

A new eddy-current testing probe for inspecting crack on the weld point.

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/19372">http://hdl.handle.net/2297/19372</a>

# 新しいうず電流探傷プローブによる溶接部欠陥検査に関する研究

水野 覚<sup>1</sup>・山田 外史<sup>2</sup>・岩原 正吉<sup>2</sup>

<sup>1</sup>〒920-8667 金沢市小立野 金沢大学自然科学研究科電子情報システム専攻；<sup>2</sup>〒920-8667 金沢市小立野 金沢大学自然計測応用研究センター

Satoru MIZUNO<sup>1</sup>, Sotoshi YAMADA<sup>2</sup> and Masayoshi IWAHARA<sup>2</sup> : A new eddy-current testing probe for inspecting crack on the weld point

## 1. はじめに

渦電流探傷法(Eddy Current Testing: ECT)は、原子力発電所の熱交換器伝熱細管をはじめとする金属構造物の探傷に用いられている。しかし、溶接接合部においては応力腐食割れ(Stress Corrosion Cracking: SCC)等の欠陥を生じやすいうえに、その検査には様々な問題を生じる。溶接接合部は母材に比べて導電率及び透磁率が不均一であることに加え、ビードと呼ばれる盛り上がりの存在により、プローブと対象物との相対高さが異なり雑音を生じる。このような溶接部を含む配管の検査を行うとき、配管の内側にプローブを挿入して感度良く裏側欠陥を検出することが望まれている。

本研究では、非磁性の原子力用配管等(SUS304 製配管等)を対象とするミアンダコイルを用いた渦電流探傷プローブを提案し、その欠陥検出特性について検討を行った。

## 2. ミアンダコイルを用いた渦電流探傷プローブ

励磁用のミアンダコイルならびに誘起される渦電流の概念図を Fig. 1 に示す。ミアンダコイルを高周波により励磁すると、その近傍に置かれた導体中にミアンダコイルの線方向に沿って渦電流が流れる。一般に渦電流探傷では渦電流に対して垂直な傷は高感度で検出できるが、渦電流に対して平行な傷は検出が困難である。本研究では溶接接合部において生じやすい周方向傷の探傷を目的とするため、ミアンダコイルを管軸方向に設置し、軸方向に渦電流を誘導する。管に傷があると渦電流が乱れ、そこでの磁束の乱れを検出し探傷を行う。検出コイルとして用いる 8 の字コイルを Fig. 2 に示す。8 の字コイルはコイルの巻き方が逆になっており、2 つのコイルを貫く磁束が均一な場合に起電力は生じないが、磁束に不均一があるとその差分により起電力を生じる。

探傷プローブの概要を Fig. 3 に示す。前述のように管の軸方向にミアンダコイルを設置し、その 1 ピッチ間に 8 の字コイルを固定する。プローブは管の内側から挿入し、軸方向及び周方向に走査でき全方向の探傷が可能である。

## 3. 渦電流探傷実験

### 3.1 軸方向の欠陥検出特性

Fig. 3 に示したプローブを用いて探傷検査を行った。プローブを軸方向に 0.5 mm 間隔で走査し、検出コイルからロックインアンプを通して出力電圧を得る。計測は溶接部を中心とする軸方向 45 mm の範囲で行った。対象とした SUS304 製配管には深さ 50% の裏側欠陥が溶接部近傍に施されている。溶接部及び欠陥を含む溶接部における検出電圧特性を Fig. 4 に示す。ミアンダコイルによる渦電流分布と

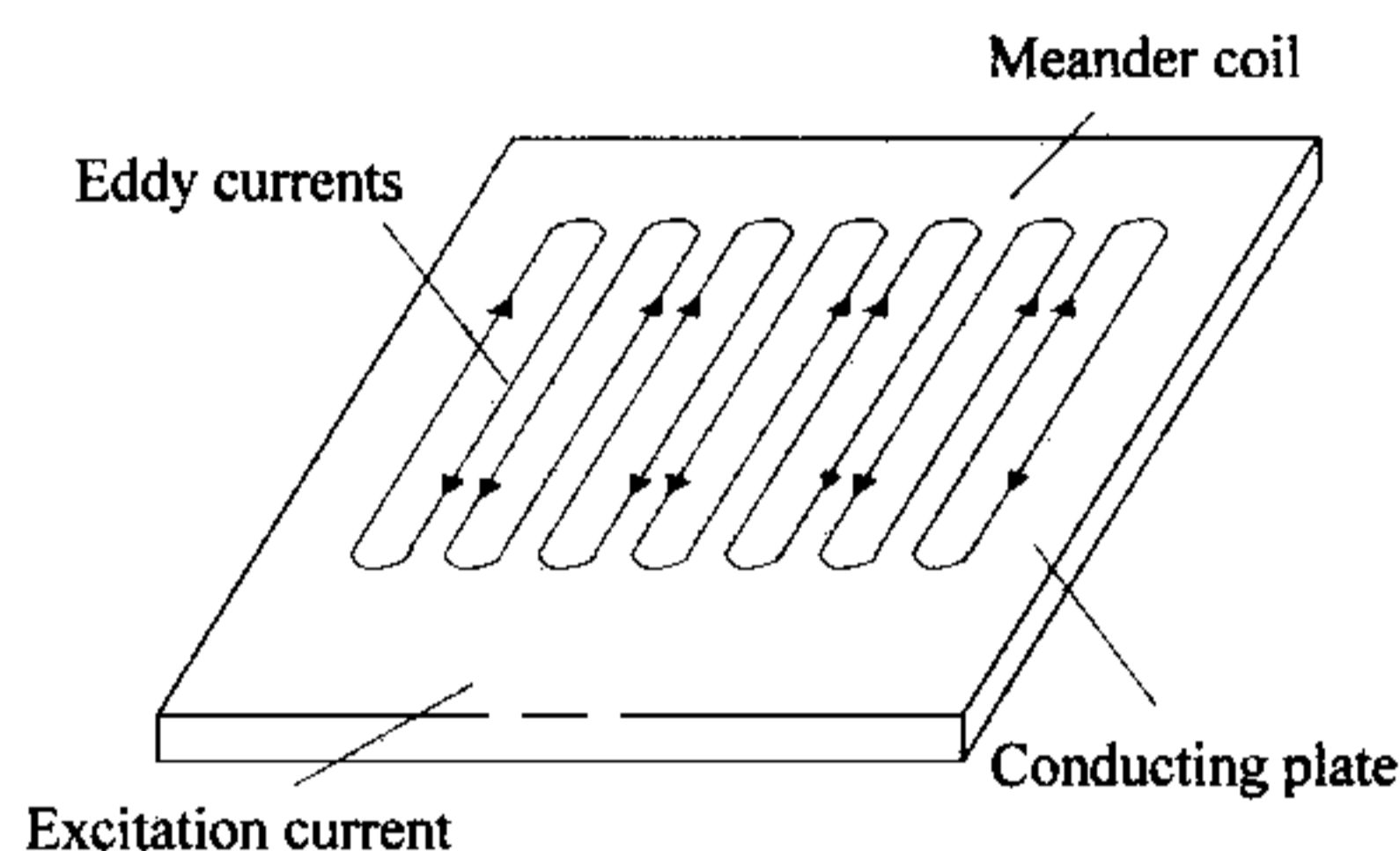


Fig. 1 Configuration of probe.

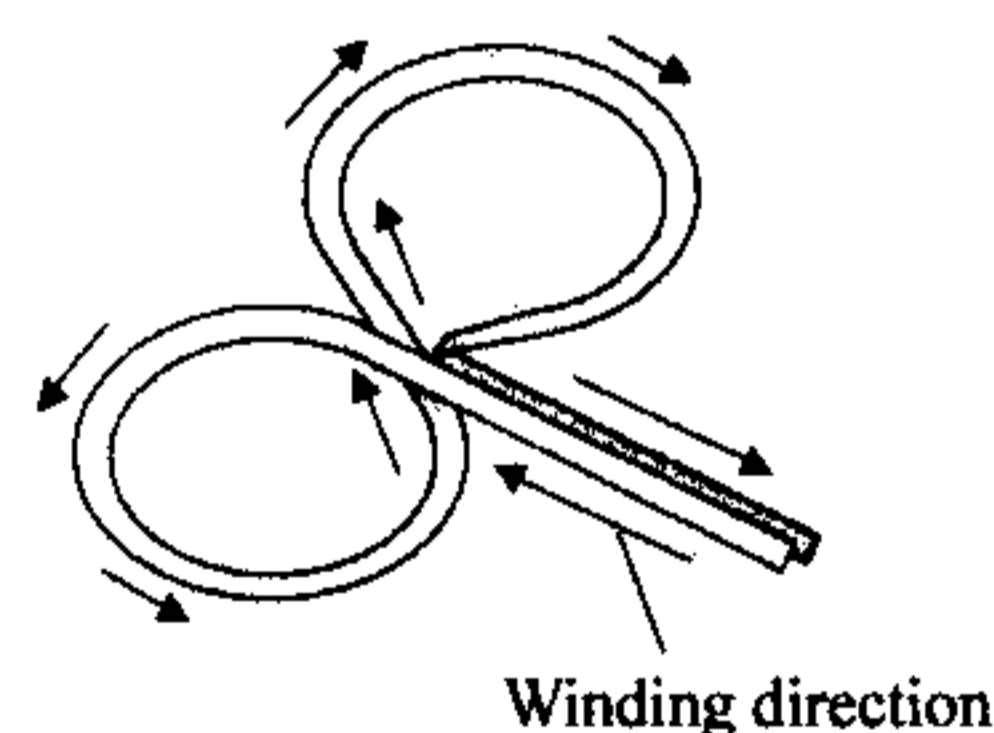


Fig. 2 Configuration of figure-of-eight coil.

8の字コイルの特性から欠陥と溶接部の前後で山と谷が連続するような波形となっている。これより溶接部での導電率の変化により欠陥部と同様の渦電流分布となることがわかる。また、欠陥部では信号  $V_p$  が大きくなり、欠陥の有無を確認できる。雑音  $V_n$  の要因としてはプローブと管との相対高さ(リフトオフ高さ)の変動による影響が考えられ約  $10 \mu V$  程度である。

### 3.2 二次元探傷実験結果

本研究で用いた探傷プローブにおける二次元的な欠陥検出特性を確かめるため、二次元探傷実験を行った。実験対象には溶接部の近傍に深さ 50% の裏側欠陥(長さ 15 mm, 幅 0.5 mm)が施されている。プローブを軸方向 0.5 mm 間隔, 周方向 5 度間隔で走査し, 得られた出力電圧の二次元表示を Fig. 5(a) に示す。軸方向 22 mm 付近の周方向に一様に溶接部の信号が確認できる。TIG 溶接による溶接部の凹凸が周方向で不均一であるため, 信号幅に約  $70 \sim 80 \mu V$  の変化がある。溶接部の信号に埋もれ明確ではないが周方向 90 度付近に欠陥の信号が確認できる。8の字コイルの特性から溶接部及び欠陥の前後で電圧の高い部分と低い部分が連続して現れている。次に Fig. 5(b) に溶接部の信号を周方向全体に引いた結果を示す。溶接部の影響は減じられ欠陥の信号が明確になっている。欠陥信号は実験対象と同じく約 15 mm の長さで現れ, 前後に電圧の高い部分と低い部分がありその中心に欠陥があることを示している。また, 欠陥の端部だけでなく中心部においても信号が得られることがわかる。

### 4. まとめ

本研究で提案したミアンダコイルを用いた渦電流探傷プローブを用いて探傷実験を行い以下の結論を得た。

- (1) ミアンダコイルによる渦電流分布と 8 の字コイルの特性から, 欠陥の前後では電圧の高い部分と低い部分が現れる。また, 実験対象と同じ長さで検出でき, その位置及び長さを明確に示すことができた。
- (2) 二次元探傷実験において欠陥の信号は溶接部に埋もれ明確には検出できないが, 溶接部の信号を周方向に全体に引くことによってその影響が減じられ, 欠陥部の信号のみを確認することができた。

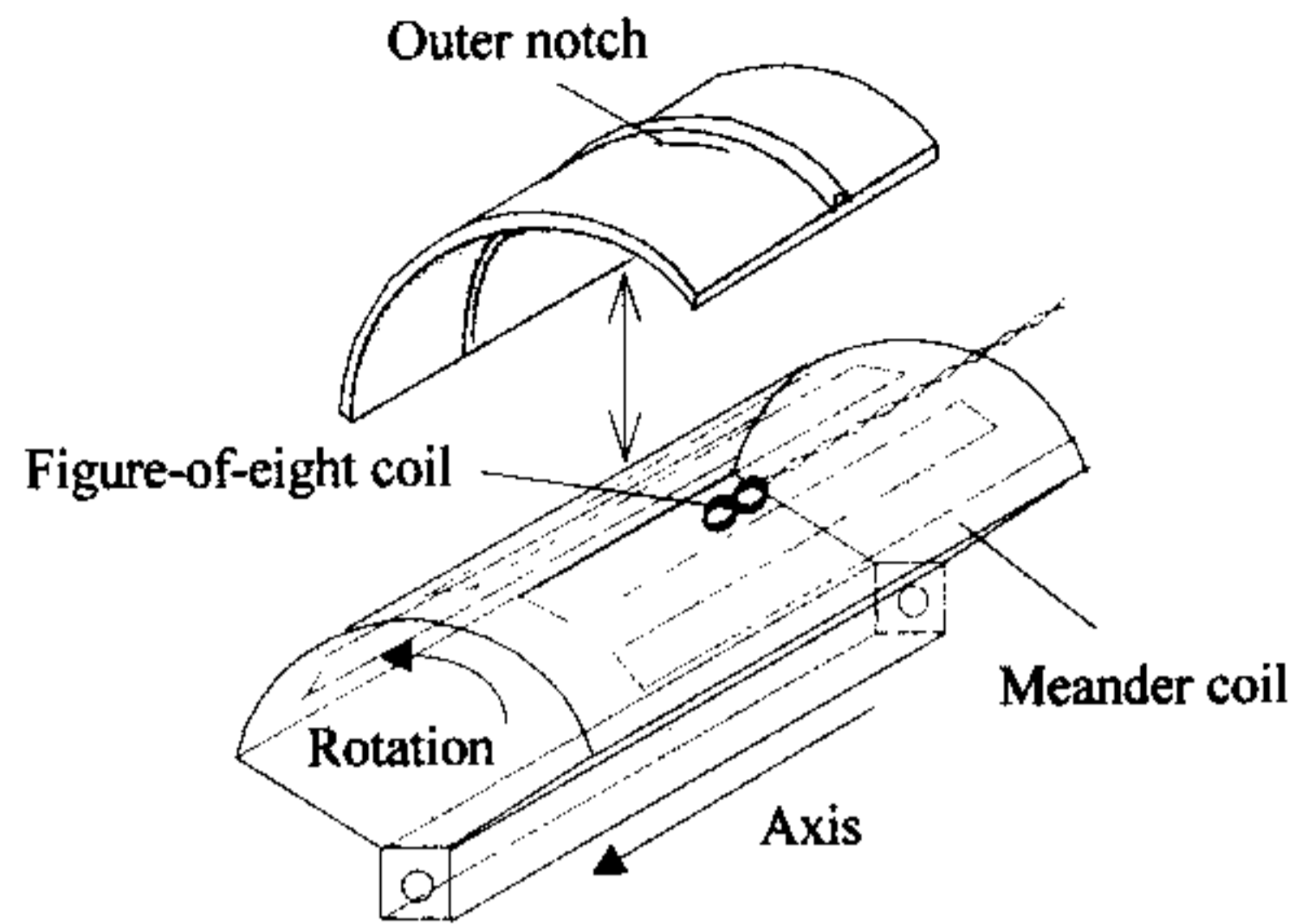


Fig. 3 Configuration of probe.

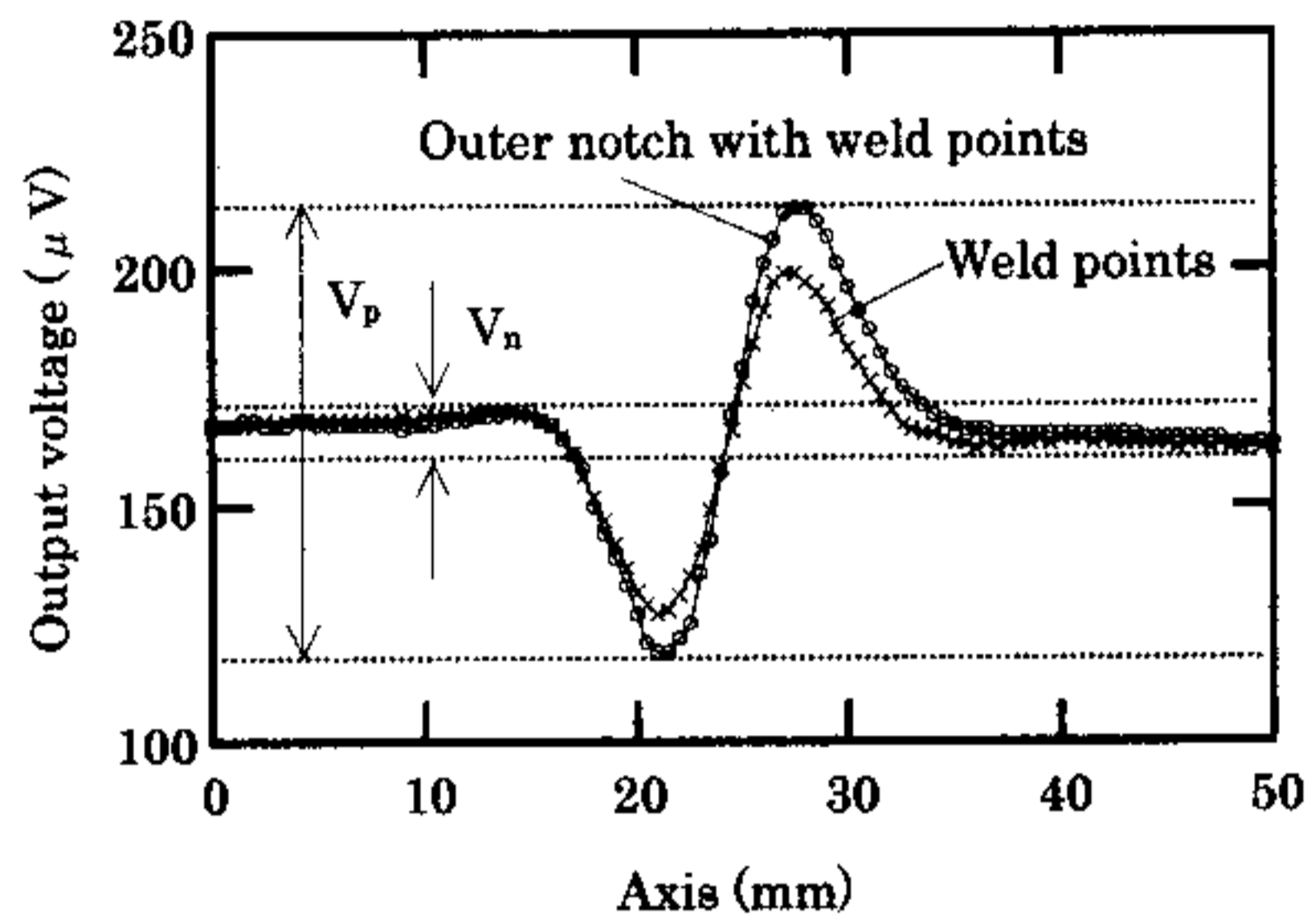
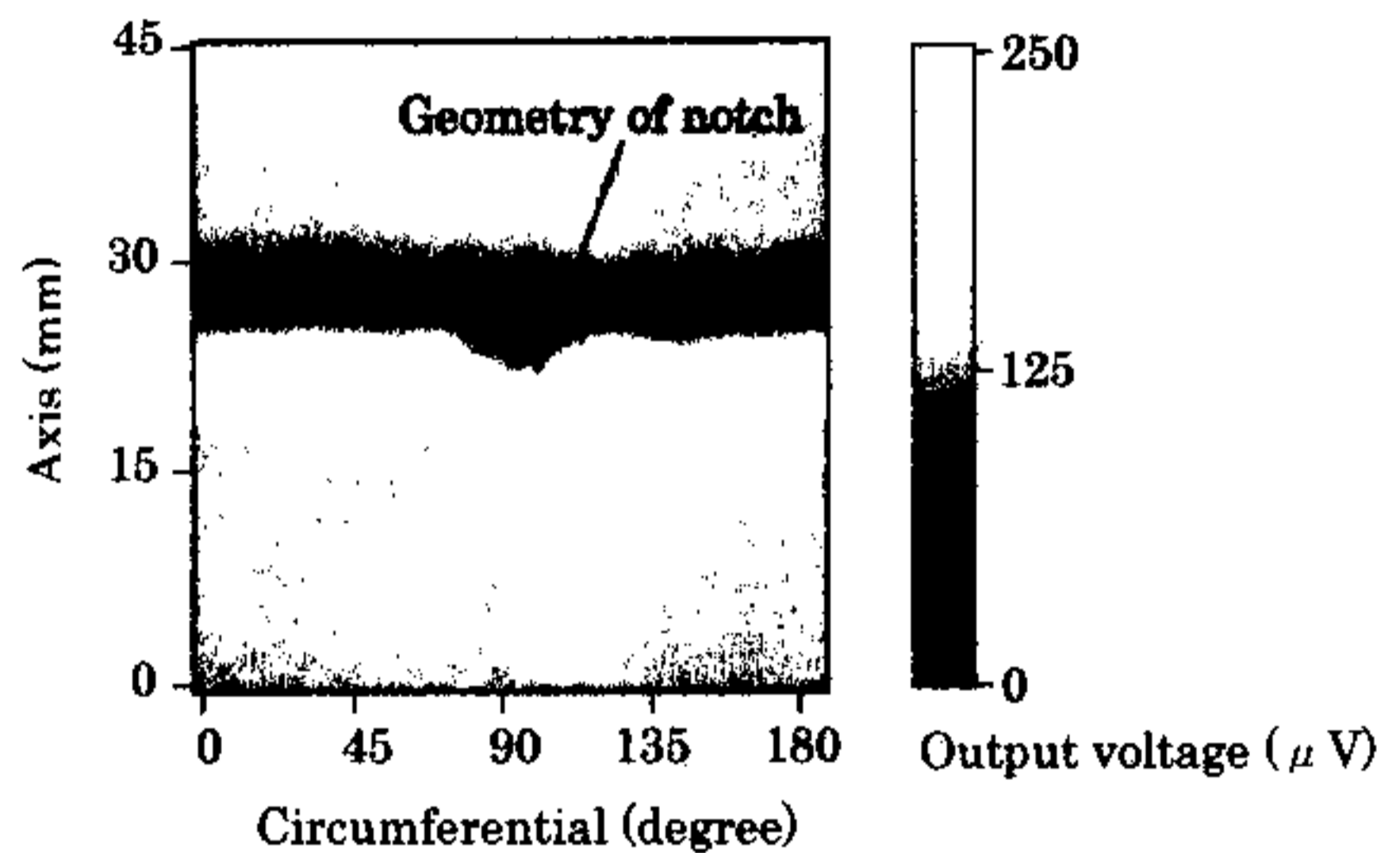
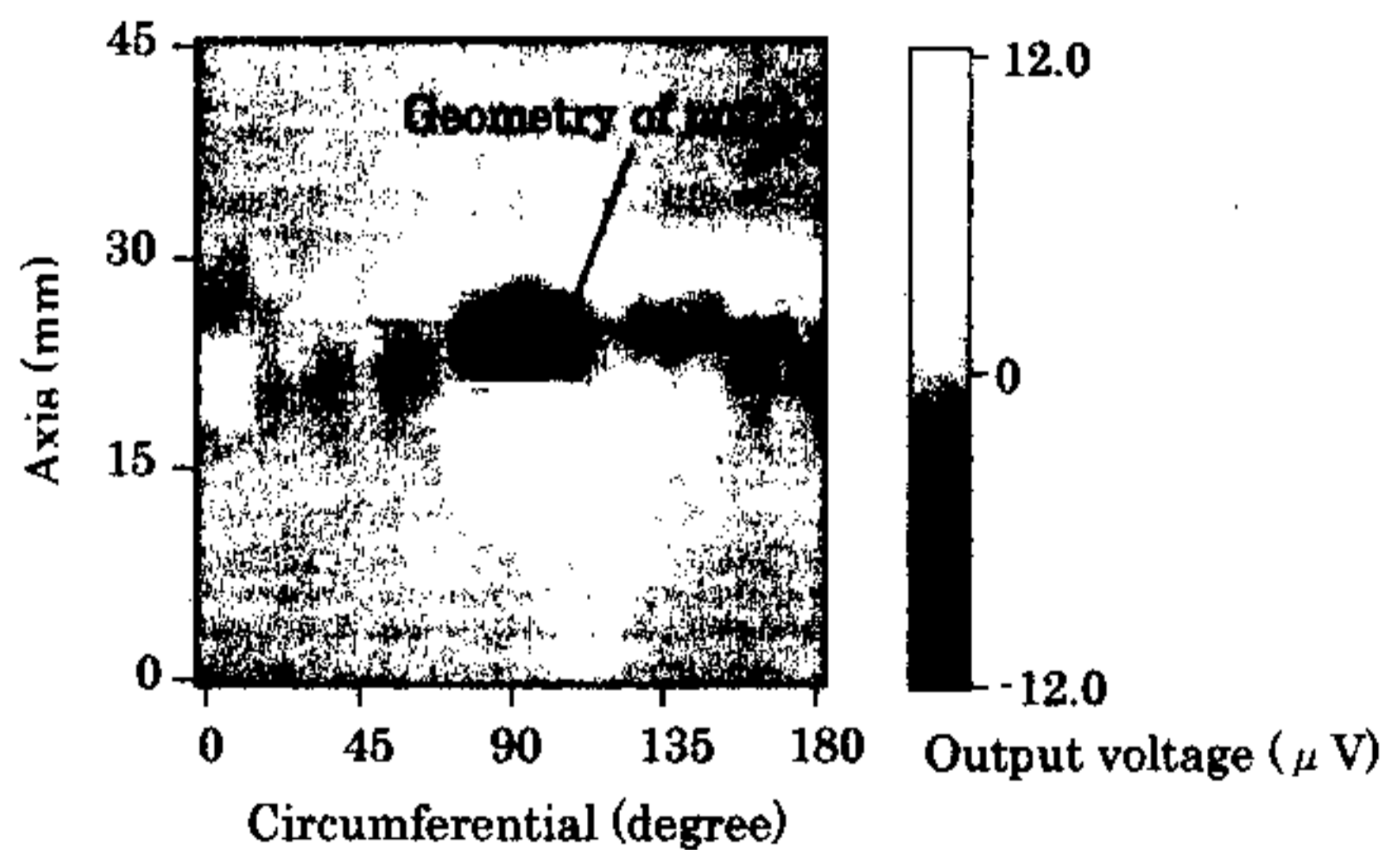


Fig. 4 Characteristics of detector coil signals.



(a) Raw signal image.



(b) Image after signal processing.

Fig. 5 Output voltage distribution of weld points.