

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成17年8月18日(2005.8.18)

【公開番号】特開2002-334911(P2002-334911A)

【公開日】平成14年11月22日(2002.11.22)

【出願番号】特願2002-31015(P2002-31015)

【国際特許分類第7版】

H 01 L 21/66

【F I】

H 01 L 21/66

P

【手続補正書】

【提出日】平成17年1月31日(2005.1.31)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】膜厚測定用モニタウェハ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 S i ウェハに成膜される膜の膜厚を干渉色測定法により測定する膜厚測定用 S i C ウェハにおいて、前記膜厚測定用 S i C ウェハの表面を研磨してその平均表面粗さ R a を前記 S i ウェハの表面粗さより大きく前記 S i ウェハの表面に成膜される膜厚と同等以下に形成したことを特徴とする膜厚測定用モニタウェハ。

【請求項2】 S i ウェハに成膜される膜の膜厚を干渉色測定法により測定する膜厚測定用 S i C ウェハにおいて、前記膜厚測定用 S i C ウェハの表面を研磨してその平均表面粗さ R a を前記 S i ウェハの表面に成膜される複数種の膜の最小膜厚と同等に形成したことを特徴とする膜厚測定用モニタウェハ。

【請求項3】 S i ウェハに成膜される膜の膜厚を干渉色測定法により測定する膜厚測定用 S i C ウェハにおいて、前記膜厚測定用 S i C ウェハの表面を研磨してその平均表面粗さ R a を前記 S i ウェハの表面に成膜される膜の膜厚を上限値とし、当該上限値未満で当該測定対象の S i ウェハの表面粗さより粗く設定してなることを特徴とする膜厚測定用モニタウェハ。

【請求項4】 前記成膜される膜は複数種の膜であって、その最小膜厚を上限値とし、当該上限値未満で当該測定対象の S i ウェハの表面粗さより粗く設定してなることを特徴とする請求項3に記載の膜厚測定用モニタウェハ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はモニタウェハに係り、特にモニタウェハの内、表面粗さを S i 製品ウェハ程度まで研磨しなくともモニタウェハとして利用できる膜厚測定用のモニタウェハに関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体の製造工程においては、製品となる S i ウェハに熱酸化処理や C V D 成膜処理を行う場合、製品 S i ウェハとともに、ダミーウェハやモニタウェハをウェハポートに同時に搭載することが行われる。ダミーウェハは製品ウェハの枚数が規定枚数に足りないときに補充し、あるいは C V D 工程等において炉内温度、ガスの流れを均一にするために挿入されるもので、製品になり得ないものである。また、モニタウェハは、製品 S i ウェハに

形成されるCVD膜等の膜厚並びに炉内パーティクル数をモニタするために製品Siウェハと全く同じ工程で処理されるものである。したがって、特に製品Siウェハとモニタウェハとは、ウェハポートに同時収容され、所定の処理によって製品ウェハ及びモニタウェハの表面に熱酸化膜或いはCVD膜が同時に形成される。

【0003】

所定の処理の終了後、膜厚測定用モニタウェハをポートから取り出したのち、膜厚測定器によりモニタウェハに形成された膜の膜厚が測定され、測定された膜厚が規格内であるか否か判定される。規格内であれば、同時に処理された製品ウェハにも規定内の膜厚の膜が形成されていると評価でき、製品ウェハが次の工程に移される。

【0004】

ところで、上述した膜厚測定用モニタウェハとしては、従来から製品ウェハと同一素材からなるSiウェハを用いているのが一般的である。このSiウェハを膜厚測定用モニタウェハとして使用する場合、膜厚測定が終了する度に研磨またはエッチング、もしくは研磨とエッチングの併用によって膜を除去し、再使用に供される。例えば、6インチウェハのD-polyl成膜工程では、1回で1000オングストロームのD-polyl膜を膜厚測定用モニタウェハ上に形成する。一度形成されたらHF + HNO₃ + H₂O(1:8:12)でD-polyl膜を除去し、再度、膜厚測定用モニタウェハとして使用する。これを3~4回繰り返した後は表面が荒れてしまうので、膜厚モニタウェハとして使用できなくなる。また、再研磨を3~4回繰り返した後は、研磨によってウェハ板厚が薄くなり、変形し易くなったり、割れ易くなってしまう。あるいは、計測不可になるなどして、使用できなくなる。このため、モニタウェハではなく、ダミーウェハとして使用するか、廃棄処分としている。

【0005】

したがって、上述したSiウェハを膜厚測定用モニタウェハとした場合には、数回程度の使用でモニタウェハとして使用できなくなってしまい、モニタウェハとしての寿命が短いという問題がある。かかる観点から、最近、炭化珪素(SiC)よりなる膜厚測定用モニタウェハが斯界の注目を集めている。即ち、このSiCモニタウェハはCVDにより形成された厚さ1mm程度の円板状の炭化珪素膜であって、

a) 硝酸、弗酸などに対する耐蝕性に優れているためエッチングによる付着物の除去が容易になり、かつモニタウェハ自身の表面が荒れないため長期間の繰り返し使用が可能であること、

b) 窒化珪素、ポリシリコンとの熱膨張係数の差が小さいため、モニタウェハ上にも付着する膜は剥離しにくく、工程途中の大幅なパーティクルを低減することが可能であること、

c) 高温での重金属など不純物の拡散係数が極めて低いため、炉内汚染の懸念が少ないと、

d) 耐熱変形性に優れているためロボット搬送などの自動移載が容易であること、等の多くの利点があり、経済的効果大なることから実用化が促進されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記SiCウェハをモニタウェハとして用いる場合、基本的には製品となるSiウェハと同等な表面粗さが要求される。

【0007】

膜厚モニタとして要求される仕様を考えてみた場合、膜厚モニタウェハにおける膜厚測定法の基本的な原理は膜の屈折率や厚さが変わることで干渉色が変化するという現象を利用した干渉色測定法を応用したものであり、このことからすると、入射した光に対して、測定に必要な反射強度(反射率)が得られる面であれば測定が可能であり、したがって、Siウェハ並の超鏡面($R_a = 0.0002 \mu m$)は不要であるとの結論に至ったものである。

本発明は、SiC材料などの硬質ウェハを膜厚モニタ用のウェハとして実用化できる構

造のウェハを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

発明者等はモニタウェハの表面粗さが製品Siウェハの表面粗さと同等でなくても、測定に必要な反射強度（反射率）が得られる表面粗さであれば良いこと、測定対象膜厚の測定限界最小膜厚にほぼ等しい表面粗さを持たせるようにすれば、適正に膜厚のモニタができるとの知見を得て本発明に至ったものである。

【0009】

すなわち、本発明に係る膜厚測定用モニタウェハは、前記膜厚測定用SiCウェハの表面を研磨してその平均表面粗さRaを前記Siウェハの表面粗さより大きく前記Siウェハの表面に成膜される膜厚と同等以下に形成したことを特徴としている。

また、本発明に係る膜厚測定用モニタウェハは、Siウェハに成膜される膜の膜厚を干渉色測定法により測定する膜厚測定用SiCウェハにおいて、前記膜厚測定用SiCウェハの表面を研磨してその平均表面粗さRaを前記Siウェハの表面に成膜される複数種の膜の最小膜厚と同等に形成するようにできる。

【0010】

さらに、本発明に係る膜厚測定用モニタウェハは、Siウェハに成膜される膜の膜厚を干渉色測定法により測定する膜厚測定用SiCウェハにおいて、前記膜厚測定用SiCウェハの表面を研磨してその平均表面粗さRaを前記Siウェハの表面に成膜される膜の膜厚を上限値とし、当該上限値未満で当該測定対象のSiウェハの表面粗さより粗く設定するようにできる。

この場合、前記成膜される膜は複数種の膜であって、その最小膜厚を上限値とし、当該上限値未満で当該測定対象のSiウェハの表面粗さより粗く設定するようにできる。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係る膜厚測定用モニタウェハの具体的実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

図1は、実施の形態に係るモニタウェハ40はSiCを素材として形成する製造工程の一例を示したもので、SiCの製造方法としては、SiC粉末を焼結して製作する。あるいは、カーボンをSiガスでSiC化させるなどのいくつかある製造方法の内、CVD法による製造工程を示したものである。まず、製造するSiCモニタウェハ40の寸法に合せて、高純度黒鉛からなる所定寸法の円板状黒鉛基材42を製作する（図1（1））。

【0012】

その後、上記円板状黒鉛基材42をCVD装置に入れ、装置（炉）内を所定の温度を、例えば、1000～1600となるように加熱、保持するとともに、炉内を所定の圧力、例えば、100 Torrに設定する。そして、このCVD装置に対し、SiCの原料となるSiCl₄とC₃H₈をそれぞれ5～20体積%にして、キャリアガスとしての水素ガス（H₂）とともに供給する。これにより、黒鉛基材42の表面にSiC層（炭化ケイ素層）44が成膜されるが、この膜厚が0.1～1mm程度となるまで成膜処理する（同図（2））。

【0013】

その後、表面にSiC層44の膜を形成した黒鉛基材42をCVD装置から取り出し、機械加工によって周面を研削して切除し、黒鉛基材42の周面を露出させる（図1（3））。そして、SiC膜に挟まれた状態の黒鉛基材42を900～1400の炉に入れて酸素を供給し、酸化雰囲気中に黒鉛基材42を燃焼させてこれを除去することにより、2枚のSiCモニタウェハ40を得るのである（図1（4））。その後、同図（5）に示したように、SiCモニタウェハ40を研磨するとともに、周縁部を面取り仕上げする。

【0014】

モニタウェハは通常シリコンウェハと同様に表面研磨される。SiCモニタウェハ40はダイヤモンド砥粒を用いたポリッシングにより研磨され、その平均表面粗さRaを次

のように設定するようにしている。

すなわち、少なくともSiCウェハ40の片面の平均表面粗さRaを測定対象のSiウェハに成膜される膜の膜厚と同等かそれより小さくなるように設定している。Siウェハには絶縁酸化膜や多結晶シリコン膜などが例えば250オングストローム、500オングストローム、あるいは1000オングストロームなどの膜厚となるように成膜処理がなされる。この膜厚のモニタのために、上記SiCウェハ40の表面粗さRaを少なくとも最小膜厚となる厚さと同等かそれより小さくなるように設定するのである。例えば、Siウェハに対して250オングストローム、500オングストローム、および1000オングストロームの膜厚となるような成膜処理が複数にわたって行われる場合、最小膜厚は250オングストローム(=0.025μm)であるから、SiCウェハ40に施される平均表面粗さRaはRa<0.025μmとなるように設定するのである。もちろん、Siウェハが単一の成膜処理ごとにモニタを行う場合、例えば500オングストロームのD-poly膜を成膜する場合には、SiCモニタウェハ40の平均表面粗さRaが500オングストローム(=0.05μm)を上限値とし、当該上限値未満(Ra<0.05μm)となるように研磨するのである。

【0015】

このようにSiCモニタウェハ40の平均表面粗さRaを調整しても膜厚モニタを行うことができるので、機械的強度が高く、耐薬品性も高いSiCウェハへの研磨作業をSiウェハと同等程度まで研磨する必要性がなくなる。これにより容易にSiCウェハを膜厚モニタとして実用に供することができるのである。

【0016】

以下に具体的にSiウェハと膜厚測定用SiCウェハのそれぞれに成膜処理を施し、SiCウェハが膜厚モニタとして適用することができることを確認した実験例を示す。

<実験例1>

ウェハはSiモニタウェハとSiCモニタウェハとを用いた。実験に供した膜厚測定用SiCモニタウェハは、平均表面粗さRaが0.05μmであった。成膜は多結晶シリコンを異なる膜厚すなわち2000オングストローム、1400オングストローム、700オングストロームのオーダとなるようにSiモニタウェハとSiCモニタウェハとに同時に蒸着させ、これを各1バッチ行った。下表1, 2は蒸着した膜の厚さを計測した結果を示す。計測値はナノメトリックス社製のNanoSpec 8000XSEを用いて求めた。

【表1】

SiO₂ (単位: オングストローム)

No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
1998	2039	2032	2052	2049	2020
1429	1461	1466	1463	1465	1450
693	705	706	707	704	701

【表2】

SiC (単位: オングストローム)

No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
2011	2035	2022	2036	2027	2023
1435	1458	1455	1460	1451	1448
687	700	701	709	698	703

【0017】

図2はSiウェハ上の膜厚の平均値を横軸にSiCウェハ上の膜厚の平均値を縦軸にして、計測膜厚をプロットしたものであり、近似度が0.9998であり、SiCウェハを膜厚測定用モニタウェハとして利用できることを明瞭に示している。

【0018】

次に、モニタウェハの表面粗さと膜厚測定限界について調べた実験例を示す。

<実験例2>

8インチCVD-SiC黒色鏡面ウェハを膜厚モニタウェハとして用い、製品Siウェハとともに、Poly-Si膜を800オングストロームの膜厚となるよう成膜した。なお、実験に供した膜厚測定用SiCモニタウェハの表面粗さRaは、表面粗さの影響を調査するため、中心から外周へ行く程、粗くした。当該モニタウェハでは、鏡面(表面)側の中心部で膜厚が測定できたものの、鏡面側の外周およびつや消し面(裏面)で計測ができなかった。ウェハキャリアケースのスリットNo.1, 3, 5, 7に入っていたモニタウェハの表面粗さを測定した。図3はモニタウェハの表面粗さの測定方法の説明図である。測定は、オリエンテーリングフラット部分を下側にし、ウェハ半径方向の中央、中央から50mm、中央から90mmの部分を円周方向に45度ピッチ間隔で行い、鏡面側を表面とし、表裏面の両側で計測する。表面粗さの測定は、接触式表面粗さ計であり、東京精密サーフコム120Aを用いた。その測定結果を次表に示す。

【0019】

【表3】

単位 μm

角度	スリットNo.							
	1		3		5		7	
	表	裏	表	裏	表	裏	表	裏
中心	0.06	0.10	0.08	0.10	0.06	0.10	0.08	0.10
中心 から 50mm	0度	0.08	0.10	0.04	0.10	0.06	0.10	0.10
	45度	0.08	0.10	0.10	0.10	0.06	0.12	0.08
	90度	0.06	0.10	0.08	0.10	0.06	0.10	0.08
	135度	0.08	0.10	0.08	0.10	0.06	0.10	0.08
	180度	0.08	0.10	0.08	0.10	0.06	0.10	0.08
	225度	0.06	0.10	0.06	0.10	0.06	0.10	0.10
	270度	0.08	0.12	0.06	0.10	0.06	0.10	0.08
	315度	0.08	0.10	0.06	0.10	0.06	0.10	0.08
中心 から 90mm	平均	0.08	0.10	0.07	0.10	0.06	0.10	0.09
	0度	0.10	0.10	0.08	0.10	0.06	0.14	0.10
	45度	0.08	0.10	0.08	0.10	0.08	0.12	0.08
	90度	0.08	0.10	0.06	0.10	0.06	0.10	0.10
	135度	0.10	0.10	0.08	0.10	0.06	0.10	0.08
	180度	0.08	0.10	0.06	0.10	0.10	0.10	0.08
	225度	0.08	0.10	0.08	0.10	0.10	0.12	0.10
	270度	0.08	0.10	0.08	0.10	0.10	0.10	0.12
	315度	0.10	0.10	0.08	0.08	0.10	0.10	0.12
	平均	0.09	0.10	0.08	0.10	0.08	0.11	0.09

【0020】

上記測定結果をグラフ化して図4に示す。図4において、実線が表面側を示し、破線が裏面側を示す。この図より、表面側が裏面側より表面粗さが小さくなっていることがわかる。膜厚が測定できた表面側中心部は他の部分に比べて表面粗さが小さく、膜厚が800オングストローム

の場合、表面粗さ $R_a = 0.08 \mu m$ 以下では膜厚測定が可能であり、 $R_a = 0.08 \mu m$ 以上では安定して測定できず、更に $R_a = 0.1 \mu m$ 以上では測定が不可能であることが判明した。

【0022】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る膜厚測定用モニタウェハは、Siウェハに成膜される膜の膜厚を干渉色測定法により測定する膜厚測定用SiCウェハにおいて、前記膜厚測定用SiCウェハの表面を研磨してその平均表面粗さRaを前記Siウェハの表面粗さより大きく前記Siウェハの表面に成膜される膜厚と同等以下に形成した構成としたので、硬くて化学耐性のある膜厚測定用ウェハを製品Siウェハ程度まで研磨しなくても膜厚モニタウェハとして実用に供することができ、研磨コストを低減した上で半永久的に使用できる膜厚測定用モニタウェハを提供することができる効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 SiCモニタウェハの製造工程図である。

【図2】 SiウェハとSiCウェハに異なる膜厚で成膜した時のモニタ適用テスト結果を示すグラフである。

【図3】 SiCウェハの表面粗さの測定方法の説明図である。

【図4】 SiCウェハの表面粗さの実測結果のグラフである。

【符号の説明】

40 SiCモニタウェハ、 42 円板状黒鉛基材。

【手続補正2】

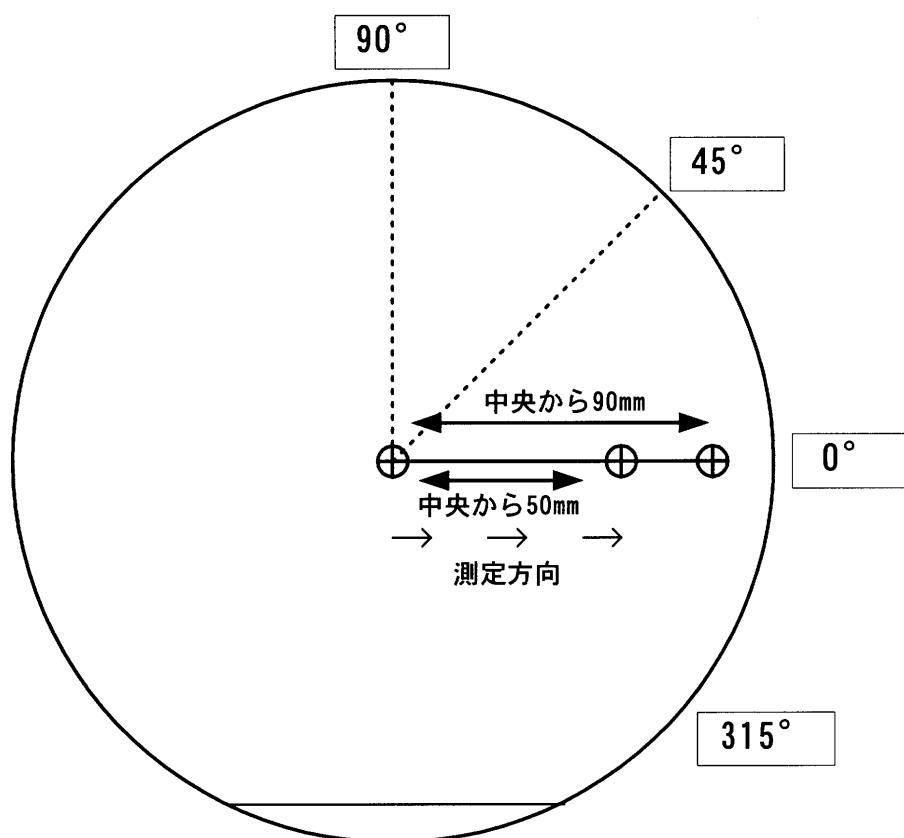
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図3】



【手続補正3】

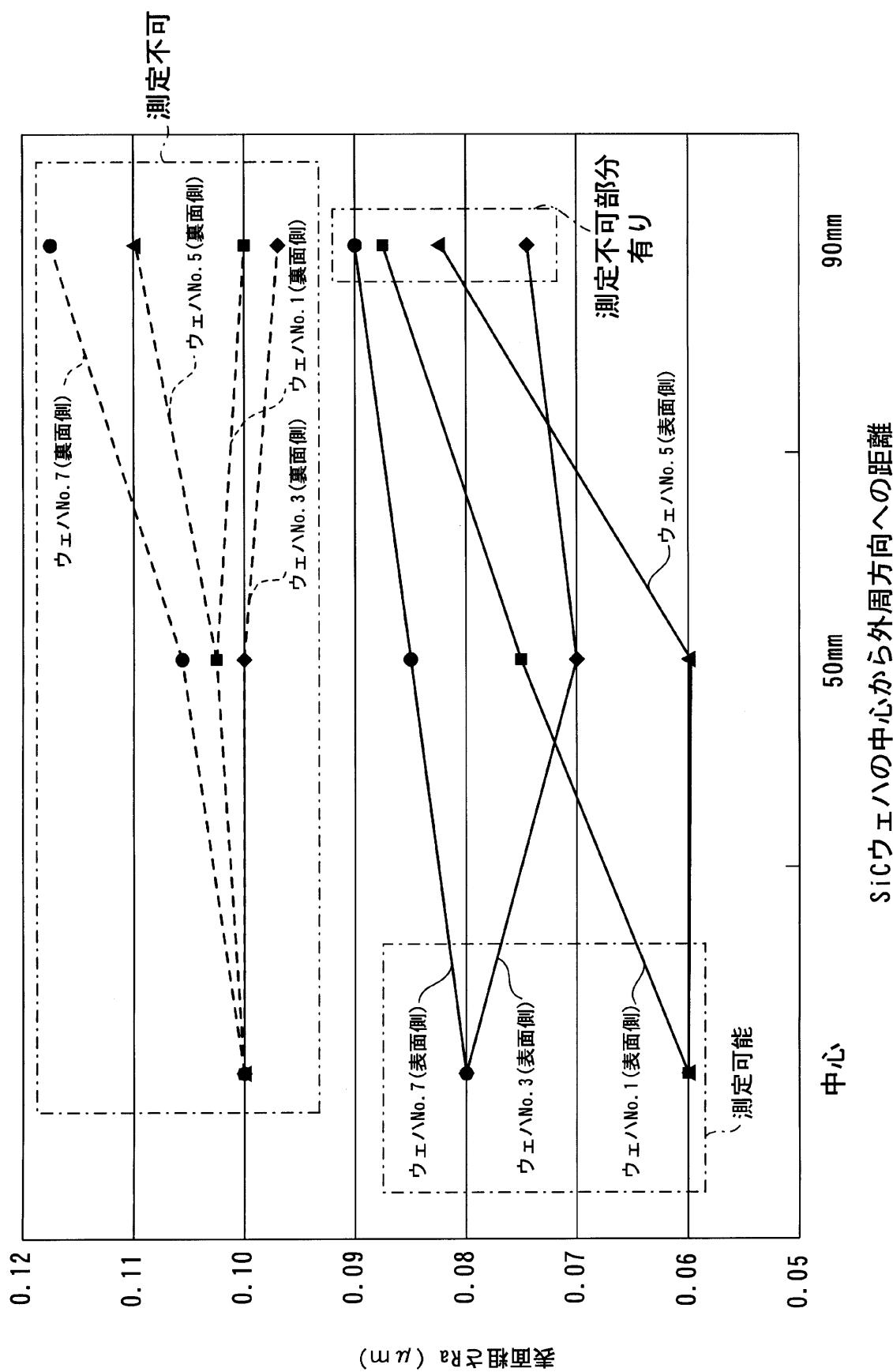
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図4】



【手続補正4】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 5

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 5】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 6

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 6】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 7

【補正方法】削除

【補正の内容】