

令和2年度大分野別出願動向調査－電気・電子分野－ ニーズ即応型技術動向調査 説明用資料

技術テーマ 「パワー半導体」

【説明項目】

- (1) 技術テーマの技術概要
- (2) 技術テーマの市場・政策動向
- (3) 検索式、検索条件（DB、検索日等）、及び各技術区分の説明
- (4) 出願人国籍（地域）別ファミリー件数推移及びファミリー件数比率
- (5) 出願先国（地域）別-出願人国籍（地域）別出願件数収支及び登録件数収支
- (6) 出願人別ファミリー件数上位ランキング
- (7) 出願先国（地域）別-出願人別出願件数上位ランキング
- (8) 技術区分別ファミリー件数推移及びファミリー件数比率推移
- (9) 論文動向

令和3年4月

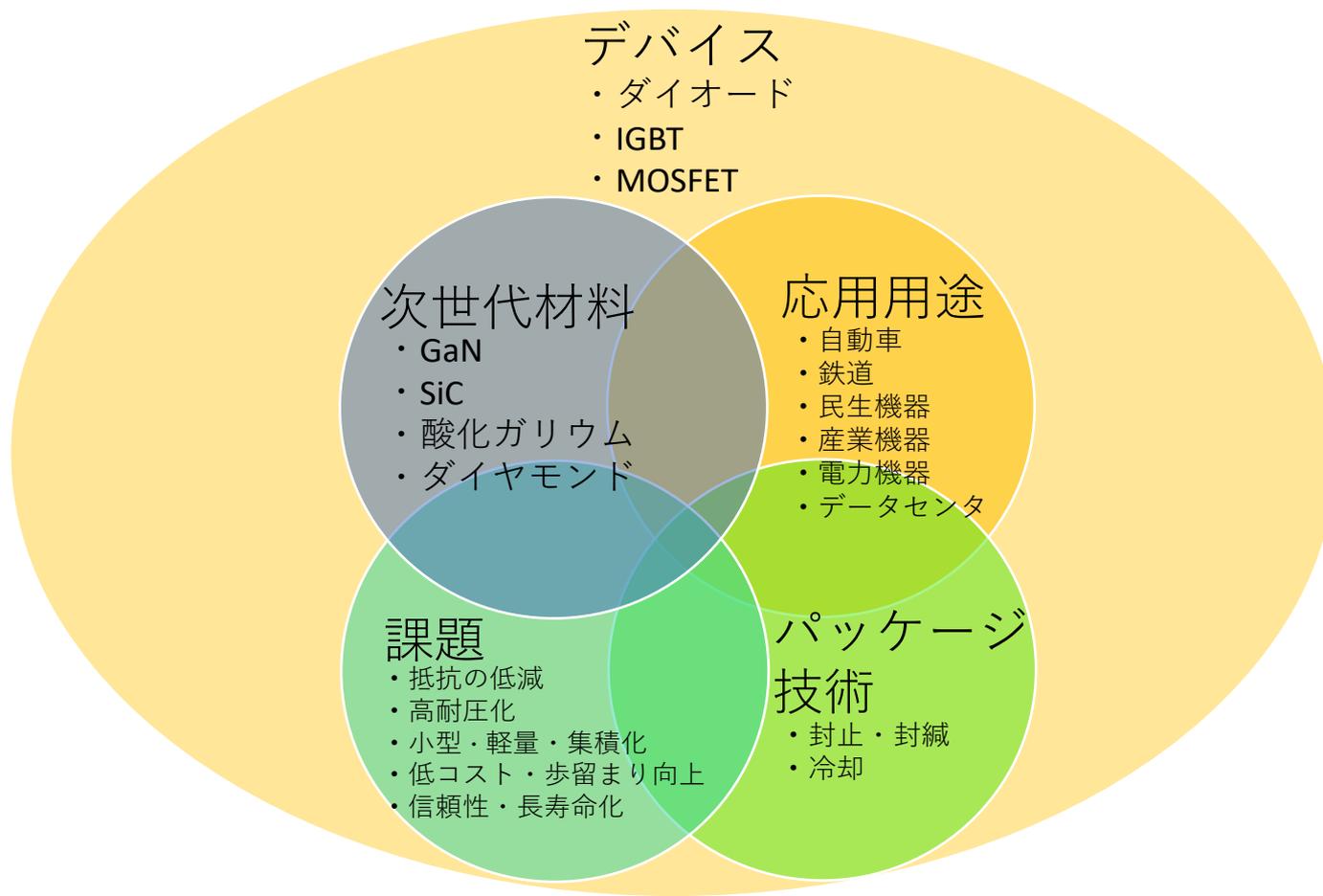
パワー半導体

(1) 技術テーマの技術概要

近年、省エネルギーや環境意識の高まりから、モータの駆動や電子機器を動作させるために必要な電力制御を主な用途とするパワー半導体では、その省電力化に向けた研究開発が盛んに行われている。

パワー半導体は、エアコンや冷蔵庫の家電をはじめ、自動車や鉄道車両、送電システムなど、様々な分野で応用されており、今後もその動向が注目されている。

本調査では、パワー半導体として代表的なダイオード、IGBT、MOSFETのデバイスを対象とし、以下に示す5つの技術区分について調査・分析することにより、特許出願動向を把握する。



パワー半導体

(2) 技術テーマの市場・政策動向

【市場動向】

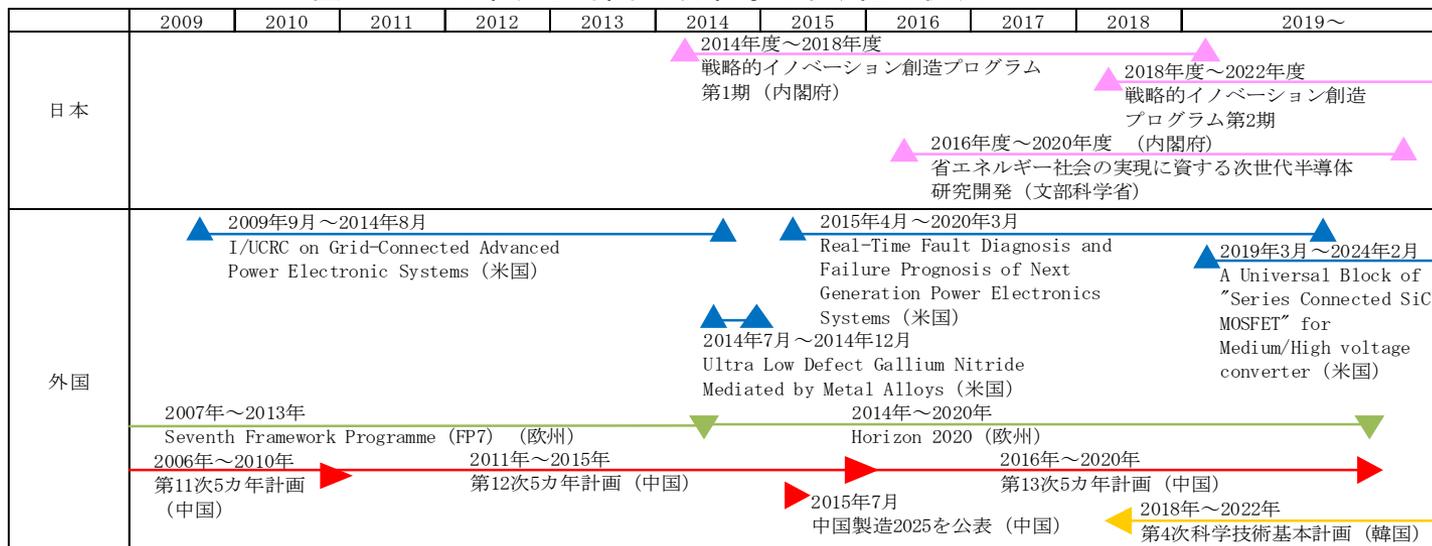
パワー半導体の世界市場は、2017年から2018年は堅調に拡大したが、2018年から2019年にかけて新車販売台数が前年割れでマイナス成長となった。さらに新型コロナウイルス感染症の影響で工場の稼働を停止するなど2020年の自動車向け半導体市場は最も大きな落ち込みが見込まれている。一方で、情報通信や民生でのパワー半導体需要はデータセンタや第5世代移動通信システム基地局向け設備投資が旺盛で堅調に推移すると見込まれている。2021年以降は回復基調になるとし、2022年には2019年の市場規模を超える見通しで、2019年から2025年までの年平均成長率は4.6%とされ、2025年にはパワー半導体世界市場規模は243億5,100万米ドルにまで成長するとされている。（2020年7月27日発表の矢野経済研究所調査から）

2017年のパワー半導体の世界シェアは、トップがインフィニオン・テクノロジーズ（ドイツ）、2位がオン・セミコンダクター（米国）、3位が三菱電機、4位が東芝、5位がSTマイクロエレクトロニクス（スイス）、6位が富士電機となっている（英国HISマークイットの売上高調査から）。

また、パワーデバイス関連企業調査で2018年の地域別シェアは、日本企業が33.1%であるのに対し、欧米企業は57.2%としている（2019年9月の富士経済レポートから）。

【政策動向】

図4-4-4 日本及び外国の政策等の取り組み状況



(3) 検索式、検索条件 (DB、検索日等)、及び各技術区分の説明 (1/3)

本調査における特許検索は、技術区分に関する技術キーワードと国際特許分類 (IPC) を用いて行った。

表4-4-1 検索式(1/3)

No.	検索式の説明		件数	検索式		
	区分	内容				
L1			44,041,952	(PRY>=(2009) AND PRY<=(2018)):		
L2			115,648,923	CC=(AT or BE or CH or CN or CZ or DE or DK or EP or ES or FI or FR or GB or HU or IE or IT or JP or KR or LU or NL or NO or PT or RO or SE or PL or TR or SK or US or WO):		
L3			39,493,245	1 AND 2:		
L4			62,633	IC=(H01L0029861 or H01L0029866 or H01L0029868 or H01L0029872):		
L5			204,118	IC=(H01L002906 or H01L0029778):		
L6			1,111,128	CTB=(power ADJ2 (device* OR diode* OR transistor* OR semiconductor OR electronic*)):		
L7			957,166	CTB=((high OR large) ADJ2 voltage):		
L8			97,289	CTB=((heavy OR large) ADJ2 current):		
L9			16,792	CTB=(WBG OR (wide ADJ band ADJ gap) OR (wide ADJ bandgap)):		
L10			142,710	CTB=((withstand OR breakdown OR avalanche) ADJ2 voltage):		
L11			2,184,899	6 OR 7 OR 8 OR 9 OR 10:		
L12			10,196	3 AND 4 AND 11:		
L13			6,082,229	ALL=(diode*):		
L14			9,746	12 AND 13:		
L15	ダイオード		154,747	CTB=((rectifier OR (fast ADJ recovery) OR (schottky ADJ barrier) OR zener OR (free ADJ wheeling)) NEAR2 diode*):		
L16			30,173	CTB=((SBD or FRD or FWD) or (diode* NEAR15 (GaN or SiC or (gallium ADJ nitride) or (silicon ADJ carbide))))):		
L17			3,370	3 AND (4 OR 5) AND 11 AND (15 OR 16):		
L18			10,191	14 OR 17:		
L19			40,588	TAB=((electro ADJ static ADJ discharg*) OR ESD):		
L20			9,957	18 NOT 19:		
L21			デバイス	IGBT	43,427	IC=(H01L0029739):
L22					22,456	3 AND 21:
L23					491,597	TAB=(tunnel*):
L24					1,160	22 AND 23:
L25	21,296	22 NOT 24:				
L26	674,391	IC=(H01L002906 or H01L0021331 or H01L002978 or H03K0017567 or H01L0021336):				
L27	73,999	TAB=(IGBT OR (insulated ADJ gate ADJ bipolar ADJ transistor)):				
L28	26,228	3 AND (25 OR (26 AND 27)):				
L29	724,300	IC=(H01L002978 or H01L0021336 or H01L002906 or H01L0029423 or H01L002910 or H01L0027088 or H03K0017687):				
L30	1,043,120	CTB=(power ADJ2 (device* OR semiconductor OR electronic*)):				
L31	MOSFET		109,107	CTB=((power OR (double ADJ diffused) OR vertical) ADJ2 (MOS or MIS or MOSFET or transistor*)):		
L32			2,202,673	7 OR 8 OR 9 OR 10 OR 30 OR 31:		
L33			216,450	CTB=(DMOS or VMOS or DMIS or VMIS or MOSFET):		
L34			14,596	3 AND 29 AND 32 AND 33:		
L35			母集団	母集団	41,366	20 OR 28 OR 34:

(3) 検索式、検索条件 (DB、検索日等)、及び各技術区分の説明 (2/3)

本調査では、下記の5つの技術区分、20の技術項目について、特許出願動向の調査を行った。

- デバイス：ダイオード、IGBT、MOSFET
- 次世代材料：GaN、SiC、酸化ガリウム、ダイヤモンド
- 応用用途：自動車、鉄道、民生機器、産業機器、電力機器、データセンタ
- パッケージ技術：封止・封緘、冷却
- 課題：抵抗の低減、高耐圧化、小型・軽量・集積化、低コスト・歩留まり向上、信頼性・長寿命化

表4-4-1 検索式(2/3)

No.	検索式の説明		件数	検索式
	区分	内容		
L36	次世代材料	GaN	563,979	ALL=(GaN or AlGaN or InGaN or (gallium ADJ nitride)):
L37			11,701	35 AND 36:
L38		SiC	971,265	ALL=(SiC or (silicon ADJ carbide)):
L39			15,647	35 AND 38:
L40		酸化ガリウム	267,111	ALL=(GaO or Ga2O3 or (gallium ADJ oxide)):
L41			1,110	35 AND 40:
L42		ダイヤモンド	363,387	CTB=(diamond):
L43			52,726	ALL=(diamond* NEAR10 (GaN or SiC or (gallium ADJ nitride) or (silicon ADJ carbide) or (wide ADJ band ADJ gap) OR (wide ADJ bandgap))):
L44			2,581	35 AND (42 OR 43):
L45		応用用途	自動車	6,319,975
L46	3,244			35 AND 45:
L47	鉄道		4,516,541	CTB=(train OR rail*):
L48			761	35 AND 47:
L49	民生機器		1,012,239	USE=(consumer OR (air ADJ condition*) OR refrigerator* OR (washing ADJ machine*) OR (microwave ADJ oven)):
L50			302,683	USE=((house* OR home* OR domestic) near3 (use OR appliance*)):
L51			1,351	35 AND (49 OR 50):
L52	産業機器		1,561,118	USE=(industr* OR factory OR (manufactur* ADJ plant*) OR (iron ADJ mill)):
L53			1,686	35 AND 52:
L54	電力機器		546,391	USE=(power ADJ (system OR network OR application OR field OR facility OR plant OR generat* OR conver* OR transmi*)):
L55		3,519	35 AND 54:	
L56	データセンタ	468,192	USE=(server OR HPC):	
L57		351,052	ALL=((data ADJ center) OR (high ADJ perform* ADJ comput*) OR (distribut* NEAR2 (storag*, data))):	
L58		133	35 AND (56 OR 57):	
L59		3,075,795	ALL=(DC ADJ converter) OR superjunction OR (power ADJ semiconductor) OR (power ADJ converter) OR (power ADJ MOS*) OR (power ADJ device) OR VDMOS OR PFC OR (high ADJ side) OR (high ADJ power)):	
L60		96	58 AND 59:	

(3) 検索式、検索条件 (DB、検索日等)、及び各技術区分の説明 (3/3)

本調査における特許検索の母集団は、技術区分の一つである「デバイス」のダイオード、IGBT、MOSFETの和集合である。

主な検索条件は以下である。

- ・ 特許データベース：Derwent Innovation (DWPI)
- ・ 調査対象国・地域：日本、米国、欧州、中国、韓国 (5カ国)
- ・ 調査対象期間：2009-2018年 (優先権主張年ベース)
- ・ 検索日：2020年10月29日

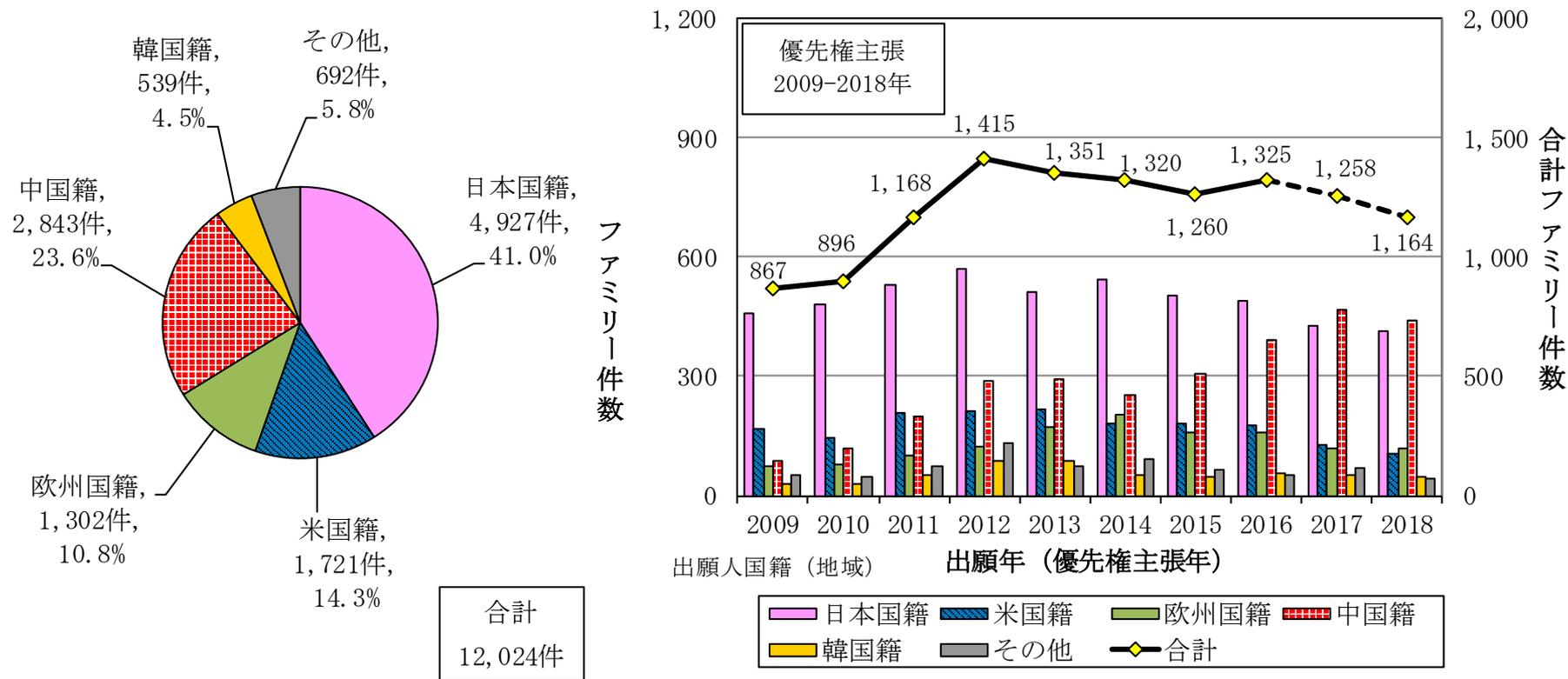
表4-4-1 検索式(3/3)

No.	検索式の説明		件数	検索式
	区分	内容		
L61	パッケージ技術	封止・封緘	1,479,496	ALL=(hermetic*):
L62			375,544	CTB=((seal OR encapsulate OR mold OR module) NEAR2 (hollow OR atmosphere OR resin OR material OR compound)):
L63			295	35 AND (61 OR 62):
L64		冷却	5,134,121	CTB=(cooling):
L65			547	35 AND 64:
L66			2,188,170	CTB=((thermal* OR heat) NEAR2 (conduct* OR diffusi* OR resist*)):
L67			1,175	35 AND 66:
L68			1,638	65 OR 67:
L69	課題	抵抗の低減	323,844	CTB=((reduc* OR decreas*) ADJ3 resistance):
L70			363,965	CTB=((low OR lower) NEAR2 resistance):
L71			4,823	35 AND (69 OR 70):
L72		高耐圧化	146,647	CTB=((withstand* OR breakdown OR puncture*) ADJ2 voltage):
L73			10,718	35 AND 72:
L74		小型・軽量・集積化	2,237,862	TAB=(compact OR slim OR downsiz* OR (high* ADJ integrat*) OR (low ADJ profil*)):
L75			2,043,845	CTB=((size OR weight) NEAR2 (minimiz* OR reduc* OR miniaturiz* OR decreas* OR small OR smaller)):
L76			1,995	35 AND (74 OR 75):
L77		低コスト・歩留まり向上	5,998,899	CTB=(cost NEAR2 (low OR effective* OR minimiz* OR reduc* OR decreas*)):
L78			3,675,986	TAB=(inexpensive OR reasonable OR affordable OR economical*):
L79			500,714	CTB=((manufactur* OR product*) NEAR2 (quick* OR easy* OR ease OR facilitat*)):
L80			846,124	CTB=((high OR improv*) NEAR2 yield):
L81			3,968	35 AND (77 OR 78 OR 79 OR 80):
L82			2,719,448	CTB=(reliability):
L83			信頼性・長寿命化	1,117,305
L84		5,172		35 AND (82 OR 83):

(4) 出願人国籍（地域）別ファミリー件数推移及びファミリー件数比率

出願人国籍（地域）別ファミリー件数推移及びファミリー件数比率を図4-4-7に示す。出願人国籍（地域）別ファミリー件数比率では日本国籍の41.0%が最も多く、次いで中国籍が23.6%、米国籍が14.3%である。ファミリー件数の合計の年推移は、中国籍が2009年以降漸増し、2017年に日本国籍のファミリー件数を抜き、年間のファミリー件数で最も多くなっている。

図4-4-7 出願人国籍（地域）別ファミリー件数推移及びファミリー件数比率

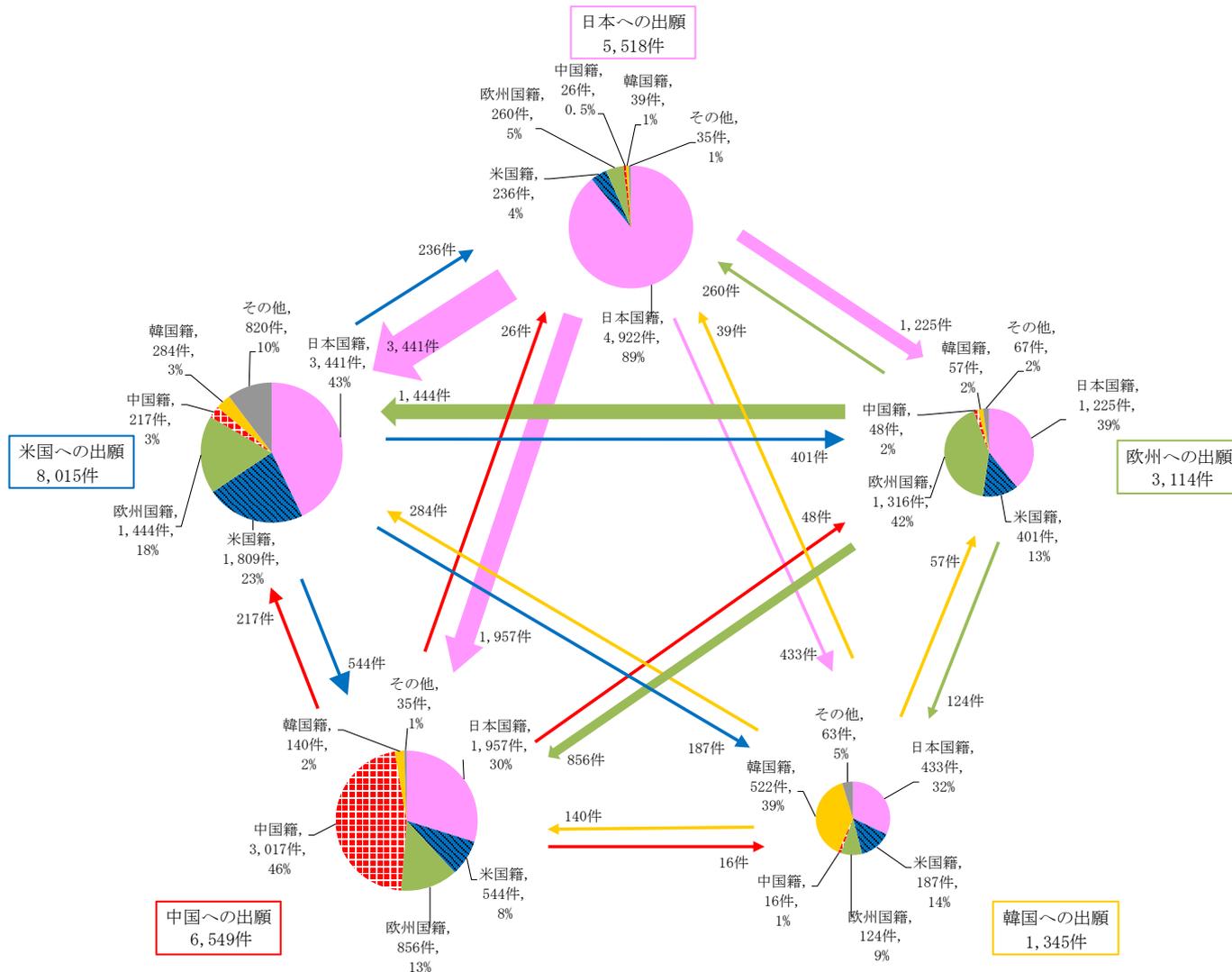


注) 2017年以降はデータベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

(5) 出願先国（地域）別-出願人国籍（地域）別出願件数収支及び登録件数収支（1/2）

出願先国（地域）別-出願人国籍（地域）別出願件数収支を図4-4-11に示す。米国への出願が8,015件で最も多い。

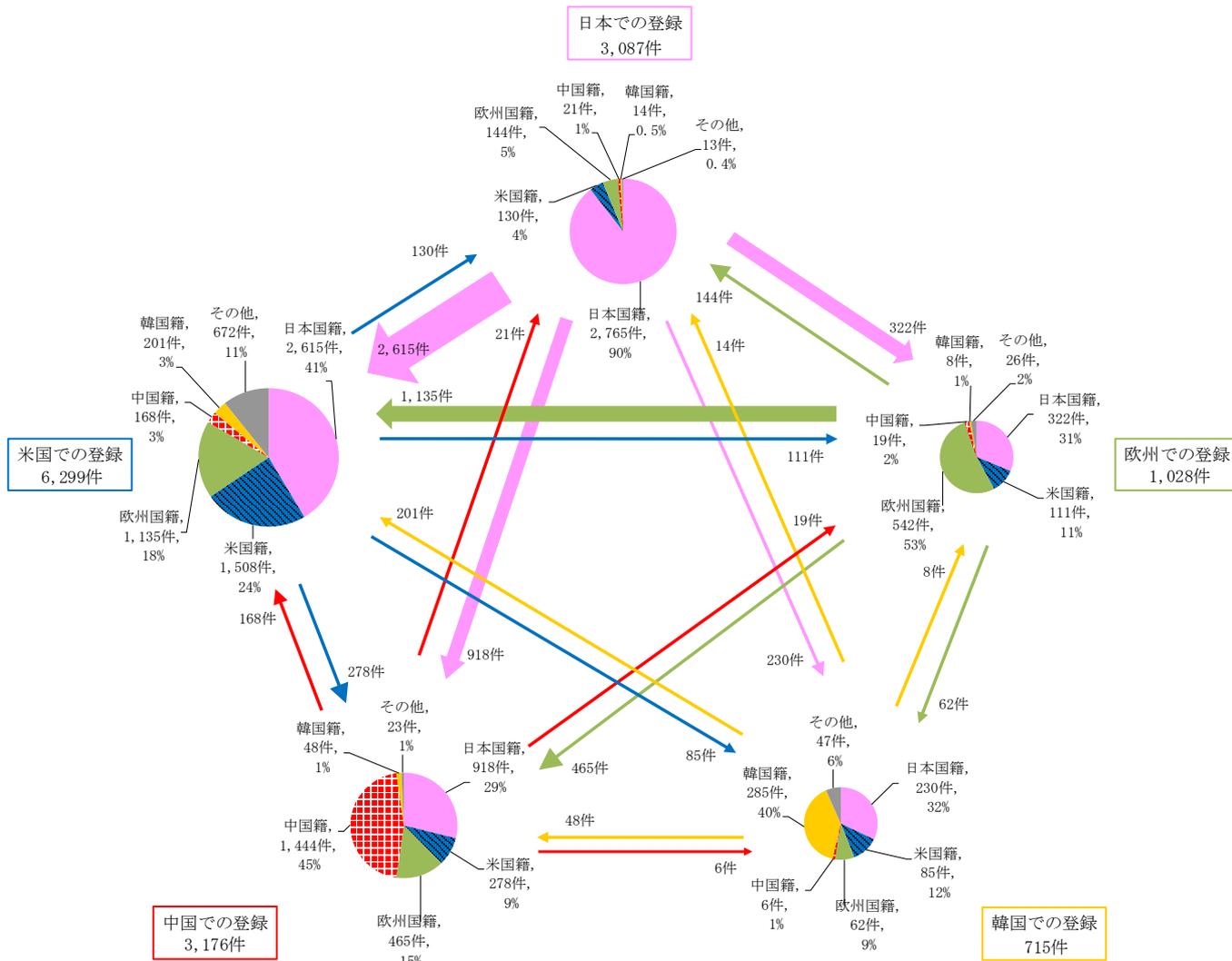
図4-4-11 出願先国(地域)別-出願人国籍(地域)別出願件数収支



(5) 出願先国（地域）別-出願人国籍（地域）別出願件数収支及び登録件数収支（2/2）

出願先国（地域）別-出願人国籍（地域）別登録件数収支を図4-4-12に示す。米国での登録が6,299件で最も多い。

図4-4-12 出願先国(地域)別-出願人国籍(地域)別登録件数収支



(6) 出願人別ファミリー件数上位ランキング (1/3) 母集団、技術区分別

母集団の出願人別ファミリー件数上位ランキング (10者) 及びその出願件数を表4-4-4に示す。日本国籍では1位に富士電機、3位に東芝、4位に三菱電機が入っている。

表4-4-4 出願人別ファミリー件数上位ランキング(10者)及びその出願件数

順位	企業名	ファミリー件数
1	富士電機	880
2	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	862
3	東芝	676
4	三菱電機	589
5	トヨタ自動車	549
6	デンソー	416
7	電子科技大学 (中国)	368
8	ルネサスエレクトロニクス	347
9	住友電気工業	271
10	台湾セミコンダクター・マニュファクチャリング (台湾)	249

技術区分別-出願人別ファミリー件数上位ランキング (5者) 及びその出願件数を表4-4-5に示す。日本国籍出願人は、いずれの技術区分においても、上位1, 2位にランキングされている。

表4-4-5 技術区分別-出願人別ファミリー件数上位ランキング(5者)及びその出願件数

【デバイス】

ダイオード			IGBT			MOSFET		
順位	企業名	ファミリー件数	順位	企業名	ファミリー件数	順位	企業名	ファミリー件数
1	三菱電機	206	1	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	659	1	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	321
2	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	196	2	富士電機	655	2	東芝	286
3	富士電機	189	3	トヨタ自動車	479	3	富士電機	277
4	東芝	165	4	東芝	439	4	三菱電機	189
5	日立製作所	86	4	三菱電機	439	5	アルファ・アンド・オメガ・セミコンダクター (米国)	185

パワー半導体

(6) 出願人別ファミリー件数上位ランキング (2/3) 技術区分別

【次世代材料】

GaN			SiC			酸化ガリウム			ダイヤモンド		
順位	企業名	ファミリー件数	順位	企業名	ファミリー件数	順位	企業名	ファミリー件数	順位	企業名	ファミリー件数
1	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	543	1	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	599	1	FLOSFIA	43	1	三菱電機	165
2	東芝	282	2	東芝	361	2	富士電機	27	2	東芝	67
3	富士電機	276	3	富士電機	352	3	三菱電機	21	3	富士電機	53
4	三菱電機	247	4	三菱電機	332	4	ローム	15	4	ローム	34
5	電子科技大学 (中国)	133	5	トヨタ自動車	187	5	豊田合成	13	5	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	30
						5	タムラ製作所	13	5	ゼネラル・エレクトリック (米国)	30
						5	半導体エネルギー研究所	13			
						5	電子科技大学 (中国)	13			

【応用用途】

自動車			鉄道			民生機器		
順位	企業名	ファミリー件数	順位	企業名	ファミリー件数	順位	企業名	ファミリー件数
1	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	146	1	日立製作所	62	1	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	83
2	富士電機	59	2	三菱電機	30	2	三菱電機	33
3	日立製作所	51	3	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	17	3	日立製作所	27
4	トヨタ自動車	41	4	ローム	16	4	富士電機	21
5	ロバート・ボッシュ (ドイツ)	40	5	ルネサスエレクトロニクス	4	5	電子科技大学 (中国)	15
			5	富士電機	4			

産業機器			電力機器			データセンタ		
順位	企業名	ファミリー件数	順位	企業名	ファミリー件数	順位	企業名	ファミリー件数
1	富士電機	107	1	富士電機	197	1	ルネサスエレクトロニクス	4
2	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	87	2	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	102	2	アイスマス・テクノロジー (英国)	3
3	ローム	23	3	日立製作所	98	3	富士通	2
4	日立製作所	20	4	三菱電機	72	3	三菱電機	2
5	産業技術総合研究所	19	5	東芝	51	3	サムスン電子 (韓国)	2

パワー半導体

(6) 出願人別ファミリー件数上位ランキング (3/3) 技術区分別

【パッケージ技術】

封止・封緘			冷却		
順位	企業名	ファミリー件数	順位	企業名	ファミリー件数
1	ルネサスエレクトロニクス	17	1	富士電機	65
2	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	14	2	三菱電機	42
3	富士電機	10	3	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	39
4	三菱電機	8	4	東芝	20
5	東芝	7	5	トヨタ自動車	18

【課題】

抵抗の低減			高耐圧化			小型・軽量・集積化		
順位	企業名	ファミリー件数	順位	企業名	ファミリー件数	順位	企業名	ファミリー件数
1	東芝	184	1	東芝	292	1	富士電機	51
2	富士電機	122	2	富士電機	278	2	三菱電機	44
3	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	86	3	電子科技大学 (中国)	164	3	東芝	25
4	電子科技大学 (中国)	79	4	ルネサスエレクトロニクス	137	4	日立製作所	24
5	三菱電機	72	5	三菱電機	131	5	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	23

低コスト・歩留まり向上			信頼性・長寿命化		
順位	企業名	ファミリー件数	順位	企業名	ファミリー件数
1	富士電機	91	1	富士電機	128
2	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	68	2	東芝	118
3	三菱電機	54	3	電子科技大学 (中国)	89
4	東芝	48	4	インフィニオン・テクノロジーズ (ドイツ)	86
5	電子科技大学 (中国)	35	5	三菱電機	84

パワー半導体

(7) 出願先国（地域）別-出願人別出願件数上位ランキング

出願先国（地域）別-出願人別出願件数上位ランキング（5者）及びその出願件数を表4-4-6に示す。

日本国籍出願人では、富士電機が自国への出願では1位、米国及び中国への出願では2位にランキングされている。また、東芝が自国への出願では2位、米国への出願では3位、中国への出願では5位にランキングされている。

外国籍出願人では、インフィニオン・テクノロジーズ（ドイツ）が欧州、米国及び中国への出願で1位、韓国への出願では4位にランキングされている。

表4-4-6 出願先国(地域)別-出願人別出願件数上位ランキング(5者)及びその出願件数

日本			米国			欧州		
順位	企業名	出願件数	順位	企業名	出願件数	順位	企業名	出願件数
1	富士電機	885	1	インフィニオン・テクノロジーズ（ドイツ）	1,132	1	インフィニオン・テクノロジーズ（ドイツ）	770
2	東芝	647	2	富士電機	740	2	三菱電機	351
3	三菱電機	609	3	東芝	590	3	富士電機	183
4	トヨタ自動車	544	4	三菱電機	400	4	トヨタ自動車	180
5	デンソー	435	5	トヨタ自動車	313	5	デンソー	120

中国			韓国		
順位	企業名	出願件数	順位	企業名	出願件数
1	インフィニオン・テクノロジーズ（ドイツ）	592	1	サムスン電子（韓国）	137
2	富士電機	386	2	三菱電機	117
3	電子科技大学（中国）	365	3	現代自動車（韓国）	68
4	三菱電機	338	4	インフィニオン・テクノロジーズ（ドイツ）	58
5	東芝	282	5	トヨタ自動車	57

パワー半導体

(8) 技術区別ファミリー件数推移及びファミリー件数比率推移 (1/2)

技術区別ファミリー件数推移を図4-4-13に示す。

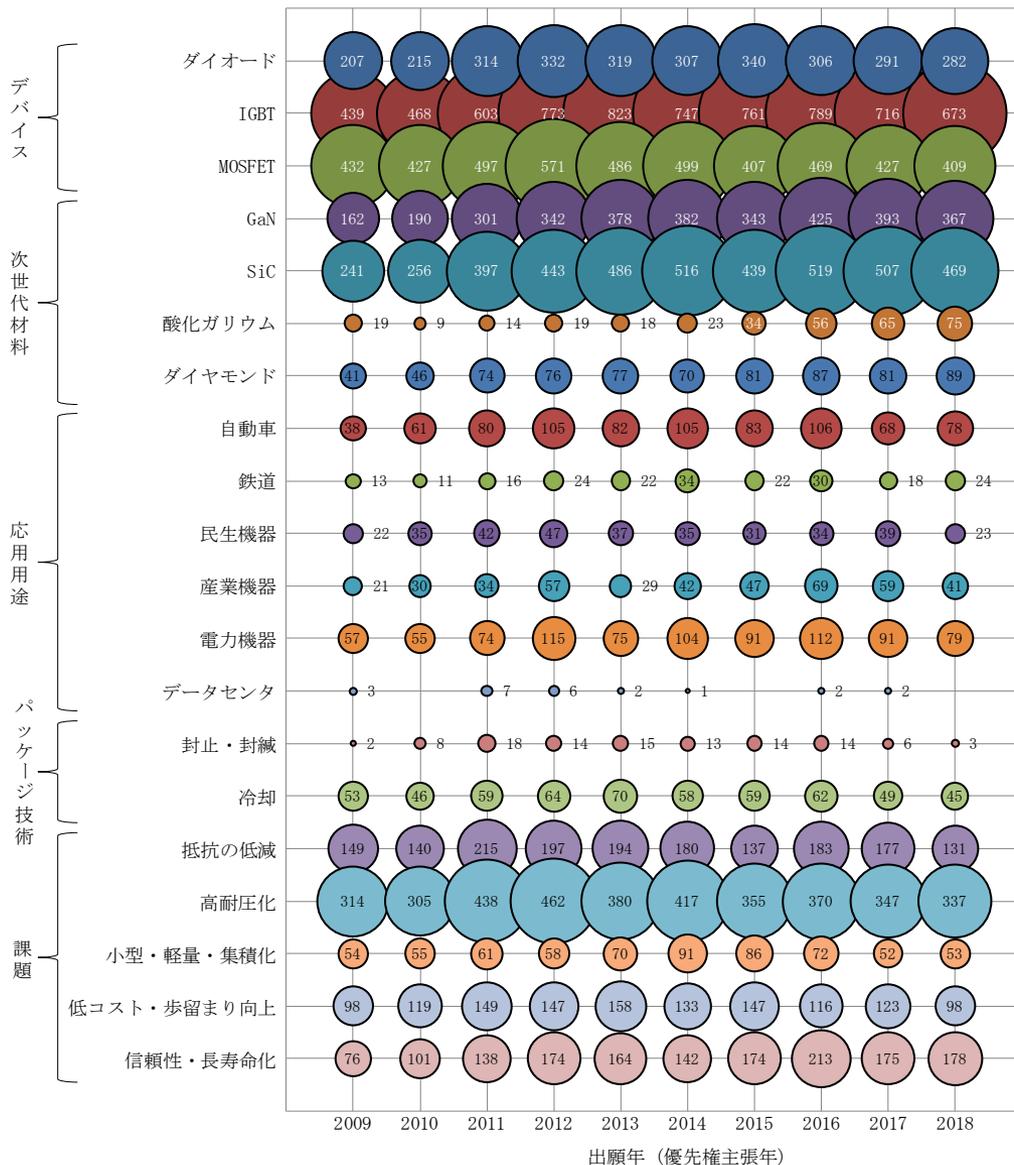
デバイスの観点では、IGBTの件数が多く、増加傾向にある。

次世代材料の観点では、GaN及びSiCの件数多く、各技術区分のファミリー件数は増加傾向にある。

課題の観点では、高耐圧化の件数多く、次いで、抵抗の低減、信頼性・長寿命化及び低コスト・歩留まり向上が多い。

応用用途、パッケージ技術及び課題の観点では、年推移でのファミリー件数の変動は少ない。

図4-4-13 技術区別ファミリー件数推移



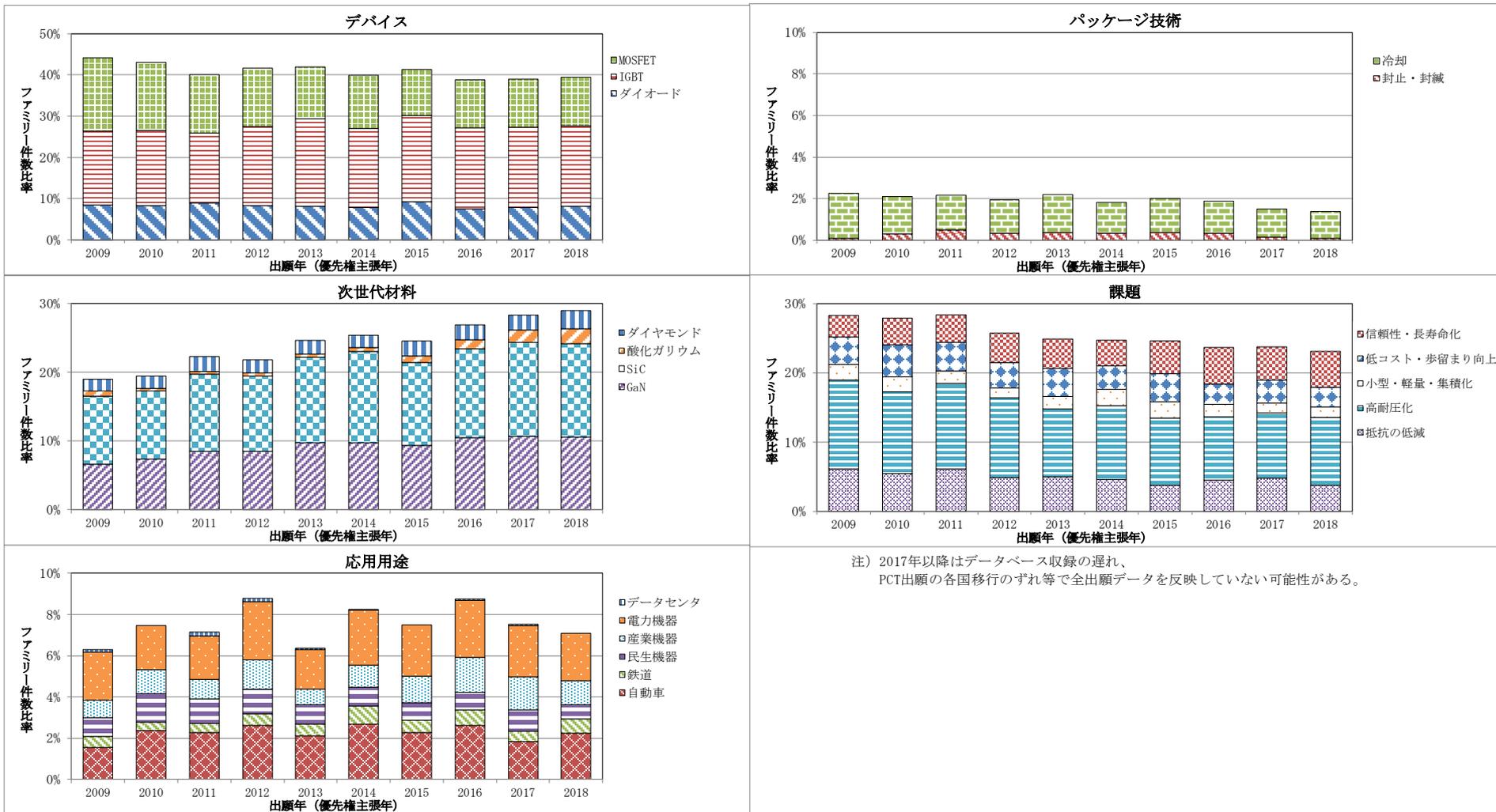
注) 2017年以降はデータベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある。

パワー半導体

(8) 技術区別ファミリー件数推移及びファミリー件数比率推移 (2/2)

技術区別ファミリー件数比率推移を図4-4-14に示す。ファミリー件数比率の年推移は、次世代材料の観点で漸増傾向を示している。

図4-4-14 技術区別ファミリー件数比率推移



パワー半導体

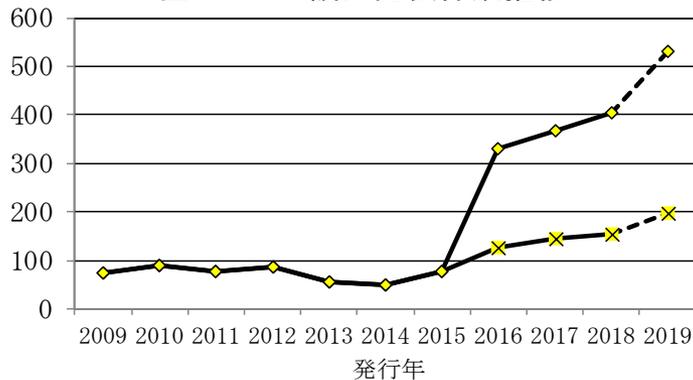
(9) 論文動向

本調査における論文検索は、**標題及び抄録にパワー半導体に関するキーワードの記載があり、原文献が英語である文献を検索した。**

- ・論文データベース：JSTPlus
- ・調査対象期間：2009-2018年（発行年ベース）

論文発表件数推移を図4-4-47に示す。横ばいであった論文発表件数は、2014年から漸増に転じている。

図4-4-47 論文発表件数推移



注)直近のデータについては全データが反映されていない可能性がある。

注2)2016年のデータに関しては、JSTPlusの収録資料が2016年発行分から大幅に増え、かつ、機械翻訳による抄録の作成と収録が増えたため、2015年以前との傾向を比較できるように2015年までの収録資料を検索対象とした2016年の件数も同時に記載している(×で記載)。

2009年、2014年及び2019年の研究者所属機関別論文発表件数ランキング(上位5者)及びその発表件数を表4-4-11に示す。電子科技大学(中国)は、2009年及び2019年の両年で1位にランキングされている。また、東南大学(中国)は、2014年で1位に、2019年には2位にランキングされている。

表4-4-11 研究者所属機関別論文発表件数ランキング(上位5者)及びその発表件数

2009年			2014年		
順位	研究者所属機関	発表件数	順位	研究者所属機関	発表件数
1	電子科技大学(中国)	9	1	東南大学(中国)	4
2	三菱電機	4	2	タムラ製作所	2
3	レンセラー工科大学(米国)	3	2	デンソー	2
3	インド工科大学(インド)	3	2	広島大学	2
3	中北大学(中国)	3	2	情報通信研究機構	2
3	インフィニオン・テクノロジーズ(ドイツ)	3	2	筑波大学	2
3	国立交通大学(台湾)	3	2	豊田中央研究所	2
			2	浙江大学(中国)	2
			2	シンガポール科学技術研究庁(シンガポール)	2

2019年		
順位	研究者所属機関	発表件数
1	電子科技大学(中国)	46
2	東南大学(中国)	19
3	西安電子科技大学(中国)	16
4	重慶大学(中国)	14
5	中国科学院(中国)	11
5	ウォーリック大学(英国)	11