



Title	周波数変調方式マイクロ波測距システムの高精度化と鉄鋼プロセス計測への応用に関する研究
Author(s)	川田, 豊
Citation	大阪大学, 1992, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38405
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	川 田 豊
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 2 9 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 4 年 4 月 1 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	周波数変調方式マイクロ波測距システムの高精度化と 鉄鋼プロセス計測への応用に関する研究 (主査)
論 文 審 査 委 員	教 授 南 茂夫 教 授 志水 隆一 教 授 後藤 誠一 教 授 興地 斐男

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、周波数変調方式マイクロ波測距システムの固有誤差を軽減するための新規な位相変調法の考案と、本方式に基づく高精度測距システムの開発ならびに鉄鋼製造プロセスにおける実施例をまとめたものである。

第1章では、高温、高濃度粉塵など悪環境下における測距技術のニーズに対し、光学式や超音波方式との比較をふまえて、周波数変調方式マイクロ波測距法が最も適していることを述べるとともに、工業計測装置として実用に供するにはさらに高精度化すべき課題が残されていることを述べた。

第2章では、周波数変調方式測距法における固有誤差を位相変調法の併用により軽減する際の残留誤差を解析し、工業計測に必要な20mm程度の精度を達成するためには、位相変調幅の設定精度を $\pi/100$ 以下にすべき点など開発指針を明らかにした。

第3章では、位相変調幅設定精度の優れた位相変調方式として、2周波混合変調法など3種の新規な方式を提案し、各方式に基づいて開発した測距システムの構成と性能確認実験の結果を示した。特に2周波混合変調法は、変調幅が200 MHz 以下の狭帯域の条件で、工業計測に必要な20mm以下の測距精度が達成できることを示した。

第4章では、マイクロ波測距システムを鉄鋼の製造プロセスに適用する際の問題点として、粉塵の散乱による減衰や原料による乱反射の問題を分析した。さらに、微弱な受信信号を検出するために、不要反射波の除去方法を提案し、実験的にその効果を示した。

第5章では、以上の検討結果を総合して開発した、高炉内原料の堆積形状測定装置の構成と、実炉において50mmの精度を確認した結果をまとめた。さらに本装置を活用して、高炉の安定操業に寄与した例を示した。

第6章では、高炉内原料の堆積形状測定装置に、ドップラ測定モードを付加することにより、高炉内原料の降下速度を約1%の相対精度で測定できることを示した。さらに炉内のダストをトレーサとしてガス流速分布も同時測定できることを述べた。

第7章では以上の技術にさらに自動校正法等を付加して、20mの測定レンジで20mmの精度を有する溶銑レベル測定装置を開発した結果と、本装置が転炉吹錬の自動化や生産性の向上、ならびに炉体の侵食診断に活用されているこ

とを述べた。

第8章では、以上を総括し、今後の課題および展望について言及した。

論文審査の結果の要旨

鉄鋼の製造プロセスにおいては、自動化や、生産性および製品品質の向上をめざしたより高度な計測制御技術の開発が急務となっているが、鉄鋼プロセス特有の苛酷な環境が新しいセンサの実用化を阻害し、制御技術の進歩に比べて計測技術の立ち遅れがめだってきている。本論文はこのような背景のもとに、マイクロ波測距システムの高精度化の研究結果と鉄鋼プロセスへの適用結果をまとめたもので、その成果を要約すると次のとおりである。

- (1) 従来の周波数変調方式測距法における固有誤差を位相変調法を併用して軽減する際の残留誤差を解析し、上記プロセス計測に必要とされる20mm程度の精度を達成するための条件として、位相変調幅を $\pi/100$ 以下にすべき点など開発指針を明らかにしている。
- (2) 位相変調幅の設定精度にすぐれた位相変調方式として、2周波混合変調法など3種の新規な方式を考案し、各方式について装置開発と特性確認試験を行い、特に2周波混合変調法に基づく測距システムにおいて200MHz以下の狭帯域の条件で、プロセス計測に必要な20mm以下の精度を達成している。
- (3) 粉塵によるマイクロ波の減衰や、鉄鋼原料や熔融金属のマイクロ波反射率を理論、実験の両面から検討し、マイクロ波の周波数として24GHz帯が適していることや、不要反射波の除去技術が実用化の重要課題であることを示すと共に、不要反射波の除去技術を考案し、nWオーダーの微弱な反射マイクロ波の検出方法を確立している。
- (4) 従来、高炉原料の堆積形状や転炉内の溶銑レベルは接触式のセンサで測定され、精度向上や測定時間の短縮が重要課題となっていたが、前述の高精度で耐環境性にすぐれたマイクロ波測距技術をベースとして、高炉内原料の堆積形状や転炉内の溶銑レベルの測定装置を開発し、各プロセスで実用化することにより、操業の自動化や、省エネルギーならびに生産性の向上など、鉄鋼の生産技術向上に貢献している。

以上のように本論文は、周波数変調方式測距法やマイクロ波のプロセス計測への適用に関して多くの有用な知見を与えており、計測工学の分野に寄与するところが多い。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。