

【学术前沿动态】全球微电子学科领域论文分析

当前，微电子技术已经成为促进经济发展、推动社会进步的关键基础技术，武汉市政府在 2019 年 11 月发布的关于推进重点产业高质量发展的文件中，将微电子产业定位为重点产业，提出到 2022 年，掌握一批具有自主知识产权的关键核心技术，部分领域达到世界领先水平，形成核心竞争力。

通过对微电子学科领域的界定，可检索出SCI/SSCI/A&HCI 三大数据库 2015-2020 年全球微电子领域文献 23409 篇（检索日期：2020 年 9 月 1 日）。其中，论文涉及最多的前 10 个研究方向为：工程学、物理学、材料科学、化学、光学、仪器仪表、计算机科学、电信、生物化学与分子生物学、神经科学，详见表 1。

表 1 2015-2020 全球微电子学科领域发文最多的前 10 个研究方向

排名	研究方向	论文数	占比 (%)
1	ENGINEERING	10533	44.833
2	PHYSICS	5855	24.921
3	MATERIALS SCIENCE	4560	19.409
4	CHEMISTRY	4005	17.047
5	OPTICS	2411	10.262
6	INSTRUMENTS INSTRUMENTATION	2401	10.22
7	COMPUTER SCIENCE	2139	9.104
8	TELECOMMUNICATIONS	1310	5.576
9	BIOCHEMISTRY MOLECULAR BIOLOGY	701	2.984
10	NEUROSCIENCES NEUROLOGY	662	2.818

从全球范围来看，**中国**（共 5695 篇，高被引 61 篇，热点 4 篇）和**美国**（共 5547 篇，高被引 83 篇，热点 3 篇）在该领域研究水平相近，且明显领先于其他国家，两国的发文总量接近全球 50%。中国在发文量方面略高于美国；而美国的高被引文献比中国多出 36%。除中美两国外，欧洲国家中的法国、德国，以及印度、新加坡等国家，也在该领域存在世界一流水平的研究机构。

发文期刊方面，有 2623 种学术期刊发表了相关文章，表 2 为发文量最多的前 10 期刊列表。

表 2 2015-2020 微电子领域发文量排名前 10 期刊

排名	学术期刊名称	发文量	占比 (%)
1	SENSORS	401	1.706
2	IEEE ACCESS	339	1.442
3	SCIENTIFIC REPORTS	335	1.425
4	ELECTRONICS LETTERS	306	1.302
5	OPTICS EXPRESS	298	1.268
6	IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES	256	1.089
7	IEEE TRANSACTIONS ON VERY LARGE SCALE INTEGRATION VLSI SYSTEMS	240	1.021
8	IEEE SENSORS JOURNAL	232	0.987
9	JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY	230	0.979
10	ACS APPLIED MATERIALS INTERFACES	219	0.932

利用爱思唯尔公司的研究表现分析工具SciVal，可从研究内容的角度确定出全球微电子学科相关主题 **627** 个（2015-2019）。表 3 为最热门的前 50 个研究主

题，可以看出，器件、封装及其所用材料，微电子相关应用（如智能家居、农业、医疗等），以及微能源等内容，是全球关注的焦点。

表 3 全球/中国微电子学科领域研究主题top50

排名	研究主题	研究主题中文	文章数量	显著度百分比
1	Silicon Photonic; Light Modulator; Optical Interconnect	硅光子晶体; 光调制器; 光互连	2311	98.989
2	Smart Home; Rubu; Household Equipment	智能家居; Rubu; 家用设备	2667	98.329
3	Microbial Corrosion; Sulphate-Reducing Bacteria; Carbon Steel	微生物腐蚀; 硫酸盐还原菌; 碳钢	834	97.207
4	Solar Collector; Tracking System; Tilt	太阳能集热器; 跟踪系统; 倾斜	1144	96.845
5	Irrigation (agriculture); Automatic Irrigation System; Sprinkler	灌溉 (农业); 自动灌溉系统; 洒水器	904	96.228
6	Silicon Photonic; Coupler; Grating	硅光子; 耦合器; 光栅	892	95.709
7	Network On Chip; Fault-Tolerant Routing; Virtual Channel	片上网络; 容错路由; 虚拟通道	2158	94.962
8	Phase Shifter; Phased Array; Variable Gain Amplifier	移相器; 相控阵; 可变增益放大器	702	93.997
9	Global System For Mobile Communication; Theft; Radio Frequency Identification Device	全球移动通信系统; 射频识别装置	1200	93.803
10	Dynamic Random Access Storage; Memory Architecture; Cache	动态随机存取存储器; 存储器结构; 高速缓存	997	93.676
11	Three Dimensional Integrated Circuit; Warpage;	三维集成电路; 翘曲; 封装系统	1527	93.618

	System-In-Package			
12	Accelerometer; Micro-Electrical-Mechanical System; Gyroscope	加速度计; 微机电系统; 陀螺仪	729	92.586
13	Wheelchair; People With Disability; Collision Avoidance	轮椅; 残疾人; 防撞	851	92.482
14	Photomultiplier; Lutetium Orthosilicate; Scintillator	光电倍增管; 正硅酸镧; 闪烁体	599	92.47
15	Diaphragm Pumps; Microactuators; Maximum Flow	隔膜泵.微执行器.最大流 量	672	92.338
16	Nitric Oxide; Fluorescent Dye; Gasotransmitter	一氧化氮; 荧光染料; 气 体传递素	193	92.234
17	Capillary Electrophoresis; Funnel; Electroosmose	毛细管电泳; 漏斗; 电渗 透	250	92.225
18	Atomic Layer Epitaxy; Ruthenium; Platinum	原子层外延; 钌; 铂	263	92.195
19	Acid Sensing Ion Channel; Degenerin Sodium Channel; 2-Guanidine-4-Methylquinazoline	酸敏离子通道; 去甲素钠 通道; 2-胍基-4-甲基喹唑 啉	375	92.058
20	Wireless Sensor Network; Data Dissemination; Firmware	无线传感器网络; 数据分 发; 固件	519	91.925
21	Low Noise Amplifier; Noise Figure; Amplifier Design	低噪声放大器; 噪声系数; 放大器设计	842	91.74
22	Ultrasound Transducer; Application Specific Integrated Circuit; Underwater Imaging	超声换能器; 专用集成电 路; 水下成像	648	91.384
23	Micromanipulation; Grippers; Microassembly	微操作; 夹持器; 微装配	496	91.353

24	Operational Amplifier; Transconductance; Virtuoso	运算放大器; 跨导; 演奏家	824	91.284
25	Hydrogels; Polyethylene Glycol Dimethacrylate Hydrogel; PH Sensors	水凝胶; 聚乙二醇二甲基 丙烯酸酯水凝胶; PH传感 器	307	91.178
26	Static Random Access Storage; Finfet; Virtuoso	静态随机存取存储器	1047	90.786
27	Janus Green B; Electroplating; Copper Plating	杰纳斯绿B; 电镀; 镀铜	439	90.534
28	Interconnect; Carbon Nanotubes; Single Walled Nanotube	互连; 碳纳米管; 单壁纳 米管	551	90.455
29	Microbeams; Primary Resonance; Superharmonics	微束; 主共振; 超谐	341	89.737
30	Optical Switches; Silicon Photonics; Mach-Zehnder Interferometers	光开关; 硅光子学; 马赫- 曾德尔干涉仪	376	89.604
31	Thermal Management; Three Dimensional Integrated Circuits; Network on Chip	热管理; 三维集成电路; 片上网络	761	89.601
32	Microchip Electrophoresis; Conductivity; Electroosmosis	微芯片电泳; 电导率; 电 渗	268	88.909
33	Interconnect; Electrical Resistivity; Metallizing	互连; 电阻率; 金属化	303	88.769
34	High Electron Mobility Transistors; Aluminum Gallium Nitride; Power Amplifiers	高电子迁移率晶体管; 氮 化铝镓; 功率放大器	446	88.417
35	Isotachophoresis; Capillary Electrophoresis; Electrokinetics	等速电泳; 毛细管电泳; 电动力学	243	88.168

36	Micromirror; MOEMS; Micro-Electrical-Mechanical Systems	微镜; MOEMS; 微机电系 统	551	88.163
37	Electromigration; Solder Joint; Soldering Alloys	电迁移; 焊点; 焊接合金	402	88.059
38	Network on Chip; Optical Networks; Routers	片上网络; 光网络; 路由 器	552	87.939
39	Polypyrroles; Artificial Muscle; Conducting Polymers	聚吡咯; 人工肌肉; 导电 聚合物	260	87.594
40	Doherty Amplifiers; Peak-To-Average Power Ratio (PAPR); Monolithic Microwave Integrated Circuits	多尔蒂放大器.峰值平均 功率比 (PAPR) .单片微波 集成电路	503	87.569
41	Asynchronous Generators; Micro-Hydro; Reactive Power	异步发电机; 微水电; 无 功功率	653	87.097
42	Threshold Circuits; SOI (Semiconductor); Voltage Scaling	阈值电路.SOI (半导体) . 电压标度	643	86.992
43	Drug Delivery Systems; Implantable Infusion Pumps; Parylene	药物输送系统; 植入式输 液泵; 帕利灵	143	86.521
44	High-Level Synthesis; Field Programmable Gate Array; Compilers	高级综合; 现场可编程门 阵列; 编译器	591	86.433
45	Reconfigurable Systems; Field Programmable Gate Array; Floorplanning	可重构系统.现场可编程 门阵列.平面布置	539	86.258
46	Low-K Dielectric; Interconnect; Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition	低K介质; 互连; 等离子体 增强化学气相沉积	377	86.104

47	Capacitive Sensors; Electric Capacitance; Converters	电容传感器; 电容; 转换器	341	85.895
48	Shape-Memory Alloy; Actuators; Springs (Parts and Components)	形状记忆合金.执行机构. 弹簧 (零件和部件)	358	85.614
49	Analog Circuits; Fault Diagnosis; Testability	模拟电路; 故障诊断; 可测试性	467	85.45
50	Active Pixel Sensor; CMOS; Silicon-On-Insulator	有源像素传感器; CMOS; 绝缘体硅	438	85.302

截至 2020 年 9 月 1 日, 全球微电子学科领域共有ESI热点论文 7 篇, 高被引论文 179 篇。其中, 7 篇热点论文同时也是高被引论文。7 篇热点论文和 11 篇 2020 年发表的高被引论文信息如下:

热点论文

1. Spencer D T, Drake T, Briles T C, et al. An optical-frequency synthesizer using integrated photonics[J]. Nature, 2018, 557(7703):81.

中文标题: 集成光子学呼吸式mattersAn光学频率合成器

第一完成单位: 国家标准与技术研究所 (美国)

全文链接: <https://www.nature.com/articles/s41586-018-0065-7>

2. Del Negro C A , Funk G D , Feldman J L . Breathing matters[J]. Nature Reviews Neuroence, 2018.

中文标题: 呼吸很重要

第一完成单位: 威廉与玛丽学院 (美国)

全文链接:

<http://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC6636643&blobtype=pdf>

3. Zhang Z , Cui J , Zhang J , et al. Environment friendly chemical mechanical polishing of copper[J]. Applied Surface Science, 2018, 467.

中文标题：铜的环保化学机械抛光

第一完成单位：大连理工大学

全文链接：

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433218328897?via%3Dihub>

4. Zhang X , Wang C . A Novel Multi-Attractor Period Multi-Scroll Chaotic Integrated Circuit Based on CMOS Wide Adjustable CCCII[J]. IEEE Access, 2019, 7:16336-16350.

中文标题：基于CMOS宽可调CCCII的多吸引子周期多涡卷混沌集成电路

第一完成单位：湖南大学

全文链接：<https://ieeexplore.ieee.org/document/8625578>

5. Zhang X , Wang C . FluxCharge Analysis of Two-Memristor-Based Chua < sc > s </sc> Circuit: Dimensionality Decreasing Model for Detecting Extreme Multistability [J]. IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, 2020, 67 (3) :2197-2206.

中文标题：基于双记忆阻器的Chua<sc>s</sc>电路的流量分析：检测极端多稳态的降维模型

第一完成单位：常州大学信息科学与工程学院

全文链接: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8678662>

6. Yuan Y , Wang J , Adimi S , et al. Zirconium nitride catalysts surpass platinum for oxygen reduction[J]. Nature Materials, 2020, 19(3):1-5.

中文标题: 氮化锆催化剂在氧还原方面优于铂

第一完成单位: 中国科学院宁波材料技术与工程研究所

全文链接: <https://www.nature.com/articles/s41563-019-0535-9>

7. Tran M A , Huang D , Guo J , et al. Ring-Resonator Based Widely-Tunable Narrow-Linewidth Si/InP Integrated Lasers[J]. IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, 2019, PP(99):1-1.

中文标题: 基于环形谐振腔的宽调谐窄线宽Si/InP集成激光器

第一完成单位: 加州大学系统加州大学圣巴巴拉分校 (美国)

全文链接: <https://ieeexplore.ieee.org/ielx7/2944/8764695/08805353.pdf>

高被引论文

1.Cao M S , Wang X X , Zhang M , et al. Variable-Temperature Electron Transport and Dipole Polarization Turning Flexible Multifunctional Microsensor beyond Electrical and Optical Energy[J]. Advanced Materials, 2020, 32(10):1907156.1-1907156.8.

中文标题: 可变温电子运输和偶极极化超电能光能柔性多功能微传感器

第一完成单位: 北京理工大学

全文链接:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adma.201907156>

2. Ebrahimi F , Hashemabadi D , Habibi M , et al. Thermal buckling and forced vibration characteristics of a porous GNP reinforced nanocomposite cylindrical shell[J]. Microsystem Technologies, 2019(1).

中文标题：多孔GNP增强纳米复合材料圆柱壳的热屈曲和强迫振动特性

第一完成单位：伊玛目霍梅尼国际大学（伊朗）

全文链接：<https://link.springer.com/article/10.1007/s00542-019-04542-9>

3. Shokrgozar A , Ghabussi A , Ebrahimi F , et al. Viscoelastic dynamics and static responses of a graphene nanoplatelets-reinforced composite cylindrical micro-shell[J]. Mechanics Based Design of Structures and Machines, 2020(2).

中文标题：石墨烯纳米板增强复合材料圆柱壳的粘弹性动力学和静态响应

第一完成单位：伊玛目霍梅尼国际大学（伊朗）

全文链接：

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15397734.2020.1719509>

4. Ono M , Hata M , Tsunekawa M , et al. Ultrafast and energy-efficient all-optical switching with graphene-loaded deep-subwavelength plasmonic waveguides[J]. Nature Photonics, 2020(1).

中文标题：石墨烯负载深亚波长等离子体波导的超快节能全光开关

第一完成单位：日本电报电话公司（日本）

全文链接：<https://www.nature.com/articles/s41566-019-0547-7>

5. Cao X , Jiang W , Meng B , et al. The Medium Energy (ME) X-ray telescope onboard the Insight-HXMT astronomy satellite[J]. Science China-Physics Mechanics & Astronomy, 2020(2).

中文标题: Insight HXMT天文卫星上的中能 (ME) X射线望远镜

第一完成单位: 中国科学院高能物理研究所

全文链接:

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11433-019-1506-1>

6. Iqbal A , Bhaskar M S , Meraj M , et al. Closed-Loop Control and Boundary for CCM and DCM of Nonisolated Inverting N Multilevel Boost Converter for High-Voltage Step-Up Applications [J]. IEEE Transactions On Industrial Electronics, 2020(4).

中文标题: 高压升压用非隔离逆变N电平Boost变换器CCM和DCM的闭环控制与边界

第一完成单位: 卡塔尔大学 (卡塔尔)

全文链接: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8701612>

7. Hua Z , Zhou Y , Bao B . Two-Dimensional Sine Chaotification System With Hardware Implementation[J]. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2020, 16(2):887-897.

中文标题: 二维正弦混沌系统及其硬件实现

第一完成单位: 哈尔滨工业大学

全文链接: <https://ieeexplore.ieee.org/ielx7/9424/8963774/08738838.pdf>

8. Gong L, Xu Y , Ding B . Thermal management and structural parameters optimization of MCM-BGA 3D package model [J]. International Journal of Thermal Sciences, 2020 (1).

中文标题: MCM-BGA三维封装模型的热管理与结构参数优化

第一完成单位: 中国石油大学(华东)

全文链接:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1290072919300341>

9. Grillner S , Manira A E . Current Principles of Motor Control, with Special Reference to Vertebrate Locomotion[J]. Physiological Reviews, 2020, 100(1).

中文标题: 现代运动控制原理, 特别是脊椎动物的运动

第一完成单位: 卡罗林斯卡学院(瑞典)

全文链接:

<https://journals.physiology.org/doi/pdf/10.1152/physrev.00015.2019>

10. Tang K , Yuan C, Xiong Y, et al . Inverse-opal-structured hybrids of N, S-codoped-carbon-confined Co₉S₈ nanoparticles as bifunctional oxygen electrocatalyst for on-chip all-solid-state rechargeable Zn-air batteries [J]. Applied Catalysis B-Environmental, 2020, 260(1).

中文标题: N, S-共掺杂碳约束Co₉S₈ 纳米颗粒反蛋白石结构双功能氧电催化剂在片上全固态可充电锌空气电池中的应用

第一完成单位: 安徽大学

全文链接:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926337319309567?via%3Dihub>

11. Wang L, Liu X, Liu C, et al . Ultralow dielectric constant polyarylene ether nitrile foam with excellent mechanical properties [J]. Chemical Engineering Journal 2020, 384(3).

中文标题：超低介电常数聚芳醚腈泡沫塑料具有优良的力学性能

第一完成单位：电子科技大学（成都）

全文链接：

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1385894719326439>

如需获取完整相关文献信息，可参考以下检索式：

"micro electronic circuits" or "micro-electronics" or "microelectronics" or "micro electronic circuit" or "micro-electronic" or "microelectronic" or "integrated circuit" or "integrated semiconductor" or "microcircuit" or "microchip" or "integrated circuits" or "integrated semiconductors" or "microcircuits" or "microchips" or "microsystem" or "microsystems" or "microsensor" or "microsensors" or "micro controller" or "micro controllers" or "microcontroller" or "microcontrollers" or "micro actuator" or "micro actuators" or "micro energy" or "microenergy"

因学科专业所限，难免出错，敬请批评指正；同时，也面向全校师生征集关注的领域和专题。联系方式：68754258, Email: jflai@lib.whu.edu.cn

（编辑：江珊 审核：刘霞）