THE JOURNAL OF KOREAN INSTITUTE OF ELECTROMAGNETIC ENGINEERING AND SCIENCE. 2026 October; 37(10), 1017～1023.

https://doi.org/10.5515/KJKIEES.2026.37.10.1017
ISSN 1226-3133 (Print) · ISSN 2288-226X (Online)

LTCC 커플러 소자의 고신뢰성을 위한 가속수명시험(ALT)과 고장 메커니즘에 대한 연구

Accelerated Life Testing and Failure Mechanism Analysis of LTCC Coupler Devices for High Reliability

강 윤 호 · 김 종 헌*

Yun-Ho Kang · Jong-Heon Kim*

요 약

본 연구에서는 고출력 RF 시스템용 LTCC 커플러 소자의 동적 복합 가속수명시험을 통해 정량적 수명분석과 고장 메커니즘 규명을 수행하였다. 실제 구동 환경을 모사한 복합 스트레스 조건하에서 소자의 출력 전력 열화를 실시간으로 모니터링하였으며, Black 방정식 기반의 가속 수명 모델을 적용하여 상용 조건에서 약 284년의 B0.1 수명(0.1 백분위 수명)을 도출함으로써 커플러의 우수한 장기 신뢰성을 검증하였다. 나아가 3D CT 분석을 통해 via와 feed line 계면에서 발생하는 열 마이그레이션(thermal migration) 현상이 주요 고장 메커니즘임을 확인하였다. 이는 고출력 구동 시 발생하는 내부 열 효과(thermal effect)로 인해 계면의 전극 물질이 이동 및 소실되었으며, 이로 인해 회로가 국부적으로 개방(open)되는 불량을 유발한다. 본 연구는 전기적·열적 스트레스가 동시에 인가되는 고출력 RF 환경을 모사하여 LTCC 소자의 장기 신뢰성을 확보하고 평가할 수 있는 방안을 제시하였다는 점에서 의의가 있다.

Abstract

In this study, quantitative lifetime analysis and identification of failure mechanisms were conducted for LTCC couplers used in high-power RF systems through dynamic combined accelerated life testing. Under combined-stress conditions that simulated actual operating environments, the output power degradation of the device was monitored in real time. Using an accelerated life model based on Black's equation, a B0.1 lifetime (life at the 0.1st percentile) of approximately 284 years under nominal operating conditions was estimated, indicating the coupler's excellent long-term reliability. Furthermore, 3D CT analysis revealed that thermal migration at the interface between the via and the feed line is the dominant failure mechanism. Internal thermal effects during high-power operation cause the interfacial electrode material to migrate and dissipate, eventually leading to local open-circuit failure. This study is significant because it proposes an evaluation framework to assess and ensure the long-term reliability of LTCC devices by reproducing high-power RF environments in which electrical and thermal stresses are simultaneously applied.

Key words: LTCC Coupler, Reliability, Accelerated Life Test, MTTF, Failure Mechanism

광운대학교 전자융합공학과(Department of Electronic Convergence Engineering, Kwangwoon University)
*광운대학교 반도체시스템공학부(School of Semiconductor Systems Engineering, Kwangwoon University)
· Manuscript received August 24, 2026 ; Revised August 31, 2026 ; Accepted September 29, 2026. (ID No. 20260824-079)
· Corresponding Author: Yun-Ho Kang (e-mail: yunho.kang@qrtkr.com)

ⓒ Copyright The Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science. This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Ⅰ. 서 론

최근 5G/6G 이동통신 및 고출력 RF 시스템의 소형화와 고신뢰성에 대한 요구가 증가함에 따라, 우수한 전기적 특성과 높은 집적도를 동시에 만족하는 LTCC(low temperature co-fired ceramic) 기술 기반의 수동 소자의 수요가 늘어나고 있다[1]. 특히 좁은 면적에서도 정밀한 전력 분배와 위상 제어가 가능한 LTCC 커플러는 고출력 RF 시스템의 핵심 부품으로 널리 활용되고 있다. 높은 전력의 RF 신호가 상시 통과하는 가동 환경에서 LTCC 커플러는 다층 전극 선로 내부의 지속적인 전기적 스트레스뿐만 아니라, 시스템 내부에 발생하는 발열로 인한 열적 스트레스에 동시에 노출된다(그림 1).

고온 및 고전력 RF 스트레스가 복합적으로 작용하는 환경에서 LTCC 커플러 내부의 다층 세라믹 기판과 금속 배선 계면은 열적·전기적 열화에 취약하며, 이는 신호 손실 및 전기적 특성 저하를 유발하는 주요 원인이 된다. 따라서 소자의 장기 신뢰성을 보장하고 초기 고장 가능성을 사전에 평가하기 위해 고온·고출력 스트레스를 동시에 인가하는 가속수명시험(ALT, accelerated life test)이 필수적이다[2]. 기존의 가속수명시험은 구현이 비교적 간단한 정적 바이어스(static bias) 조건 위주로 수행되어 왔다. 그러나 실제 구동 환경을 정밀하게 모사하기 위해서는 RF 주파수와 고출력 전력이 실제로 인가되는 동적 시험(dynamic test)을 구현해야 한다[3]. 동적 가속수명시험은 단순히 전압이나 온도를 고정하는 방식과 달리, 실제 회로 동작 환경의 복합 스트레스를 그대로 반영하여 소자의 실질적인 고장 메커니즘을 정확히 규명하고 통계적 수명을 도출하는 데 필수적이다.

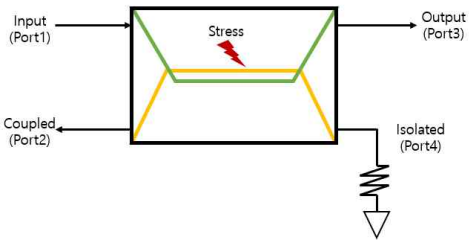


그림 1. ALT 중 LTCC 커플러의 스트레스 인가 개념도
Fig. 1. Concept of stress loading on the LTCC coupler.

본 연구에서는 2.4 GHz 대역 고출력 동적 가속수명시험 시스템을 구축하고, LTCC 커플러의 복합 가속 열화 특성을 정밀하게 분석하기 위해 온도와 RF 입력 전력을 세분화하여 신뢰성 평가를 수행하였다. 데이터의 통계적 유의성을 확보하기 위해 환경온도(180, 200, 220℃)와 RF 전력(45, 46, 47 dBm)을 조합한 총 5개 가속 조건에서 15개의 LTCC 커플러 샘플을 대상으로 시험을 진행하였다. 시험 중 출력 전력을 실시간으로 모니터링하여 고장 시점을 정의하고, 대수정규 분포 기반의 통계적 수명을 산출하였다. 나아가 비파괴 분석 기법인 3D CT 촬영을 통해 via와 feed line 계면에서 발생하는 열 마이그레이션(thermal migration) 기반의 고장 메커니즘을 규명하였다. 최종적으로 이를 반영하여 Black 방정식 기반의 가속 수명 모델을 수립하고, 상용 동작 조건에서의 수명을 추정함으로써 LTCC 커플러의 장기 신뢰성을 검증하였다.

Ⅱ. 본 론

2-1 복합 가속수명시험 구성 및 조건

본 연구에서는 2.4 GHz 주파수 대역에서 동작하는 최대 정격 출력 50 dBm의 3 dB LTCC 커플러를 대상으로 온도 및 RF 복합 가속수명시험을 수행하였다. 그림 2의 시험 구성도와 같이, DUT(device under test)에 온도 및 RF 스트레스를 동시에 인가할 수 있는 전용 PCB와 기구물을 제작하였다. RF 입력단에는 시료 고장 시 발생할 수 있는 역방향 반사파로부터 RF 신호원을 보호하기 위해 isolator

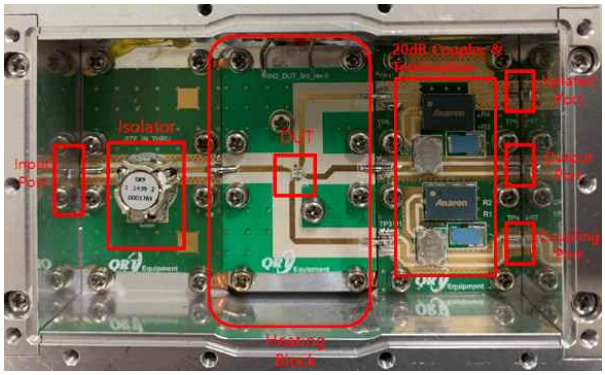


그림 2. 스마트 픽스처를 적용한 시험 장치 구성
Fig. 2. Test configuration with the smart fixture.

표 1. RF 복합가속수명시험의 시험 조건
Table 1. Stress condition for RF-ALT.

RF condition (dBm)	Temperature (℃)		
	180	200	220
45		Sample: 3ea	
46	Sample: 3ea	Sample: 3ea	Sample: 3ea
47		Sample: 3ea	

를 구성하였으며, PCB 하부에 heating block을 배치하여 DUT에 열 스트레스를 인가하였다. RF 출력단은 커플러의 출력 전력 및 결합 전력(coupling power)을 실시간으로 모니터링 하기 위해 20 dB 커플러와 종단 저항(termination)을 조합하여 전력 샘플링 회로를 구성하였다.

커플러에 대한 복합 가속수명시험 조건은 표 1과 같다. RF 조건의 경우, 열화 및 고장을 신속히 유발하되 정격 초과로 인한 타 유형의 불량을 방지하고자 DUT의 최대 정격 출력보다 낮으면서 실제 동작 전력보다는 높은 45, 46, 47 dBm의 세 조건으로 설정하였다. 온도 조건은 수동 소자의 특성을 고려하여 최대 시험 온도를 220℃로 설정한 후, 20℃ 등간격으로 낮춘 180℃ 및 200℃ 조건을 포함하여 세 가지 수준을 채택하였다. 이는 수동 소자인 커플러의 장기 신뢰성을 효율적으로 검증하기 위해, 실제 사용 환경보다 가혹한 온도 및 RF 스트레스를 인가하여 고장을 가속하기 위함이다.

본 실험에 사용된 가속수명시험 시스템은 QRT 사의 RF 수명평가 장비를 활용하였다. 해당 장비는 RF 고출력 스트레스를 안정적으로 인가할 수 있으며, 특히 그림 2와 같이 DUT 영역만을 국소적으로 가열할 수 있는 스마트 픽스처(smart fixture)가 장착되어 있어 고정밀 복합 환경 시험에 유리하다. 본 셋업은 heating block을 포함한 특수 기구물을 통해 단일 시스템 내에서 상이한 가속 조건들을 동시에 병렬적으로 인가할 수 있어, 기존 항온항습 챔버 방식 대비 시험 시간과 비용을 절감하였다. 또한, 대형 챔버의 고유 한계인 위치별 대류성 온도 편차를 배제하고, 소형 커플러 소자에만 온도 스트레스를 국소적으로 인가함으로써 목표 온도를 정밀하게 제어할 수 있는 환경을 구현하였다.

2-2 수명 데이터 분석 및 가속성 검증

DUT의 초기 출력 전력(output power) 대비 1 dB 이상 열화된 시점을 고장 기준(failure criterion)으로 정의하였으며, 이에 따라 정리된 시험 조건별 수명 데이터는 표 2와 같다. 이러한 고장 판정 기준은 대표적인 RF 수명 평가 표준인 JESD226 규격[4]에 근거하였다. 본 연구 대상인 LTCC 커플러는 고출력 송신 시스템 후단에 위치하여 전력을 분배·전송하는 핵심 소자로서, 커플러의 출력 전력이 1 dB 열화되는 경우 전단 증폭기의 효율 저하를 유발하여 전체 RF 시스템 성능 저하를 초래하기 때문이다. 시험 결과, RF 전력 스트레스가 가혹할수록 수명이 단축되었으며, 동일한 RF 조건 내에서는 시험 온도가 높아질수록 수명이 감소하는 경향을 확인하였다.

복합 가속수명시험을 통해 확보한 커플러의 평균고장수명(MTTF, mean time to failure)을 통계적으로 추정하기 위해, 앤더슨-달링(AD, Anderson-Darling) 검정 통계량과 로그 우도값(log-likelihood)을 활용하여 최적의 수명 분포를 선정하였다. AD 통계량은 이론적 분포 모델과 실제 실험 데이터 간의 적합도를 나타내는 지표로서, 해당 값

표 2. 가속 조건별 수명 평가 결과
Table 2. Time-to-failure results under each condition.

Sample number	Stress condition	Time to failure (hours)
#1	180℃, 46 dBm	34.16
#2		43.43
#3		61.35
#4	200℃, 45 dBm	67.67
#5		80
#6		88
#7	200℃, 46 dBm	31.97
#8		36.45
#9		40.68
#10	200℃, 47 dBm	7.35
#11		8.83
#12		10.5
#13	220℃, 46 dBm	12.71
#14		16.53
#15		18.18

이 작을수록 적합성이 높음을 의미한다. 본 연구에서는 각 시험 조건별 시료 수가 3개로 제한적이기 때문에, 소표본 분석에 적합하도록 수정된 AD 통계량 (*AD)을 적용하였다. 또한, 가정된 분포가 실제 관측치를 대변하는 정도를 나타내는 로그 우도값은 그 값이 클수록 해당 분포의 적합성이 우수함을 의미한다[5]. 분포 적합도 분석 결과, *AD 통계량 값이 가장 작고 로그 우도값이 가장 크게 나타난 대수정규 분포(lognormal distribution)를 본 커플러의 최적 수명 분포 모델로 선정하였다. 표 3은 와이블(Weibull), 대수정규, 지수(exponential) 분포별 *AD 통계량과 로그 우도값을 비교한 분포 적합도 분석 결과이다.

가속수명시험은 사용 조건과 동일한 고장 메커니즘을 재현하는 것을 전제로 하며, 이를 검증하기 위해 각 가속 조건 별 형상모수(shape parameter, σ)에 대한 우도비 검정과 확률지 시각화를 수행하였다. 표 4는 선정된 대수정규 분포를 기반으로 수행한 우도비 검정(likelihood ratio test) 결과이다. 우도비 검정 결과, 가속성 성립을 전제로 동일화된 형상모수와 각 가속 조건별 형상모수 간에 유의미한 차이가 없음을 확인하였다. 이는 모든 시험 조건에서 고장 메커니즘이 동일하게 유지됨을 시사한다.

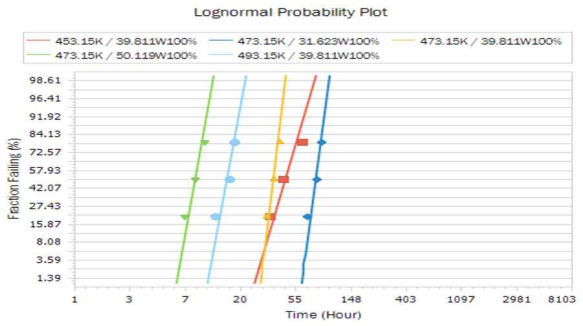
그림 3은 최적 분포로 선정된 대수정규 분포 확률지에

표 3. 분포별 분포 적합도 분석 결과
Table 3. Goodness-of-fit test results for alternative distributions.

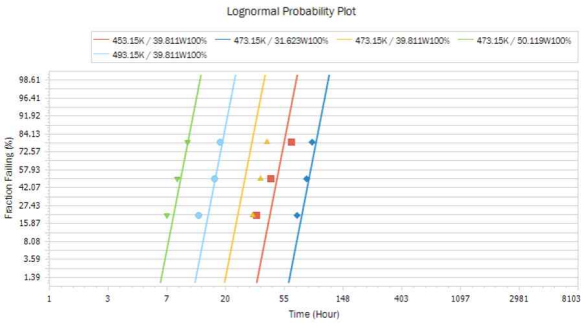
Candidate distribution	*AD	Log-likelihood	Rank
Weibull	0.340	−48.2214	2
Lognormal	0.301	−47.5219	1
Exponential	1.437	−65.3456	3

표 4. 대수정규분포에 대한 우도비 검정 결과
Table 4. Likelihood ratio test results for the lognormal distribution.

Statistical metric	Value
Significance level (α)	0.05
Test statistic (T)	3.141
Chi-squared critical value (χ^2)	9.488



(a)



(b)

그림 3. 대수정규분포 확률지 (a) 형상모수 동일화 전 (b) 형상모수 동일화 후
Fig. 3. Lognormal probability plots (a) before and (b) after shape parameter pooling.

시험 데이터를 도시하여, 형상모수 동일화의 타당성을 시각적으로 확인한 결과이다. 확률지(probability plot)상에서 각 가속 조건별 기울기 간에 유의미한 차이가 없을 때 가속성의 성립 조건을 만족하는 것으로 판단한다. 그림 3(a)는 가속 조건 별 형상모수(σ)를 개별적으로 추정한 결과이며, (b)는 공통 형상모수(common shape parameter)를 적용하여 분석한 결과이다. 그림 3(b)에서 관찰되는 바와 같이, 공통 형상모수 적용 시 각 가속 조건별 기울기가 서로 평행한 선을 이루는데, 이는 모든 가속 조건에서 동일한 고장 메커니즘이 유지되었음을 통계적으로 방증한다[6]. 표 5는 각 가속 조건별 대수정규 분포의 형상모수 동일화 전·후에 따른 형상모수 및 척도모수 추정치를 비교하여 정리한 결과이다.

2-3 고장 메커니즘 분석

2-2절에서 통계적으로 입증한 고장 메커니즘의 일관성

표 5. 형상모수 동일화 전·후의 대수정규분포 모수 추정 결과

Table 5. Lognormal parameters before and after shape parameter pooling.

Stress condition	Individual estimation		Pooled shape estimation	
	Shape (σ)	Scale (μ)	Shape (σ)	Scale (μ)
180℃, 46 dBm	0.2943	3.8063	0.2047	3.8742
200℃, 45 dBm	0.1330	4.3580		4.4182
200℃, 46 dBm	0.1206	3.5888		3.3265
200℃, 47 dBm	0.1784	2.1747		2.2349
220℃, 46 dBm	0.1854	2.7493		2.8233

을 검증하기 위해 CT(computed tomography) 분석을 수행하였으며, 그 결과 금속 배선의 열 마이그레이션(thermal migration) 현상이 주요 고장 원인임을 확인하였다. LTCC 커플러에 대한 고장 분석 절차는 그림 4에 나타내었으며, 다양한 복합 스트레스 요인과 이에 따른 고장 유형을 정리하였다. 본 연구에서는 온도 및 RF 스트레스에 의한 열 효과(thermal effect)를 물리적·화학적 변형을 촉진하는 주요 고장 원인으로 추정하였으며, 이를 검증하고자 비파괴 CT 촬영을 진행하였다. CT 분석 결과, 그림 5와 같이 해당 LTCC 커플러는 총 7개 층의 다층 구조로 via와 feed line으로 형성되어 있음을 확인하였다.

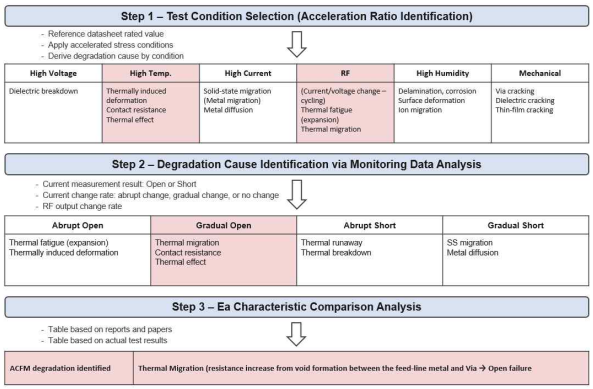


그림 4. 고장 분석 흐름도

Fig. 4. Flowchart of the failure analysis procedure.

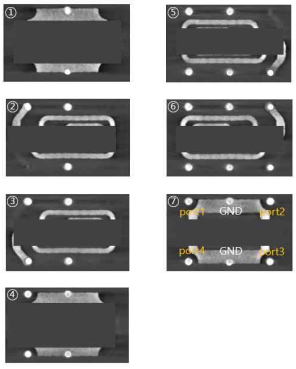


그림 5. LTCC 커플러의 3D 단층 촬영 이미지 결과

Fig. 5. 3D CT images of the LTCC coupler.

세부 고장 메커니즘 분석 결과, via와 feed line 구조 내 저항 불균일성에 따라 부분적인 줄 열(Joule heating)이 발생하였고, 이로 인해 형성된 열 경사(thermal gradient)가 열 마이그레이션 효과를 촉진하였다. 특히 via와 feed line의 계면(interface) 영역에서 열 저항 증가로 인해 열 마이그레이션 현상이 더욱 가중되었으며, 국소적인 은 (Ag) 원자 이탈 현상이 발생하였다. 이로 인해 선로 내부에 빈 공간(void)이 형성되어 그림 6과 같이 최종적인 선로 단선(open Failure)을 유발한 것으로 판단된다. 고장이 발생한 전체 샘플의 CT 결과를 집계한 결과, 약 73 %의 샘플에서 via-feed line 계면의 금속 손실이 주된 고장 현상으로 확인되었다.

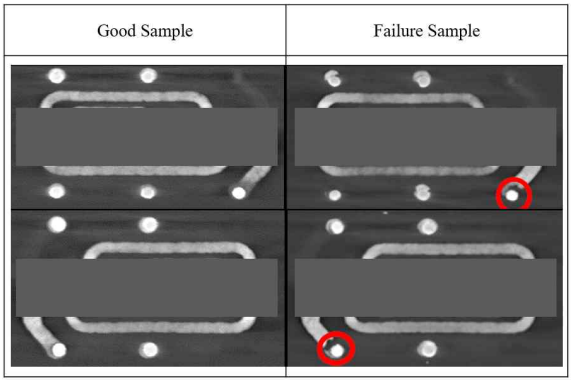


그림 6. 정상 및 고장 시편의 3D CT 이미지 비교

Fig. 6. Comparison of 3D CT images between normal and failed samples.

2-4 가속 수명 모델 수립 및 보수적 수명 추정

LTCC 커플러의 주요 고장 메커니즘이 열 마이그레이션으로 규명됨에 따라, 본 연구에서는 이를 모형화하기 위해 열 마이그레이션 수명 예측에 널리 활용되는 black 방정식(black's equation)을 가속 수명 모델로 채택하였다. 참고문헌 [7]에 따르면, 열 마이그레이션 현상은 전자 이동 현상(electromigration)과 동일하게 열역학적 엔트로피 생성 원리가 적용되며, 이에 따른 수명은 온도 구배의 제곱에 반비례하고 아레니우스(Arrhenius) 형태의 활성화 에너지를 따르는 것으로 알려져 있다.

다만 이론적 모델에서 제안하는 스트레스 지수(n=2)를 일률적으로 적용하는 대신, 실제 RF 및 온도 복합 가속수명시험 데이터로부터 도출한 지수를 활용하는 것이 소자의 실질적인 물리적 고장 현상을 더 정밀하게 묘사할 것으로 판단하였다. 따라서 본 연구에서는 Black 방정식을 기반으로 실험 데이터를 통해 가속 파라미터를 경험적으로 도출하였다.

적용한 Black 방정식은 식 1과 같이 수명과 온도 스트레스 간의 관계를 아레니우스 모형으로, RF 스트레스 간의 관계를 역누승 모형(IPL, inverse power law)으로 통합한 형태이다. 표 6은 수명 데이터에 대수정규 분포 및 Black 방정식을 적용하여 가속 파라미터를 추정한 결과이다. 추정 결과, 온도 스트레스 계수인 활성화 에너지(Ea, activation energy)는 0.506 eV, RF 전력 스트레스 지수(n)는 4.7409로 산출되었다. 도출된 파라미터를 통해 LTCC 커플러의 수명이 온도와 RF 스트레스 모두에 영향을 받되, 특히 RF 스트레스에 대한 민감도가 매우 높음을 확인할 수 있다.

표 6. 가속 파라미터 추정 결과
Table 6. Acceleration parameter estimation results.

Model	Temperature-nonthermal	$\frac{E_a}{k}$	5,871.5370
Distribution	Lognormal	C	4,373.1378
Analysis	Maximum likelihood estimation (MLE)	n (W)	4.7409
Shape parameter (σ)	0.2047	Ea (eV)	0.5060
Scale parameter (μ) (@ 55℃, 40 dBm)	15.3598	Mean time to failure (@ 55℃, 40 dBm)	546 years

$$L(T,RF) = C \times \exp\left(\frac{E_a}{kT}\right) \times \frac{1}{RF(W)^n} \quad (1)$$

산출된 가속 파라미터를 바탕으로 주요 RF 사용 전력 및 온도 조건에서의 수명을 추정한 결과는 표 7과 같다. 본 연구에서는 수명 예측의 보수성과 신뢰성을 확보하기 위해 점추정량(point estimate)과 함께 신뢰수준 90 %에서의 신뢰구간 하한값(LCB, lower confidence bound)을 제시하였다. 신뢰구간의 하한값은 최우추정법(MLE, maximum likelihood estimation)을 통해 가속모형의 모수를 추정한 후, 분산-공분산 행렬을 추출하여 델타 방법(delta method)으로 추정하였다.

가속 파라미터를 상용 동작 조건인 55℃, 10 W(40 dBm)로 외삽하여 추정한 결과, 보수적인 초기 고장(early failure) 기준인 0.1 백분위 수명($B_{0.1}$ 수명)은 284년, 90 % 신뢰하한 값은 53년 이상으로 도출되어 LTCC 커플러의 매우 우수한 장기 신뢰성을 입증하였다.

Ⅲ. 결 론

본 논문에서는 고출력 RF 시스템용 LTCC 커플러의 장기 신뢰성을 검증하기 위해 동적 복합 가속수명시험을 수행하였으며, 이를 기반으로 Black 방정식 기반의 가속 수명 모델 수립 및 고장 메커니즘 분석을 진행하였다. 가속

표 7. 사용 조건에서의 수명 추정 결과
Table 7. Estimated lifetime across various operating temperatures.

Operating condition	B0.1 (years)	B0.1 LCB (years)	MTTF (years)	MTTF LCB (years)
25℃, 40 dBm	1,719	213	3,304	414
35℃, 40 dBm	907	131	1,744	254
45℃, 40 dBm	498	82	958	161
55℃, 40 dBm	284	53	546	104

시험 데이터를 바탕으로 수명을 추정한 결과, 상용 동작 조건에서의 B0.1 수명은 약 284년으로 예측되어 본 소자가 목표로 하는 장기 운용 신뢰성 기준을 만족하였다. 또한, 고장 소자에 대한 3D CT 분석을 통해 신호 회로의 개방(open) 불량이 주요 고장 현상임을 규명하였다. 이는 고출력 구동 시 발생하는 내부 열 효과로 인해 via와 feed line 계면 영역에서 열 마이그레이션 현상이 가속화되었고, 결과적으로 은 전극 물질의 이탈로 인한 국소적인 void가 형성되었기 때문으로 분석된다. 본 연구 결과는 LTCC 기반 고주파 수동 소자의 정밀한 수명 예측을 위한 가속시험 방법론을 제시하였다는 점에서 의의가 있으며, 향후 via 및 feed line 계면 설계 최적화와 열적 안정성 향상을 통해 고신뢰성 커플러 소자를 구현하는 데 기여할 것으로 기대된다.

References

[1] H. Kwak, H. D. Jeon, H. Kim, W. J. Lee, B. C. Shin, and I. S. Kim, "Fabrication of LTCC multi-layer circuit board made of glass-Al_2O_3 composites," *Journal of Electrical and Electronic Materials*, vol. 21, no. 6, pp. 509-516, Jun. 2008.

[2] A. Eidelman, S. Zlatopolsky, and A. A. Teverovsky, "Acceleration factors for reliability assessment of polymer tantalum capacitors," in *3rd PCNS Passive Components Networking Symposium*, Dallas, TX, Sep. 2021.

[3] S. Singhal, A. Chaudhari, A. W. Hanson, J. W. Johnson, R. Therrien, and P. Rajagopal, et al., "GaN-On-Si reliability: A comparative study between process platforms," in *[Reliability of Compound Semiconductors] ROCS Workshop 2006*, San Antonio, TX, Nov. 2006.

[4] *RF Biased Life (RFBL) Test Method*, JESD226, Jan. 2013.

[5] S. G. Seo, *Minitab Reliability Analysis*, Seoul, Eretech, 2017.

[6] W. Q. Meeker, L. A. Escobar, and F. G. Pascual, *Statistical Methods for Reliability Data*, 2nd ed. New York, NY, John Wiley & Sons, 2022.

[7] K. N. Tu, A. N. Gusak, "Mean-time-to-failure equations for electromigration, thermomigration, and stress migration," *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, vol. 10, no. 9, pp. 1427-1431, Sep. 2020.

강 윤 호 [광운대학교/박사과정]

https://orcid.org/0009-0007-2393-3814



2014년 2월: 광운대학교 전자융합공학과 (공학사)

2016년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학석사)

2016년 3월～현재: 큐알티 주식회사

2019년 2월～현재: 광운대학교 전자융합공학과 박사과정

[주 관심분야] RF Power Amplifier, Semiconductor Reliability 등

김 종 헌 [광운대학교/교수]

https://orcid.org/0000-0002-3003-125X



1984년 2월: 광운대학교 전자통신공과 (공학사)

1990년 6월: 독일 루르대학교 전자공학 (공학석사)

1994년 8월: 독일도르트문트 대학교 전자공학 (공학박사)

1995년 3월～현재: 광운대학교 반도체시스템공학부 교수

[주 관심분야] RF Power Amplifier, Semiconductor, Reliability 등