

(2021) 年度国立天文台共同開発研究成果報告書

2022年 4月 1日

国立天文台長 殿

研究代表者	氏名	(ふりがな) おがわ ひでお 小川 英夫
	所属・職	大阪公立大学大学院 理学研究科 客員研究員(客員教授)
研究課題名	210-365 GHz帯 導波管型円偏波分離器の開発	
研究実績	<p>本研究の目的は、未だ開発されていない210-365 GHz帯の超広帯域な円偏波分離器を開発することである。これまで、ミリ波サブミリ波領域では、比帯域が30%程度の円偏波分離器しか開発されてこなかったが、我々は210-365 GHz帯(比帯域54%)に対応する円偏波分離器の開発を進めている。上記の周波数帯域を実現するために、円偏波分離器の中でも広帯域化が期待できる90度位相遅延器と直交偏波分離器を組み合わせた方式に焦点を当てて開発をしている。</p> <p>位相遅延器に関しては、210-365GHz帯で反射損失が20dB程度、偏波間の位相遅延量が90 ± 6度(交差偏波分離度25dB相当)の結果を得ることができた。そして、本年度、位相遅延器を製造・測定した。測定した結果、反射損失は17dB程度、位相遅延量は設計値に比べて全体的に5度シフトした値が得られた。反射損失に関しては、測定器と位相遅延器の異なる導波管サイズを整合させるためのテーパ導波管の反射も含んでおり、比較的妥当な値を得ることができた。しかし、位相遅延量は大きく異なっていることから、追加の検証を行った。波長が非常に短いために、切削誤差による影響を大きく受けていると考え、3次元レーザー測定器を用いて、切削した位相遅延器の詳細な寸法を測定した。その結果、回路の一部に複数のバリが残っていた。シミュレーションにて、バリの影響を確かめると、今回の実測結果と同じ方向に位相遅延量が変化し、反射損失には大きな影響を与えていないことがわかった。追加工を行い、バリを取り除いた位相遅延器を再度測定すると、位相遅延量も設計と同等である90 ± 6度の値を得ることができた。</p> <p>直交偏波分離器に関しては、210-375 GHz帯で反射損失が最大値で21dBの良い設計が得られている。製造した直交偏波分離器を測定すると、反射損失が全体的に17dB程度と大きく、その原因を追及している。位相遅延器と同様に、今回の測定には、測定機とDUTの間にテーパ導波管があるため、これが反射損失を劣化させる原因の一つと考えられる。そこで我々は、直交偏波分離器などが切削でどれほど反射損失が悪くなったかを知るために、Sパラメータ校正の一つであるTRL (Through-Reflect-Line) を応用して、テーパ導波管単体のSパラメータを測定し、テーパ導波管+直交偏波分離器の測定結果から、De-embedできないかを検討している。それに伴い、追加でショート板と$1/4$λの導波管を製造した。現在、測定した結果を踏まえて計算を進めている。</p> <p>また、位相遅延器と直交偏波分離器の測定結果は、設計に比べて劣化しているものの、単体では比較的良い結果が得られているので、円偏波分離器としての測定の準備も進めている。具体的には、位相遅延器と直交偏波分離器の間に挿入する、円形-方形導波管変換と円形導波管の製造をした。現在、測定する日程を検討している。</p>	
研究の活用	<p>本研究は、将来のミリ波サブミリ波のVLBI観測やALMAなどに向けたRFが広帯域な受信機に貢献できると考えている。特に、我々が大阪府大1.85m望遠鏡で開発した230, 345 GHz帯の同時受信可能な技術と組み合わせることで、ブラックホール観測を目指しているngEHT (next generation Event Horizon Telescope) の求める受信機に大きく貢献できると考えている。</p>	

注) 報告書の公開にあたり支障がある場合は、当該部分とその理由を明記してください。

【お願い】

研究期間終了後の2年後に、関連開発の進捗及び波及効果についてアンケートを実施いたしますので、その際はご協力ください。

国立天文台共同開発研究 報告書(別紙)

氏名 小川英夫	所属 大阪府立大学	研究課題名 210-365 GHz帯 導波管型円偏波分離器の開発	ID
------------	--------------	-------------------------------------	----

回答日: 2022年 4月 1日

1 欧文論文(査読あり)

記述不要	著者(DOIが付与されていれば記述不要)	出版年	論文名	雑誌名	巻(※1)	ページもしくはID(DOI)が付与されていれば記述不要)	DOI	調査年度	備考
		2021	Development of a new wideband heterodyne receiver system for the Osaka 1.85 m mm-submm telescope: Receiver development and the first light of simultaneous observations in 230 GHz and 345 GHz bands with an SIS-mixer with 4-21 GHz IF output	PASJ	73	1100-1115.	https://doi.org/10.1093/pasi/psab046		
		2021	Development of a new wideband heterodyne receiver system for the Osaka 1.85 m mm-submm telescope: Corrugated horn and optics covering the 210-375 GHz band	PASJ	73	1116-1127.	https://doi.org/10.1093/pasi/psab062		
	Masui, S., Hasegawa, Y., Ogawa, H., Kojima, T., Onishi, T.		210-365 GHz 90° Phase Shifter for Wideband Circular Polarizer	IEEE TST					2022/03/23 submitted

2 和文論文(査読あり)

筆頭著者名ローマ字表記	著者(DOIが付与されていれば記入不要)	出版年	論文名	雑誌名	巻(※1)	ページもしくはID(DOI)が付与されていれば記述不要)	DOI (付与されている場合)	調査年度	備考

3 国内・国際会議講演、学会発表等

記述不要	講演者	年	講演名	会議等名	開催場所・開催日	招待講演(※2)	調査年度	備考
	Masui, S., Hasegawa, Y., Ogawa, H., Onishi, T.	2021	Development of wideband circular polarizer	ngVLA-J Development Days 2021	Online, 2021年7月15-16日			
	Masui, S., Yamasaki, Y., Hasegawa, Y., Ogawa, H., Onishi, T., Kojima, T., Gonzalez, A.	2021	Development of 230 and 345 GHz simultaneous observation receiver with dual-polarization	From Vision to Instrument: Designing the Next-Generation EHT to Transform Black Hole Science	Online, Nov. 1-5, 2021.			
	Masui, S., Hasegawa, Y., Yamasaki, Y., Ogawa, H., Onishi, T., Kojima, T.	2021	ミリ波サブミリ波帯における広帯域円偏波分離器の開発	VLBI懇談会シンポジウム	NAOJ + Online, 2021年12月2-3日			最優秀口頭発表賞受賞
	Kawashita, S., Masui, S., Yamasaki, Y., Chinen, T., Yoneyama, S., Dakie, S., Nosohara, C., Son, K., Hasegawa, Y., Onishi, T., Ogawa, H., Kojima, T.	2021	1.85m鏡230GHz,345GHz帯同時観測のための一体型周波数分離フィルターの開発	第22回ミリ波サブミリ波受信機ワークショップ	Online, 2022年2月21-22日			
	Masui, S.	2022	電波天文観測における広帯域RF, IF受信機技術の最新動向及び大阪府大1.85m望遠鏡での広帯域観測	宇宙電波懇談会シンポジウム	Online, 2022年3月7-8日	*		
	Masui, S.	2022	次世代電波望遠鏡に向けた広帯域受信機の開発と将来開発	新学術領域「星・惑星形成」2021年度大研究会	名古屋大学+Online, 2022年3月14-18日			

4 修士/博士論文

記述不要	著者	学位授与年度	論文名	学位授与大学	言語	取得学位	DOI (付与されている場合)	調査年度	備考

5 その他

--

(※1)巻がない場合は省略可。また、号の記載が必要な場合は巻の後ろに括弧で記載する。(例: 57(12))
 (※2)招待講演の場合には「*」を記載する。