

(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
2021年5月14日(14.05.2021)



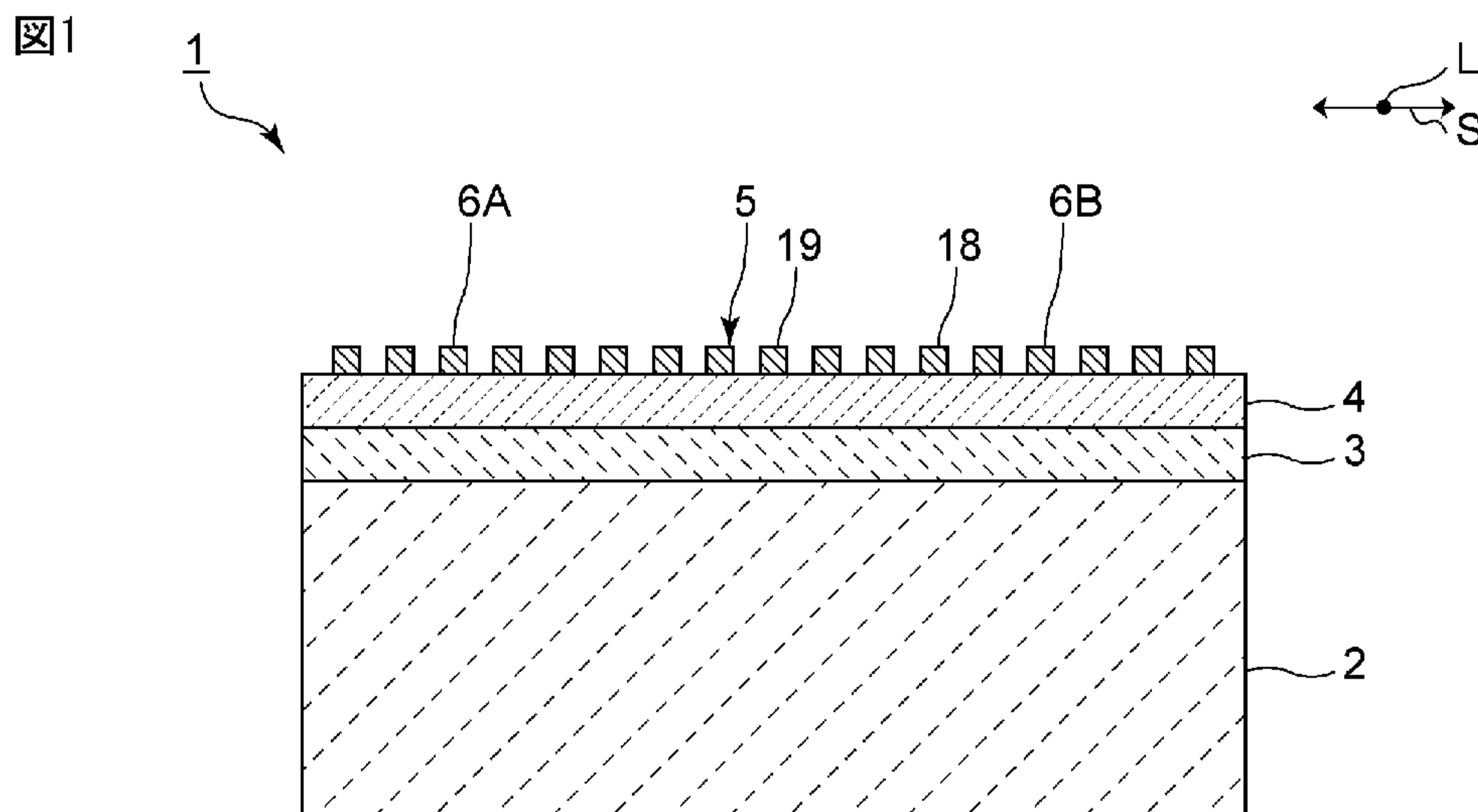
(10) 国際公開番号

WO 2021/090861 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 9/25 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/041292
- (22) 国際出願日: 2020年11月5日(05.11.2020)
- (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 2019-201522 2019年11月6日(06.11.2019) JP
特願 2019-201524 2019年11月6日(06.11.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 岩本 英樹 (IWAMOTO, Hideki); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所 (MIYAZAKI & METSUGI); 〒5400028 大阪府大阪市中央区常盤町1丁目3番8号 中央大通F Nビル Osaka (JP).
- (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, 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,

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置



(57) Abstract: The present invention provides an elastic wave device which uses a silicon carbide substrate as a support substrate and can suppress a high-order mode. An elastic wave device 1 according to the present invention is provided with: a support substrate; a piezoelectric layer provided on the support substrate; and an IDT electrode 5 having a plurality of electrode fingers and provided on the piezoelectric layer. The support substrate is a silicon carbide substrate 2 which has a 3C-SiC type cubic crystal structure. The piezoelectric layer is a lithium tantalate layer 4 or a lithium niobate layer. An SH wave is used as a main mode.

(57) 要約: 支持基板として炭化ケイ素基板を用いており、高次モードを抑制することができる、弾性波装置を提供する。本発明の弾性波装置1は、支持基板と、支持基板上に設けられている圧電体層と、圧電体層上に設けられており、複数の電極指を有するIDT電極5とを備える。支持基板は、3C-SiC型の立方晶構造である炭化ケイ素基板2である。圧電体層がタンタル酸リチウム層4またはニオブ酸リチウム層である。SH波をメインモードとして利用している。

WO 2021/090861 A1

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.

(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,
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))

明 細 書

発明の名称：弾性波装置

技術分野

[0001] 本発明は、弾性波装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、弾性波装置は携帯電話機のフィルタなどに広く用いられている。下記の特許文献1には、弾性波装置の一例が開示されている。この弾性波装置においては、支持基板上に圧電膜が設けられており、圧電膜上にIDT (Interdigital Transducer) 電極が設けられている。支持基板にはシリコンや炭化ケイ素などが用いられている。圧電膜にはタンタル酸リチウムやニオブ酸リチウムなどが用いられている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2012/086639号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、本願発明者の検討により、上記のような弾性波装置における支持基板に用いられる炭化ケイ素の結晶の形態などによっては、高次モードによる大きなスプリアスが生じるおそれがあることが明らかになった。

[0005] 本発明の目的は、支持基板として炭化ケイ素基板を用いており、高次モードを抑制することができる、弾性波装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る弾性波装置は、支持基板と、支持基板上に設けられている圧電体層と、圧電体層上に設けられており、複数の電極指を有するIDT電極とを備え、支持基板が、3C-SiC型の立方晶構造である炭化ケイ素基板であり、圧電体層がタンタル酸リチウム層またはニオブ酸リチウム層であり、SH波をメインモードとして利用している。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、支持基板として炭化ケイ素基板を用いており、高次モードを抑制することができる、弾性波装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図2]図2は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。

[図3]図3は、炭化ケイ素の結晶軸の定義を示す模式図である。

[図4]図4は、炭化ケイ素の(100)面を示す模式図である。

[図5]図5は、炭化ケイ素の(110)面を示す模式図である。

[図6]図6は、本発明の第1の実施形態及び第1の比較例における高次モードの強度を示す図である。

[図7]図7は、タンタル酸リチウム層のカット角と、SH波及びSV波についての電気機械結合係数との関係を示す図である。

[図8]図8は、IDT電極の厚みとQ値との関係を示す図である。

[図9]図9は、弾性表面波の伝搬方向であるS方向と、炭化ケイ素基板の結晶構造における[001]方向とのなす角の角度と、メインモードの特性との関係を示す図である。

[図10]図10は、角度 α を説明するための模式図である。

[図11]図11は、タンタル酸リチウム層のオイラー角における θ_{LT} 、角度 α 及びレイリー波によるスプリアスの電気機械結合係数 k_{SAW}^2 の関係を示す図である。

[図12]図12は、炭化ケイ素基板のオイラー角における ψ_{SiC} と、 $V_{Low} = V_{SH}$ となるIDT電極の厚み T_{IDT} との関係を示す図である。

[図13]図13は、本発明の第1の実施形態の変形例に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図14]図14は、低音速膜の厚みと、比帯域との関係を示す図である。

[図15]図15は、低音速膜の厚みと、メインモードの周波数の1.5倍付近

の周波数において生じる高次モードの位相との関係を示す図である。

[図16]図16は、低音速膜の厚みと、メインモードの周波数の2倍付近の周波数において生じる高次モードの位相との関係を示す図である。

[図17]図17は、低音速膜の厚みと、レイリーモードの位相との関係を示す図である。

[図18]図18は、本発明の第2の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図19]図19は、本発明の第2の実施形態及び第2の比較例における、メインモードの周波数の1.5倍付近に生じる高次モードの強度を示す図である。

[図20]図20は、ニオブ酸リチウム層のオイラー角における θ_{LN} と、SH波の電気機械結合係数との関係を示す図である。

[図21]図21は、ニオブ酸リチウム層のオイラー角における θ_{LN} と、メインモードの周波数の3倍付近の周波数において生じる高次モードのスプリアスの位相との関係を示す図である。

[図22]図22は、ニオブ酸リチウム層のオイラー角における θ_{LN} と、レイリー波によるスプリアスの位相との関係を示す図である。

[図23]図23は、弾性表面波の伝搬方向であるS方向と、炭化ケイ素基板の結晶構造における[001]方向とのなす角の角度と、メインモードの特性との関係を示す図である。

[図24]図24は、本発明の第2の実施形態の変形例に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図25]図25は、低音速膜の厚みと、比帯域との関係を示す図である。

[図26]図26は、低音速膜の厚みと、メインモードの周波数の2倍付近の周波数において生じる高次モードの位相との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

[0010] なお、本明細書に記載の各実施形態は、例示的なものであり、異なる実施形態間において、構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることを指摘しておく。

[0011] 図1は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[0012] 弾性波装置1は支持基板を有する。本実施形態の支持基板は炭化ケイ素基板2である。より具体的には、炭化ケイ素基板2の結晶構造は、 $3C-SiC$ 型の立方晶構造である。

[0013] 炭化ケイ素基板2上には、低音速膜3が設けられている。低音速膜3上には、圧電体層が設けられている。本実施形態の圧電体層はタンタル酸リチウム層4である。もっとも、圧電体層はニオブ酸リチウム層であってもよい。

[0014] タンタル酸リチウム層4上には、IDT電極5が設けられている。IDT電極5に交流電圧を印加することにより、様々なモードの弾性波が励振される。弾性波装置1はSH波をメインモードとして利用している。

[0015] 本実施形態においては、炭化ケイ素基板2を伝搬するバルク波の遅い横波の音速が、圧電体層を伝搬するSH波の音速よりも高い。より具体的には、炭化ケイ素基板2を伝搬するバルク波の遅い横波の音速が、圧電体層を伝搬するSH波の反共振周波数における音速よりも高い。ここで、炭化ケイ素基板2を伝搬するバルク波の遅い横波の音速を V_{Low} とし、圧電体層を伝搬するSH波の音速を V_{SH} とし、圧電体層を伝搬するSH波の反共振周波数における音速を V_{SHa} としたときに、 $V_{Low} > V_{SHa}$ である。なお、必ずしも $V_{Low} > V_{SHa}$ の関係ではなくともよい。反共振周波数以外の周波数において、 $V_{Low} > V_{SH}$ の関係が成立していてもよい。

[0016] タンタル酸リチウム層4上におけるIDT電極5の弾性波伝搬方向両側には、一对の反射器6A及び反射器6Bが設けられている。本実施形態の弾性波装置1は弾性波共振子である。もっとも、本発明に係る弾性波装置1は弾性波共振子には限定されず、複数の弾性波共振子を有するフィルタ装置などであってもよい。

[0017] 図2は、第1の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。

[0018] IDT電極5は、対向し合う第1のバスバー16及び第2のバスバー17を有する。IDT電極5は、第1のバスバー16にそれぞれ一端が接続されている複数の第1の電極指18を有する。さらに、IDT電極5は、第2のバスバー17にそれぞれ一端が接続されている複数の第2の電極指19を有する。複数の第1の電極指18と複数の第2の電極指19とは互いに間挿し合っている。なお、弾性表面波の伝搬方向をS方向とし、S方向に直交する方向をL方向とする。L方向は、第1の電極指18及び第2の電極指19が延びる方向である。

[0019] IDT電極5は単層のA1膜からなる。反射器6A及び反射器6Bの材料も、IDT電極5と同様の材料である。なお、IDT電極5、反射器6A及び反射器6Bの材料は上記に限定されない。あるいは、IDT電極5、反射器6A及び反射器6Bは、複数の金属層が積層された積層金属膜からなっているもよい。

[0020] 図1に示す低音速膜3は、相対的に低音速な膜である。より具体的には、低音速膜3を伝搬するバルク波の音速は、圧電体層としてのタンタル酸リチウム層4を伝搬するバルク波の音速よりも低い。本実施形態の低音速膜3は酸化ケイ素膜である。酸化ケイ素は SiO_x により表される。xは任意の正数である。本実施形態の低音速膜3を構成する酸化ケイ素は SiO_2 である。なお、低音速膜3の材料は上記に限定されず、例えば、ガラス、酸窒化ケイ素、酸化リチウム、または、酸化ケイ素にフッ素、炭素やホウ素を加えた化合物を主成分とする材料を用いることができる。

[0021] 弾性波装置1においては、炭化ケイ素基板2上に、低音速膜3を介して間接的にタンタル酸リチウム層4が積層されている。なお、炭化ケイ素基板2上に、直接的にタンタル酸リチウム層4が積層されていてもよい。

[0022] 以下において、本実施形態における炭化ケイ素基板2の詳細を説明する。

[0023] 図3は、炭化ケイ素の結晶軸の定義を示す模式図である。図4は、炭化ケイ素の(100)面を示す模式図である。図5は、炭化ケイ素の(110)面を示す模式図である。

- [0024] 図3に示すように、炭化ケイ素基板2は3C-SiC型の立方晶構造の炭化ケイ素単結晶基板である。本明細書において、炭化ケイ素基板2を構成する炭化ケイ素の結晶軸は、(X, Y, Z)とする。炭化ケイ素においては、結晶構造の対称性により、X軸、Y軸及びZ軸はそれぞれ等価である。
- [0025] 弾性波装置1における炭化ケイ素基板2の面方位は、例えば(100)である。(100)とは、結晶構造において、ミラー指数[100]で表される結晶軸に直交する(100)面においてカットした基板であることを示す。ここで、(100)面は、図4に示す面である。もっとも、その他の結晶学的に等価な面も含む。なお、炭化ケイ素基板2の主面は(100)面には限定されず、例えば、図5に示す(110)面であってもよい。ここで、炭化ケイ素基板2のオイラー角を $(\phi_{sic}, \theta_{sic}, \psi_{sic})$ とする。炭化ケイ素基板2の上記各面をオイラー角により表示すると、(100)面の場合には $(90^\circ, 90^\circ, \phi_{sic})$ であり、(110)面の場合には $(-45^\circ, -90^\circ, 90^\circ)$ である。なお、炭化ケイ素基板2の面方位またはオイラー角はこれらに限定されるものではない。本明細書においては、特に断りのない場合には、X軸方向は[100]方向と同じ方向であるとし、Y軸方向は[010]方向と同じ方向であるとし、Z軸方向は[001]方向と同じ方向であるとする。
- [0026] 本実施形態の特徴は、タンタル酸リチウム層4及び3C-SiC型の立方晶構造である炭化ケイ素基板2が積層されており、弾性波装置1がSHモードを利用していることにある。それによって、炭化ケイ素基板2を用いた弾性波装置1において、高次モードを抑制することができる。この詳細を以下において説明する。
- [0027] 第1の実施形態の構成を有し、以下の設計パラメータとした弾性波装置1を用意した。ここで、IDT電極5の電極指ピッチにより規定される波長を入とする。電極指ピッチとは、IDT電極5における、隣り合う電極指同士の間隔の平均値である。
- [0028] 炭化ケイ素基板2；材料…3C-SiC型の立方晶構造のSiC、面方位

… (100)、厚み… $1\ \mu\text{m}$

低音速膜3；材料… SiO_2 、厚み… $0.1\ \lambda$

タンタル酸リチウム層4；材料… 35°Y-LiTaO_3 、厚み… $0.15\ \lambda$

IDT電極5；材料… Al、厚み… $0.05\ \lambda$

[0029] さらに、第1の比較例として、炭化ケイ素基板に用いる炭化ケイ素が4H-SiC型の六方晶構造である弾性波装置を用意した。第1の比較例の設計パラメータは、炭化ケイ素基板以外においては、上記弾性波装置1の設計パラメータと同様である。第1の実施形態の構成を有する上記弾性波装置1と、第1の比較例とにおいて、高次モードの強度を比較した。

[0030] 図6は、第1の実施形態及び第1の比較例における高次モードの強度を示す図である。

[0031] 図6に示すように、第1の比較例においては、 6000MHz 付近において、大きな高次モードが生じている。一方で、第1の実施形態においては、第1の比較例よりも、高次モードの強度が大幅に小さくなっていることがわかる。このように、第1の実施形態においては、高次モードを抑制することができる。

[0032] 第1の実施形態のように、圧電体層を伝搬する高次モードの音速が、炭化ケイ素基板2を伝搬するバルク波の遅い横波の音速よりも高いことが好ましい。それによって、高次モードが炭化ケイ素基板2側に漏洩することにより、高次モードをより確実に抑制することができる。

[0033] ところで、弾性波装置1において励振される各モードの電気機械結合係数は、タンタル酸リチウム層4に用いるタンタル酸リチウムのカット角に依存する。以下において、SH波をメインモードとして利用する場合において好適な上記カット角の範囲を示す。

[0034] 図7は、タンタル酸リチウム層のカット角と、SH波及びSV波の電気機械結合係数との関係を示す図である。

[0035] 弾性波装置1においては、SH波以外にもSV波が励振される。図7に示

すように、タンタル酸リチウム層のカット角が 0° 以上、 10° 以下の場合及び 50° 以上、 180° 以下の場合には、SH波の電気機械結合係数がSV波の電気機械結合係数よりも大きいことがわかる。よって、上記カット角の範囲内においては、SH波の励振強度は、他のモードであるSV波の励振強度よりも大きい。よって、タンタル酸リチウム層のカット角が 0° 以上、 10° 以下の場合及び 50° 以上、 180° 以下であることが好ましい。この場合には、SH波を好適にメインモードとして利用することができる。

[0036] ここで、IDT電極5の厚みは 0.07λ 以下であることが好ましい。それによって、Q値を高めることができる。これを以下において説明する。

[0037] 第1の実施形態の構成を有し、以下の設計パラメータとし、IDT電極5の厚みを異ならせた複数の弾性波装置1を用意した。

[0038] 炭化ケイ素基板2；材料…3C-SiC型の立方晶構造のSiC、面方位…(100)

低音速膜3；材料… SiO_2 、厚み… 0.1λ

タンタル酸リチウム層4；材料… 35°Y-LiTaO_3 、厚み… 0.15λ

IDT電極；材料…Al、厚み… 0.01 以上、 0.15λ 以下の間において変化させた。

[0039] 図8は、IDT電極の厚みとQ値との関係を示す図である。

[0040] 図8に示すように、IDT電極5の厚みが 0.07λ 以下の場合にはQ値が高く、かつQ値の変化が小さいことがわかる。よって、上記のように、IDT電極5の厚みは 0.07λ 以下であることが好ましい。

[0041] さらに、図2に示した弾性表面波の伝搬方向であるS方向と、図3に示した炭化ケイ素基板2の結晶構造におけるZ軸方向とのなす角の角度を変化させて、メインモードの特性を調べた。なお、設計パラメータは以下のようにした。S方向とZ軸方向とがなす角の角度は、 0° 、 12° 、 16° 、 20° 、 24° または 28° とした。なお、結晶構造の対称性から、本明細書ではZ軸と[001]方向とを同じ方向としている。よって、本明細書では、

S方向とZ軸方向とがなす角をS方向と[001]方向とがなす角と記載することがある。

[0042] 炭化ケイ素基板2；材料…3C-SiC型の立方晶構造のSiC、面方位…(100)

低音速膜3；材料…SiO₂、厚み…0.1λ

タンタル酸リチウム層4；材料…40°Y-LiTaO₃、厚み…0.1λ

IDT電極5；材料…Al、厚み…0.14λ

[0043] 図9は、弾性表面波の伝搬方向であるS方向と、炭化ケイ素基板の結晶構造における[001]方向とのなす角の角度と、メインモードの特性との関係を示す図である。図9においては、上記角度がそれぞれ、0°、12°、16°、20°、24°または28°である場合を示す。

[0044] 図9に示すように、S方向と[001]方向とのなす角が20°以下の場合には、メインモードの特性が良好であることがわかる。よって、炭化ケイ素基板2の主面が(100)面である場合、S方向と[001]方向とのなす角が20°以下であることが好ましい。

[0045] なお、炭化ケイ素基板2の主面が(110)面である場合においても、S方向と[001]方向とのなす角とメインモードの特性との関係は上記と同様の傾向であることがわかっている。よって、炭化ケイ素基板2の主面が(110)面である場合においても、S方向と[001]方向とのなす角が20°以下であることが好ましい。

[0046] 図9においては、S方向と[001]方向とがなす角の角度を変化させた場合を示した。ここで、S方向と[001]方向とがなす角度を0°とする。このときにおいて、図3に示した炭化ケイ素基板2の結晶構造における[100]方向と、図2に示したIDT電極5の電極指が延びるL方向とがなす角度をαとする。なお、角度αの例を図10に示す。一方で、タンタル酸リチウム層4のオイラー角を(φ_{LT}, θ_{LT}, φ_{LT})とする。タンタル酸リチウム層4のオイラー角におけるθ_{LT}と、角度αと、レイリー波によるスプリアスとの関係を求めた。

[0047] 図11は、タンタル酸リチウム層のオイラー角における θ_{LT} 、角度 α 及びレイリー波によるスプリアスの電気機械結合係数 k_{saw}^2 の関係を示す図である。なお、図11において、 $k_{saw}^2 \leq 0.10$ である領域をハッチングにより示す。

[0048] 図11においては、レイリー波によるスプリアスの電気機械結合係数がそれぞれ0.10、0.20、0.30、0.40及び0.50となる、タンタル酸リチウム層のオイラー角における θ_{LT} 及び角度 α の関係が示されている。ここで、上記スプリアスの電気機械結合係数 k_{saw}^2 は小さいほど好ましいが、特に、0.10以下であることが好ましい。 $k_{saw}^2 \leq 0.10$ 以下となる条件を、下記の式1及び式2により示す。

[0049] [数1]

$$\begin{aligned} \text{数1} \quad \theta_{LT} \leq & -0.0000002385 \alpha^5 + 0.0000526308 \alpha^4 - 0.0035721517 \alpha^3 \\ & + 0.0638600888 \alpha^2 + 0.4558367918 \alpha + 106.5910094271 \dots \text{式1} \end{aligned}$$

[0050] [数2]

$$\begin{aligned} \text{数2} \quad \theta_{LT} \geq & -0.0000001962 \alpha^5 + 0.0000459691 \alpha^4 - 0.0033813638 \alpha^3 \\ & + 0.0717339858 \alpha^2 + 0.2871014600 \alpha + 150.5064489119 \dots \text{式2} \end{aligned}$$

[0051] 式1及び式2を満たすことにより、レイリー波によるスプリアスの電気機械結合係数 k_{saw}^2 を0.10以下（図11のハッチングにより示された領域内）とすることができ、スプリアスを効果的に抑制することができる。

[0052] なお、図9に示したように、S方向と[001]方向とのなす角が 20° 以下であれば、該角の角度が 0° である場合と同様に、メインモードの特性が良好である。よって、S方向と[001]方向とのなす角が 0° 以上、 20° 以下であり、式1及び式2を満たす場合には、図11に示す場合と同様に、スプリアスを効果的に抑制することができる。

[0053] 上述したように、炭化ケイ素基板2を伝搬するバルク波の遅い横波の音速 V_{Low} が、圧電体層を伝搬する弾性波の音速 V_{SH} よりも高いことが好ましい。ここで、本願発明者の検討により、 $V_{Low} = V_{SH}$ となるIDT電極5の厚みは、炭化ケイ素基板2のオイラー角における ϕ_{SiC} によって異なることが明らか

になった。 $V_{Low} = V_{SH}$ となるIDT電極5の厚みと、上記 ψ_{SiC} との関係を以下において示す。なお、IDT電極の厚みを T_{IDT} とする。

[0054] 図12は、炭化ケイ素基板のオイラー角における ψ_{SiC} と、 $V_{Low} = V_{SH}$ となるIDT電極の厚み T_{IDT} との関係を示す図である。

[0055] 図12に示すように、炭化ケイ素基板のオイラー角における ψ_{SiC} が 0° に近づくほど、 $V_{Low} = V_{SH}$ となるIDT電極5の厚み T_{IDT} が薄くなっていることがわかる。ここで、 $V_{Low} > V_{SH}$ となる条件を、下記の式3により示す。なお、式3は、図12に示す ψ_{SiC} と T_{IDT} との関係を示す式である。

[0056] [数3]

$$\begin{aligned} \text{数3} \quad T_{IDT} > & -0.0000086722\psi_{SiC}^3 + 0.0003976592\psi_{SiC}^2 \\ & -0.0002692711\psi_{SiC} + 0.0566210388 \end{aligned} \quad \dots\text{式3}$$

[0057] 式3を満たすことにより、炭化ケイ素基板2を伝搬する遅い横波の音速 V_{Low} を、炭化ケイ素基板2を伝搬するSH波の音速 V_{SH} よりも高くすることができる。それによって、高次モードをより確実に抑制することができる。

[0058] 図13は、第1の実施形態の変形例に係る弾性波装置の正面断面図である。

[0059] 本変形例においては、炭化ケイ素基板2上に、直接的にタンタル酸リチウム層4が設けられている。この場合においても、第1の実施形態と同様に、高次モードを抑制することができる。もっとも、図1に示す第1の実施形態のように、弾性波装置1は炭化ケイ素基板2とタンタル酸リチウム層4との間に設けられている低音速膜3を有することが好ましい。それによって、比帯域を好適に高めることができる。この効果を以下において示す。

[0060] なお、比帯域は、共振周波数を F_r 、反共振周波数を F_a としたときに、 $(F_a - F_r) / F_r$ により表される。ここで、共振周波数及び反共振周波数において、波長 λ は同じである。よって、共振周波数における音速を V_r 、反共振周波数における音速を V_a としたとき、 $(F_a - F_r) / F_r = (V_a - V_r) / V_r$ である。そのため、比帯域は $(V_r - V_a) / V_r$ として表すこともできる。

[0061] 第1の実施形態の構成を有し、低音速膜3の厚みがそれぞれ異なる複数の弾性波装置1を用意した。加えて、低音速膜3を有さず低音速膜3の厚みが0である、第1の実施形態の変形例の弾性波装置も用意した。上記複数の弾性波装置において、それぞれ比帯域を調べた。なお、上記複数の弾性波装置の設計パラメータは以下の通りである。

[0062] 炭化ケイ素基板2；材料…3C-SiC型の立方晶構造のSiC
低音速膜3；材料…SiO₂、厚み…0以上、0.3λ以下の範囲において、0.05λ刻みで変化させた。
タンタル酸リチウム層4；材料…35°Y-LiTaO₃、厚み…0.15λ
IDT電極5；材料…Al、厚み…0.05λ
IDT電極5の波長λ；1μm

[0063] 図14は、低音速膜の厚みと、比帯域との関係を示す図である。なお、図14においては、低音速膜3が設けられていない場合の結果も示している。

[0064] 図14に示すように、低音速膜3の厚みが0であり、低音速膜3が設けられていない場合よりも、低音速膜3が設けられている場合においては、比帯域が広がっていることがわかる。さらに、低音速膜3が厚くなるほど比帯域が広がっていることがわかる。図14に示すように、低音速膜3の厚みが0.2λ以上である場合には、低音速膜3の厚みの変動に対する比帯域のばらつきを小さくすることができる。よって、低音速膜3の厚みは0.2λ以上であることが好ましい。

[0065] 以下において、低音速膜3の他の好ましい厚みを示す。図14に示す比帯域を調べた複数の弾性波装置と同様の設計パラメータの複数の弾性波装置を用意した。該複数の弾性波装置において、メインモードの周波数の1.5倍付近の周波数において生じる高次モードの位相と、メインモードの周波数の2倍付近の周波数において生じる高次モードの位相とを測定した。さらに、上記複数の弾性波装置において、スプリアスとしてのレイリーモードの位相を測定した。

[0066] 図15は、低音速膜の厚みと、メインモードの周波数の1.5倍付近の周波数において生じる高次モードの位相との関係を示す図である。

[0067] 図15に示すように、低音速膜3が薄くなるほど、メインモードの周波数の1.5倍付近の周波数において生じる高次モードが抑制されていることがわかる。低音速膜3の厚みは 0.1λ 以下であることが好ましい。それによって、メインモードの周波数の1.5倍付近の周波数において生じる高次モードをより一層抑制することができる。

[0068] 図16は、低音速膜の厚みと、メインモードの周波数の2倍付近の周波数において生じる高次モードの位相との関係を示す図である。

[0069] 図16に示すように、メインモードの周波数の2倍付近の周波数において生じる高次モードの位相は、低音速膜3の厚みが $0.1\lambda \sim 0.15\lambda$ 付近において極小値となっていることがわかる。上記高次モードは、低音速膜3の厚みが $0.1\lambda \sim 0.15\lambda$ 付近に近づくほど抑制されていることがわかる。低音速膜3の厚みは 0.1λ 以上、 0.15λ 以下であることが好ましい。それによって、メインモードの周波数の2倍付近の周波数において生じる高次モードをより一層抑制することができる。

[0070] 図17は、低音速膜の厚みと、レイリーモードの位相との関係を示す図である。

[0071] 図17に示すように、スプリアスとしてのレイリーモードの位相は、低音速膜3の厚みが $0.15\lambda \sim 0.2\lambda$ 付近において極小値となっていることがわかる。レイリーモードは、低音速膜3の厚みが $0.15\lambda \sim 0.2\lambda$ 付近に近づくほど抑制されていることがわかる。低音速膜3の厚みは 0.15λ 以上、 0.2λ 以下であることが好ましい。それによって、レイリーモードをより一層抑制することができる。

[0072] 第1の実施形態においては、圧電体層がタンタル酸リチウム層である場合を示した。もっとも、圧電体層はニオブ酸リチウム層であってもよい。以下において、圧電体層がニオブ酸リチウム層である例を示す。

[0073] 図18は、本発明の第2の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である

- 。
- [0074] 本実施形態は、圧電体層がニオブ酸リチウム層24である点において、第1の実施形態と異なる。上記の点以外においては、本実施形態の弾性波装置21は、第1の実施形態の弾性波装置1と同様の構成を有する。なお、本実施形態における電極構造や炭化ケイ素基板2の構成などは第1の実施形態と同様なので、図2や図3などを援用することがある。
- [0075] 本実施形態においても、 $V_{Low} > V_{SHa}$ の関係が成立する。なお、必ずしも $V_{Low} > V_{SHa}$ の関係ではなくともよい。反共振周波数以外の周波数において、 $V_{Low} > V_{SH}$ の関係が成立していてもよい。
- [0076] 図18に示す低音速膜3を伝搬するバルク波の音速は、圧電体層としてのニオブ酸リチウム層24を伝搬するバルク波の音速よりも低い。本実施形態の低音速膜3は酸化ケイ素膜である。より具体的には、本実施形態の低音速膜3を構成する酸化ケイ素は SiO_2 である。なお、低音速膜3の材料は上記に限定されず、例えば、ガラス、酸窒化ケイ素、酸化ニオブ、または、酸化ケイ素にフッ素、炭素やホウ素を加えた化合物を主成分とする材料を用いることができる。
- [0077] 弾性波装置21においては、炭化ケイ素基板2上に、低音速膜3を介して間接的にニオブ酸リチウム層24が積層されている。なお、炭化ケイ素基板2上に、直接的にニオブ酸リチウム層24が積層されていてもよい。
- [0078] 本実施形態の特徴は、ニオブ酸リチウム層24及び3C-SiC型の立方晶構造である炭化ケイ素基板2が積層されており、弾性波装置21がSHモードを利用していることにある。それによって、炭化ケイ素基板2を用いた弾性波装置21において、高次モードを抑制することができる。この詳細を以下において説明する。
- [0079] 第2の実施形態の構成を有し、以下の設計パラメータとした弾性波装置21を用意した。ここで、ニオブ酸リチウム層24のオイラー角を $(\phi_{LN}, \theta_{LN}, \psi_{LN})$ とする。
- [0080] 炭化ケイ素基板2；材料…3C-SiC型の立方晶構造のSiC、面方位

… (100)、厚み… $1 \mu\text{m}$

低音速膜3；材料… SiO_2 、厚み… 0.1λ

ニオブ酸リチウム層24；オイラー角における θ_{LN} … 135° 、厚み… 0.1λ

IDT電極5；材料… Al 、厚み… 0.07λ

[0081] さらに、第2の比較例として、炭化ケイ素基板に用いる炭化ケイ素が4H-SiC型の六方晶構造である弾性波装置を用意した。第2の比較例の設計パラメータは、炭化ケイ素基板以外においては、上記弾性波装置21の設計パラメータと同様である。第2の実施形態の構成を有する上記弾性波装置21と、第2の比較例とにおいて、メインモードの周波数の1.5倍付近に生じる高次モードの強度を比較した。なお、第2の実施形態及び第2の比較例におけるメインモードの周波数の1.5倍付近とは、6GHz付近である。

[0082] 図19は、第2の実施形態及び第2の比較例における、メインモードの周波数の1.5倍付近に生じる高次モードの強度を示す図である。

[0083] 図19に示すように、第2の比較例においては、メインモードの周波数の1.5倍付近に大きな高次モードが生じている。一方で、第2の実施形態においては、メインモードの周波数の1.5倍付近において、高次モードはほぼ生じていないことがわかる。このように、第2の実施形態においては、高次モードを抑制することができる。

[0084] 第2の実施形態のように、圧電体層を伝搬する高次モードの音速が、炭化ケイ素基板2を伝搬するバルク波の遅い横波の音速よりも高いことが好ましい。それによって、高次モードが炭化ケイ素基板2側に漏洩することにより、高次モードをより確実に抑制することができる。

[0085] ところで、弾性波装置21において励振されるSH波の電気機械結合係数は、ニオブ酸リチウム層24のオイラー角における θ_{LN} に依存する。以下において、SH波をメインモードとして利用する場合において好適な上記 θ_{LN} の範囲を示す。

[0086] 図20は、ニオブ酸リチウム層のオイラー角における θ_{LN} と、SH波の電

気機械結合係数との関係を示す図である。

[0087] 弾性波装置の実用上、メインモードとして利用するSH波の電気機械結合係数は2%であることが好ましい。図20に示すように、ニオブ酸リチウム層のオイラー角における θ_{LN} が 60° 以上、 175° 以下の場合には、SH波の電気機械結合係数が2%以上であることがわかる。よって、上記 θ_{LN} は 60° 以上、 175° 以下であることが好ましい。この場合には、SH波を好適にメインモードとして利用することができる。

[0088] ここで、以下において、メインモードの周波数の3倍付近の周波数において生じる高次モードを抑制することができる、ニオブ酸リチウム層のオイラー角における θ_{LN} の範囲を示す。

[0089] 図21は、ニオブ酸リチウム層のオイラー角における θ_{LN} と、メインモードの周波数の3倍付近の周波数において生じる高次モードのスプリアスの位相との関係を示す図である。

[0090] 図21に示すように、ニオブ酸リチウム層のオイラー角における θ_{LN} が、 110° 以上、 180° 以下である場合に、メインモードの周波数の3倍付近の周波数において生じる高次モードを効果的に抑制できることがわかる。よって、上記 θ_{LN} は 110° 以上、 180° 以下であることが好ましい。

[0091] さらに、第1の実施形態と同様に、SHモードをメインモードとして利用する弾性波装置21においては、上記のような高次モードに加えて、レイリー波もスプリアスとなる。レイリー波によるスプリアスを抑制することができる、ニオブ酸リチウム層のオイラー角における θ_{LN} の範囲を示す。

[0092] 図22は、ニオブ酸リチウム層のオイラー角における θ_{LN} と、レイリー波によるスプリアスの位相との関係を示す図である。

[0093] 図22に示すように、ニオブ酸リチウム層のオイラー角における θ_{LN} が、 110° 以上、 150° 以下である場合に、レイリー波によるスプリアスを効果的に抑制できることがわかる。よって、上記 θ_{LN} は 110° 以上、 150° 以下であることが好ましい。

[0094] ここで、図2に示した弾性表面波の伝搬方向であるS方向と、図3に示し

た炭化ケイ素基板2の結晶構造におけるZ軸方向とのなす角の角度を変化させて、メインモードの特性を調べた。なお、設計パラメータは以下のようにした。S方向とZ軸方向とがなす角の角度は、 0° 、 12° 、 16° 、 20° 、 24° または 28° とした。なお、上述したように、結晶構造の対称性から、本明細書ではZ軸と $[001]$ 方向とを同じ方向としている。よって、本明細書では、S方向とZ軸方向とがなす角をS方向と $[001]$ 方向とがなす角と記載することがある。

[0095] 炭化ケイ素基板2；材料… $3C-SiC$ 型の立方晶構造の SiC 、面方位… (100)

低音速膜3；材料… SiO_2 、厚み… 0.1λ

ニオブ酸リチウム層24；材料… $45^\circ Y-LiNbO_3$ 、厚み… 0.1λ

IDT電極5；材料… Al 、厚み… 0.14λ

[0096] 図23は、弾性表面波の伝搬方向であるS方向と、炭化ケイ素基板の結晶構造における $[001]$ 方向とのなす角の角度と、メインモードの特性との関係を示す図である。図23においては、上記角度がそれぞれ、 0° 、 12° 、 16° 、 20° 、 24° または 28° である場合を示す。

[0097] 図23に示すように、S方向と $[001]$ 方向とのなす角が 20° 以下の場合には、メインモードの特性が良好であることがわかる。よって、炭化ケイ素基板2の主面が (100) 面である場合、S方向と $[001]$ 方向とのなす角が 20° 以下であることが好ましい。

[0098] なお、炭化ケイ素基板2の主面が (110) 面である場合においても、S方向と $[001]$ 方向とのなす角とメインモードの特性との関係は上記と同様の傾向であることがわかっている。よって、炭化ケイ素基板2の主面が (110) 面である場合においても、S方向と $[001]$ 方向とのなす角が 20° 以下であることが好ましい。

[0099] 図24は、第2の実施形態の変形例に係る弾性波装置の正面断面図である。

[0100] 本変形例においては、炭化ケイ素基板2上に、直接的にニオブ酸リチウム

層 2 4 が設けられている。この場合においても、第 2 の実施形態と同様に、高次モードを抑制することができる。もっとも、図 1 8 に示す第 2 の実施形態のように、弾性波装置 2 1 は炭化ケイ素基板 2 とニオブ酸リチウム層 2 4 との間に設けられている低音速膜 3 を有することが好ましい。それによって、比帯域を好適に高めることができる。この効果を以下において示す。

[0101] 第 2 の実施形態の構成を有し、低音速膜 3 の厚みがそれぞれ異なる複数の弾性波装置 2 1 を用意した。加えて、低音速膜 3 を有さず低音速膜 3 の厚みが 0 である、第 2 の実施形態の変形例の弾性波装置も用意した。上記複数の弾性波装置において、それぞれ比帯域を調べた。なお、上記複数の弾性波装置の設計パラメータは以下の通りである。

[0102] 炭化ケイ素基板 2 ; 材料… 3 C - S i C 型の立方晶構造の S i C、オイラ一角 (0 ° , 0 ° , 0 °)

低音速膜 3 ; 材料… S i O₂、厚み… 0 以上、0. 2 λ 以下の範囲において、0. 0 5 λ 刻みで変化させた。

ニオブ酸リチウム層 2 4 ; 材料… 1 3 5 ° Y - L i N b O₃、厚み… 0. 1 λ

I D T 電極 5 ; 材料… A l、厚み… 0. 0 7 λ

I D T 電極 5 の波長 λ ; 1 μ m

[0103] 図 2 5 は、低音速膜の厚みと、比帯域との関係を示す図である。なお、図 2 5 においては、低音速膜 3 が設けられていない場合の結果も示している。

[0104] 図 2 5 に示すように、低音速膜 3 の厚みが 0 であり、低音速膜 3 が設けられていない場合よりも、低音速膜 3 が設けられている場合においては、比帯域が広がっていることがわかる。さらに、低音速膜 3 が厚くなるほど比帯域が広がっていることがわかる。

[0105] 以下において、低音速膜 3 の好ましい厚みを示す。図 2 5 に示す比帯域を調べた複数の弾性波装置と同様の設計パラメータの複数の弾性波装置を用意した。該複数の弾性波装置において、メインモードの周波数の 2 倍付近の周波数において生じる高次モードの位相を測定した。

[0106] 図26は、低音速膜の厚みと、メインモードの周波数の2倍付近の周波数において生じる高次モードの位相との関係を示す図である。

[0107] 図26に示すように、低音速膜3が薄くなるほど、メインモードの周波数の2倍付近の周波数において生じる高次モードが抑制されていることがわかる。図26中の破線A及び破線Bは、低音速膜3の厚みに対する高次モードの位相の変化の傾きを示す。破線A及び破線Bに示すように、低音速膜3の厚みが 0.1λ 以下である場合には、 0.1λ より厚い場合よりも、高次モードの位相の変化の傾きが小さいことがわかる。低音速膜3の厚みは 0.1λ 以下であることが好ましい。この場合には、メインモードの周波数の2倍付近の周波数において生じる高次モードを安定して効果的に抑制できる。

符号の説明

- [0108] 1…弾性波装置
2…炭化ケイ素基板
3…低音速膜
4…タンタル酸リチウム層
5…IDT電極
6A, 6B…反射器
16, 17…第1, 第2のバスバー
18, 19…第1, 第2の電極指
21…弾性波装置
24…ニオブ酸リチウム層

請求の範囲

- [請求項1] 支持基板と、
前記支持基板上に設けられている圧電体層と、
前記圧電体層上に設けられており、複数の電極指を有する I D T 電極と、
を備え、
前記支持基板が、3 C - S i C 型の立方晶構造である炭化ケイ素基板であり、
前記圧電体層がタンタル酸リチウム層またはニオブ酸リチウム層であり、
S H 波をメインモードとして利用している、弾性波装置。
- [請求項2] 前記圧電体層がタンタル酸リチウム層である、請求項 1 に記載の弾性波装置。
- [請求項3] 弾性表面波の伝搬方向と、前記炭化ケイ素基板の結晶構造における [0 0 1] 方向とがなす角度が 0° 以上、2 0° 以下であり、
前記炭化ケイ素基板の結晶構造における [1 0 0] 方向と、前記 I D T 電極の前記複数の電極指が延びる方向とがなす角度を α とし、前記タンタル酸リチウム層のオイラー角を $(\phi_{L T}, \theta_{L T}, \psi_{L T})$ としたときに、下記の式 1 及び式 2 を満たす、請求項 2 に記載の弾性波装置。
- [数1]
- 数1
$$\theta_{L T} \leq -0.0000002385 \alpha^5 + 0.0000526308 \alpha^4 - 0.0035721517 \alpha^3 + 0.0638600888 \alpha^2 + 0.4558367918 \alpha + 106.5910094271 \dots$$
 式1
- [数2]
- 数2
$$\theta_{L T} \geq -0.0000001962 \alpha^5 + 0.0000459691 \alpha^4 - 0.0033813638 \alpha^3 + 0.0717339858 \alpha^2 + 0.2871014600 \alpha + 150.5064489119 \dots$$
 式2
- [請求項4] 前記炭化ケイ素基板のオイラー角を $(\phi_{S i C}, \theta_{S i C}, \psi_{S i C})$ とし、前記 I D T 電極の厚みを $T_{I D T}$ としたときに、下記の式 3 を満た

す、請求項 2 または 3 に記載の弾性波装置。

[数3]

$$\begin{aligned} \text{数3} \quad T_{\text{IDT}} > & - 0.0000086722 \psi_{\text{SiC}}^3 + 0.0003976592 \psi_{\text{SiC}}^2 \\ & - 0.0002692711 \psi_{\text{SiC}} + 0.0566210388 \end{aligned} \quad \dots \text{式3}$$

[請求項5] 前記 IDT 電極の厚みが 0.07λ 以下である、請求項 2～4 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項6] 前記炭化ケイ素基板と前記タンタル酸リチウム層との間に設けられている低音速膜をさらに備え、

前記低音速膜を伝搬するバルク波の音速が、前記タンタル酸リチウム層を伝搬するバルク波の音速よりも低い、請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項7] 前記低音速膜の厚みが 0.1λ 以上、 0.15λ 以下である、請求項 6 に記載の弾性波装置。

[請求項8] 前記低音速膜の厚みが 0.15λ 以上、 0.2λ 以下である、請求項 6 に記載の弾性波装置。

[請求項9] 前記低音速膜の厚みが 0.2λ 以上である、請求項 6 に記載の弾性波装置。

[請求項10] 前記圧電体層がニオブ酸リチウム層である、請求項 1 に記載の弾性波装置。

[請求項11] 前記ニオブ酸リチウム層のオイラー角を $(\phi_{\text{LN}}, \theta_{\text{LN}}, \phi_{\text{LN}})$ としたときに、 $60^\circ \leq \theta_{\text{LN}} \leq 175^\circ$ である、請求項 10 に記載の弾性波装置。

[請求項12] 前記ニオブ酸リチウム層のオイラー角を $(\phi_{\text{LN}}, \theta_{\text{LN}}, \phi_{\text{LN}})$ としたときに、 $110^\circ \leq \theta_{\text{LN}} \leq 180^\circ$ である、請求項 10 に記載の弾性波装置。

[請求項13] $110^\circ \leq \theta_{\text{LN}} \leq 150^\circ$ である、請求項 11 または 12 に記載の弾性波装置。

[請求項14] 前記炭化ケイ素基板と前記ニオブ酸リチウム層との間に設けられて

いる低音速膜をさらに備え、

前記低音速膜を伝搬するバルク波の音速が、前記ニオブ酸リチウム層を伝搬するバルク波の音速よりも低い、請求項10～13のいずれか1項に記載の弾性波装置。

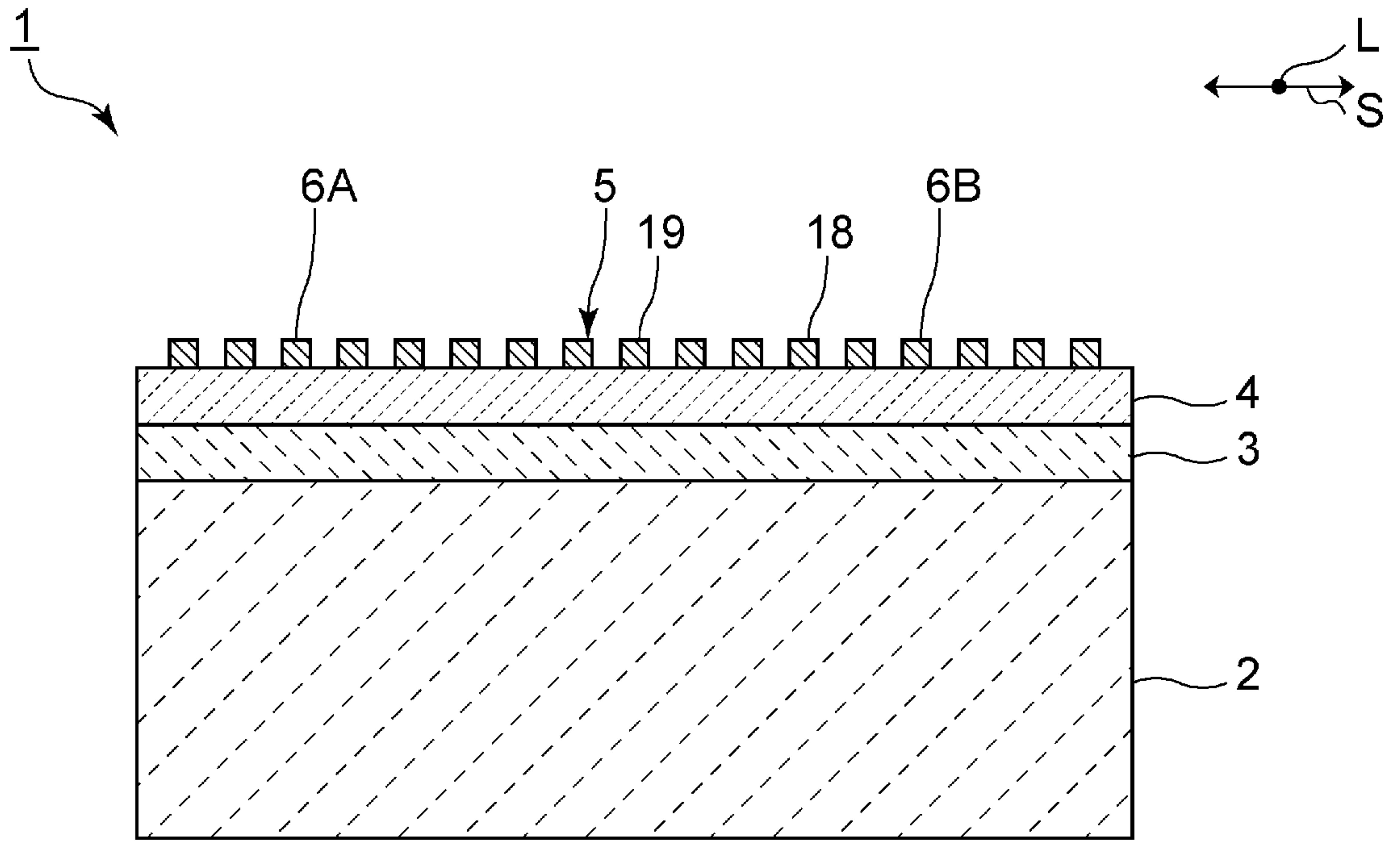
[請求項15] 前記低音速膜の厚みが 0.1λ 以下である、請求項6または14に記載の弾性波装置。

[請求項16] 前記炭化ケイ素基板を伝搬するバルク波の遅い横波の音速が、前記圧電体層を伝搬するSH波の音速よりも高い、請求項1～15のいずれか1項に記載の弾性波装置。

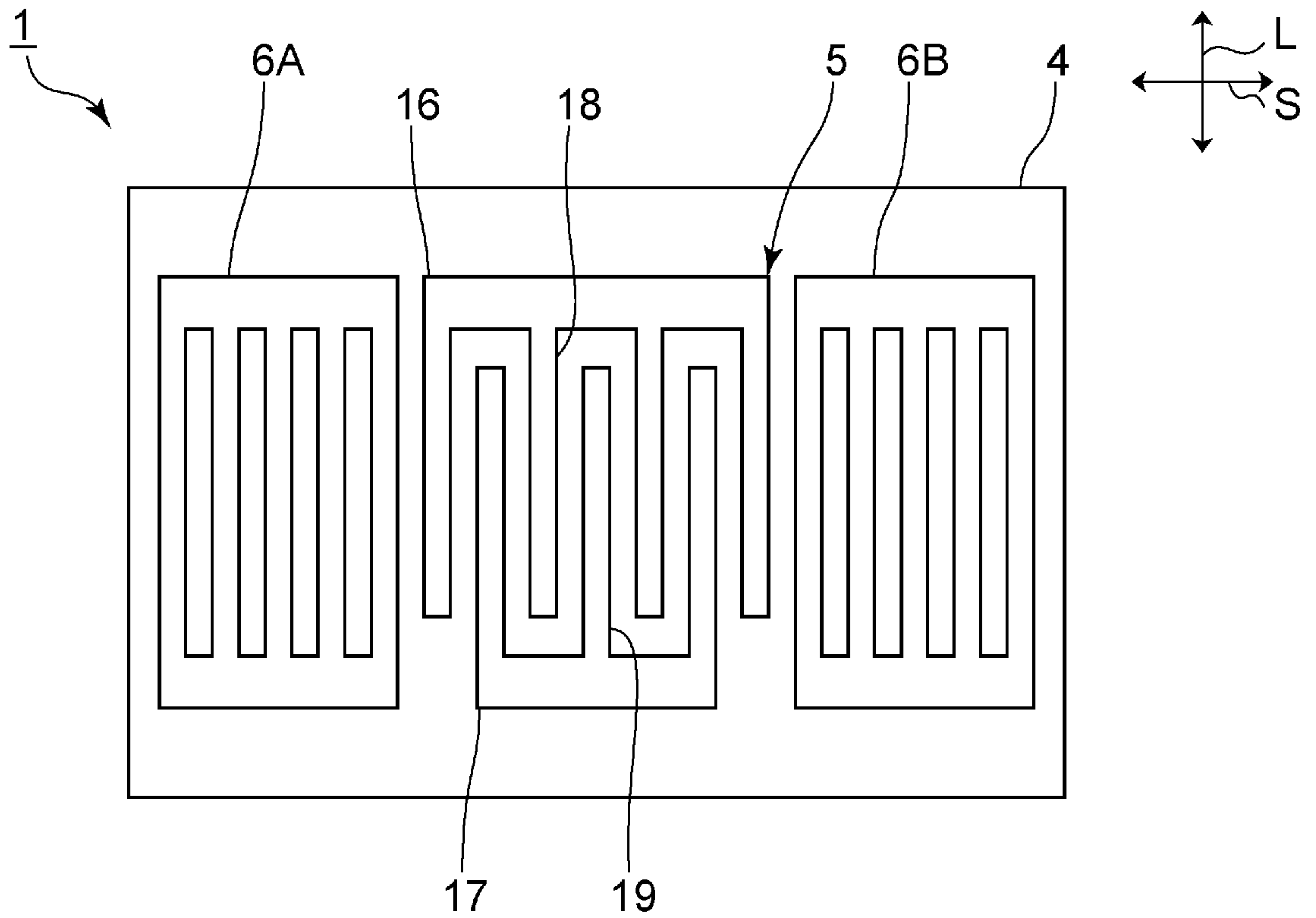
[請求項17] 前記炭化ケイ素基板の主面が(100)面であり、
前記炭化ケイ素基板の前記圧電体層を伝搬する弾性表面波の伝搬方向と、前記炭化ケイ素基板の結晶構造における[001]方向とのなす角が、 20° 以下である、請求項1～16のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項18] 前記炭化ケイ素基板の主面が(110)面であり、
前記炭化ケイ素基板の前記圧電体層を伝搬する弾性表面波の伝搬方向と、前記炭化ケイ素基板の結晶構造における[001]方向とのなす角が、 20° 以下である、請求項1～16のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[図1]
[図1]

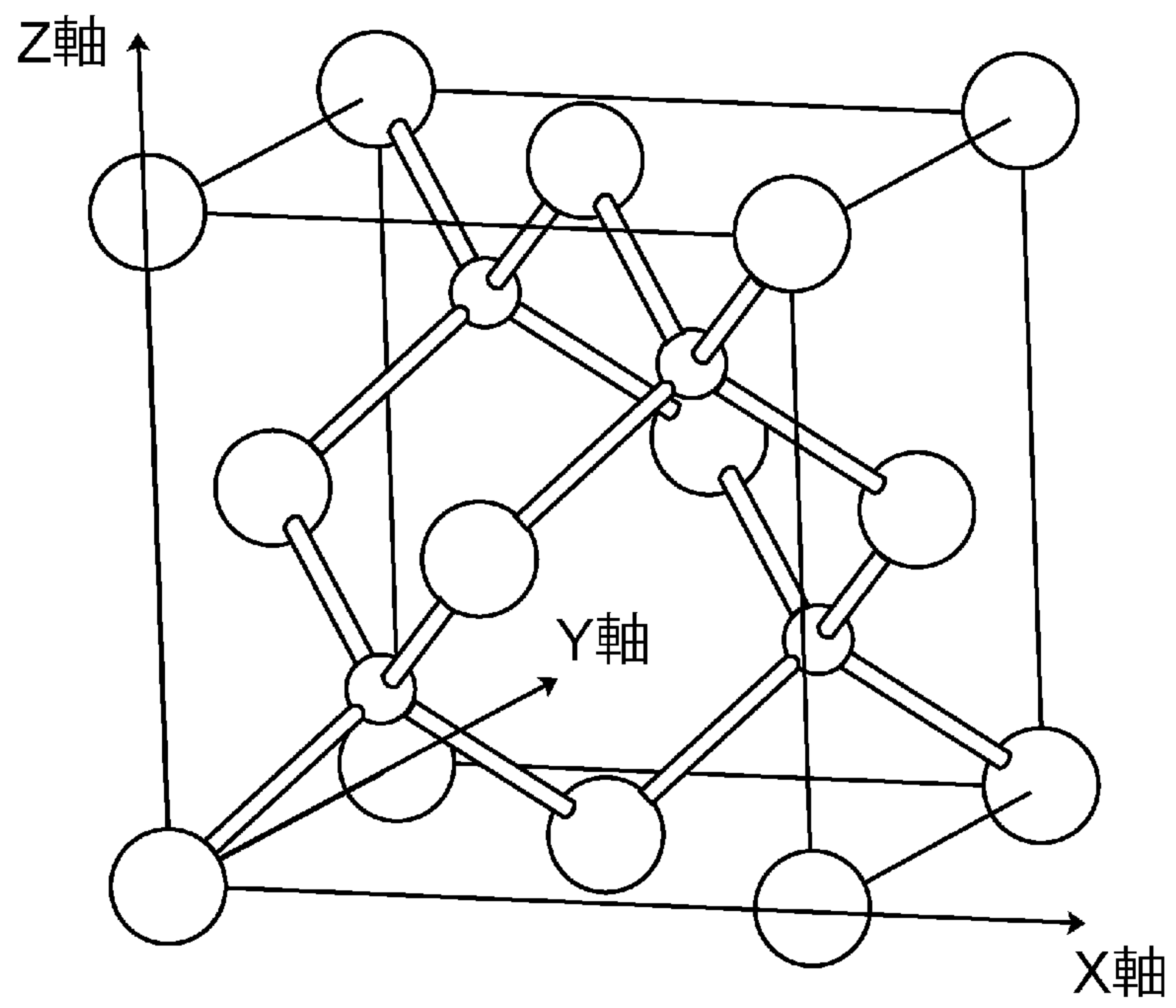


[図2]
[図2]



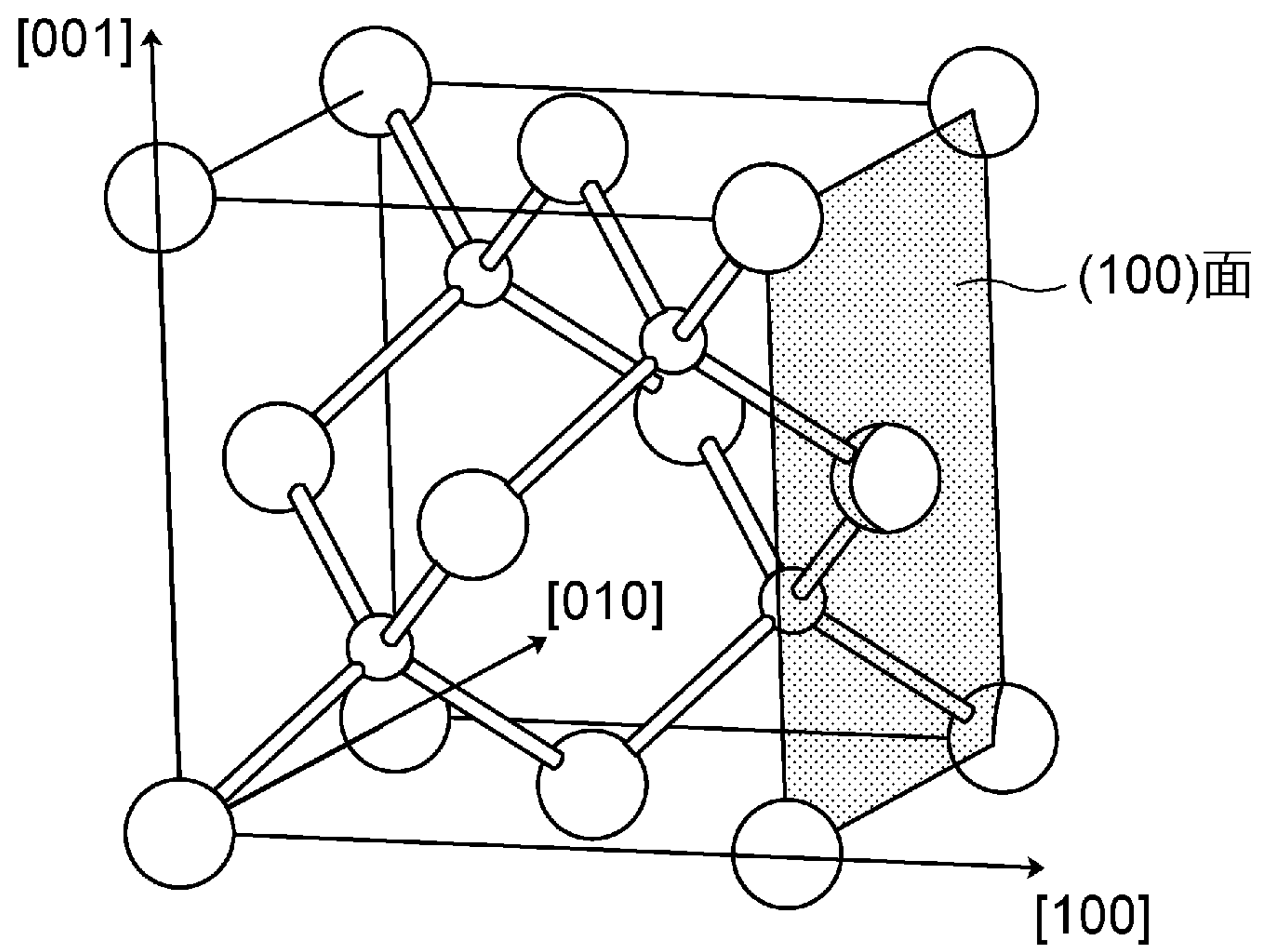
[図3]

図3



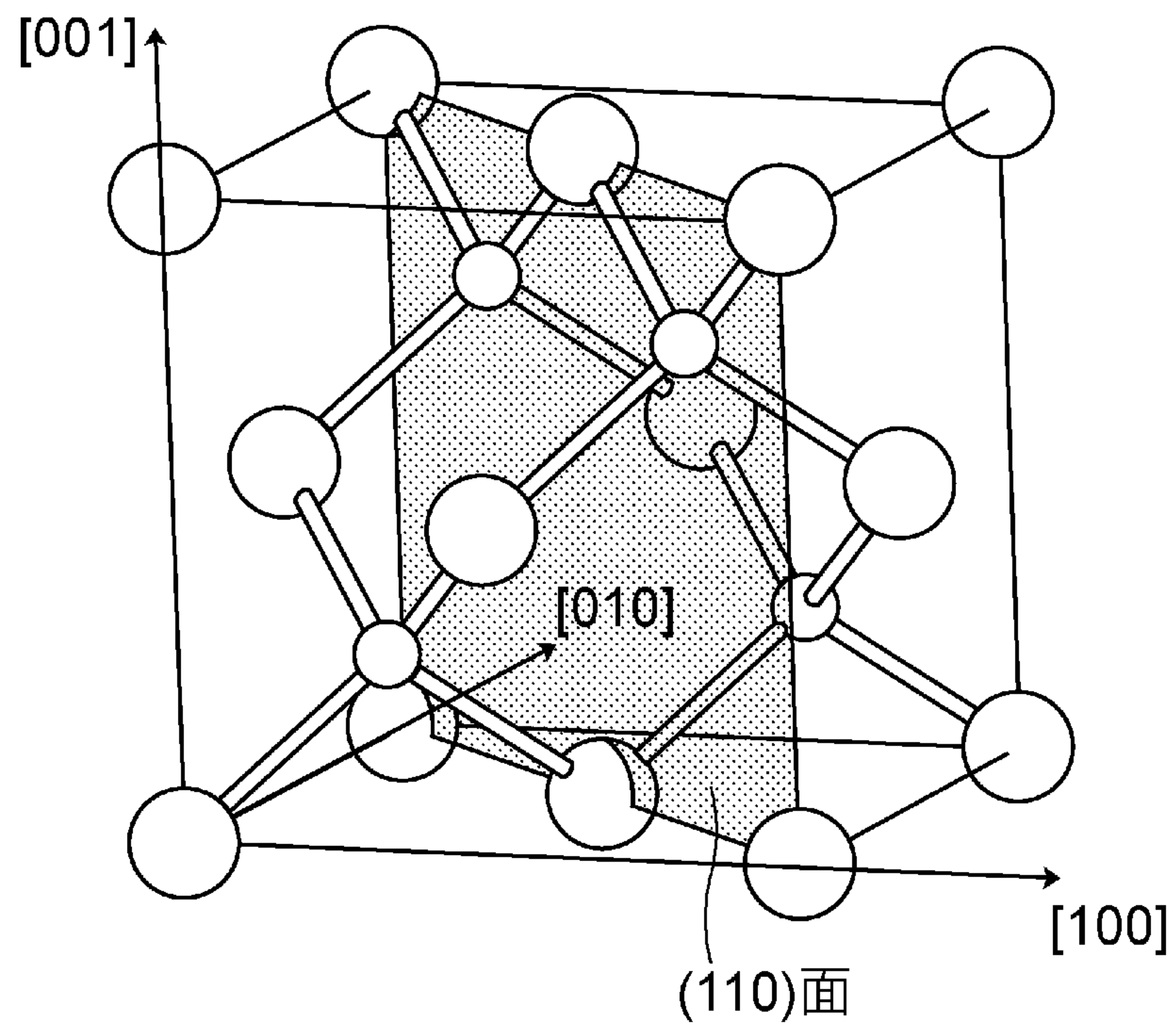
[図4]

図4



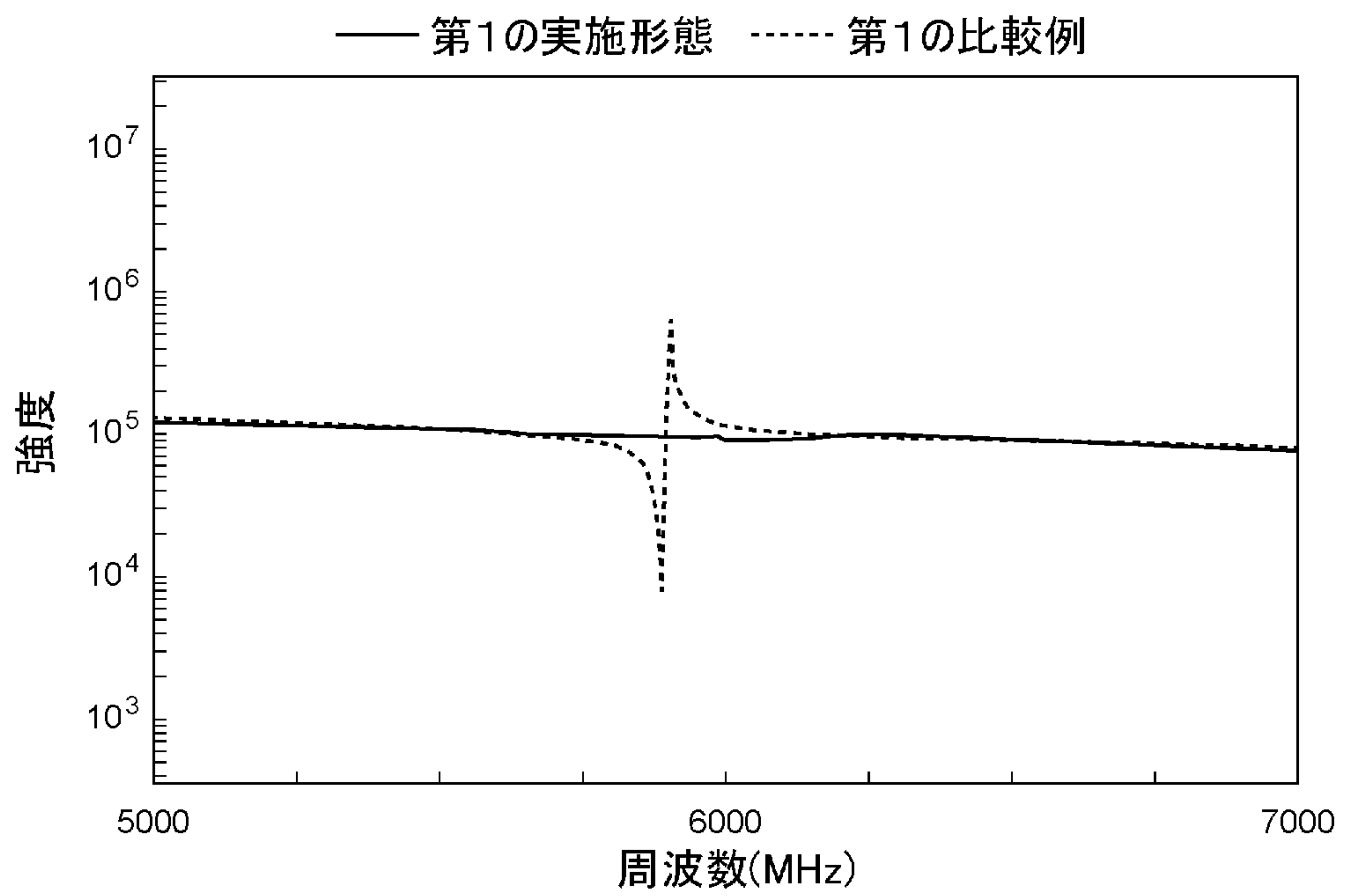
[図5]

図5



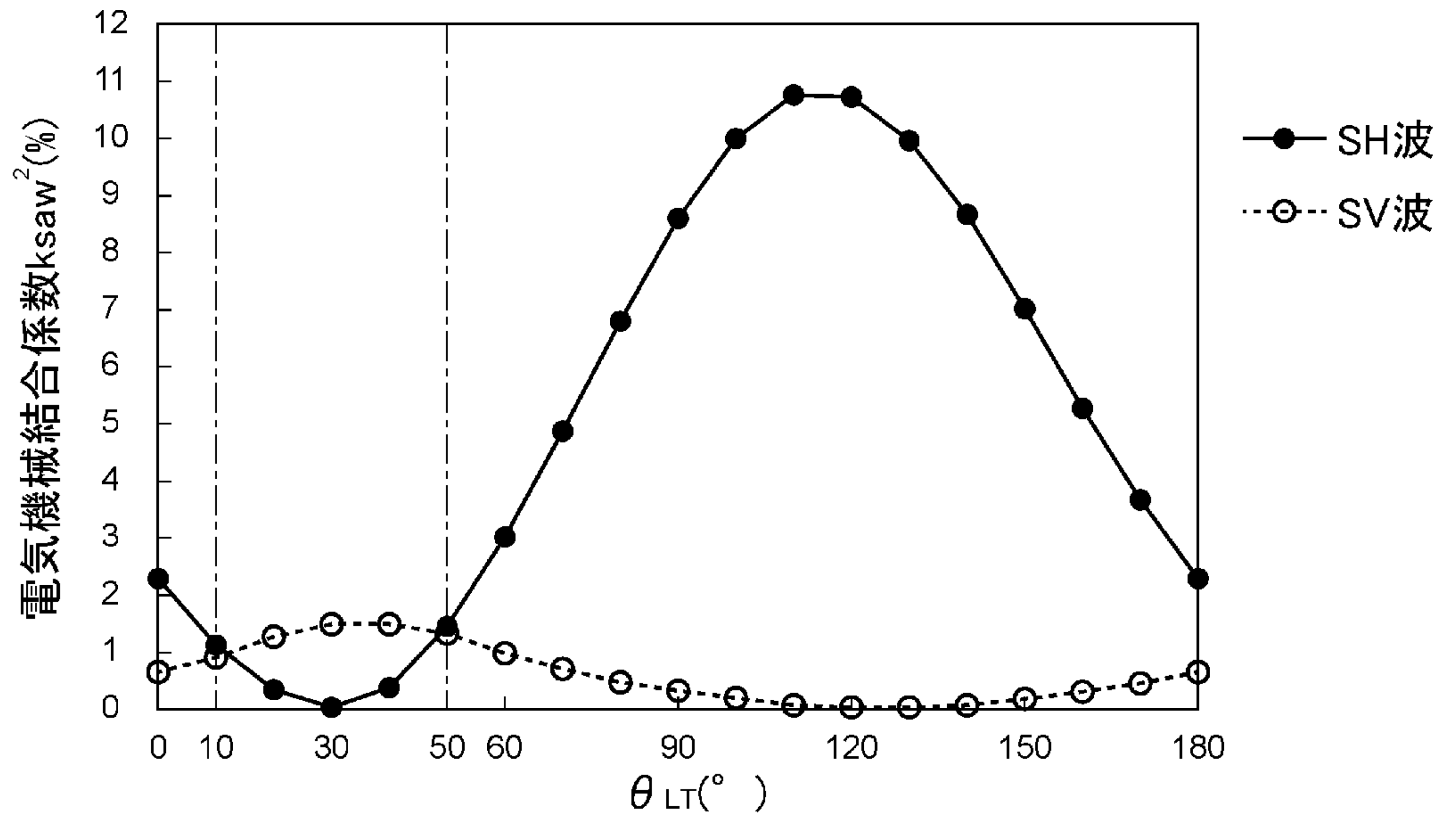
[図6]

図6



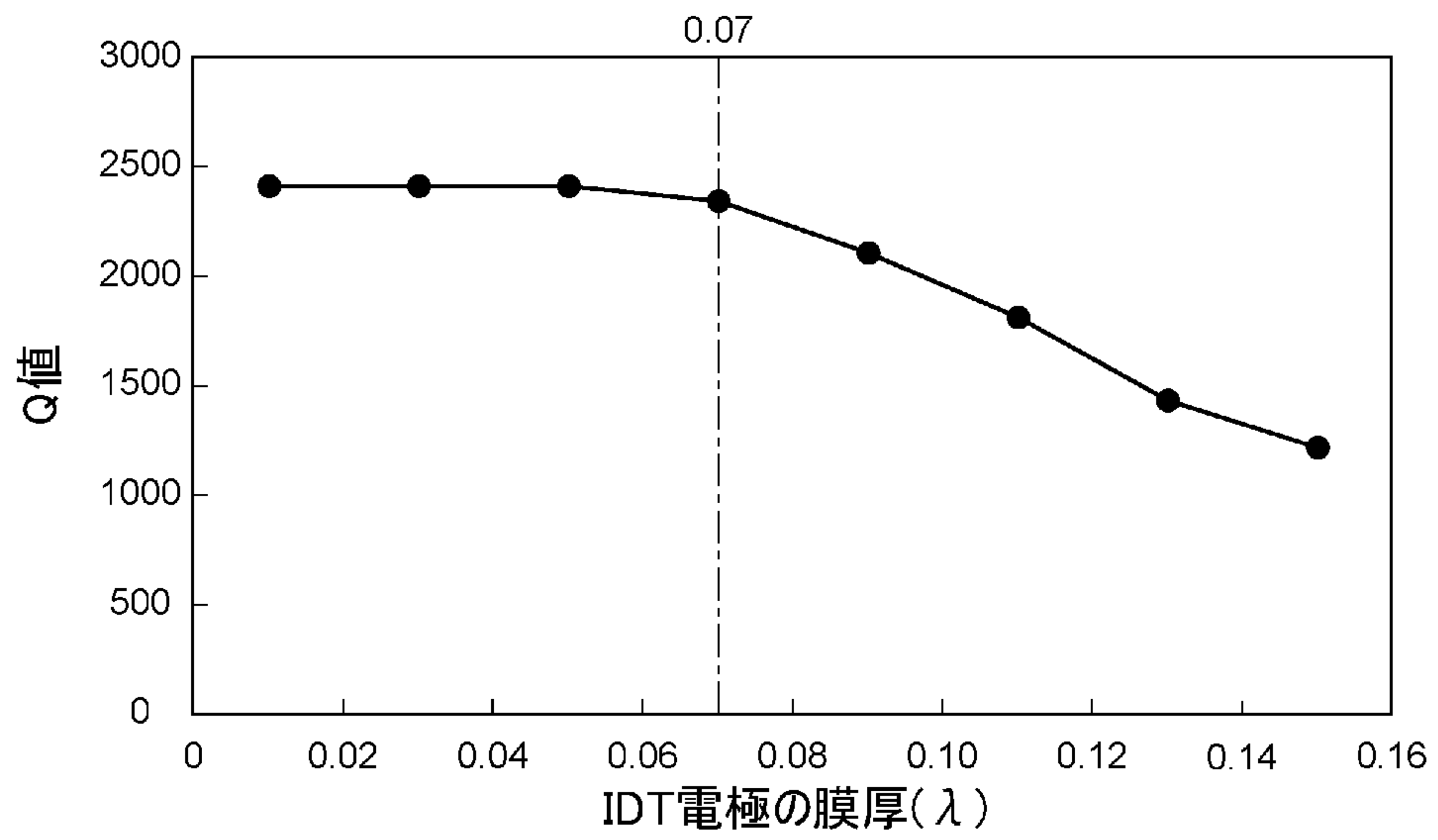
[図7]

図7



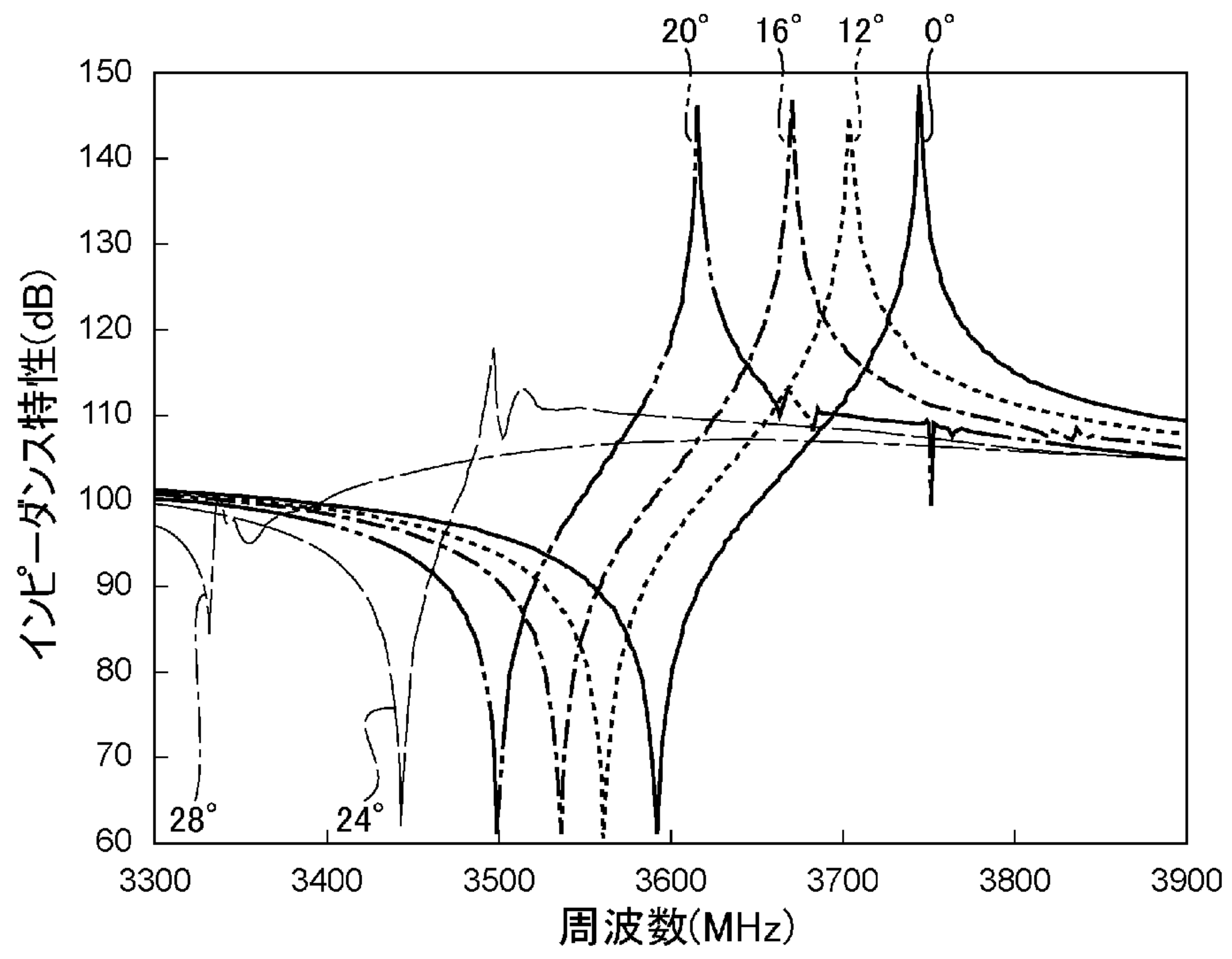
[図8]

図8



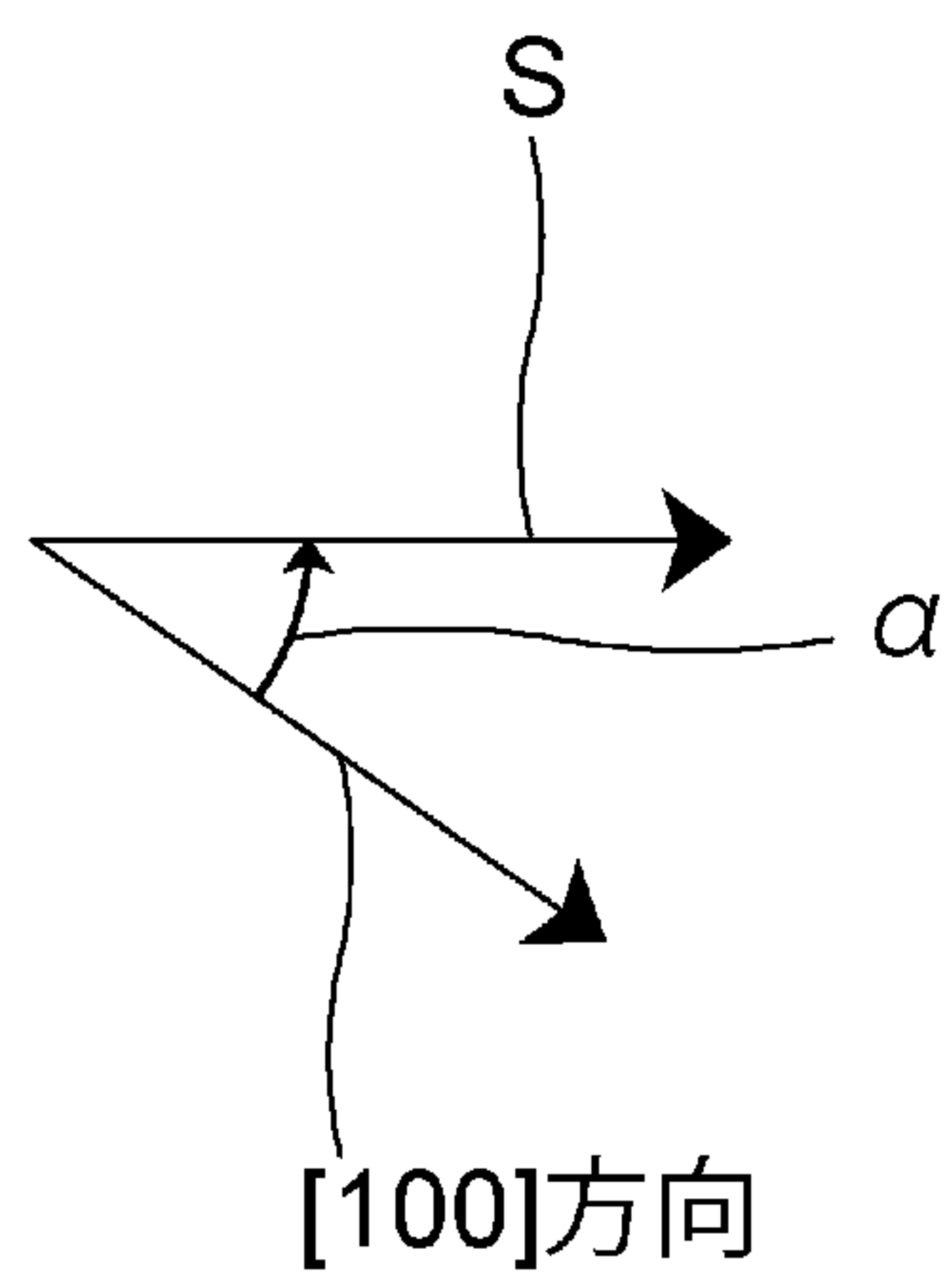
[図9]

図9



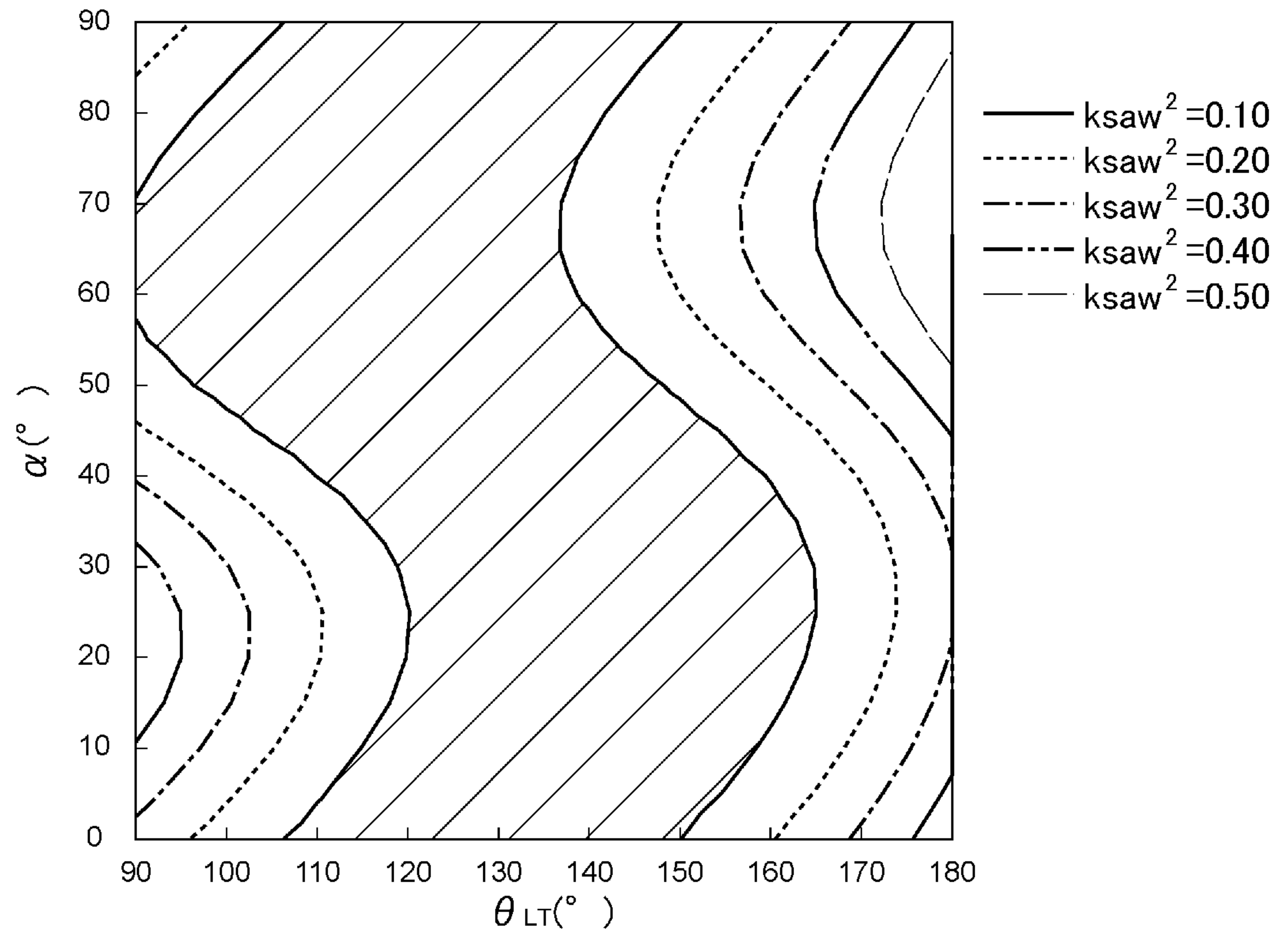
[図10]

図10



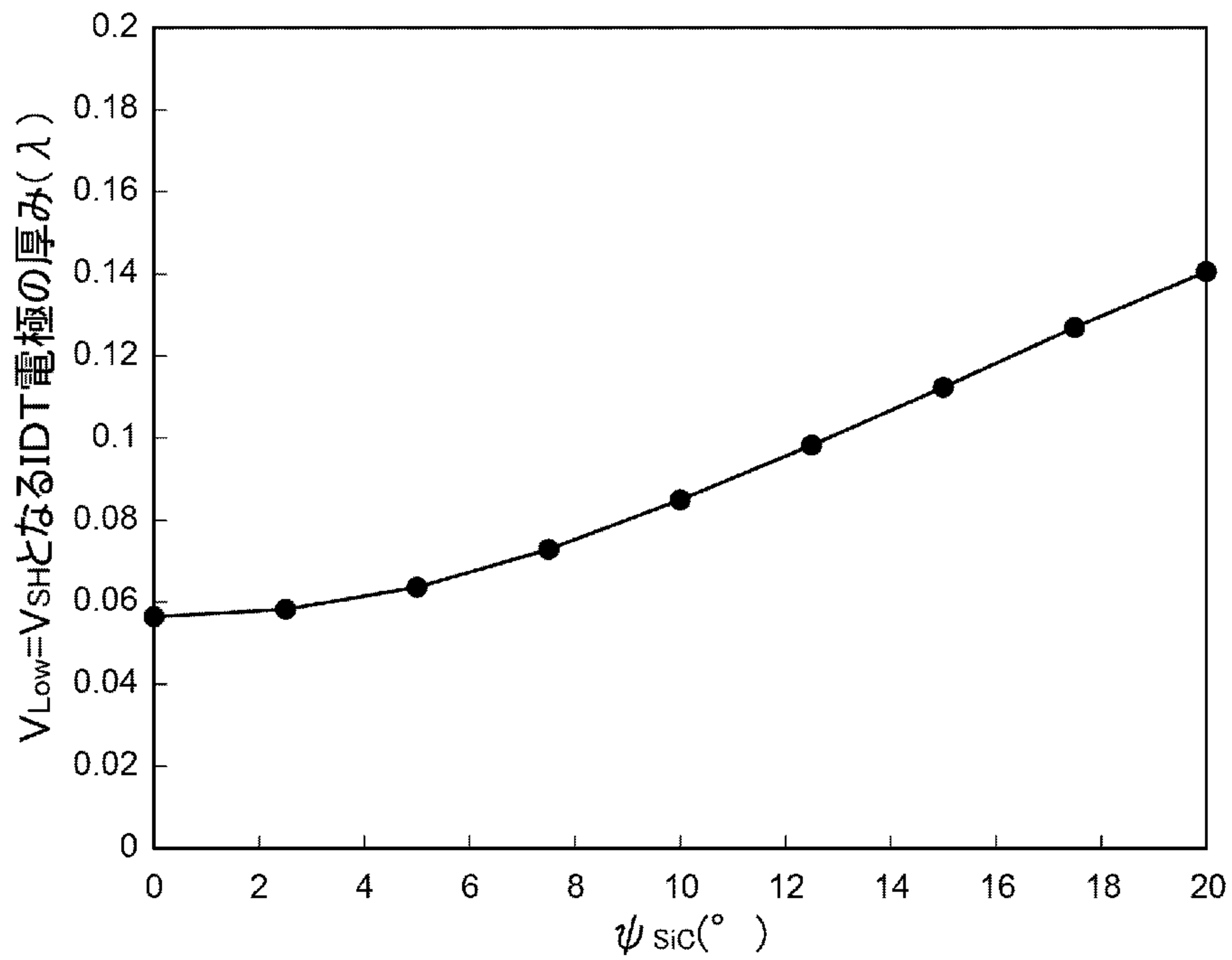
[図11]

図11



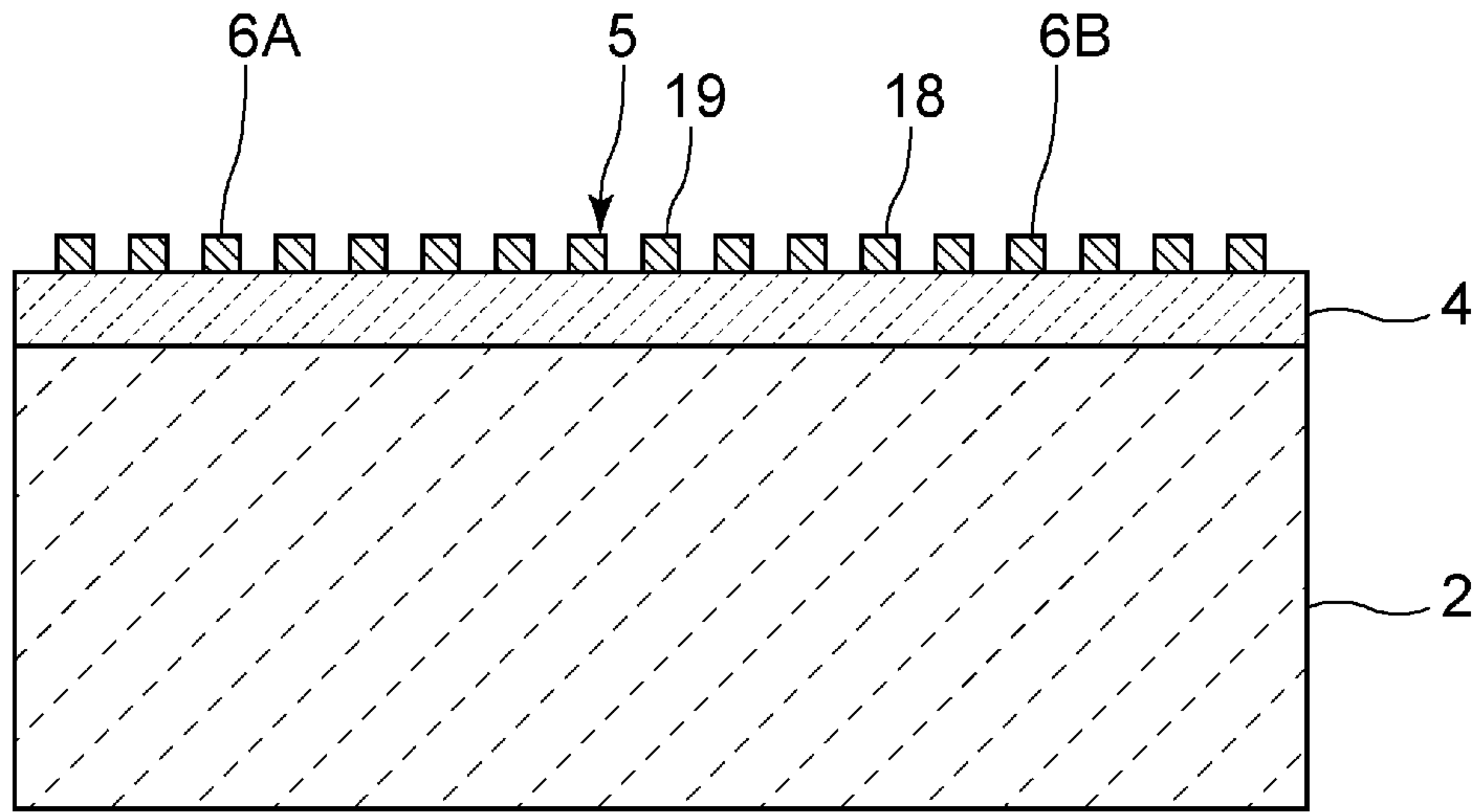
[図12]

図12



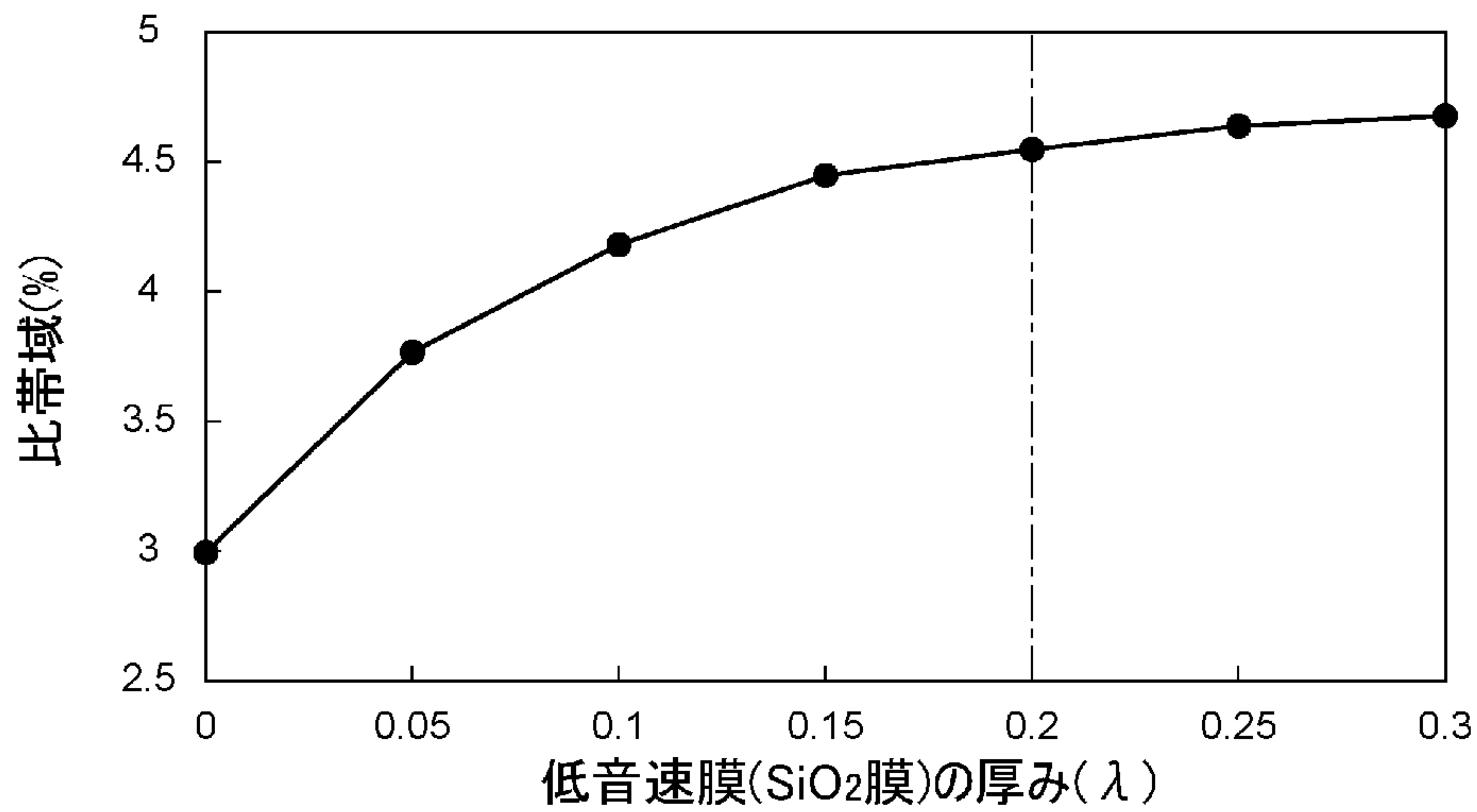
[図13]

図13



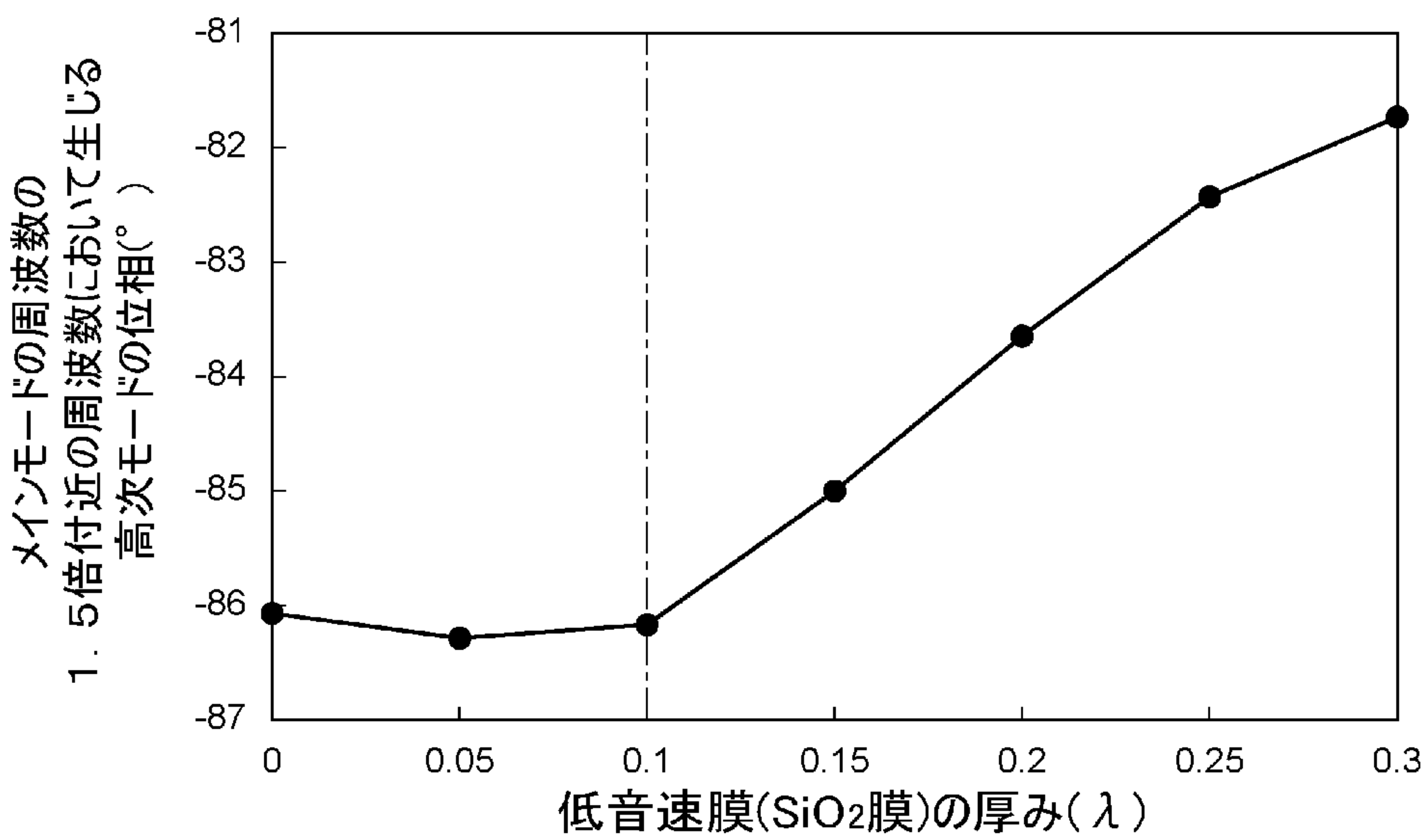
[図14]

図14



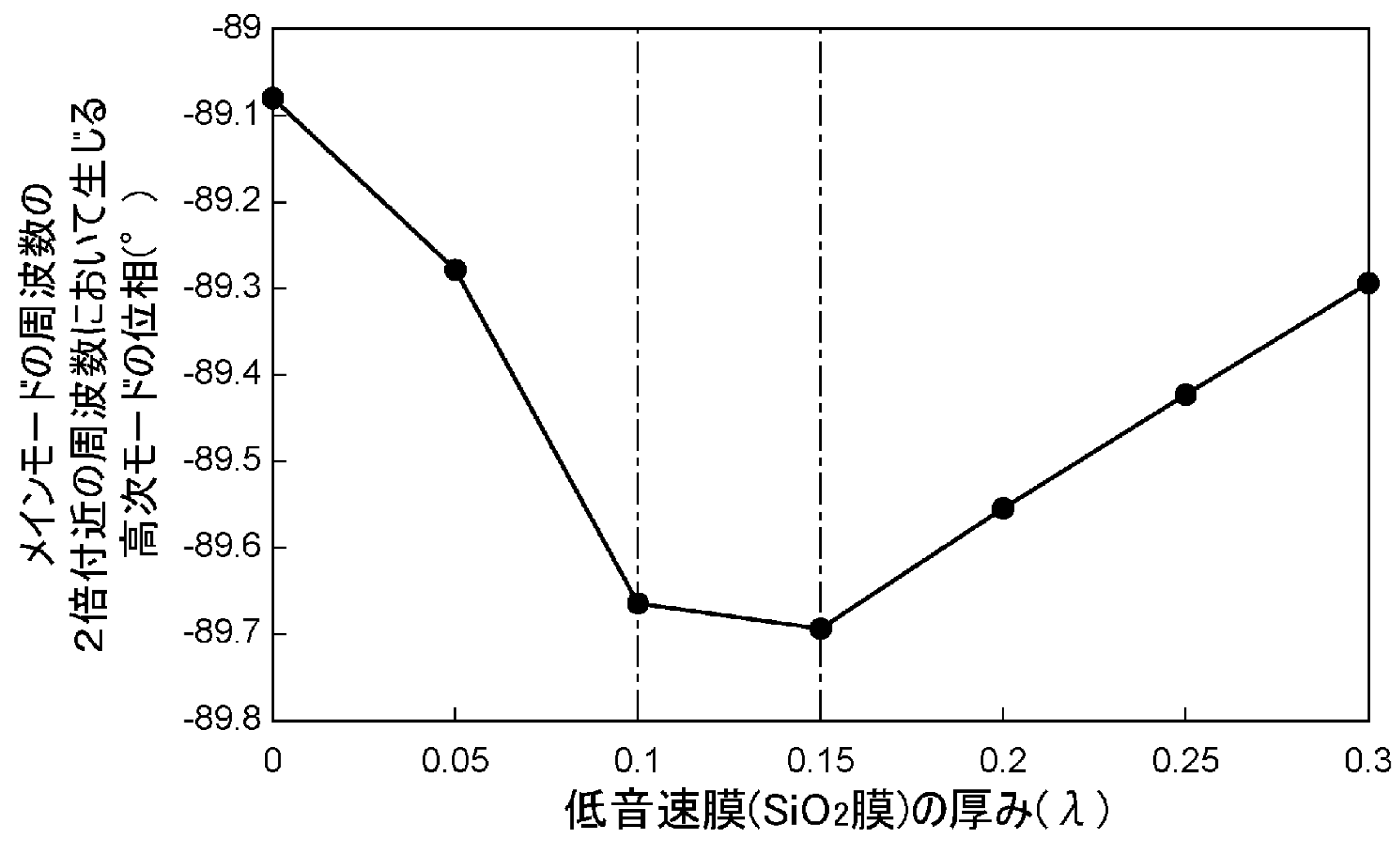
[図15]

図15



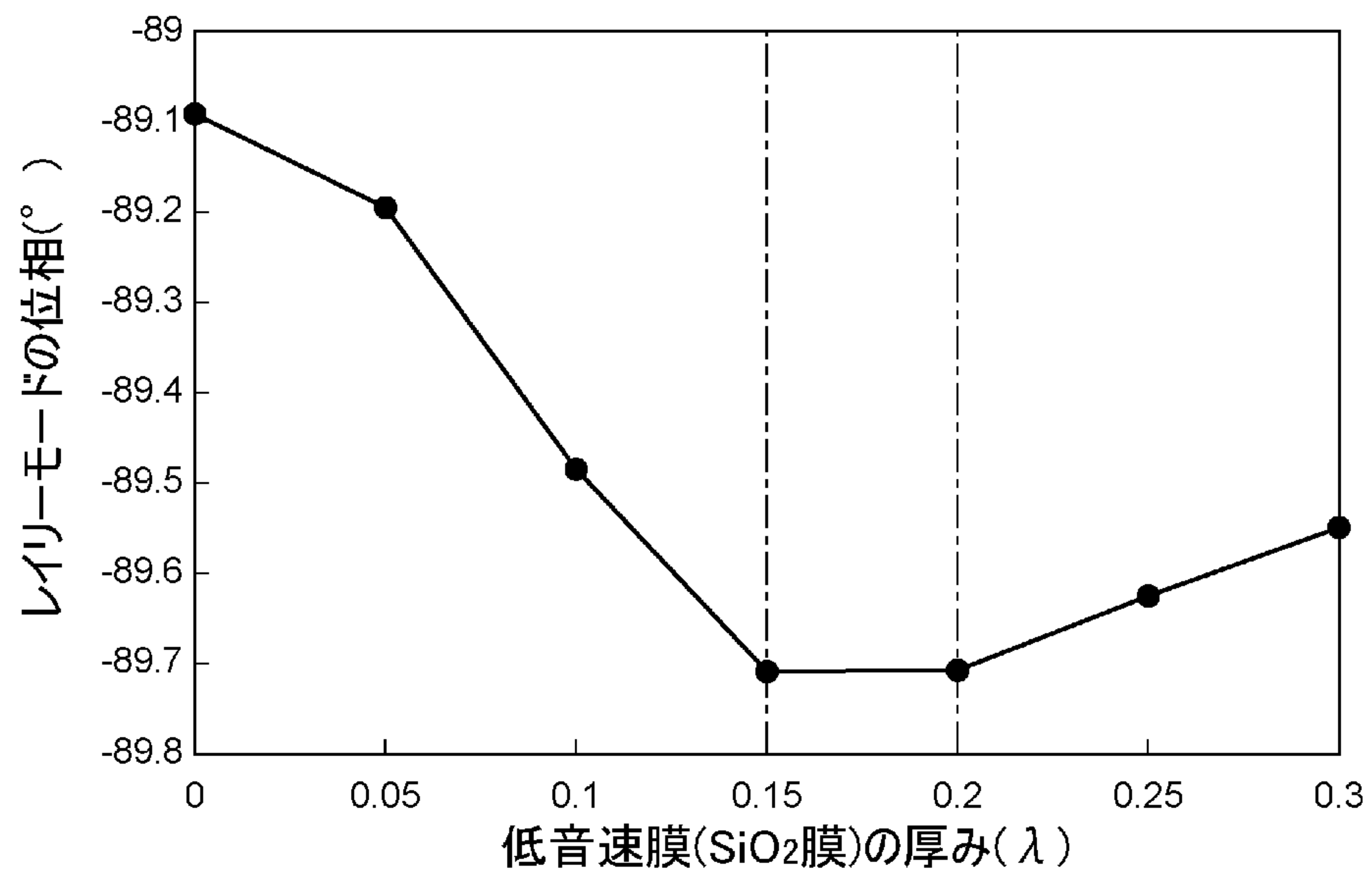
[図16]

図16



[図17]

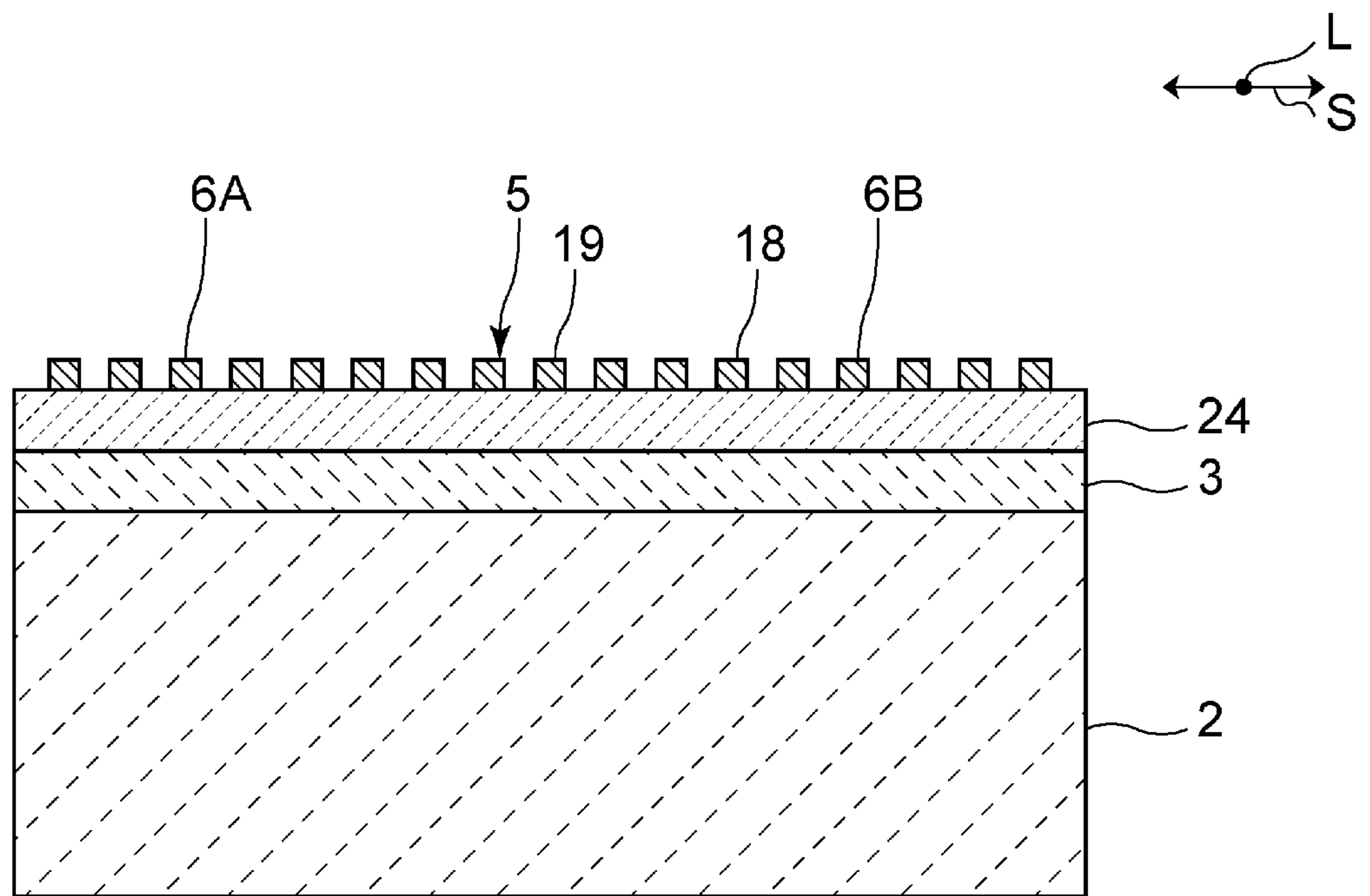
図17



[図18]

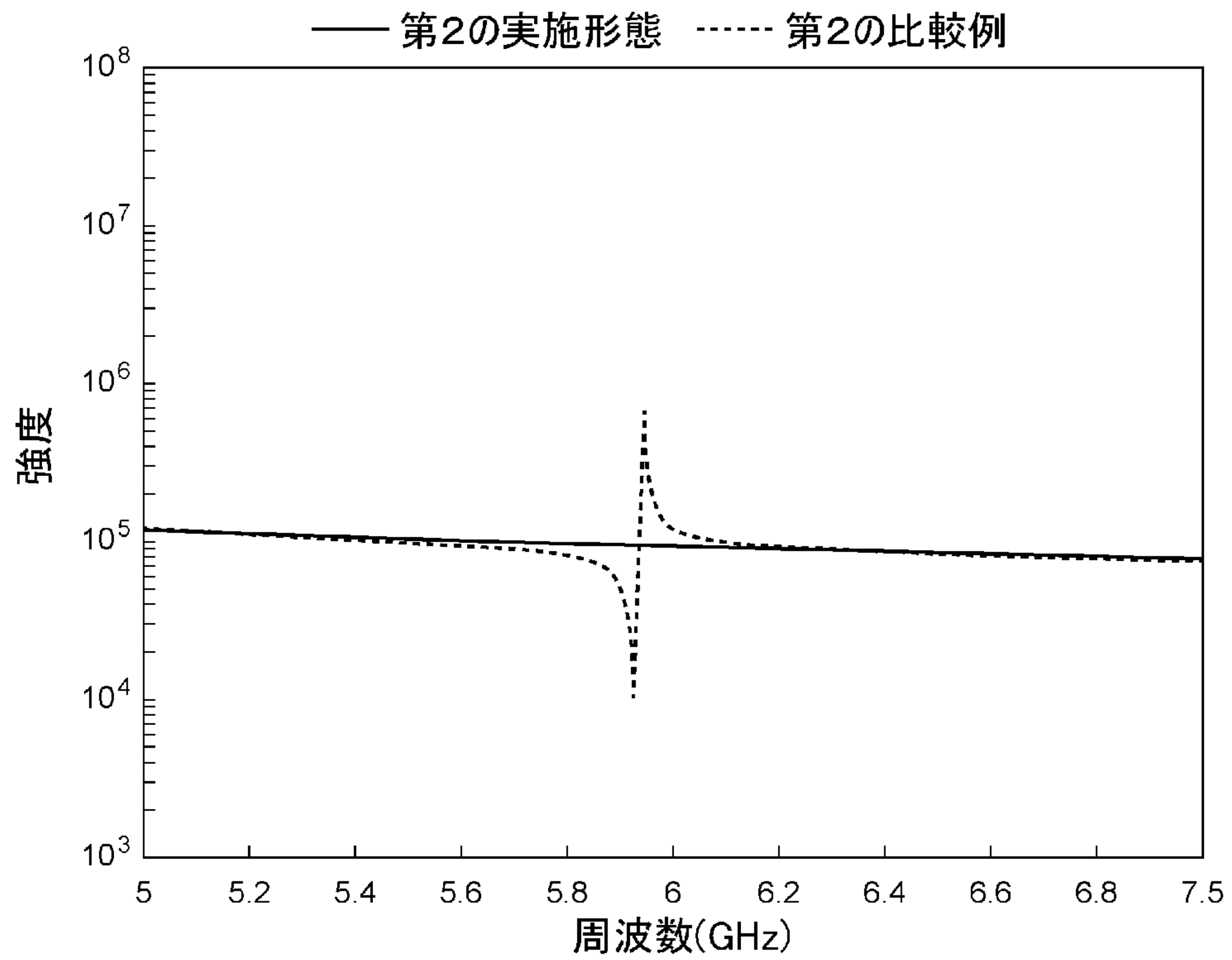
図18

21



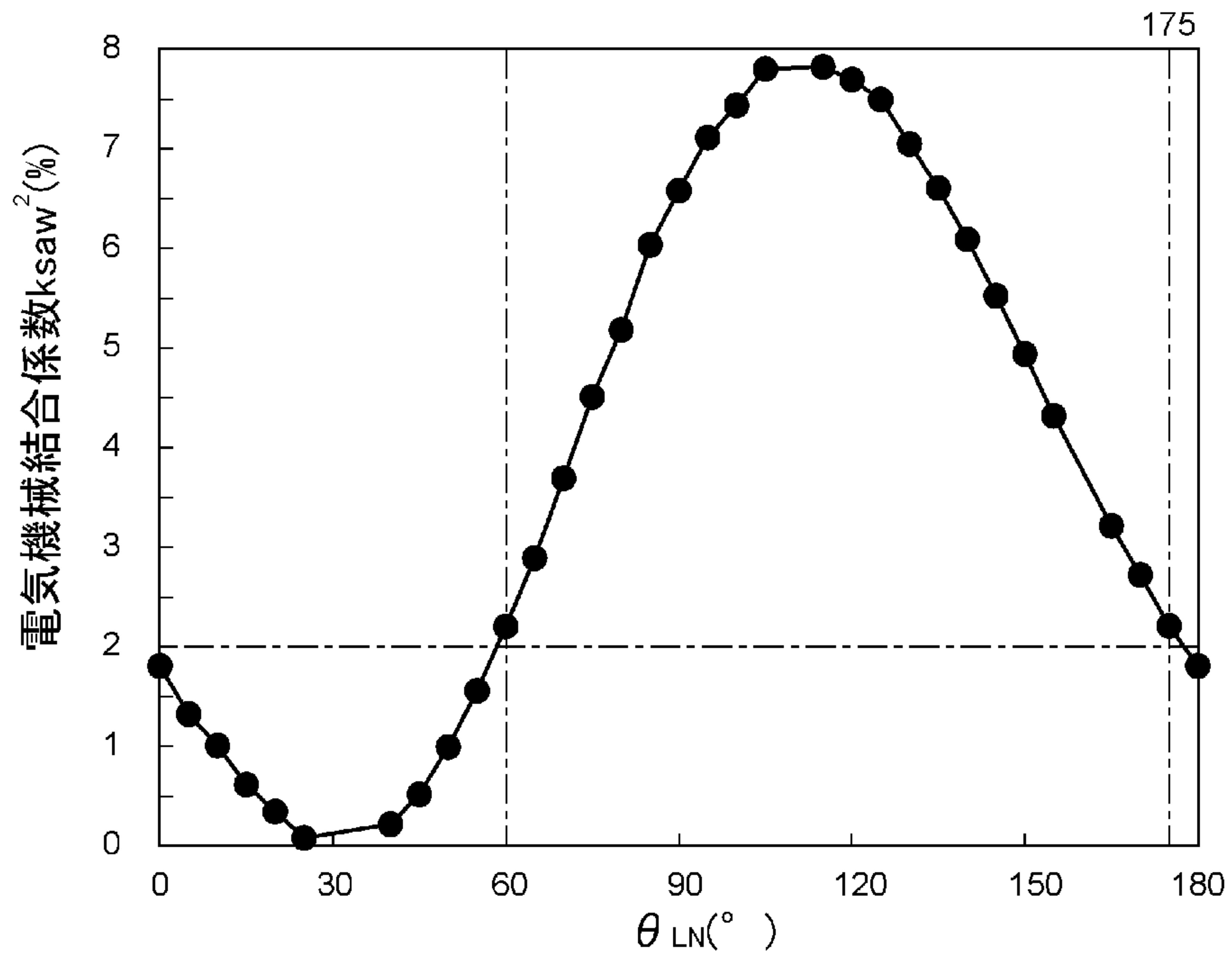
[図19]

図19



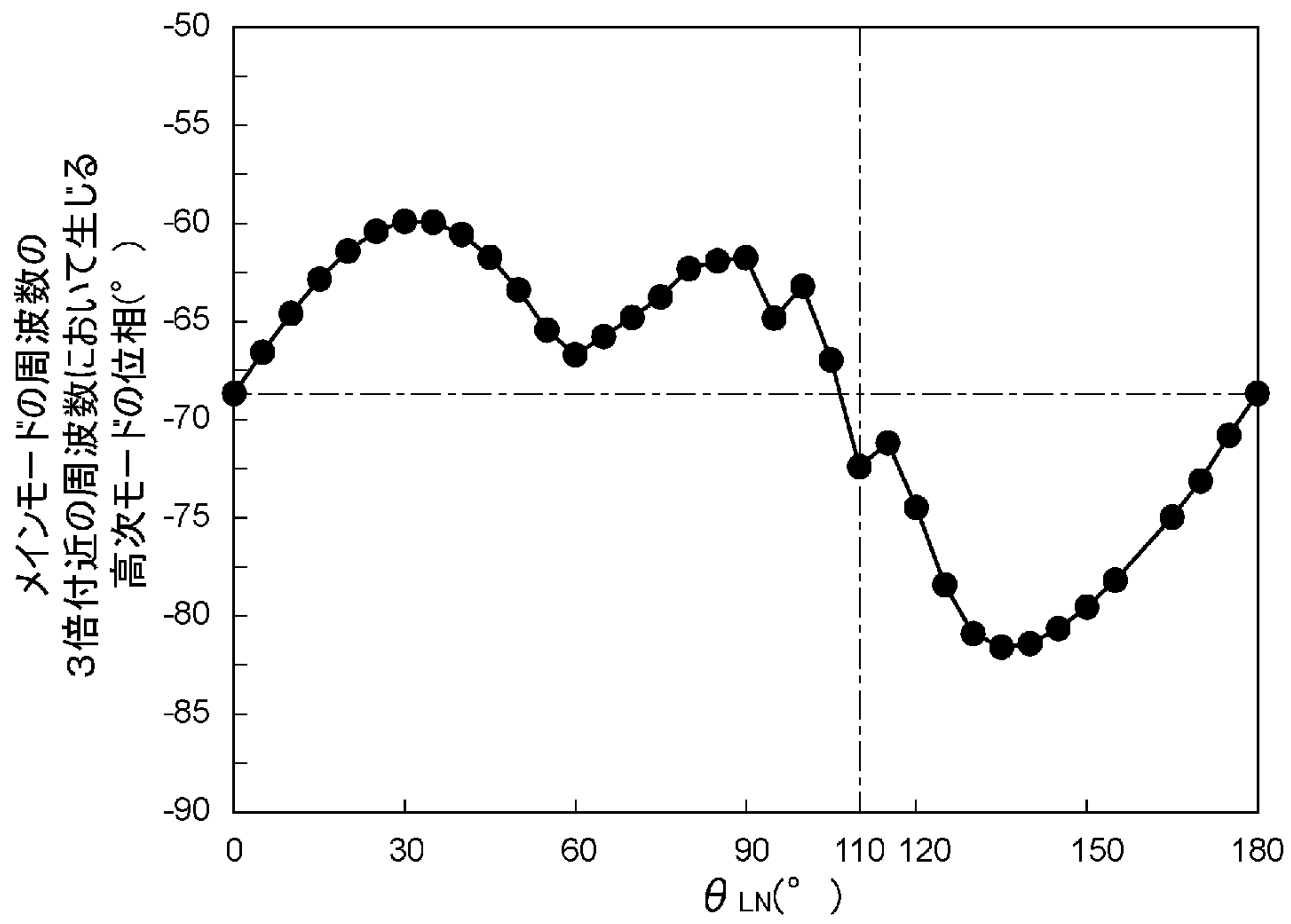
[図20]

図20



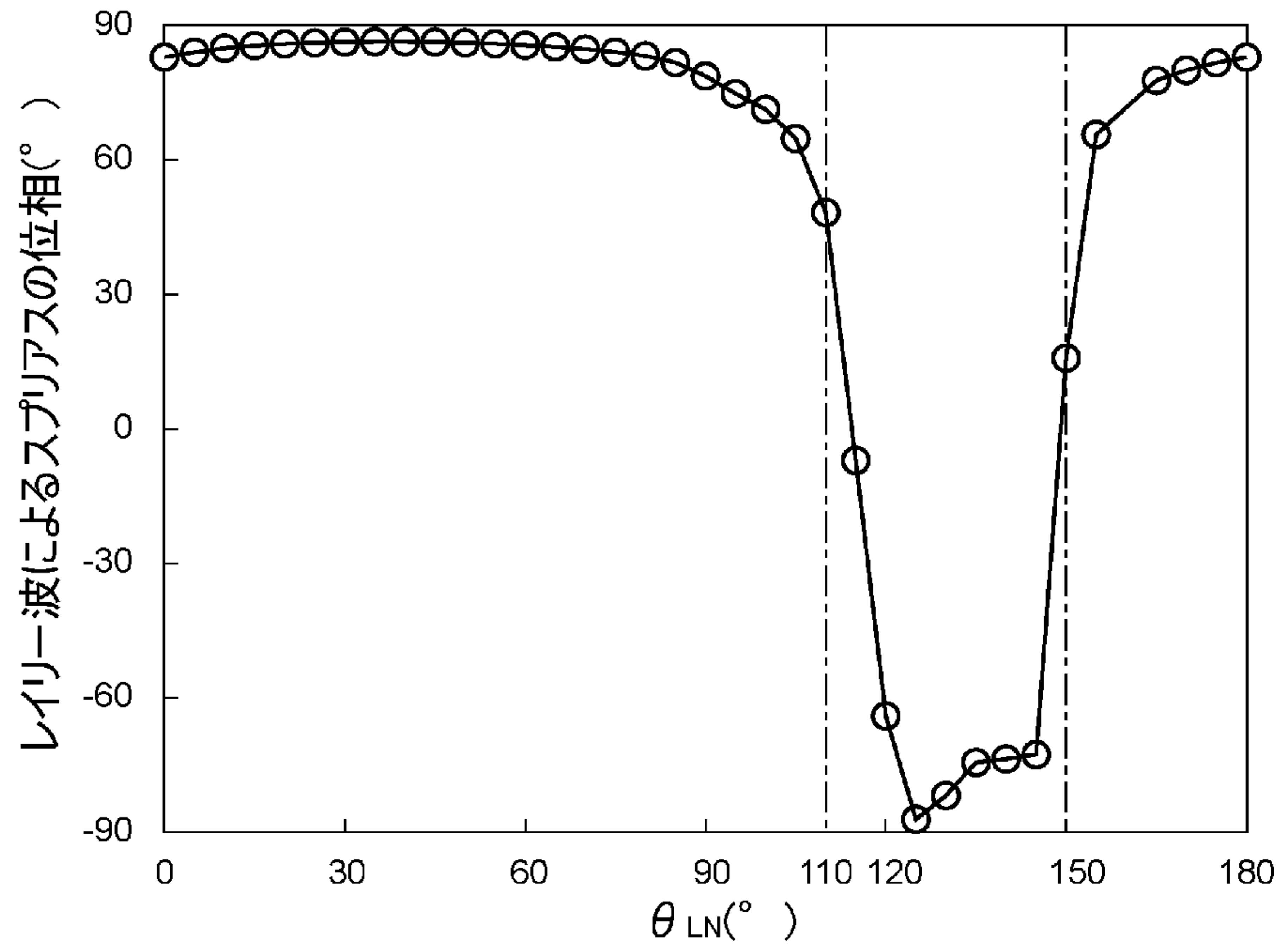
[図21]

図21



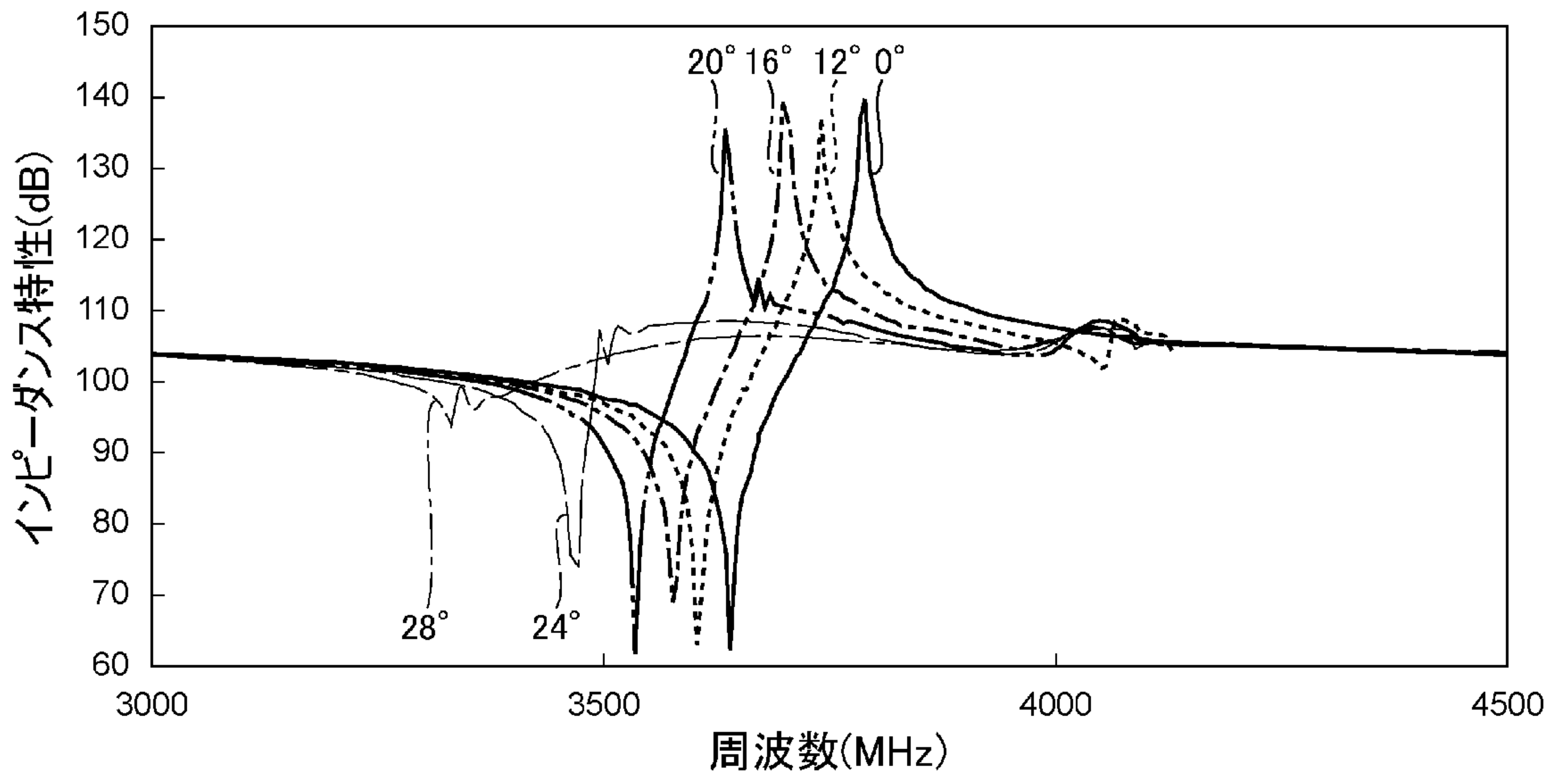
[図22]

図22

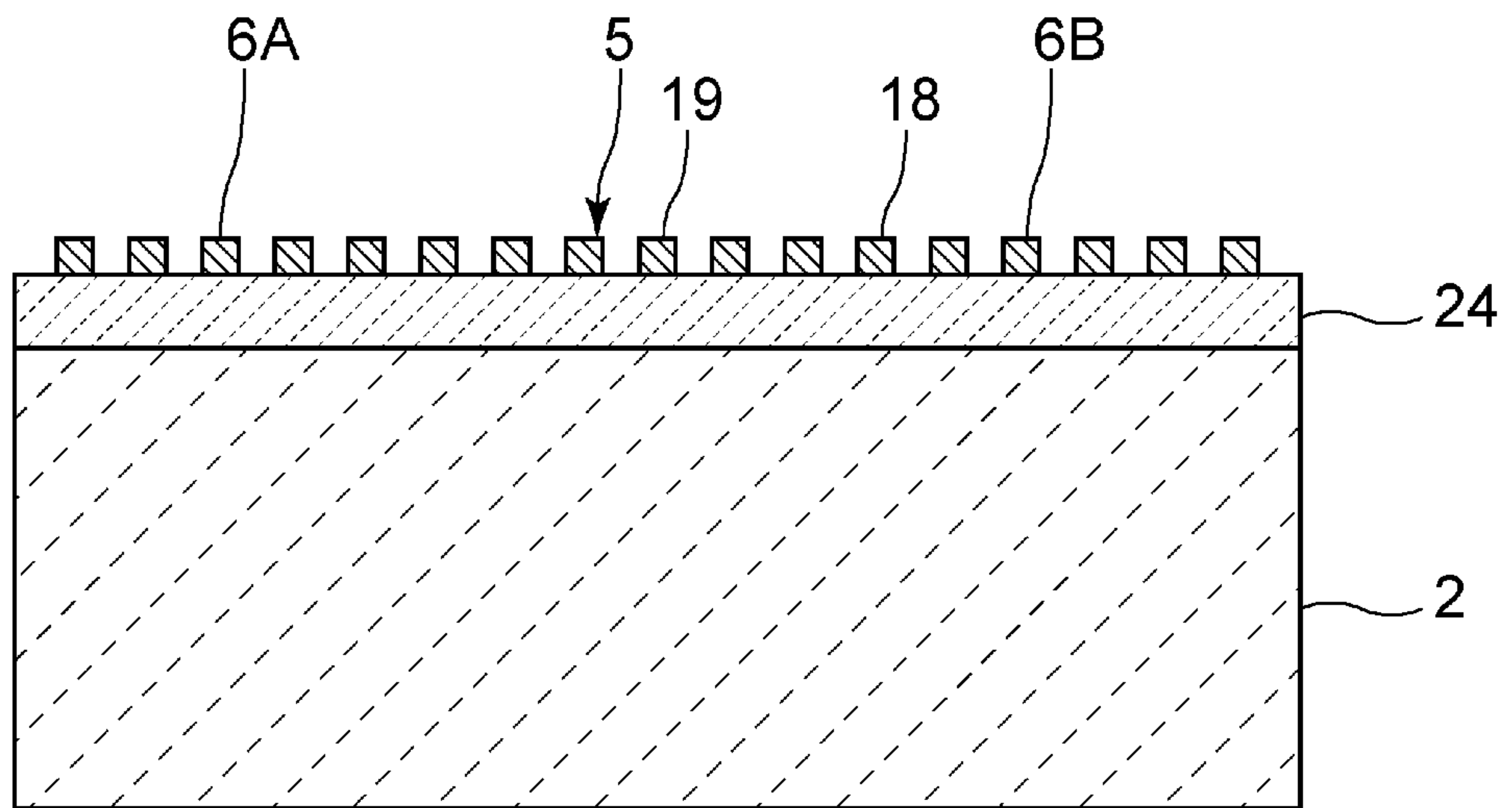


[図23]

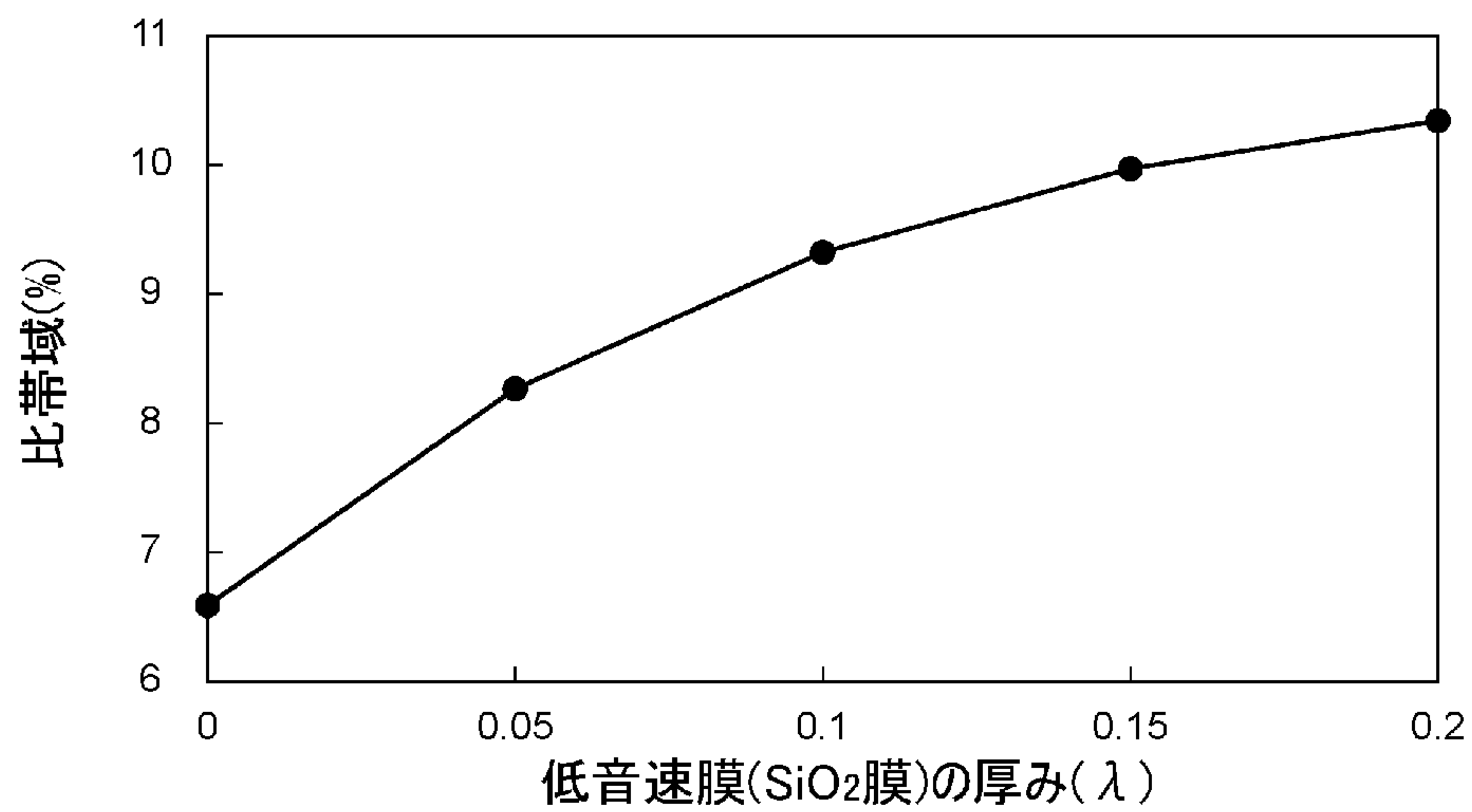
図23



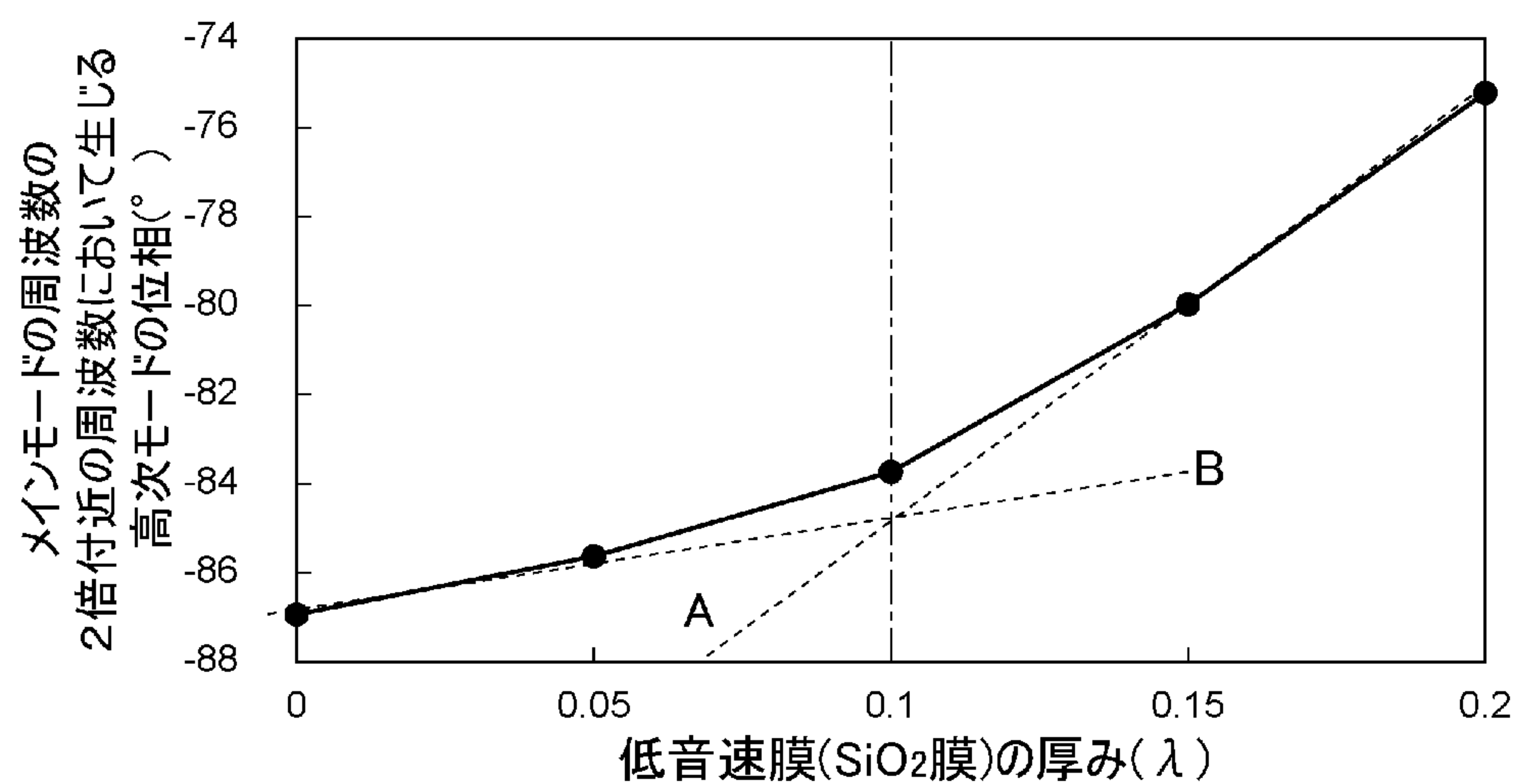
[図24]
図24



[図25]
図25



[図26]
図26



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/041292

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H03H9/25 (2006.01) i

FI: H03H9/25C

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. H03H9/25

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
Y A	JP 2019-146143 A (SUMITOMO METAL MINING CO., LTD.) 29 August 2019 (2019-08-29), paragraphs [0039], [0042], [0048], [0145]-[0147], fig. 1	1-2, 5-15 3-4, 16-18
Y A	JP 8-310900 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 26 November 1996 (1996-11-26), paragraphs [0025], [0026], [0063]	1-2, 5-15 3-4, 16-18
Y A	JP 2019-114986 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 11 July 2019 (2019-07-11), paragraphs [0014], [0018]-[0023], [0036], fig. 1	1-2, 5-15 3-4, 16-18
Y A	WO 2013/061926 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 02 May 2013 (2013-05-02), paragraphs [0032]-[0041], [0050], [0056]-[0074], fig. 1(a), 1(b), 8-17	1-2, 5-15 3-4, 16-18
A	WO 2011/046117 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 21 April 2011 (2011-04-21), paragraphs [0074]- [0079], [0097]-[0100]	1-18

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

27 November 2020

Date of mailing of the international search report

08 December 2020

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/041292

JP 2019-146143 A	29 August 2019	(Family: none)
JP 8-310900 A	26 November 1996	(Family: none)
JP 2019-114986 A	11 July 2019	US 2019/0199320 A1 paragraphs [0026], [0030]-[0035], [0048], fig. 1 CN 110011637 A KR 10-2019-0077224 A
WO 2013/061926 A1	02 May 2013	US 2014/0225684 A1 paragraphs [0056]-[0065], [0078], [0082]-[0099], fig. 1A, 1B, 8-17 EP 2773040 A1 CN 103891139 A
WO 2011/046117 A1	21 April 2011	US 2012/0194032 A1 paragraphs [0137]-[0142], [0160]-[0163] EP 2490333 A1 KR 10-2012-0049401 A CN 102577120 A

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) H03H 9/25(2006.01)i FI: H03H9/25 C		
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)) H03H9/25		
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 - 2020年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2020年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2020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
Y A	JP 2019-146143 A (住友金属鉱山株式会社) 29.08.2019 (2019 - 08 - 29) 段落[0039], [0042], [0048], [0145]-[0147], 図1	1-2, 5-15 3-4, 16-18
Y A	JP 8-310900 A (住友電気工業株式会社) 26.11.1996 (1996 - 11 - 26) 段落[0025]-[0026], [0063]	1-2, 5-15 3-4, 16-18
Y A	JP 2019-114986 A (株式会社村田製作所) 11.07.2019 (2019 - 07 - 11) 段落[0014], [0018]-[0023], [0036], 図1	1-2, 5-15 3-4, 16-18
Y A	WO 2013/061926 A1 (株式会社村田製作所) 02.05.2013 (2013 - 05 - 02) 段落[0032]-[0041], [0050], [0056]-[0074], 図1(a)-(b), 8-17	1-2, 5-15 3-4, 16-18
A	WO 2011/046117 A1 (株式会社村田製作所) 21.04.2011 (2011 - 04 - 21) 段落[0074]-[0079], [0097]-[0100]	1-18
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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抵触するものではなく、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 27. 11. 2020		国際調査報告の発送日 08. 12. 2020
名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員 (特許庁審査官) 志津木 康 5W 1787 電話番号 03-3581-1101 内線 3576

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2020/041292

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-146143	A	29.08.2019	(ファミリーなし)	
JP	8-310900	A	26.11.1996	(ファミリーなし)	
JP	2019-114986	A	11.07.2019	US 2019/0199320 A1 段落[0026], [0030]-[0035], [0048], 図1 CN 110011637 A KR 10-2019-0077224 A	
WO	2013/061926	A1	02.05.2013	US 2014/0225684 A1 段落[0056]-[0065], [0078], [0082]-[0099], 図1A-B, 8-17 EP 2773040 A1 CN 103891139 A	
WO	2011/046117	A1	21.04.2011	US 2012/0194032 A1 段落[0137]-[0142], [0160]- [0163] EP 2490333 A1 KR 10-2012-0049401 A CN 102577120 A	