

レンズアンテナの可能性

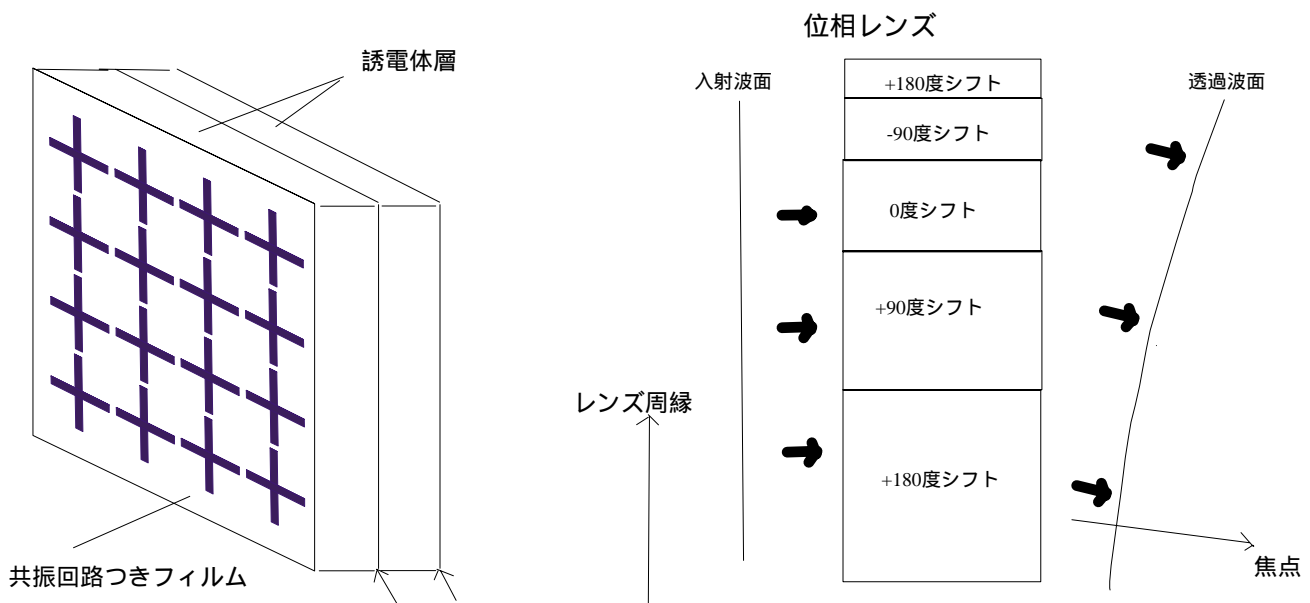
氏原 秀樹（総研大 D2） 近田義広（国立天文台）

1. レンズアンテナ

反射式とくらべて、面精度に厳しくないのが利点。
目標は電波望遠鏡の大口径化、軽量化、アンテナの低価格化。

☆ フィルムレンズ

フィルム上に形成した共振回路で、透過電磁波の位相をシフトして、焦点をつくる。下図のような素片からなる、フレネル構造の位相レンズ。非常に軽くつくれる。



2. これまでの問題点

* 低開口能率

この素片を使ってフレネル位相レンズをつくるには、 $- \sim +$ の位相シフトまでの任意の位相シフト得られるが素片が必要。しかし、一枚のフィルムでは、 $- \pi/2 \sim + \pi/2$ までであり、高位相シフトでの透過率が悪い。

* 帯域幅に制限

- ◆ フレネル構造による制限 \Rightarrow レンズ形状、フィードまわりでの遅延を調整
- ◆ 共振回路による制限 \Rightarrow 導体形状と配置で改善

3. 数値計算による検討

フィルム間隔が狭い(間隔<波長)場合、素子間の相互作用から、

- ◆ フィルム全体による位相シフトは、個々のフィルムによる位相シフトの和ではない。
- ◆ フィルム全体による透過率は、個々のフィルムによる透過率のたんなる積ではない。

その結果、

- ☆ 複数のフィルムを適切な間隔で重ねると- π ~ $+\pi$ までの位相シフトと、高い位相シフト領域での透過率が得られる。
- ☆ 位相シフトと透過率は、導体の寸法とフィルム間隔で制御できる。

単周波レンズを性能見積もると、

- ◆ 開口能率 高位相シフトの部分をフィルム四枚構成にして、80%弱。
- ◆ 受信帯域 単一周波数なら四枚構成で10%程度。
- ◆ 寸法誤差 フィルム間隔誤差は一割程度までなら許容。

単周波なら、電波望遠鏡として十分に使えるレンズが可能であることがわかっている。

4. 今後の課題

- ☆ 計算結果の検証を予定
 - ◆ 検証のために素子の試作、測定
 - ◆ レンズの試作、測定

- ☆ レンズアンテナの多周波化の検討

(1) レンズを重ねる

特定の周波数帯のみ集光し、ほかにたいしては透明なレンズを重ねる。

➡もっとも簡単だが、フィルムの枚数が増えると、重くなる。

(2) フレネル構造を利用する

周波数が11GHz、22GHz、44GHz、88GHzのように倍数関係にあるバンドに限定される反面、一枚のフィルムに複数周波用の素子をのせられる。⇒この方法で検討中。

たとえば、三周波レンズを検討してみると、

(例) 低周波側:11GHz、22GHz、高周波側:88GHz

低周波側 共振回路による位相シフトを利用したフレネルレンズ

- ◆ 同一基盤上に、それぞれのバンドに応じた導体素子を配置。
- ◆ 導体の配置と形状に工夫が必要。

高周波側 フィルム基盤の厚みを利用したフレネルレンズ

- ◆ 誘電率が周波数によらないとしても、遅延は厚みに比例し、波長に反比例するので、低周波側への影響は抑えられるはず。