

微机电系统文献计量分析

Research on the bibliometrics analysis of MEMS

万 勇, 马廷灿, 潘 懿

WAN Yong, MA Ting-can, PAN Yi

(中国科学院 武汉文献情报中心, 武汉 430071)

摘 要: 微机电系统 (MEMS) 是基于微机械或微电子技术的微型机电器件或系统, 主要包括微传感器、微执行器、微系统等。MEMS 作为新兴的高技术产业之一, 已成为世界各国政府竞相争夺的技术制高点之一。本文通过对 MEMS 领域的 SCI 文献计量分析, 结果显示, 近年来, 该领域的研究呈现出增长趋势, 美国在 MEMS 领域的研究处于绝对领先的地位。SCI 文献分析表明, 薄膜、微加工、封装、传感器等是近年来研究的热点领域。

关键词: 微机电系统; 文献计量; 分析

中图分类号: TN42

文献标识码: B

文章编号: 1009-0134(2011)10(下)-0020-03

Doi: 10.3969/j.issn.1009-0134.2011.10(下).07

0 引言

微机电系统 (MEMS) 是伴随着集成电路、微细加工技术和超精密机械加工技术发展起来的, 一般认为它是以微电子、微机械加工技术为基础, 研究、设计、加工制造具有特定功能的微机械, 包括微结构元器件、微传感器、微执行器和微系统等。MEMS 由于尺度小、集成度高、功能灵活强大, 使人类的操作、加工能力延伸到微米级空间, 在航空航天、汽车工业、家用电器、精密机械、生物医学、环境保护、通信以及军事等领域有着广泛的应用潜力; 同时作为新兴的高技术产业, 已成为世界各国政府竞相争夺的技术制高点之一^[1-5]。

投身到该领域的研究中。同样地, 随着研究队伍的不断壮大, MEMS 领域的研究方向也逐渐增多, 体现在新关键词数量的快速增长。

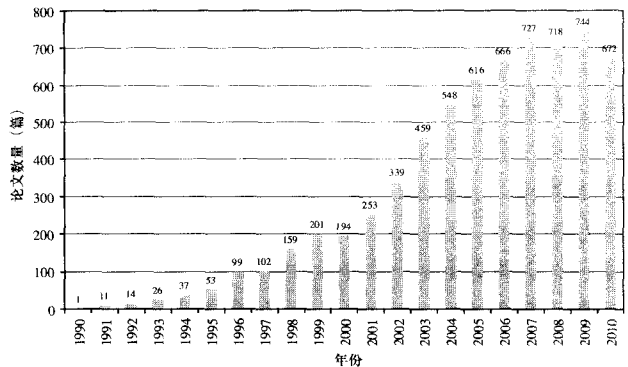


图1 MEMS SCI论文数量年度分布图

1 SCI文献计量分析

本文选择 SCI-Expanded 数据库, 利用关键词对全球科研人员发表的 MEMS 领域的文献进行检索。数据采集时间为 2011 年 1 月 21 日, 共检索到文献 6677 篇。检索过程中, 并未限定文献类型, 以下统称为“论文”。利用 Thomson Reuters 集团开发的数据挖掘和可视化分析工具——TDA 开展文献计量分析。

1.1 年度分布分析

如图 1 所示, MEMS 领域的研究论文从上世纪 90 年代开始, 呈现出快速增长的态势, 这从一个侧面反映出, 微纳制造研究正日益受到人们的关注, 从已有作者和新作者的数量对比中, 也可以看出, 近几十年来, 每年都有更多的研究人员

1.2 重点国家/地区分析

在现有数据的基础上, 对不同国家的论文数量进行了对比分析。发表论文数量排名前 10 位的国家/地区如图 2 所示, 美国以 2503 篇的绝对优势遥遥领先位居第二的日本, 将近是后者的 4 倍。这从一定程度上可以看出美国在 MEMS 领域的科研活动相当活跃, 并且具有相当强大的研究实力。中国以 547 篇的数量位居第三, 接下来依次为德国 (457 篇)、韩国 (392 篇)。我国的台湾地区以 337 篇的数量排在第六位。这 10 个国家/地区的论文数量为 5855 篇, 占全部总数的 87.7%, 这表明微纳制造技术研究相对集中在这 10 个国家/地区。

分析各个国家/地区的论文数量随时间的变化

收稿日期: 2011-07-04

作者简介: 万勇 (1979-), 男, 江西修水人, 助理研究员, 博士, 主要从事先进制造与新材料情报研究工作。

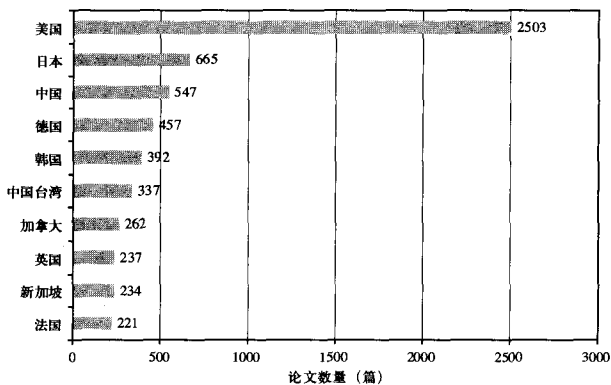


图2 主要国家/地区MEMS论文数量

情况，如图3所示。可以看出，美国一直处于优势领先地位。2000年，美国的论文数量为91篇，大约是排在第二位的日本（33篇）的3倍；到了2009年，美国的论文数量增长至256篇，此时排在第二位的是中国（103篇），尽管差距缩短至2.5倍强，但美国在MEMS领域的优势地位短期内还是很难超越的。而中国在最近几年的发展中，正在赶上并超越日本。

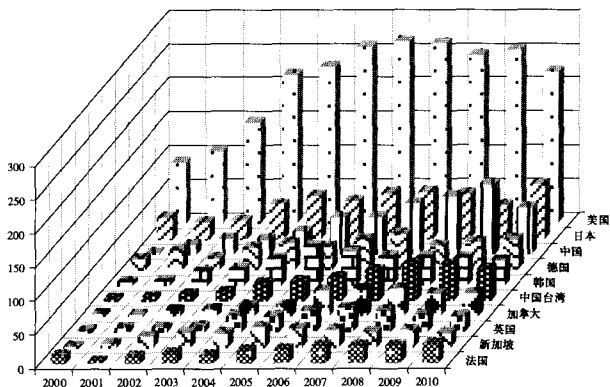


图3 各国家/地区发表的论文数量年度分布图

从论文被引用情况来看，美国的总被引次数和H指数均排在第一，且远高于随后的国家；篇均被引次数低于匈牙利和瑞士，位居第三；论文被引率排名第四（前三位是丹麦、巴西和瑞士）。日本的总被引次数位列第二，H指数排在第三位（德国第二），篇均被引次数和论文被引率分别位列十一和廿一。匈牙利的论文总数尽管只排在第卅八位，但篇均被引次数则高居榜首，论文被引率位列第七。虽然中国论文数量位居第三，但总被引次数、H指数、篇均被引次数、论文被引率分别为第四、第五、第廿六和廿八位，这表明，

我国的论文尽管已经在数量上处于领先，但更要在质量上获得大的提高。

1.3 重点机构分析

如图4所示，从论文数量上来看，排在第一至三位的一次是加州大学伯克利分校（180篇）、麻省理工学院（140篇）、桑迪亚国家实验室（138篇）。中国科学院（未包括中国科学技术大学）以127篇位居第四位。这十家机构发表的论文数量差别并不大。从国别分布来看，这10家机构中有5家来自美国、2家来自新加坡，中国、日本和台湾地区各1家。这也表明美国在MEMS领域具备相当强大的研究能力。

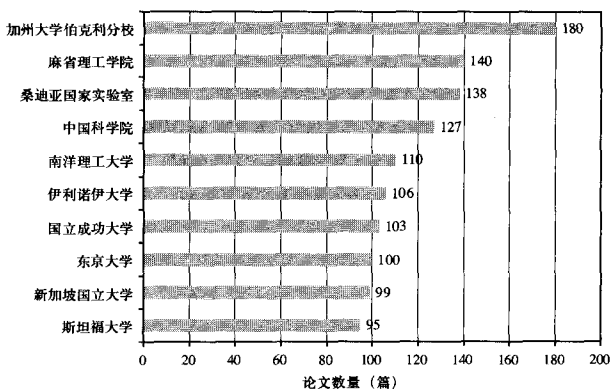


图4 主要机构MEMS论文数量

从论文被引用情况来看，尽管中国科学院的论文数量较为领先，但总被引次数、H指数分别为第九、第十三。总被引次数排在前三位的依次是加州大学伯克利分校、麻省理工学院和佐治亚理工学院；H指数排在前三位的依次是加州大学伯克利分校、麻省理工学院和密歇根大学。前20所机构中，篇均被引次数位列前三的依次是加州大学洛杉矶分校、加州大学伯克利分校和密歇根大学。

1.4 重点期刊分析

本次分析的6677篇论文共涉及992种期刊。美国电气和电子工程师协会的《微机电系统杂志》(Journal of Microelectromechanical Systems) (2005-2009 五年期影响因子为2.790) 的发量最多，有444篇；总被引次数和H指数同样位居首位，篇均被引次数则排在第三。Elsevier的《传感器与执行器A：物理》(Sensors and Actuators A-Physical) (2005-2009 五年期影响因子为1.737) 以319篇位居论文数量第二位，总被引次数和H指数同样位居第二，篇均被引次数则排在第四。英国

物理学会的《微机械与微工程杂志》(Journal of Micromechanics and Microengineering) (2005-2009 五年期影响因子为 2.473) 的论文数量仅比排在第二的 Sensors and Actuators A-Physical 少 6 篇, 总被引次数和 H 指数同样位居第三, 篇均被引次数排在第六。

1.5 重点作者与论文分析

本次分析的 6677 篇论文共涉及 1.5 万多名作者。单从论文数量来看, 东京大学 Fujita Hiroyuki 教授近年来发表了 MEMS 领域的论文 49 篇, 位居第一。从总被引次数看, 加州大学伯克利分校化学工程系 Maboudian Roya 教授遥遥领先位列第二的台湾国立成功大学工程科学系的 Lee Gwo Bin 教授。

MEMS 领域被引次数超过 300 的论文, 共有 13 篇。其中, 佐治亚理工学院 Akyildiz, IF 的有关无线传感器网络的论文被引 2120 次, 位居首位, 遥遥领先其他论文。这 13 篇论文中, 有 9 篇产自美国的高校和企业, 日本、中国、德国和瑞士则各有 1 篇。

1.6 重点研究方向分析

利用 Aureka 软件对 SCI 论文的总研究布局进行了分析, 如图 5 所示。薄膜、微加工、封装、传感器等是 MEMS 领域的研究热点 (白色区域); 键合技术、执行器、光衰减器等也是研究的热点领域。



图5 MEMS研究的总体布局图

2 结束语

根据文献计量分析, 当前 MEMS 的研究热点主要集中在微流体系统、微机械加工技术、封装等。从调研结果看, 微机电系统的确是微纳制造领域中发展最为成熟的方向之一, 其产业化也具备了一定的规模。2010 年 11 月在美国亚利桑那州举行的 MEMS Executive Congress 上, 市场研究机构 iSuppli 和 Yole Développement 均指出, 2010 年 MEMS 芯片市场将逾 70 亿美元^[6]。

从 SCI 文献计量来看, 尽管中科院位列单一机构发文数量第三, 但中科院在 MEMS 技术的研究上存在较大差距。美国具有绝对领先的实力, MEMS 的三个标志性成果分别为数字显微镜、静电微马达和微加速度计, 均由美国发明; 日本的研究水平也处于我国之上。

发展我国 MEMS, 需要规划优先发展的重点方向, 部署前瞻性研究; 通过官产学研合作以及国际合作提高我国 MEMS 技术研发与自主创新能力; 加大资金投入, 加强产业链的交流与互动, 建设相关产业集群。

参考文献:

- [1] 孟光, 张文明. 微机电系统动力学[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [2] 崔铮. 微纳米加工技术及其应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [3] Ahmed Busnaina. Nanomanufacturing Handbook[M]. Florida: CRC Press, 2007.
- [4] BIS. Government takes action to grow advanced manufacturing [OL]. [2010-12-10]. <http://nds.coi.gov.uk/content/Detail.aspx?ReleaseID=417003&NewsAreaID=2>.
- [5] 王琪民, 刘明侯, 秦丰华. 微机电系统工程基础[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2010.
- [6] R. Colin Johnson. Analysts split on MEMS growth rate forecasts[OL]. [2010-11-04]. <http://www.eetimes.com/electronics-news/4210412/Analysts-split-on-MEMS-growth-rate-forecasts>.