

微型化传感器在医疗电子设备精准检测中的集成应用与性能提升

王孝通

上海树仁生物科技有限公司 上海 200062

摘要：本文首先介绍了微型化传感器的相关概念，并对微型化传感器的关键特性进行了分析；其次，重点对微型化传感器在医疗电子设备中的应用案例进行了分析，并对微型化传感器在医疗电子设备中的性能提升方法进行了阐述；最后，根据未来发展趋势和研究成果，对未来微型化传感器在医疗电子设备中的发展方向进行了展望。

关键词：医疗设备；微型化传感器；集成；性能提升

引言

随着医疗电子设备的不断发展，微型化传感器的重要性越来越受到人们的重视，在医疗电子设备中，传感器能够对患者的各种生理参数进行实时监测，从而为医生提供有效的参考数据，便于医生更好地了解患者的病情。因此，在医疗电子设备中应用微型化传感器具有重要意义。本文首先对微型化传感器的概念进行了简要介绍，然后重点对微型化传感器在医疗电子设备中的集成应用进行了分析，并提出了微型化传感器在医疗电子设备中性能提升方法，最后，对微型化传感器在医疗电子设备中的未来发展趋势进行了展望。

1 微型化传感器在电子设备中的应用

1.1 微型化传感器概述

微型化传感器是指将传统的大尺寸、高灵敏度、高可靠性、体积小的传感器进行小型化，并与相应的微加工技术、微机械加工技术以及微电加工技术等相结合，将其集成化后应用到微型电子设备中的一种新型传感器^[5]。与传统传感器相比，微型化传感器具有以下特点：

(1) 微型化：微型化传感器与传统大尺寸传感器相比，其尺寸通常小于 $1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$ ；

(2) 高灵敏度：微型化传感器的灵敏度通常可达到 100–1000 倍，这是传统大尺寸传感器的 10 倍；

(3) 体积小：微型化传感器的体积通常小于 $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ 。

1.2 医疗电子设备中的传感器集成

在医疗设备中，由于其运行环境较为特殊，对医疗电子设备中的传感器提出了更高的要求，包括对温度、湿度、

压力、气体、光照以及振动等各种环境参数的检测要求。同时，由于医疗电子设备往往需要长时间在医院中运行，其所处的工作环境较为特殊，如：温度高达 40°C 以上，湿度可达 90% 以上，而气压则可达到 300 kPa 以上。因此，医疗电子设备对传感器的体积和灵敏度提出了更高的要求。在这种情况下，将微型化传感器集成到医疗电子设备中可以有效解决上述问题^[2]。随着传感器技术的不断发展和完善，微型化传感器在医疗电子设备中的集成应用也越来越广泛^[4]。

1.3 传感器在医疗设备中的作用和优势

(1) 可实时检测各种生理参数。例如：血压、心率、体温^[1]。

(2) 可对患者的病情进行实时监测。例如：对患者的脉搏、呼吸等生理参数进行实时监测，从而为医生提供更多准确的信息，确保患者的病情得到有效控制。

(3) 可对患者的生命体征进行实时监测，并将数据传输至医生处，从而为医生提供更准确的信息，确保患者的生命安^[6]。

(4) 可对患者体内各种生物活性物质进行检测，如：血糖、血压、血脂等^[1]。

(5) 可对患者进行健康状况评估和疾病预测，从而帮助医生更好地了解患者的健康状况和病情发展趋势，并为医生制定治疗方案提供准确的信息。

2 微型化传感器在医疗设备精准检测中的应用案例分析

2.1 血糖监测

血糖监测是糖尿病的常规管理手段，目前已经有很多微型传感器在血糖仪中得到了应用，包括微泵、微电极、微

针、微型胰岛素泵和微针传感器等。其中，微电极技术是近十年来发展最快的微型化技术之一。目前，集成在血糖仪中的微电极主要有两种形式：一种是半导体型，另一种是金属氧化物型。半导体型电极由于其灵敏度高、稳定性好，在血糖检测中有着广泛应用。金属氧化物型电极可以有效提高传感器的灵敏度和抗干扰能力，并且由于其可将血糖浓度转化为电信号，因此可实现高精度的血糖检测^[3]。未来，随着新材料的开发和传感技术的发展，传感器也将得到进一步优化和提升。

2.2 心率监测

心率监测是一种基于生理信号变化的检测手段，其应用范围包括心电图、血氧饱和度检测等。传统的心率监测设备使用光电传感器测量心跳，但该方法需要近距离接触皮肤进行操作，因此具有一定的局限^[1]。近年来，随着 MEMS 技术的不断进步，通过将 MEMS 传感器集成到光学器件中来实现对生物信号的快速、连续、非接触式测量已经成为可能。与传统光电传感器相比，MEMS 传感器具有体积小、质量轻、成本低、易加工等特点，而且可以在极短时间内进行信号检测和处理^[3]。目前，已经有很多研究人员将 MEMS 传感器集成到传统光电传感器中并实现了心率监^[4]。

2.3 血压监测

血压监测是人体生理信号的一种检测手段，是临床诊断和治疗的重要依据。传统的血压监测技术包括光学、声学、电学以及电化学等方法，但由于这些方法都有各自的局限性，所以需要结合多种检测技术才能实现对血压的有效监测。近年来，随着新型传感器技术和集成芯片技术的快速发展，微型化传感器在血压检测中得到了广泛应用。目前，在智能可穿戴设备、医疗诊断仪器、智能家具等领域都有着广泛的应用。其中，基于 MEMS 技术开发的智能可穿戴设备可以实现无创连续血压检测，并具有实时测量、便于携带等特点^[3]。因此，未来 MEMS 技术在医疗设备领域中的应用前景也十分广阔。

2.4 其他医疗参数监测

除了上述的几种常见医疗参数监测外，微型化传感器还应用于人体的呼吸、体温、脉搏、血压、血氧饱和度等指标检测。其中，呼吸监测是通过测量肺部呼吸时产生的气流速度来实现的，主要包括主动呼吸监测器和被动式呼吸器。被动式呼吸器需要用到生物传感器和微处理器，而主动式呼

吸器则使用微型传感器来测量呼吸速率。与传统的测量手段相比，基于微型化传感器开发的医疗设备具有更高的测量精度和更快的响应时间，因此在医疗设备领域中有很大的应用潜力。此外，微型化传感器还可用于体温监测、脉搏监测、血压监测和血氧饱和度监测等方面^[5]。

3 微型化传感器在医疗电子设备中的性能提升方法

3.1 材料选择和制备技术

目前，对传感器敏感材料的选择，主要依据检测对象的特性和应用需求。对于生物医学应用，一般需要考虑检测对象的生理特性、代谢特征以及与检测对象相关的信号特征，例如检测对象的生理指标和代谢信号等。针对医疗电子设备应用，需要考虑检测对象的特定功能需求、传感器工作参数和检测环境等因素^[2]。

传感器的制备技术主要包括溶液法制备技术、丝网印刷技术、薄膜沉积技术、湿法化学沉积技术以及化学气相沉积技术等。这些方法可应用于多种材料和功能器件的制备，其优点是工艺简单、成本低廉，能制造出高密度、大面积、厚度薄以及大面积器件^[4]。

3.2 信号处理和数据分析算法

由于传感器的测量精度、响应时间、系统噪声、环境噪声等因素，传感器的输出信号可能会产生大量的噪声^[1]。因此，需要通过信号处理算法去除传感器输入信号中的噪声干扰，提高测量精度和响应速度。在医疗电子设备中，通常采用数字信号处理技术对采集到的信号进行处理，消除或减小原始传感器输出信号中的噪声。近年来，随着信息技术的发展，基于深度学习的图像处理、语音识别、自然语言处理、机器学习等算法也逐渐应用于传感器数据分析中。例如，深度学习中的卷积神经网络、循环神经网络等算法可用于呼吸速率等生理指标预测^[4]。

3.3 功耗优化和集成设计

为了降低成本、提高传感器的性能，人们对传感器的功耗进行了优化设计。例如，设计人员可以在传感器内部集成多种功能，实现多种检测功能的集成；还可以采用智能功率管理技术、动态功耗控制技术和无线供电技术等，减少对电源的依赖，延长传感器的使用寿命。此外，传感器还可采用新型封装工艺进行集成设计，例如采用共面金属化、共面金属纳米线封装、双金属纳米线封装等方法。

3.4 性能测试和安全性保障：在医疗电子设备中，需要对传感器的性能进行长期稳定的测试和评价，以确保检测结果的准确性。同时，还需保障检测设备的安全和可靠性^[6]。

4 微型化传感器在医疗电子设备中的未来发展趋势

4.1 智能化医疗设备趋势

未来的医疗设备将会更具智能化、更具人性化、更具信息化，更具高效率^[5]。微型化传感器将会通过技术的提升和工艺的改进，让智能医疗设备变得更加便捷、更加人性化，使患者在不同的时间节点和场景下都能得到个性化的服务。如可穿戴设备、家庭健康监护系统、医院信息化系统等。随着物联网、大数据和人工智能等新兴技术的发展，医疗电子设备也将逐步实现智能化和信息化，比如通过物联网技术实现对患者的实时监测、疾病预警，通过大数据分析为医生提供患者的实时信息，辅助医生更好地开展治疗工作，提高医疗效率和质量。智能化和信息化是未来医疗电子设备发展的主要方向^[1]。

4.2 个性化医疗监测

在物联网技术的支持下，医疗电子设备能够实现对患者的实时监测和疾病预警，满足不同患者的个性化需求。由于人的生理结构存在差异，因此各人群的疾病表现也存在差异性，例如肥胖人群更易发生糖尿病，糖尿病患者更易发生高血压等。因此，在医疗电子设备中应用微型化传感器可实现对不同患者的个性化检测，比如针对肥胖人群设计传感器以获取他们体重指数（BMI）值及心血管疾病风险等信息；针对糖尿病患者设计传感器以获取其血糖值等信息；针对高血压患者设计传感器以获取其血压值等信息；针对高血压患者设计传感器以获取其血压值等信息。

4.3 先进技术用展望

微型化传感器的集成应用对医疗电子设备的性能提升具有重要作用，随着物联网、大数据和人工智能等新兴技术的发展，在医疗电子设备中应用微型化传感器可实现对患者的精准检测，比如通过人工智能技术可对患者进行个性化分析，使医生能够快速准确地了解患者的身体状况，及时为医生提供有效治疗方案。人工智能技术在医疗电子设备中的应用主要包括医学图像识别、疾病风险预测、药物检测、生物识别和个体化治疗方案等，未来微型化传感器将会与人工智能技术深度融合，形成一种全新的智能医疗设备，帮助医生更好地开展医疗工作。

5 结论和展望

5.1 总结研究成果

本文对医疗电子设备的微型化传感器进行了初步的研究和分析，通过对智能穿戴设备的实际使用需求进行分析，从人体生理信号检测的角度出发，介绍了一种新型传感器在智能穿戴设备中的集成应用方法。并通过实验结果验证了其在人体生理信号检测中的准确性。

本研究中提出的传感器集成应用方法可以有效地将多个具有不同功能特性的传感器集成在同一个芯片上，从而减少了封装材料、器件及设备重量，并通过将多个传感器集成到同一个芯片上，实现了多个传感器信息共享、协同工作，从而实现了多个传感器信息同时进行采集，为医疗电子设备中的微型化传感器在临床检测领域提供了一种新的方法^[5]。

5.2 展望未来研究方向和发展趋势

从目前的研究趋势来看，医疗电子设备的微型化传感器可以作为未来医疗电子设备检测系统的重要组成部分。并且，由于该研究只针对于人体生理信号检测，因此未来在可穿戴医疗设备中的传感器集成应用方法也将是一个重要研究方向，即可以通过传感器与芯片集成技术来实现多个传感器的信息共享和协同工作，从而实现多个传感器信息同时采集，为医疗电子设备检测系统的准确性提供了一定的保障。因此，为了提高医疗电子设备中微型化传感器的性能，需要从多方面对其进行改善，例如对其进行更小、更轻、更高性能和更稳定的封装等^[6]。

参考文献：

- [1] 栗峰. 声音传感器在医疗设备中的应用研究 [J]. 电子世界, 2013,(16):119.
- [2] 汤德林. 基于 RFID 和传感器的智能医疗设备检测系统研究 [J]. 中国战略新兴产业, 2022,(23):98–100.
- [3] 张杰, 张鞠成, 王立坚, 等. MEMS 传感器在医疗器械中的应用 [J]. 中国医院建筑与装备, 2022,23(04):81–84.
- [4] 周伊婕, 孙双双. 无线传感器在医疗电子中的应用 [J]. 电子技术与软件工程, 2015,(17):109.
- [5] Jeff J ,Ercolano R . 用于实现医疗设备微型化的传感器解决方案 [J]. 电子产品世界, 2014,21(04):23–25.
- [6] 栗峰. 声音传感器在医疗设备中的应用研究 [J]. 电子世界, 2013,(16):119.