(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [6]
H01L 21/33

(45) 공고일자 2002년09월18일
(11) 등록번호 10-0338796
(24) 등록일자 2002년05월18일

(21) 출원번호 10-1998-0020179
(22) 출원일자 1998년06월01일

(65) 공개번호 특1999-0006536
(43) 공개일자 1999년01월25일

(30) 우선권주장 97-157331 1997년06월02일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시키가이샤 저펜에너지
일본국 도쿄도 미나토구 도라노몬 2죠메 10-1

(72) 발명자 타카하시 카즈시게
일본국 이바라키켕 키타이바라키시 하나카와쪼 우스바 187-4가부시기가이샤 저팬에너지 이소하라코죠나이
카노 오사무
일본국 이바라키켕 키타이바라키시 하나카와쪼 우스바 187-4가부시기가이샤 저팬에너지 이소하라코죠나이

(74) 대리인 신중훈
임옥순

심사관 : 정회환

(54) 고순도구리스퍼터링타겟및박막

요약

본 발명은, 고속연산소자에 필요불가결한 낮은 전기저항을 가지고, 또한 막두께균일성에 뛰어난 배선막을 형성하는 일이 가능한 스퍼터링용 구리타겟 및 구리박막을 제공하는 것을 목적으로 한 것으로서, 그 구성에 있어서, Na 및 K함유량이 각각 0.1ppm이하, Fe, Ni, Cr, Al, Ca, Mg함유량이 각각 1ppm이하, 탄소 및 산소함유량이 각각 5ppm이하, U 및 Th함유량이 각각 1ppb이하, 가스성분을 제외한 구리의 함유량이 99.999%이상인 것을 특징으로 하는 고순도구리스퍼터링타겟을 제공하는 것이다. 또, 고순도구리스퍼터링타겟의 면에 있어서의 평균입자직경이 250㎛이하이고, 장소에 따른 평균입자직경의 불균일이 ±20%이내, X선회절강도비 I(111)/I(200)가 고순도구리스퍼터링타겟의 면에서 2.4이상이고 그 불균일이 ±20%이내인 것이 바람직한 것을 특징으로 한 것이다.

대표도
도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 타겟의 특성을 조사하기 위한 샘플링위치를 표시한 설명도.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, LSI등의 반도체박막배선재료를 제조하기 위한 고순도구리스퍼터링타겟 및 고순도구리스퍼터링타겟을 스퍼터링함으로써 얻게 되는 낮은비저항의 고순도구리박막에 관한 것이다.

종래, 반도체집적회로등의 배선재료로서는, Al 또는 Al합금(예를 들면 Si를 함유하는 Al등)이 일반적으로 사용되고 있었다. 그러나, 집적도의 증대에 수반해서 소자나 배선의 미세화가 진행됨에 따라, 배선저항치의 증대나 일렉트로마이그레이션 등의 문제가 발생해오고 있다. Al에 대신하는 다른재료로서 예를 들면 Mo이나 W등의 고융점금속배선을 사용하는 시도도 있으나, 비저항이 Al에 비해 크기 때문에, 문제가 있었다.

구리는, Al보다 저저항이고, 내(耐)일렉트로마이그레이션성에도 뛰어나기 때문에 Al에 대신하는 재료로서 구리를 사용하는 일이 시도되었다. 그러나, 구리는 산화하기 쉽고, 또, Si나 SiO_2막등과의 반응성도 크기 때문에, 순구리로서 배선재에 사용하는 것이 어려웠다. 이 때문에, 구리배선재료의 개발은, 구리외의 특정원소를 일정량첨가함으로써 내산화성을 향상시키려고하는 연구가 주류였다. 이들 연구의 대부분은, 첨가원소의 산화물(또는 실화물)이 제막(製膜)후에 박막표면을 피복함으로써, 그이상의 내부에의 산화를 방지하려고 하는 것이 였다.

예를 들면, 일본국 특개소 64-59938호에는, Ti, Zr, Al, B, Si중 적어도 하나와 구리와의 합금의 배선패턴을 형성하고, 이것을 질소를 함유하는 분위기속에서 어닐링함으로써 구리와 합금을 만드는 물질을 표면에 확산시켜 질화물배리어를 형성하는 방법이 기재되어 있다.

또, 일본국 특개평 6-177128호에는, 0.02-20원자%의 Al또는 Si를 함유하는 구리합금으로 이루어진 박막배선재료가 기재되어 있으나, 이것은 상기 합금을 산화함으로써 배선표면에 Al 또는 Si를 확산농축시킨 산화물을 형성하여 내산화성을 향상시킨 것이다.

그러나, 이들 방법에는, 첨가원소에 의해서 전기저항이 증대한다고하는 큰 문제점이 있으며, 이 때문에 전기저항이 순Al과 같은 2.7μΩ·㎝이하로 억제할 수 있도록 첨가원소의 상한치를 규정할 필요가 있었다. 왜냐하면, 전기저항의 증대는, 신호전달의 지연 및 소비전력의 증대를 초래하기 때문이다.

상기한 바와 같이, 구리를 배선재료로서 사용하는 시도는, 주로 특정원소를 첨가함으로써 행하여져 왔다. 그러나, 최근, 디바이스구조 및 배리어재의 진보에 의해서 이 상황이 바뀌어져 가고 있다. 이것은, CMP(Chemical Mechanical Polishing)기술등의 응용에 의해서, 디바이스구조의 간소화가 가능해져, 내산화성이 충분하지 않아도 사용가능한 구조로 되어 온 것, 및 구리전용의 배리어재가 새로이 개발된 것에 따라, 구리가 배선재로서도 사용에 견디는 레벨로 되어 온 것등에 따른 것이다.

이와 같은 일로, 종래, 어렵다고 여겨왔던 순구리에 의한 배선이 급속히 실현성을 가진 것으로 되어 온 것이다.

그러나, 지금까지 순구리에 의한 배선재의 연구는 적었기 때문에, 특히 스퍼터링타겟재료로서의 구리배선재료에 요구되는 조건이 충분히 검토된 일은 없었다. 특히, 컴퓨터등의 고속연산을 행할 경우의 소자에 필요한 전기저항이 낮고, 또한, 막두께균일성에 뛰어난 박막을 형성하기 위한 스퍼터링용 구리타겟은 개발되어 있지 않았다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은, 고속연산소자에 필요불가결한 낮은 전기저항을 가지고, 또한, 막두께균일성에 뛰어난 배선막을 형성하는 일을 가능하도록 하는 스퍼터링용 구리타겟 및 구리박막을 제공하는 일이다.

발명의 구성 및 작용

상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명자들은 예의 연구를 행한 결과, 전기저항이 낮은 막을 실현하기 위해서는, 타겟속의 불순물함유량을 일정치이하로 억제할 필요가 있으며, 또, 지금까지는, 합금화하기 위하여 첨가하고 있던 원소도 일정레벨이하로 낮출필요가 있다는 것, 막두께 균일성을 실현하기 위해서는, 타겟의 결정입자직경·결정배향성의 불균일을 억제하는 것이 필요하다는 지견을 얻었다.

이들 지견에 의거해서, 본 발명은,

① 고순도구리스퍼터링타겟에 있어서, Na 및 K함유량이 각각 0.1ppm이하, Fe, Ni, Cr, Al, Ca, Mg함유량이 각각 1ppm이하, 탄소 및 산소함유량이 각각 5ppm이하, U 및 Th함유량이 각각 1ppb이하, 가스성분을 제외한 구리의 함유량이 99.999%이상인 것을 특징으로 하는 고순도구리스퍼터링타겟.

② 고순도구리스퍼터링타겟의 면에 있어서의 평균입자직경이 250㎛이하이고, 또한 장소에 따른 평균입자직경의 불균일이 ±20%이내인 것을 특징으로 하는 상기 ①항 기재의 고순도구리스퍼터링타겟.

③ (111)면의 X선회절피크강도 I(111)와 (200)면의 X선회절피크강도I(200)와의 비I(111)/I(200)가 고순도구리스퍼터링타겟의 면에서 2.4이상이고, 고순도구리스퍼터링타겟의 면내에 있어서의 I(111)/I(200)의 불균일이 ±20%이내인 것을 특징으로 하는 상기 ①항 또는 ②항에 기재의 고순도구리스퍼터링타겟.

④ (111)면의 고순도구리스퍼터링타겟의 면내에 있어서의 X선회절피크의 반값폭이 $2\theta \leq 0.3deg$인 것을 특징으로 하는 상기 ①항 또는 ②항에 기재의 고순도구리스퍼터링타겟.

⑤ Si, Ag, Ti, Zr, Hf, B를 부가하여 함유하고 부가된 원소의 함유량이 각각 5ppm이하인 것을 특징으로 하는 상기 ①항 또는 ②항에 기재의 고순도구리스퍼터링타겟.

⑥ 전기저항치가 1.9μΩ·㎝이하인 것을 특징하는 상기 ①항 또는 ②항에 기재의 고순도구리스퍼터링타겟.

⑦ Na 및 K 함유량이 각각 0.1ppm이하, Fe, Ni, Cr, Al, Ca, Mg함유량이 각각 1ppm이하, 탄소 및 산소함유량이 각각 5ppm이하, U 및 Th함유량이 각각 1ppb이하, 가스성분을 제외한 구리의 함유량이 99.999%이상인 고순도구리스퍼터링타겟을 스퍼터링함으로써 얻게 되는 전기저항치가 2.0μΩ·㎝이하인 것을 특징으로 하는 고순도구리박막.

을 제공하는 것이다.

이하, 본 발명에 대해서 상세히 설명한다.

본 발명에 있어서의 고순도구리스퍼터링타겟은, 불순물량을 극력 저감한 것이다.

스퍼터링에 의해서 형성되는 반도체소자의 동작성능의 신뢰성을 보증하기 위해서는, 반도체소자에 유해한 불순물을 극력 배제할 필요가 있다. 특히 유해한 불순물로서는,

① Na, K등의 알칼리금속원소

② U, Th등의 방사성원소

③ Fe, Ni, Cr등의 천이금속원소

를 들 수 있다.

Na, K등의 알칼리금속원소는 특히 확산하기 쉬워 절연막속을 용이하게 이동하고, MOS-LSI계면 특성의 열악화의 원인이 되기 때문에, 각각 0.1ppm이하, 바람직하게는 0.02ppm이하로 해야할 것이다.

U, Th등의 방사성원소는, α선을 방출하고 반도체소자의 소프트에러의 원인으로 되기 때문에, 특별히 엄하게 제한할 필요가 있으며, 각각 1ppb이하, 바람직하게는 0.5ppb이하로 해야할 것이다.

Fe, Ni, Cr등의 천이금속원소는 계면접합부의 트러블의 원인이 된다. 그 때문에, 각각 1ppm이하, 바람직하게는 0.1ppm이하로 해야할 것이다.

이들의, 특히 반도체소자에 유해한 원소에 추가해서 그외의 불순물도 저감할 필요가 있다. 일반적으로, 전기저항은 불순물량의 함수이고, 불순물량이 적을수록 전기저항은 낮아진다. 따라서, 전기저항을 낮게하기 위해서는, 보다 고순도인 것이 바람직하다. 그러나, 현실의 스퍼터링타겟을 제조하는 경우의 코스트등을 고려했을 경우, 박막의 전기저항치로서 2.0μΩ·㎝이하를 실현할 수 있는 불순물량이면 실용적인 가치가 크다.

따라서, 중금속원소뿐만아니라, Al, Ca, Mg등의 경금속원소도 저감할 필요가 있으며, 각각 1ppm이하, 바람직하게는 0.1ppm이하로 해야할 것이다.

또, 탄소 또는 산소 등의 가스성분도 막형성후의 막의 전기저항을 올리고, 또, 막의 표면형태에도 영향을 주는 등의 이유로 바람직하지 않기 때문에, 5ppm이하, 바람직하게는 1ppm이하로 해야할 것이다.

또, 지금까지의 연구에서는 합금성분으로서 첨가하는 일이 많았던, Si, Ti, Zr, Hf 및 B나 Ag에 대해서도 전기저항을 저감한다고 하는 견지에서는 극력 저감한 편이 바람직하며, 각각 5ppm이하, 바람직하게는 0.5ppm이하로 해야할 것이다. 그리고 전체의 구리순도는, 가스성분제외로 99.999%이상으로 한다.

또, 스퍼터링에 의해서 작성되는 막의 막두께균일성을 실현하기 위해서는, 타겟의 결정입자직경과 결정배향성의 불균일을 억제하는 일이 필요하다.

결정입자직경은, 고순도구리스퍼터링타겟의 면내에 있어서의 평균입자직경의 크기 및 장소에 따른 평균입자직경의 불균일이 막두께 균일성에 영향을 준다.

평균입자직경이 250㎛를 초과하면 8인치웨이퍼에 있어서의 막두께의 평균분산을 2.0이하로 할 수 없다. 또, 장소에 따른 불균일이 20%를 초과하면, 평균입자직경이 250㎛이하라도, 막두께의 평균분산이 2.0이상으로 되기 때문에 바람직하지 않다. 따라서, 고순도구리스퍼터링타겟의 면에 있어서의 평균입자직경이 250㎛이하이고, 또한 장소에 따른 평균입자직경의 불균일이 ±20%이내인 것이 막두께균일성을 실현하기 위해서는 필요하다.

한편, 결정배향성도 마찬가지로 막두께 균일성에 영향을 준다. JCPDS(Joint Commitee of Power Diffraction Standard)에 의하면 완전히 랜덤으로 배향되어 있는 경우, X선회절피크강도I(111)/I(200)=2.08로 보고되어 있다. 그러나, 본 발명자들의 연구에 의하면, 완전랜덤으로 배향되어 있는 경우 보다도 (111)면에 강하게 배향되어 있는 경우의 편이 보다 좋은 막두께균일성을 얻을 수 있는 것을 알았다. 이것은, 이하와 같은 이유에 의한다.

스퍼터레이트는 배향면에 의존한다. 그 때문에, 랜덤으로 배향되어 있으면 장소에 따라서 스퍼터레이트가 상이함으로, 어떤 특정면에 배향된 경우 보다 막두께균일성이 나빠진다. (111)면은 구리의 경우 최조밀면이고, 스퍼터원자의 방출밀도가 다른 면보다도 높아지고, 그 결과 막두께균일성에 뛰어난다.

그리고, (111)면의 X선회절피크강도I(111)과 (200)면의 X선회절피크강도 I(200)과의 비 I(111)/I(200)가 고순도구리스퍼터링타겟의 면에서 2.4이상이고, 고순도구리스퍼터링타겟의 면내에 있어서의 I(111)/I(200)의 불균일이 ±20%이내인 경우에 막두께의 평균분산 2.0이하를 실현하는 일이 가능하다.

또, 타겟표면의 가공변질층도 막형성특성에 영향을 준다. 타겟표면의 가공변질층이란, 기계가공(일반적으로는 선반가공)시의 바이트의 억누름등에 의해 타겟표면의 결정성이 파괴되거나, 미세균열(micro crack)등이 발생한 층을 의미한다. 가공변질층이 존재하면, 막형성속도가 불안정하게 되고, 막의 저항이 커지고, 막두께균일성이 나빠지는 등의 악영향이 있는 것을 알고 있다. 따라서, 스퍼터링의 초기에 가공변질부분을 사전스퍼터함으로써, 이들 악영향을 제거하는 것도 행하여진다. 본 발명자들은, 가능한 한 가공변질층이 발생하지 않게 하는 방법으로 기계가공을 행함으로써 막형성특성을 개선하는 것을 가능하게 했다. 가공변질층이 존재하는 경우, X선회절의 반값폭은 넓어지기 때문에, X선회절피크의 반값폭의 크기로부터 가공변질층의 존재량을 평하는 것으로 했다. 그 결과, 양호한 막형성특성을 얻기 위해서는, (111)면의 고순도구리스퍼터링타겟의 면내에 있어서의 X선회절피크의 반값폭이 $2\theta \leq 0.3$deg일 필요가 있다.

상기와 같은 불순물량을 극력 저감하고, 막두께균일성에 뛰어나는 고순도구리타겟은 이하와 같은 방법으로 작성할 수 있다.

즉, 통상의 전기구리를 황산욕속 또는 질산욕속에서 전해정제화하고, 불순물함유량을 6N이상의 고순도레벨까지 저감시킨 구리를 진공유도용해해서 고순도구리잉곳을 얻는다. 이 잉곳을 열간단조나 열간압연 등의 열간가공을 실시한 후, 또 냉각압연, 냉간단조 등의 냉간가공을 행하여 열처리를 실시한다. 열간가공은 가공률 50%이상, 냉각가공은 가공률 30%이상, 열처리는 온도 350 500℃, 시간 1 2시간이 바람직하다. 여기서 연간가공은 잉곳의 주조조직을 파괴하고, 등축(等軸)의 결정입자를 가진 조직으로 조정하기 위하여 불가결하다. 일단 주조조직을 파괴한 후에 있어서는, 결정입자직경의 조정, 결정배향성의 콘트롤 때문에 냉간가공과 열처리는 조건을 엄밀하게 관리된 상태에서 실시된다. 냉간가공의 가공률은, 열처리후의 결정입자직경에 영향을 주며, 가공률이 클수록 미세결정입자의 제작이 가능하게 된다. 또, 소정의 결정배향성을 얻기 위해서도 유효하다. 그러나, 가공률이 커짐에 따라 가공경화에 의한 재료의 경화가 일어나고, 어떤 일정치를 초과하면 가공시에 균열이 발생하는 일도 일어날 수 있다. 따라서, 냉간가공의 가공률은 최대 90%정도가 상한이다. 열처리온도와 시간은 재결정입자의 입자직경에 영향을 미치며, 적절한 열처리조건을 선택함으로써 소정의 입자직경을 가진 구리판을 얻을 수 있다. 온도가 지나치게 낮으면 재결정이 불충분하고, 가공변형이 충분히 제거되지 않는 조직으로 됨으로 피하지 않으면 안된다. 온도가 지나치게 높으면 입자성장을 야기하여, 결정입자직경의 조대화(粗大化)가 일어난다. 열처리온도는 조직에 주는 온도가 비교적 적으나, 생산성을 고려하여, 1-2시간이 적당하다.

열처리까지 종료한 구리판을 선반가공 등의 기계가공에 의해 타겟형상까지 가공된다. 이때, 기계가공조건은 최종제품의 가공변질층의 존재에 영향을 줌으로, 충분한 관리를 하는 것이 필요하다. 추장(推奬)되는 선반가공조건은, 회전수 40 80rpm, 바이트이송 0.1 0.2㎜, 바이트의 절삭깊이량 0.1 0.2㎜이다. 기계가공조건은 생산성과 연관됨으로, 고속의 가공이 생산성의 점에서는 바람직하나, 고속의 기계가공은 가공변질층의 도입원으로됨으로, 상기한 조건이 바람직하다. 기계가공에 의해 소정의 형상으로 가공된 구리판은, 뒤판(Backing plate)에 본딩되어, 스퍼터링타겟으로서 사용가능한 상태가 된다.

이하, 실시예 및 비교예에 의거해서 설명한다.

실시예 1 4 및 비교예 2, 3은 전기동(電氣銅)을 질산욕속에서 전해정제해서 진공유도용해한 고순도구리잉곳으로부터 제작하였다. 비교예 1에 대해서는, 저순도구리잉곳으로부터 제작하였다. 타겟형상은 모두 직경 12.98인치 두께 6.35㎜의 원반형상이다.

(실시예 1) 타겟A

전기동을 질산산성욕속에서 양극과 음극을 격막(隔膜)으로 구별하여 전해정제를 행한 후, 진공용해한 고순도구리잉곳(ø157×60t)을 600℃로 가열하고, 열간단조에 의해 ø190×40t로 했다. 또 600℃로 가열하여 ø265×20t까지 압

연하였다. 이후 냉간압연에 의해 ø360×10t까지 압연하고, 열처리를 400℃에서 1시간 행하고, 선반가공에 의해 직경 12.98인치, 두께 6.35㎜의 원반형상으로 마무리하고, 뒤판에 본딩해서 타겟을 제작하였다. 또한, 선반가공의 조건은 회전수 70rpm, 바이트의 절삭깊이량 0.15㎜, 바이트의 이송 0.12㎜로 하였다.

(실시예 2) 타겟B

실시예 1과 동일한 잉곳을 사용해서, 600℃에서의 열간압연을 행하여 ø300×15t로한 후, 냉간압연에 의해 ø360×10t로 하였다. 400℃에서 1시간의 열처리를 행하고, 실시예 1과 동일한 조건에서 타겟을 제작하였다.

(실시예 3) 타겟C

실시예 1과 동일한 잉곳을 사용해서, 실시예 1과 동일한 공정에서 냉간압연까지 행하였다. 그후 열처리를 550℃에서 1시간행하고, 그후는 실시예 1과 동일한 기계가공조건에 의해 타겟을 제작하였다.

(실시예 4) 타겟D

실시예 1과 동일한 잉곳을, 실시예 1과 동일한 조건에서 열간단조, 냉간압연, 열처리를 행하여, ø360×10t의 원반형상구리판을 얻었다. 이 구리판을 회전수 70rpm, 바이트의 절삭깊이 0.4㎜, 바이트의 이송 0.3㎜의 조건에 의해 선반가공을 행하여 타겟을 제작하였다.

(비교예 1) 타겟E

순도 3N5의 전기동을 진공유도용해한 구리잉곳을 사용해서 실시예 1과 완전동일한 공정에 의해 타겟을 제작하였다.

(비교예 2) 타겟F

비교예 1과 동일한 순도3N5의 잉곳(ø157×60t)을 사용해서, 600℃의 열간압연에 의해 ø360×10t로 하였다. 그후 열처리를 행함이 없이, 실시예 1과 동일한 조건에서 선반가공을 행하여, 타겟으로 하였다.

(비교예 3) 타겟G

비교예 1과 동일한 순도 3N5의 잉곳(ø157×60t)을 사용해서, 600℃의 열간압연에 의해 ø265×20t로 하고, 그후 냉간압연에 의해 ø360×10t로 하였다. 그후, 열처리를 행함이 없이, 실시예 1과 동일한 조건에 의해 선반가공을 행하여, 타겟으로 하였다.

불순물량

불순물량을 표 1에 표시한다.

타겟	단위	실시예1 A	실시예2 B	실시예3 C	실시예4 D	비교 예1 E	비교 예2 F	비교 예3 G
Na	ppm	0.005	0.005	0.005	0.005	0.04	0.04	0.04
K		0.005	0.005	0.005	0.005	0.05	0.05	0.05
Fe		0.03	0.03	0.03	0.03	0.9	0.9	0.9
Ni		0.008	0.008	0.008	0.008	1.0	1.0	1.0
Cr		0.002	0.002	0.002	0.002	0.1	0.1	0.1
Al		0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
Ca		0.02	0.02	0.02	0.02	0.2	0.2	0.2
Mg		0.01	0.01	0.01	0.01	2	2	2
C		0.05	0.05	0.05	0.05	1	1	1
O		1	1	1	1	4	4	4
Si		0.1	0.1	0.1	0.1	5	5	5
Ag		0.2	0.2	0.2	0.2	15	15	15
Ti		0.03	0.03	0.03	0.03	5	5	5
B		0.004	0.004	0.004	0.004	0.6	0.6	0.6
Zr		0.02	0.02	0.02	0.02	7	7	7
Hf		0.006	0.006	0.006	0.006	0.9	0.9	0.9
U	ppb	0.1	0.1	0.1	0.1	1.8	1.8	1.8
Th		0.1	0.1	0.1	0.1	1.6	1.6	1.6

타겟의 특성

상기 A G의 타겟은 표 2에 표시한 결정입자직경과 그 불균일 및 (111)면과 (200)면의 회절피크강도비와 그 불균일을 가지고 있었다.

타겟	실시예1 A	실시예2 B	실시예3 C	실시예4 D	비교예1 E	비교예2 F	비교예3 G
결정입자 최대폭 (㎛)	150	200	460	150	120	250	측정불가
평균입자직경의 불균일 (%)	±14	±19	±28	±14	±18	±20	측정불가
I(111)/I(200)	5.2	2.5	4.8	5.2	5.1	1.5	0.5
피크강도비의 불균일 (%)	±11	±19	±14	±11	±13	±25	±21
반값폭 (deg)	0.16	0.20	0.11	0.34	0.17	0.17	0.17

*비교예 3의 결정입자직경, 평균입자직경의 불균일은 재결정되어 있지 않음으로 측정불가

측정은 표 1의 각각의 타겟에 대해서 도 1에 표시한 9개의 위치로부터 샘플의 잘라내기를 행하고, 결정입자직경의 측정은 JIS · H501에 기재된 절단법에 의해 행하였다.

막형성시험

상기 A G의 타겟을 사용해서 직경 8인치 Si기판위에, Ar가스압:5mTorr, 스퍼터파워:3kW, 기판타겟거리:50㎜에 의해 막형성하고, 막의 비저항과 막두께분포분산을 평가하였다.

표 3에 비저항과 막두께분포분산 및 더미런의 필요한 성막두께를 표시한다. 또한, 더미런의 두께란, 막두께분포분산이 표 3의 값으로 될 때까지 소요되는 웨이퍼위의 적산막두께를 의미하고 있다.

타겟	실시예1 A	실시예2 B	실시예3 C	실시예4 D	비교예1 E	비교예2 F	비교예3 G
비저항 (μΩ · cm)	1.85	1.85	1.85	1.85	2.2	2.2	2.2
막두께분포분산σ (%)	1.5	1.8	2.3	1.5	1.5	2.5	4.0
더미런의 필요한 성막두께 (μm)	3	5	3	15	3	3	3

*더미런의 두께란 막두께분포분산이 표 3의 값으로 될 때까지 소요되는 웨이퍼위의 적산막두께

(결과)

본 발명의, 고순도구리스퍼터링타겟을 사용해서 형성한 막은, 비저항이 2μΩ · cm이하로 극히 낮은 저항치를 가진 것이였다.

또, 평균입자직경이 250㎛이하, 입자직경의 불균일이 20%이내의 것, X선회절강도비 I(111)/I(200)가 2.4이상, 피크강도비의 불균일이 ±20%이내의 타겟을 사용해서 형성한 막은 막두께분포의 균일성에 뛰어난 것이였다.

또, (111)면 피크의 반값폭이 0.3deg이내의 타겟을 사용해서 막형성을 행하였을 경우에는, 더미런에 필요한 막두께가 작아도 되는 것이 확인되었다.

발명의 효과

본 발명에 의한 고순도구리타겟을 사용함으로써 비저항이 2μΩ·㎝이하로 극히 낮고, 또한 막두께분포의 균일성에 뛰어난 구리막을 얻을 수 있다. 또, 스퍼터링시의 더미런막두께도 작게하는 것이 가능하다.

일반적으로

$R = \rho \cdot L/S$

R: 저항, ρ: 비저항, L: 길이, S: 단면적

의 관계가 있음으로, 본 발명에서 얻게되는 비저항이 2μΩ·㎝이하의 막의 경우, 세선가공했을 경우에도 저항을 낮게 유지할 수 있다.

그리고,

$Q = I^2 \cdot R$

Q: 주울열, I: 전류

의 관계가 성립되기 때문에, 동일한 전류를 흐르게했을 경우에 발생하는 주울열이 적다. 본 발명의 순도 6N의 구리배선막은, 순도3N5의 구리배선막에 비해서 비저항이 약 10%낮으므로, 상기 식에 의하면 동일한 회로를 형성했을 경우, 발생하는 주울열을 약 10%저감할 수 있다.

또, 저항치가 낮음으로써 신호전파의 지연이 억제되는 동시에 소비전력의 저감을 달성할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

고순도구리스퍼터링타겟에 있어서, Na 및 K함유량이 각각 0.1ppm이하, Fe, Ni, Cr, Al, Ca, Mg함유량이 각각 1ppm이하, 탄소 및 산소함유량이 각각 5ppm이하, U 및 Th함유량이 각각 1ppb이하, 가스성분을 제외한 구리의 함유량이 99.999%이상인 것을 특징으로 하는 고순도구리스퍼터링타겟.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 고순도구리스퍼터링타겟의 면에 있어서의 평균입자직경이 250㎛이하이고, 또한 장소에 따른 평균입자직경의 불균일이 ±20%이내인 것을 특징으로 하는 고순도구리스퍼터링타겟.

청구항 3.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, (111)면의 X선회절피크강도I(111)와 (200)면의 X선회절피크강도I(200)와의 비I(111)/I(200)가 고순도구리스퍼터링타겟의 면에서 2.4이상이고, 고순도구리스퍼터링타겟의 면내에 있어서의 I(111)/I(200)의 불균일이 ±20%이내인 것을 특징으로 하는 고순도구리스퍼터링타겟.

청구항 4.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, (111)면의 고순도구리스퍼터링타겟의 면내에 있어서의 X선회절피크의 반값폭이 $2\theta \leq 0.3$deg인 것을 특징으로 하는 고순도구리스퍼터링타겟.

청구항 5.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, Si, Ag, Ti, Zr, Hf, B를 부가하여 함유하고 부가된 원소의 함유량이 각각 5ppm이하인 것을 특징으로 하는 고순도구리스퍼터링타겟.

청구항 6.

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 전기저항치가 1.9μΩ·㎝이하인 것을 특징으로 하는 고순도구리스퍼터링타겟.

청구항 7.

Na 및 K 함유량이 각각 0.1ppm이하, Fe, Ni, Cr, Al, Ca, Mg함유량이 각각 1ppm이하, 탄소 및 산소함유량이 각각 5 ppm이하, U 및 Th함유량이 각각 1ppb이하, 가스성분을 제외한 구리의 함유량이 99.999%이상인 고순도구리스퍼터링 타켓을 스퍼터링함으로써 얻게 되는 전기저항치가 2.0μΩ·㎝이하인 것을 특징으로 하는 고순도구리박막.

도면

도면 1

