

令和4年度 ニーズ即応型技術動向調査

－化合物半導体－

2023年5月



1	技術概要.	P. 3
2	市場・政策動向.	P. 6
3	検索式・検索条件.	P. 8
4	特許出願動向.	P. 13
5	論文動向.	P. 24

令和4年度 ニーズ即応型技術動向調査

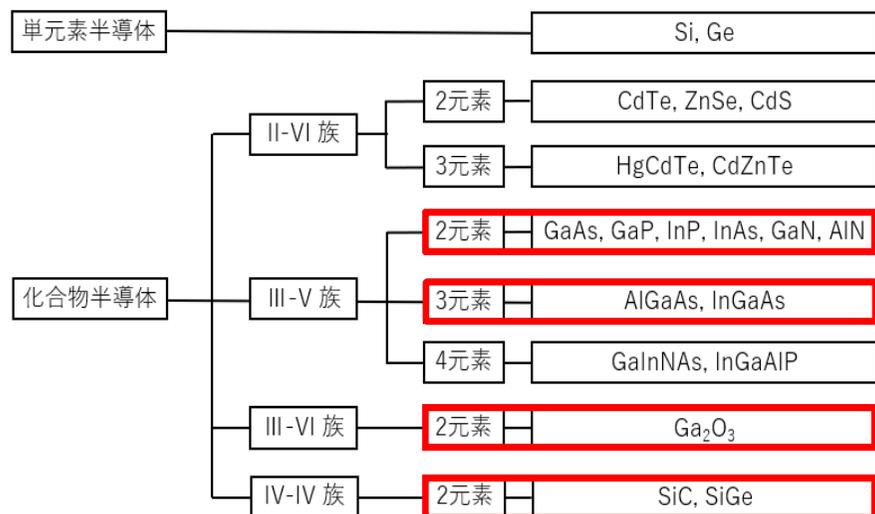
－ 化合物半導体 －

1. 技術概要

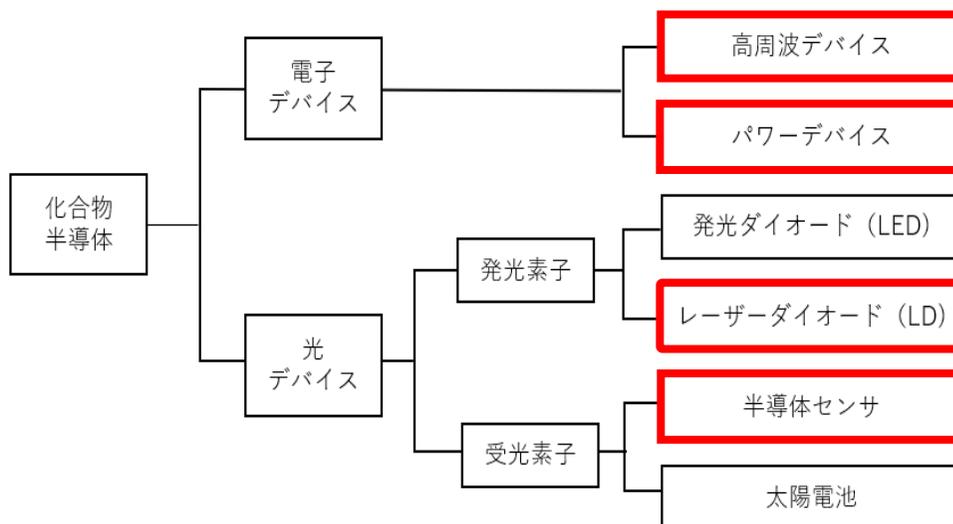
—調査対象技術—

調査対象の「化合物半導体」には、様々な材料および用途がある。その中でも下図の赤枠で囲った材料および用途について、特許・論文を中心に技術動向調査を行う。主に化合物半導体基板や薄膜形成技術を中心とした調査を行うが、LEDや太陽電池に使用する材料の技術調査については対象外とする。

① 化合物半導体材料の種類



② 化合物半導体の用途



1. 技術概要

－技術区分の説明(1)－

大区分として「化合物半導体材料」「用途」「基板」「薄膜」「課題」の5区分を定義する。

更に中区分として「化合物半導体材料」の下に 7区分、「用途」の下に 4区分、「基板」の下に 4区分、「薄膜」の下に 5区分、「課題」の下に 3区分を定義する。

大分類	中分類	備考
1 化合物半導体材料	1 GaAs	InGaAs、GaAlAsも含む
	2 InAs	
	3 GaN	AlGaN、GaInNも含む
	4 SiC	
	5 SiGe	
	6 Ga ₂ O ₃	
	7 AlN	
2 用途	1 レーザーダイオード	
	2 検出器	センサーを含む
	3 パワーデバイス	
	4 高周波デバイス	

大分類	中分類	備考
3 基板	1 フラックス法	溶液法
	2 熔融法	GZ法、FZ法、など
	3 気相法	昇華法 (sublimation growth method) など
	4 固相法	
4 薄膜	1 エピタキシャル成長	"Epitaxy"を含む
	2 CVD	"Chemical Vapor Deposition"を含む
	3 MOCVD	"metal organic chemical vapor deposition"を含む
	4 HVPE	"Hydride Vapor Phase Epitaxy"を含む
	5 MBE	"Molecular Beam Epitaxy"を含む
5 課題	1 欠陥	転位 (Dislocation) などを含む
	2 コスト	
	3 大口径化	

1. 技術概要

— 技術区分の説明(2) —

技術区分のそれぞれについて、以下に説明する。

化合物半導体材料

GaAs (InGaAs、GaAlAsを含む)、InAs、GaN (AlGaN、GaInNも含む)、SiC、SiGe、Ga₂O₃、AlN、大きく7種の材料について技術動向調査を行う。化合物半導体の中でもⅡ-Ⅵ族化合物、4元素のⅢ-Ⅴ族化合物については対象外とした。化合物半導体材料の選定については用途の面から絞り込みを行っている。

用途

レーザーダイオード、検出器 (センサを含む)、高周波デバイス、パワーデバイスについて技術動向調査を行う。化合物半導体材料の用途として最も多いLEDについては、注力事業領域の技術動向を把握することを目的に今回の調査では対象外とした。太陽電池についても同様である。

基板

化合物半導体の自立基板製造方法4区分、フラックス法 (溶液法)、熔融法 (CZ法、FZ法など) 気相法 (昇華法など)、固相法について技術動向調査を行う。

薄膜

化合物半導体薄膜の形成方法5区分、エピタキシャル成長、CVD、MOCVD、HVPE、MBEについて技術動向調査を行う。薄膜を形成する下地基板については化合物半導体に限らない。

課題

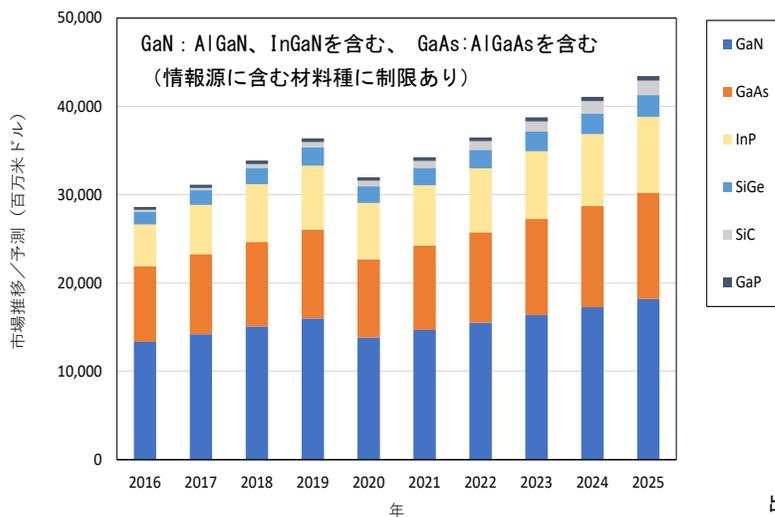
化合物半導体の自立基板製造や薄膜形成における課題3区分、欠陥 (転位、積層欠陥など)、コスト、大口径化について技術動向調査を行う。

2. 市場・政策動向

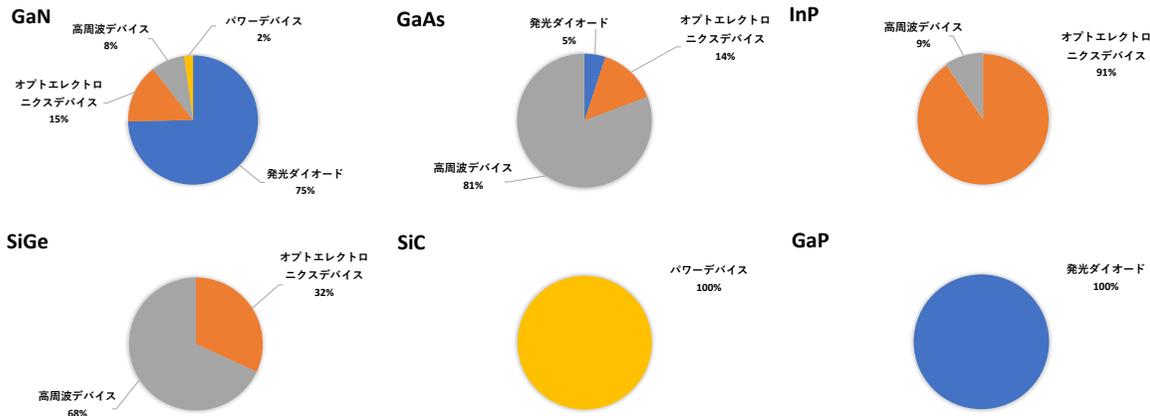
—市場規模推移の予測—

2022年時点における化合物半導体市場を材料別で見ると、GaN（AlGaN、InGaNを含む）のシェアが最も高く、次いでGaAs（AlGaAsを含む）、InP、SiGe、SiC、GaPとなっている。当該情報の中にはLEDも含んでおり、GaNはその影響が大きく、オプトエレクトロニクス、高周波デバイス、パワーデバイスを合算したシェアは1/4程度である。LEDを除くと、付加価値の高い高周波デバイスやオプトエレクトロニクスの市場規模が大きく、GaAs、InP、SiGeがこの市場を牽引している。パワーデバイスは自動車を中心に市場が拡大しつつあり、SiCがこの市場を牽引する。

■化合物半導体市場推移（2016-2025年）



■主要化合物半導体のデバイス種別市場シェア（2025年予測）



出典：MarketsandMarkets, COMPOUND SEMICONDUCTOR MARKET WITH COVID-19 IMPACT GLOBAL FORECAST TO 2025, JUNE 2020

- ✓ InAsについては市場規模が明らかでない。半導体レーザー、赤外線検出器、テラヘルツ波放射源などに使用されている。
- ✓ AlInは深紫外LEDに応用されているが現時点の市場規模としては大きくない。今後、パワーデバイスへの応用を含めて市場拡大が期待される。
- ✓ Ga₂O₃は主にパワーデバイスへの応用が期待され、国内ではノベルクリスタルテクノロジーとFlosfiaが量産技術確立を進めている。市場形成は未だこれからである。

2. 市場・政策動向

—政策動向—

【日本】

第6期科学技術・イノベーション基本計画 ⇒ Society5.0の実現に向けた科学技術・イノベーション政策

(1) 化合物半導体に関わる関連事業

- 内閣府 : 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)
- 経済産業省 : 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略、半導体・デジタル産業戦略
- 文部科学省 : 革新的パワーエレクトロニクス創出基盤技術研究開発事業など
- 環境省 : 革新的な省CO₂実現のための部材(GaN)や素材(CNF)の社会実装・普及展開加速化事業など
- NEDO : グリーンイノベーション基金事業/次世代デジタルインフラの構築、超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発/革新的デバイス技術

(2) 化合物半導体に関わる標準化団体

- JEITA : 半導体標準化専門委員会、
- OITDA : 集積光エレクトロニクス関連の研究開発プロジェクトなど

【海外】

(1) 化合物半導体に関わる関連事業

- 米国 : 半導体製造の復活とSCM強化を目指すCHIPS法、国家プロジェクト(PNDIODES、PIPESなど)
- 欧州 : European Chips Actの制定、国家プロジェクト(SATORI、Power2Power、YESvGaNなど)
- 中国 : 第14次五カ年計画、中国製造2025、国家プロジェクト(国家IC投資基金、光電融合チップ技術など)
- 韓国 : 第4次科学技術基本計画、K-半導体戦略、国家プロジェクト(次世代の化合物半導体コア技術など)

(2) 化合物半導体に関わる標準化団体

- IEC : TC47 & TC86、
- JEDEC半導体技術協会(半導体技術の国際標準化団体) : JC-70(次世代パワー半導体)

3. 検索式・検索条件 — 特許文献(1) —

調査期間	2014～2020年（優先権主張年）	特許文献DB	Derwent World Patents Index (DWPI) ^{*1}
調査対象の出願先国・地域	日本、米国、欧州、中国、韓国、WO (PCT出願)	検索日	2022年11月1日

番号	検索クエリー	備考
1	CKF=(JP same (A or B or B2 or B1 or X or W)) and DPROY>=(2014) and DPROY<=(2020);	日本への出願
2	CC=(US) and DPROY>=(2014) and DPROY<=(2020);	米国への出願
3	(CC=(EP or BE or CH or CZ or DK or FI or GB or HU or IE or IT or LU or NL or NO or PT or RO or SE or SK) or CKF=(DE same (A or A1 or A5 or A8 or A9 or B or B3 or B4 or B8 or B9 or C or C1 or C2 or C5 or C8 or C9 or T or T5 or T2 or T8 or T9 or T0 or E or G)) or CKF=(FR same (A or A1 or A2 or B1 or B2 or E or M) or AT same (A or A1 or A2 or A4 or B or B1 or B2) or ES same (A or A1 or A2 or A6 or B or B1 or B2 or T1 or T3 or T4 or T5 or T6 or T7 or T8 or T9) or PL same (A1 or A3 or B1 or B3) OR TR same (A or T3 or T4))) and DPROY>=(2014) and DPROY<=(2020);	欧州への出願
4	CKF=(CN same (A or B or C)) and DPROY>=(2014) and DPROY<=(2020);	中国への出願
5	CKF=(KR same (A or B1 or B)) and DPROY>=(2014) and DPROY<=(2020);	韓国への出願
6	CC=(WO) and DPROY>=(2014) and DPROY<=(2020);	PCT出願
7	1 OR 2 OR 3 OR 4 OR 5 OR 6	対象国合計
8	ALLD=(GaAs OR InP OR GaN OR SiC OR Ga2O3 OR InSb OR CdTe OR ZnSe OR CdS OR GaSb OR AlSb OR InAs OR PbS OR SiGe OR GeSi OR AlN OR Gallium ADJ Arsenide* OR Indium ADJ (III) ADJ Phosphide* OR Indium ADJ Phosphide* OR (GALLIUM OR III) NEAR3 NITRIDE* OR Silicon ADJ Carbide* OR Gallium ADJ (III) ADJ Oxide* OR Gallium ADJ Oxide* OR Indium ADJ Antimonide* OR Cadmium ADJ Telluride* OR Zinc ADJ Selenide* OR Cadmium ADJ sulfide* OR Gallium ADJ Antimonide* OR (Aluminium OR Aluminum) ADJ Antimonide OR Indium ADJ Arsenide* OR Lead ADJ (II) ADJ Sulfide* OR Lead ADJ Sulfide* OR Silicon ADJ Germanium OR (Aluminium OR Aluminum) ADJ Nitride*);	2元素系

※ 文字の見やすさを考慮し、表を3分割して表示する。

※ 欧州への出願は、欧州特許条約 (EPC) 加盟国への出願及び欧州特許庁 (EPO) への出願とした。

3. 検索式・検索条件

— 特許文献(2) —

調査期間	2014～2020年（優先権主張年）	特許文献DB	Derwent World Patents Index (DWPI) *1
調査対象の出願先国・地域	日本、米国、欧州、中国、韓国、WO (PCT出願)	検索日	2022年11月1日

番号	検索クエリー	備考
9	<p>ALLD=(AlGaAs OR AlAsGa OR GaAlAs OR GaAsAl OR AsGaAl OR AsAlGa OR InGaP OR GaInP OR InPGa OR GaPIn OR GaAsP OR GaPAs OR AsGaP OR AsPGa OR InGaN OR GaInN OR InNGa OR GaInN OR AlGaN OR GaAlN OR AlNGa OR GaNAI OR HgCdTe OR HgTeCd OR TeHgCd OR TeCdHg OR CdHgTe OR CdTeHg OR CdZnTe OR CdTeZn OR TeCdZn OR TeZnCd OR ZnTeCd OR ZnCdTe OR AlAsSb OR AlSbAs OR AsAlSb OR AsSbAl OR SbAsAl OR SbAlAs OR InAlAs OR AlInAs OR InAsAl OR AlAsIn OR AsInAl OR AsAlln OR InGaAs OR InAsGa OR GaInAs OR GaAsIn OR AsGaIn OR AsInGa OR InAsSb OR InSbAs OR AsInSb OR AsSbIn OR SbAsIn OR SbInAs OR InGaSb OR InSbGa OR GaInSb OR GaSbIn OR SbGaIn OR SbInGa OR ZnCdSe OR ZnSeCd OR CdZnSe OR CdSeZn OR SeCdZn OR SeZnCd OR ZnSse OR SeSzn OR ZnSeS OR SeZnS OR AlGaAsP OR AlAsGaP OR GaAlAsP OR GaAsAlP OR AsAlGaP OR AsGaAlP OR AlGaPAs OR AlAsPGa OR GaAlPAs OR GaAsPAI OR AlPAsGa OR AlPAsGa OR AsPGaAl OR AsPAIGa OR InGaAlP OR InGaPAI OR InAlGaP OR InAlPga OR InPGAAl OR InPAIGa OR GaInAlP OR GaInPAI OR GaAllnP OR GaAlPIn OR GaPInAl OR GaPAlIn OR AlInGaP OR AlInPGA OR AlGaInP OR AlGaPIn OR AlPInGa OR AlPAln OR InGaAsP OR InAsGaP OR GaInAsP OR GaAsInP OR AsInGaP OR AsGaInP OR InGaPAs OR InAsPGa OR GaInPAs OR GaAsPIn OR AsPInGa OR AsPGaln OR MgZnSse OR MgSeSzn OR MgSZnSe OR MgSseZn OR ZnMgSse OR ZnSESMg OR ZnSMgSe OR ZnSSeMg OR SeMgSZn OR SeZnSMg OR SeSMgZn OR SeSZnMg OR MgZnCdSe OR MgZnSeCd OR MgCdZnSe OR MgCdSeZn OR MgSeZnCd OR MgSeCdZn OR ZnMgCdSe OR ZnMgSeCd OR ZnCdMgSe OR ZnCdSeMg OR ZnSeMgCd OR ZnSeCdMg OR SeMgZnCd OR SeMgCdZn OR SeZnMgCd OR SeZnCdMg OR SeCdMgZn OR SeCdZnMg OR BeZnMgSe OR BeZnSeMg OR BeMgZnSe OR BeMgSeZn OR BeSeZnMg OR BeSeMgZn OR ZnBeMgSe OR ZnBeSeMg OR ZnMgBeSe OR ZnMgSeBe OR ZnSeBeMg OR ZnSeMgBe OR MgBeZnSe OR MgBeSeZn OR MgZnBeSe OR MgZnSeBe OR MgSeBeZn OR MgSeZnBe OR SeBeZnMg OR SeBeMgZn OR SeZnBeMg OR SeZnMgBe OR SeMgBeZn OR SeMgZnBe OR BeZnSeTe OR BeZnTeSe OR BeSeZnTe OR BeSeTeZn OR BeTeZnSe OR BeTeSeZn OR ZnBeSeTe OR ZnBeTeSe OR ZnSeBeTe OR ZnSeTeBe OR ZnTeBeSe OR ZnTeSeBe OR SeBeZnTe OR SeBeTeZn OR SeZnBeTe OR SeZnTeBe OR SeTeBeZn OR SeTeZnBe OR TeBeZnSe OR TeBeSeZn OR TeZnBeSe OR TeZnSeBe OR TeSeBeZn OR TeSeZnBe OR AlGaInN OR AlGaINn OR AlInGaN OR AlInNGa OR AlNGaln OR AlNInGa OR GaAlInN OR GaAlInn OR GaInAlN OR GaInNAI OR GaNAInn OR GaNInAl OR InAlGaN OR InAlNGa OR InGaAlN OR InGaNAI OR InNAIGa OR InNGaAl OR GaInNAs OR GaInAsN OR GaNInAs OR GaNAsIn OR GaAsInN OR GaAsNIn OR InGaNAs OR InGaAsN OR InNGaAs OR InNAsGa OR InAsGaN OR InAsNGa OR AsGaInN OR AsGaInn OR AsNInGa OR AsInGaN OR AsInNGa OR InGaAlAs OR InGaAsAl OR InAlAsGa OR InAsGaAl OR InAsAlGa OR GaInAlAs OR GaInAsAl OR GaAllnAs OR GaAlAsIn OR GaAsAlln OR AllnGaAs OR AllnASGa OR AlGalnAs OR AlGaAsIn OR AlAsInGa OR AlAsGaln OR AsInGaAl OR AsInAlGa OR AsGalnAl OR AsGaAlln OR AsAllnGa OR AsAlGaln OR InGaAsSb OR InGaSbAs OR InAsGaSb OR InAsSbGa OR InSbGaAs OR InSbAsGa OR GaInAsSb OR GaInSbAs OR GaAsInSb OR GaAsSbIn OR GaSbInAS OR GaSbAsIn OR AsInGaSb OR AsInSbGa OR AsGalnSb OR AsGaSbIn OR AsSbInGa OR AsSbGaln OR SbInGaAs OR SbInAsGa OR SbGalnAs OR SbGaAsIn OR SbAsInGa OR SbAsGaln OR BeZnCdSe OR BeZnSeCd OR BeCdZnSe OR BeCdSeZn OR BeSeZnCd OR BeSeCdZn OR ZnBeCdSe OR ZnBeSeCd OR ZnCdBeSe OR ZnCdSeBe OR ZnSeBeCd OR ZnSeCdBe OR CdBeZnSe OR CdBeSeZn OR CdZnBeSe OR CdZnSeBe OR CdSeBeZn OR CdSeZnBe OR SeBeZnCd OR SeBeCdZn OR SeZnBeSe OR SeZnSeBe OR SeCdBeZn OR SeCdZnBe);</p>	3元素～4元素系

※ 文字の見やすさを考慮し、表を3分割して表示する。

3. 検索式・検索条件 — 特許文献(3) —

調査期間	2014～2020年（優先権主張年）	特許文献DB	Derwent World Patents Index (DWPI) ^{*1}
調査対象の出願先国・地域	日本、米国、欧州、中国、韓国、WO (PCT出願)	検索日	2022年11月1日

番号	検索クエリー	備考
10	CPC=(C30B0029406) OR FIC=(C30B002938D OR C30B002936A OR C30B002938C) OR IC=(C30B002936) AND ALLD=(Silicon)	結晶成長(GaN,AlN,SiC)
11	(IC=(C23C001634 or C30B002938) OR CPC=(C30B0029403 OR C23C0016303)) and ALLD=(Gallium* OR Aluminium OR Aluminum)	窒化物*(Ga+Al)の結晶成長、薄膜
12	IC=(C30B002942 OR C30B002950) OR IC=(C30B002940 OR C30B002946 OR C30B002948) AND ALLD=(semiconductor* OR wafer OR wafers)	ひ化ガリウム、硫化カドミウム他の結晶成長
13	IC=(C23C001632) AND ALLD=(Silicon) OR CPC=(C23C0016325) OR IC=(C23C001640 OR C23C001408) AND ALLD=(Gallium)	炭化物*Si+炭化ケイ素+酸化物*Gaの薄膜
14	IC=(C30B0029 OR C23C00163* OR C23C001640* OR C23C001642 OR C23C001406*);	結晶成長、薄膜
15	IC=(H01L0021 OR H01L0023 OR H01L0027 OR H01L0029 OR H01L003100 OR H01L003102* OR H01L003103* OR H01L003108* OR H01L003109* OR H01L00311* OR H01L003120 OR B24B OR H01L0033)	半導体、基板
16	TID=(light ADJ emitting ADJ diode* OR LED OR LEDs) NOT (ALLD=(laser ADJ diode* OR LD) OR IC=(H01S0005))	LED削除用集合(レーザーダイオード除く)
17	(8 OR 9) AND 14 OR 10 OR 11 OR 12 OR 13	結晶成長、薄膜
18	(8 OR 9) AND 15	半導体、基板
19	(17 OR 18) AND 7	合計(LED除去前)
20	19 NOT 16	母集団(LED除去)

※ 文字の見やすさを考慮し、表を3分割して表示する。

3. 検索式・検索条件

— 論文文献(1) —

調査期間	2014～2021年(発行年)	論文DB	Scopus ^{*1}
文献タイプ	Article+Conference Paper	検索日	2022/10/26

番号	検索クエリー	備考
1	TITLE-ABS-KEY (GaAs OR InP OR GaN OR SiC OR Ga2O3 OR InSb OR CdTe OR ZnSe OR CdS OR GaSb OR AISb OR InAs OR PbS OR SiGe OR GeSi OR AlN OR "Gallium Arsenide" OR "Indium (III) Phosphide" OR "Indium Phosphide" OR "Gallium Nitride" OR "(III) NITRIDE" OR "Silicon Carbide" OR "Gallium (III) Oxide" OR "Gallium Oxide" OR "Indium Antimonide" OR "Cadmium Telluride" OR "Zinc Selenide" OR "Cadmium Sulfide" OR "Gallium Antimonide" OR "Aluminium Antimonide" OR "Aluminum Antimonide" OR "Indium Arsenide" OR "Lead (II) Sulfide" OR "Lead Sulfide" OR "Silicon Germanium" OR "Aluminium Nitride" OR "Aluminum Nitride")	2 元素系
2	TITLE-ABS-KEY (AlGaAs OR AlAsGa OR GaAlAs OR GaAsAl OR AsGaAl OR AsAlGa OR InGaP OR GaInP OR InPGa OR GaPIn OR GaAsP OR GaPAs OR AsGaP OR AsPGa OR InGaN OR GaInN OR InNGa OR GaInN OR AlGaN OR GaAlN OR AlNGa OR GaNAI OR HgCdTe OR HgTeCd OR TeHgCd OR TeCdHg OR CdHgTe OR CdTeHg OR CdZnTe OR CdTeZn OR TeCdZn OR TeZnCd OR ZnTeCd OR ZnCdTe OR AlAsSb OR AISbAs OR AsAISb OR AsSbAl OR SbAsAl OR SbAlAs OR InAlAs OR AllnAs OR InAsAl OR AlAsIn OR AsInAl OR AsAlln OR InGaAs OR InAsGa OR GaInAs OR GaAsIn OR AsGaIn OR AsInGa OR InAsSb OR InSbAs OR AsInSb OR AsSbIn OR SbAsIn OR SbInAs OR InGaSb OR InSbGa OR GaInSb OR GaSbIn OR SbGaIn OR SbInGa OR ZnCdSe OR ZnSeCd OR CdZnSe OR CdSeZn OR SeCdZn OR SeZnCd OR ZnSSe OR SeZn OR ZnSeS OR SeZnS OR AlGaAsP OR AlAsGaP OR GaAlAsP OR GaAsAlP OR AsAlGaP OR AsGaAlP OR AlGaPAs OR AlAsPGa OR GaAlPAs OR GaAsPAI OR AlPGaAs OR AlPAsGa OR AsPGaAl OR AsPAIGa OR InGaAlP OR InGaPAI OR InAlGaP OR InAlPGa OR InPGaAl OR InPAIGa OR GaInAlP OR GaInPAI OR GaAllnP OR GaAlPIn OR GaPInAl OR GaPAlln OR AllnGaP OR AllnPGa OR AlGaInP OR AlGaPIn OR AlPInGa OR AlPAln OR InGaAsP OR InAsGaP OR GaInAsP OR GaAsInP OR AsInGaP OR AsGaInP OR InGaPAs OR InAsPGa OR GaInPAs OR GaAsPIn OR AsPInGa OR AsPGaIn OR MgZnSSe OR MgSeSZn OR MgSZnSe OR MgSSeZn OR ZnMgSSe OR ZnSESMg OR ZnSMgSe OR ZnSSeMg OR SeMgSZn OR SeZnSMg OR SeSMgZn OR SeSZnMg OR MgZnCdSe OR MgZnSeCd OR MgCdZnSe OR MgCdSeZn OR MgSeZnCd OR MgSeCdZn OR ZnMgCdSe OR ZnMgSeCd OR ZnCdMgSe OR ZnCdSeMg OR ZnSeMgCd OR ZnSeCdMg OR SeMgZnCd OR SeMgCdZn OR SeZnMgCd OR SeZnCdMg OR SeCdMgZn OR SeCdZnMg OR BeZnMgSe OR BeZnSeMg OR BeMgZnSe OR BeMgSeZn OR BeSeZnMg OR BeSeMgZn OR ZnBeMgSe OR ZnBeSeMg OR ZnMgBeSe OR ZnMgSeBe OR ZnSeBeMg OR ZnSeMgBe OR MgBeZnSe OR MgBeSeZn OR MgZnBeSe OR MgZnSeBe OR MgSeBeZn OR MgSeZnBe OR SeBeZnMg OR SeBeMgZn OR SeZnBeMg OR SeZnMgBe OR SeMgBeZn OR SeMgZnBe OR BeZnSeTe OR BeZnTeSe OR BeSeZnTe OR BeSeTeZn OR BeTeZnSe OR BeTeSeZn OR ZnBeSeTe OR ZnBeTeSe OR ZnSeBeTe OR ZnSeTeBe OR ZnTeBeSe OR ZnTeSeBe OR SeBeZnTe OR SeBeTeZn OR SeZnBeTe OR SeZnTeBe OR SeTeBeZn OR SeTeZnBe OR TeBeZnSe OR TeBeSeZn OR TeZnBeSe OR TeZnSeBe OR TeSeBeZn OR TeSeZnBe OR AlGaInN OR AlGaInN OR	3 元素～4 元素系

※ 文字の見やすさを考慮し、表を2分割して表示する。

3. 検索式・検索条件 — 論文文献(2) —

調査期間	2014～2021年(発行年)	論文DB	Scopus ^{*1}
文献タイプ	Article+Conference Paper	検索日	2022/10/26

番号	検索クエリー	備考
2 つづき	AllnGaN OR AllnNGa OR AINGaln OR AlInGa OR GaAllnN OR GaAlIn OR GalnAlN OR GalnNAI OR GaNAIIn OR GaNInAl OR InAlGaN OR InAlNGa OR InGaAlN OR InGaNAI OR InNAIGa OR InNGaAl OR GalnNAs OR GalnAsN OR GaNInAs OR GaNAsIn OR GaAsInN OR GaAsNIn OR InGaNAs OR InGaAsN OR InNGaAs OR InNAsGa OR InAsGaN OR InAsNGa OR AsGalnN OR AsGaInN OR AsNGaln OR AsNInGa OR AsInGaN OR AsInNGa OR InGaAlAs OR InGaAsAl OR InAlGaAs OR InAlAsGa OR InAsGaAl OR InAsAlGa OR GalnAlAs OR GalnAsAl OR GaAllnAs OR GaAlAsIn OR GaAsInAl OR GaAsAlln OR AllnGaAs OR AllnASGa OR AlGalnAs OR AlGaAsIn OR AlAsInGa OR AlAsGaln OR AsInGaAl OR AsInAlGa OR AsGalnAl OR AsGaAlln OR AsAllnGa OR AsAlGaln OR InGaAsSb OR InGaSbAs OR InAsGaSb OR InAsSbGa OR InSbGaAs OR InSbAsGa OR GalnAsSb OR GalnSbAs OR GaAsInSb OR GaAsSbIn OR GaSbInAS OR GaSbAsIn OR AsInGaSb OR AsInSbGa OR AsGalnSb OR AsGaSbIn OR AsSbInGa OR AsSbGaln OR SbInGaAs OR SbInAsGa OR SbGalnAs OR SbGaAsIn OR SbAsInGa OR SbAsGaln OR BeZnCdSe OR BeZnSeCd OR BeCdZnSe OR BeCdSeZn OR BeSeZnCd OR BeSeCdZn OR ZnBeCdSe OR ZnBeSeCd OR ZnCdBeSe OR ZnCdSeBe OR ZnSeBeCd OR ZnSeCdBe OR CdBeZnSe OR CdBeSeZn OR CdZnBeSe OR CdZnSeBe OR CdSeBeZn OR CdSeZnBe OR SeBeZnCd OR SeBeCdZn OR SeZnBeSe OR SeZnSeBe OR SeCdBeZn OR SeCdZnBe)	
3	1 OR 2	化合物
4	TITLE-ABS-KEY (Substrate OR "Crystal Growth" OR "Flux Method" OR "Solution Method" OR "Melting Method" OR "FZ method" OR "Floating Zone Method" OR "Czochralski Doping Process" OR "CZ Method" OR "Czochralski method" OR "Czochralski Process" OR "Gas Phase Method" OR "Sublimation Growth Method" OR "Vapor Phase Method" OR "Solid Phase Method")	基板、結晶成長
5	TITLE-ABS-KEY ("Thin Film" OR "Epitaxial Growth" OR Epitaxy OR CVD OR "Chemical Vapor Deposition" OR MOCVD OR "Metal Organic Chemical Vapor Deposition" OR MOVPE OR "Metal Organic Vapor Phase Epitaxy" OR HVPE OR "Hydride Vapor Phase Epitaxy" OR MBE OR "Molecular Beam Epitaxy")	薄膜
6	4 OR 5	基板、結晶成長、薄膜
7	TITLE-ABS-KEY (Semiconduct* OR "Semi Conduct*" OR Wafer)	半導体
8	TITLE ("Light Emitting Diode" OR LED OR LEDs OR "Solar power" OR "Solar cell" OR "Solar Battery" OR "Solar Power" OR Photovoltaic OR Perovskite OR Catalyst OR Photocatalyst) AND NOT TITLE-ABS-KEY ("Laser Diode" OR LD)	LED・太陽電池等削除用集合 (レーザーダイオードを除く)
9	3 AND 6 AND 7 NOT 8	合計
10	発行年、文献タイプ、分野限定	論文末集団

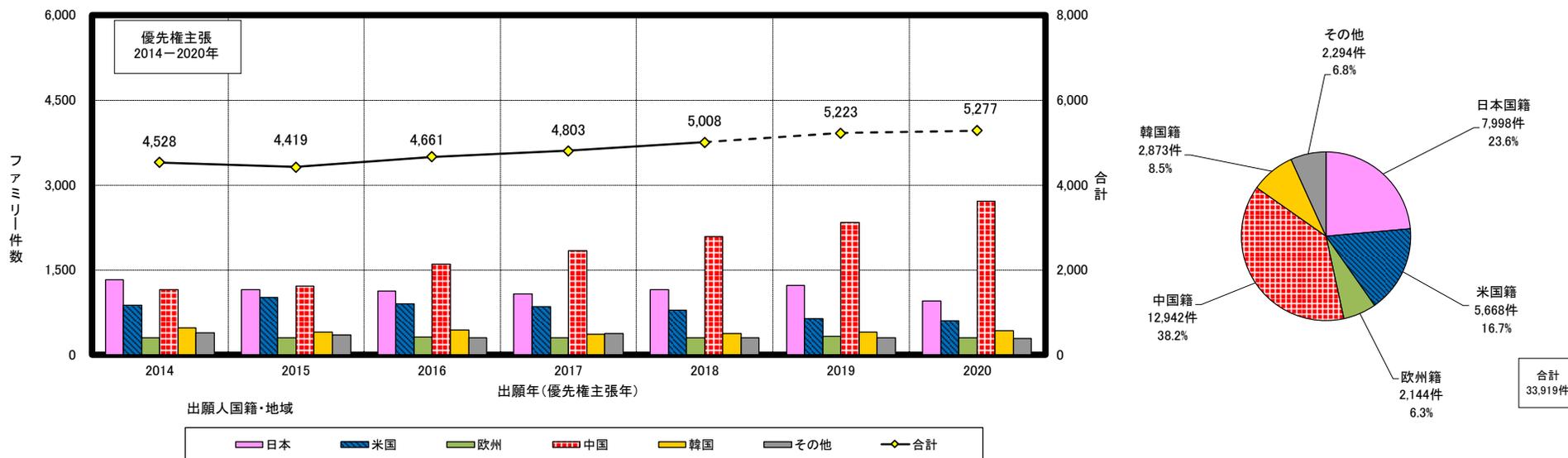
※ 文字の見やすさを考慮し、表を2分割して表示する。

4. 特許出願動向

—出願人国籍・地域別パテントファミリー件数推移—

パテントファミリー件数（2014～2020年）の合計は33,919件であり、2016年以降僅かずつではあるが増加傾向である。出願人国籍・地域別で最も多いのは中国籍の12,942件で全体の38.2%を占めている。次いで、日本国籍の7,998件（23.6%）、米国籍が5,668件（16.7%）、韓国籍が2,873件（8.5%）、その他が2,294件（6.8%）、欧州籍が2,144件（6.3%）である。

【出願人国籍・地域別パテントファミリー件数年次推移及び件数比率】
（日米欧中韓W0への出願、出願年（優先権主張年）：2014-2020年）



注：2019年以降はデータベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で、全データを反映していない可能性がある。

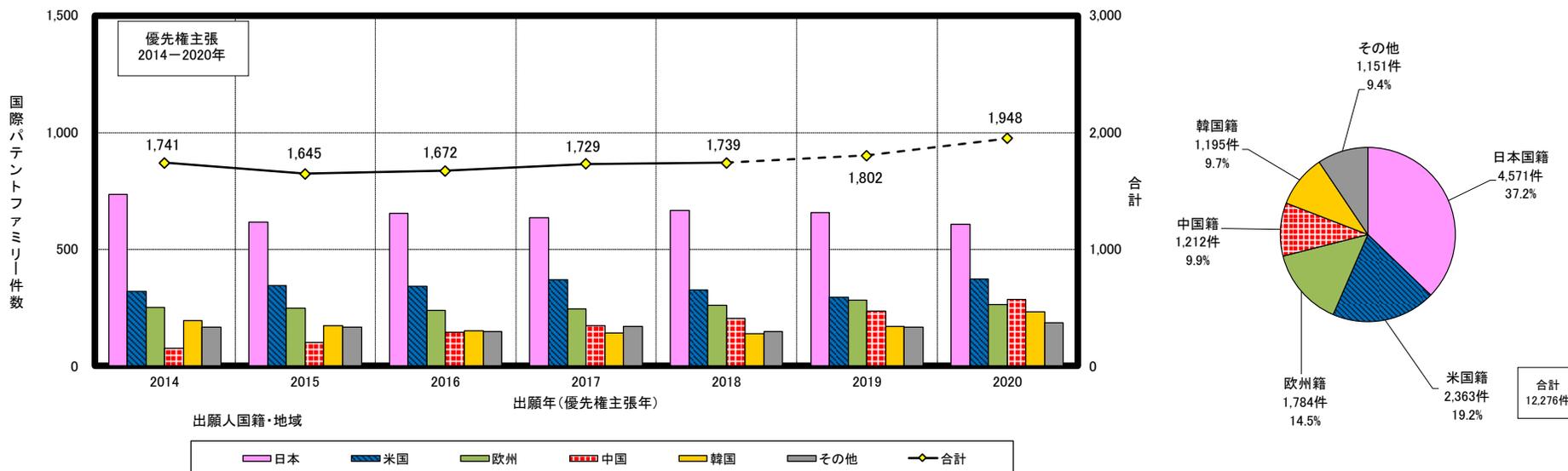
パテントファミリーとは、一つの発明がある国へ出願された後に、その出願を基に優先権を主張して他の国・地域に出願された「複数の出願から成るグループ」のことをいう。
通常、同じ内容で複数の国・地域に出願された特許は、同一のパテントファミリーに属することから、「パテントファミリー件数」は「発明の数」とほぼ同じと考えられる（なお、本調査の「パテントファミリー件数」については、「発明の数」を把握する観点から、一つの国・地域のみへ出願した場合も1件と数えている。）。

4. 特許出願動向

— 出願人国籍・地域別国際パテントファミリー件数推移 —

国際パテントファミリー件数（2014～2020年）の合計は12,276件であり、2016年以降僅かずつではあるが増加傾向である。出願人国籍・地域別で最も多いのは日本国籍の4,571件で全体の37.2%を占めている。次いで、米国籍の2,363件（19.2%）、欧州籍が1,784件（14.5%）、中国籍が1,212件（9.9%）、韓国籍が1,195件（9.7%）、その他が1,151件（9.4%）である。

【出願人国籍・地域別国際パテントファミリー件数年次推移及び件数比率】
 （日米欧中韓W0への出願、出願年（優先権主張年）：2014-2020年）



注：2019年以降はデータベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で、全データを反映していない可能性がある。

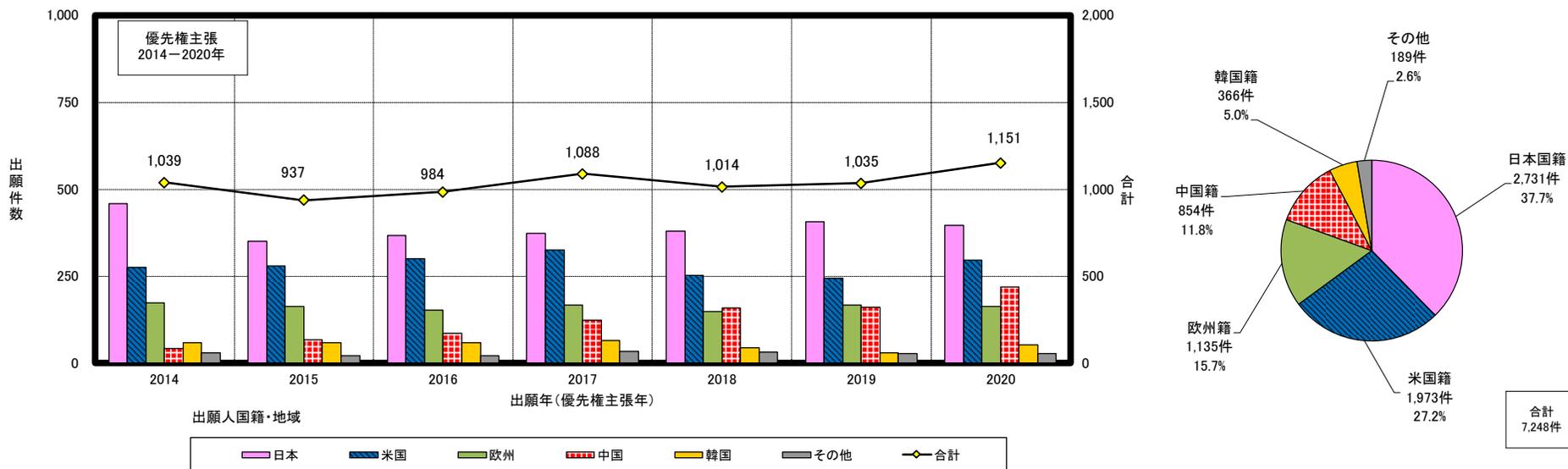
国際パテントファミリー（IPF）とは、**複数の国・地域**への出願を含むパテントファミリー、又は、欧州特許庁（EPO）への出願若しくはPCT出願（**複数の国・地域**での権利取得意思に基づくと推定される出願）を含むパテントファミリー、を意味する。したがって、一つの国・地域のみへの出願については、「国際パテントファミリー件数」には含まれていない。

4. 特許出願動向

— 出願人国籍・地域別PCT出願件数推移 —

PCT出願件数（2014～2020年）の合計は7,248件で、2017年をピークに2018年以降減少したが、2020年は再び上昇に転じている。出願人国籍・地域別で最も多いのは日本国籍の2,731件で全体の37.7%を占めている。次いで、米国籍の1,973件（27.2%）、欧州籍が1,135件（15.7%）、中国籍が854件（11.8%）、韓国籍が366件（5%）、その他が189件（2.6%）である。

【出願人国籍・地域別PCT出願件数年次推移及び件数比率】
 （日米欧中韓W0への出願、出願年（優先権主張年）：2014-2020年）



4. 特許出願動向

— 出願先国・地域別 — 出願人国籍・地域別登録件数 —

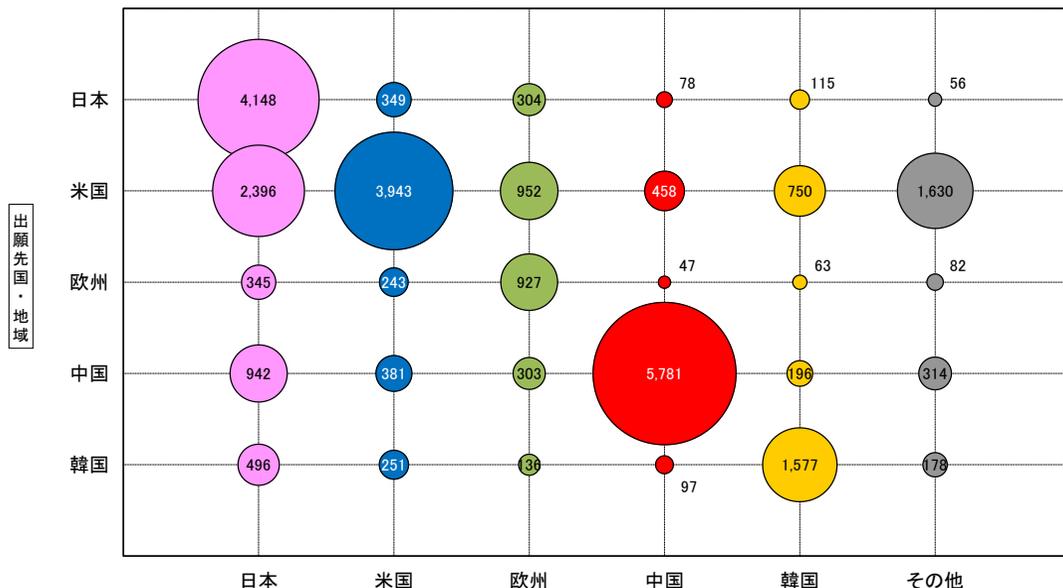
2通りの見方

- ①縦方向での見方：欧州籍については米国への登録件数が最も多く、次に自地域での登録件数が多い。欧州籍以外については、自国への登録件数が最も多い。欧州籍及び米国籍以外については、自国の次に米国への登録件数が多い。米国籍については、自国の次に中国への特許登録が多い。
- ②横方向での見方：各国・地域において、自国籍・自地域出願人による特許登録が最も多い。次に（日本を除き）日本国籍による登録件数が多い。日本においては、米国籍による登録件数が二番目に多い。

【出願先国・地域別—出願人国籍・地域別】登録件数

（日米欧中韓への出願、出願年（優先権主張年）：2014-2020年）

優先権主張2014-2020年



②横方向での見方

- ◀ **日本での登録件数**は、日本国籍による件数が4,148件と最も多く、次に、米国籍出願人による件数が349件と多い。
- ◀ **米国での登録件数**は、米国籍による件数が3,943件と最も多く、次に、日本国籍出願人による件数が2,396件と多い。
- ◀ **欧州での登録件数**は、欧州籍による件数が927件と最も多く、次に、日本国籍出願人による件数が345件と多い。
- ◀ **中国での登録件数**は、中国籍による件数が5,781件と最も多く、次に、日本国籍出願人による件数が942件と多い。
- ◀ **韓国での登録件数**は、韓国籍による件数が1,577件と最も多く、次に、日本国籍出願人による件数が496件と最も多い。

①縦方向の見方

- ▲ **韓国籍**は、韓国での登録件数が1,577件と最も多く、次に、米国での登録件数が750件と多い。
- ▲ **中国籍**は、中国での登録件数が5,781件と最も多く、次に、米国での登録件数が458件と多い。
- ▲ **欧州籍**は、米国での登録件数が952件と最も多く、次に、欧州での登録件数が927件と最も多い。
- ▲ **米国籍**は、米国での登録件数が3,943件と最も多く、次に、中国での登録件数が458件と多い。
- ▲ **日本国籍**は、日本での登録件数が4,148件と最も多く、次に、米国での登録件数が2,396件と多い。

4. 特許出願動向

— [技術区分別] 出願人国籍・地域別パテントファミリー件数 —

各技術区分のパテントファミリー件数上位項目は、中国籍、日本国籍、米国籍、欧州籍、韓国籍の順に件数が多い傾向である。パテントファミリー総件数で上位の中国籍は多くの技術区分で1位となっているが、続く日本国籍及び米国籍の出願動向を見ると、日本国籍は、「レーザーダイオード」、「パワーデバイス」、「フラックス法」、「エピタキシャル成長」、「CVD」が他国籍・地域に比べて件数が最も多く、「SiGe」は他国籍・地域と比べて件数が最も少ない。米国籍は、化合物半導体材料区分の「SiGe」と用途区分の「高周波デバイス」の件数が最も多い。なお、SiCについては、GaN on SiCに使用する自立基板も含まれる点に注意が必要である。

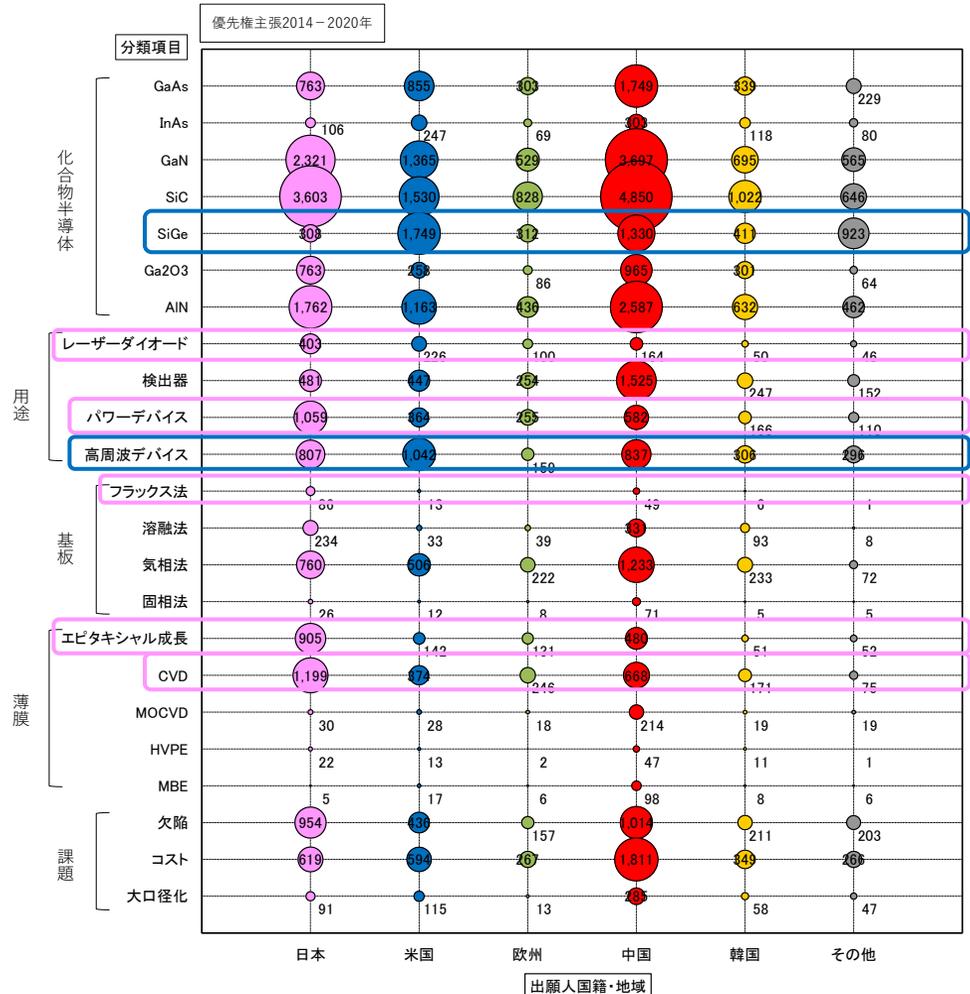
日本国籍が多い技術区分



米国籍が多い技術区分



【[技術区分別—出願人国籍・地域別] パテントファミリー件数（日米欧中韓W0への出願、出願年（優先権主張年）：2014-2020年）】



4. 特許出願動向

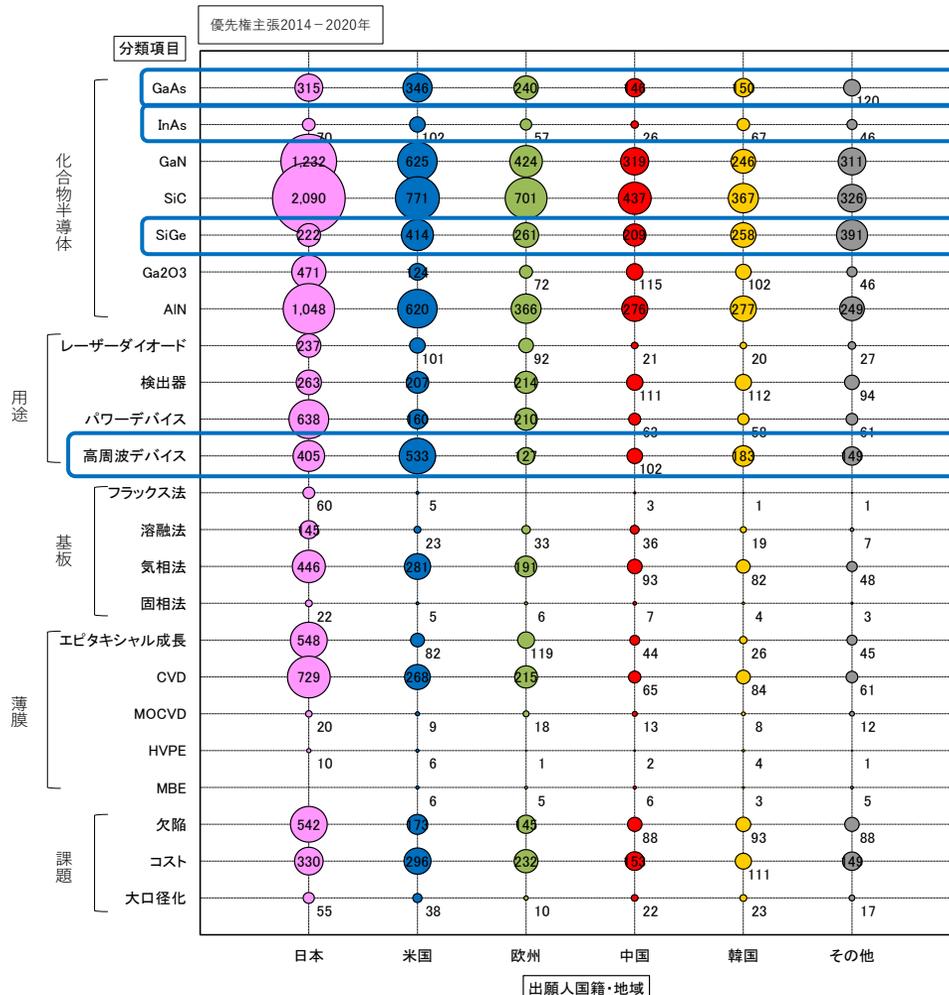
— [技術区分別] 出願人国籍・地域別 [IPF] 国際パテントファミリー一件数 —

パテントファミリー一件数と比較すると、中国籍の件数が大きく減少し、日本国籍の件数の多さが際立つ。各技術区分の上位項目は、日本国籍、米国籍、欧州籍の順に件数が多い傾向がある。化合物半導体材料区分の「GaAs」、「InAs」、「SiGe」、用途区分の「高周波デバイス」は、米国籍の件数が最も多い。日本国籍は、「SiGe」が他国籍・地域と比べて件数が最も少ない。なお、SiCについては、GaN on SiCに使用する自立基板も含まれる点に注意が必要である。

米国籍が多い技術区分



【[技術区分別—出願人国籍・地域別] [IPF] 国際パテントファミリー一件数（日米欧中韓W0への出願、出願年（優先権主張年）：2014-2020年）】



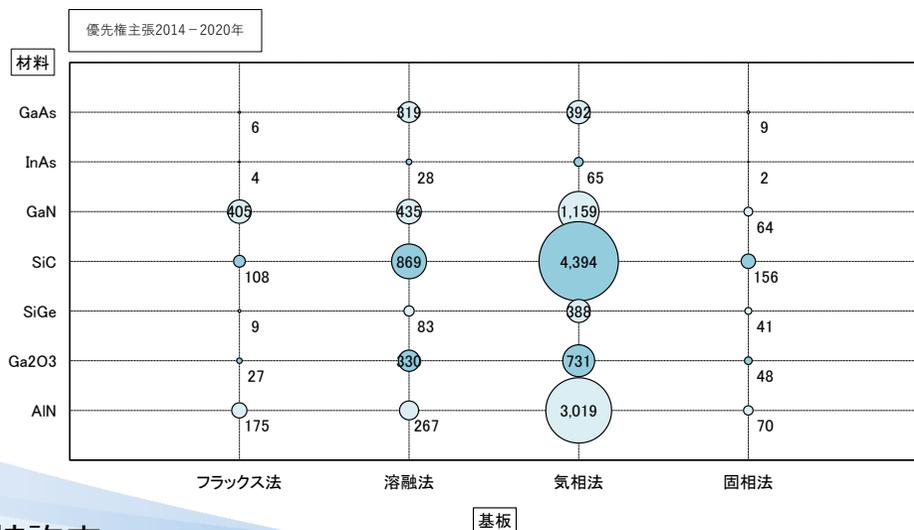
4. 特許出願動向

－クロス分析(1)－

化合物半導体材料と基板（製造技術）のクロス分析を見ると、「気相法」の Patent Family 件数が最も多く、材料は「SiC」、「AlN」、「GaN」の順に多い。次に件数の多い「溶融法」は、材料としては「SiC」、「GaN」、「Ga₂O₃」の順に多い。三番目は「フラックス法」で、「固相法」はその性質上、用例は非常に少ない。材料と薄膜（成膜技術）のクロス分析を見ると、最も件数が多い薄膜は「CVD」で、材料としては「SiC」、「GaN」、「AlN」の順に多い。次に件数の多い「エピタキシャル成長」は、材料としては「GaN」、「SiC」、「AlN」の順に多い。以下、「MOCVD」、「MBE」、「HVPE」と続くが、件数は少ない。なお、SiCについては、GaN on SiCに使用する自立基板も含まれる点に注意が必要である。

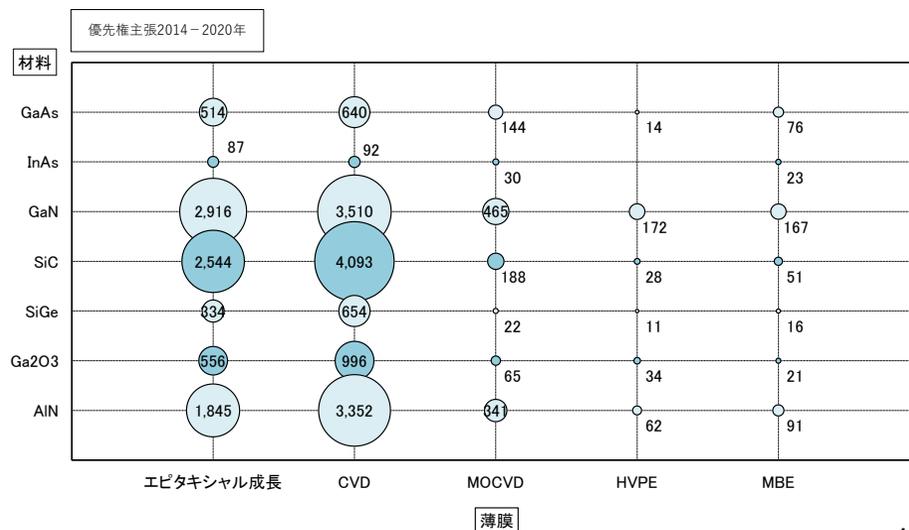
【化合物半導体材料と基板との相関関係】

（日米欧中韓WOへの出願、出願年（優先権主張年）：2014-2020年）



【化合物半導体材料と薄膜との相関関係】

（日米欧中韓WOへの出願、出願年（優先権主張年）：2014-2020年）



4. 特許出願動向

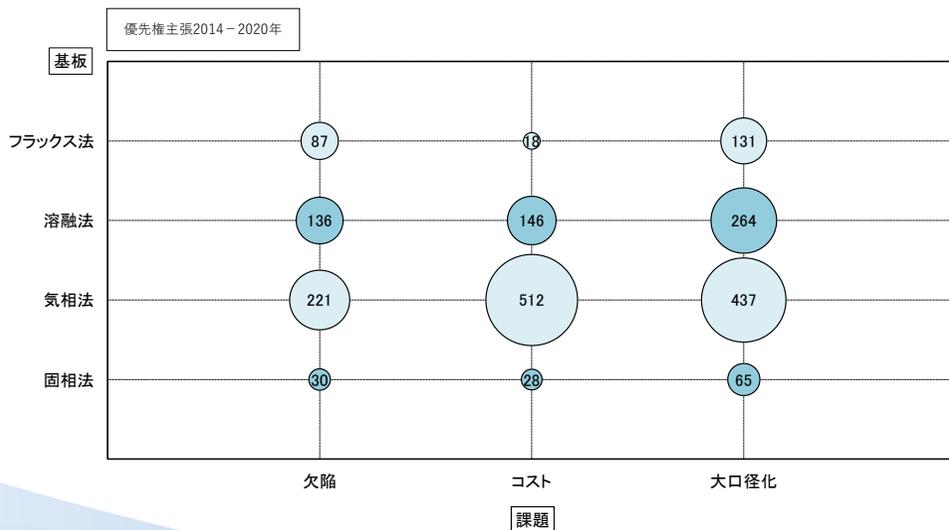
－クロス分析(2)－

基板と課題のクロス分析を見ると、「気相法」の Patent ファミリー件数がいずれの課題に対しても最も多く、ついで「溶融法」、「フラックス法」の順となっている。基板については全ての課題に対して積極的に技術改良が行なわれていると見る。

薄膜と課題のクロス分析を見ると、「CVD」の件数がいずれの課題に対しても最も多く、ついで「エピタキシャル成長」、「MOCVD」の順となっている。薄膜では、「欠陥」と「コスト」が課題として強く意識されているが、「大口径化」の件数は少ない。「大口径化」は基板に依存するところが大きいいためであると考えられる。

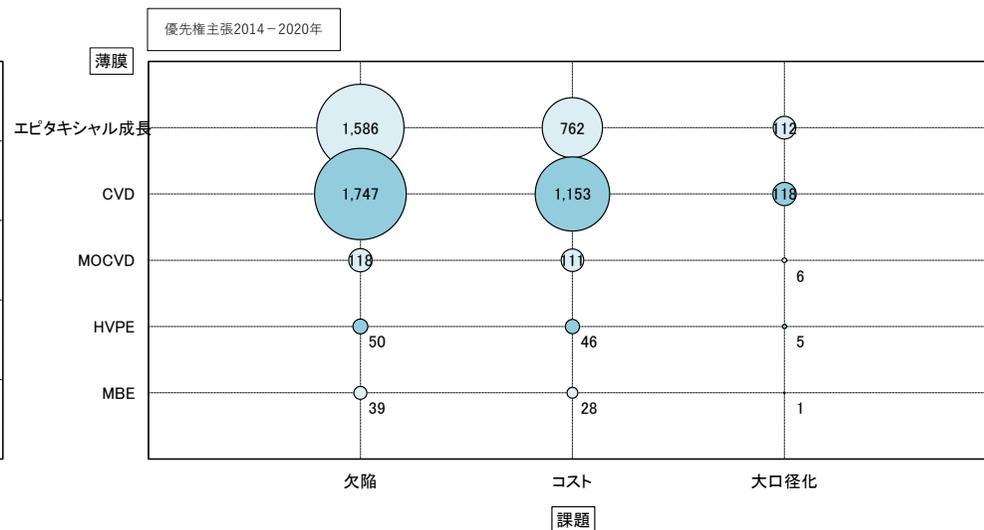
【基板と課題との相関関係】

(日米欧中韓WOへの出願、出願年(優先権主張年) : 2014-2020年)



【薄膜と課題との相関関係】

(日米欧中韓WOへの出願、出願年(優先権主張年) : 2014-2020年)



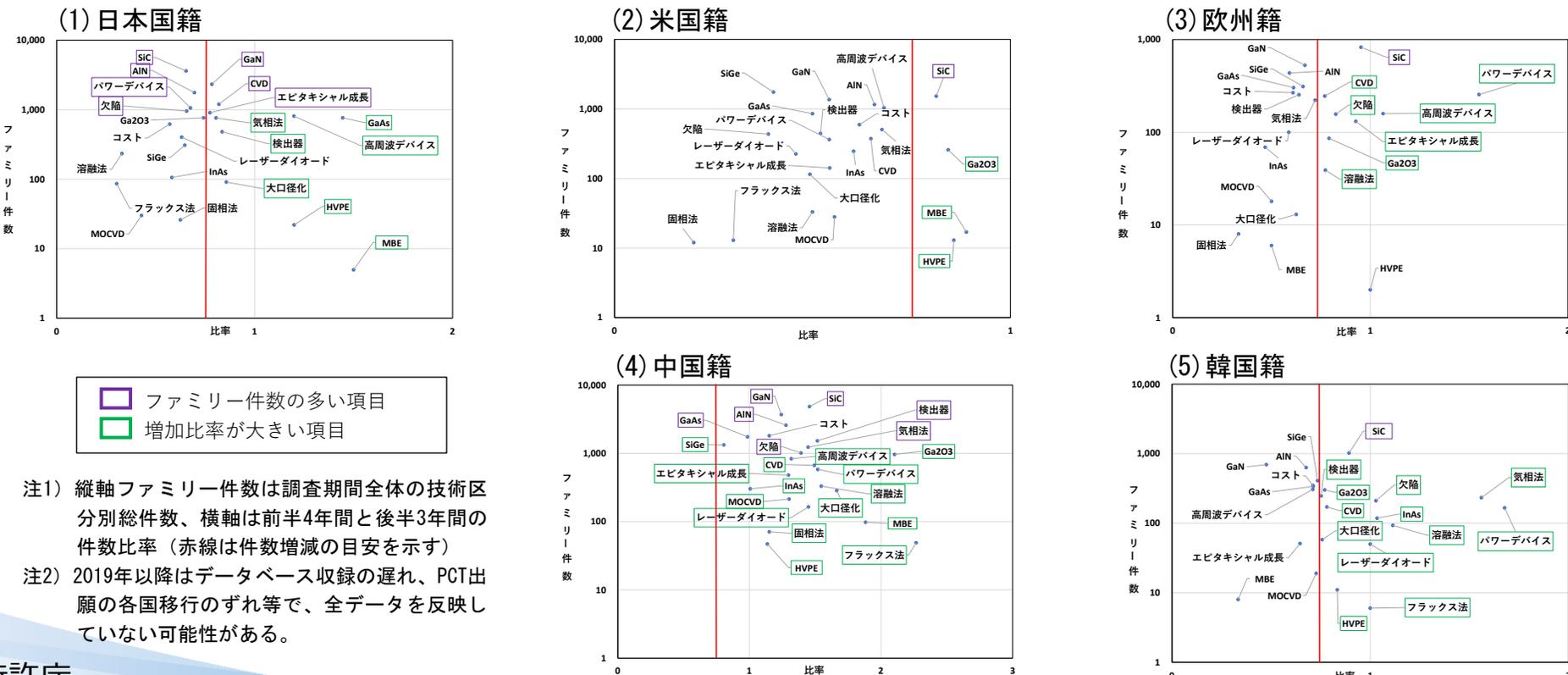
4. 特許出願動向

— 出願人国籍・地域別技術区分の分布図 —

パテントファミリーによる各技術区分の分布図を下に示す。

日本国籍出願人は、パワーデバイス関連の出願が多い傾向にあり、期間前半から後半への伸びでは高周波デバイス関連の出願が増えている。他国籍・地域との比較では、中国籍が、全項目において調査期間前半から後半へと件数を大きく増やしている。技術区分別に見た時には、中国籍、米国籍、欧州籍が、Ga₂O₃の件数を増やしてきている点は注視すべきである。

【出願人国籍・地域別技術区分の分布図】（日米欧中韓W0への出願、出願年(優先権主張年)：2014-2020年）



4. 特許出願動向 — 一件数別出願人ランキング —

パテントファミリー件数をベースとした出願人別件数ランキングでは、日本国籍が7者で最も多く、中国籍が5者、米国籍が3者と続く。また、国際パテントファミリー件数をベースとした上位出願人ランキングでは、日本国籍が11者で最も多く、米国籍が3者と続く。

パテントファミリー件数上位出願人ランキング

(日米欧中韓W0への出願、出願年(優先権主張年) : 2014-2020年)

順位	出願人名称(国・地域)	件数
1	IBM(米国)	1398
2	TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING(台湾)	908
3	XIDIAN UNIVERSITY(中国)	604
4	SAMSUNG ELECTRONICS(韓国)	496
5	ディスコ	481
6	住友電気工業	455
7	SEMICONDUCTOR MANUFACTURING INTERNATIONAL(中国)	444
8	APPLIED MATERIALS(米国)	407
9	INTEL(米国)	399
10	東芝	382
11	富士電機	376
12	三菱電機	375
13	UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA(中国)	279
14	INSTITUTE OF MICROELECTRONICS OF CHINESE ACADEMY OF SCIENCES(中国)	257
15	GLOBALFOUNDRIES(ケイマン諸島)	255
16	INSTITUTE OF SEMICONDUCTORS CHINESE ACADEMY OF SCIENCES(中国)	230
17	東京エレクトロン	220
18	LG INNOTEK(韓国)	196
19	昭和電工	186
20	INFINEON TECHNOLOGIES(ドイツ)	183

国際パテントファミリー件数上位出願人ランキング

(日米欧中韓W0への出願、出願年(優先権主張年) : 2014-2020年)

順位	出願人名称(国・地域)	件数
1	TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING(台湾)	446
2	SAMSUNG ELECTRONICS(韓国)	385
3	東芝	307
4	INTEL(米国)	306
5	住友電気工業	279
6	APPLIED MATERIALS(米国)	272
7	三菱電機	256
8	富士電機	247
9	東京エレクトロン	180
10	INFINEON TECHNOLOGIES(ドイツ)	159
11	原子力・代替エネルギー庁(フランス)	153
12	ディスコ	145
13	日本ガイシ	106
14	昭和電工	104
15	SEMICONDUCTOR MANUFACTURING INTERNATIONAL(中国)	101
16	SAMSUNG DISPLAY(韓国)	96
17	LAM RESEARCH(米国)	93
18	パナソニックIPマネジメント	89
19	デンソー	84
19	豊田合成	84

4. 特許出願動向

－技術区分と出願人ランキングとの対応表－

技術区分のうち、日本国籍出願人による国際特許ファミリー件数の最も多い技術区分を下表に抽出し、またこれらの技術区分毎に出願人ランキング1位・2位の出願人を対応づけて示した。日本国籍出願では、それぞれの分野で活躍する出願人が、国際特許出願でも貢献していることが分かる。

【技術区分と出願人ランキングとの対応表】

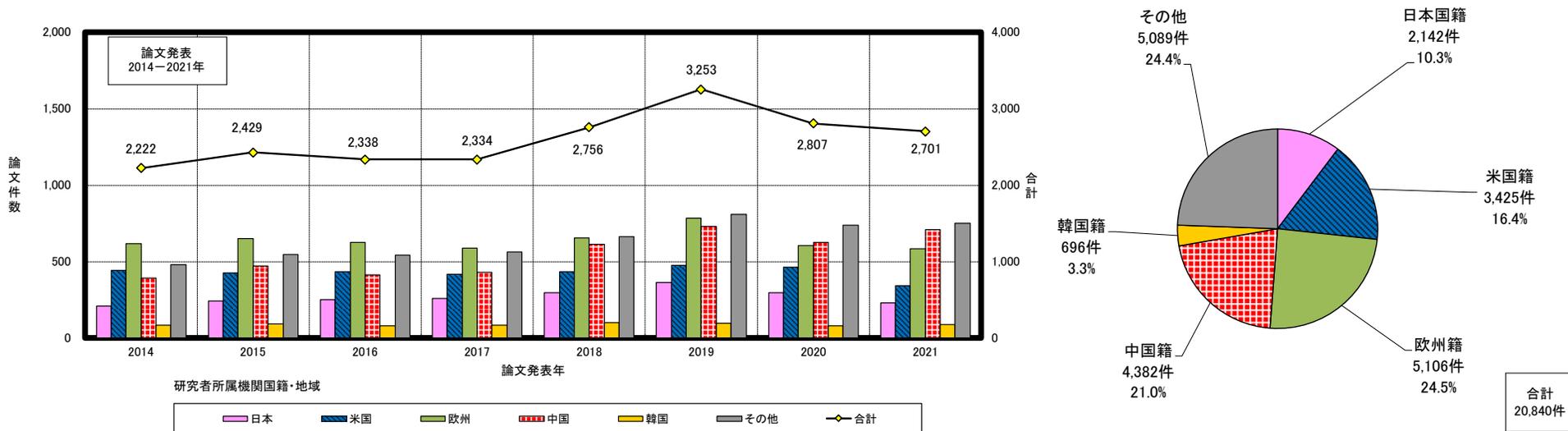
大分類	技術区分 中分類	日本国籍IPF総件数	出願人ランキング（国際特許ファミリー件数）	
			1位	2位
化合物 半導体 材料	GaN	1232件	東芝103件	INTEL（米国）90件
	SiC	2090件	富士電機220件	三菱電機198件
	Ga ₂ O ₃	471件	半導体エネルギー研究所59件	フロスフィア48件
	AlN	1048件	APPLIED MATERIALS（米国）116件	SAMSUNG ELECTRONICS（韓国）80件
用途	レーザーダイオード	237件	OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS（ドイツ）24件	ソニー17件
	検出器	263件	SAMSUNG ELECTRONICS（韓国）54件	TSMC（台湾）23件
	パワーデバイス	638件	三菱電機80件	東芝78件
基板	フラックス法	60件	日本ガイシ26件	大阪大学7件
	熔融法	145件	トヨタ自動車18件	日本ガイシ15件
	気相法	446件	APPLIED MATERIALS（米国）63件	昭和電工47件
	固相法	22件	日本ガイシ9件	TDK3件
薄膜	エピタキシャル成長	548件	住友電気工業62件	昭和電工44件
	CVD	729件	APPLIED MATERIALS（米国）108件	住友電気工業63件
課題	欠陥	542件	住友電気工業47件	富士電機44件
	コスト	330件	TSMC（台湾）59件	APPLIED MATERIALS（米国）27件
	大口径化	55件	TSMC（台湾）13件	SAMSUNG ELECTRONICS（韓国）9件

5. 論文動向

－研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移－

論文発表件数（2014～2021年）の合計は20,840件である。年次推移は、2019年まで増加傾向であり、それ以降減少気味である。研究者所属機関国籍・地域別で最も多いのは欧州籍の5,106件で全体の24.5%を占めている。次いで、そのほか5,089件（24.4%）、中国籍が4,382件（21%）、米国籍が3,425件（16.4%）、日本国籍が2,142件（10.3%）、韓国籍が696件（3.3%）である。

【研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及び件数比率】
（論文発表年：2014-2021年）



5. 論文動向 — 化合物半導体：研究者所属機関及び研究者別の論文発表件数上位ランキング—

論文発表件数上位研究者所属機関ランキングでは日本国籍が研究機関では4者、研究者では5者ランクインしている。また、論文発表件数上位研究者ランキングではロシア国籍が最も多く24者中10者ランクインしている。

【論文発表件数上位研究者所属機関ランキング】
(論文発表年：2014-2021年)

【論文発表件数上位研究者ランキング(筆頭と最終著者)】
(論文発表年：2014-2021年)

順位	研究者所属機関(国・地域)	件数
1	University of Chinese Academy of Sciences (中国)	317
2	CAS - Institute of Semiconductors (中国)	281
3	University of California at Santa Barbara (米国)	228
4	RAS - Ioffe Physico Technical Institute (ロシア)	217
5	CNRS (フランス)	154
6	Université Grenoble Alpes (フランス)	151
6	Polish Academy of Sciences (ポーランド)	151
8	名古屋大学	144
9	Xidian University (中国)	136
10	Russian Academy of Sciences (ロシア)	126
11	大阪大学	125
11	CAS - Suzhou Institute of Nano-Tech and Nano-Bionics (中国)	125
13	United States Department of Energy (米国)	122
14	Naval Research Laboratory (米国)	120
15	東京大学	119
16	Wrocław University of Science and Technology (ポーランド)	109
16	Peking University (中国)	109
18	Interuniversitair Micro-Elektronica Centrum (ベルギー)	108
19	National Yang Ming Chiao Tung University (台湾)	104
20	産業技術総合研究所	103

順位	研究者名	研究者所属機関(国・地域)	件数
1	Voitsekhovskii Alexander V.	Tomsk State University (ロシア)	40
2	Hossain Maruf	Ferdinand-Braun-Institut (FBH) (ドイツ)	21
3	Seredin Pavel V.	Voronezh State University (ロシア)	19
4	Reznik Rodion R.	St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO) (ロシア)	18
5	Uedono Akira	筑波大学	16
6	Fujii Takuro	NTT	15
7	Dinh Duc V.	University College Cork (アイルランド)	14
7	Kukushkin Sergey A.	Russian Academy of Sciences (ロシア)	14
9	Jarndal Anwar	University of Sharjah (アラブ首長国連邦)	13
9	Han Yu	Sun Yat-Sen University (中国)	13
9	Izhnin I. I.	Scientific and Industrial Concern Nauka (ウクライナ)	13
9	Dubrovski I. Vladimir G.	St. Petersburg State University (ロシア)	13
9	Shi Bei	University of California at Santa Barbara (米国)	13
14	Daigo Yoshiaki	ニューフレアテクノロジー	12
14	Galiev Galib B.	Russian Academy of Sciences (ロシア)	12
14	Park Seounghwan	Catholic University of Daegu (韓国)	12
17	Wan Yating	University of California at Santa Barbara (米国)	11
17	Iso Kenji	三菱ケミカル	11
17	Tadger Marko Jak	Naval Research Laboratory (米国)	11
17	Spirina Anna A.	RAS - Institute of Semiconductor Physics, Siberian Branch (ロシア)	11
17	Iakovleva N. I.	Federal State Unitary Enterprise (ロシア)	11
17	Grodzicki Miłosz	PORT Polish Center for Technology Development (ポーランド)	11
17	Shen Chao	Fudan University (中国)	11
17	Miyoshi Makoto	名古屋工業大学	11