

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年8月22日(22.08.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/159727 A1

(51) 国際特許分類:
G06K 19/077 (2006.01) *H01L 29/786* (2006.01)

1 番 6 1 号 パナソニック I P マネジメ
ント株式会社内 Osaka (JP).

(21) 国際出願番号 : PCT/JP2019/003774

(22) 国際出願日 : 2019年2月4日(04.02.2019)

(25) 国際出願の言語 : 日本語

(26) 国際公開の言語 : 日本語

(30) 優先権データ :
特願 2018-023042 2018年2月13日(13.02.2018) JP

(71) 出願人:パナソニック I P マネジメント株式会
社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY
MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207
大阪府大阪市中心区域見 2 丁目 1
番 6 1 号 Osaka (JP).

(72) 発明者:小畑 幸嗣(OBATA Koji). 新井 秀幸
(ARAI Hideyuki). 中順一(NAKA Jun'ichi).

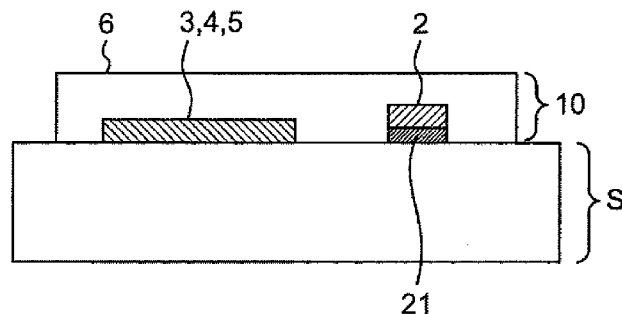
(74) 代理人:鎌田 健司, 外(KAMATA Kenji et al.);
〒5406207 大阪府大阪市中心区域見 2 丁目

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, 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, 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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称 : 半導体装置およびその製造方法



(57) Abstract: In the present invention, safety in detachment of a semiconductor device from an article is improved and omission of work of adhering the semiconductor device to an article is realized. Provided is a semiconductor device (10) comprising one or more selected from the group consisting of a semiconductor chip (2), a thin-film transistor (3), an antenna (4), and a wire (5). The one or more components are directly fixed onto a surface of an article S. Also provided is a manufacturing method for the semiconductor device (10) comprising one or more selected from the group consisting of the semiconductor chip (2), the thin-film transistor (3), the antenna (4), and the wire (5). The manufacturing method for the semiconductor device includes at least one of the following: step P1 for directly mounting the semiconductor chip on a surface of an article; and step Q1 for directly forming, on the surface of the article, one or more components selected from the group consisting of the thin-film transistor, the antenna, and the wire, by a printing process.

LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：半導体装置の物品からの剥離に対する安全性を向上させ、半導体装置の物品への貼着作業を省略できるようにする。半導体チップ（2）、薄膜トランジスタ（3）、アンテナ（4）および配線（5）からなる群から選択される1つ以上を備えた半導体装置（10）であって、前記1つ以上の構成要素は物品Sの表面に直接的に固着している、半導体装置（10）。半導体チップ（2）、薄膜トランジスタ（3）、アンテナ（4）および配線（5）からなる群から選択される1つ以上を備えた半導体装置（10）の製造方法であって、以下のステップP1およびQ1のうちの少なくとも一方のステップを含む、半導体装置の製造方法：前記半導体チップを物品の表面に直接的に実装するステップP1；前記薄膜トランジスタ、前記アンテナ、および前記配線からなる群から選択される1つ以上の構成要素を印刷法により物品の表面に直接的に形成するステップQ1。

明 細 書

発明の名称：半導体装置およびその製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、R F I D (radio frequency identification) タグおよび I C (integrated circuits) タグ等の半導体装置（特に無線通信半導体装置）およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] R F I D タグおよび I C タグ等の無線通信半導体装置は外部リーダ装置から離れていても、外部リーダ装置からの電波が届く範囲（例えば、数ミリメートル～数十メートル）内であれば、外部リーダ装置をかざすだけで、複数の無線通信半導体装置の情報を一括して読み取ることができる。このため、無線通信半導体装置は、コンビニエンスストアおよびスーパーマーケット等の小売業界、アパレル業界、運輸業界、ならびに出版業界（図書館）等において、流通管理（物流管理）、生産管理、在庫管理、場所管理、履歴管理等に極めて有用である。

[0003] 無線通信半導体装置は典型的には、回路基板上に実装されたシリコンチップ等を含む I C チップならびにアンテナを含む。I C チップは典型的には、アンテナが受信する受信波を処理する無線回路部；無線回路部における受信信号等を記憶するメモリ部；駆動電力を生成する電源回路部；およびメモリ部に受信信号等を記憶させる制御回路部等を有する（特許文献 1 ～ 2）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特許第 4 7 6 1 7 7 9 号

特許文献2：特開 2 0 0 6 - 2 4 0 8 7 号公報

特許文献3：日本国実用新案登録第 3 1 2 9 5 4 8 号

発明の概要

[0005] しかしながら、本開示の発明者等は、図 5 に示すように、従来の半導体装

置（特に無線通信半導体装置）500は、物品Sに貼着層600により貼着されて使用されるため、自然に剥離したり、または人為的に剥離されたりするという危険性があるという新たな問題を見出した。また半導体装置（特に無線通信半導体装置）の貼着は人またはロボット等により行われるため、極めて煩雑な作業であった。

[0006] 特許文献3においては、アンテナを処方箋に形成し、タグ本体を接着剤層によりアンテナ表面に接合する技術が開示されているが、このような技術においても、接着剤層を用いるため、タグ本体の接合（貼着）はやはり煩雑な作業であった。

[0007] 本開示は、半導体装置（例えば無線通信半導体装置）の物品からの剥離に対する安全性が向上し、半導体装置の物品への貼着作業を排除（省略）することができる半導体装置およびその製造方法を提供することを目的とする。

[0008] 本開示の一態様は、半導体チップと、アンテナと、を備えた半導体装置であって、前記半導体チップと前記アンテナは物品の表面に直接的に固着しており、かつ、それぞれの厚さ方向に関してそれぞれの高さ寸法の1/2以上前記物品の前記表面から露出している。

[0009] 本開示の別の態様は、薄膜トランジスタと、アンテナとを備えた半導体装置であって、前記薄膜トランジスタと前記アンテナは物品の表面に直接的に固着している。

[0010] 本開示の別の態様は、下地層の上に、半導体チップおよび薄膜トランジスタのうちの少なくとも1つとアンテナとを備えた半導体装置であって、前記半導体チップおよび薄膜トランジスタのうちの少なくとも1つと前記アンテナは前記下地層の表面に直接的に固着しており、前記下地層は物品の表面に直接的に固着している。

[0011] 本開示のさらに別の態様は、半導体チップ、薄膜トランジスタ、アンテナおよび配線からなる群から選択される1つ以上の構成要素を備えた半導体装置の製造方法であって、以下のステップP1およびQ1のうちの少なくとも一方のステップを含む：

前記半導体チップを物品の表面に直接的に実装するステップP 1；

前記薄膜トランジスタ、前記アンテナ、および前記配線からなる群から選択される前記1つ以上の構成要素を印刷法により物品の表面に直接的に形成するステップQ 1。

[0012] 本開示のさらに別の一態様は、下地層の上に、半導体チップ、薄膜トランジスタ、アンテナおよび配線からなる群から選択される1つ以上の構成要素を備えた半導体装置の製造方法であって、以下のステップO、ならびにステップP 2およびQ 2のうちの少なくとも一方のステップを含む：

前記下地層を物品の表面に直接的に形成するステップO；

前記半導体チップを前記下地層の表面に直接的に実装するステップP 2；

前記薄膜トランジスタ、前記アンテナ、および前記配線からなる群から選択される前記1つ以上の構成要素を印刷法により前記下地層の表面に直接的に形成するステップQ 2。

[0013] 本開示の半導体装置（例えば無線通信半導体装置）は、半導体装置の物品からの剥離に対する安全性が向上し、半導体装置の物品への貼着作業を排除（省略）することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本開示に係る半導体装置の構造の一例を示す模式的断面図である。

[図2A]本開示に係る半導体装置の製造方法における物品の準備ステップを説明するための模式的見取り図である。

[図2B]本開示に係る半導体装置の製造方法における下地層の製造ステップを説明するための模式的見取り図である。

[図2C]本開示に係る半導体装置の製造方法における半導体チップの実装ステップを説明するための模式的見取り図である。

[図2D]本開示に係る半導体装置の製造方法におけるアンテナおよび配線の形成ステップを説明するための模式的見取り図である。

[図2E]本開示に係る半導体装置の製造方法における保護膜の形成ステップを説明するための模式的見取り図である。

[図2F]本開示に係る半導体装置の構造の別の一例を示す模式的見取り図である。

[図3A]本開示に係る半導体装置の製造方法における物品の準備ステップを説明するための模式的断面図である。

[図3B]本開示に係る半導体装置の製造方法における下地層の製造ステップを説明するための模式的断面図である。

[図3C]本開示に係る半導体装置の製造方法における半導体チップの実装ステップを説明するための模式的断面図である。

[図3D]本開示に係る半導体装置の製造方法におけるアンテナおよび配線の形成ステップを説明するための模式的断面図である。

[図3E]本開示に係る半導体装置の製造方法における保護膜の形成ステップを説明するための模式的断面図である。

[図3F]本開示に係る半導体装置の構造の別の一例を示す模式的断面図である。

[図4A]本開示に係る半導体装置の構造のまた別の一例を示す模式的見取り図である。

[図4B]本開示に係る半導体装置の構造のまた別の一例を示す模式的断面図である。

[図5]従来技術における半導体装置の構造を示す模式的断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 本開示の半導体装置は半導体を含むあらゆる装置であってよく、例えば、RFIDタグおよびICタグ等の無線通信半導体装置であってもよい。本明細書中、半導体装置のうち、特に無線通信半導体装置は「無線通信装置」ということがある。

[0016] 以下、図面を用いて、本開示の半導体装置を詳しく説明する。図面において、共通する符号が示す部品または部材は、特記しない限り、形状が異なること以外、同じ部品または部材を意味する。

[0017] [半導体装置]

本開示の半導体装置 10（例えば無線通信装置）は、図 1 に示すように、物品 S の表面に直接的に固着されている。半導体装置 10 が「物品 S の表面に直接的に固着されている」とは、半導体装置 10 は、物品 S との間に、従来の半導体装置には使用される回路基板（図 5 中、501 で示す）も貼着層（図 5 中、600 で示す）も介在せずに固着している、という意味である。すなわち、本開示の半導体装置 10 は、物品 S の表面に直接的に固着されている半導体装置であって、物品 S との間に回路基板（従来の半導体装置が有する回路基板）も貼着層（従来の半導体装置が物品に貼着されるための貼着層）も介在しない半導体装置である。本開示の半導体装置は、回路基板を含むことなく、かつ貼着層を用いることなく、物品の表面に直接的に形成または製造されている。このため、本開示の半導体装置は、省スペース化（または小型化）が達成されており、製造コストがより一層、低減されている。またアンテナの形成の自由度が高まる。本開示の半導体装置は、物品と一体不可分な構造を有している。なお、「固着」とは、結合または接合している、という意味である。

[0018] 本開示の半導体装置に含まれない回路基板（図 5 中、501 で示す）は、従来の半導体装置において半導体装置を構成する半導体チップ、薄膜トランジスタ（TFT）、アンテナまたは配線等の構成要素を取付、配置、位置付けまたは保持して、半導体装置を 1 つの製品または商品として流通および取引可能とするシート状または板状の構成要素である。従って、1 つの半導体装置における回路基板は通常、1 つの連続した回路基板であって、その上で、当該 1 つの半導体装置を構成する半導体チップ、TFT、アンテナまたは配線等の全ての構成要素をその上で保持可能な寸法を有している。従来の半導体装置においては、回路基板として、ポリエステル樹脂（例えば、ポリエチレンテレフタレート樹脂）、ポリイミド樹脂、ポリオレフィン樹脂（例えば、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂）、ポリフェニレンサルファイド樹脂、ポリビニルホルマール樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリアミド樹脂等のポリマー基板；ガラス基板；紙基板；またはセラ

ミック基板が使用されている。従来の半導体装置の回路基板の厚みは通常、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 2 mm 以下であり、好ましくは 0.1 mm 以上 2 mm 以下である。

[0019] 本開示の半導体装置 10 において使用されない貼着層（図 5 中、600 で示す）は、従来の半導体装置の物品への貼着のために使用される貼着剤からなる層である。

[0020] 本開示の半導体装置が固着される物品は、あらゆる製品であってもよいし、またはそのような製品の製造過程で得られる中間物であってもよい。このように本開示の半導体装置は製品またはその中間物に固着されるため、当該固着は、製品の一連の製造工程の中で、行うことができ、しかも本開示の半導体装置は、物品と一体不可分な構造を有するようになる。このため、半導体装置の物品からの剥離に対する安全性が向上し、半導体装置の物品への貼着作業を排除（省略）することができる。物品としては、従来から半導体装置（例えば無線通信装置）が貼着されるあらゆる製品またはその中間物が挙げられる。詳しくは、本開示の半導体装置（例えば無線通信装置）が貼着される製品として、市場に流通可能な完成品、例えば、工具、医療器具、高級ブランド品、コンテナが挙げられる。市場に流通可能な完成品の表面に直接的に本開示の半導体装置を固着することにより、製品の完成後に半導体装置の機能を付与することができる。また、自転車等の貸し出し物品、小売商品のパッケージ、アパレル製品のタグ等にも本開示の半導体装置（例えば無線通信装置）を適用することができる。

[0021] 本開示の半導体装置が固着される物品は、あらゆる形状を有していてもよい。特に本開示の半導体装置が固着される物品 S の表面は、図 1 等において、平面形状を有しているが、3次元形状を有していてもよい。本開示の半導体装置が無線通信装置であって、かつ当該半導体装置が固着される物品 S の表面が3次元形状を有する場合、アンテナの3次元化が可能となり、アンテナの指向性の影響を軽減し、アンテナの受信感度をあらゆる方向について全体として高めることができる。平面形状のアンテナは横方向（当該平面の面

内方向)からの電波の読み取り(受信)が一般に困難であるが、3次元形状のアンテナはあらゆる方向からの電波の読み取り(受信)を比較的容易に達成できる。3次元形状とは、立体構造物が有する表面の形状のことであり、例えば曲面形状等の非平面形状であってもよい。

[0022] 本開示の半導体装置10は、図1に示すように、半導体チップ2、薄膜トランジスタ(TFT)3、アンテナ4または配線5等からなる群から選択される1つ以上の構成要素(以下、半導体チップ等ということがある)を備えている。図1において「3、4、5」はTFT3、アンテナ4または配線5であってもよい、という意味である。本開示の半導体装置10は通常、図1に示すように保護膜6もさらに備えている。図1は、本開示の半導体装置の構造の一例を示す模式的断面図である。

[0023] 本開示において半導体装置10が備える全ての構成要素は物品Sの表面に直接的に固着されている。全ての構成要素は、詳しくは上記したように、物品Sとの間に、回路基板も貼着層も介在せずに固着されている。固着は、構成要素を印刷法、コーティング法または真空成膜法等により物品Sの表面に直接的に形成することにより、分子間力等による印刷物、コーティング物または成膜物と当該表面との結合により達成されてもよい。別法として、固着はまた、構成要素を接着剤等により物品Sの表面に接着することにより、接着剤による接着力等による構成要素と当該表面との結合により達成されてもよい。半導体装置の物品からの剥離に対する安全性のさらなる向上の観点から、半導体チップ2以外の構成要素(例えば、TFT3、アンテナ4および配線5)の固着は分子間力等による結合により達成され、かつ半導体チップ2の固着は接着力等による結合により達成されることが好ましい。

[0024] 詳しくは、例えば、半導体装置10が半導体チップ2を含む場合、当該半導体チップ2は物品S表面に直接的に実装され、結果として物品Sとの間に実装のための接着層21(図3C参照)が介在するが回路基板も貼着層も介在することなく、物品S表面に結合または接合している。「実装」とは、予め製造または入手された半導体チップを接着剤により結合することである。

「接着層」は半導体チップの実装に從來から使用される接着剤からなる層のことである。接着剤は通常、ゴム系接着剤、エポキシ系樹脂、ホットメルト接着剤等が使用されている。

[0025] 本開示の半導体装置においては、半導体チップは物品の表面に直接的に実装されている。「実装する」とは、さらに補足すれば、半導体チップが物品の表面から半導体チップの高さ寸法の $1/2$ 以上露出する態様で物品の表面に結合されていることをいう。例えば、半導体チップが物品に埋め込まれている態様（埋設）を含まない。

[0026] また例えば半導体装置 10 が T F T 3 を含む場合、当該 T F T 3 は物品 S 表面に直接的に形成され、結果として物品 S との間に回路基板も貼着層も介在することなく、物品 S 表面に直接的に結合または接合している。

[0027] また例えば、半導体装置 10 がアンテナ 4 を含む場合、当該アンテナ 4 は物品 S 表面に直接的に形成され、結果として物品 S との間に回路基板も貼着層も介在することなく、物品 S 表面に直接的に結合または接合している。

[0028] また例えば、半導体装置 10 が配線 5 を含む場合、当該配線 5 は物品 S 表面に直接的に形成され、結果として物品 S との間に回路基板も貼着層も介在することなく、物品 S 表面に直接的に結合または接合している。

[0029] 本開示の半導体装置 10 は、図 2 F および図 3 F に示すように、下地層 1 の上に、半導体チップ 2 等を有していてもよい。例えば、本開示の半導体装置 10 は、当該半導体装置を構成する半導体チップ 2 等の物品 S 側に、構成要素の 1 つとして下地層 1 を有していてもよい。特に物品 S 表面が金属から形成されている場合、本開示の半導体装置 10 は、下地層 1 の上に、半導体チップ 2 等を有していることが好ましい。本開示の半導体装置 10 は通常、図 1 に示すように保護膜 6 もさらに備えている。図 2 F および図 3 F はそれぞれ、本開示の半導体装置の構造の別の例を示す模式的見取り図および模式的断面図である。

[0030] 半導体装置 10 が、図 2 E および図 3 E に示すように、物品 S との間に下地層 1 を有する場合、当該下地層 1 は物品 S 表面に直接的に形成され、結果

として物品Sとの間に回路基板も接着層も介在することなく、物品S表面に直接的に固着（すなわち結合または接合）している。この場合、半導体装置が有する半導体チップ2等は、物品S表面の代わりに、下地層1表面に対して、それぞれ上記した「固着」を達成している。

[0031] 半導体装置10が、図2Eおよび図3Eに示すように、物品Sとの間に下地層1を有する実施態様において、詳しくは、例えば、半導体装置10が半導体チップ2を含む場合、当該半導体チップ2は下地層1表面に直接的に実装され、結果として下地層との間に実装のための接着層21が介在するが回路基板も貼着層も介在することなく、下地層1表面に結合または接合している。

[0032] 本開示の半導体装置においては、半導体チップは、半導体チップの厚さ方向に関し下地層の表面から半導体チップの高さ寸法（厚み寸法）の1/2を越えて露出していないこと（すなわち、1/2以上沈降していること）が好ましい。一方、アンテナはアンテナの厚さ方向に関し下地層の表面からアンテナの高さ寸法（厚み寸法）の1/2以上（50～100%）露出することが好ましい。半導体チップと下地層の段差を小さくすることで、断線させることなく容易にアンテナの印刷が可能となる。

[0033] また、接着剤21が介在せず、下地層1が接着剤としても機能して、半導体チップ2が物品Sの表面に直接的に固着している構成としても良い。なお、この場合、下地層1の半導体チップ2側の領域が接着剤であり、下地層1の半導体チップ2と反対側の領域が下地層であると、認定することもできる。

[0034] また例えば半導体装置10がTF T3（図2Eおよび図3Eにおいて省略されている）を含む場合、当該TF T3は下地層1表面に直接的に形成され、結果として下地層1との間に回路基板も貼着層も介在することなく、下地層1表面に直接的に結合および／または接合している。

[0035] また例えば、半導体装置10がアンテナ4を含む場合、当該アンテナ4は下地層1表面に直接的に形成され、結果として下地層との間に回路基板も貼

着層も介在することなく、下地層 1 表面に直接的に結合または接合している。

[0036] また例えば、半導体装置 10 が配線 5（図 2 E および図 3 E において省略されている）を含む場合、当該配線 5 は下地層 1 表面に直接的に形成され、結果として下地層 1 との間に回路基板も貼着層も介在することなく、下地層 1 表面に直接的に結合または接合している。

[0037] 本開示の半導体装置 10 が有してもよい下地層 1 は、物品の表面状態を最適化するための層である。これにより、半導体装置 10 をあらゆる物品に固着させることができる。最適化とは、半導体装置 10 における構成要素の物品への電氣的導通を確実に回避する、半導体装置 10 への物品からの水分浸透を確実に回避する、半導体チップ 2 を物品へ接着可能にする、およびアンテナ 4 および配線 5 の少なくとも一方を形成可能にするという意味である。下地層 1 は、いわゆる電気絶縁性を有する限り特に限定されず、例えば、ポリマー層等の有機層であってもよいし、もしくはガラス層またはセラミック層等の無機層であってもよい。下地層 1 は通常、ポリマー層である。電気絶縁性とは、例えば、抵抗率が $10^8 \Omega \text{m}$ 以上であり、好ましくは $10^8 \sim 10^{17} \Omega \text{m}$ であることをいう。ポリマー層を構成するポリマーとしては、例えば、ポリエステル樹脂（例えば、ポリエチレンテレフタレート樹脂）、ポリイミド樹脂、ポリオレフィン樹脂（例えば、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂）、ポリフェニレンサルファイド樹脂、ポリビニルホルマール樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリアミド樹脂、フッ素樹脂などから成る群から選択される少なくとも 1 種の樹脂材料であってもよい。好ましくはフッ素樹脂である。

[0038] 下地層 1 の厚みは特に限定されず、本開示の半導体装置の用途（例えば、無線通信装置の取付対象の種類）に応じて適宜決定されればよい。下地層 1 の厚みは、例えば、 $0.1 \mu\text{m}$ 以上であってよく、好ましくは $10 \mu\text{m}$ 以上である。下地層 1 の厚みの上限は特に限定されず、当該厚みは通常 $100 \mu\text{m}$ 未満、好ましくは $50 \mu\text{m}$ 以下である。

- [0039] 半導体チップ2は物品Sまたは下地層1に実装される半導体素子であり、半導体集積回路とも呼ばれる電子デバイスのことである。半導体チップ2は、主として、シリコンチップ、化合物半導体等の無機系半導体チップが使用される。半導体チップは、後述の無線回路部、メモリ部、電源回路部および制御回路部等の部材を構成し得る半導体デバイスであれば特に限定されず、例えば、市場にて最小単位で流通および入手可能な構成要素であってもよい。半導体チップ2は1つの半導体装置あたり1つ以上で使用され、通常は1つで使用される。
- [0040] 本開示の半導体装置においては、半導体チップは、半導体チップの厚さ方向に関し物品の表面から半導体チップの高さ寸法（厚み寸法）の1/2以上露出することが好ましい。アンテナもアンテナの厚さ方向に関し物品の表面からアンテナの高さ寸法（厚み寸法）の1/2以上露出することが好ましい。半導体チップやアンテナを物品の表面に露出した状態で実装することにより、予め半導体チップやアンテナを配置する場所を確保する必要がなく、物品の空きスペースに実装することが可能となる。
- [0041] 図1において、半導体チップ2はその厚さ方向（半導体チップ2の短辺に沿う方向に平行な方向）に関して1/2以上（50～100%）露出している。同様に、アンテナ4はその厚さ方向（アンテナ4の短辺に平行な方向）に関して1/2以上露出している。
- [0042] 本開示の半導体装置においては、半導体チップはパッケージされたパッケージ済み半導体チップでも良いし、パッケージされていない半導体ベアチップでも良い。ただし、半導体ベアチップであると半導体装置の小型化および薄型化に有利である。
- [0043] 半導体チップ（特にシリコンチップ）2はフェイスアップ（状態）で配置され、すなわちパッドが上に向くように配置される。ここで「上」とは、半導体チップを略水平面としての物品表面または下地層表面に載置したときの「上方向」のことである。載置は、例えば半導体チップの最大面積の面を底面にした載置である。フェイスアップで配置することにより、アンテナまた

はTFTと配線の形成時に半導体チップのパッドと配線が接続するように一括して形成することにより、製造工程を簡略化することができる。

[0044] TFT3は、ゲート電極の電位を制御することにより、ソース電極からドレイン電極に電気を流すスイッチであり、後述の無線回路部、メモリ部、電源回路部および制御回路部等の部材を構成し得る半導体薄膜デバイスであれば特に限定されない。TFTは公知のあらゆるTFTであってよく、例えば、ソース電極とドレイン電極との間のチャネル部（層）が有機系半導体材料からなる有機TFTであってもよいし、またはチャネル部（層）が無機系半導体材料からなる無機TFTであってもよい。有機TFTは、例えば、高分子材料（例えば、ポリチオフェン又はその誘導体）、低分子材料（例えば、ペンタセン、可溶化ペンタセン）の他、ナノカーボン材料（例えば、カーボンナノチューブ、SiGeナノワイヤー、フラーレン、修飾フラーレン）、無機有機混合材料（例えば、 $(C_6H_5C_2H_4NH_3)$ と SnI_4 との複合系）などであってもよい。無機TFTは、例えば、アモルファスシリコン系TFT、多結晶シリコン系TFT等のシリコン系TFTであってもよい。

[0045] TFT（特に有機TFT）3の構造は公知のあらゆる構造であってもよく、例えば、いわゆるボトムゲートーボトムコンタクト型、トップゲートーボトムコンタクト型、ボトムゲートートップコンタクト型、およびトップゲートートップコンタクト型等であってもよい。製造コストのさらなる低減、およびTFTの製造容易性のさらなる向上の観点から、TFTはボトムゲートートップコンタクト型有機TFTが好ましい。

[0046] TFT3は、製造コストのさらなる低減、およびTFTの製造容易性のさらなる向上の観点から、印刷部品であることが好ましい。TFT3が印刷部品であるとは、TFT3が後述の印刷法によって製造された部品であるという意味である。

[0047] TFT3は、半導体装置の物品からの剥離に対する安全性のさらなる向上、製造コストのさらなる低減、およびTFTの製造容易性のさらなる向上の観点から、有機TFTが好ましい。有機TFTは、後述のように、印刷法（

特にインクジェット印刷法)により、より簡易な構造で容易に製造可能でありながら、セキュリティ性能がさらに向上するためである。

[0048] TFT3は、1つの半導体装置(特に無線通信装置)あたり、1つ以上で使用される場合がある。本開示の半導体装置(特に無線通信装置)は後述の保護膜6を有する場合、全てのTFT3はいずれも、保護膜6下(すなわち物品Sまたは下地層1と保護膜6との間)に形成される配線5により、半導体チップ2と電氣的に接続されている。

[0049] アンテナ4は、外部リーダ装置からの電波を受信可能で、かつ半導体装置(特に無線通信装置)に保存されている情報やデータに基づく電波を外部リーダ装置に送信可能であれば特に限定されない。アンテナ4の種類は通常、電波の周波数により決定され、例えば、ループアンテナ、スパイラルアンテナ、ダイポールアンテナ、パッチアンテナ、またはダイポールアンテナを折り曲げたものであってもよい。特に電波の周波数が860~2450MHzである場合、ダイポールアンテナが好ましい。

[0050] アンテナ4の厚みは特に限定されず、例えば、50nm以上であってよく、通常は10nm~100μmである。

[0051] アンテナ4の寸法は特に限定されない。例えば、ダイポールアンテナを折り曲げたアンテナの場合において、長手方向の全長は通常、10~200mm、好ましくは50~100mmであり、例えば1つ例示すると70mmであり、長手方向に対して垂直な幅方向の全長は通常、5~50mm、好ましくは5~20mmであり、例えば1つ例示すると9.5mmである。

[0052] アンテナ4は、半導体装置の物品からの剥離に対する安全性のさらなる向上、製造コストのさらなる低減、およびアンテナの製造容易性のさらなる向上の観点から、印刷部品であることが好ましい。アンテナ4が印刷部品であるとは、アンテナ4が後述の印刷法によって製造された部品であるという意味である。

[0053] アンテナ4は、導電性を有する材料からなっていれば特に限定されず、例えば、銀(Ag)、銅(Cu)、ニッケル(Ni)、アルミニウム(Al)

、ステンレス（S U S）等の金属材料からなってもよい。

[0054] 配線5は、半導体チップ2、T F T 3およびアンテナ4を相互に電氣的に接続するための配線である。詳しくは、配線5は、通常は、半導体チップ2とアンテナ4とを電氣的に接続する配線（図1において図示せず）、またはT F T 3とアンテナ4とを電氣的に接続する配線（図1において図示せず）をさらに含む。

[0055] 配線5の厚みは特に限定されず、例えば、50nm以上であってよく、通常は10nm～100μmである。

[0056] 配線5は、製造コストのさらなる低減、および配線の製造容易性のさらなる向上の観点から、印刷部品であることが好ましい。配線5が印刷部品であるとは、配線5が後述の印刷法によって製造された部品であるという意味である。

[0057] 配線5は、導電性を有する材料からなっていれば特に限定されず、例えば、銀（A g）、銅（C u）、ニッケル（N i）、アルミニウム（A l）、ステンレス（S U S）等の金属材料からなってもよい。

[0058] 保護膜6は、物品Sまたは下地層1における半導体チップ2等の形成面側で少なくとも半導体チップ2等を覆うように形成され、半導体チップ2等を保護および封止する。図1、図2Eおよび図3Eにおいて、保護膜6は他の部材の説明のために透明であるものとして示されているが、これに限定されず、不透明であってもよい。

[0059] 保護膜6を構成する材料としては、空気中の水分から半導体チップ2等を保護できれば特に限定されず、例えば、エポキシ樹脂、ポリイミド（P I）樹脂、アクリル樹脂、ポリエチレンテレフタレート（P E T）樹脂、ポリエチレンナフタレート（P E N）樹脂、ポリフェニレンサルファイド（P P S）樹脂、ポリフェニレンエーテル（P P E）樹脂、フッ素樹脂、または、それらの複合物等を挙げることができる。好ましくはフッ素樹脂である。

[0060] 保護膜6の厚みは特に限定されず、好ましくは約0.1μm～約5μmの範囲、より好ましくは約0.5μm～約2μmの範囲であり、例えば1μm

程度である。

[0061] 保護膜 6 は、製造コストのさらなる低減、および保護膜の製造容易性のさらなる向上の観点から、印刷部品であることが好ましい。保護膜 6 が印刷部品であるとは、保護膜 6 が後述の印刷法によって製造された部品であるという意味である。

[0062] [半導体装置の製造方法]

例えば、本開示に係る半導体装置 10 が半導体チップ 2、TF T 3、アンテナ 4 および配線 5 からなる群から選択される 1 つ以上の構成要素を備える場合、当該半導体装置 10 は、以下のステップ P 1 および Q 1 のうちの少なくとも一方のステップを含む方法により製造することができる：

半導体チップ 2 を物品 S の表面に直接的に実装するステップ P 1 ；

TF T 3、アンテナ 4、および配線 5 からなる群から選択される 1 つ以上の構成要素を印刷法により物品 S の表面に直接的に形成するステップ Q 1。

[0063] 半導体装置 10 が半導体チップ 2 を備えない場合、ステップ P 1 を実施する必要はない。

[0064] 半導体装置 10 が TF T 3、アンテナ 4、および配線 5 を備えない場合、ステップ Q 1 を実施する必要はない。

[0065] 半導体装置 10 が半導体チップ 2 と、TF T 3、アンテナ 4、および配線 5 からなる群から選択される 1 つ以上の構成要素を備える場合、ステップ P 1 とステップ Q 1 の実施順序は、本開示の半導体装置の製造が可能な限り特に限定されない。例えば、ステップ P 1 の後でステップ Q 1 を実施してもよいし、ステップ Q 1 の実施途中でステップ P 1 を行った後、残りのステップ Q 1 を行ってもよいし、またはステップ Q 1 の後でステップ P 1 を実施してもよい。特に半導体装置 10 が半導体チップ 2 および TF T 3 を備える場合は、半導体装置の物品からの剥離に対する安全性のさらなる向上、製造コストのさらなる低減および製造容易性のさらなる向上の観点から好ましい半導体装置の製造方法においては、ステップ Q 1 において TF T 3 を印刷法により形成した後、ステップ P 1 において半導体チップ 2 を実装し、所望により

ステップQ 1においてアンテナ4および配線5を印刷法により形成する。

[0066] また例えば、本開示に係る半導体装置10が下地層1の上に、半導体チップ2、TF T 3、アンテナ4および配線5からなる群から選択される1つ以上の構成要素を備える場合、当該半導体装置10は、以下のステップO、ならびにステップP 2およびQ 2のうちの少なくとも一方のステップを含む方法により製造することができる：

下地層1を物品Sの表面に直接的に形成するステップO；

半導体チップ2を下地層1の表面に直接的に実装するステップP 2；

TF T 3、アンテナ4、および配線5からなる群から選択される1つ以上の構成要素を印刷法により下地層1の表面に直接的に形成するステップQ 2。

[0067] 半導体装置10が下地層1の上に、半導体チップ2を備えない場合、ステップP 2を実施する必要はない。

[0068] 半導体装置10が下地層1の上に、TF T 3、アンテナ4、および配線5を備えない場合、ステップQ 2を実施する必要はない。

[0069] 半導体装置10が下地層1の上に、半導体チップ2と、TF T 3、アンテナ4、および配線5からなる群から選択される1つ以上の構成要素を備える場合、ステップO、ステップP 2およびステップQ 2の実施順序は、本開示の半導体装置の製造が可能な限り特に限定されない。詳しくは、ステップOを実施した後、ステップP 2およびステップQ 2を実施する。ステップP 2およびステップQ 2の実施順序は、例えば、ステップP 2の後でステップQ 2を実施してもよいし、ステップQ 2の実施途中でステップP 2を行った後、残りのステップQ 2を行ってもよいし、またはステップQ 2の後でステップP 2を実施してもよい。特に半導体装置10が下地層1の上に、半導体チップ2およびTF T 3を備える場合は、半導体装置の物品からの剥離に対する安全性のさらなる向上、製造コストのさらなる低減および製造容易性のさらなる向上の観点から、以下のように形成する。すなわち、ステップOを実施し、ステップQ 2においてTF T 3を印刷法により形成した後、ステップ

P 2 において半導体チップ 2 を実装し、所望によりステップ Q 2 においてアンテナ 4 および配線 5 を印刷法により形成する。

[0070] 以下、上記した好ましい半導体装置の製造方法について説明する。

[0071] 半導体装置の製造方法は、

所望により、最初に、下地層 1 を物品 S の表面に直接的に形成するステップ R ；

物品 S または下地層 1 に T F T 3 を印刷法により形成するステップ S ；

物品 S または下地層 1 に半導体チップ 2 を実装するステップ T ；および

物品 S または下地層 1 にアンテナ 4 および配線 5 を印刷法により形成するステップ U を含む。

[0072] 半導体装置の製造方法は通常、物品 S および下地層 1 の少なくとも一方に実装または形成された半導体チップ 2、T F T 3、アンテナ 4 および配線 5 の上に保護膜 6 を印刷法により形成するステップ V をさらに含む。

[0073] (ステップ R)

ステップ R においては、図 2 A および図 3 A に示すように、物品 S を準備した後、所望により、図 2 B および図 3 B に示すように物品 S 上に下地層 1 を形成する。図 2 A および図 3 A はそれぞれ、本開示の半導体装置の製造方法における物品の準備ステップを説明するための模式的見取り図および模式的断面図である。図 2 B および図 3 B はそれぞれ、本開示の半導体装置の製造方法における下地層の製造ステップを説明するための模式的見取り図および模式的断面図である。図 2 B および図 3 B において下地層 1 が形成されているが、必ずしも下地層 1 を形成しなければならないというわけではない。

[0074] 下地層 1 はあらゆる塗布技術によって製造され得る。そのような塗布技術として、例えば、スピコート法、ワイヤーバーコーティング法、はけ塗りコーティング法、スプレーコーティング法、グラビアロールコーティング法等のコーティング法；インクジェット印刷法、スクリーン印刷法、グラビア印刷法、グラビアオフセット印刷法、リバーソフセット印刷法、フレキソ印刷法等の印刷法等が挙げられる。製造コストのさらなる低減、および下地

層の製造容易性のさらなる向上の観点から、下地層はコーティング法により製造されることが好ましい。下地層製造のためのコーティング法で 사용되는コート液または印刷法で 사용되는インクは、所望の下地層材料（ポリマー）が溶媒中に分散されていてもよいし、または当該ポリマーが溶媒中に溶解されていてもよい。コーティング法または印刷法による下地層製造後は通常、溶媒の乾燥を行う。このとき、必要により硬化が起こってもよい。乾燥温度（硬化温度）は通常、 $150 \sim 250^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは $150 \sim 220^{\circ}\text{C}$ であり、例えば1つ例示すると 180°C である。

[0075] （ステップS）

TFT3は印刷法により形成されるが、印刷法により形成されなければならないというわけではなく、あらゆる薄膜形成技術によって形成されてもよい。印刷法としては、例えば、インクジェット印刷法、スクリーン印刷法、グラビア印刷法、グラビアオフセット印刷法、リバーソフセット印刷法、フレキソ印刷法等が挙げられる。薄膜形成技術として、例えば、上記した印刷法その他、スパッタリング法、蒸着法、イオンプレーティング法、プラズマCVD法等の真空成膜法等が挙げられる。製造コストのさらなる低減およびTFT3の製造容易性のさらなる向上の観点から、TFT3は印刷法（特にインクジェット法）により形成されることが好ましい。

[0076] 以下、TFT3の印刷法による形成方法について詳しく説明する。なお、TFT3としてボトムゲートトップコンタクト型有機TFTを形成する方法について説明するが、他のTFTを公知の方法により形成してもよい。

[0077] TFT3は以下のステップを含む方法により形成され得る：

ゲート電極を形成するステップ；

ゲート電極の上に絶縁層を形成するステップ；

絶縁層の上に半導体層を形成するステップ；および

ソース電極およびドレイン電極を、平面視において、半導体層がソース電極とドレイン電極との間に配置されるように形成するステップ。

[0078] ・ゲート電極形成ステップ

ゲート電極は、回路基板 1 上の所定の位置に形成される。ゲート電極の材質としては、金 (Au)、銀 (Ag)、銅 (Cu)、ニッケル (Ni)、クロム (Cr)、コバルト (Co)、マグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、白金 (Pt)、モリブデン (Mo)、鉄 (Fe) または亜鉛 (Zn) 等の金属材料、あるいは、酸化スズ (SnO_2)、酸化インジウムスズ (ITO)、フッ素含有酸化スズ (FTO)、酸化ルテニウム (RuO_2)、酸化イリジウム (IrO_2)、酸化白金 (PtO_2) などの導電性酸化物などを挙げることができる。

[0079] ゲート電極の形成方法は、特に制限されるものではなく、常套の電極形成法を採用してよい。製造コストのさらなる低減および TFT 3 の製造容易性のさらなる向上の観点から、ゲート電極は印刷法（特にインクジェット印刷法）によって形成することが好ましい。本実施形態としては、インクジェット印刷法で銀ナノインクにより銀を成膜することによってゲート電極を形成する。ゲート電極の厚さは、好ましくは約 10 nm～約 100 nm の範囲、より好ましくは約 15 nm～約 50 nm の範囲（例えば約 30 nm）である。ゲート電極形成のための印刷法で使用するインクは、上記した金属材料または導電性酸化物等の導電性材料を含むインク（例えば銀ナノインク）である。ゲート電極形成用インクは通常、導電性材料が溶媒中に分散されているインクである。ゲート電極形成後は通常、溶媒の乾燥を行う。乾燥温度は通常、100～200℃、好ましくは120～180℃であり、例えば1つ例示すると150℃である。

[0080] ・絶縁層形成ステップ

絶縁層は、ゲート電極の上に形成される。絶縁層は樹脂系または無機絶縁物系の絶縁膜であり得る。樹脂系の絶縁膜としては、例えば、エポキシ樹脂、ポリイミド (PI) 樹脂、ポリフェニレンエーテル (PPE) 樹脂、ポリフェニレンオキシド樹脂 (PPO)、ポリビニルピロリドン (PVP) 樹脂などから成る膜を挙げることができる。一方、無機絶縁物系の絶縁膜としては、例えば、タンタル酸化物 (Ta_2O_5 等)、アルミニウム酸化物 (Al_2O_3)

等)、シリコン酸化物(SiO_2 等)、ゼオライト酸化物(ZrO_2 等)、チタン酸化物(TiO_2 等)、イットリウム酸化物(Y_2O_3 等)、ランタン酸化物(La_2O_3 等)、ハフニウム酸化物(HfO_2 等)などの金属酸化物や、それらの金属の窒化物などから成る膜を挙げることができる。チタン酸バリウム(BaTiO_3)、チタン酸ストロンチウム(SrTiO_3)、チタン酸カルシウム(CaTiO_3)などの誘電体から成る膜を挙げることができる。好ましい絶縁層は樹脂系絶縁膜(特にポリイミド樹脂膜)である。

[0081] 絶縁層の形成は印刷法によって行ってもよいし、あるいは、真空蒸着法やスパッタ法などを使用してもよい。樹脂系絶縁膜の形成の場合では特に、樹脂材料を媒体に混合させたコーティング剤(感光剤を含むレジストであってもよい)を被形成位置に対して塗布した後で乾燥に付し、熱処理を施して硬化させることによって、絶縁層を形成することができる。一方、無機絶縁物系の場合では、マスクを用いた薄膜形成法(スパッタ法など)などによって絶縁層を形成することができる。製造コストのさらなる低減およびTFT3の製造容易性のさらなる向上の観点から、絶縁層は印刷法(特にインクジェット印刷法)によって形成することが好ましい。本実施形態としては、インクジェット印刷法でポリイミド溶液または分散液のインクによりポリイミド絶縁層を形成する。絶縁層の厚さは、好ましくは約 $0.1\mu\text{m}$ ~約 $2\mu\text{m}$ の範囲、より好ましくは約 $0.2\mu\text{m}$ ~約 $1\mu\text{m}$ の範囲(例えば約 $0.3\mu\text{m}$)である。印刷法による絶縁層形成後は通常、溶媒の乾燥を行う。このとき、必要により硬化が起こってもよい。乾燥温度(硬化温度)は通常、 $150\sim 250^\circ\text{C}$ 、好ましくは $150\sim 220^\circ\text{C}$ であり、例えば1つ例示すると 180°C である。

[0082] ・半導体層形成ステップ

半導体層は、絶縁層の上に形成される。半導体層は有機半導体層であることが好ましい。有機半導体の材料としては、移動度が高い材料が好ましく、例えば、ペンタセンを挙げることができる。また、それに限定されず、本開示に用いることができる有機半導体材料としては、高分子材料(例えば、ポ

リチオフェン又はその誘導体)、低分子材料(例えば、ペンタセン、可溶化ペンタセン)の他、ナノカーボン材料(例えば、カーボンナノチューブ、SiGeナノワイヤー、フラーレン、修飾フラーレン)、無機有機混合材料(例えば、 $(C_6H_5C_2H_4NH_3)$ と SnI_4 との複合系)などを挙げることができる。

[0083] 半導体層の形成方法は、特に限定されるわけではなく、絶縁層の上に半導体層を形成することができるならば、いずれの方法を用いてもよい。本開示の製造方法では特に、製造コストのさらなる低減およびTFETの製造容易性のさらなる向上の観点から、半導体層を印刷法(特にインクジェット印刷法)によって形成することが好ましい。本実施形態としては、例えば、高分子有機半導体層(例えばポリ-3-ヘキシルチオフェン(P3HT)などのポリチオフェン又はその誘導体)を形成する場合には、印刷法を好適に利用することができる。より具体的に説明すると、例えばP3HT溶液をインクジェット法により絶縁膜上に噴射し、次いで乾燥させることにより、半導体層を形成することができる。尚、低分子有機半導体(例えばペンタセン)の場合では、蒸着プロセスによって有機半導体層を形成してもよい。半導体層の厚さは、好ましくは約50nm~約150nmの範囲、より好ましくは約80nm~約120nmの範囲であり、例えば100nm程度である。印刷法による半導体層形成後は通常、溶媒の乾燥を行う。乾燥温度は通常、150~250℃、好ましくは180~220℃であり、例えば1つ例示すると200℃である。

[0084] ・ソース電極およびドレイン電極の形成ステップ

ソース電極およびドレイン電極は、平面視において、半導体層がソース電極とドレイン電極との間に配置されるように、形成される。平面視とは、TFETの厚み方向において上から見たときの平面図という意味である。ここで「上」とは、TFETを略水平面としての回路基板表面に形成したときの「上方向」のことである。詳しくは、ソース電極およびドレイン電極は、半導体層の上に、相互に離間して形成されてもよいし、または絶縁層の上で、半導

体層と接するように形成されてもよい。より詳しくは、ソース電極およびドレイン電極は、半導体層の上において、相互に離れて形成されてもよい。別法として、ソース電極およびドレイン電極は、半導体層が絶縁層上においてソース電極とドレイン電極との間に配置され、かつ、これらの電極と接するように、絶縁層上において相互に離間して形成されてもよい。

[0085] ソース電極およびドレイン電極の材料としては、良好な導電性を持つ金属が好ましく、例えば、銀（A g）、銅（C u）、ニッケル（N i）、アルミニウム（A l）、ステンレス（S U S）等の金属材料を使用することができる。ソース電極およびドレイン電極の形成は、特に制限されるものではなく、常套の電極形成法を採用してよい。即ち、ソース電極およびドレイン電極の形成を印刷法によって行ってよいし、あるいは、真空蒸着法やスパッタ法などを使用してもよい。製造コストのさらなる低減およびT F T 3の製造容易性のさらなる向上の観点から、ソース電極およびドレイン電極は印刷法（特にインクジェット印刷法）によって形成することが好ましい。本実施形態としては、インクジェット印刷法で銀ナノインクにより銀を成膜することによってソース電極およびドレイン電極を形成する。ソース電極およびドレイン電極の各々の厚さは、好ましくは約0.02 μ m～約10 μ mの範囲、より好ましくは約0.03 μ m～約1 μ mの範囲（例えば約0.1 μ m）である。ソース電極およびドレイン電極の形成のための印刷法で使用されるインクは、上記した金属材料を含むインク（例えば銀ナノインク）である。ソース電極およびドレイン電極の形成用インクは通常、金属材料が溶媒中に分散されているインクである。ソース電極およびドレイン電極の形成後は通常、溶媒の乾燥を行う。乾燥温度は通常、100～200℃、好ましくは120～180℃であり、例えば1つ例示すると150℃である。

[0086] （ステップT）

ステップTにおいては、図2Cおよび図3Cに示すように、下地層1に半導体チップ2を実装する。下地層1を形成しない場合には、物品Sに半導体チップ2を実装する。半導体チップ（特にシリコンチップ）としては、例え

ば、NXP Semiconductors社、Impinj社、Alien Technology社等の市販品が使用可能である。接着剤は、半導体チップの分野で基板への結合に従来から使用されているものであればよい。図2Cおよび図3Cはそれぞれ、本開示の半導体装置の製造方法における半導体チップの実装ステップを説明するための模式的見取り図および模式的断面図である。図2Cおよび図3Cにおいて下地層1が形成されているが、必ずしも下地層1を形成しなければならないというわけではない。

[0087] (ステップU)

ステップUにおいては、図2Dおよび図3Dに示すように、下地層1にアンテナ4および配線5（図示せず）を印刷法により形成する。下地層1を形成しない場合には、物品Sにアンテナ4および配線5を印刷法により形成する。アンテナ4および配線5は印刷法により形成されるが、印刷法により形成されなければならないというわけではなく、TF T 3と同様に、あらゆる薄膜形成技術によって形成されてもよい。アンテナ4および配線5の形成のための薄膜形成技術として、例えば、TF T 3の形成方法の説明で例示した薄膜形成技術と同様の薄膜形成技術が挙げられる。半導体装置の物品からの剥離に対する安全性のさらなる向上、製造コストのさらなる低減、および製造容易性のさらなる向上の観点から、アンテナ4および配線5は印刷法（特にインクジェット印刷法）により製造されることが好ましい。アンテナ4および配線5の形成のための印刷法で使用されるインクは、銀（Ag）、銅（Cu）、ニッケル（Ni）、アルミニウム（Al）、ステンレス（SUS）等の導電性材料を含むインク（例えば銀ナノインク）である。アンテナ4および配線5の形成用インクは通常、導電性材料が溶媒中に分散されているインクである。アンテナ4および配線5の形成後は通常、溶媒の乾燥を行う。乾燥温度は通常、100～200℃、好ましくは120～180℃であり、例えば1つ例示すると150℃である。図2Dおよび図3Dはそれぞれ、本開示の半導体装置の製造方法におけるアンテナおよび配線の形成ステップを説明するための模式的見取り図および模式的断面図である。図2Dおよび図

3 Dにおいて下地層 1 が形成されているが、必ずしも下地層 1 を形成しなければならないというわけではない。

[0088] (ステップ V)

ステップ V においては、図 2 E および図 3 E に示すように、下地層 1 上に実装または形成された半導体チップ 2、T F T 3 (図示せず)、アンテナ 4 および配線 5 (図示せず) の上に保護膜 6 を印刷法により形成する。下地層 1 を形成しない場合には、物品 S 上に実装または形成された半導体チップ 2、T F T 3 (図示せず)、アンテナ 4 および配線 5 (図示せず) の上に保護膜 6 を印刷法により形成する。図 2 E および図 3 E はそれぞれ、本開示の半導体装置の製造方法における保護膜形成ステップを説明するための模式的見取り図および模式的断面図である。図 2 E および図 3 E において下地層 1 が形成されているが、必ずしも下地層 1 を形成しなければならないというわけではない。

[0089] 保護膜 6 の形成方法は特に限定されず、例えば、下地層 1 の説明で例示されたあらゆるコーティング法および印刷法によって形成され得る。半導体装置の物品からの剥離に対する安全性のさらなる向上、製造コストのさらなる低減、および配線の製造容易性のさらなる向上の観点から、保護膜は印刷法により製造されることが好ましい。保護膜製造のための印刷法で使用されるインクは、所望のポリマーを含むインクである。保護膜形成用インクは当該ポリマーが溶媒中に分散されていてもよいし、または当該ポリマーが溶媒中に溶解されていてもよい。保護膜形成後は通常、溶媒の乾燥を行う。このとき、必要により硬化が起こってもよい。乾燥温度 (硬化温度) は通常、150～250℃、好ましくは150～220℃であり、例えば1つ例示すると180℃である。

[0090] 本開示に係る半導体装置 10 において、当該半導体装置 10 が固着される物品 S の表面が金属から構成されている場合、図 4 A および図 4 B に示すように、物品 S (特にその金属表面) をアンテナとして利用することができる。これにより、本開示の半導体装置が無線通信装置である場合、当該半導体

装置の構造が簡易になる。図4 Aおよび図4 Bにおいては、アンテナ4は、物品Sの表面と電氣的に接続するための配線5としても機能している。すなわち、物品Sの表面は半導体装置10（特に半導体チップ2）と電氣的に接続されている。図4 Aおよび図4 Bに示す半導体装置は、物品Sの表面がアンテナ4（または配線5）によって半導体装置10（特に半導体チップ2）と電氣的に接続されていること以外、上記した本開示に係る半導体装置と同様である。図4 Aおよび図4 Bはそれぞれ、本開示に係る半導体装置の構造のまた別の一例を示す模式的見取り図および模式的断面図である。

[0091] なお、半導体装置10が半導体チップを有していない場合は、上述した工程のうち半導体チップに関する工程が行われないのは言うまでもない。

産業上の利用可能性

[0092] 本開示の半導体装置は、無線通信装置として有用である。本開示の無線通信装置は、いわゆるRFIDタグおよびICタグ等を包含するものであり、コンビニエンスストアおよびスーパーマーケット等の小売業界、アパレル業界、運輸業界、ならびに出版業界（図書館）等において、流通管理（物流管理）、生産管理、在庫管理、場所管理、履歴管理等に極めて有用である。

符号の説明

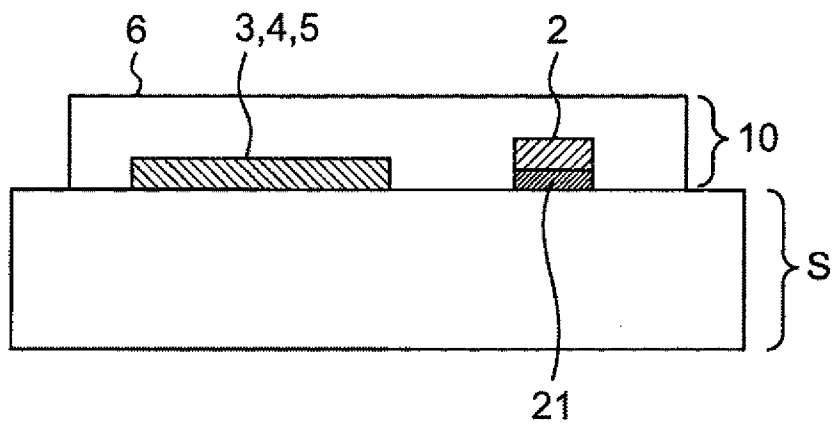
- [0093]
- 1 下地層
 - 2 半導体チップ
 - 21 接着層
 - 3 TFT
 - 4 アンテナ
 - 5 配線
 - 6 保護膜
 - 10 半導体装置（例えば無線通信装置）

請求の範囲

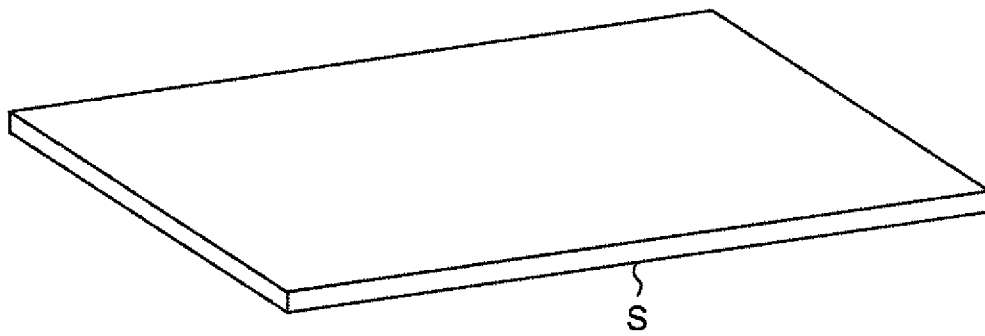
- [請求項1] 半導体チップとアンテナとを備えた半導体装置であって、
前記半導体チップと前記アンテナは物品の表面に直接的に固着しており、かつ、それぞれの厚さ方向に関してそれぞれの高さ寸法の1/2以上前記物品の前記表面から露出している、半導体装置。
- [請求項2] 薄膜トランジスタと、アンテナとを備えた半導体装置であって、
前記薄膜トランジスタと前記アンテナは物品の表面に直接的に固着している、半導体装置。
- [請求項3] 半導体チップをさらに備えた、請求項2に記載の半導体装置。
- [請求項4] 前記半導体チップはシリコンチップである、請求項1または3に記載の半導体装置。
- [請求項5] 下地層の上に、半導体チップおよび薄膜トランジスタのうちの少なくとも1つとアンテナとを備えた半導体装置であって、
前記半導体チップおよび薄膜トランジスタのうちの少なくとも1つと前記アンテナは前記下地層の表面に直接的に固着しており、
前記下地層は物品の表面に直接的に固着している、半導体装置。
- [請求項6] 前記薄膜トランジスタは有機薄膜トランジスタである、請求項2～5のいずれかに記載の半導体装置。
- [請求項7] 前記半導体チップは、半導体ベアチップである、請求項1、3～5のいずれかに記載の半導体装置。
- [請求項8] 前記半導体チップはフェイスアップで固着されており、
さらに配線を備え、
前記アンテナおよび前記配線は印刷部品である、請求項1または3に記載の半導体装置。
- [請求項9] 前記半導体装置は無線通信半導体装置であり、
前記半導体装置は、前記半導体チップおよび前記薄膜トランジスタのうちの少なくとも1つと、前記アンテナと、配線と、を備えている、請求項1～8のいずれかに記載の半導体装置。

- [請求項10] 前記半導体装置が固着される前記物品の表面は金属から構成されており、
- 前記物品の表面は、前記半導体装置と電氣的に接続されて、前記アンテナとして機能する、請求項9に記載の半導体装置。
- [請求項11] 前記半導体装置が固着される前記物品の表面は3次元形状を有する、請求項1～10のいずれかに記載の半導体装置。
- [請求項12] 半導体チップ、薄膜トランジスタ、アンテナおよび配線からなる群から選択される1つ以上の構成要素を備えた半導体装置の製造方法であって、
- 以下のステップP1およびQ1のうちの少なくとも一方のステップを含む、半導体装置の製造方法：
- 前記半導体チップを物品の表面に直接的に実装するステップP1；
- 前記薄膜トランジスタ、前記アンテナ、および前記配線からなる群から選択される前記1つ以上の構成要素を印刷法により物品の表面に直接的に形成するステップQ1。
- [請求項13] 下地層の上に、半導体チップ、薄膜トランジスタ、アンテナおよび配線からなる群から選択される1つ以上の構成要素を備えた半導体装置の製造方法であって、
- 以下のステップO、ならびにステップP2およびQ2のうちの少なくとも一方のステップを含む、半導体装置の製造方法：
- 前記下地層を物品の表面に直接的に形成するステップO；
- 前記半導体チップを前記下地層の表面に直接的に実装するステップP2；
- 前記薄膜トランジスタ、前記アンテナ、および前記配線からなる群から選択される前記1つ以上の構成要素を印刷法により前記下地層の表面に直接的に形成するステップQ2。
- [請求項14] 前記物品は市場に流通可能な完成品である、請求項12に記載の半導体装置の製造方法。

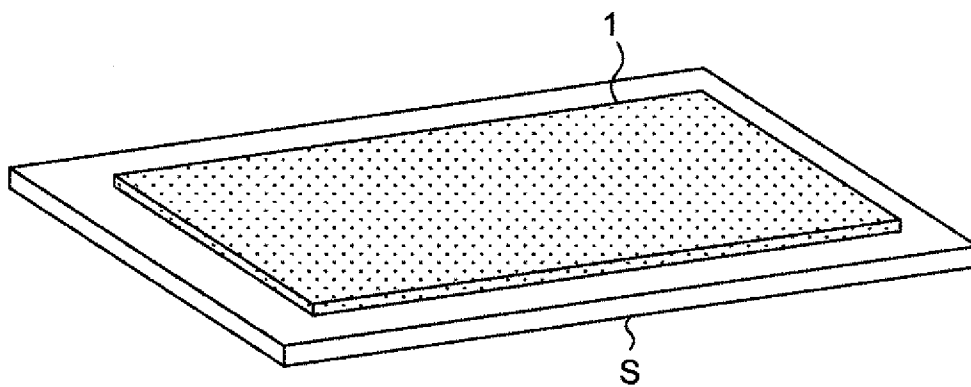
[図1]



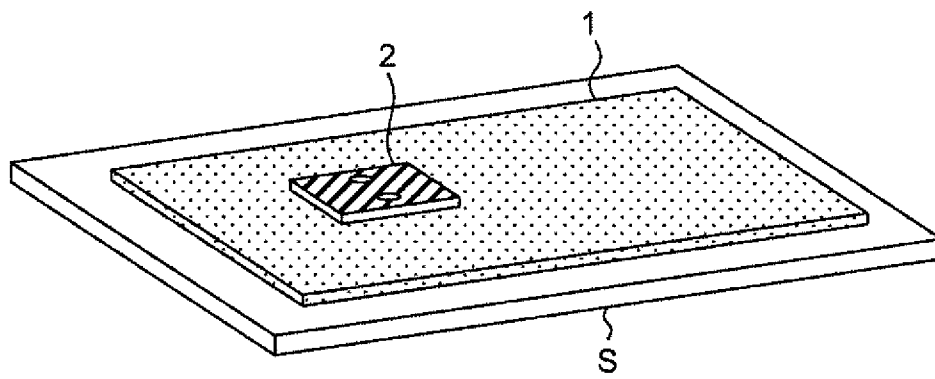
[図2A]



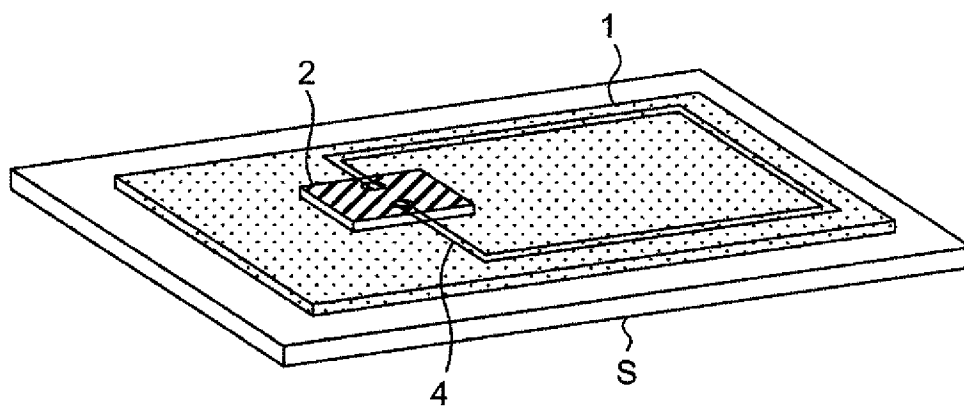
[図2B]



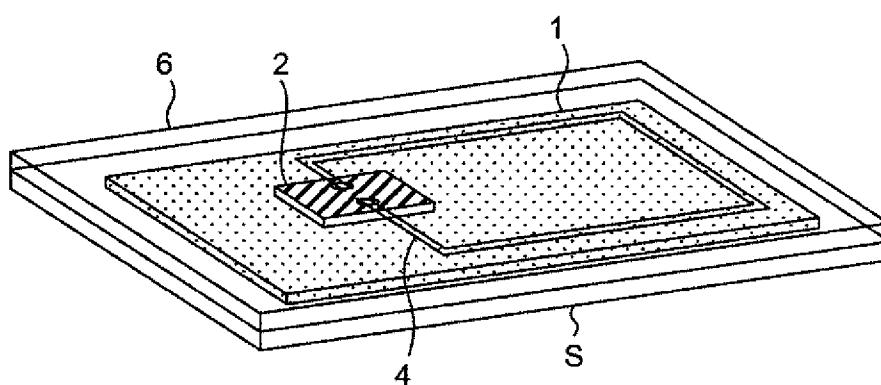
[図2C]



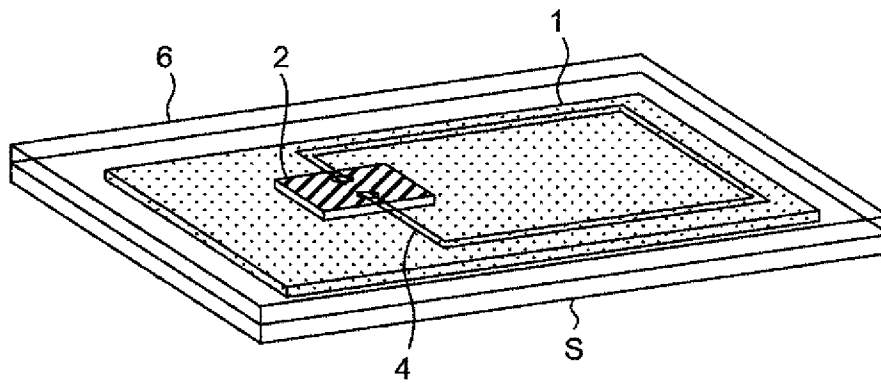
[図2D]



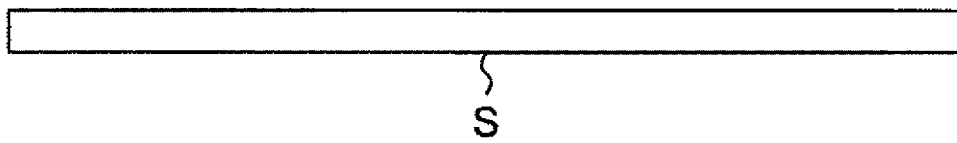
[図2E]



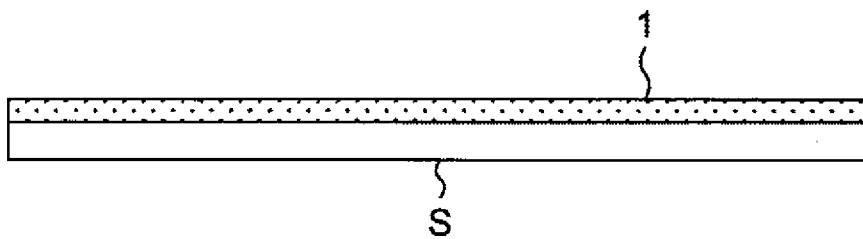
[図2F]



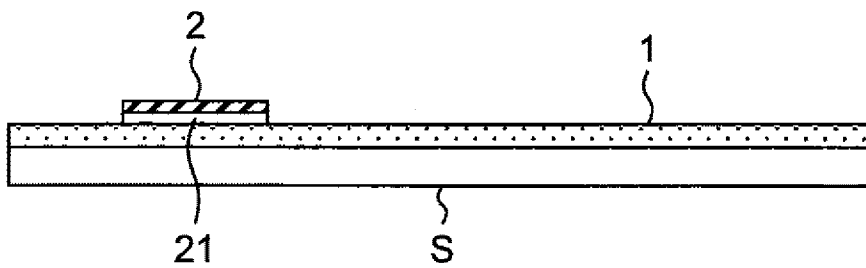
[図3A]



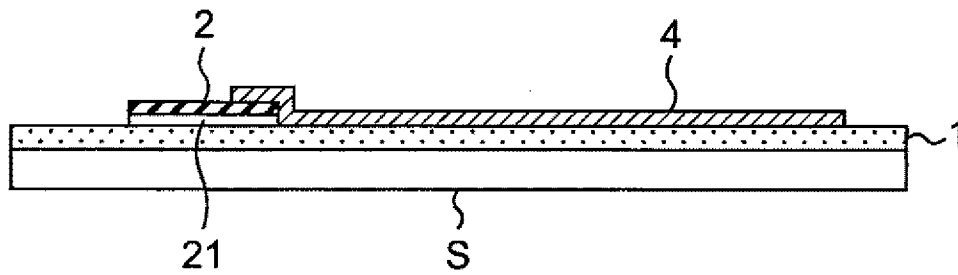
[図3B]



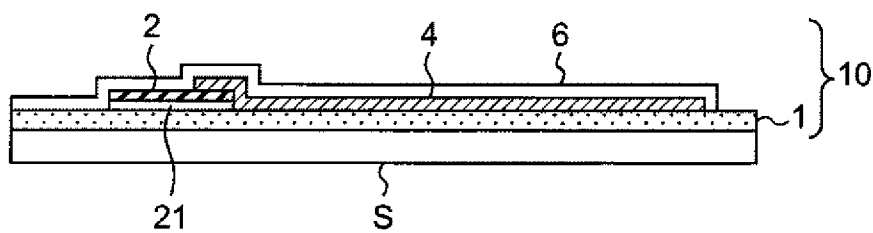
[図3C]



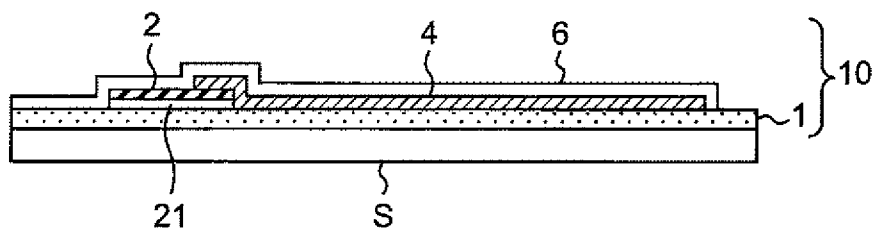
[図3D]



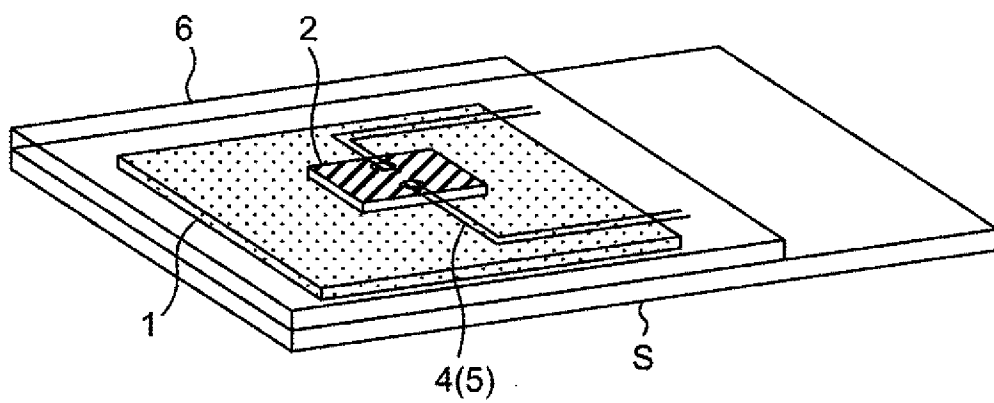
[図3E]



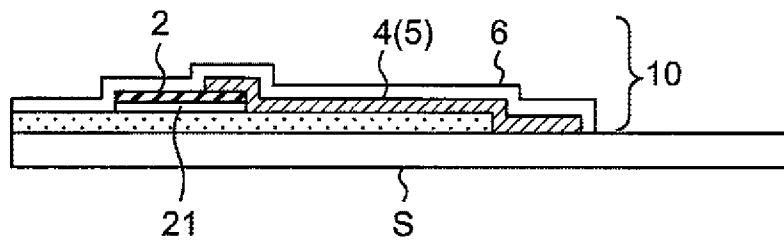
[図3F]



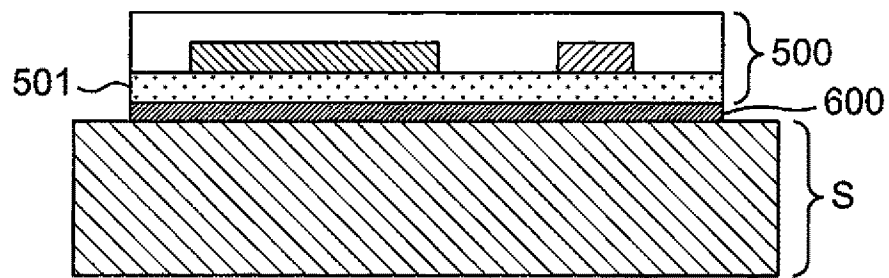
[図4A]



[図4B]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/003774

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G06K19/077 (2006.01) i, H01L29/786 (2006.01) i

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)

Int. Cl. G06K19/077, H01L29/786

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2002-102310 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 09 April 2002, paragraphs [0013]-[0031], fig. 1-7	1, 4, 7-9, 11, 12, 14
Y	(Family: none)	10
Y	JP 2010-001074 A (TOYO SEIKAN KAISHA, LTD.) 07 January 2010, paragraphs [0025]-[0091], fig. 1-23 & US 2011/0102150 A1, paragraphs [0110]-[0348], fig. 1-33 & WO 2009/142146 A1	10
X	JP 2006-091150 A (SHARP CORP.) 06 April 2006, paragraphs [0019]-[0068], fig. 1-5 (Family: none)	2
Y		3, 5, 6, 13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19.03.2019

Date of mailing of the international search report
26.03.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/003774

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2009/084125 A1 (SHARP CORP.) 09 July 2009, paragraphs [0016]-[0075], fig. 1-17 & US 2010/0252906 A1, paragraphs [0045]-[0104], fig. 1-17 & CN 101874289 A	3
Y	JP 2005-092106 A (SHARP CORP.) 07 April 2005, paragraphs [0051]-[0146], fig. 1-46 (Family: none)	3
Y	JP 2004-302435 A (SEIKO EPSON CORP.) 28 October 2004, paragraphs [0059]-[0062], fig. 11, 12 & US 2004/0189625 A1, paragraphs [0121]-[0125], fig. 11, 12 & CN 1530878 A & TW 200423014 A & KR 10-2004-0081357 A	5, 13
Y	JP 2007-096276 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 12 April 2007, paragraphs [0034]-[0265], fig. 1-23 & US 2007/0045621 A1, paragraphs [0058]-[0290], fig. 1-23 & EP 1760776 A2 & CN 1925140 A	6
A	JP 2013-156922 A (UNIVERSITY YAMAGATA) 15 August 2013, entire text, all drawings (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06K19/077(2006.01)i, H01L29/786(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06K19/077, H01L29/786

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2002-102310 A (大日本印刷株式会社) 2002.04.09, [0013] - [0031] 及び図1-7 (ファミリーなし)	1, 4, 7-9, 11, 12, 14
Y		10
Y	JP 2010-001074 A (東洋製罐株式会社) 2010.01.07, [0025] - [0091] 及び図1-23 & US 2011/0102150 A1, Pars. [0110]-[0348], Figs. 1-33 & WO 2009/142146 A1	10

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19.03.2019

国際調査報告の発送日

26.03.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

境 周一

5 N

3 6 5 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3586

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2006-091150 A (シャープ株式会社) 2006.04.06, [0019] － [0068] 及び図1－5 (ファミリーなし)	2 3, 5, 6, 13
Y	WO 2009/084125 A1 (シャープ株式会社) 2009.07.09, [0016] － [0075] 及び図1－17 & US 2010/0252906 A1, Pars. [0045]－[0104], Figs.1-17 & CN 101874289 A	3
Y	JP 2005-092106 A (シャープ株式会社) 2005.04.07, [0051] － [0146] 及び図1－46 (ファミリーなし)	3
Y	JP 2004-302435 A (セイコーエプソン株式会社) 2004.10.28, [0059] － [0062] 及び図11, 12 & US 2004/0189625 A1, Pars. [0121]－[0125], Figs.11, 12 & CN 1530878 A & TW 200423014 A & KR 10-2004-0081357 A	5, 13
Y	JP 2007-096276 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 2007.04.12, [0034] － [0265] 及び図1－23 & US 2007/0045621 A1, Pars. [0058]－[0290], Figs.1-23 & EP 1760776 A2 & CN 1925140 A	6
A	JP 2013-156922 A (国立大学法人山形大学) 2013.08.15, 全文及び 全図面 (ファミリーなし)	1-14