

단순화된 설계인자에 의한 레이저표면경화공정의 퍼지제어기 설계

Fuzzy Logic Controller Design By Means Of Characteristic Design Parameters in a LASER Surface Hardening Process

。 박 영 준*, 김 재 훈*, 조 형 석**

* 삼성중공업(주) 메카트로연구파트 (Tel:055-630-6285; Fax:055-630-5562; E-mail:pyjk@samsung.co.kr)

** 한국과학기술원 기계공학과 (Tel:042-869-3213; Fax:042-869-3210; E-mail:hscho@lca.kaist.ac.kr)

Abstract : Since high-power CO₂ laser can be make a high densed energy to local processing area, manufacturing processes using the laser can be processed for very localized areas at a very fast rate with minimal or no distortion. Accordingly, the laser has been widely used in the fields of thermal manufacturing processes such as welding, fusion cutting, grooving, and heat treatment of metals. In particular, interest in the laser heat treatment process has grown tremendously in the past few years. In this process, maintaining the uniform hardening depth is important problem to obtain good quality products and to reduce heat induced distortion and residual stress. For achieving this objective, we introduced a new design technique of a fuzzy logic controller that greatly simplified the design procedure by defining several simplified design parameters. In the design procedure, the major design parameters of the controller are characterized by identifying several common aspects. From a series of simulation results, we found that the proposed design technique can be effectively used to design of a fuzzy logic controller for the LASER surface hardening process.

Keywords : Laser hardening process, Hardening layer depth, Fuzzy logic controller, Characteristic design parameters

1. 서론

고출력의 레이저빔은 가공하고자 하는 부분에만 매우 높은 에너지 밀도를 유발시켜 기존의 다른 열가공법보다 가공이 빠르고, 부품의 내부에 열로 인하여 야기되는 열응력, 뒤틀림 및 균열을 방지할 수 있어 부품의 손상을 최소한으로 할 수 있다. 따라서 고출력의 레이저빔은 금속재료의 용접이나 절단, 그리고 열처리와 같은 생산의 현장에서의 응용이 날로 확산되고 있다. 특히, 금속재료의 열처리의 경우에 있어서는 가공에 필요한 최소한의 열입력만을 재료에 가하게 되어 열로 인해 야기되는 여러가지 문제점을 줄일수 있고, 자기 담금질이라는 독특한 현상으로 인해 부가의 냉각재가 불필요하여 공정이 깨끗하고 후가공이 거의 필요치 않으며, 정교하고 국부적인 가공에 적합하다. 이러한 장점으로 인해 종래의 표면 경화처리인 고주파 유도가열법이나 화염 경화법을 대신하여 그 응용이 확대되어 가고 있다[1,2].

레이저를 이용한 금속의 표면경화공정은 이러한 많은 장점을 지니고 있는 반면에 금속표면의 흡수계의 코팅두께와 재료의 형상, 가공속도 및 빔의 세기등 매개변수가 많고, 또한 종래의 가공기술과 달리 표준화가 되어 있지 못하며, 상황에 따라 가공의 재현성이 떨어지는 등의 문제점도 지니고 있다[3]. 따라서 이러한 난점을 극복하기 위해서는 공정의 제어가 이루어져야 한다.

최근에는 표면경화공정의 제어를 위해 공정변수의 선정등에 대한 많은 연구가 이루어졌으며[4-7], 특히 경화층의 질을 대변할 수 있는 공정변수로서 직접적인 측정이 어려운 경화층의 깊이를 신경회로망의 이용을 통해 주변의

표면온도로부터 추정하여 표면경화공정의 제어기 설계시 제어변수로 사용하고자 하는 연구가 이루어졌다[8]. 이 연구에서 Park등은 신경회로망 추정기가 주변의 표면온도의 분포로부터 경화층의 깊이를 잘 추정하고 있음을 보여주었다.

그러나, 공정상의 불확실성과 비선형성을 많이 포함하고 있으므로 기존 방식의 제어기의 설계에는 한계가 있으며 최근 많은 공정의 제어에 효과적으로 적용되는 퍼지제어기법이 이 공정의 제어기로서 적합하다. 이러한 퍼지제어기의 설계시 퍼지제어기를 구성하는 많은 설계인자들을 결정해야만 하는데, 공정의 복잡성으로 인해 공정변수 상호간의 영향을 모두 고려하기에는 어려움이 있었다. 따라서 향후 공정변수 상호간의 영향을 고려하여 공정의 품질향상을 피하기 위해서는 공정의 제어기를 설계하기 위한 보다 간편한 방법의 제안이 필요하다.

본 연구에서는 최근에 연구되어지고 있는 특성화인자의 정의에 의한 퍼지제어기의 설계방법을 이용해[9,10] 보다 간단하게 공정의 품질향상을 위한 퍼지제어기를 설계하는 방안을 제시하고자 한다.

2. 레이저 표면경화 공정의 개요

고밀도, 고출력의 레이저에 의한 강의 표면경화 처리공정은 재료의 표면에 집속된 레이저빔을 조사시켜 재료 내부로의 열전도에 의해 표면의 국부적인 층만을 경화시키는 공정으로서 종래의 경화 처리공정과는 달리 재료내부의 성질에는 영향을 주지 않고, 표면만을 마르텐사이트 조직으로 만들어준다[1].