及び残りの層は図示しない。球形状磁気コンセントレータ３３４は、例えば、３０μｍ～４５０μｍの範囲の直径を有し得る。基板３１０は、０．７ｍｍ～２ｍｍの範囲の幅及び６０～８００μｍの範囲の深さ／厚さを有し得る。ホールセンサは、１～３μｍの範囲の厚さ（すなわち、ホールのウェルの深さ）を有し得、基板３１０の頂部表面から３～５μｍの距離を離間され得る。保護オーバーコート層（図示せず）は任意の厚さを有し得る。

【００３４】

一例において、図４は、基板４１０内であり、（図１の向きに対して）水平型ホールセンサの下方に配置される棒形状埋め込み磁気コンセントレータ４３２を含む構造４００の底部側斜視図を示す。保護オーバーコート層４４０が示される。簡潔さの目的で、水平ホールセンサ及び残りの層は図示しない。

【００３５】

一例において、図５は、基板５１０内に配置される角錐形状埋め込み磁気コンセントレータ５３２を含む構造５００の底部側斜視図を示す。図１の向きに対して（すなわち、図１に示した棒形状埋め込み磁気コンセントレータを、角錐形状埋め込み磁気コンセントレータと置き換えることによって）、角錐形状埋め込み磁気コンセントレータ５３２は、水平型ホールセンサ（図示せず）の下方に配置される。保護オーバーコート層５４０が示されている。簡潔さの目的で、水平ホールセンサ及び残りの層は図示しない。角錐形状埋め込み磁気コンセントレータ５３２は、中空であってもよく、又は充填されてもよい。いずれのシナリオにおいても、角錐形状埋め込み磁気コンセントレータ５３２及び／又はその充填材は、ＮｉＦｅなどの強磁性材料を含む。角錐形状埋め込み磁気コンセントレータ５３２は、１０μｍ～１００μｍの水平方向の幅及び６０μｍ～８００μｍの垂直方向の高さを有し得る。角錐形状埋め込み磁気コンセントレータ５３２の頂点は、ホールセンサの下方に、１０μｍ～１００μｍの範囲の距離を離間され、一方で、角錐形状埋め込み磁気コンセントレータ５３２の底部表面（すなわち、ベース）は基板５１０の底部表面まで延在する。角錐形状埋め込み磁気コンセントレータ５３２は、（例えば、ウェットエッチングによって）基板５１０内に形成される。角錐形状埋め込み磁気コンセントレータ５３２に関する上記の寸法及び間隔は、エッチングの角度によって制限され得る：例えば、（１００）及び（１１１）面ウエハに対し５４．７度。

【００３６】

一例において、図６は、基板６１０内に配置される円筒円錐形状埋め込み磁気コンセントレータ６３２を含む構造６００の底部側斜視図を示す。図１の向きに対して（すなわち、図１に示した棒形状埋め込み磁気コンセントレータを、円筒円錐形状埋め込み磁気コンセントレータと置き換えることによって）、円筒円錐形状埋め込み磁気コンセントレータ６３２は、水平型ホールセンサ（図示せず）の下方に配置される。保護オーバーコート層６４０が示される。簡潔さの目的で、水平ホールセンサ及び残りの層は図示しない。円筒円錐形状埋め込み磁気コンセントレータ６３２は中空であっても、充填されてもよい。いずれのシナリオにおいても、円筒円錐形状埋め込み磁気コンセントレータ６３２及び／又はその充填材は、ＮｉＦｅなどの強磁性材料を含む。円筒円錐形状埋め込み磁気コンセントレータ６３２は、１０μｍ～１００μｍの水平方向の直径及び６０μｍ～８００μｍの

垂直方向の高さを有し得る。円筒円錐形状埋め込み磁気コンセントレータ６３２の頂点は、ホールセンサの下方に、１０μｍ～１００μｍの範囲の距離を離間され、一方で、円筒円錐形状埋め込み磁気コンセントレータ６３２の底部表面は、基板６１０の底部表面まで延在する。円筒円錐形状埋め込み磁気コンセントレータ６３２は、上述の角錐形状埋め込み磁気コンセントレータ５３２と同様の方式で形成され得る。円筒円錐形状埋め込み磁気コンセントレータ６３２に関する上記の寸法及び間隔は、エッチングの角度によって制限され得、例えば、（１００）及び（１１１）面ウエハに対し５４．７度である。

【００３７】

一例において、図７は、保護オーバーコート層（図示せず）の下方に配置されるパターン化された磁気コンセントレータ７３０を含む構造７００の頂部側斜視図を示す。基板７１０及びレベル間誘電体酸化物層７２５が示される。簡潔さの目的で、水平ホールセンサ及び残りの層は図示しない。この例において、付加的な水平ホールセンサが、’０５３出願において開示されたものと同様に、パターン化された磁気コンセントレータ７３０の下方（すなわち、基板７１０内）に置かれ得る。

【００３８】

磁気コンセントレータの種々のパターン化された形状及び場所は、ホールセンサのエリア付近の磁場を増大／増幅することによって、一層高い構造感度を可能にする。異なる磁気コンセントレータ形状は、異なる磁場出力を提供する一方で、ホールセンサ付近でそうした出力を集中させることによって、磁場を増大させる。下記の表１は、例えば、１ｍＴの印加される垂直磁束（すなわち、球、角錐、及び棒形状磁気コンセントレータに対し面外）、又は１ｍＴの印加される水平磁束（すなわち、パターン化された、角錐、及び棒形状磁気コンセントレータに対し面内）に起因する、上記の実施形態で記載された場所における、種々の例示の形状の磁気コンセントレータからの磁場の増大／増幅／集中を示す。例えば、１ｍＴの垂直磁束が（１５０μｍの直径を有する）球形状磁気コンセントレータに印加されるとき、垂直磁場出力は、２．８倍に増幅され得る。表１に示すように、角錐形状磁気コンセントレータは、他の形状の磁気コンセントレータよりも磁場を集中させる。角錐の頂点は、下方から、ホールセンサの近傍又は付近にあり、頂点において磁場を集中させる。頂点は、ホールセンサにおける又はその付近の地点を含むので、頂点によって経験される高度に集中した磁場は、ホールセンサに入力される。表１に列記された磁束増大は、単体で機能する各関連する磁気コンセントレータを想定する。しかし、磁気コンセントレータを組み合わせると（例えば、球と棒）、累積的磁束増大が実現する。

【表１】

磁気コンセントレータの形状及びロケーションに依存する磁場増大／増幅／集中

Magnetic ConcentratorShape 磁気コンセントレータ形状	Sphere 球	Rod 棒	Pyramid 角錐	Patterned パターン化
Reference FIG. 参照図	FIG. 3 図3	FIG. 4 図4	FIG. 5 図6	FIG. 7 図7
Fabrication method 製造方法	Pick and place/ ball drop ピックアンドプレース/ボールドロップ	Deep reactive-ion etching (DRIE) + sputtering or plating 深掘り反応性イオンエッチング（DRIE)+スパッタリング又はめっき	Wet etch + sputtering or plating ウェットエッチング＋スパッタリング又はめっき	Sputtering or plating スパッタリング又はめっき
Material 材料	Ferrite NiFe coating フェライト NiFe コーティング	NiFe	NiFe	NiFe
In-plane magnetic flux enhancement (expected at Hall sensor) （ホールセンサに期待される）面内磁束増大	~1X (Bulk) ～1倍（バルク）	~0	~0.3X ～0.3倍	~7X (Sputter) <5X (Plating) ～7倍（スパッタリング）<5倍（めっき）
Out-of-plane magnetic flux enhancement (expected at Hall sensor) （ホールセンサに期待される）面外磁束増大	~2.8X (150μm diameter sphere) ～2.8倍（150μm直径の球）	~3.4X (10μm separation from rod end to Hall sensor) ~1.5X (50μm separation from rod end to Hall sensor) ～3.4倍（棒端部からホールセンサまで10μm離間） ～1.5倍（棒端部からホールセンサまで50μm離間）	~5.1X (with 10μm separation from pyramid apex to Hall sensor) ~2.2X (with 50μm separation from pyramid apex to Hall sensor) ～5.1倍（角錐頂点からホールセンサまで10μm離間） ～2.2倍（角錐頂点からホールセンサまで50μm離間）	~0
Saturation 飽和	<300mT (Bulk) <300mT（バルク）	<100mT	<10mT (Sputter) <10mT（スパッタリング） <100mT (Plating) <100mT（めっき）	<10mT (Sputter) <10mT（スパッタリング） <100mT (Plating) <100mT（めっき）

【００３９】

一例において、図８は、基板８１０と、保護オーバーコート層８４０の上方に配置される球形状磁気コンセントレータ８３４のアレイとを含む構造８００の頂部側概略斜視図を示す。簡潔さの目的で、（各球形状磁気コンセントレータ８３４の下方に配置される）水平ホールセンサ及び残りの層は図示しない。

【００４０】

一例において、図９は、基板９１０内であり、水平型ホールセンサの下方に配置される棒形状埋め込み磁気コンセントレータ９３２のアレイを含む構造９００の頂部側概略斜視図を示す。簡潔さの目的で、（それぞれ、棒形状埋め込み磁気コンセントレータ９３２の上方に配置される）水平ホールセンサ及び残りの層は図示しない。

【００４１】

一例において、図１０Ａは、基板１０１０内であり、水平型ホールセンサの下方に配置される棒形状埋め込み磁気コンセントレータ１０３２のアレイと、棒形状埋め込み磁気コンセントレータ１０３２のアレイの上方に配置されるパターン化された磁気コンセントレータ１０３０とを含む構造１０００の頂部側概略斜視図を示す。簡潔さの目的で、（それぞれ、棒形状埋め込み磁気コンセントレータ１０３２の上方に配置される）水平ホールセンサ及び残りの層は図示しない。この例において、付加的な水平ホールセンサが、’０５３出願において開示されたものと同様に、パターン化された磁気コンセントレータ１０３

０の下方（すなわち、基板１０１０内）に置かれ得る。このように、ホールセンサが、棒の上方とパターン化された磁気コンセントレータ１０３０の先端の下方の両方に在る。図１０Ｂは、図１０Ａに示した構造１０００の上面概略図である。別の例示の構成が、パターン化された磁気コンセントレータ１０３０の先端の下にあるホールセンサの下に配置される棒形状埋め込み磁気コンセントレータ１０３２を有する。また、複数のホールセンサにより、この構成は、全ての方向（ｘ、ｙ、ｚ）において印加される磁場を検出し得る。

【００４２】

図１を再び参照すると、磁場（Ｂ）が上方から垂直に印加されるとき、球形状磁気コンセントレータ１３４はその磁場を集中させる。図３～図６、図８、及び図９における構造は、図１におけるように垂直に印加される入力磁場を用いるように設計される。重要なことだが、この構成により、（側部から水平に印加される磁場を測定する）垂直ホールセンサが本構造には必要とされない。

【００４３】

図２を再び参照すると、磁場（Ｂ）が側部から水平に印加されるとき、パターン化された磁気コンセントレータ２３０はその磁場を集中させる。この集中は、パターン化された磁気コンセントレータ２３０の先端で生じるので、磁場は曲がり、水平から垂直への方向変換を生じさせる。この変換により、水平に印加される磁場（Ｂ）は弧を描くように進み、磁場が基板２１０に入ると、垂直磁場へ曲がる。言い換えると、面内（ｘ－ｙ）方向の入力磁場が、面外（ｚ）方向の出力磁場に変換される。保護オーバーコート層２４０の上方のパターン化された磁気コンセントレータ２３１は、パターン化された磁気コンセントレータ２３０と同様に、すなわち、面内（ｘ－ｙ）方向の入力磁場を面外（ｚ）方向の出力磁場に変換するという点で同様に機能する。水平ホールセンサ２２０は、垂直磁場内に配置されて、ｚ方向における磁場のその測定を最大化する。図７、図１０Ａ、及び図１０Ｂにおける構造は、図２におけるような水平に印加される入力磁場を用いるように設計される。重要なことだが、この構成により、（側部から水平に印加される磁場を測定する）垂直ホールセンサが本構造には必要とされない。

【００４４】

図１及び上記の表１を再び参照すると、ｚ方向の１ｍＴの印加される磁場が、ｚ方向の１４ｍＴの最大出力となる。磁場の最大で６．２倍（棒端部からホールセンサまで１０μｍの離間と仮定した、表１に従った、球に対し２．８倍及び棒に対し３．４倍の組み合わせ）の感度向上／増幅／集中が、この構造により実現され得る。

【００４５】

図２及び上記の表１を再び参照すると、ｘ方向の１ｍＴの印加される磁場が、ｚ方向の１４ｍＴの最大出力となる。磁場の最大で１０．４倍（棒端部からホールセンサまで１０μｍの離間と仮定した、表１に従った、スパッタリングされた、パターン化された磁気コンセントレータ２３０に対し７倍及び棒に対し３．４倍の組み合わせ）の感度向上／増幅／集中が、この構造により実現され得る。

【００４６】

ホールセンサが、上面図から矩形形状のような形で示されるが、十字などのその他の形状であってもよい。また、単一のホールセンサの任意のものが、代替として、ホールセンサのアレイ（すなわち、二つ以上のホールセンサ）と置き換えられてもよい。アレイ（集合体）は、或る特定のアレイにおいて、二つまたは四つのセンサを互いに交差接続することによって作られ得る。アレイの目的は、オフセット及び抵抗を低減させることである。オフセットはセンサ精度にマイナスに影響する。そして、抵抗は、熱雑音を導入し、電圧のヘッドルームを設定する。

【００４７】

上記の例の任意のものにおける磁気コンセントレータが、単体で、又は、別の例からの磁気コンセントレータの少なくとも一つと組み合わせて用いられ得る。付加的な磁気コンセントレータの使用は、磁場出力の付加的な増加を提供する。

【００４８】

上記の例の任意のものにおいて、水平ホールセンサのみを用いることは、較正という点で、ホールセンサ間の起こり得るミスマッチの程度を低減し、一方で、水平ホールセンサと垂直ホールセンサの両方を用いることは、付加的又は広範な較正を必要とし、それにより、ウエハ製造及びパッケージングに著しい複雑さ及び時間を付加する。

【００４９】

少なくとも図１及び図８を再び参照すると、少なくとも一つの例において、構造が、表面を含む基板を含む。また、この構造は、基板内であり、基板の表面の下方に配置される水平型ホールセンサを含む。構造はさらに、基板の表面の上方に配置される保護オーバーコート層と、保護オーバーコート層の上方に配置される球形状磁気コンセントレータとを含む。球形状磁気コンセントレータは、水平型ホールセンサの上方に配置される。構造はさらに、基板内であり、基板の表面の下方に配置される水平型ホールセンサのアレイと、保護オーバーコート層の上方に配置される球形状磁気コンセントレータのアレイとを含み得る。球形状磁気コンセントレータは、それぞれ、水平型ホールセンサの上方に配置される。

【００５０】

別の例において、構造を形成するための方法が、表面を含む基板を形成することと、基板内であり、基板の表面の下方に水平型ホールセンサを配置することと、基板の表面の上方に保護オーバーコート層を形成することと、保護オーバーコート層の上方に球形状磁気コンセントレータを置くこととを含む。この置く工程は、水平型ホールセンサの上方に球形状磁気コンセントレータを配置することを含む。この方法はさらに、基板内であり、基板の表面の下方に水平型ホールセンサのアレイを配置することと、保護オーバーコート層の上方に球形状磁気コンセントレータのアレイを置くこととを含む。保護オーバーコート層の上方に球形状磁気コンセントレータのアレイを置く工程は、水平型ホールセンサの上方に球形状磁気コンセントレータをそれぞれ配置することを含む。

【００５１】

少なくとも図１、図２、及び図９を再び参照すると、別の例において、構造が、表面を含む基板を含む。また、この構造は、基板内であり、基板の表面の下方に配置される水平型ホールセンサを含む。構造はさらに、基板内であり、水平型ホールセンサの下方に配置される埋め込み磁気コンセントレータを含む。埋め込み磁気コンセントレータは、棒、角錐、円筒、及びそれらの組み合わせから成るグループから選択される形状を含み得る。構造はさらに、基板内であり、基板の表面の下方に配置される水平型ホールセンサのアレイと、基板内に配置される埋め込み磁気コンセントレータのアレイとを含み得、埋め込み磁気コンセントレータは、それぞれ、水平型ホールセンサの下方に配置される。

【００５２】

構造はさらに、基板の表面の上方に配置される保護オーバーコート層と、保護オーバーコート層の上方及び水平型ホールセンサの上方に配置される球形状磁気コンセントレータとを含み得る。構造はさらに、基板内であり、基板の表面の下方に配置される水平型ホールセンサのアレイと、保護オーバーコート層の上方に配置される球形状磁気コンセントレータのアレイとを含み得、球形状磁気コンセントレータは、それぞれ、水平型ホールセンサの上方に配置される。

【００５３】

構造はさらに、基板の表面の上方に配置される保護オーバーコート層と、基板の表面の上方であり、保護オーバーコート層の下方に配置されるパターン化された磁気コンセントレータとを含み得る。構造はさらに、基板内であり、基板の表面の下方に配置される水平型ホールセンサのアレイと、基板内に配置される埋め込み磁気コンセントレータのアレイとを含み得、埋め込み磁気コンセントレータは、それぞれ、水平型ホールセンサの下方に配置される。

【００５４】

別の例において、構造を形成する方法が、表面を含む基板を形成することと、基板内であり、基板の表面の下方に水平型ホールセンサを配置することと、基板内であり、水平型

ホールセンサの下方に埋め込み磁気コンセントレータを形成することとを含む。埋め込み磁気コンセントレータは、棒、角錐、円筒、及びそれらの組み合わせから成るグループから選択される形状を含み得る。この方法はさらに、基板内であり、基板の表面の下方に水平型ホールセンサのアレイを配置することと、基板内に埋め込み磁気コンセントレータのアレイを形成することとを含み得、基板内に埋め込み磁気コンセントレータのアレイを形成する工程は、水平型ホールセンサの下方に埋め込み磁気コンセントレータをそれぞれ配置することを含む。

【００５５】

方法はさらに、基板の表面の上方に保護オーバーコート層を形成することと、保護オーバーコート層の上方及び水平型ホールセンサの上方に球形状磁気コンセントレータを置くこととを含み得る。方法はさらに、基板内であり、基板の表面の下方に水平型ホールセンサのアレイを配置することと、保護オーバーコート層の上方に球形状磁気コンセントレータのアレイを置くこととを含み得、保護オーバーコート層の上方に球形状磁気コンセントレータのアレイを置く工程は、水平型ホールセンサの上方に球形状磁気コンセントレータをそれぞれ配置することを含む。

【００５６】

方法はさらに、基板の表面の上方に保護オーバーコート層を形成することと、基板の表面の上方であり、保護オーバーコート層の下方にパターン化された磁気コンセントレータを形成することとを含み得る。方法はさらに、基板内であり、基板の表面の下方に水平型ホールセンサのアレイを配置することと、基板内に埋め込み磁気コンセントレータのアレイを形成することとを含み得、基板内に埋め込み磁気コンセントレータのアレイを形成する工程は、水平型ホールセンサの下方に埋め込み磁気コンセントレータをそれぞれ配置することを含む。

【００５７】

上記の例において説明された任意の特定の磁気コンセントレータ（すなわち、それらのタイプ及び位置）は、上記の例における他の言及されたタイプ（及び位置）の磁気コンセントレータの任意のもの又は全てと組み合わせて用いられ得る。例えば、パターン化された磁気コンセントレータ２３０は、角錐形状埋め込み磁気コンセントレータ５３２と組み合わせて用いられ得る。

【００５８】

本記載において、「結合する」という用語は、間接的或いは直接的な有線或いはワイヤレス接続を意味する。このように、第１のデバイスが第２のデバイスに結合する場合、そうした接続は、直接接続を介するもの、又は、他のデバイス及び接続を介した間接接続を介するものであり得る。「～に基づく」という記載は、「～に少なくとも部分的基づく」ことを意味する。それゆえ、ＸがＹに基づく場合、Ｘは、Ｙ及び任意の数のその他の要因の関数であり得る。

【００５９】

特許請求の範囲内で、説明された実施形態における改変が可能であり、その他の実施形態が可能である。

【図面】

【図１】

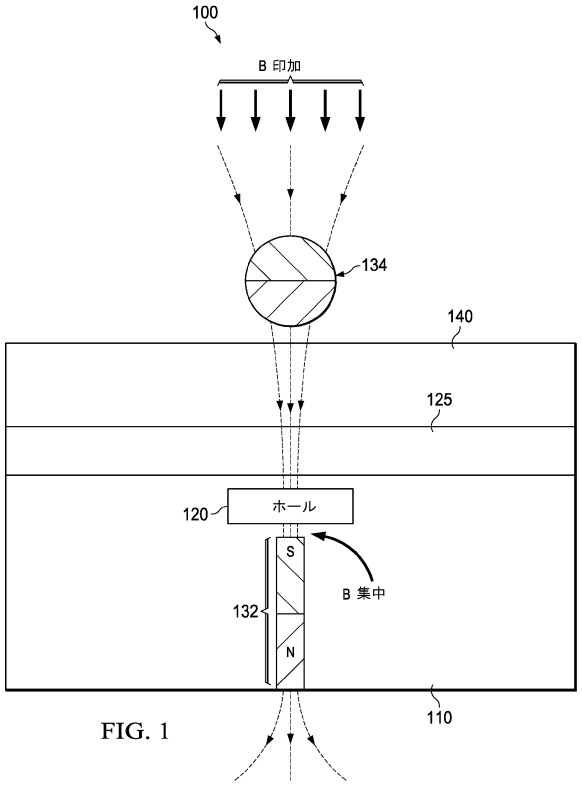


FIG. 1

【図２】

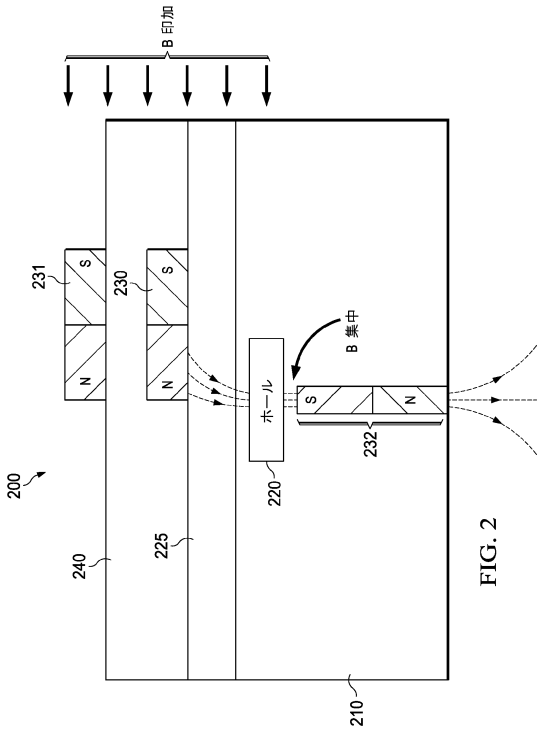


FIG. 2

【図３】

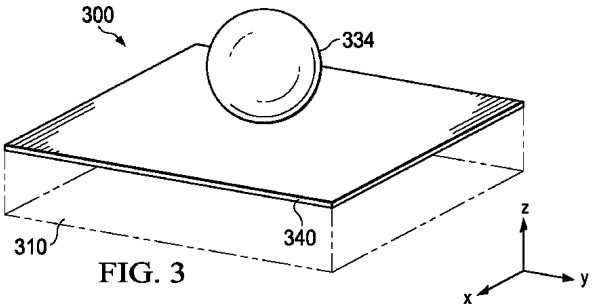


FIG. 3

【図４】

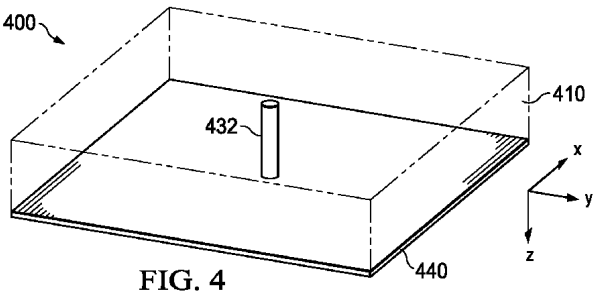


FIG. 4

【図５】

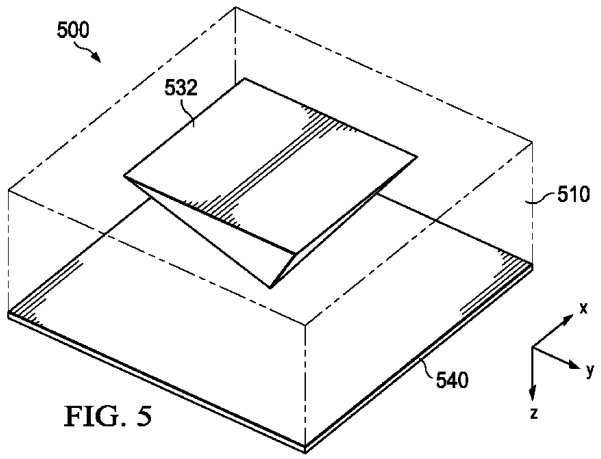


FIG. 5

【図６】

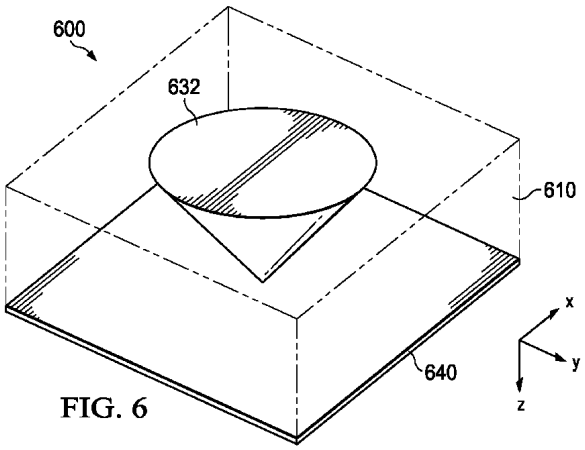


FIG. 6

【図７】

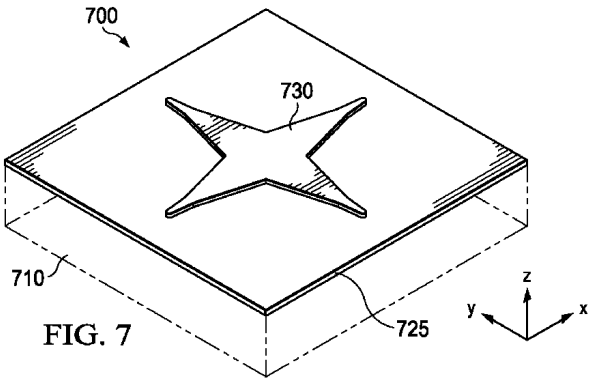


FIG. 7

【図８】

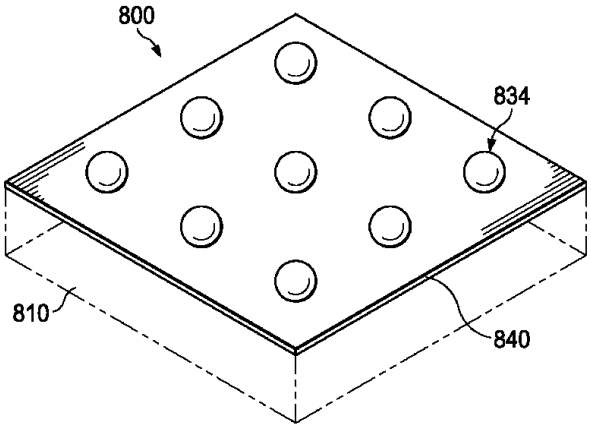


FIG. 8

【図９】

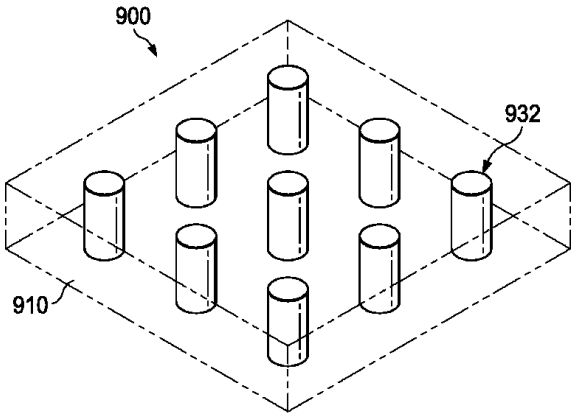


FIG. 9

【図１０Ａ】

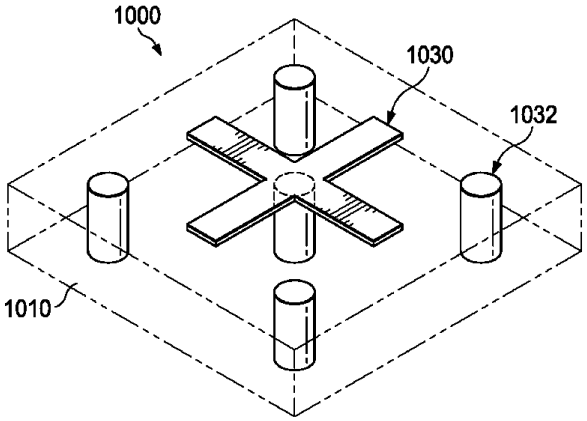


FIG. 10A

【図１０Ｂ】

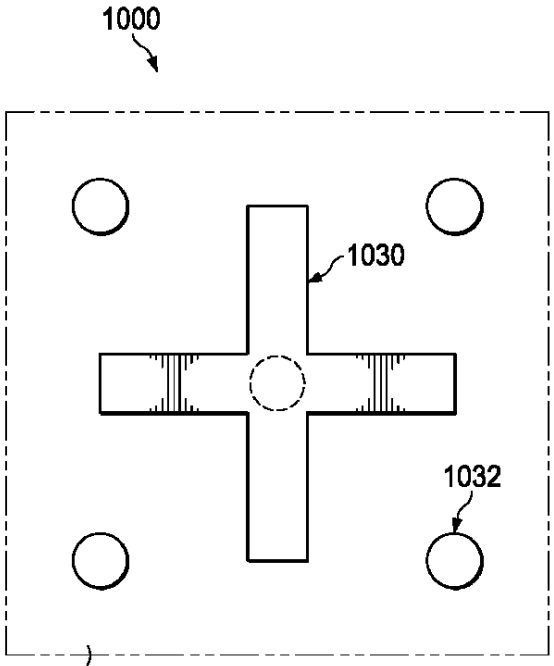


FIG. 10B

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 2020/049640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01R 33/02 *(2006.01)*
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01R 33/00-G01R 35/00, H01L 43/00-H01L 45/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EAPATIS, ESP@CE, ESP@CENET, KIPRIS, PAJ, PatSearch, RUABRU, RUABU1, RUPAT, RUPAT OLD, RUPTO, USPTO, USPTO DB, WIPO, elibrary.ru, google.com

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2018/0031645 A1 (MELEXIS TECHNOLOGIES SA) 01.02.2018	1-22
A	US 2014/0028305 A1 (GOKMEN TAYFUN) 30.01.2014	1-22
A	US 2009/309590 A1 (ASAHI KASEI EMD CORPORATION) 17.12.2009	1-22
A	US 5942895 A (SENTRON AG) 24.08.1999	1-22
A	RU 2656237 C2 (TIKHONOV ROBERT DMITRIEVICH) 04.06.2018	1-22

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
27 October 2020 (27.10.2020)	29 October 2020 (29.10.2020)
Name and mailing address of the ISA/RU: Federal Institute of Industrial Property, Berezhkovskaya nab., 30-1, Moscow, G-59, GSP-3, Russia, 125993 Facsimile No: (8-495) 531-63-18, (8-499) 243-33-37	Authorized officer A. Kadymov Telephone No. (499) 240-25-91

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2019)

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

９１４

(72)発明者　ベンジャミン スタッセン クック
アメリカ合衆国 ９５０３２ カリフォルニア州 ロス ガトス， ロマ ヴィスタ アヴェニュー １５５４１
(72)発明者　ドック ウォン リー
アメリカ合衆国 ９４０４０ カリフォルニア州 マウンテン ビュー， ブラックフィールド ウェイ １１２０
(72)発明者　キース ライヤン グリーン
アメリカ合衆国 ７５０７８ テキサス州 プロスパー， ハーヴェスト リッジ レーン １４５１
(72)発明者　大竹 健二
日本国 ３８９－０１１１ 長野県軽井沢長倉 １４６５－８

Ｆターム（参考）　2G017　AA01 AC07 AD53