

文章编号: 1002-2082(2004)05-0001-02

激光在汽车工业中的发展现状与应用

王勇刚, 马骁宇

(中科院半导体所, 北京, 100083)

摘要: 介绍了近年来激光技术在汽车工业中的几项重要应用, 详述了激光在诸如激光焊接、激光打标、激光热处理和激光切割等有关汽车工业技术中的应用状况, 同时对汽车工业中所用激光类型进行了归类。最后综述了半导体激光器泵浦全固态激光器以及短脉冲和超短脉冲激光的应用前景。

关键词: 激光; 汽车; 加工

中图分类号: U466; TN249

文献标识码: A

The Application and Present Situation of Lasers in the Automobile Industry

WANG Yong-gang, MA Xiao-yu

(Institute of Semiconductors, The Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100083, China)

Abstract: Some important applications of lasers in automobile industry are introduced. The development of lasers are discussed such as laser welding, laser marking, laser heat processing, laser cutting and so on. Types of lasers used in automobile industry are classified. In the end, the application prospect of all solid-state laser pumped by semiconductor laser and ultrashort pulse laser are described.

Keywords: laser; automobile; processing

引言

今年年初, 中国汽车工业协会信息部主任朱一平透露, 据最新统计结果显示: 2002年, 全国汽车产量达325.12万辆, 同比增长38.49%; 销售完成324.81万辆, 同比增长36.65%。朱女士指出, 2002年是继1993年以来, 我国汽车工业的第一个增长高峰, 这有可能预示着我国汽车工业进入了一个高速增长的发展阶段。尽管如此, 却有资料显示, 正在获得巨大发展的中国汽车工业大部分新增产值和利润是由世界各跨国汽车公司与中国的合资企业创造的。然而, 经过这么多年合作经营之后, 这些合资企业的核心技术依然掌握在外方手中。汽车工业的现状迫切要求我们拥有自己的核心技术, 以保证国防安全以及民用汽车工业的健康持续发展。随着科技的发展, 与其它工业一样, 汽车工业也开始越来越多地使用许多其它学科的技术来更新自身固

有的传统技术, 其中一项重要技术就是激光加工技术。激光加工技术是利用激光束与物质相互作用的特性对材料(包括金属与非金属)进行切割、焊接、表面处理、打孔及微加工等的一门加工技术, 现已在诸多领域服务于汽车工业。由于我国过去长期以来缺乏对复合性人才的培养, 对交叉学科研究及其应用不够重视, 导致不少新型工业技术落后于国外^[1]。下面全面介绍激光技术在汽车工业中的应用。

1 汽车工业中的激光技术

1.1 激光焊接

激光焊接是一种新型的焊接方式。它是用高能激光束照射被焊工件, 导致工件局部熔化。工件与光束相对运动产生焊缝, 适用于汽车变速箱齿轮、离合器齿轮和汽车空调皮带轮。激光焊接是非接触

收稿日期: 2003-07-02 修回日期: 2004-05-25

作者简介: 王勇刚(1973-), 男, 博士研究生, 新疆乌鲁木齐人, 主要从事固体激光器及光纤激光器锁模和调Q用吸收体(半导体可饱和吸收镜及GaAs等)的研制工作, 已发表论文十余篇。

性加工,无需焊接辅助工具。对于汽车车身厚薄板、汽车零件、锂电池及密封继电器等密封器件以及各种不允许焊接污染和变形的器件进行焊接无一替代^[2]。激光焊接的主要优点有:(a)易控制且速度快;(b)焊接时不用焊条且可得到无污染无杂质的焊缝;(c)焊接精度高,重复操作稳定性好,成品率高;(d)非接触性加工且无需焊接辅助工具;(e)由于局部加热,工件不会产生热损伤,热畸变小。

1.2 激光打标机

激光标记是激光加工领域中最广泛的技术之一。高速激光打标机通常利用声光调Q获得高重复频率的脉冲激光,采用高速扫描振镜,把光学系统聚焦到工件表面。可操作专用软件设计待扫描图案,控制扫描时间和扫描深度等,这种技术可广泛用于金属及多种非金属材料的汽车配件。湖北省楚天激光公司把激光应用于自行车和机动车的防盗标记,已取得进展,他们成功开发的自行车号牌标记机,已用于北京市自行车牌证制作。目前楚天激光公司在开发汽车防盗标记设备,这种设备可在汽车容易查验的地方打上终身惟一编号,以防被盗。

1.3 激光热处理

激光热处理在汽车工业中应用广泛,如缸套、曲轴、活塞环、换向器和齿轮等零部件的热处理,同时在航空航天、机床行业和其它机械行业也被广泛应用。激光热处理技术在汽车修理行业也大有作为,铸铁气缸体在淬火前的硬度为HRC20-28,淬火后的硬度提高到HRC60左右,这可使气缸使用寿命延长3~5倍。

近年来,激光热处理机除了在传统的缸体激光淬火领域继续发挥重大作用外,在汽车、内燃机车和船用内燃机车的缸套激光热处理方面,也发挥着越来越大的作用。

1.4 激光切割机

经过聚焦的激光束能切穿厚金属板,甚至能切割自然界最硬的材料——钻石,就如同工人裁剪纺织品、切割玻璃和木料一样容易。目前激光束被证明为一流的切割工具,并具有以下几个重要优点:(1)加工中不对工件施加任何外力,高热影响区非常小;(2)对不同厚度材料都能进行高精度和高速度的任意轮廓切割,并具有良好的边口质量和狭窄切口。

1.5 汽车车身尺寸激光自动检测技术

汽车车身尺寸激光自动检测技术是当代先进的测试技术,它具有非接触、全自动、速度快和柔性好等特点,可以实现百分之百在线测试。此项技术可用于汽车生产流水线或公路汽车检查站。

1.6 激光毛化轧辊装置

表面毛化冷轧薄钢板(即钢板表面有一定的粗糙度)是汽车工业必需的重要材料,要生产毛化钢板首先要在精轧辊上实现毛化。激光毛化轧辊工艺是80年代末在少数西方国家发展起来的高新技术。激光毛化板比传统喷丸板等有更好的深冲性能,涂漆牢固且涂漆光亮度很高。经激光刻蚀后的轧辊,表面硬度提高,应力分布均匀,轧辊使用寿命延长。

除了上述几种应用领域以外,十多年来还出现了激光路面断面测试设备,激光打孔,激光快速成型,激光涂敷等众多新技术。这些新技术已成为近年来汽车工业发展的重要动力。

2 汽车工业中激光器的发展

目前汽车工业中使用的激光器多以YAG激光器和CO₂激光器为主。在激光加工应用领域中,CO₂激光器以切割和焊接应用最广,分别占到70%和20%,表面处理则不到10%。而YAG激光器的应用是以焊接、标记(50%)和切割(15%)为主。

新一代工业激光器研究正处在技术更新时期,其标志是半导体激光器泵浦全固态激光器的发展及应用。国外不仅半导体激光器泵浦的全固态激光器已处于生产过程中,而且半导体激光器也被应用,而我国半导体激光器泵浦的全固态激光器的应用还处在刚开始研发阶段。汽车工业中不是简单地使用激光器,需要开发和研制专用配套的激光加工机床,并就激光的光斑和模式等对加工工件的作用进行系统地研究。加工系统智能化要求系统集成不仅仅是加工本身,而是带有实时检测和反馈处理。随着专家系统的建立,加工系统智能化已成为必然的发展趋势。

短脉冲激光,甚至超短脉冲激光将成为未来的趋势,现在人们已经把激光脉冲缩短到了阿秒。对于激光加工而言,现在通用的脉冲激光(微秒或纳

(下转第6页)

合成系统时的中心间距 E_1E_2 决定,它可以通过调节图3中 D_1 和 D_2 点的反射镜来调节。在上面的例子中, $1/1024$ 的数值精度意味着子系统的指向精度应满足 $(\Delta L/\Gamma)/1024$ 。取 $\Delta L=1\text{ m}$, $\Gamma=10$, 则调整量为 $98\text{ }\mu\text{m}$ 。

3.3 视场

在近轴条件下,子望远系统的角放大率等于系统的线性缩放因子。对于一种新型全反射光学系统来说,由于受子系统口径和像差等因素的限制,目前系统的视场只能做到 0.5° 到 1° , 详细讨论参见参考文献[5]和[6]。

3.4 干涉特性

根据前面的论述,斐索型合成孔径系统是对连续波前进行离散收集然后干涉合成成像的。换句话说就是分波前干涉成像,因此它可被看作是一种可以成像的波面剪切干涉仪^[7],其完善成像的要求是系统的相对横向剪切量(即输入光束间距与输出光束间距之比)应等于其径向相对剪切量(即输入光束直径与输出光束直径之比)。

4 结论

本文从几何光学理论出发,详细推导了斐索型合成孔径成像系统近轴非相干成像条件,即 $\Gamma_c = \Gamma$, 其中 Γ 是子望远系统的角放大率, Γ_c 是系统的

线性缩放因子。根据波像差理论中的瑞利判据,得出了系统在接近完善成像时应满足的条件: $|1 - \Gamma_c/\Gamma| < 1/N$, 其中 N 为探测器像元数。

参考文献:

- [1] Janet S Fender. Synthetic apertures: an over-view [J]. SPIE, 1986, 628: 2-7.
- [2] Meinel A B. Aperture synthesis using independent telescope [J]. Applied Optics, 1970, (9): 2501 - 2504.
- [3] Ross Brian Hooker. The effects of aberrations in synthetic aperture systems [D]. Arizona: University of Arizona, 1974.
- [4] Gérard ROUSSET, Laurent M MUGNIER. Imaging with multi-aperture optical telescopes and an application [J]. Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Series IV Physics, 2001, 2(1): 17-25.
- [5] James E Harvey, Christ Ftaclas. Field-of-view limitations of phased telescope arrays [J]. Applied Optics, 1995, 34(25): 5787-5798.
- [6] Cheng-His Miao, Robert R Shannon. Design of wide-field arrays [J]. SPIE, 1990, 1236: 372-378.
- [7] 苏大图. 光学测量 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1988. 183-195.

(上接第2页)

秒)和皮秒脉冲激光以及飞秒激光有着本质区别。飞秒激光与物质发生作用时,已经不能用传统的导热方程来解释传热了。飞秒激光作用于物质表面的作用深度仅几百纳米,作用面积要比光斑小得多,达到亚微米量级,对于未来汽车工业的精密加工,无疑是绰绰有余。

3 结论

为了使我国的汽车工业能够赶上国外先进水平,化解当前的危机,必须努力提高汽车工业中激

光器使用水平以及使用规模,使我国的汽车工业早日由传统工业过渡到现代工业。这一目标需要不同学科专业人员的共同努力才能得以实现。

参考文献:

- [1] 刘要武,李雨田,谢冀江,等. 汽车缸套激光硬化处理后的组织与性能 [J]. 光学精密工程, 1999, 7(3): 43-47.
- [2] 陈文红,张发伟. 激光焊接在汽车工作中的应用 [J]. 汽车制造业, 2001, (8): 46-47.