

令和 4 年 6 月 16 日現在

機関番号：13501

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K15024

研究課題名（和文）他元素添加AIN膜/層構造基板による縦型漏洩SAWの高性能化と高周波フィルタ応用

研究課題名（英文）High performance SAW devices with other element doped AlN films / layered structure substrates

研究代表者

鈴木 雅視（Masashi, Suzuki）

山梨大学・大学院総合研究部・助教

研究者番号：60763852

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：他元素添加AIN層を用いたSAWデバイスの最適構造探索において、RSAW高次モードでは分極反転ScAlN層/高音速層/基板、LLSAWではc軸平行ScAlN膜/水晶基板を用い、膜厚を最適化することで高位相速度、高結合係数、低伝搬減衰を両立できることを見出した。分極反転ScAlN層形成を目指した成膜実験では、Siを数%添加することで純AIN膜の極性が制御できることを確認、また、分極反転AIN多層膜の形成に成功した。ScAlN薄膜ではSiドーピングによる分極制御は達成できなかったが、濃度比最適化により分極制御できる可能性は残されており、引き続き検討する予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、弾性表面波（SAW）デバイスは移動通信機器の周波数フィルタとして実用化されている。今後さらなる通信の大容量化、高速化に向けて、より高周波帯域の次世代移動通信システムへの移行が検討されている。しかし、その高周波動作に対応できるSAWフィルタは現状の圧電単結晶基板単体のデバイス構造では実現困難とされている。そこで本課題では、「高SAW位相速度、高結合係数、低SAW伝搬減衰」のすべてを満たし、かつ形成も容易な高結合係数を実現する他元素ドーピングAIN圧電層/伝搬減衰を抑制する高音速層/高音速基板からなる多層構造基板の創成とその基板を用いたSAWデバイスの開発を行った。

研究成果の概要（英文）：In theoretical analysis for other metal element doped AlN film SAW devices, we demonstrated that polarity inverted ScAlN films/high-velocity layers/substrates for high order RSAW modes and c-axis parallel ScAlN films/quartz substrates for LLSAW modes had high phase velocities, high coupling factors and low acoustic attenuation. In film growth for polarity inverted multilayered ScAlN films, we confirmed that Si doping to AlN films led to polarity inversion from Al-polarity to N-polarity. The polarity inverted SiAlN/AlN films could be fabricated. However, polarity inversion of ScAlN films by Si doping were not observed. We will try to control polarity direction of ScAlN films by further optimizing the concentration of Sc and Si doping in AlN films.

研究分野：弾性波デバイス

キーワード：弾性表面波 AIN薄膜 層構造基板

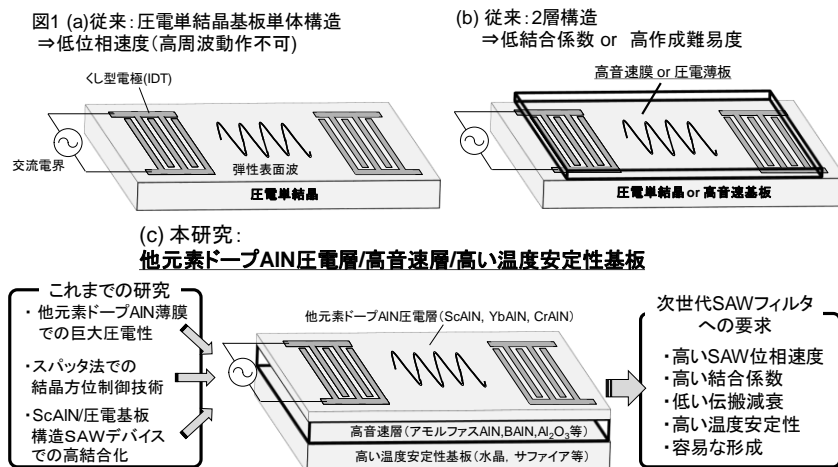
様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

逆圧電効果を利用して弾性表面波を励振する SAW デバイス(図 1(a))は、携帯電話等の周波数フィルタとして利用され、移動体通信産業を支える極めて重要な役割を果たしている。現在の移動通信システムの周波数域は 2.2 GHz 以下であるが、膨大な情報通信量を必要とするスマートフォン、タブレット等の急速な発達・普及に伴い、さらなる通信大容量化や高速化が求められ、3 GHz 以上を周波数帯域とした次世代移動通信システムへの移行が検討されている。これを実現する周波数フィルタ用 SAW デバイスには「高い SAW 位相速度⇒高周波動作、高い電気機械結合係数⇒広帯域幅、低い SAW 伝搬減衰⇒高 Q 値、高い温度安定性⇒環境変動に対応可能」が求められる。高 SAW 位相速度、高結合係数をもつ SAW モードとして、高次モード RSAW および縦型漏洩弾性表面波 (LLSAW) モードがあり、次世代 SAW 周波数フィルタ応用のための伝搬モードとして有望視されている。但し、従来の SAW デバイスの構造 (IDT/圧電単結晶基板, 図 1(a)) において高次モード RSAW は存在せず、LLSAW は基板内部に横波バルク波を放射しながら伝搬するため、SAW 伝搬減衰が大きくなり、高 Q 値が得られないという欠点をもつ。この欠点を解決するために提案されたのが層状構造基板を用いた SAW デバイスである(図 1(b))。報告されている高位相速度 SAW に適した層状構造は「高音速膜を圧電単結晶基板上に装荷した構造」、「圧電薄板を高音速基板と接合した構造」である。両構造とも、弾性波は音速が低い層に集中する特性を利用し、高結合化または SAW 伝搬減衰の低減 (高 Q 値) が実現されている。しかし、前者は低伝搬減衰と高結合係数との両立が不可、後者は上述した要求は満たすが層状構造形成時に薄板の剥離や基板割れ等が多発し、実用化までには至らないであろう。

2. 研究の目的

本課題では次世代通信システムに対応可能な高周波フィルタに向け、「高 SAW 位相速度、高結合係数、低 SAW 伝搬減衰」を両立し、広く産業応用が進んでいるスパッタ法で形成可能な層状構造基板「他元素ドーパ AIN 圧電層/高音速層/高温安定性基板 (図 1(c))」の創成とその基板を用いた SAW フィルタの開発を目的とした。



3. 研究の方法

(1) 「圧電層/高音速層/基板」での SAW 伝搬理論解析による最適構造探索

本項目では SAW 特性の目標値を「位相速度=5,000 m/s 以上」、「結合係数=6% 以上」、「伝搬減衰=0.03 dB/λ 以下」とし、高位相速度をもつ高次モード RSAW, LLSAW モードに対して、圧電層、高音速層、基板の材料、材料特性、結晶方位等をパラメータとし、最適構造の探索を行った。SAW 伝搬特性解析には、Farnell と Adler の SAW 伝搬解析法、有限要素法解析 FEM を用いた。

圧電層: 結合係数は主に圧電層の圧電性の大きさに左右される。そこで結合係数が最大 17% かつスパッタ法で形成可能な「巨大圧電性他元素ドーパ AIN 膜 (ScAIN, YbAIN)」を圧電層とし、結晶方位および膜厚の最適化を行った。

高音速層: 弾性波には位相速度が遅い層にエネルギーが集中するという特徴があり、圧電層と基板間への高音速層挿入により圧電層に SAW エネルギーを集中させることで、伝搬減衰低減が可能となる。他元素ドーパ AIN 膜より音速が速いと予想される AIN, BN を高音速層の候補とし、膜厚の最適化も行った。但し、圧電層と基板のみで目標値を達成できる場合、この層は必要ない。

基板: 電子デバイス基板として用いられている Si, 水晶, サファイヤ, SiC を基板とし。基板の結晶方位も結合係数、伝搬減衰に影響を及ぼすため、カット角の検討も行った。

(2) 高次モード RSAW デバイス応用に向けた分極反転 AlN/SiAlN 膜の形成と評価

(1)で理論的に高次モード RSAW モードにて最適構造と確認された「分極反転 Sc, YbAlN 膜/高音速基板」を形成するために、Si ドープによる純 AlN, ScAlN の分極制御法の開発を行った。成膜には RF マグネトロンスパッタ法, 結晶評価には X 線回折法, 極性評価にはプレステストを用いた。SiAlN 薄膜共振子を作製し, ネットワークアナライザによる周波数特性測定から圧電性を評価した。また, この分極制御法を用いた分極反転多層 AlN/SiAlN 膜の形成も試みた。

4. 研究成果

上述の 3. 研究の方法(1), (2)にて得られた成果について示す。

(1-1) ScAlN 膜/水晶基板上を伝搬する LLSAW 特性理論解析

本成果では, ScAlN 圧電層を水晶基板上に装荷した層状基板を伝搬する LLSAW の理論解析を行い, 高位相速度, 高結合係数, 低伝搬減衰を有する最適構造を見出した。

まず回転 Y カット 45° X 伝搬水晶基板のカット角が LLSAW の伝搬減衰に及ぼす影響を(0° 90° 90°)ScAlN 層/((0° θ 45°)水晶基板構造での理論解析から評価した。図 2 に示すようにθ=125°において伝搬減衰が極小値を示した。よって AT カットが最適であることがわかった。次に各 ScAlN 規格化膜厚 h_{ScAlN}/λ における(0° 90° 90°)ScAlN/AT カット 30-55° X 伝搬水晶基板上を伝搬する LLSAW の位相速度, 伝搬減衰, 結合係数の理論解析を行った。図 3(b)に示す伝搬減衰は $h_{ScAlN}/\lambda=0.1$ 付近で極小値を示した。この伝搬減衰極小値の大きさは水晶の SAW 伝搬方向に依存し, 35° X 伝搬時に最小値(=0.003 dB/λ)となった。

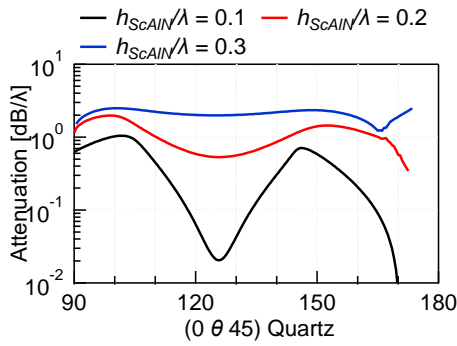


図 2 (0° 90° 90°)ScAlN/(0° θ 45°)水晶構造上 LLSAW 伝搬減衰の水晶基板第 2 オイラー角依存性

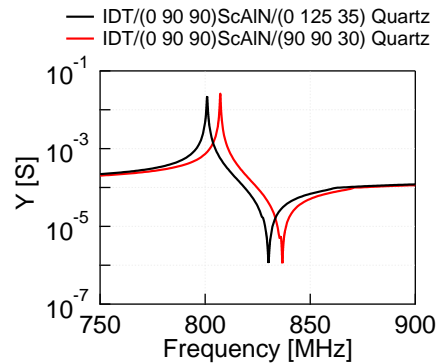


図 4 FEM による IDT/ScAlN/水晶構造 LLSAW 共振子のアドミタンス周波数特性

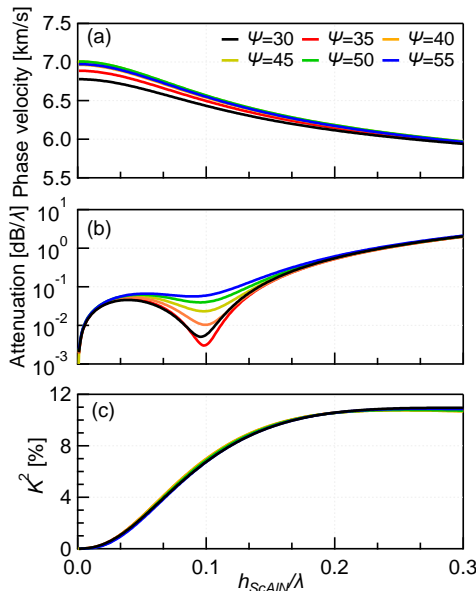


図 3 (0° 90° 90°)ScAlN/(0° 125° ψ)水晶構造上 LLSAW の(a)位相速度, (b)伝搬減衰, (c)結合係数

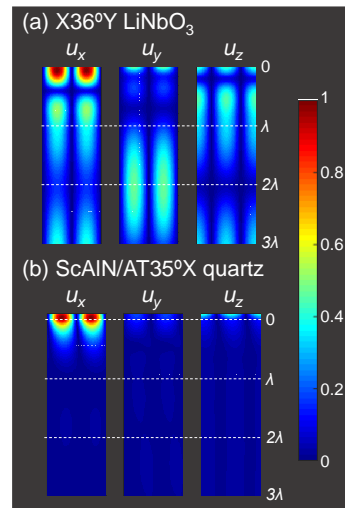


図 5 共振周波数における(a)X36°YLiNbO3 単体, (b)ScAlN/AT35°X 水晶での粒子変位

(1-2) ScAlN 膜/高音速 AlN, BN 層/基板上を伝搬する高次モード RSAW 特性理論解析

本成果では、ScAlN, YbAlN 膜/高音速 AlN, w-BN 層/基板上の 1-3 次モード RSAW 伝搬特性において分極反転構造により高次モード RSAW 位相速度はある程度維持したまま、結合係数が増幅することを見出した。一例として、SAW 伝搬理論解析により求めた 2 層分極反転 ScAlN 膜/高音速 BN 層での 0 - 3 次モード RSAW の位相速度と K^2 の h_{1st}/λ 依存性を図 6 に示す。ScAlN 薄膜全体の膜厚 $H/\lambda (=h_{1st}/\lambda + h_{2nd}/\lambda)$ は ScAlN 単層膜/高音速 BN 層構造での RSAW 解析により各モードにおいて K^2 最大となった膜厚で固定し、第一層目の規格化膜厚 h_{1st}/λ を $0 \leq h_{1st}/\lambda \leq H/\lambda$ の範囲内で変化させた。図 6(a)より全てのモードで h_{1st}/λ 変化による大きな位相速度の低下は見られなかった。一方で図 6(b)に示す K^2 は h_{1st}/λ に大きく依存し、1 次モード以上の RSAW において h_{1st}/λ を最適化することで、 K^2 が増大することがわかった。2 層分極反転 ScAlN 薄膜/BN 基板構造での 1~3 次モード RSAW の K^2 最大値は ScAlN 単層膜構造のそれぞれ約 1.3 倍、2.0 倍、1.6 倍であった。

FEM により解析した IDT/ScAlN 単層膜/高音速 BN 層、および IDT/2 層分極反転 ScAlN 膜/高音速 BN 層構造 3 次モード RSAW 共振子のアドミタンス周波数特性を図 7 に示す。両構造ともに周波数 \times 波長 $\lambda = 7,000 - 7,200$ m/s 付近に 3 次モード RSAW 共振が観測された。2 層分極反転構造での実効的結合係数 $K_{eff}^2 (=3.05\%)$ は単層構造 ($=1.84\%$) より向上した。第図 8 (a), (b) に両構造での共振周波数における x3 方向 (RSAW の主変位方向) 粒子変位分布を示す。ScAlN 膜内の 3 つの位置で極大値を示し、その極大値が生じる薄膜表面からの深さは分極反転構造を用いてもほぼ変化していない。また、2 層分極反転構造の境界は粒子変位が極大値を示す薄膜表面から約 0.28λ 付近に設定されていることがわかった。

この結合係数増大時の粒子変位極大値と分極反転境界の関係から、粒子変位極大値が現れたすべての深さ (薄膜表面から約 0.28λ , 0.641λ , 1.029λ) に分極反転境界を設定すればさらに結合係数が増幅すると考え IDT/4 層分極反転 ScAlN 薄膜/高音速 BN 層構造 3 次モード RSAW 共振子のアドミタンス周波数特性を FEM 解析により評価した。図 7 より共振周波数は単層構造および 2 層分極反転構造よりも低くなったが、分極反転 4 層構造での K_{eff}^2 値は 3.72% となり、単層構造の約 1.9 倍、2 層分極反転構造の約 1.1 倍となった。よって x3 方向粒子変位で極大値を示すすべての位置に分極反転境界を設定することが K_{eff}^2 のさらなる向上に有効であることがわかった。図 8(c)に示す分極反転 4 層構造での x3 方向粒子変位分布では、単層膜、2 層分極反転膜と比較すると SAW の基板への染み出しが減少、圧電層へ SAW がより集中していることがわかった。これらがさらなる K_{eff}^2 向上の要因だと考えられる。

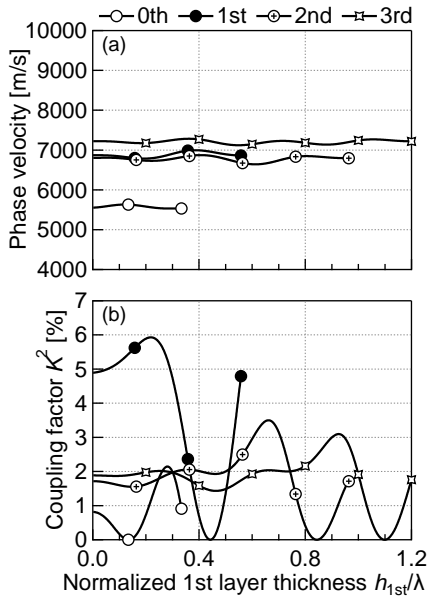


図 6 2 層分極反転 ScAlN 膜/高音速 BN 層上を伝搬する 0 - 3 次モード RSAW の (a)位相速度, (b)結合係数の第 1 層規格化膜厚 h_{1st}/λ 依存性

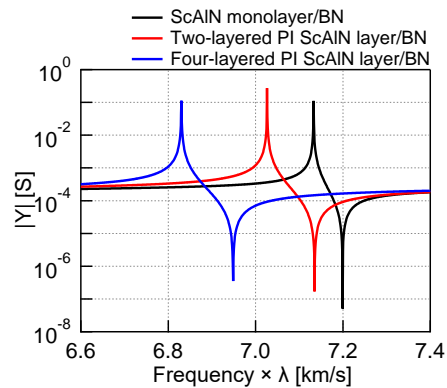


図 7 IDT/ScAlN 単層膜, 2 層, 4 層分極反転 (PI) ScAlN 膜, /BN 高音速層 3 次モード RSAW 共振子のアドミタンス周波数特性

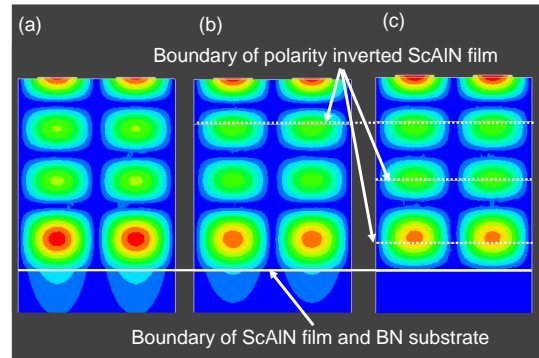


図 8 IDT/(a)ScAlN 単層膜, (b)2 層 PI ScAlN 膜, (c)4 層 PI ScAlN 膜/高音速 BN 層での x3 方向粒子変位分布

(2) 高次モード RSAW デバイス応用に向けた分極反転 AlN/SiAlN 膜の形成と評価

本成果では、前章で述べた分極反転 ScAlN 膜を用いた高次モード RSAW デバイスの開発に向けた Si ドープによる AlN 薄膜の分極制御法と分極反転 SiAlN/AlN 膜の形成、評価について話す。

図 9 にスパッタ法で作製した純 AlN および $\text{Si}_{0.05}\text{Al}_{0.95}\text{N}$ 膜の X 線回折法による 2θ - θ パターンとプレステストの結果を示す。図 9(a) より、両試料ともに 36° 付近に (0002) AlN ピークが観察され、c 軸配向膜が形成されていることを確認した。図 9(b) より応力印加時に AlN 薄膜では負電圧、 $\text{Si}_{0.05}\text{Al}_{0.95}\text{N}$ 薄膜では正電圧が観測され、Si 添加による Al 極性から N 極性への分極制御を確認した。電気機械結合係数は純 AlN 薄膜では約 5% に対し、 $\text{Si}_{0.05}\text{Al}_{0.95}\text{N}$ 薄膜では約 2% と低下することが分かった。これは Si ドープによる結晶配向性の劣化が主な要因であり、成膜条件などの最適化により改善できると考えている。

次に Ti/石英基板上に 1 層目に Al 極性 AlN 膜、2 層目に N 極性 $\text{Si}_{0.05}\text{Al}_{0.95}\text{N}$ 膜を成膜することで、2 層の SiAlN/AlN 多層膜を形成した。形成した薄膜を用いて薄膜共振子を作製、縦波変換損失周波数特性の測定結果を図 10 に示す。1 層の薄膜音響共振子では 1 次モードで共振しているのに対し、2 層では 2 次モードで共振、1 次モード含めたその他の共振モードでは変換損失が大きく、励振が抑えられている。加えて極性反転構造を考慮した Mason の等価回路による理論曲線と比較すると、傾向がよく一致している。以上の結果より、SiAlN 膜と AlN 膜を積層することで、極性反転多層構造が形成できることを確認した。

この分極制御法を ScAlN 膜にも適用したが、現在のところ分極制御は達成できていない。但し、Sc と S_i 濃度比最適化により分極制御できる可能性は残されており、引き続き他元素ドープによる ScAlN 薄膜の分極制御を試み、高次モード RSAW デバイス応用に向けた分極反転 ScAlN 膜/高音速層/基板構造の形成、SAW 特性評価を行う予定である。

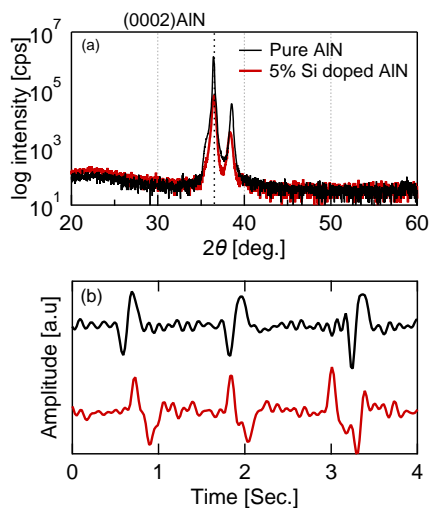


図 9 AlN および SiAlN 薄膜の(a) 2θ - θ XRD パターンと(b)プレステスト

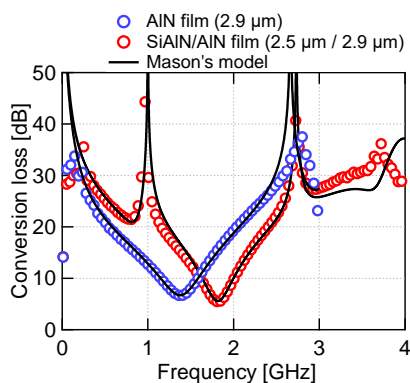


図 10 AlN 膜, SiAlN/AlN 膜薄膜共振子の縦波変換損失(CL)周波数特性

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 5件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 鈴木雅視、高野佑成、垣尾省司	4. 巻 -
2. 論文標題 分極反転ScAlN薄膜/高音速AlN, w-BN基板上を伝搬する 高次モードRSAWの結合係数K2増大	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 超音波TECHNO	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takano Yusei, Suzuki Masashi, Kakio Shoji	4. 巻 61
2. 論文標題 Enhancement of coupling factor in 0th to 4th mode Rayleigh surface acoustic waves on polarity inverted multilayered ScAlN film/AlN and BN substrates	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac5650	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Suzuki Masashi, Kakio Shoji	4. 巻 61
2. 論文標題 Analysis of propagation characteristics of Rayleigh surface acoustic waves on Yb0.33Al0.67N piezoelectric films/high-velocity substrates	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SG1014 ~ SG1014
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac48d2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 鈴木雅視、高野佑成、垣尾省司	4. 巻 33
2. 論文標題 RFマグネトロンスパッタ法によるc軸配向CrAlN膜の形成と圧電特性評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 超音波TECHNO	6. 最初と最後の頁 78 ~ 82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sekimoto Jun、Suzuki Masashi、Kakio Shoji	4. 巻 -
2. 論文標題 Polarity control of (0001) oriented AlN films by Si doping and applications to polarity inverted SiAlN/AlN film bulk acoustic wave resonators	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of 2021 IEEE Ultrasonics Symposium	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IUS52206.2021.9593726	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takano Yusei、Suzuki Masashi、Kakio Shoji	4. 巻 -
2. 論文標題 Analysis of higher-order mode SAW propagation characteristics on polarity inverted ScAlN films/high velocity III-V nitride substrate	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of 2021 IEEE Ultrasonics Symposium	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IUS52206.2021.9593894	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takano Yusei、Hayakawa Ryusei、Suzuki Masashi、Kakio Shoji	4. 巻 60
2. 論文標題 Increase of electromechanical coupling coefficient kt_2 in (0001)-oriented AlN films by chromium doping	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SDDC08 ~ SDDC08
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/abef0c	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Suzuki Masashi、Kakio Shoji	4. 巻 59
2. 論文標題 Analysis of leaky surface acoustic wave characteristics propagating on high piezoelectric ScAlN film/high velocity quartz substrate	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SKKC07 ~ SKKC07
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ab867f	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Suzuki Masashi, Kakio Shoji	4. 巻 1
2. 論文標題 Electromechanical Coupling Coefficient kt_2 of Cr doped AlN Films Grown by Sputtering Deposition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 2019 IEEE Ultrasonics Symposium	6. 最初と最後の頁 716-719
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ULTSYM.2019.8926302	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計24件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 関本淳、鈴木雅視、垣尾省司
2. 発表標題 GeドープによるAlN膜の極性制御と高次モード薄膜共振子への応用
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高野佑成、鈴木雅視、垣尾省司
2. 発表標題 Sc,Yb ドープ AlN 分極反転薄膜/高音速基板上の高次モード RSAW における結合係数増幅
3. 学会等名 圧電材料・デバイスシンポジウム 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関本淳、鈴木雅視、垣尾省司
2. 発表標題 極性反転 SiAlN/AlN 多層膜 HBAR の形成、評価と極性反転 AlNFBAR の共振特性解析
3. 学会等名 圧電材料・デバイスシンポジウム 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高野佑成、鈴木雅視、垣尾省司
2. 発表標題 極性反転ScAlN薄膜/高音速窒化物基板上的2次モードRSAW伝搬特性
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関本淳、鈴木雅視、垣尾省司
2. 発表標題 極性反転SiAlN/AlN多層膜の形成と高次モード薄膜音響共振子への応用
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takano Yusei、Suzuki Masashi、Kakio Shoji
2. 発表標題 Analysis of Higher-Order Mode SAW Propagation Characteristics on Polarity Inverted ScAlN Films/High Velocity III-V Nitride Substrate
3. 学会等名 IEEE international Ultrasonics Symposium 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jun Sekimoto、Suzuki Masashi、Kakio Shoji
2. 発表標題 Polarity Control of (0001) Oriented AlN Films by Si Doping and Applications to Polarity Inverted SiAlN/AlN Film Bulk Acoustic Wave Resonators
3. 学会等名 IEEE International Ultrasonics Symposium 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木雅視
2. 発表標題 他元素 (Si, Sc, Yb) ドープ AlN 圧電膜を用いた BAW・SAW デバイスの開発
3. 学会等名 第 50 回 EM シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2021 年

1. 発表者名 Masashi Suzuki, Shoji Kakio
2. 発表標題 Theoretical analysis of Rayleigh SAW propagation characteristics on YbAlN films/ high velocity substrates
3. 学会等名 The 42nd Symposium on Ultrasonic Electronics (国際学会)
4. 発表年 2021 年

1. 発表者名 Takano Yusei, Suzuki Masashi, Kakio Shoji
2. 発表標題 Enhancement of coupling factor K ₂ in higher-mode RSAW on polarity inverted ScAlN films/high velocity AlN or BN substrates
3. 学会等名 The 42nd Symposium on Ultrasonic Electronics (国際学会)
4. 発表年 2021 年

1. 発表者名 Jun Sekimoto, Suzuki Masashi, Kakio Shoji
2. 発表標題 Growth of polarity inverted SiAlN/AlN multilayered films and applications to high-order mode BAW resonators
3. 学会等名 The 42nd Symposium on Ultrasonic Electronics (国際学会)
4. 発表年 2021 年

1. 発表者名 鈴木雅視
2. 発表標題 次世代情報通信端末向け高周波数弾性表面波(SAW)フィルタの開発
3. 学会等名 早稲田大学各務記念材料技術研究所 オープンセミナー(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関本淳、鈴木雅視、垣尾省司
2. 発表標題 Si添加による極性制御を用いた2層極性反転SiAlN/AlN膜音響共振子
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masashi Suzuki, Shoji Kakio
2. 発表標題 Analysis of Leaky Surface Acoustic Wave Propagation Characteristics on Piezoelectric ScAlN Layer / Quartz Substrate
3. 学会等名 2020 IEEE Ultrason Symposium (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高野 佑成、鈴木 雅視、垣尾 省司
2. 発表標題 ScAlN圧電層 / LiNbO3圧電基板での縦型リーキーSAW伝搬におけるオイラー角の検討
3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高野 佑成、早川竜盛、鈴木 雅視、垣尾 省司
2. 発表標題 Cr ドープ c 軸配向 AlN 薄膜の圧電特性
3. 学会等名 第49回EMシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yusei Takano, Ryusei Hayakawa, Masashi Suzuki, Shoji Kakio
2. 発表標題 Increase of electromechanical coupling coefficient in c-axis oriented AlN films by chromium doping at low concentrations
3. 学会等名 The 41st Symposium on Ultrasonic Electronics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高野 佑成、早川 竜盛、鈴木 雅視、垣尾 省司
2. 発表標題 Crドープがc軸配向AlN薄膜の結晶配向性と電気機械結合係数に及ぼす影響
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高野 佑成、早川 竜盛、鈴木 雅視、垣尾 省司
2. 発表標題 RFマグネトロンスパッタ法により形成したc軸配向CrAlN膜の電気機械結合係数評価
3. 学会等名 圧電材料・デバイスシンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masashi Suzuki and Shoji Kakio
2. 発表標題 Theoretical Analysis of Leaky SAW Propagation Characteristics on ScAlN film/Quartz
3. 学会等名 The 40th Symposium on Ultrasonic Electronics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusei Takano, Ryusei Hayakawa, Masashi Suzuki, and Shoji Kakio
2. 発表標題 Piezoelectric Characteristics of c-Axis Oriented CrAlN Films Grown by RF Magnetron Sputtering
3. 学会等名 The 40th Symposium on Ultrasonic Electronics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masashi Suzuki and Shoji Kakio
2. 発表標題 Electromechanical Coupling Coefficient K_t^2 of Cr Doped AlN Films Grown by Sputtering Deposition
3. 学会等名 2019 IEEE ultrasonics symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木雅視、垣尾省司
2. 発表標題 ScAlN薄膜/回転Yカット水晶基板上LSAWにおける最適構造探索
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木雅視、垣尾省司
2. 発表標題 ScAlN 圧電層/水晶基板上を伝搬する SAW 特性理論解析
3. 学会等名 第48回EMシンポジウム
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

山梨大学研究者総覧 http://nerdb-re.yamanashi.ac.jp/Profiles/338/0033743/profile.html 研究室HP https://uoy-suzuki-laboratory.blogspot.com/
--

6. 研究組織			
	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------