

基于 3D 传感器的带束层纠偏算法

苏 铭¹, 范文强¹, 肖 东²

(1. 烟台大学 光电信息科学技术学院, 山东 烟台 264000; 2. 国珑智能科技(威海)有限公司, 山东 威海 264200)

摘要: 为了解决带束层在传输时中心位置发生偏移的问题, 提出了一种基于 3D 传感器的带束层纠偏算法。首先对 3D 传感器采集的轮廓数据进行预处理, 使数据变得更平滑; 其次在纠偏过程中, 将带束层纠偏过程分为上中下 3 个区域, 在上边和下边区域采用定边, 中间区域采用定中, 通过在 3 个不同区域计算不同的位置进行实时纠偏。最终通过 MATLAB 进行仿真, 该算法的纠偏精度可以达到 1 mm 以内, 相比于传统的单边纠偏, 纠偏精度和纠偏稳定性更好。

关键词: 3D 传感器; 纠偏系统; 数据处理; 带束层纠偏

中图分类号: TN29; TQ330.4+93

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.212139

中文引用格式: 苏铭, 范文强, 肖东. 基于 3D 传感器的带束层纠偏算法[J]. 电子技术应用, 2022, 48(6): 45-49.

英文引用格式: Su Ming, Fan Wenqiang, Xiao Dong. A 3D sensor based deflection correction algorithm for belt layer[J]. Application of Electronic Technique, 2022, 48(6): 45-49.

A 3D sensor based deflection correction algorithm for belt layer

Su Ming¹, Fan Wenqiang¹, Xiao Dong²

(1. School of Opto-Electronic Information Science and Technology, University of Yantai, Yantai 264000, China;

3. GuoLong Intelligent Technology(WeiHai) Co., Ltd., Weihai 264200, China)

Abstract: In order to solve the problem that the center position of the belt layer is offset during transmission, a 3D sensor based belt layer deviation correction algorithm is proposed in this paper. Firstly, the contour data collected by 3D sensor is preprocessed to make the data smoother. Secondly, in the process of correcting deviation, the belt layer is divided into three regions: upper, middle and lower regions, the upper and lower regions adopt fixed edge, and the middle region adopts fixed center. The real-time correction is carried out by calculating different positions in three different regions. Finally, through MATLAB simulation, the correction accuracy of the algorithm can reach within 1 mm, which is better than the traditional unilateral correction accuracy and correction stability.

Key words: 3D sensor; deviation correction system; data processing; belt layer rectifying deviation

0 引言

带束层是指在汽车轮胎组成中起支撑和缓冲的部分, 又被称为支撑层和稳定层^[1]。偏移是指塑料、布匹、橡胶等材料在流水线上进行喷涂、切割、印刷的过程中, 由于机械振动导致材料偏离原来的位置。即材料侧面没有整齐划一地对齐, 此时带束层将发生偏移, 带束层偏移在一定程度上会影响后续的工序操作, 对产品的质量造成极大的干扰, 甚至会造成机器损坏或者停工检修等问题。因此在产品加工过程中, 需要对发生偏移的物料进行实时的纠正, 这个过程称为纠偏^[2]。2006 年闫小伟针对物料张力不适当或者张力波动较大等原因, 提出状态反馈控制理论, 明显提高了纠偏系统的响应速度和控制精度^[3]; 2008 年康靖提出了光电控制系统, 创新性地对偏移量采用了三段式的控制策略, 提高了控制器的处理精度^[4]; 2011 年朱章针对物料自身张力变化造成的影

响提出了一种纠偏检测与控制装置, 结果表明提高了纠偏系统检测精度^[5]; 2014 年王薇通过研究速度和张力的关系, 提出了收卷控制系统张力恒定的张力控制策略, 实验结果表明此系统纠偏效果好, 控制精度高^[6]; 2015 年魏璐提出了基于 CCD 传感器的镭射膜纠偏系统, 通过对预处理后的图像采用 Canny 算法检测边缘检测和 Hough 算法变换提取特征直线等, 提高了纠偏系统采集精度^[7]; 2016 年侯磊为了克服一般 PID 控制的非线性时的缺陷, 设计了一种具有参数自整定的模糊 PID 控制器, 提高了系统精度^[8]; 2017 年柯洋提出了一种双环 PID 控制算法, 提高了纠偏系统精度和稳定性, 较好地抑制了干扰噪声^[9]; 2018 年惠先刚提出了先对检测跑偏数据进行规律分析, 然后用小波去噪处理跑偏量检测信号, 提高了检测精度^[10]。通过对纠偏系统的研究, 本文提出一种纠偏算法。在带束层物料加工的过程中要利用纠

偏系统对物料的偏移量进行实时纠正,使得物料偏移量控制在质量允许的范围内。

1 纠偏系统概况

纠偏系统纠偏过程:3D 传感器连续获取带束层在传送带的位置信息,然后传感器将接收的图像数据发送到控制器,控制器根据处理后得到的实际距离和带束层宽度信息判断是否进行纠偏。如果进行纠偏,将偏移距离转化得到的电压数据发送给电机;如果不进行纠偏,继续获取带束层位置信息,直到通过多次纠偏将偏转的带束层纠正到误差允许的位置范围^[11]。

纠偏系统主要由视觉系统、控制器和执行元件三部分组成^[12]。纠偏系统的组成部分如图 1 所示。

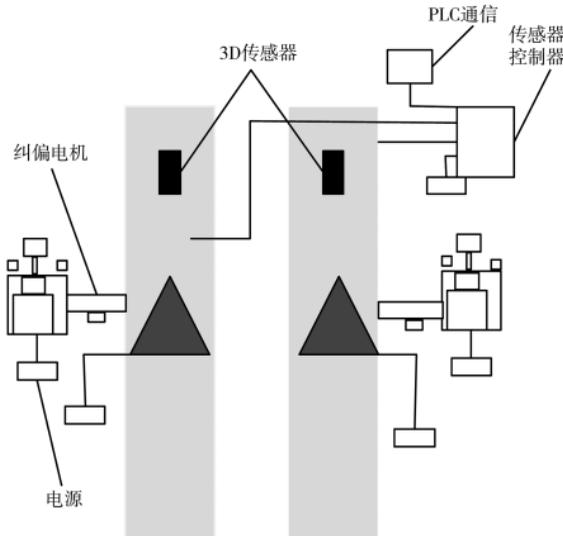


图 1 纠偏系统

2 纠偏过程

2.1 带束层数据采集

在本文中,带束层数据用 3D 线激光传感器进行采集,其型号为 LV_100, X 轴分辨率可以达到 0.03~0.05 mm,在实际的纠偏过程中,其纠偏精度足够达到实际项目需求。在实际纠偏过程中,带束层纠偏区域划分如图 2 所示。

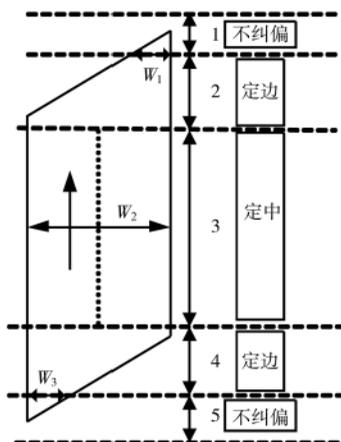


图 2 带束层

带束层从上到下可以分为 5 个区域,在实际纠偏过程中,区域 1 和 5 不进行纠偏,区域 2 和 4 进行定边纠偏,区域 3 进行定中纠偏。

通过纠偏系统的视觉部分对带束层进行数据采集,利用 MATLAB 进行 3D 显示,从图 3 中可以清楚地看到一个平行四边形轮廓的带束层和传感器所扫描的范围。

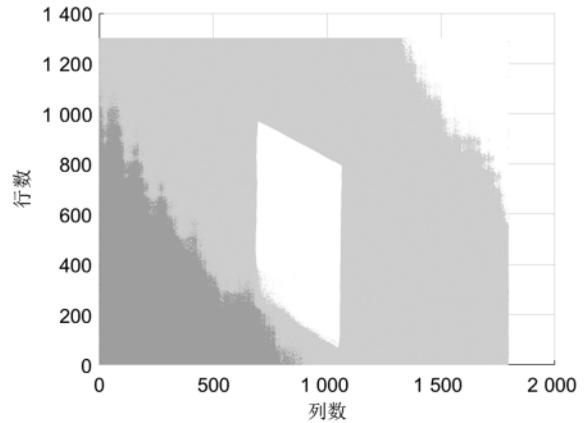


图 3 采集的带束层在 MATLAB 中的模拟图像

2.2 数据预处理

在数据采集过程中,由于传感器本身的物理缺陷以及受到光线和噪声等的影响,在数据处理的过程中可能会对纠偏精度有一定的影响。由于在纠偏过程中是通过寻找每条数据的上升沿和下降沿来判断带束层的宽度,因此上升沿和下降沿的准确性直接影响纠偏精度,通过对原始数据分析,可以发现在上升沿和下降沿附近存在零点和异常点之类的毛刺,如图 4 所示。

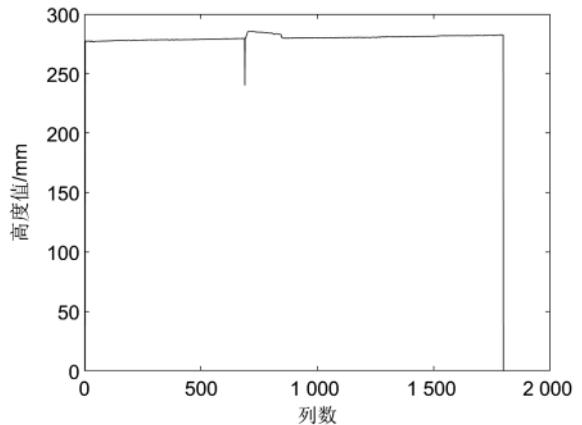


图 4 噪声干扰

为了避免噪声在纠偏过程中对精度的影响,本文采用中值滤波对原始数据进行预处理,由于中值滤波是对像素进行求平均值,对于出现的这种零点和异常点能够很好地消除^[13]。随机选取一行数据进行滤波,滤波前后的效果图如图 5 所示。

通过滤波前后对比,可以明显发现原始数据经过中

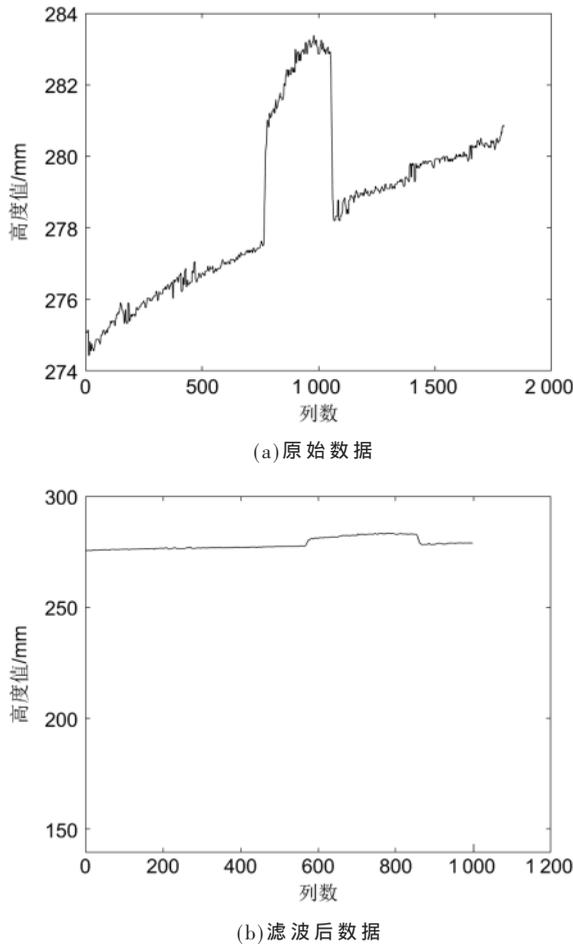


图5 滤波后效果对比

值滤波后噪声消失明显,在上升沿和下降沿附近毛刺基本消失。上升沿和下降沿之间的变化趋向稳定,便于进行边缘检测和特征提取。

2.3 算法实现

在纠偏过程中,由于纠偏电机只能通过接收模拟电压来改变其行程,因此在纠偏过程中,需要根据计算带束层的宽度来转换成相对应的电压。在实际的纠偏过程中,一条线激光的长度为 500 mm,以最左边的起始点为 0 mm,其对应电压为 0 V;最右边的距离为 500 mm,其电压对应为 10 V,此时电压分辨率为 $f=0.02$ V/mm。

对带束层的数据进行预处理后,开始实现纠偏算法。纠偏流程如图 6 所示,设定一个判断阈值 W ,当带束层的宽度大于 W 时,开始采集带束层的宽度信息,此时传感器连续获得 3 条带束层的宽度 W_1 、 W_2 和 W_3 ,判断三者的关系^[14]。

判断逻辑如下:

(1)当 $W_1 < W_2 < W_3$ 时,此时带束层处于区域 2。在此区域进行单边纠偏,以带束层长边对应的距离为参考距离,计算此时长边的实际距离 H ,根据电压与距离的分辨率关系,得到此区域长边的参考电压 $V'_1 = H \cdot f$,与标准

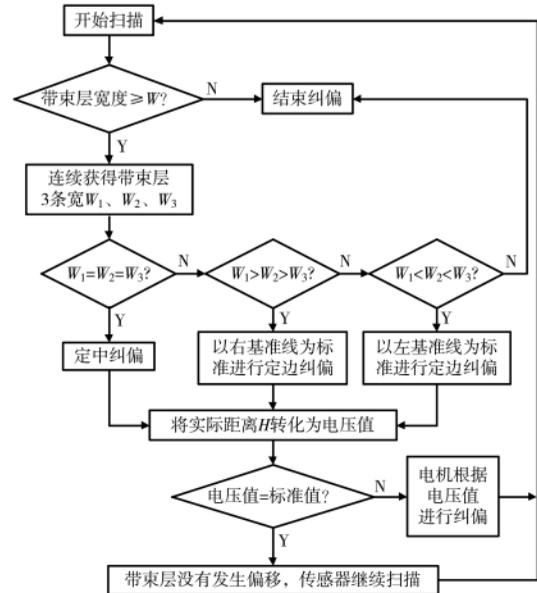


图6 纠偏流程图

的电压 V_1 进行比较,其电压差值 $V = V'_1 - V_1$ 对应于实际的纠偏距离。

(2)当 $W_1 = W_2 = W_3$ 时,此时带束层处于区域 3。在此区域开始进行双边纠偏,以带束层中间对应的距离为参考距离,在得到带束层两边的实际距离后,通过取平均值求出带束层的实际距离 H ,根据电压与距离的分辨率关系,得到此区域中间的参考电压 $V'_2 = H \cdot f$,与标准电压 V_2 进行比较,其电压差值 $V = V'_2 - V_2$ 对应于实际的纠偏距离。

(3)当 $W_1 > W_2 > W_3$ 时,此时带束层处于区域 4。在此区域进行单边纠偏,以带束层长边对应的距离为参考距离,计算此时长边的实际距离 H ,根据电压与距离的分辨率关系,得到此区域长边的参考电压 $V'_3 = H \cdot f$,与标准距离对应的电压 V_3 进行比较,其电压差值 $V = V'_3 - V_3$ 对应于实际的纠偏距离。

3 实验结果分析

将 3D 传感器采集的整个带束层的数据在 MATLAB 上进行仿真,模拟在一个时间段内 3D 传感器采集的图像数据和控制器需要处理的数据。将获得的数据通过纠偏算法进行处理,对处理后的数据进行整合,得到了带束层的宽度变化图和带束层每行所对应的电压。3D 传感器是将采集到的图像数据转化为列和行的 CSV 文件,所以实验结果是用列数和行数来表示的。

最后,通过对采集到的带束层数据进行模拟仿真,带束层的宽度变化如图 7 所示。从图中可以看出,带束层的宽度从 0~110 mm,到中间保持恒定,最后逐渐减小到 0。

在得到带束层的实际宽度后,根据前面设定的阈值 W ,当带束层的宽度超过 W 时,实时计算每条边的纠偏

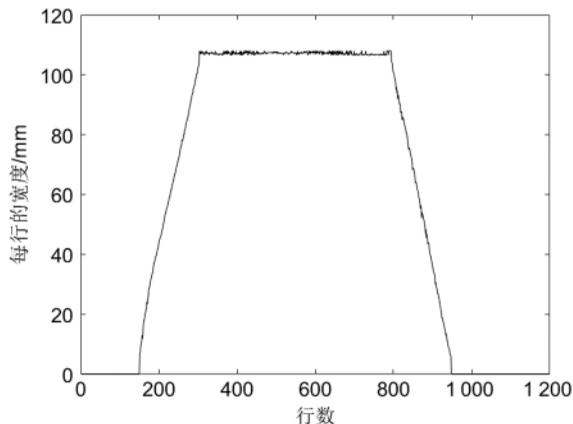


图7 带束层宽度变化图

宽度以及对应的电压关系,带束层的实际电压分布如图8中实线线条所示。

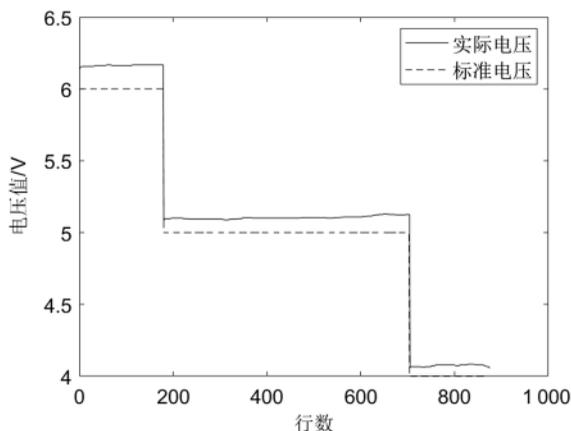


图8 带束层对应的电压

图8中,实线线条表示带束层纠偏时的标准电压 V ,虚线线条表示带束层实际得到的电压 V' ,其差值 ΔV 对应于实际的纠偏宽度。在图8中随机选取3个区域的数据,如表1~表3所示。

表1 区域2 定边纠偏部分数据

带束层范围	$W_1 < W_2 < W_3$ (即区域2)		
宽度 W /mm	100.50	100.79	101.08
标准电压/V	6.000	6.000	6.000
实际电压/V	5.950	5.955	5.961
标准距离/mm	300.00	300.00	300.00
实际距离/mm	297.48	297.77	298.06

表2 区域3 定边纠偏部分数据

带束层范围	$W_1 = W_2 = W_3$ (即区域3)		
宽度 W /mm	108.86	108.86	108.86
标准电压/V	5.000	5.000	5.000
实际电压/V	4.993	4.993	4.993
标准距离/mm	250.00	250.00	250.00
实际距离/mm	249.68	249.68	249.68

表3 区域4 定边纠偏部分数据

带束层范围	$W_1 > W_2 > W_3$ (即区域4)		
宽度 W /mm	108.57	108.28	107.99
标准电压/V	4.000	4.000	4.000
实际电压/V	3.939	3.933	3.928
标准距离/mm	200.00	200.00	200.00
实际距离/mm	196.97	196.68	196.40

采集到的9组数据分别是3个区域不同位置对应的距离和电压。实验结果表明,本文纠偏算法能够获得较准确的实际距离和电压,能够实现较好的纠偏功能。

通过对表1进行观察可以得出,在区域2中,当带束层的实际距离为297.48 mm时,对应的电压为5.950 V,与标准电压6 V相差0.050 V,说明带束层发生了偏差。

对表2进行分析,在区域3中,当带束层的实际距离为249.68 mm时,对应的电压为4.993 V,与标准电压5 V相差0.007 V,说明带束层已经被纠正了一部分。

对表3进行分析,在区域4中,当带束层的实际距离为196.40 mm时,对应的电压为3.928 V,与标准电压4 V相差0.072 V,说明带束层已被纠正到可控范围内,纠偏成功。

通过对9组数据进行分析对比,可以发现本文的纠偏算法在纠偏精度上有较好的实现效果,与标准电压之间的差值越来越小,最终达到一个可控范围内。实验结果表明,本文纠偏算法能够获得较准确的实际距离和电压,能够实现较好的纠偏功能。

4 结论

本文设计的是一种基于3D传感器的纠偏算法。在实际应用中,纠偏系统能够通过纠偏算法精确地处理图像,及时地传递数据,准确地得出对应的实际距离、宽度和电压,并且能够在短时间内及时处理数据。运用此纠偏算法的纠偏系统,比针对一条边进行纠偏的算法更精确,能够满足生产需求。

参考文献

- [1] 杨顺根,白仲元.橡胶工业手册(修订版)第四分册 轮胎[M].北京:化学工业出版社,1989.
- [2] 陈耀欢,任德均,邓霖杰,等.基于机器视觉的纠偏检测系统[J].机电工程技术,2014,43(11):86-88.
- [3] 闫小伟.卷取机纠偏控制系统设计与仿真研究[D].太原:太原理工大学,2006.
- [4] 康靖.光电纠偏控制器的设计研究[D].西安:西安理工大学,2008.
- [5] 朱章.物料纠偏系统的设计[D].武汉:武汉理工大学,2011.
- [6] 王薇.复卷检品机控制系统的设计与实现[D].武汉:武汉理工大学,2014.
- [7] 魏璐.基于机器视觉的镭射膜纠偏系统研究[D].西安:西安科技大学,2016.
- [8] 侯磊.基于模糊PID电池极片纠偏控制系统研究[D].西安:长安大学,2016.

- [9] 柯洋. 柔性膜卷绕纠偏控制机理与算法研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2017.
- [10] 惠先刚. 带式输送机全自动纠偏系统研究[D]. 秦皇岛: 燕山大学, 2018.
- [11] 孙智娟. 自动纠偏控制系统的设计与开发[J]. 机械工程与自动化, 2010(4): 138-140.
- [12] 赵松善, 宗绍中, 毕磊, 等. 纠偏系统在轮胎成型机中的应用[J]. 轮胎工业, 2015, 35(10): 629-631.
- [13] 姚敏. 数字图像处理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [14] 张棣, 赵建新, 梅梦瑶, 等. 自动纠偏控制系统设计[J].

山东工业技术, 2019(11): 163.

(收稿日期: 2021-09-09)

作者简介:

苏铭(1996-), 通信作者, 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 机器视觉, E-mail: 2677073937@qq.com。

范文强(1965-), 男, 硕士生导师, 副教授, 主要研究方向: 机器视觉。

肖东(1993-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 机器视觉。



扫码下载电子文档

(上接第 44 页)

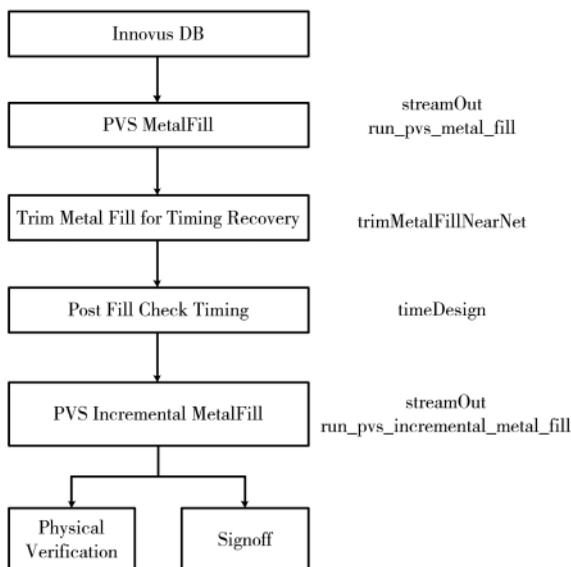


图 5 时序偏差修复流程图及所用命令

表 3 WhiteWhale01 芯片不同阶段的时序结果对比

	Without MF	With MF	Trim MF
WNS/ns	-0.005	-0.164	-0.007
TNS/ns	-0.332	207.181	-0.446
Violating Paths	272	5 041	288

效的时序偏差修复方法, 时序结果对比证明了该方法的有效性。

本文提出的时序修复方法在单独的 Innovus 平台即可实现, 迭代速度快, 时间开销小, 能够很方便地应用到其它芯片设计项目当中。

参考文献

- [1] 代永平, 耿卫东, 孙钟林, 等. CMP 平坦化技术在 LCoS 显示器中的应用[J]. 光电子技术, 2003(1): 41-45.
- [2] 王延鹏. 基于边界元法的矩形冗余填充耦合电容提取方法[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2012.
- [3] 姜霖. 化学机械研磨(CMP)对电特性影响的分析与优化[D]. 上海: 复旦大学, 2011.
- [4] SURYADEVARA B. Advances in Chemical Mechanical Pla-

narization(CMP)[M]. Cambridge: Woodhead Publishing, 2016.

[5] CHEN Y, KAHNG A, ROBINS G, et al. Area fill synthesis for uniform layout density[J]. IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems, 2002, 21(10): 1132-1147.

[6] 文鼎童. 纳米时代基于 CMP 平坦化工艺的可制造性研究[D]. 北京: 中国科学院微电子研究所, 2009.

[7] 李金鑫. 双曝光工艺中冗余金属填充的物理实现[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2019.

[8] 张芸. 双重图形技术在后端设计中的解决方案[D]. 上海: 复旦大学, 2013.

[9] 史峥. 亚波长光刻条件下集成电路可制造性设计与验证技术研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2005.

[10] 张尤磊. 一种优化的冗余金属填充方法研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2019.

[11] 杨飞. 冗余金属填充对电特性的影响研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2010.

[12] WILSON R. Why chip designers need to know about CMP modeling: Mentor's Calibre SmartFill[EB/OL]. (2009-03-18)[2021-11-18]. <https://www.edn.com/electronics-blogs/practical-chip-design/4309111/Why-chip-designers-need-to-know-about-CMP-modeling-Mentor-s-Calibre-Smart-Fill>.

[13] ELKADER A S, LARSEN C M. Model-based fill: US 862-1402 B2[P]. 2013-12-31.

[14] 朱忠华. 版图光刻工艺热点快速检测及修复技术研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2016.

[15] 刘娟. 先进节点逻辑集成电路光学邻近效应修正中工艺窗口提高研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2016.

(收稿日期: 2021-11-18)

作者简介:

王秋实(1989-), 男, 硕士研究生, 高级工程师, 主要研究方向: SoC 芯片后端物理设计。

孟少鹏(1982-), 男, 硕士研究生, 正高级工程师, 主要研究方向: SoC 芯片后端物理设计。

吴宏强(1989-), 男, 硕士研究生, 工程师, 主要研究方向: SoC 芯片后端物理设计。



扫码下载电子文档

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所