

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4213030号  
(P4213030)

(45) 発行日 平成21年1月21日 (2009. 1. 21)

(24) 登録日 平成20年11月7日 (2008. 11. 7)

(51) Int. Cl.	F I
<b>C 2 3 C 14/34 (2006. 01)</b>	C 2 3 C 14/34 B
<b>H O 1 L 21/28 (2006. 01)</b>	H O 1 L 21/28 3 O 1 R
<b>H O 1 L 21/285 (2006. 01)</b>	H O 1 L 21/285 S

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2003-502264 (P2003-502264)	(73) 特許権者	500092413
(86) (22) 出願日	平成14年5月31日 (2002. 5. 31)		ブラックセアー エス. ティ. テクノロジ
(65) 公表番号	特表2004-535513 (P2004-535513A)		ー、 インコーポレイテッド
(43) 公表日	平成16年11月25日 (2004. 11. 25)		アメリカ合衆国、コネチカット、ノースヘ
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/017001		イブン、 サケット ポイント ロード
(87) 国際公開番号	W02002/099158		4 4 1
(87) 国際公開日	平成14年12月12日 (2002. 12. 12)	(74) 代理人	100066692
審査請求日	平成17年5月27日 (2005. 5. 27)		弁理士 浅村 皓
(31) 優先権主張番号	09/873, 184	(74) 代理人	100072040
(32) 優先日	平成13年6月5日 (2001. 6. 5)		弁理士 浅村 肇
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100123180
			弁理士 白江 克則
		(74) 代理人	100087217
			弁理士 吉田 裕

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リング型スパッタリング・ターゲット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円形ディスクを含む、材料を基板に被着させるためのスパッタリング・ターゲットにおいて、

前記円形ディスクが、半径と、上面とを有し、

前記上面が、前記半径の内側半分以内の中心領域と、前記半径の外側半分以内の外側リング形状領域と、前記中心領域を前記外側リング形状領域から分離するベース領域とを有し、

前記外側リング形状領域が、前記スパッタリング・ターゲットのスパッタリング寿命を延ばすために突出高さを有し、

前記中心領域に近接する前記基板へのスパッタリングの被着速度を高め、スパッタリングの均一性を向上させるために、前記ベース領域から測定して前記外側リング形状領域の突出高さより低い突出高さを、前記中心領域が有する、材料を基板に被着させるためのスパッタリング・ターゲット。

【請求項 2】

前記中心領域が、均一な高さの固い円盤形状の突部である請求項 1 に記載された材料を基板に被着させるためのスパッタリング・ターゲット。

【請求項 3】

前記中心領域が、円盤形状の突部と、円盤形状の突部内のくぼみ領域とを含む請求項 1 に記載された材料を基板に被着させるためのスパッタリング・ターゲット。

## 【請求項 4】

円形ディスクを含む、材料を基板に被着させるためのスパッタリング・ターゲットにおいて、

前記円形ディスクが、半径と、上面とを有し、

前記上面が、前記半径の外側 60 パーセント以内の外側リング形状領域と、中心領域を前記外側リング形状領域から分離するベース領域とを有し、

前記外側リング形状領域が、前記スパッタリング・ターゲットのスパッタリング寿命を延ばすために突出高さを有し、

前記中心領域に近接する基板へのスパッタリングの被着速度を高め、スパッタリングの均一性を向上させるために、ベース領域から測定して外側リング形状領域の突出高さより 20 ~ 80 パーセントだけ低い突出高さを、前記中心領域が有する、材料を基板に被着させるためのスパッタリング・ターゲット。

10

## 【請求項 5】

前記中心領域が、円盤形状の突部と、円盤形状の領域内のくぼみ領域とを含む請求項 4 に記載された材料を基板に被着させるためのスパッタリング・ターゲット。

## 【請求項 6】

前記中心領域の突出高さが、ベース領域から測定して外側リング形状領域の突出高さより 30 ~ 70 パーセントだけ低い請求項 4 に記載された材料を基板に被着させるためのスパッタリング・ターゲット。

## 【請求項 7】

前記スパッタリング・ターゲットがアルミニウムまたはアルミニウム合金である請求項 4 に記載された材料を基板に被着させるためのスパッタリング・ターゲット。

20

## 【請求項 8】

材料を基板にスパッタリングする方法において、

スパッタリング・チャンバ内の円形カソード付近の不活性ガスをイオン化する段階であって、前記カソードが、半径と上面とを有し、該上面が、半径の内側半分を有する中心領域と、半径の外側半分以内の外側リング形状領域と、中心領域を外側リング形状領域から分離するベース領域とを有し、前記外側リング形状領域が、前記カソードのスパッタリング寿命を延ばすために突出高さを有し、前記中心領域が、スパッタリング被着速度を増加させスパッタリング均一性を向上させるために、ベース領域から測定して外側リング形状領域の突出高さより低い突出高さを有する、不活性ガスをイオン化する段階と、

30

回転マグネトロンにより、前記カソードから材料を放出させて、前記基板に前記材料を被着させる段階とを含む、材料を基板にスパッタリングする方法。

## 【請求項 9】

前記カソードが、初期の基板対カソード距離と、第 2 の基板対カソード距離とを有し、前記第 2 の基板対カソード距離が前記初期の基板対カソード距離より大きく、

前記回転マグネトロンにより、前記カソードから前記材料を放出させて、前記基板に前記材料を被着させる段階が、

初期の期間に、スパッタリング被着の均一性を最適化するために、前記初期の基板対カソード距離を用いて、前記カソードから材料を放出させて、基板に被覆の第 1 の部分を被着させる段階と、

40

第 2 の期間に、スパッタリング被着の均一性を最適化するために、前記初期の期間の後に、前記第 2 の基板対カソード距離を用いて、前記カソードから更に材料を放出させて、前記基板に被覆の第 2 の部分を被着させる段階とを含む請求項 8 に記載された材料を基板にスパッタリングする方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、長寿命のスパッタリング・ターゲット、およびこれらの長寿命のスパッタリング・ターゲットを用いる方法に関するものである。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

スパッタリングは、不活性ガスで満たした処理チャンバ内で半導体ウェハまたは他の基板を被覆する処理工程である。これらのチャンバは、スパッタリング・ターゲット、およびスパッタリング・ターゲットに近接する電氣的バイアスをかけたウェハを含む。チャンバ内の電界が不活性ガスをイオン化し、ターゲットから原子を放出させてスパッタ・ターゲット材料をウェハに被着させる。一般に、処理チャンバは、スパッタリング・ターゲットの一部に環状模様の溝を生成するマグネトロンを含むことができる。残念ながら、これらの溝がスパッタリング・ターゲットの寿命を著しく縮めることがある。さらに、ターゲットの直径を大きくした場合に、これらの溝による悪影響が大きくなる傾向がある。

10

## 【0003】

いくつかの特許には、ターゲット寿命を延ばすための隆起したリングまたは表面が開示されている。たとえば、シュトラウス (Strauss) 等は欧州特許公開第 1087033 号で、間隔をあけて配置された 2 つの環状リングを有するスパッタリング・ターゲットを開示している。これらのリングは、スパッタリング中に最もエロージョンを受けるターゲット領域に対応する。ダキシンジャ (Daxinger) 等は米国特許第 6068742 号で、反転可能なスパッタリング・ターゲットを開示している。このターゲットのいずれの面も、ターゲット寿命を延ばすように設計された周辺を取り巻く形状の 2 つの突起を含む。マサフラ (Masahura) 等は特開平 4-173965 号で、単一の突起リングを含むターゲットを開示している。この突起リングは、ターゲット材料の再付着を防ぐための平滑面と、平滑面をもつリングに近接する粗面とを有する。この組合せにより、スパッタリング処理工程の寿命全体を通して、粉付着の影響が低減される。

20

## 【0004】

最近では、リングを強調した設計が、メモリ・チップ作製用スパッタリング層に有効であることが分かっている。メモリ・チップは、一般に金属層を 2 つしか含まないため、これらのメモリの用途では、膜の均一性は重要ではない。メモリ・チップの用途とは異なり、論理チップの用途ではしばしば、より高い膜の均一性が求められる。残念なことに、リングを強調した設計を含むターゲットでは、いくつかの論理チップの用途に求められる厳密な膜の均一性を実現することができない。これは、被着させる膜の数の増加や、デバイス設計の規則に起因する。さらに、論理チップの用途では金属層が多くなるため、製造業者が被着層の化学機械研磨 (CMP) を省略した場合、後の層になる程に均一性の低さが目立つようになる。積層した膜の均一性が低下するにつれて、上層でのフォトリソグラフィが難しくなる。

30

## 【0005】

膜の均一性は、デバイス製造の観点からも重要である。デバイスをエッチングするとき、しばしばある程度の過剰エッチングが生じる。このエッチングがウェハの中心で最大になり膜が中心でより薄くなると、デバイスの生産損失の高まる可能性がある。

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

さらに、均一性を欠くと、直径が 250 mm を超えるターゲットのような大型ターゲットでは、膜厚およびシート抵抗の均一性に顕著な影響を及ぼす。これらの大直径のターゲットでは、リングがターゲット耐用期間に悪影響を及ぼすことがある。知られている限りにおいて、これらのリングを強調した設計ではいずれも、前記の均一性の問題や他のスパッタリングによって引き起こされる欠陥のために、厳しいデバイスの用途では商業的に受け入れられていない。

40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

スパッタリング・ターゲットは、材料を基板に均一に被着させるための設計を有する。ターゲットは円形ディスクを含み、このディスクは半径および上面を有する。上面は、半

50

径の内側半分以内の中心領域と、半径の外側半分以内の外側リング形状領域と、中心領域をリング形状領域から分離するベース領域とを有する。外側リング形状領域は、スパッタリング・ターゲットの寿命を延ばすために、突出高さを有する。中心領域に近接する基板へのスパッタリングの被着速度を高めるために、中心領域は外側リング形状領域の突出高さより低い突出高さを有する。

#### 【 0 0 0 8 】

この方法は、スパッタリング・ターゲットまたはカソードを用いて、基板に材料をスパッタリングするものである。まずスパッタリング・チャンバ内でカソード付近の不活性ガスをイオン化することにより、スパッタリングのためにチャンバを準備する。カソードは、均一なスパッタリングのための、初期のウェハ対カソード距離および第2のウェハ対カソード距離を有する。第2のウェハ対カソード距離は、初期のウェハ対カソード距離より大きい。回転マグネトロンによってカソードから原子を放出させ、初期のウェハ対カソード距離を用いてウェハに被膜を被着させる。初期の距離により、初期期間中にスパッタリング被着の均一性が最適化される。次いで、初期期間の後に回転マグネトロンによってカソードから更に原子を放出させ、第2のウェハ対カソード距離を用いてウェハに被膜を被着させる。第2のウェハ対カソード距離により、第2の期間中はスパッタリングによる被着の均一性が最適化される。

10

#### 【 0 0 0 9 】

隆起した外側リング、およびそれより低い隆起の内側領域を含むターゲットにより、スパッタリングの均一性が改善された。このターゲットは、通常のスパッタリング装置と共に首尾よく作動し、ウェハの中心部で低いシート抵抗 ( $R_s$ ) を示す。シート抵抗は、電流に対する抵抗を測定することにより、複数の位置での被着物の厚さを比較する間接的な方法である。

20

#### 【 0 0 1 0 】

ターゲットは、有利には、均一なスパッタリングのための初期の最適なウェハ対カソード距離、および均一なスパッタリングのための第2のウェハ対カソード距離を有する。第2のウェハ対カソード距離は、初期のウェハ対カソード距離より大きい。さらに性能を改善するためには、この最適なウェハ対カソード距離の変更が、スパッタリング後、カソード寿命の少なくとも約30パーセントで行なうと有利である。この変更がスパッタリング後、カソード寿命の少なくとも約40パーセントで行なうと最も有利である。変更の前後での最適なスパッタリングのための初期位置および第2の位置の正確な距離は、機械によって変わる傾向がある。さらに、最適なスパッタリング性能を維持するために、複数回の位置調整または変更が可能である。しかしながら、試験により、設定期間の後に1回変更すれば、操作員にできるだけ不便をかけずに、優れた均一性が実現されることが示されている。

30

#### 【 実施例 】

#### 【 0 0 1 1 】

図1Aおよび1Bを参照すると、ターゲット10は、ベース領域12、円盤形状の中心領域14、および外側リング形状領域16を含んでいる。リング形状領域16が、外縁領域18および外縁20に近接し、上に延びると有利である。外縁領域18が、ベース領域12の厚さと等しい厚さを有すると最も有利である。任意選択で、リング形状領域16は外側に向かって外縁20まで延在してもよい。

40

#### 【 0 0 1 2 】

ターゲット10は、中心25から外縁20に至る半径Rを有する。半径の内側半分は中心領域14を含み、半径の外側半分はリング形状領域16を含む。中心領域14が、中心25および外縁20からの半径距離の内側約35パーセント以内にあると有利であり、内側約30パーセント以内にあると最も有利である。同様に、外側リング形状領域16が、中心25および外縁20からの半径距離の70から95パーセントの間であると最も有利である。

#### 【 0 0 1 3 】

50

均一な高さの固い円盤形状の突部で形成された中心領域が有効であることが分かっている。任意であるが、ベース領域 1 2 と中心領域 1 4 との間、およびベース領域 1 2 とリング形状領域 1 6 との間に位置する傾斜領域 2 2 は、不均一にスパッタリングされやすい領域内のスパッタリングを一様にする働きをする。さらに、ねじ切りした開口部 2 8 を含むフランジ 2 6 は、スパッタリング・ターゲットのスパッタリング・チャンバへの固定を容易にする。

#### 【 0 0 1 4 】

図 1 B は、外側リング形状領域 1 6 と中心領域 1 4 との間の突出高さの差を示している。突出高さは、ベース領域 1 2 と、中心領域 1 4 または外側リング形状領域 1 6 との厚さの差の大きさである。中心領域 1 4 の突出高さが外側リング形状領域 1 6 に対して低くなると、予想以上に被着物の均一性が高まる。さらに有利には、これにより、原子の放出がベース領域より中心領域および外側リング形状領域で高速に起こるようになる。

10

#### 【 0 0 1 5 】

中心領域 1 4 が、外側リング形状領域 1 6 の少なくとも約 2 0 パーセントより小さい突出高さを有すると有利である。たとえば、外側リング形状領域 1 6 の高さが 5 mm であれば、中心領域 1 4 の高さは 4 mm 以下になる。中心領域 1 4 が、外側リング形状領域 1 6 の突出高さの約 2 0 ~ 8 0 パーセントの突出高さを有することが好ましい。リング部を含むターゲットが、突出高さをもたない中心領域を含む場合には、スパッタリング・ターゲットはあまりうまく作動しない。中心領域 1 4 が、外側リング形状領域 1 6 の突出高さの約 3 0 ~ 7 0 パーセントの突出高さを有すると最も有利である。中心領域の突起の公称高さを、外側リング形状領域 1 6 の約 5 0 パーセントだけ小さくすると最も有効であることが分かっている。

20

#### 【 0 0 1 6 】

図 2 A および 2 B は、中心領域 1 4 が円盤形状の突部 3 0 を含む、任意の実施例を示している。この実施例では、円盤形状の突部 3 0 はくぼみ領域 3 2 を含んでいる。任意に、くぼみ領域 3 2 の厚さは、ベース領域 3 2 よりも小さいか、等しいか、またはも大きく選択できる。くぼみ領域 3 2 が、ベース領域 1 2 に等しい厚さを有すると最も有利である。さらに、くぼみ領域 3 2 は、円形、星形、あるいは他の対称または準対称の形状を有することができる。くぼみ領域 3 2 が、例示した円筒形状のような対称形状を有すると最も有利である。

30

#### 【 0 0 1 7 】

2 つの同心状の突起リング（高さ 4 mm）を有する、部分的に消耗した直径 3 0 0 mm の A l C u（0 . 5 %）ターゲットが、A 型磁石を用いたエンデュラ（Endura）装置（チャンバ 4 内に取り付けられたターゲット、および標準のシールドの組）により、約 8 0 0 k w h のスパッタリングを行なったところ、厳密な仕様から外れた均一な厚さの膜が製造された。なおこの装置は、後述例でのスパッタリング装置も提供した。この装置のマグネトロンは、軸の回りを回転するいくつかの磁石を含み、より均一な磁場を生成する。残念なことに、回転マグネトロンは、外縁部（縁から 6 mm）よりウェハの中心で高いシート抵抗値をもたらす（図 3 参照）。これは、ウェハの外側領域に比べて、ウェハの中心部での膜厚が薄いことを示している。

40

#### 【 0 0 1 8 】

内側リングを機械加工して高さ 2 mm の薄いディスクを作製することによってターゲットの中心部に変更を加えた後、さらに試験を行った。ターゲットの 4 mm の外側リングはすでに磨耗し、溝のようなくぼみを形成していた。これら中心部の変更が完了した後、試験前にターゲットを 5 k w h までの通電テストを行なった。表 1 および表 2 は、それぞれ部分的に消耗した 4 mm の同心リング、および中心部を変更した種類によるシート抵抗（R s）均一性および厚さのデータを示している。

#### 【 0 0 1 9 】

表 1 は、6 mm の縁を除いた、2 0 0 mm の酸化ウェハについて 4 9 箇所での R s 均一性（パーセント 1 シグマまたは 1 標準偏差）を測定した値である。

50

【 0 0 2 0 】

【表 1】

表 1

ウェハ / カソード距離	Rs 均一性 (パーセント 1 シグマ)			
	~884 kwh 4 mm 同心リング		~890kwh 中心部変更後	
(mm)	ウェハ A	ウェハ B	ウェハ C	ウェハ D
46	2.81		1.98	
48	2.28		1.00	
50	1.52		0.72	
51	1.39		0.64	
52	1.16	1.32	0.85	0.99
53	1.23		0.84	

【 0 0 2 1 】

表 1 は、内部リングの高さを低くすると、最適なウェハ対カソード距離が、予想外に変化することを示している。さらに、中心部を変更した設計では Rs の均一性が改善された。

【 0 0 2 2 】

【表 2】

表 2

位置	平均膜厚	
	~884 kwh 4 mm 同心リング	中心部変更後
中心部	9738 Å	9382 Å
底部	10104 Å	9454 Å
右部	10062 Å	9437 Å
上部	10092 Å	9465 Å
左部	10090 Å	9365 Å
デルタ	366 Å	100 Å

【 0 0 2 3 】

表 2 のデータは、ウェハ対カソード距離が 5.2 mm で、チャンバの圧力が 2 ミリトールの場合に、温度 300 °C で 18 s c c m チャンバ / 15 s c c m 支持板のアルゴン流量を用いてエンデュラ装置を 60 秒間作動させて得られたものである。デルタは、中心部の測定値と、図 3 に従った外縁に近い位置にある上部、左部、底部、および右部の 4 つの外縁部の測定値との厚さの差のうちの最大値 ( ) である (標準 5 点試験)。試験を行う位置が多いほど、標準偏差またはシグマ値が小さくなる傾向がある。したがって、標準 5 点試験は 5 箇所ですべて試験を行わないので、いくつかの位置での厚さを測定する代替の試験よりはるかに厳密である。

【 0 0 2 4 】

高さ 4 mm、幅 1.18 インチ (3.0 cm) の外側リングと、高さ 2 mm、幅 3.54 インチ (9.0 cm) の内側円盤とを有する Al - Cu (0.5%) のスパッタリング・ターゲットを製造し、シート抵抗および膜厚の均一性の両方を改善した。約 1 ミクロンの膜を 200 mm の熱酸化ウェハに被着させて、ターゲットの性能を測定するための基礎

を形成した。評価には、以下のような標準的な処理条件を用いた。

出力	1 0 . 6 k w
アルゴン流量（チャンバ）	1 8 s c c m
アルゴン流量（支持板）	1 5 s c c m
チャンバの圧力	2 . 0 4 m T o r r
温度	3 0 0
ターゲット対ウェハ距離	4 6 m m および 5 2 m m（厚さ） 可変（R s 均一性）

【 0 0 2 5 】

R s 均一性を、4 D 自動 4 点探測機を用いて 2 0 0 m m ウェハの 4 9 箇所で測定した。6 m m の外縁部は除去した。膜厚は、標準 5 点試験に従って各ウェハの 5 箇所を測定した。初期の試験を、R s 均一性については 3、7 k w h、および 1 5 k w h で行い（表 3）、膜厚については 3、5、7、9、1 2、および 1 5 k w h の間隔で行った（表 4）。膜厚および R s 均一性の測定は、標準的なウェハ対カソード距離である 5 2 m m で行った。さらに、さまざまなウェハ対カソード距離（4 4 ~ 5 3 m m）に応じて 1 0 0 ~ 1 4 0 0 k w h で試験を行って、R s 均一性が低い膜を被着させるための最適距離を探した。

10

【 0 0 2 6 】

表 3 は、さまざまなウェハ対カソード距離を有するターゲットでの、R s 均一性の結果を示している。

【 0 0 2 7 】

20

【表 3】

表 3

ウェハ/ カソード 距離 (mm)	ターゲット寿命/R s 均一性 (パーセント 1 シグマ)							
	3kwh		7kwh		15kwh		100kwh	
	ウェハ #1	ウェハ #2	ウェハ #1	ウェハ #2	ウェハ #1	ウェハ #2	ウェハ #1	ウェハ #2
44			1.00%	1.22%	1.12%	1.01%	1.17%	1.08%
46			0.75%	0.80%	0.86%	0.89%	0.70%	0.62%
48			1.16%	1.11%	0.93%	0.72%	0.97%	1.10%
50			1.11%	1.13%	1.39%	1.82%	1.56%	1.45%
52	1.95%	2.02%	1.62%	1.44%	1.79%	1.88%	1.59%	1.89
53			2.02%	1.74%	1.88%	1.93%	2.02%	2.37%

ウェハ/ カソード 距離 (mm)	ターゲット寿命/R s 均一性 (パーセント 1 シグマ)							
	300kwh		500 kwh		700kwh		900kwh	
	ウェハ #1	ウェハ #2	ウェハ #1	ウェハ #2	ウェハ #1	ウェハ #2	ウェハ #1	ウェハ #2
44	1.13%	1.10%	1.85%	1.80%	2.12%	2.04%	1.64%	1.84%
46	0.92%	0.77%	0.79%	1.05%	1.14%	1.09%	1.31%	1.54%
48	1.14%	1.18%	0.92%	0.75%	0.75%	0.93%	0.69%	0.84%
50	1.17%	1.46%	1.45%	1.33%	0.75%	0.55%	0.69%	0.57%
52	1.68%	1.54%	1.71%	1.49%	1.24%	1.41%	1.35%	1.01%
53	2.27%	2.03%	1.33%	1.50%	1.29%	1.44%	1.78%	1.58%

ウェハ/ カソード 距離 (mm)	ターゲット寿命/R s 均一性 (パーセント 1 シグマ)					
	1100 kwh		1300 kwh		1400 kwh	
	ウェハ #1	ウェハ #2	ウェハ #1	ウェハ #2	ウェハ #1	ウェハ #2
44	2.24%	2.37%	2.07%	2.39%	2.18%	2.61%
46	1.99%	1.87%	1.42%	2.14%	1.54%	1.60%
48	1.19%	1.08%	1.52%	1.26%	1.28%	1.26%
50	1.23%	1.09%	1.35%	1.33%	0.65%	0.78%
52	0.79%	0.96%	1.19%	1.15%	0.79%	1.08%
53	1.42%	1.18%	1.50%	1.27%	1.00%	1.18%

## 【 0 0 2 8 】

これらのデータは、最高の均一性を得るために最適なウェハ対カソード距離が、予想外に初期には小さいことを示している。中心領域の厚さを減じたターゲットでは、初期の最適なウェハ対カソード距離は約 46 mm に減少した。高さ 4 mm の外側リングと、高さ 2 mm の内側円盤とを有するターゲットは、ウェハ対カソード距離が 50 から 52 mm の間の場合に最適な均一性を有していた。次いで、約 900 kwh のスパッタリング後には、



最適なウェハ対カソード距離は5.2 mmまで増加した。

【0029】

表4に、5.2 mmのウェハ対カソード距離を用いて得られた、膜厚の均一性を示す。

【0030】

【表4】

表 4

Kwh	中心部	上部	左部	底部	右部	デルタ
3	10394	10263	10225	10287	10245	<b>169</b>
5	10403	10177	10185	10152	10185	<b>251</b>
7	10659	10347	10302	10385	10325	<b>357</b>
9	10620	10320	10357	10317	10337	<b>303</b>
12	10738	10467	10342	10342	10452	<b>396</b>
15	11009	10455	10522	10457	10530	<b>554</b>
100	11042	10535	10435	10477	10457	<b>607</b>
300	10665	10115	10157	10085	10092	<b>580</b>
500	10837	10887	10800	10851	10910	<b>110</b>
700	9480	9563	9510	9472	9521	<b>91</b>
900	9289	9144	9101	9285	9192	<b>188</b>
1100	9008	9021	8960	9080	9011	<b>120</b>
1300	8625	8459	8424	8446	8462	<b>201</b>
1400	8100	7977	7898	8102	8071	<b>204</b>

【0031】

以上に示したとおり、また図4に示すように、ウェハの中心部と外径部との間の膜厚均一性のデルタは、Rs均一性のデータに従っている。したがって、ターゲット寿命の大部分で、厚さの差は、Rs均一性の値が低い試験点で最小であった。しかし、ターゲット寿命の終わりに向けて、この相関関係にある程度の相違が生じるものと思われる。

【0032】

表5は、標準のウェハ対カソード距離が5.2 mm、および最適距離4.6 mmでの各試験期間の後に、ターゲットに対して標準5点試験を用いて得られた厚さのデルタの測定結果を比較したものである。

【0033】

【表 5】

表 5

kwh	厚さのデルタ		最適なウェハ対 カソード距離 46 mm	標準のウェハ対 カソード距離 52 mm
	52 mm (Å)	46 mm (Å)	Rs 均一性 (% 1 シグマ)	Rs 均一性 (% 1 シグマ)
100	607	50	0.70%	1.59%
300	580	80	0.92%	1.68%
500	110	90	0.79%	1.71%
700	91	188	1.14%	1.24%
900	188	161	1.31%	1.01%
1100	120	189	1.99%	0.79%
1300	201	207	1.42%	1.19%
1400	204	95	1.54%	0.79%

## 【 0 0 3 4 】

表 5 および図 4 のデータは、シート抵抗または Rs 均一性を最適化するための、2 部方法を示している。まず、最適なウェハ対カソード距離を平板状ターゲットに比べて内側に移動させて 46 mm にする。次いで、ターゲットを少なくとも約 900 時間通電した後、距離を 52 mm まで増加させる。この移動により、スパッタリング製造業者にとって、標準 5 点試験で、1 シグマが約 1.5 パーセント未満のレベルの Rs 均一性、および約 250 の最大の厚さのデルタを維持することが可能になる。最も有利には、約 1.3 パーセント未満の 1 シグマのレベルに Rs 均一性を維持する。

## 【 0 0 3 5 】

表 6 は、最適なウェハ対カソード (W/C) 距離を用いて 100 kwh で測定した、さまざまな 200 mm Al/Cu .5 % ターゲットの膜厚のデータを示している。

## 【 0 0 3 6 】

【表 6】

表 6

ターゲット ID	寿命 (kwh)	ターゲットの突出高さ	W/C (mm)	中心部 (Å)	上部 (Å)	左部 (Å)	底部 (Å)	右部 (Å)	デルタ (Å)
A	880	4 mm リング	52	9738	10104	10062	10092	10090	366
C	100	4 mm リングなし	52	10610	10730	10650	10620	10652	120
D	100	6 mm リング	52	11477	11040	11015	11212	10972	505
E	100	4 mm 外側リングのみ	52	11577	10682	10797	10737	10635	942
A1	885	中心部変更後	52	9382	9454	9437	9465	9365	100
1A	100	外側 4 mm / 内側 2 mm	52	11042	10535	10435	10477	10457	607
2B	100	外側 4 mm / 内側 2 mm	46	11067	11030	11017	11020	11062	50
1A	300	外側 4 mm / 内側 2 mm	52	10665	10115	10157	10085	10092	580
2B	300	外側 4 mm / 内側 2 mm	46	10715	10702	10782	10780	10752	80
1A	500	外側 4 mm / 内側 2 mm	52	10837	10887	10800	10851	10910	110
2B	500	外側 4 mm / 内側 2 mm	46	10189	10180	10200	10270	10245	90

## 【 0 0 3 7 】

隆起した外側リング、およびそれより低い隆起の内側領域を含むターゲットにより、スパッタリングの均一性の改善が容易になる。このターゲットは、通常のスパッタリング装置で首尾良くスパッタリングを行い、均一性が高い被着物を生成した。このターゲットは、アルミニウムおよびアルミニウム合金のスパッタリング・ターゲットの設計に対して特に有効である。たとえば、このターゲットは、最大で約 1 . 5 パーセントのシグマのシート抵抗均一性で基板を被覆する。さらに、それは、A 型磁石を用いた回転マグネトロン・スパッタリング・チャンバ内で、少なくとも 1 0 0 0 k w h の寿命を有する。最も有利には、ターゲットが少なくとも 1 2 0 0 k w h の寿命を有し、少なくとも 1 4 0 0 k w h の寿命に対する試験を首尾良く行う。これは、約 9 0 0 k w h のターゲット寿命を有する通常の平板状の設計と比べて有利である。

10

## 【 0 0 3 8 】

本発明により、その範囲から逸脱することなく、多くの可能な実施例を作ることが可能であり、したがって本明細書に記載したあらゆる事柄は、例示的であり限定的なものではないと解釈すべきである。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 3 9 】

【図 1 A】円盤形状の中心領域を含むスパッタリング・ターゲットの上面図。

20

【図 1 B】図 1 A のスパッタリング・ターゲットの線 1 - 1 に沿った断面図。

【図 2 A】リング形状の中心領域を含むスパッタリング・ターゲットの上面図。

【図 2 B】図 2 A のスパッタリング・ターゲットの線 2 - 2 に沿った断面図。

【図 3】ウェハの膜厚を測定する位置を示す概略図。

【図 4】中心領域の設計を用いて得られた、改善された均一性を示す図。

## 【図 1 A】

## 【図 2 A】

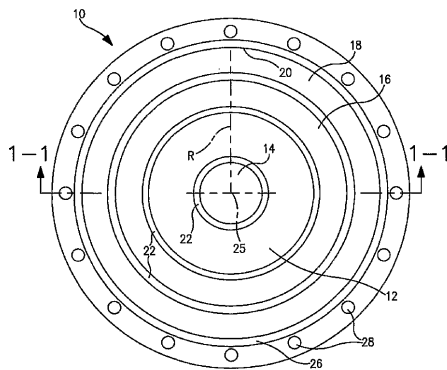


FIG. 1A

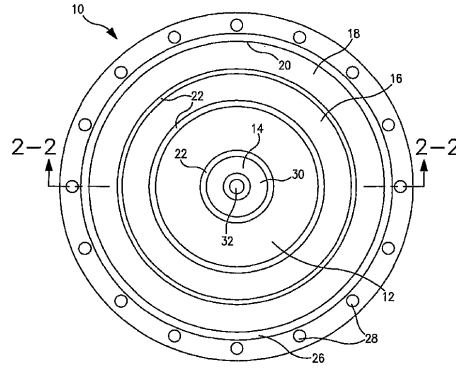


FIG. 2A

## 【図 1 B】

## 【図 2 B】

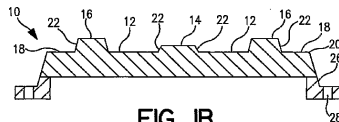


FIG. 1B

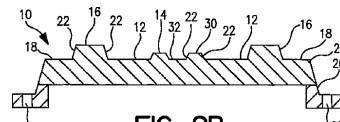
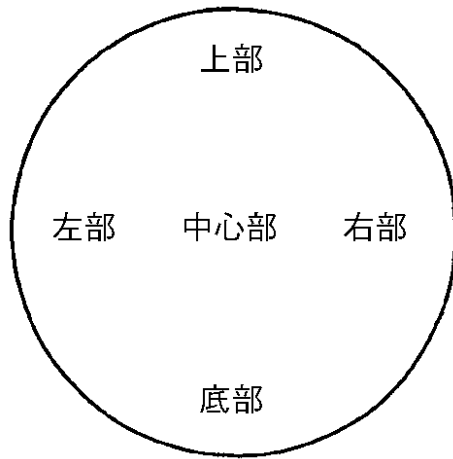
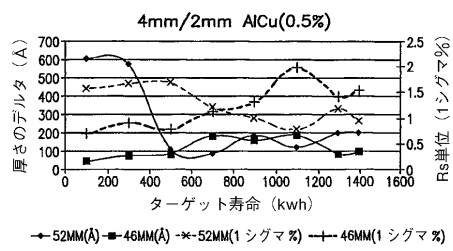


FIG. 2B

【図 3】



【図 4】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 マークス、ダニエル、アール  
アメリカ合衆国 カリフォルニア、サンタ バーバラ、ミラモント ドライブ 948、ナンバー  
1
- (72)発明者 マシュー、ラジャン  
アメリカ合衆国 ニューヨーク、ナヌエット、ジュディス ストリート 21
- (72)発明者 スノウマン、アルフレッド  
アメリカ合衆国 ニュージャージー、イングルウッド、ユグノー アヴェニュー 121
- (72)発明者 フィッシャー、チャールズ、アール  
アメリカ合衆国 ニューヨーク、ボモナ、キャンプ ヒル ロード 153

審査官 宮澤 尚之

- (56)参考文献 特開2001-140063(JP, A)  
特開昭62-037369(JP, A)  
特開平04-173965(JP, A)  
国際公開第99/063128(WO, A1)  
特開平09-111445(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C23C 14/00-14/58